

# 『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

## 교육연구단 성과평가 보고서

관리번호	-						
사업 분야	기초	신청분야	수학	단위	전국	구분	교육연구단
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야	
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류
	분류명	수학	수학일반	통계학			
	비중(%)	92%		8%			
학과(학부)	수리과학과						
교육연구 단명	국문) 수리과학 미래인재 교육 연구 사업단						
	영문) Education and Research for Next Generation in Mathematical Sciences						
교육연구 단장	소 속		한국과학기술원 자연과학대학 수리과학과				
	직 위		교수				
	성명	국문	황	전화			
				팩스			
		영문	Hwang	이동전화			
				E-mail		guhwang@kaist.ac.kr	
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (20.9~21.2)		2차년도 (21.3~22.2)		3차년도 (22.3~23.2)	
	국고지원금	129.190		258.380		262,666	
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)					
평가 대상 기간		2020.9.1.-2023.2.28.(30개월)					
<p>본인은 『4단계 BK21』사업 성과평가 보고서를 제출합니다. 아울러, 보고서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠음을 서약합니다.</p> <p style="text-align: right;">2023년      4 월      24 일</p>							
작성자	교육연구단장				황		
확인자	한국과학기술원 연구처장				조		
확인자	한국과학기술원 총장				이		
한국연구재단 이사장 귀하							

## 〈보고서 요약문〉

중심어	수리과학 분야 선도	4차산업혁명 시대	융합형 인재 양성
	수학적 지식의 활용	글로벌 리더십	선도적 연구그룹
	세계적 수준의 인재	국제적 연구 교류	산업 및 사회문제 해결
교육연구단의 비전과 목표	<p>■ <b>교육과정</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교육과정의 강화와 혁신 계획대로 학·석사 연계교과목, 대학원 교과목을 충실하게 개설하였으며, 수학의 중요 연구분야와 주제를 소개하는 수학특론 7개 과목을 개설함. 또한, 최신 연구동향 소개를 위한 해외석학 집중강연을 5회 개설함</li> <li>- 대학원생 수요가 높은 인공지능분야 교육을 위하여 &lt;수학과 인공지능개론&gt;, &lt;기계학습이론 및 응용&gt;, 수학특강&lt;과학적기계학습소개&gt;을 신규개발 또는 개설함</li> <li>- 다양한 트랙의 교과목개설을 위하여 겸임/겸직 교수를 6명임용하여 강의를 개설함</li> <li>- 수학자로서의 교양과 창의성 교육을 위하여 수학특강&lt;수학의 역사:창의적 발상의 진화&gt;를 개설함</li> <li>- 수학 및 통계, AI 등 다양한 수학분야의 신입교원 7명을 채용하고 강의경감, 정착 연구비 1억~2억원 등 우수한 강의와 연구를 수행할 수 있도록 지원함</li> </ul> <p>■ <b>인력양성</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 우수 신진연구자를 발굴하여 총 4명의 신진연구자 및 1명의 연구교수를 채용하였고, 학과 장학제도인 두명 펠로우십을 통하여 우수 신진연구자 1명을 선정하여 지원함</li> <li>- 박사과정 인력양성은 계획 37명, 배출실적 26명으로 계획 대비 부족한 실적이거나, 석·박통합과정으로의 변경에 따른 일시적 감소이며, 2022년에는 당초계획 15명보다 많은 16명의 박사과정 졸업생을 배출함</li> <li>- 석·박통합과정으로의 변경으로 석사과정 배출 목표는 사업신청서에는 없었으나 사업기간동안 23명의 석사과정 졸업생을 배출함</li> <li>- 박사과정 졸업생은 미국 미시건 대학, 프랑스 IHES, 오스트리아 IST, 아리조나 대학, SUNY Binghamton, 독일 막스플랑크 연구소 포닥 및 코넬 H.C. Wang 조교수, HKUST, 사우디 KAUST, 벨기에 ULB, 콜로라도 대학, 루이지애나주립대 등 해외 유명 대학의 포닥으로 진출하였으며 국내로는 서울대학교, 고등과학원, IBS, KAIST 등으로 진출함. 산업계로 진출한 졸업생들은 삼성 SDS, 삼성전자, 삼성전자 종합기술원, 삼성리서치, 디어젠 AI 등 국내 대기업 및 AI 관련 기업에 취업함</li> <li>- 예쓰오일 우수학위논문상 2건, 대한수학회 우수 박사학위 논문상 2건, 개교기념식 우수논문상 1회 수상</li> <li>- 박사과정 졸업생의 1/3은 학계로, 2/3은 산업계로의 진출을 최종 목표로 세웠으며, 박사과정 졸업생중 학계 진출 70%에서 57%로, 산업계 진출 30%에서 43%로 목표에 가까워지고 있음</li> <li>- 산업지능사회 발전을 위한 수학의 활용 확대를 위해 적극 활동하여 총 7건의 실적 달성함</li> </ul> <p>■ <b>연구력 향상</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수리과학과 우수학술지 50개에 대한 게재 목표 37편 대비 실적은 32편으로, 현재 게재승인된 5편을 포함하면 목표에 부합하는 성과를 거두었음</li> <li>- 본 교육연구단의 우수한 연구실적을 바탕으로 대한수학회 학술상, 논문상 등 총 11건의 수상실적을 얻음</li> <li>- 대학원생의 우수학술지 게재 목표 9편 대비 실적은 5편으로 게재승인된 4편의 논문을 포함하면 목표에 부합하는 성과를 거두었음</li> <li>- 참여교수의 국제공동연구 28건, 국제교류는 32건 달성</li> </ul> <p>■ <b>QS 랭킹 상향 목표와 실적</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- QS ranking을 살펴보면 1차년도 59위, 2차년도 55위, 3차년도 42위로 이번 사업기</li> </ul>		

	<p>간동안 순위가 매우 크게 향상되었으며 사업의 최종목표인 QS ranking 40위권을 조기 달성하는 성과를 거둠</p> <p>■ <b>국제화 분야</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영어강의 비중을 점차적으로 늘려 90%이상을 목표로 하여 사업기간중 평균 89.5%의 영어강의 비중을 달성하여 최종목표에 근접한 실적을 얻음</li> <li>- Technical Univ. of Denmark와 Dual degree 프로그램, 영국 Scotland University of Edinburgh, Heriot Watt University, 일본 Osaka City Univ.와 연구와 교육에 관한 MOU, 현재 네덜란드 Delft University of Technology와 학생 교환 협약을 준비중임</li> <li>- 미네소타대학 소재 Institute for Mathematics and Applications(IMA), Brown 대학 소재 Institute for Computational and Experimental Research in Mathematics(ICERM)의 기관회원으로서 학과 교수 및 대학원생에게 양 연구소의 프로그램 및 세미나에 참여하는 기회를 제공함</li> <li>- 2022년 7월25일부터 8월4일까지 동남아 우수 외국인학생을 초청하여 국제여름학교를 개최하여 우수 외국인 학생 유치를 위하여 노력함</li> <li>- 국제공동연구 활성화를 위하여 학과 국제협력비에서 가능한 예산을 통하여 지원함. KAI-X(KAIST Advanced Institute for Science-X) 프로그램을 통하여 summer school, Distinguished Lecture Series 등 국제협력을 지속하고 있음</li> </ul>
교육역량 영역	<p>■ <b>교육과정 구성 및 운영실적</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교과목 개설, 인공지능 교육, 수학특론/특강, 겸직/겸임교수 강의, 해외석학 초청 집중강연 실적 등은 위에서 요약함</li> <li>- 전임교수는 3과목/년, 신임 교수는 부임 첫 2년간 2과목/년 담당</li> <li>- 자기주도형 교육과 연구시행 계획에 따라 Edu 4.0 교과목 개설 실적 3건</li> <li>- 교육과 연구의 선순환을 위하여 산학연 협력연구 4건 수행</li> <li>- 참여교수의 자연과학대학 우수강의상 수상 10건</li> <li>- 매학기 우수 교육조교장상 및 우수조교상 선정 및 시상</li> <li>- 인공지능 관련 SAARC 콜로퀴움, 세미나 63회 개최 및 워크숍 1회 개최</li> <li>- 의료, 바이오분야, 환경 및 보건 분야 등 응용수학 및 산업수학 교육 강화</li> <li>- 학과 GPU 서버 구축(1억원/년, 2022~2024) 및 &lt;빅데이터 분석에 필요한 파이썬 프로그래밍&gt; 여름학교 개설</li> </ul> <p>■ <b>인력양성 및 지원 실적</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이번 사업기간동안 박사과정 26명 및 석사과정 23명 배출</li> <li>- 석박통합과정 운영, 박사과정 자격시험 강화, Stipend 제도(석사 80만원/월, 박사 110만원/월)를 통한 대학원생 생활 처우 개선, 학위논문 연구비(석사 972천원/년, 박사 1,142천원/년) 지원</li> </ul> <p>■ <b>참여대학원생 연구역량 및 연구수월성 증진 실적</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교육의 국제화를 위한 DTU, 영국 에딘버러 대학, 헤리엇-와트 대학 등 MOU를 통한 학생교류, 공동워크샵 기획</li> <li>- 국내외 우수대학원생 유치를 위한 KAI-X 여름학교 개설</li> <li>- 국제교류를 위한 KAI-X 석학 초청강연 5회, 워크숍 1회 개최</li> <li>- 참여대학원생의 국제 공동연구실적 16건, 외국대학 및 연구기관과의 연구교류 실적 24건</li> <li>- 학과 콜로퀴움, SAARC(확률이론 및 응용 연구센터) 세미나, IBS-KAIST 세미나, 대학원생 세미나, ACM(Applied and Computational Mathematics) 세미나, 정수론 세미나, PDE 세미나 등 연구그룹별로 세미나 운영</li> </ul> <p>■ <b>신진연구인력 운용</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우수 신진연구자 4명 및 연구교수 1명 채용함. 우수 신진연구자 채용을 위하여 월급여를 300만원/월에서 350만원/월으로 상향조정(2022년 9월) 및 멘터교수 개인연구비에서 추가 지원함</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빅데이터 및 인공지능 분야에서 우수 신진연구인력(박진수, 박준서 박사) 채용</li> <li>- 신진연구자의 우수학술지 발표 11건, 우수학술대회 발표 3건</li> <li>- 신진연구자에게 학회참석, 연구협의 등 연구활동비 지원 및 우수한 연구환경 제공</li> <li>- KAI-X 교내연구비 및 학과장학제도인 두명 펠로우십(900만원/학기)을 통한 지원</li> </ul> <p>■ 참여교수의 교육역량</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오, 의료분야 book chapter 3건, 인공지능분야 신규 교과목 개발 1건</li> <li>- 위 항목에 기술된 교육연구단의 비전과 목표 요약 부분 참조</li> </ul> <p>■ 교육의 국제화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대학원생의 국제공동연구 16건</li> <li>- KAIST 수리과학과 외국인교수 5명의 교육 및 연구수행, 외국인 초빙교수 1명 임용</li> <li>- 위 항목에 기술된 교육연구단의 비전과 목표 요약 부분 참조</li> </ul>
연구역량 영역	<p>■ 참여교수의 연구역량</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이번 사업기간동안 대부분의 참여교수가 2편이상의 논문을 발표함. 특히 2건</li> <li>- QS 랭킹 세계 42위, 국내 대학 1위로 사업계획서 목표를 조기 달성함</li> <li>- 전공분야별 및 연구그룹별 집중 연구환경 구축 및 지원</li> <li>- KAIST 자연과학대학 특급논문 35건 선정 및 국내 저명 논문상 등 11건 수상실적</li> <li>- 참여교수의 수리과학과 우수학술지 게재(게재예정 포함) 총 37건</li> <li>- 참여대학원생의 수리과학과 우수학술지 게재(게재예정 포함) 총 9건</li> </ul> <p>■ 산업·사회에 대한 기여도</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업·사회 문제 해결 실적 총 7건</li> </ul> <p>■ 연구의 국제화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 총 94건</li> <li>- 참여교수의 국제공동연구실적 총 28건, 국제 교류 협력 32건</li> </ul>
향후 계획	<p>■ 교육 비전 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우수 교원 임용을 위한 노력을 계속적으로 추진하여 향후 3~6명의 신입교원 임용</li> <li>- 사업신청서의 인력양성 계획대로 실적 달성을 위하여 노력함</li> </ul> <p>■ 교육 역량 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대학원 교육의 충실화, 박사과정 입시 및 자격시험 강화, 강의평가를 통한 우수한 교육 성과에 대한 인센티브 제공</li> <li>- 인공지능 및 빅데이터 분야 교육 강화를 위하여 노력하고, 학과 GPU 서버의 지속적인 확장을 통한 우수한 인공지능 분야 교육 인프라 확보</li> <li>- 다양한 분야, 특히 의료, 보건, 생명과학 등 산업적, 사회적 측면에서 중요한 연구 분야의 교육과 연구 활성화를 노력함</li> <li>- 교육의 국제화를 위한 해외 우수석학의 초청강연, 방문/초빙 교수 임용 추진</li> </ul> <p>■ 연구 역량 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 참여교수 및 대학원생의 수리과학과 우수학술지 게재 계획 달성을 목표</li> <li>- QS 랭킹 세계 40위권 목표를 계속 유지</li> <li>- 참여교수 및 대학원생의 국제공동연구, 국제 연구교류 활성화 노력</li> </ul> <p>■ 국제화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세계 우수대학과 학생 및 연구 교류를 위한 MOU 체결 추진 및 코로나 19로 중단되었던 공동학회 재개 등 국제화를 위하여 노력함</li> <li>- KAI-X 국제 여름학교를 매년 개최하여 국내외 우수 학생 유치를 위하여 노력함</li> </ul>

☞ 교육연구단의 비전과 목표, 교육·연구역량 영역은 계획 대비 성과 중심으로 작성하고  
향후 계획은 중간평가 이후 성과 목표(계획) 중심으로 작성

# 목 차

<b>I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표</b>	<b>1</b>
1. 교육연구단 구성	2
1.1 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량	2
1.2 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진	3
1.3 교육연구단 대학원 학과(부) 현황	6
2. 교육연구단의 비전 및 목표	8
2.1 교육연구단의 비전 및 목표 달성도	8
<b>II. 교육역량 영역</b>	<b>18</b>
1. 교육과정 구성 및 운영	19
1.1 교육과정 구성 및 운영 실적	19
1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 실적	24
2. 인력양성 현황 및 지원 실적	25
2.1 평가 대상 기간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적	25
2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 실적	26
2.3 참여대학원생 취(창)업 현황	28
3. 대학원생 연구역량	30
3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성	30
3.2 대학원생 연구 수월성 증진 실적	51
4. 신진연구인력 운용	54
4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적	54
5. 참여교수의 교육역량	59
5.1 참여교수의 교육역량 대표실적	59
6. 교육의 국제화 전략	61
6.1 교육 프로그램의 국제화 실적	61
6.2 외국인 교수 현황과 역할	65
<b>III. 연구역량 영역</b>	<b>67</b>
1. 참여교수 연구역량	68
1.1 연구비 수주 실적	68
1.2 연구업적물	68
1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적	71
2. 산업·사회에 대한 기여도	78
2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적	78
3. 연구의 국제화 현황	83
3.1 참여교수의 국제화 현황	83

## I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

# I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

## 1. 교육연구단 구성

### 1.1 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	황	영문	Hwang
소속기관	한국과학기술원 수리과학과			

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

연번	성명	교육연구단장 수행 기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)	변경 사유
1	이	20200901-20210731	2021년 9월 1일자로 IBS 복소기하학 연구단의 부연구단장으로 겸직

본 교육연구단은 2021년 8월 교육연구단장을 이 교수에서 황 교수로 변경하였다. 이 교수는 2020년 12월 31일로 학과장직을 그만두었고 2021년 9월 1일자로 IBS 복소기하학 연구단의 부연구단장으로 겸직을 시작하게 되어 교육연구단장 변경이 필요하였다. 2021년 8월부터 교육연구단장을 맡게된 황 교수는 KAIST 수리과학과에서 20년이상 재직하면서 교육과 연구에서 우수한 실적을 보여주었고, 학사주임, 대학원주임 및 여러 위원회 위원으로 활동하면서 학과의 교육과 연구 관련 주요 현안에 대하여 잘 파악하고 있고 2023년 1월 중순부터 수리과학과 학과장직을 맡고 있다. 현 교육연구단장의 연구역량, 교육·행정 역량은 아래와 같다.

#### ■ 연구역량

본 교육연구단장의 연구분야는 응용확률 분야로 25년이상 확률 및 응용 분야, 특히 IT 및 AI와 관련된 수학 연구분야에서 연구를 수행하면서 67편의 논문을 확률 및 응용 분야 우수 학술지에 출판하였다. 주요 연구성과는 큐잉 이론 관련 연구 논문을 Journal of Applied Probability, Queueing Systems 등 응용확률 관련 우수학술지에 출판하였고, IT 응용분야 연구로써 Markov chain 및 point process 등 확률과정에 기반한 수리모델링 및 해석적 분석을 활용한 유·무선 정보통신망 성능 최적화 연구로 IEEE/ACM Transactions on Networking, IEEE Transactions on Wireless Communications 등 다수의 IEEE 우수학술지에 출판하였다. 최근에는 기계학습과 인공지능 연구분야로 연구를 확대하여 Gaussian Process를 활용한 데이터 분류 및 특성 선택 연구로 기계학습 분야 우수학술지인 Pattern Recognition, Neurocomputing 등에 연구결과를 출판하였다. 또한, 한국전자통신연구원, KT 등 연구소 및 산업체에서 IT 및 AI 연구관련 과제를 수주하여 성공적인 연구성과를 지속적으로 보여주었다. 이러한 연구성과로 KAIST지정 석좌교수를 역임하였고, 또한 대한수학회 확률통계분과 위원장, 한국산업응용수학회 응용확률분과 위원장, 대한수학회보 및 한국산업응용수학회지 편집위원, 한국연구재단 확률 및 이론통계 분야 전문위원(RB)으로도 활동하였다. 국제 SCIE저널인 Journal of Industrial and Management Optimization의 편집위원으로 3년간 활동하였고, IT 분야의 우수국제학술대회인 IEEE WCNC 등 다수의 IEEE 국제학술대회 TPC 위원으로도 활동하면서 수학과 IT/AI 분야의 융합 연구에 힘쓰고 있다. 본 교육연구단장은 위와 같은 수학 및 응용 분야에서의 경험과 연구역량을 바탕으로 수리과학의 다양한 학문 분야 발전과 수리과학의 응용 분야 확대를 위하여 노력하고 있다.

## ■ 교육·행정 역량

본 교육연구단장은 전공분야인 확률과 통계 관련 기초 및 전공 교과목을 매년 개설하여 우수한 강의를 학생들에게 제공하여 KAIST 개교 44주년 우수강의상(2015년), 자연과학대학 우수강의상(2006년, 2007년, 2020년)을 수상하였다. 특히, <기초확률론과 시뮬레이션>, <확률과정과 정보통신> 등 KAIST 정보통신학 제전공 교과목과 수학과 IT 융합 전공과목을 개설하여 학제적 융합교육을 위하여 노력하였으며, 최근에는 <수학과 인공지능 개론> 과목을 신규 개발하여 개설하는 등 확률과 통계에 기반한 AI 교육과 연구에 힘쓰고 있다. 또한, KAIST 수리과학과에 부임한 이후 지금까지 석사과정 졸업생 30명, 박사과정 졸업생 16명을 배출하였고, 박사과정 졸업생들은 울산대학교 수학과, 한국전자통신연구원, 국방과학연구소, 삼성전자, LG전자 등 대학, 연구소 및 산업체에 다양하게 진출하여 활발한 연구활동을 이어가고 있다. 현재는 박사과정 4명의 대학원생을 지도하면서 AI 분야 연구를 수행하고 있다.

본 교육연구단장은 수리과학과 학사주임, 대학원 주임, 다수의 학과 위원회 위원으로 활동하였고, 2023년 1월 중순부터 학과장을 맡고 있어 학과 운영에 풍부한 행정 경험을 보유하고 있다. 또한, BK21 확률 및 통계 그룹 팀장을 맡았고, 산업수학 집단연구과제를 기획하고 참여하여 우수한 실적을 도출하였으며, 현재 확률 해석 및 응용센터(SRC) 확률응용 그룹장과 운영위원회 위원을 맡아 센터가 우수한 평가를 받을 수 있도록 하였고, 또한 연구행정을 지원하는 등의 경험도 갖고 있다. 아울러 KAIST 자연과학대학 및 대학본부의 여러 위원회 위원으로 활동하면서 연구행정 지원 및 대형 사업 기획 등의 풍부한 경험을 갖고 있다.

본 교육연구단장은 이러한 다양한 교육 및 행정 경험을 바탕으로, 국제적으로 인정받는 최우수 연구역량을 갖고 있는 KAIST 수리과학과 교수진과 국내 최우수 대학원생으로 구성된 교육연구단이 진취적인 연구문화를 바탕으로 기존 연구분야에 새로운 학문분야를 융합하여 더욱 발전시켜, 세계를 선도할 수 있는 교육연구단이 되도록 노력하고 있으며, 이러한 노력을 통하여 우수한 연구역량을 갖춘 학문 후속세대 양성에 큰 기여할 할 수 있을 것으로 판단하고 있다.

## 1.2 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

〈표 1-2〉 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여교수 현황

연번	성명 (한글/영문)	연구자등록번호	세부전공분야	대표연구 업적용 분야	신임 교수	외국인	사업 참여 여부
1	강 Kang		편미분방정식	편미분방정식	○		○
				편미분방정식			
2	강 Kang		금융수학	인공지능/기계학습			○
				인공지능/기계학습			
3	곽 Kwak		대수기하	대수기하/가환환			○
				대수기하/가환환			
4	권 Kwon		편미분방정식	편미분방정식			○
5	김 Kim		수리계획법/ 최적화이론	수리계획법/최적화 이론			○
				수리계획법/최적화 이론			



6	김 Kim		수론	수론			O
7	김 Kim		편미분방정식	편미분방정식			O
				편미분방정식			
8	김 Kim		생물수학	의생명수학			O
				의생명수학			
9	김 Kim		조합수학	조합수학/그래프이론/이산기하			O
				조합수학/그래프이론/이산기하			
10	남 Nam		확률과정론	확률론/확률과정/확률해석학	O		O
11	박 Park		기하위상수학	기하위상수학/미분위상수학	O		O
				기하위상수학/미분위상수학			
12	박 Park		대수기하				O
13	박 Park		대수기하	대수기하/가환환	O		O
14	박 Park		비모수적추론		O	O	O
15	배 Bae		편미분방정식	편미분방정식	O		O
16	배 Bae		수론				O
17	백 Baek		대수기하	군론/환론/표현론/리대수			O
18	백 Baik		기하위상수학	기하위상수학/미분위상수학			O
				기하위상수학/미분위상수학			
19	변 Byeon		편미분방정식	편미분방정식			O
				편미분방정식			
20	신연종/ Yeonjong Shin		수치해석		O		O
21	홀슨/ Holmsen		이산수학/알고리즘	조합수학/그래프이론/이산기하			O
				조합수학/그래프이론/이산기하			

22	엄 Oum		이산수학/알 고리즘				O
23	응우 Nguyen		고전기하	미분/일반기하 미분/일반기하			O
24	이 Lee		대수기하	대수기하/가환환 대수기하/가환환			O
25	이 Lee		확률해석학	확률론/확률과정/ 확률해석학 확률론/확률과정/ 확률해석학			O
26	이 Lee		수치해석	수치해석/계산수학 수치해석/계산수학			O
27	임 Lim		편미분방정식	편미분방정식 편미분방정식			O
28	임 Im		수론	수론 수론			O
32	전 Chun		다변량통계	의학/생물통계/생 존분석 의학/생물통계/생 존분석		O	O
29	정 Chung		생물통계	시계열/공간자료분 석/환경통계 시계열/공간자료분 석/환경통계			O
30	최 Choi		기하위상수학	기하위상수학/미분 위상수학 기하위상수학/미분 위상수학			O
31	폴 joon		확률과정론	확률론/확률과정/ 확률해석학		O	O
33	황강욱/ Ganguk Hwang		응용확률	인공지능/기계학습 인공지능/기계학습			O
34	김 Kim		조합수학				X
35	박 Park		대수학				X
36	엄 Oum		이산수학				X
37	최 Choe		해석학				X

1.3 교육연구단 대학원 학과(부) 현황

<표 1-3> 교육연구단 참여교수 현황

(단위: 명)

평가 대상 기간	구분	총 환산 참여교수 수		
		기존교수 수	신임교수 수	합계
2020.9.1. - 2023.2.28.	임상, 건축학 인문사회계열 포함	26	7	33
	임상, 건축학 인문사회계열 제외			

<표 1-4> 교육연구단 참여교수 변동 현황

(단위: 명)

구 분	2020년	2021년		2022년		비고
	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	
총 참여교수 수	26	26	25	27	29	
신규 참여교수 수		3		2	2	
종료 참여교수 수		4				

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

연번	성명	변동 학기	참여/종료	변동 사유	비고
1	박	2021년 1학기	종료	참여종료 의사	2021년 3월 1일
2	배	2021년 1학기	종료	참여종료 의사	2021년 3월 1일
3	엄	2021년 1학기	종료	국가연구개발사업 제재처분	2021년 4월 8일
4	강	2021년 1학기	참여	신규 임용	2021년 3월 1일
5	박	2021년 1학기	참여	신규 임용	2021년 3월 1일
6	배	2021년 1학기	참여	신규 임용	2021년 3월 1일
7	정	2021년 1학기	종료	육아휴직 및 이직	2021년 8월 31일
8	남	2022년 1학기	참여	신규 임용	2022년 3월 1일
9	박	2022년 1학기	참여	신규 임용	2022년 3월 1일
10	박	2022년 1학기	참여	신규 임용	2022년 8월 1일
11	신	2022년 1학기	참여	신규 임용	2022년 8월 1일

〈표 1-6〉 교육연구단 평균 참여대학원생 현황

(단위: 명)

구분	참여대학원생 수			
	석사	박사	석·박사통합	계
5개 학기의 평균	13.4	11.4	68.8	93.8

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

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1	OLIVE	필리핀	University of the Philippines Baguio			
2	STEVEN LEE	영국	Northumbria University at N ewcastle			
3	Daniel	인도네시아	Universitas Indonesia			
4	Molina	도미니카 공화국	Pontificia Universidad Catolic a Madre y Maestra (PUC MM)			
5	ARMEN	미국	Harvey Mudd College			
6	Tranchida	프랑스	Universite libre de Bruxelles			

## 2. 교육연구단의 비전 및 목표

### 2.1 교육연구단의 비전 및 목표 달성도

KAIST는 현재까지 우리 사회의 발전에 필요한 최고 수준의 과학기술인을 배출하는 교육과 최첨단의 연구를 수행하는 역할을 해왔음. 본 교육연구단은 사회 각 분야에서 수학적 지식을 활용하고 창의성을 발휘하는 과학기술·산업인력과 수학 연구에서 세계적 수준으로 성장할 수 있는 석박사 인력을 양성하고자 하는 목표를 세우고, 구체적으로 다음과 같은 특성을 가진 인력을 양성하고자 함

- 수학의 본질을 이해하고 관련 분야에서 수학을 창의적으로 활용하는 인력
- 수학 연구를 선도하는 인력
- 학문의 벽을 뛰어넘는 융합형 인력
- 국가 과학기술 및 산업계의 필요에 부응하는 인력
- 국제적 연구와 리더십을 갖춘 인력

특히, 위의 특성을 가진 고급인력을 양성하기 위하여 참여교수진이 수월성 있는 연구를 진행하고 4차산업혁명 시대에 맞는 인재를 육성하기 위한 융합과 응용연구를 수행하고자 계획을 세움

교육연구단의 비전에 맞는 인력을 양성하기 위하여 교육, 인력양성, 연구에서 다음의 계획과 목표를 세우고 사업을 수행하였으며, 기존 목표 대비 실적은 다음과 같음

### 1. 교육과정의 강화 및 혁신

#### ■ 수학의 본질에 대한 이해와 활용을 강화하는 수학특론 및 해외석학 집중강연 개설

대학원생에게 수학의 본질에 대한 이해와 활용을 강화하는 교육을 제공하기 위하여 다양한 학·석사 연계 교과목 및 대학원 교과목을 개설하여 대학원생의 교육을 강화함과 함께 다수의 수학특론 과목을 개설하여 수학에 대한 깊이있는 이해와 이를 통한 응용 능력을 키울 수 있도록 노력하였음. 특히, 수학특론 내용으로 최신연구동향과 관련한 주제를 선정하였으며, 구체적인 교과목 개설실적은 다음과 같음

- 2020년 가을학기 대학원 개설 교과목

#### (1) 학·석사 연계 교과목:

대수기하학개론, 조합적 위상수학, 르베그적분론, 푸리에 해석과 응용, 그래프이론 개론, 수학특강<수학과 인공지능개론>

#### (2) 대학원 교과목

대수학 II, 미분기하학, 대수적 위상수학 II, 복소수함수론, 확률론, 응용수학의 방법, 수학특론<확률적 방법론>, 수학특론<Analytic Techniques in Algebraic Geometry>, 함수해석학, 편미분방정식론

- 2021년 봄학기 대학원 개설 교과목

#### (1) 학·석사 연계 교과목:

가환대수학 입문, 다양체해석학, 편미분방정식개론

#### (2) 대학원 교과목

공학자를 위한 응용해석과 확률, 대수학 I, 대수적 위상수학 I, 실변수함수론, 고급통계학, 수치해석학, 조합수학, 수학특론<압축성 오일러 방정식에 관한 해석적 방법론>, 대수기하학 I, 리만기하학, 비선형 미분방정식론, 확률과정론

- 2021년 가을학기 대학원 개설 교과목

#### (1) 학·석사 연계 교과목:

암호론, 조합적위상수학, 르베그적분론, 컴퓨터통계방법론, 수리역학, 수리생물학 개론, 계산적 금융수학, 수학과 인공지능개론, 그래프이론개론, 수학특강대수기하학개론, 조합적 위상수학, 르베그적분론, 푸리에 해석과 응용, 그래프이론 개론, 수학특강<수학의 역사:창의적 발상의 진화>, 수학특강<Topological method in Combinatorics>, 수학특강<수학과 인공지능개론>

(2) 대학원 교과목

확률 및 통계학, 대수학 II, 미분기하학, 대수적 위상수학 II, 복소수함수론, 확률론, 대수기하학 II, 함수해석학

- 2022년 봄학기 대학원 개설 교과목

(1) 학·석사 연계 교과목:

다양체해석학, 행렬군론, 편미분방정식개론, 금융수학과 확률모형, 이산기하

(2) 대학원 교과목

확률및통계학, 공학자를 위한 응용해석과 확률, 대수학 I, 호몰로지 대수학, 대수적 위상수학 I, 실변수함수론, 고급통계학, 기계학습이론 및 응용, 응용수학의 방법, 수학특론<스펙트럼 그래프 이론>, 수학특론(군과 동역학(미분동형사상군 입문)), 조화해석학, 편미분방정식론, 확률과정론

- 2022년 가을학기 대학원 개설 교과목

(1) 학·석사 연계 교과목:

대수기하학개론, 조합적 위상수학, 르베그적분론, 상미분방정식과 동역학계, 수학과 인공지능 개론, 그래프이론 개론, 수학특강<수학의역사>, 수학특강<과학적 기계 학습 소개>

(2) 대학원 교과목: 대수학II, 미분기하학, 대수적 위상수학II, 복소수함수론, 확률론, 수치해석학, 수학특론<선형대수군>, 함수해석학, 비선형 미분방정식, 확률및통계학

- 수학특론 개설 실적

- 2020년 가을학기: 수학특론<확률적 방법론>, 수학특론<Analytic Techniques in Algebraic Geometry>
- 2021년 봄학기: 수학특론<압축성 오일러 방정식에 관한 해석적 방법론>
- 2021년 가을학기: <Topological method in Combinatorics>
- 2022년 봄학기: <스펙트럼 그래프 이론>, <군과 동역학(미분동형사상군 입문)>
- 2022년 가을학기: <선형대수군>

- 최선 연구동향 파악을 위한 해외석학 집중강연 개설

- U. of California 이 교수(2021. 5. 25. ~ 6. 23): 의과학 및 생명과학 자료 분석을 위한 베이지안 통계 모델링 집중 강연 및 연구자문
- 오스틴 텍사스대 Alexis 교수(2021년11월~12월): 6회의 온라인 집중강연 및 대학원생과의 공동연구 및 논문지도
- 매디슨 위스콘신 대학 김 교수(2022.2): <From Boltzman to incompressible Euler> 집중강연
- UBC 김 교수(UBC 2022.5 ~ 2022.6): <Optimal transport and probability> 집중강연
- 프린스턴대 허 교수(2022년 8월): <필즈상 수상자와의 대담>

■ 다양한 트랙의 교과목 개설과 교육 혁신

- 최근 대학원생의 수요가 높은 기계학습과 인공지능 과목을 정규과목으로 신규 개설함 또한, 지난 2년간의 자체평가서의 심사의견인 대학원 수준의 인공지능 강의 개설 의견을 반영하여 교과목을 개설함
- 2020년 가을학기: 수학특강<수학과 인공지능개론>
- 2021년 가을학기: 수학특강<수학과 인공지능개론>

- 2022년 봄학기: <기계학습이론 및 응용>
- 2022년 가을학기: <수학과 인공지능개론>, 수학특강<과학적 기계 학습 소개>

- 다양한 전공의 우수연구자를 겸직 및 초빙교수로 임용하여 강의를 개설하였으며 관련실적은 아래와 같음

#### <겸직교수 임용>

- 김 (산업및시스템학과, 금융수학 및 응용확률), 김범식(KIAS, 대수 및 사영 기하),
- 예 (바이오및뇌공학과, 바이오의료영상 및 기계학습), 강남규(KIAS, 복소해석학 및 확률론),
- 김 (KIAS, 위상수학), 박진성(KIAS, 대역해석학)
- Qing 교수: 외국인 초빙교수로 임용 (2020.09. ~ 2022.08.)

