

**『4단계 BK21사업』미래인재 양성사업(기초과학 분야)
교육연구단 성과평가 보고서**

관리번호	4199990114237						
사업 분야	기초과학	신청분야	물리	단위	전국	구분	교육연구단
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야	
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류
	분류명	물리학	응집물질물리	물리학	열및통계물리	물리학	광학및양자전자학
	비중(%)	60%		20%		20%	
학과(학부)	포항공과대학교 물리학과						
교육연구 단명	국문) 4단계 BK21 포스텍 물리교육연구단						
	영문) BK21 FOUR POSTECH Physics Division						
교육연구 단장	소 속		포항공과대학교 단과대구분없음 물리학과				
	직 위		교수				
	성명	국문			전화		
			팩스				
		영문			이동전화		
			E-mail				
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (‘20.9~’21.2)		2차년도 (‘21.3~’22.2)		3차년도 (‘22.3~’23.2)	
	국고지원금	528		1,056		1,084	
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)					
평가 대상 기간		2020.9.1.-2023.2.28.(30개월)					

본인은 『4단계 BK21』사업 성과평가 보고서를 제출합니다. 아울러, 보고서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠음을 서약합니다.

2023년 월 일

작성자	교육연구단장	
확인자	대학교 산학협력단장	
확인자	대학교 총장	

한국연구재단 이사장 귀하

〈신청서 요약문〉

중심어	지식의 지평 확장	신진과학자 육성	물리학 글로벌 리더 양성
	첨단 물리 지식 함양	미래 대처 능력 증진	리더 능력 함양
	혁신적인 연구	함께하는 연구	포스텍 플레그십 연구
교육연구 단의 비전과 목표	포스텍 물리교육연구단의 비전은 '탄탄한 기초실력으로 지식의 지평을 넓히는 신진과학자 육성'이다. BK21 FOUR가 종료되는 2027년에는 포스텍 물리교육연구단이 세계 정상급 대학(세계 20위권)과 대등하게 경쟁하는 수준에 도달하고자 한다. 물리학 분야의 글로벌 리더를 양성하고 세계 정상급 연구업적으로 인정받는 포스텍 브랜드 연구성과 7건 달성을 목표로 한다. 이 목표를 달성하기 위해 포스텍 물리교육연구단에서 배출되는 신진과학 인력이 (1) 첨단 물리 지식, (2) 미래 대처 능력, (3) 리더 능력 을 갖추 수 있도록 교육환경을 구축하고자 한다. 또한, 연구 측면에서는 (a) 혁신적인 연구, (b) 함께하는 연구, (c) 포스텍 플레그십 연구 를 통해 연구역량을 증진시키려 한다.		
교육역량 영역	포스텍 물리교육연구단은 지난 BK21과 BK21 Plus을 통해 혁신한 석·박사 통합과정 중심의 기초 및 첨단 분야의 전공교육 체계를 계승하면서, 급변하는 사회요구에 대처할 수 있는 창의·융합 능력과 학생 중심의 건강한 연구 교육이 강조된 교육 프로그램을 완성하고자 한다. 3대 교육 핵심과제인 '학문의 깊이와 너비를 겸비하는 연구교육', '학생중심의 건강한 연구·진로 멘토링', '능동적이고 소통하는 리더교육'을 중심으로 교육 프로그램과 지원체계를 확립한다. • 교과과정 - 교과과정을 통해 얻은 기초핵심능력과 심화된 전문지식을 바탕으로 학문의 경계를 넘는 안목을 갖추고, 이를 첨단·융합 연구에 적용하는 교육과 연구의 선순환을 달성한다. • 학사관리 - 기존의 엄정하고 합리적인 학사제도를 유지하면서, 학생의 필요에 관심을 갖는 학생 중심의 건강한 학사관리와 스스로 몰입하고 협력할 수 있는 연구환경을 지원한다. • 산업·사회·과학문제 해결 교육 - 산업계와 학계의 즉각적인 필요와 유행보다 산업과 과학 발전의 기초 원천을 발굴하는 역량 교육에 집중하고 지역사회와 소통하는 리더로서의 자질을 함양하는 기회를 제공한다. • 인력양성 및 국제화 - 소수정예의 원칙하에 대학원생(교수당 평균 6명)과 신진연구인력(연간 5~6명)을 유지하되 우수 인력 확보-육성-홍보의 선순환 체계를 만들고, 자기주도적이고 국제적 연구소양을 갖춘 글로벌 연구리더 양성에 집중한다. BK21 FOUR 사업기간 동안 첨단물리 지식(Frontier Knowledge), 미래대처 능력(Adaptability), 리더 능력(Leadership)의 전문성을 갖춘 글로벌 물리 인재 양성소로 자리매김하고자 한다.		

연구역량 영역	포스텍 물리교육연구단은 우리나라 기초과학의 명맥을 이어나가는 역할을 자임한다. 대외적으로는 튼튼한 기초지식과 창의적인 사고방식으로 급변하는 사회가 요구하는 국가과학기술 창출을 뒷받침하는 것을 목표로 한다. 대내적으로는 단기적인 성과를 지양하고 지적 호기심에서 출발하여 근원적인 질문에 답하는 연구를 일생에 걸쳐 수행하는 문화를 정착시키고자 한다. '혁신적인 연구', '함께하는 연구', '포스텍 플래그십 연구'를 3대 추진 방향으로, 이에 맞춰 연구 제도를 정비하며 '유치-육성-도약'의 선순환적인 연구역량 강화 전략을 수립하였다: • 유치 - 긴 호흡으로 깊이 있는 연구에 몰입할 수 있도록 교원 평가 제도를 정비하고 '혁신적인 연구'를 중시하는 포스텍 물리교육연구단만의 고유한 색깔을 선명하게 드러냄으로써 세계선도형 연구를 추구하는 인재를 유치한다. • 육성 - 기존 연구의 정형화된 주제를 초월하여 혁신형 연구를 선도할 수 있도록 각 연구실이 가진 전문분야의 경계를 넘나드는 활발하고 자연스러운 융합연구를 촉진하는 '함께하는 연구' 문화를 마련한다. • 도약 - 유망한 분야를 발굴, '포스텍 플래그십'으로 집중 육성하여 이를 구심점으로 다시 새로운 혁신적인 연구의 토양이 갖춰지는 선순환 구조를 구축한다. BK21 FOUR 사업기간 동안 한국브랜드 연구성과 7건 이상 달성을 목표로, 물리현상의 근본적인 이해를 일관되게 추구하는 연구에 집중하여 우리나라 기초과학의 산실로 거듭나고자 한다.
기대 효과	• 첨단물리지식과 글로벌 리더십을 갖추고 급변하는 사회에 능동적으로 대처하는 과학기술 인력양성을 통해 21세기 지식기반 사회를 선도한다. • 세계 정상급 혁신적 연구 성과의 창출로 포스텍 브랜드 제고 및 국가경쟁력을 강화한다. • 학령인구 저하 시대에 우수 연구인력의 안정적 배출을 통한 국가적 연구역량을 제고한다. • 국제적 수준의 경쟁력 있는 교육, 연구 프로그램 개발과 제공으로 국가 교육제도 개선 및 정상화에 기여한다. • 세계적 수준의 연구, 교육 역량 강화를 통해 해외 우수학생을 유치한다.

- 4단계 두뇌한국(BK)21 사업 -
미래인재 양성사업
과학기술 분야(교육연구단)
성과평가 보고서

2023. 2.

교 육 부
한 국 연 구 재 단

〈보고서 요약문〉

중심어	지식의 지평 확장	신진과학자 육성	물리학 글로벌 리더 양성
	첨단 물리 지식 함양	미래 대처 능력 증진	리더 능력 함양
	혁신적인 연구	함께하는 연구	포스텍 플래그십 연구
교육연구단의 비전과 목표	포스텍 물리교육연구단의 비전은 '탄탄한 기초실력으로 지식의 지평을 넓히는 신진 과학자 육성'임. 물리학 분야의 글로벌 리더를 양성하고 세계 정상급 연구업적으로 인정받는 포스텍 브랜드 연구성과 7건 달성을 목표로 함. 이 목표를 달성하기 위해 포스텍 물리교육연구단에서 배출되는 신진과학 인력이 (1) 첨단 물리 지식, (2) 미래 대처 능력, (3) 리더 능력을 갖추 수 있도록 교육환경을 구축하였음. 글로벌 리딩 연구를 산출하기 위해서 (a) 혁신적인 연구 (b) 함께하는 연구 (c) 포스텍 플래그십 연구를 통해 연구역량을 증진시키려 함. 교육연구단의 핵심 교육 프로그램 관련 제도를 완비하고 혁신하였음. 연구 부분에서도 포스텍 브랜드 연구 성과 후보를 3건 산출하여 포스텍 브랜드화를 위한 후속연구 진행함.		
교육역량 영역	(1) 교과과정과 학사제도: 교육연구단의 교육 목표를 달성하기 위해서 3대 교육 핵심 과제를 '학문의 깊이와 너비를 겸비하는 연구교육', '학생중심의 건강한 연구·진로 멘토링', '능동적이고 소통하는 리더교육'으로 정하고 이에 따라 교과과정과 학사 관리 제도를 개편함. - 교과 과정: 글로벌 리더를 양성하기 위해서 기초 핵심 과목의 이해를 제고하고 자기 전공에 대한 깊이 있는 지식 전수와 다른 분야에 대한 너비를 아우르는 교과 과정을 제공함. - 학생 중심의 건강한 연구환경 조성을 위해 지도교수와 의 갈등을 조절하는 제도를 마련하고 학생의 권익 보호, 진로와 심리 상담에 대한 제도들을 만들었음. - 글로벌 리더 양성을 위해 자기 주도 학습과 비판적 사고를 훈련할 수 있는 기회를 제공하고, 자신의 의견을 효과적으로 전달하는 능력을 함양 할 수 있는 교육 제도를 만듦. (2) 대학원생 취업: 석박사 통합 과정 취업률 100% 달성. (3) 대학원생 실적의 우수성: - 참여대학원생 주저자 논문 평균 IF 11.21 로 Physical Review Letters (PRL) IF 9.185 상회. - 주저자 논문 60편 중에 Nature 2편을 포함 PRL 급 이상 논문이 24편으로 전체의 40% 차지. (4) 국제 공동연구가 가능한 다양한 교육 플랫폼 제공 - 국제 공동연구를 위한 대학원생 해외연수(12건). - 외국인 해외석학(, Rutgers University)과의 공동연구로 최고권위저널 (Nature, Nature Commun., PRL등)을 포함하여 우수 저널에 논문을 출간(4건). - 아태이론물리센터, 막스플랑크 한국/포스텍 연구소와 연계된 7명의 외국인 겸직 교수들 중심으로 연구/교육 활동 진행.		
연구역량 영역	(1)글로벌 리딩 연구 산출을 위해 '혁신적인 연구', '함께하는 연구', '포스텍 플래그십 연구'를 3대 추진 방향으로, 이에 맞춰 연구 제도를 정비하며 '유치-육성-도약'의 선순환적인 연구역량 강화 전략을 수립함. 유치: 긴 호흡으로 혁신적인 연구를 하는 신진 연구자 발굴 및 이의 제도적 뒷받		

	침 강화. 신규 임용교원에게 4.25억원의 초기 정착금 및 연구비 지원, 강의 부담 경감. 혁신적 연구 성과를 얻은 교원 승진을 위해 최소 승진 연한 폐지. •육성: 함께 하는 연구를 통한 창의적 융복합 연구 배양. 물리교육단 참여 교수가 자유롭게 모이는 탈경계 공동 연구('Frontiers Beyond the Border: FBB')모임을 활성화함. •도약: 포스텍 플래그십(Postech Flagship) 연구 그룹 집중 육성. - 뛰어난 실적을 가진 연구자를 석학 교수로 임용(. . . 교수, . . . 교수). - 뛰어난 공동 연구 그룹의 발굴을 위해 연구 센터 유치를 지원. · 대학ICT연구센터육성지원사업(ITRC) 유치 (센터장: . . . 교수, 사업기간 7년, 연간 연구비 11억원). · 대형과제 '위상양자 신소재의 양자물성 및 시공간 특성 연구' 수주 (주관책임자: . . . 교수, 사업기간 6년, 연간 연구비 42억원). 이러한 연구 역량 강화 사업의 노력으로 물리교육연구단의 실적이 급상승함. · 평가 기간 중에 Nature 주저자 논문을 3편 출간하였으며 이들을 포스텍 브랜드 연구로 키우기 위해 후속 연구 추진. · 연간 Nature Physics (IF 19.684) 급 이상의 논문 건수가 신청서 당시 실적보다 56% 상승, Physical Review Letters (IF 9.185)급 이상은 68% 상승. (2) 국제화 •기관 대 기관 주도의 국제화: 복수학위제(홍콩과기대)와 다양한 기관과 양해각서(MOU) 협약 체결. 참여교수들 아테이론물리센터를 통한 국제학회 주관, 한-독 글로벌 인재양성 플랫폼 사업 개시(독일 막스플랑크 연구소에 42명 파견). •개인 기반 국제화: 국제 연구 과제 수행(3건), 국제공동 연구 70건 수행. •교육연구단 주관 해외연사 콜로퀴움 진행, 대학원생 및 신진연구인력 국제학술대회 행사 참여 지원(14건). (3)산업사회 기여 •첨단소재 기반의 원천 지식 확보: 삼성미래기술과제 수행, 산학 협력, 독일 막스플랑크 연구소 등 대학원생 파견 •전문 지식의 사회 환원 프로그램 활성화: 포스코 기술 대학 일반 물리 강의 등 지역 인력 재교육, . . . 교수 국가과학기술자문위원회의 부의장을 역임, 국가과학기술정책 수립과 운영에 중추적 역할. •지역 사회와 소통하는 열린 과학 문화 배양: 과학도서 저자강연, 고교생 등 비전문인 대상 물리학 전공 소개 활동, 과학문화 확산을 위한 대중 강연등 활발히 함.
향후 계획	(1) 교육 부문에서 교육 과정과 학사관리에서 개편한 제도들을 유지, 개선, 보완함. (2) 연구 부분 · 포스텍 브랜드 후보 3편에 대해 브랜드 확립을 위해 추가 연구를 진행하며 브랜드 연구 4건 추가 발굴. · 뛰어난 공동 연구 그룹의 발굴을 위한 연구 센터 추가 유치. (3)국제화 부문 Covid-19로 인해 상대적으로 부진했던 국제 교류 활성화 추진. (4) 산업 사회 기여도 기초연구 주도형 산업 기여, 과학 대중화, 과학기술 지식 한계확장을 바탕으로 한 산업 사회 기여 활동 지속적 추진.

목 차

I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표	9
1. 교육연구단 구성	10
1.1 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량	10
1.2 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진	12
1.3 교육연구단 대학원 학과(부) 현황	14
2. 교육연구단의 비전 및 목표	16
2.1 교육연구단의 비전 및 목표 달성도	16
II. 교육역량 영역	26
1. 교육과정 구성 및 운영	27
1.1 교육과정 구성 및 운영 실적	27
1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 실적	42
2. 인력양성 현황 및 지원 실적	47
2.1 평가 대상 기간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적	47
2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 실적	48
2.3 참여대학원생 취(창)업 현황	51
3. 대학원생 연구역량	53
3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성	53
3.2 대학원생 연구 수월성 증진 실적	85
4. 신진연구인력 운용	88
4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적	88
5. 참여교수의 교육역량	97
5.1 참여교수의 교육역량 대표실적	97
6. 교육의 국제화 전략	102
6.1 교육 프로그램의 국제화 실적	102
6.2 외국인 교수 현황과 역할	109
III. 연구역량 영역	113
1. 참여교수 연구역량	114
1.1 연구비 수주 실적	(별도제출)
1.2 연구업적물	114
1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적	117
2. 산업·사회에 대한 기여도	122
2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적	122
3. 연구의 국제화 현황	134
3.1 참여교수의 국제화 현황	134

〈부록〉 첨부자료

I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단 구성

1.1 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	영문
소속기관	포항공과대학교	물리학과

〈표 1-1〉 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 교육연구단장 변경 현황

연번	성명	교육연구단장 수행 기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)	변경 사유
1		2020.09.01.~2023.02.28	
2			

(1) 인적사항: 포스텍 물리학과 교수 (입자물리 이론 전공). 포스텍 대학본부 교육위원 및 물리학과 교육비전위원회 위원장의 경험을 바탕으로 2016년 8월부터 연구와 교육의 균형적 발전을 위해 BK21 Plus 포스텍 물리사업단을 이끌었으며 그간의 발전에 기반 새로운 도약을 위해 4단계 BK21 포스텍 물리교육연구단을 이끌고 있음. (2) 교육 역량 포스텍 대학본부 교육위원 및 물리학과 교육비전위원회 위원장 역임하였음. (3) 연구 역량 70편 이상의 연구논문 발표 및 논문 1편당 평균 인용횟수 48회를 넘는 우수한 논문 발표. ‘N=5,6 Superconformal Chern-Simons Theories and M2-branes on Orbifolds’ (414회 (Google Scholar) / 350회 (inspirehep) 인용) 등 다수의 다인용 논문 발표. - 한국 끈 이론 및 장론 커뮤니티가 ‘3차원 및 고차원 초대칭 등각장론’ 분야에서 국제적 리더 역할을 하는데 결정적 기여. 이 경험을 바탕으로 4단계 BK21 포스텍 물리교육연구단 연구능력의 질적 도약을 기획하고 있음 (4) 국제적 인지도 끈 이론 분야의 최대 학회인 ‘Strings 2015’ 초청강연을 비롯해서 다수의 국제학회 초청 강연. (5) 행정 역량 - 포스텍 BK21 Plus 물리사업단 사업단장 (2016. 08. ~ 2020. 08.) - 포스텍 물리학과 인사위원 및 대학 인사위원 (2015. 09. ~ 2019. 12.). - 포스텍 대학본부 교육위원 (2012. 09. ~ 2015. 08.). - 포스텍 물리학과 교육비전위원회 위원장 (2013. 09. ~ 2015. 08.). - 아태이론물리센터 (APCTP) Coordinator (2011 ~ 2016). - 포스텍 물리학과 부주임 (2017). 4단계 BK21 포스텍 물리교육연구단장 (2020. 09. ~). - 포항공과대학교 기초과학연구소 (자율운영 대학중점 연구소) 소장 (2021.06 ~). (6) 행정 성과 - 포스텍 BK21 Plus 사업단장으로서의 업적

-BK21 Plus 사업단장으로 재직하는 기간 중에 물리사업단의 연구 역량이 획기적으로 향상됨.

특히 특급논문 실적이 획기적으로 향상됨. 사업단의 Nature Physics 급 이상 특급논문 실적이 BK21 Plus직전 3년에 1편이었다가(0.33편/년)BK21 Plus 전체 기간 중에 1년에 4편 총 24편을 산출하였음. 전국 6개 사업단 중 단연 1위이고 본 사업단을 제외한 타 사업단 평균 11편의 약 2배임. 질적 지표로 국내 최상위 수준의 특급/우수논문 실적을 내고 있음.

- 연구 업적 향상을 위한 참여교수 교체:

- 연구 업적 우수성 달성을 위한 노력의 일환으로 연구 업적을 기반으로 교육연구단 참여교수 교체 실시. 2020. 09. ~ 2022. 02. 기간에 대한 연구 실적을 기반으로 2023년 9월 1일에 교체될 참여교수 2명 확정 & 해당 교수 통보 완료.

- 교육환경 향상을 위한 제도 신설

- 학과 대학원위원회와 협의를 거쳐 연구실 순환 제도 신설. 대학원 신입생들이 포스텍 대학원에 적응하는 것을 돕기 위해 신입생이 합류하길 희망하는 연구실 세 곳에서 대학원 입학 첫 학기에 한 달씩 연구참여하는 프로그램 신설. 타 대학 학부 출신 대학원생들의 대학원 적응에 특히 도움됨.

- 축적된 연구 역량과 교육 역량을 바탕으로 2021년 3월부터 포항공과대학교 기초과학연구소 소장에 취임, 연구재단의 자율운영 대학중점연구소 과제를 유치하여 수물화생 기초과학 분야의 역량강화를 기획 중.

1.2 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

〈표 1-2〉 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여교수 현황

연번	세부전공분야	대표연구 업적물 분야	신임교수	외국인	사업 참여 여부
1	초전도체물 리/초전동비 정질	강상관 물질계 강상관 물질계 강상관 물질계	X	X	O
2	플라스마 물리	비선형 광학 플라즈마 물리 X-선광학	X	X	O
3	자성체물리	강상관 물질계 강상관 물질계 강상관 물질계	X	X	O
4	비선형동역 학		X	X	X
5	양자정보	양자정보 양자정보	X	X	O
6	물성계측	강상관 물질계 강상관 물질계 강상관 물질계	X	X	O
7	응집물질물 리	강상관 물질계 강상관 물질계	X	X	O
8	응집물리, 광 학, 분광학		O	X	X
9	입자물리이 론	끈이론/ 장물리 끈이론/ 장물리 끈이론/ 장물리	X	X	O

10	응집물리실험		X	X	X
11	입자물리이론	끈이론/ 장물리	X	X	O
		끈이론/ 장물리			
		끈이론/ 장물리			
12	에너지띠/전자구조	강상관 물질계	X	X	O
		강상관 물질계			
		강상관 물질계			
13	원자및분자물리학		X	X	O
14	초전도체물리/초전동비정질		X	X	X
15	생물물리	생물물리	O	X	O
		생물물리			
16	물성계측	분광/구조 특성	X	X	O
		분광/구조 특성			
		분광/구조 특성			
17	광과학	나노광학	X	X	O
		나노광학			
		비선형 광학			
18	표면/경계면물리	강상관 물질계	X	X	O
		강상관 물질계			
		강상관 물질계			
19	중시물리	중시계/ 수송특성	X	X	O
		중시계/ 수송특성			
		중시계/ 수송특성			
20	박막물리	유전체/ 강유전체	X	X	O
		유전체/ 강유전체			
		유전체/ 강유전체			

21	생물물리	생물물리	X	X	O
		생물물리			
		생물물리			
22	중시물리	자성/ 자성체	X	X	O
		자성/ 자성체			
		자성/ 자성체			
23	생물물리	생물물리	X	X	O
		생물물리			
		생물물리			
24	에너지띠/전 자구조	강상관 물질계	X	X	O
		강상관 물질계			
		강상관 물질계			
25	에너지띠/전 자구조	강상관 물질계	X	X	O
		강상관 물질계			
		강상관 물질계			

1.3 교육연구단 대학원 학과(부) 현황

〈표 1-3〉 교육연구단 참여교수 현황

(단위: 명)

평가 대상 기간	구분	총 환산 참여교수 수		
		기존교수 수	신임교수 수	합계
2020.9.1. – 2023.2.28.	임상, 건축학 인문사회계열 포함	-	-	-
	임상, 건축학 인문사회계열 제외	19.8	0.8	20.60

〈표 1-4〉 교육연구단 참여교수 변동 현황

(단위: 명)

구 분	2020년	2021년		2022년		비고
	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	
총 참여교수 수	19	21	21	21	21	
신규 참여교수 수	19	3	0	0	0	
종료 참여교수 수	1	0	0	0	0	

〈표 1-5〉 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 교육연구단 참여교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	참여/종료	변동 사유	비고
1		2020년 2학기	종료	정년 퇴임	
2		2021년 1학기	참여		
3		2021년 1학기	참여		
4		2021년 1학기	참여		

〈표 1-6〉 교육연구단 평균 참여대학원생 현황

(단위: 명)

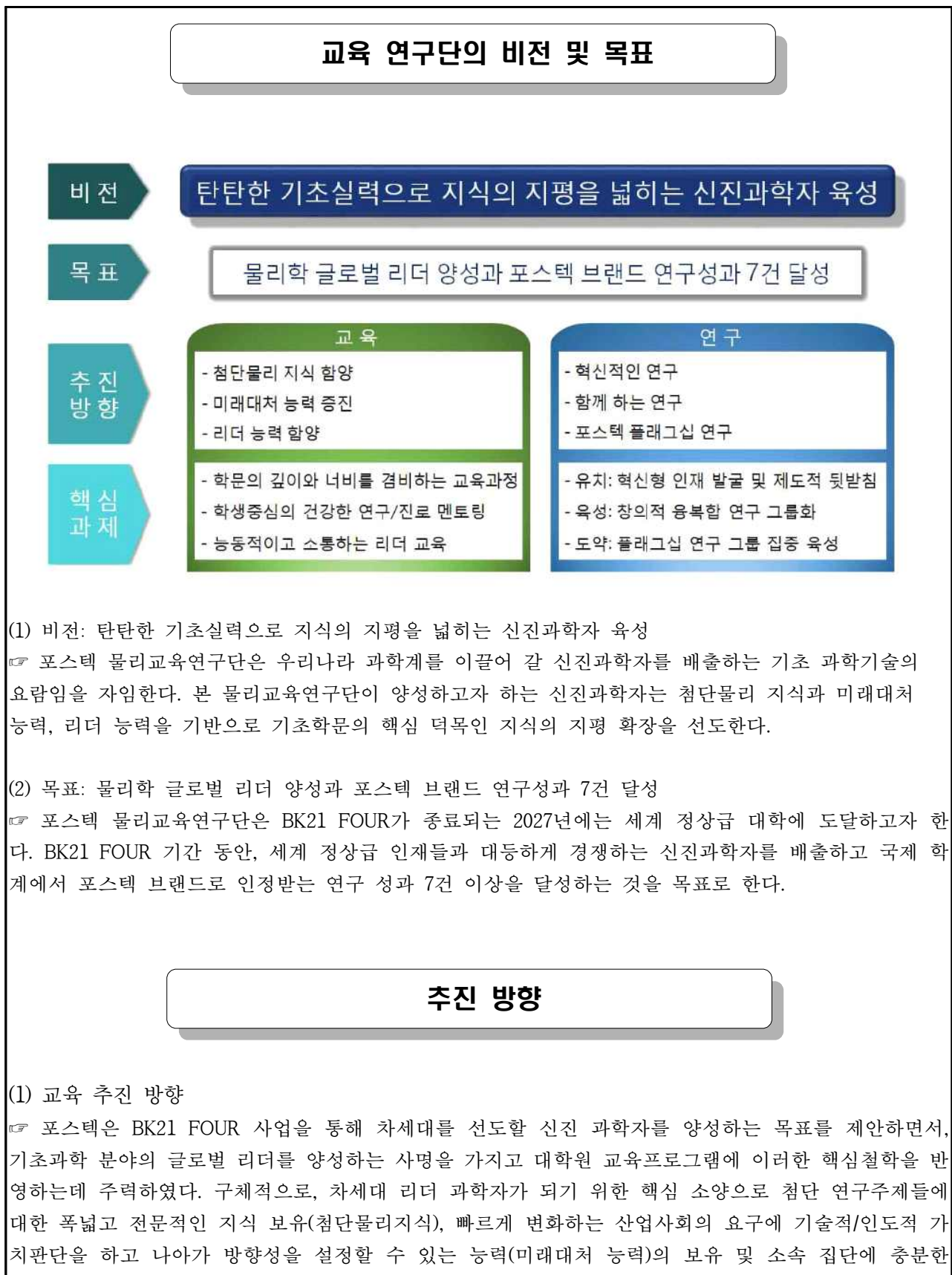
구분	참여대학원생 수			
	석사	박사	석·박사통합	계
5개 학기의 평균	0.6	1.6	106.8	109

〈표 1-7〉 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 교육연구단 외국인 참여대학원생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1						
2						
3						

2. 교육연구단의 비전 및 목표

2.1 교육연구단의 비전 및 목표 달성도



동기를 부여하고 실질적인 문제를 해결하는 리더십(리더능력)으로 정하고 이러한 자질을 함양할 수 있는 교육을 제공하였다. 글로벌 리더 교육 추진을 위한 핵심 수행과제를 다음과 같이 정하고 집중적으로 지도하였다.

☞ 차세대 글로벌리더과학자를 양성하는 교육의 3대 핵심 과제

(1) **학문의 깊이와 너비를 겸비하는 교육과정:** 빠르게 변화하는 사회에 학생들이 대응하기 위해서는 모든 연구 주제 이해의 기본이 되는 핵심 과목에 대한 충분한 숙지(Core Strength)하에 본인의 전문분야 전문성(Depth) 외에 타 분야에 대한 넓이도 (Breadth) 필요하다.

(2) **학생 중심의 건강한 연구/진로 멘토링:** 학생 주도의 연구가 진행되기 위해서는 학생의 기본적인 권익 보호가 전제되어야 한다. 이를 위해, 학생과 지도 교수와의 갈등 조절, 장래의 진로에 대한 상담, 스트레스 조절에 대한 제도적 장치가 필요하다.

(3) **능동적이고 소통하는 리더 교육:** 물리학의 글로벌 리더가 되기 위해서는 자기 주도 학습과 자기 주도 연구의 기회가 많이 주어져야 하며 다른 사람과의 소통에 숙달되어서 자신의 의견을 효과적으로 전달 할 수 있어야 한다.

(2) 연구 추진 방향

포스텍은 4단계 BK 사업에서 세계를 선도하는 연구를 추구하면서 포스텍이라는 고유한 브랜드를 인정받는 연구를 창출하려 하였다. 이를 위해서는 기존의 추적형 연구에서 벗어나 학문의 지평을 넓히는 연구를 독려하였다 (혁신적인 연구). 이러한 혁신적인 연구를 위해서는 본인의 연구에만 안주해서는 안 되고 경계를 넘어서는 연구를 추구하여야 하며 다른 분야 연구자들과 아이디어를 공유해야만 혁신적인 연구가 나올 가능성이 높다. 따라서 탈경계 (Frontiers Beyond the Border) 공동 연구를 장려하는 문화를 구축하였다 (함께하는 연구). 세계 우수 대학들은 새로운 분야를 열고 그 분야를 선도하는 저명한 연구자들이 존재한다. 따라서 이러한 선도 연구자들이 탄생할 수 있는 연구 환경 구축을 위해 노력하였다 (포스텍 플래그십 연구). 이러한 연구 추진 방향의 달성을 위해 다음 3가지를 연구의 3대 핵심 과제로 삼아 세계를 선도하는 연구 성과를 창출하기 위해서 노력하였다.

☞ 포스텍 브랜드 성과를 달성하기 위한 연구 부문 3대 핵심 과제

(1) **유치:** 혁신적인 연구를 장려하는 연구문화를 조성하고 이를 뒷받침하는 제도 개편을 통해 신진연구인력 유치의 선순환을 유도한다.

(2) **육성:** 창의적 융복합을 육성의 핵심 전략으로 삼으며, 이를 위해 분야가 다른 연구자가 서로 교류하여 자연스럽게 공동연구팀을 형성하는 역동적인 모델을 구축한다.

(3) **도약:** 플래그십 연구자로 자라날 수 있는 젊은 연구자의 연구를 지원하고 탁월한 업적을 이미 달성한 스타연구자의 지속적 성과 창출을 유도한다.

교육 역량 향상: 목표 6 달성 방안 대비 실적

앞서 제시한 차세대 글로벌리더 과학자를 양성하는 교육의 3대 핵심 과제를 수행하기 위해 현행 교육과정과 학사관리 제도를 개편하였다.

(1) 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 연구/교육 제도 구현

‘함께 하는 연구’ (Connectedness)를 통해 글로벌 리더로서 깊이와 너비를 모두 아우르는 지식을 함양

하고, 지도교수에 의존하는 방식에서 학생이 주도권을 가지고 연구하는 능동적 자세의 전환을 목표로 하였다.

○ **Core Strength 강화:** 물리학 기초 핵심 과목(4대 역학: 해석역학, 양자역학, 전기역학, 통계역학)의 엄정한 운영과 이에 대한 이해를 평가하는 박사자격시험을 통해 중요성을 강조하였다. 또한, 기초핵심 과목 강의의 질적 제고(교육과정의 충실성/지속성 개선)를 위해 강의평가 우수 교수 및 성적 우수 대학원생을 교수와 조교로 배정하였으며 담당 교수와 조교의 'Office Hour'를 강화하였다.

○ **Depth 강화:** 대학원 특론 과목 (1학기) - 스쿨 (1주) - 튜토리얼 (6시간) - 세미나 (1시간)로 구성된 체인 프로그램을 제공함으로써 교과과정의 필수과목이 첨단 연구주제와 연계되도록 하여 학생들이 기초의 중요성을 인식할 수 있게 하였다. <2차원 물질 물리> <위상물리>, <강상관계 물리>, <양자기술>, <응용물리> 등의 다양한 주제를 중심으로 체인 프로그램을 학과 홈페이지를 통해 운영하였다 (sites.google.com/view/postech-physics-bk).

○ **Breadth 강화:** Caltech, Stanford를 벤치 마킹하여 연구실 순환(Lab Rotation)을 전공 선택 과목으로 신설하여 (3학점) 대학원 신입생들이 세 개의 연구실을 돌며 복수의 관심 분야를 접할 기회를 제공하였다. 평가기간 중 전체 신입생 58명 중 27명(47%) 수강하였으며 입학 첫학기에 각 1개월씩 3개 연구실에서 연구 참여 후 지도교수를 선정할 수 있게 되었다. 이외에도 하나의 연구주제에 대한 다양한 접근방법과 관점을 제시하는 융합 수렴 강의, 프로젝트 기반으로 물리학과 내 또는 타 학과와의 소규모 공동연구팀 조직을 통하여 학생/지도 교수들 간 상호 교차 지도를 통해 연구 협력을 높일 수 있도록 하였다. 평가기간 동안 3개 연구실 공동 그룹 2건, 2개 연구실 공동 그룹 20건 등 총 22건의 소규모 공동 그룹이 운영되었다.

(2) 학생 중심의 건강한 연구/진로 멘토링.

학생 주도의 연구가 진행되기 위해서는 학생의 기본적인 권익 보호가 전제되어야 한다. 이를 위해, 학생과 지도 교수와의 갈등 조절, 장래의 진로에 대한 상담, 스트레스 조절에 대한 제도적 장치를 마련하였다.

○ **학생 기본 권익 보호:** 교무 지도 교수 (Academic Advisor) 제도를 신설하여(MIT 벤치 마킹) 연구 지도교수 선정 전 대학원 생활 적응에 도움을 주고자 하였으며, 연구 지도교수 선정 후 학생과 연구 지도 교수 사이에 갈등 발생시 중재토록 하였다. 또한, 학생-지도교수 기대 설문 제도를 마련하여 (Stanford 벤치마킹) 학생과 지도교수의 상호 기대사항을 사전에 인지함으로써 갈등 발생을 미연에 방지할 수 있도록 하였다. 교과 및 학위 논문 계획, 연구일정 관리, 학위논문, 지원상황 등 5가지 분야의 총 16문항에 걸쳐 설문 조사하여 이를 바탕으로 교수와 대학원생의 면담을 지도교수 선정 전에 실시하였다 (평가기간 중 2021년 7월, 2022년 1월, 7월, 2023년 1월 시행).

○ **진로 상담 체계 신규 구축:** 자기 계발 심층 면담 제도를 도입하여(UC Berkeley, Chicago 벤치마킹) 지도교수와의 정기적인 연구계획 설정과 진로 면담 기회를 제공하고, 박사학위논문 제안서를 통과한 대학원생은 1년 단위로 박사학위연구 진행 상황 및 향후 추진 계획에 관해 연구 지도교수(Research Supervisor)와 심층 면담을 하도록 하여 대학원생 전체를 대상으로 2021년부터 시행하고 있다. 또한, 그룹-학과-대학 차원의 진로 상담 체계를 신규 구축하여 학과 차원에서는 교수-학생 간담회를 매년 진행하였고(2021.8.12., 2021.1.9. 실시), 대학 차원에서는 미리 알아보는 포스텍 대학원 생활 행사를 실시하였다(2022 신입생 + 재학생 참여, 2022년 2월 4일).

○ **대학원생 업적 및 마음 관리 관리 시스템:** 대학원생의 교육 및 연구 성과 데이터베이스 시스템

(RIMS)을 구축하여 개인/학과/대학 차원의 체계적인 관리가 되도록 하였으며 이를 통하여 현재 교수 및 대학원생의 논문과 학회발표 실적 검색이 가능해졌다. 이와 동시에 교육·연구 성과 및 미래에 대한 불안감으로 인한 대학원생의 정신적 스트레스 완화를 위한 교내 상담센터, 인권센터를 활용한 대학원생 특화 상담 프로그램을 운영하여 건강한 마음이 꾸준한 업적의 토양이 되도록 하였다.

(3) 능동적이고 소통하는 리더 교육.

물리학의 글로벌 리더가 되기 위해서는 자기 주도 학습과 자기 주도 연구의 기회가 많이 주어져야 하며 다른 사람과의 소통에 숙달되어서 자신의 의견을 효과적으로 전달 할 수 있어야 한다.

○ **소통 능력 강화:** 온라인 강좌를 통한 사전 학습(역진행 특강 수업)을 유도하여 수업 중에는 토론에 더 많은 시간을 할애할 수 있는 환경을 구축하였으며 대학원생들의 비판적 사고, 분석력, 토론 능력을 증진시킬 수 있도록 하였다. 평가기간 중 고급바이오이미징 (2022년 1학기), 2차원 물질의 연구 동향 (2022년 2학기)을 역진행 특강 수업으로 진행하였다. 또한, 대학원생 주도 저널 클럽을 열어, 분야별 연구실 저널클럽과 별도로 대학원생들이 분야별로 모여 해당 분야 주요 이슈에 대해 동료 대학원생들에게 발표하는 대학원생 주도 저널클럽을 운영하여 대학원생 토론/소통 능력 및 리더십을 증진시켰다. 평가기간 동안 고체물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야 저널클럽을 진행하였고, 이를 위해 각 분야별 연 100~150 만원을 지원하였다.

○ **학생 주도 연구 능력 강화:** 학생들이 주도적으로 특정 연구주제에 대한 조사-발표-토론으로 진행되는 수업을 개설하였고(복합산화물 물리강론, 양자물질이론연구의 주제들 포함 8건), 주제 설정 문헌 조사, 연구 수행, 논문 작성 등의 연구 전 과정을 일찍 경험하고 조기에 첫 번째 논문을 쓰도록 유도하기 위해 첫 번째 논문을 대상으로 하는 '1st paper award' 상을 신설하였다. 석박통합 과정 입학 후 4년, 박사 과정 입학 후 2년 안에 첫 번째 논문을 발표한 대학원생에게 포상금 50만원을 매학기 초에 포상하여 평가기간 동안 14명이 수상하였다. 또한, 지도교수에 얽매이지 않고 학생이 완전하게 연구를 주도할 수 있도록 융합 인재 Fellowship을 신설하였다. 이 경우 최소 2인의 연구 지도교수(Research Supervisor)의 지도하에 융합연구를 수행하게 되며 계획서 심사를 통해 매년 1 ~ 2인을 선발하여 학생에게 직접 Fellowship을 지원하게 된다. 평가 기간 중 2021년 6월 최초로 1명이 선발되었다.

○ **국제적 감각 함양:** 대학원생의 해외기관 장·단기 방문연구(외향성)와 해외기관 대학원생 또는 신진연구자의 포스텍 초청(내향성)을 통해 해외 연구자들과 교류를 확대하였다. 평가 기간 중 미국 국립고자기장연구소, MIT, Perimeter Institute등 국내외 파견 연수 총 17건을 달성하였다. 또한, 국제 학회 발표를 의무화하여 (졸업 심사 전 국제학회 1회 이상 발표 필수) 대학원생이 본인의 연구결과를 학회에 발표함으로써 여러 전문가와 토론할 기회를 확대하고자 하였다. 졸업 심사 전 국제학회 1회 이상 발표 필수 학과 내규로 규정되었다.

연구 역량 향상: 목표 6 달성 방안 대비 실적

☞ 포스텍 물리교육연구단은 '혁신적인 연구', '함께 하는 연구', '포스텍 브랜드' 연구라는 세 가지 연구 추진 방향을 달성하기 위해 다음 세 가지 전략을 추진하였다.

(1) 전략1: 유치--혁신적인 연구를 장려하는 연구문화 조성 및 제도적 뒷받침 강화

○ **교수 평가 개선:** 교수 평가 제도를 개선하여 혁신적인 연구를 장려하는 연구문화를 조성하고 이를 통해 우수 신입교원을 유치하고자 하였다. 개개인의 커리어트랙에 맞추어 승진, 정년 보장, 연봉 등을 평가하고, 학술지의 Impact factor를 통한 정량적 평가가 아닌, 실적의 심층적인 질적 평가가 이루어질 수 있도록 심사 방식을 개편하였다. 당초 계획은 전문가 패널을 통한 평가 대상자의 학계 평판 및 업적에 대해서 심사하고자 하였으나, 일단 현 대학/학과 규정하에서 실시할 수 있는 부분부터 개선해 나갔다. 현재는 세계적 지명도가 있는 외부 전문가 10인으로부터 추천서를 받아 대상자의 업적에 대한 학계의 평가를 승진 결정에 주요한 지표로 삼고 있다.

○ **혁신적인 연구 장려:** 혁신적인 연구를 추구하는 젊은 교수들의 연구를 지원하기 위해 경쟁력 있는 초기 정착금을 지원하고, 강의와 행정 업무 경감을 통해 연구에 매진할 수 있는 환경을 제공하고자 하였다. 또한, 대학에서는 혁신적 연구 성과를 얻은 교원의 조기 승진을 위해 승진 최소 근무 연한을 폐지하였다. 교수의 경우, UNIST에서 포스텍으로 이직후 1년만에 부교수 승진 등 실적에 따른 파격적 인사를 단행하였다. 평가기간 동안, 포스텍 물리학과는 신규 임용된 교수들에게 국내 최고 수준의 초기 정착금과 연구비를 지원하였다(평균 4.25억원/인). 또한, 첫학기 강의 면제 이후 학점 시수를 연 6학점으로 제한하여 강의 부담이 경감되도록 하였다.

(2) 전략2: 육성--함께 하는 연구를 통한 창의적 융복합 연구 배양

○ **탈경계 공동연구('Frontiers Beyond the Border: FBB') 활성화:** 전공분야에 국한된 공동연구를 넘어 전공이 다른 연구자가 서로 교류하여 자연스럽게 공동연구팀을 형성하는 역동적인 융복합 연구를 유도하였다. 구체적으로, 참여 교수 대상으로 FBB 학회를, 대학원생 대상으로는 Brown Bag Meeting, FBB 저널 클럽 등 FBB 브레인스토밍 프로그램을 기획하였다. 평가기간 동안, 참여교수 대상 'Standing Wave Gathering' 및 'Tea time in Common Room' 운영을 개시하였다. Standing Wave Gathering은 사업단 참여교수 및 아태이론물리센터(APCTP) 연구원들이 리셉션 형식으로 연구 관련 다양한 주제에 대해서 자유롭게 논의할 수 있는 장을 마련하여 월 2회 운영하고 있다. Tea time in Common Room은 매주 목요일 오후 APCTP 연구자와 물리학과 연구자간의 공동연구를 탐색하는 기회를 제공하고 있다.

○ **공동 실험 환경 기반 구축(Open Campus):** 신입 교원들이 부임 후 바로 혁신적인 연구에 뛰어들 수 있도록 고가 실험/전산 시설 공유를 통한 연구 경쟁력 강화를 모색하였다. 평가기간 동안, 공용 헬륨 액화시설과 X-선 분석 장비 공용실을 구축하여 운영하고 있다 (1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적 참조). 또한, 포톤사이언스센터(센터장: 교수) 등 거점연구센터를 통해 포항가속기연구소의 X-ray Free Electron Laser (XFEL) 및 방사광 가속기 활용 연구를 위한 핵심 연구 기반을 구축하고, 이는 현재 국내 초고속 과학 연구를 활성화 하는 허브 역할을 수행하고 있다.

