

『4단계 BK21사업』 미래인재양성사업(과학기술분야)

교육연구단 자체평가보고서

접수번호	-						
사업 분야	기초	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%		
교육연구 단명	국문) 4단계 BK21 포스텍 물리교육단 영문) BK FOUR POSTECH Physics Division						
교육연구 단장	소 속	포항공과대학교 물리학과					
	직 위	교수					
	성명	국문	전화				
			팩스				
			이동전화				
E-mail							
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019-212)	2차년도 (213-222)	3차년도 (223-232)			
	국고지원금	528	1,056	1,141			
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)					
자체평가 대상기간		2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)					
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다. 2022년							
작성자	4단계 BK21 포스텍 물리교육연구단장						
확인자	포항공과대학교 산학협력단장						



〈자체평가 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 플레그십 연구
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	포스텍 물리교육연구단의 비전은 '탄탄한 기초실력으로 지식의 지평을 넓히는 신진 과학자 육성'인. 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 갖춘 수 있도록 교육환경을 구축하고자 함. 또한, 연구 측면에서는 (a) 혁신적인 연구 (b) 함께하는 연구 (c) 포스텍 플레그십 연구를 통해 연구역량을 증진시키려 함. 교육 목표와 관련 교육연구단의 핵심 교육 프로그램에 대한 제도 완비 및 혁신을 실행하였음. 연구 부분에서도 연구 목표에 적합한 훌륭한 연구 실적을 산출하였음.		
교육역량 영역 성과	교육연구단의 핵심 교육 프로그램에 대한 제도 완비 및 이를 실행함, 이를 통해 (1) 첨단 연구와 융합 연구를 추구하는 교육과정 혁신을 추구하였음 ○ 연구실 순환 (Lab rotation) 제도 운영 ○ 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 운영: 2인 이상 연구 지도 교수의 지도를 받음, 자유롭게 융합 연구를 수행하고자 하는 대학원생 선발 최대 6년간 학비 지원. ○ 능동적이고 소통하는 리더 교육: ▪ 역전행 특강 수업 (Flipped Learning) 활성화: 온라인 강의를 통한 사전 학습과 정규 시간 토론수업으로 진행 ▪ 대학원생 저널클럽 세미나 운영: 능동적 그룹 활동을 통한 리더십 증진. ○ 첨단 연구주제에 대한 교육 체인 (Chain) 프로그램 신설 (2) BK21 FOUR 참여대학원생 박사학위자 취업률 100% 달성		
연구역량 영역 성과	(1) 참여교수 논문 실적 해당 기간(2021. 09. 01 ~ 2022. 08. 31 출간) 중 총 논문 편수는 77 편이며 이중 62%가량 (48편)이 PRD급 이상(IF 5.407)의 논문으로 질적으로 매우 우수한 실적을 달성. 본 교육단 교수가 주저자인 PRL급 이상(IF 9.185)의 논문은 Nature 2편을 포함하여 총 19 편임. 참여 교수 1인당 PRL 급 이상 주저자 논문을 1년에 평균 0.9 편 산출함. (2) 참여 대학원생 논문 실적 참여대학원생의 전체 논문 39편 중 주저자 논문 21편. 참여대학원생의 주저자 논문의 평균 IF = 14.64로 Physical Review Letters의 2021년 IF 9.185를 훨씬 뛰어넘음.		
달성 성과 요약	교육 역량: 교육 목표에 맞는 교육연구단의 핵심 교육 프로그램에 대한 제도 완비 및 실행. 연구 역량: 연구 목표에 맞는 참여 교수 및 참여 대학원생의 우수 실적 산출.		
미흡한 부분 / 문제점 제시	특별한 문제 없음. COVID-19 상황이 나아짐에 따라 국제 공동 연구가 더 활성화 되기를 기대함.		
차년도 추진계획	여러 핵심 교육 프로그램에 대한 계속 추진 및 미비점 보완. 참여 교수와 참여 대학원생의 우수 실적의 지속적 산출을 바탕으로 포스텍 브랜드 연구 산출.		

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	영문
소속기관	포항공과대학교	물리학과

(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 역임.
(3) 연구 역량	70 여 편 이상의 연구논문 발표 및 논문 1편당 평균 인용횟수 45회를 넘는 우수한 연구 성과 발표. 'N=5,6 Superconformal Chern-Simons Theories and M2-branes on Orbifolds' (338회 (Google Scholar) / 302회 (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.
(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 ~).

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단 대학원 학과(부) 전임 교수 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
물리학과	2021년 2학기	25명	21명	84	
	2022년 1학기	25명	21명	84	

<표 1-2> 최근 1년간(2021.9.1~2022.8.31.) 교육연구단 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
			없음		

<표 1-3> 교육연구단 대학원 학과(부) 대학원생 현황

(단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
물리학과	2021년 2학기	0	0	0	2	2	100	164	118	71	166	120	72
	2022년 1학기	3	1	33	2	2	100	168	121	72	173	124	71
참여교수 대 참여학생 비율					5.8								

최근 1년간(2021.9.1~2022.8.31) 교육연구단 참여인력 구성 변경 및 현황에 대해 기술
(구성 변경이 없는 경우 현황에 대해서만 작성)

- 사업신청서 기준 참여교수 19명에서 2021. 3. 1 기준 참여교수 21명으로 증가. 이후 변동 사항 없음

2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

교육 연구단의 비전 및 목표

포스텍 물리교육연구단의 비전은 '탄탄한 기초실력으로 지식의 지평을 넓히는 신진과학자 육성'임. BK21 FOUR가 종료되는 2027년에는 포스텍 물리교육연구단이 세계 정상급 대학(세계 20위권)과 대등하게 경쟁하는 수준에 도달하고자 함. 물리학 분야의 글로벌 리더를 양성하고 세계 정상급 연구업적으로 인정받는 포스텍 브랜드 연구성과 7건 달성을 목표로 함.

A. 교육 분야 목표

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 함. 이를 위해서 핵심 과제로서 다음을 추진함.

- (1) 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 교육과정.
- (2) 학생 중심의 건강한 연구/진로 멘토링.
- (3) 능동적이고 소통하는 리더 교육.

B. 연구 분야 목표

또한, 연구 측면에서는

- (1) 혁신적인 연구, (2) 함께하는 연구, (3) 포스텍 플래그십 연구를 통해 연구역량을 증진시키려 함.

C. 국제화

전략 1: 기관 대 기관 국제연구 교류 플랫폼 구축 및 확대.

- 포스트 플래그십 중심으로 국제화 사업 육성.
- 전략 2: 개인 연구 우수성 중심의 국제 공동연구 활성화.
- 참여교수 개개인의 연구 수월성을 바탕으로 해외 연구 그룹과 교류 확대 및 공동연구 활성화.
- 전략 3: 교육연구단이 주도하는 연구자 국제교류 프로그램 조성.
- 교육연구단 차원에서 해외 연구자 교류 프로그램 개발 및 체계적인 관리.

교육 연구단의 비전 및 목표 대비 실적

A. 교육 분야

핵심과제에 대한 실적: 교육연구단의 핵심 교육 프로그램에 대한 제도 완비 및 실행.

(1) 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 교육과정.

- 융합 학점 요건 신설: 학생의 전문 분야 이외의 타분야/타 학과 과목을 일정 학점 이상 수강.
 - 2021년 1학기부터 시행.
 - 전공선택필수 3학점 이상을 융합학문 과목을 포함하여 6학점 이상으로 확대 개편.
- “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목 신설: 대학원 신입생들에게 3개 연구실에서 연구 참여 후 지도 교수 선정.
 - 2021학년도 2학기 및 2022학년도 1학기에 총 15명 참여.
- 융합수업 과목 개설 운영
 - 최소 2개 분야의 전임교수가 공동으로 강의
 - 특성물리학특론III: 2차원물질연구의동향: 물리학과/신소재공학과 7명 교수 공동 강의
- 첨단 연구주제에 대한 교육 체인 (Chain) 프로그램 신설
 - POSTECH-physics BK 연구체인 프로그램 홈페이지 (위상물리, 2차원물질 물리, 강상관계 물리)를 운영

(2) 학생 중심의 건강한 연구/진로 멘토링.

- 교무지도교수 (Academic Advisor) 제도 신설: 연구지도 교수와 별도로 교무 지도교수 선정 학생 인권 보호, 대학원 생활 적응 지원.
 - 2020학년도 2학기부터 시행.
 - 2021년 2학기 (신입생 6명, 교무지도교수 3명), 2022년 1학기 (신입생 20명, 교무지도교수 9명) 대학원 신입생 전원 배정.
- 학생-지도교수 기대 설문 제도 신설.
 - 2021학년도 1학기부터 시행.
 - 2022년 1월과 7월 총 2회에 걸쳐 대학원생-지도교수 기대 설문 시행.

- 교과과정 및 학위 논문 계획
 - 연구일정 관리
 - 학위논문
 - 지원상황
- 등 5가지 카테고리에서 총 16문항 설문 조사.

(3) 능동적이고 소통하는 리더 교육.

- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 운영: 2인 이상 연구 지도 교수의 지도를 받음. 자유롭게 융합 연구를 수행하고자 하는 대학원생 선발 최대 6년간 학비 지원.
 - 2021년 6월 1명에 대해 최초 선발하여 2021년 2학기부터 지원.
 - 응집이론과 입자이론 분야의 2명의 지도교수에게 공동 지도를 받음 (장학금 전액 지원)
- 역진행 특강 수업 (Flipped Learning) 활성화
 - 온라인 강의를 통한 사전 학습과 정규 시간 토론수업으로 진행
 - 생물물리특강: 고급바이오이미징 (2022년 1학기)
- 대학원생 저널클럽 세미나 운영: 능동적 그룹 활동을 통한 리더십 증진.
 - 고체물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야.
 - 물리학과에서 각 분야별 연 100만원 ~ 150 만원 지원.

B. 연구 분야

○ 참여교수 논문실적

해당 기간 총 논문 편수는 77 편이며 이중 62% (48편)이 PRD급 이상 (IF 5.296)의 논문으로 질적으로 매우 우수한 실적을 달성함. 이는 포항공과대학교 물리학과가 추구하는 논문의 질적 우수성이라는 목표와 부합하는 결과라고 할 수 있음. 본 교육단 교수가 주저자인 Nature Physics IF 이상급 논문은 Nature 2편을 포함하여 총 12 편이며 Physical Review Letters 이상급 논문은 총 19편임.

○ 대표 우수 성과 ([] 안의 이름은 BK 참여 대학원생)



“Colossal angular magnetoresistance in ferrimagnetic nodal-line semiconductors”, NATURE 599, 576 (2021).



“Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions”, NATURE 603, 421 (2022).



"Tunable spin injection and detection across a van der Waals interface", NATURE MATERIALS (2022), <https://doi.org/10.1038/s41563-022-01320-3>

- 참여 대학원생 논문 실적: 참여 대학원생 출간 총 논문 39편 중 주저자 논문은 21편이며 주저자 논문의 평균 IF = 14.64로 Phys. Rev. Lett.의 IF = 9.185를 훨씬 뛰어넘음.

C. 국제화

자세한 사항은 연구 부문 3. 참여교수의 연구의 국제화 현황 참조.

- 전략 1: 기관 대 기관 국제연구 교류 플랫폼 구축 및 확대.
 - 주력 연구센터를 통한 외국 기관과 인적 교류 및 공동 연구 기반 조성.
(막스플랑크 글로벌 인턴 파견: 총 42명.)
 - 주력 연구센터를 통한 외국 연구자와의 네트워크 형성.
(APCTP의 Senior Advisory Group에 외국인 연구자 참여.)
- 전략 2: 개인 연구 우수성 중심의 국제 공동연구 활성화.
 - 개인 기반 국제 공동연구 네트워크 활용 및 발전.
 - 국제 공동연구 활성화 및 이를 통한 국제적 인지도 고양.
 - 국제 연구과제 수행 (총 2건), 국제 공동연구를 위한 연구자 교류 (총 14건),
 - 참여교수 국제공동연구 (총 27건) 수행, 전체 논문 77편의 35%.
- 전략 3: 교육연구단이 주도하는 연구자 국제교류 프로그램 조성.
 - 해외학자 초청 세미나를 통한 국제교류 활성화 (총 7건)

신청서에 작성된 저명대학 벤치마킹 대상과의 비교 분석

물리분야 6대 정상급 대학 (Caltech, Stanford Univ., Univ. of California Berkeley, Univ. of Chicago, MIT, Harvard Univ.) 벤치마킹을 통해 파악한 주요 사항을 아래와 같이 정리하고 이에 대한 포스트리 물리교육단의 현황을 기술함.

(1) 교육 과정.

- 위 벤치마킹 대학은 수월성을 갖춘 엘리트 양성을 궁극적 목표로 다음 세 가지 덕목 강조.
 - 기초핵심 (Core) 역량: 양자물리, 전자기, 통계물리, 역학 등 핵심과목 강조 (전체 벤치마킹 대학).
 - 전문성 (Specialty): 세부전공 분야 강화 (전체 벤치마킹 대학).

- 학문적 너비(Breadth): 비전공 분야 과목 수강 의무화 (Harvard, Univ. of Chicago, MIT).
 - 다양한 분야에 대한 학습 강조 및 연수, 파견, 교환 프로그램을 통한 다양한 경험 취득 강조.
 - '미래대비 능력' 증진 및 '함께 하는 연구'를 위해서는 학문적 너비가 필수.

○ 기초핵심과 전문성 추구의 경우 모든 벤치마킹 대학에 공통 목표이며, 일부 대학의 경우는 학문적 너비를 강조하고 있음.

○ 포스텍 물리교육연구단은 이 세 가지 덕목을 모두 추구. 기초핵심 역량과 전문성 추구는 이전부터 교과과정에 반영되어 있었음. 학문적 너비의 강화를 위해 융합 학점 요건을 신설하였음.

(2) 학사관리.

○ 위 벤치마킹 대학은 학생 보살핌을 위한 다양한 제도 운영.

○ 교수와 학생, 학생과 학생 간 갈등 해소를 위한 제도 도입.

- 지도교수와 대학원생 책무 명문화 (Stanford).
- 연구 지도교수(Research Supervisor)와 별도로 교무 지도교수(Academic Advisor)를 선정하여 대학원생 인권보호 및 진로 조언 제공 (MIT).
- 학내 조정 센터를 통한 학생/학생, 교수/학생 간 갈등 조정 (전체 벤치마킹 대학).
- 스트레스, 심리적 문제에 관한 상담 센터 운영 (전체 벤치마킹 대학).

○ 학생 선택권 강화 및 다양한 진로 지도 채널.

- 자유로운 전공 선택 및 변경 (Caltech).
- 연구실 순환제도 (Lab Rotation) 실시 (Caltech, Stanford, Berkeley).
- 교무 지도교수/연구 지도교수를 통한 기본적인 진로 지도 외에도 'Faculty-Student Round Table Discussion'을 통해 전공 및 진로 논의 (전체 벤치마킹 대학).
- 커리어 개발 지원: 'Career Development Center' 및 'Communication Lab' 운영 (MIT).

○ 학생 상황에 맞는 상세한 학업 및 연구 지도.

- 교무 지도교수와 학생이 공동으로 학생의 연구 진행 계획을 대학원생 초기에 작성 (Caltech).
- 교무 지도교수 또는 연구 지도교수와 'Annual Progress Report' 작성 (Berkeley, Chicago).
- 연구 윤리에 대한 별도의 상담 센터 존재 (전체 벤치마킹 대학).

○ 위 학사관리 제도를 포스텍 물리교육연구단의 운영 철학과 환경에 맞게 적용. 이를 위해서 교무 지도교수 제도 신설하고, 연구실 순환 제도도 신설 과목으로 설정. 학생-지도교수 기대 설문 제도도 신설하였음. Annual Progress Report제도에 상응하는 제도는 곧 도입될 예정임. 학생들과 교수들과의 간담회는 정기적으로 진행하고 있음.

(3) 연구역량

○ 위 벤치마킹 대학은 혁신적인 연구 강조 및 융합형 연구 기회 제공.

- 학과 간, 연구소 간 소통과 연구 협력 장려.
- 'Planning for Serendipity': 다른 분야의 연구진을 같은 공간에 모아 놓고 자연스러운 상호작용의 가능성을 높임 (예: Stanford Clark Center).

- 연구센터를 통한 주도권 (Initiative) 확보 - 이를 통해 협력/집중 연구 수행.
⇒ 혁신적인 연구 결과 실취, 스타 연구자 양성.

○ 적극적 연구 시설 활용.

- 인근 대형연구 시설 활용 (Stanford의 SLAC 활용 등).
- 공동 실험 기반 구축 & 고가 장비 유지, 전문관리자 운영.

○ 세계적인 연구 트렌드인 융합화와 대형화에 맞게 포스텍 물리교육연구단은 소규모 대학 특성에 맞는 유연한 협력 체계 구축. 교내의 유관 기관인 기초과학연구원 (IBS), 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 아테이론물리센터 (APCTP) 등과의 긴밀한 협력 네트워크의 형성을 통해 다양한 협력 연구 진행 중.

□ 교육역량 대표 우수성과

(1) 우수 대학원생 확보 프로그램 신설 및 운영

○ POSTECH 우수학생 대학원 연계진학을 위한 연구참여프로그램

총 22명 3-4학년 학부생 연구참여 진행

이중 8명이 '나의 첫논문 프로그램' (학부생 논문출간 프로그램) 참여.

○ 타대학 우수대학원생 확보를 위한 Open Lab과 Summer Research Fellowship 프로그램

연세대, 중앙대, 부산대 등을 포함한 전국 6개 대학 11명의 타대학 학생 참여.

(2) 대학원생 연구 실적의 우수성

○ Q-value와 IF로 본 논문의 질적 우수성

지난 1년간 ('21. 9.1. - ' 22. 8. 31) 출간된 전체 논문 중 74.0%, 주저자 논문은 61.9%가 Q1 저널에 게재되었으며, 전체 논문 64%, 주저자 논문 47.6 % 가 IF 9 이상의 저널에 게재됨으로써 참여 대학원생의 논문실적이 질적으로 매우 우수함을 입증.

참여 대학원생 출간 총 논문 39편 중 주저자 논문은 21편이며 주저자 논문의 평균 IF = 14.64로 Phys. Rev. Lett.의 IF = 9.185를 훨씬 뛰어넘음

○ 대학원생 대표 실적

Q1 저널에 게재된 참여 대학원생이 주저자인 논문 중 IF 9 (Physical Review Letters급) 이상 저널에 게재된 논문 10편과 공저자 논문 중 참여교수가 교신저자인 mriIF 95 (상위 5%) 이상 저널에 게재된 논문 3편을 대표실적으로 제시함. 이는 전체 논문 39편의 33%에 해당하며, 게재된 저널명과 권수는 아래와 같음.

Nature 2편, Nat. Phys. 1편, PNAS 1편, Advanced Materials 3편, Science Advances 3편, Nano Letters 2편, Phys. Rev. Lett. 1편

(3) BK21 FOUR 사업 참여대학원생 박사학위자 취업률 100% 달성

○ 2021년 8월과 2022년 2월 박사학위 졸업자 총 19명 전원 취업.

국내외 대학 및 연구소 연구원 취업 (11명)

기업 창업 (1명) 및 산업체 취업 (7명)

취업 유형과 실적 분석 결과 전공 적합성과 활용도가 높은 분야로 양질의 취업이 이루어지고 있음.

○ COVID19 대유행으로 해외 박사후연구원 등 해외로 진출은 눈에 띄게 줄었으나, 그 공백을 포스트 펌플레그립 연구소들이 충당하고 있는 상황임. COVID19 상황의 변화로 해외로 진출하는 비중이 증가할 것으로 기대.

(4) 첨단연구와 융합연구를 추구하는 교육과정 혁신

○ 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도 운영

21년 2학기과 22년 1학기 총 15명의 대학원 신입생이 연구실을 정하기 전에 3개 연구실에 대한 방문연구 진행.

○ 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 신설 및 운영

2021년 6월 1명에 대해 최초 선발하여 융집이론과 입자이론 분야의 2명의 지도교수에게 공동 지도를 받음 (장학금 전액 지원)

○ 융합수업 과목 개설 운영

- 최소 2개 분야의 전임교수가 공동으로 강의
- 물성물리특론III: 2차원물질연구의동향: 물리학과/신소재공학과 7명 교수 공동 강의

○역전행 특강 수업 (Flipped Learning) 활성화

- 온라인 강의를 통한 사전 학습과 정규 시간 토론수업으로 진행
- 생물물리특강: 고급바이오이미징 (2022년 1학기)

○ 첨단 연구주제에 대한 교육 체인 (Chain) 프로그램 신설

- POSTECH-physics BK 연구체인 프로그램 홈페이지 (위상물리, 2차원물질 물리, 강상관계 물리)를 운영

(5) 국제 공동연구가 가능한 다양한 교육 플랫폼 제공

○ COVID19 대유행이 안정화 된 이후 국제 공동연구를 위한 대학원생 해외연수(5건)가 회복되고 있음.

○ 외국인 해외석학(), 교내에 유치된 국제 연구기관 (MPK, APCTP), MOU를 맺은 국제연구기관(막스 플랑크 연구소, Oak Ridge National Laboratory, Argonne National Laboratory, RIKEN)을 통해 다양한 분야에서 국제 공동연구가 가능한 인프라를 구축하였음. 초빙된 해외석학과의 공동연구로 최고권위저널 (Nature, Nature Commun. PRL 등)을 포함하여 우수 저널에 논문을 출간.

○ 교내 해외기관(APCTP, MPK)과 연계된 7명의 외국인 정직교수들과 특히 이론물리 분야에서 교류가 활성화.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

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 이학센터 및 교육혁신센터와 협력 (논문작성, 영어발표, 연구노트, 연구윤리), 교과과 연구의 선순환.
- **학제간/그룹간 공동 강의 장려:** 연구 협력 및 융합 연구 종도 조성.
- **전 학생 기숙사 제공:** 주거 안정, 경제적 부담 경감, 학사관리 용이 (높은 출석률, 몰입 환경).
- **엄격한 학사관리:** 엄격한 박사자격시험 절차 확립, 학위 중도 포기자 2% 미만 유지.
- **소규모 과학기술 중심 대학으로서의 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:** 긴강한 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 1년간(2021.9.1.~2022.8.31.)의 실적

(1) 교육과정 운영계획

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

[계획]

- 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 박사급 전문인력 양성.
- 석박통합과정 위주의 교과과정 운영으로 박사 인력 양성에 집중.

[실적]

- ◆ 입학 인원:
 - 2021년 9월: 통합 7명 박사과정 0명
 - 2022년 2월: 통합 21명 박사과정 0명
 - 총 28명 석박통합 28명, 박사과정 0명

◆ 박사학위 취득인원

- 2022년 2월: 9명
- 2022년 8월: 9명
- 총 18명 박사학위 취득

[계획]

- 지도교수의 교육성취와 대학원생의 자기계발이 균형을 이루는 교육.
- 기초·전공·융합의 균형 잡힌 강의교과목 개설.
- 기초과목 및 박사자격시험 강화로 물리 지식 배양과 집중연구를 통한 문제해결력/창의력 함양.

[실적]

- ◆ 전임교수의 강의평가와 전공을 고려하여 대학원 전공필수 과목에 담당 교수 배정 (현행 유지).
- ◆ 분야별 불균형을 해소하기 위해 매년 연구 분야별 대학원 전공선택 또는 특론/특강 등 최소 한 과목 개설 유도.

전공필수	• 해석역학 • 전기역학 I • 양자역학 I • 전기역학 II 또는 양자역학 II • 통계역학 • 끝트랙
전공선택	• 다체론 • 상대성이론 • 고급통계역학 • 고체물리학 (I, II) • 연구실 순환
특론 및 특강	(응집물리) • 위상초전도체 • 응집물리실험 연구동향 • 2차원 물질연구의 연구동향 • 양자얽힘 및 양자측정 (플라즈마/가속기) • 방사광 엑스선 회절 과학 • 플라즈마동역학이론 (생물물리) • 세포 생물 물리학 • 고급바이오이미징

- ◆ 역진행 방식의 특론, 학생주도의 심층/미래기술 특강 개설.
- 2022년 1학기 Physics 712A: special topics in biological physics, 교수.
- ◆ 융합학점제를 신설하여 융합형 인재 양성: 비전공분야 과목의 최소 6학점 취득을 필수로 함.
- ◆ 최소 2개 분야의 전임교수가 공동으로 강의하는 융합수업 과목 개설: 비전공분야 과목으로 인정.
 - 물성물리학특론III: 2차원물질연구의동향: 7명의 교수가 공동 강의
 - 응집물리이론:
 - 응집물리실험:
 - 에너지기술 / 소재분석·시뮬레이션기술:
 - 2차원 물질연구의 연구동향

[계획]

- 강의 질적 제고를 위한 제도 운영.

