

# 【신청서 요약본】

## 〈신청서 요약문〉

중심어	기초과학 기반 사업	융복합 교육연구팀	입자-광자 초정밀측정
	체계화된 교육 프로그램	특화된 연구프로그램	지역 핵심 실험인력 양성
	국제화	선도연구	지역균형발전
교육연구팀의 비전과 목표	<p>○ 입자-광자 초정밀 측정에 특화된 실험 전문가 양성 및 공급 본 교육연구팀은 입자와 광자의 상호작용에 기반한 현대 물리학의 초정밀 측정 기술의 기본 원리를 이해하고 관련 분야 기초이론과 실무 능력을 겸비한 고급 실험 전문 연구 인력을 양성한다.</p> <p>○ 체계화된 교육 및 특화된 연구 프로그램 구축 입자-광자 초정밀측정 관련 분야 특화 연구를 통한 지역 산업체와의 지속 가능한 산학협력체계 기반 구축을 위해 교육과 연구역량 기반 체계화, 융복합적 마인드를 가진 고급 연구인력 양성수준 및 시너지 효과를 한 단계 더 끌어 올리고자 한다.</p> <p>○ 초정밀측정 기술을 통한 지역 신산업 창출 새로운 측정법의 개발 및 산업화를 통하여 지역 첨단 산업과 경제에 새로운 활력을 불어넣을 잠재력을 가진 신산업 분야의 창출을 시도한다.</p> <p>○ 기초과학 기반 사업팀의 새로운 사회적 위상 정립 지역 전략 산업의 수요에 부응하는 교육 및 연구 특성화를 통하여 기초과학 기반 사업팀으로서의 정체성을 확립하고, 지역 첨단산업에 기여하며, 우수한 인재 양성을 통한 지역 균형발전의 일익을 담당하고자 한다.</p>		
교육역량 영역	<p>○ 입자-광자 초정밀 측정 연구인력 양성 프로그램 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학부 전공 교과목 개편을 통한 잠재적 대학원 연구인력 확보</li> <li>- 학·석사 연계, 석·박사 통합과정 개정 및 홍보를 통한 대학원 인력 확보</li> <li>- 매학기 콜로키움 및 현장실습을 통한 입자-광자 초정밀측정연구 분야 교육 및 홍보</li> <li>- 정밀 측정/제어실험 및 자동화/빅데이터 처리와 같은 융복합적 초정밀측정특화실험 과목 개설 운영</li> <li>- 각 연구 분야별 1개의 초정밀측정 관련 대학원 기초전공 과목 설정</li> </ul> <p>○ 과학기술·산업·사회 문제 해결 가능한 교육 프로그램 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기업 연계형 교육 프로그램           <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 4개학과, 17개 연구실 및 11개 기업이 참여하는 기업 연계형 프로그램을 통한 중소기업 인력양성 사업 구축</li> </ul> </li> <li>- 타 기관과의 공동 연구를 통한 교육 프로그램           <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 우수한 연구 인력과 기술력을 갖춘 10개의 연구기관과의 공동연구를 통</li> </ul> </li> </ul>		

	<p>한 인력 양성 및 기술력 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물리학과 내 자체 교육 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 매학기 현장 실습 및 다양한 분야에 대한 콜로키움을 통한 연구 인력의 융합적 연구 동기 강화 및 다양한 사회문제 인식 확보</li> </ul> </li> </ul>
<p>연구역량 영역</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구 논문을 통한 연구역량 현황 본 교육연구팀은 ‘교수 1인당 환산 논문 편수’는 1.02, ‘환산논문 1편당 환산보정IF’는 0.4782, ‘환산논문 1편당 IF’는 4.227, ‘환산논문 1편당 ES’는 0.145의 우수한 연구 성과를 최근 5년 간 지속해왔다.</li> <li>○ 연구 역량 향상을 위한 정량적 목표 본 교육연구팀의 연구 논문 성과를 위해 총 30% 정도 향상된 최종년도 1.30의 ‘교수 1인당 환산논문편수’를 제시하며, 논문의 질적 우수성 향상 수치로서 최종년도 0.50의 ‘환산논문 1편당 환산보정IF’, 0.16의 ‘환산논문 1편당 ES’를 목표로 한다.</li> <li>○ 사업팀 연구 역량의 향상을 위한 학술/연구 활동 계획 위 제시한 연구 역량 향상 목표를 실현하기 위하여 1) 대학원생/신진 연구 인력/신임 교수 확보를 통한 우수 인력 양성, 2) 산학연 공동 연구, 국제 공동 연구, 타 학과/학문 분야 공동 연구를 통한 협력 연구 기반 구축, 3) 지역 기업/연구소와의 공동 과제 발굴을 통한 연구비 확보, 4) 연구 시설/장비 및 연구 중심 행정과 같은 연구 친화적 인프라 구축 활동을 수행한다.</li> </ul>
<p>기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 사업을 성공적으로 수행함으로써 지방 국립대학교의 물리학과가 직면하고 있는 낮은 취업률, 낮은 성취동기, 인재의 수도권 중앙 집중화의 순환 고리를 끊고, 지역 내의 우수 인재를 유치하고, 양질의 교육으로 지역 발전에 기여하는 핵심인력으로 성장시키는 새로운 선순환체계를 구축해 교육연구팀으로서의 사회적 소명에 부응할 수 있다.</li> <li>○ 또한 본 사업으로 육성된 입자-광자 초정밀 측정에 특화된 실험 전문 인력은 지역 첨단산업 분야에서 원천기술 연구 인력으로 활동하며, 석·박사급 고급 인력의 부족으로 어려움을 겪고 있는 지역 산업체의 국내외 경쟁력 향상에 크게 이바지 해 지역 균형 발전의 일익을 담당할 것이다.</li> <li>○ 국내외 최고 대학과 경쟁할 수 있는 융복합적 교육과정을 개발/운영하고, 입자-광자 초정밀 측정기반 실험 연구 분야에서 우수한 연구 성과를 창출함으로써 본 4단계 BK 교육연구팀이 지역 물리학 발전에서 리더십을 확보하고 새로운 틀 모델을 제시하고자한다.</li> </ul>

# 1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

## 1. 교육연구단 구성

### 1.1 교육연구단장의 교육연구행정 역량

성 명	한글	주경광	영문	Kyung Kwang Joo
소 속 기 관	전남대학교	자연과학대학		물리학과

<표 1-1> 교육연구팀장 최근 5년간 연구실적

연번	저자	논문제목/저서제목 /book chapter/ 설계작품명	저널명/학술대회명 /출판사/행사명	권(호), 페이지/ISSN/ISBN (pp. ** - **)	게재·출판· 행사 연도	DOI 번호 (해당 시)
1	주경광	Construction experimental devices for half-ton synthesis of gadolinium-loaded liquid scintillator and its performance	Rev. Sci. Inst.	89(4),043302/0034-6748	2018	10.1063/1.5021971
2	주경광	Spectral Measurement of the Electron Antineutrino Oscillation Amplitude and Frequency using 500 Live Days of RENO Data	Phys. Rev. D	98(1)12002	2018	10.1103/PhysRevLett.121.201801
3	주경광	Development and Mass Production of a Mixture of LAB- and DIN-based Gadolinium-loaded Liquid Scintillator for the NEOS Short-baseline Neutrino Experiment	J. Radioanal. Nucl. Chem.	310(1),0236-5731,(pp. "311-316" )	2016	10.1007/s10967-016-4826-1
4	주경광	Observation of Energy and Baseline Dependent Reactor Antineutrino Disappearance in the RENO Experiment	Phys. Rev. Lett.	116(21),211801	2016	10.1103/PhysRevLett.116.211801
5	주경광	Pulse shape discrimination capability of metal-loaded organic liquid scintillators for a short baseline reactor neutrino experiment	Phys. Scr.	90, 055302, 1402-4896	2015	10.1088/0031-8949/90/5/055302

# I. 교육연구팀 구성, 비전 및 목표

## 1. 교육연구팀 구성

### 1.1 교육연구팀장의 교육연구행정 역량

### ○ 교육연구팀장의 선정 이유 및 행정적 역량

본 사업팀 연구책임자의 주 연구 분야는 입자물리실험이며, 특히 중성미자 연구와 메탈이 용해된 액체섬광검출기 개발 분야에서 연구 능력을 인정받은 연구자이다. 또한 무엇보다 더 사업팀장은 그간 ~30년 동안, 세계 여러 나라 유명 소규모 실험에서부터 대형 실험 (ZEUS/ATLAS/CDF/BELLE/K2K/T2K/RENO/JSNS2)까지, 다양한 연구그룹에서의 책임자 및 연구원으로서 소프트웨어, 하드웨어, 물리분석 및 학생지도 경험이 풍부하다. 따라서 사업팀장 선정은 본 사업을 잘 이끌고 독려하고 공동연구원들 사이에 유기적 상호협력을 이끌어 내어 교육연구팀으로써 최대의 성과물을 창출 할 수 있는 역량에 주안점을 두었다. 최근 2년간 물리 학과장으로서 훌륭한 업무수행 및 행정 처리능력 등을 보여 주었다. 한편, 원전의 투명한 운용 및 지역사회 환경방사능 관련 안전 유지 모니터링에 대한 사회적 요구와 책임을 다하기 위해 광주지방 환경방사능측정소장을 맡아 운영하고 있다. 따라서 이제까지 여러 위치에서 다양한 경험, 역할 그리고 리더십이 본 사업팀 규모에서 최적이라고 판단을 하였다.

### ○ 교육연구팀장의 연구 및 교육적 역량

광주전남지역에서 불모지였던 입자물리실험 분야는 1990년대 초반 태동기 이후, 2007년 본 사업팀장의 전남대 임용으로부터 꾸준한 연구 및 교육활동을 통해 여러 성과들을 도출하면서 성장기를 거치고 있다. 지난 5년 이후 현재 지원 시점까지의 성과 요약은 다음과 같다. (SCI급 총 논문 수: ~98 편, 총 인용횟수: 30,040 회, h-index: 66 회, 학술등재지: 7 편, 국제학술대회 초청강연: 7 회, 대중강연 및 콜로키움: 5 회) 주 연구 분야인 중성미자 실험에 참여를 하여 그 능력을 인정받았으며 특히 액체섬광용액 (liquid scintillator) 분야에서는 다양한 경험과 노하우를 가진 국내외적으로 인정받는 독보적인 전문가로 다수의 우수 논문 (주저자 SCI 논문 수: ~25 편)을 출간하였다. 한국 RENO 실험에서 40 톤을 제조 하였고, 이를 바탕으로 IBS의 국내 원전 NEOS 실험용 1톤과 러시아 Neutrino-4 실험 그룹에서 1.5 톤 제작을 강력 요청해 가돌리늄 (Gd)이 용해된 액체섬광용액을 직접 제조해 주었으며, 일본 JSNS2 실험의 ~30 톤 액체섬광검출용액을 국내 제조 후 운반해 주었다. 또한 교육 분야에서도 많은 노력을 경주하였는데, 특히 2013년 이후 3 권의 저서를 출판하였고, 여러 타 대학원에서 교재로도 활용 중에 있으며, 이중에 한 권은 2015년 대한민국학술원 우수 학술도서로 선정되었다.

### ○ 교육연구팀장의 비전 및 발전의지

본 교육연구팀이 속한 물리학과는 지난 5년간 국가사업 (예, 중점연구소, BK21+, BRL 등) 수주에 성공적이지 못해 대학원에 매년 ~수 명 정도만 입학하는 급격한 대학원생의 감소와, 채용된 신진교수들의 경우도 수도권으로 이직을 하고, 공석이 되어도 학교 본부에서는 충원도 해 주지 않는 상황에서, 기초연구 기반 구축 및 환경 유지가 매우 어렵고 거의 붕괴된 상태이다. 따라서 본 교육연구팀이 가진 모든 연구 인력과 자원을 효율적으로 배분하고 집중 투자하며 동시에 국제화가 필요한 부분에서는 내실 있는 상호보완적인 협력 연구를 수행해 새로운 도약 발전기를 이루어 기초과학 기반 사업팀의 새로운 사회적 위상을 정립하고자 한다. 또한 사회적으로 이슈가 되고 있는 배출된 고급 신진 인력들의 경력 단절을 해소하기 위해 전주기적 밀착형 관리를 통해 최종적으로는 모두 좋은 직장을 찾아갈 수 있게 최대의 노력을 경주할 것이다. 결론적으로 작지만 내실 있는 4단계 BK 지역 교육연구팀의 “틀 모델” 역할을 하겠다.

## 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	류상완	Sang-Wan Ryu	교수	10114893	반도체물리	기존	내국인
2	노한진	Han-Jin Noh	교수	10062305	에너지띠/전자구조	기존	내국인
3	문걸	Moon, Geol	조교수	10183203	구조및동역학	신임	내국인
4	주경광	Kyung Kwang Joo	교수	10093313	입자물리실험	기존	내국인
5	이중욱	Joong Wook Lee	부교수	10152819	레이저분광학	기존	내국인
6	제승근	SOONG- GEUN JE	조교수	10963852	자성체물리	신임	내국인
7	문동호	Dong Ho Moon	부교수	11384978	핵구조/핵반응/산란	기존	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	물리학과	임상, 건축학 인문사회계열 포함	15	7
		임상, 건축학 인문사회계열 제외	15	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)	18	17	17	16	16	17	15		
전입 교수 수 (명)	0	0	1	0	0	1	0		
전출 교수 수 (명)	0	2	1	0	0	2	0		

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

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	최기영	2017년 2학기	전출	면직, 성균관대 이직	2017.09.01
2	방윤규	2017년 2학기	전출	명예퇴직	2018.2.28
3	문걸	2018년 1학기	전입	신규임용	2018.3.01
4	우정주	2018년 1학기	전출	정년퇴직	2018.8.31
5	제송근	2019년 2학기	전입	신규임용	2019.9.01
6	임기건	2019년 2학기	전출	정년퇴직	2020.2.29

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

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
7	이강석	2019년 2학기	전출	명예퇴직	2020.2.29

<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	물리학과	전체	8	8	100.00	7	7	100.00	4	4	100.00	19	19	100.00
		자교 학사	6	6	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00	12	12	100.00
		외국인	0	0	-	3	3	100.00	1	1	100.00	4	4	100.00
참여교수 대 참여학생 비율						271.43								

<표 1-7> 교육연구팀 참여교수 지도학생(외국인) 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1	ABDULLAH AMEER	파키스탄	University of the Punjab			
2	INDRAJIT VIJAY BAGAL	인도	Bhaurao Kakatkar College			
3	WASEEM AADIL	파키스탄	Federal Urdu University of Arts			
4	ZOHAIB ATIF	파키스탄	University of the Punjab			

## 2. 교육연구팀의 비전 및 목표

### 2.1 교육연구팀의 비전 및 목표

## 2. 교육연구팀의 비전 및 목표

### 2.1 교육연구팀의 비전 및 목표

#### 1) 입자-광자 초정밀측정 고급인력양성사업팀의 교육 비전

- 입자-광자 초정밀 측정에 특화된 실험 전문가 양성 및 공급

본 사업팀은 입자와 광자의 상호작용에 기반한 현대 물리학의 초정밀측정 기술의 기본 원리를 이해하고 관련 분야 기초이론과 실무 능력을 겸비하여 원천기술 개발 능력을 갖춘 고급실험 전문 연구인력을 양성하여, 당면한 물리학적 도전과제 해결의 핵심 인적자원과 지역 전략 산업의 요구에 부합하는 고급실험 전문 인재를 공급한다.

- 체계화된 교육 및 특화된 연구 프로그램 구축

입자-광자 초정밀측정 관련 분야 특화 연구로 대학원 교육과정의 효율성을 제고하고, 지역 산업체와의 지속 가능한 산학협력체계 구축을 위하여 학부 교육과정을 연계함으로써 학부-대학원간 교육 프로그램을 체계화하고 전체적인 사업의 시너지 효과를 극대화 한다.

- 초정밀측정 기술을 통한 지역 신산업 창출

입자-광자 초정밀측정 분야의 지속적 연구를 통한 새로운 측정법의 개발 및 이의 산업화를 통하여 지역 경제에 새로운 활력을 불어넣을 잠재력을 가진 신산업 분야의 창출을 시도한다.

- 기초과학 기반 사업팀의 새로운 사회적 위상 정립

기초과학을 선도하는 물리학과와 일원으로서의 튼튼한 기본 교육과정을 기반으로 급변하는 환경에 도전적으로 대처할 수 있는 입자-광자 초정밀측정 분야 고급인력 양성 프로그램을 운영함으로써 지역 첨단산업에 기여하고 지역 균형발전에 공헌하여, 본 사업팀의 사회적 효용성과 정체성을 확립한다.

가) 입자-광자 초정밀측정에 특화된 실험전문가 양성 및 공급: 사업 분야 인력양성의 지역적 필요성 및 당위성

- 광주/전남의 지역 산업 배경

광주광역시와 전남도는 지난 20년간 광산업 육성을 통한 지역 경쟁력 강화를 위하여 노력하였으며 특히 광산업 분야는 2000년대 중반에 지역 특화 산업으로 육성되기 시작한



후에 10년간 지속적인 성장을 하였고 2010년대에는 광융복합 산업으로 외연을 확장하여 현재에 이르고 있다. 한편, 2020년대에 국가적으로 추진하고 있는 지역특화산업 육성사업에서는 신에너지 분야를 광주전남지역의 특화 분야로 지정한 바 있어, 향후 광융복합 관련 산업 및 신에너지 관련 산업의 성장 잠재력은 매우 크다.

- 광융복합 및 신에너지 산업의 기본 특성을 고려할 때, 관련 산업의 원천기술 개발을 주도하고 지역 산업체가 국제적인 경쟁력을 갖추고 유지할 수 있도록 연관 분야의 기초과학에 기반을 둔 입자-광자 초정밀 측정·특화된 실험전문가 양성 및 공급을 담당할 지역 교육/연구 기관의 확립이 필수적이다.

- 입자-광자 초정밀측정 관련 광융복합/신에너지 산업 현황

- 광주전남지역에는 다음과 같은 대표적인 360여 개의 광융복합/신에너지 관련 산업체가 위치해 있다. (ETRI 광주 분원, 광주테크노파크 LED 패키징 센터, 광주광기술원, 진흥회, 광주광과학기술원, 생산기술연구원 광주분원, 고품질 전기전자부품 및 시스템 연구센터, 광통신부품연구센터, 한국전력공사, LG 이노텍 (주), 다수의 방사능측정 중소 및 벤처 기업 등)
- 전기 전자 부품산업은 대기업 3사 (삼성전자, LG 이노텍, 대우엘렉트로닉스)와 관련 부품소재 중소기업 160여 개 사가 집적되어 있다.

[참고: 광주광역시 2018 지역산업진흥계획]

나) 기초과학 기반 사업팀의 새로운 사회적 위상 정립: 지역 거점대학 물리학과 교육연구팀의 현황과 사회적 요구

- 기초과학에 대한 사회적 요구는 튼튼한 기본교육을 바탕으로 물리학을 계승/발전시키고, 새로운 성장 동력이 될 수 있는 다양한 학문의 융복합적인 현대적 흐름을 기반으로 맞춤형 융합적 인재를 길러내는 것이다.
- 인구 절벽이라 불릴 만한 학령인구의 급격한 감소, 교육/사회/경제의 수도권 중앙 집중화와 더불어 지역 내 낮은 취업률, 인재의 중앙 집중화 현상으로 인하여 존립에 대한 위기감마저 감도는 현실에서 지역 거점대학 물리학과 및 중소규모의 교육연구팀이 이러한 사회적 소명에 부응하기에는 매우 어려워지고 있으며, 또한 사회적 환경의 도전에 대한 성공적 대응 모델도 찾기가 어렵다.
- 본 교육연구팀은 이러한 냉엄한 사회적 도전에 대해, 급변하는 광주전남지역 기초과학 기반 환경변화에 창의적으로 대처할 수 있는 인재를 기초과학에 대한 충실한 교육을 통해서만 배출될 수 있다고 확신하며, 이를 통해 지역의 첨단산업에 기여하고 지역 균형발전에 공헌하여 본 교육연구팀의 새로운 전망과 사회적 효용성을 확립하고 사회적 요구에 부응한다.

다) 체계화된 교육 및 특화된 연구프로그램 구축: 프로그램 체계화를 통한 교육능력 향상

○ 입자-광자 초정밀측정 분야 특화 연구 및 교육에 최적화되고 검증된 교수진을 구성한다.

- 본 교육연구팀의 제 1 목표인 입자-광자 초정밀 측정분야의 고급 실험 전문 연구 인력을 양성하기 위한 최적의 환경을 구축하기 위하여 고체 (3명), 광소재 물성 (2명), 기반과학 (2명) 분야의 지명도 높은 교수 7 명으로 본 교육연구팀을 구성하였다.

· 류상완, 노한진, 제승근 교수: 반도체 소재, 자성, 전자구조, 스핀트로닉스 소자, 동력학 규명 분야 전문가

· 이중욱, 문걸 교수: 테라헤르츠파를 이용한 복합물질, 광매질 양자 결맞음에 기반한 간섭 현상, 결맞음 조작 및 제어의 전문가

· 주경광, 문동호 교수: 중성미자 검출 및 중이온 분야 전문가

○ 입자-광자 초정밀측정분야 연구 및 교육 프로그램을 특화시켜 최적화된 맞춤형 커리큘럼을 구성한다

- 초정밀측정특화실험과목 개설 (전체 과목 리스트는 II. “교육과정 구성 및 운영” 참고)

- 각 분야별 기초 전공 지식 습득을 위한 필수 기초과목 지정 및 교차 수강

○ 학부-대학원간 교육 연계 프로그램을 구축한다.

- 입자-광자 초정밀측정 관련 분야 대학원 선행 과목을 개발/개설하여 본 교육연구팀의 프로그램으로의 진입 장벽을 낮춘다.

- 학부-대학원간 교육 연계 프로그램을 통한 대학원 진학 예정자에 한하여 대학원 과목 선수강을 하게 한다.

○ 국제 공동연구의 활성화, 장단기 해외연수 프로그램 제공, 국제적 교육, 인프라 구축, 국제화상회의 등 국제화된 커리큘럼 구성으로 대학원생의 국제 경쟁력을 키운다.

- 한국-유럽: 한-CERN CMS 국제공동협약연구 (문동호교수), Bonn 대학 (문걸교수)

- 한국-일본: KEK 연구소 (주경광교수), J-PARC (문동호교수)

- 한국-대만: Tsinghua 대학 (제승근교수)

- 한국-미국: Yale 대학 (류상완교수), BNL (노한진교수)

라) 초정밀측정 기술을 통한 지역 신산업 창출: 입자-광자 초정밀측정 관련 원천기술 개발 및 실험전문가 양성

○ 광매질, 자성소자, 광기반 고감도 검출기, 광센서 관련 부속 장비개발 분야에서의

제반기술 확보와 실험장치의 향상 등을 통해 지역 신산업 창출에 노력한다.

- 이를 위해서는 입자그룹을 포함한 고체 및 광학그룹의 새로운 재료와 소재에 대한 전문 지식이 필요하다.
- 관련 분야에서의 지역적 인력 수요의 한계점을 극복하기 위해 학문의 융복합적인 현대적 흐름을 기반으로 지역 맞춤형 고급 기능 인력을 양성 공급한다.
- 최근 물리학의 모든 분야에서 머신러닝을 적용하려는 다양한 시도가 이루어지고 있고, 이미 활용 사례들도 발표되고 있다. 본 사업팀은 아직 미정립 상태로서 초보 단계인 이 분야에서 적극적인 머신러닝 활용으로 지역 차세대 신산업에 필요한 실험전문가를 양성한다.
- 기술적인 측면에서는 입자-광자 극미세신호를 효율적으로 측정하기 위하여 기존의 테두리를 벗어나 서로 다른 분야의 실험방법론을 공유하며, 실험장비의 공동 활용 및 실험 장치 개발에 피드백을 주고, 머신러닝을 포함한 여러 알고리즘들을 연구하는 것과 동시에 각 실험 그룹에 적용하여 상호 검증할 수 있는 장점을 살린다.

## 2) 입자-광자 초정밀측정 고급인력양성사업팀의 목표

- 현대 물리학의 도전적 과제 해결에 필요한 초정밀측정 전문 실험 인력 양성
- 입자, 전자, 광자의 상호작용에 대한 기초이론과 초정밀 측정의 실무 능력을 겸비하여 원천기술 개발 능력을 갖춘 고급 연구인력 양성
- 급변하는 지역산업 환경에 도전적으로 대처할 지역 실험전문 과학기술 인력 양성
- 국제 경쟁력을 갖춘 국제화된 실험전문 과학기술 인력 양성

### 가) 사업팀 양성 인력 레벨

- 본 사업팀이 목표로 하는 양성 인력의 수준은 입자-광자 초정밀측정관련 산업 분야에 필요한 전문실험인력 양성과 현장 실무능력이 조화된 석·박사급 고급 연구 인력이다.
- 수월성 있는 교육 시스템 구축과 효과적인 운영을 통하여 양성된 석·박사급 고급 연구 인력은 취업 경쟁력을 향상시켜 광주/전남 지역의 청년 실업난 해소에 기여할 것이다.
- 체계화되고 특화된 교육프로그램을 통해 석·박사 학생들의 전공 지식 이해도와 연구역량을 높여 광융복합산업 및 신에너지 분야가 요구하는 고급 연구 인력을 배출한다.

### 나) 교육연구팀 양성 인력의 지역 내 진출 분야

- 현재 광주지역의 첨단산업단지과 하남산업단지에 입자, 전자, 광자 관련분야 지역산업은 총 360여 업체가 그리고 전기 전자 스마트가전 부품산업은 대기업 3사 (삼성, LG, 위니아 대우)와 부품소재 중소기업을 망라해 160여 개 사가 집적되어 있다.
- 지역 주력 기간산업인 가전 및 자동차 부품 산업에 연관된 본 교육연구팀의 고급 연구인력 수요도 증가할 것으로 예상된다.
- 새롭게 추진되고 있는 지역특화산업 육성사업에서 광주/전남에 지정된 신에너지 산업 육성 계획에 따라 에너지 관련 과학기술 인력 수요도 증가할 것이다.
- 본 교육연구팀이 양성한 고급 연구인력들은 특화된 교육으로 발현된 융합적 적응 능력과 국제경쟁력으로 지역 초정밀측정 전문 실험분야에 수요를 만족시키며 지역 경제 활성화에 기여할 것이다.
- 본 사업팀은 지역의 수요에 맞추어 석·박사급 고급 인력을 지속적으로 배출할 것이다.
  - 현재 (2020년 1학기) 재학중인 대학원생 현황을 바탕으로 1차년도 석사 6 명, 박사 3 명 학위자가 배출 될 것으로 예상됨
  - 매년 지속적으로 증가하여, 사업 종료 시점인 8차 년도에는 석사급 인력 18 명 (9 명/년), 박사급 인력 22 명 (4.8 명/년) 정도로 석사:박사의 비율이 2:1이 되는 선진형 교육 인력 구조를 달성하고자 함

#### 다) 교육연구팀 양성 인력의 국제화

- 대학원생의 장단기 해외연수 및 방문 연구 프로그램을 지원한다.
- 전남대와 교육 MOU가 체결된 해외대학 및 자연대 단과대학 차원에서 자매결연을 체결하고 있는 대학과의 교류를 더욱 활성화 한다.

##### [전남대 교환학생 및 국제교류 프로그램 대학]

- 미국(10), 호주(3), 브라질(1), 캐나다(3), 중국(17), 프랑스(3), 독일(4), 일본(11), 영국(1), 스페인(3), 포르투갈(1), 네덜란드(1), 폴란드(3), 타이완(4), 베트남 및 기타

##### [자연과학대 자매결연 외국대학]

- 미국 The university of Texas at Dallas
- 일본: Yamaguchi 대학, 류코쿠 대학
- 기타: 태국 (Mahasarakham 대학, Naresuan 대학, King Mongkut's 대학) 이집트 (Beni-suef 자연대), 중국 (온주대 물리전자정보과), 몽골 (국제대학)

- 박사 학위논문의 영문 작성을 의무화 하고 석사 학위논문의 영문 작성을 적극 권장한다.

- 해외 석학의 국내 초빙을 더욱 활성화 한다.
- 우수 외국인 학생 유치를 위해 노력한다.
  - 우수 외국인 대학원생 유치 및 홍보활동 강화를 위해 외국인 대학원생 입학홍보 대사 제도 등을 활용한다.
  - 국가 다변화와 국가별 실정에 맞는 적극적 대학원 온라인홍보 및 SNS 운영한다.
  - 방학 중 해외 대학/기관 방문 및 사업단 홍보를 연 1 회 내외 실시한다.
  - On-site 간담회 및 상담

라) 교육연구팀의 미래 목표 달성 방안 및 교육능력 향상 추진 전략

- 대학원 교육 자체평가 강화
  - 질 중심의 엄정한 학사관리로 대학원 교육 품질을 보장하고 지속적인 개선을 통한 선순환 체계를 구축하기 위해 대학원 교육 자체평가를 강화한다.
  - 자체평가 기준 마련: 교육목표, 교육과정, 교육활동, 교육환경, 졸업생 역량
- 대학원 교육 체계 구비
  - 대학원 교육과정에 대한 사회적 수요와 운영성과를 점검하기 위해 성과중심교육과 수요지향교육의 체계를 구축하고 성과를 진단한다.
- 피드백 체계를 통한 교육/연구 프로그램 강화
  - 현장에 진출한 졸업생들로부터 지속적인 피드백을 받아 교육프로그램을 개선한다.
  - 급변하는 지역 산업 환경을 지속적으로 교육 프로그램에 반영한다.
- 산·학·연 협력체제 구축을 통하여 현장밀착형 인재를 육성한다.
  - 산업체, 연구소에서 새롭게 요구하는 교육 내용을 강의에 반영한다.
  - 기초과학기반사업팀 분야의 과학기술 발전을 반영하여 시대 요구에 부합하는 교과목을 개발한다.
- 우수 대학원생 확보 방안
  - 학석사 연계 및 석·박사 통합 과정생을 위한 교육 프로그램을 정비하며 활용
  - 학부생 졸업논문 연구: 적성에 맞는 연구실 조기 선택 기회 부여, 조기 연구 경험을 통한 우수대학원생 조기 발굴
  - 해외공동연구로의 장단기 연수 프로그램을 활용한 우수 대학원생 확보
  - 학부생이 대학원생과 함께 연구를 미리 수행하고 경험하게 함으로써 대학원 진

- 학을 유도하고 우수 대학원생의 조기 발굴 및 확보할 수 있는 체계 구축
- 홍보활동 강화를 통한 확보 (대학차원, 사이버홍보, 대학원 Fair활용 등)

○ 장기화 방지를 위한 학생지원체계 강화

- 대학원생의 교육 및 연구에 대한 노력이 양질의 성과물로 최대한 빨리 연결될 수 있도록 학생 학사지도 관련 제도 개선과 안내시스템 개선
- 장학 및 복지제도를 개선 확대하여 안정적인 교육환경을 제공하고 학업에 전념할 수 있는 환경을 조성
- 학생을 위한 다양한 학생지원제도를 강화하여 학업 공백기 발생을 최소화하여 학위취득 소요 기간을 최소화 할 수 있도록 노력 경주

○ 우수대학원생 연구 활동 및 복지지원

- 논문게재 인센티브 지급, SCI 논문 교정서비스 경비지원, 국제학술대회 참가경비 지원, 지도교수 학생상담 기법을 통한 심리안정 지원 등

○ 사회적으로 강조되고 있는 글로벌 수준의 교육, 연구윤리 확보 및 연구실 안전 관리를 위한 본부차원의 활동에 적극 협조한다.

- 대학원생의 논문작성법, 연구 부정행위 예방제도, 연구윤리 교육에 참여 독려
- 연구실 안전교육과 건강검진 의무적 참여

마) 해외 우수대학 벤치마킹을 통한 미래 목표 설정

○ 해외 우수대학 벤치마킹을 수행하기 위하여 2020 Quacquarelli Symonds (QS)를 참고하였으며, 그 결과 오레건 주립대학 (Oregon State University, OSU) 물리학과를 벤치마킹 대상으로 선정하였음.

- OSU는 미국 오레건주의 주립대학으로 광주전남권의 지역 거점 국립대학인 전남대학교와 비슷한 환경과 위치를 차지하고 있다.
- OSU는 QS 세계대학순위 450권이며 자연과학분야 237위로 평가받고 있다.
- 전남대는 QS 순위 700위권이며 물리분야 순위 500위 권으로 평가받고 있으며, 학과 규모 및 주력 분야가 비슷함에도 순위 차이는 200위 이상 나고 있어, 본 사업팀이 다음 단계로 도약하기 위한 벤치마킹 대상으로 적절하다고 판단된다.

○ OSU와 전남대 물리학과 현황 분석 및 비교

- 교수진의 구성은 다음 표과 같다.

	입자/핵/천체	광학	응집물리	기타	계
OSU	3	4	6	3	16
전남대학교	3	5	5	2	15

- 전체 전임교원 수 및 분야별 비율은 거의 비슷하다. 특이한 점으로 OSU에는 입자, 광, 응집 분야 외 바이오펜리 분야 전임교원이 있어 뛰어난 업적을 산출하고 있다.
- OSU에는 요즘 각광받는 다중신호 (multi-messenger) 천체물리학 실험/이론 전임교수가 있어 이 분야 전공교수가 없는 전남대로서는 보완이 필요하다.

○ 가상의 OSU 사업팀과 전남대 물리학과 사업팀 비교 및 분석

- OSU 물리학과 전임교원에서 본 사업팀과 동일한 분야/크기로 가상의 7인을 선정하여 연구 및 인력양성을 나타내는 지표를 조사하여 아래 표와 같이 정리하였다.

	대학원생수 (1인당)	SCI 공저 (3년, 1인당)	SCI 주저자 (3년, 1인당)	3년간 평균 인용수 (입자제외)	2015년 이후 평균 h-index (입자제외)
OSU	3.0	3.14	3.71	1641 (664.2)	21.43 (14.83)
전남대학교	3.1	55.28	7.14	6975 (440.6)	38.86 (9.57)

- 학생수 규모는 두 학교 모두 비슷한 수준이다.
- 발표 논문수는 양적인 측면에서 본 사업팀이 2배 이상 많고 영향력 측면에서도 1.8 배 이상 앞선다. 하지만, 거대 공동연구를 하는 핵 및 입자팀을 제외한 지표는 OSU가 1.5 배 앞선다. 이는 입자실험 분야를 제외한 광, 응집물리 분야 연구 업적이 OSU에 비해 상대적으로 낮음을 의미하며, 이 분야 교수진의 연구력 증진이 한 단계 도약을 위해서는 중요한 요소임을 말해준다.
- 본 사업팀에 속하지 않는 분야 교수진의 연구력은 OSU가 상당히 앞서고 있으며, 이는 전남대 물리학과 교수진의 분야별 연구력 편차가 매우 심함을 의미한다. 지역 거점대학 물리학과로서의 위상을 제고하려면 분야별 고른 연구력을 유지하는 것이 중요함을 시사한다.

○ 사회 봉사/기여 프로그램 비교 및 분석

- OSU 물리학과는 초중고생들 대상 과학 대중강연, 학교 견학자들의 랩투어, 1년 2회 Discovery day에 물리현상 데모 및 체험활동을 제공하고 있다.
- 이러한 활동은 물리학 후속세대 확보를 위해서도 중요한 것으로 판단
- 개별 교수가 진행하던 중고교 강연을 사업팀/학과 차원으로 격상
- 년 1회 과학의 날 즈음 Discovery day 행사 개최 계획.

## II. 교육역량 영역

### 1. 교육과정 구성 및 운영

#### 1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획



II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

1) 현 교육과정 구성 및 운영 현황

○ 현 교육과정의 기본 원칙

- 과거 수행된 BK21 광전자 고급인력 양성 사업단의 광산업 분야 연구인력 양성 목표에 따라 광산업 중에서 광전자분야 연구에 필요하다고 판단되는 교육 과정으로 구성되어 있다.

○ 현 교과과정 구성 및 현황

- 현 개설 가능 교과목 (2020.03.01. 기준)
- 현 개설 가능한 교과목은 총 62 개 과목으로 기초과목 11 개와 응용과목 51 개로 구분되어 있으며, 아래 도표에 개설된 세부 과목명이 명시되어 있다.

기초과목(11)	응용과목(51)	
<input type="checkbox"/> 대학원기초과목 (11) 고전역학1 고전역학2 고전전자기학1 고전전자기학2 양자역학1 양자역학2 고체물리1 고체물리2 통계역학1 통계역학2 고급양자역학	<input type="checkbox"/> 고에너지물리 과목 (10) 핵물리1      핵물리2 상대론      우주선물리 핵물리특론1   핵물리특론2 고에너지물리학1 고에너지물리학2 고에너지물리특론1 고에너지물리특론2 <input type="checkbox"/> 원자및광학물리 과목 (12) 광학설계론      분광학 광학특론1      광학특론2 응용광학1      응용광학2 양자광학1      양자광학2 집적광학1      집적광학2 레이저물리학1 레이저물리학2 <input type="checkbox"/> 응집물리과목 (14) 고체양자론1      고체양자론2 고체물리특론1      고체물리특론2 표면물리학      회절결상이론 다체론      이온빔물리 자성체물리학      중시계물리학 양자정보학개론 고급반도체물리 통계물리학특론1 통계물리학특론2	<input type="checkbox"/> 대학원 실험과목 (9) 고에너지물리학실험1 고에너지물리학실험2 고체물리실험1 고체물리실험2 응용광학실험1 응용광학실험2 연구연수1 연구연수2 고급광전자현장실습 <input type="checkbox"/> 콜로키움 과목 (6) 고급물리특강1 고급물리특강2 고급물리특강3 고급물리특강4 고급물리특강 V 고급물리특강 VI

응용과목은 물리학과 전공별로 고에너지, 원자 및 광학, 응집물리로 총 3부분으로 분류되며 응용과목으로 세분화된 대학원 교육이 이루어지도록 편성되어 있으며, 산업체와의 연계성을 갖기 위해 모든 분야에 대한 대학원 이론 및 실험 과목을 편성하였다. 또한 다양한 분야의 지식을 습득하고 연구분야의 활발한 교류를 위해 콜로키움 형식의 과목을 편성하였다. 과거 수행하였던 BK21사업을 통해 확보된 대학원 인프라를 바탕으로 각 전공 분야 대학원생들에게 알맞은 교과목을 체계적으로 제공하여 전문지식을 쌓을 수 있도록 교과목을 편성하였다. 이는 아래 지난 5년 동안 개설된 교과목 도표를 보면 알 수 있다.

- 지난 5년간(2015.03.01~2020.2.29.) 개설된 교과목

지난 5년간 개설된 교과목은 기초과목 6개와 응용과목 30개, 총 36개 과목이다.

기초과목 (6)	응용과목(30)	
고전역학1 고전전자기학1 고전전자기학2 양자역학1 양자역학2 고체물리1 통계역학1	<input type="checkbox"/> 고에너지물리 과목 (6) 고에너지물리학1 고에너지물리학2 고에너지물리특론1 고에너지물리특론2 핵물리1 핵물리2  <input type="checkbox"/> 응집물리과목 (8) 고체물리특론1 고체물리특론2 고체물리실험1 고체물리실험2 회절경상이론    자성체물리학 고체물리1        고체물리2	<input type="checkbox"/> 원자및광학물리 과목 (8) 광학특론1    광학특론2 응용광학1    응용광학2 양자광학1    양자광학2 집적광학1    레이저물리학2  <input type="checkbox"/> 콜로키움 과목 (6) 고급물리특강1 고급물리특강2 고급물리특강3 고급물리특강4 고급물리특강 V 고급물리특강 VI  <input type="checkbox"/> 대학원 실험과목 (2) 고에너지물리학실험1 고에너지물리학실험2

- 현 대학원 및 학부 교육 연계성 강화 프로그램 현황

학부 교육과 대학원 교육의 연계성을 강화할 수 있는 고급인력 양성 프로그램의 선수과목을 보완 및 개선하여 시너지 효과를 극대화시키기 위한 프로그램을 아래와 같이 운영되고 있다.

