

【신청서 요약문】

중심어	Intelligence	부품·장비	정밀기계시스템
	Global Originality	Balanced R&D	Open Innovation
	문제창발역량	시스템통합역량	도전혁신역량
교육연구팀의 비전과 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교육연구팀 비전 및 목표 수립배경 ✓ 최근 한일 무역분쟁을 통해 소재·부품·장비분야 핵심원천기술개발의 중요성과 긴급성이 새롭게 대두 ✓ 4차산업혁명시대의 혁신을 선도하기 위한 AI기반 융복합 생산기술의 필요성 증대 ▪ 비전: 차세대 Smart Industry를 선도할 문제창발역량, 도전혁신역량, AI전문역량, 시스템통합역량을 갖춘 세계를 선도하는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템엔지니어 양성을 위한 Balanced R&D Graduate Program 구축 ▪ 목표: Global Impact Innovation을 선도할 수 있는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템엔지니어 양성 		
교육역량 영역	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Global Originality를 가진 학문적 연구와 혁신적 Product 개발의 균형을 추구하는 Education for Balanced R&D 체계 구축 ✓ Education for Balanced R&D: Intelligence 기반 정밀 부품장비 시스템엔지니어링 산업에 대한 Global Impact 혁신 연구를 위해 구축된 3대 핵심 R&D 분야인 Opto-mechatronics, Intelligent Manufacturing, 머신러닝기반 전산설계 최적화의 시스템적 차원의 융합연구능력과 도전적 기업가정신을 겸비한 혁신적인 기술사업화 역량강화 교육 커리큘럼 구축 ✓ Product-oriented 교육시스템: Product-level 통합설계, 성능평가, 시제품 제작에 대한 체계적인 교육과정을 포함하는 Product-oriented 교육 프로그램 강화 (Product-oriented Tech-Innovation, Capstone Design, Case-study 등) ✓ 협력교육시스템: Cross-over, Holistic Team Teaching을 통한 Balanced R&D 교육 연구 문화 구축 ✓ Intelligence Innovation Center(IIC): Intelligence 역량 강화를 위한 AI Education 및 연구 Consulting 수행. 또한, 본 교육연구팀에서 진행되고 있는 Startup Incubation 활동정보와 경험을 공유할 수 있는 융합공간인 IIC 설립 ✓ Excellence in Education: 차별화된 온라인 Contents 개발을 통한 Open Course Ware 환경구축 및 국내외 확산 체계 구축 ▪ 교육역량 목표 ✓ 대학원생 배출실적: 석사100명, 박사20명 (총 사업기간) ✓ 대학원 취업률 > 90% [Startup 취(창)업률: >10% (전체 취업자 중)] ✓ 외국인학생 유치비율: > 25% (3단계 기준) ✓ MOOC向 Global 교육 Contents: > 20개 교과 (총 사업기간) 		
연구역량 영역	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 세계를 선도하는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템 혁신 Solution 도출을 위한 국제협력체계 및 기술사업화 연계 혁신연구 체계 구축 ✓ 국내외 대학간 공동연구: AI 기반 핵심원천기술 연구를 위한 국내를 포함한 해외 선진대학과의 공동연구 체계구축 및 활성화 ✓ Intelligence 융합연구: Opto-mechatronics, Intelligent Manufacturing, 머신러닝기반 전산설계 최적화 분야 간 체계적인 협력 집단융합연구 시스템 구축 ✓ Intelligence Innovation Center(IIC): 창업 인큐베이션 공유 공간을 만들어 기 성과 		

	<p>창출을 만든 Startup 팀의 경험 및 정보 공유 활성화</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 교육연구혁신 운영위원회: 매년 도출되는 R&D 성과(논문, 특허, 기술이전, 창업 등)에 대한 정밀평가를 통해 본 교육연구팀의 3가지 핵심 Innovation Factor인 Culture, System, Capability 부문에 대한 정량 및 정성적 평가결과를 도출하고 개선안을 교육프로그램에 반영 ▪ Global Impact를 지향하는 국제협력연구체계 및 Professional R&D Culture 구축 ✓ Intelligence 기반 정밀기계기술 국제협력연구: 본 교육연구팀 전체 목표와 체계적 planning을 통한 국제협력 Network 시너지 극대화 ✓ Product-oriented 기술사업화 연구사례파급: Google의 혁신조직 시스템인 OKR(Objective and Key Results) 전략을 통한 Global 혁신 R&D Culture 확산 ▪ 연구역량 목표 ✓ 질적 논문지수: 환산보정 FWCI (참여교수 1인당) > 150% 향상 (3단계 기준) ✓ 논문-특허등록 연계실적: > 10건/년 (3단계 기준) ✓ 논문-특허-사업화 연계실적: > 5건/년 (3단계 기준) ✓ 협력연구 비율(공동논문/특허 등): > 20% (3단계 기준) ✓ 원천기술 산업계적용실적: 산학연구 > 30억원 (총 사업기간) ✓ 기술사업화 성과(기술이전/창업 관련매출 포함): > 100억 (총 사업기간) ✓ Balanced R&D 지수(Balanced R&D Index: BRI): > 0.9 (3단계 기준) [BRII = [특허출원등록 수 + 2×기술이전(출자) 수 + 3×창업 수] / (SCI 논문 수)] ✓ 해외대학 공동연구논문: > 10편/년 (3단계 기준) ✓ 해외 기술사업화 성과(기술이전/창업 관련매출 포함): > 30억 (총 사업기간)
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Global Originality를 가진 학문적 연구와 혁신적 Product 개발의 균형을 추구하는 Balanced R&D 교육/연구 체계 구축을 통한 혁신적 교육/연구 모델 개발 및 확산 ▪ 4차 산업혁명 시대를 선도하는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템 분야 핵심 인력 양성 및 배출 ▪ 독자적 핵심원천기술 기반의 기술사업화 역량배양을 통한 대한민국 정밀 부품·장비 산업의 국제 경쟁력 확보

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단 구성

1.1 교육연구단장의 교육연구행정 역량

성 명	한글	김대석	영문	KIM DAE SUK
소 속 기 관	전북대학교	공과대학	기계시스템공학부	

<표 1-1> 교육연구팀장 최근 5년간 연구실적

연 번	저 자	논문제목/저서제목/book chapter/ 설계작품명	저널명/학술대회명 /출판사/행사명	권(호), 페이지/ISSN/ISBN (pp. ** - **)	게재· 출판· 행사 연도	DOI 번호 (해당 시)
1	Vamara Dembele, Sukhyun Choi, Won Chegal, Inho Choi, Madhan Jayakumar. Paul, Junho Kim, Daesuk	Dynamic Spectroscopic Ellipsometry based on a One-piece Polarizing Interferometric Scheme	Optics Communications	454,124426/0030-4018	2019	10.1016/j.optcom.2019.12.4426
2	Daesuk Kim, Vamara Dembele	One-piece Polarizing Interferometer for Ultrafast Spectroscopic Polarimetry	Scientific Reports	9,5978/2045-2322	2019	10.1038/s41598-019-42397-2
3	Vamara Dembele, Moonseob Jin, Inho Choi, Won Chegal, Daesuk Kim	Interferometric Snapshot Spectro-ellipsoMetry	Optics Express	26(2)/1094-4087 (pp. 1333-1341)	2018	10.1364/OE.26.001333
4	Vamara Dembele, Moonseob Jin, Byung-Joon Baek, Daesuk Kim	Dynamic Spectro-polarimeter based on a Modified Michelson Interferometric Scheme	Optics Express	24(13)/1094-4087 (pp. 14419-14428)	2016	10.1364/OE.24.014419
5	Daesuk Kim, Yoonho Seo, Yonghee Yoon, Vamara Dembele, Jae Woong Yoon, Kyu Jin Lee, Robert	Robust Snapshot Interferometric Spectropolarimetry	Optics Letters	41(10)/0146-9592 (pp. 2318-2321)	2016	10.1364/OL.41.002318

I. 교육연구팀 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구팀 구성

1.1 교육연구팀장의 교육연구행정 역량

□ 교육역량

- 2007 ~ 현재: 전북대학교 기계시스템공학부 교수 (13년 교육경력)
- 2008 ~ 2011: 한국공학교육인증원 PD (정밀기계시스템공학전문프로그램)
- 2012 ~ 2019: 전북대학교 청소년창의기술인재육성센터 창의교육 Contents 개발 책임교수
- 2020 ~ 현재 : 전북대학교 4차산업혁명 대응 IAB(IoT, AI, Big-data)기반 융합전공 설립 TFT 간사
- 교육관련 출판저서: (잠자는 생각을 깨우는) 창의적 공학설계 (2010년 출판, GS 인터비전)
- 대표적 대학원 개설교과 (반도체 부품장비 시스템 기술관련)
 - ✓ 나노측정학: 반도체공정에서 사용되는 대표적인 나노측정기술(SEM, AFM, TSOM, OCD) 교육
 - ✓ 분광타원계측학: 반도체 계측장비인 OCD(Optical Critical Dimension) 기술 및 분광타원기술 교육

□ 연구역량

- 2004 ~ 2007: 삼성전자 생산기술연구원 기반기술팀 책임연구원(광기술개발파트 리더)
- 2012 ~ 2013: 미국 Univ. of Texas at Arlington 전자컴퓨터공학과 Visiting Professor
- 2007 ~ 현재: 전북대학교 기계시스템공학부 교수 (광기술연구실: Optical Metrology Lab)
- 대표학술단체활동: 한국반도체디스플레이기술학회 기술이사 (2015 ~ 현재), 대한기계학회 등
- Google scholar citation (841회): Optical metrology 분야에서 세계 50위급 연구 성과 판단)
- 대표적 혁신연구 성과 (Dynamic SE 혁신기술 개발 및 기술사업화)
 - ✓ 일체형 편광간섭모듈에 대한 원천기술 개발: 반도체공정 핵심계측장비기술인 SE (Spectroscopic Ellipsometry) 기술이 가지고 있는 측정 속도 한계를 극복한 세계 최초의 Dynamic SE 기술에 대한 대한민국 특허등록 (2017, “일체형 편광간섭계 및 이를 적용한 스냅샷 분광편광계”). 해외 3개국(미국, 일본, 유럽) 출원을 통한 Global 기술사업화 기반구축
 - ✓ 삼성미래기술육성과제를 통한 Dynamic Imaging SE 원천기술 개발: 국내외 최대 미래 혁신기술 발굴과제 중 하나인 삼성전자(주) 글로벌 R&D 지원 대표사업인 삼성미래기술육성사업에 2017년 6월 선정 (생산기술 분야로는 국내 최초 선정). 2019년도 11월까지 약 2년 간 반도체 검사-계측 공정의 paradigm shift를 목표로 한 “차세대공정 균일도 및 defect 검출을 위한 Dynamic Imaging Ellipsometry 기술” 과제를 수행하였으며, 현재 개발성과를 삼성전자(주) 반도체사업부에 기술상용화하기 위한 후속연구를 진행 중임

□ 행정역량

- 2016 ~ 2017: 전북대학교 신재생에너지 산학관커플링사업단 단장
 - ✓ 전라북도에서 지원하는 산학관커플링사업단 단장을 2년간 수행하였으며, 대학과 기업, 지자체가 협력하여 풍력과 태양광에너지 시스템에 대한 부품·장비 시스템 기술에 대한 특화교육과 관련 산업 현장교육 등에 대한 교육행정 총괄역할 수행
- 2017 ~ 2018: 전북대학교 산학협력단 RnBD전략센터장
 - ✓ 전북대학교 대학기술사업화(특허, 기술이전, 기술출자, 교원창업) 활동을 총괄하는 산학협력단 소속인 RnBD전략센터 센터장을 2년간 수행하였으며, 임기 기간 중 연간 약 250여건의 특허와 16억원 이상의 기술이전성과 등을 달성하는 대학창의자산 기술실용화 업무 총괄. 임기 마지막 약 2개월간 산학협력단장 대리 신분으로 산학협력단 전체 행정을 총괄
- 2020 ~ 현재: 전북대학교 기계시스템공학부 학부장 (기계시스템공학과 대학원 학과장)

1.2 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진

<표 1-2> 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진 현황

연번	성명 (한글/영문)		직급	연구자 등록번호	세부전공분야	신임교수 *	외국인
1	오성훈	Oh Sung Hoon	교수	10056429	절삭가공	기존	내국인
2	유범상	Ryuh, Beom-Sahng	교수	10108260	생산자동화및생산관리	기존	내국인
3	이지근	Lee Jee-Keun	교수	10136731	유동제어및계측	기존	내국인
4	김대석	KIM DAE SUK	교수	10157445	계측	기존	내국인
5	전형민	Hyungmin Jun	조교수	10179209	전산역학	신임	내국인
6	김은호	Kim, Eunho	부교수	10832087	진동	기존	내국인
7	이정우	Jeongwoo Lee	조교수	11090025	열시스템제어및계측	신임	내국인

1.3 교육연구팀 대학원 학과(부) 현황

<표 1-3> 교육연구팀 대학원 학과(부) 현황

(단위: 명)

기준일	대학원 학과(부)		학과(부) 소속 전체 교수 수	참여교수 수
2020.05.14	기계시스템공학과	임상, 건축학 인문사회계열 포함	12	7
		임상, 건축학 인문사회계열 제외	12	7

<표 1-4> 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임교원 변동 현황

(단위 : 명)

구 분	2017년		2018년		2019년		2020년		비고
	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	
전체 교수 수 (명)	13	13	13	13	13	14	12	12	
전입 교수 수 (명)	0	1	0	0	0	1	1	1	2020년 2학기 신규임용
전출 교수 수 (명)	1	0	0	0	0	0	3	1	

<표 1-5> 최근 3년간 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	정재연	2017년 1학기	전출	정년퇴임	
2	김태영	2017년 2학기	전입	신규 임용	
3	전형민	2019년 2학기	전입	신규 임용	
4	김태영	2020년 1학기	전출	사직	타 대학 이직
5	양성모	2020년 1학기	전출	정년퇴임	
6	송규근	2020년 1학기	전출	정년퇴임	

<표 1-5> 최근 3년간 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
7	이정우	2020년 1학기	전입	신규 임용	

<표 1-6> 교육연구팀 참여교수 지도학생 현황

(단위 : 명, %)

기준일	대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
			석사			박사			석·박사 통합			계		
			전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
2020. 05.14	기계시스 템공학과	전체	11	7	63.64	9	6	66.67	1	0	0.00	21	13	61.90
		자교 학사	5	4	80.00	4	2	50.00	0	0	-	9	6	66.67
		외국인	2	2	100.00	3	3	100.00	0	0	-	5	5	100.00
참여교수 대 참여학생 비율						185.71								

<표 1-7> 교육연구팀 참여교수 지도학생(외국인) 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1	Bai, Xuesong	중국	Yanshan University		IELTS (5.5)	
2	Cheng, Shouji	중국	Yanbian University of Science and Technology		TOPIK (5급)	
3	Dafsar, Reza Alidoost	이란	Islamic Azad University		IELTS (6.5)	
4	Yousef, Mohamed Yahya Hashim	이집트	South Valley University		IELTS (5.5)	
5	Sopha, Hai	캄보디아	Jeonju University		TOPIK (3급)	
6	Kheiryzadehkhan ghah, Saeid	이란	Payam Nour University			

2. 교육연구팀의 비전 및 목표

2.1 교육연구팀의 비전 및 목표

▶ 교육연구팀의 비전과 목표

① 교육연구팀 비전

■ 교육연구팀 비전 및 목표 수립배경

- 한일 무역분쟁을 통해 정밀 부품·장비분야의 핵심원천기술개발의 중요성이 대두되었으며, 2020년 4월 소재·부품·장비산업 경쟁력 강화를 위한 특별조치법 시행
- 기존 산업기술과 인공지능기술 간의 융합이 시작되고 있으며 세계를 선도할 수 있는 미래기술 경쟁력확보를 위한 AI 융합 혁신연구가 4차산업혁명시대의 핵심으로 대두

■ 교육연구팀의 비전

- Vision: 차세대 Smart Industry를 선도할 문제창발역량, 도전혁신역량, AI전문역량, 시스템통합역량을 갖춘 세계를 선도하는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템엔지니어 양성을 위한 Balanced R&D Graduate Program 구축
- 전북대학교 비전과의 정합성
 - ✓ 전북대학교 BK21-four 비전: 지역과 세계를 품은 혁신 교육연구 플랫폼 구축
 - ✓ 전북대학교 BK21-four 비전과의 정합성: 본 교육연구팀의 비전은 “세계를 선도하는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템엔지니어 양성을 위한 혁신 교육연구 체계구축”으로 지역과 세계를 품은 혁신 교육연구 플랫폼 구축하고자 하는 전북대 BK21-four 사업 비전과 높은 정합성을 가짐

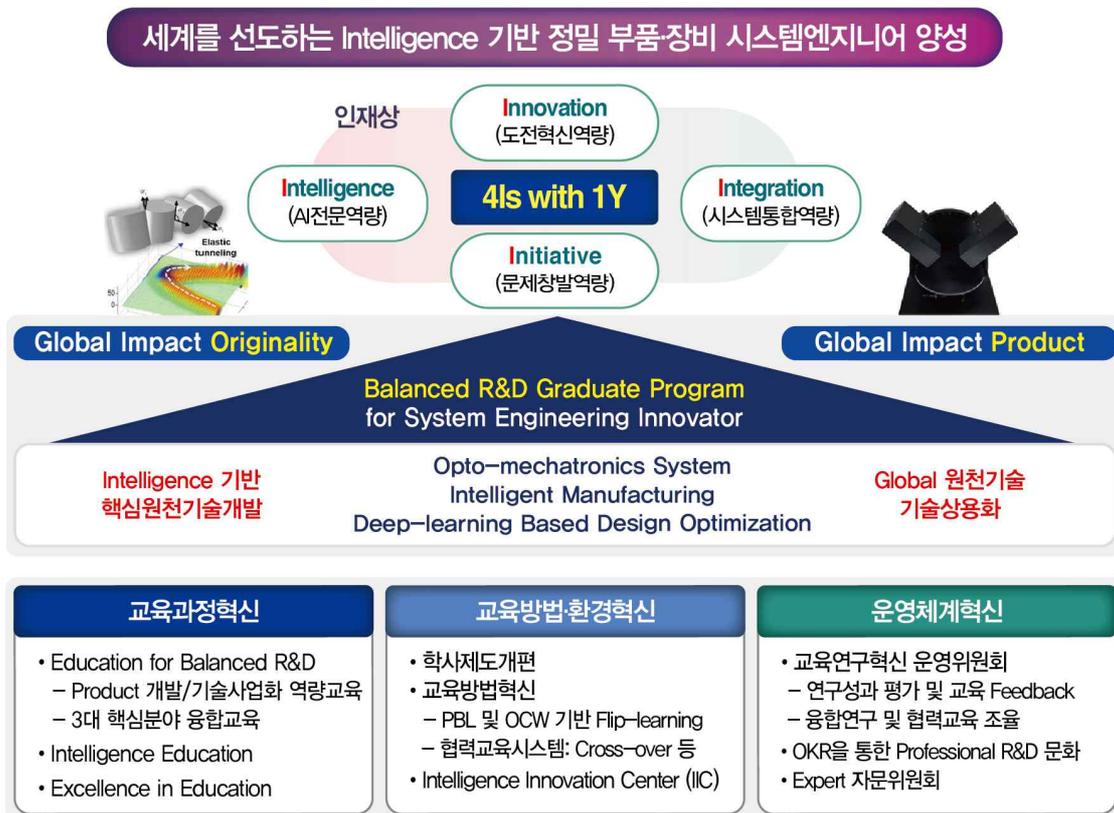


그림. 1_1 Product-oriented Graduate Program 기반의 교육연구팀 비전

▪ **Balanced R&D Graduate Program**의 의미

- ✓ **Balanced R&D Graduate Program**은 세계적 수준의 **Global Impact Originality** 연구성과를 기반으로 세계 시장을 겨냥한 **Global Impact Product**를 창출할 수 있는 창의도전역량을 갖춘 **혁신연구자 배출을 목표로** 하는 대학원 프로그램을 칭함. 요약하면, 대학원 전 연구과정에 걸쳐 연구(Research)와 기술사업화(Technology Commercialization) 성과의 균형을 통해 교육연구팀의 목표인 **Global Impact Originality 혁신기술개발과 이를 통한 Global Impact Product 혁신성과 달성하고자** 하는 프로그램을 지칭
- ✓ 본 교육연구팀은 **Global Impact** 수준의 완성도 있는 혁신성과 달성을 위해 **대학원 교육 커리큘럼의 핵심 교육철학을 Education for Balanced R&D로 설정**하고 본 개념을 대학원 교육 전반에 파급하기 위한 체계를 구축함

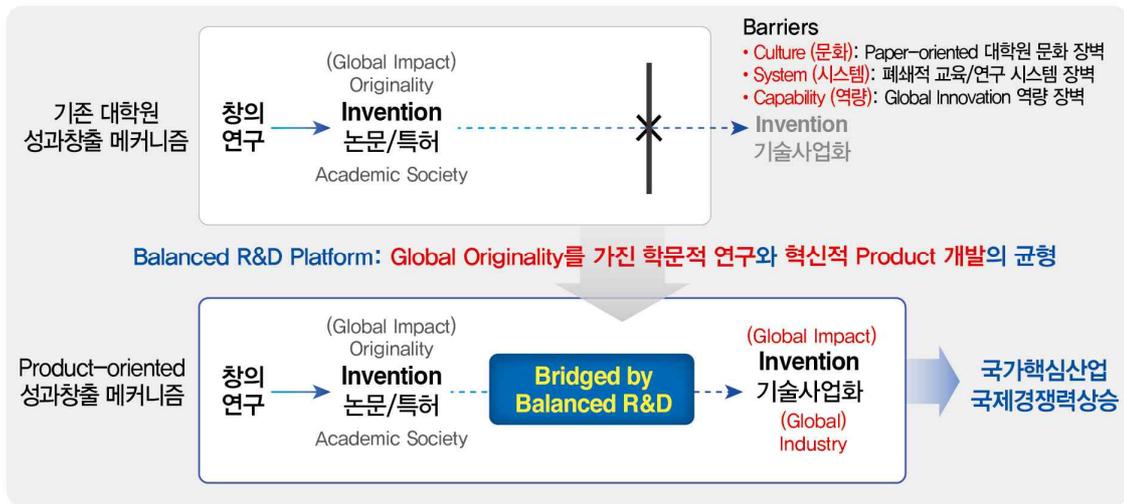


그림. 1_2 **Balanced R&D**를 통한 혁신성과창출 메커니즘 개요

▪ **4Is with 1Y** 인재상

- ✓ **4Is**: Initiative + Innovation (문제창발역량 + 도전혁신역량)을 포함하는 **혁신지향의 기업가정신**과 Intelligence + Integration (AI전문역량 + 시스템통합역량)을 포함하는 **Intelligence 기반 시스템엔지니어 전문역량**을 균형 있게 갖춘 미래선도 인재상의 4가지 핵심역량을 의미
- ✓ **1Y**: 창의연구를 수행 시 항상 **Why?**라는 생각을 갖고 **R&D**를 수행함으로써 더욱 **창의적이고 혁신적인 originality**를 달성하고자 **함**을 의미함. 또한, Y는 정밀 부품·장비 시스템을 포함하는 생산시스템 분야의 핵심 key word인 **Yield(수율)**을 중의적으로 담고 있음
- ✓ **4Is with 1Y** 인재상과 **교육연구팀 vision**과의 관계: **Global Impact Product**를 지향하는 원천기술연구를 통한 세계적인 기술상용화 성과달성을 위해 Graduate Program에 참여하고 있는 주체들 (참여교수진, 신진연구진, 대학원생 등) 모두 미래반도체 및 자동차산업을 포함한 차세대 **Intelligence 기반 정밀 부품장비 시스템기술 혁신**을 달성할 수 있는 원천기술연구에 대학원 **교육 및 연구의 중심**을 위치시키기 위해 인재상을 4Is with 1Y로 설정

② 교육연구팀 목표

- 전북대학교 BK21-four 목표: 글로벌 역량을 겸비한 창의 인재 양성, 세계 최고 수준의 연구 경쟁력 확보, 지역사회와 산업공헌
- 전북대학교 BK21-four 목표와의 정합성: 본 교육연구팀의 목표는 “Global Impact Innovation을 선도할 수 있는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템엔지니어 양성” 으로 창의모험인재 양성을 통한 세계최고 수준의 R&D 혁신성과를 창출하여 국가와 지역사회에 기여하고자 하는 전북대 BK21-four 사업의 목표와 일치함

목표	Global Impact Innovation을 선도할 수 있는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템엔지니어 양성
교육목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ R&D Originality와 Product-oriented 성과창출을 균형 있게 달성할 수 있는 Balanced R&D 역량을 위한 전면적 교육과정개편 및 차별화된 협력교육체계를 통해 창의연구 기반 Global Impact 기술사업화를 달성할 수 있는 혁신인재양성 ✓ 대학원생 배출실적: 석사100명, 박사20명 (총 사업기간) ✓ 대학원 취업률 > 90% [Startup 취(창)업률: >10% (전체 취업자 중)]
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opto-mechatronics, Intelligent Manufacturing, Machine Learning기반 전산설계 최적화 분야에 대한 체계적 융합연구 체계를 통한 Global Impact Originality를 만들 수 있는 정밀 부품·장비 시스템 산업의 도전적 연구주제 창출 및 원천기술의 기술사업화를 통한 혁신성과 창출 ▪ 지역 및 국내외 산업계의 수요를 기반으로 시스템통합설계능력과 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템 개발 전문능력을 갖춘 혁신인재 공급체계 구축 ✓ 질적 논문지수: 환산보정 FWCI (참여교수 1인당) > 150% 향상 (3단계 기준) ✓ 논문-특허등록 연계실적: > 10건/년 (3단계 기준) ✓ 논문-특허-사업화 연계실적: > 5건/년 (3단계 기준) ✓ 협력연구 비율(공동논문/특허 등): > 20% (3단계 기준) ✓ 원천기술 산업계적용실적: 산학연구 > 30억원 (총 사업기간) ✓ 기술사업화 성과(기술이전/창업 관련매출 포함): > 100억 (총 사업기간) ✓ 단계별 Balanced R&D 지수(Balanced R&D Index: BRI): > 0.9 (3단계 기준) BRII = [특허출원등록 수 + 2×기술이전(출자) 수 + 3×창업 수] / (게재논문 수)
국제화목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Global Impact Innovation을 달성할 수 있는 세계적 수준의 부품·장비 시스템 원천특허를 포함한 Product 수준의 완성도 높은 요소기술 및 시스템통합기술개발 및 산업계 혁신 ▪ 독자적인 Balanced R&D 교육연구 Platform 선도모델 구축을 통한 협력대학 교류증진 및 국제화 선도 ✓ 외국인학생 유치비율: > 25% (3단계 기준) ✓ MOOC向 Global 교육 Contents: > 20개 교과 (총 사업기간) ✓ 해외대학 공동연구논문: > 10편/년 (3단계 기준) ✓ 해외 기술사업화 성과(기술이전/창업 관련매출 포함): > 30억 (총 사업기간)

▶ 교육연구팀의 현재와 세계 저명대학 벤치마킹 분석

① 교육연구팀 현재

■ 교육연구팀 SWOT 분석



그림. 2_3 교육연구팀의 SWOT 분석

- **강점:** 본 교육연구팀은 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템 엔지니어 양성을 위한 협력교육 및 융합혁신연구를 수행할 수 있는 우수교수진과 교육연구 인프라를 확보하고 있으며, 특히 교육연구팀의 비전인 Global Impact Originality와 Product-oriented R&D를 통한 기술사업화 달성에 대한 우수성과모델을 확보하고 있음 [그림 2_4(a)와 (b) 참조]



(a)

본 교육연구팀의 Global Impact Originality기반 기술사업화 성과 사례



(b)

그림. 2_4 교육연구팀의 Balanced R&D 대표성과 사례: (a)전자동로봇방제기술, (b)Dynamic Spectroscopic Ellipsometer(다이나믹 분광타원편광계측기술)

- **약점:** 우수 전문분야 교육 및 연구역량을 확보하고 있지만, 교육 커리큘럼의 연결성 부족 및 Open Innovation을 수행할 수 있는 혁신 R&D 문화가 미흡함. 또한, 개별적으로 Intelligence 교육과 연구가 일부 이루어지고 있지만 체계적인 AI 관련 교육이 필요하며 Intelligence 기반 R&D 혁신을 위한 협력교육 및 융합연구 체계 구축이 필요
- **기회:** 국내외적으로 정밀 부품·장비 산업의 중요성이 매우 커지고 있으며 향후 Intelligence 분야가 융합된 미래 부품장비 시스템 분야의 Paradigm 변화로 매우 큰 신산업이 형성될 것으로 전망
- **위협:** 전북지역 산업경쟁력 약화에 의한 도내 우수 인재 유출 가능성 증가 및 학령인구감소와 전국적 경쟁심화로 우수인재 유치에 지속적인 어려움 예상

② 세계 저명대학 벤치마킹 분석

■ Stanford University

- **Stanford Technology Ventures Program(STVP)** [<https://stvp.stanford.edu/courses>]
Stanford University의 Department of Management Science & Engineering 에 속해 있으며, Stanford University 공과대학을 포함 대학 전체(학부과정과 대학원과정)의 기업가정신 및 기술혁신교육프로그램을 담당. 대학원 과정 필수교과로 Entrepreneurship(기업가정신) 및 Startup관련 교과를 교육과정에 포함
- **Stanford Univ. Dept. of Mechanical Engineering**
 - ✓ 스탠포드대학 기계공학과 대학원 프로그램 중 Mechatronics 분야에 Smart product design (Fundamentals, Applications, Practices 등 3개 교과) 개설되어 product 중심의 심화교육이 이루어지고 있음
 - ✓ Design methodology 분야 Engineering Design Entrepreneurship and Innovation 교과를 통해 공학디자인과 기업가정신/혁신에 관한 체계적인 대학원 연계교육과정 개설 중
 - ✓ Manufacturing and Product Realization이라는 분야에 Design Manufacturing, The Magic of Materials and Manufacturing, Computer-Aided Product Creation의 3개 교과가 개설
- **분석결과요약:** Product-level의 완성도 있는 R&D를 수행할 수 있는 체계적인 교육 커리큘럼이

제공되고 있으며, 기업가정신과 시장에 대한 중요성을 인식할 수 있는 다양한 교과 운영 중

■ MIT

▪ MIT ME(기계공학과) Open Course Ware (OCW) 프로그램

- ✓ MIT 기계공학과 대학원 프로그램은 교육혁신을 위해서 다음과 같이 7개의 다학제간 융합교육을 위한 새로운 분류체계를 구축하여 심화교육을 수행하고 있으며, Open courseware website을 통해 다양한 온라인 contents를 운영하여 교육의 수월성을 높이고 있음

[<https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/>]

[추가 표 1_1 교육연구팀의 융합교육 분류체계와 MIT 분류 비교]

MIT 기계공학과 융합교육 분류	전북대학교 기계시스템공학과 융합교육 분류
Mechanics	Opto-mechatronics
Micro and Nano Engineering	
Bioengineering	
Controls, Instrumentation & Robotics	Intelligent Manufacturing
Energy Science & Engineering	
Design, Manufacturing, & Product Development	머신러닝기반 전산설계 최적화
Ocean Science & Engineering	NA

- **분석결과요약:** MIT 기계공학과 대학원교과에는 기존 전통 기계공학분야에 대한 교육 커리큘럼에 포함해서 다학제간 융합연구에 필요한 Optics, Optical Engineering, Mechatronics의 교과를 운영하고 있으며, 산업지향의 공학적 전문성 교육을 위해 **Product Design and Development, Management in Engineering, Engineering Risk-Benefit Analysis, Economics of Industry** 등 공학적 기술혁신을 위해 반드시 알아야 할 경영과 경제에 대한 기본교육을 강화하고 있음

▶ 교육연구팀 미래목표 및 달성방안

① 교육연구팀의 미래목표

목표	Global Impact Innovation을 선도할 수 있는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템엔지니어 양성
교육목표	R&D Originality와 Product-oriented 성과창출을 균형 있게 달성할 수 있는 Balanced R&D 역량을 위한 협력교육체계를 통해 창의적 연구를 기반으로 Global Impact 기술사업화를 달성할 수 있는 차별화된 혁신인재양성
연구목표	Opto-mechatronics, Intelligent Manufacturing, Machine Learning기반 전산설계 최적화 분야에 대한 체계적 융합연구 체계를 통한 Global Impact Originality를 만들 수 있는 정밀 부품·장비 시스템 산업의 도전적 연구주제 창출 및 원천기술의 기술사업화를 통한 혁신성과 창출
국제화목표	국제협력교육/연구체계를 통해 Global Impact Innovation을 달성할 수 있는 세계적 수준의 부품·장비 시스템 원천특허를 포함한 Product 수준의 완성도 높은 요소기술 및 시스템통합기술개발 및 산업계 혁신

② 대표적 목표 달성방안

	목표 달성방안
교육역량	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Global Originality를 가진 학문적 연구와 혁신적 Product 개발의 균형을 추구하는 <u>Education for Balanced R&D 체계</u> 구축 <ul style="list-style-type: none"> ✓ Education for Balanced R&D: Intelligence 기반 정밀 부품장비 시스템엔지니어링 산업에 대한 Global Impact 혁신 연구를 위해 구축된 3대 핵심 R&D 분야인 Optomechanics, Intelligent Manufacturing, 머신러닝기반 전산설계 최적화의 시스템적 차원의 융합연구능력과 도전적 기업가정신을 겸비한 혁신적인 기술사업화 역량강화 교육 커리큘럼 구축 ✓ Product-oriented 교육시스템: Product-level 통합설계, 성능평가, 시제품 제작에 대한 체계적인 교육과정을 포함하는 Product-oriented 교육 프로그램 강화 (Product-oriented Tech-Innovation, Capstone Design, Case-study 등) ✓ 협력교육시스템: Cross-over, Holistic Team Teaching을 통한 Balanced R&D 교육연구 문화 구축 ✓ Intelligence Innovation Center(IIC): Intelligence 역량 강화를 위한 AI Education 및 연구 Consulting 수행. 또한, 본 교육연구팀에서 진행되고 있는 Startup Incubation 활동정보와 경험을 공유할 수 있는 융합공간인 IIC 설립 ✓ Excellence in Education: 차별화된 온라인 Contents 개발을 통한 Open Course Ware 환경구축 및 국내외 확산 체계 구축
연구역량	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 세계를 선도하는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템 혁신 Solution 도출을 위한 <u>국제협력체계 및 기술사업화 연계 혁신연구 체계</u> 구축 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 국내외 대학간 공동연구: AI 기반 핵심원천기술 연구를 위한 국내를 포함한 해외 선진대학과의 공동연구 체계구축 및 활성화 ✓ Intelligence 융합연구: Optomechanics, Intelligent Manufacturing, 머신러닝 기반 전산설계 최적화 분야 간 체계적인 협력 집단융합연구 시스템 구축 ✓ Intelligence Innovation Center(IIC): 창업 인큐베이션 공유 공간을 만들어 성과창출을 만든 Startup 팀의 경험 및 정보 공유 활성화 ✓ 교육연구혁신 운영위원회: 매년 도출되는 R&D 성과(논문, 특허, 기술이전, 창업 등)에 대한 정밀평가를 통해 본 교육연구팀의 3가지 핵심 Innovation Factor인 Culture, System, Capability 부문에 대한 정량 및 정성적 평가결과를 도출하고 개선안을 교육프로그램에 반영
국제화	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Global Impact를 지향하는 <u>국제협력연구체계 및 Professional R&D Culture</u> 구축 <ul style="list-style-type: none"> ✓ Intelligence 기반 정밀기계기술 국제협력연구: 본 교육연구팀 전체 목표와 체계적 planning을 통한 국제협력 Network 시너지 극대화 ✓ Product-oriented 기술사업화 연구사례파급: Google의 혁신조직 시스템인 OKR(Objective and Key Results) 전략을 통한 Global 혁신 R&D Culture 확산

II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

① 교육과정 구성 및 운영 현황

■ 교육연구팀의 교육과정 구성

- 전북대학교 기계시스템공학과는 기계설계, 열/유체/연소, 생산/가공, 고체/구조, 제어/계측분야의 전문성을 갖춘 우수한 교수진의 의해 학문의 **다양성과 균형성**을 고려한 내실 있는 교과과정을 운영하고 있음
- 기계공학의 핵심 분야인 자동화·제어계측을 포함한 **생산공학, 열·유체공학 및 설계공학**으로 분류된 커리큘럼으로 편성되어 있으며, 최근 선진대학 기계공학분야에서 새롭게 많이 교육되고 있는 **광·바이오관련 다수의 교과를 신규 개설**하고 기계·자동차 및 반도체 산업을 중심으로 하는 차세대 정밀기계 부품장비기술에 대한 다양한 교육 프로그램을 운영 중임
- 아래 그림은 지난 5년간 전북대학교 기계시스템공학과 대학원과정으로 개설된 교과에 대한 개요를 나타내고 있으며, 광·바이오, 자동화·로봇, 제어분야로 구성된 생산공학, 열공학, 유체공학 분야로 구성된 열·유체공학, 진동설계, 정밀가공, 재료공학으로 구성된 설계공학 분야 등 **총 3개 전공분야에 대한 약 50여개의 대학원 교과목이 균형적이고 지속적으로** 개설되었음



그림. 2_1 교육연구팀의 교육과정 현황

■ 교육연구팀의 학사운영 현황

- 교과이수규정:** 매 학기 개설된 과목 중 최대 9학점까지 학기별로 취득할 수 있으며, 석사학위 과정 24학점, 박사학위 과정 36학점, 석·박사 통합과정 60학점 이상을 취득하고 전 과목의 성적 평점평균이 3.0 이상일 때 각 학위과정의 수료인정
- 학위수여규정:** 외국어 시험 및 전공 종합시험을 Pass하여야 하며 석사학위 전공 종합시험은 전공과목 4과목 이상, 박사학위는 6과목 이상을 실시함. 석사학위 3인, 박사학위 5인 심사위원 심의 후 학위수여 최종 판정

② 교육연구팀의 현 교과과정의 장단점 분석

■ 교육연구팀의 강점

- **교육연구팀의 내실성과 지속성:** Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템 엔지니어 양성을 위한 주요 대학원 교과목이 지속적으로 내실 있게 개설(지난 5년간 총 50여 교과목)되고 있으며, 본 교육연구팀에 참여하는 교수진은 기계시스템공학과 대학원 전체교수진의 58.3% (총 12명 중 7명, 향후 4년 내 은퇴예정교수진 고려 교육연구팀 구성)로 Intelligence 정밀 부품·장비 시스템에 관한 균형 있는 교육 및 연구가능
- **Product-oriented 교육혁신 모델성과 확보:** 광 계측, Intelligent 로봇공학 분야에 대한 우수 기술사업화 성과모델을 확보하고 있으며, 약 5년에 걸쳐 Product-level 완성도를 지향하는 Product-oriented R&D 과정과 교육프로그램을 연계할 수 있는 구체적 교육모델을 확보하고 있음[‘반도체 MI(Measurement & Inspection) 공정검사·계측시스템’ 을 통한 Intelligence 정밀 부품장비 시스템 교육모델 확보]
- **교육연구팀의 교육인프라:** 본 교육연구팀은 기계공학실습실, 창의적공학설계실, 전산설계·컴퓨터응용실 등 우수한 교육인프라를 학과차원에서 독립적으로 확보하고 있으며, 현재 학과 일부공간을 활용하여 원천 기술의 기술사업화를 추진 중인 Startup Incubation 공간도 운영하고 있음

강점	약점
<ul style="list-style-type: none"> • 융합적 협력교육 가능 우수 교수진 확보 • Product-oriented 교육혁신 성과모델 확보 • 혁신인력양성 우수 교육인프라 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 커리큘럼 연결성 및 공통핵심필수체계 부족 • AI 응용교육 및 협력교육 프로그램 미흡 • 기술사업화 혁신 R&D 체계 및 Culture 미흡

그림. 2_2 교육연구팀 현 교육과정 장단점 분석

■ 교육연구팀의 약점

- **커리큘럼의 연결성:** 50개 이상의 다양한 대학원 교과목이 지속적으로 개설되고 있지만, 필수적인 이수가 필요한 핵심기초 공통교과 및 이의 연계체계가 구축되어 있지 않아 전공 교과목 간의 연결성을 통한 시너지 창출에 한계를 가짐. 또한, R&D 협력을 통한 융합연구의 근간이 되는 팀 프로젝트 중심 융합교육의 정량적 성과도 다소 부족함. 기존 커리큘럼 구성 및 운영방식의 한계를 극복하기 위해 본 교육연구팀의 목표에 부합하는 Intelligence 기반의 새로운 전공분류 (Optomechatronics, Manufacturing, Design Optimization)로의 개편을 통해 미래 협력교육 및 융합연구 체계 구축 필요
- **4차산업혁명 대응 AI 전문교육:** 현재 개설되어 있는 교육과정은 전통적인 기계공학에 기반한 기계시스템 엔지니어양성에 목표를 갖고 설계되었기 때문에 일부 교과에서는 IoT 등 4차 산업혁명 관련 내용이 다루어지고 있지만, 본 교육연구팀이 목표로 하는 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템엔지니어 양성을 위한 핵심요소인 AI 및 Data Science 응용 교육프로그램은 현재 상대적으로 미흡함. Intelligence를 교육의 공통 핵심 연결요소로 하는 커리큘럼의 혁신성과 연결성을 높일 수 있는 새로운 교육과정 및 체계 필요
- **대학원 R&D Culture:** 현 교육과정은 우수한 논문연구를 달성할 수 있는 능력을 함양하기 위한 교육으로는 작동할 수 있지만, 본 교육연구팀이 목표로 하는 Balanced R&D를 통한 Global Impact 혁신 수준의 연구 성과를 달성하기 위한 혁신적인 대학원 R&D 문화로는 부족함. 이에 본 교육연구팀의 닫힌(Closed) 연구문화를 극복한 Open R&D 문화 구축에 초점을 맞추어 미래 교육/연구 혁신 방향을 설정함

■ 교육연구팀의 교육혁신 전략도출

- 본 교육연구팀은 Global Impact Originality 혁신기술개발과 이를 통한 세계 수준의 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 Product 혁신성과 달성을 위해 세계적 연구논문 성과와 이를 기반으로 하는 기술사업화 (Technology Commercialization)의 균형을 추구하는 Balanced R&D 체계구축을 교육의 제 1 목표로 설정
- 교육연구팀 목표달성을 위해 아래와 같이 교육과정혁신, 교육제도·환경혁신, 운영체계혁신의 3대 교육혁신체계를 수립



그림. 2_3 교육연구팀의 교육혁신전략

③ 교육연구팀의 교육과정혁신 계획

■ Education for Balanced R&D

- 아래 그림은 교육연구팀 교육과정의 As-Is와 To-Be의 개략도를 나타내고 있으며, Intelligence 기반 정밀 부품장비 시스템 기술 R&D 융합연구역량을 배양하기 위해 교육과정 전면 개편 예정
- 본 교육연구팀의 핵심목표인 세계적 연구성과 및 Global Impact 기술사업화 달성을 위해 Opto-mechatronics, Intelligent Manufacturing, Intelligent Design Optimization의 3대 핵심 분야로 전공교육 과정 개편
- Balanced R&D를 위한 기초소양인 기업가정신을 포함한 기술사업화에 관련된 Product-level R&D 역량, 기술사업화 역량 및 Intelligence 역량 함양을 위한 균형 있는 교과체계 구축

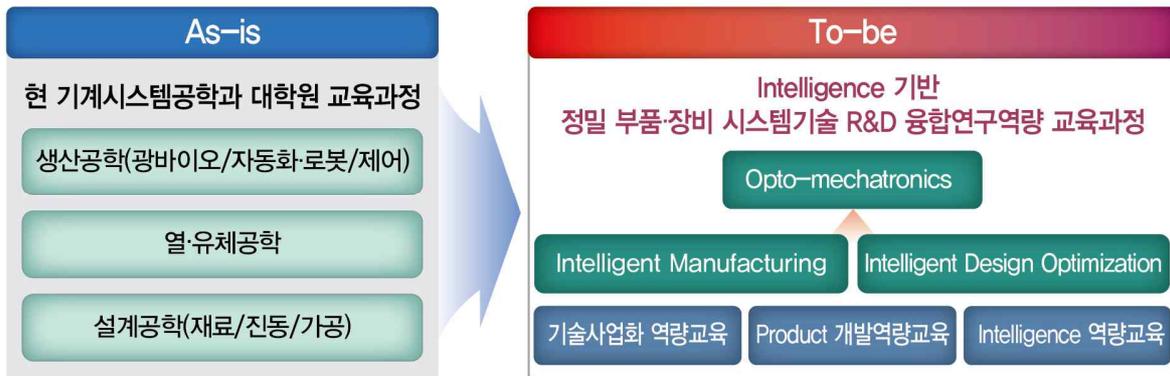


그림. 2_4 교육연구팀 교육과정혁신 전략 (As-Is & To-Be)