- 강의 개선을 위한 강의평가제도 시행 및 강의평가결과 환류시스템 운영.
- 강의개선 및 교수 업적평가 자료로 강의평가 결과 활용.

[실적]

- ◆ 2021년 2학기, 2022년 1학기 5점 만점에 평균 4.80점을 획득하여 학교 전체 평균 (4.73점)보다 높은 평가를 받음.
- ◆ 대학과 학과에서 보인 교육의 중요성 강조 (인사평가 반영 등), 강의 평가 상승으로 나타남.

항목	개설과목 수	강의평가 실시 과목 수	강의평가 비율 (%)	강의평가 공개과목 수	강의평가 공개 비율 (%)	평점 (5.0)
2021년 2학기	10	10	100	100	100	4.85
2022년 1학기	8	8	100	8	100	4.75
계	18	18	100	108	100	-

[계획]

- 교수 대상 '우수강의상' 및 대학원생 대상 '우수조교상' 제도 운영.
- '우수강의상': 강의평가와 새로운 교과목 개발 등을 종합적으로 심사 (매년 1 ~ 2인).
- '우수조교상': 조교 평가 결과를 토대로 대학기 포상.

[실적]

- ◆ 교수 대상 '우수강의상' 및 대학원생 대상 '우수조교상' 제도 운영.
- 우수강의상: 교수(일반물리 I, II), 교수(광물리학, 응용광학)
- 우수조교상: 2021-2학기: (열물리), (일반물리II), (전자기학I), (일반물리III), (일반물리III)
- 2022-1학기: (역학), (일반물리I), (일반물리실험I), (일반물리실험II), (물리실험II), (물리실험III), (일반물리실험I)

[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

[계획]

○ 연구자의 기본 소양 교육.

- 전 교과목 영어강의 및 세미나 영어발표 시행.

[실적]

- ◆ 기존에 진행되었던 전 교과목 영어강의 및 세미나 영어발표를 충실히 수행하여 100% 진행.

[계획]

- 영어 발표 및 영어 논문작성 능력 향상을 위한 교육 강화 (포스텍 어학센터 프로그램 활용).

[실적]

- ◆ 영어 발표 및 영어 논문작성 능력 향상을 위한 교육 강화 (포스텍 어학센터 프로그램 활용).
 - 영어논문 작성법, 영어논문발표연습 관련 특강 및 교육 실시
 - 영어논문 작성법 워크숍: 2021. 10. 5 - 2021. 11. 25 / 2021. 12. 06 - 2021. 12. 22
 - 영어논문 작성법 교육: 2021. 09. 14 - 2021. 10. 12 / 2021. 12. 22 - 2021. 12. 29 /
2022. 01. 11 - 2022. 01. 21 / 2022. 07. 11 - 2022. 07. 22
 - 영어논문 발표연습 교육: 2021. 10. 05 - 2021. 11. 25 / 2021. 11. 30 - 2021. 12. 17. /
2022. 02. 04 - 2022. 02. 15

[계획]

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

[실적]

- ◆ 대학원생들의 연구능력 향상을 위한 워크숍 개발·운영 (포스텍 교육혁신센터 프로그램 활용).
 - 러닝커뮤니티: 공동의 학습활동 목표를 달성할 수 있도록 학생들이 자율적으로 공동체를 형성, 협력하여 학습함으로써 자기주도성 및 지식탐구 역량 향상
 - Learning Tips: 학생들의 학습활동에 도움이 되는 전략들을 주제별로 정리하여 제공함으로써 효율적 학습에 도움을 주고자 함.
 - 보기 쉬운 카드뉴스 형식을 제작하여 관련 PAMS 전용 게시판 및 POVIS 게시판에 업로드
 - Preparing Future Faculty Program: 2022. 8. 11 - 8. 12
 - 역량 향상을 위한 대학원 비교과 특강
 - 2022. 07. 01 논문기초동계 - 논문동계 표 이해하기 (On-line)
 - 2022. 07. 28 - 07. 29 연구기획서 작성의 기초 (On-line)
 - 2022. 08. 11 - 08. 12 스펙코딩, 파이썬을 활용한 데이터 분석의 기초 (On-line)
 - 리더십 역량 강화 프로그램
 - 2022. 01. 18 - 01. 27, 셀프 리더십 I, II, 리더십 실천, 대인관계 리더십, 팀워크 리더십
 - 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.
 - 2021년 2학기, 2022년 1학기 대학원 신입생 On-line 교육 각 1회.
 - 2022년 1학기 외국인 대학원 신입생 On-line 교육 1회.

[계획]

- 연구윤리 교육
 - 'POSTECH 대학원 윤리서약서' 작성 및 제출, 'Turn it in' 표절 예방 프로그램 사용 장려.

[실적]

- ◆ 최종논문심사를 통과하고 재보낸 학위논문 제출 시에 연구윤리 준수확인서와 Turn it in 디지털 수령증을 제출하게 되어 있음.

◆ 연구수행 중의 연구윤리(출판윤리) 실시간 온라인 교육 (ZOOM)

대상: 포항공과대학교, 한국체육대학 대학(원)생

일시: 2022. 03. 29(화) 12:00 - 15:30

주관: 국가과학기술인력개발원

② 기초 핵심 능력 (Strong Core)

[계획]

○ 기초 핵심 과목 강화와 엄정한 학사관리 운영.

- 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.

- 2022년 2월: 4대 역학과목의 성적우수자 필기시험 면제 4명
- 2022년 8월: 4대 역학과목의 성적우수자 필기시험 면제 4명 21명, 필기 시험 합격 1명

[계획]

○ 기초핵심과목 강의 질 제고.

- 강의평가 우수 교수 및 성적 우수 대학원생 조교 배정.
- 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)

[계획]

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

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

[실적]

POSTECH-physics BK 연구체인 프로그램 홈페이지를 운영:

<https://sites.google.com/view/postech-physics-bk>

◆ 위상물리:

물성물리특론II: 위상초전도체, 위상부도체 - CEVIS 세미나: Wave function (교수, 서울대, 2021년 11월 19일) - NTML/APCTP 세미나 시리즈 (Prof. , 2021년 11월 26일) - 학과 세미나: Quantum Geometry of Light-Matter Interactions: New Approach to Multi-Band Physics (박사, Harvard University, 2021sus 11월 14일)

◆ 2차원 물질 물리:

물성물리특론III: 2차원 물질연구의 동향 (2021년 2학기) - IBS-CALDES 튜토리얼: Mechanisms of the

bottom-up synthesis of van der Waals materials (Prof. UNIST-IBS, 2021년 11월 12일) - 학
과세미나: Quantum light from 2D moire heterostructures (박사 KIST, 2021년 11월 11일)

◆ 강상관계 물리:

학과 세미나: DMFT+NRG: From models to real materials, from local to nonlocal correlations (박사, Ludwig Maximilian University, 2021년 11월 18일) - IBS-CALDES 세미나: Site-selective Hund's physics in Fe₃GeTe₂ (교수, KAIST, 2021년 12월 17일) - APCTP 세미나: Stochastic Disentangling Methods for Quantum Spin Dynamics (Dr. APCTP, 2021년 12월 21일) - 윤로키움: 응집물질학: 특이 결정 구조와 양자 현상 (교수, KAIST, 2022년 2월 23일)

[계획]

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

[실적]

◆ 2021년 2학기 개설

- 물성물리학특론 I: Spintronics
- 물성물리학특론 II: 위상초전도체
- 물성물리학특론 III: 2차원물질연구의 동향 (7인의 교수가 각 전문분야 강의)
- 현대물리학특론 II: 초고속 X선 과학
- 생물물리학특론: 현대생물물리학
- 고급물리특강II: 현대이론물리강론

◆ 2022년 1학기 개설

- 물성물리학특론 II: 위상부도체
- 생물물리학특론: 고급바이오이미징
- 고급물리특강 I: 복합산화물물리강론
- 고급물리특강 II: 현대이론물리강론 II

[계획]

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

[실적]

◆ 2021년 2학기 개설

- 고급물리특강 II: 현대이론물리강론 I

◆ 2022년 1학기 개설

- 고급물리특강 I : 복합산화물 물리강론
- 고급물리특강 II : 현대이론물리강론 II

[계획]

- 미래 기술 특강 실시.

- 미래 과급효과가 큰 주제(인공지능, 양자컴퓨터 등)에 대해 특강 과목 개설 및 세미나 진행.

[실적]

- ◆ “메타표면기반 평면광학기술” 포스텍 교수 콜로퀴움 (2021년 10월 13일)
- ◆ “역학계 소자의 양자기술 응용” 카이스트 교수 콜로퀴움 (2021년 11월 17일)
- ◆ “이온 트랩, 공진기, 그리고 양자컴퓨터” (2021년 12월 15일)
- ◆ “Engineering a trapped ion quantum computer” 성균관대 교수 세미나 (2021년 3월 31일)

④ 학문적 넓이를 추구하는 교육 기회 제공 (Breadth)

- 학제간 융합교육 제도 활성화.

[계획]

- 융합 학점 요건 신설.
 - 각 학생이 본인의 전문분야 이외의 타 분야/타 학과 과목을 일정 학점 이상 선택 필수 (6 학점으로 추진 중).

[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, 상전이와임계현상, 응집물리 관련 특론/특강 과목
 - 입자물리: 핵및입자물리, 양자역학III, 입자물리학, 양자장론, 상대성이론, 입자물리 관련 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, 가속기물리I,II, 플라즈마/가속기물리 관련 특론/특강 과목

[계획]

- 융합 공동강의 활성화.
 - 두 개 분야 이상 교수가 동일한 주제에 대해 공동으로 개설하는 공동강의 과목 운영.

[실적]

- ◆ 물성물리학특론III: 2차원물질연구의 동향 (7명의 교수가 공동 강의, 2022년 1학기)
 - 응집물리이론:
 - 응집물리실험:
 - 에너지기술 / 소재분석·시뮬레이션기술:

[계획]

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

[실적]

- ◆ 대학원생 주도 분야별 저널클럽 운영: 고체물리, 생물물리/복합계, 양자광학과 나노광학, 고에너지 이론물리 등 4개 분야 대학원생이 분야별 저널클럽 운영 중 (물리학과에서 각 분야별 연 100만원 -

150 만원 지원).

○ 교내외 부서와 협동을 통한 교과과정 다양화.

[계획]

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

[실적]

◆ 우수 학자 학과 겸직교수 (2021년 9월이후 신규 임용)

성명	원소속기관	임용기간	
	MPK	2021.09.01	2022.08.31
	MPK	2021.09.01	2022.08.31
	APCTP	2021.09.01	2024.02.29
	APCTP	2021.09.01	2024.02.29

[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]

◆ 국내파견/연수

- 2021.03.01. - 2022.07.15. KIST 양자정보연구단 (지도교수)
- 2022.03.01. - 2022.08.12. 고등과학원 (지도교수)
- 2022.04.18. - 2022.07.16 FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH (지도교수)
- 2022.08.01. - 2023.05.01. ADVANED PHOTON SOURCE (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).
 - 대학원 신입생들이 대학원 첫 학기동안 1개월 단위로 최대 3개 연구실에서 연구 참여.
 - 대학원생의 세부전공/논문지도교수 선택 시 필요한 정보를 충분히 제공.
 - 대학원생의 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 (최대 3개의 연구실 선택).
 - 2021년 9월 - 11월 (3개월) 실시, 수강생 6명
 - 2022년 3월 - 6월 (3개월) 실시, 수강생 9명
 - 매월 연구참여 학생 결과보고서 및 교수 평가서 작성 및 제출
 - 대학원혁신팀과 연계하여 70만원/월 지원인원 증원 (대학원 혁신팀 5명, 물리학과 3명)

[계획]

- 교무지도교수 (Academic Advisor) 제도 신설 (MIT 벤치마킹).
 - 입학 후 연구 지도교수가 정해진 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.

[계획]

- 박사학위논문 제안서 구두시험 기한 단축.

- 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 작용. 구두 시험 통과 후에 BK 장학금 지원.

② 면학 요건 제공과 학생중심의 진로 멘토링

[계획]

- 학사운영 내부 규정의 정립 및 학생안내 매뉴얼 제공.
 - 대학과 물리학과가 정한 학사제도 및 규정에 대한 충실한 안내.
 - 대학요람, 학과 규정집, 학과 홈페이지 등으로 문서화, 개정제도는 이들 문서에 신속히 반영됨.
 - 대학원 입학 전 교육 기간에 충분한 안내와 함께 학사안내, 장학제도, 교과과정, 논문제안서, 박사학위심사 등 제반의 정보가 제공되어 조기 면학 여건 조성에 도움을 줌.

[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]

- 자기개발 심층면담 제도 신설 (UC Berkeley, Chicago 벤치마킹).
 - 대학원생과 연구 지도교수가 6개월 또는 1년 주기로 연구계획 및 진로에 대한 면담 실시.
 - 대학원생이 박사학위연구 심사위원 중 한 명 이상과 1년 주기로 연구 진행 및 계획에 대한 면담 실시.

[실적]

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

[계획]

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

[실적]

- ◆ 2022년 1월과 7월 총 2회에 걸쳐 대학원생-지도교수 기대 설문 시행.

- 교과과정 및 학위 논문 계획
- 연구일정 관리
- 학위논문
- 지원상황

등 5가지 카테고리에서 총 16문항 설문 조사.

[계획]

- 대학원생 업적관리 시스템 신규 구축.
 - 대학원생의 교육 및 연구 성과를 파악할 수 있는 데이터베이스 시스템 구축. 개인/학과/대학 차원에서 객관적, 체계적으로 관리.

[실적]

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

[계획]

- 그들-학과-대학차원의 진로 상담 체계 신규 구축.
 - 그들: 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]

- ◆ 대학 상담센터에서 코로나-19 장기화로 인한 마음의 어려움을 극복하고 학업 스트레스 해소를 위한 안내서 발급.
- ◆ 2022 미리 알아보는 포스텍 대학원 생활 온라인 행사 실시 (2022 대학원신입생+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.
 - 조기에 첫 번째 논문을 쓰도록 유도하기 위해 첫 번째 논문을 대상으로 포상 실시.

[실적]

- ◆ 2021년 2학기 :
 - (통합6학기): Stochastic chromatin packing of 3D mitotic chromosomes revealed by coherent X-rays
 - (통합3학기): Orientational dependence of intrinsic orbital and spin Hall effects in hcp structure materials

- (동합6학기): Spin-orbit torque switching in an All-Van der Waals heterostructure
- (동합8학기): Bayesian inference of Levy walks via hidden Markov models
- (동합8학기): Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions

◆ 2022년 1학기:

- (동합5학기): Active diffusion of self-propelled particles in flexible polymer networks

[계획]

- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 신설 (참조: '교육목표 달성 방안' 및 '2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획').
 - 지도교수에 열매이지 않는 완전한 학생 주도 융합연구를 위해 최대 6년간 학비와 생활비 지급.
 - 융합연구 계획서를 심사하여 우수한 융합인재를 매년 1 - 2인 선발.
 - 2인 이상의 연구지도교수의 지도를 받음.

[실적]

- ◆ 2021년 6월 최초 선발 (2021년 2학기부터 적용)
- ◆ (동합 1학기): 융합지도교수 (- 융집물리이론, - 입자물리이론)

[계획]

○ 대학원생의 연구 외 행정부담 경감을 위한 지원.

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

[실적]

- ◆ POVIS (포스텍 통합관리 시스템) 연구과제 생성절차 간소화
- ◆ 연구수당 기여도 평가 전산화 및 간소화
- ◆ 연구계획변경 프로세스 개선
- ◆ POVIS 연구행정업무 매뉴얼 탑재 (규정/지침, 서식도 탑재)
- ◆ 산학협력단 연구지원인력 치우 개선
(예. 연구지원팀: 계약직(2년 계약 만료) -> 상근계약직(정년보장)으로 인력 변경중)
- ◆ 연구행정 교육 확대 (찾아가는 행정 교육 실시)
- ◆ 연구계약직 인사제척 개정

교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안

(1) 개요

포스텍 물리교육연구단은 교육과정의 3대 가치인 '기초 핵심 능력', '심화된 전문 지식', '학문적 내비'와 연구의 3대 목표인 '혁신적인 연구', '함께하는 연구', '세계 선도형 포스텍 플랫폼 연구'를 겹목시켜 교육과 연구의

선순환을 추구함.

이를 위해 탄탄한 4대 역학 (해석, 양자, 전기, 통계) 기초 위에 5개 전공분야 (응집, 양자광학, 입자, 플라즈마, 생물/복합계) 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 포스트백 폴레그립 연구 지향.

[계획]

○ 달성방안

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

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

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

○ 달성방안

[계획]

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

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고;

[계획]

- 연구주제에 대한 특론-스콜-튜토리얼-세미나 교육 체인 프로그램.

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

POSTECH-physics BK 연구체인 프로그램 홈페이지를 운영:

<https://sites.google.com/view/postech-physics-bk>

[계획]

- 학생주도 심층연구 및 미래기술 특강.

[실적] 학생주도 심층연구: 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

미래기술 특강: 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

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

○ 달성방안

[계획]

- 융합학점 요건 충족 및 융합과목 개설: 전문분야 이외의 타 분야/타 학과 과목을 6 학점 이상

필수, 두 개 이상의 분야를 포함하는 공동 강의 개설.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

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

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

교육 목표 달성 방안

(1) 개요

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

(2) 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 연구 교육 제도

[계획]

- 최첨단 연구주제에 대한 교육 체인 프로그램 운영.

• 방안

- 다양한 플랫폼의 강의/학술행사의 주제를 키워드로 연결하여 관련성 정보 제공.
- 특론 (1학기)-스쿨 (1주)-튜토리얼 (6시간)-콜로퀴엄 (1시간)-세미나 (1시간)을 조직.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

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

- 방안: 신입생들이 대학원 첫 학기 동안 한 달 단위로 최대 3개 연구실에서 연구참여 후 지도교수 선정.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

- 융합 공동 강의 개설.

- 방안: 특강 형식으로 한 가지 연구주제에 대해 물리학과 내 다른 전공 교수들이 팀을 이루거나 다른 학과의 교수들이 팀을 이루어 수업진행.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

○ 소규모 공동연구 그룹화 교육 제도.

- 방안: 프로젝트 기반으로 물리학과 내 또는 타 학과의 소규모 공동연구팀 조직, 참여 학생/지도교수를 간 상호 교차 지도를 통해 연구 협력을 높이고, 다양한 교육기회를 제공.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

○ 학생주도 심층연구 및 미래기술 특강.

- 방안: 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] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

○ 국제학회 발표 의무화.

- 방안: 국제학회 참석 및 발표를 의무화하여 졸업 심사 전 국제학회 1회 이상 발표 필수.

[실적] 관태믹 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

[계획]

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

- 방안: 2020년 봄 학기부터 교무 지도교수 제도 실시.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

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

• 방안:

- 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] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

○ 학생-지도교수 기대 설문 (Stanford 벤치마킹).

- 방안: 지도교수가 선정되기 전에 교수와 대학원생의 연구 상황에 대한 설문을 실시하여 학생과 희망 지도교수 간 상호 이해 증진.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

- 대학원생 업적관리 시스템 구축 및 그룹-학과-대학 차원의 대학원생 진로 상담 체계 구축.
 - 방안: 대학원생의 교육 및 연구 성과 관리 시스템 구축 (대학 차원에서 추진).
 - 그룹 차원에서 자기 개발 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 연·적성 검사 및 분석 실시.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

- 대학원생 정신건강 관리.
 - 방안: 교내 상담센터, 인권센터를 활용한 대학원생 특화 상담 프로그램 운영 및 정신건강 증진 프로그램 도입.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

(4) 능동적이고 소통하는 리더 교육

[계획]

- 역진행 특강 수업 (Flipped Learning).
 - 방안: 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]

교수 생물물리특강: 고급바이오이미징 (2022년 1학기)

Special Topics in biological physics: Advanced Bioimaging (PHYS712A)

Advanced Bioimaging (IBIO711)

실시간 화상 수업으로 PLMS 사이트에서 zoom 접속

[계획]

- 대학원생 주도 분야별 저널클럽 운영.
 - 방안: 대학원생이 본인의 연구 결과 또는 관련 연구 주제에 대해서 발표하는 형식.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

○ '1st Paper Award' 제도 실시.

- 방안: 일정 기간 이내에 (석박통합 과정 입학 후 4년, 박사 과정 입학 후 2년) 첫 번째 논문을 발표한 대학원생에게 포상.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

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

- 방안: 최소 2인의 연구 지도교수(Research Supervisor)의 지도하에 수행할 융합연구 계획서를 심사하여 새로운 융합인재를 매년 1 - 2인 선발하여 학생에게 직접 학비와 생활비 지급.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

전임교수 대학원 강의 실적 및 계획

(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 역할' 전공필수 과목 강의를 맡고 있음. 포스텍 물리교육연구단은 역진행 특론 수업 방식, 학생주도의 심층/미래기술 특강, 융합수업 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] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

○ 2021학년도부터 "연구실 순환 (Lab Rotation)" 과목을 신설하여 대학원 신입생이 연구실을 정하기 전에 관심있는 연구실을 탐색할 수 있는 기회 제공 (최대 3개의 연구실 선택).

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

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

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

○ 역진행 방식의 특론, 학생주도의 심층/미래기술 특강 개설.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

- 융합학점제를 신설하여 융합형 인재 양성: 비전공분야 과목의 최소 6학점 취득을 필수로 함.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

[계획]

- 2021학년도부터 최소 2개 분야의 전임교수가 공동으로 강의하는 융합수업 과목 개설: 비전공분야 과목으로 인정.

[실적] 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고

● 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획

▷ 교육과정과 학사관리 운영계획 중 미실행 계획.

1. 학생들이 주도적으로 특정 연구주제에 대한 조사-발표-토론으로 진행되는 수업인 학생주도 심층연구
2. 빠른 연구 문입을 유도하기 위해 박사학위논문 제안서 구두시험 기한 단축.

심사기한을 대학원 입학 후 3년 만으로 앞당길 예정 (기존 대비 평균 약 1년 단축 효과, 현행 기한은 박사학위 논문심사 1년 전까지) : BK 21 참여 대학원생에게는 2023년 1학기부터 적용, 구두시험 통과시에만 BK 21 장학금 지원.

▷ 향후 추진 계획.

- 연구단의 대표적인 첨단 연구주제인 “양자물질,” “양자암호 및 양자컴퓨터,” “세포 생물물리학”에 대해 학생들이 주도적으로 조사-발표-토론으로 진행되는 학생주도 심층연구의 강의 계획을 2022년 상반기에 마련하여 2023년 1학기부터 시행.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적				
	실적	석사	박사	석·박사 통합
확보 (재학생)	2021년 2학기	0	2	112
	2022년 1학기	1	2	120
	계	1	4	232
배출 (졸업생)	2021년 2학기	1	0	3
	2022년 1학기	0	0	2
	계	1	0	5

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

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.
- 교내 학부생이 제출한 연구계획서 중 우수계획서에 연구비 지원 (최대 200 만원).
- 연구계획서 제출-선정-결과 제출-성과발표회 및 시상.
- 학과 내 학부 연구참여 프로그램 활용.
- 학부 연구참여 프로그램을 통해 학사학위 논문 작성 장려.
- 매년 말 졸업 연구발표회 시행 및 '물리인의 밤'에서 시상 (대상, 최우수 등 5개 팀 시상).
- 나의 첫 논문 프로그램 운영.
- 학부생 3, 4학년은 대상으로 참여교수가 제시한 주제에 대한 1년 이상의 기간 동안 연구 참여.
- SCI 논문 발표 장려. 논문 발표 시 해외학회 참석 기회 부여 및 경비 지원.

