

『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

교육연구팀 사업 신청서

접수번호	4299990414342												
사업 분야	기초	신청분야	수학	단위	전국	구분	교육연구팀						
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야							
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류						
	분류명	수학	수학일반										
	비중(%)	100											
학과(학부)	수학과			신설(예정)학과			신설(예정)학과 여부						
							학과 개설일						
							직전학과 실적 인정여부						
교육연구 팀명	국문) 4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀												
	영문) Fourth BK21 Korea University Mathematical Science Future Human Education Team												
교육연구 팀장	소 속	고려대학교 이과대학 수학과											
	직 위	교수											
	성명	국문				전화							
						팩스							
		영문				이동전화							
			E-mail										
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (20.9~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)	3차년도 (22.3~23.2)	4차년도 (23.3~24.2)	5차년도 (24.3~25.2)	6차년도 (25.3~26.2)	7차년도 (26.3~27.2)	8차년도 (27.3~27.8)				
	국고지원금												
총 사업기간		2020.9.1. - 2027.8.31.(84개월)											
1차년도 사업기간		2020.9.1. - 2021.2.28. (6개월)											
<p>본인은 『4단계 BK21』 신규사업 지원을 신청서와 같이 신청하며, 지원이 결정될 경우 관련 법령, 귀 재단과의 협약, 귀 재단이 정한 제반 사항 등을 준수하고 성실하게 사업을 추진하여 소정의 사업성과를 거두도록 노력하겠습니다.</p> <p>아울러, 신청서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠다는 서약합니다.</p> <p style="text-align: right;">2020년 6월 2일</p>													
작성자	교육연구팀장						(인)						
확인자	고려대학교 산학협력단장						(인)						
확인자	고려대학교 총장						(인)						
한국연구재단 이사장 귀하													

【신청서 요약문】

〈신청서 요약문〉

중심어	4차 산업혁명	인공지능	수학적 사고력
	금융수학	데이터 수리과학	미래인재양성
	사회문제 해결	수학	학문후속세대양성
교육연구팀의 비전과 목표	<p>4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀은 과학기술 난제 또는 사회문제 해결 능력을 갖춘 우수한 미래인재를 양성하기 위해서 양적인 인재양성보다는 질적인 인재양성에 중점을 두며 세계적 수준의 대학원 교육과 연구중심 수학과를 육성하려는 비전을 갖고 다음과 같은 목표를 세웠다. 대학원생이 안정적으로 학업과 연구에 집중할 수 있도록 재정적으로 지원하고, 큰 포부를 갖고 자신의 미래 진로를 능동적으로 설계할 수 있도록 대학원 교육과 연구인프라 체계를 갖춘다. 대학원 교육과정 개편과 4차 산업혁명 시대에 필요한 신규 교육과정 개발을 통해서 대학원 교육과 연구의 질적 수준을 강화한다. 활발한 국내외 공동연구 수행을 통해 4차 산업혁명 시대의 사회변화에 선도적으로 대응할 창의적이고 도전적인 대학원생들의 기초연구역량 강화 및 세계적 수준의 연구 성과를 창출한다. 4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀은 끊임없는 혁신 노력을 통해 미래 환경변화에 적극적으로 대응하고 새로운 지식과 가치를 창조하는 대학원생들을 양성하는데 목표를 두고 있다.</p>		
교육역량 영역	<p>4차 산업혁명 시대에 능동적으로 다양한 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖춘 대학원생 양성을 위한 교육과정 개발 및 운영과 효과적이고 효율적인 학사운영을 통해 대학원생 교육역량을 강화한다. 인공지능, 빅데이터 분석, 금융수학, 산업수학, 학문후속세대 양성 등 개별적인 교육역량을 강화하고 공통적인 기초수학 학습을 탄탄하게 다져서 창의력 있고 문제 해결력 있는 대학원생을 양성한다. 세계적 수준의 수학과 대학원 교육을 위해서는 어느 특정 과목에만 집중하여 교육해서는 안되며, 수학과 교수진 구성원 모두가 협력하여 대학원 교육을 이끌어야 한다. 이에 본 연구팀은 해석학, 대수학, 위상수학, 기하학 등 수학의 뿌리가 되는 기본 분야와 함께 사회문제를 수학적으로 해결하기 위한 응용 분야를 함께 교육할 것이다. 이를 통하여 수리과학 이론연구, 과학 및 첨단기술 개발, 그리고 인류사회에 이바지할 수 있는 수학적 사고력을 갖춘 글로벌 인재 양성을 교육 목표로 한다.</p>		
연구역량 영역	<p>각 참여교수는 지도 대학원생들의 연구지도와 연구과제 참여를 통해서 연구역량을 강화한다. 산학협력 활동을 통해 실제 사회 문제에 대한 수학적인 문제 해결을 도출하고, 참여대학원생의 졸업 후 취업에 도움이 되도록 한다. 또한, 활발한 국제 공동연구를 통해서 우수 연구 성과를 도출한다. 수학 분야에서는 SCI급 저널에 대학원생이 학위과정 중에 논문을 단독으로 투고하여 게재하는 것은 일반적으로 어렵다. 연구논문을 작성할 때 형식과 내용 및 국제저널에 투고하는 방법과 리비전 하는 방법 등 일련의 과정을 지도교수가 자세하게 지도하고, 이후 연구와 논문작성에 대해서 대학원생이 독립적인 연구자로 성장할 수 있도록 지도한다.</p>		

	<p>대학원생이 자신의 연구를 다른 연구자들에게 명확하게 설명하는 발표 능력 및 협동 연구능력 향상을 위하여 타이거 세미나를 운영한다. 타이거 세미나는 ‘대학원생의, 대학원생에 의한, 대학원생을 위한’ 세미나로, 발표자 및 발표주제 선정, 세미나 진행 등 모든 것이 대학원생들에 의해서 자율적으로 운영이 된다. 대학원생들이 직접 발표하고 상호토론을 통하여 지식의 폭을 넓히며, 독자적 연구역량을 키울 수 있도록 장려한다. 대다수의 세미나는 교수 혹은 전문연구원에 의하여 진행되지만, 타이거 세미나는 대학원생들이 주체성을 가지고 세미나를 진행하며 자유로운 분위기 속에서 본인의 세부전공 이외의 타전공에 대한 지식 교류가 가능하다. 또한, 타이거 세미나에서 영어로 발표를 함으로써 국제 컨퍼런스에서 자신의 연구를 자유롭게 발표할 수 있는 역량을 키우도록 한다.</p>
<p>기대 효과</p>	<p>4단계 두뇌한국21 사업의 성공적인 수행을 통하여 세계적 수준의 대학원 교육과정을 구성하고 효과적이고 효율적인 학사관리 시스템 운영을 통해 기초과학인 수학을 활용하는 석·박사급 전문인력을 배출하여 미래 국가경쟁력을 근본적으로 강화하는 효과를 기대할 수 있다. 4차 산업혁명과 이에 따른 교육 및 연구의 변화는 학제 간 교육과 융·복합 연구를 통한 창의적이고 혁신적 인재가 필요하다. 본 연구팀의 성공적인 운영을 통해 급변하고 있는 4차 산업혁명 시대를 주도할 수 있는 국제적 경쟁력을 갖춘 창의적 수학 인재를 양성하는 효과를 기대할 수 있다.</p> <p>이번 4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀은 기존 BK 사업의 성과를 계승·발전하고, 빠르게 변화하고 있는 시대에서 발생하는 문제를 수학적으로 해결할 수 있는 문제 해결 능력이 있고 사회변화에 선도적으로 대응할 창의적·도전적 석·박사급 인재양성 및 세계적 수준의 수학과로 도약하는 효과를 기대한다.</p>

I. 교육연구팀 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구팀 구성

1.1 교육연구팀장의 교육·연구·행정 역량

성 명	한글	김준석	영문	Junseok Kim
소속기관	고려대학교	이과대학		수학과

<표 1-1> 교육연구팀장 최근 5년간 연구실적

연 번	저자	논문제목/저서제목/book chapter/ 설계작품명	저널명/학술대회명 /출판사/행사명	권(호), 페이지/ISSN/ISBN (pp. ** - **)	게재· 출판· 행사 연도	DOI 번호 (해당 시)
1		Fast and accurate adaptive finite difference method for the dendritic growth	Computer Physics Communications	Vol. 236, pp. 95-103, 0010-4655	2019	https://doi.org/10.1016/j.cpc.2018.10.020
2		A new conservative vector-valued Allen-Cahn equation and its fast numerical method	Computer Physics Communications	Vol. 221, pp. 102- 108, 0010-4655	2017	https://doi.org/10.1016/j.cpc.2017.08.006
3		Phase-field simulations of crystal growth in a two- dimensional cavity flow	Computer Physics Communications	Vol. 216, pp. 84-94, 0010-4655	2017	https://doi.org/10.1016/j.cpc.2017.03.005

I. 교육연구팀 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구팀 구성

1.1 교육연구팀장의 교육연구행정 역량

4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀장의 연구·교육·행정 역량은 다음과 같다.

1) 주요경력

- ㄱ. 1988 - 1995 : 고려대학교 수학교육학과 학사
- ㄴ. 1995 - 1997 : 서울대학교 수학과 석사
- ㄷ. 1997 - 2002 : University of Minnesota 수학과 박사
- ㄹ. 2002 - 2006 : University of California, Irvine 수학과 박사후연구원
- ㅁ. 2006 - 2008 : 동국대학교 수학과 조교수
- ㅂ. 2008 - 현재 : 고려대학교 수학과 조교수, 부교수, 교수

2) 연구역량

ㄱ. 연구실적

현재까지 160편의 연구논문을 SCI급 저널에 발표하였다. 특히, 그중 45편은 2018년 Journal Citation Reports (JCR) 기준 상위 10% 이내의 저널에 발표했다. 연구자 h-index는 24로써, 발표된 전체 연구논문 중 24편은 적어도 24번 이상씩 피인용 되었다는 것으로 이는 단순히 양적으로만 많은 연구논문을 작성하여 발표한 것이 아니라, 질적으로도 우수한 내용의 연구논문을 많이 발표한 것으로 판단할 수 있는 지표이다. SCOPUS 기준으로 현재까지 발표한 연구논문들의 총 피인용 횟수는 2573번으로, 유관 분야에서 국제 경쟁력을 갖추고 있음을 확인할 수 있다. 다음과 같이 응용수학 분야의 다양한 연구주제를 다루고 있다.

- 연구주제: 바이오 3D 프린팅, 다상 유체역학, 계산금융, 이미지 프로세싱, 고성능 과학계산, 수리생물, 감염병 모델링, 크리스탈 성장, 패턴 형성, 곡면 위 편미분방정식 등

ㄴ. 학회 활동

- 대한수학회(KMS)
- 한국산업응용수학회(KSIAM)

ㄷ. 수행한 국가 R&D 과제

- 한국연구재단, 2019~2022 커피링 효과에 대한 상태방정식 모델링과 수치기법 연구
- 한국연구재단, 2017~2018 편미분방정식을 이용한 바이오, 금속 3D 프린팅 형상 최적화 연구
- 한국연구재단, 2014~2016 인실리코 암 성장에 대한 하이브리드 멀티스케일 비선형 모델링과 수치해석 연구

3) 교육역량

ㄱ. 대학원 교재 개발:

- ELS 평가를 위한 몬테카를로 시뮬레이션과 유한차분법: 파이썬 활용, 지오북스, 2019
- 25시간만에 배우는 머신러닝 예제: 파이썬 활용, 이모션미디어, 2018
- 산업응용수학의 기본, 경문사, 2017

ㄴ. 학문후속세대 양성: 7명의 정년트랙 전임교수 배출

ㄷ. 산업인력 양성: 15명의 금융 관련 회사 취업

4) 행정역량

3단계 BK21 플러스 고려대학교 수리과학사업단장직을 성공적으로 수행하였다. 주어진 예산을 국제화 경비, 학술대회 참석, 논문게재 지원, 해외석학 초빙 등으로 적절히 배분하여 집행하였으며, 우수 대학원생들이 학업과 연구에 전념할 수 있도록 연구장학금을 지원하였다. 또한, 신진연구인력을 지원하여 정년트랙 전임교수로 임용이 되는 성과를 달성하였다.

1.2 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진

<표 1-2> 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진 현황

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자 등록번호	세부전공분야	신임교수 *	외국인
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

1.3 교육연구팀 대학원 학과(부) 현황

<표 1-3> 교육연구팀 대학원 학과(부) 현황

(단위: 명)

기준일	대학원 학과(부)		학과(부) 소속 전체 교수 수	참여교수 수
2020.05.14	수학과	임상, 건축학 인문사회계열 포함	19	17
		임상, 건축학 인문사회계열 제외	19	17

<표 1-4> 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임교원 변동 현황

(단위 : 명)

구 분	2017년		2018년		2019년		2020년		비고
	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	
전체 교수 수 (명)	19	18	20	20	19	20	19	19	
전입 교수 수 (명)	0	0	2	0	0	1	1	0	
전출 교수 수 (명)	0	1	0	0	1	0	2	0	

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

연번	성명	변동 학기	전출/ 전입	변동 사유	비고
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

<표 1-6> 교육연구팀 참여교수 지도학생 현황

(단위 : 명, %)

기준일	대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
			석사			박사			석·박사 통합			계		
			전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
2020. 05.14	수학과	전체	21	18	85.71	13	10	76.92	23	21	91.30	57	49	85.96
		자교 학사	10	9	90.00	4	4	100.00	12	10	83.33	26	23	88.46
		외국인	0	0	-	3	2	66.67	0	0	-	3	2	66.67
참여교수 대 참여학생 비율						288.24								

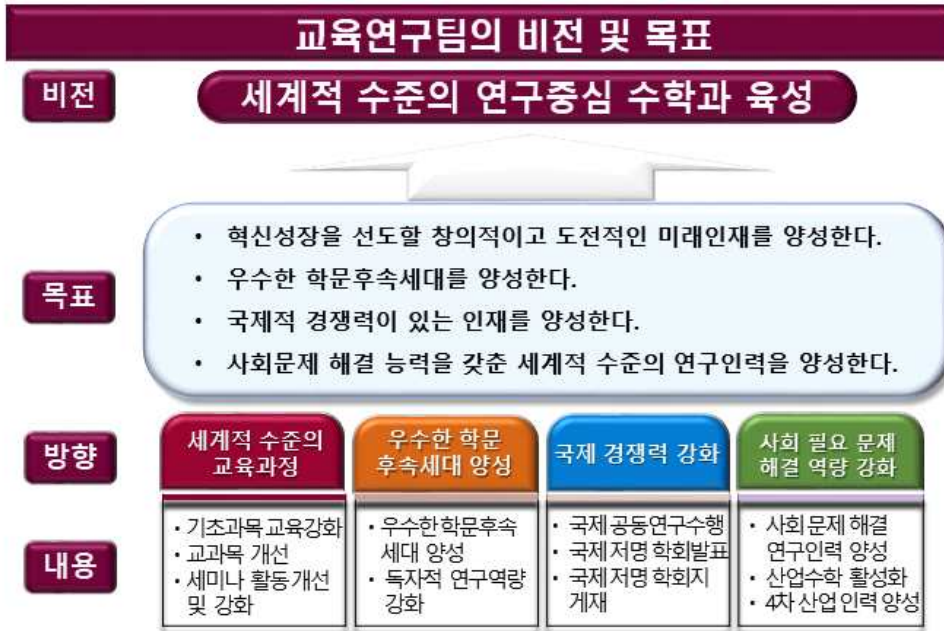
<표 1-7> 교육연구팀 참여교수 지도학생(외국인) 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1						
2						
3						

2. 교육연구팀의 비전 및 목표

2.1 교육연구팀의 비전 및 목표

4단계 BK21 고려대학교 수리과학 교육연구팀의 교육 비전과 목표는 혁신성장을 선도할 창의적이고 도전적인 석·박사급 미래인재 양성과 사회문제 해결 능력을 갖춘 세계적 수준의 연구인력 양성이다.



세계적 수준의 연구중심 수학과를 육성한다는 본 교육연구팀의 교육 비전을 바탕으로 석·박사 인력 양성의 구체적인 목표를 다음과 같이 설정하였다. 1) 혁신성장을 선도할 창의적이고 도전적인 미래인재를 양성한다. 2) 우수한 학문후속세대를 양성한다. 3) 국제적 경쟁력이 있는 인재를 양성한다. 4) 사회문제 해결 능력을 갖춘 세계적 수준의 연구인력을 양성한다.

● **혁신성장을 선도할 창의적이고 도전적인 미래인재를 양성한다.**

과학기술 발전과 사회·경제적 변화로 인해 출현한 4차 산업혁명과 기술 진보에 따른 교육 및 연구의 변화는 학제 간 교육과 융·복합 연구를 통한 창의적, 혁신적 인재를 요구하게 되었다. 구글과 아마존 등 해외 우수 기업들의 예에서 보듯이 4차 산업 혁명의 구조하에서 선두 시장의 지배력과 파급력은 기존의 산업구조 비해 훨씬 더 압도적이라 할 수 있다. 이에 빠른 추격자의 모델은 의미가 약해지고 있으며, 이를 위한 교육은 예전에 비해 빛을 잃어 가고 있다. 따라서 기술과 사회의 변화에 수동적으로 대응하며 따라가는 인재가 아니라 4차 산업 혁명에 맞추어 새로운 패러다임을 제시하고 변화를 이끌어 가며, 이로부터 지역사회, 국가, 더 나아가 전 세계적으로 영향을 줄 수 있는 창의적이고 도전적인 인재를 양성하고자 한다.

● **우수한 학문후속세대(Academic Track)를 양성한다.**

수학계 혹은 수학 관련 학계에서 연구를 지속해서 수행할 참여대학원생을 위한 목표이다. 고려대학교 수학과에서 박사학위를 받은 졸업생 중 상당수가 현재 여러 대학교에서 전임교원으로 임용이 되어 교육과 연구에 매진하고 있다. 학계에서 지속적인 연구를 수행할 학문후속세대에게 가장 필요한 역량은 독자적 연구역량과 국내외 학자들과 정보를 공유하고 공동연구를 수행하는 역량이다. 본 교육연구팀은 지도교수의 세심한 연구지도와 대학원생과의 공동연구로 세계적 수준의 우수한 연구역량을 지닌 학문후속세대를 양성한다.

● **국제적 경쟁력이 있는 인재를 양성한다.**

수학의 가장 큰 특징 중 하나는 그 보편성에 있다. 따라서 수학 연구의 국제화는 피할 수 없는 부분이라 할 수 있다. 본 연구팀은 이러한 관점에서 해외 학회의 발표 및 참가, 해외 연구자들과의 공동 연구, 해외 전문가들과의 연구 교류 등을 통해 대학원생들의 국제화 교육을 계속 추진해 오고 있었다. 이 사업을 통해 여기서 더 나아가 수학 분야에서 국제적으로 우수한 인재 양성에 더욱 박차를 가하고, 이를 위해 관련 분야의 세계 전문가들과 학술교류 및 공동연구를 진행할 수 있도록 더욱 노력하고자 한다.

● **사회문제 해결 능력을 갖춘 세계적 수준의 연구인력(Industry Track)을 양성한다.**

학위 취득 후 전공과 관련 있는 산업에 취업하려는 참여대학원생은 수학뿐만 아니라 산업체 관련 분야의 지식 또한 필요하다. 따라서 여러 분야를 아우를 수 있는 융합적 사고와 원활한 소통능력, 그리고 산업체에서 발생하는 문제와 수학을 연관시킬 수 있는 산업체 연계 역량이 매우 중요하다. 다른 분야와의 융합과 다른 분야로의 응용에 능통한 인재를 양성한다.

■ **교육연구팀의 현재 및 세계 저명대학 벤치마킹 분석결과와 연계한 교육연구팀의 미래 목표는 다음과 같다.**

● **금융수학**

수학과 대학원에서 석사나 박사학위를 취득하고 산업체로 취업을 하는 경우 학위과정에서 배운 수학을 사용하는 분야 중의 하나가 금융관련 회사이다. 그동안 수학과 졸업생들은 한국투자증권, 미래에셋증권, 메리츠 종금증권 채권운용팀, 신한금융투자 RP운용팀, 하나은행 리스크관리본부, NH투자증권, 대우증권 파생운용본부, 국민은행 자본시장본부 계량분석팀, 국민연금 리스크관리실, 나이스P&I, 현대증권, 키움증권 리스크관리팀, 한국자산평가, KDB대우증권, KIS채권평가, LIG투자증권, 오렌지라이프 등 금융회사 관련 회사에 취업하였다.

세계 금융시장은 70년대 이후 통신수단의 발전으로 인하여 세계 공동의 경제구역으로 변했고, 금융은 매우 중요한 산업이 되었다. 1997년 동남아시아 통화가치의 폭락, 1998년 러시아 루블화의 평가 절하와 모라토리움 선언 등으로 일어난 금융위기, 2007~2008년에 걸친 리만브라더스의 파산과 AIG 구제 금융사태 등의 서브프라임 모기지 사태, 최근 COVID-19의 영향으로 인한 국제 유가 폭락 및 국가 지수(index) 폭락 등에 대한 국제 경제상황은 금융산업의 중요성을 보여주는 예이다. 이러한 금융시장의 불확실한 구조를 분석하기 위해서 수학적론을 기반으로 한 첨단 금융기법이 필요하며, 해외에서는 많은 해외 우수 대학에 금융수학 관련 전문가 양성과정이 개설되어 운영되고 있다. 국내에서도 다양한 상품 개발의 필요성이 확대되면서 수학 지식과 프로그램 코딩능력을 겸비한 금융 전문 인력의 양성이 요구되고 있다. 고려대학교 수학과는 금융 산업체의 실제 문제들을 발굴하고, 석·박사 과정 학생들과 함께 발굴한 문제를 수학적으로 해결함으로써 산업수학의 실용성을 입증하는 동시에 성공적인 취업을 유도한다.

수학과 석·박사 학생들이 학위 취득 후에 경쟁력을 갖추고 금융 산업체에 취업하는데 필요한 지식을 습득하고 실무적인 능력을 갖추도록 교과과정을 개발할 필요가 있다. 이를 위해 현재 활발하게 운영되고 있고 세계적인 명성을 가진 대표 해외 대학 카네기 멜론 대학교의 금융공학 석사 프로그램(Master of Science in Computational Finance - Computational Finance, Carnegie Mellon University)을 벤치마킹하여 기존의 커리큘럼을 보완하고 강화한다. 학생들이 꼭 습득해야 할 지식으로는 학과에서

기본적으로 필요하다고 판단되는 교과지식과 함께, 금융회사 입장에서 필요한 지식이나 최근 입사한 신입사원이 필요한 지식을 고려하여 교육과정을 개발한다. 교과과정의 구성과목은 다음과 같다.

• 기본수학 (10과목)

- 기초과정: 실함수론, 확률론, 확률과정론, 수치해석, 수치적편미분방정식
- 고급과정: 복소해석학, 편미분방정식론, 확률적 모델링, 확률적해석학, 고급수치해석학

• 금융수학 (8과목)

- 기초과정: 금융수학을 위한 확률미적분학, 이자율 모형, 신용위험 모형, 계산금융
- 고급과정: 포트폴리오 최적화, 위험 측정 및 관리, 금융수학을 위한 시뮬레이션, 금융수학을 위한 수치해석



학위 수료 요건

- 석사과정(24학점 이상 이수): 기본수학 기초과정 3과목 이상, 금융수학 기초과정 3과목 이상, 재무 및 통계 1과목 이상, 실무교육 인턴쉽 1학기 이상
- 박사과정(36학점 이상 이수): 기본수학 5과목 이상, 금융수학 5과목 이상, 재무 및 통계 1과목 이상, 실무교육 산학협력 프로젝트 1학기 이상

과목 개요

- 1) 금융수학을 위한 시뮬레이션 (Monte Carlo Method for Financial Mathematics): 몬테카를로 방법을 중심으로 금융상품 가격결정 모형에 대한 확률변수생성, 시뮬레이션 방법, 분산감소법과 민감도 측정 등을 학습하고, 미국형 모형, 신용, 이자율 파생상품 등의 가격결정에 응용한다.
- 2) 포트폴리오 최적화 (Portfolio Optimization): Efficient Frontier, CAPM, Sharpe Ratio, Quadratic Programming, Dynamic Portfolio Optimization 등에 대해 학습한다.
- 3) 계산금융 (Financial Computing): 기초 프로그래밍 언어를 학습하고 이를 이용하여 기본적인 금융문제를 수치적으로 해결하는 방법을 습득한다.
- 4) 신용위험 모형 (Credit Risk Models): 신용위험 모형이론을 소개하고 신용위험 파생상품가격 산출과 프로그램 구현방법을 다룬다. 신용위험모형을 대표하는 structure 모형과 intensity 모형을 수학적으로 다루며 금융산업에서 사용하는 신용위험 모형을 소개하고 신용위험파생상품 가격을 산출하는 방법을 습득한다.
- 5) 위험 측정 및 관리 (Risk Measurement and Management): 위험의 확률 모형 이론 (시나리오 분포, 효용함수), 단일기간 위험의 측정을 위한 여러 가지 위험 함수 (VaR, CVaR, Coherent risk functional, Acceptability functional, Deviation risk functional), 다기간 위험 측정을 위한 여러 가지 위험 함수, 단일단계 결정 모델, 다단계 결정 모델 등을 다룬다.
- 6) 금융수학을 위한 수치해석 (Numerical Methods for Finance): 금융수학과 관련한 편미분방정식의 풀이와 관련된 유한차분법, 트리모형, 몬테카를로 방법 등의 수치적 방법을 학습하고 안정성, 수렴성, 경계조건 등을 공부하고, 이를 이자율 모형, 조기상환, 자유경계문제, 다인자 모형 등에

적용한다.