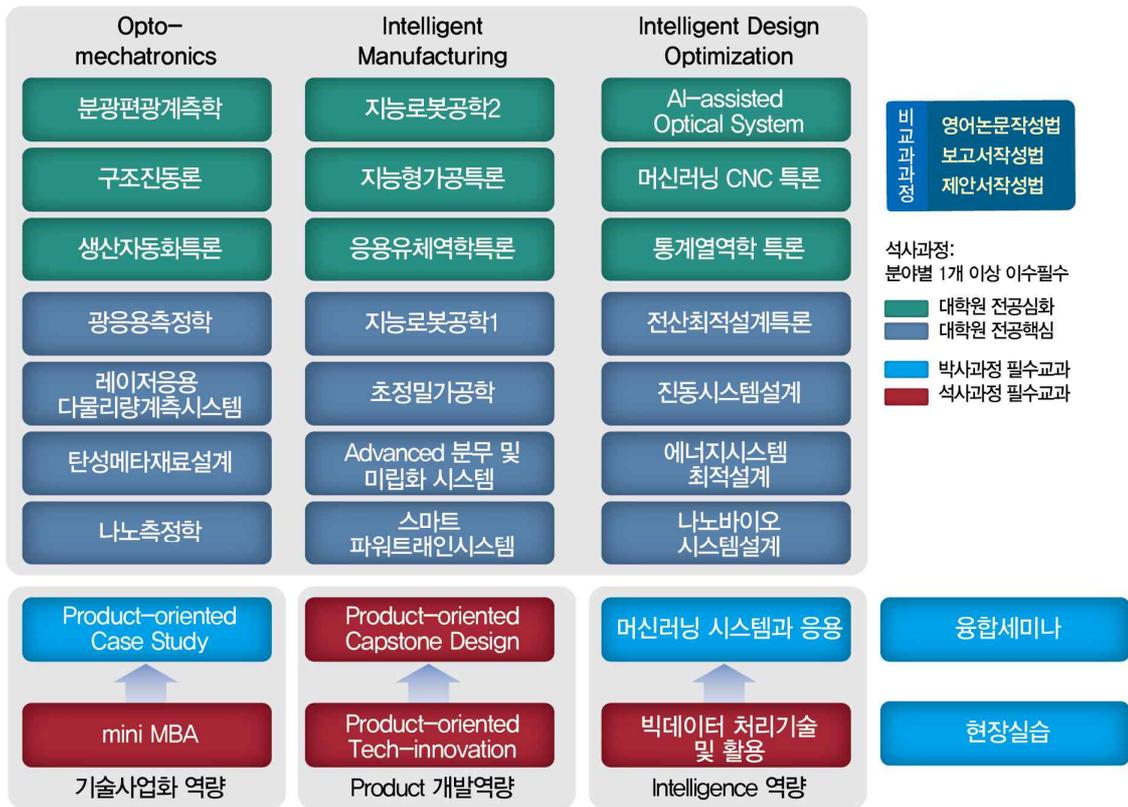


그림. 2_5 Education for Balanced R&D를 위한 교육과정혁신체계

■ Product R&D 역량

- Balanced R&D 입문단계인 Product-oriented Tech-innovation 교과는 정밀 부품장비 산업분야의 다양한 기존 기술혁신 사례를 바탕으로 기술시장에 대해 폭넓게 이해하고 현재 연구실별 연구 topic의 기술적 완성도 증대와 시장성 판단능력 함양을 목표
- Product-oriented Capstone Design 교과를 통해 본 교육연구팀에서 기 개발된 반도체 MI 계측시스템을 활용한 체계적인 Product 개발 공통 실무실습을 수행하고, 전공분야별 선택주제에 대한 완성도 있는 시제품 제작과정을 통해 Product-level을 달성하기 위한 R&D 이슈를 심도 있게 교육



그림. 2_6 Product R&D 역량강화: PO Tech-Innovation과 PO Capstone Design 연계

■ 기술사업화 역량

- 기술사업화 입문단계인 mini-MBA 교과는 기술혁신과정에서 가장 중요한 기업가정신을 심도 있게 다루며

세계적 수준의 혁신을 달성하기 위한 핵심요소(경영전략, 재무/마케팅, 기술혁신) 교육을 목표로 함

- **Product-oriented Case Study** 교과는 본 교육연구팀에서 개발 중인 **Global Originality** 연구 사례를 공유하고 토론 대표사례를 선택한 후 기술사업화 단계까지 필요한 실질적인 문제점을 도출하고 이를 팀 프로젝트로 해결
- **핵심교육내용:** 팀 아이템별 특허 및 기술사업화전략, Google사의 대표적인 목표달성 Framework인 **OKR(Objective, Key Results)**을 이해하고 이를 이용한 성과창출 전략도출 교육



그림. 2_7 기술사업화 역량강화: mini-MBA와 PO Case-Study 연계

■ **Intelligence Education**

- Intelligence 공통 핵심역량 강화를 위해 Data Science에 대한 이해와 Machine Learning 기초실습을 중심으로 하는 **빅데이터 처리기술 및 활용** 교과를 개설하고, 실제 본 교육연구팀 연구에 적용되고 있는 머신러닝 응용 사례 공유 및 실무응용을 위한 **Machine Learning 시스템과 응용** 교과를 대학원 필수교과로 신규 개설
- 추가적으로 초정밀 Intelligent System R&D 역량강화를 위해 **AI-assisted Optical System**, 머신러닝 CNC 특론, 통계열역학특론, 전산최적설계 등 **AI 활용 설계 심화 전공교과**를 신규 개설



그림. 2_8 Intelligence 활용역량강화: 빅데이터 처리기술 및 활용과 Machine Learning 시스템과 응용 연계

■ **Excellence in Education 프로그램**

- **정규교과 강화:** 세계적 수준의 창의연구 성과를 기반으로 Global Impact R&D 혁신성과를 창출할 수 있는 창의도전역량을 갖춘 혁신연구자 배출을 위해 본 교육연구팀의 차별화된 교육시스템 구축 및 대내외 확산
 - ✓ MOOC向 온라인 전공교육 Contents 개발: 외국인 대학원생 교육 강화 및 교육프로그램의 국제화 달성
 - ✓ 현장실습 프로그램 정규교과 체계: 정규 3학점 인정 학사제도 개편
 - 국내외 기업 8주 이상 현장실습

- 정부출연연구소 6개월 이상 연구생 파견
- 해외기관파견 (방학기준 중 15일 이상 파견 1학점 인정, 8주 이상 파견 3학점 인정)
- ✓ **융합세미나 정규교과 체계:** Expert 자문위원회 주관의 주차별 전문가세미나 개최 (정규교과 3학점 인정)
- **비정규교과 강화:** 대학원생들의 영어논문작성 및 기술사업화 역량함양에 관한 정기적 특강 시행 및 지도
 - ✓ **영어논문작성법:** 전북대학교 글쓰기센터의 정기교육 프로그램 활용
 - ✓ **보고서작성법:** 분기별 특강형식으로 본 교육연구팀 대학원생 중심으로 진행
 - ✓ **제안서작성법:** R&D 및 기술사업화 관련 프로포절 작성 tip을 분기별로 진행

④ 교육연구팀의 학사제도 및 교육방법·환경 혁신 계획

■ 학사제도 개선

■ 교과이수체계

- ✓ **필수교과지정 및 선·후수 이수제도화(석·박사 연계 경우)**
 - 석사과정(12학점): mini-MBA, Product-oriented(PO) Tech Innovation, Product-oriented Capstone Design, 빅데이터 처리기술 및 활용
 - 박사과정(12학점): PO Case-study, 머신러닝시스템과 응용, 융합세미나, 현장실습
- ✓ **박사학위 현장실습 필수:** 국내외 기업체 또는 대학/연구기관 8주 기준 3학점 필수학점 인정

■ 학위수여규정

- ✓ 졸업이수 학점최소기준: 석사학위 24학점, 박사학위 36학점, 석·박사 통합과정 60학점
- ✓ 외국어 및 전공종합시험: 석사학위 4개 교과, 박사학위 6개 교과 종합시험 PASS
- ✓ 학위논문심사: 석사학위 3인, 박사학위 5인 심사위원 심의 후 판정
- ✓ **박사논문 영어요약문 필수화:** 내국인 박사과정 10페이지 이상의 영문요약 학위논문 필수제출
- ✓ **박사학위수여 저널기준 강화:** 3편 이상의 국내외 저널 논문 게재 필수 (특허등록, 기술이전 성과도 저널논문과 동일 성과로 인정)

■ 교육방법혁신

- **Project-based Learning 플랫폼:** 개설되는 대학원 교과 전체에 대한 PBL 교육 체계 도입(PBL은 Industry Collaboration(IC), Startup, AI-X PBL로 세부구분)
 - ✓ **IC-PBL:** 산업체의 실제 문제를 주제로 산업체와 공동으로 프로젝트팀을 구성하고 문제해결과정 도출을 통한 학습
 - ✓ **Startup-PBL:** 모의 창업(Startup)을 목표로 학생들이 팀을 이루어 창업 아이템을 도출하고 실제 수준에 근접한 시제품을 제작 후 시장에서의 성과분석을 통한 학습
 - ✓ **AI-PBL:** AI 기술을 적용한 팀 프로젝트 주제를 설정하고 AI 전문성을 갖춘 교수진과 전문 TA의 코치를 통해 문제해결과정 도출을 통해 학습

MSE 교육방법 체계혁신

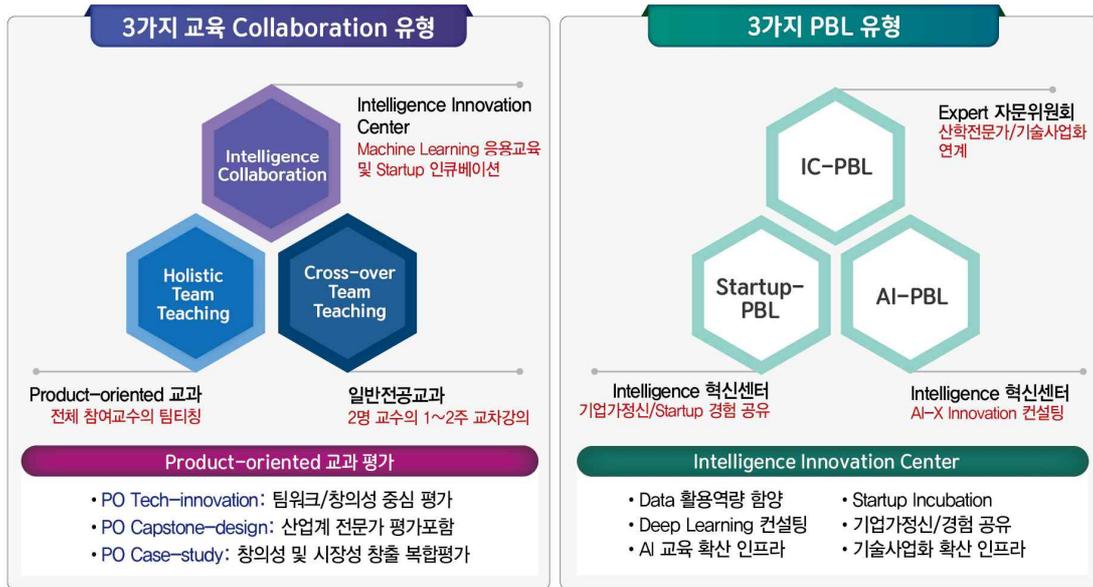


그림. 2_9 교육연구팀 교육방법·환경혁신 체계

- **협력교육시스템:** 본 교육연구팀은 Balanced R&D 성과달성을 위해 다음과 같은 협력교육체계를 구축
 - ✓ **Crossover Team Teaching:** 3대 융합전공 교과목에 있어서 담당 책임교수 2인이 1~2주 정도의 강의를 바꾸어서 진행하는 교수법. **매학기 최소 4개 교과에 대해서 Crossover 융합교육을 진행하며, 교차 강의 교과들의 연관성을 중점적으로 교육**
 - ✓ **Holistic Team Teaching:** 본 교육연구팀 참여교수 전체가 참여하는 **협력 교육 프로그램**으로 Product-oriented Tech-Innovation, Product-oriented Capstone Design, Product-oriented Case study 3개 교과에 대해서 적용(상세 평가방법은 그림 2_9 참조)
 - ✓ **Intelligence Collaboration:** 본 교육연구팀에 설치될 Intelligence Innovation Center를 중심으로 각 참여교수 연구실의 **Machine Learning 응용교육에 필요한 데이터 전처리, AI 기술 R&D적용 컨설팅**을 교내·외 AI 전문가 및 TA 협력을 통해 수행

[참고 표 2_1 교과과정세부운영계획]

[교과개편비율 상중하(◎○△): 상(◎)은 신규교과를 의미]

구분	교과명	교과 개편 비율	PBL	Product- oriented	팀티칭	Flipped- learning	MOOC向 콘텐츠개발 (누적)		
							1단계	2단계	3단계
핵심 기초 (필수)	mini-MBA	◎	Startup		-				
	PO Tech Innovation	◎	Startup	√	Holistic	√	○	-	-
	빅데이터 처리기술 및 활용	◎	AI		-	√	○	-	-
	PO Capstone Design	◎	Startup	√	Holistic				
	PO Case-study	◎	Startup	√	Holistic				
	머신러닝시스템과 응용	◎	AI		-	√			○
전공 핵심 · 심화 (선택)	광응용측정학	△	IC		cross-over	√			
	탄성메타재료설계	○	IC		cross-over	√			○
	레이저응용물리량계측시스템	○	IC		cross-over	√			○
	전산최적설계	○	AI	√	cross-over	√		○	-
	나노측정학	△	IC	√	cross-over	√			○
	생산자동화특론	△	IC		cross-over				
	구조진동론	△	IC		cross-over	√		○	-
	분광편광계측학	△	IC	√	cross-over	√	○	-	-
	지능로봇공학1	△	AI	√	cross-over	√			○
	초정밀가공학	△	IC		cross-over	√		○	-
	Advanced 분무 및 미립화시스템	△	IC		cross-over				
	스마트파워트레인시스템	○	AI		cross-over	√		○	-
	지능로봇공학2	△	AI	√	cross-over				
	지능형가공특론	○	AI		cross-over				
	응용유체역학특론	△	IC		cross-over				
	진동시스템설계특론	△	IC		cross-over				
	에너지시스템최적설계	○	IC		cross-over	√	○	-	-
	나노바이오시스템설계	○	AI		cross-over	√			○
	AI-assisted optical system	○	AI	√	cross-over	√		○	-
	머신러닝 CNC 특론	○	AI		cross-over	√	○	-	-
통계열역학 특론	○	AI		cross-over	√		○	-	
필수	융합세미나	◎	-		Holistic				
	현장실습	◎	-		-				

■ 교육환경혁신

- **Product-oriented 교과 전용강의실:** Product-oriented Capstone Design을 포함 PO 관련 교과를 위해 전용강의실 체계를 구축하고 팀별 실습에 필요한 장치를 상시 비치
- **Intelligence Innovation Center(IIC)**
 - ✓ 본 교육연구팀의 Machine Learning을 중심으로 하는 **Intelligence 교육과 Startup Incubation**을 동시에 수행하는 센터로 독립적인 대학원 전용 혁신활동 공간으로 구축
 - ✓ 현재 본 교육연구팀의 참여 연구실인 광기술연구실은 **Startup Incubation** 공간을 운영하고 있으며, 향후 학부차원의 대학원 전용공간 할당을 통해 **Intelligence 교육 및 연구적용** 기능이 추가된 **Intelligence Innovation Center** 개소 예정

Product-oriented 교과 전용강의실	Intelligence Innovation Center (공간활용 예)
	
<ul style="list-style-type: none"> • Product-oriented Tech-Innovation • Product-oriented Capstone Design • Product-oriented Case Study 	<ul style="list-style-type: none"> • AI Education and R&D Consulting • Startup Sharing Space

그림. 2_10 교육연구팀 교육환경혁신

⑤ 교육과정 선순환 구조 구축방안

■ 교육연구혁신 운영위원회

▪ 위원회 운영 및 구성

- ✓ 교육연구혁신 운영위원회를 통해 R&D 성과 기반 교육개선 체계도 (그림 2_11)
- ✓ 교육연구혁신 운영위원회는 참여교수진의 70% 이상으로 구성

▪ 지속적 선순환 개선체계: 아래 그림은 본 교육연구팀의 교육연구혁신 운영위원회를 통해 R&D 성과를 기

- ✓ 매년 도출되는 R&D 성과(논문, 특허, 기술이전, 창업 등)를 정밀하게 평가
- ✓ 3대 핵심 Innovation 요소 (Culture, System, Capability)에 대한 정성적/정량적 평가결과 도출
 - Culture: 공통특허 및 논문성과 평가
 - System: 논문 정량실적 대비 기술사업화 실적 비율평가
 - Capability: 논문과 기술사업화 양적 성과의 질적 평가(논문: IF, ES, FWCI, 기술사업화 관련실적)
- ✓ 개선방안 교육프로그램 반영: Expert 자문위원회 의견 수렴

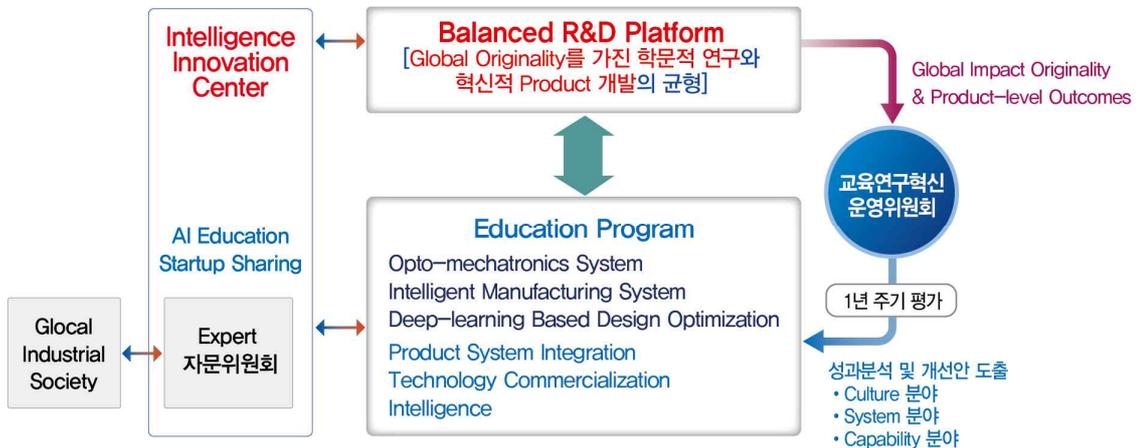


그림. 2_11 교육연구혁신 운영위원회를 통한 교육과정운영 및 개선 체계도

■ Expert 자문위원회

▪ 자문위원회 운영 및 구성

- ✓ 외부산학협력기관의 전문가, 내·외부 Startup 전문가, AI 기술전문가로 약 5명으로 구성
- ✓ Intelligence Innovation Center에 속하는 전문 자문가 집단을 구성함으로써 혁신 R&D 성과달성에 직접적으로 기여할 수 있는 체계 수립

▪ Expert 자문위원 역할

- ✓ 산학 공동 교육과정 개발-교육과정 평가-피드백을 통한 교육과정 개선 자문
- ✓ 산업 현장 애로 기술을 교육 예제로 이용할 PBL 주제 자문
- ✓ 4차 산업혁명 관련기술 (AI, Big Data, IoT 등) 전문가 초청 세미나 강사 추천 및 특강 참여

■ Professional R&D 문화

▪ OKR 기반 교육연구팀 목표관리체계

- ✓ 대학원생, 신진연구자 대상으로 Google 혁신 tool인 OKR(Objective, Key Results) framework 적용하여 자발적이고 효율적으로 R&D 성과관리를 수행할 수 있는 Professional R&D 문화 구축
- 혁신인재양성 교육 및 R&D 연계시스템: 석·박사 전 과정을 통해 Balanced R&D 개념습득, OKR을 통한 자발적 연구성과 관리 및 도전적 목표설정, 국내외 혁신선도 기관 현장을 통한 혁신 R&D 주제 도출, Intelligence Innovation Center를 활용한 차별화된 기술사업화 혁신성과 도출 등 체계적인 교육연구 체계를 통한 Global Impact 혁신 전문가 양성목표 달성

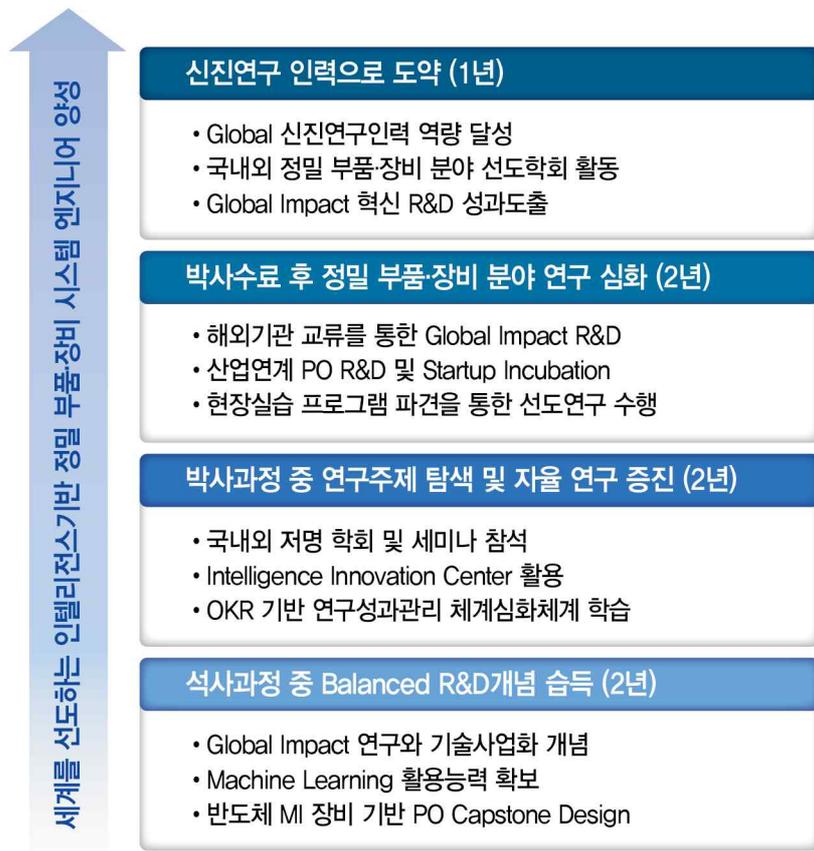


그림. 2_12 혁신인재양성 전주기 시스템 체계

1. 교육과정 구성 및 운영

1.2 과학기술산업사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

① 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성

■ 과학기술문제 해결 관련 교육 프로그램

▪ 기업주문형 교과개발 시범운영

- ✓ 2019년 봄학기에 개설된 “분광타원계측학” 대학원 신규교과는 **삼성전자 반도체부문의 현 OCD(Optical Critical Dimension) 계측 기술문제 극복에 대한 Needs**에서 시작되었음. 반도체 계측기술의 대표기술인 분광 타원편광기술에 기반한 OCD 기술에 대한 깊이 있는 이론교육과 PBL 기반 나노박막 두께분석 알고리즘 S/W 개발 프로젝트가 시행됨 향후 반도체 MI(Measurement & Inspection) 분야에 대한 기업주문형 전공트랙 설치하기 위한 시범운영단계로 실제 현장에서 활용될 수 있는 S/W 패키지 solution을 개발함
- ✓ 2019년 가을학기에 개설된 “나노측정학” 대학원 신규교과목 또한 **반도체 MI 부문의 현 기술문제와 반도체 MI 전문인력 양성의 필요성**으로부터 시작되었음. 본 교과목의 개설 목적은 현재 실제 반도체공정 및 R&D에서 사용되는 대표적인 4가지 나노측정기술(SEM, AFM, TSOM, OCD)에 대한 이해를 높이기 위해 기획되었음.

▪ OKR 기반 R&D혁신 교육프로그램 (비교과 교육프로그램)

- ✓ 본 교육연구팀 중 광기술연구실(책임교수: 김대석)에서는 **2017년 9월부터 삼성미래기술육성과제를 통해 반도체 MI기술의 Paradigm Shift를 달성할 수 있는 혁신적인 반도체 박막/나노패턴 고속 Mapping기술을 개발** 하면서 삼성전자 반도체사업부 등과의 긴밀한 협력을 진행함. **2019년부터 본격적으로 반도체공정의 현 미해결 난제 및 4차산업혁명 대응 Smart Factory 구현을 위한 신개념의 Intelligent Spectroscopic Ellipsometric Mapping 기술(Integrated SE Solution 포함) 개발에 대한 협력을 진행 중**
- ✓ 전 세계적으로 없는 혁신 Solution의 완성도 있는 R&D 성과를 위해 **Professional 조직에서 활용되는 특별 혁신성과 framework의 필요성이 대두**되었으며, 미국 Google사에서 처음 개발되어 현재 전 세계 혁신조직들에 널리 전파된 **OKR(Objective and Key Results)**를 약 1년간 광기술연구실 R&D 교육프로그램으로 적용하였으며 단기혁신성과를 달성함
- ✓ 아래 그림은 OKR 기본 개념 및 핵심적 강점과 본 교육연구팀 광기술연구실에서 현재 진행 중인 신진연구인력인 연구교수와 대학원생별 OKR 사례를 요약한 것임 (그림 2_13 참조)

OKR Framework 개요 및 적용사례

Objective	Objective	Key Results
<p>Key Results</p> <ul style="list-style-type: none"> • 연구실 구성원 전원 OKR 작성 (책임지도교수 포함) • OKR 전체공유 (도전적 목표설정 및 핵심결과들) • 분기별 또는 연 단위의 OKR 달성도 공식 평가 • OKR의 강점: 팀 목표 명확히 가시적으로 공유 일치된 방향성 유지를 통한 집단 혁신성과 창출 • OKR의 핵심: 팀 전체 OKR에 대한 이해 지속적 Feedback을 통해 혁신성과 가능 	Journal Publications	Line DSE-Vers3/Thickness Map DIP
	Long Time Stability on Line-DSE	Delta Measurement: <0.1° Fitting Process S/W 구현 Scanning 기능 구현
	Journal Publications	Surface Plasmon Resonance Biosensor 관련 논문 구독 Sensitivity 10 ⁴ (-8) RIU 수준 달성 Set up Line-DSE System
	분광편광타원계측계의 핸드헬드화	포토다이오드 및 기타센서를 이용한 Calibration 검증 간섭계와 CCD를 이용한 측정 포인트 찾기 1차 설계 및 실험 세트 확보
	<간섭계 기반 분광타원 편광계의 Δ(k) Drift 영향인자 검증 및 개선방안에 관한 연구>를 주제로 포스터 논문 작성	반복실험을 통한 데이터 확보 Δ(k) Drift의 온도 영향성 및 영향 인자 파악 온도영향을 고려한 Δ(k)개선 방법 고안

그림. 2_13 OKR 기반 R&D 연구혁신에 대한 개요 및 본 교육연구팀 적용사례

■ (지역)산업/(지역)사회문제 해결 관련 교육 프로그램

▪ 산학연 네트워크 구성

- ✓ 본 교육연구팀 소속 학과(기계시스템공학과) 참여교수는 2015년부터 전라북도 지원을 받아 기업 중심 전문 인력 양성사업인 “산학관 커플링사업”을 수행해 오고 있음
- ✓ 사업 수행과정동안 정밀 부품 및 융복합 소재 관련 40여개의 전북지역 참여업체와 긴밀한 산학연 협력 네트워크를 구성하고 기업 애로기술 해결 현장방문지도, 현장 전문가 겸임교수 임용, 대학-산업체 학생 공동지도, 연구인력 멘토링 등 다양한 사업을 수행하였음
- ✓ 특히 기업체 요구사항을 반영한 학부 교육과정 개편 등 현장 실무 중심 교육시스템은 향후 수행될 대학원 교육과정 개편에 반영될 수 있을 것임

▪ 현장실습 운영

- ✓ “산학관 커플링사업”의 핵심은 현장 중심 우수 인재 양성이므로 KIST 전북 분원 등 40여개의 참여기업과 대학-기업 공동 현장실습 지도 프로그램을 통해 수행해 왔음
- ✓ 현장 실습을 통해 실무 능력을 보유한 학생의 취업률은 사업 미참여 학생대비 20% 이상 높게 나타났음. 향후 4단계 BK21사업 수행 시 그동안 쌓은 노하우를 반영하여 대학원 중심 현장실습 프로그램 마련에 반영할 계획임

▪ 항공인력양성 특성화대학지원사업(대학원 사업)

- ✓ 본 교육연구팀 소속 학과(기계시스템공학과)는 확대 필요성이 대두되고 있는 국내 항공산업 전문 인력을 양성하고 특히 첨단항공기 설계전문가 양성을 위한 국토부 지원 (2009년 ~ 2013년, 총 18억원 지원) 항공인력양성 특성화대학지원사업을 전북대학교 항공우주공학과, 산업정보시스템공학과와 공동으로 진행
- ✓ 본 대학원 특성화사업을 통해 ‘품질관리시스템’, ‘신뢰성분석’, ‘품질경영시스템’ 등의 다양한 품질에 대한 신규교과 개발, 전문적인 연구개발 인프라 구축이 진행되었으며 5년간 100명 이상의 전문인력 배출을 통해 국내항공기술 분야 전문가 양성에 크게 기여함

② 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 운영계획

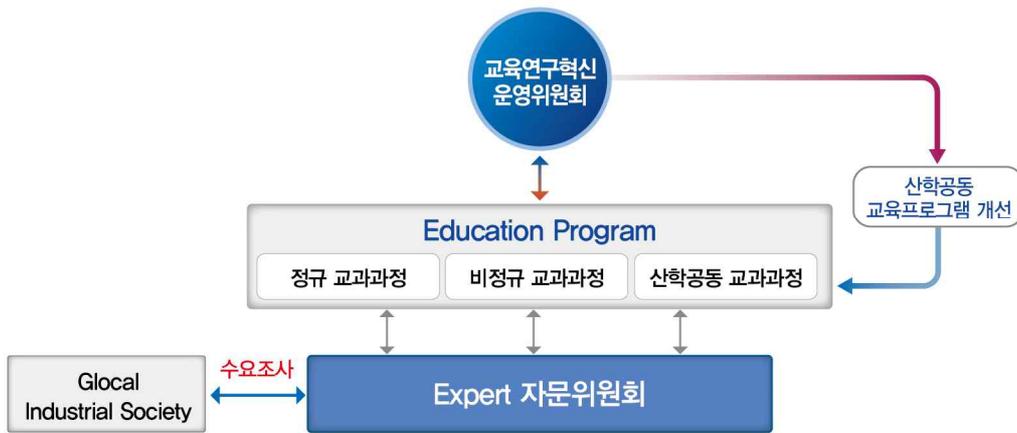


그림. 2_14 산학공동 교육 프로그램 운영 체계

■ 과학기술문제 해결 관련 교육 프로그램

▪ 기업주문형 트랙 운영

- ✓ **운영목표:** 대학-산업체 연계 기업 주문형 트랙 운영으로 지역 및 국내외 산업계 수요 기반 시스템통합설계능력과 Intelligence 기반 정밀 부품·장비 시스템개발능력을 갖춘 선도 연구 인력 공급 체계 구축
- ✓ **추진전략 및 운영방안**
 - 대학원 교육과정 편성 시 **Expert 자문위원회를 통한 산업체 현장 연구수요 조사**를 통한 신산업 분야 신규 교과목 도출 및 교육과정에 반영
 - “광 메카트로닉스”, “Intelligence Manufacturing”, “머신러닝기반 전산설계 최적화” 3개 분야 중점 육성을 위한 **대학-기업 연계 교육 트랙 신설 및 운영**
 - 산업체 전문 연구 인력을 활용한 정규 교과목 팀티칭으로 신산업 분야 관련 **신기술 교육 과정 신속반영 및 선진 기술 교육 체계 구축**
 - 대학-산업체 애로기술 해결 및 공동 연구 수행을 통해 발굴된 **교육 사례 모듈화**
 - Expert 자문위원회 내실 운영을 통한 **산업체 수요 반영 체계화** 및 지속적 협력을 위한 대학-기업 MOU 체결 (삼성전자, 대우전자부품 등 국내 정밀 부품·장비 시스템 관련 기업)

▪ OKR 기반 R&D혁신 교육프로그램 확산

- ✓ 본 교육연구팀 광기술연구실(책임교수: 김대석)에서 1년간 시범 운용되어 **Balanced R&D 혁신성 과도출 효과**를 검증한 OKR 기반 R&D혁신 방법론에 대한 분기별 비교과 교육프로그램을 전 대학원생을 대상으로 운영
- ✓ Professional R&D Culture 확립을 통한 Global Impact R&D성과 창출을 위한 핵심 Tool로 **OKR**을 점진적으로 모든 참여교수 연구실 실제 R&D 활동에 적용할 수 있도록 체계적으로 교육하고, 그림 2_15와 같이 본 교육연구팀 전체 OKR 설정을 통해 교육연구팀의 목표관리에 활용 예정임



그림. 2_15 산학공동 교육 프로그램 운영 체계

■ (지역)산업/(지역)사회문제 해결 관련 교육 프로그램

▪ 현장실습 프로그램 운영

- ✓ 현장실습 프로그램 정규교과 체계: 정규 3학점 인정 학사제도 개편
 - 국내외 기업 8주 이상 현장실습
 - 정부출연연구소 6개월 이상 연구생 파견
 - 해외기관파견 (방학기준 중 15일 이상 파견 1학점 인정, 8주 이상파견 3학점 인정)

▪ 인턴십 프로그램 운영

- ✓ “Optomechatronics”, “Intelligence Manufacturing”, “머신러닝기반 전산설계 최적화” 3개 분야 산업체와 협력을 통한 취업 연계형 인턴십 프로그램 운영
- ✓ 연간 4개월 프로그램 운영 및 정규 학점 부여
- ✓ 교육연구팀 참여 교수-산업체 공동 연구 수행을 통한 연구과제 수행 형 인턴십 프로그램
- ✓ 특허 및 개발 기술 이전을 위한 원천기술상용화 기반 인턴십 프로그램 운영

▪ 산업체 전문가 초청 세미나

- ✓ 교육연구팀 비전과 목표에 부합한 전문가 인력풀 구성
- ✓ 대학-산업체 공동 연구 수행 및 기술상용화를 통한 우수 전문가 발굴 및 초빙
- ✓ 정규 교과목 연계 초청 세미나 실시
- ✓ 4차 산업혁명 관련기술 (AI, Big data, IoT 등) 전문가 초청 세미나를 통한 산업체 기술개발, 연구 동향 및 응용사례 수집
- ✓ 신기술 관련 전문가 초청 세미나 후 기술 자료 분석을 통한 정규 교육과정에 반영할 수 있는 자료 축적에 활용

▪ 산업체 공동교육 프로그램

- ✓ 산업체 연구 인력에 대한 일반대학원 및 산업대학원 진학 유도(교육연구팀 소속 교수를 지도교수로 배정)를 통한 교육 기회 확대
- ✓ 산업체 연구 인력의 학위 취득 기회 제공을 통한 정밀 부품·장비 개발 능력 향상
- ✓ 해당 교과목 야간, 주말, 산업체 방문 강의 확대를 통한 교육 수월성 제고
- ✓ 신기술 분야 공통 주제(CAx, Computer 언어, 시스템 통합 기술 등) 발굴을 통한 대학-산업체 공동교육 프로그램 운영 및 향후 연구주제로 연계

▪ 재교육 프로그램

- ✓ 산학공동연구를 통해 해당 기업에 취업한 대학원 졸업생을 대상으로 신기술 분야 재교육 프로그램

램 운영

- ✓ 산학공동연구 수행에 필요한 전문지식 및 새롭게 출현한 기술에 대한 교육과정 마련 및 재학생과 공동 교육 실시
- ✓ 기업체와 특정 주제에 대한 연구 수행 시 필요한 기술에 대해 해당기업 연구원을 대상으로 집단 교육프로그램 운영
- **신산업분야 집중 단기강좌 운영**
 - ✓ Optomechatronics 분야
 - ✓ Intelligence Manufacturing 분야
 - ✓ 머신러닝기반 전산설계 최적화 분야

[참고 표 2_2 산업/사회문제 해결관련 교육 프로그램 계획]

구분	세부구분(누적)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
교과과정	기업주문형트랙	1	2	2	3	3	3	4	4
	정규과목 팀티칭	3	5	6	7	7	7	7	7
비교과과정	전문가초청 세미나	6	12	12	12	14	14	14	14
	산업체 공동교육	2	3	4	4	4	4	4	4
	집중 단기강좌	1	3	3	3	3	3	3	3

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 3년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구팀 참여교수의 지도학생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2017년	17.50	5.00	0.00	22.50
	2018년	16.50	6.50	0.00	23.00
	2019년	15.50	9.00	0.00	24.50
	계	49.50	20.50	0.00	70.00
배출 (졸업생)	2017년	2	0		2
	2018년	4	2		6
	2019년	11	5		16
	계	17	7		24

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

① 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 현황 분석

■ 교육연구팀의 우수 대학원생 확보를 위한 현 활동

▪ 학부연구생 제도

- ✓ **선발개요 및 결과분석:** 연구에 관심이 있는 3학년 및 4학년 학생들을 대상으로 희망 연구분야 연구실에 소속시켜 연구활동에 참여하도록 유도 (최근 5년간 교육연구팀 학부연구생제도 학생 57명 중 약 23%의 13명이 대학원에 진학)

[참고 표 2_3 최근 5년간 교육연구팀 학부연구생 현황 및 대학원 진학 실적]

연구실명	지도교수명	학부연구생 수	대학원 진학 학생 수
기술연구실	김대석	17	3
유체공학실험실	이지근	12	3
가공실험실	오성훈	10	2
휴먼로봇자동화실험실	유범상	10	2
첨단구조역학연구실	김은호	8	3

- ✓ 아래 기술된 2016년부터 시작된 Mech-master 제도의 도움으로 매년 약 10명 정도의 학부연구생이 자동적으로 대학원 연구실에 배정되고 있음)

▪ Mech-master 프로그램

- ✓ 전북대학교 기계계열 학과(부)들의 융합 프로그램으로 학부 3학년 학생을 대상으로 1년 동안 전문적인 연구 활동에 필요한 공학전문 S/W를 교육하고 3학년 2학기부터 의무적으로 학부연구생 활동을 위한 대학원 연구실 배정
- ✓ **전문 공학 S/W 교육:** 3차원 설계프로그램(CATIA) 초/중/고급, 실험을 위한 LabVIEW 프로그램, MATLAB 프로그램을 이용한 범용 프로그래밍 교육, ANSYS 구조해석, FLUENT 유동해석, Micro-computer를 이용한 제어 코딩 교육)
- ✓ 학부연구생활동 후 4학년 1학기 말에 논문 발표회를 통해 우수 학생을 시상하고 전북대학교 공과대학 학장 명의의 프로그램 인증서를 통한 연구역량 인증제임
- ✓ 우수 학생을 대학원 진학으로 유도하는 전북대학교 공과대학 기계계열 학과 연합의 혁신프로그램으로 타 대학으로 벤치마킹되며 프로그램의 우수성이 입증되었음

▪ 대학원생 장학 제도

- ✓ 현재 대학본부의 지원으로 교수 1인당 최대 한 명의 대학원생에게 전액장학금을 지급
- ✓ 최근 5년간 매년 평균 20여명의 학생들이 대학원 연구장학 1종, 성적우수5종, 돌움장학5종의 명목으로 수혜를 받고 있으며, 외국인 학생들은 전원 장학금 수혜를 받고 있음

- **학·석사 연계과정:** 대학원 석사과정 진학에 관심이 있는 4학년 학생들을 대상으로 학·석사 통합과정에 신청하도록 유도하고 석사과정을 1학기 단축할 수 있도록 지원

- **대학원 설명회:** 매년 주기적으로 학부생 대상으로 대학원 설명회 개최 (연구실 현황 및 연구 분야 설명)

■ 전북대학교의 국제 MOU 체결 현황

▪ AUEA(아시아대학 교육연합 프로그램)

- ✓ 전북대학교는 아시아의 세계적인 대학인 말레이시아 Universiti Putra Malaysia(UPM) 등 3개 우수 대학과 최근 MOA를 체결하고 아시아대학과의 교육연합 프로그램을 선도 중
- ✓ 현재 세계 65개국 421개 대학에 대해 MOU를 체결하고 교육 및 연구 교류 중
- ✓ 전북대학교는 드래곤 프로젝트를 통해 현직 석사학위 소지 중국교수들을 박사과정으로 적극 선발 중

② 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

 <p>교육연구팀 홍보 브로셔 예시</p>	<h3>우수 국내 학생 유치 계획</h3> <ul style="list-style-type: none"> • 기계시스템공학과 대학원 Vision 홍보 강화 (Global Originality & Global Product Vision 홍보) • 학부연구생 제도 정규 프로그램 정착 (MURI 프로그램) • 우수 졸업생 및 산학 전문가 초청 강연을 통한 대학원 진학 유도 	 <p>전북대학교 TED 강연 프로그램</p>
 <p>(Universiti Putra Malaysia (UPM) 과의 MOA (AJEA: 아시아대학 교육연합 프로그램 성과))</p>	<h3>우수 외국인 학생 유치 계획</h3> <ul style="list-style-type: none"> • AUEA (아시아 대학 교육 연합) MOA 3개 대학 및 MOU 체결 해외 대학들을 중심으로 학교 차원의 우수 대학원생 유치 프로그램 및 대학원 Vision 홍보 • 가장 한국적인 대학 프로그램 설명 (한국문화 체험 프로그램/Feeling Korea) • 홍보 브로셔 및 영상물 등 홍보 강화 	 <p>전북대학교 외국인학생 Feeling Korea</p>

그림. 2_16 본 교육연구팀의 우수 학생 유치 계획

■ 우수 국내 학생 유치 계획

- 기계시스템공학부의 대학원 Vision 홍보 강화
 - ✓ Balanced R&D Graduate Program 비전에 대한 홍보
 - ✓ 전북대학교 온라인 SNS 등을 통한 대학원 학과 홍보 강화
 - ✓ 장학제도 개선 및 강화 규정화를 통한 우수 대학원 장학제도 홍보
- 학부연구생 제도의 학부 정규 프로그램 정착화

MSE Undergraduate Research Internship (MURI)

MURI 프로그램의 목표

- 전체 학부생 대상의 학부연구생 프로그램 추진
- 학부생 R&D에 대한 벽 허물기를 통해 우수학생 대학원 선발강화

운영전략

- Cyber Lab구축: Lab 정보 공유를 통한 대학원 홍보 및 교육강화
- Open Lab: Off-line으로 정규교과 프로그램 운영 (1학점 정규교과화)
- 기대성과: 학부생 취업률 및 대학원 진학을 상승효과기대

Cyber Lab 구축방안

- 기초공동: 진로, 기업가정신, 공학핵심심양
- 핵심응용: 학부연구생 대상 MSE Lab 연구소개 (학부생 R&D 커뮤니티 형성)
- 프로젝트 참여: 대학원생 주도교육 (Convertible Classroom 개념 적용)

그림. 2_17 전북대학교 기계시스템공학과 학부연구생 인턴십 프로그램 (MURI 프로그램)

- ✓ 기계시스템공학부 학부과정생 전원이 참석할 수 있는 학부연구생 인턴십프로그램 추진(그림 2_16참조)
- ✓ 학부 졸업과정에 학부연구생 제도 의무화 (1학점 필수체계 도입) 및 Cyber Lab 체계를 통해 학부전원

참석가능 Platform 구축

- ✓ Mech-master 프로그램의 확대 및 학·석사 연계과정을 통한 우수 학부생의 대학원 진학 활성화
- ✓ 학부연구생의 연구과제참여를 통한 연구과제 참여 인건비 및 국내외 학술대회참가 지원 강화
- 학부생 대상 우수 모교 졸업 석박사생 및 산학전문가 초청 자유 강연 개최: 모교 우수 졸업 석박사 인력 및 산학전문가 초청 강연을 통한 대학원 진학 필요성 및 관심 유도

■ 우수 외국인 학생 유치 계획

- 대한민국 대학원 교육선호도 분석

[참조 표 2_4 외국인 학생들의 한국에서 박사학위 취득 이유 분석]

표 2. 한국에서 박사학위를 취득한 이유

(단위: 명, %)

구분	빈도	비율
전체	489	100,0
장학금, RA 등 학비지원이 많아서	79	16,2
연구시설 등 연구 환경이 좋아서	184	37,6
교수진과 교육과정 등 교육의 질이 좋아서	89	18,2
한국 대학에서 공부하고, 학위를 받고 싶어서	95	19,4
한국에서 일자리를 얻고 싶어서	13	2,7
기타	29	5,9

※출처: 외국인 국내 박사학위 취득자 현황/송창용, 김혜정/2015

- 외국인 학생들이 국내 대학원 진학을 고려하는 이유 분석
 - ✓ 외국 학생들의 70% 이상은 한국 교육시설 및 교수진의 우수성으로 대학원을 선택
 - ✓ 약 20%의 학생들은 한국에 대한 관심으로 국내 대학원 진학을 고려
 - ✓ 한국에 정착하여 취업을 바라는 학생은 약 3%가 되지 않음
- 외국인 학생 유치 전략
 - ✓ 교육연구팀의 인텔리전스 기반 정밀·부품 장비 분야의 우수 연구 사례(반도체 MI 장비 시스템) 홍보를 통한 Global Impact R&D 선도적 비전 홍보
 - ✓ 전북대학교의 ‘Feeling Korea’ 프로그램 등을 통한 한국 문화 체험 유도 및 대학원 홍보
 - ✓ Global MOOC Contents 제작 및 온라인 홍보를 통한 교육프로그램 우수성 홍보
- 대학본부 정책 활용: AUEA(아시아대학 교육연합 프로그램) 활용 우수 인재 유치
 - ✓ 전북대학교는 2018년부터 아시아의 세계적인 대학들과 MOA를 전략적으로 체결하고 아시아대학과의 교육연합 프로그램을 선도 중에 있으며, 본 교육연구팀은 아시아 우수대학의 외국인 인재를 선발하기 위한 체계적인 홍보를 본부의 지원 기반 하에 적극적인 개별 연구실 Contact 및 홍보 추진
 - ✓ 또한, 현재 본 교육연구팀과 교류 중인 필리핀 제 1 대학인 Univ. of Phillipines과 대만의 Chang Gung 대학과의 개별적인 교류를 통해서 필리핀과 대만, 중국 등 우수 인재 유치를 위한 체계적인 홍보 추진