(3) 전략3: 도약--포스텍 플래그십 발굴 및 집중 육성(Postech Flagship)

○ **스타급 리더 지원 프로그램 운영:** 플래그십 연구자로 자라날 수 있는 젊은 연구자의 연구 지원 및 탁월한 업적을 이미 달성한 스타연구자의 지속적 성과 창출을 유도하고자 하였다. 젊은 교수부터 정년을 앞둔 교수까지 교원 전 주기에 걸쳐 젊은 석좌교수, 정규 석좌교수, 학과특임교수, POSTECH University Professor 등 우수교원 특별임용제도를 운영하여 인센티브 지급, 정년연장 (일부 특별임용제도 해당)등의 혜택을 통해 도약의 발판을 마련하고자 하였다. 평가기간 동안, 대학본부 사업으로 연구 활성화와 연구 수준 향상을 위해 탁월한 성과를 쌓은 교수에게 수여되는 석천석좌 및 무은재석좌교수

에 각각

교수와

교수가 선정되었다.

○ **선도연구센터(SRC), 기초연구실(BRL) 등 연구센터 유치 추진:** 포스텍을 대표할 혁신적인 연구그룹으로 성장할 수 있는 공동연구 그룹을 발굴하여 연구센터(SRC, BRL 등) 유치를 지원하고자 하였다. 연구센터 플랫폼을 통해 해당 연구분야 국내외 학계를 선도하고 글로벌 포스텍으로 성장에 기여를 꾀했다. 2022년도에 대학ICT연구센터육성지원사업(ITRC)에 지원하여 양자정보소자 인력양성 연구센터를 유치하는데 성공하였다 (센터장: 교수, 사업 기간 7년, 연간 사업비 11억원). 이 센터는 정보통신방송 혁신인재양성사업의 일환으로 광자/원자/초전도/2차원물질 기반의 양자정보소자 관련 대학원 연구인력을 양성하는 사업으로 국내 관련 전문가로 구성되었으며, 양자정보소자 연구를 통한 양자정보 전문인력 육성을 목표로 한다.

또한 2022년도에 대형 연구 과제 나노 및 소재기술개발 사업을 수주하였다 (주관책임자: 교수, 사업기간 6년, 연간 연구비 42억원). 연구과제명은 ‘위상양자 신소재의 양자물성 및 시공간 특성 연구’로 신물질 기반 기초연구를 수행하여 양자기술 원천지식 보유 및 실용화 선도의 단초를 마련하는 것을 목표로 한다. PI급 연구자 30명중 물리교육연구단 참여교수 10명이 핵심 참여 연구원으로 참여하고 있다.

참여교수 연구실적의 우수성

포스텍 물리교육연구단은 연구 부문에서 BK21 Four 종료 시점인 2027년에 세계 정상급 연구기관으로 인정받기 위해 국제 학계에서 포스텍 브랜드로 인식되는 연구성과 (7건 이상)를 달성하는 하는 것을 목표로 한다. 지난 2년여간의 이러한 연구목표를 달성하기 위해 연구 주제면에서는 지식의 지평을 여는 ‘혁신적인 연구’를, 연구 진행면에서는 여러 연구자의 전문성이 접목된 ‘함께하는 연구’를 지향하였다.

○ 포스텍 브랜드 연구성과 실적

● 포스텍 브랜드 연구성과는 포스텍에서 시작된 혁신적인 연구로 학계에서 인정받으면서, 이후 해당분야에서 포스텍 연구성과가 다수 출간되고, 이에 대한 전세계적인 파급효과가 확인된 성과이다. 포스텍 물리연구단은 지난 2년간의 기간동안 향후 포스텍 브랜드 연구로 평가받을 가능성이 높은 연구성과 3건을 아래와 같이 달성하였다.

(1) 포스텍 브랜드 연구성과 1: 2차원 물질 기반 볼로미터 양자 센싱 구현 및 활용

Graphene-based Josephson junction microwave bolometer, Nature 586, 42-46 (2020)

- 고품질 그래핀 조셉슨 소자구현을 통해 마이크로파의 양자측정 한계에 접근하는 볼로미터 센싱을 최초로 구현했다.

- 조셉슨 양자소자에 대한 교수의 지난 10여 년의 연구성과 (Nat. Phys. 2015 등 14편)를 계승하고, 현재 연구단의 주력 분야중 하나인 양자기술 분야에서 이뤄낸 성과이다.

- 향후 마이크로파 단광자 검출, 암흑물질 검출 활용 등의 후속 연구를 교수와 신입교원 교수 등이 진행하여 포스텍 브랜드 연구로 발전시킬 계획이다.

(2) 포스텍 브랜드 연구성과 2: 위상마디선 자성체 기반 극한 양자전도 현상 발견 및 활용

Colossal angular magnetoresistance in ferrimagnetic nodal-line semiconductors, Nature 599, 576-581 (2021)

- 위상마디선 자성 반도체 신물질에서 자기모멘트의 방향에 따른 초저대 저항변화 현상을 최초로 발견했다.

- 위상 전자구조를 갖는 양자물질의 특이 전도현상에 대한 교수의 그동안의 연구성과 (Nat. Mater. 2017 & 2018 등)를 계승하고, 현재 연구단의 주력 분야 중 하나인 양자물질 분야에서 이뤄낸 성과이다.

- 향후 위상자성체 신물질 합성 및 위상물질 기반 초저전력 스핀소자 등의 후속 연구들이 진행하여 포스텍 브랜드 연구로 발전시킬 계획이다.

교수 등

(3) 포스텍 브랜드 연구성과 3: 초전도 양자소자 기반 정상 플로케 상태 구현 및 활용

Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions, Nature 603, 421-426. (2022)

- 초전도 안드리프 (Andreev) 상태를 이용하여 지속가능한 쿠퍼쌍-광자 결맞음 양자플로케상태를 최초로 구현했다.

- 본 연구단의 양자이론분야 교수와 양자실험분야 교수의 협업을 통해 기존에 구현되지 않았던 비평형 양자상태를 세계 최초로 구현한 사례로 현재 연구단의 주력 분야인 양자기술 분야 성과이다.

- 향후 양자 비평형 상태 제어를 통한 위상 플로케 상태 연구 등의 후속 연구를 교수와 신입교원 교수가 진행하여 포스텍 브랜드로 발전시킬 계획이다.

• 이외 Nature Physics급 이상의 주저자 논문 11건 (Nature Materials 3건, Nature Nanotechnology 1건, Nature Physics 2건 포함)의 연구 주제와 성과도 향후 후속연구를 통해 포스텍 브랜드 연구로 발전시킬 계획이다.

○ 포스텍 연구성과에 대한 정량적인 분석

• 포스텍 물리연구단은 연구실적의 정량적인 면에서도 지난 2년 반 기간 (2020.09.01. ~ 2023.02.28) 동안의 실적이 4단계 BK21 신청서 제출 당시 평가 대상기간 5년(2015.01.01 ~ 2019.12.31.)에 비해 큰 폭으로 발전하였다.

• 주요 High IF 논문 실적 (2020. 09. 01 ~ 2023. 02. 28)

게재지명	Impact Factor	편수	기타
Nature	69.504	3	주저자 3
Science	63.714	1	공동저자 1
Nature Material	47.656	3	주저자 3
Nature Nanotechnology	40.523	1	주저자 1,
Nature Physics 급	19.6~33.3	11	주저자 7, 공동저자 4
Nature Communications 급	17.6~19.6	18	주저자 11, 공동저자 7
Physical Review Letters 급	9.1 ~ 17.6	37	주저자 27, 공동저자 10
High IF 학술지 논문 편수 / 총 논문 편수		74 / 202	

• 논문 1편당 Impact factor 지표의 경우 중간평가 기간의 실적이 4단계 신청서 평가기간 실적에 비해 크게 향상되었다. 이번 중간평가기간의 전체 논문 실적의 1편당 IF와 주저자 논문 1편당 IF는 모두 10에 육박할 정도로 매우 높고, 4단계 신청서 평가기간 대비 모두 상승하였다. 논문의 질을 나타내는 환산편수 1편당 환산 보정 IF는 신청서 대비 113%로 상승, 주저자 환산보정 IF는 134%로 상승하였다. 이러한 결과는 포스텍 물리교육연구단 연구성과의 질적인 수준이 빠르게 높아지고 있다는 것을 의미한다.

	전체 IF 1편당	환산보정 IF 환산편수 1편당	주저자 논문 IF 1편당	주저자 환산보정 IF 환산편수 1편당
중간평가 기간 실적 (2020.09.01 ~ 2023.02.28)	10.18	0.536	9.82	0.557
4단계 신청서 평가기간 실적 (2015.01.01 ~ 2019.12.31)	8.58	0.472	8.38	0.415

- 논문성과의 Impact factor 실적도 4단계 신청서 평가기간 대비 대폭 향상되었다. 중간평가 2.5년간의 연평균 전체 논문 IF는 4단계 신청서 평가기간 5년의 연평균 수치 대비 109% 수준으로 향상되었고, 환산보정 IF의 1년 평균치도 뚜렷하게 (122% 수준) 향상되었다. 특히 주저자 논문의 IF는 중간평가 2.5년간의 실적이 신청서 기간 5년 실적 대비 **1년 평균치면에서 150%수준으로 향상**되었고, 주저자 환산보정 IF도 145% 수준으로 향상되었다. 이는 포스텍 물리연구단의 연구실적이 질적인 면에서 크게 향상되었고, 이러한 실적 향상에 본 연구단의 구성원이 주도적인 역할을 했다는 것을 의미한다.

	전체 IF (1년간 평균)	환산보정 IF (1년간 평균)	주저자 논문 IF	주저자 환산보정 IF
중간평가 기간 실적 (2020.09.01 ~ 2023.02.28)	2058.20 (823.28)	30.31 (12.12)	1463.56 (585.43)	31.523 (12.6)
4단계 신청서 평가기간 실적 (2015.01.01 ~ 2019.12.31)	3766.76 (753.35)	49.40 (9.88)	1952.86 (390.57)	43.472 (8.69)

- 우수논문 (IF = Phys. Rev. Lett. 이상)과 특급논문 (IF = Nature Physics 이상) 실적도 4단계 신청서 평가기간 대비 대폭 향상되었다. 이번 중간평가기간 2.5년의 Phys. Rev. Lett. (PRL) 급 이상의 논문편수는 신청서 평가기간 5년 대비 1년 평균치 126%로, 특히 주저자 논문편수는 **1년 평균치는 168%로 상승**하였다. Nature Physics (NP) 급 이상의 논문 편수의 1년간 평균치 역시 125%로 크게 향상되었다. 특히 **NP급 이상 주저자 논문편수의 1년간 평균치는 156%로 상승**하였다. 이는 혁신적인 포스텍 브랜드 연구성과를 지향하는 본 교육연구단의 노력이 드러난 결과이다.

	PRL 급 이상 논문편수 (1년간 평균)	NP 급 이상 논문편수 (1년간 평균)	PRL 급 이상 주 저자 논문편수 (1년간 평균)	NP 급 이상 주 저자 논문편수 (1년간 평균)
중간평가 기간 실적 (2020.09.01 ~ 2023.02.28)	75 (30.0)	20 (8.0)	52 (20.8)	14 (5.6)
4단계 신청서 평가기간 실적 (2015.01.01 ~ 2019.12.31)	119 (23.8)	32 (6.4)	62 (12.4)	18 (3.6)

- 이번 중간평가 보고서에 제출한 교육연구단 대표 논문 61편에 대해서도 Nature Physic급 이상 (IF 19.6 이상)이 23%, Phys. Rev. Lett.급 이상 (IF 9.185 이상)이 69%로 매우 우수한 실적을 보이고 있다. 이는 앞서 언급한 우수한 연구성과가 소수의 구성원의 실적에 의한 것이 아니라 연구단 전체 구성원의 연구수준이 전체적으로 고르게 향상된 결과라는 것을 의미한다.

국제화: 목표 8 달성 방안 대비 실적

☞ 포스텍 물리교육연구단은 ‘Outbound 국제화’, ‘Inbound 국제화’, ‘캠퍼스 국제화’라는 세 가지 국제화 방향을 달성하기 위해 다음 세 가지 전략을 추진할 예정이었다. 하지만 2020년 초에 발생한 COVID-19의 장기화로 인해 국제화를 위한 인적 교류가 극도로 제한되면서 국제화 노력은 당초 목표와 다르게 온라인으로 진행되었으나 2022년 하반기부터 본격적인 비대면 교류도 이루어졌다. 실행 내용은 아래와 같다.

- (1) 전략 1: (‘포스텍 플래그십’ 주도) 기관 대 기관 국제연구 교류 플랫폼 구축 및 확대
포스텍 물리 교육연구단 내 연구센터 또는 유관기관과의 협력을 통한 해외연구기관/연구그룹과의 교류

활성화를 위해 연구센터간의 양해각서 협약 추진, 인력교류 플랫폼 구축, 학술행사 개최를 진행하였다. 또한 복수학위제 개설 및 추진을 통해 교육 프로그램 국제화에도 노력하였다.

○ **복수학위제 및 양해각서 (MOU) 협약 추진:** 포스텍 플래그십을 구성하는 주력 연구센터와 해외 연구기관 및 연구그룹 간 양해각서를 체결하여 지속적이고 안정적인 교류의 기반을 마련하였다. 2022년 하반기 COVID-19 상황이 개선되면서 교류를 위한 협약 체결이 본격적으로 시작되어 막스플랑크 한국/포스텍 연구소(MPK)와 European XFEL 간 MOU가 2022년 10월 신규 체결되었다. 또한 포항공대 물리학과와 중국 상하이 첨단물리연구센터 (SHARPS) 간의 MOU 신규체결이 추진되어 2023년 4월 협약 체결이 예정되어 있다. 복수학위제는 현재 홍콩과기대 (Hong Kong Univ. of Science and Technology)와 운영 중에 있고 대만 National Tsing Hua Univ.와의 개설을 추진중에 있다.

○ **인력교류 및 인재양성 플랫폼 구축:** 센터 간에 체결된 MOU에 기반하여 상호 기관 방문을 전제로 한 인력교류와 인재양성 프로그램을 마련하였다. 막스플랑크 한국/포스텍 연구소(MPK)를 기반으로 한-독 글로벌 인재양성 플랫폼 사업을 2021년 3월부터 운영하였다. 해당 사업은 국내 학생들이 독일 막스플랑크 광학연구소 등의 연구소에 방문하여 인턴 연구원으로 연구참여를 진행한다. 2021년에는 20명, 2022년에는 22명의 학생이 참여하였고, 향후 지속적으로 프로그램을 운영할 예정이다. 또한 신진연구자의 활발한 교류를 위해 해외기관 연구자 초청(8건)과 해외기간 대학원생 파견(12건)도 진행하였고, 이러한 교류는 점차 확대해 나갈 예정이다.

○ **학술 행사:** 포스텍 물리 교육연구단 연구센터와 해외연구기관과의 상호 교류 (Bilateral) 차원 단체 교류는 COVID-19 상황에서 이루어지지 못하였으나 APCTP와 연계하여 2021년 APCTP 세미나 시리즈 (해외연사 3명/ 운영), 2022년 APCTP 콜로퀴움 시리즈 (해외연사 8명/ 운영) 등 42건에 이르는 온라인 학술프로그램과 초청세미나를 진행하였다. 또한 본 교육연구단 참여교수가 국내에서 개최하는 국제학회에 운영자로 참여(12건)하는 등 교육과 연구의 국제화에 적극적 노력을 기울였다.

(2) 전략 2: (우수 연구자 주축) 개인 연구 우수성 중심의 국제 공동연구 확대

우수연구자의 개인 네트워크를 활용하여 해외 기관과의 국제 공동연구와 교류를 통해 국제 인지도를 높이는 전략으로 국제 공동연구과제 수주 및 공동연구를 적극적으로 추진하였다.

○ **국제 연구과제 수주 및 연구자 교류:** 국제 연구과제의 경우 교수, 한국연구재단 글로벌연구실사업 (2017~2023) 등 총 3건의 과제를 진행하였고, 교수의 미국 Univ. of Tennessee, Knoxville & Oak Ridge National Lab. (2021. 08.~2022. 07.) 방문 등 국제 공동연구를 위한 연구자 교류를 총 15건 진행하였다.

○ **국제 공동연구 논문 발표:** 활발한 국제공동연구를 통해 중간평가 대상 기간 동안 총 70편에 이르는 연구논문을 출간하였다. 이는 해당 기간동안의 전체 논문 202편의 약 32%로 활발한 국제 공동연구가 이뤄지고 있음을 나타낸다. 또한 해외 석학 교수/Rutgers Univ.)과의 교류를 통해 논문 출간 4건 (Nature 1건 포함) 및 공동연구 프로젝트를 진행하였다.

(3) 전략 3: (물리교육연구단 주관) 연구자 국제교류 프로그램 지원

포스텍 물리교육연구단 차원의 국제연구자 교류 활성화를 추진하기 위해 교육연구단 주관 학과 콜로퀴움 행사에 해외 연사 초청 경비를 지원하고 대학원생 및 신진 연구자의 국제 학술대회 참여 경비를 지원하였다.

○ **해외연사 초청 및 국제학술대회 참여 지원:** 포스텍 소속 외국인 연구자와의 교류 증진을 위해 계획했던 'The Globe Fair'는 COVID-19 팬데믹 상황으로 인해 개최되지 못하였으나 해외학자 초청 온라인 세미나 및 콜로кви움을 총 16건 진행하였다. COVID-19 상황이 2022년에 개선되면서 교육연구단 대학원생 및 신진 연구자의 국제 학술대회 참여 경비를 지원하였고(총 14건), 향후 지속적으로 확대할 계획이다.

산업·사회·과학 문제해결 프로그램 운영 실적

☞ 포스텍 물리교육연구단의 글로벌 리더 역량을 갖춘 신진 연구자는 본인 연구의 우수성 추구의 제한적 시야를 벗어나 산업사회에서 대두되는 현안들을 이해하는 사회적 감수성과 이에 대한 해안을 제시할 수 있는 문제해결 능력을 겸비하는 것이 중요하다. 미래 산업사회에 대두될 것으로 예견되는 문제 중 교육연구단은 '① 산업체 미래성장 동력원 확보', '② 학령인구 감소에 따른 전문인력 부족', 그리고 '③ 과학기술 발전으로 급변하는 사회에 대한 능동적인 대처'를 3대 해결 과제로 선언하고 이에 상응하는 교육 및 연구 활동을 집중적으로 수행하였다. 제시된 각각의 문제를 해결하기 위한 연구단의 노력으로 '① 첨단소재 기반의 원천 지식 확보', '② 전문 지식의 사회 환원 프로그램 활성화', 그리고 '③ 지역 사회와 소통하는 열린 과학 문화 배양'의 구체적 방안을 제시하고 관련 활동을 추진하였다.

(1) 첨단소재 기반의 원천 지식 확보: 특별히 주목할 내용으로 포스텍 물리교육연구단 참여 교수 주도적으로 산업사회 문제 해결을 위한 다양한 프로그램을 개발하고 적극적으로 진행하는 노력을 통해 여러 활동방면에서 가시적 성과를 거두었다. 삼성미래기술 과제 수행 (총 9건), 산학협력과제 수행 (9건), 창업과정 안내 프로그램(1건 추진 및 상시운영) 등을 진행하였다. 교육연구단의 교수는 지난 수년간 독일의 대표적인 연구기관인 막스플랑크 연구소, 프라운호퍼 연구소에 연 20여명 가량의 대학생을 직접 파견하여 현장의 선진 연구 경험을 직접 체험할 수 있는 인턴사업을 수년간 수행하여 미래 글로벌 사회에 대응하는 인재양성에 헌신적인 노력을 보였다.

(2) 전문 지식의 사회 환원 프로그램 활성화: 지역 특성에 부응하는 인력 재교육의 일환으로 '포스코 기술대학 일반물리 강의'를 진행하였다. 사업단 참여교수인 교수는 포스코 계열사 사원 중 대학수준의 물리교육을 받지 못한 직원을 대상으로 수년간 대학일반물리 강의 활동을 하였다. 교육연구단의 교수는 국가과학기술정책 수립과 운영에 중추적인 역할을 하는 국가과학기술자문위원회의 부의장을 역임하며 지난 수년간 정부 과학기술정책의 방향성을 수립하는 대표적 활동을 과학기반 산업사회 문제해결의 일환으로 수행하는 실질적인 공헌을 보였다.

(3) 지역 사회와 소통하는 열린 과학 문화 배양: 과학도서 저자강연, 고교생 등 비전문인 대상 물리학 전공 소개 활동, 과학문화 확산을 위한 카오스 대중강연 및 유튜브 송출, 미래소재 난제기술분석 보고서 발표 등은 산업사회문제 해결을 위해 포스텍 물리교육연구단이 주도적인 프로그램을 개발하고, 적극적이고 지속적인 노력을 기울여 연구단의 계획에 부응하는 가시적인 활동성 성과를 거두었음을 잘 보여준다. 이와 관련하여 산업 및 특허 전문가 초청 강연 (특허: 총 5건 & 산업체 강연: 3건), 과학 토크대회 (3건), 고교생 대상 물리학 전공소개(총 6건), 최첨단 연구주제 교육체인 프로그램 구축 (플랫폼 신설 / 석학강연 4건), 융합 분야 강의 개설 (총 6건) 등의 활동 실적을 보였다.

4단계 BK21 사업

II. 교육역량 영역

II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 실적

현교육과정의 장단점 및 대학원 과정의 운영계획 대비 실적

A. 현 교과과정과 학사관리의 장단점

① 장점

- 석박통합과정 중심의 교육과정: 대학원생 98%이상 석박통합과정. 박사급 전문인력 양성 가능.
- 강의평가제도 및 환류시스템 운영: 지속적인 강의 질 개선. 적극적인 학생의견 반영.
- 열린 대학원 교과 과정: 학부생 대학원 과목 이수 장려, 우수 대학원생 유치.
- 포스텍 영어공용화 캠퍼스: 강의 및 세미나 100% 영어 진행. 국제화와 국제적 소통능력 향상.
- 체계적인 연구소양 교육: 포스텍 어학센터 및 교육혁신센터와 협력 (논문작성, 영어발표, 연구노트, 연구윤리), 교육과 연구의 선순환.
- 학제간/그룹간 공동 강의 장려: 연구 협력 및 융합 연구 풍토 조성.
- 전 학생 기숙사 제공: 주거 안정, 경제적 부담 경감. 학사관리 용이 (높은 출석률, 몰입 환경).
- 엄정한 학사관리: 엄격한 박사자격시험 절차 확립. 학위 중도 포기자 2% 미만 유지.
- 소규모 과학기술 중심 대학으로의 장점: 학사관리의 효율성, 연구몰입환경 제공.

② 단점 및 이를 극복하기 위한 계획

- 연구 직결된 교육 강화로 인한 융합 교과목 부족: 전공 분야가 융합된 교과과정 및 프로그램 확충 추진.
- 연구에 편중된 대학원생 진로 교육: 학생중심의 개인별 전주기적인 진로 멘토링 프로그램 마련.
- 대학원생 갈등 조정 제도의 부재: 건강한 교수-대학원생 관계를 위한 제도 마련.
- 지리적 특성으로 인한 교류 부족: 해외 연수 프로그램 강화. 외국 대학과의 공동 학위제 운영.

B. 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 2년 6개월간(2020.9.1.~2023.2.28.)의 실적

(1) 교육과정 운영계획

① BK21과 BK21 Plus 사업을 통해 확립된 포스텍 물리교육연구단의 교과과정 체계를 계승 발전

○ 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 박사급 전문인력 양성.

[계획]

- 석박통합과정 위주의 교과과정 운영으로 박사 인력 양성에 집중.

[실적]

◆ 입학 인원: 석박사 통합과정 총 72명, 박사과정 총 2명.

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| - 2020년 9월 입학: 통합 6명, 박사 0명 | - 2021년 2월 입학: 통합 20명, 박사 1명 |
| - 2021년 9월 입학: 통합 8명, 박사 0명 | - 2022년 2월 입학: 통합 21명, 박사 0명 |
| - 2022년 9월 입학: 통합 3명, 박사 0명 | - 2023년 2월 입학: 통합 16명, 박사 1명 |

◆ 박사학위 취득인원: 총 46명 박사학위 취득.

- | | | |
|-------------------|--------------------|-------------------|
| - 2021년 2월 졸업: 7명 | - 2021년 8월 졸업: 10명 | - 2022년 2월 졸업: 9명 |
|-------------------|--------------------|-------------------|

- 교수 대상 ‘우수강의상’ 및 대학원생 대상 ‘우수조교상’ 제도 운영. (교육과정의 충실성 개선)
 - ‘우수강의상’: 강의평가와 새로운 교과목 개발 등을 종합적으로 심사 (매년 1 ~ 2인).
 - ‘우수조교상’: 조교 평가 결과를 토대로 매학기 포상.

[실적]

- ◆ 교수 대상 ‘우수강의상’ 및 대학원생 대상 ‘우수조교상’ 제도 운영.

- 우수강의상

2020학년도	교수 (전자기학 I, II),	교수 (일반물리 I, II)
2021학년도	교수 (일반물리 I, II),	교수 (광물리학, 응용광학)
2022학년도	교수 (양자역학 I, II)	

- 우수조교상

2020-2학기:	(일반물리II),	(열물리),	(물리실험I)
2021-1학기:	(일반물리I),	(물리실험I),	(일반물리실험I)
2021-2학기:	(열물리),	(전자기학I),	(일반물리II)
2022-1학기:	(역학),	(일반물리I),	I(일반물리실험I),
	(물리실험II)		
2022-2학기:	I(일반물리II),	(양자물리II),	(물리실험I)

[계획]

- 온라인 학습관리시스템으로 대학원생의 학사 및 학습 관리 편의성 도모.

[실적]

- ◆ 강의자료 온라인 공개: 학내 정보 시스템 (PLMS)에 학습관리 시스템 운영
 - 강의개요, 교재, 강의 동영상, 강의진도, 평가계획 등 열람 가능

○ 연구자의 기본 소양 교육.

[계획]

- 전 교과목 영어강의 및 세미나 영어발표 시행.
- 영어 발표 및 영어 논문작성 능력 향상을 위한 교육 강화 (포스텍 어학센터 프로그램 활용).

[실적]

- ◆ 기존에 진행되었던 전 교과목 영어강의 및 세미나 영어발표를 충실히 수행하여 100% 진행.
- ◆ 영어 발표 및 영어 논문작성 능력 향상을 위한 교육 강화 (포스텍 어학센터 프로그램 활용).
 - 영어논문 작성법 교육 (8회) 및 클리닉 (6회)
 - (교육) 2021년: 01. 25 ~ 02. 02/04. 27 ~ 05. 07/ 05. 11 ~ 05. 27/ 07. 13 ~ 07. 23/ 09. 14 ~ 10. 12/ 12. 22 ~ 12. 29
 - 2022년: 01. 11 ~ 01. 21/ 07. 11 ~ 07. 22
 - (클리닉) 2021년 09. 13 ~ 10. 20/ 10. 5 ~ 11. 25/ 11. 01 ~ 12. 17/ 11. 08 ~ 12. 17/ 12. 06 ~ 12. 22
 - 2022년 01. 12 ~ 03. 10
 - 영어논문발표연습 관련 특강 및 교육 실시. (8회)
 - 2021년: 01. 04 ~ 02. 10/ 05. 03 ~ 05. 26/ 06. 21 ~ 07. 23/ 08. 09 ~ 08. 18/ 10. 05 ~ 11. 25/ 11. 01 ~ 12. 17/ 11. 30 ~ 12. 17
 - 2022년 02. 04 ~ 02. 15
- ◆ 대학원 교육 및 연구 역량 강화를 위한 2022학년도 1학기 공통교과(Core Curriculum) 영어과목 개설
 - 개설기간 : 2022. 02. 21 ~ 2022. 06. 10
 - 영어논문 작성법 (Scientific Writing): 자유선택/GEDU501, 주 3일/2학점, 성적(S/U)
 - 프레젠테이션 스킬 (Research Paper Presentation Skill): 자유선택/GEDU502, 주 3일/2학점, 성적(S/U)

[계획]

- 대학원생들의 연구능력 향상을 위한 워크샵 개발·운영 (포스텍 교육혁신센터 프로그램 활용).
 - 논문 작성법, 실험연구의 설계/분석 세미나 및 워크샵, 예비교수 워크샵 등.

[실적]

- ◆ 대학원생들의 연구능력 향상을 위한 워크샵 개발·운영 (포스텍 교육혁신센터 프로그램 활용).
 - 러닝커뮤니티: 공동의 학습활동 목표를 달성할 수 있도록 학생들이 자율적으로 공동체를 형성, 협력하여 학습함으로써 자기주도성 및 지식탐구 역량 향상.
 - 학습력 향상 Workshop 개최.
 - 2020. 08. 27 학습유형에 따른 자기관리 전략 (On-line).
 - Learning Tips: 학생들의 학습활동 전략들을 주제별로 제공함으로써 효율적 학습에 도움을 주고자 함.
 - 보기 쉬운 카드뉴스 형식을 제작하여 관련 PAMS 전용 게시판 및 POVIS 게시판에 업로드.
 - 효율적인 논문 작성과 프리젠테이션을 위한 대학원생 온라인 세미나
 - 2022. 02. 21- 02. 25 (5강)
시작하는 대학원생을 위한 학술DB 활용/ EndNote20 시작하기/ 연구와 협업을 위한 Notion 사용 /Adobe를 활용한 논문 Figure 정리 방법/ 영어 학술 프리젠테이션 전략
 - Preparing Future Faculty Program: 2022. 8. 11 ~ 8. 12
 - 역량 향상을 위한 대학원 비교과 특강
 - 2022. 07. 01 논문기초통계 - 논문통계 표 이해하기 (On-line)
 - 2022. 07. 28 ~ 07. 29 연구기획서 작성의 기초 (On-line)
 - 2022. 08. 11 ~ 08. 12 스택코딩, 파이썬을 활용한 데이터 분석의 기초 (On-line)
 - 2022. 11. 03 ~ 11. 04 엑셀을 활용한 데이터 분석 및 시각화
 - 리더십 역량 강화 프로그램
 - 2020. 11. 13 나의 리더십 유형과 팀 커뮤니케이션: 내가 왕이 될 상인가? (On-line).
 - 2022. 01. 18 ~ 01. 27, 셀프 리더십 I, II, 리더십 실천, 대인관계 리더십, 팀워크 리더십
 - 연구노트 작성법 특강 (On-line): 2021. 02. 18 / 2021. 04. 14.
 - 전자 연구노트시스템 오픈: 2021. 12. 15 / 사용자 교육: 2021. 12. 20 ~ 12. 21 (On-line)
 - 자기관리특강 - 의사소통역량 향상 전략 특강: 2021. 11. 19 (On-line)
 - 연구윤리 교육 (논문 작성법)
 - 'POSTECH 대학원 윤리서약서' 작성 및 제출. 'Turn it in' 표절 예방 프로그램 사용 장려.
 - 2020년 2학기, 2021년 1학기, 2021년 2학기, 2022년 1학기: 대학원 신입생 On-line 교육 각 1회.
 - 2021년 1학기, 2022년 1학기: 외국인 대학원 신입생 On-line 교육 2회.
 - 2021. 05. 18 딜레마 토론식 연구윤리 특강 (현장교육) 1회.

[계획]

- 연구윤리 교육
 - 'POSTECH 대학원 윤리서약서' 작성 및 제출. 'Turn It In' 표절 예방 프로그램 사용 장려.

[실적]

- ◆ 최종 학위논문 제출 시에 연구윤리 준수확인서와 Turn It In 디지털 수령증을 제출하게 되어 있음.
- ◆ 연구수행 중의 연구윤리(출판윤리) 실시간 온라인 교육 (ZOOM)
일시: 2022. 03. 29(화) 12:00 - 15:30/ 주관: 국가과학기술인력개발원

② 기초 핵심 능력 (Strong Core)

○ 기초 핵심 과목 강화와 엄정한 학사관리 운영.

[계획]

- 물리학 기초 핵심 과목 (4대 역학: 해석역학, 양자역학, 전기역학, 통계역학)의 중요성 강조.
- 4대 역학에 대한 이해를 평가하는 박사자격시험의 엄정한 운영.

[실적]

- ◆ 4대 역학과목의 필수과목 유지.
- ◆ 박사자격시험 (4대 역학과목 필기시험, 성적우수자 시험면제)
 - 2021년 2월: 성적우수자 시험 면제 3명, 필기시험 응시자중 합격 2명, 불합격 1명.
 - 2021년 8월: 성적우수자 시험 면제 20명, 필기시험 응시자중 합격 1명.
 - 2022년 2월: 성적우수자 시험 면제 4명
 - 2022년 8월: 성적우수자 시험 면제 21명, 필기 시험 합격 1명

○ 기초핵심과목 강의 질 제고.

[계획]

- 강의평가 우수 교수 및 성적 우수 대학원생 조교 배정. (교육과정의 충실성/지속성 개선)
- 담당 교수와 조교의 'Office Hour' 강화.

[실적]

- ◆ 4대 역학과목에 강의평가 우수 교수와 성적 우수 대학원생 조교 배정.
- ◆ 강의 평가에 office hour 항목 추가 시행 유지.

③ 심화된 전문지식 (Depth)

○ 첨단 연구주제에 대한 다양한 수준과 형식의 교과 및 교육 프로그램 개설.

[계획]

- 첨단 연구주제에 대한 교육-연구 체인 (Chain) 프로그램 신설. (교육과정의 충실성 개선)
 - 동일한 첨단 연구주제에 연계된 대학원 특론 과목 (1학기) - 스쿨 (1주) - 튜토리얼 (6시간) - 세미나 (1시간)로 구성된 프로그램 제공.

[실적]

POSTECH-physics BK 교육-연구 체인 프로그램 운영: sites.google.com/view/postech-physics-bk
- <2차원 물질 물리>

(대학원 특론 수업) 물성물리학특론III: 2차원 물질연구의 동향 (2021년 2학기, 2022년 2학기)

(튜토리얼) IBS-CALDES 튜토리얼: Mechanisms of the bottom-up synthesis of van der Waals materials (Prof. UNIST-IBS, 2021년 11월 12일)

(콜로퀴엄) Tunable electron topology and correlation in few-layer rhombohedral graphene (Prof. MIT. 2022sus 7월 25일) 외 7건

(학과세미나) Quantum light from 2D moire heterostructures (박사 KIST, 2021.11.11일) 외 총 6건
- <2차원 물질 물리>외에 <위상물리>, <강상관계 물리>, <양자기술>, <응용물리> 주제로 교육-연구 체인 프로그램 운영 (구체적인 내용은 홈페이지에 입력).

[계획]

- 첨단 연구주제에 대한 특론·특강 과목을 매 학기 꾸준히 개설. (교육과정의 충실성 개선)
 - 첨단 연구 동향 파악 및 첨단 장비 활용 능력 함양을 위한 강의 및 튜토리얼 실시.

[실적] 총 23건

- ◆ 2020년 2학기: 6건 (응집물리실험 연구동향, 위상초전도체, 2차원물질연구동향, 세포생물물리학, 플라

즈마 동역학)

- ◆ 2021년 1학기 개설: 2건 (양자얽힘과 양자측정, 방사광 엑스선회절 과학)
- ◆ 2021년 2학기 개설: 6건 (스핀트로닉스, 위상초전도체, 2차원물질연구동향, 초고속X선과학, 현대생물물리학, 현대이론물리 강론)
- ◆ 2022년 1학기 개설: 4건 (위상부도체, 고급바이오이미징, 복합산화물물리강론, 현대이론물리강론 II)
- ◆ 2022년 2학기 개설: 5건 (응집물리실험 연구동향, 강상관계 물리, 2차원물질연구동향, 현대생물물리학, 양자물질 이론 연구의 주제들)

[계획]

- 학생주도 심층연구 특강 신설.
 - 학생들이 주도적으로 특정 연구주제에 대한 조사-발표-토론으로 진행되는 수업.

[실적] 총 8건의 특강 개설

- ◆ 2020년 2학기 개설: 2건 (세포생물물리학, 플라즈마동역학이론)
- ◆ 2021년 1학기 개설: 해당사항 없음
- ◆ 2021년 2학기 개설: 2건 (현대이론물리 강론 I, 현대생물물리학)
- ◆ 2022년 1학기 개설: 2건 (복합산화물 물리강론, 현대이론물리강론 II)
- ◆ 2022년 2학기 개설: 2건 (양자물질이론연구의 주제들, 현대생물물리학)

[계획]

- 미래 기술 특강 실시. (교육과정의 충실성 개선)
 - 미래 파급효과가 큰 주제(인공지능, 양자컴퓨터 등)에 대해 특강 과목 개설 및 세미나 진행.

[실적]

- ◆ 총 9건

교수 (성균관대)	Engineering a trapped ion quantum computer	2021. 03. 31
교수 (KAIST)	Unconventional Spin Transport in Quantum Materials	2021. 04. 30
교수 (포스텍)	양자얽힘 및 양자측정	2021. 2학기
교수 (포스텍)	메타표면기반 평면광학기술	2021. 10. 13
교수 (KAIST)	역학계 소자의 양자기술 응용	2021. 11. 17
교수 (HKUST)	Design synthetical topological matter with atoms and lights in a quantum simulator	2022. 03. 23
교수 (DGIST)	Ultra-Low Power and Scalable Programmable Silicon Photonic MEMS	2022. 03. 30
	What can van der Waals materials bring to quantum technologies?	2022. 05. 19
	<양자전쟁> 연극 상영 및 양자물리 토크쇼 (연극) 외계공작소 강신철 대표, (강연/토크쇼) 성균관대 김범준/포스텍 박지우 교수	2022. 11. 20

④ 학문적 넓이를 추구하는 교육 기회 제공 (Breadth)

○ 학제간 융합교육 제도 활성화.

[계획]

- 융합 학점 요건 신설. (교육과정의 충실성 개선)
 - 본인의 전문분야 이외의 타 분야/타 학과 과목선택 필수 (6 학점으로 추진).

[실적]

- ◆ 융합학문 과목을 포함하여 비전공분야 과목의 최소 6학점 이수로 확대 개편.

융합학문 과목:

* 비전공분야 과목 중 최소 6학점 이수 필수

(이수 인정 여부는 학과 대학원위원회에서 판단함, 대학원 입학 후 수강한 학점만 인정함)

- 응집물리: 고체물리, 고체물리학I,II, 다체론, 상전이와 임계현상, 응집물리 관련 특론/특강 과목
- 입자물리: 핵및입자물리, 양자역학III, 입자물리학, 양자장론, 상대성이론, 입자물리 특론/특강 과목
- 광학/원자물리: 광물리학, 고급광학, 양자광학, 광학/원자물리 관련 특론/특강 과목
- 생물물리: 생물물리학, 계량이론물리학, 생물물리 관련 특론/특강 과목
- 플라즈마/가속기물리: 플라즈마물리, 가속기물리학I,II, 플라즈마/가속기물리 관련 특론/특강 과목

[계획]

- 융합 공동강의 활성화. (교육과정의 충실성 개선)
 - 두 개 분야 이상 교수가 동일한 주제에 대해 공동으로 개설하는 공동강의 과목 운영.

[실적] 총 6건

- ◆ 물성물리학특론 I: 응집물리실험 연구동향 (2명 교수의 공동강의, 2020년 2학기/ 2022년 2학기)
 - 응집물리실험:
- ◆ 물성물리학특론III: 2차원물질연구의 동향 (7명 교수가 공동 강의, 2020년 2학기, 2021년 2학기, 2022년 1학기, 2022년 2학기)
 - 응집물리이론:
 - 응집물리실험:
 - 에너지기술 / 소재분석 · 시뮬레이션기술:

[계획]

- 소규모 공동연구 그룹화.
 - 공동연구를 수행하는 연구실간 대학원생 통합 지도가 가능한 연구그룹 구성.

[실적]

- ◆ 대학원생 주도하에 응집물질물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리 4개 분야별로 저널클럽 운영 중 (물리학과에서 각 분야별 연 70만원 ~ 150 만원 지원).

분야명	지원금액 (만원)			1회 참여인원
	2020년	2021년	2022년	
응집물질물리	100	70	150	20명 내외
생물물리/복잡계	150	150	150	30명 내외
양자광학과나노광학	100	150	150	16명 내외
고에너지이론물리	100	140	150	10명 내외

- 소규모 공동그룹 운영 총 22건.

지도교수 (2인 이상)	연구주제	참여학생 (2인 이상)
	2차원 물질 스핀트로닉스 연구	
	엑시톤 응집상 물성 연구	
	2차원 전하밀도상 기저상태 및 수송연구	
	초전도 플로케 상태 연구	
	인간 염색체 3차원 구조 연구	
	초저온 환경단분자 물성 예측 연구	
	강한 스핀-궤도결합물질의 라만분광연구	
	비틀린 고온초전도체 연구	
	비-유니터리 위상 상태 분류 연구	
	세포간 나노튜브 형성 과정 연구	
	DNA repair 단백질의 확산 동역학 연구	

카고메 반데르발스물질의 전자구조 연구
자성 반데르발스 물질의 전자구조 연구
자기집계를 이용한 DNA복구단백질 관찰
중시계 나노소자의 비평형 현상 연구
강상관 이중극자분자의 다체양자상 연구
극저온 쌍극성 분자기체 다체 현상 연구
비-유니터리 위상 상태 분류 연구
불소로 기능화한 그래핀 연구
페로브스카이트 산화물박막의 특성 연구
전이금속칼코젠 초박막 전하 정렬 연구
ultrafast nanoscopy
strong field THz spectroscopy

○ 교내외 부서와 협동을 통한 교과과정 다양화.

[계획]

- 교내 유관기관과의 협력 강화.
 - 포스텍 소재 외부 연구기관 (막스플랑크 한국/포스텍 연구소, 기초과학연구원, 포항가속기연구소, 아테이론물리센터)의 우수 학자를 학과 겸직교수로 초빙.
 - 석학교수, 겸직교수들의 대학원생 공동지도, 연구교류 등을 통해 연구 분야의 다양화 기여.

[실적]

◆ 우수 학자 학과 겸직교수 위촉 (2020년 9월이후 신규 임용). 총 12건

- APCTP 소속 : (20.09.01-22.08.31), (20.09.01-22.08.31), (20.09.01-22.08.31), (21.03.01-23.02.28), (21.03.01-23.02.28), (21.03.01-23.02.28), (21.03.01-23.02.28), (21.09.01-24.02.29), (21.09.01-24.02.29), (23.01.01-24.12.31)
- MPK 소속 : (21.09.01-22.08.31) (21.09.01-22.08.31)

[계획]

- 국내·외 유관기관과의 협력 강화.
 - 대학원생의 국내외 우수대학·연구기관으로 장단기 파견/연수 기회 제공.
 - 독일 Max Planck 연구소 글로벌 연구 인턴십 제도 활용.

[실적]

◆ 국내외 파견/연수 총 17건

성명	기간		기관(지도교수)
	2019. 12. 16	2020. 12. 31	다윈시스 (지도교수)
	2019. 09. 02	2022. 07. 15	KIST 양자정보연구단 (지도교수)
	2020. 07. 19	2020. 09. 19	한국핵융합에너지연구원 (지도교수)
	2021. 04. 05	2021. 06. 25	부산대학교 (지도교수)
	2022. 03. 01	2022. 08. 12	고등과학원 (지도교수)
	2022. 04. 18	2022. 07. 16	Forschungszentrum Juelich (지도교수)
	2022. 04. 18	2022. 07. 24	Peter Grünberg Institute (지도교수)
	2022. 08. 01	2023. 05. 01	Advanced Photon Source (지도교수)
	2022. 09. 30	2023. 09. 29	Indiana University (지도교수)
	2023. 01. 28	2023. 02. 12	미국 국립고자기장연구소 (지도교수)
	2023. 01. 28	2023. 02. 12	미국 국립고자기장연구소 (지도교수)
	2023. 01. 28	2023. 02. 12	미국 국립고자기장연구소 (지도교수)
	2022. 04. 18	2022. 05. 02	Advanced Light Source (지도교수)
	2022. 04. 18	2022. 05. 02	Advanced Light Source (지도교수)
	2022. 12. 03	2022. 12. 14	Australian National University (지도교수)
	2022. 10. 25	2022. 11. 05	Perimeter Institute (지도교수)

(2) 학사 관리 운영 계획

① 포스텍 물리교육연구단의 학사관리 체계 계승 및 발전

○ 세부전공 및 논문지도교수 선정.

