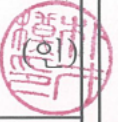
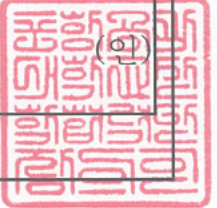


『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

교육연구단 자체평가보고서

접수번호	4199990114237						
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	광학및양자 전자학
	비중(%)	60%		20%		20%	
교육연구 단명	국문) 4단계 BK21 포스텍 물리교육연구단 영문) BK21 FOUR POSTECH Physics Division						
교육연구 단장	소 속	포항공과대학교 단과대 구분없음 물리학과					
	직 위	교수					
	성명	국문	전화				
			팩스				
			이동전화				
			E-mail				
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019-212)	2차년도 (213-222)				
	국고지원금	528	1,056				
총 사업기간		2020. 09. 01 - 2027. 08. 31 (84개월)					
자체평가 대상기간		2020. 09. 01 - 2021. 08. 31 (12개월)					
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다. 2021년 9 월 17 일							
작성자	교육연구단장						
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 신진과학자 육성'임. 물리학 분야의 글로벌 리더를 양성하고 세계 정상급 연구업적으로 인정받는 포스텍 브랜드 연구성과 7건 달성을 목표로 함. 이 목표를 달성하기 위해 포스텍 물리교육연구단에서 배출되는 신진과학 인력이 (1) 첨단 물리 지식, (2) 미래 대처 능력, (3) 리더 능력을 갖추 수 있도록 교육환경을 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 이를 실행하였음. 연구 부분에서도 연구 목표에 적합한 훌륭한 연구 실적을 산출하였음.		
교육역량 영역 성과	교육연구단의 핵심 교육 프로그램에 대한 제도 완비 및 이를 실행하였음. 교육 목표를 실현하기 위해서 다음을 핵심과제로 수행하였음. (1) 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 교육과정: 융합 학점 요건 신설, 연구실 순환 (Lab Rotation) 과목 신설. (2) 학생 중심의 건강한 연구/진로 멘토링: - 교무지도교수 (Academic Advisor) 제도 신설. - 학생-지도교수 기대 설문 제도 신설. (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. - 대학원생 저널클럽 세미나 운영: 능동적 그룹 활동을 통한 리더십 증진. - 교수-대학원생 간담회 개최.		
연구역량 영역 성과	(a) 참여교수 논문 실적 해당 기간 중 총 논문 편수는 76 편이며 이중 절반가량(36편)이 PRD급 이상(IF 5.296)의 논문으로 질적으로 매우 우수한 실적을 달성. 본 사업단 교수가 주저자인 PRL급 이상(IF 9.161)의 논문은 Nature 1편, Science 1편을 포함하여 총 18 편임. (b) 참여 대학원생 논문 실적 참여대학원생의 전체 논문 46편 (2020. 09. 01 ~ 2021. 08. 31 출간) 중 주저자 논문 25편. 참여대학원생의 주저자 논문의 평균 IF = 7.963 (Physical Review Letters의 2020년 IF 9.161에 근접).		
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	1차년도에 만들어진 여러 핵심 교육 프로그램에 대한 계속 추진 및 미비점 보완. 참여 교수와 참여 대학원생의 우수 실적의 지속적 산출을 바탕으로 포스텍 브랜드 연구 산출.		

I

교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	영문
소속기관	포항공과대학교	단과대학 구분없음 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).

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	20년 2학기	26명	19	73.08	
	21년 1학기	25명	21	84	

<표 1-2> 최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.) 교육연구단 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1		2020년 2학기	전출	정년 퇴임	

<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	20년 2학기	1	1	100	2	0	0	151	91	60.3	154	92	59.7
	20년 1학기	2	0	0	4	2	50	158	115	72	164	117	71
참여교수 대 참여학생 비율					5.23								

- 교수 정년퇴임(2021. 02. 28)으로 교수님과 참여교수 교체.
- 교수 신규 참여교수로 증가.
- 사업신청서 기준 참여교수 19명에서 2021. 3. 1 기준 참여교수 21명으로 증가.

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 갖출 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.

- 포스텍 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 이수를 융합학문 과목을 포함하여 6학점 이수로 확대 개편.

- “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목 신설: 대학원 신입생들에게 3개 연구실에서 연구 참여 후 지도 교수 선정.
 - 2021학년도 1학기부터 시행.
 - 2021년 4월 ~ 6월 (3개월) 대학원 신입생 8명 최대 3개 연구실에서 연구 참여 진행.

(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.
 - 2020년 2학기 (신입생 6명, 교무지도교수 3명), 2021년 1학기 (신입생 20명, 교무지도교수 9명) 대학원 신입생 전원 배정.

- 학생-지도교수 기대 설문 제도 신설.
 - 2021학년도 1학기부터 시행.
 - 2021년 2월과 6월 지도교수 선정 전 설문 시행 후 교수와 대학원생의 상호 기대에 대한 면담 진행.

(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 최초 선발하여 2021년 2학기부터
 - -융집물리이론, -입자물리이론 (융합지도교수).
- 대학원생 저널클럽 세미나 운영: 능동적 그룹 활동을 통한 리더십 증진.
 - 고체물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야.
 - 물리학과에서 각 분야별 연 70만원 ~ 150 만원 지원.
 - 2021년도 총 22회 저널클럽 세미나 진행 (2021년 7월 28일 기준).

○ 교수-대학원생 간담회 개최.

- 제 1회 간담회 개최 2021. 08. 12 (19:00 ~ 21:30) 온라인 진행.
- 총 참가인원 36명 (참여교수 11명, 참여 대학원생 25명).

B. 연구 분야

○ 참여교수 논문실적.

해당 기간 총 논문 편수는 76 편이며 이중 절반가량(36편)이 PRD급 이상(IF 5.296)의 논문으로 질적으로 매우 우수한 실적을 달성함. 이는 포항공과대학교 물리학과가 추구하는 논문의 질적 우수성이라는 목표와 부합하는 결과임. 본 사업단 교수가 주저자인 PRL급 이상(IF 9.161)의 논문은 Nature 1편, Science 1편을 포함하여 총 18 편임.

○ 대표 우수 성과

•

“Graphene-based Josephson junction microwave bolometer”, NATURE 586, 42 (2020. 10.).

•

“Evidence of higher-order topology in multilayer WTe₂ from Josephson coupling through anisotropic hinge states”, NATURE MATERIALS 19, 974 (2020. 09.).

•

“Gigantic Current Control of Coercive Field and Magnetic Memory Based on Nanometer-Thin Ferromagnetic van der Waals Fe₃GeTe₂”, ADVANCED MATERIALS 33, 2004110 (2021. 01.).

- 본 교육연구단 연구 추진방향은 ‘혁신적인 연구’, ‘함께하는 연구’, ‘포스텍 플래그십 연구’임. 대표업적물의 연구 내용은 모두 ‘새로운 개념 제시’와 ‘새로운 현상 최초 구현’ 한 경우로, ‘지식의 한계 확장’ 이라는 비전과 <혁신적인 연구>라는 추진방향에 부합함.

○ 참여 대학원생 우수 논문 및 우수발표.

- 참여대학원생의 전체 논문 46편 (2020. 09. 01 ~ 2021. 08. 31 출간) 중 주저자 논문 25편.
- 참여대학원생의 주저자 논문의 평균 IF=7.963 (Physical Review Letters의 2020년 IF 9.161에 근접).

C. 국제화

자세한 사항은 연구 부분 3. 참여교수의 연구의 국제화 현황 ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획 참조.

○ 전략 1: 기관 대 기관 국제연구 교류 플랫폼 구축 및 확대.

- 주력 연구센터와 해외연구기관과의 국제협력 MOU 협약 활성화 (1건).
- 주력 연구센터 주관 bilateral 학회 및 정기행사를 통한 교류 및 양국 연구자의 중-장기 방문 교류 추진 (5건).

- 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 3건), 국제 공동연구를 위한 연구자 교류 (총 4건),
 - 참여교수 국제공동연구 (총 22건) 수행.
- 전략 3: 교육연구단이 주도하는 연구자 국제교류 프로그램 조성.
 - 해외학자 초청 세미나를 통한 국제교류 활성화 (총 9건)

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 포스텍 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.
 - '미래대처 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 성취, 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 영역

□ 교육역량 대표 우수성과

- 교육연구단의 핵심 교육 프로그램에 대한 제도 완비 및 실행
 - 융합 학점 요건 신설.
 - 대학본부의 승인, 2021년 1학기부터 시행.
 - 전공선택필수 3학점 이수를 융합학문 과목을 포함하여 6학점 이수로 확대 개편.
 - “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목 신설.
 - 학과 대학원 위원회 승인, 2021학년도 1학기부터 시행.
 - 2021년 4월 ~ 6월 (3개월) 대학원 신입생 8명 최대 3개 연구실에서 연구 참여 진행.
 - 교무지도교수 (Academic Advisor) 제도 신설.
 - 학과 대학원 위원회 승인, 2020학년도 2학기부터 시행.
 - 2020년 2학기 (신입생 6명, 교무지도교수 3명), 2021년 1학기 (신입생 20명, 교무지도교수 9명) 대학원 신입생 전원 배정.
 - 학생-지도교수 기대 설문 제도 신설.
 - 학과 대학원 위원회 승인, 2021학년도 1학기부터 시행.
 - 2021년 2월과 6월 지도교수 선정 전 설문 시행 후 교수와 대학원생의 상호 기대에 대한 면담 진행.
 - 대학원생 업적관리 시스템 신규 구축.
 - 대학의 기존 연구업적관리 시스템 (RIMS) 개선.
 - 교수 및 대학원생의 논문과 학회발표 실적 검색 가능.
 - 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 운영.
 - 2021년 6월 최초 선발하여 2021년 2학기부터
-): -응집물리이론, -임자물리이론 (융합지도교수).
- 참여 대학원생 우수 논문 및 우수발표
 - 참여대학원생의 전체 논문 46편 (2020년 9월 1일 ~ 2021년 8월 31일 출간) 중 주저자 논문 25편.
 - 참여대학원생의 주저자 논문의 평균 IF = 7.963 (Physical Review Letters의 2020년 IF 9.161에 근접).
 - 대표 우수 논문 8건.
 - NATURE MATERIALS (IF = 43.841, mrnIF = 100)
 (제1), (교신).
Evidence of higher-order topology in multilayer WTe2 from Josephson coupling through anisotropic hinge states (2020. 09.).
 - PHYSICAL REVIEW LETTERS (IF = 9.161, mrnIF = 96.33).
 (제1), (교신).
Many-Body Invariants for Chern and Chiral Hinge Insulators (2021. 01.).
 - ACS NANO (IF = 15.881, mrnIF = 96.31).
 (제1), (공동), (교신).
High-Throughput 3D Ensemble Characterization of Individual Core-Shell Nanoparticles With X-ray Free Electron Laser Single-Particle Imaging (2021. 03.)

- PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA (IF=11.205, mrnIF = 95.2).
(제1), (교신).
Linker Domain Function Predicts Pathogenic MLH1 Missense Variants (2021. 03.).
- NATURE COMMUNICATIONS (IF = 14.919, mrnIF = 96.8).
(제1), (제1), (공동), (교신).
Direct observation of excitonic instability in Ta₂NiSe₅ (2021. 03.).
- PHYSICAL REVIEW LETTERS (IF = 9.161, mrnIF = 96.33).
(제1), (교신).
Non-Fermi Liquids in Conducting Two-Dimensional Networks (2021. 05.).
- NATURE COMMUNICATIONS (IF = 14.919, mrnIF = 96.8).
(제1), (제1), (공동), (교신).
Tunable high-temperature itinerant antiferromagnetism in a van der Waals magnet (2021. 05.).
- PHYSICAL REVIEW LETTERS (IF = 9.161, mrnIF = 96.33).
(제1), (제1), (교신).
Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT symmetric system (2021. 08.).

○ 참여 대학원생 우수 발표.

- (통합과정): 2020년 삼성전자 제27회 휴먼테크논문대상, Basic Science 금상.
발표제목: Tunneling spectroscopy of Floquet Bloch states in graphene Josephson junction.
- (통합과정): 2021년 제27회 삼성 휴먼테크 논문대상 Basic Science 장려상.
발표제목: Direct observation of reverse kinetic pathway on ultrafast nonequilibrium melting.
- (통합과정): 2021년 미국 물리 학회 구술 발표.
발표제목: Many body Invariant for Chern and Chiral Hinge Insulators.
- (통합과정): 2021년 The 7th International Workshop on 2D Materials 구술 발표.
발표제목: Thickness dependent magnetic phase diagram of iron-based metallic van der Waals magnets.
- (통합과정).2020년 가을 한국물리학회 학술대회 구술 발표, 우수 발표상 수상.
발표제목: Non-fermi liquids in conducting 2d networks.

○ 참여교수 교육 대표실적.

- 역진행 특강 수업 (Flipped Learning) 진행 1건.
 - 생물물리특강: 세포 생물물리학 (2020년 2학기).
- 융합 공동 강의 개설 2건.
 - 물성물리학특론 I: 응집물리실험 연구동향 (2명의 교수가 공동 강의, 2020년 2학기).
 - 물성물리학특론 III: 2차원물질연구의 동향 (7명의 교수가 공동 강의, 2020년 2학기).
 - 응집물리이론 및 실험: (물리학과 소속 전임교원).
 - 에너지기술/소재분석 · 시뮬레이션기술: (신소재 학과 소속).

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

현교육과정의 장단점 및 대학원 과정의 운영계획 대비 실적

【 현 교과과정과 학사관리의 장단점 】

① 장점

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

② 단점

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

【 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간(2020. 09. 01 ~ 2021. 08. 31)의 실적 】

(1) 교육과정 운영계획.

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

○ 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 박사급 전문인력 양성.

< 계 획 >

- 석박통합과정 위주의 교과과정 운영으로 박사 인력 양성에 집중.
- 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.

< 실 적 >

- 입학 인원: 석박사 통합과정 총 26명, 박사과정 총 1명.
 - 2020년 9월 입학: 석박사 통합과정 6명, 박사과정 0명.
 - 2021년 2월 입학: 석박사 통합과정 20명, 박사과정 1명.
- 박사학위 취득인원: 총 17명 박사학위 취득.
 - 2021년 2월 졸업: 7명
 - 2021년 8월 졸업: 10명
- 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 (아래 개설과목 목록 참고).

전공필수	• 해석역학 • 전기역학 I • 양자역학 I • 전기역학 II 또는 양자역학 II • 통계역학 • 콜로퀴움
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

○ 강의 질적 제고를 위한 제도 운영.

< 계 획 >

- 강의 개선을 위한 강의평가제도 시행 및 강의평가결과 환류시스템 운영.
 - 강의개선 및 교수 업적평가 자료로 강의평가 결과 활용.
- 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 매학기 최우수조교 (1인), 우수조교 (3 ~ 4인) 포상.
- 온라인 학습관리시스템으로 대학원생의 학사 및 학습 관리 편의성 도모.

< 실 적 >

- 2020년 2학기, 2021년 1학기 5점 만점에 평균 4.73 점을 획득하여 학교 전체 평균 (4.63 점)보다 월등히 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)
2020년 2학기	10	10	100	10	100	4.81
2021년 1학기	8	8	100	8	100	4.64
계	18	18	100	18	100	-

- 교수 대상 ‘우수강의상’ 및 대학원생 대상 ‘우수조교상’ 제도 운영.
 - 우수강의상: (전자기학 I, II).
 - 우수조교상: (일반물리II), (열물리), (물리실험I).
- 강의자료 온라인 공개: 학내 정보 시스템 (PLMS)에 학습관리 시스템 운영.
 - 강의개요, 교재, 강의 동영상, 강의진도, 평가계획 등 열람 가능.

○ 연구자의 기본 소양 교육.

< 계 획 >

- 전 교과목 영어강의 및 세미나 영어발표 시행.
- 영어 발표 및 영어 논문작성 능력 향상을 위한 교육 강화 (포스텍 어학센터 프로그램 활용).
- 대학원생들의 연구능력 향상을 위한 워크샵 개발·운영 (포스텍 교육혁신센터 프로그램 활용).
 - 논문 작성법, 실험연구의 설계/분석 세미나 및 워크샵, 예비교수 워크샵 등.
- 연구윤리 교육
 - ‘POSTECH 대학원 윤리서약서’ 작성 및 제출. ‘Turn it in’ 표절 예방 프로그램 사용 장려.

< 실 적 >

- 기존에 진행되었던 전 교과목 영어강의 및 세미나 영어발표를 충실히 수행하여 100% 진행.
- 영어 발표 및 영어 논문작성 능력 향상을 위한 교육 강화 (포스텍 어학센터 프로그램 활용).
 - 영어논문 작성법, 영어논문발표연습 관련 특강 및 교육 실시.

영어논문 작성법 특강	2021. 01. 25 ~ 2021. 02. 02
영어논문 작성법 교육	2021. 04. 27 ~ 2021. 05. 07 / 2021. 05. 11 ~ 2021. 05. 27 2021. 07. 13 ~ 2021. 07. 23
영어논문 발표연습 교육	2021. 05. 03 ~ 2021. 05. 26 / 2021. 06. 21 ~ 2021. 07. 23

- 대학원생들의 연구능력 향상을 위한 워크샵 개발·운영 (포스텍 교육혁신센터 프로그램 활용).
 - 러닝 커뮤니티 조직 및 운영: 공동의 학습활동 목표를 달성할 수 있도록 학생들이 자율적으로 공동체를 형성, 협력하여 학습함으로써 자기주도성 및 지식탐구 역량 향상.
 - 학습력 향상 Workshop 개최.
 - 2020. 08. 27 학습유형에 따른 자기관리 전략 (On-line).
 - Learning Tips: 학생들의 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.
 - 리더십역량 증진 특강 개최.
 - 2020. 11. 13 나의 리더십 유형과 팀 커뮤니케이션: 내가 왕이 될 상인가? (On-line).
 - 연구노트 작성법 특강 (On-line): 2021. 02. 18 / 2021. 04. 14.
 - 연구윤리 교육 (논문 작성법) 개최.
 - ‘POSTECH 대학원 윤리서약서’ 작성 및 제출. ‘Turn it in’ 표절 예방 프로그램 사용 장려.
 - 2020년 2학기, 2021년 1학기 대학원 신입생 On-line 교육 각 1회.
 - 2021년 1학기 외국인 대학원 신입생 On-line 교육 1회.
 - 2021. 05. 18 딜레마 토론식 연구윤리 특강 (현장교육) 1회.
- 최종논문심사를 통과하고 제출된 학위논문 제출 시에 연구윤리 준수확인서와 Turn it in 디지털 수

평가를 의무적으로 제출하게 되어 있어, 연구 윤리를 스스로 확인 및 실천할 수 있도록 교육.

② 기초 핵심 능력 (Strong Core)

○ 기초 핵심 과목 강화와 엄정한 학사관리 운영.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

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

○ 기초핵심과목 강의 질 제고

< 계 획 >

- 강의평가 우수 교수 및 성적 우수 대학원생 조교 배정.
- 담당 교수와 조교의 'Office Hour' 강화.

< 실 적 >

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

③ 심화된 전문지식 (Depth)

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

< 계 획 >

- 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.
- 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.
- 학생주도 심층연구 특강 신설.
 - 학생들이 주도적으로 특정 연구주제에 대한 조사-발표-토론으로 진행되는 수업.
- 미래 기술 특강 실시.
 - 미래 파급효과가 큰 주제(인공지능, 양자컴퓨터 등)에 대해 특강 과목 개설 및 세미나 진행.

< 실 적 >

- 첨단 연구주제에 대한 교육 체인 (Chain) 프로그램.

- 코로나 사태로 스쿨과 튜토리얼 구성에 어려움이 있어, 2022년부터 시행을 목표로 프로그램 구성 중.
- 온라인 플랫폼을 이용한 프로그램 추진중: (키워드-위상물질) <대학원 위상물질 특론수업> - <위상물질 튜토리얼> - <컬로퀴엄 중 위상물질 관련> - <학과 세미나 중 위상물질 관련 세미나>
- 첨단 연구주제에 대한 특론·특강 6건.

2020년 2학기 개설	물성물리학특론 I	응집물리실험 연구동향
	물성물리학특론 II	위상초전도체
	물성물리학특론 III	2차원물질연구의 동향 (7인의 교수가 각 전문분야 강의)
	고급물리특강 I	세포 생물물리학
	고급물리특강 II	플라즈마동역학 이론
2021년 1학기 개설	현대물리학특론 I	양자얽힘 및 양자측정

- 학생주도 심층연구 특강 신설.
 - 2022년 시행목표로 학과 교육위원회 심의 중.
- 미래 기술 특강 4건.
 - “Deep Learning Acceleration with Resistive Crosspoint Array” 포스텍 교수 세미나 (2020. 12. 11).
 - “Unconventional Spin Transport in Quantum Materials” 카이스트 교수 세미나 (2021. 04. 30).
 - “Engineering a trapped ion quantum computer” 성균관대 교수 세미나 (2021. 03. 31).
 - 현대물리학특론 I: 양자얽힘 및 양자측정 (2021년 2학기 개설).

④ 학문적 넓이를 추구하는 교육 기회 제공 (Breadth)

○ 학제간 융합교육 제도 활성화.

< 계 획 >

- 융합 학점 요건 신설.
 - 각 학생이 본인의 전문분야 이외의 타 분야/타 학과 과목을 일정 학점 이상 선택 필수 (6 학점으로 추진 중).
- 융합 공동강의 활성화.
 - 두 개 분야 이상 교수가 동일한 주제에 대해 공동으로 개설하는 공동강의 과목 운영.
- 소규모 공동연구 그룹화.
 - 공동연구를 수행하는 연구실간 대학원생 통합 지도가 가능한 연구그룹 구성.