2.3 대학원생의 취(창)업 현황

① 취(창)업을 및 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2019.2/2019.8 졸업한 교육연구팀 참여교수의 지도학생 취(창)업률 실적

(단위: 명, %)

구분		졸업 및 취(창)업현황						취(창)업률 (%) (D/C) × 100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2019년 2월 졸업자	석사	8	2	0	0	6	3	62.5000%
	박사	2	X		0	2	2	
2019년 8월 졸업자	석사	3	0	1	0	2	1	80.0000%
	박사	3	X		0	3	3	
계	석사	11	2	1	0	8	4	50.0000%
	박사	5	X		0	5	5	100.0000%

2.3 대학원생의 취(창)업 현황

① 취(창)업률 및 취(창)업의 질적 우수성

▪ **김준호 석사(지도교수: 김대석): KLA KOREA 취업**

: 김준호 졸업생은 “실시간 일체형 분광편광 간섭계의 광학적 안정성 연구”를 주제로 2020년도 2월에 전북대학교 기계시스템공학과에서 석사학위를 수여하였으며, 졸업 후 반도체 MI(Measurement & Inspection) 장비산업 분야의 세계 1위 기업인 미국 KLA사의 한국 지사인 KLA Korea에 입사함. 김준호 졸업생이 수행한 “실시간 일체형 분광편광 간섭계의 광학적 안정성 연구”는 국내 대표 반도체 부품장비기술학회인 한국반도체디스플레이기술학회에서 개최한 2019년 춘계학술대회에서 우수논문상을 수상하였으며 전북대학교 기계시스템공학과 광기술연구실(Optical Metrology Lab)에서 현재 진행 중인 Dynamic Spectroscopic Ellipsometer의 기술사업화를 위한 매우 중요한 연구 성과를 포함하고 있음. KLA사는 현재 삼성전자와 Hynix를 포함한 전세계 반도체산업 생산공정에 사용되는 Spectroscopic Ellipsometer 기술을 통한 반도체 나노박막 및 패턴 측정분야에 있어 전 세계적으로 독점적인 위치에 있는 회사로 본 교육연구팀에서 지향하는 Global Impact 교육/연구체계를 통해 배출된 세계적 경쟁력을 갖춘 대학원생 취업의 대표적인 사례임

▪ **윤상영 석사(지도교수: 김은호): UAE Khalifa University 연구원**

: 윤상영 졸업생은 전북대학교 기계시스템공학과 대학원에서 석사과정을 이수(2017.03 ~ 2019.02)하였으며, 첨단구조역학연구실(지도교수 김은호)에서 “구조물에 부착된 광섬유센서의 변형을 전달률연구”, “입자센서를 이용한 고립파기반 비파괴검사 연구” 등 여러 연구에 참여하였음. 다양한 구조물의 유한요소구조해석, 입자센서 제작 및 비파괴검사실험 경험이 풍부하며 이를 바탕으로 본 연구실과 고립파기반 비파괴검사관련 공동연구를 수행하고 있는 아랍에미리트 Khalifa University의 김태연 교수/Andreas Schiffer 교수 연구팀에 연구원으로 취업하였음. Khalifa University는 아랍에미리트에서 1위의 연구중심대학이며, 국가차원의 대대적인 투자로 세계적으로 대학순위가 가파르게 상승하고 있는 추세에 있는 우수한 대학임. 윤상영 졸업생은 Khalifa University에서 입자센서를 이용한 고립파기반 비파괴검사 관련 해석과 실험적 연구를 수행하고 있으며, 특히 탄소섬유 복합재료 구조물의 충격 손상을 검출하기 위한 연구, 탄소섬유 복합재료의 섬유 적층에 따른 고립파 특성 연구, 고립파를 이용한 인공뼈시편의 다공성을 특성을 분석하기 위한 연구를 활발히 수행하고 있음

▪ **김종태 박사(지도교수: 유범상): 삼성전자 취업**

: 김종태 졸업생이 취업한 삼성전자는 전자 제품을 생산하며 정보통신기술(ICT)에 대한 개발을 진행하고 있는 대한민국의 기업임. 삼성전자는 삼성그룹 안에서도 가장 규모가 큰, 삼성그룹을 대표하는 기업이기도 함. 삼성전자 LED 사업부는 차세대 광원인 친환경 LED(Light Emitting Diode) 사업을 담당하는 사업팀으로 조명, 전장, IT, 스마트라이팅 플랫폼(IoT), 특수 LED 등에 적용되는 LED 소자 (Epi, Chip, PKG)와 광학, 방열, Driver 등을 포함한 조명 모듈 및 엔진을 개발하고 있으며, 영업·마케팅, 공정, 양산, 품질관리, 고객지원 등을 담당하고 있음. 김종태 졸업생은 삼성전자 LED 사업부에서 LED 개발그룹에서 일하고 있으며, 박사과정동안 공부하였던 생산 자동화에 관한 지식을 바탕으로 LED 생산 공정에 관한 연구를 진행하였으며, 연구결과를 실제 제조 공정에 적용, LED 생산 자동화 라인의 구축에 큰 기여를 하였음

▪ **김경철 박사(지도교수:유범상): 농촌기술실용화재단 취업**

: 김경철 졸업생이 취업한 농촌진흥청은 1962년 발족을 이후로 현재까지 우리나라의 첨단농업의 선두주자로 농업과학기술의 연구개발, 보급, 교육훈련 및 국제 기술협력과 국민식량의 안정적 공급, 농 식품 산업의 경쟁력 향상, 농업인 복지, 농촌 활력 증진등 농촌진흥에 관한 사무를 맡고 있음. 김경철 졸업생이 재직 중인 농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부 스마트팜 개발과는 4

차 산업혁명을 맞이하여, IT기술 융복합을 통한 농작업의 자동화, 로봇화 및 정밀농업기술, 식물을 연중 안정적으로 생산할 수 있는 식물공장시스템, 축산자동화 및 가축 사양 관리 기술 연구를 수행하고 있음. 김경철 졸업생은 박사과정 동안 공부한 시설온실 방재로봇 연구를 바탕으로 **농업 로봇 시스템 및 무인 드론 활용 연구**를 진행하고 있으며, 현재는 **스마트 온실의 토마토 수확로봇에 관한 연구**를 진행하고 있음

▪ **이정환 박사(지도교수:오성훈): 한국폴리텍대학 김제캠퍼스 교수 임용**

: 이정환 졸업생은 전북대학교 기계시스템과 박사학위를 2019년 2월에 수여 받았음. 석사과정 중 “자동차용 브레이크 부품의 가공특성 연구”, 박사과정 중 “발전소 초고압 밸브 강인 A182의 가공특성 및 신뢰성 연구” 를 수행함. 석사 과정 후 두산인프라코어 엔진BG의 R&D 연구원으로 5년간 근무하면서 디젤엔진의 내구신뢰성 검증 및 엔진 설계 업무를 담당하였음. 2016년 회사 퇴사 후 전북대학교로 복귀하여 풀타임 박사과정, 강의전담교수의 임무를 수행함. 이정환 졸업생은 기계과를 졸업하여 대기업 연구원으로 근무하면서 생산공학을 실무에 적용하였으며 박사과정을 통하여 생산 최적화, Residual Stress 분야 연구에 매진 하였음. 또한 2019년 연구재단 주관 “학문균형발전지원(창의도전) 사업” 에 선정되어 2022년까지 3년간 1.5억원의 연구비를 지원받고 있음. 주제는 CFRP와 AFRP를 혼용한 새로운 복합 소재를 개발하고 가공특성을 분석하여 전용 공구를 개발하는 과제로 이를 통해 **강인성을 가진 새로운 복합소재 개발, 섬유 복합소재의 가공특성과 내구신뢰성에 대한 연구 결과**가 기대됨. 그리고 한국폴리텍대학 김제캠퍼스 기계시스템과 교수로 2020년 3월 임용되어 해당 학과에서 기계설계, 정밀 측정 분야의 강의를 담당하고 있음. 또한 한국기계기술학회 총무이사로 선임되어 활발한 학술활동을 하고 있으며 앞으로 복합소재의 가공 최적화, 전문대학 졸업생의 공학적 소양 향상을 위해 노력하고 있음

② 졸업자의 대표적 취(창)업 사례 (최근 10년)

<표 2-3> 최근 10년간 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 졸업생 대표적 취(창)업 사례

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (박사/석사)	학위취득 시 학과(부)명	재학 시 BK21사업 참여 여부 (Y/N)	최종학위 (박사/석사) 및 수여 대학/학과	현 직장 및 직위
대표 취(창)업 사례의 우수성							
1	XXXX	2013.02	석사	기계시스템공학과	N	동일	ASML Company (미국)
	<p>해외 공학교육봉사 및 전북대 연구원 활동을 거쳐 2016년에 광기술분야 세계 Top 3 대학 University of Arizona에 입학한 후 2019년도에 동대학 College of Optical Science 대학원 석사학위를 받았으며, 졸업 후 반도체 Lithography 장비 세계 1위 기업인 ASML 자회사인 미국 CYMER사에 입사, 현재 EUV Lithography 광원 시스템개발 연구원으로 재직 중</p>						
2	XXX	2012.02	석사	기계시스템공학과	N	동일	LG전자소재생산기술원
	<p>XXXX 업생은 졸업 후 국내 IT 대표기업인 LG전자의 소재생산기술원에 입사하였으며, 지난 8년간 LG전자의 대표사업인 디스플레이와 전지 생산설비 중 광기술을 이용한 초정밀 검사측정기술에 대한 다양한 선도적인 R&D를 통해 5건 이상의 검사장비 양상적용 성과를 달성함. 현재 LG전자 소재생산기술원 선임연구원으로 광 검사기술 분야의 핵심 엔지니어로 활동 중</p>						
3	XXX	2015.08	석사	기계시스템공학과	N	동일	만도 (중국)
	<p>XXXX 업생은 석사과정동안 “환형 가스터빈 연소기 홀 Cross-flow 유동특성에 관한 실험적 연구”를 한 후 (주)만도차이나에 입사하였음. 석사과정동안 컴퓨터 프로그래밍 언어를 체계적으로 공부하고 데이터 분석에 이용하는 등, 실험 데이터 분석 및 예측에 남다른 노력을 기울여 왔음</p>						
4	XXXXXX	2019.02	박사	기계시스템공학과	N	동일	김제폴리텍대학 교수
	<p>XXXX 업생은 석사과정 중 “자동차용 브레이크 부품의 가공특성 연구”, 박사과정 중 “발전소 초고압 밸브 강인 A182의 가공특성 및 신뢰성 연구”를 수행하여 학위를 받고 강인성을 가진 새로운 복합소재 개발, 섬유 복합소재의 가공특성과 내구신뢰성에 대한 연구를 진행함. 현재 한국폴리텍대학 김제캠퍼스 기계공학과 교수로 재직 중</p>						
5	XXX	2019.08	박사	기계시스템공학과	N	동일	삼성전자
	<p>XXXX 업생은 박사수료이후 삼성 LED 개발 그룹에 입사하였음. 입사이후 기업에서 LED 자동화 공정에 관한 연구를 진행 하였으며, 트리즈 기법등의 교육을 성실히 이수하였음. 이 후 박사졸업 논문인 “광소자 유연 셀 부착 시스템 성능 향상을 위한 트리즈 활용 설계에 관한 연구” 결과를 바탕으로 실제 생산 공정에 적용하여 큰 효과를 거두었음</p>						

② 졸업자의 대표적 취(창)업 사례 (최근 10년)

<표 2-3> 최근 10년간 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 졸업생 대표적 취(창)업 사례

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (박사/석사)	학위취득 시 학과(부)명	재학 시 BK21사업 참여 여부 (Y/N)	최종학위 (박사/석사) 및 수여 대학/학과	현 직장 및 직위
	대표 취(창)업 사례의 우수성						
6	XXXX	2018.02	박사	기계시스템공학과	N	동일	농촌진흥청
	<p>XXX 업생은 농업용 로봇의 구성요소 및 스마트온실에 관한 연구를 다양하고 체계적으로 진행 하였으며, 농업용 로봇에 관한 여러 국가 연구 과제를 수주하여 진행하였음. 박사과정동안 “시설 원예 방제를 위한 농업용 듀얼 로봇 시스템 연구”를 한 후 농업기술실용화재단에 입사하였음. 현재는 농촌진흥청 스마트팜 개발과 에서 스마트 온실 방제로봇 및 수확로봇 등에 관한 연구업무를 담당하고 있음</p>						
최근 10년간 졸업생 수			석사	48		6	
			박사	11			

3. 대학원생 연구역량

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

① 대학원생(졸업생) 대표연구업적물의 우수성

<표 2-4> 최근3년간 참여교수 지도학생(졸업생) 대표연구업적물

연번	최종 학위 (박사 /석사)	졸업생 성명	세부 전공 분야	졸업 연월	실적구분	대표연구업적물 상세내용
1	석사	Dafsari, Reza Alidoost	유동제어 및계측	2018.02	저널논문	저자명: Reza Alidoost Dafsari, Hyung Ju Lee, Jeongsik Han, Dong-Chang Park, Jeekeun Lee
						논문제목: Viscosity Effect on the Pressure Swirl Atomization of an Alternative Aviation Fuel
						학술지명: Fuel
						권(호), 페이지: 240, 179-191
						공동주저자 중 대표업적물 제출 대학원생 수: 1
						게재 연도: 2019
						DOI 번호: 10.1016/j.fuel.2018.11.132
2	석사	Rezaei, Shahnaz	유동제어 및계측	2019.02	저널논문	저자명: Shahnaz Rezaei, Foad Vashahi, Gyongwon Ryu, Jeekeun Lee
						논문제목: On the Correlation of the Primary Breakup Length with Fuel Temperature in Pressure Swirl Nozzle
						학술지명: Fuel
						권(호), 페이지: 258, 116094
						공동주저자 중 대표업적 제출 대학원생 수: 1
						게재연도: 2019
						DOI 번호: 10.1016/j.fuel.2019.116094

연번	최종 학위 (박사 / 석사)	졸업생 성명	세부 전공 분야	졸업 연월	실적구분	대표연구업적물 상세내용
3	석사	Rastogi, Akanksha	생산자동화및생산관리	2018.08	저널논문	저자명: Akanksha Rastogi, Beom Sahng Ryuh
						논문제목: Teat Detection Algorithm: YOLO vs. Haar-cascade Teat Detection Algorithm: YOLO vs. Haar-cascade
						학술지명: Journal of Mechanical Science and Technology
						권(호), 페이지: 33, 1869-1874
						공동주저자중 대표업적 제출 대학원생 수: 1
						게재연도: 2019
						DOI 번호: 10.1007/s12206-019-0339-5
최근 3년간 졸업생 수			석사	17	3	
			박사	7		

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

① 대학원생(졸업생) 대표연구업적물의 우수성

- Dafsari et al., “Viscosity effect on the Pressure Swirl Atomization of an Alternative Aviation Fuel”, *Fuel*, 240, 179-191, 2019

: Alidoost Dafsari Reza (재학기간: 2016.09.01.~2018.02)는 석사과정 동안 항공용 가스터빈 연소기에 사용되는 연료의 저온 분무 미립화 특성을 연구하였음. 연구 목적은 항공용 연료의 연료 온도 변화에 따른 점도변화 예측 및 분무 미립화 특성을 평가하고 연료 점도 변화에 따른 유량계수, 액적 크기, 크기 분포 등 미립화 특성을 정량적으로 평가하는 것임. 이를 위해 항공용 가스터빈 연소기에 사용되는 Pressure Swirl Atomizer를 사용하였으며, 연료 점도 변화를 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 범위에서 조사하였음. 특히 저온 영역($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$)에서 발생하는 비정상 특성 해석을 중점적으로 조사하였음. 항공용 연료 온도 조절을 위해 고온 및 저온 생성장치, 정밀 온도제어 장치를 제작하여 이용하였고, Laser Diagnostic(PIV, PDA 등) 방법을 적용하여 액적크기-속도 동시 측정에 의한 상관성을 조사하였음. 특히 레이저 광학 계측에 필요한 글질물을 실험실에서 개발한 방법 적용 계산함으로써 액적 크기 계산의 정확성을 향상시켰음. 주요 연구 결과는 다음과 같음. 연료 온도가 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 로 변화할 때 연료의 점도는 0.4 cSt에서 10.7 cSt로 최대 26 배 증가하며, 이에 따른 유량계수는 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이하부터 급격하게 감소함을 확인하였음. 연료 점도에 따른 분무각은 최대 10 deg 이상 큰 변화를 나타내며, 낮은 분사압력에서는 연료 분사압력보다 점도의 변화에 더 큰 영향을 받음을 구명하였음. 이와 관련된 수학적관계식을 온도와 분사압력의 함수식으로 제시하였음. 평균 액적 크기(SMD(μm))는 연료 온도 감소에 따라 점도감소로 인하여 최대 65 % ($45\text{ }\mu\text{m}$)의 차이를 나타내며, WMSMD는 최대 74 % 증가하는 결과를 나타냈음. 연료 분무를 구성하는 수밀도 변화는 최대 60 % 변화하며, WMSMD를 예측하기 위한 관계식을 연료 온도와 점도의 함수로 제시하였음. 또한 기존 결과와 비교를 통해 저온 분무의 중요한 특징인 유량계수(Cd)의 저하 및 평균액적 크기 증가, 액적 수밀도 변화와 같은 중요한 특징을 구명하였음. 연구 결과를 요약하여 “Viscosity Effect on the Pressure Swirl Atomization of an Alternative Aviation Fuel”의 논문을 작성하고 *Fuel*지 게재하였음. *Fuel*의 IF는 5.537, 보정 ES는 2.63181로 연료와 관련된 저널로는 최상위권으로 평가되고 있으며 열유체공학분야 상위 5.2%의 매우 우수한 저널임. 기존 논문과 달리 저온 연료의 특성을 상세히 조사하고 물리적 현상을 수식으로 정리하여 제시함으로써 결과의 일반성 및 응용성 확보하였음. 때문에 FWCI가 6.4228로 전세계 평균대비 542% 논문이 더 많이 인용되고 있음

- Rezaei et al., “On the Correlation of the Primary Breakup Length with Fuel Temperature in Pressure Swirl Nozzle”, *Fuel*, 258, 116094, 2019

: Shahnaz Rezaei (재학기간: 2017.03~2019.02)는 석사과정 동안 연료 분무 미립화 특성에 대한 연구를 수행하였음. 특히 항공용 가스터빈 연소기에 사용되는 Pressure-swirl 분무기의 액막 분열 거동에 대해 심도 깊은 연구를 수행하였음. 연구 목적은 선회형 노즐 선단에 형성되는 초기 분열 과정을 실험적으로 측정하고 지금까지 보고된 이론 및 반실험식(Semi-empirical Equations)과 비교를 통하여 예측 가능한 수학적 관계식을 제시하는 것임. 이를 위해 항공용 가스터빈 연소기에 사용되는 Jet A-1 연료를 최고 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 까지 냉각하여 연료의 점도를 최대 10배까지 증가시켰으며, 연료의 점도가 초기 액막 분열과정에 미치는 영향을 조사하였음. 실험적 연구를 위해 고속카메라와 연속 발진 레이저를 광원으로 이용하였으며, 고화질 이미지를 획득하기 위해 PIV가 사용되었음. 초기 액막분열-액적 생성 특성을 조사하기 위해 2차원 PDPA가 사용되었음. 지금까지 수행된 대부분의 분무 미립화 특성 평가는 상온 대기압 조건에서 수행되어 고고도 비행체에 탑재된 연소기의 분무 미립화 특성을 예측할 수 없었음. 따라서 본 연구의 중요성은 실제 연소기 작동 환경을 모사함으로써 연소기 개발자가 직접적으로 참고할 수 있는 데이터를 수학적

관계식으로 제시한 것에 있음. 주요 연구 결과는 다음과 같음. 연료 점성이 증가함에 따라 노즐 오리피스 내부의 공기 코어 크기가 감소하여 노즐 유량계수가 기하급수적으로 증가한다. 특히 0 °C 이하의 저온 영역에서 유량계수 증가 경향이 0 °C 이상일 때보다 2배 이상 높게 나타남. 이 결과는 지금까지 보고된 결과와 다른 것으로 엔진의 추력을 결정하기 위한 연료량 공급 계산에 활용될 수 있는 중요한 것임. 액막 두께는 연료 온도가 감소함에 따라 증가함 특히, 0 °C 미만의 저온 영역에서는 액막 두께가 상온에서 보다 2배 증가함을 확인하였음. 이러한 결과는 연료의 점성이 증가하고 레이놀즈 수가 감소하기 때문임. 또한 1차 및 2차 분열 길이는 연료 온도가 낮아지고 분사 압력이 증가함에 따라 기하급수적으로 증가함. 1차 분열 길이는 6bar의 주입 압력에 대해 +60 °C ~ -30 °C의 연료 온도 변화로 최대 3.8배의 차이를 나타냈음. 연료 온도가 감소함에 따라 저온 영역의 노즐 내 공기 코어 크기 감소 중 발생하는 불안정성으로 인해 분열 길이의 표준 편차가 증가함. 이와 같은 실험결과를 기존의 결과와 비교해 보면, 1차 분열 길이를 비교했을 때, 지금까지 제안된 관계식이 연료 온도 변화에 따른 점성 효과를 고려하지 않았거나, 이를 과소평가하였기 때문에 예측값은 측정값보다 최대 3-7배 높게 나타났음. 따라서 기존 표현 대신 1차 분열과정을 예측을 위한 새로운 관계식을 점도와 분사 압력의 영향을 고려하여 새로운 관계식을 제시하였음. 연구 결과를 요약하여 “On the Correlation of the Primary Breakup Length with Fuel Temperature in Pressure Swirl Nozzle”의 논문을 작성하고 Fuel지 게재하였음. *Fuel*의 IF는 5.537, 보정 ES는 2.63181로 연료와 관련된 저널로는 최상위권으로 평가되고 있으며 열유체공학분야 상위 5.2%의 매우 우수한 저널임. 본 논문의 연구 결과는 향후 정밀 부품 제조 시 발생할 수 있는 열유동 문제를 해결하는데 유용하게 활용될 수 있으며, 특히 유체의 저온 특성을 활용하여 다양 장치의 냉각 등에 활용될 수 있음

- **아강사라스도기, “Teat detection algorithm: YOLO vs. Haar-cascade”, Journal of Mechanical Science and Technology, 33, 1869-1874, 2019**

: 아강사라스도기 (재학기간 2016.09.01. ~ 2018.08.22.)는 석사과정동안 지능형 착유로봇에서 사용할 수 있는 실시간 젖소 유두 추적 알고리즘을 연구하였음. 연구 목적은 착유로봇에서 비전시스템을 통해 유두를 인식하고 유두의 위치를 인식하여 착유컵을 유두로 이송시키기 위하여 Deep learning을 이용하여 유두 인식과 위치인식을 하는 것임. 이 전에 학술대회에 게재한 Haar cascade 기법을 통해 유두를 인식한 결과 오차가 있어 YOLO(You Only Look Once)프로그램을 통해 유두를 인식하는 방법을 고안함. YOLO 학습을 하기위하여 Ubuntu 16.04 LTS(64bit) 환경에서 GEFORCE GTX 1050 OC 그래픽 카드로 Python을 이용하여 학습을 진행하였음. 학습의 파라미터는 load :61625(학습에 사용한 사진 개수), threshold(0.5), gpu(0.7)임. 학습을 진행 한 후 모형 유두와 stereo 카메라를 이용하여 유두 인식 및 위치인식에 대한 실험을 진행함. 카메라를 삼각대에 고정시킨 후 유두와 같은 반경의 가상의 원을 그려 카메라의 위치를 변화시키면서 실험을 진행하였음. Haar Cascade 기법과 YOLO기법 두 개를 이용하여 실험결과 Haar cascade 기법을 통해 유두의 인식은 평균 1~2개가 나왔으며 YOLO 기법을 이용하여 유두를 인식한 결과 평균 3~4개의 인식률을 보여 YOLO기법을 통해 유두를 인식하는 것이 더 좋다는 결과가 나옴. 실험을 통해 카메라를 통해 유두를 인식하는 것은 사람의 눈으로 인식하는 것보다는 좋지 않지만 로봇을 이용하여 착유를 진행할 때 카메라의 위치를 이동시킬 수 있으므로 YOLO기법을 사용하여 유두를 인식할 수 있다고 판단됨. 연구결과는 Journal of Mechanical Science and Technology지에 게재되었고, KSME의 IF는 1.221, 보정ES는 0.45996으로 기계과학 분야에서 우수한 논문지로 평가 되고 있음. 본 논문은 국내에서 연구가 진행되지 않은 지능형 착유로봇에 관한 연구로 우수하게 평가됨

② 대학원생(졸업생) 연구업적물의 우수성 (별도 제출/ 평가)

<표 2-5-1> 최근 3년간 참여교수 지도학생 중 대학원생(졸업생) 연구업적물 환산 편수
(건축 분야의 건축학만 해당)

구분	실적			전체기간 실적
	2017년 2/8월 졸업자	2018년 2/8월 졸업자	2019년 2/8월 졸업자	
연구재단 등재(후보) 지 논문 환산편수	0	0	0	0
국제저명 학술지 논문 환산편수	0	0	0	0
기타국제 학술지 논문 환산편수	0	0	0	0
국어 학술저서 환산편 수	0	0	0	0
외국어 학술저서 환산 편수	0	0	0	0
저서 또는 논문 총 환 산편수	0	0	0	0
평가대상 1인 당 연구업적물 환산편 수	0.00			0.00
지도학생 최근 3년간 환산졸업생 수	0.00			

③ 대학원생(졸업생) 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-6> 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 대학원생(졸업생) 학술대회 발표실적

연번	최종학위 (박사/석사)	졸업생 성명	졸업 연월	발표 형식(구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	석사	최인호	2018.02	구두	저자: 최인호, 김대석
					논문제목: 스냅샷 관광분광간섭계를 이용한 박막두께 및 나노패턴 실시간 모니터링
					학술대회명: 2018 차세대 리소그래피학술대회
					공동주저자 중 발표실적 제출 대학원생 수: 1
					발표연도 및 장소: 2018 (인천, 대한민국)
2	석사	윤상영	2019.02	구두	저자: 윤상영, 김은호
					논문제목: 분포형 광섬유 센서의 변형율 전달률
					학술대회명: 2018년 한국복합재료학회 춘계학술대회
					공동주저자 중 발표실적 제출 대학원생 수: 1
					발표연도 및 장소: 2018 (제주, 대한민국)
3	석사	Akanksha Rastogi	2018.08	구두	저자: Akanksha Rastogi, 유범상
					논문제목: Real-Time Teat Detection using Haar Cascade Classifier in Smart Automatic Milking System
					학술대회명: 2017 7th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering
					공동주저자 중 발표실적 제출 대학원생 수: 1
					발표연도 및 장소: 2017 (Penang, Malaysia)
최근 3년간 졸업생 수		석사		17	3
		박사		7	

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

③ 대학원생(졸업생) 학술대회 대표실적의 우수성

▪ **최인호 석사(지도교수:김대석): 2018 차세대 리소그래피학술대회**

: 최인호 석사과정 졸업생이 2018 나노리소그래피학술대회에서 구두 발표한 “스냅샷 편광분광 간섭계를 이용한 박막두께 및 나노패턴 실시간 모니터링” 연구논문은 반도체 박막 및 패터닝 공정 균일도를 측정하는 반도체 MI 분야의 핵심장비인 Spectroscopic Ellipsometer(SE)에 관련된 연구로서 반도체소자 생산 수율(Yield)을 높이기 위해 **공정 균일도를 고속으로 수행할 수 있는 가능성 및 구체적인 방법론을 처음으로 발표한 논문으로 2018 나노리소그래피학술대회에서 기술 혁신성을 인정받아 우수논문상을 수상함.** 매년 개최되는 나노리소그래피학술대회는 삼성전자와 하이닉스의 두 반도체 대표기업이 후원하고 한국광학회에서 학술대회를 주관하는 국내 최고 수준의 반도체 lithography기술 전문학술대회이며, 반도체 Lithography 장비의 세계 1위 기업인 네덜란드의 ASML사에서 적극적인 후원을 하는 세계적 규모의 학술대회임. 본 논문은 전북대학교 광기술연구실에서 현재 기술사업화를 추진 중인 ‘일체형 편광분광간섭모듈’에 기반한 Dynamic SE 기술 및 초고속 SE Mapper 기술의 근간이 되었던 **외란 강인성을 확보한 최초의 간섭기반 분광타원편광계에 대한 연구**로 간섭계를 분광타원편광계에 접목 시 측정시료를 간섭계 외부에 위치시킴으로써 간섭계의 단점인 외란 강인성을 증명하였음. 본 논문의 핵심결과는 2012~2016년에 수행된 한국기계연구원 주관 산업원천기술개발사업인 “폭 1m급 광학필름용 원통형 나노패터닝 공정장비개발” 과제의 참여과제(‘Sub-30 nm급 패턴의 3차원 형상 분석 기술 개발’)로 개발된 기술에서 진화되었으며 **2016년 국내특허 등록(10-1798957) 후 2018년 미국특허에도 등록(US 10,132,686 B1)된 차별성을 갖추고 있는 연구에 관한 것임.** 또한 본 논문에서 다루고 있는 실시간 모니터링 응용 및 높은 안정도의 적용결과는 현재 상용화를 진행 중인 Dynamic SE 기술의 이론적 근간이 되었으며 **2018년도 미국 광학회의 대표학술지인 Optics Express에 게재됨**

▪ **윤상영 석사(지도교수:김은호): 2018 한국복합재료학회**

: 윤상영 학생이 2018년 한국복합재료학회 춘계학술대회 논문집에 발표한 “분포형 광섬유 센서의 변형율 전달률” 은 구조물의 건전성을 모니터링하고 외부의 충격이나 과도한 하중에 의한 손상을 감지/평가하기 위해 연구되고 있는 분포형 광섬유 센서의 변형율 전달률에 대한 연구를 다루고 있음. 해당 논문에서는 다음과 같은 내용을 다룸. 분포형 광섬유 센서에 사용되는 실리콘계열의 광섬유는 깨지기 쉬운 특성을 가지고 있어 주로 인성이 강한 재질로 코팅을 해서 사용하며, 구조물에 부착할 때는 주로 접착제를 사용함. 구조물에 부착된 광섬유 센서는 상대적 강성이 작은 접착층과 코팅층으로 인해 구조물의 변형율이 100 % 광섬유 센서에 전달되지 않아 구조물의 변형율이 저평가되는 경향을 보임.코팅층과 접착층을 두껍게 하면 센서의 안전성이 증가하나 변형율의 전달률이 감소되며, 코팅층과 접착층을 얇게 하면 변형율의 전달률은 향상되나 안전성이 떨어지므로, 센서의 안전성과 정확성을 동시에 향상시키기에는 딜레마가 있음. 본 논문은 다음과 같은 창의성과 우수성을 가지고 있음

1) 광섬유센서-코팅층-접착층-구조물로 구성된 단순화된 해석모델을 이용하여 수학적으로 구조물에서 광섬유로 전달되는 변형율의 전달률을 유도하였으며, 이를 역으로 이용하여 광섬유 센서의 변형율 신호를 보정하여 **더 정확하게 구조물의 변형율을 추정하였음**

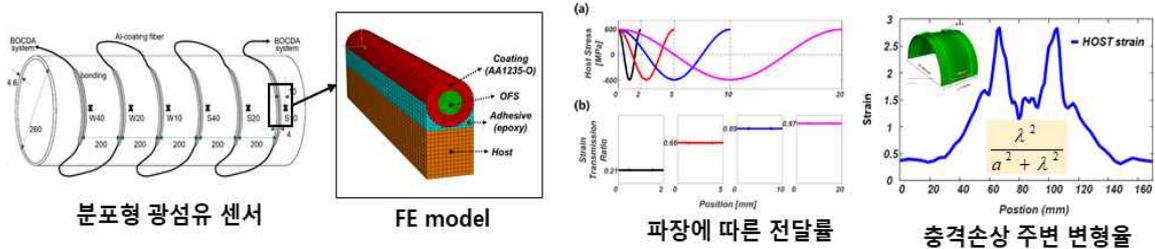
2) 본 연구결과를 활용하면 광섬유 센서의 안전성을 향상(코팅/접착층의 두께를 향상)시키면서도 구조물의 변형율을 정확하게 측정 할 수 있으며, **변형율 분포가 변하는 일반적인 상황에도 적용이 가능하여 실용성이 큼**

3) 본 연구의 실용화를 위해 분포형 광섬유 센서 시스템을 개발하고 있는 한국표준과학연구원

권일범 박사 연구팀과 공동연구를 수행하고 있음

4) 본 연구의 우수성을 인정받아 본 학술대회에서 **우수논문발표상**을 수상함

해당 논문은 구조물의 넓은 영역에서 변형을 분포를 안전하고 정밀하게 파악할 방법을 제시하였으며, 정밀 광 계측 시스템과의 융합연구를 통해 실용화가 가능한 정밀한 분포형 광섬유 센서 기술 개발에 활용될 수 있어 본 교육연구팀의 비전과 목표에 부합함



▪ **아강사라스도기 석사(지도교수:유범상): 2017 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering**

: 아강사라스도기 학생이 2017년 IEEE ICCSCE 논문집에 발표한 “Real-Time Teat Detection using Haar Cascade Classifier in Smart Automatic Milking System” 은 비전 시스템을 통해 젖소의 유두를 찾고 유두의 위치를 찾아 로봇팔이 위치를 인식하여 이송할 수 있도록 하기 위해 유두 인식 및 유두 위치를 감지하는 연구를 다루고 있음. 해당 논문에서는 다음과 같은 내용을 다룸. 젖소를 착유하는 과정은 젖소의 id 카드를 통해 젖소를 인식하여 젖소가 AMS(Autonomous Milking System) 안으로 들어가 유두를 청소하고 카메라를 통해 유두를 인식 한 후 유두위치로 착유컵을 이송시켜 부착시킨 후 착유를 실시함. 카메라를 통해 유두를 인식하기 위하여 Haar cascade classifier 기법을 사용하였으며 본 기법을 사용하기 위해 4741장의 유두 사진과 7356장의 유두가 아닌 다른 사진을 통해 machine learning을 시킴. machine learning은 총 3가지 타입으로 실시하였으며, 첫 번째 타입은 14번의 학습을 3000장의 샘플을 통해 10×20사이즈의 사진을 사용하였고, 2번째 학습은 16번의 학습을 4000장의 10×20사진을 사용하였으며 세 번째 학습은 15번의 학습을 2500장의 25×50사이즈의 사진을 사용하였음. 인식 에러를 줄이기 위하여 ROI(Region of Image)를 사용하여 유두의 특정위치를 찾고 Median blurring, Canny edge detection, contour, extreme point 를 사용하여 에러를 줄이고 유두 끝점의 위치를 인식함. 학습된 데이터를 통해 Kinect camera로 실제 젖소 20마리를 이용하여 실험한 결과 인식을 하지만 에러가 발생함. 에러의 발생은 컴퓨터의 메모리 부족과 그래픽카드의 성능 문제로 인한 에러라고 판단됨. 본 연구의 우수성을 인정받아 본 학술대회에서 **우수논문발표상**을 수상함.

해당 논문은 비전을 이용한 물체 인식에 있어서 Haar Cascade 방식을 사용하는 방법을 제시 하였으며, 정밀 매니플레이터 시스템과의 융합 연구를 통해서 실용화가 가능한 로봇팔을 이용한 물체이동 시스템 개발에 활용 될수 있어 본 교육연구팀의 비전과 목표에 부합함

④ 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-7> 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 실적 등

연번	최종학위 (박사/석사)	졸업생 성명	졸업 연월	실적구분	특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용
1	석사	Reza Alidoost Dafsari	2018.02	특허	발명자: 이지근, Vashahi Foad, Reza Alidoost Dafsari, 라소티아, 이상호
					특허명: 액체 역류방지 기능이 개선된 공기흡입형 노즐
					등록국가: 대한민국
					등록번호: 10-1961136
					등록연도: 2019
2	박사	Vashahi Foad	2019.02	특허	발명자: 이지근, Vashahi Foad, Reza Alidoost Dafsari, 이상호, 라소티아
					특허명: 공기흡입 성능이 개선된 공기흡입형 노즐
					등록국가: 대한민국
					등록번호: 10-1961135
					등록연도: 2019
3	석사	최인호	2018.02	창업	창업자: 최인호
					창업기술명: 센서向 Dynamic Spectroscopic Ellipsometer
					창업회사명: 실험실특화형 창업선도대학 육성사업
					창업자본금: 102,500,000
					창업연도: 2018
최근 3년간 졸업생 수		석사	18		3
		박사	7		

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

- ④ 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 등
실적의 우수성

- **액체 역류방지 기능이 개선된 공기흡입형 노즐(10-1961136), Reza Alidoost Dafsari**
 : Reza Alidoost Dafsari (재학기간: 2016.03~2018.02)는 석사과정 동안 Air Induction Nozzle의 실험적 연구를 수행하였음. Air Induction Nozzle은 액체 내에 공기를 자연흡입 방식으로 섞이게 하여 최종적으로 생성되는 액체 내에 매우 작은 공기 방울을 함유하도록 하는 노즐임. 이 노즐의 주요 작동 원리는 벤투리 효과를 이용하고 있어, 설계가 잘못되면 액체가 벤투리 입구로 역류하는 경우가 발생함. 이를 방지하기 위해 **이론 해석과 더불어 다양한 해석을 통해 역류방지 기술을 개발하고 특허를 출원·등록**하였음. 기존 노즐의 경우 공기흡입 오리피스가 벤투리 선단에 수평으로 설치되어 있음. 따라서 분사 액체가 벤투리 목(Throat) 부분으로 유입될 경우 액체 일부가 Air Orifice 쪽으로 역류하여 당초 공기흡입형 노즐 목적을 상실하거나 Air Orifice 단면적의 일부분을 점유함으로써 매우 불안정한 공기 흡입 현상을 유발하여 분무 특성이 현저히 저하되는 현상을 나타내게 됨. 특허 출원 기술은 기존 노즐과 달리 Air Orifice가 벤투리 몸체 선단으로부터 일정한 경사각(θ)을 갖고 설치함으로써 벤투리 목 부분으로 유입되는 액체의 역류를 방지할 수 있을 뿐만 아니라 공기의 관성력을 이용하여 원활한 공기 유입을 촉진시키는 기술임. 또한 Air Orifice를 벤투리 선단으로부터 일정 길이만큼 떨어지게 설치함으로써 액체의 역류 방지 및 Air Orifice를 통한 공기유입량을 조절 할 수 있는 기술 임. 또한 Air Orifice 경사각(θ) 및 설치 높이(h/R)는 Air Orifice 편심도($e=(r/R) \times 100$ %)를 동일하게 적용함으로써 공기유입을 촉진시키는 기술임. 이 기술 개발과정에서 Reza Alidoost Dafsari는 실험적 연구를 통해 핵심기술 개발에 기여하였음
- **공기흡입 성능이 개선된 공기흡입형 노즐(10-1961135), Vashahi Foad**
 : Vashahi Foad (재학기간: 2014.09~2019.02) 박사과정 동안 이상유동의 해석적 연구에 관심을 갖고 Air Induction Nozzle 내 공기-액체 혼합특성에 대한 연구를 수행하였음. 매우 작은 크기를 갖는 노즐 내부 유동을 VOF 기법을 이용하여 해석하는 과정에서 다수의 와도가 존재함을 발견하였으며, 와도의 움직임과 붕괴 과정을 제어하는데 공기의 운동량이 큰 기여를 함을 밝혀냈음. 이를 기반으로 공기 흡입 및 혼합특성을 개선하는 방안을 제시하고 특허를 출원·등록하였음. 주요 기술로는 기존 노즐의 경우 공기흡입 오리피스가 벤투리 중심과 일치하도록 설치되어 있어 편심도가 0의 값을 가지게 됨. 특허 출원 기술은 기존 노즐과 달리 Air Orifice를 중심에서 편심도($e=(r/R) \times 100$ %)를 갖도록 설치함으로써 선회유동에 의한 원심력을 이용하여 공기 흡입을 촉진하고 벤투리 관 내부에서 공기와 액체가 보다 원활하게 유동할 수 있는 조건을 제시하였음. 또한 Air Orifice 편심도에 따른 회전 방향을 시계 및 반시계 방향으로 제어함으로써 남반구와 북반구에서 사용할 경우 발생할 수 있는 코리올리 효과를 고려하여 노즐 사용의 범용성을 확보하였음. 기존 노즐의 경우 Air Orifice의 개수가 2개 및 4개 등 짝수 개를 갖고 있는 반면 이번에 출원하는 노즐의 경우 홀수 개를 포함 한 다양한 개수로 구성 할 수 있도록 하였음. 따라서 다양한 노즐 구성이 가능하고 요구되는 액체-공기 혼합비를 달성할 수 있음. 이 기술개발 과정에서 Vashahi Foad의 해석적 연구결과는 큰 기여를 하였으며, **실험적 구명과정의 단축을 통한 비용 절감에 많은 기여를 하였음**
- **센서형 Dynamic Spectroscopic Ellipsometer(실험실특화형 창업선도대학 육성사업), 최인호**
 : 2018년도 2월에 석사학위를 수여한 최인호 석사졸업생은 현재 전북대학교 광기술연구실에 박사과정으로 재학 중에 있으며, 2018년 9월부터 시작된 중소기업벤처부 주관의 실험실특화형 창업선도대학 육성사업에 전국에서 선정된 5개 대학 중 전북대가 선정되었을 시 “**센서向 Dynamic Spectroscopic Ellipsometer**” 기술에 대한 사업기획부터 약 1년 6개월의 실험실창업 인큐베이션의 실질적인 책임자인 팀장으로서 광기술연구실에서 개발된 기술을 바탕으로 기술사업

화에 대한 도전적인 활동을 수행함. 실험실 창업과제 수행 기간 중 최인호 대학원생은 본인이 직접 개발한 “고안정도 고속 분광편광계측기술”의 기술사업화에 대한 목표의식을 갖고 센서向 Dynamic spectroscopic ellipsometer 상용화 가능성(원천기술의 long term stability)을 실험적으로 증명하였으며 현재 **기술상용화 수준의 성능을 만족하는 product-level의 Dynamic spectroscopic ellipsometer prototype의 field test version을 완성**한 단계로 2020년 내 법인설립을 통한 실험실 창업의 실질적인 매출 성과를 달성하고자 하는 기술사업화 목표를 수립 함

3. 대학원생 연구역량

3.2 대학원생 연구 수월성 증진계획

① 대학원생 연구현황 및 개선점 분석

■ 연구현황

- **Culture:** 연구실 내 기존 연구주제를 중심으로 하는 논문성과 위주의 연구문화에 익숙해져 **외부(국내의 산업계 및 해외기관 등) 선진 혁신기술 분야 및 기술사업화로의 도전적 연구문화 미흡**
- **System:** 다양한 분야의 교육과정이 운영되고 있지만, 첨단학문과의 기술융합을 실행할 수 있는 **집단연구를 수월하게 할 수 있는 융합교육 체계 미흡**
- **Capability:** 대학원생들의 Global Impact 혁신 R&D 성과 창출에 대한 **동기부여가 다소 미흡하며 선진 해외기관들과의 적극적인 소통을 통한 협력연구역량이 부족함**

■ 연구 수월성 증진을 위한 전략도출

- Global 모험혁신역량을 높이기 위한 **Entreprenurship (기업가정신)에 대한 체득**을 통해 전 세계적인 새로운 시장과 혁신기술에 대한 지속적인 창의적 탐구 및 주도적 도전을 할 수 있는 교육연구 환경 필요
- 개별적으로 진행되는 현재의 제한적 연구문화를 넘어 **연구실 내 팀 연구, 연구실과 연구실 간의 융합연구, 기계시스템공학과 대학원 전체 차원의 집단융합연구** 문화를 조성하기 위해 보다 체계적인 R&D 목표관리 체계구축 및 대학원생들의 적극적 활용 지원 필요