[실적]

- 2명의 학과 학부생이 교내 학부생 연구참여 프로그램 (Undergraduate Research Program) 참여:

학생	연구제목	지도교수(물리학과)
	플라즈마 추진기를 이용한 초소형 인공위성 제작	
	Vision AI를 활용한 개선된 GOTO 천체망원경 시스템 및 별자리 인식 어플리케이션	

- 총 22명의 학과 학부생이 학부 연구참여 프로그램 참여:
- 2021-2학기: 4명, 2021-겨울학기: 4명, 2022-1학기: 2명, 2022-여름학기: 12명
- 학부 졸업 연구발표회 개최 (2021.12.10) 및 시상:
- 총 11명의 학부 졸업예정생이 연구 발표
- 최우수상 1명, 우수상 2명, 장려상 3명 선정
- 총 8명의 학과 학부생이 나의 첫 논문 프로그램 참여:
- 2021년도: 2명, 2022년도: 6명

○ 학부-대학원 연계 교육과정 및 홍보행사 진행

[계획]

- 대학원 세부전공에 대한 정규과목 연성.
- '물리학 연구동향' 과목: 학과 내 교수들이 본인의 전공분야의 연구 동향에 대해 1회씩 강의.
- 학부-대학원 숙진과정 운영: 학부·대학원 연계 단기간에 박사학위를 취득할 수 있는 제도.
- 우수한 학부생의 대학원 전공과목 수강 가능: 대학원 진학 시 학점 인정.
- 포스텍 학부생 대상 대학원 설명회.
- 물리학과 및 타 학과 학부생을 대상으로 물리학과 대학원 소개 및 설명회를 매년 개최.

[실적]

- 2021-2학기에 '물리학 연구동향' 과목 개설 및 운영: 수강신청 12명
- 총 6명의 학과 학부생이 대학원 전공과목 수강 후 대학원 연계 진학 (2022년 2월)

- 2회의 대학원입시 설명회 (온라인) 개최: 2022.3.28. (1차), 2022.8.10. (2차)

(2) 국내외 타 대학 우수 학부생 대상 탐방 및 홍보

○ 타교 학부생 대상 포스텍 물리학과 방문 탐방 프로그램 진행.

[계획]

- 물리학과 Open Lab 실시: 타 대학 학부생들이 포스텍 물리학과를 직접 방문.
- 다양한 연구실과 대학 주요 시설에 대한 탐방 기회 제공 (여비 보조 및 기숙사 제공).
- 'Summer Research Fellowship' 프로그램 실시: 포스텍 대학원 연구실 활동을 직접 체험.
- 타 대학 학부생들이 여름방학 중 포스텍 물리학과 연구실의 프로젝트에 직접 참여 가능.

[실적]

- Open Lab 실시 (2022.7.4.-2022.7.5.):
- 총 13개 연구실 (BK 참여교수 12명) 참여
- 총 12명의 타 대학 학부생 참여
- 'Summer Research Fellowship' 프로그램 실시 (2022.7.4.-2022.7.15.):
- 총 7개 연구실 (BK 참여교수 5명) 참여
- 총 7명의 타 대학 학부생 참여

○ 대학원 설명회 및 홍보행사 활용.

[계획]

- 타 대학 학부생 대상 대학원 설명회 (매년 2회 개최).
- 새로 개편한 대학원생 지원 계획을 적극적으로 홍보 ('우수 대학원생 지원 계획' 참조).
- 재학생 모교방문 설명회: 재학 중인 타 대학 학부출신 학생들의 모교 방문 및 홍보 (경비지원).

[실적]

- 2회의 대학원입시 설명회 (온라인) 개최: 2022.3.28. (1차), 2022.8.10. (2차)

○ 외국인 대상 대학원 설명회 및 방문 지원.

[계획 및 실적]

- 외국인 교환학생 프로그램: 외국인 교환학생 학점인정, 수업료 면제, 장학금 및 기숙사 지원.
- 포스텍의 교육 및 연구 환경을 경험케 하여, 향후 본 대학원 진학을 유도.

우수대학원생 지원 방안 및 계획대비 실적

(1) 건강하고 안정적인 교육·연구 환경 조성

○ 'Two-advisor' 제도 신설 (MIT 벤치마킹).

[계획]

- 대학원 입학 시, 모든 신입생에게 교무 지도교수 (Academic Advisor) 배정.
- 연구 지도교수 (Research Supervisor)와 별도로 정교수 중에서 배정.

- 박사학위 논문 제안서 심사 후, 학위심사위원 중 한 명 선정 (UC Berkeley, Chicago 펜치마킹).

[실적]

- 2021년 2학기: 신입생 8명, 교무지도교수 6명 (BK 참여교수 5명) 배정.
- 2022년 1학기: 신입생 21명, 교무지도교수 10명 (BK 참여교수 9명) 배정.
- 재학생의 경우 박사학위 논문 제안서 심사 시에 선정함.

○ 개방적인 소동 환경 지원.

[계획]

- 대학원생 주도로 분야별 저널클럽 운영
 - 고체물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야.
 - 물리학과에서 각 분야별 연 100만원 - 150 만원 지원).
- 교수-대학원생 간담회 개최
- 교육·연구 환경에 대한 토론 및 진로 상담 진행.

[실적]

- 대학원생 저널클럽 세미나
 - 고체물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야
 - 물리학과에서 각 분야별 연 70만원 - 150 만원 지원
- 대학원생 주도 저널클럽 세미나 총 30회 진행 (2021-2학기: 16회, 2022-1학기: 14회)

(2) 안정적인 교육·연구 환경 지원

○ 학업과 연구에 전념할 수 있는 안정적 주거 지원.

[계획] 전원 기숙사 배정. 기혼자의 경우 단독 가구 대학원 아파트 지원.

[실적] 대학원생 신입생 희망자 전원 기숙사 배정

○ 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
 - 3개월 간 월 70만원씩 5명 추가 지원 (대학기 운행 예정)

[실적]

- 대학원생 TA RA 조교 장학금 지원 비율 100%
- 대학원혁신팀과 연계된 추가 장학금 8명 (2021-2학기: 5명, 2021-2학기: 3명) 지원 완료

○ 대학원 신입생의 안정적인 정착 지원.

[계획]

- 대학원 신입생 첫 학기에 학업장려금 지원 (월 35만원 추가지급).
- 연구실 탐색 과목 신설:
 - 대학원 신입생들이 첫 학기에 1-3개의 연구실을 선택하여 탐색 기회부여.
- 신입생 대상 예비교육 (대학원 생활, 연구 윤리 등) 실시.

[실적]

- 2021년 2학기: 신입생 8명, 각 35만원/월, 2021년 9월 - 2022년 1월 (5개월) 지원
- 2022년 1학기: 신입생 21명, 각 35만원/월, 2022년 3월 - 2022년 7월 (5개월) 지원
- 연구실 탐색과목 신설 운영:
 - “연구실 순환” 과목 신설
 - 연구실 소개 및 3개월 간 연구실 순환 실시 (2021-2학기: 수강생 6명, 2022-1학기: 수강생 9명)
 - 매월 연구참여 학생 결과보고서 및 교수 평가서 작성 및 제출
 - 대학원혁신팀과 연계하여 70만원/월 지원인원 증원 [대학원혁신팀 8명, 물리학과 7명]

(3) 다양한 국제 연구 활동 지원

○ 포스텍 내 국제워크숍 개최 및 대학원생의 발표 장려.

[계획]

- 포스텍에서 지원하는 국제심포지움 개최 활용 (3000만원 지원)
- 학과 지원 (500만원) 및 외부 지원 [예: 아태이론물리센터 (APCTP)] 활용.

[실적]

- 국제워크숍 개최 5건
 - Frontiers in theoretical physics
2021. 11. 07 - 2021. 11. 13 / POSTECH, APCTP / Host:
<https://frontierstheophys.wixsite.com/ftp2021>
학과 참여대학원생 4명 발표
 - Frontiers in Theoretical Biophysics
2021. 11. 17 - 2021. 11. 19 / POSTECH, APCTP / Host:
 - Strings, Branes, and Gauge Theories
2022. 07. 24 - 2022. 07. 30 / POSTECH, APCTP / Host:
<https://sites.google.com/view/sbg2022/home>
 - Samsung Global Research Symposium: New Physics for Post-Silicon Era
2022. 08. 05 ~ 2022. 08. 08 / SAMSUNG / Organizer:
<https://samsungtf-grs.science>
 - Geometry and Holography for Quantum Criticality, Quantum Entanglement, and etc.
2022. 08. 11 ~ 2022. 08. 19 / POSTECH, APCTP / Host:
<https://sites.google.com/view/holography2022/home>

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

[계획]

- 국제적 위상이 있는 학회 (예: 미국물리학회)에서 구두 발표시 지원 (체제비 혹은 항공료).
- 국제적 위상이 있는 기관 (예: 해외 빔라인)에서 단기연구 진행시 지원.

[실적]

- 국제학회 참여 지원: (미국물리학회, 2022.03.), 미국물리학회, 2022.03.)
- 국제연구활동 지원: (Advanced Photon Source 기관 연수, 2022.08.08.~2023.04.16.)

(4) 대학원생의 연학 및 연구장려를 위한 포상 제도 시행

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

[계획]

- 자유롭게 융합연구를 수행하고자 하는 대학원생을 선발하여 최대 6년간 학비와 생활비 지급.
- 융합연구 연구계획서를 심사하여 새로운 융합인재를 매년 1-2인 선정.
- 2021년 1학기 석박통합과정 신입생 대상으로 '융합인재 펠로우십(Fellowship)' 모집
- 2021년 2학기 - 2024년 1학기 (3년) 선발 및 지원, 중간 평가를 거쳐 추가 3년지원 여부 결정.

[실적]

- 제1회 융합인재 펠로우십(Fellowship) 선발
 - (석박사통합 1학기): 2021년 9월부터 지원
 - 연구주제: 모듈러 텐서 카테고리론 이용한 위상 물질의 완전한 분류

○ '1st Paper Award' 제도 시행.

[계획]

- 대학원 입학 후 4년 이내에 주저자로서 SCIE) 저널에 논문을 게재한 대학원생 포상.
- 학위논문 작성에 앞서 과학기술 글쓰기 능력의 함양 기회 제공.

[실적]

- 2022년 1학기 포상 내역
 - [지도교수: (BK 참여)]
Stochastic chromatin packing of 3D mitotic chromosomes revealed by coherent X-rays, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA
 - [지도교수: (BK 참여)]
Orientational dependence of intrinsic orbital and spin Hall effects in hcp structure materials, PHYSICAL REVIEW B
 - [지도교수: (BK 참여)]
Spin-orbit Torque Switching in an All-Van der Waals Heterostructure, ADVANCED MATERIALS
 - [지도교수: (BK 참여)]
Bayesian inference of Levy walks via hidden Markov models, JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND THEORETICAL
 - [지도교수: (BK 참여)]
Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions, NATURE

○ 실적에 따른 BK21 성과금

[계획] 논문, 학술대회 성과에 기반하여 지급.

[실적]

- 2021년 2학기: 참여 대학원생 중 총 32명 인센티브 지급 (7,710,000원 지원)
- 2022년 1학기: 참여 대학원생 중 총 31명 인센티브 지급 (7,240,000원 지원)

○ 포상 제도와 연계하여, 우수 대학원생들의 더욱 안정적인 생활을 보장.

우수 논문상 (상금: 각 30만원)

연도	성명	논문제목	학술지명
2021		Spin-Orbit Torque Switching in an All-Van der Waals Heterostructure	Advanced Materials
		Stochastic chromatin packing of 3D mitotic chromosomes revealed by coherent X-rays	Proceedings Of The National Academy Of Sciences
		Active Information Manipulation via Optically Driven Acoustic-Wave Interference	Nano Letters
		Optical Energy-Difference Conservation in a Synthetic Anti-PT-Symmetric System	Physical Review Letters
	(2021.8 월 졸업)	Quasi-equilibrium phase coexistence in single component supercritical fluids	Nature Communications
	(2022.2 월 졸업)	Inducing thermodynamically blocked atomic ordering via strongly driven nonequilibrium kinetics	Science Advances
	(2022.2 월 졸업)	Twisted van der Waals Josephson Junction Based on a High-Tc Superconductor	Nano Letters
	(2022.2 월 졸업)	Noise-resistant quantum communications using hyperentanglement	Optica

우수 조교상 (상금: 각 10만원)

연도	성명	종류	담당과목
2021 년 2학 기		우수상	열물리
		우수상	일반물리Ⅱ
		우수상	전자기학Ⅰ
		우수상	일반물리Ⅱ
		우수상	일반물리Ⅱ
2022 년 1학 기		우수상	역학
		우수상	일반물리Ⅰ
		우수상	알물실험Ⅰ
		우수상	알물실험Ⅰ
		우수상	물리실험Ⅱ
		우수상	물리실험Ⅱ
		우수상	알물실험Ⅰ

청원상 (상금: 30만원)

연도	성명	과점
2021		석박사통합과정

* 민병일 고체이론논문상은 2021년 실적이 없음.

(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 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2021년 8월 및 2022년 2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적(단위: 명, %)

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취창업률% (D/C)×100
		졸업자 (C)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C+G+B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2021년 8월 졸업자	석사	1			1	0	0	100
	박사	3			0	3	3	
2022년 2월 졸업자	석사	0	0	0	0	0	0	100
	박사	2			0	2	2	

취업의 질적 우수성

(1) 개요

포스텍 물리학과는 소수 정예/ 연구 중심을 기본철학으로, 전원 석박통합과정 등을 통해 배출된 신진인력을 학계나 산업계로 진출시키고자 노력해 왔음. 이러한 결과로 높은 취업률과 높은 전공적합성을 갖는 취업 성과를 지속적으로 유지함.

(2) 2021년 8월 - 2022년 2월 졸업자 기준 취업 분석

○ 2021년 8월 및 2022년 2월 졸업자 기준 100%의 취업률 달성.

● 박사학위 취득자 취업률 100% (대상자 19명 전원 취업).

- 국내외 대학 및 연구소 연구원 취업 (11명).

- 기업 창업 (1명) 및 산업체 취업 (7명).

○ 취업 분석 평가.

● 취업 유형과 실적 분석 결과 전공 적합성과 활용도가 높은 분야로 양질의 취업이 이루어지고 있음.

● 파학기술, 사회경제 발전에 기여도가 높은 전공 관련분야 연구소 및 기업으로 취업하는 경향이 뚜렷함.

● 특히 국내외 대학 및 연구소로 취업하는 비중을 꾸준히 유지되고 있으며, 이는 포스텍 물리학과가 추구하는 연구중심 철학이 졸업생들의 진로에 긍정적인 영향을 미치고 있다는 사실을 반영함.

【 표: 해당기간 박사학위 취득자의 취업기관 】

기간	성명	연구분야	취업 기관
2021년 8월		(양자광학)	포스텍 이토초과학기술연구소 박사후연구원
		(플라즈마)	포항가속기연구소 연구원
		(응집실험)	기초과학연구원 박사후연구원
		(응집실험)	기초과학연구원 박사후연구원
		(생물물리/복잡계)	삼성전자
		(생물물리/복잡계)	서울대 박사후연구원
		(응집이론)	APCTP 박사후연구원
		(플라즈마)	포스텍 미래사회를 위한 첨단원자력융합 교육연구단 박사후연구원
		(플라즈마)	포항가속기연구소 위촉기술원
2022년 2월		(응집실험)	삼성전자
		(응집이론)	삼성전자
		(양자광학)	삼성전자
		(응집실험)	삼성
		(응집이론)	포스텍 물리학과 박사후연구원
		(생물물리/복잡계)	창업
		(양자광학)	포스텍 물리학과 박사후연구원
		(응집실험)	삼성전자
		(생물물리/복잡계)	삼성전자 반도체연구소
		(생물물리/복잡계)	포스텍 물리학과 박사후연구원

학위취득자의 취업기관에 대한 전공 적합성

(1) 학위 취득자 취업기관에 대한 전공 적합성

○ 모든 취업 대상자의 전공 적합성이 매우 높음.

- 2021년 8월 및 2022년 2월 박사학위 취득자의 취업률 100%.
- 국내·외 대학 및 연구소 취업 11명 (58%), 산업체 (삼성전자, 삼성 반도체 등 졸업자의 전공분야와 일치) 연구소 취업 7명 (37%), 창업 1명.
- 높은 취업률과 전공 적합성은 석박통합정책으로 박사학위중심의 학위배출이 이루어진 결과.

○ 박사학위자의 취업 특성 분석 - 학문연구분야.

- 국내외 대학 및 연구소 진출: 전체 박사학위 취업자 총 19명 중 11명 (58%).
- 학문연구분야로 꾸준한 취업은 국내·외 전임교수로 임용되는 포스텍 물리학과 학위취득자 숫자 증가로 이어지고 있음.
- 국외 대학 및 연구소 박사후연구원 취업: 박사 학위취득자 총 19명 중 1명 (35%, 예정자 포함)
 - 박사학위 취득 후 짧은 기간 동안 국내 대학·연구소에서 연구원으로 재직 후, 해외 대학·연구소로 이직하는 사례가 많음.
 - 국제공동연구, 국제학술대회 참여를 통해 해외 유수 그룹에 체계적인 홍보가 이루어지고 있음.
 - 학문 연구분야에서 해외 대학·연구소 취업사례의 꾸준한 증가는 지난 BK21 사업기간 동안 학교 및 물리학과가 추진한 다양한 국제화 노력들이 실현된 결과임.

【 표. 박사학위자 취득자의 해외 취업기관 】

Max Planck Institute	독일
SLAC National Accelerator Laboratory	미국
ASML	미국

• 대학 교원 임용 실적

- 학문연구분야의 주요 실적인 대학 교원 임용은 학위취득 후 일정기간이 지나고 발생하는 점을 감안하여 최근 10년 학위취득자 중 대학교원 임용 사례를 아래에 정리 (상세 사항은 <표 2-3> 참조).
- (2013년 8월 박사학위 취득): KAIST 생명과학과 조교수 임용 (2019년 4월).
- (2014년 2월 박사학위 취득): 포스텍 물리학과 조교수 임용 (2017년 7월).
- (2014년 2월 박사학위 취득): 군산대 물리학과 조교수 임용 (2018년 3월).
- (2014년 8월 박사학위 취득): KAIST 물리학과 조교수 임용 (2018년 11월).
- (2015년 2월 박사학위 취득): DGIST 신물질과학전공 조교수 임용 (2019년 6월).
- (2015년 2월 박사학위 취득): DGIST 뉴바이올로지전공 조교수 임용 (2018년 3월).
- (2015년 2월 박사학위 취득): 인천대학교 물리학과 조교수 임용 (2019년 3월).
- (2015년 8월 박사학위 취득): 경북대학교 물리교육과 조교수 임용 (2018년 9월).

○ 박사학위자의 취업 특성 분석 - 산업분야.

- 국내 산업체 및 산업체 연구소 진출: 전체 박사학위 취업자 총 17명 중 7명 (37%).
- 포스텍 물리학 학위 취득자의 직접적인 산업부문 기여가 꾸준히 이어지고 있음.
- 산업체 취업자 모두 삼성전자, 삼성전자 반도체연구소 등 전공관련도가 매우 높은 첨단기술 관련 업체에 취업함.
- 사회 진출을 선호하는 참여학생들에게 다양한 창업관련 프로그램을 진행한 결과로, 본인 전공을 창의적으로 활용한 성공적인 창업사례로 나타남.

○ 2021년 8월 - 2022년 2월 박사학위 취득자의 국내·외 대학 및 국가 연구소 취업 현황.

- (2021년 8월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 기초과학연구원 원자제어 전자원 전자제어 연구단에서 박사후연구원으로 재직.
 - “전기전도성을 가지는 반데르발스 자성체의 자성 및 위상적 특성” 이란 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 “위상 반데르발스 자성체 신물질 및 특이 전도현상” 에 관한 연구를 수행.
 - 현재 “위상 자성 반도체” 에 관한 연구를 수행중이며 독일 막스플랑크 연구소에서 관련 연구를 계속해나갈 예정 (이직 예정일 2022년 11월).
- (2021년 8월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 포항가속기연구소에서 박사후연구원으로 재직.
 - “한국 4세대 저장링의 빔동력학” 관 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 “4세대 방사광가속기의 저장링의 빔물리 및 빔동력학” 에 관한 연구를 수행.
 - 현재 “ 한국 4세대 저장링의 빔동력학 ” 에 관한 연구를 수행중이며 포항가속기연구소에서 관련 연구를 계속해 나갈 예정 (이직 예정일 미정).
- (2021년 8월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 서울대학교 기초과학연구원에서 박사후연구원으로 재직.
 - “Study of the double-stranded DNA bending mechanics by single-molecule FRET” 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 “double-stranded DNA bending mechanics”에 관한 연구를 수행.
 - 현재 “fluorescence protein tracking in vivo”에 관한 연구를 수행중이며 기초과학연구원 에서 관련 연구를 계속해나갈 예정 (이직 예정일 미정).
- (2021년 8월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 포스텍 첨단원자력공학부에서 박사후연구원으로 재직.
 - “비균질 초임계 유체에서 생성된 강결합 플라즈마 (Strongly coupled plasma in inhomogeneous supercritical fluid)” 관 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 “초임계유체에서의 상분리 및 강결합 플라즈마 생성 방법” 에 관한 연구를 수행.
 - 현재 “강결합 플라즈마 물성” 에 관한 연구를 수행중이며 미국 ASML 사에서 관련 연구를 계속해나갈 예정 (이직 예정일 2022년 9월).

- (2021년 8월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 포항가속기연구소 에서 박사후연구원으로 재직.
 - “4세대 방사광가속기의 x선 특성에 관한 연구”란 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 “PLS-II의 포톤빔 위치측정기와 전자빔 되먹임에 대한 연구 및 4세대 방사광가속기의 x 선 특성”에 관한 연구를 수행.
 - 현재 “한국 4세대 저장링의 빔진단”에 관한 연구를 수행중이며 포항가속기연구소에서 관련 연구를 계속해 나갈 예정 (이직 예정일 미정).
- (2022년 2월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 국가보안기술연구소에서 선임연구원으로 재직.
 - “초임팩을 활용한 광신율 채널 양자통신의 실험연구” 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 초임팩상태를 이용해 양자통신 과정에서 신호대잡음비를 획기적으로 향상시키는 방법을 연구하였고 다자간 양자통신 네트워크를 실증하는 실험을 성공적으로 구현하였음.
 - 현재 국가보안기술연구소에서 장거리 양자보안통신 시스템 구현에 대한 연구개발을 진행중임.

○ 2021년 8월 - 2022년 2월 박사학위 취득자의 창업 및 산업체/산업체 연구소 취업 현황.

- (2022년 2월 박사학위 취득, 지도교수).
 - “살아있는 세포 내에서 형광물질을 이용한 막단백질 단일추적 분석 연구”란 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 “살아있는 세포 내 막단백질을 단일추적할 수 있는 형광물질 기술 개발 및 궤적 분석”에 관한 연구를 수행.
 - 졸업 후 “주식회사 세포쓰로”를 창업하여 CEO 로 재직중이며, “과학적으로 정확한 커피를 추출 가능한 에스프레소 머신 개발”에 관련된 사업을 추진 중.
- (2022년 2월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 삼성전자 DS부문 반도체연구소 재직.
 - “반데르발스 초전도 접합을 통한 조셉슨 커플링”이란 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 “반데르발스 초전도 접합을 통한 조셉슨 커플링의 전도 특성”에 관한 연구를 수행.
 - 현재 삼성전자 반도체연구소에서 DRAM 집적화 개발을 수행 중.
- (2022년 2월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 삼성전자에서 재직.
 - “초고속 비평형 상변화 과정에서 유도된 열역학 위배 현상 규명” 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 XFEL 시분해 펄스조 이미징 연구 수행.
- (2021년 8월 박사학위 취득, 지도교수).
 - 현재 삼성전자에서 재직.
 - “결맞은 엑스선 이미징을 이용 인간 염색체의 나노스케일 3차원 구조 규명” 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 결맞은 엑스선을 이용한 극저온 3차원 이미징 연구 수행.

- (2021년 8월 박사학위 취득, 지도교수 염한웅).
 - “Tunable electronic structure of Au-induced atomic chains on semiconducting surface”란 주제로 박사학위 취득.
 - 학위과정 중 “실리콘 표면에 형성되는 일차원원자배열에서 나타나는 전하밀도와구조와 솔리톤”에 관한 연구를 수행.
 - 현재 “일차원원자배열에서 나타나는 솔리톤의 인위적인 조작”에 관한 연구를 수행중이며 기초과학연구원 원자제어저차원전자계연구단에서 관련 연구를 수행중.