< 실 적 >

- 융합 학점 요건 신설.
 - 전공선택필수 3학점 이수를 융합학문 과목을 포함하여 6학점 이수로 확대 개편.
 - 대학본부의 승인을 거쳐 2021년 1학기부터 시행중에 있음 (2021년 2월 대학원생부터 적용).
- 융합 공동강의 2건.
 - 물성물리학특론 I: 응집물리실험 연구동향 (2명의 교수가 공동 강의, 2020년 1학기).
 - 물성물리학특론III: 2차원물질연구의 동향 (7명의 교수가 공동 강의, 2020년 1학기).
 - 응집물리이론:

- 응집물리실험:
- 에너지기술 / 소재분석 · 시뮬레이션기술:
- 소규모 공동연구 그룹화.
 - 대학원생 주도 분야별 저널클럽 운영: 고체물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야 대학원생이 분야별 저널클럽 운영 중 (물리학과에서 분야별로 연 100~150 만원 지원).
 - 소규모 공동그룹 운영 11건.

	2차원 물질 스핀트로닉스 연구	
	엑시톤 응집상 물성 연구	
	2차원 전하밀도상 물질의 전자상태 및 수송연구	
	초전도 플로케 상태 연구	
	인간 염색체 3차원 구조 연구	
	초저온 환경에서의 단분자 물성 예측 연구	
	강한 스핀-오비탈 상호작용 물질의 라만 신호 연구	
	비틀린 고온초전도체 연구	
	비-유니타리 위상 상태 분류 연구	
	세포간 나노튜브 형성 과정 연구	
	DNA repair 단백질의 DNA 확산 동역학 연구	

○ 교내외 부서와 협동을 통한 교과과정 다양화.

< 계 획 >

- 교내 유관기관과의 협력 강화.
 - 포스텍 소재 외부 연구기관 (막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 기초과학연구원(IBS), 포항가속기연구소 (PAL), 아태이론물리센터 (APCTP))의 우수 학자를 학과 겸직교수로 초빙.
 - 석학교수, 겸직교수들의 대학원생 공동지도, 연구교류 등을 통해 연구 분야의 다양화 기여.
- 국내 · 외 유관기관과의 협력 강화.
 - 대학원생의 국내외 우수대학 · 연구기관으로 장단기 파견/연수 기회 제공.
 - 독일 Max Planck 연구소 글로벌 연구 인턴십 제도 활용.

< 실 적 >

- 우수 연구자를 학과 겸직교수 위촉 (2020년 9월이후 신규 임용).

성명	원소속기관	임용기간	
	APCTP	2020. 09. 01	2022. 08. 31
	APCTP	2020. 09. 01	2022. 08. 31
	APCTP	2020. 09. 01	2022. 08. 31
	APCTP	2020. 09. 01	2022. 08. 31
	APCTP	2021. 03. 01	2023. 02. 28
	APCTP	2021. 03. 01	2023. 02. 28
	APCTP	2021. 03. 01	2023. 02. 28
	APCTP	2021. 03. 01	2023. 02. 28

- 국내·외 유관기관과의 협력 강화.
 - 국내파견/연수 4건.
 - 2019.12.16. - 2020.12.31 다원시스 (지도교수).
 - 2020.06.10. - 2022.07.15 KIST 양자정보연구단 (지도교수).
 - 2020.07.19. - 2020.09.19 국가핵융합연구소 (지도교수).
 - 2021.04.05. - 2021.06.25 부산대학교 (지도교수).
 - 해외대학 및 기간 파견/연수는 코로나 사태로 시행하지 못했음.

(2) 학사 관리 운영 계획.

① 포스텍 물리교육연구단의 학사관리 체계 계승 및 발전.

○ 세부전공 및 논문지도교수 선정.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 2021학년도 1학기부터 “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목을 신설
 - 2021년 4월 ~ 6월 (3개월) 실시.
 - 수강생 8명.
 - 매월 연구참여 학생 결과보고서 및 교수 평가서 작성 및 제출.
 - 대학원혁신팀과 연계하여 70만원/월 지원인원 증원 (대학원 혁신팀 5명, 물리학과 3명).
- 교무지도교수 (Academic Advisor) 제도 신설
 - 2020년 9월부터 교무지도교수 제도 시행.
 - 2020년 하반기, 2021년 상반기 대학원신입생 전원 교무지도교수 배정.

○ 박사학위논문 제안서 구두시험 기한 단축.

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

- 2022년 시행을 목표로 학과 대학원 위원회에서 심의 중.

② 면학 요건 제공과 학생중심의 진로 멘토링

○ 학사운영 내부 규정의 정립 및 학생안내 매뉴얼 제공.

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

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

○ 학생 중심의 연구 및 진로 멘토링 강화.

< 계 획 >

- 자기계발 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.
- 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.
- 대학원생 업적관리 시스템 신규 구축.
 - 대학원생의 교육 및 연구 성과를 파악할 수 있는 데이터베이스 시스템 구축. 개인/학과/대학 차원에서 객관적, 체계적으로 관리.
- 그룹-학과-대학 차원의 진로 상담 체계 신규 구축.
 - 그룹: 자기 계발 심층 면담 시 진로 상담을 동시에 진행.
 - 학과: 교수-학생 간담회 매년 진행.
 - 대학: 면접을 대비한 개별 인·적성 검사 및 분석 실시.

< 실 적 >

- 자기계발 심층면담 제도 운영.
 - 학과 연구 지도교수가 정해진 재학 대학원생 전체를 대상으로 2021년부터 시행.
 - 학생은 면담 결과 report 제출해야 함.
- 학생-지도교수 기대 설문 제도 운영.
 - 2021년 2월과 6월 총 2회에 걸쳐 대학원생-지도교수 기대 설문 시행.
 - 교과과정 및 학위 논문 계획, 연구일정 관리, 학위논문 지도, 경제적 지원 등 5가지 카테고리에서 총 16문항 기대 설문지 제작 및 활용.
- 대학원생 업적관리 시스템 신규 구축.
 - 대학의 RIMS 연구업적관리 시스템 새로 구축: 교수 및 대학원생의 논문과 학회발표 실적 검색 가능.

- 그룹-학과-대학차원의 진로 상담 체계 신규 구축.
 - 교수-학생 온라인 간담회 실시 1회.
 - 제 1회 간담회 개최 2021. 08. 12 (19:00 ~ 21:30) 온라인 진행.
 - 총 참가인원 36명 (참여교수 11명, 참여 대학원생 25명).

③ 연구 몰입을 위한 지원제도 운영.

○ 성취감 고취를 위한 포상제도 실시.

< 계 획 >

- ‘1st Paper Award’ 제도 실시.
 - 조기에 첫 번째 논문을 쓰도록 유도하기 위해 첫 번째 논문을 대상으로 포상 실시.
- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 신설 (참조: ‘교육목표 달성 방안’ 및 ‘2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획’).
 - 지도교수에 얽매이지 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.

< 실 적 >

- ‘1st Paper Award’ 제도 운영.
 - 2020년 2학기: 2명.
 - Many-Body Invariants for Chern and Chiral Hinge Insulators.
 - Diamond photonic crystal mirror with a partial bandgap by two 2D photonic crystal layers.
 - 2021년 1학기: 3명.
 - Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT symmetric system.
 - Topological vertex for 6d SCFTs with Z2-twist.
 - Direct observation of excitonic instability in Ta2NiSe5.
- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 운영.
 - 2021년 6월 최초 선발 (2021년 2학기부터 적용).
 - 융합지도교수 (- 응집물리이론, - 입자물리이론).

○ 대학원생의 연구 외 행정부담 경감을 위한 지원.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 연구 행정 절차 간소화 및 지원 인력 지원.

- 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 처우 개선
(예. 연구지원팀: 계약직 (2년 계약 만료) → 상근계약직(정년보장)으로 변경 중).
- 연구행정 교육 확대 (찾아가는 행정 교육 실시).
- 연구계약직 인사세칙 개정.

교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안 및 계획 대비 실적

【 포스텍 물리교육 연구단의 교육과 연구의 선순환 구조 】

교육과정의 3대 가치와 연구의 3대 목표를 접목시킨 교육과 연구의 선순환 추구

- 교육과정 3대 가치
기초 핵심 능력, 심화된 전문 지식, 학문적 너비
- 연구의 3대 목표
혁신적인 연구, 함께하는 연구, 세계 선도형 포스텍 플레그십 연구

【 교육과 연구의 선순환 구조 구축 계획 대비 최근 1년간(2020. 09. 01 ~ 2021. 08. 31)의 실적 】

※대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고.

○ **【교육】** 기초 핵심 능력 (Strong Core) 강화 → **【연구】** 세계 선도형 포스텍 플레그십 연구 지향.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 전임교수의 강의평가와 전공을 고려하여 대학원 전공필수 과목에 담당 교수 배정 (현행 유지).
 - (전공필수) 해석역학, 전기역학 I,II, 양자역학 I,II, 통계역학, 콜로퀴엄; (전공선택) 다체론, 상대성 이론, 고급통계역학, 고체물리학 I,II, 연구실 순환.
- 분야별 불균형을 해소하기 위해 매년 연구 분야별 대학원 전공선택 또는 특론/특강 등 최소 한 과목 개설.
 - (응집물리) 위상초전도체, 응집물질실험 연구동향, 2차원 물질연구의 연구동향.
 - (양자광학/응집물리) 양자얽힘 및 양자측정.
 - (플라즈마) 방사광 X선 회절광학, 플라즈마 동역학 이론.
 - (생물물리) 세포생물물리학.

○ **【교육】** 심화된 전문지식 (Depth) 습득 → **【연구】** 혁신적인 연구 지향.

< 계 획 >

- 연구주제에 대한 특론/특강 및 연구 장비 활용/분석 튜토리얼 실시.
- 연구주제에 대한 특론-스쿨-튜토리얼-세미나 교육 체인 프로그램.
- 학생주도 심층연구 및 미래기술 특강.

< 실 적 >

- 최첨단 연구주제에 대한 교육 체인 프로그램 운영 준비중.
 - 현재 교육위원회 심의중, 교육 체인 프로그램 2022년부터 실행 계획.
- 학생주도 심층연구 특강 준비.
 - 학생주도 심층연구 특강은 2022년 시행을 목표로 학과 교육위원회 심의 중.
- 미래 기술 특강 4건.
 - “Deep Learning Acceleration with Resistive Crosspoint Array” 포스텍 교수 세미나 (2020. 12. 11).
 - “Unconventional Spin Transport in Quantum Materials” 카이스트 교수 세미나 (2021. 04. 30).
 - “Engineering a trapped ion quantum computer” 성균관대 교수 세미나 (2021. 03. 31).
 - 현대물리학특론 I: 양자얽힘 및 양자측정 (2021년 2학기 개설).

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

< 계 획 >

- 융합학점 요건 충족 및 융합과목 개설.
 - 전문분야 이외의 타 분야/타 학과 과목 6 학점 필수. 두 개 이상의 분야를 포함하는 공동 강의 개설.
- 소규모 공동연구 그룹 제도.
 - 공동연구를 수행하는 연구실 간 상호 동의하에 대학원생 통합 지도가 가능한 그룹 구성.

< 실 적 >

- 융합 학점 요건 신설.
 - 전공선택필수 3학점 이수를 융합학문 과목을 포함하여 6학점 이수로 확대 개편.
 - 대학본부의 승인을 거쳐 2021년 1학기부터 시행중에 있음 (2021년 2월 대학원생부터 적용).
- 융합 공동강의 2건.
 - 물성물리학특론 I: 응집물리실험 연구동향 (2명의 교수가 공동 강의, 2020년 1학기).
 - 물성물리학특론III: 2차원물질연구의 동향 (7명의 교수가 공동 강의, 2020년 1학기).
 - 응집물리이론: .
 - 응집물리실험: .
 - 에너지기술 / 소재분석 · 시뮬레이션기술: .
- 소규모 공동그룹 운영 11건.

	2차원 물질 스핀트로닉스 연구	
	엑시톤 응집상 물성 연구	
	2차원 전하밀도상 물질의 전자상태 및 수송연구	

	초전도 플로케 상태 연구	
	인간 염색체 3차원 구조 연구	
	초저온 환경에서의 단분자 물성 예측 연구	
	강한 스핀-오비탈 상호작용 물질의 라만 신호 연구	
	비틀린 고온초전도체 연구	
	비-유니타리 위상 상태 분류 연구	
	세포간 나노튜브 형성 과정 연구	
	DNA repair 단백질의 DNA 확산 동역학 연구	

교육 목표 달성 방안 및 계획 대비 실적

【 포스텍 물리교육연구단의 3대 교육 핵심과제 】

- 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 연구 교육 제도
- 학생중심의 건강한 연구·진로 멘토링
- 능동적이고 소통하는 리더 교육

【 교육목표 달성 방안 계획 대비 최근 1년간(2020. 09. 01 ~ 2021. 08. 31)의 실적 】

※대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고.

○ 학문의 깊이와 너비를 겸비하는 연구 교육 제도.

< 계 획 >

- 최첨단 연구주제에 대한 교육 체인 프로그램 운영.
 - 특론 (1학기)-스쿨 (1주)-튜토리얼 (6시간)-콜로퀴엄 (1시간)-세미나 (1시간)를 키워드 연결하여 계획.
- 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도.
 - 신입생들이 대학원 첫 학기 동안 한 달 단위로 최대 3개 연구실에서 연구참여 후 지도교수 선정.
- 융합 공동 강의 개설.
 - 특강 형식으로 물리학과 내 다른 전공 교수들이 팀을 이루거나 다른 학과의 교수들이 팀을 이루어 수업.
- 소규모 공동연구 그룹화 교육 제도.
 - 프로젝트 기반 소규모 공동연구팀 조직. 참여 학생/지도교수들 간 상호 교차 지도.
- 학생주도 심층연구 및 미래기술 특강.
 - 미래 파급효과가 클 것으로 예상되는 주제 (인공지능, 양자컴퓨터 등)에 대해 특강/세미나 개설.
- 국제학회 발표 의무화.
 - 국제학회 참석 및 발표를 의무화하여 졸업 심사 전 국제학회 1회 이상 발표 필수.

< 실 적 >

- 최첨단 연구주제에 대한 교육 체인 프로그램 운영 준비 중.
 - 현재 교육위원회 심의중, 교육 체인 프로그램 2022년부터 실행 계획.

- 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도 시행.
 - 2021학년도 1학기부터 “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목 신설.
 - 2021년 4월 ~ 6월 (3개월) 실시, 수강생 8명.
 - 매월 연구참여 학생 결과보고서 및 교수 평가서 작성 및 제출.
 - 대학원혁신팀과 연계하여 70만원/월 지원인원 증원 (대학원 혁신팀 5명, 물리학과 3명).
- 융합 공동 강의 개설 2건.
 - 물성물리학특론 I: 응집물리실험 연구동향 (2명의 교수가 공동 강의, 2020년 1학기).
 - 물성물리학특론III: 2차원물질연구의 동향 (7명의 교수가 공동 강의, 2020년 1학기).
 - 응집물리이론 및 실험: (물리학과 소속 전임교원).
 - 에너지기술 / 소재분석 · 시뮬레이션기술: (신소재 학과 소속).
- 소규모 공동그룹 운영 11건.

	2차원 물질 스핀트로닉스 연구	
	엑시톤 응집상 물성 연구	
	2차원 전하밀도상 물질의 전자상태 및 수송연구	
	초전도 플로케 상태 연구	
	인간 염색체 3차원 구조 연구	
	초저온 환경에서의 단분자 물성 예측 연구	
	강한 스핀-오비탈 상호작용 물질의 라만 신호 연구	
	비틀린 고온초전도체 연구	
	비-유니타리 위상 상태 분류 연구	
	세포간 나노튜브 형성 과정 연구	
	DNA repair 단백질의 DNA 확산 동역학 연구	

- 학생주도 심층연구 특강 준비 중.
 - 학생주도 심층연구 특강은 2022년 시행을 목표로 학과 교육위원회 심의 중.
- 미래 기술 특강 4건.
 - “Deep Learning Acceleration with Resistive Crosspoint Array” 포스텍 교수 세미나 (2020. 12. 11).
 - “Unconventional Spin Transport in Quantum Materials” 카이스트 교수 세미나 (2021. 04. 30).
 - “Engineering a trapped ion quantum computer” 성균관대 교수 세미나 (2021. 03. 31).
 - 현대물리학특론 I: 양자얽힘 및 양자측정 (2021년 2학기 개설).
- 국제학회 발표 의무화.
 - 팬데믹 상황으로 인해 국제학회 참석 및 발표 실적이 계획 미달성.
 - 졸업 심사 전 국제학회 1회 이상 발표 필수는 학과 내규에 규정하였음.

○ 학생중심의 건강한 연구 · 진로 멘토링.

< 계 획 >

- 교무 지도교수 (Academic Advisor) 제도 실시.
 - 2020년 봄 학기부터 교무 지도교수 제도 실시.

- 자기계발 심층면담 제도 도입 (UC Berkeley, Chicago 벤치마킹).
 - 1년 단위로 박사학위연구 진행 상황 및 향후 추진 계획에 대해 지도교수와 심층 면담.
 - 박사학위연구 심사위원 중 한 명 이상과 1년 단위로 연구 진행 상황 및 향후 계획에 대한 면담 실시.
- 학생-지도교수 기대 설문 (Stanford 벤치마킹).
 - 지도교수가 선정되기 전에 교수와 대학원생의 연구 성향에 대한 설문을 실시하여 상호 이해 증진.
- 대학원생 업적관리 시스템 구축 및 그룹-학과-대학 차원의 대학원생 진로 상담 체계 구축.
 - 대학원생의 교육 및 연구 성과 관리 시스템 구축 (대학 차원에서 추진).
 - 그룹 차원에서 자기 계발 심층 면담 시 진로 상담을 동시에 진행.
 - 학과: 교수-학생 간 간담회를 통한 진로 상담 진행.
 - 대학: 효과적인 진로 결정 및 면접 대비를 위한 개별 다면적 인·적성 검사 및 분석 실시.
- 대학원생 정신건강 관리.
 - 교내 상담센터, 인권센터를 활용한 대학원생 특화 상담 프로그램 운영 및 정신건강 증진 프로그램 도입.

< 실 적 >

- 교무 지도교수 (Academic Advisor) 제도 시행.
 - 2020년 9월부터 교무지도교수 제도 시행.
 - 2020년 하반기, 2021년 상반기 대학원신입생 전원 교무지도교수 배정.
 - 2020년 2학기: 신입생 6명, 교무지도교수 3명 배정.
 - 2021년 1학기: 신입생 20명, 교무지도교수 9명 배정.
- 자기계발 심층면담 제도 운영.
 - 학과 연구 지도교수가 정해진 재학 대학원생 전체를 대상으로 2021년부터 시행.
 - 학생은 면담 결과 report 제출해야함.
- 학생-지도교수 기대 설문 제도 운영.
 - 2021년 2월과 6월 총 2회에 걸쳐 대학원생-지도교수 기대 설문 시행.
 - 교과과정 및 학위 논문 계획, 연구일정 관리, 학위논문 지도, 경제적 지원 등 5가지 카테고리에서 총 16문항 기대 설문지 제작 및 활용.
- 대학원생 업적관리 시스템 신규 구축.
 - 대학의 RIMS 연구업적관리 시스템 새로 구축: 교수 및 대학원생의 논문과 학회발표 실적 검색 가능.
- 그룹-학과-대학차원의 진로 상담 체계 신규 구축.
 - 교수-학생 온라인 간담회 실시 1회.
 - 제 1회 간담회 개최 2021. 8. 12. (19:00 ~ 21:30) 온라인 진행.
 - 총 참가인원 36명 (참여교수 11명, 참여 대학원생 25명).
- 대학원생 정신건강 관리.
 - 대학 상담센터의 상담프로그램 진행.
 - 코로나-19 장기화로 인한 정신건강관리 안내서 발급.

○ 능동적이고 소통하는 리더 교육.

< 계 획 >

- 역진행 특강 수업 (Flipped Learning).

- 온라인 강좌를 통한 사전 학습/ 토론회 수업.
- 동일 과목 3년 강의를 기준으로 (물리학과 관련) 첫 해 강의 시 동영상 촬영.
- 이듬해부터 강의 동영상을 사전 학습 자료로 활용하여 역진행 수업 진행.
- 대학의 교육개발센터와의 협력으로 교수법 습득.
- 대학원생 주도 분야별 저널클럽 운영.
 - 대학원생이 본인의 연구 결과 또는 관련 연구 주제에 대해서 발표하는 형식.
- '1st Paper Award' 제도 실시.
 - 일정 기간 이내에 (석박통합 과정 입학 후 4년, 박사 과정 입학 후 2년) 첫 번째 논문을 발표한 대학원생에게 포상.
- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 제도 신설.
 - 최소 2인의 연구 지도교수의 지도하에 수행.
 - 매년 1 ~ 2인 선발하여 학생에게 직접 학비와 생활비 지급.
- 상호 연수/파견 제도 확대.
 - 포스텍 대학원생의 해외기관 장·단기 방문연구 (외향성).
 - 해외기관의 대학원생 또는 신진연구자를 포스텍에 초청하여 연구 교류 확대 (내향성).

< 실 적 >

- 역진행 특강 수업 (Flipped Learning) 진행 1건.
 - 생물물리특강: 세포 생물물리학 (2020년 2학기).
 - 2차원 물질 연구동향 특강 (2021년 2학기 예정).
- 대학원생 주도 분야별 저널클럽 운영.
 - 4개 세부분야: 고체물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리.
 - 대학원생이 분야별 저널클럽 운영 중 (물리학과에서 각 분야별 연 100만원 ~ 150 만원 지원).
- '1st Paper Award' 제도 운영.
 - 2020년 2학기: 2명.
 - Many-Body Invariants for Chern and Chiral Hinge Insulators.
 - Diamond photonic crystal mirror with a partial bandgap by two 2D photonic crystal layers.
 - 2021년 1학기: 3명.
 - Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT symmetric system.
 - : Topological vertex for 6d SCFTs with Z₂-twist.
 - : Direct observation of excitonic instability in Ta₂NiSe₅.
- 융합인재 펠로우십 (Fellowship) 운영.
 - 2021년 6월 최초 선발 (2021년 2학기부터 적용).
 - 융합지도교수 (- 응집물리이론, - 입자물리이론).
- 상호 연수/파견 제도 확대.
 - COVID 19 대유행 상황으로 인해 미시행. 2022년 이후 COVID 대유행 상황이 개선될 시 재개.