② 대학원생 연구수월성 증진 계획

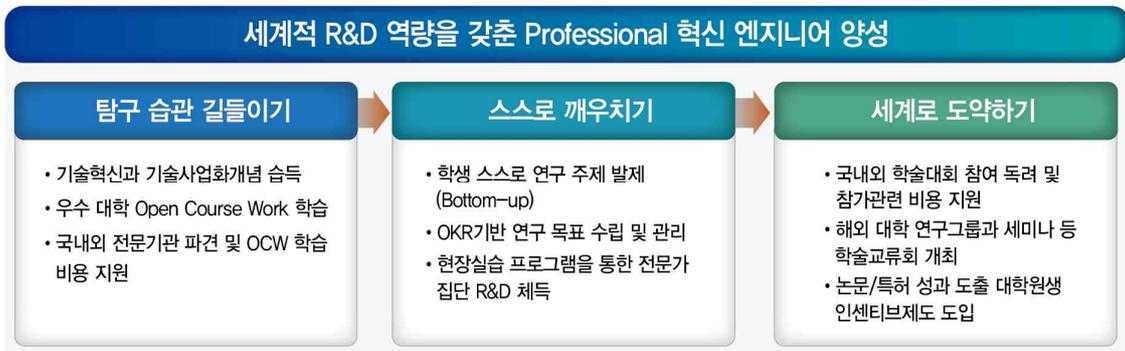


그림. 2_18 본 교육연구팀의 대학원생 연구 수월성 증진계획

■ Step 1: 탐구습관 길들이기

- **Entreprenurship (기업가정신) 교육:** Global Impact R&D를 기반으로 하는 기술사업화의 가능성과 방법론에 대한 깊이 있는 이해를 통해 창의모험정신 교육
- **우수대학 Open Course Work 학습:** 해외 우수 대학의 Open Course Work(OCW) 온라인 교육 환경활용을 통해 전공영어 학습능력을 강화하고 Global 연구주제 선정의 영감을 얻도록 지도
- **국내기업/연구소 견학 및 OCW 수강 경비지원:** 본 교육연구팀에서 가능한 최대의 비용 지원

■ Step 2: 스스로 깨우치기

- **자발적 연구주제 발굴**
 - ✓ 대학원생들 주도적으로 **Balanced R&D 개념을 습득**
 - ✓ 지도교수가 연구주제를 지정하는 기존 방식을 넘어 **대학원생들이 주도적으로 창의적인 연구주제를 도출** 하고, 팀워크를 통해 주제를 정밀하게 다듬어 갈 수 있는 연구문화 구축
 - ✓ 국내외 혁신선도 기관 현장을 통한 **혁신 R&D 주제 도출**
- **OKR(Object & Key-result) 기반의 도전적 목표설정 및 관리**

- ✓ OKR을 통한 자발적 연구성과 관리 및 도전적 목표설정
- ✓ 국내외 혁신선도 기관 현장을 통한 혁신 R&D 주제 도출, Intelligence Innovation Center를 활용한 차별화된 기술사업화 혁신성과 도출
- 현장실습 프로그램: 현장 실무능력 강화를 위한 현장실습 프로그램 신규 개설 및 제도화
 - ✓ 국내외 기업 8주 이상 현장실습 3학점 인정
 - ✓ 정부출연연구소(한국기계연구원, 한국에너지기술연구원, 한국표준과학연구원, 한국자동차연구원 등) 6개월 이상 연구생 파견 3학점 인정
 - ✓ 해외기관 파견 (방학기준 중 15일 이상 파견 1학점 인정, 8주 이상 파견 3학점 인정)

■ Step 3: 세계로 도약하기

- 국내·외 학술대회 발표지원
 - ✓ OKR에 기반하여 창출해낸 연구 결과물들을 국내외 학회에 정기적으로 발표하도록 규정화하고 권고함
 - ✓ 석사과정 권장요건: 국내외 학회 2회 이상 발표, 국내외 저널 1편 이상 주저자 논문 발간 권장
 - ✓ 박사과정 권장요건: 국내외 학회 4회 이상 발표 (국내외 저널 3편 이상 주저자 논문 발간 제도화)
- 해외 대학 연구교류강화
 - ✓ 해외 대학과 MOU 체결을 통한 반기별 주기적인 연구교류 프로그램 운영: 직접방문 및 화상세미나 등
 - ✓ 본 교육연구팀의 국제협력 네트워크 활용을 통한 대학원생들의 인적 네트워크 강화
- 논문/특허 인센티브제도 강화
 - ✓ 국내외 저널논문 게재, 특허등록, 기술이전 성과에 대한 대학원생 인센티브제도 강화
 - ✓ 기술이전 및 기술사업화 성과에 대한 인센티브제도 도입

4. 신진연구인력 운용

4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

① 교육연구팀의 연구인력 현황 및 지원 상황(연구/행정/교육) 분석

■ 교육연구팀의 연구인력 현황

[참조 표 2_5 최근 5년간 교육연구팀의 연구인력 현황]

성명	학위	직위	연구분야	참여기간
Dembele Vamara	박사	연구교수	광메카트로닉스	2018. 4 - 현재
		박사후연구원		2015. 4 - 2018. 3
A. Hamada	박사	박사후연구원	유동해석	2019.7 - 현재
Vashahi Foad	박사	박사후연구원	유동해석	2019.3 - 2019.7
Abdelsalam Dahi	박사	연구교수	광메카트로닉스	2017.12 - 2018.11
Ramachandran Kasu	박사	박사후연구원	광메카트로닉스	2016.9 - 2017.6

- 양적 개요: 최근 5년간 총 5명의 신진연구인력(연구교수 및 Post-Doc)이 본 교육연구팀 관련 활동에 참여
- 국가적 분포: 아시아/아프리카에서 신진연구인력 합류 [아프리카(1명), 이집트(1명), 인도(1명), 이란(2명)]

■ 최근 5년간 교육연구팀 연구인력 연구과제 참여현황

[참조 표 2_6 최근 5년간 교육연구팀 신진연구인력 연구과제참여활동]

참여 연구인력	연구과제명	관련 과제명	연구기간	책임 교수
Vamara Dembele	차세대공정 균일도 및 Defect 검출을 위한 Dynamic Imaging Ellipsometry 기술	삼성미래기술 육성사업	2017. 9 - 2019. 8	김대석
	일체형편광간섭계 기반 초고감도 high-throughput 바이오센싱 기술개발	한국연구재단 중견연구자사업	2019. 3 - 현재	
	초정밀 광·기계기술연구센터	ERC (연세대학교 주관)	2015. 3 - 현재	
	초박막 박막파라미터 고속 측정용 광학헤드 개발	한국표준과학연구원 협동공동연구사업	2018. 2 - 2018. 12	
	파면복원기술을 이용한 마이크로나노 기계물성측정 고속화연구	한국연구재단 중견연구자사업	2015. 3 - 2018. 2	
Abdelsalam Dahi	차세대공정 균일도 및 Defect 검출을 위한 Dynamic Imaging Ellipsometry 기술	삼성미래기술 육성사업	2017.12 - 2018.11	
Ramachandran Kasu	파면복원기술을 이용한 마이크로나노 기계물성측정 고속화연구	한국연구재단 중견연구자사업	2016.9 - 2017.6	
Vashahi Foad	발전용 가스 터빈 연소기 연소안정성 향상을 위한 선회유동 안정화 기술 개발	한전전력연구원-기초 연구	2018-현재	이지근
A. Hamada	농업용 방제 드론의 약액 분무 노즐 최적화 기술 개발	국립농업과학원 기초연구	2018-현재	

■ 최근 10년간 교육연구팀 내 연구인력의 연구실적 현황

[참조 표 2_7 최근 5년간 교육연구팀 신진연구인력 저널저술활동]

참여 연구인력	논문명	저널명	연도	책임 교수
Vamara Dembele	Dynamic spectroscopic ellipsometry based on a one-piece polarizing interferometric scheme	<i>Optics Communications</i>	2020	김대석
	One-piece polarizing interferometer for ultrafast spectroscopic polarimeter	<i>Scientific Reports</i>	2019	
	Interferometric snapshot spectro-ellipsometry	<i>Optics Express</i>	2018	
	Dynamic spectro-polarimeter based on a modified Michelson interferometric scheme	<i>Optics Express</i>	2016	
	Robust snapshot interferometric spectropolarimetry	<i>Optics Letters</i>	2016	
Abdelsalam Dahi	Real-time dual-wavelength digital holographic microscopy based on polarization separation	<i>Optics Communications</i>	2012	
	Curvature measurement using phase shifting in-line interferometry, single shot off-axis geometry and Zernike's polynomial fitting	<i>Optik</i>	2012	
	An automatic processing technique for accurate surface form measurement	<i>Optik</i>	2012	
	Two-wavelength in-line phase shifting interferometry based on polarization separation for accurate surface profiling	<i>Applied Optics</i>	2011	
	Coherent noise suppression in digital holography based on flat fielding with apodized apertures	<i>Optics Express</i>	2011	
	Single-shot dual-wavelength digital holography based on polarizing separation	<i>Applied Optics</i>	2011	
	Precise Test Sieves Calibration Method based on Off-axis Digital Holography	<i>Journal of the Optical Society of Korea</i>	2011	
	Surface Form Measurement using Single Shot Off-axis Fizeau Interferometry	<i>Journal of the Optical Society of Korea</i>	2010	
	Radius of curvature measurement of spherical smooth surfaces by multiple-beam interferometry in reflection	<i>Optics and Lasers in Engineering</i>	2010	
Vashahi Foad	Sensitivity analysis of the vane length and passage width for a radial type swirler employed in a triple swirler configuration	<i>Theoretical and Applied Mechanics Letters</i>	2019	이지근
	Assessment of Steady VOF RANS Turbulence Models in Rendering the Internal Flow Structure of Pressure Swirl nozzles	<i>Fluid Dynamics Research</i>	2019	
	Effects of the Interaction Point of Multi-Passage Swirlers on the Swirling Flow Field	<i>Journal of Engineering for Gas Turbines and Power-transactions of the ASME</i>	2019	

■ R&D 현황 및 개선점 분석

- **현황 분석:** 박사후과정연구자는 100% 외국인이며 문화적 교류에 다소 어려움이 있지만 **질적으로 높은 수준의 연구성과를 지속적으로 달성하고 있음**
- **신진연구인력 운용의 개선점 분석**
 - ✓ **저널저술활동:** 현재 신진연구인력은 일반적으로 소속된 연구실의 책임교수와 단독으로 연구 및 논문저술활동을 수행 중. 보다 양질의 성과를 위해서는 **교육연구팀 참여 교수진들과의 협력을 통한 공동 논문**

- 저술 등 혁신 R&D 성과를 위한 Open R&D 체계 구축의 필요성
- ✓ **학술연구지원제도**: 우수논문 성과에 대한 재정적 인센티브를 포함해서 **교육적인 기회를 균형 있게 줄 수 있는 제도**의 필요성

② **교육연구팀의 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획**

■ **우수 신진연구인력 확보 계획**



그림. 2_19 단계별 우수 신진연구인력 확보 계획

- **단계별 우수 신진연구인력 확보 계획 (연 평균 1명/ 사업기간 총 8 명)**
 - ✓ 1단계[1-3차년도]: 3대 세부 분야별 연구 심화를 위한 연구인력 **3명** 선발
 - ✓ 2단계[4-6차년도]: 세부 분야별 융합을 도모하기 위한 전문 연구인력 **3명** 선발
 - ✓ 3단계[7-8차년도]: Global Impact 혁신 기술사업화 달성에 필요한 신진연구인력 **2명** 선발
- **단우수 신진연구인력 recruiting 전략**
 - ✓ **교육연구팀 영문 홈페이지 개설**: 해외 Post-doc을 위한 교육연구팀 전용 홈페이지를 통한 홍보
 - ✓ **해외협력대학 박사과정생 Recruiting**: 현재 연구협력을 진행 중인 아시아/아프리카/중동 지역기관 홍보
 - ✓ **AUEA(아시아대학 교육협력) 프로그램 활용**: MOA 대학의 우수박사졸업인재 영입
- **우수 신진연구인력 지원 계획**
 - **연구 수월성 제도 도입**
 - ✓ **일관된 안정적인 보상체계 구축 (Payment & Incentive)**:
 - 신진연구인력의 급여는 박사급 인력의 급여규정에 맞추어 100% 지급
 - 신진연구인력이 참여하는 프로젝트 및 과제를 통해 성과기반 인센티브 지급
 - 3년 이상 경력 PostDoc은 연구교수 발령 일원화
 - ✓ **신진연구인력 전담인력 지원제도**
 - 신진연구인력의 원활한 연구 진행을 위해 대학원생 보조 인력 지원

- 외국인 신진연구인력을 위한 행정조교의 행정지원 강화
- ✓ **융합연구 참여지원:** 신진연구인력이 교육 연구팀의 참여교수진 및 대학원생들과 함께 연구를 진행하여 융합된 우수 저술 실적(본 교육연구팀의 FWCI 달성 목표 등)을 다수 창출하도록 지원함
- **Career 수월성 지원프로그램 도입**
 - ✓ **Education Career 증진:** 신진연구인력의 요청을 통해 대학원 정규교과를 공동으로 교육할 수 있는 팀티칭 제도를 구축하고 신진연구인력의 Education Career에 대한 미래경력 강화 지원
 - ✓ **Global Network 증진**
 - 해외학회/기관 방문 등 해외연구기회 제공
 - 해외 네트워크 지원: PostDoc 과정 후 다음 Career를 잘 이어가기 위한 국제 네트워크 정보 지원
 - ✓ **Global 기술사업화 참여기회 제공**
 - **특허 및 기술이전:** 본 교육연구팀의 주요성과인 특허와 기술이전에 대한 참여를 독려할 수 있는 체계적 교육프로그램 제공을 통해 신진연구인력의 우수 연구결과의 특허등록 및 기술이전 성과 창출 지원
 - **창업:** 기업가정신에 대한 이해와 신진연구인력이 원할 시 본 교육연구팀 내 창업기회에 적극 참여할 수 있는 기회 제공

5. 참여교수의 교육역량

5.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-8> 교육연구팀 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
1	김대석	10157445	계측	신규교과목 개발 및 PBL	
<p>2019년 가을학기에 대학원 신규 교과로 개설된 “나노측정학”은 총 10명 대학원생이 수강하였으며, 반도체 박막의 두께 및 광학물성을 측정해 내기 위한 방법으로 사용되는 multi-reflection theory를 matlab을 기반으로 팀을 나누어 박막분석 S/W 개발 프로젝트를 진행함. 본 교과는 실제 반도체공정에서 사용되는 대표적인 4가지 나노측정기술(SEM, AFM, TSOM, OCD)에 대한 이해를 높이고 분광타원편광 기술에 기반한 OCD(Optical Critical Dimension)기술에 대한 실무능력 향상을 높이기 위해 신규 개발되었음. 본 교과를 통해 반도체 수율관리의 핵심공정인 반도체 MI(Measurement & Inspection) 기술 및 장비에 대한 전문적인 교육성과를 달성함</p>					
2	이지근	10136731	유동제어및계측	신규교과목 개발	
<p>2017년 봄학기에 “레이저응용 유동계측시스템” 신규 교과목을 개설하였음. 이 교과목은 레이저의 기본 원리(레이저회절, 도플러효과, 형광신호)를 이용한 열 및 유체유동과 관련된 다차원 및 다중 물리량을 측정함으로써 유동현상을 이해하는 정도를 향상시키기 위해 신규 개설되었음. 레이저 기초 및 응용에 대한 실습을 통해 광원의 특성 이해, 응용 시 정확도 향상 등 물리량 측정기술에 대한 수준을 향상되었음. 또한 획득된 레이저 신호를 처리하는 과정에서 software를 활용하여 얻고자 하는 신호를 선별적으로 추출할 수 있는 능력이 획기적으로 배양되었음. 지난 4년 동안의 이론 및 실습 교육을 통해 현장 실무에서 활용 가능한 응용 능력을 배양하고자 하는 소기의 목적을 달성하였을 뿐만 아니라 향후 수행하고자 하는 정밀 부품장비 기계시스템 분야의 성과 창출에 적극 활용될 수 있음</p>					
3	유범상	10108260	생산자동화및생산관리	저서	
<p>“자동차 생산기술과 로봇 자동화” : 생산기술과 로봇자동화 저서는 대학교 학생들의 교육에 목표를 둔 교재로서 자료가 많지 않은 생산 공정 및 산업용 로봇의 현장 적용에 관하여 서술하였음. 크게 네 가지 부분으로 나뉘어 있으며, 첫 번째로 자동차 생산 공정의 흐름과 각 공정에서의 역할 및 내용을 정리하였음. 두 번째로 로봇을 이용한 자동화에 관한 내용이며, 산업로봇의 응용기술에 관련한 국내외 자료로 구성하였음. 세 번째는 간이 자동화에 관한 내용으로 자동화에서 로봇자동화에 앞서 간단한 저가형 간이자동화 방법과 내용, PLC와 공압을 사용하여 실습을 할 수 있도록 하였으며 네 번째는 간단한 생산라인의 분석기술에 관한 내용으로 원가의 분석, 자동화 시스템의 적용을 고려할 때의 경제적 타당성 분석과 생산라인의 효율성 분석에 관한 기초능력을 갖추도록 하였음</p>					

6. 교육의 국제화 전략

6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

■ 교육 프로그램 국제화 현황

▪ 외국인 대학원생 현황

- ✓ 최근 5년간 졸업생 및 재학생 75명 중 14명 (약 19 %)이 외국인 학생임
- ✓ 외국인 대학원생들이 수강하는 교과목은 기본적으로 영어로 강의가 진행되었음
- ✓ 우수졸업생사례: 2011년 졸업 채기채랭들가르 박사는 현재 몽골과학기술대학 교수 재직 중

[참조 표 2.8 최근 5년간 교육연구팀 외국인학생 유치현황]

성명	국적	학위과정	지도교수
헤리저데헌거호 사이드	이란	박사과정(재학 중)	김대석
레자알리두스트다프사리	이란	박사과정(재학 중)	이지근
유세프모하메드야히야하심	이란	박사과정(재학 중)	
체라기사이드	이란	석사과정(재학 중)	김대석
제야쿠마르폴마단	인도	석사	
체기체랭들가르	몽골	박사	이지근
미르무하마드타리크	이란	석사	
바사히포어드	이란	박사	유범상
소티아	이란	석사	
기봉	중국	석사	유범상
아칸샤	인도	석사	
아비셰	인도	석사	
아드리안	인도	석사	
디아놀 이만	인도	석사	

▪ 외국인 연구교수 현황 및 교육성과

- ✓ 최근 5년간 본 교육연구팀의 외국인 연구교수는 총 2명으로 R&D 뿐 아니라 일부 대학원 교과에서 책임 교수와 팀티칭으로 전문분야에 대한 교육을 진행함

[참조 표 2.9 최근 5년간 교육연구팀의 외국인 연구교수 현황]

성명	학위	직위	임용기간
Dembele Vamara	박사	연구교수	2018. 4 - 현재
Abdelsalam Dahi	박사	연구교수	2017.12 - 2018.11

✓ Dembele vamara 연구교수

- 2019년 봄학기에 개설된 “분광타원계측학” 대학원 신규교과에서 반도체 계측기술의 대표기술인 분광타원 편광기술에 기반한 OCD 기술에 대한 이론 및 기초실습을 교육. 또한 다중박막 분석 알고리즘 S/W 개발에 필요한 핵심이론을 강의
- 2019년 봄학기에 개설된 “나노측정학” 대학원 신규교과에 팀티칭 교수로 참여하여 반도체공정에서 사용되는 대표적인 4가지 나노측정기술(SEM, AFM, TSOM, OCD)에 대한 개요를 약 3주간 강의하였으며, 특히 분광타원편광기술에 기반한 OCD(Optical Critical Dimension)기술에 대한 깊이 있는 이론을 강의하였음

- ✓ Abdelsalam Dahi 연구교수: 2018년 1학기에 개설된 “광응용측정학” 대학원교과에서 digital holography 분야에 대한 기초이론 및 실험실습 교육을 진행함

■ 교육연구팀의 교육 프로그램 국제화 계획

▪ Excellence in Education Model 구축 및 확산

- ✓ Global impact 혁신 R&D 성과를 달성하기 위해 Intelligence Innovation Center (IIC) 구축: 체계적인 AI 기술을 학습할 수 있는 Intelligence 교육시스템 및 반도체 MI 시스템 장비에 대한 사례를 바탕으로 한 Global 기술사업화 활동을 간접경험하게 함으로써 Global level의 차별화된 교육 프로그램 모델 구축

- ✓ MOOC向 Global Contents 개발: 본 교육연구팀의 대학원생들을 위한 Intelligence 기반 정밀 부품/장비 시스템엔지니어링 온라인 교육체계를 위해서 다양한 MOOC向 Contents를 개발하고, 우수 핵심 Contents는 해외협력대학들과의 온라인 강의자료 공유 목적으로 활용
- ✓ Patent 및 Technology commercialization 교육체계 수립: 외국인 대학원생을 위한 특허 및 기술이전 등 기술사업화 관련 교육을 정기적으로 실시하고 우수 사례에 대해 적극 포상
- 해외 대학 Exchange 프로그램 제도 구축
 - ✓ 해외기관 장기연수 프로그램 정규 학점 제도화: 방학 기간 등을 활용하여 15일 이상 또는 2개월 이상 등의 해외기관 장기연구 프로그램을 현장실습 정규교과에 포함하여 학점 인정
 - ✓ 정기교류 기관선정 및 국제교류 협력체계 구축: 현재 교류가 활발히 진행되고 있는 협력대학 중 1개 대학을 전략적으로 선정하여 대학차원의 교류프로그램 활성화

② 대학원생 국제공동연구 현황과 계획

<표 2-9> 교육연구팀 참여교수 지도학생(재학생 및 졸업생) 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구팀		국외 공동연구자			
	대학원생	지도교수				
1	장영태	김은호	Prof. Jinkyu Yang	미국/University of Washington	메타재료의 실험 및 해석 방법	20190617-20190625 (8일)
2	서윤호, 윤용 희	김대석	Prof. Robert Magnusson	미국/University of Texas	Robust Snapshot Interferometric Spectropolarimetry	20140601-20140831 (2개월)

6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

② 대학원생 국제공동연구 현황과 계획

■ 교육연구팀의 대학원생 국제공동연구 현황

■ 교육연구팀의 최근 3년간 국제공동연구 사례

- ✓ 김은호 교수와 석사과정 장영태 학생은 메타재료관련 공동연구를 진행하고 있는 미국 University of Washington의 Jinkyu Yang 교수를 방문(6/17~6/25)하여 메타재료관련 워크샵을 진행하였으며, 메타재료의 실험 및 해석 방법에 대한 기술적 노하우를 교류하고 공동연구 방향을 조율하였음
- ✓ 김대석 교수와 석사과정 서운호, 윤용희 학생은 고속분광타원편광계 공동연구를 진행하고 있는 미국 University of Texas at Arlington의 Robert Magnusson 교수팀을 재학기간 중 약 2개월간 방문(2014년도 여름방학기간 중)하여 Magnusson 교수팀과 같이 공동협력연구를 수행하였으며, 본 공동연구를 통해서 도출된 연구결과가 세계 광학기술 분야 최고학술지인 미국광학회 *Optics Letters*에 2016년도 5월에 게재 됨

■ 교육연구팀의 대학원생 국제공동연구 계획

■ 교육연구팀의 대학원생 국제공동연구 계획(공동)

- ✓ OKR 핵심결과 공통지표화: 국제공동연구목표의 OKR의 핵심결과 지표 공통 산정을 통한 국제공동연구 협력기관을 통한 도전적 원천기술 창출 독려
- ✓ AI 전문기관과의 국제공동연구 네트워크 확대: 본 교육연구팀의 차별화된 domain knowledge를 활용한 원천기술 개발성과와 연계되어 Global impact originality를 협력 달성할 수 있는 AI 전문기관과의 네트워크 창출에 대학원생 참여 독려
- ✓ 해외기관과의 협력체계 가이드 구축: 해외기관과의 공동연구 시 유의해야 하는 사항들(공동특허 및 공동 논문진행 시 유의사항 등) 원천기술의 국제적 publication 시 고려해야 하는 세부적인 가이드라인 공유

■ 교육연구팀 참여교수진의 대학원생 국제공동연구 개별 계획 (세부)

✓ 김 대 석 교수

- Dynamic SP/SE 기반 광학기초교육 플랫폼 구축 협력

University of Philippines 물리학과 Percival Almoro 교수팀은 광이미징 분야의 선도적인 그룹으로 2017년부터 전북대 기계시스템공학과 광기술연구실과 긴밀한 연구교류를 진행하고 있음. 최근 Almoro 교수와의 서신을 통해 전북대에서 개발한 “일체형편광간섭모듈에 기반한 분광편광관련 교육 Contents” 공동개발에 대한 논의가 있었으며, 대학원생 교류 등 상호 방문을 통해 국제공동 연구성과를 도출할 예정임

- Dynamic Spectro-ellipsometry 기술을 중심으로 하는 국제교류 교육프로그램 구축

대만 Chang Gung University 광전자공학과 Chih Jen Yu 교수팀은 Interferometric Ellipsometry 분야를 연구하는 그룹으로 대만에서 광계측 분야의 선도 그룹으로 자리 매김하고 있으며, 2020년 후반부터 대학원생 교류를 포함하여 본격적인 본 연구실과의 국제공동연구를 계획하고 있음. 또한, Yu 교수팀과의 논의를 통해서 대학원 교류 프로그램과 Exchange Lecture 프로그램 등의 다양한 국제협력 교육프로그램을 도출할 계획임

✓ 이 지 근 교수

- 광 메카트로닉스 분야 레이저 응용 분무 유동 특성 진단기술 방법 교류

최근 들어 레이저 응용 유동 및 연소진단 기술에 비약적으로 발전되고 있음. 이지근 교수 담당 대학원 교과목 “레이저 응용 유동계측시스템”에 활용 가능한 다양한 사례 및 최근 연구개발 동향을 획득하기 위해 미국 미시건 대학교 Volker Sick 교수 연구 그룹과 학술적 교류를 계획하고 있음

- Intelligent Manufacturing 분야 정밀부품 제조에 따른 성능평가 기술 방법 교류

가스터빈 연소기 핵심 부품은 선회기와 연료분사 노즐임. 이와 관련하여 연소기 분야의 세계 최고 권위기관인 캐나다 NRC(Natural Resources Canada) 윤상식 박사 연구그룹과 협력을 통해 연소기의 Iso-thermal 및 Reacting Flow 조건 사이의 상관성에 관한 협력 연구를 계획하고 있음

✓ 김 은 호 교수

- 정밀 선형/비선형 탄성과 제어연구 협력
정밀한 선형/비선형 탄성파를 제어하기 위한 원리와 이를 구현하기 위한 다양한 메커니즘을 연구하고 있는 미국 University of Washington의 Jinkyu Yang 교수 연구팀과의 공동연구 및 기술 교류를 위해 방학 기간 중 대학원생을 파견하고자 함
- 제어음향메타재료 연구 협력
정밀한 선형/비선형 탄성파를 제어음향메타재료를 비롯한 다양한 파동역학을 연구하는 프랑스의 CNRS의 Dr. G. Theocharis 연구팀과 공동연구 및 기술 교류를 위해 방학 기간 중 대학원생을 파견하여 인적 교류를 하고자 함
- ✓ 이 정 우 교수
 - Machine Learning 기법을 도입하기 위한 인젝터 분무 패턴 최적화 기술 방법 교류
미국 Sandia National Lab.의 김남호, 황준식 연구원과 교류를 통해 엔진 연소실 형상과 연계하여 최적의 설계 결과를 도출하여 이를 실제 제작 기법에 적용할 수 있도록 Big data 기술을 기반으로 활용하고 대학원생 방문을 통해 공동연구를 수행 예정
 - 저탄소 친환경 열동력 기관 Intelligence화 연구 협력
미국 Argonne National Lab.의 김주한 연구원과 교류를 통해 해당 연구소의 특화 기술인 GREET 프로그램을 이용하여 향후 저탄소 친환경 열동력 기관의 Intelligent Manufacturing 기법에 대한 공동연구를 수행 예정임
- ✓ 전 형 민 교수
 - Machine Learning기반 전산설계 최적화 분야에서의 설계 및 시뮬레이션 기술 교류
유한요소 해석 분야 세계석학인 MIT Klaus-Jürgen Bathe 명예교수와 협력을 통해 대학원생들의 교류 (방문 연구원, 기술 세미나, 연구실 워크숍 등)를 계획함

1.2연구업적물

① 참여교수 대표연구업적물의 우수성

<표 3-2> 최근 5년간 참여교수 대표연구업적물 실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열(간호/보건/체육/기타 분야에 한함)	세부전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
1	김대석	10157445	이공계열	계측	저널논문	저자명: Daesuk Kim, Vamara Dembele	
						논문제목: One-piece Polarizing Interferometer for Ultrafast Spectroscopic Polarimeter	
						학술지명: Scientific Reports	
						권(호), 페이지: 9, 5978	URL입력
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	
						게재년도: 2019	
						DOI 번호: 10.1038/s41598-019-42397-2	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 연구팀에서 기술상용화를 추진 중인 세계 최초의 20Hz 이상의 고정밀 초고속 Dynamic Spectroscopic Ellipsometer(SE)에 관한 원천기술을 처음으로 학계에 발표한 논문으로 기존 SE 기술이 가지고 있는 측정 속도의 한계(>1초)를 극복함과 동시에 세계적 상용장비 수준의 측정 정밀도(~0.02도) 달성이 가능함을 최초로 보고함. 본 연구는 2018년 기술이전(Klab(주), 경상기술료: 1억원)을 통한 실용적 혁신가능성이 증명되었을 뿐 아니라, Nature 자매지인 Scientific Reports (IF=4.011)에 게재되어 학술적 우수성 또한 높게 인정받음. 또한, Dynamic SE 원천기술을 바탕으로 세계적인 혁신기술발굴사업인 "삼성미래기술육성사업"(2017.9~2019.8)에 선정되어 세계 최초의 초고속 SE Mapping 혁신기술을 개발하였고 현재 삼성전자 반도체사업부와 기술상용화를 진행 중임</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 논문은 반도체 박막 및 패터닝 공정의 공정균일도를 측정하는 반도체산업의 핵심 계측장비인 SE 관련 연구로 교육연구팀의 비전과 목표에 매우 높은 정합성을 가짐</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번 호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기 타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
2	김대 석	101574 45	이공계열	계측	저널논 문	저자명: Vamara Dembele, Moonseob Jin, Inho Choi, Won Chegal, Daesuk Kim	
						논문제목: Interferometric Snapshot Spectro-ellipsometry	
						학술지명: Optics Express	
						권(호), 페이지: 26(2), 1333-1341	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2018	https://www.osapublishing.org/oe/abstract.cfm?uri=oe-26-2-1333
						DOI 번호: 10.1364/OE.26.001333	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 전술한 '일체형 편광분광간섭모듈'에 기반한 Dynamic SE 기술 및 초고속 SE Mapper 기술의 전 단계에 개발된 외란 강인성을 확보한 최초의 간섭기반 분광타원편광계에 대한 원천기술 연구로 간섭계를 분광타원편광계에 접목 시 측정시료를 간섭계 외부에 위치시킴으로써 간섭계의 단점인 외란 강인성을 처음으로 증명한 논문임. 본 논문의 기술은 대형 국책사업인 산업원천기술개발사업인 "폭 1 m급 광학필름용 원통형 나노패터닝 공정 장비개발"과제를 통해 개발되었으며, 국내특허 등록(10-1798957) 및 2018년 미국특허등록(US 10,132,686 B1) 성과를 달성함. 본 논문은 현재 상용화를 진행 중인 Dynamic SE 기술의 이론적 근간이 된 매우 중요한 논문으로 Optical Society of America의 Optics Express (보정ES=3.7318)에 게재되어 높은 학술적 가치 또한 인정받음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 논문은 반도체산업의 핵심 계측장비인 SE 관련 연구로 교육연구팀의 비전과 목표에 매우 높은 정합성을 가짐</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번 호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기 타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
3	김대 석	101574 45	이공계열	계측	저널논 문	저자명: Vamara Dembele, Moonseob Jin, Byung-Joon Baek, Daesuk Kim	
						논문제목: Dynamic Spectro-polarimeter based on a Modified Michelson Interferometric Scheme	
						학술지명: Optics Express	
						권(호), 페이지: 24(13), 14419	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2016	https://www.osapublishing.org/oe/abstract.cfm?uri=oe-24-13-14419
						DOI 번호: 10.1364/OE.24.014419	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문 또한 전술한 '일체형 편광분광간섭모듈'에 기반한 Dynamic SE 기술 및 초고속 SE Mapper 기술의 전 단계에 개발된 외란 강인성을 확보한 간섭기반 분광타원편광계에 대한 기술로, 복잡한 구조의 "Mach-Zehnder 간섭계가 아닌 매우 compact한 'Michelson(마이켈슨) 간섭계'를 기반으로 Dynamic SE 편광변조를 시도한 최초의 논문임. 본 논문에서 영감을 받아 '일체형 편광분광간섭모듈'에서 사용되는 마이켈슨 기반의 일체형 편광분광변조를 개발하였으며 본 논문 연구에서 제안된 광학구조 또한 2016년 국내특허 등록(10-1798957) 후 2018년 미국특허에 등록(US 10,132,686 B1)됨. 본 논문은 광학분야의 세계 최고 학술지인 미국 광학회(Optical Society of America)의 Optics Express (환산보정 ES=1.49272)에 게재되어 학술적 혁신성을 인정받음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 논문은 반도체산업의 핵심 계측장비인 SE 관련 연구로 교육연구팀의 비전과 목표에 매우 높은 정합성을 가짐</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
4	김은호	10832087	이공계열	진동	저널논문	저자명: Eunho Kim, Alejandro J. Martínez, Sean E. Phenisee, P. G. Kevrekidis, Mason A. Porter, Jinkyu Yang	
						논문제목: Direct Measurement of Superdiffusive Energy Transfer in Disordered Granular Chains	
						학술지명: Nature Communications	
						권(호), 페이지: 6, 640	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2018	https://www.nature.com/articles/s41467-018-03015-3
						DOI 번호: 10.1038/s41467-018-03015-3	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 정렬/비정렬 입자구조에서 파동의 비선형 정도에 따른 파동의 전파 특성을 해석적으로 분석하고 실험적으로 검증한 논문임. 최근 매질을 설계하여 이를 통과하는 파동을 제어하기 위한 메타재료에 대한 연구가 많은 관심을 받고 있으며, 진동과 충격과 같은 탄성파동 영역에서도 탄성메타재료 개발에 대한 연구가 큰 관심을 받고 있음. 본 연구에서 분석/검증된 정렬/비정렬 정도와 선형/비선형 정도에 따른 파동의 일반적인 분산 특성은 다양한 (탄성)메타재료를 설계/개발할 때 기본적인 설계 방향을 제시하는 중요한 자료로 Nature 자매지인 Nature Communication (IF=11.878)에 소개됨</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구결과는 혁신적인 충격/진동 감쇠를 위한 탄성메타재료의 개발 연구에 활용될 수 있으며, 탄성메타재료는 고성능 정밀 부품·장비 시스템의 개발에 다양하게 적용될 수 있음</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
5	김은호	10832087	이공계열	진동	저널논문	저자명: Eunho Kim, Rajesh Chaunsali, Jinkyu Yang	
						논문제목: Gradient-index Granular Crystals: From Boomerang Motion to Asymmetric Transmission of Waves	
						학술지명: Physical Review Letters	
						권(호), 페이지: 123, 214301	URL입력
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	
						게재년도: 2019	https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.123.214301
						DOI 번호: 10.1103/PhysRevLett.123.214301	
<p>● 창의성 및 혁신성: 매질의 선형/비선형 정도를 조절할 수 있는 입자구조에서 탄성파의 파동 제어원리를 실험적 해석적으로 분석한 논문임. 선형특성을 가진 매질에서 파동이 매질의 중앙에서 스스로 되돌아오는 부메랑(Boomerang) 거동을 구현하여 매질의 강성을 점차적으로 조절하면 탄성파동의 속도와 방향을 극단적으로 제어할 수 있음을 검증하였음. 비선형특성을 가진 매질에서 동일한 파동이 한쪽 방향으로만 전파되는 다이오드(Diode)와 같은 현상을 구현하였으며, 이를 통해 매질을 설계하여 파동(에너지)의 전달 특성을 극단적으로 제어할 수 있음을 검증하였음. 이러한 파동의 제어 원리는 탄성파 뿐 만아니라 다양한 파동영역에 적용할 수 있으며, 본 연구는 세계 최고 권위의 학술지인 Physical Review Letters (IF=9.227, 보정 ES=7.67825)에 소개되었음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구결과는 혁신적인 정밀 부품·장비시스템을 위한 탄성메타재료 개발 및 대학원 교육에 활용될 수 있음</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
6	김은호	10832087	이공계열	진동	저널논문	저자명: Eunho Kim, F. Li, C. Chong, G. Theocharis, J. Yang, P.G. Kevrekidis	
						논문제목: Highly Nonlinear Wave Propagation in Elastic Woodpile Periodic Structures	
						학술지명: Physical Review Letters	
						권(호), 페이지: 114, 118002	URL입력
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	
						게재년도: 2015	https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.114.118002
						DOI 번호: 10.1103/PhysRevLett.114.118002	
<p>● 창의성 및 혁신성: 긴 실린더 입자들이 적층된 구조에서 실린더의 국부공진을 이용하여 충격에 의한 비선형 파동을 다양하게 변화시킬 수 있음을 해석적/실험적으로 분석/검증한 논문임. 각 실린더의 길이를 조절하여 충격파에 영향을 미치는 고유진동모드의 개수와 진동수를 변화시키면 충격파를 다양한 형태로 분산시킬 수 있음을 검증하였음. 이는 비선형 파동을 제어하는 새로운 메타재료의 원리로 물리학 분야의 최고 권위 학술지 중 하나인 Physical Review Letters (IF=9.227, 보정 ES=7.67825)에 소개되었음. 본 논문의 원리를 적용하여 최적화된 Woodpile 메타재료에 대한 후속 연구들을 Journal of Mechanics and Physics of Solids, International Journal of Impact Engineering, International Journal of Solids and Structures 등에 게재하였으며, 실용화를 위한 연구를 진행 중임</p> <p>● 비전목표와의 부합성: 본 연구 결과는 혁신적인 정밀 부품·장비를 위한 진동시스템의 개발 및 대학원 교육에 활용될 수 있음</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번 호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기 타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
7	오성 훈	100564 29	이공계열	절삭가 공	저널논 문	저자명: Seung Hyeon You, Jeong Hwan Lee, Sung Hoon Oh	
						논문제목: A Study on Cutting Characteristics in Turning Operations of Titanium Alloy used in Automobile	
						학술지명: International Journal of Precision Engineering and Manufacturing	
						권(호), 페이지: 20:209-216	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2019	https://link.springer.com/article/10.1007/s12541-019-
						DOI 번호:/10.1007/s12541-019-00027-x	/s12541-019-00027-x
<p>● 창의성 및 혁신성: 티타늄 합금은 난삭 소재로 습식가공이 주를 이루고 있으며 습식 가공시 소재의 오염, 작업환경의 오염문제가 발생하기 때문에 건식 선삭가공을 제시하였으며 공구 재종과 가공 조건의 변화에 따른 가공 특성을 분석한 논문임. 티타늄합금의 가공 시 절삭력과 공구마모, 표면 거칠기에 대해 측정하고 다구찌 법을 적용하여 분석함. 또한 공구 마모와 파손에 기인하는 용착마모와 확산마모의 경향을 파악하였으며 건식 절삭에 있어 우수한 가공 조건을 제시하였음. 본 연구는 가공분야 우수국제학술지인 International Journal of Precision Engineering and Manufacturing (IF=1.661)에 게재되었음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 티타늄합금의 건식 절삭은 습식절삭의 대안이 될 수 있으며 지속적인 연구를 수행하고 있음</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번 호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기 타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
8	오성 훈	100564 29	이공계열	절삭가 공	저널논 문	저자명: Lee Jeonghwan, Song Jun Hee, Sung- hoon Oh	
						논문제목: Cutting Characteristics with Drilling Temperature of Composite Materials	
						학술지명: Journal the Korean Society Mechanical Technologies	
						권(호), 페이지: 21(6), 1193-1197	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게제년도: 2019	https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002534374
						DOI 번호: 10.17958/ksmt.21.6.201912.1193	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 탄소섬유 강화 플라스틱의 드릴가공에 있어 냉각 공기의 온도를 제어함으로써 나타나는 가공 특성에 대해 분석한 논문임. Carbon Fiber Reinforced Plastic(CFRP)의 드릴 가공에 있어 많은 연구가 이루어지고 있지만 절삭 온도의 변화에 따른 특성을 연구한 논문은 부족한 실정임. 본 연구에서는 드릴 가공을 위한 주축회전속도, 이송속도, 냉각공기 온도를 독립변수로 하여 공구마모, 절삭력, CFRP Plate 입출구부의 형상을 분석함</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 시험 결과를 추후 CFRP 홀 가공 및 밀링 가공에 있어 기초자료로 활용되고 있음</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번 호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기 타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
9	오성 훈	100564 29	이공계열	절삭가 공	저널논 문	저자명: Lee Jeonghwan, Seung-hyeon Yoo, Sung-hoon Oh	
						논문제목: A Study on the Cutting Characteristics of FCD500 for the Automobile Brake Component	
						학술지명: Journal of the Korean Society of Mechanical Technology	
						권(호), 페이지: 20(1), 6-11	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2018	http://journal.ksmpe.or.kr/journal/article.php?code=67327
						DOI 번호: 10.17958/ksmt.20.1.201802.6	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 차량용 브레이크 모듈에 들어가는 부품 소재의 가공 최적화 조건을 제시한 연구임. 해당 소재는 구상흑연주철로서 일반적으로 가공 중 발열이 많고 분절형 Chip이 발생하여 난삭재에 포함되지 않으면서도 가공성이 매우 좋지 못함. 산업 현장에서는 경험을 바탕으로 가공조건을 설정하기에 가공에 어려움이 있었고 이를 해결하고자 연구를 진행함. 이를 위하여 절삭속도, 이송속도, 공구 재종을 독립변수로 하여 공구마모, 절삭력, 잔류응력 등의 가공 시 발생하는 여러 인자에 대한 종합적인 고찰함. 이를 통해 소재를 이용한 부품 가공시 최적화된 가공조건을 선정 제시함</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 국내에서 생산되는 공구와 수입 공구와의 비교를 바탕으로 경제적 효율성을 입증하였으며 산업 현장에 즉각적인 적용이 가능한 생산 조건을 도출하였음</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
10	유범 상	10108260	이공계열	생산자 동화및 생산관리	저널논문	저자명: Min Hyuc Ko, Beom-Sahng Ryuh, Kyoung Chul Kim, Abhijit Suprem, Nitaigour P. Mahalik	
						논문제목: Autonomous Greenhouse Mobile Robot Driving Strategies from System Integration Perspective: Review and Application	
						학술지명: IEEE-ASME Transactions ON Mechatronics	
						권(호), 페이지: 20(4), 1705-1716	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2015	https://ieeexplore.ieee.org/document/6907989/footnotes#footnotes
						DOI 번호:10.1109/TMECH.2014.2350433	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 농업용 모바일 로봇 플랫폼의 설계 및 개발에 대한 접근방식을 제시 했으며, 온실의 방제에 응용 가능한 모바일 로봇 플랫폼을 설계, 제작 및 실험하였음. 기존 국내에 전무한 농업용 로봇에 대한 연구로 온실 내에서의 경로 패턴을 정의 하고 실제 환경에서 차량동작 시험을 수행하였음. 4륜조향 구동 시스템이 적용되어 있으며 임의의 경로 패턴주행에 성공하였음. 위의 결과는 중형 모바일 로봇의 온실에서의 사용을 상용화 할 수 토대가 되었음. 논문은 전기전자기술자협회 IEEE (IF=4.943) 기계공학 분야에 게재 되었으며, 본 연구를 바탕으로 국내 특허 '농업용 방제로봇 시스템'을 등록하였음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구결과는 농업용 모바일로봇 플랫폼으로 여러 모바일 로봇의 플랫폼 개발 연구에 활용될 수 있으며, 이는 국내 농업용 로봇의 기초가 될 수 있음</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
						대표연구업적물의 우수성		
11	유범 상	10108260	이공계열	생산자 동화및 생산관리	저널논문	저자명: Jung-Hun Lee, Kyoung-Chul Kim, Young-Sub, Oh, Beom-Sang, Ryuh		
						논문제목: Localization Technology Development of 16oz Popper Kettle through Existing Kettle Analysis and Heating System Study		
						학술지명:Journal of the Korea Academia-Industrial		
						권(호), 페이지: 16(11), 7773-7780	URL입력	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1		
						게재년도: 2015		https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201504641501017.page
						DOI 번호:10.5762/KAIS.2015.16.11.7773		
<p>● 창의성 및 혁신성: 팝퍼 케틀의 국산화 개발을 위하여 기존 케틀을 분석하고, 열선 배치에 따른 열전달 해석을 통하여 케틀 국산화 개발을 위한 연구임. 케틀 재료 분석을 위한 시편을 제작하고 Polishing 및 Etching을 수행. SEM(Scanning Electron Microscope)을 이용하여 시편의 표면을 관찰하여 페라이트 퍼얼라이트 재질을 디프 드로잉 방식으로 제작 및 파악함. 열선 배치에 따른 열전달 특성을 파악하고, 최적 열선 시스템을 개발. 케틀의 장시간 작업 시간 중에 발생하는 케틀 과열 시 작동을 중지하는 제어 시스템을 제작. 케틀 개발 이후 성능 평가를 수행하여 부피팽창률에 대한 평가 규격 KS G3602를 만족함. 위의 연구의 결과로 수입에만 의존하던 팝퍼 케틀의 국산화에 성공 하였으며, 이를 통한 기존 팝퍼의 수입 대체로 인한 이익을 가져옴</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구결과는 열이 가해지는 기구의 제작에 관한 연구에 활용 될 수 있으며, 이는 가열이 진행되는 자동화 연구에 응용 될 수 있음</p>								