[계획]

- 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도 신설 (Caltech, Stanford 벤치마킹). (교육과정의 충실성 개선)
 - 대학원 신입생들이 대학원 첫 학기 동안 1개월 단위로 최대 3개 연구실에서 연구 참여.
 - 대학원생의 세부전공/논문지도교수 선택 시 필요 정보 제공 및 학문적 폭을 넓히는 효과 기대.

[실적]

- ◆ 2021학년도 1학기부터 “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목을 신설하여 대학원 신입생이 연구실을 정하기 전에 관심있는 연구실을 탐색할 수 있는 기회 제공 (3개의 연구실에서 연구 참여 필수).
 - 2021년 4월~6월 (3개월) 수강생 8명 - 2021년 10월~12월 (3개월) 수강생 6명
 - 2022년 4월~6월 (3개월) 수강생 9명 - 2022년 10월~12월 (3개월) 수강생 4명
 - 매월 연구참여 학생 결과보고서 및 교수 평가서 작성 및 제출
 - 대학원혁신 사업팀과 연계하여 70만원/3개월 지원 (대학원혁신 사업팀 3-5명, 초과 인원 학과 지원)

[계획]

- 교무지도교수 (Academic Advisor) 제도 신설 (MIT 벤치마킹). (교육과정의 지속성 개선)
 - 입학 후 연구 지도교수가 정해질 때까지 교육 및 생활 지도를 담당하는 교무지도교수 배정.
 - 학생과 연구 지도교수 사이의 문제 발생 시 학생인권 보호 역할 수행.

[실적]

- ◆ 2020년 9월부터 교무지도교수 제도 시행. 신입생 전원 배정
 - 2020년 (2학기) 총 6명 입학 인원 교무지도교수 3명에게 배정,
 - 2021년 (1학기) 총 20명 교무지도교수 9명에 배정, (2학기) 총 8명 교무지도교수 6명에 배정
 - 2022년 (1학기) 총 21명 교무지도교수 9명에 배정, (2학기) 총 3명 교무지도교수 1명에 배정

○ 박사학위논문 제안서 구두시험 기한 단축.

[계획]

- 심사기한을 대학원 입학 후 3년 반으로 앞당길 예정 (기존 대비 평균 약 1년 단축 효과, 현행 기한은 박사학위 논문심사 1년 전까지) - 빠른 연구 몰입 유도.

[실적]

- ◆ 2023년 1학기부터 BK 21 참여 대학원생에게 적용. 기한 내 구두시험 통과 못한 학생은 BK 장학금 지원 대상에서 제외.

② 면학 요건 제공과 학생중심의 진로 멘토링

○ 학사운영 내부 규정의 정립 및 학생안내 매뉴얼 제공.

[계획]

- 대학과 물리학과가 정한 학사제도 및 규정에 대한 충실한 안내. (교육과정의 지속성 개선)
 - 대학요람, 학과 규정집, 학과 홈페이지 등으로 문서화, 개정제도는 이들 문서에 신속히 반영.
 - 대학원 입학전 학사 및 장학제도, 교과과정, 논문제안서, 박사학위심사등 제반 정보 제공.

[실적]

- ◆ 학과 홈페이지 대학원 과정 섹션을 두어 자세히 정리되어 있으며, 학사관리 담당자가 이메일로 자세히 안내하고 있음 (<http://ph.postech.ac.kr/graduate/info.php>).

○ 학생 중심의 연구 및 진로 멘토링 강화.

[계획]

- 자기계발 심층면담 제도 신설 (UC Berkeley, Chicago 벤치마킹). (교육과정의 지속성 개선)
 - 대학원생과 연구 지도교수가 6개월 또는 1년 주기로 연구계획 및 진로에 대한 면담 실시.
 - 대학원생이 박사학위 심사위원 중 1명 이상과 1년 주기로 연구진행 및 계획에 대한 면담 실시.

[실적]

- ◆ 학과 연구 지도교수가 정해진 재학 대학원생 전체를 대상으로 2021년부터 시행.
- ◆ 학생은 면담 결과 보고서 제출해야함.

[계획]

- 학생-지도교수 기대 설문 제도 신설 (Stanford 벤치마킹). (교육과정의 지속성 개선)
 - 지도교수 선정 전 각자의 연구 성향에 대한 설문을 바탕으로 교수와 대학원생의 면담 진행.
 - 학생과 지도교수 상호의 기대상황을 사전에 인지함으로써 갈등 발생을 미연에 방지.

[실적]

- ◆ 2021년 7월, 2022년 1월과 7월, 2023년 1월 총 4회에 걸쳐 대학원생-지도교수 기대 설문 시행.
- 교과 및 학위 논문 계획, 연구일정 관리, 학위논문, 지원상황 등 5가지 분야의 총 16문항 설문 조사.

[계획]

- 대학원생 업적관리 시스템 신규 구축.
 - 대학원생의 교육 및 연구 성과 데이터베이스 시스템 구축. 개인/학과/대학 차원의 체계적 관리.

[실적]

- ◆ 대학의 RIMS 연구업적관리 시스템 새로 구축: 교수 및 대학원생의 논문과 학회발표 실적 검색 가능.

[계획]

- 그룹-학과-대학차원의 진로 상담 체계 신규 구축. (교육과정의 지속성 개선)
 - 그룹: 자기 계발 심층 면담 시 진로 상담을 동시에 진행.
 - 학과: 교수-학생 간담회 매년 진행.
 - 대학: 면접을 대비한 개별 인·적성 검사 및 분석 실시.

[실적]

- ◆ 교수-학생 간담회 실시(2021.8.12. 19:00 ~21:30, 온라인, 참여교수 11명, 참여대학원생 25명, 2023.1.9. 12:00~12:30, 참여교수 5명, 참여대학원생 20명.)
- ◆ 2022 미리 알아보는 포스텍 대학원 생활 행사 실시 (2022 신입생 + 재학생 참여, 2022년 2월 4일)
- ◆ 2022-1학기 물리학과 대학원 신입생 오리엔테이션 실시 (2022년 2월 25일)

③ 연구 몰입을 위한 지원제도 운영

○ 성취감 고취를 위한 포상제도 실시.

[계획]

- '1st Paper Award' 제도 실시. (교육과정의 지속성 개선)
 - 조기에 첫 번째 논문을 쓰도록 유도하기 위해 첫 번째 논문을 대상으로 포상 실시.
- (기한: 석박통합 과정 입학 후 4년, 박사 과정 입학 후 2년 이내)

[실적] 총 14명 수상

- ◆ 2020년 2학기: 2명 () ◆ 2021년 1학기: 3명 ()

◆ 2021년 2학기: 5명

◆ 2022년 1학기: 2명

◆ 2022년 2학기: 2명

[계획]

- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 신설 (참조: '교육목표 달성 방안' 및 '2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획').
 - 최대 6년간 학비와 생활비 지급 (지도교수의 인건비 지급으로부터 자유로움)
 - 융합연구 계획서를 심사하여 우수한 융합인재를 매년 1 ~ 2인 선발.
 - 2인 이상의 연구지도교수의 지도를 받음.

[실적]

◆ 2021년 6월 최초 선발 (2021년 2학기부터 적용)

◆ (통합 1학기): 융합지도교수 응집물리이론, 입자물리이론

○ 대학원생의 연구 외 행정부담 경감을 위한 지원.

[계획]

- 연구 행정 절차 간소화 및 지원 인력 지원.
 - 대학 차원의 행정 및 구매 절차 중앙화 및 전산화.
 - 연구실 별 행정 지원 인력 확충 및 학과 행정서비스 합리화 및 질 개선.

[실적]

- ◆ POVIS (포스텍 통합관리 시스템) 연구과제 생성절차 간소화.
- ◆ 연구수당 기여도 평가 전산화 및 간소화 및 연구계획변경 프로세스 개선.
- ◆ POVIS 연구행정업무 매뉴얼 탑재 (규정/지침, 서식도 탑재).
- ◆ 연구행정 교육 확대 (찾아가는 행정 교육 실시) 및 연구계약직 인사제척 개정.

(3) 교육 과정의 충실성과 지속성 개선 실적 요약

◆ 교육과정의 충실성 개선 실적

- 세부 전공분야별 전공선택 또는 특론/특강 개설 (응집 4건/플라즈마 2건/생물물리 2건).
- 역진행 방식 특론 (2건) 개설 및 융합수렴 과목 (5건) 개설.
- 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도 (총 27명 수강).
- POSTECH-physics BK 교육-연구 체인 프로그램 운영 (현재 홈페이지 운영중).
- 첨단 연구주제 (23건) 및 미래기술 (9건) 특강, 학생주도 심층연구 특강(8건) 신설.
- 융합 학점 요건 신설 (6학점).

◆ 교육과정의 지속성 개선 실적

[대학원생 대상]

- 교무지도교수 (Academic Advisor) 제도 신설 (신입생 전원 배정).
- 자기계발 심층면담 제도 (매학기 시행) 및 학생-지도교수 기대 설문제도 (총 4회 시행)
- 그룹-학과-대학차원의 진로 상담 체계 신규 구축 (간담회 2회 시행).
- 대학원생 대상 포상제도 운영 (1st paper award 14명 수상, 융합인재 펠로우십 1명 선정).

[교원 대상]

- 강의평가 환류 시스템 및 우수강의상 제도 (5명 수상) 운영.

▷ 교육과정의 충실성/지속성 개선 운영 방안

포스텍 물리교육연구단은 교과 과정과 학사 관리의 장점을 최대한 유지 및 강화하고, 단점을 보완하기 위한 새로운 계획을 충실하고 지속적으로 수행하기 위해 교육 과정을 학과 내규로 두거나, 체계적인 시스템으로 물리학과 대학원 위원회를 통해 감독, 관리하고 있음.

교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안 및 실적

(1) 개요

포스텍 물리교육연구단은 교육과정의 3대 가치인 ‘기초 핵심 능력’, ‘심화된 전문 지식’, ‘학문적 너비’와 연구의 3대 목표인 ‘혁신적인 연구’, ‘함께하는 연구’, ‘세계 선도형 포스텍 플래그십 연구’를 접목시켜 교육과 연구의 선순환을 추구함. 이를 위해 탄탄한 4대 역학 (해석, 양자, 전기, 통계) 기초 위에 5개 전공분야 (응집, 양자광학, 입자, 플라스마, 생물/복잡계) 기반의 최첨단 물리 지식과 융합 교육을 제공하여, 이를 본인의 연구에 활용하게 하는 교육-연구의 선순환 구조를 구축함.

(2) [교육] 기초 핵심 능력 (Strong Core) 강화 → [연구] 세계 선도형 포스텍 플래그십 연구 지향.

[계획]

- 물리학 핵심 필수 과목들을 학생들이 숙달할 수 있는 교과과정 제공.
- 엄정한 학사관리를 통한 수업의 충실한 이수.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

(3) [교육] 심화된 전문지식 (Depth) 습득 → [연구] 혁신적인 연구 지향.

[계획]

- 연구주제에 대한 특론/특강 및 연구 장비 활용/분석 튜토리얼 실시.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

[계획]

- 연구주제에 대한 특론-스쿨-튜토리얼-세미나 교육 체인 프로그램.

[실적] “첨단 연구주제에 대한 교육 체인 (Chain) 프로그램 신설 “ 참고.

POSTECH-physics BK 연구체인 프로그램 홈페이지를 운영: sites.google.com/view/postech-physics-bk.

[계획]

- 학생주도 심층연구 및 미래기술 특강.

[실적] 학생주도 심층연구 8건, 미래기술 특강 9건: 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

(4) [교육] 학문적 너비 (Breadth) 추구 → [연구] 함께하는 연구 지향.

[계획]

- 융합학점 요건 충족 및 융합과목 개설: 전문분야 이외의 타 분야/타 학과 과목을 6 학점 이상 수강 필수. 두 개 이상의 분야를 포함하는 공동 강의 개설.

[실적] 융합수업과목 신설 5건: 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

[계획]

- 소규모 공동연구 그룹 제도: 공동연구를 수행하는 연구실 간 상호 동의하에 실험실을 묶어서 대학원생 통합 지도가 가능한 그룹 구성.

[실적] 소규모 공동그룹 22건: 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

교육 목표 달성 방안 및 실적

(1) 개요

앞서 제시한 포스텍 물리교육연구단의 3대 교육 핵심과제를 달성하기 위해 현행 제도에 추가적인 교육과정과 학사관리 제도 및 교육 프로그램을 마련함. 구체적인 내용과 달성방안은 아래와 같음.

(2) 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 연구 교육 제도

○ 최첨단 연구주제에 대한 교육 체인 프로그램 운영.

[계획] - 다양한 플랫폼의 강의/학술행사의 주제를 키워드로 연결하여 관련성 정보 제공.

- 특론 (1학기)-스쿨 (1주)-튜토리얼 (6시간)-콜로퀴엄 (1시간)-세미나 (1시간)를 조직.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 실적 및 해당 운영 홈페이지 참고
(sites.google.com/view/postech-physics-bk).

○ 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도 (Caltech, Stanford 벤치마킹).

[계획] 신입생들이 대학원 첫 학기 동안 한 달 단위로 최대 3개 연구실에서 연구참여 후 지도교수 선정.

[실적] 총 27명에 대해 시행. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

○ 융합 공동 강의 개설.

[계획] 특강 형식으로 한 가지 연구주제에 대해 물리학과 내 다른 전공 교수들이 팀을 이루거나 다른 학과의 교수들이 팀을 이루어 수업진행.

[실적] 총 6건 시행. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

○ 소규모 공동연구 그룹화 교육 제도.

[계획] 프로젝트 기반으로 물리학과 내 또는 타 학과의 소규모 공동연구팀 조직. 참여 학생/지도교수들 간 상호 교차 지도를 통해 연구 협력을 높이고, 다양한 교육기회를 제공.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

○ 학생주도 심층연구 및 미래기술 특강.

[계획] 미래 파급효과가 클 것으로 예상되는 주제 (인공지능, 양자컴퓨터 등)에 대해 특강/세미나 개설. 해당 주제에 대해 학생이 주도하는 조사/발표/토론 중심의 수업.

[실적] 학생주도 (8건), 미래기술 (9건) 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

○ 국제학회 발표 의무화.

[계획] 국제학회 참석 및 발표를 의무화하여 졸업 심사 전 국제학회 1회 이상 발표 필수.

[실적] 팬데믹 상황으로 인해 국제학회 참석 및 발표 실적이 계획 미달성.

졸업 심사 전 국제학회 1회 이상 발표 필수는 학과 내규에 규정하였음.

(3) 학생중심의 건강한 연구·진로 멘토링

○ 교무 지도교수 (Academic Advisor) 제도 실시 (MIT 벤치마킹).

[계획] 2020년 봄 학기부터 교무 지도교수 제도 실시.

[실적] 총 58명 배정. 대학원 교육과정과 학사관리 운영실적 참고.

○ 자기계발 심층면담 제도 도입 (UC Berkeley, Chicago 벤치마킹).

[계획] - 박사학위논문 제안서를 통과한 대학원생은 1년 단위로 박사학위연구 진행 상황 및 향후 추진 계획에 대해 보고서를 작성하여 연구 지도교수(Research Supervisor)와 심층 면담.

- 해당 보고서를 바탕으로 박사학위연구 심사위원 중 한 명 이상과 만나 1년 단위로 연구 진행 상황 및 향후 계획에 대한 면담 실시.

[실적] 매학기 시행. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

○ 학생-지도교수 기대 설문 (Stanford 벤치마킹).

[계획] 지도교수가 선정되기 전에 교수와 대학원생의 연구 성향에 대한 설문을 실시하여 학생과 희망 지도교수 간 상호 이해 증진.

[실적] 신입생 대상 총 4회 시행. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

○ 대학원생 업적관리 시스템 구축 및 그룹-학과-대학 차원의 대학원생 진로 상담 체계 구축.

[계획] 대학원생의 교육 및 연구 성과 관리 시스템 구축 (대학 차원에서 추진).

- 그룹 차원에서 자기 계발 심층 면담 시 진로 상담을 동시에 진행.
- 학과: 교수-학생 간 간담회를 통한 진로 상담 진행.
- 대학: 효과적인 진로 결정 및 면접 대비를 위한 개별 다면적 인·적성 검사 및 분석 실시.

[실적] 학과 간담회 총 2회 시행. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

○ 대학원생 정신건강 관리.

[계획] 교내 상담센터, 인권센터를 활용한 대학원생 특화 상담 프로그램 운영 및 정신건강 증진 프로그램 도입.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 실적 참고

(4) 능동적이고 소통하는 리더 교육

○ 역진행 특강 수업 (Flipped Learning).

[계획] 온라인 강의를 통한 사전 학습을 유도하여 수업 중에는 토론에 더 많은 시간을 할애할 수 있는 환경 구축.

- 동일 과목 3년 강의를 기준으로 (물리학과 관례) 첫 해 강의 시 동영상 촬영.
- 이듬해부터 강의 동영상을 사전 학습 자료로 활용하여 역진행 수업 진행.
- 대학의 교육개발센터와의 협력으로 교수법 습득.

[실적] 2건

- 생물물리특강: 고급바이오이미징 (2022년 1학기, 교수)

실시간 화상 수업으로 PLMS 사이트에서 zoom 접속. 해외 석학의 강의 동영상(www.ibiology.org)과 강의 자료를 온라인으로 미리 제공하여 수강생이 해당 수업시간 전에 미리 공부를 함. 수업시간은 질의응답과 현재 연구 동향에 대한 소개 및 토론으로 진행.

- Physics 703: 물성물리학특론Ⅲ:2차원 물질 연구의 동향 (2022년 2학기, 7명)

물리학과 및 신소재 공학과 7인의 교수가 각 전문분야별로 2주간 강의.

강의 동영상과 강의 자료를 온라인으로 미리 제공하여 수강생이 해당 수업시간 전에 미리 공부를 함.

수업시간은 강의 동영상에 대한 질의응답과 현재 연구동향에 대한 소개 및 토론으로 진행.

○ 대학원생 주도 분야별 저널클럽 운영.

[계획] 대학원생이 본인의 연구 결과 또는 관련 연구 주제에 대해서 발표하는 형식.

[실적] 4개 분야 시행중임. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고

○ ‘1st Paper Award’ 제도 실시.

[계획] 일정 기간 이내에 (석박통합 과정 입학 후 4년, 박사 과정 입학 후 2년) 첫 번째 논문을 발표한 대학원생에게 포상.

[실적] 총 14명 시상. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고

○ 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 제도 신설 (참조: ‘교과과정 및 학사관리 운영 계획’, ‘2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획’).

[계획] 최소 2인의 연구 지도교수(Research Supervisor)의 지도하에 수행할 융합연구 계획서를 심사하여 새로운 융합인재를 매년 1 ~ 2인 선발하여 학생에게 직접 학비와 생활비 지급.

[실적] 총 1명 선정. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

전임교수 대학원 강의 실적

(1) 개요

포스텍 물리학과는 기초/전공과목의 심층적 학습과 다양한 주제의 폭넓은 지식의 함양을 목표로 대학원 교과과정을 운영하고 있음. 대학원 강의는 100% 전임교수가 3년 주기로 담당하고 있으며, 강의평가가 우수한 전임교수가 ‘4대 역학’ 전공필수 과목 강의를 맡고 있음. 포스텍 물리교육연구단은 역진행 특론 수업 방식, 학생주도의 심층/미래기술 특강, 융합수렴 과목, 융합학점제 등 능동적인 학생 주도의 수업과 융합교육을 통해 미래대처 능력을 갖춘 인재를 양성할 것임.

(2) 전임교수 대학원 강의 계획

[계획] 전임교수의 강의평가와 전공을 고려하여 대학원 전공필수 과목에 담당 교수 배정 (현행 유지).

[실적] 현재 시행중. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

[계획] 2021학년도부터 “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목을 신설하여 대학원 신입생이 연구실을 정하기 전에 관심있는 연구실을 탐색할 수 있는 기회 제공 (3개의 연구실에서 연구참여 필수).

[실적] 총 27명 수강. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

[계획] 분야별 불균형을 해소하기 위해 매년 연구 분야별 대학원 전공선택 또는 특론/특강 등 최소 한 과목 개설.

[실적] 응집물리 4건/플라즈마 2건/생물물리 2건. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

[계획] 역진행 방식의 특론, 학생주도의 심층/미래기술 특강 개설.

[실적] 역진행 (2건), 학생주도 (8건), 미래기술 (9건). 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

[계획] 융합학점제를 신설하여 융합형 인재 양성: 비전공분야 과목의 최소 6학점 취득을 필수로 함.

[실적] 현재 시행중. 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 실적 참고.

[계획] 2021학년도부터 최소 2개 분야의 전임교수가 공동으로 강의하는 융합수렴 과목 개설: 비전공분야 과목으로 인정.

[실적] 총 5건. 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적 참고.

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

과학기술 산업 사회문제 해결관련 교육프로그램 운영 실적

A. 포스텍 물리연구단의 산업 · 사회 · 과학 문제 해결 교육 프로그램 전략

- 전략 1: 기초연구 주도형 산업 기여 소양 교육
- 전략 2: 사회로 열린 과학 대중화 소양 교육
- 전략 3: 과학기술 지식 한계확장을 위한 연구 소양

B. 포스텍 물리연구단의 산업 · 사회 · 과학 문제 해결형 인재 교육의 계획 및 실적

(1) 전략 1: 기초연구 주도형 산업 기여 소양 교육

① 기초과학 중심의 산학 프로그램 및 기술 컨설팅 활동 강화

[계획]

○ 기초과학기반 산학과제 프로그램 참여.

- 국제적 경쟁력을 갖춘 기초과학 연구수행에 기반 한 산업체 과제인 ‘삼성미래기술육성’ 과제, 포스코의 기초과학 육성 프로그램 (‘Green & Steel Science’)등 유치하고, 해당 과제의 대학원생 참여를 통해 기초 연구의 수월성에 바탕을 둔 산업문제 해결 교육.

[실적]

◆ 삼성미래기술육성재단 연구과제 수행 (총 9건).

- 교수: 초끈 이론을 이용한 완전한 위상 물질 분류법 연구 (2021. 06. ~ 2025. 05.).
- 교수: 극저온 쌍극성 분자들을 이용한 양자 시뮬레이션 및 컴퓨팅 (2020. 08. ~ 2023. 07.).
- 교수: 2차원 적층형 구조에서 파라페르미온 생성 및 제어에 관한 연구 (2020. 12. ~ 2022. 11.).
- 교수: 그래핀 검출기를 활용한 가벼운 암흑 물질 탐색 (2021. 06. ~ 2021. 12.).
- 교수: 원자 기울기 기반의 신기능성 극성 소재 개발 (2021. 06. ~ 2022. 06.).
- 교수: 오비트로닉스 (2020. 08. ~ 2025. 07.).
- 교수 : 차세대 고온초전도체 발굴 (2022. 06 ~ 2024. 05.)
- 교수 : 위상마디선 제어 고성능 자성 반도체 소재 및 소자 개발 (2022. 06 ~ 2025. 05.)
- 교수 : 폴라리톤 보즈-아인슈타인 응축을 이용한 위상양자컴퓨팅 연구 (2022. 12 ~2025. 11.)

[계획]

○ 미래기술 산학협력 및 산업체 전문가와 교류.

- 삼성전자 또는 삼성종합기술원 등과 진행 중인 미래 기술에 대한 산학협력 프로그램 및 기술 컨설팅을 지속적으로 유치.
- 해당 산업체의 전문가와 산학과제 참여 대학원생 간 교류 증진.

[실적]

◆ 산학 협력과제 수행 (총 9 건).

교수: 대기 투과 광파면 분석 M&S 기술(협력기관: LIG넥스원), 2022. 03. ~ 2023. 10.

교수: 바이오드론의 표적 결합 스크리닝을 위한 CDV-단백질 상호작용 이미징 (협력기관: 주식회사 엠디문), 2020. 11. ~ 2021. 10.

교수: 포스텍-삼성전자 산학일체연구센터 기초이학과제 (3차년도) - 불소화 그래핀의 스핀 - 궤도 결합에 의한 소자특성에 관한 연구. 타과 교수 8인과 협력, (협력기관: (주)삼성전자), 2020. 09. ~ 2021. 08.

교수: 초전도 조셉슨 소자 특성 연구, (협력기관: (주)삼성전자), 2021. 02. ~ 2022. 01.

교수: 초전도 박막 극저온 특성연구, (협력기관: (주)삼성전자), 2022. 04. ~ 2022.12.

교수: 포스텍-삼성전자 산학일체연구센터 기초이학과제(5차년도) 불소화 그래핀의 스핀 - 궤도 결합에 의한 소자특성에 관한 연구. 타과 교수 8인과 협력, (협력기관: (주)삼성전자), 2022. 09. ~ 2023. 08.

- 교수: SOT-MRAM 동작전류저감을 위한 스핀-궤도 토크 계산, (협력기관: (주)삼성전자), 2022. 4. ~ 2023. 4

- 교수: 차세대 TOPOLOGICAL MATERIALS 개발 연구, (협력기관: 삼성중기원), 2019. 10. ~ 2020. 09.

- 교수: SOT-MRAM 동작전류저감을 위한 신물질 계산, (협력기관: (주)삼성전자), 2020. 12. ~ 2021. 11.

[계획]

○ 대학 ‘벤처밸리 창업 인큐베이팅 센터 (Incubating Center)’ 프로그램에 적극 참여.

• 기초연구 중심의 기술산업화를 위한 노력을 체계적으로 수행하고 관련 정보 습득 및 연계 활동 추진.

[실적]

◆ 2021 이노폴리스캠퍼스 창업역량강화교육.

- 사업계획서 작성 교육 및 실습, 선배 창업가 사례 공유, 사업 계획서 발표 및 피드백.

- 일시: 2021. 06. 23. ~ 2021. 06. 25. (10:00~18:00, 온라인 비대면).

◆ POSTECH 온오프라인 상시 창업 멘토링 프로그램(연중 상시 진행).

- 선배 기업인 창업 노하우 전수, 비즈니스 모델 코칭 및 투자 유치, 법률 자문.

◆ 아무말 대잔치(2020. 11. 28 (10:00~18:00, 온라인 비대면).

- 창업 아이템 발굴: 아이디어 피칭, 멘토링, 발표 자료 작성, 발표 대회.

② 연구 특허 관련 강의 및 특허 출원 장려.

[계획]

○ 특허 등록 과정 소개 강의 상시적 운영 및 특허 출원 장려.

○ 특허정보 활용 교육.

[실적]

◆ 특허 전문가 초청강연 (총 8회).

- 연사: 변리사 (정진 특허법인), 변리사 (이상 특허사무소), 변리사 (유미 특허법인), 변리사 (아이시스 특허법인), 변리사 (국제특허 다호)

- 일시: 2020. 11. 11 & 12. 10 & 2021. 01. 14 & 02. 18 & 06. 09 & 07.07 & 08. 18 & 09. 08.

(포스텍 무은재 기념관과 Zoom 세미나).

- 제목: 특허교육 (특허 기본내용 및 중점 분야별 심화내용), 등록 과정 소개 강의 상시적 운영 및 특허 출원 장려.

◆ 특허전문가 온라인 초청강연

- 연사: (특허 변리사)
- 일시: 2022.05.18. (온라인 줌 강의)
- 강연제목: “물리학과 학생에게 필요한 특허지식”

③ 산업체 전문가와 함께하는 교육 프로그램

[계획]

○ 산업체 전문가 초청 콜로кви엄 행사.

- 일선 산업체에서 활동 중인 전문가를 연사로 초청 첨단과학의 기술산업화에 관한 이해도 고취.
- 매 학기 최소 1회의 학과 콜로кви엄에 산업체 전문가를 섭외.

○ 산업계 전문인력과 연계한 대학원 특론 ‘Team Teaching’ 과목 개설.

- 산학협력을 진행 중인 산업체의 전문인력이 참여하는 특론 과목을 개설하여 운영.
- 본 연구단 참여교수가 해당 기술(예: 소자물리)에 대한 기초 부분에 대한 강의를 진행하고, 산업체 전문 인력이 실제 응용과 산업에 대한 부분을 강의.

[실적]

◆ 산업체 전문가 초청 콜로кви엄 행사 (1건) 및 산업 명사 초청 강연/특강 (4건).

기업 CEO 초청 강연	대표 (Furiosa AI)	2020. 09. 16 (Zoom 세미나)
	Furiosa Renegade: the next-generation high performance AI chip for data center	
기업 명사 초청 강연	박사 (IBM Research)	2020. 11. 24 (Zoom 세미나)
	Spin current, chirality, topological excitations, and broken symmetries in nanostructures	
산학협력단 명사 초청특강	관장 (국립과천과학관)	2020. 10. 30 (Zoom 세미나)
	직업으로서의 과학 커뮤니케이터	
	팀장 (포스코 산학협력실 벤처밸리그룹)	2020. 11. 19 (Zoom 세미나)
산업체 명사 초청강연	포스코 벤처밸리와 기업가정신 함양	
	(Dawonsys Co.)	2022. 04. 20 (Zoom 세미나)
	Advances of Dawon Medax BNCT with LINAC-based epithermal neutron source	

(2) 전략 2: 사회로 열린 과학 대중화 소양 교육.

① 과학과 사회 그리고 커뮤니케이션 특강

[계획]

○ 과학기술의 사회적 책임과 대중과의 소통에 대한 공동 강의 (Team Teaching).

- 참여교수 및 외부 강사를 포함하여 강사진을 구성하고 매주 1회 토론회 강의 진행.

○ ‘내 연구를 소개합니다’ 교육프로그램.

- 본인의 연구 내용과 성과를 비전공자에게 대중의 언어로 소통하는 방식에 대한 교육 프로그램.
- 매년 대학에서 진행 중인 교내 3분 과학토크대회 ‘내 연구를 소개합니다’에 적극 참여 유도.

[실적]

◆ 과학기술에 대한 공동 강의 (Team Teaching)는 현재 개설 준비 중임.

- ◆ ‘내 연구를 소개합니다’ 교내 과학토크대회 (2020. 11. 27 / 2021. 11. 26 / 2022. 11. 25) 물리학과 대학원생 대상으로 홍보 및 참여 장려함.

② 과학 대중화 프로그램 참여

[계획]

- ‘미리 보는 과학자’ 프로그램 (고교생 대상 과학 심화 연구학습 프로그램, 본대학의 ‘이공계 대탐험’ 프로그램 참여).
- ‘재미있는 물리 시연’ 프로그램 참여.
 - 일반인의 과학에 대한 흥미를 높이기 위한 기초 물리실험 시연.
 - 포스텍 물리학과 교수, 학과 실험지원 전문 인력, 지역 초중고 교사 등으로 모임인 ‘Amusing Physics Club (APC)’ 프로그램 진행에 참여.
 - 데모 실험에 대한 아이디어와 시연에 관심이 있는 대학원생의 참여를 유도.

[실적]

◆ 고교생 대상 이공계학과 대탐험 물리학과 탐방(총 4건)

- 교수: 학과 소개, 물리학 전공 설명(2020. 08. 12, 온라인 (zoom))
- 교수: 학과 소개, 물리학 전공 설명(2021. 07. 29, 온라인 (zoom))

참여 교수:

- 교수: 학과 소개, 물리학 전공 설명(2022. 07. 27, 온라인 (zoom))

참여 교수:

- 교수: 물리학 전공 설명, 질의응답, Lab/APCTP 투어(2023. 01. 17 - 01. 18, 공학3동 Pcube)

참여 교수:

◆ 과학고생 대상 물리학과 탐방(총 2건)

- 교수: 대구과학고생 대상 물리학 전공설명, Lab 투어(2022. 05. 04, 공학3동 Pcube)

참여교수:

- 교수: 전남과학고생 대상 대학원생/교수와의 대화, Lab 투어(2023. 02. 14, 공학3동 301호)

(3) 전략 3: 과학기술 지식 한계 확장을 위한 연구 소양.

① 최첨단 연구주제에 대한 교육 체인 프로그램 개발

[계획]

- 특정 연구 주제에 대하여 기초에서부터 최첨단 연구 동향까지 수준과 깊이가 다양한 교육 기회를 제공.
- 동일한 주제에 대해 특론 (1학기) - School (1주) - 튜토리얼 (6시간) - 콜로퀴엄 (1시간) - 세미나 (1시간) 들 조직하고 공지.

[실적]

◆ 최첨단 연구 주제에 대한 해외석학 강연 4건.

- 연사: (King Abdulah University of Science and Technology) (2021. 06. 01)
 - Large-area nanoelectronics via innovative manufacturing paradigms (Zoom 세미나)
- 연사: (University of Utah) (2021. 06. 22)
 - Past, Present and Future of Solid-State heat engines for direct heat-to-electricity conversion (Zoom 세미나)
- 연사: (Yale University) (2021. 07. 06)

- Toward single atom catalysis for environmental application (Zoom 세미나)
- 연사: (University of Hawaii) (2021. 07. 20)
- Genesis, Complexity & Global influence of ceaseless El Nino cycle (Zoom 세미나)

② 융합분야 공동 강의 활성화

[계획]

- 다양한 전문분야와 학문 분야의 전문가가 동일한 주제에 대해 팀을 이루어 수업을 진행하여, 하나의 연구주제에 대한 다양한 접근방법과 관점을 제시.
- 특강 형식으로 한 가지 연구주제에 대해 물리학과내 다른 전공을 갖는 교수들이 팀을 이루거나 다른 전공의 교수들이 팀을 이루어 수업 진행.
- 예시: 2019년 2학기에 “2차원 물질 물리 특강”을 물리학과와 신소재학과 교수 7명이 팀을 이루어 진행, 향후 물리+신소재, 물리+생명 등으로 확대.

[실적]

- ◆ 물성물리특론 III: 2차원물질연구의동향 (7명의 교수가 공동 강의)
 - 2020년 2학기, 2021년 2학기, 2022년 2학기
 - 물리학과: (응집물리이론) 교수, (응집물리실험) 교수, 교수, 교수, 교수, 교수
 - 신소재공학과: (에너지기술/소재분석·시뮬레이션기술) 교수, 교수
- ◆ 현대물리특강: 양자정보응용 (4명의 교수가 공동 강의, 수강생 중 대학원생 15명, 9명)
 - 2021년 1학기, 2022년 1학기
 - 물리학과: (응집기반 양자컴퓨팅) 교수, (원자기반 양자시뮬레이션) 교수, (광자기반 양자암호통신) 교수, (응집기반 양자이론) 교수

당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획

기초연구 주도형 산학 협력 교육 프로그램 개발 필요.

- 기초과학 기반 산학과제에 대한 참여 및 실적은 높았으나 연관된 대학원생 교육 프로그램은 상대적으로 활동이 적음.
- 산업체 전문인력과 연구단 참여교수가 공동으로 강의하는 Team Teaching 과목 개발 및 개설 필요.
- 대학의 상시 창업 프로그램 ('Changing Ground')과 학과 특론 세미나로 연계하는 프로그램을 개발하여 창업 및 특허 출원에 대한 이해도 고양.

교육 체인 프로그램 및 융합분야 공동 강의 활성화.

- 사회로 열린 과학 대중화 교육과 과학기술 지식한계 확장을 위한 소양 교육은 시행 첫해임에도 불구하고 다양한 프로그램들을 개발하고 선보였음. 향후 1년 활동을 바탕으로 향후 프로그램의 질을 높이고 주제의 다양화를 시도해보려고 함.
- 양자, 응집, 및 생물물리 분야에서 여러 학과가 공동으로 참여하는 교육 체인 프로그램 및 공동강의를 개발하였고, 이를 더욱 확장하고자 함.

2. 인력양성 현황 및 지원 실적

2.1 평가 대상 기간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

〈표 2-1〉 교육연구단 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

참여대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사통합	계
확보 (재학생)	2020년 2학기	1	0	91	92
	2021년 1학기	0	2	114	116
	2021년 2학기	0	2	109	111
	2022년 1학기	1	2	118	121
	2022년 2학기	1	2	102	105
	계	3	8	534	545
배출 (졸업생)	2021년 2월	1	0		1
	2021년 8월	1	2		3
	2022년 2월	0	2		2
	2022년 8월	4	5		9
	2023년 2월	1	6		7
	계	7	15		22

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 실적

우수대학원생 확보 방안 및 계획대비 실적

(1) 포스텍 학부생 대상 대학원 연계 진학 지도

○ 다양한 학부생 대상 연구참여 프로그램 활용.

[계획]

- 교내 학부생 연구참여 프로그램 (Undergraduate Research Program) 활용 (최대 200 만원).
- 학과 내 학부 연구참여 프로그램 활용.
 - 학부 연구참여 프로그램을 통해 학사학위 논문 작성 장려 매년 말 졸업 연구발표회 시행.
- 나의 첫 논문 프로그램 운영.
 - 학부생 3, 4학년을 대상, 참여교수가 제시한 주제로 1년 이상 연구 참여: SCI 논문 발표 장려.

[실적]

- 외 총 13명의 학부생이 교내 학부생 연구참여 프로그램 참여.
- 총 110명의 학부생이 학과 내 학부 연구참여 프로그램 참여.
 - 학부 졸업 연구발표회 개최 및 시상 (매년 12월 중): 매년 최우수상 등 5명 이상 선정 및 시상.
- 총 13명의 학과 학부생이 '나의 첫 논문 프로그램' 참여
 - 2020년: 5명, 2021년: 2명, 2022년: 6명

○ 학부-대학원 연계 교육과정 및 홍보행사 진행.

[계획]

- 대학원 세부전공에 대한 정규과목 편성: 학과 내 교수들이 본인 전공분야의 연구 동향 강의.
- 학부-대학원 속진과정 운영: 학부·대학원 연계 단기간에 박사학위를 취득할 수 있는 제도.
- 포스텍 학부생 대상 대학원 설명회.

[실적]

- '물리학연구의 동향' 과목 개설 및 운영: 수강생 총 34명.
- 학부 재학 시 대학원 전공과목 학점 이수 후 대학원 연계 진학으로 학점 인정: 해당 학생 총 17명.
- 대학원 설명회 매년 최소 2회 (3월 & 8월경) 개최: 총 120명 참여 (타대학 학부생 포함).

(2) 국내외 타 대학 우수 학부생 대상 탐방 및 홍보

○ 타교 학부생 대상 포스텍 물리학과 방문 탐방 프로그램 진행.

[계획]

- 물리학과 Open Lab 실시: 연구실/대학 시설에 대한 탐방 기회 제공 (여비 보조 및 기숙사 제공).
- 'Summer Research Fellowship' 프로그램 실시: 포스텍 물리학과 연구실 활동을 직접 체험.

[실적]

- 대면 Open Lab 실시 (2022. 07. 04. ~ 2022. 07. 05)
 - 총 13개 연구실 (BK 참여교수 12명) 참여: 총 12명의 타 대학 학부생 참여 (자대생 1명 포함).
- 대면 Summer Research Fellowship 실시 (2022. 07. 04. ~ 2022. 07. 15)

- 총 7개 연구실 (BK 참여교수 5명) 참여: 총 7명의 타 대학 학부생 참여 (자대생 1명 포함).

○ 대학원 설명회 및 홍보행사 활용.

[계획 및 실적]

- 타 대학 학부생 대상 대학원 설명회 개최.
 - 새로 개편한 대학원생 지원 계획을 적극적으로 홍보 ('우수 대학원생 지원 계획' 참조).
 - 매년 최소 2회 (3월 & 8월경) 개최: 총 120명 참여.

우수대학원생 지원 방안 및 계획대비 실적

(1) 건강하고 안정적인 교육·연구 환경 조성

○ 'Two-advisor' 제도 신설 (MIT 벤치마킹).

[계획]

- 모든 대학원 신입생에게 교무 지도교수 (Academic Advisor) 배정: 연구 지도교수와 별도로 배정.

[실적]

- BK 참여 정교수 중에서 교무 지도교수 배정: 대학원 신입생 전원 (총 58명)에게 배정 완료.
- 재학생의 경우 박사학위 논문 제안서 심사 후 심사위원 중 선정 (UC Berkeley, Chicago 벤치마킹).

○ 개방적인 소통 환경 지원.

[계획]

- 대학원생 주도의 분야별 저널클럽 운영 및 교수-대학원생 간담회 개최.

[실적]

- 대학원생 주도 저널클럽 운영: 고체물리, 생물물리, 양자/나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야.
 - 총 100회 진행: 분야별 연 70 ~ 150 만원 지원.
- 교수-대학원생 간담회 개최: 2021. 08. 12. (19:00 ~ 21:30) 온라인 진행.

(2) 안정적인 교육·연구 환경 지원

○ 학업과 연구에 전념할 수 있는 안정적 주거 지원.

[계획 및 실적] 대학원생 희망자 전원 기숙사 배정: 기혼자의 경우, 단독 가구 대학원 아파트 지원.

○ 교육조교/연구조교 (TA/RA) 장학 제도.

[계획]

- 대학원생 전원을 교육조교 (TA) 또는 연구조교 (RA) 장학생으로 등록, 학비와 생활비 지원.
- 대학원혁신팀과 연계, 2021학년도 1학기부터 '대학원생 통합재정지원제도(RA/TA)' 추가 운영.

[실적]

- 대학원생 TA RA 조교 장학금 지원 비율 100%.
- 대학원혁신팀과 연계된 추가 장학금 16명 지원 완료 (3개월 간 월 70만원).

○ 대학원 신입생의 안정적인 정착 지원.

[계획 및 실적]

- 대학원 신입생 첫 학기에 학업장려금 지원 (월 35만원 추가지급): 대학원 신입생 총 58명 지원.
- 연구실 탐색 과목 신설 운영: '연구실 순환' 과목 (첫 학기에 1-3개의 연구실 탐색 기회 부여).
 - 수강생 총 27명 (대학원혁신사업팀과 연계하여 3개월 간 월 70만원 지원).

(3) 다양한 국제 연구 활동 지원

- 포스텍 내 국제워크숍 개최 및 대학원생의 발표 장려.

[계획 및 실적]

- 국제워크숍 개최.
 - 학교 3000만원, 학과 500만원 지원 및 외부 지원 [예: 아태이론물리센터]] 활용.
 - 국제워크숍 개최 총 14건.

- 국제학회 참여 및 연구활동 지원 (연구실 당 매년 1 ~ 2명 지원).

[계획]

- 국제적 위상이 있는 학회 및 기관에서 구두 발표 및 단기연구 진행시 지원.

[실적]

- 국제학회 참여 지원 (총 14명) 및 국제연구활동 지원 (총 1명: Advanced Photon Source 기관연수).

(4) 대학원생의 면학 및 연구장려를 위한 포상 제도 시행

- 융합인재 장학제도 (Fellowship) 신설: 최소 2인의 연구 지도교수 지도를 받음.

[계획]

- 융합연구 연구계획서 심사 후 융합인재를 매년 1-2인 선정: 중간 평가 통해 추가 3년 지원 결정.

[실적]

- 제1회 융합인재 펠로우십(Fellowship) 선발: (석박사통합 1학기): 2021년 9월부터 지원.

- '1st Paper Award' 제도 시행.

[계획 및 실적]

- 대학원 입학 후 4년 이내에 주저자로서 SCI(E) 저널에 논문을 게재한 대학원생 포상.
- 대학원생 총 14명 포상 시행.

- 실적에 따른 BK21 성과금 및 각종 포상금 지급.

[계획 및 실적]

- 논문, 학술대회 성과에 기반하여 대학원생 총 151명에게 인센티브 총 3,850만원 지급.
- 우수 논문상 (상금 30만원) 및 우수 조교상 (상금 10만원): 각각 총 17명 및 29명 포상.
- 민병일 고체이론논문상 및 전상욱 응집물질실험논문상 (상금 100만원): 각각 총 4명 및 1명 포상.
- 창립상 (상금 30만원): 대학원생 총 4명에게 포상.