전임교수 대학원 강의 실적 및 계획

【 포스텍 물리교육연구단 소속 전임교원 강의 】

- 기초/전공과목의 심층적 학습과 다양한 주제의 폭넓은 지식의 함양
- 대학원 강의 100% 전임교수 담당 (3년 주기) 및 강의우수 교원의 전공필수 과목 강의
- 능동적인 학생 주도의 수업과 융합교육: 역진행 특론 수업 방식, 학생주도의 심층/미래기술 특강, 융합수업 과목, 융합학점제 등

【 전임교수 대학원 강의 계획 대비 최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.)의 실적 】

※ 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간의 실적 참고.

○ 전임교수의 강의 개선.

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

- 전임교수의 강의평가와 전공을 고려하여 대학원 전공필수 과목에 담당 교수 배정 (현행 유지).
 - (전공필수) 해석역학, 전기역학 I,II, 양자역학 I,II, 통계역학, 콜로퀴엄.
 - (전공선택) 다체론, 상대성이론, 고급통계역학, 고체물리학 I,II, 연구실 순환.
- 분야별 불균형을 해소하기 위해 매년 연구 분야별 대학원 전공선택 또는 특론/특강 등 최소 한 과목 개설.
 - (응집물리) 위상초전도체, 응집물질실험 연구동향, 2차원 물질연구의 연구동향.
 - (양자광학/응집물리) 양자얽힘 및 양자측정.
 - (플라즈마) 방사광 X선 회절광학, 플라즈마 동역학 이론.
 - (생물물리) 세포생물물리학.
- 2020년 2학기, 2021년 1학기 5점 만점에 평균 4.73 점을 획득하여 학교 전체 평균 (4.63 점)보다 월등히 높은 평가를 받음.

○ 연구실 순환 (Lab Rotation) 제도.

< 계 획 >

- “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목을 신설하여 대학원 신입생이 연구실을 정하기 전에 관심있는 연구실을 탐색할 수 있는 기회 제공 (최대 3개의 연구실 선택).

< 실 적 >

- 2021학년도 1학기부터 “연구실 순환 (Lab Rotation)” 과목 신설.
 - 2021년 4월 ~ 6월 (3개월) 실시.
 - 수강생 8명.
 - 매월 연구참여 학생 결과보고서 및 교수 평가서 작성 및 제출.
 - 대학원혁신팀과 연계하여 70만원/월 지원인원 증원 (대학원 혁신팀 5명, 물리학과 3명).

○ 역진행 방식의 특론, 학생주도의 심층/미래기술 특강 개설.

< 계 획 >

- 역진행 특강 수업 (Flipped Learning).
 - 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.
- 학생주도 심층연구 및 미래기술 특강.
 - 미래 파급효과가 클 것으로 예상되는 주제 (인공지능, 양자컴퓨터 등)에 대해 특강/세미나 개설. 해당 주제에 대해 학생이 주도하는 조사/발표/토론 중심의 수업.

< 실 적 >

- 역진행 특강 수업 (Flipped Learning) 진행 1건, 예정 1건.
 - 생물물리특강: 세포 생물물리학 (2020년 2학기).
 - 2차원 물질 연구동향 특강 (2021년 2학기 예정).
- 학생주도 심층연구 특강.
 - 학생주도 심층연구 특강은 2022년 시행을 목표로 학과 교육위원회 심의 중.
- 미래 기술 특강 4건.
 - “Deep Learning Acceleration with Resistive Crosspoint Array” 포스텍 교수 세미나 (2020. 12. 11).
 - “Unconventional Spin Transport in Quantum Materials” 카이스트 교수 세미나 (2021. 04. 30).
 - “Engineering a trapped ion quantum computer” 성균관대 교수 세미나 (2021. 03. 31).
 - 현대물리학특론 I: 양자얽힘 및 양자측정 (2021년 2학기 개설).

○ 융합형 인재 양성.

< 계 획 >

- 융합 학점 요건 신설.
 - 각 학생이 본인의 전문분야 이외의 타 분야/타 학과 과목을 일정 학점 이상 선택 필수 (6 학점으로 추진 중).
- 융합 공동강의 활성화.
 - 2021학년도부터 최소 2개 분야의 전임교수가 공동으로 강의하는 융합공동 과목 개설: 비전공분야 과목으로 인정.

< 실 적 >

- 융합 학점 요건 신설 운영.
 - 전공선택필수 3학점 이수를 융합학문 과목을 포함하여 6학점 이수로 확대 개편.
 - 대학본부의 승인을 거쳐 2021년 1학기부터 시행중에 있음 (2021년 2월 대학원생부터 적용).
- 융합 공동강의 2건.
 - 물성물리학특론 I: 응집물리실험 연구동향 (2명의 교수가 공동 강의, 2020년 1학기).
 - 물성물리학특론 III: 2차원물질연구의 동향 (7명의 교수가 공동 강의, 2020년 1학기).
 - 응집물리이론 및 실험: (물리학과 소속 전임교원)
 - 에너지기술 / 소재분석 · 시뮬레이션기술: (신소재 학과 소속)

【 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 】

- 교육과정과 학사관리 운영계획 중 현재 실행 준비중인 계획.
 - 학생주도 심층연구 과목 개설.
 - 학생들이 주도적으로 특정 연구주제에 대한 조사-발표-토론으로 진행되는 수업.
 - 첨단 연구주제에 대한 교육 체인 (Chain) 프로그램 신설.
 - 박사학위논문 제안서 구두시험 기한 단축.
 - 빠른 연구 몰입을 유도하기 위해 심사기한을 대학원 입학 후 3년 반으로 앞당길 예정 (기존 대비 평균 약 1년 단축 효과, 현행 기한은 박사학위 논문심사 1년 전까지)
- 향후 추진 계획.
 - 학생주도 심층연구 과목 개설.
 - 연구단의 대표적인 첨단 연구주제인 “양자물질”, “양자암호 및 양자컴퓨터”, “세포 생물물리학”에 대해 학생들이 주도적으로 조사-발표-토론으로 진행되는 학생주도 심층연구의 강의 계획을 2021년 하반기에 마련하여 2022년 1학기부터 시행.
 - 첨단 연구주제에 대한 교육 체인 (Chain) 프로그램.
 - 2021년 하반기에 연구단의 대표적인 첨단 연구주제에 연계된 대학원 특론 과목 (1학기)-스쿨 (1주)-튜토리얼 (6시간)-세미나 (1시간)로 구성된 구체적인 프로그램을 분야별로 마련하여 2022년 1학기부터 시행.
 - 박사학위논문 제안서 구두시험 기한 단축.
 - 박사학위 논문 제안서 구두시험 기한 단축에 관해 학과 대학원 위원회에 심의를 거쳐 2022년 1학기 신입생부터 적용할 계획.
 - 팬데믹 상황에서 대학원생과 신진연구인력의 국제 경쟁력 확보와 연구의 국제화를 위해 해외석학 초청하여 온라인 강의를 진행할 예정.

1.2 과학기술산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

과학기술 산업 사회문제 해결관련 교육프로그램 실적 및 계획

【 포스텍 물리연구단의 산업·사회·과학 문제 해결 교육 프로그램 전략 】

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

【 포스텍 물리연구단의 산업·사회·과학 문제 해결형 인재 교육의 계획 및 실적 】

- 전략 1: 기초연구 주도형 산업 기여 소양 교육.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 삼성미래기술육성재단 연구과제 수행 (총 6건).
 - 교수: 초끈 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 적층형 구조에서 파라페르미온 생성 및 제어에 관한 연구 (2020. 12. ~ 2022. 11.).
 - 교수: 그래핀 검출기를 활용한 가벼운 암흑 물질 탐색 (2021. 06. ~ 2021. 12.).
 - 교수: 원자 기울기 기반의 신기능성 극성 소재 개발 (2021. 06. ~ 2022. 06.).
 - 교수: 오비트로닉스 (2020. 08. ~ 2025. 07.).

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 산학 협력과제 수행 (총 5건).
 - 교수: 바이오드론의 표적 결합 스크리닝을 위한 CDV-단백질 상호작용 이미징, (협력기관: 주식회사 엠디문), 2020. 11. ~ 2021. 10.
 - 교수: 포스텍-삼성전자 산학일체연구센터 기초이학과제(3차년도) - 불소화 그래핀의 스핀 - 궤도 결합에 의한 소자특성에 관한 연구. 타과 교수 8인과 협력, (협력기관: (주)삼성전자), 2020. 09. ~ 2021. 08.
 - 교수: 초전도 조셉슨 소자 특성 연구, (협력기관: (주)삼성전자), 2021. 02. ~ 2022. 01.
 - 교수: 차세대 TOPOLOGICAL MATERIALS 개발 연구, (협력기관: 삼성중기원), 2019. 10. ~ 2020. 09.
 - 교수: SOT-MRAM 동작전류저감을 위한 신물질 계산, (협력기관: (주)삼성전자), 2020. 12. ~ 2021. 11.

< 계 획 >

- 대학 ‘벤처밸리 창업 인큐베이팅 센터 (Incubating Center)’ 프로그램에 적극 참여.
 - 기초연구 중심의 기술산업화를 위한 노력을 체계적으로 수행하고 관련 정보 습득 및 연계 활동 추진.

< 실 적 >

- 2021 이노폴리스캠퍼스 창업역량강화교육.
 - 사업계획서 작성 교육 및 실습, 선배 창업가 사례 공유, 사업 계획서 발표 및 피드백.
 - 일시: 2021. 06. 23. ~ 2021. 06. 25. (10:00~18:00, 온라인 비대면).
- POSTECH 온오프라인 상시 창업 멘토링 프로그램.
 - 선배 기업인 창업 노하우 전수, 비즈니스 모델 코칭 및 투자 유치, 법률 자문.
 - 일시: 연중 상시 진행.
- 아무말 대잔치.
 - 창업 아이템 발굴: 아이디어 피칭, 멘토링, 발표 자료 작성, 발표 대회.
 - 일시: 2020. 11. 28 (10:00~18:00, 온라인 비대면).

연구 특허 관련 강의 및 특허 출원 장려.

< 계 획 >

- 특허 등록 과정 소개 강의 상시적 운영 및 특허 출원 장려.
- 특허정보 활용 교육.

< 실 적 >

- 특허 전문가 초청강연 (총 5회).
 - 연사: 변리사 (이상 특허사무소), 변리사 (유미 특허법인), 변리사 (아이시스 특허법인)
 - 일시: 2021. 01. 14 & 02. 18 & 06. 09 & 07.07 & 08. 18 (포스텍 무은재 기념관과 Zoom 세미나).
 - 제목: 특허교육 (특허 기본내용 및 중점 분야별 심화내용), 등록 과정 소개 강의 상시적 운영 및 특허 출원 장려.

산업체 전문가와 함께하는 교육 프로그램.

< 계 획 >

- 산업체 전문가 초청 콜로кви엄 행사.
 - 일선 산업체에서 활동 중인 전문가를 연사로 초청 첨단과학의 기술산업화에 관한 이해도 고취.
 - 매 학기 최소 1회의 학과 콜로кви엄에 산업체 전문가를 섭외.
- 산업계 전문인력과 연계한 대학원 특론 ‘Team Teaching’ 과목 개설.
 - 산학협력을 진행 중인 산업체의 전문인력이 참여하는 특론 과목을 개설하여 운영.
 - 본 연구단 참여교수가 해당 기술(예: 소자물리)에 대한 기초 부분에 대한 강의를 진행하고, 산업체 전문 인력이 실제 응용과 산업에 대한 부분을 강의.

< 실 적 >

- 산업체 전문가 초청 콜로кви엄 행사 (1건) 및 산업 명사 초청 강연/특강 (3건).

기업 CEO 초청 강연	대표 (Furiosa AI)	2020. 09. 16 (Zoom 세미나)
	Furiosa Renegade: the next-generation high performance AI chip for data center	
기업 명사 초청 강연	박사 (IBM Research)	2020. 11. 24 (Zoom 세미나)
	Spin current, chirality, topological excitations, and broken symmetries in nanostructures	

산학협력단 명사 초청특강	관장 (국립과천과학관)	2020. 10. 30 (Zoom 세미나)
	직업으로서의 과학 커뮤니케이터	
	팀장 (포스코 산학협력실 벤처밸리그룹)	2020. 11. 19 (Zoom 세미나)
	포스코 벤처밸리와 기업가정신 함양	

○ 전략 2: 사회로 열린 과학 대중화 소양 교육.

☞ 과학과 사회 그리고 커뮤니케이션 특강.

< 계 획 >

- 과학기술의 사회적 책임과 대중과의 소통에 대한 공동 강의 (Team Teaching).
 - 참여교수 및 외부 강사를 포함하여 강사진을 구성하고 매주 1회 토론회 강의 진행.
- ‘내 연구를 소개합니다’ 교육프로그램.
 - 본인의 연구 내용과 성과를 비전공자에게 대중의 언어로 소통하는 방식에 대한 교육 프로그램.
 - 2015년 이후 매년 대학에서 진행 중인 교내 3분 과학토크대회 ‘내 연구를 소개합니다’에 적극 참여 유도.

< 실 적 >

- 과학기술에 대한 공동 강의 (Team Teaching)는 현재 개설 준비 중임.
- ‘내 연구를 소개합니다’ 교내 과학토크대회 (2020. 11. 27) 물리학과 대학원생 대상으로 홍보 및 참여 장려함.

☞ 과학 대중화 프로그램 참여.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

고교생 대상 물리학과 온라인 대탐험	진행	교수
	일시	2020. 08. 12 (Zoom 세미나)
	내용	온라인 대탐험 - 물리학과 설명회
중고생 대상 이공계 대탐험	진행	교수
	참여 교수	
	일시	2021. 07. 29 (Zoom 세미나)

	내용	온라인 대탐험 - 물리학 전공 설명
EduTech 교수-학생 모델 개발 발표회	발표자	교수, 교수, 실장
	일시	2020. 01. 20 (포스텍 본부 대회의실)
	발표내용	VR 실험 콘텐츠 개발

○ 전략 3: 과학기술 지식 한계 확장을 위한 연구 소양.

☞ 최첨단 연구주제에 대한 교육 체인 프로그램 개발.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 최첨단 연구 주제에 대한 해외석학 강연 4건.
 - 연사: (King Abdulah University of Science and Technology).
 - 2021. 06. 01 (Zoom 세미나).
 - Large-area nanoelectronics via innovative manufacturing paradigms.
 - 연사: (University of Utah).
 - 2021. 06. 22 (Zoom 세미나).
 - Past, Present and Future of Solid-State heat engines for direct heat-to-electricity conversion.
 - 연사: (Yale University).
 - 2021. 07. 06 (Zoom 세미나).
 - Toward single atom catalysis for environmental application.
 - 연사: (University of Hawaii).
 - 2021. 07. 20 (Zoom 세미나).
 - Genesis, Complexity & Global influence of ceaseless El Nino cycle.

☞ 융합분야 공동 강의 활성화

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 2020년 2학기: 물성물리학특론-III: 2차원물질연구의동향 (7명의 교수가 공동 강의).

- 물리학과 (응집물리이론): 교수.
- 물리학과 (응집물리실험): .
- 신소재공학과 (에너지기술 / 소재분석 · 시뮬레이션기술): .
- 2021년 1학기: 현대물리특강: 양자정보응용 (3명의 교수가 공동 강의, 수강생 중 대학원생 15명).
- 물리학과 (응집기반 양자컴퓨팅): 교수.
- 물리학과 (원자기반 양자시뮬레이션): 교수.
- 물리학과 (광자기반 양자암호통신): 교수.

【 실적 분석 및 향후 추진계획】

- 기초연구 주도형 산학 협력 교육 프로그램 개발 필요.
 - 전반적으로 기초과학 기반 산학과제에 대한 참여 및 실적은 높았으나 연관된 대학원생 교육 프로그램은 상대적으로 활동이 저조했음.
 - 산업전문가 혹은 벤처 창업 동문을 콜로квиум으로 학기당 1회 초청하여 기술 및 산업 분야에 대한 이해도 고양 필요.
 - 산업체 전문 인력과 연구단 참여교수가 공동으로 강의하는 Team Teaching 과목 개발 및 개설 필요.
 - 향후 대학의 상시 창업 프로그램 ('Changing Ground')이 다양하게 추가적으로 개설되면 학과 특론 세미나로 연계하는 프로그램을 개발하여 창업 및 특허 출원에 대한 이해도 고양.
- 교육 체인 프로그램 및 융합분야 공동 강의 활성화.
 - 사회로 열린 과학 대중화 교육과 과학기술 지식한계 확장을 위한 소양 교육은 시행 첫해임에도 불구하고 다양한 프로그램들을 개발하고 선보였음. 향후 1년 활동을 바탕으로 향후 프로그램의 질을 높이고 주제의 다양화를 시도해보려고 함.
 - 양자, 응집, 및 생물물리 분야에서 여러 학과가 공동으로 참여하는 교육 체인 프로그램 및 공동강의를 개발하는 노력 필요함.

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	계
확보 (재학생)	2020년 2학기	1	2	151	154
	2021년 1학기	2	4	158	164
	계	3	6	309	318
배출 (졸업생)	2020년 2학기	1	7		8
	2021년 1학기	2	10		12
	계	3	17		20

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

우수대학원생 확보 방안 및 계획대비 실적

【 포스텍 물리교육연구단 우수대학원생 확보 방안 】

- 포스텍 학부생 대상 대학원 연계 진학 지도
- 국내외 타 대학 우수 학부생 대상 탐방 및 홍보

○ 포스텍 학부생 대상 대학원 연계 진학 지도.

☞ 다양한 학부생 대상 연구참여 프로그램 활용.

< 계 획 >

- 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, 4학년을 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.

< 실 적 >

- 총 73명의 학과 학부생이 학부 연구참여 프로그램 참여.
 - 2020-2학기: 22명, 2020-겨울학기: 18명, 2021년-1학기: 17명, 2021년-여름학기: 16명.
- 학부 졸업 연구발표회 개최 (2020. 12. 10) 및 시상.
 - 총 14명의 학부 졸업예정생이 연구 발표.
 - 최우수상 1명, 우수상 2명, 장려상 3명 선정.
- 총 5명의 학과 학부생이 나의 첫 논문 프로그램 참여.
 - 2020년도: 3명, 2021년도: 2명.

☞ 학부-대학원 연계 교육과정 및 홍보행사 진행.

< 계 획 >

- 대학원 세부전공에 대한 정규과목 편성.
 - '물리학 연구동향' 과목: 학과 내 교수들이 본인의 전공분야의 연구 동향에 대해 1회씩 강의.
- 학부-대학원 속진과정 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.

< 실 적 >

- 2020-2학기에 ‘물리학 연구동향’ 과목 개설 및 운영: 수강신청 14명.
- 총 22명의 학과 학부생이 대학원 전공과목 수강.
 - 2020-2학기: 11명, 2021-1학기: 11명
- 2회의 대학원입시 설명회 (온라인) 개최: 2021. 03. 10 (1차), 2021. 08. 11 (2차).

○ 국내외 타 대학 우수 학부생 대상 탐방 및 홍보.

☞ 타교 학부생 대상 포스텍 물리학과 방문 탐방 프로그램 진행.

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

- 온라인 Lab Tour 진행 (2021. 08. 17 ~ 2021. 08. 20).
 - 총 24개 연구실 (BK21 참여교수 21명) 참여.
 - 사전 신청자 26명 (2021년 7월 28일 기준).
- 코로나 사태로 인해 ‘Summer Research Fellowship’ 프로그램 미실시.

☞ 대학원 설명회 및 홍보행사 활용.

< 계 획 >

- 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).

< 실 적 >

- 2회의 대학원입시 설명회 (온라인) 개최: 2021. 03. 10 (1차), 2021. 08. 11 (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

【 포스텍 물리교육연구단 우수대학원생 지원 방안 】

- 건강하고 안정적인 교육·연구 환경 조성
- 안정적인 교육·연구 환경 지원
- 다양한 국제 연구 활동 지원
- 대학원생의 면학 및 연구장려를 위한 포상 제도 시행

○ 건강하고 안정적인 교육·연구 환경 조성.

☞ ‘Two-advisor’ 제도 신설 (MIT 벤치마킹).

< 계 획 >

- 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 벤치마킹).

< 실 적 >

- 2020년 2학기: 신입생 6명, 교무지도교수 3명 배정.
- 2021년 1학기: 신입생 20명, 교무지도교수 9명 배정.
- 재학생의 경우 박사학위 논문 제안서 심사 시에 선정함.

☞ 개방적인 소통 환경 지원.

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

- 대학원생 저널클럽 세미나 운영.
 - 고체물리, 생물물리/복잡계, 양자광학과 나노광학, 고에너지이론물리 등 4개 분야.
 - 물리학과에서 각 분야별 연 70만원 ~ 150 만원 지원.
 - 2021년도 총 22회 저널클럽 세미나 진행 (2021년 7월 28일 기준).
- 교수-대학원생 간담회 개최.
 - 제 1회 간담회 개최 2021. 08. 12 (19:00 ~ 21:30) 온라인 진행.
 - 총 참가인원 36명 (참여교수 11명, 참여 대학원생 25명)

○ 안정적인 교육·연구 환경 지원.

☞ 학업과 연구에 전념할 수 있는 안정적 주거 지원.

< 계 획 > 전원 기숙사 배정. 기혼자의 경우 단독 가구 대학원 아파트 지원.

< 실 적 > 대학원생 신입생 희망자 전원 기숙사 배정.

☞ 교육조교/연구조교 (TA/RA) 장학 제도.

< 계 획 >

- 대학원생 전원을 교육조교 (TA) 또는 연구조교 (RA) 장학생으로 등록, 학비와 생활비 지원.
- 대학원혁신팀과 연계하여 2021학년도 1학기부터 ‘대학원생 통합재정지원제도(RA/TA)’ 추가 운영.
 - 2021년 1학기: 5-8월 (4개월) 월 40만원씩 5명 추가 지원 (매학기 운행 예정).

< 실 적 >

- 대학원생 TA RA 조교 장학금 지원 비율 100%.
- 대학원혁신팀과 연계된 추가 장학금 5명 지원 완료.

☞ 대학원 신입생의 안정적인 정착 지원.