#### <겸직교수 강의 개설>

- 김 교수 <군과 동역학(미분동형사상군 입문)>(2022년 봄)

#### <교양수학 특강 개설>

- 아울러 수학자로서의 교양을 높이고 창의성 교육을 위하여 수학특강으로 <수학의 역사:창의적 발상의 진화> 개설함

- 다양한 분야의 우수한 신입교원 채용

사업계획서 목표 중 하나인 최고의 신진교수 및 중견교수의 영입을 위하여 본 교육연구단의 우수한 국제 네트워크를 통해 우수한 신진, 중견교수를 물색 및 초빙하였고, 우수 연구자 영입 시 우수논문 성과에 따라 차등화된 강의 시수, 연봉, 인사권한 등으로 인센티브를 제공하였음. 또한 우수 연구자 영입을 위해 연구분야별로 차등화된 정착연구비를 1억원~2억원으로 지원하였음. 이러한 노력을 통하여 본 교육연구단에 이번 사업기간동안 총 7명의 우수한 신진 및 중견교수가 부임하였음

- 강 교수, 2020년 9월 부임(편미분방정식)
- 박 교수, 2021년 1월 부임(위상수학)
- 배 교수, 2021년 1월 부임(편미분방정식)
- 박 교수, 2021년 6월 부임(통계학)
- 남 교수, 2021년 9월 부임(확률론)
- 박 교수, 2022년 3월 부임(대수기하학)
- 신 교수, 2022년 7월 부임(수치해석 및 AI와 관련된 수학)

- 국내외 박사급 우수 신진연구자 발굴 및 지원

신규 임용되는 연수연구원의 기본급을 300만원에서 350만원으로 상향조정하고 (2022. 9월부터), 멘토 교수 개인연구비에서의 추가 지원을 적극 장려함. 본 사업기간동안 임용한 신진연구자는 아래와 같음

- 강 박사(응용수학), 2021년 1월 임용
- 박 박사(통계학), 2021년 1월 임용
- Rostislav 박사(대수기하학), 2021년 3월 임용
- 박 박사(AI 및 계산수학), 2022년 7월 임용
- 최 박사(확률편미분방정식), 2022년 9월 임용

또한 학과 장학제도인 두명펠로우십을 통하여 우수 신진연구자로 박준서 박사를 선정하여 장학금을 지원하였음

## 2. 인력양성 목표 대비 실적

- 본 교육연구단의 이번 사업기간 석사과정 졸업생 실적은 아래와 같음. 사업신청서에는 석사과정 배출 목표는 없음

	2021년 2월	2021년 8월	2022년 2월	2022년 8월	2023년 2월
석사과정	6	4	1	6	6

- 본 교육연구단의 이번 사업기간 박사과정 졸업생의 목표대비 실적은 아래와 같음

박사과정	1차년도('20.9~'21.2)	2차년도('21.3~'22.2)	3차년도('22.3~'23.2)
목표	7*	15	15
실적	0	10	16

\*) 1차년도 목표 14명/년을 6개월 기간으로 환산함

<사업신청서상 박사배출인원 목표> (교수수와 박사배출인원은 수리과학과 전체 인원)

연차	교수수	참여 연구원수	박사배출인원
현재	32	-	12 (10년간 연평균)
1년차	33	5	14
2년차	34	5	15
3년차	35	5	15
4년차	36	5	16
5년차	37	5	16
6년차	38	5	17
7년차	38	5	17

위 표에서 보듯이 사업기간 2년 6개월동안 박사배출실적은 총 26명으로 당초 목표 37명 보다 줄어든 결과임. 특히, 1차년도와 2차년도에는 기존 대비 박사 양성 실적이 부족한데, 이는 수년 전에 석사과정, 박사과정으로 분리하여 운영되던 것을 석박통합과정 위주로 변경함에 따라 일시적으로 박사학위 취득자가 감소한 것으로 보임. 하지만, 위 표에서 보듯이 박사과정 졸업생 수가 점차적으로 늘고 있고 특히 3차년도에는 당초 목표 15명보다 많은 수의 박사과정 졸업생을 배출하였고, 현재 박사과정 재학생 수를 고려할 때 앞으로도 설정한 목표를 능가하는 우수한 박사과정 졸업생을 배출할 수 있을 것으로 예상함

- 본 교육연구단의 박사과정 졸업생의 진로 목표는 전체 졸업생 중 1/3은 학계로, 2/3는 산업계로의 진출하는 것으로 설정함. 사업목표로 설정한 학계와 산업계로의 진출 비율은 사업 1년차부터 달성할 수 있는 목표라기 보다 사업을 수행하면서 점차적으로 산업계 진출 비율을 높여 최종 2/3이 되도록 계획하여 정함. 이번 사업기간동안 박사과정 졸업생의 학계진로 및 산업계 진로 실적은 다음과 같음

기간	학계 진출	산업계 진출	학계 진출비율	산업계 진출비율
1차년도('20.9~'21.2)	0	0	-	-
2차년도('21.3~'22.2)	7	3	70%	30%
3차년도('22.3~'23.2)	8	6	57%	43%

원래 사업목표와 다르게 이번 사업기간동안 학계 진출 비율이 산업계 진출 비율보다 높지만, 이것은 수학의 특성상 박사과정 졸업생들이 아직 학계로의 진출을 선호하기 때문으로 보임. 하지만, 본 교육



연구단은 수학의 응용분야 확대 및 산업계 진출을 위하여 지속적으로 노력하였으며 그 결과 산업계 진출 비율이 점차 늘고 있음을 알 수 있어 조만간에 목표를 달성할 수 있을 것으로 예상함.

- 본 교육연구단은 우수한 박사과정 졸업자를 배출하고 있음. 학계 진출 졸업생은 미국 미시건 대학, 프랑스 IHES, 오스트리아 IST, 아리조나 대학, SUNY Binghamton, 독일 막스플랑크 연구소 포닥 및 코넬 H.C. Wang 조교수, HKUST, 사우디 KAUST, 벨기에 ULB, 콜로라도 대학, 루이지애나주립대 등 해외 유명 대학의 포닥으로 진출하였으며 국내로는 서울대학교, 고등과학원, IBS, KAIST 등으로 진출함.
- 본 교육연구단의 목표인 융합형 인재를 양성하여 산업계로 진출하였으며, 졸업생들이 삼성 SDS, 삼성 전자, 삼성전자 종합기술원, 삼성리서치, 디어젠 AI 등 국내 대기업 및 AI 관련 기업에 취업함
- 산업지능사회 발전을 위한 수학의 활용 확대를 위해 적극 활동하여 총 7건의 실적 달성함
  - 삼성전자 파운드리 사업부와 반도체 영상에서의 결합을 찾는 연구(이창욱 교수)
  - 선박설계 및 유지보수를 지원하는 기계학습기반 Q&A 시스템 개발(이창욱 교수, 전현호 교수)
  - 방역연계 범부처 감염병 예측 연구 참여(정연승 교수)
  - 감염병 수리 모델링(김재경 교수)
  - 인공지능에 기반한 채널 예측 모델 개발 연구(황강욱 교수)
- 우수한 박사학위 인력 양성 실적
  - 박 박사(지도교수: 이 ) : 2021년 에쓰오일우수학위논문상 수상
  - 김 (2019년 2월졸업) 2021년 대한수학회 우수학위논문상 수상
  - 김 (2021년 8월졸업) 2022년 대한수학회 학위논문상 수상
  - 김 (2021년 8월졸업) 2022년 대한수학회 학위논문상 수상
  - 김 (2021년 8월 졸업) 개교기념식 우수논문상 수상
- KAIST 수리과학과 졸업생의 학계 진출 실적

최근에도 KAIST 수리과학과 박사학위 취득자들이 국내의 주요대학의 전임교수로 임용되었다.

- 과 (2016년 박사, 이화여대 수학과, 2020년 3월 부임)
- 안 (2010년 박사, 경북대학교 수학교육과, 2020년 3월 부임)
- 정 (2011년 박사, 단국대학교 수학과, 2020년 3월 부임)
- 김 (2016년 박사, 부산대학교 수학과, 2021년 3월 부임)
- 박 (2011년 박사, 전주대 수학교육과, 2021년 3월 부임)
- 정 (2019년 박사, 성신여대 통계학과, 2021년 3월 부임)
- 윤 (2015년 박사, 충남대학교 수학교육과, 2021년 3월 부임)
- 윤 (2011년 박사, University College London 경제학과, 2022년 7월 부임)
- 김 (2018년 박사, 광주과학기술원 기초교육학부, 2022년 2월 부임)
- 이 (2010년 박사, 서울대 수리과학부, 2022년 3월 부임)
- 서 (2018년 박사, 군산대 수학과, 2022년 3월 부임)
- 이 (2018년 박사, 충북대 수학과, 2022년 3월 부임)
- 박 (2020년 박사, 충북대 정보통계학과, 2022년 3월 부임)
- 전 (2017년 박사, 동아대학교 정보수학과, 2022년 9월 부임)
- 송 (2017년 박사, 부산대학교 수학교육과, 2023년 3월 부임 예정)
- 진 (2020년 박사, 충북대 수학교육과, 2023년 3월 부임 예정)
- 양 (2021년 박사, 충남대학교 통계학과, 2023년 3월 부임 예정)

### 3. 연구력 향상

- 참여교수진의 연간 우수학술지 연구논문 출판 목표 대비 성과
- 본 교육연구단은 연구의 수월성을 달성하기 위하여 국제적 학술지 중 많은 분야 연구자들이 인정하는 전통과 명성 있는 종합학술지와 각 연구그룹의 연구 분야에서 우수한 학술지로 이루어진 50개의 우수

학술지 목록을 자체적으로 만들어 해당 우수학술지 게재를 목표로 설정함. 본 사업기간동안 달성한 우수학술지 게재 실적은 다음과 같음

년도	2020년		2021년		2022년	
	목표	실적	목표	실적	목표	실적
참여교수진 우수학술지 게재 총 논문 수	12	11	12	14	13	7
참여교수 1인당 논문수	0.46	0.42	0.46	0.46	0.46	0.20

〈사업신청서의 참여교수진의 최근 5년간 수리과학과 우수학술지 게재 논문 실적 및 목표〉

연도	현재	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
최근 5년간 참여교수진 연평균 우수학술지 게재 총 논문 수	11.2	12	12	13	14	15	16	16
참여교수 1인당 논문수	0.43	0.46	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.62

- 이번 사업기간동안 계획서(2020년) 목표대비 정량적 실적은 2020년 11편 (목표대비 1편 부족), 2021년 14편 (목표 대비 2편 초과), 2022년 7편 (목표대비 5편 부족)으로 나타났으나, 현재 수리과학과 우수학술지 게재승인된 논문의 편수는 5편으로 수학분야 특성상 게재승인 후 출판까지 시간이 걸려 이를 포함하면 사업기간동안 우수학술지 논문은 목표 37건 대비 37건으로 목표에 부합하는 성과를 달성하였다고 할 수 있음. 또한 우수학술지에 포함되어 있지 않은 과학분야 우수저널인 PNAS, Science Advances 게재된 3편을 포함하면 본 사업단의 연구실적이 질적인 우수성이 매우 높다고 평가할 수 있으며, 본 교육연구단의 우수한 연구역량을 잘 보여주고 있음
- 사업신청서의 50개 우수학술지는 그 목록에서 보듯이 수리과학분야에서 매우 우수한 학술지만 선정하여 그 기준이 매우 높았으며, 실제로 50개 우수학술지에는 Transactions of the AMS, International Mathematics Research Notices, SIAM Journal on Scientific Computing, Journal of Computational Physics, Annals of PDE와 같은 학술지가 제외되어 있음. 또한 사업신청서의 우수학술지 50개 목록에는 Proceedings of the National Academy of Science(PNAS), Science Advances와 같은 과학분야 최상위 저널도 제외되어 있어, 최근 활발하게 진행되고 있는 수학과 타분야의 융합연구 결과의 수월성을 판단하는 기준으로 사용하는데 한계점이 있다고 판단됨. 이러한 이유로 향후 50개의 우수학술지 목록을 업데이트하여 수리과학분야 및 과학분야 최상위 저널을 포함하도록 할 예정임

50개 목록에서 제외 학술지	50개 목록 추가예정 학술지
Biometrics	Transactions of the Americal Mathematical Society
Communications in Partial Differential Equations	International Mathematics Research Notices
IMA Journal of Numerical Analysis	SIAM Journal on Scientific Computing
Mathematical Finance	Journal of Computational Physics
SIAM Review	Annals of PDE

- 지난 사업기간동안 매우 높은 수준의 우수학술지 목록을 기준으로 우수한 연구성과를 얻기 위하여 본 교육연구단 참여교수진은 항상 노력하였으며 이러한 결과는 2023년 세계대학 QS 랭킹 수학분야 세계 42위, 국내 1위를 달성하는 밑거름이 됨. 이러한 실적은 본 교육연구단의 참여교수의 우수한 연구역량

을 보여주는 지표로 향후에는 기존에 설정한 목표를 충분히 달성할 수 있을 것으로 생각함

- 본 교육연구단 참여교수진의 우수한 연구성과로 여러 교수가 영예로운 상을 아래와 같이 수상함

수상년도	수상내역
2020	대한수학회 학술상(이 교수)
2021	대한수학회 논문상(강 교수) 한국과학기술한림원 정회원(변 교수) 한국과학기술한림원 차세대 회원(백 교수) 과기부 장관 표창(김 교수) 대한수학회 학술상(곽 교수) 대한수학회 상산젊은수학자상(박 교수) 과기정통부 올해의 최석정상(김 교수)
2022	한국차세대과학기술한림원 회원(강 교수) 대한수학회 디아이 수학자상(변 교수) 대한수학회 상산젊은수학자상(신 교수)

- 본 교육연구단은 교수들에게 연구에 집중할 수 있는 환경을 제공하기 위하여 많은 노력을 기울임. 특히, 논문실적에 기반한 연구성과 평가를 통해 참여교수들에게 특급논문 포상, 연말성과급 책정, 교과목 선택, KAIST지정 석좌교수 임용을 통한 강의시수 경감 등 혜택을 부여하고 있음. 또한, 신입교원에게 처음 부임 후 2년간 강의 시수 경감에 대한 혜택이 있는데 향후 학과교수 수가 일정규모 이상이 되고 조교수의 경우 3년으로 확대할 예정임. 현재 4년 후 1년씩 가질 수 있는 연구연가 중 연구성과를 극대화할 수 있도록 공동연구목적의 해외체제에 우선순위를 두고 연가연가 신청을 심사하고 있음

#### - 대학원생의 연간 우수학술지 연구논문 출판 목표 대비 성과

- 평가 대상 기간 중 대학원생의 수리과학과 우수학술지 게재 목표는 매년 3편씩 총 9편을 목표로 하였고, 게재 실적은 총 5편이지만 현재 우수학술지 게재 승인된 5편 중 4편의 논문은 모두 대학원생 논문으로 이를 포함하면 총 9편의 실적을 거두었음

년도	2020년		2021년		2022년	
	목표	실적	목표	실적	목표	실적
참여 대학원생 우수학술지 게재 총 논문 수	3	0	3	4	3	1

[대학원생의 최근 5년간 수리과학과 우수학술지 게재 논문 실적 및 목표]

연도	최근 5년간 수리과학과 대학원생 우수학술지 게재 논문 수	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
편수	연평균 2.6 (총 13편)	3	3	3	4	4	5	5

#### 4. QS ranking 상향 목표

- 사업신청당시 QS 랭킹인 2020 QS ranking (overall ranking, H-index citations, citations per paper)

QS Index	KAIST	MIT	CALTECH	ETH Zurich
Overall Score(ranking)	없음(51-100)	97.6(1)	86.7(17)	91(8)
H-Index Citations	77.7	97.8	82.7	90.4
Citations per Paper	80.4	91.4	85.4	96

#### <사업신청서의 QS 랭킹 상향 계획>

QS Index	우리의 현재	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ranking	50-100	50-100	50-100	50-100	46-50	46-50	40-45
H-Index Citations	77.7	78	79	80	81	82	83
Citations per Paper	80.4	81	82	83	84	85	86

- 1차년도(2021) QS ranking (overall ranking, H-index citations, citations per paper) 비교

QS Index	KAIST	MIT	CALTECH	ETH Zurich
Overall Score(ranking)	77.5(59)	96.5(1)	86.1(15)	90.5(8)
H-Index Citations	77.8	98.7	84.6	92.7
Citations per Paper	77.7	85.9	81.6	93.7

- 2차년도(2022) QS ranking (overall ranking, H-index citations, citations per paper) 비교

QS Index	KAIST	MIT	CALTECH	ETH Zurich
Overall Score(ranking)	77.8(55)	97.2(1)	85.5(17)	91(9)
H-Index Citations	74.2	100	80.5	94.2
Citations per Paper	75.3	88.2	80.2	92.3

- 3차년도(2023) QS ranking (overall ranking, H-index citations, citations per paper) 비교

QS Index	KAIST	MIT	CALTECH	ETH Zurich
Overall Score(ranking)	77.9(42)	97.4(1)	84.1(17)	89.3(8)
H-Index Citations	76.1	100	82.9	94.3
Citations per Paper	80.7	94.7	84.3	91.3

- QS ranking을 살펴보면 1차년도 59위, 2차년도 55위, 3차년도 42위로 이번 사업기간동안 순위가 매우 크게 향상되었으며 사업의 최종목표인 QS ranking 40위권을 조기 달성하는 성과를 거둠
- QS ranking 42위는 국내 수학분야 1위로 이러한 성과는 본 교육연구단이 국내외적으로 매우 우수한 교육 및 연구역량을 갖춘 교수 와 연구진을 보유하고 있다는 것을 증명함. 세부지표인 H-Index와 Citations per Paper에서도 3차년도에는 점수가 크게 향상되고 벤치마킹 대학들과의 차이도 줄어드는 경향을 보이고 있어, 본 교육연구단의 연구성과의 우수성을 잘 보여주고 있음

#### 5. 국제화 분야

- KAIST 수리과학과는 영어강의 비중을 점차적으로 늘려 개설교과목 중 90%이상이 영어강의가 되는 것을 최종 목표로 하고 있음. 이번 사업기간동안 대학원 개설 교과목 영어강의 비율은 아래와 같음

개설 학기	대학원 개설 교과목 수	영어강의 수	영어강의 비율
2020년 가을학기	11	10	90.9%
2021년 봄학기	13	13	100%
2021년 가을학기	9	8	88.9%
2022년 봄학기	14	10	71.4%
2022년 가을학기	10	10	100%
합계	57	51	89.5%

- 표에서 보듯이 본 교육연구단은 여러 학기에서 최종목표인 90%이상의 교과목을 영어강의로 개설하였으며 사업기간 전체 평균 영어강의비율은 89.5%로 최종목표인 90%에 거의근접하는 실적을 보임. 앞으로 지속적으로 영어강의비율이 90%이상을 유지하도록 노력하여 KAIST 수리과학과의 국제화를 이끌 계획임
- 외국인 교수 채용확대를 위하여 본 교육연구단은 우수 외국인 연구자를 발굴하기 위하여 노력하였고, 2021년과 2022년에 각각 1명의 외국인 신입교수 채용을 위하여 채용절차를 진행하였으나 최종 offer를 거절하여 최종적으로 채용하지 못함. 하지만, 본 교육연구단은 앞으로도 지속적으로 우수 외국인 연구자를 발굴하여 사업 종료시점까지 당초 목표인 전체교수의 20%선까지 확대할 수 있도록 할 계획임
- Dual degree 프로그램은 Technical Univ. of Denmark(DTU)와 대학원 dual degree 프로그램을 시행중이며 유럽, 영국, 아시아 대학으로 확대하고자 지속적으로 노력하고 있음. 영국 Scotland University of Edinburgh, Heriot Watt University와 연구와 교육에 관한 MOU를 체결하여 대학원생 장기과편을 하고 있으며 앞으로 프로그램 확대 운영을 계획하고 있음. 또한, 네덜란드 Delft University of Technology와 학생 교환 협약을 준비중에 있음
- 본 연구단의 국제화를 위하여 미국 미네소타대학 소재 Institute for Mathematics and Applications(IMA), Brown 대학 소재 Institute for Computational and Experimental Research in Mathematics(ICERM)의 기관회원으로서 학과 교수 및 대학원생에게 양 연구소의 프로그램에 참여하는 기회를 제공하고 있고 기관에서 열리는 세미나 정보도 제공하여 참여할 수 있도록 하고 있음. 향후에도 지속적으로 유럽 및 아시아 국가 유명 기관과의 확장을 위하여 노력하여 발전시킬 예정임
- 이번 사업기간동안 코로나 19의 영향으로 외국 리더 연구자와 공동학위지도 프로그램은 아직 만들지 못했으나 향후 공동학위지도 프로그램을 만들도록 노력하여 KAIST 수리과학 학위자의 국제적 인지도를 높일 계획임
- 국제공동연구 활성화를 위하여 학과 국제협력비에서 가능한 예산을 통하여 지원함. 향후 KAI-X(KAIST Advanced Institute for Science-X) 프로그램을 통하여 적극 지원하기 위하여 KAI-X Scholar(방문과학자), KAI-X Challenge(국제협력연구) 등의 프로그램을 계획하고 있음
- KAIST 수리과학과가 세계적인 연구교유의 장소로 발전하기 위하여 초빙석좌교수 제도를 적극 활용할 계획을 갖고 있음. 이번 사업기간동안 코로나 19로 인하여 초빙석좌교수로 임용예정이었던 Mladen (U. of Utah), Yujiro (U. of Tokyo) 교수의 임용이 계획대로 진행되지 못하였지만, 앞으로 자연대 학술 교류 프로그램인 KAIX 사업과 자연대 중점연구소와 협력하여 석학교수를 5명으로 확대할 계획을 갖고 있음

## ▶ 교육연구단의 구성, 비전 및 목표 관련 실적대비 소명

### ■ 참여교수의 수리과학과 우수학술지 게재 실적 소명

- 이번 사업기간동안 계획서(2020년) 목표대비 정량적 실적은 2020년 11편 (목표대비 1편 부족), 2021년 14편 (목표 대비 2편 초과), 2022년 7편 (목표대비 5편 부족)으로 나타났으나, 현재 수리과학과 우수학술지 게재승인된 논문의 편수는 5편으로 수학분야 특성상 게재승인 후 출판까지 시간이 걸려 이를 포함하면 사업기간동안 우수학술지 논문은 목표 37건 대비 37건으로 목표에 부합하는 성과를 달성하였

다고 할 수 있음. 또한 우수학술지에 포함되어 있지 않은 과학분야 우수저널인 PNAS, Science Advances 게재된 3편을 포함하면 본 사업단의 연구실적이 질적인 우수성이 매우 높다고 평가할 수 있으며, 본 교육연구단의 우수한 연구역량을 잘 보여주고 있음

#### ■ 대학원생의 연간 우수학술지 연구논문 출판 목표 대비 성과 소명

- 평가 대상 기간 중 대학원생의 수리과학과 우수학술지 게재 목표는 매년 3편씩 총 9편을 목표로 하였고, 게재 실적은 총 5편이지만 현재 우수학술지 게재 승인된 5편 중 4편의 논문은 모두 대학원생 논문으로 이를 포함하면 총 9편의 실적을 거두었음

#### ■ 박사배출 실적 소명

- 사업기간 2년6개월동안 박사배출실적은 총 26명으로 당초 목표 37명 보다 줄어든 결과임. 특히, 1차년도와 2차년도에는 기존 대비 박사 양성 실적이 부족한데, 이는 수년 전에 석사과정, 박사과정으로 분리하여 운영되던 것을 석박통합과정 위주로 변경함에 따라 일시적으로 박사학위 취득자가 감소한 것으로 보임. 하지만, 위 표에서 보듯이 박사과정 졸업생 수가 점차적으로 늘고 있고 특히 3차년도에는 당초 목표 15명보다 많은 수의 박사과정 졸업생을 배출하였고, 현재 박사과정 재학생 수를 고려할 때 앞으로도 설정한 목표를 능가하는 우수한 박사과정 졸업생을 배출할 수 있을 것으로 예상함

#### ■ 박사과정 졸업생의 학계 및 산업계 진출 비율 실적 소명

- 본 교육연구단의 박사과정 졸업생의 진로 목표는 전체 졸업생 중 1/3은 학계로, 2/3는 산업계로의 진출하는 것으로 설정함. 사업목표로 설정한 학계와 산업계로의 진출 비율은 사업 1년차부터 달성할 수 있는 목표라기 보다 사업을 수행하면서 점차적으로 산업계 진출 비율을 높여 최종 2/3이 되도록 계획하여 정함. 원래 사업목표와 다르게 이번 사업기간동안 학계 진출 비율이 산업계 진출 비율보다 높지만, 이것은 수학의 특성상 박사과정 졸업생들이 아직 학계로의 진출을 선호하기 때문으로 보임. 하지만, 본 교육연구단은 수학의 응용분야 확대 및 산업계 진출을 위하여 지속적으로 노력하였으며 그 결과 산업계 진출 비율이 점차 늘고 있음을 알 수 있어 조만간에 목표를 달성할 수 있을 것으로 예상함.

## II. 교육역량 영역

## II. 교육역량 영역

### 1. 교육과정 구성 및 운영

#### 1.1 교육과정 구성 및 운영 실적

##### ■ 교육연구단의 현 교육과정 구성 및 교과목 개설

본 교육연구단은 지금까지의 BK21사업에서 Harvard, MIT 등 세계 유명대학의 교육체계, 박사과정 시스템을 벤치마킹하여 교육과정 구성 및 교과목 체계를 발전시켜왔음. 이러한 과정을 통하여 석사 1년차 때 해석학, 대수학, 위상 및 기하학, 응용수학의 범주별 기초과목과 석사 2년차나 박사 1년차를 위한 핵심전공과목과 심화전공과목으로 구성되어 있음 이번 사업기간동안 대학원 석사, 박사, 석박통합과정의 교과목 이수요건에 맞게 충실하게 교과목을 개설하였으며 개설한 교과목은 아래와 같음

##### - 2020년 가을학기 대학원 개설 교과목

###### (1) 학·석사 연계 교과목:

대수기하학개론, 조합적 위상수학, 르베그적분론, 그래프이론 개론, 수학특강<수학과 인공지능개론>

###### (2) 대학원 교과목

대수학 II, 미분기하학, 대수적 위상수학 II, 복소수함수론, 확률론, 응용수학의 방법, 수학특론<확률적 방법론>, 수학특론<Analytic Techniques in Algebraic Geometry>, 함수해석학, 편미분방정식론

##### - 2021년 봄학기 대학원 개설 교과목

###### (1) 학·석사 연계 교과목:

가환대수학 입문, 다양체해석학, 편미분방정식개론

###### (2) 대학원 교과목

공학자를 위한 응용해석과 확률, 대수학 I, 대수적 위상수학 I, 실변수함수론, 고급통계학, 수치해석학, 조합수학, 수학특론<압축성 오일러 방정식에 관한 해석적 방법론>, 대수기하학 I, 리만기하학, 비선형 미분방정식론, 확률과정론

##### - 2021년 가을학기 대학원 개설 교과목

###### (1) 학·석사 연계 교과목:

암호론, 조합적위상수학, 르베그적분론, 컴퓨터통계방법론, 수리역학, 수리생물학 개론, 계산적 금융수학, 수학특강<수학과 인공지능개론>, 그래프이론개론, 수학특강<대수기하학개론>, 조합적 위상수학, 르베그적분론, 그래프이론 개론, 수학특강<수학의 역사: 창의적 발상의 진화>, 수학특강<Topological method in Combinatorics>

###### (2) 대학원 교과목

확률 및 통계학, 대수학 II, 미분기하학, 대수적 위상수학 II, 복소수함수론, 확률론, 대수기하학 II, 함수해석학

##### - 2022년 봄학기 대학원 개설 교과목

###### (1) 학·석사 연계 교과목:

다양체해석학, 행렬군론, 편미분방정식개론, 금융수학과 확률모형, 이산기하

###### (2) 대학원 교과목

확률및통계학, 공학자를 위한 응용해석과 확률, 대수학 I, 호몰로지 대수학, 대수적 위상수학 I, 실변수함수론, 고급통계학, 기계학습이론 및 응용, 응용수학의 방법, 수학특론<스펙트럼 그래프 이론>, 수학특론(군과 동역학(미분동형사상군 입문)), 조화해석학, 편미분방정식론, 확률과정론

##### - 2022년 가을학기 대학원 개설 교과목



(1) 학·석사 연계 교과목:

대수기하학개론, 조합적 위상수학, 르베그적분론, 상미분방정식과 동역학계, 수학과 인공지능 개론, 그래프이론 개론, 수학특강<수학의역사>, 수학특강<과학적 기계 학습 소개>

(2) 대학원 교과목: 대수학II, 미분기하학, 대수적 위상수학II, 복소수함수론, 확률론, 수치해석학, 수학특론<선형대수군>, 함수해석학, 비선형 미분방정식, 확률및통계학

- 사업신청서의 계획대로 전통적인 핵심교과목과 새로운 수요가 발생하는 교과목 개설이 적절하게 이루어졌으며, 앞으로도 계획대로 심도있는 교육과정을 대학원생에게 제공할 계획임
- 강의평가, 교육의 국제화 노력, 조교 능력향상 노력 등이 계획대로 진행되었으며 향후에도 지속적으로 운영하여 우수한 강의 및 교육 프로그램을 제공할 예정임

■ 교육과정과 학사관리 운영

KAIST 수리과학과 교육과정과 학사관리의 우수성을 기반으로 사업신청서의 계획대로 우수한 대학원생을 선발하고 교육하였으며, 구체적인 실적은 아래와 같음

- 우수한 대학원생 선발을 위해 계획대로 심도 있는 필기시험과 서류전형, 면접평가를 시행하였음
  - 입학전형의 필기시험은 기본 2과목인 '선형대수학'과 '해석학'과 전공과목으로 현대대수 I, II 중 하나, 위상수학과 기하학 중 하나, 르베그적분론과 복소수함수론 중 하나를 선택함
  - 서류평가와 필기시험을 통과한 학생은 면접평가 실시. 면접평가는 기본 2과목('선형대수학'과 '해석학')과 선택 1과목으로 구성되며, 선택 1과목은 지원자가 치른 과목을 위주로 진행
  - 석사학위 취득 또는 취득 예정인 학생 중 박사과정으로 지원한 학생들은 심도있는 질문과 면접평가를 통하여 박사과정으로 선발함
- 석박통합과정을 운영하여 우수한 대학원생을 선발하였으며, 대학원 입학이후 교육과 연구의 중단없이 박사과정으로 편입하여 장기계획을 세워 교육과 연구에 전념할 수 있도록 함
- 박사과정 합격후 3학기이내 3번 응시 기회를 부여하고, 전공 제1분야 과목(대수학 I, 미분기하학, 대수적 위상수학 I, 실변수함수론, 복소함수론), 전공 제2분야 과목(대수학 II, 대수적 위상수학 II, 확률론, 고급통계학, 수치해석학) 중 반드시 전공 제1분야 2과목을 포함한 총 3과목에 대하여 자격시험을 실시하였고, 기한내에 3과목에 모두 합격하지 못할 경우 제적하였음
- 지도교수 선정을 위한 가이드와 오리엔테이션 교육 강화(대학원 주임교수)하였고, 학과 소속 교수와 함께 타학과 소속인 겸임교수와 KIAS 소속 겸직교수도 지도교수로 선정할 수 있도록 하여 학생들의 선택의 기회를 넓혀줌. 이번 사업기간동안 산업및시스템공학과 김 교수, 김 AI 대학원 예 교수, 전기및전자공학부 송 교수가 겸임교수로 재직하였거나 재직하고 있으며, KIAS 강 , 최 , 김 교수가 겸직교수로 재직하고 있음
- 국제화 교육 프로그램 강화를 위하여 덴마크 DTU와 복수학위제 운영, 미국 미네소타 대학의 IMA, 브라운 대학의 ICERM과 협약을 통한 다양한 프로그램 참여를 제공하였고, KAIX(KAIST Advanced Institute for Science-X)와 연계하여 국제학술행사/테마틱프로그램/방문과학자프로그램을 운영하고 있음
- TA 교육 및 업무수행 활성화를 위하여 TA 사전교육과 평가시스템을 도입하여 TA 제도를 운영하였으며, KAIST Stipend 제도와 연계하여 석사과정은 2년, 석박통합과정은 최소 3년간의 TA를 경험하게 하여 우수한 교육인력을 배출하였음.
- 학생들의 TA 업무능력을 향상시키기 위하여 수학교수법(1학점)을 매학기 개설하였으며, 대학원생의 졸업이수 요건으로 포함하여 대학원생이 반드시 수강하도록 함
- 수학교수법(1학점, Scientific Writing)을 정기적으로 개설하여 대학원생이 졸업 후 영어 논문 작성 및 강의할 수 있는 능력을 배양하였음
- 봄학기 및 가을학기에 학과 콜로퀴움 의무 수강 및 학점 연구학점 제공하고, 재학중 반드시 2학점 이

상을 수강토록 함. 학과 콜로퀴움을 2020년 가을학기 6회, 2021년 봄학기 8회, 2021년 가을학기 7회, 2022년 봄학기 7회, 2022년 가을학기 7회 개설함

- 기존 교과과정에서 사회문제 해결에 직접 기여하는 인재양성 프로그램이 부족하다는 인식하에 사회문제 해결에 필요한 인공지능 분야 교과목인 <수학과 인공지능개론>, <기계학습 이론과 응용>을 신규 개발 및 개설하였음. 또한 <데이터과학을 위한 선형대수학 개론>, <컴퓨터통계방법론> 교과목에 인공지능 및 응용문제 관련 내용을 다수 포함하여 교육내용을 혁신하였음
- 학과 외부 위원 1인 이상을 포함한 박사학위 논문심사 위원회를 구성하여 운영하였으며 논문연구비 지원(1인당 박사 논문연구비: 1,142,000원/년, 1인당 석사 논문연구비: 972,000원/년)을 통하여 우수한 박사학위 논문 연구를 지원함
- 국비 대학원생 지원기간을 석사 2년, 박사 4년, 석·박사 통합과정 5년으로 제한하여 학위취득 소요기간 장기화를 방지함
- 수학전반에 대한 이해를 강화하기 위하여 학과 콜로퀴움을 제공하였으며 국내외 전문가를 초청하여 연구주제에 대한 이해와 최신 연구동향을 대학원생들이 잘 파악할 수 있도록 함
- 대학원생의 리더십 교육 프로그램 수강을 의무화하여 계획대로 수행함
- KAIST는 창의적 교수법 연수 프로그램을 개발하였으며 전임직 교수들이 지속적으로 연수에 참여할 수 있도록 제공하고 있음
- 영어강의 비중을 늘려 지난사업기간동안 대학원 개설교과목의 90%에 근접하는 교과목을 영어강의로 개설하였고, 5명의 외국인 교원을 임용하여 교육의 국제화를 위하여 노력하였음

#### ■ 교과과정의 충실성과 지속성

사업신청서의 계획대로 교과과정을 충실하고 지속성 있게 운영하였으며 이번 사업기간동안 실적은 아래와 같다.