7) 이자율 모형 (Interest Rate Models): 금융 산업에서 사용되는 다양한 금리 모형을 수학적으로 소개하고 채권과 금리파생상품 가격결정이론을 습득한다. Short rate 모형, HJM 모형, LIBOR Market 모형, Swap Market 모형, Swaption, Cap, Floor 등의 금리 및 금리파생상품 등을 다룬다.

8) 산학협력 프로젝트: 학과 지도교수와 산업체 실무전문가의 공동 지도 하에 실제 금융문제를 분석하고 해결하는 프로젝트를 운영하고 이를 학위논문으로 완성한다.

9) 금융수학을 위한 확률미적분학 (Stochastic Calculus for Finance): 금융수학을 위한 확률미적분학의 기초 이론과 확률미적분학을 이용한 파생상품 모형이론을 다룬다. 브라운 운동, 마코프 과정, 마팅게일, 확률 적분, 확률미분방정식, 이토 식 등의 확률미적분학 이론을 배운다. 블랙-숄즈 모형을 이용한 주식 파생상품 가격결정, 이색 옵션의 가격 결정, 파인만-각 식, 점프 확산 모형 등의 파생상품 모형이론을 배운다.

10) 인턴십 (Internship): 금융수학과 관련하여 교내외 인턴십 과정에 참여하여 실제적 문제를 접해보고 이를 해결하는 실무적 접근방식을 경험한다.

수학적 지식과 구현 능력을 통해 산업계 문제를 해결함으로써 학생들의 산업계 진출을 도울 수 있는 기회가 될 것이다. 기업에는 현장 중심의 커리큘럼으로 기업 입사 후 교육비용의 절감 효과를 기대할 수 있다. 산업계와 학계가 공동으로 수학 이론을 적용하여 산업현장의 문제를 해결하고 수학이 우리나라 금융산업의 발전에 이바지하며 국가경쟁력 강화에 도움이 되도록 한다.

● 데이터 과학

전 세계적으로 4차 산업혁명을 맞아 많이 활용되는 분야는 데이터 과학(Data Science)이다. 이는 다양한 산업과 밀접한 관련이 있으며 학계에서도 주목받고 있다. 수학과 대학원에서는 세계적인 흐름에 발맞춰 머신러닝과 인공지능 등에 중심을 두어 데이터 과학 과정을 개설 및 운영하고자 한다. 이를 통해 핵심적인 수학 이론을 바탕으로 대학원생들이 머신러닝, 인공지능 등 관련 분야의 최신 방법을 습득하고, 이를 활용하여 여러 응용분야에 적절히 접목시킬 수 있도록 교육하고자 한다. 많은 해외 우수 대학에 데이터 과학(머신러닝, 인공지능) 관련 학과들이 개설되어 있고, 관련 전문가를 양성하기 위한 과정이 운영되고 있다. 국내에도 이에 대한 중요성이 인식되면서 빠르게 다양한 과정이 개설 및 운영되기 시작하였다. 4차 산업혁명을 견인하고 삶의 질을 향상하기 위한 핵심기술로서 인공지능이 거의 모든 산업분야에 적용되고 있다. 수많은 빅데이터가 생산되고 있으며 이러한 데이터는 기존의 정보처리 방법과 인간의 직관으로 분석될 수 없기에, 이를 분석하는 여러 기술 개발이 필요하다. 이를 위해서는 여러 학문에 대한 심도깊은 이해와 융합이 필요하다. 특히, 수학의 여러 세부 분야에 대한 중요성이 강조되고 있다. 기계학습과 수학 이론을 여러 분야에 적절히 접목하기 위해서는 각 분야를 올바르게 이해하고, 해당 분야에서의 문제에 대한 심도깊은 이해가 필요하다.

미국 Stanford 대학교의 비전은 ‘데이터 과학’ 과 ‘AI’ 를 중심으로 디지털 시대를 선도하고 사회적 문제를 해결하기 위한 교육과 연구를 수행하는 것이다. Stanford 대학교는 산학 연계가 탄탄하고 그 경계선이 사실상 없다는 특징이 있다. 이 특징은 머신러닝이 단순히 학계의 핫이슈로 끝나지 않고, 업계로 퍼져나가 새로운 트렌드, 새로운 패러다임으로 자리 잡을 수 있는 중요한 역할을 하였다. 따라서 업계와의 밀접한 연계를 통해 연구 결과가 실제 적용으로 빠르게 전환될 수 있게 배려한 점이 Stanford 대학교를 벤치마킹할 가장 중요한 점이다.



수학과에서도 데이터 과학과 기계학습을 교육하는 것은 단순히 수학 내용이 포함되어서가 아니라

관련된 내용을 학습해서 다양한 문제 해결에 기여하고자 하는 것이다. 따라서 이러한 문제 해결을 위해서는 이에 적합한 교육이 필요하다.

- 다른 분야에서 수학이 어떻게 응용될 수 있는지에 대한 기본적인 내용을 학습하는 응용수학 과목의 확대 운영
- 4차 산업혁명 관련 교과목의 신설 및 기존 수학 교과목과의 융·복합 교과목 개설
- 데이터 과학과 AI 기반의 프로젝트 과목 운영
- 관련 타전공 교과목에 대한 cross listings 교과목 도입 및 관련 타전공과의 공동 교과목 개설 및 공동 강의 운영 [예: Data mining (컴퓨터학과, 통계학과), Health care analytics (의학과), Financial intelligence (금융, 경영, 경제), Analyzing social media (미디어학부), AI & Humanity (인문학과) 등]

본 교육연구팀에서는 수학적 이론과 함께 데이터 과학의 최신 이론을 공부하고, 이를 올바르게 익힐 수 있도록 실습을 병행하는 교육을 하고자 한다. 또한, 컴퓨터공학과/바이오공학과/인공지능대학원 등의 유관 학과와 연계할 필요성이 있으므로 관련 과목을 정리하여 학생들에게 가이드를 할 예정이다. 기본과목은 다음과 같다.

- 기본수학 (3과목)
 - 기초과정: 확률론, 수리통계학, 불록최적화
 - 데이터 수리과학 (6과목)
 - 기초과정: 기계학습론, 인공지능 모델링
 - 고급과정: 강화학습론, 현대인공지능론, 인공신경망론, 인공지능 모델링 응용프로젝트
- 컴퓨터공학과/바이오공학과/인공지능대학원 등의 유관 학과 실용강좌 수강 시 학점인정

더불어 빠르게 변화하는 이 분야의 특성에 맞게 다음 두 가지의 프로그램도 추가로 개발하여 운영한다.

1) 데이터 과학 최신 이론을 정기적으로 연구 발표하는 프로그램을 운영한다. 교수와 박사후연구원, Teaching Fellow (TF)가 중심이 되어 Google Publication Database 등에 소개되는 데이터 과학 최신 이론을 정기적으로 연구 발표하는 프로그램을 운영한다. 특히, 고급 수학 이론 지식을 갖춘 학생들에게는 최신 이론에 포함된 수학 이론을 교육할 수 있는 교육트랙을 개발한다.

2) 체계적인 교육을 통해 전문가를 양성한다. 이론과 실습 능력이 고르게 함양되어야 우수한 인재를 양성할 수 있는데, 실습의 경우 개인별 또는 소규모 스터디 모임에서 지식을 습득하기보다는 체계적인 교육을 통해 전문가를 양성할 수 있도록 하는 것이 좋을 것이다. 하지만 이는 교수 1인 강의체계가 아닌, 교수 1인과 다수의 조교가 함께 지도하는 형태로 진행되어야 한다. Stanford 대학교는 여러 형태의 조교 운영을 통해 학생들의 학습을 지원한다.

구분	업무 내용
Course Assistant	교과목에서 주요한 책임을 맡은 교수를 지원하는 다양한 업무를 담당. Teaching 제외 강의자료 준비 돕기 및 랩 세션 운영. 검토 세션 수행 및 시험 채점
Teaching Assistant	Course Assistant보다 더 독립적이며 교수와 함께 일을 하거나 교과목 수강생 그룹 지원 수업 섹션을 준비하거나 시험 또는 보고서 준비 및 채점
Graduate Teaching Affiliate	해당 업무는 실질적으로 Teaching 경험을 가진 대학원 학생으로 한정 수업 준비, Teaching, 채점 및 정규 업무시간을 가짐. GTA는 교수 코디네이터에 의해 그 내용이 정해지는 과정에 전적인 책임을 짐. 동 직책자는 학과/프로그램을 개설 및 승인한 과정(교과목)의 교수멘토 지도하에 독립적으로 교과과정을 개발할 수 있음.
Research Assistant	교수의 감독하에 연구 프로젝트의 일을 하는 것. Predoctoral Research Affiliate: 전형적인 대학원 연구조교 업무의 범위를 넘어서 연구 또는 행정 업무를 수행

본 교육연구팀에서도 기존의 조교를 세분화해서 각자의 업무나 혜택 등을 차별화하여 운영하고, 조교와 함께 기존 Teaching Fellow가 교수와 함께 수업을 진행하는 교육 프로그램을 개발한다면 학생들이 데이터과학과 관련한 실습 능력을 함양하는 데 도움이 될 것이다.

❑ 4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀의 대표적 미래 목표에 대한 달성 방안은 다음과 같다.

● 혁신성장을 선도할 창의적이고 도전적인 석·박사급 미래인재 양성 방안

창의적이고 도전적인 미래인재 양성을 위해 기초수학 과목 교육을 강화하고 교과과정을 개선한다. 취업한 졸업생 및 재학 중인 대학원생들의 의견을 잘 검토하여 사회의 변화에 따른 요구에 맞춰 교과목을 신설한다. 수학 전공과 함께 타 전공을 수강할 기회를 늘리고 타 전공 전공인정 학점을 확대하여 융합 교육이 되도록 한다. 기존에 학생들이 주체적으로 진행했던 대학원생 세미나에서는 각 전공분야별 대학원생들이 본인의 연구 분야에 대해 발표하고 토의하는 시간을 가졌다. 본인의 세부 전공뿐만 아니라 다른 세부 전공의 연구현황에 대해 접하며 융합적 사고의 기반이 되는 활동이었다. 대학원생 세미나를 더욱 강화하고, 자체 동료평가를 통해 개선할 점을 서로 교류하여 학술연구 결과 발표력을 더욱 향상하도록 한다. 초청 강연, 인턴십 등의 국내외 우수 교육기관 및 연구기관과의 교류를 통해 융합적 사고를 증진하고 대학원생들의 향후 진로와 관련된 필요역량을 갖추고자 한다.

● 우수한 학문후속세대 양성 방안

수학계 혹은 수학 관련 학계에서 지속적으로 연구를 수행하고자하는 참여대학원생을 위한 목표이다. 고려대학교 수학과에서 박사학위를 받은 졸업생 중 상당수가 현재 여러 대학교에서 전임교원으로 임용이 되어 교육과 연구에 매진하고 있다. 세부 전공별로 대학에 이미 임용이 된 졸업생들과의 주기적인 간담회, 세미나 초청, 공동연구를 진행하여 연구자들 간의 적극적 상호교류를 통해 도전적인 연구를 선도하는 혁신적 학문후속세대를 양성한다.

● 국제적 경쟁력이 있는 석·박사급 인재 양성 방안

국제화 시대에 수학계는 이미 오래전부터 국제화되어 있었다. 수학이 전 세계인의 공통 학문이므로 국제적 경쟁력의 필요성은 자명하다. 국제 최우수 연구자들과의 학술교류 및 공동연구를 통한 국제적 경쟁력이 있는 석·박사급 인재를 양성한다. 국제적 수준의 연구 인프라를 구축하기 위해 영어 강의 비율 확대, 외국인 전임교수 초빙, 우수 외국인 학생 유치 및 지원 등을 통해 국제 경쟁력을 강화한다.

● 사회문제 해결 능력을 갖춘 세계적 수준의 연구인력 양성 방안

졸업 후 수학 관련 산업체에서 활약하고자 하는 참여대학원생은 기본적인 수학 교육 이외에 취업을 희망하는 분야에 필요한 과목 및 연구를 추천한다. 수학 관련 산업체에서 활약할 학생들은 수학뿐만 아니라 다른 관련 분야의 지식도 필요하다. 따라서 여러 분야를 아우를 수 있는 융합적 사고와 원활한 소통능력, 그리고 수학을 산업체에서 발생하는 문제와 연관시킬 수 있는 산업체 연계 역량이 매우 중요하다. 다른 분야와의 융합과 응용에 능통한 인재를 양성하는 것은 취업을 향상에 도움을 준다. 본 교육연구팀은 이에 부합하는 제도 및 교육과정을 구축하여 우수한 인력을 양성하고, 필요한 역량을 강화한다. 국내외 우수 연구기관 및 교육기관과의 교류를 통해 활발한 연구를 진행함으로써 혁신성장과 사회문제 해결을 이끌어갈 국제적 수준의 교육 및 연구 인프라를 구축하고자 한다. 사회문제 해결을 위한 도전적인 연구주제를 계획한 연구자에게 지원 및 포상을 한다. 이를 바탕으로 향후 사회문제 해결에 이바지하고 혁신적인 미래의 연구를 선도적으로 이끌어갈 인프라 기반을 마련할 것으로 기대한다.

- ☐ 교육연구팀의 대표적 미래 목표에 대한 달성을 위하여 총 3단계 계획(1단계: 기반 구축, 2단계: 발전, 3단계: 도약)을 수립하였다.



1 단계: 기반 구축 (2020.09-2022.08) • 인적 인프라 구축을 위해서 2년간 우수 전임교원 2인을 신규임용하고 신진연구인력을 매년 8인 내외로 유지 • 본 교육연구팀이 계획하는 교육 전략 및 방법을 적용한 제도적 인프라를 구축하기 위해 신규교과목 및 교재개발 실시 • 대학원생 연구 평가에 대한 기준을 확립하고 교육연구팀의 국제공동연구 능력을 향상시키기 위해 국제공동연구 5건 내외 실시 • 우수한 기관에 취업하는 사례를 늘림과 동시에 취업률 목표 70% 달성 계획 • 글로벌 시대에 맞춰 우수 외국인 유학생 5인 내외를 유치하고 국내 대학원생과의 협업을 통한 상호발전 기대

2 단계: 발전 (2022.09-2025.08) • 인적 인프라 발전을 위해서 3년간 우수 전임교원 2인을 추가로 신규임용하고 신진연구인력을 매년 9인 내외로 유지 • 우수한 기관에 취업하는 사례를 더욱 늘림과 동시에 취업률 목표 80% 달성 계획 • 지난 2년간 교육연구팀의 구축된 인프라의 발전과 글로벌 시대의 요구에 맞춰 신규교과목 및 교재개발 실시 • 대학원생의 국제경쟁력 강화를 도모하기 위해 우수 외국인 유학생을 6인 내외로 유치하고 국제공동연구 수행 • 교육연구팀의 국제경쟁력 강화를 위해 국제공동연구를 6건 내외로 추진하고 이를 통해 글로벌 경쟁력을 갖춘 수학과로 발전하는 것을 목표로 설정

3 단계: 도약 (2025.09-2027.08) • 국제적 경쟁력을 갖춘 석·박사 창의인재 양성 인프라 구축을 완료하고 글로벌 경쟁력을 갖춘 수학과로 도약을 목표로 설정 • 본 교육연구팀의 비전과 목표에 걸맞은 취업의 우수성을 확보하고 기존의 우수한 취업사례를 겸한 취업률 100% 달성 계획 • 글로벌 수학과에 걸맞은 신규교과목 및 교재개발을 지속적으로 실시 • 우수 외국인 유학생을 7인 내외로 유치하고 국제공동연구를 7건 내외로 실시 • 고려대학교 수학과 교원 현재 19명에서 25명으로 목표 • 세계적 수준의 연구중심학과로 육성하고 기존의 세계 유수의 수학과와 벤치마크를 수행하여 국제적으로 우수함을 확인 • 외국인 전임교수를 초빙하여 국제화 시대로의 도약

4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀은 과혼인 교학상장(敎學相長)의 정신을 중심으로 교육을 수행하고자 한다. 교학상장은 ‘스승은 가르침으로써 성장하고 제자는 배움으로써 진보한다’는 뜻이다. 세계적 수준의 대학원 교육과정을 구성하고 학사관리 시스템을 운영하여 기초과학인 수학을 활용하는 석·박사급 고급인력을 배출해서 4단계 BK21 교육연구팀의 미래 목표를 달성할 것이다.

II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀의 현 교육과정과 학사관리, 교육과정의 충실성 및 지속성, 교육연구팀의 비전과 목표에 적합한 세계적 수준의 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획, 교육과 연구의 선순환 구조 구축방안 그리고 연구역량의 교육적 활용방안 등은 다음과 같다.

☐ 교육연구팀의 충실하고 지속성 있는 교육과정

본 교육연구팀의 대학원 교육과정에는 대수학 및 수론, 위상수학, 해석학, 확률론, 기하학, 응용수학 분야로 구성되어 있으며, 각 세부 분야별로 다양한 교과목을 구성하여 졸업 후 진로에 따라 학생들이 본인이 원하는 방향으로 교과목을 선택하여 폭넓은 선택 및 자기 계발이 가능하도록 구성되어 있다. 석사과정 및 석·박사통합과정 1학기에는 학부과정보다 폭넓고 깊이 있는 기본과목 및 6개의 세부 전공을 이해할 수 있는 교과목으로 구성을 하였고, 이를 바탕으로 2학기에는 세부 전공을 결정할 수 있게 하였다. 이후에는 학기별로 6개의 세부 전공에 대한 각각의 다양한 교과목을 개설하여 대학원생의 진로에 따라 본인이 선택해서 수강할 수 있도록 하였다.

현 수학과 대학원 과정의 교과목은 500, 600, 700, 800단위로 구성되어 있으며 기초공통과목과 전공과목, 총 202개의 과목으로 구성되어 있다. 500단위는 기초공통과목으로, 총 8개 과목으로 구성되어 있다. 기초공통과목들을 통해서 학자로서의 수학적 기초 실력을 갖추 수 있도록 하며 본인이 연구하고자 하는 분야에 대해 경험하고 알아갈 수 있도록 교과과정을 구성하였다.

교과목 번호	교과목명	과목개요
MTH 501	Algebra I	군 · 환 · 체, 환의 구조, 벡터 공간의 기본개념, 가환군의 이론.
MTH 502	Real Analysis I	실수체, Lebesgue 가측 함수, Lebesgue 적분, Lebesgue 측도, 가측분 함수의 공간, 미분법과 적분법.
MTH 503	Topology I	호모토피, Van Kampen의 정리, 기본군, Covering 공간.
MTH 505	Probability I	확률론과 실함수론의 관계, 큰 수의 법칙, 확률의 기본개념, 조건부 평균, 에르고딕 이론, 마아팅게일 이론.
MTH 506	Applied Mathematics I	초함수, Green 함수 및 경계치 문제, 분포이론, Fourier 변환.
MTH 507	Complex Analysis	조화함수, 경계거동, 최대원리, 유리함수 근사, 해석함수의 기본성질, 해석적 확장, 해석함수의 영점, 등각사상.
MTH 514	Geometry I	Shape Operator, 곡선론, 곡면론, 곡면 기하, Riemann 기하.

600단위는 세부전공분야에 따른 다양한 과목들로 총 19개의 과목으로 구성되어 있고, 몇몇 교과목에 대한 개요는 다음과 같다.

교과목 번호	교과목명	과목개요
MTH 601	Algebra II	Noetherian환과 가군, Primary Decomposition, 거의 정리, Localization과 Tensor Product, 완비성, Local환.
MTH 603	Real Analysis II	집합함수로서의 Lebesgue 적분, 복합측도, Radon-Nikodym의 정리, Daniell 적분, 측도 공간의 사상, 측도와 위상.
MTH 604	Functional Analysis I	노름공간, 위상적 선형공간의 기본성질, Hahn-Banach 정리, 열린함수 정리, 닫힌 그래프 정리, 일양유계 원리, 쌍대공간.
MTH 605	Topology II	단체 및 특이 호몰로지, Mayer-Vietoris 수열, 코호몰로지군, Poincare 쌍대정리.

MTH 610	Stochastic Modeling	이산시간 마코프 연쇄, 포아송과정, 연속시간 마코프 연쇄, 갱신과정, 확률과정의 응용 및 모델링 방법.
MTH 621	Geometry II	Levi-Civita 접속, 최소곡적, 곡률, 등질공간, 구면정리, Morse정리 및 단힌측지선, 비양곡률공간, 비음곡률공간.

700단위는 세부전공분야에 따른 다양한 과목들로 대표적으로는 26개의 과목으로 구성되어 있고, 몇몇 교과목에 대한 개요는 다음과 같다.

교과목 번호	교과목명	과목개요
MTH 705	Algebraic Geometry I	임의의 체 위의 아핀과 사영 대수적 다양체.
MTH 710	Potential Theory	특이점, Klein 변환, 음이 아닌 조화 함수, Spherical 조화, 분해정리, 경계거동, 조화함수 공간의 기본 성질.
MTH 723	Stochastic Process I	Random Walk, Discrete Markov Chain, Gaussian Process, Invariance Theorem, Brownian Motion.
MTH 731	Theory of Partial Differential Equations I	라플라스, 열 및 파동 방정식, 해의 존재성 및 유일성, 해의 성질 및 정칙성, 경계치 및 초기치 문제.
MTH 738	Commutative Algebra	가환군, 텐서곱, 데데킨트역, Noetherian 환, 고전 Ideal 이론, 부치 정리, 차수 붙은 환들.
MTH 749	Harmonic Analysis	특이적분이론, 변환의 보간, Hardy-Littlewood 최대함수, A_p -측도, Carleson 측도, BMO, H^p 공간.
MTH 763	Knot Theory I	매듭이론의 기초, 합성, 사이퍼트 곡면, 매듭과 고리의 불변량들, 알렉산더와 존스 다항식 등.

마지막으로 800 단위는 세부전공분야의 특수 주제를 다루는 특강들로 총 20개의 과목으로 구성되어 있다.

본 교육연구팀은 연구분야를 [작용소의 함수론], [저차원 다양체의 기하 구조], [대수적 구조 분석], [확률론 및 응용], [과학적 계산 및 응용], [금융수학 및 응용]으로 구성하고 대학원생들이 세부연구 분야에 집중해서 연구능력을 강화할 수 있도록 교육 목표와 관련 교과목을 수립하였다. 기초공통과목은 모든 참여대학원생이 필수적으로 알아야 할 기초수학이며 매년 개설하여 지속성을 유지한다.

- **작용소의 함수론 연구 분야에 대한 교육 목표:** 작용소에 대한 함수론적 연구의 국제적인 연구 흐름에 적극 참여할 수 있는 학문후속세대와 수학을 문제 해결에 활용할 수 있는 우수한 전문 인력을 양성한다. 해석학은 극한과 관련된 수학적 주제를 다루는 학문으로써 크게 복소해석학, 조화해석학, 함수해석학, 미분방정식론 등으로 분류된다. 관련된 과목은 다음과 같다.

(1) 작용소의 함수론 연구 분야	
기본과목	실함수론 1, 실함수론 2, 복소해석학
핵심과목	함수해석학 1, 조화해석학
심화과목	힐버트 공간론, 포텐셜 이론, 미분방정식론, 고급복소해석학, 함수해석학 2, 연산자해석론, 함수론적 작용소이론, 불록해석론, 비선형계획법, 비선형 편미분방정식, 해석학 특수연구 1, 해석학 특수연구 2, 해석학 특수연구 3

- **저차원 다양체의 기하 구조 연구 분야에 대한 교육 목표:** 항등평균곡률 곡면론, 극소곡면론, 극대 곡면론, 3차원 다양체론 및 매듭이론의 국제적인 연구흐름에 적극 참여할 수 있는 대학원생을 양성한다.

