

【 신청서 요약문 】

〈신청서 요약문〉

중심어	에너지-머신러닝 융합	혁신인재	빅 데이터
	소재 스크리닝	고도 분석 및 실시간 해석	인버스 소재 디자인
	이차전지	연료전지	태양전지
교육연구단의 비전과 목표	■ 연구단 비전: 미래 에너지 기술 선도형 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성의 요람 ■ 연구단 목표 ○ 2027년 글로벌 TOP 5 에너지공학과 도약 ○ 미래 선도형 다학제적 교육을 통한 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성 ○ 신에너지 기반 경제 사회를 주도할 국가핵심인재 배출 ■ 목표 달성을 위한 혁신 인재 양성 계획 ○ 에너지 분야 전문 소양과 AICBM (AI, IoT, Cloud, Big Data, Mobile) 기술과의 융합을 통해 에너지 신산업 융합역량을 보유한 석·박사급 전문인력 양성 ○ 에너지 분야 기존 산업 및 신산업에 머신러닝을 도입·연계하여 고도화시킬 수 있는 사업모델을 발굴하고 발전시킬 수 있는 융합형 인재 양성 ■ 목표 달성을 위한 학과 운영 계획 ○ 신재생에너지 분야 중 에너지변환/저장 및 머신러닝 융·복합 분야에 집중 ○ 기업 수요 기반 석·박사생 중심의 에너지-머신러닝 연구개발 활동 및 능력 배양 ○ 학부 및 대학원 교육을 연계하여 다양한 학문간 융복합 기반 교과과정 제공		
교육역량 영역	■ 머신러닝 융합 에너지 산업 미래선도형 다학제적 융합 교육 ■ 전 강좌 영어 강의 및 영어 공용 캠퍼스화로 글로벌 인재 양성 ■ 해외 연구실 공동연구 및 해외연수를 통한 연구참여형 인재 양성 교육 프로그램 ■ 에너지 관점에서 다양한 학문 간의 융복합을 통한 교과과정을 개발하여 후속 인력 양성의 토대 마련		
연구역량 영역	■ 연구단 목표 ○ 에너지-머신러닝 융복합 연구를 통해 에너지 소재/소자 핵심 원천기술 개발 ○ 에너지 분야 미래 국가발전을 견인할 수 있는 융합형 혁신 인재 양성 ■ 연구단 구성 ○ 기초 에너지소재 (6명), 에너지 소자 (17명), 머신러닝 및 전산모사 (5명) 3개 핵심 연구분야에 참여교수들을 고르게 분산 배치 ○ 그 중, 에너지 소자는 이차전지, 태양전지, 수소/축매의 에너지 신산업 3개 핵심 분야로 구성 ■ 연구역량 분석 및 향상 전략 ○ 에너지 분야 국내 최상위권의 연구역량을 보유하고 있으나, 글로벌 선도대학 대비 최상위저널 논문게재비율, 산학협력비중, 국제공동연구 비중이 저조 ○ 국내외 공동연구 확대 → 우수연구성과 도출 → 최상위 논문비율 향상 ○ 태양광, 수소 에너지 및 이차전지 관련 연구개발 부문에 AI/머신러닝 기술을 접목하여 기존 에너지분야 연구 고도화 → 미래 핵심 원천기술 개발 ○ 연구역량 향상을 통해 에너지분야 글로벌 선도 연구그룹으로 도약		

	■ 에너지-머신러닝 융합연구 전략 ○ 태양광, 수소 에너지 및 이차전지 관련 연구개발 부문에 AI/머신러닝 기술을 접목하여 기존 에너지분야 연구의 고도화 ■ 에너지-머신러닝 융합 핵심연구 ○ 머신러닝기반 초고속 에너지소재 스크리닝 기술 개발 ○ 머신러닝을 이용한 인버스 소재 디자인 ○ 머신러닝을 이용한 소재/디바이스 성능 최적화 ○ 머신러닝을 이용한 고도 분석 실시간 해석
산학협력 영역	■ 산학공동 교육과정 구성 ○ 머신러닝 기반 산학공동 교과과정 개발 ○ UNIST 인공지능 대학원과 연계하여 산학 간 AI+에너지 분야에 대한 체계적인 인공지능 교육 ○ 머신러닝 활용을 통한 실제 사례 연구 ○ 에너지 공학 기반 관련 산업을 머신러닝으로 분석하여 적용하는 차세대 연구 분야 기반 마련 ○ 머신러닝 기반의 에너지 공학 공정해석을 통해 스마트 공장에 대한 개념 개발 ■ 산학협력/공동연구 및 기술경쟁력 강화 ○ 머신러닝 기반 연구체계 확장을 통한 기업체 혹은 정부 출연기관과의 산학협력 ○ 산학 컨소시엄 기반으로 에너지-머신러닝 융합 인력양성과 산학 R&D 수행 ○ 산업체의 애로기술에 대해 머신러닝 기반 컨설팅 제공 ○ 업체의 전공 분야와 일치하는 머신러닝 학습능력을 습득한 고급 인력 육성 ■ 산학공동연구의 학문적/기술적 기대효과 ○ 산학 간 공동 인공지능 고급인재를 양성하여 지역산업과 국가 경제에 기여 ○ 고부가가치의 머신러닝 기술을 중소기업이 확보하고 대기업이 사업화에 적용하여, 대기업과 중소·중견기업의 상생 협력 구축
기대 효과	■ 교육적 기대효과 ○ 에너지 신산업 관점에서 머신러닝 등 다양한 학문 간의 융·복합을 통한 교육 과정을 개발하여 후속 인력 양성의 토대 구축 ○ 환경 친화적 차세대 에너지 시스템 개발에 필요한 전문 인력 양성 ■ 학문적/기술적 기대효과 ○ 첨단학문의 기술융합을 통하여 기존 에너지산업의 기술적 한계 극복 및 실질적 응용으로 한 단계 발전 ■ 사회적 기대효과 ○ 에너지 신산업을 통한 온실가스 감축 및 친환경 에너지 시스템 기반의 지속 가능한 사회의 인적 토대 마련 ○ 기존 화석연료 기반 전력망에 의존하지 않는 독립 에너지 시스템으로서, 고립지역이나 제3세계 저개발국가의 에너지 문제 해소에 기여 ■ 경제적 기대효과 ○ 국가 에너지 자립을 위한 신개념 대체 에너지 시스템 기술 확보 ○ 원천기술 및 지적재산권을 확보하고, 이의 상용화를 통한 국가 신성장 동력 발굴 및 경제 활성화

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

1.1.1. 에너지 신산업 국내·외 기술 및 시장 현황

■ 4차 산업혁명 대응 에너지 신산업

- 신기후 체제에 대응하기 위해 정부는 2030년까지 에너지 신산업을 통한 온실가스 감축 목표를 5,500만 톤으로 잡고 다양한 에너지 전환 정책 추진 중
- 에너지 전환 정책을 통해 효율적인 에너지 생산·소비·전달이 가능한 에너지 전환 시스템 기반의 지속 가능한 국가 기반 구축을 위해 에너지 신산업 육성 필요
- 최근 에너지 신산업은 4차 산업혁명의 핵심기술로 꼽히는 AICBM (AI, IoT, Cloud, Big Data, Mobile)과 기존의 에너지산업을 융·복합하여 탈원전-신재생에너지 패러다임 전환에 대응하는 연구와 산업화 방향으로 진행됨
- 이에 한국 스마트 그리드 데이터 센터는 4차 산업혁명 대응 에너지 신산업 8대 핵심기술을 선정하였음
- 8대 핵심기술은 공급, 소비 인프라에 따라 원천기술, 연계기술로 분류함
 - 원천기술: 공급 인프라에서 핵심적으로 활용되는 기술을 말하며, 에너지 발전, 송·배전, 저장 포함
 - 연계기술: 원천기술의 융합을 기반으로 소비 인프라가 구축되는 기술

8대 핵심기술 : 4차 산업혁명 대응 에너지 신산업	
원 천 기 술	내 용
신재생에너지 (분산 에너지자원)	기존의 화석연료를 재활용하거나 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지
EMS (Energy Management System)	HW·SW를 기반으로 실시간 모니터링을 통한 에너지 사용 통합관리시스템
지능형 송·배전, DMS (Distribution Management System)	정보통신기술 (ICT)을 도입하여, 에너지 이용 효율을 극대화한 전력망 시스템
ESS (Energy Storage System)	생산된 전력을 저장하였다가 필요할 때 공급하는 전력 시스템
AMI (Advanced Metering Infrastructure)	에너지 공급자와 사용자 간 양방향 정보 교환을 위한 통합관리 인프라 기술
연 계 기 술	내 용
마이크로 그리드	분산 발전 시스템을 위해 소규모로 고안된 국소적 스마트 그리드 시스템
EV 충전	전기차 소유자에게 전기차 충전이 가능하도록 유료 충전 서비스를 제공하는 사업
DR (Demands Response)	인프라의 최적화를 위해 전체적인 수요 변동에 따라 제어하는 기술

* 자료원 : 스마트그리드협회, 스마트 그리드 데이터 센터 자료 용어 정리

■ 국내기술의 수준 및 시장 동향

- 4차 산업혁명 대응 신에너지 산업 핵심기술 중 국내의 원천기술 경쟁력을 분석한 결과, 2019년 기준, 대한민국은 AMI, 신재생에너지, ESS에 강한 경쟁력을 보이며, 이 분야 육성에 대한 국가적 관심사가 증대하고 있음
- 에너지 신산업 경쟁력 강화를 위해 국내 기업들의 기존 사업 기반 경쟁력 강화가 필요하며 연계기술 기업 육성 및 핵심 인재 양성이 요구됨

■ 국외 기술의 수준 및 시장 동향

- 기후변화 대응, 수요관리 등 에너지 분야의 주요 현안을 효과적으로 해결하기 위해 가용한 신기술 및 ICT를 활용하여 사업화하는 새로운 형태의 에너지 산업들이 형성되고 있음
- 미국: 2003년 ‘Grid 2030’ 이라는 국가 비전 선언문을 통해 전력 네트워크에 대한 차세대 100년을 계획하였으며, 이를 위해 45억 달러 투자를 결정. 본 정책을 통해 노후 설비 교체 및 양방향 설비 인프라 개선이 목표로 세워졌으며, 약 50여 개의 전력회사, 기업, 연구소 등이 참여
- 유럽: 독일의 에너지 이행 정책 (German Policy Energiewende), 친환경 전기자동차와 신재생에너지의 발전을 중심으로 2015년까지 50억 유로 (한화 6조 2,000억원) 이상을 투자했으며, 유럽 지역 내 30개 국가 (스위스, 노르웨이, 28개 유럽연합 국가)에서 진행됨

■ 인력 동향

- 에너지 관련 분야 인력 수요
 - 신재생 에너지산업 인력 운용 실태 보고서에 따르면 신재생에너지 산업 종사자는 2017년도부터 연평균 6.5% 성장 전망
- 에너지 IT 융합 분야 인력 수요
 - 에너지와 IT 기술이 결합한 대표적인 산업, 융복합 분야의 전체 종사자 수는 2016년 3,168명에서 2018년 7,059명으로 연 평균 49.6% 증가. 연구 개발직 직무는 전체 인력수요 중 43%의 높은 비중을 차지하는 반면, 전문연구인력 공급이 매우 부족한 것으로 추정 (자료: 대구경북과학기술원, 스마트 그리드 기반 스마트그린시티 구축을 위한 추진 계획수립 연구용역 보고서, 2013)
 - 에너지와 IT 분야는 연평균 7.5%, 4.0%의 인력수요 증가율을 보이고 에너지 IT 융복합 분야가 연평균 61%의 인력수요 증가세를 보인 점을 고려할 때, 에너지 및 IT 분야의 성장세가 두드러지지만 두 분야가 융합된 분야의 성장세와 잠재력은 매우 높음
- 4차 산업혁명으로 인한 인력 수요 전망
 - 정보 기술과 산업 기술이 결합하는 4차 산업혁명 전후 과학, 정보 및 공학 인력수요 전망이 매우 증가하는 것을 대비하여, 산업의 큰 부분을 차지하는 에너지 분야와 정보 기술 분야의 융복합 지식을 갖춘 인재 양성이 필요
 - 4차 산업혁명에 따라 중장기 전문직 인력 수요가 2016~2030년 1,597천 명 급증하는 것에 반해, ICT와 산업의 결합 분야의 전문 인력 육성에 관한 대비가 미흡하므로 새로운 교육 및 인력양성 방안 마련이 필요 (자료: 한국고용정보원, 기술혁신을

1.1.2. 에너지 신산업 융합인재 필요성

■ 에너지 신산업 대응 전문인력 수요 급증

- 수요자원거래시장, ESS 통합서비스, 에너지자립 섬, 태양광 대여, 전기자동차, 발전소 온배수열 활용, 친환경에너지단지, 제로 에너지빌딩 등 8대 에너지 신산업 외에도 기존 에너지 분야와 4차 산업혁명, ICT 기술의 융·복합으로 이루어진 다양한 에너지 신산업이 창출되고 있으나 이에 대응할 수 있는 융합 전문 인력 공급에 대한 대비는 부족한 실정

■ 신규 에너지산업 발굴 및 고도화를 위한 혁신 인재 필요

- 이차전지, 연료전지, 태양전지 등 기존 에너지산업에 4차 산업혁명, 인공지능 기술의 융복합을 통해 에너지산업의 고도화 추구 및 신규 산업 창출을 위한 에너지 융합형 실무 전문인재의 선제적 양성 필요성 대두
- 인프라가 확보된 기존 에너지산업, 에너지 신산업 중 새로운 인공지능 기술을 도입·연계하여 고도화시킬 수 있는 사업모델을 발굴하고 발전시킬 수 있는 인재 필요
- 에너지 신산업 분야 선호 인재는 해당 산업의 에너지 전문분야와 인공지능 분야의 소양을 두루 갖춘 실무형 융합인재임

■ 에너지 신산업 분야 인재양성 필요성

- (기업 수요기반 프로젝트 개발) 석·박사생 중심의 기업 수요기반 AICBM-에너지융합기술 프로젝트 연구개발 활동 필요
- (융합형 전문 인력 양성 기반 마련) 4차 산업혁명 에너지산업 생태계 변화에 유연하게 대응할 수 있는 융합형 에너지 전문 인력 양성 기반 마련 필요

■ 에너지 융합 혁신 인재 양성 대학원 필요성

- 급증하는 에너지 신산업 전문 인력 수요에 대응하기 위해 에너지 분야의 공학적 지식과 인공지능과의 융합 등 전문 소양을 갖춘 석·박사 전문 인력 양성 대학원 필요
- 울산과학기술원 (UNIST)은 이차전지, 연료전지, 태양전지 등 기존 에너지 분야 교육 및 연구 특화 고등교육기관으로 에너지 분야 34명의 교원을 보유하고 있음. 이러한 인적·물적 인프라를 고려할 때 융합형 혁신 인재 양성이 가능한 최적의 대학원 교육 기관임
- 세계적으로 급증하고 있는 청정에너지에 대한 수요는 에너지산업에서 연구/개발에 대한 체계적인 관리, 인공지능 및 빅 데이터 등 신기술과의 융합, 에너지 관련 스타트업 생태계구축의 중요성을 부각하고 있어 대학원 커리큘럼 내 Data Science/AI의 에너지산업 적용, 에너지 기술 창업 관련 교과목 비중을 늘려서 관련 교육 필요

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.2 교육연구단의 비전 및 목표

1.2 교육연구단의 비전 및 목표

1.2.1. 교육연구단의 비전 및 목표

■ 연구단 비전: 미래 에너지 기술 선도형 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성의 요람

■ 연구단 목표

- 2027년 글로벌 TOP 5 에너지공학과 도약
- 미래 선도형 다학제적 교육을 통한 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성
- 신에너지 기반 경제 사회를 주도할 국가핵심인재 배출

■ 목표 달성을 위한 학과 운영 계획

- 신재생에너지 분야 중 에너지변환/저장 및 머신러닝 융복합 분야에 집중
- 기업 수요 기반 석·박사생 중심의 에너지-머신러닝 연구개발 활동 및 능력 배양
- 학부 및 대학원 교육을 연계하여 다양한 학문간 융복합 기반 교과과정 제공
- 전 강좌의 영어 강의 및 영어 공용 캠퍼스화를 통한 글로벌 인재 양성
- 세계최고 수준의 연구시설과 장비를 보유한 최상의 교육 및 연구 인프라 제공

교육 역량	연구 역량	산학 역량
 - 머신러닝 기반 교과목 편성 - 통섭형 교육으로 창의성배양 - 머신러닝 연계 연구 학점제	 - 에너지-머신러닝 융합 연구 - 머신러닝 기반 예측모델 개발 - 활발한 국제 공동연구 참여	 - 산학공동 교육 프로그램 운영 - 산학협력 프로그램 도입 - 효율적인 업무 분담 및 계획

미래 에너지 기술 선도형 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성의 요람



- 기존 에너지 분야와 4차 산업혁명, 머신러닝 기술의 융·복합으로 창출되고 있는 다양한 에너지신산업에 대응하고 새로운 사업모델을 발굴할 수 있는 융합형 전문 인재 양성

< 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성 전략 >

■ 목표 달성을 위한 혁신 인재 양성 계획

- 에너지 신산업을 위한 융합형 전문 인력 양성
 - 이차전지, 연료전지, 태양전지 등 기존 에너지 분야와 4차 산업혁명, 머신러닝 기술의 융·복합으로 창출되고 있는 다양한 에너지 신산업에 대응할 수 있는 융합형 전문 인력 양성
 - 에너지 분야의 공학적 전문 소양과 AICBM (AI, IoT, Cloud, Big Data, Mobile) 기술과의 융합기술 등에 대한 교육과 R&D 활동을 통해 에너지 신산업 융합역량을 보유한 석·박사급 전문 인력 양성
- 에너지 신산업 창출 및 혁신을 위한 문제 해결형 융합·창의 인재
 - 에너지 분야 기존 산업 및 신산업에 머신러닝을 도입·연계하여 고도화시킬 수 있는 사업모델을 발굴하고 발전시킬 수 있는 융합형 인재 양성
 - 기업 수요 기반의 에너지 분야 주요 현안을 효과적으로 해결하기 위한 신규 에너지 신사업에 적합한 문제 해결형 인재 양성
 - 시장의 흐름에 맞추어 가용한 신기술·정보통신기술 등을 신속하게 활용하여 사업화할 수 있는 시장 개척형 창의 인재 양성

1.2.2. 교육연구단의 현재 현황

■ 교육연구단 (에너지공학과)의 학과 운영

- 연혁
 - 2010년 1학기부터 학부 및 대학원 동시 개설됨
 - 학부의 경우, 2, 3, 4학년 대상 (1학년은 무학과제, 2학년부터 전공학과 선택)
- 학과규모 (2020년 1학기 재학생 기준)
 - 현재 전임교원: 28명 (외국인교원 1인 포함)
 - 대학원 재학생: 현재 총 228명/ 석사 38명, 박사 32명, 석박통합 158명
 - 대학원 신입생 (입학자) : 석사 11명, 박사 1명, 석박통합 21명
 - 학부 재학생: 현재 총 368명
 - 학부 신입생 정원 (입학자): 105명 (입학정원 370명)
 - 전공학부 (2학년) 선택 시, 전공학부별 정원을 정하지 않고 학생들에게 학부 선택 자율권을 부여함
 - 지난 5년간 졸업생: 학사 186명, 석사 71명, 박사 22명, 석박통합 88명

■ 교육연구단의 운영 성과

- 교육적 성과
 - 영어 공용 캠퍼스화를 통한 글로벌 인재 교육화 초점
 - 신재생에너지 분야 중, ‘에너지 변환/저장 분야’에 집중하여 경쟁력 강화
 - 융합적인 교육 및 연구 기반 시설 확보를 통한 핵심인력 양성 주력
 - 최신 연구 결과를 미래의 핵심 인재들에게 홍보하여 사회적으로 기여 및 일반 대중들에게도 널리 알림
 - 본교 에너지공학과는 2018 중앙일보 대학평가에서 개교 11년 만에 최상위 학과로 선정되었음

○ 학문적/기술적 성과

- 이차전지, 태양전지, 촉매 등 에너지 분야 전체에 걸쳐 우수 연구 성과 도출
 - 참여교수 대표성으로 논문 84편의 평균 IF 18.486, JCR기준 평균 상위 4.3% 이내
 - Nat. Energy, Nat. Nanotechnol., Nat. Photonics 등 최상위 저널에 다수 논문 게재
 - 상위 1% / 5% 저널 게재비율 / FWCI (Scopus 에너지분야): 10.5% / 77.6% / 2.61참고 자료. Stanford: 11.0% / 36.0% / 2.46; Caltech: 15.5% / 37.6% / 2.29
- 이차전지 인력 양성으로 최근 5년간 19개의 대중소기업 및 정부출연기관과 활발한 산학 간 협력과제 수행을 통해 이차전지 관련 고급 인력양성
 - 30여개의 산학 R&D 과제 수행 및 산학 연계에 의한 7차례의 기술이전 (총 기술이전료 18억원)
- 국내 최초 및 최대 규모의 이차전지 센터 설립을 통한 융합적 교육 및 연구 기반 시설 확보
 - 세계 수준의 ‘미래형 이차전지 산학연 연구센터 (이하 이차전지 연구센터)’ 설립 (총사업비 257억원, 부지 8,800m², 연면적 2,700m² (지하 1층/지상 5층), 2016년 12월 준공)
- 융합기술의 창의적/실용적 개발/응용을 위해 국내외 기관과의 협력 프로그램 도입
 - UNIST-JEOL TEM 이차전지센터 협약 체결 (2017년 2월 9일)을 통한 차세대 이차전지 기술 개발 활성화 추진
- 2019년 3월 ‘해수자원화기술 연구센터’ 기공식 개최
 - 해수전지, 해수담수화, CO₂ 포집 및 해수 수소생산 연구를 함께 수행 예정
 - 2018년 12월에는 해수전해설비동 준공 및 10 KWh 급 해수전지 설비를 완성함
- 2019년 8월 ‘차세대 수소융합기술연구소’ 개소
 - 친환경 모빌리티용 온사이트 수소생산 시스템 개발 예정 (2019. ~ 2023.)
 - 수소 생산, 저장, 운송 및 활용에 걸친 전주기기술을 개발 예정

○ 사회적/경제적 성과

- 산학 공동연구 및 기술이전 등의 실험실 규모 연구에서 벗어난 다양한 방법론으로의 사회적 기여
- 전국 중, 고등학생 및 대학생들에게 우수한 연구 장비를 통한 첨단 연구 기회를 제공하고 과학기술에 대한 흥미를 유발하여 미래의 국가핵심인재 양성에 기여함

1.2.3. 세계 저명대학 벤치마킹 분석

■ 국외 관련 교육 동향

- 신재생에너지 관련 전공 학과 (교육 프로그램): University of New South Wales Sydney (UNSW Sydney)는 스마트 시티의 가능성과 하이브리드 에너지 저장 시스템을 사용하기 위한 필요성 주장. 호주의 첫 번째 큰 규모의 하이브리드 에너지 저장 시스템 (리튬 배터리와 수소 연료 전지)을 발전시키는 계획 (IoT 및 스마트 그리드 이용)을 PAG (Providence Asset Group)과 Tamworth 시 의회와 함께 파트너십 체결
- 머신러닝 관련 온라인 수업 개설 (교육 프로그램): University of California at Berkeley (UC Berkeley)의 School of Information에서는 머신러닝 분야의 발전과 인재양성을 위해 GetSmarter사와 협력을 통해 6주간 진행되는 머신러닝 관련 온라인 수업을 개설함. 해당 온라인 수업은 국적에 관계없이 머신러닝에 관심 있는 모든 학생이

참여 가능하며 체계적인 학습법을 통해 머신러닝에 관한 지식을 전달하고자 함

1.2.4. 교육연구단의 미래 목표

■ 교육역량 향상 목표

- 학제융합을 위한 기본 지식 함양
 - 머신러닝 기반 교과목 편성을 통한 에너지-머신러닝 교육 과정 구성
(예. 에너지 머신러닝, 공정 설계 및 경제성, 인공지능 재료과학 등)
 - 학부의 기초 교과목 연계를 통한 머신러닝 기반 기초 재료 선정의 연구능력 함양
(예. 무기화학, 재료공학개론, 에너지 저장용 나노재료, 고분자 재료 등)
 - 베리에이션 오토 인코더 (Variation AutoEncoders), 생성적 대립 신경망 (Generative Adversarial Networks), 자연어 처리, 베이지안 모델 (Bayesian optimization)과 파이썬 등의 머신러닝 기반 기초 프로그램 교육
 - 다양한 머신러닝 프로그램을 재료 연구에 활용시키는 방법 및 기존 데이터베이스를 활용한 인공지능/머신러닝/심층학습에 대한 실습 프로그램을 대학원 교과목에 구성
- 머신러닝 응용분야에 대한 사례 연구
 - 머신러닝 활용 산학 실제 사례 연구 및 향후 화학 및 재료 공정을 머신러닝으로 분석하여 적용하는 차세대 연구 분야들을 다룰 예정
 - 화학 및 재료 공정의 문제와 이슈를 해결하기 위해 파이썬 프로그램, 클러스터링, 뉴런 네트워크, 딥러닝 등의 머신러닝 기반 교과과목의 연계를 통해 실제/연구에 응용
 - 예로써, 배터리 성능을 좌우하는 중요 인자들과 배터리의 성능과의 상관관계를 머신러닝 기법으로 예지모델을 만들어 “배터리 수명 예측 진단 모델”을 구축. 이를 활용하여 최적/최고 경제성을 가질 수 있는 배터리의 수명 전략 수립 가능
- 교과목 추가 계획
 - 컴퓨터 프로그래밍의 기본 개념과 방법론을 바탕으로 인공지능 시스템 및 응용 프로그램의 기본 구성요소를 개발하는 수업 개설
 - 추가 개설 강좌를 통해 기본 프로그래밍 기술과 입문 컴퓨터 알고리즘을 배울 뿐 아니라 인공지능 예제를 통해 실습 프로그래밍 경험을 얻을 수 있을 것으로 기대 (과목명: 인공지능 프로그래밍 소개 I, 인공지능 프로그래밍 소개 II)
 - 머신러닝의 개념과 프로그래밍 실습을 마친 뒤, 기 구축된 교과목과 융합되는 머신러닝 수업을 추가 (과목명: 인공지능 재료과학, 머신러닝 프로그래밍)
 - 에너지공학과는 다양한 융합교육 및 연구의 필요성에 의해 교내 타 학과와 공동 과목을 개설하여 학생들의 적극적 참여 권장
- 머신러닝 연계 연구 학점제 계획
 - 대학원에서 진행하는 연구에 머신러닝을 연계하는 연계 연구 학점제 운영을 통해, 자연스럽게 에너지 분야 연구에 머신러닝을 적용할 수 있는 인센티브 제공
 - 연구 지도교수와 머신러닝 분야의 지도를 도와줄 수 있는 교수를 선택하여 프로젝트 아이디어를 구체화하고 실제 연구를 진행하는 학점제 디자인 계획
 - 머신러닝 및 프로그래밍에 사용한 코드는 공개형 코드 저장소에 저장하여, 연차별/프로젝트별 코드가 저장되고, 다른 연구자로부터 코멘트를 받아, 지속적으로 유지/보수/개량할 수 있는 머신러닝 코드 플랫폼을 구축

■ 연구역량 향상 목표

- 목표: 에너지-머신러닝 융합 연구의 주축기술 (<머신러닝 초고속 소재 스크리닝 기술 개발>, <머신러닝을 이용한 인버스 소재 디자인>, <머신러닝을 이용한 소재/디바이스 성능 최적화>, <머신러닝을 이용한 고도 분석 실시간 해석>) 개발을 토대로, ‘글로벌 수준의 에너지-머신러닝 융합 기술’을 구현함
- 핵심 연구 분야
 - 빅 데이터, 머신러닝을 이용한 에너지 소재 특성 예측 모델 개발 및 광범위의 소재 고속/효율적 스크리닝을 통한 신소재 개발
 - 머신러닝을 이용한 에너지 소재 성능 최적화 모델 개발을 통한 소재 개발 가속화 (배터리 수명 특성 최적화 등)
 - 머신러닝을 이용한 고도분석 실시간 해석 기법 개발
- 에너지-머신러닝 융합 연구 전략
 - 현재의 머신러닝 기술을 기존 에너지 소재 관련 기술에 접목하여 빠르게 에너지 산업의 수준을 높이고 다양한 에너지 분야에서 효과가 나타나도록 응용
 - UNIST가 이미 보유하고 있는 태양광, 수소 에너지 및 이차전지 관련 연구개발 부문에 인공지능/머신러닝 기술을 접목함으로써, “기존 데이터에 머신러닝 기법을 적용한 재해석을 통해 새로운 정보의 창조 방안 모색”, “기존 데이터 발생 기법을 머신러닝을 적용한 새로운 방법론으로 전환하여 더 많은 변수와 조건에서의 데이터 확보를 가능하게 하고 이때 얻은 데이터를 머신러닝 기법을 적용한 해석을 통한 종합적 정보의 창조 방안” 그리고 “확보된 정보를 기준으로 의사결정과정에서 머신러닝 기술을 접목하는 방안”을 통해 기존 에너지 분야의 연구 고도화 추구
 - 기존 이차전지, 수소저장, 태양광, 연료전지 등 에너지 기술에서 축적된 연구 데이터의 재해석, 기초 연구의 새로운 방향성 수립, 실현가능한 스케일업 대상소재 선정 또는 기술의 범위 한정에 머신러닝 기술을 접목하여 결론을 도출하고 이것의 실증을 기존 UNIST의 연구 능력 장점을 활용하여 융합할 수 있는 체계를 구축하여 최고의 연구 생산성과 높은 완성도의 성과 창출

■ 산학협력 향상 목표

- 산학협력 프로그램 도입
 - 융합기술의 창의적/실용적 개발/응용의 활성화를 위해 국내 기관과의 협력 프로그램 도입 및 산학협력 활동 추진
 - 공동 과제 수행, 기업 임직원 강연, 기술자문, 기술이전 및 공동연구 등의 프로그램을 도입
- 산학협력 전략으로 대학과 업체 상호 간에 Needs에 맞는 연구 전략 추진
 - 대학은 원천기술에 초점, 업체는 응용에 초점을 두고 상호 윈-윈 할 수 있는 산학협력을 추진
 - 대학에서 주관하는 다양한 연구 주제 중에서 산업체에서 관심 분야를 선정. 선정된 주제에 대해 산학 협력 활동을 추진
 - 대학과 업체 간의 각각의 장점을 살리고 단점을 보완하여 상호간에 Needs에 맞는 연구 전략을 추진

- 산학협력 활동을 통한 머신러닝 기반 시스템 개발에 필요한 전문 인력 양성 배출
- 공동연구/개발을 통해 강화된 산학 협력 모델 구축
- 산학협력을 통한 머신러닝 기반 융, 복합형 에너지 기술 모델 개발
 - 학문적 수준의 기술을 실용적 기술융합의 관점으로 접근하여, 실제적 기술로 업그레이드를 통해 머신 러닝 기반 융, 복합형 에너지 기술 모델을 개발
 - 기업체 혹은 정부출연기관과의 산학협력으로 머신러닝과 에너지를 융합할 수 있는 모델 개발 진행
- 머신러닝 기반 연구 체계 확장을 위한 기업체 혹은 정부출연기관과의 산학협력
 - 대기업: SK innovation, 현대자동차, LG화학, 삼성 SDI, 삼성 전자, 포스코케미칼, 동서발전 등
 - 중견, 중소기업: 엘캠텍, 제우스, (주)원드시너지, 에코프로, (주)백셀, (주)탑전지, (주)대주전자재료, (주)그리드위즈 등
 - 정부출연연구기관: 한국과학기술연구원 (KIST), 한국에너지기술연구원 (KIER), 한국지질자원연구원 (KIGAM), 한국화학연구원 (KRICT), 재료연구소 (KIMS) 등
 - 이차전지 인력양성 사업 (2020년-2025년)의 22개 대중소 기업 (대기업 4, 중견 4, 중소기업 14)을 포함한 산학 컨소시엄 기반으로 이차전지-머신러닝 융합 인력양성과 산학 R&D 수행 예정

1.2.5. 교육연구단의 학사단위로서의 안정화 및 지속가능성 제고 방안

- 교육연구단 학사단위는 에너지 및 화학공학부로 2010년 1학기부터 학부 및 대학원 동시 개설됨
- 학부의 경우 1학년은 무학과제, 2학년부터 교육연구단의 에너지공학 전공학과를 선택하여 교육을 받고 있으며 지속적으로 학사 졸업생을 배출하고 있음
- 향후에도 본 학사단위는 안정적이고 지속적으로 유지할 계획임

1.2.6. 대표적 미래 목표에 대한 달성 방안

■ 교육 분야의 특성화 및 향상 방안

- 에너지-머신러닝 융합 교육
 - 산업체의 인력 수요 파악을 통한 맞춤형 에너지 및 AICBM 분야 융합형 교육
수행으로 4차 산업 시대 글로벌 리더 및 고급 과학기술인재 양성
 - 산학 연계형 융합적 교육을 통해 기존 학문의 틀에서 벗어나 다양한 학문 간 융합적인 접근을 통해 첨단 융복합 응용기술 분야 세계적인 성과 창출
 - 지역의 주력산업체의 기술수요를 바탕으로 교수 및 대학원생이 기업체와 직접 R&D 연구를 수행하는 산학 융합형 프로젝트 수행
 - 융합형 교육의 교과과정 연구를 통해 교수 스스로가 타 분야의 전문지식을 넓히는 계기가 되어 기술 융합형 에너지 분야의 학문적 성과 달성의 기반 마련
- 글로벌 교육
 - 국내 유일의 전 과목 100% 영어 수업 진행으로 글로벌 캠퍼스 기반을 구축하며 산업 인력과의 직접적인 교류를 통해 세계화 및 전문화된 고급인력 양성
 - 타 학부와 대학원의 외국인 교수와 학생 비율이 확대되고 있어 글로벌 캠퍼스 환경 조성

- 상호호혜를 바탕으로 한 연구중심 국제교류 전략 추진. Harvard, MIT, Stanford 등 세계적 수준의 대학과 협정 체결로 글로벌 교육 및 연구 네트워크 활용

○ 창의성 교육

- 미래형 창의적 교육방식: IT 기반 토론식 수업으로 대학원생 중심의 창의성 교육 시행. 학생은 수업 전 학습관리시스템을 통해 사전 지식을 학습하여 수업 시간에는 능동적으로 동료 및 교수와의 토의 등에 참여하여 창의력 발현
- 창의성 배양을 위한 통섭형 교육 (AHS: Arts, Humanities, Social Sciences): 인문학적 상상력을 과학에 더하여, 단일 학문 분야로는 해결할 수 없는 미래 사회의 복합적 문제 해결 능력을 함양하기 위한 ‘인문-사회과학-예술’ 분야 활용

■ 연구 분야의 특성화 및 향상 방안

○ 선택과 집중을 통한 ‘에너지 융합기술 분야’의 전략적 선정 및 집중 육성

- 교육연구단 ‘연구위원회’에서 의견 수렴을 통해 전략적인 과제 발굴 및 에너지융합기술 분야에서 중점 연구 분야 선정.
- 중점연구 분야: 에너지 분야 (태양광, 배터리, 수소/축매 등) 및 인공지능/머신러닝
- 중점연구 분야 육성의 선순환 구조 확립: 산학연계 → 중점연구분야 선정 → 연구자원 집중 → 글로벌 연구브랜드 창출 → 산학연계

○ 창의성 교육 융복합 연구 활성화

- UNIST 인공지능 대학원과의 협력을 통한 ‘기초-원천-응용’ 등 전주기적 연구수행을 통해 연구 효과 극대화
- 외부 출연 연구 기관과의 공동연구 활성화: 융합 신소재 연구센터 (KIST), 한국에너지기술연구원 차세대 전지 원천기술센터 (KIER), 에너지경제연구원 (KEED)

○ 연구역량 향상전략

- 연구역량 심층 분석 시, 세계 선도 대학 대비 (1) 상위 1% top-tier저널 논문게재비율, (2) 산학협력 연구 성과 비중, (3) 국제공동연구 비중 측면에서 열등함.
- 국내외 공동연구를 확대/촉진하여 세계최고수준 우수연구 성과 도출
→ 상위 1% top-tier저널 논문게재비율 향상
- 향후 에너지 산업 및 연구개발에 있어 게임체인저가 될 인공지능/머신러닝 기술을 적극 도입/접목하여, 연구효율 및 역량을 향상

■ 우수 인적 자원 확보

○ 우수 교원 확보

- 연구 잠재력이 있는 젊고 유능한 신진교원을 충원을 검토하여 혁신적이고 모험적인 연구과제 창출을 통해 차세대 중점 연구 분야 후보군 발굴
- 기업이나 연구소에서 활동 중인 현업 전문가를 겸임교원으로 확보하여, 현업 최신 요구에 맞는 교육 실현
- 기업 또는 연구소 등의 현장에서 장기간 활동하였던 전문가를 초빙하여 연구 및 교육, 학생지도 수행

○ 우수 대학원생 확보 및 양성

- UNIST는 대학원 중심의 학사구조를 공고히 하고 장기적 관점에서 대학원생 비율을 지속적으로 확대해 있는 중이며, 향후 대학원생:학부생 비율을 6:4로 조정할 계획

- 국내 우수학생 유치: 과기원 전환의 이점 (병역특례 등)을 홍보에 적극 활용, UNIST 학부생의 대학원 지원을 증가를 위한 홍보 강화, 학과 중심의 특색 있는 홍보 활성화
- 경쟁력 있는 장학 제도 운영: 본 대학원 운영을 통해 모든 대학원생이 생활비 등 경제적 부담 없이 연구 활동에 전념할 수 있도록 적정 규모의 재원 지원
- 국가적 과학기술인재 양성을 위한 우수 대학원생 집중 지원: 엄격한 기준을 통해 최우수 대학원생을 선발, 파격 지원하는 장학 제도를 운영

1.2.7. 본부 대학원 혁신방향과의 정합성

■ 본부 대학원 혁신방향

- 교육: 지역밀착형 4차 산업 융합과학기술 인재양성
 - (지역밀착형 인재) 지역에서 교육받아 지역에서 성장·취업·창업하는 지역밀착형 인재양성
 - (글로벌 전문가 양성) 다각도의 글로벌 경험을 통해서 지역밀착형 인재의 시장·활동범위를 세계로 넓힐 수 있도록 육성
 - (융합과학기술인재) 4차 산업혁명 대비 융합과학기술인재 육성
- 연구: 국가 및 동남권 지역산업 혁신에 기여하는 연구 분야의 선택과 집중
 - (4차 산업혁명 대비 미래 혁신에너지 연구 수행) 태양광, 수소, 해양, 풍력 4개 분야에 친환경적 혁신 신재생 에너지 신기술 및 패러다임 제시
 - (지역산업 혁신성장 협력연구) 탄소 소재 기반 경량 복합 소재 (자동차·조선), 계층 및 노인성 난치질환 (바이오메디컬), IoT 기반 복합재난연구 (산업단지 재난 안전) 등 지역 신성장 동력 창출 및 지역 현안 해결형 혁신기술
- AI: 인공지능 융합연구 확대
 - 4차 산업혁명 시대를 대비한 인공지능 교육/연구 강화
 - AI 혁신파크 구축
 - AI 인력양성 (핵심인력, 산업인력, 꿈나무 양성)
 - AI + X 융합연구 (미래 모빌리티, 스마트 팩토리, 스마트 헬스케어 등)

■ 본부 및 교육연구단 혁신방향 정합성

- 교육연구단의 목표는 아래와 같이 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성 및 신에너지 국가핵심인재 배출로 본부의 미래 혁신에너지 융합과학기술인재 양성 및 인공지능 융합연구 혁신방향과 일치함
- 교육연구단의 목표
 - 미래 선도형 학제 융합적 교육을 통한 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성
 - 신에너지 기반 경제사회를 주도할 국가핵심인재 배출

I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.3 교육연구단 구성

①. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성 명	한글	이상영	영문	Lee Sang-Young
소 속 기 관	울산과학기술원			에너지공학과

<표 1-1> 교육연구단장 최근 5년간 연구실적

연 번	저자/수상자/발명자/창 업자	논문제목/저서제목/book chapter 제목	저널명/ 출판 사명	권(호), 페이지 /ISSN/ISBN	게재/출판	DOI 번호 (해당 시)
1	Sang-Young Lee(교신저 자)	Printing of wirelessly rechargeable solid-state supercapacitors for soft,smart contact lenses with continuous operations	Science Advances/AAA S	5(12)/2375- 2548/(pp.eaay 0764)	게재(2019년)	https://doi.org /10.1126/sciadv .aay0764
2	Sang-Young Lee(교신저 자)	Nanocellulose for energy storage systems: Beyond the limits of synthetic materials	Advanced Materials/Wi ley	31(20)/1521- 4095/(pp.1804 826)	게재(2019년)	https://doi.org /10.1002/adma.2 01804826
3	Sang-Young Lee(교신저 자)	Solvent-free, single lithium- ion conducting covalent organic frameworks	Journal of the American Chemical Society/ACS	141(14)/0002- 7863/(pp.5880)	게재(2019년)	https://doi.org /10.1021/jacs.9 b00543
4	Sang-Young Lee(교신저 자)	Monolithic heterojunction quasi-solid-state battery electrolytes based on thermodynamically immiscible dual phases	Energy & Environmenta l Science/RSC	12(2)/1754- 5706/(pp.559)	게재(2019년)	https://doi.org /10.1039/C8EE01 503A
5	Sang-Young Lee(교신저 자)	Flexible/shape-versatile, bipolar all-solid-state lithium-ion batteries prepared by multistage printing	Energy & Environmenta l Science/RSC	11(2)/1754- 5706/(pp.321)	게재(2018년)	https://doi.org /10.1039/C7EE01 630A

1.3 교육연구단의 구성

① 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

■ 연구 역량

- 에너지 분야 최상위권 저널에 다수의 논문을 발표하여 연구 실적 우수성을 증명하였음. 이와 함께 다수의 기술 이전, 산학과제 수행 및 교원 창업 등을 통해 연구 성과의 제품화 및 산업 경쟁력 확보에 기여하고 있음

·[주요 연구 실적]

- 국외 학술지 = 총 149편, 총 인용수 = 6130, h-index = 44
- Top 10% 학술지 (WOS 기준, 2010년 이후) 82편 게재
- 총 120건 이상의 국내/외 특허 출원 및 등록
- 1997년 ~ 2008년: LG화학 배터리연구소 책임연구원, 연구개발 및 제품상용화
- 2017년 및 2019년: 국가연구개발우수성과 100선 (과학기술정보통신부) 수상
- 2018년: 삼성휴먼테크 논문 금상 수상
- 2014년: 기초연구성과 50선 (한국연구재단) 수상
- LG화학, 현대자동차, RIST, 미국방성 등 국내외 연구기관과 공동 연구 수행
- 기술 이전: 2억원/5건
- 교원 창업: (주) 유벳, 프린팅 기반 플렉서블 이차전지 2016년 10월

■ 교육 역량

- 2008년부터 대학 교수로 재직하면서, “에너지연성소재 연구실” 책임을 맡고 있음 현재까지 총 24명의 석박사 대학원생을 배출하였으며, 현재 25명의 대학원생을 교육하고 있음. 졸업생들은 국내 기업 (LG화학, 삼성SDI, SK이노베이션 등) 및 미국 Lawrence Berkely National Lab, Pacific Northwest National Lab 등에서, 차세대 에너지 소재/시스템 연구 및 상용화 기술 개발을 수행 중에 있음

·[주요 교육 실적]

- 2012년 ~ 현재: 유니스트 에너지및화학공학부 교수
- 2015년: 유니스트 Best Teaching Award 수상
- 2008년 ~ 2012년: 강원대학교 화학공학과 부교수
- 졸업생 배출: 박사 5명(3명: 국내취업, 2명: 미국 국립연구소 Post Doc.)/석사 19명
- 재학생: 25명 (연구 교수 1명 포함)

■ 행정 역량

- 현재 BK21 플러스 사업단장을 수행 중이며, 학부장, 학생처장, 연구처장, 산학협력단장 등 다수의 학교 보직 수행을 통해 다양한 행정 경험 및 연구 기획/관리 역량을 확보함. 또한, 한국연구재단 기후변화대응기술개발 사업과제 및 한국산업기술평가관리원 산업기술혁신사업과제의 연구책임자로서 과제 수행중

·[주요 행정 실적]

- 2014년 ~ 현재: BK21 플러스 사업단장 수행 중
- 2016년 ~ 현재: 유니스트 에너지공학과 트랙장, 에너지 및 화학공학부 학부장
- 2013년 ~ 2015년: 유니스트 학생처장
- 2015년 ~ 2016년: 유니스트 연구처장, 산학협력단장
- 2017년 ~ 현재: 산업기술혁신사업 연구책임자 (한국산업기술평가관리원)
- 2017년 ~ 현재: 기후변화대응기술개발사업 연구책임자 (한국연구재단)

② 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-2> 교육연구단 신청학과 소속 참여교수 현황

기준일	신청학과	전체 교수 수			참여교수 수						
					기존교수 수			신임교수 수			총계
		전임	겸임	계	전임	겸임	계	전임	겸임	계	
2020. 05.14	에너지공 학과	28	6	34	19	6	25	3	0	3	28

③ 교육연구단 구성의 적절성

<표 1-3> 참여교수진의 해당 신산업분야 교육 실적 및 연구 분야

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청학과	세부전공분야	신산업 관련 대학원 개설 실적
	신산업 관련 연구분야와의 연계성					
1	김동혁/Donghyuk Kim	조교수		울산과학기술원 에너지공학과	생물화학공학	화학공학 머신러닝 (2019년 2학기)
	Python 사용법과 머신러닝 모델 활용에 대한 지식을 설명함					
2	김영식/Youngsik Kim	부교수		울산과학기술원 에너지공학과	재료공학	친환경에너지 디바이스 및 시스템 (2015년 2학기, 2016년 2학기, 2018년 2학기)
	친환경에너지 관련 소자 및 시스템 구성에 관한 폭넓은 지식을 설명함					
3	김진영/Jin Young Kim	정교수		울산과학기술원 에너지공학과	반도체물리	유기일렉트로닉스 (2015년 2학기, 2016년 2학기, 2017년 2학기, 2018년 2학기)
	로보틱스에 응용 가능한 각종 유기물을 기반 유연성 태양전지의 원리 및 실제 응용사례를 심도 있게 소개함					
4	류정기/Jungki Ryu	부교수		울산과학기술원 에너지공학과	촉매화학공학	소자물리 (2016년 1학기, 2017년 1학기, 2018년 1학기, 2019년 1학기, 2019년 2학기), 에너지공학 특론 (2015년 2학기)
	친환경 에너지 생산 및 반도체 공학에 쓰일 수 있는 각종 재료들과 이를 분석하는 기법을 소개함					
5	박혜성/Hyesung Park	부교수		울산과학기술원 에너지공학과	전자소자	소자물리 (2016년 1학기, 2017년 1학기, 2018년 1학기, 2019년 1학기, 2019년 2학기)
	전자소자에 대한 기초 지식 및 에너지공학에 대한 폭 넓은 응용사례를 전달함					

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 청학과	세부전공분야	신산업 관련 대학원 개설 실적
	신산업 관련 연구분야와의 연계성					
6	송현곤/Hyun-Kon Song	정교수		울산과학기술원 에너지공학과	전기화학공학	고급전기화학 (2017년 2학기, 2018년 2학기)
	에너지 저장의 원리 및 기초지식 그리고 배터리 소자의 구동원리 등을 설명함					
7	이현욱/Hyun-Wook Lee	부교수		울산과학기술원 에너지공학과	환경/에너지세라믹스	에너지저장용 나노재료 (2016년 2학기, 2017년 2학기)
	배터리 응용분야에 주로 사용되는 다양한 나노재료 및 구조체에 관한 지식을 소개함					
8	임한권/Hankwon Lim	부교수		울산과학기술원 에너지공학과	화학공정	기술경제성분석 (2019년 2학기)
	기술경제성의 기본원리, 응용 및 머신러닝 기반 기술에 대해 설명함					
9	장지현/Ji-Hyun Jang	부교수		울산과학기술원 에너지공학과	무기광화학	나노화학 (2018년 2학기), 친환경에너지 연구동향 (2015년 2학기, 2016년 2학기)
	에너지 분야에 응용 가능한 각종 나노 소재 및 친환경에너지 연구의 동향을 소개함					
10	정경민/Kyung-Min Jeong	정교수		울산과학기술원 에너지공학과	전기화학공학	전기화학시스템 아키텍처 설계 및 응용 (2017년 2학기, 2018년 2학기)
	배터리 시스템의 구조와 효율적인 설계 및 이를 응용함에 있어 필요한 지식을 설명함					

1.3 교육연구단의 구성

③ 교육연구단 구성의 적절성

1.3.1. 연구단 추진 배경 및 타당성

■ 교육연구단 (에너지공학과) 현재 현황

○ 연혁

- 2010년 1학기부터 학부 및 대학원 동시 개설됨
- 학부의 경우, 2, 3, 4학년 대상 (1학년은 무학과제, 2학년부터 전공학과 선택)

○ 학과규모 (2020년 1학기 재학생 기준)

- 현재 전임교원: 28명 (외국인교원 1인 포함)
- 대학원 재학생: 현재 총 228명/ 석사 38명, 박사 32명, 석박통합 158명
- 대학원 신입생 (입학자) : 석사 11명, 박사 1명, 석박통합 21명
- 학부 재학생: 현재 총 368명
- 학부 신입생 정원 (입학자): 105명 (입학 정원 370명)
 - 전공학부 (2학년) 선택 시, 전공학부별 정원을 정하지 않고 학생들에게 학부 선택 자율권을 부여함
- 지난 5년간 졸업생: 학사 186명, 석사 71명, 박사 22명, 석박통합 88명

■ 연구단 비전 및 목표

○ 연구단 비전: 미래 에너지 기술 선도형 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성의 요람

○ 연구단 목표

- 2027년 글로벌 TOP 5 에너지학과 도약
- 미래 선도형 학제 융합적 교육을 통한 에너지-머신러닝 융합형 혁신 인재 양성
- 신에너지 기반 경제 사회를 주도할 국가핵심인재 양성 배출

■ 연구단 추진 배경

○ AICBM 융합 에너지 기술 분야 인력 필요

- 4차 산업혁명 핵심 에너지산업인 스마트 그리드 시장은 국내투자액 기준 최근 3년간 750% 성장하였으며, 해외의 경우 연평균 4.9% 성장률 기록
- 에너지-인공지능 융합 분야 인력 수요는 연평균 61% 증가율을 나타내며, 해당 분야 종사자의 43%가 ‘연구개발직’으로 기업의 23.8%가 ‘융합형 연구개발 인력 부족’ 호소

○ 미흡한 에너지산업 인력양성 현황

- 산업 현장에서는 단발성, 기술 위주 교육으로 융합형 인재 양성이 어려움
- 교육 현장에서는 에너지-머신러닝 융합형 인재 양성 역량 부족
- 기업의 에너지 신산업 수요 연계 문제 해결형 고급인력 인재 양성 시스템의 고도화 및 고용 시스템의 유연성 확보 전략 수립 필요