연번	참여 교수 명	연구자 등록번 호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기 타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
12	유범 상	101082 60	이공계열	생산자 동화및 생산관 리	저널논 문	저자명: Man-Jung Kim, Myung-Suk Song, Jong-Tae Kim, Beom-Sahng Ryuh	
						논문제목: Kinematics and Structural Analysis for 5ton Cargo-truck Electro-Hydraulic Sliding Deck Systems Manufacturing and Design of winch System for Safety	
						학술지명: Journal of the Korea Academia- Industrial	
						권(호), 페이지: 20(5), 73-80	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2019	https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201917550767639.page
						DOI 번호: 10.5762/KAIS.2019.20.5.73	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 기존 5ton 카고 트럭의 적재함을 개조하여 농기계의 상, 하차를 손쉽게 할 수 있도록 하는 전동 유압슬라이딩 데크를 개발하기 위하여 전동 유압 슬라이딩 데크 시스템의 기본 설계를 수행, 기구학적 해석을 통하여 슬라이딩 데크의 길이와 구조를 고안 하였으며, 구조해석을 통하여 안전성과 경제성을 고려한 재질을 선정. 단순화 모델링과 기구학적 다이어그램을 통하여 슬라이딩 데크 시스템의 작동 구조를 분석함, 기구학 해석을 통해 슬라이딩 데크의 최소길이와 그 구조를 고안함. 자동차 구조물에 사용되는 대표적인 4가지 재질을 선정. 단순화 모델링을 통해 최대하중을 받는 조건에서 재질에 따른 응력과 변형량을 비교함. 결과 SS41P 재질사용하면 단가를 줄이고 안전성을 만족하는 결과를 얻음. 해당 논문은 실재 제작이 필요한 전동 유압슬라이딩 데크의 주요 설계 팩터 및 재질을 결정하는데 도움을 줄 수 있는 연구를 진행 하였으며, 기존 사용하던 재질인 ATOS80 재질보다 저렴한 SS41P재질을 사용할 수 있음을 보여 기업의 원가 절감에 크게 기여함</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구 결과는 스마트 공장, 스마트 농업 시스템의 운반 역할을 하는 부분의 연구자료로 사용 될 수 있으며, 이는 스마트 자동화 부분의 개발에 적용될 수 있음</p>							

연번	참여 교수명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
13	이정우	11090025	이공계열	열시스템 제어 및 계측	저널 논문	저자명: Jeongwoo Lee, Sunyoup Lee, Seokhwan Lee	
						논문제목: Experimental Investigation on the Performance and Emissions Characteristics of Ethanol/Diesel Dual-fuel Combustion	
						학술지명: Fuel	
						권(호), 페이지: 220, 72-79	URL입력
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	
						게재년도: 2018	https://www.science direct.com/science/article/pii/S0016236118301613?via%3Dihub
						DOI 번호: 10.1016/j.fuel.2018.02.002	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 엔진 동력장치의 대체 연료 적용 가능성 및 해당 동력기관의 열효율 고도화/배기가스 최소화를 목표로 디젤과 에탄올 연료를 동시에 적용하였을 때, 엔진의 제어 변수 최적화에 관한 내용임. 증발특성이 좋고, 일차산화물질로서 매연의 저감에 효과적이거나 착화성이 좋지 않은 에탄올 연료를 압축착화기관에 적용한 후 착화원으로 디젤 연료를 소량(에너지 비율로 약 20-30 %) 내외를 적용함으로써, 기존 디젤 기관의 높은 열효율 및 기존 내연기관보다 더 낮은 수준의 매연 배출량을 확보하기 위한 두 연료의 분사시기 및 공기량 제어 방식을 연소 결과로부터 확인하여 제어함. 이의 결과는 열/에너지/동력분야의 우수 저널인 FUEL (IF=5.128)에 게재되었으며, 한국기계연구원의 기관고유사업의 일환으로서 그 성과를 인정받았음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 해당 결과는 일종의 Big Data로 사용되어 추후 저탄소 대체 연료의 엔진 적용 시 Intelligence 최적 연소 시스템 설계를 위한 인자 도출 자료로 활용될 수 있으며, 차후 같은 저탄소 계열인 천연가스 등의 대체연료 엔진 개발의 토대가 될 것으로 예상됨</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
14	이정우	11090025	이공계열	열시스템 제어 및 계측	저널 논문	저자명: Jeongwoo Lee, Sanghyun Chu, Jaehyuk Cha, Hoimyoung Choi, Kyoungdoug Min	
						논문제목: Effect of the Diesel Injection Strategy on the Combustion and Emissions of Propane/Diesel Dual Fuel Premixed Charge Compression Ignition Engines	
						학술지명: Energy	
						권(호), 페이지: 93, 1041-1052	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2015	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544215012426?via%3Dihub
						DOI 번호: 10.1016/j.energy.2015.09.032	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 기존의 압축착화방식 엔진 동력기관에 저탄소 연료인 프로판을 적용하여 고효율/저배기 목표를 달성하고자 할 때, 착화원으로 적용되는 디젤 연료의 분사 제어에 대한 논문임. 예혼합 특성이 우수한 프로판 연료의 적용 이후, 본 연료의 비율에 따른 효과적인 연소 최적화를 위한 디젤의 분사 패턴 및 비율과 배기재순화율에 대한 제어 효과를 확인함. 이에 따라 저탄소 연료를 적용하는 엔진 시스템의 실시간 엔진제어를 위한 머신러닝 기법 적용 시 기초 데이터로 활용될 것으로 사료됨. 특히 본 논문은 열/에너지/동력분과의 우수 저널인 Energy (IF=5.537, 보정 ES=2.63181, JCR 분야상위 5.2%)에 게재됨. 뿐만 아니라 해당 결과를 기본으로 현대자동차 승용 디젤엔진리서치랩과 3년 이상 산학협동과제를 이루어 냈으며, 해당 연구 결과와 관련하여 두 건의 국내특허(10-1765630, 10-1807042)와 한 건의 미국특허(US 10,458,345)를 등록함</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 해당 결과는 열동력기관의 Intelligence 제어를 위한 기초 데이터로 활용되어 이종 연료 연소의 능동적인 제어를 가능하게 할 것으로 예상됨</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
15	이정우	11090025	이공계열	열시스템제어 및계측	저널논문	저자명: Jeongwoo Lee, Jungyeon Lee, Sanghyun Chu, Hoimyung Choi, Kyoungdoug Min	
						논문제목: Emission Reduction Potential in a Light-duty Diesel Engine Fueled by JP-8	
						학술지명: Energy	
						권(호), 페이지:89, 92-99	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도:2015	https://www.science direct.com/science/article/abs/pii/S036054421500955X?via%3Dihub
						DOI 번호: 10.1016/j.energy.2015.07.060	
<p>● 창의성 및 혁신성: 군용 차량에 사용되는 열동력기관에 있어서, 연료 공급의 효율성을 증진하기 위해 연료의 단일화 사업(Single Fuel Concept)를 진행하였으며 이에 따라 항공용 JP-8 연료를 왕복동식 엔진에 적용하는 연구를 진행함. 기존의 디젤과 상이한 연료를 적용하는 과정이므로, 엔진의 제어 측면에서 연구를 진행하였으며, 기관의 작동 조건 별 제어 방식을 제안하여 추후 머신러닝 기반 제어의 초석이 되는 데이터를 제공함. 해당 논문은 열/에너지분야의 저명한 저널인 Energy (IF=5.537, 보정 ES=2.63181, JCR 분야상위 5.2%)에 게재</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 해당 결과는 기존의 가솔린, 디젤 외 기타 연료를 적용하는 열동력기관의 설계에 있어서 주요 인자를 도출하는 머신러닝기반 최적 설계의 기초자료로 활용될 것으로 예상됨</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
16	이지근	10136731	이공계열	유동제어및계측	저널논문	저자명: Reza Alidoost Dafsari, Hyung Ju Lee, Jeongsik Han, Jeekeun Lee	
						논문제목: Evaluation of the Atomization Characteristics of Aviation Fuels with Different Viscosities using a Pressure Swirl Atomizer	
						학술지명: International Journal of Heat and Mass Transfer	
						권(호), 페이지: 145, 118704	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2019	https://www.science-direct.com/science/article/abs/pii/S0017931019318241
						DOI 번호: 10.1016/j.jheatmasstransfer.2019.118704	
<p>● 창의성 및 혁신성: 항공용 가스터빈은 지상에서 사용되는 정치용 가스터빈과 달리 연소 효율 및 연료 분무의 미립화 특성이 매우 중요함. 특히 고밀도 연료를 사용할 경우 항속거리 증가를 기대할 수 있어 경제적 측면에서 매우 유리함. 그러나 항공용 연료가 고밀도화 되면 점도가 증가하여 연료계통에 영향을 끼칠 뿐만 아니라 미립화 특성이 현저히 감소하여 고고도 재점화 특성이 좋지 않게 됨. 본 논문은 현재 개발 중인 고밀도 연료의 미립화 특성을 점도 변화에 따라 평가한 것임. 본 연구를 통해 고밀도 연료 개발을 위한 기초데이터가 제공되었으며, 이를 이용한 고밀도 연료의 개발 방향이 수정 보완되었음. 기존 연구와 달리 산업 현장의 요구를 반영한 실용성이 높은 연구 결과로써 창의성 및 혁신성이 고려되어 국제 저명 학술지에 게재되었음 (IF=4.346, 보정 IF=0.917, 보정 ES=3.20164, 열유체공학분야 상위 5.6% 저널)</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구는 교육연구팀에서 지향하는 기초과학기술 분야 및 열유체공학 분야의 계측 및 해석능력 강화에 활용될 수 있음</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
17	이지근	10136731	이공계열	유동제어및계측	저널논문	저자명: Reza Alidoost Dafsari, Hyung Ju Lee, Jeongsik Han, Dong-Chang Park, Jeekeun Lee	
						논문제목: Viscosity Effect on the Pressure Swirl Atomization of an Alternative Aviation Fuel	
						학술지명: Fuel	
						권(호), 페이지: 240, 179-191	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2019	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236118320283?via%3Dihub
						DOI 번호: 10.1016/j.fuel.2018.11.132	
<p>● 창의성 및 혁신성: 항공기 가스터빈 연소기에 사용되는 항공용 분사장치의 연료 온도 변화에 따른 미립화 특성을 평가되었음. 연료 온도가 변화하면 미립화 특성을 결정 짓는 점도가 최대 10배 가량 그리고 표면장력이 변화하여 지상 실험과 완전히 다른 양상을 나타냄. 따라서 고도도 재점화가 중요한 항공용 연료의 저온 분무 특성이 정량적으로 평가되었음. 연료 온도가 저하하면 가스터빈 내로 분사되는 연료량이 비선형적으로 감소하며, 미립화 특성이 최대 30μm 정도 증가하게 됨. 이와 같은 결과는 국제저명학술지에 게재되었음(IF=5.537, 보정 ES=2.63181, JCR 분야상위 5.2%). 특히 보정 FWCI가 6.4228로 전세계 평균대비 542% 논문이 더 인용되고 있음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 논문은 실험결과를 이용하여 제품을 제작하는 과정에서 얻어진 결과로써 사업단에서 지향하는 Product-oriented의 방향과 부합하며, 관련 전공분야의 지평을 넓히는데 기여할 것으로 판단됨</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
18	이지근	10136731	이공계열	유동제어및계측	저널논문	저자명: Foad Vashahi, Jeekeun Lee	
						논문제목: On the Emerging Flow from a Dual-axial Counter-rotating Swirler; LES Simulation and Spectral Transition	
						학술지명: Applied Thermal Engineering	
						권(호), 페이지: 129(25), 646-656	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2018	https://www.science direct.com/science/article/abs/pii/S1359431117307962
						DOI 번호: 10.1016/j.applthermaleng.2017.10.058	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 논문은 가스터빈 연소기의 핵심 설계 변수인 선회기의 비정상 유동특성을 LES 기법을 이용하여 상세히 해석한 것임. 선회기는 연소실 내 강한 선회유동과 더불어 난류 혼합유동을 촉진하는 것으로 알려진 Dual Counter-rotating Axial Swirler가 사용되었음. 선회기 출구 근처에서 발생하는 와도의 생성과 붕괴(Vortex Breakdown) 현상을 주파수 천이 관점에서 조사하였음. 비정상 유동 특성(PVC 등) 해석을 위해 선회기 출구 근처에서 Turbulent Kinetic Energy Spectrum이 정량적으로 조사되었으며, 기존에 알려진 Kolmogorov의 Cascade 이론을 잘 따르고 있음을 보였음. 본 논문은 실험-해석 비교 분석을 통해 정확도가 높은 유동해석의 가능성을 제시하였으며, 이러한 점이 고려되어 국제저명 학술지에 논문이 게재됨(IF = 4.026, 보정 IF=0.849, 열유체공학분야 상위 10% 이내 저널). 특히 본 논문의 보정 FWCI는 3.51484로 높게 평가되고 있음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구결과는 교육연구팀에서 추구하는 Intelligence 기반 시스템엔지니어 양성을 위한 기반 기술로 활용될 수 있음</p>							

연번	참여 교수명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
19	전형민	10179209	이공계열	전산역학	저널논문	저자명: Hyungmin Jun, Xiao Wang, William Bricker, Mark Bathe	
						논문제목: Automated Sequence Design of 2D Wireframe DNA Origami with Honeycomb Edges	
						학술지명: Nature Communications	
						권(호), 페이지: 10, 5419	URL입력
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	
						게재년도: 2019	https://www.nature.com/articles/s41467-019-13457-y
						DOI 번호: 10.1038/s41467-019-13457-y	
<p>● 창의성 및 혁신성: 나노구조물은 나노입자의 형태화, 나노소재 및 메타물질의 개발, 광학 등 다양한 응용 분야에서 활용됨. 본 연구에서는 2차원 나노구조물의 면 외 방향 굽힘을 강화할 수 있는 모티프를 제안하고, 임의 형상의 나노구조물을 제작할 수 있는 자동/최적화 설계기법을 제안함. 고성능 전자현미경을 통해 합성된 나노구조물의 실체를 확인하였고, 개별 나노구조물이 이루는 정교한 각도를 측정함으로써 기존 단일 층으로 구성된 나노구조물과의 물리-화학적 성질을 비교 분석함. 분자 동역학 시뮬레이션을 통해 개발된 구조물의 최적 평형 상태와 기계/화학적 성질을 평가하였으며, 면외강성이 강화된 나노구조물의 합성이 가능함을 증명함. 본 연구결과는 Nature 자매지인 Nature Communication (IF=11.878)에서 발표됨</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구의 핵심은 자동화 및 최적화 설계를 위한 요소기술 개발이며, Intelligence 기반 부품 장비 설계를 위한 최적 설계 시스템으로 확장되어 개발될 수 있음. 특히 본 연구를 통해 개발된 그래프 이론의 자동화법은 일반화된 기법으로 기계 설계시스템에 적용 가능한 기술임</p>							

연번	참여 교수명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
20	전형민	10179209	이공계열	전산역학	저널논문	저자명: Hyungmin Jun, Tyson Shepherd, Kaiming Zhang, William Bricker, Shanshan Li, Wah Chiu, Mark Bathe	
						논문제목: Automated Sequence Design of 3D Polyhedral Wireframe DNA Origami with Honeycomb Edges	
						학술지명: ACS Nano	
						권(호), 페이지: 13, 2083-2093	
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	URL입력
						게재년도: 2019	https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsnano.8b08671
						DOI 번호: 10.1021/acsnano.8b08671	
<p>● 창의성 및 혁신성: 유전자를 재료로 사용하여 제작된 나노구조물은 나노 단위로 정교하게 컨트롤 될 수 있고 원하는 위치에 나노입자들을 결합할 수 있는 장점을 있음. 하지만, 나노구조물은 견고함의 부족으로 응용연구의 활용에 있어 한계를 보여줌. 본 연구에서는 나노구조적 견고함을 증대시키기 위한 최적 설계 알고리즘을 개발함. 분자 동역학 시뮬레이션을 통해서 구조적 견고함을 정량적으로 분석하였으며, 저온전자현미경 이미지의 재구성법을 통해 3차원 형상을 복원함. 본 연구는 2019년 나노기술분야 세계 최고 권위지인 ACS Nano (IF=13.903)에서 발표되었고, 보정 FWCI가 9.67639로 전세계 평균대비 867% 논문이 더 인용되고 있음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구는 자동/최적화 전산 설계기법에 대한 핵심 원천기술개발이며, Intelligence 기반 최적 설계 시스템 구성을 필요한 요소기술을 확보한 연구로 해석될 수 있음. 특히 본 연구를 통해 최적화 설계, 소프트웨어, 전산 시뮬레이션 등에 대한 요소 기술 연구가 진행됨</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
						대표연구업적물의 우수성	
21	전형민	10179209	이공계열	전산역학	저널논문	저자명: Hyungmin Jun, Fei Zhang, Tyson Shepherd, Sakul Ratanaalert, Xiaodong Qi, Hao Yan, Mark Bathe	
						논문제목: Autonomously Designed Free-form 2D DNA Origami	
						학술지명: Science Advances	
						권(호), 페이지: 5, eaav0655	URL입력
						공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1	
						게재년도: 2019	https://advances.sciencemag.org/content/5/1/eaav0655
						DOI 번호: 10.1126/sciadv.aav0655	
<p>● 창의성 및 혁신성: 나노구조물은 몇몇 관련 전문가에 의해 제작되었으며, 복잡한 형상의 나노구조물 제작에는 큰 한계를 보여줌. 본 연구에서는 비정형 형상의 나노구조물 설계를 위한 전산 설계 시스템을 개발함. 누구나 쉽게 원하는 형상의 나노구조물을 제작할 수 있는 소프트웨어를 개발하였고, 이에 대한 웹 기반 서비스를 구축하여 사용자들이 쉽게 이용 가능. 본 연구는 2019년 Science 자매지인 Science Advances (IF=12.804)에서 발표되었고, 보정 FWCI가 11.6819로 전세계 평균대비 1068% 논문이 더 인용되고 있음. 또한 한국 및 미국 전역에서 21개의 뉴스 기사를 통해 본 연구 내용이 소개됨</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 연구에서 사용된 전산설계 이론은 소재, 부품, 장비의 전산설계 시스템에 적용되는 최적화 및 자동화 시스템으로 확장 개발될 수 있음. 따라서 Intelligence 기반 최적 설계 시스템 개발을 위한 핵심 원천기술을 확보한 사전 연구임</p>							

② 참여교수 국제저명학술지 논문의 우수성 (별도 제출/ 평가)

<표 3-3> 최근 5년간 전체 참여교수 논문 환산 편수, 환산보정 피인용수(FWCI), 환산보정 IF, 환산보정ES

구분		최근 5년간 실적					전체기간 실적
		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	
논문 편수	논문 총 편수	14	5	10	18	21	68
	논문의 환산 편수의 합	3.6308	1.3180	3.8857	4.9612	7.0756	20.8713
	참여교수 1인당 논문 환산 편수	X					14
피인용수	보정 피인용수(FWCI) 값이 있는 논문의 총 편수	5	10	18			47
	보정 피인용수(FWCI) 합	22.3607	5.5822	13.6778	17.8074		
	환산보정 피인용수(FWCI) 합	59.4281	6.9233	1.4816	5.1050		5.6659
	논문 1편당 환산보정 피인용수(FWCI)	X					
	참여교수 1인당 환산보정 피인용수(FWCI) 합	X					19.1759
Impact Factor (IF)	IF=0이 아닌 논문 총 편수	14	5	10	18	21	68
	IF의 합	59.1300	15.6260	32.0380	67.0570	110.2000	284.0510
	환산보정 IF의 합	10.9020	3.4160	5.1960	10.9330		
	논문 1편당 환산보정 IF	X					3.0358
	참여교수 1인당 환산보정 IF 합	X					0.7608
Eigenfactor Score (ES)	ES=0이 아닌 논문 총 편수	1.9782	2.9462	3.8528	12.5738	14	5
	ES의 합	10	18	21	68	1.0926	0.5242
	환산 보정 ES의 합	0.7351	2.3456	3.9589	8.6564	25.3708	13.5476
	논문 1편당 환산보정 ES	X					12.6880
	참여교수 1인당 환산보정 ES 합	X					31.7964
참여교수 수						30.1012	

<표 3-3-1> 최근 5년간 건축분야 건축학 전공 참여교수 논문 및 저서 환산 편수
(별도 제출/평가)

구분	최근 5년간 실적					전체기간 실적
	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	
연구재단 등재재(후보)지 논문 환산편수	0	0	0	0	0	0
국제저저명학술지 논문 환산편수	0	0	0	0	0	0
기타국제학술지 논문 환산편수	0	0	0	0	0	0
국어 학술저서 환산편수	0	0	0	0	0	0
외국어 학술저서 환산편수	0	0	0	0	0	0
저서 또는 논문 총 환산편수	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
참여교수 1인당 저서 또는 논문 환산 편수	X					
참여교수 수						

③ 참여교수 저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적의 우수성

<표 3-4> 최근 5년간 참여교수 저서, 특허, 기술이전, 창업 실적 등

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
1	김대석	10157445	계측	특허	발명자: Daesuk Kim, Robert Magnusson	
					특허명: Method for Snapshot Interferometric Spectrometry	
					등록국가: 미국	URL입력
					등록번호: US10132686B1	https://patents.google.com/patent/US10132686B1/en?q=Method+snapshot+interferometric+spectrometry&oq=Method+for+snapshot+interferometric+spectrometry
					등록연도: 2018	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 특허는 현재 상용화를 추진 중인 Dynamic Spectroscopic Ellipsometer(SE) 기술 및 초고속 SE Mapper 기술의 바로 앞 단계에 개발된 원천기술로 스냅샷 방식의 Interferometric Spectroscopic Device에 관한 특허임. 현재 기술상용화에 적용하고 있는 '일체형 편광분광 간섭모듈'에 기반한 Dynamic 분광편광기술에서 제공하는 실시간 분광편광위상정보를 제공할 수 있는 새로운 개념으로 간섭계를 분광편광계와 결합 시 측정시료를 간섭계 외부에 최초로 위치시킴으로써 간섭계를 채용하지만 외란에 매우 강인한 분광편광기술임. 본 특허에서 기술하고 있는 주요 청구항의 내용은 광기술분야 세계권위학술지인 미국 광학회의 Optics Letters에 2016년도에 게재됨</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 특허는 반도체산업의 핵심 계측장비인 SE 관련 특허로 교육연구팀의 비전과 목표에 매우 높은 정합성을 가짐</p>						

연번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
2	김대석	10157445	계측	기술이전	발명자: 김대석	
					이전 기술명: '일체형 편광간섭계 및 이를 적용한 스냅샷 분광편광계' 대한민국 특허	
					기술이전 회사: (주) Klab	URL입력
					기술이전 액수: 기술이전비 1억(경상기술료)	
					기술이전 연도: 2018	
<p>● 창의성 및 혁신성: 본 기술이전 성과는 2017년도 12월에 대한민국특허등록("일체형 편광간섭계 및 이를 적용한 스냅샷 분광편광계")된 기술에 대한 것으로 반도체 생산 공정혁신의 가능성을 인정 받아 2018년 분광분석기술 국내 대표기업인 Klab(주)에 기술이전 계약 후 기술상용화를 위한 협력 추진 중임. 본 기술이전에 관련된 특허는 현재 해외 3개국(미국, 일본, 유럽) 해외 출원된 상태이며, 국내 뿐 아니라 해외 시장 선점을 위한 공격적인 특허전략을 추진하고 있음. 현재, 네덜란드의 Avantes Inc. 와 미국 Thorlabs Inc. 와의 협력체계를 구축하고 있으며 세계시장을 겨냥한 product 개발을 2020년 내에 달성할 계획임. 또한, 세계 최초의 Dynamic SE기술의 시장성 또한 국내 반도체 생산기업을 통해 큰 파급가능성을 도출한 상황임</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 기술이전은 반도체산업의 핵심 계측장비인 SE 관련 기술이전 성과로 교육연구팀의 비전과 목표에 매우 높은 정합성을 가짐</p>						

연번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
3	오성훈	10056429	절삭가공	특허	발명자: 박기철, 박기현, 오성훈, 전정택	
					특허명: 자동변속장치 및 전기오토바이용 자동변속장치	
					등록국가: 한국	URL입력
					등록번호: 10-1610693	https://patents.google.com/patent/KR101610693B1/ko?q=%EC%9E%90%EB%8F%99%EB%B3%80%EC%86%8D%EC%9E%A5%EC%B9%98%EB%B0%8F%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%98%A4%ED%86%A0%EB%B0%94%EC%9D%B4%EC%9A%A9%EC%9E%90%EB%8F%99%EB%B3%80%EC%86%8D%EC%9E%A5%EC%B9%98&oq=%EC%9E%90%EB%8F%99%EB%B3%80%EC%86%8D%EC%9E%A5%EC%B9%98+%EB%B0%8F+%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%98%A4%ED%86%A0%EB%B0%94%EC%9D%B4%EC%9A%A9+%EC%9E%90%EB%8F%99%EB%B3%80%EC%86%8D%EC%9E%A5%EC%B9%98
					등록연도: 2016	
<p>● 창의성 및 혁신성: 큰 회전토크를 전달하고 변속이 정확하게 이루어지도록 할 수 있는 것으로는 다수의 기어가 사용되는 기어식 변속방법을 들 수 있음. 자동차 등 여러 산업용 기계에 널리 사용되고 있으며, 최근에는 전기 자동차에도 적용되고 있음. 본 특허는 유성기어를 이용하여 변속장치의 출력슬리브에 일정 이상의 토크가 작용할 때 감속비가 자동적으로 전환되고, 구조가 간단하여 제조비용이 저렴하고 소형화가 가능함</p> <p>● 비전목표와의 부합성: 소형 장치로써 전기 이륜차에 적용하여 효율을 높일 수 있으며 다양한 장치에 활용이 가능함</p>						

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
4	유범상	10108260	생산자동화및 생산관리	특허	발명자: 유범상, 고민혁, 김경철	
					특허명: 농업용 이송로봇 시스템	
					등록국가: 한국	URL입력
					등록번호: 10-1657663 등록연도: 2016	https://patents.google.com/patent/KR101657663B1/ko?q=%EB%86%8D%EC%97%85%EC%9A%A9%EC%9D%B4%EC%86%A1%EB%A1%9C%EB%B4%87%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C&oq=%EB%86%8D%EC%97%85%EC%9A%A9+%EC%9D%B4%EC%86%A1%EB%A1%9C%EB%B4%87+%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C
<p>● 창의성 및 혁신성: 농업용 이송로봇 시스템은 온실 농업 환경에서 작업자를 추종하는 로봇 시스템으로 농작물시설에 설치된 작업라인을 따라 이동하는 이송로봇시스템에 관한 특허임. 작업자의 리모컨과 이송로봇에 장착된 자기장발전기에서 발생된 자기장의 강도를 수신하여 측정된 자기장 관련 데이터를 이송로봇으로 송신하며 이송로봇이 작업자와 미리 설정된 일정한 거리를 유지하도록 이송로봇의 이동방향을 제어하며, 농작물시설에 설치되어 농작물 등을 이송시키면서 로봇과 작업자 사이에 농작물이 위치하여도 로봇이 작업자를 용이하게 추종하도록 하는 이송로봇 시스템에 관한 기술임. 2015년 주)로보닉스에 기술이전 하였음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 발명은 스마트팜 및 스마트온실 재배에 적용 가능한 발명으로서 농업용 AGV에 관한 기초 발명 자료로 활용 될 수 있음</p>						

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
5	유범상	10108260	생산자동화및 생산관리	특허	발명자: 유범상, 김경철, 고민혁, 권대식	
					특허명: 호스 자동 권취장치	
					등록국가: 한국	URL입력
					등록번호: 10-1564551	https://patents.google.com/patent/KR101564551B1/ko?q=%ED%98%B8%EC%8A%A4%EC%9E%90%EB%8F%99%EA%B6%8C%EC%B7%A8%EC%9E%A5%EC%B9%98&oq=%ED%98%B8%EC%8A%A4+%EC%9E%90%EB%8F%99%EA%B6%8C%EC%B7%A8%EC%9E%A5%EC%B9%98
					등록연도: 2015	
<p>● 창의성 및 혁신성: 농약 등을 살포할 때 사용되는 호스를 자동으로 속도 조절하여 권취할 수 있는 호스 자동 권취장치에 관한 특허임. 권출 또는 권취되는 호스의 장력을 감지하는 장력감지부와 구동부를 제어하는 제어부를 포함하여 이루어짐. 장력감지부는 회전드럼부로부터 권출 또는 권취되는 호스와 접하여 호스에 가해지는 장력을 감지하고 감지된 호스의 장력에 따라 구동부의 회전속도를 조절하여 호스를 권출 또는 권취하는 것을 특징으로 함. 호스가 외부에 걸려 있을 경우 감는 힘에 의해 호스가 파손되었던 점을 개선하였음. 또한 호스의 필요에 따라 고속 또는 저속으로 권취 또는 권출 속도를 향상 시켜 작업성을 개선함. 본 발명은 '농업용 방제로봇 시스템(등록번호 : 10-2012-0051057)'에 적용되어 사용되고 있으며, 호스 자동 권취 장치가 포함된 농업용 방제로봇 시스템을 기술이전 하여 현재 주)하다에서 제작 및 판매하고 있음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 본 발명은 농업용 방제로봇 및 스마트 방제에 적용 가능한 연구로 추후 4차 산업혁명의 스마트팜 자동화에 기초 자료로 사용될 수 있음</p>						

연번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
6	이지근	10136731	유동제어및계측	특허	발명자: 이지근, 포아드 바샤히, 알리두스트 다프사리 레자, 이상호, 라소티아	
					특허명: 공기흡입 성능이 개선된 공기흡입형 노즐	
					등록국가: 한국	URL입력
					등록번호: 10-1961135	https://patents.google.com/patent/KR101961135B1/ko?q=%EA%B3%B5%EA%B8%B0%ED%9D%A1%EC%9E%85%EC%84%B1%EB%8A%A5%EC%9D%B4%EA%B0%9C%EC%84%A0%EB%90%9C%EA%B3%B5%EA%B8%B0%ED%9D%A1%EC%9E%85%ED%98%95%EB%85%B8%EC%A6%90&oq=%EA%B3%B5%EA%B8%B0%ED%9D%A1%EC%9E%85+%EC%84%B1%EB%8A%A5%EC%9D%B4+%EA%B0%9C%EC%84%A0%EB%90%9C+%EA%B3%B5%EA%B8%B0%ED%9D%A1%EC%9E%85%ED%98%95+%EB%85%B8%EC%A6%90
					등록연도: 2019	
<p>● 창의성 및 혁신성: 노즐은 화석연료를 사용하는 모든 산업기기에서 에너지 변환장치로 이용되고 있으며, 액체 유동 경로의 스케일이 mm 단위로써 초정밀 가공이 요구되는 제품임. 우리나라에서 사용되고 있는 노즐은 미국 및 유럽에서 수입된 것이 대부분으로, 수년간 축적된 데이터 기반 정밀 가공 기술을 이용하여 제작된 제품임. 본 특허는 비산 방지 및 효율을 대폭 향상시킨 새로운 개념의 노즐로써 설계, 해석 및 제작 전 과정에 요구되는 기술의 독자적 개발 및 표준화된 정밀 제작 과정을 통해 획득된 것임. 기존 제품을 모사하지 않고 유동학적 원리에 입각하여 설계된 것으로 창의성 및 혁신성을 갖고 있음</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 표준화된 설계 기법 및 노즐 제작 공정에 대한 지침은 교육연구팀에서 추구하는 초정밀 가공 기술 향상에 크게 이바지할 것으로 판단됨. 또한 유체역학 및 제품 설계 분야에 유용한 학습 표준 사례로 활용 가능함</p>						

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					

연번	참여자수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
7	이지근	10136731	유동제어및계측	특허	발명자: 이지근	
					특허명: 액체 압력 측정용 어댑터	
					등록국가: 한국	URL입력
					등록번호: 10-1921596	https://patents.google.com/patent/KR101921596B1/ko?q=%EC%95%A1%EC%B2%B4%EC%95%95%EB%A0%A5%EC%B8%A1%EC%A0%95%EC%9A%A9%EC%96%B4%EB%8C%91%ED%84%B0&oq=%EC%95%A1%EC%B2%B4+%EC%95%95%EB%A0%A5+%EC%B8%A1%EC%A0%95%EC%9A%A9+%EC%96%B4%EB%8C%91%ED%84%B0
					등록연도: 2018	
<p>● 창의성 및 혁신성: 압력 측정은 에너지 전달과정을 평가하기 위한 것으로 전 산업 공정에서 매우 빈번하게 사용됨. 압력을 측정하는 도구로 피토관과 더불어 연구용으로 사용되는 정밀도 및 재현성이 높은 고가의 압력센서가 사용됨. 그러나 모든 압력 센서는 측정 대상에 연결을 위한 압력 탭이 필수적으로 요구됨. 본 특허는 압력 탭과 관련된 것으로 시스템이 매우 복잡한 항공기 및 산업시설에 압력 탭을 설치할 경우 관내에 포함된 공기가 압력 측정 결과에 심각한 영향을 끼치므로 압력 측정 전에 공기를 제거하는 것이 매우 중요함. 따라서 공기 배출 기능을 포함한 압력 탭으로써 관내에 포함된 공기 배출을 위해 압력 탭을 시스템에서 분리할 필요가 없고 조작이 매우 간편한 특징을 갖고 있어 창의성과 혁신성이 탁월할 특허임</p> <p>● 비전 및 목표와의 부합성: 교육연구팀에서 추구하는 초정밀 가공기술 달성을 위한 기반 측정 기술로 적합하며, 기계공학 전 분야에서 널리 활용될 것으로 기대됨</p>						

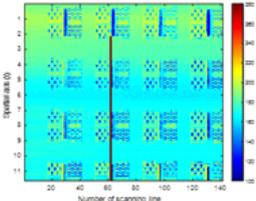
1.2 연구업적물

- ④ 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물
(최근 10년)

<표 3-5> 최근 10년간 교육연구팀의 학문적 수월성을
대표하는 연구업적물

④ 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-5> 최근 10년간 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

연 번	대표연구업적물 설명								
1	<p>■ 대표 연구업적물 (SCI 논문) - 김대석 교수 D. Kim and V. Dembele, "One-piece Polarizing Interferometer for Ultrafast Spectroscopic Polarimeter," <i>Scientific Reports</i>, 9, 5978, 2019</p> <p>■ 연구의 독창성 및 우수성 본 연구논문은 아래 기술한 Dynamic Spectroscopic Ellipsometer(SE) 기술을 가능하게 하는 ‘일체형 편광변조간섭계’에 대한 세부 scheme과 이론적 배경을 보고한 초고속 SE 원천기술에 대한 첫 저널논문임. 본 논문을 통해 기존 SE 기술이 가지고 있는 측정 속도를 혁신할 수 있는 신 개념의 초고속 SE 시스템을 보고하였으며 0.01도 수준의 세계적인 SE 상용 장비의 정밀도를 달성할 수 있다는 것도 실험적으로 최초로 증명하였음. 본 연구팀에서는 2016년 말부터 기존 상용 SE 시스템의 정밀도를 유지하면서 초당 20Hz 이상의 초고속 측정이 가능한 Dynamic SE 시스템을 개발하였으며, 2017년에 Dynamic 시연이 가능한 Dynamic SE Prototype을 제작하여 광 부품 세계 1위 기업인 미국 Thorlabs 사 방문 시연을 시작으로 지난 4년간 기술 사업화를 위해 끊임없이 노력하고 있으며 2018년도 1월에 (주)Klab에 개발된 ‘일체형 편광변조간섭계’ 기술을 경상기술료 1억원의 기술이전(3년, 통상실시권) 성과를 달성함</p> <p>■ 후속연구에 미친 영향 개발된 Dynamic SE 원천기술을 확장하여 (주)삼성전자에서 지원하는 ‘삼성미래기술육성사업’을 통해 반도체 MI(Measurement & Inspection) 분야의 혁신적인 패러다임 변화를 창출할 수 있는 현존하지 않는 Dynamic SE Mapper 기술을 개발하였으며, (주)삼성전자 반도체사업부와 Dynamic SE기술과 초고속 SE Mapper 기술에 대한 기술사업화 협력을 진행 중임</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>[미국 Thorlabs Inc. 방문 및 1차 Dynamic SP 프로토타입 시연 (2017.5)]</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>기술이전 계약서</p> <p>본 계약은 "본"이 개발하고 소유하고 있는 패러다임 혁신기술 "본 기술"에 대한 3년 동안 기술에 대해서 통상실시권 하에 1억 원의 기술료에 대하여 양 당사자의 권리 및 의무를 규정하는 것을 목적으로 한다.</p> <table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <td>기술이전 대상</td> <td>특허 출원(등록) 번호</td> </tr> <tr> <td>일체형 편광변조간섭계 및 이를 적용한 초고속 동적편광계</td> <td>SP-2016-0013028</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SP-2016-0013029</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PCTKR2017000034</td> </tr> </table> <p>[기술이전계약(2018. 1): 경상기술료 1억원]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[삼성미래기술육성사업: 초고속 SE mapper 개발(2017. 9~2019. 8): 총연구비 6억원]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[Dynamic SE 및 SE mapper 시제품 개발(2019. 12)/Startup 설립예정 (2020 9)]</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">[대표연구업적의 기술이전 및 사업화]</p>	기술이전 대상	특허 출원(등록) 번호	일체형 편광변조간섭계 및 이를 적용한 초고속 동적편광계	SP-2016-0013028		SP-2016-0013029		PCTKR2017000034
기술이전 대상	특허 출원(등록) 번호								
일체형 편광변조간섭계 및 이를 적용한 초고속 동적편광계	SP-2016-0013028								
	SP-2016-0013029								
	PCTKR2017000034								

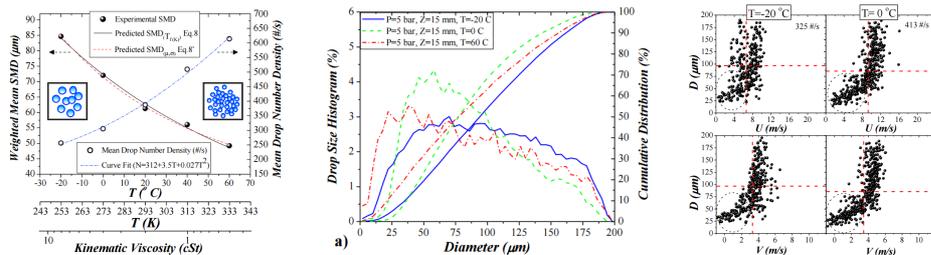
■ 대표 연구업적물 (SCI 논문) - 이지근 교수

R.A. Dafsari, H.J. Lee, J. Han, D.C. Park, J. Lee, “Viscosity Effect on the Pressure Swirl Atomization of an Alternative Aviation Fuel,” *Fuel*, 240, 179-191, 2019

■ 연구의 독창성 및 우수성

본 연구에서는 연료 온도 변화에 따른 점도변화 예측 및 분무 미립화 특성이 유량 계수, 액적 크기, 크기 분포 등 측정을 통해 수행되었음. 항공용 가스터빈 연소기에 사용되는 압력식 선회노즐을 이용하여 연료 점도 변화를 $-35^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 범위(특히 저온 영역($0^{\circ}\text{C} \sim -35^{\circ}\text{C}$))에서 조사하였음. Laser Diagnostic(PIV, PDA 등) 방법을 이용하여 액적크기-속도 동시 측정에 의한 상관성 평가를 수행하였으며, 점도변화에 따른 굴절률을 선행연구를 통해 개발한 방법을 적용하였음. 연료 온도가 $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 로 변화할 때 연료의 점도는 0.4 cSt에서 10.7 cSt로 최대 26배 증가하며, 이에 따른 유량계수는 -15°C 이하부터 급격하게 감소하였음. 평균 액적 크기(SMD(μm))는 연료 온도 감소에 따른 점도 감소로 인하여 최대 65% ($45 \mu\text{m}$)의 차이를 나타내며, WMSMD는 최대 74% 증가하는 결과를 나타냈음. 특히, 연료 분무를 구성하는 수밀도 변화는 최대 60% 변화하며, WMSMD를 예측하기 위한 관계식을 연료 온도와 점도의 함수로 제시하였음. 연구 결과는 관련분야 세계저명학술지인 *Fuel*에 게재됨. *Fuel* 학술지의 IF는 5.537이며, 보정 ES는 2.63181로 연료와 관련된 저널로는 최상위(JCR 분야상위 5.2%)로 평가되고 있음. 본 연구 결과는 기존 연구와 달리 저온 연료의 특성을 상세히 조사하고 물리적 현상을 수식으로 정리하여 제시함으로써 결과의 일반성 및 응용성 확보하였음. 특히 보정 FWCI가 6.4228로 전세계 평균대비 542% 논문이 더 많이 인용되고 있음

2



[대표연구 업적물의 연구 결과]

■ 후속연구에 미친 영향

본 연구 결과를 기반으로 추가적인 연구결과를 “Rezaei et al., *Fuel* 258, 2019” (IF=5.128, JCR 분야상위 5.2%)에 게재했으며, 바이오 계열 연료의 가스터빈 적용성 평가와 관련된 연구결과를 Tareq et al., *International Journal of Multiphase Flow* 126, 2020 (IF=2.829)에 게재한 바가 있음. 현재 국내 가스터빈 연소기 개발 업체와 공동으로 추가 연구를 수행 중에 있으며, 고밀도 연료 개발과 관련된 연구를 향후 중점 연구로 추진 중에 있음

■ 대표 연구업적물 (SCI 논문) - 김은호 교수

E. Kim, R. Chaunsali, J. Yang “Gradient-Index Granular Crystals: From Boomerang Motion to Asymmetric Transmission of Waves” *Physical Review Letters*, 123, 214301, 2019

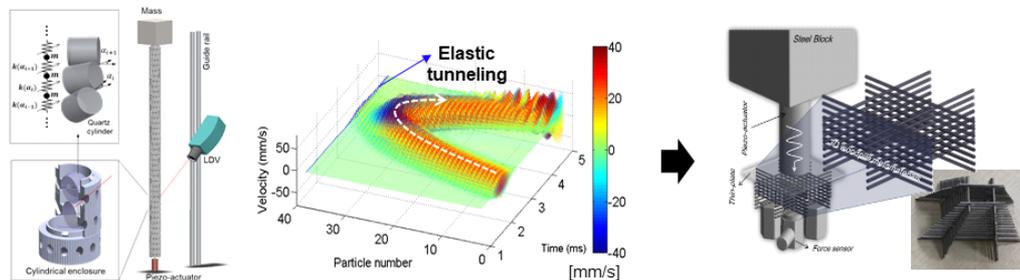
■ 연구의 독창성 및 우수성

실린더 입자들이 연결된 1차원 포논 격자구조(Phononic Crystal)에서 위치에 따라 실린더들의 접촉강성을 변화시키면 이를 통과하는 선형/비선형 파동을 극단적으로 제어할 수 있음을 해석적/실험적으로 분석/검증한 논문임. 선형파동의 경우 국부적으로 주파수 밴드갭이 변화되며 탄성파동이 구조물의 중앙에서 스스로 멈추었다가 되돌아오는 부메랑효과가 나타남을 확인함. 파동의 강도가 커져서 비선형성을 갖게 되면 파동이 전파되면서 주파수가 변하는 현상이 나타나며, 동일한 파동이 한쪽 방향으로만 통과하는 비대칭 파동전달 현상(다이오드(diode)와 같은 효과)이 나타남을 확인함. 탄성파동 영역에서 파동의 부메랑현상과 비대칭파동 전달현상의 원인을 명확하게 분석/검증하였음. 동일 구조에서 선형파동과 비선형파동을 동시에 구현할 수 있는 독창적인 실험장치를 구현하여 폭넓은 선형/비선형 파동현상의 극단적인 제어가 가능함을 실험적으로 검증하였음. 이러한 연구의 우수성을 인정받아 물리학 분야의 세계 최고 권위의 학술지인 *Physical Review Letters* (IF=9.227, 보정 ES=7.67825)에 소개되었음.