(2) 저차원 다양체의 기하 구조 연구 분야	
기본과목	위상수학 1, 위상수학 2, 기하학 1, 기하학 2
핵심과목	미분기하학 1, 대수적 위상수학 1, 대수적 위상수학 2, 미분위상수학, 호모토피론
심화과목	부동점 이론, 위상변환군 1, 위상변환군 2, 매듭이론 1, 매듭이론 2, 미분가능다양체론, 미분기하학 2, 3차원 다양체론, 쌍곡기하학과 클라인군, 복소다양체론, 대역적 해석론, 위상수학 특수연구 1, 위상수학 특수연구 2, 위상수학 특수연구 3

● **대수적 구조 분석 연구 분야에 대한 교육 목표:** 대수기하학 및 군표현론 분야의 국제적인 연구 주제들을 연구할 수 있는 우수한 대학원생을 양성한다. 사영대수기하학은 사영 공간에 매립된 사영대수 다양체의 대수적 성질과 기하적 성질과의 상호 관계를 연구하는 학문이다.

(3) 대수적 구조 분석 연구 분야	
기본과목	대수학 1, 대수학 2
핵심과목	대수적 정수론 1, 군표현론, 대수기하학 1
심화과목	리군과 리대수, 호몰로지대수, 타원곡선론, 대수기하학 2, 대수적 정수론 2, 환구조론, K 이론, 해석적 정수론 1, 해석적 정수론 2, 암호학개론, 고급암호학, 암호프로토콜 1, 암호프로토콜 2, 암호시스템, 보형 표현론, 계산 정수론

● **확률론 및 응용 연구 분야에 대한 교육 목표:** 확률론의 국제적인 연구 흐름에 동참할 수 있고 확률론을 산업문제 해결에 활용할 수 있는 우수 대학원생을 양성한다. 본 연구 분야에서는 확률론의 기본과 중요한 응용에 관한 연구와 교육을 수행한다. 관련된 과목은 다음과 같다.

(4) 확률론 및 응용 연구 분야	
기본과목	확률론 1, 확률론 2
핵심과목	확률과정론 1, 확률과정론 2, 확률론적 해석학
심화과목	확률론적 퍼텐셜론, 랜덤워크 특강, 확률적 모델링, 대기행렬과 그 응용, 응용확률과정론, 확률론특수연구 1, 확률론특수연구 2

● **과학적 계산 및 응용 연구 분야에 대한 교육 목표:** 수리생물, 전산유체역학 등에서 제기되는 여러 문제를 수학적으로 모형화하는 방법론과 각 모형에 대해 수치해석적으로 접근하는 방법론 등을 다룬다. 관련된 과목은 다음과 같다.

(5) 과학적 계산 및 응용 연구 분야	
기본과목	기초수치해석, 수치해석, 응용수학 1
핵심과목	응용수학 2, 수치적 편미분방정식
심화과목	과학적 계산 1, 과학적 계산 2, 유체역학, 고급수치해석학, 생물수학 1, 생물수학 2, 반응확산 방정식, 수리모델, 계산유체역학, 응용수학 특수연구 1, 응용수학 특수연구 2

● **금융수학 및 응용 연구 분야에 대한 교육 목표:** 대학원생들이 졸업 후에 경쟁력을 갖추고 금융 산업체에 취업하는데 필요한 지식을 습득하고 실무 능력을 갖추도록 한다. 관련된 과목은 다음과 같다.

(6) 금융수학 및 응용 연구 분야	
기본과목	실함수론, 확률론, 확률과정론, 수치해석, 수치적편미분방정식, 금융수학을 위한 확률미적분학, 이자율 모형, 신용위험 모형, 계산금융
핵심과목	편미분방정식론, 복소해석학, 확률적 모델링, 확률적해석학, 포트폴리오 최적화, 위험 측정 및 관리, 고급수치해석학, 금융수학을 위한 수치해석
심화과목	선물 및 옵션(경영학과 개설), 재무관리(경영학과 개설), 수리통계(통계학과 개설), 산학협력 프로젝트, 인턴십, 프로그래밍

☐ 교육연구팀의 체계적 학사관리

● **종합시험 과목:** 종합시험은 대학원생이 학자로서의 수학적 기초 실력을 충분히 갖추었는지 확인함과 동시에 공부의 방향을 제시하는 역할을 한다.

• 석사학위 종합시험 과목: 대수학 1, 실함수론 1, 위상수학 1 (또는 기하학 1) 중 3과목. • 박사학위 종합시험 과목: 확률론 1, 응용수학 1, 복소해석학, 대수학 2, 실함수론 2, 위상수학 1 또는 위상수학 2, 기하학 1 또는 기하학 2. • 석사학위 종합시험으로 합격한 과목은 박사학위 종합시험으로 합격할 수 없다. 단, 석사학위 종합시험으로 위상수학 1에 합격한 경우 박사학위 종합시험으로 기하학 1에 응시할 수 있으며, 석사학위 종합시험으로 기하학 1에 합격한 경우 박사학위 종합시험으로 위상수학 1에 응시할 수 있다. • 본 수학과는 석·박사 학위 종합시험 과목에서 A 이상의 학점을 취득한 경우 해당 과목에 대해서는 구술시험으로 평가한다.

● **학과 지정과목:** 학위 수여 전 연구의 방향을 정하거나 연구 분야의 심층적인 이해 및 다양한 방향성을 제시해 주기 위해서 학과에서 지정한 대학원생이 반드시 수강해야 하는 과목은 다음과 같다.

• 석사과정 학생은 본인이 석사학위 종합시험과목으로 선택하는 3과목과 세미나 1 또는 세미나 2 중 1과목을 이수하여야 한다. • 박사과정 학생은 본인이 박사학위 종합시험과목으로 선택하는 3과목을 이수해야 한다. • 석·박사통합과정 학생은 석사학위 종합시험과목 중 3과목과 박사학위 종합시험과목 중 3과목을 이수해야 한다.

● **지도교수 지정과목:** 본 대학원은 지도교수 지정과목을 통한 기본적인 내용부터 깊이 있는 응용된 내용까지 지도 학생이 배울 수 있도록 돕는 제도를 시행하고 있다.

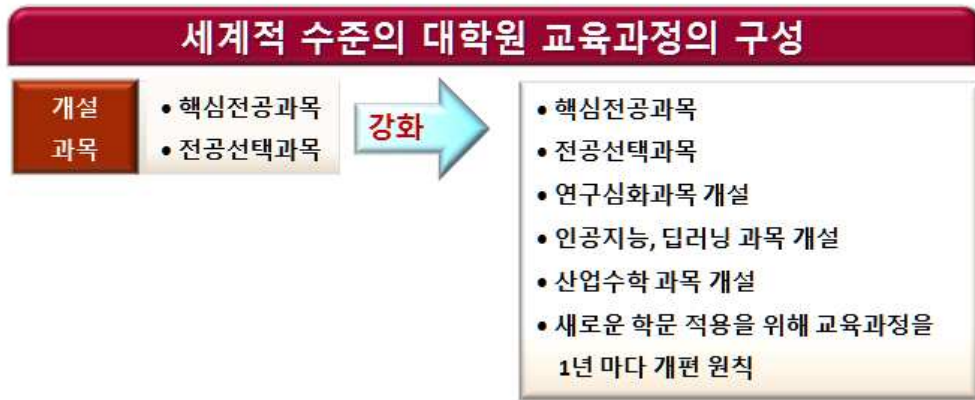
• 지도교수 지정과목이란 학위에 필요한 교과학점 외에 지도교수의 판단에 따라 학생이 추가로 이수하여야 할 과목들을 가리킨다. • 석사 또는 박사과정 입학자는 입학 후 첫 학기 초에 지도교수와 면담하여 지도교수 지정과목을 정한다. • 지도교수 지정과목은 5과목 이내에서 지정된다. • 지정과목 수강신청을 할 때 그 지정과목을 포함하여 15 학점까지 수강신청을 할 수 있다.

● **박사과정 및 석·박사통합과정 졸업요건은 SCI급 논문지에 1편 이상을 주저자 또는 교신저자로 게재 확정되어야 한다.**

☐ 교육연구팀 참여교수가 맡은 현 교과과정 장단점, 교육연구팀의 비전과 목표에 적합한 세계적 수준의 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획

급변하는 4차 산업혁명 시대에는 과학기술 난제 또는 사회문제 해결 능력을 갖춘 인재를 양성하기 위해서 양적인 인재양성보다는 질적인 인재양성에 중점을 두기 때문에 본 교육연구팀의 비전과 목표에 적합한 세계적 수준의 대학원이 되기 위해서는 교육과정을 개편하고 재구성할 필요가 있다. 대수학, 실함수론, 위상수학, 기하학, 확률론, 복소해석학 등 기초 교과는 시대의 유행을 초월하는 근본적인 과목으로 기본원리와 개념을 더 자세히 학습할 필요가 있다. 수치해석과 같은 과목은 최근 연구 수준의 방법론을 추가하고 새로운 내용을 담은 교재를 개발할 필요가 있다. 고려대학교 수학과 교육연구팀은 최근 4차 산업혁명 시대에 발맞춰 Princeton University, Computer Science에서 강화학습을 전공하고 박사학위 논문으로 “Learning to Learn Optimally: A Practical Framework for Machine Learning Applications with Finite Time Horizon” 을 연구하였으며, 산업체에서 약 3년간 관련 연구를 한 이동현 박사를 신입교수로 초빙하여 대학원생 교육과 연구를 수행하고 있다. 본 교육연구팀의 교과과정 구성 및 운영계획은 다음 그림과 같다.

[교과과정 구성 및 운영 계획의 우수성]



● **연구심화과목을 개설한다.** 세계적 수준의 대학원 교육과정을 구성하기 위해 현재 개설과목으로 되어있는 핵심전공과목과 전공선택과목에서 최신내용이 필요한 과목에 대해서는 최근 방법론을 추가한다. 교육과 연구가 동시에 이루어지는 연구심화과목을 개설한다. 이 과목을 수강하고 학기 말이 되면 연구논문을 작성해서 저널에 투고하여 관련 분야의 전문가들에게 검증받는다.

● **학문적 추세의 변화에 따라 새로운 과목들을 신설한다.** [기계학습론], [인공지능 모델링], [강화학습론], [인공신경망론], [인공지능 모델링 응용프로젝트] 등과 같은 인공지능, 딥러닝, 데이터 과학 관련 교과과목을 개설한다. 다음은 해당 분야의 기본과목, 핵심과목, 심화과목의 구성안이다.

인공지능, 딥러닝, 데이터 과학 분야	
기본과목	확률론, 수리통계학, 불록최적화
핵심과목	기계학습론 (Theoretical Machine Learning), 인공지능 모델링 (Modeling in Artificial Intelligence)
심화과목	강화학습론 (Theories in Reinforcement Learning), 현대인공지능론 (Theoretical Insights into Modern AI Algorithms), 인공신경망론 (Theoretical Insights into Neural Networks), 인공지능 모델링 응용프로젝트 (Project with Modeling in AI), 컴퓨터공학/바이오공학/인공지능대학원 등 유관 학과/대학원/연구소의 실용강좌들

기본과목은 관련 교과목 학습을 위해 필요한 과목으로 선정하였다. 핵심과목은 학과 내에서 자생적으로 가져야 하는 핵심 역량으로 생각되는 과목들을 분류하였고, 심화과목의 경우 핵심과목에 이어서 단계적, 선택적으로 학생들에게 제공되면 좋은 추가사항들이다. 특히, 심화과목들의 경우는 인공지능 분야의 발전이 매우 폭발적인 것을 반영한다면 중점 내용이 다른 여러 개의 세부과목으로도 나누어질 수 있지만, 우선 개념적으로 네 종류로 구분하였다. 마지막으로 유관 학과나 대학원, 연구소 등의 고급 실용강좌들과 연계할 필요성이 있으므로 관련 과목을 정리하여 학생들에게 가이드를 할 예정이다.

● **산업수학 관련 새로운 과목을 개설한다.** 산업에서 해결하고 싶은 문제들에 대한 수학적 해결책을 제시하는 산업수학 과목을 개설하여 교육연구팀의 교육과정을 강화한다. 전공 분야별로 교과과정에서 새롭게 다루어야 할 주제들을 포함하도록 과목들을 신설하고, 추후 대학원생의 요구와 내부의 필요로 새로운 과목들을 개설할 예정이다.

● **새로운 학문 적용을 위해 교육과정을 원칙적으로 1년마다 보완 및 개편한다.** 신설이 필요한 교과목을 개발 및 개설하여 대학원생들이 새로운 학문을 배울 수 있도록 한다. 또한, 교과목 개설에 대한 대학원생들의 요청사항을 반영할 수 있도록 한다.

● **학술 세미나를 강화한다.** 세계적 수준의 대학원 교육과정을 구성하기 위해서 정규 교과과정 이외에 현재 시행하고 있는 전공세미나와 콜로키움을 강화해서 대학원생 자치로 운영되는 세미나, 산업수학 세미나, 연구윤리 및 영어학술논문 작성법 강의, 표절검사 사용법, 국제저널에 논문투고요령, LaTeX, TensorFlow, WOLFRAM MATHEMATICA, Python, MATLAB 사용법에 대한 학술 세미나를 확대하고 강화한다.



● **콜로키움을 다양화한다.** 수학과에서는 학기마다 8회 정도 콜로키움을 개최하고 있다. 콜로키움은 특정 분야에 국한되지 않고 수학전공 분야 전반의 국내외 연구자들을 다양하게 초빙하여 대학원생들이 수학에 대한 폭넓은 안목을 갖출 수 있도록 유도한다. 특히, 석사과정 학생들의 교과과정 필수과목으로 지정하여 다양한 수학 분야를 겪어볼 수 있도록 장려한다. 지금까지는 순수수학 또는 직접적으로 수학에 관련된 내용 위주로 콜로키움이 유치되었는데 앞으로는 인공지능 분야와 산업수학에 관한 관심이 커지는 만큼 이와 관련된 다양한 주제의 세미나를 유치하고자 한다.

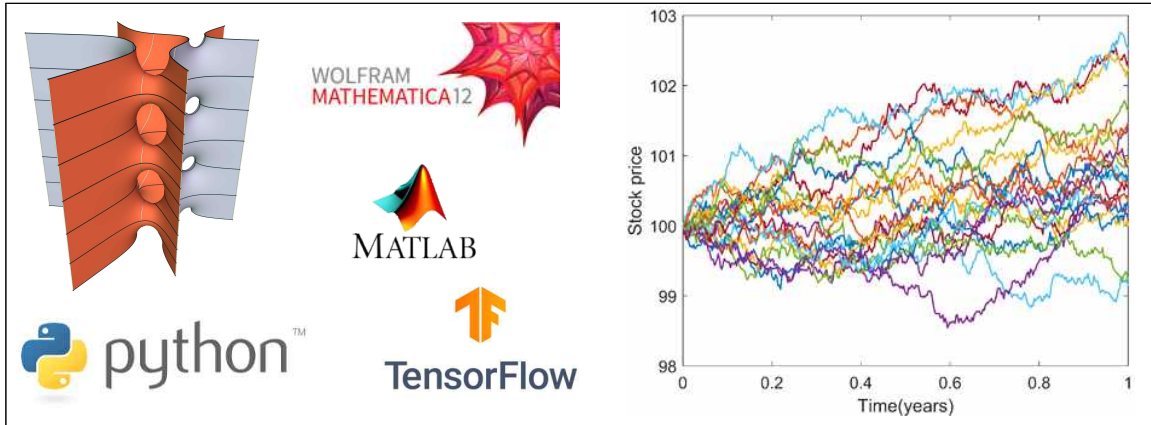
● **세미나 활동을 강화한다.** 학생들의 발표 실력 및 협동 연구능력 향상을 위하여 대학원생 자치로 운영되는 타이거 세미나를 강화한다. 대학원생들이 직접 발표한 뒤 상호토론을 통하여 지식의 폭을 넓히고 독자적 연구역량을 키울 수 있도록 장려한다.

● **영어과학논문 작성법에 대해서 특강을 매 학기 진행한다.** 본 교육연구팀의 팀장인 김준석 교수는 대학원생들이 영어논문을 작성하고 국제 저명 저널에 논문을 투고하는 데 겪는 어려움을 해결하는 노하우를 정리하여 저서 ‘이공계 영어과학논문 작성법 및 투고 매뉴얼’을 2019년에 발간하였다. 개발된 영어과학논문 작성법 교재로 활용하여 체계적으로 영어논문을 작성하는 방법에 대하여 매 학기 특강을 진행한다.

● **영문교정 서비스를 제공한다.** 우수한 학술연구논문을 국제학술지에 투고하기 전에 에디티지(Editage)와 같은 영문교정 전문업체에서 논문에 대한 영어권의 Native Speaker가 교정을 보게 함으로써 논문에 대한 신뢰성을 제고하고, 국제학술지 게재논문을 적극적으로 발굴하여 연구 활동 활성화 목적으로 영문교정료를 지원한다. 이는 고려대학교 연구처에서 논문 편수에 제한 없이 교정료를 전액 지원하는 제도를 활용한다.

● **연구윤리 교육을 강화한다.** 표절과 같은 연구윤리 위반을 예방하기 위해 참고문헌 인용법, 그림의 저작권 획득하는 법 등에 대해서 교육한다.

● **수학 연구와 교육에 활용할 수 있는 컴퓨터 프로그램을 교육한다.** 연구 분야별 연구 및 교육에서 점차 컴퓨터 프로그램 활용이 연구 수행에 필수적이거나 시너지 효과를 준다. 본 연구팀에서는 분야별로 수학 연구에 수리 소프트웨어(WOLFRAM MATHEMATICA, MATLAB, TensorFlow, Python 등, 아래 그림 참조) 활용하는 방법 교육을 특별 세미나를 통해서 진행할 계획이다.



▣ **학사관리제도를 강화한다.**

기존의 학사관리제도는 석사 및 박사 학위과정 각각에 대해 필수교과과정 이수, 학위논문심사로 구성되어 있다. 본 교육연구팀은 이를 더 강화하여 다음과 같은 석사 및 박사 학위과정 공통에 대한 학사관리제도를 운영할 계획이다.

[학사관리제도 및 수준의 우수성]

세계적 수준의 대학원 학사관리 운영계획

<ul style="list-style-type: none"> ● 석사: <ul style="list-style-type: none"> - 필수교과과정 이수 - 학위논문심사 ● 박사: <ul style="list-style-type: none"> - 필수교과과정 이수 - SCI급 논문 1편 - 학위논문심사 	<p>강화 →</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 공통: <ul style="list-style-type: none"> - 학제 간 연구와 융·복합 연구를 위한 타 대학 및 전공분야 수강 - 타 대학 및 전공 학점 인정 범위 확대 - 수리영어논문 작성법 및 국제저널 투고방법 - 연구윤리 교육 수강 의무 - 학술대회 포스터 발표 및 구두발표 - 매 학기 중 연구내용 영어 세미나 발표 - 학위논문심사 전 표절검사 승인필수 ● 석사: <ul style="list-style-type: none"> - 필수교과과정 이수 - 학위논문심사 ● 박사: <ul style="list-style-type: none"> - 필수교과과정 이수 - 세부전공에 따라 SCI급 논문 1편 이상 - 학위논문심사 - 글로벌 연구 경쟁력을 위한 국제 공동연구 수행실적
--	--------------------	--

● **학제 간 연구와 융·복합 연구를 위한 타 대학 전공분야 수강**

과학기술과 산업이 발전하고 사회가 복잡해짐에 따라 하나의 학문분과로 해결할 수 있는 문제는 한계가 있다. 이에 따라, 다양한 문제들을 잘 이해하고 정확히 해결하기 위해 학제 간, 융·복합 연구와 교육의 필요성이 증대되었다. 본 교육연구팀에서는 학제 간 연구를 통해 새로운 지식 패러다임을 창출하고 시대를 앞서가는 창의 연구 분야를 개척하여 참여교수와 참여대학원생이 세계 명문으로 도약하는데 이바지하고자 한다. 또한, 융·복합 연구를 통해 폭넓은 융합적 사고를 고취하고 창조적인 연구능력을 함양함으로써 국내외의 융·복합 기술 분야를 선도할 수 있는 전문 인재를 양성하고자 타 대학 전공분야 수강을 권장한다.

● **연구윤리 교육 수강 의무**

고려대학교는 윤리강령, 윤리규정, 연구윤리지침, 교육윤리지침과 학생의 학습윤리지침을 보유하고 있으며, 전체 대학원생을 대상으로 온라인 연구윤리 프로그램을 진행한다. 본 교육연구팀에서는 이 프로그램을 활용하여 석사 및 박사과정 참여대학원생들에게 연구윤리에 대한 교육을 진행할 계획이다. 참여대학원생들은 학위과정동안 반드시 연구윤리에 대한 교육을 수강하여야 한다.

● **학위논문심사 전 표절검사 승인 필수**

고려대학교 연구처에서 사용권을 지급하고 사용하는 턴잇인(Turnitin) 프로그램으로 작성한 논문 유사도 검사를 진행한 뒤, 이미 출간된 내용의 인용과 출처 없이 사용되었는지 검사하고 수정하게 한다. 학위논문뿐만 아니라 국제학술지에 투고하는 논문도 이 프로그램을 사용하도록 권고한다. 대다수 저널은 투고된 원고의 유사도가 일정 퍼센트를 넘으면 제출된 논문에 대한 심사를 거절한다. 아래는 ‘논문표절예방 프로그램 검사확인서’로 석사나 박사학위 논문을 심사받기 위해 필수적으로 제출하는 양식이다.

논문표절예방 프로그램 검사확인서				
Confirmation of Thesis Plagiarism Check				
청구학위 Degree	학박(석)사 Doctor of _____ Master's in _____	학 과 Department	전공 Major	
학 번 Student ID.	성 명 Name	심사위원장 Committee head		
논문제목: (국문) Thesis title: (Korean) _____				
(영문) (English) _____				

※ 붙임: 논문표절 예방 프로그램[턴잇인(Turnitin)] 디지털 수령증(Digital Receipt) (턴잇인에서 출력)
 ※ Attachment: Thesis plagiarism check results (In Turnitin, print Digital Receipt)
 위 학생은 상기의 학위청구논문을 논문표절 예방프로그램(턴잇인)을 활용하여 검사하였고, 그 결과를 제출합니다. This is to confirm that the above-named student has performed check on his/her thesis using the recommended plagiarism detection software(Turnitin). The results, as attached, have been submitted.

● **학술대회 포스터 발표 및 구두발표**

연구에 있어서 독자적인 연구역량뿐만 아니라 관련 분야 연구자들과의 활발한 의사소통 및 공동 연구를 수행할 수 있는 학문적 네트워크가 중요시되고 있으며, 이는 국제적인 연구자로 거듭나기 위

해 반드시 갖추어야 할 역량이다. 따라서 국내외 유관 국제 학술대회에 참가하여 연구 내용을 발표하며 관련 연구자 및 전문가들과 연구 내용에 대하여 의견을 교류함으로써, 연구 중간 결과에 대해 객관적으로 타당성을 검증받아 잘못 기술된 부분이나 타당하지 못한 결과가 있다면 수정 보완할 수 있도록 한다.

● **매 학기 중에 연구 내용 영어 세미나 발표**

국제 역량을 강화하기 위해 참여대학원생들은 본 교육연구팀에서 주관하는 타이거 세미나에서 매 학기 영어 세미나를 진행한다. 타이거 세미나는 ‘대학원생의, 대학원생을 위한, 대학원생에 의한’ 세미나로써 발표자, 발표주제, 세미나 진행 등 세미나의 시작부터 마무리까지 모두 대학원생들에 의해 운영된다. 참여대학원생들은 본인이 진행하는 연구 내용을 다른 연구자들에게 영어로 발표함으로써 국제적인 역량 향상을 기대할 수 있다. 또한, 교수 혹은 전문연구원에 의해 진행되는 세미나가 아닌 대학원생들에 의해 세미나가 진행되기에 자유로운 분위기에서 거리낌 없이 활발히 의견을 주고받을 수 있으며, 지식의 폭을 넓혀가며 연구자로서의 주체성을 키워나갈 수 있다.

❑ **교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안, 연구역량의 교육적 활용 방안**



교육과 연구는 선순환 구조를 가질 수 있다. 연구의 주된 방법론을 알기 쉽게 정리해서 대학원 교재를 만들어 대학원생들 교육에 활용하고 교육받은 학생들은 더 발전된 방법을 고안해서 연구하고 그 결과로 우수 연구논문을 국제저널에 게재할 수 있다. 구체적인 예를 들면, 2014년에 게재된 연구논문의 방법론으로 2017년에 집필한 산업응용수학의 기본 (ISBN 9791160730289) 교재 중 제4장 이미지 분할 (Image Segmentation)으로 대학원 수업을 하였으며 2020년에 방법론을 더 향상해 “Fast and accurate volume smoothing method using a modified Allen-Cahn equation” 이라는 제목으로 SCI급 저널에 연구 논문을 게재하였다.