■ 연구단 추진 타당성

○ 에너지-머신러닝 융합 연구단 설치 최적 기관: 중점 연구 분야 및 기술 수준

- 태양전지, 이차전지, 연료전지 등 에너지 분야 글로벌 수준 역량 보유
- 빅 데이터, 머신러닝 등 AICBM 분야 세계적 연구역량 보유

1.3.2. 비전 및 목표 달성을 위한 참여교수진 구성의 적절성

■ 교육연구단 구성

- 학과 전임 교수 총 28명 중 22명이 본 연구단에 참여 : 참여 비율 = 78.57%
- 신입 교원 총 3명 중 3명 참여: 참여 비율 = 100%

■ 참여교수진 교육 분야 적절성

- 미래 에너지 산업을 뒷받침하는 학문 후속 세대 양성을 위한 에너지-머신러닝 융합형 학과 운용이라는 교육목표를 위해, 에너지와 머신러닝을 포함한 다양한 학문의 전공 인력 필요
- 참여 교수진은 에너지, 머신러닝 분야를 포함한 다양한 분야의 전공자로 구성됨으로써, 에너지-머신러닝 융합형 인재 육성을 위한 다양한 교과목 개설 가능
- 다양한 분야의 전문가들로 구성된 교수진은 공동연구를 통하여 기술융합을 달성하고, 이를 교과목에 반영함으로써 자기진화적인 융합 교과목 창출이 가능함
- 미래를 선도할 수 있는 글로벌 인재 육성을 위해 본교에서는 학부 및 대학원 전과목 영어 강의를 실시하고 있으며, 이를 위해 미국 또는 유럽에서 학위취득을 하거나 연구경험 또는 강의경험 (박사 후 연구원, 정식 연구원, 교수)이 있는 교수진을 구성함

■ 참여교수진 교육역량 우수성

- 참여 교수진은 지난 5년간 석사과정 136명, 박사과정 107명, 석·박통합과정 600명의 대학원생 확보 및 석사 85명, 박사 84명의 졸업생을 배출함
- 졸업생들의 졸업 후 진로는 취업 73%, 진학 55%로 나타났고 졸업생들의 대다수가 전공 관련 대기업 혹은 연구소로 취직하거나 외국 및 국내 유수 대학으로 진학함
- 참여 교수진은 실시간 투과전자현미경 분석법을 통한 나노 물질 합성 및 이차전지 현상의 이해, 유기 태양전지와 유기 전계 트랜지스터에 응용되는 파이-공액 올리고머의 구조 설계 및 응용, 생리학적 활력 징후를 감지할 수 있는 유연성 센서, 에너지 저장 시스템 Printed Batteries 등과 같은 에너지 분야 저서를 직접 작성하여 에너지 전공 대학원생들에게 연구 기반이 될 수 있는 지식을 전달함
- 에너지 및 환경 분야에 응용되는 나노 기술, 반도체 소자의 특성과 구조, 신재생에너지의 기본 개념과 응용분야 등과 관련된 전공 지식의 이해를 돕기 위한 강의를 개설함

■ 참여교수진 연구 분야 적절성

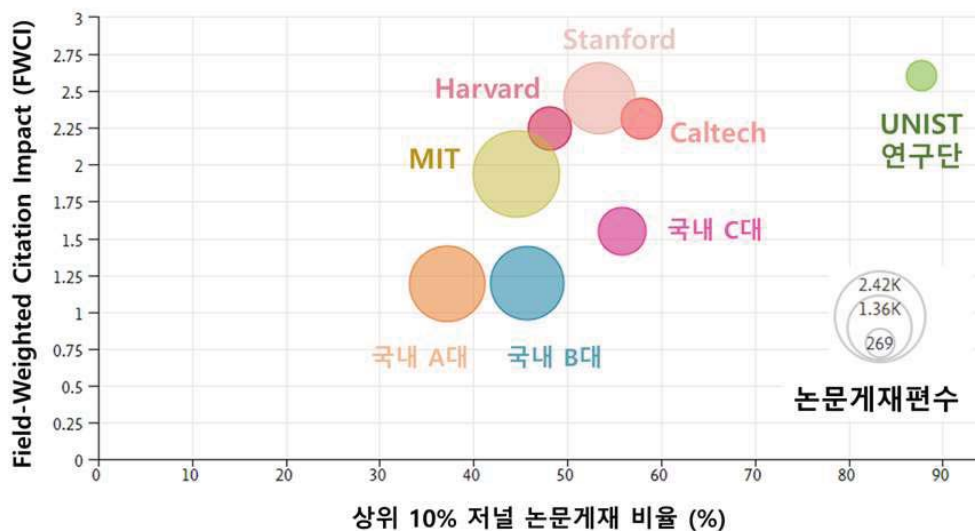
- 에너지 분야에서 미래 국가 발전을 견인할 수 있는 신성장 동력 창출을 뒷받침하는 학문간 융복합 연구 추진을 연구목표로 함
- 다양한 학문분야를 아우르는 연구진 구성: 재료공학 8명, 화학공학 15명, 화학 2명, 물리학 2명, 전자공학 1명 등 총 28명
- 기초 에너지소재 연구, 에너지 소자 연구, 머신러닝 및 전산모사 3개 핵심 연구 분야에 학자들을 고르게 분산 배치
- 에너지소재: 고분자, 무기 및 복합 신소재 원천기술 개발
· 고현협, 김소연, 백종범, 이지석, 이창영, 장지현 (6명)

- 에너지 소자 (17명): 개발된 소재를 바탕으로 차세대 에너지소자를 개발하기 위해 3개 핵심분야 (이차전지, 태양전지, 수소 및 촉매)에 고르게 배치
 - 이차전지: 강석주, 김영식, 이상영, 이현욱, 정경민, 조재필, 최남순 (7명)
 - 태양전지: 김진영, 박혜성, 양창덕, 장성연 (4명)
 - 수소 및 촉매: 곽자훈, 류정기, 송현곤, 이성국, 이재성, 장지욱 (6명)
- 머신러닝 및 전산모사: 효율적 에너지 소재 및 소자 개발을 위한 방향 제시
 - 곽상규, 김동혁, 서동화, 이준희, 임한권 (5명)

■ 참여교수진 연구역량 우수성

- 본 연구단은 울산과학기술원 에너지 및 화학공학부 소속 28명의 교수로 구성됨.
2015년 이후 SCI(E)급 국제학술지에 매년 200편 이상의 논문을 발표. 이중 80%이상의 논문을 분야별 상위10% 이내 저명학술지에 게재함
- 참여교수 대표성으로 논문 84편 (참여교수별 3편씩)의 평균 IF 18.486, JCR기준 평균 상위 4.3% 이내
- SciVal을 이용하여 2015-2019년간 Harvard, Stanford, MIT, Caltech과 같은 세계 선도대학 및 국내 최상위대학 연구그룹과 에너지 분야 연구 성과를 비교/분석해보면, 본 연구단 참여연구자들의 연구 성과가 정성적으로 우수함을 알 수 있음
- 연구 성과의 우수성과 연관성이 높은 (1) 상위 10%저널 논문게재 비율과 (2) 분야별 가중치를 고려한 상대적 피인용지수 (FWCI) 측면에서 세계선도대학에 대비 우수함

세계 최상위권대학과 본사업단의 연구역량 비교분석
(2015-2019년간 에너지분야 연구실적에 한정)



< SciVal을 이용한 연구단 연구역량 분석 >

■ 참여교수진 산학 분야 적절성

- 산학 협력 간 머신러닝 기반 융·복합형 에너지 기술 모델 개발을 위해 다양한 에너지 기반 전문지식과 머신러닝에 관한 교과목 개설이 가능
- 머신러닝 기반 연구 체계 확장을 위해 이차전지 인력 양성으로 최근 5년간 19개의 대중소기업 및 정부출연기관과 30여개의 산학 R&D 과제 수행을 통한 산학 협력

활동을 추진

- 기업체 혹은 정부출연기관과의 산학협력으로 학문적 수준의 기술을 실용적 기술융합의 관점으로 접근하여, 실제적 기술로 업그레이드가 가능
- 다양한 산학 간 협력과제가 매우 활발히 이루어짐에 따라 기업이 원하는 인재에 대한 맞춤형 교육이 자연스럽게 이루어짐. 이에 따른 에너지 기반 전문 인력양성이 용이함

■ 참여교수진 산학역량 우수성

- 대·중·소기업 및 공기업과의 활발한 산학 간 협력 과제 수행으로 상용화 기술 개발 및 국내외 산업 분야 활성화를 통해 (지역)산업 문제 해결에 크게 기여함
- 산학협력 활동을 통한 머신러닝 기반 시스템 개발에 필요한 전문 인력 양성 배출 및 업체의 전공 분야와 일치하는 고급인력을 공급함
- 산학 연계에 의한 7차례의 기술이전 (총 기술이전료 18억원)을 통해 실험실 규모 연구에서 벗어난 다양한 방법으로 사회적 기여함

1.3 교육연구단의 구성

④ 전임교수(신임교수) 충원계획의 적절성

④ 전임교수(신임교수) 충원계획의 적절성

■ 전임교수 현황 및 신임교수 충원 계획

- 전임교원 중 신임교원 비율 도달 목표 : 전체 교원의 17%
- 2020학년도 현재 교육연구단 신임교원 충원 현황 (2020.03.01 기준)
 - 전임교원 22명
 - 신임교원 3명
- 2020년 3월 현재 신임교원 비율이 13.64% (전임 86.36%, 신임 13.64%)로, 향후 전임교원의 신임교원 비율을 높이기 위하여 방안을 다각적으로 강구중임

■ 우수 신임교원 확보 전략

- 연구 잠재력이 있는 젊고 유능한 신진교원 충원을 검토하여 혁신적이고 모험적인 연구과제 창출을 통해 차세대 중점 연구 분야 후보군 발굴
- 기업이나 연구소에서 활동 중인 현업 전문가를 겸임교원으로 확보하여, 현업 최신 요구에 맞는 교육 실현
- 기업 또는 연구소 등의 현장에서 장기간 활동하였던 전문가를 초빙하여 연구 및 교육, 학생지도 수행
- 대학차원에서 적극적인 우수 신임교원 리크루팅 활동
 - 한미과학자대회 (US-Korea Conference on Science, Technology and Entrepreneurship)에 매년 참여하여, 기관 홍보 및 우수인력 리쿠르팅 활동 수행

■ 우수 신임교원 확보를 위한 대학 차원 지원계획

- 국립대 상위 수준의 임금 및 교수아파트 시설 입주기회 부여
- 최상의 연구 환경 제공
 - 충분한 연구공간 제공: 교원 1인당 약 100 m² 이상
 - 국내 최고수준의 첨단 공용실험 장비 구축: 8,511 m² 면적의 중앙기기센터 (UCRF) 구축. 260종 400대의 공용 연구장비 운영 (구축비용 약 620억원)
- 신임교원 연구 장비 구축 및 정착과제 지원
- 우수교원의 창업 지원
 - 지역 및 국내외 유관기관들과의 네트워크 구축, 자금지원, 컨설팅, 멘토링, 사업자 등록 등의 다양한 창업관련 정보 및 행정 지원
 - UC Berkeley, UC Irvine 등의 해외 기관들과 MOU를 통해 창업을 위한 글로벌 협력 네트워크 구축
- 여성교원 일·가정 양립을 위한 환경조성: 출산 및 육아휴직, 출산 및 육아휴직 후 연구비 지원, 출산 후 책임강의시수 단축, 출산축하금, 자녀학비보조수당, 신축어린이집, 여성휴게실 등

■ 신임교수 충원 계획의 적절성

- 신임교원의 비율을 높임으로써 대학 구성원의 학문적/연구적 다양성을 통해 연구 및 교육활동에서 세계적인 수준의 대학으로 도약에 기여
- 에너지신기술, 머신러닝 관련 다양한 첨단 학문 분야의 우수한 신임교원들의 수업을 수강함으로써 학생들의 다학제 교육 여건 개선 및 융합적 감각을 기를 수 있음

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 (%)
접수 마감일	에너지공 학과	전체	36	33	91.67	25	20	80.00	127	105	82.68	188	158	84.04
		자교 학사	23	21	91.30	5	5	100.00	88	68	77.27	116	94	81.03
		외국인	0	0	-	4	3	75.00	2	2	100.00	6	5	83.33
참여교수 대 참여학생 비율						564.29								

<표 1-5> 교육연구단 참여교수 지도 외국인 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1		파키스탄	University of Peshwar			
2		파키스탄	University of Malakand			
3		인도네시아	Gadjah Mada University			
4		인도네시아	Sepuluh Nopember Institute of Technology			
5		중국	Capital Normal University			
6		인도네시아	University of Indonesia			

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.4 기대효과

1.4 기대효과

■ 교육적 기대효과

- 에너지 특히 신재생 에너지의 관점에서 머신러닝 등 다양한 학문 간의 융·복합을 통한 교과과정을 개발하여 후속 인력 양성의 기반 마련
- 신에너지 기반 경제사회를 주도할 국가핵심인재 양성 배출
- 환경 친화적 에너지 시스템 개발에 필요한 전문 인력 양성 배출

■ 학문적/기술적 기대효과

- 첨단학문의 기술융합을 통하여 기존 에너지산업의 기술적 한계 극복 및 실질적 응용으로 한 단계 발전
- 문제 해결형 창의 연구를 통한 기존 에너지산업 고도화 및 새로운 에너지 신산업 분야 개척의 연구적 기반 제공
- 에너지 분야의 Data Science/AI 역량 개발 및 이로부터 파생되는 사업혁신모델 및 솔루션 개발 역량 축적
- 실용학문, 신산학 협력이라는 본 대학의 설립이념에 따라, 학문적 수준의 기술을, 실용적 기술융합의 관점으로 접근하여, 실제적 기술로 업그레이드
- 머신러닝 등 첨단학문의 기술융합을 통하여 기존 태양전지, 연료전지 및 이차전지의 기술적 한계를 극복
- 단일장치 차원에서 벗어나, 시스템 차원에서 에너지 효율 및 환경영향을 분석하고 이 분석결과를 다시 하이브리드 장치 개발에 피드백하는 전략적 방법 제시
- 융합기술의 창의적/실용적 개발/응용을 위해 국내외 기관과의 협력 프로그램 도입

■ 사회적 기대효과

- 에너지 신산업을 통한 온실가스 감축 및 친환경 에너지 시스템 기반의 지속 가능한 사회의 인적 토대 마련
- 전기 망에 의존하지 않는 독립 에너지 시스템으로서, 고립지역이나 제3세계 저개발국가의 에너지 문제 해결
- 신에너지 기반 경제사회를 주도할 국가핵심인재 양성
- 에너지 이용 효율 증대로 인한 전기 요금 상승 억제와 전력계통 운영의 효율 향상으로 인한 사회적 비용 절감
- 기술 가치 증진을 위한 연구-교육-실행 (Research-Education-Action)의 일체형 시스템을 에너지 분야에 시범적으로 구축하며 타 과학 기술 분야로 파급
- 화석연료에 기반을 둔 현 에너지 시스템의 문제점에 대한 솔루션 제공으로 지속발전 가능한 인류사회 실현에 이바지
- 친환경 발전장치와 저장장치로 구성된 <친환경 에너지 시스템>을 구현으로, 환경문제 없는 지속가능한 사회를 뒷받침함
- 작게는 자동차, 건물로부터 크게는 국가적, 글로벌 규모에서의 에너지 시스템을 개발함으로써 <고효율 에너지 시스템> 구현

■ 경제적 기대효과

- 국가 에너지 자립을 위한 <대체 에너지 시스템> 기술 확보

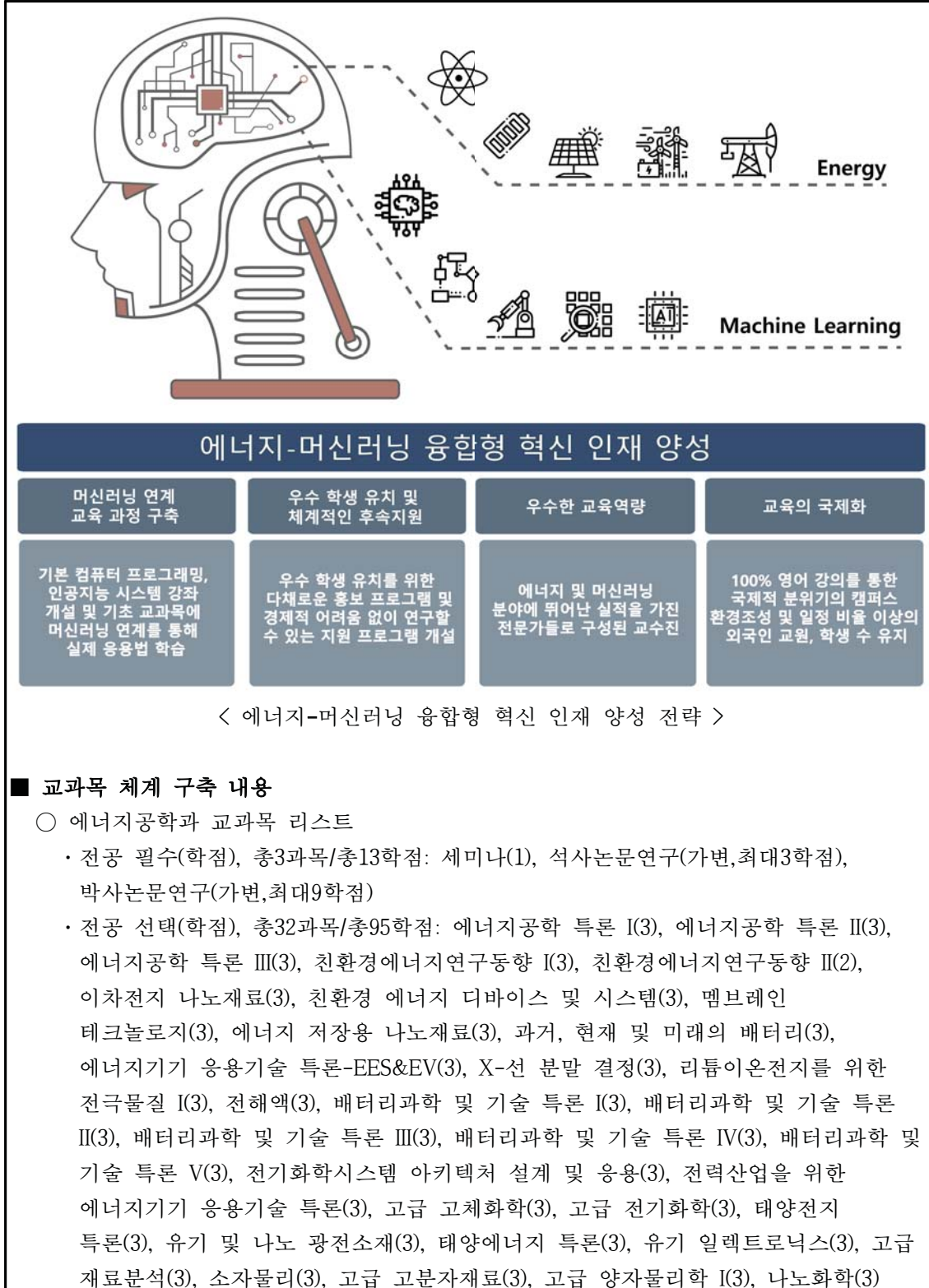
- 원천기술 및 지적재산권을 확보하고, 이의 상용화를 통한 국가 신성장 동력 발굴 및 경제 활성화
- 에너지 효율적 활용을 통한 기업, 지역 사회 경쟁력 강화
- 이차전지 관련 기업과 연구 기반을 갖춘 대학 그리고 사업화가 가능한 연구기관의 산·학·연 클러스터 형성으로 지역 사회 경쟁력 향상 및 좋은 일자리 창출에 이바지하는 사업 개발로 지역경제 활성화
- 기존 기술과 차별화되는 지식재산권을 확보하고, 이의 상용화를 통하여 국가 성장 동력의 중요 아이템으로서 경제발전에 기여
- 융합기술을 통한 혁신주도형 에너지 기술 개발과 이의 상용화 기반구축을 통하여 국가 성장 동력 제공

II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영 계획

II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영 계획



- 전공 선택(학점), 총29과목/총87학점: 고급유기화학(3), 분자열역학(3), 기초 고분자물리 및 레올로지(3), 고급나노과학기술(3), 콜로이드와 계면(3), 신재생에너지공학(3), 시스템생물학 특론(3), 촉매(3), 고분자구조 및 물성(3), 대사공학특론(3), 합성생물학특론(3), 고급효소공학(3), 고급생물분리공정(3), 생물공학특론(3), 화공나노기술(3), 기술경제성분석(3), 합성유기화학(3), 최신 표면 화학 및 촉매(3), 에너지 변환 촉매(3), 최신응용화학특론 A(3), 최신응용화학특론 B(3), 최신응용화학특론 C(3), 최신응용화학특론 D(3), 최신응용화학특론 E(3), 최신응용화학특론 F(3), 최신응용화학특론 G(3), 최신응용화학특론 H(3), 최신응용화학특론 I(3), 최신응용화학특론 J(3)
- 학제융합을 위한 기본 지식 함양
 - 머신러닝 기반 교과목 편성을 통한 대체 에너지 개발 공정 교육 과정 구성 (예. 대체 에너지 머신러닝, 공정 설계 및 경제성, 인공지능 재료과학 등)
 - 학부의 기초 교과목 연계를 통한 머신러닝 기반 기초 재료 선정의 연구능력 함양 (예. 무기화학, 재료공학개론, 에너지 저장용 나노재료, 고급고분자 재료 등)
 - 베리에이션 오토 인코더 (Variation AutoEncoders), 생성적 대립 신경망 (Generative Adversarial Networks), 자연어 처리, 베이지안 모델 (Bayesian optimization)과 파이썬 등의 머신러닝 기반 기초 프로그램 교육
 - 다양한 머신러닝 프로그램을 재료 연구에 활용시키는 방법 및 기존 데이터베이스를 활용한 인공지능/머신러닝/심층학습에 대한 실습 프로그램을 대학원 교과목에 구성
 - 본 교과과정을 통해 인공지능/머신러닝/심층학습으로 에너지 재료에 대한 이해도와 탐색의 폭 향상 기대
- 응용분야에 대한 사례 연구
 - 머신러닝 활용 산학 실제 사례 연구 및 향후 대체 에너지 개발 관련 공정을 머신러닝으로 분석하여 적용하는 차세대 연구 분야들을 다룰 예정
 - 대체 에너지 개발 공정의 문제와 이슈를 해결하기 위해 파이썬 (Python) 프로그램, 클러스터링, 뉴런 네트워크, 딥러닝 등의 머신러닝 기반 교과과목의 연계를 통해 실제/연구에 응용이 이루어지고 있음
 - 예로써, 배터리 성능을 좌우하는 중요 인자들과 배터리의 성능과의 상관관계를 머신러닝 기법으로 예지모델 (prognostics)을 만들어 “배터리 수명 예측 진단 모델”을 구축. 이를 활용하여 최적/최고 경제성을 가질 수 있는 배터리의 수명 전략 기법 구축 가능
 - 이외에도 다양한 에너지 분야에 머신러닝 기법을 적용할 수 있을 것으로 예상
- 학제융합 기반 공정 해석
 - 머신러닝 기반의 대체 에너지 개발 공정 해석이 차세대 대표 연구 분야 중 하나로 선정됨
 - 대체 에너지 개발 공정 설계는 머신러닝 기법 적용을 통해 경제성을 가지는 산업 전략에 응용 가능
 - 머신러닝 기반의 대체 에너지 개발 공정 해석을 통해 스마트 공장, 디지털 트윈 등에 대한 개념으로 확장 가능
 - 스마트 공장에 대한 개념 확장으로 기업체 혹은 정부출연기관에서의 원활하고

효율적인 소프트웨어 확보를 위한 산학협력이 이루어질 수 있음

■ 교과목 추가 계획

- 컴퓨터 프로그래밍의 기본 개념과 방법론을 바탕으로 인공지능 시스템 및 응용 프로그램의 기본 구성요소를 개발하는 수업을 개설하고자 함
- 추가 개설 강좌를 통해 학생들은 기본 프로그래밍 기술과 입문 컴퓨터 알고리즘을 배울 뿐 아니라 인공지능 예제를 통해 실습 프로그래밍 경험을 얻을 수 있을 것으로 기대
 - 과목명 (학점): 인공지능 프로그래밍 소개 I (3), 인공지능 프로그래밍 소개 II (3)
- 머신러닝의 개념과 프로그래밍 실습을 마친 뒤, 기 구축된 교과목과 융합되는 머신러닝 수업을 추가하고자 함
 - 과목명 (학점): 인공지능 재료과학 (3), 머신러닝 프로그래밍 (3)

■ 강의평가 실시현황

- 목적: 강의평가 결과를 담당교수에게 Feedback하여 강의의 질적 개선을 도모하고 각종 평가, 포상 및 강의평가 공개 자료로 활용
 - 2009년 1학기부터 현재까지 매 학기 실시 중
- 평가대상: 학부 및 대학원 전 강좌 (대학원 세미나 및 논문연구 제외)
- 평가시기: 기말고사 일주일 전부터 실시
 - 강의평가 미실시 자의 경우 성적확인이 불가하도록 절차화하여 강의평가 의무시행
 - 참여율 100%를 통한 강의평가 통계자료의 신뢰성 확보
- 평가방법
 - 1-5점 척도로 평가대상항목의 점수를 합산하여 평균산출 및 순위작성
 - 유형별, 과목별, 강좌별, 소속(학부)별, 교수별 평균 산출
- 강의평가 결과공개: 포탈 홈페이지 게시판 및 e-Education 시스템에서 학내 모든 구성원이 강의평가 결과에 접근 가능하도록 공개
- 강의평가 결과활용
 - 실적평가 후 CTL 교수강의법 재교육
 - 교수승진 및 보수 관련 실적에 강의평가 내용 반영
 - 우수강의평가자 시상
 - 각 학기 담당교수별 평점 기준 최고 평점자 (전임교원 대상)
 - 총 수강인원 30명 이상인 과목에서 선정

■ 교내외 학과 간 공동 교과목 개발 등 교과과정 다양화 계획

- 에너지공학과는 다양한 융합교육 및 연구의 필요성에 의해 교내 타학과와 공동 과목을 개발하고 개설하여 학생들이 적극적으로 이수하고 있음
- 타과 학생들도 에너지 공학과의 많은 융합과목을 개인의 지식과 연구의 의연을 넓히기 위해 활발히 이수 중임
- 아래는 각 과의 개설 융합 교과목 현황임
 - 에너지공학과: 이차전지 나노재료, 친환경 에너지 디바이스 및 시스템, 태양전지특론, 유기 일렉트로닉스, 고급 고분자 재료

- 화학공학과: 고급나노과학기술, 유기전자재료, 고분자물리 및 레올로지, 대사 공학 특론, 합성 생물학 특론, 생물 공학 특론, 시스템생물학 특론
- 화학과: 첨단분광학, 유기전자재료, 나노의학, 고급단백질화학
- 소재과학과: 박막공학특론, 나노역학, LED공학개론, 표면 및 계면과학, 전기화학법: 기초과학 및 응용, 생명공학재료, 나노소자 물리
- 물리학과: 전자소자계면물리, 진공 전자소자 물리, 핵융합공학

■ 머신러닝 연계 연구 학점제 계획

- 대학원에서 진행하는 연구에 머신러닝을 접목하는 연계 연구 학점제 운영을 통해, 자연스럽게 에너지 분야 연구에 머신러닝을 적용할 수 있는 인센티브 제공
- 연구 지도교수와 머신러닝 분야의 지도를 도와줄 수 있는 교수를 선택하여 프로젝트 아이디어를 구체화하고 실제 연구를 진행하는 학점제 디자인
- 머신러닝 및 프로그래밍에 사용한 코드는 github과 같은 공개형 코드 저장소에 저장하여, 연차별/프로젝트별 코드가 저장되고, 다른 연구자로부터 코멘트를 받아, 머신러닝 코드를 유지/보수/개량할 수 있는 플랫폼을 구축하고자 함

■ 학사관리제도

- 수업연한: 학생이 졸업 혹은 수료를 위해 필수적으로 재학하여야 하는 최소기간
 - 석사과정 및 박사 과정생 2년
 - 석·박사 통합 과정생 4년
 - 석사과정 및 박사과정은 6월 이내, 석·박사 통합과정은 1년 이내에서 수업연한 단축 가능
- 재학연한: 학생의 졸업 또는 수료를 위해 허용된 최장등록기간
 - 석사 과정생 3년
 - 박사 과정생 6년
 - 석·박사 통합 과정생 7년
 - 재학연한이 경과하여도 학위취득을 하지 못한 경우, 제적
 - 초과등록자 (석사과정 2년, 박사과정 3년, 석·박사 통합 과정생 4년을 초과하여 재학 중인 자)는 교비 장학생 대상에서 제외함
- 학기제도
 - 2학기제 (1주/학기당)
 - 계절학기: 여름계절학기 (4~8주간)
- 최소이수학점
 - 석사 과정생 28학점 (교과 15학점 + 연구 13학점)
 - 박사 과정생 60학점 (교과 15학점 + 연구 45학점)
 - 석·박사 통합 과정생 60학점 (교과 24학점 + 연구 36학점)
- 학사경고
 - 매 학기 평점 평균이 B° (3.0)에 미달된 학생은 학사경고 부과
 - 재학기간 중 3회의 학사경고를 받은 경우, 제적

■ 입학전형

- 학년도별 전기·후기 총 2회 전형 실시
- 지원 자격
 - 국내외 학사학위 이상 취득자 혹은 법력에 의하여 위에 준하는 학력이 있다고 인정되는 자
 - 공인영어성적 보유자
- 평가절차 및 방법
 - 서류평가 및 면접심사의 2단계 전형
 - 서류평가: 대학 및 대학원 성적, 공인영어성적, 연구계획 및 자기소개서를 바탕으로 지원자의 기본적 수학능력 평가
 - 면접심사: 전공분야에 대한 기초지식, 소양, 영어능력, 연구 의지 등을 심도있게 평가
 - 대학원 입학전형 심사위원: 학과 입학위원회 심사위원 교수진 (3인 이상 구성)
 - 석사 및 석·박사 통합과정: 전공구술 면접 (15분)
 - 박사과정: PPT 프리젠테이션 영어발표 (10분) + 질의응답 (5분)

■ 지도교수 및 세부전공 선택

- 대학원 방문 프로그램인 UNIST Open Lab 행사를 연 4회 실시하여 UNIST 대학원에 관심이 있는 지원자들에게 연구실과 연구시설을 개방하여 실제 학교 견학 및 교수와의 면담기회 제공
- 대학원 연구실 체험 프로그램인 U-SURF (UNIST-Summer Undergraduate Research Fellowship), U-WURF (UNIST-Winter Undergraduate Research Fellowship) 행사를 통해 UNIST 대학원에 관심이 있는 지원자들에게 하계 및 동계 방학동안 연구실 체험 기회 제공
- 입학학기에 모든 학생은 본인의 전공 및 지도교수를 결정하여 ‘전공결정서’ 및 ‘연구윤리서약서’를 제출
- 총장 허가 하에 전공변경 가능
- 공인영어성적
 - 대상: 석사 과정생, 박사 과정생 및 석·박사 통합 과정생
 - 제출시기: 졸업학기의 수업일수 3/4 이내에 상기 기준 점수 이상의 공인영어성적을 제출한 자에 한하여 학위청구 논문심사 대상자로 선정함
 - 통과기준: TOEIC 800, TOEFL (iBT) 80, TOEFL (CBT) 213, TOEFL (PBT) 550, IELTS 5.5, TEPS 640, G-TELP (Level 2) 67, G-TELP (Level 3) 89, TOEIC Speaking & Writing 250 이상
- 전공구두시험
 - 대상: 석사 과정생
 - 응시시기: 전공 별로 실시하되 학위청구 논문심사와 병행하여 실시
 - 평가내용: 석사과정에서 이수한 전공분야의 종합적인 연구능력을 평가
 - 평가방법: 전공별 선택과목 (3과목)에 대하여 논문심사위원단과 질의응답 진행
 - 선택과목 : 유기화학, 무기화학, 전기화학 외 기타 필수과목
- 박사자격시험

- 대상: 박사 과정생 및 석·박사 통합과정생 중 입학 후 1년 경과 및 16학점 이상 이수한 자
- 응시시기: 입학 후 3년 이내 통과
- 평가내용: 박사과정에서 이수한 전공분야의 종합적인 연구능력을 평가
- 평가방법: 전공별 선택과목 (2과목)에 대하여 평가
 - 선택과목: 고급무기화학, 고분자, 고체화학, 나노화학, 양자역학, 고급유기분광학, 유기일렉트로닉스, 전기화학, 전자기학, XRD 중 2과목 선택
- 합격요건: 과목 평균 60점 이상 시 합격이며 40점 미만 시 과락으로 탈락
 - 재학기간 중 응시기회는 2회 주어지며 통산 2회 탈락 시 제적

■ 학위수여 절차

○ 연구계획서 심사

- 대상: 박사 과정생 및 석·박사 통합 과정생
- 심사시기: 졸업학기 6개월 전
- 심사내용: 학위논문 연구계획서를 기반으로 연구의 진행정도를 파악하고 수정 및 보완 지도
- 심사방법: 심사위원을 학위청구 논문심사위원단과 동일하게 구성하여 프리젠테이션 발표로 진행

○ 학위청구 논문심사

- 대상: 석사 과정생, 박사 과정생 및 석·박사 통합 과정생
- 심사절차: 논문 작성→논문심사위원 위촉→논문 표절검증 실시→논문 제출→논문심사 진행
- 논문심사위원 위촉
 - 석사과정생의 경우 3인으로 구성
 - 박사 과정생 및 석·박사 통합과정생의 경우, 5인으로 구성하되 외부 심사 위원 최소 1인 포함
- 논문 표절검증
 - ‘Turnitin’ 프로그램을 통한 자동검증 시스템
 - 표절검사 보고서를 논문 제출 시 함께 제출함
 - 표절 정도 20% 이상인 경우, 논문 심사 시 보다 심도있게 심의
- 논문 제출시기: 실제 논문심사일로부터 15일 전에 표절검사 보고서와 함께 심사위원단에게 제출함
- 논문심사
 - 발표평가 형식 (총 50분, 발표 40분+질의 10분)으로 진행
 - 심사위원은 심사기준 다섯가지 항목에 대하여 심도 있게 평가
 - 심사기준: 연구주제의 중요성 및 독창성, 연구 관련 전문지식, 구성 및 논증의 적절성, 연구방법의 타당성 및 효율성, 연구결과의 발표자세 및 스피치

○ 졸업사정

- 매 학기 졸업신청자에 대하여 졸업사정을 실시함
- 사정내용: 이수학점 (최소 이수학점 충족여부), 평균 평점 (3.0 이상), 공인영어성적 제출 여부, 전공구두시험 및 박사자격시험 통과 여부 확인

- 박사 과정생 및 석·박사 통합과정생의 경우, SCI, SCIE 급 Top 10%내 국제저널 혹은 IF 3.5 이상 국제저널에 주저자로 2편 이상 게재 여부 확인

■ 대학원 학사제도 운영

- 대학원 학사운영규정 및 학칙을 규정하고 내부지침을 근거하여 원활한 학사운영과 이를 통한 기술혁신을 주도하는 창의적/실천적 글로벌 인재 양성을 목표로 함
- 대학원 연구방침
 - 첨단 융합학문 특성화
 - 창의적인 글로벌인재양성
 - 첨단 산업 육성을 위한 산학협력
- 학생안내 매뉴얼
 - 매 학기 개강시기 Course Catalog 및 Graduate School Guide Book을 제작하여 배포
 - Course Catalog: 대학원 전체 학과 전공 소개, 개설과목 및 과목소개문 포함
 - Graduate School Guide Book: 학사일정, 등록 및 휴·복학 등에 대한 주요 학사규정, 졸업요건, 수강 신청 방법 등에 대한 자세한 안내사항 포함
- 학위취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도 구축 현황
 - 매 학기 단위로 교비 장학생을 선발하여 국가 연구비 지급기준을 초과하지 않는 범위 내에서 장학금을 지급
 - 장학금 지원내역: 등록금 전액 및 생활보조금
 - 석사급: 최저 월 80만 원 이상
 - 박사급: 최저 월 110만 원 이상
 - 초과등록자 (석사과정 2년, 박사과정 3년, 석·박사 통합 과정생 4년을 초과하여 재학 중인 자)는 교비 장학생 대상에서 제외함

■ 연구단의 학·석사연계과정 및 대학원 과정변경 제도

- 학·석사연계과정의 운영
 - 지원 자격: 본교 학부생 중 학·석사연계과정으로 동 대학원에 입학 희망하는 자
 - 최소 수업연한 3년 충족한 자
 - 총 평점평균 3.4/4.3 이상인 자
 - 학부 지도교수의 추천을 받은 자
 - 지원방법: 연계과정 지원서, 추천서, 성적증명서 및 연구 활동 계획서를 제출하여 대학원 입학기준에 따라 종합적으로 심사 및 평가함
- 대학원 과정변경 제도의 운영
 - 지원 자격: 석사 과정생으로 입학하여 석·박사 통합 과정생으로 변경 신청하는 자
 - 최소 수업연한 1.5년을 충족한 자
 - 16학점 이상을 이수하고 총 평점평균 3.7 이상인 자
 - 학과 지도교수의 추천을 받은 자
 - 지원방법: 과정변경신청서를 대학원장에게 제출하고 총장의 허가를 받아 별도의 심사 혹은 평가 없이 변경을 인정함
 - 학·석사연계과정을 통해 대학원에 입학한 자 또한 지원 자격에 결격사유가 없는 경우, 과정변경을 신청하여 석·박사 통합과정으로 변경 가능

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

■ 우수 대학원생 확보 방안

- UNIST는 대학원 중심의 학사구조를 공고히 하고 장기적 관점에서 대학원생 비율을 지속적으로 확대해 나가고 있는 중이며, 향후 대학원생:학부생 비율을 6:4로 조정할 계획임
- 과기원 전환의 이점 (병역특례 등)을 홍보에 적극 활용, UNIST 학부생의 대학원 지원을 증가를 위한 홍보 강화, 학과 중심의 특색 있는 홍보 활성화
- 본 대학원 운영을 통해 모든 대학원생이 생활비 등 경제적 부담 없이 연구 활동에 전념할 수 있도록 적정 규모의 재원 지원
- 우수한 대학원생의 유치를 위해 우수한 학부생을 본 연구단소속 대학원 연구실에서 기 연수할 수 있는 기회를 다방면으로 제공하고자 함 (하기 기술한 U-SURF, U-WURF, U-VISIT, 학부생 인턴십 연구원제 등 적극 활용)
- MOU를 맺은 세계적 대학 학생들에게도 적극 홍보 및 지원토록 하여, 우수한 대학원생을 향후 20% 이상 유치하고자 함. 이를 위해 캠퍼스 내 영어 공용화를 지속적으로 유지·발전시켜 나갈 예정 (현재 UNIST내의 전 과목 영어 강의로 진행 중이며, 행정적인 부분에서도 영어 공문서화로 진행 중임)

■ U-SURF (UNIST Summer Undergraduate Research Fellowship) Program

- UNIST 하계연구장학생프로그램 (U-SURF)은 “Challenge the limits”을 모토로 전국의 우수한 3~4학년 학부생을 선발하여 융합적 학제간 연구를 실험실에서 직접 경험할 수 있는 기회를 제공하는 프로그램임
- 선발된 학생들에게는 연구 장학금과 체재비(전원 학생 기숙사 제공)가 제공되며, 낮은 학생 대 교수 비율로 교수의 직접적인 멘토링을 통해 선발학생의 진로선택에 실질적인 토대가 될 수 있는 기회 제공
- 본 연구단의 연구 분야와 밀접한 관련이 있는 배터리 과학 및 기술, 차세대 태양전지, 유무기 하이브리드 소재, 그래핀, 나노융합소자 등 에너지 변환 및 저장과 관련한 대학원 프로그램의 교수들이 참여하며, 전국 대학 및 MOU를 맺은 세계적 대학 학부생들에게 여름방학 동안 UNIST 본 연구단에서 관련 연구를 배우고 익힐 수 있는 기회 제공
- 실험실 활동 이외에 MT, 체육활동, 석학교수님들의 특강, 산업체 견학 등 여러 프로그램에 참여할 기회가 제공되며, 인성 교육을 포함한 전인 교육의 장을 마련
- 선발된 학생은 주로 4주간 프로그램에 참여하게 되며 실험실은 학생의 관심분야를 고려해 배정. 지도 교수와 협의 승인 시 기간 연장 가능

■ U-WURF (UNIST Winter Undergraduate Research Fellowship) Program

- UNIST 동계연구장학생프로그램 (U-WURF)은 하계연구장학생프로그램의 연장선상에서 겨울방학 기간에도 학부생들에게 대학원 연구 경험을 계속하여 제공하는 것을 목표로 함
- 산업 수도 울산에 위치한 여러 에너지 관련 산업체의 현장 방문을 통해, 실험실

내에서 체험하지 못하는 산업체 현장 경험을 제공하는 프로그램 마련

■ U-VISIT (UNIST Open Lab) Program

- 전국의 우수 대학생들을 대상으로 UNIST 본 연구단의 연구실과 연구시설을 개방하여 UNIST 대학원에 관심이 있는 지원자들에게 미리 UNIST를 견학하게 하여 우수 대학원생을 유치하고 이를 통해 국내 최고 연구중심대학원으로 발전하기 위함
- 매년 상반기, 하반기 총 2회 실시하고 있음
- 본 연구단 대학원 연구실 소개, Lab Tour, 교수 개별면담으로 이루어짐
- 참석자 왕복여비 (KTX, 고속버스 승차권 기준)으로 교통비 지급, 기념품, 식사제공
- KTX 울산역에서 UNIST 까지 무료 셔틀버스 운행 지원

■ UNIST 학부생 인턴쉽 연구 프로그램

- 본 연구단이 속한 UNIST에서는 모든 학부생들이 졸업 필수조건으로 관심 분야 연구실에서 학부생 인턴쉽 연구를 의무적으로 이수하도록 함으로써 관련 연구 분야에 대한 기초 지식 뿐만 아니라, 지도교수의 1대1지도, 대학원생과의 멘토-멘티 관계로부터 다양한 연구 기초 능력을 함양 할 수 있는 기회 제공
- 특히 본 연구단에 소속된 교수 연구실의 인턴쉽 연구에 참여한 학부생 여러 명이 (다수의 학부생들이)이미 세계적 수준의 권위 있는 학술지에 주저자로 논문을 발표한 바 있으며, 큰 주목을 받음
- 학부 학생에게 인턴쉽 후에, 진로에 대한 자율성을 부여하여 본 연구단 내에서의 다양한 연구 분야를 체험할 수 있도록 함

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

■ Nine Bridges Fellowship

- 취지: 대학원생 중 세계적인 과학자로 성장할 가능성이 있는 학생을 선발하여 첨단융합학문 연구에 매진 할 수 있는 기회를 제공하고, 최우수 대학원생 유치를 통해 대학원 과정을 활성화하여 UNIST가 세계적인 과학기술특성화 연구 중심대학으로 발전해 나가도록 하고자 함
- 대상: 대학원의 학업성취도 및 잠재적 연구능력이 예상되는 석·박사 통합과정 및 박사과정 신입생 및 SCI급 우수 논문 게재실적이 있는 석·박사 통합과정 및 박사과정 재학생
- 지원 금액
 - 3년간 최대 9천만원 (연간 3천만원, 최대 3년 지원)
 - 해외 Lab 파견경비 지원 (6개월 이상, 최대 3천만원 지원)
 - 단, RA/TA등 중복 장학 지원 불가
- 선발인원: 연간 최대 9명

■ Nobel & Star Fellowship

- 취지: 연구 성과가 탁월한 학생에게 노벨수상자 등 해외석학과 공동 논문/연구 기회를 제공하기 위함
- 대상: 석·박사 통합과정 및 박사과정 입학자 (재학생 포함)
- 지원 금액
 - 3년간 최대 9천만원 (연간 3천만원, 최대 3년 지원)
 - 해외 Lab 파견경비 지원 (6개월 이상, 최대 3천만원 지원)
 - 단, RA/TA등 중복 장학 지원 불가
- 선발인원: 연간 5명 내외

■ 연구재단 및 국가 장학금 지원자에 대한 연구단 지원 및 보조

- 미래 기초과학 핵심리더 양성사업 등 국가 지원 장학금에 대해 연구단 소속 우수 대학원생들에게 홍보 및 지원에 대한 상세 안내, 영어 발표력 향상을 위한 어학연구소 언어 연수프로그램 제공

■ 학생 장학금 지원: 등록금 전액 및 생활보조금

- 매 학기 단위로 교비 장학생을 선발하여 국가 연구비 지급기준을 초과하지 않는 범위 내에서 장학금을 지급
 - 석사급: 최저 월 80만원 이상
 - 박사급: 최저 월 110만원 이상

■ 융합형 에너지 R&D 프로그램 운영

- 대학원생으로 구성 된 5개 정도의 연구팀을 공모 후 선발하여 연구비 지원 계획 (팀당 최대 1천만원)
- 재원은 학과 예산 및 산학협력 지원으로 진행될 예정

- 2~3명의 다른 랩 소속 대학원생으로 구성된 팀이, 주도적으로 과제계획, 과제제안, 연구진행 및 최종 결과발표, 특허출원 및 논문 게재 진행
- 학과 교수들을 평가위원으로 초빙해 평가, 수상, 및 후속 지원 여부 결정
- 후속 지원 후 창업 또는 기술이전으로 연계될 수 있도록 지속적인 지원
- 주도적인 연구능력을 강화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 윤리적 연구비 집행방식을 체험하고, 더 나아가 실험실에서 진행하는 연구를 실용적으로 진보시킬 수 있는 능력을 졸업 전에 선행적으로 학습할 수 있을 것으로 기대함
- 소속 랩에서 진행하는 주제의 연구가 아닌, 다양한 랩의 원생들이 모여 스스로 생각한 주제를 지도교수들의 적극적 인풋 없이 진행함으로써, 융합인재로써 성장하는데 큰 도움이 될 것으로 생각됨

■ 기업 참여 교육 프로그램 개발

- 에너지 요소별 연구 분야 교육 프로그램의 산업체 적용 한계점 도출 및 공백 교육 프로그램 강화를 위한 상호 의견교환
- 기업과 연구실 간의 기술 격차를 파악하고 기술 및 지식의 공유를 위한 기업인력 활용 기업 맞춤형 교과목 편성 및 산업체 전문가 강의
- 산업체 인턴십, 현장실습 프로그램을 개발하여 학생 연구원의 산업체 방문을 통한 실무역량을 강화하며, 산업체 연구 인력의 기초 역량 강화를 위한 교육 프로그램 참여 독려 및 상호 교류 확산

■ 산학 R&D 인턴십 프로젝트 수행

- 기업의 기술 필요사항과 연구실의 역량을 고려한 프로젝트 목표수립 및 프로젝트의 필요성과 당위성 확보
- 4차 산업혁명 시대 대응을 위한 AICBM 기반 에너지 기술 (태양광, 배터리, 수소 등) 분야 공동 연구 프로젝트 수행을 통한 대학 및 기업의 R&D 연구시설 공유 및 상호 보완 역할 담당
- 대기업, 중견기업, 중소기업 비율을 고려한 프로젝트 팀 구성 및 이를 기반으로 산학 연계가 가능한 연구 분야 및 인력 구성
- 본교 참여 연구진이 운영하는 산학프로젝트 과제에 수혜 학생들이 참여할 수 있는 기회 제공 및 산업체에서 진행되는 연구 탐색 및 고찰 기회 제공

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

2.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

■ 신진연구인력 확보 실적 및 지원 계획

- URS (UNIST Research Scientist) 제도 운영
 - 박사급 고급 신진연구인력의 연구 지원
 - 현재 에너지 및 화학공학부에 3명의 URS 인력이 참여 중
 - Boris Brigljević 박사 (책임교수 임한권), Monika Sharma 박사 (책임교수 권영국), Wisnu tantyo hadmojo 박사 (책임교수 장성연)
- 연구 교수 제도 운영
 - 숙련된 박사급 고급인력의 연구 지원
 - 현재 에너지 및 화학공학부에 16명의 연구조교수와 2명의 연구교수가 참여 중
 - 연구조교수
 - 김민수 박사 (책임교수 고현협), 김석민 박사 (책임교수 김용환), 송수희 박사 (책임교수 김진영), 최유리 박사 (책임교수 류정기), 정병률 박사 (책임교수 박성훈), Javeed Mahmood 박사 (책임교수 백종범), Feng Li 박사 (책임교수 백종범), Gao-Feng Han 박사 (책임교수 백종범), 박병욱 박사 (책임교수 석상일), Riming Nie 박사 (책임교수 석상일), 황치현 박사 (책임교수 송현곤), Youdi Zhang 박사 (책임교수 양창덕), 정기훈 박사 (책임교수 이상영), Zhang Hemin 박사 (책임교수 이재성), 김진현 박사 (책임교수 이재성), 이호식 박사 (책임교수 이준희)
 - 연구교수
 - 김경호 박사 (책임교수 조재필), 김일용 박사 (책임교수 조재필)

■ 우수 신진연구인력의 연구 활동 활성화 및 연계활동

- 정기 워크숍 개최: 상/하반기 2회의 워크숍 개최를 통해 그간의 연구결과를 정리하며 과제 진행상황 및 연구 성과 달성을 위한 전략을 수립. 특히 워크숍에서는 기간별 우수성과를 낸 연구원을 선정 및 시상 (인센티브 활용)
- 정기 세미나 개최: 최소 1년에 2회 이상 관련 또는 인접 분야 전문가를 초청하여 세미나를 개최하며, 얻어진 결과에 대한 의견 교환을 통해 산업에서 직면한 문제점에 대한 해결책을 모색. 기업에서 수행이 어려운 기초연구 합성이나 분석 등과 관련해 공동연구 기반을 구축
- 국내외 학술대회 참석: 국내외 관련 학회에 연구원들을 참석시켜 연구결과 홍보 및 관련 분야 최신 연구 동향 분석함과 동시에 국내외 주요 연구자들과의 교류 및 연구 협력 방안을 모색할 예정
- 산학 협의회 개최: 본 사업에 수요기업의 연구원들을 초청하여 학교에서 얻어진 연구 성과를 소개하며 현장의 Needs를 반영하여 연구방향 설정을 위한 산학연 협의회를 최소 1년에 1회 이상 개최
- 공동연구 및 기술이전 검토: 주요 연구결과물을 정리한 자료를 제작하고, 관련 기술의 주요한 수요처인 산학협력 기업들에게 정기적으로 제공. 이를 통해 수요기업과의 공동연구를 활성화하고 기술이전 가능성도 타진
- 정기적인 Job Fair 추진: 본 연구단 졸업생이 선호하는 기업의 정보를 얻을 수 있는 기회를 제공함과 동시에 기업 또한 우수한 인력을 채용할 수 있는 채용 정보 교류