- ▶ 학부교과목 중 물리연구프로젝트인 캡스톤디자인을 통해 물리학세부 전공 분야를 직접 연구 및 경험하게 하여 대학원 진학 동기 부여 강화
- ▶ 학부 및 대학원에 매 학기 운영되는 물리 콜로키움을 통해 물리학 세부 전공 분야에 대한 넓은 식견과 지식 습득 기회 제공
- ▶ 학부 졸업생들이 광산업체에 취직해서 산업체에 적응하는 과정에 직접적인 도움을 주기 위하여 광전자물리학, 응용광학, 광전자 특화실험, 및 현장실습 과목을 개설하고 있음. 이 특화분야 과목들은 학부 졸업생들이 대학원으로 진학했을 때, 기존에 수행하였던 BK21 사업

단이 추구하는 광전자 고급인력 양성 과정에서 선수과목의 기능을 하였으며, 현재까지 지역 광산업체에 필요한 인력양성을 위해 운영되고 있음.

○ 현 교과과정 평가

- 개설가능한 모든 교과목과 지난 5년간 개설된 교과목을 비교 분석하여 본 연구팀 구성원들이 파악한 현 교과과정의 장단점은 아래와 같다.

구분	내 용
교과과정 장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매학기 운영되는 학부와 대학원의 콜로키움을 통해 다양한 연구 분야에 대한 폭넓은 식견과 전문 지식 습득</li> <li>• 고에너지물리학실험 교과목을 통한 관련 분야의 전문적인 실험 노하우 습득</li> <li>• 학부교과목 중 물리연구프로젝트인 캡스톤디자인을 통해 물리학세부 전공 분야를 직접 연구 및 경험하게 하여 대학원 진학 동기 부여 강화</li> <li>• 연구와 직접적으로 연관된 기초과목 편성               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 수행한 BK21사업단에서 편성한 연구와 직접 관련된 기초과목 편성을 통한 연구 역량 강화</li> </ul> </li> </ul>
교과과정 단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 석·박통합과정 지원 비율 저조               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2019년 2학기 석·박통합과정을 개정하여 졸업소요학점 60에서 54 학점, 그리고 조기수료 학점 4.3 점에서 4.0으로 완화하였으나, 적극적인 홍보 미흡으로 인해 여전히 석·박통합과정 지원 비율 저조</li> </ul> </li> <li>• 학·석사 연계과정 지원 비율 저조               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지속적인 학·석사 연계과정 개정을 실시함에도 불구하고 지원 비율이 저조하므로 적극적인 홍보 요망</li> </ul> </li> <li>• 교육 기자재의 노후화로 인한 교육의 질 저하 우려</li> <li>• 융·복합적인 실험과목 미흡               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고에너지물리학실험이외 대학원 실험과목 실행 미흡으로 대학원생들의 다양한 실험 경험 미흡</li> </ul> </li> </ul>

이와 같이 언급된 교과목 운용의 장단점에 대한 의견을 바탕으로 연구팀에서 파악한 문제점과 개선 방향은 다음과 같다.

○ 교과과정 문제점 및 개선 방향 요약

구분	문제점	개선 방향
대학원 교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합적이고 체계적인 고급실험과목 미비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초정밀측정 특화 실험 개설</li> <li>- 정밀 측정 / 제어 실험과 프로그램을 이용한 자동화 및 빅데이터 처리</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융·복합적인 연구 분야에 필요한 전공 과목 편성 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초정밀 측정 연구에 필요한 각 분야의 기초전공 지식을 습득하기 위한 각 분야 당 하나의 기초과목 설정</li> <li>- 연구팀에 소속된 대학원생들은 필수적으로 다른 분야 과목을 하나씩 수강토록 편성</li> <li>• 각 분야가 융·복합된 과목 개설</li> <li>- 초정밀측정특화실험 과목 개설</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 석·박 통합과정 활성화 및 홍보 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 석사 및 박사과정을 각각 이수하는 과정과 석·박 통합과정의 차이가 없어, 물리학과 교수진의 문제 제기 하에 졸업소요학점 60에서 54 학점, 그리고 조기수료 학점 4.3 점에서 4.0으로 완화되었지만 지원을 저조</li> <li>• 개정된 석·박 통합과정에 대한 적극적인 홍보를 통한 지원을 상승 유도</li> </ul>
학부 교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물리/수학 성취도를 높이기 위한 교과과정 개선 요망</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반물리와 수리물리의 교과목 이수 시기 및 시수 조정을 통한 물리 기본 교육 강화</li> </ul>
학부와대학원 연계프로그램	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학·석사연계과정 운영 활성화 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속적으로 학·석사연계과정 개정이 수행되어 기존 지원자는 5 학기 90 학점 이상만 가능하였으나, 올해부터 4 학기 72 학점 이상 이수한 학생이 지원 가능하도록 완화 조치되었지만 지원을 저조</li> <li>• 적극적인 학·석사연계과정 홍보를 통한 지원을 상승 유도</li> </ul>

지금까지 언급한 현 교과과정의 문제점 파악과 이를 해결하기 위한 개선 방향을 바탕으로 본 연구팀의 교육 및 운영계획을 다음 장에서 세부적으로 논의한다.

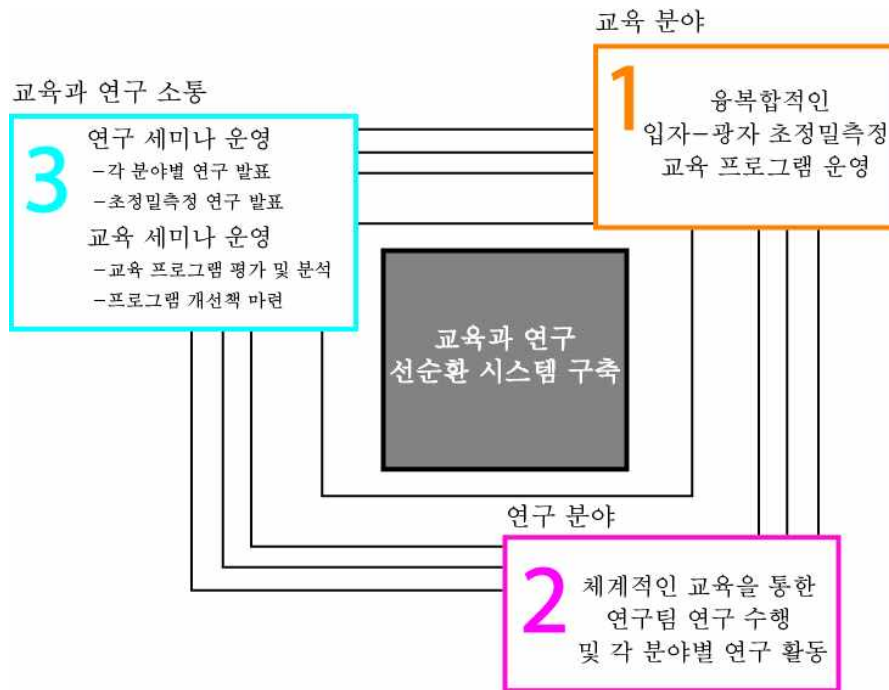
## 2) 교육연구팀의 교육 및 운영 계획

체계적이고 효율적인 교육 및 운영 계획을 바탕으로 순환적인 교육과 연구 간의 소통을 통해 긍정적인 시너지효과를 발생시킬 수 있는 **가) 교과과정의 구성 및 운영 계획, 나) 학사관리 제도 운영 계획, 다) 교육과 연구 역량 강화 및 활용 방안**이라는 체계적인 틀을 마련하여 교육을 수행하고자하며 그 세부 내용은 아래와 같다.

### 가) 교과 과정의 구성 및 운영 계획

#### ○ 교과과정 구성의 기본 원칙

본 연구팀은 입자-광자 초정밀측정 고급연구인력 양성을 목표로 하고 있다. 따라서 본 연구팀은 기존의 교과과정을 활용 및 개선하여 입자-광자 초정밀측정분야 연구를 수행할 때 필요하다고 판단되는 과목들을 중심으로, 가장 효율적인 순서로 수강하도록 구성하며, 교육과 연구의 선순환 구조가 가능하도록 연구 및 교육 세미나를 운영한다.



- 교육과정을 입자 및 광자의 초정밀측정과 관련된 응용 광학 연구 분야, 소재 물성 연구 분야, 입자-광자검출 연구 분야로 구성된 교육 연구팀 맞춤형 커리큘럼 구성

- ▶ 응용 광학 연구 분야: 광학 분야를 전공하는 2명의 교수로 팀을 구성하며, 광자 초정밀측정에 필요한 광학 설계 및 단일광자검출 방법 연구와 관련된 응용광학 연구에 필요한 교과목들로 커리큘럼 구성
- ▶ 소재 물성연구 분야: 응집물질 물리 분야를 전공하는 3명의 교수들로 팀을 구성하며, 초정밀측정 산업 분야에 사용되는 재료들의 물성 연구에 필요한 교과목들로 커리큘럼 구성
- ▶ 입자-광자 검출 연구 분야: 고에너지물리 분야를 전공하는 2명의 교수로 팀을 구성하며, 입자 및 단일 광자 검출기의 성능 향상 및 빅 데이터 분석 연구에 필요한 교과목들로 커리큘럼 구성

- 각 분야별 연구 역량을 집약하여 융·복합적 연구가 가능하도록 입자-광자 초정밀측정에 특화된 초정밀측정특화실험 대학원 교과목 신설
  - ▶ 각 분야별 특화된 실험 역량을 집약하여 정밀 측정/제어 실험과 프로그래밍을 통한 자동화 및 빅 데이터 처리 능력이 가능한 연구 인력 양성
- 교육과 연구 간의 세미나 프로그램 운영을 통한 교육과 연구 사이의 시너지효과 유도
  - ▶ 연구 능력 향상에 기여 가능한 교육 프로그램인지에 대한 실질적인 평가 및 분석 통해 교육 프로그램 개선책 마련
  - ▶ 각 분야별 그리고 연구팀의 연구 현황 및 성과를 공유하여 입자-광자 초정밀측정 연구팀의 연구 활동 및 성과 극대화

○ 교과과정 운영계획

- 연차별 개설 과목

▶ 2020 년 2 학기

- 공통 기초과목: 통계역학, 고전전자기학 2, 양자역학 2
- 공통 고급과목: 논문연구, 고급물리특강
- 응용 광학 분야 기초과목: 광학특론 1, 집적광학 1
- 응용 광학 분야 응용과목: 응용광학 2, 초정밀측정특화실험 2
- 소재 물성연구 분야 기초과목: 고체물리 2, 고체물리특론 2
- 소재 물성연구 분야 응용과목: 고체양자론 2, 중시계물리학, 자성체물리학
- 입자-광자 검출 분야 기초과목: 고에너지물리학 2, 고에너지물리특론 2, 핵물리 2
- 입자-광자 검출 분야 응용과목: 양자장론 2, 우주선물리학

▶ 2021 년 1 학기

- 공통 기초과목: 고전역학 1, 고전전자기학 1, 양자역학 1
- 공통 고급과목: 논문연구, 고급물리특강
- 응용 광학 분야 기초과목: 광학특론 2, 집적광학 2
- 응용 광학 분야 응용과목: 응용광학 1, 초정밀측정특화실험 1
- 소재 물성연구 분야 기초과목: 고체물리 1, 고체물리특론 1
- 소재 물성연구 분야 응용과목: 고체양자론 1, 양자정보학개론, 다체론
- 입자-광자 검출 분야 기초과목: 고에너지물리학 1, 고에너지물리특론 1, 핵물리 1
- 입자-광자 검출 분야 응용과목: 양자장론 1, 핵물리특론 1

- 교과목 운영방식 및 학습효과 향상 방안

▶ 개별 교과목은 강의식, 발표식, 혼합식 등으로 구분하여 효율적으로 운영한다.

- 강의식: 공통 기초과목, 각 분야 기초과목
- 발표식: 논문연구
- 혼합식: 각 분야 응용과목
- 전문가 초청: 물리 콜로키움

▶ 매학기 시작 전에 교과목 운영위원회의를 개최하여, 교과목 운영과 관련된 주요사항을 결정한다.

- 수요자 요구 강좌 조사: 산업체, 연구소 등에서 새롭게 제기된 강의 수요 반영
- 개별 교과목의 해당 학기 설강 여부
- 직전 학기 교과목에 대한 강의 평가 및 환류
- 각 연구 분야별 필수/권장 교과목 지정 및 권고

- ▶ 학부 교육과의 연계성 강화를 위하여 고급인력 양성 프로그램의 선수과목을 개발/제공하여 시너지 효과를 극대화 시킨다.
  - 학·석사 연계 과목: 광전자물리학
  - 학부/대학원 과목: 물리 콜로키움
  - 6 월과 12 월 매년 2 회에 교수진들의 연구 분야를 소개하여 연구팀 프로그램에 대한 이해/적응을 돕고 지도교수 선정에 필요한 정보를 제공한다.
- ▶ 강의평가 및 피드백
  - 본 연구팀의 모든 교과목의 강의 자료는 연구팀 홈페이지에 공개한다.
  - 본 연구팀의 모든 교과목은 대학에서 제공하는 프로그램을 이용하여 강의평가를 받는다.
  - 강의평가는 교수 업적평가의 40 %를 반영한다.
  - 강의평가 결과에 근거하여 교과목운영위원회에서 다음 학기 강의 배정을 조정한다.
  - 강의평가 결과를 대학원생 배정에 반영한다.
- ▶ 강의과목 3 년 순환제
  - 강의 매너리즘 방지 및 양질의 강의 제공을 위하여 한 교수가 특정 과목을 3 년간 담당 후 다른 과목으로 순환 배정한다.
- ▶ 공동지도교수제 도입
  - 초정밀측정관련 분야는 기술발달이 빠르고 분야간 융합 연구가 요구되는 경우가 많다.
  - 이에 대응하기 위하여 공동지도교수제를 도입한다.
- 정규 교과목 외 교과과정 운영
  - ▶ 연구팀 그룹스터디
    - 연구팀은 공통 관심사에 대한 그룹스터디를 진행한다.
  - ▶ 팀 정기 세미나 개최
    - 팀 정기 세미나를 분기 1 회 개최하여 1~2 인이 주제 발표 및 토론을 한다.
  - ▶ 저널클럽 운영
    - 저널클럽을 운영하여 모든 학생들이 학기당 1 회 이상 최신 연구 결과를 소개하도록 한다.
- 연구윤리 확보/제고 방안
  - ▶ 대학이 주관하는 '대학원생의 올바른 논문작성을 위한 '대학원 연구윤리교육' 이수율 석·박사과정 학위청구논문 제출 시 교육 이수율 의무 시행 지정한다.
    - “대학원생을 위한 연구윤리(이공계)” 온라인 강좌 수강
    - 강좌의 주 내용: 연구사의 사회적 책임, 연구수행과정 윤리, 연구결과발표 윤리, 연구 부정 행위, 연구공동체, 표절
    - 2020 년 2 월 졸업 예정자부터 시행 예정

나) 학사관리제도 운영 계획

○ 전남대학교 물리학과 대학원 입학전형 개요

공정성, 투명성, 공개성, 정확성을 갖춘 수험능력 평가 및 전형

- 대학원 입학전형 원칙

▶ 공정성/투명성의 원칙

대학원의 신입생 입학 전형은 학칙에 기술된 방법과 절차에 따라 모집요강을 전남대학교 홈페이지 및 학과 홈페이지, 주요 게시판에 공고하며, 공개적이고 투명하고 공정하게 진행한다.

- 일반전형

- ▶ 전형 항목: 직전 학위과정 성적, 필기고사, 전공구술고사, 연구실적(박사과정)
- ▶ 필답시험 과목은 영어, 고전역학, 전기역학, 양자역학, 통계역학이며, 모든 시험 관리는 대학원 주임 주관 하에 해당 위원회를 구성하여 진행한다.
- ▶ 선발 방법은 전형 성적 총 합산 평균 60 점 이상자 중에서 고득점 순으로 한다.
- 특별전형
  - ▶ 전형 항목: 직전 학위과정 성적, 구술고사, 연구실적(박사과정)
  - ▶ 선발 방법은 일반전형과 동일하다.

○ 논문 지도 및 석·박사 학위논문 심사

학생-교수간 충분한 협의, 계획성 있는 논문 지도와 전문성, 객관성, 투명성을 갖춘 학위논문 심사

- 지도교수 선정

- ▶ 석사/박사과정 입학자는 입학 후 1 학기 이내에 학생의 희망과 학과 교수의 의견을 들어 전공 논문 지도교수를 선정한다.
- ▶ 지도교수 1 인당 매학년도 석사과정생은 3 명 이내로 한다.

- 학위논문제출 자격시험

- ▶ 외국어 시험: 석사, 박사, 석·박사통합 과정을 1 학기 이상 이수한 후에 응시 가능하며 과목수는 모두 1 과목으로 한다.
- ▶ 종합시험: 석사 과정은 18 학점 이상 취득 후, 박사과정은 27 학점 이상 취득 후, 석·박사 통합 과정은 51 학점 이상 취득 후 지도교수의 추천을 받으면 응시 가능하다.
- ▶ 종합시험 과목

석사 과정	박사 과정
고전전자기학1	고전전자기학2
양자역학1	양자역학2
고전역학, 통계역학 중 택일	광학, 고체물리, 고에너지물리 중 택일
	세부전공 (지도교수 출제)

- 학위수여 요건

- ▶ 학위논문제출 자격시험과 학위논문 심사에 합격하고 대학원위원회의 학위수여 결정을 득한 자에 대하여 학칙 제 74 조에 따라 해당 학위를 수여한다.
- ▶ 박사학위논문 제출 자격
  - 외국어 및 종합시험에 합격
  - 학과 교수 2/3 이상의 승인
  - 한국물리학회 총회에서 제 1 저자로 1 회 이상 논문 발표
  - 학위논문의 주된 내용을 SCI급 전문학술지에 2 편 이상 게재하되, 이 중 1 편 이상은 주저자 논문이어야 한다.
  - 심사용 논문 제출 마감 6 개월 전까지 지도교수의 추천을 받아 논문작성계획서를 대학원 주임 교수에게 제출한다.
  - 논문심사위원: 석사학위 3 명, 박사학위 5 명 (1 명 이상은 외부 심사위원)

○ 학사관리제도의 선진화

- 학사관리의 제도화 및 명문화: 투명하고 공정한 학사관리 및 운영

- ▶ 전남대학교 물리학과 대학원은 투명하고 공정한 학사관리 및 운영을 위하여 1988.12.26에 학과



내규를 제정했으며, 최근 개정일 2011.10.10까지 14 회 개정하며 운영하고 있다.

【참고 자료】 물리학과 대학원 내규집 (2011.10)

▶ 물리학과는 내규 개정 위원회를 상설 운영하며, 시대 변화에 따른 요구사항을 명문화된 방법으로 반영한다.

• 개정 내용 교수회의 심의/승인 후 대학본부 보고

- 학사관리 제도의 효율화

▶ 유연한 학부

• 대학원 연계과정을 운영하여 우수한 학생들이 상급 학위과정 입학 준비에 대한 부담을 줄이고 전공 분야 학업과 연구를 보다 심도 있게 진행할 수 있는 기회를 제공하고 있다.

• 학·석사 연계과정 신청 자격: 학부 4 학기이상 이수자, 72 학점 이상 취득자, (편입생은 15학점 이상 취득자) 평균평점 3.0(4.5 만점) 이상인 자

• 학부 4 학년생의 대학원 수강 인가 및 진학 시 학점 인정

• 석·박사학위 통합과정: 수업연한 4년 이상, 재학연한 8년 이내, 졸업 소요학점 54 (조기수료 학점 평점 4.0) 학점 이상인 학생을 대상으로 한다.

▶ 학위취득 소요기간 장기화 방지 제도 구축

• 지도교수: 박사 5년 이상인 대학원생을 기준으로 매 학기 학위수여가 늦어질 때마다 교수업적 평가에 반영한다.

• 대학원생: 박사 9 학기, 석사 5 학기 이상 등록/수료한 학생들은 본 연구팀의 지원 대상에서 배제한다.

• 대학원생 학위관리 협의체를 구성하여 학위취득과 관련된 애로사항을 해결한다.

▶ 학·석사 과정 학생들에 대한 특별 지원

• 학부 3년 2 학기: 지도교수 선정

• 연구팀 참여 대학원생에 준하여 대우하며 학부 논문지도, 수강과목 지도 및 대학원생 교육 프로그램에 참여 기회를 준다.

다) 교육과 연구 역량 강화 및 활용 방안

○ 대학원과 학부 교육의 연계성 강화를 위한 학부 교육과정 개편

- 수학과 물리에 대한 기초교육을 강화하고자 일반물리를 3 학기 개편

- 수리물리학은 기존과 동일하게 3학기로 편성하되 1 학년 1 학기부터 개설

- 수학과 과목 수학과 1과 2를 교양필수로 수강하도록 개편

- 학부 전공과목 성취도 향상을 통해 대학원 진학률을 높이고 대학원 교육과정에 쉽게 정착할 수 있도록 함. (※ 노란색 칸 : 주요 개편 과목)

- 기존의 응용광학, 광전자물리, 고급광전자실험 과목은 광산업체 관련 인력 양성에 기여하며, 광 관련 초정밀측정실험과 직접적 연관성이 있으므로 본 교육연구팀을 위한 교과목으로 유지

<학부과정 교육 개편안 (주요 과목만 표기됨)>

1 학기	2 학기	3 학기	4 학기	5 학기	6 학기	7 학기	8 학기
일반물리1	일반물리2	일반물리3	현대물리				
		역학	전자기학1	양자역학1	기초 광학실험	고급광 전자실험	
수리물리1	수리물리2	고급 수리물리	고급역학	전자기학2	양자역학2	열및통계2	
수학1	수학2		전산물리		광학	고체물리	
일반물리실험1	일반물리실험2		물리실험1	물리실험2	열및통계1	응용광학	광전자물리

- 입자-광자 초정밀측정 연구팀의 특화 교육 프로그램을 통한 최적화된 맞춤형 커리큘럼 구성
  - 광학 분야, 응집물질물리 분야, 고에너지물리 분야 교수들이 연구팀의 교육 프로그램을 개발하고 분야 간 유기적 연계를 통하여 효율적인 인력 양성 프로그램 운영
- 학부-대학원간 교육 연계 프로그램 구축
  - 매학기 진행되는 콜로키움을 통해 물리학 전공 분야들에 대한 전반적인 지식을 습득하게 하여 자발적으로 대학원에 진학하도록 분위기 조성
  - 학·석사 연계과정을 적극 홍보하여 대학원 진학에 대한 면학 분위기 조성
  - 학부 교과목 과정에 대한 적극적인 피드백 시스템을 구축하여 교육의 질 향상 및 물리학에 대한 지속적인 관심을 갖게 하여 대학원 진학 분위기 조성
- 주요 교과목의 영어 강의, 국제 공동연구의 활성화, 장단기 해외연수 프로그램 제공, 국제적 교육인프라 구축 등 국제화된 커리큘럼 구성으로 대학원생의 국제 경쟁력 향상
- 광주 및 전남 지역 내 초정밀측정 소재 및 광산업 고급 연구인력 수요 공급
- 다양한 장학 사업을 통한 교육과 연구 역량 강화

구분 (학위과정별)	장학명 목적·지원내용	도입 시기	성격	
			장학	지원
학·석사연계	학부연구생 장학 → 학·석사연계과정 선발자의 대학원 연구기회 제공 : 2,000천원/학기	2019	○	○
	학·석사연계과정 장학 → 우수 학·석사연계과정 입학자 장학제공 : 수업료1 감면/학기	계속	○	
	도전미래 장학 → 본교 출신 우수 대학원생 장학제공 : 인문·사회 1,700천원, 이공·예체 2,300천원	2018	○	
학사 → 석사	총장 명예장학(GS-PHF) → 석·박사통합과정 최우수 대학원생 장학제공 : 학업기간 전액 장학('20. 후기 적용)	2020	○	
석사 → 박사	학문후속세대 장학 → 우수 박사과정 입학자 장학제공 : 10,000천원/4학기	계속	○	
	근로장학(RA/TA) → 대학원 연구조교 및 교육조교 장학제공 : RA(240천원/월), TA(320천원/월)	계속	○	
공동	성적/사회취약자장학 → 대학원 성적·사회취약자 장학제공 : 수업료1 ~ 등록금전액	계속	○	
	전임교원육성(PFF)장학 → 전임교원 채용을 목표로 우수대학원생 육성 장학 : 전과정 전액장학	계속	○	○
박사 → 박사후	글로벌장학 → 글로벌 경쟁력을 갖춘 우수외국인 대학원생 장학제공 : 첫학기 등록금 전액	계속	○	○
	글로벌희망장학(삼성) → 장학제공 : 5,000천원/학기	2019	○	○
	SRS장학 → 우수 연구력 증진을 위한 외국인 대학원생 장학제공 : 첫학기 등록금 전액	2019	○	○
	TOPIK장학 → 언어능력 우수외국인 대학원생 장학제공 : 첫학기 등록금 전액	2019	○	○

## 1. 교육과정 구성 및 운영

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

## 1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

### 1) 기술·산업·사회문제 해결을 위한 교육 프로그램 기본 원칙

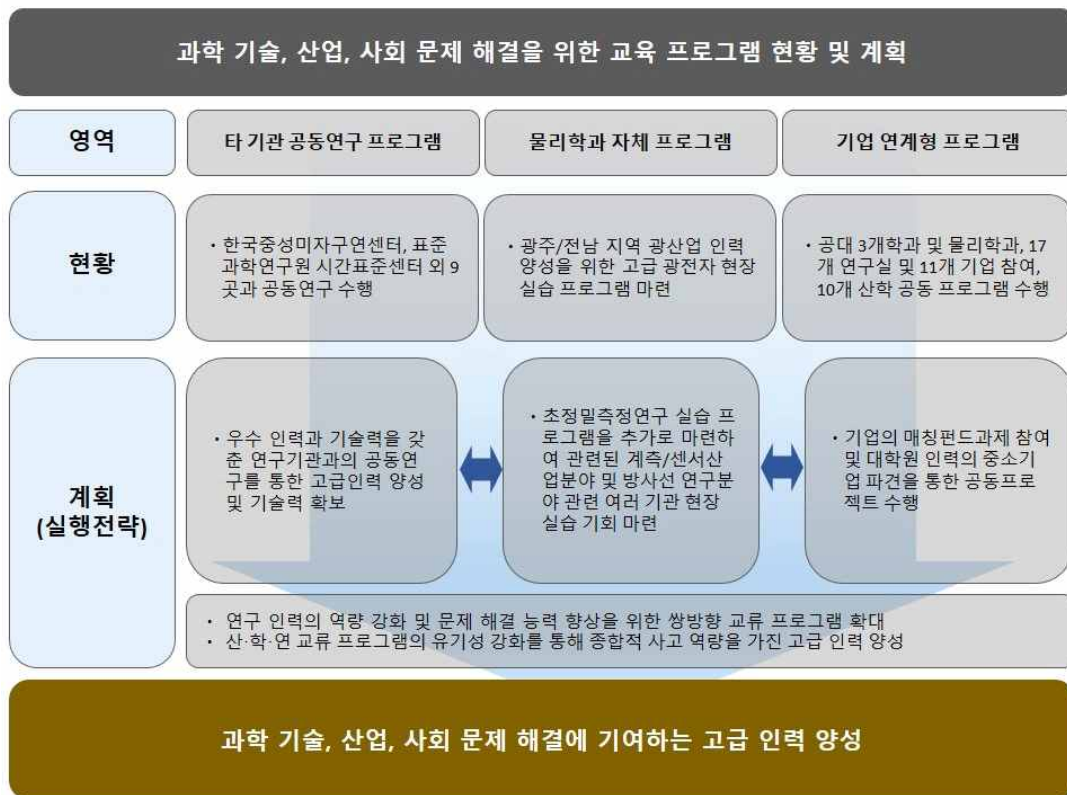
- 입자-광자 초정밀측정 고급인력양성팀은 양성된 고급인력들이 오직 관련 전문지식의 습득을 통해 취업을 하는 게 목적이 아닌 과학기술·산업·사회 문제 해결에 기여할 수 있도록 체계적인 교육 프로그램 구성
- 과학기술·산업·사회 문제로 인식되고 있는 일자리 창출, 2030대 취업률 향상, 중소기업에 고급 우수 인력 제공, 중소기업과 대학 간 공동연구연계를 통한 새로운 사업 아이템 창출, 그리고 원자력 발전소 및 기타 방사선 노출 가능한 지역 안정성 등에 대한 문제 해결 방안 제시
- 본 연구팀이 자리 잡고 있는 광주 및 전남 지역 내의 다양한 과학기술·산업·사회문제 해결에 적절한 방안과 활로 모색에 기여

### 2) 광주 및 전남 지역 내 주요한 과학기술·산업·사회문제 이슈 현황들

구분	각 분야 이슈 내용
과학기술 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광 측정을 위한 센서 및 계측에 대한 국내 기술은 학술적으로는 성능이 세계 최고 수준에 근접해 있음. 하지만 대학과 국내 산업과 연계한 원천기술 확보, 국산화 그리고 인력 양성 인프라 구축의 필요성이 절실함.</li> <li>• 영광 원전 주변 2개의 지하 터널과 RENO 검출시설은 선도연구지원 센터사업의 종료로 현재 인력지원, 시설보수 및 유지 등 어려운 환경에 놓여있어 전국에 있는 유저들이 이용할 수 있게 하는 방안들이 절실하게 필요함.</li> </ul>
산업 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광주가 광산업 도시로 성장하여 광센서 산업 분야가 활성화 되었지만 충분한 고급인력, 원천 기술력, 핵심부품 수입 의존, 전문 마케팅 인력 부족으로 인한 시장 미확보 등의 요인에 의해 한계에 와 있으며, 광 계측 산업의 경우 산업분야가 전무한 실정임.</li> <li>• 4차 산업 혁명 시대에 엄청난 양의 데이터들을 효율적으로 어떻게 관리할 것인가가 현대 산업분야 주요 관심사이며, 빅데이터 관리를 효과적으로 해낼 수 있는 미래형 인재 양성 시급</li> <li>• AI기술의 폭발적 성장은 산업·기술 전반의 혁신 촉발 기대, 글로벌 선도국 대비 열악한 국내 그리고 광주 및 전남 지역 내 AI산업의 역량 강화 및 지원 환경 구축 시급</li> </ul>
사회 문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 영광 한빛원전에 대한 주변지역의 환경방사능 감시의 객관성, 신뢰성 및 투명성 확보를 위해 확고한 방사능 분석 인프라 확충 및 업무 확대 구축 필요. 또한 환경뿐만 아니라, 식품, 폐기물 방사능 분석분야 인프라 구축을 위한 협업체계 마련 필요.</li> <li>• 주변국들의 핵발전 시설의 감시는 국가 안보에 매우 중요함. 단거리용 방사능 검출 기술은 어느 정도 가능하나 장거리 모니터링은 한계를 가짐. 하지만 이런 핵 활동들은 대부분 중성미자를 동반하는 경우가 많기 때문에 정밀한 중성미자 관측을 통해 주변 국가의 핵 활동을 감시하는 일은 매우 필요함.</li> </ul>

### 3) 과학기술·산업·사회문제 해결을 위한 교육 프로그램 현황과 구성

- 본 연구팀은 입자-광자 초정밀측정 연구와 직접적으로 연관된 과학기술, 산업, 그리고 사회문제 주제 구체적 제시
- 그에 따라 정확한 목표를 설정하여, 과학기술, 산업 그리고 사회문제를 각각 독립적으로 해결하는 방식이 아닌 서로 연관된 하나의 생태계로 인식하여 다양한 문제를 해결 할 수 있도록 교육 프로그램 구성
- 체계적으로 구성된 프로그램들의 상호보완적 관계를 통해 다양한 문제 해결 능력을 극대화할 수 있는 시너지 효과 발생 유도
- 이러한 시너지 효과는 기업-연구기관-대학의 연계를 통해 형성되며 풍부하고 정확한 정보를 바탕으로 광주 및 전남 지역 내 과학기술·산업·사회 문제를 정확히 파악하여 최적의 해결 방안 제시
- 이를 위해 본 연구팀은 과학기술·산업·사회 문제 해결을 위한 교육프로그램을 (1) 기업 연계형 프로그램, (2) 타 기관과의 공동 연구 프로그램, (3) 물리학과 자체 프로그램으로 구성
  - 기업 연계프로그램
    - ▶ 연구팀의 핵심 연구 능력을 통한 중소기업 인력양성 및 취업 연계 사업 구축
  - 타 기관과의 공동 연구 프로그램
    - ▶ 우수한 연구 인력과 기술력을 갖춘 연구기관과의 연구를 통한 인력 양성 및 기술력 확보
  - 물리학과 자체 프로그램
    - ▶ 초정밀측정 관련 분야 현장 실습 및 다양한 분야에 대한 콜로퀴엄을 통한 연구 동기 강화 및 다양한 사회문제 인식 확보



4) 각 교육 프로그램 세부 내용 및 발전 방향

○ 기업 연계형 프로그램

- 중소기업 연구인력 양성사업

**문제해결 능력을 갖춘 석사 및 박사 고급연구인력 양성 및 취업연계**

- ▶ 참여기관: 4개학과(공대 3개 학과 및 물리학과), 17 개 연구실 및 11 개 기업 참여, 10 개학 공동프로젝트 진행
- ▶ 참여교수: 이중욱, 류상완
- ▶ 세부 내용
  - 기업은 매칭펀드로 과제에 참여하고, 대학은 석사 및 박사 인력을 중소기업에 파견하여 공동 프로젝트 수행
- ▶ 과학기술·산업·사회문제 기여 방안
  - 양성된 연구 인력의 (주)오이솔루션 및 (주)유티시스 등의 중소기업 취업 및 중소기업 경쟁력 향상 기여

○ 타 연구기관과의 공동연구 프로그램

- 입자-광자 검출 분야

**중성미자를 이용한 원전 모니터링과 지역사회 환경방사능 측정 전문 연구인력 양성**

- ▶ 공동연구기관: 한국중성미자연구센터, 한국원자력안전기술원 산하 광주지방 환경방사능 측정소, 전남대 산학협력단 소속 방사능분석연구센터, 알엠텍 방사능분석공학연구소
- ▶ 참여교수: 주경광, 문동호
- ▶ 세부 내용
  - 한빛 원자력발전소에서 방출되는 중성미자를 측정하는 RENO 실험에서 2010년 이후 현재 까지 실험 및 연구 활동
  - 중성미자 측정을 통해 원자로 열 발생량을 측정할 수 있고, 핵연료의 burn-up 사이클과 생성된 플루토늄 양을 정밀 측정 관련 연구 수행
  - 이는 기존의 원자로 직접 모니터링 방식을 탈피한 국제원자력기구 (IAEA)에서 차세대 핵심기술의 하나로 채택하였고 전 세계적으로 경쟁적으로 연구 진행 중
- ▶ 과학기술·산업·사회문제 기여 방안
  - 그 동안의 중성미자 검출사업에 축적된 지식과 경험으로 이 분야 발전에 노력하였고 많은 기여를 해 왔으며, 원전 주변 및 광주 전남 지역사회의 환경 및 방사선 안전에 대한 전문적인 감시/모니터링 시스템 구축 기여 및 빅데이터를 이용한 AI기반 모니터링 시스템 개발 혁신 가능
  - 현재 한국원자력안전기술원 산하 광주지방 환경방사능측정소, 전남대 산학협력단 소속 방사능분석연구센터의 소장으로서 이 분야에 대한 전문 측정 인력의 필요성에 의해 알엠텍 방사능분석공학연구소와 양해각서를 통한 방사능 분석 인프라 구축 협업 기반 마련

- 소재 물성 연구 분야

**단거리 통신을 위한 고성능 표면방출레이저 광원 개발 연구인력 양성**

- ▶ 공동 연구 기관: (주)유티시스
- ▶ 참여교수: 류상완

▶ 세부 내용

- 표면방출레이저의 설계와 공정에 대한 공동연구 수행
- 이를 통해 5.8 Gbps X 4 channel의 CWDM 광모듈을 제작 및 DP 1.4 및 HDMI 2.0 영상전송 포트 개발 적용
- 고성능 표면방출레이저 광원 연구

▶ 과학기술·산업·사회문제 기여 방안

- **광원 원천기술 개발** 및 연구인력 양성을 통한 중소기업 경쟁력 향상에 기여

**자성구조 및 전자구조 정밀측정 연구인력 양성**

▶ 공동연구기관: 포항가속기연구소, 한국원자력연구원

▶ 참여교수: 노한진

▶ 세부 내용

- 고휘도의 단색광 X-선/자외선을 얻을 수 있는 가속기연구소의 UV/X-ray 빔라인 설비활용
- 고분해능 각분해광전자분광 실험을 통한 전자구조의 정밀측정 연구, X-선 흡수 분광학/X-선 자기이색 분광 실험을 통한 자성구조의 정밀측정 연구 수행

▶ 과학기술·산업·사회문제 기여 방안

- 냉중성자 빔을 얻을 수 있는 한국원자력연구원의 하나로 설비를 통한 자성소재의 자기 구조 정밀측정 연구를 통한 초정밀 측정 인력 양성 기여

- 응용 광학 분야

**절대양자중력계를 이용한 초정밀 중력 측정 연구인력 양성**

▶ 공동연구 기관 : 표준과학연구원 시간표준센터

▶ 참여교수: 문걸

▶ 세부 내용

- 중력 가속도를 측정하는 중력계 기술은 50년 이상 연구되어 왔으나, 국제적으로 양자 현상을 이용한 기존 중력계의 한계를 뛰어넘는 양자중력계와 초전도 중력계 연구 활발
- 특히, 양자중력계는 기존의 절대중력계의 한계를 극복하는 절대 양자중력계 (Absolute Quantum Gravimeter, AQG)로 기대됨.

▶ 과학기술·산업·사회문제 기여 방안

- 절대 양자중력계는 **국가 안전망**을 위한 고감도 양자중력계 센서, 중력분포 측정을 통한 자원 탐사, 중력내비게이션, 국가 중력 표준기, 고감도/고신뢰도 양자중력계 센서 기술로 활용 및 중력계 초정밀 측정 인력 양성에 기여

**초정밀/초고감도 측정을 통한 복합물질(바이오/유기물/메타물질) 특성 연구인력 양성**

▶ 공동 연구 기관 : 광주과학기술원 고등광기술연구소

▶ 참여교수: 이중욱

▶ 세부 내용

- “DNA 절단효소 반응의 2가 금속이온 의존성에 대한 단일분자 FRET연구” 논문 발표
- 반도체/유기물 기반의 메타물질에서의 초정밀 테라헤르츠파 측정 연구 수행
- 생체물질인 DNA 등에 대한 초정밀 근거리 단일분자프렛 프르브 연구 수행
- 이와 같은 밀접한 연구 협력을 통해 다수의 SCI 논문 및 연구 성과를 발표 및 지속적 협

력 강화.