- 학부생이 대학원의 500단위 교과목 수강 시 졸업학점으로 인정하고 석사학생들의 400단위 교과목 수강 시 졸업학점으로 인정함
- 학부생의 연구참여 기회를 확대하여 대학원 진학 전 연구에 대한 경험을 가지게 하고자 개별연구 3학점 선택 이수 및 학부생 연구프로그램을 설치하고 운영하였음
- 다양하고 폭넓은 교과목 개설을 위하여 순수수학과 응용수학, 통계 및 금융수학 분야 등 수학의 대부분의 분야를 아우르는 교과목들이 다양하고 폭넓게 개설되었음. 특히, 4차산업혁명의 주요 연구분야인 머신러닝 및 인공지능 분야 과목을 개설하였음
- 수학과 공학분야의 융합을 위한 과목인 <공학자를 위한 해석학개론>을 개설하여 수학과 공학 분야 간의 융합연구를 위해 노력하였음
- 1~3 학점으로 단기간에 개설할 수 있는 수학특론 교과목을 개설하여 단기간 학과를 방문하는 국내외 저명 수학자의 강의를 학생들이 직접 수강할 수 있는 기회를 만들었음. 이번 사업기간동안 개설한 수학특론 교과목은 다음과 같음
  - 수학특론<확률적 방법론> (2020년 가을)
  - 수학특론<Analytic Techniques in Algebraic Geometry> (2020년 가을)
  - 수학특론<압축성 오일러 방정식에 관한 해석적 방법론> (2021년 봄)
  - 수학과 인공지능개론 (황강욱, 2021년 가을)
  - 수학특강<수학의 역사:창의적 발상의 진화> (김동수, 2021년 가을)
  - 수학특강<Topological method in Combinatorics> (Holmsen, 2021년 가을)
  - 수학특론<스펙트럼 그래프 이론> (김재훈, 2022년 봄)
  - 수학특론<군과 동역학(미분동형사상군 입문)>(김상현, 2022년 봄)
  - 수학특론<선형대수군> (이용남, 2022년 가을)
- KAIST 내 경영과학과(부전공 과정)가 신설되어 금융 관련 분야에서 수리과학과가 프로그램 운영에 공

동으로 참여하고 있으며 학과내 금융수학 교육과 연구역량을 강화하였음

- 영어습득 프로그램 지원을 위하여 대학원에서 반드시 이수해야 하는 공통필수 과목 중의 하나로 효과적인 영어 논문작성을 위한 Science Writing 강좌를 정기적으로 개설하였고 KAIST 어학센터를 통하여 원어민의 영문교정과 번역 서비스를 제공하였음
- <윤리 및 안전> 대학원 필수교과목을 운영하여 연구윤리 교육 프로그램을 계획대로 운영함

#### ■ 교육과 연구의 선순환 구조 구축방안 및 연구역량의 교육적 활용 방안

- 자기주도형 교육과 연구시행 계획에 따라 상호작용, 학생참여, 팀학습 등 강의비중을 낮춘 학생참여 중심의 창의적인 교육방법인 Edu 4.0 교과목을 개설하여 운영함  
Edu 4.0 교과목 개설: 해석학 II, 논리 및 집합, 정보수학
- 신규 커리큘럼 및 강의노트 개발: 최신 연구분야인 인공지능 분야 교육을 위하여 수학특강<수학과 인공지능개론>을 개설하고 강의노트를 개발하였으며, 2021년 가을학기부터 정규 교과목으로 편성하여 개설하도록 함. 또한 대학원과정으로 <기계학습이론 및 응용>을 개설하였음
- 산학연 협력연구 및 관련한 대학원생 교육 강화를 위하여 국내외 연구소와 산업체와의 연결하여 과제 수행 및 공동연구를 진행하여 교육과 연구를 수행할 수 있는 우수한 인재를 양성함. 이번 사업기간동안 수행한 산학연 협력연구 실적은 다음과 같음
  - 이 교수: 삼성전자 파운드리 사업부와 반도체 영상에서의 결함을 찾아내는 산학과제를 수행 중이며 기계학습과 계산수학을 결합한 알고리즘을 2019년부터 5년 계획으로 개발하고 있음
  - 이 전 교수: 수리과학과 전현호 교수와 함께 선박설계 및 유지보수를 지원하는 (주)dsec과 기계학습에 기반한 Q&A 시스템 개발 과제를 수행함
  - 황 교수: ETRI와 무선채널 측정 데이터를 인공지능 기술로 분석하여 이를 기반으로한 채널 예측 모델 개발 연구를 2020년~2022년까지 수행함
  - 정 : 삼성전자 이학-산학과제로 메모리 사업부 품질관리 팀과 “효율적인 불량률 추정을 위한 베이지안 계층 모형 기반 sampling 설계” 과제를 수행해 왔으며, 베이지안 리스크 개념을 도입하여 효율적인 sampling plan을 설계하는 연구를 수행함. 이 연구 결과는 향후 반도체 생산 품질 관리를 위한 cost-effective한 표본조사에 활용될 계획임
- 타학과 소속인 겸임교수와 KIAS 소속 겸직교수를 활용하여 강의를 개설하고 연구분야 확대를 위하여 지도교수 선정을 할 수 있도록 하였음. 이번 사업기간동안 산업및시스템공학과 김 교수, 김 AI 대학원 예종철 교수, 전기및전자공학부 송익호 교수가 겸임교수로 재직하였거나 재직하고 있으며, KIAS 강 , 최 교수가 겸직교수로 재직하고 있으며 겸직교수는 3년에 최소 1회이상 강의개설을 하고 있음
- 다양한 전공의 겸임교수 및 겸직교수 임용 및 강의 개설
  - 겸임 및 겸직교수 임용:  
김 (산업및시스템학과, 금융수학 및 응용확률), 예 (바이오및뇌공학과, 바이오의료영상 및 기계학습), 강 (KAIS, 복소해석학 및 확률론), 김 (KIAS, 대수 및 사영 기하), 김 (KIAS, 위상수학), 박 (KIAS, 대역해석학)
  - 겸직교수 강의개설  
공학자를 위한 응용해석과 확률(김 , 2021년 봄)  
고등과학원 소속 겸직교수인 김 교수 수학특론개설 <군과 동역학(미분동형사상군 입문)> (2022년 봄)
- 해외석학 초청 집중강연  
이 교수(U. of California, 2021. 5. 25. ~ 6. 23): 의과학 및 생명과학 자료 분석을 위한 베이지안 통계 모델링 집중 강연 및 연구자문  
김 교수 (UBC 2022.5 ~ 2022.6)가 확률해석 및 응용센터를 방문하여 <Optimal transport and

probability>를 주제로 한 10시간 집중 강연을 진행하였음

Alexsis 교수 (오스틴 텍사스 대학, 2021년11월~12월) 6회에 걸쳐 온라인 집중강연을 개최하면서 공동연구와 대학원생 논문지도를 수행

김 교수 (매디슨 위스콘신 대학 2022.2)가 방문하여 <From Boltzman to incompressible Euler>의 주제로 집중강연을 진행하였음

필즈상 수상자인 허 교수가 2022년8월8일 방문하여 <필즈상 수상자와의 대담>을 수백명의 학생과 교수들의 참여로 성황리에 개최하였음

## ■ 교육연구단의 대표적 교육 목표에 대한 달성 방안

- 교육연구단의 교육목표를 이루기 위하여 대수 및 응용, 위상기하, 해석 및 응용, 확률 및 통계의 4개 연구그룹으로 나누어 효율적인 교육과 연구를 수행함
- KAIST 개설교과목 운영서버인 KLMS에 강의계획서, 강의록, 공지사항 및 과제를 게시하였고, 과목에 대한 Q&A 등을 운영하여 편의성을 제공하였음
- 매학기 강의평가를 실시하였으며 강의평가 결과는 담당교수와 학과장이 열람할 수 있음. KAIST 강의평가 방법 및 설문항: 웹으로 평가, 9 문항(종합의견 포함), 봄, 가을학기 시행함
- 인터넷으로 학점 조회하려면 강의평가를 하여야 하므로 많은 수강생들이 강의 평가에 참여하고 있으며 강의평가 결과는 강의대상 수상자 선정의 기초자료가 되며 연봉제 평가 및 교수인센티브와 관련된 자료로 활용함
- 자연대 우수강의상 수상:  
2020년: 임 , 강 교수  
2021년: 백 , 김 , 엄 , 황 교수  
2022년: 강 , 박 , 김 , 배 교수
- 수학교수법 세미나: 목적: 석사 및 박사과정생을 대상으로 시범 강의 및 조교의 역할을 향상시키기 위한 강의 및 세미나 개최(학과장 주관 1학점 부여)  
우수조교(TA) 시상:  
2020년 가을학기: 박 , 조 , 이 , 박 , 조 , 박 , 박 , 백 , 홍 , 조  
2021년 봄학기: 임 , 김 , 전 , 김 , 윤 , 조 , 홍 , Tranchida, Aurelio, 홍 , 이  
2021년 가을학기 우수 교육조교장상 : 장 , 이 전  
2021년 가을학기: 김 , 이 , 송 , 박 , 김 , 권 , 박 , 유 , 김  
2022년 봄학기 우수 교육조교장상 : 김 , 이 , 전  
2022년 봄학기: 김 , 은 , 김 , 이 , 김 , 김 , Juan , 최 , 박 , 최  
2022년 가을학기 우수 교육조교장상 : 강 , 이 , 전  
2022년 가을학기: 김 , 박 , 서 , 이 , 최 , 이 , 송 , 박 , 박 , 이
- 학과 콜로кви움을 2020년 가을학기 6회, 2021년 봄학기 8회, 2021년 가을학기 7회, 2022년 봄학기 7회, 2022년 가을학기 6회 개설하여 다양한 연구분야를 소개하고 최신 연구동향을 대학원생들이 잘 파악할 수 있도록 함
- BK21 세미나, 확률해석 및 응용연구센터 콜로кви움 및 세미나, 학과 세미나 등을 통하여 2020. 9.1. ~ 2023.2. 28. 기간동안 총 140회 제공함
- 대학원생들의 연구력을 향상시켜 미래기초과학 핵심리더 양성사업, 글로벌 박사 펠로우쉽 등 외부의 우수한 지원을 받도록 함
- Qing 교수를 외국인 초빙교수로 임용(2020.09. ~ 2023.08.)하여 강의와 연구를 수행하였고 Qing 교수는 임용기간보다 빨리 2022년 8월에 중국 대학으로 임용되어 조기 퇴직함
- Yujiro , Mladen 교수를 초빙 석좌교수로 임용예정이었으나 코로나 19로 인해 보류중

## ■ 전임교수의 대학원 강의계획과 실적

- KAIST 수리과학과는 전임교수당 학사과정과 대학원과정을 포함하여 매년 3과목을 개설하여 운영하여 계획대로 운영함. 신입교원에 대하여 부임 첫 3년간 매년 2과목을 개설하도록한 계획대로 운영함. 박사과정 자격시험에 포함되는 과목은 매년 개설을 목표로 운영하고 있으며, 이외 과목은 2~3년에 한번 씩 개설되도록 운영하였음. 또한 위에 기술한 바와 같이 다양한 수학특론 과목을 개설하였음

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

본 교육연구단이 소속되어 있는 KAIST 수리과학과에서는 과학기술, (지역)산업 또는 (지역)사회 문제 해결에 관련된 교육 프로그램을 현재 운영하고 있지는 않다. 하지만, 본 교육연구단은 수학의 학문적 발전 뿐만 아니라 응용분야의 발전에도 많은 노력을 기울여 왔으며, 이러한 노력과 기존 경험을 바탕으로 본 교육연구단은 다가오는 4차산업혁명 시대의 중요한 키워드로 인공지능과 빅데이터를 선정하여 앞으로 이 분야의 교육과 연구에 많은 노력을 기울여 4차산업혁명 시대를 선도하는 우수 신진 연구자를 배출하였음. 사업신청서 계획에 대한 실적은 다음과 같음.

## ■ 인공지능 및 빅데이터 교육 강화

- 인공지능 교육을 위하여 2020년 가을학기 수학특강<수학과 인공지능개론>을 개설하였으며, 2021년 가을학기부터 정규 교과목으로 편성하여 개설하여 지도학습, 비지도학습, 강화학습, neural network을 교육하였음
- 빅데이터 교육강화를 위하여 2020년 가을학기 확률 및 통계 교과목을 바이오메디컬 데이터 분석 교육에 적합한 교과내용으로 개편한 분반을 개설하였으며, 대학원에서 빅데이터 교육강화를 위하여 2021년 7월에 박 교수를 신규 임용하여 빅데이터와 관련된 내용을 증대시킴.
- 2022년 봄학기 대학원 과목으로 <기계학습이론 및 응용>을 개설하여 대학원생들에게 인공지능 연구에 필요한 이론과 응용을 교육하였음
- 산학연 연구프로그램을 위한 산학연 협력연구 실적
  - 이 교수: 삼성전자 파운드리 사업부와 반도체 영상에서의 결함을 찾아내는 산학과제를 수행 중이며 기계학습과 계산수학을 결합한 알고리즘을 2019년부터 5년 계획으로 개발하고 있음
  - 이, 전 교수: 수리과학과 전 교수와 함께 선박설계 및 유지보수를 지원하는 (주)dsec과 기계학습에 기반한 Q&A 시스템 개발 과제를 수행함
  - 황 교수: ETRI와 무선채널 측정 데이터를 인공지능 기술로 분석하여 이를 기반으로한 채널 예측 모델 개발 연구를 2020년~2022년까지 수행함
  - 정 : 삼성전자 이학-산학과제로 메모리 사업부 품질관리 팀과 “효율적인 불량률 추정을 위한 베이지안 계층 모형 기반 sampling 설계” 과제를 수행해 왔으며, 베이지안 리스크 개념을 도입하여 효율적인 sampling plan을 설계하는 연구를 수행함. 이 연구 결과는 향후 반도체 생산 품질 관리를 위한 cost-effective한 표본조사에 활용될 계획임
- 수학과 인공지능분야 교육 및 연구를 위하여 확률해석 및 응용연구센터 콜로퀴움과 초청 세미나를 63회 개최하였으며, 2021년 8월 16일~17일 SAARC Workshop on Mathematics and Machine Learning을 개최함. 또한, ACM (Applied and Computational Mathematics) 세미나를 개최하여 인공지능분야 최신 연구동향을 소개함
- 인공지능, 빅데이터, 의료영상, 보건의료 등 사회에 필요한 중요분야에 교육과 연구가 계획대로 잘 수행되었으며, 향후에도 계획대로 수학자의 과학기술, 산업, 사회적 문제 해결 역량을 키우는 교육과 연구에 보다 중점을 두고 진행할 예정임

## ■ 응용수학 및 산업수학 교육 강화

- 의료 및 바이오 분야 응용연구에 활발히 사용되고 있는 딥러닝의 기초와 관련한 수학적 이론을 교육하기 위하여 수학과 인공지능개론 과목을 정규교과목으로 개설함. 또한 수리생물학 과목을 통해 수리생물학 교육을 강화함
- 환경 및 보건 분야 응용연구를 위한 빅데이터 관련 수학 교육을 강화하기 위하여 학·석연계과정인 컴퓨터통계방법론 교과목에 통계적 기계학습 이론을 추가함

## ■ 교육환경 인프라 구축

- 학과내 교육 및 연구용 CPU-GPU cluster를 수리과학과 응용분야 교수 연구실이 주로 위치하고 있는 KAIST 산업경영학동 2층에 구축하여 대학원생의 교육과 연구에 적극 활용하고 있음. 특히, 2022년부터 2024년까지 3년간 매년 1억원의 학교지원을 받아 학과내 교육 및 연구용 CPU-GPU cluster를 추가 구축하고 있음.
- KAIST는 학교 차원에서 GPU 슈퍼컴퓨팅 인프라 구축 사업을 계획하고 진행 중에 있음. KAIST 수리과학과에서도 이 사업에 적극적으로 참여하고 있음
- 2022년 7월25일 ~ 7월 29일동안 카이스트 수리과학과 여름학교 <빅데이터 분석에 필요한 파이썬 프로그래밍>을 개최하여 파이썬 프로그래밍 및 딥러닝에 관심있는 대학원생들에게 인공지능과 빅데이터 교육을 제공함

## 2. 인력양성 현황 및 지원 실적

### 2.1 평가 대상 기간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

참여대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사통합	계
확보 (재학생)	2020년 2학기	15	13	66	94
	2021년 1학기	14	12	72	98
	2021년 2학기	13	13	60	86
	2022년 1학기	12	10	74	96
	2022년 2학기	13	10	72	95
	계	67	58	344	469
배출 (졸업생)	2021년 2월	3	0		3
	2021년 8월	4	6		10
	2022년 2월	1	4		5
	2022년 8월	5	10		15
	2023년 2월	7	6		13
	계	20	26		46

## 2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 실적

우수한 학생들을 대학원으로 유치하기 위한 가장 효과적인 방법은 학과가 높은 수준의 연구를 유지하고 질 좋은 교육을 제공함으로써 우수한 졸업생을 배출하는 것입니다. 대학원의 우수한 교육과 연구 환경에 더하여 카이스트 수리과학과는 우수 학생들을 유치하기 위하여 대학원 입시설명회, 학과 홍보 계획을 세워 개최하였으며, 재학기간 동안 최상의 학업과 연구 환경을 제공하기 위하여 다방면으로 노력하였습니다. 이번 사업기간동안 사업신청서의 계획대로 우수 대학원생을 확보하고 지원하였으며 구체적인 실적은 다음과 같습니다.

### ■ 석박사 통합과정 확대

- 대학원 과정을 석박사 통합과정으로 지원하는 것을 원칙으로 하며, 선발과정을 통하여 박사과정 진입 전 한번 더 검증이 필요하다고 판단되는 학생을 대상으로 석사과정으로 입학하도록 함
- 대학원 내에서 통합과정에서 석사과정으로의 전환과정도 간소화하여 대학원 내에서 혹은 대학원에 진입하는 학생들의 진로에 대한 다양한 요구에 대응하고 있음

### ■ 대학원 입학전형 및 자격시험 강화

- 대학원 입학전형에서 학부 필수과목의 필기시험을 강화하였으며, 박사과정 합격후 3학기이내 3번 응시 기회를 부여하고, 전공 제1분야 과목(대수학 I, 미분기하학, 대수적 위상수학 I, 실변수함수론, 복소함수론), 전공 제2분야 과목(대수학 II, 대수적 위상수학 II, 확률론, 고급통계학, 수치해석학) 중 반드시 전공 제1분야 2과목을 포함한 총 3과목에 대하여 자격시험을 실시하였고, 기한내에 3과목에 모두 합격하지 못할 경우 제적함

### ■ 대학원생의 생활 처우 보장

- Stipend 제도를 통하여 2021년까지 석사과정 최소 70만원, 박사과정 최소 100만원 이상의 생활비를, 2022년부터 석사과정 최소 80만원, 박사과정 최소 110만원의 생활비를 보장하도록 규정하고 있으며, 학업 Stipend의 성격상 지속성이 가장 중요하다고 판단되어 학생들의 안정적인 인건비 보장을 위하여 학과 내 학생 인건비 폴링제 시행함

### ■ 학생 논문 연구비 지원

- 학위논문 연구비의 지원으로 학생들의 연구 결과 출판, 학술행사 참가 등을 지원하고 있다. 2022년 기준으로 석사 972,000원/년, 박사 1,142,000원/년을 지원하였고 앞으로 지원할 예정임

### ■ 우수한 연구 성과를 내는 대학원생에게 혜택 제공

- 대학원생의 연구 수월성을 고취하기 위하여 우수한 연구 성과를 내는 대학원생들에게 다양한 연수, 방문 연구, 학회참가 기회를 제공하였음. 구체적인 실적은 연구역량 부분에 기술함.

### ■ 국제 연구 교류 및 인적 교류 기회 제공

- 덴마크의 DTU와 복수학위제를 시행하고 있으며, 해외 연구소인 미국 IMA, ICERM에 참여 기관으로 등록되어 연구소의 학술 프로그램에 대학원생들이 참여할 수 있음
- 프랑스의 연구소 INRIA 및 영국 에든버러 대학, 헤리엇-와트 대학과 MOU를 맺어 공동 워크숍 개최, 대학원생의 장기 방문 연구 등을 지속적으로 지원할 예정임
- 아시아권의 최상위 연구 대학인 싱가포르 국립대학, 홍콩 과기대, 푸단 대학과는 매년 공동학회 개최할 계획을 세웠으나 코로나 상황으로 계획을 연기하였으며, 2023년 4월 공동학회가 계획대로 시행될 예정임

#### ■ 국내외 학생 유치 활동

- 학사과정 학생 중 학업능력이 우수한 학생에게 대학원 개설교과목을 수강할 수 있도록 하고, 석사과정 진학 시 학사과정에서 취득한 대학원 교과목을 인정하여 우수 학생을 우대하고 있음
- 해외 우수학생 유치를 위하여 2022년 7월25일 ~ 8월4일 KAI-X 여름학교 프로그램을 통하여 동남아 우수 학생들을 초청하였으며 앞으로도 여름학교 프로그램을 지속적으로 운영하여 우수학생 유치를 위하여 노력할 계획임. 향후에는 KAI-X 여름학교 참가자를 국내 우수학생으로 범위를 넓혀 운영할 계획임
- 우수 대학원생 유치를 위하여 대학원 입시 설명회를 개최하여 KAIST 수리과학과에 대한 관심을 높이고 우수 학생들이 지원할 수 있도록 노력하였음



## 2.3 참여대학원생 취(창)업 현황

### ① 취(창)업률

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

(단위: 명, %)

구 분		졸업 및 취(창)업현황							취(창)업률 (D/C)×100				
		졸업자(A)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=A-B)	취(창)업자 (D)						
			진학자		입대자								
			국내	국외									
2021년 2월 졸업자	석사	3	1	0	0								
	박사	0			0								
2021년 8월 졸업자	석사	4	3	0	0								
	박사	6			0								
2022년 2월 졸업자	석사	1	0	0	0	0	0	80					
	박사	4			0	4	4						
2022년 8월 졸업자	석사	5	2	0	0	3	3	92					
	박사	10			0	10	9						
2023년 2월 졸업자	석사	7											
	박사	6											

## ② 참여대학원생 취(창)업의 질적 우수성 (평가 대상 기간)

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

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (석사/박사)	학위취득 시 학과(부)명	현 직장(직위)		
	대표 취(창)업 사례의 우수성						
1	양	2021. 8	박사	수리과학과	삼성전자		
	졸업생은 삼성전자 메모리 사업부 품질관리 부서에서 낸드 플래쉬 메모리(비휘발성 메모리) 제품의 개발부터 양산 단계까지 발생하는 모든 불량 분석을 담당하여 품질을 평가하는 업무를 맡을 예정이다. 삼성 전자 메모리 사업부에서 품질 관리 부서는 회사의 손익을 좌우하고 책임지는 핵심부서이며, 양대원 학생은 대학원과정에서 전공한 베이지안 통계방법론에 기반한 품질관리 기술을 개발하고, 이를 활용해 불량률 예측의 정확도를 높이는 신기술을 개발하는 업무를 하게된다.						
2	김	2021. 2	석사	수리과학과	세메스		
	김승렬 학생은 석사과정에서 인공지능망을 이용하여 반도체 영상의 결함을 찾는 연구를 수행하였다. 세메스는 반도체/디스플레이 핵심장비를 생산하는 국내 최대규모의 장비업체로서 김승렬 학생의 반도체와 관련된 기계학습 구현 능력을 높이 평가하여 채용을 하였다.						
3	성	2022. 8	박사	수리과학과	막스 플랑크 연구소 박사후 연구원, 코넬 대학교 H.C. Wang 조교수		
	성기훈 박사졸업생은 막스 플랑크 연구소와 코넬 대학교에서 확률 미분 방정식과 불변 측도 등을 연구할 예정이다. 막스 플랑크 연구소와 코넬 대학교는 편미분 방정식과 확률론 연구의 핵심기관이며, 성기훈 학생은 대학원 과정에서 전공한 편미분 방정식과 확률론에 기반한 연구를 수행하고, 수업을 진행할 예정이다.						
4	최	2022. 8	박사	수리과학과	루이지애나주립대 박사후연구원		
	최두성 박사졸업생은 루이지애나주립대학교 수학과에서 박사후연구원으로 일하게 될 예정이다. 편미분방정식, 스펙트럴이론, 복합물질, 역문제 등에 관한 주제로 응용수학분야의 연구를 하게 된다. 또한 학과에서의 기초과목 혹은 연구분야의 대학원과목도 강의할 예정이다.						
5	진	2022. 2	박사	수리학과	빙엄턴 대학교 Robert Riley 방문 조교수		
	진우영 박사졸업생은 뉴욕 주립대 (SUNY) 중 하나인 빙엄턴 대학교 (Binghamton University)에서 박사후 과정을 밟게 된다. 정식 직함은 Robert Riley 방문 조교수로, 일반 교수들과 같이 한 해에 세 과목의 강의를 담당하게 된다는 특징이 있다. 빙엄턴 대학교는 뉴욕 주립대 시스템 내에서 학부 교육이 가장 우수하다고 평가받고 있다. 진우영 학생은 강의 외에도 기존의 확률론 연구를 이어나가며 현지 학자들과 교류할 예정이다.						
평가 대상 기간(2020.9.1.-2023.2.28.) 내 졸업한 참여대학원생 수				석사	20	제출요구량	5
				박사	26		

### 3. 대학원생 연구역량

#### 3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성

##### ① 참여대학원생 대표연구업적물의 우수성

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

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여 대학원생 성명	세부전공 분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
1	석박사통합		생물수학	저널논문	①
					② Wake-sleep cycles are severely disrupted by diseases affecting cytoplasmic homeostasis
					③ Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America
					④ 117(45), 28402
					⑤
					⑥ 2020년 11월
					⑦ 10.1073/pnas.2003524117
우리 몸에 생체시계 인간이 24시간 주기에 맞춰 살아갈 수 있도록 행동과 생리 작용을 조절하는 역할을 한다. 생체시계는 PER 단백질이 매일 일정한 시간에 세포핵 안으로 들어가 PER 유전자의 전사를 억제하는 음성피드백 루프를 통해 24시간 주기의 리듬을 유지한다. 하지만 세포 내 환경은 다양한 물질이 존재하기 때문에 수천 개의 PER 단백질이 일정한 시간에 핵 안으로 들어가는 것은 오랜시간 생체시계 분야의 수수께끼로 남아있었다. 이 연구에서는 생체시계를 모사하는 시공간적 확률론적 모델을 개발해서 PER 단백질이 세포의 핵 주변에서 응축된 뒤 한꺼번에 인산화되는 것이 안정적인 일주기리듬을 만들어내는 기작임을 밝혀냈다. 또한 이를 입증하는 생물학 실험과 함께, 비만과 치매가 생체시계의 기능을 방해하는 원리도 제안했다.					
2	석박통합		이산수학/ 알고리 즘	저널논문	①
					② BOUNDS FOR THE TWIN-WIDTH OF GRAPHS
					③ SIAM JOURNAL ON DISCRETE MATHEMATICS
					④ 36(3) 2352-2366
					⑤
					⑥ 2022
					⑦ 10.1137/21M1452834
Bonnet et al. [J. ACM, 69 (2022), 3] introduced the twin-width of a graph. We show that the twin-width of an $n$ -vertex graph is less than $(n+\sqrt{n \ln n}+\sqrt{n+2\ln n})/2$ , and the twin-width of an $m$ -edge graph for a positive $m$ is less than $\sqrt{3m}+m^{\{1/4\}}/\sqrt{\ln m} \cdot \sqrt{(4 \cdot 3^{\{1/4\}})+3m^{\{1/4\}}}/2$ . Conference graphs of order $n$ (when such graphs exist) have twin-width at least $(n-1)/2$ , and we show that Paley graphs achieve this lower bound. We also show that the twin-width of the Erdős--Rényi random graph $G(n,p)$ with $1/n \leq p \leq 1/2$ is larger than $2p(1-p)n - (2/\sqrt{2}+\epsilon) / \sqrt{p(1-p)n \ln n}$ asymptotically almost surely for any positive $\epsilon$ . Last, we calculate the twin-width of random graphs $G(n,p)$ with $p \leq c/n$ for a constant $c < 1$ , determining the thresholds at which the twin-width jumps from 0 to 1 and from 1 to 2					

3	석박통합		수치해석	저널논문	①
					② Shape prior metal artefact reduction algorithm for industrial 3D cone beam CT
					③ NONDESTRUCTIVE TESTING AND EVALUATION
					④ 36(2), 176-194
					⑤
					⑥ 2021. 03
					⑦ 10.1080/10589759.2019.1709457
					Metal artefact reduction has become a challenging issue for practical X-ray CT applications since metal artefacts severely cause contrast degradation and the misinterpretation of information about the property and structure of a scanned object. In this paper, we propose a methodology to reduce metal artefacts in a three-dimensional industrial cone beam CT system. We develop a registration technique managing the three dimensional data in order to find accurate segmentation regions needed for the proposed algorithm. Through various simulations and experiments, we verify that the proposed algorithm reduces metal artefacts successfully.
4	박사		기하위상 수학	저널논문	①
					② Automorphism and outer automorphism groups of right-angled Artin groups are not relatively hyperbolic
					③ Bulletin of the Australian Mathematical Society
					④ 106권(1호), 102-112 페이지
					⑤
					⑥ 2022년 8월
					⑦ <a href="https://doi.org/10.1017/S0004972721001258">https://doi.org/10.1017/S0004972721001258</a>
					Right-angled Artin group $A_F$ 는 기하군론 연구에서 자주 등장하는 군의 종류로 free group $\mathbb{F}_n$ 과 free abelian group $\mathbb{Z}^n$ 을 일반화한 형태이다. Right-angled Artin group의 automorphism group과 outer automorphism group은 $GL_n(\mathbb{Z})$ 와 $Aut(\mathbb{F}_n)$ , 그리고 $Out(\mathbb{F}_n)$ 을 아우름으로써 하나의 일반적인 기하학적, 대수적 시각을 제공한다. 이에 따라 $GL_n(\mathbb{Z})$ 와 $Aut(\mathbb{F}_n)$ , 또는 $Out(\mathbb{F}_n)$ 이 공유하는 군의 성질들을 통해 $Aut(A_F)$ 와 $Out(A_F)$ 로의 적용 여부는 하나의 자연스러운 질문으로 꼽히며, 이들의 상대쌍곡구조를 분류함으로써 군의 기하학적 성질을 밝히는데 기여하였다.
5	석박사통합		기하위상 수학	저널논문	①
					② On Translation Lengths of Anosov Maps on Curve Graph of Torus
					③ Geometriae Dedicata
					④ v.214, pp.399 - 426
					⑤ 1
					⑥ 2021-09
					⑦ 10.1007/s10711-021-00622-1
					토러스의 경우에서 곡선 그래프의 이동거리를 정확히 구해내는 것을 최초로 해냄

6	박사		수론	저널논문	①
					② A classification of the automorphism groups of polarized abelian threefolds over finite fields
					③ Finite Fields and Their Applications
					④ Volume 83, Paper No. 102082.
					⑤
					⑥ October 2022
					⑦ 10.1016/j.ffa.2022.102082
					본 연구에서는, 유한체 위에서 정의된 극화 아벨 3-다양체의 가능한 유한 극대 자기동형군들을 분류했다. 이전에는, 유한체 위에서 정의된 극화 아벨 표면의 가능한 유한 극대 자기동형군들과 유한체 위에서 정의된 홀수인 소수 차원의 단순 극화 아벨 다양체의 가능한 유한 자기동형군들이 분류되어 있었다. 이 연구는 이전 연구들의 연장선에 있다. 더 높은 차원의 단순하지 않은 아벨 다양체를 다뤄야 해, 아벨 다양체가 어떻게 분해되는지에 따라 많은 경우가 생겨났고, 이는 이전 연구와는 구분되는 난점이었다. 이로부터, 체뿐만 아니라 다양한 나눗셈 대수 위에서 정의된 행렬군들을 다뤄야 하는 어려운 점도 생겨났다. 이전 연구들이 본 연구에 기초적인 자료를 제공하였듯, 본 연구는, 유한체 위에서 정의된 더 높은 차원의 극화 아벨 다양체의 가능한 유한 극대 자기동형군들을 분류하는 연구에 출발점이 될 수 있을 것이다.
7	석박사통합		편미분방정식	저널논문	①
					② Terrace solutions for non-lipschitz multistable nonlinearities
					③ SIAM J. MATH. ANAL.
					④ Vol. 54, No. 4, pp. 4785--4805
					⑤
					⑥ 2022년8월15일
					⑦ 10.1137/21M1445430
					반응-확산 방정식의 진행파 솔루션은 Lipschitz 연속 단안정 및 쌍안정 반응 함수에 대해 잘 연구되었다. 이러한 특수 솔루션은 수리 생물학, 특히 생태계 침범 연구에서 핵심적인 역할을 한다. 그러나 2개 이상의 안정된 정상 상태가 있는 경우 침입 현상이 더 복잡해지고 중간 단계가 포함될 수 있으므로 단일이 아니라 속도가 정렬된 진행파의 집합을 고려하게 된다. 이 논문에서 반응 함수가 안정된 정상 상태에서 불연속적이라면 그러한 진행파 집합이 존재하고 심지어 테라스 솔루션이라고 하는 특별한 솔루션을 제공한다는 것을 보여준다. 보다 정확하게는 테라스 솔루션의 존재와 고유성을 모두 다룬다.
8	석박사통합		확률해석학	저널논문	
					② Extremal eigenvalues of sample covariance matrices with general population
					③ Bernoulli
					④ 27(4), 2740-2765
					⑤
					⑥ 2021/11
					⑦ 10.3150/21-BEJ1329
					표본의 수와 차원이 비슷한 크기인 경우 표본 공분산 행렬의 가장 큰 고유치의 분포에 관한 연구 결과이다. 모 공분산 행렬의 고유치 분포가 스펙트럼의 경계 부근에서 빠르게 감소할 때, 표본의 수와 차원의 비에 따라 표본 공분산 행렬의 고유치 분포가 정규분포에서 Weibull 분포로 변하는 상전이 현상을 증명했다. 본 연구 결과는 생물학이나 기계학습 이론에서 나타나는 신호와 잡음이 섞인 행렬 형태의 자료의 분석에서 활용되고 있다.

9	박사		수리계획 법/최 적화이 론	저널논문	①
					② A formal construction of a divergence-free basis in the nonconforming virtual element method for the Stokes problem
					③ Numerical Algorithms
					④ 91, 449-471
					⑤
					⑥ 2022
					⑦ 10.1007/s11075-022-01269-z
2019년에 제안된 Stokes 문제의 비일치 가상 요소법에서 임의의 차수에 대한 점별 발산이 없는 기저의 구성을 개발하였다. 이를 통해 혼합 시스템에서 압력 변수를 제거하고 대칭 양-정부호 시스템을 얻을 수 있었다. IF: 2.370					
10	석박사통합		기하위상 수학	저널 논문	①
					② Topological entropy of pseudo-Anosov maps on punctured surfaces vs. homology of mapping tori
					③ Glasnik Matematicki
					④ Vol.57(77)(2022), 289-310
					⑤
					2022.12
					10.3336/gm.57.2.09
위 논문에서는 Agol, Leininger, Margalit의 논문 “pseudo-Anosov stretch factors and homology of mapping tori” 내용을 punctured surface에 대한 내용으로 일반화하려는 시도에서 시작되어, 주어진 pseudo-Anosov 사상의 stretch factor 또는 위상적 엔트로피가 해당 곡면의 위상적 복잡도와 어떤 관계가 있는지를 부분적으로 규명하였다.					
11	석박사통합		조합수학	저널논문	①
					② On 1-subdivisions of transitive tournaments
					③ Electronic journal of combinatorics
					④ 29(1)권 #P1.51
					⑤
					⑥ 2022년
					⑦ 10.37236/10788
그래프의 Ramsey number에 관한 연구는 어렵기로 유명하다. 그와 연관된 문제로 oriented Ramsey number가 있는데, 특정 digraph H의 oriented Ramsey number는 임의의 n개의 정점을 가지는 transitive tournament에서 무조건 H를 subgraph로 찾을 수 있는 최소의 n값으로 정의된다. 이 논문에서는 k개의 정점을 가지는 transitive tournament의 각 간선을 한번씩 subdivide하여 얻어진 그래프의 oriented Ramsey number가 $O(k^2 \log \log(k))$ 임을 증명했다. 이는 Girao, Popelarz, Snyder가 추측한 바에서 $\log \log(k)$ 항 만큼 떨어진 결과를 증명한 것이다.					