*** 졸업자의 대표적 취(창)업 사례 (최근 10년)**

<표 2-3> 최근 10년간 교육연구단 소속 학과(부) 대학원생(졸업생) 대표적 취(창)업 사례

연 번	성 명	졸업연월	수여 학위 (박사/석사)	학위취득 시 학과(부) 명	BK21사업 참여 여부 (Y/N)	현 직장 및 직위
	대표 취(창)업 사례의 우수성					
1		2022.02.	박사	물리학과	Y	주식회사 세로쓰로 CEO
	● “살아있는 세포 내에서 형광물질을 이용한 막단백질 단일추적 분석 연구”란 주제로 박사학위 취득. ● 학위과정 중 “살아있는 세포 내 막단백질을 단일추적할 수 있는 형광물질 기술 개발 및 궤적 분석”에 관한 연구를 수행. ● “주식회사 세로쓰로”를 창업하여 CEO로 재직중이며, “과학적으로 정확한 커피를 추출 가능한 에스프레소 머신 개발”에 관련된 사업을 추진 중.					
2		2021.02.	박사	물리학과	Y	SLAC National Accelerator Laboratory, 연구원
	● “중성미자변환현미경을 이용한 흡착물 및 토론폴리 들뜸이 있는 강한 결합상호작용의 2차원 물질에 관한 연구”란 주제로 박사학위 취득 ● 학위과정 중 “상호작용이 강한 2차원물질에 대한 금속원자 흡착을 통한 새로운 전자구조 형성”에 관한 연구를 수행. ● 현재 Leiden대학에서 상호작용이 강한 2차원물질에 대한 저온 전자물성에 관한 연구를 수행중.					
3		2019.08.	박사	물리학과	Y	SLAC National Accelerator Laboratory, 연구원
	● 현재 SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford University 에서 Research Associate으로 재직. ● “탄소이온중입자치료를 위한 소형 갠트리의 빔광학”란 주제로 박사학위 취득. ● 학위과정 중 “중이온빔을 수송하는 갠트리스시스템에서 미션형광학”에 관한 연구를 수행. ● 현재 “SLAC에서 추진중인 4세대방사광가속기의 저장링 설계 및 미션형 빔물리”에 관한 연구를 수행 중					
4		2019.02.	박사	물리학과	Y	Peter Grunberg Institut and Institute for Advanced Simulation.

					연구원
	● 현재 Peter Grunberg Institut and Institute for Advanced Simulation, Forschungszentrum Julich, Germany에서 박사후연구원으로 재직. ● "Orbital dynamics and transport in spintronics"란 주제로 박사학위 취득. ● 학위과정 중 "전자 궤도 각운동량 전류가 고체에서 생성될 가능성"에 대한 이론 연구를 수행. ● 현재 Peter Grunberg Institut and Institute for Advanced Simulation, Forschungszentrum Julich, Germany에서 박사후연구원으로 재직.				
5	2015.08.	박사	물리학과	Y	경북대학교 물리교육과 조교수
	● "Phonon softenings, metal-insulator, structural, and magnetic phase transitions in strongly-correlated transition metal oxides" 연구로 박사학위 취득. ● 미국 Harvard 대학에서 박사후연구원. 강상관계 전이금속 산화물 연구. ● 2018년 9월 경북대학교 물리교육학과 조교수 임용.				
6	2015.02.	박사	물리학과	Y	인천대학교 물리학과 조교수
	● "Topological insulating property of chalcogenide phase change materials" 연구로 박사학위 취득. ● 미국 Univ. of California, Irvine에서 박사후연구원으로 스핀트로닉스, 촉매, 태양광 에너지 관련 연구. ● 2019년 3월에 인천대학교 물리학과 조교수 임용.				
7	2015.02.	박사	물리학과	Y	DGIST 뉴바이올로지전공 부교수
	● "Generalized quantum measurement and its applications in quantum information" 연구로 박사학위 취득. ● 미국 Johns Hopkins University에서 박사후연구원으로 바이오이미징 연구. ● 2018년 3월에 DGIST 뉴바이올로지학과 조교수 임용.				
8	2014.08.	박사	물리학과	Y	KAIST 물리학과 조교수
	● "Decoherence in multi-photon interference and generation of multi-photon entangled states" 연구로 박사학위 취득. ● 프랑스 Laboratoire Kastler Brossel 연구소에서 압축광을 이용한 양자통신 기술 연구. ● 2018년 11월에 KAIST 물리학과 조교수 임용.				
9	2014.02.	박사	물리학과	Y	군산대학교 물리학과 부교수
	● "Electronic structure and magnetic properties of correlated transition metal complexes with octahedral environment" 연구로 박사학위 취득. ● 오스트리아 Univ. Vienna에서 박사후연구원으로 강상관계 전이금속 산화물 제일 원리 계산 연구. ● 2018년 3월에 군산대학교 물리학과 조교수 임용.				

10		2014.02.	박사	물리학과	Y	POSTECH 물리학과 부교수
	● “Electrical transport in graphene-based hybrid superconducting devices” 연구로 박사학위 취득. ● 하버드 대학교 물리학과 김필립 교수 박사후연구원으로 그래핀-초전도 접합소자의 양자전도 연구. ● 2017년 7월 포스텍 물리학과에 조교수 임용.					
11		2013.08.	박사	물리학과	Y	Lablup Inc. CEO
	● “Spatiotemporal characteristics of superimposed complex network and its optimization: cases of social and brain systems” 연구로 박사학위 취득. ● 벤처기업 Lablup Inc. CEO로서 AI 오픈 알고리즘 및 플랫폼 등에 대한 연구개발 및 사업 추진.					
12		2013.08.	박사	물리학과	Y	국가보안기술 연구소 선임연구원
	● “Implementation of B92 quantum cryptography protocol using weak laser pulse in FREE-SPACE” 연구로 박사학위 취득. ● 양자통신 및 양자암호 분야 선도 그룹인 프랑스 Laboratoire Kastler Brossel 연구소에서 박사후연구원으로 양자광을 이용한 양자정보 연구. ● 현재 국가보안기술 연구소 선임연구원으로 재직 중.					
13		2013.08.	박사	물리학과	Y	KAIST 생명과학과 조교수
	● “Single-molecule studies on DNA mismatch repair: MuSt and MuSt/Beta-clamp” 연구로 박사학위취득. ● MIT 물리학과에서 박사후연구원으로 재직. ● 2019년에 KAIST 생명과학과 조교수 임용.					
14		2015.02.	박사	물리학과	Y	Lablup Inc. Research Director
	● “Proofreading of DNA polymerase & ssDNA binding by MutL at the single-molecule level” 연구로 박사학위 취득. ● 클라우드 컴퓨팅과 AI 관련 벤처기업 Lablup Inc. 공동창업. 현재 Research Director로 재직 중.					
15		2015.02.	박사	물리학과	Y	DGIST 신물질과학과 조교수
	● “Quantum transport property of twisted/bernal bilayer graphene” 연구로 박사학위 취득. ● 독일 Max Planck Institute for Solid State Research 에서 Graphene 및 2차원 전자계의 양자홀 효과 연구를 수행. ● 2019년 6월에 DGIST 신물질과학과 조교수 임용.					
최근 10년간 졸업생 수		석사		38		15
		박사		205		

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

연구수월성 증진 계획 대비 실적

(1) 참여 대학원생 출간 논문실적의 우수성

○ IF 와 mIF 로 본 논문의 질적 우수성

- 지난 1년간 ('21. 9. 1. - ' 22. 8. 31) 참여 대학원생 출간 총 논문 39편 중 주저자 논문은 21편이며 주저자 논문의 평균 IF는 아래 표와 같이 14.64로 Phys. Rev. Lett.의 2021년 IF 9.185를 훨씬 뛰어넘음.

항목	전체 논문	주저자 논문
논문 수	39	21
논문당 평균 IF	14.59	14.64

- 이들 논문들의 IF 영향력 지수인 mIF 평균이 아래 표에서 보듯이 기초연구과제 및 정부 R&D 대비 매우 높음. mIF가 JCR category 별 IF 순위를 반영한 지수임을 고려할 때 전체 논문 및 주저자 논문 평균 모두 상위 18%, 22%이상의 국제저명학술지에 해당할 정도로 우수함.

항목	포스텍 물리교육단		기초연구과제('18)	정부 R&D('18)
	전체 논문	주저자 논문		
논문 수	39	21	27,551	41,143
논문당 평균 mIF	82.54	78.02	65.12	63.83

○ Q1 저널과 IF 9 이상 저널에 실린 논문으로 본 질적 우수성

- 지난 1년간 출간된 전체 논문 중 74.0%, 주저자 논문은 61.9%가 Q1 저널에 게재되었으며, 전체 논문 64%, 주저자 논문 47.6% 가 IF 9 이상의 저널에 게재됨으로써 참여 대학원생의 논문실적이 질적으로 매우 우수함을 입증.

항목	Q1 저널		IF 9 저널	
	논문 수	백분율	논문 수	백분율
전체 논문	29/39	74.0%	25/39	64.0%
주저자 논문	13/21	61.9%	10/21	47.6%

○ 환산 보정 ES 와 환산 보정 IF 로 본 논문의 질적 우수성.

- 지난 1년간 ('21. 9. 1. - ' 22. 8. 31) 환산논문 1편당 환산 보정 ES 는 1.64 로 매우 높은 편임. JCR category 별 상위 20% 저널의 ES 평균 수치로 나눈 값이 개별 저널의 보정 ES이므로 교육단 참여 대학원생 논문이 지난 1년간 상위 20% 이상의 국제저명학술지에 꾸준히 게재되었다는 의미.

○ 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.

- 포스텍 교육단 연평균 박사 졸업생이 20명 이내('17. 9. - '20. 8. 년 평균 18.7명)인 점을 고려하면 지난 1년 ('21. 9. - '22. 8.) 동안 IF 9 이상의 저널에 출간한 주저자 논문 10편은 목표하였던 35%를 상회하는 실적임.
- 이는 교육단이 대학원생 연구 수월성 증진을 위해 i) 자기주도 연구 환경 조성, ii) 혁신적 연구 동기 부여, iii) 연구 소통 능력 강화 등의 3가지 목표로 기획, 진행하였던 제도적 장치 및 정책들(2020년 선정평가 제안서 참조)이 어느 정도 가시적인 성과를 이루고 있음을 의미하는 것으로 앞으로 이와 같은 제도적 장치 및 정책들을 꾸준히 유지 발전시켜 'BK21 FOUR 기간 동안 IF 9 이상 학술지 주저자 발표 졸업생 비율 35%'라는 도전적인 계획을 실현시키려 함.

(2) 참여 대학원생 대표 실적 및 그 상세 내용

- 선정 기준 : 포스텍 물리 교육단의 연구인력 양성 목표에 기반하여 수월성 위주로 선정.
- Q1 저널에 게재된 참여 대학원생이 주저자인 논문 중 IF 9 (Physical Review Letters급) 이상 저널에 게재된 논문 10편과 공저자 논문 중 참여교수가 교신저자인 mmlf 95 (상위 5%) 이상 저널에 게재된 논문 3편을 대표실적으로 제시함. 이는 전체 논문 39편의 33%에 해당하며, 게재된 저널명과 권수는 아래와 같음.

주저자 논문 10 편

Nature	2 편
PNAS	1 편
Advanced Materials	1 편
Science Advances	3 편
Nano Letters	2 편
Physical Review Letters	1 편

공저자 (참여교수 교신저자) 논문 3편 (Advanced Materials 2편)

Nature Physics	1 편
Advanced Materials	2 편

○ Advanced Materials (IF = 32.086, mmlf = 98.15), (주), , (공동), , (교신)

◆ Spin-orbit Torque Switching in an All-Van der Waals Heterostructure, (2021. 12.)

◆ 연구결과, 창의성

- 기존에 주로 쓰이던 백금이나 탄탈럼의 경우 그 변환 효율이 0.1 (10%) 수준에 머물러 있으며, 자성 물질과 증속 물질 사이의 계면이 고르지 못해 스핀 전류가 잘 주입되지 않는 문제점이 존재.
- 집적태이프를 이용한 이차원 물질 박리기법 및 건조 전사기법을 통해 이차원 자성 물질(Fe₃GeTe₂)위에 스핀 전류 발생 물질(WTe₂)을 쌓아 원자수준으로 평평한 접합 계면을 형성.
- 기존 연구에서 보다 계면에서의 스핀 전류 손실을 줄일 수 있었고, 스핀 변환 효율이 5 (500%) 정도로 일반적인 증속보다 수십 배 정도 큰 것을 확인.

◆ 대학원생 기여

- 학생은 소재 및 소자 제작 공정의 혁신을 통해 기존 한계를 돌파.

○ NATURE (IF = 69.504, mmIF = 100), (주), (공동), (교신)

◆ Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions, (2022. 01.)

◆ 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.
- 학생은 실험에서 관측된 플로케 상태가 실제로 “지속 가능한 플로케 상태”임을 검증하는데 주도적 역할.

○ NANO LETTERS (IF = 12.262, mmIF = 92.50), (주), (교신)

◆ Active Information Manipulation via Optically Driven Acoustic-Wave Interference, (2021. 09.)

◆ 연구결과, 창의성

- 실리콘 칩에서 빛에 의해 생성된 음파를 이용해 광과 신호를 증폭 또는 감쇄할 수 있음을 보이고 이를 이용해 능동적인 광신호처리 방법을 세계 최초로 구현.
- 실리콘 칩 내에서 음파의 보강 간섭과 상쇄 간섭 간에 10,000배 이상의 대비를 갖는 마이크로파와 신호가 증폭·감쇄되는 것을 관측하였고, 이를 발전시켜 펄스 형태 신호의 세기를 조절할 수 있음을 구현.

◆ 대학원생 기여

- 학생은 본 연구에서 주도적으로 음파의 간섭을 이용할 수 있는 디자인에 대한 아이디어를 제시하였고 이에 대한 시뮬레이션 및 이론을 정리.
- 학생은 직접 나노 공정을 통해 샘플 공정을 진행하였고 실험 및 실험 결과 분석, 논문 작성을 주도.

○ PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA

(IF=12.779, mmIF = 88.89), (주), (공동), (교신)

◆ Stochastic chromatin packing of 3D mitotic chromosomes revealed by coherent X-rays, (2021. 11.)

◆ 연구결과, 창의성

- 사람 염색체의 3차원 전자 밀도지도를 분석하여 고밀도 영역과 그 영역의 스켈레톤구조가 프랙탈(fractal) 구조를 이루고 있음을 밝혀냄.
- 수학적 모델과 coarse-grained 고분자 모델의 시뮬레이션을 수행함으로써 실험적으로 관측한 고밀도 영역의 프랙탈 구조가 단순한 무작위장이나 기존의 염색체 구조 모델(Hierarchical folding model and loops/scaffold model)들만으로는 설명할 수 없으며, DNA-binding protein이 shear rigid bond를 이루며 결합할 때 형성 가능하다는 것을 보임.
- 고차위상상태에 대한 통합된 시각을 제공했을 뿐만 아니라 고차위상상태를 보다 효과적인 방식으로 연구할 수 있는 방안을 제시한 연구.

◆ 대학원생 기여

- 학생은 해당 연구에서 X-ray를 이용 수십 nm 해상도의 염색체 구조를 결정.
- 학생은 iDMRG(infinite density matrix renormalization group) 계산과 Hatree Fock 계산 등의 수치 계산을 하였고, 다체물변환을 MPS(matrix product state)로 계산하는 방법을 제안.

○ NANO LETTERS (IF = 12.262, mmlF = 92.50), (주), (교신)

◆ Enhanced Berry Curvature Dipole and Persistent Spin Texture in the Bi(110) Monolayer, (2021. 11.)

◆ 연구결과, 창의성

- 새로운 구조를 가지는 비스무스(111) 단원자 박막을 성장시키는데 성공하였고, 이 박막의 구조를 주사터널 현미경으로 자세히 측정하였으며, 범밀도 합수 이론에 기반한 계산을 통하여 그 원자구조와 밴드구조 및 위상학적 구조를 규명.
- 이차원 위상절연체가 되지는 않으나, 페라곡률이 운동량 공간에서 이극자를 형성하는 매우 새로운 형태의 위상학적 전자구조를 가짐을 밝힘.

◆ 대학원생 기여

- 학생은 본 연구에서 비스무스 박막의 성장과 주사터널 현미경 실험을 수행.

○ SCIENCE ADVANCES (IF=14.957, mmlF = 91.67), (주), (공동), (교신)

◆ Inducing thermodynamically blocked atomic ordering via strongly driven nonequilibrium kinetics, (2021. 12.)

◆ 연구결과, 창의성

- 엑스선 자유전자레이저를 활용한 초고속 시분해 이미징 기법을 이용하여, 빛에 의한 비평형상태에서의 초고속 물질 반응을 직접적으로 관측.
- 나노 결정 시도가 펄스초의 빛에 의해 초고속으로 녹는 과정에서, 격자 온도의 증가에도 불구하고 표면의 원자들이 정렬되는 흥미로운 현상을 최초로 관측.
- 초고속의 비평형 상변화 반응을 통해 물질의 숨겨진 특성을 열역학 법칙의 제약을 떠나 효율적으로 유도할 수 있다는 새로운 지식을 제공하였으며, 새로운 첨단 물성을 개발하는데 적극적으로 활용될 수 있을 것으로 기대.

◆ 대학원생 기여

- 학생은 실험의 설계 및 준비, 실험 수행 과정에서 주도적인 역할 수행.
- 학생은 실험 결과 분석을 담당하여 수백개의 데이터를 정량 분석하고 이를 바탕으로 실험결과를 체계적으로 서술하였으며, 그 과정에서 필요한 그림, 영상 등의 자료들을 제작하는 등 논문 작성에 상당부분 기여.

○ PHYSICAL REVIEW LETTERS (IF = 9.185, mmlF = 91.76), (주), (교신)

◆ Orbital Dynamics in Centrosymmetric Systems, (2022. 04.)

◆ 연구결과, 창의성

- 시간/공간 대칭성이 있는 고체 시스템에서 오비탈 동역학이 스핀과 매우 다름을 밝혀냄.
- 오비탈이 스핀보다 더 넓은 기저를 가진다는 관찰로부터 출발하여, 고체 내에서 스핀에는 없는 운동량-오비탈 커플링을 조사한 후, 쿨뎀 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 쿨뎀 볼츠만 방정식을 풀어 오비탈 확산 방정식을 유도하였고, 새로운 오비탈 기저를 도입해 오비탈 각운동량 오비탈 토션 사이의 주기운동을 발견.

- NATURE PHYSICS (IF = 19.684, $\text{mnIF} = 96.47$), (공동), (교신)
- ◆ Twofold van Hove singularity and origin of charge order in topological kagome superconductor CsV₃Sb₅, (2022, 02.)
 - ◆ 연구결과, 창의성
 - 2020년 새로 합성된 카고메 메탈 CsV₃Sb₅에서 초전도와 전하밀도와 등의 강상관계 현상이 발견되었으며 그 원인으로 카고메 전자구조의 반 호프 특이점이 이론적으로 제시되었으나, 실험적으로 반 호프 특이점의 관측과 이의 영향이 검증되지 않았음.
 - 고해상의 각분해 전자분광 실험을 통해 CsV₃Sb₅의 페르미 준위에 여러 종류 (p-type, m-type) 반 호프 특이점이 공존함을 최초로 확인하고 저온 실험을 통해 반 호프 특이점과 전하밀도와 사이의 직접적인 상관 관계를 확인함으로써 CsV₃Sb₅에서 나타나는 다양한 강상관계 현상들을 이론적으로 이해할 수 있는 기틀 마련함.
 - ◆ 대학원생 기여
 - 학생과 학생은 공저자로서 본 연구에서 고해상의 각분해 전자분광 실험을 통한 CsV₃Sb₅ 카고메 물질의 전자구조 측정 및 반 호프 특이점 관측에 중요한 역할을 하였으며, 실험데이터 분석에도 참여.

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

- 2021년 International conference on advanced materials and devices 우수포스터상, RF signal manipulation via control of optically-driven acoustic wave
- 2021년 International conference on advanced materials and devices 우수포스터상, Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT symmetric system
- 제2회 생물물리학과 학술대회 장려상 수상, Revealing biomolecular structures using high-resolution magnetic tweezers

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- 참여대학원생의 특허, 기술이전, 창업실적 없음.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

신진연구인력 확보 계획 및 실적

【 우수 신진연구인력 확보 전략 】

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

(1) 전략 1: 플레그십 연구단 주축 적극적 홍보 활동 및 유지.

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

[계획]

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

[실적]

- 3차년도 현재 4명의 박사후연구원을 물리교육연구단 소속으로 채용하고 있음.
 - 박사, 박사, 박사, 박사
- 아테이론물리센터 (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]

- 국제학술회의의 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 학술회의 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.
- 박사후연구원 (, 교수 공동지도).

○ 신진연구자 주도 리더십 양성.

[계획]

- 연구교수의 개별적 연구과제 지원을 적극 권장하고 행정적인 지원 제공.
- 개인 연구과제 수행의 자율성 보장.
- 관련 기관 연구인력과의 공동연구 장려.
- 연구 지도교수 외에 학과 석학교수, 교내의 연구소와 공동연구 장려.
- 교내 연구소: 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 아태이온물리센터 (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: 박사후연구원
- 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 교육단에서 개별 신진연구원 행정 지원.

[실적]

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

○ 개인의 연구역량 증진 활동 권장.

[계획]

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

[실적]

- 대학 펠로우십 선정: 박건형 박사후연구원
 - 사업명: 포스텍 박사후연구원 (PIURD) 펠로우십.
 - 펠로우십의 목적: 우수 박사후연구원을 선정해 연구 및 혁신의 유니콘이 될 수 있도록 지원.
 - 펠로우십 수여 기간: 2022. 09. 01 - 2024. 08. 31 (2년).
 - 펠로우십 금액: 3750만원/년 추가 지원 (물리교육연구단에서 제공하는 금액에 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 금액에 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 4명에 대해서는 추후 평가를 통해 인센티브 집행 예정.
- 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 교육단 예산의 20% 정도를 신진연구인력 지원 예산으로 편성.

[실적]

- 1차년도 보고서에 언급된 바와 같이 BK21 물리교육연구단 예산 삭감 (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 4명을 지원하였음.

○ 신진연구인력 선발 절차 투명화.

[계획]

- 정기적인 공개 채용.
 - 연간 3월 및 9월에 공개채용 진행.
 - 채용 전 4주 이상 공고 및 신청 절차 간소화 (인터넷을 통한 간편한 서류 접수).
 - BK21 FOUR 운영위원회에서 신진연구인력 지원 서류 심사.
- 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.

[실적]

- 규정에 의거해 박사후연구원 4명을 3차년도에 선발함.

○ 신진연구자의 연구 및 학술 활동 지원 제도 수립.

[계획]

- 물리교육연구단에서 개인 연구 활동비 지원.
 - 박사후연구원: 국내외 출장비 300만원/년.
 - 연구교수: 국내외 출장비 400만원/년.
- 신진연구인력 전용 사무 공간 제공.

[실적]

- 선발된 박사후연구원 4명에 대해 개인 연구 활동비 지원하고 있음.
- 신진연구인력 전용 계획한 바와 같이 전용 사무공간을 제공하고 있음.
- 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 아테이론물리센터 (APCTP), 기초과학연구소 (IBS), 포항가속기연구소 (PAL) 등 포스텍 인근 국제 연구소와 협동 연구를 통해 국제적 수준의 연구 소양과 인적 네트워크를 키우고 최신 연구정보를 항상 접할 수 있는 기회 제공.

○ 복지 및 기타 편의 지원.

[계획]

- 신진연구인력에 대해 포스텍 연구원 전용 숙소 제공.
 - 리모델링된 24평형 연구원 전용 숙소 (POSVILLE) 제공.
- 경쟁력 있는 신진연구인력 급여 및 연구활동비 지원.
 - 박사후연구원: 연봉 4500만원 이상 + 연구활동비 300만원 + 4대보험/퇴직금.
 - 계약교수: 연봉 5400만원 이상 + 연구활동비 400만원 + 4대보험/퇴직금.

- Young Fellow: 기존 연봉에 1200만원 추가 지급 + 연구활동비 300만원 추가 지급.
- 외국인 신진연구인력 정착지원.

[실적]

- 박사후연구원 4명 임용: 연봉 4560만원 이상 지급.
- 연구교수는 선발하지 않음.
- 물리교육 연구단 Young Fellow는 2차년도에 선발하지 않았음.
- 대학 펠로우십 선정: 박사후연구원
 - 사업명: 포스텍 박사후연구원 (PIURD) 펠로우십.
 - 펠로우십의 목적: 우수 박사후연구원을 선정해 연구 및 혁신의 유니콘이 될 수 있도록 지원.
 - 펠로우십 수여 기간: 2022. 09. 01 - 2024. 08. 31 (2년).
 - 펠로우십 금액: 3750만원/년 추가 지원 (물리교육연구단에서 제공하는 금액에 추가 지원).
- 1차년도에 임용한 박사후연구원에 대해서 정착지원 제공.

향후 추진 계획

○ 우수 신진연구인력 확보 노력.