(5) 외국인 학생을 위한 지원 프로그램

- 외국인통합지원센터 (ISSS; 2010년 10월 11일 개소) 운영: 외국인 정착지원 및 생활 정보 안내.
- 대학원 강의 100% 영어 진행. 공문서 및 게시물의 영어혼용 (Bilingual Campus 2010년부터 시행).

2.3 참여대학원생 취(창)업 현황

① 취(창)업률

〈표 2-2〉 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 졸업한 참여대학원생 취(창)업률 실적

(단위: 명, %)

구 분		졸업 및 취(창)업현황							취(창)업률 (D/C)×100		
		졸업자(A)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=A-B)	취(창)업자 (D)				
			진학자		입대자						
			국내	국외							
2021년 2월 졸업자	석사	1	0	0	1						
	박사	0			0						
2021년 8월 졸업자	석사	1	0	0	1						
	박사	2			0						
2022년 2월 졸업자	석사	0	0	0	0	0	0	100			
	박사	2			0	2	2				
2022년 8월 졸업자	석사	4	0	0	0	4	3	89			
	박사	5			0	5	5				
2023년 2월 졸업자	석사	1									
	박사	6									

② 참여대학원생 취(창)업의 질적 우수성 (평가 대상 기간)

<표 2-3> 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 졸업한 참여대학원생 중 취(창)업의 질적 우수성

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (석사/박사)	학위취득 시 학과(부)명	현 직장(직위)		
대표 취(창)업 사례의 우수성							
1		2023.2	박사	물리학과	Caltech (박사후연구원)		
	- (박사학위 주제) “이리듐 산화물의 숨겨진 질서와 들뜸에 대한 연구”란 주제로 박사학위 취득.						
	- (박사학위 내용) 학위과정 중 라만 분광학, 공명 엑스선 회절 등을 이용하여 이리듐 산화물의 자기 및 전자구조 규명에 대한 연구를 수행.						
	- (현재 직장) 현재 Caltech에서 박사후 연구원으로 재직 (지도교수:).						
	- (현재 연구내용의 전공 적합성) 양자물질에서 시분해 라만 분광학 장비 구축 및 이를 활용한 고체 기본 들뜸 연구중.						
2		2021.8	박사	물리학과	독일 막스플랑크 연구소(박사후연구원)		
	- (박사학위 주제) “전기전도성을 가지는 반데르발스 자성체의 자성 및 위상적 특성”이란 주제로 박사학위 취득.						
	- (박사학위 내용) 자성 반데르발스 신물질의 위상 전자구조에 의한 거대 자기전도 현상 연구를 수행.						
	- (현재 직장) 현재 독일 막스플랑크 연구소의 Microstructured Quantum Matter 부서(지도교수:)에 박사후 연구원 재직.						
	- (현재 연구내용의 전공 적합성) 양자물질 미세구조의 양자전도 현상 연구.						
3		2022.8	박사	물리학과	국방과학연구소 (선임연구원)		
	- (박사학위 주제) 양자간섭현상을 기반으로 한 광자기반 양자정보처리에 대한 연구로 박사학위 취득.						
	- (박사학위 내용) 다광자 양자간섭현상에 대한 이론/실험적 분석을 기반으로 양자정보처리 프로토콜을 양자광학적으로 어떻게 구현할 수 있는지를 고안하고 실험으로 검증하는 연구를 수행.						
	- (현재 직장) 국방과학연구소 선임연구원으로 재직.						
	- (현재 연구내용의 전공 적합성) 국방과학연구소의 양자기술 특히 양자통신 및 이미징 분야의 연구를 담당하고 있음.						
평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 졸업한 참여대학원생 수				석사	7	제출요구량	3
				박사	15		

3. 대학원생 연구역량

3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성

① 참여대학원생 대표연구업적물의 우수성

<표 2-4> 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 참여대학원생 대표연구업적

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여 대학원생 성명	세부전공 분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
1	석박사통합		응집물리 실험	저널논문	
					② 논문제목: Conformational heterogeneity of molecules physisorbed on a gold surface at room temperature
					③ 학술지명: Nature Communications
					④ 권(호), 페이지: 13(1), 4133
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 07/22
					⑦ DOI 번호: 10.1038/s41467-022-31576-x
					◆ 연구결과, 창의 • 상온, 상압 환경에서의 단일분자 측정은 작은 크기와 낮은 화학적 안정성으로 인해 측정의 난이도가 매우 높으며 측정 정밀도에 한계가 있음. • 본 연구에서는 매우 얇은 절연층으로 분자를 덮어 상온에서 안정적인 측정이 가능한 상태로 만들었으며, 탐침증강 나노현미경을 이용해 단일분자의 미세한 광(라만)신호를 측정하였음. • 측정한 라만 신호를 바탕으로 금 표면 위 단일분자가 주변 환경과 어떤식으로 상호작용하는지를 분석함. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 탐침증강 나노현미경을 이용하여 단일분자의 라만 신호를 측정하고 공간적으로 분리되어 있는 모습을 이미징하는데 주도적 역할을 수행. • IF=17.694; FWCI=0; citation=0 (google scholar)

2	석박사통합		자성체 물리	저널논문	② 논문제목: Direct observation of excitonic instability in Ta ₂ NiSe ₅
					③ 학술지명: Nature Communications
					④ 권(호), 페이지: 12, 1969
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 03/21
					⑦ DOI 번호: 10.1038/s41467-021-22133-z
					◆ 연구결과, 창의성 • 엑시톤 절연체는 전자 구조 변화가 단순한 밴드 절연체와 동일하며 결정구조 변화와 강한 상관관계를 가진다는 특징으로 인해, 각분해 광전자 분광 등의 실험을 통한 간접적 증거만 제시되어옴. • 라만 분광을 이용해 결정구조에서 기인하는 신호와 전자적 불안정성을 구분할 수 있었고, 발산하는 준탄성 신호를 관측함. • 구조적 요인을 배제한 전자적 신호의 발산이 상전이 온도에서 나타남을 토대로 Ta₂NiSe₅가 엑시톤 절연체임을 입증했고, 엑시톤 불안정성의 실험적 접근법을 제시하였옴. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 Ta₂NiSe₅ 시료를 준비했으며, 라만 분광 장비를 활용해 온도 경향성과 편광 분석을 비롯한 체계적인 측정을 수행함. • IF=17.694; FWCI=2.90; citation=39 (google scholar)
3	석박사통합		입자물리 이론	저널논문	② 논문제목: Bootstrapping BPS spectra of 5d/6d theories
					③ 학술지명: Journal of High Energy Physics
					④ 권(호), 페이지: 2021, 161
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 04/21
					⑦ DOI 번호: 10.1007/JHEP04(2021)161
					◆ 연구결과, 창의성 • 5차원과 6차원 고차원 양자장론의 물리량의 정량적 계산은 특수한 경우에만 해법이 알려져 있고 일반적인 경우에는 계산에 어려움이 있었옴. 고차원 양자장론은 강한 상호작용을 하기에 섭동적인 방법으로는 분배함수 계산이 불가능함. • Blowup 공간의 성질을 이용하여 5차원과 6차원 양자장론의 분배함수를 체계적으로 계산하는 새로운 방법을 제시함. • 임의의 5, 6 차원 양자장론에서 최소한의 데이터를 가지고 누구나 쉽게 분배함수 계산을 할 수 있는 방법론 제시. • 이를 바탕으로 5차원과 6차원 이론의 다양한 이중성을 검증하였고 이전에 잘 알려지지 않았던 여러 이론의 특성을 규명함. ◆ 대학원생 기여 • 5차원과 6차원에서 알려진 다양한 양자장론의 분배함수가 blowup 방정식으로 계산 가능함을 보임. • IF=6.379; FWCI=2.46; citation=21 (inspirehep)

4	석박사통합		입자물리 이론	저널논문	② 논문제목: Non-unitary TQFTs from 3D N=4 rank 0 SCFTs
					③ 학술지명: Journal of High Energy Physics
					④ 권(호), 페이지: 2021, 158
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 08/21
					⑦ DOI 번호:10.1007/JHEP08(2021)158
					◆ 연구결과, 창의성 • 3차원 초대칭 등각장론으로부터 non-unitary 위상적 양자장론을 얻어내는 새로운 방법을 제시 • 이 방법으로부터 기존에 trivial 모듈라이 공간을 갖는 초대칭 등각장론도 non-unitary 모듈라 텐서 카테고리(MTC)로 분류 가능함을 보임. • 특히 T[SU(2)] 이론의 diagonal gauging 으로부터 매우 특이한 형태의 새로운 MTC를 제시함 ◆ 대학원생 기여 • 학생은 초대칭 등각 index 계산을 통해 TQFT sector 가 있음을 확인하고, 3차원 구의 분배함수 계산을 통해 MTC data를 뽑아냈으며, T[SU(2)] 의 diagonal gauging 으로부터 나온 특이한 MTC 의 패턴을 찾아 일반적인 모양을 제시함. • IF=6.379; FWCI=0.36; citation=9 (inspirehep.net)
5	석박사통합		생물물리	저널논문	② 논문제목: Active diffusion of self-propelled particles in flexible polymer networks
					③ 학술지명: Macromolecules
					④ 권(호), 페이지: 603, 421-426
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 08/22
					⑦ DOI 번호: 10.1021/acs.macromol.2c00610
					◆ 연구결과, 창의성 • 생체 내의 환경과 같은 망사형 고분자 구조에서의 물질 확산 문제는 물질 수송 등에 있어서 중요한 문제이지만, 많은 연구에서 열적 요동에 의한 수동입자의 확산에 대해서만 다뤄져 왔고, 생체 내 존재하는 박테리아나 키네신 (kinesin)등의 모터 단백질에 의한 비평형 물질의 확산에 대해서는 연구되지 않았음. • 본 연구에서 액티브 물질의 확산 역학에 대한 문제를 처음으로 세밀하게 모델링하고 시뮬레이션을 수행하여, 액티브 입자의 고분자 네트워크 환경 내에서의 능동 확산 문제에 대해 이론적 이해를 정립함. • 생물고분자 네트워크 내에서 액티브 입자의 확산이 망-입자의 크기 비율과 페클레 수 (Péclet number)에 따라 다양한 물리학적 특성을 나타냄을 밝힘. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 시뮬레이션 수행 및 결과분석에 주도적인 역할을 함. • IF=6.057; FWCI=3.32; citation=8 (google scholar)

6	석박사통합		광과학	저널논문	② 논문제목: Active information manipulation via optically driven acoustic-wave interference
					③ 학술지명: Nano Letters
					④ 권(호), 페이지: 21, 7270-7276
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 08/21
					⑦ DOI 번호: 10.1021/acs.nanolett.1c02314
					◆ 연구결과, 창의성 • 나노 포토닉스에서 빛과 음파를 이용한 신호처리가 가능한 반면에 기존의 연구들은 음파에 의한 빛의 산란만을 이용한다는 점에 있어서 한계를 가지고 있음. • 본 논문에서는 실리콘 칩에서 빛에 의해 생성된 음파를 이용해 광파 신호를 증폭·감쇄할 수 있음을 보이고 이를 이용해 능동적인 광신호처리 방법을 세계 최초로 구현함. • 실리콘 칩 내에서 음파의 보강 간섭과 상쇄 간섭 간에 10,000배 이상의 대비를 갖는 마이크로파 신호가 증폭·감쇄되는 것을 관측하였고, 이를 발전시켜 펄스 형태 신호의 세기를 조절할 수 있음을 구현함. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 주도적으로 음파의 간섭을 이용할 수 있는 디자인에 대한 아이디어를 제시하였고 이에 대한 시뮬레이션 및 이론을 정리하였음. 또한 직접 나노 샘플 공정을 진행하였고 실험 및 실험 결과 분석, 논문 작성을 주도적으로 하였음. • IF=12.262; FWCI=0.48; citation=3 (google scholar)

7	석박사통합		물성계측	저널논문	② 논문제목: Quantum transport evidence of isolated topological nodal-line fermions
					③ 학술지명: Nature Communications
					④ 권(호), 페이지: 13, 7188
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 11/22
					⑦ DOI 번호 (해당시): 0.1038/s41467-022-34845-x
					◆ 연구결과, 창의성 - 대부분의 위상상태 후보물질은 위상 전자상태와 보통의 전자상태가 공존하기 때문에 위상 전자상태 고유의 전도 현상은 그 특이성에도 불구하고 실험적 확증이 어려웠음. - 도핑을 정밀히 조절한 SrAs₃ 단결정을 통해 보통의 전자상태가 없는 것을 확인함과 동시에 위상 전도 현상인 3차원 물질에서의 2차원 약한 반국소화 현상을 관측. - 단결정 합성과 각도분해 광전자 분광측정, 고자기장 양자전도 특성측정, 전자구조 계산 결과의 통합적인 이해를 통해 새로운 물성을 발견한 사례로 연구단 비전에 부합함. ◆ 대학원생 기여 - 학생은 SrAs₃ 단결정 합성 및 도핑 조절을 통해 위상 전자상태만이 전도특성을 결정하는 최적 시료 확보. - 고자기장 전기 전도도 측정을 통한 전자구조 및 베리 효과 확인과 2차원 약한 반국소화 현상 관측에 주도적 역할을 수행. • IF=17.694; FWCI=N/A; citation=0 (google scholar)

8	석박사통합		박막물리	저널논문	
					② Thickness-driven morphotropic phase transition in metastable ferroelectric CaTiO_3 films
					③ Advanced Electronic Materials
					④ 권(호), 페이지 : 8(6), 2101398
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 03/22
					⑦ DOI 번호 (해당시): 10.1002/aelm.202101398
◆ 연구결과, 창의성 - 일반적으로 극성을 가지지 않는 것으로 알려진 CaTiO_3 물질로부터 기판 방향을 통한 박막에서의 결정 구조 제어를 통해 준안정적 강유전체를 구현하였으며, 두께에 따른 morphotropic phase boundary(MPB)에서 매우 향상된 압전 특성 확인. - 환경적 이슈가 존재하는 Pb 기반의 압전 소자에서 벗어나 나노 미터 수준에서의 뛰어난 압전성 구현. ◆ 대학원생 기여 학생은 준안정적 강유전체 CaTiO_3 박막의 축전용량-전압에 대한 측정을 진행함으로써 강유전성을 확인하는데 주도적 역할. • IF=7.295; FWCI=N/A; citation=0 (google scholar)					
9	석박사통합		광과학	저널논문	
					② 논문제목: Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT-symmetric system
					③ 학술지명: Physical Review Letters
					④ 권(호), 페이지: 127, 083601
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 08/21
					⑦ DOI 번호: 10.1103/PhysRevLett.127.083601
◆ 연구결과, 창의성 - 비허미션 광학계는 기존(허미션) 광학계와 다르게 자발 대칭붕괴, 특이점, 위상연산 현상이 나타나기 때문에 최근 다양한 연구 영역에서 주목받고 있음. 사전 연구에서는 나노공정을 통해 비허미션 시스템을 구축했으나, 공정으로 광손실과 광이득을 조절하는 일은 쉽지 않음. - 본 연구에서는 복잡한 공정없이 합성 차원과 사광파혼합을 이용하여 광섬유-기반 APT (Anti-parity-Time) 시스템을 구현하고 우수한 성질을 관측함. 또한, 기존 광학계의 에너지보존과 대응되는 APT대칭계의 에너지 차이보존을 광학계 최초로 관측함. - 본 시스템은 일반 비허미션 광학계와 다르게 광손실이 매우 적기 때문에, 통신, 센싱, 양자 분야의 새로운 비허미션 플랫폼으로 주목받을 것으로 예상함. ◆ 대학원생 기여 학생은 본 연구에서 APT 대칭계 이론탐구, 실험제안, 결과분석을 진행함. IF=9.185; FWCI=1; citation=6 (google scholar)					

10	석박사통합		중시물리	저널논문	② 논문제목: Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions
					③ 학술지명: Nature
					④ 권(호), 페이지: 603, 421-426
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월03/22
					⑦ DOI 번호10.1038/s41586-021-04364-8
					◆ 연구결과, 창의성 • 측정 방법 및 발열의 한계로 250 fs (1 펨토는 천조분의 일)이라는 아주 짧은 시간 동안 지속되는 플로켓 상태만 주로 연구되어 양자역학적 비평형 상태에 대한 정량적 분석이 불가능했으며, 다른 플랫폼으로의 확장이 어려운 문제가 있었음. • 마이크로파를 통해 오랫동안 지속되는 플로켓 상태를 최초로 구현하고, 이론적 정량분석에 성공. • 낮은 주파수의 마이크로파를 빛으로 사용하였고, 그 결과 1조배 작은 빛의 세기로도 플로켓 상태를 만들 수 있었고, 열 발생이 현저히 줄었기 때문에 지속되는 플로켓 상태 구현. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 주사 전자 투과 현미경과 같이 복잡한 장비를 사용하는 대신, 나노 소자에서의 초전도 터널링 분석법을 통한 고분해능 측정방식을 개발에 주도적 역할을 수행. • IF=69.504; FWCI=113.2; citation=15 (google scholar)
11	석박사통합		생물물리	저널논문	② 논문제목: Formation of cellular close-ended tunneling nanotubes through mechanical deformation
					③ 학술지명: Science Advances
					④ 권(호), 페이지: 8, 13
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 03/22
					⑦ DOI 번호 10.1126/sciadv.abj3995
					◆ 연구결과, 창의성 • 세포간 나노튜브는 새롭게 발견된 세포간 커뮤니케이션 방식으로써 이온 뿐만 아니라 세포 소기관, 바이러스 등이 전달되는 통로로써 최근 그 기능에 대한 활발한 연구가 이뤄짐. • 두께 수백 nm, 길이 수십 마이크로미터의 길고 가느다란 구조의 세포간 나노튜브가 어떻게 형성되는지 메커니즘에 대한 이해가 필요하였음. • 초고해상도 형광 현미경과 광학집게, 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 폐쇄형 세포간 나노튜브가 세포의 축수가 꼬이면서 누적되는 에너지에 의해 형성됨을 최초로 확인 및 물리적으로 설명하였음. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 세포 축수에 힘을 가하는 원인 단백질을 초고해상도 형광 현미경을 통해 규명하여 각각이 꼬인 구조 및 세포간 나노튜브 형성에 미치는 영향을 주도적으로 밝혀냄. • IF=14.957; FWCI=2.15; citation=5 (google scholar)

12	석박사통합		물성계측	저널논문	② 논문제목 : Colossal angular magnetoresistance in ferrimagnetic nodal-line semiconductors
					③ 학술지명 : Nature
					④ 권(호), 페이지 : 599, 576-581
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 : 11/22
					⑦ DOI 번호 (해당시) : 10.1038/s41586-021-04028-7
					◆ 연구결과, 창의성 • 위상학적인 전자상태와 자성을 동시에 가지는 위상자성체는 미래형 정보소자를 구현하는데 중요한 것으로 기대되어 활발히 연구되고 있음. • 현재까지 보고된 대부분의 금속성을 띠는 위상자성체와 달리, 반도체 특성을 가지는 위상자성체에서는 스핀 방향을 외부자기장으로 조절해 전류를 완전히 흐르거나 흐르지 못하게 할 수 있음을 이론적으로 발견함. • 해당 현상이 구현되는 실제 물질을 합성하는데 성공했고, 합성된 물질에서 전도성이 자기장의 방향에 따라 10억 배 정도 급격하게 변화하는 것을 발견함. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 물질의 합성, 자성 및 전도 특성 확인 등의 실험을 주도적으로 수행함. • IF=69.504; FWCI=113.2; citation=15 (google scholar)
13	석박사통합		양자광학	저널논문	② 논문제목: Photon-pair generation in a lossy waveguide
					③ 학술지명: Nanophotonics
					④ 권(호), 페이지: 12, 531-538
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 01/23
					⑦ DOI 번호10.1515/nanoph-2022-0582
					◆ 연구결과, 창의성 • 양자광학 실험에 필요한 광자쌍을 생성하는데 실리콘 광도파로가 많이 연구되고 있는데, 그동안 실리콘 광도파로에서 생성되는 광자쌍의 특성을 검토하는데 광도파로의 손실이 고려되어 있지 않아 차이가 발생하는 문제가 있었음. • 광도파로를 작게 나누어 분석하는 split-step 방법으로 이론적 모델링을 하여 실제 실험과 유사한 결과를 얻음. • 광도파로의 손실등의 여러 조건에 따라 광자쌍 수, 예고효율 등을 좀 더 정확히 예측 가능한 수식 얻음. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 실리콘 광도파로 공정과 측정, 이론적 예측, 그리고 논문 작성을 주도적으로 수행. • IF=7.923; FWCI=8.41; citation=1 (google scholar)

14	석박사통합		중시물리	저널논문	② 논문제목: Spin-Orbit Torque Switching in an All-Van der Waals Heterostructure
					③ 학술지명: Advanced Materials
					④ 권(호), 페이지: 34(8), 2101730
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 12/21
					⑦ DOI 번호: 10.1002/adma.202101730
					◆ 연구결과, 창의성 • 본 연구에서는 소재 및 소자 제작 공정의 혁신을 통해 스핀생성효율 한계 및 스핀 전류의 계면 산란의 한계를 돌파함. • 이차원 물질 박리기법 및 건조 전사 기법을 통해 이차원 자성 물질(Fe_3GeTe_2)위에 스핀 전류 발생 물질(WTe_2)을 쌓아 원자 수준으로 평평한 접합 계면을 형성함. • 이를 통해 앞선 기존 연구에서보다 두 물질 사이의 계면에서 발생하는 스핀 전류 손실을 줄일 수 있었고, 위상물질의 강한 스핀-궤도 결합을 통해 높은 스핀생성효율을 구현할 수 있었음. ◆ 대학원생 기여 • 학생은 공기 중에 취약한 2차원 물질을 안정적으로 소자로 제작하고 저온 수송 특성 및 전류 펄스를 통한 스핀 스위칭 실험을 수행하는 등 실험을 주도적으로 수행. • 2차원 반데르발스 위상물질과 자성물질의 적층구조를 계면이 상하지 않은 상태에서 원자적으로 깨끗하게 쌓을 수 있는 소자제작공정을 개발함. • IF=32.086; FWCI=8.03; citation=37 (google scholar)

15	석박사통합		물성계측	저널논문	② 논문제목 : Ultrafast Energy Transfer Process in Confined Gold Nanospheres Revealed by Femtosecond X-ray Imaging and Diffraction
					③ 학술지명 : Nano Letters
					④ 권(호), 페이지 : 23(4), 1481-1488
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 : 02/23
					⑦ DOI 번호 : https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.2c04920
					◆ 연구결과, 창의성 • 한 세기 이상의 연구에도 불구하고, 고체의 용해 현상에 관한 근본적인 메카니즘은 나노스케일 영역에서 잘 알려지지 않음. • 본 연구를 통해 Au@SiO₂ 나노입자에 강한 펄스 레이저를 조사하여 발생시키는 초고속 용해 상변이의 복잡한 과정을 5 nm의 높은 해상도로 물질의 구조 및 형태 변화를 직접적으로 관측함. • 또한, 원자규모 변화를 광각회절로 동시에 관측함.. 이는 XFEL 단일 펄스를 사용한 최초의 회절 이미징-광각회절 동시 관측 실험 결과이며 입자내 에너지 전달과정을 정량적으로 관측한 연구임. ◆ 대학원생 기여 • 해당 연구를 위한 준비 단계부터 실험 수행, 결과 분석 및 논문 작성 등 본 연구 전반에 걸쳐서 주도적인 역할을 담당 • 실험 결과 분석 및 해석을 위한 이론을 정립, 제시하는 과정에서 타 연구실과의 협업도 적극적으로 진행. • IF=12.262; FWCI=N/A; citation=0 (google scholar)

16	석박사통합		물성계측	저널논문	
					② 논문제목 : Tunable high-temperature itinerant antiferromagnetism in a van der Waals magnet
					③ 학술지명 : Nature Communications
					④ 권(호), 페이지 : 12(1), 2844
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 : 05/21
					⑦ DOI 번호 : 10.1038/s41467-021-23122-y
					◆ 연구결과, 창의성 - 반데르발스 구조를 갖는 새로운 반강자성체인 (Fe,Co)₄GeTe₂ 물질을 합성하고 박리소자를 제작하여 도핑과 두께에 대한 자성변화에 대한 원인 규명. - 기존의 반데르발스 반강자성체(상전이온도~100 K)에 비해 높은 상전이 온도 ~230 K를 가지면서 다양한 스핀 상태를 도핑과 두께로 조절할 수 있음을 최초로 제시함. - 새로운 자성 반데르발스 물질 단결정 합성과 소자 특성 연구를 접목하여 종합적인 이해를 추구한 점은 연구단 연구비전에 부합함. ◆ 대학원생 기여 - Co 도핑정도가 다양하게 조절된 단결정을 사용하여 박리 결정 소자를 제작하고 자성 특성측정을 담당. - 도핑, 온도, 두께, 자기장에 따른 자기전도 특성의 체계적인 변화를 실험적으로 관측. - 여러 조절인자에 따른 반강자성 상태 변화 관측을 통해 도핑-두께-온도에 대한 자기 상그림 도표 확립. • IF = 17.694; FWCI = 0.5; citation = 0 (google scholar)

17	석박사통합		생물물리	저널논문	② 논문제목: Linker domain function predicts pathogenic MLH missense variants
					③ 학술지명: Proceedings of the National Academy of Sciences
					④ 권(호), 페이지: 118, 9
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 03/21
					⑦ DOI 번호 10.1073/pnas.2019215118
					◆ 연구결과, 창의성 - 인간의 암을 비롯한 유전적 질병을 야기하는 DNA 염기서열 오류에서 이 오류를 복구하는 메커니즘에 대해 분석. - 현재까지 알려진 메커니즘 중, MLH1-PMS2 단백질의 염기서열 복구 메커니즘에 대해 많은 주장이 있었으며, 이를 분석하기 위해 DNA-skybridge 방법을 사용하여 1차원상으로 단백질 움직임의 메커니즘을 주장. - 염기서열 오류 DNA에서 MSH2-MSH6단백질과 MLH1-PMS2단백질이 오류 부분에서 비슷한 분포를 나타냄을 통하여, 함께 움직이며 3'-5'방향의 염기서열 오류를 복구하는 메커니즘의 당위성을 증명. ◆ 대학원생 기여 학생은 DNA-skybirdge 기법을 통한 DNA 오류부분의 형광과 관찰하고자 하는 단백질들 간의 형광을 이용한 다중 형광 이미징 기법을 통해 복구 과정동안 단백질의 1차원 상의 분포를 관측. • IF=12.779; FWCI=0.78; citation=9 (google scholar)
18	석박사통합		표면/경계 면물리	저널논문	② 논문제목 Enhanced Berry Curvature Dipole and Persistent Spin Texture in the Bi(110) Monolayer
					③ 학술지명 Nano Letters
					④ 권(호), 페이지 21, 9468-9475
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 11/21
					⑦ DOI 번호 (해당시): 10.1021/acs.nanolett.1c02811
					◆ 연구결과, 창의성 - 비대칭성을 가진 2차원 물질에서 발견되는 흥미로운 현상들인 강화된 베리곡률쌍극자와 지속하는 스핀 구조를 구현할 수 있는 플랫폼을 예측함. 이들 현상은 나아가 비선형 홀 전도도 및 일관된 스핀전류를 유도하는 중요한 전자상태들임. - 원하는 왜곡된 구조의 단층 박막을 특정 기판에 증착하고 이들의 구조 및 전자적 특성을 주사 터널링 현미경과 각분해 광전자 분광법을 이용해 분석함으로써 예측한 앞선 전자상태들이 잘 구현될 수 있음을 확인함. ◆ 대학원생 기여 학생은 주사 터널링 현미경을 이용해 해당 헤테로 시스템을 구현하고 이들의 원자구조 및 전자상태의 분석의 주도적인 역할을 수행함. • IF=12.262; FWCI=N/A; citation=6 (google scholar)

19	석박통합		에너지띠/ 전자구조	저널논문	② 논문제목: Charge order landscape and competition with superconductivity in Kagome metals
					③ 학술지명: Nature Materials
					④ 권(호), 페이지: 22, 186
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 02/23
					⑦ DOI 번호: 10.1038/s41563-022-01375-2
					◆ 연구결과, 창의성 • 2020년 후반에 발견된 바나듐 기반의 카고메 신물질 CsV3Sb5에서는 위상양자 기반 양자 기술에 필요한 ‘초전도 현상’과 ‘위상학적 양자 얽힘’의 동시 구현으로 많은 주목. • 초전도 현상이 낮은 온도에서만 나타나는 원인이 이를 방해하는 ‘전하밀도파’에 있음을 규명. • 카고메 층간의 거리나 전자의 양을 조절 전하밀도파 현상 제어. • 전하밀도파를 특정한 형태로 변형 억제시켜 초전도 임계 온도를 2 ~ 5배 까지 증가시킴. • AV3Sb5 (A = K, Rb, Cs)에서 초전도 현상이 낮은 온도로 국한된 이유가 전하밀도파에 의한 방해에 있음을 규명함으로써 위상 강상관계 현상 연구에 기여. ◆ 대학원생 기여 학생은 카고메 금속에서 ARPES 실험을 수행 실제 카고메 금속이 가지는 3 차원 전하 밀도파 구조에 따라 초전도의 임계 온도 변화를 관측하게 되었으며 이를 확인. • IF = 47.656; FWCI = 9.2; citation = 16 (google scholar)

20	석박통합		박막물리	저널논문	② 논문제목: Flexoelectricity-driven mechanical switching of polarization in metastable ferroelectrics
					③ 학술지명: Physical Review Letters
					④ 권(호), 페이지: 129, 117601
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 09/22
					⑦ DOI 번호: doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.117601
					◆ 연구결과, 창의성 - 전기적 방식으로 분극을 전환할 수 있는 강유전체에 변형률 기울기로 인한 변전성을 활용할 경우, 보다 뛰어난 분극 전환이 가능해지기 때문에 최근 전기적 분극 전환의 대안으로 주목받고 있음. - 자극에 민감하게 반응하는 준안정 상태의 강유전체 박막에 원자간력현미경 탐침을 통해 변전성을 유도하면 기존보다 훨씬 작은 힘을 통해 분극 전환이 가능함을 이론적으로 예측. - 실제로 기존보다 몇 배 작은 100 nN 정도의 힘으로 10 nm보다 작은 영역에서 분극 전환이 가능함을 실험 측정으로 직접 확인. ◆ 대학원생 기여 학생은 준안정 상태의 강유전체가 어느 정도의 힘을 가해 주었을 때 변전성으로 인한 분극 전환이 가능해지는지 이론적으로 계산하는 역할을 맡음. • IF=9.185; FWCI=0; citation=0 (google scholar)

21	석박사통합		에너지띠/ 전자구조	저널논문	② 논문제목 Many-body invariants for Chern and chiral hinge insulators
					③ 학술지명 Physical Review Letters
					④ 권(호), 페이지 126, 016402
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 01/21
					⑦ DOI 번호 10.1103/PhysRevLett.126.016402
					◆ 연구결과, 창의성 - 위상부도체인 천(Chern) 부도체와 카이랄 경첩(chiral hinge) 부도체의 위상 불변량이 두 개의 다체계 양자 파동함수로부터 주어짐을 보였고 불변량의 효과적인 계산법 또한 제안함. - 이는 기존의 방법론 중 파동함수를 가장 적게 사용하는 방법론임. 본 논문은 향후 위상부도체를 설명하는 통합된 이론적인 방법론을 제공함. 또한, 제안된 계산법은 기존의 방법론 대비 위상 불변량을 효과적으로 계산. ◆ 대학원생 기여 - 학생은 해당 연구에서 iDMRG(infinite density matrix renormalization group) 계산과 Hatree Fock 계산 등의 수치 계산을 하였고, 다체불변량을 MPS(matrix product state)로 계산하는 방법을 제안하는 등, 주도적인 역할을 수행함. • IF=9.185; FWCI=1.44; citation=11 (google scholar)
22	통합		에너지띠/ 전자구조	저널논문	② 논문제목: Non-Fermi Liquids in Conducting Two-Dimensional Networks
					③ 학술지명: Physics Review Letters
					④ 권(호), 페이지: 126, 186601
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 03/21
					⑦ DOI 번호: 10.1103/PhysRevLett.126.186601
					◆ 연구결과, 창의성 - 새로운 비-페르미 액체 상태를 발견하는 것은 응집 물리 이론 연구에서 가장 중요한 연구 분야 중의 하나임. 2차원 네트워크 초격자 구조가 새로운 종류의 비-페르미 액체 상태를 구현할 수 있음을 증명함. - 또한, 본 이론 연구 결과는 기존의 수수께끼와 같았던 2차원 전하밀도와 물질들의 비-페르미 수송 실험들을 하나의 이론 프레임 안에서 설명하고 있음. ◆ 대학원생 기여 - 논문에서 제시한 모델의 전기전도도 및 이의 온도 의존성을 이론적으로 계산하여 비-페르미 액체 상태에 있다는 것을 보임. • IF=9.185; FWCI=0.5; citation=8 (google scholar)

23	석박사통합	양자정보	저널논문	② 논문제목: Optimal teleportation via noisy quantum channels without additional qubit resources
				③ 학술지명: npj Quantum Information
				④ 권(호), 페이지: 7(86), 1
				⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
				⑥ 게재 연월: 01/21
				⑦ DOI 번호: https://doi.org/10.1038/s41534-021-00426-x
				◆ 연구결과, 창의성 • 본 연구에서는 양자 전송 프로토콜을 일반화된 양자 측정으로 해석함으로써 얽힘 광자쌍이 잡음이 있는 환경을 통해 공유되어도 양자 전송 프로토콜을 구현할 수 있는 최적화된 양자 전송 프로토콜을 개발하고 구현함. • 기존의 양자 전송 프로토콜들은 잡음을 극복하기 위한 방법으로 얽힘 광자쌍을 매우 많이 준비하거나 추가적인 큐비트를 도입해야하는 등의 단점이 있으나, 본 기술은 이러한 추가적인 큐비트 도입이 필요 없음. • 기존의 양자 전송 프로토콜의 경우 잡음이 커질수록 전송되기 전과 후의 양자 상태의 닮음 정도가 더 많이 떨어져, 고전적 한계인 2/3을 넘지 못하게 됨.반면 최적화 양자 전송 프로토콜의 경우 잡음의 세기가 커져도 항상 고전적 한계를 초과하는 결과를 보여줌. ◆ 대학원생 기여 학생은 양장광학 실험 수행 및 실험 결과 분석과 이론적 시뮬레이션 등을 주도적으로 수행 하였음. • IF=10.758; FWCI=2.52; citation=18 (google scholar)

24	석박사통합		물성계측	저널논문	② 논문제목 Stochastic chromatin packing of 3D mitotic chromosomes revealed by coherent X-rays
					③ 학술지명 Proceedings of the National Academy of Sciences
					④ 권(호), 페이지 118(46), e2109921118
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 11/21
					⑦ DOI 번호 (해당시): 10.1073/pnas.2109921118
					◆ 연구결과, 창의성 - 기술적인 한계로인해 수십~수백 nm의 인간 분열기 염색체의 내부 구조는 잘 알려져 있지 않았으며, 몇가지 염색체 구조 모델들이 제시되어 있었음. - 극저온 X-ray 산란 이미징을 통해 염색체의 손상을 최소화 하고 수십 nm의 분해능의 3차원 전자밀도지도도를 얻어냄. - 전자밀도지도의 고밀도 영역이 프랙탈 구조를 이루고 있으며, 이를 단순한 무작위장이나 기존의 염색체 구조모델 만으로는 설명할 수 없으며, 추가적인 DNA-binding protein의 응집을 통해 만들 수 있음을 시뮬레이션을 통해 보임. ◆ 대학원생 기여 학생은 전자밀도맵을 분석하고 여러 가지 염색체 구조 형성 시나리오를 시뮬레이션 하는데 주도적인 역할을 함. • IF=11.644; FWCI=0.13; citation=1 (google scholar)

25	석박사통합		응집물질 물리	저널논문	② 논문제목: Topological and trivial domain wall states in engineered atomic chains
					③ 학술지명: npj Quantum Materials
					④ 권(호), 페이지: 7, 22
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 02/22
					⑦ DOI 번호10.1038/s41535-022-00424-y
					◆ 연구결과, 창의성 1차원 위상경계와 2차원 위상경계에 관한 연구들이 있지만 이 중간을 매개하는 준 1차원 위상경계를 특정 지을 수 있는 기준이 없었음. 이에 본 연구에서는 이러한 1차원과 2차원을 연결하는 중간역할인 준1차원 위상상태를 기술할 수 있는 기준을 제시함. - 여러 실험에서 보이는 준 1차원 구조에 대하여 이론적인 모델을 제시하고 준 1차원 위상경계의 전자구조를 계산을 통하여 실험 이미징을 시뮬레이션하여 실험데이터와 비교분석하여 타당성을 입증함. ◆ 대학원생 기여 학생은 준 1차원 구조 전자구조 계산을 수행하였고, 위상경계 상태를 찾아 실험 이미징 시뮬레이션을 주도함. • IF=6.856; FWCI=0; citation=0 (google scholar)

26	석박사통합		물성계측	저널논문	
					② 논문제목 : Inducing thermodynamically blocked atomic ordering via strongly driven nonequilibrium kinetics
					③ 학술지명 : Science Advances
					④ 권(호), 페이지 7(52), eabj8552
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 : 12/21
					⑦ DOI 번호 https://doi.org/10.1126/sciadv.abj8552
					◆ 연구결과, 창의성 • 엑스선자유전자레이저를 활용한 최첨단 이미징 기법을 이용하여, 초고속의 강한 빛에 의해 물질이 녹는 과정에서 기존의 이해와 상반되는 표면 원자들의 정돈 현상을 최초로 관측함. • 이를 통해, 빛에 의한 물질의 비평형 상태를 이용하면 기존에는 불가능했던 방향으로의 물질 변화를 유도할 수 있고, 새로운 첨단 물성을 개발하는데 활용될 수 있다는 새로운 과학지식을 제공하는 우수한 성과를 얻었음. ◆ 대학원생 기여 • 위 대학원생은 해당 연구를 위한 준비단계부터 실험 수행, 결과 분석 및 논문 작성 등 본 연구 전반에 걸쳐서 주도적인 역할을 담당함. 실험 결과 분석 및 해석을 위한 이론을 정립,제시하는 과정에서 타 연구실과의 협업도 적극적으로 진행. • IF=14.957; FWCI=0.27; citation=3 (google scholar)

27	석박사통합		물성계측	저널논문	
					② 논문제목 : High-throughput 3D ensemble characterization of individual core-shell nanoparticles with x-ray free electron laser single-particle imaging
					③ 학술지명 : ACS Nano
					④ 권(호), 페이지 15(3), 4066-4076
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 : 01/21
					⑦ DOI 번호 https://doi.org/10.1021/acsnano.0c07961
					◆ 연구결과, 창의성 - 나노입자의 인위적 구조는 기능성 나노입자의 인위적인 물성을 추가할 수 있음. 하지만 다양한 합성과정을 통해 만들어 지는 수천~수십만 개의 나노 입자는 동일한 구조를 가지기 힘들. - 합성된 나노 입자의 품질, 성능등을 평가하기 위해서는 구조의 분포를 분석하는 것이 필요한 데, 이를 4세대 선형 방사광 가속기를 활용하여 3차원 구조의 통계적 분포 및 이미지를 획득함. - 또한, 복원된 3차원 구조의 정량 분석을 통해 나노입자가 가지는 24면체 구조 및 내부에서 나타나는 밀도 분포로부터 탄성 변성의 양상도 확인. ◆ 대학원생 기여 - 해당 연구를 위한 준비 단계부터 실험 수행, 결과 분석 및 논문 작성 등 본 연구 전반에 걸쳐서 주도적인 역할을 담당. - 실험 결과 분석 및 해석을 주도적으로 수행하였음. 또한 싱가포르국립대와의 공동연구를 능동적으로 수행하고 다양한 분석 도구를 개발해 연구의 완성도를 높였음. • IF=18.027; FWCI=1.65; citation=11 (google scholar)

	석박사통합		양자정보	저널논문	② 논문제목: Tunable up-conversion single-photon detector at telecom wavelengths
					③ 학술지명: Nanophotonics
					④ 권(호), 페이지: 12(3), 496-503
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월 11/22
					⑦ DOI 번호 https://doi.org/10.1515/nanoph-2022-0528
					28
29	석박사통합		중시물리	저널논문	② 논문제목: Evidence of higher-order topology in multilayer WTe ₂ from Josephson coupling through anisotropic hinge states
					③ 학술지명: Nature Materials
					④ 권(호), 페이지: 19, 974-979
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 09/20
					⑦ DOI 번호: 10.1038/s41563-020-0721-9
					◆ 연구결과, 창의성 • 제2종 바일 준금속으로 알려진 WTe₂ 기반의 조셉슨 혼성 소자를 이용하여 위상 물질의 새로운 상을 실험적으로 최초로 확인하였음 • 역 푸리에 변환을 활용하여 실 공간에서 조셉슨 접합에 흐르는 조셉슨 전류 밀도를 확인 • 가장자리의 조셉슨 전류 밀도가 증가한 것을 확인하여 WTe₂가 경첩 상태를 갖는 고차원 위상 절연체(higher order topological insulator)임을 최초로 확인 ◆ 대학원생 기여 · 학생은 조셉슨 혼성 소자를 제작하여 WTe₂가 새로운 위상 물질임을 실험적으로 확인하였으며 역 푸리에 변환을 활용하여 경첩 상태를 가지고 있음을 확인함. • IF=47.665; FWCI=4.1; citation=74 (google scholar)

30	석박사통합		중시물리	저널논문	② 논문제목 Orbital dynamics in centrosymmetric systems
					③ 학술지명 Physical Review Letters
					④ 권(호), 페이지 128(17), 176601
					⑤ 공동주저자 중 대표업적물 제출 참여대학원생 수
					⑥ 게재 연월: 04/22
					⑦ DOI 번호 (해당시): 10.1103/PhysRevLett.128.176601
					◆ 연구결과, 창의성 • 시간/공간 대칭성이 있는 고체 시스템에서 오비탈 동역학이 스핀과 매우 다름을 밝혀냄. • 오비탈이 스핀보다 더 넓은 기저를 가진다는 관찰로 부터 출발하여, 고체 내에서 스핀에는 없는 운동량-오비탈 커플링을 조사한 후, 양자 볼츠만 방정식을 이용하여서 오비탈 확산 방정식을 유도. • 본 연구에서 밝힌 오비탈 동역학은 실험적으로 구분하기 어려운 스핀과 오비탈을 구분하고 더 다양한 오비탈 동역학을 발견하는데 도움이 될 것으로 기대. ◆ 대학원생 기여 학생은 해당 연구에서 양자 볼츠만 방정식을 풀어 오비탈 확산 방정식을 유도하였고, 새로운 오비탈 기저를 도입해 오비탈 각운동량 오비탈 토션 사이의 주기운동을 발견. • IF=9.185; ES=0.39899; FWCI=1.73; citation=7 (google scholar)
총 참여대학원생 수		석사	3	제출요구량	30
		박사	8		
		석박사통합	534		
		계	545		

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-5> 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 참여대학원생 학술대회 발표실적

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	석박사 통합		구두	② 논문제목: Conformational heterogeneity of molecules physisorbed on a gold surface at room temperature ③ 학술대회명: 2022 한국 가을 물리학회 ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국
2	석박사 통합		구두	② 논문제목: Blowup equations for little string theories ③ 학술대회명: East Asia Joint Workshop on Fields and Strings 2022 ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 11월, 서울, 한국
3	석박사 통합		포스터	② 논문제목: The transport dynamics of self-propelled agents in a biopolymer network ③ 학술대회명: The 66th Biophysical Society Annual Meeting ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 02월, San Francisco, USA
4	석박사 통합		포스터	② 논문제목: Towards the creation of degenerate fermionic/bosonic NaK molecular gases with long-range dipolar interactions ③ 학술대회명: 2022 한국 봄 물리학회 ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 04월, 한국(온라인)