12	박사		편미분방정식	저널논문	①
					② Well-Posedness and Ill-Posedness for the Fourth order cubic nonlinear Schrödinger equation in negative Sobolev spaces
					③ Journal of Mathematical Analysis and Applications
					④ 권(호), 페이지: Volume 504, Issue 1, 41pp
					⑤
					⑥ 2021년 12월 1일
					⑦ doi.org/10.1016/j.jmaa.2021.125342
슈뢰딩거 방정식의 해의 존재성과 유일성에 대한 연구					
13	석박사통합		생물통계	저널논문	①
					② Non-parametric Bayesian covariate-dependent multivariate functional clustering: An application to time-series data for multiple air pollutants
					③ JOURNAL OF THE ROYAL STATISTICAL SOCIETY SERIES C-APPLIED STATISTICS
					④ 71(5), 1521-1542
					⑤ 0
					⑥ 2022
					⑦ 10.1111/rssc.12589
다중 환경오염물질의 공간적 분포를 효율적으로 파악하기 위해서 군집분석이 많이 사용되는데, 기존의 군집분석은 다중 오염물질들의 단순평균 농도를 기반으로 한다. 이러한 방식은 환경오염물질의 계절성을 무시하며, 환경오염물질의 공간적 상관관계와 지역적 특징을 군집분석에 반영하지 못하고, 공간적 분포가 장기간에 걸쳐 어떻게 변화하는지를 알려주지 못한다. 본 연구에서는 이러한 한계점들을 극복하는 공변량 기반 다변량 함수적 자료 군집분석을 위한 비모수 베이지안 잠재요인 모델을 개발하였고, 모의실험을 통해 기존 방법 대비 우수한 성능을 검증하였으며, 이 모델을 통해 캐나다의 25개 도시에서 수집된 일별 오존, 이산화질소, 초미세먼지 농도의 시계열 자료를 분석하였다. 본 연구는 응용통계 분야 우수 학술지인 journal of the royal statistical society - series C (SCIE, IF=1.864) 에 게재하였다.					
14	석박통합		이산수학/ 알고리즘	저널논문	①
					② Characterizing matroids whose bases form graphic delta-matroids
					③ EUROPEAN JOURNAL OF COMBINATORICS
					④ 101
					⑤
					⑥ 2022. 03
					⑦ 10.1016/j.ejc.2021.103476
We introduce delta-graphic matroids, which are matroids whose bases form graphic delta-matroids. The class of delta-graphic matroids contains graphic matroids as well as cographic matroids and is a proper subclass of the class of regular matroids. We give a structural characterization of the class of delta-graphic matroids. We also show that every forbidden minor for the class of delta-graphic matroids has at most 48 elements.					

15	석박사통합		수치해석	저널논문	①
					② Two-level group convolution
					③ Neural Networks
					④ 154, 323-332
					⑤ 0
					⑥ 2022.10.
					⑦ 10.1016/j.neunet.2022.07.024
이 논문은 수치해석의 영역분할법에 착안하여 컨볼루션 신경망에서 채널 그룹 수의 증가에 대해 강인하고 다중 GPU 병렬 연산에 적합한 "2단계" 그룹 컨볼루션이라는 새로운 컨볼루션 방법론을 제안하여 학습시간을 획기적으로 줄인 논문이다. SCI IF: 9.675					
16	석박통합		수론	저널논문	①
					② Density of modular forms with transcendental zeros
					③ JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS
					④ 500(2)
					⑤
					⑥ 2020. 08
					⑦ 10.1016/j.jmaa.2021.125141
For an even positive integer $k$ , let $M_{k,Z}(SL_2(Z))$ be the set of modular forms of weight $k$ on $SL_2(Z)$ with integral Fourier coefficients. Let $M_{k,Z}^{tr}(SL_2(Z))$ be the subset of $M_{k,Z}(SL_2(Z))$ consisting of modular forms with only transcendental zeros on the upper half plane $H$ except all elliptic points of $SL_2(Z)$ . For a modular form $f(z)=\sum_{n=0}^{\infty}a_f(n)e^{2\pi inz}$ of weight $k(f)$ , let $\omega(f):=\sum_{n=0}^{\infty}rk(f) a_f(n) $ , where $rk(f)=\dim_{\mathbb{C}}M_k(f),Z(SL_2(Z))\otimes\mathbb{C}-1$ . In this paper, we prove that if $k=12$ or $k\geq 16$ , then $[Formula presented]$ as $X\rightarrow\infty$ , where $\alpha_k$ denotes the sum of the volumes of certain polytopes. Moreover, if we let $MZ=\bigcup_{k=0}^{\infty}M_{k,Z}(SL_2(Z))$ (resp. $M_{\{Z\}}^{tr}=\bigcup_{k=0}^{\infty}M_{k,Z}^{tr}(SL_2(Z))$ ) and $\phi$ is a monotone increasing function on $\mathbb{R}^+$ such that $\phi(x+1)-\phi(x)\geq Cx^2$ for some positive number $C$ , then we prove $[Formula presented]$					
17	석박사통합		수론	저널 논문	①
					② The finiteness of derivation-invariant prime ideals and the algebraic independence of the Eisenstein series
					③ The Ramanujan Journal
					④ 56, 865-889
					⑤
					⑥ 02/2021
					⑦ <a href="https://doi.org/10.1007/s11139-021-00404-z">https://doi.org/10.1007/s11139-021-00404-z</a>
상기 연구업적은 1996년 Nesterenko가 발표한 아이젠슈타인 급수와 지수함수의 값들의 대수적 독립성에 관한 결과를 임의의 산술 헤케 삼각군으로 확장한 내용을 담고 있다. 구체적으로, Nesterenko의 결과는 특수한 하나의 산술 헤케 삼각군에 대한 세 가지 표준적인 아이젠슈타인 급수와 지수함수의 값들을 유리 수체 상에서 고려했을 때 항상 그 초월 차수가 3 이상임을 서술하는데, 상기 연구업적물은 이 내용을 임의의 산술 헤케 삼각군으로 일반화한 것이며, 이 결과는 준 모듈러 형식들의 공통 영점을 연구하는데 핵심적으로 응용될 수 있다.					



18	박사		확률해석 학	저널논문	①
					② Noise sensitivity for the top eigenvector of a sparse random matrix
					③ ELECTRONIC JOURNAL OF PROBABILITY
					④ 27, 1-50
					⑤
					⑥ 2022. 04
					⑦ 10.1214/22-EJP770
We investigate the noise sensitivity of the top eigenvector of a sparse random symmetric matrix. Let $v$ be the top eigenvector of an $N \times N$ sparse random symmetric matrix with an average of $d$ non-zero centered entries per row. We resample randomly chosen entries of the matrix and obtain another realization of the random matrix with top eigenvector $v^k$ . Building on recent results on sparse random matrices and a noise sensitivity analysis previously developed for Wigner matrices, we prove that, if $d \geq N^{2/9}$ , with high probability, when $k \ll N^{5/3}$ , the vectors $v$ and $v^k$ are almost collinear and, on the contrary, when $k \gg N^{5/3}$ , the vectors $v$ and $v^k$ are almost orthogonal. A similar result holds for the eigenvector associated to the second largest eigenvalue of the adjacency matrix of an Erdős-Rényi random graph with average degree $d \geq N^{2/9}$ .					
19	석박통합		편미분방 정식	저널논문	①
					② HETEROGENEOUS DISCRETE KINETIC MODEL AND ITS DIFFUSION LIMIT
					③ KINETIC AND RELATED MODELS
					④ 14(5), 749-765
					⑤
					⑥ 2021. 10
					⑦ 10.3934/krm.2021023
A revertible discrete velocity kinetic model is introduced when the environment is spatially heterogeneous. It is proved that the parabolic scale singular limit of the model exists and satisfies a new heterogeneous diffusion equation that depends on the diffusivity and the turning frequency together. An energy functional is introduced which takes into account spatial heterogeneity in the velocity field. The monotonicity of the energy functional is the key to obtain uniform estimates needed for the weak convergence proof. The Div-Curl lemma completes the strong convergence proof.					
20	박사		응용확률	저널논문	①
					② Path Loss Model Based on Machine Learning using Multi-Dimensional Gaussian Process Regression
					③ IEEE Access
					④ Vol. 10, pp. 115061-115073
					⑤
					⑥ 2022. 10.
					⑦ 10.1109/ACCESS.2022.3217912
본 연구는 고품질의 실내 무선통신환경을 제공하기 위하여 필수적인 실내 Path Loss 값의 정확한 예측을 위하여 측정된 데이터에 기반한 GPR 모델을 개발하여 기존 예측모델보다 성능이 우수함을 검증한 논문이다. 특히, 기존 Path Loss 모델의 한계를 극복하는 기계학습 기반 알고리즘으로 시간적, 공간적으로 다양한 경우에 실측데이터 기반 모델을 제시한 점에서 우수한 결과라고 할 수 있다.					

21	석박사통합		기하위상 수학	저널논문	①
					② A sequence of algebraic integer relation numbers which converges to 4
					③ Topology and its Applications
					④ 294호, 107665페이지
					⑤
					⑥ 2021년 5월
					⑦ 10.1016/j.topol.2021.107665
					복소수 $a$ 를 고정했을 때, 특정한 형태를 가진 2개의 행렬들로 생성되는 $SL(2, \mathbb{C})$ 의 부분군 $G_a$ 에 관한 연구는 Riley slice나 특정 knot group의 matrix representation 등 다른 기하학 분야와 밀접한 연관성을 가지고 있다. 특히 복소수 $a$ 가 주어졌을 때, $G_a$ 가 rank 2 자유군이 되는지 안되는지에 대한 연구는 1950년대부터 진행되었을 정도로 역사가 길지만 아직까지 일부 간단한 수 조작 답을 알지 못하고 있다. 대부분 직접 relation을 계산하면서 찾으나 저희 결과는 해당 부분군이 작용하는 그래프를 만들어 해당 부분군이 자유군인 것과 대응되는 그래프가 트리 그래프가 되는 것과 동치가 됨을 보였고, 그래프의 대칭성을 이용하여 group이 free group이 되지 않을 조건을 찾았다. 이를 이용하여 여태까지 알려지지 않은, $G_a$ 가 free group이 되지 않은 새로운 수들을 찾았으며 특히 이를 만족하면서 4로 수렴하는 특별한 수열을 찾는 데에도 성공하였다.
22	박사		응용확률	저널논문	①
					② Bayesian mixture of Gaussian processes for data association problem
					③ Pattern Recognition
					④ Vol. 127, Article 108592
					⑤
					⑥ 2022. 07.
					⑦ 10.1016/j.patcog.2022.108592
					본 연구에서는 여러 개의 소스로부터 발생되는 데이터를 동일한 개수의 Gaussian process를 이용하여 주어진 데이터를 각각의 소스에 분류하는 새로운 Expectation Maximization 알고리즘을 제시하였다. 기존 방식은 많은 개수의 model hyperparameter를 고려하여 업데이트하는 방식으로 인한 복잡도 증가 문제 때문에 데이터가 겹치는 부분에서 각각의 소스의 데이터 분류에 어려움이 많았지만, 새롭게 제안된 알고리즘은 model hyperparameter 업데이트를 E step과 M step으로 적절하게 분리하여 수행하고 이론적으로 분석함으로써 이러한 문제를 해결하였다. 본 연구 결과는 기계학습 분야 우수저널이면서 Electrical & Electronic Engineering 분야 impact factor 상위 10%에 해당하는 우수저널인 pattern recognition (IF: 8.518)에 발표되었다.
23	석박통합		이산수학/ 알고리즘	저널논문	①
					② Cooperative conditions for the existence of rainbow matchings
					③ ELECTRONIC JOURNAL OF COMBINATORICS
					④ 29(1), 1-16
					⑤
					⑥ 2022. 01
					⑦ 10.37236/9448
					The authors. Let $k > 1$ , and let $F$ be a family of $2n + k - 3$ non-empty sets of edges in a bipartite graph. If the union of every $k$ members of $F$ contains a matching of size $n$ , then there exists an $F$ -rainbow matching of size $n$ . Replacing $2n + k - 3$ by $2n + k - 2$ , the result is true also for $k = 1$ , and it can be proved (for all $k$ ) both topologically and by a relatively simple combinatorial argument. The main effort is in gaining the last 1, which makes the result sharp.

24	석박사통합		확률해석학	저널논문	①
					② Regularity Properties of Free Multiplicative Convolution on the Positive Line
					③ INTERNATIONAL MATHEMATICS RESEARCH NOTICES
					④ 2021(6), 4522-4563
					⑤ 1
					⑥ 2021/03
					⑦ 10.1093/imrn/rnaa152
					Free probability theory에서 나타나는 free multiplicative convolution의 성질에 관한 연구 결과이다. 양의 실수축에서 정의된 두 measure가 support의 끝부분에서 적당한 power law 형태의 decay를 가진다면 그 free multiplicative convolution은 support의 끝부분에서 square-root 형태의 decay를 가짐을 증명하였다. 본 연구 결과는 랜덤 행렬의 곱으로 나타나는 행렬의 고유치 분포를 이해하는 데에 중요하게 사용될 것으로 기대된다.
25	석박통합		확률과정론	저널논문	①
					② Deriving the central limit theorem from the de Moivre-Laplace theorem
					③ STATISTICS & PROBABILITY LETTERS
					④ 182
					⑤
					⑥ 2022. 03
					⑦ 10.1016/j.spl.2021.109293
					The de Moivre-Laplace theorem is a special case of the central limit theorem for Bernoulli random variables, and can be proved by direct computation. We deduce the central limit theorem for any random variable with finite variance from the de Moivre-Laplace theorem. Our proof does not use advanced notions such as characteristic functions, the Brownian motion, or stopping times.
26	석박사통합		편미분방정식	저널논문	①
					② Analytical shape recovery of a conductivity inclusion based on Faber polynomials
					③ MATHEMATISCHE ANNALEN
					④ 381, 1837-1867
					⑤ 1
					⑥ 2021
					⑦ 10.1007/s00208-020-02041-1
					(IF 1.334) 주어진 2차원 단순연결영역 및 유계인 내포의 전도도가 0 혹은 무한대에 가까울 경우 측정값으로 내포를 이미징하는 해석적인 방법을 연구했다. 매질과 내포 구조로 이루어진 복합물질에서 내포의 접촉면의 기하적 특성이 산란파나 퍼텐셜함수에 미치는 영향을 이해하는 것은 중요한 문제이다. 하지만, 기존에 보편적으로 이용된 일반편극텐서 개념을 통해서는 일반적인 모양의 이물질에 의한 산란파를 이해하기에 어려움이 있다. 본 연구에서는 이물질 모양에 따른 근접장 전개법과 일반편극텐서의 개념을 획기적으로 개선한 파버편극텐서라는 새로운 개념을 이용하여 임의의 균질한 전도도를 가진 내포에 적용가능한 모양 복원 알고리즘을 개발했다. 기존의 이미징 방법으로는 어려웠던 길이가 길거나 비대칭적인 내포를 복원하는 방법이라는 점에서 의미가 크다.

27	석박사통합		기하위상 수학	저널논문	①
					② Topological Entropy of Pseudo-Anosov Maps from a Typical Thurston's Construction
					③ International Mathematics Research Notices
					④ Voluem 2022, Issue 24, Page 19862-19904
					⑤
					⑥ 2022년 12월
					⑦ 10.1093/imrn/rnab167
Topological entropy of a typical mapping class arising from a random walk on the mapping class group에 대한 연구에서, mapping class의 translation length의 일반적인 경향성에 대한 연구를 한층 더 발전시킨 것으로, 특히 Thurston's construction으로부터 얻어지는 pseudo-Anosov에 대한 얘기를 강화했다.					
28	박사		편미분방정식	저널논문	①
					② ON THE FRAGMENTATION PHENOMENON IN THE POPULATION OPTIMIZATION PROBLEM
					③ Proceedings of the American Mathematical Society
					④ Volume 149, Number 12, Pages 5211-5221
					⑤
					⑥ 2021년 12월
					⑦ <a href="https://doi.org/10.1090/proc/15633">https://doi.org/10.1090/proc/15633</a>
Idriss Mazari와 Domenec Ruiz-Balet이 2021년에 logistic diffusive model에 대해 diffusion rate가 작으면 optimal control의 bounded variation norm이 커짐을 n-dimensional box에 대해 증명하였다. 이 결과를 임의의 n-dimensional domain에 대해 확장하였다. 피인용수: 4 (Google Scholar 기준)					
29	석박사통합	홍	편미분방정식	저널논문	① H
					② On the first Steklov-Dirichlet eigenvalue for eccentric annuli
					③ ANNALI DI MATEMATICA PURA ED APPLICATA
					④ 201(2), 769-799
					⑤
					⑥ 2022
					⑦ 10.1007/s10231-021-01137-y
(IF 0.986) 스테클로프 고유치 문제와 이를 포함하는 라플라스 작용소와 관련된 다양한 고유치 문제는 라플라스 작용소로 표현되는 편미분 방정식 문제들, 더 나아가서는 관련 물리현상의 이해를 목적으로 많은 연구가 되어온 주제이다. 본 연구에서는 특히 핵-껍질(core-shell) 형태의 영역에서 안쪽 경계면에 디리클레 조건을 준 스테클로프 고유치를 연구했다. 미분작용소 고유치 문제를 이해하는 보편적인 접근방법인 variational formulation과 편미분방정식론을 바탕으로 고유치가 거리 $t$ 에 대해서 미분가능하다는 사실을 증명했다. 또한 수치계산을 통해서 거리 $t$ 에 대한 첫 번째 고유치의 단소성을 보였다. 고유치의 상한과 하한 값을 해석적인 방법으로 계산했다.					

30	석박사통합		생물수학	저널논문	①
					② Derivation of stationary distributions of biochemical reaction networks via structure transformatio
					③ Communications Biology
					④ 4권 1페이지
					⑤
					⑥ 2021년 5월
					⑦ <a href="https://doi.org/10.1038/s42003-021-02117-x">https://doi.org/10.1038/s42003-021-02117-x</a>
<p>확률미분방정식을 이용한 모델은 분자들의 무작위적인 상호작용을 기술하기 위해서 널리 사용되어왔다. 하지만, 확률 모델의 차원이 커지고 time scale이 여러 크기에 걸쳐 존재하게 되면, 시뮬레이션이 불가능 할 정도로 계산량이 많아지고 수리 모델의 해석이 불가능하게 된다. 이로 인해 확률 모델의 차원을 낮추는 확률미분방정식 단순화 방법론은 수리생물학의 중요한 근본 문제이다. 이를 해결하기 위한 수십 년간의 연구에도 불구하고, 일반적인 확률미분방정식 단순화 방법론이 존재하지 않는다. 부분적으로, 기존의 연구에서 반응계가 complex balanced라는 특정한 구조일 때 확률 모델의 stationary distribution을 구하여 단순화 방법론에 기여할 수 있는 결과가 있는데, 이에 network translation이라는 아이디어를 적용하여 non-complex balanced인 반응계에서도 stationary distribution을 구할 수 있도록 확장하였다.</p>					
총 참여대학원생 수		석사	67	제출요구량	30
		박사	57		
		석박사통합	344		
		계	469		

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

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

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	석박사통합		포스터	①
				② Singular limit of a parabolic problem when the diffusion coefficient tends to zero on part of the domain
				③ ReaDiNet 2023: International conference on parabolic and stochastic models in mathematical biology
				④
				⑤ 2023년1월4일 (Orsay, France)
2	석박통합과 정		구두	① 김경로, 백형렬
				② Characterization of fuchsian groups as laminar groups & the structure theorem of hyperbolic 2-orbifolds
				③ The 16th East Asian Conference on Geometric Topology, Tokyo/online
				④
				⑤ 2021 년 1월 25~29일 (일본 도쿄 / Online)
3	석박사통합		구두	①
				② Spatiotemporal stochastic modeling reveals a hidden compensation mechanism for robust daily rhythms
				③ 2021 KSIAM 춘계 학술대회
				④
				⑤ 2021년 6월 (한국, 강릉)
4	석박사통합		구두	①
				② On Translation Lengths of Pseudo-Anosov Maps on the Curve Graph
				③ PK2 Topology Workshop
				④
				⑤ 2022년 1월 (부산, 대한민국)

5	박사		구두	①
				② Density of elliptic curves over number fields with prescribed torsion subgroups
				③ 2023 Annual Number Theory Workshop
				④
				⑤ January, 2023, Daejeon, South Korea, <a href="https://sites.google.com/view/2023koreanumbertheory">https://sites.google.com/view/2023koreanumbertheory</a>
6	박사		구두	① B
				② Riemann hypothesis for period polynomials attached to the derivatives of L-functions of cusp forms for $\Gamma_0(N)$
				③ 학술대회명: 2022년도 대한수학회 정기총회 및 IMU 승급 기념 국제학회
				④
				⑤ 2022년 10월 19일, 서울/온라인 대면 하이브리드 <a href="https://www.kms.or.kr/conference/2022_fall/">https://www.kms.or.kr/conference/2022_fall/</a>
7	석박사통합		구두	①
				② Kernel methods for radial transformed compositional data with many zeros
				③ ICML2022: 39th International conference on machine learning
				④ 1
				⑤ 2022년 7월 21일 (Baltimore, USA)
8	석박사통합		구두	①
				② Monodromy through bifurcation locus of the Mandelbrot set
				③ EACGT2023
				④
				⑤ 2023년 2월 (중국 / Online)
9	석박사통합		구두	①
				② On a rainbow extremal problem for color-critical graphs
				③ 2021 combinatorics workshop (조합론 학술대회)
				④
				⑤ 2021년 12월, 양평

10	박사		구두	①
				② Quasi-invariance of Gaussian measures under the flow of the cubic fourth order NLS in negative Sobolev spaces
				③ Dispersive Day 2022, The Maxwell Institute for Mathematical Sciences,
				④
				⑤ University of Edinburgh, 영국
11	석박사통합		구두	①
				② Universally valid reduction of oscillatory biochemical network with simple non-elementary propensities
				③ SIAM Conference on the Life Sciences 2022
				④
				⑤ 2022년 7월 (미국 피츠버그)
12	석박사통합		포스터	①
				② Temporal change in minimum mortality temperature under changing climate: a multi-country multi-community observational study from 1986-2015
				③ 33rd Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology
				④
				⑤ August, 2021. Virtual Conference
13	석박사통합		구두	①
				② Defect inspection in semiconductor images using histogram fitting and neural networks.
				③ Journal of the Korean Society for Industrial and Applied Mathematics
				④
				⑤ 2022.12. 10.12941/jksiam.2022.26.263
14	박사		포스터	①
				② Fast extra gradient methods for smooth structured nonconvex-nonconcave minimax problems
				③ Neural Information Processing Systems
				④
				⑤ 2021.11 온라인



15	석박사통합		구두	①
				② Substructured Graph Convolution for Non-overlapping Graph Decomposition
				③ 2022 KSIAM Annual Meeting
				④ 0
				⑤ 2022.11.24 제주
16	석박사통합		포스터	①
				② Mood Prediction for Bipolar Disorder Patient with Sleep Pattern Information
				③ 2022 KSIAM 추계 학술대회
				④
				⑤ 2022년 11월 26일 (한국, 제주)
17	석박사통합		구두	①
				② Crux, space constraints and subdivisions 발표할때는 다음의 제목으로 발표 함: Large clique subdivisions in graphs without small dense subgraphs
				③ 2021 combinatorics workshop (조합론 학술대회)
				④
				⑤ 2021년 12월, 양평
18	석박사통합		포스터	①
				② Improved Regret Bounds of Bilinear Bandits using Action Space Analysis
				③ International Conference on Machine Learning
				④
				⑤ virtual
19	석박사통합		구두	①
				② On the kernel of groups acting on its asymptotic cone
				③ PK2 Topology Workshop
				④ 1
				⑤ 2022년 1월 (부산, 대한민국)

20	석박사통합		포스터	①
				② Systematic modeling-driven experiments identify distinct molecular clockworks underlying hierarchically organized pacemaker neurons
				③ SRBR 2022 Biennial Conference
				④
				⑤ 20220514 (미국, 플로리다)
21	석박사통합		구두	①
				② Spatially coordinated collective phosphorylation filters spatiotemporal noises for precise circadian timekeeping
				③ International Conference on Systems Biology
				④
				⑤ 2022년 10월 (독일, 베를린)
22	석박사통합		포스터	①
				② Phase-separation patterns from chemotaxis model with signal-suppressing motility
				③ ReaDiNet 2023: International conference on parabolic and stochastic models in mathematical biology
				④
				⑤ 2023년1월5일 (Orsay, France)
23	석박사통합		구두	①
				② An extension of the Eshelby conjecture to general shaped domains
				③ KSIAM 2022 Spring Conference
				④
				⑤ 2022.05.28. IBS, Daejeon, Korea
24	석박사통합		포스터	①
				② Computation of membrane eigenvalues and their shape derivatives using conformal mapping
				③ KSIAM 2022 Spring Conference
				④ 1
				⑤ 2022.05.28. IBS, Daejeon, Korea

25	석박사통합		구두	①		
				② Increasing viral transmission paradoxically reduces severe COVID-19 during endemic transition		
				③ 2022 KSIAM 연례학술대회		
				④		
				⑤ 2022년 11월 (한국, 제주)		
26	박사		포스터	①		
				② Parameter Estimation and Optimal Control of an Age-dependent Model for COVID-19 in the Philippines		
				③ 2022 KSIAM 추계 학술대회		
				④ 1		
				⑤ 2022년 11월 26일 (한국, 제주)		
총 참여대학원생 수			석사	67	제출요구량	30
			박사	57		
			석박사통합	344		
			계	469		

#### ■ <표 2-5>에 기입된 대표실적의 우수성

강

“Fick’s law를 따르는 heterogeneous diffusion의 natural boundary condition을 찾고 수학적으로 증명하여 발표했고, 더 나아가 Fick’s law를 따르지 않는 경우도 후속 연구로 진행되고 있습니다. 이 연구 결과는, 다양한 heterogeneous diffusion model 중의 보다 더 좋은 model을 택하는 근거로 사용될 수 있습니다. 또한 bounded domain 에서의 diffusion 문제를 다룰 때 수학적인 방법과 실험적인 방법 모두에서 또 하나의 접근법을 제시합니다.”

김

본 논문에서는 서로 횡단하는 quite full 라미네이션 세 개를 동시에 보존하는 원의 위상동형사상으로 이루어진 군이 정확히 쌍곡 오비포드 군이 되고, 대부분의 경우에 역도 참이 됨을 밝혔다. 이 결과는 원 라미네이션을 이용해 쌍곡 오비포드 군이 원에 작용하는 방식을 특성화한 것으로 생각될 수 있다. 또 이 특성화 정리의 증명을 위해, 본 논문에서 최초로 유한하지 않은 오비포드를 포함한 분해(decomposition) 정리를 증명하였다.

김

생체시계가 정확하게 작동하기 위해서는 다양한 물질이 존재하는 복잡한 세포 환경에서 수 천 개에 이르는 PER단백질이 일정한 시간에 핵 안으로 들어가야 한다. 본 연구에서는 세포 내 분자의 움직임을 묘사하는 ‘시공간적 확률론적 모형’을 개발해 PER 단백질이 세포핵 주변에 충분히 응축되고 인산화되면서 핵 안으로 들어간다는 사실을 예측했다. 더 나아가 비만과 치매, 노화가 세포질 혼잡을 일으킴으로써 불면증 같은 불안정한 수면을 유발시키는 핵심 원인이라는 것을 규명했다.

김

저차원 기하위상수학 분야의 큰 흥미주제 중 하나인 곡선 그래프와 그 위에서의 이동거리에 대해 기존에 없던 새로운 근삿값을 제시함.

김

이전 연구에서는, 특별한 수체 위에서 정의된 타원 곡선들 중 대부분은 꼬임 군이 자명하다는 것과 유리수체 위에서 정의되고 꼬임 군이  $T$ 를 포함하는 타원 곡선들 중 대부분은 꼬임 군이 정확히  $T$ 라는 것이 알려져 있었다. 본 연구에서는, 19가지 종류의 꼬임 군에 대해, 일반적인 수체 위에서 정의되고 꼬임 군이  $T$ 를 포함하는 타원 곡선들 중 대부분은 꼬임 군이 정확히  $T$ 라는 것을 증명했다. 이는 이전의 두 결과를 모두 함의하는 일반화이다.

김

cuspidal form의 도함수의 period polynomial에 대한 리만 가설이 유한한 경우를 제외하고 항상 성립한다는 결과를 증명하여, 2022년도 10월에 있었던 대한수학회 국제학회 Special Session 중 Automorphic Forms and q-series 주제 세션에서 발표하였음.

박

구성비 데이터(compositional data)의 분석 방법론은 수십년간 널리 사용되던 방법론이 존재하나 최근 고차원 희소 데이터에의 적용에 문제가 있음이 자주 보고되고 있다. 이 연구는 해당 문제점이 발생하는 논리적인 이유를 명확히 설명하고, 대안으로 새로운 기하적인 접근 방식을 채택하여 커널 방법론을 적용할 것을 제시한다. 제시된 방법은 간단하지만 엄밀하며, 이 프레임워크를 바탕으로 고차원이며 희소한 구성비 데이터의 분석을 논리적인 비약 없이 진행할 수 있도록 기여한다.

백

복소동역학에서 쥘리아 집합이 칸토어 집합으로 나타나는 이차 다항식들에 대해 해당 다항식이 변화함에 따라 쥘리아 집합이 어떻게 변해가는지를 바탕으로 평면에서 칸토어 집합을 뺀 2차원 곡면의 사상류군을 생각할 수 있다. Blanchard, Devaney, Keen의 논문 “The dynamics of complex polynomials and automorphisms of the shift”을 확장하여 해당 이차다항식이 매개변수 공간에서 분기가 일어나는 특정한 점들을 지날 때 쥘리아 집합의 각 점을 수열에 대응하여 어떻게 변해가는지를 규명하였다. 이는 Atela의 논문 “Mandelbrot set and  $\sigma$ -automorphisms of quotients of the shift”의 결과를 확장한 것이고 나아가 무한타입의 곡면에 대한 사상류군의 부분군의 작용을 복소동역학의 이론으로 얻어낼 수 있음을 기대할 수 있다.

서

2004년 Keevash-Saks-Sudakov-Verstraëte는 기존의 Turán 문제를 더 일반화시키는 rainbow Turán problem을 고안했다. 여러개의 그래프가 있을때, 각 그래프에서 간선을 하나씩만 골라서 우리가 원하는

그래프 H를 찾으려면 여러개의 그래프의 간선 개수의 합이 얼마나 되어야 할까?

더 구체적으로 그들은  $r$ -critical 그래프 H에 대해서 위의 문제의 답을 추측했고, 그 답을 실현하는 그래프의 구조에 대한 구체적인 추측을 제기했다. 지난 십여년간 이 추측에 대한 진전은 전혀 없었는데, 이 결과에서 우리가 최초로 4-critical 그래프에 대한 추측을 증명하고, 대다수의  $r$ -critical graph에서 추측이 성립함을 보였다. 이 결과는 차후 그래프의 rainbow Turán number 에 대해 더 깊이 이해할 수 있는 디딤돌이 될 것이다.

성

dispersive 방정식 전문가들이 모이는 학회에서 박사학생으로서 1시간짜리 정규 강연을 초청받은 것으로 이례적으로 연구 결과의 우수성을 인정받은 사례입니다.

송

생화학 반응 시스템을 묘사하는 확률모형을 효율적으로 시뮬레이션 하기 위해서 미분방정식 모형에서 유도된 non-elementary reaction function 함수들이 경험적으로 널리 사용되어 왔다. 하지만 이러한 방법론의 유효성에 대해서는 명확히 밝혀지지 않았다. 본 연구에서는 다양한 시스템에서 사용되던 non-elementary reaction function의 유효조건을 처음으로 엄밀하게 유도했으며 유효하지 않은 조건에서 사용할 수 있는 대안을 개발했다. 더 나아가 이러한 방법론을 자동으로 적용할 수 있게 하는 computational package도 개발했다.

양

본 연구는 34개국 699개 지역에서 수집한 약 30년의 온도 및 사망 일별 시계열 자료를 분석하여, 인간의 기후변화 적응에 대한 중요한 지표인 최소사망온도의 시간적 변화와 지역적 이질성을 조사한 대규모 다중 모집단 연구로,

환경역학분야 최대 규모 학회인 33회 international society of environmental epidemiology (ISEE) annual meeting에서 포스터 발표를 하였으며,

현재 환경역학분야 상위 3% 학술지인 environmental health perspective (IF=9.031)에서 review중에 있다.

유

이 논문은 통계적 방법과 신경망을 결합하여 반도체 이미지의 결함을 자동으로 검사하는 방법을 제시한 것으로 외국 반도체 장비 업체가 공개하지 않는 결함 검사 기술을 확보한 논문이다.

이

머신러닝 최소최대화 문제의 해를 찾는 것이 느리고 어렵다는 것이 널리 알려져 있으며, 이를 해결하는 것은 매우 중요하다. 본 연구는 최소최대화 문제의 해를 찾기 위한 경사법 중 가장 널리 고려되는 추가 경사법을 확장하여, 처음으로 비볼록-비오목한 경우에서도 빠른 속도로 임계점을 찾을 수 있는 결과를 제시하였다. 이는 앞으로 머신러닝 최소최대화 문제의 효율적 해결 방안의 밑거름이 될 것이라 생각한다.

이

큰 그래프는 그래프 컨볼루션 네트워크를 훈련하는 데 많은 양의 메모리와 시간이 필요하다. 큰 그래프를 처리하기 위해 그래프 분해와 같은 방법이 수행되고 있는데 그래프 분해는 병렬 연산의 장점이 있지만, 인터페이스 부분에서 정보 손실이 발생한다. 본 발표에서는 그래프 분해로 손실된 인터페이스 부분을 강화하는 새로운 하위 구조 그래프 컨볼루션을 제안하였다. 이 방법은 다른 방법에 비해 하위 그래

프 수에 영향을 덜 받는다는 면에서 그래프 분해 방법에서 새로운 발전을 제시하였다.

## 입

기분 장애 환자의 기분 삽화 예측은 환자 치료에 매우 중요하다. 많은 기분 예측 모델들이 개발되었지만 환자 상태의 확률론적 변화를 고려하는 모델은 상대적으로 적다. 확률 모델을 사용하여 기분을 예측하는 방법을 제시하고 수면 데이터가 예측에 어떠한 도움을 주는 지 발표하였다.

## 입

특정한 그래프  $H$ 의 subdivision은  $H$ 와 같은 위상적 성질을 가진다. 그러기에 어떠한 그래프  $G$ 가  $H$ 의 subdivision을 가지는지 아닌지는, 그 그래프의 위상적 성질과 구조적 성질을 나타내어주는 중요한 지표이다.

Bollobás-Thomason과 Komlós-Szemerédi 는 그래프  $G$ 의 average degree가 얼마나 커야 완전그래프  $K_t$ 의 subdivision을 찾을 수 있는지 알아냈고, 그 이후로 다양한 연구진들이  $G$ 가 특정한 조건을 추가로 가질 때 이 결과가 어떻게 더 발전되는지 규명했다.

이 연구에서 우리는 그래프가 국소적으로 조밀하지 않게 되는 최대의 사이즈와 average degree를 이용해서  $G$ 에서 얼마나 큰 완전그래프 subdivision을 찾을 수 있는지 밝혔고, crux라는 새로운 개념을 이용해서 그동안 알려진 여러결과들을 하나의 공통적인 틀 내에서 설명하는 이론을 만들었다.

이는 그래프의 위상적 성질과 구조적 성질, 극단적 성질을 이어주는 결과로서, 그래프의 subdivision을 연구하는 알고리즘 이론에도 잠재적 영향력이 있을 것으로 기대된다.

## 장

Bilinear bandit 문제는 기계학습에서 두 개의 다른 input 공간이 존재하고 이 두 input에 의하여 output이 결정되는 상황에서 optimal 한 output을 효율적으로 찾아내고 optimal value를 계속하여 얻을 수 있도록 만드는 방법을 찾는 문제이다. 특히 추천 시스템과 같은 상황에서 유용한 문제인데 bilinear bandit은 이 문제를 단순화시켜서 우리가 찾아내야 하는 행렬이 존재하여 두 input이 양쪽에서 곱해져서 output이 결정되는 형태의 문제로 정의된다. 이 문제를 active learning과 비슷한 개념으로 매우 많은 응용 분야를 가진 중요한 문제이지만 아직 optimal regret이 얼마인지 그리고 어떤 방법으로 optimal 근처로 갈 수 있는지 알려진 것이 없는 open problem이었다. 본 연구에서는 두 input을 epsilon-net을 이용하여 이산화시킨 뒤 이를 바탕으로 최적의 input을 찾는 이산 문제로 변형하여 기존 방법보다 크게 개선된 regret을 이론적으로 보일 수 있었으며 이는 기존에 알려진 regret lower bound의 conjecture가 틀렸다는 것을 보인 의미있는 결과이다.