Research (2014)	An unconditionally stable hybrid method for image segmentation, Y. Li, J. Kim, Applied Numerical Mathematics, Vol. 82, pp. 32-43, 2014.
<p>Applied Numerical Mathematics 82 (2014) 32-43</p> <p>Contents lists available at ScienceDirect Applied Numerical Mathematics www.elsevier.com/locate/apnum</p> <p>An unconditionally stable hybrid method for image segmentation Yibao Li^a, Junseok Kim^{b,*}</p>	
Education (2017)	산업응용수학의 기본 (ISBN 9791160730289) 교재 중 제4장 이미지 분할 (Image Segmentation), 김준석 외 6명, 경문사, 2017

제 4 장

이미지 분할 (Image Segmentation)

이미지 분할은 이미지를 여러 부분으로 나누는 것으로 디지털 이미지의 객체 또는 기타 관련 정보를 식별하는데 이용된다. 실생활에서는 의료 영상 분야에서 이미지 분할의 응용을 볼 수 있다. 이미지 분할은 X-ray, CT (Computer Tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging) 등의 다양한 의료 영상들로부터 특정 부분에 대한 정보를 추출하여 질병의 진단, 치료 계획과 처치를 돕는데 유용하게 사용되고 있다. [그림 4.1]의 X-ray, CT, MRI 장비는 삼성에서 제작한 기계 및 삼성병원에서 사용하고 있는 것이다.

Research (2020)	Fast and accurate volume smoothing method using a modified Allen-Cahn equation, J. Wang, Y. Li, Y. Choi, C. Lee, J.S. Kim, Computer-Aided Design, Vol. 120, 2020.
-----------------	---

Computer-Aided Design 120 (2020) 102804



Contents lists available at ScienceDirect

Computer-Aided Design

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cad



Fast and Accurate Smoothing Method Using A Modified Allen-Cahn Equation[☆]

Jian Wang^a, Yibao Li^b, Yongho Choi^c, Chaeyoung Lee^a, Junseok Kim^{a,*}

위에서 든 예 이외에도 몇 가지 구체적인 예를 들면 다음과 같은 금융상품에 대한 공정가격 결정에 대한 방법과 감염병에 대한 예측 수리모델링이 있다.

Research (2016)	A practical finite difference method for the three-dimensional Black-Scholes equation, J.S. Kim, T. Kim, J. Jo, M. Yoo, Y. Choi, S. Lee, H. Hwang, D. Jeong, European Journal of Operational Research, Vol. 252, pp. 183-190, 2016.
Education (2017)	산업응용수학의 기본 (ISBN 9791160730289) 교재 중 제3장 ELS (Equity-Linked Securities), 김준석 외 6명, 경문사, 2017
Research (2020)	Fast Monte-Carlo simulation for equity-linked securities, H. Jang, S. Kim, J. Han, S. Lee, J. Ban, H. Han, C. Lee, D. Jeong, J.S. Kim, Computational Economics, In Press, (2020).

Research (2016)	The daily computed weighted averaging basic reproduction number $R_{\{0,k,w\}}^n$ for MERS-CoV in South Korea, D. Jeong, C. Lee, Y. Choi, J.S. Kim, Physica A, Vol. 451, pp. 190-197, 2016.
Education (2017)	산업응용수학의 기본 (ISBN 9791160730289) 교재 중 제5장 전염병 모델(SIR model), 김준석 외 6명, 경문사, 2017
Research (2020)	The Susceptible-Unidentified infected-Confirmed (SUC) epidemic model for estimating unidentified infected population for COVID-19, C. Lee, Y. Li, J.S. Kim, submitted, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, In Review, (2020).

1. 교육과정 구성 및 운영

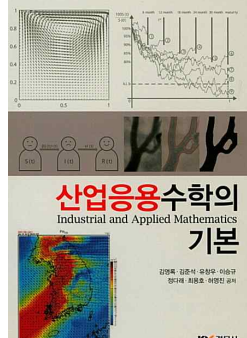
1.2 과학기술산업사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

지식 창출자로서의 연구자는 학자적 관심에서 더 나아가 지역사회, 국가, 글로벌 차원의 문제 해결에 대한 역할을 담당한다. 본 교육연구팀의 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 운영계획으로는 산업문제 해결을 위한 교육과정 개발, 산학협력 연구 추진, 산학문제 해결에 대학원생들을 적극적으로 참여하게 하는 것이다.

산업수학(Industrial Mathematics)이란, 수학을 응용해서 과학기술·산업·사회 문제를 해결하는 활동이다. 정부가 제4차 산업혁명의 핵심 기초학문이라고 할 수 있는 산업수학을 육성하기 위해 2016년부터 전략과제를 지원하기 시작했다. 구체적인 내용은 아래의 표처럼 3대 분야 9개 과제로, 산업수학 문제를 발굴하고 해결하는 과정에서 수학적 능력이 있는 인재가 양성되고 수학을 응용한 새로운 산업 발전이 실현되는 구조이다. 현재는 전국적으로 대학에 2개의 산업수학센터(IMC Industrial Math Center)가 운영되고 있고, 이를 통해 국내 산업수학 연구역량을 강화하고 인재를 양성하고 있다.

3대 분야 9개 과제		
1 산업수학 문제 발굴	2 산업수학 문제 해결	3 산업수학 인재 양성 및 산업화
1. 산업현장 문제 도출 ◎ 산·학·연 협력 네트워크 ◎ 수학지원센터 운영 ◎ 문제해결 사례 확산 및 운영	1. 개방형 산업수학 플랫폼 가동 ◎ 산업문제 해결 워크숍 운영 및 원스톱 문제해결 ◎ 산업수학 기금 조성 코디네이터 양성 및 활용	1. 산업수학 고급 두뇌 양성·진출 ◎ 수학+공학+산업을 섭렵한 인재 양성 ◎ 문제해결 프로젝트를 통한 기업 채용 연계
2. 공공 분야 수학해결 문제 발굴 ◎ 국민생활 전반에 수학으로 해결 (환경, 안전, 의료 교육 등) ◎ 실증 및 현장 적용	2. 산업수학 개별 연구과제 추진 ◎ 국가적 문제해결 프로젝트 - 공공 분야, 전략기술 분야 ◎ 개방형 산업수학 연구거점 육성	2. 산업수학기반 서비스기업 육성 ◎ (초기) 대학 내 학교기업 및 협동조합 형태 (발전) 연구개발 서비스기업 ◎ 성장지원 트랙 종합지원
3. 전략기술 분야 수학해결 문제 발굴 ◎ 산업경쟁력 관점에서 시급 분야 (AI, IoT, 빅데이터, 뇌과학 등) ◎ 상용화 목표 (기업 참여)	3. 산업수학센터(IMC) 운영 ◎ 대학 내 산업수학센터 지정 - 점화 프로그램 우수대학 중심 ◎ 문제해결 프로젝트 및 인재양성기능 동시 수행	3. 초·중등 수학교육 발전 ◎ 학교에서 산업수학 의미 소개 ◎ 경진대회(문제해결 경험) 진로설계 및 체험프로그램 등

4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀에서는 과학기술·산업·사회 문제를 해결과 관련된 교육 프로그램을 위해서 대학원 교재를 개발하였다.

	<p>산업응용수학의 기본 (ISBN 9791160730289), 김준석 외 6명, 경문사, 2017</p> <p>제1장 MATLAB 기초 제2장 수치해석 기본 제3장 ELS(Equity-Linked Securities): 주가연계증권 가격 결정 제4장 이미지 분할(Image Segmentation) 제5장 전염병 모델(SIR model) 제6장 대류확산방정식(Convection-diffusion equation)</p>
---	--

본 연구팀은 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 주제에 대해서 [계산유체역학], [수리모델], [응용수학 I], [수치해석], [수치적편미분방정식] 등 교육과정 프로그램을 매 학기 개설해서 진행하고 있다. 수업 내용과 관련하여 앞으로 다뤄 볼 산업 및 사회 문제는 다음과 같다.

☐ 코로나19 수리 모델링

2019년 12월 중국 우한에서 처음 발견된 코로나바이러스감염증-19(coronavirus disease 2019, COVID-19, 코로나19)은 2020년 1월 20일 한국에서도 첫 환자가 확진되었다. 2월 18일 이전에는 대부분 해외에서 입국 후 확진된 환자와 긴밀한 접촉으로 인한 감염이었으나, 2월 18일 이후로는 병원이나 집단 내 전염을 통해 급속도로 전국에 확산하였다. 정부는 감염자의 이동 경로를 파악하여 접촉을 한 사람들을 추적하고 질병 예방 활동을 수행함으로써 적극적으로 개입하여 전염을 막기 위해 노력하고 있다. 아래 그림은 국내의 코로나19 확진자 발생 현황이다.

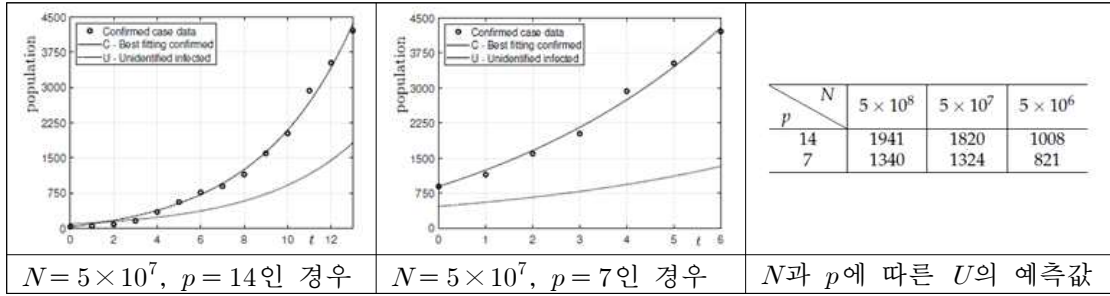


감염병 확산을 예측할 수 있다면 적절한 대응책을 마련할 수 있는 근거가 되어 큰 피해를 막을 수 있을 것이고, 정부가 공급해야 할 마스크나 코로나 19 진단키트의 수, 격리 병상의 수, 의료진 등의 적정량을 책정할 수 있을 것이다. 이는 감염병 확산으로 인한 피해 예방에 상당히 중요한 역할을 할 것이다. 또한, 강도 높은 격리 정책, 초중고 개학 연기 혹은 순차적 개학 등의 정부 정책의 효과를 시행하기에 앞서 상황별 확산을 시뮬레이션하고 위험도를 예측할 수 있다.

전체 인구를 N 이라고 할 때, 가장 간단한 인구 구성을 다음과 같이 가정한다. 감염 가능성이 있는 개체를 S , 감염되었으나 아직 확진되지 않았으므로 격리되지 않아 접촉을 통해 감염시킬 수 있는 개체를 U , 감염이 확진된 개체를 C 라고 하고, S, U, C 는 각각 시간 t 에 따라 변한다고 가정한다. 간단한 감염병 모델로서 세 가지 변수 사이의 관계를 다음과 같이 제안한다.

$$\begin{aligned} \frac{dS(t)}{dt} &= -\frac{\beta S(t)U(t)}{N}, \\ \frac{dU(t)}{dt} &= \frac{\beta S(t)U(t)}{N} - \gamma U(t), \\ \frac{dC(t)}{dt} &= \gamma U(t). \end{aligned}$$

여기서, β 는 단위 시간당 질병 전염률로, 전체 인구는 β 의 확률로 동일하게 감염될 수 있고 γ 는 미확진 개체 중 확진될 확률이라고 가정한다. 질병관리본부의 확진자 수 자료를 C 에 대입하고 위 미분방정식을 수치적으로 풀면 U 를 구할 수 있다. 즉, 감염되었으나 확진되지 않은 개체인 U 를 예측하는 것은 감염병 확산 규모를 예측하는 것이다. 시간에 따른 확진자 데이터 중 최근 데이터 p 개를 가지고 확진자 수 C 에 맞는 최적의 파라미터들을 찾고, 이를 활용하여 아직 감염 사실이 진단되지 않은 사람의 수 U 를 예측해보고자 한다. 사용한 데이터의 개수 p 와 전체 모수 N 에 따라 U 의 예측치가 어떻게 달라지는지 예비실험을 한 결과는 다음과 같다.

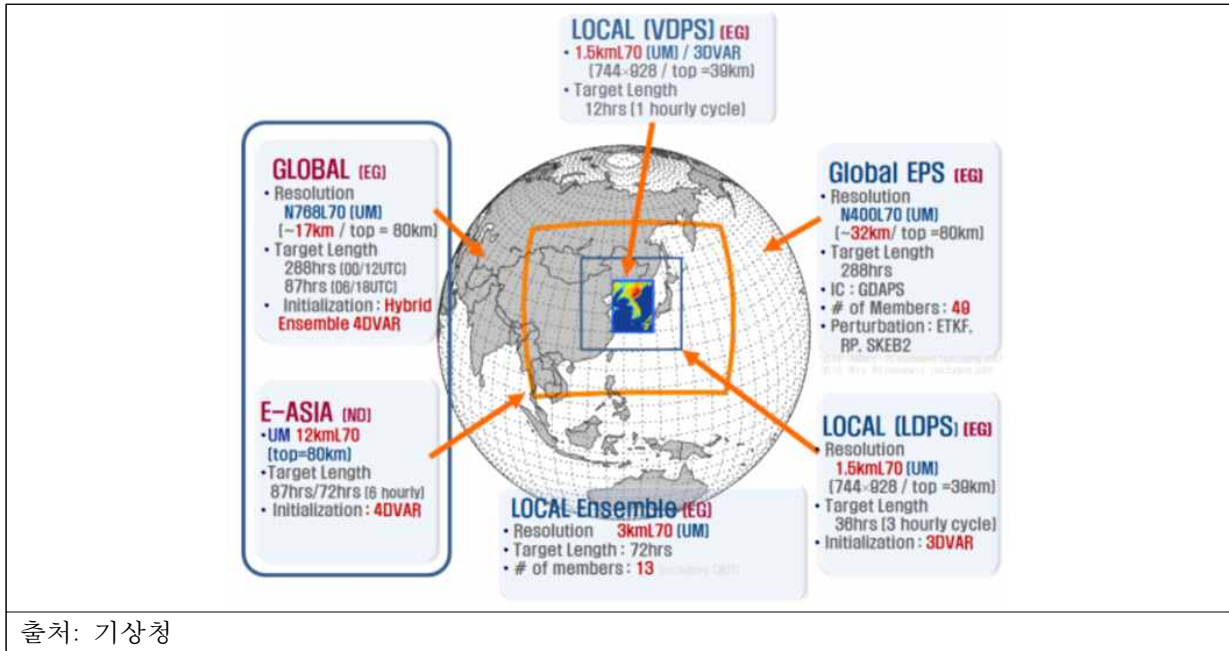


$N = 5 \times 10^7$, $p = 14$ 인 경우 $N = 5 \times 10^7$, $p = 7$ 인 경우 N 과 p 에 따른 U 의 예측값

실제 상황에 비해 많은 가정하에 전염병 전파를 나타낸 위의 모델에서는 개체를 크게 세 가지로 구분하였는데 이를 더 상세한 기준으로 구분하고, 전염병의 잠복기, 병원 내 감염 등의 상황을 추가한다면 실제 상황과 가까운 모델로 발전시킬 수 있을 것이다.

☐ 미세먼지 확산 예측을 위한 수치기법 개발

많은 국민이 걱정하는 미세먼지, 이제 미세먼지는 국가가 우선으로 해결해야 할 대표적 사회문제가 되었다. 미세먼지 발생의 원인은 다양하다. 따라서 미세먼지 확산에 대한 수리적 모델링은 여러 가지 요소들을 고려해야 한다. 미세먼지 확산은 지역적인 것도 있고 광범위한 영역에서 발생하는 것도 있다. 미세먼지는 대기의 흐름에 많은 영향을 받고 지구 구면 위에서 일어나는 현상이므로 곡면에서의 유체 흐름을 모델링해야 한다.



속도장과 압력이 결합한 나비에-스톡스(Navier-Stokes) 방정식은 유체 흐름에 대한 여러 가지 문제에 많이 응용된다. 본 교육연구팀은 이 방정식을 곡면 위에서 푸는 수치기법에 대해 연구하여 미세먼지 예측에 활용하고자 한다. 최근 몇 년간 한국에서는 미세먼지 문제가 심각해졌다. 미세먼지를 분석하는 해양 및 환경관측 정지궤도 인공위성 천리안 2B호도 등장하였다. 기상 예보에서 미세먼지 농도를 빼놓지 않고 다루고 있고, 많은 사람이 외출 전 미세먼지 농도를 확인한다. 미세먼지의 피해를 줄일 수 있도록 미세먼지의 흐름을 예측하고자 한다. 지구와 같은 곡면 위에서 나비에-스톡스 방정식의 수치해를 구함으로써 미세먼지 흐름을 시뮬레이션하고자 한다. 하지만 복잡한 나비에-스톡스 방정식을 곡면 위에서 계산하기는 어렵다. 따라서 3차원 공간에서 좁은 밴드 영역(narrow band domain)에서 최단 점을

사용하는 방법(closest point method)을 적용한다. 나비에-스톡스 방정식을 좁은 밴드 영역에서 풀기 위해 사영법(projection method)을 사용한다. 또한, 곡면에 평행한 속도장을 위해 속도장 수정 단계를 거친다. 3차원 공간의 곡면 위에서의 나비에-스톡스 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \mathbf{u}(\mathbf{x}, t)}{\partial t} + \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) \cdot \nabla_s \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = -\nabla_s p(\mathbf{x}, t) + \frac{1}{Re} \Delta_s \mathbf{u}(\mathbf{x}, t), \mathbf{x} \in \Omega, t > 0.$$

여기서, $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = (u(\mathbf{x}, t), v(\mathbf{x}, t), w(\mathbf{x}, t))$ 와 $p(\mathbf{x}, t)$ 는 각각 속도장과 압력을 나타내고, Re 는 레이놀즈 수(Reynolds number), $\nabla_s = \mathbf{P} \nabla$ 는 곡면 위 그래디언트(gradient) 연산을 나타낸다. $\mathbf{P} = \mathbf{I} - (\nabla d)^T \nabla d$ 는 접평면 위로의 사영 연산이고 \mathbf{I} 는 단위행렬이며, d 는 곡면 $S = \{\mathbf{x} \in R^3 | d(\mathbf{x}) = 0\}$ 와 같은 부호가 있는 거리함수를 나타낸다. 유사-노이만 경계조건(pseudo-Neumann boundary condition)은 다음과 같다.

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{u}(\text{cp}(\mathbf{x}), t), p(\mathbf{x}, t) = p(\text{cp}(\mathbf{x}), t) \text{ on } \partial\Omega_\delta.$$

여기서 $\mathbf{x} \in \partial\Omega_\delta$ 에 대해 최근접 점 $\text{cp}(\mathbf{x}) \in S$ 이다. 아주 작은 ϵ 에 대해 곡면 S 에 수직 방향으로 상수 값의 \mathbf{u} 와 p 를 갖게 된다. 따라서 곡면 위에서의 라플라시안 연산자인 라플라스-벨트라미 연산자(Laplace-Beltrami operator)가 아닌 평면 위에서의 라플라시안 연산자를 적용할 수 있다. 이산화된 나비에-스톡스 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\mathbf{u}_{ijk}^{n+1} - \mathbf{u}_{ijk}^n}{\Delta t} = -(\mathbf{u} \cdot \nabla_d \mathbf{u})_{ijk}^n - \nabla_d p_{ijk}^{n+1} + \frac{1}{Re} \Delta_d \mathbf{u}_{ijk}^n.$$

여기에 $\nabla_d \cdot \mathbf{u}_{ijk}^{n+1} = 0$ 이고, 경계조건은 $\mathbf{u}_{ijk} = \mathbf{u}(\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk}))$, $p_{ijk} = p(\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk}))$ on $\partial\Omega_\delta$ 이며,

$$\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk}) = \mathbf{x}_{ijk} - \frac{\nabla_d |d_{ijk}|}{|\nabla_d |d_{ijk}||^2} |d_{ijk}|$$

이다. $\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk})$ 는 격자 위에 있지 않으므로 세쌍선형보간법(trilinear interpolation)을 적용하여 격자 위의 값을 근사한다. 본 교육연구팀은 이를 활용하여 한국을 포함한 아시아 지역의 미세먼지 흐름을 예측하는 연구를 진행하고자 한다. 예측을 통해 미세먼지 생성의 원인 및 영향을 파악하고 피해를 줄이는 방안을 모색할 수 있을 것으로 예상된다.

▣ 현재 운영되고 있는 산업응용수학의 기본 교재를 바탕으로 하는 교과목을 확대한다.

기존의 내용은 금융수학 분야의 주가연계증권(Equity-Linked Securities, ELS) 가격 결정, CT 영상 이미지 분석과 같은 이미지 분할(Image Segmentation), 감염병 확산에 대한 전염병 모델(SIR model), 미세먼지 확산 분석과 관련된 대류확산방정식(Convection-diffusion equation) 등이었다. 이러한 콘텐츠를 확대하여 수학을 활용한 데이터 분석과 딥러닝과 같은 최근 트렌드를 반영하여 교육과정을 개발할 것이다. 4차 산업혁명으로 산업문제를 해결을 위한 방법으로 AI 기술이 주목받고 있다. 이러한 시대 흐름에 발맞춰 수학분야에서도 AI 기술을 교육 및 활용에 관심을 쏟아 결과를 얻고 있다. 대표적으로 국가수리과학연구소(NIMS)의 산업수학혁신센터는 전문가들을 초청하여 딥러닝 교육을 진행 후 실제 기업들의 난제를 해결하는 워크숍을 개최하고 있다. 또한, 기업과 협업하여 딥러닝 기반으로 문제를 해결하는 알고리즘 연구 및 개발을 하고 있다. 고려대학교 수학과 *** 참여교수는 최근 산업에서 문제해결을 위해 사용하는 딥러닝의 여러 가지 알고리즘을 수학적 관점에 초점을 맞춘 세미나를 개최하였다. 이 세미나는 CNN, RNN, GAN, DRL, 그리고 딥러닝의 최근 트렌드를 수학적으로 접근하여 배울 수 있도록 구성되었다. 이 세미나의 커리큘럼은 다음과 같다.

1-2 Lecture: Deep Neural Network, Machine Learning vs Deep Learning, Multi-layer

Perceptron(MLP), Gradient Descent, Backpropagation, Vanishing Gradient Problem, Regression vs

Classification, Universal Approximation Theorem. Activations, Gradient Descent Optimizers, Dropout,

Batch Normalization. TensorFlow - basic coding

3 Lecture: Convolution Neural Network (CNN), CNN architecture, GoogLeNet, Inception, ResNet, U-Net

4 Lecture: Recurrent Neural Network (RNN), Simple RNN, Long Short-Term Memory (LSTM), Gated Recurrent Unit (GRU)

5 Lecture: VAE vs GAN, Auto-Encoder, Stacked Auto-Encode, Generative Adversarial Networks : DCGAN, cGAN, CycleGAN, PGGAN, WGAN

6-7 Lecture: Deep Reinforcement Learning, Markov Decision Process, Bellman Expectation Equation, Dynamic Programming. Reinforcement Learning : Monte Carlo, Sarsa, Q-learning Deep Reinforcement Learning: DQN, REINFORCE, A3C, DDPG, TRPO, PPO

8 Lecture: Natural Language Processing Word2vec : CBOW, Skip-gram, Seq2seq : Attention, Transformer, BERT

9 Lecture: Visual Attention, Basic image captioning models. Recurrent Attention Model, Spatial Transformation Network

10 Lecture: Graph Representation Learning Node embeddings: Graph Factorization, DeepWalk, node2vec. Graph Neural Networks : Graph Convolutional Network, GraphSAGE, GAT

세미나는 10일 동안 4시간씩 총 40시간 동안 진행되었으며, 세미나 후 20분씩 질의응답 시간을 가졌다. 실습하기 위한 보통의 딥러닝 세미나와는 다르게 이번 세미나는 수학과 학생들을 위해 여러 알고리즘을 수학적으로 설명함으로써 딥러닝 분야에 수학이 큰 비중을 차지하고 있음을 강조하였다. 또한, 학생들에게 수학과에서도 딥러닝 교육과 연구를 이루어져야 하는 분야임을 알리는 기회가 되었다. 본 교육연구팀은 이를 기점으로 수학적 관점에 딥러닝 교육을 하고자 한다. 더불어, 산업문제를 해결하는 실습수업을 통해 교육한 이론을 응용할 기회를 제공하여 학생들의 문제 해결 능력을 향상할 수 있을 것으로 예상된다.



바이오 3D 프린팅, 감염병 질병 확산 모델, 미세먼지 분포 예측 모델 등 산학문제, 사회문제 연구와 같은 프로젝트에 대학원생들이 참여하여 산학문제에 대한 우수한 수리모델링 및 연구능력을 갖추게 한다. 수학계에서 나오는 문제 이외에 학제 간 협업을 통해 새로운 산학문제, 사회문제를 발굴하고 해결한다. 국가수리과학연구소(NIMS)에서 발굴한 산업수학문제를 해결하는데 대학원생들을 참여하게 해서 대학원생들의 과학기술 · 산업 · 사회 문제 해결 능력을 제고한다. 위와 같이 다양한 방법을 활용하여 과학기술 · 산업 · 사회 문제 해결 교육프로그램을 운영해서 국가, 사회적 필요 분야에 대한 우수한 석 · 박사급 연구인력을 양성할 계획이다.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 3년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구팀 참여교수의 지도학생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2017년	17.50	7.50	14.00	39.00
	2018년	14.50	6.50	13.00	34.00
	2019년	16.00	9.00	19.50	44.50
	계	48.00	23.00	46.50	117.50
배출 (졸업생)	2017년	4	1		5
	2018년	9	2		11
	2019년	3	1		4
	계	16	4		20

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

❑ 우수 대학원생 확보 계획

본 교육연구팀의 교육 비전을 함께 실현하고 달성할 수 있는 우수한 대학원생을 선발하기 위해, 학부생의 연구지원 및 우수 학부생 우선선발, 학부생과 대학원생의 정보 전달 및 소통 장려, 박사과정생의 선발기준 강화, 우수 외국인 학생 유치 계획을 수립하였다.