▶ 과학기술·산업·사회문제 기여 방안

- 과학기술 핵심 과제 중 하나인 바이오광학 분야의 기초 연구 및 응용 가능성 모색하고, 원천기술 확보 및 관련 연구인력 양성에 기여

**테라헤르츠파 및 근적외선 영역을 이용한 생체 물질 초정밀 측정 연구인력 양성**

▶ 공동 연구 기관: 한국광기술원

▶ 참여교수: 이중욱

▶ 세부 내용

- 형광체를 이용한 진단과 치료가 동시에 가능한 최적 시스템 구축 공동 연구 수행
- 치료가 필요한 세포의 정밀 표적 추적 및 광열 효과에 의한 세포 괴사 특성 최적화 연구가 진행 및 지속적인 협력 연구 필요
- 광대역 전자기파 측정 시스템을 이용한 정밀 제어 표적 측정 및 치료를 위한 협력 연구를 위하여 년 1명 이상의 석사 과정 이상의 연구 인력 활용 예정

▶ 과학기술·산업·사회문제 기여 방안

- 테라헤르츠파 기반 초정밀 고감도 충치진단과 같은 의료 산업 분야에 실제적으로 활용 방안 모색 및 관련 연구인력 양성에 기여

○ 물리학과 자체 인력양성 프로그램

과학기술·산업·사회 문제에 대한 전반적인 문제의식과 도전적이고 실용적인 문제제기 및 해결 능력을 갖춘 대학원생을 양성하기 위해, 학문의 식견을 넓히고 실용적이며 전문적인 전공 지식을 습득할 수 있는 물리학과 자체 인력양성 프로그램 운영

**- 초정밀측정연구 현장 실습 /고급 광전자 현장 실습**

- ▶ 본 프로그램은 학교 수업을 통해 소정의 이론교육과정을 이수한 대학원생들을 대상으로 하여, 계측/센서 산업 및 방사선 연구 분야의 현장 실습 및 체험을 통해 현장의 실무경험을 겸비한 고급 인력을 양성 배출코자 하는데 그 목적을 두고 있다. 본 교과목은 동·하계 방학 중에 계절 학기제로 실시한다.

구분	현장 실습 기관 (예)
계측/센서 산업 분야	광주과학기술원, 국방과학연구소, 삼성디스플레이, LG이노텍, (주)옵티시스 등
방사선 연구 분야	포항가속기연구소, 표준과학연구원, 국방과학연구소, 원자력연구소 등

**- 과학기술·산업·사회 문제 현황 및 토론을 위한 다학제 융합 콜로키움 운영**

- ▶ 본 프로그램은 물리학의 다양한 세부 전공 분야들을 폭넓게 이해하고 서로의 분야가 접목되어 새로운 연구 분야 창출 및 공동연구를 통해 과학기술의 양적·질적 성장 및 산업 분야에 기초/기반 기술을 지원할 수 있는 역량을 키우고, 다양한 분야들과의 소통을 통해 사회 문제로 제기된 여러 이슈들을 물리학적 관점에서 문제 해결 방안을 제시 할 수 있는 인력을 양성하는데 그 목적을 두고 있다. 본 교과목은 매학기 실시한다.



## 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	5.00	7.00	1.50	13.50
	2018년	6.00	8.50	2.00	16.50
	2019년	7.50	8.00	4.00	19.50
	계	18.50	23.50	7.50	49.50
배출 (졸업생)	2017년	6	3		9
	2018년	1	1		2
	2019년	3	2		5
	계	10	6		16

## 2. 인력양성 계획 및 지원 방안

### 2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

## 2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

### 1) 대학원생 현황 분석

- 최근 3년간 교육연구팀 참여교수의 지도학생은 13.5 명 ⇨ 16.5 명 ⇨ 19.5 명으로 지속적으로 증가하였다.
  - 이는 해당 대학원의 전반적인 활성화와 더불어 참여교수의 연구 활동 증대, 초정밀 측정분야에서의 신입교원 임용에 기인한다.
  - 3년 평균 석사과정 6.2명, 박사과정 7.8명, 석·박사통합 2.5명으로 대학원 인력 구성에서 석사과정 보다는 박사과정 및 석·박사통합 학생이 다수를 차지하고 있다. 이는 지속적인 학부 교과목 개편을 통한 학습역량 강화와 다양한 연구 분야를 접할 수 있도록 매학기 운영되는 콜로키움, 그리고 기업 및 연구 기관과의 연계된 연구 프로그램 등 학과의 다양한 노력을 통한 대학원 인력확충의 결과이다. 또한 대학원의 연구 분위기 정착과 연구 인력의 역량 향상으로 본 대학원이 장기적인 연구를 안정적으로 수행할 토대가 마련되어 있음을 보여 준다.
  - 외국인 학생은 평균 4.5명으로 대학원의 국제화를 위한 충분한 인원이 참여하고 있다. 이를 바탕으로 각 연구그룹 내에 내국인-외국인 학생들의 협력연구가 시너지를 창출하고 있으며 해외 공동연구가 자연스럽게 이루어져 본 대학원의 역량 향상에 기여하고 있다.
- 최근 3년간 교육연구팀 참여교수의 지도학생 배출은 석사 10명, 박사 6명으로 교수 1인당 2.3명을 배출하였다.
  - 이는 본 대학원 교수평균 지도학생 배출 인원인 1.4명보다 65% 높은 실적으로 교육연구팀 참여교수가 대학원 운영의 핵심적인 역할을 하고 있음을 보여준다.

### 2) 대학원생 확보 계획

- 연차별 대학원생 확보 계획

연도	대학원생 확보 계획(명)		
	석사	박사	계
1차년(2020년)	12	12	24
2차년(2021년)	14	14	28
3차년(2022년)	16	16	32
4차년(2023년)	18	18	36
5차년(2024년)	18	20	38
6차년(2025년)	18	22	40
7차년(2026년)	18	22	40

\* 석·박사통합은 4학기까지 석사과정, 5학기 이후는 박사과정으로 포함

- 석사과정 확보 계획
  - 현재 재학 중인 석사과정 학생 수를 고려하고, BK 교육연구팀의 운영을 위한 추가적인 학생 모집 계획을 검토하면 1차 년도에 12명의 석사과정생 확보가 가능함

- 2-4차 년도는 본 교육연구팀의 역량 확보를 위해 매년 2 명의 석사과정생을 추가로 확보하는 것을 목표로 함
- 5-7차 년도는 충분한 수의 석사과정 학생을 확보한 상태에서 교육과 연구의 내실화를 기반으로 질적 수준의 향상을 도모한다. 석사과정의 수는 18 명으로 유지함.

○ 박사과정 확보 계획

- 현재 재학 중인 박사과정 학생 수와 교육·연구에 필요한 박사과정 학생의 추가 모집 필요성을 검토하면 1차 년도에 12 명의 박사과정생 확보가 가능함.
- 2-6차 년도에 매년 2명 이상의 박사과정생을 추가로 확보함. 석사과정 수의 증가에 따른 박사과정 지원자의 증가를 고려해 6차 년도에 22 명을 확보하는 것을 목표로 함.
- 7차 년도에는 양적인 증가를 지양하고, 22 명의 박사과정에 대한 우수한 교육 여건과 뛰어난 연구 환경 제공에 매진함.
- 결과적으로 장기간에 걸쳐 깊이 있는 연구에 매진할 수 있는 박사과정의 비중을 높게 유지하여 연구중심 대학원으로서의 기반을 다질 수 있음.

○ 예상 배출 실적

- 1~7차 년도의 교육연구팀 사업 기간 동안 석사 57명 (연평균 8.1 명), 박사 31 명 (연평균 4.4 명)의 배출이 예상된다.

**3) 우수 대학원생 유치를 위한 제도 개선 및 교육연구팀 활동 계획**

○ 학부생 역량 강화

- 학부생의 전공학습역량을 향상시켜 연구에 대한 동기부여 및 대학원 진학 유도

① 교수 교육 및 연구 보조 근로장학생 제도

- 학과 교수의 교육 및 연구 활동을 보조하는 근로장학생 참여 장려 (2019년 11 명, 2020년 1학기 7 명)
- 전공 교육을 보조하고 고급 연구에 대한 경험 확보
- 우수 학부 학생을 대상으로 매년 14 명 확보 계획

② 학부생 졸업논문 연구 활성화

- 학부 학생은 3학년 가을학기부터 1 년간 교수의 지도를 받아 졸업논문을 작성
- 졸업논문 연구 활동을 통해 전공 능력 향상과 대학원 연구에 대한 동기 부여
- 연구 결과를 졸업논문 발표회를 통해 타 학생들과 공유. 발표회는 우수 논문에 대한 시상과 격려의 장으로 활용
- 학부에서의 연구 경험과 성취에 대한 자부심으로 대학원 진학을 유도하고 우수 연구 인력으로서의 길을 선택하도록 함.

○ 대학원 진학 홍보 강화

- 우수 인재 확보를 위해 다양한 경로로 대학원 홍보 및 진학 설명회를 개최

① 학과 내 홍보 강화

- 물리 콜로키움과 대학원 설명회를 이용하여 참여교수의 연구 분야를 홍보하고, 취업과 사회 진출을 위한 대학원 진학의 장점 설명

② 타 대학 및 타 학과 학생의 대학원 유치

- 현재 국내 타 대학 또는 교내 타 학과 학생의 본 대학원 진학은 1-2 년에 1 명 정도에 그침
- 타 학교 및 타 학과 학생들의 본교 대학원 유치를 위하여 년 2 회 전공 및 대학원 설명회를 개최. 사업팀 소속 교수들이 타 대학교 및 타 학과의 초청 발표회를 활용하여 본 사업단에 대한 홍보활동 수행
- 사업팀 참여 교수들의 최근 연구동향 및 결과에 대한 홍보자료 작성 및 배포

③ 해외 리크루트를 통한 유학생 유치

- 전남대학교 해외 유학생 유치 프로그램과 연계시켜 년 1 회 해외 리크루트 활동
- 기존 BK사업을 통하여 배출된 외국인 졸업생과 지속적인 관계유지를 하고, 외국인 졸업생들이 귀국해서 근무하는 대학이나 연구소에 본 사업단의 대학원생 배출 프로그램과 우대 정책을 홍보하여 우수 해외 유학생을 적극 유치

4) 대학원생 지원 계획

○ PFF(Prominent Future Faculty) 프로그램

- 우수한 역량의 학부생이 본교 대학원에 진학한 경우 일정 요건 하에서 교수 채용을 보장하는 PFF 프로그램을 운영
- 선정된 학생은 대학원 전 과정 전액 장학금을 지급
- 선정된 학생은 해외 교류 및 파견 기회를 우선 제공하고, 해외 대학과 복수학위 또는 공동학위과정에 우선적인 지원 자격을 부여

○ 대학원 TA, RA 프로그램

- 학부 교육과 교수 연구를 지원하는 TA, RA 제도를 통해 대학원생에게 월 24 만원 (RA) 또는 월 30 만원 (TA) 지원

○ 참여교수 연구비를 통한 최소 인건비 지급 및 우수학생 추가 인건비 지급

- BK 사업팀 참여 학생 중 30%는 BK 사업팀을 통한 인건비 지급이 불가함. BK 미지급 인건비는 사업팀의 참여 대학원생 규모를 고려하면 (석사 10 명, 박사 8 명, 박사수료 1 명) 6,624 만원으로 계산됨. 이는 연평균 참여교수 전체연구비 총액 75,056 만원의 (신임교원 2인 실적 제외) 8.8%로, 연구비 내의 학생인건비를 활용하면 모든 참여 학생에 대한 최소 인건비 지급의 여력이 충분함.
- 최소 인건비 지급 후 연구비의 잔여 학생인건비를 이용하여 우수 대학원생에 대한 추가 인건비를 지급할 계획임. 이를 통해 학생들간의 경쟁을 유도하고, 연구 활성화의 목표를 달성하고자 함.

## 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	1	0	0	0	1.0000	100.0000%	
	박사	1	X		0	1.0000		
2019년 8월 졸업자	석사	2	1	0	0	1.0000	100.0000%	
	박사	1	X		0	1.0000		
계	석사	3	1	0	0	2.0000	100.0000%	
	박사	2	X		0	2.0000	100.0000%	

## 2.3 대학원생의 취(창)업 현황

### ① 취(창)업률 및 취(창)업의 질적 우수성

## 2.3 대학원생의 취(창)업 현황

### ① 취(창)업률 및 취(창)업의 질적 우수성

#### 1) 대학원생 취(창)업의 우수성 분석

- 2019년 전체 졸업자 중 박사과정 진학 1 명을 제외한 전원이 취업을 하여 취업률 100% 달성
- 취업기관을 분석하면 대학 50%, 대학 내 분석기관 25%, 연구소 25%로 전원이 대학원 전공과 연구경력에 기반한 취업을 하였으며, 전공적합성이 우수한 것으로 평가됨.
- 취업자의 다수가 본 사업팀의 목표인 입자-광자 분야의 고정밀 측정 분야로 진출함으로써 사업팀의 배출인력에 대한 사회적 수요가 확고함을 알 수 있음.

#### 2) 취업자 별 전공분야 연관성 및 우수성 분석

##### ○ 오건희 (박사 졸업)

- 2019년 8월에 졸업한 오건희 학생은 2019년 9월부터 시카고에 있는 일리노이 주립 대학 (University of Illinois at Chicago)에서 고에너지 핵물리 실험 연구실의 박사후 연구원으로 근무하고 있음.
- 오건희 학생은 박사과정에서 우주 초기 상태로 알려진 쿼크-글루온-플라즈마에 대해 연구하였음. 이를 위해 스위스에 있는 CERN 연구소에 2018, 2019년 파견 나가 세계적 수준의 고에너지 핵물리학자들과 함께 연구함. 이때 고에너지 중핵인 Pb 이온 두 개를 충돌시켜 생성된 매우 뜨겁고 밀도가 높은 핵물질의 상태를 연구하게 됨. 무거운 쿼크들이 포함된 쿼코니아 입자들을 주로 연구하였고 이를 통해 윽실론 입자들이 QGP 상태의 핵물질을 통과하면서 예상 수치보다 낮아진다는 것을 실험적으로 보였으며 특히 3S 상태의 윽실론이 거의 녹아서 사라졌음을 통계적인 방법(p-value test)을 통해 보였음. 이는 30여 년간 주장되어온 단계적 녹음 현상을 증명한 중요한 실험적 자료가 되었음.
- 위의 결과를 토대로 PRL에 한편, PLB에 한편씩 제1 저자의 기여를 인정받아 논문들을 발표함. 고에너지 물리 분야 최고 권위의 학회인 Quark Matter 2019 학회에서 구두로 CMS 그룹의 대표로 최신 결과를 발표하게 되었고, 두 번째로 권위가 있는 Hard Probe 2019에서도 포스터로 발표를 하였으나 심사 후 우수 포스터로 선정되어 마지막 날 구두 발표의 기회가 주어졌음. Quark Matter와 Hard Probe 학회에서 모두 구두발표를 하는 것은 CMS 그룹 내에서도 매우 우수한 성과로 인정받고 있음.
- 2019년 9월부터 UIC에서 박사후 연구원으로 있으면서 CMS 검출기의 마지막 조각인 MTD 검출기 제작에 미국 쪽 대표로 참여하게 되어 현재 페르미 연구소로 파견 중. 이 검출기는 CMS에서 불가능할 것으로 여겼던 낮은 운동량을 갖는 하전 입자들을 하나하나 구분할 수 있도록 개선되었는데, CMS의 유일한 약점을 보강해 줄 것으로 기대를 받고 있는 중요한 검출기임. 오건희 박사가 향후 CMS 실험에 적지 않은 기여를 할 것으로 여겨짐.



- 위의 사례들로 볼 때 오건희 졸업생의 취업은 대학원 교육과의 전공적합성이 뛰어나고 이를 바탕으로 사회에 기여할 수 있는 좋은 취업사례로 판단할 수 있음

○ 유소영 (박사 졸업)

- 2019년 2월에 졸업한 유소영 학생은 전남대학교 물리학과 연구원을 거쳐 2019년 9월부터 동일 기관의 시간강사로 근무하고 있음.
- 유소영 학생은 spectroscopic ellipsometry를 이용하여 반도체 및 산화물 박막의 광학적 특성을 측정하고 광학 모델을 분석하였음. 특히 투명 전도층으로 사용되는 AlZnO, ZnOS에 대한 원자층 증착법 성장과 전기적 특성 향상에 광학적 분석 방법을 도입하여 박막의 특성 최적화를 수행함.
- 박사 학위 수여 후 전남대에서 연구원으로 근무하며 반도체 박막의 광학적 특성 분석에 대한 연구를 발전시켜 나감.
- 2019년 9월부터 전남대학교 물리학과에서 시간강사로서 근무를 시작함. 이는 유소영 박사가 평소부터 가졌던 물리교육에 대한 관심과 열정에 기인한 것으로, 물리학과 대학원에서 학업을 수행하며 배웠던 내용과 실험적 방법론 및 실험장치에 대한 이해를 바탕으로 후학들의 물리학에 대한 이해와 물리를 기반으로 한 다양한 전공에의 진입을 도울 수 있다는 생각을 바탕으로 한 진로 선택이었음.
- 위의 사례들로 볼 때 유소영 졸업생의 취업은 대학원 교육과의 전공적합성이 뛰어나고 이를 바탕으로 사회에 기여할 수 있는 좋은 취업사례로 판단할 수 있음.

○ 박재일 (석사 졸업)

- 2019년 2월에 졸업한 박재일 학생은 현재 광주과학기술원(GIST) 고등광기술연구소(APRI)에서 연구원으로 근무하고 있음.
- 고등광기술연구소는 세계 최강의 고출력 레이저 시설을 보유한 국내 유일의 광기술 전문 기초 및 응용 연구기관임.
- 취업 학생의 PI인 이상화 박사는 2020년 한국광학회 30인의 스타연구자로 선정될 만큼 연구의 우수성을 인정받고 있음.
- 취업처는 광학 기초 및 응용 분야의 우수한 연구 기관이며, 이곳에서 우수한 연구자와 함께 바이오 광학 분야에서의 연구를 수행하고 있음.
- 박재일 학생의 석사논문의 제목은 “CRISPR-Cas12a DNA 절단효소 반응의 2가 금속이온 의존성에 대한 단일분자 FRET 연구” 로, 석사과정 동안 고등광기술연구소와의 협력 연구를 통한 성과임.
- 취업 학생은 2 년의 석사 기간 동안 함께 공동 연구를 수행한 연구 기관으로 진출하였고, 석사과정에서의 연구를 한 단계 발전시킨 연속적인 연구를 수행하고 있음.
- 단분자 형광 이미징 분야는 바이오 광학의 주요 연구 주제 중 하나임. 이는 향후 바이오 진단 등의 분야에 실제적으로 활용 가능할 것이고, 지역의 광학 소자 및 소재 연구 기업과도 연계성을 확보할 수 있음.

○ 박영서 (석사 졸업)

- 2019년 8월에 졸업한 박영서 학생은 한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety, KINS) 산하 서울지방측정소에 측정요원 취업 (서울측정소 위치: 한양대 서울 캠퍼스 내)
- KINS가 운영하고 있는 전국 단위의 환경방사능 측정소는 전국 중요지점에 15개가 위치해 있음.
- 2011년 일본 후쿠시마 원전 사고 이후, 원자력의 생산 및 이용에 따른 방사선 재해로부터의 국민 보호, 공공의 안전과 환경보존의 중요성이 크게 부각되었고, KINS에서도 우리 주변의 환경방사능 (예, 대기, 강수, 상수, 환경생활시료, 소비식품 등) 측정 및 모니터링에 많은 노력을 기울이고 있음.
- 박영서 학생은 석사 기간 동안 영광 한빛원전 중성미자와 액체섬광검출기관련 연구를 수행하여, “Construction experimental devices for half-ton synthesis of gadolinium-loaded liquid scintillator and its performance” SCI 논문을 주저자로 출간하였음. 또한 석사 졸업논문인 “원전중성미자 검출을 위한 가돌리늄이 용해된 액체섬광검출용액의 제조 및 물리 광학적 특성 조사” 을 제출 하였음.
- 핵 및 입자 전공의 연속성을 살려 주경광 교수가 운영하고 있는 광주지방 방사능측정소에서 측정요원으로서 훈련과 경험을 습득한 후, 서울지방측정소에 취업을 하였음.
- 측정요원 직위는 비정규직이지만, 전문직으로서 지위와 대우를 보장 받음. 일반 비정규직과는 달리 본인의 희망 시기까지 계속 근무가 가능하므로, 현재 측정소 전문요원들의 평균 재직기간은 10년 이상임. 또한 급여에 매년 경력이 반영되는 매우 좋은 취업에 해당됨.
- 위에서 제시한 사항으로 볼 때, 국가가 운영하는 연구기관에 대학원 전공을 살려 취업을 한 우수한 사례에 해당

**【자체평가】**

2019.2/2019.8 졸업한 본 교육연구팀 참여교수의 지도학생 직종별 취업현황 조사 결과 사업팀의 취업의 질은 매우 우수하고 전공적합성은 100%임

## 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	송상현	2013.8	박사	물리학과	Y	동일	순천향대학교 서울병원/ 의학물리사
	고에너지 물리 실험 전공으로 박사 학위 후 문동호 교수 연구실 박사후 연구원으로 재직 중 국립 암센터에 방사선 종양학 분야 연구원으로 취업에 성공하였다. 3년간의 수련 후 현재는 순천향대학교 서울병원 방사성 종양학과에 의학물리사로 취업을 하게 되었고, 방사선 치료의 계획 및 자문, 방사선 발생장치 검증 등의 업무를 맡고 있다. 종사분야에 핵 및 입자 물리학전문 지식이 필요하였기에 대학원 과정에서 습득한 전문 지식을 활용한 우수 사례로 판단된다.						
2	MOHAMED EBAID ABDRABOU HUSSEINMOHAMED EBAID ABDRABOU	2015.8	박사	물리학과	Y	동일	Lawrence Berkeley National Lab. / post-Doc
	Mohamed 졸업생은 반도체 물리를 전공하였고, GaN계 나노막대의 성장과 광학적 분석에 주력하였다. 특히 시분해 발광스펙트럼 분석 기법을 이용하여 나노막대 내의 결함 분석과 구조 내의 운반자 동역학 분석을 수행하였으며, 이를 바탕으로 나노막대의 태양광 에너지 하베스팅에 응용을 시도하였다. 박사과정 연구를 바탕으로 현재 미국 Lawrence Berkeley National Lab.에서 나노구조 기반의 태양광 수소생산 연구를 수행하고 있다.						
3	강진호	2017.2	박사	물리학과	Y	동일	Yale University / post-Doc
	강진호 졸업생은 박사과정에서 GaN 반도체 광소자를 연구하였으며, 전해 식각을 통한 나노포러스 구조의 제작과 신소자 구조 적용을 연구하여 우수한 특허 및 논문 실적을 도출하였다. 졸업 후 박사과정 연구를 발전시킬 수 있도록 미국 Yale 대학교의 post-Doc으로 자리를 옮겨 나노 공정/소재의 개발과 신개념의 광소자 연구를 수행하고 있으며, 현재 전류주입형 GaN계 표면방출 레이저 개발에 전념하고 있다.						
4	여인성	2017.2	박사	물리학과	Y	동일	한국과학기술정보연구원/ 박사후연구원
	여인성 졸업생은 박사과정 중 국내 한빛 영광 원전 중성미자 실험에 참여하여 현재 입자물리학 분야의 중요한 주제 중 하나인 비활성 중성미자 존재 유무를 국내 데이터를 가지고 처음으로 연구하였다. 재학 기간 중 여러 편의 SCI 논문을 주저자로 출간하였다. 몬테카를로 시뮬레이션 경험을 살려 졸업 후 슈퍼컴 운영관련 한국과학기술정보연구원에 취업하여 관련 논문 3편을 출간하였고, 활발하게 연구를 수행중이다.						
5	오건희	2019.8	박사	물리학과	Y	동일	University of Illinois / post-Doc
	문동호 교수 연구실에서 박사과정 5년간 지도를 받고 고에너지 핵물리 실험 분야에서 우주 초기 상태로 알려진 쿼크-글루온-플라즈마 연구를 통해 PRL, PLB 총 2편의 SCI 논문의 제 1 저자로 논문에 기여하고 졸업하게 되었다. 그 이후 이 업적들을 인정받아 미국에서 CMS 실험 참여하는 시카고에 위치한 일리노이 주립대학 고에너지 핵물리 실험 연구실에 박사 후 연구원으로 자리를 옮기게 되었다. 현재는 CMS 업그레이드에 핵심인 MTD 검출기 제작에 참여하고 있다.						
6	이윤한	2012.2	석사	물리학과	Y	동일	㈜오이솔루션 / 차장
	이윤한 졸업생은 석사과정에서 반도체 박막의 광학적 특성과 흡수 스펙트럼 분석 연구를 진행하였으며, 이를 바탕으로 반도체의 물성에 대한 이해와 광학 분석의 방법론 및 측정장치에 대한 지식을 배울 수 있었다. 졸업 후 석사과정 연구를 적용할 수 있는 반도체 광소자 전문회사인 ㈜오이솔루션에 취업하였으며, 광모듈 설계와 분석 업무를 담당하고 있다. 따라서 대학원 과정의 연구가 취업후 직무로 연결된 좋은 사례로 평가된다.						

## 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						
7	송숙형	2015.2	석사	물리학과	Y	동일	한국수력원자력 울진본부
	송숙형 졸업생은 석사 기간 동안 영광 한빛 원전 중성미자 실험인 RENO 관련 가돌리늄이 용해된 액체섬광검출용액 연구를 하였고, 재학 기간 동안 SCI, 학술등재지, 한국물리학회 학술대회에서도 여러 번 발표를 하였다. 어학연수, 토익 시험 거의 만점, 전공 공부 등 매우 적극적인 자세와 여러 관련 활동 등으로 졸업 후 한수원 (울진)에 취업을 하여, 전공을 살린 매우 우수한 사례로 평가할 수 있다.						
8	정대경	2017.2	석사	물리학과	Y	동일	LG디스플레이 / 선임연구원
	정대경 졸업생은 GaN계 반도체 박막에 대한 공정과 압전 발전소자 개발에 전념하였다. 연구를 통해 반도체의 기초 물성과 소자 구조에 대한 이해, 그리고 소자 제작을 위한 팹 공정에 대해 배우게 되었다. 석사 논문 연구를 바탕으로 반도체 소자 공정이 적용되는 디스플레이 기술분야로 취업을 결정하였고, LG디스플레이에 취업을 하였다. 이 경우는 반도체 물리 실험을 위한 도구가 취업 후 직무에 연결되는 우수한 사례로 볼 수 있다.						
9	송명성	2017.8	석사	물리학과	Y	동일	LG이노텍 / 선임 연구원
	송명성 졸업생은 석사 기간 동안 메타물질, 유기물 등 다양한 소재를 이용한 광소자 개발에 주력하였다. 이를 기반으로 광소자 제작 전문 기업인 LG이노텍에 취업하였고, 현재에도 기하광학 기반 광소자 개발 연구에 매진하고 있다. 기업이 요구하는 필수 역량을 가진 인재를 양성하여 공급했다는 점에서 좋은 사례이다.						
10	박재일	2019.2	석사	물리학과	N	동일	광주과학기술원 고등광기술연구소 / 위촉연구원
	박재일 졸업생은 석사 기간 동안 테라헤르츠파-바이오광학 융합 분야 연구를 수행하였고, 공동 연구를 진행하던 고등광기술연구소의 연구원으로 취업하여 관련 연구를 연속적으로 수행하고 있다. 지역 광학 기반 연구소이면서 바이오광학이라는 새로운 분야를 개척해가는 곳에서 일한다는 점에서 대학-연구소 협력의 대표적 사례이다.						
11	박영서	2019.8	석사	물리학과	N	동일	한국원자력안전기술원 서울지방측정소/ 연구원
	박영서 졸업생은 석사 기간 동안 영광 한빛원전 중성미자와 액체섬광검출기관련 연구를 수행하였고, 주경광교수가 운영하고 있는 광주 지방방사능측정소에서 전공의 연속성을 살려 측정요원으로서 훈련과 경험을 습득한 후 한양대학교에 소재한 한국원자력안전기술원 서울지방측정소에 취업을 하였다. 측정요원은 본인 희망시까지 계속 근무가 가능한 전문직으로, 매년 경력이 연봉에 반영되는 매우 좋은 취업 사례에 해당한다.						
12	김태훈	2019.2	석사	물리학과	N	동일	국립과학수사연구원/ 공업연구소
	김태훈 졸업생은 석사기간 동안 원적외선 검출기 및 라만 스펙트럼 분석에 대한 연구를 수행하였고, 졸업 후 국립과학수사연구소에 연구사로 취업하여 광학적 방법에 의한 시료 성분분석 업무를 담당하고 있다. 이는 전공분야의 지식을 이용한 취업의 우수사례로 물리학 기반의 다양한 사회진출 사례로 판단된다.						
최근 10년간 졸업생 수			석사	90		12	
			박사	23			

### 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	박사	오건희	고에너지 물리 실험	2019.08	저널논문	Suppression of Excited $W$ Upsilon States Relative to the Ground State in Pb-Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV
						Phys. Rev. Lett.
						120, 142301
						2018
						DOI:10.1103/PhysRevLett.120.142301
2	박사	강진호	반도체물리	2017.02	저널논문	Jin-Ho Kang, Dae Kyung Jeong, and Sang-Wan Ryu
						Transparent, Flexible Piezoelectric Nanogenerator Based on GaN Membrane Using Electrochemical Lift-Off
						ACS Appl. Mater. Inter.
						9(12), 10637
						2017
						10.1021/acsami.6b15587
최근 3년간 졸업생 수			석사	10	2	
			박사	6		

### 3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

대학원생(졸업생) 대표연구업적물의 우수성

**(1) Physical Review Letters 120, 142301 (2018), 제1저자 오건희 (지도교수 문동호)**

오건희 박사는 문동호 교수 연구실에서 박사학위를 취득한 학생으로서, 이 논문은 학위 논문의 주요 주제 중 하나로서 우주 초기 상태로 알려진 쿼크-글루온-플라즈마 상태의 핵물질을 CMS 실험을 통해 연구한 결과이다.

우주 초기 상태로 알려진 쿼크-글루온-플라즈마 상태의 핵물질은 높은 에너지의 중이온을 충돌시켜 재현할 수 있다고 알려져 있다. 문동호 교수 연구팀은 스위스 제네바에 위치한 CERN연구소에서 LHC 가속기를 이용하여 2.76과 5.02 TeV 충돌 에너지로 납-납 충돌 실험을 수행하여 쿼크-글루온-플라즈마 상태의 핵물질을 연구해왔다. 쿼크-글루온-플라즈마 상태에서는 무거운 쿼크들 (참, 바닥 쿼크들)의 쌍으로 된 쿼코니움 입자들이 색깔 전하가 서로 가려지는 현상 때문에 J/psi,  $\Upsilon$  입자들이 양성자-양성자 충돌에 비해 현저하게 줄어든다. 많게는 J/psi의 경우 80%,  $\Upsilon$  입자의 경우 60%까지 줄어든다는 결과가 발표되었다. 오건희 학생이 수행한 연구는 기존의 2.76 TeV 충돌 에너지 데이터에 비해 두 배 더 큰 에너지의 충돌에서 습득한 데이터들을 바탕으로 CMS 검출기에서 획득한 데이터를 해석한 결과들이다. 5.02 TeV에서 수행된 양성자-양성자, 양성자-납, 납-납 충돌들을 비교하며 쿼크-글루온-플라즈마 상태에서의  $\Upsilon$  입자의 바닥 쿼크들이 핵물질과 상호작용하며 얻은 효과들에 대해 보고하였다. 특히 들뜬 상태의  $\Upsilon$  입자들 ( $\Upsilon(2S, 3S)$ ) 상태의 입자들의 생성이 현저하게 늘어나 보다 더 정밀하게 측정을 확인할 수 있었다. 납-납 충돌에서 획득한 단계적 녹음(Sequential Melting)의 정도를 수치적으로 표현하기 위해 개발된 핵 수정인자 (Nuclear Modification Factor,  $R_{AA}$ )의 값을 각 입자들에 대해 측정하였는데, 본 논문은 특히 이런 목격하기 힘든 들뜬 상태의 입자들의 줄어듦(Suppression) 현상에 주목하고 있다. 결론적으로, 이전 연구에 비해서 늘어난 데이터량과 충돌 에너지의 증가로 비교적 들뜬 상태의  $\Upsilon$  입자 관측이 용이해지고 통계적으로 더 정확히 측정하게 되어 핵 및 입자 물리학 분야 최상위 저널로 인정 받는 Phys. Rev. Lett.에 게재되었으며 오건희 학생은 이 연구에 대한 중요한 기여 공로를 인정받아 CMS로부터 제 1 저자로 인정되었다.

이 연구의 중요성은 현 인용횟수로도 나타나고 있다. 2018년에 출판된 이 논문은 2020년 4월 현재 약 24회 (구글 scholar 기준)의 높은 인용횟수를 보이고 있어, Physical Review Letters 논문 중에서도 매우 중요한 논문임을 증명한다.

**(2) ACS Applied Materials & Interfaces 9, 10637 (2017), 제1저자 강진호 (지도교수 류상완)**

강진호 졸업생의 논문 "Transparent, Flexible Piezoelectric Nanogenerator Based on GaN Membrane Using Electrochemical Lift-Off"은 새로운 리프트오프 공정에 기반한 유연 압전 발전 소자 연구에 대한 것으로 ACS Applied Materials & Interfaces (인용지수=8.456)에 2017년 출판되었다. 현재까지 Web of Science 기준 19회 인용되어, 우수한 파급효과를 보여주고 있다.

물질의 압전특성은 오래 전부터 연구되어 온 주제이나, 최근 들어 반도체 기반의 압전물

성에 대한 연구는 반도체 소자와의 집적가능성 및 미세공정을 이용한 나노소자의 제작 등으로 새로운 전기를 맞이하고 있다. 특히 사물인터넷을 위한 소형센서와 무선통신 소자의 발전에 따라 주위 환경에서 에너지를 수확하는 반도체 압전발전기에 대한 연구개발이 이루어지고 있다. GaN는 반도체이면서 높은 압전계수를 갖는 물질로서, 환경친화적이며 우수한 기계적 강도와 화학적 안정성을 갖는다. 이러한 장점을 활용하여 GaN 기반의 압전 나노발전기를 제작하고자 하는 다양한 시도가 있었으며, 상당한 가능성을 보여주는 우수한 연구 결과들이 보고되고 있다. 하지만 현재 GaN는 사파이어 기판 위에 성장되는데, GaN에 가해지는 스트레인 에너지의 대부분이 딱딱한 사파이어 기판에 의해 소모되는 문제점이 보고되고 있다.

본 연구는 사파이어 기판 위에 성장된 GaN 에피를 기판에서 분리한 후 유연기판으로 전사한 후 압전 나노발전기 공정을 수행하여 제작된 소자의 특성을 분석한다. 이때 기판으로는 낮은 영율(Young's modulus)을 갖는 PET를 사용하였다. 현재 GaN 에피의 전사에는 레이저 리프트오프 공정이 사용된다. 그러나 이 방법은 고출력 레이저 입사에 따른 에피층의 열충격과 결정 손상의 문제점이 존재한다. 본 연구에서는 GaN 전해에칭에 따른 전기화학 리프트오프 공정을 개발하고, 새로운 구조의 투명 유연 압전나노발전기를 제작하였다. 전기화학 리프트오프 공정은 본 연구실에서 개발되었으며, 대면적 공정성과 GaN 에피에 대한 손상이 적은 장점을 가지고 있다. GaN 박막의 전기화학적 전사과정에서 형상 및 구조적 변화에 대해 조사하였고, Raman spectroscopy 측정을 통해 전사 전후에 박막의 인장변형이 크게 감소하여 잔류 스트레인이 0에 가깝다는 점을 확인하였다. 또한 광학적 측정을 통해 압전발전기의 모든 층이 가시광에 대해 투명하며, 결과적으로 표면부착형 투명 소자로도 사용될 수 있었다. c-축 방향으로 정렬된 GaN 박막은 수직 방향의 스트레스에 대해 가장 큰 전압을 출력하였으며, ~182 mN의 작은 힘에도 4.2 V, 150 nA의 전압, 전류 출력을 공급하였다. 이때 큰 접합 누설전류로 인해 개방전압의 감소는 4 ms의 작은 시상수를 갖는다. 유연 압전 나노발전기는 유연한 PET 기판으로 인해 GaN는 동일한 스트레스에 대해 더 큰 변형을 얻을 수 있었고 결과적으로 향상된 압전출력을 관측하였다. 본 연구를 통해 전기화학 공정으로 기판에서 분리된 GaN 박막은 유연기판으로 전사되어 압전특성을 향상시킬 수 있으며, 압전-전자 또는 압전-광전 소자 응용에서 중요한 구조로 활용될 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 새로운 반도체 소자공정을 제안하고, 이를 이용한 초소형 압전발전소자의 특성을 평가 분석한다는 점에서, 본 사업팀의 목표인 초정밀 측정분석을 위한 기술적 도구와 함께 혁신적 미세공정 기술을 확보하여 향후 연구에 활용할 수 있는 기반을 제공하고 있다.



### 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	박사	오건희	2019.08	구두	오건희
					Beyond nPDF effects: prompt J/\$\psi\$ and \$\psi(2S)\$ production in pPb collisions with CMS detector
					Quark Matter 2018: 27th International Conference on Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions , 14-19 May 2018, INFN, Venice (Italy)
					1
					2018 (Venice, Italy)
2	박사	유소영	2019.02	구두	류상완, 유소영, Hassan Mostafa Afifi
					ALD법으로 성장된 Zn <sub>0xS</sub> 1-x 박막의 광학적 특성 분석
					한국물리학회 2018년 봄학술논문발표회
					1
					2018, 대전 (대한민국)
최근 3년간 졸업생 수		석사	10		2
		박사	6		

### 3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

대학원생(졸업생) 학술대회 대표실적의 우수성

(1) 오건희 (QM2019, 지도교수 문동호)

우주 초기 상태로 알려진 쿼크-글루온-플라즈마 상태의 핵물질을 높은 에너지의 중이온 충돌 시켜 재현할 수 있다고 알려져 있다. 스위스 제네바에 위치한 CERN연구소에서 LHC 가속기를 이용하여 2.76과 5.02 TeV 충돌 에너지로 납-납 충돌 실험을 수행하여 쿼크-글루온-플라즈마 상태의 핵물질을 연구해왔다. 쿼크-글루온-플라즈마 상태에서는 무거운 쿼크들 (참, 바닥 쿼크들)의 쌍으로 된 쿼코니움 입자들이 색깔 전하가 서로 가려지는 현상 때문에  $J/\psi$ ,  $\Upsilon$  입자들이 양성자-양성자 충돌에 비해 현저하게 줄어든다. 많게는  $J/\psi$ 의 경우 80%,  $\Upsilon$ 의 경우 60%까지 줄어든다는 결과가 발표 되었다. 이론적 예측과 일치하기 때문에 높은 에너지의 중이온 충돌에서 만들어진 핵물질의 상태가 쿼크-글루온-플라즈마 일 것으로 받아들이고 있다. 하지만 이렇게 입자의 개수가 줄어들게 되는 관측에 기여를 하는 또 다른 부분은 핵자체가 갖고 있는 효과 때문이기도 하다. 핵자수가 매우 많은 중이온의 경우 충돌할 때 매우 큰 밀도의 물질이 되기 때문에  $J/\psi$ 나  $\Upsilon$ 와 같은 쿼코니움들이 생성될 때 주로 핵자 안에 있던 글루온들이 합쳐지면서 만들어지는 gluon fusion 프로세스로 만들어지기 때문에 높은 밀도 안에서 글루온 자체의 생성이 제약을 받으면 영향을 받게 된다. 이를 글루온 포화 (gluon saturation) 현상이라고 한다. 이 효과는 핵자체가 갖게 되는 것으로써 쿼크-글루온-플라즈마 없이 핵자 한 개가 반대편 핵안으로 들어가면서 생성되는 효과를 관측해야 그 의미를 정확하게 이해할 수 있게 된다. 이런 핵 안의 쪽입자들간의 분포를 나타내는 함수를 핵쪽입자분포함수(Nuclear Parton Distribution Function, nPDF)라고 한다. 이 nPDF를 측정하기 위해 양성자-납 충돌 실험이 수행되었다. 오건희 학생이 발표한 내용은  $J/\psi$ ,  $\psi(2S)$  입자들의 핵수정인자( $R_{pPb}$  : 양성자-납 충돌에서 생성된 입자들을 양성자-양성자 충돌에서 생성된 입자들의 수로 나눠 준양)를 측정하여  $R_{AA}$ 와 비교하는 것이 목적이다. 그리고  $J/\psi$  입자들의 방위각 분포의 비등방성이 일반적으로 납-납 충돌에서만 목격되어야 하는데 양성자-납 충돌 시에서도 이 효과가 나타난다는 것이 매우 놀라운 결과였는데 그 결과를 정리하여 쿼코니움 분야 CMS 그룹 대표로 Quark Matter 2019 학회에서 발표하게 되었다. 이 발표에 등장하는 내용들은 다양한 팀들이 모여 그 해 논문으로 발표한 CMS 그룹의 대표 결과물들으로써 영광스럽게도 오건희 학생은 경쟁한 후보자들과 경쟁하여 그 동안의 공로를 인정받아 이 여러 결과들을 정리 요약하여 발표하는 기회를 갖게 되었다.