3

■ 후속연구에 미친 영향

탄성파를 극단적으로 제어할 수 있음을 보여준 본 논문은 최근 세계적으로 큰 관심을 끌고 있는 메타재료 연구분야에서 큰 관심을 받고 있음. 1차원 구조에서 보여준 파동의 속도와 방향의 극단적 제어는 다차원 구조에서 파동을 원하는 대로 제어할 수 있음을 의미하며, 다차원 탄성메타재료의 설계 및 개발에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대됨. 본 연구를 통해 파악된 탄성파의 제어 원리는 일상생활에서 나타나는 다양한 진동/충격문제와 큰 피해를 유발할 수 있는 지진파의 제어 등을 해결하기 위한 다양한 연구를 확산될 수 있을 것으로 기대됨. 본 연구를 기반으로 탄성메타재료 관련 후속 국제공동연구 (J. Yang (미국 UW), P.G. Kevrekidis(미국 UMASS), G. Theocharis(프랑스, CNRS))가 진행되고 있으며, 본 연구팀에서는 이를 기반으로 한 후속연구과제(2020 중견연구)에서 진동/충격 감쇠를 위한 탄성메타재료의 실용화 연구가 함께 진행되고 있음



극단적 파동제어 연구(부메랑파동 및 비대칭파동전달)

실용화를 위한 메타재료 개발연구

[대표연구업적 및 이를 활용한 후속 연구]

Ⅲ. 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

1.3 교육연구팀의 연구역량 향상 계획

① 교육연구팀의 역량분석 및 정밀기계 부품장비 분야 연구의 시급성

■ 정밀 부품·장비 시스템분야의 기술개발 및 연구의 필요성

- 2019년 한일 무역분쟁을 통해 기계부품·장비분야 핵심원천기술의 높은 대외의존도가 국내 산업에 미치는 영향이 큰 것으로 나타나 핵심원천기술개발이 시급한 것으로 분석, 2020년 4월 1일 소재·부품·장비산업 경쟁력강화를 위한 특별조치법이 시행됨
- 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등의 정보통신기술이 기존의 산업 기반기술과 융합되면서 기술의 발전 속도가 가속화되는 4차 산업혁명시대에 접어들어 기술경쟁력확보를 위한 융합연구가 시급하며 이에 대응하기 위한 노력으로 2019년 정부는 AI 국가전략을 발표함
- 학령인구의 급격한 감소 추세와 더불어 심각한 국내 이공계 대학원 기피 현상을 극복하기 위한 국가차원의 대학원 진학 장려가 필요하며 이를 통해 세계적 경쟁력을 갖는 원천기술개발 능력을 갖춘 고급 연구인력 배출이 시급함

■ 교육연구팀의 연구역량 현황 분석

■ 연구 논문 실적 현황

- 본 교육연구팀은 최근 5년간 총 68편의 SCI(E) 논문을 게재. 이중 다수의 논문이 저자로서 국제저명학술지인 *Nature Communication* (IF=11.878), *Science Advance* (IF=12.804), *Physical Review Letter* (IF=9.227), *ACS Nano* (IF=13.903) 및 기계분야 최상위권 학술지인 *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* (JCR 분야상위 1.4%), *Energy* (JCR 분야상위 5.2%), *International Journal of Heat and Mass Transfer* (JCR 분야상위 5.6%), *Journal of the Mechanics and Physics of Solid* (JCR 분야상위 7.8%) 등에 게재되었고, 매우 우수한 질적 연구가 수행되었음을 보여줌
- 영향계수(IF)가 높은 국제학술지에 다수의 논문이 게재됨. 특히, **IF가 3이상의 저명학술지에 게재된 논문은 전체의 60%에 해당되며, 논문 1편당 평균 IF는 4.18임**

5년간 총 논문 편수	논문 1 편당 평균 IF	네이처/사이언스 자매지	IF > 10	IF > 5	IF > 4	IF > 3
68편	4.18	5편	5편	16편	29편	41편
전체 논문 수 대비 비율		(7.4%)	7.4%	23.5%	42.7%	60.3%

- 최근 5년간 국제학술지(SCI(E)급)에 발표된 논문의 양은 다소 미흡해보이나 논문의 질적 평가로 사용되는 환산 영향계수(IF) 및 환산보정 ES는 다른 연구 그룹과 비교하여 매우 높은 수치를 보여줌

기준	정량평가지표	본 사업팀 (5년간 평균 실적)	BK21 PLUS (3단계) (지역, 기계분야)	
			5개 사업팀 평균 (3년간 평균 실적)	4개 사업단 평균 (3년간 평균 실적)
참여 교수	환산논문 1편당 환산보정 IF	0.60	0.54	0.47
	환산논문 1편당 환산보정 ES	1.59	0.60	0.69
대학 원생	환산논문 1편당 환산보정 IF	0.47	0.24	0.31
	환산논문 1편당 환산보정 ES	1.12	-	-

- 3단계 BK21 PLUS를 수행한 교육사업팀/사업단(지역, 기계계열)의 참여교수 실적과

비교하여, 본 교육연구팀의 환산논문 1편당 환산보정 ES는 **265% (사업팀의 평균과 비교) 및 230% (사업단의 평균과 비교) 높은 수치 결과를 보여줌**. 이는 본 교육연구팀에서 수행된 연구가 질적으로 매우 우수하다는 사실을 입증함

- ✓ 또한, 참여교수의 대학원생(졸업생) 연구논문 실적은 3단계 BK 사업팀/사업단(대학원 실적)의 평균값과 비교하여 **196% (사업팀의 평균과 비교) 및 151% (사업단의 평균과 비교) 높은 수치**를 보여줌
- **특허 및 기술이전 현황**
 - ✓ 본 교육연구팀은 최근 5년간 총 14건의 국내외 특허 등록(신임교수의 실적 포함 총 19건) 실적을 보유함
 - ✓ 14건의 특허 중 9건의 기술이 이전됨. 이는 4건의 고부가가치 기술(1억 이상 1건, 10천만원 이상 3건)을 포함하여 **총 1억6천만 원 이상의 기술이전 실적**을 보유함
- **현황 분석을 통한 연구역량 향상 방향**
 - ✓ 영향력 지수(IF 및 ES)가 높은 연구 실적의 많은 부분은 국제공동연구를 통해 이루어짐. 따라서 지속적으로 **국제적 네트워크를 활용하고 추가적으로 확장하여 적극적인 협업연구**를 진행
 - ✓ 우수한 기초연구 및 요소기술개발 결과가 혁신적인 실용기술의 개발로 이어질 수 있도록 **장기적으로 융합연구가 가능한 연구환경 조성**
 - ✓ 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 블록체인, 3D 프린팅 등 4차 산업혁명 기술의 급격한 발전을 고려하여 **Machine Learning 기반 융합연구를 활성화**시켜 향후 연구의 경쟁력을 강화

② 교육연구팀의 연구역량 향상 계획

■ 연구 비전

- **Global Originality**를 가질 수 있는 도전적이고 혁신적인 연구주제 창출을 위한 협업연구체계 구축
- **Balanced R&D**를 통한 융복합기술 개발 및 기술상용화 혁신연구플랫폼 구축
- **Intelligence** 기반 정밀 부품·장비산업에 대한 독자적인 원천기술개발로 지역과 세계에 공헌하는 Glocal 정밀 부품·장비산업 선도 연구단으로 발전

■ 연구 목표

- AI 기반 기술을 접목한 기계공학분야 **핵심원천기술** 개발
- 기계 부품장비 시스템의 AI 기반 **융복합기술** 개발
 - ✓ **Intelligence** 기반 정밀 생산 기술 개발
 - ✓ 반도체 공정평가 **Optomechatronics** 기술 개발
 - ✓ **Machine Learning** 기반 정밀 설계 최적화 기술 개발
- 융복합 기술을 통한 세계적인 경쟁력을 가진 **Product** 개발 및 사업화

■ 연구 실적 목표

- 본 교육연구팀은 기계분야에서 상대적으로 우수한 연구논문들을 게재해왔으며, 추가적으로 연구의 질적 수준의 향상을 위해 **FWCI지수 향상**과 기초연구가 응용연구로 이어지도록 **논문/특허-사업화(기술이전, 기술출자, 창업 등) 연계 실적**을 지속적으로 향상시키

는 것을 목표로 함

- 우수한 대학원생 확보와 내실있는 교육 및 연구역량의 향상을 통해 고급인력양성 및 대학원생 연구실적의 양적/질적 수준을 대폭 향상시키는 것을 목표로 설정

[참조 표 3_1 교육연구팀의 년차별 연구실적 목표]

연구 실적 목표		현황	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
연구팀	참여교수 1인당 환산보정 FWCI *	0.69	0.75	0.75	0.89	0.89	0.89	1.03	1.03	1.03
	논문-특허출원 연계실적 (건)	3.4	5	8	8	9	9	10	10	10
	논문-특허등록 연계실적 (건)	1.8	1	2	3	3	4	5	5	7
	논문/특허-사업화(기술이전, 기술출자, 창업) 연계실적 (건)	1	1	3	4	4	4	5	5	6
대학원생	대학원생 1인당 환산보정 ES	0.12	0.16	0.16	0.18	0.18	0.18	0.24	0.24	0.24
	대학원생 1인당 환산보정 FWCI *	0.1	0.13	0.13	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2	0.2
	대학원생 국제학회 발표 (편)	6	4	11	12	14	14	17	18	18

*FWCI는 다년간의 지수가 안정적인 의미를 가지므로 최근 3년 자료를 기준으로 계산, 현황 자료는 최근 4년간(2015-2018) 참여교수의 논문 게재 실적의 평균값(첨부 7-1)



그림 3_1 본 교육연구팀의 비전 및 목표

■ 연구 계획

- Balanced R&D 기반 융복합기술 개발을 위한 단계적 융합연구
- 1단계: 세부 연구분야(가공생산시스템, 운동제어, 유동시스템, 동력시스템, 광 측정, 진동/파동 시스템, 시스템 설계)에서 AI 기반 기술을 접목한 분야별 핵심원천기술 개발
 - ✓ 세부 분야별 국내외 우수대학 및 연구기관과 협업 프로젝트/연구 수행
- 2단계: 세부 연구 분야를 융합한 AI 기반 융복합 기술 개발 연구
 - ✓ Intelligence 기반 정밀 생산기술 융합연구: AI 기술 기반의 가공/제작 분야와 운동시스템 제어 분야 등의 융합연구를 통해 지능형 정밀 생산기술 개발
 - ✓ 반도체 공정평가 광 메카트로닉스 기술 융합연구: 광측정 분야, 정밀 진동/파동제어 시스템 분야, 유동/동력시스템 분야 등을 융합하여 반도체 공정 평가를 위한 초정밀 광 메카트로닉스 기술을 개발

- ✓ Machine Learning 기반 정밀 설계 최적화 연구: 기계학습 기반의 시스템 최적화 설계 연구를 진행함. 진동/파동시스템, 유동/동력시스템 및 운동시스템 제어 연구 등의 세부 연구분야와 융합하여 다분야 정밀 최적화 설계 기술을 개발
- 3단계: 분야별 융합 연구결과와 축적된 기술력을 통합하여 국제적 경쟁력을 가진 Product 개발 및 기술의 상용화를 추진

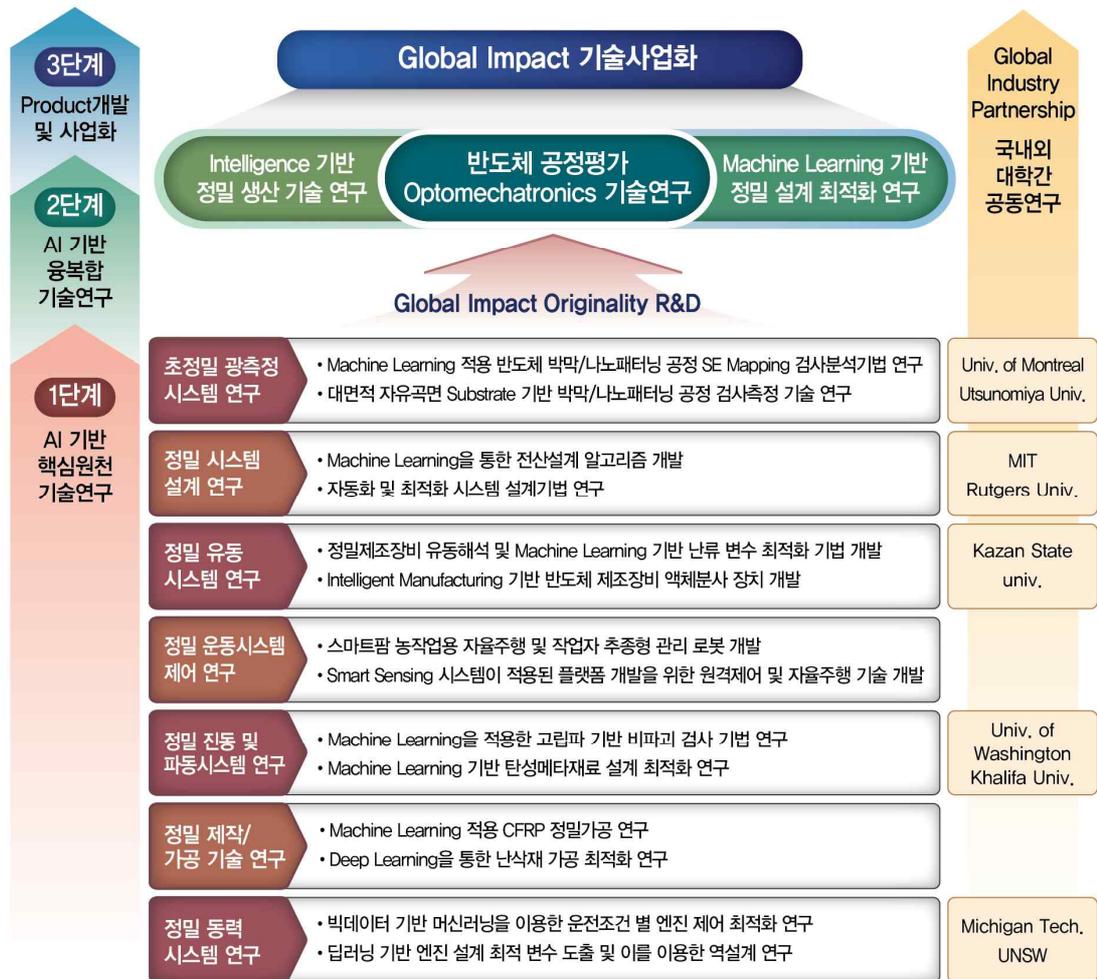


그림 3_2 교육연구팀의 연구력 향상을 위한 단계적 연구 계획

■ 연구역량 향상 추진 전략

▪ AI기반기술 활용역량 향상전략

- ✓ 기계학습, 딥러닝, 빅데이터, 사물인터넷 등 4차산업 핵심기술 관련 전문 연구 인력 (신임교원, 겸임교원, 신진연구인력, 석박사급 연구 인력) 충원
- ✓ AI기반기술 교육지원(교과/비교과)을 통한 연구책임자 및 대학원생 연구역량 향상
- ✓ 기계 산업분야 AI 관련 전문가 초청 세미나 및 자문

▪ 융합연구 활성화를 통한 융복합 기술개발역량 향상전략

- ✓ 3대 융합 연구 분야에 대한 주기적 융합 연구 세미나/심포지엄 개최
- ✓ 융합연구에 대한 공동연구과제(한국연구재단 BRL, ERC 등) 기획

- ✓ 산업체 네트워크를 활용한 수요자 중심의 도전적 융복합 기술개발 기획
- ✓ 대학원생 공동지도 시스템을 구축하여 공동연구 활성화
- ✓ Intelligence Innovation Center를 활용한 연구교류 활성화
- **도전적/혁신적 연구주제 도출을 통한 연구의 질적 수준 향상 전략**
 - ✓ 국내외 우수대학 및 연구기관과의 지속적인 교류를 통해 혁신적인 연구주제 도출 및 기초 공동연구 추진
 - ✓ 국내외 우수 연구소/산업체 네트워크와 교류를 통해 도전적 연구주제를 도출하고 산업핵심기술 공동연구를 추진
 - ✓ 매년 저명국제학술대회 참여를 통해 연구/개발 동향 파악 및 공동연구네트워크 구축
- **Product 개발 및 기술 상용화를 통한 연구 수준 향상 전략**
 - ✓ 전북대학의 R&BD 전략센터, 창업지원단을 활용한 특허 출원 및 연구실 창업 지원
 - ✓ 산업체 네트워크를 활용한 기술이전 및 사업화 지원
 - ✓ 연구소/산업체의 저명인사를 초청한 사업화 자문
 - ✓ Balanced R&D 교육 시스템을 통한 제품 개발/연구 인력 확충

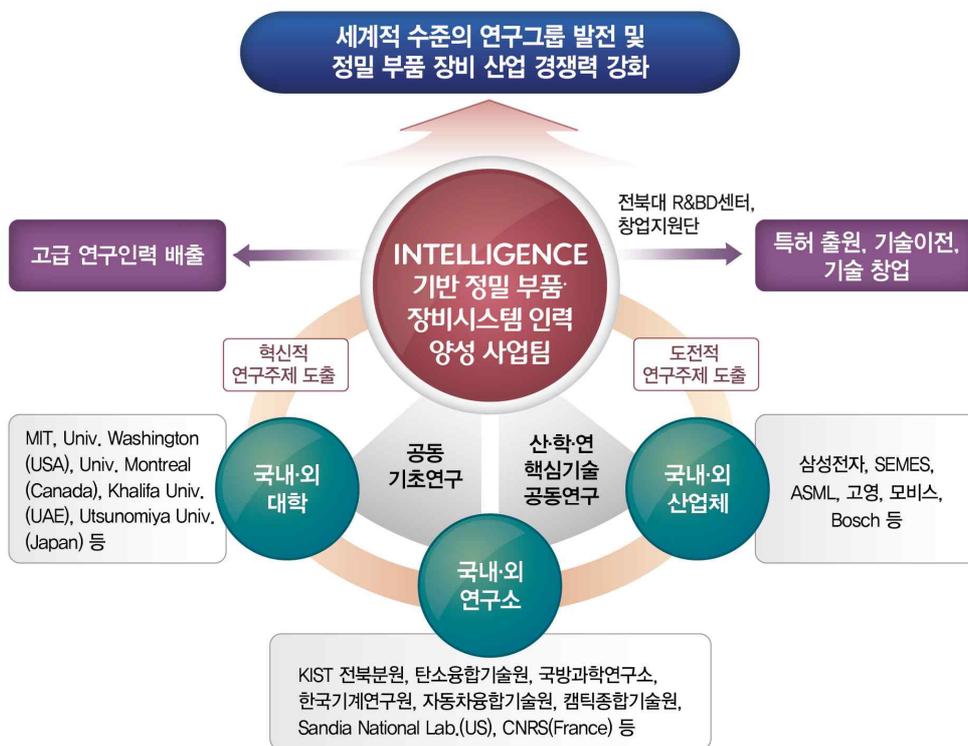


그림 3_3 교육연구팀의 연구력 향상 추진 전략

③ 기대효과

- 국내 정밀 부품·장비산업 핵심원천기술 확보 및 국제 경쟁력 강화
- 부품·장비 시스템 분야 융복합 혁신연구능력을 갖춘 고급 인력 배출
- 지역산업 활성화 및 Global 경쟁력을 갖춘 첨단기술기업 창업
- 산학연 협력네트워크 구축 및 기초연구/기술개발/사업화 선순환 체계 구축

2. 산업사회에 대한 기여도

2.1 산업사회 문제 해결 기여 실적

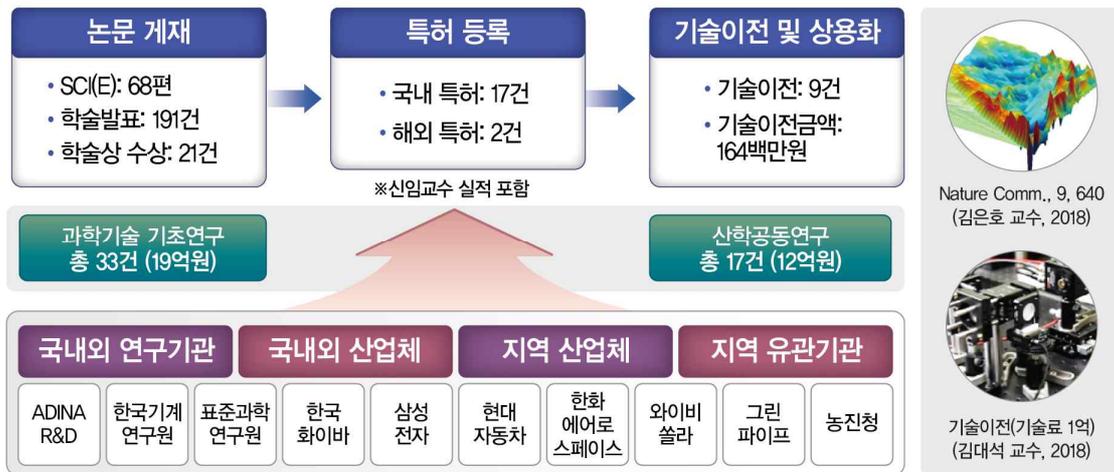


그림 3_4 교육연구팀의 국내외 산업체 및 지역 유관기관 문제해결 성과

① 산학 공동연구를 통한 국내외 산업 기술발전 기여

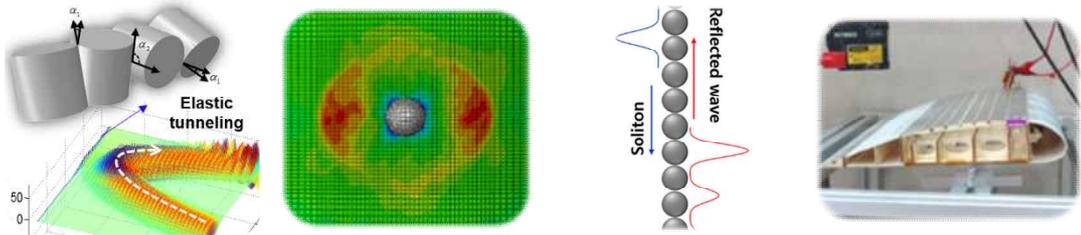
■ 김대석 교수

- 차세대공정 균일도 및 결함검출을 위한 Dynamic Imaging Ellipsometry 기술 ((주)삼성전자, 삼성미래기술육성사업, 2017.09.01. ~ 2019.08.31.) 개발을 위해 국내 반도체 대표 기업인 삼성전자와 산학공동연구를 수행. 반도체 공정 중 박막의 두께 균일도나 나노패터닝의 균일도 측정을 위해 사용되는 기존의 Spectroscopic Ellipsometer(SE) 기술은 기본적으로 한 점 측정에 대해 약 1-2초가 소요되는 Static 측정기술로 반도체 Wafer 전면 균일도에 대한 SE 측정은 개념적으로 불가능함. 기존 SE기술이 갖는 측정/분석기술의 속도 한계를 획기적으로 극복하여 12 inch 반도체 전면을 30초 내에 Mapping할 수 있는 SE 검사기술로의 Paradigm Shift 달성하였음
- (주)삼성전자 미래기술육성사업의 지원으로 개발된 초고속 SE mapper 기술은 2년의 연구 후 삼성전자 반도체사업부 MI(Measurement & Inspection) 그룹과의 연구교류회를 통해 개발 기술의 혁신성 및 실제 반도체 공정 적용 가능성을 인정받았으며, 현재 전북대에서 원천기술을 갖고 있는 Dynamic SE 기술과 본 과제를 통해 새롭게 개발된 초고속 SE Mapper 시스템 기술의 반도체 공정 적용을 위한 테스트가 진행 중임. 본 기술이 반도체 공정에 실제 적용 시 세계 최초의 반도체 向 SE Mapping 기술로 인정받을 것이며, 반도체 공정평가 분야 뿐 아니라 다양한 소재, 바이오 분야에 적용되는 Nano Metrology 분야의 혁신 MI 기술로 확장 적용 될 수 있음

■ 김은호 교수

- 복합재 skirt 층간분리 결함에 대한 허용기준 정립연구((주)한국화이바제2공장)를 통해 복합재료 구조물 내에 발생할 수 있는 층간분리 결함에 대한 안전성을 분석하였음. 대표성을 지니는 층간분리 결함을 인위적으로 삽입한 작은 시편들을 제작하고 결함주변의 응력, 변형율, 파손의 전파를 실험적으로 파악하였음. 실험결과를 기반으로 정밀 유한요소 해석모델을 개발하고, 해석을 통해 다양한 변수들을 고려하여 층간분리 결함의 안전성을 분석함. 효율적인 해석을 통해 고가의 실험을 대체하여 다양한 결함에 대해서 안전성을 분석하였으며, 설계 단계에서 결함의 영향을 고려하여 안전설계를 가능하도록 하였음

- 복합재료 구조물은 복잡한 내부구조를 가지며, 외부 하중에 의해서 크랙(crack) 형태의 복잡한 내부 손상이 복합적으로 발생할 수 있어 제품의 설계 단계에서 수많은 변수들을 고려하여 설계하고 이를 검증하는데 한계가 있음. 따라서 정밀한 해석 모델의 개발과 해석을 통해 효율적으로 분석한 다양한 변수들의 영향은 향후 머신러닝 기반의 분석 프로그램과 연계하여 안전한 복합재료 구조물의 설계에 응용할 수 있음. 최근 환경문제 등으로 인해 운송구조물을 비롯하여 다양한 대형구조물에 복합재료의 사용이 세계적으로 증가하고 있는 상황을 고려하면 본 연구의 결과의 응용은 기술/산업경쟁력 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대됨



비선형 메타물질 개발 Impact of Composites Granular Sensor 튜닝가능 구조물 개발

- 분포형 광섬유 센서가 부착된 복합재료 실린더의 충격 손상 해석(한국표준과학연구원 공동) 연구를 통해 해석적으로 분포형 광섬유 센서의 충격/손상 탐지 가능성을 확인하고, 센서의 적용 방안을 연구함. 복합재료는 충격의 강도/형태 등에 따라서 복잡한 손상을 보이므로 광섬유 센서의 변형을 탐지하여 구조물의 충격과 손상을 분석하기 위해서는 다양한 충격 상황에 대한 분석이 요구됨. 본 연구에서는 정밀한 해석 모델을 개발하고, 충격해석을 통해서 충격 주변의 구조물의 변형을 분포와 광섬유 센서의 변형을 분포를 비교 분석하여 광섬유 센서에서 측정된 데이터로 복합재료 구조물의 충격 손상을 추정하는데 있어 정확도를 향상시키기 위한 연구를 함께 수행하였음
- 복잡한 복합재료의 정밀한 충격/손상 모델의 개발 및 해석 기술은 머신러닝기반 해석 기술과 융합하여 분포형광섬유 센서의 최적화 연구에 응용할 수 있으며, 광기반 초정밀 측정 기술의 응용에 활용 가능성이 높음

■ 이지근 교수

- KF-X 보조동력장치 연료노즐 저온 분무특성 계측(주)한화에어로스페이스, 2018.07.15 ~ 2018.12.31.) 공동 연구를 통해 현재 개발 중인 APU 시스템의 운전조건에 부합한 노즐을 개발하고 개발된 노즐의 저온 분무 특성 평가를 수행하였음. 저온 분무는 대부분 상온에서 수행된 연구결과와 상당한 차이를 나타냈음. 특히 분무 액적 크기가 30~40% 증가하며, 분무 안정성이 현저히 감소하는 것을 확인하였음. 이러한 결과를 노즐 설계에 반영함으로써 APU 시스템에 적용 가능한 노즐 설계 및 개발에 필요한 데이터를 제공하였음
- 본 연구 수행과정에서 습득한 저온 분무 평가 기술은 향후 정밀 부품 장비 제조 시 필수적으로 발생하는 열유동 문제를 해결하는데 활용될 수 있으며, 특히 초소형 집적화된 광메카트로닉스 분야의 열유동 문제 해결에 직접적으로 활용될 수 있음

■ 오성훈 교수

- 태양광 모듈 자동 청소 장치 개발 (주)와이비솔라, 2017.12.01 ~ 2019.2.28.) 연구를 통해 태양광 모듈 청소장치를 개발하였으며 청소를 진행하여 청소 전 상태대비 발전효율을

13~15% 수준으로 향상하였음. 1일 작업 시간 대비 400kw 청소 작업 진행을 위하여 10m/min 이상 세척 속도를 구현하였음. 태양광 어레이의 파손 방지와 2인 탈거를 위하여 제품 무게를 25kg 이하로 경량화 하였음

- 본 연구 수행과정에서 습득한 태양광 어레이의 파손 방지와 최적설계를 통한 제품 경량화 기술은 향후 정밀 부품 장비 제조 시 필수적으로 발생하는 Intelligent Manufacturing 분야의 문제를 해결하는데 활용될 수 있음
- PE 파이프와 소켓의 결합을 위한 장치 개발(㈜그린파이프, 2017.10.01 ~ 2019.9.30.)을 위한 공동 연구를 통해 소켓 결합 장치 개발 기술 확보하였으며, 1분 이내에 소켓과 파이프를 결합할 수 있는 성능의 분쇄장치 개발하였음. 수밀성 테스트에서 누수 없음으로 나타나 우수한 성능을 갖는 제품생산과 파이프 직경 150~450mm 까지 적용이 가능하도록 하였음
- 본 연구 수행과정을 통하여 분쇄장치를 개발·적용함으로써 소켓 결합 시 불량률을 낮추고 생산성을 향상시킴, 또한 공장 내어 타격음이 사라져 작업환경을 개선하고 결합장치의 제작 기술과 신뢰성을 확보함으로써 향후 정밀 부품 장비 제조시 필수적으로 발생하는 Intelligent Manufacturing 분야의 문제를 해결하는데 활용될 수 있음

■ 이정우 교수

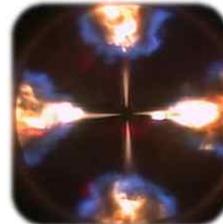
- 디젤 엔진 기반 복합연료 융합 연소 시스템 선행 연구(현대자동차 승용디젤 리서치 랩, 2015.01.01.~2017.05.31.)를 위한 공동연구실 사업을 통해 기존 디젤 엔진과 동등 혹은 그 이상의 열효율을 주요 운전영역 모두에서 확보하였으며, 배기배출물은 고가의 후처리 촉매 장치 없이도 배기규제를 만족시킬 수준으로 제어의 완성도를 높였음. 따라서 후처리 장치 원가 저감 및 고효율 에너지 절약 기술을 도출하였으며, 이를 통해 국내 특허 3 건 및 국외 특허 1건이 등록되었으며, 다수의 논문을 출간하였음



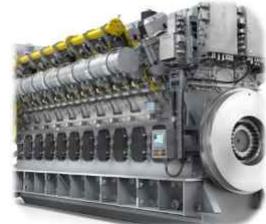
복합연료 엔진 개발



연소시스템 개발



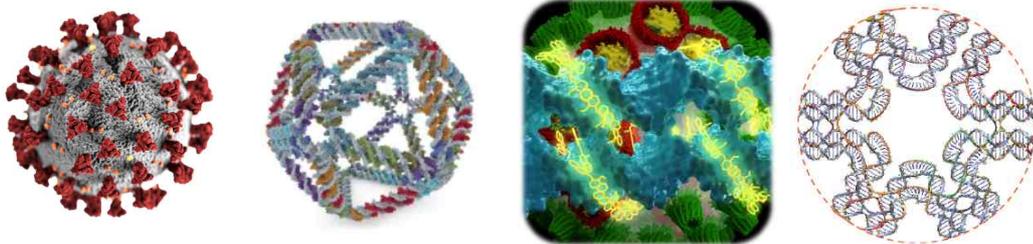
머신러닝기반 연소 최적화 고효율 엔진개발 상용화



- 기존의 단일 연료를 제어하는 방식에서 탈피하여, 두 종류 이상의 연료를 동시에 연소하는 제어기술을 개발 및 확보하였으며, 이를 통해 이중연료를 기반으로 하는 신 엔진 설계의 변수 도출을 이루었으며, 추후 머신러닝기반 엔진 설계 최적화의 기반이 되는 다양한 실험 결과를 도출함
- 드론 및 로봇 구동용 액체수소엔진 개발 (한국기계연구원, 2019.01.01.~2020.02.29.) 연구를 수행함. 기존에 수소 연료를 연료전지에 적용하는 경우, 단위 출력 당 연료전지의 구축 비용이 내연기관에 비해 고가이기 때문에 비효율적임. 따라서 내연기관에 수소연료를 적용하여 연소하는 연구를 진행하였으며, 이를 통해 연료전지와 동등 수준의 3 kW 출력을 확보하였으며 이에 반해 제작 단가는 현격하게 낮추는 가능성을 보였음
- 본 연구 결과는 신산업 분야인 드론분야의 동력원 제작 및 설계에 기여하여 향후 Smart Manufacturing 분야의 한 축으로 기여할 것으로 기대됨

■ 전형민 교수

- 범용설계를 위한 삼각형 유한요소 개발을 위해 해외 기업과 공동연구(ADINA R&D, Inc, 2016.08.01.~2018.8.1.)를 통해 단위분할 기법을 사용하여 면 방향의 거동에 2차 함수 변위 보간을 적용하고, 면 방향 굽힘을 적절하게 표현할 수 있는 삼각형 쉘 유한요소를 개발 하였음. 본 연구는 유한요소 1세대 연구자이며 세계적 석학, 유한요소 상용소프트웨어 ADINA의 대표인 MIT 공과대학 Kalus-Jurgen Bathe 교수와 공동 연구 수행
- 범용성을 갖춘 삼각형 유한요소의 개발은 복잡한 형상을 가진 부품, 장비, 시스템의 최적설계 및 구조해석을 가능케 함. 특히 단위분할 기반의 삼각형 유한요소는 추가적인 절점의 도입 없이 수치해의 정확도를 높일 수 있어 소재, 부품, 시스템의 응력 집중 및 균열이 발생된 지역의 설계 및 구조해석에 적용될 수 있음



Object of Nano-structure Viral-Like Nanoparticle Quantum Sensing Nano-geometry in DNA

- 나노구조물의 최적화 및 자동화 전산 설계 (2015.02.01.~2019.12.31.) 연구를 통해 유전체를 재료로 하여 누구나 나노구조물을 설계할 수 있는 최적화 및 자동화 알고리즘을 개발 하였으며, 타 연구자가 쉽게 사용할 수 있도록 4가지의 웹기반 플랫폼 (<https://daedalus-dna-origami.org/>, <http://perdix-dna-origami.org>, <http://talos-dna-origami.org>, <http://metis-dna-origami.org>)을 개발. 개발된 알고리즘은 오픈소스 코드로 구현되어 GitHub (<https://github.com/hmjeon>)를 통해 공개되고 있음
- 본 연구 수행과정에 습득한 최적화 및 자동화 요소기술은 부품, 장비, 시스템의 최적 설계를 위해 활용될 수 있음. 또한 최적설계를 위한 사용자 편의 플랫폼을 개발. 누구나 개발에 참여할 수 있도록 프로젝트를 공개함으로써 외부 개발자들과 함께 지식을 공유하고 이를 통해 사회 공헌을 실현

② 산학 공동연구를 통한 지역사회 기여

■ 유범상 교수

- 농가용 카고 트럭의 덤프기능 구현과 농 작업기 이동성 확보를 위한 부착형 전동유압 슬라이딩 데크 기술 개발 ((주)호원정공)을 통해 적은 작동 넓이를 가지는 덤프기능이 구현된 전동유압 슬라이딩 데크 시스템을 개발하였음. 기구해석 및 구조해석을 통하여 덤프 각도별 최적 슬라이딩 데크 진출 길이를 도출하였고, 농기계의 안전한 상하차를 위한 최적 설계 인자를 도출하였음
- 연구 결과를 토대로 로봇의 자동 운반 시스템 및 운반로봇에 적용이 가능할 것으로 보이며, 차량에 상하차를 필요로 하는 분야에 활용 할 수 있음
- 장래용 생화 받침 대량 생산을 위한 플라워 캡 자동 접착 시스템 개발(다원)을 통해 장래용 생화 받침을 고정하는 고정판을 제작하고 자동으로 이송하여 고주파 유약을 수행하

는 플라워캡 자동 접착 시스템을 개발함. 초음파 용착의 고 하중을 버티기위해 구조해석을 통한 최적 설계 인자를 도출하고, 자동 생산을 위한 자동 X,Y축 이송 시스템을 고안 및 제작하였음

- X, Y이송을 필요로 하는 분야에 적용 가능할 것으로 보이며, 패턴에 맞추어 정해진 위치에 이송 및 작업을 수행하는 분야에 활용 가능할 것으로 판단됨

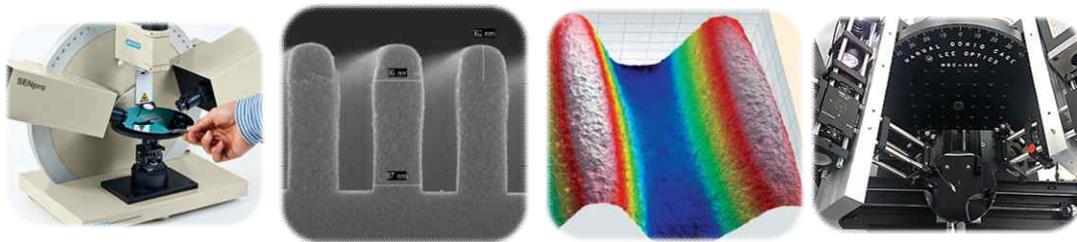
■ 이지근 교수

- 소형 자주식 초미립자 분사장치 개발 (㈜캠스텍, 2016.01.01.~2016.05.31.)을 위한 지역 산업체와 공동 연구를 통해 초미립자 생성을 위해 유체역학적 난류 및 미립화 이론을 적용하고, 3차원 설계 tool을 이용하여 제품을 설계하였음. 설계된 제품의 초정밀 가공을 위해 지역 내 업체와 협력을 수행하는 과정에서 핵심 가공기술을 획득 하였으며, 레이저 진단 장비를 이용하여 분무 특성을 평가함으로써 성공적으로 제품을 개발하였음. 개발된 제품은 KOLAS 인증기관인 (재)자동차기술원(군산 소재)의 협력으로 제품 성능 인증을 받았으며, 해당 기업은 개발된 제품을 국내 출시 및 러시아, 중국, 베트남 등에 지속적으로 수출하는 성과를 거두고 있음
- 본 연구 결과는 초미립자 생성 기술은 소형 집적화된 장비의 Mist-cooling 분야에 활용될 수 있으며, 초정밀 제품 제작 공정에도 응용 가능한 분야임

③ 기술이전 및 사업화를 통한 기술역량 강화 및 지역사회 기여

■ 김대석 교수

- 초정밀 광·기계기술 연구센터(연세대학교 ERC, (주)Klab, 2015.03.01.~2022.02.28.) 연구를 통해 기존 상용화된 Spectroscopic Polarimeter(SP)와 Spectroscopic Ellipsometer(SE) 시스템은 한 점 측정 시간이 빠르면 1-2초에서 수십 초가 소요되는 측정속도의 한계를 갖고 있음. 본 연구를 통해 측정 분해능은 기존 상용장비 수준인 0.05도 이하를 유지하면서 약 20Hz 이상의 실시간 측정 성능을 달성할 수 있는 Dynamic SP와 Dynamic SE에 대한 원천 기술을 개발함



기존 분광편광계 3D Structure Pattern Scanning results 개발된 Dynamic SP

- 본 연구를 통해서 개발된 Dynamic SP 기술에 대한 특허가 2017년도에 등록[대한민국특허등록(“일체형 편광간섭계 및 이를 적용한 스냅샷 분광편광계”)]이 되었으며, 2018년도 2월에 (주)Klab에 본 특허 기술에 대한 기술이전을 달성(경상기술료 1억). 본 기술이전에 관련된 특허는 현재 해외 3개국(미국, 일본, 유럽) 해외 출원 중이며, 국내 뿐 아니라 해외 시장에서의 독점적 기술우위를 달성하기 위한 특허전략을 추진하고 있음

2. 산업사회에 대한 기여도

2.2 산업사회 문제 해결 기여 계획

① 산학연관 공동 연구를 통한 국내외 산업 및 지역사회 기여

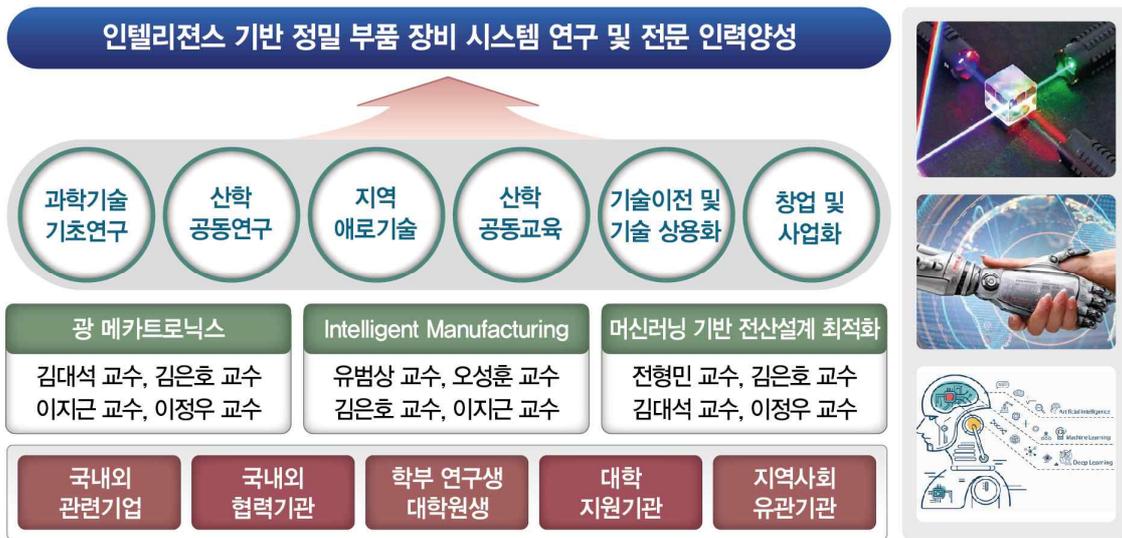


그림 3_5 공동연구를 통한 산업문제해결 기여 방안

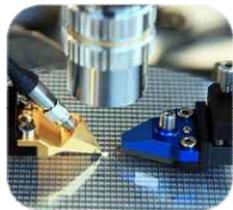
■ 참여교수 중점 연구 분야 별 산업·사회 문제 해결 계획

[참조 표 3_2 교육연구팀의 년차별 산업·사회 문제해결 활동계획]

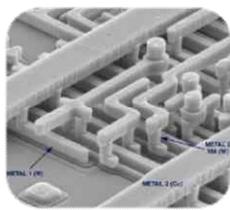
발전계획	기반조성 단계			성장단계			성숙단계		
	연도	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
과학기술 기초연구	7.3	7.4	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0	10.0	
산학 공동연구	6.3	6.4	6.5	7.0	7.5	8.0	9.0	9.0	
산학공동 교육	1	2	3	3	3	4	5	5	

■ Optomechanics 분야

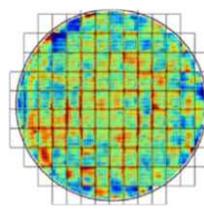
- ✓ 김대석 교수는 반도체 공정 Integrated Metrology SE Mapping 모듈 (㈜삼성전자, SK하이닉스, TSMC, ASML 등 반도체 제조장비 회사와 공동) 연구를 통해 현재 연구실 차원에서 (주)삼성전자 미래기술육성사업의 성과보다 5배 정도의 측정 속도 향상에 대한 신개념의 Imaging 광학계 설계 테스트를 진행 중이며, 본 시도가 성공 시, 12 inch wafer 전면에 대한 SE Mapping을 수 초에 할 수 있는 Prototype을 개발할 계획임. 반도체 공정 적용 현장 테스트를 진행 계획임. 속도의 증가는 가능할 것으로 생각되나 횡 분해능을 높일 수 있는 이미징 광학계에 대한 지속적인 연구가 필요하며, 1~2년 동안의 연구를 통해 기술상용화를 달성하고자 함



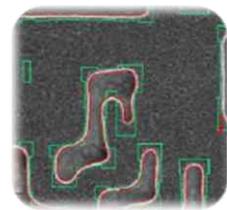
Integrated Metrology



3D structure



SE mapping



Measured pattern defects

- ✓ 본 연구결과는 2020년 후반기에 상용화를 목표로 1차적으로 기존에 없었던 반도체

MI Solution 제공에 활용될 계획이며, 개발될 SE Mapper 기술은 Nano Technology을 연구하는 다양한 학계와 연구계의 고속 SE Mapping을 통한 고속 검사 분야에 파급될 것임

- ✓ 또한 Dynamic SP/SE 기술 (Thorlabs, Filmetrics, (주)삼성전자, SK 하이닉스 공동) 개발을 계획하고 있음. 지난 수년간의 Dynamic SP/SE 기술의 안정도 문제 해결을 위한 지속적인 연구 결과 최근에 24시간 동안 0.05도 수준의 Long Term Stability를 달성할 수 있는 연구 성과를 달성하였으며, 본 연구결과를 기반으로 Thorlabs사에서 요구하는 사양을 만족하는 Dynamic SP 시스템을 2020년 내에 개발 목표를 설정하고 연구 수행 예정임
 - ✓ Dynamic SP 기술의 상용화가 달성되면 Dynamic SE기술의 상용화를 통해 미국의 박막측정기 선도기업인 Filmetrics사와의 협력을 통해 미국시장을 개척하는 전략과 함께 국내 반도체기업 등을 통한 시장 확대를 시도할 계획임
 - ✓ 김은호 교수는 정밀 선형/비선형 탄성파동 제어를 위한 탄성메타재료의 설계원리 연구(현대자동차, 현대로템 등의 운송시스템 제작업체 등)를 계획하고 있음. 탄성메타재료의 설계 원리를 이용하면 진동이나 충격 에너지를 효율적으로 분산(확산)시키거나 차단하여 고강성을 유지하면서 진동 차단과 충격 감쇠 효과가 큰 재료/구조의 개발이 가능함
 - ✓ 최근 세계적으로 메타재료 개발 연구에 많은 관심이 집중되고 있으며, 다양한 분야에서 혁신적인 가능성을 보이고 있어 국내에서도 메타재료 관련 기초/응용 연구와 함께 관련 연구인력의 양성이 필요함. 본 연구 통해서 자동차/고속열차 등의 운송구조물과 초정밀 측정장비 등을 포함한 다양한 분야에 적용하기 위한 탄성메타재료의 설계원리를 개발하고, 관련 연구 인력을 양성하고자 함
 - ✓ 또한 고립파 기반 비파괴 검사장비 개발(한국화이바, 테크 카본, KAI 등 복합재 구조 개발 업체)을 계획하고 있음. 입자구조에서 비선형 고립파는 안전하면서 상대적으로 민감도가 높은 비파괴 검사장비 개발에 적용이 가능함. 선형 연구에서 복합재료 구조물의 내부 층간분리 손상 검출이 가능한 것으로 확인되었으며, 휴대용 비파괴 검사장비 hardware와 머신러닝 기반의 분석 software를 개발하여 다양한 분야에 적용이 가능한 검사장비를 개발하고자 함
- Intelligent Manufacturing 분야
- ✓ 유범상 교수는 농업용 로봇 자율주행 ((주)하다, 동양물산) 개발을 위한 산학공동연구를 통해 노지에 적용가능한 농업용 로봇의 주행플랫폼과 자율주행을 위한 로봇 제어부에 관하여 연구를 수행할 예정임. GPS, 마커, 비컨 등을 활용한 맵핑과 Smooth Path Planning기법을 활용하여 자율주행 경로계획 및 주행을 할 수 있도록 개발
 - ✓ 노지주행로봇 플랫폼은 농업뿐만 아닌 험지의 주행에도 활용 할 수 있으며 고가인 고정밀도의 GPS를 사용하는 것이 아닌 GPS와 보조 장치를 활용하여 저가의 시스템을 개발하여, 여러 분야에 적용 할 수 있음
 - ✓ 또한 지능형 리프팅 장치 및 리프팅 알고리즘((주)부명, 호이스트코리아, 극동호이스트크레인, 아주산업기계, 이레호이스트크레인 공동 연구) 개발을 계획하고 있음. 본 연구에서는 지능형 비례제어 시스템을 호이스트에 적용하여 이송물의 레벨 밸런스를 유지 및 사용자의 터치에 반응하여 작동하는 지능형 리프팅 장치를 개발 하고자함