■ 학부 우수대학원생 선발

- 박사과정 연구 인력의 연구 지원 제도 운영
 - 학부 내에서 우수한 대학원생을 선정하여 시상 (예화공인의 밤, 매년 11월 중 개최)
 - 온라인 출간일이 확정 된 논문을 대상으로 심사 진행
 - 인정 저널리스트는 매년 홍보위원회에서 결정
 - 2019년 선발 자격 요건
 - Nature (sisters), Science, Adv. Mater., JACS, PNAS, Angew. Chem., Nano Lett., Phys. Rev. Lett., Energy&Environmental Science, Advanced Energy Materials, ACS Nano, Advanced Functional Materials, Science Advances, Joule, Chem 저널에 1저자로 1편 이상 게재한 재학생 및 당해 8월 졸업생

■ 에너지 인공지능 융합대학원과의 연계 프로그램 개설

- 융합기술 교육을 위한 교과 구성
 - 다양한 에너지 관련 기초, 응용과목과 인공지능 및 에너지 관련 과목들을 조화롭게 개설
 - 에너지 관련 9과목, 인공지능 관련 2과목 신설
 - 과목 수강 계층화를 통해, 특정 에너지 분야와 융합된 인공지능 전문가 양성
- 에너지 및 인공지능 분야 28인 교원 확보 및 전원 강의
 - 기업, 연구소 등 현장 전문가를 겸임교원으로 초빙하여 연구 및 교육 시행
- 학내 AI 교육 환경 구축 및 AI 활용 연구 진행 교원 비율 50% 확보
- 우수 학생 확보 및 양성
 - UNIST 에너지 분야 수월성을 바탕으로 경쟁력 있는 국내 및 해외 대학원생 유치, 장학제도 운용 및 100% 영어 강의를 통한 글로벌 교육
- 에너지 융합기술 분야 연구 특성화 및 산학연계 프로그램 운영
 - 인공지능, 에너지 분야 (태양광, 배터리, 연료전지, 수소 등) 특화 교육
 - SK종합화학, 한국조선해양, KOBIS 등 2개 대기업과 5개의 중소기업과 MOU 협력
 - Harvard 공대, 한국에너지기술연구원, 에너지경제연구원 등 협력
- AI 혁신 파크 구축을 통한 산업체와의 긴밀한 협력 및 전문 인력 육성
- 인력양성을 위한 교육활동
 - 매년 20과목 내외 개설. 학기별 균형 있는 과목 분배
 - 산업체와의 교류를 통한 기업 인턴십 프로그램 적극 장려

3. 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-1> 해당 신산업분야 문제해결을 위한 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
1	이현욱		에너지저장소재	저서	http://ebook.kcsnet.or.kr/ecatalog5.php?Dir=130&catimage=
	대한화학회가 매월 간행하는 화학과 관련된 모든 분야의 최근 학술 및 기술 정보를 취급하는 전문 소식지이다. 해당 칼럼은 실시간 투과전자현미경 (in-situ TEM) 분석법을 통한 나노물질 합성과 이차전지의 현상의 이해에 대해 기술하였다. 높은 해상도의 이미지 뿐만 아니라 회절 패턴, 에너지분산형 분광분석법, 전자에너지 손실 분광분석법 등 다양한 분석법을 병행해 통해 그에 따른 화학적 정보를 얻을 수 있다는 점을 소개한다. 새로운 물질 개발을 위해 필요한 정확한 반응 관찰이 가능한 실시간 투과전자현미경 분석법 소개를 바탕으로 나노물질 합성과 이차전지 분야 뿐만 아니라 가스와 촉매 반응, 고체 화학변화 반응, 기계적 특성 평가 등의 다양한 응용 분야로의 적용이 가능하여 새로운 물질 혹은 시스템 개발에 기여할 수 있음을 제시한다.				
2	이현욱		에너지저장소재	신규교과목개설	-
	에너지 분야 및 환경문제에서 나노 기술의 특정 응용 분야에 대해 다루기 위해 개설하였다. 나노 기술, 합성 방법 및 응용 공학과 더불어 에너지 및 환경 분야에 응용되는 나노 기술에 대한 지식을 통해 전공 지식에 대한 깊은 이해를 돕는다. 강의계획서 제출				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
3	이성국		대사공학/합성생물학	Book chapter	ISBN: 978-3-527-34088-0/ https://www.wiley.com/en-us/Emerging+Areas+in+Bioengineering-p-9783527340880
	본 서적은 대사공학, 미생물 기반의 생물화학 전환 (biotransformation), 생물 의약품 적용에 관한 생명 공학 분야의 핵심 연구 주제들에 관해서 서술된 책이다. 최근의 합성 생물학과 대사 공학 접근을 기반으로 대장균을 통해 바이오매스를 바이오 연료로 전환 및 이를 위해 컴퓨터 기반의 시스템 생물학적 접근들에 관해서도 다루고 있다. 특히 합성물학과 대사공학에 있어 가장 중요한 기반기술이 표적 미생물에 대한 유전자 수정 기술이다. 대사공학에서는 미생물의 대사 경로를 재설계, 외인성 경로의 통합, 기존 경로의 제거 및 그 경로의 흐름을 조절 하는 등 다양한 접근법들이 이용되고 이를 위해서는 요구되는 표현형을 위해서 유전형을 바꾸기 위한 기술이 필수적이다. 해당 장에서는 유전자 수정에 널리 사용되는 올리고 뉴클레오타이드 기반의 상동 서열 재조합 (homologous recombination) 기술을 포함한 대장균의 유전자 수정 기술들이 서술되었다. 바이오에너지 생산 균주 구축시 가장 보편적으로 이용할 수 있는 대장균을 기반으로 작성되어 대장균 연구자 및 그 이외의 진핵생물 유전자 수정 기술 연구에 기반이 될 수 있다.				
4	양창덕		유기전자 재료합성	Book chapter	ISBN: 9781138065697 pp 149-194 / https://www.crcpress.com/Conjugated-Polymers-Perspective-Theory-and-New-Materials/Reynolds-Thompson-Skotheim/p/book/9781138065697
	유기 태양전지와 유기 전계 트랜지스터에 응용되는 파이-공액 올리고머의 구조 설계부터 다양한 기기 응용에 이르는 주제에 대한 포괄적인 이해를 제공하기 위해 티오펜, 사이클로펜타디티오펜, 벤조디티오펜, 인도세노디티오펜, 릴렌이미드 기반 대표적인 파이-공액 올리고머의 최근 개발 동향을 보여주며, 화학 구조, 물리적 특성 및 기기 성능 간의 상관관계를 제시하고 향후 개발 과제와 주요 연구 방향에 대해서 다루고 있다. 유기 반도체 소재는 좋은 전기적 특성과 경제성, 기능화의 다변성, 박막 유연성, 공정의 용이성 등에서 유망한데 이 책은 향후 고성능 태양전지 개발 및 구현을 위한 분자 구조와 특성, 성능 간 이해에 도움을 줄 수 있다. 에너지 분야 대학원생과 연구원들의 차세대 유기 태양전지 소재 개발에 대한 지식을 넓히는 교육 효과가 높을 것으로 예상된다.				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
5	박혜성		전자소자	신규교과목개설	-
	본 과목은 양자역학, 고체물리, 반도체 물질 및 소자이론에 대한 이해를 바탕으로 반도체 소자의 특성과 구동에 대한 기초를 제공하는 것을 목적으로 한다. 현대 및 차세대 전자 소자를 이해하는데 있어 중요한 기초 지식을 제공하여 이후 응용 연구 진행에 큰 기반이 될 것으로 기대된다. 강의계획서 제출				
6	고현협		재료공학	Book Chapter	ISBN: 9783527804856, 287-321, https://books.google.co.kr/books?hl=en&lr=&id=RdZMDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA287&dq=info:EiUEvXOG878J:scholar.google.com&ots=xaAgJ_5-fH&sig=s-l_faceTlanV1_kX7-R1iUIUgo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
	본 서적은 사람의 활동과 생리학적인 활력 징후를 감지할 수 있는 유연성 센서에 관해 서술된 책이다. 최근 기대수명 연장 및 삶의 질 향상으로 인해 많은 사람들이 건강관리에 관심이 많아졌으며, 이로 인해 실시간으로 건강 상황을 확인할 수 있는 헬스케어 모니터링 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 서적에서는 사람의 건강과 직접적으로 관련된 심박수, 혈압, 호흡수, 온도 그리고 혈액의 pH를 감지할 수 있는 다양한 유연성 센서들을 정리했으며 실제 생활에 적용된 사례들을 기술하고 있다. 본 서적을 통해 현재까지 활발히 연구되고 있는 헬스케어 모니터링 기술과 원리 및 적용 사례를 알아볼 수 있으며 이로 말미암아 앞으로 개발될 또는 유망한 미래 헬스케어 기술들을 추론할 수 있다.				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
7	고현협		재료공학	Book Chapter	ISBN: 9783527807918, 1-29, https://books.google.co.kr/books?hl=en&lr=&id=x- xDDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=info:M0S0j 2OUZIUJ:scholar.google.com&ots=Z- rk7PF0UW&sig=W5YsgC2YfJXZoB5YYc2nE6mw JXc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
	본 서적은 생물 의학적인 응용을 위한 폴리 도파민의 일반적인 합성법 그리고 중합 반응의 작용 원리에 대해 기술된 책이다. 뛰어난 접착성 및 독특한 화학적, 전기적 그리고 광학적 특성을 지닌 폴리 도파민은 많은 응용분야에 적용되고 있으며, 특히 다양한 작용기를 가지고 있어 생물 의학적 응용 분야에서 많은 관심을 가지고 있는 물질이다. 본 서적에서는 폴리 도파민의 자세한 중합 원리와 기본적인 전기적, 접착 특성과 생체 적합성을 정리하였으며 다른 물질과의 화합물 제작 및 구조체 생성을 통해 바이오 이미징과 같은 다양한 생물 의학적인 분야에 응용되는 사례들을 기술하고 있다. 본 서적을 통해 폴리 도파민의 기본 성질 및 합성 방법을 알 수 있으며, 특히 생물 분야로의 응용 사례 및 가능성이 자세히 기술되어 있어 연구자료로의 활용 가치가 높다.				
8	장지욱		촉매화학공학	신규교과목개설	-
	최근 늘어나는 에너지 수요에 따른 화석연료 사용량 증가로 재생에너지를 기반으로 하는 에너지 생산이 중요해짐에 따라 재생에너지를 다루는 과목을 개설하였다. 수소 생산 및 저장, 바이오연료, 풍력에너지, 태양에너지 등의 현재 중요하게 다뤄지고 있는 신재생에너지의 기본 개념과 그 응용분야를 다루고 있으며, 앞으로 미래세대 에너지 연구 방향성에 대해 다루고 있다. 현재 신재생에너지 개발은 매우 중요한 주제이나 다루는 과목이 없어 본 과목을 새롭게 개설하여 에너지 분야 대학원생들의 재생에너지에 대한 이해를 도울 수 있다. 재생에너지 응용 분야 확대에 대한 지식을 다루어 본인의 전공과 재생에너지를 융합할 수 있는 기회를 제공하여 교육 효과가 높은 과목이다. 카탈로그 사본, 강의계획서 제출				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
9	임한권		화학공학	신규교과목개설	-
	본 교과목은 다양한 화학공정에 대한 기술/경제적인 타당성을 평가하는데 필요한 기본적인 원리 및 방법 등을 소개하며, 항목별 단가 계산, 민감도 분석, 이익 분석과 확률 분석 등의 평가 방식을 통해 제시된 공정의 타당성을 가늠할 수 있는 방법에 대하여 설명한다. 또한, 단순한 경제성과 관련된 계산이 아닌 실제 화학공정에 적용함으로써 보다 현실적이고 구체적인 기술/경제성 분석의 토대를 만들고자 한다. 본 교과목을 통해 실제 화학공정에 대한 학생들의 이해도가 높아졌음을 확인하였으며, 동시에 수업 시간에 배운 이론적 기술/경제성 분석 방법들을 실제 화학공정에 적용한 후, 그 타당성을 검증하는 과정을 통해 주어진 공정에 대한 타당성 및 실제 응용 가능성에 대한 현실적인 감각들이 많이 향상되었음을 확인할 수 있었다. 강의계획서 제출				
10	곽상규		열역학	신규교과목개설	-
	물질 및 계의 열역학 성질과 법칙들에 대한 배경지식을 수학과, 열역학 계를 형성하는 모델 시스템을 통해 계의 분자적 해석과 용액과 혼합성 성질을 공부하여 평형 반응 및 위상 평형을 이해한다. 이후 물질 및 계의 열역학 성질을 예측하기 위한 분자 시뮬레이션의 타당성을 통계역학의 기초지식을 습득하여 이해한다. 본 과목은 열역학의 기본 원리 및 적용을 분자레벨의 이론 및 정보와 연계하여 이해하고, 기초 통계역학을 수학과하여 분자 모델링 및 시뮬레이션의 원리를 배움으로써, 자연 현상에 대한 분자거동의 인지력을 높이고, 열역학 계산과학의 연구를 이해하며 위상 평형계를 심층적으로 분석할 수 있도록 도와준다. 기존 열역학 강의는 물질 및 계의 거시적 성질에 기반하였으나, 본 강의는 분자거동을 이해하고 해석할 수 있는 지식을 제공하므로, 분자 모델링 및 시뮬레이션의 근간을 열역학과 연계하여 이해할 수 있다. 강의계획서 제출				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
11	이상영		에너지소자용 전해질 및 멤브레인	저서	ISBN 978331992917, https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-92917-0.pdf
	본 서적은 에너지 저장 및 변환 장치 (특히, 리튬이차전지를 중심으로)에서 Nanocarbon의 역할에 대해 기술하고 있다. 이차전지의 성능이 이온 및 전자 흐름에 의해 결정된다는 점을 고려할 때, 배터리 전극에서 도전성을 부여할 수 있는 Nanocarbon의 중요성은 점점 커지고 있다. 본 서적에서는 상업화되어 사용되고 있는 카본 파우더 외에, 차세대 소재로 큰 주목을 받고 있는 카본나노튜브 및 그래핀에 대해서 현황 및 향후 개발 방향에 대해 논의하고 있다. 에너지 분야 전공 대학원생들의 전기 핵심 소재에 대한 원리 및 응용에 대한 이해를 도모하는 교육 측면에서 활용 가치가 높다.				
12	이상영		에너지소자용 전해질 및 멤브레인	저서	ISBN 9781119287421, https://books.google.co.kr/books?hl=ko&lr=&id=zjJKDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP9&dq=Printed+Batteries:+Materials,+Technologies+and+Applications&ots=Zx8Swc8e0_&sig=SP8rdqspJtBLPUsLKp9uwVBsQow#v=onepage&q=Printed%20Batteries%3A%20Materials%2C%20Technologies%20and%20Applications&f=false
	본 서적은 차세대 에너지 저장 시스템으로 큰 주목을 받고 있는 Printed Batteries에 관한 내용이다. Printed Batteries 작동 원리, 핵심 소재 및 제조 공정 등에 대해 체계적으로 기술하고 있으며, 특히, 미래 플렉서블/웨어러블 및 IoT 시대 전원으로써 Printed Batteries의 특징 및 기대 효과를 기술하고있다. 에너지 분야 전공 대학원생들의 차세대 전원 및 그 응용 분야 확대에 대한 지식을 넓힐 수 있어, 교육 효과가 높은 교재이다.				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
13	이지석		고분자공학	총설	ISSN (Print): 1225-0260/http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06386531
	본 총설에서는 다양한 물리 화학적 성질을 가지는 미세입자 제조와 산업화의 중요성이 대두됨에 따라 미세유체 내에서 유동리소그래피를 이용한 미세입자의 합성과 응용에 대해 서술하고 있다. 광경화 수지를 이용하여 기존의 미세 유동유체와 광리소그래피 융합한 미세입자 제조 기술을 소개하였으며 투명 마스크를 통해 다양한 모양의 미세입자를 설계하였다. 또한 제조한 미세입자의 바이오 및 위조방지로의 응용 분야에 대한 가능성도 제시하고 있다. 국내 권위있는 학회인 한국고분자학회에서 발행하는 고분자과학과 기술에 2015년 4월에 등재된 총설이며 미세유체를 이용한 유동리소그래피의 종류와 기본적인 원리에 대해 소개하고 다양한 응용 분야에 대해 서술함으로써 미세입자 제조에 대한 전반적인 이해를 돕고, 이를 통한 후속연구 가능성을 제시했다.				

4. 교육의 국제화 전략

4.1 교육 프로그램의 국제화 계획

4. 교육의 국제화 전략

4.1 교육 프로그램의 국제화 계획

■ 교육 인프라의 국제화 현황

항목	구 분	최근 3년간 실적			전체기간 실적
		2017년	2018년	2019년	
외국어 강의	개설과목 수	23	21	17	61
	외국어강의 수	23	21	17	61
	비율 (%)	100%	100%	100%	100%
외국인 전임교수	연구단 학과(부) 전임교수 수	50	35	36	121
	외국인 전임교수 수	2	2	2	6
	비율 (%)	4%	5.71%	5.56%	4.96%
외국인 대학원생	연구단 학과(부) 대학원생 수	228	224	228	680
	외국인대학원생 수	4	3	4	11
	비율 (%)	1.75%	1.32%	1.77%	1.62%
학위논문	연구단 학과(부) 대학원생 학위논문 수	31	38	32	101
	대학원생 외국어 작성 학위논문 수	31	38	32	101
	비율 (%)	100%	100%	100%	100%

■ 교육 인프라 향상 계획

- 외국어 강의 및 영어 공용화 사업
 - UNIST의 모든 강의는 100% 영어 강의로 진행 중
 - UNIST의 모든 학위논문은 100% 영어로 작성함
 - 국제적 수준의 교육/연구/행정 지원을 위한 캠퍼스 영어공용화 프로젝트
- 영어논문교정 서비스 지원 계획
 - 목적: UNIST 구성원의 영작문(논문, 과제 등)에서 한국인으로서 나타날 수 있는 문법적 오류 혹은 표현을 감수하여 정확한 영어표현을 사용할 수 있도록 유도
 - 내용:
 - 언어교육원 소속 원어민강사 9명이 감수
 - Editing Service 시행 (유료)
 - Writing Tutorial Service 시행 (학생 위주의 감수)
 - Writing Center 구축을 위한 사전 준비

- 외국인 전임교수 현황 및 추진 계획 (외국인 교원 20% 충원계획)
 - 외국인 교원의 비율을 높임으로써 대학 구성원의 학문적·문화적 다양성을 통해 연구 및 교육활동에서 세계적인 수준의 대학으로 도약에 기여
 - 여러 국가의 우수한 외국인 교원들의 수업을 수강함으로써 학생들의 의사소통 능력과 국제적 감각을 기를 수 있음
 - 전임 교원 중 외국인 교원 비율 도달 목표 : 전체 교원의 20%
 - 2019학년도 현재 외국인 교원 충원 현황 (2020.03.17기준)
 - 내국인 전임교원 167명, 비전임 41명
 - 외국인 전임교원 13명, 비전임교원 29명
 - 2019년 3월 현재 외국인 교원 비율이 16.8% (전임7.2%, 비전임41.4%)로, 향후 전임교원의 외국인 비율을 높이기 위하여 방안을 강구중임
- 우수 외국인 학부생 및 대학원생 유치 현황 및 계획
 - 목적:
 - 1) 2030년 세계 10위권 대학으로의 도약에 기여할 세계적 인적 구성
 - 2) 우수한 외국인 학생을 유치하여 UNIST의 국제화 지표 향상에 기여
 - 3) 영어 100% 강의 등 국제적 분위기의 캠퍼스 환경 조성에 기여
 - 4) 국내 고교 출신 학생들의 국제적 감각 체득에 기여
 - 5) 성장 잠재력이 큰 국가의 우수 인재를 양성하여 국가 발전에 기여
 - 6) 국제 학술 및 문화 교류에 우리 대학의 공헌도 향상에 기여
 - 외국인 학생 유치 계획 (총 학부생의 20% 충원)
 - UNIST의 외국인 학생 현황: 학부: 170명, 대학원: 152명, 연구원: 62명, 총 47개국, 384명 (2020.04.1 기준, 가나, 파테말라, 나이지리아, 남아프리카공화국, 네팔, 도미니카, 독일, 러시아, 루마니아, 르완다, 리투아니아, 말레이시아, 모로코, 몽골, 미국, 방글라데시, 베트남, 벨로루시, 부탄, 브라질, 소말리아, 수단, 싱가포르, 아제르바이잔, 알제리, 에티오피아, 오스트리아, 우즈베키스탄, 우크라이나, 이란, 이집트, 인도, 인도네시아, 중국, 카메룬, 카자흐스탄, 캄보디아, 캐나다, 키르기스스탄, 크로아티아, 타지키스탄, 태국, 터키, 투르크메니스탄, 파키스탄, 프랑스, 필리핀)
- 우수 외국인 및 재외국민 특별전형 유치 세부안
 - 각국 상위 1% 과학영재 유치
 - 본교 진학 이후의 수학 능력을 최우선 고려
 - 전략적 집중 유치국가: 카자흐스탄, 터키, 베트남, 아제르바이잔, 인도네시아 등
 - 안정적 홍보 체계 구축
 - 1) 주요국 국비 유학생 유치
 - 2) 각국 정부 및 교육기관과의 학생 유치관련 MOU 체결
 - 3) 주요국 영재학교 및 최우수 명문고 방문설명회 (2019년)
 - 4) 주요 국가별 핵심 고교 조사 및 분석
 - 5) 각 고교별 특징적인 커리큘럼 조사 및 분석
 - 6) 각 국가의 대학입학교사 및 성적 분포 현황 조사 및 분석
 - 7) 각 정부의 장학 사업에 적극 참여
 - 8) 각국 정부와 새로운 장학 프로그램 개발

■ 국제교류 및 외국대학과의 교육 콘텐츠 교류 계획

○ Global English 및 문화탐방 프로그램 운영 실적 및 계획

- 목적: 어학능력을 향상시키고 현지 문화를 체험할 수 있는 프로그램을 제공함으로써 학생들의 안목 형성과 글로벌 시민으로서의 다문화를 이해할 수 있는 기회를 제공
- 내용:
 - World Friends ICT 해외 봉사활동: 한국정보화진흥원 (kiv.nia.or.kr) 주관의 해외 ICT 봉사활동 프로그램으로, 여름방학 기간 동안 개발도상국에 파견되어 ICT 교육 및 프로젝트, 한국문화 교육을 진행하는 프로그램
 - 문화탐방프로그램 (Culture Exchange Program): 여름/겨울 방학 교육 및 연구 역량 강화를 위해 해외 기관에서 해외 문화체험과 현지 언어프로그램을 수강하는 비학점 문화탐방프로그램

○ 전공 교육 및 연구관련 해외교류프로그램 운영 계획

- 목적: 외국대학의 교육 및 연구시설을 경험할 수 있는 장단기 프로그램을 제공함으로써 전공에 대한 선진지식을 학습하고 해당국가의 문화 및 언어 습득을 통한 글로벌 환경에 대응할 수 있는 능력 배양
- 내용:
 - 교환학생 프로그램 (Student Exchange): 학생들의 문화 경험 및 언어 역량 향상, 전공 지식을 위해 정규학기의 한 학기 또는 일 년 동안 협정교에서 수학한 후 학점을 인정받는 프로그램
 - 계절학기 (Summer Session): 여름 계절학기 동안 자유롭게 협정교 및 비협정교의 현지 강의와 수업을 수강하고 취득한 학점을 인정받는 프로그램
 - IAESTE 인턴쉽 프로그램: IAESTE (국제이공계인턴교류협회)가 주관하여 대학, 기업, 연구소 등에서 관심 분야, 전공의 실무경험을 수행한 후 취득한 학점을 산업체 인턴쉽 학점으로 인정받는 유급 해외 인턴쉽 프로그램
 - 해외 기관 연구 인턴쉽 프로그램 (UROP): 여름/겨울 방학 기간 중 4주~8주 동안 외국대학 교수의 연구실에서 연구프로젝트를 수행하고 취득학점을 연구 인턴쉽 학점으로 인정받는 프로그램
 - 학술활동프로그램 (Student Academic Activities): 전공 관련 해외학회 등 학술행사 참석을 통해 연구에 대한 역량 강화와 글로벌 연구 문화 습득 기회를 제공하는 프로그램

■ 해외 복수 학위 학생 배출

- 해외공동/복수 학위 학생 배출과 학위 논문 국제 공동심사 커미티 제도는 미운영중
- 향후 필요성에 따라 개설 예정

■ 대학원생 국제 교류 지원 계획

- Nine Bridges & Star Fellowship 장학생 대학원생 참여 실적
- 취지: 대학원생 중 세계적인 과학자로 성장할 가능성 있는 학생을 선발하여 첨단융합학문 연구에 매진할 수 있는 기회를 제공하고, 최우수 대학원생 유치를

통해 대학원 과정을 활성화하여 UNIST가 세계적인 과학기술 특성화 연구 중심대학으로 발전해 나가도록 하고자 함.

- 대상: 대학원의 학업성취도 및 잠재적 연구능력이 예상되는 석·박사통합과정 및 박사과정 신입생과 SCI급 우수 논문 게재실적이 있는 석·박사통합과정 및 박사과정 재학생
- 지원 금액
 - 3년간 최대 9천만원 (연간 3천만원, 최대 3년 지원)
 - 해외 Lab 파견경비 지원 (6개월 이상, 최대 3천만원 지원)

■ 기타 교육 프로그램 국제화 계획

- 해외 외국인 석학 초빙 및 활용 계획
 - 계절학기 동안 해외 우수교원을 비전임교원(초빙교수)으로 임용하여 강의진행, 세미나, 공동연구 등의 시행을 통해 학생들에게 글로벌 마인드 함양과 세계적인 수준의 지식을 습득하게 하고 소속 교원들과는 세미나, 공동연구 협의를 통해 세계적인 수준의 연구 과제를 도출함
 - 해외 우수 교원을 초빙하는 계기로 삼아 UNIST의 연구능력 글로벌화 및 세계적인 연구중심대학으로서 본교 개설된 계절학기 강의와 본교 소속교원과의 세미나 진행 및 공동연구를 추진 계획함
- 외국학생을 위한 문화프로그램 지원 계획
 - 목적: 외국인 유학생들에게 한국의 문화를 체험할 수 있는 다양한 프로그램을 제공함으로써 한국에 대한 이해를 증진시키고 한국문화 습득을 돕기 위함
 - 내용:
 - SPIKE (Summer Program of Internship and Korean Experience): 여름 방학 8주의 기간 동안 한국 학생과 외국학생이 함께 수업수강, 한국문화체험, 기숙사 생활을 하며 강의 및 한국문화 4주, 인턴십 4주를 수행하는 프로그램
 - 한국문화체험 프로그램으로써 시티투어 (울산, 경주, 부산, 전주 등), 산업체투어 (현대자동차 등), 머드페스티벌, 국악체험 등을 포함함
 - International Day
 - UNIST Buddy-Buddy (UBB)
 - Culture Exchange Conversation
 - 외국인 사고예방교육, Culture Exchange Conversation
 - UISO (외국인유학생회) 지원
- 글로벌 리더쉽 훈련 프로그램 지원 계획
 - 목적: 다양한 팀 활동을 통하여 건강한 공동체 의식을 함양하고 프로젝트를 기획하면서 변화를 주도할 수 있는 역량 있는 리더쉽 스킬 습득 및 팀워크와 봉사정신 등 인성교육의 기초마련
 - 내용:
 - 일반 팀활동: 팀워크 향상과 선·후배간의 친목을 장려하는 내부협력활동
 - WeProject: 이웃을 먼저 생각하는 프로젝트를 기획·홍보를 실시함으로써 희생과 봉사정신을 배우고 다른 사람에게 선한 영향력을 미치는 외부협력활동 예시) 학교 내 수고하시는 분께 감사표현하기, 학교홍보 UCC, 나무심기 이벤트,

아나바다 운동, 사랑의 우체통

○ 외국인 관리 시스템 구축 실적 및 계획

• 목적:

- 외국인 교수, 학생, 직원 등 외국인을 통합 관리 및 지원할 수 있는 시스템 구축
- 외국인 학생은 홍보, 입학에서 졸업, 취업에 이르기까지의 체계적인 학생 관리시스템을 구축하여 데이터베이스화
- 외국인 유학생 담당자 선발 및 유학생을 위한 다양한 문화프로그램 제공
- 매년 외국인 유학생 가이드북 발간
- 외국인 교원 및 가족 가이드북 발간 및 오리엔테이션 실시

○ 학생 서비스 시스템 영어화 계획

• 목적:

- 학사관리팀에서 발간하는 모든 자료를 영문으로 작성하여 외국인학생 및 교원이 충분한 학사정보를 얻도록 하며 국내학생들도 영문으로 정보를 습득하도록 함
- UNIST 전 구성원들이 보다 다양한 영어환경에 노출되도록 한다는 궁극적 목표달성의 발판이 되도록 함

• 내용:

- 대학원 주요 행사, 세미나 등 개최 시 영문 메일 및 포스터 안내
- 영문 Academic Life Guidebook 발간
- 학부 및 대학원 수강신청 안내를 위한 영문 수강편람 및 교육과정편람 발간
- UNIST Academic Calendar 영문 제작 및 배포

4. 교육의 국제화 전략

4.2 대학원생 국제공동연구 계획

4.2 대학원생 국제공동연구 계획

■ 대학원생 해외 연구실 공동연구 계획

- 최근 5년간 다수의 연구책임자들이 해외 우수 학자들과 교류를 통해 공동연구를 수행하고 있어, 이를 기반으로 대학원생들의 해외 공동연구로 확장을 하고자 함
- 주로 미국 소재의 대학들과 공동연구를 수행하고 있으나, 유럽을 포함한 대륙에 속한 우수 연구실에도 공동연구 협의를 계획 중임
- 대학원생과 그 지도교수가 같이 방문하여 15일 이상 체류하면서 공동연구를 수행하는 것을 목표로 삼음

■ 대학원생 장·단기 해외연수 계획

- 목적: 대학원생의 연구 여건 개선 및 국제협력 기반을 조성하고, 연수를 통해 국제경쟁력을 갖춘 우수한 학문 후속세대를 양성하고자 연수비를 지원
- 지원 자격: 박사과정 재학생, 수료예정자, 수료자 (연구생등록자)
- 연수 기간: 2개월 이상 6개월 미만

■ 해외공동연구 진행중(해외 우수 학자들과의 교류를 통한 공동연구)

- 공동연구책임자: Duke University Stephen Craig 교수 - 공동연구: 고현협 교수
 - 연구제목: 기계자극 변색형 전자피부/ Mechanochromic electronic skin
 - 듀크대에서 합성한 spiropyran mechanophore를 이용하고 본 연구팀에서는 고분자 복합 소재 필름의 다공성 마이크로 구조화 및 나노입자의 도입을 통해 외부 자극을 효과적으로 전달할 수 있는 구조체를 제조하여 외부 압력 및 스트레인에 따라 민감하게 색상이 변화하는 변색형 인공전자피부를 개발 진행 중
- 공동연구책임자: North Carolina State University Michael Dickey 교수 - 공동연구: 김소연 교수
 - 연구제목: 에너지분야에 활용 가능한 프린팅용 고분자 나노복합체를 개발
 - 고분자 나노복합체를 이용한 다양한 기초연구를 기반으로 실용적인 프린팅용 고분자 나노복합체를 개발 진행 중
- 공동연구책임자: University of California Santa Barbara Alan J. Heeger 교수 - 공동연구: 김진영 교수
 - 연구제목: 페로브스카이트 및 하이브리드 적층 태양전지 개발/Development of the perovskite and hybrid tandem solar cells
 - 기존 실리콘 태양전지를 대체할 차세대 태양전지 물질로 각광받고 있는 페로브스카이트 무기 반도체를 이용한 태양전지 제작 기술을 혁신적으로 완성함으로써 고효율, 저가형 유-무기 하이브리드 태양전지를 제작 진행 중
- 공동연구책임자: MIT Jeewan Kim 교수 - 공동연구: 박혜성 교수
 - 연구제목: Development of single crystalline low-dimensional semiconductors via remote epitaxy growth and large-scale quasi-dry transfer utilizing interfacial toughness difference among different materials
 - 원격 에피택시 성장을 통한 뛰어난 전기적, 광학적, 물리적 특성을 보유하고 있는 단결정 저차원 반도체 소재를 구현할 수 있는 합성 기술 개발 진행 중. 소재 간 계

면 인성 차이를 이용해 원소재의 우수한 특성을 물성저하 없이 반도체 소자에 활용할 수 있는 대면적 준건식 전사 기술 개발. 단결정 저차원 반도체 소재 합성과 대면적 준건식 전사 기술을 함께 적용하여 단결정 저차원 반도체 소재의 전사 및 합성에 필요한 성장 기판을 재활용 가능한 기술 개발 진행 중

○ 공동연구책임자: Georgia Institute of Technology John Reynolds 교수 - 공동연구 : 양창덕 교수

- 연구제목: Rational Design for Top-Performing Semiconducting Materials Used in Organic Transistors and Organic Photovoltaics
- 자가조립 (controlled assembly)조성을 띄는 초분자 구조 (supramolecular structure) 물질 합성 (Breakthrough형 물질). 기존의 유기소재의 방향을 완전히 대체할 차세대형 소재 합성을 통한 유기전자에 응용을 통한 혁신방향 추구. 분자간 제2차 결합 (수소결합, $\pi-\pi$ 분자 간 인력)을 이용하여 자가 조립구조 이용한 분자 · 전자 소재 분야에 응용. 유기전자 소재에 용액공정의 편의를 위해 사용했던 알킬사슬 (alkyl chain)대신 무기물과 유기물의 혼성체인 실록센(Siloxane) 치환체가 도입된 공액 물질의 개발을 통한 분자 · 전자 소재 분야에 응용 목표로 진행 중

○ 공동연구책임자: University of California Berkeley Jay D. Keasling 교수 - 공동연구 : 이성국 교수

- 연구제목: Construction of synthetic microbes for biofuel production from biomass
- 최근 급격한 기후변화에 따른 국제 환경규제가 더욱 강화되고 있고 석유자원의 고갈에 대한 우려와 이에 부응한 석유자원 가격의 급격한 상승 등을 해결하기 위한 기술과 체계 확보의 필요성이 확대됨에 따라 국외 공동연구를 통해 대사회로 최적화와 접목시킨 주문형 생체시스템/인공생명체 제작 등의 합성생물학 기술을 개발하여 석유 의존형의 화학 산업을 바이오 의존형 지속성장 가능한 화학 산업으로 변모시킬 수 있도록 지방산 유래 바이오 에너지 생산 연구 수행 중

○ 공동연구책임자: University of California San Diego Micheal Sailor 교수 - 공동연구 : 이지석 교수

- 연구제목: Development of Organic Tactile Sensro using hologram
- 본 연구의 목적은 새로운 신호 전달 소재 및 구조를 합성하여 전단과 수직 힘을 효율적이고 직관적이며 민감하게 표현하는 연구에 있음. Sailor교수는 다공성 실리콘을 이용하여 포토닉 효과를 구현하는 연구를 처음으로 시작한 과학자이고, 다양한 고분자와 구조체 제작 방법과의 상호작용을 센서로 응용하는 연구도 진행하여 우수한 연구결과를 보고 하였음. 유니스트에서 본 연구자가 개척한 홀로그램 구현 연구와 삼차원 구조체 제작 연구를 Michael Sailor 교수의 연구와 접목하여, 보다 효과적으로 홀로그램 마이크로 구조체를 이용한 센서 제작 방법에 대한 연구를 진행할 예정임

Ⅲ. 연구역량 영역

1.2연구업적물

① 참여교수 대표연구업적물의 적합성과 우수성

<표 3-2> 최근 5년간 참여교수 대표연구업적물 실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
1	강석주		이공계열	재료공학	저널 논문	① Joong-Kwon Kim, Do Hyeong Kim, Se Hun Joo, Byeongwook Choi, Aming Cha, Kwang Min Kim, Tae-Hyuk Kwon, Sang Kyu Kwak, Seok Ju Kang, Jungho Jin
						② Hierarchical Chitin Fibers with Aligned Nanofibrillar Architectures: A Nonwoven-Mat Separator for Lithium Metal Batteries2
						③ ACS Nano
				유기전자재료		④ 11(6), 6114
						⑥ 2017
						⑦ 10.1021/acsnano.7b02085
■ 성과의 적합성: 친환경적 합성 기술 개발 및 차세대 에너지 저장 소자 기술 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 오징어 뼈에서 추출한 생체고분자 키틴 기반 부직포 매트 (Nonwoven mat) 형태 분리막 제작 및 리튬-금속전지 분리막으로 활용하여 충방전특성 향상 ■ 연구성과의 우수성: 기존 분리막 대비 리튬-금속전지 수명 최대 200% 이상 향상 ■ 파급효과 ○ 원심용융방사 (centrifugal jet spinning) 방법 도입으로 손쉬운 분리막 합성 방법 제시 ○ 리튬이온전지를 넘어 차세대 리튬-공기전지의 적용 가능성 제시 ○ 피인용횟수: 57회 (이하 Google Scholar 기준)						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
2	강석주		이공계열	재료공학	저널논문	① Jaehyun Park, Cheol Woo Lee, Ju Hyun Park, Se Hun Joo, Sang Kyu Kwak, Seokhoon Ahn, Seok Ju Kang
						② Capacitive Organic Anode Based on Fluorinated-Contorted Hexabenzocoronene: Applicable to Lithium-Ion and Sodium-Ion Storage Cells
						③ Advanced Science
				유기전자 재료		④ 5(12), 1801365
						⑥ 2018
						⑦ doi.org/10.1002/adv.201801365
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 삽입형 그래파이트의 낮은 율속 특성 해결을 위한 뒤틀린 나노 카본 (fluorinated-chBC)의 슈도커패시터 성능을 활용하여 충/방전 율속 특성 향상 ■ 연구성과의 우수성: 리튬/소듐 이온 4A/g 이상 고용 충/방전성능 향상, 400회 이상 안정적 구동 ■ 파급효과 ○ 슈도커패시터 고용속 특성 검증. 새로운 음극소재 개발방향 제시 ○ 국내 특허 1건 출원 ○ 피인용횟수: 6회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
3	강석주		이공계열	재료공학	저널논문	① Jaehyun Park, Se Hun Joo, Yoon-Jeong Kim, Ju Hyun Park, Sang Kyu Kwak, Seokhoon Ahn, Seok Ju Kang
						② Organic Semiconductor Cocystal for Highly Conductive Lithium Host Electrode
						③ Advanced Functional Materials
				유기전자재료		④ 29(32), 1902888
						⑥ 2019
						⑦ doi.org/10.1002/adfm.201902888
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 뒤틀린 나노카본 및 풀러렌 공결정체 형성으로 도전재가 없는 새로운 음극 소재 개발. 그래파이트 대비 고용량 고율속 특성을 획기적으로 향상 ■ 연구성과의 우수성: 도전재 없이 높은 전기전도도 유지, g당 320 mAh의 높은 용량 달성 ■ 파급효과 ○ 도전재를 포함하지 않고 기존 그래파이트 대비 높은 율속 성능 향상으로 새로운 음극 소재 개발 방향 제시 ○ 국내 특허 1건 등록						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
4	고현협		이공계열	자동차공학	저널논문	① Jonghwa Park, Marie Kim, Youngoh Lee, Heon Sang Lee, Hyunhyub Ko
						② Fingertip Skin-Inspired Microstructured Ferroelectric Skins Discriminate Static/Dynamic Pressure and Temperature Stimuli
						③ Science Advances
				재료공학		④ 1(9), e1500661
						⑥ 2015
						⑦ 10.1126/sciadv.1500661
■ 성과의 적합성: 정적/동적 압력 및 온도 그리고 표면 질감을 검출할 수 있는 인공전자피부를 구현 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 맞물려진 돔 구조의 소재에 압전 고분자인 PVDF와 산화 그래핀을 복합화했고 지문을 모사한 마이크로 패턴을 센서 상부층에 도입하여 다기능성 센서를 개발함 ■ 연구성과의 우수성: 사람의 피부 구조를 모사하여 새로운 방식의 다기능성 인공전자피부를 개발 및 구현함 ■ 파급효과 ○ 다기능성 인공전자피부 구현을 통해 여러 가지 물리량을 동시에 검출하고 구분할 수 있는 센서 소자 개발에 핵심적인 기술을 제공함 ○ 저명한 저널인 Science Advances에 게재 됨. 다수의 언론 보도 (KBS, SBS, YTN, Science 등) ○ 국내특허 1건 등록, 국제특허 1건 등록, 1건 출원 ○ 피인용횟수: 283회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
5	고현협		이공계열	자동차공학	저널논문	① Saewon Kang, Seungse Cho, Ravi Shanker, Hochan Lee, Jonghwa Park, Doo-Seung Um, Youngoh Lee, Hyunhyub Ko
						② Transparent and Conductive Nanomembranes with Orthogonal Silver Nanowire Arrays for Skin-Attachable Loudspeakers and Microphones
						③ Science Advances
						④ 4(8), eaas8772
				재료공학		⑥ 2018
						⑦ 10.1126/sciadv.aas8772
■ 성과의 적합성: 피부에 부착할 수 있는 투명 스피커 및 마이크로폰 구현 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 열음파 방식 대신, 은 나노와이어 네트워크의 줄 발열 특성을 이용해 소리를 출력하여 기존 스피커보다 매우 얇은 두께의 소자를 개발함 ■ 연구성과의 우수성: 은 나노와이어 네트워크와 고분자 나노막의 복합화를 통해 투명하고 소리를 감지 할 수 있는 웨어러블 소자를 개발 및 구현함 ■ 파급효과 ○ 투명한 웨어러블 스피커 및 마이크로폰 구현을 통해 차세대 디스플레이 플랫폼 개발에 핵심기술을 제공함 ○ 다수의 언론 보도 (MBC, YTN, Science 등) ○ 국내특허 1건 출원, 국제특허 1건 출원 ○ 피인용횟수: 33회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
6	고현협		이공계열	자동차공학	저널논문	① Jonghwa Park, Youngoh Lee, Meredith H. Barbee, Soowon Cho, Seungse Cho, Ravi Shanker, Jinyoung Kim, Jinyoung Myoung, Minsoo P. Kim, Chunggi Baig,
				재료공학		② A Hierarchical Nanoparticle-in-Micropore Architecture for Enhanced Mechanosensitivity and Stretchability in Mechanochromic Electronic Skins
						③ Advanced Materials
						④ 31(25), 1808148
						⑥ 2019
						⑦ 10.1002/adma.201808148
■ 성과의 적합성: 촉각을 시각화할 수 있는 역학변색형 인공전자피부 구현 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 역학변색형 고분자에 분자수준의 변형을 주는 것과는 달리, 고분자 복합소재의 구조적변형을 통해 민감도와 신축 특성을 향상시킨 소자를 개발 ■ 연구성과의 우수성: 마이크로 크기의 다공성구조 내부에 실리카나노입자를 계층구조화시켜 응력집중 및 에너지감쇠 효과를 통해 기존대비 민감도 50배 향상. ■ 파급효과 ○ 자연모사 마이크로/나노 구조체를 통해 센서의 민감도와 신축성을 향상. 계층 구조를 통한 마찰전기 센서 소자의 성능을 향상 및 복합 소재의 신축 특성 향상을 위한 기초 기술을 제공함 ○ 마찰전기 기반 동적 압력 감지 센서 및 변색 기반 압력 감지 센서 제조 기술은 본 과제의 자가발전 디스플레이 구현에 필수적인 기술을 제공함 ○ 피인용횟수: 9회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
7	곽상규		이공계열	화학공학	저널논문	① Kester Wong, Seok Ju Kang, Christopher W. Bielawski, Rodney S. Ruoff, Sang Kyu Kwak
				화공열역학		② First-Principles Study of the Role of O2 and H2O in the Decoupling of Graphene on Cu(111)
						③ Journal of the American Chemical Society
						④ 138(34), 10986
						⑥ 2016
						⑦ 10.1021/jacs.6b05333
■ 성과의 적합성: 에너지분야 활용도가 높은 CVD 그래핀의 decoupling 메커니즘 규명 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 그래핀 edge에서 O2와 H2O의 삽입반응 메커니즘을 규명 ■ 연구성과의 우수성: 반응 메커니즘 이외에도 edge의 유형이 GNR 아래에서의 산화에 영향을 미침을 확인함 ■ 파급효과 ○ 컴퓨터 모델링을 통해 Cu (111)에서 armchair edge를 가지는 GNR은 O2의 해리 이후, H2O가 삽입되는 순차적 반응에 의한 분리되는 메커니즘 규명 ○ 컴퓨터 모델링을 통해 Cu (111)에서 zigzag edge를 가지는 GNR은 O2삽입에 의해 분리되는 메커니즘을 규명 ○ 피인용횟수: 19회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	
				세부 전공 분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
8	곽상규		이공계열	화학공학	저널논문	① Seungjin Lee, Chung Hyeon Jang, Thanh Luan Nguyen, Su Hwan Kim, Kyung Min Lee, Kiseok Chang, Su Seok Choi, Sang Kyu Kwak, Han Young Woo, Myoung Hoon Song	
						② Conjugated Polyelectrolytes as Multifunctional Passivating and Hole-Transporting Layers for Efficient Perovskite Light-Emitting Diodes	
						③ Advanced Materials	
						④ 31(24), 1900067	
				화공열역학		⑥ 2019	
						⑦ 10.1002/adma.201900067	
						■ 성과의 적합성: PeLED 소자의 에너지 효율 향상 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 본 논문에서는 기존에 사용되지 않았던 TMA ⁺ counterion을 함유한 전해질을 사용하여 hole-transport layer에서 발생하는 trap state들을 성공적으로 passivation하였음 ■ 연구성과의 우수성: 10.2%의 external quantum efficiency를 가지는 PeLED를 제조하는데 성공함. maximum luminance와 current efficiency는 각각 14800 cd/m ² , 43.6 cd/A로 측정됨 ■ 파급효과 ○ 전산모델링을 통한 trap passivation 원리 및 passivation 상태의 열역학적 안정성 규명 ○ 계면에서 발생하는 trap state들에 대한 효율적 passivation 방법 제시 ○ 피인용횟수: 2회	