## 장

군이 주어졌을 때, 그 군은 그것의 점근 원뿔(asymptotic cone)에 작용을 준다. 이 발표에서는 그것의 핵이 특정한 부분군과 같다는 것을 보였다. 정확하게는 군이 쌍곡군(hyperbolic group)인 경우, 해당 핵이 대수적으로 정의된 두 부분군  $FC(G)$ 와  $U(G)$ 와 같다는 것을 보였다. 또한, 일반적인 경우 위의 부분군들이 서로 다른 예시를 제시하였다.

## 정

본 연구에서는 수리 모델을 개발하여 기존에 동일한 원리로 작동된다고 믿어져왔던 초파리의 생체시계가 사실은 그룹마다 다른 분자적 특성이 있음을 보였다. 나아가 이런 차이로 인해 마스터 뉴런이 강하면서도 유연한 리듬을 생성할 수 있음을 밝혔다. 이는 생체리듬에서 역설적으로 보이는 견고함과 유연

성을 동시에 가질 수 있는 원리를 규명했다는 점에서 의미가 크다.

#### 채

생체시계가 정확하게 작동하기 위해서는 매일 같은 시간에 PER 단백질이 핵에 도착해야 한다. 하지만 PER 단백질은 수 시간에 걸쳐 생성되고, 핵으로 움직이기 때문에 정확한 시간에 들어가기 어렵다. 이 연구에서는 인산화 스위치 모델을 이용해 이런 temporal noise하에서도 PER 단백질이 정확한 시간에 들어가는 이유를 설명했다.

#### 최

‘기존의 화학주화성(Chemotaxis) 모델에서 볼 수 없었던 패턴형성을 발견하고 그 패턴의 수학적 해석을 보여주는 연구입니다. 화학물질의 확산이 없어도 세포의 확산만으로도 패턴이 형성 할 수 있다는 수학적 사실을 제시할 수 있다라는 점에서 의미가 있습니다.’

#### • 최

예술비는 1961년 “외부에 평등한 벡터장이 있을 때 내부에서 역시 평등한 벡터장이 형성되는 내포는 타원 혹은 타원체밖에 없다” 라 예측, 이후 이와 관련된 연구가 활발히 진행되었다. 이 연구에서는 노이만-푸앙카레 작용소의 기하적 시리즈 표현법을 이용하여, 예술비 예측을 일반적인 모양의 영역으로 확장하였다. 고차원의 외부 벡터장이 있을 때에 내부에서 평등한 벡터장이 형성되는 내포의 기하적 형태를 수학적으로 엄밀히 완전하게 규명했다는 점에서 학문적 가치가 크다.

#### 홍

2차원 라플라시안 고유치에 대한 새로운 수치계산법을 개발했다. 충포텐셜 표현식과 기하적 복소함수이론을 바탕으로 한 행렬형식의 작용소에 대한 최적화 계산 방법이다. 이 방법을 사용하면 어떤 단순연결된 영역의 라플라시안 고유치를 영역의 등각사상의 계수만을 이용하여 계산할 수 있다. 또한, 행렬의 크기에 따른 수렴성을 Gohberg-Sigal 이론을 이용하여 엄밀하게 규명하였다. 기존의 방법과 다른 새로운 방법을 제시하였다는 점에서 가치가 크다.

#### 홍

생물학자, 의사와 협업하여 항체와 T 세포의 면역 반응을 묘사하는 독창적인 수리 모델을 세워 전염병이 토착화되는 과정에서 전염력, 백신 접종률 등이 중증 환자 수에 미치는 영향을 분석한 연구이다. 전염력이 늘어날수록 중증 환자수는 줄어든다는 역설적인 결과를 얻어내어, 전염병의 토착화 과정에서의 정책 결정에 도움을 줄 수 있는 연구이다.

#### Olive

An age-structured model for COVID-19 is developed to describe the disease transmission in Metro Manila, Philippines. Parameter estimation and optimal control theory were employed to determine the best vaccine allocation for each age group considering the policies imposed by the national government.

### ③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

〈표 2-6〉 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 등 실적

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	실적구분	특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용		
1	석박사통합과 정	김	특허	①		
				② Method and apparatus for metal artifact reduction in industrial 3-dimensional cone beam computed tomography		
				③ 미국		
				④ 11080900 B2		
				⑤ 2021.08.03		
총 참여대학원생 수			석사	67	제출요구량	30
			박사	57		
			석박사통합	344		
			계	469		

#### ■ 〈표 2-6〉에 기입된 특허의 우수성

김

산업체에서 생산되는 물체에 있어서 내부에 공기 방울과 같은 제조상의 결함이 있는 경우 3차원 CT를 이용하여 비파괴검사를 통한 결함 탐지를 함. 이때 결함 주위에 금속이 있으면 금속에 의한 인공음영이 생겨나서 결함을 찾을 수가 없는데 CAD 데이터의 도움을 얻어 CT 영상과 사이노그램을 교대적으로 사용하여 그 결함을 찾아 주는 방법에 대한 특허로서 산업적 활용가치가 매우 높은 특허임. 이 특허는 본 교육연구단의 비전과 목표인 국가 과학기술 및 산업계의 필요에 부응하는 인력 양성에 부합하는 실적으로 산업지능사회 발전을 위한 수학의 활용 확대를 위해 적극 활동한 결과임

### 3.2 대학원생 연구 수월성 증진 실적

KAIST 수리과학과는 연구중심 학과로서 대학원 과정의 최대 목표는 대학원생들의 연구역량 배양임. 따라서, 대학원 과정의 프로그램 구성 및 학과의 리소스들은 대학원생들에게 연구에 적합한 환경을 제공하고 연구 동기가 부여되도록 하는 데 집중하도록 계획하여 본 교육연구단을 운영하였음. 이번 사업기간동안 계획대비 대학원생 연구 수월성 증진 실적은 다음과 같음.

#### ■ 해외 공동연구 및 연수 기회 확대

본 교육연구단은 당초 계획대로 해외 유수의 대학 및 연구소와 다양한 종류의 연구 및 학생 교류 협약을 맺어 대학원생들에 국제교류의 기회를 제공하였음

- 영국 에딘버러 대학, 헤리엇-와트 대학, 일본 Osaka City 대학과 연구교류를 위한 MOU를 체결하였으며, 코로나 19 이후 적극적인 학생 방문 등 연구교류를 할 예정임. 현재 네덜란드 Delft University of Technology와 학생교류 프로그램을 위한 협약을 체결하기 위하여 노력하고 있음.
- 전산학부와 공동으로 프랑스 INRIA 연구소와 학생 교류 및 상호 연구 협력 증진을 위하여 MOU 체결 절차가 진행 중에 있고, 연구 협력강화를 위한 협의를 위하여 2022년 6월 INRIA Thomas 가 KAIST를 방문하여 협의를 진행하였음
- 미국 미네소타대학 소재 연구소 IMA와 브라운 대학의 연구소 ICERM의 기관회원으로 가입하여 카이스트 대학



원생들에게 국제수학 교류의 허브 역할을 하고 있는 세계 최고 수준의 연구소들이 운영하는 프로그램에 참여하는 기회를 제공하였고, 앞으로도 지속적으로 기관회원으로 참여할 계획을 갖고 있다.

- 중국 Fudan 대학, 싱가포르 국립대학, 홍콩과기대와 상호 연구협력 증진을 위하여 3개 대학 학과장들이 협의하여 매년 공동학회와 연구협력을 계획하였으나 코로나 19로 공동학회가 연기되었지만, 2023년부터 다시 시작하여 2023년 4월 공동학회를 홍콩에서 개최할 예정임

## ■ 해외석학 초빙 및 국제학술 대회 개최, 국제 학술행사 참가 지원

- 교육 프로그램의 국제화를 통해 대학원생들에게 국제 공동 연구의 기회를 제공하기 위하여 학과 내 SRC 연구소인 SAARC, 자연대 교류사업인 KAIX와 자연대 중점연구소를 통한 해외석학 초빙 및 국제학술대회 개최 등을 지원함. 이번 사업기간동안 코로나 19로 해외석학초빙은 하지 못하였지만, 국제학술대회 개최(KAI-X 국제 여름학교) 1회 등의 실적을 거둠
- 대학원생들은 최신 연구 동향을 잘 파악하고 더 나아가 국제 네트워크의 일원으로 참여하여 국제적인 연구자로 성장하는데 도움을 받을 수 있도록 소속 교수들이 구축하고 있는 다양한 국제 네트워크를 통하여 세계적으로 저명한 교수 및 연구원을 초청하여 고 있는 다양한 국제 네트워크를 통하여 세계적으로 저명한 교수 및 연구원을 초청하여 KAIX 석학 초청 강연 5회, 워크숍 1회를 이번 사업기간동안 개최함
- 다양한 해외연수 및 공동연구 기회를 마련하여 대학원생들이 국제저명학술지 및 국제 학술대회 논문 발표를 할 수 있도록 함. 이번 사업기간동안 BK 사업의 지원으로 대학원생들이 학술행사 참가 혹은 공동연구 목적으로 해외 출장을 간 횟수는 10건으로 이를 통하여 대학원생들이 본인의 연구 성과를 알리고, 최신 연구 동향을 파악하며 높은 수준의 국제 공동연구를 통하여 연구역량을 강화하였다. 앞으로 BK 사업의 지원과 참여교수들의 외부 연구비 지원으로 학생들의 국제 교류 기회를 더욱 확대하는 데 역점을 둘 계획임.

### <국제 공동연구 실적>

- Advances in Mathematics, vol. 401, 2022. (박진형, Niu, Wenbo 공동 연구), Trans. Amer. Math. Soc. 374 (2021), no. 6, 4449-4479(박 , Davis, W.; Ray, 공동연구) 등 총 29 건의 국제 공동연구를 통한 실적

### <외국대학 및 연구기관과의 연구교류 실적>

- 미국 Univ. of Utah 장기파견 (2020.03.01.~2021.02.01.). Elena 교수와 복합물질의 특성에 대한 공동연구(임 교수), Chunjing 교수 (상하이 교통대)와 Ben 교수 (다렌 공대)와 오일러-포아송 시스템의 부드러운 천음속 흐름에 대한 공동 연구(배 교수), Gui-G. 교수 (University of Oxford) KAIX 석학강연 시리즈 수학 강연자 초청(배 교수) 등 총 24건 이상의 공동 연구 및 연구 교류

## ■ 수월성 중심의 연구 문화 확산 및 장려

- 대학원 과정은 연구자의 진지한 연구 태도와 깊이가 결정되는 시기이므로 대학원 학생들이 수월성 있는 연구에 몰두할 수 있도록 학생들에게 주어질 수 있는 기회와 환경을 제공하는 것이 중요함. 이를 위해 질 높은 연구를 수행하는 대학원생에게 각종 혜택을 지원하고 있음
- 국제적 유명 학술지 논문을 게재하는 등 연구 성과가 우수한 대학원생에게 국제 학술회의 및 공동연구 참여에 우선권을 부여하여 대학원생들의 연구 의욕을 향상 시키고 있음. 또한 2019년부터는 박사학위 논문 연구실적에 우수한 결과를 내는 대학원 학생을 선정하여 우수 학위논문상을 수여하고 있음

## ■ 분야별 세미나 활발히 개최

- 각 분야별로 국내외 석학 및 우수 연구자, 산업계 전문가를 초청하여 세미나와 집중 강연을 개최하였다. 현재 학과 콜로퀴움, SAARC(확률이론 및 응용 연구센터) 세미나, IBS-KAIST 세미나, 대학원생 세미

나, ACM(Applied and Computational Mathematics) 세미나, 정수론 세미나, PDE 세미나 등 연구그룹별로 세미나가 운영되어 활발한 연구 활동을 반영하고 있음.

- 2022년 가을부터 AI와 수학 연구를 소개하고 활성화하기 위하여 ACM 세미나를 운영하여 AI 분야 최신 연구동향을 소개하고 있음.

#### ■ 산학연 협력 연구와 관련 교육 강화

- 본 사업기간동안 산업계의 주요 관심주제인 인공지능 분야 교육 강화를 위하여 노력하여, <수학과 인공지능 개론>, <기계학습 이론과 응용> 등의 교과목을 개설하여 산학연 협력 연구 강화를 위한 교육을 강화 하였음.
- 삼성전자(이 , 정 교수), (주)dsec(이 , 전 교수), ETRI(황 교수) 등 산업체와 연구소 과제를 수주하여 산업계에서 요구하는 문제를 해결하여 참여 대학원생들이 산업체 문제를 해결하는 경험과 능력을 갖추는 노력을 하였음.

#### ■ 최첨단의 연구주제와 결과를 소개하는 특론 과목 개설

- 매 학기 수학특론 과목을 개설하여 정규 커리큘럼에 없는 최신 연구 동향을 반영한 심화된 교과목을 제공하였음 본 사업기간동안 개설한 수학특론 과목은 아래와 같으며, 이를 통하여 최신 연구분야를 대학원생에게 소개하였음.
  - 수학특론<확률적 방법론> (2020년 가을)
  - 수학특론<Analytic Techniques in Algebraic Geometry> (2020년 가을)
  - 수학특론<압축성 오일러 방정식에 관한 해석적 방법론> (2021년 봄)
  - 수학과 인공지능개론 (황 , 2021년 가을)
  - 수학특강<수학의 역사:창의적 발상의 진화> (김 , 2021년 가을)
  - 수학특강<Topological method in Combinatorics> (H , 2021년 가을)
  - 수학특론<스펙트럼 그래프 이론> (김 , 2022년 봄)
  - 수학특론<군과 동역학(미분동형사상군 입문)>(김 , 2022년 봄)
  - 수학특론<선형대수군> (이 , 2022년 가을)
- 향후 관련 분야의 수요가 증가하면 정규과목화하여 대학원의 커리큘럼이 최신 연구 동향을 자연스럽게 반영하는 방향으로 진화해 나갈 수 있도록 할 예정임. 또한 수학특론 과목은 1~3학점으로 단기간에도 개설할 수 있도록 하여 학과를 방문하는 저명 수학자의 최신 연구 관련 강의를 학생들에 직접 전달하고 있음.

#### ■ 고등과학원과 교육 협력

- 고등과학원 수학부 소속 교수를 겸직교수로 활용하여 우리 학과에서 커버하지 못하는 다양한 분야의 연구 및 교육 기회를 제공함 현재 강 교수, 김 교수, 최 교수 3명의 고등과학원 수학부 교수가 겸직교수로 활동하며 다양한 수학특론 과목을 개설, 박사과정 논문지도 등 학생들의 교육과 연구에 실질적으로 도움이 되는 활동을 하고 있음
- 대학원생이 고등과학원의 겸직교수를 논문 지도교수로 선택할 수 있는 점은 학생들로 하여금 다양한 전공 선택의 기회와 학술적 배경을 제공하는 효과를 얻고 있음. 앞으로 대학원생들의 학문적 수요에 따라 고등과학원의 겸직교수는 앞으로 더 늘려나갈 예정임

#### ■ 융합연구와 교육

- 학과 내 연구실 간 공동연구 및 공학 등 타 분야 연구실과의 협력을 적극 권장하며, BK21 사업에 참여하는 타 대학 및 타 학과와 학문적 및 인적 교류를 장려하였음. 이를 통해 다른 분야의 전문가들과 원활히 소통할 수 있는 능력을 개발하도록 교육하였음

- 카이스트 타 학과 교수를 겸임교수로 임용하여 특화된 수학 분야의 교육에 활용하였음. 산업및시스템 공학과 김 교수를 겸임교수로 임용하여 금융수학 분야 교육을 강화하였고, 현재 전기및전자공학부 1명, 김 AI 대학원 교수 1명을 겸임교수로 임용하여 전자공학 및 머신러닝 분야의 교육을 강화하였음. 대학원 학생들은 겸임교수들을 논문 지도교수로 선택할 수 있도록 하여 다양한 전공 선택의 기회를 제공하였음

## 4. 신진연구인력 운용

### 4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

〈표 2-7〉 교육연구단 신진연구인력 현황

(단위: 명)

구분	신진연구인력 수		
	평가 대상 기간 내 총 인원 수	총 참여 개월 수	1인당 평균 참여 개월 수
박사후 과정생	4	52	13
계약교수	1	18	18
계	5	70	14

#### ① 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

##### ■ 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획 및 실적

- 신진연구인력 확보 및 지원 목표 대비 실적
  - 연간 5명의 신진연구인력(박사후과정 4명, 연구교수 1명)을 채용하고자 계획하였으며 본 사업기간 동안 채용한 BK21 연수연구원 및 연구교수는 아래와 같다.

소속	성명	참여기간	연구분야	박사학위	연구경력
BK 연수연구원	강	2021.1 ~ 2023.3	해석학	Paris-Sud University	Telecom Paris Comelec, 박사후연구원
	박	2021.3 ~ 2022.2	통계학	한국과학기술원	-
연구교수	Rostislav	2021.8 ~ 2023.8	대수기하학	Freie Universit " at Berlin, Institut f "ur Mathematik	-Max-Planck Institute for Mathematics Bonn, Postdoctoral fellow. -University of Alberta, Department of Mathematical and Statistical Sciences, PIMS Post Doctoral Fellow. -University of Ottawa, Department of Mathematics and Statistics, Fields Postdoctoral researcher.
BK 연수연구원	박	2022.7 ~ 2023.6	AI 및 계산수학	Texas A&M University	-Unviersity of Iowa, Dept of Math., 방문조교수 -해군사관학교, 수학교관
	최	2022.9 ~ 2023.8	확률편미분방정식	고려대학교	-

- 사업신청서의 총 사업비는 336,700,000원/년으로 신진연구인력인건비는 (포닥4명 + 연구교수1명) x 300만 x 12개월 = 180,000,000로 신청하였으나, 실배정 사업비 금액은 약 253,000,000만원/년으로 신청서 예산계획안 대비 83,700,000원/년 감액되어 사업운영을 고려하여 박사후과정 채용인원을 줄이게 됨. 현재 포닥 인건비는 기관부담금 포함 약 420만원/월이며 이에따라 매년 2명의 박사후과정, 1명의 연구교수를 채용하여 운영하게 되었음
- 신진연구인력에게는 2020년 9월부터 월 300만원(연수연구원), 월 500만원(연구교수)의 급여를 지급하였으나, 우수 신진연구인력 확보를 위하여 연수연구원의 기본급을 300만원에서 350만원으로 상향조정하고 (2022. 9월부터), 멘토 교수 개인연구비에서의 추가 지원을 적극 장려함
- 2인 1실의 연구실을 제공하고 개인 컴퓨터가 없는 연구원들에게 PC를 지급함
- 연구에 보다 집중할 수 있도록 행정의 간소화 및 우수한 행정 인력을 지원하였음
- 국내에서 개최되는 학회, 워크샵에 참석하는 신진연구인력을 지원하기 위해 임용기간 동안 연 2회까지는 출장경비를 사업단 경비에서 지원을 하였고, 연 2회를 초과하는 경우라도 예산이 허용하는 범위에서 지원함
- 멘토제를 운영하여, 각 신진연구인력이 한 명 이상의 사업단 참여 교수를 멘토로 삼아서 연구 활동에 도움을 얻을 수 있게 하였고, 멘토 교수가 참여하는 학회, 워크샵에 신진연구인력의 참여를 유도하여 국제적 연구활동을 장려하고, 우수 신진연구인력의 연구역량을 강화시킴
- 수리과학 분야에서 탁월한 성과를 보이고 있는 신진 연구자에게 지원하는 연구지원금인 미원상사 두명 펠로십 장학금을 확충해석 및 응용 연구센터의 서상미 박사와 BK21 연수연구원 박준서 박사 로 선정하여 지급함
- 우수 신진연구인력 확보를 위하여 적극적인 해외 구인 활동을 펼칠 계획에 맞추어 mathjobs.org 등 국제적 구인/구직 웹사이트를 활용하여 채용공고를 함
- 신진연구인력 확보를 위해 학과장, 대학원 주임교수 등으로 구성된 해외우수인력 유치단이 미국 동부와 중부, 서부를 방문하여 학과 소개를 하고 있었으나, 코로나 19로 본 사업기간동안 미국방문을 하지 못하였지만 앞으로 미국과 유럽 지역의 우수 대학 및 연구소를 방문하여 신진연구인력을 발굴할 계획임

#### ■ 우수 신진연구인력의 연구 활동 활성화 실적

- 우수 신진연구인력을 격려하기 위해 연구실적에 따라 인센티브를 차등하여 지급하며, 우수한 연구 성과를 거둔 신진연구인력에게는 자연대 중점연구소나 KAIX 등의 교내 연구비 지원 시 우선 고려하였으며, 본 사업기간동안 강 박사를 아래와 같이 지원하였음
- 강 , 기초과학 4.0 중점연구소 씨앗과제 연구비 수주  
과제명: 한정된 측정 상황에서 비반복적 영상화 알고리즘의 수학적 분석과 개선  
연구기간: 2021-03-01~2022-02-28  
연구비: 10,000,000원
- 학과 장학제도인 두명 펠로우십(900만원/학기)을 통하여 우수 신진연구자인 박준서 박사를 선정하여 지원함
- 국내외에서 개최되는 학회, 워크샵에 참석하는 신진연구인력을 지원하기 위해 임용기간 동안 연 2회까지(국외 1회 포함)는 출장경비를 사업단 경비에서 지원을 하며, 연 2회를 초과하는 경우라도 예산이 허용하는 범위에서 지원하고 있음
- 신진연구인력은 참여교수의 개인 연구에 종속되기 보다는 참여하는 그룹 내 공동연구와 그룹 내 참여 교수들의 자문을 받아 중요하고 핵심적인 문제에 도전하는 연구를 권장하고 이를 평가에 반영하고 있으며, 그룹 내 공동연구를 수행할 때 신진연구인력이 그 중심이 되도록 연구를 수행하도록 함
- 신진연구인력의 소개 및 신진연구인력이 도출한 연구성과를 적극적으로 홍보하여 국내 및 국제적 네트워크를 구축할 수 있도록 적극 지원하고 있음

- 필요한 경우 영어논문의 작성과 교정 서비스를 지원하여, 신진연구인력이 도출한 연구결과를 잘 발표할 수 있도록 함

#### ■ 연계활동 및 인적 네트워크 구성 실적

- 멘토제를 운영하여, 각 신진연구인력이 한 명 이상의 사업단 참여 교수를 멘토로 삼아서 연구 활동에 도움을 얻을 수 있게 함. 아울러, 멘토 교수가 참여하는 학회, 워크샵에 신진연구인력의 참여를 유도하여 국제적 연구 활동을 장려하는 한편, 우수 신진연구인력의 연구역량을 강화시킴
- 학과 세미나 및 콜로퀴움을 정기적으로 개최하고 지원하였으며, 신진연구인력의 우수한 연구 성과를 사업단 내에 알리고 신진연구인력 사이의 학문적 교류를 촉진시킴
- KAIST 수리과학과에서 신진연구인력으로 활동한 인력들 사이의 인적 네트워크를 구성하여 인적/학문적 교류를 활성화 시키고, 향후 학계 진출을 도와고 있음

#### ■ 대학원 차원의 혁신지표와 연계 실적

- 본 교육연구단이 소속되어 있는 KAIST 수리과학과는 MIT, Caltech, ETH Zurich 등 KAIST와 성격이 유사한 세계 유명대학을 벤치마킹하여 대학원 교육과 연구를 수행하고자 하며 향후 QS 랭킹 상위 40위 이내의 대학원을 목표를 계획하였으며, 2022년 QS 랭킹에서 세계 대학 순위 42위, 국내 1위를 조기 달성함
- 대학의 중장기 발전계획인 KAIST VISION 2030에 따른 교육과 연구 혁신을 통하여 세계적인 대학원으로 성장하기 위하여 수리과학과에 선정한 ‘우수학술지 50’에 논문을 발표한 신진연구인력을 특별히 우대하고 평가에 적극 반영하여 연구의 수월성을 확보하였음
- 대학의 혁신지표 중 하나인 교육 및 연구의 글로벌화 및 세계적 수준의 연구중심대학으로 자리매김하기 위하여 신진연구인력의 평가에 있어 논문의 양적인 부분을 지양하고 논문의 질적 평가를 도입하여 국제적으로 연구를 선도할 수 있는 신진인력을 양성하고 있음
- 4차산업혁명 시대에 국내외적으로 빠르게 부상하는 새로운 분야, 특히 대학의 비전과 목표중 하나인 ICT 기반 핵심 선도기술분야(빅데이터, 인공지능)와 초학제간 융복합 연구, 사회수요기반 혁신분야 연구를 수행할 수 있는 신진인력을 적극적으로 채용하고 관련 분야 연구를 적극 장려하기 위하여 박사, 박사 등 관련 분야 신진연구자를 채용하였음.

#### ■ 신진연구인력 지원을 통한 신진연구인력의 연구실적

- 국제학술지 논문 실적
  - 박 , Nonparametric Bayesian functional two-part random effects model for longitudinal semicontinuous data analysis, BIOMETRICAL JOURNAL, 2021
  - 박 , Nonparametric Bayesian Functional Meta-Regression: Applications in Environmental Epidemiology, JOURNAL OF AGRICULTURAL BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL STATISTICS, 2021
  - 박 , Bayesian latent factor regression for multivariate functional data with variable selection, JOURNAL OF THE KOREAN STATISTICAL SOCIETY, 2021
  - 박 , Early Chronic Memantine Treatment-Induced Transcriptomic Changes in Wild-Type and Shank2-Mutant Mice, FRONTIERS IN MOLECULAR NEUROSCIENCE, 2021
  - 박 , Gender differences in under-reporting hiring discrimination in Korea: A machine learning approach, EPIDEMIOLOGY AND HEALTH, 2021
  - 강 , Structure analysis of direct sampling method in 3D electromagnetic inverse problem: near- and far-field configuration, Inverse Problems, 2021
  - 강 , A study on the orthogonality sampling method corresponding to the observation directions

configuration, Results in Physics, 2022

- 강 , Application of MUSIC algorithm for identifying small perfectly conducting cracks in limited-aperture inverse scattering problem, Computers & Mathematics with Applications, 2022
- 강 , Monostatic sampling methods in limited-aperture configuration, Applied Mathematics and Computation, 2022
- 박 , Physics-informed neural networks for learning the homogenized coefficients of multiscale elliptic equations, Journal of Computational Physics, Volume 467, 2022.
- 최 , A maximal  $L_p$ -regularity theory to initial value problems with time measurable nonlocal operators generated additive processes, Stochastics and Partial Differential Equations: Analysis and Computations, Online 사전 공개 (e-ISSN : 2194-041X), 2023. 01.

- 학술대회 발표실적

- 박 , Nonparametric Bayesian two-part random effects model for semi-continuous longitudinal data analysis, Korean Statistical Society Spring Meeting, Hoseo university, Korea, July 2020
- 강 , Estimation of specific absorption rate via non-invasive vector measurement system, 2차 프랑스-터키 과학기술 온라인 포럼, Zoom meeting, France, Sept. 2020
- 강 , Numerical study of coupling effect to the reconstruction of the electric field inside of phantom, 2020 ASCoF General Assembly and Fall Conference, Zoom meeting, France, Oct. 2020.

② 우수 신진연구인력의 대표 연구 실적

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

연번	구분	성명	참여 시작일	실적구분	대표 연구 실적 상세내용
1	박사후 과정생	강	2021.1.1.	저널논문	①
					② Fast identification of short, linear perfectly conducting cracks in a bistatic measurement configuration
					③ Journal of Computational Physics
					④ Vol. 468, 111479
					⑤ 2022. 11
					⑥ <a href="https://doi.org/10.1016/j.jcp.2022.111479">https://doi.org/10.1016/j.jcp.2022.111479</a>
					본 연구에서는 2차원 바이스테틱(bistatic) 측정 상황에서 완전 도체(perfectly conductor) 균열을 완벽하게 전도하는 짧은 선형 집합의 실시간 식별을 위한 샘플링 유형 알고리즘을 제안한다. 지시함수는 균열로 인한 산란장의 원장패턴의 점근식에 기초하여 정의되었다. 제안된 알고리즘의 적용 가능성을 명확히 하기 위해, 우리는 야코비-앵거 전개를 사용하여 지시함수의 수학적 구조를 다음과 같이 규명하였다. 특히, 우리는 첫 번째 종류의 베셀 함수와 바이스테틱 측정 구성에 관련된 매개 변수로 표현되는 지시함수의 점근적 구조(asymptotic formula)를 도출하였다. 이 점근적 구조는 지시함수의 본질적인 특성을 표현함을 보였다. 우리는 수치 및 실제 실험데이터로 다양한 시뮬레이션 결과를 통해 이론적 결과를 검증하였다.

2	박사후 과정생	박	2022.7.1.	저널논문	①	
					② Physics-informed neural networks for learning the homogenized coefficients of multiscale elliptic equations	
					③ Journal of Computational Physics	
					④ Volume 467	
					⑤ 2022.10.15	
					⑥ 10.1016/j.jcp.2022.111420	
					We propose a simple approach to estimate the G-limits from (noise-free or noisy) multiscale solution data. By casting this problem into an inverse problem, our approach adopts physics-informed neural networks (PINNs) algorithm to estimate the G-limits from the multiscale solution data by leveraging a priori knowledge of the underlying homogenized equations.	
3	박사후 과정생	박	2020.9.1.	저널논문	①	
					② Nonparametric Bayesian functional two-part random effects model for longitudinal semicontinuous data analysis	
					③ Biometrical Journal	
					④ 63:787-805	
					⑤ 2021.2.8	
					⑥ 10.1002/bimj.201900280	
					본 논문은 의학, 사회역학, 사회과학 등 다양한 분야에 자주 등장하는 영 과잉 종단 자료를 분석하기 위한 베이지안 함수적 모델을 개발하였다. 기존의 연구에서는 함수적 설명 변수를 처리하는 데에 한계를 가졌는데 이러한 문제점을 해결하는 데에 기여하였다. 또한 모형에 자료에 대한 군집화 분석을 포함하여 자료에 대한 구조 파악을 하는데에 사용 가능하다. 추후 종단 자료를 시공간 자료로 확장하여 복잡한 구조의 자료들을 분석하는 데에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문은 IF 1.7로 통계 분야 중상위권 수준의 Biometrical Journal에 게재되었다.	
총 신진연구인력 수			박사후과정생	4	제출요구량	1~3
			계약교수	1		
			계	5		

## 5. 참여교수의 교육역량

### 5.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-9> 교육연구단 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	참여기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성						
1	김	20200901-20230228		수학	Book chapter	<a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-67742-8_6">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-67742-8_6</a>
<b>Tick, Tock, Circadian Clocks</b> The circadian (~24 h) clock is a self-sustained endogenous oscillator, which times diverse behavioral and physiological processes such as the sleep-wake cycle, body temperature, blood pressure and hormone secretion [1]. The disruption of circadian rhythms increases the risk of getting various chronic diseases such as cancer, diabetes, mood disorders and sleep disorders [2]. The key oscillatory mechanism of the circadian clock is a transcriptional-translational negative feedback loop [3, 4]. However, the majority of biological systems with negative feedback loops reach steady homeostasis rather than generating sustained oscillations. It turns out that strong non-linearity and a time delay need to be incorporated into the negative feedback loop to generate sustained circadian rhythms [5, 6]. By studying this, we can learn how these elements function together to generate sustained rhythms, which are also commonly observed in other biological oscillators such as the cell cycle and segmentation clock [7]. Furthermore, this common principle of biological oscillators can be used to design synthetic oscillators.						
2	김	20200901-20230228		수학	Book chapter	<a href="https://link.springer.com/protocol/10.1007/978-1-0716-1767-0_3?fbclid=IwAR2DhMy9hov7Opy47FSuYJXi8i1LBhTuK0so5c9_ZRbw0j-bPuwmfQGUqvo">https://link.springer.com/protocol/10.1007/978-1-0716-1767-0_3?fbclid=IwAR2DhMy9hov7Opy47FSuYJXi8i1LBhTuK0so5c9_ZRbw0j-bPuwmfQGUqvo</a>
<b>Beyond the Michaelis-Menten: Bayesian Inference for Enzyme Kinetic Analysis</b> Although the Michaelis-Menten (MM) rate law has been widely used to estimate enzyme kinetic parameters, it works only under the condition of extremely low enzyme concentration. Furthermore, even when this condition is satisfied, parameter estimation is often imprecise due to the parameter identifiability issue. To overcome these limitations of the canonical approach to enzyme kinetics, we developed a Bayesian approach based on a modified form of the MM rate law, which is derived with the total quasi-steady state approximation. Here, we illustrate how to perform the Bayesian inference for the progress curve assay with our user-friendly computational R package. We also describe an optimal experimental design for the progress curve assay, with which enzyme kinetic parameters can be accurately and precisely estimated from minimal measurements of the progress curves.						
3	이	20200901-20230228		계산수학	book chapter	978-3-030-98660-5
<b>Handbook of Mathematical Models and Algorithms in Computer Vision and Imaging</b> Chapter title: Recent Approaches to Metal Artifact Reduction in X-Ray CT Imaging, pp. 347-377, 대학원 의료영상 관련 교과목에서 CT의 금속성 인공음영 제거방법을 쉽게 소개하는 교육 자료						
4	황	20200901-20230228		응용확률	수학과 인공지능 개론 (신규강의개설)	<a href="https://mathsci.kaist.ac.kr/home/edu/timetable/">https://mathsci.kaist.ac.kr/home/edu/timetable/</a>
수학전공 학부생 및 대학원생을 위한 인공지능 교육을 위하여 <수학과 인공지능 개론> 교과목을 신규 개발하여 2021년과 2022년 가을학기에 개설하였다. 본 교과목은 인공지능 알고리즘의 이해에 필요한 선형대수						



	학, 확률 및 통계 개념과 함께 기계학습의 3대분야인 지도학습, 비지도학습, 강화학습의 기초를 다루고 있다. 또한 뉴럴네트워크와 딥러닝의 기초도 함께 다루고 있어 수학전공 학생들뿐만 아니라 전기전자, 전산 등 공학 전공 학생들 중 인공지능의 수학적 배경이론에 관심있는 학생들이 함께 수강하였다.		
총 환산 참여교수 수	26.7	제출요구량	7~13

## 6. 교육의 국제화 전략

### 6.1 교육 프로그램의 국제화 실적

#### ① 교육 프로그램의 국제화 실적

##### ■ 외국대학과의 복수학위제, 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 실적

- KAIST-덴마크 공대(DTU) 석사과정 복수학위제 양해각서 체결(2010.04.23.~)
- KAIST-INRIA(프랑스 국립 컴퓨터과학자동화 연구소) 연구교류를 위한 양해각서 체결(2020.07.25.~)
- KAIST-Heriot-Watt University(영국 헤리엇-와트대학) 연구교류를 위한 양해각서 체결(2018.12.03.~)
- KAIST-Edinburgh University(영국 에딘버러대학) 연구교류를 위한 양해각서 체결(2019.08.01. ~ 2022.07.31.)
- KAIST-Osaka City University(일본 오사카시립 대학) 연구교류를 위한 양해각서 체결(2007.03.30.~)
- 네덜란드 Delft University of Technology와 학생 교환 협약을 준비중에 있음
- 미국 미네소타대학 응용수학연구소(IMA)와 매년 교류(기관회원)
- 미국 브라운대학 계산 및 실험수학 연구소(ICERM)와 매년 교류(기관회원)
- KAIST-HKUST(홍콩 과기대학)-NUS(싱가포르 국립대학) 공동학회 개최를 기획하였으나 코로나 19로 연기되었으며, 2023년부터 재개되어 2023년 4월 홍콩에서 공동학회가 개최될 예정임
- KAIST-Fudan University(중국 푸단대학) 공동학회를 기획하였으나 코로나 19로 연기됨

##### ■ 해외학자(전임교수, 초빙교수, 객원교수 등 포함) 활용 실적 및 역할

- 해외 학자를 초빙하여 수학분야 중요 연구주제에 대한 이해와 최신연구동향을 파악하기 위한 집중강연을 제공함. 또한, 우수 외국인 학자를 초청하여 세미나를 개최하여 대학원생이 필요한 최신 연구 결과를 소개함. 외국인 초빙교수를 임용하여 강의 및 연구에 활용함
- 해외석학 초청 집중강연
  - 이 교수(U. of California, 2021. 5. 25. ~ 6. 23): 의과학 및 생명과학 자료 분석을 위한 베이지안 통계 모델링 집중 강연 및 연구자문
  - 김 교수 (UBC 2022.5 ~ 2022.6)가 확률해석 및 응용센터를 방문하여 <Optimal transport and probability>를 주제로 한 10시간 집중 강연을 진행하였음
  - Alexsis 교수 (오스틴 텍사스 대학, 2021년11월~12월) 6회에 걸쳐 온라인 집중강연을 개최하면서 공동연구와 대학원생 논문지도를 수행
  - 김 교수 (매디슨 위스콘신 대학 2022.2)가 방문하여 <From Boltzman to incompressible Euler>의 주제로 집중강연을 진행하였음
  - 필즈상 수상자인 허 교수가 2022년8월8일 방문하여 <필즈상 수상자와의 대담>을 수백명의 학생과 교수들의 참여로 성황리에 개최하였음
  - 일본 동경대학 명예교수인 Yujiro 교수와 미국 유타대학 Elena 교수, 난양공대 Viet 교수 등은 코로나 19로 인하여 방문을 연기하게 됨
- KAI-X(KAIST Advanced Institute for Science-X) 프로그램을 통하여 적극 지원하기 위하여 KAI-X Scholar(방문 과학자), KAI-X Challenge(국제협력연구) 등의 프로그램을 계획하고 있음
- 해외 학자 초청 세미나  
<2021년 초청연사>
  - Alessio (ETH Zürich), Title: Quantitative stability in geometric and functional inequalities (2021.11.24)

- Wen- (Penn. State Univ.), Titles: Primes in number theory and combinatorics, Pair arithmetical equivalence for quadratic fields (2021.11.09)
- George (Brown Univ.), Titles: Physics-informed learning for diverse applications in science and engineering, Algorithmic and mathematical issues in deep learning (2021.10.29)
- Mladen (Univ. of Utah), Title: Small and Big mapping Class Groups (2021.09.30.)