● 학부생의 연구지원 및 우수 학부생 우선선발

본 교육연구팀은 ‘수학과 진리장학금 프로그램’을 운영하여 학생들이 학부 교육과정에서 접하기 어려운 심화전공이나 고등이론 연구를 접해볼 수 있도록 하고, 학생들이 수학 주제에 관한 연구를 자유롭게 접할 수 있도록 지원하고 주도적인 연구능력을 배양하고자 한다. 프로그램에 선발된 학생들은 세부 전공별로 지도교수와 대학원 연구실을 정하고, 지도교수와 대학원생들은 교육과정에서 다루어지지 않는 내용을 1년 동안 정기적인 세미나 및 토론 등의 형식으로 학부생들과 함께 진행한다. 교육을 통하여 학생들의 심화전공과목 이해에 도움을 주고, 학생들이 이해하고 해결할 수 있는 융합적인 문제들을 제시한다. 학생들은 문제를 해결하고 이를 보고서 형식으로 연구노트에 정리하며 본인의 성과를 기록한다. 학생들이 문제를 해결하는 과정에서 수학적 호기심에 의해 스스로 새로운 문제를 찾아낼 수 있도록 지도한다. 이러한 일련의 과정에서 지도교수와 대학원생들의 모니터링을 통해 학생들의 문제 해결 능력과 문제를 찾아내는 능력의 향상 정도를 평가한다. ‘수학과 진리장학금 프로그램’의 교육과정에서 학생들의 수학전공에 대한 흥미와 수학적 호기심을 증대시키고, 이로 인해 문제를 발견하고 해결하는 경험을 할 수 있도록 지도한다. 또한, ‘수학과 진리장학금 프로그램’의 긍정적인 영향으로 인해, 학생들이 수학전공을 더 깊이 공부할 수 있도록 동기를 유발하여 본교 대학원의 진학으로 자연스럽게 이어질 수 있을 것으로 기대한다. 학부생 연구에 대한 지원을 지속해서 진행하여 학부생의 연구역량을 강화할 수 있으며 우수한 학부생들을 학문후속세대로 양성할 수 있다.

● 학부생과 대학원생의 정보 전달 및 소통 장려

학부생들에게 대학원에 대한 정확한 정보를 전달할 수 있도록 매 학기 초에 대학원생, 교수, 학부생의 교류를 활성화하고자 한다. 이러한 교류를 통해 대학원 진학에 대해 진로를 고민하는 학생들에게 학위과정 및 관련 연구 분야에 대한 정보와 학위과정을 마친 뒤 진로에 대한 현실적인 정보를 제공하여 대학원 진학을 장려하고자 한다.

● 박사과정생의 선발기준 강화

유관 분야에서 전문지식과 경쟁력을 갖춘 박사 학위자를 요구한다. 이에 따라 경쟁력 있는 박사를 양성하기 위해, 박사과정생은 석사과정생보다 더 엄격한 기준으로 선발한다.

● 우수 외국인 학생 유치

고려대학교는 국내뿐만 아니라 국제적으로도 위상 있는 학교로 자리매김하였다. 이에 따라 수많은 외국인 학생들이 고려대학교로 유학을 오며, 국제적인 연구인력으로 발전해 나가고 있다. 고려대학교 수학과에서는 국내 우수 대학원생뿐만 아니라 우수한 외국인 학생 선발에 있어 힘쓰고자 한다. 현재 고려대학교 수학과에서도 3명의 외국인 학생들이 재학 중이며, 이들은 논문의 양과 질에서 볼 수 있듯이 연구역량이 발전된 상태이다. 이러한 전례를 바탕으로 수학과는 영어 강좌 개설 확대, 국제적인 수학과 홍보 강화, 연구지도의 국제화와 외국인 지원 프로그램의 확장 및 발전을 통해서 우수한 외국인 학생을 유치하고자 한다. 선례로서, 고려대학교 수학과 *** 졸업생은 중국 Xi'an



Jiaotong University 수학과 교수로 재직 중이며, 우수한 중국 학생들이 지속해서 석·박사과정생으로 유학을 오고 있어서 한국 수학의 국제화에 기여하고 있다.

▣ 우수 대학원생 지원 계획

본 교육연구팀은 확보한 우수 대학원생들의 학술연구를 지원하기 위해 다음과 같은 계획을 수립하였다.

● 대학원생이 안정적으로 학업과 연구에 집중할 수 있도록 재정적 지원 강화

수학과 대학원생들은 교내외 장학금으로 등록금을 마련하는 등의 지원을 받고 있지만, 4단계 BK21 교육연구팀으로 선정될 때에는 교내외 장학금과는 별도의 인건비를 지원할 수 있으며, 이를 통해 대학원생들이 학비와 생활비를 마련하기 위해서 아르바이트를 하지 않고도 안정적으로 학업과 연구에만 집중할 수 있을 것이다. 또한, 대부분 참여교수는 개인 연구과제를 수행함으로써 우수 대학원생은 연구 보조원으로 연구과제에 참여함으로써 인건비를 지원한다.

● 연구조교(Research Assistant, RA) 배정으로 학습과 연구에 집중

우수 대학원생은 연구조교를 우선 배정한다. 연구조교는 학부생의 수업 준비와 시험 또는 과제 채점, 연습문제 풀이 등의 업무를 하는 교육조교(Teaching Assistant, TA)와는 다르게 지도교수의 연구를 보조해주거나 연구 프로젝트를 수행할 수 있으므로 본인의 학업과 연구에 집중할 수 있다.

● 아낌없이 주는 연구지도

우수 대학원생 지원에서 가장 중요한 부분은 연구지도이다. 대학원생의 연구에 대한 성장 단계에 맞추어 도전적인 연구과제를 부여하고 지도한다. 지도교수는 모든 연구역량을 학문후속세대에게 전달하고 대학원생은 학문에 대한 열정과 창의력으로 연구한다면 우수 연구자로 성장할 수 있을 것으로 기대한다.

● 공동연구 역량 강화

학제 간 연구, 융합연구 등 공동연구는 수학기에서도 오래전부터 필요성을 인식하고 있었고 현재 많은 연구자가 공동연구를 수행하고 있다. 따라서 타 연구자와의 의사소통 능력과 공동연구 역량을 강화하기 위해, 우수 대학원생을 공동연구 수행에 함께 참여할 수 있도록 지도한다.

● 국내외 학회 참석 경비 지원

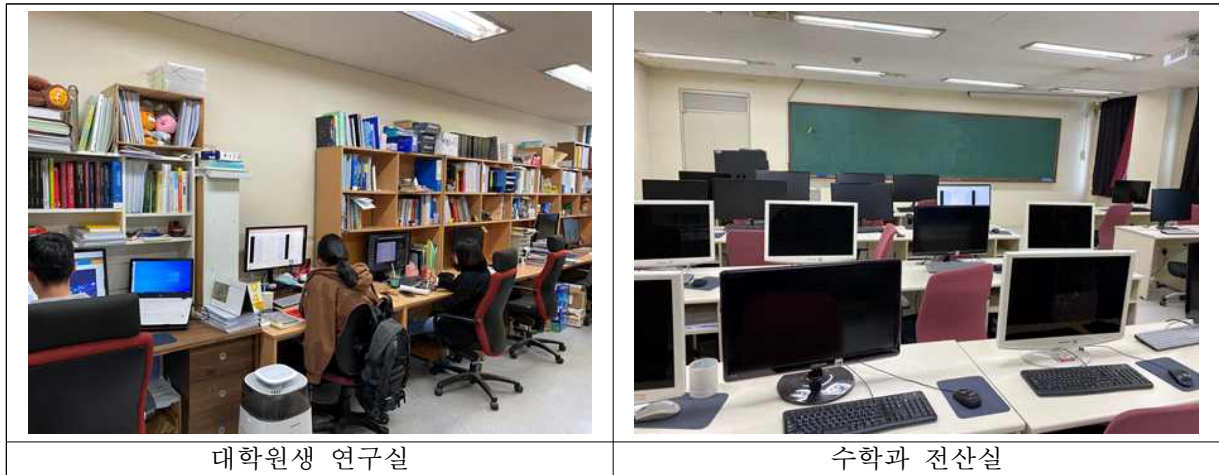
참여대학원생들의 연구결과를 관련 분야 연구자들에게 발표하면서 연구 내용을 검증받고, 다른 연구자들의 연구 결과를 들으며 최근 연구 동향을 파악할 수 있도록, 국내외 학회 참석 및 발표 준비 비용에 대한 지원을 확대하고자 한다. 학회 참석 시 해당 경비에 대해, 학회 등록비와 여비를 지원한다. 재원의 오남용을 방지하기 위해 부실학회 참석은 불허하고, 단순 학회참가를 지양하며 우수학회에서의 포스터 및 구두 발표를 우선적으로 지원한다.

● 국제화 Fellowship 확대 개편

본교의 국제화 프로그램을 적극적으로 활용한다. 대학원 재학 중 외국대학 정규학기 국제복수 및 공동학위 과정 수학 시 또는 중단기 해외 프로그램 참여시 본부 차원의 국제화 Fellowship을 참여대학원생들에게 지원할 계획이다.

● **대학원생들을 위한 연구환경의 조성 및 공간의 확대**

고려대학교 수학과 대학원생들은 연구 분야에 따라 각자의 연구실에 소속되어 있다. 연구 분야가 같은 학생들은 서로 도움을 줄 수 있어서 교육에 대한 효과가 높다. 연구실에서 후배는 선배에게 연구 노하우를 전수받을 수 있고, 선배는 후배의 다양한 질문과 상호작용으로 인해 연구에 대한 추가적인 동기를 부여받을 수 있다. 학생들이 연구와 학문에 더욱 집중할 수 있도록 연구실의 환경을 더 발전시킬 예정이다. 수학과 대학원생들이 연구에 집중할 수 있도록, 전공 관련 서적, 3D 프린터를 갖춘 대학원생 연구실(아래 그림)을 제공하고 있다. 수학과에는 전산실이 마련되어 있어, 공부와 연구에 컴퓨터 프로그램 사용이 필요할 때 학생들이 언제든지 이용할 수 있다.



수학과 건물에 층마다 스터디룸과 캐럴이 존재하여 대학원생들이 언제든지 소그룹 회의와 토론을 할 수 있는 장소를 제공하고 있다. 또한, 학과에서 정기적으로 진행되는 세미나, 초청강연, 콜로키움이 시작하기 전이나 끝나고 발표자와 논의를 하거나 관련 대화를 계속해서 할 수 있도록 대학원생 시그마 열람실의 공간을 제공하고 있다. 시그마 열람실에는 간단히 다과를 나눌 수 있도록 편의 시설이 갖추어져 있고 평소 대학원생의 휴식 공간으로 사용된다.



● **우수 대학원생에 대한 평가 강화 및 보상 확대**

본 교육연구팀은 매 학기가 끝날 때 학생들에 대한 평가를 진행하여 우수한 학생들에 대한 지원에 차등을 두려고 한다. 평가에 대한 항목으로는 세미나 발표 및 참석 횟수, 국내외 학회 발표 및 참석 횟수, 게재 및 제출 논문 등으로 세부항목을 나누고 이를 정량적이고 객관적으로 점수화하여 학술 활동을 활발하게 한 우수 대학원생을 선발할 것이다. 매 학기가 끝나고 인센티브 장학금을 차등 지급하여 학생들의 연구실적을 독려하고 긍정적인 동기를 부여하고자 한다. 또한, 대학원생들의 연구 동기를 높이고 성취의욕을 고취하기 위해 우수연구성과포상제, 우수논문포상제, KU Graduate Student Achievement Award 등과 같은 시상프로그램을 확대할 계획이다.

2.3 대학원생의 취(창)업 현황

① 취(창)업을 및 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2019.2/2019.8 졸업한 교육연구팀 참여교수의 지도학생 취(창)업률 실적

(단위: 명, %)

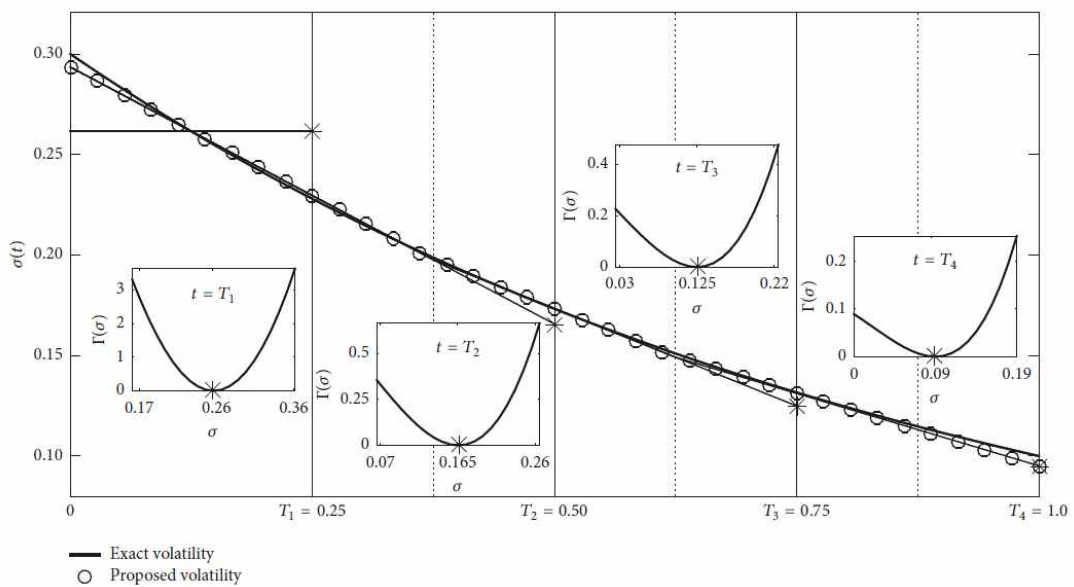
구분		졸업 및 취(창)업현황						취(창)업률 (%) (D/C) × 100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2019년 2월 졸업자	석사	1	0	0	0	1	1	100.0000%
	박사	1	X		0	1	1	
2019년 8월 졸업자	석사	2	1	0	0	1	1	100.0000%
	박사	0	X		0	0	0	
계	석사	3	1	0	0	2	2	100.0000%
	박사	1	X		0	1	1	100.0000%

2.3 대학원생의 취(창)업 현황

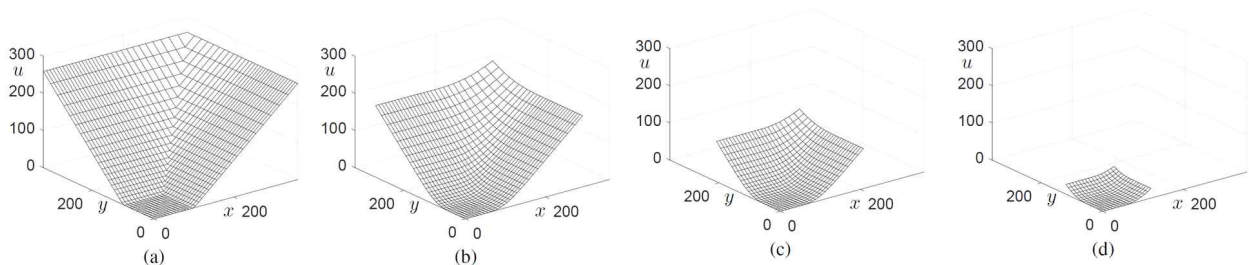
① 취(창)업률 및 취(창)업의 질적 우수성

☐ 국내외 우수 교육기관, 연구기관, 산업체 등 진출 실적 및 취업기관의 전공 적합성

● ***석사졸업생은 2017년 12월부터 DGB대구은행 정규직으로 취업 후 여·수신 업무를 담당하였으며, 현재는 석사과정 동안 금융수학과 금융공학의 연구경력을 인정받아 middle office인 리스크 관리부에서 업무를 수행 중이다. DGB대구은행은 2018년 리스크관리 시스템 개발 프로젝트를 착수하여 2019년 금융감독원으로부터 신용리스크부 부문 기본 내부 등급법 변경승인을 받았다. DGB대구은행은 신용리스크관리의 전문성을 갖춘 은행으로써 효과적 자본 비율관리에 기여하고 있는 은행이다. *** 석사졸업생은 석사과정동안 고려대학교 수학과 김준석 교수의 지도하에 금융모델을 수치적으로 해석하는 방법을 연구하였다. 연구한 수치방법을 이용하여 보유자산에 리스크관리(hedge)를 위해 사용되는 국소 변동성(local volatility) 함수를 추정하는 ‘Reconstruction of the time-dependent volatility function using the Black-Scholes model’ 논문을 공동저자로 연구하였다. 아래의 그림은 제안한 방법을 적용하여, 주어진 변동성 함수의 결과를 비교하는 그림이다.



또한, 옵션 가격의 정확한 측정을 위한 경계조건을 제시하는 ‘Finite difference method for the two-dimensional Black-Scholes equation with a hybrid condition’ 논문을 주저자로 작성하였다. 아래 그림은 경계조건을 하이브리드로 사용하여 옵션가격을 구하는 방법으로 초기 조건에 상관없이 안정성 있게 수치해를 구할 수 있다는 장점이 있다.



학위 기간동안 연구한 내용을 산업체에서 활용하면서 DGB대구은행 리스크관리부에서 기업신용평가모형, 개인신용평가모형, 부도율 및 신용환산율을 포함하는 위험요소를 추정 및 평가하는 업무를 담당하고 있다.

● *****졸업생은 2019년 2월 박사학위 수여 후 2019년 3월부터 이화여자대학교 수리과학연구소에서 박사후연구원으로 암호론(Cryptography)에 대한 연구를 진행하고 있다.** 이화여대 수리과학연구소의 수학과에는 10명의 교수와 16명의 박사후연구원이 있는 큰 규모의 연구소로, 암호론, 조합론, 해석학, 응용수학, 통계학 등 수학의 다양한 분야의 연구원들이 활발히 연구하고 있다. *** 박사는 박사과정 동안 리만 제타 함수에 관하여 연구하였다. 리만 제타 함수는 Hurwitz 제타 함수, Barnes 제타 함수, Multiple 제타 함수, Dedekind 제타 함수 등 여러 방향으로 일반화되어 왔다. 특히, Hurwitz 제타 함수와 유사한 형태로, 정의역이 critical strip에 속하는 실수이거나 몇 가지 자연수일 때, 기존 리만 제타 함수의 유한 n-1개의 수열 부분을 제외한 나머지 부분의 역수가 어떤 간단한 함수에 근접하는지를 조사하였다. 또한, 그 함수의 정수 부분이 어떤 모양을 가지는지도 관찰하였다. 현재는 Multiple 제타 함수를 변형한 형태에 관해서 연구 중이다. 또한, 암호연구실의 연구원들과 함께 래티스 암호에 쓰이는 각종 파라미터들, 그리고 isogeny 기반 암호에서의 빠른 계산을 위한 효과적인 방법을 찾는 것에 대해서도 관심을 두고 연구하고 있다.

● *****졸업생은 석사과정 수료 후 2019년 6월에 KT에 취직하여 정규직으로 활동하고 있다. KT Infra 연구소에서 AI 기반 네트워크 직무를 맡고 있다.** 구체적으로는 통신망 데이터를 분석하여 운용/관리자들에게 유용한 솔루션을 만드는 업무를 중점적으로 다루고 있다. 네트워크에는 위상적 성질들을 적용할 수 있는 요소들이 많이 있기에 *** 석사가 대학원 과정 중 전공한 위상수학은 해당 업무를 수행하는 데에 기반이 되고 있다. 또한, 전공뿐만 아니라 대학원 과정 중에 배운 딥러닝, 데이터 분석 관련 지식도 업무를 진행하는 데에 많은 도움이 되고 있다.

● ***** 졸업생은 고려대학교 수학과에서 박사과정을 진행하고 있으며 활발한 연구 활동으로 한국 학생들에게 긍정적인 학문적 동기를 부여하며 공동연구로 시너지 효과를 내고 있다.** ***외국인 졸업생의 연구업적의 우수성은 아래에 자세하게 기술될 것이다.

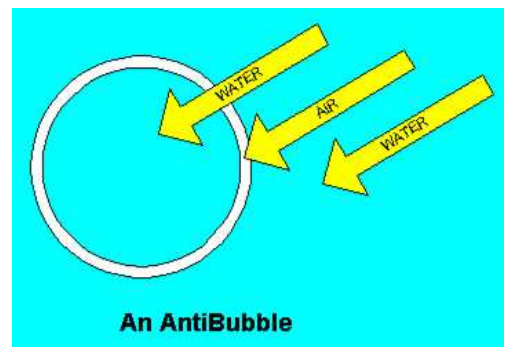
▣ 외국인 학생의 취(창)업률과 취(창)업의 우수성에 대해 기술

2019년 8월 석사 졸업생인 외국인 학생 *의 SCI급 논문게재 실적은 총 13건으로, 대표적 논문들은 아래와 같다.**

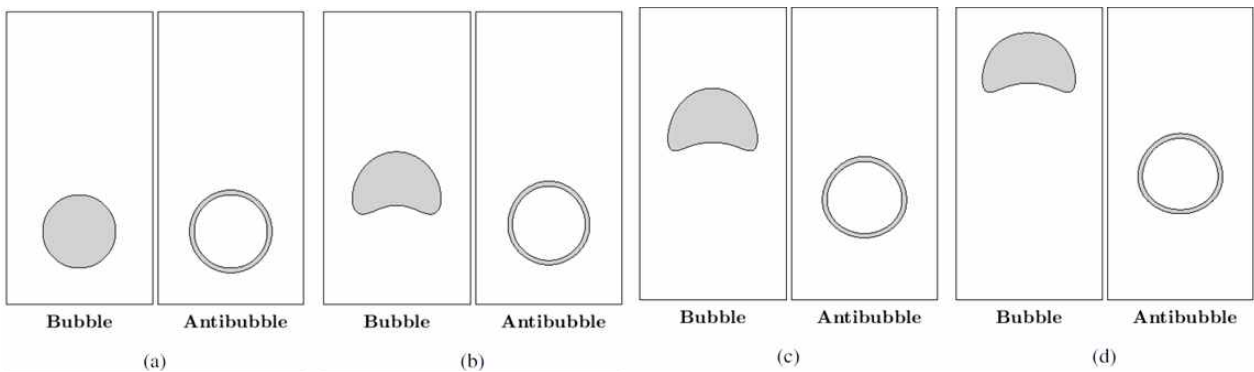
- A practical and efficient numerical method for the Cahn-Hilliard equation in complex domains, ***, ***, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Vol. 73, p p. 217-228, 2019. (IF 3.967, IF 분야별 상위 백분율 1.8%, 분야별 최상위)
- Pinning boundary condition for the phase-field models, ***, ***, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Vol. 82, 105060, 2020. (IF 3.967, IF 분야별 상위 백분율 1.8%, 분야별 최상위)
- A phase-field method for two-phase fluid flow in arbitrary domains, ***, Computers and Mathematics with Applications, Vol. 79, pp. 1857-1874, 2020. (IF 2.811, IF 분야별 상위 백분율 7%)
- Phase-field simulation of Rayleigh instability on a fibre, ***, ***, International Journal of Multiphase Flow, Vol. 105, pp. 84-90, 2018. (IF 2.829, Q1)
 - Mathematical modeling and simulation of antibubble dynamics, ***, ***, ***, Numerical Mathematics: Theory, Methods and Applications, Vol. 13, pp. 81-98, 2020. (IF 1.25, Q1)

- Conservative Allen-Cahn equation with a non-standard variable mobility, *****, ***, ***, Acta Mechanica**, Vol. 231, pp. 561-576, 2020. (IF 2.166)
- A conservative numerical method for the Cahn-Hilliard equation with generalized mobilities on curved surfaces in three-dimensional space, *****, ***, ***, ***, Communications in Computational Physics**, Vol. 27, pp. 412-430, 2020. (IF 1.813)
- A conservative difference scheme for the N-component Cahn-Hilliard system on curved surfaces in 3D, *****, ***, ***, ***, Journal of Engineering Mathematics**, Vol. 119, pp. 149-166, 2020. (IF 1.146)
- Effect of space dimension on the equilibrium solutions of the Cahn-Hilliard and conservative Allen-Cahn equations, *****, ***, ***, ***, Numerical Mathematics: Theory, Methods and Applications**, Vol. 13, pp. 644-664, 2020. (IF 1.25, Q1)

대표 연구 성과 중, 안티버블(antibubble)에 대한 수학적 모델링과 수치기법에 관한 연구 결과가 있다. 안티버블은 공기 중에 얇은 비눗막과는 반대되는 개념으로 유체로 안과 밖이 둘러싸인 얇은 공기막이다. 안티버블은 초음파 조영제와 약물 운반의 역할을 동시에 수행할 수 있다는 장점이 있다고 알려졌다. 그동안 멀티 컴퍼넌트 상태방정식으로 안티버블을 수리 모델링과 컴퓨터 시뮬레이션이 불가능했었으나 새로운 아이디어로 해결했다.