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
9	곽상규		이공계열	화학공학	저널논문	① Yi Jiang, Inseon Oh, Se Hun Joo, Onur Buyukcakil, Xiong Chen, Sun Hwa Lee, Ming Huang, Won Kyung Seong, Sang Kyu Kwak, Jung-Woo Yoo, Rodney S. Ruoff
				화공열역학		② Partial Oxidation-Induced Electrical Conductivity and Paramagnetism in a Ni(II) Tetraaza[14]annulene-Linked Metal Organic Framework
						③ Journal of the American Chemical Society
						④ 141(42), 16884
						⑥ 2019
						⑦ 10.1021/jacs.9b08601
■ 성과의 적합성: 대용량 에너지 저장장치 전극을 위한 금속유기구조체 신소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 리간드 산화를 통해 자성과 전기전도성을 동시에 지닌 새로운 2차원 금속유기구조체 소재 NiTAA-MOF를 개발 ■ 연구성과의 우수성: 요오드 증기를 이용한 리간드 산화에 의해 부도체였던 NiTAA-MOF ($\sigma < 10^{-10}$ S/cm)는 300K의 온도에서 0.01 S/cm의 전기전도도를 나타내고 스핀 농도 증가로 인해 자성을 나타냄 ■ 파급효과 ○ 2차원 금속유기구조체의 전기전도도에 리간드 산화가 중요한 역할을 함을 입증 ○ 카탈라아제 모방, 촉매, 에너지 저장 및 동적 핵분극-핵자기 공명 (DNP-NMR)과 같은 분야에서 잠재적으로 응용될 것으로 기대됨 ○ 한국일보, 동아사이언스 등에 우수연구성과로 소개됨 ○ 피인용횟수: 1회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
10	곽자훈		이공계열	화학공학		
						② Acid-Base Properties of Al ₂ O ₃ : Effects of Morphology, Crystalline Phase, and Additives
						③ Journal of Catalysis
				기타화학 공학		④ 345, 135-148
						⑥ 2017
						⑦ 10.1016/j.jcat.2016.11.025
■ 성과의 적합성: 차세대 알루미늄 기반 촉매개발에 응용 가능 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 알루미늄 기반 촉매에 대한 기존의 경험적 접근에서 벗어나 정량적 표면 특성을 이용한 접근이 가능하게 함 ■ 연구성과의 우수성: 알루미늄 표면 특성을 좌우하는 여러 가지 원인(구조, 결정상, 첨가제)의 일반화 가능하게 함 ■ 파급효과 ○ 알루미늄의 표면 특성에 대한 descriptor로 이용 가능하며 다양한 알루미늄 기반 촉매의 특성분석에 응용 가능 ○ 피인용횟수: 24회 ■ 성과의 적합성: 차세대 알루미늄 기반 촉매개발에 응용 가능 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 알루미늄 기반 촉매에 대한 기존의 경험적 접근에서 벗어나 정량적 표면 특성을 이용한 접근이 가능하게 함 ■ 연구성과의 우수성: 알루미늄 표면 특성을 좌우하는 여러 가지 원인(구조, 결정상, 첨가제)의 일반화 가능하게 함 ■ 파급효과 ○ 알루미늄의 표면 특성에 대한 descriptor로 이용 가능하며 다양한 알루미늄 기반 촉매의 특성분석에 응용 가능 ○ 피인용횟수: 24회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
11	곽자훈		이공계열	화학공학		
						② Evolution of Form in Metal-Organic Frameworks
						③ Nature Communications
						④ 8(1), 14070
				기타화학 공학		⑥ 2017
						⑦ 10.1038/ncomms14070
■ 성과의 적합성: 다양한 구조의 MOF 합성을 통한 새로운 응용 분야 모색 가능 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: MOF를 적절한 linker를 이용하여 MOF로 전환하고 반응 후 남은 MOF를 제거하는 과정의 반복을 통해 hierarchical한 새로운 구조를 합성함 ■ 연구성과의 우수성: MOF 기반 물질 설계의 새로운 방향을 제시 ■ 파급효과 ○ linker등을 조절함으로써 다양한 hierarchical 구조를 가지는 MOF의 합성이 가능하여 다양한 촉매등에 응용가능 ○ 피인용횟수: 41회 ■ 성과의 적합성: 다양한 구조의 MOF 합성을 통한 새로운 응용 분야 모색 가능 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: MOF를 적절한 linker를 이용하여 MOF로 전환하고 반응 후 남은 MOF를 제거하는 과정의 반복을 통해 hierarchical한 새로운 구조를 합성함 ■ 연구성과의 우수성: MOF 기반 물질 설계의 새로운 방향을 제시 ■ 파급효과 ○ linker등을 조절함으로써 다양한 hierarchical 구조를 가지는 MOF의 합성이 가능하여 다양한 촉매등에 응용가능 ○ 피인용횟수: 41회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
12	곽자훈		이공계열	화학공학		② Critical Role of (100) Facets on Γ -Al ₂ O ₃ for Ethanol Dehydration: Combined Efforts of Morphology-Controlled Synthesis and TEM Study
						③ Applied Catalysis A-General
						④ 556, 121-128
				기타화학 공학		⑥ 2018
						⑦ 10.1016/j.apcata.2018.02.018
				■ 성과의 적합성: 활성과 선택성이 좋은 새로운 촉매 개발 가능 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 알루미나 표면의 (100)면이 산염기 촉매 반응의 활성점임을 well defined nano faceted alumina의 합성과 high resolution TEM을 이용한 구조 분석 및 촉매 반응을 통하여 증명 ■ 연구성과의 우수성: 알루미나 표면의 반응 활성점에 대한 분자 수준의 이해를 가능하게 함 ■ 파급효과: ○ 알루미나 표면 활성점에 대한 분자수준의 이해를 통하여 새로운 촉매 디자인에 응용이 가능하게 함 ○ 피인용횟수: 9회		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
13	김동혁		이공계열	생물공학		
						② Decoding Genome-Wide GadEWX-Transcriptional Regulatory Networks Reveals Multifaceted Cellular Responses to Acid Stress in Escherichia Coli
						③ Nature Communications
				생물화학 공학		④ 6(1), 1-8
						⑥ 2015
						⑦ 10.1038/ncomms8970
■ 성과의 적합성 : 효소 촉매의 유전체 수준의 네트워크 재구성 (제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성 : 조절인자 GadE, GadW, 그리고 GadX의 유전체 수준의 조절 역할을 밝힘 ■ 연구성과의 우수성 : 산성 스트레스에 처한 대장균 K-12 MG1655에서 유전체 수준의 GadEWX 전사 조절 네트워크와 RpoS 관여 여부를 종합적으로 재구성 ■ 파급효과 : ○ GadEWX가 pH 항상성 유지를 위해 직접적이고 일관성 있게 여러 개의 프로톤 생성/소모하는 효소들을 부정적 순환 고리를 이용해서 조절하는 것과 산성 스트레스에 노출된 대장균의 전반적인 반응을 일으키는 다양한 세포 과정을 동시에 조절하는 것에 기여함을 밝힘 ○ 한국을 빛내는 사람들 (한빛사)을 통해 논문 소개됨 ○ 피인용횟수: 42회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
14	김동혁		이공계열	생물공학	저널논문	① Donghyuk Kim, Sang Woo Seo, Ye Gao, Hojung Nam, Gabriela I. Guzman, Byung-Kwan Cho, Bernhard O. Palsson
				생물화학 공학		② Systems Assessment of Transcriptional Regulation on Central Carbon Metabolism by Cra and Crp
						③ Nucleic Acids Research
						④ 46(6), 2901-2917.
						⑥ 2018
						⑦ 10.1093/nar/gky069
■ 성과의 적합성 : 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 효소촉매의 반응흐름 예측 (교신/제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 실험결과를 통해 만들어진 대사네트워크를 기반으로 대상 모델을 구성하여 전체적인 대사 네트워크의 시뮬레이션 및 예측을 진행함 ■ 연구성과의 우수성: 시스템생물학기반의 분석을 통해 전사적 규제의 상호작용이 박테리아내 핵심 탄소 대사에 어떤 영향을 끼치는지에 대한 대사 흐름을 예측 ■ 파급효과 ○ 미생물 탄소 대사의 주요 전사 조절 인자인 Cra, Crp의 유전체 수준의 실험 결과를 기반으로 이들의 결합 위치와 조절 유전자들을 확인 ○ 실험적으로 유도된 조절 정보 및 유전체 수준의 대사 네트워크의 재구성 ○ 전사적 규제의 상호작용이 박테리아 내 핵심 탄소 대사에 어떤 영향을 끼치는지에 대한 시뮬레이션을 진행함 ○ 한국을 빛내는 사람들(한빛사)을 통해 논문 소개됨 ○ IF 11.147, JCR 상위 4.515% ○ 피인용횟수: 13회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
15	김동혁		이공계열	생물공학	저널논문	① Ye Gao, James T Yurkovich, Sang Woo Seo, Ilyas Kabimoldayev, Andreas Dräger, Ke Chen, Anand V Sastry, Xin Fang, Nathan Mih, Laurence Yang, Johannes Eichner, Byung-Kwan Cho, Donghyuk Kim, Bernhard O Palsson
						② Systematic Discovery of Uncharacterized Transcription Factors in Escherichia Coli K-12 MG1655
						③ Nucleic Acids Research
						④ 46(6), 2901-2917.
						⑥ 2018
						⑦ 10.1093/nar/gky752
■ 성과의 적합성: 머신러닝을 통한 시스템 생물학적 접근 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 실험을으로만 밝혀왔던 조절인자에 대해 머신러닝기술을 적용하여 네트워크구성에 대해 예측하고, 실험데이터를 바탕으로 재구성 ■ 연구성과의 우수성: 머신러닝을 사용한 예측과 유전체 수준의 실험을 통합하여 전사인자 검증에 대한 접근 방법을 수립함 ■ 파급효과 ○ 특정화되지 않은 유전자로부터 16개의 전사인자 후보를 밝힘 ○ 10개의 후보 전사인자에서 나타난 결합부위를 통해 고신뢰성 결합 모티프의 확인 및 이들이 조절하는 유전자들을 통해 조절 네트워크의 재구성을 이루어냄 ○ 본 연구에서 사용한 접근 방법은 다른 특정화되지 않은 전사 인자의 발견, 특성 지정, 그리고 조절 기능을 규명하는 데에 동일하게 사용될 수 있을 것으로 기대됨 ○ 한국을 빛내는 사람들 (한빛사)을 통해 논문 소개됨 ○ IF 11.147, JCR 상위 4.515% ○ 피인용횟수: 15회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
16	김소연		이공계열	고분자공학		② Jabuticaba-Inspired Hybrid Carbon Filler/Polymer Electrode for Use in Highly Stretchable Aqueous Li-Ion Batteries
				고분자구조및물성		③ Advanced Energy Materials
						④ 8(10), 1702478
						⑥ 2018
						⑦ 10.1002/aenm.201702478
				■ 성과의 적합성: 고신축성 고분자 복합재료 기반 집전체 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 다차원 탄소소재와 고신축성 고분자를 이용하여 자연모사방식으로 복합재료 집전체를 제작. 고신축상황에서 전도성 유지정도를 획기적으로 향상 ■ 연구성과의 우수성: ○ 세계 최초로 고안정성을 가진 수계전해질 기반 연신성 이차전지 개발 ○ 자연모사 연신성 집전체는 반복적인 연신/수축 과정에서 물리적으로 안정적이며, 우수한 전기 전도도 유지율 (R/Ro=1.4, R=200% 연신에서의 저항, Ro=0% 연신에서의 저항)을 보임 ■ 파급효과: ○ 실시간 엑스선 소각 산란 실험을 통하여 고신축성 집전체의 연신 과정에서 고분자 분산매 안의 전도성 물질의 거동을 이해 및 매커니즘 규명 ○ 우수한 전기화학적기계적 특성을 지닌 신축성 집전체 설계 방향 제시 ○ 연합뉴스, news1, 매일경제, 파이낸셜뉴스 등에 우수 연구 성과로 소개됨 ○ 피인용횟수: 21회"		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
17	김소연		이공계열	고분자공학	저널논문	① Ye Chan Kim, Tae Joo Shin, Su-Mi Hur, Seok Joon Kwon, So Youn Kim
						② Shear-Solvo Defect Annihilation of Diblock Copolymer Thin Films over a Large Area
						③ Science Advances
						④ 5(6), eaaw3974
						⑥ 2019
						⑦ 10.1126/sciadv.aaw3974
■ 성과의 적합성: 공정 단순화를 통한 제작비용 및 에너지 소모 저감 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 나노패턴 제작법과 달리, 본 연구는 단순한 용매 증기 및 전단응력 제어를 이용하여 저비용으로 우수한 나노패턴을 제작할 수 있음을 보임 ■ 연구성과의 우수성: 센티미터 단위의 대면적 내에서 고품질 나노패턴을 균일하게 제작 ■ 파급효과: ○ 간단한 방법으로 나노패턴 결함제거 및 배향정렬을 이루어 새로운 공정법 제시 ○ 결함제거의 메커니즘 규명 ○ 패턴품질을 정량화 하는 새로운 분석법 개발"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
18	김소연		이공계열	고분자공학	저널논문	① Sol Mi Oh, Mozhddeh Abbasi, Tae Joo Shin, Kay Saalwächter, So Youn Kim
						② Initial Solvent-Driven Nonequilibrium Effect on Structure, Properties, and Dynamics of Polymer Nanocomposites
						③ Physical Review Letters
						④ 123(16), 167801
						⑥ 2019
						⑦ 10.1103/PhysRevLett.123.167801
■ 성과의 적합성: 에너지재료 분야의 기계적 물성 제어 연구 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 에너지재료로 쓰이는 고분자 나노복합체의 물성 향상을 위해 본 연구에서는 그동안 쉽게 간과되어 왔던 공정 조건에 의한 비평형 효과에 주목함 ■ 연구성과의 우수성: 동일한 재료와 비율로 복합체를 구성하였음에도 공정에 쓰인 초기 용매의 질에 따라 복합체의 전단물성이 1000배 가까이 다를 수 있음을 관찰함. 계면 층을 이루는 고분자의 양적인 차이가 이러한 현상의 주요한 원인으로 작용한 것을 규명하였음 ■ 파급효과 ○ 재료의 종류, 크기나 모양뿐 아니라 그동안 간과되어 왔던 공정 조건의 중요성을 시사함에 따라 적절한 초기 용매를 선택하여 재료의 물성 극대화를 이룰 수 있다는 사실을 제시 ○ 연합뉴스, 동아사이언스, 이데일리 등의 주요 일간사를 포함한 언론 15회 보도"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
19	김영식		이공계열	자동차공학		
						② A Hybrid Solid Electrolyte for Flexible Solid-State Sodium Batteries
						③ Energy & Environmental Science
						④ 8(12), 3589
				재료공학		⑥ 2015
						⑦ 10.1039/C5EE01941A
■ 성과의 적합성: Na 이온 전지 양극물질 소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 PTMA고분자 Na 전극의 자가방전 문제를 CNT에 담아 유기활물질의 붕괴를 막아내면서 전기전도율을 유지하는 방법으로 충방전특성 향상 ■ 연구성과의 우수성: 기존 PTMA 특성(50mAhg, 0.1C)를 222mAhg, 0.1C 특성까지 향상 ■ 파급효과 ○ Li이온 전지에 비해 낮은 에너지밀도를 보이던 Na이온 전지의 활물질의 특성 향상 ○ CNT 구조는 유기 활물질의 구조 붕괴를 막아주어 이후 다양한 물질 연구 개발이 가능 ○ 피인용횟수: 65회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
20	김영식		이공계열	자동차공학	저널논문	① Jae-Kwang Kim, Yongil Kim, Seungyoung Park, Hyunhyub Ko, Youngsik Kim
				재료공학		② Encapsulation of Organic Active materials in Carbon Nanotubes for Application to High-Electrochemical-Performance Sodium Batteries
						③ Energy & Environmental Science
						④ 9(4), 1264
						⑥ 2016
						⑦ 10.1039/C5EE02806J
■ 성과의 적합성: Na 이온 전지 양극물질 소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 PTMA고분자 Na 전극의 자가방전 문제를 CNT에 담아 유기활물질의 붕괴를 막아내면서 전기전도율을 유지하는 방법으로 충방전특성 향상 ■ 연구성과의 우수성: 기존 PTMA 특성(50mAhg, 0.1C)를 222mAhg, 0.1C 특성까지 향상 ■ 파급효과 ○ Li이온 전지에 비해 낮은 에너지밀도를 보이던 Na이온 전지의 활물질의 특성 향상 ○ CNT 구조는 유기 활물질의 구조 붕괴를 막아주어 이후 다양한 물질 연구 개발이 가능 ○ 피인용횟수: 65회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
21	김영식		이공계열	자동차공학	저널논문	① Soo Min Hwang, Jeong-Sun Park, Yongil Kim, Jinhyup Han, Youngjin Kim, Youngsik Kim
						② Rechargeable Seawater Batteries-From Concept to Application
						③ Advanced Materials
						④ 31(20), 1804936
				재료공학		⑥ 2019
						⑦ 10.1002/adma.201804936
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장장치 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 해수를 이용하여 전기에너지를 저장 및 생산하는 친환경, 저비용의 안전한 전지 시스템으로 기존 타 전지와는 차별화된 새로운 전지 시스템 ■ 연구성과의 우수성: 초청리뷰 논문으로, 해수 전지의 컨셉과 전기화학적 반응 및 메커니즘 규명을 시작으로 각 핵심 소재별 특성을 소개 및 정리 ■ 파급효과 ○ 해수전지는 타 전지와 차별된 개방형 양극부로 높은 에너지 밀도를 가질 수 있음 ○ 코인 및 파우치 타입 해수전지로 세계적인 연구기회 확대와 연구체계 설립 ○ 해수전지 기술을 이용해 (주)포투원 회사 창업. 다수의 특허 보유 ○ 피인용횟수: 6회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
22	김진영		이공계열	물리학		② Conjugated Polyelectrolyte Hole Transport Layer for Inverted-type Perovskite Solar Cells
				③ Nature Communications		
				④ 6(0), 7348		
				⑥ 2015		
				⑦ 10.1038/ncomms8348		
				반도체물리		
■ 성과의 적합성: 차세대 페로브스카이트 태양전지 정공 수송층 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 역구조 페로브스카이트 태양전지에 기존 PEDOT:PSS를 대신할, 중성이면서 용액 공정 가능한 공액고분자 전해질을 정공수송물질로 최초도입. ■ 연구성과의 우수성: >12% 효율을 가지고 공기중에 안정적인 역구조 페로브스카이트 태양전지 개발. 균일한 페로브스카이트 필름을 형성하고 고효율/고안정적 페로브스카이트/폴러렌 평면 이종접합 태양전지를 구현하는 유기 정공 수송재료의 사용에 관한 첫 번째 연구임 ■ 파급효과 ○ PEDOT:PSS 및 p-type 금속 산화물의 대체재로서 롤투를 공정을 통한 유연기판에 사용될 수 있는 효율적 정공수송층임. ○ CPE-K를 중간층으로 사용하고 유기금속 페로브스카이트와 작은 밴드갭을 가지는 유기반도체를 결합함으로써 하이브리드 탠덤 태양전지 구조 디자인을 위한 새로운 접근방식 제시 ○ 피인용횟수: 204회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
23	김진영		이공계열	물리학	저널논문	① Seo-jin Ko, Quoc Viet Hoang, Chang Eun Song, Mohammad Afsar Uddin, Eunhee Lim, Song Yi Park, Byoung Hoon Lee, Seyeong Song, Sang-Jin Moon, Sungu Hwang, Pierre-Olivier Morin, Mario Leclerc, Gregory M. Su, Michael L. Chabinyc, Han Young Woo, Won Suk Shin, Jin Young Kim
						② High-efficiency Photovoltaic Cells with Wide Optical Band Gap Polymers Based on Fluorinated Phenylene-alkoxybenzothiadiazole
						③ Energy & Environmental Science
				반도체물리		④ 10(6), 1443
						⑥ 2017
						⑦ 10.1039/C6EE03051C
■ 성과의 적합성: 고효율 태양전지 개발에 활용 가능한, 결정성이 높고 전하이동도가 높은 p-type 고분자소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 일련의 반결정성 광대역 갭 (WBG) 광기 전 중합체를 다양한 수 및 토폴로지의 불소 치환기로 합성하였고 고효율을 확보하여 유기 태양 전지의 상용화의 가능성을 높여줌. 유기 태양 전지의 상용화를 위해 고효율을 확보 ■ 연구성과의 우수성: BHJ 태양 광 소자는 0.94 ~ 1.03 V의 개방 회로 전압에서 최대 9.8%의 높은 전력 변환 효율 (PCE)을 나타냄. 이 PCE는 WBG가 있는 풀러렌 기반 단일 BHJ 소자의 최고 값 중 하나임. 또한 디케토피롤로피를 기반의 낮은 밴드갭 고분자 물질을 함께 사용함으로써 10.3%의 높은 유기 탠덤 태양 전지 효율을 기록함 ■ 파급효과 ○ 유기 탠덤 태양 전지의 front subcell로의 가능성을 보여줌. ○ 피인용횟수: 45회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용				
				세부 전공 분야						
대표연구업적물의 적합성과 우수성										
24	김진영		이공계열	물리학	저널논문	① Hak-Beom Kim, Yung Jin Yoon, Jaeki Jeong, Jungwoo Heo, Hyungsu Jang, Jung Hwa Seo, Bright Walker, Jin Young Kim				
						② Peroptronic Devices: Perovskite-Based Light-Emitting Solar Cells				
						③ Energy & Environmental Science				
						④ 10(9), 1950				
				반도체물리		⑥ 2017				
						⑦ 10.1039/c7ee01666b				
						■ 성과의 적합성: 전력생산 및 녹색발광이 동시 가능한 perovtronic 발광 태양전지 개발 (교신)				
						■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 페로브스카이트 소재를 이용하여 태양전지 및 LED로 구동가능한 소자를 최초로 개발. 최초의 페로브스카이트 기반 발광 태양전지임				
				■ 연구성과의 우수성: 메틸 암모늄 납 브로마이드 (MAPbBr3) 필름의 전자 주입 및 추출에 에너지 장벽을 최소화하기 위해 다른 전자 수송 층을 개발 및 적용함. 적절한 에너지 갭 구조 공학을 통해 MAPbBr3을 사용하여 1 %의 태양 전지 전력 변환효율 및 0.43 lm W-1의 녹색 발광을 동시에 나타내는 "peroptronic"발광 태양 전지를 최초 연구 개발함						
■ 파급효과										
○ 저비용 광통신이나 자가 발전 디스플레이 같은 페로브스카이트 반도체의 적용 분야를 새롭게 넓힐 수 있는 가능성을 제시함										
○ 피인용횟수: 15회"										

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
25	류정기		이공계열	화학공학	저널논문	① Hyunwoo Kim, Younghoon You, Dongkyu Kang, Dasom Jeon, Sanghyun Bae, Yoonkyung Shin, Joonseok Lee, Jiseok Lee, Jungki Ryu
						② Modular LayerbyLayer Assembly of Polyelectrolytes, Nanoparticles, and Molecular Catalysts into SolartoChemical Energy Conversion Devices
						③ Advanced Functional Materials
						④ 29(51), 1906407
						⑥ 2019
						⑦ 10.1002/adfm.201906407
■ 성과의 적합성: 차세대 태양-화학 에너지 변환 장치 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 효율적인 조합방법이 없어 적은 구성요소 (물 산화 촉매 등) 로 광전극을 만들었던, 기존연구와는 달리 다층박막적층법을 통해 다양한 구성 요소를 정교하게 광전극에 적층가능함을 입증. 신개념의 광전극 제작방법 제시 ■ 연구 성과의 우수성: 각 구성 요소의 효율 저하 없이 다양한 구성 요소를 사용 가능, 나노 스케일의 세밀한 양 조절을 통한 최적조건탐색 가능. 광전극의 유형에 상관없이 적용 가능, 광부식 안정성 증가, 빠른 전자 이동을 통해 기존 광전극 대비 과전압 및 생산 전류 증가. ■ 파급 효과 ○ 구성 요소의 다양한 형태와 고유한 기능을 유지시키면서 효율을 극대화하는 태양-화학 에너지 변환 장치 개발 방향 제시 ○ Advanced Funtional Materials 표지 논문으로 선정						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
26	류정기		이공계열	화학공학	저널논문	① Yeongkyu Choi, Dasom Jeon, Yuri Choi, Dongseok Kim, Nayeong Kim, Minsu Gu, Sanghyun Bae, Taemin Lee, Hyun-Wook Lee, Byeong-Su Kim, Jungki Ryu
						② Interface Engineering of Hematite with Nacre-like Catalytic Multilayers for Solar Water Oxidation
						③ ACS Nano
						④ 13(1), 467-475
						⑥ 2019
						⑦ 10.1021/acsnano.8b06848
■ 성과의 적합성: 차세대 태양-화학 에너지 변환 장치 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 자연 광합성 시스템의 정교한 구조를 모방하여, 광전극 시스템을 제작. 고분자 전해질을 접착제 용도로만 쓰던 기존연구와는 달리, 정밀한 표면엔지니어링을 통해 광전극의 효율을 더욱 증대시킬 수 있음을 입증 ■ 연구성과의 우수성: 고분자전해질을 이용하여 전극표면 dipole과 flat band potential을 변화시켜 전하분리/주입 효율 향상. GO를 도입하여, 광촉매 효율 및 안정성 향상. ■ 파급 효과 ○ 중성 전해질 하에서 안정하고 효율을 증가시키는 촉매층 조립을 통한 효율을 극대화하는 물 산화 광전극 개발 방향 제시 ○ ACS Nano 표지 논문으로 선정 ○ 인용횟수: 12회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
27	류정기		이공계열	화학공학	저널논문	① Su Jeong Yeom, Cheolmin Lee, Sujin Kang, Tae-Ung Wi, Chanhee Lee, Sujong Chae, Jaephil Cho, Dong Ok Shin, Jungki Ryu, Hyun-Wook Lee
						② Native Void Space for Maximum Volumetric Capacity in Silicon-based Anodes
						③ Nano Letters
						④ 19(12), 8793-8800
						⑥ 2019
						⑦ 10.1021/acs.nanolett.9b03583
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: ○ 실리콘/흑연 복합소재는 차세대 리튬이온전지 음극소재로 각광받고 있으나, 충방전시 극심한 부피팽창 및 수축문제로, 실리콘의 함량이 낮게 제한됨 ○ 다공성 실리콘이 대안으로 제시되었으나, 표준 제조공정과 비호환, 계면저항이 매우 큼 ○ 본 연구에서는 실리콘 나노튜브/흑연 복합전극을 제조하고, 이를 통해 상기 문제점을 극복. 나노튜브구조는 부피팽창을 완화시키고 계면저항을 감소시킬 수 있음을 확인 ■ 연구성과의 우수성: 천연점토를 이용하여 실리콘 나노튜브를 저가/대량 생산 가능. 복합전극에서 실리콘의 함량을 기존의 13~14%에서 42%까지 증대. 부피 에너지밀도를 획기적으로 향상시킴 (978 mAh cc-1) ■ 파급 효과 ○ In-situ TEM을 이용하여 실리콘/흑연 복합체에서 부피팽창에 관련한 최적의 함량 제시 ○ 천연점토를 이용으로 하여 대용량 배터리의 저가/대량생산 방법 제시"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
28	박혜성		이공계열	전자/정보통신공학	저널논문	① Seungon Jung, Junghyun Lee, Jihyung Seo, Ungsoo Kim, Yunseong Choi, Hyesung Park
						② Development of Annealing-Free, Solution-Processable Inverted Organic Solar Cells with NDoped Graphene Electrodes using Zinc Oxide Nanoparticles
						③ Nano Letters
						④ 18(2), 1337-1343
				전자소자		
						⑥ 2018
						⑦ 10.1021/acs.nanolett.7b05026
						■ 성과의 적합성: 상온 공정 기반 유연 유기태양전지 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기계적 내구성이 우수한 그래핀과 추가적인 열처리 공정이 필요 없는 산화아연 나노 입자를 활용하여 유연 유기 태양전지를 개발함 ■ 연구성과의 우수성: 유연 유기태양전지 효율 7.41% 및 100번 이상의 굽힘에도 초기 효율 80% 이상 유지하는 기계적 내구성 확보 ■ 파급효과 ○ 유연 전극 도입 전략과 공정 간소화를 통해 플렉시블 및 웨어러블 광전소자를 효율적으로 제작할 수 있는 방향성 제시 ○ 매일경제, 뉴시스 등에 우수연구성과로 소개됨 ○ 국내특허 1건 출원 ○ 피인용횟수: 36회"

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
29	박혜성		이공계열	전자/정보 통신공학	저널논문	① Nam Khen Oh, Changmin Kim, Junghyun Lee, Ohhun Kwon, Yunseong Choi, Gwan Yeong Jung, Hyeong Yong Lim, Sang Kyu Kwak, Guntae Kim, Hyesung Park
				② In-situ Local Phase-Transitioned MoSe2 in La0.5Sr0.5CoO3-δ Heterostructure and Stable Overall Water Electrolysis over 1000 Hours		
				③ Nature Communications		
				④ 10(1), 1-12		
				⑥ 2019		
				⑦ 10.1038/s41467-019-09339-y		
■ 성과의 적합성: 고성능, 고안정성 수전해 촉매 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: MoSe2와 란타스트론튬코발트산화물 기반 이중구조 수전해 촉매 합성을 통해 귀금속 촉매에 준하는 우수한 성능과 획기적인 안정성 향상 ■ 연구성과의 우수성: 가혹한 환경(100mA cm²)에서 1,000 시간 이상 구동 가능한 세계 최고수준의 수전해 촉매 안정성 확보 ■ 파급효과 ○ 귀금속 기반 촉매를 대체할 수 있는 저가/고안정성 수전해 촉매 개발 ○ 동아사이언스, 울산신문, 연합뉴스 등 다수 언론매체에 연구 성과 보도 ○ 국내특허 1건 출원 및 (주) 리포마에 기술이전 1억원 ○ 피인용횟수: 12회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
30	박혜성		이공계열	전자/정보 통신공학	저널논문	① Kwang Hyun Park, Yujin An, Seungon Jung, Hyesung Park, Changduk Yang
				② The Use of an n-Type Macromolecular Additive as a Simple yet Effective Tool for Improving and Stabilizing the Performance of Organic Solar Cells		
				③ Energy & Environmental Science		
				④ 9, 3464		
				⑥ 2016		
				⑦ 10.1039/c6ee02255c		
■ 성과의 적합성: 고효율 고안정성 유기태양전지 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 고분자 첨가제 합성에 분자량 조절 기술을 도입하여 고품질 n형 공액 고분자를 합성하고 유기태양전지 광활성층 첨가제로 사용 ■ 연구성과의 우수성: 고분자 첨가제 도입을 통해 유기태양전지 효율 11.2%를 달성하고 열안정성 시험과 유연 소자 제작으로 열적 내구성 및 기계적 내구성이 향상됨을 증명 ■ 파급효과 ○ 유기태양전지 고분자 물질의 분자량 조절 효용성을 증명하고 유기태양전지 상용화를 위한 효율, 안정성, 유연성 향상 전략을 제시 ○ 뉴시스, 머니투데이 등에 우수연구성과로 소개됨 ○ 인용횟수: 74회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
31	백종범		이공계열	화학	저널논문	① Javeed Mahmood, Feng Li1, Sun-Min Jung, Mahmut Sait Okay, Ishfaq Ahmad, Seok-Jin Kim, Noejung Park, Hu Young Jeong, Jong-Beom Baek
						② An Efficient and pH-Universal Ruthenium-Based Catalyst for the Hydrogen Evolution Reaction
						③ Nature Nanotechnology
				고분자화학		④ 12(5), 441-446
						⑥ 2017
						⑦ 10.1038/nnano.2016.304
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 성능향상에만 몰두한 무기물 기반의 수소발생 촉매 개발 연구에서, 경제성과 안정성을 고려한 신물질을 개발함 ■ 연구성과의 우수성: 산-염기 환경에서 백금 촉매보다 우수한 성능을 보이며, 10,000번 측정 이후에도 성능을 유지하는 안정성을 보여줌 ■ 파급효과 ○ 백금촉매의 4%의 가격만을 가지는 신촉매 개발로, 상용화에 근접한 연구임을 입증함 ○ 국내특허 1건 등록, 국제특허 2건 출원. ○ 피인용횟수: 378회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
32	백종범		이공계열	화학	저널논문	① Seo-Yoon Bae, Dongwook Kim, Dongbin Shin, Javeed Mahmood, In-Yup Jeon, Sun-Min Jung, Sun-Hee Shin, Seok-Jin Kim, Noejung Park, Myoung Soo Lah, Jong-Beom Baek
						② Forming a Three-Dimensional Porous Organic Network via Solid-State Explosion of Organic Single Crystals
						③ Nature Communications
						④ 8, 1599
						⑥ 2017
						⑦ 10.1038/s41467-017-01568-3
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 유기용매를 사용하는 연구에서 탈피하여 친환경적인 고상반응을 통해 다공성 유기체를 개발함 ■ 연구성과의 우수성: 새로운 루트로 다공성 유기체를 합성함과 동시에 매우 짧은 반응시간을 달성 (0.1초 이하) ■ 파급효과 ○ 다공성 유기체 합성의 새로운 대안을 제시 ○ 국내특허 1건 등록 ○ 피인용횟수: 4회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
33	백종범		이공계열	화학	저널논문	① Javeed Mahmood, Jungmin Park, Dongbin Shin, Hyun-Jung Choi, Jeong-Min Seo, Jung-Woo Yoo, Jong-Beom Baek
						② Organic Ferromagnetism: Trapping Spins in the Glassy State of an Organic Network Structure
						③ Chem
						④ 4 (10), 2357-2639
						⑥ 2018
						⑦ 10.1016/j.chempr.2018.07.006
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 무기물 및 금속을 포함하지 않은 순수 유기구조를 통해 자기적 성질을 띄는 물질을 개발함 ■ 연구성과의 우수성: 상온(25도)에서도 강자성을 띄는 유기물질을 개발함 ■ 파급효과: 금속과 달리 녹슬지 않아 인체에 무해하고 이에 MRI 촬영용 조영체로 적합 ○ 국내특허 1건 등록 ○ 피인용횟수: 12회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
34	서동화		이공계열	재료공학	저널논문	① Dong-Hwa Seo, Jinhyuk Lee, Alexander Urban, Rahul Malik, ShinYoung Kang, Gerbrand Ceder
						② The Structural and Chemical Origin of the Oxygen Redox Activity in Layered and Cation-Disordered Li-Excess Cathode Materials
						③ Nature Chemistry
						④ 8, 692
				환경/에너지세라믹스		⑥ 2016
						⑦ 10.1038/nchem.2524
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재의 작동기구를 양자역학 모델링으로 규명 (제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 연구들에서 공유결합하는 산소 전자가 리튬과잉 양극 소재의 높은 용량에 기여할 것이라는 이해와 반대되는 획기적인 발견임 ■ 연구성과의 우수성: 리튬양극소재에서 산소산화 기구를 최초로 규명 ■ 파급효과 ○ 20년의 난제 해결. 차세대 양극소재 개발 돌파구 제공 후 많은 후속 연구들이 진행 중 ○ 유럽 국제 특허 등록 및 국내 특허 1건, 국제 특허 3건 (미국, 중국, 일본) 출원 중 ○ 피인용횟수: 390회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
35	서동화		이공계열	재료공학	저널논문	① DongHwa Seo, KyuYoung Park, Haegyeom Kim, SungKyun Jung, MinSik Park, Kisuk Kang
						② Intrinsic Nanodomains in Triplite LiFeS04F and Its Implication in LithiumIon Diffusion
						③ Advanced Energy Materials
				환경/에너지세라믹스		④ 8(6), 1701408
						⑥ 2018
						⑦ 10.1002/aenm.201701408
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재의 작동 기구를 양자역학 모델링으로 규명하고 실험적으로 구현 (제1저자)						
■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 연구들에서 보고된 LiFeS04F의 경우 높은 평균 전압을 가지는 반면 이론용량보다 낮은 용량 구현으로 에너지 밀도가 제한적이었음						
■ 연구성과의 우수성: 리튬양극소재 LiFeS04F의 이론용량에 가까운 방전 용량 구현 (기존 대비 20% 향상)						
■ 파급효과						
○ 양자역학 모델링 계산과 주사투과전자현미경으로 리튬 주변 국부 구조가 리튬 확산 속도에 미치는 영향 원리 규명. 새로운 전극 소재 개발 방향 제시						
○ 피인용횟수: 9회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
36	서동화		이공계열	재료공학	저널논문	① Jongsoon Kim, Dong-Hwa Seo, Hyungsub Kim, Inchul Park, Jung-Keun Yoo, Sung-Kyun Jung, Young-Uk Park, William A. Goddard, Kisuk Kang
				환경/에너지 세라믹스		② Unexpected Discovery of Low-Cost Maricite NaFeP04 as a High-Performance Electrode for Na-Ion Batteries
						③ Energy & Environmental Science
						④ 8(2), 540
						⑥ 2015
						⑦ 10.1039/C4EE03215B
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재의 작동 기구를 양자역학 모델링과 주사투과전자현미경으로 규명 (제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존에 NaFeP04에서 Na탈리가 deintercalation형태로 일어날 것이라는 추측된 것과 달리, 구조 붕괴 후 비정질 구조에서 탈리가 일어남을 규명 ■ 연구성과의 우수성: 소듐양극소재 NaFeP04의 작동기구를 최초 규명 ■ 파급효과 ○ 양자역학 모델링 계산과 주사투과전자현미경으로 Na양극소재의 작동기구 규명. 새로운 Na 전극 소재 개발 방향 제시 ○ Energy and Environmental Science는 2018년 IF가 33.250인 에너지 분야 세계 저명 저널임 ○ 피인용횟수: 186회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
37	송현곤		이공계열	화학공학	저널논문	① DongGyu Lee, Ohhun Gwon, HanSaem Park, Su Hwan Kim, Juchan Yang, Sang Kyu Kwak, Guntae Kim, HyunKon Song
						② ConductivityDependent Completion of Oxygen Reduction on Oxide Catalysts
						③ Angewandte Chemie International Edition
				전기화학 공학		④ 54(52), 15730-15733
						⑥ 2015
						⑦ 10.1002/anie.201508129
■ 성과의 적합성: 연료전지 및 금속공기전지 시스템 적용 가능한 산소환원반응 촉매 메커니즘 제시 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 촉매의 전도성에 따른 산소환원반응의 전자 전달 수의 차이와 이에 대한 해석 ■ 연구성과의 우수성: 세기 성질 또는 고유 성질로 알려진 전기화학적 반응이 단순한 전기화학적 활성점의 수와 같이 크기 성질에 영향을 줄 것으로 생각되었던 전기전도성과 상관관계가 있다는 것을 처음으로 보임 ■ 파급효과 ○ 언론사 뉴시스 (네이버 기사 노출), 울산매일신문 기사화 ○ 피인용횟수: 44회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
38	송현곤		이공계열	화학공학	저널논문	① Chihyun Hwang, WooJin Song, JungGu Han, Sohyun Bae, Gyujin Song, NamSoon Choi, Soojin Park, HyunKon Song
						② Foldable Electrode Architectures Based on Silver-Nanowire-Wound or Carbon-Nanotube-Webbed Micrometer-Scale Fibers of Polyethylene Terephthalate Mats for Flexible Lithium-Ion Batteries
						③ Advanced Materials
						④ 30(7), 1705445
						⑥ 2018
						⑦ 10.1002/adma.201705445
■ 성과의 적합성: 고내구성의 유연 에너지 저장 소자 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 전도성을 지닌 나노와이어가 얹혀진 마이크로 섬유를 사용하여 구겨질 수 있는 유연한 리튬이온전지를 실현함 ■ 연구성과의 우수성: 1000회 접었다 펴기를 반복하여도 저항의 증가가 없을 정도로 매우 뛰어난 기계적 내구성이 보장되는 전극 구조를 지님. 단위 cm2 면적당 3.2 mAh의 용량을 갖도록 lithium titanium oxide 음극 전극과 lithium iron phosphate 양극을 사용하여 반복적인 구김과 접힘에 의한 구조적 변형에도 성능 저하가 없이 구동이 가능함을 보임 ■ 파급효과 ○ Advanced materials 표지논문 선정 ○ 첨단 헬로티 등 다수언론사에 우수연구로 소개. 네이버 포털 과학분야 메인기사 노출 ○ 국내 특허 1건 출원 ○ 피인용횟수: 22회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
39	송현곤		이공계열	화학공학	저널논문	① Dong-Gyu Lee, Su Hwan Kim, Se Hun Joo, Ho-Il Ji, Hadi Tavassol, Yuju Jeon, Sihyuk Choi, Myeong-Hee Lee, Chanseok Kim, Sang Kyu Kwak, Guntae Kima, Hyun-Kon Song
						② Polypyrrole-Assistant Oxygen Electrocatalysis on Perovskite Oxides
						③ Energy & Environmental Science
				전기화학 공학		④ 10(2), 523-527
						⑥ 2017
						⑦ 10.1039/C6EE03501A
■ 성과의 적합성: 연료전지 및 금속공기전지 시스템 적용 가능한 복합촉매 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: Polypyrrole/carbon 복합체와 촉매 입자의 단순 혼합으로 페로브스카이트 산화물 촉매의 산소 환원 및 발생 반응의 과전압 완화와 메커니즘 제시 ■ 연구성과의 우수성: Polypyrrole/carbon 복합체와 페로브스카이트 옥사이드 촉매 단순 혼합을 통해 산소환원 반응의 속도론적 향상 및 4 전자 반응에 가까운 반응 발생, 산소가 초과산화이온 또는 부분전하를 띠는 산소 형태로 Polypyrrole에 도핑된 후 페로브스카이트 옥사이드 촉매의 활성점으로 전달되어 최종적으로 산소환원이 발생하는 메커니즘 제시 ■ 파급효과 ○ 국내 특허 1건 등록 ○ 언론 기사화: 국제뉴스, 울산메일 등 다수언론사에 우수연구성과로 소개됨 ○ 피인용횟수: 33회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
40	양창덕		이공계열	화학	저널논문	① Sang Myeon Lee, Kwang Hyun Park, Seungon Jung, Hyesung Park, Changduk Yang
						② Stepwise Heating in Stille Polycondensation Toward No Batch-to-Batch Variations in Polymer Solar Cell Performance
						③ Nature Communications
				유기합성화학		④ 9, 1867
						⑥ 2018
						⑦ 10.1038/s41467-018-03718-7
■ 성과의 적합성: 유기 태양전지 소재 합성법 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 일반적인 파이-공액고분자의 분자량과 다분산도 지수의 배치별 변동을 줄이기 위해 높은 분자량과 매우 좁은 다분산도를 가진 고분자 합성법 확보 ■ 연구성과의 우수성: 상용되는 고분자로 제작된 유기 태양전지 대비 전력 변환 효율(PCE) 24% 이상 향상, PCE 값의 배치 별 오차도 현저히 감소함 ■ 파급효과 ○ 유기 태양전지의 상용화에 중요한 요소인 고분자 기반 태양전지의 고분자 배치 별 성능 오차를 줄일 수 있는 고품질 반도체 고분자중합법 제시 ○ 국내특허 1건 등록 ○ 피인용횟수: 18회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
41	양창덕		이공계열	화학	저널논문	① Shanshan Chen, Sang Myeon Lee, Jianqiu Xu, Jungho Lee, Kyu Cheol Lee, Tianyu Hou, Yankang Yang, Mingyu Jeong, Byongkyu Lee, Yongjoon Cho, Sungwoo Jung, Jiyeon Oh, Zhi-Guo Zhang, Chunfeng Zhang, Min Xiao, Yongfang Li, Changduk Yang
						② Ultrafast Channel II Process Induced by a 3-D Texture with Enhanced Acceptor Order Ranges for High-Performance Non-Fullerene Polymer Solar Cells
						③ Energy & Environmental Science
				유기합성화학		④ 11(9), 2569
						⑥ 2018
						⑦ 10.1039/c8ee01546e
■ 성과의 적합성: 고효율 비-풀러렌 고분자 태양전지 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 비-풀러렌 고분자 태양전지(NF-PSC)의 전력 출력 조절 핵심 특성의 심층적 이해를 위한 고분자 결정의 배향 특성 연구 ■ 연구성과의 우수성: 최고 12.01% 성능 달성, 300 nm의 두꺼운 활성층에서도 10%의 효율과 60.0%의 FF로 좋은 성능 유지 ■ 파급효과 ○ 고성능 NF-PSC 개발을 위한 전하 분리/수송과 도메인크기 균형 최적화의 중요성 역설 ○ 피인용횟수: 32회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
42	양창덕		이공계열	화학	저널논문	① Jungho Lee, Sang Myeon Lee, Shanshan Chen, Tanya Kumari, So-Huei Kang, Yongjoon Cho, Changduk Yang
						② Organic Photovoltaics with Multiple Donor-Acceptor Pairs
						③ Advanced Materials
						④ 31(20), 1804762
				유기합성 화학		⑥ 2019
						⑦ 10.1002/adma.201804762
■ 성과의 적합성: 다중 전자 주게-전자 받게를 사용한 유기 태양전지 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 단일전자 주게-전자 받게쌍 대신 다중전자 주게-전자 받게쌍 활용한 3량체 고분자와 3물질 기반 고성능 유기 태양전지 개발 전략 소개 ■ 연구성과의 우수성: 광 활성층에 다중 전자 주게-전자 받게 쌍을 사용했을 때 나오는 광 에너지 변환 능력, 분자 에너지 레벨 및 혼합 형태학의 긍정적인 변화 소개 ■ 파급효과 ○ 다중 전자 주게-전자 받게쌍 OSC의 최근 우수 사례와 OSC의 세 가지 주요 매개변수 변화, 3량체 고분자와 3물질 시스템에 대한 심층적인 분석 및 이 분야의 발전을 위한 전망 제시 ○ 피인용횟수: 19회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
43	이상영		이공계열	고분자공 학		
						② All-Inkjet-Printed, Solid-State Flexible Supercapacitor on Paper
						③ Energy & Environmental Science
				기능성고 분자		④ 9(9), 2812
						⑥ 2016
						⑦ 10.1039/C6EE00966B
■ 성과의 적합성: 차세대 전지 제조 기술개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 전지는 형태가 제한적이기 때문에 다양한 모양으로 제작하기에 한계가 있었으나, 잉크젯 기반의 전지 제조로 다양한 모양의 전지 형상화가 가능해짐으로써 사물인터넷의 전원으로 활용 가능성을 확인함 ■ 연구성과의 우수성: 사물의 형태에 제한받지 않는 전지의 개발로 인해 Flexible 기기에 적합한 차세대 프린터블 전지의 상용화에 기여할 것으로 기대됨 ■ 파급효과 ○ 사물일체형 형상순응 전지의 새로운 개발 방향 제시 ○ Energy & Environmental Science 후면 표지논문으로 선정 ○ MIT Technology Review의 하이라이트 이슈로 선정됨 ○ 피인용횟수: 181회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
44	이상영		이공계열	고분자공 학	저널논문	① JongTae Yoo, Sung-Ju Cho, Gwan Yeong Jung, Su Hwan Kim, Keun-Ho Choi, Jeong-Hoon Kim, Chang Kee Lee, Sang Kyu Kwak, Sang-Young Lee
				기능성고 분자		② COF-Net on CNT-net as a Molecularly Designed, Hierarchical Porous Chemical Trap for Polysulfides in Lithium-Sulfur Batteries
						③ Nano Letters
						④ 16(5), 3292-3300
						⑥ 2016
						⑦ 10.1021/acs.nanolett.6b00870
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: COF와 CNT기반의 코어셸 구조 유무기 복합체를 이용하여 리튬-황전지에서 폴리설파이드 용출로 인한 전지 용량 감소 문제 극복 ■ 연구성과의 우수성: COF와 CNT 코어셸 구조 도입으로 인해서 리튬-황 전지의 성능을 큰폭으로 개선시켰을 뿐만 아니라, 추후 레독스 흐름전지와 금속 공기전지의 성능 향상에도 기여할 수 있는 멤브레인을 개발함 ■ 파급효과 ○ COF와 CNT 기반 membrane을 통한 에너지 저장장치의 효율증대 방향 제시 ○ 피인용횟수: 96회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
45	이상영		이공계열	고분자공학	저널논문	① Kihun Jeong, Sodam Park, Gwan Yeong Jung, Su Hwan Kim, Yong-Hyeok Lee, Sang Kyu Kwak, Sang-Young Lee
						② Solvent-Free, Single Lithium-Ion Conducting Covalent Organic Frameworks
						③ Journal of the American Chemical Society
				기능성고분자		④ 141(14), 5880-5885
						⑥ 2019
						⑦ 10.1021/jacs.9b00543
■ 성과의 적합성: COF 분자 설계를 통한 전고체 에너지 저장장치 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 COF 전해질에서는 용매와 리튬 염이 함침된 COF를 사용했지만 본 연구에서는 용매와 리튬 염 없이도 높은 이온전도도를 구현하는 COF를 제작했으며, 음이온이 고정된 형태의 COF 구조를 설계함으로써 높은 양이온 수율을 가지는 고체전해질을 합성함 ■ 연구성과의 우수성: 높은 이온전도도 ($2.7 \times 10^5 \text{ S cm}^{-1}$)와 양이온 수율 (0.9)을 가지는 COF 고체 전해질을 개발 ■ 파급효과 ○ COF 기반 새로운 형태의 전고체전지 개념 제시 ○ COF 분자 설계에 따른 이온전도도 및 양이온 수율 향상 원리 이해를 통한 추후 COF 전해질 합성방향 제시 ○ 피인용횟수: 21회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
46	이성국		이공계열	화학공학	저널논문	① Suk Min Kim, Bae Young Choi, Young Shin Ryu, Sung Hun Jung, Jung Min Park, Goo-Hee Kim, Sung Kuk Lee
						② Simultaneous Utilization of Glucose and Xylose via Novel Mechanisms in Engineered Escherichia Coli
						③ Metabolic Engineering
						④ 30, 141-148
				생물화학 공학		⑥ 2015
						⑦ 10.1016/j.ymben.2015.05.002
■ 성과의 적합성: 바이오매스 유래 바이오 연료, 생리활성기능 물질, 의약품 물질 또는 화학산업 기반 화학물질 생산 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 당화 관련 유전자와 같은 외래 유전자의 발현 효율이 매우 낮으며 또한 과다 발현 시 세포 성장과 대사에 부정적인 영향을 미치는 문제점 극복 ■ 연구성과의 우수성: 글루코스 및 자일로스를 동시 이용한 변이대장균을 구축하여 상기 문제를 극복하여 바이오매스 유래 바이오 연료, 고부가가치 화학물질 생산과 생물화학 공정 시간 단축 및 생산성 향상 ■ 파급효과 ○ CCR (carbon catabolic repression)에 의한 복합당 이용 시 생산효율의 저하 극복 ○ 복합당 대사 균주 개발을 통해 다양한 바이오메스 이용 범위의 확장 ○ IF 7.808, JCR 상위 5.864% ○ 피인용횟수: 57회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
47	이성국		이공계열	화학공학	저널논문	① Kwang Soo Shin, Sung Kuk Lee
				생물화학공학		② Introduction of an Acetyl-CoA Carboxylation Bypass into Escherichia Coli for Enhanced Free Fatty Acid Production
						③ Bioresource Technology
						④ 245(part B), 1627-1633
						⑥ 2017
						⑦ 10.1016/j.biortech.2017.05.169
■ 성과의 적합성: 석유기반 화학물질 대체 가능한 미생물 기반 화학물질 생합성 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: E.coli에서 기존의 ACCase외에 외인성 유전자 methylmalonyl-CoA carboxyltransferase를 도입함으로써 세포 내 낮은 malonyl-CoA 농도 문제를 극복 ■ 연구성과의 우수성: malonyl-CoA 유도체 생산에 있어 새로운 방향성 및 지방산 생산 증가 균주를 구축 ■ 파급효과 ○ Flavonoid, Free fatty acid같은 malonyl-CoA 기반 고부가 화학물질 생산의 제한점 극복 ○ 화학 에너지를 대체할 수 있는 미생물기반 유리지방산의 생산량 및 수율 극대화 ○ IF 6.669, JCR 상위 3.846%						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
48	이성국		이공계열	화학공학	저널논문	① Kangseok Lee, Sunho Choi, Chuntae Kim, Woo Seok Kang, Wonhak Son, Sung Chul Bae, Jin-Woo Oh, Sung Kuk Lee, Chaenyung Cha
						② Implementation of Combinatorial Genetic and Microenvironmental Engineering to Microbial-Based Field-Deployable Microbead Biosensors for Highly Sensitive and Remote Chemical Detection
						③ ACS Sensors
						④ 4(10), 2716-2723
						⑥ 2019
						⑦ 10.1021/acssensors.9b01183
■ 성과의 적합성: 유독성 환경 오염 물질의 미생물 기반 감지시스템 구축 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 상용된 환경오염 물질 탐지 기술은 전기화학 센서 기술에 치중되어 있으나 알지네이트 기반 미세비드를 이용한 bacterial bioreporter를 통해 trinitrotoluene and dinitrotoluene같은 Nitro화합물 탐지가능한 형광기반 바이오센서를 구축 ■ 연구성과의 우수성: 미생물을 이용한 바이오센서의 민감도를 증가 시켜 위험한 화학 물질의 원격탐지 기술 구축 ■ 파급효과 ○ TNT등과 같은 폭발 위험성 물질에 대한 미생물기반의 원격 탐지기술 구축 ○ 기존의 전기화학 센서가 아닌 색을 이용한 탐지 기술의 한계점 극복방향 제시						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용				
				세부전공분야						
대표연구업적물의 적합성과 우수성										
49	이재성		이공계열	화학공학	저널논문	① Youn Jeong Jang, Ji-Wook Jang, Jaehyuk Lee, Ju Hun Kim, Hiromu Kumagai, Jinwoo Lee, Tsutomu Minegishi, Jun Kubota, Kazunari Domen, Jae Sung Lee				
						② Selective CO Production by Au Coupled ZnTe/ZnO in the Photoelectrochemical CO2 Reduction System				
						③ Energy & Environmental Science				
						④ 8(12), 3597				
				촉매화학공학		⑥ 2015				
						⑦ 10.1039/c5ee01445j				
						■ 성과의 적합성: 이산화탄소 환원용 광전극 개발 (교신)				
						■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: Au nanoparticle을 조촉매로 이용함으로써, 주로 수소를 생산했던 기존의 ZnTe/ZnO 전극을 일산화탄소 생산에 높은 선택도를 보임				
						■ 연구성과의 우수성: -0.7 V vs. RHE에서 -15.97 mA/cm2의 높은 광활성과 97%에 달하는 뛰어난 incident photon to current efficiency를 기록				
■ 파급효과										
○ Syngas의 구성요소중 일산화탄소 생성비율을 향상시키기 위한 환원광전극 개발 방향 제시										
○ 높은 incident photon to current efficiency를 확보										
○ 이중접합전극을 합성하여 이산화탄소 환원용 광전극을 개발하는데 성공										
○ 피인용횟수: 80회										