<2022년 초청연사>

- Lawrence (UIC), Titles: Syzygies of algebraic varieties, Saturation bounds for smooth varieties (2022.12.09)
- Wilfrid (UCLA), Titles: Optimal transport and the associated differential structure, The master equation in Mean Field Games (2022.12.06)
- Robert (Stony Brook Univ.), Titles: How irrational is an irrational variety?, Measures of association for algebraic varieties (2022.12.02)
- Gui-Qiang (Univ. of Oxford, UK), Title: Partial Differential Equations of Mixed Type: Analysis and Applications (2022.05.16)
- Michael (Indiana Univ.), Titles: Equations in Simple Groups, Elliptic curves and field arithmetic (2022.05.13)
- David (Princeton Univ.), Title: The 4-dimensional light bulb theorem and knotted 3-balls in 4-space (2022.04.21.)

- 외국인 초빙교수 신규임용

이름	박사학위 취득기관(년도)	연구 분야	임용 기간
Qing	오하이오 주립대학(2016)	정수론	2020.09. ~ 2023.08.

Qing Zhang 교수는 3년 임용기간보다 빨리 2022년 8월에 중국 대학으로 임용되어 조기 퇴직함

#### ■ 우수 외국인 학생 유치 현황 및 실적

이름	과정	국적	입학일자	졸업일자
Philippe	박사	프랑스	2018.08.27.	2022.08.19.
Jean	석박사통합	도미니카 공화국	2018.08.27.	2022.08.19.
Juan	석사	인도네시아	2021.08.30.	- (재학)
CAWIDING	박사	필리핀	2022.08.29.	- (재학)
DAVIES	석박사통합	영국	2022.02.28.	- (재학)
MURRAN	석박사통합	미국	2022.08.29.	- (재학)

- KAI-X 국제 summer school을 2022.07.25. ~ 08.04 기간동안 개최하여 동남아 국가 우수 외국인 학생을 초청하여 PDE, Probability and Statistics, Topology and Geometry, Complex Analysis를 주제로 mini-course를 제공하고 KAIST를 소개하여 우수 외국인 학생 유치를 위하여 노력하였음. KAI-X 국제 summer school은 2023년 여름에도 개최하기 위하여 현재 준비중이고 향후 매년 개최할 예정임
- 외국인 신입생에게는 입학금과 등록금을 면제하며, 이후에도 석사 2년, 박사 4년간 장학금(체제비)을 지도교수와 KAIST가 지원함. 또한, 기숙사 제공 및 각종 보험제도(국민건강보험, 학생의료상조회, 교내상해보험)를 통하여 외국인 학생이 KAIST에 잘 적응할 수 있도록 돕고 있음

## ② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 실적

〈표 2-10〉 참여대학원생 국제공동연구 실적

연 번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여 대학원생	지도교수				
1				University of Warwick	Modeling of plant circadian clock for characterizing hypocotyl growth under different light quality conditions	202008-202202
2				Universite de Lorraine	Traveling wave with interface	201907 -
3				University of Lorraine	Traveling wave and Terrace solution	202002-202208
4				프 랑 스 /Lyon, CRNS	Zagier-Hoffman's conjectures in positive characteristic	202012-202212
5				벨기에 / U n i v e r s i t e Libre De Bruxelles	Shape of Thurston unit ball	202203-202303
6				미 국 / University of Houston; University of Houston, Clear Lake	Noisy delay denoises biochemical oscillators	201912-202303
7				캐 나 다 /University of Ottawa	N o n p a r a m e t r i c Bayesian Latent Factor Model for Multivariate Functional Clustering: An Application to Air Pollution Study	202009-202212
8				일본/University of Tokyo; 스페 인 / S p a n i s h Council for S c i e n t i f i c R e s e a r c h (CSIC)	Temporal change of the minimum mortality temperature under a changing climate: a multi-country multi-community observational study, 1986-2015	202101-202303

9				일본/University of Tokyo; 스페인 / Spanish Council for Scientific Research (CSIC)	Temporal change of the minimum mortality temperature under a changing climate: a multi-country multi-community observational study, 1986-2015	202109-202303
10				미국 / Emory University	Large-scale 역문제와 Uncertainty Quantification의 수치적인 방법에 관한 연구	202301-202302
11				Tokyo Metropolitan Institute of Medical Science	The role of CLOCK phosphorylation in the mammalian circadian clock	202209-202303
12				Canada/University of Toronto	Random walks on partially hyperbolic groups	20221017~20221102
13				미국 / State Univ. of New York at Albany	통계 학습 이론과 그 응용에 관한 연구	202209-202212
14				미국 / University of Michigan	Personalized sleep-wake patterns aligned with circadian rhythm relieve daytime sleepiness	201809-202110
15				미국 / University of Houston	Hierarchical Bayesian models of transcriptional and translational regulation processes with delays	201901-202303
16				미국 / Northeastern University	Derivation of stationary distributions of biochemical reaction networks via structure transformation	201903-202105

· 홍 해외연수(202209-202212)

방문기관에서 개최된 학회 발표를 포함하여 연구교류를 활발히 했다. 특히, Yiming Ying 교수가 주관하는 세미나 참여와 개별연구 미팅을 통해서 기계학습에서의 개인정보 유출 위험도를 정량화하는 연구와 이를 예방하기 위해 데이터에 노이즈를 추가하는 방법을 공부했다. 또한, Hyun-Kyoung Kwon 교수와 라플라시안 스펙트럼을 행렬형식의 작용소와 관련된 최적화 계산을 통하여 계산하는 방법을 연구했다. 선행연구에서는 고윳값의 multiplicity가 1인 경우에 대해서만 분석했는데, 이번 공동연구를 통해서 multiplicity가 1 보다 큰 경우로 확장했다. 이 결과를 현재 논문으로 정리하고 있다. 방문기간 동안 여러 연구자들과 교류하며 통계 학습 이론에 대하여 배우고 공동연구를 진행한 경험은 연구주제를 넓히고 연구능력을 높이는데 큰 도움이 되었다.

· 이 해외연수(202301-202302)

역문제 분야의 수치계산 전문가인 Julianne Jung 교수의 지도를 받아 Large-scale 역문제 수치계산과 Uncertainty Quantification의 이론에 대한 최신동향을 학습하였다. 연수기간 동안 배운 내용을 바탕으로 현재 역산란 문제를 데이터 기반으로 해결하는 연구를 수행하고 있다.

· 최 (20221017~20221102), 백주현(202203-202303)

- 기하군론에서 군의 기하적인 특성 및 그 군의 점근적인 현상을 연결짓는 random walks on partially hyperbolic groups라는 주제에 대해 분야를 선도하는 학자들과 토의한 후 공동연구를 진행했습니다.

- Topological entropy of pseudo-Anosov maps on punctured surfaces vs. homology of mapping tori 논문의 후속 연구로, 주어진 다중매듭이 3차원 구에 매장되어있다고 가정했을 때 다중매듭을 도려낸 부분이 언제 원 위의 다발구조를 가지는 지에 대한 연구를 진행하였다. 또한, 다중매듭을 도려낸 3차원 다양체에 매장된 2차원 곡면들의 오일러 특성식을 바탕으로 Thurston norm을 계산하여 이 norm을 기준으로 한 단위 구의 모양이 어떻게 생겼는지를 규명하였다.

· 김

본 공동연구를 통해, Zagier-Hoffman의 가설 두 가지를 모두 해결하여 중요한 결과를 얻었으며, 이는 여러 기관에서 초청강연 요청을 받아 왔음. 현재 본 논문은 투고하여 심사 중. 이후에 Hopf Algebra 구조에 대하여 공동 연구를 준비 중에 있음.

## 6.2 외국인 교수 현황과 역할

외국인 전임교수 현황(2020년 9월 1일 ~ 2023년 2월 28일)

이름	임용일	연구 분야	역할
Andreas	2009. 9. 1	이산기하학	교육 및 연구
Filippo (2021.8.31)퇴직	2013. 9. 1	미분기하학	교육 및 연구
Paul (2022.7.12)퇴직	2016. 9. 1	수리물리, 확률	교육 및 연구
Hyonho	2019. 7. 22	다변량 통계, 기계학습, 통계적 지노믹스	교육 및 연구
Ngoc	2019. 9. 1	Pluripotential 이론, 복소기하	교육 및 연구
Cheolwoo	2021, 6, 1	통계적 학습, 다중스케일 분석	교육 및 연구

외국인 초빙교수 현황(2020년9월1일~ 2023년2월28일)

이름	임용 기간	연구 분야	역할
Qing	2020.9.1~2022.8.31	Number theory, representations of p-adic group	강의 및 연구

※초빙교수 제도: 최대 3년 계약으로 채용되는 비전임 교원으로 학과 내에서 강의와 연구를 수행한다. 전임교원들의 연구분야와 보완되는 분야를 연구하는 교원을 채용함으로써, 수리과학과 대학원생들이 좀더 폭넓은 수학 교육을 받을 수 있게 함에 큰 목적이 있음. 또한 초빙교원들은 계약기간 중 전임교원들과의 교류를 포함한 KAIST 수리과학과의 리소스를 제공받아 훌륭한 연구자로 성장할 수 있도록 다양한 지원을 받으며, 이는 후속세대 양성 목적도 있음

- 외국인 교수의 역할은 국제적 네트워크를 이용한 학과의 국제 교류 활동 지원, 국제 summer school 개최, 해외 우수학생 유치 활동, 학과 콜로퀴움, 학과 영문 자료 작성 등을 담당하여 학과의 국제적 위상을 높이는 중요한 역할을 하고 있다. 교육에 있어도 영어강의, 국제 석학 초청 세미나 등을 통하여 대학원생들에게 우수한 교육을 제공하는데 큰 역할을 담당하고 있음

## ▶ 교육역량 영역 목표 대비 실적 소명

### ■ 대학원생 학술대회 발표실적 소명

- 이번 사업기간동안 대학원생 학술대회 발표실적은 총 25건으로 다소 부족한 실적을 보였지만, 이것은 코로나 19의 영향으로 사업초기인 2020년과 2021년 많은 학술대회가 취소되었기 때문임. 2023년부터 코로나 19의 영향을 벗어나면서 많은 학술대회가 정상적으로 개최될 예정이고 이에따라 대학원생의 학술대회 발표실적도 정상적인 궤도에 오를 것이며 향후 충분한 실적을 낼 것으로 예상함

### ■ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 등 실적 소명

- 본 교육연구단의 연구분야는 수학 및 응용분야로써 특허, 기술이전, 창업 등과는 거리가 있는 연구 분야임

### ■ 신진연구인력 확보 계획 변경 및 실적 소명

- 사업신청서의 총 사업비는 336,700,000원/년으로 신진연구인력인건비는 (포닥4명 + 연구교수1명) x 300만 x 12개월 = 180,000,000로 신청하였으나, 실배정 사업비 금액은 약 253,000,000만원/년으로 신청서 예산계획안 대비 83,700,000원/년 감액되어 사업운영을 고려하여 박사후과정 채용인원을 줄이게 됨. 현재 포닥 인건비는 기관부담금 포함 약 420만원/월이며 이에따라 매년 2명의 박사후과정, 1명의 연구교수를 채용하여 운영하게 되었음

4단계 BK21 사업

### Ⅲ. 연구역량 영역



### III. 연구역량 영역

#### 1. 참여교수 연구역량

##### 1.2 연구업적물

##### ③ 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

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

연번	대표연구업적물 설명
1	<p><i>Uniqueness and stability of entropy shocks to the isentropic Euler system in a class of inviscid limits from a large family of Navier-Stokes systems,</i>            _____ and Alexis F. Vasseur,  <i>Inventiones Mathematicae</i>, Vol. 224 (2021), pp. 55-146</p> <p>편미분방정식은 물리학과 공학과 같은 수학 중심의 과학 분야에서 매우 핵심적인 역할을 한다. 소리나 열의 확산, 정자기학, 열역학, 유체역학, 일반상대성이론, 양자역학 등의 분야에 대한 현대 과학적 접근 방법은 자연 현상을 편미분방정식으로 표현하여 이해하는 것이다. 특히 액체나 기체와 같은 유체의 운동을 다루는 유체역학과 관련된 편미분방정식들은 수학적으로도 흥미로운 점이 많기 때문에 전세계적으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 유체역학의 가장 기본이 되는 나비에-스토크스 방정식(Navier-Stokes Equation)의 해의 존재성과 유일성은 수학계의 7대 난제라 불리는 클레이 수학 재단(Clay Mathematics Institute)이 선정한 밀레니엄 문제들 중 하나이다. 본 논문의 저자인 강문진 교수는 1차원 공간에서 점성을 갖는 압축성 유체의 흐름을 기술하는 나비에-스토크스 방정식의 특이한 해인 “점성 충격(viscous shock)”의 임의의 섭동이 시간의 흐름에 따라 균등적으로 안정적(stable)임을 혁신적인 연구 방법론을 개발하여 증명하여 수학계에서 높은 평가를 받기도 했다.</p> <p>압축성 오일러 방정식은 1752년 오일러가 최초로 유도하고 19세기 열역학 이론의 바탕 위에서 정립된 비선형 편미분방정식이다. 유체의 역학을 질량, 운동량, 에너지보존법칙을 토대로 모델링을 한 것이다. 압축성 오일러 방정식의 중요한 특징 중 하나는 매끄러운 해가 시간이 지남에 따라 충격파(shock wave)와 같은 불연속적이고 비가역적인 특이점을 생성한다는 것이다. 리만이 제시한 문제인 특수한 충격파가 시간의 흐름에 따라 안정적이 되는지를 묻는 것은 수학계의 오래된 미해결 난제이다. 본 논문에서는 1차원 공간위에서 정의된 압축성 오일러 방정식의 특이점인 충격파(shock wave)의 유일성과 안정성(stability)에 대한 중요한 추측을 최초로 해결하였다. 이 결과는 나비에-스토크스 시스템의 임의로 큰 점성 충격의 섭동(perturbation)의 축약성질(contraction property)로부터 주어진 임의의 초기 조건에서 나비에-스토크스 시스템의 해의 소멸되는 점성 극한(vanishing viscosity limit)의 존재성을 증명하였고, 엔트로피 충격에 대한 안정성을 증명함으로써 얻어진다.</p> <p>이 논문에서 개발된 강력한 연구 방법론은 일반적인 리만문제의 유일성과 안정성에 대한 난제와 일반적인 초기값에 대응하는 엔트로피 해의 존재성, 유일성, 안정성에 관한 미해결 난제를 해결하기 위한 중요한 이론적 토대를 제공할 것으로 기대된다. 또한 맥스웰 방정식, 자기유체역학에 대한 문제 뿐 아니라 교통과 혈액의 흐름, 에너지 재생 등과 같은 편미분방정식이 중요</p>

	<p>한 역할을 하는 분야의 연구에도 이 논문의 이론을 적용할 수 있을 것이다.</p> <p>본 논문을 포함한 편미분방정식 분야의 탁월한 학문적 성취를 인정받아 강문진 교수는 2021년 대한수학회 논문상, 2023년 4월 이달의 과학기술인상 등을 수상하였고, 2022년 한국차세대과학기술 한림원(Y-KAST) 회원으로 선출되었다. 특히 이달의 과학기술인상은 압축성 오일러 방정식의 충격파에 관한 문제를 1차원에서 완벽히 해결한 본 논문의 학문적 기여를 높이 평가하여 수여되었다.</p>
2	<p style="text-align: center;"><i>Resolution of the Oberwolfach problem,</i>  Stefan , Felix , <u>Kim</u>, Daniela , and Deryk ,  Journal of the European Mathematical Society, Vol. 23 (2021), pp. 2511-2547</p> <p>조합수학의 중요한 연구 주제 중 하나는 커다란 이산 구조를 가진 대상을 더 단순하고 보다 작은 대상으로 분해하는 것이다. 이미 18세기에 오일러는 직교 라틴 방형(orthogonal Latin square)에 대한 문제에서 이와 유사한 주제를 탐구하였다. 이 문제는 그래프 이론의 문제로 해석할 수 있는데, 오일러의 연구 이후 그래프 이론에서 그래프를 분해하는 것에 대한 방대한 연구들이 이어졌다. 19세기에 Walecki는 <math>n</math>이 홀수인 완전 그래프 <math>K_n</math>을 서로소 변인(edge-disjoint) 해밀턴 사이클로 분해된다는 것을 증명하였고, Kirkman은 이 주제와 관련된 “여학생 문제(school girl problem)”을 제시하기도 하였다. 이러한 연구들은 통계적 디자인, 조합적 확률론 등 다양한 분야들과 연관성도 발견되어 조합수학의 중요한 연구 분야로 자리를 잡게 되었다.</p> <p>본 논문에서 해결한 “오버볼파크 문제(Oberwolfach problem)”는 Walecki의 완전 그래프에 대한 결과와 Kirkman의 여학생 문제를 훨씬 일반화한 문제로, 1967년 오버볼파크 수학 연구소(Oberwolfach Research Institute for Mathematics)에서 Ringel에 의해 처음 제시되었다. 오버볼파크에서 개최되는 학회에서는 참가자들이 모두 같은 크기는 아닌 원형 테이블이 있는 방에서 함께 식사를 하며, 식사마다 참가자를 재배치하는 지정된 좌석이 있다. 오버볼파크 문제는 주어진 테이블의 리스트에 대해 매 식사마다 모든 테이블이 가득 차고 모든 쌍의 학회 참가자가 정확히 한번 서로 옆에 앉게 되는 좌석 배치도를 항상 만들 수 있는지를 묻는다. 이 문제를 그래프 이론의 문제로 바꾸면, 완전 그래프 <math>K_n</math>을 서로소 변인 2-정칙(2-regular) 그래프로 분해할 수 있는지를 묻는 것이다. 본 논문에서는 <math>n</math>이 충분히 큰 경우에 오버볼파크 문제가 성립한다는 것을 증명하였다.</p> <p>오버볼파크 문제는 해밀턴-위털루 문제로 일반화가 된다. 해밀턴-위털루 문제는 오버볼파크 문제에서 학회 장소가 두 곳이 된 것이라 생각할 수 있다. 본 논문에서는 오버볼파크 문제와 해밀턴-위털루 문제를 해결했을 뿐만 아니라 훨씬 일반적인 그래프 이론의 분해 문제를 해결하였다. 최근 조합 설계(combinatorial design) 분야가 많은 연구자들에 의해 각광을 받고 있다. 조합 설계 이론은 배열 또는 대칭의 일반화된 개념을 만족시키는 유한 집합 시스템의 존재, 구성, 및 수학적 소성을 다루는 조합수학의 한 분야로, 18세기부터 조합론의 일반적인 성장과 함께 발전했다. 20세기에는 실험 설계, 라틴 방형, 유한 기하학(finite geometry), 대수적 통계학 뿐만 아니라 화학, 생물학, 암호학, 알고리즘 설계 및 분석 등 광범위한 영역에 응용이 되고 있다. 최근 10년간 유사 난수(pseudorandomness)를 이용하여 조합 설계를 구축하는 이론에 많은 진전이 있었고, 본 논문에서는 이러한 성과를 바탕으로 오버볼파크 문제와 훨씬 일반적인 그래프 이론의 분해 문제를 해결할 수 있었다. 여기서 그치지 않고, 이 논문에서는 그래프 분해에 대한 매우 일반적이고 흥미로운 문제들을 제시하고 있다. 이러한 문제들은 향후 그래프 이론의</p>

	<p>발전에서 핵심적인 역할을 할 것이라 기대된다.</p> <p>최근 조합 수학은 허준이 교수의 필즈상 수상 전후로 전세계적으로 많은 주목을 받고 있다. 특히 그래프 이론에서 한국인 수학자들이 좋은 결과를 많이 내고 있다. 본 논문의 오버볼파크 문제의 해결은 그래프 이론과 조합 설계 이론에서 최근에 얻어진 가장 큰 결과 중 하나로 평가 받고 있다.</p>
3	<p><i>A Matryoshka structure of higher secant varieties and the generalized Bronowski's conjecture,</i> Choe and _____ Kwak, Advances in Mathematics, Vol. 406 (2022), article no. 108426</p> <p>대수기하학의 가장 근본적인 문제 중 하나는 대수다양체를 사영공간에 매립시켰을 때 대수다양체를 정의하는 방정식의 대수적인 성질과 대수다양체의 기하학적 성질 사이의 관계를 탐구하는 것이다. 대수다양체 또는 대수다양체를 정의하는 방정식이 특정한 조건을 만족하는 경우 이를 완벽히 분류하는 것도 매우 중요한 문제이다. 대수기하학의 가장 중요한 고전적인 결과 중 하나는 대수다양체의 “최소 차수(minimal degree)” 와 그 보다 하나 큰 경우를 모두 분류한 Bertini, del Pezzo, Fujita의 정리이다. 이러한 대수다양체는 모두 2차식으로 정의할 수 있으며, Castelnuovo와 Fano는 이 2차식의 개수를 정확히 구하였다. 다른 한편으로 Hilbert의 관계식 정리(syzygy theorem)로부터 대수다양체를 정의하는 방정식의 관계식과 대수다양체의 기하학적 성질을 연결하는 문제도 생각해 볼 수 있는데, 1980년대 Eisenbud, Green, Lazarsfeld 등의 선구적인 연구 이후 대수기하학의 중요한 연구 주제가 되었다. Bertini, del Pezzo, Fujita에 의해 분류된 차수가 가장 작거나 그 보다 하나가 큰 대수다양체들은 모두 매우 특수한 관계식을 갖는다는 것이 알려져 있으며, Castelnuovo와 Fano의 2차식의 개수에 대한 결과는 관계식의 특수한 성질에 대한 특수한 경우로 해석이 가능하다.</p> <p>최근 대수기하학을 컴퓨터과학, 전자공학, 생물학, 통계학, 수치해석학 등에 응용하는 연구가 전세계적으로 활발히 진행 중이다. 이러한 응용대수기하학의 연구에서 대수다양체의 시컨다양체(secant variety)는 매우 핵심적인 역할을 하여 많은 연구자들이 큰 관심을 갖게 되었다. 사영공간에 매립된 대수다양체에 대하여 <math>q</math>번째 시컨다양체란 대수다양체와 <math>q</math>번 만나는 <math>(q-1)</math>차원 평면들을 모두 모아놓은 것으로 특이점의 자취가 매우 커서 연구하기가 매우 까다로운 대상이다. 2006년 Ciliberto와 Russo는 시컨다양체에 대해서도 “최소 차수”의 개념이 존재함을 증명하였고, Bertini와 del Pezzo의 고전적인 결과를 시컨다양체의 경우로 확장하고자 하였으나 성공하지는 못하였다.</p> <p>본 논문에서는 시컨다양체의 방정식과 관계식에 대한 매우 일반적인 구조를 다루고 있다. 특히 <math>q</math>번째 시컨다양체에서는 무게(weight)가 <math>q</math>인 관계식들이 가장 먼저 등장하는데, 이러한 관계식의 상한을 정확히 구하여 Green의 유명한 “<math>K_{p,1}</math>-정리”를 시컨다양체의 경우로 성공적으로 일반화하였다. 또한, 최소 차수와 그 다음 차수인 시컨다양체를 무게(weight)가 <math>q</math>인 관계식을 통해 완벽히 특징을 지었다. 이 결과는 Castelnuovo와 Fano의 2차식의 개수에 대한 결과를 시컨다양체의 관계식에 대한 내용으로 매우 자연스럽게 확장한 것이다. 이러한 결과들을 증명하기 위하여 본 논문에서는 부분 소거 이데알 이론(partial elimination ideal theory)을 시컨다양체에 적용하는 연구 방법론을 새롭게 개발하였고, Bronowski 추측의 일반화에 대한 매우 강력한 결과를 증명하였다. 본 논문의 결과와 연구 기법은 시컨다양체에</p>

대한 앞으로의 연구에서 매우 유용하게 사용될 것으로 기대된다. 또한, 본 논문에서는 시컨다양체들이 가지는 구조( $q$ 번째 시컨다양체는  $(q+1)$ 번째 시컨다양체에 포함되고  $(q+1)$ 번째 시컨다양체는  $(q+2)$ 번째 시컨다양체에 포함이 되는데 각각의 시컨다양체들이 매우 흥미롭게도 유사한 성질을 가진다)에 대해 러시아 인형의 이름을 따서 “Matryoshka 구조”라 명명하였다. 기존의 시컨다양체에 대한 많은 결과들은 “Matryoshka 구조”의 관점에서 재해석을 할 수 있고, 새로운 연구 관점과 흥미로운 문제들을 제시해주기에, 본 논문은 향후 시컨다양체의 연구에서 매우 중요한 이정표 역할을 할 것으로 보인다. 이 연구 결과는 그 우수성을 인정받아 KAIST 자연대 뉴스레터에 소개되었다.

### 1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적

KAIST 수리과학 교육연구단은 사업신청서(2020년)에서 세계적 교육 및 연구 중심지 구축이라는 목표를 달성하고자 다음과 같은 구체적 달성 방안을 제시하였음

- 세계적 선도 연구팀 구축 및 그룹별 집중 연구주제 선정
- 연구역량 향상, 특히 대표연구업적물의 질적 우수성 향상 계획 수립
- 연구논문 우수성 향상의 목표치 설정
- 대학간 공동연구 계획 수립

#### ■ 세계적 평가기간의 평가순위(QS ranking) 상향 목표 달성

- 2020년 계획서 상의 QS ranking 상향 목표인 2023년 51-100위권, 2024년 50위 이내, 2026년 45위 이내 진입을 교육연구사업단의 목표로 연구력 향상을 도모한 결과, 금년(2023년)에 본 교육연구사업단은 **세계 대학 순위 42위, 국내 대학 1위를 이미 달성함**(2023년 3월 발표). 아래 지표 중 H-Index Citations와 Citations per Paper는 목표보다 다소 부족하지만 QS 랭킹이 계획대비 초과달성한 것을 볼 때 본 사업단의 연구실적이 질적으로 우수하고 학문적 영향력이 매우 높다고 평가함.

<KAIST 수리과학과 QS지수 실적 달성도>

연도	QS Index Overall Score(ranking)	H-Index Citations	Citations per Paper
2020	없음(51-100)	77.7	80.4
2021	77.5(59)	77.8	77.7
2022	77.8(55)	74.2	75.3
2023	77.9(42)	76.1	80.7

<KAIST 수리과학과 QS지수 목표(2020년 계획서)>

QS Index	우리의 현재	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ranking	50-100	50-100	50-100	50-100	46-50	46-50	40-45
H-Index Citations	77.7	78	79	80	81	82	83
Citations per Paper	80.4	81	82	83	84	85	86

#### ■ 전공 분야별로 세계적 선도 연구팀 구축과 그룹별 집중 연구 환경 구축

- 전공 분야별로 중견 연구자와 신진 연구자를 포함한 4개의 연구그룹을 구축하여, 관련 분야 간의 학

문적 소통과 시너지를 창출하였음

\* 그룹 I : 대수 및 응용 연구그룹

(곽 , 김 , 김 , 배 , 박 , 백 , 엄 , 이 , 임 )

(신임교수: 강 , 박 )

그룹 II : 위상기하 연구그룹

(백 , 최 , Andreas , Ngoc n)

(신임교수: 박 )

그룹 III : 해석 및 응용 연구그룹

(권 , 김 , 김 , 김 , 변 , 이 , 임 )

(신임교수: 배 , 신 )

그룹 IV : 확률 및 통계 연구그룹

(강 , 이 , 전 , 정 , 황 , Jung)

(신임교수: 남 , 박 )

■ 연구역량 향상, 특히 대표연구업적물의 질적 우수성 향상을 위한 계획 대비 수행실적

- 연구자의 연구 지원을 위한 연구 환경 향상

- 신임연구진의 연구에 집중할 수 있는 환경 조성을 위해 첫 부임 후 2년간은 강의 시수를 3과목에서 2과목으로 경감함
- 카이스트 자연과학대학에서는 특급논문을 매년 1회 선정 및 포상하여, 우수연구에 대한 지원 및 보상 체계를 확립해옴. 다음은 수리과학과 특급논문 선정 내역임

<2020년 선정 내역>

선정자	신청구분	저널명	논문명
Andreas	게재저널	Journal of the European Mathematical Society	Two extensions of the Erdos-Sekeres problem
곽	게재저널	Advances in Mathematics	A bound for Castelnuovo-Mumford regularity by double pointdivisors
김	게재저널	PNAS	Wake-sleep cycles are severely disrupted by disease affectingcytoplasmichomeostasis
백	게재저널	Journal fur die Reine und Angewandte Mathematik	Limits of canonical forms on towers of Riemann surfaces
변	게재저널	Journal de Mathematiques Pures et Appliquees	Positive vector solutions for nonlinear Schrodinger systemswithstronginterspciesattractiveforces
이	게재저널	Advances in Mathematics	The moduli space of smooth ample hypersurfaces in Abelianvarieties
이	피인용횟수	Journal of Staticstical Physics	The moduli space of smooth ample hypersurfaces in Abelian varieties
이	학과장추천	SIAM Journal on Imaging Sciences	Fast block Jacobi method for the dual Rudin-Osher-Fatemi model
임	게재저널	Mathematische Annalen	Analytical shape recovery of a conductivity inclusion basedonFaberpolynomials
최	게재저널	Annales Scientifiques de l'Ecole Normale Supérieur	Convex projective generalizd Dehn fillings

<2021년 선정 내역>

선정자	신청구분	저널명	논문명
강	게재저널	Communications in Mathematical Physics	Uniqueness of a planar contact discontinuity for 3D compressible Euler system in a class of zero dissipation limits from Navier-Stokes-Fourier system
김	게재저널	Mathematical Programming	Accelerated proximal point method for maximally monotone operators
김	게재저널	Journal of the European Mathematical Society	Resolution of the Oberwolfach problem
변	게재저널	Journal of Functional Analysis	Partly clustering solutions of nonlinear Schrodinger systems with mixed interactions
응	게재저널	Calculus of Variations and Partial Differential Equations	Continuous solutions to Monge-Ampere equations on Hermitian manifolds for measures dominated by capacity
권	피인용횟수	Discrete and Continuous Dynamical Systems- Series A	Well-posedness and ill-posedness for the cubic fractional Schrödinger equations
김	학과장추천	Bioinformatics	Inferring causality in biological oscillators

<2022년 선정 내역>

선정자	신청구분	저널명	논문명
Nguye	게재저널	Calculus of Variations and Partial Differential Equations	The Dirichlet problem for the Monge-Ampere equation on Hermitian manifolds with boundary
곽	게재저널	Advances in Mathematics	The Dirichlet problem for the Monge-Ampere equation on Hermitian manifolds with boundary
김	게재저널	Science Advances	Systematic inference identifies a major source of heterogeneity in cell signaling dynamics: The rate-limiting step number
김	게재저널	PNAS	Systematic modeling-driven experiments identify distinct molecular clockworks underlying hierarchically organized pacemaker neurons
김	게재저널	Nature Communications	Rhythmic transcription of Bmal1 stabilizes the circadian timekeeping system in mammals
임	피인용횟수	Communications in Mathematical Physics	Enhancement of Near Cloaking Using Generalized Polarization Tensors Vanishing Structures. Part I: The Conductivity Problem
임	피인용횟수	Communications in Mathematical Physics	Enhancement of Near-Cloaking. Part II: The Helmholtz Equation
임	학과장추천	Finite fields and their applications	A classification of the automorphism groups of polarized abelian threefolds over finite fields

- 국제적으로 경쟁력 있는 우수 연구인력 확충함. 특히 순수 및 응용수학의 균형적 발전을 위해 확률론, 해석학 등의 우수한 중견 연구자 및 신진 연구자를 보강하고 대내외적 관심이 증폭되고 있는 인공지능 관련 분야의 신진 연구진 확충하여 이번 사업기간동안 **총 7명**의 우수교원 신규 임용함

- 강 교수(편미분방정식), 2020년 9월 부임
- 박 교수(위상수학), 2021년 1월 부임
- 배 교수(편미분방정식), 2021년 1월 부임
- 박 교수(통계학), 2021년 6월 부임
- 남 교수(확률론), 2021년 9월 부임
- 박 교수(대수기하학), 2022년 3월 부임
- 신 교수(수치해석 및 AI와 관련된 수학), 2022년 7월 부임

- 국내외 박사급 우수 신진연구자 발굴 및 지원

- 강 박사(응용수학), 2021년 1월 임용
- 박 박사(통계학), 2021년 1월 임용
- Rostislav 박사(대수기하학), 2021년 3월 임용
- 박 박사(AI 및 계산수학), 2022년 7월 임용
- 최 박사(확률편미분방정식), 2022년 9월 임용

신규 임용되는 연수연구원의 기본급을 300만원에서 350만원으로 상향조정하고(2022. 9월부터), 멘토 교수 개인연구비에서의 추가 지원을 적극 장려함. 또한 학과 장학제도인 두명펠로우십을 통하여 우수 신진연구자로 박준서 박사를 선정하여 장학금을 지원하였음

- 국내 저명한 논문상 등 수상

수상년도	수상내역
2020	대한수학회 학술상(이 교수)
2021	대한수학회 논문상(강 교수) 한국과학기술한림원 정회원(변 교수) 한국과학기술한림원 차세대 회원(백 교수) 과기부 장관 표창(김 교수) 대한수학회 학술상(곽 교수) 대한수학회 상산젊은수학자상(박 교수) 과기정통부 올해의 최석정상(김 교수)
2022	한국차세대과학기술한림원 회원(강 교수) 대한수학회 디아이 수학자상(변 교수) 대한수학회 상산젊은수학자상(신 교수)

- 대학원생 국제경쟁력 강화 및 본 교육연구단의 국제화를 위하여 미국 미네소타대학 소재 Institute for Mathematics and Applications(IMA), Brown 대학 소재 Institute for Computational and Experimental Research in Mathematics(ICERM)의 기관회원으로서 학과 교수 및 대학원생에게 양 연구소의 프로그램에 참여하는 기회를 제공하고 있고 기관에서 열리는 세미나 정보도 제공하여 참여할 수 있도록 하고 있음. 이번 사업기간동안 코로나 19로 offline 세미나에 참석하지 못하였지만, 2023년부터 offline 세미나 참여를 할 계획이며, 향후에도 지속적으로 유럽 및 아시아 국가 유명 기관과의 확장을 위하여 노력하여 발전시킬 예정임

- 참여교수진의 산업·사회 문제 해결 기여 실적

산업지능사회 발전을 위한 수학의 활용 확대를 위해 적극 활동하여 총 7건의 실적 달성함.