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

- 2020년 2학기: 신입생 6명, 각 35만원/월, 2020년 9월 ~ 2021년 1월 (5개월) 지원.
- 2021년 1학기: 신입생 20명, 각 35만원/월, 2021년 3월 ~ 2021년 7월 (5개월) 지원.
- 연구실 탐색과목 신설 운영.
 - “연구실 순환” 과목 신설.
 - 2021년 3월에 연구실 소개 및 2021년 4월 ~ 6월 (3개월) 연구실 순환 실시: 수강생 8명.
 - 매월 연구참여 학생 결과보고서 및 교수 평가서 작성 및 제출.
 - 대학원혁신팀과 연계하여 70만원/월 지원인원 증원 (대학원혁신팀 5명, 물리학과 3명).

○ 다양한 국제 연구 활동 지원.

☞ 포스텍 내 국제워크숍 개최 및 대학원생의 발표 장려.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 국제워크숍 개최 9건.
 - 25th APCTP Winter School on Fundamental Physics
2021. 01. 06 ~ 2021. 01. 13 / POSTECH, APCTP / HOST:
<http://45.120.69.181/plan.php/fundamental2021>

- APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2021
2021. 02. 01 ~ 2021. 02. 05 / POSTECH, APCTP / HOST:
<https://sites.google.com/view/qms2021/>
학과 참여대학원생 2명 발표.
- Emergence and Dynamics in Quantum Matter
2021. 02. 02 ~ 2021. 02. 05 / POSTECH / HOST:
<https://sites.google.com/view/emergence-dynamics2021/home>
- Correlated Electrons Virtual International Seminars (CEVIS)
2020. 06. 18 ~ 2020. 12. 02, 2021. 03. 04 ~ 2021. 05. 27, / POSTECH / HOST:
<https://sites.google.com/view/cevis2020/home>
- Workshop on Quantum Information Science with Cold Atoms
2021. 06. 24 ~ 2021. 06. 25 / POSTECH / HOST:
<https://sites.google.com/view/wqisca2021/home>
- Strings, Branes and Gauge Theories
2020. 07. 18 ~ 2021. 07. 24 / POSTECH, APCTP / HOST:
<http://45.120.69.181/plan.php/sbg2021>
- International workshop on scanning probe microscopy
2021. 08. 09 ~ 2021. 08. 11 / POSTECH, APCTP / HOST:
https://www.apctp.org/theme/d/html/activities/activities01_read.php?id=1554
학과 참여대학원생 5명 발표
- Quantum Matter and Quantum information with Holography
2021. 08. 17 ~ 2021. 08. 25 / POSTECH, APCTP / HOST:
<http://apctp.org/plan.php/holography2019>
- International Symposium on Recent Progress in Superconductivity
2021. 08. 23 ~ 2021. 08. 25 / POSTECH, APCTP / HOST:
<http://45.120.69.181/plan.php/iwrs2021>

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

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 해외 학회 참여 및 해외 연구활동이 코로나 사태로 제한됨에 따라 관련 지원 미시행.

○ 대학원생의 면학 및 연구장려를 위한 포상 제도 시행.

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

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

- 제1회 융합인재 펠로우십(Fellowship) 선발.
-
- 연구주제: 모듈러 텐서 카테고리를 이용한 위상 물질의 완전한 분류.

☞ ‘1st Paper Award’ 제도 시행.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 2020년 2학기 포상 내역.
-
- Many-Body Invariants for Chern and Chiral Hinge Insulators, PHYSICAL REVIEW LETTERS.
-
- Diamond photonic crystal mirror with a partial bandgap by two 2D photonic crystal layers, OPTICS EXPRESS.
- 2021년 1학기 포상내역.
-
- Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT symmetric system.
-
- Topological vertex for 6d SCFTs with Z2-twist.
-
- Direct observation of excitonic instability in Ta2NiSe5.

☞ 실적에 따른 BK21 성과금.

< 계 획 > 논문, 학술대회 성과에 기반하여 지급.

< 실 적 >

- 2020년 2학기: 참여 대학원생 중 총 23명 인센티브 지급 (7,830,000원 지원).
- 2021년 1학기: 참여 대학원생 중 총 25명 인센티브 지급 (5,690,000원 지원).

☞ 포상 제도와 연계하여, 우수 대학원생들의 더욱 안정적인 생활을 보장 (아래 실적임).

우수 논문상 (상금: 각 30만원)

연도	성명	논문제목	학술지명
2020		High-Throughput 3D Ensemble Characterization of Individual Core-Shell Nanoparticles with X-ray Free Electron Laser Single-Particle Imaging	ACS Nano
		Stable Flatbands, Topology, and Superconductivity of Magic Honeycomb Networks	Physical Review Letters
		Many-Body Invariants for Chern and Chiral Hinge Insulators	Physical Review Letters

우수 조교상 (상금: 각 10만원)

연도	성명	종류	담당과목
2020년 2학기		우수상	일반물리 II
		우수상	열물리
		우수상	일반물리 II
		우수상	물리실험 I
		우수상	물리실험 I

창립상 (상금: 30만원)

연도	성명	과정
2020		석박사통합과정

민병일 고체이론논문상 (상금: 각 50만원)

계재년월	성명	학술지명	IF
2020. 04.		Physical Review Letters	9.2
2021. 01.		Physical Review Letters	9.2

○ 외국인 학생을 위한 지원 프로그램.

< 계획 및 실적 >

- 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).

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

연구수월성 증진 계획 대비 실적

【 참여 대학원생 출간 논문실적의 우수성 】

○ Impact Factor(IF)와 표준화된 순위보정영향력지수(mrnIF)로 본 논문의 질적 우수성.

- 2020. 09. 01 ~ 2021. 08. 31 (1년) 출간된 전체 논문 46편, 주저자 논문 25편의 평균 IF는 아래 표와 같이 Physical Review Letters의 2020년 IF 9.161에 근접하거나 이를 넘어서고 있음.

항목	전체 논문	주저자 논문
논문 수	46	25
논문당 평균 IF	9.730	7.963

- 이들 논문들의 mrnIF 평균이 아래 표에서 보듯이 기초연구과제 및 정부 R&D 대비 매우 높음. mrnIF 가 JCR category 별 IF 순위를 반영한 지수임을 고려할 때 전체 논문 및 주저자 논문 평균 모두 상위 20% 이상의 국제학술지에 해당할 정도로 매우 우수함.

항목	포스텍 물리교육연구단		기초연구과제('18)	정부 R&D('18)
	전체 논문	주저자 논문		
논문 수	46	25	27,551	41,143
논문당 평균 mrnIF	82.45	80.72	65.12	63.83

○ Q1 저널과 IF 9 이상 저널에 실린 논문으로 본 질적 우수성.

- 지난 1년간 출간된 전체 논문 중 59%, 주저자 논문은 64%가 Q1 저널에 게재되었으며, 전체 논문 37%, 주저자 논문 32%가 IF 9 이상의 저널에 게재됨으로 참여 대학원생의 논문실적이 질적으로 매우 우수함을 입증.

항목	Q1 저널		IF 9 저널	
	논문 수	백분율	논문 수	백분율
전체 논문	27/46	58.7%	17/46	37.0%
주저자 논문	16/25	64.0%	8/25	32.0%

○ 환산보정 ES 와 환산보정 IF 로 본 논문의 질적 우수성.

- 지난 1년간 ('20. 09. 01 ~ '21. 08. 31) 환산논문 1편당 환산보정 ES는 1.449 로 매우 높은 편임. JCR category 별 상위 20% 저널의 ES 평균 수치로 나눈 값이 개별 저널의 보정 ES이므로 교육연구단 참여대학원생 논문이 지난 1년간 상위 20% 이내의 국제저명학술지에 꾸준히 게재되었다는 것을 의미함. 환산논문 1편당 환산 보정 IF 또한 6.585로 Physical Review Letters (IF 9.161, mrnIF = 96.33, 상위 4% 이내) 와 Physical Review B (IF 4.036, mrnIF = 79.45 상위 21% 이내) 의 중간 값에

해당 할 정도로 매우 우수함.

○ 대학원생 연구 수월성 증진 계획 대비 논문 실적.

< 계 획 >

- 2020 선정 평가 시 계획: 졸업생 중 주저자로 IF 9 이상 학술지 발표자 비율을 현 27%에서 35%로 BK21 FOUR 기간 동안 30% 증가시킴.

< 실 적 >

- 포스텍 물리교육연구단 연평균 박사 졸업생이 20명 이내('17. 09. ~ '20. 08. 연 평균 18.7명)인 점을 고려하면 지난 1년 ('20. 09. ~ '21. 08.) 동안 IF 9 이상의 저널에 출간한 주저자 논문 8편은 목표하였던 35%를 상회하는 실적임.
- 이는 교육연구단이 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 실현시키고자 함.

【 참여 대학원생 대표 실적 및 그 상세 내용 】

- 선정 기준 : 포스텍 물리교육연구단의 연구인력 양성 목표에 기반하여 수월성 위주로 선정.
- Q1 저널에 게재된 참여대학원생이 주저자인 논문 중 IF 9, mrnIF 95 (상위 5%) 이상 저널에 게재된 논문 8편과 공저자 논문 중 참여교수가 교신저자인 mrnIF 99 (상위 1%) 이상 저널에 게재된 논문 3편을 대표실적으로 제시함. 11편의 대표 논문은 전체 논문 실적 46편의 24%에 해당하며, 게재된 저널명과 편수는 아래와 같음.

주저자 논문 8편

Nature Materials	1 편
PNAS	1 편
Nature Communications	2 편
ACS Nano	1 편
Physical Review Letters	3 편

공저자 (참여교수 교신저자) 논문 3편

Nature	1 편
Science	1 편
Advanced Materials	1 편

○ Nature Materials (IF 43.841, mrnIF 100), (제1), (교신).

- Evidence of higher-order topology in multilayer WTe₂ from Josephson coupling through anisotropic hinge states (2020. 09.).
- 연구결과, 창의성.
 - 조셉슨 접합(Josephson junction)을 이용하여 전류 흐름을 공간적으로 시각화하는 독창적인 측정

분석기법을 활용하여 WTe₂가 최근 이론연구가 제시한 대로 1차원 경첩 상태를 갖는 고차원 위상 부도체라는 것을 최초로 보임.

- 초전류의 간섭패턴에 초전류의 위치 정보가 숨어 있음을 바탕으로, 역푸리에 변환을 통해 그 위치정보를 확인.

- 대학원생 기여.

- 나노소자 제작, 극저온 전자수송측정, 데이터 분석 및 논문작성까지 모두 주도적으로 참여.

○ PHYSICAL REVIEW LETTERS (IF 9.161, mrnIF 96.33), (제1), (교신).

- Many-Body Invariants for Chern and Chiral Hinge Insulators (2021. 01.).

- 연구결과, 창의성.

- 고차위상상태(Higher order topological phase)를 다체불변량(Many-body invariants)를 통해 분류할 수 있음을 보였고, 다체불변량을 기존의 방식보다 적은 정보를 사용해 계산해낼 수 있음을 보임.
- 고차위상상태에 대한 통합된 시각을 제공했을 뿐만이 아니라 고차위상상태를 보다 효과적인 방식으로 연구할 수 있는 방안을 제시.

- 대학원생 기여.

- iDMRG(infinite density matrix renormalization group) 계산과 Hatree Fock 계산 등의 수치 계산.
- 다체불변량을 MPS(matrix product state)로 계산하는 방법을 제안.

○ ACS NANO (IF 15.881, mrnIF 96.31), (제1),

(공동), (교신).

- High-Throughput 3D Ensemble Characterization of Individual Core-Shell Nanoparticles With X-ray Free Electron Laser Single-Particle Imaging (2021. 03.).

- 연구결과, 창의성.

- XFEL을 활용해 Individual Core-Shell Nanoparticles이 불균일한 구조들의 양상불임을 알 수 있었고, 구조의 통계적 분석의 필요성 제시.
- 3차원 전자밀도 분포에서 표면의 high-index-facet구조와 내부 변형 분포를 관측. 이러한 특징들은 촉매로서의 반응성을 크게 향상시키는 것으로 알려져 있어 향후 나노입자가 가지는 구조적 분포와 반응성 연구에서 중요한 정보를 제공할 것으로 예측.

- 대학원생 기여.

- 실험 자료 분석 및 정량 분석을 담당.
- 실험에서 얻어진 12만 개의 2차원 회절 무늬 중, 단일 입자 회절 무늬(~1%)를 분류.
- 이로부터 3차원 재구성 및 위상 복원을 통해 3차원 전자밀도 분포를 얻고 표면 곡률의 계산, high-index-facet구조의 분석, 변형 계산 등 정량적인 분석을 진행.
- 출판 과정에서 본문의 실험 결과와 방법의 작성 및 그림, 영상, 부록 제작.

○ PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA (IF 11.205, mrnIF 95.2), (제1), (교신).

- Linker Domain Function Predicts Pathogenic MLH1 Missense Variants (2021. 03.).

- 연구결과, 창의성.

- 각종 질병 및 암을 유발하는 DNA 염기서열 오류에 대해, 이를 복구하는 메커니즘의 연구.
- 간단한 E.coli에 대한 연구를 넘어서 복잡한 단계를 가진 human에서 일어나는 DNA 염기서열 오류와 복구하는 단백질들 간의 신호전달체계에 대해 조사.

- 대학원생 기여.

- DNA에 염기서열 오류 및 형광을 붙이고, 연구실에서 특허를 낸 DNA Skybridge 기법을 이용하여 단일분자 분석, 위 단백질 및 DNA 오류부분간의 상호작용을 확인.
- 지금까지 노이즈로 인해 원하는 신호들을 구분하기 어려웠지만, 연구실의 특허를 낸 고유 기술로 인해 이를 극복, 이로 인해 지금까지 풀지 못했던 human 염기서열 오류 복구 과정의 신호전달체계를 연구.

○ NATURE COMMUNICATIONS (IF 14.919, mrnIF 96.8), (제1), (제1), (공동), (교신).

- Direct observation of excitonic instability in Ta₂NiSe₅ (2021. 03.).
- 연구결과, 창의성.
 - 엑시톤 절연체는 반 세기 전에 예측되었음에도 불구하고, 실제 3차원 물질에서의 실험적 증거는 현재까지도 불분명한 상태였으나 편광 분해 라만 분광법을 활용하여 Ta₂NiSe₅에서 엑시톤 절연체의 가능성을 확인하는 결정적인 단서 제시.
- 대학원생 기여.
 - 직접 라만 분광기를 구축함으로써, 타 연구팀 대비 2배 이상의 분해능과 1 meV 이하 에너지 영역까지 관측 가능한 장비를 갖추었으며, 이를 통해 기존 연구에서는 발견하지 못했던 저에너지의 새로운 전자 라만 산란 신호를 관측.
 - 편광 분해 라만 분광 스펙트럼을 분석하여 엑시톤 절연체의 가능성을 확인하고 논문 작성 전과정에 주도적으로 참여.

○ PHYSICAL REVIEW LETTERS (IF 9.161, mrnIF 96.33), (제1), (교신).

- Non-Fermi Liquids in Conducting Two-Dimensional Networks (2021. 05.).
- 연구결과, 창의성.
 - 1차원 나노 도선이 서로 맞물려서 이루는 2차원 금속성 초격자가 일반적으로 비-페르미 전자 수송을 보일 수밖에 없음을 이론적으로 제안.
 - 2차원 초격자 물질계에서 매우 다양한 새로운 비-페르미 액체가 구현 가능함을 증명. 이러한 연구는, 기존에 수수께끼와 같던 TaS₂, TiSe₂, 뒤틀린 그래핀의 비-페르미 액체 물성을 설명할 수 있는 새로운 이론임.
- 대학원생 기여.
 - TaS₂, TiSe₂, 뒤틀린 그래핀과 같은 2차원 초격자 물질계에서 매우 다양한 새로운 비-페르미 액체가 구현 가능함을 보임.
 - 1차원 도선을 기술하는 루틴저 액체 이론을 확장하여, 2차원 네트워크 초격자를 설명하는 이론을 만드는데 기여하고, 이들에 대하여 선형 반응 (Linear response) 계산을 통해서 비-페르미 전도도 (conductivity)를 계산.
 - 이 외에도 출판 과정에서 본문과 Supplemental information을 작성하고, 그림/부록 등을 제작.

○ NATURE COMMUNICATIONS (IF 14.919, mrnIF 96.8), (제1), (공동), (교신).

- Tunable high-temperature itinerant antiferromagnetism in a van der Waals magnet (2021. 05.).
- 연구결과, 창의성.
 - 반데르발스 구조를 갖는 새로운 반강자성체인 (Fe,Co)₄GeTe₂ 물질을 최초로 합성하여 자성의 변화를 실험적으로 관측하고 이에 대한 원인을 규명.
 - 기존의 반데르발스 반강자성체는 상전이 온도가 100 K정도이나 이번에 합성된 물질은 230 K을

상대적으로 높은데, 이를 반데르발스층의 강한 강자성과 층사이의 RKKY 자성상호작용에 의한 효과로 제시.

- 대학원생 기여.

- 시료합성과 자성물성 측정을 담당.
- Co의 도핑정도가 다양하게 조절된 단결정을 성장, 이에 대한 구조특성, 전도특성 및 자성특성을 측정.
- 이러한 결과를 바탕으로 반강자성 상태에 대한 실험적인 증거와 더불어 스핀 상태에 민감하게 변화하는 전도특성도 확인.
- 출판 과정에서 논문의 본문에 대한 초고작성과 참고자료 작성, 추가 실험 등을 진행.

○ PHYSICAL REVIEW LETTERS (IF 9.161, mrnIF 96.33), (제1), (제1), (교신).

- Optical energy-difference conservation in a synthetic anti-PT symmetric system (2021. 08.)

- 연구결과, 창의성.

- 비허미션 광학계는 기존(허미션) 광학계와 다르게 자발 대칭붕괴, 특이점, 위상연산 현상이 나타나기 때문에 최근 다양한 연구 영역에서 주목받고 있음.
- 사전 연구에서는 나노공정을 통해 비허미션 시스템을 구축했으나, 공정으로 광손실과 광이득을 조절하는 일은 쉽지 않음.
- 본 연구에서는 복잡한 공정없이 합성 차원과 사광파혼합을 이용하여 광섬유-기반 비-PT 시스템을 구현하고 우수한 성질을 관측함.
- 또한, 기존 광학계의 에너지보존과 대응되는 비-PT대칭계의 에너지 차이보존을 광학계 최초로 관측.
- 본 시스템은 일반 비허미션 광학계와 다르게 광손실이 매우 적기 때문에, 통신, 센싱, 양자 분야의 새로운 비허미션 플랫폼으로 주목받을 것으로 예상.

- 대학원생 기여.

- 비-PT 대칭계 구현 실험설계, 수행, 결과분석, 그리고 이론 구축을 진행.

○ NATURE (IF 49.962, mrnIF 100), (공동), (교신).

- Graphene-based Josephson junction microwave bolometer, (2020. 10.).

- 연구결과, 창의성.

- 그래핀 조셉슨 접합을 이용해 이론적 한계에 도달하는 민감도를 가지는 마이크로파 볼로메터를 구현.
- 이를 위해 실리콘 칩 위에 인가되는 마이크로파를 그래핀에 잘 흡수시킬 수 있는 공진기를 제작.
- 또한 그래핀/초전도체 접합기술을 통해 그래핀 조셉슨 접합을 공진기 내부에 배치하는 나노 소자 제작.

- 대학원생 기여.

- 본 연구의 측정에 필요한 나노소자를 직접 제작.
- 실험진행에 중요한 역할 담당, 실험데이터 분석에 참여.

○ Advanced Materials (IF 30.849, mrnIF 99.53), (공동), (교신).

- Gigantic Current Control of Coercive Field and Magnetic Memory Based on Nanometer-Thin Ferromagnetic van der Waals Fe₃GeTe₂, (2021. 01.).

- 연구결과, 창의성.

- Fe₃GeTe₂가 단순히 높은 온도까지 강자성이 유지되는 것이 아니라 Fe₃GeTe₂의 강자성을 전기

적으로 제어할 수 있고 제어 효율이 상당히 높다는 것을 밝힘.

- Fe₃GeTe₂의 보자력장(coercive field) 크기를 전류를 걸어 제어할 수 있다는 것을 실험으로 보였고 그 원인이 전류에 의한 줄 열(Joule heating)이 아니라 이 물체의 독특한 스핀-궤도 토크 때문임을 이론 계산과 실험 분석을 통해 확인.

• 대학원생 기여.

- 실험에서 사용된 Fe₃GeTe₂ 접합구조에 대한 열 흐름 및 온도 계산을 통해 보자력장 크기 변화 원인이 줄 열(Joule heating)이 아니라는 것을 밝혀냈음.
- Fe₃GeTe₂에서 생기는 스핀-궤도 토크(spin-orbit torque) 계산을 통해 보자력장 크기 변화 원인이 스핀-궤도 토크임을 밝히는 데 중요한 역할을 함.

○ Science (IF 47.728, mrnIF 99.2), (공동), (교신).

- Josephson junction infrared single-photon detector, (2021. 04.).

• 연구결과, 창의성.

- 그래핀 조셉슨 접합을 이용해 단광자 검출능력을 가지는 적외선 검출기를 구현.
- 실리콘 칩 위에 좋은 그래핀/초전도체 접합기술을 통한 그래핀 조셉슨 접합을 제작.
- 적외선 빛에 대한 노출을 조절하기 위한 조리개 구조를 나노소자 제작기법을 통해 구현.

• 대학원생 기여.

- 본 연구의 측정에 필요한 나노소자를 직접 제작함으로써 실험진행에 중요한 역할.
- 실험데이터 분석에 참여.

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

참여대학원생 학술대회 대표 실적 요약

- 지난 1년간 COVID-19 팬데믹 상황으로 인해 대부분의 국내외 학술대회들이 취소되거나 온라인으로 진행되면서 대학원생의 학술대회 참여 기회가 현저히 줄어든 상황임.
- 최근 화상회의의 시스템을 이용한 온라인/하이브리드 형식의 학술대회 방식이 점차 자리 잡기 시작했고, 이에 따른 국내 학회 개최가 활발해지면서, 참여대학원생들의 학술대회 발표 횟수가 증가하는 추세임.