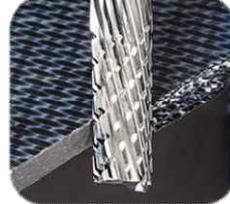
- ✓ 지능형 리프팅장치를 통하여 원격 리프팅 및 무인 리프팅 시스템으로 확장하여 활용 가능할 것으로 보이며, 지상이 아닌 공중으로의 운송을 통해 공간을 효율적으로 사용가능하여, 생산성 및 경제성을 확보하도록 활용



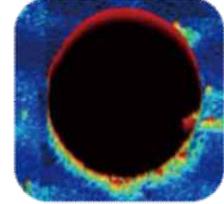
농업용 로봇 시스템



Smart Factory



복합소재 정밀 가공



복합소재 가공 정밀측정

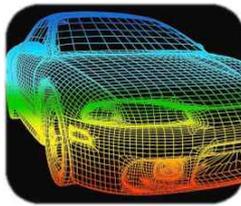
- ✓ 오성훈 교수는 탄소섬유복합재(CFRP) 3D 곡면가공을 위한 최적 엔드밀 설계 및 개발(현대자동차(주), 대우중공업, 반도체 부품장비 제조회사 등)을 계획하고 있음. 본 연구에서는 엔드밀 형상 설계를 진행하고 해석을 통해 칩의 형상, 공구 마모 형상, 절삭력을 예측하여 엔드밀을 개발함. 개발된 엔드밀을 적용하여 임펠러와 자동차 부품 가공 테스트를 진행함. 임펠러와 자동차 부품 3차원 곡면가공을 위해 5축 가공기를 사용하여 진행함. 주축 회전속도와 이송속도, 절입 깊이의 변화를 통해 고속가공과 저속가공에 있어 산업 현장에서 적용할 수 있도록 데이터베이스를 구축하고 가공 최적화조건을 제시하고자함
- ✓ 본 연구에서 개발 될 CFRP엔드밀 공구를 사용하여 자동차 항공 산업의 정밀부품을 제조공정에서 요구되는 품질을 보장하며, 향후 국가 기반기술 구축에 기여하고자 함
- ✓ 이지근 교수는 반도체 제조장비 액체분사 장치(삼성전자(주), SK 하이닉스, 지오테크놀로지 등) 개발을 계획하고 있음. 초소형 노즐 설계 단계에서 Intelligent Manufacturing 및 머신러닝기반 전산설계 최적화 분야 연구자와 협업을 통해 제품 설계를 수행할 계획임. 초소형 노즐에서 분사되는 화학물질의 분무 특성을 레이저 광학기술을 이용하여 측정하고, 축적된 데이터를 기반으로 머신러닝기반 연구를 통해 설계 변수를 최적화 함
- ✓ 관련 연구 데이터와 초정밀 액체분사 장치 기술은 원천기술 개발과 본 대학원의 PBL 교육(분무 미립화 및 고등 유체공학 분야) 소재로 활용할 계획임
- ✓ 또한 반도체 및 전자 산업용 중점도 액체분사 시스템(삼성전자(주), SK 하이닉스, 인테그리스 등 반도체 부품장비 제조회사 등) 개발을 통해 지난 3년간 수행된 연구과제(고점도 (50 cSt 이상) 항공유 연소특성 향상을 위한 가스 터빈 용 연료 분무 노즐 액적 생성 및 액적 크기 수밀도 변화 연구, 연구재단) 성과를 기반으로 중점도 액체의 분사노즐 및 관련장비에 대한 산학공동연구를 수행하고자 함. 화학물질의 점도가 상승하면 분무 특성이 현저히 변화하고 재현성 확보가 매우 어렵게 됨. 이를 극복하기 위한 내부 유동해석 및 전산설계 기반 최적화를 통해 문제점을 해결하고자 함
- ✓ 중점도 이상 물질에 대한 연구는 국내에서 수행된 적이 많이 없어, 연구과정에서 획득한 데이터를 다변수 회귀분석에 적합하도록 축적하고 이를 이용하여 향후 대학원 생 교육 시 PBL 사례로 활용하고자 함

▪ Machine Learning기반 전산설계 최적화 분야

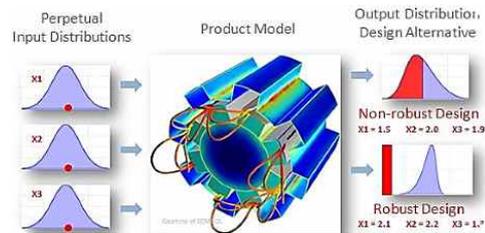
- ✓ 이정우 교수는 딥러닝 기반 저탄소 엔진 설계 최적화 변수 도출 연구(현대자동차, 두산인프라코어, 현대중공업, 대동공업 등 엔진 제작 회사)를 계획하고 있음. 딥러닝을 기반으로 저탄소 가스 연료를 적용하는 고효율/저배기 엔진의 고도화를 위하여 설계 변수를 엔진 구동 결과로부터 역으로 도출하여, 주요 인자들을 파악하며 이를 통해 범(凡) 엔진 설계 전반에 적용할 수 있는 Universal 저탄소 엔진 설계 최적화 플랫폼을 도출하고자 함
- ✓ 국내 산업경쟁력을 위해 이를 엔진을 제작업체들에 제공하고, 관련인력의 양성을 위해 딥러닝 기반 최적설계 기법 교육에 활용
- ✓ 또한 머신러닝 기반 천연가스 발전용 엔진 제어 최적화 기술 개발(한국기계연구원, 한국가스공사, 두산인프라코어, 현대중공업 등 발전용 엔진 기반 산업)을 통해 천연가스를 단일 연료로 사용하는 전소 엔진 및 열효율 증대를 위한 디젤 연료와의 혼소 엔진 모두에 대하여 연료 성분에 관계없이 최고의 열효율 및 저배기배출물을 달성하기 위한 제어 변수를 머신러닝에 기반하여 학습시켜 저비용/고신뢰를 갖는 실시간 제어 방식을 개발하고자 함
- ✓ 머신러닝 기반 천연가스 엔진 제어 장치 개발을 통해 발전용 및 천연가스를 이용하는 엔진 제작 업체와 연계하여 저탄소 동력분야의 성장에 앞장서고, 학생들에게 머신러닝 기반 피드백(feed-back) 제어 방식을 교육하기로 함



Machining learning



AI기반 전산설계



머신러닝기반 전산설계 최적화

- ✓ 전형민 교수는 기계학습 기반의 최적 전산설계 시스템 (주 마이더스아이티 등) 개발을 계획하고 있음. 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 기계학습 모델에 대한 연구를 진행. 다양한 설계변수로부터 얻어 질 수 있는 데이터 셋을 확보하고 데이터베이스를 구축. 시뮬레이션 데이터를 적절하게 반영할 수 있는 기계학습 모델을 평가하고, 대규모 시뮬레이션 데이터를 학습시키기 위한 계산속도 연구를 진행. 기계학습을 통한 예측모델의 성능평가를 수행하고 이로써 얻어진 예측 모델로 시스템의 설계 최적변수를 예측함
- ✓ 본 연구를 수행하는 과정에서 다수의 기계학습-시뮬레이션에 대한 핵심원천기술을 확보 할 수 있음. 연구과정에서 획득한 노하우를 바탕으로 참여하는 대학원생 및 신진연구자는 향후 기계학습-시뮬레이션 분야에서 선도적인 역할을 담당하게 될 것으로 기대됨

② 기술이전 및 사업화를 통한 기술역량 강화 및 지역사회 기여



그림 3_6 기술이전, 사업화 계획 및 사후 관리계획

■ 기술이전 계획

- 산학공동연구를 통한 기술개발 체계화
 - ✓ 산학 공동연구 팀 구성을 통한 산학 공동기술 개발 시스템의 체계화 및 지속성 추구
 - ✓ 공동연구 결과물의 기술이전 활성화 유도 및 다양한 마케팅 채널 구성
- 공동연구 및 기술이전
 - ✓ Open Lab.을 통한 대학-산업체 개발 기술 공유 및 공동 연구과제 기획 및 수행
 - ✓ 대학 보유 지적재산 및 기술의 상용화를 위해 기술이전 및 공동연구 수행
- 기술이전 인센티브 제도 운영
 - ✓ 사업단 참여교수, 대학원생, 참여 연구원 등에게 인센티브 지급을 통한 동기 부여
 - ✓ 기술이전 시 기술료의 최대 70% 까지를 기술이전 연구자에게 보상으로 지급

■ 기술 상용화 및 사업화 계획

- 창의혁신자산탐색: 기술이전, 기술출자, 창업을 포함한 기술사업화 가능자산 도출
 - ✓ 대학이 보유한 지적재산이 사업화 될 수 있도록 R&BD 전략센터와 협력
 - ✓ Global Impact를 목표로 개발된 원천기술의 기술상용화 성과 창출 전략 수립
- 기술사업화 목표 및 관리
 - ✓ 기술사업화 목표성과(기술이전/창업 관련매출 포함*): > 100억 (총 사업기간)
 - *기술사업화 실적: [(기술이전비 + 이전기술관련 매출액) + (기술출자 관련매출액) + (창업기업 매출액)]
 - ✓ 단계별 Balanced R&D 지수(Balanced R&D Index: BRI*): > 0.9 (3단계 기준)
 - *BRII = [특허출원등록 수 + 2×기술이전(출자) 수 + 3×창업 수] / (계재논문 수)

[참조 표 3_3 교육연구팀의 년차별 기술이전 및 BRI 목표계획]

구분	세부구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
기술이전	전체	건수	1	2	2	2	3	3	3
		액수(백만원)	50	60	70	80	90	100	120
	1인당	액수(백만원)	7.1	8.6	10.0	11.4	12.8	14.3	17.1
Balanced R&D Index	기준 BRI (현재) = 37 / 68 = 0.54	0.7			0.8		0.9		

3. 연구의 국제화 현황

3.1 참여교수의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

■ 국제학회/학술대회 주요 활동

▪ 김대석 교수

- ✓ 2019. 5 International Conference on Spectroscopic Ellipsometry(ICSE) 8 초청강연
 - 개최지: 스페인 바르셀로나
 - 주제: Dynamic Spectro Ellipsometry by Snapshot Spectral Interferometric Polarization Modulation)
- ✓ 2019. 4 OPTM 2019 준비위원
 - 개최지: 일본 요코하마
- ✓ 2018. 6 36th Physics Society of the Philippines(SPP) Conference 초청기조강연
 - 개최지: 필리핀 팔라완
 - 주제: Dynamic Spectro-polarimetry/ellipsometry Theory & Its Applications)

▪ 김은호 교수

- ✓ 2019.10 The 4th International Conference on Active Materials and Soft Mechatronics (AMSM 2019) Program Committee Member
- ✓ 2019.10 The 4th International Conference on Active Materials and Soft Mechatronics (AMSM 2019) 초청강연
 - 개최지: 한국 인천
 - 주제: Wave Propagations in 1D Graded Granular Structures
- ✓ 2015.7 ASME 2015 Applied Mechanics and Materials Conference 좌장
 - 개최지: 미국 시애틀
 - Symposium 4 Acoustic Metamaterials and Phononic Crystals

■ 국제학술지 관련 활동

▪ 김은호 교수

- ✓ 2018년: *Functional Composites and Structures* (ISSN: 2631-6331) 국제 학술지를 IOP SCIENCE 출판사를 통해 출간하기 위한 준비위원으로 2018년 활동
- ✓ 2019년: IOP SCIENCE의 *Functional Composites and Structures* (ISSN: 2631-6331) 국제 학술지 Editor로 활동

■ 기타 국제 학술 활동 현황

- 김대석 교수는 지난 5년간 광 계측기술에 관련하여 총 10건의 학술논문을 저명 국제학술대회에 발표하였으며, 미국광학회(OSA), 미국광자학회(SPIE) 등의 저명 국제학회 member로 활동하였음. 또한 저명 국제학술지(*Optics Letters*, *Optics Express*, *Applied Optics*, *Optics Communications*, *Optical Engineering*, *Optical & Quantum Electronics*, *Current Applied Physics* 등)의 리뷰어로 총 10회 활동하였음

- 김은호 교수는 지난 5년 동안 복합재료, 비파괴검사 및 음향탄성메타재료연구와 관련하여 총 12건의 학술논문을 저명 국제학술대회에 발표하였으며, 총 14회 저명 국제학술지(*Scientific Report, International Journal of Non-Linear Mechanics, Composite Part B, Composite Science and Technology, Structural Health Monitoring, International Journal of Aeronautical and Space Science* 등)의 리뷰어로 활동하였음

- 이지근 교수는 지난 5년 동안 가스 터빈 연소기 선회유동 해석 및 연료 분무 미립화 특성과 관련하여 총 11건의 학술논문을 저명 국제학술대회에 발표하였으며, 2018년도에는 TurboExpo에 비정상 유동 구조 해석과 관련된 학술논문을 발표하여 주목을 받았음. 가스터빈 연소기 분야 국제 공동연구를 위해 러시아 카잔 공대 민가초프 교수 연구 그룹과 전북대학교 공대와 학술교류에 관한 MOU를 체결하는데 주도적인 역할을 담당하였음. 미국 자동차 공학회(SAE International), 미국기계학회(ASME) 정회원으로 활동하고 있음

- 전형민 교수는 최근 5년간 나노기술분야에서 5건의 국제학술대회 발표를 진행하였고, 국제저명학술지 (*Nuclear Acid Research, ACS Nano, Mechanical Systems and Signal Processing, Structural Engineering and Mechanics*)의 리뷰어로 활동하였음

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 5년간(2015.1.1.-2019.12.31.) 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관 련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	김대석	Kyujin Lee; Jaewoong Yoon; Robert Magnusson	미국 / University of Texas at Arlington	Kim et al., Robust Snapshot Interferometric Spectropolarimetry, Optics Letters 41, 2318-2321, 2016	https://doi.org/10.1364/OL.41.002318
2	김대석	Robert Magnusson	미국 / University of Texas at Arlington	Kim and Magnusson, Method for snapshot interferometric spectrometry, US10132686B1, 2018 (미국특허등록)	https://patents.google.com/patent/US10132686B1/en
3	김은호	Jinkyu Yang; Alejandro Martinez; Mason Porter; P.G. Kevrekidis	미국 / University of Washington; 영국 / University of Oxford; 미국 / University of Massachusetts	Kim et al., Direct Measurement of Superdiffusive Energy Transport in Disordered Granular chains, Nature communications 9, 640, 2018	https://doi.org/10.1038/s41467-018-03015-3
4	김은호	Jinkyu Yang; Rajesh Chaunsali	미국 / University of Washington	Kim et al., Gradient-index Granular Crystals: from Boomerang Motion to Asymmetric Transmission of Waves, Physical Review Letters 123, 214301, 2019	https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.123.214301

3.1 참여교수의 국제화 현황

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

■ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적

- 캐나다 University of Montreal 화학과, Prof. Jean-Francois Masson: 캐나다 UM의 Masson 교수팀은 SPR(Surface Plasmon Resonance) 분야의 세계적 리더 그룹으로 현재 SPR기술을 상용화하여 Affinite Instruments사의 CTO를 역임하고 있음. 김대석 교수는 UM의 SPR Probe 설계/제작기술 및 바이오센싱시스템기술과 전북대학교 광기술연구실 팀의 실시간 분광편광위상측정기술을 결합하여 현재 SPRE(Surface Plasmon Resonance Ellipsometry) 기술의 협력을 진행하고 있으며, 세계 최초로 10⁻⁸ RIU(Refractive Index Unit)의 초민감도를 갖는 바이오센싱 모듈기술에 대한 공동연구를 2018년도부터 진행하고 있음(2018년도 7월부터 2019. 12월까지 방문 공동연구 총 4회 진행)
- UAE Khalifa University, 김태연 교수: 김은호 교수는 김태연 연구팀과 고립파를 이용한 비파괴검사에 대한 국제 공동연구를 진행하고 있으며, 김태연 교수를 초청하여 연구내용에 대한 세미나(2017/6/15)를 진행하였음
- UAE Khalifa University, 연구원 교류: 김은호 교수 연구실 윤상영 학생은 석사학위 취득 후 공동 연구를 하고 있는 Khalifa University(UAE)에 석사급 연구원으로 취업하였으며, 고립파를 이용한 비파괴 검사에 대한 연구를 진행하고 있음
- 미국 University of Washington, Prof Jinkyu Yang: 김은호 교수와 석사과정 장영태 학생은 메타재료관련 공동연구를 진행하고 있는 미국 University of Washington의 Jinkyu Yang 교수를 방문(6/17~6/25)하여 메타재료관련 워크숍을 진행하였으며, 메타재료의 실험 및 해석 방법에 대한 기술적 노하우를 교류하고 공동연구 방향을 조율하였음

■ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 및 공동연구 계획

- 세부분야별 보유 중인 우수 국제공동연구 네트워크를 적극적으로 활용하여 연구자 교류 및 국제공동연구를 추진하고자함

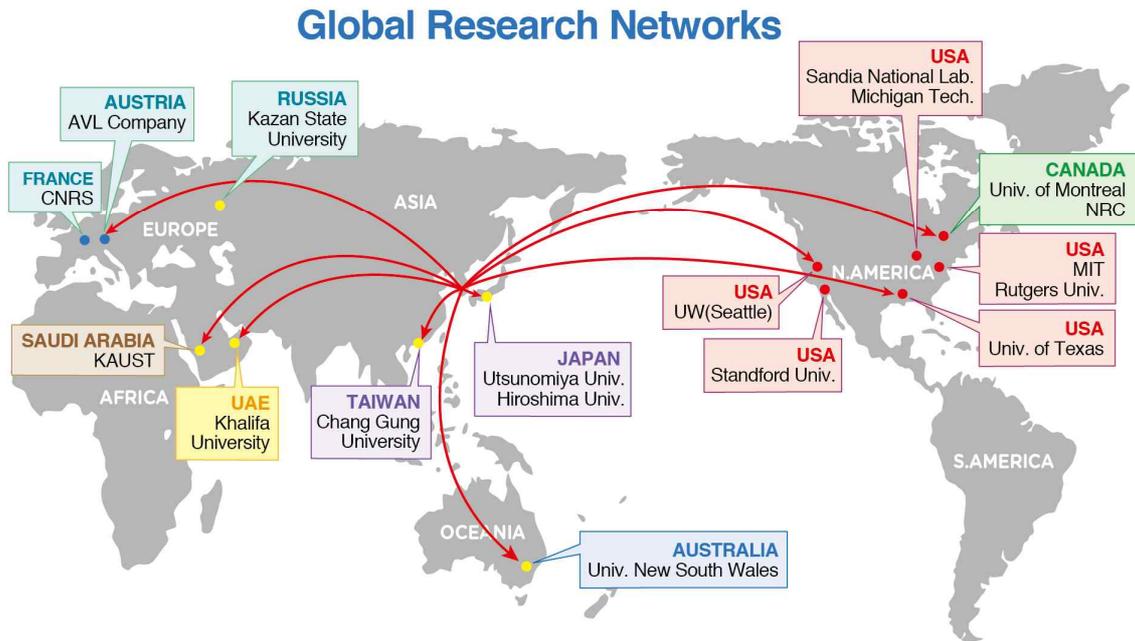


그림 3_7 본 교육연구팀의 국제연구 네트워크

- **미국 University of Montreal 화학과, Prof. Jean-Francois Masson;** 김대석 교수는 캐나다 UM의 Masson 교수팀과의 지난 약 2년간의 SPRE 공동연구의 후속 주요 계획으로 2020년 ‘일체형분광편광간섭계’를 채용한 SPRE 기술의 목표 민감도/안정도 성능검증 후 Bioelectronics & Biosensors 저널에 논문 게재 목표를 갖고 있으며, 최종적으로 SPRE 기술의 기술상용화를 위한 공동연구를 진행할 예정임 (2020년 8월 약 3주 정도의 대학원생 파견 SPRE 공동연구 진행 예정. 2021년도 또한 1~2회에 걸친 대학원생 파견공동연구 계획을 수립)
 - **미국 University of Texas at Arlington, Prof. Robert Magnusson;** 미국 UTA의 Magnusson교수팀은 Photonics 분야의 세계적 리더 그룹으로 특히 GMR(Guided Mode Resonance)분야의 선도그룹임. 김대석 교수는 UTA의 Photonics Device 설계기술 및 Optical Lithography 나노패터닝 기술과 전북대학교 광기술연구실 팀의 초고속 SE Mapping 기술을 유기적으로 결합한 공동연구 목표를 설정하고 새로운 Photonics Application Solution을 개발하고자 함. 2020년 내 초고속 SE Mapping 기술에 대한 공동연구성과달성을 통해 *Optics Letters* 저널에 관련 논문성과를 게재하고 SE mapper의 기술상용화를 위한 긴밀한 공동 연구도 계획하고 있음
 - **일본 Prof. Utsunomiya University 광기술학과, Prof. Yuki Otani;** 일본 UU의 Otani 교수팀은 Polarimetry 분야의 세계적 리더 그룹으로 특히 Spectroscopic Muller Matrix Polarimetry 분야의 선도그룹임. Utsunomiya University의 Muller Matrix Polarimetry 및 Imaging Polarimetry 기와 김대석 교수 연구팀의 Dynamic SE기술을 통합한 Dynamic Muller Matrix Polarimetry 공동연구 방향을 설정하고 신 개념의 Dynamic Muller Matrix Polarimetry 기술에 대한 저널게재와 기술상용화 협력을 추진해 나갈 예정임
 - **미국 University of Washington, Prof. Jinkyu Yang / 프랑스 CNRS, Dr. G. Theocharis;** 김은호 교수는 Jinjyu Yang 연구팀 및 Theocharis 박사 연구 그룹과 선형/비선형 탄성 메타재료에 대한 지속적인 공동연구를 계획 중임. 년 1회 이상 국제공동 워크샵 개최/공동 국제학회 참석 또는 장/단기 방문 연구를 통해 교류를 활성화하기로 계획하였으며, BK21 FOUR 참여대학원생을 적극적으로 공동연구에 참여시켜 국제적 식견을 넓히고 국제공동 네트워크를 구축할 수 있도록 지원하고자 함
 - **UAE Khalifa University, Prof. Taeyeon Kim;** 김은호 교수는 Taeyeon Kim 교수팀과 교립과를 이용한 비파괴 검사 및 장비 개발에 대한 공동연구를 지속적으로 추진하기로 합의하였음. 대학원 재학생 장단기 방문 교류 및 졸업생의 연구원 취업을 통해 적극적으로 인력을 교류하며 공동연구를 진행할 계획임
- 미국 Sandia National Lab.의 김남호, 황준식 연구원;** 이정우 교수는 엔진 부품 개발 및 설계에 Machine Learning 기법을 도입하기 위한 인젝터 분무 패턴 최적화 기술 방법 교류 계획임. 미국 Sandia National Lab.의 연구원들과 교류를 통해 해당 연구소로부터 인젝터 분무 패턴의 기초 결과를 취득하고, 전북대학교 미래 에너지·동력 연구실에서 엔진 연소실 형상과 연계하여 최적의 설계 결과를 도출하고, 이를 실제 제작 기법에 적용할 수 있도록 Big Data 기술을 기반으로 활용함. 엔진 부품 열동력 기관에 저탄소 친환경 대체 연료의 적합성을 확인하고 적용하며, 향후 저탄소 연료 전용 열동력 기관 제작을 위한 Intelligent Manufacturing 활성화를 위한 기술 교류. 미국 Argonne National Lab.의 김주한 연구원과 교류를 통해 해당 연구소의 특화 기술인 GREET 프로그램을 이용하여 열동력 기관 특성에 따른 최적의 대체 연료를 선별하고, 전북대학

교 미래 에너지·동력 연구실에서 기초 연소 실험을 통해 해당 연료의 실제 기관 적용의 타당성을 검증함으로써, 향후 저탄소 친환경 열동력 기관의 Intelligent Manufacturing 기법의 적극적인 적용을 꾀함

- **캐나다 NRC(Natural Resources Canada), 윤상식 박사:** 이지근 참여교수는 가스터빈 연소기 분야의 세계 최고 권위기관인 캐나다 NRC(Natural Resources Canada) 윤상식 박사 연구그룹과 협력을 통해 연소기의 Iso-thermal 및 Reacting Flow 조건 사이의 상관성에 대한 협력 연구를 계획하고 있음. 또한 러시아 카잔 국립대(Kazan State University)의 Mingazov 교수와 협력을 통해 연소기 설계 및 분사기의 실물적용과 관련된 설계 및 해석 분야에서 협력을 할 계획임. 일본의 Hiroshima 대학의 Nishida 교수와 협력을 통해 고온 조건에서 분사되는 연료 분무의 증기 분포를 예측할 수 있는 광학적 기법을 개발하고 이를 활용한 레이저 응용 진단 기술을 더욱 확장할 계획임
- **미국 MIT, Prof. Mark Bathe / 미국 University of New Mexico, Prof. William Bricker / 미국 Johns Hopkins University, Prof. Stavros Gaitanaros:** 전형민 교수는 Bathe 연구그룹과 거대 나노구조물의 설계 및 합성에 대한 연구 및 나노구조물의 성질 예측을 위한 가상모델 개발 중에 있으며, 미국 The University of New Mexico의 William Bricker 교수팀과 분자동역학 시뮬레이션을 통한 나노구조물의 열/화학적 성질 분석, 미국 Johns Hopkins University의 Stavros Gaitanaros 교수팀과 유한요소기반의 나노구조물의 기계적 거동 예측에 대한 공동연구를 진행
- **미국 MIT, Prof. Klaus-Jürgen Bathe:** 전형민 교수는 전산해석연구의 세계최고 권위자인 미국 MIT Klaus-Jürgen Bathe 명예교수와 수치해석 성능향상을 위한 유한요소 알고리즘 개발을 계획 함
- **미국 Rutgers University, Prof. Fei Zhang:** 전형민 교수는 Fei Zhang 교수팀과 나노와이어 프레임 합성 및 나노 튜브 제작, 미국 George Mason University의 Remi Veneziano 교수팀과 유기/무기 및 단백질 전송을 위한 3차원 나노구조물 설계에 대한 공동연구를 계획
- **미국 Stanford University, Prof. Wah Chui:** 전형민 교수는 Chui 교수팀과 극저온 전자현미경(cryoEM)을 활용한 나노구조물의 3차원 재구성법에 대한 공동연구를 진행 중이며, DNA 나노기술 분야의 세계적인 권위자인 독일 Technische Universität München의 Hendrik Dietz 교수팀과 나노구조물의 연결을 통한 거대분자 조립에 대한 공동 연구를 수행 중

Ⅳ. 사업비 집행 계획

1. 사업비 집행 계획(1-8차년도)

(단위: 천원)

항목	1차년도 (20.9- 21.2)	2차년도 (21.3- 22.2)	3차년도 (22.3- 23.2)	4차년도 (23.3- 24.2)	5차년도 (24.3- 25.2)	6차년도 (25.3- 26.2)	7차년도 (26.3- 27.2)	8차년도 (27.3- 27.8)	계
대학원생 연 구장학금	52,080	104,160	104,160	104,160	104,160	104,160	104,160	52,080	729,120
신진연구인력 인건비	18,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	18,000	252,000
산학협력 전 담인력 인건 비	0	0	0	0	0	0	0	0	0
국제화 경비	8,480	23,520	23,520	23,520	23,520	23,520	23,520	11,760	161,360
교육연구단 운영비	14,900	26,140	26,140	26,140	26,140	26,140	26,140	13,320	185,060
교육과정 개 발비	4,000	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	2,000	33,000
실험실습 및 산학협력 활 동 지원비	1,700	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	2,000	27,700
간접비	5,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	5,000	70,000
합계	104,160	208,320	208,320	208,320	208,320	208,320	208,320	104,160	1,458,240

[첨부 1] 2020년도 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 현황

기준일	소속대학원 학과(부)	성명		직급	연구자 등록번호	세부 전공분야	신임/기존	사범대/ 분교	임상/기초	외국인/ 내국인	사업 참여 여부	비고
		한글	영문						건축공학/건축학 인문사회계열			
2020.05.14	기계시스템공 학부	오성훈	Oh Sung Hoon	교수	10056429	절삭가공	기존			내국인	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학부	유범상	Ryuh, Beom- Sahng	교수	10108260	생산자동화 및 생산관리	기존			내국인	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학부	이지근	Lee Jee- Keun	교수	10136731	유동제어및 계측	기존			내국인	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학부	김대석	KIM DAE SUK	교수	10157445	계측	기존			내국인	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학부	전형민	Hyungmin Jun	조교수	10179209	전산역학	신임			내국인	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학부	김은호	Kim, Eunho	부교수	10832087	진동	기존			내국인	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학부	이정우	Jeongwoo Lee	조교수	11090025	열시스템제 어및계측	신임			내국인	참여	
전체 교수 수 (임상, 건축학, 인문사회계열 포함)		7		기존 교수 수 (임상, 건축학, 인문사회계열 포함)		5		신임교수 수 (임상, 건축학, 인문사회계열 포함)		2		
전체 교수 수 (임상, 건축학, 인문사회계열 제외)		7		기존 교수 수 (임상, 건축학, 인문사회계열 제외)		5		신임교수 수 (임상, 건축학, 인문사회계열 제외)		2		
신임교수 실적 포함 여 부		기타 업적물(저서, 특허, 기술이전, 창업 실적) /연구비/ 교육역량 대표실적				<input type="checkbox"/> 예			<input type="checkbox"/> 아니오			

[첨부 2] 2020년도 교육연구팀 참여교수의 지도학생 현황

기준일	소속대학원 학과(부)	성명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/ 타교	지도교수 성명		학위과정		사업 참여 여부	비고 (임상구분)
		한글	영문					성명	임상/기초 초	과정	재학 학기수		
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXXX	XXXXXXXXX	XXXXXX	XX	내국인	타교	김은호		석사	3	미참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXX	X	내국인	자교	김은호		석사	4	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXXX	XXX	XXXXXXXX	X	내국인	자교	김대석		석사	3	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXX	JXXX	XXXXXXXX	X	내국인	자교	이지근		석사	3	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	XXX	외국인	타교	이지근		석사	4	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	xxx	XX	XXXXXXXX	XX	외국인	타교	이지근		석사	1	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX	XX	내국인	타교	오성훈		석사	4	미참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX	XX	내국인	자교	김은호		석사	3	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXX	XXX	내국인	타교	유범상		석사	3	미참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXX	XXXXXXXX	XXXXXX	XX	내국인	자교	유범상		석사	3	미참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXX	MXX	XXXXXX	XX	내국인	타교	유범상		석사	3	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX	XXXX	내국인	타교	김은호		박사	1	미참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXXX	XXXXXXXX	2XXXX	XXX	내국인	자교	유범상		박사	2	참여	

기준일	소속대학원 학과(부)	성명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/ 타교	지도교수 성명		학위과정		사업 참여 여부	비고 (임상구분)
		한글	영문					성명	임상/기초 초	과정	재학 학기수		
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	xxxxx	내국인	자교	오성훈		박사	3	미참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXX	X _t	XXXXXX	1XX	외국인	타교	이지근		박사	2	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXX	XXX	XXX	X	내국인	자교	유범상		박사	3	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXX	XX _Y m	XXXXXX	XX	외국인	타교	이지근		박사	2	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXXX	XX	XXXXX	XXX	내국인	자교	김대석		박사	2	미참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXXXX	XXXXXX	XXXXX	XX	내국인	타교	김대석		박사	5	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXX	XX	XXXXXX	XX	외국인	타교	김대석		박사	4	참여	
2020.05.14	기계시스템공 학과	XXX	XXXXX	XXXXXX	XX	내국인	타교	오성훈		석박사통합	1	미참여	

전체 대학원생 수 (명)	석사	11	참여 대학원생 수 (명)	석사	7	참여비율(%)	석사	63.64
	박사	9		박사	6		박사	66.67
	석·박사통합	1		석·박사통합	0		석·박사통합	0.00
	계	21		계	13		전체	61.90
자교 학사 전체 대학원생 수(명)	석사	5	자교 학사 참여 대학원생 수(명)	석사	4	자교학사 참여비율(%)	석사	80.00
	박사	4		박사	2		박사	50.00
	석·박사통합	0		석·박사통합	0		석·박사통합	-
	계	9		계	6		전체	66.67
외국인 전체 대학원생 수(명)	석사	2	외국인 참여 대학원생 수(명)	석사	2	외국인 참여비율(%)	석사	100.00
	박사	3		박사	3		박사	100.00
	석·박사통합	0		석·박사통합	0		석·박사통합	-
	계	5		계	5		전체	100.00

[첨부 3] 최근 3년간 참여교수의 지도학생 확보 실적

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	4월 1일	1	XXX	XXXX	XXXXXXXX	내국인	XX	유범상	석사
2017년	4월 1일	2	XXXX	XXX	XXXXXXXX	내국인	XXX	유범상	석사
2017년	4월 1일	3	XXXXX	XX	XXXXXXX	내국인	XX	김은호	석사
2017년	4월 1일	4	XXXX	XXX	XXXXXXX	내국인	XXX	유범상	석사
2017년	4월 1일	5	XXXXXXXX	XXX	XXXXXXX	내국인	1XX	김은호	석사
2017년	4월 1일	6	XXXX	XXX	XXXXXXX	내국인	XXX	오성훈	석사
2017년	4월 1일	7	XXXXX	XX	XXXXXXX	내국인	XXX	김은호	석사
2017년	4월 1일	8	XXX	XXX	XXXXXXX	내국인	XXX	김대석	석사
2017년	4월 1일	9	XXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXX	내국인	XX	김대석	석사
2017년	4월 1일	10	XX	XXXXXXX	XXXXXXX	외국인	XX	유범상	석사
2017년	4월 1일	11	XXX	XX	XXXXXXX	외국인	XX	이지근	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	4월 1일	12	XXXXXXXXX	XXX	XXXXXXXXX	외국인	XXX	이지근	석사
2017년	4월 1일	13	XXX	XX	XXXXX	외국인	XX	이지근	석사
2017년	4월 1일	14	XXXX	XXX	XXXXXXXXXX	외국인	XX	유범상	석사
2017년	4월 1일	15	XXXX	XXXX	XXXXXX	외국인	XXX	김대석	석사
2017년	4월 1일	16	XXXX	XXXX	XXXXXXXXX	외국인	XX	이지근	석사
2017년	4월 1일	17	XXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2017년	4월 1일	18	XXXX	XXX	XXXXXXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2017년	4월 1일	19	XXXX	XXX	XXXXXX	내국인	XXX	오성훈	박사
2017년	4월 1일	20	XXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXX	내국인	XXXX	이지근	박사
2017년	4월 1일	21	XXXXXXXXXXXX	XXXX	XXXXXX	외국인	XXX	유범상	박사
2017년	10월 1일	1	XXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXX	내국인	XX	김은호	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	10월 1일	2	XXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	유범상	석사
2017년	10월 1일	3	XXXX	XX	XXXXXXX	내국인	XX	유범상	석사
2017년	10월 1일	4	XXXX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	김은호	석사
2017년	10월 1일	5	XXXX	XX	XXXXXXXXXXXX	내국인	XX	유범상	석사
2017년	10월 1일	6	XXXXX	XXXXX	XXXXXXX	내국인	XX	오성훈	석사
2017년	10월 1일	7	XXX	XXXX	XXXXXX	내국인	XX	김은호	석사
2017년	10월 1일	8	XXX	S XXX	XXX	내국인	XXX	오성훈	석사
2017년	10월 1일	9	XXXX	XXX	XXXXXXX	내국인	XX	김은호	석사
2017년	10월 1일	10	XXXX	XX	XXXXXX	내국인	XX	김대석	석사
2017년	10월 1일	11	XXXX	XXXXX ь	XXXX	내국인	XX	김대석	석사
2017년	10월 1일	12	XXXX	XXXXXX	XXXX	외국인	XX	유범상	석사
2017년	10월 1일	13	XXXX	XX	XXXXXX	외국인	XX	이지근	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
				XX					
2017년	10월 1일	14	XXXXXXXXXXXX	XXX	XXXXXXXXXXXX	외국인	XXX	이지근	석사
2017년	10월 1일	15	XXX	X d	XXXXXX	외국인	XX	이지근	석사
2017년	10월 1일	16	XXXXX	XXXX	XXXXXX	외국인	XXX	유범상	석사
2017년	10월 1일	17	XXXXXX	XXXXXXXX	XXXX	외국인	XX	오성훈	석사
2017년	10월 1일	18	XXXXXX	XXXX	XXXXXXXX	외국인	XXX	김대석	석사
2017년	10월 1일	19	XXXXX	XXXX	XXXXXX	외국인	XXX	이지근	석사
2017년	10월 1일	20	XXX	XXXXXXXX	XXX ^x	내국인	XX	유범상	박사
2017년	10월 1일	21	XXXXX	XXXXXXXX	XXXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2017년	10월 1일	22	XXXXX	XXXX	XXXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2017년	10월 1일	23	XXXXX	XXXX	XXXXXX	내국인	XX	오성훈	박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	10월 1일	24	XXXXX	XXXX	XXXXXX	내국인	XX	이지근	박사
2018년	4월 1일	1	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX	내국인	XXXX	유범상	석사
2018년	4월 1일	2	XXXX	XX _g	XXXXXXXX	내국인	XX	유범상	석사
2018년	4월 1일	3	XXXXXXXX	XX	XXXX	내국인	XX	김은호	석사
2018년	4월 1일	4	XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	내국인	XXXX	김대석	석사
2018년	4월 1일	5	XXXXX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	X	유범상	석사
2018년	4월 1일	6	XXXX	SXX	XXXXXX	내국인	XXX	김은호	석사
2018년	4월 1일	7	XXXX	XX	XXXXXX	내국인	XXXX	오성훈	석사
2018년	4월 1일	8	XXXXXX	XX	XXXXXX	내국인	XXXX	김은호	석사
2018년	4월 1일	9	XXX	XX	XXXXXX	내국인	X	김대석	석사
2018년	4월 1일	10	XXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	외국인	XXX	유범상	석사
2018년	4월 1일	11	XXXXXXXX	XX	XXXXXXXXXX	외국인	XX	이지근	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	4월 1일	12	XXX	X ^d	XXXXXX	외국인	XXX	이지근	석사
2018년	4월 1일	13	XXX	XXX	XXXX	외국인	XXX	유범상	석사
2018년	4월 1일	14	XXXXXX	XXXXXXXX	2XXX	외국인	XXX	오성훈	석사
2018년	4월 1일	15	XXXXX	XXX	XXXXXXXX	외국인	XXX	김대석	석사
2018년	4월 1일	16	XXX	XXXX	XXXXX	외국인	XX	이지근	석사
2018년	4월 1일	17	XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	내국인	X	유범상	박사
2018년	4월 1일	18	XXXX	XXXXXXXX ⁿ	XXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2018년	4월 1일	19	XXX	S ^s XXX	XXXXX	내국인	XXXX	오성훈	박사
2018년	4월 1일	20	XXXX	XXX	XXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2018년	4월 1일	21	XXX	XXXXX	XXXXX	내국인	XXX	이지근	박사
2018년	4월 1일	22	XXX	XXXXX	XXXXXXXX	내국인	XXX	김대석	박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	10월 1일	1	XXXX	XXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	김은호	석사
2018년	10월 1일	2	XXX	XXXXXXX	XXXXXXX	내국인	XX	유범상	석사
2018년	10월 1일	3	XXXX	XXX	XXXX	내국인	XX	유범상	석사
2018년	10월 1일	4	XXX	XXXXX	XXXXX	내국인	X	김은호	석사
2018년	10월 1일	5	XXX	XXXXXXXXX	XXXXXXXXX	내국인	XXX	김대석	석사
2018년	10월 1일	6	XXXX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	XXXX	유범상	석사
2018년	10월 1일	7	XXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXX	내국인	XXX	오성훈	석사
2018년	10월 1일	8	XXXX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	XXX	김은호	석사
2018년	10월 1일	9	XXXX	XX	XXXXXXXXXX	내국인	XXXX	오성훈	석사
2018년	10월 1일	10	XXXXXX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	김은호	석사
2018년	10월 1일	11	XXXXXX	XX	XXXXXX	내국인	XXX	김대석	석사
2018년	10월 1일	12	XXXXXXXX	XXXX	XXXX	외국인	XXX	이지근	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	10월 1일	13	XXXXX	XX	XXXXXXXXX	외국인	XXX	이지근	석사
2018년	10월 1일	14	XXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXX	외국인	XXXXXX	이지근	석사
2018년	10월 1일	15	XXX	XXXXXX	XXXXXX	외국인	XX	오성훈	석사
2018년	10월 1일	16	XXXXX	XXX	XXXXXXXXX	외국인	xxxxxx	김대석	석사
2018년	10월 1일	17	XXX	XXX ⁿ	XXXXXXXX	외국인	XXX	이지근	석사
2018년	10월 1일	18	XXXX	KXXXXXXXX	XXXXXX	내국인	XXX	유범상	박사
2018년	10월 1일	19	XX	XXXXXXXX	XXXX	내국인	XXX	오성훈	박사
2018년	10월 1일	20	XXXX	S XXX	XXXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2018년	10월 1일	21	XXX	J XX	XXX	내국인	XX	오성훈	박사
2018년	10월 1일	22	XX	XXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XXX	이지근	박사
2018년	10월 1일	23	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXXXXX	내국인	XXX	김대석	박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	10월 1일	24	XXX	XX	XXXX	외국인	XXX	김대석	박사
2019년	4월 1일	1	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxx	내국인	xxx	김은호	석사
2019년	4월 1일	2	xxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	내국인	xx	김은호	석사
2019년	4월 1일	3	xxxxxx	xx	xxxxxx	내국인	xx	김은호	석사
2019년	4월 1일	4	xxxx	xxxxxx	xxxxxxxx	내국인	xxx	김대석	석사
2019년	4월 1일	5	xxxxxx	Ch xx	xxxxxxx	내국인	xx	김대석	석사
2019년	4월 1일	6	xxxxxx	xx	xxxxxxxx	내국인	xx	이지근	석사
2019년	4월 1일	7	xxxxxxx	xxxxxx	xxxxxxx	내국인	x	오성훈	석사
2019년	4월 1일	8	xxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxx	내국인	xx	김은호	석사
2019년	4월 1일	9	xxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	내국인	xxxx	김은호	석사
2019년	4월 1일	10	xxxxxxx	xx	xxxxxxxxxxxx	내국인	xx	김은호	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	4월 1일	11	XXXX	XXXXXXXX u	XXXXXXXXXX	내국인	XXXX	유범상	석사
2019년	4월 1일	12	XXX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	XXXX	김대석	석사
2019년	4월 1일	13	XXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	유범상	석사
2019년	4월 1일	14	XXX	XXX	XXXXXX	내국인	XXX	유범상	석사
2019년	4월 1일	15	XXX	XX	XXXXXXXX	외국인	XX	이지근	석사
2019년	4월 1일	16	XXX	XXXXXXXX	XXXXXX	외국인	XX	이지근	석사
2019년	4월 1일	17	XXXXX	XXXXX	XXXXX	외국인	XX	오성훈	석사
2019년	4월 1일	18	XXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	내국인	XXX	유범상	박사
2019년	4월 1일	19	XX	XXXXXXXX	XXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2019년	4월 1일	20	XX	XXXXX	XXXXXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2019년	4월 1일	21	XXX	XXX	XXXXXXXXXXXX	내국인	XXX	유범상	박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	4월 1일	22	XXX	S XXX	XXXXXXX	내국인	xxxxx	오성훈	박사
2019년	4월 1일	23	XX	XXX	XXXXXXX	내국인	XX	오성훈	박사
2019년	4월 1일	24	XXX	XXXXXX	xxxxxxxxxxx	내국인	XXX	이지근	박사
2019년	4월 1일	25	XXX	XXXX	XXXXXX	내국인	XX	김대석	박사
2019년	4월 1일	26	XXX	XX ^k	XXXXXX	외국인	XX	김대석	박사
2019년	10월 1일	1	XXXX	XXXXXX	XXXXXXX	내국인	XXX	김은호	석사
2019년	10월 1일	2	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXXX	내국인	XX	김은호	석사
2019년	10월 1일	3	xxxxx	XX	XXXXXXX	내국인	XXXX	김은호	석사
2019년	10월 1일	4	XX	xxxxxxxx	XXXXXXX	내국인	XXX	김대석	석사
2019년	10월 1일	5	XXX XXX	XXX	XXXXXXX	내국인	XXX	김대석	석사
2019년	10월 1일	6	XXXX	XXX	XXXXXXX	내국인	XXX	이지근	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	10월 1일	7	XXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XXX	오성훈	석사
2019년	10월 1일	8	XXX	XXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	김은호	석사
2019년	10월 1일	9	XXXX	XXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XXX	김은호	석사
2019년	10월 1일	10	XX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	XXX	김은호	석사
2019년	10월 1일	11	XXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	유범상	석사
2019년	10월 1일	12	XXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XXX	유범상	석사
2019년	10월 1일	13	XX	MXX	XXXXXXX	내국인	XXX	유범상	석사
2019년	10월 1일	14	XXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX	외국인	XX	이지근	석사
2019년	10월 1일	15	XXXX	XXXXXXX	XXXXXXX	내국인	X	유범상	박사
2019년	10월 1일	16	XX	XXXXXXX	XXXXXX	내국인	XXXX	오성훈	박사
2019년	10월 1일	17	XXX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	유범상	박사
2019년	10월 1일	18	XXX	XXXX	XXXXXXX	내국인	XX	이지근	박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	10월 1일	19	XXX	XXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	김대석	박사
2019년	10월 1일	20	XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX	내국인	XX	김대석	박사
2019년	10월 1일	21	XXX	XX	XXXXXXX	외국인	XX	이지근	박사
2019년	10월 1일	22	XXX	XX	XXXXXXXXXX	외국인	XX	이지근	박사
2019년	10월 1일	23	XXX	XX	XXXXXXX	외국인	XXX	김대석	박사
대학원생 수(명)	석사	2017년	17.50	석박사통합	2017년	0.00	외국인 학생 수	2017년	8.00
		2018년	16.50		2018년	0.00		2018년	7.00
		2019년	15.50		2019년	0.00		2019년	4.00
		전체	49.50		전체	0.00		전체	19.00
	박사	2017년	5.00	총계	2017년	22.50		2017년	4.00
		2018년	6.50		2018년	23.00		2019년	4.00
		2019년	9.00		2019년	24.50		전체	19.00
		전체	20.50		전체	70.00			