주요실적:

- 삼성전자 파운드리 사업부와 반도체 영상에서의 결함을 찾는 연구(이 교수)
- 선박설계 및 유지보수를 지원하는 기계학습기반 Q&A 시스템 개발(이 교수, 전 교수)
- 방역연계 범부처 감염병 예측 연구 참여(정 교수)
- 감염병 수리 모델링(김 교수)
- 인공지능에 기반한 채널 예측 모델 개발 연구(황 교수)

■ 연구논문 우수성 향상의 목표치 달성

- 평가기간 동안 Invent. Math., J. European Math. Soc., Advances in Mathematics, Mathematische Annalen 등 수학분야 최상위 저널과 머신러닝 최상위 국제학술대회 프로시딩인 ICML, NeurIPS에 출판, 과학전체 분야의 최상위 저널인 PNAS와 Science Advances(과학전체 분야여서 수리과학과 우수학술지 목록에는 포함되지 않음)에 최상위급 연구결과 발표함. 계획서(2020년) 목표대비 정량적 실적은

2020년 11편 (목표대비 1편 부족), 2021년 14편 (목표 대비 2편 초과), 2022년 7편 (목표대비 5편 부족)으로 나타났으나, 현재 수리과학과 우수학술지 게재승인된 논문의 편수는 5편으로 수확분야 특성상 게재승인 후 출판까지 시간이 걸려 이를 포함하면 사업기간동안 우수학술지 논문은 목표 37건 대비 37건으로 목표에 부합하는 성과를 달성하였다고 할 수 있음. 또한 우수학술지에 포함되어 있지 않은 과학분야 우수저널인 PNAS, Science Advances 게재된 3편을 포함하면 본 사업단의 연구실적이 질적인 우수성이 매우 높다고 평가할 수 있으며, 본 교육연구단의 우수한 연구역량을 잘 보여주고 있음

<참여교수진의 수리과학과 우수학술지 게재 논문실적 달성도>

연도	2020	2021	2022
수리과학과 우수학술지 목록 총 게재 논문 편수	11	14	7
참여교수 1인당 논문 수	0.42	0.46	0.20
비고	추가로, PNAS 게재	-	추가로, PNAS와 Science Advances 게재

※ 현재 수리과학과 우수학술지 게재승인된 논문의 편수는 5편임

<참여교수진의 수리과학과 우수학술지 게재 논문실적 목표(2020년 계획서)>

연도	현재	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
최근 5년간 참여교수진 연평균 우수학술지 게재 총 논문 수	11.2	12	12	13	14	15	16	16
참여교수 1인당 논문수	0.43	0.46	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.62

- 대학원생의 연간 우수학술지 연구논문 출판 목표 대비 성과

- 평가 대상 기간 중 대학원생의 수리과학과 우수학술지 게재 목표는 매년 3편씩 총 9편을 목표로 하였고, 게재 실적은 총 5편이지만 현재 우수학술지 게재 승인된 5편 중 4편의 논문은 모두 대학원생 논문으로 이를 포함하면 총 9편의 실적을 거두었음

<참여대학원생의 수리과학과 우수학술지 게재 논문실적 달성도>

연도	연도별 수리과학과 대학원생 우수학술지 게재 논문 수	2020	2021	2022
편수	연평균 1건(총 3건)	0	4	1
비고		추가로, PNAS 게재		추가로, PNAS 게재

※ 현재 수리과학과 우수학술지 게재승인된 대학원생 논문은 총 4편임

<참여대학원생 수리과학과 우수학술지 게재 논문실적 목표(2020년 계획서)>

연도	최근 5년간 수리과학 과 대학원생 우수학 술지 게재 논문 수	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
편수	연평균 2.6 (총 13편)	3	3	3	4	4	5	5



## ■ 대학간 공동연구 실적

국내뿐만 아니라 국외 유명 대학의 교수 및 연구자들과 활발한 연구교류를 하였고, 대학원 학생을 국외 연구기관으로 중장기 파견하여 최신 연구동향의 파악 및 공동연구를 수행할 수 있는 기회를 제공함으로써 연구의 역량을 향상시켰음. 구체적인 실적은 다음과 같음.

### - 참여대학원생의 중장기 해외파견 및 외국유학생의 유치 실적

구분	성명	일자	BK 지원 연수내용
단기연수	최	2022.4. 23~30	Mapping class groups and Out(Fn) 학회참가차 프랑스 파리, IHP (앙리 푸앙카레 연구소)방문
단기연수	김	2022.4. 23~30	Mapping class groups and Out(Fn) 학회참가차 프랑스 파리, IHP (앙리 푸앙카레 연구소)방문
단기연수	백	2022.4. 23~30	Mapping class groups and Out(Fn) 학회참가차 프랑스 파리, IHP (앙리 푸앙카레 연구소)방문
단기연수	이	2022.7.24~8.1	제 27회 세계영역분할법 학회참가 체코 prague 방문
장기연수	최	2022. 12.30~ 2023. 2.2	국외출장 항공료(최경한, 세포의 움직임을 기술하는 '화학주성(Chemotaxis)' 모델에 대한 연구 차 Paris-Saclay 대학방문, 세포의 움직임을 기술하는 '화학주성(Chemotaxis)' 모델에 대한 연구 차 Paris-Saclay 대학방문
장기연수	최	2022.10.16~11.11	Random walks on partially hyperbolic spaces 관련 공동연구차 U. of Toronto 방문
장기연수	홍	2022.9.14~12.4	Statistical learning theory와 그 응용에 관한 공동연구차 State University of New York at Albany 방문
장기연수	김	2022.1.1~2.12	Convergence to a terrace solution for discontinuous multistable nonlinearities에 대한 공동연구를 위해 U. of Lorraine 방문
장기연수	최	2022.7.1~30	세포의 움직임을 기술하는 화학주성(Cehmotaxis) 모델에 대해 Danielle Hil
장기연수	이	2023. 1.9~2.17	Large-scale inverse problems과 uncertainty quantification에 대한 수치적인 방법에 관한 연구차 Emory University 방문

- 국제학술대회, School, 해외대학과 교류 프로그램(예, joint workshop)
- 국제공동연구 활성화를 위하여 학과 국제협력비에서 가능한 예산을 통하여 지원함. 사업기간동안 코로나 19로 인하여 국제학술대회, 해외대학과 교류를 하지 못하였지만 향후 KAI-X(KAIST Advanced Institute for Science-X) 프로그램을 통하여 적극 지원하기 위하여 KAI-X Scholar(방문과학자), KAI-X Challenge(국제협력연구) 등의 프로그램을 계획하고 있음
- 미국 미네소타대학 소재 Institute for Mathematics and Applications(IMA), Brown 대학 소재 Institute for Computational and Experimental Research in Mathematics(ICERM)의 기관회원으로서 학과 교수 및 대학원생에게 양 연구소의 프로그램에 참여하는 기회를 제공하고 있고 기관에서 열리는 세미나 정보도 제공하여 online/offline 참여할 수 있도록 하고 있음. 코로나 19가 마무리되고 있는 2023년부터 online뿐만아니라 offline으로 참여할 계획을 갖고 있으며, 향후에도 지속적으로 유럽 및 아시아 국가 유명 기관과의 확장을 위하여 노력하여 발전시킬 예정임. 또한, 네덜란드 Delft University of Technology와 학생 교환 협약을 준비중에 있음
- KAIST-HKUST-NUS 상호 교차 워크샵을 KAIST-HKUST-NUS Joint Workshop in Mathematics 학회명으로 해석학, PDF, 응용수학 분야와 대수, 대수기하, 리대수 분야로 나누어 2018년, 2019년에 이어 코로나 19로 중단되었던 워크샵을 2023년 4월에 HKUST에서 다시 개최할 예정임
- 전산학부와 공동으로 프랑스 INRIA 연구소와 학생 교류 및 상호 연구 협력 증진을 위하여 MOU를

체결하였고, 연구 협력강화를 위한 협의를 위하여 2022년 6월 INRIA Thomas Amad가 KAIST를 방문하여 협의를 진행함

- 일본 Osaka City University와 연구교류를 위한 MOU를 2007년 체결하여 연구교류 강화를 위하여 노력하고 있음
- 국제 우수학술대회 초청강연, 국제학술회의 위원회 활동, 국제학술지 편집 참여 등 국제적 학술활동 참여 확대
- 싱가포르 국립대학 Recent Developments in Algebraic Geometry(이 교수), International Conference on Free Boundary Problems: Theory and Applications (배 교수) 등 20회 이상의 초청강연
- 10th World Congress in Probability and Statistics 좌장 활동(이 교수), Symposium on Interacting Stochastic Systems(이지운 교수), Algebra 2022 and Beyond 공동조직위원(임 교수) 등 32회 이상의 국제 학술행사 주관, 국제학술회의 위원회 및 학술지 운영활동 참여
- 국제 공동연구 실적
- Advances in Mathematics, vol. 401, 2022. (박 , Niu, 공동 연구), Trans. Amer. Math. Soc. 374 (2021), no. 6, 4449-4479(박 , Davis, W.; Ray, 공동연구) 등 총 28건의 국제 공동연구를 통한 실적
- 외국대학 및 연구기관과의 연구교류 실적
- 미국 Univ. of Utah 장기파견 (2020.03.01.~2021.02.01.). Elena 교수와 복합물질의 특성에 대한 공동연구(임 교수), Chunjing 교수 (상하이 교통대)와 Ben 교수 (다렌 공대)와 오일러-포아송 시스템의 부드러운 천음속 흐름에 대한 공동 연구(배 교수), Gui-교수 (University of Oxford) KAIX 석학강연 시리즈 수학 강연자 초청(배 교수) 등 총 24건 이상의 공동 연구 및 연구 교류
- 펠즈상 수상자 허 교수를 비롯한 국내외 수학계 저명인사 초청 프로그램 **KAIX(KAIST Advanced Institute for Science-X)** 운영
- <2021년 초청연사>
  - Alessio (ETH Zürich), Title: Quantitative stability in geometric and functional inequalities (2021.11.24)
  - Wen-Ching (Penn. State Univ.), Titles: Primes in number theory and combinatorics, Pair arithmetical equivalence for quadratic fields (2021.11.09)
  - George (Brown Univ.), Titles: Physics-informed learning for diverse applications in science and engineering, Algorithmic and mathematical issues in deep learning (2021.10.29)
  - Mladen (Univ. of Utah), Title: Small and Big mapping Class Groups (2021.09.30.)
- <2022년 초청연사>
  - Lawrence (UIC), Titles: Syzygies of algebraic varieties, Saturation bounds for smooth varieties (2022.12.09)
  - Wilfrid (UCLA), Titles: Optimal transport and the associated differential structure, The master equation in Mean Field Games (2022.12.06)
  - Robert (Stony Brook Univ.), Titles: How irrational is an irrational variety?, Measures of association for algebraic varieties (2022.12.02)
  - Gui-Qiang (Univ. of Oxford, UK), Title: Partial Differential Equations of Mixed Type: Analysis and Applications (2022.05.16)
  - Michael (Indiana Univ.), Titles: Equations in Simple Groups, Elliptic curves and field arithmetic (2022.05.13)
  - David (Princeton Univ.), Title: The 4-dimensional light bulb theorem and knotted 3-balls in 4-space (2022.04.21.)

## 2. 산업·사회에 대한 기여도

### 2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적

〈표 3-5〉 교육연구단 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적

연번	실적명	실적 해당 분야	실적 요약
1	반도체 영상에서 결함 찾는 알고리즘 개발 (이 )	기업현안 해결	삼성전자 파운드리 사업부와 반도체 영상에서의 결함을 찾아내는 산학과제를 수행 중이며 기계학습과 계산수학을 결합한 알고리즘을 개발 중이다.
2	선박설계 Q&A 보조시스템 개발 (이 )	기업현안 해결	수리과학과 전현호 교수와 함께 선박설계 및 유지보수를 지원하는 (주)dsec과 기계학습에 기반한 Q&A 보조시스템 개발을 하였다.
3	한국연구재단 비상임 이사 (임 )	정책 기여	한국연구재단의 비상임이사를 맡아(2020.09-2022.12) 한국의 연구자와 연구제도 전반에 대한 제도 개선, 제안, 제언 등을 수행함.
4	방역연계 범부처 감염병 연구개발 사업 세부 과제 책임자로 참여 (정 )	정책 기여	방역연계 범부처 감염병 연구개발 사업의 “기후변화 매개체 전파 감염병 예측 모델 및 평가 연구” 과제에 2018.09-2021.12 기간 동안 제3세부 과제 책임자로 하였다. 대한민국 전역의 털진드기, 참진드기 매개체 분포를 시공간적으로 예측하는 예측모형을 개발하였고, 또한 찌꺼가무시병과 중증열성혈소판증후군의 시-공간 발병예측지도를 구현하는 통계모형을 개발하였다. 본 연구에서 개발된 예측모형은 향후 기후변화로 인한 매개체 밀도 변화를 예측하고, 이로 인한 매개체 감염병의 질병 부담을 추계하여 관련 정책을 세우는데 적극 활용될 계획이다.
5	삼성전자 DS부문 메모리 사업부 기초이학 과제 (정 )	기업현안 해결	삼성전자 DS부문 메모리 사업부 품질관리 팀과 “효율적인 불량률 추정을 위한 베이지안 계층 모형 기반 sampling 설계“에 관한 기초이학 과제를 수행하였다. 베이지안 리스크 개념을 도입하여 품질관리를 위한 표본추출에서 효율적인 표본수 산출 방법을 제시하였다. 또한 베이지안 방식의 phase 1 update 및 계층 모형을 활용해, between-group variation을 효과적으로 반영하는 비모수적 control chart를 제시하여 Nand flash memory chip 품질관리에서 사용되는 control chart를 개선하였다.

6	단일 선형적 데이터 기반 머신러닝을 이용한 연구 (황 )	기업현안 해결	전파의 특성상 주파수가 높아질수록 신호감쇠의 영향은 커지게 되는데 5G 및 차세대 네트워크에서는 고주파가 사용되므로 신호감쇠 문제는 해결해야 할 매우 중요한 산업체 문제로 ETRI 위탁과제로 연구개발을 수행하였다. 또한, 강우에 의한 신호감쇠는 통신품질에 큰 영향을 준다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 측정된 데이터에 기반한 머신러닝모델을 새롭게 개발하여 신호감쇠 정도를 기존 모델보다 정확하게 예측하였다.	
7	전북과학고등학교 인공지능 수학 특화 프로그램 강연 (김 )	학문의 개방화/대중화	전북과학고등학교 인공지능 수학 특화 프로그램에 참여하여 3회동안 인공지능과 최적화 관련 강연 진행	
8	불안정한 수면을 유발한 원인 규명 (김 )	거버넌스 구축	플로리다 주립대학 이주곤 교수 연구팀과 협업하여 비만, 치매, 노화가 세포질 혼잡을 유발함으로써 수면 사이클 불안정을 유발함을 밝혔습니다. 이는 세포질 혼잡 해소가 이러한 수면 질환 치료의 핵심임을 시사하기에 수면 질환 치료의 새로운 패러다임을 제시	
		미래/글로벌 대응		
9	코로나19 바이러스의 전파율 관련한 수리모델 구축 (김 )	거버넌스 구축	백신 접종률이 높은 상황에서는 바이러스 전파율이 높아지면 일시적으로는 확진자 수는 증가하지만 궁극적으로 코로나19 위중증화 비율이 낮아지면서 코로나19 위중증 환자 수가 줄었다. 결과적으로 코로나19가 경증 호흡기 질환으로 토착화되는 과정이 오히려 빨라질 수 있다는 역설적인 연구 결과를 얻음	
		미래/글로벌 대응		
총 환산 참여교수 수		26.7	제출요구량	7~13

연번	교육연구단 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명
1	<b>1. 반도체 영상에서 결함을 찾는 알고리즘 개발</b> 웨이퍼나 TFT-LCD, LED 등 반도체 제품들은 제조과정에서 여러가지 결함들을 가지게 되며 이는 제품 품질과 생산성을 떨어뜨린다. 본 과제에서는 반도체 제품들의 결함을 찾아내는 영상기술 개발에 대한 수리적 연구를 하였다. 또한 최근 발달하고 있는 심층학습 기반의 기계학습 기술을 도입하고 이를 전통적인 영상기술과 결합하는 연구를 하였다. 추가적으로, 결함의 특성의 영향력을 파악하고 해상도가 낮은 BFI 영상에 대해서는 결함을 찾지 않고 결함이 있는 영상인지 판단하는 방법에 대한 연구를 진행하고 있다. 성과로는 연구결과인 결함검출 알고리즘을 실제 현장에서 사용가능 하도록 SW packaging을 하였다. 현재까지 삼성전자의 실제 데이터에 대하여 82.1%의 불량 검출율을 보이고 있으며 계속 개선작업을 진행 중이다.
2	<b>2. 선박설계 Q&amp;A 보조시스템 개발</b> 자연어 처리(Natural Language Processing) 방법론의 발전으로, 문맥을 통한 단어의 이해가 가능하고, 이는 language translation, question and answering, sentiment analysis, chatbot, grammar check algorithm 등으로 광범위하게 이용되고 있다. 이러한 성공적인 사례에도 불구하고, 산업 현장의 수요를 맞추기에는 부족한 점들이 있어 여러 부분에서의 보완이 필요하다. (주)DSEC에서는 조선(shipbuilding)에 관한

	<p>질의/응답을 Plan Closed Form(PCF) 파일의 형태로 오랜 기간 저장해왔는데, 이를 자연어 처리를 통해 모형을 세워 활용하려고 한다. 본 과제에서는 Attention Mechanism이라는 최신 방법을 적용하여 조선업에 전문화된 언어 모델을 개발하였다. 구체적으로는 BERT 모델과 Okapi BM25 모델을 결합한 알고리즘을 개발하였고 개발된 결과물은 실사용자가 사용하기 쉬운 소프트웨어의 형태로 packaging 했다. SW는 BERT와 BM25를 적절하게 결합하여 작동이 되며 사용자의 질의와 가장 유사한 형태를 가진 문장을 DB에서 찾는다. 좀 더 풍부한 활용을 위해서, Keyword search, 확장 검색, 결과물 저장과 같은 기능이 제공된다. 또한 SW는 개발자가 아니더라도 AI 모델을 학습시킬 수 있도록 하였다. 즉, 새로운 데이터를 DB에 추가하여 검색 결과를 더욱 풍성하게 만들고 AI 모델을 학습시킴으로써 언어 이해 능력을 더욱 향상시킬 수 있다. 더욱이 학습 방법을 Full training과 Instant training으로 구별함으로써 사용자의 편의를 증진시켰다.</p>
3	<p><b>3. 한국연구재단 비상임 이사</b></p> <p>한국연구재단 비상임 이사로 2020년 9월7일 선임되어 2022년 9월6일까지의 당초 임기기간과 그후 2022년 12월까지의 연장기간동안에 걸쳐 한국연구재단의 주요사업인 대학과 연구기관·산업체의</p> <p>인문사회와 이공계 전 분야의 학술 및 연구개발 활동과 관련한 모든 사업을 기획·평가·관리 수행에 있어서 관련된 전체적인 정책, 체계, 절차 등을 검토하고 승인해 왔으며, 인력양성과 관련된 사업과 현재 국제적 연구 및 사회 동향에 맞는 연구 사업과 이를 발전시킬 수 있는 인재양성을 위한 정책을 제안 및 수립해 왔다. 또한 이러한 사업을 관리, 진행하는 PM에 대한 규정 등을 검토 및 보완하고, 재단 직원들의 복지와 재단의 청렴도를 위한 정책을 검토 및 제언 함.</p>
4	<p><b>4. 대한민국 진드기 매개 감염병의 시공간 분포 및 매개체의 시공간 밀도 예측모형 개발</b></p> <p>방역연계 범부처 감염병 연구개발 사업의 “기후변화 매개체 전파 감염병 예측 모델 및 평가 연구” 과제의 제3 세부과제 책임자로 참여하여 진드기 매개 감염병의 시공간 분포 및 매개체의 시공간 밀도 예측을 위한 예측모형 개발연구를 수행함. 본 과제의 연구목표는 쯔쯔가무시병을 매개하는 털진드기와 중증열성혈소판 증후군을 매개하는 참진드기의 대한민국 전역 시공간 밀도를 예측하는 예측모형을 개발하고, 매개체 시공간 분포와 기후변화 정보를 기반으로 쯔쯔가무시병과 중증열성혈소판증후군의 시-공간 발병 예측지도를 구현하는 통계모형을 개발하는 것임. 참진드기 및 털진드기의 시공간 밀도 예측연구는 미8군과 질병청에서 수집한 다양한 진드기 채집자료를 이용하였고, 다양한 기계학습모형과 베이지안 시공간 계층모형을 통해 시공간 밀도 예측을 수행함. 참진드기의 경우 수집된 자료에 시공간적 패턴의 정보가 잘 반영되어 있어, 좋은 예측 성능을 보이는 기계학습 모형을 구축하는데 성공함. 그러나 털진드기의 경우 자료수집의 여러가지 한계점들로 인해, 다양한 기계학습모형을 시도하였으나 예측 성능이 좋지 않았고, 향후 기후변화로 인한 매개체의 시공간 밀도변화를 파악하기 위해서 진드기 밀도에 영향을 미치는 다양한 요인들을 적절히 통제하고 동일한 장소에서 반복채집된 자료를 장기간 수집/추적해야하는 것이 중요함을 질병청에 제안함. 쯔쯔가무시병과 중증열성혈소판 증후군의 발병 예측지도는 기계학습모형을 통해 구현함. 본 연구는 참진드기 및 털진드기 밀도의 대한민국 전역 시공간 지도 구현을 시도한 최초의 연구로 기존에 지역적으로 수행된 자료와 차별화되고, 또한 최신의 기계학습모형과 베이지안 모형을 통해 시공간 예측을 시도하였다는 점에서 기존의 기술통계적 분</p>

	<p>석을 개선하는데 기여함.</p>
5	<p><b>5. 효율적인 품질관리를 위한 베이지안 계층 모형 기반 sampling 설계 및 quality control</b></p> <p>삼성전자 DS부문 메모리 사업부 품질관리 팀과 “효율적인 품질관리를 위한 베이지안 계층 모형 기반 sampling 설계 및 quality control”에 관한 기초이학 과제를 수행하였다. 삼성전자 반도체 생산 과정의 특징중 하나는 실제 불량률이 매우 작다(1ppm 수준)는 것이고, 매우 작은 불량률하에서 소비자 리스크와 생산자 리스크를 낮은 수준으로 통제하는 품질관리를 위해서는 이론적으로 매우 많은 수의 표본을 추출하여 검사를 해야한다. 그러나 현실적으로는 제품이 생산되는 단위 lot에서 매우 많은 수의 표본을 추출하는 것은 시간적/비용적으로 불가능하여 보다 적은 표본수로 동일한 수준의 리스크 통제가 가능한 sampling 설계가 필요하다. 본 연구에서는 이러한 문제를 극복하기 위하여 베이지안 리스크 개념을 도입하여 보다 효율적인 표본수 산출 방법을 제시하였다. 동일한 수준으로 소비자 및 생산자 리스크를 통제한다고 했을때, 기존의 전통적인 통계방법에 근거하여 산출된 표본수보다 훨씬 적은 표본수 산출이 가능하였고, 사전분포에 따른 민감도 분석을 통해 사전분포의 적절한 설정에 대해서도 조사하였다. 또한 반도체 메모리 사업부 품질관리팀에서 quality control을 위해 Control Chart (CC) 가장 흔하게 사용하는데, 제품별 생산 과정의 현실적인 특징을 반영하여 보다 실용적인 CC를 제안하였다. Nand Flash Memory Chip 생산의 품질관리를 위해서는 현실적으로 고려해야 하는 몇가지 점들이 있는데, 먼저 week을 subgroup으로 정의하고, 전수 조사를 하는 방식으로 제품의 quality를 monitoring하기 때문에, within-week correlation(i.e., between-week variation)을 반영한 CC가 필요하다. 기존의 CC는 independence 가정에 근거하여 control limit이 과하게 작은 값으로 설정하여, 필요 이상의 false alarm을 발생시킨다. 또한 기존의 CC는 quality variable의 정규성을 가정하는데, 이는 현실적으로 맞지 않는 경우가 많다. 마지막으로 공정과정의 변화로 in-control 상태의 quality variable의 분포가 변화하여 phase 1 단계를 지속적으로 update해야할 필요가 있다. 이러한 특징들을 고려하여 본 연구에서는 phase 1 을 지속적으로 update하고, between-week variation을 효과적으로 반영하는 비모수적 CC를 제시하였고, 개선된 CC는 R로 프로그램화하여 Nand Flash Memory Chip 품질관리 부서에서 잘 활용되고 있다.</p>
6	<p><b>6. 단일 선형적 데이터 기반 머신러닝을 이용한 연구</b></p> <p>강우 감쇠(rain attenuation)란 강우로 인해 발생하는 흡수, 산란, 편광, 굴절 등 가능한 모든 광학적인 간섭들에 의해 발생하는 신호 감쇠를 의미한다. 날씨로 인한 신호 감쇠 중 가장 큰 요인이 되는 강우 감쇠이지만, 다양한 크기의 빔방울이나 수증기로 인해 전파가 굉장히 복잡하게 이루어지므로 강우 감쇠를 결정하는 변수는 다양하며, 일반적인 상황에서 이 값을 정확히 예측하는 것은 어렵다. 기존의 강우 감쇠 연구는 주로 주파수가 높고 통신 거리가 먼 위성 통신을 중심으로 연구되었지만, 지상 통신에서의 주파수가 높아짐에 따라 지상 통신에서도 강우 감쇠가 주요한 신호 감쇠의 요인이 되고 있다. 이런 강우 감쇠를 정확히 예측하는 것은 안정적인 통신 환경을 구축하는 데에 있어 필수적이라고 할 수 있다. 강우 감쇠를 정확하게 예측하여야 강우가 많은 상황에서 강우 감쇠에 해당하는 신호 증폭을 통해 안정적인 신호를 공급할 수 있게 되므로, 강우 감쇠 예측에 필요한 변수를 정리하고 주어진 변수로부터 강우 감쇠를 정확히 예측하는 것은 중요한 문제가 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 기계학습 기법을 사용하여 기존 모델보</p>

	<p>다 더 나은 예측 성능을 보이는 알고리즘을 개발하는 성과를 거두었다. 개발된 알고리즘은 기존 알고리즘에 비하여 다음과 같은 세가지 개선점을 갖고 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 모델보다 훨씬 일반적인 형태의 함수로서 예측할 수 있음: 기존 모델에서도 이미 충분히 복잡한 형태의 수식을 가정한 후, 데이터를 가지고 상수를 조정하는 형태로 모델을 구성하지만, 개발한 기계학습기반 알고리즘을 적용할 경우 입력 변수들 간의 복잡한 상관관계를 고려할 수 있는 훨씬 더 일반적인 함수들을 고려하게 되어 더 나은 예측 성능을 가짐</li> <li>- 능동적인 학습이 가능함: 기존 모델의 경우 새로운 관측 데이터가 추가될 경우 새롭게 상수들을 변경하거나 모델 구조 자체를 바꿀 필요가 있지만 개발한 기계학습기반 알고리즘의 경우 추가된 데이터를 학습 데이터에 반영함으로써, 계속하여 모델을 확장하고 성능을 개선할 수 있음</li> <li>- 기계학습의 대표적인 모델인 인공신경망에는 일반적으로 많은 데이터가 필요하며, 특히 입력 변수의 개수가 많아질수록 더욱 많은 데이터가 필요하게 된다. 하지만, 신호감쇠 및 강우 감쇠 데이터는 측정비용 등으로 인하여 상대적으로 작은 규모의 측정 데이터만 가능한 경우가 많다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 비교적 작은 데이터를 가지고도 안정적인 학습이 가능하다는 장점이 있는 가우시안 과정 회귀(Gaussian Process Regression, GPR)을 기반으로 하여 신호감쇠 및 강우 감쇠 예측을 위한 기계학습 모델을 개발하여 측정에 따른 비용을 줄일 수 있음</li> </ul>
7	<p><b>7. 전북과학고등학교 인공지능 수학 특화 프로그램 강연</b></p> <p>인공지능이 놀라운 발전을 거듭하면서 일반 대중들의 인공지능에 대한 관심과 궁금증이 나날이 증가하고 있다. 특히 수학과 과학 능력이 우수한 과학고 학생들의 인공지능의 원리에 대한 관심이 높아지고 있지만, 안타깝게도 그들의 눈높이에 맞는 강연이 충분하지 않았다. 그들이 앞으로 인공지능 기술 발전의 핵심인재가 될 수 있도록 지금부터 그들의 관심에 부응할 필요가 있었다. 그래서 전북과학고등학교는 인공지능 수학 특화 프로그램을 주관하였고, 인공지능 최적화를 연구 중인 본 연구자가 주 강연자로 참석하게 되었다. 첫 시간에는 인공지능 기술을 구성하는 데이터, 모델링과 학습에 대해 강연하고, 다양한 최신 인공지능 기술들을 알려주었으며, 특히 당시 최신 생성 모델인 DALL·E 2를 소개하며 학생들의 흥미를 끌어내었다. 이어서 “선형시스템과 블록최적화”와 “반복법과 경사법”이라는 부제를 가지고 인공지능의 학습 원리의 기본인 최적화에 대해 알려주며, 인공지능의 기반이 되는 수학의 중요성을 일깨워 주었다. 다시 말해, 이 강연은 인공지능에서 수학의 중요성을 수학·과학 우수인재에게 알려주었으며, 앞으로 그들이 적극적으로 인공지능 발전에 기여할 수 있는 토대를 만들어 주었다.</p>
8	<p><b>8. 수리 모델로 비만, 치료, 노화가 불안정한 수면을 유발한 원인을 밝혔습니다.</b></p> <p>2017년 노벨 생리의학상을 수상한 마이클 W. 영, 제프리 C. 홀 그리고 마이클 로스배시 교수는 PER 분자가 매일 일정한 시간에 세포핵 안으로 들어가 PER 유전자의 전사를 일정 시간에 스스로 억압하는 음성피드백을 통해 24시간 주기의 리듬을 만드는 것이 생체시계의 핵심 원리임을 밝혔습니다. 하지만 PER 분자의 움직임을 방해하는 다양한 물질들이 존재하는 복잡한 세포 내 환경에서 어떻게 수천 개의 PER 분자가 핵 안으로 일정한 시간에 들어갈 수 있는지는 오랫동안 생체시계 분야의 난제로 남아있었습니다. 이는 서울 각지에서 출발한 수천 명의 직원이 혼잡한 도로를 통과해서 매일 같은 시간에 회사에 들어갈 수 있는 방법을 찾는 것과 같은 문제입니다.</p> <p>이 난제를 해결하기 위해서 세포 내 분자의 움직임을 묘사하는 시공간적 확률론</p>

	<p>적 모형 (Spatiotemporal Stochastic model)을 개발하여 분석하였습니다. 이를 통해, PER 분자가 세포 핵 주변에서 충분히 응축되어야만 인산화가 되어 핵 안으로 들어간다는 것을 밝혔습니다. 더불어 이 인산화 스위치로 인해 수천 개의 PER 분자가 일정한 시간에 함께 핵 안으로 들어가 안정적인 일주기 리듬을 만들어낼 수 있음을 밝혔습니다. 또한 PER 분자의 핵 주변 응축을 방해하는 지방 엑포과 같은 물질들이 세포 내에 과도하게 많아져 세포질이 혼잡해지면 이러한 인산화 스위치가 작동하지 않아 불안정한 일주기 리듬과 수면 사이클이 유발됨을 밝혔습니다. 이러한 수리모델링 예측은 플로리다 주립대학 이주곤 교수 연구팀과 협업하여 실험으로 검증하였습니다. 나아가, 비만, 치매, 노화가 세포질 혼잡을 유발함으로써 수면 사이클 불안정을 유발함을 밝혔습니다. 이는 세포질 혼잡 해소가 이러한 수면 질환 치료의 핵심임을 시사하기에 수면 질환 치료의 새로운 패러다임을 제시 하였습니다.</p>
9	<p><b>9. 코로나19 바이러스의 전파율 관련한 수리모델 구축</b></p> <p>이번 연구에서는 바이러스의 전파율과 토착화의 관계를 파악하기 위해 중증감소 면역과 감염회피면역을 반영한 수리 모델을 구축하여, 바이러스의 전파력이 높으면 중증화율이 낮아지고 토착화가 앞당겨진다는 결론을 얻었다. 이 연구는 국제 학술지 ‘Immune Network (IF: 6.303)’에 2022년 5월 게재되었다.</p> <p>수리 모델에 입력된 바이러스는 전파율이 높은 특성을 가정했으며, 중증화율에 대한 특성은 부여하지 않았다. 연구팀은 또 코로나19 바이러스에 대한 인체 면역반응은 짧게 유지되는 중화항체 면역반응과 오래 유지되는 T세포 면역반응으로 나눠 적용했다. 또 돌파감염이 빈번히 일어날 수 있지만, 돌파감염 뒤 회복하면 면역반응이 다시 증강된다는 사실을 바탕으로 분석했다.</p> <p>그 결과, 백신 접종률이 높은 상황에서는 바이러스 전파율이 높아지면 일시적으로는 확진자 수는 증가하지만 궁극적으로 코로나19 위중증화 비율이 낮아지면서 코로나19 위중증 환자 수가 줄었다. 결과적으로 코로나19가 경증 호흡기 질환으로 토착화되는 과정이 오히려 빨라질 수 있다는 역설적인 연구 결과를 얻었다.</p>

### 3. 연구의 국제화 현황

#### 3.1 참여교수의 국제화 현황

##### ① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

연번	교육연구단 참여교수	실적구분	내용
1		초청강연	대만수학회 정기학술대회 초청강연 (2022.01.)
2		초청강연	대한수학회 정기학술대회 학술상 기념강연 (2022.10.)
3		학술대회 수상	대한수학회 학술상 (2021)
4		국제 학술지 편집위원	Journal of the Korean Mathematical Society 편집위원
5		국제 학술지 편집위원	Numerical Algebra, Control and Optimization Associate editor (2021)
6		초청강연	Cell Bio ASCB/EMBO meeting, Philadelphia 초청강연 (2020)