○ 대표 연구 업적물 성과.

- 선정기준: 포스텍 물리교육연구단이 연구인력 양성 목표에 기반하여 수월성 위주로 선정.
- 대표 발표 업적물환산 참여대학원생 수 129명의 5%에 해당하는 5편의 학술대회 발표 실적을 대표 연구 실적으로 선정.

○ 대표 발표 업적물의 교육연구단 비전과 목표와의 부합성.

- 본 교육연구단의 비전: 탄탄한 기초실력으로 지식의 한계를 확장할 신진과학자 육성.
- 본 교육연구단 연구 추진방향: '혁신적인 연구', '함께하는 연구', '포스텍 플래그십 연구'.
- 대표업적물의 연구 내용은 모두 '새로운 개념 제시'와 '새로운 현상 최초 구현' 한 경우로, '지식의 한계 확장'이라는 비전과 <혁신적인 연구>라는 추진방향에 부합함.

대표 발표실적 상세내용

○ (통합과정).

- 발표제목: Tunneling spectroscopy of Floquet Bloch states in graphene Josephson junction.
- 2021년 삼성휴먼테크 금상 수상, '새로운 현상 최초 구현'.

(연구결과, 창의성)

- 그래핀 조셉슨 접합의 안드레브 속박구조에 마이크로파를 인가하여 지속적으로 유지할 수 있는 플로켓 상태 고체계에서 구현한 최초의 실험.
- 초전도 나노소자에 형성된 속박구조의 플로켓 상태를 가장자리 터널 접합구조라는 새롭게 개발한 나노소자 기법을 통해 높은 에너지 분해능으로 분석함.

(전공분야기여)

- 짧은 시간 동안만 유지할 수 있었던 플로켓 상태를 오랜 시간 유지할 수 있는 플랫폼을 제시함으로써, 지금까지 정량적 연구가 힘들었던 한계점을 극복.
- 저차원 물질에 초전도 터널접합 형성기술을 개발함으로써, 다양한 물질에 적용시켜 높은 에너지 분해능을 가지고 양자상태의 특성을 측정할 수 있는 방법론 제시.

○ (통합과정).

- 발표제목: Non-fermi liquids in conducting 2d networks.
- 2020년 가을 한국물리학회 학술대회에서 발표, 해당 발표는 한국물리학회에서 우수 발표상 수상, '새로운 개념 제시'.

(연구결과, 창의성)

- 새로운 비-페르미 액체 상태를 발견하는 것은 응집 물리 이론 연구에서 가장 중요한 연구 분야 중의 하나이며, 2차원 네트워크 초격자 구조가 새로운 종류의 비-페르미 액체 상태를 구현할 수 있음을 증명함.

(전공분야기여)

- 현재까지 수수께끼와 같던 2차원 네트워크 초격자 물질계에서 실험적으로 발견된 비-페르미 액체 현상을 이론적으로 설명함.

○ (통합과정).

- 발표제목: Many body Invariant for Chern and Chiral Hinge Insulators.
- 2021년 미국 물리 학회에서 발표, '새로운 개념 제시'.

(연구결과, 창의성)

- 기존의 밴드 위상 불변량을 넘어서는, 위상 상태의 새로운 다체계 위상 불변량 정의를 찾는 문제는 위상 상태 연구에서 가장 중요한 주제 중의 하나.
- 위상 장론 결과를 이용하여 새로운 불변량을 제안하고, 이를 다체계 수치 계산을 통해 수치 해석적으로 증명함.

(전공분야기여)

- 다체계 불변량의 정의를 통해서, 새로운 강상관 위상 상태를 탐색하고 설계하는 연구를 가능케 함.

○ (통합과정).

- 발표제목: Thickness dependent magnetic phase diagram of iron-based metallic van der Waals magnets.

- 2021년 The 7th International Workshop on 2D Materials에서 발표, ‘새로운 현상 최초 구현’.

(연구결과, 창의성)

- 반데르발스 구조를 갖는 반강자성 금속물질을 새로 제시하고, 조성과 두께에 따른 자성 상전이 양상을 실험적으로 관측한 최초의 실험
- 도핑에 따른 자성 상태상 그림과 두께에 따른 상그림과의 관계를 규명하고, 2차원 금속물질에서 두께를 통한 반강자성-강자성 상변화 변조 방법을 제시.

(전공분야기여)

- 2차원 자성체에서 다양한 자성상태를 구현하고, 각각의 자성 상태 안정성에 대한 이해를 심화함.
- 다양한 2차원 자성체 접합을 통한 스핀소자 제작과 기능성 연구의 기초정보를 제공

○

(통합과정).

- 발표제목: Direct observation of reverse kinetic pathway on ultrafast nonequilibrium melting.
- 2021년 27회 삼성 휴먼테크 논문대상 (장려상), ‘새로운 현상 최초 구현’.

(연구 결과, 창의성)

- 초고속 비평형 상태에서 유도되는 고체-액체 상변화 과정을 펨토초 나노미터의 시공간 분해능을 가지고 직접적으로 관측, 이를 통해 100년 이상 난제로 남겨져 있던 상변화 과정의 시작 과정 규명.
- 특히, 강한 레이저를 흡수한 경우 구형의 금속 나노입자 시료의 표면에서는 엔트로피가 감소하는 원자의 정렬현상을 보이며 빠르게 상변화 유도.
- 평형 상태의 열역학 과정에서 존재하지 않는 특이한 운동역학 (kinetics) 경로를 처음 발견.

(전공분야기여)

- 상변화에 관한 물리학의 정립된 지식의 적용은 평형상태 열역학 반응에 제한적이며 강하게 유도되는 비평형 상변화 반응에서 기존의 지식의 범주를 넘는 새로운 현상이 발생함을 보여줌.
- 초고속 비평형 과정을 직접적인 관측을 통해 연구할 수 있는 연구 방법 (초고속 시분해 이미징) 개척.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

우수 신진연구인력 확보 방안 및 실적

【 우수 신진연구인력 확보 전략 】

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

○ 전략 1: 플레그십 연구단 주축 적극적 홍보 활동 및 유치.

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

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 지금까지 2명의 박사후연구원을 물리교육연구단 소속으로 채용하였음.
- 아태이론물리센터 (APCTP), 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK), 기초과학연구원 (IBS) 등과 물리교육연구단 공동 지원을 통한 신진연구인력 확보는 예산 및 규정상의 문제로 큰 진척이 없음.

☞ 국제학회 및 학술교류 행사를 활용한 적극적 홍보.

< 계 획 >

- 국제학술회의 진행 시 해외 대학원생 발표 장려 포스텍 물리교육연구단 홍보.
- 연중 신진연구인력 풀 및 채용 예정 인원 선조사로 장기적인 계획으로 대체.
- 국내외 연구자 상호 교류 (초청 방문 및 연구자 해외 파견) 시 적극적인 탐색 및 홍보.

< 실 적 >

- COVID-19로 인해 국제학술대회 등이 취소되거나 온라인으로 진행되고 있기 때문에 대학원생의 국제학술대회 참여를 통한 물리교육연구단 홍보는 큰 진척이 없는 상황임.
- 국내외 연구자 상호 교류 또한 COVID-19로 인해 온라인 위주로 진행되고 있으므로 적극적인 홍보 활동 실적은 없음.
- 해외 거주 한국인 박사후연구원 현황에 대한 조사 실시를 통해 신진연구인력 풀 확보를 위한 노력을 진행하였음.

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

☞ 포스텍 물리교육연구단 'POSTECH Young Fellow'제도 운영.

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

- 제1차 신진연구인력 채용 (2021. 03. ~ 2022. 02.) 시기에, 후보자의 Young Fellowship 제공 논의.
 - 고려한 후보자 중에서 해당자 없음으로 2차 채용 시에 다시 추진하기로 함.

☞ 연구자 주도 융복합 연구 장려 및 제도적 보장.

< 계 획 >

- 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.

< 실 적 >

- 물리교육연구단 참여 지도교수 그룹간의 공동 박사후연구원 채용 실적.
- 박사후연구원 () 교수 공동지도).

신진연구자 주도 리더십 양성.

< 계 획 >

- 연구교수의 개별적 연구과제 지원을 적극 권장하고 및 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), 아테이론물리센터 (APCTP), 기초과학연구원 (IBS), 포항가속기연구소 (PAL) 등.
- 국제학회 발표 및 학술교류 활동 지원.
 - 국제적 수준의 연구 소양과 인적 네트워크를 키우고 최신의 연구 정보를 접하도록 장려.

< 실 적 >

- 물리교육연구단 소속 박사후연구원 연구비 수주실적: 1건.
 - 사업명: 한국연구재단 창의도전연구기반지원.
 - 과제명: 위상자성체 고압상에서의 거대 홀효과 연구.
 - 총연구기간: 2021. 06. 01 ~ 2023. 05. 31 (다년도 과제).
 - 수주금액: 총 140,000 천원.

○ 전략 3: 연구집중형 환경 보장을 위한 연구단의 제도 확립.

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

< 계 획 >

- 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 사업단에서 개별 신진연구원 행정 지원.

< 실 적 >

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

☞ 개인의 연구역량 증진 활동 권장.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 신진연구인력 임용 1년 이내로 연구 성과를 기반으로 하는 인센티브 지급 실적 없음.
- COVID-19로 인해 국제학술회의 출장 없음.

우수 신진연구인력 지원의 계획 및 실적

- 신진연구인력의 안정적 학술 및 연구 활동을 위한 교육연구단 차원의 제도 운영 계획 및 현황.

☞ 신진연구인력 선발 절차 투명화.

< 계 획 >

- 공개 채용 절차 및 채용 심사.
 - 매년 1회 ~ 2회 정기적으로 공개 채용 절차를 통해 신진 연구 인력 채용을 진행 중임.
 - 채용 전 4주 이상 공고, 신청 간소화 (인터넷을 통한 간편한 서류 접수).
 - BK21 FOUR 운영위원회에서 신진연구인력 지원 서류 심사.
 - 박사후연구원의 경우 참여 교수별로 추천을 받은 후 연구실적이 우수한 자를 선발.
 - 포스텍 대학원 출신 연구원의 비율이 일정 이하가 되도록 추진 (50%).
 - 연구교수의 선발은 포스텍 학칙과 인사규정, 본 물리교육연구단 운영지침에 의거 선발.

< 실 적 >

- 1차 신진연구인력 선발.
 - 참여 기간: 2021. 03. 01 ~ 2022. 02.
 - 박사후연구원 2인 선발.
- 신진연구인력 선발 위의 규정에 따라 진행하였음.

☞ 인건비 지원 계획 및 현황.

< 계 획 >

- 개인 연구 활동비 지원.
- 박사후연구원 및 연구교수: 국내외 출장비 지원.
- 신진연구인력 전용 사무공간 제공.

< 실 적 >

- 박사후연구원 2명 임용: 연봉 45,600 천원 + 4대 보험 + 퇴직금 지원.
- 연구교수는 선발하지 않음.

- 신진연구인력 전원 계획한 바와 같이 전용 사무공간을 제공하고 있음.
- COVID-19로 인해 국외출장 기록은 없음.

☞ 연구 및 학술활동 지원 현황.

< 계 획 >

- 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.
- 국내·외 우수 대학의 교원, 정부 및 민간 연구소의 연구원으로 진출하도록 적극 도우며 이들과 지속적인 연구협력 관계를 이어 나가도록 지원.
- 매년 연구업적과 수행능력을 평가하여 급여에 차등 반영. 연구 성과에 따라 성과급을 차등 지급 (50 ~ 250만원, 최대 5배차).

< 실 적 >

- 신진연구인력 임용 1년 이내로 연구성과를 기반으로 하는 인센티브 지급 실적 없음.

○ 신진연구인력의 연구실적 및 교육실적.

☞ 신진연구인력 연구 실적.

- 박사후연구원.
 - 학 위: 박사 (Univ of New South Wales, Australia).
 - 근무기간: 2021. 03. 01 ~ 현재.
 - 공동연구 수행 인력: 교수.
 - 공동연구 논문: 공저자로 1편의 논문 발표.
 - “Fragmentation and structural transitions of few-layer graphene under high shear stress,” APPLIED PHYSICS LETTERS 118, 213101 (2021. 05).
 - 연구비 수주실적: 1건.
 - 사업명: 과학기술분야기초연구사업.
 - 과제명: 위상자성체 고압상에서의 거대 홀효과 연구.
 - 연구기간: 2021. 06. 01 ~ 2023. 05. 31 (다년도 과제).
 - 수주금액: 총 140,000 천원.
- 박사후연구원.
 - 학 위: 박사 (POSTECH).
 - 근무기간: 2021. 03. 01 ~ 현재.
 - 공동연구 수행 인력: 교수.
 - 공동연구 논문: 주저자로 1편의 논문 발표.
 - “Characterization of Shapiro steps in the presence of a 4 pi-periodic Josephson current,” PHYSICAL REVIEW B 103, 235428 (2021. 06).

☞ 신진연구 교육 실적.

- 물리교육연구단 소속 신진연구인력의 교육실적은 현재 없음.

【 향후 추진계획 】

○ 신진연구인력 확보 목표 수정.

- 최초 계획서의 신진연구인력 확보 목표는 매년 5 ~ 7명을 유지하는 것이었으나 BK21 물리교육연구단 예산 삭감 (일괄 24% 삭감), 포스텍 대학원생 기준 장학금 인상 (30만원/월) 및 BK21 물리교육연구의 대학원생 인건비 최소 규정 (60% 이상) 등으로 인해 기존의 목표를 유지하는 것이 불가능해짐.
- 박사후연구원 2명 및 연구교수 1명을 확보/유지 하는 것으로 신진연구인력 확보 목표를 수정.
- 차년도에는 연구교수 1명의 확보를 우선으로 추진할 계획임.

○ 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.

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI 번호/ISBN/ 인터넷 주소 등
	참여 교수의 교육 관련 대표 실적의 우수성 서술				
1		11081427	입자물리이론	온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
	• PHYS801 콜로퀴움 (2021년도). - 매 수업, 각 분야의 외부 전문가들을 초청하여 최신 연구 동향을 소개하는 강좌. - 발표자의 동의를 얻은 강좌에 한해 동영상 촬영 후, PLMS에 공개. - 강의 이후 개별 요청자에게도 동영상 개별 공유. - 총 10회 개최. 7건 동영상 촬영 및 공개.				
2		10103975	양자정보	교과목 개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
	• PHYS705 현대물리학특론I(양자얽힘 및 양자측정) (2021년도). - 양자정보과학에서 얽힘과 측정은 매우 밀접하게 연관된 개념임. - 다양한 얽힘상태 및 얽힘의 정량화 방법, 투영측정 및 일반화된 양자측정 등 최근 양자정보분야의 중요한 토픽을 다룸. - (우수성) 내용이 이론으로만 치우치지 않도록 원론적인 구현 방법론을 함께 다룸으로써 양자정보분야의 이론을 실험과 접목시킬 수 있도록 강조함. - (교육효과) 흔히 간과하기 쉬운 mixed state entanglement, 얽힘정량화 및 걸어긋남효과를				

	측정의 관점에서 다름으로써 개념의 구체적인 이해를 높임.				
3		10084037	물성계측	교과목 개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
	• PHYS705 현대물리학특론I(방사광 엑스선 회절 과학) (2021년도). - 첨단 방사광 광원의 전문적 활용한 실험 기법 및 실제 연구 활용 사례 소개. - (우수성) 방사광을 이용한 회절/영상 활용 연구를 수행 중인 실험 교수 1명 이상의 강의로 구성. 특히 BK21 Four에 참여 중이며 25년 이상 엑스선 활용 연구를 전문적으로 진행 중인 송창용 교수가 주로 강의. - (우수성) 최신 첨단 방사광의 고유 특성에 대한 소개 및 이를 활용한 새로운 연구 확장성에 대해 폭넓게 조명. - (교육효과) 대학원 학생과 같은 연구 입문자 수준에서 국내외의 대형 방사광 시설에 대한 심도 있는 이해와 이를 바탕으로 한 전문적인 활용을 위한 체계적인 내용으로 구성됨. 실제로 물리학 전공자 뿐 아니라 화학/화공/기계/소재 등 다양한 분야의 전공자가 수강.				
4		10171158	생물물리	교과목 개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
	• PHYS811 고급물리특강I(세포 생물물리학) (2020년도). - 2권의 교재, 동영상, 논문 등에서 필요한 내용을 발췌하여 강의함. - 생명의 기본 단위인 세포를 물리학적 관점에서 살펴봄. - 정량적인 분석을 통한 세포에 대한 이해. - 세포막의 물리적 특성. - 세포에서 물질의 수송. - 세포에서의 상전이 현상. - (우수성) 세포의 물리학적 연구 방법의 최신 동향 뿐만 아니라 세포 생물학에서 각광받고 있는 분야 소개. - (우수성) 실시간 온라인 강의를 통해 학생들과 토의할 수 있는 기회 제공. - (우수성) 세포 생물학 분야를 선도하는 학자들의 강의를 모아 놓은 ibiology 사이트에서 (www.ibiology.org) 생물물리 관련 중요한 내용을 선정하여 학생들이 집에서 시청한 후 수업시간에 discussion하는 시간을 가졌음. 학생들로 하여금 능동적으로 수업에 참여하도록 유도함. - (교육효과) 세포 생물물리의 이론 및 실험 연구의 다양한 내용을 체계적으로 교육함으로써, 이 분야에서 연구를 수행하는 대학원생들이 세포에서 일어나는 생명현상을 설명할 수 있는 물리학적 원리를 이해하는데 기여함. - (교육효과) 세포 수준의 연구 전망에 대해 생각해 볼 수 있는 기회를 대학원생에게 제공.				
5		11223079	중시물리	교과목 개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
	• PHYS701 물성물리학특론I(응집물리실험 연구동향) (2020년도).				

					- 2차원 물질을 대상으로 하는 다양한 연구분야에 대한 강의. - (우수성) 물리학과 및 신소재공학과 교수의 참여로 다양한 연구 시각에 대해 논의. - (우수성) 이론연구 및 실험연구 주제에 대한 심도 있는 강의. - (우수성) 다양한 실험 방법론을 소개하고 2차원 물질에서의 활용성에 대한 이해 제공. - (교육 효과) 2차원 물질 및 연구 방법론에 대한 이해를 폭넓게 넓히는 기회를 제공. - (교육 효과) 대학원생이 현재 수행하는 연구 경쟁력 강화에 도움 제공.
6		11081427	입자물리이론	교과목 개발 및 온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
					• PHYS613 상대성 이론 (2020년도). - 현대물리의 한 축을 이루고 있는 아인슈타인의 일반상대성이론에 대한 강의 및 최신 관련연구 소개. - 양자장론과 끈이론을 전공하는 BK21 FOUR 참여교수인 교수의 온라인 강의로 진행. - 일반상대론을 기술하는데 필요한 수학적 도구들인 미분기하학과 리만기하학의 기초과정을 겸하며, 일반상대론으로부터 파생되는 중력현상에 대한 최신 연구방법론을 강의. - (우수성) 일반상대론의 복잡한 수학적 구조를 현대 이론물리 연구에서 사용되는 개념들을 이용하여 이해할 수 있는 방법론 제시. - (우수성) 고전적인 상대론 연구방법론을 확장하여 블랙홀 구조와 같은 중요 중력 현상들에 관한 현대적인 이해를 소개. - (교육효과) 중력현상을 기하학적으로 이해하는 방법론을 교육함으로써, 물리연구 방법론에 대한 새로운 관점을 제시. - (교육효과) 학생들이 어려워하는 미분기하학과 같은 수학적 개념들을 물리적인 직관과 현상들을 통해 이해할 수 있게 하고, 이를 통해 첨단 이론물리 연구 방법론을 습득하게 함.
7		10202686/ 10127399/ 11223079/ 11885967/ 11477513	물성계측/ 응집물질물리/ 중시물리/ 박막물리/ 전자구조	온라인 교육 실적	https://plms.postech.ac.kr (포스텍 구성원만 접속 가능, 필요시 증빙 자료 추후 제출)
					• PHYS703 물성물리학특론Ⅲ (2차원물질연구의동향) (2020년도). - 2차원 물질의 다양한 물성(전자기, 탄성 등)의 다양한 측면을 조명하고, 현재 활발하게 연구되고 있는 최신 주제를 소개하는 수업. - 응집 물리를 전공하는 BK21 FOUR 참여교수인 교수가 온라인으로 강의 진행. - (우수성) 각 분야의 전문가들이 4 강좌씩 돌아가면서 수업을 진행, 한 분야에 매몰되지 않고 균형있게 다양한 연구주제를 학생들에게 소개함. - (교육효과) 학생들에게, 응집 물리 연구에서 가장 흥미롭고 새로운 주제를 소개하여 관심을 독려함. - (교육효과) 응집 물리를 연구하는 학생들의 연구 경쟁력 강화에 기여.

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

교육 프로그램 국제화 계획 및 실적

【 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.

○ 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 현황 및 계획.

☞ 플래그십 기관 중심으로 한 해외전문가와의 교류 확대.