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
50	이재성		이공계열	화학공학	저널논문	① Jin Hyun Kim, Ji-Wook Jang, Yim Hyun Jo, Fatwa F. Abdi, Young Hye Lee, Roel van de Krol, Jae Sung Lee
				촉매화학 공학		② Hetero-Type Dual Photoanodes for Unbiased Solar Water Splitting with Extended Light Harvesting
						③ Nature Communications
						④ 7, 133380
						⑥ 2016
				⑦ 10.1038/ncomms13380		
■ 성과의 적합성: 광전극 개발 및 tandem cell system 구동 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: Tandem cell System을 통해 기존의 시스템보다 높은 current density를 달성 ■ 연구성과의 우수성: BiVO4 와 Fe2O3 광전극을 tandem cell로 구현한 후 실리콘 태양전지와 결합하여 외부전압 없이 태양광만을 이용하여 물분해반응을 구동하는데 성공 ■ 파급효과 ○ 기존의 BiVO4 가 가지는 한계를 넘어서 tandem 구조의 시스템을 이용해서 금속산화물 광촉매 중 처음으로 7 mA cm-2 이상의 우수한 광 전류 값을 달성 ○ 실제 물 분해 반응에 전금속 산화물 광촉매를 이용하여 안정하고 재현가능한 solar to hydrogen efficiency 달성 ○ Tandem cell과 실리콘 태양전지를 결합하여 물분해 반응을 구동하는데 성공 ○ 피인용횟수: 111회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
51	이재성		이공계열	화학공학	저널논문	① Mohsin Ali Raza, Anjum, Hu Young Jeong, Min Hee Lee, Hyeon Suk Shin, Jae Sung Lee
						② Efficient Hydrogen Evolution Reaction Catalysis in Alkaline Media by AllinOne MoS2 with Multifunctional Active Sites
						③ Advanced Materials
						④ 30(20), 1707105
						⑥ 2018
						⑦ 10.1002/adma.201707105
■ 성과의 적합성: 비귀금속계 물분해 전기화학촉매 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 1T-phase, defect-rich, S-deficient 와 같이 다기능적 활성점을 갖고 있는 ‘All-in-one MoS2’ 촉매를 개발 ■ 연구성과의 우수성: 염기전해질에서 Ni foam 위에 담지한 MoS2 기반의 전극은 상용 Pt/C 기반의 전극보다 우수한 25 mA cm-2 이상의 성능을 보여줌 ■ 파급효과 ○ 1T-phase, defect-rich, S-deficient 와 같이 MoS2의 다기능적 활성점을 규명 ○ 기존에 보고되어 있는 MoS2 기반의 수소생성반응 촉매들과 비교 시 염기 전해질에서 가장 우수한 성능을 보임 ○ Nickel foam위에 담지하여 전극으로 활용시, 상용 Pt/C 기반의 전극보다 우수한 성능을 보여주었다는 것을 통해, 물-염기 또는 염소-염기 전해조에서의 대체 가능성을 제시 ○ 피인용횟수: 97회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
52	이준희		이공계열	물리학	저널논문	① Sinmyung Yoon, Kyunghwan Oh, Fudong Liu, Ji Hui Seo, Gabor A. Somorjai, Jun Hee Lee, Kwangjin An
				에너지띠 /전자구조		② Specific Metal-Support Interactions between Nanoparticle Layers for Catalysts with Enhanced Methanol Oxidation Activity
						③ ACS Catalysis
						④ 8(6), 5391
						⑥ 2018
						⑦ 10.1002/adma.201707105
■ 성과의 적합성: 비귀금속계 물분해 전기화학촉매 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 1T-phase, defect-rich, S-deficient 와 같이 다기능적 활성점을 갖고 있는 ‘All-in-one MoS2’ 촉매를 개발 ■ 연구성과의 우수성: 염기전해질에서 Ni foam 위에 담지한 MoS2 기반의 전극은 상용 Pt/C 기반의 전극보다 우수한 25 mA cm-2 이상의 성능을 보여줌 ■ 파급효과 ○ 1T-phase, defect-rich, S-deficient 와 같이 MoS2의 다기능적 활성점을 규명 ○ 기존에 보고되어 있는 MoS2 기반의 수소생성반응 촉매들과 비교 시 염기 전해질에서 가장 우수한 성능을 보임 ○ Nickel foam위에 담지하여 전극으로 활용시, 상용 Pt/C 기반의 전극보다 우수한 성능을 보여주었다는 것을 통해, 물-염기 또는 염소-염기 전해조에서의 대체 가능성을 제시 ○ 피인용횟수: 97회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
53	이준희		이공계열	물리학	저널논문	① Jaegeon Ryu, Ji Hui Seo, Gyujin Song, Keunsu Choi, Dongki Hong, Chongmin Wang, Hosik Lee, Jun Hee Lee, Soojin Park
						② Infinitesimal Sulfur Fusion Yields Quasi-Metallic Bulk Silicon for Stable and Fast Energy Storage
						③ Nature Communications
				에너지띠/전자구조		④ 10, 2351
						⑥ 2019
						⑦ 10.1038/s41467-019-10289-8
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장 소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 실리콘 음극은 배터리 충/방전 시, 부피 팽창으로 인한 구조 붕괴로 내구성이 약하다는 단점이 있다. 이에 극소량의 황을 도핑해 내부의 거대한 통로를 생성, 실리콘 음극의 구조적 안정성과 리튬 이온 전도도를 획기적으로 향상 ■ 연구성과의 우수성: 기존 실리콘 음극대비, 300 사이클 후 부피 팽창이 110%에서 30%로 감소, 3C-rate의 고속 충전에서 기존 소재 대비 40% 이상의 용량 향상 ■ 파급효과 ○ 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 구조와 리튬이온의 삽입/탈리 원리를 규명, 실리콘 기반 음극 소재 개발 방향 제시 ○ 피인용횟수: 6회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
54	이준희		이공계열	물리학	저널논문	① Jun Hee Lee Randy S. Fishman
						② Giant Spin-Driven Ferroelectric Polarization in BiFeO ₃ at Room Temperature
						③ Physical Review Letters
				에너지띠/전자구조		④ 115(20), 207203
						⑥ 2015
						⑦ 10.1103/PhysRevLett.115.207203
■ 성과의 적합성: 에너지 소재 개발 (교신/제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존까지 밝혀지지 않았던 “상온 BiFeO₃물질의 스핀에 의해 유도된 분극”의 이유를 제일원리 계산과 스핀 모델을 결합해 설명, 자전기적(Magnetoelectric) 커플링을 조절할 수 있는 초석을 마련함 ■ 연구성과의 우수성: 중성자 산란 실험으로 밝힌 결과 First polarization이 ~3.0 μC=cm²로, 다른 어떤 다강체보다 높은 수치를 보임 ■ 파급효과 ○ 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 다강체물질인 BiFeO₃의 2가지 스핀에 의해 유도된 분극 모델을 제시, BiFeO₃ 물질의 에너지 소재로서 개발 방향 제시 ○ 피인용횟수: 16회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
55	이지석		이공계열	고분자공 학	저널논문	① Gaelle C. Le Goff, Jiseok Lee, Ankur Gupta, William Adam Hill, Patrick S. Doyle
						② High-Throughput Contact Flow Lithography
						③ Advanced Science
				기능성고 분자		④ 2(10), 1500149
						⑥ 2019
						⑦ 10.1002/adv.201500149
■ 성과의 적합성: 친환경적 경제적 합성 기술 개발 (제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 플로우 리소그래피 시스템의 단점인 좁은 조사면적 (지름<500um)을 개선한 새로운 벤치-탑 컨택트 플로우 리소그래피 시스템(지름~23mm)을 개발해 파티클 합성속도를 대폭적으로 향상 ■ 연구성과의 우수성: 기존 플로우 리소그래피 시스템 대비 2배 이상의 합성속도 향상, 시간당 1,000,000개 이상의 파티클 (100um) 합성 가능 ■ 파급효과 ○ 휴대가능하고 비교적 저렴한 플로우 리소그래피 시스템을 개발하여 파티클 생산속도를 산업적 수준까지 향상 ○ 피인용횟수: 32회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
56	이지석		이공계열	고분자공학	저널논문	① Jisu Hong, Yoonkyung Shin, Suntae Kim, Jiseok Lee, Chaenyung Cha
						② Complex Tuning of Physical Properties of Hyperbranched PolyglycerolBased Bioink for Microfabrication of CellLaden Hydrogels
						③ Advanced Functional materials
						④ 29(13), 1808750
				기능성고분자		
						⑥ 2019
						⑦ 10.1002/adfm.201808750
						■ 성과의 적합성: 친환경적 바이오 잉크 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 물성 조절이 불가능한 광경화성 천연 소재 대신, 물성 조절이 가능한 광경화성 초분기 폴리글리세롤 (acrylic hyperbranched glycerol (AHPG)을 가교제로 하는 바이오잉크 개발 ■ 연구성과의 우수성: HPG에 결합된 아크릴레이트의 수를 조절하여 천연소재에서는 불가능한 가교제의 물성 조절 ■ 파급효과 ○ 디지털 라이트 프로세싱 기반 프린팅 시스템의 바이오 잉크 개발. 새로운 약물 전달 시스템과 조직공학으로의 응용 가능성 제시 ○ 피인용횟수: 6회"

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
57	이지석		이공계열	고분자공 학	저널논문	① Yu Jin Jang, Eunah Kim, Seonghyeon Ahn, Kyungwha Chung, Jihyeon Kim, Heejun Kim, Huan Wang, Jiseok Lee, Dong-Wook Kim, Dong Ha Kim
						② Upconversion-Triggered Charge Separation in Polymer Semiconductors
						③ Journal of Physical Chemistry Letters
				기능성고 분자		④ 8(2) 364
						⑥ 2017
						⑦ 10.1021/acs.jpcllett.6b02511
■ 성과의 적합성: 차세대 태양 전지 장치 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 자외선-가시광선 영역의 빛만 사용하는 기존의 태양 전지에 적외선 영역의 빛을 추가로 이용하기 위해 켈빈 탐침력 현미경 (Kelvin probe force microscopy, KPFM)을 이용하여 업컨버전 효과에 의한 표면 광기전력 분석 ■ 연구성과의 우수성: 근적외선 하에서 업컨버전 효과에 의해 P3HT (poly(3-hexylthiophene))/UCN 필름의 표면 광기전력이 -16.4mV에서 -54.9mV까지 향상됨 ■ 파급효과 ○ 업컨버전 기반 UV-가시광선-IR 영역의 빛을 활용하는 태양전지 개발 가능성 제시 ○ 피인용횟수: 11회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
58	이창영		이공계열	화학공학	저널논문	① Yun-Tae Kim, Se Hun Joo, Hyegi Min, Jiyun Lee, Seung Min Moon, Mirang Byeon, Tae Eun Hong, Michael S. Strano, Jae-Hee Han, Sang Kyu Kwak, Chang Young Lee
						② The Exterior of Single-Walled Carbon Nanotubes as a Millimeter-Long Cation-Preferring Nanochannel
						③ Chemistry of Materials
				전자/재료 공정공학		④ 30(15), 5184
						⑥ 2018
						⑦ 10.1021/acs.chemmater.8b01802
■ 성과의 적합성: 이온의 선택적 이동 현상 규명 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 연구에서는 탄소나노튜브의 외벽을 따라 이온의 이동을 관측하는 것이 불확실했음. 본 연구에서는 DFT 계산을 통해 실험적인 증거를 보임 ■ 연구성과의 우수성: Nano-SIMS 이미징을 통해 단일벽 탄소나노튜브 외벽을 따라 이온이 선택적으로 이동하는 현상을 규명함 ■ 파급효과 ○ 양이온- π 이결함을 이동현상의 관점으로 규명함으로써 특정 전하 이동이 요구되는 더 넓은 분야에서 응용이 가능해짐 ○ 국내 특허 1건 등록 ○ 피인용횟수: 4회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
59	이창영		이공계열	화학공학	저널논문	① Hyegi Min, YunTae Kim, Seung Min Moon, JaeHee Han, Kyungsuk Yum, Chang Young Lee
						② High-Yield Fabrication, Activation, and Characterization of Carbon Nanotube Ion Channels by Repeated Voltage-Ramping of Membrane-Capillary Assembly
						③ Advanced Functional Materials
						④ 29(27), 1900421
						⑥ 2019
						10.1002/adfm.201900421
■ 성과의 적합성: 탄소나노튜브를 이용한 단분자/이온 탐지 기술 개발 및 반복 전압승압을 이용한 나노채널 최대 수율 달성 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 탄소나노튜브를 이용한 단분자/이온 탐지기술 최초 개발 ■ 연구성과의 우수성: 반복 전압승압을 이용한 나노채널 최대 수율을 달성하였음 ■ 파급효과 ○ 단순한 형태의 나노포어 분석 플랫폼을 개발함으로써 향후 넓은 범위의 나노포어 연구에 상당한 시간과 노력을 단축할 수 있도록 기여함 ○ 탄소나노튜브 나노채널에서 높은 수율을 보임으로써 탄소나노튜브 구조에 따른 전달현상의 이해와 다른 종류의 나노채널 연구를 가속화할 수 있음 ○ 국내 특허 1건 출원 ○ 피인용횟수: 1회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
60	이창영		이공계열	화학공학		
						② Three-Dimensional, High-Resolution Printing of Carbon Nanotube/Liquid Metal Composites with Mechanical and Electrical Reinforcement
						③ Nano Letters
				④ 19(8), 4866		
				⑥ 2019		
				⑦ 10.1021/acs.nanolett.9b00150		
■ 성과의 적합성: 유연소자에 사용 가능한 전극 배선 물질 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 전극물질 대신 탄소나노튜브를 혼합하여 제작한 복합체를 이용하여 전극 물성 향상 ■ 연구성과의 우수성: 전기적 및 기계적 성질이 향상된 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체 개발. 탄소나노튜브 복합체를 이용함으로써 열 전도성이 18.4에서 21 W m⁻¹ K⁻¹ 로 증가함 ■ 파급효과 ○ 탄소나노튜브를 이용한 EGaIn 액체금속 물성 향상과 CNT/EGaIn composite을 이용한 3차원 배선공정 (interconnection) 기술 개발 ○ 국내특허 1건 등록 ○ 피인용횟수: 8회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
61	이현욱		이공계열	재료공학	저널논문	① Jie Sun, Hyun-Wook Lee, Mauro Pasta, Hongtao Yuan, Guangyuan Zheng, Yongming Sun, Yuzhang Li, Yi Cui
						② A Phosphorene-Graphene Hybrid Material as a High-Capacity Anode for Sodium-Ion Batteries
						③ Nature Nanotechnology
				환경/에너지 세라믹스		④ 10, 980
						⑥ 2015
						⑦ 10.1038/nnano.2015.194
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 소동 이온 배터리용 음극재로 사용되는 탄소재 대신 인과 그래핀 레이어를 사용한 인/그래핀 복합체 음극 제작/실시간 투과 전자 현미경 분석을 통한 음극재의 충방전 과정 중 변화 관찰 ■ 연구성과의 우수성: 기존 탄소 음극재보다 높은 에너지 밀도를 갖는 복합체 음극 제작 ■ 파급효과 ○ 높은 에너지 밀도의 인/그래핀 복합체 활물질로 안정한 소동 배터리 음극재 제작 ○ 피인용횟수: 814회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
62	이현욱		이공계열	재료공학	저널논문	" ① Wei Tang, Zhongxin Chen, Bingbing Tian, Hyun-Wook Lee, Xiaoxu Zhao, Xiaofeng Fan, Yanchen Fan, Kai Leng, Chengxin Peng, Min-Ho Kim, Meng Li, Ming Lin, Jie Su, Jianyi Chen, Hu Young Jeong, Xuesong Yin, Qianfan Zhang, Wu Zhou, Kian Ping Loh, Guangyuan Zheng "
						② In-Situ Observation and Electrochemical Study of Encapsulated Sulfur Nanoparticles by MoS2 Flakes
						③ Journal of the American Chemical Society
						④ 139 (29), 10133-10141
				환경/에너지 세라믹스		⑥ 2017
						⑦ 10.1021/jacs.7b05371
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 리튬-황배터리에서 MoS2 코팅 양극 활물질 제조. 실시간 투과전자현미경 분석법을 통한 황의 부피팽창 변화 관찰 ■ 연구성과의 우수성: 리튬황배터리 시스템의 수명 연장 및 고출력 특성 확보, 실시간 투과전자현미경 분석을 통한 활물질의 주요문제점 파악 ■ 파급효과 ○ 리튬황배터리의 새로운 양극 활물질을 실시간 투과전자현미경으로 관찰해 충·방전 시 부피팽창 정도와 리튬이온의 확산 속도에 따라 달라진 부피팽창을 파악 ○ 서울경제, 한국일보 등 다수의 언론매체에 우수 연구성으로 소개 ○ 피인용횟수: 61회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
63	이현욱		이공계열	재료공학	저널논문	① Seok Woo Lee, Hyun-Wook Lee, Ill Ryu, Huajian Gao, William D. Nix, Yi Cui
						② Kinetics and Fracture Resistance of Lithiated Silicon Nanopillar Pairs Controlled by Their Mechanical Interaction
						③ Nature Communications
						④ 6, 7533
						⑥ 2015
						⑦ 10.1038/ncomms8533
■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 저장소재 개발 (제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 리튬이차전지의 음극재인 실리콘 물질의 나노 필러 구조를 통해 충/방전 중의 기계적 거동 관찰 ■ 연구성과의 우수성: Dual-Probe STM-TEM 방식을 통해 실리콘 나노 필러의 부피 팽창을 실시간으로 관찰, 수축과 팽창에 따른 기계적 강도 분석 ■ 파급효과 ○ 실리콘 나노필러의 충/방전중 기계적 상호작용에 대한 연구는, 실리콘의 나노 구조 디자인 개선을 통한 높은 성능의 실리콘 구조 설계에 기여함 ○ 피인용횟수: 87회"						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
64	임한권		이공계열	화학공학	저널논문	① Boreum Lee, Junhyung Park, Hyunjun Lee, Manhee Byun, Chang Won Yoon, Hankwon Lim
						② Assessment of the Economic Potential: COx-Free Hydrogen Production from Renewables via Ammonia Decomposition for Small-Sized H2 Refueling Stations
						③ Renewable & Sustainable Energy Reviews
						④ 113, 109262
				화학공정		⑥ 2019
						⑦ 10.1016/j.rser.2019.109262
■ 성과의 적합성: 친환경적인 암모니아 기반 수소 에너지 생산 기술 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 수소 생산 방식에서 필연적으로 발생하는 이산화탄소의 배출을 최소화할 수 있는 새로운 개념의 친환경적 수소 생산 방식 개발 ■ 연구성과의 우수성: 이산화탄소 배출을 최소화 하는 매우 친환경적인 수소 생산 방식으로서 암모니아 사용 공정에 대한 기술/경제적인 타당성 및 가능성을 제시함 ■ 파급효과 ○ 단순 기술평가가 아닌 경제성평가를 포함한 새로운 방식의 기술/경제성 분석을 제시함 ○ 정부의 수소기술로드맵의 한 흐름인 암모니아 기반 수소 생산의 가능성을 제시함 ○ 본 공정을 제안하기 위해 사용된 공정설계를 통해 향후 에너지 및 머신러닝 기반의 화학공정 설계에 대한 응용을 기대할 수 있음 ○ IF 10.556, JCR상위 1.429%						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
65	임한권		이공계열	화학공학	저널논문	① Juheon Heo, Sehwa Kim, Wonmo Yeon, Hyunjun Lee, Boreum Lee, Hankwon Lim
						② Deterministic and Stochastic Economic Analysis Based on Historical Natural Gas and CO2 Allowance Prices for Steam Reforming of Methanol
						③ Energy Conversion and Management
				화학공정		④ 193, 140
						⑥ 2019
						⑦ 10.1016/j.enconman.2019.02.084
■ 성과의 적합성: 통계분석을 이용한 메탄올 기반 수소 에너지 생산의 타당성 평가 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 단순 수치만을 고려한 경제성 분석에서 탈피하여, 통계학적인 불확실성을 기반으로 한 가격 정보를 반영한 stochastic 경제성 분석을 수행함 ■ 연구성과의 우수성: Stochastic 경제성 분석을 시도함으로써 불확실한 여러 기술 및 경제적 요인들의 fluctuation을 고려한 매우 insightful한 기술/경제적 타당성 분석을 할 수 있음 ■ 파급효과 ○ Stochastic analysis를 통한 기술/경제성 분석이라는 새로운 분석법을 제안함 ○ 불확실성을 기반으로 한 stochastic analysis를 통해, 향후 에너지, 머신러닝 및 인공지능 연구에 매우 중요한 초석이 될 수 있음 ○ IF 7.181, JCR상위 1.866%						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
66	임한권		이공계열	화학공학	저널논문	① Boreum Lee, Juheon Heo, Sehwa Kim, Choonghyun Sung, Changhwan Moon, Sangbong Moon, Hankwon Lim
						② Economic Feasibility Studies of High Pressure PEM Water Electrolysis for Distributed H2 Refueling Sstations
						③ Energy Conversion and Management
				화학공정		④ 162, 139
						⑥ 2018
						⑦ 10.1016/j.enconman.2018.02.041
■ 성과의 적합성: 다양한 시나리오를 기반으로 한 수소충전소 모델 제시 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 그동안 미흡한 연구분야 였던 실제 수소충전소 모델의 경제적 타당성을 검토함 ■ 연구성과의 우수성: 다양한 용량 및 다양한 수소 생산 방식을 통한 수소충전소 모델에 대해 기술/경제적인 타당성을 평가함 ■ 파급효과 ○ 기술/경제성 분석에 기반한 수소충전소 모델을 제시함 ○ 이러한 기술/경제성 분석 방법론은 향후 에너지, 머신러닝 및 인공지능 연구에 매우 중요한 토대를 만들 수 있음 ○ IF 7.181, JCR상위 1.866% ○ 피인용횟수: 12회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
67	장성연		이공계열	고분자공학	저널논문	① Longji Cui, Sunghoon Hur, Zico Alaia Akbar, Jan C. Klöckner, Wonho Jeong, Fabian Pauly, Sung-Yeon Jang, Pramod Reddy, Edgar Meyhofer
						② Thermal Conductance of Single-Molecule Junctions
						③ Nature
						④ 572(1), 628
				정보/전자 융고분자		
						⑥ 2019
						⑦ 10.1038/s41586-019-1420-z
						■ 성과의 접합성: 단일 분자 접합의 열 전도 특성 연구 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 세계최고수준의 단일 분자 접합의 열전도에 대한 연구 ■ 연구성과의 우수성: 세계최고수준의 단일 분자 접합의 열전도 ■ 파급효과 ○ SCI IF 43.07의 우수한 논문이며 상위 1% 미만의 저널에 게재됨 ○ 피인용횟수: 14회

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
68	장성연		이공계열	고분자공 학	저널논문	① Havid Aqoma, Muhibullah Al Mubarak, Wooseop Lee, Wisnu Tanyo Hadmojo, Cheolwoo Park, Tae Kyu Ahn, Du Yeol Ryu, Sung-Yeon Jang
						② Improved Processability and Efficiency of Colloidal Quantum Dot Solar Cells Based on Organic Hole Transport Layers
						③ Advanced Energy Materials
				정보/전자 용고분자		④ 8(23), 1800572
						⑥ 2018
						⑦ 10.1002/aenm.201800572
■ 성과의 적합성: 고효율 고체 상태 리간드 교환 (SSE) 단계 자유 콜로이드 양자점 광전지 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: CQD 잉크 기반 활성층과 유기 기반 정공 수송층 (HTL)을 사용하여 고효율 고체 상태 리간드 교환 (SSE) 단계 자유 콜로이드 양자점 광전지 (CQDPV) 장치를 개발 ■ 연구성과의 우수성: 고효율 자유 콜로이드 양자점 광전지 장치 개발 ■ 파급효과 ○ SCI IF 24.884의 우수한 논문이며 상위 2% 미만의 저널에 게재됨 ○ 피인용횟수: 9회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
69	장성연		이공계열	고분자공 학	저널논문	① Havid Aqoma, Sung-Yeon Jang
						② Solid-State-Ligand-Exchange Free Quantum Dot Ink-Based Solar Cells with an Efficiency of 10.9%
						③ Energy & Environmental Science
				정보/전자 융고분자		④ 11(6), 1603
						⑥ 2018
						⑦ 10.1039/c8ee00278a
■ 성과의 접합성: 고효율 콜로이드 양자점 기반 태양전지 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: Solid-state ligand exchange (SSE) 또는 layer-by-layer (LbL) 기술을 사용하지 않고 처음으로 고효율 양자점 기반 태양 전지 (CQDSC)를 개발 ■ 연구성과의 우수성: 11%의 고효율 콜로이드 양자점 기반 태양 전지 (CQDSC)를 개발 ■ 파급효과 ○ SCI IF 33.25의 우수한 논문이며 상위 1% 미만의 저널에 게재됨 ○ 피인용횟수: 24회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
70	장지욱		이공계열	화학공학	저널논문	① Ji-Wook Jang, Chun Du, Yifan Ye, Yongjing Lin, Xiahui Yao, James Thorne, Erik Liu, Gregory McMahon, Junfa Zhu, Ali Javey, Jinghua Guo, Dunwei Wang
						② Enabling Unassisted Solar Water Splitting by Iron Oxide and Silicon
						③ Nature Communications
						④ 6(1), 7447
				촉매화학 공학		⑥ 2015
						⑦ 10.1038/ncomms8447
■ 성과의 적합성: 수소에너지 생산을 위한 광촉매 개발 (제1저자) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 높은 개시전압을 가진 a-Fe2O3의 한계를 극복하기 위해 새로운 re-growth 방식을 제시. NiFeOx 조촉매를 함께 사용하여 개시전압을 크게 앞당김 ■ 연구성과의 우수성: a-Fe2O3 개시전압 0.45 V (vs. RHE) 달성. 이는 보고된 a-Fe2O3 개시전압 중 가장 낮음. 실리콘 환원전극과 복합화하여 외부전압 없이 물분해를 성공함 ■ 파급효과 ○ 이론적으로 얻을 수 있는 가장 이상적 개시전압을 보여줌 ○ 피인용횟수: 295회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
71	장지욱		이공계열	화학공학	저널논문	① Jin Hyun Kim, Dharmesh Hansora, Pankaj Sharma, Ji-Wook Jang, Jae Sung Lee
						② Toward Practical Solar Hydrogen Production - An Artificial Photosynthetic Leaf-to-Farm Challenge
						③ Chemical Society Reviews
						④ 48(7), 1908
				촉매화학 공학		⑥ 2019
						⑦ 10.1039/C8CS00699G
■ 성과의 적합성: 수소에너지 생산을 위한 대면적화 기술개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 태양광 수소 생산의 기초 연구를 넘어서 상업적인 태양광 수소 생산을 위한 대면적화 기술의 실제적인 문제점과 해결책을 논함 ■ 연구성과의 우수성: 광촉매 분야 전문가로서 초청리뷰 작성 ■ 파급효과 ○ 광전기화학 시스템의 경쟁력 확보 및 대면적화를 위한 구체적인 핵심 방향성을 제시함 ○ 임팩트 팩터: 40.44 ○ 피인용횟수: 67회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
72	장지욱		이공계열	화학공학	저널논문	① Myohwa Ko, Le Thanh Mai Pham, Young Jin Sa, Jinwoo Woo, Trang Vu Thien Nguyen, Jae Hyung Kim, Dongrak Oh, Pankaj Sharma, Jungki Ryu, Tae Joo Shin, Sang Hoon Joo, Yong Hwan Kim, Ji-Wook Jang
						② Unassisted Solar Lignin Valorisation Using a Compartmented Photo-Electro-Biochemical Cell
						③ Nature Communications
				촉매화학 공학		④ 10(1), 5123
						⑥ 2019
						⑦ 10.1038/s41467-019-13022-7
■ 성과의 적합성: 친환경적 합성 기술 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존의 과산화수소를 외부에서 주입하던 방식과 달리 광전기화학 과산화수소 생산반응과 생촉매 리그닌 분해반응을 처음으로 융합하여 선보임 ■ 연구성과의 우수성: 리그닌 다이머 98.7%의 높은 선택도와 93.7%의 전환율을 보임 ■ 파급효과 ○ 리그닌 해중합 기술개발의 새로운 방향성을 제시함 ○ Nature Communications 학술지 editor highlight로 선정됨 ○ 국내특허 1건 출원						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
73	장지현		이공계열	화학		
						② Ti-doped SiO _x Passivation Layer for Greatly Enhanced Performance of Hematite Based Photoelectrochemical System
						③ Angewandte Chemie International Edition
				무기광화학		④ 55(34), 9922
						⑥ 2016
						⑦ 10.1002/anie.201603666
■ 성과의 적합성 : 차세대 친환경에너지원인 수소에너지의 효과적인 생산 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성 : SiO_x passivation layer를 산화철 전구체 FeOOH에 코팅한 뒤 열처리하여 물 분해반응에 효율적인 다공성 산화철 구조를 제작함과 동시에 SiO_x passivation layer를 통해 광 전류의 재결합을 방지함 ■ 연구성과의 우수성: 기존의 산화철 전극보다 물 분해 효율을 2배로 향상 ■ 파급효과 ○ 피인용횟수: 52회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
74	장지현		이공계열	화학	저널논문	① Sun-I. Kim, Ji-Hun Kang, Sung-Wook Kim, Ji-Hyun Jang
						② A New Approach to High-Performance Flexible Supercapacitors: Mesoporous Three-Dimensional Ni-electrodes
						③ Nano Energy
				무기광화학		④ 39, 639
						⑥ 2017
						⑦ 10.1016/j.nanoen.2017.07.050
■ 성과의 적합성: 여러 분야에 적용 가능한 플렉서블 슈퍼캐패시터 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 기존 전기화학적 기판으로 사용되는 니켈 폼과 니켈 플레이트 대신 사용할 수 있는 다공성 3D-Ni을 만드는 방법을 제시 ■ 연구성과의 우수성: 75 Wh/kg의 뛰어난 에너지 밀도와 5340 W/kg의 높은 출력밀도를 보여줌. 또한 0도에서 180도로 구부렸을 때 일정한 순환-전압 전류 결과와 그에 따른 비정전용량도 초기와 거의 비슷한 값을 나타냄. 이러한 결과는 3D-Ni 전극이 플렉서블한 특징을 요구하는 여러 분야에 적용 가능한 큰 잠재력을 보여줌 ■ 파급효과 ○ 3D-Ni 전극이 플렉서블한 특징을 요구하는 여러 분야에 적용 가능한 잠재력 제시 ○ 피인용횟수: 14회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
75	장지현		이공계열	화학		
						② Plotter-Assisted Integration of Wearable All-Solid-State Micro-Supercapacitors
						③ Nano Energy
				무기광화학		④ 50, 410
						⑥ 2018
						⑦ 10.1016/j.nanoen.2018.05.051
■ 성과의 적합성: 고성능 마이크로 슈퍼캐패시터의 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 고체 상태의 플렉서블 마이크로 슈퍼캐패시터의 제작을 위한 간편한 플로터 보조 통합 기법으로서 xurography의 사용을 도입 ■ 연구성과의 우수성: 19 mF/cm2의 높은 면적당 커패시턴스를 가지는 마이크로 슈퍼 캐패시터 제작. 10,000번의 충방전 이후에도 처음의 커패시턴스 대비 84%의 유지력을 보임 ■ 파급효과 ○ A4 크기의 PET 필름에 162 마이크로 슈퍼캐패시터를 동시에 제작할 수 있어 가격 경쟁력과 시간 절약 가능성 제시 ○ 피인용횟수: 11회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
76	정경민		이공계열	화학공학	저널논문	①Cheon-Soo Kim, Kyung-Min Jeong, Keon Kim, Cheol-Woo Yi
				전기화학공학		② Effects of Capacity Ratios between Anode and Cathode on Electrochemical Properties for Lithium Polymer Batteries
						③ Electrochimica Acta
						④ 155, 431-436
						⑥ 2015
						⑦ 10.1016/j.electacta.2014.12.005
■ 성과의 적합성: 차세대 리튬이온전지 음극 개발 연구 ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 본 연구는, battery performance에서 가장 중요한 parameter인 NP ratio의 영향을 연구함. NP ratio는 음극 전극의 두께 및 loading을 조절되고 이는 리튬 석출과 그에 의한 수명 및 전지 특성에 영향을 미침 ■ 연구성과의 우수성: 1.1 NP ratio로 설계된 전지는 0.85 C, 25도에서 리튬 석출을 억제시키고, 1.2 이상 NP ratio에서는 셀의 수명 특성 향상을 확인됨. 1.2 이상의 NP ratio에서는 충방전 사이클 증가에 따라 적은 전지 용량을 보임. NP ratio 차이에 따른 고온 에이징 시험 결과에서는 NP에 따른 차이는 크지 않으나 전지 내부 저항과 전극 두께에 차이가 있음을 확인하여 NP ratio는 리튬 석출뿐 아니라 전지에 전기화학 특성 변화에 영향 미침을 확인함						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용					
				세부 전공 분야							
대표연구업적물의 적합성과 우수성											
77	정경민		이공계열	화학공학	저널논문	① Cheon-Soo Kim, Jin-Seong Yoo, Kyung-Min Jeong, Keon Kim, Cheol-Woo Yi					
						② Investigation on Internal Short Circuits of Lithium Polymer Batteries with a Ceramic-Coated Separator During Nail Penetration					
						③ Journal of Power Sources					
						④ 289, 41-49					
				전기화학 공학							
						⑥ 2015					
						⑦ 10.1016/j.jpowsour.2015.04.010					
						■ 성과의 적합성: 리튬이온전지 분리막의 거동 분석					
						■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 본 연구는, 분리막에 ceramic을 코팅하여 리튬 폴리머 전지 적용, nail 관통 시험을 하였을 때 내부 단락에 대한 영향을 적외선 측정을 통해 연구함. 전지 표면 온도는 적외선 카메라를 통해 nail 관통 실험 중 관찰되었고, 세 가지의 다른 failure mode가 관찰됨					
						■ 연구성과의 우수성: 이 연구는 전지 설계에 있어 failure mode를 고려하여 설계할 경우 높은 안정성을 가진 전지 설계에 도움을 주고 전지 설계에 새로운 방향을 제시함					

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
78	정경민		이공계열	화학공학	저널논문	① Jung-Gu han, Min-Young Jeong
						② An Electrolyte Additive Capable of Scavenging HF and PF5 Enables Fast Charging of Lithium-Ion Batteries in LiPF6-Based Electrolytes
						③ Journal of Power Sources
				전기화학 공학		④ 11(6), 1449-1459
						⑥ 2018
						⑦ 10.1016/j.jpowsour.2019.227366
■ 성과의 적합성: 차세대 리튬이온전지 양극 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 표면 개질을 통해 Ni ion의 crossover 현상을 개선하고 이를 풀셀을 통해 장기 사이클에서 안정한 수명을 증명함 ■ 연구성과의 우수성: 45oC 고온 150사이클 수명 평가에서 기존대비 33% 우수 ■ 파급효과 ○ high nickel 계 양극 소재항 코팅 기술 개발로 탁월한 수명 개선 효과 ○ Ni계 양극 소재의 crossover 현상으로 인한 음극 SEI 피막 형성 제어에 대해 최초 보고 ○ 8년 기준 IF 33.250으로 에너지 관련분야의 최상위 저명저널임 ○ 피인용횟수: 50회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
79	조재필		이공계열	재료공학	저널논문	① Junhyeok Kim, Hyunsoo Ma, Hyungyeon Cha, Hyomyung Lee, Jaekyung Sung, Minho Seo, Pilgun Oh, Munjoon Park, Jaephil Cho
						② A Highly Stabilized Nickel-Rich Cathode Material by Nanoscale Epitaxy Control for High-Energy Lithium-Ion Batteries
						③ Energy & Environmental Science
				환경/에너지 세라믹스		④ 11(6), 1449-1459
						⑥ 2018
						⑦ 10.1039/C8EE00155C
■ 성과의 적합성: 차세대 리튬이온전지 양극 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 표면 개질을 통해 Ni ion의 crossover 현상을 개선하고 이를 풀셀을 통해 장기 사이클에서 안정한 수명을 증명함 ■ 연구성과의 우수성: 45oC 고온 150사이클 수명 평가에서 기존대비 33% 우수 ■ 파급효과 ○ high nickel 계 양극 소재항 코팅 기술 개발로 탁월한 수명 개선 효과 ○ Ni계 양극 소재의 crossover 현상으로 인한 음극 SEI 피막 형성 제어에 대해 최초 보고 ○ 8년 기준 IF 33.250으로 에너지 관련분야의 최상위 저명저널임 ○ 피인용횟수: 50회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
80	조재필		이공계열	재료공학	저널논문	① Minseong Ko, Sujong Chae, Jiyoung Ma, Namhyung Kim, Hyun-Wook Lee, Yi Cui, Jaephil Cho
						② Scalable Synthesis of Silicon-Nanolayer-Embedded Graphite for High-Energy Lithium-Ion Batteries
						③ Nature Energy
						④ 1, 16113
						⑥ 2016년
						⑦ 10.1038/nenergy.2016.113
■ 성과의 적합성: 차세대 리튬이온전지 음극 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: Graphite 위에 CVD 방법을 통한 nanolayer 형태의 실리콘을 코팅하여 고용량 음극 소재를 합성함 ■ 연구성과의 우수성: 실제 산업에서 요구되는 전극 조성으로 500 mAh/g 이상 실리콘 기반의 음극 물질의 산업화에 대한 가능성을 제시. 초기 쿨롱 효율 92% 달성과 동시에 수명 중 쿨롱 효율이 6사이클에서 99.5%로 매우 우수한 성능을 구현하는데 성공함. 특히, 100사이클 수명 평가에서 360 mAh/g을 갖는 graphite와 동일한 수명 특성을 보임 (92%)과 동시에 alloying type 기반의 Si 소재 사용에 의한 고 율특성을 보임 ■ 파급효과 ○ Si nanolayer를 graphite에 적용하여 고용량 음극 소재 제작. 산업에서 사용되는 고합재 고에너지 전극조성으로 고용량 실리콘 기반 음극 소재의 산업적 활용 가능성을 제시함 ○ 18년 기준 IF 54로 에너지 관련분야의 최상위 저명저널중 하나임 ○ 피인용횟수: 261회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
81	조재필		이공계열	재료공학	저널논문	① Jiyoung Ma, Jaekyung Sung, Jaehyung Hong, Sujong Chae, Namhyung Kim, Seong-Hyeon Choi, Gyutae Nam, Yoonkook Son, Sung Youb Kim, Minseong Ko, Jaephil Cho
						② Towards Maximized Volumetric Capacity via Pore-Coordinated Design for Large-Volume-Change Lithium-Ion Battery Anodes
						③ Nature Communications
						④ 10, 475
						⑥ 2019
						⑦ 10.1038/s41467-018-08233-3
■ 성과의 적합성: 차세대 리튬이온전지 음극 소재 성능 개선 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: Graphite에 carbon 전처리 코팅을 통해 micro pore를 제거함으로써, 수명 특성 및 전극 swelling을 개선함 ■ 연구성과의 우수성: 기존 Si nanolayer를 graphite에 코팅하는 과정에서 불가피하게 graphite micro-pore에 형성되는 Si nanolayer의 열화현상을 규명, macro-pore 및 표면에만 Si nanolayer를 증착시키는 방법을 통하여 수명 및 swelling 현상을 개선함. 그 결과 1825 Wh/L의 고에너지 밀도를 구현함 (Graphite : 1376 Wh/L, Si@graphite : 1374 Wh/L) ■ 파급효과 ○ Si@graphite 전극의 성능개선 및 CVD 방법을 통한 고용량 Si 음극소재 개발 방향 제시 ○ Swelling을 개선하여 기존 Si@graphite composite 대비 2배 이상의 고에너지 밀도 달성 ○ 세계적으로 유명한 Nature 의 자매지로 재료 화학 분야에서 우수한 논문임 ○ 피인용횟수: 13회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
82	최남순		이공계열	화학공학	저널논문	① Jung-Gu Han, Jae Bin Lee, Aming Cha, Tae Kyung Lee, Woongrae Cho, Sujong Chae, Seok Ju Kang, Sang Kyu Kwak, Jaephil Cho, Sung You Hong, Nam-Soon Choi
						② Unsymmetrical Fluorinated Malonatoborate as an Amphoteric Additive for High-Energy-Density Lithium-Ion Batteries
						③ Energy & Environmental Science
						④ 11(6), 1552-1562
						⑥ 2018
						⑦ 10.1039/c8ee00372f
■ 성과의 적합성: 차세대 배터리용 전해액 첨가제 기술 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 차세대 고용량 배터리 전극 재료인 Li-rich 양극 및 실리콘 기반 음극의 구조 불안정 문제 및 비가역성 문제를 해결할 수 있는 신규 합성 전해액 첨가제 개발하여 전지의 수명 성능 및 효율을 획기적으로 향상 ■ 연구성과의 우수성: 신규 합성 전해액 첨가제를 통하여 Li-rich/SGC 배터리 수명 용량 유지율 100회 기준 85% 및 쿨롱 효율 99.5% 이상 달성 ■ 파급효과 ○ 차세대 고용량 배터리의 수명 성능 및 효율을 향상시키는 신규 합성 첨가제 기술 개발 ○ 표지(back cover)논문으로 선정, 연합뉴스 등에 우수연구성과로 소개됨 ○ 국내 특허 1건 등록, (주)후성에 기술이전 1억원 ○ 피인용횟수: 43회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열	전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공 분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
83	최남순		이공계열	화학공학	저널논문	① Jung-Gu Han, Koeun Kim, Yongwon Lee, Nam-Soon Choi
						② Scavenging Materials to Stabilize LiPF6-Containing Carbonate-Based Electrolytes for Li-Ion Batteries
						③ Advanced Materials
				전기화학 공학		④ 31(20), 1804822
						⑥ 2019
						⑦ 10.1002/adma.201804822
■ 성과의 적합성: 차세대 리튬이온 배터리용 전해액 기술 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 리튬이온 배터리의 열화 물질을 제거하여 배터리의 장수명 특성을 향상시킬 수 있는 새로운 연구의 방향을 제시 ■ 연구성과의 우수성: 리튬이온 배터리의 전해질 분해에 의해 생성된 반응성 물질을 효과적으로 비활성화 ■ 파급효과 ○ 리튬이온 배터리 전해질의 합리적인 설계 방안 제시 ○ Advanced Materials 표지 (back cover)논문으로 선정 ○ 피인용횟수: 27회						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
				세부전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
84	최남순		이공계열	화학공학	저널논문	" ① Myoungsoo Shin, Woo-Jin Song, Jung-Gu Han, Chihyun Hwang, Sangyeop Lee, Seokkeun Yoo, Sewon Park, Hyun-Kon Song, Seungmin Yoo, Nam-Soon Choi, Soojin Park "
						② Metamorphosis of Seaweeds into Multitalented Materials for Energy Storage Applications
						③ Advanced Energy Materials
						④ 9, 1900570
						⑥ 2019
						⑦ 10.1002/aenm.201900570
■ 성과의 적합성: 차세대 자연 유래 친환경 배터리 소재 개발 (교신) ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성: 리튬이온전지 분리막은 석유유래 PE 분리막을 사용함. 본 연구에서는 친환경 자연 유래 소재인 해초 추출물 한천으로 전지의 분리막과 전극 바인더를 제조하였으며, 이를 전지에 평가하여 기존 PE 분리막 및 PVDF 대비 우수한 전기화학적 특성을 확보함 ■ 연구성과의 우수성: 석유화학 제품인 전지의 분리막을 친환경 자연 유래 한천 분리막으로 대체할 경우, 전지내 고반응성 물질의 제거가 가능. 이를 통해 LMO 양극 하프 셀의 수명 100회 후 용량 유지율을 91%까지 향상 (기준 전해액은 30회 기준 약 35% 용량 유지율) ■ 파급효과 ○ 석유화학 기반 제품을 자연 유래 친환경 제품으로 변경할 경우 대기 오염 및 CO2 생성을 저감할 수 있으며, 석유화학 기반 제품보다 우수한 성능 확보 가능 ○ Advanced Energy Materials 표지논문으로 선정, 연합뉴스 등에 우수연구성과로 소개됨						

1.2 연구업적물

③ 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-5> 최근 10년간 참여교수의 해당 신산업분야
대표연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	■ 연구업적: Minseong Ko, Sujong Chae, Jiyoung Ma, Namhyung Kim, Hyun-Wook Lee*, Yi Cui* & Jaephil Cho*, Scalable synthesis of silicon-nanolayer-embedded graphite for high-energy lithium-ion batteries, <i>Nature Energy</i> 2016, <i>1</i>, 16113. ■ 성과의 적합성: 이차전지용 고용량, 고출력 음극 개발 ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성 ○ 실리콘 기반의 고용량 음극 소재 평가 고합제 (> 3.3 mAh/cm², 1.6g/cc), 고활물질 비율의 극판 조성 (< 4 wt%, binder ratio)을 도입하여 실리콘 기반의 고용량 음극 소재 사용의 산업적 가능성을 제시함 ■ 연구 내용 및 우수성 ○ <u>Chemical Vapor Deposition (CVD, 화학적 기상 증착) 방법을 통해 Graphite에 Si nanolayer를 코팅한 520mAh/g급 고용량 음극소재 (SGC) 개발</u> ○ 개발된 SGC는 그의 구조적 특징에 기인하여 기존 열화 원인으로 규명된 crumbled graphite 분진 및 실리콘 탈리에 의한 전하고립 현상을 완화하여 초기 사이클의 가역성을 증가시키며 92%의 높은 초기 효율을 달성했을 뿐만 아니라, half cell 100 사이클 수명 평가에서 96%의 수명 유지율로 뛰어난 수명 안정성을 제시함 ○ 20nm로 형성된 실리콘 코팅층은 리튬 이동도 (diffusivity)를 향상시켜 진행된 3C-rate 율특성 평가에서 0.2C 대비 95% 이상의 용량 유지율로 흑연 대비 우수한 율특성을 보임 (0.2C 대비 3C 용량유지율 65%) ○ 이러한 half-cell 데이터를 바탕으로 진행된 풀셀 평가에서도 100 사이클 92% 수명 유지율로 매우 우수한 수명 유지율을 확인함 (Graphite/LCO 풀셀 100사이클 수명 유지율 96%) ○ 동일 셀용량 설계에서 고용량 음극 물질은 상대적으로 낮은 합제로 목표 셀 용량 값을 만족할 수 있으며, 그 결과 SGC의 에너지 밀도는 1043 Wh/l로 흑연의 에너지밀도(900 Wh/l)보다 뛰어난 에너지밀도를 갖는 것으로 확인됨 ■ 파급효과 ○ <u>시간당 50kg 소재 생산 설비 구축하여 대량 생산에 성공함</u> ○ <u>고용량 음극 소재 대량 생산을 바탕으로 이차전지 원천기술 선점</u> ○ EurekAlert 및 매일경제 등에 고용량 음극 소재의 대량생산 성공 사례로 소개됨 ○ Impact factor: 54.000 / JCR JIF Percentile: Top 0.485% ○ 피인용횟수: 261회

연번	대표연구업적물 설명
2	■ 연구업적: Javeed Mahmood, Feng Li1, Sun-Min Jung, Mahmut Sait Okyay, Ishfaq Ahmad, Seok-Jin Kim, Noejung Park, Hu Young Jeong and Jong-Beom Baek, <i>Nature Nanotechnology</i> 2017, <i>12</i>, 441-446. ■ 성과의 적합성: 차세대 에너지 변환소재 개발 ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성 ○ 기존의 수소발생반응 촉매로 쓰이는 백금기반의 물질들은 고가의 가격을 형성하고 염기성에서 안정성이 낮다는 치명적인 단점이 존재했음. 또한, 이전에 보고된 비귀금속 기반의 촉매들은 산에 부식성이 강하다는 안정성 문제와 높은 과전압으로 가동이 된다는 치명적인 단점이 존재했음 ○ 본 연구팀에서는 루테튬(Ru)을 기반으로 한 촉매인 Ru@C2N을 개발하여 수소 발생 반응 (Hydrogen Evolution Reaction, HER) 촉매로 사용했을 때, 산, 염기 모든 조건에서도 높은 안정성과 수소발생 효율의 성능을 보여줌 ○ 이전에 루테튬을 HER 반응촉매에 적용한 사례가 없었을 때, 이러한 물질개발의 보고는 관련 연구의 새로운 방향을 제시하는 연구가 됨. 실제로, 이후에 루테튬을 사용한 수소발생촉매 보고 숫자가 크게 증가함 ○ 기존에 높은 성능만을 위한 금속기반의 전기화학 촉매에서 벗어나 안정적인 유기물 구조를 기반으로 하여 균일하게 금속입자를 도입하면서 높은 안정성을 가져옴 ■ 연구성과의 우수성 ○ 2015년에 보고 (Nature communications, 2015, 6, 6486) 된 이차원 유기 다공성 네트워크 고분자 (C2N)과 루테튬 (Ru) 금속을 섞어 새로운 수소발생촉매 (Hydrogen Evolution Reaction, HER)을 보고함 ○ C2N은 규칙적인 질소 원자들과 기공이 루테튬 입자를 나노규모로 안정적으로 응집시켜주는 역할을 함. 실제로 고배율의 투과 전자 현미경 (High-resolution Transmission Electron Microscopy)로 이미지화 했을 때, 이 물질 (Ru@C2N)에 균일한 루테튬 나노입자들이 2~3 nm의 크기를 유지하며 C2N의 기공에 들어가 안정적으로 잡혀있음을 보여주었고, 이는 높은 안정성에 큰 기여를 하며 10,000 번의 측정에도 성능이 변하지 않음을 보여줌 ○ 루테튬 (Ru) 가격은 백금과 비교하여 4% 수준으로 저렴하였고, 실제 합성된 촉매에 루테튬의 양은 40 %정도 밖에 되지 않아 고가의 백금에 비교하여 가격 경쟁력 면에서도 우수함 ○ 국내특허 1건 등록 ○ Impact factor: 33.407 / JCR JIF Percentile: Top 1.195% ○ 피인용횟수: 327회

연번	대표연구업적물 설명
	■ 연구업적: Hyosung Choi, Seo-Jin Ko, Yuri Choi, Piljae Joo, Taehyo Kim, Bo Ram Lee, Jae-Woo Jung, Hee Joo Choi, Myoungsik Cha, Jong-Ryul Jeong, In-Wook Hwang, Myoung Hoon Song, Byeong-Su Kim, Jin Young Kim, Versatile surface plasmon resonance of carbon-dot-supported silver nanoparticles in polymer optoelectronic devices. Nature Photonics 2013, 7, 732-738. ■ 성과의 적합성: Plasmonic effect를 활용해 차세대 광전자소자 공정 기술 개발 ■ 기존연구와의 차별성 및 창의성 ○ 유기 물질에서 표면 플라즈몬과 여기자 (exciton)의 coupling은 유기 광전기적 소자의 성능을 향상시킬 수 있는데, 본연구에서는 탄소 점 (carbon dot)을 환원제로 사용하여 탄소점-은 결합 (CD-Ag) 나노입자를 만들고 이를 기판위에 적층해 템플릿을 만들고 이를 활용해 고분자 발광 다이오드와 고분자 태양전지를 제작 ○ <u>본연구는 기존의 은 나노입자를 쓰는 연구는 많았지만, 탄소점을 활용한 은 나노입자를 만들었다는 것이 기존 연구와 차별되며, 굉장히 창의적인 아이디어임</u>
3	■ 연구성과의 우수성 ○ <u>본 연구는 CD-Ag 나노입자를 발명하는 것에 그치지 않고 이를 다양한 분야 (고분자 태양전지, 고분자 발광다이오드)에서 활용가능함을 증명</u> ○ 본 연구에서 새로 적용된 CD-Ag 나노입자의 표면 플라즈몬 공명은 고분자 발광 다이오드에서는 우수한 발광도를 얻을 수 있게 했고, 고분자 태양전지에서는 추가적인 빛 흡수를 가능케 함 ○ 이로 인해서 고분자 발광 다이오드의 전류 효율이 27.16 cd A⁻¹로, 발광 효율 18.54 lmW⁻¹까지 눈에 띄게 향상됨. 레퍼런스 소자는 전류 효율 11.65 cd A⁻¹, 발광효율 6.33 lmW⁻¹에 그침 ○ 고분자 태양전지에서는 광전변환효율이 8.31%로 굉장히 높은 효율을 가지며 내부 쿼텀 효율이 99%로 레퍼런스 소자가 7.53%, 내부 쿼텀 효율이 91%인데에 비해 괄목할 성능 향상을 이끌어냄 ■ 파급효과 ○ Plasmonic effect로 인한 광전자소자의 효율향상 원리를 규명 ○ 이달의 과학자상 수상 ○ 국내특허 1건 등록 ○ Impact factor: 31.583 / JCR JIF Percentile: Top 0.526% ○ 피인용횟수: 354회