5	석박사 통합		구두	② 논문제목: Combining multiple RF signals by optically driven acoustic wave interferences
				③ 학술대회명: Optics and Photonics Congress
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가) : 2022년 07월, 제주, 한국
6	석박사 통합		구두	② 논문제목: $\text{Sr}_2\text{IrO}_4/\text{Sr}_3\text{Ir}_2\text{O}_7$ superlattice for a model two-dimensional quantum Heisenberg antiferromagnet
				③ 학술대회명: 2021 한국 가을 물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2021년 10월, 한국 (온라인)
7	석박사 통합		구두	② 논문제목: Nondivergent chiral charge pumping in Weyl semimetals
				③ 학술대회명: 2021 한국 가을 물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2021년 10월, 한국 (온라인)
8	석박사 통합		구두	② 논문제목: Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT-symmetric system
				③ 학술대회명: CLEO Conference 2022
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 5월, 산호세, 미국
9	석박사 통합		구두	② 논문제목: Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions
				③ 학술대회명 : 한국초전도학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가) : 2023년02월, 제주도, 한국

10	석박사 통합		구두	
				② 논문제목: A comparative study of machine learning potential in phase change materials
				③ 학술대회명: 2022 한국 가을 물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국
11	석박사 통합		포스터	
				② 논문제목: Non-Gaussian to Gaussian crossover and ergodicity recovery of the random walk in spatially correlated annealed diffusivity fields
				③ 학술대회명: 2022 봄 한국물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 04월, 한국 (온라인)
12	석박사 통합		구두	
				② 논문제목: Hidden orbital-momentum coupling in a high-temperature cuprate superconductor
				③ 학술대회명: 2022 가을 한국물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국
13	석박사 통합		구두	
				② 논문제목: Direct observation to ultrafast atomic-scale process of the photo-induced phase transition with imaging and wide angle diffraction
				③ 학술대회명: 2022 가을 한국물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국
14	석박사 통합		포스터	
				② 논문제목: The viscoelastic effect on the transport of active particles in a ratchet potential
				③ 학술대회명: 2022 가을 한국물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 11월, 부산, 한국

15	박사		구두	
				② 논문제목 Fully relativistic DFT calculations including extended Hubbard energy functionals
				③ 학술대회명 2022 가을 한국물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국
16	석박사 통합		구두	
				② 논문제목 Many-body quadrupolar sum rule for higher-order topological insulators
				③ 학술대회명 2022 APS March meeting
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가) 2022년 03, 포항 (온라인)
17	석박사 통합		구두	
				② 논문제목 Towards the creation of quantum degenerate molecular gases of NaK with long-range dioplar interactions
				③ 학술대회명 2022 가을 한국물리학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국
18	석박사 통합		구두	
				② 논문제목: Two-dimensional magnonics with the spin-orbit coupling
				③ 학술대회명: 2022년 한국물리학회 가을학회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국
19	석박사 통합		구두	
				② 논문제목:Photo-induced femtosecond orbital dynamics driving nonequilibrium melting transition of Ge revealed by ultrafast resonant X-ray scattering
				③ 학술대회명:The 15 th Asia Pacific Physics Conference
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 08월, 한국(Online)

20	석박사 통합		포스터	② 논문제목: Stochastic chromatin packing of 3D mitotic chromosomes: a coherent X-ray experiment and computational study ③ 학술대회명: 66th Biophysical Society Annual Meeting ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 02월, 샌프란시스코, 국미
21	석박사 통합		구두	② 논문제목: Towards degenerate NaK molecular gases with long-range dipolar interaction ③ 학술대회명: 2022 봄 한국물리학회 ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 04월, 한국 (온라인)
22	석박사 통합		구두	② 논문제목: Subkelvin lateral thermal transport in hBN-encapsulated graphene ③ 학술대회명: 2022 가을 한국물리학회 ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국
23	석박사 통합		포스터	② 논문제목: Revealing biomolecular structures using high-resolution magnetic tweezers ③ 학술대회명: 제2회 생물물리분과 학술대회 ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 01월, 강릉, 한국
24	석박사 통합		구두	② 논문제목: Diffusion dynamics and ergodicity for active Ornstein-Uhlenbeck particles governed by a nonequilibrium generalized Langevin equation ③ 학술대회명: 2022 가을 한국물리학회 ④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수 ⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국

25	석박사 통합		포스터	
				② 논문제목: Trapping a free-propagating single-photon into an atomic ensemble as a quantum stationary light pulse
				③ 학술대회명: 2022 양자정보학술대회
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 11월, 서울, 한국
26	석박사 통합		구두	
				② 논문제목: Robustness of the nodal line of Fe_3GeTe_2 to uniaxial strain
				③ 학술대회명: APS March Meeting 2022
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 3월, 시카고, 미국
27	석박사 통합		구두	
				② 논문제목: Simulation of crystallization and thermal conduction of $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ using machine-learning potential
				③ 학술대회명: APS March Meeting
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 3월, 시카고, 미국
28	석박사 통합		포스터	
				② 논문제목: Fractional Josephson effect in topological hinge state of WTe_2
				③ 학술대회명: The 12th International Conference on Advanced Materials and Devices
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2021년 12월, 제주, 한국
29	석박사 통합		구두	
				② 논문제목: Abnormal magnetic moment with orbital degree of freedom
				③ 학술대회명: APS march meeting
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 3월, 라스베이거스, 미국

30	석박사 통합		포스터			
				② 논문제목: Inference of anomalous exponent via deep learning		
				③ 학술대회명: 2022 가을 한국물리학회		
				④ 공동주저자 중 발표실적 제출 참여대학원생 수		
				⑤ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월, 부산, 한국		
총 참여대학원생 수			석사	3	제출요구량	30
			박사	8		
			석박사통합	534		
			계	545		

(1) 참여대학원생 학술대회 전체 발표실적 및 대표 실적 요약	
○ 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.)내 포스텍 물리학과 참여대학원생 학술대회 발표실적.	
- 참여대학원생 총 545명 (석박사통합 534명, 박사 8명, 석사 3명), 학술대회 실적 (2020.9.1.-2023.2.28.) 총 38 건 (구두 21건, 포스터 17건).	
- 국제 학술대회 발표실적 13건 (구두: 7건, 포스터: 6건).	
○ 대표 연구 업적물 성과.	
- 선정기준: 포스텍 물리교육연구단이 연구인력 양성 목표에 기반하여 연구내용의 혁신성과 발표의 우수성 위주로 선정.	
- 대표 연구 업적물환산 졸업생 수 ((석박사통합 + 박사 + 석사×1/2) 543명의 1.5%에 해당하는 8편의 학술대회 발표 실적을 대표 실적으로 선정 (<표 2-5> 참고).	
○ 대표 연구 업적물의 교육연구단 비전과 목표와의 부합성.	
- 본 교육연구단의 비전: 탄탄한 기초실력으로 지식의 한계를 확장할 신진과학자 육성.	
- 본 교육연구단 연구 목표: ‘혁신적인 연구’, ‘함께하는 연구’, ‘포스텍 플래그십 연구’.	
- 대표업적물의 연구 내용은 모두 ‘새로운 개념 제시’와 ‘새로운 현상 최초 구현’ 한 경우로, ‘지식의 한계 확장’이라는 비전과 <혁신적인 연구>라는 본 교육연구단의 연구 목표에 부합함.	
○	
• 발표제목: Non-fermi liquids in conducting 2d networks. Conformational heterogeneity of molecules physisorbed on a gold surface at room temperature	
• 2022년 가을 한국물리학회 학술대회에서 발표, 우수 발표상 수상, ‘새로운 물리화학적 현상 제시’.	
(연구결과, 창의성)	
- 단일분자의 상온 측정은 원자 분자 광 (AMO) 물리학 분야에서부터 바이오 응용까지 광범위한 분야에서 연구가 요구되나 낮은 안정성으로 인해 측정 난이도가 매우 높음. 본 연구에서는 단일분자를 얇은 절연층 박막으로 덮어 물리화학적으로 안정적 측정을 가능하게 함으로써 분자의 미세한 변화를 측정해 구조를 밝혀내는데 성공하였음.	

(전공분야기여)

- 상온에서도 단일분자 배향 관측이 가능할 정도의 정밀 측정이 이루어진다면 단백질이나 DNA의 분자 반응 관찰이나 화학적 이미징 같은 바이오 분야를 포함해 최근에 연구되고 있는 분자 수준의 트랜지스터나 분자에서 일어나는 양자 현상 연구 등 기초과학에서 산업기술 응용까지 다양하게 적용 가능할 것으로 기대함.

○

- 발표제목: Combining multiple RF signals by optically driven acoustic wave interferences.
- 2022년 Optics and Photonics Congress에서 발표, 우수 구두 발표상 수상, '새로운 개념 제시'.

(연구결과, 창의성)

- 나노 포토닉스에서 빛과 음파의 상호작용을 활용한 새로운 통신 소자의 개발은 기존에 없었던 새로운 기능과 뛰어난 성능으로 각광을 받고 있음. 이 논문에서 나노 포토닉스에서 음파의 간섭을 활용해 여러 RF 신호를 합쳐 복잡한 파형의 RF 신호를 만들 수 있는 새로운 소자를 개발함.

(전공분야기여)

- 실리콘 광도파로에서 간섭계를 활용해 처음으로 시간에 따른 음파의 진동을 직접적으로 관측하였으며 이를 음파의 간섭과 합쳐 여러 RF 신호를 합쳐 복잡한 파형을 RF 신호를 생성하는 새로운 소자를 개발함.

○

- 발표제목: Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT-symmetric system
- 2022년 미국광학회에서 주관하는 학술대회 (CLEO 2022) 에서 발표.

(연구결과, 창의성)

- 비허미션 광학계는 기존(허미션) 광학계와 다르게 자발 대칭붕괴, 특이점, 위상연산 현상이 나타나기 때문에 최근 다양한 연구 영역에서 주목받음. 사전 연구에서는 나노공정을 통해 비허미션 시스템을 구축했으나, 공정으로 광손실과 광이득을 조절하는 일은 쉽지 않음. 본 연구에서는 복잡한 공정없이 합성 차원과 사광파혼합을 이용하여 광섬유-기반 APT (Anti-parity-Time) 시스템을 구현하고 우수한 성질을 관측함. 또한, 기존 광학계의 에너지보존과 대응되는 APT대칭계의 에너지 차이보존을 광학계 최초로 관측함.

(전공분야기여)

- 본 시스템은 일반 비허미션 광학계와 다르게 광손실이 매우 적기 때문에, 통신, 센싱, 양자 분야의 새로운 비허미션 플랫폼으로 주목받을 것으로 예상함.

○

- 발표제목: Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions
- 2023년 봄 한국초전도학회 학술대회에서 발표, 해당 발표는 한국초전도학회에서 우수 발표상 수상.

(연구결과, 창의성)

- 측정 방법 및 발열의 한계로 250 fs (1 펨토는 천조분의 일)이라는 아주 짧은 시간 동안 지속되는 플로켓 상태만 주로 연구되어 양자역학적 비평형 상태에 대한 정량적 분석이 불가했으며, 다른 플랫폼으로의 확장이 어려운 문제가 있었음.
- 마이크로파를 통해 오랫동안 지속되는 플로켓 상태를 최초로 구현하고, 이론적 정량분석에 성공.
- 낮은 주파수의 마이크로파를 빛으로 사용하였고, 그 결과 1조배 작은 빛의 세기로도 플로켓 상태를 만들 수 있었고, 열 발생이 현저히 줄었기 때문에 지속되는 플로켓 상태 구현.

(전공분야기여)

- 주사 전자 투과 현미경과 같이 복잡한 장비를 사용하는 대신, 나노 소자에서의 초전도 터널링 분석법을 통한 고분해능 측정방식을 개발에 주도적 역할을 수행.

○

- 발표제목: Direct observation to ultrafast atomic-scale process of the photo-induced phase transition with imaging and wide angle diffraction
- 2022년 가을 한국물리학회 학술대회에서 발표, 해당 발표는 한국물리학회에서 우수 발표상 수상.

(연구결과, 창의성)

- 한 세기 이상의 연구에도 불구하고, 고체의 용해 현상에 관한 근본적인 메카니즘은 나노스케일 영역에서 잘 알려지지 않음. 본 연구를 통해 Au@SiO₂ 나노입자에 강한 펄스 레이저를 조사하여 발생시키는 초고속 용해 상변이의 복잡한 과정을 5 nm의 높은 해상도로 물질의 구조 및 형태 변화를 직접적으로 관측함. 또한, 원자규모 변화를 광각회절로 동시에 관측. 이는 X-선자유전자레이저 (XFEL) 단일 펄스를 사용한 최초의 회절 이미징-광각회절 동시 관측 실험 결과이며 입자내 에너지 전달과정을 정량적으로 관측한 연구.

(전공분야기여)

- 고속 용해 상변이의 복잡한 과정을 5 nm의 높은 해상도로 물질의 구조 및 형태 변화를 직접적으로 관측함. 원자규모 변화를 광각회절로 동시에 관측. 이는 XFEL 단일 펄스를 사용한 최초의 회절 이미징-광각회절 동시 관측 실험 결과이며 입자내 에너지 전달과정을 정량적으로 관측하고 이를 전산모사를 통해 모델링에 성공함.

○

- 발표제목: Revealing biomolecular structures using high-resolution magnetic tweezers
- 2022년 제 2회 한국물리학회 생물물리분과 학술대회에서 발표, 장려상 수상

(연구결과, 창의성)

- 단분자 자기집게 기술의 시-공간 분해능을 향상시킴으로써 기존의 셋업으로 관측이 어려웠던 마이크로미터 이하 수준의 DNA 역학을 측정할 수 있게 됨.
- 동시에 스네어 복합체와 같이 정밀한 구조 변화를 보이는 단백질에 대해서도 같은 방법을 적용할 수 있음을 보이고, 이를 통해 단백질이 풀리는 과정을 두 단계에 걸친 분자 모델로 설명함.

(전공분야기여)

- 밀리초-나노미터 수준의 분해능을 가지는 자기집게 셋업을 소개하고 핵산 및 단백질 분석에 적용할 수 있음을 보임으로써, 관련 분야를 연구하는 연구자들이 관심을 가지고 있는 생체분자 샘플에도 응용이 가능함을 보고함.

○

- 발표제목: Many-body quadrupolar sum rule for higher-order topological insulators
- 2022 APS March meeting에서 발표.

(연구결과, 창의성)

- 고체의 전기사중극자를 정의하는 것은 지금까지도 열린 문제임. 본 논문은 전기사중극자를 고차 위상 부도체의 위상 불변량과 연관을 지어 전기사중극자가 만족해야 할 규칙을 제안하였고, 기존에 제안된 전기사중극자가 해당 법칙을 만족함을 보임.

(전공분야기여)

- 고체의 전기사중극자를 정의하는 데 중요한 조건이 될 것임. 또한 전기사중극자를 고차 위상 부도체와 연관을 지은 것은 위상 부도체의 이해를 확장하는 데 도움이 될 것임.

○

- 발표제목: Diffusion dynamics and ergodicity for active Orenstein-Uhlenbeck particles governed by a nonequilibrium generalized Langevin equation
- 2022년 가을 한국물리학회 학술대회에서 발표, 우수 발표상 수상, ‘새로운 개념 제시’.

(연구결과, 창의성)

- 점탄성 매질 내에서 액티브 입자의 확산운동을 이해하는 것은 생물물리 및 연성 물질 분야에서 중요한 연구 분야 중의 하나임. 중시계 generalized Langevin equation을 통해 액티브 입자의 점탄성 매질 내에서의 비평형 확산운동을 설명함.

(전공분야기여)

- 점탄성 매질 하의 액티브 입자의 비평형 확산운동이 이론적으로 Non-markovian process이며 stationary process임을 설명함. 지연적인 액티브 노이즈가 주어졌을 때 액티브 입자는 정상상태(stationary state)에 도달하지만 액티브 성질에 대한 점탄성 환류로 인해 항상 시간 평균과 앙상블 평균이 다르다는 ultra weak ergodicity breaking 이 일어난다는 것을 증명함.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-6> 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 등 실적

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	실적구분	특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용		
1						
총 참여대학원생 수			석사	3	제출요구량	30
			박사	8		
			석박사통합	534		
			계	545		

“Ⅱ. 교육역량 영역” 관련 소명 자료에 평가 기간 내의 참여 대학원생의 특허 출원 실적(6건)을 기술함.

3.2 대학원생 연구 수월성 증진 실적

【 대학원생 연구 수월성 증진 목표 】

- 목표 1: 자기주도 연구환경 조성
- 목표 2: 혁신적 연구동기 부여
- 목표 3: 연구 소통 능력 강화

(1) 목표 1: 자기주도 연구환경 조성

[계획]

- 대학원생 주도 전문가 초청 세미나 운영
- 국제 학술대회 교내 개최 확대
- 대학원생 주도의 분야별 저널클럽 활성화
- ‘1st Paper Award’ 제도 운영
- 국제학회 발표 대학원생에 참가 여비 지원
- ‘BK21 Young Physicist Workshop’ 지속 운영
- 학제간, 전공 간 활발한 교류를 통한 통합적 연구역량 강화
- 대학원생의 국제적 연구능력 배양

[실적]

- BK 참여 교수 주관 국제 학술 대회 교내 개최 (12건)
- 응집물질물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야별로 매 학기 저널클럽 운영
- ‘1st Paper Award’ 14명 수상
- 국제학회 발표 참가 대학원생 총 1,940 만원 지원 (14건)
- “연구실 순환 (Lab rotation)” 과목 27명 수강
- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 장학금 지원 1건
- 소규모 공동그룹 운영 22건
- 대학원생 미국 물리학회 등 해외 학회 구두 발표 5건, 포스터 3건
- 대학원생 해외연수 5건, 국외 파견 7건

(2) 목표 2: 혁신적 연구동기 부여

[계획]

- 박사학위 취득 요건 상향 조정
- 박사논문 제안심사 일정 단축 독려
- 수월성에 근거한 속진 프로그램 활성화
- 우수 논문상 시상
- 체계화된 연구 인센티브지급 제도 운영

[실적]

- 졸업 심사 전 국제학회 1회 이상 발표 필수 학과 내규에 규정
- 박사논문 제안심사 통합 7학기까지 마칠 경우 BK 지원 (2023년 1학기부터 시행)
- 대학원생 우수 논문상 (17명), 민병일 고체이론논문상 (4명), 정상욱 응집물리실험 논문상 (1명) 등

총 22명 포상

- 논문, 학술대회 성과에 기반하여 대학원생 151명에게 인센티브 총 3,850만원 지급.

(3) 목표 3: 연구 소통 능력 강화

[계획]

- 논문 작성 및 발표력 향상 프로그램
- 영어논문작성능력 및 영어발표력 향상 프로그램 운영

[실적]

- ‘영어논문 작성법’, ‘프레젠테이션 스킬’ 등 연구 역량 강화를 위한 영어과목 개설 및 특강 실시.

참여 대학원생 연구 성과의 우수성

앞에서 기술한 참여 대학원생 연구 증진 활동에 힘입어 참여대학원생은 우수한 연구 성과를 거두었음.

(1) 참여 대학원생 출간 논문실적의 우수성

○ IF 와 mrnIF 로 본 논문의 질적 우수성

- 지난 2년 반 동안 (‘20. 9. 1. - ’ 23. 2. 28) 참여 대학원생 출간 총 논문은 104편으로 이중 주저자 논문은 60편이며 평균 IF는 아래 표와 같이 11.21로 Phys. Rev. Lett.의 2021년 IF 9.185를 훨씬 뛰어넘음.

항목	전체 논문	주저자 논문
논문 수	104	60
논문당 평균 IF	12.68	11.21

- 이들 논문들의 IF 영향력 지수인 mrnIF 평균이 아래 표에서 보듯이 기초연구과제 및 정부 R&D 대비 매우 높음. mrnIF 가 JCR category 별 IF 순위를 반영한 지수임을 고려할 때 전체 논문과 주저자 논문 평균 mrnIF는 각각 78.90과 76.99으로 이는 상위 21%와 23%가량이 국제저명학술지에 해당할 정도로 우수함.

항목	포스텍 물리교육연구단		기초연구과제('18)	정부 R&D('18)
	전체 논문	주저자 논문		
논문 수	104	60	27,551	41,143
논문당 평균 mrnIF	78.90	76.99	65.12	63.83

○ Q1 저널과 IF 9 이상 저널에 실린 논문으로 본 질적 우수성

- 2년 반 동안 출간된 전체 논문의 62.5%, 주저자 논문의 56.7%가 Q1 저널에 게재되었고, 전체 논문의 50.0%, 주저자 논문의 40.0%가 IF 9 이상의 저널에 게재되는 등 참여대학원생의 논문실적이 질적으로 매우 우수함.

항목	Q1 저널		IF 9 저널	
	논문 수	백분율	논문 수	백분율
전체 논문	65/104	62.5%	52/104	50.0%

주저자 논문	34/60	56.7%	24/60	40.0%
--------	-------	-------	-------	-------

○ 환산 보정 ES 와 환산 보정 IF 로 본 논문의 질적 우수성.

- 2년 반 동안 출간된 환산논문 25.67편의 1편당 환산 보정 ES 는 2.022 로 매우 높은 편임. JCR category 별 상위 20% 저널의 ES 평균 수치로 나눈 값이 개별 저널의 보정 ES이므로 교육연구단 참여 대학원생 논문이 지난 1년간 상위 20% 이상의 국제저명학술지에 꾸준히 게재되었다는 의미임.

○ 대학원생 연구 수월성 증진 계획 대비 논문 실적

- ▶ **2020 선정 평가 시 계획:** 졸업생 중 주저자로 IF 9 이상 학술지 발표자 비율을 현 27%에서 35%로 BK21 FOUR 기간 동안 30% 증가.
- 지난 2년 반 동안 졸업생 수는 22명 중 IF 9 이상의 저널에 주저자로 논문을 게재한 졸업생 수는 11명으로 이는 50%로 계획하였던 35%를 크게 상회.

(2) 참여 대학원생 대표 실적 및 그 상세 내용

- 선정 기준 : 포스텍 물리 교육연구단의 연구인력 양성 목표에 기반하여 수월성 위주로 선정.
- Q1 저널에 게재된 참여 대학원생이 주저자인 논문 중 IF 9 (Physical Review Letters급) 이상 저널에 게재된 논문은 Nature 2편을 포함, 24편으로 이는 전체 주저자 논문 60편의 40%에 해당하며, 게재된 저널명과 편수는 아래와 같음.

주저자 논문 23 편

Nature	2 편
Nature Materials	2 편
Advanced Materials	1 편
ACS Nano	2 편
Nature Communications	4 편
Science Advances	3 편
PNAS	2 편
Nano Letters	3 편
npj Quantum Information	1 편
Physical Review Letters	5 편

4. 신진연구인력 운용

4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

〈표 2-7〉 교육연구단 신진연구인력 현황

(단위: 명)

구분	신진연구인력 수		
	평가 대상 기간 내 총 인원 수	총 참여 개월 수	1인당 평균 참여 개월 수
박사후 과정생	6	73	12
계약교수	0	0	0
계	6	73	12

① 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

【 우수 신진연구인력 확보 전략 】

- 전략 1: 플래그십 연구단 주축 적극적 홍보 활동 및 유치
- 전략 2: 신진연구자 주도형 융복합 연구 지원
- 전략 3: 연구집중형 환경 보장을 위한 연구단의 제도 확립

(1) 전략 1: 플래그십 연구단 주축 적극적 홍보 활동 및 유치.

○ 안정된 연구 기반을 활용한 유치 홍보 및 공동 소속 연구원 채용.

[계획]

- 국제적 인지도를 보유한 기관의 인재 유치 시 물리교육연구단 공동 지원 장려.
 - 물리교육연구단 및 아태이론물리센터 (APCTP) 공동 소속 신진연구원 채용
- 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 기초과학연구원 (IBS), 선도연구센터 (SRC)의 경쟁력 있는 연구 기반 홍보, 교육연구단의 신진연구 인력 유치에 활용.
 - 교육연구단의 지원을 통한 신진연구원 추가 채용.

[실적]

- 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.)내 6명의 박사후연구원을 물리교육연구단 소속으로 채용하였음.
 -
- 아태이론물리센터 (APCTP), 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 기초과학연구원 (IBS) 등과 물리교육연구단 공동 지원을 통한 신진연구인력 확보는 예산 및 규정상의 문제로 큰 진척이 없음.

○ 국제학회 및 학술교류 행사를 활용한 적극적 홍보.

[계획]

- 국제학술회의 진행 시 해외 대학원생 발표 장려 포스텍 물리교육연구단 홍보.
- 연중 신진연구인력 풀 및 채용 예정 인원 선조사로 장기적인 계획으로 대체.

- 국내외 연구자 상호 교류 (초청 방문 및 연구자 해외 파견) 시 적극적인 탐색 및 홍보.

[실적]

- COVID-19로 인해 올해 상반기까지 많은 국제학술대회가 온라인으로 진행되었기 대학원생의 국제 학술대회 참여를 통한 물리교육연구단 홍보는 큰 진척이 없는 상황임.
- 다만 하반기부터 많은 국제학술대회가 오프라인으로 재개되고 있기 때문에 4차년도에는 대학원생 발표의 활성화 및 신진연구인력 확보를 위한 홍보활동을 적극적으로 재개할 예정임.

(2) 전략 2: 신진연구자 주도형 융복합 연구 지원 (연구 환경 개선 및 기회 확대).

○ 포스텍 물리교육연구단 'POSTECH Young Fellow'제도 운영.

[계획]

- 독창적인 연구내용 및 능력을 보이는 신진연구자를 물리교육연구단 Young Fellow로 선발.
- 정부출연 연구소의 'Star Post-doc'에 상응하는 높은 수준의 연봉 제공.
- 두 명 이상의 연구 지도교수를 선택해서 융복합 연구 활동 권장.
- 본인이 희망하는 경우 전공과 직접 관련한 과목 강의 허용 - 학과 교육위원회 심의.
- 해당 연구 지도교수 및 학생의 동의 시 대학원생 연구 지도 허용.

[실적]

- 3차년도에도 고려한 후보자 중에서 Young Fellowship 해당자 없음.
- 계속해서 후보자 발굴을 위한 노력을 진행하기로 함.

○ 연구자 주도 융복합 연구 장려 및 제도적 보장.

[계획]

- 신진연구자가 융복합 연구를 희망하는 경우 복수의 연구 지도교수 허용.
- 물리교육연구단에서 신진연구자의 연구행정 지원 및 연구 활동비 일부 지원.
- 복수의 연구실이 보유한 연구 시설 및 각종 인프라 활용 보장 - 연구단 관리.

[실적]

- 물리교육연구단 참여 지도교수 그룹간의 공동 박사후연구원 채용 실적.

○ 신진연구자 주도 리더십 양성.

[계획]

- 연구교수의 개별적 연구과제 지원을 적극 권장하고 행정적인 지원 제공.
- 개인 연구과제 수행의 자율성 보장.
- 관련 기관 연구인력과 공동연구 장려.
 - 연구 지도교수 외에 학과 석학교수, 교내의 연구소와 공동연구 장려.
 - 교내 연구소: 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 아테이론물리센터 (APCTP), 기초과학연구원 (IBS), 포항가속기연구소 (PAL) 등.
- 국제학회 발표 및 학술교류 활동 지원.
 - 국제적 수준의 연구 소양과 인적 네트워크를 키우고 최신의 연구 정보를 접하도록 장려.

[실적]

- 연구과제 수주:
 - 사업명: 한국연구재단 창의도전연구기반지원.
 - 과제명: 위상자성체 고압상에서의 거대 홀효과 연구.
 - 총연구기간: 2021. 06. 01 ~ 2023. 05. 31 (다년도 과제).

- 수주금액: 총 140,000 천원.

(3) 전략 3: 연구집중형 환경 보장을 위한 연구단의 제도 확립.

○ 적정 급여 및 안정된 생활 환경 제공을 통한 건강한 연구 환경 보장.

[계획]

- 포스텍 물리교육연구단에서 제공하는 급여 및 연구 활동비 지원.
- 연구원 전용 숙소 제공 및 Foreign Assistant 제공, 개인 연구활동비 지원.
- 연구 설비와 집기 및 전용 컴퓨터가 갖추어진 사무실 공간 (1인당 면적 9 m²) 제공.
- 연구집중환경 구축을 위해 교육연구단에서 개별 신진연구원 행정 지원.

[실적]

- 외국인 박사후연구원 전용 숙소 (POSVILLE) 제공 (1건).
- 박사후연구원 전용 사무 공간 제공 중임.

○ 개인의 연구역량 증진 활동 권장.

[계획]

- 대학의 '포스텍 펠로우십' 수혜를 위한 교육연구단의 적극적 유치 활동 - 펠로우십 지원 행정적 지원.
- 체계적인 인센티브 지급 계획 수립.
- 국제 학술회의 논문 발표 권장 - 출장비 지원.

[실적]

- 대학 펠로우십 선정: 2명 박사후연구원
 - 사업명: 포스텍 박사후연구원 (PIURI) 펠로우십.
 - 펠로우십의 목적: 우수 박사후연구원을 선정해 연구 및 혁신의 유니콘이 될 수 있도록 지원.
박사후연구원 펠로우십 수여 기간: 2020. 03. 01 ~ 2023. 02. 28 (2년).
박사후연구원 펠로우십 수여 기간: 2022. 09. 01 ~ 2024. 08. 31 (2년).
 - 펠로우십 금액: 3750만원/년 추가 지원 (물리교육연구단에서 제공하는 급여에 추가 지원).
- 평가를 통한 체계적인 인센티브 지급.
 - 신진 연구 인력의 연구 실적 점수는 논문의 IF, 주저자 여부, 논문상 수상 여부, 언론홍보 여부를 토대로 산출됨.
 - 매년 연구업적과 수행능력을 평가하여 급여에 차등 반영.
 - 연구 실적을 점수화하여 6개월 이상 재직한 신진 연구 인력 중 연구 실적이 있는 모든 신진 연구 인력에게 연구 실적 점수에 비례하여 인센티브 차등 지급 (50 ~ 250만원, 최대 5배차).
 - 6개월 이하 재직 또는 연구 실적이 없는 신진 연구 인력에게는 인센티브 지급하지 않음.
 - 2차년도 박사후연구원 2명에 대해서는 평가를 통해 2차년도 인센티브 집행.
 - 3차년도 박사후연구원 2명에 대해서는 추후 평가를 통해 인센티브 집행.
- COVID-19로 인해 국제학술회의 출장 없음.

신진연구인력 지원 제도 계획 및 실적

○ 신진연구인력 확보 목표 설정 및 추진.

[계획]

- 신진연구자 채용 계획 수립.

- 연구교수 1~2명 및 박사후연구원 4~5명 유지.
- 본 교육연구단 예산의 20% 정도를 신진연구인력 지원 예산으로 편성.

[실적]

- 4단계 BK21 신청서 예산 대비 물리교육연구단 예산 삭감 (전국 6개 교육연구단 일괄 24% 삭감), 포스텍 대학원생 장학금 기준 인상 (30만원/월) 및 BK21 물리교육연구단 대학원생 인건비 최소 기준 (60% 이상) 등으로 인해 기존 목표 유지가 불가능해짐.
- 장기적으로 박사후연구원 2명 및 연구교수 1명을 유지하는 것으로 목표를 수정.
- 3차년도에는 연구교수 없이 박사후연구원 5명을 지원하였음.

○ 신진연구인력 선발 절차 투명화.

◆ 공개 채용 절차.

- 매년 1회 정기적으로 공개 채용 절차를 통해 신진 연구 인력 채용 예정.
- 채용 전 4주 이상 공고
 - 포스텍 물리학과, 포스텍 물리교육연구단 홈페이지에 채용 공고 게시
 - 채용 공고 네트워크 (PHYS-JOB_KOREA, 하이브레인넷, Physics Today 등 해외 저널 등) 활용.
- 신청 간소화: 인터넷을 통한 간편한 서류 접수.
- 외부 지원자의 편의를 위해 채용 공고 후 서류 마감까지 최소 1개월 이상 유지.

◆ 투명한 채용 심사.

- BK21 FOUR 운영위원회에서 신진연구인력 지원 서류 심사.
- 심사 원칙: (i) 수월성, (ii) 포스텍 물리교육연구단 참여교수와의 공동연구 가능성.
- 박사후연구원의 경우 참여 교수별로 추천을 받은 후 연구 실적이 우수한 자를 선발.
- 포스텍 대학원 출신 연구원의 비율이 일정 이하가 되도록 추진 (50%)
- 추천된 대상자는 운영위원회의 심사과정을 거쳐 채용.
- 연구교수의 선발은 포스텍 학칙과 인사규정, 본 물리교육연구단 운영지침에 의거 선발.

○ 인건비 지원 실적.

- ◆ 박사후연구원: 연봉 45,600 만원 + 4대 보험 + 퇴직금 지원
- ◆ 계약교수: 연봉 54,000 만원 지원 + 4대 보험 + 퇴직금 지원
- ◆ 1차 신진연구인력 선발 (2021. 03. 01 ~ 2022. 02) 시 박사후연구원 2인 선발.
- ◆ 2차 신진연구인력 선발 (2022. 03. 01 ~ 2023. 02) 시 박사후연구원 3인 선발.
- ◆ 3차 신진연구인력 선발 (2023. 01. 20 ~ 2024. 01) 시 박사후연구원 1인 선발.

○ 성과급 지급 계획.

◆ 체계화된 성과급 제도 확립.

- 우수 신진 연구인력 인센티브 제도에 따라 체계화적으로 성과급지급 예정 (년 1회 최고 200만원).
- 신진 연구인력의 연구 실적은 논문의 IF, 주저자 여부, 논문상 수상 여부, 언론홍보 여부로 산출.
- 연구 실적을 점수화하여 6개월 이상 재직한 신진 연구 인력 중 연구 실적이 있는 모든 신진 연구 인력에게 연구 실적 점수에 비례하여 인센티브 지급.
- 6개월 이하 재직 또는 연구 실적이 없는 신진 연구 인력에게는 인센티브 지급하지 않음.

○ 연구 및 학술활동 지원 실적.

- ◆ 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 아테이론물리센터 (APCTP), 기초과학연구소 (IBS), 포항가속

기연구소 (PAL) 등 포스텍 인근 국제 연구소와 협동 연구를 통해 국제적 수준의 연구 소양과 인적 네트워크를 키우고 최신 연구정보를 항상 접할 수 있는 기회 제공.

- ◆ 국내·외 우수 대학의 교원, 정부 및 민간 연구소의 연구원으로 진출하도록 적극 도우며 이들과 계속적인 연구협력 관계를 이어 나가도록 지원.
- ◆ 매년 연구업적과 수행능력을 평가하여 급여에 차등 반영.

○ 신진연구 인력 실적

- ◆ 박사후연구원.
 - 학 위: 박사 (Univ of New South Wales, Australia).
 - 근무기간: 2021. 03. 01 ~ 2023. 02. 28.
 - 공동연구 수행 인력:
 - 공동연구 논문: 공저자로 3편의 논문 발표.
 - “Fragmentation and structural transitions of few-layer graphene under high shear stress,” Applied Physics Letters 118, 213101 (2021. 05).
 - “Short-Range Crystalline Order-Tuned Conductivity in Cr₂Si₂Te₆ van der Waals Magnetic Crystals,” ACS Nano 16(8) 13134-13143 (2022. 08).
 - “Superconductivity Induced by Lifshitz Transition in Pristine SnS₂ under High Pressure,” Journal of Physical Chemistry Letters 13(40) 9404-9410 (2022.10).
 - 연구비 수주실적: 1건.
 - 사업명: 과학기술분야기초연구사업.
 - 과제명: 위상자성체 고압상에서의 거대 홀효과 연구.
 - 연구기간: 2021. 06. 01 ~ 2023. 05. 31 (다년도 과제).
 - 수주금액: 총 140,000 천원.
- ◆ 박사후연구원.
 - 학 위: 박사 (POSTECH).
 - 근무기간: 2022. 03. 01 ~ 2023. 08. 31.
 - 공동연구 수행 인력:
 - 공동연구 논문 : 주저자 1편 및 공저자 1편 논문 발표
 - (주저자) “Chiral anomaly in noncentrosymmetric systems induced by spin-orbit coupling” Physical Review B 105, L180303 (2022. 06).
 - (공저자) “Nondivergent chiral charge pumping in Weyl semimetals” Physical Review B 106, 075140 (2022. 08).
- ◆ 박사후연구원.
 - 학 위: 박사 (POSTECH).
 - 근무기간: 2023. 01. 20 ~ 2024. 01. 19.
 - 공동연구 수행 인력:
 - 공동연구 논문: 주저자로 1편의 논문 발표.
 - “Single-molecule visualization of mRNA circularization during translation,” Experimental and Molecular Medicine 55, 283 (2023. 01).
- ◆ 박사후연구원.
 - 학 위: 박사 (POSTECH).
 - 근무기간: 2021. 03. 01 ~ 2022. 02. 28.
 - 공동연구 수행 인력:

- 공동연구 논문: 주저자로 1편의 논문 발표.
 - “Characterization of Shapiro steps in the presence of a 4π -periodic Josephson current,”
Physical Review B 103, 235428 (2021. 06).
- ◆ 박사후연구원.
 - 학 위: 박사 (POSTECH).
 - 근무기간: 2022. 03. 01 ~ 2023. 02. 28.
 - 공동연구 수행 인력:
- ◆ 박사후연구원.
 - 학 위: 박사 (서울대학교).
 - 근무기간: 2022. 03. 01 ~ 2023. 02. 28.
 - 공동연구 수행 인력:

② 우수 신진연구인력의 대표 연구 실적

<표 2-8> 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 신진연구인력 대표 연구 실적

연번	구분	성명	참여 시작일	실적구분	대표 연구 실적 상세내용
1	박사후 과정생		2023.1.20.	저널논문	② 논문제목: Single-molecule visualization of mRNA circularization during translation
					③ 학술지명: Experimental and Molecular Medicine
					④ 권(호), 페이지: 55, 283-289
					⑤ 게재 연월: 01/23
					⑥ DOI 번호: 10.1038/s12276-023-00933-1
					- 연구결과, 창의성 - 생명현상의 기본 단위라고 할 수 있는 단백질을 만들어 내는 번역 (translation) 현상은 오랫동안 닫힌 고리 모델을 이용하여 설명되어 왔음. - 본 논문에서는 기존의 견해와 달리 최근 이루어진 닫힌 고리 모델에 반하는 여러 실험적인 증거들을 비판적으로 검증하였음. - 기존에 알려진 번역현상이 실제로는 닫힌 고리가 아닌 열려 있는 혹은 역동적으로 움직이는 구조로 일어남을 고찰하고 앞으로의 연구 방향을 제시함. (창의성) 단백질 번역 현상에 대한 기존의 연구결과를 통합적으로 설명할 수 있는 새로운 연구 모델을 확립함. (비전부합성) 기존 통념에서 제시하는 이론 모델에 대한 비판적인 검증을 통해 새로운 해석 모델을 제시함.
					- 신진인력 기여 - 박사는 다년간의 단백질 번역 개시에 관련된 실험을 수행하고 실험결과를 해석하는 닫힌고리 모델에 대한 연구를 수행하였음. - 기존의 고정된 시각들에서 벗어난 여러 실험 증거들을 분석하고 새로운 해석 모델을 수립하는데 주도적인 역할을 함. - IF 12.172, citation 0회 (Google scholar)

	박사후 과정생		2021.3.1.	저널논문	② 논문제목: Characterization of Shapiro steps in the presence of a 4π -periodic Josephson current
					③ 학술지명: Physical Review B
					④ 권(호), 페이지: 103, 235428
					⑤ 게재 연월: 06/22
					⑥ DOI 번호: 10.1103/PhysRevB.103.235428
2					- 연구결과, 창의성 - 토폴로지 물질을 이용한 조셉슨 접합을 제작하여 토폴로지 초전도성에 의한 특이 물성에 대한 연구가 전 세계적으로 이뤄지고 있음. - 조셉슨 접합특성을 측정함으로써 토폴로지 초전도의 형성을 입증할 수 있는지에 대한 논란이 있으며 이에 대한 적합한 방법론이 부재함. - 토폴로지 초전도체에서의 조셉슨 전류 주기 변화에 의한 Shapiro step의 양상을 조셉슨 접합의 다양한 요인(parameter)에 대해 연구하여 토폴로지 초전도체의 형성을 입증하기 위한 방법을 제시함 (창의성) 초전도 조셉슨 전류 주기변화 양상을 결정하는 여러 요인에 대한 체계적인 분석을 통해 토폴로지 특성의 발현여부를 입증할 수 있음을 보임. (비전부합성) 기존의 토폴로지 초전도 조셉슨 접합 결과에 대한 통념을 비판적으로 검증하여 최적의 방법론을 제시함. - 신진인력 기여 박사는 조셉슨 접합의 파라미터에 따른 Shapiro step의 양상 변화를 시뮬레이션 계산을 통해 분석하고 토폴로지 초전도체 형성의 입증 방법을 제시하여 본 연구를 주도적으로 진행함. - IF 3.908, citation 8회 (Google scholar)

3	박사후 과정생	2022.3.1.	저널논문	② 논문제목: Chiral anomaly in noncentrosymmetric systems induced by spin-orbit coupling	
				③ 학술지명: Physical Review B	
				④ 권(호), 페이지: 105, L180303	
				⑤ 게재 연월: 05/22	
				⑥ DOI 번호: 10.1103/PhysRevB.105.L180303	
				• 연구결과, 창의성	
- 와일(Weyl) 특이점 짝이 존재하는 와일(Weyl) 반금속에서 일어난다고 여겨졌던 카이랄 변칙 (chiral anomaly)은 전도 현상에서 흥미로운 현상들로 인하여 많은 주목을 받고 있음. - 최근에 와일 반금속이 아니더라도 카이랄 변칙에 의한 전도 현상들이 나타날 수 있다는 연구들이 보고되면서 카이랄 변칙에 대한 근본적인 이해가 필요해짐. - 와일 특이점이 한 개만 존재하는 스핀-궤도 결합이 있고 공간 대칭성이 깨진 물질에서 카이랄 변칙 효과를 유도하여, 와일 특이점이 아닌 페르미 면을 통한 베리곡률 플럭스(flux)가 중요하다는 것을 이론적으로 확인함. - (창의성) 기존의 카이랄 변칙에 대한 통념을 넘어서 새로운 위상 전도 현상에 대한 이론을 확립함. - (비전부합성) 스핀-궤도 결합에 의하여 나올 수 있는 카이랄 변칙 효과와 그로 인한 스핀 전류 현상을 새롭게 제시함.					
• 신진인력 기여					
박사는 위상 전자구조와 전도성질에 대한 이론적으로 계산을 주도적으로 수행. - 참여 교수들과 함께 계산 결과에 대한 물리적인 해석 및 의미 부여에 대한 논의를 이끌었음. - IF 3.908, citation 2회 (Google scholar)					
총 신진연구인력 수		박사후과정생	6	제출요구량	2~3
		계약교수	0		
		계	6		

5. 참여교수의 교육역량

5.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-9> 교육연구단 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여 교수명	참여기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성						
1				생물물리	교과목개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
	• 역진행 방식의 특론 개발 (교육과정 운영계획 : 능동적이고 소통하는 리더교육) • PHYS712A 생물물리학특론 (고급바이오이미징) (2022년도). - 1권의 교재, 동영상, 논문 등에서 필요한 내용을 발췌하여 강의함. - 생체분자를 이미징하는 현미경의 기본 원리와 최신 현미경 발전에 대한 강의. - 기초광학/디지털 이미징/형광현미경/단분자 이미징/초고해상도 이미징/현대 현미경. - (우수성) 현대 생물학과 생물물리의 핵심은 이미징임. 생체분자 이미징의 기본 원리와 최신 동향에 대해 이론부터 실제 사용방법에 대한 시청각 교육을 하였음. - (우수성) 실시간 온라인 강의를 통해 학생들과 토의할 수 있는 기회 제공. - (우수성) 생체분자 이미징 분야를 선도하는 학자들의 강의를 모아 놓은 ibiology 사이트에서 (www.ibiology.org) 이미징 관련 중요한 내용을 선정하여 학생들이 미리 시청한 후 수업시간에 토론하는 시간을 가졌음. 학생들이 수업에 능동적으로 참여하도록 유도함. - (교육효과) 이미징과 현미경의 이론 및 실험 연구의 다양한 내용을 체계적으로 교육함으로써, 이 분야에서 연구를 수행하는 대학원생들이 생명현상 이미징의 물리학적 원리를 이해하는데 기여함.					
2				물성계측	교과목 개발	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
	• 역진행 방식의 특론 개발 (교육과정 운영계획 : 능동적이고 소통하는 리더교육) • PHYS703 물성물리학특론III (2차원물질연구의동향) (2022년도 2학기). - 2차원 물질의 다양한 물성(전자기특성, 격자 또는 전자 구조, 광학특성, 초전도 특성, 위상특성 등)의 기초적인 원리와 관련 연구결과를 조명 - 응집 물리를 전공하는 BK21 FOUR 참여교수인 교수의 공동강의. - 2020년과 2021년의 온라인/오프라인 강의 성과를 바탕으로 역진행(Flipped-learning) 형식으로 진행. 대학원생이 강의동영상을 미리 학습하고, 수업시간에는 질의응답과 토론으로 진행함. - (우수성) 물리학과와 신소재 학과의 교수진 (7명)이 4 강좌씩 돌아가면서 진행하여 다양한 연구주제를 학생들에게 소개하고 융합적인 연구에 대한 안목을 갖게함. - (우수성) 역진행(Flipped-learning)으로 수업 진행하여 수강 대학원생의 질의와 의견 개진등 적극적인 참여를 유도.					