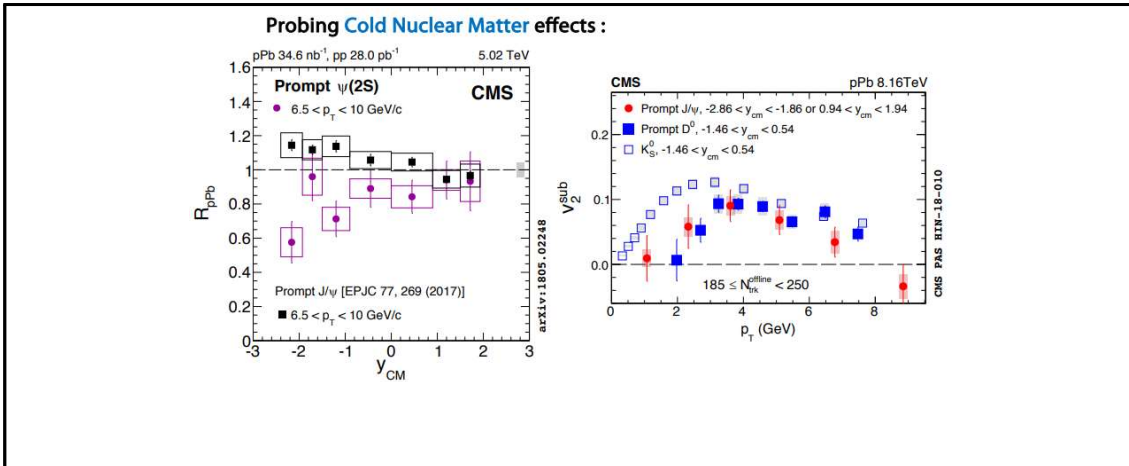


그림 1: (왼쪽)  $\psi(2S)$ 와  $J/\psi$ 의  $R_{pPb}$  값 비교 결과. (오른쪽) 양성자-납 충돌에서  $J/\psi$ 의 방위각 비등방성을 측정 한 결과.

그림1은 연구 결과물 중 가장 주목 받은 결과들을 요약한 것이다.  $\psi(2S)$ 가  $J/\psi$ 에 비해서 양성자-납 충돌에서 더 많이 줄어드는 효과를 보여주는 결과와 세계 처음으로  $J/\psi$ 의 방위각 비등방성이 납-납 충돌이 아닌 충돌 시스템에서도 발견됨을 보여주는 결과이다. 이 두가지 결과는 고에너지 중이온 충돌 실험으로부터 얻은 기존의 결과물들을 보다 더 정밀하게 이해하도록 도울 것이며 nPDF 값을 이해하는데 훌륭한 기여를 할 것으로 판단된다.

QM2019 학회는 고에너지 핵물리 분야에서 가장 권위 있는 학회로 거의 1000명 가까운 관련 연구자들이 세계에서 모이는 학회이다. 일반적으로 박사급 연구원들이 한번 정도 이 학회에서 구도로 발표할 기회가 주어지는데 이 분야에서는 성공적으로 경력을 쌓은 것으로 인정할 정도로 구두 발표하기가 쉽지 않은데, 오건희 학생은 학생 신분으로 구두 발표를 한 몇 안되는 경우여서 우수 발표 경력으로 선정하였다.

**(2) 유소영 (KPS 2018봄, 지도교수 류상완)**

유소영 졸업생은 박사과정 중 반도체 박막의 성장과 spectroscopic ellipsometry를 이용한 광학적 특성의 분석과 해석에 대해 연구하였다. 특히 투명진극 소재로 주로 사용되는 ZnOS 합금박막을 원자층증착법(ALD)으로 성장하여 조성에 따른 흡수계수와 굴절률 변화를 다양한 광학모델을 이용하여 분석한 결과로 한국물리학회 2018년 봄학술발표회에서 우수발표상을 수상하였다. 유소영 졸업생은 해당 발표에 구두발표자로 참여하여, 연구 결과를 잘 정리된 발표 자료와 함께 효율적으로 설명하여 청중들로부터 많은 호응을 받을 수 있었다. 발표 후 청중으로부터 수준 높은 질문을 받고 정확한 답변을 함으로써 발표의 충실성을 더 높일 수 있었다.

두 종류 이상의 반도체 물질을 조합한 합금반도체는 조성에 따라 전기적, 광학적 특성이 달라지므로 다양한 응용에 최적화된 물리적 성질을 설계하여 사용할 수 있게 해 준다. 현재 ALD 기술의 발전에 따라 기존의 무작위적인 합금 물질에 대비하여 구성물질을 정해진 순서대로 적층하여 결과적으로 합금의 효과를 달성하는 디지털 합금에 대한 연구가 활발히

진행 중이다. 본 연구에서는 투명광전극 물질로 이용되는 ZnO에 ZnS를 순차적으로 적층하여 ZnOS 디지털 합금을 제작하고, 이 박막의 구조적 및 광학적 특성을 분석하고, 개선하고자 하였다. 조성을 변화시키기 위하여 ZnO 원자층과 ZnS 원자층의 상대적 비율을 조절하였고, 결과적으로 13-22% 범위의 S 조성을 얻었다. S 조성의 증가에 따라 박막은 다결정 구조에서 비정질로 변화되었으며, 이때 박막의 광학적 특성을 ellipsometry로 분석하였다. 디지털 합금 박막은 굴절률 분석에서 명확한 로렌츠 진동을 보여주지 못 하였으며, 이는 구조의 비정질 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다. 밴드갭 아래의 광학 천이를 보여주는 Urbach tail이 관측되었으며, 이로부터 Urbach 에너지가 210-540 meV 범위에 있음을 관측하였다. 디지털 박막은 고온 열처리를 통해 결정성을 크게 개선할 수 있었으며, 그 결과 광학적 특성에도 큰 변화가 검출 되었다. 열처리 온도가 증가함에 따라 광학적 밴드갭이 증가하였으며, 이는 Urbach tail의 감소에 기인한 것이다. 700도 열처리 시료들에 대한 Urbach 에너지는 30-50 meV로 크게 감소하였다.

이 연구는 초정밀 광측정의 검출소자에서 표면 투명전극으로 사용되는 ZnO 박막의 ALD 성장과 ZnS 합금에 의한 광학적 성질의 개선에 대한 것으로, 본 사업팀의 연구목표에 부합되는 매우 중요한 결과를 보여주고 있다. 또한 반도체 연구에서도 구성물질을 원자층 두께로 조절하여 교차 성장하는 디지털 합금의 성장방법과 물성 분석에 대한 흥미로운 결과를 제시하고 있어 향후 이 분야의 발전방향과 부합되는 우수한 내용으로 판단된다.

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	박사	강진호	2017.02	특허	류상완, 강진호
					고성능 저전력 전계효과 트랜지스터 소자 및 이의 제조방법
					대한민국
					10-1914707
					2018
최근 3년간 졸업생 수	석사	10	2		
	박사	6			

### 3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 등  
실적의 우수성

○ 대학원생 특허 실적의 우수성 (강진호, 지도교수 류상완)

“고성능 저전력 전계효과 트랜지스터 소자 및 이의 제조방법”은 2017년 2월 박사과정을 졸업한 강진호 학생과 지도교수인 류상완이 공동으로 발명한 특허로 2017.03.20.일에 대한민국의 특허청에 출원되었으며, 심사를 거쳐 2018.10.29.일에 등록되었다.

본 발명은 다채널 전계효과 트랜지스터 (FET)의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세히는 트랜지스터의 off-전류 (off-current) 감소와 on-전류 (on-current) 향상을 위해 GaN 버퍼층을 제거하고, 다채널과 GAA (gate-all-around) 형성하는 아이디어를 제시한다. 발명의 대상인 전계효과 트랜지스터는 모스펫 (MOSFET)과 고전자 이동도 트랜지스터 (HEMT)에 주로 적용되지만, 다른 실시예를 통해 일디모스(LDMOS), 바이폴라 트랜지스터 또는 메스펫 (MESFET)에 적용할 수도 있다.

현재 GaN는 높은 전자이동도와 브레이크다운 전압, 고온 내성특성을 장점으로 가지고 있어, 고주파 고전력 디바이스 구현을 위한 소자로 GaN 기반 FET가 많은 관심을 받고 있다. 하지만 p형 GaN 재성장 어려움으로 p-n 접합이 없는 무접합 (junctionless, 이하 JL) MOSFET, HEMT가 주로 연구되고 있다. 무접합 FET는 고속 동작에 유리하지만 높은 off-전류에 의한 normally-on 특성은 고속 스위칭 소자의 큰 전력 손실을 발생시키므로, normally-off 특성 구현이 가능한 JL FET는 저전력 소자 연구의 중요한 대상이다.

JL FET의 normally-off 특성 구현과 gate controllability 향상을 위해 게이트 전극이 얇은 채널 전면을 감싸는 GAA (gate-all-around)가 연구되고 있다. 일반적으로 이종기판 위에 성장되는 GaN의 경우 약 2  $\mu\text{m}$ 의 두꺼운 버퍼층에 의해 GAA 구현이 쉽지 않다. 또한 GAA JL FET는 높은 gate controllability 장점을 갖지만 감소된 on-전류 특성은 개선될 필요가 있다. 본 발명에서는 전기화학에칭 공정을 이용하여 얇고 반복적인 GaN 또는 GaN/AlGaIn 층을 구현하여 normally-off 특성의 GAA JL MOSFET, GAA HEMT를 제작할 수 있는 방법을 제안한다. 첨부된 그림과 같이 패터닝된 유전체가 증착된 기판 위에 도핑이 조절된 다층 GaN 구조를 성장한다. 그후 전기화학에칭을 이용하여 얇은 GaN 또는 GaN/AlGaIn 층을 구현한다. 최종적으로 게이트, 드레인, GAA 형성으로 소자를 제작한다.

결과적으로 본 발명은 normally-off 특성을 갖는 다채널 JL FET를 구현하며, 추가적인 공정 없이 채널 수를 늘릴 수 있어 제작비용 증가 없이 소자의 출력을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

고성능 저전력 FET는 전력변환의 핵심적인 소자로서 특히 GaN 기반의 트랜지스터는 이동도 포화가 일어나지 않아 고출력 응용에 사용되고 있다. 광주전남혁신도시에 한국전력이 이전하면서 지역에서는 에너지 산업의 발전과 활성화에 노력을 기울이고 있다. 태양광, 풍력, 수력 등 다양한 에너지를 전력망에 통합하는 과정에서 전력변환이 필수적으로 요청되므로, 본 발명은 지역산업의 발전과도 밀접한 관련성을 갖는 의미 있는 특허로 활용될



수 있다. 현재 본 특허를 활용할 수 있는 산업체와의 기술이전을 전남대학교산학협력단의 기술이전센터에서 추진하고 있다.

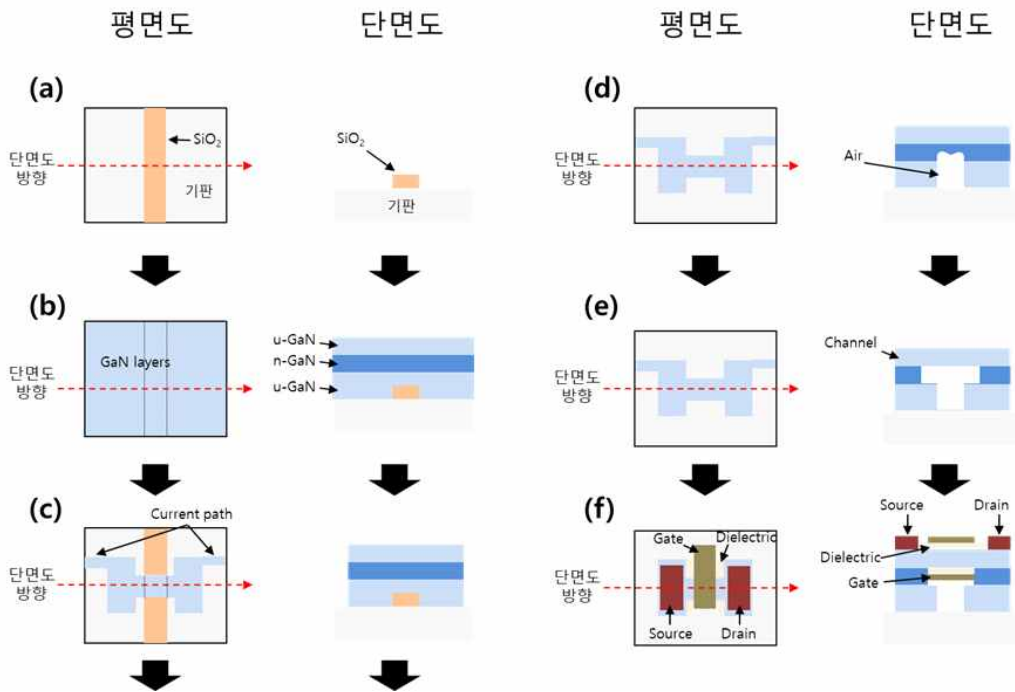


그림 1. 제안된 발명 특허의 다층 무접합 트랜지스터 제작공정 개념도

한편 본 특허는 초정밀측정에 필수적인 신호처리, 고이득 증폭을 구현할 수 있는 전자소자에 대한 기술을 확보한다는 차원에서 본 사업팀의 연구 주제와도 일치하는 방향성을 갖는다.

### 3. 대학원생 연구역량

#### 3.2 대학원생 연구 수월성 증진계획

### 3.2 대학원생 연구 수월성 증진계획

#### 1) 최근 3년간의 사업팀 소속 대학원 졸업생 (환산인원 11 명)의 연구 수월성 현황

- 사업팀 소속의 3년간 졸업생 16 명 (환산인원 11 명)의 연구업적
  - 논문편수 11 편, 환산편수 3.32
  - IF 합 34.89, 보정IF 합 3.73, ES 합 1.15, 보정ES 합 15.25
- 이를 바탕으로 다음과 같이 수월성 증진 목표를 설정함.

	최근 3년 평균	1단계 (1-3차년도)	2단계 (4,5차년도)	3단계 (6,7차년도)
환산논문편수 (1인, 1년)	0.30	0.33	0.36	0.40
IF 합 (1인, 1년)	3.17	3.20	3.25	3.30

#### 2) 대학원생 연구 수월성 증진 기본 전략

- 연구 잠재력이 우수한 대학원생 확보
- 연구 잠재력을 발휘시킬 수 있는 우수한 교육 프로그램 구성
- 연구에만 전념할 수 있는 재정적 지원
- 대학원생들 간의 연구 지향 및 경쟁 분위기 조성
- 국제수준의 학위논문 요건 명문화

#### 3) 연구 잠재력이 우수한 대학원생 확보 방안

- 우수 대학원생을 확보하기 위해 학부 3, 4 학년들에게 본 BK21 인력양성팀과 대학원 입시에 대한 안내 및 홍보를 강화한다.
- 우수 학부생들에게 PFF(Prominent Future Faculty) 프로그램을 소개하고 지원을 적극 권장한다.
  - PFF는 일정 수준 이상의 업적을 달성하고 박사학위를 취득한 우수 대학원생의 교수 채용을 보장하는 사업팀 소속 대학교의 제도임.
- PFF 프로그램에 선정된 학생은 대학원 전 과정 전액 장학금을 지급하며, 해외 교류 및 파견 시 우선지원하고, 해외 대학과 복수학위 또는 공동학위과정 운영 시 우선 지원 한다.
- 학부 졸업논문 지도시 학부생들에게도 실험실을 개방하여 연구 활동을 미리 체험할 기회를 제공한다.

#### 4) 연구 잠재력을 발휘시킬 수 있는 우수한 교육 프로그램 구성

- 학부-대학원간 교육 연계성 강화 프로그램 구축

- 일반물리 3학기제, 수리물리 3학기제
  - 수학과 과목 대학수학 1, 2 교양 필수 지정
  - 광전자물리학 등 학석사 연계과목 개설
- 입자-광자 초정밀측정 연구팀의 특화된 융복합적 교육프로그램
    - 초정밀측정특화실험 개설

#### 5) 연구에만 전념할 수 있는 충분한 재정적 지원 방안

- 지원 선정된 우수 학생에게는 연구에만 전념할 수 있도록 인건비를 전액 지원한다.
- 학회활동을 장려하고 참석, 발표하는 사업단 소속 대학원생에게 출장경비를 지원한다.
- 단순 참석보다는 발표시 지원을 우선으로 한다.
- 국제공동연구를 적극 권장하고 필요경비를 지원한다.
- 참여 대학원생의 독립적인 연구공간, 공용 PC, 책상 및 사무용품, 캐비닛 등을 제공한다.

#### 6) 대학원생들 간의 연구 지향적 분위기 및 연구 경쟁 분위기 조성 방안

- 연구팀별 세미나를 활성화하여, 최신연구동향 파악, 아이디어 교환 및 창출, 문제해결 및 주도적 연구역량을 증진시킨다.
- 최우수학생 (Distinguished Student)을 매년 1 명 내외 선발하여 시상, 인센티브 지급, 국제학회참가 우선지원 등의 혜택을 주고, 이를 학과에 널리 홍보한다.
- 연구활동, 실적 평가를 통하여 인센티브를 차등, 상시 지급한다.
- 주저자로 SCI 논문 게재시 인센티브를 지급한다.
- 저널클럽 및 세미나를 서브그룹별로 조직하여, 각각 지도교수를 두고, 활동경비를 지원한다.
- 전문가 초청 세미나를 활성화한다.
- 매년 1 회 이상 사업팀 워크숍을 갖고 연구 활동을 점검 및 장려한다.

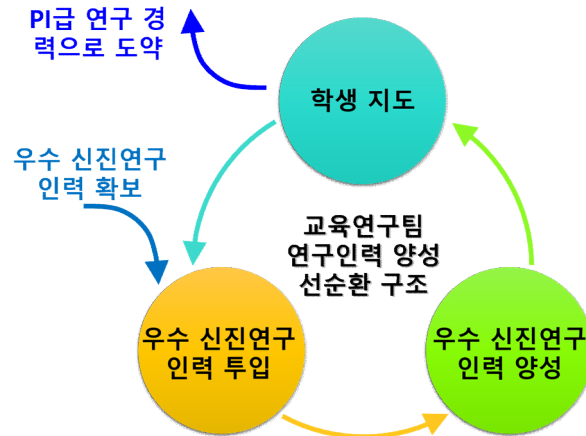
#### 7) 국제수준의 학위논문 요건 명문화 방안

- 현재 연구팀이 속한 전남대 물리학과 내규에 따르면 박사학위 취득을 위해서는 최소 2 편 (주저자 SCI 논문 1편 포함)의 학술논문을 게재 (혹은 예정)하도록 되어 있다 (2011. 10. 전남대 자연과학대학 물리학과 내규집 III-5-2).
- 연구팀 참여 대학원생의 경우 이를 강화하여 최소 2 편의 SCI 논문게재를 요건으로 하며, 그 중 반드시 1편은 주저자로 출간하도록 한다.
- 학위논문 영문작성
  - 박사 학위 논문 영문작성을 의무화한다.
  - 석사 학위 논문 영문작성을 권장하며 이에 따른 인센티브를 지급한다.

## 4. 신진연구인력 운용

### 4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

## 1) 교육연구팀의 신진연구인력 확보·양성에 대한 비전



- 교육연구팀 운영의 중추이자 가교
  - 신진연구인력은 학생과 지도교수 사이를 연결하는 가교의 역할을 함.
  - 학생들에게는 고도화된 측정 기술을 직접 전수하고 학생을 지도
  - 지도교수와 지속적인 협력을 통해 연구의 돌파구를 찾는 연구 중추 성장하여 중요한 역할을 담당함.
- PI 급 경력으로의 도약을 위한 발판
  - 신진연구인력은 소모성이 아닌 교육연구팀 참여를 통해 PI 급으로 도약하여 과학·기술 발전을 선도할 소중한 자산임.
  - 따라서 교육연구팀 참여교수는 신진연구인력의 경력 개발·발전을 신진연구인력 운용의 기본 목표중 하나로 한다.
- 측정 전문가로서의 신진연구인력
  - 실험 분야 신진연구인력은 석·박사와 박사후 연구원으로 활동하는 동안 오랜 기간 다양한 측정 테크닉을 쌓아왔고, 현장에서 실험에 직접 참여하는 측정 전문가로 활동
  - 본 교육연구팀의 목표인 초정밀 측정은 특히 장기간의 축적된 노하우(Knowhow)를 필수적으로 요구하므로 측정 전문가로서의 우수 신진연구인력의 적극적인 참여가 필수적

## 2) 신진연구인력 운용 현황

- 교육연구팀 신진연구인력 운용 현황 요약
  - 현재 본 교육연구팀에는 총 2 명의 박사후 연구원이 활동 중. 2020년 5월부터 본교 박사 출신 외국인 박사후 연구원 1명 보강 됨.
  - 본교와 타교 출신 국내 박사도 구성됨.
  - 모두 4-5 년 동안 안정적으로 연구를 지속해오고 있음.

- 현재 활동 중인 신진연구인력의 우수성과 구체적인 활동 내용 및 각 그룹 내에서의 연구 활동 지원 내용은 아래와 같다.

○ 신창동 박사 (고에너지 실험 물리 분야: 주경광 교수)

- 근무 기간: 2018년 9월 - 현재
- 우수성 및 운용 내용
  - ▶ 국내 원전 중성미자 진동변환 실험인 RENO에서 중성자가 수소에 포획되는 연구를 박사과정기간 중에도 훌륭히 수행
  - ▶ SCI 1 편, 학술등재지 5 편, 국내 학술대회발표 ~10여회 이상. 유명 국제학술대회 구두 발표 3 회 등의 연구 성과
  - ▶ 2020년 현재도 지속적으로 연구를 성실히 수행하고 있으며, 결과는 SCI에 1 편이 이미 출간되었다.
  - ▶ 고에너지 물리 분야 저명 학술지인 Journal of High Energy Physics에 2020년 4월 6일에, 또한 연구 결과 1 편이 Nuclear Instruments and Methods in Physics 저널에 4월 19일에 출간되었으며, 또 한편은 IEEE-TNS에 출간 위한 최종 proof-reading 중에 있음.
  - ▶ 한국연구재단 개인 과제를 단독으로 수행 중
- 활동 지원 내용
  - ▶ 교육 경력을 위해 현재 물리학과 비전임 시간 강의로 맡아 교육 부분 능력 개발에도 힘쓸 수 있도록 지원 안정적인 연구 활동을 지원하기 위해 계약 연장이 계속 될 예정이며, 최종적으로는 신진 과학자들의 연구경력 단절 해소와 좀 더 안정적인 자리를 찾을 때까지 상호 최선의 노력을 할 것이다.
  - ▶ 안정적인 연구 활동을 지원하기 위해 계약 연장이 계속 될 예정
  - ▶ 최종적으로는 신진 과학자들의 연구경력 단절 해소와 좀 더 안정적인 자리를 찾을 때까지 상호 최선의 노력을 함.

○ 김현철 박사 (고에너지 물리 분야: 문동호 교수)

- 근무 기간: 2016년 5월 - 현재
- 우수성 및 운용 내용
  - ▶ CMS 실험에서 처음으로 B meson을 독립적으로 중이온 충돌실험에서 재구성 성공
  - ▶ 현재는 Drell-Yan process를 이용하여 Nuclear Parton Distribution Function정보를 얻는데 기여하는 연구를 진행 중
  - ▶ Nuclear Parton Distribution Function은 아직도 이론적 예측이 매우 까다로운 분야인데 이 실험 결과를 통해 이론적 예측에 새로운 constraint를 줄 수 있는지에 대한 연구를 진행 중
  - ▶ 전남대학교 합류 후 390개 가량의 SCI 논문에 참여 (거대과학 분야)
- 활동 지원 내용
  - ▶ 1년 단위로 계약을 연장 중이며 현재 박사후 연구원 5년차
  - ▶ 안정적 연구 활동 지원을 위해 계속 계약을 갱신할 예정

○ Muhammad Ali Johar (반도체물리 분야: 류상완 교수)

- 근무 기간: 2020년 5월부터 합류
- 우수성 및 운용 내용
  - ▶ 반도체 나노구조의 성장과 물성에 대한 연구를 수행하여, 제 1저자로 SCI 논문 8편, 공동저자로 17편을 게재함.
  - ▶ GaN 나노구조의 광학적 특성에 대한 시분해발광스펙트럼 분석을 통해 나노막대 내에서의 운반자 동역학에 대한 선도적인 연구를 수행함.
  - ▶ 비정질 유리 기판위에 단결정 반도체 나노막대를 성장하는 혁신적인 공정을 개발하였고, 이 결과를 Applied Materials Today에 게재함. 이 결과는 중요성을 인정받아 Materials Today (Impact Factor 24.372)에 news article로 소개됨.
- 연구활동 지원 내용
  - ▶ 안정적인 연구 활동을 위해 결정성장 시설, 평가분석 장비에 대한 연속적인 지원을 계획하고 있으며, 연구재단의 비전임 교수 지원과제를 신청할 계획임
  - ▶ 연구결과에 기반하여 차년도 이후에도 계약연장을 통해 지속적인 연구수행이 가능하도록 함

○ 교육연구팀 신진연구인력 운용 현황 평가

- 교육연구팀은 소속 지도교수들은 위와 같이 우수한 신진연구인력이 도전적인 연구 주제에 안정적으로 매진할 수 있도록 각 그룹 차원에서 할 수 있는 지원을 아낌없이 해오고 있음
- 이는 교육연구팀 참여교수들이 장기적인 비전을 가지고 신진연구인력을 잘 양성해 왔다는 것을 의미함.
- 또한 최근에 합류한 Muhammad Ali Johar 박사의 경우를 고려하면 신진연구인력 확보와 양성면의 국제화 측면에서의 발전 기반이 갖추어져 있다고 할 수 있음.
- 그러나 대부분이 본교 출신 박사후 연구원이라는 점과 현재 교육연구팀 참여교수의 지도학생 수인 19.5 명에 비해 신진연구인력의 비율이 낮음. 또한 대부분이 고에너지 물리 분야에 집중되어 있음.
- BK21 FOUR 사업을 통해 신진연구인력에 대한 지원을 더욱더 확대하고 이를 통해 우수 신진연구인력의 확보와 운영의 수월성과 교육연구팀의 인력 양성 역량 개발을 기대할 수 있음.

**3) 우수 신진연구인력 확보 계획**

○ 우수 신진연구인력을 적극적으로 발굴·영입

- 7년 동안의 사업기간 동안 우수한 박사후 연구원, 경력자의 경우에는 연구 교수로 매년 1인 내외로 적극적으로 채용
- 이에 따라 사업이 종료되는 시점에는 4-5 명의 우수 신진연구인력이 교육연구팀의 중추로 활동 할 수 있도록 추진
- 교육연구팀 내에서 연구/국제 활동이 우수한 분야 및 연구실에 우선 배정 할 수 있도록 함.
- 2단계 직급: Post-doc/연구교수
- 최초 채용 시 2년 계약을 원칙으로 하며, 초기 2년간의 연구 성과 보다는 가능



성과 진행 상황을 우선적으로 고려하여 재계

- 학회 방문유치활동 등을 통해 우수한 박사 과정 학생을 발굴하고 교육연구팀 참여교수는 적극적으로 우선 접촉해 각 분야 우수 신진연구자로 활약할 가능성이 있는 학생 풀을 확보
- 우수한 박사 과정 학생의 경우 연구팀 차원에서 적극적으로 세미나 기회를 제공하고 박사급으로 우대함으로써, 우수한 박사 과정 학생이 학위 취득 후, 본 교육연구팀 합류할 가능성을 높임.

○ 타 사업과의 연계를 통해 파격적인 대우 제시

- 현재 한국연구재단에서 운영 중인 “해외우수신진연구자유치(KRF)사업”을 적극적으로 활용
- “해외우수신진연구자유치(KRF)사업”은 잠재력 있는 해외 우수신진연구자가 국내에 장기체류하며 우수성과를 창출하고 우리나라 연구역량을 강화할 수 있도록 신진연구자에 대한 인건비, 체재비 등을 지원하는 사업으로 파격적인 재정 지원을 함.
- 참여교수는 초정밀 측정에 적합한 해외 우수신진연구자를 파악·접촉하고 지원자가 “해외우수신진연구자유치(KRF)사업의 수혜를 받을 수 있도록 교육연구팀 참여교수 모두가 적극적으로 지원

○ 타교 출신 박사와 외국인 신진연구자를 우선적으로 확보

- 채용과정에서 다양성을 추구함. 다양성을 통한 융합 발전 추구
- 현재 본교 출신 박사위주의 신진연구인력 구성에서 탈피하고 다양한 연구 문화가 뒤섞여 시너지 효과가 날 수 있도록 타교 출신 박사학위 인력을 우대하고 우선적으로 확보
- 교육연구팀의 국제화를 촉진시키기 위해 외국인 우수신진연구자를 우대한다. 외국인 우수 신진연구자의 경우 자국으로 복귀 후, 새로운 외국인 신진연구자를 끌어올 수 있는 네트워크로 활약할 수 있으므로 특히 중요

○ 교육연구팀 국제화 역량 배양을 위해 영어 능통자 우대

- 본 교육연구팀의 특성상, 해외 대형실험에 참여하는 경우가 많음. 따라서 적극적으로 국제 협력 연구에 참여해 선진 연구를 체득할 수 있도록 영어 커뮤니케이션 능력을 가진 인재를 우선 확보

#### 4) 우수 신진연구인력 지원 계획

○ 인건비 지원

- 인건비는 계약 시 결정하며, 경력과 연구능력에 따라 차등지급한다. (연봉 3,600 만 원 ~ 5,000 만 원)
- 타 연구기관 대비 높은 인건비를 책정 할 수 있도록 교육연구팀 참여 교수들이 협력한다.
- 타 사업과 연계될 경우 인상 가능

- 이주 및 체재 지원
  - 우수성과 교육연구팀 내 역할에 따라 해외 인재의 경우 이주비와 체재비에 대한 지원을 한다.
  - 외국인 우수 신진연구인력에 대해 초기 이주과정에서 필요한 절차를 원활히 할 수 있도록 지원한다.
  - 이주 후에는 빠른 정착을 돕기 위해 배우자 및 자녀에 대해 한국어 교육 지원
- 교육연구팀 내 소그룹 리더급 권한 부여
  - 우수 신진연구인력의 경우, 교육연구팀 내 소그룹의 리더 급으로 활동 할 수 있도록 권한을 부여
  - 학생 연구 인력을 배정하고, 학생을 지도할 수 있도록 함. 이를 통해 교신 저자 논문 작성을 장려
  - 독자적인 연구를 진행 할 수 있도록 자율성을 부여
  - 개인과제에 지원/수주 할 수 있도록 교육연구팀 참여 교수들이 과제 제안서 검토 등을 적극 지원한다.
  - 우수 신진연구인력이 독자적으로 사용할 수 있는 연구비를 교육연구팀이 조성한다. (연 500 만원 내외)
- 인센티브
  - 연구실적에 따라 차등 지급한다.
  - 우수 저널 주저자 논문 게재 및 국제 학술대회 초청 강연 우대
- 학술 활동 지원
  - 연구공간 및 비품(PC, 프린터)이 충분히 확보되도록 학과와의 협의를 통해 교육연구팀이 전폭 지원
  - 학회 활동 경비를 최대한 지원한다. 특히, 국제 학술대회의 경우 연 1회 내외로 참가할 수 있도록 보장 (항공료, 학회등록비, 체재비)
  - SCI 논문 게재시 논문 게재료 및 인센티브를 지원
- 교육연구팀과의 연계활동 지원
  - 교육연구팀 참여교수 및 연구팀과 공동연구 장려
  - 사업 전 기간 동안 교육연구팀 내 소 그룹에 신진연구인력이 고루 확보되도록 함.
  - 매년 내부 평가와 회의를 통해 우수 그룹에 추가로 배정
- 세미나 및 대학원 강의
  - 저널클럽에 적극적으로 참여 혹은 조직하여 대학원생 연구지도 능력을 배양할 수 있도록 함.
  - 대학원 고급과목 영어 강의를 맡을 수 있도록 학과와 협의를 통해 권장하고 (1년에 1강좌 정도), 이를 통해 교육 경력 개발을 할 수 있도록 지원

## 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
<b>참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성</b>					
1	류상완	10114893	반도체물리		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 물리학과 대학원 과목 ‘고급 반도체 물리’ 개설/강의 (2020년 1학기)</li> <li>- 학부 고체물리에서 제공하지 못하는 반도체 물리에 대한 고급 내용을 강의하여 반도체 물리 연구를 시작하는 대학원생들에게 큰 도움을 줌.</li> </ul>				
2	노한진	10062305	에너지띠/전자구조		<a href="http://events.kias.re.kr/h/CMS10th/">http://events.kias.re.kr/h/CMS10th/</a>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2009년 제 1회 응집물리 여름학교때부터 조직위원회 활동을 시작하여 한국물리학회에 학생회원으로 등록되어 있는 석박사 학생들을 대상으로 응집물질물리 연구자 양성에 필요한 커리큘럼을 조직하고 강사진을 구성하여 여름학교를 설치하고 운영해 왔음.</li> <li>- 현재 여름학교는 2019년 제10회까지 매 해 성공적으로 운영되고 있으며, 계속적으로 운영위원으로 활동을 하고 있음.</li> <li>- 2019년 응집물리 여름학교 심화과정으로 각분해광전자분광학 과목 개설하고 강의함.</li> <li>- 2018~2019 물리학회 응집분과 교육위원회 운영위원으로 봄/가을 물리학회 튜토리얼 세션을 구성함.</li> </ul>				
3	노한진	10062305	에너지띠/전자구조		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 물리학과 대학원 과목 ‘자성체 물리학’ 개설/강의 (2016년 2학기)</li> <li>- 자성 및 자성체 관련 내용만을 집중적으로 강의함으로써 자성재료학, 다강성 물질 연구, 스핀트로닉스 연구를 시작하려는 대학원생들에게 도움을 줌.</li> </ul>				

## 6. 교육의 국제화 전략

### 6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

#### 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

## 6. 교육의 국제화 전략

### 6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

#### ① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

##### 1) 외국 연구소 및 대학과의 인적교류 현황 및 계획

###### ○ 2017

- 장영민, IPMU(일본), 03/26-03/30, “Practical statistics for particle physics” 참여
- 최지영, IPMU, Belle2(일본), 03/26-03/30, 10/05-10/15(2회), “Practical statistics for particle physics” 참여, Belle2 shift
- Muhammad Ali Johar, Mostafa Afifi Hassan, C2N/CNRS(프랑스), 07/10-07/21, 반도체 나노구조 제작 및 평가

###### ○ 2018

- 곽필준, JSNS2(일본), 07/21-07/28, Collaboration meeting 참여
- 신창동, JSNS2(일본), 01/29-02/10, 07/23-07/27 (2회), Collaboration meeting 참여
- 이성학, JSNS2(일본), 07/23-07/27, 08/19-08/29 (2회), E56실험 참여

###### ○ 2019

- 곽필준, JSNS2(일본), 01/23-01/30, Collaboration meeting 참여
- 김동운, Belle2(일본), 01/28-02/08, General Meeting & Workshop 참여
- 김바로, Belle2(일본), 10/20-10/25, 01/28-02/08(2회), General meeting과 Workshop 참여
- 박영서, JSNS2(일본), 01/22-01/26, 07/29-08/02(2회), Collaboration meeting 참여
- 서준후, JSNS2(일본), 07/29-08/02, 01/19-01/25, 02/06-02/10, Collaboration meeting 참여
- 신창동, JSNS2(일본), 01/22-01/26, 07/29-08/02, 01/12-01/18, 02/06-02/10(4회), Detector installation setup, Collaboration meeting 참여
- 최지원, JSNS2(일본), 02/06-02/10, Collaboration meeting 참여

###### ○ 현황 요약

- 통계적으로 현황을 살펴보면 3년간 총 33건, 20명으로 연간 11건, 6.6명 정도의 학생들이 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류를 하고 있다.
- 나라와 기관을 살펴보면 2개국 5개 기관 (일본(SK, IPMU, KEK, J-PARC), 프랑스 (CNRS))에 파견을 나가 연구 방법을 배우고 선진 연구 경험을 할 수 있었다.

###### ○ 향후 계획

- 향후 계획으로는 연간 7명에서 10명까지, 연간 12건에서 15건까지 과제 기간 동안 단계적으로 확장하여 본 팀의 연구 경쟁력을 향상하게 시키고자 한다.
- 계획대로 확대하기 위해 팀에 소속된 교수들의 연구 영역에서 공동 연구 중인 미국, 유럽 지역으로 확대하여 단계적으로 최대 7개 기관으로 확대하고자 한다. 가능한 후보 연구기관으로는 다음과 같다.
  - UIC, MIT, Kansas Univ. LLR, GANIL, CERN, Bonn Univ., Tsinghua Univ. 등이 있다.
- 해외 연구자 및 해외에 파견된 대학원생들과의 원활한 연구 진행을 위해 화상 회의를 위한 인프라를 구축하며 소통 능력을 높이기 위해 학생들에게 영어 교육을 지원한다.

## 2) 해외학자(전임교수, 초빙교수, 객원교수 등 포함) 활용 계획 및 역할

### ○ 해외 석학 박사급 연구원 세미나 초빙

- 2017.05.29. Jae Hyeok Yoo, UCSB, “Search for SUSY using the sum of masses of large-radius jets at CMS”
- 2018.07.17. Jihyun Bhom, IFJ PAN, Krakow, “Dihadron angular correlation and xed-target mode in pp, pPb and PbPb collision at LHCb in CERN”
- 2018.10.22. Jungsic Park, KEK “The JSNS2 experiment to search sterile neutrino at J-PARC”
- 2018.11.08. Peter Robinson, Univ. of Sydney, “The Physics of Brain Structure and Dynamics”
- 2019.06.25. Soong-Geun Je, LBNL, “Spintronics Towards Novel Magnetic Devices” ,
- 2019.12.11. Marcin Chruszcz, Polish Academy of Sciences, “Heavy flavor anomalies”

### ○ 현황 요약 및 향후 계획

- 대학원의 국제화를 위해 해외 우수 박사급 인력과의 교류는 중요하다. 3년간 총 6건으로 연간 2명의 해외 석학들이 전남대를 방문하여 연구 교류를 시행했다.
- 연간 3-4회 이상으로 확대하여 지속적으로 최근 연구 동향을 살피고 향후 효과적인 연구 계획을 수립하기 위해 해외 우수 연구원 인적 교류를 확대하고자 한다.