- 독창적이고 우수한 연구성과를 보여주고 있는 신진연구자를 발굴해 물리교육연구단 Young Fellow로 선정하려는 노력을 지속적으로 추진.
- 특히 학과에서 중점적으로 추진하고 있는 양자기술분야에서 우수한 신진연구자를 발굴하기 위해 노력할 예정.
- 대학에서 진행하는 PIURD 펠로우십에 물리교육연구단 소속의 신진연구자가 선발될 수 있도록 적극 지원할 예정.

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

◆ [대표 교육 활동 1] 물성물리학 III: 2차원 물질 연구의 동향

- 참여교수: 김기현, 김기현, 김기현 (총 강의 교수 6명 중 4명이 BK 참여교수)
- 기간: 2021년 9월 - 12월 (가을학기)
- 분류: 대학원 특강 (3학점)
- 2차원 물질의 기본적인 물리 현상부터 최신 연구 결과까지, 각 분야 전문가 6명이 팀티칭 하는 강의.
- 융집 물질 물리학의 이론과 실험을 끝고무 배울 수 있는 포스텍 융집 물리 분야 대표 강연. [융합 학문]
- 융집 물리에 관심 있는 학생들이 세부 전공 선택에 도움을 줄 수 있도록 설계된 수업.
- 타 분야 학생들에게는 융집 물질 물리학을 소개하는 수업으로서 작동함.

◆ [대표 교육 활동 2] 고급물리특강 II: 현대이론물리강론

- 참여교수: 김기현 (초끈이론 전공), 김기현 (응집 이론 전공)
- 기간: 2021년 9월 - 12월 (가을학기)
- 분류: 대학원 특강 (2학점)
- 양자 얽힘과 위상 장론을 이용한 응집 이론 및 초끈이론의 융합 연구에 관한 토론 수업. [융합 학문]

- 학생들과 박사후연구원들의 발표와 토론이 주가 되는 학생 주도 수업임. **[학생 주도]**
- 이론 물리 분야 전반의 최신 핵심 주제에 대해 배울 수 있는 강의.

◆ [대표 교육 활동 3] 2022 응집 물리 여름학교

- 참여교수: (수송이론 수업), (위상물리 수업), (운영 위원), (운영 위원)
- 기간: 2022년 7월
- 분류: 온라인 특강 (한국물리학회 주관)
- 한국물리학회 주관으로 전국의 응집 물리 전공 대학원생을 대상으로 진행되는 여름학교.
- 응집 물질 물리학 연구에 필요한 각종 실험 및 이론에 대해서 배울 수 있는 강좌들이 개선되어 있음.
- Zoom을 이용하여 온라인으로 수업 진행됨. 매 강의 대략 100명가량 학생 참여.
- 교수와 교수가 각각 위상 물리와 수송이론 수업의 강의 교수로 참여.
- 교수와 교수는 여름학교 운영위원으로 참여.

◆ [대표 교육 활동 4] 고급물리특강 II: 현대이론물리강론 II

- 참여교수: (초끈이론 전공), (응집 이론 전공),
- 기간: 2022년 2월 - 6월 (봄학기)
- 분류: 대학원 특강 (2학점)
- 양자 장론과 위상 장론을 이용한 응집 물리 연구와 초끈 이론 연구 주제에 대해 논의함. **[융합 학문]**
- 학생들과 박사후연구원들의 발표와 토론이 주가 되는 학생 주도 수업임. **[학생 주도]**

◆ [대표 교육 활동 5] 고급물리특강 II: 현대이론물리강론 II

- 참여교수
- 기간: 2021년 9월 - 12월 (가을학기)
- 분류: 대학원 특강 (3학점)
- 스핀트로닉스 기초에 대한 소개부터 시작해서 최신 연구주제까지 논의하는 강의
- 서로 다른 대학에 소속된 세 명의 교수: (POSTECH), (KAIST), (DGIST)가 팀 티칭.
- 실험, 전도이론, 장론 등 스핀트로닉스 전반에 대한 종합적 관점을 제공하는 강의 운영. **[융합 학문]**

◆ [대표 교육 활동 6] 생물물리학특론: 현대생물물리학

- 참여교수:
- 기간: 2021년 9월 - 12월 (가을학기)
- 분류: 대학원 특강 (3학점)
- 생물물리 분야의 국제 학술지에 발표된 최신 논문의 내용에 대해 논의하는 강좌.
- 학생들의 발표와 토론을 중심으로 진행하는 학생 주도 수업. **[학생 주도]**

◆ [대표 교육 활동 7] 생명물리 여름학교

- 참여교수: (강의, 조직), (강의, 조직), (조직), (조직)
- 기간: 2022년 7월 4일 - 6일 (여름방학 2박 3일)
- 분류: 학부생 대상 강연 및 실습 프로그램 (포스텍 물리학과 및 APCTP 주관)
- 생물물리 분야에 관심을 가진 전국의 학부생 50여명을 대상으로 전문가들의 강연 프로그램을 제공.
- 교수와 교수가 강의 교수 겸 운영위원으로 참여.
- 교수와 교수가 프로그램 조직 및 운영위원으로 참여.
- 포스텍 물리학과 내 생물물리 그룹 소속 실험실에서 학생들에게 실제 생명물리 연구 실습 기회 제공.

- ◆ [대표 교육 활동 8] 고압물리특강(복합산화물물리강론)
 - 참여교수:
 - 기간: 2022년 2월 - 6월 (봄학기)
 - 분류: 대학원 특강 (3학점)
 - 복합 산화물과 그 이중 구조에 대한 물리와 최근 연구 경향에 대해 논의하는 수업.
 - 매 강의마다 학생들이 주도, 최신 논문의 연구 결과를 논의함. [학생 주도]
 - 교수는 핵심 배경지식 전달에 집중하며, 회의 및 논의의 좌장 역할 수행.
- ◆ [대표 교육 활동 9] 현대물리학 특론 I: 초고속 X-선 과학
 - 참여 교수
 - 기간: 2021년 9월 - 12월 (가을학기)
 - 분류: 대학원 특강 (3 학점)
 - 엑스선 활용에 기반한 펄스초의 초고속 과학 분야의 전반적인 연구 내용소개.
 - 학기말 프로젝트로 수강생은 연구 주제를 직접 선정하고, 20분간 발표 진행. [학생 주도]

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

교육 프로그램 국제화 계획 및 실적

(1) 외국대학과의 복수학위제 현황 및 계획

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

(2) 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 현황 및 계획

○ 플래그십 기관 중심으로 한 해외전문가와의 교류 확대

[계획]

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

[실적]

- MPK 인턴 프로그램

a. 목적

- i. 교육 시스템과 연구 현장 수요와의 미스매치적인 부분을 독일의 실질적인 연구 체험을 통해 학부생부터 수요에 맞는 글로벌 감각을 갖춘 창의·융합적 인재로 양성

- ii. 아공학 전반의 우수학생을 조기 발굴하여 글로벌 환경에서의 신지식 습득 및 신진 연구환경 체험, 글로벌

과학자들과의 네트워크 구축 유도

- iii 아공학 전 분야 학부/대학원생을 과학기술을 선도하는 독일 유수의 연구기관을 대상으로 인턴파견 프로그램을 통해 차세대 글로벌 인재로 양성

b. 지원 및 파견 기간

- i (지원대상) 국내 4년제 이공계 대학 학부생 및 석사과정 대학원생

ii (지원내용)

- 항공료(왕복) 최대 150만원 이내 실비 지원(독일 내 이동경비 포함)
- 출국지원금 최대 50만원 이내 실비 지원
- 활동비 및 체재비 월 150만원 지원
- 현지 보험 비용 최대 60만원 이내 실비 지원
- 단체여행자보험 지원

- iii (파견기간) 최소 5개월에서 1년

c. 2021, 2022년 진행 상황

i 2021년 파견

구분	성명	소속명	파견기관	파견기간
1		다름슈타트공과대	프라운호퍼 건축물리연구소	2021.09-2022.03
2		한동대	막스루브너연구소	2021.08-2022.07
3		원광대	막스플랑크 생화학연구소	2021.10-2022.03
4		아원공과대	헬름홀츠 유체역학연구소	2021.09-2022.03
5		고려대	헬름홀츠 유체역학연구소	2021.11-2022.02
6		고려대	프라운호퍼 재활용전략지원연구소	2021.09-2022.02
7		이화여대	헬름홀츠 킬 해양연구소	2021.09-2022.02
8		한기대	카를스루에대학 응용재료/생체역학 연구소	2021.09-2022.07
9		KAIST	독일 우주추진연구소	2021.09-2022.03
10		보훈부대	프라운호퍼 생산기술연구소	2021.08-2022.02
11		GIST	막스플랑크 물리연구소	2021.09-2022.02
12		중앙대	막스플랑크 물리연구소	2021.08-2022.02
13		원광공과대	독일 우주추진연구소	2021.08-2022.02
14		서강대	프라운호퍼 건축물리연구소	2021.08-2022.02
15		숙명여대	막스플랑크 신경생물연구소	2021.08-2022.02
16		아원공과대	헬름홀츠 유체역학연구소	2021.09-2022.03
17		다름슈타트공과대	프라운호퍼 재활용전략지원연구소	2021.09-2022.02
18		고려대	막스루브너연구소	2021.08-2022.07
19		연세대	막스플랑크 생화학연구소	2021.10-2022.03
20		고려대	프라운호퍼 직접회로연구소	2021.11-2022.02

ii 2022년 파견

구분	성명	소속명	파견기관	파견기간
1		이화여대	막스플랑크 광학연구소	2022.07-2023.01
2		이화여대	막스플랑크 생물 물리화학연구소	2022.07-2022.12
3		한양대	프라운호퍼 환경 안전 에너지연구소	2022.09-2023.02
4		대구경북과학기술원	막스플랑크 광학연구소	2022.07-2022.09
5		POSTECH	막스플랑크 종합재료연구소	2022.07-2023.01
6		이화여대	막스플랑크 광학연구소	2022.07-2022.09
7		전남대	막스플랑크 복합 기술시스템 역학연구소	2022.08-2023.01
8		POSTECH	막스플랑크 미세구조 물리연구소	2022.09-2023.02
9		이화여대	프라운호퍼 환경 안전 에너지연구소	2022.09-2023.02
10		경북대	헬름홀츠 프라이베르크 기술 자원연구소	2022.08-2023.01
11		이화여대	막스플랑크 생화학연구소	2022.09-2023.02
12		광주과학기술원	막스플랑크 종합재료연구소	2022.07-2023.01
13		POSTECH	프라운호퍼 생산기술연구소	2022.08-2023.01
14		한통대	막스루브너연구소	2022.08-2023.02
15		고려대	막스플랑크 복합 기술시스템 역학연구소	2022.08-2023.01
16		이화여대	프라운호퍼 캐피시시스템 미세구조연구소	2022.06-2022.09
17		POSTECH	막스플랑크 심장 계연구소	2022.08-2023.01
18		POSTECH	막스플랑크 종합재료연구소	2022.08-2023.01
19		이화여대	막스루브너연구소	2022.08-2023.02
20		이화여대	막스플랑크 복합 기술시스템 역학연구소	2022.08-2023.01
21		중앙대	프라운호퍼 생산기술연구소	2022.08-2023.01
22		동국대	막스플랑크 지능 시스템연구소	2022.09-2023.02

(3) APCTP 주관 국제학회 (포스텍 물리학과 교수 운영자) 해외 연사 초청 세미나 목록

학회명 / 세미나명	주관 기관 / 발표자, 소속	기간	호스트
Geometry and Holography for Quantum Criticality, Quantum Entanglement, and etc.	APCTP	2020 August, 2021 August, & 2022 August	
Integrability, Duality, and related topics	APCTP	2021 October & 2022 October	
IBS-APCTP Conference on Advances in The Physics of Topological and Correlated Matter	IBS & APCTP	2022-09-19 ~ 2022-09-23	
Frontiers in Theoretical Biophysics	POSTECH, APCTP	2021.11.17.-2021.11.19	

(4) 포스텍 물리학과 주관 세미나 중 해외기관 연구자의 세미나 발표 목록

학회명 / 세미나명	주관 기관 / 발표자, 소속	기간	호스트
Electron quantum transport in twisted	POSTECH/ Dr. Minsoo Kim,	2021. 08. 19	

multi-layers of graphene	Univ. of Manchester UK		
Unexpected Turns of a Humble Theorem	POSTECH/ Prof. Univ. of Tokyo, Japan	2021. 09. 15	
Mixing light and sound using engineered Brillouin interactions	POSTECH/ Prof. Yale Univ., USA	2021. 12. 01	
Optical tools for studying brain function	POSTECH/ Prof. Harvard Univ., USA	2022. 03. 02	
Imaging mesoscopic antiferromagnetic spin textures in the dilute limit with single-shot resonant coherent x-ray diffraction	POSTECH/ Dr. UBC Canada	2022. 03. 28	
What can van der Waals materials bring to quantum technologies?	POSTECH/ Dr. Raytheon BBN Tech., USA	2022. 05. 19	
Large N Topologically Twisted Indices, Holography, and Black Holes	POSTECH/ Dr. KU Leuven, Belgique	2022. 06. 07	
Frustrated superradiant phase of coupled light and matter	POSTECH/ Prof. DUKE Kunshan Univ., China	2022. 06.13	
Tunable electron topology and correlation in few-layer rhombohedral graphene	POSTECH/ Prof. MIT, USA	2022. 07.25	

(5) 국제 공동연구를 통한 신진연구자 인적교류 활성화

[계획]

- 대학원생 해외 파견 (Outbound) 계획 (10건).
- 초청 (Inbound) 계획 (2020년 9월~2021년 8월).

[실적]

대학원생 또는 연구자 이름	외국 연구소명	기간	파견 또는 초청
	Peter Grünberg Institut and Institute for Advanced Simulation, Forschungszentrum Jülich and JARA 52425 Jülich, Germany	2022년 4월 16일 ~2022년 7월 24일	파견
	Raytheon BBN	2022.05.17.-2 022.05.21	초청
	ALS	2022.04.18.-2 022.05.02	파견
	ALS	2022.04.18.-2 022.05.02	파견
	FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH (독일)	2022.04.18 - 2022.07.16	파견
	ADVANCED PHOTON SOURCE (미국)	2022.08.01 - 2023.05.01	파견

(6) 캠퍼스 국제화를 위한 인프라 구축

- 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.

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

○ 해외 석학 활용 계획 및 실적

[실적 및 계획]

교수 (Rutgers University, USA)

초빙내역	석학교수 임용 기간 (2006. 04. 01 ~ 2022. 02. 28)
초빙교수의 우수성	- Nature 9편, Science 2편, Physical Review Letters 170편 이상, 1000회 이상 인용 논문 10편 (총 1,200여편), 총 피인용지수 77,000회, H-index 126 (Google Scholar). - 2007년 6월 호암상 (과학 부문) 수상. - 2010년 3월 미국 물리학회에서 수여하는 'James C. McGroddy Prize' 수상. - 2014년 Thomson-Reuters가 선정한 'The Most Influential Scientific Minds'에 선정.
활용내용	- 포스텍에 연구실 (Laboratory of Pohang Emergent Materials) 운영 중. Emergent Materials Group을 구성하고 학제간 신물질 개발 연구 네트워크 조성. - 포스텍 물리학과와 아태이온물리센터 (APCTP) 공동으로 국제학회 개최. - 포스텍 MPK 연구단과 함께 4단계 BK21 사업 기간 중 Nature Communications 1편, Nano Letters 1편을 포함하여 총 4편 논문 발표.
향후계획	- 포스텍 물리학과, MPK 연구단, 아태이온물리센터와의 기존 학술 활동 지속. - 2022년 이후 석학교수 계약 연장 계획.

교수 (University of Chicago / Argonne National Laboratory, USA)

초빙내역	석학교수 임용 기간 (2010. 09. 01 ~ 2022. 12. 31)
초빙교수의 우수성	- 4세대 가속기의 핵심 기술인 Free electron laser (FEL)의 세계적인 석학. - 1986년에 FEL의 이론을 정립, 250 여편의 우수논문. - 'Robert R. Wilson Prize' for achievement in the Physics of Particle Accelerators (2014) - USPAS Prize for achievement in Accelerator Physics and Technology (2013). - Director, Argonne Accelerator Institute (2006 ~ 2007).
활용내용	- 포항가속기연구소의 빔물리, 진단 및 운영을 포함한 가속장치 기술 자문. - 포항가속기연구소와 함께 4단계 BK21 사업 기간 중 Nature Photonics 1편 논문 발표.
향후계획	- 물리학과 가속기 관련 연구진들과 아르곤 국립연구소와의 국제 공동연구 프로그램을 지속하며 포항가속기연구소 기술자문을 제공받을 계획임.

○ 외국학자 겸직교수 활용 계획 및 역할

[실적 및 계획]

- 현재 외국인 겸직교수 명단

외국인 겸직 교수 이름	원 소속명	기간	e-mail 주소
	APCTP	2020.09.01 ~ 2022.12.03	-
	막스플랑크 한국/포스텍 연구소	2021.09.01~2023.08.31	-

	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	
	APCTP	2018.09.01~2024.08.31	

· 외국인 겸직교수 활동

a. 공동연구 project

현 조사 기간 (2021.09.01 ~ 2022.08.31.)

name of foreign professors	collaborations	partners
	Holographic baryons	(APC Paris&Crete U.), (APC Paris), (APC Paris)
	Domain walls from hydrodynamics and holography	(Tel Aviv U.), (JagiellonianU., Krakow), (JagiellonianU., Krakow)
	Neutron star mergers with strongly coupled models	(Frankfurt U.), (Frankfurt U.), (APCTP),
	Holographic fitting and interpolation of lattice data	(Helsinki U.), (Oviedo U.)
	Bulk viscosity at strong and weak coupling	(Stavanger U.), (Helsinki U.), (Utrecht U.)
	Analytic formulas for holographic bulk viscosity at finite B	(Utrecht U.)
	Deep learning of bulk geometry from quark potential from lattice	(Oviedo U.), (Helsinki U.), (Aalto U.),
	Holographic technidilatons and its decay constant	(Pusan National U.)
	Holographic Dichroisms	(StateU. NewYork, Old Westbury)
	Entanglement wedge cross section inequalities	(Rourkela IIT)
	Fluctuations of holographic QCD at finite density	(APCTP), (APCTP)
	Properties of homogeneous nuclear matter	(APCTP), (APCTP)
	Analytic fluctuations of critical plasmas	(Utrecht U.)
	Fluctuations of striped holographic systems*	(State U. New York, Old Westbury)
	Holographic neutron stars and NICER*	(Helsinki U.), (Oviedo U.)
	The effect of B field to $g-2^*$	(Pusan National U.)
	Holographic approach to transport of dense QCD matter*	(Helsinki U.)
	Measuring the topology of the galaxy distribution	(KIAS), (SNU), (KASD), (KIAS), (Lyon), (Lyon),
	Self Tuning Scalar Fields	(U. of Malta), (ASIAA, Taiwan), (U. Malta),

	Geometry and isotropy	(IIA, Bangalore), (IIA, Bangalore), Goyal (KIAS)
	Non-linear ultrafast spectroscopy of quantum materials,	(POSTECH)
	Atomic-scale analysis of Vegard's law in binary alloys,	(Indian Institute of Science, Bengaluru, India),
	Bi nanolines on InAs,	(Cergy-Pontoise University, Paris, France), (University of WestBohemia, CzechRepublic)
	Magnetism in oxide heterostructures	(Kangwon University, Chuncheon) (Indian Institute of Science, Bengaluru, India),
	Exotic carbides and borides	(Southeast University, Nanjing, China)

향후 계획

name of foreign professors	collaborations	partners
	Bayesian analysis of V-QCD equations of state	(Frankfurt U.), (Helsinki U.)
	Minkowski Tensors in spherical redshift space	(IIA, Bangalore), Dr (APCTP)
	Cosmic Momentum field	(KIAS), Dr (KIAS), Dr (APCTP)
	Strong electronic correlations in rare-earth elements,	(Radboud University Nimegen, the Netherlands) (Radboud University Nimegen, the Netherlands), (Uppsala University, Sweden)
	Charge-density waves in NbSe ₂ .	(Kangwon University) (Budapest University of Technology and Economics, Hungary),

b. 대학원생 공동 지도

name of student (supervised by)	co-adviser (POSTECH)
-------------------------------------	-------------------------

c. 학회 개최

원 조사 기간

- 'A Discussion on the Cosmological Principle', APCTP (Postech), 25/10/21-28/10/21
- 'AAPS-DACG Workshop 2021 on Astrophysics, Cosmology and Gravitation', APCTP (Postech), 04/10/21-08/10/21
- "Computational Approaches to Magnetic Systems (CAMS-2022)", Daejeon, South Korea, 21-26 August 2022

향후 계획

- Workshop on holography for astrophysics and cosmology, Nordita, Stockholm, 19-21 Oct 2022
- From holography to machine learning: Novel takes on dense matter (workshop), Helsinki U., 24-26 Oct 2022
- QCD and gauge/gravity duality (focus program), APCTP, 7-11 November 2022

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

대학원생 국제 공동연구 계획 및 실적

(노란색으로 마킹된 학생들은 대학원 소속이지만 BK참여 대학원생은 아님.)

○ 국제 공동연구를 위한 장/단기 학생 파견 및 연수

[계획 및 실적]

- 교육단 참여교수 모두 국제 공동연구 활동이 매우 활발하게 진행되고 있는 상황.
- 해외연수 활성화를 위해 해외 연구소 장기 연수를 학점 인정 과목으로 편성.
- 대학원생 해외연수를 통한 인적네트워크를 활용하여 해외 우수대학 및 연구소 진로지도.
- COVID-19 상황에 맞추어 국제공동연구 및 파견 확대 중.
- 대상 기간 중 국제공동연구 파견 실적:

	대학원생	해외공동연구자	해외기관	기간	연구
1			Advanced Photon Source/USA	22.08.08~23.03.30	비반성 엑스선 산란을 이용한 격자 및 자기 기판薄膜 연구

- 대상 기간 중 공동연구를 통한 논문 게재:

	대학원생	해외공동연구자	해외기관	연구
1			Johannes Gutenberg University Mainz /Germany, Peter Grünberg Institut and Institut for Advanced Simulation/Germany	"Orbitalronics: Orbital currents in solids" Euro. Phys. Lett. 135 , 37001 (2021)
2			University of Southern Denmark/Denmark	"Bayesian inference of Lévy walks via hidden Markov models" J. Phys. A 54 , 484001 (2021)
3			University of Potsdam/Germany, University of Southern Denmark/Denmark	"Bayesian inference of scaled versus fractional Brownian motion " J. Phys. A 55 , 194003 (2022)
4			The Barcelona Institute of Science and Technology/Spain 등	"Objective comparison of methods to decode anomalous diffusion " Nat. Comm. 12 , 6253 (2021)
5			Umea University/Sweden	"Fractal and Knot-Free Chromosomes Facilitate Nucleoplasmic Transport" Phys. Rev. Lett. 128 , 038101 (2022)
6			National Institute for Materials Science/Japan	"Stacking-Specific Reversible Oxidation of Bilayer Graphene " Chem. Mater. 33 , 1249–1256 (2021)
7			Jacobs university/Germany	Inhomogeneous Kondo destruction by RKKY correlations Annals of Physics 435 , 168501 (2021)
8			Diamond Light Source/UK	"Multiferroic-Enabled Magnetic-Excitons in 2D Quantum-Entangled Van der Waals Antiferromagnet NiI2 " Adv. Matter. 34 , 2109144 (2022)

○ 향후 추진계획

- 온라인을 통한 대학원생 국제공동연구를 활성화 하되, COVID 19상황에 맞춰 대학원생의 연수기관 직접 방문 및 신진연구자 교류기회를 확대해나감.
- COVID19 이후 대학원생 해외파견 및 방문연구 계획:

	대학원생	해외공동연구자	해외기관	연구
1			MIT/USA	양자정보과학에 관한 공동연구
2			Raytheon BBN/USA, MIT/USA	양자정보를 위한 그래핀 기반 마이크로파 단 광자 검출기 개발
3			Advanced Light Source/USA	범라인 실험 연구
4			Argonne National Lab./USA	열저장 호프만 산란 (Thermal Diffuse Scattering) 및 비탄성엑스선 산란 (Inelastic X-ray Scattering)을 이용한 격자진동 동력학 연구

□ 연구역량 대표 우수성과

(1) 참여교수 논문실적

해당 기간 총 논문 편수는 77 편이며 이중 절반이상(48편)이 PRD급 이상(IF 5.296)의 논문으로 질적으로 매우 우수한 실적을 달성함. 이는 포항공과대학교 물리학과가 추구하는 논문의 질적 우수성이라는 목표와 부합하는 결과라고 할 수 있음. 본 교육단 교수가 주저자인 Nature Physics IF 이상급 논문은 Nature 2편을 포함하여 총 12 편이며 Physical Review Letters 이상급 논문은 총 19편임.