1. 참여교수 연구역량

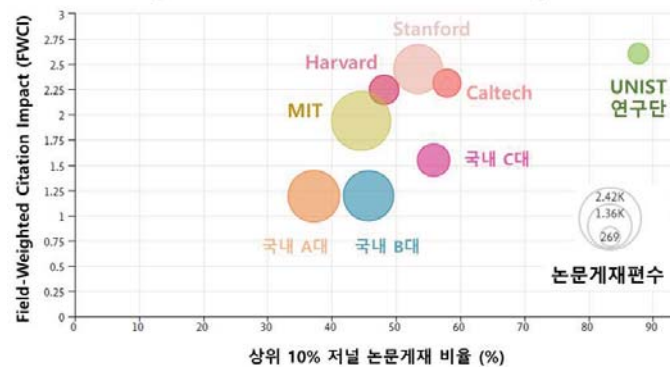
1.3 교육연구단의 연구역량 향상 계획

1.3 교육연구단의 연구역량 향상 계획

■ 연구단 연구역량 분석

- 본 연구단은 울산과학기술원 에너지공학과 소속 28명의 교수로 구성됨. 2015년 이후 SCI(E)급 국제학술지에 매년 200편 이상의 논문 발표. 이중 80%이상의 논문을 분야별 상위10% 이내 저명학술지에 게재함
- SciVal을 이용하여 2015-2019년간 Harvard, Stanford, MIT, Caltech과 같은 세계 선도대학 및 국내 최상위대학 연구그룹과 에너지분야 연구성과를 비교/분석해보면, 본 연구단 참여연구자들의 연구성과가 정성적으로 우수함을 알 수 있음
- 연구성과의 질적우수성과 연관성이 높은 (1) 상위 10%저널 게재비율과 (2) 분야별 가중치를 고려한 상대적피인용지수 (FWCI) 측면에서 세계선도대학 대비 우수

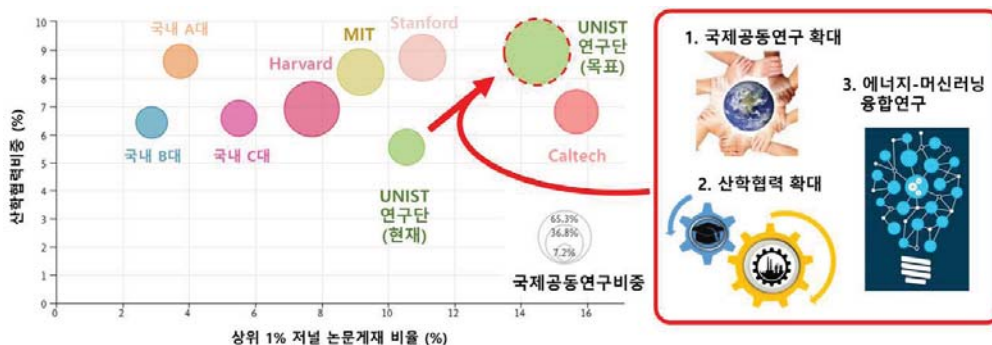
세계 최상위권대학과 본사업단의 연구역량 비교분석
(2015-2019년간 에너지분야 연구실적에 한정)



< SciVal을 이용한 연구단 연구역량 분석 (1) >

- 심층분석시 세계선도대학에 비해 (1) 상위 1% top-tier저널 논문게재비율, (2) 산학협력 연구성과 비중, (3) 국제공동연구 비중 측면에서 다소 부족

■ 연구역량 향상 전략



< SciVal을 이용한 연구단 연구역량 분석 (2) 및 연구역량 향상 전략 >

- 산학협력 및 국제공동연구를 확대/촉진하여 세계최고수준 우수연구성과 도출
→ 상위 1% top-tier저널 논문게재비율 향상
- 향후 에너지 산업 및 연구개발에 있어 게임체인저가 될 인공지능/머신러닝 기술을 적극 도입/접목하여, 연구효율 및 역량을 향상

○ 정량적 성과목표

지표	현재	목표 (종료시점)
상위1%저널 논문게재 비율 (CiteScore 에너지분야)	10.5%	13.0% 이상 (Caltech, MIT평균 12.3%)
국제연구협력비중	27.3%	35.0% 이상 (Caltech, MIT 평균 ~40%)
산학협력연구비 총 수주액 (억원/년)	33억	36.3억 (> 10%)

■ 에너지-머신러닝 융합연구 목표 및 전략

- 목표: 에너지-머신러닝 융합 연구의 주축기술 (<머신러닝 초고속 소재 스크리닝 기술 개발>, <머신러닝을 이용한 인버스 소재 디자인>, <머신러닝을 이용한 소재/디바이스 성능 최적화>, <머신러닝을 이용한 고도 분석 실시간 해석>)의 개발을 토대로, ‘글로벌 수준의 에너지-머신러닝 융합 기술’을 구현함
- 연구의 중요성 및 배경
 - 신기후체제에 대응하기 위해 정부에서 2030년까지 에너지 신산업을 통한 온실가스 감축 목표를 5,500만 톤으로 잡고 다양한 에너지 전환 정책 추진 중
 - 에너지 전환 정책을 통해 효율적인 에너지 생산·소비·전달이 가능한 전반적인 에너지 시스템을 전환하여 지속 가능한 청정 에너지 국가 기반 구축하고자 함. 이를 위해 새롭게 창출되는 에너지 신산업을 육성 필요
 - 4차 산업혁명 핵심 에너지산업인 스마트 그리드 시장은 국내투자액 기준 최근 3년간 750% 성장하였으며, 해외의 경우 연평균 4.9% 성장률 기록
 - 에너지-인공지능 융합분야 인력수요는 연평균 61% 증가. 해당 분야 종사자의 43%가 연구개발직으로 기업의 23.8%가 ‘융합형 연구개발 인력 부족’ 호소
- 에너지-머신러닝 융합 연구의 필요성
 - 4차 산업혁명의 핵심기술로 꼽히는 AICBM (AI, IoT, Cloud, Big Data, Mobile)과 기존의 에너지 산업을 융·복합하여 탈원전-신재생에너지로의 패러다임 전환에 대응하는 연구와 산업화가 빠르게 진행되고 있음
 - 이차전지, 연료전지, 태양전지 등 기존 에너지사업에 4차 산업혁명, ICT 기술의 융·복합을 통해 에너지 신산업의 고도화 추구 및 신규 산업 창출
 - 인프라가 확보된 기존 에너지산업, 에너지 신산업 중 새로운 기술을 도입·연계하여 고도화시킬 수 있는 융합 연구 필요
- 핵심 연구 분야
 - 빅데이터, 머신러닝을 이용한 소재 특성 예측 모델 개발 및 광범위의 소재 고속/효율적 스크리닝을 통한 신소재 개발
 - 머신러닝을 이용한 소재 성능 최적화 모델 개발을 통한 소재 개발 가속화 (배터리 수명 특성 최적화 등)
 - 머신러닝을 이용한 고도분석 실시간 해석 기법 개발
- 에너지-머신러닝 융합 연구 전략
 - 현재의 머신러닝 기술을 보다 높은 수준으로 발전시키는 연구도 필요하나 에너지 분야에서의 그 효용성은 작음. 현재의 머신러닝 기술을 기존 에너지 소재 관련

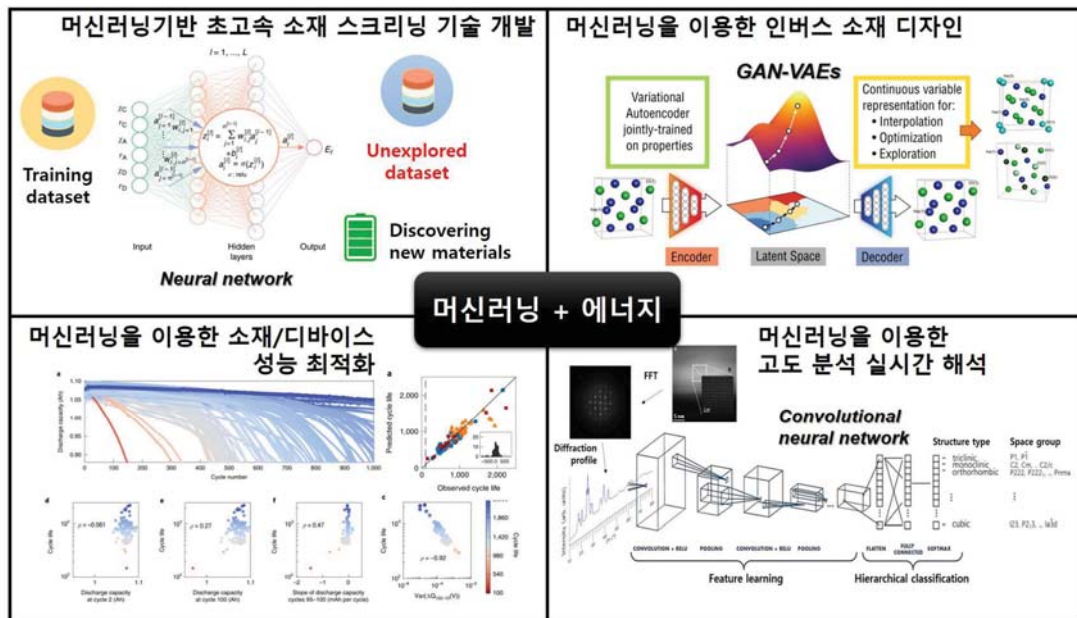
기술에 접목하여 빠르게 에너지 산업의 수준을 높이고 다양한 에너지 분야에서 효과가 나타나도록 응용하는 것이 효율성이 높음

- UNIST가 이미 보유 하고 있는 태양광, 수소 에너지 및 이차전지 관련 연구개발 부문에 AI/머신러닝 기술을 접목함으로써, “기존 데이터의 머신러닝 기법을 적용한 재해석을 통한 새로운 정보의 창조 방안 모색”, “기존 데이터 발생 기법을 머신러닝을 적용한 새로운 방법론으로 전환하여 더 많은 변수와 조건에서의 데이터 확보를 가능하게 하고 이때 얻은 데이터를 머신러닝 기법을 적용한 해석을 통한 종합적 정보의 창조 방안” 그리고 “확보된 정보를 기준으로 의사결정과정에 머신러닝 기술을 접목하는 방안” 을 통해 기존 에너지 분야의 연구 고도화 추구

- 기존 이차전지, 수소저장, 태양광, 연료전지 등 에너지 기술에서 축적된 연구 데이터의 재해석, 기초 연구의 새로운 방향성 수립, 실현가능한 스케일업 대상소재 선정 또는 기술의 범위 한정에 머신러닝 기술을 접목하여 결론을 도출하고 이것의 실증을 기존 UNIST의 연구 능력 장점을 활용하여 융합할 수 있는 체계를 구축할 수 있다면 최고의 연구 생산성과 높은 완성도의 성과창출이 가능할 것임

○ 핵심 에너지-머신러닝 융합 기술 개발

- 빅데이터/머신러닝을 이용한 에너지소재 특성 고속 예측을 통한 원천핵심소재 개발
- 원천 핵심 소재 개발로 기술 이전을 통해 혁신형 벤처·중소기업 활성화
- 환경친화적 고부가가치 원천 신소재 및 신물질 창출에 기여
- 핵심 에너지 소재의 국산화 및 고유 기술 확보
- 신기술이 적용된 에너지 변환 및 저장 기술 개발로 글로벌 경쟁력 선점



■ 핵심연구 I : 머신러닝기반 초고속 소재 스크리닝 기술 개발

○ 연구내용 및 범위

- 머신러닝을 이용한 소재 특성 예측 기술 개발
- 머신러닝기반 초고속 스크리닝을 통해 고성능 유전체, 리튬고체전해질 소재 개발

- 소재 특성 예측 머신러닝 모델을 이차전지, 연료전지, 태양전지 소재 개발에 적용

○ 추진 전략 및 방법

- 기존 실험, 계산 데이터베이스 기반으로 소재의 특성 (밴드갭, 유전율, 작동전압, 탄성 계수 등)을 빠르게 예측할 수 있는 머신러닝 모델을 수립하고 초고속 스크리닝을 통한 효율적 소재 개발
- 조성과 결정구조를 다양한 방식으로 수치화하여 descriptor로 활용
 - 조성으로부터 머신러닝 모델이 화학적, 물리적 정보를 학습할 수 있는 적절한 descriptor 개발 및 적용
 - 결정구조로부터 머신러닝 모델이 화학적, 물리적 정보를 학습할 수 있는 적절한 결정구조 지문 (fingerprint) 개발 및 적용
- 다양한 머신러닝 모델 벤치마크를 통한 예측 성능 최적화
 - 의사결정 트리 (decision tree), 인공신경망 (artificial neural network), 합성곱신경망 (convolutional neural network, CNN) 등 다양한 머신러닝 모델 고려하여 성능 최적화
- 개발된 머신러닝 모델을 이용한 초고속 소재 스크리닝을 통한 신규 소재 탐색
 - MLCC 소재 개발을 위한 1천만 조성의 유전율, 밴드갭 예측 (실험: ~18만년 vs. 양자역학 계산: ~2천년 vs. 머신러닝: ~10분)
 - 리튬 고체전해질의 조성, 결정 구조에 따른 이온전도도 예측 가능한 머신러닝 모델 구축으로 신규 고체전해질 탐색

■ 핵심연구 II : 머신러닝을 이용한 인버스 소재 디자인

○ 개발내용 및 범위

- 원하는 특성을 가진 새로운 결정구조 생성 가능한 머신러닝 모델 개발
- 머신러닝 모델을 이용한 소재 역설계 (inverse design) 플랫폼 개발
- 이차전지, 연료전지, 태양전지 소재의 인버스 디자인

○ 추진 전략 및 방법

- 기존 발견된 소재 형태에서 크게 벗어나지 못하는 combinatorial법 기반의 소재 개발이나 데이터베이스 기반 스크리닝 기법의 한계를 뛰어넘기 위해 인공지능이 (그림을 그리고 노래를 작곡하듯) 원하는 특성을 가지고 있는 새로운 구조를 생성해냄으로 알려지지 않은 새로운 형태의 소재를 탐색할 것임
- 생성적 적대 신경망 (generative adversarial networks, GAN)과 변형자동 오토인코더 (Variational Autoencoders, VAEs)을 병합하여 구조 생성 및 구조의 존재 가능성 판별의 경쟁을 통한 신규 결정 구조 생성 머신러닝 모델 개발
- 기존 수십만개의 물질들과 그 물질들이 갖는 물성의 관계를 머신러닝 모델로 학습하게 한 후 원하는 물성을 갖는 물질을 역으로 생성하는 인공지능 모델 및 디자인 플랫폼 개발
- 결정구조가 중요한 인자로 작용하는 고체전해질, 유전체 등의 다양한 이차전지, 연료전지, 태양전지 소재 개발에 적용

■ 핵심 연구 III : 머신러닝을 이용한 소재/디바이스 성능 최적화

○ 개발내용 및 범위

- 초기 실험 결과로 수명 및 장기 실험 특성 예측 머신러닝 모델 개발
- 머신러닝을 이용한 성능 최적화 플랫폼 개발
- 이차전지, 연료전지, 태양전지 소재 및 시스템의 성능 최적화에 적용

○ 추진 전략 및 방법

- 머신러닝을 이용하여 실험데이터로부터 특정 패턴을 찾고 이를 통해 최소의 실험을 통한 품질관리/성능 최적화하는 연구
- 배터리의 초기 충전 패턴에서 수명 특성을 예측할 수 있는 머신러닝 모델 수립하여 수백만개 단위로 양산되는 배터리의 효율적인 품질관리법 적용 가능
- 배터리의 초기 충전 패턴에서 수명 특성을 예측할 수 있는 머신러닝 모델 수립하여 수백만개 단위로 양산되는 배터리의 효율적인 품질관리법 적용 가능
- 10-30분 간의 고속 충방전시 전압 곡선과 셀(혹은 팩)의 온도 변화 등 몇가지 정보로부터 중고 배터리의 열화도를 판정해 낼 수 있는 머신러닝 모델을 개발
- 다양한 조건에서 실험하거나 직관에 의존하는 대신, 베이지안 기법을 통해 테스트할 최고의 프로토콜을 빠르게 찾는 방법이 연구
- 이차전지 최적의 초고속 충전 프로토콜을 발견한 연구

■ 핵심 연구 IV : 머신러닝을 이용한 고도 분석 실시간 해석

○ 개발내용 및 범위

- 투과전자현미경 (TEM) 측정 이미지 실시간 해석이 가능한 머신러닝 모델 개발
- X-ray 회절분석법 (XRD), 분광학 분석법 등 다양한 분석법 실시간 해석 머신러닝 모델 개발 및 이차전지, 연료전지, 태양전지 소재 개발에 적용

○ 추진 전략 및 방법

- 이미지, 비디오, 텍스트 또는 사운드 분류에 사용되는 CNN 모델을 투과전자현미경 측정 이미지 해석에 적용
- 특징을 직접 학습 가능한 CNN을 활용하여 투과전자현미경 이미지의 특징을 자동으로 추출, 대량의 raw 데이터를 활용하여 학습
- TEM 이미지의 축외 (off-axis)와 모호한 축 방향, 텍스처링 등으로 푸리에 변환으로 얻어진 역격자 회절패턴 이해가 어려운 한계점을 극복하기 위해 2차원 데이터인 역격자 회절패턴을 1차원 회절곡선으로 모델 학습하여 정확도를 향상
- 문헌, 저널에 보고된 투과전자현미경 이미지가 소수의 재료 (SrTiO_3 , LiCoO_2 등)에 치우쳐 있어 모델 학습에 한계가 있으므로 ICSD (Inorganic Crystal Structure Database)와 같은 결정구조 데이터베이스로부터 60만개 이상의 무기소재의 회절 곡선을 생성하여 학습에 활용할 계획임
- TEM 측정시 얻어진 대면적 이미지를 푸리에 변환하여 국부의 회절 패턴을 얻고 이를 회절 곡선으로 변환하고 CNN 모델을 통해 국부상의 결정 공간군 (space group)을 분류하고 결정상을 예측. CNN 모델의 경우 컴퓨터 자원이 많이 필요하지 않고 예측 속도가 빠르기 때문에 투과전자현미경 측정 즉시 실시간으로 국부 안정상의 종류 및 공간적 분포, 통계적 분포를 확인 가능할 것임
- 국부 안정상 예측. 성능이 높은 합성곱 신경망을 개발하기 위해 머신러닝 뿐만 아니라 TEM, 결정학, 에너지 소재를 포함한 다학제 전문가들의 융합공동연구 수행
- X선 회절분석법, 분광학 분석법을 위한 실시간 해석이 가능한 머신러닝 모델 개발

2. 연구의 국제화 현황 및 계획

2.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

2. 연구의 국제화 현황 및 계획

2.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

■ 국제학회/학술대회 발표 활동 (초청강연, 기조연설 표기)			
	초청 (기조)		대학원생 발표횟수
	발표횟수	발표학회	
강석주	2 (0)	ACEPS-9, ICAMD2019 등	8
고현협	18 (0)	ECS Meeting, ACEPS, ENGE, ICAE, IEEE-NEMS, IMD, IUMRS 등	48
곽상규	1 (0)	2019 ICMS	128
곽자훈	-	-	8
김동혁	4 (0)	ASBA, iBioT Symposium, INESS, NHBT 2019 등	15
김소연	2 (0)	17 th Int. Symp. on Applied Rheology, 2018 MRS Spring	40
김영식	2 (1)	2017 MRS Fall, ENGE 2018, 2018 IUMRS-ICA 등	5
김진영	2 (0)	2015 일본응용물리학회, PIERS2019 등	26
류정기	4 (0)	ACEPS-9, Green China 2019, ISAMR, 3rd MMAP 등	25
박혜성	8 (0)	ACEPS-9, ECS, Pacificchem 등	17
백종범	7 (0)	ECS Meeting, ICON-2DMAT, ICSM 2018, Grephene 2018, 5 th Int. Forum on Graphene 등	81
서동화	2 (0)	2018 Int. Battery Assoc. Conf., ECS Meeting 등	신임교원
송현곤	2 (0)	ECS Meeting, 14 th IUPAC Int. Conf. on Novel Mater. and Their Sys. 등	40
양창덕	6 (0)	ALIFEXV, 2019 EMN Meeting, ICERE, 47 th Power Source Conf., SIPS 2016 등	39
이상영	27 (0)	ACEPS-9, ACS Meeting, EEST2018, Int. Conf. on Solid State Ionics, TechConnect World 2018 등	22
이성국	3 (1)	Marine Environmental Microbes and Chemical Ecology, iBioT-2019 등	69
이재성	10 (10)	APCAT, ICARP 2019, 16 th ICC Catalysis, ICP 2015, E-MRS, MCARE, TOCAT8 등	0
이준희	1 (0)	2017 APS Spring Meeting	5
이지석	-	-	7
이창영	2 (0)	ECS Meeting, Int. Forum on Funct. Mater. 등	21
이현욱	4 (0)	EESAT, EEST 2018, 113th Pacific Rim Conf. of Cera. Soc., UK-Korea Sysmp. on Li and Na Batteries 등	21
임한권	0 (1)	IBI Biochar World Congress 2019	7
장성연			0
장지욱	1 (0)	2018 Int. Symp. on Advancement and Prospect of Catalysis S&T	3
장지현	-	-	5
정경민	-	-	4
조재필	12 (1)	ACS Meeting, APEnergy 2018, ECS Meeting, EEST 2018, IMLB 2018, MRS Meeting	11
최남순	-	-	6

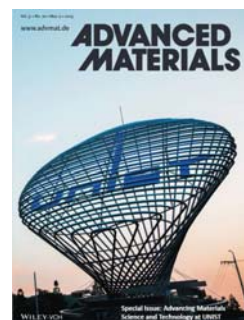
■ 국제학회 위원회 활동

	국제학회	기간	개최국	역할
고현협	Nano Korea 2019	‘19.07.02 - 05	한국	위원회 좌장
	Int. Meeting on Information Display	‘19.08.27 - 30	한국	위원회 좌장
	Nano Korea 2018	‘18.07.10 - 13	한국	위원회 좌장
	Int. Union of Mater. Res. Soc. - Int. Conf. on Electronic Mater.	‘18.08.19 - 24	한국	위원회 좌장
	4 th Int. Conf. on Adv. Electromaterials	‘17.11.21 - 24	한국	위원회 좌장
김동혁	2018 ASBA	‘18.11.22 - 25	한국	기획위원
박혜성	ISPSA 2020	‘20.07.20	한국	조직위원
	ICAMD 2019 (응용-물리분과)	‘19.12.19	한국	분과기획위원
	NANOPIA 2018	‘18.11.18	한국	분과위원장
	IMID 2017	‘17.08.17	한국	좌장
이상영	9 th Asian Conf. on Electrochem. Power Sources	‘17.08	한국	조직위원장
	19 th Int Meeting on Li Batteries	‘18.06.17 - 22	일본	분과기획위원
이재성	아태촉매협회	‘04 - 현재		재정이사
	도쿄국제촉매학회	‘04 - 현재		국제자문위원
	국제에너지협회 IEA - Annex-20	‘04 - 현재		전문위원
이창영	Nanopia 2018 (나노소자 및 공정 분과)	‘18.03.05 - 18.12.31	한국	분과기획위원
이현욱	2018 MRS Spring Meeting (EN14-Materials Science and Device Engineering for Safe and Long-Life Electrochemical Energy Storage)	‘18.04.02 - 06	미국	분과기획위원
	1 st Italian-Korean Bilateral Workshop on Electrochemical Energy Storage	‘18.10.25 - 26	이탈리 아	기획위원
	PRiME 2016	‘16.10.02 - 07	미국	좌장
장지욱	MCARE 2019	‘19.08.19 - 23	한국	좌장
임한권	5 th Int. Conf. on Algal Biomass, Biofuels, and Bioproducts	2015	미국	분과기획 및 좌장
	IBI Biochar World Congress 2019	‘19.11.10 - 14	한국	좌장

■ 국제학술지 관련 활동 (편집위원 등)

○ 조재필 교수

- Advanced Materials UNIST 특집호 발간 (2019년 Vol. 31, No. 20) Guest Editor로 참여. 에너지 저장 및 변환 분야의 전문가들이 논문 게재함 (본 연구단 고헌협, 김영식, 김진영, 백종범, 송현곤, 양창덕, 이상영, 이재성, 최남순 교수 등)



○ 편집위원 활동

	국제학술지	출판사	기간	역할
백종범	Macromolecular Research	Springer	2008 ~ 현재	편집위원
	Carbon Letters	Korean Carbon Society	2011 ~ 현재	부편집장
	FlatChem	Elsevier	2016 ~ 현재	편집위원
	Materials Research Express	IOP Science	2015 ~ 현재	편집위원
	Energy Storage Materials	Elsevier		편집위원
양창덕	Polymer	한국고분자학회	2014 ~ 현재	편집위원
송현곤	Scientific Reports	Nature Research	2014 ~ 현재	편집위원
이상영	Scientific Reports	Nature Research	2015 ~ 현재	편집위원
이성국	Journal of Microbiology and Biotechnology	한국미생물, 생명공학회	2016 ~ 현재	편집위원
	Journal of Microbiology	한국미생물학회	2012 ~ 2017	편집위원
이재성	Topics in Catalysis	Baltzer Science	2000 ~ 현재	편집위원
	Catalysis Letters	Baltzer Science	2000 ~ 현재	편집위원
	Applied Catalysis A: General	Elsevier	2004 ~ 현재	편집위원
	Journal of Molecular Catalysis A	Elsevier	2004 ~ 현재	편집위원
	Journal of Catalysis	Elsevier	2007 ~ 현재	편집위원
	Open Catalysis Journal	Bentham	2009 ~ 현재	편집위원
	Catalysis for Sustainable Energy	De Gruyter	2012 ~ 현재	편집위원
이현욱	iScience	Cell Press	2018 ~ 현재	편집위원
	Transactions of Tianjin University	Springer	2020 ~ 현재	편집위원
조재필	Angewandte Chemie Int. Ed., Advanced Energy Materials, Advanced Functional Materials, Chemistry-An Asian Journal, Chemistry-A European Journal, ChemPhysChem, ChemPlusChem, Energy Storage Materials, Sustainable Energy & Fuels, Batteries & Supercaps	Wiley / Elsevier		편집위원
최남순	ACS Energy Letters	ACS		편집위원

■ 국제학회 수상

○ 서동화 교수

- 국제 배터리 재료 협회 (the International Battery Materials Association) Early Career Award 수상 (2018년 3월)
- 인공지능과 양자계산 모델링을 통한 리튬이차전지 소재개발에 기여한 공로로 수상

○ 송현곤 교수

- Distinguished Award 2016 for Novel Materials and their Synthesis, 12th IUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis (NMS-XII), Changsha, China (October 14-19, 2016)

○ Clarivate Analytics 세계 상위 1% 연구자 (Highly Cited Researcher) 3명 선정

- 백종범 교수 (분야: 크로스 필드), 2018 - 2019년 (2년 연속)
- 이현욱 교수 (분야: 크로스 필드), 2019년
- 조재필 교수 (분야: 재료과학), 2016 - 2019년 (4년 연속)

■ 국제 저술 활동(단행본, ISBN표기)

○ 고현협 교수

- Jonghwa Park, Sehee Ahn, Hyunhyub Ko, “Nanomaterials, Polymers and Devices: Materials Functionalization and Device Fabrication [Chapter 15. Nanostructured Conductors for Flexible Electronics]”, John Wiley & Sons (2015, ISBN: 978-0-470-04806-1)
- Ziyaeddin Khan, Ravi Shanker, DooSeung Um, Amit Jaiswal, and Hyunhyub Ko, “Electrically Conductive Polymers and Polymer Composites [Chapter 01. Bioinspired Polydopamine and Composites for Biomedical Applications]”, John Wiley & Sons (2017, ISBN:9783527342891)
- Minjeong Ha, Seongdong Lim, and Hyunhyub Ko, “Flexible and Stretchable Medical Devices [Chapter 12. Flexible Health-Monitoring Devices/Sensors]”, John Wiley & Sons (2018, ISBN:9783527341832)

○ 백종범 교수

- 단행본, “Chemically Derived Graphene: Functionalization, Properties and Applications” Print ISBN: 978-1-78801-080-1, 출판사: Royal Society of Chemistry
- 단행본, “Carbon Nanomaterials for Advanced Energy Systems: Advances in Materials Synthesis and Device Applications” Print ISBN: 978-1-118-58078-3, 출판사: WILEY-VCH

○ 양창덕 교수

- 단행본, “Conjugated Polymers: Perspective, Theory, and New Materials,” 4th Edition, chapter 4 (pp 149-194) Print ISBN: 9781138065697, 출판사: CRC Press

○ 이상영 교수

- 단행본, “Nanocarbons for Energy Conversion: Supramolecular Approach” (Chapter 18) Print ISBN: 9783319929170, 출판사: Springer, 2019
- 단행본, “Printed Batteries: Batteries, Technologies and Applications” (Chapter 5) Print ISBN: 9781119287421, 출판사: John Wiley & Sons, 2018

- 이성국 교수
 - 단행본, “Chapter 17: Genome editing tools for *Escherichia coli* and their applications in metabolic engineering and synthetic biology. Emerging Areas in Bioengineering, Edited by Ho Nam Chang” 01/13/2018. Print ISBN: 9783527340880, 출판사: Wiley-Blackwell
- 이재성 교수
 - 단행본, “Materials and Processes for Solar Fuel Production“, 출판사: Springer (Print ISBN: 978-1-4939-1628-3))

■ 외국기관 초빙 특강 및 세미나

- 백중범 교수
 - (중국) 2019년 6월 17-20일, “Robust fused aromatic organic network structures for energy applications “ Materials Beyond VI, Fudan University
 - (중국) 2018년 10월 19일, “Two- and three-dimensional network structures “ USTC 60th Anniversary Honorary Lecture Series on Chemistry and Materials Science, University of Science and Technology of China
 - (중국) 2018년 7월 16일, “Two- and three-dimensional network structures “ Tsinghua University
 - (중국) 2018년 7월 16일, “Two- and three-dimensional network structures “ Beijing Institute of Chemical Technology
- 양창덕 교수
 - (중국) 2018년 11월 23-25일 Southern University of Science and Technology
- 이상영 교수
 - (독일) 2019년 4월, Helmholtz Institute
 - (미국) 2018년 5월, eWEAR Center, Stanford University
 - (중국) 2018년 12월, Huawei Research Center
 - (중국) 2018년 7월, Shanghai University
 - (중국) 2018년 6월, National Forestry University
 - (일본) 2018년 2월, Waseda University
 - (스웨덴) 2016년 4월, KTH University
- 이현욱 교수
 - (홍콩) 2017년 2월 15-17일, The Hong Kong Polytechnic University
 - (싱가폴) 2017년 8월 31일, Agency for Science, Technology and Research
 - (중국) 2018년 9월 28일, Huazhong University of Science and Technology
 - (중국) 2019년 7월 9일, ShanghaiTech University
 - (중국) 2019년 8월 21일, Tianjin University

2. 연구의 국제화 현황 및 계획

2.2 참여교수의 국제 공동연구 실적 및 계획

■ 참여교수별 국제 공동연구 추진 계획

- 김소연 교수
 - 에너지분야에 활용 가능한 프린팅용 고분자 나노복합체를 개발
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 미국 North Carolina 주립대 Michael Dickey 교수
 - 연구기간: 2020.02.21 ~ 2021.02.20 (연구년 기간 방문공동연구 수행)
- 김영식 교수
 - Na 이온전지, 해수전지 및 고체전해질 관련 공동연구
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 미국 Argonne 국립연구소 이용제 박사
 - 연구기간: 기존 수행 중 연구의 계속
 - 해수전지 음극물질과 이온성 액체 전해질 개발 공동연구 수행예정
 - 상대국 기관: 독일 Helmholtz Institute Ulm (HIU) & Karlsruher Institut für Technologie
 - 2017년 공동연구 협약 체결. 지속적 공동연구 수행
- 김진영 교수
 - 태양전지 개발 공동연구 및 대학원생 인적 교류
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 호주 CRISO
 - 연구기간: 2016년 이후 지속
- 류정기 교수
 - 폐목재를 이용한 수소생산 기술 개발 공동연구
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 캐나다 UBC (University of British Columbia) Faculty of Forestry 및 Hummingbird Hydrogen
 - 연구기간: 2020.03 ~ 현재
 - 연구내용: 캐나다의 대학교 (UBC) 및 기업체 (Hummingbird Hydrogen)와 폐목재를 이용한 수소생산 기술 개발 공동연구
- 박혜성 교수
 - 단결정 저차원 반도체 소재를 구현할 수 있는 합성 기술 개발 공동연구
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 미국 MIT 김지환 교수
 - 연구기간: 2021.02.01 ~ 2022.01.31 (연구년 기간 방문공동연구 수행)
- 서동화 교수
 - 리튬이차전지 전극 소재의 작동 기구를 밝히기 위한 공동연구 수행
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 미국 브룩헤이븐 국립연구소 Feng Wang 박사
 - 연구기간: 2019.12 ~ 현재
- 이상영 교수
 - 전고체전지용 유무기복합전해질 개발 공동연구
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 중국 Shanghai대
 - 연구기간: 2019.09 ~ 현재
 - 양이온 수율을 높일 수 있는 무기물 도입을 통한 리튬 단이온 전도체 개발
 - 이차전지용 나노셀룰로오스 분리막 개발 공동연구
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 중국 Shanghai대
 - 연구기간: 2019.09 ~ 현재
 - 양/음극에 최적화된 나노셀룰로오스 분리막 개발 공동연구

- 이차전지용 COF 전해질 개발 개발 공동연구
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 중국 Fudan대
 - 연구기간: 2019.09 ~ 현재
 - 단이온 전도성 COF전해질 도입을 통한 고성능 배터리 개발 공동연구
- 이차전지용 나노셀룰로오스 응용 공동연구
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 스웨덴 Uppsala대
 - 연구기간: 2020.01 ~ 현재
 - 나노셀룰로오스를 통한 차세대 고에너지밀도/고출력 이차전지 개발 공동연구
- 임한권 교수
 - 화학공정 해석 및 최적화 관련 공동연구
 - 상대국 기관 및 공동연구자: 미국 University of Wisconsin대
 - 연구기간: 2019.05 ~ 현재

■ 국제 공동연구 활성화 방안

- 에너지 및 머신러닝 국제심포지엄을 개최
 - 국제 연구네트워크를 강화하고, 국제 공동연구를 활성화
 - 국제석학 초청, 에너지-머신러닝 융합 국제심포지엄을 개최 (연구단주관 / 격년)
 - 국내 관련학회 (재료학회, 태양전지학회, 전기화학회, 물리학회, 화학회, 화학공학회, 공업화학회 등)와 에너지 및 머신러닝 국제심포지엄 공동 개최 추진
- 학생 및 교수들의 국제공동연구 및 국제교류 활성화
 - 정기적인 학생파견을 통한 글로벌 인식강화 및 선진연구 습득
 - 해외참여교수의 학생들과의 교류를 통한 국제화 강화
 - 정기적인 국제세미나 개최를 통한 공개적인 연구 교류
- 에너지 및 머신러닝 해외 선도대학과의 공동연구 MOU 추진
 - 해외 선도대학을 대상으로 공동연구 및 인력교환 MOU 체결 추진
 - 체결 대상 후보 기관
 - 미국 Stanford대: 이차전지, 태양전지, 촉매 분야 세계 최고 경쟁력 보유 (주요 연구자: Yi Cui, Zhenan Bao, Thomas Jaramillo 교수 등)
 - 싱가포르 국립대 및 난양공과대학교: 에너지분야 신흥 명문대학으로 부상중. 우수한 박사 후 연구원 수요가 매우 큰 대학으로, 연구단 배출 인력의 진로개척 및 국제공동연구 활성화에 적합한 파트너로 판단됨

2.2 참여교수의 국제 공동연구 실적 및 계획

<표 3-6> 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	고현철	Barbee, Meredith H.; Craig, Stephen L.	미국 / Duke University	J. Park, Y. Lee, M. H. Barbee, S. Cho, S. Cho, R. Shanker, J. Kim, J. Myoung, M. P. Kim, C. Baig, S. L. Craig & H. Ko (2019), A Hierarchical Nanoparticle in Micropore Architecture for Enhanced Mechanosensitivity and Stretchability in Mechanochromic Electronic Skins. Adv. Mater., Vol. 31, pp. 1808148.	10.1002/adma.201808148
2	고현철	Pandya, Ashish; Craig, Stephen L.	미국 / Duke University	S. Cho, S. Kang, A. Pandya, R. Shanker, Z. Khan, Y. Lee, J. Park, S. L. Craig & H. Ko (2017), Large-Area Cross-Aligned Silver Nanowire Electrodes for Flexible, Transparent, and Force-Sensitive Mechanochromic Touch Screens. ACS Nano, Vol. 11, pp. 4346-4357.	10.1021/acsnano.7b01714
3	곽상규	Kawano, Masaki; Liu, Bo; Ohtsu, Hiroyoshi;	일본 / Tokyo Institute of Technology , 중국 / Zhejiang University	X. Shang, I. Song, G. Y. Jung, W. Choi, H. Ohtsu, J. H. Lee, J. Y. Koo, B. Liu, J. Ahn, M. Kawano, S. K. Kwak & J. H. Oh (2018), Chiral Self-Sorted Multifunctional Supramolecular Biocoordination Polymers and Their Applications in sensors. Nat. Commun., Vol. 9, pp. 3933.	10.1038/s41467-018-06147-8
4	김동혁	Chen, Ke; Dräger, Andreas; Eichner, Johannes; Gao, Ye; Fang, Xin; Mih, Nathan; Palsson, Bernhard O.; Sastry, Anand V.; Yang, Laurence; Yurkovich, James. T.	미국 / University of California San Diego 독일 / Center for Bioinformatics Tübingen (ZBIT), University of Tübingen 덴마크 / Novo Nordisk Foundation Center for Biosustainability	Y. Gao, J. T. Yurkovich, S. W. Seo, I. Kabimoldayev, A. Dräger, K. Chen, A. V. Sastry, X. Fang, N. Mih, L. Yang, J. Eichner, B.-W. Cho, D. Kim, B. O. Palsson (2018), Systematic Discovery of Uncharacterized Transcription Factors in Escherichia Coli K-12 MG1655. Nucleic Acids Research, Vol. 46, pp. 10682-10696.	10.1093/nar/gky752

연번	공동연구 참여자		상대국 / 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
			(DTU Biosustain)		
5	김소연	Abbasi, Mozhdeh; Saalwächter, Kay	독일 / Martin- Luther- Universit ät Halle- Wittenberg	S. M. Oh, M. Abbasi, T. J. Shin, K. Saalwächter & S. Y. Kim (2019), Initial Solvent-Driven Nonequilibrium Effect on Structure, Properties, and Dynamics of Polymer Nanocomposites, Phys. Rev. Lett., Vol. 123, pp. 167801.	10.1103/PhysRevLett.123.167801
6	김영식	Dou, Xinwei; Geng, Chenxi; Jeong, Sangsik; Kim, Guk-Tae; Passerini, Stefano;	독일 / Helmholtz Institute Ulm(HIU), Karlsruhe Institute of Technology (KIT)	Y. Kim, G.-T. Kim, S. Jeong, X. Dou, C. Geng, Y. Kim & S. Passerini (2019), Large-Scale Stationary Energy Storage: Seawater Batteries with High Rate and Reversible Performance. Energy Storage Mater., Vol. 16. pp 56	10.1016/j.ensm.2018.04.028
7	김영식	Lee, Eungje	미국/ Argonne National Laboratory	M. Palanisamy, H. W. Kim, S. Heo, E. Lee, Y. Kim (2017), Insights into the Dual-Electrode Characteristics of Layered Na _{0.5} Ni _{0.25} Mn _{0.75} O ₂ Materials for Sodium-Ion Batteries. ACS Appl. Mater. Interfaces, Vol. 9, pp. 10618	10.1021/acsami.6b15355
8	김진영	Vak, Doojin	호주 / Commonweal th Scientific and Industrial Research Organisati on	S. Song, K. T. Lee, C. W. Koh, H. Shin, M. Gao, H. Y. Woo, D. Vak, J. Y. Kim (2018), Hot Slot Die Coating for Additive-Free Fabrication of High Performance Roll-to-Roll Processed Polymer Solar Cells, Energy Environ. Sci., Vol. 11, pp. 3248	10.1039/C8EE02221F
9	김진영	Vak, Doojin	호주 / Commonweal th Scientific and Industrial Research	S. Song, K. T. Lee, C. W. Koh, H. Shin, M. Gao, H. Y. Woo, D. Vak, J. Y. Kim (2018), Hot Slot Die Coating for Additive-Free Fabrication of High Performance Roll-to-Roll Processed Polymer Solar Cells, Energy Environ. Sci., Vol. 11, pp. 3248	10.1039/C8EE02221F

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
			Organisati on		
10	박혜성	Li, Yngfang; Xiao, Min; Zhang, Chunfeng; Zhang, Zhi-Guo	중국 / Nanjing University , 중국 /Chinese Academy of Sciences	S. Chen, S. Jung, H. J. Cho, N.-H. Kim, S. Jung, J. Xu, J. Oh, Y. Cho, H. Kim, B. Lee, Y. An, C. Zhang, M. Xiao, H. Ki, Z.-G. Zhang, J.-Y. Kim, Y. Li, H. Park, C. Yang (2018) Highly Flexible and Efficient All-Polymer Solar Cells with High Viscosity Processing Polymer Additive toward Potential of Stretchable Devices, Angew. Chem. Int. Ed., vol. 57, pp. 13277-13282S. Chen, S. Jung, H. J. Cho, N.-H. Kim, S. Jung, J. Xu, J. Oh, Y. Cho, H. Kim, B. Lee, Y. An, C. Zhang, M. Xiao, H. Ki, Z.-G. Zhang, J.-Y. Kim, Y. Li, H. Park, C. Yang (2018) Highly Flexible and Efficient All-Polymer Solar Cells with High Viscosity Processing Polymer Additive toward Potential of Stretchable Devices, Angew. Chem. Int. Ed., vol. 57, pp. 13277-13282	10.1002/anie.201807513
11	백종범	Jiang, Qing; Shi, Xiang-Mei	중국 / Jilin University	G.-F. Han, X.-M. Shi, S.-J. Kim, J. Kim, J.-P. Jeon, H.-J. Noh, Y.-K. Im, F. Li, Y. R. Uhm, C. S. Kim, Q. Jiang & J.-B. Baek (2019) Dissociating Stable Nitrogen Molecules Under Mild Conditions by Cyclic Strain Engineering. Sci. Adv., Vol. 5, pp. eaax8275	10.1126/sciadv.aax8275
12	백종범	"Fu, Zhengping; Lu, Yalin"	중국 / Jilin University	F. Li, G.-F. Han, H.-J. Noh, S.-J. Kim, Y. Lu, H. Y. Jeong, Z. Fu & J.-B. Baek (2018) Boosting Oxygen Reduction Catalysis with Abundant Copper Single Atom Active Sites. Energy Environ. Sci., Vol. 11, pp. 2263-2269	10.1039/C8EE01169A
13	양창덕	Li, Yongfang; Yang, Yankang; Zhang, Zhi-Guo	중국 / Chinese Academy of Sciences	S. Chen, H. J. Cho, J. Lee, Y. Yang, Z.-G. Zhang, Y. Li & C. Yang (2017) Modulating the Molecular Packing and Nanophase Blending via a Random Terpolymerization Strategy toward 11% Efficiency Nonfullerene Polymer Solar Cells, Adv. Energy Mater., Vol. 7, p1701125	10.1002/aenm.201701125

연번	공동연구 참여자		상대국 / 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
14	양창덕	Li, Yongfang; Wang, Zhiwei; Xiao, Min; Yang, Yankang; Zhang, Chunfeng; Zhang, Zhi-Guo	중국 / Nanjing University , Chinese Academy of Sciences	M. Jeong, S. Chen, S. M. Lee, Z. Wang, Y. Yang, Z.-G. Zhang, C. Zhang, M. Xiao, Y. Li & C. Yang (2018) Feasible D1-A-D2-A Random Copolymers for Simultaneous High-Performance Fullerene and Nonfullerene Solar Cells, Adv. Energy Mater., Vol. 8, p1702166	10.1002/aenm.20170216 6
15	이상영	Chen, Wenshuai	중국 / Northeast Forestry University	J.H. Kim, D. Lee, Y.H. Lee, W. Chen, S.Y. Lee (2019) Nanocellulose for Energy Storage Systems: Beyond the Limits of Synthetic Materials. Adv. Mater., Vol 31, pp 1804826.	10.1002/adma.20180482 6
16	이상영	Chen, Wenshuai; Yu, Haipeng; Wei, Tong ; Li, Jian; Fan, Zhuangjun	중국 / Northeast Forestry University ; Harbin Engineerin g University	W. Chen, H. Yu, S.-Y. Lee, T. Wei, J. Lia & Z. Fa (2018) Nanocellulose: a promising nanomaterial for advanced electrochemical energy storage. Chem. Soc. Rev., Vol. 47, pp. 2837-2872.	10.1039/C7CS00790F
17	이성국	Keasling, Jay D.; Mukhopadhyay, Aindrila	미국 / UC Berkeley, Lawrence Berkeley National Laboratory	V. Parisutham, S.-P. Chandran, A. Mukhopadhyay, S. K. Lee & J. D. Keasling (2017), Intracellular Cellobiose Metabolism and Its Applications in Lignocellulose-Based Biorefineries. Bioresource Technol., Vol. 239, pp. 496-506	10.1016/j.biortech.20 17.05.001
18	이재성	Grätzel, Michael; Hagfeldt, Anders; Luo, Jingshan; Mayer, Matthew, T.; Pan, Linfeng; Son, Min-Kyu; Ummadisingu, Amita	스위스 / École Polytechni que Fédérale de Lausanne, 중국 / Nankai University	L. Pan, J. H. Kim, M. T. Mayer, M.-K. Son, A. Ummadisingu, J. S. Lee, A. Hagfeldt, J. Luo & M. Grätzel (2018) Boosting the Performance of Cu2O Photocathodes for Unassisted Solar Water Splitting Devices. Nat. Catal., Vol. 1, pp. 412- 420.	10.1038/s41929-018- 0077-6

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
19	이재성	Domen, Kazunari; Kubota, Jun; Kumagai, Hiromu; Minegishi, Tsutomu;	일본 / University of Tokyo	Y. J. Jang, J.-W. Jang, J. Lee, J. H. Kim, H. Kumagai, J. Lee, T. Minegishi, Jun Kubota, K. Domen & J. S. Lee (2015) Selective CO Production by Au Coupled ZnTe/ZnO in the Photoelectrochemical CO2 Reduction System. Energy Environ. Sci., Vol. 8, pp. 3597-3604.	10.1039/c5ee01445j
20	이준희	Liu, Fudong; Somorjai, Babor A.	미국 / University of Berkeley	S. Yoon, K. Oh, F. Liu, J. H. Seo, G. A. Somorjai, J. H. Lee & K. An (2018), Specific Metal-Support Interactions between Nanoparticle Layers for Catalysts with Enhanced Methanol Oxidation Activity. ACS Catal., Vol. 8(6), pp. 5391-5398.	10.1021/acscatal.8b00276
21	이준희	Wang, Chongmin	미국 / Pacific Northwest National Laboratory	J. Ryu, J. H. Seo, G. Song, K. Choi, D. Hong, C. Wang, H. Lee, J. H. Lee & S. Park (2019), Infinitesimal Sulfur Fusion Yields Quasi-Metallic Bulk Silicon for Stable and Fast Energy Storage. Nat. Commun., Vol. 10, pp. 2351	10.1038/s41467-019-10289-8
22	이지석	Doyle, Patrick S.; Gupta, Ankur; Hill, William Adam; Le Goff, Gaelle C.;	미국 /Massachus etts Institute of Technology	G. C. Le Goff, J. Lee, A. Gupta, W. A. Hill, P. S. Doyle (2015) High-Throughput Contact Flow Lithography. Adv. Sci., Vol. 2, pp. 1500149	10.1002/advs.201500149
23	이현욱	Gao, Caitian; He, Yongmin; Lee, Seok Woo; Liu, Yezhou; Liu, Zheng; Sim, Soojin; Yin, Yuling; Yuan, Qinghong; Zheng, Lu; Zhu, Chao	싱가포르 / Nanyang Technologi cal University ; 중국, East China Normal University	C. Gao, Y. Yin, L. Zheng, Y. Liu, S. Sim, Y. He, C. Zhu, Z. Liu, H.W. Lee, Q. Yuan, S. W. Lee (2018) Engineering the Electrochemical Temperature Coefficient for Efficient LowGrade Heat Harvesting, Adv. Funct. Mater., Vol. 28, pp. 1803129.	10.1002/adfm.201803129
24	이현욱	Chen, Zhongxin; Chi, Xiao; Loh, Kian Ping, Tang, Wei; Teo, Siew Lang; Tian,	싱가포르 / A*STAR, National University of Singapore; 중국,	W. Tang, X. Yin, S. Kang, Z. Chen, B. Tian, S. L. Teo, X. Wang, X. Chi, K. P. Loh, H.W. Lee, G. W. Zheng (2018) Lithium Silicide Surface Enrichment: A Solution to Lithium Metal Battery. Adv. Mater. 2018, Vol. 30, pp. 1801745.	10.1002/adma.201801745

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
		Bingbing; Wang, Xiaowei; Yin, Xuesong; Zheng, Guangyuan Wesley	Xia' an Jiaotong University , Shenzhen University		
25	장지욱	Abdi, Fatwa, F; van de Krol, Roel	독일 / Helmholtz- Zentrum Berlin fur Materialie n und Energie GmbH	J. H. Kim, J.-W. Jang, Y. H. Jo, F. F. Abdi, Y. H. Lee, R. van de Krol & J. S. Lee (2016) Hetero- Type Dual Photoanodes for Unbiased Solar Water Splittign with Extended Light Harvesting. Nat. Commun., Vol. 7, pp. 13380.	10.1038/ncomms13380
26	장지욱	Huang, Jijie; Jian, Jie; Li, Leigang; Misra, Shikhar; Ribeiro, Fabio H.; Wang, Haiyan; Wang, Xuejing; Zemlyanov, Dmitry	미국 / Purdue University	S. Misra, L. Li, J. Jian, J. Huang, X. Wang, D. Zemlyanov, J.-W. Jang, F. H. Ribeiro & H. Wang (2018), Tailorable Au Nanoparticles Embedded in Epitaxial TiO2 Thin Films for Tunable Optical Properties. ACS Appl. Mater. Interfaces, Vol. 10, pp. 32895	10.1021/acsami.8b1221 0
27	조재필	Li, Ping; Liu, Xien; Qin, Qing; Yuan, Bing	중국 / Qingdao University of Science & Technology	Q. Qin, H. Jang, P. Li, B. Yuan, X. Liu & J. Cho (2019) A Tannic Acid-Derived N-, P-Codoped Carbon-Supported Iron-Based Nanocomposite as an Advanced Tifunctional Electrocatalyst for the Overall Water Splitting Cells and Zinc-Air Batteries. Adv. Energy Mater. Vol. 9, pp. 1803312	10.1002/aenm.20180331 2
28	조재필	Dou, Shi Xue; Guo, Zaiping; Kalluri, Sujith; Liu, Hua Kun	호주 / University of Wollongong	S. Kalluri, M. Yoon, M. Jo, H. K. Liu, S. X. Dou, J. Cho & Z. Guo (2017) Feasibility of Cathode Surface Coating Technology for High-Energy Lithium-Ion and Beyond Lithium-Ion Batteries. Adv. Mater., Vol. 29, pp. 1605807	10.1002/adma.20160580 7

2. 연구의 국제화 현황 및 계획

2.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

2.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

■ 고헌협 교수

- 연구년: 미국 Duke대 / Stephen Craig 교수 / 2016.08 ~ 2017.07
 - 기존의 무질서한 은 나노와이어 네트워크를 쉽고 빠르게 원하는 구조로 제어하여 고성능 대면적으로 투명전극 필름 개발. 논문게재: ACS Nano, 2017, 11, 4346
- 대학원생 교류 실적:
 - 박종화: 미국 Duke대 파견, 2016.08 ~ 2017.08. Craig 교수와 국제공동연구 수행. Duke대에서 합성한 spiropyran mechanophore를 이용하여 다공성 마이크로 구조의 고분자 복합소재 필름 제작 후, 나노입자 도입을 통해 외부자극을 효과적으로 전달할 수 있는 구조체 제조. 외부 압력 및 스트레인에 따라 민감하게 색상이 변화하는 변색형 인공전자피부를 개발. 논문게재: Adv. Mater. 2019, 31, 1808148

■ 박자훈 교수

- 미국 Pacific Northwest 국립연구소 방문 및 공동연구 수행 / 2019.09.27 ~ 2019.10.31
 - Janos Szanyi박사와 공동연구 수행. 알루미늄에 담지된 Pd촉매의 거동분석을 위해 in-situ IR을 활용. 알루미늄 표면 산점에 형성과 상호작용에 대한 규명

■ 김소연 교수

- 연구년: 미국 North Carolina 주립대 / 2020.02.21 ~ 2021.02.20
 - Michael Dickey교수와 공동연구 수행. 고분자 나노복합체관련 다양한 기초연구를 기반으로 실용적인 프린팅용 고분자 나노복합체를 개발하는 공동연구 수행
- 국제협력 연구과제 수행 및 대학원생 교류 실적
 - 2015년 NRF_DFG 한독공동연구과제 (나노복합체에서의 고분자 동역학 연구)
 - 대학원생 2명 (권나경, 오솔미)이 독일 Martin Luther Univ. at Halle 2차례 방문 (2017.02.27 ~ 2017.03.09., 2018.10.14 ~ 2018.10.20.). 공동세미나 및 공동연구 수행
 - 독일측 Kay Saalwaechter교수가 UNIST를 방문하여, 세미나를 개최 (2019.03)
 - 공동연구를 통한 결과 논문게재: Phys. Rev. Lett. 2019, 123, 167801.