### ○ 초청 가능 후보

- 미국 : Yen-jie Lee (MIT), David Hofmann (UIC), Sung-kwan Mo (LBNL)
- 프랑스 : Emilien Chapon (CERN), Mattew Nguyen (LLR), Olivier Boulle (CNRS)
- 독일 : Dahms Torsten (Munchen und Umgebung), Dieter Meschede (Bonn Univ.)
- 일본 : Takasumi Maruyama (KEK)
- 중국 : Wanjun Jiang (Tsinghua Univ.)

## 3) 우수 외국인 학생 유치 현황 및 계획

### ○ 유치 현황

- Johar Muhammad Ali (2016.03 ~ 2020.02 졸업) 박사과정 / 파키스탄
- Afifi Hassan Mostafa (2016.03 ~ 2020.02 졸업) 박사과정 / 이집트
- Indrajit Vijay Bagal (2017.09 ~ 재학(수료)) 박사과정 / 인도
- Waseem Aadil (2017.09 ~ 재학) 석박통합 / 파키스탄
- Zohaib Atif (2018.03 ~ 2020.02 졸업) 석사과정 / 파키스탄
- Zohaib Atif (2020.03 ~ 재학) 박사과정 진학 / 파키스탄
- 총 6건, 5명의 우수한 외국인 학생을 유치하였고 3년 동안 평균 2명 정도 유치하고 있다. 외국인 학생 비율은 현재 연평균 25%(5/20)로, 향후 우수 외국인 대학원생의 비율을 연평균 25% 정도 유지하고자 한다.

### ○ 향후 계획

- 향후 연간 2명 정도를 유지할 계획이며 과제 기간 동안 연간 3명 정도까지 단계적으로 늘려 운영할 계획이다.
- 유치 가능 나라 후보로는 전남대학교와 자매 관계가 있는 태국, 몽골, 대만, 베트남, 중국, 이집트 등이 있어 적극적으로 활용할 계획이다.
- 연간 1회 이상 방문 유치 홍보를 진행할 예정이다.

## 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	곽필준	문동호	Takasumi Maruyama	일본/J-PARC	JSNS2 실험	2020/01-2020/02
2	박경환	문동호	Emilien Chapon	스위스/CERN	CMS 실험	2019/07-2019/08
3	오건희	문동호	Emilien Chapon	스위스/CERN	CMS 실험	2018/04 - 2019/05
4	이한슬	문동호	Emilien Chapon	스위스/CERN	CMS 실험	2018/10- 2018/12
5	최지영	주경광	Yoshi Sakai	일본/KEK	KEK 실험	2018/07-2018/07

## 6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

### ② 대학원생 국제공동연구 현황과 계획



## ② 대학원생 국제공동연구 현황과 계획

### ○ 해외 우수 연구기관들과의 공동연구 진행 개요

- 장기 파견을 통한 수행 중인 공동연구는 주로 일본과 유럽에서 이뤄지고 있다.
- 일본에서의 공동연구 수행 내용은 주로 세계적 주목도가 높은 중성미자에 관한 연구로써, JSNS2 실험에 주경광 교수, 문동호 교수가 참여하고 있다. 이에 대학원생들이 활발하게 국제 공동연구에 적극적으로 참여하고 있고 특히 주경광 교수 연구실에서는 B중간자가 4개 혹은 6개의 경입자로만 붕괴하는 희귀 붕괴 채널을 탐색 중인 Belle2 실험을 수행 중이기도 하다.
- 유럽에서 이뤄지고 있는 공동연구는 문동호 교수 연구실이 참여 하고 있는 제네바에 위치한 유럽핵입자물리 연구소(CERN)에서 수행 중이다. 세계에서 가장 높은 에너지의 충돌 실험 수행 중인 거대강입자가속기 (Large Hadron Collider)를 이용하여 무거운 중이온을 충돌시켜 우주 초기 상태로 알려진 쿼크-글루온-플라즈마 현상을 연구 중이다. 구체적 현황은 다음과 같다.

### ○ 장기 파견 (15일 이상) 현황

#### - 광필준

- 2019/05/07 - 2019/06/07, J-PARC (일본), JSNS2, High Voltage Control Monitoring
- 2019/06/30 - 2019/07/28, J-PARC (일본), JSNS2, PMT calibration
- 2019/09/20 - 2019/10/18, J-PARC (일본), JSNS2, High Voltage Control Monitoring
- 2020/01/10 - 2020/02/10, J-PARC (일본), JSNS2, High Voltage Control Monitoring Collaboration meeting 참여

#### - 박경환

- 2018/10/08 - 2018/12/07, CERN (스위스), CMS, Heavy Ion Run 참여
- 2019/07/01 - 2019/08/01, CERN (스위스), CMS, DCS shift

#### - 오건희

- 2017/06/30 - 2017/08/31, CERN (스위스), CMS, DCS shift and Upsilon Raa analysis
- 2018/04/18 - 2019/05/17, CERN (스위스), CMS, Heavy Ion Run 참여

#### - 이한슬

- 2018/10/08 - 2018/12/07, CERN (스위스), CMS, Heavy Ion Run 참여

#### - 최지영

- 2017/06/18 - 2017/07/16, KEK (일본), Belle2, Collaboration meeting and software QA/QC shift
- 2018/01/28 - 2018/02/12, KEK (일본), Belle2, Collaboration meeting and shift
- 2018/07/01 - 2018/07/22, KEK (일본), Belle2, Collaboration meeting and shift

### ○ 현황 요약

- 최근 3년간 총 12건, 5명의 장기 해외 파견이 진행되었다. 연간 4건 1.6 명 정도의 학생들이 해외 연구소에 장기로 파견을 가서 공동연구를 수행하였다.

- 2개국 3개의 연구기관(일본(JSNS2, Belle2), 스위스(CERN))에서 공동 연구가 진행되었다.

#### ○ 학생들 공동 연구 구체적 수행 내용

- JSNS2 실험은 표준모형을 넘어서 4번째 중성미자의 존재 여부를 조사하는 실험이다. 기존의 MiniBooNE과 LSND 실험에서 3개의 중성미자만으로 설명할 수 없는 연구 결과들이 있어 4번째 중성미자의 존재 가능성을 제시한 적이 있다. JSNS2 실험은 그 비활성 중성미자의 존재를 밝히는 실험으로, 이 실험에서 꼭필준 학생은 주로 JSNS2 실험 장치를 감독하는 일을 맡아 수행했다. 저속제어 시스템 (온도나 기압, 습도 등 지속적으로 관리해야 하는 실험 환경 변수를 제어하는 시스템을 말한다.)을 개발하고 각종 센서를 실험 감독자(Shifter)들이 직관적으로 알아볼 수 있는 GUI를 LabView라는 프로그램을 통해 개발했다.

- 최지영 학생은 일본 KEK 연구소에서 수행 중인 Belle2 실험을 통해 B 중간자가 4개 혹은 6개의 경입자로만 붕괴하는 매우 희귀한 붕괴 현상을 관찰해왔다. 실험을 예측하고 검증하기 위해 사용한 Monte-Carlo 방법을 통해 최지영 학생은 이 연구에서 주도적인 역할을 수행함으로써 실험의 정확도를 높이는 데 높은 기여를 하였다.

- 스위스 제네바에 위치한 유럽 핵입자 물리 연구소 CERN에서 가동 중인 LHC에서 중이온 충돌 물리 실험이 수행 중일 때 중이온 물리 그룹이 CERN에 모여 실험 수행을 직접 관리하게 되는데 박경환, 이한솔 학생이 참여하여 세계적인 실험을 어떻게 수행하는지 가까이서 지켜보고 함께 참여할 기회를 가졌다. 특히 실험 데이터 수득을 결정하는 트리거, 주요 연구 분야인 뮤온 재구성 알고리즘 개발 등에 참여하여 데이터를 습득하는데 기여하였다. 이 때 얻은 데이터를 분석하여 윽실론 입자들이 타원 흐름 (Elliptic flow)를 갖는 가능성에 대해 연구하였다. 이를 통해 윽실론 생성 과정과 쿼크-글루온-플라즈마 상태에서의 상호작용을 이해하는데 중요한 정보를 제공할 것으로 기대된다. 박경환 학생의 경우 그 이듬해 검출기 상태를 총괄하는 DCS 감독 (shift)를 참여하기 위해 한 달간 CERN을 방문했으며 담당 전문가의 도움을 받아 수련을 받고 돌아왔으며 2020년에는 전문 감독자로 일할 준비를 하고 있다.

#### ○ 향후 계획

- 국제적 수준에 근접한 전문 인력을 기르기 위해 연간 6건, 2명 이상 해외 연구소 장기 파견 활동을 확대하고자 한다. 단계적으로 연간 8건, 6명 정도로 파견할 수 있도록 확대할 수 있도록 노력한다.

- 장기 파견 확대를 위한 후보 기관으로는 참여 교수님들의 공동 연구가 가능한 중국의 Tsinghua Univ.와 독일의 Bonn Univ., 프랑스의 CNRS, 미국의 버클리 연구소 (LBNL) 등이 있어 적극 활용할 예정이다.

- 국제적 감각을 키우고 원활한 의사소통을 위해 영어 프리젠테이션 교육 및 영어로 논문을 논리적으로 서술할 수 있는 공부를 지원하도록 한다.

- 해외 공동 대형과제 참여하는 외국인 전문 연구원을 적극적으로 고용하여 학생들의 적응을 돕고 효율적으로 성장하도록 도울 예정이다.

## 1.2 연구업적물

### 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
대표연구업적물의 우수성							
1	노한진	10062305	이공분야	에너지띠/전자구조	저널논문	Han-Jin Noh, Jinwon Jeong, En-Jin Cho, Joonbum Park, Jun Sung Kim, Ilyou Kim, Byeong-Gyu Park, Hyeong-Do Kim	URL입력
						Controlling the evolution of two-dimensional electron gas states at a metal/Bi2Se3 interface	
						Controlling the evolution of two-dimensional electron gas states at a metal/Bi2Se3 interface	
						Physical Review B	
						91권 2호 121110(R)	
						2015	
<p>위상부도체의 존재가 실험적으로 확인되고 난 후 위상부도체의 표면상태가 일반 부도체의 표면상태와 어떻게 다른 지 탐구하는 것이 관심 이슈로 떠오를 때, 많은 연구들이 위상부도체 표면에 금속 원자들을 소량 입혀 표면상태가 어떻게 변화해 가는지를 연구하였다. 본 연구 결과가 나오기 전까지는 대부분 소위 2DEG 상태가 새롭게 형성되는 것을 보고하였는데, 본 연구진은 망간 원자를 사용하면 위상부도체 표면에 형성된 2DEG 상태를 다시 없앨 수도 있음을 처음으로 실험적으로 시연하였다.</p> <p>인용횟수 10 (Google scholar)</p>						doi.org/10.1103/PhysRevB.91.121110	

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	노한 진	100623 05	이공계열	에너지 띠/전자 구조	저널논 문	Experimental Realization of Type-II Dirac Fermions in a PdTe2 superconductor	
						Experimental Realization of Type-II Dirac Fermions in a PdTe2 superconductor	
						Physical Review Letters	
						119권 1호 016401	URL입력
						2017	
						doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.016401	
<p>새로운 형태의 위상물질인 디랙/바일 준금속이 이론적으로 예견되고 실험적으로 확인이 되면서 위상적 비범성을 갖는 물질들도 몇 가지 기준으로 유형을 분류할 수 있음을 이해하게 되었다 또한, 디랙/바일 준금속은 기존에 알려진 유형과 다르게 겉보기에 로렌츠 불변성을 깨는 모습의 제2유형도 존재 가능성이 예견되었다. 본 연구는 이러한 제2유형 디랙 준금속이 PdTe2에서 구현되어 있음을 각분해 광전자 분광 실험을 통해서 최초로 확인하였다. 더욱이 이 물질은 1.7 K 이하에서 초전도가 됨이 알려져 있어 제2유형 위상 초전도체가 실제로 구현될 가능성도 열어두고 있어 이 분야 연구에 매우 중요한 의미를 가진다.</p> <p>인용지수 120 (Google scholar)</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						
3	노한진	10062305	이공계열	에너지 띠/전자 구조	저널논문	Electronic structure change of NiS(2-x)Se(x) in the metal-insulator transition probed by X-ray absorption spectroscopy	URL입력					
						Journal of the Korean Physical Society						
						72권 1호 111						
						2018	doi.org/10.3938/jkps.72.111					
						<p>NiS<sub>2</sub>는 소위 모트 부도체로 이해되어 왔으며, 여기에 Se을 치환하여 얻은 시스템은 Se 4p의 넓은 공간적 분포로 인하여 밴드 폭이 넓어지면서 도체로 변해가는 것으로 이해되고 있으나, 광전자 분광법으로 측정하면 밴드갭이 보이지 않고 도체에서만 보이는 선명한 페르미 에지가 관측되고, 모트 모델에서 금속-비금속 전이에 동반된다고 예상할 만큼의 밴드 폭의 변화나 전하이동 에너지의 변화가 관측되지 않아 이론적 이해에 어려움이 있어 왔다. 본 연구는 이러한 이슈에 대하여 X-선 흡수 분광 실험을 진행하여 모트-허바드 모델에 기반한 중요 매개변수의 값들을 추출하여 그 타당성을 검토하였다. 검토 결과 양 끝단의 시스템은 모트-허바드 모델로 이해가 가능하나 그 중간 영역은 금속-비금속을 설명할 만큼의 매개변수 변화가 없음을 실험적으로 확인하였으며, 이를 설명하기 위한 고유의 모델을 제시하였다.</p> <p>인용지 2 (Google scholar)</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	
4	류상 완	101148 93	이공계열	반도체 물리	저널논 문		
						Enhanced solar hydrogen generation of high density, high aspect ratio, coaxial InGaN/GaN multi-quantum well nanowires	
						Nano Energy	
						12(1), 215	
							URL입력
						2015	
doi.org/10.1016/j.nanoen.2014.12.033							
<p>가시광 장파장 발광을 위해 스트레인 완화가 억제된 InGaN 양자우물 성장은 GaN 연구자들에게 오랜 기간 중요한 연구 주제였다. 통상적인 박막 형태에서는 InGaN의 두께와 조성에 한계가 존재하는데, 나노막대의 측면에 양자우물을 성장하면 적은 InGaN 부피로 인해 스트레인 완화를 억제할 수 있고, 이 구조를 태양광 에너지 하베스팅에 이용할 수 있음을 보여준 최초의 논문이다. 본 연구에서 a-축 InGaN 양자우물 코어-셸 구조의 나노막대를 MOCVD 고체-액체-기체상 성장법을 통해 개발하였고, 코어-셸 양자우물의 구조적, 광학적 특성에 대해 분석하였다. 우수한 광학적 특성을 갖는 양자우물이 준극성 (-220-1) 면에 성장하였고, 극성 c-면에는 성장이 일어나지 않았다. 나노막대의 전체 길이 영역에 걸쳐 균일한 광발광 특성을 확인하였으며, 이는 코어-셸 양자우물의 광흡수 응용에서의 높은 가능성을 보여준다. 이 구조를 태양광 수소생산의 광전극으로 이용하여 기존 구조보다 4배 이상 향상된 0.21%의 높은 변환효율을 얻었다.</p> <p>IF 15.548/ 인용지수 78회 (Google Scholar)</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	
5	류상완	10114893	이공계열	반도체 물리	저널논문	Aadil Waseem, Muhammad Ali Johar, Mostafa Afifi Hassan, Indrajit V. Bagal, Jun-Seok Ha, June Key Lee, Sang-Wan Ryu	URL입력
						Effect of crystal orientation of GaN/V2O5 core-shell nanowires on piezoelectric nanogenerators	
						Nano Energy	
						60(1), 413	
						2019	
						doi.org/10.1016/j.nanoen.2019.03.075	
<p>반도체 나노막대의 압전특성은 에너지 하베스팅 분야에서 크게 주목하는 주제이다. 현재까지 나노막대의 소재, 구조, 결정방향에 따른 압전특성의 체계적인 분석과 이를 활용한 실용적인 압전 에너지 변환 구조에 대한 연구는 이루어지지 못하고 있다. 본 연구는 GaN 나노막대의 결정방향을 조절할 수 있는 MOCVD 성장법의 개발과 성장된 나노막대의 구조적, 압전 특성에 대한 연구를 포함하고 있다. 반응기 압력과 NH3 유량을 조절하여 GaN 박막 위에 c-축과 m-축 GaN 나노막대를 성장하였음을 투과전자현미경과 전자빔 회절사진을 통해 확인하였다. 각 나노막대의 압전 특성을 조사한 후 압전출력을 최대화하기 위한 소자 구조를 검토하였다. 반도체 압전소자는 내부 스크리닝이 압전 출력감소의 주된 원인이 되므로 이를 제어하기 위한 반도체-산화물 코어-셸 구조를 제안하고, 이를 유연기판 위에 전사하여 효율적인 압전 나노발전기를 제작하였다. Wurtzite 구조의 압전행렬 특성에 의해 c-축 나노막대가 더 우수한 성능을 보였으며, V2O5 산화막 증착 후 압전 최대출력이 27 V까지 증가하였다. 이는 코어층만을 포함한 나노막대에 비해 3배 이상 향상된 값으로 제안된 구조의 우수성을 잘 보여주는 결과이다.</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	
6	류상 완	101148 93	이공계열	반도체 물리	저널논 문	Santosh S. Patil, Muhammad Ali Johar, Mostafa Afifi Hassan, Deepak R. Patil, Sang- Wan Ryu	
						Anchoring MWCNTs to 3D honeycomb ZnO/GaN heterostructures to enhancing photoelectrochemical water oxidation	
						Applied Catalysis B: Environmental	
						237(1), 791	
							URL입력
						2018	
doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.06.047							
<p>태양광 에너지 저장에는 주로 반도체 광전극을 이용한 물분해 수소생산이 연구되고 있다. 이를 위해 반도체 내에서의 광흡수, 전자-정공 분리, 전하 전송, 물분자의 산화-환원 반응이 순차적으로 일어나야 하며, 각각의 과정을 효율적으로 유지하기 위한 반도체 소재 및 구조에 대한 연구가 큰 관심을 받고 있다. 본 연구는 GaN/ZnO 이종접합 반도체를 기본으로 다층 탄소나노튜브를 조촉매로 결합시킨 광전극의 제작과 광전기화학 특성의 향상을 보고한다. GaN/ZnO의 II-형 밴드갭에 의한 계면흡수로 가시광 대역의 흡수가 증가 하였으며, 효율적인 전자-정공의 분리가 가능하였다. 탄소나노튜브 조촉매는 ZnO가 벌집형 다공성 형상으로 성장되도록 하였으며, 이는 표면적의 증가로 높은 수소생산 효율을 갖도록 하였다. 또한 광전극 표면에서의 정공 전송저항을 감소시켜 효율적인 산화 반응이 일어나도록 하였다. 광자-전류 변환효율 분석에서 제안된 구조는 500 nm의 가시광 파장까지 높은 광활성을 보여 주었다. 결과적으로 탄소나노튜브가 코팅된 GaN/ZnO 벌집형 다공성 광전극은 광전기화학 과정에서 0.95%의 높은 에너지 변환효율을 보여 주었다.</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	문걸	101832 03	이공계열	구조및 동역학	저널논 문	Moon, Geol ; Heo, Myoung-Sun ; Kim, Yonghee ; Noh, Heung-Ryoul ; Jhe, Wonho	
						Nonlinear, Nonequilibrium and Collective Dynamics in a Temporally Modulated Cold Atom System	
						Physics Reports	
						698, 1-30	URL입력
						2017	
						doi.org/10.1016/j.physrep.2017.07.002	
<p>이 리뷰 논문은 레이저 세기가 주기적으로 변조된 광자기 포획된 중성원자를 이용한 비평형 비선형 동역학계를 다룬다. 단일 입자계의 경우 단일 진동자에는 상호작용을 줄 수 있는 요인이 없지만, 다체계로 구성된 진동자인 극저온 원자 시스템의 경우 각 끌개 사이에 광을 매개로 하는 상호작용이 존재하게 되어, 열적섭동과 상호작용이 서로 경쟁하는 물리적 상황을 겪게 되며, 상호작용의 크기는 총 원자의 개수에 의존하게 된다. 흥미롭게도 페러메트릭 공진계의 경우 이러한 물리적 상황은 평형통계에서 논의되는 스핀 아이징 시스템과 매우 유사하며, 실험에서 측정된 임계지수들은 이상적인 아이징 모델에서 예측되는 값들과 동일한 값을 제시하여, 이상적인 아이징 모델로 분류가 될 수 있다. 더핑진동자의 경우 그 자체가 평형계에서의 기체-액체 상전이 현상과 매우 유사한 비평형 일차상전이 현상을 보여주는데, 상호작용이 있는 극저온 시스템의 경우 상호작용의 세기에 의해 상전이가 일어나는 상 경계선의 이동을 야기한다. IF: 28.295 / 피인용수: 4 (출처 : Web of Science, 2019기준)</p>							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	이공계열 /인문사회 계열 (간호/ 보건 / 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
8	문걸	10183203	이공계열	구조및 동역학	저널논문	Moon, Geol ; Kwon, Jin; Lee, Hyunjik; Shin, Yong-il	
						cThermal friction on quantum vortices in a Bose-Einstein Condensate	
						Physical Review A	
						92,5	
							URL입력
						2015	
doi.org/10.1103/PhysRevA.92.051601							
<p>조화포텐셜에 포획된 매우 납작한 보즈-아인슈타인 응집계에 생성된 같은 방향으로 회전하는 양자소용돌이 쌍의 흩어짐 동역학에 대한 연구를 수행하였다. 초기 양자 소용돌이는 응집계 중심에 이중으로 겹쳐진 형태로 생성되다가 매우 짧은 시간동안 두 개의 독립적인 양자소용돌이로 분리가 된다. 흥미롭게도 분리된 양자 소용돌이 간의 거리가 시간이 지남에 따라 증가하게 되고, 그 증가율은 온도와 함께 증가하게 된다. 이러한 양자소용돌이 동역학 현상은 평행 마찰을 고려한 흩어지는 양자 소용돌이 모델로 잘 설명이 되며, 마찰계수가 온도증가에 따라 증가하는 것을 정성적으로 측정하였다. 본 연구는 양자 소용돌이의 비평형 상태에 대한 연구를 자세히 논의한 몇 안 되는 실험논문으로 매우 좋은 평가를 받고 있어 매우 가치가 있다 할 수 있다.</p> <p>IF: 2.907 / 피인용수: 22 (출처 : Web of Science, 2019기준)</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	
9	문걸	10183203	이공계열	구조및 동역학	저널논문	Kim, Ji-Hyoun; Moon,Geol; Jhe, Wonho	
						Dynamic vibration phase reversal transition in discrete time-translational symmetry broken cold atoms	
						JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA BJournal of the Optical Society of America	
						36, 2	URL입력
						2019	
						doi.org/10.1364/JOSAB.36.000256	
						<p>루비덤 원자를 광자포획하여 주기적인 레이저 세기의 변조를 통해 포획된 원자의 전체 개수를 증가시켜 이상적인 아이징 시스템을 구현하였다. 외부에 추가적인 레이저를 펄스 형식으로 원자구름에 가하여, 두 개의 끌개들에 포획된 원자들 간의 상호작용 효과들의 균형을 순간적으로 깨뜨리고 그로부터 관측되는 정상상태로의 시간에 따른 변화를 관측함으로써 이상적인 아이징 시스템의 비평형상태를 관측하였다. 흥미롭게도 임계점 근처에서 정상상태로 도달하는 시간이 발산하는 동역학적 현상을 관측 하였고 이는 평형계에서의 임계점 근처에서의 거동과 유사한 현상을 보여주는 것을 통해 비평형계와 평형계 사이의 유사성을 확인하였다.</p> <p>IF: 2.284 / 피인용수: 1 (출처 : Web of Science, 2019기준)</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	이중욱	10152819	이공분야	레이저 분광학	저널논문	IN-SUNG LEE, IK-BU SOHN, CHUL KANG, CHUL-SIK KEE, JIN-KYUYANG, and JOONG	URL입력
						High refractive index metamaterials using corrugated metallic slots	
						Optics Express	
						25(6), 6365	
						2017	
						doi.org/10.1364/OE.25.006365	
<p>테라헤르츠파 메타물질 구조는 다양한 광학적 특성의 구현을 가능하게 하는데, 특히 본 연구에서 제시된 메타물질 구조는 단일 구조임에도 불구하고 고굴절 특성 및 3차원 파장 이하 다점 집적 구조를 동시에 구현 가능하게 하였다. 이와 같은 구조는 향후 다기능성 메타물질 구조 및 그에 기반한 소자를 구현하는데 있어 유용하며, 특히 소자의 크기를 줄이거나 고감도 센싱 플랫폼을 구현하는데 활용될 수 있을 것이다.</p> <p>IF: 3.561, 인용지수: 4 회 (Google scholar)</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	이중욱	10152819	이공분야	레이저 분광학	저널논문	In-Sung Lee, Ik-Bu Sohn, Chul Kang, Chul-Sik Kee, Jin-Kyu Yang, and Joong Wook Lee	URL입력
						Optical isotropy at terahertz frequencies using anisotropic metamaterials	
						Applied Physics Letters	
						109, 031103	
						2016	
						dx.doi.org/10.1063/1.4959032	
<p>본 연구에서는 비등방성 메타물질을 이용하여 광학적 등방성을 구현하였다. 메타물질을 활용하여 새로운 개념의 광학 소자를 구현하는 구조를 제시한 것이다. 이를 활용하면 메타소재의 차원 구조를 한 단계 낮추어 다기능성을 구현하거나, 소자 활용의 자유도를 향상시킬 수 있다. 즉, 편광비의존적 투과 필터와 같이 2차원 메타 구조를 필요로 하는 경우, 이를 1차원으로 낮추어도 구현 가능하게 되어, 남게 되는 한 차원에 다른 기능을 부여하여 소자의 활용성을 높일 수 있어 향후 활용가능성이 높은 기술이라 할 수 있다.</p> <p>IF: 3.521, 인용지수: 4 회 (Google scholar)</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	
12	이중욱	10152819	이공분야	레이저 분광학	저널논문	MYONG-SEONG SONG, CHUL KANG, CHUL-SIK KEE, IN-WOOK HWANG, and JOONG	URL입력
						Trilayer hybrid structures for highly efficient THz modulation	
						Optics Express	
						26(19), 25315	
						2018	
						doi.org/10.1364/OE.26.025315	
<p>본 연구에서는 유기/무기/유기 하이브리드 구조를 이용하여 테라헤르츠파를 변조할 수 있는 새로운 개념의 소자 구조를 제시하였다. 다층 유기 구조를 이용하면 테라헤르츠파 변조 효율을 향상시킬 수 있는 보다 효율적인 전자/정공 분리가 가능해진다. 이는 낮은 컨트롤 파워를 가지고도 거의 완전한 변조 효율을 구현할 수 있다는 의미이다. 고효율의 변조 소자를 구현할 수 있는 새로운 개념의 소자 구조를 제시했다는 의미에서 가치가 있고, 실제 응용에도 크게 활용될 수 있을 것이다.</p> <p>IF: 3.561, 인용지수: 1 회 (Google scholar)</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	문동호	11384978	이공분야	핵구조 /핵반응 /산란	저널논문	Dong Ho Moon	URL입력
						Measurement of nuclear modification factors of $\Upsilon(1S)$ , $\Upsilon(2S)$ , and $\Upsilon(3S)$ mesons in PbPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	
						Physics Letters B	
						790, 270	2019
						doi.org/10.1016/j.physletb.2019.01.006	
<p>무거운 쿼크 중 하나인 b 쿼크가 포함된 Upsilon 입자가 QGP에서 사라지는 현상을 통해 우주 초상태로 알려진 QGP의 특성을 조사하는 중요한 결과이다. Upsilon 입자들을 충돌 에너지 5.02 TeV에서 1S, 2S, 3S로 나눠 독립적으로 측정했다. 제1저자로서 기여 했다. (50번이상 인용됨)</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	문동호	11384978	이공분야	핵구조 /핵반응 /산란	저널논문	Dong Ho Moon		
						Suppression of Excited Y States Relative to the Ground State in Pb-Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV		
						Physical Review Letters		
							120, 142301	URL입력
							2018	
							doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.142301	
						<p>무거운 쿼크 중 하나인 b 쿼크가 포함된 Upsilon 입자가 QGP에서 사라지는 현상을 통해 우주 초상태로 알려진 QGP의 특성을 조사하는 중요한 결과이다. 충돌 에너지 5.02 TeV에서 Upsilon 2S, 3S를 1S의 비교하여 측정했다. 제1저자로서 기여 했다. (35번이상 인용됨)</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		
15	문동호	11384978	이공분야	핵구조 /핵반응 /산란	저널논문	Dong Ho Moon		
						Suppression of Upsilon (1S), Upsilon (2S) and Upsilon (3S) production in PbPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV		
						Physics Letters B		
							770, 357	URL입력
						2016		
						doi.org/10.1016/j.physletb.2017.04.031		
						<p>무거운 쿼크 중 하나인 b 쿼크가 포함된 Upsilon 입자가 QGP에서 사라지는 현상을 통해 우주 초상태로 알려진 QGP의 특성을 조사하는 중요한 결과이다. Upsilon 입자들을 충돌 에너지 2.76 TeV에서 1S, 2S, 3S로 나눠 독립적으로 측정했다. 제1저자로서 기여 했다. (80번이상 인용됨)</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	제송근	10963852	이공계열	자성체 물리	저널논문	Emergence of huge negative spin-transfer torque in atomically thin Co layer		
						Physical Review Letters		
						118(16), 167205		
								URL입력
						2017		
						doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.167205		
<p>자구를 하나의 데이터 비트로 생각하면 자구벽은 데이터 비트간 경계에 해당한다. 따라서 자구벽을 전기적으로 이동시킴으로써 자성 물질 내부에서 전기적 정보 이동을 구현하는 하는 것은 스핀트로닉스 분야의 주요 연구 분야 중 하나이다. 본 연구에서는 새로운 측정법을 도입함으로써 그동안 알려지지 않은 자구벽 이동 매커니즘을 밝혀내었다. 새로운 매커니즘은 단원자 층으로 갈수록 커지는 것으로 밝혀져 소자의 소형화 측면에서 상당한 메리트를 가진다.</p> <p>IF: 9.227, 인용횟수: 25 (Google scholar)  Physics Review Letters 저널의 Editor's Suggestion으로 게재</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	
17	제송근	10963852	이공계열	자성체 물리	저널논문	Creation of magnetic Skyrmion bubble lattices by ultrafast laser in ultrathin films	
						Nano Letters	
						18(11), 7362-7371	
							URL입력
						2018	
						doi.org/10.1021/acs.nanolett.8b03653	
<p>마그네틱 스커미온은 위상적으로 안정되는 나노스케일의 스핀구조체로 준입자와 같은 성질을 나타낸다. 최근 자성 초박막에서 스커미온을 구현하려는 시도가 이어지는 가운데 스커미온을 신뢰성있게 생성시키는 것은 소자 구현에서 중요한 목표이다. 본 연구에서는 레이저 펄스에 의한 국지적 열화 현상을 이용해 스커미온을 생성시키는 빠르면서 신뢰성 높은 방법을 제안하였고 최근의 열적 요동에 의한 스커미온 생성에 관한 연구를 출발시키는데 기여했다. 본 연구를 위해 펄스 레이저 펄스, CCD를 이용한 자성 이미징 기술 및 다양한 광학적 테크닉이 도입되었고, 따라서 다양한 측정 테크닉을 가진 인력을 양성하는데 기여할 수 있을 것이다.</p> <p>IF: 12.279, 인용횟수: 22 (Google scholar)</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	제송근	10963852	이공계열	자성체 물리	저널논문	Spin-orbit torque-induced switching in ferrimagnetic alloys: Experiments and modeling	URL입력	
						Applied Physics Letters		
						112(6), 062401		
						2018		
						doi.org/10.1063/1.5017738		
						<p>현 시대가 당면한 에너지 위기, 폭증하는 저장 용량의 문제에 따라 차세대 메모리 소자에 대한 연구가 활발하다. 자성체를 이용한 메모리인 MRAM도 그 중 하나인데, 기존 강자성체 기반 소자는 저장 정보의 정성과 정보 쓰기 효율 사이의 상충적 관계가 한계로 인식 되어 왔다. 본 연구에서는 준강자정체를 이용한 자성 소자의 전기적 정보 쓰기 효율을 연구했고 기존 물질의 한계를 획기적으로 해결할 수 있는 방법을 제시 했다. 본 연구는 주로 전기적인 실험 테크닉을 사용하고 계측장비의 자동화된 컨트롤을 통해 수행 되었는데, 이러한 테크닉을 입자-광자 초정밀 측정에 도입함으로써 효율적인 테스트 베드 구축을 통한 연구 개발 단축화를 이룰 수 있을 것이다.</p> <p>IF: 3.521, 인용횟수: 26 (Google scholar)</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	
19	주경 광	100933 13	이공계열	입자물 리실험	저널논 문	주경광	
						Pulse shape discrimination capability of metal-loaded organic liquid scintillators for a short-baseline reactor neutrino experiment	
						Physica Scripta	
						90(5), 055302	
							URL입력
						2015  doi.org/10.1088/0031-8949/90/5/055302	
<p>중성미자 실험에서는 신호/배경사건의 비율이 중요한데, 본 연구실은 기존의 검출용액보다 배경사건 제거에 매우 뛰어난 신개념의 검출용액을 개발하였다. 국내생산 선형알킬벤젠 (LAB)과 Di-isopropylnaphthalene (DIN)을 9:1 적정비율로 혼합 후 액체-액체 추출법을 적용해 고발화점 고농도 가돌리늄 용해 액체섬광용액은 세계 최초이며 국내외적으로 관심과 문의를 많이 받았다. 원전이라는 특수 환경에 사용 가능성을 인정받아 3개국 3실험 (한국, 러시아, 일본)에서 제조 요청을 받았고, 100% 국내주도 본인 실험실에서 제조해 주어 좋은 결과를 얻고 중성미자 community에서 주목을 받아 많은 감사를 받았고 세계적으로 분야 top-class라는 것을 보여준 기초 및 기반 논문이다. 교신저자, R&amp;D 논문, IF 1.296, 인용횟수 9회</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
20	주경 광	100933 13	이공계열	입자물 리실험	저널논 문	주경광		
						Development and Mass Production of a Mixture of LAB- and DIN-based Gadolinium-loaded Liquid Scintillator for the NEOS Short-baseline Neutrino Experiment		
						Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry		
							310(1), 311-316	URL입력
						2016		
						doi.org/10.1007/s10967-016-4826-1		
						<p>국내 IBS 지하연구 사업단의 제조 요청에 의해 DIN (Ultima Gold type)을 사용한 액체섬광검출용액으로 NEOS 검출기에 채워진 최종 결과 논문이다. 이 연구 논문 결과에 의해 국내 단거리 영광 한빛 원전 중성미자 NEOS 실험 (5호기 지하 텐던 갤러리에서 진행 됨)이 좋은 데이터와 연구 결과를 획득하는데 일조를 했으며, 외국의 타 실험 (일본, 러시아)에서도 NEOS type 액체섬광검출용액 사용을 결정하게 된 중요한 역할을 담당하였다.</p> <p>교신저자, R&amp;D논문, IF 1.181, 인용횟수 13회</p> <p>- 국내 영광 한빛 원자력 발전소 NEOS 실험: 5호기 텐던 갤러리 1.2톤 제조. NEOS 공동 PRL 결과 창출 및 중성미자 community에 주목 받음</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	
21	주경 광	100933 13	이공계열	입자물 리실험	저널논 문	주경광	
						Constructing experimental devices for half-ton synthesis of gadolinium-loaded liquid scintillator and its performance	
						Review of Scientific Instruments	
						89(4), 043302	URL입력
						2018	
						doi.org/10.1063/1.5021971	
						<p>고발화점 고농도 가돌리늄이 용해된 액체섬광검출용액을 제조할 수 있는 경험, 지식, 기술을 가진 연구실은 세계적으로 단 몇 군데 (독일 하이델부르크, 미국 BNL그룹 등) 밖에 없다. 본인의 연구실은 중성미자 진동 변환 국내 RENO실험에서 40톤을 제작해 준 이래 지난 10여간 이 분야에서 독보적인 기술과 경험을 인정받았고, 외국 그룹에서도 제조를 강력 요청 받았는데, 일본과 러시아에 제조해 준 후 작성한 논문이다.</p> <p>교신저자, R&amp;D 논문, IF 1.428, 인용횟수 3회</p> <p>- 러시아 Neutrino-4 실험: 1.5톤 제조 후 SM-3 원전이 있는 Dimitrovgrad 배송. 비활성중성미자 결과에 주목을 받음</p> <p>- 또한, 일본 토카이에 위치한 J-PARC JSNS2 실험: 2만 8천톤 제조해 주었고, 2020년 하반기 데이터 수집 예정 중이다.</p>	

### ③ 참여교수 저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적의 우수성

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

연번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
1	류상완	10114893	반도체물리	기술이전	류상완, 문종하, 하준석, 허재영	URL입력
					양면 실리콘렌즈 및 이의 제조 방법	
					(주)루코스	
					20,000,000원	
					2018	
<p>실리콘 마이크로 렌즈는 광소자의 패키징 구조를 단순화하여 광모듈을 소형화하는데 있어 중요한 역할을 담당하는 광학 부품이다. 현재 실리콘 렌즈는 반도체 공정을 이용하여 수백 마이크로 크기로 제작이 되는데, 이에 따라 반도체 공정의 한계에 기반한 실리콘 렌즈 가공의 유연성 제한 등의 문제점이 나타나고 있다. 특히 기판의 한 면에만 렌즈를 형성할 수 있어서 planar-convex 렌즈 형태만이 제작 가능한 점은 수차의 제거와 모듈의 소형화의 한계를 결정하는 요소이다. 본 기술이전은 동일명의 특허에 기반하고 있는데, 특허의 핵심 내용은 봉소의 확산과 전기적 특성에 기반한 선택적 식각을 통해 렌즈의 양면에 모두 곡면을 형성하는 것이며, 또한 곡면의 모양을 정밀하게 조절할 수 있는 기술적 수단을 제공한다. 결과적으로 렌즈의 수차를 줄이고 초점거리를 감소시켜 광원에서 방출되는 빛을 더 높은 효율로 광섬유에 집속하는 것이 가능하게 된다. ㈜루코스는 야시경용 광모듈 제작 업체로서 본 기술이전을 통해 원적외선 영역에서 더 효율적인 광학 시스템을 제작하고자 하였다. 결론적으로 본 기술이전은 반도체 공정과 광학 시스템에 대한 연구결과를 융합시켜 도출된 매우 우수한 결과로 판단된다.</p>						
2	류상완	10114893	반도체물리	특허	류상완, 강진호	URL입력
					Method for separating semiconductor devices using nanoporous structure	
					중국	
					CN104094421B	
					2016	
<p>LED 산업의 발전에 따라 고효율, 고휘도의 발광소재에 대한 요구가 증가하고 있다. 그러나 현 단계의 LED 박막은 부도체인 사파이어 위에 성장되어 낮은 열전도도와 전기전도도에 의한 성능 저하의 문제를 겪고 있다. 이에 대한 해결책으로 GaN 박막을 기판에서 떼어내어 전도성이 좋은 금속기판 위에 전사하는 수직형 LED에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재는 주로 고효율 UV 레이저를 이용한 레이저 박리 공정이 이용되고 있으나, 이 과정에서 GaN 박막에 손상이 이루어지며 수율이 낮은 문제점이 보고되었다. 본 특허는 GaN 박막의 박리를 위하여 전기화학식각을 통해 나노포러스 구조를 형성하고, 고온 성장 과정에서 나노포러스 구조가 변형되어 박막의 내부에 공동이 형성되는 현상을 이용하여 재현성이 높고 우수한 수율로 LED 박막을 분리하는 화학적 박리공정을 제시하고 있다. 나노포러스 구조의 변형 과정에서는 박막을 지탱할 산화규소 박막을 패터닝 하고, 금속기판 전사 후 선택적 식각을 통해 산화규소 막을 제거하면 자연적인 박막 분리가 일어난다. 본 특허는 우수한 재현성과 공정 가능성을 평가받아 ㈜서울바이오시스템즈에 기술이전 되었고, 국내뿐만 아니라 미국과 중국에도 국제출원을 하여 등록되었다.</p>						