						- (교육효과) 2차원 물질 물리에 대해 기초부터 최근 연구까지 전체적인 이해와 응집물리와 신소재 분야의 융합 연구 경쟁력 강화. - (교육효과) 역진행 수업을 통한 자기주도적인 학습과 연구결과에 대한 토론을 경험함.
3			광물리	신규 과목 개설	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)	• 융합 공동강의 개발 (교육과정 운영계획 : 학문적 너비를 추구하는 교육기회 제공) • “현대물리특강:양자정보응용” - 2021년도부터 매 1학기에 양자정보응용이라는 과목을 공동으로 개설함. - 양자기술분야 교수진 4명이 학부 4학년과 대학원생을 대상으로 다양한 양자기술의 기초이론과 배경을 강의하고 실험에 따르는 문제와 해결방안을 교육. - 현재 양자정보과학에서 가장 활발히 연구되고 있는 양자컴퓨팅, 양자시뮬레이션, 양자통신의 과거, 현재, 미래에 대해 논의. - (우수성) 최근 각광을 받고 있는 연구분야인 양자기술 분야의 전문가가 초보자를 위한 양자정보과학의 기초 이론부터 최신 결과까지 교육. - (우수성) 관련 분야에 관심이 있는 학부생 4학년생과 대학원생의 교육을 위한 이론 포함. - (우수성) 최신 연구 동향을 자세히 정리함. - (교육효과) 양자기술 연구를 전공하는 대학원생의 기초지식과 배경 이해를 돕고, 기존 보고된 연구 결과에서 사용된 방법의 장단점을 정리함. - (교육효과) 양자정보학의 응용분야를 연구하기 위한 지식 습득뿐만 아니라 양자기술에 관심이 있는 학부생에게 양자기술을 소개함으로써 많은 수의 학생이 양자기술 연구를 위한 대학원에 진학하는 계기를 마련.
4			응집물질	교과목 개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)	• 융합 공동강의 개발 (교육과정 운영계획 : 학문적 너비를 추구하는 교육기회 제공) • PHYS703 물성물리학특론III (2차원물질연구의동향) (2020년도 2학기-2021년도 2학기). - 2차원 물질의 다양한 물성(전자기특성, 격자 또는 전자 구조, 광특성, 초전도 특성, 위상특성 등)의 기초적인 원리와 관련 연구결과를 조망 - 현재 활발하게 연구되고 있는 2차원 물질에 대한 최신 연구 및 동향을 소개. - 응집 물리를 전공하는 BK21 FOUR 참여교수인 교수가 온라인 (2020년 2학기) 또는 온/오프라인 하이브리드 (2021년 2학기)로 강의 진행. - (우수성) 각 분야의 전문가들이 4강좌씩 돌아가면서 수업을 진행. 한 분야에 매몰되지 않고 균형있게 다양한 연구주제를 학생들에게 소개함. - (우수성) 물리학과 뿐만 아니라 신소재 학과의 교수진 (7명)과의 공동 수업을 통해 융합적 연구의 실례를 제시. - (교육효과) 학생들에게 최근 활발히 연구되고 있는 2차원 물질 물리에 대해 기초부터 최신 연구까지 전체적인 이해를 도모. - (교육효과) 응집 물리와 신소재 분야의 접근법을 제시하여 융합 연구 경쟁력 강화에 기여.

5		응집물질 물리	유튜브 채널개설	https://www.youtube.com/channel/UCEwwUU_9ldx1MGdvutcd6lQ
	• 대학원 교육관련 영상자료 (교육과정 운영계획 : 능동적이고 소통하는 리더교육) • 연구의 정석 YouTube 특강 총 17강 (2023년 2월 현재) - 기존 포스텍 교육개발센터와 협업으로 개발하여 매 방학에 시행하던 대학원생 연구방법론특강을 확대하여 코로나시대에 맞는 온라인 오픈 교육으로 발전시킴. - YouTube 채널 개설 및 동영상 자료 업로드 (현재 구독자 513명, 총 조회수 11,700여회) - 강의 내용: - 대학원 신입생에게 필요한 것들 (1강) - 대학원에서 좋은 지도교수 찾는 법 (1강) - 대학원에서 연구하는 방법 (5강) - 영어 논문 작성법 (10강) 논문 작성 계획, 실행, 논문심사대응법 등 - (우수성) 대학원생의 연구와 관련한 다양한 결정과 과정 전반에 걸친 다양한 접근방법 및 노하우를 소개함. - (교육효과) 대학원생이 독립 연구자로서의 성장하는 구체적인 진로 교육 제공. - (교육효과) 효과적인 연구계획과 논문 작성법등을 제시하여 연구 경쟁력 강화에 기여.			
6		원자물리	교과목개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
	• 첨단 연구주제에 대한 대학원 특론 과목개발 (교육과정 운영계획 : 심화된 전문지식 교육) • PHYS422 현대물리특강(원자물리) (2020년~2022년) - 양자과학기술의 큰 축이 되는 원자물리 이론에 대한 강의 및 최신 연구동향 소개. - 원자분자광물리 (극저온 원자 및 분자기체 실험)을 전공한 BK21 FOUR 참여 교수의 온라인 강의로 진행. - (우수성) 원자물리에 널리 활용되는 알칼리 및 알칼리 토류 금속원자들의 전자구조, 원자 포획 및 극저온 냉각법, 양자상태 제어법 등에 대해 강의. - (우수성) 이론 및 실험적 기법에 대한 유기적인 강의로 최신의 연구동향 파악 및 실험 수행에 실질적인 도움 제공. - (우수성) 실시간 온라인 강의 진행 후, 동일 강의의 녹화본을 웹사이트에 제공해 학생들의 학습능력 증진에 도움. - (교육효과) 광격자 양자 시뮬레이션, 리드버그 양자컴퓨팅, 초정밀 원자시계 등 핵심 양자과학기술의 근간이 되는 원자들의 양자역학적 구조에 대해 이해 도모. 광자를 활용한 원자들의 내외적 자유도 제어법 교육으로 첨단 응용실험들로의 확장의 단초 마련. - (교육효과) 최신의 연구 논문들을 학생들이 읽고 서로에게 공유하는 자리를 마련해, 연구분야에 대해 능동적으로 생각하고 교육내용을 확장하는 기회 제공.			
7		광학	새로운 교과목 개발	http://lsl.postech.ac.kr
	• 첨단 연구주제에 대한 대학원 특론 과목개발 (교육과정 운영계획 : 심화된 전문지식 교육) • 현대물리 특강 PHYS 422(펄스 레이저 및 실습 (Femtosecond laser and its practice) (2021-) - 펄스 레이저에 대한 다양한 교재와 최신 연구 논문을 중심으로 이론 및 실습 - 펄스 레이저에 대한 이해, 펄스 레이저의 응용, 펄스 레이저 제작 방법 소개, 펄스 레이저 제작 및 펄스 펄스 발생, 펄스 펄스 측정 (autocorrelation 제작)			

				- (우수성) 레이저의 기본 이론과 응용 이해 및 최첨단 극고속 레이저에 대한 실질 지식 습득 - (우수성) 기본 기술인 펄스 레이저의 기본을 이해하고 실습을 통해서 직접 펄스 발생, 측정 및 조작을 직접 구현함으로써 실질적 지식 습득 - (교육효과) 펄스 레이저에 대한 이해를 바탕으로 펄스 레이저를 직접 제작해 보고, 이를 직접 측정함으로써 레이저 기술의 기본 원리를 확인하고 그 이해 증진시킴 - (교육효과) 학부 고학년, 대학원 저학년 학생들에게 극고속 레이저를 직접 제작하고 조작할 수 기회를 제공하여 실질적 광학적 지식과 기술 및 극고속 동역학 연구의 기초를 다지게함.
8		생물물리	교과목 개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
				• 첨단 연구주제에 대한 대학원 특론 과목개발 (교육과정 운영계획 : 심화된 전문지식 교육) • PHYS712 생물물리학특론: 현대생물물리학 (2021-2022년도) - 2020년 이후 Biophysical Journal(ISSN:0006-3495)에 발표된 논문을 선정. - 논문 내용을 학습한 뒤 교수자의 해설 및 학생들 간 토의를 통해 수업 진행. - 최근 이슈가 되고 있는 생물물리학 주제를 이론적, 실험적으로 알아봄. - 막단백질에 의한 지질막 변형, 코로나 바이러스의 세포막 침투 메커니즘, 단백질의 액체-액체 상분리 현상, 이온채널 메커니즘, 세포골격 및 그에 의한 세포의 역학적 특성 등 - (우수성) 생물물리 분야를 선도하는 연구자들이 발표하는 최신 논문들을 살펴봄으로써 관련 지식을 습득하고 학계 동향을 살핌. - (우수성) 각 논문의 배경, 접근 방식, 주요 결과, 최종 결론 등을 체계적으로 분석함으로써 논문의 구조를 파악하는 활동에 집중하고, 이를 통해 궁극적으로 논문 작성 요령을 습득할 수 있도록 유도. - (교육효과) 대학원생 각자의 연구 분야와 관련된 주제를 다루어 학습-연구활동의 연계를 모색하고, 더 많은 연구 주제들을 탐색할 수 있는 기회 마련. - (교육효과) 학생 발표와 질문 참여를 독려함으로써 활발한 토의 활동 유도.
9		입자물리 이론	교과목 개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
				• 첨단 연구주제에 대한 대학원 특론 과목개발 (교육과정 운영계획 : 심화된 전문지식 교육) • PHYS611 양자장론 (2021년도). - 현대물리에서 가장 중요하게 대두되고 있는 수학적 기술 방법론인 양자장이론에 대한 강의 및 최신 관련연구 소개. - 양자역학과 특수상대론을 통합하는 이론인 양자장이론의 등장 배경과 파인만 다이어그램과 같은 양자장론의 필수 요소들에 대한 기초 지식 전달을 위한 교과목. - (우수성) 특수상대성이론을 수학적으로 기술하기 위한 로런츠변환등의 기본 개념을 물리적으로 이해하는 방법을 소개. - (우수성) 경로적분과 Loop 계산과 같은 수학적 복잡함을 최대한 배제하고 수학적 배경지식이 부족한 학생들도 양자장이론의 깊은 물리적 아이디어를 이해할 수 있도록 쉬운 설명방법을 도입. - (교육효과) 양자역학의 한계를 소개하고 이를 양자장론을 통해 일반화하여 현대물리를 이해할 수 있는 새로운 관점 제시. - (교육효과) 양자장이론이 사용되고 있는 다양한 실제 연구들을 소개하여 학생들의 이해를 넓힐 수 있도록 유도함.
10		응집물리	교과목 개발	https://plms.postech.ac.kr (포스텍

		및 온라인 교육 실적	구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
• 첨단 연구주제에 대한 대학원 특론 과목개발 (교육과정 운영계획 : 심화된 전문지식 교육) • PHYS812 고급물리특강II: 양자 물질 이론 연구의 주제들 (2022년도). - 현대 고체 물리학의 핵심인 양자 물질 연구의 최신 이론 연구주제를 소개하고 기초 이론에 대해 심도 있는 강의 진행. - 응집물리이론을 전공하는 BK21 FOUR 참여교수인 교수의 대면 및 비대면 온라인 강의로 진행. - 강상관 양자 물질 이해에 필수적인 기초 양자 장론, 다체 물리학 및 위상 수학 이론에 대한 소개 역시 진행함. - (우수성) 강상관 양자 물질, 위상상태와 같은 심도 있는 주제를 간단한 양자 장론 등을 이용하여 직관적으로 이해하는 법을 소개함. 또한, 고전적인 고체물리학의 틀을 벗어나, 응집 물질과 양자 물질에 대한 현대적 관점을 제시함. - (우수성) 학생들이 주도적으로 기말 보고서 작성을 위한 연구주제를 탐색하고 보고서 작성을 수행하는 등, 능동적인 수업 분위기 유도. - (교육효과) 학생들이 어려워하는 위상상태 및 분수화 된 준입자들에 대한 물리적인 직관을 갖게 하고, 이를 통해 첨단 응집물질 이론 연구 방법론을 습득하게 함. - (교육효과) 양자장론 및 위상 수학 등, 현대 응집물리 연구에 필수적인 배경 지식을 제공함으로써, 대학원생들의 연구 수월성 증대.			
총 환산 참여교수 수	신임교수 실적 포함 여부 (Y) 20.6	제출요구량	5~10

6. 교육의 국제화 전략

6.1 교육 프로그램의 국제화 실적

① 교육 프로그램의 국제화 실적

교육 프로그램 국제화 계획 및 실적

○ 외국대학과의 복수학위제 현황 및 계획.

[계획 및 실적]

- 복수학위제 개설 운영 1건: Hong Kong Univ. of Science and Technology.
- 복수학위제 개설 추진 1건: 대만 National Tsing Hua Univ.

○ 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 현황 및 계획.

◆ 플래그십 기관 중심으로 한 해외전문가와의 교류 확대.

[계획]

- 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK) 및 아테이론물리센터 (APCTP), 기초과학연구원 (IBS), 선도연구센터 (SRC)를 통해 해외 대학 및 연구기관과의 교류 활성화.
- 포스텍 주관 초청 세미나, 국제 워크숍 및 학회 등 정기행사를 개최.

[실적]

- APCTP, IBS 기관과 연계하여, 포스텍 물리학과 교수 주최 국제학회(12건)와 외국연구자 초청 세미나(42건)를 진행하여 온라인 교류를 확대.
- 포스텍 물리학과 교수 주최 국제학회 진행 실적 12건.

학회명	주관 기관	기간	호스트
Geometry & Holography for Quantum Criticality, Quantum Entanglement	APCTP	2020.08, 2021.08, 2022.08	
Integrability, Duality, and Related Topics	APCTP	2021.10, 2022.10	
IBS-APCTP Conf. on Advances in Physics of Topol. & Correlated Matter	IBS & APCTP	2022.09.19~23	
Frontiers in Theoretical Biophysics	POSTECH, APCTP	2021.11.17~19	
25th APCTP Winter School on Fund. Physics	POSTECH, APCTP	2021.01.06~13	
Strings, Branes and Gauge Theories	POSTECH, APCTP	2020.07.18~24	
Intern. Symp. on Recent Progress in Supercond.	POSTECH, APCTP	2021.08.23~25	
Strings, Branes and Gauge Theories 2022	POSTECH, APCTP	2022.07.24~30	
Frontiers in Theoretical Physics	POSTECH, APCTP, KIAS	2021.11.07~13	
26th APCTP Winter School on Fund. Physics	APCTP	2022.02.14~19	
Pioneer Symposium on Strong Field Nonlinear Physics in Condensed Matter	POSTECH, UNIST, DSGIST	2021.10.21	
Pioneer Symposium on Ultrafast Phenomena in Atoms and Molecules	POSTECH, GIST, UNIST, KAERI	2022.04.21	

- 포스텍 물리학과 주관 세미나 중 해외기관 연구자의 초청 세미나 발표실적 42건 중 대표 14건.

세미나 제목	주관 기관 / 발표자, 소속	기간	호스트
2021 APCTP Seminar series		2020.09.- 2020.10	
Topological spintronics		2021. 02.24	
Recent observations in high-pressure physics		2021. 03.24	
Electron quantum transport in twisted multi-layers of graphene		2021. 08.19	
Unexpected turns of a humble theorem		2021. 09.15	
Mixing light and sound using engineered Brillouin interactions		2021. 12.01	
Random organization in periodically sheared non-Brownian suspensions		2022. 01.13	
Optical tools for studying brain function		2022. 03.02	
2022 APCTP colloquium series		2022.03- 2022.06	
2022 NTML(BRL)-APCTP Seminar Series on topological matter out of equilibrium (Online)		2022.04- 2022.06	
What can van der Waals materials bring to quantum technologies?		2022. 05.19	
Large N topologically twisted indices, holography, and black Holes		2022. 06.07	
Frustrated superradiant phase of coupled light and matter		2022. 06.13	
Spin-phonon interactions and spin decoherence from first-principles		2022. 12.29	

◆ 국제 공동연구를 통한 신진연구자 인적교류 활성화.

[계획]

- 대학원생 해외 파견 (Outbound) 계획 연 7건 이상.
- 초청 (Inbound) 계획 연 3건 이상.

[실적]

- COVID 19상황으로 해외 교류의 어려움이 있었으나, 회복됨에 따라 진행되기 시작함.
- 2022년도 초청 8건, 파견 8건; 2023년도 파견 4건.

대학원생 또는 신진연구자 이름	외국 연구소명 (국가)	기간	형식
	Peter Grünberg Inst. for Advanced Simul. (독일)	20220416-20220724	파견
	Raytheon BBN (미국)	20220517-20220521	초청
	Advanced Light Source (미국)	20220418-20220502	파견
	Advanced Light Source (미국)	20220418-20220502	파견
	FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH (독일)	20220418-20220716	파견
	ADVANCED PHOTON SOURCE (미국)	20220801-20230501	파견
	University of London (영국)	20220919	초청
	California Institute of Technology (미국)	20221228	초청
	TU Dresden (독일)	202203-202206	초청
	Australian National University (호주)	20221203-20221214	파견
	Umea University (스웨덴)	20221121-20221128	초청
	Perimeter Inst. for Theo. Physics (캐나다)	20221025-20221105	파견
	Max Planck Institute (독일)	20221017-현재	초청
	Max Planck Institute (독일)	20221017-현재	초청

	Max Planck Institute (독일)	20221017-현재	초청
	Indiana University (미국)	20220930-20230929	파견
	MIT (미국)	20230201-20230809	파견
	미국 국립고자기장연구소 (미국)	20230128-20230212	파견
	미국 국립고자기장연구소 (미국)	20230128-20230212	파견
	미국 국립고자기장연구소 (미국)	20230128-20230212	파견

◆ 캠퍼스 국제화를 위한 인프라 구축.

[계획 및 실적]

- 영어 공용화 (Bilingual) 캠퍼스 (공문서 국/영문 병용). 영어 강의 및 세미나 (현행 100% 유지).
- 포스텍 외국인통합지원센터 운용: 외국인 학생, 연구원에게 행정 서비스 및 비자업무 지원.
- 대학통합포탈시스템 활용: 종합정보시스템 (POVIS) 구축 및 영문 서비스 지원. 외국인 대상 행정지원 전산 서비스 제공.
- 외국인 주거시설 확보: 외국인 학생에 기숙사를 제공.

○ 해외학자(전임교수, 초빙교수, 객원교수 등 포함) 활용 계획 및 역할.

◆ 해외 석학 활용 계획 및 실적.

[계획]

- 교수 (Rutgers Univ., 미국), 교수 (Univ. of Chicago/Argonne National Lab., 미국)의 방문 및 공동 연구 추진

[실적]

- 논문 - 4건

참여 교수	논문 제목	논문 정보
	Superconductivity Emerging from a Stripe Charge Order in IrTe ₂ Nanoflakes	Nat. Commun. 12 , 3157 (2021).
	Dimensional Crossover of Charge Order in IrTe ₂ with Strong Interlayer Coupling	Phys. Rev. B 107 , 045112 (2023).
	Colossal angular Magnetoresistance in Ferrimagnetic Nodal-line Semiconductors	Nature 599 , 576-581 (2021).
	Large-Area Epitaxial Film Growth of van der Waals Ferromagnetic Ternary Chalcogenide	Adv. Mater. 33 , 2103609 (2021).

- 공동연구 - 5건

참여 교수	연구 주제	기간
	IrTe ₂ 의 두께에 따른 전하밀도와 특성 변화 연구	202009-202302
	카고메 격자 금속의 고자기장 양자진동을 통한 전자구조 관측	202209-202302
	카고메 물질의 고자기장 양자진동을 통한 전자구조 관측	202209-202302
	대칭조작유사성에 따른 물성 예측 및 위상-다기능성 실험적 구현	202009-202302
	Off-diagonal susceptibility induced by ferro-rotational order	202108-202302

◆ 단기방문 해외 석학활용 및 계획.

[계획]

- 온라인 세미나: ZOOM을 활용한 해외학자 초청 세미나 실시.
 - 학과 석학교수 특별 세미나 개최: 년 1회 이상.
 - 학과 외국인 겸직교수의 학과 콜로퀴엄 강연: 매 학기 1명 이상.
 - 온라인 세미나를 적극 활용하여, 월 3건 이상의 해외학자 세미나가 이루어질 수 있도록 추진.

[실적]

- 해외 학자 초청 강연 목록(총 15건).

세미나 제목	발표자, 소속	날짜
Topotactic redox engineering toward new/functional		20230223

materials	
Boltzmann-Gibbs statistics meets infinite ergodic theory	20230216
Non-abelian anyons & graph gauge theory on a supercond. processor	20230110
Spin-phonon interactions and spin decoherence from first-principles	20221229
Integrated nonlinear optics and Inverse-designed multimode photonics	20221118
Dual Shapiro steps in nanoscale superconducting wires due to the a.c. coherent quantum phase slip effect	20220919
Frustrated superradiant phase of coupled light and matter	20220613
What can van der Waals materials bring to quantum technologies	20220519
Imaging mesoscopic antiferromagnetic spin textures in the dilute limit with single-shot resonant coherent x-ray diffraction	20220328
Mixing light and sound using engineered Brillouin interactions	20211201
Electron quantum transport in twisted multi-layers of graphene	20210819
Frustration-induced Athermal behaviors: Hilbert space fragmentation and quantum many-body scars	20210517
Recent observations in high-pressure physics	20210310
Topological Spintronics	20210224
Current status of single particle imaging project & 3D visualization of phase-ordering with X-ray sources	20201224

○ 우수 외국인 학생 유치 현황 및 계획.

◆ 외국인 대학원생 현황.

[실적]

- 신입생 1 명.

과정	성명	국적	지도교수	입학일
통합		몽골		2022.09.05

◆ 외국인 학생 대상 우수 학생 유치 활동.

[계획]

- 우수 외국인 교비 장학 프로그램 (PFFES) 및 포스코 아시아 펠로우십 활용.
- 해외대학 방문 및 홍보, 국제공동연구 활성화, 교내 국제화 인프라 향상을 통하여 외국인 대학원생 비율을 3% 수준 유지 및 학위의 진로 선정의 우수성 제고.
- 외국인 대학원 신입생 특별 장학금 지급.
 - 유학 생활의 조기정착을 위해 입학 첫 학기에 인당 150 만원 이내 장학금 지원.
- 오리엔테이션 및 문화 프로그램 지원.
 - 개강 1주 전 오리엔테이션 주간 운영. 대학생활 및 포항 경주/문화 환경 등의 정보제공 프로그램.
 - 외국학생, 연구자 가족 동반 야유회, 학교 축제 기간 'International Food Booth' 운영, 설/추석/연말 외국인 학생 초청 파티 개최.

[실적]

- COVID 19상황으로 대부분의 해외 프로그램의 진행이 중단됨.
- 온라인을 통한 인적교류를 활성화 하되, 직접 초청 및 방문 기회를 점차 늘려 나감.

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 실적

〈표 2-10〉 참여대학원생 국제공동연구 실적

연 번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여 대학원생	지도교수				
1				미국/국가고자기 장연구소	고이동도 준2차원 산화물의 고자기장 양자전도특성 연구	202301-202302
2				미국/국가고자기 장연구소	카고메 자성체의 고자기장 양자진동을 통한 전자구조 연구	202301-202302
3				미국/국가고자기 장연구소	삼각격자 반강자성체의 고자기장 이상효과 연구	202301-202302
4				미국/MIT	다체계 양자 상태의 양자 정보적 관점 이해 연구	202302-202308
5				일본/Tohoku University	2차원 전이금속칼코게나이드 단원자막 합성	202302-202303
6				미국/아르곤 연구소	비탄성 엑스선 산란을 이용한 격자 및 자기 들뜸 연구	202208-202305

○ 국제 공동연구를 위한 장/단기 학생 파견 및 연수.

[계획]

- 2020년부터 총 11건의 대학원생 장/단기 파견을 통한 공동연구 수행.
- 해외연수 활성화를 위해 해외 연구소 장기 연수를 학점 인정 과목으로 편성.
- 대학원생 해외연수를 통한 인적 네트워크를 활용하여 해외 우수대학 및 연구소 진로지도.

[실적]

- 2020년부터 총 6건의 대학원생 장/단기 파견을 통한 공동연구 수행 (표 2-10 참고).
- COVID-19으로 인해 기존 계획된 11건에 비해 다소 작은 파견이 이뤄짐.
- COVID-19에도 불구하고, 온라인을 통한 국제공동연구 활성화를 시도하여 50여 편의 국제 공동연구 논문을 게재함. 아래에는 대표실적 5건을 기재함.
- 국제 인적 네트워크를 통한 해외 우수대학 및 연구소 진로지도 실적 5건.
 - (박사후연구원/막스플랑크 연구소, 독일)
 - (박사후연구원/콜롬비아 대학교, 미국)
 - (박사후연구원/라이덴 대학교, 네덜란드)
 - (박사후연구원/칼텍, 미국)
 - (박사후연구원/막스플랑크 연구소, 독일)
- 박사논문연구 교과목(PHYS899) 등을 통해 해외 장기연수의 학점 이수 허용 중.

○ 국제 공동연구 대표 논문실적 5편.

1. (참여학생)

(논문 정보) Nature **586**, 42 (2020)

(논문 제목) Graphene-based Josephson Junction Microwave Bolometer

(공동연구자)

(협력 기관/국가) Raytheon BBN Tech/USA; MIT/USA; Harvard Univ./USA; NIMS/Japan

2. (참여학생)

(논문 정보) Phys. Rev. Lett. **128**, 038101 (2022)

(논문 제목) Fractal and Knot-Free Chromosomes Facilitate Nucleoplasmic Transport

(공동연구자)

(협력 기관/국가) Umea University/Sweden

3. (참여학생)

(논문 정보) Nature **599**, 576 (2021)

(논문 제목) Colossal Angular Magnetoresistance in Ferrimagnetic Nodal-line Semiconductors

(공동연구자)

(협력 기관/국가) Dresden High Magnetic Field Laboratory/Germany

4. (참여학생)

(논문 정보) Nature **603**, 421 (2022)

(논문 제목) Steady Floquet-Andreev States Probed by Tunnelling Spectroscopy

(공동연구자)

(협력 기관/국가) NIMS/Japan

5. (참여학생)

(논문 정보) Phys. Rev. Lett. **126**, 016402 (2021)

(논문 제목) Non-Fermi Liquids in Conducting Two-Dimensional Networks

(공동연구자)

(협력 기관/국가) Univ. of Tokyo/Japan

○ 향후 대학원생의 국제 공동연구를 위한 장/단기 해외파견 추진계획

- COVID-19 이후 상황에 맞춰 대학원생의 해외파견 및 방문연구를 총 5건 계획 중.

1. (참여대학원생)

(공동연구자/협력기관)

(연구) Topological nodal semimetal의 양자 진동 연구

2. (참여대학원생)

(공동연구자/협력기관)

(연구) 비탄성 엑스선 산란을 이용한 격자진동 동역학 연구

3. (참여대학원생)

(공동연구자/협력기관)

(연구) Extreme value landscape의 Transport dynamics

4. (참여대학원생)

(공동연구자/협력기관)

(연구) 양자정보 연구를 위한 그래핀 기반 마이크로파 단광자 검출기 개발

5. (참여대학원생)

(공동연구자/협력기관)

(연구) 빔라인 실험 연구

○ 국제 공동연구를 위한 연구비 수주 및 연구자 교류 실적

- 교육연구단 참여교수 모두 국제 공동연구 및 인적 자원 교류를 매우 활발히 진행함.
- 대상 기간 총 3건의 국제 공동연구 과제 수주.

1. 한국연구재단 글로벌연구실지원사업 (2017 ~ 2023).

-

2. 한국연구재단 원천기술개발사업 (2020 ~ 2022).

3. 한국연구재단 양자정보과학연구개발생태계조성사업 (2020 ~ 2023).

6.2 외국인 교수 현황과 역할

○ 외국인 교수의 교육/연구 관련 활동

[현황]

- 외국인 전임교수 및 초빙교수: 없음
- 외국인 겸직 교수 (7명)를 중심으로 연구/교육 활동 진행

[실적 및 계획]

- 현재 외국인 겸직교수 명단

외국인 겸직교수 이름	원 소속명	기간	e-mail 주소
	막스플랑크 한국/포스텍 연구소	2021.09.01-2023.08.31	
	APCTP	2020.09.01-2022.12.03	
	APCTP	2018.09.01-2024.08.31	
	APCTP	2018.09.01-2024.08.31	
	APCTP	2021.03.01-2023.02.28	
	APCTP	2022.03.01-2024.02.29	
	APCTP	2021.03.01-2023.02.28	

- 외국인 겸직교수 활동

a. 공동연구(Research collaborations) 활동 - 연구단 참여교수() 교수)의 공동연구 수행

외국인 겸직교수명	공동연구 주제 (research theme)	공동연구자 명단 (collaborators)
	Non-linear ultrafast spectroscopy of quantum materials, strong field nonlinear spectroscopy in condensed matter	
	Magnetism in oxide heterostructures	
	Charge-density waves in NbSe2	
	Fractional quantum Hall systems	
	Holographic technidilaton and its decay constant	
	The effect of B field to $g-2^*$	
	Minkowski Tensors in spherical redshift space	
	Cosmic Momentum field	

b. 대학원생 공동 지도 (coadvicing graduate students)를 통한 활동 : 1 건

- 교수와 공동지도)

c. 공동 학회 개최 (organizing academic meetings)를 통한 연구교류 기회 제공: 총 8건

- 2건 중 교내 개최 1건

• “17th SRC Workshop on Topological Matter” , APCTP, Pohang, 2021.06.23-25.

• International Workshop on “Computational Approaches to Magnetic Systems (CAMS-2022)” , IBS,

Daejeon, 2022.08.17-19. (co-organizer)

· 3건 중 교내 개최 1건

- “Workshop on holography for astrophysics and cosmology” , Nordita, Stockholm, 2022.10.19-21.
- “From holography to machine learning: Novel takes on dense matter” , Helsinki U., 2022.10.24-26.
- Focus program on “QCD and gauge/gravity duality” , APCTP, 2022.11.07.-11.

- 3건 중 교내 개최 3건

- “Dark Energy in a Dark Age” Lecture series, APCTP, 2020.03 ~ 2020.11. (Scientific and Local organizing committee)
- “Association of the Asia Pacific Physical Societies – Workshop on Astrophysics, Cosmology, and Gravitation 2020” , 2020.11.09-13.
- “Association of the Asia Pacific Physical Societies – Workshop on Astrophysics, Cosmology, and Gravitation 2021” , 2021.10.04-08. (Scientific organizing committee and general secretary)

d. 학과 콜로кви움 및 세미나: 3건

- 2020.12.02. 콜로кви움: “Extracting information from the large scale distribution of matter in the universe”
- 2021.03.03. 콜로кви움: “Modeling neutron stars via gauge/gravity duality”
- 2022.03.16. 콜로кви움: “Non-reciprocal phase transition”

※ 참고. “II. 교육역량 영역” 관련 소명 자료

- 대학원생 대표논문 실적과 학술대회 발표논문의 제목이 일치하는 경우가 있음. 물리학 분야에서는 저널에 논문을 발표하고 같은 제목으로 학술대회에서 발표하는 것이 자연스러운 것으로 인정되어 왔음.
- 포스텍 물리교육연구단의 평가기간 내의 참여대학원생 특허 출원 내용
- 포스텍 물리교육연구단은 평가기간 중 참여대학원생 특허 등록건수 없음. 특허 출원에서 등록까지 1년 6개월에서 2년 걸리고 특허 출원을 위한 연구기간까지 감안하면 평가기간인 2023년 2월까지 특허가 등록되기 위해서는 BK21 FOUR가 시작되기 이전에 이미 준비가 되어 있어야 함. 따라서 BK21 FOUR 사업 기간 동안의 특허 노력을 판단하기에는 특허 등록 실적보다 특허 출원 실적이 더 적합함.
 - 아래에 교육연구단의 평가기간 중의 특허 출원활동을 적음. 참여대학원생이 출원한 특허는 6건으로 특허 활동은 활발함. 기초과학 연구의 결과물에서 특허 출원하는 선순환 구조가 확립됨.
 - 2013년부터 현재까지 포스텍 물리학과 교원의 특허 등록률은 88%로 아래 특허 출원중 대부분이 특허 등록으로 이어질 것으로 예상됨. (아래 특허는 모두 물리학과 교원이 주 발명자임.)

표: 물리교육연구단 참여대학원생 국내 특허 출원 내용 (발명자중 주 발명자는 보울드페이스로 표시)

연번	참여 대학원생	발명자	출원번호	출원 일자	발명명칭
1			10-2021-0098114	2021-07-26	위상 준금속 기반의 고성능 스핀 웨도 토크 장치
내용: 원자적으로 평평한 계면을 갖을 수 있는 반데르발스 물질 기반의 위상 준금속 및 자성체를 적층하는 스핀 웨도 토크 소자의 제작법을 설명함. 기존의 스핀 웨도 토크 소자가 두 물질간의 계면에서 나타나는 스핀 산란에 의해 효율이 떨어지는 문제를 해결.					
2			10-2022-0151798	2022-11-14	광섬유와 광도파로간 결합기, 그리고 이를 포함하는 광 집적회로
내용: 광모드의 광도파로의 점진적인 모드 변화를 이용한 광대역, 고효율의 광섬유-광도파로 결합기를 제안함.					
3			10-2022-0182046	2022-12-22	탐침 증강 현미경의 분석 방법 및 탐침 증강 현미경
내용: 탐침 증강 현미경의 분석 방법 및 이를 수행하는 탐침 증강 현미경을 제안. 플라즈모닉 탐침과 기관 사이에 형성되는 전기장의 크기를 제어하여, 분석 물질과 광의 광학적-전기적 상호작용을 탐구하고 광의 집속을 증가시켜 향상된 해상도로 물질을 관찰가능.					
4			10-2022-0182052	2022-12-22	광학 신호 기록 방법 및 매체
내용: 시료에 존재하는 서로 다른 쌍극자 배향을 가지는 여러 종류의 발광 준입자를 이용한 광학 신호 기록 방법 및 이를 이용한 광학 신호 기록 매체에 관한 특허.					
5			10-2023-0003096	2023-01-09	탐침 증강 현미경
내용: 액체 속에 존재하는 분석물질을 정밀하게 관찰 가능한 탐침 증강 현미경에 관한 특허. 기존의 탐침 증강 현미경의 측정 대상이 진공 상태나 공기 중에 노출된 시료였던 한계 극복.					
6			10-2023-0003097	2023-01-09	2차원 반도체 제어 방법

내용: 2차원 이중 접합 반도체에 존재하는 엑시톤과 엑시톤으로부터 형성되는 트라이온 사이의 비율을 정밀한 범위 내에서 능동적으로 제어할 수 있는 방법에 관한 특허.

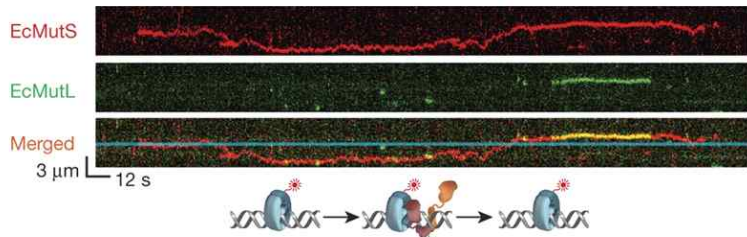
Ⅲ. 연구역량 영역

III. 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

③ 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-4> 최근 10년간 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	Cascading MutS and MutL sliding clamps control DNA diffusion to activate mismatch repair Nature 539, 583 (2016) (기본 개념 및 연구배경) - 유전정보를 담은 DNA의 손상은 대장암과 같은 각종 질병의 원인. - 인체에는 손상된 DNA를 인식하고 복원하는 단백질 효소들이 있는데, 이 단백질 효소들이 손상된 DNA를 복구하는 메커니즘에 대해 지난 30여 년 동안 논쟁이 이어져 왔음. (기존 연구 한계, 기존 연구대비 독창성 등) - 논쟁의 핵심은, DNA 염기쌍 오류를 인식하는 단백질과 염기쌍을 절단하는 단백질 사이에 어떻게 먼 거리에 걸쳐 정보가 전달되는가에 대한 것으로 생물학 및 생화학에서 사용해 온 앙상블 평균에 의한 기존 연구 방법으로는 이 난제를 해결하는데 한계가 있음. - 본 연구에서는, 개별 생체분자의 움직임을 나노미터 정확도로 추적하는 물리학적 연구방법인 단일분자 이미징 기술을 적용하여 유전정보 오류를 복구하는 단백질들의 움직임을 실시간으로 관찰하고 신호전달 과정을 밝혀냄 (아래 그림 참조).  【 DNA 염기쌍 오류 제거에 관여하는 단백질 효소인 MutS와 MutL 및 MutS-MutL 복합체의 위치를 시간에 따라 기록한 카이모그래프 (Kymograph). 파란색 선이 오류 염기쌍의 위치를 나타냄. 】 (연구결과) - 염기쌍 오류를 인식하는 MutS 단백질이 매개체 역할을 하는 MutL 단백질과 일차적으로 결합하고 이 단백질 복합체는 기존 가설과 달리 ATP 가수분해 에너지를 이용하지 않고 순전히 확산 운동을 통해 DNA를 따라 움직인다는 것을 발견. - 매개체인 MutL 단백질은 다음 단계에서 염기쌍 절단 단백질인 MutH와 결합하면서 세 단백질이 결합해 MutS-MutL-MutH 복합체를 이루어 염기쌍 오류 복구가 시작됨을 관찰. - 이 복합체의 MutH는 DNA 이중나선이 끊어진 자리부터 염기쌍을 절단하기 시작해서 DNA 가닥을 따라 염기쌍 오류가 있는 위치까지 이동함을 발견. (의의 및 기대효과) - 본 연구에서 개발된 단일분자 이미징 분석 방법을 통해 단백질 움직임을 실시간 관찰하여 DNA 유전정보를 유지하는 세포 시스템을 이해하는 단초를 마련하였음. - 단일분자 이미징 방법은, DNA 오류 염기쌍 복구 과정에 대한 다른 미해결 난제들에도 적용될 수 있어 세계적 프론티어 연구를 위한 플랫폼을 제공할 것으로 기대됨.

(비고)

- 이 논문은 BRIC이 국내 의생명과학자 1200여명을 대상으로 실시한 설문조사에서 최고 수준 연구 성과로 평가되어 2016년 국내 바이오분야 연구성과 기초학술부분 TOP 5로 선정됨.
- 현재까지 112회 인용 (Google Scholar).

Graphene-based Josephson junction microwave bolometer

Nature 586, 42-46 (2020)

(기본 개념 및 연구배경)

- 마이크로파 센서는 초전도 기반 혹은 반도체 기반의 양자컴퓨터 및 양자정보 기술, 우주를 이루는 물질인 암흑물질의 검출, 우주의 기원을 알려주는 우주배경복사 연구와 같은 기초물리학 연구, THAAD와 같은 레이더 기술과 핵심국방기술까지 폭넓은 과학기술 분야에서 공통적으로 필요로 하는 핵심 소자임.

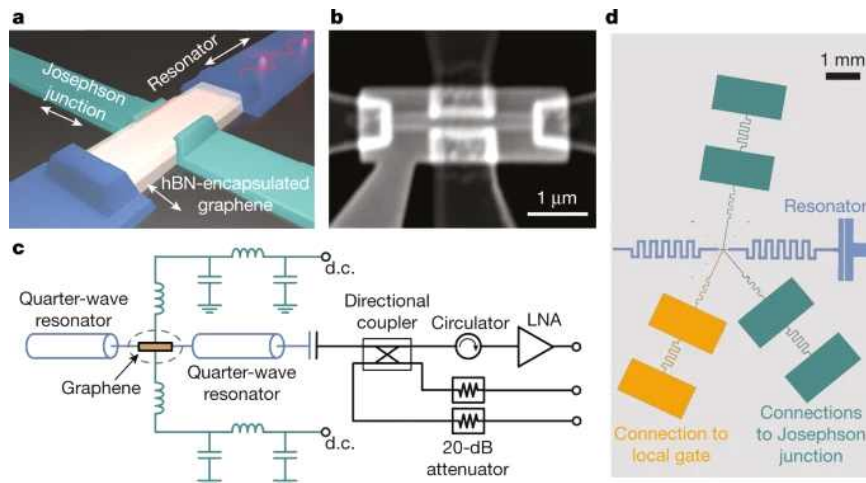
(기존 연구 한계, 기존 연구대비 독창성 등)

- 다양한 응용 분야에서 보다 높은 검출 민감도의 마이크로파 센서가 필요한 상황이나, 가시광선의 광자보다 수만 배 작은 에너지의 마이크로파 광자는 그 측정이 훨씬 어려워 관련 기술개발이 더딘 상황.
- 본 연구에서는 그래핀과 조셉슨 접합의 전문성을 기반으로 창의적인 아이디어를 제시.
- 그래핀은 탄소원자 한 층으로 이루어진 매우 얇은 물질로 그 특수한 상대론적 직선형 밴드 구조 때문에 매우 작은 전자 열용량을 가져 매우 작은 에너지를 가지는 마이크로파 광자를 흡수하더라도 전자 온도 변화는 매우 클 수 있다는 것이며, 또한 이런 급격한 온도 변화를 빠르게 측정하기 위해 조셉슨 접합 활용.

(연구결과)

- 그래핀의 작은 열용량과 조셉슨 접합의 빠른 반응속도를 결합하는 창의적인 아이디어로 시작된 본 연구를 통해 이론적으로 도달할 수 있는 최고 감도의 마이크로파 검출기를 개발.

2



[(a) 소자 모식도. (b) 소자 SEM 사진. (c) 측정 모식도. (d) 전체 소자 구조 패턴

(의의 및 기대효과)

- 이 결과는 초전도체 이중접합을 통한 조셉슨 접합을 통해 기술응용분야에 적용한 예로, 이론적 도달 가능한 민감도를 구현함으로써 양자컴퓨팅 및 양자레이더 등 다양한 분야에 적용될 것으로 기대.

(비고) 현재까지 91회 인용 (Google Scholar).