아래 그림에서 보여주는 것처럼, 새로운 아이디어를 적용하여 안티버블에 대한 수리 모델링과 컴퓨터 시뮬레이션을 수행한 결과이고, *******이 주저자로 논문을 작성했다. [참고자료: Mathematical modeling and simulation of antibubble dynamics, *****, ***, ***, ***, Numerical Mathematics: Theory, Methods and Applications**, Vol. 13, pp. 81-98, 2020. (IF 1.25, Q1)]



이외에도 현재 9편의 논문이 SCI급 저널에서 심사를 받는 중이다. 고려대학교 수학과에서 학위를 받은 ******* 박사 졸업생이 중국 Xi'an Jiaotong University 수학과 부교수로 재직한 이후로 유학을 온 ******* 학생은 우수한 중국 유학생으로서, 현재 고려대학교 수학과에서 박사과정을 진행하고 있다. 박사학위 수여 후에는 중국으로 돌아가 좋은 대학에 교수로 취업하여 한국 수학의 국제화에 기여할 것으로 기대된다.

② 졸업자의 대표적 취(창)업 사례 (최근 10년)

<표 2-3> 최근 10년간 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 졸업생 대표적 취(창)업 사례

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (박사/석사)	학위취득 시 학과(부)명	재학 시 BK21사업 참여 여부 (Y/N)	최종학위 (박사/석사) 및 수여 대학/학과	현 직장 및 직위
대표 취(창)업 사례의 우수성							
1		2018.2	박사	수학과	Y	동일	
<p>*** 졸업생은 수치해석과 과학계산 등 폭넓은 학습 분야를 연구한 결과, 다수의 SCI급 논문을 출판하고 여러 논문상을 수상하였다. 동 대학에서 리서치펠로우로 재직 후, 연구능력을 인정받아 대구대 수리빅데이터학부(수학) 교수로 임용이 되었다. 현 사회의 트렌드를 응용수학 측면에서 바라보고 활발한 연구를 진행하고 있으며, 소속 수리빅데이터학부 프로그래밍 융합 교육과 데이터 분석 수업을 통해 4차 산업 혁명에 힘쓸 후속세대를 양성하기 위해 노력하고 있다.</p>							
2		2016.2	박사	수학과	N	동일	
<p>*** 졸업생은 확률론적 편미분방정식과 컴퓨터과학에 관해 연구하였다. 이를 활용하여 학위 수여 후 2016년~2017년 삼성화재해상보험에서 데이터 사이언티스트, 2017년 Deep Bio에서 리서치 엔지니어, 2018년~2019년 카카오 브레인에서 AI 사이언티스트로 재직하였다. 현재 UNIST 경영공학부 교수로 재직하고 있다. 현재 주목받는 AI 분야에 대한 실무적 경험을 바탕으로 딥러닝 과목을 개설하여 AI 분야의 인재를 양성하고 있다.</p>							
3		2014.2	박사	수학과	N	동일	
<p>*** 졸업생은 확률해석학을 전공으로 연구하여 다수의 우수한 논문들을 게재하였다. 이에 박사 졸업 후 2014년~2016년 고려대학교 연구교수, 2016년~2018년 한국고등과학원 리서치 펠로우로 재직하였으며, 2018년부터 현재 본 학과에 재직 중이다. 활발한 연구와 함께 2018년 2학기에 개설한 강의 '해석학' 및 연습(영강)'은 고려대학교 우수강좌로 선정되었다. 대학원생들과 함께 창의적인 연구를 진행하고 있다.</p>							

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (박사/석사)	학위취득 시 학과(부)명	재학 시 BK21사업 참여 여부 (Y/N)	최종학위 (박사/석사) 및 수여 대학/학과	현 직장 및 직위
대표 취(창)업 사례의 우수성							
4		2014.2	박사	수학과	N	동일	*** 졸업생은 수치해석과 상태장 방법을 연구하였으며 박사과정을 졸업한 후 이화여자대학교 수리과학연구소에서 박사후연구원, 연구 교수로 활동하였다. 꾸준한 연구 활동의 결과로 다수의 SCI급 논문을 출판하였고, 그 결과 충북대학교 수학과 응용수학전공 교수로 임용되었다. 지속적인 연구 활동과 더불어 현재 산업응용수학의 트렌드에 맞게 학생들을 가르치고 우수한 기관으로의 취업을 돕고 있다.
5		2013.2	박사	수학과	N	동일	복잡한 금융시장을 분석하는 데에는 수학이라는 학문적 도구가 필수적이다. *** 졸업생은 금융수학에 관한 전반적인 분야를 연구하였고, 서울시립대 수학과 교수로서 금융권에서 실무적으로 쓰이는 수학적 개념들을 학생들에게 교육하고 있다. 현재 학부생들을 대상으로 금융수학, 보험수학 강의를 진행 중이다. 이를 통해 학생들의 미래 진로 및 취업에 많은 기여를 하고 있다.
6		2017.8	석사	수학과	Y	동일	엔씨소프트는 온라인, 모바일 게임 개발사 및 퍼블리셔이다. 게임을 주력으로 하고 있으나 인공지능 연구개발에도 힘쓰고 있는 회사이다.** * 졸업생은 수학 전공자의 풍부한 사고력을 바탕으로 석사과정동안 최적화 기법과 파이썬을 이용한 빅데이터 분석 및 딥러닝 관련 연구하였다. 이를 활용할 수 있는 현 직무에서 게임 로그 데이터를 통해 소비자들의 반응을 분석하여 게임 개발 및 마케팅 전략 수립 최적화에 기여하고 있다.

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (박사/석사)	학위취득 시 학과(부)명	재학 시 BK21사업 참여 여부 (Y/N)	최종학위 (박사/석사) 및 수여 대학/학과	현 직장 및 직위
대표 취(창)업 사례의 우수성							
7		2015.2	석사	수학과	N	동일	
<p>LG CNS는 IT 서비스를 공급하는 정보기술 솔루션 및 아웃소싱 전문기업이다. *** 졸업생은 수치해석을 연구한 것을 기반으로 삼아 현재 AI 빅데이터 컨설팅팀에 소속되어 데이터과학 전문가로서 딥러닝을 활용하여 사진이나 동영상으로 사물을 구분하여 사람이 직접 행해야 하는 일들을 자동화하는 프로그램을 이행하는 직무를 맡고 있다. 4차 산업혁명에서 중요하게 생각되는 딥러닝, 머신러닝을 활용하여 효율적인 업무환경을 구축하는 데에 기여하고 있다.</p>							
8		2012.2	박사	수학과	N	동일	
<p>*** 졸업생은 계산과학과 수치해석을 바탕으로 유체역학과 생물학에서의 수학적 모델에 대한 수치기법을 연구하고 다수의 우수한 논문을 게재하여 '2012년 한국산업융합수학회 신진연구자상'을 수상하였다. 출판된 SCI급 논문은 총 45편이다. 현재 광운대학교 수학과에 재직 중으로 '수치해석1' 등의 강의를 개설하여 수학 자체뿐만 아니라 공학, 의학 등 다양한 분야의 문제를 수학적 방법론으로 해결하는 능력을 배양하는 양질의 강의를 진행하고 있다.</p>							
9		2013.2	석사	수학과	N	동일	
<p>NICE P&I는 금융감독원으로부터 지정받은 채권시가평가 전문기관으로써 신뢰성 있는 평가방법론과 첨단 평가 시스템을 기반으로 향후 금융시장 발전을 선도할 것이라고 평가되는 기관이다. *** 졸업생은 옵션가격 평가, 변동성 추정, 파생상품 등의 금융 분야에 유한차분법, 몬테카를로 시뮬레이션 등의 수치적 방법을 적용하여 연구하였고, 현재 재직 중인 NICE P&I에서 주식파생상품 평가 업무를 담당하며 우수한 평가 전문 인력으로 인정받고 있다.</p>							

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (박사/석사)	학위취득 시 학과(부)명	재학 시 BK21사업 참여 여부 (Y/N)	최종학위 (박사/석사) 및 수여 대학/학과	현 직장 및 직위
	대표 취(창)업 사례의 우수성						
10		2013.2	박사	수학과	N	동일	
	<p>*** 졸업생은 수치해석과 금융공학 전반을 연구하였고, 그 우수성을 인정받아 한국여성과학기술단체총연합회가 선정한 자연과학 분야에서의 '2016 미래인재상'을 수상한 바가 있다. 동 대학의 박사후연구원을 거쳐 현재는 강원대 수학과에 재직 중이다. 활발한 연구활동과 더불어 수학적 이론을 바탕으로 한 실제 산업환경에서의 문제 해결법을 길러주는 캡스톤디자인 강의를 통해서 창의적 종합설계 능력을 갖추었으므로 학생들 취·창업에 도움을 주기 위하여 힘쓰고 있다.</p>						
최근 10년간 졸업생 수		석사		67		10	
		박사		24			

3. 대학원생 연구역량

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

① 대학원생(졸업생) 대표연구업적물의 우수성

<표 2-4> 최근3년간 참여교수 지도학생(졸업생) 대표연구업적물

연번	최종 학위 (박사 /석사)	졸업생 성명	세부 전공 분야	졸업 연월	실적구분	대표연구업적물 상세내용
1	박사		응용수학	2018.2	저널논문	A finite difference method for a conservative Allen-Cahn equation on non-flat surfaces
						Journal of Computational Physics
						334, 170-181
						2017
						10.1016/j.jcp.2016.12.060
2	석사		응용수학	2019.8	저널논문	A practical and efficient numerical method for the Cahn-Hilliard equation in complex domains
						Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation
						73, 217-228
						2019
						10.1016/j.cnsns.2019.02.009
최근 3년간 졸업생 수			석사	16	2	
			박사	4		

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

① 대학원생(졸업생) 대표연구업적물의 우수성

☐ ***졸업생의 논문 “A finite difference method for a conservative Allen-Cahn equation on non-flat surfaces (2017)” 은 3차원 공간에서 좁은 띠 영역 안의 다양한 곡면들 위에서 보존적 알렌-칸 방정식 (Conservative Allen-Cahn equation)에 대한 효과적인 수치적 방법을 제시하였다. 알렌-칸 방정식의 다이나믹스가 평균 곡률을 따른다는 이론과 관련하여 다음과 같은 다양한 곡면 위에서 수치적 연구를 진행하였다. 본 논문은 2018 JCR 기준 IF 2.845이며, 수리물리(PHYSICS, MATHEMATICAL) 분야 IF 백분율 상위 7.27% (4/55)의 매우 우수한 국제전문학술지에 게재되었으며, 현재 Google Scholar 기준 11 회, Web of Science 기준 8회, Scopus 기준 9회 인용되었다. 같은 출판연도, 주제 분야, 논문 형태에 따라 인용된 횟수를 측정하여 정규화한 인용지수(상대적인 피인용 지수)인 논문의 영향력 지수(Field Weighted Citation Impact, FWCI)는 1.3608로써 같은 출판연도, 같은 주제 분야의 논문들에 대해 전 세계 평균대비 약 36% 더 인용된 것을 확인할 수 있다. 본 논문의 내용을 정리하여 학위논문의 내용으로 기술하였으며, 그 우수성을 인정받아 2019 대한수학회 봄 연구발표회에서 학위논문상을 받았다. 연구 내용의 우수성과 간략한 내용은 다음과 같다.

다음의 보존적 알렌-칸 방정식을 3차원 공간에서 좁은 띠 영역(narrow band domain) 안의 다양한 곡면들 위에서 고려한다.

$$\frac{\partial \phi}{\partial t}(\mathbf{x}, t) = -\frac{F'(\phi(\mathbf{x}, t))}{\epsilon^2} + \Delta \phi(\mathbf{x}, t) + \beta \sqrt{F(\phi(\mathbf{x}, t))}$$

보존적 알렌-칸 방정식을 이산화하기 위해 연산자 분리 방법, 명시적 오일러 방법, 좁은 띠 영역 안에서 가장 가까운 점을 찾는 방법을 사용한다. 먼저, 연산자 분리 방법을 적용하여 좁은 띠 영역 Ω_δ^h 에서 명시적 오일러 방법으로 확산항을 푼다.

$$\frac{\phi_{ijk}^* - \phi_{ijk}^n}{\Delta t} = \Delta_h \phi_{ijk}^n$$

부호가 있는 거리함수 ψ 에 대해, 가장 가까운 점 $\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk})$ 은 다음과 같이 정의한다.

$$\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk}) = \mathbf{x}_{ijk} - \frac{\nabla_h |\psi_{ijk}|}{|\nabla_h |\psi_{ijk}||} |\psi_{ijk}|$$

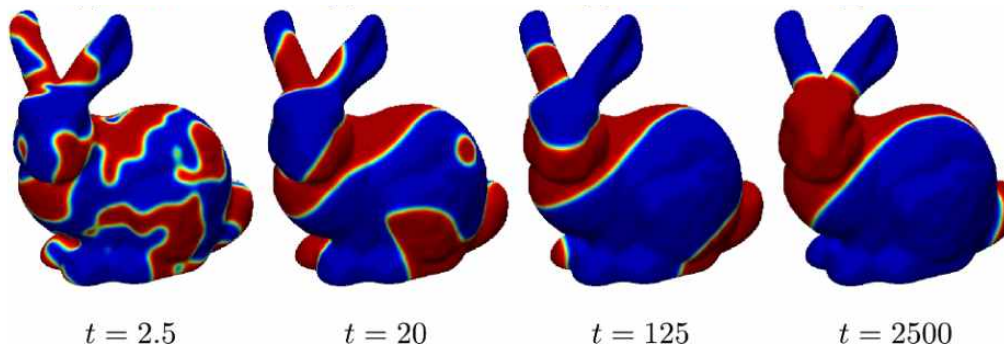
다음으로 이산화된 좁은 띠 영역에서 closed-form 해를 이용하여 반응항을 푼다.

$$\phi_{ijk}^{n+1, **} = \frac{\phi_{ijk}^*}{\sqrt{e^{-2\Delta t/\epsilon^2} + (\phi_{ijk}^*)^2 (1 - e^{-2\Delta t/\epsilon^2})}}$$

마지막으로, 총 질량을 보존하는 제약 조건 $\sum_{\mathbf{x}_{ijk} \in \Omega_\delta^h} \phi_{ijk}^0 = \sum_{\mathbf{x}_{ijk} \in \Omega_\delta^h} \phi_{ijk}^{n+1}$ 을 사용하여 총 질량을 보존한다. 즉, $\beta = \sum_{\mathbf{x}_{ijk} \in \Omega_\delta^h} (\phi_{ijk}^0 - \phi_{ijk}^{n+1, **}) / \sum_{\mathbf{x}_{ijk} \in \Omega_\delta^h} \sqrt{F(\phi_{ijk}^{n+1, **})}$ 에 대하여 다음의 수치해를 얻는다.

$$\phi_{ijk}^{n+1} = \phi_{ijk}^{n+1, **} + \beta \sqrt{F(\phi_{ijk}^{n+1, **})}$$

다음 그림은 복잡한 곡면 위에서 편미분방정식을 수치적으로 풀어 상분리가 일어나는 현상을 컴퓨터 시뮬레이션을 한 결과이다.



☐ ***졸업생의 논문 “A practical and efficient numerical method for the Cahn-Hilliard equation in complex domains (2019)” 은 복잡한 영역에서 칸-힐리아드(Cahn-Hilliard) 방정식에 대한 실 용적이고 효 율적인 수치 방법을 제시하였다. 본 논문은 2018 JCR 기준 IF가 3.967이며 2018 JCR 응용 수학(MAHEMATICS, APPLIED)분야 IF 백분율 상위 1.96%의 (5/254) 매우 우수한 국제전문학술지에 게 재되 었으며, 현재까지 Google Scholar 기준 5회, Web of Science 기준 3회, Scopus 기준 5회 인용되었 다. 출판연도, 주제분야, 논문 형태에 따라 인용된 횟수를 측정하여 정규화한 인용지수(상대적인 피인 용 지 수)인 논문의 영향력 지수(Field Weighted Citation Impact, FWCI)는 4.6836으로써 같은 출판연도, 같은 주제 분야의 논문들에 대해 전 세계 평균대비 약 368% 더 인용된 것을 확인할 수 있다. 연구 내 용의 우수성과 간략한 내용은 다음과 같다.

전체 도메인 Ω 에서 삼원(ternary)의 칸-힐리아드 시스템 활용하여 임의의 도메인 $\tilde{\Omega}$ 을 3번째 상으로 표현하였다. 먼저, 삼원의 혼합물 각 요소의 비율을 $c_i(\mathbf{x}, t)$, $i = 1, 2, 3$ 이라고 한다. 일반적인 Ginzburg-Landau 형식으로부터 Helmholtz free energy functional를 생각할 수 있다.

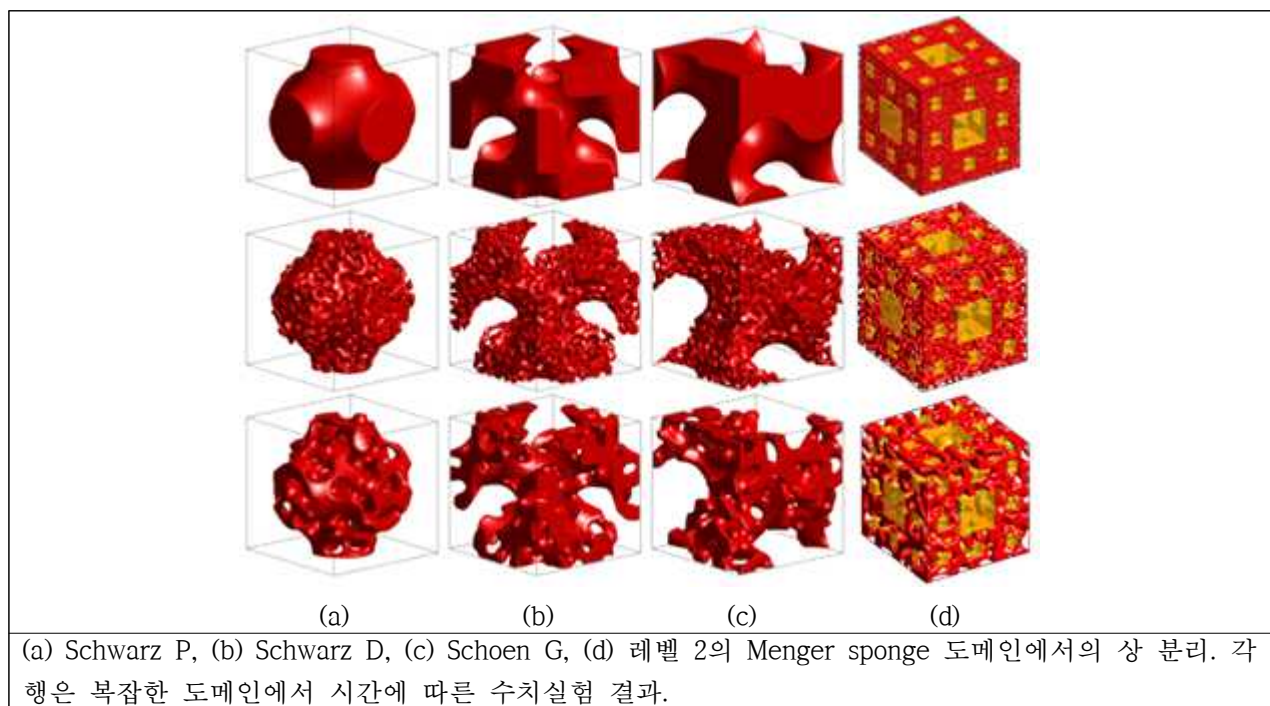
$$F(c_1, c_2, c_3) = \int_{\Omega} \left(F(c_i) + \frac{\epsilon^2}{2} |\nabla c_i|^2 \right) d\mathbf{x}$$

여기서 $F(c_i) = 0.25c_i^2(c_i - 1)^2$ 이고 $\epsilon > 0$ 는 그래디언트(gradient) 에너지 계수이다. 이로부터 다음과 같 은 삼원의 칸-힐리아드 시스템을 얻을 수 있다.

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = \Delta \mu_i, \quad \mu_i = F'(c_i) - \epsilon^2 \Delta c_i - \beta(c_1, c_2, c_3),$$

$$\mathbf{n} \cdot \nabla c_i = 0 \quad \text{and} \quad \mathbf{n} \cdot \nabla \mu_i = 0 \quad \text{on} \quad \partial\Omega.$$

여기서 라그랑지안 승수 $\beta(c_1, c_2, c_3) = -\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 F'(c_i) = -c_1 c_2 c_3$ 이다. 위 식을 3차원 격자에서 이산화 한 뒤 비선형 분할 방법을 이용하여 수치해를 구한다. 아래 그림은 수치 실험의 결과로, 세 개의 3차 원 극소곡면 영역에서 시간에 따른 상 분리 결과이다. 수치 실험을 통해 제안한 방법이 복잡한 도메인 에서 칸-힐리아드 방정식의 수치해를 간단하고 효율적으로 풀 수 있음을 확인할 수 있었다.



② 대학원생(졸업생) 연구업적물의 우수성 (별도 제출/ 평가)

<표 2-5-1> 최근 3년간 참여교수 지도학생 중 대학원생(졸업생) 연구업적물 환산 편수
(건축 분야의 건축학만 해당)

구분	실적			전체기간 실적
	2017년 2/8월 졸업자	2018년 2/8월 졸업자	2019년 2/8월 졸업자	
연구재단 등재(후보))지 논문 환산편수	0	0	0	0
국제저명 학술지 논문 환산편수	0	0	0	0
기타국제 학술지 논문 환산편수	0	0	0	0
국어 학술저서 환산편 수	0	0	0	0
외국어 학술저서 환산 편수	0	0	0	0
저서 또는 논문 총 환 산편수	0	0	0	0
평가대상 1인 당 연구업적물 환산편 수	0.00			0.00
지도학생 최근 3년간 환산졸업생 수	0.00			

③ 대학원생(졸업생) 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-6> 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 대학원생(졸업생) 학술대회 발표실적

연번	최종학위 (박사/석사)	졸업생 성명	졸업 연월	발표 형식(구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	박사		2018.2	구두	A numerical method for the phase-field model of fluid vesicles in three-dimensional space
					WCCM XII & APCOM VI
					2016년, 서울, 대한민국
2	석사		2019.8	포스터	A nonlinear multigrid implementation for the two-dimensional Cahn-Hilliard equation
					KSIAM 2017 Annual Meeting
					2017년, 부산, 대한민국
최근 3년간 졸업생 수		석사	16	2	
		박사	4		

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

③ 대학원생(졸업생) 학술대회 대표실적의 우수성

■ WCCM은 최소 1,500명에서 3,000명 정도의 전 세계 관련 분야 학자들과 연구원들이 참여하는 전산역학 분야 최대의 국제학술대회이다. 전통적인 공학 분야는 물론, 바이오, 나노, 에너지 등등 다양한 분야에서 전산해석을 포괄적으로 다루는 대회로서 2년마다 열리는 전산역학 부문에서 세계 최대의 학회이다. *** 졸업생은 우리나라 코엑스에서 개최한 WCCM 2016에 참가하여 2016년 7월 28일에 “A numerical method for the phase-field model of fluid vesicles in three-dimensional space” 를 주제로 하여 다음과 같은 창의적인 내용을 구두로 발표하였다 (<https://guidebook.com/guide/65752/event/14186240/>). *** 졸업생은 학문후속세대로서 전산유체역학을 전공하며 발표 내용을 포함한 여러 관련된 내용을 지속해서 연구하여, 학위 수여 1년 뒤 대구대학교 수리빅데이터학부 전임교수로 임용되었다. 연구 내용의 우수성과 간략한 내용은 다음과 같다.