연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분 야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
3	주경광	10093313	입자물리실 험	저서	주경광	
					잡동사니 역학상자 열기	
					전남대학교 출판부	URL입력
					9788968493966	
					2017	
<p>물리하면 “어렵다” 라고 생각하는 학생들이 대부분이고, 단순 공식 암식에 시간을 보내는 학생들을 많이 보아왔다. 따라서 이 책은 어렵고 딱딱하게만 느껴진 물리에 대한 이미지를 조금이나마 개선하고 재미와 흥미를 주고 무엇보다도 본인 스스로 문제를 풀 수 있는 절차와 방법들을 생각하게 하려는 의도를 가지고 만들어졌다. 일반물리 수준과 간단한 미적분 및 삼각함수를 포함한 기초적인 수학적 지식 정도만 가지고 있으면 이해할 수 있게 하였고, 너무 전문적인 이론, 지식, 수식, 내용들은 최대한 피하려고 노력하였다. 여러 예제를 통해 근본적인 개념 이해를 좀 더 쉽게 하고 개념이 구체적으로 어떤 예제에 적용되는 것인지를 알기 위함이다. 생각하는 방법, 문제 접근 방법, 문제 푸는 방법 등이 여러 가지 있으므로 가능한 경우에는 이런 점들도 할 수 있다면 모두 기술하려고 하였다. 물리학 이해와 공부에 조그마한 도움이 되기를 바라는 목적으로 이 책을 작성하였다.</p>						

## 1.2 연구업적물

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

④ 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

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

연번	대표연구업적물 설명
1	<p>논문: Enhanced solar hydrogen generation of high density, high aspect ratio, coaxial InGaN/GaN multi-quantum well nanowires                      저널: Nano Energy 12, 215 (2015)                      저자: Mohamed Ebaid, Jin-Ho Kang, Seung-Hyuk Lim, Jun-Seok Ha, June Key Lee, Yong-Hoon Cho, Sang-Wan Ryu</p> <p><u>내용 및 의의:</u>                      가시광 장파장 발광을 위해 스트레인 완화가 억제된 InGaN 양자우물 성장은 GaN 연구자들에게 오랜 기간 중요한 연구 주제였다. 통상적인 박막 형태에서는 InGaN의 두께와 조성 한계가 존재하는데, 나노막대의 측면에 양자우물을 성장하면 적은 InGaN 부피로 인해 스트레인 완화를 억제할 수 있고, 이 구조를 태양광 에너지 하베스팅에 이용할 수 있음을 보여준 최초의 논문이다.</p> <p>본 연구에서 a-축 InGaN 양자우물 코어-셸 구조의 나노막대를 MOCVD 고체-액체-기체상 (VLS) 성장법을 통해 개발하였고, 코어-셸 양자우물의 구조적, 광학적 특성에 대해 분석하였다. 우수한 광학적 특성을 갖는 양자우물이 준극성 (-220-1) 면에 성장하였고, 극성 c-면에는 성장이 일어나지 않았다. 나노막대의 전체 길이 영역에 걸쳐 균일한 광발광 특성을 확인하였으며, 이는 코어-셸 양자우물의 광흡수 응용에서의 높은 가능성을 보여준다.</p> <p>성장된 샘플은 InGaN 양자우물의 스트레인 완화를 억제하는 특성을 보여 주었으며, 결과적으로 높은 광흡수 효율을 유지하며 태양광 흡수파장을 500 nm 이상으로 확장할 수 있었다. PL을 통한 나노막대 앙상블에 대한 광학 분석 및 CL로 측정된 단일 나노막대 내에서의 발광 균일도 분석을 통해 성장된 구조가 공간적으로 균일하며 또한 우수한 효율의 발광 및 흡수 특성을 갖고 있음을 확인하였다. 이 구조를 태양광 수소생산의 광전극으로 이용하여 기존 구조보다 4배 이상 향상된 0.21%의 높은 변환효율을 얻었다.</p> <p>본 논문은 나노구조 물성과 에너지 응용 분야의 전문 저널인 Nano Energy에 출판되었다. Nano Energy는 인용지수가 15.548로 (2018년 JCR 기준) 뛰어난 학술적인 수준을 유지하고 있으며, 해당 논문은 63회 (Web of Science 기준) 인용되었다. 이 연구의 성과를 바탕으로 다양한 기관에서 VLS 성장법을 이용한 GaN 나노막대 성장을 추진할 수 있었고, 결과적으로 Si, BeO, glass, metal 등을 사용하여 GaN 나노막대 최적화와 발광소자 구현 연구를 발전시킬 수 있었다.</p> <p>그 결과 GaN 나노막대와 InGaN/GaN 코어-셸 양자우물에 대한 연구로 20여 편의 우수한 논문을 발표하였으며, 이 결과들은 3편의 1% 저널 (Applied Catalysis B: Environmental, Acta Materialia) 및 11편의 10% 저널 (ACS Applied Materials &amp; Interfaces, Applied Energy, Nanoscale 등)에 발표되었다. 특히 InGaN/GaN 코어-셸 나노막대를 비정질 유리 기판위에 성장하여 발광소자의 구현까지 발전시킨 논문은 최근 Applied Materials Today (인용지수 8.013)에 출판되었고, 연구의 혁신적인 방법론이 많은 연구자들의 관심을 받아 연구결과에 대한 소</p>

	<p>개가 Materials Today (인용지수 24.372)에 news article로 소개되기도 하였다. 또한 VLS 성장의 개념을 확장시켜 ZnO/ZnS 코어-셸 계층적 나노막대의 제작과 에너지 하베스팅 연구를 발표한 Journal of Materials Chemistry A (인용지수 10.733)에서는 우수한 결과를 인정받아 후면 표지논문으로 선정이 되었다.</p> <p>이러한 모든 연구 결과물이 기본적으로 본 논문에서 제안한 나노막대의 제작법과 가시광 흡수층의 삽입 및 스트레인 완화의 억제 특성에 기반한 것으로, 본 논문은 해당 분야를 선도해 가는 우수한 연구 수월성의 논문으로 판단된다.</p>
2	<p>논문: Experimental Realization of Type-II Dirac Fermions in a PdTe<sub>2</sub> superconductor  저널: Physical Review Letters 119(1), 016401 (2017)  저자: Han-Jin Noh, Jinwon Jeong, En-Jin Cho, Kyoo Kim, Byung-il Min, Byeong-Gyu Park</p> <p><u>내용 및 의의:</u></p> <p>새로운 형태의 위상물질인 디랙/바일 준금속이 이론적으로 예견되고 실험적으로 확인이 되면서 위상적 비범성을 갖는 물질들도 몇 가지 기준으로 유형을 분류할 수 있음을 이해하게 되었고, 디랙/바일 준금속은 기존에 알려진 유형과 다르게 겹보기에 로렌츠 불변성을 깨는 모습의 제2유형도 존재 가능성이 예견되었다.</p> <p>본 연구는 이러한 제2유형 디랙 준금속이 PdTe<sub>2</sub>에서 구현되어 있음을 각분해 광전자 분광 실험을 통해서 최초로 확인하였다. 더욱이 이 물질은 1.7 K 이하에서 초전도가 됨이 알려져 있어 제2유형 위상 초전도체가 실제로 구현될 가능성도 열어두고 있어 이 분야 연구에 매우 중요한 의미를 가진다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physical Review Letters 119권 1호 016401 (2017)</li> <li>- Editor's choice</li> <li>- Viewpoint in Physics 선정</li> <li>- PhysicsWorld.com 선정 기사</li> <li>- 인용횟수 120 (google scholar)</li> </ul>
3	<p>논문: Suppression of Excited Y States Relative to the Ground State in Pb-Pb Collisions at <math>\sqrt{s_{NN}} = 5.02</math> TeV  저널: Physical Review Letters 120, 142301 (2018)  저자: CMS Collaboration</p> <p><u>내용 및 의의:</u></p> <p>2010년에 행해진 2.76 TeV 충돌 에너지의 납-납 충돌에서 생성된 것으로 기대되는 쿼크-글루온-플라즈마 상태의 핵물질 안에서 쿼크니움 상태의 <math>b\bar{b}</math>, <math>c\bar{c}</math> 입자들이 pp 충돌에서 생성된 경우에 비해 크게는 <math>c\bar{c}</math> 80%에서 <math>b\bar{b}</math> 40%까지 줄어드는 현상을 관측해 왔다. 이는 쿼크-글루온-플라즈마 상태의 핵물질에서 온도가 높아지면 색깔 전하가 가려져서 참쿼크와 바닥 쿼크 쌍이 강한 상호작용을 느끼지 못하게 되기 때문이다. 같은 <math>c\bar{c}</math>, <math>b\bar{b}</math> 쌍일지라도 에너지 상태가 달라지면 바닥상태의 입자 <math>J/\psi</math>, <math>\Upsilon(1S)</math>들과 이들의 들뜬 상태인 <math>\psi(2S)</math>, <math>\Upsilon(2S)</math>, <math>\Upsilon(3S)</math> 입자들의 줄어드는 정도가 다를 것으로 예상되어져 왔는데 이런 현상을 단계적 녹음 (Sequential Melting)이라고 한다.</p>

이 논문은 이 단계적 녹음 현상을 보다 더 정밀하게 측정된 논문이다. 납납 충돌 에너지가 2배가 더 높고 데이터 습득량도 4배 늘어난 2018년도 데이터를 이용하여 분석하였다. 따라서 통계적으로 보다 더 선행 결과에 비해 정밀하게 들뜬 상태를 측정할 수 있게 되었으며 충돌 에너지가 2배가 높아졌으니 충돌시 생성된 핵물질의 온도도 함께 높아져 충돌 에너지가 높은 경우 현상들이 어떻게 변할 것인지에 대해서도 관심이 모아졌는데 이 논문을 통해 해소할 수 있게 되었다. 측정된 양은 들뜬 상태의 육실론 들 Upsilon(2S), Upsilon(3S)의 입자들이 납납 충돌에서 얼마 줄어들지를 바닥상태인 Upsilon(1S)의 입자의 개수에 대한 이중비 (Double Ratio) 를 측정된 결과이다.

현재까지 CMS 검출기만큼 Upsilon의 들뜬 상태들을 매우 정확하게 구분할 수 있는 검출기가 없기 때문에 이 효과를 측정하는데 독보적인 수행 능력을 자랑하고 있다. 이 연구 결과를 통해 아직까지 선명하게 밝혀지지 않은 Upsilon 입자들의 생성 과정과 들뜬 상태들 입자의 쿼크-글루온-플라즈마 상태에서의 상화작용 효과를 예측하는 이론 연구에 훌륭한 기초 자료로 활용될 예정이다. 이를 통해 우주 초기 상태로 알려진 쿼크-글루온-플라즈마에 대해 더 많은 정보를 얻는데 기여할 수 있기를 기대하고 있다.

연구 결과의 중요성을 인정받아 이 분야 최고의 권위를 자랑하는 논문인 Physical Review Letters에 등재되었다. 본 연구자는 이 연구에 박사과정 오건희 학생과 함께 전과정에 참여하여 기여하였고 그 공로를 인정 받아 2000 여명 저자들 중 제1저자급의 기여를 했다는 CMS 측으로부터 공식 문서를 받아 공식적으로 제1저자가 되었다.

## 1. 참여교수 연구역량

### 1.3 교육연구팀의 연구역량 향상 계획

### 1.3 교육연구팀의 연구역량 향상 계획

#### 1) 사업팀 연구 논문의 현황 및 향상 계획

- “교수 1인당 환산 논문 편수”에 기반한 연구 논문 현황
  - 최근 5년 참여 교수 7인의 총 연구 논문 환산 편수: 34.24
  - 교수 1인 당 연간 논문 환산 편수: 0.98

#### ○ 교수 1인당 환산논문편수 증가 목표

	(과거 5년 평균)	1 단계 (1-3차년도)	2 단계 (4,5차년도)	3 단계 (6,7차년도)
교수 1인당 환산논문편수	0.98	1.10	1.20	1.30

- 단계별로 환산논문편수를 10% 향상시킬 것임
- 총 연구 기간 동안 30%의 연구 논문 향상 계획 수립
- 논문당 평균 참여율을 0.2로 산정하였을 때, 최종 단계의 목표 수치는 교수 1인당 1.5 편의 논문을 추가로 발표하는 수준의 연구 논문 향상 목표임.

#### ○ 연구 논문 편수 향상을 위한 계획

- 논문게재장려금 지급 제도 운영
  - ▶ 우수한 학술 연구 논문을 국제 우수학술지에 게재하도록 권장하고, 연구 역량의 질적 향상에 기여하기 위해 논문게재장려금을 지급
  - ▶ 논문게재장려금은 주저자 여부, 발표 저널의 영향력 정도(IF, 인용횟수) 등에 따라 차등 지급하여 연구 역량 향상을 지속적으로 유도
- 연구 역량 향상을 위한 대학 차원의 지원 제도 운영
  - ▶ 연구중점/강의중점 교수 제도를 별도 운영하고, 사업팀 교수의 연구중점 교수 지원을 통한 연구 집중화 유도
  - ▶ 연구 논문의 질적 향상을 위하여 SCI급 논문 영문 교정 서비스 비용 전액 지원
- 대학원생 연구 역량 강화
  - ▶ 대학원생의 논문 작성 역량을 강화하기 위한 집중 교육 실시
  - ▶ 대학원생이 SCI급 주저자 논문을 발표할 경우 인센티브 지급
  - ▶ 지역 기반의 연구소, 대학 등과의 공동 연구 활성화 및 인적 교류를 통한 연구 저변 확대 및 연구 집중을 위한 동기 부여 지속 강화
- 국제저명학술지 편집위원 활동 강화
  - ▶ 국제저명학술지 편집위원에 적극 참여하여 인지도를 향상시키고 저널에 논문을 게재하는데 있어 편의성을 제공하도록 한다. 현재 참여 수준에서 50% 이상 활동을 강화하는 것을 목표로 한다.

#### 2) 사업팀 연구 논문의 질적 우수성 현황 및 향상 계획

- “환산논문 1편당 환산보정IF”에 기반한 연구 논문의 질적 우수성 기술

- 환산논문편수: 34.24, 환산보정IF 총합: 16.83 → 환산논문 1편당 환산보정IF: 0.4915
- 최상위 저널들의 IF가 과표집된다는 환산보정IF의 특성 상 선형적으로 분석할 수 없지만, 0.4915의 환산보정IF는 광학분야 최상위 ES 값을 가지는 Optics Express가 0.406, 응용물리 분야의 Appl. Phys. Lett.가 0.307, Phys. Rev. A가 0.4, Phys. Rev. D가 0.414, Phys. Rev. Lett.가 0.877인 점을 고려하면 상당히 높은 수준이다.
- 위 수치는 사업팀 출판 논문의 우수성 평균 수준이 물리학 세부 분야(광학, 응용물리, 등)의 최고 저널들을 상회한다는 것을 의미한다.

○ “환산논문 1 편당 IF” 에 기반한 연구 논문의 질적 우수성 기술

- 환산논문편수: 34.24, 환산보정IF 총합: 16.83
- 상위 20% 저널 IF 평균: Physics,Multidisciplinary(10.5), Optics(7.64) → 환산논문 1편당 IF:  $(16.83 \div 34.24) \times 10.5 = 5.16$ ,  $(16.83 \div 34.24) \times 7.64 = 3.76$
- Journal Citation Reports의 통계(2018년 기준)와 비교했을 때, 위의 환산논문 1편당 IF 값들은 학문별 순위로 하면 아래와 같다. 편의상, 물리 분야 중 위 2 개의 카테고리에 대하여 분석하였다. (순위/저널수=상위비율)
- Physics,Multidisciplinary: (9/81=11%) Optics: (17/95=18%),
- 학문별로 편차가 있기는 하지만, 평균적으로 10~20% 수준의 저널에 논문을 출판하고 있다. 이는 우수한 연구 성과를 꾸준히 발표하고 있다는 것을 의미한다.

○ “환산논문 1 편당 환산보정ES” 에 기반한 연구 논문의 질적 우수성 기술

- 환산논문편수: 34.24, 환산보정ES 총합: 53.28 → 환산논문 1편당 환산보정ES: 1.556
- Eigenfactor Score의 경우 상위 저널과 하위 저널간의 편차가 크게 나타나기 때문에 계산된 수치를 이용하여 선형적으로 분석하기 어렵다. 따라서 중요 저널들과 비교해 상대적으로 분석할 필요가 있다. 보정ES 값은 ES 상위 20% 저널의 평균으로 각각의 ES 값을 나눈 수치이므로, 보정ES의 값이 1 인 경우 ES 상위 10% 정도 수준이라고 대략 생각할 수 있다. 연구팀의 환산논문 1편당 환산보정ES 값이 1.556로 1을 크게 상회하므로, ES 값을 기준으로 했을 때 상위 10% 수준 이상의 저널에 절반 이상의 논문을 출판하고 있다고 해석할 수 있다. 이는 연구팀의 연구 논문이 평균적으로 상당히 우수하다는 것을 의미한다.

○ “환산논문 1 편당 환산보정IF” 증가 목표

	(과거 5년 평균)	1 단계 (1-3차년도)	2 단계 (4,5차년도)	3 단계 (6,7차년도)
환산논문 1편당 환산보정IF	0.4915	0.495	0.50	0.51

- 환산논문 1편당 환산보정IF 값은 수치값의 특성 상 단기간에 향상시키기 어려운 측면이 있지만, 연구 수행 기간 동안 위의 계획에 기반하여 단계적으로 증가시킬 것이다.

○ “환산논문 1 편당 환산보정ES” 증가 목표

	(과거 5년 평균)	1 단계 (1-3차년도)	2 단계 (4,5차년도)	3 단계 (6,7차년도)
환산논문 1편당 환산보정ES	1.556	1.556	1.6	1.65

- 환산논문 1 편당 환산보정IF 값과 마찬가지로, 수치값의 특성상 단계적으로 향상시키기 어려



운 측면이 있지만, 각각의 학문 분야 카테고리의 상위 저널들에 연구 성과를 지속적으로 발표하여 환산논문 1 편당 환산보정ES 값을 위의 목표대로 향상시켜 나갈 계획이다.

- 환산논문 1 편당 환산보정IF 값과 환산논문 1 편당 환산보정ES 값을 향상시키기 위해 아래와 같은 구체적인 실행 계획을 지속적으로 추진해 나갈 것이다.

○ 연구 논문의 질적 우수성 향상을 위한 계획

- 차등적 논문게재장려금 지급 제도 운영

- ▶ JCR 학문분야별 상위 1%, 10% 등의 우수 저널에 논문을 발표하는 경우, 차등적 우수논문 장려금 지급을 통한 우수 논문 발표 유도

- 우수 논문 발표 연구자 연구비 지원 제도 운영

- ▶ 학술 연구 성과가 우수한 연구자의 자긍심을 고취시키고, 연구 의욕을 고양하고, 대외 경쟁력을 높이기 위하여, 3대 국제학술지(Nature, Science, Cell) 및 영향력지수(IF)가 20 이상인 저널에 논문을 출판한 연구자에게 1억 원의 연구비를 지원하여 우수 논문을 지속적으로 발표할 수 있도록 유도한다.

- ▶ 학술논문 피인용지수 우수 연구자의 경우, 연구장려금을 지급하여 학문적 기여가 큰 우수 논문을 지속적으로 발표할 수 있도록 유도한다. (5년간 100회 이상 인용 실적의 경우 1000만원, 3년간 50회 이상의 인용 실적의 경우 500만원 등 수준에 따른 차등 지원 제도 운영)

- ▶ 우수 논문을 평가하는 기준으로, 저널의 영향력지수 뿐 아니라 인용 지수 등을 고려하여, 종합적으로 우수 논문을 평가하는 시스템을 구축한다.

- 논문 인지도 향상을 통한 우수 논문 확보 계획

- ▶ 사업팀 참여 교수들이 작성한 논문에 대해 최소 연 1 회 국제 학술대회 발표를 권장하여, 발표 논문의 학문 분야 영향력지수 및 인용 지수 향상에 기여하게 한다.

- ▶ 사업팀 참여 교수들이 작성한 논문을 아카이브에 올려 국제적 인지도를 높인다.

3) 사업팀 연구 역량 향상을 위한 학술/연구 활동 종합 계획

※ 연구 논문의 양적/질적 향상 뿐 아니라 잠재적 연구 역량 및 인프라 구축을 위한 종합 계획을 인력 양성/공동 연구/연구비 확보/연구 인프라 구축 측면에서 기술한다.

○ 우수 인력 양성을 통한 연구 역량 향상 계획

- 대학원생 확충 및 역량 강화

- ▶ 사업 3차년도 이후부터, 석사 과정생 20 명 내외, 박사 과정생 10 명 내외 규모로 현재 20 여 명인 대학원생 숫자 대비 1.5 배 확충한다.

- ▶ 학사 3학년 때부터 학·석 연계과정 또는 학사 학위논문 작성을 위한 연구에 참여하게 하여 실험 경험을 미리 가지게 함으로서, 석사 과정에 진학 시 빠른 연구 환경 적응이 용이하게 한다.

- ▶ 석·박사 학위 과정생을 지속적으로 확보하기 위하여, 연 2 회 대학원 설명회를 개최하여 대학원에 대한 이해를 증진시킨다.

- ▶ 대학원생 개개인의 연구 역량 강화를 위하여 논문 작성 교육, 특허 등 지적재산권 확보 및 활용 교육, 연구 윤리 교육 등에 적극 참여하게 한다.

- ▶ 해외 대학원생 확보의 경우, 연 1 회 방문 유치 활동을 진행하고, 현재 연간 2 명에서 과제 수행 기간 평균 3 명으로 확대 유치한다.

- 신진 우수 교원 및 연구 인력 확보

- ▶ 본 연구팀은 7 년 간의 연구 기간 동안 참여 연구 인력을 고정적으로 운영하는 것이 아니라, 신규 인력의 참여를 유도한다.
- ▶ 매년 1 인 내외 Post-doc 또는 연구 교수를 채용하여 우수 신진 연구 인력을 확보한다.
- ▶ 사업 기간 동안 본 과제와 관련된 2 명의 신입 교원을 충원하여, 연구팀에 참여하도록 유도한다.

○ 공동 연구 기반 확보를 통한 연구 역량 향상 계획

- 지역 산·학·연 공동 연구 기반 확충

- ▶ 광주, 전남 지역의 대학, 연구소, 기업과의 공동 연구 확대 및 연구 시설 및 인력 공유를 통한 공동 연구를 확대한다.
- ▶ 지역 기업과의 연계를 통하여 연구 내용의 실제성을 높이고, 연구 시설 및 인력 공유의 방법으로 지역 연구소와의 공동 연구를 확대한다.
- ▶ 현재, 고효율 광소자 개발(기업: 오이솔루션, 연구팀: 류상완,이중욱), 초소형 광학계 개발(기업: 옵티시스, 연구팀: 류상완), 한빛 원전 주변 및 광주전남지역 시료 채취 및 환경방사능 측정(기업: 알엠텍, 연구팀: 주경광), 송전선 비파괴 고분해능 이미징 기술(기업: 한국전력, 연구팀: 이중욱)와 같이, 지역 기반 기업들과의 공동 연구가 진행되고 있으며, 연구 기간 동안 기업과의 연구 협력을 1.5 배로 확대할 것이다.
- ▶ 현재, 중적외선 파장 생체 물질 연구(연구소: 한국광기술원, 연구팀: 이중욱), 테라헤르츠파 분광 및 유기물 복합 구조 연구(연구소: 고등광기술연구소, 연구팀: 이중욱), PMT 개발 연구 및 협력 진행(연구소: 한국광기술원, 연구팀: 주경광)와 같이, 지역 연구소들과의 활발한 협력 연구가 진행되고 있으며, 연구 기간 동안 지역 연구소들과의 연구 협력을 1.5배 확대할 것이다.
- ▶ 지역 연구소 및 기업의 전문가들을 콜로키움에 연 4 회 이상 초대하여 최근 연구 및 산업 흐름을 파악하고, 연구 협력 방안을 모색한다.
- ▶ 대학원 졸업생의 50% 이상을 지역 기업 및 연구소에 취업하도록 하여, 지속적인 연구 협력이 가능하도록 한다.

- 국제 공동 연구 기반 확충

- ▶ 대학원생의 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류를 확대한다. 특히 1 달 이상의 장기 파견 연구를 적극 지원한다. (장기 파견 현황: 2 개 국, 3 개 기관, 연간 평균 4건, 계획: 과제 수행 기간 동안 3 개국 이상, 4 개 기관 이상, 연간 6 건까지 확대)
- ▶ 해외 연구자 초청을 통하여 연구 협력 기반을 확충한다. (현황: 연간 평균 2 건, 계획: 연간 평균 4 건으로 확대)
- ▶ 현재, 유럽(기관:CERN, 연구팀:문동호), 일본(기관:J-PARC, KEK, 연구팀:주경광,문동호)과의 국제 공동 연구가 수행되고 있으며, 지속 확대한다.

- 타 학과 및 학문간 협력 연구 기반 확충

- ▶ 타 학과 및 타 학문 분야와의 융합연구는 연구 성과의 우수성 제고에 큰 역할을 할 것이다.
- ▶ 연구 시설 공동 활용(전남대학교 공동실험실습관 등) 및 공동세미나 개최 등을 통하여 연구 협력 주제를 발굴하고, 인적 네트워크를 확대한다.
- ▶ 현재, 신소재공학부, 화학공학부 등과 함께 중점연구소를 운영하고 있으며(연구팀: 류상완),

전기공학부, 화학공학부, 신소재공학부 등과 함께 기업연계형 인력양성 프로그램을 운영(연구팀: 류상완,이중욱)하고 있어, 타 학과와의 협력 연구의 모델을 세워가고 있으며, 연구 수행 기간 동안 지속적으로 추진하여 학문간 연구 연계성을 높일 것이다.

○ 연구비 지속 확보를 통한 연구 역량 향상 계획

- 공동 연구 기반 확대를 통하여, RLRC(지역혁신선도연구센터, Regional Leading Research Center) 사업 및 BRL(기초연구실지원사업) 수주를 위해 지속적으로 노력한다. 연구팀 참여 교수 중 일부와 광주, 전남 지역 연구자들이 협력하여 연구비 수주에 노력한다.
- 지역 기업과의 연구 협력 확대를 통하여 중소기업인력양성사업 등 관련 과제 수주 활동을 수행한다. 타 학과 및 학문간 협력 연구, 특히 공학 분야와의 협력을 통하여 대형 과제 수주에 노력한다.
- 대형 과제수주를 위한 기반을 구축하기 위하여, 주제 도출을 위한 협력모임을 적극 지원한다.

○ 연구 인프라 구축을 통한 연구 역량 향상 계획

- 연구 시설/장비 공동 활용 및 구축 계획
  - ▶ 공동실험실습관을 공동 관리하여, 공동 실험 장비의 효율성을 유지하고, 장비 사용의 신속성을 높이도록 한다.
  - ▶ 각 실험실 단위에서 확보하기 어려운 대형 장비 및 시설들에 대한 정보를 공유하여 적극 활용하게 한다. 전남대학교 산학협력단의 연구 장비 통합 검색/활용 시스템(CNU-RIS)을 통해 공유된 연구 장비를 적극 활용할 수 있다.
  - ▶ 지역 연구 기관들이 확보하고 있는 대형 공동 장비(기초과학지원연구원 광주분원, 한국광기술원, 고등광기술연구소의 극초단레이저 시설, 전남대학교 공동실험실습관의 공정 장비)를 적극 활용한다.
- 연구 중심 행정 인프라 구축
  - ▶ 참여 교수의 연구 집중도 향상을 위하여, 연구 참여 교수들이 연구에 집중할 수 있도록 교육 및 행정 업무의 일부를 미참여 교수가 분담하도록 한다.
  - ▶ 연구중심/강의중심 교수 제도를 운영하여, 사업팀 교수들이 연구중심 교수를 선택하도록 하면 연구에 보다 집중할 수 있다.
  - ▶ BK 전담 행정 인력 채용하고 연구 참여 교수들의 연구비를 공동 관리할 수 있는 행정 인력 확보하여, 물리학과 행정실 및 산학협력단과의 유기적 연계를 통해 행정 소모 유·무형 비용을 최소화한다.
- 대학 차원 연구 지원 정책
  - ▶ 우수연구자에 대한 연구비 지원(최근 3년 이내, Nature, Science, Cell 또는 영향력지수 20 이상의 논문 발표) 및 논문 수준에 따른 우수논문 게재 장려금의 차등 지원을 통해 우수 논문 발표를 유도한다.
  - ▶ 국제저명학술지에 게재하고자 하는 모든 논문을 대상으로 영문논문 교정지원 서비스를 실시하여 논문에 대한 신뢰성을 제고하고 논문 게재를 장려한다. 이를 통해 우수 저널에 논문이 보다 많이 게재될 수 있도록 지원하여 교원의 연구 활동을 활성화하는데 기여한다.

## 2. 산업사회에 대한 기여도

### 2.1 산업사회 문제 해결 기여 실적

## 1) 지난 5년간 지역 사회의 산업·사회 문제

- 지역 광융복합 산업체 석·박사 고급인력 부족
  - 광주광역시 2000년부터 지역전력산업 진흥 차원에서 “광산업”을 육성하고 첨단 과학 산업단지를 중심으로 국제적인 광산업 클러스터를 만들어왔음.
  - 그 결과 광산업은 지역의 주력산업으로 확고한 위상을 정립해 왔음.
  - 한편 세계 광산업 시장 전망에 따르면 광산업 시장 규모가 지난 10년간 꾸준한 증가세를 보여 왔으며, 앞으로도 성장 잠재력이 큰 것으로 예상 됨.
  - 그러나 광주전남 지역 사회가 당면한 20-30대 인구 유출로 말미암아 지역 광산업체는 해당 분야에서 전문기술인력과 원천기술 연구 인력으로서 활약할 석·박사 고급인력 부족 문제로 어려움을 겪어 오고 있음.
  
- 지방 인재 양성과 교육 문제
  - 지방 국립대학교는 낮은 취업률, 낮은 성취동기, 지역 우수학생의 외부 유출이라는 악순환의 고리에 직면해 있음.
  - 지방과 수도권의 학력격차가 심화 됨. 또한, 다양한 체험과 기회의 부족으로 지방 중·고교 학생들이 세상을 폭넓게 바라볼 시야를 함양하는데 어려움이 있음.

## 2) 지난 5년간 교육연구팀 참여 교수의 지역 광산업 분야 고급 인력 양성·공급

- 교육연구팀이 소속한 전남대학교 물리학과는 지속가능한 산학협력체계 구축을 위한 “산학협력선도대학(LINC)육성사업”에 참여하고 있으며, 동사업의 특성화 분야인 “광융복합” 산업의 중심학과로 활동해 오고 있음. 이에 따라 지역 산업체에 융합적 마인드를 가진 고급연구인력 양성을 학과 차원에서 진행해 오고 있음.
  
- 지역 산업체에서 필요로 하는 인재 양성은 교육연구팀 참여교수들에 의해 주도적으로 진행되었음. 대표적인 사례는 “중소기업 연구인력 양성 사업”으로 자세한 내용은 아래와 같음.

구 분	내 용
사업명	중소기업 연구인력 양성사업
사업 취지 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중소기업이 당면한 기술적 문제에 대한 해결 능력을 가진 석·박사 고급 연구 인력을 양성하고 이를 취업과 연계시킴으로써 일자리 창출에 기여</li> <li>- 중소기업과 공동 프로젝트 수행. 기업은 매칭 펀드로 과제 참여. 대학은 석사 및 박사 인력을 중소기업에 파견</li> </ul>

	- 전남대학교 4개학과 (물리학과도 포함), 17개 연구실과 11개 기업 참여. 10개의 공동 연구 프로젝트 수행
교육 연구팀 참여교수	이중욱 교수, 류상완 교수
교육 연구팀 참여교수 별 성과	- 이중욱 교수 연구실: 주식회사 오이솔루션에 학생 파견. 학생은 4개월 연구 수행 후 해당 기업 취업  - 류상완 교수 연구실: 현재 주식회사 옵티시스와 공동 연구 수행 중. 참여 학생은 해당기업에 취업 예정

- 특히 교육연구팀의 이중욱 교수는 지역 광융복합 산업과 오랫동안 산학협력 관계를 맺어 오며 지역 광산업에 고급인력 공급 측면의 기여를 활발히 해오고 있음.
  - 석사 졸업자 중 박사 과정 진학을 제외한 4 명 중 3 명이 광산업 및 광학 연구 분야에 종사
  - 모우리 학생은 지역 광부품 업체인 ‘코셋’, 박재일 학생은 지역 광연구 기관인 ‘고등광기술연구소’, 송명성 학생은 광부품 업체인 ‘LG이노텍’에 취업하였고, 광 관련 산업 분야 및 연구에 매진하고 있음.
  - 석사 졸업 예정자인 서성훈 학생은 (주)오이솔루션에서 석사 과정 동안 4 개월의 인턴 과정을 통해 산학 연구 협력을 진행하였고, 그 결과 (주)오이솔루션에 정규직으로 취업
  - 이는 지역 광산업 분야와의 지속적인 협력의 결과임. 현재 석사 과정 학생들의 경우도 지역 광관련 기업에 방학을 이용한 인턴 활동을 지속하고 있어, 향후 보다 강화된 산학 협력이 진행될 것으로 보임.
  
- 위 사례들을 통해 본 교육 팀의 참여교수들이 산업-학계간 협력의 중요성을 잘 인식하고 있고, 지역 광산업 발전과 지역 청년들의 일자리 문제를 해결하기 적극적으로 활동해 왔음을 알 수 있음.

### 3) 지난 5년간 교육연구팀 참여 교수의 지역 교육 측면에서의 기여 및 봉사

- 교육연구팀 참여 교수들을 지난 5년간 다양한 교육 봉사 활동을 통해 광주·전남 지역 중고교 학생들에게 수준 높은 교육 기회와 진로 탐색 기회를 제공하고, 과학 영재 발굴에 노력함. 각 참여 교수 별 지역 교육 측면에서의 활동 및 기여는 아래와 같다.

참여 교수	활동 구분	내 용
주경광 교수	과학전람회 심사 및 지도위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광주광역시교육과학연구원, 과학전람회 지도위원 (2016.05.11.~2016.05.13.)</li> <li>• 전라남도과학교육원, 과학전람회 작품 연구심사위원 (2016.05.31.)</li> <li>• 전라남도과학교육원, 과학전람회 강사 위촉 (2016.06.24.)</li> <li>• 광주광역시교육과학연구원, 과학전람회 심사지도위원 (2016.10.31.~2016.10.31.)</li> <li>• 전라남도과학교육원, 과학전람회 작품 연구심사위원 (2017.02.24.)</li> <li>• 전라남도과학교육원, 과학전람회 지도위원 (2017.04.14.)</li> <li>• 전라남도과학교육원, 과학전람회 작품 연구심사위원 (2018.02.19.)</li> <li>• 전라남도과학교육원, 과학전람회 작품 연구심사위원 (2018.04.02.~2018.04.05.)</li> <li>• 전라남도과학교육원, 과학전람회 작품 연구심사위원 (2019.07.07.~2019.07.23.)</li> </ul>
	과학캠프 및 물리교실	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고등학생 창의.융합형 과학심화 캠프, 전남지역 과학중점고생 2학년 30 명 (2017.08.09.)</li> <li>• 고등학생 창의.융합형 과학심화 캠프, 전라남도 과학교육원 의뢰 (2018.08.08.)</li> <li>• 전남대학교 과학영재교육원, 중등과학심화반 교육 (2017.08./2018.08./2019.08./2020.08. 예정 중)</li> </ul>
	진학 상담	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광주 서석고등학교 (2015.06.16.)</li> <li>• 해남, 전남 학생교육원 (2017.05.19./2018.05.25.)</li> </ul>
류상완 교수	과학고등학교 R&E 프로그램 지도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광주과학고 학생의 R&amp;E 활동의 지도교수로 활동 (2019.04.03. ~ 2019.11.27.)</li> </ul>
이중욱 교수	과학전람회 심사위원 및	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2015년 제29회 광주광역시 과학전람회 심사위원으로 활동하며, 고등학생들의 전람회 작</li> </ul>

	<p>학생 지도</p>	<p>품을 심사하고 지도</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2015년 전남과학고등학교 졸업 논문 심사를 진행하며, 논문 평가 및 수정 지도</li> <li>• 2016년 11-12월, 전라남도과학전람회 작품 연구계획서 심사 및 지도를 수행</li> <li>• 2017년 지역 고등학생들을 상대로 진행하는, 전라남도과학전람회 작품 연구계획서 심사를 진행하고 지도</li> <li>• 2017년 전남과학고등학교 졸업 논문 심사를 진행하며, 논문 평가 및 수정 지도</li> </ul>
	<p>과학고등학교 R&amp;E 프로그램 지도</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016년 전남과학고등학교 연구팀을 대상으로 한 1년간의 R&amp;E 연구 지도 수행</li> <li>• 2018년 한국과학창의재단 지정 고등학생 대상 과학영재 창의연구(R&amp;E) 투고 논문 심사를 진행</li> <li>• 2019년 전남과학고 고교 창의연구(R&amp;E) 연구 과제 자문 교수로 위촉되어 1년여 기간 동안 자문 지도를 수행</li> <li>• 2019년 한국과학창의재단 지정 고등학생 대상 과학영재 창의연구(R&amp;E) 투고 논문 심사 진행</li> </ul>
	<p>진로지도</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광주과학영재고등학교 GSA 전공 및 직업 탐색의 날에 전문가로 초청받아, 고등학생 대상으로 물리 분야 진로 지도를 수행함 (2017.05.18.)</li> <li>• 목포여자고등학교에서 개최된 과학전공특강의 강사로 초빙되어, 고등학생 대상 전공 특강 및 진로 지도를 수행함 (2018.10.15.)</li> </ul>
	<p>고교생 대상 강연</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018년 5월 10일, 광주과학영재고등학교에서 개최된 과학아카데미의 강사로 초빙되어, 고등학생을 위한 물리 대중 강연을 수행함 (2018.05.10.)</li> </ul>



#### 4) 지난 5년간 교육연구팀 교수의 사회 참여

- 지역 사회 기여 외에도 교육연구팀 참여 교수들은 다양한 과학·사회 전반에서 해당 연구 분야를 기반으로 활동하고 기여함.