[첨부 4] 최근 3년간 대학원생 배출 실적 (졸업 및 취(창)업 실적)

연도	기준월	연번	성명		학번	생년 (YYYY)	지도교수 성명	임상/기초	취득 학위	입학 년월	취(창) 업구분	취(창)업정보		
			건축학/건축공학 인문사회계열	회사명				취(창)업 구분				근무 지역		
2017년	8월	1	XXX	XX	XXXXXXXXXX	X	오성훈		석사	201509				
2017년	8월	2	XXXXX	XXX	2XXXX	XXX	유범상		석사	201509				
2018년	2월	1	XX	X	2XXX	XX	이지근		석사	201603				
2018년	2월	2	XXX	XXXX	XXXXXXXX 1	XXXXXX	김대석		석사	201603				
2018년	8월	1	XX	XXXXXX	XXXX	XX	유범상		석사	201609				
2018년	8월	2	XXX	XX	2XXXX	XX	유범상		석사	201609				
2018년	8월	3	XXXXXX	XXX	XXXXXXXX 5	XXXX	유범상		박사	201403				
2019년	2월	1	XXXX	XX	XXXXXX	XXXX	유범상		석사	201703	취업	로보로보	정규직	전북
2019년	2월	2	XXXXX	XXX _g	XXXXX	XXXX	김은호		석사	201702	취업	칼리과대 학교	비정규직	해외
2019년	2월	3	XXXX	XXX	XXXX	X	오성훈		석사	201609	취업	두산인프 라코어	정규직	전북
2019년	2월	4	XXXX	JeXX	XX	XXX	오성훈		박사	201403	취업	한국폴리 텍대학 김 체 캠퍼스	정규직	전북

연도	기준월	연번	성명		학번	생년 (YYYY)	지도교수 성명	임상/기초	취득 학위	입학 년월	취(창) 업구분	취(창)업정보		
			건축학/건축공학	회사명				취(창)업 구분				근무 지역		
			인문사회계열											
2019년	2월	5	XXX	XX	XXXX	XX	이지근		박사	201409	취업	노스캐롤 라이나 대 학교	비정규직	해외
2019년	2월	6	XXXXX	XX	XXXXX	XXXX	유범상		석사	201703	국내진 학			
2019년	2월	7	XXX	XXX	XXXX	XXX	이지근		석사	201703	기타			
2019년	2월	8	XXXXXX	M XXX	XXXXX	XXX	유범상		석사	201703	국내진 학			
2019년	2월	9	XXX	XX ^r	XXXXX	XX	김대석		석사	201609	기타			
2019년	2월	10	XX ^산	X ^s	XXXXX	XX	이지근		석사	201609	기타			
2019년	8월	1	XXXXX	XX	XXXXX	XXXX	오성훈		박사	201203	취업	LS Electric	정규직	충북
2019년	8월	2	XXXX	Se XX	XXXXX	XXXX	오성훈		박사	201403	취업	전북대학 교	비정규직	전북
2019년	8월	3	XXXX	XXX	XXXXXX	XXX	김대석		석사	201703	취업	한국표준 과학연구 원	비정규직	대전
2019년	8월	4	XXXX	X	XXXXX	XXXXX	이지근		석사	201709	국외진 학			

연도	기준월	연번	성명		학번	생년 (YYYY)	지도교수 성명	임상/기초	취득 학위	입학 년월	취(창) 업구분	취(창)업정보		
			건축학/건축공학	회사명				취(창)업 구분				근무 지역		
			인문사회계열											
2019년	8월	5	XXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX	XX	오성훈		석사	201709	기타			
2018년	2월	3	XXXX	Ky XX	XXXXXX 2	XX	유범상		박사	200903				
2019년	8월	6	XXXXXX	XXX	XXXXXXXXXX	XX	유범상		박사	200503	취업	삼성전자	정규직	경기

졸업생	2017년	전체	석사	2	2018년	전체	석사	4	2019년	전체	석사	11	전체기간	전체	석사	17
			박사	0			박사	2			박사	5			박사	7
			계	2			계	6			계	16			계	24
		임상 제외	석사	2		임상 제외	석사	4		임상 제외	석사	11		임상 제외	석사	17
			박사	0			박사	2			박사	5			박사	7
			계	2			계	6			계	16			계	24
취(창)업	2019년 2월 졸업자	석사	8	국내 진학자 소계	2	2019년 8월 졸업자	석사	3	국내 진학자 소계	0						
				국외 진학자 소계	0				국외 진학자 소계	1						
				입대자 소계	0				입대자 소계	0						
				취(창)업자 소계	3				취(창)업자 소계	1						
		박사	2	입대자 소계	0		박사	2	입대자 소계	3						
				취(창)업자 소계	0				취(창)업자 소계	3						
전체 환산 졸업생 수 (임상, 건축학, 인문사회계열 포함)			석사	9				전체 환산 졸업생 수 (임상, 건축학, 인문사회계열 제외)	석사	9						
			박사	7					박사	7						
			계	16					계	16						

[첨부 5-1] 최근 3년간 참여교수의 지도학생(졸업생) 저명학술지 논문 게재 실적

졸업 년도	연 번	논문제목	수학 /거대 과학 실험 분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 대학원 생(졸업생)			환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN / ISBN / e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기 타 저 자 수 (n)	총 저 자 수 (T)	졸업 생 성명	저자 구분	졸업 생 학위 구분		보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U ×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)= (U ×Y)		
2018	1	Effect of aviation fuel temperature on refractive index in droplet size measurement using phase Doppler anemometry		MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY	SCI(E)	0957-0233	10.1088/1361-6501/ab0f66		30	7	75 20 3	201905	2	2	4	레자알리 두스 트다 프사 리	주저 자	석사	0.400 0			1.861	0.406	0.162 40000 00000 0002	0.013 2	0.720 45	
2018	2	EFFECT OF SWIRL CHAMBER LENGTH ON THEATOMIZATION CHARACTERISTICS OF APRESSURE-SWIRL NOZZLE		ATOMIZATION AND SPRAYS	SCI(E)	1044-5110	10.1615/AtomizSpr.2017024777		27	10	85 9	201710	2	1	3	레자알리 두스 트다 프사 리	주저 자	석사	0.400 0			1.262	0.267	0.106 8	0.001 33	0.072 59	
2018	3	Evaluation of the atomization characteristics of aviation fuels with different viscosities using a pressure swirl atomizer		INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER	SCI(E)	0017-9310	10.1016/j.ijheatmasstrans.2019.118704		14 5	0	1	201912	2	2	4	레자알리 두스 트다 프사 리	주저 자	석사	0.400 0			4.346	0.917	0.366 8	0.060 21	3.201 64	

졸업 년도	연 번	논문제목	수학 /거대 과학 실험 분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 대학원 생(졸업생)			환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN / ISBN / e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기 타 저 자 수 (n)	총 저 자 수 (T)	졸업 생 성명	저자 구분		졸업 생 학위 구분	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U ×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U ×Y)	
2018	4	Teat detection algorithm: YOLO vs. Haar-cascade †		JOURNAL OF MECHANICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	SCI(E)	1738-494X	10.1007/s12206-019-0339-5		33	4	1869	201901	1	1	2	아강 사라 스도 기	주저 자	석사	0.500 0			1.221	0.234	0.117	0.008 65	0.459 96	
2018	5	Viscosity effect on the pressure swirl atomization of an alternative aviation fuel		FUEL	SCI(E)	0016-2361	10.1016/j.fuel.2018.11.132		24	0	179	201903	2	3	5	레자 알리 두스 트다 프사 리	주저 자	석사	0.400 0			5.128	0.674	0.269 6	0.076 76	1.718 21	
2019	6	5ton 카고트럭의 전동 유압 슬라이딩 테크 시스템 개발을 위한 기구학 해석 및 전산구조해석과 안전을 위한 윈치 시스템 설계		한국산 학기술 학회논 문지	연구 재단 등재 (후보) 지	1975-4701		20	5	73	201905	2	2	4	김만 중	주저 자	석사	0.133 3					0				
2019	7	On the correlation of the primary breakup length with fuel		FUEL	SCI(E)	0016-2361	10.1016/j.fuel.2019.11609		25	0	1	201912	2	2	4	리자 이샤 너즈	주저 자	석사	0.400 0			5.128	0.674	0.269 6	0.076 76	1.718 21	

졸업 년도	연 번	논문제목	수학 /거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 대학원 생(졸업생)			환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score			
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN / ISBN / e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기 타 저 자 수 (n)	총 저 자 수 (T)	졸업 생 성명	저자 구분	졸업 생 학위 구분		보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U ×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U ×Y)	
2019	11	Effects of the Interaction Point of Multi-Passage Swirlers on the Swirling Flow Field		JOURNAL OF ENGINEERING FOR GAS TURBINES AND POWER-TRANSACTIONS OF THE ASME	SCI(E)	0742-4795	10.1115/1.4042730		141	6	1	201906	2	0	2	바사히포아드	주저자	박사	0.5000			1.653	0.316	0.158	0.0057	0.30309	
2019	12	Experimental and Computational Analysis of the Swirling FlowGenerated by an Axial Counter-Rotating Swirler in a Rectangular Model Chamber Using Water Test Rig		JOURNAL OF ENGINEERING FOR GAS TURBINES AND POWER-TRANSACTIONS OF THE ASME	SCI(E)	0742-4795	10.1115/1.4035734		139	8	81501	201708	2	1	3	바사히포아드	주저자	박사	0.4000			1.653	0.316	0.1264	0.0057	0.30309	
2019	13	INSIGHT INTO THE DYNAMICS OF INTERNAL AND		ATOMIZATION AND	SCI(E)	1044-5110	10.1615/ATOMIZS		28	11	1001	201811	2	0	2	바사히포아드	주저자	박사	0.5000			1.262	0.267	0.1335	0.00133	0.07259	

대표논문 총 편수	2017년	0	5	5	14	9	총계	14
대표논문 환산편수의 합	2017년	0.0000	2018년	2.1000	2.7000	2.7000	총계	4.8000
보정 피인용수(FWCI)값이 있는 논문의 총 편수	2017년	0	2018년	5	2019년	9	총계	14
보정 피인용수(FWCI)의 합	2017년	0.0000	2018년	11.7241	2019년	0.0000	총계	0.0000
환산 보정 피인용수(FWCI) 합	2017년	0.0000	2018년	4.9296	2019년	1.3396	총계	6.2692
IF값이 영(zero)이 아닌 논문의 총 편수	2017년	0	2018년	5	2019년	9	총계	14
IF의 합	2017년	0.0000	2018년	13.8180	2019년	0.0000	총계	0.0000
보정 IF의 합	2017년	0.0000	2018년	2.4980	2019년	0.0000	총계	0.0000
환산보정 IF의 합	2017년	0.0000	2018년	1.0226	2019년	1.2480	총계	2.2706
ES값이 영(zero)이 아닌 논문의 총 편수	2017년	0	2018년	5	2019년	9	총계	14
ES의 합	2017년	0.0000	2018년	0.1602	2019년	0.0000	총계	0.0000
보정 ES의 합	2017년	0.0000	2018년	6.1728	2019년	0.0000	총계	0.0000
환산보정 ES의 합	2017년	0.0000	2018년	2.5151	2019년	2.8647	총계	5.3798

[첨부 5-2] 최근 3년간 참여교수의 지도학생(졸업생) 연구업적물 (건축 분야의 건축학만 해당)

졸업년 도	연번	구분	논문제목/저서명	게재정보						총 저자			저자 중 교육연구단 학과(부) 대학원생(졸업생)					가중치 (U)	환산 편수
				게재학술지 명/출판사명	ISSN/ ISBN/ e-ISSN	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자		총 저자 수		
													성명	수(A)	성명	수(B)			
No data have been found.																			
연구재단 등재(후보)지 논문 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
국제저명 학술지 논문 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
기타국제 학술지 논문 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
국어 학술저서 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
외국어 학술저서 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
저서 또는 논문 총 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
평가대상 1인당 저서 또는 논문 환산 편수													총계	0					

[첨부 6-1] 최근 3년간 참여교수의 정부 연구비 수주실적

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 증 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금 일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
2017	1	과학기술정 보통신부	ERC	조정밀 광기 계기술연구 그룹(연세대 ERC)	강신일	김대석	10157445		20170301	20180228	단독	110,000,000	110,000,000	100	110,000,000	20170302
2017	2	한전전력연 구원	사외공모 기초연구	Low Nox 발 전용 가스터 빈 연소기 개발을 위한 Swiler 핵심 설계기술 개 발	이지근	이지근	10136731		20170101	20171130	단독	55,000,000	55,000,000	100	55,000,000	20170329
2017	3	과학기술정 보통신부	생애첫연구 사업	진동/소음 및 충격 저 감을 위한 음향탄성메 타재료 연구	김은호	김은호	10832087		20170301	20180228	단독	30,000,000	30,000,000	100	30,000,000	20170403
2017	4	과학기술정 보통신부	기초연구사 업	파면복원기 술을 이용한 마이크로나 노 기계물성 측정 고속화 연구	김대석	김대석	10157445		20170501	20180430	단독	101,155,401	101,155,401	100	101,155,401	20170515
2017	5	국방과학연 구소	연구용역사 업	연료분무시 협 용역	이지근	이지근	10136731		20170628	20171231	단독	116,424,000	26,200,000	100	26,200,000	20170629
2017	6	한국연구재 단	산학공동연 구개발과제	트로피용 한 지 공예품 제작을 위한 금형 개발	오성훈	오성훈	10056429		20170701	20171231	단독	20,000,000	20,000,000	100	20,000,000	20170801
2017	7	산업통상자 원부	지역주력산 업육성 기 술개발사업	실내 및 실 외에서 원격 제어가 가능	주병수	유범상	10108260		20170601	20180531	단독	199,500,000	60,000,000	100	60,000,000	20170823

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금 일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
				한 다목적 미니 로터 개발												
2017	8	중소벤처기 업부	기업부설연 구소설치지 원사업	고설 양액재 배용 코코피 트(코코넛껍 질)의 쇠토 에 최적화된 로터리 개발	박기현	오성훈	10056429		20170901	20180831	단독	99,168,000	43,000,000	100	43,000,000	20171024
2017	9	중소벤처기 업부	산학연협력 기술개발사 업	PE파이프와 소켓의 결합 을 위한 장 치 개발	신범수	오성훈	10056429		20171001	20180930	단독	99,800,000	47,000,000	100	47,000,000	20171117
2017	10	중소벤처기 업부	기업부설연 구소설치지 원사업	지능형 착유 로봇개발	김태욱	유범상	10108260		20171101	20181031	단독	73,965,000	49,559,000	100	49,559,000	20171229
2017	11	중소벤처기 업부	산학연협력 기술개발사 업	태양광 모듈 자동 청소 장치 개발	오인엽	오성훈	10056429		20171201	20190228	단독	100,000,000	61,946,000	100	61,946,000	20171229
2018	12	과학기술정 보통신부	대학주관협 동연구	초박막 박막 파라미터 고 속 측정용 광학헤드 개 발	김대석	김대석	10157445		20180201	20181231	단독	45,000,000	40,000,000	100	40,000,000	20180223
2018	13	과학기술정 보통신부	ERC	초정밀 광기 계기술연구 그룹(연세대 ERC)	강신일	김대석	10157445		20180301	20190228	단독	110,000,000	110,000,000	100	110,000,000	20180305
2018	14	과학기술정 보통신부	생애첫연구 사업	진동/소음 및 충격 저 감을 위한 음향탄성메	김은호	김은호	10832087		20180301	20190228	단독	30,000,000	30,000,000	100	30,000,000	20180313

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 증 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금 일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
				타재료 연구												
2018	15	국방과학연 구소	연구용역사 업	연료분무시 험 용역	이지근	이지근	10136731		20180101	20181231	단독	131,000,000	49,750,000	100	49,750,000	20180319
2018	16	국립농업과 학원	무인이동체 (드론)활용 농경지관측 과현장적용 기술	농업용 방제 드론의 약액 분무 노즐 최적화 기술 개발	유승화	이지근	10136731		20180301	20181231	단독	131,000,000	131,000,000	100	131,000,000	20180417
2018	17	연구재단	기본연구지 원사업-교 육부	저온(-20°C 이하) 고점 도(50 cSt 이상) 항공 유 연소특성 향상을 위한 가스 터빈 용 연료 분 무 노즐 액 적 생성 및 액적 크기 수밀도 변화 연구	이지근	이지근	10136731		20180601	20181231	단독	37,500,000	37,500,000	100	37,500,000	20180604
2018	18	과학기술정 보통신부	실험실 특 화형 창업 선도대학	센서向 Dynamic spectro- ellipsomet er	김대석	김대석	10157445		20180501	20190131	단독	45,000,000	45,000,000	100	45,000,000	20180705
2018	19	한전전력연 구원	사외공모 기초연구	발전용 가스 터빈 연소기 연소안정성 향상을 위한	이지근	이지근	10136731		20180501	20181231	단독	55,000,000	36,666,300	100	36,666,300	20180718

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금 일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
				선회유동 안 정화 기술 개발												
2018	20	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업 (보호육성 분야)	탄소복합체 3D 곡면가공 을 위한 최 적 엔드밀 설계 및 개 발	오성훈	오성훈	10056429		20180901	20181231	단독	49,035,000	49,035,000	100	49,035,000	20180831
2018	21	중소벤처기 업부	산학협력 기술개발사 업	PE파이프와 소켓의 결합 을 위한 장 치 개발	장병헌	오성훈	10056429		20181001	20190930	단독	99,600,000	49,000,000	100	49,000,000	20181219
2019	22	한전전력연 구원	사외공모 기초연구	발전용 가스 터빈 연소기 연소안정성 향상을 위한 선회유동 안 정화 기술 개발	이지근	이지근	10136731		20190101	20190430	단독	30,000,000	18,333,700	100	18,333,700	20190123
2019	23	연구재단	기본연구지 원사업-교 육부	저온(-20oC 이하) 고점 도(50 cSt 이상) 항공 유 연소특성 향상을 위한 가스 터빈 용 연료 분 무 노즐 액 적 생성 및 액적 크기 수밀도 변화	이지근	이지근	10136731		20190301	20200229	단독	50,016,725	50,016,725	100	50,016,725	20190225

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 증 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금 일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
				연구												
2019	24	과학기술정 보통신부	생애첫연구 사업	진동/소음 및 충격 저 감을 위한 음향탄성메 타재료 연구	김은호	김은호	10832087		20190301	20200228	단독	30,000,000	30,000,000	100	30,000,000	20190228
2019	25	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업 (보호육성 분야)	탄소복합체 3D 곡면가공 을 위한 최 적 엔드밀 설계 및 개 발	오성훈	오성훈	10056429		20190301	20200229	단독	98,324,000	98,324,000	100	98,324,000	20190228
2019	26	과학기술정 보통신부	기초연구사 업	일체형 편광 간섭계 기반 초고감도 high- throughput 바이오센싱 기술 개발	김대석	김대석	10157445		20190301	20200229	단독	97,703,000	97,703,000	100	97,703,000	20190304
2019	27	과학기술정 보통신부	ERC	초정밀 광기 계기술연구 그룹(연세대 ERC)	강신일	김대석	10157445		20190301	20200229	단독	100,000,000	100,000,000	100	100,000,000	20190304
2019	28	국립농업과 학원	무인이동체 (드론)활용 농경지관측 과현장적용 기술	농업용 방제 드론의 약액 분무 노즐 최적화 기술 개발	유승화	이지근	10136731		20190101	20191231	단독	130,000,000	130,000,000	100	130,000,000	20190327
2019	29	과학기술정 보통신부	실험실 특 화형 창업	센서向 Dynamic	김대석	김대석	10157445		20190201	20200131	단독	57,500,000	57,500,000	100	57,500,000	20190513

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금 일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
			선도대학	spectro- ellipsomete r												
2019	30	한전전력연 구원	사외공모 기초연구	발전용 가스 터빈 연소기 연소안정성 향상을 위한 선회유동 안 정화 기술 개발	이지근	이지근	10136731		20190501	20200430	단독	55,000,000	36,666,300	100	36,666,300	20190528
2019	31	국방과학연 구소	연구용역사 업	연료분무시 험 용역	이지근	이지근	10136731		20190101	20190530	단독	116,424,000	40,474,000	100	40,474,000	20190611
2019	32	중소벤처기 업부	맞춤형기술 파트너지원 사업	PE 수도관 찌그러짐 불 균일 해결	오성훈	오성훈	10056429		20191015	20200714	단독	28,750,000	28,750,000	100	28,750,000	20191023
2019	33	자동차융합 기술원	자동차산업 활성화 기 술고도화 지원사업	작업능력 향 상을 위한 4륜조향 시 스템을 가진 4ton이하 작 업차량 개발	주병수	유범상	10108260		20191001	20200930	단독	250,000,000	62,500,000	100	62,500,000	20191202
총 수주 건 수	'17.1.1.-'17.12.31.			11	정부 연구비 수주 총 입금액 (원) (건축학 참여교수 정부 연구비 제외)	'17.1.1.-'17.12.31.			603,860,401	건축학 참여교수의 정부 연구비 총 입금액 (원)	'17.1.1.-'17.12.31.			0		
	'18.1.1.-'18.12.31.			10		'18.1.1.-'18.12.31.			577,951,300		'18.1.1.-'18.12.31.			0		
	'19.1.1.-'19.12.31.			12		'19.1.1.-'19.12.31.			750,267,725		'19.1.1.-'19.12.31.			0		
	계			33		계			1,932,079,426		계			0		

[첨부 6-2] 최근 3년간 참여교수의 산업체(국내) 연구비 수주실적

산정 기간	연번	산업체명	산업체 구분	지역 구분	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
										시작일	종료일						
2017	1	(주)케이랩	중소(비 상장)	대전	푸리에 변환을 이용한 적외선분 광광도계 기술 연 구	김대석	김대석	10157445		20170101	20171231	단독	55,000,000	55,000,000	100	55,000,000	20170106
2017	2	(주)하다	중소(비 상장)	전북	HST 구동 자주식 인발형 마늘 수 확기	하중우	유범상	10108260		20170401	20171231	단독	250,000,000	50,000,000	100	50,000,000	20170524
2017	3	(주)삼성전 자	대기업	서울	차세대공 정 균일 도 및 defect 검출을 위한 Dynamic Imaging Ellipsom etry 기 술	김대석	김대석	10157445		20170901	20171231	단독	142,914,308	142,914,308	100	142,914,308	20170921
2017	4	(주)케이에 스에프	중소(비 상장)	전북	농업생산 무인자동 화를 위 한 원격 제어형 고속 일 관 파종 로봇 개 발	하중우	유범상	10108260		20170801	20180731	단독	274,500,000	54,900,000	100	54,900,000	20170928

산정 기간	연번	산업체명	산업체 구분	지역 구분	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
										시작일	종료일						
2018	5	(주)케이에 이엠피아이	중소(비 상장)	서울	Pre- filming air blast nozzle 분무특성 성능 평 가 시험	이지근	이지근	10136731		20171101	20171231	단독	28,600,000	28,600,000	100	28,600,000	20180131
2018	6	(주)삼성전 자	대기업	서울	차세대공 정 균일 도 및 defect 검출을 위한 Dynamic Imaging Ellipsom etry 기 술	김대석	김대석	10157445		20180101	20181231	단독	298,588,513	298,588,513	100	298,588,513	20180214
2018	7	(주)퍼스텍	중소(비 상장)	경남	열유동해 석	이지근	이지근	10136731		20180328	20181231	단독	99,000,000	66,000,000	100	66,000,000	20180330
2018	8	(주)하다	중소(비 상장)	전북	HST 구동 자주식 인발형 마늘 수 확기	하중우	유범상	10108260		20180101	20181231	단독	250,000,000	50,000,000	100	50,000,000	20180406
2018	9	(주)엑스엘	중소(비 상장)	대전	휴대용 촬영장치 의 이동 촬영시의 진동 보 정 및 제	유범상	유범상	10108260		20180416	20180715	단독	11,000,000	11,000,000	100	11,000,000	20180420

산정 기간	연번	산업체명	산업체 구분	지역 구분	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
										시작일	종료일						
					거를 위 한 방법 론 연구												
2018	10	(주)한국화 이바제2공장	대기업	경남	수지변경 에 따른 복합재 skirt 층 간분리 결합에 대한 허 용기준 정립연구	김은호	김은호	10832087		20190101	20190831	단독	82,500,000	16,500,000	100	16,500,000	20180503
2018	11	(주)한성테 크	중소(비 상장)	전북	경질크롬 도금 자 동화 설 비에 이 용 가능 한 티타 늄백금양 극 개발	이창원	오성훈	10056429		20180508	20190507	단독	156,000,000	25,000,000	100	25,000,000	20180530
2018	12	(주)한화에 어로스페이 스	대기업	경기	KF-X 보 조동력장 치 연료 노즐 저 온 분무 특성 계 측	이지근	이지근	10136731		20180715	20181231	단독	8,000,000	8,000,000	100	8,000,000	20180730
2018	13	(주)에이피 에스	중소(비 상장)	전북	선박용 무선 조 정 조타 장치 개 발	김정훈	오성훈	10056429		20180501	20190630	단독	90,000,000	47,250,000	100	47,250,000	20180731

산정 기간	연번	산업체명	산업체 구분	지역 구분	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참 여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
										시작일	종료일						
2019	14	(주)삼성전 자	대기업	서울	차세대공 정 균일 도 및 defect 검출을 위한 Dynamic Imaging Ellipsom etry 기 술	김대석	김대석	10157445		20190101	20190831	단독	158,497,179	158,497,179	100	158,497,179	20190213
2019	15	(주)퍼스텍	중소(비 상장)	경남	열유동해 석	이지근	이지근	10136731		20190102	20191231	단독	99,000,000	33,000,000	100	33,000,000	20190508
2019	16	(주)바우컴 퍼니	중소(비 상장)	전북	작업량측 정 시스 템이 부 착된 리 프트형 1톤 농업 용 운반 차량 개 발	주병수	유범상	10108260		20190701	20200630	단독	151,000,000	75,500,000	100	75,500,000	20191007
2019	17	(주)하다	중소(비 상장)	전북	로봇 기 구역학해 석 및 작 업자 편 의장치 고도화	하중우	유범상	10108260		20190830	20200829	단독	410,000,000	75,000,000	100	75,000,000	20191008

총 수주 건 수	'17.1.1.-'17.12.31.	4	산업체(국내) 연구 비 수주 총 입금액 (원) (건축학 참여교수 정부 연구비 제외)	'17.1.1.-'17.12.31.	302,814,308	건축학 참여교수의 국내 산업체 연구비 총 입금액 (원)	'17.1.1.-'17.12.31.	0
	'18.1.1.-'18.12.31.	9		'18.1.1.-'18.12.31.	550,938,513		'18.1.1.-'18.12.31.	0
	'19.1.1.-'19.12.31.	4		'19.1.1.-'19.12.31.	341,997,179		'19.1.1.-'19.12.31.	0
	계	17		계	1,195,750,000		계	0

[첨부 6-3] 최근 3년간 참여교수의 해외기관 연구비 수주실적

산정 기간	연 번	해외 기관명	국가명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/건 축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	사업 참여교 수 지분액 (원) (D=B*C)	환산 입금액 (원) (E=D*2)	연구비 입금 일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일							
No data have been found.																	
총 수주 건 수	'17.1.1.-'17.12.31.		0	해외기관 연구비 수주 총 입금액 (원) (건축학 참여교수 정부 연구비 제외)	'17.1.1.-'17.12.31.		0	건축학 참여교수의 해외기관 연구비 총 입금액 (원)	'17.1.1.-'17.12.31.		0						
	'18.1.1.-'18.12.31.		0		'18.1.1.-'18.12.31.		0		'18.1.1.-'18.12.31.		0						
	'19.1.1.-'19.12.31.		0		'19.1.1.-'19.12.31.		0		'19.1.1.-'19.12.31.		0						
	계		0		계		0		계		0						

[첨부 7-1] 최근 5년간 참여교수의 논문 게재 실적

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용			Impact Factor			Eigenfactor Score		
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYYM M)	주 저 자 수 (m)	기 타 저 자 수 (n)	총 저 자 수 (T)	주저자			기타저자				총 저 자 수	보정 피인 용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X) =(U× F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)										
2015	1	Solution immersed silicon (SIS)-based biosensor: a new approach in biosensing		ANALYST	SCI(E)	0003-2654	10.1039/c4an01584c		140	706	201502	2	7	9			0	김대석	10157445	1	1	0.0285	0.3754	0.0106989	4.019	0.677	0.0192945000000002	0.0419	0.87279	0.024874515
2015	2	The MITC3+ shell element in geometric nonlinear analysis		COMPUTERS & STRUCTURES	SCI(E)	0045-7949	10.1016/j.compstruc.2014.09.004		146	91	201501	2	2	4	전형민	10179209	1		0	1	0.4	4.1084	1.64336	3.354	0.866	0.346400000000004	0.01179	0.69062	0.276248	
2015	3	Tunable evolutions of wave modes and bandgaps in quasi-1D cylindrical phononic crystals		JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION	SCI(E)	0022-460X	10.1016/j.jsv.2014.09.010		334	270	201501	2	3	5			0	김은호	10832087	1	1	0.0666	1.59095100384441	0.10595733685603771	3.123	0.691	0.0460206	0.02752	1.46336	0.0974597760000001
2015	4	Highly Nonlinear Wave Propagation in Elastic Woodpile Periodic Structures		PHYSICAL REVIEW LETTERS	SCI(E)	0031-9007	10.1103/PhysRevLett.114.18002		114	118002	201503	2	4	6	김은호	10832087	1		0	1	0.4	3.49536990173562	1.3981479606942481	9.227	0.877	0.3508	0.5787	7.67825	3.07130000000003	

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)	
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호											수 (A)
2015	5	Nonlinear stress wave propagation in 3D woodpile elastic metamaterials		INTERNATIONAL JOURNAL OF SOLIDS AND STRUCTURES	SCI(E)	0020-7683	10.1016/j.ijssolstr.2014.12.024		58	128	201504	2	1	3	김은호	10832087	1			0	1	0.4	1.60486112099753	0.6419444483990121	2.787	0.588	0.2352	0.02118	0.83976	0.335904	
2015	6	Detection of crack formation and stress distribution for carbon fiber-reinforced polymer specimens through triboluminescent-based imaging		JOURNAL OF INTELLIGENT MATERIAL SYSTEMS AND STRUCTURES	SCI(E)	1045-389X	10.1177/1045389X14535017		26	8913	201505	3	4	7			0	김은호	10832087	1	1	0.0357	0.415012061934952	0.014815930611077787	2.582	0.197	0.0070329000000001	0.00719	0.07735	0.00276139500000000002	
2015	7	Damage evaluation and strain monitoring for composite cylinders using tin-coated FBG		COMPOSITES PART B-ENGINEERING	SCI(E)	1359-8368	10.1016/j.compositesb.2015.01.004		74	13	201506	2	2	4			0	김은호	10832087	1	1	0.1	2.3064	0.23064	6.864	1.455	0.1455000000000002	0.04575	2.49703	0.249703	

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score						
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)			
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호											수 (A)		
2018	35	On the emerging flow from a dual-axial counter-rotating swirler: LES simulation and spectral transition		APPLIED THERMAL ENGINEERING	SCI(E)	1359-4311	10.1016/j.applthermeng.2017.10.058				129		646	201801	2	0	2	이지근	10136731	1			0	1	0.5	1.5209	0.76045	4.026	0.849	0.4245	0.0661	3.51484	1.75742
2018	36	Experimental investigation on the performance and emissions characteristics of ethanol/diesel dual-fuel combustion		FUEL	SCI(E)	0016-2361	10.1016/j.fuel.2018.02.002				220		72	201805	2	1	3	이정우	11090025	1			0	1	0.4	2.3095	0.9238	5.128	0.674	0.2696	0.07676	1.71821	0.687284
2018	37	INFLUENCE OF DESIGN PARAMETERS ON THE AIR/LIQUID RATIO OF AN AIR INDUCTION NOZZLE		JOURNAL OF MECHANICS	SCI(E)	1727-7191	10.1017/jmch.2017.12				34	3	375	201806	2	2	4	이지근	10136731	1			0	1	0.4	0.583	0.2332	1.304	0.275	0.1100000000000001	0.00095	0.03767	0.0150680000000001
2018	38	Direct measurement of superdiffusive energy transport in		Nature Communications	SCI(E)	2041-1723	10.1038/s41467-018-03015				9		640	201807	3	3	6	김은호	10832087	1			0	1	0.2857	1.5384	0.43952088	11.878	0.886	0.2531302	1.10316	1.90179	0.543341403

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X) = (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) = (U×Y)		
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호											수 (A)	
2018	41	Lattices with internal resonator defects		PHYSICAL REVIEW E	SCI(E)	2470-0045	10.1103/PhysRevE.98.032902		98	3	32902	201809	2	6	8				0	김은호	10832087	1	1	0.0333	0	0	2.353	0.888	0.0295704000003	0.1214	3.50618	0.11675579400001
2018	42	Sandwich-Structured Woodpile Metamaterials for Impact Mitigation		International Journal of Applied Mechanics	SCI(E)	1758-8251	10.1142/S1758825118500788		10	7	1850788	201809	1	4	5				0	김은호	10832087	1	1	0.125	0.6346	0.079325	1.939	0.409	0.051125	0.00235	0.09317	0.01164625
2018	43	Benchmark tests of MITC triangular shell elements		STRUCTURAL ENGINEERING AND MECHANICS	SCI(E)	1225-4568	10.12989/sem.2018.68.1.1017		68	1	17	201810	1	2	3	전형민	10179209	1				0	1	0.5	0.2468	0.1234	2.804	0.724	0.362	0.00467	0.27355	0.136775
2018	44	High load expansion with low emissions and the pressure rise rate by dual fuel combustion		APPLIED THERMAL ENGINEERING	SCI(E)	1359-4311	10.1016/j.applthermeng.2018.08.027		14	4	437	201811	2	3	5				0	이정우	11090025	1	1	0.0666	0.2172	0.01446552	4.026	0.849	0.0565434	0.0661	3.51484	0.2340883400003

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X) = (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) = (U×Y)	
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호											수 (A)
2018	45	INSIGHT INTO THE DYNAMICS OF INTERNAL AND EXTERNAL FLOW FIELDS OF THE PRESSURE SWIRL NOZZLE		ATOMIZATION AND SPRAYS	SCI(E)	1044-5110	10.1615/ATOMIZSPR.2019028573		28	11	1001	201811	2	0	2	이지근	10136731	1			0	1	0.5	0.6974	0	1.262	0.267	0.1335	0.00133	0.07259	0.036295
2018	46	Interaction of highly nonlinear solitary waves with rigid polyurethane foams		INTERNATIONAL JOURNAL OF SOLIDS AND STRUCTURES	SCI(E)	0020-7683	10.1016/j.ijstr.2018.05.010		15	2	39	201811	3	1	4	김은호	10832087	1			0	1	0.2857	0.7833	0.22378881	2.787	0.588	0.1679916	0.02118	0.83976	0.239919432
2018	47	effects of material anisotropy on impact mitigation in single column woodpile structures		Journal of Mechanical Science and Technology	SCI(E)	1738-494X	10.1007/s12206-018-1129-1		32	12	5817	201812	1	4	5	김은호	10832087	1			1	1	0.125	0	0	1.221	0.234	0.02925	0.00865	0.45996	0.057495
2019	48	The Classification of Gasoline/Diesel Dual-fuel Combustion Based on the		International Journal of Engine Research	SCI(E)	1468-0874	10.1177/1468087418817676		20	1	69	201901	2	5	7	이정우	11090025	1			0	1	0.4	1.1726	0	2.272	0.435	0.1740000000001	0.00213	0.11326	0.0453040000000004

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)	
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호											수 (A)
2019	52	A Study on Cutting Characteristics in Turning Operations of Titanium Alloy used in Automobile		International Journal of Precision Engineering and Manufacturing	SCI(E)	2234-7593	10.1007/s12541-019-00027-x		20		209	201902	2	1	3	오성훈	10056429	1			0	1	0.4	1.6969	0.67876	1.779	0.34	0.136	0.00491	0.27728	0.110912000000001
2019	53	Effect of Turbocharger on Performance and Thermal Efficiency of Hydrogen-fueled Spark Ignition Engine		INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY	SCI(E)	0360-3199	10.1016/j.ijhydene.2018.12.113		44	8	4350	201902	2	4	6	이정우	11090025	1			0	1	0.4	1.9649	0.785960000000001	4.084	0.453	0.181200000000003	0.0857	0.96158	0.384632000000003
2019	54	Bloch oscillation of elastic waves in the graded lattice of 3D-printed hollow elliptical cylinders		APPLIED PHYSICAL LETTERS	SCI(E)	0003-6951	10.1063/1.5089508		11	10	1905	201903	3	1	4	김은호	10832087	1			0	1	0.2857	0	0	3.521	0.307	0.0877099000000001	0.2247	2.1124	0.60351268

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score							
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X) = (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) = (U×Y)				
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호											수 (A)			
2019	55	Viscosity effect on the pressure swirl atomization of an alternative aviation fuel		FUEL	SCI(E)	0016-2361	10.1016/j.fuel.2018.11.132				24	17	9	201903	2	3	5	이지근	10136731	1			0	1	0.4	6.4228	2.56912	5.128	0.674	0.2696	0.07676	1.71821	0.687284	
2019	56	Nonlinear wave propagation in 3D-printed graded lattices of hollow elliptical cylinders		JOURNAL OF THE MECHANICS AND PHYSICS OF SOLIDS	SCI(E)	0022-5096	10.1016/j.jmps.2019.02.001				12	77	4	201904	3	0	3	김은호	10832087	1			0	1	0.3333	1.6352	0.54501216	4.087	0.862	0.2873045999999996	0.01925	0.76324	0.254387892	
2019	57	One-piece polarizing interferometer for ultrafast spectroscopic polarimetry		Scientific Reports	SCI(E)	2045-2322	10.1038/s41598-019-42397-2				9	59	78	1	201904	1	1	2	김대석	10157445	1			0	1	0.5	1.7972	0.8986	4.011	0.299	0.1495	1.06137	1.82974	0.91487
2019	58	Effect of aviation fuel temperature on refractive index in droplet size measurement using phase Doppler anemometry		MEASUREMENT SCIENCE and TECHNOLOGY	SCI(E)	0957-0233	10.1088/1361-6501/ab0fc6				30	7	20	3	201905	2	2	4	이지근	10136731	1			0	1	0.4	1.2132	0.4852800000000004	1.861	0.406	0.1624000000000002	0.0132	0.72045	0.2881800000000004

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score			
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYYM)	주 저 자 수 (m)	기 타 저 자 수 (n)	총 저 자 수 (T)	주저자			기타저자				총 저 자 수	보정 피인 용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X) =(U× F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)										
2019	59	Programming structured DNA assemblies to probe biophysical processes		Annual Review of Biophysics	SCI(E)	1936-122X	10.1146/annurev-biophys-052118-115259	48		395	201905	2	8	10			0	전형민	10179209	1	1	0.025	0.799629486929287	0.019990737173232176	12.175	1.743	0.043575	0.00846	0.22047	0.00551175
2019	60	Effects of the Interaction Point of Multi-Passage Swirlers on the Swirling Flow Field		JOURNAL OF ENGINEERING FOR GAS TURBINES AND POWER-TRANSACTIONS OF THE ASME	SCI(E)	0742-4795	10.1115/1.4042730	141	6	1	201906	2	0	2	이지근	10136731	1		0	1	0.5	0.8988	0.4494	1.653	0.316	0.158	0.0057	0.30309	0.151545	
2019	61	Assessment of Steady VOF RANS Turbulence Models in Rendering the Internal Flow Structure of		FLUID DYNAMICS RESEARCH	SCI(E)	0169-5983	10.1088/1873-7005/ab2546	51	4	1	201907	3	2	5		0	이지근	10136731	1	1	0.0714	0.8691	0.06205374	0.993	0.21	0.014994	0.0015	0.05947	0.004246158000000001	

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실험분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수						환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자수 (m)	기타저자수 (n)	총저자수 (T)	주저자			기타저자			총저자수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X) = (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) = (U×Y)		
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호											수 (A)	
2019	68	On the correlation of the primary breakup length with fuel temperature in pressure swirl nozzle		FUEL	SCI(E)	0016-2361	10.1016/j.fuel.2019.116094		25	8	1	201912	2	2	4	이지근	10136731	1				0	1	0.4	0	0	5.128	0.674	0.2696	0.07676	1.71821	0.687284

총 편수	2015년	14	2016년	5	2017년	10	2018년	18	2019년	21	총계	68
대표논문 환산편수의 합	2015년	3.6308	2016년	1.3180	2017년	3.8857	2018년	4.9612	2019년	7.0756	총계	20.8713
보정 피인용수(FWCI)값이 있는 논문의 총 편수	2015년	14	2016년	5	2017년	10	2018년	18	2019년		총계	47
보정 피인용수(FWCI)의 합	2015년	22.3607	2016년	5.5822	2017년	13.6778	2018년	17.8074	2019년		총계	59.4281
환산 보정 피인용수(FWCI) 합	2015년	6.9233	2016년	1.4816	2017년	5.1050	2018년	5.6659	2019년		총계	19.1759
IF값이 영(zero)이 아닌 논문의 총 편수	2015년	14	2016년	5	2017년	10	2018년	18	2019년	21	총계	68
IF의 합	2015년	59.1300	2016년	15.6260	2017년	32.0380	2018년	67.0570	2019년	110.2000	총계	284.0510
보정 IF의 합	2015년	10.9020	2016년	3.4160	2017년	5.1960	2018년	10.9330	2019년		총계	
환산보정 IF의 합	2015년	3.0358	2016년	0.7608	2017년	1.9782	2018년	2.9462	2019년	3.8528	총계	12.5738
ES값이 영(zero)이 아닌 논문의 총 편수	2015년	14	2016년	5	2017년	10	2018년	18	2019년	21	총계	68
ES의 합	2015년	1.0926	2016년	0.5242	2017년	0.7351	2018년	2.3456	2019년	3.9589	총계	8.6564
보정 ES의 합	2015년	25.3708	2016년	13.5476	2017년	12.6880	2018년	31.7964	2019년	30.1012	총계	113.5039
환산보정 ES의 합	2015년	8.3261	2016년	3.0278	2017년	4.1976	2018년	7.0998	2019년	10.7226	총계	33.3738

[첨부 7-2] 최근 5년간 참여교수 논문 및 저서 실적 (건축 분야의 건축학만 해당)

연도	연번	구분	논문제목/저서명	게재정보					총 저자			저자 중 교육연구단 참여교수					가중치 (U)	환산 편수	
				게재학술지명/출판사명	ISSN/ISBN/e-ISSN	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자수 (m)	기타저자수 (n)	총저자수 (T)	주저자		기타저자				총저자수
													성명	수(A)	성명	수(B)			
No data have been found.																			
연구재단 등재(후보)지 논문 환산편수				2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
국제저명 학술지 논문 환산편수				2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
기타국제 학술지 논문 환산편수				2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
국어 학술저서 환산편수				2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
외국어 학술저서 환산편수				2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
저서 또는 논문 총 환산편수				2015년	0.0000	2016년	0.0000	2017년	0.0000	2018년	0.0000	2019년	0.0000	총계	0.0000				
평가대상 1인당 저서 또는 논문 환산 편수													총계	0					