(2) 대표 우수 성과 ([] 안의 이름은 BK 참여 대학원생)

○

“Colossal angular magnetoresistance in ferrimagnetic nodal-line semiconductors”, NATURE 599, 576 (2021).

(배경)

- 위상학적인 전자상태를 가지는 고체 물질에 대한 연구는 고체 물질의 물성을 깊이 이해하고 새로운 물성을 찾아내기 위해 최근 10년 동안 활발히 진행되어왔음.
- 특히, 위상 자성체는 위상학적인 안정성을 가지면서도 자성상태에 따라 변조도 가능하기 때문에 전 세계적인 노력을 통해 그 흥미로운 물성이 보고된 바 있음.

(창의성)

- 본 연구는 위상학적 전자상태가 전도띠 (conduction band) 또는 원자가띠 (valence band)에 존재하는 물질인 자성 위상 반도체의 개념을 새로 제안함
- 이러한 자성 위상 반도체 물질에서 스핀의 방향을 외부자기장으로 조절해 전류를 완전히 조절할 수 있음을 이론적/실험적으로 최초로 확인

○

“Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions”, NATURE 603, 421 (2022).

(배경)

- 비평형 양자상태 조작을 통해 평형 상태에서 불가능한 양자상태를 구현하고 연구할 수 있음.
- 시간 주기적 포텐셜에 의해 유도 될 수 있는 플로켓 상태는 이런 비평형 양자상태의 대표적인 예로 연구되고 있으나, 지속적으로 상태를 유지할 수 없어 기초/응용연구에 한계가 있음.

(창의성)

- 본 연구는 그래핀 조셉슨 집합에 형성된 안드레브 속박상태에 마이크로파 인가를 통해 지속적 플로켓 상태를 최초 구현.
- 생성된 플로켓-안드레브 상태는 새로 개발한 초진도 가장자리 두과 분광법 측정을 통해 수행.



“Tunable spin injection and detection across a van der Waals interface” , NATURE MATERIALS (2022),

<https://doi.org/10.1038/s41563-022-01320-3>

(배경)

- 강자성 반데르발스 물질을 이용한 스핀 소자 구현은 기존의 박막기반 스핀소자에 비해 더 나은 성능을 보일 것으로 기대되어 최근 전세계적으로 활발히 연구되고 있음.
- 강자성체의 스핀 분극은 상당히 심한 에너지 의존성을 가질 수 있어 실제 소자에서는 페르미면 근처의 스핀분극만 활용하여 스핀 정보소자를 구현해 왔음.

(창의성)

- 본 연구는 반데르발스 물질을 이용하여 원자수준으로 깨끗하고 균일한 계면을 구현하여 소자에서 활용가능한 에너지 영역을 획기적으로 넓힌 데 있음.
- 이를 통해 기존에 활용되지 못한 스핀분극의 강한 에너지 의존성을 이용해 인가전압에 따라 스핀 터널저항의 크기와 부호를 효과적으로 조절하는 것으로 최초로 구현하였음.

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2021.9.1~2022.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	8,405,930	4,451,736	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	2,148,836	1,163,640	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	-	-	
1인당 총 연구비 수주액	555,048	267,398	
참여교수 수	19	21	

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

참여교수 논문 실적의 질적 우수성 (2021. 09. 01 - 2022. 08. 31)

계제지명	Impact Factor	편수	기타
Nature	69.504	2	주저자 1, 공동저자 2
Advanced Materials	32.086	6	주저자 3, 공동저자 2
Annual Review of Biochemistry	27.258	1	주저자 1
APPLIED PHYSICS REVIEWS	19.527	1	주저자 1
NATURE PHYSICS	19.684	2	주저자 2, 공동저자 1
ACS Nano	18.027	2	주저자 1, 공동저자 1
NATURE COMMUNICATIONS	17.694	5	주저자 1, 공동저자 3
Physical Review Letters 급	9.185 ~ 15.153	20	주저자 10, 공동저자 4
Physical Review D 급	5.407 ~ 9.184	9	주저자 7, 공동저자 1
High IF 학술지 논문 편수 / 총 논문 편수		48 / 77	

참여교수 국제저명학술지 논문의 우수성

항 목		사업신청서 (2015. 01. ~ 2019. 12.)	자체평가 보고서 (2021. 09. ~ 2022. 08.)
논문 편수	논문 총편수	437	77

	논문의 환산 편수의 합	101.0065	12.433
	참여교수 1인당 논문 환산 편수	5.3161	0.59204
피인용수	보정피인용수(FWCD)값이 있는 논문의 총 편수	358	29
	보정 피인용수 (FWCD)의 합	606.2089	81.7151
	환산보정 피인용수(FWCD) 합	128.1445	8.4219
	논문 1편당 환산보정 피인용수(FWCD)	0.3579	0.1093
	참여교수 1인당 환산보정 피인용수(FWCD)	6.7444	0.4010
Impact Factor (IF)	IF=0이 아닌 논문 총 편수	437	77
	IF의 합	3052.7860	947.905
	환산보정 IF의 합	56.7974	7.9432
	논문 1편당 환산보정 IF	0.1299	0.10315
	참여교수 1인당 환산보정 IF	2.9893	0.37824
Eigenfactor Score (ES)	ES=0이 아닌 논문 총 편수	437	77
	ES의 합	162.4113	21.837
	환산보정 ES의 합	251.3456	23.9456
	논문 1편당 환산보정 ES	0.5751	0.31098
	참여교수 1인당 환산보정 ES	13.2287	1.1402
참여교수 수		19	21

○ 연구역량 강화 전략의 3대 기본 철학('혁신적인 연구', '함께 하는 연구', '포스텍 플레그십 연구')에 충실

- '혁신적인 연구' - 기초과학분야에 집중 및 긴 호흡으로 혁신적인 연구 지향 철학 유지
 - high IF 학술지 편수가 전체 논문 편수의 59%를 차지. 이는 아주 높은 비율로서 양적인 면보다 논문의 질적 향상에 연구자들이 관심을 기울이고 있음을 알 수 있음. 이는 포항공과대학교 물리학과가 추구하는 논문의 질적 우수성이라는 목표와 부합하는 결과.
 - 3차년도 참여교수가 주저자인 특급논문(Nature 및 자매지 등 Nature Physics IF 이상)등 12건 발표.
- '함께 하는 연구' - 참여교수간 및 외부연구자와의 활발한 공동연구 지속
 - 3차년도 참여교수간 공동연구에 의한 논문 13건 발표.
- '포스텍 플레그십 연구' - 세계 선도형 플레그십 연구 가능성 확인
 - 포스텍 참여교수 2인 이상이 공동 주도한 연구가 IF 상위 논문(Nature 2편 Advanced Materials 1편)에 출간되면서 해당 분야에 포스텍의 가시성 제고.
 - 포스텍 브랜드 연구가 국내는 물론 세계를 선도할 수 있다는 가능성 제시. 해당 분야에 인적/물적 지원을 통해 선도적 연구결과가 지속적으로 배출될 수 있도록 당초 연구역량 강화 전략의 3대 기본 철학을 충실히 유지할 필요 있음.

○ BK21 사업신청서 기간 중 실적 (2015 - 2019) 대비 BK21 FOUR 3차년도 실적 (2021 - 2022)

- 논문 수 (교수 1인당 환산편수): BK21 사업신청서 기간(2015 - 2019) 중 실적 대비 56%
- IF (논문환산편수당 환산 IF): BK21 사업신청서 기간(2015 - 2019) 중 실적 대비 69%
- ES (논문환산편수당 환산 ES): BK21 사업신청서 기간(2015 - 2019) 중 실적 대비 41%

○ 교육단 교수가 주저자인 우수 논문 연구 실적

(□) : 참여대학원생, (△) : 교육단 신진연구인력, (●) : 교육단 참여교수

1. "Colossal angular magnetoresistance in ferrimagnetic nodal-line semiconductors" , NATURE 599, 576 (2021).
2. "Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions" , NATURE 603, 421 (2022).
3. "Tunable spin injection and detection across a van der Waals interface" , NATURE MATERIALS (2022), <https://doi.org/10.1038/s41563-022-01320-3>
4. "Spin-orbit torque switching in an all-van der Waals heterostructure" , ADVANCED MATERIALS 34, 2101730 (2022).
5. "Nanoscale Antiferromagnetic Domain Imaging using Full-Field Resonant X-ray Magnetic Diffraction Microscopy" , ADVANCED MATERIALS 34, 2200639 (2022).
6. "High-resolution Single-molecule Magnetic Tweezers" , ANNUAL REVIEW OF BIOCHEMISTRY 91, 33 (2022).
7. "Flexoelectric control of physical properties by atomic force microscopy" , APPLIED PHYSICS REVIEW 8, 041327 (2021).
8. "Twofold van Hove singularity and origin of charge order in topological kagome superconductor CsV3Sb5" , NATURE PHYSICS 18, 201 (2022).
9. "Detecting photoelectrons from spontaneously formed excitons" , NATURE PHYSICS 17, 1024 (2021).
10. "Orbital dynamics in centrosymmetric systems" , PHYSICAL REVIEW LETTERS 128, 176601 (2022).
11. "Circular Dichroism of Emergent Chiral Stacking Orders in Quasi-One-Dimensional Charge Density Waves" , PHYSICAL REVIEW LETTERS 128, 046401 (2022).
12. "Heisenberg-limited metrology via weak-value amplification without using entangled resources" , PHYSICAL REVIEW LETTERS 128, 040503 (2022).
13. "Fractal and knot-free chromosomes facilitate nucleoplasmic transport" , PHYSICAL REVIEW LETTERS 128, 038101 (2021).

② 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2021.9.1.-2022.8.31.))

연번	대표연구업적을 설명
1	"Colossal angular magnetoresistance in ferrimagnetic nodal-line semiconductors", NATURE 599, 576 (2021). (배경) ● 위상학적인 전자상태를 가지는 고체 물질에 대한 연구는 고체 물질의 물성을 깊이 이해하고 새로운 물성을 찾아내기 위해 최근 10년 동안 활발히 진행되어왔음. ● 특히, 위상 자성체는 위상학적인 안정성을 가지면서도 자성상태에 따라 변조도 가능하기 때문에 전 세계적인 노력을 통해 그 흥미로운 물성이 보고된 바 있음. (창의성) ● 본 연구는 위상학적 전자상태가 전도띠 (conduction band) 또는 원자가띠 (valence band)에 존재하는 물질인 자성 위상 반도체의 개념을 새로 제안함 ● 이러한 자성 위상 반도체 물질에서 스핀의 방향을 외부자기장으로 조절해 전류를 완전히 조절할 수 있음을 이론적/실험적으로 최초로 확인함. (전공분야 기여) ● 자성 위상반도체의 특이한 물성이 구현될 수 있는 실제 물질을 합성해서 얻어내고, 해당 물질에서 자기장의 방향에 따라 전도성이 급격하게 변하는 초저대 각자기저항 현상을 발견함. ● 초저대 각자기저항 현상의 원인이 스핀 방향에 따라 유도되는 부도체-금속 상전이에 기인한다는 점을 이론적으로 규명하고 수송, 광학 실험을 통해 직접적으로 관측함. (비전 부합성) ● (혁신성) 자성 위상반도체라는 새로운 개념을 제안하고 구현해낸 최초의 이론/실험 결과 ● (선도성) 향후 스핀 정보 소자로의 활용 가능성이 높은 물성 발견 ● (협동성) 교수의 이론, , 교수의 수송 실험을 통한 시너지
2	, "Steady Floquet-Andreev states in graphene Josephson junctions", NATURE 603, 421 (2022). (배경) ● 비평형 양자상태 조작을 통해 평형 상태에서 불가능한 양자상태를 구현하고 연구할 수 있음. ● 시간 주기적 포텐셜에 의해 유도 될 수 있는 플로켓 상태는 이런 비평형 양자상태의 대표적인 예로 연구되고 있으나, 지속적으로 상태를 유지할 수 없어 기초/응용연구에 한계가 있음. (창의성) ● 본 연구는 그래핀 조셉슨 접합에 형성된 안드레브 축박상태에 마이크로와 인가를 통해 지속적 플로켓 상태를 최초 구현. ● 생성된 플로켓-안드레브 상태는 새로 개발한 초전도 가장자리 두께 분광법 측정을 통해 수행.

	(전공분야 기여) ● 낮은 주파수 빛에 의한 지속적 플로켓 상태 생성 기술 확보. ● 에너지 고분해능 두과 분광법 개발. (비전 부합성) ● (혁신성) 비평형 양자상태인 플로켓 상태를 지속적으로 생성할 수 있는 방법 마련. ● (선도성) 비평형 양자상태의 분광 측정에 대한 돌파구 마련. ● (협동성) 교수의 양자 수송 실험과 교수의 이론을 통한 연구.
3	“Tunable spin injection and detection across a van der Waals interface”, NATURE MATERIALS (2022), https://doi.org/10.1038/s41563-022-01320-3 (배경) ● 강자성 반데르발스 물질을 이용한 스핀 소자 구현은 기존의 박막기반 스핀소자에 비해 더 나은 성능을 보일 것으로 기대되어 최근 전세계적으로 활발히 연구되고 있음. ● 강자성체의 스핀 분극은 상당히 심한 에너지 의존성을 가질 수 있어 실제 소자에서는 페르미면 근처의 스핀분극만 활용하여 스핀 정보소자를 구현해 왔음. (창의성) ● 본 연구는 반데르발스 물질을 이용하여 원자수준으로 깨끗하고 균일한 계면을 구현하여 소자에서 활용가능한 에너지 영역을 획기적으로 넓힌 데 있음. ● 이를 통해 기존에 활용되지 못한 스핀분극의 강한 에너지 의존성을 이용해 인가전압에 따라 스핀 터널저항의 크기와 부호를 효과적으로 조절하는 것으로 최초로 구현하였음. (전공분야 기여) ● 인가전압을 조절함으로써 스핀정보의 효과적인 검출뿐만 스핀주입을 크기와 부호를 조절하는 방식을 최초로 제시하고 실험적으로 구현함. ● 반데르발스 물질로만 이루어진 스핀정보소자에서 기존 박막기반 소자에서 불가능한 기능성을 확인하여 반데르발스 물질기반 스핀트로닉 소자의 개발에 기여함. (비전 부합성) ● (혁신성) 인가전압에 따른 스핀 분극의 부호를 조절하는 새로운 개념을 제안하고 구현해낸 최초의 실험 결과 ● (선도성) 반데르발스 자성체를 이용한 스핀 정보 소자로의 활용 가능성을 높이는 소자특성 발견 ● (협동성) 표준과학연구소, 포항공대 화학과 등 국내 연구진과의 협업을 통한 시너지
4	“Spin-orbit torque switching in an all-van der Waals heterostructure”, ADVANCED MATERIALS 34, 2101730 (2022). (배경) ● 스핀의 상태를 논리의 기본 단위로 하여 보다 빠르고 전력소모가 적은 연산소자, 메모리

	소자등을 구현하는 스핀트로닉스 분야가 있음. ● 최근 스핀-궤도 토크를 이용해 보다 빠른 스핀 방향 스위칭을 구현하는 연구가 진행중이며, 보다 높은 스핀-궤도 토크 효율 구현에 집중되어 있음. (창의성) ● 본 연구는 선진적으로 스핀-궤도 결합이 강한 위상물질을 스핀 전류 발생층으로 사용. ● 또한, 생성된 스핀 전류가 강자성층으로 효율적으로 흡수되도록 물질간 계면이 원자적으로 깨끗할 수 있는 반데르발스 물질을 사용함. (전공분야 기여) ● 기존 반데르발스 물질이 아닌 위상 물질 기반의 소자보다 높은 스핀-궤도 토크 효율 및 낮은 소모 전력을 구현함. (비전 부합성) ● (혁신성) 반데르발스 구조의 위상물질을 활용해 최초로 스핀-궤도 토크 소자 구현. ● (선도성) 기존 소자보다 높은 스핀 전류 생성 효율 및 낮은 소모 전력을 구현하여, 미래 스핀-궤도 토크 소자 개발 방향을 제시. ● (협동성) 교수의 이론, 교수의 물질 합성 및 수송실험, 교수의 소자 제작 및 수송 실험의 공동연구.
5	"Nanoscale Antiferromagnetic Domain Imaging using Full-Field Resonant X-ray Magnetic Diffraction Microscopy", ADVANCED MATERIALS 34, 2200639 (2022). (배경) ● 반강자성체는 스핀트로닉스 응용 등 넓은 활용 범위에도 강자성체에 비해 자기 구역 구조를 이미징하기 어려움. ● 이리듐 산화물은 강한 스핀-궤도 결합을 띄는 자기 물질로 최근 많은 연구자들의 관심을 끌었음. (창의성) ● 본 연구는 세계 최초로 full-field imaging 기법을 공명 자기 회절 실험과 결합함. ● 이로 인해 사각 격자 이리듐 산화물의 자기 구역 구조를 이미징하고 나노 스케일 단위의 구조를 발견. (전공분야 기여) ● 반강자성체의 자기 구역 이미징의 새로운 방법 제시. ● 미시 전자 및 자기 구조가 반전 대칭성을 가짐에도 중시계적 자기 구역 구조에 기인한 반전 대칭성 깨짐 가능성 제시. (비전 부합성) ● (혁신성) 경엑스선 영역에서 최초의 full-field imaging 기법을 이용한 자기 구조 이미징 결과. ● (선도성) 중시계적 구조에 의한 거시적 물성 발현 연구 돌파구 마련.
6	"High-resolution

	Single-molecule Magnetic Tweezers", ANNUAL REVIEW OF BIOCHEMISTRY 91, 33 (2022). (배경) ● 단분자 자기 집게 기술은 단백질과 같은 생체분자의 역학적 성질을 연구하는 데 요긴하게 쓰여옴. ● 다만 분해능 및 카메라 기반 촬영 속도의 한계로 인해, 분자 내부의 미세한 움직임을 정밀하게 측정하는 것은 불가능했음. (창의성) ● High-speed CMOS 기반 초고속 촬영 및 입자 추적 알고리즘 개선으로 자기집게 측정 속도를 1 kHz 영역으로 대폭 향상시킴. ● 자성 입자의 비등방성 및 DNA 링커 거동에 대한 보정을 통해 더 짧은 고분자 사슬에 대한 물성 측정이 가능해짐. (전공분야 기여) ● 스네어 복합체 및 부속 단백질들의 상호작용에 대한 모델을 제시. ● 막단백질 접힘이나 역학생물학적 현상을 힘 의존적으로 분석할 수 있는 도구 제공. (비전 부합성) ● (혁신성) 제한적이었던 단분자 자기집게 기술의 분해능 대폭 향상. ● (선도성) 단분자 수준의 정밀한 힘 측정을 역학생물학 연구에 적용하는 새로운 방향성 제시.
7	"Flexoelectric control of physical properties by atomic force microscopy", APPLIED PHYSICS REVIEW 8, 041327 (2021). (배경) ● 변전성은 변형률 기술기에 의해 전기 분극이 생성되는 보편적 현상을 말하고, 물질의 크기가 나노 스케일 수준으로 작아질 때 반비례적으로 변전 효과의 크기가 향상됨. ● 지난 10년 동안 고체에서 나노스케일 변전성의 엄청난 과학적, 기술적 잠재력이 검증되어 왔지만 이를 체계적으로 연구하기 위한 지침 미비. ● 본 연구는 나노스케일 변전성을 탐구하기 위한 포괄적인 지침을 처음 제공. (창의성) ● 원자간력현미경 (AFM) 팁을 통해 재료의 표면을 눌러 큰 변형률 기술기를 생성하는 기본 지침 제시. (전공분야 기여) ● 나노스케일 변전성의 최근 연구 진행 상황과 향후 연구 방향에 대해 논의. (비전 부합성) ● (혁신성) 모든 물질에 강한 극성 대칭을 구현하는 보편적 실험 방법 제시. ● (선도성) 강한 극성과 다양한 물성을 자유롭게 결합시켜 새로운 물성 및 기능성을 구현하는 발판 마련.
8	

	“Twofold van Hove singularity and origin of charge order in topological kagome superconductor CsV3Sb5”, NATURE PHYSICS 18, 201 (2022). (배경) ● 2020년 새로 합성된 카고메 메탈 CsV3Sb5에서 초전도와 전하밀도파 등의 강상관계 현상이 발견되며 강상관계 연구의 새로운 플랫폼으로 학계의 많은 주목을 받음. ● 이 물질에서 강상관계 현상이 나타나는 원인으로 카고메 전자구조의 반 호프 특이점이 이론적으로 제시되었으나, 실험적으로 반 호프 특이점의 관측과 이의 영향이 검증되지 않았음. (창의성) ● 본 연구는 고해상의 각분해 전자분광 실험을 통해 CsV3Sb5의 페르미 준위에 여러 종류 (p-type, m-type) 반 호프 특이점이 공존함을 최초로 확인하였음. ● 또한 저온 실험을 통해 반 호프 특이점과 전하밀도파 사이의 직접적인 상관 관계를 확인. (전공분야 기여) ● 반 호프 특이점의 관측과 역할 규명을 통해 CsV3Sb5에서 나타나는 다양한 강상관계 현상들을 이론적으로 이해할 수 있는 기틀 마련. ● 향후 전자구조상의 특이점을 기반으로 새로운 강상관계 물질 탐색법을 제시. (비전 부합성) ● (혁신성) 위상학적 연구에 집중되어 있던 카고메 신소재 연구분야를 강상관계 현상으로 확장. ● (선도성) 카고메 격자구조의 대칭성으로부터 유도되는 반 호프 특이점의 최초 관측과 이로부터 다양한 강상관계 현상을 구현할 수 있는 가능성을 제시. ● (협동성) 포항공기연구연구소 각분해 전자분광 펄라인 (4A1)과의 협업을 통한 시너지.
9	“Detecting photoelectrons from spontaneously formed excitons”, NATURE PHYSICS 17, 1024 (2021). (배경) ● 엑시톤 입자가 자발적으로 형성되어 절연체가 되는 물질은 1960년대 이론적으로 예측이 되었으나 실제 물질에 구현된 확실한 예가 없었음 ● 자발적으로 대량으로 형성되는 엑시톤은 새로운 전자소자로 활용될 가능성이 높음 ● 최근 Ta2NiSe5 결정이 엑시톤 절연체라는 가설이 제시되었으나 확실한 실험적 증거 부족하고 상전이 온도에서 함께 발생하는 구조상전이 때문에 엑시톤 상전이를 특정하기 어려웠음 (창의성) ● 엑시톤절연체가 자기는 고유의 성질로서 상전이 온도 보다 높은 온도에서 다량의 엑시톤이 발생하는 현상 (preformed 엑시톤)에 주목 ● 구조상전이와의 간섭없이 상전이 온도 위에서 preformed exciton의 존재를 직접확인함으로써 Ta2NiSe5의 엑시톤절연체 가설을 증명 ● 엑시톤이 여기광에 의해 분해되어 광전자로 방출되는 현상을 세계최초로 직접관측 (전공분야 기여)