Colossal angular magnetoresistance in ferrimagnetic nodal-line semiconductors

Nature 599, 576-581 (2021)

(기본개념 및 연구배경)

- 위상학적 전자상태를 가지는 고체 물질은 보통의 전자상태에서 나타나지 않는 새로운 물성 및 기능성이 기대되어 최근 전 세계적으로 활발히 연구되고 있음.
- 위상 자성체는 위상전자상태와 자성이 공존하는 물질로, 위상학적 안정성을 가지면서 자성에 따라 변조도 가능하기 때문에 자기장에 따른 특이 전도특성이 나타날 것으로 기대됨.

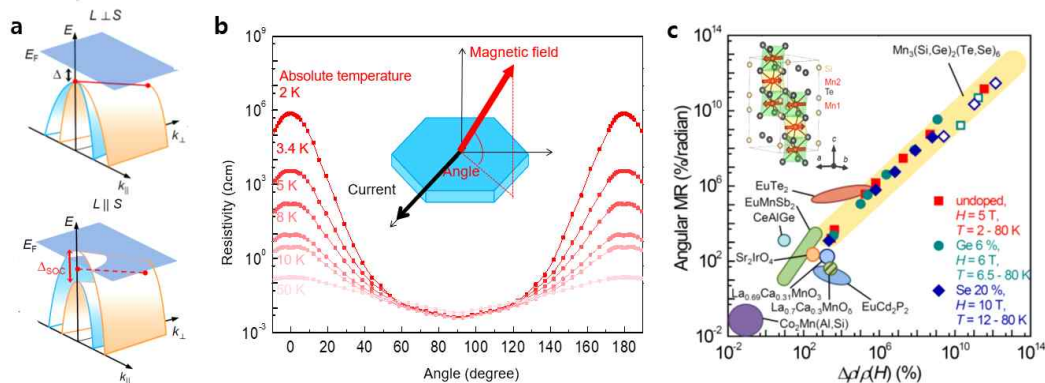
(기존연구의 한계, 기존 연구 대비 독창성)

- 기존의 위상자성체 준금속의 경우 위상학적인 전자상태와 보통의 전자상태가 공존하기 때문에 자성에 따른 위상상태의 전도특성 변화가 미미하거나 약하게 관측되었음.
- 본 연구에서는 위상학적 상태가 반도체 전자구조에 나타나는 자성 위상 반도체라는 개념을 새로 제안하고, 위상 상태만의 전도특성을 자성으로 조절한 최초의 이론/실험 결과를 보고함.

(연구결과)

- 자성 위상 반도체 후보물질로 $\text{Mn}_3\text{Si}_2\text{Te}_6$ 의 고품질 단결정을 합성하고, 자기장의 방향에 따른 저항변화가 10억 배에 달하는 것을 실험적으로 발견.
- 자기저항의 변화가 자기모멘트의 방향에 의한 부도체-금속 상전이에 의한 것임을 실험적 이론적으로 확인하고 이를 초거대 각도 자기장이라고 명명함.
- 이러한 현상의 원인이 반도체의 원자가상태에 있는 위상마디선 전자상태의 축퇴가 강한 스핀-궤도결합의 자기모멘트 방향의존성으로 인해 크게 변조되기 때문임을 확증함.

3



【(a) 자기모멘트 방향에 따른 위상마디선 전자구조 변화 (b) 자기장 각도에 따른 저항변화 (c) 기존 물질과의 각 자기저항 비교】

(의의 및 기대효과)

- 위상 자성 반도체라는 새로운 개념을 제안하고 구현한 최초의 이론/실험으로 위상 자성체의 물성에 대한 이해와 응용 가능성을 넓힌 연구결과임.
- 위상 자성반도체를 이용하여 스핀의 방향에 따른 정보를 전기적으로 민감하게 측정해 낼 수 있을 것으로 기대됨. 향후 스핀 소자로의 활용 가능성이 높음.

(비고)

- 현재까지 15회 (Google scholar 기준) 인용됨.
- 본 연구단의 참여교수() 및 국내 연구진과의 공동연구 성과임.

1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적

연구역량 향상 계획 및 실적

【 연구역량 향상 전략 】

- 전략 1: 유치: 혁신형 연구자 발굴 및 제도적 뒷받침 강화
- 전략 2: 육성: 창의적 융복합 연구 그룹화
- 전략 3: 도약: 세계 선도형 포스텍 플래그십 연구 집중 육성

(1) 전략 1: 유치: 혁신형 연구자 발굴 및 제도적 뒷받침 강화

[계획]

- 단기적인 성과에 연연하지 않는 방향으로 승진 및 정년 보장 심사 개선.
- 지명도가 높지 않은 학술지에 게재된 논문이라도 학계에 미친 파급효과가 담보되는 논문들은 뛰어난 연구 실적으로 인정하는 평가 체계를 구축 (인용 횟수, 저명 학회 초청 강연, 추천서 등).
- 전문가 패널 구성 및 업적의 심층적인 질적 평가 시스템 도입. 성공하지 않은 연구에 대해서도 질적인 가치를 평가하여 인정.
- 장기적인 연구가 필요한 기초연구를 임용기간 전반에 걸쳐 꾸준히 할 수 있는 문화 조성.

[실적]

- 평가 대상자의 학계 평판 및 업적에 대해 심층적인 질적 평가를 위주로 승진 및 정년 보장 심사 진행.
- 세계적 지명도가 있는 외부 전문가 10인으로부터 추천서를 받아 대상자의 업적에 대한 학계의 평가를 승진 결정에 주요한 지표로 삼음.

○ 모험적인 (High Risk High Reward) 연구 장려.

[계획]

- 신입교수에게 경쟁력 있는 초기 정착금을 제공, 강의/행정 업무를 경감해 주어 연구 몰입 환경 조성.
- 연구기반이 잡히기 전에도 큰 규모의 연구에 뛰어들 수 있도록 연구 인프라를 공동으로 활용.
- 혁신적인 연구 성과를 얻은 교원의 조기 승진 및 정년 보장을 위해 최소 근무 연한 폐지 추진.

[실적]

- 2년 6개월의 평가 기간 동안 2명 신규임용하고 각 4.2, 4.3억원 수준의 국내 최고 수준의 정착지원금 및 연구비 지급. 첫 학기 강의 경감 후 강의 시수 6학점으로 경감. 초기 연구실 조성에 집중할 수 있게 지원.
- 정년 보장과 정교수 승진 일원화. 승진 최소 근무 연한 폐지됨.

(2) 전략 2: 육성: 창의적 융복합 연구: 탈경계 공동연구 ('Frontiers Beyond the Border: FBB') 활성화.

[계획]

- 참여교수 대상 'Frontiers Beyond the Border (FBB)' 학회 개최.
 - 포스텍 물리교육연구단 참여교수 전체를 대상으로 하는 동계 워크숍 개최.
- 대학원생 대상 'FBB 브레인스토밍 (Brain-Storming)' 프로그램 운영.
 - 자유로운 형식에서 서로의 연구 내용을 소개하고 각자의 전문 지식을 나누는 기회 제공.
- 온라인 소통 채널 'FBB-SUDA (Shallow Understanding Deep Answer)' 개설.
 - 정규 과목에서는 잘 다루지지 않지만, 실제 대학원생 연구에 필요한 전문 지식을 교환하는 Q&A 형식의 게시판 (참여 대학원생 1인 운영자 선정) 운영.

[실적]

- 참여교수 대상 ‘Frontiers Beyond the Border (FBB)’ 학회를 운영하는 대신 ‘Standing Wave Gathering’ 및 ‘Tea time in Common Room’ 운영.
 - Standing Wave Gathering: 사업단 참여교수 및 아태이론물리센터 연구원들이 자유롭게 자신의 연구에 대해 소개하고 공동연구를 도모하는 프로그램을 운영. 격주로 금요일 점심시간에 시행하였으며 평균 참석자수가 32명으로 성공적으로 운영 중.
 - Tea time in Common Room: 매주 목요일 오후 아태이론물리센터 연구자와 물리학과 연구자간의 공동연구를 도모.
- MPK, IBS, 물리학과 등 기관과 긴밀히 협의하여 공동으로 세미나 14회, 콜로퀴움 60회 개최.

○ 상향식 (Bottom-Up) 융복합 연구 유도.

[계획]

- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 신설.
 - 2개 이상 연구실의 협업을 통해 융합 연구를 희망하는 학생 중 우수 인재를 선발하여 인건비를 지원.
- 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도 도입 (Caltech, Stanford 벤치마킹).
 - 대학원 신입생: 대학원 첫 학기 기간 동안 한 달 단위로 최대 3개 연구실에서 연구 참여.

[실적]

- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 신설 및 운영중 (2021년 6월 최초 선발).
 - 학생 중심의 대학원 교육, 연구 프로그램 운영, 학생의 선택권 강화 및 자유롭게 융합 연구를 수행.
 - 연간 1명~2명 선발하며 우수 후보자가 없을 경우 비선발.
 - 3년간 월 250만원을 지원하며, 중간평가 통과 시 최대 3년 추가 지원.
 - 물리교육연구단 심사위원회 심사, 융합지도교수 추가의견 수렴을 통해 최종 대상자 선발.
- 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도 운영 (2021년도 14명, 2022년도 13명, 2023년도 10명 수강).
 - 융합 교육의 활성화를 위해 전공선택 수업으로 ‘연구실 순환’ 과목 신규 개설.
 - 학문적 폭을 넓히고 연구실 간 공동연구 추진을 유도, 대학원 신입생의 지도교수 선정에도 도움..

○ 탈경계 공동연구 환경 구축.

[계획]

- (학과) 열린 실험실: 고가 실험/전산 시설 공유를 통한 연구 경쟁력 강화.
- (대학) ‘A-Core-Facility 지원 프로그램’ 시행: 핵심 공용 장비 유지, 보수 인력을 대학에서 제공.
- (외부) 거점연구센터 활용.

[실적]

- 공용 헬륨 액화시설 구축 및 운영 (2.5억원 상당)
 - 헬륨은 극저온 실험을 통한 양자컴퓨터 개발 등의 기초과학 및 공학연구에 필수적인 냉매이나 최근 가격의 급격한 상승 및 수급의 불안정화로 인해 헬륨액화시설을 공동 구축하여 활용.
 - 포스텍 물리학과(), 신소재공학과(), 기계공학과(), 기술지원센터(NMR 실) 등 사용 중.
- X-선 분석 장비 공용실 운영 (5억원 상당)
 - 활용: 단결정 구조분석, 저온 구조 상전이 연구
- 대학본부 프로그램인 ‘A-Core-Facility 지원 프로그램’은 시행하지 않음.
- 거점연구센터 활용.
 - 포톤사이언스센터 (센터장:) : 포항가속기연구소의 3세대 및 4세대 방사광가속기 활용

연구를 위한 핵심 연구 기반 구축, 이를 통한 국내 초고속 과학 연구를 활성화 하는 허브 역할을 수행.

- 아태이론물리센터 (센터장:): APCTP-Senior Advisory Group (SAG) 프로그램 운영을 통해 방문 학자 초빙 및 workshop 등의 사업을 지원.

(3) 전략 3: 도약: 세계 선도형 포스텍 플래그십 연구 집중 육성

○ 스타급 리더 지원 프로그램 운영.

[계획]

- 젊은 교수부터 정년을 앞둔 교수까지 교원 전 주기에 걸친 우수교원 특별임용제도 운영.
 - 현재 ‘젊은 석좌교수’, ‘정규 석좌교수’, ‘학과특임교수’, ‘POSTECH University Professor’ 운영.
 - 특별임용된 우수교원에게 인센티브 지급. 일부 특별임용제도의 경우 정년연장 혜택 제공.

[실적]

- 대학본부 사업으로 연구 활성화와 연구 수준 향상을 위해 탁월한 성과를 쌓은 교수에게 수여되는 석천석좌() 및 무은재석좌() 선정.

○ 선도연구센터 (SRC), 기초연구실 (BRL) 등 연구센터 유치 추진.

[계획]

- 연구센터 플랫폼을 통해 해당 연구 분야 국내외 학계를 선도하고 포스텍 플래그십으로 성장에 기여.
 - 연구센터 내부 공동연구 강화 및 이를 통한 혁신형 연구 경쟁력 강화.

[실적]

- 대학ICT연구센터육성지원사업 (ITRC) 유치 (센터장:).
 - 센터명: 양자정보소자 인력양성 연구센터
 - 최종목표: 양자정보소자 연구를 통한 양자정보 전문인력 육성
 - 사업 규모: 7년 (22.07.02 ~ 29.11.31) 사업비 총액 83.25억원. 연간 사업비 11억원.
 - 핵심연구원: 포스텍 교수 6명 (포스텍 물리 교육연구단 소속 5명) 외 타 대학교 교수 3명으로 구성.
 - 정보통신방송 혁신인재양성사업의 일환으로 광자/원자/초전도/2차원물질 기반의 양자정보소자 관련 대학원 연구인력을 양성하는 사업으로 국내 관련 전문가로 구성.
- 대형연구과제 (나노 및 소재기술개발 사업, 과기정통부) 수주 (주관책임자:).
 - 연구과제명: 위상양자 신소재의 양자물성 및 시공간 특성 연구
 - 사업기관: 막스플랑크 포스텍 연구소, 포항공과대학교, 포스텍 나노융합기술원.
 - 사업규모: 6년 (22.04.01 ~ 27.12.31) 총액 241.5 억 원 (정부출연 172.5 억 원, 지방비 69 억 원).
 - 최종목표: 신물질 기반 기초연구 수행으로 양자기술 원천지식 보유 및 실용화 선도의 단초 마련.
 - 핵심 참여 연구원: 포스텍 물리교육연구단 참여교수 10명 (PI급 연구자 총 30여명 참여).

○ S20 (Strong 20) 프로젝트 시행.

[계획]

- 혁신성이 높은 연구그룹이 세계적인 연구그룹으로 성장하도록 대학차원에서 20개 그룹 지원: 해당 그룹 연구비 지원 및 신규 교원 채용 지원 (대학본부 사업으로 진행 중).

[실적]

- S20 project는 대학본부 사업으로 진행 중이나 신규 그룹 선정 진행하지 않음.

○ 포스텍 브랜드 연구성과 실적

포스텍 물리교육연구단은 지난 2년간의 기간 동안 향후 포스텍 브랜드 연구로 평가받을 가능성이 높은 연구성과 3건을 아래와 같이 달성.

(1) 포스텍 브랜드 연구성과 1: 2차원 물질 기반 볼로미터 양자 센싱 구현 및 활용

Graphene-based Josephson Junction Microwave Bolometer, *Nature* 586, 42–46 (2020)

- 고품질 그래핀 조셉슨 소자구현을 통해 마이크로파의 양자측정 한계에 접근하는 볼로미터 센싱을 최초로 구현.
- 조셉슨 양자소자에 대한 교수의 지난 10여년의 연구성과 (Nat. Phys. 2015 등 14편)를 계승하고, 현재 연구단의 주력 분야중 하나인 양자기술 분야에서 이뤄낸 성과.
- 향후 마이크로파 단광자 검출, 암흑물질 검출 활용 등의 후속 연구를 교수등이 진행하여 포스텍 브랜드 연구로 발전시킬 계획.

(2) 포스텍 브랜드 연구성과 2: 위상마디선 자성체 기반 극한 양자전도 현상 발견 및 활용

Colossal Angular Magnetoresistance in Ferrimagnetic Nodal-line Semiconductors, *Nature* 599, 576–581 (2021)

- 위상마디선 자성 반도체 신물질에서 자기모멘트의 방향에 따른 초거대 저항변화 현상을 최초로 발견.
- 위상 전자구조를 갖는 양자물질의 특이 전도현상에 대한 교수의 그동안의 연구성과 (Nat. Mater. 2017 & 2018 등)를 계승하고, 현재 연구단의 주력 분야중 하나인 양자물질 분야에서 이뤄낸 성과.
- 향후 위상자성체 신물질 합성 및 위상물질 기반 초저전력 스핀소자 등의 후속 연구를 교수등이 진행하여 포스텍 브랜드 연구로 발전시킬 계획.

(3) 포스텍 브랜드 연구성과 3: 초전도 양자소자 기반 정상 플로케 상태 구현 및 활용

Steady Floquet-Andreev States in Graphene Josephson Junctions, *Nature* 603, 421-426. (2022)

- 초전도 안드리프 (Andreev) 상태를 이용하여 지속가능한 쿠퍼쌍-광자 결맞음 양자플로케상태를 최초로 구현.
- 본 연구단의 양자이론분야 와 양자실험분야 의 협업을 통해 기존에 구현되지 않았던 비평형 양자상태를 세계 최초로 구현한 사례로 현재 연구단의 주력 분야인 양자기술 분야 성과.
- 향후 양자 비평형 상태에 제어를 통한 위상 플로케 상태 연구등의 후속 연구를 교수와 신임교원 교수가 진행하여 포스텍 브랜드로 발전시킬 계획.

○ 포스텍 연구성과에 대한 정량적인 분석

- 포스텍 물리연구단은 평가기간 (2020.09.01~2023.02.28) 동안 연구실적의 정량적인 면에서도 지난 4단계 BK21 신청서 제출당시 평가기간 (2015.01.01~2019.12.31) 5년의 실적에 비해 큰 폭으로 발전.

- **전체 연구논문의 주저자 실적:** 중간 평가기간 (2.5년)동안 출간된 연평균 논문수는 4단계 신청서 평가기간(5년)의 연평균 논문수 대비 92%로 하락. 하지만 주저자 논문수는 중간평가 기간의 연평균 수치가 이전 5년 연평균 수치 대비 127%로 상승. 연평균 논문 환산편수도 상승.

	전체논문수 (1년간 평균)	주저자 논문수 (1년간 평균)	환산편수 (1년간 평균)
중간평가 기간 실적 (2020.09.01 ~ 2023.02.28)	202 (80.8)	149 (59.6)	56.50 (22.6)
4단계 신청서 평가기간 실적 (2015.01.01 ~ 2019.12.31)	439 (87.8)	233 (46.6)	104.65 (20.9)

- 논문성과의 Impact factor 실적: 신청서 평가기간 대비 대폭 향상. 중간평가 2.5년간의 전체 논문의 IF는 4단계 신청서 평가기간 5년의 연평균 수치 대비 109% 수준으로 향상되었고, 환산보정 IF의 1년 평균치도 122% 수준으로 향상. 특히 주저자 논문의 IF는 중간 평가기간의 실적이 신청서 기간 연평균 수

치 대비 150% 수준으로 향상, 주저자 환산보정 IF도 145% 수준으로 향상.

	전체 IF (1년간 평균)	환산보정 IF (1년간 평균)	주저자 논문 IF	주저자 환산보정 IF
중간평가 기간 실적 (2020.09.01 ~ 2023.02.28)	2058.20 (823.28)	30.31 (12.12)	1463.56 (585.43)	31.523 (12.6)
4단계 신청서 평가기간 실적 (2015.01.01 ~ 2019.12.31)	3766.76 (753.35)	49.40 (9.88)	1952.86 (390.57)	43.472 (8.69)

• **논문 1편당 Impact factor:** 평가기간의 실적이 4단계 신청서 평가기간 실적에 비해 크게 향상. 이번 평가기간의 전체 논문 실적의 1편당 IF와 주저자 논문 1편당 IF는 모두 10에 육박, 4단계 신청서 평가기간 대비 모두 상승. 환산편수 1편당 환산 보정 IF는 신청서 대비 113%로 상승, 주저자 환산보정 IF는 134%로 상승. 물리 교육연구단 논문의 질이 향상되었음을 의미함.

	전체 IF 1편당	환산보정 IF 환산편수 1편당	주저자 논문 IF 1편당	주저자 환산보정 IF 환산편수 1편당
중간평가 기간 실적 (2020.09.01 ~ 2023.02.28)	10.18	0.536	9.82	0.557
4단계 신청서 평가기간 실적 (2015.01.01 ~ 2019.12.31)	8.58	0.472	8.38	0.415

• **우수논문 (IF = Phys. Rev. Lett. 이상)과 특급논문 (IF = Nature Physics 이상) 실적:** 신청서 평가기간 대비 대폭 향상. 중간평가 기간 (2.5년) 중 Phys. Rev. Lett. 급 이상 연평균 논문 수는 신청서 평가기간 (5년) 연평균 논문수 대비 126%로 상승. 특히 **주저자 논문편수는 연평균 대비 168%로 상승.** Nature Physics (NP) 급 이상의 논문 편수도 신청서 기간 대비 연간 평균치 역시 125%로 크게 향상. 특히 **NP 급 이상 주저자 논문편수의 1년간 평균치는 156%로 상승.**

	PRL 급 이상 논문편수 (1년간 평균)	NP 급 이상 논문편수 (1년간 평균)	PRL 급 이상 주 저자 논문편수 (1년간 평균)	NP 급 이상 주 저자 논문편수 (1년간 평균)
중간평가 기간 실적 (2020.09.01 ~ 2023.02.28)	75 (30.0)	20 (8.0)	52 (20.8)	14 (5.6)
4단계 신청서 평가기간 실적 (2015.01.01 ~ 2019.12.31)	119 (23.8)	32 (6.4)	62 (12.4)	18 (3.6)

• **High IF 논문 실적 (2020. 09. 01 ~ 2023. 02. 28):** 대표 논문 61편 중 Nature Physic (IF 19.684)급 이상이 23%, Phys. Rev. Lett. (IF 9.185)급 이상이 69%로 매우 우수한 실적을 보임. 이는 연구성과가 소수의 실적에 의한 것이 아니라 연구단 전체의 연구수준이 고르게 향상된 결과라는 것을 의미.

계재지명	Impact Factor	편수	기타
Nature	69.504	3	주저자 3
Science	63.714	1	공동저자 1
Nature Material	47.656	3	주저자 3
Nature Nanotechnology	40.523	1	주저자 1,
Nature Physics 급	19.6~33.3	11	주저자 7, 공동저자 4
Nature Communications 급	17.6~19.6	18	주저자 11, 공동저자 7
Physical Review Letters 급	9.1 ~ 17.6	37	주저자 27, 공동저자 10
High IF 학술지 논문 편수 / 총 논문 편수		74 / 202	

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적

〈표 3-5〉 교육연구단 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적

연번	실적명	참여교수명	실적 해당 분야	실적 요약
1	포스코 기술대학 일반 물리 강의		인력 재교육	교수는 대학·지역 상생 발전 전략에 발맞추어 지역 소재 기업 인력의 전문성 제고와 사회 진출 인력들의 재교육을 지원함. 포스코 및 포스코 계열사의 고졸 현장 직원을 대상으로 전문 학사과정 일반 물리 교양과목 강의 진행. 지역 인력 양성이라는 기업현안 해결에 기여함.
			지역 특화	
			기업현안 해결	
2	미래 첨단소재 난제기술 분석 보고서		미래/글로벌 대응	교수는 ‘양자컴퓨터 위상 큐비트용 저차원 양자소재’ 난제기술 도출 및 관련 근거를 정리한 보고서(총 34쪽)를 작성. 한국재료연구원 소재혁신본부에서 주관하는 양자소재 사업에 활용. 미래산업에 대응하는 해결방안 모색 및 국가 산업발전 계획 수립에 기여.
			정책 기여	
3	한-독일 글로벌 인재양성 플랫폼		거버넌스 구축	교수는 교육 시스템의 연구자 공급과 연구 현장의 연구자 수요 사이의 불균형을 해소하기 위해, 학부생 때부터 독일의 실질적인 연구 체험을 통해, 연구 현장의 수요에 걸맞는 글로벌 감각을 갖춘 창의·융합적 인재양성을 위한 활동 지원.
			미래/글로벌 대응	
4	기초과학연구소 를 통한 과학 대중화 프로그램과 지역 사회 과학 생태계 지원		학문의 개방화/대중화	교수는 대학·지역 상생 발전 전략에 발맞추어 과학문화의 대중화와 지역사회 과학 생태계의 형성 발전에 공헌하는 다양한 프로그램을 지원함(재원: 포스텍 기초과학 연구소). 대학 내 기초과학 분야 학술교류 사업 지원을 통해 과학 대중화, 지역 사회 과학 생태계 활동 지원.
			지역 특화	
5	차세대 메모리 소재 개발 연구 (산학협력과제 수행)		기업현안 해결	삼성전자의 반도체 및 메모리 분야 세계적 기술경쟁력 확보 및 유지를 위한 연구 및 자문 수행. 변화하는 산업사회의 최신 기술 수요 만족과 당면한 기업현안에 대한 기초 학문적 해결법 제시. 신소재 개발 및 소자 물리에 대한 포스텍 물리학과의 강점을 활용하여, 미래 산업 사회에 필수적인 와해성 소재(distructive materials) 기술 확보를 위한 중·장기 산학 공동연구 네트워크 구축. 주기적 인적교류를 통해 첨단 산업에서 필요로 하는 인력양성에 이바지.
			미래/글로벌 대응	

6	국가과학기술 정책 수립	정책기여	2017년부터 2022년까지 국가과학기술자문회의 부의장 직을 맡아 국가과학기술정책을 검토하고 수립하며 국 가연구개발예산의 편성을 심의하는데 주도적인 역할. 기초연구 지원확대와 연구자중심 연구프로세스 혁신 을 기반으로 하는 정부의 과학기술정책을 입안하고 실행하는데 중대한 역할을 하여, 국가과학기술 발전 과 기초연구발전에 크게 기여함.	
		미래/글로벌 대응		
7	과학문화 확산 대중강연	학문의 개방화/대중화	과학대중화를 목적으로 활동 중인 카오스재단의 대중 강연시리즈에 참여하여 “에너지 소모없는 정보전달과 처리하는 가능한가”의 제목으로 본인의 솔리톤 관련 연구를 대중들에게 소개. 해당 강연 동영상은 카오스 사이언스 대중강연시리즈로 유튜브에 공개되어 다수 의 조회수를 기록. 이를 통하여 코로나 시기임에도 불구하고 기초과학의 대중화, 특히 기초과학이 산업 과 사회의 중대한 문제(정보산업에서의 에너지 대량 소모 등)를 어떻게 해결할수 있는지를 대중에게 알림.	
8	지역의 과학 대중화 (과학도서 저자 강연 시리즈 & 포항가족 과학축제)	학문의 개방화/대중화	일시: 2021.11.19.~ 2022.10.12. 장소: 포항포은도서관/포항영암도서관/온라인 내용: 포항시, 아태이론물리센터(APCTP)와 협력하여 1년 여에 걸쳐 APCTP 과학도서 10권의 저자 강연 시 리즈 10회를 포항시립도서관에서 개최하고 온라인 송 출(네이버 TV 및 유튜브). 포항가족과학축제를 주관하 여 코딩경시대회 및 과학체험행사 개최.	
		지역 특화		
9	포항시 전문과학관 설립 자문	정책기여	일시: 2022.05.13. 장소: 포항시청 9층 중회의실 내용: 포항시 전문과학관 설립에 대한 연구용역 보고 회에 자문위원으로 참석. 포항과학관의 설립 이유, 추 구할 주제, 장소 선정, 지역사회 공헌 등을 논의하고 의견 표출.	
		지역 특화		
		학문의 개방화/대중화		
10	과학대중화 프로그램 진행	학문의 개방화/대중화	참여 교수들은 대학·지역 상생 발전 전략에 발맞추어 과학문화의 대중화, 지역 사회 과학 생태계 형성 및 초·중·등 과학 교육 활성화에 공헌하는 다양한 과학문 화/교육 프로그램을 진행함.	
		지역 특화		
		미래/글로벌 대응		
총 환산 참여교수 수		신임교수 실적 포함 여부 (Y) 20.6	제출요구량	5~10

연번	교육연구단 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명																																																																
1	(1) 실적 참여 교수:																																																																
	(2) 내용 요약: 교수는 대학·지역 상생 발전 전략에 발맞추어 지역 소재 기업 인력의 전문성 제고와 사회진출 인력들의 재교육을 지원함. 포스코 및 포스코 계열사의 고졸 현장 직원을 대상으로 전문 학사과정 일반 물리 교양과목 강의 진행. 지역 인력 양성이라는 기업현안 해결에 기여함.																																																																
	(3) 구체적 활동 내역 (2건 기술)																																																																
	○ 2021년 포스코기술대학 일반물리 교양과목 강의 일시: 2021년 3월 4일부터 2021년 6월 24일 (3시간/주, 15주)																																																																
	○ 2022년 포스코기술대학 일반물리 교양과목 강의 일시: 2022년 3월 3일부터 2022년 6월 23일 (3시간/주, 15주)																																																																
	(4) 강의 개요 및 목적 물리학에서 여러 가지 자연현상들을 어떻게 기술하고 물리 지식이 다른 과학 및 공학 분야에 어떻게 응용되는지를 핵심 개념 위주로 소개. 강의를 통해 수강생들이 현대를 살아가는데 필요한 과학적 사고방식과 산업 현장에서 응용 가능한 지식을 습득.																																																																
(5) 학사일정	<table><tr><th>주차</th><th>2021년</th><th>2022년</th><th>강의내용</th></tr><tr><td>01주차</td><td>2021. 03. 05.</td><td>2021. 03. 04.</td><td>기본 물리량과 단위</td></tr><tr><td>02주차</td><td>2021. 03. 12.</td><td>2021. 03. 11.</td><td>운동에 대한 이해</td></tr><tr><td>03주차</td><td>2021. 03. 19.</td><td>2021. 03. 18.</td><td>뉴턴의 법칙</td></tr><tr><td>04주차</td><td>2021. 03. 26.</td><td>2021. 03. 25.</td><td>에너지와 보존법칙</td></tr><tr><td>05주차</td><td>2021. 04. 09.</td><td>2021. 04. 08.</td><td>물질의 물리학</td></tr><tr><td>06주차</td><td>2021. 04. 16.</td><td>2021. 04. 15.</td><td>온도와 열</td></tr><tr><td>07주차</td><td>2021. 04. 23.</td><td>2021. 04. 22.</td><td>파동과 소리</td></tr><tr><td>08주차</td><td>2021. 04. 30.</td><td>2021. 04. 29.</td><td>중간고사</td></tr><tr><td>09주차</td><td>2021. 05. 14.</td><td>2021. 05. 13.</td><td>전기</td></tr><tr><td>10주차</td><td>2021. 05. 21.</td><td>2021. 05. 20.</td><td>전자기학과 전자기파</td></tr><tr><td>11주차</td><td>2021. 05. 28.</td><td>2021. 05. 27.</td><td>광학</td></tr><tr><td>12주차</td><td>2021. 06. 04.</td><td>2021. 06. 03.</td><td>원자물리학</td></tr><tr><td>13주차</td><td>2021. 06. 11.</td><td>2021. 06. 10.</td><td>핵물리학</td></tr><tr><td>14주차</td><td>2021. 06. 18.</td><td>2021. 06. 17.</td><td>특수상대론, 입자물리, 우주</td></tr><tr><td>15주차</td><td>2021. 06. 25.</td><td>2021. 06. 24.</td><td>기말고사</td></tr></table>	주차	2021년	2022년	강의내용	01주차	2021. 03. 05.	2021. 03. 04.	기본 물리량과 단위	02주차	2021. 03. 12.	2021. 03. 11.	운동에 대한 이해	03주차	2021. 03. 19.	2021. 03. 18.	뉴턴의 법칙	04주차	2021. 03. 26.	2021. 03. 25.	에너지와 보존법칙	05주차	2021. 04. 09.	2021. 04. 08.	물질의 물리학	06주차	2021. 04. 16.	2021. 04. 15.	온도와 열	07주차	2021. 04. 23.	2021. 04. 22.	파동과 소리	08주차	2021. 04. 30.	2021. 04. 29.	중간고사	09주차	2021. 05. 14.	2021. 05. 13.	전기	10주차	2021. 05. 21.	2021. 05. 20.	전자기학과 전자기파	11주차	2021. 05. 28.	2021. 05. 27.	광학	12주차	2021. 06. 04.	2021. 06. 03.	원자물리학	13주차	2021. 06. 11.	2021. 06. 10.	핵물리학	14주차	2021. 06. 18.	2021. 06. 17.	특수상대론, 입자물리, 우주	15주차	2021. 06. 25.	2021. 06. 24.	기말고사
주차	2021년	2022년	강의내용																																																														
01주차	2021. 03. 05.	2021. 03. 04.	기본 물리량과 단위																																																														
02주차	2021. 03. 12.	2021. 03. 11.	운동에 대한 이해																																																														
03주차	2021. 03. 19.	2021. 03. 18.	뉴턴의 법칙																																																														
04주차	2021. 03. 26.	2021. 03. 25.	에너지와 보존법칙																																																														
05주차	2021. 04. 09.	2021. 04. 08.	물질의 물리학																																																														
06주차	2021. 04. 16.	2021. 04. 15.	온도와 열																																																														
07주차	2021. 04. 23.	2021. 04. 22.	파동과 소리																																																														
08주차	2021. 04. 30.	2021. 04. 29.	중간고사																																																														
09주차	2021. 05. 14.	2021. 05. 13.	전기																																																														
10주차	2021. 05. 21.	2021. 05. 20.	전자기학과 전자기파																																																														
11주차	2021. 05. 28.	2021. 05. 27.	광학																																																														
12주차	2021. 06. 04.	2021. 06. 03.	원자물리학																																																														
13주차	2021. 06. 11.	2021. 06. 10.	핵물리학																																																														
14주차	2021. 06. 18.	2021. 06. 17.	특수상대론, 입자물리, 우주																																																														
15주차	2021. 06. 25.	2021. 06. 24.	기말고사																																																														
(6) 효과	배움의 기회를 놓쳤던 사회진출 인력들이 본격적인 전공 수업에 앞서 일반 물리 강의를 통해 과학 원리를 이해하고 응용하는 과학적 자세를 습득하는 기회를 마련.																																																																

2	(1) 실적 참여 교수: (2) 내용 요약: ‘양자컴퓨터 위상 큐비트용 저차원 양자소재’ 난제기술 도출 및 관련 근거를 정리한 보고서(총 34쪽)를 작성. 한국재료연구원 소재혁신본부에서 주관하는 양자소재 사업에 활용. 미래산업에 대응하는 해결방안 모색 및 국가 산업발전 계획 수립에 기여. (3) 구체적 활동 내역 ○ 미래첨단소재 난제기술분석 보고서 작성자: 일시: 2022.8.1. ~ 2022.10.14. (10주) 매주 금요일 11:00~14:50 장소: 한국재료연구원 소재혁신본부 (4) 내용 - 한국재료원 소재혁신본부에서 주관하는 양자소재연구회를 통해 미래 첨단소재의 난제 기술에 대한 보고서 작성함. (총 34쪽, 참고문헌 100여개) - 다양한 양자 컴퓨팅 플랫폼 중에서 위상 큐비트 구현에 활용가능한 저차원 위상 소재의 정의, 중요성, 현재 기술수준, 난제기술 정의 및 근거, 활용방안을 정리함. - 위상큐비트 구현을 위한 현재의 소재플랫폼인 1차원 반도체 나노선, 위상초전도체, 저자기장 분수양자홀이 구현된 2차원물질, 위상부도체 및 고차위상부도체 등을 제시하고 각 소재의 연구현황과 난제기술을 제안함. - 난제기술 보고서 목차 - 미래첨단소재 개요 (7쪽): 미래첨단소재 정의, 미래첨단소재 중요성 - 미래첨단소재 현황 (4쪽): 국내외 R&D 동향, 시장 동향(예측), 기술 수준 및 동향 - 미래첨단소재 난제기술 및 핵심 요구성능 (9쪽): 난제기술, 핵심 요구성능, 난제기술의 근거 - 활용방안 및 기대효과(2쪽): 활용방안, 기대효과 - 참고문헌 (2쪽) (5) 효과 - 10대 국가필수전략기술인 양자기술 및 양자컴퓨팅 소자 원천소재 기술에 대한 연구개발의 방향을 제안하고 그 근거를 수립함. - 미래산업에 대응하는 원천기술 개발에 필요한 계획수립에 기여함.
---	--

(1) 실적 참여 교수:

(2) 내용 요약: 교육 시스템의 연구자 공급과 연구 현장의 연구자 수요 사이의 불균형을 해소하기 위해, 학부생때부터 독일의 실질적인 연구 체험을 통해, 연구 현장의 수요에 걸 맞는 글로벌 감각을 갖춘 창의·융합적 인재 양성을 위한 활동 지원.

(3) 구체적 활동 내역

○ 2020년~2022년 총 42명 지원

- 내용: 이·공계 학부생을 대상으로 세계적인 연구소인 막스플랑크 연구소를 비롯한 프라운호퍼 연구소, 헬름홀츠 연구소 등 독일 현지 연구소로 3~6개월(최대 1년)까지 연구 인턴 파견, 독일 연구그룹에 소속되어 실제 연구에 참여함으로써 차세대 글로벌 인재로 성장.
- 기대효과: 학부생때부터 세계적으로 저명한 연구기관에서의 연구 경험을 기반으로 차세대 과학계를 선도할 국가 인재로 육성.
- 파견현황 (22개 연구소, 총 42명 파견):
막스플랑크연구소 10, 프라운호퍼 6, 헬름홀츠 3, 기타 3

구분	연구소명	인원	비고
1	막스플랑크 광학연구소	3	
2	막스플랑크 물리연구소	2	
3	막스플랑크 미세구조 물리연구소	1	
4	막스플랑크 복합 기술시스템 역학연구소	3	
5	막스플랑크 생물 물리학연구소	1	
6	막스플랑크 생화학연구소	3	
7	막스플랑크 신경생물연구소	1	
8	막스플랑크 심장 폐연구소	1	
9	막스플랑크 중합체연구소	3	
10	막스플랑크 지능 시스템연구소	1	
11	프라운호퍼 건축물리연구소	2	
12	프라운호퍼 생산기술연구소	3	
13	프라운호퍼 재료시스템 미세구조연구소	1	
14	프라운호퍼 재활용전략지원연구소	2	
15	프라운호퍼 집적회로연구소	1	
16	프라운호퍼 환경 안전 에너지연구소	2	
17	헬름홀츠 유체역학연구소	3	
18	헬름홀츠 킬 해양연구센터	1	
19	헬름홀츠 프라이베르크 기술 자원연구소	1	
20	카를스루에대학 응용재료/생체역학 연구소	1	
21	독일 우주추진연구소	2	
22	막스루브너연구소	4	

- 기대효과: 학부생부터 세계적으로 저명한 연구기관에서의 연구 경험을 기반으로 차세대 과학계를 선도할 국가 인재로 육성

(1) 실적 참여 교수:

(2) 내용 요약: 대학·지역 상생 발전 전략에 발맞추어 과학문화의 대중화와 지역 사회 과학 생태계의 형성 발전에 공헌하는 다양한 프로그램을 지원함 (재원: 포스텍 기초과학 연구소). 대학 내 기초과학 분야 학술교류 사업 지원을 통해 과학 대중화, 지역 사회 과학 생태계 활동 지원.

(3) 구체적 활동 내역 (4건 기술)

○ 필즈 심포지움 2022 지원

- 행사주관: 포스텍 교수 (수학과)

일시: 2022. 11. 04. 및 2022. 12. 09.

- 내용: 필즈상 수상자 교수를 초청, 업적 소개 및 질의 응답을 가짐. 포스텍 구성원과 포항시 고등학생을 대상으로 행사.

- 효과: 포스텍 구성원 및 포항시 고등학생에게 수학적 영감과 호기심을 고취함.

○ 과학토크 콘서트 지원: 알아두면 쓸모있는 노벨 화학상 이야기

- 행사주관:

- 일시: 2022. 10. 26.

- 내용: 포스텍 구성원과 포항지역 일반인 및 경북 지역 중/고교생을 대상으로 노벨 화학상 수상자의 업적을 소개하고 화학과 교수님과 대화의 시간을 가짐.

- 효과: 포항지역 일반인 및 중고교생들에게 과학에 대한 관심 제고와 기초과학 저변 확대에 기여.

○ 포항 혁신 살롱 세미나 지원

- 행사 주관:

- 일시: 2021. 08. 01. ~ 2022. 02. 28. (매월 둘째 목요일 개최)

2022. 04. 01. ~ 2023. 02. 28. (매월 둘째 목요일 개최)

- 내용: 신약 및 의료 기기 개발을 위해 바이오 및 의학분야의 기초지식과 산업체와 연계된 다양한 소양을 소개.

- 효과: 지역 내 바이오 헬스 산업 분야의 다양한 인재들과의 교류의 장을 마련하고 관련 분야 스타트업, 벤처 참여를 활성화함.

○ 제 4회 가속기 기반 신약개발 국제 심포지움 지원

- 행사 주관:

- 일시: 2011. 07. 07 ~ 2022. 07. 09

- 개요: 4세대 가속기(XFEL) 활용 구조기반 신약 개발 분야의 글로벌 선도 연구기관 및 국내외 제약사와의 연구 교류를 통해 신약 개발에 대한 정보와 노하우를 공유, 제약사 유치 기반 확보 및 국내외 신약 개발 전문가 참여를 통한 협력체계 구축.

- 효과: 대구경북첨단의료복합 단지 등 협력 기관과의 협력 시너지 창출.