■ 김영식 교수

- 대학원생 교류 실적
 - 미국 Argonne 국립연구소 (이용재 박사팀)
 - Guest Graduate Appointment program을 통하여 연구 교류: 임영준, 2016.06 ~ 2016.09 / 김현우, 2016.12 ~ 2017.02 / 박제희, 2019.01 ~ 현재
 - Na 이온 전지, 해수전지 및 고체 전해질 관련 공동연구를 통해 현재 Adv. Func. Mater.에 논문 1편 투고중이며, 추가로 1편을 준비중.
 - 향후 지속적으로 연구인력 파견 및 국제공동연구 수행 예정임
 - Helmholtz Institute Ulm (HIU) & Karlsruher Institut für Technologie
 - 2017년 공동연구 협약을 통해 대학원생을 파견 (김용일, 2017.04 ~ 2017.10)하여 “나트륨 음극 재료 및 전해질 개발” 공동연구 수행하여, 논문게재 (Carbon 2018, 129, 564; Energy Storage mater. 2019, 16, 56).
 - 해당학생은 졸업 후 해당연구소에서 Postdoc으로 채용되어 연구수행 중.

- 지속적으로 연구인력 파견 및 해수전지 음극물질과 이온성 액체 전해질에 관한 공동연구 수행 예정임

■ 김진영 교수

- 연구년: 미국 UC Santa Barbara / Alan J. Heeger 교수 / 2014.08.01 ~ 2015.07.31
 - 페로브스카이트 기반 고효율/저가형 유무기 하이브리드 태양전지 개발 공동연구
- 대학원생 교류 실적:
 - 미국 UCSB: 김태효, 2015.08 ~ 2016.03
 - 호주 CSIRO: 송세영, 2016.11 ~ 2017.04 / 김태효, 2018.03 ~ 2019.07 / 장형수, 2018.07 ~ 2019.07 / 안나경, 2019.04 ~ 2020.02 / 김학범, 2019.10 ~ 현재
 - 독일 Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg: 이택호, 2018.09 ~ 2019.03

■ 박해성 교수

- 연구년 (예정): 미국 MIT / 김지환 교수 / 2021.02.01 ~ 2022.01.31
 - 단결정 저차원 반도체 소재를 구현할 수 있는 합성 기술 개발 공동연구

■ 백종범 교수

- 연구년: 미국 Pacific Northwest 국립연구소 (PNNL) / James De Yoreo 교수 / 2016.08.01 ~ 2017.07.31
 - 다양한 2, 3차원 유기구조체를 합성 후, 공동연구를 통해 정밀구조 분석 수행. 공동연구성과 논문게재 (J. Am. Chem. Soc. 2018, 140, 1737)
- 대학원생 교류 실적: 미국 PNNL: 김석진, 2016.08 ~ 2017.07

■ 서동화 교수

- 미국 브룩헤이븐 국립연구소와 국제 공동연구
 - 리튬이차전지 전극소재의 작동기작을 밝히기 위한 공동연구 예정 (2019.12 ~ 현재)

■ 송현곤 교수

- 연구년: 미국 Caltech / Sossina M. Haile 교수 / 2016.02.01 ~ 2016.10.31
 - 에너지 저장용 실리콘 음극재 특성의 정밀 조절 공동연구 수행

■ 양창덕 교수

- 연구년: 미국 Georgia Tech. / John Reynolds 교수 / 2015.08.01 ~ 2016.07.31
 - 자가조립 (controlled assembly)조성을 띄는 초분자 구조 (supramolecular structure) 물질 합성 (Breakthrough형 물질) 및 응용관련 공동연구 수행
- 미래창조과학부 국제화기반조성사업 수행
 - National Institute of Technology-Meghalaya의 Gitish K. Dutta 교수팀과 “3차원 초분자 구조 광전자 재료 합성을 통한 태양전지 소자 응용” 공동연구를 수행 (2015.05.01 ~ 2018.04.30)
 - Dutta 교수가 본연구실 방문, 유기태양전지 제작에 관련 공동연구협의 (2016.03)
 - 강소희, 이병규 석박사통합과정학생이 인도 Dutta 교수 연구실에 단기

교환학생으로 방문하여 전도성 유기소재 합성에 대해 공동연구 수행 (2017.02)

○ 외국 석학 초청강연

- 독일 Max Planck Institute for Polymer Research의 K. Müllen 교수님 (2015.03.19.) / 일본 마쓰야마 Ehime University의 M. Takase 교수님 (2015.06.16.) / 홍콩 Hong Kong University of Science and Technology의 H. Yan 교수님 (2019.07.01.)

○ 대학원생 교류 실적:

- Shanshan Chen, 박사과정생, (2014.08 ~ 2015.04): Chemistry Chinese Academy of Science의 Yongfang Li 교수 연구실에서 교환학생으로 유기 태양전지 제작 연구
- 이정호, 석박사통합과정생, (2015.04 ~ 2016.02): 미국 Georgia Tech.의 John R. Reynolds 교수 연구실에서 교환학생으로 전도성 유기소재 합성 연구

■ 이성국 교수

○ 연구년: 미국 UC Berkeley / Jay D. Keasling 교수 / 2015.02.23 ~ 2016.02.19

- 바이오매스의 바이오연료전환용 맞춤형 인공미생물 개발 공동연구 수행
- 공동연구성과 논문게재: Bioresource Technology 2017, 239, 496

■ 이지석 교수

○ 연구년 (예정): 미국 UC San Diego / Michael Sailor 교수 / 2020.07.01 ~ 2021.06.30

- 홀로그래를 이용한 유연한 광-전기 변환 시스템 개발 공동연구 수행

■ 이준희 교수

○ 해외 석학 Umesh Waghmare (인도 네루 고등과학 연구소 (JNCASR) 학부장)

- 초청하여 다양한 촉매 개발을 위한 인공지능 활용 협업 공동 연구 (2018.05.10 ~ 2018.08.06, 2019.06.10 ~ 2019.09.06)

■ 이현욱 교수

○ 한국-싱가폴 국제협력과제 (한국연구재단) 수주 및 공동연구 수행, 2016 ~ 2019

- 해양 모니터 센서에 응용가능한 전기화학적 해양에너지 수확시스템 개발 공동연구

○ 에너지기술평가원 에너지인력양성사업 수행

- 싱가포르 난양공대와 미국 Georgia Tech.에 대학원생 파견 (2019 ~ 2020)
 - 최아름, 싱가포르, 난양공대, 이석우 교수 연구실로 해외파견, 2019.09 ~ 2020.08
 - 박창현, 싱가포르, 난양공대, 이석우 교수 연구실로 해외파견, 2019.09 ~ 2020.06
 - 전유주, 미국, 조지아텍, Nian Liu 교수 연구실로 해외파견, 2019.09 ~ 2020.06

■ 임한권 교수

○ 미국 University of Wisconsin, Madison의 Christos Maravelias 교수와 대학원 연구원

- 교류 및 공동연구, 2019.05.17 ~ 2024.12.31

■ 장지현 교수

○ 연구년: 미국 UC San Diego / Joseph Wang교수 / 2017.08.01 ~ 2018.07.28

- 하이브리드 슈퍼커패시터를 이용한 유연 연료전지 개발 공동연구 수행

IV. 산학협력 영역

1. 산학공동 교육과정

1.1 산학공동 교육과정 구성 및 운영 계획

IV. 산학협력 영역

1. 산학공동 교육과정

1.1 산학공동 교육과정 구성 및 운영 계획

1.1.1. 산학공동 교육과정 구성 및 운영

■ 교과목 체계 구축 내용

- 에너지공학 관련 기본 지식 함양
 - 머신러닝 기반 교과목 편성을 통한 에너지공학 교육 과정 구성
(예. 화학공학 머신러닝, 공정 설계 및 경제성, 인공지능 재료과학 등)
 - 학부의 기초 교과목 연계를 통한 머신러닝 기반 기초 재료 선정의 연구능력 함양
(예. 무기화학, 재료공학개론, 재료 상변태, 에너지 저장용 나노재료, 고분자 재료 등)
 - 베리에이션 오토 인코더(VAE, Variation AutoEncoders), 생성적 대립 신경망(GAN, Generative Adversarial Network), 자연어 처리(NLP, Natural Language Processing), 베이지안 모델(Bayesian optimization)과 파이썬(Python)등의 머신러닝 기반 기초 프로그램 교육
 - 다양한 머신러닝 프로그램을 재료 연구에 활용시키는 방법 및 기존 데이터베이스를 활용한 인공지능/머신러닝/심층학습에 대한 실습 프로그램을 대학원 교과목 구성하여 운영 중
 - 본 교과과정을 통해 인공지능/머신러닝/심층학습으로 에너지 재료에 대한 이해도와 탐색의 폭 향상 기대
 - UNIST 인공지능 대학원 과정과 연계하여 AI+에너지 분야에 대한 체계적인 인공지능 교육
- 응용분야에 대한 사례 연구
 - 머신러닝 활용 산학 실제 사례 연구 및 향후 에너지공학 기반 관련 공정을 머신러닝으로 분석하여 적용하는 차세대 연구 분야들을 다룰 예정
 - 에너지공학의 문제와 이슈를 해결하기 위해 파이썬 (Python) 프로그램, 클러스터링, 뉴런 네트워크, 딥러닝 등의 머신러닝 기반 교과과목의 연계를 통해 실제/연구에 응용이 이루어지고 있음
 - 예로써, 배터리 성능을 좌우하는 중요 인자들과 배터리의 성능과의 상관관계를 머신러닝 기법으로 예지모델 (prognostics)을 만들어 “배터리 수명 예측 진단 모델”을 구축하고, 이를 활용하여 최적/최고 경제성을 가질 수 있는 배터리의 수명 전략 기법 구축이 가능
 - 이를 활용하여 최적/최고 경제성을 가질 수 있는 배터리의 수명 전략 기법 구축이 가능
 - 이외에도 다양한 에너지 분야에 머신러닝 기법을 적용할 수 있을 것으로 예상됨
- 에너지 공학 기반 공정해석
 - 머신러닝 기반의 에너지 공학 기반 공정해석이 차세대 연구 분야 중 하나로 언급됨
 - 머신러닝 기법을 에너지공학 기반 공정설계에 적용함으로써 경제성을 가지는 산업

전략에 응용이 가능함

- 머신러닝 기반의 에너지 공학 공정해석을 통해 스마트 공장, 디지털 트윈 등에 대한 개념으로 확장이 가능함
- 스마트 공장에 대한 개념 확장으로 기업체 혹은 정부 출연기관에서의 원활하고 효율적인 소프트웨어 확보를 위한 산학협력이 이루어질 수 있음

1.1.2. 산학공동 연구 운영 계획

■ 핵심 연구주제에 부합하는 산업체 발굴 및 산학협력

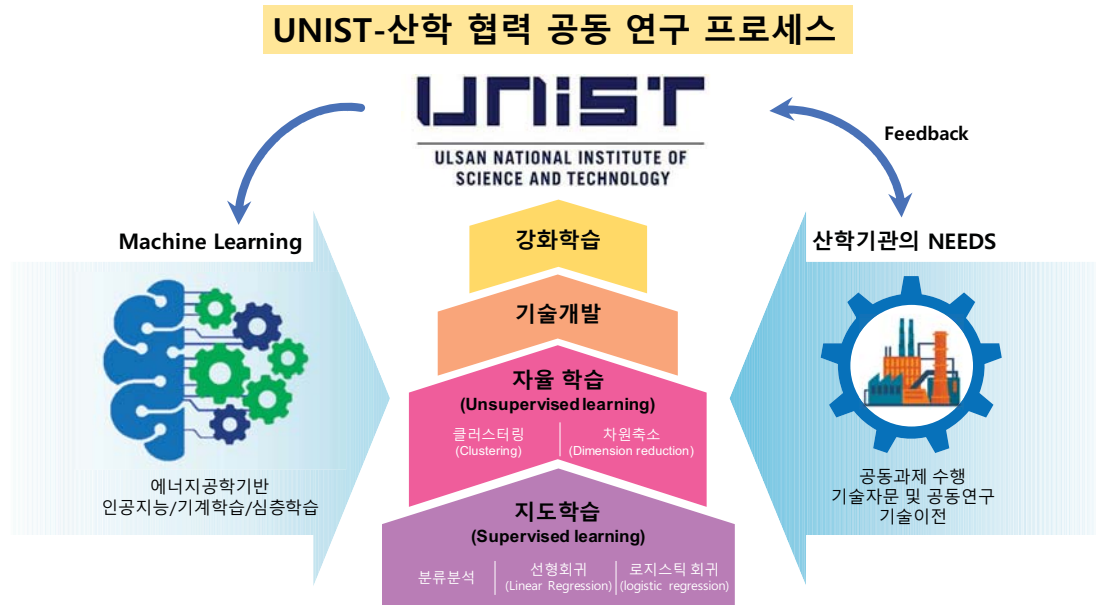
- 산학협력 프로그램 도입
 - 융합기술의 창의적/실용적 개발/응용의 활성화를 위해 국내 기관과의 협력 프로그램 도입 및 산학협력 활동 추진
 - 공동과제 수행, 기업 임직원 강연, 기술자문, 기술이전 및 공동연구 등의 프로그램을 도입
- 산학협력 전략으로 대학과 업체 상호 간에 Needs에 맞는 연구 전략 추진
 - 대학은 원천기술에 초점, 업체는 응용에 초점을 두고 상호 윈-윈 할 수 있는 산학협력을 추진
 - 대학에서 주관하는 다양한 연구주제 중에서 산업체에서 관심 분야를 선정하여 선정된 주제에 대해 산학협력 활동을 추진
 - 대학과 업체 간의 각각의 장점을 살리고 단점을 보완하여 상호간에 Needs에 맞는 연구 전략을 추진
 - 산학협력 활동을 통한 머신러닝 기반 시스템 개발에 필요한 전문 인력 양성 배출 가능
 - 공동연구/개발을 통해 강화된 산학협력 모델 구축
- 산학협력을 통한 머신러닝 기반 융·복합형 에너지 기술 모델 개발
 - 학문적 수준의 기술을 실용적 기술융합의 관점으로 접근하여, 실제적 기술로 업그레이드를 통해 머신러닝 기반 융·복합형 에너지 기술 모델 개발
 - 기업체 혹은 정부 출연기관과의 산학협력으로 머신러닝과 에너지를 융합할 수 있는 모델 개발 진행
 - UNIST 인공지능 대학원과 연계하여 기업 맞춤형 신뢰가능 AI 모델 개발

■ 산학협력 간 과제

- 머신러닝 기반 연구체계 확장을 위한 기업체 혹은 정부 출연기관과의 산학협력
 - 대기업: SK innovation, 현대자동차, LG화학, 삼성 SDI, GS 에코메탈, 삼성 전자, 포스코케미칼, S-OIL, SOVAY, 한국조선해양 등
 - 중견, 중소기업: 엘캠텍, 제우스, (주)원드시너지, 에코프로, (주)백셀, (주)탑전지, (주)대주전자재료, (주)그리드위즈, (주)덕양, (주)한국몰드 등
 - 정부출연연구기관: 한국과학기술연구원 (KIST), 한국에너지기술연구원 (KIER), 한국지질자원연구원 (KIGAM), 한국화학연구원 (KRICT), 재료연구소 (KIMS) 등
 - 이차전지 인력양성 사업 (2020년-2025년)의 22개 대중소 기업 (대기업 4, 중견 4, 중소기업 14)을 포함한 산학 컨소시엄 기반으로 이차전지-머신러닝 융합 인력양성과 산학 R&D 수행 예정

■ 연구 운영 계획

○ 머신러닝 기반 공동연구 운영 계획



○ 산학공동연구의 학문적/기술적 기대효과

- 산학 간의 피드백들과 첨단학문의 기술융합을 통해 에너지 기술 개발과 이의 상용화 기반구축을 동시에 가능하게 함
- 산학 간 공동연구를 통해 학문적 수준의 기술을 실제적 기술로 발전시켜 기존의 기술적 한계 극복 가능
- 산학 간 공동 인공지능 고급인재를 양성하여 지역산업과 국가경제에 기여함
- 우수 대기업부터 중소/중견기업까지 다양한 산학 간 협력과제가 매우 활발하게 이루어짐으로써 기업이 원하는 인재에 대한 맞춤형 교육이 자연스럽게 이루어져 전문 인력양성이 용이해짐
- 정부 주도의 기술개발로 고부가가치의 머신러닝 기술을 중소기업이 확보하고 대기업이 사업화에 적용하면, 대기업과 중소기업의 상생 협력을 보여주는 좋은 예시가 될 것임

2.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 4-2> 최근 5년간 이공계열 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
1	김영식		자동차공학	창업	김영식
					이차전지 및 해수전지 시스템
			재료공학		(주)포투원
					20,000
					2015
	주식회사 포투원은 신재생 에너지, 공급안정성, 친환경, 저비용 고효율의 해수전지 에너지 저장 시스템을 개발하여 대용량 전력저장 시스템 핵심기술 및 시장을 선점하고 미래 에너지 산업 전문인력 양성을 목표로 함. 특히 코인형 해수전지 부품 (Cap, Bottom, Spring 등)별 디자인 및 설계, 제작하여 부품 국산화 및 대량생산, 가격절감에 성공함. 추가로 해수전지를 테스트 할 수 있는 지그를 설계/제작, 전지 특성 향상을 위해 디자인을 변경하며 플로우형 테스트 지그로 최적화하였고 이의 대량생산, 상업화에 성공함. 국내/외 행사(박람회, 울산과학기술원 개원식 등)에서 시연회를 개최하였고 다양한 언론매체 (YTN사이언스/UBC 인터뷰) 등을 통해 해수전지를 대중에게 소개하고 발전 가능성을 보여줌. 현재는 우리해양 & 한국해양과학기술원과 공동연구를 통한 해양 응용 기술 연구 교류 및 협력을 하고 있으며 해수전지 상용화를 위한 인프라 구축에 앞장서고 있음. 최근에는 각형셀 기반 ESS용 해수전지 상용화 추진에 주력하고 있고 이를 이용한 다양한 응용제품 (해양등부표 ESS 전지, 해수전지 기반 GPS 적용 어망용 부이)개발로 지역 에너지 신사업의 새로운 전기를 마련하고 있음				
2	김진영		물리학	창업	김진영
					차세대 광전자소자 및 바이오센서용 양자점 소재
			반도체물리		유니크닷 (UniQDot)
					47,000
					2019
친환경 용액 기반 양자점과 이의 분산 기술, 그리고 이를 이용한 광전자소자 및 바이오센서 제작기술을 이용하여 자연과학 및 공학 융합 연구개발업, 발광 다이오드 제조업, 기타 반도체 소자 제조업, 무기 안료 용 금속 산화물 및 관련 제품 제조업 분야에 활용 가능한 양자점 소재 생산 기술을 바탕으로, 조명, 디스플레이, 태양전지, 바이오센서 등의 목표시장에 대해 우수한 양자점 소재를 공급					

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
3	박혜성		전자/정보통신공학	창업	박혜성
					다차원 전이금속 나노복합체 기반 수전해 촉매
			전자소자		(주)리포마
					300,000
					2019
					(주)리포마는 고성능 수전해 촉매 연구개발 및 상업화 연계를 위한 사업 플랫폼/네트워크 구축을 핵심활동으로 사업을 진행 및 확장중이며, 나노복합 소재를 통해 백금족 촉매를 폭넓게 대체할 소재를 연구개발중에 있음. (주)리포마가 개발, 생산하는 촉매는 전이금속 나노 화합물의 복합화를 통한 이중구조를 기반으로 한 산소, 수소 발생이 모두 가능한 이 기능성 소재이며, 양산에 유리한 액상공정을 기반으로 하는 간단한 공정을 통해 제조가 가능하기 때문에 시장성 및 가격 경쟁력 측면에서 매우 유리함. 현재 일본, 미국 등이 주도하고 있는 촉매 시장에서 (주)리포마의 전이금속 나노복합체 기반 수전해 촉매는 국내 시장은 물론 글로벌 수소 산업계에서도 충분한 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 예상됨. 또한, 수전해 이외에 환경, 운송산업 등에서 요구되는 촉매 시장에도 순차적으로 진입하여 성장하고자 함
4	이지석		고분자공학	창업	이지석
					위조방지제품 생산 및 판매
			기능성고분자		(주)에이엠홀로
					20,000
					2019
					본 회사는 각도에 따라 숨겨진 글자 또는 패턴이 발생하는 보안 홀로그램을 마이크로에서 센티미터 크기로 제작할 수 있는 연속 광경화 시스템을 이용하여 홀로그램 미세입자 또는 홀로그램 스티커를 제작함. 본 회사에서 개발한 보안 코드는 클라우드 기반 식별 시스템을 이용하여 위/변조 시스템에 응용함. 본 위/변조 시스템은 기존의 홀로그램 제작방식과는 다르게 유연성 고분자 필름내부에 주기적인 빛 회절현상을 일으키는 방식으로 제작하는데 제조 방법이 매우 쉽고, 사용하는 고분자가 온도, 습도, 기계적 자극에 안정하여 변형과 유실 위험이 없음. 이러한 방식으로 제작된 보안 코드는 앱을 통하여 클라우드 서버에 자동 전송되고 고유의 식별 시스템을 이용하기 때문에 코드 위조가 불가능함

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
5	장성연		고분자공학	창업	장성연
					태양전지용 소재합성
			정보/전자용고분자		(주)폴라론
					30,000
					2019
	새로운 광전소자용 화학 물질을 개발하고 생산함으로써 유기태양전지, 페로브스카이트 소재 개발 및 이를 이용한 소자 개발에 대한 연구에 적극적으로 활용할 수 있음				
6			전자/정보통신공학	기술이전	박혜성, 김건태, 오남근, 김창민
					이종구조를 가지는 촉매 및 이를 포함하는 물 분해 장치
			전자소자		(주)리포마
					100,000
					2020
	본 기술이전의 핵심 기술을 기반으로 고성능, 고안정성의 다차원 전이금속 나노 복합체 촉매의 양산화를 통하여 수전해, 연료전지, 자동차 매연 저감장치 및 전기화학적 폐수처리 촉매 등 값비싼 귀금속 촉매를 대체할 수 있는 분야에 시장 진입이 가능할 것으로 기대됨				
7	백종범		화학	기술이전	백종범
			고분자화학		기계 화학적 방법에 의한 가장자리가 기능화된 그래파이트 및 이의 제조 방법
					(주)덕양
					1,000,000
					2015
간단한 기계화학적 과정을 통해 여러가지 분야에서 우수한 성질을 띄는 가장자리가 기능화 된 그래핀을 친환경적으로 생산하는 기술을 개발하였음. 볼-밀링 (Ball-Milling) 기술을 통해 그래파이트를 분쇄시켜 가장자리를 활성화 시키는 이 기술은 유기용매 사용과 폐기물 생산을 억제하는 기계화학적 공정을 사용하기에 친환경적이며 대량생산이 가능하다는 장점이 있음. 또한 이렇게 생산된 기능화 그래핀은 산소생산반응 촉매, 난연제 등의 재료로서의 뛰어난 성능이 논문을 통하여 증명된 바 있음					

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
8	이상영		고분자공학	기술이전	이상영
					겔 고분자 전해질, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 전기화학소자
			기능성고분자		(주)제낙스
					150,000
					2016
	본 연구는 가교 고분자 반응에 의한 고분자 전해질 합성과 관련되어 있으며, 전해액 및 가교 고분자 매트릭스의 화학구조, 조성, 반응 조건 및 이와 관련된 전반적인 기술 사항을 노하우와 함께 이전함. 기술 이전된 고분자 전해질은, 본 사업의 연구 내용인 프린터블 전지 개발을 통해 확보한 기술로서, 프린터블 전지의 전기화학 성능 및 기계적 유연성 확보에서 중요한 역할을 하는 핵심 구성 성분임. (주)제낙스는 플렉서블 전지 개발 업체로서, 플렉서블 전지의 기계적 유연성, 열적 안정성 및 수명 특성 확보에서 많은 어려움을 겪고 있었음. 본 기술의 적용을 통해 전지 성능의 현저한 향상은 물론 전지 제조 공정 안정성 확보에도 크게 기여함. 이전된 내용은, 해당 제품의 핵심 기술로 자리 잡았으며, 타 경쟁사 제품 대비 성능 우위 확보는 물론 고객사와의 기술 교류에서 중요한 역할을 하고 있음				
9	이성국	화학공학	기술이전	이성국, 김용환, 박성훈	
				2-하이드록시-감마-부티로락톤 (2-hydroxy -gamma-butyrolactone) 제조방법 외 2건	
		생물화학공학		씨원켐	
				100,000	
	2017				
본 기술은 생합성 경로를 통하여 2-하이드록시-감마-부티로 락톤을 제조하는 방법에 관한 것으로, 자세하게는 재조합 미생물을 이용하여 3-하이드록시 프로피온산과 메탄산으로부터 2-하이드록시-감마-부티로 락톤을 제조하는 방법이다. 본 발명에 따르면, 3-하이드록시 프로피온산 (3-hydroxypropionic acid) 및 포름산 (formic acid)으로부터 효소를 통한 생합성 경로를 통해 2-하이드록시-감마-부티로 락톤을 제조할 수 있다. 향후 이 기술을 이용하여 사업화 계획으로 중간화합물 형태로 상용화하여 전자 재료 제조회사, 화장품 제조회사, 의약품 제조회사를 대상으로 판로를 확보 계획을 보유하고 있다. 개발 종료 후 2년 내로 생산량 48t 및 판매단가를 15,000원/kg 개발 종료 후 3년인 2023년까지 생산량 96t, 판매단가를 12,000원/kg까지 생산성을 달성하여 국내 매출액 6억 원을 달성 목표로 예상함					

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
10	이지석		고분자공학	기술이전	이지석
					디더링 마스크를 이용한 홀로그래픽 패턴 발현 유기젤의 제조방법
			기능성고분자		(주)에이엠홀로
					순 매출액의 1%
					2019
	본 기술은 디더링 마스크를 통과하여 주기적으로 회절 된 빛을 이용해 각도에 따라 홀로그래픽 패턴을 발현하는 마이크로 유기젤을 제조함. 본 기술은 연속 광경화 시스템을 이용하기 때문에 다량의 유기젤을 빠르고 간단하게 오차 없이 제조할 수 있고, 제조된 유기젤은 별도의 후처리를 필요로 하지 않으며 온도와 기계적 자극에 안정함. 이러한 유기젤을 미세입자 또는 스티커의 형태로 제작하면 각도에 따라 숨겨진 패턴을 발현하는 보안 코드로써 사용할 수 있음				
11	임한권		화학공학	기술이전	임한권
					30 Nm3/h급 수소발생기 시스템 설계 및 최적화 관련 노하우
			화학공정		(주)파나시아
					350,000
					2019
	본 기술이전은 천연가스 기반 수소생산 방법의 하나인 수소발생기 시스템의 설계 및 최적화에 대한 노하우를 전수하는 것으로서, 전 세계적으로 소수의 선진국만 가지고 있는 수소발생기에 대한 원천기술의 개발과 관련된 시스템 설계 및 최적화에 대한 기술을 이전하는 것임. 본 기술이 성공적으로 개발될 경우, 정부가 추진하고 있는 수소경제 사회로의 초석이 될 수 있는 안정적인 수소 공급을 위한 개질기에 대한 기술을 국산화 함으로써 기술적인 독립을 이루고, 더 나아가 세계 수소 시장에서의 선두적인 지위를 확보함과 동시에 수소 시장 활성화에 기여할 수 있게 됨				
12	최남순		화학공학	기술이전	최남순, 홍성유, 조재필
					리튬 이차 전지용 전해질 첨가제 및 이의 제조방법 상기 첨가제를 포함하는 전해질 및 이의 제조방법 및 상기 첨가제를 포함하는 리튬 이차 전지 리튬 이차 전지 기술
			전기화학공학		(주)후성
					100,000
					2016
	리튬 이차 전지용 전해질 첨가제 및 이의 제조방법 상기 첨가제를 포함하는 전해질 및 이의 제조방법 및 상기 첨가제를 포함하는 리튬 이차 전지 리튬 이차 전지 기술 (출원번호 10-2016-0116646호/등록번호 10-1938767) 전용실시권 설정. 2019년 4월, LG화학 소형 전지 개발팀에서 18650 원형 전지용 전해액 첨가제 적용하는 것을 확정함. (주)후성과 연~800Kg 공급 계약을 체결함. 전해액 조성 기술이 전해액 수요 기업에 의해 전기자동차용 전해액 소재 기술로 채택될 경우, 고전압 양극 및 고용량 음극소재가 적용된 고에너지 밀도 리튬이온전지의 고성능화를 실현하여 국내 전지산업의 성장을 가속화할 것으로 전망함				

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
13	고현협		자동차공학	특허	고현협, 박종화, 이현상
			재료공학		Ferroelectric composite material-based artificial electronic skin
					미국
					US10456050
					2019
					본 발명은 피부의 구조와 기능을 모사하여 압전 고분자인 (PVDF)와 산화 그래핀을 복합화하여 압저항 특성과 압전 특성을 동시에 보유할 수 있는 소재를 제조하고, 이 고분자 소재를 맞물려진 마이크로 돔 형태로 구성하여 정적/동적 압력 및 온도를 고감도로 구분 감지할 수 있는 다기능성 인공전자피부를 제조하는 방법을 포함한다. 또한, 손가락 피부 표면에 존재하는 지문은 사물의 질감과 거칠기를 감지하는 데, 이러한 지문을 모사한 마이크로 구조 패턴을 센서 상부 층에 도입하여 표면 질감을 검출할 수 있는 인공전자피부를 구현할 수 있다. 이러한 다기능성 인공전자피부 구현은 헬스케어 모니터링 소자 및 고감도 음성인식 장비 및 질감 감지 센서로의 응용을 가능하게 함
14	곽상규	화학공학	특허	곽상규	
				금속이 함침된 탄소계열 물질 및 그의 제조방법	
		화공열역학		대한민국	
				KR10-1911615B1	
				2018	
				본 발명은 금속이 함침된 탄소계열 물질 및 그의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에서는 탄소계열 물질 및 상기 탄소계열 물질의 적어도 일 면에 함침되는 금속을 포함하는, 금속이 함침된 탄소계열 물질을 제공함. 본 발명의 금속이 함침된 탄소계열 물질 제조방법에 따르면, 열처리된 탄소계열 물질을 준비하는 단계, 금속을 포함하는 물질을 금속의 용융점 이상으로 용융시키는 단계, 열처리된 탄소계열 물질을 가열하는 단계, 용융된 금속에 가열된 탄소계열 물질을 담가 용융된 금속이 가열된 탄소계열 물질 내부로 함침되도록 하는 단계 및 금속이 함침된 탄소계열 물질을 냉각시키는 단계를 포함한 제조 방법을 제공함.	
15	김소연	고분자공학	특허	김소연, 김예찬	
				블록공중합체를 이용한 마이크로패턴 내부에 정렬된 금속 나노선 및 이의 제조방법	
		고분자구조및물성		대한민국	
				KR10-1989414B1	
				2019	
				본 발명은 블록공중합체를 이용한 마이크로패턴 내부에 정렬된 금속 나노선 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 블록공중합체의 전단 유도 자가 조립에 의해 마이크로 패턴이 형성된 기판; 및 상기 마이크로 패턴 내부에 정렬된 금속 나노선을 포함하는, 마이크로패턴 내부에 정렬된 금속 나노선을 제공함. 본 발명에 따른 블록공중합체를 이용한 마이크로패턴 내부에 정렬된 금속 나노선 제조방법은 다양한 금속 전구체를 사용하여 잘 정렬된 금속 나노선을 패턴링할 수 있어 재료 선택에 대한 한계를 극복하였다. 또한 복잡한 구조의 나노 패턴 제작의 공정을 단순화	

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
하여, 포토리소그래피를 이용한 복잡하고 다양한 마이크로 패턴과 결합이 가능한 이점이 있음. 이에 기판 소재 관련 분야 및 소자 관련 분야에 고분자의 활용 가능성을 넓힘					
16	김진영		물리학	특허	김진영
					은나노입자들을 포함하는 전도성 고분자 전극 기반의 플라즈몬 유기 광전자 디바이스
			반도체물리		대한민국
					KR10-1516474
					2015
본 특허는 전도성 고분자 전극층이 은나노입자층을 포함하는 플라즈몬 유기 광전자 디바이스에 관한 것으로, 상기 플라즈몬 유기 광전자 디바이스는 플렉서블 플라스틱 전극으로서 은나노 입자를 포함한 PEDOT:PSS 필름을 구비하며, ITO 전극을 사용하지 않으므로, 저가의 비용으로 손쉽게 대면적 및 플렉서블 유기 광전자 디바이스를 제조할 수 있으며, 상기 유기 광전자 디바이스는 은나노입자를 포함하지 않는 필름을 구비한 유기 광전자 디바이스에 비해 탁월하게 향상된 광전변환효율을 나타냄					
17			자동차공학	특허	김영식, 김경호, 정무영, 김효진, 한진협
					코인형 이차전지, 및 이의 제조방법
			재료공학		대한민국
					KR10-1675482
					2016
해수전지는 해수를 이용하여 전기에너지를 저장 및 생산하는 친환경, 저비용의 안전한 전지시스템으로 닫힌계인 음극과 열린계인 양극으로 구성되어 있으며, 기존 배터리와 차별화된 개방형 양극부는 높은 에너지 밀도를 가질 수 있음. 해수전지 소재는 크게 세라믹 고체전해질, 음극 물질, 집전체 및 촉매물질, 유기액체전해질로 구분되고 각 개발된 소재들을 파우치 및 코인 타입 해수전지에 적용하여 최적화함. 전 세계적인 해수전지 연구기회 확대와 연구체계 설립을 위한 유닛 코인셀을 개발. 코인형 해수전지 플랫폼을 설계하고 셀조립 툴을 제작하여 실링 문제를 완전히 해결하고 테플론 코팅, 디자인 변경 등을 통해 최적화된 코인셀 제작 기술 확보. 최적화된 코인셀을 통해 Na 금속 및 카본계, 합금계 등 소듐이온전지 (NIB)에 사용되는 음극물질들의 적용이 가능하고 각 음극물질에 최적화된 전해액 조합을 찾					

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
아 사용할 수 있음. 또한 다양한 OER/ORR 촉매물질을 카본계 집전체에 코팅 및 해수전지 양극 전극으로 사용함으로 전지특성향상 및 가격경쟁력 확보가 가능함. 각 소재 개발에 따라 해수전지 특성 향상 및 가격 절감이 가능하므로 지속적인 소재개발을 위한 기반 기술이 될 수 있음.					
18	서동화		재료공학	특허	서동화, Gerbrand Ceder, 이진혁
					Cation-disordered oxides for rechargeable lithium batteries and other applications
			환경/에너지세라믹스		미국, 유럽, 중국, 국제특허, 한국, 일본
					US20190088940A1, EP3136478B1, CN107925080A, W02017035303A1, KR20180041743A, JP2018535904A
					2015: 유럽 2016: 미국, 중국, 국제특허, 한국, 일본
					본 발명은 배터리 물질 중 양극 물질인 양극-무질서화 금속산화물의 합성과 사용에 대한 내용을 가지고 있음. 일반적인 층상구조의 금속 원소인 Ni, Co, Mn을 넘어서 모든 전이 금속들을 활용할 수 있도록 해주는 이 물질은 화학적 선택의 폭을 넓혀줌. 이에 더해 기존 층상구조 양극 물질보다 큰 용량과 높은 전압대를 형성하여 훨씬 우수한 에너지 밀도를 가질 수 있으며 에너지 밀도를 중요시 하는 요즘 추세에 더욱 큰 의미를 가짐
19	송현곤		화학공학	특허	송현곤, 조윤교, 공호열, 박종목, 정서현, 소진석, 김태원
					전이금속 이온을 킬레이팅하는 작용기를 포함하고 열적 겔화가 가능한 전이금속 킬레이팅 작용기 중합체
					대한민국
					KR10-1884568
					2018
			전기화학공학		
본 발명의 목적은 전이금속 이온의 킬레이팅이 가능한 작용기를 포함하는 중합체 물질을 개발하고, 에너지 저장장치의 전해질 조성물에 적용함으로써 전이금속 이온의 용출 문제가 해결된 전해질 조성물을 제공하기 위함. 본 발명의 전해질 조성물은, 전기화학소자의 용량을 저하시키는 전이금속 이온 용출 문제를 해소하여, 전기화학소자의 수명을 증가시키는 효과가 있음. 또한, 상온의 전해질 주입시에는 저점도의 액체상태를 유지하다가, 전해질 주입이 끝난 후 고온 보관 시 비가역적인 겔 상태로 상태변화를 일으키는 효과가 있으며, 액체와 같은 낮은 점성을 나타내어 양/음극 및 분리막에 전해질이 쉽게 침지하여 높은 젖음성을 나타내다가, 전해질 주입이 끝난 후 고온 보관 시에는 비가역적인 겔 상태로 상태 변화를 일으켜 전해질 변성 및 가스발생을 막아 우수한 전지성능 및 안전성을 구현하면서도 액체					

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
					특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성
					와 같은 높은 이온 전도 특성을 나타낼 수 있어, 전기화학소자의 제조에 유용하게 사용될 수 있음
20	이창영		화학공학	특허	이창영
					소금을 이용한 1차원 나노구조의 광학 시각화 시편, 이의 제조장치, 이의 제조방법 및 광학시각화 방법
			전자/재료공학		대한민국
					KR10-1937917
					2019
					본 발명은 1차원 탄소나노물질을 따라 소금 결정을 형성시킨 후 광학 현미경을 통해 관찰함으로써 고가의 SEM 이나 TEM 장비를 사용할 필요가 없으므로 비용이 절감될 수 있으면서 대면적 시각화가 가능한 이점이 있음. 또한, 1차원 탄소나노물질들 위에 형성된 소금 결정들을 물을 이용하여 제거함으로써 1차원 탄소나노물질들의 구조 손상이나 물성 저하를 발생시키지 않으면서 원상태로 복원이 가능한 이점이 있음. 또한 1차원 탄소나노물질들에 형성된 소금 결정들이 최소 1개월까지 유지가 가능하므로 장시간 관찰이 가능한 이점이 있음
21	양창덕		화학	특허	양창덕, 조혜진, 강효진, 백정민, 천진성
					음전하 대전체 및 이를 포함하는 마찰 전기 발전기
			유기합성화학		대한민국
					KR10-18057250000
					2017
					본 발명은 할로겐 원소를 포함하는 제1고분자와 유전상수가 2 이상인 제2고분자를 중합시켜 제조된 그라프트 공중합체와 점도가 3000cP~7000cP 사이 범위에 있는 제3고분자를 포함하는 음전하 대전체의 합성법 및 이를 포함하는 마찰 전기 발전기의 제조 방법, 그리고 그 출력 전압/전류 측정 결과를 제공함. 마찰 전기를 이용한 에너지 하베스팅 기술은 친환경 고출력 발전기를 구현할 수 있으므로 매우 유용한데 이를 위해서는 전자 친화 및/또는 포집 특성이 우수한 음전하 대전체의 개발이 선행되어야 함. 일반적으로 사용되어 온 고분자 음전하 대전체 소재인 폴리디메틸실록산(PDMS), 폴리테트라플로로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴플로라이드(PVDF) 등에서는 전하 생성 효율에 한계가 있어 원하는 효과를 얻기가 힘들었는데 개발된 고분자 음전하 대전체는 박막 형성 공정성이 우수하며 제조한 마찰 전기 발

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
	전기의 출력 전압과 출력 전류는 비교예인 PDMS에 비해 각각 2배 및 2.5배 이상 증가함				
22	이상영		고분자공학	특허	이상영
			기능성고분자		폴리이미드와 카본나노튜브로 구성된 나노피막을 이용한 리튬양극활물질 표면 개질
					중국, 미국, 유럽
					유럽 : 3101717
					2018
	본 발명은 표면 코팅된 양극 활물질, 이의 제조방법, 및 이를 포함하는 리튬 이차전지에 관한 것임. 리튬 이차전지는 충 방전을 거듭함에 따라서 수명이 급속하게 떨어지는 문제점이 있는데, 이를 해결하기 위해서 Mg, Al, Co, K, Na, 또는 Ca 등을 포함하는 금속산화물을 코팅하는 기술이 개발되었음. 하지만 기존 기술의 경우 양극 활물질 표면을 전체적으로 덮고 있기 보다는 나노 크기의 입자 형태로 잘게 분산되어 있는 형태를 취하고 있기 때문에, 표면 개질 효과가 제한적이고, 전극 내 이온전도도의 저하를 초래할 수 있다는 점이 있음. 이에따라, 양극 활물질 표면에 폴리 이미드 및 특정 오일 흡수 수를 갖는 카본블랙을 포함하는 나노피막을 양극 표면위에 형성시켜 안정성이 우수함과 동시에 고 전압 조건에서도 우수한 수명 특성 및 도전성을 나타낼 수 있는 양극활물질 표면 개발기술을 완성함. 본 발명은 리튬 이온전지 양극의 안정성 향상에 크게 기여하여 전지 수명을 향상시킨데 의의가 있음				
23	이성국		화학공학	특허	이성국, 김구희, 정성훈, 김석민, 최배영
			생물화학공학		Method for preparing mutant Escherichia coli capable of simultaneously utilizing glucose and xylose.
					미국
					US9284582
					2016
	본 기술은 글루코스 및 자일로스를 동시에 이용할 수 있는 변이대장균이다. 본 변이대장균은 유전공학적 방법 및 진화적 적응으로 야생형 대장균을 글루코스 및 자일로스를 동시에 이용할 수 있도록 변이됨. 이 변이된 대장균을 이용하여 바이오매스로부터 바이오 연료, 생리활성기능 물질, 의약품 물질 또는 화학산업 기반 화학물질을 생산할 수 있음. 당화 관련 유전자와 같은 외래 유전자의 발현 효율이 매우 낮으며 또한 과다 발현 시 세포 성장과 대사에 부정적				

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
인 영향을 미치는 문제점 발생함. 그뿐만 아니라 CCR (carbon catabolic repression)에 의한 복합당 이용 시 생산효율의 저하 (발효 시간, 생산수율 등)이 나타남. 본 글루코스 및 자일로스를 동시 이용한 변이대장균을 구축하여 상기 문제를 극복하여 바이오매스 유래 바이오 연료, 생리활성기능 물질, 의약품 물질 또는 화학산업 기반 화학물질 생산과 생물화학 공정 시간 단축 및 생산성 향상을 달성하였음					
24	임한권		화학공학	특허	임한권, Joseph M. Schwartz, Joey M. Corpus
					Method of making a hydrogen transport membrane, and article
			화학공정		미국
					US9084970B2
					2015년
본 발명은 수소분리막의 새로운 제조 방법에 대한 것으로서, 기존의 수소분리막 제조 방법을 뛰어넘는 매우 경제적이고 효율적인 분리막 제조 기술을 개발하는 내용임. 본 기술의 개발을 통해 기존 무전해 도금법의 activation step을 생략가능하게 되며, 이를 통해 보다 경제적이고 효율적인 수소분리막의 제조가 가능함. 또한, 새롭게 개발된 substrate를 통해 보다 향상된 기공분포를 확보함으로써, 수소분리막의 수소 투과도를 획기적으로 향상시킬수 있게 됨					
25	정경민		화학공학	특허	정경민, 김봉철, 노재후, 김준섭
					Negative active material for rechargeable lithium battery, and negative electrode and rechargeable lithium battery including same
			전기화학공학		미국
					US9905842
					2018
본 발명은 실리콘 나노컴포지트를 흑연의 표면 및 기공에 분산시켜 팽창을 최대한 줄여 실리콘을 사용하게 하여 용량 증가시킴. 이 발명품에서는 전체 음극 활물질 무게 중 흑연을 45 wt%에서 94 wt%, SiOx를 5 wt%에서 40 wt%, 코팅층에 사용되는 amorphous 카본은 1 wt%에서 20 wt%로 구성되어 있고 100 nm에서 2000 nm의 코팅층을 포함하고 있음					

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
			세부전공분야		
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
26	장성연		고분자공학	특허	장성연
			유기 태양전지용 포르피린계 유도체 및 이를 포함하는 유기 태양전지		
			대한민국		
			KR10-2051590		
			2019		
	본 발명은 유기 태양전지용 포르피린계 유도체에 관한 것이며, 상세하게는 유기 태양전지의 광활성층 내 포함되는 엑셉터로서 사용될 수 있는 포르피린계 유도체에 관한 것임. 본 발명에 따르면 유기 태양전지용 포르피린계 유도체는 유기 태양전지 내 광활성층의 엑셉터로서 사용될 수 있으며, 본 발명에 따른 포르피린계 유도체를 포함하는 광활성층을 통해 유기 태양전지의 단락전류, 개방전압 및 광전변환효율을 향상시킬 수 있음				
27	조재필		재료공학	특허	조재필
			리튬 이차 전지용 음극 활물질, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 리튬 이차 전지		
			대한민국		
			KR10-1933098		
			2018		
	본 발명은 실리콘 나노컴포지트를 흑연의 표면 및 기공에 분산시켜 팽창을 최대한 줄여 실리콘을 사용하게 하여 용량 증가시킴. 이 발명품에서는 전체 음극 활물질 무게 중 흑연을 45 wt%에서 94 wt%, SiOx를 5 wt%에서 40 wt%, 코팅층에 사용되는 amorphous 카본은 1 wt%에서 20 wt%로 구성되어 있고 100 nm에서 2000 nm의 코팅층을 포함하고 있음				
28	최남순		화학공학	특허	최남순, 조재필, 홍성유
			리튬 이차 전지용 전해질 첨가제 및 이의 제조 방법, 상기 첨가제를 포함하는 전해질 및 이의 제조 방법, 및 상기 첨가제를 포함하는 리튬 이차 전지리튬 이차 전지		
			대한민국		
			KR10-1938767		
			2019		
	산화 분해형 첨가제 단독, 또는 환원 분해형 첨가제, 산화 분해형 첨가제, 및 반응형 첨가제를 포함하는 기능성 첨가제에 관한 것임				

2.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

<표 4-3> 최근 5년간 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
1	곽상규		화공열역학	기존 리튬이온전지의 성능을 저하시키는 전이금속 용출 및 cation mixing 현상을 줄이기 위한 양극의 Ni 전이금속 이온 용출방지 특성을 갖는 첨가제 개발
	현대자동차 산학협력 (2019.05.15 ~ 2020.05.14) - “신규 기능성 첨가제 및 신규 저점도 용매 가속화 개발”을 주제로 리튬 이차전지의 성능, 안정성을 동시에 향상시키기 위한 양극 첨가제 및 저점도 용매 개발, 다차원 전산 모사 기법을 기반으로 한 양극 물질용 전해액 기능성 첨가제 및 저점도 용매 개발 및 가속화 방법론 구축			
2	곽상규		화공열역학	분자의 ionization cross-section 계측을 밀도 범함수 이론 계산으로 해결 및 계산 방법 구축
	다쏘시스템 산학협력 (2019.08.08 ~ 2019.09.03) - “분자의 ionization cross-section 계산 방법”을 주제로 Materials Studio 프로그램을 활용한 분자의 ionization cross-section 계산 방법 지도, 구축			

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
3	김영식		재료공학	울산 지역에너지 신산업 활로 개척
	한국동서발전 산학협력 (2017. ~ 2018) - “해양특화형 전지시장 진출을 위한 현장실증연구 추진”을 주제로 기존 해양환경에서 사용하던 납축전지는 잦은 교체주기, 교체작업의 위험성, 환경문제 등의 문제를 제기. 항로표지용 부표등명기에 접목한 해수전지 점등 실증연구를 통하여 기존 전지를 대체할 차세대 해양용 전지로서 잠재력 입증			
4	김영식		재료공학	울산 인근해역 어민 및 해양산업 종사자의 요구사항을 반영한 제품개발
	한국동서발전 산학협력 (2019. ~ 추진 중) - “해수전지를 적용한 GPS 기반의 어망용 부이 개발 및 보급”을 목표로 사업 추진. 각종 해양산업 관련 물품에 적용 가능한 해수전지 제품 개발 및 제품 홍보 활동을 통하여 관련 연구기관 및 국내외 해양산업 분야 판매를 확대할 예정			

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
5	이현욱		환경/에너지세라믹스	대용량 발전장치 개발 연구를 통한 지역사회 환경 문제 해결
	산업자원부 산학협력 (2016. ~ 2018.) - “중대형 이차전지용 공동연구”를 주제로, 중대형 이차전지용 높은 에너지 밀도의 전극재 상용화 기술 개발			
6	이준희		에너지띠/전자구조	1나노 이하의 공정에까지 가능한 신소재를 선점 및 발굴
	삼성 미래기술 육성센터 산학협력 (2019. ~ 2024.) - “5나노 공정을 넘어 1나노 공정에까지 적합한 차세대 메모리 반도체 소재 개발”을 주제로 과제 수행			

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
7	이지석		기능성고분자	방향성과 전단력 측정이 가능한 촉각 센서 개발
	삼성 미래기술 육성센터 산학협력 (2015.09 ~ 2018.08) - “Upconverting Nanocrystal을 이용한 고감도 3차원 풀칼라 촉각센서 개발”을 주제로 전반사 층이 포함된 UV와 IR 기반의 촉각 센서 장비 개발. Upconversion nanoparticle 과 quantum dots가 포함된 dome 형태의 PDMS 구조체 제작. 이 구조체와 촉각 센서 장비를 이용해 가하는 힘의 normal force와 shear force를 구분하며 힘의 세기도 측정할 수 있는 새로운 촉각 센서 시스템 구축. 피부 진피 구조를 모사한 interlock 구조 제작 이후 interlock 구조체와 UCN이 포함된 PDMS 돔 마이크로 어레이 구조체를 결합시켜 미세한 힘에서도 감지가 가능한 촉각 센서 구조물 제작			
8	이지석		기능성고분자	대량생산이 가능한 3D 프린팅 구축
	LG 전자 산학협력 (2016.05.11 ~ 추진 중) - LG 전자와 UNIST 3D 프린팅 기술 협력 MOU 체결. 3D 프린팅 기술 개발 및 소재, 장비 개발			

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
9	임한권		화학공정	PEM 전기분해 장치 관련 공정설계
	엘켄텍 산학협력 (2018. ~ 2021.) - “재생에너지 연계형 고성능 1 MW급 (200 Nm³/hr) 단일스택 PEM 전기분해장치 개발”을 주제로 저가, 고성능의 PEM 전기분해장치 관련 최적화 설계			
10	임한권		화학공정	수소 분리막 관련 공정모델 개발
	대우조선해양 산학협력 (2019. ~ 2021.) - “잠수함 연료전지용 수소 분리 공정에 대한 모델 개발”을 주제로 공정모사 프로그램을 이용한 잠수함 연료전지용 수소 분리 공정모델 개발.			