< 기존 계획 >

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

< 실 적 >

- APCTP, IBS 기관과 연계하여, 포스텍 물리학과 교수 운영자인 국제학회(7건)와 외국연구자 세미나(8건)를 진행하여 온라인 교류를 확대.
- 포스텍 물리학과 교수 운영자인 국제학회 진행 실적 7건.
 - 25th APCTP Winter School on Fundamental Physics
2021. 01. 06 ~ 2021. 01. 13 / POSTECH, APCTP / HOST:
<http://45.120.69.181/plan.php/fundamental2021>
 - APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2021
2021. 02. 01 ~ 2021. 02. 05 / POSTECH, APCTP / HOST:
<https://sites.google.com/view/qms2021/>
 - Strings, Branes and Gauge Theories
2020. 07. 18 ~ 2021. 07. 24 / POSTECH, APCTP / HOST:
<http://45.120.69.181/plan.php/sbg2021>
 - International workshop on scanning probe microscopy
2021. 08. 09 ~ 2021. 08. 11 / POSTECH, APCTP / HOST:
https://www.apctp.org/theme/d/html/activities/activities01_read.php?id=1554
 - International Symposium on Recent Progress in Superconductivity
2021. 08. 23 ~ 2021. 08. 25 / POSTECH, APCTP / HOST:
<http://45.120.69.181/plan.php/iwrs2021>
 - Workshop on Emergence and Dynamics in Quantum Matter (2021)
2021. 02. 02 ~ 2021. 02. 05 / POSTECH, IBS, KAIST, KIAS/ HOST:
<https://sites.google.com/view/emergence-dynamics2021/home>
 - Correlated Electrons Virtual International Seminar (2021)
2021년 3월 ~ 4월 / IBS, The University of Tokyo, KIAS / HOST:
<https://sites.google.com/view/cevis2020/home>

- 포스텍 물리학과 주관 세미나 중 해외기관 연구자의 세미나 발표실적 8건.
 - Hyunsoo Yang (Nat'l Univ, Singapore), "Topological spintronics", 2021. 02. 24, host: .
 - Duck Young kim (HPSTAR, China), "Recent observations in high-pressure physics", 2021. 03. 24, host: .
 - Chan KIM (European XFEL, Germany), "Current Status of Single Particle Imaging Project & 3D Visualization of Phase-Ordering with X-ray Sources", 2020. 12. 24, host: .
 - Kyungmin Lee (Florida State Univ. USA), "Frustration-induced Athermal Behaviors: Hilbert Space Fragmentation and Quantum Many-Body Scars", 2021. 05. 17, host: .
 - Zhicheng Yang (University of Maryland, USA), "Quantum Spin Liquids Using Combinatorial Gauge Symmetry", 2020. 09. 11, host: .
 - Takahiro Morimoto (The University of Tokyo), "Geometrical nonlinear responses: shift current and nonreciprocal current", 2020. 09. 18, host: .
 - Meng cheng (Yale Univ), "Fracton topological phases: entanglement renormalization, coupled layers and beyond", 2020. 10. 08, host: .
 - Romain Vasseur (Massachusetts Univ), "Entanglement transitions", 2020. 10. 14, host: .

< 향후 계획 >

- APCTP, IBS 기관과 연계하여, 포스텍 물리학과 교수 운영자인 국제학회를 지속적으로 개최할 예정이다 (현재 확정 국제학회 3건).
 - APCTP Focus program on Quantum Matter and Quantum information with Holography, 2021. 08. 17 ~ 2021. 08. 25, APCTP, Pohang (zoom meeting), Cohost: .
 - IBS-APCTP Conference on Advances in The Physics of Topological and Correlated Matter, 2022. 09. 19 ~ 2022. 09. 23, IBS Science Culture Center, Daejeon, Cohost: .
 - 이론생물물리 심포지엄 (Trends in theoretical biophysics), 2021. 11. 17 ~ 2021. 11. 19, 온라인 진행 (연사 20명 수준), host: .
 - Quantum Magnetism and Topology, 2022. 06. 13 ~ 2022. 06. 17, POSTECH 국제관 (APCTP와 공동주최, 해외 초청연사 20명, 참석인원 100 명 규모), host: .

☞ 국제 공동연구를 통한 신진연구자 인적교류 활성화.

< 기존 계획 >

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

< 실적 및 향후 계획 >

- COVID-19 대유행으로 해외연구기관과의 방문 실적 없음.
- 외국기관 연구자와 공동연구 Zoom meeting에 적극 활용하고 있음.
 - 현 시점에서 구체화된 대학원생 해외 파견 (Outbound) 계획 (4건).
 - (고체물리 1건: 미국/APS -2022년).
 - (고체물리 2건: 미국/Nati'l High Magnetic Field Lab, 2022년 하반기, 일본/Institute of Solid State Physics 2022년 하반기).
 - (생물물리 1건: 미국 Rice university 교수 본인 방문).
 - 현 시점에서 구체화된 초청 (Inbound) 계획을 아래에 요약 (2건).

- : HPSTAR (중국) 박사후연구원 1인 방문 (2021년 1월 계획 2022년 하반기).
- : Raytheon BBN Technologies (미국) 신진연구자 1인 (2022년 계획).

☞ 캠퍼스 국제화를 위한 인프라 구축.

< 계획 및 실적 >

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

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

☞ 해외 석학 활용 계획 및 실적.

< 실적 및 향후 계획 >

- 교수: COVID-19로 직접 방문 없음.

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 아태이론물리센터 (APCTP) 공동으로 국제학회 개최. - 2020.9 이후 BK 소속 교수그룹과 Nature Communications 1편, Physical Review Letter 1편, Physical Review B 1편 (출간) Advanced Materials 1편, Nature 1편 (게재승인)
향후계획	- 포스텍 물리학과, MPK 연구단, 아태이론물리센터와의 기존 학술 활동 지속. - 2022년 이후 석학교수 계약 연장 계획. - 2차원 반데르발스 위상 자성체 및 초전도체 물성 공동연구 진행 (교수) - 2차원 반데르발스 전하밀도파 물질의 표면특성 공동연구 진행 (교수) - 강상관계 자성체의 복합물성 분광 공동연구 진행 (교수)

- 교수: COVID-19로 직접 방문 없음.

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 세계적 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.

- 현재 외국인 겸직교수 명단 (6명).

성명 & E-mail	소속	겸직 기간	연구분야
	APCTP	2020. 09. 01 ~ 2022. 08. 31	물리분야
	APCTP	2018. 09. 01 ~ 2020. 08. 31	입자물리
	APCTP	2018. 09. 01 ~ 2020. 08. 31	물리분야
	MPK	2019. 20. 01 ~ 2021. 08. 31	고체물리
	APCTP	2021. 03. 01 ~ 2023. 02. 28	입자물리
	APCTP	2021. 03. 01 ~ 2023. 02. 28	입자물리

- 외국인 겸직교수 공동연구 실적 2건.
 - (APCTP): Fractional quantum Hall systems (교수 공동연구).
 - (MPK): strong field nonlinear spectroscopy in condensed matter (교수 공동연구).
- 외국인 겸직교수 대학원생 공동지도 실적 2건.
 - (MPK) : (교수 그룹).
 - (APCTP): (Advanced Material Science MS program/ COVID 이후 진행).
- 외국인 겸직교수 학회개최 5건 (실적 2건 및 계획 3건).
 - (APCTP): “17th SRC Workshop on Topological Matter”, APCTP, Pohang, 2021. 06. 23 ~ 2021. 06. 25.
 - (APCTP)
 - ‘Dark Energy in a Dark Age’ Lecture series, APCTP, 2020. 03 ~ 2020. 11. (Scientific and Local organizing committee).
 - ‘Association of the Asia Pacific Physical Societies – Workshop on Astrophysics, Cosmology, and gravitation 2020’, 2020. 11. 09 ~ 2020. 11. 13.
 - ‘Association of the Asia Pacific Physical Societies – Workshop on Astrophysics, Cosmology, and gravitation 2021’, 2021. 10. 04 ~ 2021. 10. 08 (Scientific organizing committee and general secretary).
 - ‘A Discussion on the cosmological principle’, International workshop on cosmology and

gravitation, 2021. 10. 25 ~ 2021. 10. 27 (Scientific and Local organizing committee).

- (APCTP): Workshop/school in theoretical spectroscopy (COVID 이후).

☞ 단기방문 해외 석학활용 및 계획.

< 실적 및 계획>

- 온라인 학과 콜로кви엄 실적.
 - 2021. 03. 10 (HPSTAR, China) 콜로кви엄 강연.
“Recent observations in high-pressure physics”.
 - 2021. 02. 24 (Nat’l U. of Singapore, Singapore) 콜로кви엄 강연.
“Topological Spintronics”.
- 온라인 세미나: ZOOM을 활용한 해외학자 초청 세미나 실시.
 - 학과 석학교수 특별 세미나 개최: 년 1회 이상.
 - 학과 외국인 겸직교수의 학과 콜로кви엄 강연: 매 학기 1명 이상.
 - 온라인 세미나를 적극 활용하여, 월 3건 이상의 해외학자 세미나가 이루어질 수 있도록 추진.

○ 우수 외국인 학생 유치 현황 및 계획.

☞ 외국인 대학원생 현황.

< 실적 및 계획>

- 2020년 9월 이후 외국인 신입생: 없음.
- 외국인 학위 수여자 1명.

과정	성명	학번	학기수	지도교수	국적	학위수여일
박사			14		몽골	2021. 08. 13

☞ 외국인 학생 대상 우수 학생 유치 활동.

<계 획>

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

< 실적 및 계획>

- COVID 19상황으로 대부분의 해외 프로그램의 진행이 중단됨.

- 온라인을 통한 인적교류를 활성화 하되, Covid 19상황에 맞춰 직접 초청 및 방문 기회를 점차 늘려 나감.

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

대학원생 국제 공동연구 계획 및 실적

○ 국제 공동연구를 위한 장/단기 학생 파견 및 연수.

< 계획 및 실적 >

- 사업단 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-19로 인하여 해외대학 및 연구소 출장 실적 없으나 당초 계획된 해외 기관과의 공동연구는 진행중임.
- 대상 기간 중 공동연구를 통한 논문 게재.

	대학원생	해외공동연구자	해외기관	연구
1			Jacobs Univ./Germany	"Inhomogeneous Kondo destruction by RKKY correlations" Ann. Phys. 2021, 168501 (2021)
2			Russian Academy of Sciences/Russia	"Superconductivity emerging from a stripe charge order in IrTe ₂ nanoflakes" Nat. Commun. 12, 3157 (2021)
3			National Institute of Material Science /Japan	"Tunable high-temperature itinerant antiferromagnetism in a van der Waals magnet" Nat. Commun. 12, 2844 (2021)
4			Institute for Solid State Physics /Japan	"Observation of in-plane magnetic field induced phase transitions in FeSe" Phys. Rev. B. 101, 224509 (2020)
5			Raytheon BBN Tech./USA, MIT/USA, Harvard Univ./USA, National Institute for Materials Science/Japan	"Graphene-based Josephson junction microwave bolometer" Nature 586, 42 (2020)
6			Raytheon BBN Tech./USA, MIT/USA, Harvard Univ./USA, National Institute for Materials Science/Japan	"Josephson-junction infrared single-photon detector" Science 372, 409 (2021)
7			National Institute for Materials Science/Japan	"Stacking-Specific Reversible Oxidation of Bilayer Graphene" Chem. Mater. 33, 1249–1256 (2021)
8			Ohio State University/USA	"Linker domain function predicts pathogenic MLH1 missense variants" PNAS 118, e2019215118 (2021)

○ 국제 공동 연구과제 수주 (3건).

- 한국연구재단 글로벌연구실지원사업 (2017 ~ 2023).
- 교수 / 교수 (미국 Ohio State University).
- 한국연구재단 원천기술개발사업 (2020 ~ 2022).

- 교수 / 교수 (미국 MIT).
- 한국연구재단 양자정보과학연구개발생태계조성사업 (2020 ~ 2023).
- 교수 / 교수 (일본 Kyoto University).

【 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			Oak Ridge National Lab./USA	2차원 전하밀도파에서 두께 변화에 따른 전하 정렬의 변화 연구
2			Raytheon BBN Tech./USA	마이크로 단광자 검출기 공동연구
3			National High Magnetic Field Lab./USA	Frustrated triangular antiferromagnet의 양자진동 측정
4			Institute for Solid State Physics/Japan	Topological nodal-line semimetal의 양자진동 측정
5			Argonne National Lab./USA	열퍼짐 호프림 산란 (Thermal Diffuse Scattering) 및 비탄성엑스선 산란 (Inelastic X-ray Scattering)을 이용한 격자진동 동역학 연구
6			Potsdam University/Germany	Transport dynamics in extreme value landscapes
7			Johannes Gutenberg University Mainz/Germany	자성나노구조에서 일어나는 궤도각운동량의 전도 현상 연구

□ 연구역량 대표 우수성과

○ 참여교수 논문실적

해당 기간 총 논문 편수는 76 편이며 이중 절반가량(36편)이 PRD급 이상(IF 5.296)의 논문으로 질적으로 매우 우수한 실적을 달성했다. 이는 포항공과대학교 물리학과가 추구하는 논문의 질적 우수성이라는 목표와 부합하는 결과라고 할 수 있다. 본 사업단 교수가 주저자인 PRL급 이상(IF 9.161)의 논문은 Nature 1편, Science 1편을 포함하여 총 18 편이다.

○ 대표 우수 성과 ([] 안의 이름은 BK 참여 대학원생)

•

“Graphene-based Josephson junction microwave bolometer”, NATURE 586, 42 (2020. 10.).

(배경)

- 마이크로파 검출기로 사용되는 볼로미터는 마이크로파 흡수 소재, 흡수한 마이크로파를 열로 바꿔주는 소재, 발생한 열을 전기 저항으로 변환하는 소재로 구성되며, 전기적인 저항의 변화를 이용해 흡수된 마이크로파의 크기를 계산함.
- 현재의 기술로 볼로미터는 실리콘이나 갈륨비소 등 반도체 소자를 마이크로파 흡수 소재로 사용하기에 검출 한계가 1초간 측정 기준 1 나노와트 (10억분의 1와트) 수준에 머무는 등 정밀한 크기 측정이 불가능.

(창의성)

- 볼로미터의 소재와 구조 혁신을 통해 이 한계를 돌파.
- 마이크로파 흡수 소재로 반도체가 아닌 그래핀을 사용하고 마이크로파 공진기 구조를 나노소자로 제작하여 극미한 세기의 마이크로파를 흡수하더라도 높은 온도변화를 일으키는 데 성공.
- 두 개의 초전도체 사이에 그래핀을 끼워 넣는 ‘조셉슨 접합 구조’를 도입해 그래핀에서 발생하는 전기 저항 변화를 10피코초(1000억분의 1초) 이내로 검출 가능.

•

, “Evidence of higher-order topology in multilayer WTe₂ from Josephson coupling through anisotropic hinge states”, NATURE MATERIALS 19, 974 (2020. 09.).

(배경)

- 위상부도체의 이론적 제안과 실험적 발견 이후 2017년 새로운 예지 양자 상태를 갖는 고차원 위상부도체가 이론적으로 제안됨.
- 전이금속 디칼코게나이드(transition metal dichalcogenide)가 새로운 고차원 위상 부도체가 될 수 있음이 이론적으로 제안됨.

(창의성)

- 조셉슨 접합(Josephson junction)을 이용하여 전류 흐름을 공간적으로 시각화하는 독창적인 측정 분석기법을 활용하여 WTe₂가 최근 이론연구가 제시한 대로 1차원 경첩 상태를 갖는 고차원 위상 부도체라는 것을 최초로 보임.
- 초전류의 간섭패턴에 초전류의 위치 정보가 숨어 있음을 바탕으로, 역푸리에 변환을 통해 그 위치정보를 확인.

•

“Gigantic Current Control of Coercive Field and Magnetic Memory Based on Nanometer-Thin Ferromagnetic van der Waals Fe₃GeTe₂”, ADVANCED MATERIALS 33, 2004110 (2021. 01.).

(배경)

- Fe₃GeTe₂는 도체로서 상온에 근접한 온도까지 강자성을 유지하는 몇 안 되는 2차원 강자성체. 강한 게이트 전압을 걸어 줄 경우 상온에서도 강자성이 유지된다는 것이 보고되면서 더욱 관심을 받고 있는 물질.

(창의성)

- 강자성체를 기반으로 한 스핀트로닉스 소자 구현을 위해서는 강자성체의 자화 방향이 전기적으로 쉽게 반전되는 반면 열적 요동에 의해서는 잘 반전이 되지 않아야 하는데 보통의 자성체에서는 열적 요동 때문에 자화 반전이 잘 안 일어나면 전기적으로도 자화반전이 잘 일어나지 않아 이 두 가지 조건을 동시에 만족시키기 어려운데 모순적인 이 두 가지 조건을 동시에 만족시키는 방법을 찾아 자성메모리 소자 기술 향상시킴.

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천 원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	8,405,930	4,683,191	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	2,148,836	2,887,747	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	-	32,598	
1인당 총 연구비 수주액	555,048	380,177	
참여교수 수	19	20	

※ 건축분야의 경우 건축학 전공 참여교수를 구분하여 작성 가능

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

○ 참여교수 논문 실적의 질적 우수성 (2020. 09. 01 ~ 2021. 08. 31)

계재지명	Impact Factor	편수	기타
Nature	49.962	1	주저자 1
Science	47.728	1	공동저자 1
Nature Materials	43.831	1	주저자 1, 공동저자 1
Nature Electronics	33.686	1	공동저자 1
Advanced Materials	30.849	1	주저자 1
Nature Physics	20.034	2	주저자 1, 공동저자 2
ACS Nano	15.881	1	주저자 1
J. of the American Chemical Society	15.419	1	주저자 1
Nature Communications	14.919	6	주저자 1, 공동저자 5
Physical Review Letters 급	9.161 ~ 14.918	9	주저자 8, 공동저자 3
Physical Review D 급	5.296 ~ 9.160	12	주저자 14
High IF 학술지 논문 편수 / 총 논문 편수		36 / 76	

○ 참여교수 1인당 논문 편수 및 환산보정 IF는 지난 5년 평균보다 줄었으나 특이 사항은 high IF 학술지 편수가 전체 논문 편수의 47.4%를 차지하고 있다는 점이다. 이 비율은 아주 높은 비율로서 양적인 면보다 논문의 질적 향상에 연구자들이 관심을 기울이고 있음을 알 수 있다. 이는 포항공과대학교 물리학과가 추구하는 논문의 질적 우수성이라는 목표와 부합하는 결과라고 할 수 있다.

○ 참여교수 국제저명학술지 논문의 우수성

항 목		사업신청서 (2015. 01. ~ 2019. 12.)	자체평가 보고서 (2020. 09. ~ 2021. 08.)
논문 편수	논문 총편수	437	76
	논문의 환산 편수의 합	101.0065	20.811
	참여교수 1인당 논문 환산 편수	5.3161	1.04055
피인용수	보정 피인용수(FWCI)값이 있는 논문의 총 편수	358	28
	보정 피인용수 (FWCI)의 합	606.2089	90.86
	환산보정 피인용수(FWCI) 합	128.1445	23.6835
	논문 1편당 환산보정 피인용수(FWCI)	0.3579	0.84583
	참여교수 1인당 환산보정 피인용수(FWCI)	6.7444	1.18417
Impact Factor (IF)	IF=0이 아닌 논문 총 편수	437	76
	IF의 합	3052.7860	665.574
	환산보정 IF의 합	56.7974	11.4222
	논문 1편당 환산보정 IF	0.1299	0.15029
	참여교수 1인당 환산보정 IF	2.9893	0.57111

Eigenfactor Score (ES)	ES=0이 아닌 논문 총 편수	437	76
	ES의 합	162.4113	23.44333
	환산보정 ES의 합	251.3456	41.5858
	논문 1편당 환산보정 ES	0.5751	0.54718
	참여교수 1인당 환산보정 ES	13.2287	2.07929
참여교수 수		19	20

○ 사업단 교수가 주저자인 우수 논문 연구 실적 (PRL급 이상 논문 18건)

([]: 참여대학원생, { } : 사업단 신진연구인력, ____ : 사업단 참여교수)

•

“Graphene-based Josephson junction microwave bolometer”, NATURE 586, 42 (2020. 10.).

•

“Evidence of higher-order topology in multilayer WTe₂ from Josephson coupling through anisotropic hinge states”, NATURE MATERIALS 19, 974 (2020. 09.).

•

“Gigantic Current Control of Coercive Field and Magnetic Memory Based on Nanometer-Thin Ferromagnetic van der Waals Fe₃GeTe₂”, ADVANCED MATERIALS 33, 2004110 (2021. 01.).

•

“Detecting photoelectrons from spontaneously formed excitons”, NATURE PHYSICS (2021. 07.).

•

“High-Throughput 3D Ensemble Characterization of Individual Core-Shell Nanoparticles With X-ray Free Electron Laser Single-Particle Imaging”, ACS Nano 15, 4066 (2021. 03.).

•

“Wallpaper Dirac Fermion in a Nonsymmorphic Topological Kondo Insulator: PuB₄”, JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY 142, 19278 (2020. 11.).

•

“Stabilizing hidden room-temperature ferroelectricity via a metastable atomic distortion pattern”, NATURE COMMUNICATIONS 11, 4944 (2020. 10.).

•

“Direct observation of excitonic instability in Ta₂NiSe₅”, NATURE COMMUNICATIONS 12, 1969 (2021. 03.).

•

“Extreme parsimony in ATP consumption by 20S complexes in the global disassembly of single SNARE complexes”, NATURE COMMUNICATIONS 12, 3206 (2021. 05.).

- “Superconductivity emerging from a stripe charge order in IrTe₂ nanoflakes”, NATURE COMMUNICATIONS 12, 3157 (2021. 05.).
- “Tunable high-temperature itinerant antiferromagnetism in a van der Waals magnet”, NATURE COMMUNICATIONS 12, 3157 (2021. 05.).
- “Linker Domain Function Predicts Pathogenic MLH1 Missense Variants”, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA 118, e2019215118 (2021. 03.).
- , “Pseudogap and Weak Multifractality in 2D Disordered Mott Charge-Density-Wave Insulator”, NANO LETTERS 20, 6299 (2020. 09.).
- , “Tunable Kondo Resonance at a Pristine Two-Dimensional Dirac Semimetal on a Kondo Insulator”, NANO LETTERS 20, 7973 (2020. 11.).
- “Unusual Pressure-Induced Quantum Phase Transition from Superconducting to Charge-Density Wave State in Rare-Earth-Based Heusler LuPd₂In Compound”, PHYSICAL REVIEW LETTERS 125, 157001 (2020. 10.).
- “Many-Body Invariants for Chern and Chiral Hinge Insulators”, PHYSICAL REVIEW LETTERS 126, 16402 (2021. 01.).
- , “Distinguishing a Mott Insulator from a Trivial Insulator with Atomic Adsorbates”, PHYSICAL REVIEW LETTERS 126, 196405 (2021. 05.).
- , “Non-Fermi Liquids in Conducting Two-Dimensional Networks”, PHYSICAL REVIEW LETTERS 126, 186601 (2021. 05.).