유동체 vesicle의 수학적 실험은 실제 현상을 입증하는 데 중요하다. 특정 흐름 조건에서 fluid vesicle의 표면적은 보통 일정하지 않다. 그러나 막의 incompressibility는 vesicle 표면에서 2차원 divergence free를 갖도록 flow field를 제한한다. 또한, 전체 도메인에서 일정한 부피를 유지하기 위해 3차원 divergence free를 갖는 flow field가 요구된다. 따라서 fluid vesicle 역학은 주어진 표면적과의 부피 보존을 만족시켜야 한다. 여기서는 유체 입자의 위상영역 모델에 정확하고 견고한 수치기법을 제안한다. Fluid vesicle의 평형 모양은 부피 및 표면적 제한 조건으로 벤딩 에너지를 최소화함으로써 얻어지므로 두 가지 제약 조건에 대해 라그랑주 승수와 페널티 방법을 결합한 하이브리드 수치 체계를 제안한다. 일반적으로 큰 페널티 상수가 필요하지만, 이는 무조건 표면적이 주어진 값으로 수렴되는 것은 아니기에 페널티 방법에 대한 적응적 제약조건 알고리즘을 제안한다. 탄성 벤딩 에너지 $W(\phi)$, 표면적 에너지 $B(\phi)$, 그리고 부피 $A(\phi)$ 를 다음과 같이 정의하였다.

$$\begin{aligned}
 W(\phi) &= \int_{\Omega} \kappa H^2 \delta(\phi) dX = \frac{3\kappa}{2\sqrt{2}\epsilon^3} \int_{\Omega} \mu^2 dX, \\
 B(\phi) &= \int_{\Omega} \delta(\phi) dX = \frac{3}{2\sqrt{2}\epsilon} \int_{\Omega} \left[F(\phi) + \frac{\epsilon^2}{2} |\nabla \phi|^2 \right] dX, \\
 A(\phi) &= \int_{\Omega} \phi(X) dX.
 \end{aligned}$$

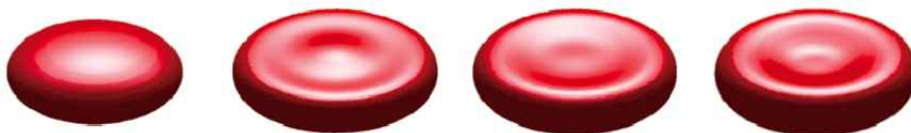
여기서, κ 는 벤딩 강성, H 는 평균 곡률, $\delta(\phi) = \frac{3(\phi-1)}{4\sqrt{2}\epsilon}$, $\mu = \phi^3 - \phi - \epsilon^2 \Delta \phi$, $F(\phi) = \frac{\epsilon^2}{2} |\nabla \phi|^2$, ϕ 는 상태장 함수, ϵ 는 전이 매개변수이다. Fluid vesicle의 평형 모양은 부피 및 표면적 제한 조건으로 벤딩 에너지를 최소화함으로써 얻어지므로 라그랑주 승수와 페널티 방법을 결합한 하이브리드 수치 체계를 제안한다. 먼저 우리는 페널티 방법을 이용하여 표면적을 고려한 탄성 벤딩 에너지를 정의한다.

$$E(\phi) = W(\phi) + M(B(\phi) - \beta)^2$$

M 은 페널티 상수, β 는 제시된 표면적이다. 지배방정식은 다음과 같다.

$$\phi_t = -g(\phi) - 2M(B(\phi) - \beta)f(\phi) + \gamma(t)F(\phi)$$

여기서, $\gamma(t) = \int_{\Omega} [g(\phi) + 2M(B(\phi) - \beta)f(\phi)] dX / \int_{\Omega} F(\phi) dX$ 이다. Nonlinearly stabilized splitting scheme을 적용하여 두 단계로 지배방정식의 수치해를 구한다. 다음은 제안한 알고리즘으로 적혈구 형상으로 변하는 과정을 보여준다.



❏ 한국산업응용수학회(KSIAM)는 한국의 산업응용수학에 관한 기술을 발전 및 보급하기 위해 조직된 학회로 수학 및 공학분야의 국내외 여러 학자의 활발한 학술교류가 이뤄지는 학회이다. 2017년 10월 3일 KSIAM에서 *** 졸업생은 “A nonlinear multigrid implementation for the two-dimensional Cahn-Hilliard equation” 를 주제로 포스터 발표를 하였다 (https://s3.ap-northeast-2.amazonaws.com/old-ksiam/conference/201711/sche.php.htm). 그 내용은 다음과 같다.

비선형 편미분 방정식을 푸는 수치방법 중 하나인 멀티그리드(multigrid) 방법을 2차원 칸-힐리아드(Cahn-Hilliard) 방정식에 적용하고, 그 성능을 검증하기 위해 수행한 여러 테스트를 소개하였다. 칸-힐리아드 방정식은 상분리 현상을 모델링하기 위해 개발된 4계 편미분 방정식으로, 이원 합금의 스피노달 분해, 이미지 복원, 고분자 공중합체(diblock copolymer)의 미세상분리 현상, 탄성 불균등을 갖는 미세구조, 중앙성장 컴퓨터 시뮬레이션, 구조적 위상 최적화 등과 같은 인터페이스 관련 문제들의 모델링에 많이 사용된다. 다음은 2차원 칸-힐리아드 방정식이다.

$$\frac{\partial \phi(x,y,t)}{\partial t} = M \Delta \mu(x,y,t), \quad (x,y) \in \Omega, \quad t > 0,$$

$$\mu(x,y,t) = F(\phi(x,y,t)) - \epsilon^2 \Delta \phi(x,y,t).$$

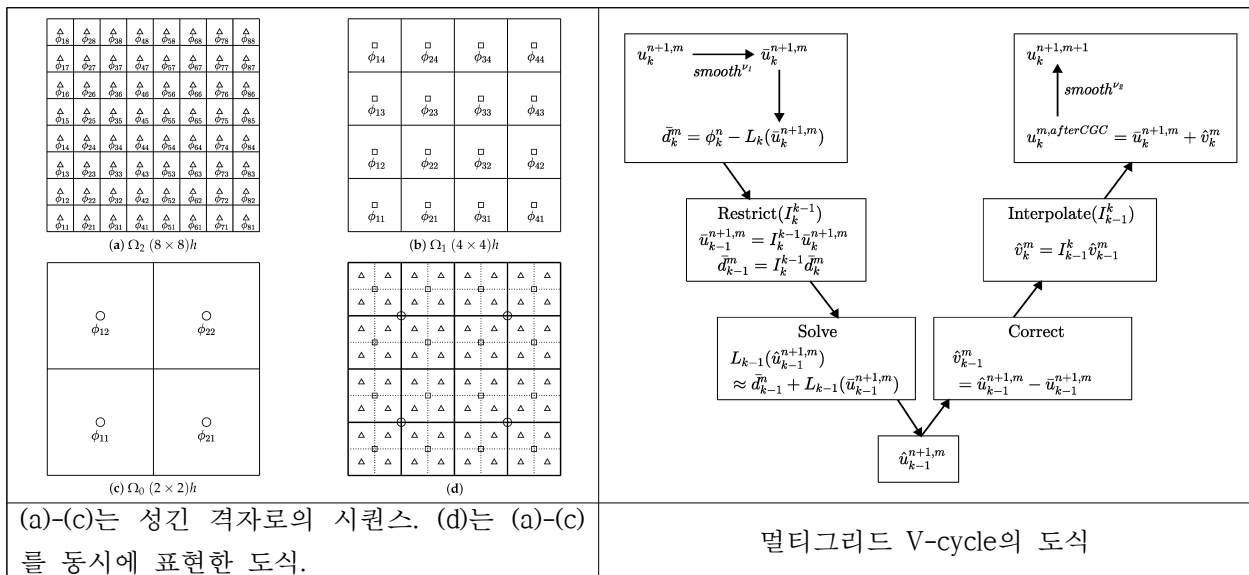
여기서, ϕ 는 보존적 스칼라 장이고, $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ 은 유계 도메인이다. M 은 유동성(mobility)을 나타내는 상수이며, $F(\phi) = 0.25(\phi^2 - 1)^2$ 은 자유에너지 함수(free energy function)이고, ϵ 은 경계 에너지를 나타내는 작은 양의 상수이다. 또한, 노이만 경계조건을 사용하였다. 칸-힐리아드 방정식은 다음과 같은 총 자유에너지범함수 $E(\phi) = \int_{\Omega} \left[F(\phi) + \frac{\epsilon^2}{2} |\nabla \phi|^2 \right] dx$ 로부터 유도된다. 이 에너지를 ϕ 에 대해 다변수 미분을 취하여 포텐셜 μ 를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\mu = \frac{\delta E}{\delta \phi} = F'(\phi) - \epsilon^2 \Delta \phi.$$

질량보존(conservation of mass)의 특성을 적용하면 다음과 같이 칸-힐리아드 방정식을 유도할 수 있다.

$$\phi_t = -\nabla \cdot (-M \nabla \mu).$$

Eyre의 무조건적인 안정적 방법을 적용하여 방정식을 이산화하고, 효율적이고 정확하게 수치해를 구할 수 있는 비선형 멀티그리드 방법을 적용하여 이산화된 방정식을 풀었다. 다음 그림은 멀티그리드 방법에서 촘촘한 격자와 성긴 격자의 관계를 나타낸 도식과 효율적인 반복 계산을 위해 사용한 V-cycle의 도식이다. 수렴성 테스트, 사용한 매개변수들의 변화에 따른 효과, V-cycle과 SMOOTH relaxation의 효과 테스트 등을 수행하여 제안한 방법의 효율성과 정확성에 대해 발표하였다.



④ 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-7> 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 실적 등

연번	최종학위 (박사/석사)	졸업생 성명	졸업 연월	실적구분	특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용
1	박사		2018.2		
2	석사		2019.8		
최근 3년간 졸업생 수		석사	16	2	
		박사	4		

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

- ④ 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 등
실적의 우수성

수학 분야의 특성상, 대학원생이 기초수학을 공부하고 전공분야를 연구하고 논문을 작성하면서 특허를 출원하고 등록하기는 힘들어 대학원생의 특허실적은 없으나 본 수리과학 교육팀에는 특허를 등록한 경험이 많은 참여교수가 있으므로 4단계 BK21에서는 대학원생을 적극 특허 등록과정에 참여하게 하여 실적을 낼 계획이다. 2015~2019년에 *** 교수는 55건의 기술이전 실적이 있고, *** 교수는 특허 실적 3건이 있다. 아래는 대표적인 실적 13건의 목록이다.

구분	주발명자	계약명칭	계약일자	수요기관	총기술료
기술이전		퍼지 클러스터링을 통한 특성군집의 확률도출 및 군집간 유사도에 따른 매칭 시스템			
기술이전		동적 인증 모듈을 기반으로 하는 선별적 개인화 정보 매칭을 통한 서명 확인 시스템			
기술이전		조합경매에서의 수요공급 간 최적 상품 분배가 가능한 분기 한정법 및 비드선택 휴리스틱알고리즘 기반 제약 역경매 중개시스템			
기술이전		서포트 벡터 머신 모델 및 회귀분석 기술 기반 태양광 발전량 중장기 예측 시스템			
기술이전		의료 빅데이터의 비정상(Abnormal) 정보 탐지 기반의 치매 진단 및 예방을 위한 예측 의료 시스템			
기술이전		잠재적 이웃 속성을 활용한 나이브베이즈 분류 협업 필터링 기반 상품 추천 시스템			
기술이전		사용자의 선호도에 따른 메타 데이터간 유사도 분석 기술 기반 콘텐츠 추천 시스템			
기술이전		확률 모델(BM25)을 이용한 엘라스틱 서치(Elastic Search) 및 문서 내 추출 문단 마스킹 시스템			
기술이전		은닉 전자 서명 기반의 추적 가능한 전자 화폐 기술을 활용한 충전형 재화 시스템			
기술이전		학습 취약점 및 망각주기를 고려한 최적 복습시기 분석 기술 기반 적응형 학습 시스템			
특허		Method of Searching a Matching Key of Storage Device and Server System Comprising the Same,			
특허		Storage Device and Method of Operating the Same, 2016, US10082984.			
특허		Storage Device, System Including Storage Device and Method of Operating the Same,			

본교는 대학원생 기술창업의 지속적인 성장을 위해 창업 전주기 지원 시스템을 구축하여 단계별로 창업에 필요한 모든 내용을 지원 및 관리하고있다. 이를 위해 지식재산관리시스템(KIPS), KU-TLO, KU Research Network(KURN), 특허정보검색시스템, π -PORTAL사이트, START UP Station과 메이커스페이스, X-Garage, π -Ville99 등의 창업 활동공간을 제공하고 있다. 본 교육연구팀은 본교가 추진하고 있는 산학협력플랫폼(KU-TLO, KU Research Network(KURN), KIPS등)을 기업과 더욱 밀접한 산학협력. 기술이전 활성화를 위한 창구로 활용하기 위해 고도화(멤버십 서비스 등), 창업 활성화를 위해 대학원생에게 논문 대체 창업학점제, 시제품 제작비 지원, BI 공간 확보 등의 다양한 제도 시행할 예정이다.

3. 대학원생 연구역량

3.2 대학원생 연구 수월성 증진계획

▣ 대학원생의 연구 수월성 증진계획으로는 다음과 같은 계획을 수립하였다.

● 대학원생이 연구에만 집중할 수 있도록 재정 지원 확대

수학과 대학원생들은 연구조교(Research Assistant, RA)로 근로 장학금을 수여할 수 있다. 대부분 참여교수는 개인 연구과제를 수행함으로써 우수 대학원생은 연구 보조원으로 연구과제에 참여함으로써 인건비를 지원받는다. 4단계 BK21 교육연구팀으로 선정될 때에는 교내외 장학금과는 별도의 인건비를 지원할 수 있으며, 이를 통해 대학원생들이 학비와 생활비를 마련하기 위해서 아르바이트를 하지 않고도 안정적으로 학업과 연구에만 집중할 수 있을 것이다.

● 기초학력 강화

우수한 연구를 할 수 있는 연구자로 발돋움하기 위해서는 기초과목(대수학, 해석학, 기하학, 위상수학 등)에 대한 폭넓은 지식이 필수적이다. 이에 고려대학교 수학과에서는 대학원생들이 기초과목 이수에 힘쓰고 자격시험을 통과하여 본인의 세부연구 분야에 집중할 수 있도록 지원할 계획이다.

● 지도교수의 자세한 연구지도 및 박사학위 졸업요건 강화

대학원생 연구 수월성 증진에서 가장 중요한 부분은 연구지도이다. 대학원생의 연구에 대한 성장 단계에 맞추어 도전적인 연구과제를 부여하고 연구지도를 한다. 참여대학원생이 지도교수의 모든 연구역량을 전수받고, 학문에 대한 열정으로 연구를 진행한다면 우수 연구자로 성장할 수 있을 것이다. 국제적 경쟁력이 있는 대학원생을 양성하기 위해, 학문 분야에 따라 박사학위 요건을 SCI급 저널에 게재자로 논문을 최소 2편 게재하며, 그중 적어도 한 편은 분야별 IF 기준 Q1 등급으로 강화한다.

● 타이거 세미나를 통한 국제 역량 강화

국제학회에 참석하기 전에 동료 대학원생들 앞에서 연구 내용을 영어로 발표해보고 피드백을 받는 연습을 한다. 아래 그림은 고려대학교 수학과에서 매주 2회 진행되어온 대학원생들 자치로 운영되는 타이거 세미나를 진행하는 모습이다. 현재 대학원생별로 한 학기에 한번 영어로 발표하는 것을 두 번 발표하는 것으로 강화한다.



타이거세미나 발표 1



타이거세미나 발표 2

● 국내외 학회 참석 경비 지원

참여대학원생들의 연구결과를 관련 분야 연구자들에게 발표하면서 연구내용을 검증받고, 다른 연구자들의 연구결과를 들으며 최근 연구 동향을 파악할 수 있도록, 국내외 학회 참석 및 발표 준비 비용에 대한 지원을 확대하고자 한다. 학회에 참석하며 발생하는 경비에 대해, 학회 등록비와 여비를 지원한다. 재원의 오남용을 방지하기 위해 부실학회 참석은 불허하고, 단순 학회참가를 지양하며 우수 학회에서의 포스터 및 구두 발표를 우선적으로 지원한다.

● **공동연구 역량 강화**

학제 간 연구, 융합연구 등 공동연구는 수학기에서도 오래전부터 필요성을 인식하고 있었고 현재 많은 연구자가 공동연구를 수행하고 있다. 따라서 우수한 대학원생은 필수적으로 타 연구자와의 의사 소통 능력과 공동연구를 수행하는 역량 강화를 위해서 공동연구를 수행에 참여하게 한다.

● **우수 대학원생에 대한 평가 강화 및 보상 확대**

교육연구팀은 매 학기가 끝날 때 학생들에 대한 평가를 진행하여 우수한 학생들에 대한 지원에 차등을 두려고 한다. 평가에 대한 항목으로는 세미나 발표 및 참석 횟수, 국내외 학회 발표 및 참석 횟수, 게재 및 제출 논문 등으로 세부항목을 나누고 이를 정량적이고 객관적으로 점수화하여 학술 활동을 활발하게 한 우수 대학원생을 선발할 것이다. 매 학기 끝나고 인센티브 장학금을 차등 지급하여 학생들의 연구실적을 독려하고 긍정적인 동기를 부여하려 한다.

● **대학원생들을 위한 연구환경의 조성 및 공간의 확대**

고려대학교 수학과 대학원생들은 연구 분야에 따라 각자의 연구실에 소속되어 있다. 연구 분야가 같은 학생들은 서로 도움을 줄 수가 있어서 교육에 대한 효과가 높다. 연구실 선배는 후배에게 연구의 노하우를 전수할 수 있고 선배는 후배의 질문 등으로 인해 연구에 대한 추가적인 동기를 부여받을 수 있다. 학생들이 연구와 학문에 더욱 집중할 수 있도록 연구실의 환경을 더 발전시킬 예정이다. 본 교육연구팀은 학기마다 열리는 콜로키움의 질적인 향상을 위해 노력하고 참여대학원생들이 적극적으로 참여하여 세부 전공 분야의 다양한 지식을 폭넓게 쌓을 수 있도록 도울 예정이다. 이와 더불어 참여대학원생들이 타 대학에서 열리는 콜로키움에 참여할 수 있도록 독려할 예정이다. 콜로키움 전후로 대학원생 휴게실에 다과를 준비하여 학생들이 편한 분위기에서 세미나를 참여하도록 노력하고 있다. 더불어 휴게실에는 벽면이 칠판으로 세미나 후에 연사와 학생들이 질의응답 시간을 가지기에 편하도록 구성하였다.

● **국내의 학술지 논문 게재 지원 계획**

수학 분야에서는 SCI급 저널에 대학원생이 학위과정 중에 최초 논문을 단독으로 투고하여 게재하는 것은 어렵다. 처음 논문작성 할 때 형식과 내용 및 국제저널에 투고하는 방법과 리비전하는 방법 등 일련의 과정을 지도교수가 자세하게 지도하고, 이후 연구와 논문작성에 대해서 대학원생이 독립적인 연구자로 성장할 수 있도록 지도한다. 연구윤리가 강화된 요즘에는 이미 출간된 논문에 있는 내용을 올바른 인용과 출처 표시 없이 사용한 경우라면 표절로 간주할 수 있다. 따라서 본인도 모르게 다른 논문에서 사용한 표현을 그대로 사용한 것이 없는지 고려대학교 연구처에서 제공하는 턴잇인(Turnitin)사의 iThenticate를 통해 유사도 검사를 수행한다. 영어 철자와 문법의 오류가 많으면 평가도 받지 못하고 게재 불가 판정을 받을 수 있으므로 영문교정이 필요한 경우 에디티지(Editage)와 같은 영어 논문 전문교정 업체를 활용할 수 있으며 영문교정 비용은 고려대학교 연구처에서 전액 지원한다.



● **본 교육연구팀은 대학원생들에게 논문 작성법과 연구윤리에 대해서 관련 강의를 매 학기 초에 할 계획이다.**

왼쪽에 있는 참고교재 [이공계 영어과학논문 작성법 및 투고 매뉴얼, 2019, ISBN 9791187541585]는 본 교육연구팀 참여교수가 100여 회 대학원생과 박사급 연구자들에게 강연했던 이공계영어과학논문 작성에 관한 내용을 정리한 매뉴얼로, 주요 내용으로는 구글스칼라 (Google Scholar) 사용법, Title, Abstract, Introduction, Methods, Results, Conclusion 작성법, Figure copyright 얻는 방법, 자주 틀리는 영어표현과 Cover letter 작성과 같이 국제저널에 논문을 투고할 때 꼭 알아야 할 사항들이 있다.

4. 신진연구인력 운용

4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀은 우수한 신진연구인력 확보와 안정적인 학술 및 연구 활동 지원에 큰 노력을 기울여 왔다. 근래 신진연구인력의 수는 학과 규모에 비해 다소 적었으나 최근 3년간 본교 수학과와 우수한 신진연구인력 2명이 교수로 임용되었다.

*** 박사는 본교에서 석·박사 학위 수여 후 박사후연구원을 거쳐 강원대학교 수학과 교수로 임용되었다. 박사후연구원으로 있는 동안 참여교수가 멘토가 되어 연구활동 및 강의에 대한 멘토링을 진행하였다. 그 결과 우수한 논문을 다수 출판하였고, (사)한국여성과학기술단체총연합회가 선정한 자연 과학 분야에서의 ‘2016 미래인재상’을 수상하였다. 이는 한국과학기술계를 이끌어 갈 미래가 촉망되는 젊은 여성과학기술인을 발굴·포상하는 상이며 이를 통해 연구실적의 우수성과 앞으로의 발전 가능성도 인정받았다. 현재는 수학적 이론을 바탕으로 한 실제 산업환경에서의 문제 해결법을 길러주는 캡스톤 디자인 강의를 통해 창의적 종합설계 능력을 갖춰 취·창업에 도움을 주고 있다.

또한, *** 박사는 석·박사통합과정으로 입학하여 박사학위 수여 후 박사후연구원을 거쳐 대구대 수리빅데이터학부 수학과 교수로 임용되었다. 참여교수의 멘토링을 통해 수치해석과 금융수학 등 폭넓은 학습 분야를 연구하였다. 그 결과 ‘2018년 한국산업응용수학회 신진연구자 우수논문상’을 수상하였다. 임용 후 계속해서 교육과 연구 활동에 전념하고 있다.



앞으로 매년 우수 신진연구인력을 점진적으로 확대하여 10명을 유지할 계획이다. 신진연구인력은 국가 과학기술 경쟁력 강화를 위해서도 중요한 역할을 하고 교육과 연구를 동시에 하는 교수로 성장하는 준비 단계일 뿐만 아니라 왕성한 창의력과 발전 가능한 잠재력을 소유하고 있다. 따라서 신진연구인력이 국내에서 안정적으로 우수한 연구를 할 수 있게 연구환경을 제공하는 것이 국제적 과학기술 경쟁력 제고에 필수적이다.

신진연구인력은 학문의 후속세대이자 공동연구를 수행할 수 있는 동료 연구자이다. 우수 신진연구인력 확보는 세계적 수준의 연구중심학과로 도약하기 위한 필수요건이고, 이를 통해 학문의 순환과 활발한 활동을 기대할 수 있다. 미국에서는 SCI급 논문의 40% 이상이 박사후연구원들에 의해서 생산된다고 한다. 4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀은 우수한 신진연구인력을 충분히 확보, 공동연구와 연구 활동을 지원 그리고 연수 후 우수기관 취업까지를 다음과 같이 지원할 계획이다.

▣ 본 교육연구팀의 우수한 신진연구인력 확보 계획

● 매년 10명 내외의 우수 신진연구인력 확보한다.

충분한 신진연구인력의 확보는 교육연구팀의 연구역량 강화와 인력양성 측면에서 중요하다. 본 교육연구팀은 신진연구인력 모집 시 교육연구팀 참여교수와 공동연구의 가능성을 선발 원칙 중 하나로 정하여 교육연구팀 참여교수와 공동연구를 활발히 수행할 수 있는 분야나 관련 분야의 연구자들을 확보하고자 한다. 이와 더불어 대학원생과의 공동연구를 통해 상호 연구실적 향상 효과를 낼 수 있는 인력을 확보하고자 한다. 우수한 박사후연구원 확보에 대한 계획은 4단계 BK21 교육연구팀의 재원으로 3명의 인원, 각 참여교수의 개인연구(중견연구)로 2명, 박사후 국내연수로 1명, 집단 연구과제(SRC, BRL) 연구비로 1명의 인원, 리서치펠로우로 1명, 그리고 고려대학교 연구처의 지원에 의한 교내 학술연구활동 지원사업 중 연구교원 지원사업에 의한 박사후연구원 2명 등 매년 10명 내외의 우수한 박사후연구원을 확보하여 4차 BK21 고려대학교 미래인재 교육연구팀의 세계적 수준의 연구중심 수학과를 육성하기 위한 연구역량 향상에 기여하고자 한다. 고려대학교의 연구교원 지원사업은 전임교원의 연구활동 활성화를 위한 연구인력 지원, 학술연구활동 경쟁력 강화 및 연구업적 향상, 지속적인 학문 후속세대 지원 및 우수 연구인력 양성을 목적으로 하는 사업이다. 한국연구재단의 이공분야 학문 후속세대 지원사업은 학문 후속세대에 국내외 대학 또는 연구소에서의 연수 기회를 제공하여 학술연구의 지속성 유지 및 연구능력의 질적 향상을 유도하고자 하는 사업이다. 이 두 사업을 적극적으로 활용하여 더욱 많은 신진연구인력을 확보하고자 한다.