5	(1) 실적 참여 교수: (2) 내용 요약: 삼성전자의 반도체 및 메모리 분야 세계 최고 기술경쟁력 확보 및 유지를 위한 연구 및 자문 수행. 빠르게 변화하는 산업사회의 최신 기술 수요를 만족시키고, 당면한 기업 현안에 대한 기초 학문적 해결법을 제시. 신소재 개발 및 소자 물리에 대한 포스텍 물리학과와 강점을 활용하여, 미래 산업 사회에 필수적인 와해성 소재 기술(distruptive materials technology) 확보를 위한 중·장기 산학 공동연구 네트워크 구축. 주기적인 인적 교류를 통해 현대 첨단 산업에서 필요로 하는 인력양성에 이바지. (3) 구체적 활동 내역 (4건 기술) ○ 삼성전자 DS 반도체 공정팀과 산학협력과제 수행 - 주관: 포스텍-삼성전자 산학일체연구센터 - 일시: 2020.09.~현재 - 내용: 차세대 반도체 소재로서 활용 가능한 산화물 (강)유전체 탐색. 삼성전자의 반도체 분야 세계 최고 기술경쟁력 확보 및 유지를 위한 연구 및 자문 수행. - 효과: 반도체 등 전략물자의 원활한 개발과 수급을 위한 핵심 기초 연구를 통해 국가 및 기업 경쟁력 제고. ○ 삼성종합기술원과 차세대 메모리 소재 공동연구 프로그램 운영 - 주관: 포스텍 물리학과 & 삼성전자 - 일시: 2022.01~현재 - 내용: 새로운 양자 및 위상 물질을 활용한 신개념 메모리 소재 개발을 위해서 삼성종합기술원과 공동연구 프로그램 운영. 차세대 메모리 소재 관련 핵심 기술을 선점하고, 미래 기술과 관련한 기업 및 국가 경쟁력 제고를 위한 도전적·창의적 공동연구 수행. -효과: 학교와 기업 간의 시너지 있는 공동연구를 수행하며, 미래 산업 개척에 기여함. 메모리 소재 등 전략물자의 원활한 개발과 수급을 위한 핵심 기초 연구를 통해 국가 및 기업 경쟁력 제고. ○ 교류회 진행 - 주관: 포스텍 & 삼성전자 - 일시: 매년 중간교류회 1회, 최종교류회 1회 진행. - 내용: 분기별로 연구 진행 결과와 향후 연구 계획을 논의함. - 효과: 산학 간의 연구 노하우를 서로 공유하고, 기업 현안 해결을 위한 연구 방향 설정. ○ 차세대 소재/소자 개발에 대한 공동특허 출원 및 준비 - 주관: 포스텍 & 삼성전자 - 내용: 차세대 메모리 관련 소재/소자 기술 특허 1건 출원 추가 특허 2건 출원 준비중 - 효과: 미래 산업 핵심 기술 선점 및 보호를 통해, 국가·기업 경쟁력 제고 및 경제적 가치 창출.
---	--

6	(1) 실적 참여 교수: (2) 내용 요약: 교수는 헌법기구인 국가과학기술자문회의 부의장(의장 대통령)을 2017년 7월에서 2022년 6월까지 5년간 역임하여, 기초연구 지원확대와 연구자중심 연구프로세스 혁신을 기반으로 하는 정부의 과학기술정책을 입안하고 실행하는데 중대한 역할을 하여, 국가과학기술 발전과 기초연구발전에 크게 기여함. (3) 구체적 활동 내역 (2건 기술) ○ 국가과학기술자문회의 부의장 - 일시: 2017년7월-2022년6월 - 내용: 국가과학기술자문회의 부의장을 4연임하여 대통령 과학기술 자문기구 역사상 최장기간 역할을 한 부의장이 됨. - 내용: 기초연구지원확대와 연구자중심 연구프로세스혁신을 기반으로 한 문재인 정부 과학기술정책공약이 일관되게 실행되도록 하는데 일조함. - 내용: 현장과학자중심의 자문회의 구성을 통해 연구자 중심 정책혁신을 위한 정책자문이 가능하도록 함. - 내용: 재난정보 공유 활용방안, 발달장애인을 위한 과학기술 정책 방향등 36 주제의 정책자문실시. - 내용: 공공R&D 중심의 미션지향형 국가연구개발시스템구축을 제안. ○ 국가과학기술심의회 부의장 - 일시:2017년7월-2022년6월 - 2018년도에서 2023년도에 이르는 국가과학기술 예산 심의의결 - 2017년 총액 20조원에서 2023년 총액 30조원에 이르는 과학기술 예산확대를 주도 - 2017년 총액 1.2조원에서 2023년 총액 2.4조원에 이르는 과제기반기초연구비의 두 배 증액을 주도.
---	---

7	(1) 실적 참여 교수: (2) 내용 요약: 과학대중화를 목적으로 활동 중인 카오스재단의 대중강연시리즈에 참여하여 “에너지 소모 없는 정보전달과 처리는 가능한가”의 제목으로 본인의 솔리톤관련 연구를 대중들에게 소개하였으며, 해당 강연의 동영상은 카오스 사이언스 대중강연시리즈로 유튜브에 공개되어 다수의 조회수를 기록. 이를 통하여 코로나 시기임에도 불구하고 기초과학의 대중화, 특히 기초과학이 산업과 사회의 중대한 문제(정보산업에서의 에너지 대량 소모 등)를 어떻게 해결할수 있는지를 대중에게 알리는 기여를 함. (3) 구체적 활동 내역 ○ 카오스재단 기초과학석학 강연 - 일시: 2021. 11. 26. - 내용: 과학대중화를 목적으로 활동중인 카오스재단의 대중강연시리즈에 참가. 특히 코로나로 인하여 대면강연이 어려운 시기에 99명의 청중에게 대중강연을 실시하고 이를 유튜브로 생중계. - 내용: “에너지 소모없는 정보전달과 처리는 가능한가”의 제목으로 정보문명과 과학기술이 마주한 중대한 문제인 정보전달 처리에 있어서의 에너지 대량소모를 지적하고 이를 해결하기 위한 수단으로서의 에너지 소모없는 정보 전달체 ‘솔리톤’ 입자에 대한 본인의 연구를 소개. https://www.youtube.com/watch?v=7qarYdaltzc (14,000 views) https://www.youtube.com/watch?v=ligy6qKyaAQ (327,000 views) ○ 카오스재단 인터뷰 유튜브 소개 - 일시: 2022년 - 내용: 본인의 연구에 대한 소개와 젊은 과학도에게 바라는 내용 등이 실린 인터뷰가 유튜브에 소개되어 5천회의 조회수를 기록. 과학 대중화와 어린 학생들이 과학전공을 선택하도록 하는데 기여. https://www.youtube.com/watch?v=KWDefVFIUec ○ 과학대중화 유튜브 채널 에스오디 소개 - 일시: 2022년 - 내용: 연구내용 “에너지 소모 없는 정보전달과 처리를 위한 솔리톤을 활용한 다진법소자”가 과학을 대중에게 소개하는 유명 유튜브채널 에스오디에 소개되어 47만회의 조회수를 기록함. 기초과학이 첨단기술의 문제를 어떻게 해결하려 하는지 대중에게 알리는 기회가 됨. https://www.youtube.com/watch?v=vtrtEI02ApI (471,000 views)
---	---

8

(1) 실적 참여 교수:

(2) 내용 요약: 아태이론물리센터(APCTP) 사무총장직을 수행하며 지역 시민을 위한 과학·문화 대중화 사업을 개발 및 수행함. 특히 포항시와 협력하여 <APCTP 과학도서 10권 저자 강연 시리즈>를 포항시립도서관에서 개최. <포항가족과학축제> 행사를 주관하여 코딩경시대회 및 과학체험 프로그램을 개발 및 행사 개최.

(3) 구체적 활동 내역

○ APCTP 과학도서 10권 저자 강연 시리즈 10회 (포항/네이버TV/Youtube)

- 일시: 2022. 02. 19. ~ 2022. 10. 12.

- 내용:

일시	강연도서	연사(소속)	장소
2022.02.19	예술가의 손끝에서 과학자의 손길로		온라인
2022.04.13	사이언스 고즈 온		온라인
2022.05.11	작은 것들이 만든 거대한 세계		포은중앙 도서관
2022.07.30	자폐의 거의 모든 역사		온라인
2022.08.13	포유류의 번식-암컷관점		포은중앙 도서관
2022.09.09	마법에서 과학으로		포은중앙 도서관
2022.09.24	빛의 핵심		포항영암 도서관
2022.09.29	뉴호라이즌스 새로운 지평을 향한 여정		온라인
2022.10.06	화학연대기		포항영암 도서관
2022.10.12	강력의 탄생		포은중앙 도서관

- 효과: 지역시민을 위한 과학소통 프로그램 개발 및 과학 생태계 육성.

○ 올해의 과학도서 독후감 대회 개최

- 일시: 2022. 07. 18. ~ 2022. 08. 31. (참석자 210명)

2022. 10. 22. (시상식, 과학자와의 만남, 장소: 포스코 국제관)

- 내용: 과학기술문화 저변확산을 위해 과학도서 선정 및 저자 강연 시리즈와 더불어 과학도서 10권에 대한 독후감 대회를 개최. 2022년의 경우 청소년(중등부, 고등부)과 함께 성인부 대회를 추가 확장함 (전체 응시자 210명).

○ 포항 시민을 위한 <포항가족과학축제> 프로그램 개발 및 행사 개최

- 행사 주최/주관: 포항시/아태이론물리센터

- 일시/장소: 2022. 11. 19. ~ 2022. 11. 20. /포스코 국제관

- 내용: 가족이 함께 즐길 수 있는 과학행사 개발 및 행사 개최 [SW코딩경진대회, VR/MR/3D펜 체험, 과학만들기 프로그램(텐세그리티, 베르누이 원리 등)]

- 효과: 지역 내 청소년들의 과학 소양 고취 및 물리학의 대중화/개방화 고양.

9	(1) 실적 참여 교수: (2) 내용 요약: 포항시 전문과학관 설립에 대한 연구용역 보고회에 자문위원으로 참석하여 포항과학관의 설립 취지/근거, 포항과학관의 테마, 포항과학관 장소, 지역 대학 및 연구센터와의 연계 등을 논의하고 의견을 표출함. (3) 구체적 활동 내역 ○ 착수 보고회 참석 및 포항과학관 설립 연구용역 발표에 대한 자문 - 착수 보고회 주최: 포항시 - 일시/장소: 2022. 05. 13./포항시청 9층 중회의실 - 참석자: 지자체 4명(부시장 및 관련 공무원), 자문위원 8명, 용역기관 4명 - 연구용역기관: (재)한국자치경제연구원, 발표: 대표 - 내용: 포항과학관의 건립 당위성, 포항과학관의 비전, 목표 및 추진전략, 타당성, 파급효과에 대한 연구용역 발표를 진행함. 용역기관의 발표 후 8명의 자문위원들과의 질의, 응답 시간을 가지며 포항과학관 설립과 관련된 다양한 이슈를 논의함. 포스텍 물리학과 교수 및 아태이론물리센터 사무총장 신분으로 포항과학관의 비전, 테마, 위치 및 포스텍, 아태이론물리센터와의 시너지등에 대해 의견을 표출하여 포항과학관 설립 정책에 대한 지역 과학자들의 입장 전달 (과학관 전시물의 전문성, 차별성 등 강조). ○ 착수 보고회 중 포항 과학관 설립 필요성 요약 - 과기정통부 <제4차 과학관육성 기본계획> 관련 지역특화 과학관 등 균형발전 인프라 확충 계획에 따른 체계적 대응체계 구축. - 4차 산업혁명 및 과학기술 발전의 가속화에 맞춰 지역민의 과학문화에 대한 이해를 높이고 관심과 수요에 부응하기 위해 과학관의 기능 확대 및 시설 구축 필요성 증대. - 경북 포항은 포항방사광가속기, 포스텍, 포항산업과학연구원 등 세계 최고 수준의 과학인프라를 보유하고 있음에도 전문과학관 부재. - 본 과업은 차별화된 지역 주력산업 및 미래 신산업의 가시적 성과를 시민과 공유하는 본연의 취지와 목적에 맞는 과학관 건립 기본구상 및 타당성 조사를 수행하는데 목적이 있음.
---	--

10	(1) 실적 참여 교수: (2) 내용 요약: 참여 교수들은 대학·지역 상생 발전 전략에 발맞추어 과학문화의 대중화, 지역 사회 과학 생태계 형성 및 초·중등 과학 교육 활성화에 공헌하는 다양한 과학문화/교육 프로그램을 진행함. (3) 구체적 활동 내역 (4건 기술) - 참여 교수: - 대상: 포항 시민 - 일시: 2022.11.20. - 장소: 포항공과대학교 포스코 국제관 1층 국제회의실 - 내용: 물리학에 관심을 갖는 포항 시민들과 함께 양자역학에 대한 연극을 시청하고, 성균관대 물리학과 대표와 함께 양자역학에 대한 대중 토크쇼를 진행함. - 참여 교수: - 대상: 포항 지역 중고등학생 - 일시: 2022.7.24., 2022.7.31. - 장소: 한동대 - 내용: 한동대가 진행하는 중고등학생 캠프에서 “과학과 신앙” 주제로 강연. 과학과 그 대척점에 있어 보이는 인간의 종교성 문제 및 상호보완성에 대해서 논의. - 참여 교수: - 대상: 인천과학고등학교 1학년 - 일시: 2023.01.30.~2023.02.13. - 내용: ‘단분자 자기집계를 이용한 DNA 분자 물성 측정’이라는 주제로 IRP (Intensive Research Program) 연구 참여 프로그램 진행. - 참여 교수: - 대상: 한성과학고등학교생 - 일시: 2022.12.26. - 내용: 서울시 한성과학고등학교의 고등학생들에게 이공계 및 물리학의 진로에 대해 전반적으로 소개하고, 학생들과 질의응답 시간을 가짐. 고등학생들에게 물리학의 진로에 대해 친숙해질 기회를 제공함. 또한 이공계 기피가 심해지는 현대 한국 사회에서 학생들에게 과학 연구의 중요성에 대해 전달함.
----	---

3. 연구의 국제화 현황

3.1 참여교수의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

○ 국제학술대회 초청강연. (총 76건)

The 3RD International Conference on Optics, Photonics, and Lasers (OPL-2022).

2022. 11.09. ~2022. 11.11.

KITP Program: Correlated Systems with Multicomponent Local Hilbert Spaces, Online (Zoom meeting), 2020. 09. 28. ~ 2020. 12. 18.

Americal Physical Society March Meeting 2022 , 2022.03.14 ~ 2022.03.18.

The 15th Asia Pacific Physics Conference, 2022.08.21 ~ 2022.08.26.

2021 International Conference on Quantum Computing, Online (Zoom meeting)
2021. 07. 01 ~ 2021. 07. 02.

The 15th Asia Pacific Physics Conference, Online (Zoom meeting) 2022.08.21.~2022.08.

Single-Photon Workshop, Seoul (Korea) 2022.10.31.~2022.11.04.,

Photonics West, San Francisco, CA (USA) 2023.01.28 ~ 2023.02.02.

Correlated Electrons Virtual International Seminars (CEVIS), Online (Zoom meeting),
2021. 05. 13.

Asia-Pacific Conference on Research in High Magnetic Fields 2020, Online (Zoom meeting), 2020. 12. 01 ~ 2020. 12. 03.

The 6th International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment, Jeju, Korea, 2020. 11. 01 ~ 2020. 11. 04.

The 15th Asia Pacific Physics Conference, 2022.8.21.-2022.8.26

Samsung Global Research Symposium, 2022.08.05.-2022.08.08

UK-Korea Bilateral International Meeting, 2022.02.14.-2022.02.16

Oxide Superspin 2021, 2021.12.13.-2021.12.17

The International Conference on Advanced Materials and Devices, 2021.12.06. ~
2021.12.10.

The 10th Asian Conference on High Pressure Research, 2021.11.21 ~ 2021.11.25.

The 6th International Conference on Advanced Electromaterials, 2021.11.09 ~ 2021.11.12.

The 13th APCTP-IACS-KIAS Joint Conference on Emergent Phenomena in Novel Oxide Materials and Low Dimensional Systems, 2022.12.1 ~ 2022.12.3.

Pacific Rim International Conference on Superconducting Materials: Fundamentals and Applications, 2022.9.22 ~ 2022.9.23.

IBS-APCTP Conference on Advances in the Physics of Topological & Correlated Matter, Daejeon, 2022.9.19 ~ 2022.9.23.

International Workshop on Scanning Probe Microscopy, Hybrid, 2020. 11. 10 ~ 2020. 11. 11.

International Workshop on Condensed Matter Solitons, 2022.06.29.-2022.07.01.

The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15), 2022.08.21.-2022.08.26.

Strings in Seoul 2021(SiS 2021), 2021.08.30.~2021.09.03.

Simons Center workshop on geometry of QFT, 2021.09.20.~2021.09.25.

East Asia Joint Symposium on Fields and Strings 2021, 2021.11.22.~2021.11.27.

KIAS-YITP Joint Workshop 2021, 2021.12.13.~2021.12.16.

2022 Workshop on Elliptic Integrable Systems, 2022.03.08 ~ 2022.03.11.

Higher Form Symmetries, Defects, and Boundaries in QFT, 2022.05.08. ~ 2022.05.12.

QFT and Geometry workshop, 2022.10.10.~2022.10.14.

The 12th APCTP-IACS-KIAS Joint Conference on Emergent Phenomena in Novel Oxide Materials and Low Dimensional Systems, 2021.11.30.

Symposium on Quantum Materials Symposium 2022 (QMS 2022), 2022.09.09.

Quantum Materials Symposium 2023 (QMS 2023), 2023.02.06.

International conference on phase retrieval and coherent scattering, Shanghai, China (Zoom) 2022.07.05.-2022.07.09.

Near Atomic Resolution Coherent Diffraction Imaging Workshop, Chicago, USA (Zoom) 2022.04.27.-2022.04.29.

Pacificchem2021: International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Hawaii, USA (Zoom) 2021.12.16. -2021.12.21.

The Workshop of Asia-Pacific Phase Retrieval and Coherent Scattering Technology, Shanghai, China (Zoom) 2021.11.12.-2021.11.14.

The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15), 2022.08.21.-2022.08.26.

The 20th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2022), 2022.07.17 ~ 2022.07.21.

APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2023, 2023. 02. 05 ~ 2023. 02. 10.

APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2021, Online (Zoom meeting), 2021. 02. 01 ~ 2021. 02. 05.

Emergence & Dynamics in Quantum Matter, Online (Zoom meeting), 2021. 02. 02 ~ 2021. 02. 05.

Graphene and 2DM Online conference, Online (Zoom meeting), 2021. 04. 20 ~ 2021. 04. 21.

International Conference on Quantum Computing 2021, Online (Zoom meeting), 2021. 07. 01 ~ 2021. 07. 02.

The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 2021.09.22.

The 12th Recent Progress in Graphene and Two-dimensional Materials Research Conference, 2021.10.12.

The 24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems, 2021.10.31.

The 20th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications, 2022.07.17.

Harnessing Light Matter Interactions in Quantum Materials Workshop, 2022.08.08.

The 15th Asia Pacific Physics Conference, 2022.08.21.

Ledare Workshop, 2022.10.04.

International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment 2022, 2022.11.09.

The 18th International Conference on Open Source Systems, 2022.11.18.

Hong Kong Forum of Physics 2022, 2022.12.16.

International Workshop on Scanning Probe Microscopy, Online (Zoom meeting), 2020. 11. 10.

The 8th International Congress on Ceramics (ICC8), Online (Zoom meeting),
2020. 08. 23 ~ 2020. 08. 28.

AMF (The Asian Meeting on Ferroelectricity)-AMEC 2021, Online (Zoom meeting),
2021. 07. 07 ~ 2021. 07. 09.

The 2nd International Workshop on Scanning Probe Microscopy,
2021. 08. 09 ~ 2021. 08. 11.

International Union of Materials Research Societies - International Conference in Asia
2021 (IUMRS-ICA 2021), 2021.10.3~2021.10.8

IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics, 2022.06.27~2022.07.01.

Quantum Materials Symposium, 2023.02.05~2023.02.10.

The 3rd Workshop on Stochasticity and Fluctuations in Small Systems,
2022.11.22. ~ 2022.11.25.

Samsung Global Research Symposium, 2022.11.25. ~ 2022.11.28.

Physical Society of Japan Autumn Meetings 2021, 09.20~09.23.

Fall 2021 Meeting of the Texas Sections of APS, AAPT, and SPS, 2021.10.21~2021.10.23.

Asia-Pacific Conference on Condensed Matter Physics 2021 (AC2MP2021),
2021.12.01~2021.12.03.

The SPICE Workshop: Orbitronics: From Topological Matter to Next Level Electronics,
2022.07.19.-2022.07.22.

The Asia-Pacific Conference on Condensed Matter Physics 2021 (AC2MP2021),
2021.12.01.—2021.12.03.

Joint Fall 2021 Meeting of the Texas Sections of APS, AAPT, and SPS,
2021.10.21.—2021.10.23.

Samsung Global Research Symposium: New Physics for Post-Silicon Era, 2022.08.05.-08.08.

The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15), 2022.08.21.-08.26.

The 2nd Workshop on Stochasticity and Fluctuations in Small Systems, Online (Zoom
meeting), 2020. 11. 25 ~ 2020. 11. 27.

Venice Meeting on Fluctuations in Small Complex Systems VI, 2022.09.05.-2022.09.09

ICTP-KIAS School on Statistical Physics for Life Sciences, 2022.11.07.

The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of
Superconducting Spintronics, 2021.09.22.-2021.09.25.

APW-RIKEN-Tsinghua-Kavli workshop: Highlights on Condensed Matter Physics, Online
(Zoom meeting), 2020. 09. 02 ~ 2020. 09. 04.

○ 국제 워크숍 좌장 (총 2건)

Workshop on Quantum Information Science with Cold Atoms, Online (Zoom meeting),
2021. 06. 24. ~ 2021. 06. 25.

Workshop on Quantum Information Science with Cold Atoms, Online (Zoom meeting),
2023. 01. 12. ~ 2023. 01. 13.

○ 국제위원회 활동 (총 33건)

Advanced lasers and their applications 2019.01.01~2024.12.31. 프로그램 위원

미국광학회(The Optical Society, OSA), 석학회원, 2021.11.02.~

CLEO Conference Technical Program Subcommittee (2021, 2022, 2023)

, International Conference on Low Energy Electrodynamics in Solids, Attract Committee Member, 2018. 06. 21 ~ 2024. 07. 11.

, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2023, Program Committee, 2019. 11. 12 ~ 2023. 07. 07.

, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems, Program Committee, 2019. 11. 12 ~ 2023. 07. 07.

, The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15), International Program Committee, 2021.10.20.-2022.08.26.

, APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2022, Program Committee, 2021. 02. 06 ~ 2022. 02. 06.

, International Symposium on Recent Progress in Superconductivity, Program Committee, 2021. 08. 26 ~ 2022. 08. 09.

, APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2021, Program Committee, 2021. 02. 05 ~ 2022. 02. 05.

International Workshop on Scanning Probe Microscopy, Organizing Committee, 2020. 08. 01 ~ 21. 08. 11.

, Asia-Pacific Conference on Condensed Matter Physics 2021, Program Committee, 2021. 05. 17 ~ 2021. 12. 03.

, The 12th International Conference on Advanced Materials and Devices, Program Committee, 2021.01.01 ~ 2021.12.31.

, Division of Condensed Matter Physics, Association of Asia Pacific Physics Societies, Program Committee, 2021.01.01 ~ 2022.12.31.

The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15), International Program Committee, 2021.10.20.-2022.08.26.

The 3rd International Workshop on Scanning Probe Microscopy, Organizing Committee, 2021.08.31 ~ 22.08.31.

, Asia-Pacific Conference on Condensed Matter Physics 2022, Program Committee, 2022.01.01 ~ 2022.12.31.

APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2023, Program Committee, 2022.02.10 ~ 2023.02.10.

The 13th International Conference on Advanced Materials and Devices, Program Committee, 2023.01.01 ~ 2023.12.31.

Frontiers in Theoretical Physics, 2021.11.07 ~ 2021.11.13., Organizer

Strings, Branes and Gauge Theories 2022, 2022.07.25 ~ 2022.07.30., Organizer

High1 Workshop on Particle, String and Cosmology 2023, 2023.01.29 ~ 2023.02.03., Organizer

The International Chemical Congress Of Pacific Basin Society 2021: Pacificchem 2021, Co-Organizer of Mini-Symposium, 2021.12.16.-2021.12.21.

International Conference On Advanced Materials and Devices (ICAMD), Program Committee, 2021.01.04.-2021.12.10.

The 20th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2022), Program Committee, 2022.07.17 ~ 2022.07.21.

IUPAP C6, 2021. 10. 01 ~ , Commission member

The 15th Asia Pacific Physics Conference, Co-chair of International Program Committee for Biological Physics, 2022.08.21.~2022.08.26.

The 12th International Conference on Advanced Materials and Devices (ICAMD), 2021,12.06—2021.12.10, Program committee

Frontiers in Theoretical Biophysics, 2021.11.17.-2021.11.19., Organizer

Asia Pacific Physics Conference (APPC) 15, 2022.08.21—2022.08.26, Program committee

The 2nd Workshop on Stochasticity and Fluctuations in Small Systems, Main Organizer, 2020. 11. 25 ~ 2020. 11. 27.

Intrenational Conference on Advanced Materials and Devices, Program committee, 2021. 01. 04 ~ 2021. 12. 10.

Correlated Electron Virtual International Seminars 2020 -2021, Organizer, 2020.06.18.~2021.11.29.

○ 국제 학술지 활동 (총 10건)

Progress in Superconductivity and Cryogenics, Editorial Director.

Molecules and Cells, Editorial Board Member.

Molecules and Cells, Editorial Board Member.

Progress in Superconductivity and Cryogenics, Editorial Director

Frontiers in Nanobiotechnology, Editorial Board Member.

Journal of Magnetism: Editorial Committee Member

Frontiers in Physics, Associate editor

Journal of Korean Physics Society (JKPS), Associate Editor.

Physical Review Applied, Editorial Board member

Physics Letters A, Editorial Board member

○ 국제 저술 활동

Brillouin Scattering Part 1 by Ravi Pant, Stephen J. Madden, Benjamin J. Eggleton,

Chapter 5 “On-chip stimulated Brillouin scattering” , Elsevier: ISBN

978-0-323-98929-9. 06/22.

○ 기타 주요 국제활동 (총 5건)

아태이론물리센터(APCTP) 응집물리 Coordinator.

APCTP 한국위원회 위원

APCTP Senior Advisory Group Scientist

APCTP-POSTECH Fellow.

APCTP Executive Director

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구 단 참여교수	국외 공동연구자			
1			USA/University of Chicago	- JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS, 05: 260 (2021). - Entanglement transfer from quantum matter to classical geometry in an emergent holographic dual description of a scalar field theory	10.1007/JHEP05(2021)260
2			USA/Los Alamos Natl Lab. Univ Calif Riverside, Spain/Barcelona Inst Sci & Technol., UK/Univ. Col. London, Spain/Univ. Autonoma Madrid, Czech/Inst. Phys. ASCR, China/Guangdong Inst Tech. Israel/Technion Israel Inst. Technol, Spain/ICREA	- PHYSICAL REVIEW B, 102:134115 (2020). - Circular dichroism in higher-order harmonic generation: Heralding topological phases and transitions in Chern insulators,	10.1103/PhysRevB.102.134115

3	Germany/Max Planck Inst Festkorperforsch, Germany/Univ Munich LMU, Germany/Deutsch Elektronen Synchrotron DESY, Germany/Univ. Stuttgart, Czech/Masaryk Univ, Japan/Univ. Tokyo, Germany/Karlsruhe Inst Technol, USA/Stanford Linear Accelerator Center,	• NATURE COMMUNICATIONS, 12:4512 (2021) • Proximate ferromagnetic state in the Kitaev model material α-RuCl₃ •	10.1038/s41467-021-24722-4
4	Russia/Moscow MV Lomonosov State Univ, Quantum Technol Ctr, Moscow 119991, Russia/Moscow MV Lomonosov State Univ, Fac Phys, Moscow 119991, Germany/Max Planck Inst Die Phys Lichts, Staudtstr 2, D-91058 Erlangen, Russia/Russian Acad Sci, Inst Appl Phys, Nizhnii Novgorod 603950, Spain/Univ Complutense, Fac Fis, Dept Opt, Madrid 28040.	• NEW JOURNAL OF PHYSICS, 23:103021 (2021) • Benchmarking quantum tomography completeness and fidelity with machine learning •	10.1088/1367-2630/ac1fcb
5	Japan/Advanced Materials Laboratory, National Institute for Materials Science, Tsukuba	• NATURE MATERIALS, 21:1144 (2022) • Tunable spin injection and detection across a van der Waals interface •	10.1038/s41598-020-75600-w

6		Germany/Forschungszentrum Julich, Peter Grunberg Inst, D-52425 Julich	• PHYSICAL REVIEW LETTERS, 128:176601 (2022) • Circular Dichroism of Emergent Chiral Stacking Orders in Quasi-One-Dimensional Charge Density Waves •	10.1103/PhysRevLett.128.046401
7		USA/Harvard Univ., USA/MIT.	• JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS, 151 (2020) • Twisted circle compactifications of 6d SCFTs •	10.1007/JHEP12(2020)151
8		Japan/Hiroshima Univ., USA/Lawrence Berkeley Lab	• PHYSICAL REVIEW B, 102:245151 (2020) • Temperature-dependent angle-resolved photoemission spectroscopy study of the Ce 4f states in a possible topological Kondo insulator CeRhAs •	10.1103/PhysRevB.102.245151
9		USA/Physics, MIT, USA/Materials Science, UCSB.	• NATURE MATERIALS 22:186 (2023) • Charge order landscape and competition with superconductivity in kagome metals •	10.1103/PhysRevMaterials.5.034412

10		Germany/Max Planck Inst. Biophys. Chem, Netherlands/Delft Univ. Technol.	• NATURE COMMUNICATIONS, 12:3206 (2021) • Extreme parsimony in ATP consumption by 20S complexes in the global disassembly of single SNARE complexes •	10.1038/s41467-021-23530-0
11		J. Singapore/Nat'l. Univ. Singapore.	• ACS NANO 15:4066~4076 (2021) • High-Throughput 3D ensemble characterization of individual core-shell nanoparticles with X-ray Free Electron Laser single-particle imaging, •	10.1021/acsnano.0c07961
12		China/ShanghaiTech University, USA/Ames Laboratory, Iowa State University, Japan/RIKEN SPring-8 Center	• SCIENCE ADVANCES 7(52):eabj8552 (2021). • Inducing thermodynamically blocked atomic ordering via strongly driven nonequilibrium kinetics •	10.1126/sciadv.abj8552
13		Canada/Univ Ottawa, USA/Univ. Rochester.	• OPTICS COMMUNICATIONS, 484:126692 (2021) • Telecom C-band photon-pair generation using standard SMF-28 fiber •	10.1016/j.optcom.2020.126692

14	USA/Harvard Univ., Spain/Barcelona Inst. Sci. & Tech., USA/Raytheon BBN Technol., USA/MIT, Jpan/Natl. Inst. Mat. Sci,	• NATURE, 586:42 (2020) • Graphene-based Josephson junction microwave bolometer •	10.1038/s41586-020-2752-4
15	Japan/Nat'l Inst. Mat. Sci Res. Ctr. Funct. Mat., Tsukuba	• NATURE, 603:421 (2022) • Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions •	10.1038/s41586-021-04364-8
16	USA/Rutgers State Univ.	• NATURE COMMUNICATIONS, 11:4944 (2020) • Stabilizing hidden room-temperature ferroelectricity via a metastable atomic distortion pattern •	10.1038/s41467-020-18741-w
17	USA/Ohio State Univ, China/Chinese Acad. Sci.	• PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Vol. 118(9): e2019215118 (2021) • Linker domain function predicts pathogenic MLH1 missense variants •	10.1073/pnas.2019215118

18		Germany/Forschungszentrum Julich, Peter Grunberg Inst, D-52425 Julich	• NATURE COMMUNICATIONS, 12:671 (2021) • Orbital torque in magnetic bilayers •	10.1038/s41467-021-26650-9
19		Spain/Barcelona Inst Sci & Technol, ICFO Inst. Ciencies Foton Sweden/Univ. Gothenburg, Spain/Univ. Politecn Valencia, Inst Univ Matemat Pura & Aplicada, Germany/Max Planck Inst. Phys. Komplexer Syst., UK/Francis Crick Inst., UK/UCL, Dept. Chem, China/Hunan Univ., Netherlands/Erasmus MC, Poland/Wroclaw Univ. Sci. & Tech., USA/Colorado State Univ., Denmark/Univ. Southern Denmark, France/Univ. Paris, Inst. Pasteur	• NATURE COMMUNICATIONS, 12:6253 (2021) • Objective comparison of methods to decode anomalous diffusion •	10.1038/s41467-021-26320-w
20		Japan/Univ. Tokyo Japan/Kavli Inst. Phys. & Math.	• PHYSICAL REVIEW LETTERS, 126:186601 (2021) • Non-Fermi Liquids in Conducting Two-Dimensional Networks, •	10.1103/PhysRevLett.126.186601
21		Japan/Univ. Tokyo, Japan/Tokyo Inst. Tech.,	• PHYSICAL REVIEW MATERIALS, 5:054802 (2021) • Coexistence of spontaneous polarization and superconductivity in hole-doped oxyhydrides ATiO(2)H (A = K, Rb, Cs): First-principles study •	10.1103/PhysRevMaterials.5.054802

총 환산 참여교수 수	신임교수 실적 포함 여부 (Y) 20.6	제출요구량	5~ 21
-------------	------------------------------	-------	-------

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적

사업단 해외 연구기관과의 교류 활성화 계획 및 실적

○ 전략 1: ‘포스텍 플래그십’ 연구그룹 주도, 기관 대 기관 국제연구 교류 플랫폼 구축 및 확대
 ☞ 포스텍 플래그십 중심으로 국제화 사업 육성

[계획]

- 주력연구센터와 해외연구기관과의 국제협력 MOU 협약 활성화.
- 주력연구센터 주관 bilateral 학회 정기행사 및 양국 연구자의 중-장기 방문 교류 추진.
 - 막스플랑크 한국/포스텍 연구소(MPK)와 독일 MPI Dresden 연구자 간의 연례 학술행사.
 - 아태이론물리센터(APCTP)를 기반한 정기 학술행사 개최.
 - 포스텍 포톤사이언스센터와 포항가속기연구소와의 연계 활동과 이를 통한 국제 연구교류 프로그램 구축.

[실적] (참여 교수 명단 및 상세 내역 물리교육연구단 별도 보관)

- MPK(소장: 교수)와 European XFEL 간 MOU 체결 (2022. 10.).
- 한-독 글로벌 인재양성 플랫폼 사업 개시 (2021. 03. ~ 현재).
 - 주관: 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK) (소장: 교수).
 - 파견 인원: 총 42명 (2021년 20명, 2022년 22명).
 - 파견 기관: 독일 막스플랑크 광학연구소 등 22개 연구소.
 - 지원 내용: 항공료 및 출국지원금, 현지 활동비 및 체재비 지원.
- 아테이론물리센터(APCTP) Senior Advisory Group (SAG) 참여 (2022. 04. ~ 현재.)
 - 참여 교수: 교수 포함 13명.
 - 참여 외국 연구자: 포함 13명.
- 25th Winter School on Fundamental Physics 개최 (2021. 01. 06. ~ 2021. 01. 13.).
 - 주관: 포스텍 / 아테이론물리센터 (APCTP) (참여 조직위원: 교수).
 - 해외 연사:
- 25th Quantum Materials Symposium 2021 개최 (2021. 02. 01. ~ 2021. 02. 05.).
 - 주관: 포스텍 / 아테이론물리센터 (APCTP) / 고등과학원 (KIAS).
 - 참여 교수: 교수 (조직위원), 교수 (연사).
 - 해외 연사: 기조강연 (미국 Princeton Univ.) 포함 18명.
- Strings, Branes and Gauge Theories 개최 (2021. 07. 19. ~ 2021. 07. 23.).
 - 주관: 포스텍 / 아테이론물리센터 (APCTP) (참여 조직위원: 교수).
 - 해외 연사: (영국 Oxford) 포함 9명.
- International Symposium on Recent Progress in Superconductivity (2021. 08. 23. ~ 2021. 08. 25.).
 - 주관: 포스텍 / 아테이론물리센터 (APCTP) (참여 조직위원: 교수).
 - 해외 연사: (미국 Harvard University) 포함 15명.

○ 전략 2: 개인 연구 우수성 중심의 국제 공동연구 활성화

☞ 참여교수 개개인의 연구 수월성을 바탕으로 해외 연구그룹과 교류 확대 및 공동연구 활성화

[계획]

- 개인 기반 국제 공동연구 활성화 및 이를 통한 국제적 인지도 고양.
- 참여교수 국제 공동연구 총 19건 예정.

[실적]

- 국제공동연구 총 19건 수행 (아래 [포스텍 물리교육연구단 대표적 국제공동연구] 표 참조).
- 국제연구과제 수행 (총 3건)
 - 교수: 한국연구재단 글로벌연구실사업 (2017 ~ 2023)
 - 과제명: 세포에서 DNA 오류 복원 메커니즘 규명과 정밀진료를 위한 응용연구
 - 교수: Asian Office of Aerospace R&D (2020 ~ 2022)
 - 과제명: 2차원 비선형 반응 함수를 통한 위상 물질 연구
 - 교수: 한국연구재단 국제화기반조성사업 (2020 ~ 2022)
 - 과제명: 결맞는 엑스선 나노스케일 3차원 구조 분석
- 국제 공동연구를 위한 연구자 교류 (아래 포함 총 15건: 전체 내역 물리교육연구단 별도 보관)
 - 교수와 (미국 Rice University)
 - 기간: 2021. 01. 13. ~ 2022. 02. 10., 2022. 07. 03. ~ 2022. 08. 31. (2회)
 - 내역: DNA mismatch repair mechanism 공동연구 및 자문을 위한 방문.
 - 교수와 미국 University of Tennessee at Knoxville, Oak Ridge National Laboratory
 - 내역: 공동연구 및 자문을 위한 방문 (2021. 08. 04. ~ 2022. 07. 31.).
 - 교수와 (미국 MIT)
 - 내역: 공기 민감 카고메 물질 물성 측정 공동연구 논의 (2022. 06. 20.).
 - 교수와 (중국 Tsinghua University)
 - 내역: Elliptic Quantum Curves of 6d SO(N) theories 공동연구 (2021. 02. ~ 2021. 10.).
 - 교수와 교수 (호주 Australian National University)
 - 내역: 양자광집적회로를 위한 LiNbO3 기반 광도파로 공정 논의 (2022. 05. 05. ~ 2022. 05. 22.).
 - 교수와 미국
 - 내역: 비탄성 엑스선 산란을 이용한 격자 및 자기 기본 들뜸 공동연구, MOU 추진 (2022. 08. 08. ~ 2023. 04. 30.).

○ 전략 3: 교육연구단이 주도하는 연구자 국제교류 프로그램 조성

☞ 교육연구단 차원에서 해외 연구자 교류 프로그램 개발 및 체계적인 관리

[계획]

- ‘On the Globe Fair’ 행사 개최: 교내 체류 중인 외국인 연구자를 초청, 인적 교류의 폭을 넓힘.
- 대학원생 및 신진연구자의 국제 학술대회 참여 지원 (교수 연구실당 연간 500만원).
- 해외석학 초청 세미나를 통한 국제교류 활성화.

[실적]

- COVID-19 팬데믹 상황으로 인하여 ‘On the Globe Fair’ 행사 개최 연기됨.
- 국제 학술대회 참여 지원 내역 (아래 포함 총 14건, 증빙 별도 보관)

대상자	지도교수	기관명	국명	도시명	기간
		APS	USA	On-line	2021.03.15 ~ 2021.03.19
		APS	USA	On-line	2021.03.15 ~ 2021.03.19
		APS	USA	On-line	2021.03.15 ~ 2021.03.19
		APS	USA	On-line	2021.03.15 ~ 2021.03.19
		APS	USA	On-line	2021.03.15 ~ 2021.03.19
		Materials Research Meeting 2021	일본	On-line	2021.12.13 ~ 2021.12.17
		Biophysical Society	USA	San Fransisco	2022.02.18 ~ 2022.02.25

- 해외학자 초청 세미나를 통한 국제교류 활성화 (아래 포함 총 16건: 전체 내역 별도 보관)
 - Prof. (일본 University of Tokyo), 2020. 09. 18.
 - 제목: 'Geometrical nonlinear responses: shift current and nonreciprocal current'
 - Dr. (독일 European XFEL), 2020. 12. 24.
 - 제목: 'Current Status of Single Particle Imaging'
 - Dr. (중국 HPSTAR), 2021. 03. 10.
 - 제목: 'Recent observations in high-pressure physics'
 - Prof. (미국 Yale University), 2021. 12. 01.
 - 제목: Mixing Light and Sound Using Engineered Brillouin Interactions
 - Prof. (미국 Harvard University), 2022. 03. 02.
 - 제목: Optical tools for studying brain function

○ 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진계획

- COVID-19 팬데믹으로 위축된 방문연구를 온라인 미팅(학술 및 연구 활동)으로 보완.
- 참여교수들의 국제 공동연구는 큰 차질 없이 진행되어 기존 계획을 상회함.
- 해외 연구자 프로그램의 경우 팬데믹 기간 온라인 해외 석학 세미나로 대체, 활발히 진행됨.
- 방문 교류 활성화를 위해 다음의 향후 추진계획을 가짐.
 - 국제 학술대회 참석 및 대학원생 방문 연구 활동 지원.
 - 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK) 한-독 글로벌 인재양성 인턴쉽 프로그램 추진.

【 포스텍 물리교육연구단 대표적 국제공동연구 (총 19건 내역 물리교육연구단 보관) 】

No.	참여교수	공동연구자	해외 기관	연구 주제
1			독일 MPI for Str. Dynamics	High-order harmonics를 이용한 상전이
2			프랑스 CNRS	포논 광여기를 통한 물성 제어를 위한 제일원리계산
3			일본 Institute of Solid State Physics	Nodal line 위상준금속의 고자기장 양자전도 특성
4			중국 Shanghai Tech Univ.	초고속 엑스선 활용 시분해 이미징
5			중국 홍콩과기대	고차 위상 부도체와 초전도 접합
6			미국 오하이오 주립대학	DNA 오류 복원 메커니즘 규명
7			독일 Potsdam University	Transport dynamics in extreme value landscapes

※ 참고. “Ⅲ. 연구역량 영역” 관련 소명 자료

○ 포스텍 물리교육연구단의 평가기간내의 특허 출원 내용

- 포스텍 물리 교육연구단은 평가기간 중에 1편의 특허를 등록함. 특허 출원에서 등록까지 1년 6개월에서 2년 걸리고 특허 출원을 위한 연구기간까지 감안하면 평가기간인 2023년 2월까지 특허가 등록되기 위해서는 BK21 FOUR가 시작되기 이전에 이미 준비가 되어 있어야 함. 따라서 특허 등록 실적보다 특허 출원 실적이 BK21 FOUR 사업기간 동안의 특허 노력을 판단하기에 더 적합함.
- 아래에 교육연구단의 평가 기간 중의 특허 출원 활동을 적음. 등록된 특허를 제외하고 참여 교수가 출원한 특허는 8건으로 특허 활동은 활발함. 기초과학 연구의 결과물에서 특허 출원하는 선순환 구조가 확립됨.
- 2013년부터 현재까지 포스텍 물리학과 교원의 특허 등록률은 88%로 아래 특허 출원중 대부분이 특허 등록으로 이어질 것으로 예상됨.

표: 물리교육연구단 참여교수 특허 출원 내용 (발명자중 주발명자는 보울드페이스, BK 참여 대학원생은 괄호로 표시)

연번	참여교수	발명자	출원번호	출원일자	발명명칭
1			10-2021-0098114	2021-05-13	범용 보석 커팅 감별 장치 및 방법
내용: X선 회절 기법을 이용, 보석의 면과 면 사이의 각도를 기존 방식과 다르게 직접적이고 정밀하게 측정.					
2			10-2021-0098114	2021-07-26	위상 준금속 기반의 고성능 스핀 궤도 토크 장치
내용: 원자적으로 평평한 계면을 가질 수 있는 반데르발스 물질 기반의 위상 준금속 및 자성체를 적층하는 스핀 궤도 토크 소자의 제작법을 제안함. 기존의 스핀 궤도 토크 소자가 두 물질간의 계면에서 나타나는 스핀 산란에 의해 효율이 떨어지는 문제를 해결.					
3			10-2022-0069221	2022-06-08	베시클의 표지 방법 및 이를 이용한 베시클-타겟 단백질 상호작용의 검출 방법
내용: 베시클의 확산 및 단백질 결합을 관찰하기 위한 형광 표지 방법을 고안하고, 이를 통해 베시클-타겟 단백질 상호작용을 관찰하는 기술 개발.					
4			10-2022-0144421	2022-11-02	비 네오디뮴(Nd) 영구자성재료 및 이를 이용한 영구자석
내용: 제일원리 계산을 통하여 Nd 계열 영구자석을 대체 할 수 있는 CeFe12 계열의 영구자석을 디자인 하였고, CeFe12 의 자석 특성이 향상시킬 수 있는 방안을 제시.					
5			10-2022-0151798	2022-11-14	광섬유와 광도파로간 결합기, 그리고 이를 포함하는 광 집적회로
내용: 광모드의 광도파로의 점진적인 모드 변화를 이용한 광대역, 고효율의 광섬유-광도파로 결합기를 제안함.					
6			10-2022-0153624	2022-11-16	상온 이상에서의 자기력을 이용한 자성체의 큐리온도 측정 장치 및 방법
내용: 영구자석의 큐리온도를 측정하는 방식을 고정된 자기력을 이용한 측정장치로 단순화하여 기존의 진동시료 자성측정장치와 초전도양자 간섭장치를 이용한 측정의 측정 조건, 비용 및 공간적인 제					

약을 극복함.				
7		10-2022-01 53628	2022- 11-16	2종의 4d 이온 성분을 포함하는 페라이트 자성 재료
내용: 페라이트계 영구자석의 성능적 한계를 극복하기 위해 2종의 4d 이온의 동시 치환을 제시하고 이를 통하여 성능이 향상된 페라이트 자성재료를 실험적으로 제시함.				
8		10-2022-01 55289	2022- 11-18	에지 컨택을 포함하는 양자 소자 및 이의 제조 방법
내용: 2차원 물질을 감싸고 있는 질화보론을 선택적으로 에칭함으로써 높은 전기 투과도를 가지는 에지 컨택을 높은 수율로 제작할 수 있는 에지 컨택 기법을 제안.				