② 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2020.9.1.-2021.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	○ “Graphene-based Josephson junction microwave bolometer”, NATURE 586, 42 (2020. 10.). (배경) • 마이크로파 검출기로 사용되는 볼로미터는 마이크로파 흡수 소재, 흡수한 마이크로파를

	열로 바뀌주는 소재, 발생한 열을 전기 저항으로 변환하는 소재로 구성되며, 전기적인 저항의 변화를 이용해 흡수된 마이크로파의 크기를 계산함. • 현재의 기술로 볼로미터는 실리콘이나 갈륨비소 등 반도체 소자를 마이크로파 흡수 소재로 사용하기에 검출 한계가 1초간 측정 기준 1나노와트 (10억분의 1와트) 수준에 머무는 등 정밀한 크기 측정이 불가능. (창의성) • 볼로미터의 소재와 구조 혁신을 통해 이 한계를 돌파. • 마이크로파 흡수 소재로 반도체가 아닌 그래핀을 사용하고 마이크로파 공진기 구조를 나노소자로 제작하여 극미한 세기의 마이크로파를 흡수하더라도 높은 온도변화를 일으키는 데 성공. • 두 개의 초전도체 사이에 그래핀을 끼워 넣는 '조셉슨 접합 구조'를 도입해 그래핀에서 발생하는 전기 저항 변화를 10 피코초 (1000억분의 1 초)이내로 검출 가능. (전공분야 기여) • 마이크로파 검출을 이론적 한계인 1 초간 측정 기준 1 아토와트 (100경분의 1와트) 수준으로 높임. (비전 부합성) • (혁신성) 양자 물질인 그래핀의 특성과 초전도 양자소자의 기능성을 결합한 독창적인 연구로, 기존 나노소자에서는 불가능했던 양자 센서를 구현. • (선도성) 고체 기반 양자정보기술, 우주배경복사 연구, 암흑물질 검출 연구 등 매우 넓은 과학기술 분야에 파급효과를 기대.
2	○ “Evidence of higher-order topology in multilayer WTe₂ from Josephson coupling through anisotropic hinge states”, NATURE MATERIALS 19, 974 (2020. 09.). (배경) • 위상부도체의 이론적 제안과 실험적 발견 이후 2017년 새로운 예지 양자 상태를 갖는 고차원 위상부도체가 이론적으로 제안됨. • 전이금속 디칼코게나이드(transition metal dichalcogenide)가 새로운 고차원 위상 부도체가 될 수 있음이 이론적으로 제안됨. (창의성) • 조셉슨 접합(Josephson junction)을 이용하여 전류 흐름을 공간적으로 시각화하는 독창적인 측정분석기법을 활용하여 WTe₂가 최근 이론연구가 제시한 대로 1차원 경첩 상태를 갖는 고차원 위상 부도체라는 것을 최초로 보임. • 초전류의 간섭패턴에 초전류의 위치 정보가 숨어 있음을 바탕으로, 역푸리에 변환을 통해 그 위치정보를 확인.

	(전공분야 기여) • WTe₂라는 2차원 층상구조의 전이금속 디칼코게나이드(transition metal dichalcogenide)가 새로운 고차원 위상 부도체라는 것을 실험적으로 발견. • 응집물리학뿐만 아니라 극저온 원자 물리학에서 활발히 연구되고 있는 위상 양자 물리학의 지평을 한 차원 높일 수 있는 중요한 결과. (비전 부합성) • (혁신성) 공간상 정보를 알기 위해서는 보통 주사터널현미경과 같은 매우 복잡하고 제약이 큰 방식을 사용해야 하는 데 반해, 이번 연구에서 활용한 역푸리에 변환방식은 비교적 간단하게 얻을 수 있는 양자전도 측정 결과만으로도 공간정보를 얻어낼 수 있는 새로운 방법론을 제시. • (선도성) 전자의 진행 방향과 스핀 방향이 결합하여 있는 이런 1차원 경첩 상태는 소실 없는 전자회로 상호 연결, 진정한 1차원 초전도 나노선, 스핀트로닉스 소자개발, 위상 초전도 연구, 마요라나 페르미온 및 이에 대응하는 위상 양자 컴퓨터 개발 등의 가능성을 열어주는 중요한 소재가 될 것으로 기대. • (협동성) 협동 연구를 통한 시너지.
3	○ “Gigantic Current Control of Coercive Field and Magnetic Memory Based on Nanometer-Thin Ferromagnetic van der Waals Fe₃GeTe₂”, ADVANCED MATERIALS 33, 2004110 (2021. 01.). (배경) • Fe₃GeTe₂는 도체로서 상온에 근접한 온도까지 강자성을 유지하는 몇 안 되는 2차원 강자성체. • 강한 게이트 전압을 걸어 줄 경우 상온에서도 강자성이 유지된다는 것이 보고되면서 더욱 관심을 받고있는 물질. (창의성) • 강자성체를 기반으로 한 스핀트로닉스 소자 구현을 위해서는 강자성체의 자화 방향이 전기적으로는 쉽게 반전되는 반면 열적 요동에 의해서는 잘 반전이 되지 않아야 하는데 보통의 자성체에서는 열적 요동 때문에 자화 반전이 잘 안 일어나면 전기적으로도 자화반전이 잘 일어나지 않아 이 두 가지 조건을 동시에 만족시키기 어려운데 모순적인 이 두 가지 조건을 동시에 만족시키는 방법을 찾아 자성메모리 소자 기술 향상시킴. (전공분야 기여) • Fe₃GeTe₂가 단순히 높은 온도까지 강자성이 유지되는 것이 아니라 Fe₃GeTe₂의 강자성을 전기적으로 제어할 수 있고 제어 효율이 상당히 높다는 것을 밝힘. • Fe₃GeTe₂의 보자력장(coercive field) 크기를 전류를 걸어 제어할 수 있다는 것을 실험으로 보였고 그 원인이 전류에 의한 줄 열(Joule heating)이 아니라 이 물체의 독특한 스핀-궤도 토크 때문임을 줄 열에 대한 수치 계산과 제1 원리 기반 스핀-궤도 토크 계산을 통

	해 확인. (비전 부합성) • (혁신성) Fe₃GeTe₂의 보자력장 크기를 전기적으로 낮출 수 있으므로 이는 자화 반전이 일어나는 에너지 장벽의 높이를 원하는 순간에만 전기적으로 낮추는 것이 가능한 것을 의미하고 따라서 소자의 열적 안정성을 유지하면서 에너지 효율 및 작동 속도를 높임. • (선도성) 자성메모리 소자의 기술 수준 향상에 유용하게 활용될 수 있고 2차원 물질을 기반으로 한 스핀트로닉스 소자 구현 노력 측면에서 중요한 연구 결과.
--	--

2. 산업·사회에 대한 기여도

산업사회 문제 해결 기여를 위한 연구단의 운영 계획 및 실적

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

○ 전략 1: 과학 대중화 및 지식환원.

연구 특허 출원 독려.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- 특허 전문가 초청강연 (총 5건).
 - 초청 연사 (변리사): (이상 특허사무소), (유미 특허법인), (아이시스 특허법인).
 - 일시: 2021. 01. 14 / 201. 02. 18 / 2021. 06. 09 / 2021. 07. 07 / 2021. 08. 18.
 - 장소/방법 (온·오프 라인 동시): 포스텍 무은재 기념관 및 Zoom 세미나.
 - 주제: 특허교육 (특허 기본내용 및 중점 분야별 심화내용).
- 산업체 활동 전문가 초청 강연 (총 4건).

기업 CEO 초청 강연	대표 (Furiosa AI)	2020. 09. 16 (Zoom 세미나)
	Furiosa Renegade: the next-generation high performance AI chip for data center	
기업 명사 초청 강연	박사 (IBM Research)	2020. 11. 24 (Zoom 세미나)
	Spin current, chirality, topological excitations, and broken symmetries in nanostructures	
산학협력단 명사	관장 (국립과천과학관)	2020. 10. 30 (Zoom 세미나)

초청특강	직업으로서의 과학 커뮤니케이터	
	팀장 (포스코 산학연협력실 벤처벨리그룹)	2020. 11. 19 (Zoom 세미나)
	포스코 벤처벨리와 기업가정신 함양	

< 실적 분석 및 향후 추진 계획 >

- 연구단 운영 개시 1차년도 및 COVID-19 상황에도 비교적 좋은 성과.
- 기존 계획 유지, 연구단 참여 교수의 지속적 참여와 관심 독려.

☞ 기초과학 중심의 산학연구 및 기술 컨설팅 활동 장려.

< 계 획 >

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

< 실 적 > 기초과학 연구 중심 산학 협력 연구과제 수행.

아래와 같이 본 연구단은 6건의 삼성미래기술육성재단 연구과제를 수행하였으며 주식회사 엠디문, 삼성전자 등과 5건의 산학협력과제를 수행하였다. 이러한 과제 수행을 통해 소재/부품/장비의 국제적 경쟁력확보에 적극적으로 기여하고 있음.

- 삼성미래기술육성재단 연구과제 (총 6건).
 - 교수: 초끈 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 직층형 구조에서 파라페르미온 생성 및 제어에 관한 연구 (2020. 12. ~ 2022. 11.).
 - 교수: 그래핀 검출기를 활용한 가벼운 암흑 물질 탐색 (2021. 06. ~ 2021. 12.).
 - 교수: 원자 기울기 기반의 신기능성 극성 소재 개발 (2021. 06. ~ 2022. 06.).
 - 교수: 오비트로닉스 (2020. 08. ~ 2025. 07.).
- 산학 협력과제 (총 5건)
 - 교수: 바이오드론의 표적 결합 스크리닝을 위한 CDV-단백질 상호작용 이미징, (협력기관: 주식회사 엠디문), 2020. 11. ~ 2021. 10.
 - 교수: 포스텍-삼성전자 산학일체연구센터 기초이학과제, 물리 및 신소재 학과 참여 (참여 교수 8인): 불소화 그래핀의 스핀 - 궤도 결합에 의한 소자특성 연구 (협력기관: (주)삼성전자), 2020. 09. ~ 2021. 08.
 - 교수: 초전도 조셉슨 소자 특성 연구, (협력기관: (주)삼성전자), 2021. 02. ~ 2022. 01.
 - 교수: 차세대 TOPOLOGICAL MATERIALS 개발 연구, (협력기관: 삼성중기원), 2019. 10. ~ 2020. 09.
 - 교수: SOT-MRAM 동작전류저감을 위한 신물질 계산, (협력기관: (주)삼성전자), 2020. 12. ~ 2021. 11.

< 실적 분석 및 향후 추진 계획>

- 연구단 운영 개시 1차년도 및 COVID-19 팬데믹 상황에도 비교적 활발한 활동을 보여 당초 계획에 부응하고 있음. 기존 계획을 그대로 유지.
- 대학의 벤처밸리 구축이 2021.08에 정상적으로 완료되어 현시점에서 가시적인 활동을 보일 수 없었으나, 차년도부터는 활발한 활동을 기대할 수 있어 기존 계획을 유지함.

☞ 열린 캠퍼스 과학 대중화 프로그램 활성화.

<계 획>

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

<실 적>

- 과학 대중화 및 지식 환원 (대표사례 3건)

고교생 대상 물리학과 온라인 대담회	진행	교수		
	일시	2020. 08. 12 (Zoom 세미나)		
	내용	온라인 대담회 - 물리학과 설명회		
중고생 대상 이공계 대담회	진행	교수		
	참여 교수			
	일시	2021. 07. 29 (Zoom 세미나)		
EduTech 교수-학습 모델 개발 발표회	발표자	교수,	교수,	실장
	일시	2020. 01. 20 (포스텍 본부 대회의실)		
	발표내용	VR 실험 콘텐츠 개발		

< 실적 분석 및 향후 추진 계획>

- COVID-19 팬데믹이라는 특수 상황에서 대외 활동이 다소 위축된 모습을 보이고 있지만, 온라인을 통한 발표로 대체하는 노력이 적절하게 이루어지고 있음.
- 온라인 활동을 더욱 활성화하여 적극적으로 사회 지식 환원 활동 참여.

○ 전략 2: 건강한 과학 리더십 구축.

☞ 과학 기술 지식 환원 활동 활성화.

<계 획>

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

< 실 적 >

- 국가 과학기술 자문활동.
 - 국가과학기술 자문활동 (염한웅 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=zjPOsuAliec>).
 - 진행: 교수가 기존에 시행해왔던 이공계 대학원생을 대상으로 한 연구력 강화.
 - 내용: 영어논문 쓰는 법 9개 강의, 연구방법가이드 5개 강의.
- 신문 사설 기고 (총 3건):
 - 중앙일보 2021. 06. 30 (교수): ‘과학기술인력 정책, 즉흥보다 통찰이 필요하다’.
<https://news.joins.com/article/24094311>
 - 동아일보 2021. 02. 24 (교수): ‘한국대학의 역할이 창업기지인가’.
<https://www.donga.com/news/Opinion/article/all/20210224/105581268/1>
 - 경향신문 2021. 07. 21 (교수): ‘꼰대들의 대학 환골탈퇴 하라’.
<https://m.khan.co.kr/opinion/contribution/article/202107210300035#c2b>
- 해외 석학 초청강연 (총 4건, COVID-19로 온라인 진행).
 - 연사: (King Abdulah University of Science and Technology).
 - 2021. 06. 01 (Zoom 세미나).
 - Large-area nanoelectronics via innovative manufacturing paradigms.
 - 연사: (University of Utah).
 - 2021. 06. 22 (Zoom 세미나).
 - Past, Present and Future of Solid-State heat engines for direct heat-to-electricity conversion.
 - 연사: (Yale University).
 - 2021. 07. 06 (Zoom 세미나).
 - Toward single atom catalysis for environmental application.
 - 연사: (University of Hawaii).
 - 2021. 07. 20 (Zoom 세미나).
 - Genesis, Complexity & Global influence of ceaseless El Nino cycle.

< 실적 분석 및 향후 추진 계획 >

- 직접적인 대외 활동이 중단됨에도 온라인/대중매체를 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.

< 계 획 >

- APC 프로그램 (초중고 과학교사 대상 물리교육 및 시연) 진행.

< 실 적 >

- COVID-19로 인하여 대외 대면 접촉 활동 전면 중단, 시연행사 미 실시.

< 실적 분석 및 향후 추진 계획 >

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

○ 전략 3: 첨단과학 지역 생태계 조성.

지역사회 연계 (connecting 포항) 활동 진행.

< 계 획 >

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

< 실 적 >

- COVID-19로 인하여 대외, 대면 접촉 활동 전면 중단, 시연행사 미 실시.

< 실적 분석 및 향후 추진 계획 >

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

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

○ 국제학술대회 초청강연.

- , APW-RIKEN-Tsinghua-Kavli workshop: Highlights on condensed matter physics, Online (Zoom meeting), 2020. 09. 02 ~ 2020. 09. 04.
- , 2021 International Conference on Quantum Computing, Online (Zoom meeting) 2021. 07. 01 ~ 2021. 07. 02.
- , International Workshop on Scanning Probe Microscopy, Hybrid, 2020. 11. 10 ~ 2020. 11. 11.
- , The 2nd workshop on stochasticity and fluctuations in small systems, Online (Zoom meeting), 2020. 11. 25 ~ 2020. 11. 27.
- , KITP Program: Correlated Systems with Multicomponent Local Hilbert Spaces, Online (Zoom meeting), 2020. 09. 28. ~ 2020. 12. 18.
- , Correlated Electrons Virtual International Seminars (CEVIS), Online (Zoom meeting), 2021. 05. 13.
- , Asia-Pacific Conference on Research in High Magnetic Fields 2020, Online (Zoom meeting), 2020. 12. 01 ~ 2020. 12. 03.
- , 6th International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment, Jeju, Korea, 2020. 11. 01 ~ 2020. 11. 04.

- , International Workshop on Scanning Probe Microscopy, Online (Zoom meeting), 2020. 11. 10 ~ 2020. 11. 10.
- , 8th International Congress on Ceramics (ICC8), Online (Zoom meeting), 2020. 08. 23 ~ 2020. 08. 28.
- , AMF (The Asian Meeting on Ferroelectricity)-AMEC 2021, Online (Zoom meeting), 2021. 07. 07 ~ 2021. 07. 09.
- , 2nd International Workshop on Scanning Probe Microscopy, 2021. 08. 09 ~ 2021. 08. 11.
- , APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2021, Online (Zoom meeting), 2021. 02. 01 ~ 2021. 02. 05.
- , Emergence & Dynamics in Quantum Matter, Online (Zoom meeting), 2021. 02. 02 ~ 2021. 02. 05.
- , Graphene and 2DM Online conference, Online (Zoom meeting), 2021. 04. 20 ~ 2021. 04. 21.
- , International Conference on Quantum Computing 2021, Online (Zoom meeting), 2021. 07. 01 ~ 2021. 07. 02.

○ 국제위원회 활동.

- , INTERNATIONAL CONFERENCE ON LOW ENERGY ELECTRODYNAMICS IN SOLIDS, Attract Committee Member, 2018. 06. 21 ~ 2024. 07. 11.
- , INTERNATIONAL CONFERENCE ON STRONGLY CORRELATED ELECTRON SYSTEMS 2023, PROGRAM COMMITTEE, 2019. 11. 12 ~ 2023. 07. 07.
- , THE 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MATERIALS AND DEVICES (ICAMD 2021), PROGRAM COMMITTEE, 2020. 12. 31 ~ 2021. 12. 10.
- , APCTP-KIAS Quantum Materials Symposium 2022, PROGRAM COMMITTEE, 2021. 02. 06 ~ 2022. 02. 06.
- , International Workshop on Scanning Probe Microscopy, Organizing Committee, 2020. 08. 01 ~ 21. 08. 11.
- , Asia-Pacific Conference on Condensed Matter Physics 2021, Program Committee, 2021. 05. 17 ~ 2021. 12. 03.
- , THE 2ND WORKSHOP ON STOCHASTICITY AND FLUCTUATIONS IN SMALL SYSTEMS, MAIN ORGANIZER, 2020. 11. 25 ~ 2020. 11. 27.
- , CORRELATED ELECTRON VIRTUAL INTERNATIONAL SEMINARS 2020 ~ 2021, ORGANIZER, 2020. 06. 18 ~ 2021. 05. 27.
- , INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MATERIALS AND DEVICES, PROGRAM COMMITTEE, 2021. 01. 04 ~ 2021. 12. 10.

○ 국제학술지 활동.

- , Frontiers in Nanobiotechnology, Editorial Board Member.
- , Progress in Superconductivity and Cryogenics, Editorial Director.
- , Physical Review Applied, Editorial Board Member.
- , Frontiers in Physics, Associate editor.
- , Physics Letters A, Editorial Board Member.
- , Molecules and Cells, Editorial Board Member.

○ 기타 주요 국제활동.

- , APCTP Coordinator.
- , APCTP APCTP-POSTECH Fellow.