7		초청강연	International symposium on mathematical oncology, Osaka, Japan 초청강연 (2020)
8		학술대회 조직위원	Society of Mathematical Biology Annual Meeting 조직위원 (2021)
9		국제 학술지 편집위원	<a href="#">J Biological Rhythms</a> editorial board member (2019–Present)
10		국제 학술지 편집위원	<a href="#">PLOS ONE</a> (Biophysics) editorial board member (2018–Present)
11		국제 학술지 편집위원	Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science, 편집위원
12		초청강연	Conference in Honor of S. R. S. Varadhan's 80th Birthday 초청강연 (2022.06.)
13		초청강연	Topics in High Dimensional Probability 초청강연 (2023.01.)
14		초청강연	AMS Sectional Meeting 초청강연 (2020.10.) Title: Distances between torus knots
15		초청강연	The 16th East Asian Conference on Geometric Topology, 초청강연 (2021.01.) Title: Isotopy and equivalence of knots in 3-manifolds
16		초청강연	The 17th East Asian Conference on Geometric Topology, 초청강연 (2022.01.) Title: Definite fillings of lens spaces
17		초청강연	The 18th East Asian Conference on Geometric Topology, 초청강연 (2023.02.) Title: The 2,1-cable of the figure-eight knot is not slice
18		초청강연	Gauge Theory in Kyoto 초청강연(2023.03) Title: The 2,1-cable of the figure-eight knot is not slice
19		학술대회 조직위원	International Conference on Combinatorial Algebraic Geometry 조직위원 (2022.12.)
20		초청강연	Korea-Japan Conference in Algebraic Geometry 초청강연 (2023.02.)
21		국제 학술지 편집위원	Computational Statistics and Data Analysis Associate Editor
22		학술대회 조직위원	International Workshop on PDEs arising in Fluid Dynamics 조직위원 (2022.06.) <a href="https://sites.google.com/view/mjbae/workshop-on-pdes-2022">https://sites.google.com/view/mjbae/workshop-on-pdes-2022</a>
23		초청강연	The 15th International Conference on Free Boundary Problems: Theory and Applications 2021, Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics (WIAS) Berlin, 초청강연 (2021.09.)
24		초청강연	East Asian Workshop on Partial Differential Equations in Fluid Dynamics 초청강연 (2022.01.)
25		초청강연	홍콩시립대 수학과 콜로퀴엄 강연 (2022.05.)
26		초청강연	International Conference on Partial Differential Equations
27		초청강연	2020 대한 수학회 정기총회 및 가을 연구발표회 초청강연 (KMS Annual Meeting Oct. 2020) Title: Noether's problem and cohomological invariants
28		초청강연	2021년 대한수학회-일본수학회 공동학술대회 (KMS-MSJ Joint Meeting) 초청강연 (2021.09.) Title: Rationality and complexity for spaces of torsors under semisimple groups
29		초청강연	2022 EMS Summer School on Combinatorial Commutative Algebra, 터키 초청강연 (2022.08.) Title: Chow ring of generic flag varieties under the spin

			groups
30		학술대회 수상	한림원 정회원 선정 (2021.01.)
31		학술대회 수상	대한수학회 상산젊은수학자상 수상 (2022.10.)
32		학술대회 조직위원	SIAM Conference on Mathematics of Data Science, Minisymposium 조직위원 (2022.09.)
33		학술대회 조직위원	SIAM Conference on Computational Science and Engineering, Minisymposium 조직위원 (2023.02.)
34		초청강연	KSIAM-MINDS-NIMS International Conference on SciML 초청강연 및 좌장 (2022.08.)
35		초청강연	SIAM Conference on Mathematics of Data Science, Minisymposium 초청강연 및 좌장 (2022.09.)
36		초청강연	Global KMS International Conference 초청강연 (2022.10.)
37		초청강연	International Conference on Matrix Theory with Applications, 초청강연 (2022.12.)
38		초청강연	SIAM Conference on Computational Science and Engineering, Minisymposium 초청강연 (2023.02.)
39		초청강연	October 2, 2020: "Extensions of the (p,q) theorem", (Budapest Big Combinatorics + Geometry Seminar) organized jointly by Renyi Institute and by the Lendulet and ERC Geometric Combinatorics Groups. (ONLINE) 초청강연 (2022.10.)
40		초청강연	"An allowable feast", (Discrete & Computational Day in Memory of Eli Goodman and Ricky Pollack) organized by Springer, NYU, and CUNY. (ONLINE) 초청강연 (2022.04.)
41		초청강연	"Some recent results on geometric transversals", (Korea-Taiwan-Vietnam Joint seminar in Combinatorics and Analysis) organized by Vietnam Institute for Advanced Study in Mathematics, National Center for Theoretical Sciences, Institute for Industrial and Applied Mathematics, and National Research Foundation of Korea. (ONLINE) 초청강연 (2022.09.)
42		초청강연	"Some recent results on geometric transversals", (2022 Combinatorics Workshop) organized by GIST, Chonnam National University, IBS ECOPRO. 초청강연 (2022.10.)
43		초청강연	"Some recent results on geometric transversals", (Seminaire IGM) organized by Laboratoire d'Informatique Gaspard-Monge, Université Paris-Est Marne-La-Vallée. 초청강연 (2023.01.)
44		초청강연	"Combinatorics in convexity spaces", (Seminaire Francilien de Geometrie Algorithmique et Combinatoire) organized by l'Institut Henri Poincaré. 초청강연 (2023.02.)
45		국제 학술지 편집위원	Studia Scientiarum Mathematicarum Hungarica 편집위원 (2021.01.~현재))
46		국제 학술지 편집위원	Discrete and computational geometry 편집위원 (2022.01.~현재)
47		학술대회 조직위원	KAIX summer school for international students in Southeast Asian 조직위원(2022.07.25 ~ 2022.08.)
48		학술대회 조직위원	Several Complex Variable seminar at IBS- Center for Complex Geometry 조직위원 (2022.03.01 ~ 2022.05.31.)
49		초청강연	Conference "Complex Analytic Geometry" at IBS-CCG Daejeon 초청강연 (2022.10.) Title: Weak solutions to Monge-Ampère type equations on

			compact Hermitian manifold with boundary
50		초청강연	Seminar “Geometric Analysis” at the Chinese University of Hong Kong, 초청강연 (2022.11.) Title: The Dirichlet problem for the Monge–Ampere equation on Hermitian manifold with boundary"
51		초청강연	The POSTECH Conference 2022 on Complex Analytic Geometry 초청강연 (2022.07.) Title: The Dirichlet problem for the Monge–Ampere equation on Hermitian manifold with boundary
52		초청강연	Complex analysis and geometry – a conference in Honor of Slawomir Kolodziej on his 60th birthday 초청강연 (2022.06.) Title: The subsolution theoremsfor weak solutions of the complex Monge–Ampere equations
53		초청강연	2022 Seoul Workshop on Complex Geometry and Analysis: 초청강연 (2022.02.) Title: The Dirichlet problem for the Monge–Ampere equation on Hermitian manifolds with boundary
54		초청강연	Complex analysis and elliptic PDEs seminar 초청강연 (2022.01.) Title: The Dirichlet problem for the Monge–Ampere equation on Hermitian manifolds with boundary
55		초청강연	The conference on Complex Geometric Analysis, in honor of Kang–Tae Kim 65th birthday 초청강연 (2022.01.) Title: the complex Sobolev space and Holder continuous solutions to Monge–Ampere equation
56		국제 학술지 편집위원	Journal of Korean Mathematical Society 편집장 (2023.01.~현재)
57		초청강연	Recent Developments in Algebraic Geometry, Arithmetic and Dynamics Part 1 초청강연 (2021.06.) Title: Dominant rational maps from a very general hypersurface with high degree in the projective space
58		초청강연	ZAG (Zoom Algebraic Geometry) 세미나 초청강연 (2021.10.) Title: Dominant rational maps from a very general hypersurfaces
59		초청강연	대만국립대학교 대수기하학 세미나 강연 (2022.02.) Title: Total dual VMRT and its application to the bigness of the tangent bundle of Fano threefolds
60		초청강연	Palazzo Feltrinelli in Gargano, Complex Algebraic Geometry and related topics 초청강연 (2022.09.) Title: Lagrangian fibration structure on the cotangent bundle of a del Pezzo surface of degree 4
61		초청강연	National Tsing Hua University, 2022 TMS Annual Meeting, 타이완, 초청강연 (2023.01.) Title: Smooth specialization of hypersurfaces
62		학술대회 조직위원	10 <sup>th</sup> World Congress in Probability and Statistics의 초청 세션인 Random Matrices and Related Fields 좌장 (2022.07.)
63		학술대회 조직위원	Symposium on interacting stochastic systems 조직 위원 (2022.06.)
64		국제 학술지 편집위원	Advances in Continuous and Discrete Models, Associate

		국제 학술지 편집위원	editor
65		국제 학술지 편집위원	Journal of Korean Mathematical Society, editor
66		학술대회 조직위원	International Conference On Industrial Computed Tomography, International Scientific Committee
67		국제 학회 회원	International Association for Computational Mechanics, General Council, ordinary member
68		학술대회 조직위원	The special session on Trends in number theory, KMS Fall Conference 조직위원 (2022.10.)
69		학술대회 조직위원	The webinar in Number Theory, French-Korean IRL in Mathematics, March 조직위원 (2021.-현재)
70		학술대회 조직위원	Algebra 2022 and beyond, Indiana University, USA 조직위원 (2022.06.)
71		학술대회 조직위원	ANTS XV (The Algorithmic Number Theory Symposium) 2022, U. of Bristol, UK, Program committee (2022.08.)
72		국제 학술지 편집위원	Bulletin of the Korean Mathematical Society, managing editor 및 associate editor
73		국제 학술지 논문심사	American Journal of Mathematics : referee, (2022.07.)
74		국제 학술지 논문심사	Proceedings of the American Mathematical Society : referee (2022.06.)
75		국제 학술지 논문심사	Journal of the American Mathematical Society : referee, (2022.05.)
76		국제 학술지 논문심사	Journal of Number Theory : referee (2022.02)
77		국제 학술지 논문심사	Proceedings of the Japan Academy, Series A: referee, (2021.10.)
78		국제 학술지 논문심사	The Rocky Mountain Journal of Mathematics: referee, (2021.09., 2022.06.)
79		초청강연	Hong Kong University number theory Days 2021, University of Hong Kong 초청강연 (2021.07.)
80		초청강연	Algebra 2022 and beyond, Indiana University, USA 초청강연 (2022.06.)
81		초청강연	Women in automorphic forms, Bielefeld University, Germany (Hybrid) 초청강연 (2021.09.)
82		초청강연	34th Automorphic Forms Workshop (online), Provo, Utah 초청강연 (2022. 03.)
83		초청강연	The 10th(2022) NCTS-POSTECH-PMI Joint Workshop on Number Theory, NTU, Taiwan 초청강연 (2022.12.)
84		국제 학술지 편집위원	Bulletin of the Korean Mathematical Society 편집위원 (2015.06.~2021.03.)
85		국제 학술지 편집위원	Analysis and Mathematical Physics, 편집위원 (2021.12.~ 현재)
86		학술대회 조직위원	International Conference on Inverse Problems and Related Topics, Organizing Committee Member (2018-현재)
87		국제학술단체 운영위원	The Inverse Problems International Association (IPIA), Executive Committee, (2022.05.-2023.02.)
88		학술대회 조직위원	2022 한국여성수리과학회 국제학술대회 Program committee (2022.06.)
89		초청강연	SIAM One World IMAGing and INvErse problems (IMAGINE) seminar 초청강연 (2022.04.)
90		국제 학술지 편집위원	Journal of Korean Statistical Society (SCIE), Associated Editor
91		국제 학술지 편집위원	Communications in Statistical Application and Methodology (SCOPUS), Associated Editor
92		국제 학술지 편집위원	Journal of Korean Data & Information Science Society

			(SCOPUS), Associated Editor
93		학술대회 조직위원	The 3rd JNU-KAIST Geometric Topology Fair, Virtual workshop, South Korea, 조직위원장 (2021.10.) <a href="https://sites.google.com/view/jnukaistgt2021">https://sites.google.com/view/jnukaistgt2021</a>
94		국제 학술지 편집위원	Journal of Industrial and Management Optimization (SCIE 저널) 편집위원 (2019.07.~2022.06.)

## ② 국제 공동연구 실적

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

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1			미국/University of Michigan	(2021) Optimizing the efficiency of first-order methods for decreasing the gradient of smooth convex functions, J. Optimization Theory and Applications, Vol. 188, No. 1, pp. 192-219.	<a href="https://doi.org/10.1007/s10957-020-01770-2">https://doi.org/10.1007/s10957-020-01770-2</a>
2			독일/	(2021) On G-isoshtukas over function fields. Selecta Math. (N.S.), Vol. 27 (No. 4, Paper No. 75), 34pp	<a href="https://doi.org/10.1007/s00029-021-00683-w">https://doi.org/10.1007/s00029-021-00683-w</a>
3			프랑스 / University of Lorraine	On the modelling of spatially heterogeneous nonlocal diffusion: deciding factors and preferential position of individuals	10.1007/s00285-022-01738-y
4			미국/ Univ. of Wisconsin	Diffusion with a discontinuous potential: a non-linear semigroup approach.	10.4208/ata.2021.pr80.01
5			미국/Virginia Polytechnic Inst. and State U.	Time-keeping and decision-making in living cells: Part II	10.1098/rsfs.2022.0024
6			네덜란드 / U. of Groningen	The role of clock genes in sleep, stress and memory	10.1016/j.bcp.2021.114493
7			영국/University of Warwick	(2022), 2-complexes with unique embedding in 3-space, Bulletin of the London Mathematical Society 55, issue 1, pp. 156-174.	<a href="https://doi.org/10.1112/blms.12718">https://doi.org/10.1112/blms.12718</a>
8			Felix Joos 독일/Heidelberg University  Daniela Kuhn, Deryk Osthus 영국/Universit	(2021), Resolution of the Oberwolfach problem, Journal of the European Mathematical Society 23, pp. 2511-2547	DOI: <a href="https://doi.org/10.4171/JEMS/1060">10.4171/JEMS/1060</a>

			y of Birmingham		
9			미국 / UC Berkeley	(2022). Large deviations for the largest eigenvalue of Gaussian networks with constant average degree. Probability Theory and Related Fields 184, 613–679.	<a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s00440-022-01164-7">https://link.springer.com/article/10.1007/s00440-022-01164-7</a>
10			미국 / UCLA, UC San Diego	(2022). Duality for optimal couplings in free probability. Communications in Mathematical Physics 396, 903–981	<a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s00220-022-04480-0">https://link.springer.com/article/10.1007/s00220-022-04480-0</a>
11			Switzerland / E T H Zurich	Genus one cobordisms between torus knots. Int. Math. Res. Not. IMRN 2021, no. 1, 523–550	10.1093/imrn/rnaa027
12			UK/Oxford; UK/Oxford	Rational cobordisms and integral homology. Compos. Math. 156 (2020), no. 9, 1825–1845	10.1112/S0010437X20007320
13			미국/ University of Arkansas	Castelnuovo–Mumford regularity bound for threefolds with rational singularities, Adv. Math. 401 (2022), 108320.	10.1016/j.aim.2022.108320
14			USA / U. of Georgia	(2022) Learning high dimensional multi-response linear models with hybrid quantum computing. IEEE International Conference on Quantum Computing and Engineering – QCE22	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/9951311">https://ieeexplore.ieee.org/document/9951311</a>
15			USA / U. of Georgia	(2022) Dimension-wise sparse low-rank approximation of a matrix with application to variable selection in high-dimensional integrative analyses of association. Journal of Applied Statistics, Vol. 49, pp. 3889–3907.	<a href="https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02664763.2021.1947996?journalCode=cjas20">https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02664763.2021.1947996?journalCode=cjas20</a>
16			Goaoc, Xavier: 프랑스/LORIA, Université de Lorraine; Patáková, Zuzana: 체코/Charles University	X. Goaoc, A. F. Holmsen, Z. Patáková (2021) A Stepping-Up Lemma for Topological Set Systems. 37th International Symposium on Computational Geometry (SoCG 2021), Article No. 40; pp. 40:1–40:17	10.4230/LIPIcs.SoCG.2021.33
17			Jagiellonian University	, CALCULUS OF VARIATIONS AND PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS 60, 93 (2021),	<a href="https://doi.org/10.1007/s00526-021-01944-4">https://doi.org/10.1007/s00526-021-01944-4</a>
18			싱가포르/ Nat. U. of	The complex Sobolev space and Holder continuous solutions to Monge–Ampere	10.1112/blms.12600

			Singapore	equations	
19			이태리 파비아대학	(2021) Vanishing cohomology on a double cover. Bull. London Math. Soc. 53 (2021) 370–379	doi:10.1112/blms.12425
20			미국/University of Michigan	(2020) Free energy of bipartite spherical Sherrington–Kirkpatrick model. Ann. Inst. H. Poincaré Probab. Statist. 56(4): 2897–2934.	10.1214/20-AIHP1062
21			Uzbekistan/ Uzbekistan Academy of Sciences	(2021) Optimal quadrature formulas for non-periodic functions in Sobolev space and its application to CT image reconstruction. Filomat, Vol 35, pp. 4177–4196.	doi.org/10.2298/FIL2112177H
22			미국/San Francisco State University	, “Explicit analytic solution for the plane elastostatic problem with a rigid inclusion of arbitrary shape subject to arbitrary far-field loadings”, Journal of Elasticity, 144, 81–105 (2021)	<a href="https://doi.org/10.1007/s10659-021-09828-6">https://doi.org/10.1007/s10659-021-09828-6</a>
23			미국/University of Utah	"Geometric series expansion of the Neumann–Poincaré operator: application to composite materials", Eur. J. Appl. Math., 33(3), 560–585 (2022).	<a href="https://doi.org/10.1017/S0956792521000127">https://doi.org/10.1017/S0956792521000127</a>
24			미국/Indiana University, Bloomington	(2021): Abelian varieties and finitely generated Galois groups. in Abelian varieties and number theory, Contemporary Mathematics, 767, Amer. Math. Soc. pp.1–12.	<a href="https://doi.org/10.1090/conm/767">https://doi.org/10.1090/conm/767</a> <a href="https://www.ams.org/books/conm/767/15393/conm767-15393.pdf">https://www.ams.org/books/conm/767/15393/conm767-15393.pdf</a>
25			일본/University of Tokyo	(2021) Seasonal variation in mortality and the role of temperature and urban characteristics: A multi-country multi-city study, International Journal of Epidemiology, 51: 122–133	10.1093/ije/dyab143
26			캐나다/University of Ottawa	(2022) Nonparametric Bayesian sparse latent factor model for multivariate functional clustering. Journal of the Royal Statistical Society – Series C, 71:1521–1542	0035–9254
27			미국/Howard University, Univ. Maryland	Todd Drumm, William Goldman, Tameness of Margulis space-times with parabolics, Forum Mathematicum 35 No.1 (2022), 1–59.	<a href="https://doi.org/10.1515/forum-2019-0331">10.1515/forum-2019-0331</a>
28			U n i v .		<a href="https://doi.org/10.1112/jlms.12675">10.1112/jlms.12675</a>

			Renne	Deformation spaces of Coxeter truncation polytopes, J. London Math. Soc. 106 No.4 (2022) 3822-3864,	
총 환산 참여교수 수			26.7	제출요구량	7~27

### ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적

연번	교육연구단 참여교수	실적구분	내용
1		국제공동연구	베트남 하노이 수학연구소 (Institute of Mathematics, Hanoi) D. Cuong 교수 및 N.D. Hop 교수와의 연구교류를 통해 국제공동연구 논문 2편 발표하였다. (1) (with Doan ), Componentwise linearity of projective varieties with almost maximal degree, Journal of Pure and Applied Algebra Vol 225, issue 9 (2021), 106672. (2) (with D.H. and T. ), Algebraic invariants of projections of varieties and partial elimination ideals, Journal of Algebra Vol 586, pp 973-1013 (November,2021).
2		온라인 강연 초청	다음 연사들에게 1시간 강연을 부탁하고, 연구 협의를 진행하였다. (1) 2021/09/27 Dr Suzuki (Chuo University) (2) 2021/10/06 Dr Koshikawa (RIMS, Kyoto) (3) 2021/10/27 Prof David (Max Planck Institute for Mathematics; currently, National University of Singapore) (4) 2021/11/17 Park (University of Wisconsin-Madison/NIMS) (5) 2021/11/24 Prof Kakde (Indian Institute of Science)
3		KAIX 초청 강연 조직	다음 연사의 초청 강연을 듣고, 연구 협의를 진행하였다. Prof Ghate (Tata institute) 90 minutes lecture on 2022/11/08 & 75 mins lecture on 11/10
4		현장 강연 초청	다음 연사들에게 1시간 강연 2개를 부탁하고, 연구 협의를 진행하였다. (1) 2023/01/12 & 01/13 Lim (UC Berkeley) (2) 2023/01/16 & 01/17 Prof Moon (BIMSA, Beijing)
5		국제공동연구	플로리다 주립대학 이주곤 교수 연구팀과의 협업 연구 세포 내 분자 이동을 방해하는 세포질 혼잡이 불안정한 일주기 리듬과 수면 사이클을 유발함을 예측하고 이를 플로리다 주립대학 이 교수 연구팀과 실험으로 검증하였습니다. 이를 통해 세포질 혼잡을 유발하는 비만, 치매 그리고 노화가 어떻게 불안정한 수면을 유발하는지를 밝혔습니다. 이번 연구결과는 국제 학술지 Proceedings of the National Academy of Sciences 2020년 11월 10일 온라인판에 게재되었습니다. 현재 후속연구를 통해 세포의 크기가 다름에도 불구하고 모든 세포가 24시간 주기의 리듬을 만들어 내는 원리에 대해서 연구를 진행하고 있습니다. 추가적으로 PER 단백질의 이합체 형성을 통해 인산화와 생체리듬 주기를 조절하는 메커니즘에 대해서도 연구를 진행하고 있습니다. 현재 실험을 진행 중이며 이를 설명하기 위한 수리 모델을 개발 하고 있습니다.
6		국제공동연구	버지니아 폴리테크닉 주립대학교 Carla 교수 연구팀과의 협업 연구 방사능을 가했을 때 일주기 리듬이 불안정해지는 원리를 현재 버지니아 폴리테크닉 주립대학교 Carla 교수 연구팀과 협업 연구를 통해 밝히고



			있습니다. 현재 방사능이 어떠한 분자적 경로를 통해 생체시계에 영향을 주는 지에 대해서 실험 중에 있으며 그 실험결과를 분석 중에 있습니다. 본 연구결과는 2021년 겨울 학술지 투고를 목표로 삼고 있습니다.
7	국제협업연구	워릭 대학교의 Foo 교수 연구팀과의 협업 연구 식물이 쬐는 빛의 파장에 따라서 식물의 생체시계가 어떻게 반응하며 이것이 식물의 생장에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서 워릭 대학교의 Mathias Foo 교수 연구팀과 협업 연구를 진행하고 있습니다. 현재 수리 모델링과 실험을 통해 핵심 메커니즘을 찾은 상태이며 본 연구결과는 2021년 가을 투고를 목표로 하고 있습니다.	
8	국제협업연구	도쿄 대학교의 Yoshitane 교수 연구팀과의 협업 연구 포유류의 일주기 리듬은 두 개의 얹혀진 음성 피드백loop에 의해서 만들어집니다. 그 중 하나의 피드백loop이 망가졌을 때 일주기 리듬이 어떻게 달라지며 그로 인해서 인간의 다양한 생리적 현상이 어떠한 영향을 받는지에 대해 Hikari Yoshitane 교수 연구팀과 협업 연구를 진행하였습니다. 본 연구 결과는 2021년 여름 투고를 목표로 하고 있습니다.	
9	국제협업연구	캘리포니아 대학교 어바인 캠퍼스의 김진수 박사, 노스이스턴 대학교의 Sontag 교수 연구팀과의 협업 연구 생화학 시스템의 무작위성을 기술하는 가장 대표적인 수학적 표현인 연속 시간 마르코프 연쇄 모형의 구조적 특징으로부터 동역학적 특징을 이끌어내는 연구를 진행했습니다. 해외의 공동 연구자들과 주기적인 연구 논의를 통해, ‘network translation’이라는 변형을 통해 기존의 밝혀지지 않았던 더 넓은 범위의 생화학 시스템의 stationary distribution을 유도하는데에 성공했습니다. 본 연구 결과는 2021년 5월, Communications Biology 저널에 출판되었습니다.	
10	국제협업연구	휴스턴 대학교 Josic 교수 연구팀과의 협업 연구 유전자로부터 전사된 mRNA가 번역되어 단백질이 되는 과정에 관여하는 시간 지연을 추정하는 연구를 진행하고 있습니다. 이러한 시간 지연이 있는 모형의 경우 현재 시간의 변화량이 현재 시간의 변수들의 값에만 의존한다는 마르코프 특성을 지니지 못 하고, 현재 시간의 변화량이 과거의 모든 정보에 영향을 받기 때문에 수학적으로 분석하기가 훨씬 어려운 점이 있습니다. 이렇게 마르코프 특성을 지니지 않는 시스템의 우도함수를 유도하여, 세포 내의 단백질 발현에 걸리는 시간 지연을 추정하는 베이지안 통계 모형을 개발하고, 세포와 단백질의 특성, 그리고 그 특성의 세포 간 변동성을 추정하는 연구를 진행하고 있습니다. 본 연구 결과는 현재 동료 심사 과정에 있으며, 후속 연구는 2021년 가을 투고를 목표로 하고 있습니다.	
11	국제협업연구	휴스턴 대학교의 Ott 교수 연구팀과의 협업 연구 생물학 시스템 안에 포함된 실험적으로 관측 불가능한 수많은 중간 과정들을 시간 지연을 이용해 모델링을 할 때, 시간 지연의 특성에 따라 달라지는 동역학적 특성에 대해 연구하고 있습니다. 특히, 고정된 시간 지연을 사용했을 때와 비교해 특정한 분포를 가진 무작위 시간 지연을 사용했을 때, 진동을 생성하는 생물학적 모델이 어떤 차이점을 보이는지 휴스턴 대학교의 Ott 교수 연구팀과 협업 연구를 진행하고 있습니다.	
12	국제공동연구	Mathias Foo 교수 연구실과 공동 연구 식물이 받는 빛의 파장에 따라서 식물 생체시계와 식물의 성장이 어떻게 달라지는지를 수리모형을 통해 예측하고 이를 실험으로 검증하는 연구를 수행하였습니다. 본 연구는 University of Warwick의 Foo 교수 연구실과 협업을 통해 진행되었습니다. 이 연구결과는 2022년 2월 in silico Plants에 출판되었습니다.	
13	국제공동연구	Carla V 교수 연구실과 공동 연구	

			방사능이 인간의 생체시계에 어떠한 영향을 주는 지를 Virginia Tech의 Carla V 교수 연구실과 협업 연구를 진행 중입니다. 구체적으로, 방사능에 생체시계 단백질의 발현 위상이 어떻게 변화하는지를 실험과 수학적 분석을 통해서 연구 중입니다.
14		국제공동연구	University of Houston의 Ott 교수와 University of Houston, Clear Lake의 LieJune 교수와 공동 연구 University of Houston의 Ott 교수와 University of Houston, Clear Lake의 Shiao 교수와 함께 수리 모델을 기반으로 노이즈가 있는 시간 지연이 진동을 만드는 생화학 네트워크에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구를 진행하고 있다. 구체적으로, 유전자 조절 네트워크의 단백질 형성에 필요한 시간 지연 노이즈가 시계열의 노이즈는 거의 증가시키지 않으면서 진동의 꼭짓점을 날카롭게 만드는 것을 확인했다. 이는 꼭짓점 사이 간격의 변동을 감소해 결과적으로 안정적인 진동을 만드는 효과가 있다.
15		국제공동연구	Victoria 교수와 공동 연구 교대 근무자의 주간 졸림 정도를 낮출 수 있는 수면 패턴을 수리 모델링을 통해 밝히는 연구를 진행하였다. 이 연구는 삼성서울병원의 주은연 교수, 최수정 교수, University of Michigan의 Victoria Booth 교수와 함께 진행하였다. 각 사람마다의 일주기리듬에 맞게 자는 것이 교대 근무자의 주간 졸림 정도를 낮추는 수면 패턴이 된다는 것을 실제 간호사의 데이터로부터 보인 이 연구는 국제학술지 iScience에 2021년 10월 게재되었다.
16		국제공동연구	Kresimir 교수 연구실과 공동 연구 세포 군집에서 시간 지연이 있는 유전자 전사-발현 시스템의 모수를 추정하기 위한 방법론을 University of Houston의 Kresimir Josic 교수, 고려대학교의 최보승 교수 연구실과 함께 진행하고 있다. 관찰 불가능한 변수가 있는 복잡한 상황에서 적용가능한 베이지안 추정 방법론을 개발하여 논문 작성 작업을 진행 중이다.
17		국제공동연구	UC Berkely, UCLA, UC San Diego 의 연구자들과 공동연구를 실시하여 논문 2건 작성하였다.
18		국제공동연구	Daniele (University of Tübingen) 교수와 공동연구를 진행 중이다.
19		국제공동연구	2022.08.11.-08.22: University of Georgia Ke 교수와 statistical learning methods for complex structured data에 대한 공동연구 진행 중이다.
20		국제공동연구	2022.12.17.-12.22: l'Ecole Nationale Supérieure d'Informatique pour l'Industrie et l'Entreprise (ENSIIE) Park 교수와 statistical learning methods for functional data에 대한 공동연구 진행 중이다.
21		국제공동연구	중국 상하이 교통대의 Chunjing 교수와 길림 대학의 Ben 교수와 '오일러-포아송 시스템의 다차원 천음속 흐름'에 대해 공동연구를 진행하고 있으며, 이미 공동 연구 결과를 상위 SCI학술지에 여러 편 게재하였으며, 현재 '오일러-포아송 시스템의 부드러운 천음속 흐름'에 대한 논문을 공동 저술 하도 있다. 또한, 현재 진행중인 연구 프로젝트가 완료되면, '오일러-포아송 시스템의 다차원 천음속 충격파'에 대한 지속적인 공동 연구를 계획하고 있다
22		국제공동연구	(1) 다차원 오일러-포아송 시스템의 천음속 흐름에 대한 공동연구: Chunjing (상해교통대, 중국), Ben (Jilin University, 중국) (2) 오일러 시스템의 분리 충격파에 대한 공동연구: Wei (홍콩시립대, 중국), 공동 저술한 논문 현재 학술지 투고하여 심사 중 공동 연구실적 및 계획: 이미 위의 세 명의 연구자들과 10년 이상 공동연구를 진행하고 있으며 최근 1년간 학술지에 게재된 논문 실적은 없으나 그 전에 이미 상위 학술지에 공동 저술한 논문을 수 편 게재하였다. 또한 현재 공동 저술 중인 논문이 있고, 그 이후에도 앞으로 최소 5년 이상 위에 명시한 주제에 대한 공동연구를 계속 진행할 계획이다.

23		국제공동연구	캐나다 University of Alberta대학의 Nikita Karpenko교수와 논문 Yagita's counter-examples and beyond를 공동저술하여 저널 Arkiv för Matematik에 게재 승인(2022년 6월)을 받았고 해당저널에 게재 준비 중에 있다.
24		국제공동연구	뉴욕시립대학 CUNY 퀸즈칼리지에 방문하여 Nicholas 교수, Dragomir 교수 등과 무한 곡면의 사상류군, 쌍곡평면 상의 sheer 함수 및 기하군론의 다양한 토픽에 관하여 깊게 연구 교류를 하였다.
25		국제공동연구	프랑스 LORIA 및 Université de Lorraine 소속의 Xavier , 체코 Charles University 소속의 Zuzana 와 비대면 공동연구를 진행했고 그 결과논문을 2021년 6월 개최된 학술대회(37th International Symposium on Computational Geometry (SoCG 2021))에 게재하였다.
26		국제공동연구	다음의 연구자들과 공동연구를 진행중이다. - Prof Xavier , <a href="#">École des Mines de Nancy, France</a> - Prof Zuzana , Charles University, Czech (We have written one preprint: <a href="#">A stepping-up lemma for topological set systems</a> which appeared in the SoCG 2021 conference, and we are currently preparing a journal version of this paper. In addition we have other ongoing projects.)
27		국제공동연구	2020.03.01.~2021.02.01., 미국 Univ. of Utah 장기파견 (코로나 19로 인하여 귀국일정은 2021.02.28.에서 2021.02.01.으로 변경되었음). - 관련실적: E. , M. Kim, and M. , "Geometric series expansion of the Neumann–Poincare operator: application to composite materials", European Journal of Applied Mathematics, Eur. J. Appl. Math., 33(3), 560–585 (2022), <a href="https://doi.org/10.1017/S0956792521000127">https://doi.org/10.1017/S0956792521000127</a>
28		국제학회공동 기획	프랑스 French-Korean IRL in Mathematics와 공동으로 the webinar in Number Theory를 조직(March 2021-현재)하여 진행 중이다. ( <a href="https://www.math.u-bordeaux.fr/~pthieull/LIA/webinars_NT.html">https://www.math.u-bordeaux.fr/~pthieull/LIA/webinars_NT.html</a> )
29		국제공동연구	프랑스 Tuan (Lyon, CRNS) 교수와 공동연구 진행 중이며, 다음의 논문을 투고하였다: <a href="https://arxiv.org/abs/2205.07165">https://arxiv.org/abs/2205.07165</a>
30		국제공동연구	일본 나가사키 대학교, 열대의학 연구소에 visiting associate professor로 22년 12월까지 임용되었으며, 나가사키 대학교 보건대학원의 Lina 교수와 다수의 공동연구를 진행하였다.
31		국제공동연구	University of California, Santa Cruz, Department of Statistics의 이주희 교수를 2021. 5. 25 ~ 2021. 6. 23 동안 카이스트 수리과학과에 초청하였으며, 학과 콜로퀴움, 집중 강연을 진행하고, 다수의 공동연구를 기획하였다.
32		국제공동연구	University of California, Irvine, Department of Statistics에 2022.8.1. - 2023. 7.31 동안 visiting scholar로 근무하며, 초청자 Veronica 교수와 공동연구를 기획하였다.

## ▶ 연구역량 영역 관련 목표 대비 실적 소명

### ■ 수리과학과 우수학술지 게재 목표 대비 실적 소명

- 계획서(2020년) 목표대비 정량적 실적은 2020년 11편 (목표대비 1편 부족), 2021년 14편 (목표 대비 2편 초과), 2022년 7편 (목표대비 5편 부족)으로 나타났으나, 현재 수리과학과 우수학술지 게재승인된 논문의 편수는 5편으로 수학분야 특성상 게재승인 후 출판까지 시간이 걸려 이를 포함하면 사업기간 동안 우수학술지 논문은 목표 37건 대비 37건으로 목표에 부합하는 실적을 얻었다고 할 수 있음. 또한 우수학술지에 포함되어 있지 않은 과학분야 우수저널인 PNAS, Science Advances 게재된 3편을 포함하면 본 사업단의 연구실적이 질적인 우수성이 매우 높다고 평가할 수 있으며, 본 교육연구단의 우수한 연구역량을 잘 보여주고 있음

■ 수리과학과 대학원생의 우수학술지 게재 목표 대비 실적 소명

- 평가 대상 기간 중 대학원생의 수리과학과 우수학술지 게재 목표는 매년 3편씩 총 9편을 목표로 하였고, 게재 실적은 총 5편이지만 현재 우수학술지 게재 승인된 5편 중 총 4편의 논문은 모두 대학원생 논문으로 이를 포함하면 총 9편의 실적을 거두었음