참여 교수	활동 내용
주경광 교수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국과학창의재단, 과학창의엠베서더 활동 (2012.05.21.~2017.05.20.)</li> <li>• 한국연구재단, 한-CERN 조정위원 (2016.04.01.~2018.03.31.)</li> <li>• 한국과학기술정보연구원, 응용연구지원 평가위원 (2017.08.24.~2017.09.11.)</li> <li>• 한국원자력안전기술원, 광주지방측정소장 (2019.01.01. ~ 현재) - 원전 주변 및 광주 전남 지역사회의 환경 및 방사선 안전에 대한 전문적인 감시 및 모니터링 시스템 구축에 기여함</li> <li>• 한국연구재단, 2015 기초연구사업 우수평가자 (2016.01.20.)</li> <li>• 과학문화초대석, 대중강연, “유령입자, 중성미자를 찾아서“, 조선대 (2018.05.16.)</li> </ul>
노한진 교수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국방사광이용자협회 전문이사 (2016.01.~2017.12./2018.01.~2019.12.) 자외선분과 전문이사로서 년 3분기 방사광 이용 빔타임 제안서를 심사하고 평가하여 제한된 빔타임 자원을 공정하고 투명하게 배분하는 작업을 함.</li> <li>• 전라남도 방사광가속기 구축 자문위원 (2019.09.~현재)</li> <li>• 차세대 방사광 가속기 국축 사업에 참가한 전라남도 유치 추진단에서 지역 내 방사광 가속기 유치에 따른 사업제안 내용에 방사광 이용자로서 필요 충분한 내용이 담기도록 자문 활동을 함.</li> </ul>

## 2. 산업사회에 대한 기여도

### 2.2 산업사회 문제 해결 기여 계획

## 1) 예상되는 지역의 산업·사회적인 이슈 진단

- 광주·전남지역 AI 산업 생태계 구축과 연관 산업 고급 인력 수요 폭증
  - 전 세계적인 흐름의 AI (artificial intelligence) 사회로의 진화와 정부의 '인공지능 정부가 되겠다'는 비전에 따라 AI 산업이 미래 핵심 성장 분야로 지목 됨.
  - 한편 광주·전남 지역에서는 'AI 중심도시 광주' 비전이 선포되고 과기정통부와 공동으로 'AI 산업 융합 사업단'을 발족하는 등 대한민국의 인공지능 산업을 견인하기 위해 '인공지능 중심도시 광주'를 공식 선언
  - AI 기술 연계를 통해 광주지역 핵심 산업인 '자동차, 헬스케어, 환경분야' 고도화를 꾀하고 관련 기업을 위한 입주단지 조성 예정
  - 따라서 광주 전남 AI 산업·사회 생태계 구축을 위한 대학 차원의 기여와 AI 및 AI 관련 산업 분야에서 활약할 지역 고급인력 양성이 절실
  
- 광주·전남지역의 에너지산업 융복합단지 선정과 관련 인력 수요 대응
  - '광주·전남 에너지산업융복합단지' 조성계획이 확정되어 광주·전남 지역이 에너지 신산업 거점으로 도약할 수 있는 전기 마련 됨.
  - 에너지 공기업을 활용한 스마트 그리드, 신재생 에너지 산업이 추진되고 있어 에너지 시설에 대한 수요, 지역 경제 활성화, 관련 연구 개발에 대한 수요가 기대 됨.
  
- 광주지역 광융복합 산업체 고급연구·산업인력 부족
  - 광융복합 산업은 오랫동안 광주 지역 전략 산업으로 육성되어 옴.
  - 교육연구팀이 속한 전남대학교 물리학과는 NURi 사업을 통해 광·전자부품산업인력양성사업단을 꾸리고 지역 광융복합 산업체에 석·박사 고급인력을 제공해 옴.
  - 그러나 학령인구 감소와 지방 대학원 진학 감소로 지역 광융복합 산업체에 진출할 고급 연구 인력 양성에 차질이 예상
  - 이에 지역 대학원 활성화를 통한 지역 산업체의 꾸준한 고급 연구 인력 수요에 대응하는 것이 필요 함. 또한 혁신적 연구인력 양성을 통해 신산업 창출 유도 필요
  
- 원전 안전에 대한 우려
  - 라돈 침대 파동으로 생활 방사능에 대한 우려와 관심이 높은 상황
  - 특히, 영광 한빛 원전 가동으로 광주전남지역사회의 환경 방사선 안전에 대한 감시 및 모니터링은 지역사회 의 뜨거운 핵심 이슈
  - 이에 환경 방사능에 대한 안정적인 모니터링과 진단을 위한 과학적인 차원에서의 대응이 필요
  
- 지방 인구 노령화와 학령 인구 감소에 따른 지역 교육 경쟁력 저하
  - 호남지방통계청에 따르면 호남지방은 다른 지역에 비해 고령화 속도와 생산연령인구 감소가 가장 두드러진 지역 중 하나임.
  - 또한 대학 학령인구 감소 또한 클 것으로 예상되므로 교육 인프라의 상승 유인이 약해질 위험이 있음.

- 지방 교육 약화, 인구 유출의 악순환으로 이어질 가능성 존재
- 지역 대학 차원에서 우수한 중·고등학생들에게 고급 교육 수혜 기회를 확대하고 또한, 지방 대학의 성장과 대학원 경쟁력 향상을 통해 젊은 층의 유입을 유도하고 지역에 활력을 불어 넣는 것이 시급

## 2) 교육연구팀의 기여가능 분야 및 계획

- 교육연구팀의 폭넓은 분야 구성에 따른 광범위한 기여 가능
  - 현재 교육연구팀은 입자-광자 초정밀 계측 인력·교육 양성을 위해 고에너지 물리, 광학, 고체 물리의 3개의 분야가 폭 넓게 융합할 수 있도록 조직 됨.
  - 이에 따라 상술한 지역 사회의 이슈에 대해 아래와 같이 다각도로 기여할 수 있을 것으로 예상 함.
- AI 산업 생태계 구축과 연관 산업 고급인력 수요 대응
  - AI 기술 연계를 통한 광주지역 핵심 산업은 ‘자동차, 헬스케어, 환경분야’ 임.
  - 이러한 AI 연관 산업에서는 주변 상황에 대한 정보를 정확하게 계측하는 것이 AI 가 바른 판단을 하도록 하는 것과 직접적으로 연관 됨.
  - 따라서 교육연구팀의 목표인 초정밀 계측 인력 양성은 기본적으로 AI 연관 산업에 폭넓게 기여 가능할 것으로 기대함.
  - 또한, 교육연구팀의 주요 연구 분야중 하나인 고에너지물리실험에서는 엄청난 양의 데이터가 생성되므로 AI 산업에서 중요한 빅데이터 관리 능력 배양을 기대 가능
  - 부수적으로 AI에 적합한 하드웨어의 개발 또한 중요한데, 인간의 뇌를 모방한 뉴로모픽 소자의 개발 또한 교육연구팀 참여 교수가 기여 가능
  - 따라서 교육연구팀은 아래와 같이 AI 산업 생태계 구축과 고급인력양성에 기여 가능할 것으로 기대함.

이슈	관련 참여 교수	세부 계획
AI 기술 연계 산업 (자동차, 헬스케어, 미세먼지) 기여	이중욱 교수 류상완 교수 주경광 교수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적외선, 테라헤르츠파, 가시광선 등을 이용한 광측정 초정밀화 연구</li> <li>• 이를통해 자율주행 자동차의 정확한 상황 인지 향상</li> <li>• 테라헤르츠파 기반 초정밀 충치 진단과 같은 의료 산업 분야 활용방안 모색</li> <li>• 광센서를 이용한 미세먼지 초정밀 계측 등 환경 오염 물질 감시</li> </ul>
	문걸 교수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원자광학기반 절대 양자 중력계 개발을</li> </ul>

		<p> 통한 자율주행 자동차의 가속도 초정밀 측정과 네비게이션 감도 향상에 활용</p>
<p>빅데이터 분석 인력 양성</p>	<p>문동호 교수</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고에너지 분야에서 널리 사용되는 ROOT 라는 프로그램은 효율적인 빅데이터 분석 플랫폼임.</li> <li>빅데이터 관리·분석 노하우를 응용하여 산업과 사회에서 요구하는 다양한 정보들을 효과적으로 처리하도록 도울 수 있음.</li> <li>이를 통해 융복합적 마인드를 가진 AI인력양성 기대</li> </ul>
<p>뉴로모픽 소자 개발 인력 양성</p>	<p>제송근 교수</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현재의 폰-노이만 방식 컴퓨팅을 벗어나 인간 뇌의 정보 처리·판단을 모방하는 인공 뉴런·시냅스를 모방한 소자를 스핀트로닉스 기술을 활용해 개발</li> <li>연구 분야 인력양성을 통해 뉴로모픽 소자에 대한 역량을 갖추고 AI관련 하드웨어 인력 양성에 기여</li> </ul>

○ 에너지 융복합 산업에 대한 기여

- 광주·전남 에너지산업융복합단지 건설과 스마트그리드 조성을 위해서는 에너지 시설의 안정성이 담보되어야 함.
- 광측정을 통한 전력 시설 안전에 대한 진단·자문 가능

이슈	관련 참여 교수	세부 계획
<p>전력 시설 안전 진단</p>	<p>이중욱 교수 노한진 교수 제송근 교수</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>초정밀 계측 연구를 통해 테라헤르츠파, 적외선, x-선 등을 이용한 전력 시설 노후화에 따른 크랙등을 진단 할 수 있는 가능성 모색</li> </ul>

○ 광주지역 광융복합 산업체 고급연구·산업인력 양성

- 교육연구팀의 목표인 입자-광자 초정밀 계측 인력 양성을 통해 지역 주력 산업인 광융복합에 고급 연구·산업 인력을 공급
- 입자-광자 초정밀 계측 인력이 관련 신산업을 창출 할 수 있도록 노력. 또한, 산학 협력을 통해 광산업체에 원천 기술을 제공하고 관련 산업체로의 취업으로 이어지도록 함.

이슈	관련 참여 교수	세부 계획
광주지역 광산업체 고급연구·산업 인력 수요 대응	이중욱 교수 류상완 교수	<ul style="list-style-type: none"> <li>취업 연계형 산학협력 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>현장성이 강화된 교육·연구를 실시. 첨단 교육·연구 기자재의 확보를 통해 대학원생들에게 현장중심의 연구개발 체험의 기회 제공.</li> <li>요한 인력양성 및 재교육을 실시</li> <li>취업연계형 산업체 파견연구를 확대</li> </ul> </li> <li>국제적인 광학/광기술 센터와 지역 광융복합 산업체의 교류협력을 추진</li> <li>지역 광산업체 재직자의 신기술 습득과 직무능력 향상 및 신규 졸업자의 광 관련 기술의 단기 교육 기회 제공</li> </ul>

○ 지역주민의 방사능 안전

이슈	관련 참여 교수	세부 계획
원전 안전에 대한 우려	주경광 교수	<ul style="list-style-type: none"> <li>한빛 원자력발전소에서 방출되는 중성미자를 측정하는 RENO 실험 활용</li> <li>중성미자 측정을 통해 생성된 플루토늄 양을 정밀 측정</li> <li>원전 가동으로 인한 지역사회의 환경 및 방사선 안전에 대한 전문적인 감시 및 모니터링 시스템 구축에 역량 집중</li> </ul>

○ 지방 인구 노령화와 인구 감소에 따른 지역 교육 경쟁력 저하에 대한 대응

- 지역 중·고교 학생들에게 다양한 고급 과학 교육 기회를 제공함으로써 학생들이 폭넓은 시야를 가질 수 있도록 함.
- 지역의 중·고등학생들이 과학의 중요성을 인식하도록 하고 관심을 가질 수 있도록 노력
- 우수한 과학인재들을 발굴하여 대학 수준의 교육을 제공하여 양성한다.
- 교육연구팀 참여교수 모두가 지역 중·고교 학생의 고급 교육 수혜 기회를 확대하고 수도권 지역 간 교육 격차 해소에 기여
- 이를 통해 고등학생의 물리 관련 진로 선택 가능성을 높임

이슈	관련 참여 교수	세부 계획
지역 교육 경쟁력 저하에 대한 대응	참여 교수 모두	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중·고등학생 대상 물리 교실 개최 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역의 중·고등학생을 대상으로 연 1회 물리 교실 프로그램을 개설</li> <li>- 첨단 기술과 관련된 기초물리에 대한 강의를 함으로써 넓은 시야를 가지도록 함</li> </ul> </li> <li>• 학부모와 학생들이 참여하는 대중강연을 연 2회 실시 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 참여 교수 각 연구 분야의 기본 개념 및 최신 경향을 알기 쉽게 설명</li> <li>- 이를 통해 대중의 과학에 대한 관심도를 높이고 중요성을 환기</li> </ul> </li> <li>• 우수 과학 영재 발굴 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역 중·고등학생 중 과학에 뜻이 있는 학생 또는 과학 영재를 추천 받아 방학동안 인턴 기회를 제공</li> <li>- 가정 소득 수준을 고려해 인턴 기회 우선권을 제공함으로써 소득 격차에 따른 교육 격차 해소를 위해 노력</li> <li>- 참여 교수의 개별 그룹에서 연구에 참여할 수 있도록 하여 고등학교 R&amp;E 프로그램과 연계 될 수 있도록 함.</li> </ul> </li> <li>• 고등학생 진로 상담 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역 내 물리 관련 진학에 관심이 있는 고등학생을 대상으로 진로 상담 실시</li> </ul> </li> </ul>

### 3. 연구의 국제화 현황

#### 3.1 참여교수의 국제화 현황

##### ① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황



### 3. 연구의 국제화 현황

#### 3.1 참여교수의 국제화 현황

##### ① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

###### 1) 국제학회 학술 대회 발표

###### ○ 노한진

- 2015.03.28., “Exploring unique properties of topological surface states by ARPES” , SCES 2015, Hisinchi, Taiwan
- 2016.02.26., “Topological Band Metals and Topological Invariants: PdTe<sub>2</sub> case study by ARPES” , Quantum Materials Symposium 2016, Pohang, Korea
- 2016.03.15., “Controlling the 2DEG states evolution at a metal/Bi<sub>2</sub>X<sub>3</sub> (X=Se, Te) interface” , APS 2016, Baltimore, USA
- 2018.07.18., “Electronic Structure Study of Ni(S,Se)<sub>2</sub> in the Metal-Insulator Transition probed by XAS” , ICM 2018, Sanfrancisco, USA
- 2019.11.19., “Searching unconventional relativistic quasiparticles by ARPES: From type-II Dirac/Weyl Fermions to Multifold Fermions” , APPC 2019, Kuching, Malaysia

###### ○ 류상완

- 2018.07.01., “Toward GaN Hybrid Heterostructure Photoanodes for Photoelectrochemical Water Splitting Devices” , ISPSA 2018, Jeju, Korea
- 2019.07.07., “GaN Thin Film and Nanowire Based Flexible Energy Harvesting Nanodevices and Pressure Sensor” , ICNS 2019, Washington, U.S.A
- 2019.07.12., “Controlled, Scalable and Facile Growth of GaN Nanowire-Based LEDs on Variety of Functional Substrates by MOCVD” , ICNS 2019, Washington, U.S.A
- 2019.11.01., “GaN Nanowires for Flexible Piezoelectric Nanogenerators” , IWMR 2019, Taipei, Taiwan

###### ○ 문동호

- 2016.08.29., “News on Collectivity in PbPb collisions” , ISMD 2016, Jeju, Korea
- 2016.09.15., “Summary of the latest results on heavy flavor dilepton in pp and PbPb at CMS” , INPC 2016, Adelaide, Australia
- 2018.03.28., “Latest results on quarkonium production from CMS” , WWND 2018, Guadeloupe, France
- 2018.08.20., “Current status report of Large Multi-Purpose Spectrometer (LAMPS)” , NEA 2018, Nagoya, Japan
- 2019.01.10., “Summary of Recent Results for Quarkonia Production in pp, pPb, PbPb with CMS” , EPIPHANY 2019, Cracow, Poland

○ 이종욱

- 2015.02.07, “Terahertz wave modulators using organic/inorganic hybrid structures” , Photonics West, San Francisco, USA.
- 2015.02.07., “Realization of optical isotropy using terahertz anisotropic metamaterials” Photonics West, San Francisco, USA.
- 2015.08.24., “Mechanisms of high refractive index properties in fish-bone shape structures” CLEO-PR, Busan, Korea
- 2015.08.25., “Terahertz wave modulations in organic/Si bilayers” CLEO-PR, Busan, Korea.
- 2016.02.13., “Realization of optical isotropy using terahertz anisotropic metamaterials” Photonics West, San Francisco, USA
- 2017.04.17, “Terahertz wave modulation in organic/inorganic hybrid structures” , EMN Optoelectronics Meeting, Victoria, Canada
- 2017.06.07, “Active terahertz modulators based on organic conjugated materials” , COOC, Busan, Korea
- 2017.08.06., “Organic conjugated material-based THz wave modulators” SPIE Optics & Photonics, San Diego, USA
- 2018.08.01., “Wavelength-dependent terahertz wave modulation in organic/Si hybrid structures” PIERS, Toyama, Japan
- 2019.09.29., “Terahertz modulation using organic-based trilayer hybrid structures” MTSA 2019, Busan, Korea
- 2019.10.03., “Evaluation of the effects of thermal aging on cellulose pressboard using terahertz spectroscopy” MTSA 2019, Busan, Korea

○ 채승근

- 2017.04.27., “Minimizing the critical current for spin-orbit torque switching in  $\text{Co}_x\text{Tb}_{1-x}$  ferrimagnetic alloys” , INTERMAG 2017, Dublin, Ireland
- 2018.11.22., “Writing and deleting magnetic skyrmions by electric currents examined by full-field soft X-ray microscopy” , ISMMM 2018, Osaka, Japan
- 2019.01.17., “Controlled generation of room-temperature magnetic skyrmion bubble lattices in ultrathin films by ultrafast laser” , Joint MMM-Intermag Conference, Washington DC, U.S.A

○ 주경광

- 2015.08.10., “RENO &RENO-50”  
NuFact2015, XVII International Workshop on Neutrino Factories and Future Neutrino Facilities, Rio De Janeiro, Brazil
- 2015.10.19., “RENO/RENO-50 LS” ,  
JUNO Liquid Scintillator Workshop, Finland, Phhajarvi
- 2016.02.07., “RENO” ,  
Lake Louise Winter Institute, 2016.02.7-13, Calgary, Canada

- 2016.03.19., “Reactor neutrino” ,  
JPS, Gakuin University, Tohoku, Japan
- 2016.07.04., “Results from RENO &Prospects with RENO-50” ,  
The XXVII International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2016)“,  
Imperial College London, England
- 2016.08.21., “Results from RENO &Prospects with RENO-50” ,  
XVIII International Workshop on Neutrino Factories and Future Neutrino Facilities (NuFact2016),  
Quy Nhon, Vietnam
- 2017.05.11., “NEOS (Neutrino Experiment for Oscillation at Short-baseline) LS (Liquid Scintillator)“ ,  
JSNS2 Workshop, KEK, Japan,
- 2018.01.29., “Liquid scintillator (nruutrino)“ ,  
Asian Forum for Accelerators and Detectors (AFAD) 2018, Daejeon, Korea
- 2018.06.29., “New Results from RENO“ ,  
6th Symposium on Neutrinos &Dark Matter on Nuclear Physics 2018 (NDM2018),  
Deajeon, Korea
- 2019.08.25., “Review of Neutrino Experiments in Korea“ ,  
The 21st International Workshop on Neutrinos from accelerators (NUFACT2019),  
Daegu, Korea
- 2019.09.16., “Measurements of the neutrino mixing angle  $\theta_{13}$ “ ,  
XXXIX International Symposium on Physics in Collision 2019, National Taiwan University,  
Taipei, Taiwan

## 2) 국제학회 좌장, 위원회 (committee) 활동

- 이종욱
  - MTSA 2019 Conference, Organizing & Program Committee 활동
- 채승근
  - International Conference on Magnetism 2018, 좌장 활동
- 주경광
  - 6th Symposium on Neutrinos &Dark Matter on Nuclear Physics 2018 (NDM2018), 좌장 활동
  - NuFact 2019, Daegu, KNU, Local organizing committee 활동

## 3) 국제학회 저널 편집 위원 (Editor) 활동

- 이종욱
  - Current Optics and Photonics, 편집위원, 2016.7.1. ~ 현재
- 문동호
  - Journal of the Korean Physics Society, 편집위원, 2018.7.1. ~ 현재

○ 주경광

- Advances in High Energy Physics, 편집위원, 2014.03 ~ 2017.02

4) 국제 연구 수상 경력

○ 주경광

- Breakthrough Prize 2016, Fundamental physics, The Breakthrough Board, 2016.11
- 아시아경제 2015.11.18. 일 기사와 상장을 증빙 자료로 포함함 (아래 그림 참조)
- 그 밖 다수의 일간지에서 수상 소식을 게재함 (매일경제, 중앙일보, NEWSIS, 서울신문 등)



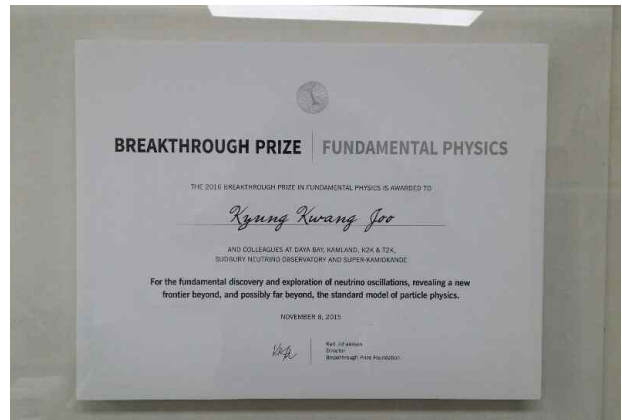
<왼쪽부터 전남대 물리교육과 임인택 교수, 전남대 김재물 명예교수, 전남대 물리학과 주경광 교수>

- 이번주 료도1통 "5,12" 무조건 찍어라!
- 남성 성기능 고민 해결 "이것" 10분해라!

[아시아경제 노혜섭 기자]전남대학교(총장 지병문) 물리학 전공 교수들이 실리콘밸리의 노벨상인 브레이크스루상(Breakthrough Prize)을 수상했다.

전남대학교는 지난 11일 미국 샌프란시스코에서 개최된 브레이크스루상 시상식을 통해 전남대 김재물 명예교수, 사범대학 물리교육과 임인택 교수, 자연과학대학 물리학과 주경광 교수 등 3명의 교수가 기초물리학상을 수상했다고 밝혔다.

올해 기초물리학상은 총 5개의 중성미자 실험(Super-Kamiokande, SNO, KamLAND, K2K/T2K, Daya Bay)에 참여한 모든 연구자(1,370명)에게 공동 수여됐으며, 우주의 기본 입자인 중성미자연구에 이바지한 한국물리학자 9명이 포함됐다.



5) 국제 연구 상황 요약

○ 국제 학회 발표

- 국제 학회 구두 발표 및 초청 강연은 총 5년간 39 건으로 연간 7.8 건, 교수당 1.1 건으로 약 참여 교수당 연간 1 건 정도 국제 학회에서 그동안 진행해 온 연구 내용을 꾸준히 발표하고 있다. 이는

현재 국제적 연구 상황에 맞춰 본 사업팀이 경쟁력을 갖고 진행하고 있다고 판단되며 지속적으로 국제적으로 인정받을 수 있는 수준의 연구 환경과 연구 능력 인프라 및 연구 결과가 국제 기준에 부합하는 연구 환경을 갖추도록 노력할 것이다.

- 참여 교수당 연간 발표 회수가 1 건에서 단계적으로 1.2 건, 최대 1.5 건으로 확대하도록 노력할 계획이다.

#### ○ 국제 학회 활동

- 그 외 국제학회 활동으로는 좌장 (chairman) 또는 위원회 (committee)에 소속되어 연구 역량을 인정받는 사례가 5년간 3 건 정도이다. 다소 수치가 적어 보이는 이유는 본 사업팀의 신입 교원 비율이 높고 현재 준비 중인 국제 학회 (SQM 2021, ATHIC 2020 등)에 속해 있는 경우를 제외하였기 때문인 것으로 파악된다.
- 향후 연간 1 건 이상 단계적으로 확대할 계획이다.

#### ○ 국제 연구 활동 수상 경력

- 특히 주경광 교수는 2016년 세계적으로 독보적인 수준의 연구에만 주어지는 Breakthrough 상을 수상하였는데 이는 2016년 노벨 물리학상 주제인 중성미자 진동변환에 관한 내용과도 연관된 주제로 그동안에 알려진 중성미자는 질량을 갖지 못할 것이라는 예상과 달리 중성미자가 질량이 없으면 발견될 수 없는 중성미자 진동이라는 현상을 발견하여 중성미자의 질량이 0이 아님을 증명한 공로로 수상하게 되었다. 이 Breakthrough 상은 실리콘 벨리의 노벨상이라고 불릴 정도의 권위 있는 상이다. 이를 통해 중성미자 초정밀 측정 연구에 본 사업팀의 국제적으로 우수한 경쟁력이 있음을 보여준다고 판단된다.

## 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	류상완	Dr. Noelle Gogneau	프랑스/CNRS	JMC C 5 (2017) 11879	10.1039/C7TC02619F
2	문동호	Dr. Emilien Chapon	스위스/CERN	PLB 770 (2017) 357-379	10.1016/j.physletb. 2017.04.031
3	문동호	Dr. Emilien Chapon	스위스/CERN	PRL 120 (2018) no.14 142301	10.1103/PhysRevLett .120.142301
4	주경광	Dr. Takasumi Maruyama	일본/KEK	JINST 14 (2019) no.09 T09010	10.1088/1748- 0221/14/09/T09010
5	주경광	Prof. Yoshihide Sakai	일본/KEK	Technical Design Report arXiv:1705.08629	arxiv.org/abs/1705. 08629

### 3.1 참여교수의 국제화 현황

외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

### ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

#### 1) 해외 공동 연구 수행 실적

##### ○ 류상완

- 2016.10.09. - 2016.10.16., “GaN 나노막대 광전변환특성 측정분석 공동연구”, 프랑스, IEMN (CNRS), 공동 연구자 : Dr. Noelle Gogneau, Prof. El Hadj Dogheche
- 2017.07.19. - 2017.08.27., “GaN 나노막대 압전기전력 측정분석 공동연구”, 프랑스, CNRS, 공동 연구자 : Dr. Noelle Gogneau
- 2019.1.18. - 2019.2.05., 프랑스, Universite Polytechnique Hauts-de-France, “나노막대 압전광전자 특성분석 공동연구”, 공동 연구자 : Prof. El Hadj Dogheche

##### ○ 문동호

- 2016.01.15. - 2016.02.13., 스위스, CMS 실험, “PbPb 중이온 충돌 실험을 통해 QGP 생성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Emilien Chapon
- 2016.07.21. - 2016.08.22., 스위스, CMS 실험, “PbPb 중이온 충돌 실험을 통해 QGP 생성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Emilien Chapon
- 2016.12.26. - 2017.01.25., 스위스, CMS 실험, “PbPb 중이온 충돌 실험을 통해 QGP 생성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Emilien Chapon
- 2017.07.06. - 2017.07.17., 미국, CMS 실험, “CMS 실험 MET 재구성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Jae Hyeok Yoo
- 2018.01.03. - 2018.02.03., 스위스, CMS 실험, “PbPb 중이온 충돌 실험을 통해 QGP 생성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Emilien Chapon
- 2018.07.19. - 2018.08.11., 스위스, CMS 실험, “PbPb 중이온 충돌 실험을 통해 QGP 생성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Emilien Chapon
- 2019.01.14. - 2019.02.17., 스위스, CMS 실험, “PbPb 중이온 충돌 실험을 통해 QGP 생성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Emilien Chapon
- 2019.07.16. - 2019.07.24., 스위스, CMS 실험, “PbPb 중이온 충돌 실험을 통해 QGP 생성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Emilien Chapon
- 2019.07.26. - 2019.08.19., 스위스, CMS 실험, “PbPb 중이온 충돌 실험을 통해 QGP 생성 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Emilien Chapon
- 2019.10.03. - 2019.10.06., 일본, JSNS2 실험, “JSNS2 실험 준비를 위한 저속 제어 시스템 공동 연구 수행”, 공동 연구자 : Dr. Takasumi Maruyama
- 2019.12.05. - 2019.12.08., 일본, LAMPS 실험, “A3 회의 참석”, 공동 연구자 : Prof. Hiroyoshi Sakurai

##### ○ 주경광

- 2015. 01. 28 - 2015. 01. 31, 일본, 동경대학, “Open Meeting for the Hyper-Kamiokande Project”, 공동 연구자 : Prof. Masato Shiozawa
- 2016. 12. 22. - 2016. 12. 28. 일본, KEK연구소, “KEK BELLEII CDC 검출기 전자 보드 설치”, 공동 연구자 : Prof. Shoji Uno and Prof. Yoshihide Sakai



- 2017. 01. 23. - 2017. 01. 25, 일본, J-PARC E56 실험, “일본 JPARC JSNS2 실험 collaboration 미팅 참석”, 공동 연구자 : Prof. Takasumi Maruyama
- 2017. 05. 10. - 2017. 05. 14, 일본, J-PARC E56 실험, “일본 JPARC/KEK collaboration 미팅 참석”, 공동 연구자 : Prof. Takasumi Maruyama
- 2018. 07. 23. - 2018. 07. 30, 일본, J-PARC E56 실험, “일본 JPARC JSNS2 실험 중성미자 액체 섬광검출용액 제조 공동연구”, 공동 연구자 : Prof. Takasumi Maruyama
- 2019. 01. 20. - 2019. 01. 21, 일본, SK실험, “일본 Super Kamiokande 실험 중성미자 검출 초순수 정제 장치 연구”, 공동 연구자 : Prof. Hiroyuki Sekya

## 2) 해외 공동 연구 논문

### ○ 류상완

- Facile growth of density- and diameter-controlled GaN nanobridges and their photo detector application, JMC C 5 (2017) 11879,  
DOI:10.1039/C7TC02619F

### ○ 문동호

- Suppression of Upsilon(1S), Upsilon(2S) and Upsilon(3S) production in PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV, PLB 770 (2017) 357-379,  
DOI :10.1016/j.physletb.2017.04.031
- Suppression and azimuthal anisotropy of prompt and nonprompt J/psi production in PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV, EPJC 77 (2017) 252  
DOI :10.1140/epjc/s10052-017-4781-1
- Suppression of excited Upsilon states relative to the ground state in PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, PRL 120 (2018) no.14 142301  
DOI :10.1103/PhysRevLett.120.142301
- Measurement of nuclear modification factors of Upsilon(1S), Upsilon(2S), Upsilon(3S) mesons in PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV, PLB 790 (2019) 270-293,  
DOI :10.1016/j.physletb.2019.01.006

### ○ 주경광

- Production and optical properties of liquid scintillator for the JSNS2 experiment, JINST 14 (2019) no.09, T09010,  
DOI: 10.1088/1748-0221/14/09/T09010
- Technical Design Report (TDR): Searching for a Sterile Neutrino at J-PARC MLF (E56, JSNS2), arXiv:1705.08629 [physics.ins-det]

## 3) 현황 요약 및 향후 계획

### ○ 현황 요약

- 본 사업팀의 5년간의 국제 공동 연구 실적은 20 건으로 연간 4 건, 참여 교수당 0.6 건에

해당한다.

- 고에너지 분야와 고체 물리 분야에서 주로 활발하게 이루어지고 있으며 광학 분야까지 확대하여 단계적으로 연간 참여 교수 당 1 건 이상으로 확대 운영할 계획이다. 확대 운영 계획은 다음과 같다.

○ 향후 계획

- 고에너지 분야

주경광 교수와 문동호 교수가 참여 중인 JSNS2 실험의 경우 2020년 전까지는 실험을 계획하고 준비하는 단계였기 때문에 각 나라별 소속 대학과 연구 기관에서 연구를 진행해왔고 실험이 진행될 일본에서는 연구된 내용을 모아 발표하거나 실험을 준비하기 위해서만 방문하는 경향이 있었으나 2020년 하반기부터 실험이 시작되고 나면 지속적으로 실험이 제대로 이루어지고 있는지, 수득된 데이터들을 분석, 관리하기 위해 이전 보다 더 방문 회수와 기간이 늘어날 것으로 예상된다. 이를 토대로 더 적극적인 국제 공동 연구 활동을 진행할 예정이며, 그 외에도 주경광 교수는 Belle2 실험을 진행하기 위해서 KEK 연구소에 그리고 문동호 교수는 미국에서 진행될 MTD (a MIP Timing Detector) 검출기 개발에 참여하게 되어 미국 Fermi 연구소에 방문하여 국제 공동 연구를 더욱더 늘려가고 활성화할 계획이다.

- 광학 분야

이중욱 교수는 초고감도 테라헤르츠파 측정 및 소자 개발을 위하여, 메타 소재를 기반으로 광도파 구조 및 플라즈모닉 구조와의 유기적 결합에 의한 이론적, 실험적 특성 분석이 필요하다. 이를 위하여 미국 Brown Univ.와의 정밀 실험 진행 및 미국 Rice Univ.와의 이론 연구를 강화할 것이다. 이론적 협력 강화를 통하여 소자 개발의 신속성을 높이고, 정밀 도파 구조 실험 협력을 통하여 테라헤르츠파 기술의 응용가능성을 향상시킬 것이다. 그리고 문걸 교수는 독일의 Bonn Univ.의 응용물리학과 Dieter Meschede 그룹과 스핀의존적 광격자시스템 개발 관련된 새로운 형태의 편광 합성장치 개발 및 관련 국제화 인력을 양성하기 위해 공동연구를 진행할 예정이다.

- 고체 물리 분야

제승근 교수는 미국 로렌스 버클리 연구소(LBNL)의 방사광 가속기 시설에 있는 X-ray 현미경을 활용하여 초미세 스핀 구조체를 관측할 예정이다. 한국에서는 시료-소자 제작과 공급을 담당하고 버클리 연구소에서는 X-ray 현미경을 이용한 이미징을 담당하는 구조의 공동연구를 계획 중이다. 또한, 빔타임 제안서 제출을 통해 빔타임을 할당받아서 학생과 교수가 직접 방문해 이미징을 함으로써 학생의 해외 연구 경험을 함양할 것이다.