	● 엑시톤 절연체가 실제 물질에서 존재함을 70여년 만에 실증 ● 자발적으로 형성되는 엑시톤에서의 광전자방출현상을 실증하여, 향후 엑시톤에 대한 새로운 각도의 연구가 가능하게 됨 (비전 부합성) ● (혁신성) 엑시톤을 광전자 분광으로 직접관측하는 방법을 확립 ● (선도성) 엑시톤이 여기광에 의해 분해되어 광전자로 방출되는 현상을 세계최초로 직접관측 ● (협동성) 교수 그룹에서 합성한 결정에 대한 염한웅교수 그룹의 분광학적 실험의 결과
10	“Orbital dynamics in centrosymmetric systems”, PHYSICAL REVIEW LETTERS 128, 176601 (2022). (배경) ● 고체 내에서는 결정장 때문에 전자의 궤도 각운동량이 억제된다는 잘못된 믿음 때문에 전자 궤도 각운동량에 대한 연구는 상당히 제한적임. ● 이 믿음이 잘못되었다는 것을 실험으로 입증하기 위해서는 스핀과 궤도 각운동량 신호를 실험에서 구별해야 하나 두 가지 각운동량이 공간, 시간 반전 대칭성 측면에서 동일한 성질을 가져서 두 가지 각운동량 구별이 어려움. (창의성) ● 스핀 각운동량 연산자 성분들 간 반대바꿈이(anticommutator)와 궤도 각운동량 연산자 성분들 간 반대바꿈이 상이하다는 점에 착안. (전공분야 기여) ● 반대바꿈이의 차이 때문에 스핀에 대한 헤밀토니안 형태와 궤도 각운동량에 대한 헤밀토니안 형태가 달라져야 한다는 것을 발견. ● 특히 공간대칭성을 가진 고체에서는 두 가지 각운동량에 대한 헤밀토니안이 상당히 달라져서 궤도 각운동량으로는 가능하지만 스핀 각운동량으로는 불가능한 현상들이 존재한다는 것을 보임. (비전 부합성) ● (혁신성) 스핀과 궤도 각운동량의 성질이 서로 유사해서 둘을 구별하기 힘들다는 기존 편견을 깨고 궤도 각운동량만의 고유한 성질을 발굴함. ● (선도성) 궤도 각운동량에 대한 학제 연구 동향을 선도할 수 있는 방향 제시.
11	“Circular Dichroism of Emergent Chiral Stacking Orders in Quasi-One-Dimensional Charge Density Waves”, PHYSICAL REVIEW LETTERS 128, 046401 (2022). (배경) ● 인공지능과 빅데이터 등 점차 고도화된 기술을 실생활에 적용하기 위해 방대한 정보 처리 요구 ● 널리 사용 중인 이진법 체계로는 정보 처리 속도에 한계를 보임 ● 다진법 연산 및 정보저장과 연산을 동시에 수행 가능한 솔리톤 소자의 가능성에 주목 ● 하지만, 솔리톤을 대량 생성하거나 제어하는 것이 지금까지 난제로 남아, 소자 응용에 큰 장애물

	(창의성) ● 본 연구는 솔리톤이 생성할 수 있는 준1차원 전하밀도파의 나선상 적층배열을 원편광을 이용하여 조절할 수 있는 방법을 처음으로 밝힘 ● 이런 발견을 바탕으로 특정 솔리톤을 대량으로 손쉽게 생성할 수 있을 것으로 전망 (전공분야 기여) ● 준1차원 전하밀도파의 적층배열에 따른 생성 에너지 차이를 명확하게 밝힘 ● 전하밀도파 적층배열의 원편광 이색성과 그로 인한 상호 작용을 규명 (비전 부합성) ● (혁신성) 준1차원 전하밀도파의 원편광 이색성 최초 규명 ● (선도성) 솔리톤 소자의 응용을 한 단계 진전시킬 수 있는 도파구 마련
12	“Heisenberg-limited metrology via weak-value amplification without using entangled resources”, PHYSICAL REVIEW LETTERS 128, 040503 (2022). (배경) ● 약한값증폭이라는 양자역학적 개념을 이용하면 매우 작은 물리량의 신호를 증폭해 측정할 수 있으나 측정 성공 확률이 낮아지므로 양자한계 측정의 구현이 어렵게 됨. ● 양자얽힘을 이용하면 이러한 한계를 극복할 수 있다는 제안이 있지만 양자한계 측정에 도달하기 위한 큰 양자얽힘의 구현자체가 매우 어려운 문제임. (창의성) ● 본 연구는 약한값증폭 측정에서 반복적인 측정 상호작용을 도입하면 양자얽힘 없이도 측정의 양자한계에 도달할 수 있음을 이론 및 실험으로 보임. ● 하이젠베르크 한계 측정이란 측정 정밀도의 양자역학적 한계를 의미하며 양자한계 측정이라고도 불림. (전공분야 기여) ● 약한값증폭 측정시 양자얽힘을 사용하지 않고도 하이젠베르크 한계의 양자측정이 가능함을 처음 보임. ● (혁신성) 양자얽힘을 사용하지 않고도 하이젠베르크 한계 양자측정의 구현이 가능함을 처음 보임으로써 양자한계 정밀측정의 큰 걸림돌을 제거함. ● (선도성) 약한값증폭의 개념을 다양한 양자측정 시나리오에 적용할 수 있는 근거를 제시함.
13	“Fractal and knot-free chromosomes facilitate nucleoplasmic transport”, PHYSICAL REVIEW LETTERS 128, 038101 (2021). (배경) ● 세포핵 안 염색체의 구조 규명은 생물학의 핵심 문제. Hi-C 실험 기법이 개발되면서 염색체 구조의 중요한 특징들이 최근 밝혀지고 있음. ● 세포핵 안 생명고분자들은 염색체 안에서 확산으로 수송(transport)되는데, 염색체의 구조와 물질확산의 상관관계에 대해서는 이해하지 못하고 있음. (창의성)

- 인간 염색체와 비슷한 특징을 가지고 있는 프랙탈 글로불 폴리머와 무작위 폴리머 구조체 안에서 물질의 확산을 시뮬레이션으로 구현하여 비교 연구한 최초 논문.

(전공분야 기여)

- 인간 염색체의 국소적 폴딩 변형, 고분자의 크기에 따라 고분자 확산 법칙이 달라지는가를 이론적으로 규명. 실험 사실 설명.

(비전 부합성)

- (혁신성) 인간 염색체를 기술하는 폴리머 모델을 적용하여 염색체 안에서의 고분자 확산 현상을 정량적, 이론적으로 규명한 최초 연구.
- (선도성) 세포핵 안 고분자 확산 현상을 이해하는 초석을 마련함. 염색체 구조 자체가 세포핵 안에서의 생명 현상에 중요한 역할을 하고 있음을 발견함. 관련 분야에 새로운 시각을 제시함.
- (협동성) 정량적(시뮬레이션)-정성적(통계물리이론) 연구를 동시에 진행하여 연구 문제를 해결함.

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

참여교수 특허등록, 기술이전, 창업 실적 없음

2. 산업·사회에 대한 기여도

산업사회 문제 해결 기여를 위한 연구단의 운영 계획 및 실적

포스텍 물리교육 연구단은 산업·사회·과학 의 중요 3대 현안 과제로 ‘산업체 미래성장 동력원 확보’, ‘학령인구 감소에 따른 과학 전문인력 부족해소’, 그리고 ‘과학기술 발전으로 인해 급변하는 사회에 대한 능동적 대처’를 선포하였으며 이를 위한 아래와 같은 구체적 전략을 제시 함. 이러한 운영 전략에 따른 교육연구단의 수립 계획과 구체적 운영 실적, 그리고 향후 추진계획을 다음과 같이 정리함.

(1) 전략 1: 과학 대중화 및 지식환경

○ 연구 특허 출원 독려

[계획]

- 특허출원 과정 소개 세미나 상시운영 - 특허의 이해도 증진
- 산업체 활동 전문가 초청 강연

[실적]

- 산업체 전문가 초청강연 (2회)

특허전문가 초청강연

- 연사: (특허 변호사)
- 2022.03.02. (온라인 줌 강의)
- 강연제목: "물리학과 학생에게 필요한 특허지식"

산업체 명사 초청강연

- 연사: (Dawonsys Co.)
- 2022.04.20. (온라인 줌 강의)
- 강연제목: "Advances of Dawon Medax BNCT with LINAC-based epithermal neutron source"

[실적 분석 및 향후 추진 계획]

- 연구단 운영 개시 1차년도 및 코로나 상황에도 비교적 좋은 성과.
- 원 계획 유지, 연구단 참여 교수의 지속적 참여와 관심 독려.

○ 기초과학 중심의 산학연구 및 기술 컨설팅 활동 장려

[계획]

- 대학의 벤처벨리 창업인큐베이팅 센터 참여
- 기초과학 연구 중심의 산학과제 수주
- 산업체 대상 기술 컨설팅 활성화

[실적]

- 기초과학 연구 중심 산학 협력 연구과제 수행

아래와 같이 본 연구단은 6건의 삼성미래기술육성재단 연구과제를 수행하고 있음. 또한 주식회사 엔디문, 삼성전자 등과 5건의 산학협력과제를 수행하였음. 이러한 과제들은 전자 및 바이오산업발전에 기여하는 전략적인 소재, 부품, 장비의 개발을 아울러, 국가적 위기상황인 소재/부품/장비의 국제적 경쟁력확보에 적극적으로 기여하고 있음.

· 삼성미래기술육성재단 연구과제 (총 6건)

- 교수: 초근 이론을 이용한 완전한 위상 물질 분류법 연구 (2021. 06. ~ 2022. 06.).
- 교수: 극저온 쌍극성 분자들을 이용한 양자 시뮬레이션 및 컴퓨팅 (2020. 08. ~ 2023. 07.).
- 교수: 2차원 적응형 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 기술기 기반의 신기능성 극성 소재 개발 (2021. 06. ~ 2022. 06.).
- 교수: 오비트로닉스 (2020. 08. ~ 2025. 07.).

• 산학 협력과제 (총 3건)

- 교수: 바이오드론의 표적 결합 스크리닝을 위한 CDV-단백질 상호작용 이미징,
(협력기관: 주식회사 엠디문), 2020. 11. ~ 2021. 10.
- 교수: 초전도 조셉슨 소자 특성 연구, (협력기관: ㈜삼성전자), 2021. 02. ~ 2022. 01.
- 교수: SOT-MRAM 동작전류저감을 위한 신물질 계산, (협력기관: ㈜삼성전자),
2020. 12. ~ 2021. 11.

[실적 분석 및 향후 추진 계획]

- 연구단 운영 개시 2차년도 및 코로나 상황에도 비교적 활발한 활동을 보여 당초 계획에 부응하고 있음. 원 계획을 그대로 유지.

○ 열린 캠퍼스 과학 대중화 프로그램 활성화

[계획]

- ‘내 연구를 소개합니다: 내연소’ 프로그램 참여
- ‘미리보는 과학자’ 프로그램 추진
- ‘재미있는 물리시연’ 프로그램 추진 등.

[실적]

- 과학 대중화 및 지식 환원 (대표사례 3건)

1. 중고생 대상 이공계 대담형

- 진행: 교수
- 참여 교수:
- 일시: 2022.01.20.
- 내용: 물리학 전공 소개

2. 고교생 대상 온라인 대담형

- 진행: 교수
- 참여 교수:
- 일시: 2022.07. (Zoom 세미나)
- 내용: 온라인 대담형 - 물리학 전공 설명

3. 고교 진로 탐색 프로그램 참여

- 발표자:
- 일시: 2022.05.31
- 장소: 포항 제철고
- 발표내용: 물리학 관련 진로 소개

[실적 분석 및 향후 추진 계획]

- COVID-19 라는 특수 상황에서 대외 활동이 다소 위축된 모습을 보이고 있지만, 온라인을 통한 발표로 대체하는 노력이 적절하게 이루어지고 있음.

- 온라인 활동을 더욱 활성화 하여 적극적으로 사회 지식 환원 활동 참여

(2) 전략 2: 건강한 과학 리더십 구축

○ 과학 기술 지식 환원 활동 활성화

[계획]

- 국가 과학기술 자문활동
- 지자체 주관 과학 정책 및 산업화 프로그램 자문 활동
- 대중매체 활용 과학 대중화 활동
- 일반인 대상 방문 특강 - 과학 대중화

[실적]

- 국가 과학기술 자문활동
 - 국가과학기술 자문활동 (교수, 국가과학기술자문회의 부의장) 기초과학예산 확대 등 과학진흥정책 입안, 국가과학기술예산의 확대 추진 과학기술을 통한 국가사회발전 유도.
- 대중매체 활용 과학 대중화 활동
- 이공계 대학원생을 대상 유튜브 강연 (<https://www.youtube.com/watch?v=zjPCsuAlieQ>)
 - 진행: 교수가 기존에 시행해왔던 이공계 대학원생을 대상으로 한 연구력 강화
 - 내용: 영어 논문 쓰는법 9개 강의, 연구방법가이드 5개 강의
- 해외 석학 초청강연 (총 5건)
- 온라인 해외석학 초청강연 1
 - 연사: (Harvard 대학교)
 - 2022.03.02. (Zoom 세미나)
 - Large-area nanoelectronics via innovative manufacturing paradigms
- 온라인 해외석학 초청강연 2
 - 연사: (Yale 대학교)
 - 2021.12.01. (Zoom 세미나)
 - Mixing light and sound using engineered Brillouin interactions
- 온라인 해외석학 초청강연 3
 - 연사: (Univ. of Tokyo)
 - 2021.09.15. (Zoom 세미나)
 - Unexpected turns of a humble theorem
- 온라인 해외석학 초청강연 4
 - 연사: (KU Leuven)
 - 2022.06.07.
 - Large N topologically twisted indices, holography and black holes
- 온라인 해외석학 초청강연 5
 - 연사: (Univ. of British Columbia)
 - 2022.03.28.
 - Imaging mesoscopic antiferromagnetic spin textures in the dilute limit

[실적 분석 및 향후 추진 계획]

- 직접적인 대외 활동이 중단됨에도 온라인 /대중 매체를 이용한 활발한 활동이 이루어짐
- 상대적으로 미비했던 ‘일반인 대상 방문 특강 - 과학 대중화’의 활성화를 위해 온라인 발표 활동 강화

○ Amusing Physics Club (APC) 프로그램 진행

[계획]

- APC 프로그램 (초중고 과학교사 대상 물리교육 및 시연) 진행

[실적]

- COVID-19로 인하여 대외 대면 접촉 활동 전면 중단, 시연행사 미실시

[실적 분석 및 향후 추진 계획]

- 초중고 과학 교사의 직접적인 참여를 기반으로 진행되는 특성으로 국가의 방역지침에 따라 활동이 민감하게 영향을 받음.
- 대면활동이 재개 될 경우 다시 활발한 프로그램 진행 예상 (원 계획 유지)

(3) 전략 3: 첨단과학 지역 생태계 조성

○ 지역사회 연계 (connecting 포항) 활동 진행

[계획]

- 지역사회와 연계된 연구 클러스터링 추진
- Advanced Pohang Forum (APF) - 프로그램 활용 지역사회와의 사회적 공감대 형성

[실적]

- COVID-19로 인하여 대외, 대면 접촉 활동 전면 중단, 시연행사 미실시

[실적 분석 및 향후 추진 계획]

- 연구 클러스터링 - 관련 정보 수집 및 기획 활동 활성화 유도 (연구단 차원의 행정 지원)
- 대면활동이 재개 될 경우 활발한 프로그램 진행 예상 (원 계획 유지)

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

○ 국제학술대회 초청강연

- ◆ , Americal Physical Society March Meeting 2022 , 2022.03.14 - 2022.03.18
The 15th Asia Pacific Physics Conference, 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
- ◆ , The 15th Asia Pacific Physics Conference, 2022.8.21-2022.8.226
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
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.
- ◆ , International Workshop Condensed Matter Solitons, 2022.06.29-2022.07.01
The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15), 2022.08.21-2022.08.26
- ◆ , 12th APCTP-IACS-KIAS Joint Conference on Emergent Phenomena in Novel Oxide Materials and Low Dimensional Systems, 2021.11.30.
- ◆ , International conference on phase retrieval and coherent scattering, 2022.07.05-2022.07.09
Near Atomic Resolution Coherent Diffraction Imaging Workshop, 2022.04.27-2022.04.29
Pacifichem2021: International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, 2021.12.16 -2021.12.21
The Workshop of Asia-Pacific Phase Retrieval and Coherent Scattering Technology, 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
- ◆ , The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 2021.09.22, 2021.10.12, 2021.11.01
- ◆ , 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
- ◆ , The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 2021.09.22.
The 12th Recent Progress in Graphene and Twodimensional Materials Research Conference, 2021.10.12.
24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems, 2021.10.31.
20th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications, 2022.07.17.
Harnessing light matter interactions in quantum materials Workshop, 2022.08.08.
15th Asia Pacific Physics Conference, 2022.08.21.

- ◆ , 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.-2.22.07.22
- 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.

○ 국제위원회 활동

- ◆ , 미국광학회(THE OPTICAL SOCIETY, OSA), 석학회원, 2021.11.02.-
- ◆ , Program Committee, The 12th International Conference on Advanced Materials and Devices, 2021.01.01-2021.12.31
- Program Committee, Division of Condensed Matter Physics, Association of Asia Pacific Physics Societies, 2021.01.01-2022.12.31
- International Program Committee, The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15), 2021.10.20-2022.08.26
- ◆ , THE INTERNATIONAL CHEMICAL CONGRESS OF PACIFIC BASIN SOCIETY 2021: PACIFICHEM 2021, CO-ORGANIZER OF MINI-SYMPOSIUM, 2021.12.16-2021.12.21
- ◆ , INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MATERIALS AND DEVICES (ICAMD), 프로그램 위원, 2021.01.04.-2021.12.10
- The 20th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2022), 2022.07.17 - 2022.07.21, 프로그램 위원
- ◆ , CORRELATED ELECTRON VIRTUAL INTERNATIONAL SEMINARS 2020 -2021, ORGANIZER, 2020.06.18.-2021.11.29
- ◆ , Frontiers in Theoretical Physics, 2021.11.07 - 2021.11.13, Organizer
- Strings, Branes and Gauge Theories 2022, 2022.07.25 - 2022.07.30., Organizer
- ◆ , IUPAP C6, 2021. 10. 01 - 현재, Commission member
- ◆ , 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

○ 국제학술지 활동

- ◆ , Molecules and Cells, Editorial Board Member
- ◆ , Frontiers in Physics, associated editor
- ◆ , Journal of Magnetism: Editorial committee member
- ◆ , Physical Review Applied, Editorial Board member
- Physics Letters A, Editorial Board member

코로나 상황으로 인하여 국제학회 활동이 위축되는 와중에도 온라인, 하이브리드 형태의 국제학회 참여, 위원회 활동, 논문지 편집자로 활발히 활동하고 있음.

--

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1			Nanjing Univ, Collaborat Innovat Ctr Adv Microstruct, Sch Phys, Natl Lab Solid State Microstruct, Nanjing 210093, Peoples R China	Band-selective gap opening by a C-4-symmetric order in a proximity-coupled heterostructure SrVO ₃ FeAs , vol 105.3	10.1073/pnas.210 5190118
2			Forschungszentrum Julich, Peter Grunberg Inst, D-52425 Julich, Germany	(2021) vol 12., pp. 671-	10.1038/s41467-0 21-26650-9
3			Forschungszentrum Julich, Peter Grunberg Inst, D-52425 Julich, Germany Johannes Gutenberg Univ Mainz, Inst Phys, D-55099 Mainz, Germany Norwegian Univ Sci & Technol, Dept Phys, Ctr Quantum Spintron, NO-7491 Trondheim, Norway	vol 135, pp. 37001	10.1209/0295-507 5/ac2653
4			Max Plank Inst Microstruct Phys, Weinberg 2, D-06120 Halle, Saale, Germany	vol 34, pp. 2101730-	

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
5			Univ Wisconsin, Dept Elect Engrn, Milwaukee, WI 53211 USA,	vol 105, pp.235-405, 2206	10.1103/PhysRev B.105.235405
6			Forschungszentrum Julich, Peter Grunberg Inst, D-52425 Julich, Germany	vol 128, 176001, 2204	10.1103/PhysRev Lett.128.046401
7			Brookhaven Natl Lab, Condensed Matter Phys & Mat Sci Dept, Upton, NY 11973 USA	vol 21, page 10469-10477	10.1021/acs.nanolett.1c03906
8			Natl Inst Mat Sci, Res Ctr Funct Mat, Tsukuba, Ibaraki, Japan Natl Inst Mat Sci, Int Ctr Mat Nanoarchitecton, Tsukuba, Ibaraki, Japan		10.1038/s41467-0 21-27524-w
9			Max Plank Inst Microstruct Phys, Weinberg 2, D-06120 Halle, Saale, Germany	vol 34, pp. 210730	10.1002/adma.202 101730
10			Natl Inst Mat Sci, Res Ctr Funct Mat, Tsukuba, Ibaraki, Japan	vol 603, pp.421	10.1038/s41586-0 21-04364-8

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
11			Moscow MV Lomonosov State Univ. Quantum Technol Ctr, Moscow 119991, Russia Moscow MV Lomonosov State Univ, Fac Phys, Moscow 119991, Russia Max Planck Inst Die Phys Lichts, Staudtstr 2, D-91058 Erlangen, Germany Russian Acad Sci, Inst Appl Phys, Nizhni Novgorod 603950, Russia Univ Complutense, Fac Fis, Dept Opt, Madrid 28040, Spain	vol 23, pp.103021	10.1088/1367-2630/ac1fcb
12			Univ Maryland, Fischell Dept Bioengn, College Pk, MD 20742 USA	vol.8 pp.1524-1531-	10.1088/1367-2630/ac1fcb
13			Tsinghua Univ, Yau Math Sci Ctr, Beijing 100084, Peoples R China		10.1016/j.nuclphysb.2021.115602
14			Univ Elect Sci & Technol China, Sch Phys, Chengdu 611731, Sichuan, Peoples R China		10.1007/JHEP03(2022)154
15			Karlsruhe Inst Technol, Inst Quantum Mat & Technol, D-76021 Karlsruhe, Germany	vol.105, pp. 45142-	

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
16			Harvard Univ, Dept Phys, Cambridge, MA 02138 USA, Univ Illinois, Dept Phys, Urbana, IL 61801 USA, Univ British Columbia, Quantum Matter Inst, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada	Vol 11, pp. 011013-	10.1103/PhysRev X.12.011013
17			Argonne Natl Lab, Adv Photon Source, Lemont, IL 60439 USA	Vol 7, pp. eabj8552-	10.1126/sciadv.ab j8552
18			SLAC Natl Accelerator Lab, Stanford Synchrotron Radiat Lightsource, Menlo Pk, CA 94025 USA Tohoku Univ, Inst Mat Res, Katahira 2-1-1, Sendai, Miyagi 9808577, Japan Max Planck Inst Solid State Res, Heisenbergstr 1, D-70569 Stuttgart, Germany RIKEN SPring 8 Ctr, Sayo, Hyogo 6795148, Japan Japan Synchrotron Radiat Res Inst, Sayo, Hyogo 6795198, Japan SLAC Natl Accelerator Lab, Menlo Pk, CA 94025 USA	Vol 118, pp e2109921118 -	10.1073/pnas.210 9921118

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
16			Harvard Univ, Dept Phys, Cambridge, MA 02138 USA, Univ Illinois, Dept Phys, Urbana, IL 61801 USA, Univ British Columbia, Quantum Matter Inst, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada	Vol 11, pp. 011013-	10.1103/PhysRev X.12.011013
17			Argonne Natl Lab, Adv Photon Source, Lemont, IL 60439 USA	Vol 7, pp. eabj8552-	10.1126/sciadv.ab j8552
18			SLAC Natl Accelerator Lab, Stanford Synchrotron Radiat Lightsource, Menlo Pk, CA 94025 USA Tohoku Univ, Inst Mat Res, Katahira 2-1-1, Sendai, Miyagi 9808577, Japan Max Planck Inst Solid State Res, Heisenbergstr 1, D-70569 Stuttgart, Germany RIKEN SPring 8 Ctr, Sayo, Hyogo 6795148, Japan Japan Synchrotron Radiat Res Inst, Sayo, Hyogo 6795198, Japan SLAC Natl Accelerator Lab, Menlo Pk, CA 94025 USA	Vol 118, pp e2109921118 -	10.1073/pnas.210 9921118

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
19			School of Physical Science and Technology and Center for Transformative Science, ShanghaiTech University State Key Laboratory of Medicinal Chemical Biology and College of Life Sciences, Nankai University, People's Republic of China, Photon Science Division, Paul Scherrer Institute, 5232 Villigen, Switzerland Spring-8 Center, Japan	Vol 9, PP. 223-	10.1107/S2052252 521012963
20			Johns Hopkins Univ, Sch Med, Dept Neurosci, Baltimore, MD 21205 USA	Vol 8,	10.1126/sciadv.ab j3995
21			Georgia Inst Technol, Wallace H Coulter Dept Biomed Engrn, Atlanta, GA 30332 USA	Vol 91, pp. 33-59	10.1146/annurev- biochem-032620- 104637
22			Tech Univ Darmstadt, Dept Mat & Earth Sci, D-64287 Darmstadt, Germany	Vol 8, pp 2101793 -	10.1002/adv.202 101793
23			Penn State Univ, Dept Mat Sci & Engrn, University Pk, PA 16802 USA	Vol 8, pp 2101398 -	10.1063/5.006742 9
24			Princeton Univ, Dept Phys, Princeton, NJ 08540 USA	Vol 105, pp. 86019 -	10.1103/PhysRev D.105.086019