<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			Harvard Univ, USA / Barcelona Inst Sci & Technol, Spain / Raytheon BBN Technol, USA / MIT, USA / Natl Inst Mat Sci, Japan	Graphene-based Josephson junction microwave bolometer, NATURE, Vol. 586. pp. 42-1~42-9 (2020).	10.1038/s41586-02 0-2752-4
2			MIT, USA / Harvard Univ, USA / Barcelona Inst Sci & Technol, Spain / Air Force Res Lab, USA / Raytheon BBN Technol, USA / Natl Inst Mat Sci, Japan / Syst & Technol Res, USA	Josephson junction infrared single-photon detector, SCIENCE, Vol. 372. pp. 409~412 (2021).	10.1126/science.a bf5539
3			Hong Kong Univ Sci & Technol, Peoples R China / Max Plank Inst Microstruct Phys, Germany / Natl Inst Mat Sci, Res Ctr Funct Mat, Japan / Raytheon BBN Technol, USA / Soochow Univ, Peoples R China	Evidence of higher-order topology in multilayer WTe ₂ from Josephson coupling through anisotropic hinge states, NATURE MATERIALS, Vol. 19. pp. 974~979 (2020).	10.1038/s41563-02 0-0721-9
4			Natl Univ Singapore, Singapore		10.1021/acsnano.0 c07961

				Ensemble Characterization of Individual Core-Shell Nanoparticles With X-ray Free Electron Laser Single-Particle Imaging, ACS Nano, Vol. 15. pp. 4066~4076 (2021).	
5			Rutgers State Univ, USA	Stabilizing hidden room-temperature ferroelectricity via a metastable atomic distortion pattern, NATURE COMMUNICATIONS, Vol. 11. pp. 4944-1~4944-9 (2020).	10.1038/s41467-02 0-18741-w
6			Max Planck Inst Biophys Chem, Germany / Delft Univ Technol, Netherlands	Extreme parsimony in ATP consumption by 20S complexes in the global disassembly of single SNARE complexes, NATURE COMMUNICATIONS, Vol. 12. pp. 3206-1~3206-15 (2021).	10.1038/s41467-02 1-23530-0
7			RussianAcadSci,Russia/Ural FedUniv,Russia /Natl Inst Mat Sci, Japan / Rutgers State Univ, USA	Superconductivity emerging from a stripe charge order in IrTe2 nanoflakes, NATURE COMMUNICATIONS, Vol. 12. pp. 3157-1~3157-8 (2021).	10.1038/s41467-02 1-23310-w
8			Natl Inst Mat Sci, Japan		10.1038/s41467-02 1-23122-y

				Tunable high-temperature itinerant antiferromagnetism in a van der Waals magnet, NATURE COMMUNICATIONS, Vol. 12. pp. 2844-1~2844-8 (2021).	
9			Max Planck Inst Festkorperforsch, Germany / Univ Munich LMU, Germany / Deutsch Elektronen Synchrotron DESY, Germany / Univ Stuttgart, Germany / Masaryk Univ, Czech Republic / Univ Tokyo, Japan / Karlsruhe Inst Technol, Germany / SLAC Natl Accelerator Lab, CA USA	Proximate ferromagnetic state in the Kitaev model material α -RuCl ₃ , NATURE COMMUNICATIONS, Vol. 12. pp. 4512-1~4512-9 (2021).	10.1038/s41467-02 1-24722-4
10			Ohio State Univ, USA / Chinese Acad Sci, Peoples R China	Linker Domain Function Predicts Pathogenic MLH1 Missense Variants, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA, Vol. 118. pp. e2019215118-1~e2019215118-3 (2021).	10.1073/pnas.2019 215118
11			Chinese Acad Sci, Peoples R China / Univ Sci & Technol China, Peoples R China / Nanjing Univ, Peoples R China	Pseudogap and Weak Multifractality in 2D Disordered Mott Charge-Density-Wave Insulator, NANO LETTERS, Vol. 20. pp. 6299~6305 (2020).	10.1021/acs nanol ett.0c01607
12			Lawrence Berkeley Natl Lab, Adv Light Source, USA	Tunable Kondo Resonance at a Pristine	10.1021/acs nanol ett.0c02751

				Two-Dimensional Dirac Semimetal on a Kondo Insulator, NANO LETTERS, Vol. 20. pp. 7973~7979 (2020).	
13			Univ Tokyo, Japan / Kavli Inst Phys & Math Universe, Japan	Non-Fermi Liquids in Conducting Two-Dimensional Networks, PHYSICAL REVIEW LETTERS, Vol. 126. pp. 186601-1~186601-17 (2021).	10.1103/PhysRevLett.126.186601
14			Texas A&M Univ Qatar, Qatar / Imperial Coll London, England	Optimal teleportation via noisy quantum channels without additional qubit resources, NPJ QUANTUM INFORMATION, Vol. 7. pp. 86-1~86-7 (2021).	10.1038/s41534-021-00426-x
15			Univ Elect Sci & Technol China, Peoples R China	Higgsing and twisting of 6d D-N gauge theories, JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS, pp. 14-1~14-47 (2020).	10.1007/JHEP10(2020)014
16			Harvard Univ, USA / MIT, USA	Tarazi, Houri-Christina; Vafa, Cumrun, Twisted circle compactifications of 6d SCFTs, JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS, pp. 151-1~151-175 (2020).	10.1007/JHEP12(2020)151
17			Univ Chicago, USA	Entanglement transfer from quantum matter to classical geometry in an emergent holographic dual description of a scalar field theory, JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS, pp. 260-1~260-52 (2021).	10.1007/JHEP05(2021)260
18			IFW Dresden, Germany / Tech Univ Dresden, Germany / Chinese Acad Sci, Peoples R China / Collaborat Innovat Ctr Quantum Matter, Peoples R China / Lawrence Berkeley Natl Lab, USA	Momentum dependent dxz/yz band splitting in LaFeAsO, SCIENTIFIC REPORTS, Vol. 10. pp. 19377-1~19377-5 (2020).	10.1038/s41598-020-75600-w
19			Los Alamos Natl Lab, USA / Univ Calif Riverside, USA / Barcelona Inst Sci & Technol, Spain / UCL, England / Univ Autonoma Madrid, Spain / Inst Phys ASCR, Czech Republic /		10.1103/PhysRevB.102.134115

			Guangdong Technion Israel Inst Technol, Peoples R China / Technion Israel Inst Technol, Israel / ICREA, Spain	Circular dichroism in higher-order harmonic generation: Heralding topological phases and transitions in Chern insulators, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 102. pp. 134115-1~134115-22 (2020).	
20			Hiroshima Univ, Japan / Lawrence Berkeley Lab, USA	Temperature-dependent angle-resolved photoemission spectroscopy study of the Ce 4f states in a possible topological Kondo insulator CeRhAs, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 102. pp. 245151-1~245151-6 (2020).	10.1103/PhysRevB .102.245151
21			RIKEN, Japan / Forschungszentrum Julich, Germany / JARA, Germany / Johannes Gutenberg Univ Mainz, Germany / Univ Tokyo, Japan	YoshiChika Otani, Nontrivial torque generation by orbital angular momentum injection in ferromagnetic-metal/Cu/Al2O3 trilayers, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 103. pp. L020407-1~L020407-7 (2021).	10.1103/PhysRevB .103.L020407
22			Forschungszentrum Julich, / JARA, Germany / Johannes Gutenberg Univ Mainz, Germany / Keio Univ, Japan	Orbital Rashba effect in a surface-oxidized Cu film, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 103. pp. L121113-1~L121113-6 (2021).	10.1103/PhysRevB .103.L121113
23			Rutgers State Univ, USA	Temperature-dependent electronic structure and topological property of the Kondo semimetal CeFe2Al10, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 103. pp. 045101-1~045101-6 (2021).	10.1103/PhysRevB .103.045101
24			NIST, USA	Control of magnetoelectric coupling in the	10.1103/PhysRev Materials.5.034412

				Co2Y-type hexaferrites, PHYSICAL REVIEW MATERIALS, Vol. 5. pp. 034412-1~034412-9 (2021).	
25			Univ Tokyo, Japan / Tokyo Inst Technol, Japan	Coexistence of spontaneous polarization and superconductivity in hole-doped oxyhydrides ATiO(2)H (A = K, Rb, Cs): First-principles study, PHYSICAL REVIEW MATERIALS, Vol. 5. pp. 054802-1~054802-28 (2021).	10.1103/PhysRev Materials.5.054802
26			Stanford PULSE Inst, USA / Los Alamos Natl Lab, USA	Strong-field physics in three-dimensional topological insulators, Physical REVIEW A, Vol. 103. pp. 023101-1~023101-19 (2021).	10.1103/PhysRevA .103.023101
27			Grad Univ Sci & Technol, Vietnam / Wuhan Inst Technol, China	Localized spin-flip excitations in hexagonal HoMnO3, JOURNAL OF RAMAN SPECTROSCOPY, Vol. 51. pp. 2298~2304 (2020).	10.1002/jrs.5969
28			Univ Ottawa, Canada / Univ Rochester, USA	Telecom C-band photon-pair generation using standard SMF-28 fiber, OPTICS COMMUNICATIONS, Vol. 484. pp. 126692-1~126692-7 (2021).	10.1016/j.optcom.2 020.126692

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

사업단 해외 연구기관과의 교류 활성화 계획 및 실적

○ 전략 1: 기관 대 기관 국제연구 교류 플랫폼 구축 및 확대.

☞ 포스텍 플래그십 중심으로 국제화 사업 육성.

< 계 획 >

- 주력 연구센터와 해외연구기관과의 국제협력 MOU 협약 활성화.

< 실 적 >

- 인도 Indian Institute of Technology, Delhi.

- 기간: 2016. 01. ~ 2021. 01.

- 내용: 인적 교류 및 공동연구 확대.

< 계 획 >

- 주력 연구센터 주관 bilateral 학회 및 정기행사를 통한 교류 및 양국 연구자의 중-장기 방문 교류 추진.

- 막스플랑크 한국/포스텍 연구소(MPK)와 독일 MPI Dresden 연구자 간의 연례 학술행사.

- 아테이론물리센터(APCTP)를 기반한 정기 학술행사 개최.

- 포스텍 포토사이언스센터와 포항가속기연구소와의 연계 활동과 이를 통한 국제 연구교류 프로그램 구축.

< 실 적 >

- 2021년 한-독 글로벌 인재양성 인턴쉽 프로그램 참가자 모집.

- 주관: 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK).

- 기간: 2021년 8월 파견 13명 진행 중.

- 참조: http://mpk.or.kr/sub/sub05_01.php?mode=view&idx=6

- 25th Winter School on Fundamental Physics.

- 주관: 포스텍 / 아테이론물리센터 (APCTP).

- 참여 조직위원: 교수.

- 해외 연사: (미국 Stanford U.), (독일 MPI, AEI Potsdam).

- 기간: 2021. 01. 06 ~ 2021. 01. 13.

- 참조: <http://45.120.69.181/plan.php/fundamental2021>

- 25th Quantum Materials Symposium 2021.

- 주관: 포스텍 / 아테이론물리센터 (APCTP) / 고등과학원 (KIAS).

- 참여 조직위원: 교수.

- 참여 연사: 교수.

- 해외 연사: 기조강연 (미국 Princeton Univ.), (미국 MIT), (미국 Univ. of Texas at Austin), (독일 MPI-PKS Dresden), (일본 Univ. of Tokyo, RIKEN), (일본 Rice Univ.) 포함 18명.

- 기간: 2021. 02. 01 ~ 2021. 02. 05.

- 참조: <https://sites.google.com/view/qms2021/>

- Strings, Branes and Gauge Theories.

- 주관: 포스텍 / 아테이론물리센터 (APCTP).

- 참여 조직위원: 교수.

- 해외 연사: (영국 Oxford), (영국 Imperial College London), (중국 YMSC, Tsinghua) 포함 9명.

- 기간: 2021. 07. 19 ~ 2021. 07. 23.

- 참조: <http://45.120.69.181/plan.php/sbg2021>

- International Symposium on Recent Progress in Superconductivity.

- 주관: 포스텍 / 아테이론물리센터 (APCTP).

- 참여 조직위원: 교수.

- 해외 연사: (미국 Harvard University), (미국 Duke University),
(중국 U. Peking) 포함 15명.
- 기간: 2021. 08. 23 ~ 2021. 08. 25.
- 참조: <http://45.120.69.181/plan.php/iwrs2021>

○ 전략 2: 개인 연구 우수성 중심의 국제 공동연구 활성화.

 참여교수 개개인의 연구 수월성을 바탕으로 해외 연구 그룹과 교류 확대 및 공동연구 활성화.

< 계 획 >

- 개인 기반 국제 공동연구 네트워크 활용 및 발전.
- 국제 공동연구 활성화 및 이를 통한 국제적 인지도 고양.

< 실 적 >

- 국제 연구과제 수행 (총 3건).
 - 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.
 - 교수: 한국연구재단 국제화기반조성사업.
 - 기간: 2020 ~ 2022.
 - 과제명: 결맞는 엑스선 나노스케일 3차원 구조 분석.
- 국제 공동연구를 위한 연구자 교류 (총 4건).
 - 교수 (중국 University of Electronic Science and Technology of China).
 - 초청: 교수.
 - 방문 기간: 2020. 09. 01. ~ 2020. 09. 27.
 - 내용: 공동연구 및 자문을 위한 방문.
 - 교수.
 - 방문 기관: 미국 Rice University.
 - 공동연구자: (미국 Rice University).
 - 방문 기간: 2021. 01. 13. ~ 2022. 01. 12.
 - 내용: 공동연구 및 자문을 위한 방문 (연구년).
 - 교수.
 - 방문 기관: 미국 Ohio State University.
 - 방문 기간: 2021. 05. 24. ~ 2021. 06. 01.
 - 내용: 공동연구 및 자문을 위한 방문.
 - 교수.
 - 방문 기관: 미국 University of Tennessee at Knoxville, 미국 Oak Ridge National Laboratory.
 - 방문 기간: 2021. 08. 04. ~ 2022. 07. 31.

- 내용: 공동연구 및 자문을 위한 방문.

< 계 획 >

- 참여교수 국제공동연구 총 19건 예정.

< 실 적 >

- 참여교수 국제공동연구 총 22건 수행. 상세 정보는 아래 [포스텍 물리교육연구단 국제공동연구 현황] 표 참조.

○ 전략 3: 교육연구단이 주도하는 연구자 국제교류 프로그램 조성.

 교육연구단 차원에서 해외 연구자 교류 프로그램 개발 및 체계적인 관리.

< 계 획 >

- ‘On the Globe Fair’ 행사 개최(연1회): 교내 체류 중인 외국인 연구자를 초청, 인적 교류의 폭을 넓힘.
- 대학원생 및 신진 연구자의 국제 학술대회 참여 지원 (교수 연구실당 연간 500만원).
- 해외석학 초청 세미나를 통한 국제 교류 활성화.

< 실 적 >

- COVID-19 팬데믹 상황으로 인하여 ‘On the Globe Fair’ 행사 개최 연기됨.
- 해외학자 초청 세미나를 통한 국제교류 활성화 (총 9건).
 - (미국 IBM), 2020. 09. 09).
 - 제목: ‘Spin, charge, chirality, and broken symmetries in nanostructures’.
 - (미국 University of Maryland), 2020. 09. 11.
 - 제목: ‘Constructing Quantum Spin Liquids Using Combinatorial Gauge Symmetry’.
 - (일본 University of Tokyo), 2020. 09. 18.
 - 제목: ‘Geometrical nonlinear responses: shift current and nonreciprocal current’.
 - (미국 Yale University), 2020. 10. 08.
 - 제목: ‘Fracton topological phases: entanglement renormalization, coupled layers and beyond’.
 - (미국 University of Massachusetts), 2020. 10. 14.
 - 제목: ‘Entanglement transitions’.
 - (독일 European XFEL), 2020. 12. 24.
 - 제목: ‘Current Status of Single Particle Imaging’.
 - (싱가포르 Nat’l U. of Singapore), 2021. 02. 24.
 - 제목: ‘Topological spintronics’.
 - (중국 HPSTAR), 2021. 03. 10.
 - 제목: ‘Recent observations in high-pressure physics’.
 - (미국 Florida State U.), 2021. 05. 17.
 - 제목: ‘Frustration-induced Athermal Behaviors: Hilbert Space Fragmentation and Quantum Many-Body Scars’.

【 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진계획 】

○ 최근 1년(2020.09.01.~2021.08.31.) 기간 동안 계획 대비 실적.

- 2020년 상반기부터 본격화된 COVID-19 팬데믹으로 인해 연구자 방문과 같은 적극적 형태의 국제 교류 활동이 전세계적으로 위축됨. 이로 인해 본 교육연구단 소속 연구자의 해외 방문이나 해외 연구자의 포스텍 방문은 상대적으로 저조하였으나 이를 대체하기 위한 온라인 학회 및 세미나 활동이 활발하게 진행되었음.
- 주력연구센터 주도 학술행사 및 물리교육연구단 참여교수들의 국제 공동연구가 팬데믹 상황 아래서도 차질없이 대부분 성공적으로 진행되었음. 우수 연구자 주도 국제 공동연구는 주로 온라인 회의를 통해 이루어졌던 것으로 나타나며 기존 계획을 상회하는 공동연구가 1년간 진행되었거나 진행 중에 있음(아래 [포스텍 물리교육연구단 국제공동연구 현황] 표에서 상세히 기술).
- 교육연구단 주도 해외 연구자 프로그램의 경우 교내 COVID-19 대처 방침에 따라 오프라인 학술행사를 개최하지 못하였음. 반면 비대면 방법을 사용한 해외 석학 세미나는 지난 1년간 활발히 진행됨.

○ 향후 추진 계획.

- 팬데믹 상황이 진정되기 전까지 기존에 제시한 전략 2에 해당하는 “개인 연구 우수성 중심의 국제 공동연구”를 중점적으로 추진하고 이를 보완하기 위한 교육연구단 주관 온라인 학술행사를 계획하는 것이 가장 효과적일 것으로 판단됨.
- 상대적으로 부족했던 학생 및 신진연구자 방문 교류를 보완하기 위해 다음과 같은 프로그램이 계획되어 있음.
 - 2021년 한-독 글로벌 인재양성 인턴쉽 프로그램 참가자 모집.
 - 주관: 막스플랑크 한국/포스텍 연구소 (MPK).
 - 기간: 2021년 8월 파견 13명 진행중.
 - 참조: http://mpk.or.kr/sub/sub05_01.php?mode=view&idx=6
 - 대학원생 방문 연구 추진.
 - 대상: (지도교수: 교수).
 - 방문 기관: 미국 Oak Ridge National Laboratory.
 - 기간: 2022년 상반기 파견 예정.

【 포스텍 물리교육연구단 국제공동연구 현황 】

No.	참여교수	공동연구자	해외 기관	연구 주제
1			독일 MPI for Str. Dynamics	High-order harmonics를 이용한 상전이 연구
2			독일 MPI for Str. Dynamics	강한 전자기장을 이용한 동역학적 물성 조작 연구
3			프랑스 CNRS	포논 광여기를 통한 물성 제어를 위한 제일원리계산 공동 연구
4			미국 Argon National Lab.	열퍼짐 호프림 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 landscapes
19			덴마크 University of Southern Denmark	레비워크 확산 모델에 대한 베이지안 추론 방법 개발 및 실제 데이터 적용
20			독일 Heidelberg University	Transport dynamics of in vivo particles in amoeba cells
21			캐나다 Perimeter Institute for Theoretical Physics	Topological field theory of Higher-order topological insulators
22			미국 Univ. of Illinois at Urbana-Champaign	Theoretical design for correlated pair density wave superconducting states

IV

4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	4단계 BK21 포스텍 물리교육연구단
교육연구단(팀)장명	

연번	구분	언론사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제목/ 수상명 등	관련 URL
		주요내용 (200자이내)			
1	성과	EurekAlert!, Grapheneinfo, Tdnews	2020. 10. 01	Ultrasensitive microwave detector developed	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2020-10/puos-umd100120.php
		A joint international research team from POSTECH of South Korea, Raytheon BBN Technologies, Harvard University, and Massachusetts Institute of Technology in the U.S., Barcelona Institute of Science and Technology in Spain, and the National Institute for Materials Science in Japan have together developed ultrasensitive sensors that can detect microwaves with the highest theoretically possible sensitivity. The research findings, published in the prominent international academic journal Nature on October 1, are drawing attention as an enabling technology for commercializing the next-generation of technologies including quantum computers.			
2	성과	전자신문, 뉴시스, CBS(노컷뉴스), 대구신문	2020. 10. 12	포스텍, AI로 세상에 없던 메모리 소자용 재료 만든다	https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=105908
		포스텍 신소재공학과 교수 연구팀과 물리학과 교수 연구팀은 공동연구를 통하여 실온에서 분극 현상(결정 내에서 전기 중성이 깨어져서 음전하와 양전하의 위치가 분리되어 전기를 띄는 현상)을 일으켜 전기를 띄는 새로운 물질을 합성하고, 심층 신경망 분석기법을 적용하여 결정구조의 변이를 확인했다. 이 논문은 국제 학술지 ‘네이처 커뮤니케이션스’ 최근호에 게재됐다.			
3	성과	Eurekalert!, Sciencedaily	2020. 10. 14	Making new materials using AI	https://www.sciencedaily.com/releases/2020/10/201015101832.htm
		The research team led by Professor of the Department of Physics at POSTECH and the team led by Professor of Department of Materials Science and Engineering have together succeeded in synthesizing a novel substance that produces electricity by causing polarization (a phenomenon in which the position of negative and positive charges is separated from the negative and positive charges within the crystal) at room temperature and confirmed its variation in the crystal structure by applying deep neural network analysis. This paper was published in Nature Communications.			
4	성과	매일경제	2020. 10. 22	[Science in Biz] 상상이 현실로...100,00 0,000배 빠른 양자컴퓨터 온다	https://www.mk.co.kr/news/business/view/2020/10/1081365/
		삼성전자는 지난 4일 삼성미래기술육성사업이 지원한 포스텍 물리학과 교수 연구팀이 초고감도 검출기를 개발했다고 밝혔다. 교수는 “이			

		기술을 활용하면 양자컴퓨팅 측정효율을 극대화해 대규모 양자컴퓨터 개발도 가능할 것으로 기대된다“고 말했다. 양자컴퓨터가 또 한걸음 우리에게 다가온 셈이다. 양자컴퓨터가 개발된다면 상상만 해오던 특이점을 넘어선 AI들이 등장할 수 있다. 한국의 기업과 과학자들도 꿈을 실현하기 위한 기술의 최전선에서 힘을 쏟고 있다. 그들이 가져올 미래가 기대된다.			
5	성과	전자신문, 경북일보	2020. 12. 08	포스텍·서울대, 전원 꺼져도 안 지워지는 고속 메모리 기술 개발	https://www.etnews.com/20201208000034
		국내 공동연구팀이 자기메모리 전력 소모를 낮추고 에너지 효율을 높이는 새로운 방법을 찾아냈다. 포스텍 물리학과 교수와 서울대 물리천문학부 교수, 박사 공동연구팀이 2차원 반데르발스 물질(Fe ₃ GeTe ₂)에 전류를 걸면 이 물질이 강자성 물질에서 연자성 물질로 바뀐다는 것을 발견하고, 이를 이용해 자기메모리 에너지 효율을 높이는 방법을 제안했다고 8일 밝혔다.			
6	성과	EurekAlert!, Sciencedaily, Phys.org	2020. 12. 10	Energy-efficient magnetic RAM: A new building block for spintronic technologies	https://www.sciencedaily.com/releases/2020/12/20201210112100.htm
		Researchers at Pohang University of Science and Technology (POSTECH) and Seoul National University in South Korea have demonstrated a new way to enhance the energy efficiency of a non-volatile magnetic memory device called SOT-MRAM. Published in Advanced Materials, this finding opens up a new window of exciting opportunities for future energy-efficient magnetic memories based on spintronics.			
7	성과	전자신문, 베리타스알파, 경북도민일보	2021. 02. 18	4세대 방사광가속기+ AI, 나노입자 3D 구조 복원	https://www.etnews.com/20210218000044
		국내 연구팀이 4세대 방사광가속기와 인공지능(AI) 기술을 이용해 바이러스와 성질이 비슷한 나노입자의 입체(3D) 구조를 영상화하고, 구조를 복원하는 데 성공했다. COVID-19와 같은 바이러스 구조를 정확하고 신속하게 파악할 수 있는 성과로 주목받고 있다. 가속기핵심기술개발사업, 중견후속연구, SRC의 지원으로 수행된 이 연구는 국제학술지 ‘ACS 나노(ACS Nano)’에 게재되었다.			
8	성과	EurekAlert!, phys.org, nanowerk	2021. 03. 03	Filming a 3D video of a virus with instantaneous light and AI	https://www.sciencedaily.com/releases/2021/03/210303142458.htm
		It is millions of trillions of times brighter than the sunlight and a whopping 1,000 trillionth of a second, appropriately called the instantaneous light. It is the X-ray Free Electron Laser (XFEL) light that opens a new scientific paradigm. Combining it with AI, an international research team has succeeded in filming and restoring the 3D structure of nanoparticles that share structural similarities with viruses. With the fear of a new pandemic growing around the world due to COVID-19, this discovery is attracting the attention among academic circles for imaging the structure of the virus with both high accuracy and speed.			