# V. 사업비 집행 계획

## 1. 사업비 집행 계획(1-8차년도)

(단위: 천원)

항목	1차년도 (20.9- 21.2)	2차년도 (21.3- 22.2)	3차년도 (22.3- 23.2)	4차년도 (23.3- 24.2)	5차년도 (24.3- 25.2)	6차년도 (25.3- 26.2)	7차년도 (26.3- 27.2)	8차년도 (27.3- 27.8)	계
대학원생 연구장학금	77,280	154,560	154,560	154,560	154,560	154,560	154,560	77,280	1,081,920
신진연구인력 인건비	18,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	18,000	252,000
산학협력 전담인력 인건비	0	0	0	0	0	0	0	0	0
국제화 경비	25,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	25,000	350,000
교육연구단 운영비	15,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	15,000	210,000
교육과정 개발비	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	14,000
실험실습 및 산학협력 활동 지원비	10,542	21,085	21,085	21,085	21,085	21,085	21,085	10,542	147,594
간접비	7,728	15,455	15,455	15,455	15,455	15,455	15,455	7,728	108,186
합계	154,550	309,100	309,100	309,100	309,100	309,100	309,100	154,550	2,163,700

## 2. 사업비 집행 세부 내역(1~8차년도)

2. 사업비 집행 세부 내역(1~8차년도)

[1차년도] (2차년도 이후 동일 양식으로 기재)

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	7	700	6	29,400
박사과정생	6.3	1,266.6	6	47,880
합계	13.3	작성 불필요	작성 불필요	77,280

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	6	18,000
계약교수				
합계	1	작성 불필요	작성 불필요	18,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

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

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 국제 학술대회 구두 및 포스터 발표 단기 파견, 해외 학회 등록비 포함 등 (스위스, 일본, 중국, 미국, 유럽 외): 2,500 x 5 명 = 12,500	12,500
장기연수	▶ 장기 (15일 이상) 파견 - 스위스 (CERN LHC CMS 실험), 일본 (Belle II, JSNS2 실험) 국제 공동연구 수행: 5,000 x 1 명 = 5,000	5,000
해외석학초빙	▶ 초빙 (2명, 3박 4일 기준, 총 5,000 x 1 명 = 5,000 ) - 초빙수당(1,000), 항공료(2,500), 체재비(1,000), 회의비(500)	5,000
기타국제화활동	▶ 국제학술회의 광주 전남지역 및 국내 개최 및 후원 - 춘추계 한국물리학회 파이오니어세션 지원 외 · 2,500 x 1회 = 2,500	2,500
합계		25,000

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 4단계 BK 전담 part-time (월·수·금 근무) 행정요원 채용 - 인건비(110만원/월), 4대 보험(50만원/월), 퇴직금(80만원) = 10,000 (총 6개월)	10,000
성과급	▶ 참여교수, 신진연구인력, 우수 대학원생 성과급 - 참여교수:신진연구인력/대학원생 = (70:30)%	2,250
국내여비	▶ 국내 출장 여비 (학회, 세미나 참석 및 발표 외) - 10만원/회 x 5 명 x 1회 = 500	500
학술활동 지원비	▶ 논문게재료(250), 국내외 학회 및 세미나 참가비(200), 전문가 초청 자문료(200), 도서 등 문헌 구입비(100) = 750	750
산업재산권 출원등록비	▶ 해당 사항 없음	0
일반수용비	▶ 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등 - 컬러 레이저 프린터 잉크(400), 복사용지(50), 공공요금(50) = 500	500
회의 및 행사 개최비	▶ 사업단 세미나 개최, 대학원생 유치 학부졸업논문 발표회, 자체 평가회의 외 - 사업단 정기 세미나 개최 (1회/년, 1박2일)	1,000
각종 행사경비	▶ 해당 사항 없음	0
기타	▶ 해당 사항 없음	0
합 계		15,000

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 초정밀 측정 실험 교재 개발비 및 사례 조사비 - 외주 실험 교재 개발비	1,000

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 취업 위한 산업체 전문연사 자문료 (2회/년, 하계 및 동계)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취업지도 관련 경비</li> <li>- 광주 전남지역 혹은 국내 산업체 연사 초빙료 (50만원 x 7.5회/년 = 3,750)</li> <li>- 초빙 전문연사 강연, 자문 및 회의비 (35만원/회 x 5회 = 1,750)</li> </ul> </li> </ul>	5,500
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교육연구팀 내 소모성 시약 및 재료 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입자-광자 분야 소모성 시약, 물품 및 재료 구입</li> </ul> </li> </ul>	5,042

8) 간접비 : 7,728 천원

[2차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	7	700	12	58,800
박사과정생	6.3	1,266.6	12	95,760
합계	13.3	작성 불필요	작성 불필요	154,560

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	12	36,000
계약교수				
합계	1	작성 불필요	작성 불필요	36,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

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

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 국제 학술대회 구두 및 포스터 발표 단기 파견, 해외 학회 등록비 포함 등 (스위스, 일본, 중국, 미국, 유럽 외): 2,500 x 10 명 = 25,000	25,000
장기연수	▶ 장기 (15일 이상) 파견 - 스위스 (CERN LHC CMS 실험), 일본 (Belle II, JSNS2 실험) 국제 공동연구 수행: 5,000 x 2 명 = 10,000	10,000
해외석학초빙	▶ 초빙 (2명, 3박 4일 기준, 총 5,000 x 2 명 = 10,000 ) - 초빙수당 (1,000), 항공료 (2,500), 체재비 (1,000), 회의비 (500)	10,000
기타국제화활동	▶ 국제학술회의 광주 전남지역 및 국내 개최 및 후원 - 춘추계 한국물리학회 파이오니어세션 지원 외 · 5,000 x 1회 = 5,000	5,000
합계		50,000



5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 4단계 BK 전담 part-time (월·수·금 근무) 행정요원 채용 - 인건비(110만원/월), 4대 보험(50만원/월), 퇴직금(80만원) = 20,000	20,000
성과급	▶ 참여교수, 신진연구인력, 우수 대학원생 성과급 - 참여교수:신진연구인력/대학원생 = (70:30)%	4,500
국내여비	▶ 국내 출장 여비 (학회, 세미나 참석 및 발표 외) - 10만원/회 x 10 명 x 1회 = 1,000	1,000
학술활동 지원비	▶ 논문게재료(500), 국내외 학회 및 세미나 참가비/등록비 (400), 전문가 초청 자문료(400), 도서 등 문헌 구입비 (200) = 1,500	1,500
산업재산권 출원등록비	▶ 해당 사항 없음	0
일반수용비	▶ 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등 - 컬러 레이저 프린터 잉크(800), 복사용지(100), 공공요금 (100) = 1,000	1,000
회의 및 행사 개최비	▶ 사업단 세미나 개최, 대학원생 유치 학부졸업논문 발표 회, 자체 평가회의 외 - 사업단 정기 세미나 발표 개최 (1회/년, 1박2일)	2,000
각종 행사경비	▶ 해당 사항 없음	0
기타	▶ 해당 사항 없음	0
합 계		30,000

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 초정밀 측정 실험 교재 개발비 및 사례 조사비 - 외주 실험 교재 개발비	2,000

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 취업 위한 산업체 전문연사 자문료 (2회/년, 하계 및 동계) - 취업지도 관련 경비 - 광주 전남지역 혹은 국내 산업체 연사 초빙료 (50만원 x 15회/년 = 7,500) - 초빙 전문연사 강연, 자문 및 회의비 (35만원/회 x 10회 = 3,500)	11,000
▶ 교육연구팀 내 소모성 시약 및 재료 지원 - 입자-광자 분야 소모성 시약, 물품 및 재료 구입	10,085

8) 간접비 : 15,455 천원

[3차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	7	700	12	58,800
박사과정생	6.3	1,266.6	12	95,760
합계	13.3	작성 불필요	작성 불필요	154,560

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	12	36,000
계약교수				
합계	1	작성 불필요	작성 불필요	36,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

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

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 국제 학술대회 구두 및 포스터 발표 단기 파견, 해외 학회 등록비 포함 등 (스위스, 일본, 중국, 미국, 유럽 외): 2,500 x 10 명 = 25,000	25,000
장기연수	▶ 장기 (15일 이상) 파견 - 스위스 (CERN LHC CMS 실험), 일본 (Belle II, JSNS2 실험) 국제 공동연구 수행: 5,000 x 2 명 = 10,000	10,000
해외석학초빙	▶ 초빙 (2명, 3박 4일 기준, 총 5,000 x 2 명 = 10,000 ) - 초빙수당 (1,000), 항공료 (2,500), 체재비 (1,000), 회의비 (500)	10,000
기타국제화활동	▶ 국제학술회의 광주 전남지역 및 국내 개최 및 후원 - 춘추계 한국물리학회 파이오니어세션 지원 외 · 5,000 x 1회 = 5,000	5,000
합계		50,000

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 4단계 BK 전담 part-time (월·수·금 근무) 행정요원 채용 - 인건비(110만원/월), 4대 보험(50만원/월), 퇴직금(80만원) = 20,000	20,000
성과급	▶ 참여교수, 신진연구인력, 우수 대학원생 성과급 - 참여교수:신진연구인력/대학원생 = (70:30)%	4,500
국내여비	▶ 국내 출장 여비 (학회, 세미나 참석 및 발표 외) - 10만원/회 x 10 명 x 1회 = 1,000	1,000
학술활동 지원비	▶ 논문게재료(500), 국내외 학회 및 세미나 참가비(400), 전 문가 초청 자문료(400), 도서 등 문헌 구입비(200) = 1,500	1,500
산업재산권 출원등록비	▶ 해당 사항 없음	0
일반수용비	▶ 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등 - 컬러 레이저 프린터 잉크(800), 복사용지(100), 공공요금 (100) = 1,000	1,000
회의 및 행사 개최비	▶ 사업단 세미나 개최, 대학원생 유치 학부졸업논문 발표 회, 자체 평가회의 외 - 사업단 정기 세미나 개최 (1회/년, 1박2일)	2,000
각종 행사경비	▶ 해당 사항 없음	0
기타	▶ 해당 사항 없음	0
합 계		30,000

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 초정밀 측정 실험 교재 개발비 및 사례 조사비 - 외주 실험 교재 개발비	2,000

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 취업 위한 산업체 전문연사 자문료 (2회/년, 하계 및 동계)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취업지도 관련 경비</li> <li>- 광주 전남지역 혹은 국내 산업체 연사 초빙료 (50만원 x 15회/년 = 7,500)</li> <li>- 초빙 전문연사 강연, 자문 및 회의비 (35만원/회 x 10회 = 3,500)</li> </ul> </li> </ul>	11,000
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교육연구팀 내 소모성 시약 및 재료 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입자-광자 분야 소모성 시약, 물품 및 재료 구입</li> </ul> </li> </ul>	10,085

8) 간접비 : 15,455 천원

[4차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	7	700	12	58,800
박사과정생	6.3	1,266.6	12	95,760
합계	13.3	작성 불필요	작성 불필요	154,560

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	12	36,000
계약교수				
합계	1	작성 불필요	작성 불필요	36,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

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

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 국제 학술대회 구두 및 포스터 발표 단기 파견, 해외 학회 등록비 포함 등 (스위스, 일본, 중국, 미국, 유럽 외): 2,500 x 10 명 = 25,000	25,000
장기연수	▶ 장기 (15일 이상) 파견 - 스위스 (CERN LHC CMS 실험), 일본 (Belle II, JSNS2 실험) 국제 공동연구 수행: 5,000 x 2 명 = 10,000	10,000
해외석학초빙	▶ 초빙 (2명, 3박 4일 기준, 총 5,000 x 2 명 = 10,000 ) - 초빙수당 (1,000), 항공료 (2,500), 체재비 (1,000), 회의비 (500)	10,000
기타국제화활동	▶ 국제학술회의 광주 전남지역 및 국내 개최 및 후원 - 춘추계 한국물리학회 파이오니어세션 지원 외 · 5,000 x 1회 = 5,000	5,000
합계		50,000

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 4단계 BK 전담 part-time (월·수·금 근무) 행정요원 채용 - 인건비(110만원/월), 4대 보험(50만원/월), 퇴직금(80만원) = 20,000	20,000
성과급	▶ 참여교수, 신진연구인력, 우수 대학원생 성과급 - 참여교수:신진연구인력/대학원생 = (70:30)%	4,500
국내여비	▶ 국내 출장 여비 (학회, 세미나 참석 및 발표 외) - 10만원/회 x 10 명 x 1회 = 1,000	1,000
학술활동 지원비	▶ 논문게재료(500), 국내외 학회 및 세미나 참가비(400), 전 문가 초청 자문료(400), 도서 등 문헌 구입비(200) = 1,500	1,500
산업재산권 출원등록비	▶ 해당 사항 없음	0
일반수용비	▶ 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등 - 컬러 레이저 프린터 잉크(800), 복사용지(100), 공공요금 (100) = 1,000	1,000
회의 및 행사 개최비	▶ 사업단 세미나 개최, 대학원생 유치 학부졸업논문 발표 회, 자체 평가회의 외 - 사업단 정기 세미나 개최 (1회/년, 1박2일)	2,000
각종 행사경비	▶ 해당 사항 없음	0
기타	▶ 해당 사항 없음	0
합 계		30,000

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 초정밀 측정 실험 교재 개발비 및 사례 조사비 - 외주 실험 교재 개발비	2,000

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 취업 위한 산업체 전문연사 자문료 (2회/년, 하계 및 동계)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취업지도 관련 경비</li> <li>- 광주 전남지역 혹은 국내 산업체 연사 초빙료 (50만원 x 15회/년 = 7,500)</li> <li>- 초빙 전문연사 강연, 자문 및 회의비 (35만원/회 x 10회 = 3,500)</li> </ul> </li> </ul>	11,000
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교육연구팀 내 소모성 시약 및 재료 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입자-광자 분야 소모성 시약, 물품 및 재료 구입</li> </ul> </li> </ul>	10,085

8) 간접비 : 15,455 천원



[5차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	7	700	12	58,800
박사과정생	6.3	1,266.6	12	95,760
합계	13.3	작성 불필요	작성 불필요	154,560

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	12	36,000
계약교수				
합계	1	작성 불필요	작성 불필요	36,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

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

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 국제 학술대회 구두 및 포스터 발표 단기 파견, 해외 학회 등록비 포함 등 (스위스, 일본, 중국, 미국, 유럽 외): 2,500 x 10 명 = 25,000	25,000
장기연수	▶ 장기 (15일 이상) 파견 - 스위스 (CERN LHC CMS 실험), 일본 (Belle II, JSNS2 실험) 국제 공동연구 수행: 5,000 x 2 명 = 10,000	10,000
해외석학초빙	▶ 초빙 (2명, 3박 4일 기준, 총 5,000 x 2 명 = 10,000 ) - 초빙수당 (1,000), 항공료 (2,500), 체재비 (1,000), 회의비 (500)	10,000
기타국제화활동	▶ 국제학술회의 광주 전남지역 및 국내 개최 및 후원 - 춘추계 한국물리학회 파이오니어세션 지원 외 · 5,000 x 1회 = 5,000	5,000
합계		50,000

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 4단계 BK 전담 part-time (월·수·금 근무) 행정요원 채용 - 인건비(110만원/월), 4대 보험(50만원/월), 퇴직금(80만원) = 20,000	20,000
성과급	▶ 참여교수, 신진연구인력, 우수 대학원생 성과급 - 참여교수:신진연구인력/대학원생 = (70:30)%	4,500
국내여비	▶ 국내 출장 여비 (학회, 세미나 참석 및 발표 외) - 10만원/회 x 10 명 x 1회 = 1,000	1,000
학술활동 지원비	▶ 논문게재료(500), 국내외 학회 및 세미나 참가비(400), 전문가 초청 자문료(400), 도서 등 문헌 구입비(200) = 1,500	1,500
산업재산권 출원등록비	▶ 해당 사항 없음	0
일반수용비	▶ 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등 - 컬러 레이저 프린터 잉크(800), 복사용지(100), 공공요금(100) = 1,000	1,000
회의 및 행사 개최비	▶ 사업단 세미나 개최, 대학원생 유치 학부졸업논문 발표회, 자체 평가회의 외 - 사업단 정기 세미나 개최 (1회/년, 1박2일)	2,000
각종 행사경비	▶ 해당 사항 없음	0
기타	▶ 해당 사항 없음	0
합 계		30,000

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 초정밀 측정 실험 교재 개발비 및 사례 조사비 - 외주 실험 교재 개발비	2,000

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 취업 위한 산업체 전문연사 자문료 (2회/년, 하계 및 동계)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취업지도 관련 경비</li> <li>- 광주 전남지역 혹은 국내 산업체 연사 초빙료 (50만원 x 15회/년 = 7,500)</li> <li>- 초빙 전문연사 강연, 자문 및 회의비 (35만원/회 x 10회 = 3,500)</li> </ul> </li> </ul>	11,000
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교육연구팀 내 소모성 시약 및 재료 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입자-광자 분야 소모성 시약, 물품 및 재료 구입</li> </ul> </li> </ul>	10,085

8) 간접비 : 15,455 천원

[6차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	7	700	12	58,800
박사과정생	6.3	1,266.6	12	95,760
합계	13.3	작성 불필요	작성 불필요	154,560

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	12	36,000
계약교수				
합계	1	작성 불필요	작성 불필요	36,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

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

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 국제 학술대회 구두 및 포스터 발표 단기 파견, 해외 학회 등록비 포함 등 (스위스, 일본, 중국, 미국, 유럽 외): 2,500 x 10 명 = 25,000	25,000
장기연수	▶ 장기 (15일 이상) 파견 - 스위스 (CERN LHC CMS 실험), 일본 (Belle II, JSNS2 실험) 국제 공동연구 수행: 5,000 x 2 명 = 10,000	10,000
해외석학초빙	▶ 초빙 (2명, 3박 4일 기준, 총 5,000 x 2 명 = 10,000 ) - 초빙수당 (1,000), 항공료 (2,500), 체재비 (1,000), 회의비 (500)	10,000
기타국제화활동	▶ 국제학술회의 광주 전남지역 및 국내 개최 및 후원 - 춘추계 한국물리학회 파이오니어세션 지원 외 · 5,000 x 1회 = 5,000	5,000
합계		50,000

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 4단계 BK 전담 part-time (월·수·금 근무) 행정요원 채용 - 인건비(110만원/월), 4대 보험(50만원/월), 퇴직금(80만원) = 20,000	20,000
성과급	▶ 참여교수, 신진연구인력, 우수 대학원생 성과급 - 참여교수:신진연구인력/대학원생 = (70:30)%	4,500
국내여비	▶ 국내 출장 여비 (학회, 세미나 참석 및 발표 외) - 10만원/회 x 10 명 x 1회 = 1,000	1,000
학술활동 지원비	▶ 논문게재료(500), 국내외 학회 및 세미나 참가비(400), 전 문가 초청 자문료(400), 도서 등 문헌 구입비(200) = 1,500	1,500
산업재산권 출원등록비	▶ 해당 사항 없음	0
일반수용비	▶ 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등 - 컬러 레이저 프린터 잉크(800), 복사용지(100), 공공요금 (100) = 1,000	1,000
회의 및 행사 개최비	▶ 사업단 세미나 개최, 대학원생 유치 학부졸업논문 발표 회, 자체 평가회의 외 - 사업단 정기 세미나 개최 (1회/년, 1박2일)	2,000
각종 행사경비	▶ 해당 사항 없음	0
기타	▶ 해당 사항 없음	0
합 계		30,000

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 초정밀 측정 실험 교재 개발비 및 사례 조사비 - 외주 실험 교재 개발비	2,000

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 취업 위한 산업체 전문연사 자문료 (2회/년, 하계 및 동계)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취업지도 관련 경비</li> <li>- 광주 전남지역 혹은 국내 산업체 연사 초빙료 (50만원 x 15회/년 = 7,500)</li> <li>- 초빙 전문연사 강연, 자문 및 회의비 (35만원/회 x 10회 = 3,500)</li> </ul> </li> </ul>	11,000
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교육연구팀 내 소모성 시약 및 재료 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입자-광자 분야 소모성 시약, 물품 및 재료 구입</li> </ul> </li> </ul>	10,085

8) 간접비 : 15,455 천원

[7차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	7	700	12	58,800
박사과정생	6.3	1,266.6	12	95,760
합계	13.3	작성 불필요	작성 불필요	154,560

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	12	36,000
계약교수				
합계	1	작성 불필요	작성 불필요	36,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

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

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 국제 학술대회 구두 및 포스터 발표 단기 파견, 해외 학회 등록비 포함 등 (스위스, 일본, 중국, 미국, 유럽 외): 2,500 x 10 명 = 25,000	25,000
장기연수	▶ 장기 (15일 이상) 파견 - 스위스 (CERN LHC CMS 실험), 일본 (Belle II, JSNS2 실험) 국제 공동연구 수행: 5,000 x 2 명 = 10,000	10,000
해외석학초빙	▶ 초빙 (2명, 3박 4일 기준, 총 5,000 x 2 명 = 10,000 ) - 초빙수당 (1,000), 항공료 (2,500), 체재비 (1,000), 회의비 (500)	10,000
기타국제화활동	▶ 국제학술회의 광주 전남지역 및 국내 개최 및 후원 - 춘추계 한국물리학회 파이오니어세션 지원 외 · 5,000 x 1회 = 5,000	5,000
합계		50,000

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 4단계 BK 전담 part-time (월·수·금 근무) 행정요원 채용 - 인건비(110만원/월), 4대 보험(50만원/월), 퇴직금(80만원) = 20,000	20,000
성과급	▶ 참여교수, 신진연구인력, 우수 대학원생 성과급 - 참여교수:신진연구인력/대학원생 = (70:30)%	4,500
국내여비	▶ 국내 출장 여비 (학회, 세미나 참석 및 발표 외) - 10만원/회 x 10 명 x 1회 = 1,000	1,000
학술활동 지원비	▶ 논문게재료(500), 국내외 학회 및 세미나 참가비(400), 전문가 초청 자문료(400), 도서 등 문헌 구입비(200) = 1,500	1,500
산업재산권 출원등록비	▶ 해당 사항 없음	0
일반수용비	▶ 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등 - 컬러 레이저 프린터 잉크(800), 복사용지(100), 공공요금(100) = 1,000	1,000
회의 및 행사 개최비	▶ 사업단 세미나 개최, 대학원생 유치 학부졸업논문 발표회, 자체 평가회의 외 - 사업단 정기 세미나 개최 (1회/년, 1박2일)	2,000
각종 행사경비	▶ 해당 사항 없음	0
기타	▶ 해당 사항 없음	0
합 계		30,000

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 초정밀 측정 실험 교재 개발비 및 사례 조사비 - 외주 실험 교재 개발비	2,000



7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 취업 위한 산업체 전문연사 자문료 (2회/년, 하계 및 동계)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취업지도 관련 경비</li> <li>- 광주 전남지역 혹은 국내 산업체 연사 초빙료 (50만원 x 15회/년 = 7,500)</li> <li>- 초빙 전문연사 강연, 자문 및 회의비 (35만원/회 x 10회 = 3,500)</li> </ul> </li> </ul>	11,000
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교육연구팀 내 소모성 시약 및 재료 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입자-광자 분야 소모성 시약, 물품 및 재료 구입</li> </ul> </li> </ul>	10,085

8) 간접비 : 15,455 천원

[8차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	7	700	6	29,400
박사과정생	6.3	1,266.6	6	47,880
합계	13.3	작성 불필요	작성 불필요	77,280

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	6	18,000
계약교수				
합계	1	작성 불필요	작성 불필요	18,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

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

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 국제 학술대회 구두 및 포스터 발표 단기 파견, 해외 학회 등록비 포함 등 (스위스, 일본, 중국, 미국, 유럽 외): 2,500 x 5 명 = 12,500	12,500
장기연수	▶ 장기 (15일 이상) 파견 - 스위스 (CERN LHC CMS 실험), 일본 (Belle II, JSNS2 실험) 국제 공동연구 수행: 5,000 x 1 명 = 5,000	5,000
해외석학초빙	▶ 초빙 (2명, 3박 4일 기준, 총 5,000 x 1 명 = 5,000 ) - 초빙수당(1,000), 항공료(2,500), 체재비(1,000), 회의비(500)	5,000
기타국제화활동	▶ 국제학술회의 광주 전남지역 및 국내 개최 및 후원 - 춘추계 한국물리학회 파이오니어세션 지원 외 · 2,500 x 1회 = 2,500	2,500
합계		25,000

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 4단계 BK 전담 part-time (월·수·금 근무) 행정요원 채용 - 인건비(110만원/월), 4대 보험(50만원/월), 퇴직금(80만원) = 10,000 (총 6개월)	10,000
성과급	▶ 참여교수, 신진연구인력, 우수 대학원생 성과급 - 참여교수:신진연구인력/대학원생 = (70:30)%	2,250
국내여비	▶ 국내 출장 여비 (학회, 세미나 참석 및 발표 외) - 10만원/회 x 5 명 x 1회 = 500	500
학술활동 지원비	▶ 논문게재료(250), 국내외 학회 및 세미나 참가비(200), 전문가 초청 자문료(200), 도서 등 문헌 구입비(100) = 750	750
산업재산권 출원등록비	▶ 해당 사항 없음	0
일반수용비	▶ 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등 - 컬러 레이저 프린터 잉크(400), 복사용지(50), 공공요금(50) = 500	500
회의 및 행사 개최비	▶ 사업단 세미나 개최, 대학원생 유치 학부졸업논문 발표회, 자체 평가회의 외 - 사업단 정기 세미나 개최 (1회/년, 1박2일)	1,000
각종 행사경비	▶ 해당 사항 없음	0
기타	▶ 해당 사항 없음	0
합 계		15,000

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 초정밀 측정 실험 교재 개발비 및 사례 조사비 - 외주 실험 교재 개발비	1,000

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 취업 위한 산업체 전문연사 자문료 (2회/년, 하계 및 동계)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취업지도 관련 경비</li> <li>- 광주 전남지역 혹은 국내 산업체 연사 초빙료 (50만원 x 7.5회/년 = 3,750)</li> <li>- 초빙 전문연사 강연, 자문 및 회의비 (35만원/회 x 5회 = 1,750)</li> </ul> </li> </ul>	5,500
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교육연구팀 내 소모성 시약 및 재료 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입자-광자 분야 소모성 시약, 물품 및 재료 구입</li> </ul> </li> </ul>	5,042

8) 간접비 : 7,728 천원

[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	물리학과	류상완	Sang-Wan Ryu	교수	10114893	반도체물리	기존			내국인	참여	
2020.05.14	물리학과	노한진	Han-Jin Noh	교수	10062305	에너지띠/전 자구조	기존			내국인	참여	
2020.05.14	물리학과	문걸	Moon, Geol	조교수	10183203	구조및동역학	신임			내국인	참여	
2020.05.14	물리학과	주경광	Kyung Kwang Joo	교수	10093313	입자물리실험	기존			내국인	참여	
2020.05.14	물리학과	이중욱	Joong Wook Lee	부교수	10152819	레이저분광학	기존			내국인	참여	
2020.05.14	물리학과	제승근	SOONG- GEUN JE	조교수	10963852	자성체물리	신임			내국인	참여	
2020.05.14	물리학과	문동호	Dong Ho Moon	부교수	11384978	핵구조/핵반 응/산란	기존			내국인	참여	
전체 교수 수 (임상/건축학/인문사회계열포함)		7		기존 교수 수 (임상/건축학/인문사회계열포함)		5		신임교수 수 (임상/건축학/인문사회계열포함)		2		
전체 교수 수 (임상/건축학/인문사회계열제외)		7		기존 교수 수 (임상/건축학/인문사회계열제외)		5		신임교수 수 (임상/건축학/인문사회계열제외)		2		
신임교수 실적 포함 여부		기타 업적물(저서, 특허, 기술이전, 창업 실적) /연구비/ 교육역량 대표실적					신임교수 실적포함여부 : 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	과정	재학 학기수		
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	김성근	KIM SUNG GEUN	196333	1993	내국인	자교	류상완		석사	3	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	배민규	BAE MINGYU	207999	1995	내국인	자교	이중욱		석사	1	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	서준후	SEO JUN HU	196322	1996	내국인	자교	주경광		석사	3	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	송연수	SONG YEONSU	206056	1994	내국인	자교	류상완		석사	1	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	안재빈	AHN JAE BIN	206132	1997	내국인	타교	류상완		석사	2	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	양소명	YANG SOMYEONG	198159	1992	내국인	타교	문걸		석사	2	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	조수빈	JO SUBIN	207497	1995	내국인	자교	이중욱		석사	1	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	주우리	JU WOORI	196316	1996	내국인	자교	노한진		석사	3	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	Waseem Aadil	Waseem Aadil	177773	1984	외국인	타교	류상완		석박사통합	6	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	이상록	LEE SANGLOK	197939	1994	내국인	자교	문걸		석박사통합	3	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	이성학	LEE SEONGHAK	197919	1994	내국인	자교	문동호		석박사통합	3	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	이한슬	LEE HANSEUL	168439	1993	내국인	자교	문동호		석박사통합	8	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	Abdullah Ameer	Abdullah Ameer	197050	1985	외국인	타교	류상완		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	과정	재학 학기수		
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	Atif Zohaib	Atif Zohaib	186846	1991	외국인	타교	주경광		박사	1	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	Indrajit Vijay Bagal	Indrajit Vijay Bagal	178453	1991	외국인	타교	류상완		박사	4	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	곽필준	GWAK PILJUN	208075	1994	내국인	자교	문동호		박사	1	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	박경환	BAK GYEONGHWA N	186408	1992	내국인	자교	문동호		박사	4	참여	
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	정정연	JEONG JEONGYOUN	187436	1980	내국인	자교	문걸		박사	3	참여	수료
2020.05.14	일반대학원 물 리학과	최행진	CHOE HAENGJIN	176195	1975	내국인	타교	류상완		박사	4	참여	

전체 대학원생 수 (명)	석사	8	참여 대학원생 수 (명)	석사	8	참여비율(%)	석사	100.00
	박사	7		박사	7		박사	100.00
	석·박사통합	4		석·박사통합	4		석·박사통합	100.00
	계	19		계	19		전체	100.00
자교 학사 전체 대학원생 수(명)	석사	6	자교 학사 참여 대학원생 수(명)	석사	6	자교학사 참여비율(%)	석사	100.00
	박사	3		박사	3		박사	100.00
	석·박사통합	3		석·박사통합	3		석·박사통합	100.00
	계	12		계	12		전체	100.00
외국인 전체 대학원생 수(명)	석사	0	외국인 참여 대학원생 수 (명)	석사	0	외국인 참여비율(%)	석사	-
	박사	3		박사	3		박사	100.00
	석·박사통합	1		석·박사통합	1		석·박사통합	100.00
	계	4		계	4		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	2	신창동	Shin ChangDong	136781	내국인	1986	주경광	박사
2017년	4월 1일	9	이인성	Lee, In Sung	156304	내국인	1987	이중욱	박사
2017년	4월 1일	3	안진용	An, Jinyong	177206	내국인	1992	류상완	석사
2017년	4월 1일	4	황인엽	Hwang In Yup	156479	내국인	1990	류상완	석사
2017년	4월 1일	5	Johar Muhammad Ali	Johar Muhammad Ali	167577	외국인	1986	류상완	박사
2017년	4월 1일	6	Afifi Hassan Mostafa	Afifi Hassan Mostafa	167754	외국인	1987	류상완	박사
2017년	4월 1일	13	이한슬	Lee, Han Seul	168439	내국인	1993	문동호	석박사통합
2017년	4월 1일	12	오건희	Oh, Geonhee	147464	내국인	1986	문동호	박사
2017년	4월 1일	11	박령균	Park, Ryeong Gyoon	147315	내국인	1986	문동호	박사
2017년	4월 1일	10	박경환	Bak, Gyeong Hwan	186408	내국인	1992	문동호	석사
2017년	4월 1일	1	박영서	Park, Youngseo	178380	내국인	1995	주경광	석사
2017년	4월 1일	7	박재일	Park Jaeill	176062	내국인	1994	이중욱	석사
2017년	4월 1일	8	송명성	Song Myeongseong	157805	내국인	1990	이중욱	석사
2017년	10월 1일	1	박영서	Park, Youngseo	178380	내국인	1995	주경광	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	10월 1일	2	신창동	Shin ChangDong	136781	내국인	1986	주경광	박사
2017년	10월 1일	3	안진용	An, Jinyong	177206	내국인	1992	류상완	석사
2017년	10월 1일	4	최행진	Cheo, Haeng Jin	176195	내국인	1975	류상완	박사
2017년	10월 1일	14	이한슬	Lee, Han Seul	168439	내국인	1993	문동호	석박사통합
2017년	10월 1일	13	오건희	Oh, Geonhee	147464	내국인	1986	문동호	박사
2017년	10월 1일	12	박령균	Park, Ryeong Gyoon	147315	내국인	1986	문동호	박사
2017년	10월 1일	11	박경환	Bak, Gyeong Hwan	186408	내국인	1992	문동호	석사
2017년	10월 1일	10	이인성	Lee, In Sung	156304	내국인	1987	이중욱	박사
2017년	10월 1일	5	Johar Muhammad Ali	Johar Muhammad Ali	167577	외국인	1986	류상완	박사
2017년	10월 1일	6	Afifi Hassan Mostafa	Afifi Hassan Mostafa	167754	외국인	1987	류상완	박사
2017년	10월 1일	7	Indrajit Vijay Bagal	Indrajit Vijay Bagal	178453	외국인	1991	류상완	박사
2017년	10월 1일	8	Waseem Aadil	Waseem Aadil	177773	외국인	1984	류상완	석박사통합
2017년	10월 1일	9	박재일	Park Jaeill	176062	내국인	1994	이중욱	석사
2018년	4월 1일	1	박영서	Park, Youngseo	178380	내국인	1995	주경광	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	4월 1일	17	이한슬	Lee, Han Seul	168439	내국인	1993	문동호	석박사통합
2018년	4월 1일	16	오건희	Oh, Geonhee	147464	내국인	1986	문동호	박사
2018년	4월 1일	15	박령균	Park, Ryeong Gyoon	147315	내국인	1986	문동호	박사
2018년	4월 1일	14	박경환	Bak, Gyeong Hwan	186408	내국인	1992	문동호	박사
2018년	4월 1일	13	곽필준	Gwak, Pil Jun	186849	내국인	1994	문동호	석사
2018년	4월 1일	12	이인성	Lee, In Sung	156304	내국인	1987	이중욱	박사
2018년	4월 1일	11	서성훈	Seo, Sung Hoon	186850	내국인	1993	이중욱	석사
2018년	4월 1일	10	박재일	Park Jaeill	176062	내국인	1994	이중욱	석사
2018년	4월 1일	2	Atif Zohaib	Atif Zohaib	186846	외국인	1991	주경광	석사
2018년	4월 1일	3	신창동	Shin ChangDong	136781	내국인	1986	주경광	박사
2018년	4월 1일	4	안진용	An, Jinyong	177206	내국인	1992	류상완	석사
2018년	4월 1일	5	최행진	Cheo, Haeng Jin	176195	내국인	1975	류상완	박사
2018년	4월 1일	6	Johar Muhammad Ali	Johar Muhammad Ali	167577	외국인	1986	류상완	박사
2018년	4월 1일	7	Afifi Hassan Mostafa	Afifi Hassan Mostafa	167754	외국인	1987	류상완	박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	4월 1일	8	Indrajit Vijay Bagal	Indrajit Vijay Bagal	178453	외국인	1991	류상완	박사
2018년	4월 1일	9	Waseem Aadil	Waseem Aadil	177773	외국인	1984	류상완	석박사통합
2018년	10월 1일	1	박영서	Park, Youngseo	178380	내국인	1995	주경광	석사
2018년	10월 1일	2	Zohaib Atif	Zohaib Atif	186846	외국인	1991	주경광	석사
2018년	10월 1일	16	정정연	Jeong, Jeong Youn	187436	내국인	1980	문걸	박사
2018년	10월 1일	15	이한슬	Lee, Han Seul	168439	내국인	1993	문동호	석박사통합
2018년	10월 1일	14	오건희	Oh, Geonhee	147464	내국인	1986	문동호	박사
2018년	10월 1일	13	박령균	Park, Ryeong Gyoon	147315	내국인	1986	문동호	박사
2018년	10월 1일	12	박경환	Bak, Gyeong Hwan	186408	내국인	1992	문동호	박사
2018년	10월 1일	11	곽필준	Gwak, Pil Jun	186849	내국인	1994	문동호	석사
2018년	10월 1일	10	이인성	Lee, In Sung	156304	내국인	1987	이중욱	박사
2018년	10월 1일	3	안진용	An, Jinyong	177206	내국인	1992	류상완	석사
2018년	10월 1일	4	Johar Muhammad Ali	Johar Muhammad Ali	167577	외국인	1986	류상완	박사
2018년	10월 1일	5	Afifi Hassan Mostafa	Afifi Hassan Mostafa	167754	외국인	1987	류상완	박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	10월 1일	6	Indrajit Vijay Bagal	Indrajit Vijay Bagal	178453	외국인	1991	류상완	박사
2018년	10월 1일	7	Waseem Aadil	Waseem Aadil	177773	외국인	1984	류상완	석박사통합
2018년	10월 1일	8	박재일	Park Jaeill	176062	내국인	1994	이중욱	석사
2018년	10월 1일	9	서성훈	Seo, Sung Hoon	186850	내국인	1993	이중욱	석사
2019년	4월 1일	1	박영서	Park, Youngseo	178380	내국인	1995	주경광	석사
2019년	4월 1일	17	이한슬	Lee, Han Seul	168439	내국인	1993	문동호	석박사통합
2019년	4월 1일	16	이성학	Lee, Seong Hak	197919	내국인	1994	문동호	석박사통합
2019년	4월 1일	15	오건희	Oh, Geonhee	147464	내국인	1986	문동호	박사
2019년	4월 1일	14	박경환	Bak, Gyeong Hwan	186408	내국인	1992	문동호	박사
2019년	4월 1일	13	곽필준	Gwak, Pil Jun	186849	내국인	1994	문동호	석사
2019년	4월 1일	12	이인성	Lee, In Sung	156304	내국인	1987	이중욱	박사
2019년	4월 1일	11	서성훈	Seo, Sung Hoon	186850	내국인	1993	이중욱	석사
2019년	4월 1일	10	주우리	Ju, Woo Ri	196316	내국인	1996	노한진	석사
2019년	4월 1일	2	서준후	Seo, Jun Hu	196322	내국인	1996	주경광	석사
2019년	4월 1일	3	Zohaib Atif	Zohaib Atif	186846	외국인	1991	주경광	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	4월 1일	4	김성근	Kim, Sung Geun	196333	내국인	1993	류상완	석사
2019년	4월 1일	5	안진용	An, Jinyong	177206	내국인	1992	류상완	석사
2019년	4월 1일	6	Johar Muhammad Ali	Johar Muhammad Ali	167577	외국인	1986	류상완	박사
2019년	4월 1일	7	Afifi Hassan Mostafa	Afifi Hassan Mostafa	167754	외국인	1987	류상완	박사
2019년	4월 1일	8	Indrajit Vijay Bagal	Indrajit Vijay Bagal	178453	외국인	1991	류상완	박사
2019년	4월 1일	9	Waseem Aadil	Waseem Aadil	177773	외국인	1984	류상완	석박사통합
2019년	4월 1일	18	정정연	Jeong, Jeong Youn	187436	내국인	1980	문걸	박사
2019년	4월 1일	19	이상록	Lee, Sang Lok	197939	내국인	1994	문걸	석박사통합
2019년	10월 1일	1	서준후	Seo, Jun Hu	196322	내국인	1996	주경광	석사
2019년	10월 1일	17	이한슬	Lee, Han Seul	168439	내국인	1993	문동호	석박사통합
2019년	10월 1일	16	이성학	Lee, Seong Hak	197919	내국인	1994	문동호	석박사통합
2019년	10월 1일	15	박령균	Park, Ryeong Gyoon	147315	내국인	1986	문동호	박사
2019년	10월 1일	14	박경환	Bak, Gyeong Hwan	186408	내국인	1992	문동호	박사
2019년	10월 1일	13	곽필준	Gwak, Pil Jun	186849	내국인	1994	문동호	석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	10월 1일	12	이인성	Lee, In Sung	156304	내국인	1987	이중욱	박사
2019년	10월 1일	11	서성훈	Seo, Sung Hoon	186850	내국인	1993	이중욱	석사
2019년	10월 1일	10	주우리	Ju, Woo Ri	196316	내국인	1996	노한진	석사
2019년	10월 1일	2	Zohaib Atif	Zohaib Atif	186846	외국인	1991	주경광	석사
2019년	10월 1일	3	김성근	Kim, Sung Geun	196333	내국인	1993	류상완	석사
2019년	10월 1일	4	최행진	Choe, Haeng Jin	176195	내국인	1975	류상완	박사
2019년	10월 1일	5	Johar Muhammad Ali	Johar Muhammad Ali	167577	외국인	1986	류상완	박사
2019년	10월 1일	6	Afifi Hassan Mostafa	Afifi Hassan Mostafa	167754	외국인	1987	류상완	박사
2019년	10월 1일	7	Indrajit Vijay Bagal	Indrajit Vijay Bagal	178453	외국인	1991	류상완	박사
2019년	10월 1일	8	Abdullah Ameer	Abdullah Ameer	197050	외국인	1985	류상완	박사
2019년	10월 1일	9	Waseem Aadil	Waseem Aadil	177773	외국인	1984	류상완	석박사통합
2019년	10월 1일	18	양소명	Yang, So Myeong	198159	내국인	1992	문걸	석사
2019년	10월 1일	19	정정연	Jeong, Jeong Youn	187436	내국인	1980	문걸	박사
2019년	10월 1일	20	이상록	Lee, Sang Lok	197939	내국인	1994	문걸	석박사통합

대학원생 수(명)	석사	2017년	5.00	석박사통합	2017년	1.50	외국인 학생 수	2017년	3.00
		2018년	6.00		2018년	2.00		2018년	5.00
		2019년	7.50		2019년	4.00			
		전체	18.50		전체	7.50			
	박사	2017년	7.00	총계	2017년	13.50	2019년	5.50	
		2018년	8.50		2018년	16.50	전체	13.50	
		2019년	8.00		2019년	19.50			
		전체	23.50		전체	49.50			



[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)업 구분	취(창)업정보		
			건축학/건축공학 인문사회계열	회사명				취(창)업구 분				근무 지역		
													한글	영문
2017년	2월	1	강진호	Kang Jin-Ho	137223	1986	류상완		박사	201703				
2017년	2월	2	여인성	Yeo Insung	128012	1984	주경광		박사	201203				
2017년	2월	3	김승찬	Kim Seungchan	146664	1988	주경광		석사	201403				
2017년	2월	4	김태윤	Kim Taeyun	156893	1989	류상완		석사	201503				
2017년	2월	5	모우리	Mo Woori	158796	1990	이중욱		석사	201503				
2017년	2월	6	정대경	Jeong Dae Kyung	158799	1990	류상완		석사	201503				
2017년	8월	1	박승현	Park Seung Hyun	106292	1975	류상완		박사	201009				
2017년	8월	2	송명성	Song Myeongseong	157805	1990	이중욱		석사	201503				
2017년	8월	3	황인엽	Hwang In Yup	156479	1990	류상완		석사	201503				
2018년	2월	1	박경환	Bak Gyeonghwan	166333	1992	문동호		석사	201603				
2018년	8월	1	신창동	Shin ChangDong	136781	1986	주경광		박사	201303				

연도	기준월	연번	성명		학번	생년 (YYYY)	지도교수 성명	임상/기초	취득 학위	입학 년월	취(창)업 구분	취(창)업정보		
			건축학/건축공학	회사명				취(창)업구 분				근무 지역		
			인문사회계열											
2019년	2월	1	유소영	Yu Sou Young	96117	1981	류상완		박사	200903	취업	전남대학교	비정규직	광주
2019년	2월	2	박재일	Park Jaeill	176062	1994	이중욱		석사	201703	취업	고등광기술 연구소	비정규직	광주
2019년	8월	1	오건희	Oh Geonhee	147464	1986	문동호		박사	201403	취업	University of Illinois at Chicago	비정규직	미국
2019년	8월	2	박영서	Park Youngseo	178380	1995	주경광		석사	201703	취업	한양대학교 방사능측정 소	비정규직	서울
2019년	8월	3	안진용	An Jinyong	177206	1992	류상완		석사	201708	국내진학			

졸업생	2017년	전체	석사	6	2018년	전체	석사	1	2019년	전체	석사	3	전체기간	전체	석사	10
			박사	3			박사	1			박사	2			박사	6
			계	9			계	2			계	5			계	16
	임상 제외	석사	6	임상 제외		석사	1	임상 제외		석사	3	임상 제외		석사	10	
		박사	3			박사	1			박사	2			박사	6	
		계	9			계	2			계	5			계	16	
취(창)업	2019년 2월 졸업자	석사	1	국내 진학자 소계		0	2019년 8월 졸업자	석사	2	국내 진학자 소계		1				
				국외 진학자 소계		0				국외 진학자 소계		0				
				입대자 소계		0				입대자 소계		0				
				취(창)업자 소계		1				취(창)업자 소계		1				
		박사	1	입대자 소계		0		박사	1	입대자 소계		1				
				취(창)업자 소계		0				취(창)업자 소계		1				
전체 환산 졸업생 수 (임상간호학, 인문사회계열포함)			석사	5			전체 환산 졸업생 수 (임상간호학, 인문사회계열 제외)			석사	5					
			박사	6						박사	6					
			계	11						계	11					