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
11	조재필		환경/에너지세라믹스	High Ni계 양극 소재의 고온 불안정성에 대한 원인 규명
	삼성 SDI 산학협력 (2014.08. ~ 2019.11. & 2019.12. ~ 2020.11.) - “High Ni계 양극 소재 개발 및 고온 반응성 규명”을 주제로 High Ni(>80%)계 열화 거동 및 원인 규명, SOC별 및 온도 별 저장 특성, 전극소재 최적화 (합재 > 3.6g/cc), 체적당 용량 >763mAh/cc (=217 mAh/g 이상), 상온 수명 > 94%, 잔류 리튬 < 1000 ppm을 목표로 연구 진행 - 고온 저장 시 온도 별 및 SOC 별 저장 특성 파악, 양/음극 열화 매커니즘 규명, 신규 소성 process를 통한 잔류 리튬 저감 발견, High Ni계 양극활물질 비표면적 저감 공정 개발 등 개발 목표 >99% 달성 - 폴리머 binder 분리막과 극판 간 결합력 향상”을 주제로 기초 물성 분석 및 평가 시스템 구축, 폴리머 binder 기초 물성 파악 후 온도, 압력 충전 조건에 따른 결합력 분석 연구 진행			
12	조재필		환경/에너지세라믹스	높은 안정성을 갖는 고체 전해질의 낮은 용량 및 수명성능 개선
	현대자동차 산학협력 (2017.07. ~ 2018.06. & 2018.09. ~ 2019.08.) - “신규 코팅 개질을 통한 전고체전지 성능 향상”을 주제로 코팅 양극 활물질 개발 및 적합성 규명 및 Scale up factor 인자 분석 결과 및 성능 달성 여부 확인 연구 진행. 양산형 전고체전지용 고용량 양극 활물질 코팅기술 개발 - “황화물계 전고체전지 양극 활물질 및 음극 활물질 소재개발”을 주제로 양극 활물질 용량 달성 > 195 mAh/g (30oC), 저가 코팅 기술 개발, 550 mAh/g급 고 안정성 음극 소재 개발, TMS를 통한 팽창율 측정 protocol 작성 연구 진행 - 550 mAh/g급 황화물계 전고체 전지 양극 소재 최적화, TMS를 통한 수명 중 전극의 부피 변화에 대한 실시간 분석 protocol 개발, 신규 단결정 도입을 통한 고용량 소재 개발, LNO 코팅과 신규 단결정 개발을 통한 기존 reference 대비 고용량 양극 소재 개			

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
13	최남순		전기화학공학	배터리 급속 충전 기술
	삼성 SDI 산학협력 (2015. ~ 추진 중) - “에너지밀도가 유지되는 급속충전 기술 개발 및 Prototype 전지 설계”를 주제로 미래형 혁신 전지소재 및 전지기술 개발 및 미래형 이차전지 개발			
14	최남순		전기화학공학	배터리 고용량화 및 안전성(폭발 등) 문제 해결
	현대자동차 산학협력 (2015. ~ 추진 중) -고용량 리튬 금속 음극을 위한 SEI 안정화 전해질 조성 개발”을 주제로 급속 충전용 고이온전도성 저점도 전해액 개발, 신규 기능성 첨가제 및 신규 저점도 용매 가속화 개발, 리튬배터리 셀 에너지밀도 극대화를 위한 공정/요소 기술개발, 난연성 초저점도 전해액 소재 개발 과제 수행			

3. 산학 간 인적/물적 교류

3.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

3. 산학 간 인적/물적 교류

3.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

3.1.1 산학 간 인적/물적 교류 실적

■ 강석주 교수

- 현대자동차 산학 과제 수행 (2018.08 ~ 2020.11 진행 중)
 - 연구주제 (1): 용융염 전해질 기반 가역적 리튬-산소 전지 개발 (2018.08 ~ 2019.08)
 - 연구목표 및 내용: 다중 염 사용으로 유기용매 제한 및 100~150℃ 에서 구동 가능한 고효율, 고출력 리튬-산소 이차전지 기술 개발 완료
 - 연구주제 (2): 3차원 카본담지체 기반 리튬-산소 전지 음극 개발 (2019.12 ~ 2020.11)
 - 연구목표 및 내용: 다공성 카본 기판 표면 개질 방법 개발 및 3차원 카본/리튬 담지체 기반 고에너지 밀도 리튬-산소 이차전지용 음극 개발
 - 연구결과 및 실적: 국내 특허 1건 출원 및 SCI급 우수 국제 학술지 1편 게재

■ 고현협 교수

- 현대자동차 미래기술 공동연구 (2016.07 ~ 2017.01)
 - 연구주제: 폴리우레탄 복합체 기반 내지문 오염성 향상 열경화형 도료 개발
 - 연구목표 및 내용: 양친성 표면 처리 나노입자 코팅제 안정성 및 코팅 표면 내구성 확보, 고분자 복합체의 열경화를 통한 상분리 활용 코팅 표면 내구성 및 내지문성 기능 향상, 자동차 디스플레이 및 내장재용 내지문 표면처리 기술 개발
 - 연구결과 및 실적: 국내 특허 1건 출원 및 해외 특허 출원 진행 중
- 아모레퍼시픽 공동연구 (2017. ~ 2019.)
 - 연구주제: 화장품 사용감 디지털화를 위한 생체모사 촉각 센서 시스템 개발
 - 연구목표 및 내용: 압전 고분자인 PVDF-TrFE와 매우 높은 압전 특성을 가지는 barium titanate (BT)의 복합화를 통한 고성능 압전 소재 개발
- EM-tech 공동연구 (2018. ~ 2019.)
 - 연구주제: 3차원 마이크로 구조 고분자 복합소재 기반 선별적 주파수 감지 고감도 음향 센서 개발
 - 연구목표 및 내용: 피부 감각 기능 모사 촉각 감지 전자 피부 활용 화장품의 다양한 사용감을 측정하는 멀티 촉각 센서 시스템 개발
 - 연구결과 및 실적: 국내 특허 2건 출원

■ 박상규 교수

- 현대자동차 (2019.08 ~ 2020.07 진행 중)
 - 연구주제: 연료전지 강화 전해질막의 이오노머 함침공정 모사를 위한 해석기술 개발
 - 연구목표 및 내용: 전해질 강화막 상의 함침에 유리한 최적의 이오노머 용액의 물성 도출 및 전해질 강화막으로의 이오노머 용액 거동 예측을 위한 해석기술 개발
 - 연구결과 및 실적: 이오노머 및 강화 전해질막 모델 개발
- 삼성종합기술원 (2019.10 ~ 2020.01)
 - 연구주제: 다차원 전산모사 기반 Reactive mesogen의 복굴절 계측 기법

- 연구목표 및 내용: Reactive mesogen 분극률 이방성, 액정 내에서의 정렬도를 다차원 전산모사적으로 측정하여 복굴절 계측
- 연구결과 및 실적: Host + Counter 이중소재에 대한 복굴절 계산 기법 개발

■ 박자훈 교수

- 희성촉매 (2016.01 ~ 2018.12)
 - 연구주제: 차세대 자동차 촉매 개발을 위한 기초 연구
 - 연구목표 및 내용: 알루미늄/귀금속 촉매 활성성분과 상호작용 이해, 촉매의 조성 및 합성 방법을 개발함으로써 일어나는 반응 특성의 변화를 관찰 완료
 - 연구결과 및 실적: SCI급 우수 국제 학술지 2편 게재, 실제 상업 촉매 개발에 응용
- LG화학 기술 자문 (2018.08 ~ 진행 중)
 - 연구주제: Oxidative dehydrogenation 촉매 in situ 특성 분석법 개발 기술 자문
 - 연구목표 및 내용: Oxidative dehydrogenation 촉매 표면 특성 분석용 in-situ 방법에 대한 기술적 자문
- RIST (2019.10 ~ 진행 중)
 - 연구주제: NH_3 -SCR용 N_2O 저감 촉매 개발
 - 연구목표 및 내용: 저온 NH_3 -SCR 촉매반응에서 부산물 N_2O 형성 과정 이해, N_2O 형성을 최소화할 수 있는 촉매 조성 개발

■ 김영식 교수

- 울산시-UNIST 해수자원화 기술 연구센터 건립 (2018. ~ 진행 중)
 - UNIST 보유 세계 최초 해수전지 기술 실증 중심 연구 인프라 구축, 연구 장비 공동활용, 창업공간 제공, 기술자문 등을 통한 중소, 벤처기업 육성
 - 해수 자원화 발전시스템 조기 상용화 및 선진국 수준의 ESS 시스템 개발을 위하여 원천/핵심기술 개량 및 상용화 시스템을 병렬구조로 동시 추진
 - 해수 자원 에너지 저장장치 양산을 위한 플랫폼 기술은 한국동서발전 위탁과제로 시작품 파일럿 시스템 구축 및 10kWh급 해수전지 ESS 시범테스트 완료

■ 양창덕 교수

- 삼성전자 공동연구 (2017.12 ~ 진행 중)
 - 연구주제 (1): 고효율 전하전달 소재 기반 고출력 발전기 개발 (2017.12 ~ 진행 중)
 - 연구목표 및 내용: 다층구조를 위한 층 별 음전하 대전체 소재 합성 및 무기물-고분자 복합체 형성을 통한 유전상수 극대화 및 그래프트 고분자 나노 복합체 소재 합성
 - 연구주제 (2): 위치에너지 표면 제어 기반 하이퍼루프 단이온 전도체 (2017.12 ~ 진행 중)
 - 연구목표 및 내용: 이차전지 분야 전고체전지 및 금속전지 고체 전해질 개발 및 포텐셜에너지표면 제어를 통한 이온 흐름 미끄러짐 현상 기반 고체상 단이온 전도체 개발
 - 연구결과 및 실적: 특허 1건 등록/4건 출원 중 및 SCI급 우수 국제 학술지 2편 게재

■ 이상영 교수

○ LG화학 공동연구 (2013. ~ 진행 중)

- 연구주제: 고용량, 고 안정성, 장수명 배터리 소재 개발
- 연구목표 및 내용: 1차원 나노매트형태 전극구조 고용량 전극 개발, 단일이온전도 소재 기반 장수명 리튬금속 전지 개발, 고안정성 분리막 소재 및 코팅기술 개발 및 친환경 전극 바인더소재 개발
- 연구결과 및 실적: SCI급 우수 국제 학술지 10편 이상 게재 및 석사급 5명, 박사급1명 LG화학 취업

■ 이지석 교수

○ 포스코케미칼 산학장학생 과제 (2019.07 ~ 2020.06 진행 중)

- 연구주제: 기능성 Fluorene 유도체 합성 및 물성 검증
- 연구목표 및 내용: 다양한 작용기를 지니는 플루오렌 유도체 합성 및 폴리카보네이트의 모노머 사용 가능성 확인, 고순도, 고수율의 플루오렌 유도체 합성 기술 개발, 플루오렌 유도체를 모노머로 이용한 폴리카보네이트 합성 기술 개발
- 연구결과 및 실적: 70% 이상의 수율로 페놀을 작용기로 지니는 플루오렌 유도체 합성

■ 임한권 교수

○ 대우조선해양-UNIST 공동연구 (2019. ~ 2021. 진행 중)

- 연구주제: 잠수함 연료전지용 수소 분리 공정에 대한 모델 개발
- 연구목표 및 내용: 공정모사 프로그램 활용 잠수함 연료전지용 수소 분리 공정 모델 개발
- 연구결과 및 실적: SCI급 논문 심사 중

○ 원익머트리얼즈-UNIST 공동연구 (2018. ~ 2019.)

- 연구주제: D2 및 E4 gas 정제 공정 설계/시뮬레이션 및 컨설팅 용역 연구
- 연구목표 및 내용: 희귀 물질 기반 공정 모사 프로그램 개발을 통한 공정 설계, 열역학적 데이터 확보 및 공정 모사 프로그램과의 연계 및 실증
- 연구결과 및 실적: 공정 모사 프로그램 개발 및 적용

○ 엘캠텍-UNIST 공동연구 (2018. ~ 2021. 진행 중)

- 연구주제: 재생에너지 연계형 고성능 1 MW급($200\text{Nm}^3/\text{hr}$) 단일스택 PEM 전기분해장치 개발
- 연구목표 및 내용: 저가, 고성능의 PEM 전기분해장치 관련 최적화 설계, 공정설계, 경제성 분석, 유동 해석 및 예지모델 개발
- 연구결과 및 실적: SCI급 우수 국제 학술지 4편 게재

■ 정경민 교수

○ 삼성 SDI-UNIST 산학협력 (2017. ~ 진행 중)

- 연구주제 (1): 전압 불량 개선 기술 개발 (2017. ~ 진행 중)
- 연구목표 및 내용: 저전압 불량 발생 전 과정 규명 및 화성공정 개선 방안 도출

- 연구주제 (2): 고LL 대면적 전지의 설계인자분석 (2019. ~ 진행 중)
- 연구목표 및 내용: 설계 인자 산포에 의한 셀 성능 변화분석 및 개선 방안 도출
- SK이노베이션-UNIST 산학협력 (2018. ~ 진행 중)
 - 연구주제: 전기 자동차용 고 에너지밀도 리튬이온 전지용 후막전극의 모델링 연구
 - 연구목표 및 내용: Gr-Si/NCM cell의 급속 충전
 - 연구결과 및 실적: Gr-Si/NCM cell 급속 충전 설계 인자 개선 / 충전 프로토콜 개선
- 현대자동차-UNIST 산학협력 (2018. ~ 진행 중)
 - 연구주제(1): 고에너지밀도 양극 전극 기술 개발 (2018. ~ 진행 중)
 - 연구목표 및 내용: 고 체적용량 (mAh/cc) 양극 전극 조성 및 구조 설계
 - 연구주제(2): 배터리 전극 제조 및 건조 공정의 수분 영향성 평가 (2019. ~ 진행 중)
 - 연구목표 및 내용: 전극 공정의 수분 환경 조건 및 건조 조건 최적화 모델 개발
 - 연구결과 및 실적: 수분 농도 측정법 확립. 전극의 공정 조건, 수분 농도, 재료적 · 화학적 특성 변화, 전기화학적 성능 변화 mapping 및 분석

■ 최남순 교수

- 삼성SDI 산학 과제 (2015. ~ 진행 중)
 - 연구주제: 에너지밀도가 유지되는 급속충전 기술 개발 및 프로토타입 전지 설계, 미래형 혁신전지소재 및 전지기술개발, 미래형 이차전지 개발
 - 연구목표 및 내용: 삼성 SDI 개발 전해액 첨가제 작동 메커니즘 분석 / 급속충전 전지용 전해액 기술 개발 완료
 - 연구결과 및 실적: SCI급 우수 국제 학술지 3편 게재
- SK 이노베이션 산학 과제 (2017. ~ 2017.)
 - 연구주제: 리튬 이차전지용 고용량 음극 개발
 - 연구목표 및 내용: 1500회 장수명에서 80% 용량 유지율을 보이는 650mAh/g급 고용량 음극 소재 및 전해액 기술 개발, 장수명 확보를 위한 전해액 및 첨가제 기술 개발 완료
 - 연구결과 및 실적: SCI급 우수 국제 학술지 3편 게재
- 동우화인켐 산학 과제 (2018. ~ 2019.)
 - 연구주제: 리튬 이차전지용 신규 전해액 첨가제 개발 및 메커니즘 연구
 - 연구목표 및 내용: 신규 리튬염첨가제, Scavenger, 음극첨가제 및 양극첨가제 개발
 - 연구결과 및 실적: 동우화인켐 특허 22건 출원 / 1건 등록완료 및 2건 우선 심사중
- 현대자동차 산학 과제 수행 (2015. ~ 진행 중)
 - 연구주제: 급속 충전용 고이온전도성 저점도 전해액 개발 / 신규 기능성 첨가제 및 신규 저점도 용매 가속화 개발 / 고용량 리튬 급속 음극을 위한 SEI 안정화 전해질 조성 개발
 - 연구목표 및 내용: 고에너지밀도를 가진 전기자동차용 이차전지의 출력특성/장수명/온도특성 향상을 위한 전해액 소재 기술 개발, 신규 합성 기능성 첨가제 및 신규 저점도 용매 평가/분석, 리튬 이용량에 따른 리튬 급속 전극의 전기화학적 성능 열화 인자 분석/전해질 관점에서의 해결 방안 도출, 고반응성 리튬 급속 전극 계면 구조 안정화를 위한 기능성 전해질 소재 개발, 신규 전해액 첨가제 4종 개발 완료

- 연구결과 및 실적: SCI급 우수 국제 학술지 4편 게재
- Solvay 산학 과제 수행 (2018. ~ 진행 중)
 - 연구주제: 리튬-메탈 배터리 전해액 설계, 불소화 작용기기반 첨가제 메커니즘 확립
 - 연구목표 및 내용: 장수명 확보 전해액 개발, 신규개발 전해액 첨가제 메커니즘 확립
- 삼성 미래육성 기술과제 (2019. ~ 진행 중)
 - 연구주제: 유기전해질 산소 환원 반응 향상을 위한 항산화효소 생체모방 화학 촉매
 - 연구목표 및 내용: 리튬 이차전지 내 고반응성 산소화합물 제거를 위한 항산화효소 생체모방 화학 촉매 연구 및 리튬 이온전지 내 생체모방 화학 촉매 효용성 평가
 - 연구결과 및 실적: 특허 2건 출원 및 SCI급 우수 국제 학술지 1편 게재

3.1.2 산학 간 인적/물적 교류 계획

■ 수요자 중심의 계획

- [산업체] 산업체의 애로기술, 애로사항에 대해 머신러닝기반 컨설팅 계획
- [산업체] 현장실습, 인턴쉽 등의 프로그램 기획
- [산업체] 업체 취업자 만족도 조사 (취업 2년 이상 후에 선임으로부터 피드백)
- [대학] 업체의 전공 분야와 일치하는 에너지공학과 대학원 고급인력 공급
- [대학] 산학협력 프로그램의 적극적인 활용
- [대학] 업체의 비전문분야에 대한 머신러닝 기반 교육 실시 및 공동 기기 활용

■ 산업체-대학이 윈-윈 하는 인력양성 방안

- 전주기적 인력 양성: 학부에서 대학원까지 머신러닝 기반 에너지 관련 전문지식과 기술을 학습하여 산업체 (한국조선해양, 포스코 케미칼, SK innovation, 엘캠텍, 에코프로, (주)덕양, (주)한국몰드 등)에서 원하는 고급인력 양성
- 현장 중심 전문인력 양성: 현장경험 및 인턴쉽 프로그램을 통한 업체에 맞는 에너지 기반 전문지식을 갖춘 인재 교육
- 실무 교육 프로그램: 대학과 산업체의 비전문가들을 대상으로 UNIST AI 대학원과 연계하여 에너지 공학 전문지식 습득 및 머신러닝 기반 연구능력 향상 기대
- 산학협력 프로그램 활용: 현장 실습 또는 인턴쉽 프로그램을 통해 산업체에서 필요로 하는 기술을 대학원생이 습득할 수 있는 기회 제공

■ 배출인력의 산업체 고용연계 전략

- 산업체와 참여교수 간 공동연구 수행
 - 참여교수는 업체의 요구사항 및 애로사항 지속적 파악
 - 산학 연구에 참여한 학생의 졸업 후 연계취업의 가능성 부여
 - 산업체는 원활하게 머신러닝을 습득한 고급 인력을 수급할 수 있음
- 산학 프로그램을 활용한 고급 인력 수급
 - 산업체는 산학공동연구를 수행하면서 에너지 분야에 검증된 석/박사 통합 또는 박사과정 학생에게 학비를 보조하고 박사 취득 후 입사시킴

V. 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 연 구장학금	0	0	0	0	0	0	0	0	0
신진연구인력 인건비	64,800	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	64,800	907,200
산학협력 전 담인력 인건 비	0	0	0	0	0	0	0	0	0
국제화 경비	20,000	40,800	40,800	40,800	40,800	40,800	40,800	20,000	284,800
교육연구단 운영비	40,500	81,250	81,250	81,250	81,250	81,250	81,250	40,500	568,500
교육과정 개 발비	0	0	0	0	0	0	0	0	0
실험실습 및 산학협력 활 동 지원비	33,950	66,850	66,850	66,850	66,850	66,850	66,850	33,950	469,000
간접비	3,250	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	3,250	45,500
합계	162,500	325,000	325,000	325,000	325,000	325,000	325,000	162,500	2,275,000

2. 사업비 집행 세부 내역(1-8차년도)

2. 사업비 집행 세부 내역(1-8차년도)

[1차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	2	3,600	6	43,200
계약교수	1	3,600	6	21,600
합계		작성 불필요	작성 불필요	64,800

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력				

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 - 항공료 : 1,500,000원*3명 = 4,500,000원 - 체재비 : 1,500,000원*3명 = 4,500,000원 - 학회등록비 : 800,000원*3명 = 2,400,000원	11,400
장기연수	▶ 장기연수 - 항공료 : 1,500,000원*1명 = 1,500,000원 - 체재비 : 1,800,000원*1명*2월 = 3,600,000원 - 해외장기보험료 등 : 300,000원*1명 = 300,000원	5,400
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 - 항공료 : 1,500,000원*1명 = 1,500,000원 - 숙박비 : 200,000원*1명 = 200,000원 - 강사료, 자문료 등 : 500,000원*1명 = 500,000원	2,200
기타국제화활동	▶ 국내에서 개최되는 국제학술대회 참여 경비 - 학회등록비 : 500,000원*1명 = 500,000원 - 체재비 : 500,000원*1명 = 500,000원	1,000
합계		20,000

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	▶ 연구단 전담직원 인건비 - 3,300,000원*6월 = 19,800,000원	19,800
성과급	▶ 성과급 - 700,000원*28명 = 19,600,000원 · 우수논문등의 성과발생시 지급	19,600
국내여비	▶ 국내출장비 - 책임급 : 200,000원*1회*1명 = 200,000원	200
학술활동지원비	▶ 전문가초청비 - 300,000원*1회 = 300,000원	300
산업재산권 출원등록비		0
일반수용비	▶ 사무용품비 - 200,000원*1회 = 200,000원	200
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비 - 30,000원*10명*1회 = 300,000원 ▶ 세미나준비 및 다과비 - 100,000원*1회 = 100,000원	400
각종 행사경비		0
기타		0
합 계		40,500

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▶ 실험실습 및 산학협력활동 지원비 - 소모성 재료비 : 33,950,000원	33,950

8) 간접비: 3,250 천원

[2차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	2	3,600	12	86,400
계약교수	1	3,600	12	43,200
합계		작성 불필요	작성 불필요	129,600

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력				

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 - 항공료 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 체재비 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 학회등록비 : 800,000원*5명 = 4,000,000원	19,000
장기연수	▶ 장기연수 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 체재비 : 1,800,000원*2명*3월 = 10,800,000원 - 해외장기보험료 등 : 300,000원*2명 = 600,000원	14,400
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 숙박비 : 200,000원*2명 = 400,000원 - 강사료, 자문료 등 : 500,000원*2명 = 1,000,000원	4,400
기타국제화활동	▶ 국내에서 개최되는 국제학술대회 참여 경비 - 학회등록비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원 - 체재비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원	3,000
합계		40,800

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	▶ 연구단 전담직원 인건비 - 3,300,000원*12월 = 39,600,000원	39,600
성과급	▶ 성과급 - 1,400,000원*28명 = 39,200,000원 · 우수논문등의 성과발생시 지급	39,200
국내여비	▶ 국내출장비 - 책임급 : 200,000원*1회*2명 = 400,000원 - 원급 : 150,000원*1회*1명 = 150,000원	550
학술활동지원비	▶ 전문가초청비 - 300,000원*1회 = 300,000원	300
산업재산권 출원등록비		0
일반수용비	▶ 사무용품비 - 500,000원*1회 = 500,000원	500
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비 - 30,000원*15명*2회 = 900,000원 ▶ 세미나준비 및 다과비 - 100,000원*2회 = 200,000원	1,100
각종 행사경비		0
기타		0
합 계		81,250

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▶ 실험실습 및 산학협력활동 지원비 - 소모성 재료비 : 64,850,000원 - 논문게재료 : 2,000,000원*1회 = 2,000,000원	66,850

8) 간접비: 6,500 천원

[3차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	2	3,600	12	86,400
계약교수	1	3,600	12	43,200
합계		작성 불필요	작성 불필요	129,600

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력				

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 - 항공료 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 체재비 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 학회등록비 : 800,000원*5명 = 4,000,000원	19,000
장기연수	▶ 장기연수 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 체재비 : 1,800,000원*2명*3월 = 10,800,000원 - 해외장기보험료 등 : 300,000원*2명 = 600,000원	14,400
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 숙박비 : 200,000원*2명 = 400,000원 - 강사료, 자문료 등 : 500,000원*2명 = 1,000,000원	4,400
기타국제화활동	▶ 국내에서 개최되는 국제학술대회 참여 경비 - 학회등록비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원 - 체재비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원	3,000
합계		40,800

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	▶ 연구단 전담직원 인건비 - 3,300,000원*12월 = 39,600,000원	39,600
성과급	▶ 성과급 - 1,400,000원*28명 = 39,200,000원 · 우수논문등의 성과발생시 지급	39,200
국내여비	▶ 국내출장비 - 책임급 : 200,000원*1회*2명 = 400,000원 - 원급 : 150,000원*1회*1명 = 150,000원	550
학술활동지원비	▶ 전문가초청비 - 300,000원*1회 = 300,000원	300
산업재산권 출원등록비		0
일반수용비	▶ 사무용품비 - 500,000원*1회 = 500,000원	500
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비 - 30,000원*15명*2회 = 900,000원 ▶ 세미나준비 및 다과비 - 100,000원*2회 = 200,000원	1,100
각종 행사경비		0
기타		0
합 계		81,250

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▶ 실험실습 및 산학협력활동 지원비 - 소모성 재료비 : 64,850,000원 - 논문게재료 : 2,000,000원*1회 = 2,000,000원	66,850

8) 간접비: 6,500 천원

[4차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	2	3,600	12	86,400
계약교수	1	3,600	12	43,200
합계		작성 불필요	작성 불필요	129,600

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력				

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 - 항공료 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 체재비 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 학회등록비 : 800,000원*5명 = 4,000,000원	19,000
장기연수	▶ 장기연수 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 체재비 : 1,800,000원*2명*3월 = 10,800,000원 - 해외장기보험료 등 : 300,000원*2명 = 600,000원	14,400
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 숙박비 : 200,000원*2명 = 400,000원 - 강사료, 자문료 등 : 500,000원*2명 = 1,000,000원	4,400
기타국제화활동	▶ 국내에서 개최되는 국제학술대회 참여 경비 - 학회등록비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원 - 체재비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원	3,000
합계		40,800

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	▶ 연구단 전담직원 인건비 - 3,300,000원*12월 = 39,600,000원	39,600
성과급	▶ 성과급 - 1,400,000원*28명 = 39,200,000원 · 우수논문등의 성과발생시 지급	39,200
국내여비	▶ 국내출장비 - 책임급 : 200,000원*1회*2명 = 400,000원 - 원급 : 150,000원*1회*1명 = 150,000원	550
학술활동지원비	▶ 전문가초청비 - 300,000원*1회 = 300,000원	300
산업재산권 출원등록비		0
일반수용비	▶ 사무용품비 - 500,000원*1회 = 500,000원	500
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비 - 30,000원*15명*2회 = 900,000원 ▶ 세미나준비 및 다과비 - 100,000원*2회 = 200,000원	1,100
각종 행사경비		0
기타		0
합 계		81,250

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▶ 실험실습 및 산학협력활동 지원비 - 소모성 재료비 : 64,850,000원 - 논문게재료 : 2,000,000원*1회 = 2,000,000원	66,850

8) 간접비: 6,500 천원

[5차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	2	3,600	12	86,400
계약교수	1	3,600	12	43,200
합계		작성 불필요	작성 불필요	129,600

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력				

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 - 항공료 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 체재비 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 학회등록비 : 800,000원*5명 = 4,000,000원	19,000
장기연수	▶ 장기연수 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 체재비 : 1,800,000원*2명*3월 = 10,800,000원 - 해외장기보험료 등 : 300,000원*2명 = 600,000원	14,400
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 숙박비 : 200,000원*2명 = 400,000원 - 강사료, 자문료 등 : 500,000원*2명 = 1,000,000원	4,400
기타국제화활동	▶ 국내에서 개최되는 국제학술대회 참여 경비 - 학회등록비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원 - 체재비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원	3,000
합계		40,800

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	▶ 연구단 전담직원 인건비 - 3,300,000원*12월 = 39,600,000원	39,600
성과급	▶ 성과급 - 1,400,000원*28명 = 39,200,000원 · 우수논문등의 성과발생시 지급	39,200
국내여비	▶ 국내출장비 - 책임급 : 200,000원*1회*2명 = 400,000원 - 원급 : 150,000원*1회*1명 = 150,000원	550
학술활동지원비	▶ 전문가초청비 - 300,000원*1회 = 300,000원	300
산업재산권 출원등록비		0
일반수용비	▶ 사무용품비 - 500,000원*1회 = 500,000원	500
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비 - 30,000원*15명*2회 = 900,000원 ▶ 세미나준비 및 다과비 - 100,000원*2회 = 200,000원	1,100
각종 행사경비		0
기타		0
합 계		81,250

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▶ 실험실습 및 산학협력활동 지원비 - 소모성 재료비 : 64,850,000원 - 논문게재료 : 2,000,000원*1회 = 2,000,000원	66,850

8) 간접비: 6,500 천원

[6차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	2	3,600	12	86,400
계약교수	1	3,600	12	43,200
합계		작성 불필요	작성 불필요	129,600

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력				

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 - 항공료 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 체재비 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 학회등록비 : 800,000원*5명 = 4,000,000원	19,000
장기연수	▶ 장기연수 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 체재비 : 1,800,000원*2명*3월 = 10,800,000원 - 해외장기보험료 등 : 300,000원*2명 = 600,000원	14,400
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 숙박비 : 200,000원*2명 = 400,000원 - 강사료, 자문료 등 : 500,000원*2명 = 1,000,000원	4,400
기타국제화활동	▶ 국내에서 개최되는 국제학술대회 참여 경비 - 학회등록비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원 - 체재비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원	3,000
합계		40,800

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	▶ 연구단 전담직원 인건비 - 3,300,000원*12월 = 39,600,000원	39,600
성과급	▶ 성과급 - 1,400,000원*28명 = 39,200,000원 · 우수논문등의 성과발생시 지급	39,200
국내여비	▶ 국내출장비 - 책임급 : 200,000원*1회*2명 = 400,000원 - 원급 : 150,000원*1회*1명 = 150,000원	550
학술활동지원비	▶ 전문가초청비 - 300,000원*1회 = 300,000원	300
산업재산권 출원등록비		0
일반수용비	▶ 사무용품비 - 500,000원*1회 = 500,000원	500
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비 - 30,000원*15명*2회 = 900,000원 ▶ 세미나준비 및 다과비 - 100,000원*2회 = 200,000원	1,100
각종 행사경비		0
기타		0
합 계		81,250

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▶ 실험실습 및 산학협력활동 지원비 - 소모성 재료비 : 64,850,000원 - 논문게재료 : 2,000,000원*1회 = 2,000,000원	66,850

8) 간접비: 6,500 천원

[7차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	2	3,600	12	86,400
계약교수	1	3,600	12	43,200
합계		작성 불필요	작성 불필요	129,600

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력				

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 - 항공료 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 체재비 : 1,500,000원*5명 = 7,500,000원 - 학회등록비 : 800,000원*5명 = 4,000,000원	19,000
장기연수	▶ 장기연수 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 체재비 : 1,800,000원*2명*3월 = 10,800,000원 - 해외장기보험료 등 : 300,000원*2명 = 600,000원	14,400
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 - 항공료 : 1,500,000원*2명 = 3,000,000원 - 숙박비 : 200,000원*2명 = 400,000원 - 강사료, 자문료 등 : 500,000원*2명 = 1,000,000원	4,400
기타국제화활동	▶ 국내에서 개최되는 국제학술대회 참여 경비 - 학회등록비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원 - 체재비 : 500,000원*3명 = 1,500,000원	3,000
합계		40,800

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	▶ 연구단 전담직원 인건비 - 3,300,000원*12월 = 39,600,000원	39,600
성과급	▶ 성과급 - 1,400,000원*28명 = 39,200,000원 · 우수논문등의 성과발생시 지급	39,200
국내여비	▶ 국내출장비 - 책임급 : 200,000원*1회*2명 = 400,000원 - 원급 : 150,000원*1회*1명 = 150,000원	550
학술활동지원비	▶ 전문가초청비 - 300,000원*1회 = 300,000원	300
산업재산권 출원등록비		0
일반수용비	▶ 사무용품비 - 500,000원*1회 = 500,000원	500
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비 - 30,000원*15명*2회 = 900,000원 ▶ 세미나준비 및 다과비 - 100,000원*2회 = 200,000원	1,100
각종 행사경비		0
기타		0
합 계		81,250

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▶ 실험실습 및 산학협력활동 지원비 - 소모성 재료비 : 64,850,000원 - 논문게재료 : 2,000,000원*1회 = 2,000,000원	66,850

8) 간접비: 6,500 천원

[8차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	2	3,600	6	43,200
계약교수	1	3,600	6	21,600
합계		작성 불필요	작성 불필요	64,800

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력				

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 - 항공료 : 1,500,000원*3명 = 4,500,000원 - 체재비 : 1,500,000원*3명 = 4,500,000원 - 학회등록비 : 800,000원*3명 = 2,400,000원	11,400
장기연수	▶ 장기연수 - 항공료 : 1,500,000원*1명 = 1,500,000원 - 체재비 : 1,800,000원*1명*2월 = 3,600,000원 - 해외장기보험료 등 : 300,000원*1명 = 300,000원	5,400
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 - 항공료 : 1,500,000원*1명 = 1,500,000원 - 숙박비 : 200,000원*1명 = 200,000원 - 강사료, 자문료 등 : 500,000원*1명 = 500,000원	2,200
기타국제화활동	▶ 국내에서 개최되는 국제학술대회 참여 경비 - 학회등록비 : 500,000원*1명 = 500,000원 - 체재비 : 500,000원*1명 = 500,000원	1,000
합계		20,000

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	▶ 연구단 전담직원 인건비 - 3,300,000원*6월 = 19,800,000원	19,800
성과급	▶ 성과급 - 700,000원*28명 = 19,600,000원 · 우수논문등의 성과발생시 지급	19,600
국내여비	▶ 국내출장비 - 책임급 : 200,000원*1회*1명 = 200,000원	200
학술활동지원비	▶ 전문가초청비 - 300,000원*1회 = 300,000원	300
산업재산권 출원등록비		0
일반수용비	▶ 사무용품비 - 200,000원*1회 = 200,000원	200
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비 - 30,000원*10명*1회 = 300,000원 ▶ 세미나준비 및 다과비 - 100,000원*1회 = 100,000원	400
각종 행사경비		0
기타		0
합 계		40,500

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▶ 실험실습 및 산학협력활동 지원비 - 소모성 재료비 : 33,950,000원	33,950

8) 간접비: 3,250 천원

[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 참여 여부	비고
	대학명	학과명		한글	영문												
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	Christopher W Bielawski	Christopher W Bielawski											미참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	강석주	Kang Seok Ju	1										참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	고현협	Ko Hyunhyub											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	곽상규	Kwak Sang Kyu											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	화학공학과	에너지공학과	곽자훈	Kwak Ja Hun	1										참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	김건태	Kim Guntae											미참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	김동혁	Kim Donghyuk	2										참여	
2020.05.15	울산과학기술원	화학공학과	에너지공학과	김소연	Kim So Youn	1										참여	연구년 (20.02.21~21.02.20) 연구년 (20.02.21~21.02.20)

기준일	원소속		신청 학과명	성명		직급	연구자 등록번호	전공분야	세부전공분야	전임/ 겸임	참여요건 검증	신임/ 기존	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	외국인/ 내국인	사업 참여 여부	비고
	대학명	학과명		한글	영문												
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	김영식	Kim Youngsik											참여	연구년 (19.09.01~20.08.31) 연구년 (19.09.01~20.08.31)
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	김용환	Kim Yong Hwan											미참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	김진영	Kim Jin Young											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	류정기	Ryu Jungki											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	박혜성	PARK HYESUNG											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	백종범	Baek Jong-Beom											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	서관용	Seo Kwanyong											미참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	서동화	Seo Dong-Hwa											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	송현곤	Song Hyun-Kon											참여	

기준일	원소속		신청 학과명	성명		직급	연구자 등록번호	전공분야	세부전공분야	전임/ 겸임	참여요건 검증	신임/ 기존	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	외국인/ 내국인	사업 참여 여부	비고
	대학명	학과명		한글	영문												
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	신현석	Shin Hyeon Suk											미참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	양창덕	Yang Changduk											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	이상영	Lee Sang-Young											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	화학공학과	에너지공학과	이성국	Lee Sung Kuk											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	이재성	Lee Jae Sung											참여	연구년 (20.03.01~20.08.31) 연구년 (20.03.01~20.08.31)
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	이준희	Lee JunHee											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	화학공학과	에너지공학과	이지석	Lee Jiseok											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	화학공학과	에너지공학과	이창영	Lee Chang Young											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	이현욱	Lee Hyun-Wook											참여	

기준일	원소속		신청 학과명	성명		직급	연구자 등록번호	전공분야	세부전공분야	전임/ 겸임	참여요건 검증	신임/ 기존	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	외국인/ 내국인	사업 참여 여부	비고
	대학명	학과명		한글	영문												
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	임한권	Lim Hankwon											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	장성연	Jang Sungyeon											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	장지욱	Jang Ji Wook											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	화학공학과	에너지공학과	장지현	Jang Ji-Hyun											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	정경민	Jeong Kyeong-Min											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	조재필	Cho Jaephil											참여	연구년 (20.03.01~21.02.28) 연구년 (20.03.01~21.02.28)
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	최남순	Choi Nam-Soon											참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	에너지공학과	최윤석	Choi Yunseok											미참여	

전체 교수 수	전체교수 수	34	기존 교수 수 (참여교수)	전체 교수 수	25	신임교수 수 (참여교수)	전체 교수 수	3
	전임 교수 수	28		전임 교수 수	19		전임 교수 수	3
	겸임 교수 수	6		겸임 교수 수	6		겸임 교수 수	0
전체 참여 교수 수	전체 교수 수	28	이공계열 교수 수 (참여교수)	전체 교수 수	28	인문사회계열 교수 수 (참여교수)	전체 교수 수	0
	전임 교수 수	22		신임 교수 수	3		신임 교수 수	0
	겸임 교수 수	6		기존 교수 수	25		기존 교수 수	0
신임교수 실적 포함 여부		기타 업적물(특허, 기술이전, 창업 실적) /연구비/교육역량 대표실적		□ 예		□ 아니오		

[첨부 2] 2020년도 교육연구단 참여교수의 지도학생 현황

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	울산과학 기술원	에너지공학과	AL MUBAR OK MUHIB ULLAH ABDISY SYAKUR	MUHIB ULLAH ABDISY SYAKU R AL MUBAR OK									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	ALI MUHAM MAD	MUHAM MAD ALI									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	IMRAN IMIL FADLI	IMIL FADLI IMRAN									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	LI CHANG QING	CHANG QING LI									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	WIBOW O FEBRIA N TRI ADHI	FEBRIA N TRI ADHI WIBOW O									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	강경웅	KYOUN GWOO NG KANG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	강다영	DAYOU NG KANG									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		
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	강소희	SOHUEI KANG									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	강지훈	JIHUN KANG									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	고상호	SANGH O KO									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	구대령	DAE RYUNG KOO									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	구동환	DONGH WAN KOO									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	권도형	DO HYUNG KWEON									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	권명선	MYEON GSEON KWON									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김나영	NAYEO NG KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김나현	NAHYU N KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김낙영	NAG YOUNG KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김남혁	NAMHY EOK KIM									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	울산과학 기술원	에너지공학과	김도완	DOWAN KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김령아	RYEON GAH KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김민경	MINKYU NG KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김민성	MINSE ONG KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김상우	SANGW OO KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김서영	SEOYO UNG KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김성수	SEONG SOO KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김성욱	SEONG WOOK KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김세훈	SAEHU N KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김승혁	SEUNG HYEOK KIM									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	울산과학 기술원	에너지공학과	김영경	YOUNG KYEON G KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김영민	YOUNG MIN KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김영진	YOUNG JIN KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김영현	YOUNG HYUN KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김웅수	UNGSO O KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김원영	WONYE ONG KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김윤겸	YUNGY EOM KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김종우	JONGW OO KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김주영	JUYOU NG KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김중휘	JUNG HUI KIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김지혜	JEEHYE KIM									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		
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김진영	JINYOUNG KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김진희	JINHEE KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김창훈	CHANGHOON KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김태원	TAEWON KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김현서	HYEONSEO KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김현우	HYUNWOO KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김현우	HYUNWOO KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김홍이	HONG I KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김효은	HYOEUN KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	김희성	HI SEONG KIM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	남지수	JISOO NAM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	남희범	HUIBEOM									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		
				NAM										
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	노현열	HYUNY EOL RHO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	류명화	MYEON GHWA RYOU									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	마현수	HYUNS OO MA									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	문현규	HYEON GYU MOON									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	문현석	HYUNS EOK MOON									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	민성희	SUNGH EE MIN									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	박민우	MINWO O PARK									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	박상욱	SANGW OOK PARK									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	박선영	SEON YEONG PARK									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	박세원	SEWON PARK									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		
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	박소담	PARK SODAM									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	박승규	SEUNG KYU PARK									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	박재현	JAEHYUN PARK									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	박제희	JEHEE PARK									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	박주형	JUHYUNG PARK									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	박찬범	CHANB EOM PARK									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	박찬현	CHANH YUN PARK									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	박창현	CHANG HYUN PARK									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	배미솔	MISOL BAE									참여	
2020.05.15	울산과학기술원	에너지공학과	배상현	SANG HYUN BAE									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	울산과학 기술원	에너지공학과	배준호	JUN HO BAE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	백경은	KYUNG EUN BAEK									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	백대원	DAE WON BAEK									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	백인준	IN JUN BAEK									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	서종득	JONGD EUK SEO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	서지영	JIYOUN G SEO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	서지형	JIHYUN G SEO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	성창훈	CHANG HUN SUNG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	손아현	AHYEO N SON									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	손중건	JUNGG EON SON									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	송채은	CHAE EUN SONG									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	울산과학 기술원	에너지공학과	송태희	TAEHEE SONG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	안기홍	KI HONG AHN									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	안병선	BYUNG SUN AHN									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	안장혁	JANGH YUK AHN									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	안재현	JAEHYU N AN									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	엄기주	KIJOO EOM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	여원준	WON JUNE YEO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	염수정	SU JEONG YEOM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	염정희	JEONG HEE YEOM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	염혜림	HYE RIM YEOM									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	울산과학 기술원	에너지공학과	엽지우	JIWOO YEOP									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	오경석	KYEON GSEOK OH									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	오남근	NAM KHEN OH									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	오지연	JI YEON OH									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	오현명	HYEON MYEON G OH									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	오혜성	HYESE ONG OH									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	위태웅	TAE UNG WI									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	유수영	SOOYO UNG YU									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	유종훈	JONG HUN RYU									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	육도훈	DOHUN YUK									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	윤문수	MOONS U YOON									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	울산과학 기술원	에너지공학과	윤진수	JINSU YOON									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이권형	KWONH YUNG LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이동규	DONGG UE LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이민영	MINYO UNG LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이병규	BYOUN GKYU LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이상학	SANGH AK LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이선진	SUNJIN LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이성선	SEONG SUN LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이세영	SEYOU NG LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이소미	SO MI LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이우진	WOOJI N LEE									참여	
2020.0	울산과학 기술원	에너지공학과	이원석	WONSU K LEE									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		
5.15														
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이원준	WON JOON LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이윤광	YOONK WANG LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이정아	JUNGA LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이주원	JUWON LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이진호	JINHO LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이찬희	CHANH EE LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이창대	CHANG DAE LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이철민	CHEOL MIN LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이태용	TAEYO NG LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이현재	HYUN- JAE LEE									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	울산과학 기술원	에너지공학과	이효명	HYOMY OUNG LEE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	임영준	YOUNG JUN LIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	임윤광	IM YOON KWANG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	임지혜	JIHYE LIM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	장부재	BOO JAE JANG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	장지은	JIEUN JANG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	장형수	HYUNG SU JANG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	전다솜	JEON DASOM									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	전병진	BYEON GJIN JEON									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	전종필	JONG- PIL JEON									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	울산과학 기술원	에너지공학과	전치원	CHIWO N JEON									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정규정	GYU JEONG JEONG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정성우	SUNGW OO JUNG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정성훈	SEONG HUN JEONG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정승온	SEUNG ON JUNG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정영재	YOUNG JAE JUNG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정육현	UKHYU N JUNG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정이수	YISU JEONG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정지홍	JIHONG JEONG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	조석규	SEOKK YU CHO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	조승세	SEUNG SE CHO									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	울산과학 기술원	에너지공학과	조용준	YONGJ OON CHO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	조진형	JINHYU NG JO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	차형연	HYUNG YEON CHA									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	초혜원	HYEWO N CHO									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	최가영	GAYOU NG CHOI									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	최아름	AHREU M CHOI									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	최윤성	YUNSE ONG CHOI									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	최의진	UIJIN CHOE									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	최현석	HEUNS EOK CHOI									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	하성지	SEONG JI HA									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	한승희	SEUNG HEE HAN									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	울산과학 기술원	에너지공학과	홍영국	YOUNG KUK HONG									참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	고우석	WOOSE OK GO									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김민호	MINHO KIM									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김찬석	CHANS EOK KIM									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	배현태	HYUNT AE BAE									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	임은미	EUNMI IM									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	장해성	HAESE ONG JANG									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	AHMAD ISHFAQ	ISHFAQ AHMAD									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김재원	JAE WON KIM									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	김현우	HYUN WOO KIM									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	나호영	NA HO YOUNG									미참여	

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	울산과학 기술원	에너지공학과	노우영	WOOYE ONG NOH									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	노혁준	HYUKJ UN NOH									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	성재경	JAEKYU NG SUNG									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	신영은	YOUNG -EUN SHIN									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	신윤섭	YUN SEOP SHIN									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	안나경	NA GYEON G AN									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	안영준	YOUNG JOON AHN									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	윤영진	YOON YUNG JIN									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이강택	KANG TAEK LEE									미참여	
2020.0	울산과학 기술원	에너지공학과	이명희	MYEON G-HEE									미참여	

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		
5.15				LEE										
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이민희	MINHE E LEE									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이영수	LEE YOUNG SU									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이용혁	YONGH YEOK LEE									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이은렬	EUNRY EOL LEE									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	이정현	JUNGH YUN LEE									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	전유주	YUJU JEON									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정민규	MINGY U JEONG									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	정재호	JAE HO JUNG									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	최아영	AYOUN G CHOE									미참여	
2020.0 5.15	울산과학 기술원	에너지공학과	황재성	JAES EONG HWANG									미참여	

전체 대학원생 수 (명)	석사	36	참여 대학원생 수 (명)	석사	33	참여비율 (%)	석사	91.67
	박사	25		박사	20		박사	80.00
	석·박사통합	127		석·박사통합	105		석·박사통합	82.68
	계	188		계	158		전체	84.04
자교 학사 전체 대학원생 수 (명)	석사	23	자교 학사 참여 대학원생 수 (명)	석사	21	자교학사참여비율(%)	석사	91.30
	박사	5		박사	5		박사	100.00
	석·박사통합	88		석·박사통합	68		석·박사통합	77.27
	계	116		계	94		전체	81.03
외국인 전체 대학원생 수 (명)	석사	0	외국인 참여 대학원생 수 (명)	석사	0	외국인 참여비율 (%)	석사	-
	박사	4		박사	3		박사	75.00
	석·박사통합	2		석·박사통합	2		석·박사통합	100.00
	계	6		계	5		전체	83.33