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
25			Jacobs Univ Bremen, Dept Phys & Geosci, D-28759 Bremen, Germany		10.1016/j.aop.2021.168501
26			Barcelona Inst Sci & Technol, ICFO Inst Ciencias Foton, Spain Univ Gothenburg, Sweden Univ Politecn Valencia, Inst Univ Matemat Pura & Aplicada., Spain Max Planck Inst Phys Komplexer Syst, Germany Francis Crick Inst, England UCL, Dept Chem, England Hunan Univ, Peoples R China Erasmus MC, Netherlands Wroclaw Univ Sci & Technol, Poland Colorado State Univ, USA Univ Southern Denmark , Denmark Univ Paris, Inst Pasteur, France	vol. 12, pp.6253-	10.1038/s41467-021-26320-w

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
			CNRS, Neurosci Dept, France Univ Potsdam, Germany Tel Aviv Univ, Israel Tel Aviv Univ, Israel Tech Univ Kaiserslautern, Germany Tech Univ Kaiserslautern, Res Ctr OPTIMAS, D-67663 Kaiserslautern, Germany ICREA, Spain Univ Vic, Fac Ciencias & Tecnol, Spain		
27			RIKEN, Cellular Dynam Lab, Wako, Saitama 3510198, Japan	vol 118, pp. e2109921118-	10.1073/pnas.210 9921118

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

해외 연구기관과의 교류 활성화 계획 및 실적

(1) 연구자 교류계획 대비 실적

○ 전략 1: '포스텍 플랫폼' 연구그룹 주도, 기관 대 기관 국제연구 교류 플랫폼 구축 및 확대
<막스플랑크 한국/포스텍 연구소(MPK)를 통해 외국 기관과 인적 교류 및 공동 연구 기반 조성>

- 막스플랑크 글로벌 인턴 파견
 - 주관: 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (소장: 교수)
 - 기간: 2021. 09. ~ 현재
 - 파견 인원: 총 42명 (2021년 20명, 2022년 22명)
 - 파견 기관: 독일 막스플랑크 광학연구소, 막스루브너연구소, 프라운호퍼 생산기술연구소, 헬름홀츠 유체역학연구소 등 22개 연구소
 - 지원 내용: 항공료 및 출국지원금, 현지 활동비 및 체재비 지원
 - 참조: http://mpk.or.kr/sub/sub04_01.php (프로그램 소개)

<아태이론물리센터(APCTP)를 통한 외국 연구자와의 네트워크 형성>

- Senior Advisory Group (SAG) 참여
 - 기간: 2022. 04. ~ 현재
 - 참여 교수: 교수 (스웨덴 Nordita) (미국 Brown University), (이스라엘 Bar Ilan University) 등 13명
 - 참조: <https://apctp.org/theme/d/html/research/03.php>

○ 전략 2: 우수 연구자 주도, 개인 연구 우수성 중심의 국제 공동연구 활성화
<국제 연구과제 수행>

- 교수: 한국연구재단 글로벌연구실사업
 - 공동연구자: 교수 (미국 Ohio State University)
 - 기간: 2017 - 2023
 - 과제명: 세포에서 DNA 오류 복원 메커니즘 규명과 정밀진료를 위한 응용연구
- 교수: Asian Office of Aerospace R&D
 - 기간: 2020 - 2022
 - 과제명: 2차원 비선형 반응 함수를 통한 위상 물질 연구

<국제 공동연구를 위한 연구자 교류>

- 교수
 - 외국 연구자/기관: / 미국 Rice University
 - 기간: 2021. 01. 13. - 2022. 02. 10., 2022. 07. 03. - 2022. 08. 31. (2회)
 - 연구주제: DNA mismatch repair mechanism
 - 교류내역: 공동연구 및 자문을 위한 방문
- 교수

- 외국 연구자/기관: / 미국 Ohio State University
- 기간: 2022. 06. 19. ~ 2022. 07. 02.
- 연구주제: Computer simulation for membrane fusion
- 교류내역: 공동연구 및 자문을 위한 방문, 세미나 초청
- 교수
- 외국 연구자/기관: 미국 University of Tennessee at Knoxville, Oak Ridge National Laboratory
- 방문 기간: 2021. 08. 04. ~ 2022. 07. 31.
- 내용: 공동연구 및 자문을 위한 방문
- 교수
- 외국 연구자/기관: / 미국 MIT
- 기간: 2022. 06. 20.
- 연구주제: 공기 민감 카고메 물질 물성 측정 연구
- 교류내역: 공동연구 논의
- 교수
- 외국 연구자/기관: / 미국 MIT
- 기간: 2022. 06. 21.
- 연구주제: 비평형 양자 상태 구현 연구 논의
- 교류내역: 공동연구 논의
- 교수
- 외국 연구자/기관: / 미국 Raytheon BBN Technology
- 기간: 2022. 06. 22.
- 연구주제: 양자정보를 위한 그래핀 기반 마이크로파 단광자 검출기 개발
- 교류내역: 공동연구 논의
- 교수
- 외국 연구자/기관: / 미국 Boston College
- 기간: 2022. 06. 23.
- 연구주제: FeSeTe 위상초전도 물질 양자 전도 특성 연구 논의
- 교류내역: 공동연구 논의 및 방문 세미나
- 교수
- 외국 연구자/기관: / 미국 Harvard University
- 기간: 2022. 06. 23.
- 연구주제: In-situ MBE grown 저차원 양자물질 측정 연구 논의
- 교류내역: 공동연구 논의
- 교수
- 외국 연구자/기관: / 중국 U. of Electronic Science and Technology of China
- 기간: 2021. 10. ~ 2021. 12.
- 연구주제: S-foldings of 5d SCFTs
- 교류내역: 공동연구
- 교수
- 외국 연구자/기관: / 중국 Tsinghua University
- 기간: 2021. 02. ~ 2021. 10.
- 연구주제: Elliptic Quantum Curves of 6d SO(N) theories
- 교류내역: 공동연구

- 교수
 - 외국 연구자/기관: 교수 / 호주 Australian National University
 - 기간: 2022. 05. 05 - 2022. 05. 22.
 - 연구주제: 양자광집적회로를 위한 LiNbO₃ 기반 광도파로 공정 샘플 제작
 - 교류내역: 공동연구 (호주에서 샘플 제작), 한국 방문 (세미나와 공동연구에 관한 논의)
- 교수
 - 외국 연구자/기관: 교수/ 호주 Australian National University
 - 기간: 2022. 06. 29. - 2022. 06. 30.
 - 연구주제: 세미나 및 양자광집적회로를 위한 LiNbO₃ 기반 광도파로 공정 세부 조건 논의
 - 교류내역: 한국 방문 (세미나와 공동연구에 관한 논의)
- 교수
 - 외국 연구자/기관: 교수/ 호주 University of Melbourne
 - 기간: 2022. 07. 14.
 - 연구주제: 2D 물질 기반 양자광원 및 양자상태 측정
 - 교류내역: 한국 방문 (세미나와 공동연구 가능성 타진)
- 교수
 - 외국 연구자/기관: 미국 Advanced Photon Source
 - 기간: 2022. 08. 08 - 2023. 04. 30.
 - 연구주제: 비탄성 엑스선 산란을 이용한 격자 및 자기 기본 들뜸 연구
 - 교류내역: 공동연구, 대학에서 MOU 추진 중

○ 전략 3: 교육연구단 주도, 연구자 국제교류 프로그램 조성

<해외학자 초청 세미나를 통한 국제교류 활성화>

- (일본 University of Tokyo), 2021. 09. 15.
제목: Unexpected Turns of a Humble Theorem
- (미국 Yale University), 2021. 12. 01.
제목: Mixing Light and Sound Using Engineered Brillouin Interactions
- (미국 Harvard University), 2022. 03. 02.
제목: Optical tools for studying brain function
- (홍콩 Hong Kong University of Science and Technology), 2022. 03. 23.
제목: Design synthetic topological matter with atoms and lights in a quantum simulator
- (미국 Raytheon BBN Technologies), 2022. 05. 19.
제목: What can van der Waals materials bring to quantum technologies?
- (벨기에 KU Leuven), 2022. 06. 07.
제목: Large N Topologically Twisted Indices, Holography, and Black Holes
- (중국 DUKE Kunshan University), 2022. 06. 13.
제목: Frustrated superradiant phase of coupled light and matter

(2) 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진계획

- 2022년 상반기까지 지속된 COVID-19 팬데믹으로 인해 연구자 방문과 같은 적극적인 형태의 국제 교류 활동이 전세계적으로 위축됨. 이로 인해 본 교육연구단 소속 연구자의 해외 방문이나 해외 연구자의 코스텍 방

문은 상대적으로 저조하였으나, 이를 대체하기 위한 온라인 학회 및 세미나 활동이 활발하게 진행되었음.

○ 물리교육연구단 참여교수 모두 국제 공동연구를 활발하게 진행 중이므로, 우수 연구자 주도 국제 공동연구는 온라인 회의를 통해 이루어졌던 것으로 나타나며, 아래 표(“포스텍 물리교육연구단 국제 공동연구 현황”)와 같은 공동연구 과제가 진행되었거나 계획되어 있음.

○ 팬데믹 상황이 진정되기 전까지, 기존에 제시한 전략 2에 해당하는 “개인 연구 우수성 중심의 국제 공동 연구”를 중점적으로 추진하고, 이를 보완하기 위한 교육연구단 주관 온라인 학술행사를 계획하는 것이 가장 효과적인 것으로 판단됨.

【 포스텍 물리교육연구단 국제공동연구 현황 】

No.	참여교수	공동연구자	해외 기관	연구주제
1			독일 MPI for Str. Dynamics	High order hamonics를 이용한 상전이 연구
2			독일 MPI for Str. Dynamics	강한 전자기장을 이용한 동역학적 물성 조작 연구
3			프랑스 CNRS	포논 광여기를 통한 물성 제어물 위한 제일원리계산 공동 연구
4			미국 Argon National Lab.	열퍼짐 호프링 산란 (thermal diffuse scattering) 및 비탄성 엑스선 산란(inelastic X-ray scattering)을 이용한 격자진동 동력학 연구
5			미국 National High Magnetic Field Lab.	Kagome 자성체의 위상학적 전도특성 연구
6			일본 Institute of Solid State Physics	Nodal line 위상준금속의 고자기장 양자전도특성 연구
7			미국 Simons Center for Geometry and Physics & 일본 Tokai University	6차원 초대칭 등각장론을 위상 vertex 방법으로 구성한 방법 연구
8			미국 Harvard Univ. (KITP)	6차원 초대칭 중력이론들에 대한 기하학적 분류 방법 연구
9			중국 UESTC	6차원 초대칭 등각장론을 twisted 차원내림을 통해 얻어지는 5차원 이론들의 분배함수 연구
10			중국 Shanghai Tech Univ.	초고속 엑스선 활용 시분해 이미징 연구
11			싱가폴 국립대학교	XFEL, 단일입자 3차원 이미징 연구
12			미국 Raytheon BBN Tech.	마이크로파 단광자 검출기 개발
13			홍콩과기대	고차 위상 부도체 (higher order topological insulator)와 초전도 접합 공동연구
14			미국 Rice University	세포간 나노튜브활용 물질교환 메커니즘 연구
15			미국 오하이오 주립대학	세포에서 DNA 오류 복원 메커니즘 규명과 정밀진료를 위한 응용 연구
16			독일 Johannes Gutenberg Univ. Mainz	나노 자성구조에서의 오비탈 토크 연구
17			독일 Potsdam University	Transport dynamics in extreme value landscape

18			캐나다 Perimeter Institute for Theoretical Physics	Topological field theory of Higher-order topological insulators
19			미국 Univ. of Illinois at Urbana-Champaign	Theoretical design for correlated pair density wave superconducting states

포스텍 물리교육연구단은 신진과학 인력이 (1) 첨단 물리 지식, (2) 미래 대처 능력, (3) 리더 능력을 갖추 수 있도록 교육환경을 구축하고 연구 측면에서는 (a) 혁신적인 연구 (b) 함께 하는 연구 (c) 포스텍 플레그십 연구를 통해 연구역량을 증진시키기 위해서 교육/연구 분야에서 활발한 활동을 진행하였다고 판단한다. 정량적 지표에 근거한 정성적 설명에 근거해서 작성된 당해연도 자체평가 보고서에 관한 몇 가지 사안들에 대해서 추가적인 검토가 필요할 것으로 사료된다.

- “박사자격시험강화” 부분 (보고서 page 13)의 구체성이 다소 부족함. 졸업규정 (학사 규정) 등 형태로 제도화 하는 것이 필요하지 않을까 합니다.
- 또한, 시험 강화가 시행되면 학생들의 졸업이 늦어질 수 있는 단점도 있을 수 있지 않을까요. 이런 부분을 어떻게 잘 연결해서 진행할지에 대한 고민이 필요합니다. 또한, “박사 학위논문제안서 구두시험 기한 단축” (보고서 page 20)와의 상관관계가 약해 보입니다. 이 두 가지의 사항에 대한 균형감이 필요할 듯합니다.
- 보고서 14페이지에 기술된 “2021년 2학기, 2022년 1학기 5점 만점에 평균 4.80점을 획득하여 학교 전체 평균 (4.73점)보다 높은 평가를 받음” 이라는 내용은 교육단 성과의 향상으로 판단하기가 어렵습니다. 비록 그 결과가 나쁘지 않다고 하더라도 교육단의 연차별로 기술하는 것이 향상여부에 대한 판단의 근거로 적합할 것 같습니다.
- “협력 하여 학습함으로써 자기주도성 및 지식탐구 역량 향상” (보고서 page 15) 이란 문구가 이상하게 읽혀 집니다. 확인 부탁드립니다.
- “최종논문심사를 통과하고 제본된 학위논문 제출 시에 연구윤리 준수확인서와 Turn it in 디지털 수령증을 제출하게 되어 있음.” (보고서 page 16)으로 되어 있는 내용은 학사관리 규정 (혹은 졸업규정) 형태로 명문화 하여 학생들 (신입생 포함)에게 공지할 수 있도록 하는 것이 더 타당해 보입니다. (규정집 마련 고려)
- 보고서 page 36에 기술된 박사학위 취득자의 취업률 100%에 관해서 취업 기관의 다양성이 다소 부족하게 보입니다. (대부분 포항공대 자체 박사후 과정으로 포함되는 경우가 높아 보입니다.)
- 보고서 page 37에 언급된 “학문 연구분야에서 해외 대학·연구소 취업사례의 꾸준한 증가는 지난 BK21 사업기간 동안 학교 및 물리학자가 추진한 다양한 국제화 노력이 실현된 결과임.”이란 문구에 대해서 실제 정량적인 성과들이 이러한 경향을 보여주지 않는 것 같습니다. (위의 취업기관이 다양하지 않은 것과 같은 맥락입니다.)
- “나의 첫논문 프로그램” (학부생 논문출간 프로그램)은 매우 우수한 프로그램으로 판단됨. 이 프로그램에 참여한 학생들의 진로가 대학원 입학 (본교 및 타교 포함)과 연계되는 지에 대한 추가적인 내용 기술이 해당 프로그램의 실질적인 성과를 보여줄 수 있다고 생각합니다. (최근 대학원 입학생이 줄어드는 문제를 해결할 수 있는 해결책 중 하나로 제시될 수 있는지 고찰하면 좋을 듯합니다.)
- 보고서 page 44) 졸업생논문의 질적 실적 향상은 두드러짐. 하지만 실제 참여인력대비

- (~120명) 논문작성의 연구역량을 보인 학생의 비율 (논문 편수 기준 39편)이 높다고 판단됩니다. 특히 학생들이 참여한 논문의 질적 성적은 우수하다고 판단됩니다.
- 비록 기초분야의 특성을 충분히 이해한다고 하더라도 특허실적 (보고서 page 47) 지 않는 것은 다소 부족한 부분이라고 생각합니다.
 - 보고서 page 50에 기술된 fellowship 제도는 매우 우수하다고 판단됨. 또한, 해외 우수 기관의 벤치 마킹을 통해서 시행하는 “연구실 순환 제도”도 학생들이 대학원 선택 만족도 (졸업생기준) 설문을 통해서 그 제도의 가치를 높일 수 있다고 판단됩니다.
 - 대표 논문들은 질적인 면에서 매우 우수함, 하지만, 지난 5년 평균보다 논문 편수 (87/년)에 비해서 올해 논문 수(77편)가 감소함. 또한 다양한 지표도 5년 평균에 비해 올해에는 다소 감소한 것으로 보입니다.
 - 기초학문의 특성상 산업화/특허 실적은 없을 수 있지만, 더욱 다양한 사회 참여 활동 (outreach)을 지속적으로 확장하여 “산업사회 문제 인식/해결” 관점에서의 기초 학문 분야가 기여할 수 있도록 하는 것이 필요함
 - 국제 공동연구 참여교수가 전체 교수의 50% 정도임. 특히 국제위원회 활동에 참여하는 참여교수는 1/3 수준으로 국제적인 수준의 대학을 표방하는 관점에서는 더 많은 참여를 독려할 방안이 필요한 것 같습니다. 또한, 국제화가 주로 outbound에 집중함, in-bound를 통해서 균형을 맞추는 필요가 있습니다.

2022년 9월 28일

외부 평가위원 부산대학교

(인)

※ 교육연구단 운영규정에 따라 실시한 자체평가 결과를 요약본 또는 원본의 형태로 제출

1. 교육연구단의 비전과 목표

- 전체적으로 교육/연구/국제화등 각 분야에서 제시한 비전과 목표를 향해 구체적인 계획을 수립하고 실천한 내용을 확인할 수 있었음.
- 특히 교육과정에서 해외 정상급 대학에서 실행하고 있는 학사관리 제도를 효과적으로 적용하고 이를 지속 발전하는 노력이 확인됨. 또한, 교수-학생간의 소통을 넓히고 학생중심의 연구/진로 상담을 통해 소통하는 미래리더연구 및 교육환경을 조성하고, 학문적 너비를 강조하는 교육과정을 포함하여 “함께하는 연구” 실행에 준비하고 있음을 확인할 수 있었음.
- 교육과 연구의 선순환을 위해 교육 과정과 연구와의 연계성을 구축하려는 노력이 돋보임.
- 연구 분야에서는 혁신적인 연구, 함께하는 연구, 포스텍 플래그십 연구를 통해 연구역량을 증진함. 연구목표에 맞는 참여 교수와 대학원생의 우수 실적을 산출함.

2. 교육역량 영역 성과

- 현 교과과정의 단점을 보완하고자 도입한 제도(융합학점 필수이수, 연구실 순환제도, 교무지도교수 제도설립, 학생-지도교수 기대 설문제도 신설, 융합인재 캠퍼스 운영 등) 들은 1.2 년차에 이어 지속적으로 시행 발전시켰으며 이는 학생들의 연구능력향상 뿐만 아니라 미래 진로 및 경력 관리에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 예상됨.
- 학생주도의 교육 및 연구제도를 마련한 점이 돋보이며, 능동적이며 소통하는 리더교육 철학을 확립할 수 있었음.
- 우수 대학원생 확보 프로그램을 신설 및 운영. 포스텍 우수학생 대학원 연계진학을 위한 연구참여 프로그램 운영 및 타대학 우수대학원생 확보를 위한 Open Lab과 Summer Research Fellowship 프로그램을 운영하여 우수 대학원생 유치에 노력함.
- 첨단연구와 융합연구를 추구하는 교육과정 혁신의 노력이 돋보임.
- 연구실 순환 제도 운영, 융합인재 캠퍼스 운영, 융합수업 과목 개설 운영, 역진행 특강 수업 (Flipped Learning) 활성화, 첨단 연구주제에 대한 교육 체인 (Chain) 프로그램 신설등을 통하여 이를 추구함

교육역량 실적

- 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 연구 교육
 - 융합 학점 요건 신설,
 - 연구실 순환 제도: 대학원 신입생들이 3개 연구실에서 연구참여 후
 - 지도교수 선정, 2021년 2학기화 2022년 1학기에 총 15명 참여
 - 융합 수업 과목 개설, 교육 체인 프로그램 신설
- 학생 중심의 건강한 연구/진로 멘토링
 - 교무 지도 교수 제도 운영, 학생-지도교수 기대 설문 제도 실시
- 능동적이고 소통하는 리더 교육
 - 융합 인재 캠퍼스, 역진행 특강 수업, 대학원생 주도 저널 클럽
- 참여대학원의 연구실적은 매우 우수한 것으로 평가됨. 참여 대학원생 출간 논문 39편중 주저자 논문은 21편이며 특히 주저자 논문의 평균 Impact Factor 가 14.64로 Physical Review Letters의

Impact Factor 9.185를 훨씬 뛰어 넘음. 뛰어난 연구의 질적 우수성을 보여주고 있음.

- 3차년도 참여대학원생 박사학위자 취업률 100% 달성. 국내외 대학 및 연구소 연구원 취업 (11명)과 기업 창업 (1명) 및 산업체 취업 (7명)이 균형을 이루고 있음. 국내외 대학 및 연구소에 취업한 후에 해외로 취업하는 경우도 꾸준히 배출됨.
- 우수 신진연구인력(연구원) 확보에서는 기존 확보목표에 비해 부족했던 것으로 확인됨. 이는 전반적인 BK 21 교육단에 대한 일괄 삭감에 기인. 장기적으로 박사후연구원 2명 연구교수 1명으로 계획 수정. 3차년도에는 연구교수 1명 박사후 연구원 4명을 지원함. 신진 연구자 주도 리더십 양성 및 연구자 주도 융복합 연구 장려 및 제도적 보장을 추진함.
- 교육 프로그램의 국제화 현황은 매우 활발하게 수행되고 있음을 확인할 수 있으며 참여대학원생들의 인적교류 실적도 뛰어난 것으로 평가됨.

3. 연구역량 영역 성과

- 3차년도 평가기간동안 국제적으로 저명도가 뛰어난 학술지에 다수의 논문을 게재하였으며, 이는 연구단이 목표로 하는 연구성과의 질적 우수성을 보여주고 있음. 해당기간 참여교수의 실적은 총 77편이며 본 교육단 교수가 주저자인 Nature Physics IF 이상급 논문은 Nature 2편을 포함하여 총 12 편이며 Physical Review Letters 이상급 논문은 총 19편임. 참여교수 1인당 년 0.9편의 Physical Review Letters 이상급 논문을 산출함.
- 연구 실적의 특징:
 - a. 혁신적인 연구: 기초과학분야에 집중 및 긴 호흡으로 혁신적인 연구 지향 철학 유지
 - b. 함께하는 연구: 참여교수간 및 외부연구자와의 활발한 공동연구 지속.
 - c. 이를 통해서 세계선도형 플레그십 연구 가능성을 확인함.

4. 국제화 추진 성과

- 참여교수들의 국제공동연구현황은 다양한 국가에서 매우 활발하게 수행되고 있으며 공동연구실적 또한 매우 우수한 것으로 확인됨. 국제위원회에 활동하는 참여 교수의 수를 증진시킬 필요가 있음. 다양한 outbound 국제 공동 연구 활동이 포스텍 유관 기관인 APCTP 와 한국/포스텍 막스 플랑크 연구소 등을 이용한 inbound 국제 공동 연구 활동과 balance를 형성함.
- 국제화 실적
 - a. 기관 대 기관 국제 연구 교류 플랫폼 구축 및 확대:
 - 주력 연구센터를 통한 외국 기관과 인적 교류 및 공동 연구 기반 조성 (한국/포스텍 막스 플랑크 연구소 글로벌 인턴 파견: 42명)
 - 주력 연구센터를 통한 외국 연구자와의 네트워크 형성 (APCTP)
 - b. 개인 기반 국제 공동연구 네트워크 활용 및 발전, 국제 공동연구 활성화 및 이를 통한 국제적 인지도 고양 (국제 연구과제 수행(2건), 국제 공동연구를 위한 연구자 교류(14건), 참여교수 국제공동연구(27건) 전체 논문의 35%)

5. 산업 산업사회 문제 해결 기여를 위한 운영 성과

- 코로나 사태의 어려움에도 불구하고 과학 대중화 및 산학연구 활동을 꾸준히 진행하여 높은 성과들을 도출함.
- 실적
 - a. 과학 대중화 및 지식환원: 기초과학 중심의 산학연구 및 기술 컨설팅 활동 장려, 열린 캠퍼스 과학 대중화 프로그램 활성화
 - b. 건강한 과학 리더십 구축: 초중고 과학교사 대상 물리교육 및 시연 추후 체계 예정

6. 종합

- 교육단이 지향하는 미래 신진과학인력배출을 위해 혁신적인 교육프로그램 정비와 효과적인 연구환경을 제시하고 효과적으로 운영하고 있음. 참여대학원생과 교수들의 연구실적은 매우 우수한 것으로 평가되며 교육 목표에 적합한 프로그램을 실행하고 있음이 확인됨.