● BK21 교육연구팀의 운영위원회 심사를 통한 엄격하고 공정한 기준으로 우수 신진연구인력을 선발한다.

교육연구팀의 교육과 연구에 대한 비전과 목표에 부합하고 참여교수와 공동연구에 시너지 효과를 낼 수 있는 우수 신진연구자를 선발한다. 대한수학회(KMS), 한국산업응용수학회(KSIAM) 등 국내외 학회와 국제적인 네트워크를 중심으로 홍보하고 공개세미나, 서류심사, 추천서 등을 통해 연구의 수월성과 학자가 지녀야 할 잠재력을 기반으로 선발한다.

● One-Stop 박사후연구원 과정을 운영한다.

기본적으로 계약직인 박사후연구원 과정은 석·박사과정 때보다 평균적으로 더 많은 소속변경을 겪을 확률이 높다. 이로 인한 장점도 있겠지만 한곳에 머무르며 안정된 연구를 할 수 없어 단점으로 작용할 확률도 있다. 이러한 경우를 해결하기 위해 최소 2년 이상 교육연구팀 내 같은 참여교수와 함께 공동연구를 수행할 수 있는 자리를 보장하는 One-Stop 박사후연구원 과정을 운영하여 신진연구인력이 더 좋은 환경에서 안정적으로 집중해서 연구할 수 있는 환경을 만들 예정이다. 기존 박사후연구원이었던 *** 박사, *** 박사가 One-Stop 과정의 모티브라고 할 수 있다. 기존의 결과가 좋게 나왔기 때문에 One-Stop 박사후연구원 과정을 운영하면 우수한 신진연구인력을 확보할 수 있을 것이라 기대한다.

☐ 우수한 신진연구인력 연구환경 지원 계획

본 교육연구팀은 박사학위 취득자에게 연구에 전념할 수 있도록 지원함으로써 연구 활동의 지속성 유지 및 질적 향상을 유도하고자 한다. 신진연구인력의 연구능력 함양과 더불어 교육연구팀의 연구 활성화를 도모하고자 한다. 교육연구팀장은 신진연구인력이 교육연구팀의 교육과 연구 비전 및 목표를 이해하고, 실현에 동참할 수 있도록 유도할 계획이다. 교육연구팀 참여교수와 대학원생과의 공동연구를 장려하고, 연구 활동에 필요한 인프라 제공 및 재정적 지원을 통해 연구실적 향상을 유도할 것이다. 이러한 과정을 통해 신진연구인력은 연구역량 및 교육역량을 강화하여 추후 국내외 우수기관으로 취업하여 연구자의 역량을 발휘할 수 있을 것이다.

● 안정된 생활을 위한 재정지원을 한다.

본 교육연구팀은 안정된 생활을 위하여 신진연구인력에게 최소 월 300만 원부터 최고 월 500만 원까지 지급할 수 있도록 다양한 재원으로 지원할 예정이다. 임용기간 동안 학내구성원으로서 안정된 학술 및 연구 활동을 위한 임용계약서를 작성한다.

● 우수한 연구 인프라를 제공한다.

본 교육연구팀은 신진연구인력에게 연구공간을 제공하고 데스크톱, 프린터 등의 기자재를 제공하여 연구에 집중할 수 있도록 한다. 또한, 고려대학교에서 제공하는 무료 논문원문제공 서비스와 논문 영문교정 서비스를 활용할 수 있도록 한다. 우수한 학술연구논문을 국제학술지에 게재 신청 전 에디티지(Editage)와 같은 영문교정 전문업체에서 논문에 대한 영어권의 Native Speaker가 교정을 보게 함으로써 논문에 대한 신뢰성을 제고하고, 국제학술지 게재논문을 적극적으로 발굴하여 연구 활동 활성화를 목적으로 고려대학교 연구처에서 논문 편수에 제한 없이 교정료 전액 지원한다.

● 학술대회 참가 경비를 지원한다.

국내외 각종 학술대회에 논문 발표등록 시 학술대회 등록비, 교통비, 체재비 및 여비를 교내 규정에 따라 지원할 계획이다. 우수한 연구결과를 학술대회에서 발표할 수 있도록 지원함으로써 신진연구인력은 발표역량을 강화할 수 있고, 학계에서의 네트워크를 형성하는 데 도움이 될 것이다.

● 네트워킹역량을 강화한다.

신진연구인력의 세계적 연구성과 도출을 위해 Global Professorship Program, 해외 정규 교환 방문 프로그램, 신진연구인력 해외연수 프로그램 등을 운영한다. 산업계 네트워킹 기반으로 KU-크림슨 기업 등과 기술교류회 등을 실시하여 산업계와의 네트워킹의 장을 마련한다. 또한, 학제 간 융합연구를 위해 신진연구인력에게 학제 간 연구회지원사업을 통해 지원한다. 국제 경쟁력 강화 활동으로 국외 공동연구자와의 공동연구를 위한 단기 해외연수를 지원한다.

● BK21 연합 학술대회를 개최한다.

학제 간 연구 장벽을 낮추고 협력 연구 기회를 제공하고 교육연구팀 내 교육 혁신 사례를 공유하며, 학문후속세대의 동기부여 확대를 위해 BK21 연합 학술대회를 개최할 계획이다.

● 공동교수 멘토링을 시행한다.

개방적 연구기반으로는 공동교수 멘토링을 통해 신진연구자들이 관심 분야에 관한 연구 주제선정의 자율성을 강화할 수 있는 기반을 마련한다. 기본적으로 1인의 멘토교수를 위촉하고, 타 학과 교원도 멘토교수로 위촉할 수 있도록 하여 학문 간의 융합 및 교류를 확대한다.

● **대학원생 멘토로서 교육 및 연구지도 역량 향상 기회를 제공한다.**

교수, 대학원생, 그리고 신진연구인력이 함께 공동연구를 수행할 계획이다. 일반적으로 교수는 교육, 각종 회의, 위원회 활동 등으로 인해 연구에만 100% 몰입을 할 수 없는 경우가 종종 있다. 이때 신진연구인력은 대학원생의 연구 멘토 역할을 담당할 수 있고, 이를 통해 대학원생을 지도하는 교수의 역할을 준비할 수 있다. 학문후속세대로서 대학원생은 자신들의 미래를 볼 수가 있다. 따라서 교수, 박사후연구원, 대학원생은 서로 긍정적인 영향을 주면서 발전할 수가 있다. 대학원생들이 신진연구인력과 연구 경험, 최신 연구 동향 등을 공유하는 정기 특별세미나를 지원함으로써 대학원생들과 신진연구인력 상호 연구역량을 제고한다.

[신진연구인력, 참여교수, 대학원생의 공동연구 활성화]



● **교육연구팀 구성원들과의 공동연구를 지원한다.**

교육연구팀 소속 신진연구인력은 참여교수와 공동연구를 진행하도록 한다. 신진연구인력은 채용 후 학과 내 콜로키움을 통해 연구 분야를 모든 학과 구성원들에게 전달하여 학과 내 공동연구 수행을 장려한다. 신진연구인력과 관련 분야를 전공하는 참여교수가 멘토가 되어 신진연구인력과 공동연구를 진행할 수 있게끔 지원할 계획이다. 또한, 연구결과를 교육연구팀 구성원들 및 학과 구성원들과 공유함으로써 연구실적 향상을 끌어내고자 한다.

● **국내 및 해외 특허 출원 및 등록 경비를 지원한다.**

국내 특허는 발명신고 접수 후 내부심사과정을 통과한 발명에 한하여 특허비용을 전액 지원한다. 해외 특허 지원은 선행기술조사보고서 및 내외부 평가서를 참조하여 기술이전 가능성 있는 것으로 판단되는 기술에 대하여 지원한다.

● **신진연구인력의 교수 역량을 강화한다.**

강의 경력이 없는 신진연구인력에게는 연구활동에 영향을 주지 않는 규정학점 이내에서 최소한의 강의를 수행할 수 있도록 하고 강의료를 지급한다.

● **신진연구인력의 기본연구역량을 강화한다.**

신진연구인력의 세계적 수준의 연구 성과 도출을 위한 기본연구역량을 강화하기 위해서 연구자들의 논문작성 능력향상을 위해 글쓰기 센터운영, 영어논문 작성법, 국제학술지 투고 전략, 연구를 위한 국내외 학술 정보탐색, 논문검색, 학술정보지원강화(EndNote, RefWorks, JCR, Scival 등) 등에 대한 교육을 실시한다.

● **외부 연구과제 지원을 권장한다.**

신진연구인력 중 자격조건이 되는 연구원은 한국연구재단(NRF)에 연구과제를 신청해서 본인이 연구과제 주제를 선정하고 연구과제신청서를 작성해서 신청하도록 권장한다. 이는 독립적인 연구자로 자립할 수 있는 첫걸음이다.

● **논문게재료 및 논문 게재 인센티브를 지원한다.**

우수 신진인력의 활발한 연구활동을 독려하기 위하여 우수논문에 대하여 논문게재료 및 인센티브를 지원한다. 인센티브는 본교 규정(※)에 근거하여 전임교원에 상응하는 연구개발 능률성과급을 지원할 계획이다. 이를 통해 연구 의욕을 고취해 연구 활동의 활성화 및 연구의 질적 향상을 유도하고자 한다.

(※) 고려대학교 연구처에서는 우수한 학술연구 논문을 국내외 학술지에 게재 및 발표하도록 권장하여 본교 교원의 학술연구활동 활성화에 기여함과 아울러 본교의 학술연구 수준을 제고하고자 전문학술지 논문게재장려 지원사업을 다음과 같이 시행하고 있다.

지원기준: JCR IF	지원 마일리지
학문분야별 상위 2% 이내 학술지 발간 논문	8,000,000
학문분야별 상위 4% 이내 학술지 발간 논문	6,000,000
학문분야별 상위 6% 이내 학술지 발간 논문	5,000,000
학문분야별 상위 8% 이내 학술지 발간 논문	4,000,000
학문분야별 상위 10% 이내 학술지 발간 논문	3,000,000
학문분야별 상위 20% 이내 학술지 발간 논문	2,000,000

● **BK21 창의도전 연구 사업을 시행한다.**

신진연구자들이 자율적으로 주제를 선정하고 연구를 할 수 있도록 지원한다. 또한, 글로벌 난제, 사회문제 등을 도전적이고 창의적으로 해결할 수 있는 기반을 마련한다.

One – Stop 박사후 연구



4차 BK21 고려대학교 수리과학 미래인재 교육연구팀의 신진연구인력에 대한 궁극적인 목표는 엄격하고 공정한 선발기준으로 우수한 연구능력이 있는 신진연구인력을 많이 확보하여 고용의 안정성과 우수한 연구환경을 제공하고 참여교수와 대학원생들과 공동연구를 진행하며 미래 전임교수로서의 역량을 강화하는 것이다. 본 교육연구팀은 위의 강원대학교 *** 박사과 대구대학교 *** 박사의 예에서 처럼 박사후과정연구원을 고려대학교 수학과에서 한번 수행하고 바로 전임교수로 임용이 되게 **[One-Stop 박사후 연구]** 학과가 되도록 신진연구인력과 우수한 공동연구를 통해 양질의 연구 성과를 얻을 것이다.

5. 참여교수의 교육역량

5.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-8> 교육연구팀 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
			수치해석	저서	25시간만에 배우는 머신러닝 예제 파이썬 활용 (ISBN 9791188145324) http://www.kyobobook.co.kr/product/detailViewKor.laf?ejkGb=KOR&mallGb=KOR&barcode=9791188145324&orderClick=LAG&Kc=
1	<p>인공지능, 머신러닝에 수학적 요소가 무엇이 있는지 어떤 수학적 원리로 작동이 되는지 설명하기 위해서 ‘25시간만에 배우는 머신러닝 예제 파이썬 활용’교재를 집필하게 되었다. 많은 내용을 다루기보다 핵심적인 내용을 단기간에 배울 수 있도록 구성하였다. 머신러닝 기술에 대한 폭발적인 관심을 끌고 있는 4차 산업혁명 시대에 시기적절한 교재이다. 수학을 공부하는 대학원생들에게 머신러닝의 기본 알고리즘을 수학적으로 설명을 함으로써 머신러닝의 기본을 탄탄하게 하는 효과를 기대할 수 있다. 학습데이터로부터 비용함수를 정의하고 수학에서 Gradient Flow를 도입한 후에 명시적 오일러 방법을 적용해 방정식을 이산화하면 Gradient Decent 방법이 도출된다. 이때 학습률은 명시적 오일러 방법의 시간 스텝이다. 잘 알려진 대로 시간 스텝이 너무 크면 안정성이 보장이 안 되고 너무 작으면 해로 수렴하는 속도가 느리다. 이러한 관계를 구체적인 예와 코딩으로 확인한다. 본 저서는 파이썬 프로그래밍 언어를 사용하였다. 파이썬은 머신러닝 알고리즘과 다수의 수리적 패키지 등이 포함되어 있고 서로 잘 연동되어 있어 간단하게 코드를 구현할 수 있는 장점이 있다. 본 저서는 구체적으로는 MNIST 손글씨 데이터를 인식하는 알고리즘을 집중적으로 소개한다.</p>				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
2			수치해석	저서	산업응용수학의 기본 (ISBN 9791160730289) http://www.kyobobook.co.kr/product/detailViewKor.laf?ejkGb=KOR&mallGb=KOR&barcode=9791160730289&orderClick=LAG&Kc=
	<p>‘산업응용수학의 기본’은 산업수학의 가장 기초적인 예들을 소개함으로써 수학이 현대 사회 곳곳에서 어떻게 다양하게 쓰이는지 보이고자 한다. 학생들은 실생활에서 활용이 되는 문제해결에 수학을 이용해서 어떻게 모델링이 하고, 근사해를 구하기 위한 수치기법과 컴퓨터 코딩을 사용해 결과를 얻어서 시각화하는 것을 학습한다. 학생들이 수학의 유용성에 대해서 직접 체험을 하고 응용할 수 있게 되는 교육 효과를 얻을 수 있다. 이 책은 크게 6장으로 구성되어 있다. 먼저, 1장에서는 본 저서에서 사용될 기초적인 MATLAB 명령어를 소개하였다. 2장에서는 기본적인 수치해석 내용을 담아, 이후 소개될 수치기법의 이해를 돕도록 하였다. 3장에서는 국내 금융시장에서 쉽게 볼 수 있는 주가연계증권인 ELS 상품의 기댓값을 몬테카를로 시뮬레이션으로 구하는 방법을 소개하였다. 4장에서는 의료 영상 분석 방법의 하나인 이미지 분할에 대한 상태장 방법에 관해 설명하였다. 5장은 수리생물의 대표적인 예로 전염병 모델 중의 하나인 SIR 모델을 설명하였다. 마지막으로 6장에서는 대류확산 방정식을 소개함으로써 공기 질 예측에 활용될 수 있음을 보였다.</p>				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/ 인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
			미분기하	논문	https://doi.org/10.14477/jhm.2018.31.6.315
3	<p>유클리드 평면(:=평행공리가 성립하는 힐베르트 평면)에서 피타고라스 정리는 여러 가지 형태로 존재한다. 2018년 Journal for History of Mathematics에 출판된 논문 ‘Pythagorean Theorem I: In non-Hilbert Geometry’은 평행공리와 변각변 공리를 제외한 모든 힐베르트 공리들을 만족시키는 여러 비-힐베르트 평면에서 피타고라스 정리의 여러 형태의 진위 여부와 상호관계를 분석한다. 이 논문과 다음 논문(Pythagorean Theorem II : Relationship to the Parallel Axiom)은 우리 교육과정에서 당연히 참으로 다루어져 온 피타고라스 정리를 주 소재로 삼아 여러 비-유클리드 평면기하들을 소개하며, 이를 통하여 대학원 과정에서 연역 기하, 더 나아가 모든 연역적 진리체계의 논리적 구성에 대한 학생들의 이해를 돕는데 기여한다.</p>				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
			미분기하	논문	https://doi.org/10.14477/jhm.2019.32.5.241
4	<p>힐베르트 기하에서 평행공리와 피타고라스 정리가 서로 동치라는 명제는 아르키메데스 공리를 가정할 때 참이다. 2019년 Journal for History of Mathematics에 출판된 논문 ‘Pythagorean Theorem II : Relationship to the Parallel Axiom’은 피타고라스 정리는 성립하나 평행공리는 성립하지 않는 여러 비-아르키메데스 힐베르트 평면을 소개하며 더 나아가 피타고라스 정리는 주어진 힐베르트 기하가 준-유클리드 기하임과 동치임을 보인다. 이 논문과 이전 논문(Pythagorean Theorem I: In non-Hilbert Geometry)은 우리 교육과정에서 당연히 참으로 다루어져 온 피타고라스 정리를 주 소재로 삼아 여러 비-유클리드 평면기하들을 소개하며, 이를 통하여 대학원 과정에서 연역 기하, 더 나아가 모든 연역적 진리체계의 논리적 구성에 대한 학생들의 이해를 돕는데 기여한다.</p>				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
5			수치해석	신규 교과목 개설	MTH786 수리모델 http://infodepot.korea.ac.kr/lecture1/LSPPrint.jsp?year=2015&term=1R&gradcd=0309&deptcd=0335&courcd=MTH786&courcls=00&empno=111234&subempno=&languageDiv=K
	<p>고려대학교 수학과는 사회적으로 머신러닝(기계학습)에 대한 관심이 높아지는 만큼 머신러닝의 기본에 대해 배울 수 있도록 ‘수리모델’이라는 과목을 2015년 1학기 최초 개설하였다. *** 교수는 이 과목에서 시스템 모델링과 확률적 머신러닝을 위한 응용수학을 소개하였다. 관련 이론 교육뿐만 아니라 프로그램(Python) 실습을 함께 진행함으로써 단순히 머신러닝 자체를 배우는 것이 아니라, 거기에 적용된 수학적 이론을 이해 및 응용함으로써 수학과 학생들의 강점을 극대화하였다. 또한, 팀 프로젝트를 통해 학생들이 스스로 수업시간에 배운 내용을 응용하는 과정에서 새로 배운 내용을 체득할 수 있었고, 공동연구 및 발표 역량 향상에 큰 도움이 되었다. 이 수업을 통해 고려대학교 수학과는 4차 산업혁명에 부합하는 인재를 양성하는데 기여하였다.</p>				

6. 교육의 국제화 전략

6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

❑ 교육 프로그램의 국제화 현황

대학원생들의 국제 경쟁력을 갖추기 위해서 교육연구팀은 교육 프로그램의 국제화를 적극적으로 수행해 왔다. 영어강의 수강, 해외학자들의 콜로키움 및 세미나 참석, 대학생들이 자율적으로 운영하는 타이거 세미나에서의 200번 이상의 영어학술발표 등 다양한 노력을 해왔고, 국제학술대회 참석 지원을 통해 참여대학원생들이 해외 학회에서 우수한 논문들을 공유할 수 있었다. 최근 3년간(2017.3.1.-2020.2.29.) 교육 프로그램의 국제화 실적은 다음과 같다.

● 대학원생들이 지도교수와 함께 연구한 결과를 관련 분야의 해외 여러 학자와 교류함으로써 국제화 능력을 향상시키기 위하여 해외 학회 발표 참여를 독려했다.

- ***은 미국 솔트레이크시티에서 열린 SMB 2017 Annual Meeting (2017.07.17.-2017.07.20.) 학회에서 논문(Competitive advantage of starvation driven diffusion on strong competition system)을 발표하였다.
- ***은 대만 중리의 Chung Yuan Christian University에서 열린 Asian Technology conference in Mathematics (ATCM) 2017 (2017.12.15.-2017.12.19.) 학회에서 Flipped class와 관련된 발표를 진행하였다.
- ***는 뉴질랜드 오클랜드에서 열린 6th ANZAMP Meeting 2018 (2018.01.30.-2018.02.01.) 학회에 참석하여 구두발표(Free Surface Waves under a Pressure Distribution - Critical Surface Tension Case)를 하였다.
- ***는 인도네시아 족자카르타에서 열린 Asian Technology Conference in Mathematics (ATCM) 2018 (2018.11.20.-2018.11.24.) 학회에 참석하여 논문(A Mathematical and Experimental Studies of a Free Surface Wave) 발표를 하였다.
- ***는 호주 애들레이드에서 열린 Australian Mathematical Society (2018.12.04.-2018.12.07.) 학회에 참석하여 논문(Capillary-Gravity Surface over a Bump: Critical Surface Tension) 발표를 하였다.
- ***은 일본 오사카에서 열린 6 차 동아시아 조화해석학 학회 (2018.08.02.-2018.08.06.)에 참석하여 논문(Strongly Singular Integral Operators along Certain Hypersurfaces) 발표를 하였다.
- ***, ***은 대수기하학의 응용 방향성에 대해 알아볼 수 있도록 SIAM 응용 대수기하 학회 단기연수(University of Bern, Bern, Switzerland, 2019.07.09.-2019.07.13.)를 하였다.

● 다수의 해외 수학자 초청 세미나를 통해 대학원생의 국제화 역량을 강화하기 위해 노력하였다. 최근 3년간 고려대학교 수학과에 방문하여 대학원생들이 참여한 세미나 및 강연은 다음과 같다.

- 미국 Brown University 의*** 교수 2017.06.17.-2017.06.27. (Partial differential equations in weighted Sobolev spaces와 Stokes system with measurable coefficients 에 대한 강연), 2018.06.24.-2018.07.03. (Stokes systems with variable coefficients I, II에 대한 강연을 진행)
- 중국 Xi'an Jiaotong University의 ** * 교수 2017.06.18.-2017.06.25.
- 중국 Jilin Institute of Chemical Technology 이과 대학 수학과 의 ***교수 2017.08.08.-2017.08.18. (Application of time series analysis)
- 중국 Wuhan University의 ***교수 2017.09.08.-2017.09.22. (중복복소해석함수 공간의 합성작용소)
- 미국 University of Hawaii의 ***교수 2017.10.08.-2017.10.20. (복소해석함수 공간상의 합성 작용 소, 반공간상의 Sarason 합성작용소), 2018.05.28.-2018.06.06. (복소해석함수 공간상의 합성작용소, Rochberg가 제시한 합성작용소)
- 일본 Kobe University의 *** 교수 2018.06.08.-2018.06.12. (이산미분기하학 관련 강연), 2019.01.21.-2019.01.24. (이산미분기하학 워크숍)
- 일본 Kobe University의 ***교수, Tokyo Institute of Technology의*** 교수, ***교수, Okayama University 의 ***교수, Kanzawa University의 ***교수, Tokyo Denki University의 ***교수 2019.06.07.-2019.06.11. (이산미분기하학 워크숍)
- 대만 National Dong Hwa University의 ***교수 2019.02.25.-2019.03.27. (전략적 큐잉의 모델링과 분석에 대한 연구결과), 2019.04.08.-2019.05.24. (전략적 큐잉의 모델링과 분석)

● 외국인 대학원생 수는 꾸준히 유지하고 있고 현재 고려대학교 수학과에서는 우수한 외국인 대학원생 3명을 확보하였다.

• 현재 모두 박사과정에 재학 중으로 참여교수와 함께 활발하게 연구하여 실적을 내고 있다. 대표적으로 *** 대학원생은 본교 수학과 대학원 입학 후 현재까지 SCI급 저널에 출판된 논문 15편에 참여하였다. 특히, 논문 ‘Phase-field simulation of Rayleigh instability on a fibre’ 는 석사학위 때 주저자로 작성한 논문이며, Q1 등급에 해당하는 저널에 게재할 만큼 우수한 연구역량을 지녔다고 볼 수 있다. Jian Wang은 SCI급 저널 논문 9편에 참여하였고 졸업 후 바로 2020년 9월에 전임교원으로 임용되는 것으로 중국의 한 대학교(School of Mathematics and Statistics, Nanjing University of Information Science and Technology)와 계약을 했다.

☐ 교육 프로그램의 국제화 계획



- 대학원생의 국제화를 위해 현재 50% 정도인 대학원 영어강의 교과목을 점차 확대한다.
- 우수한 연구결과를 국제학회에서 구두발표나 포스터 발표를 할 수 있게 지원한다.
- 현재 일주일에 한 번 하는 대학원생 영어세미나 발표를 일주일에 두 번 하는 것으로 확대한다.
- 외국인 전임교원을 초빙하여 외국인 교수를 충원하여 국제화 교육과 연구를 강화한다.
- 다양한 국적을 지닌 우수 외국인 대학생을 적극적으로 유치한다.
- 해외에 있는 외국 교수와 직접적인 공동연구와 협력과제 수행을 활성화하고 국제 공동연구를 위해 대학원생의 장·단기 해외연수를 지원한다.
- 본 교육연구팀은 교육의 국제화를 위해 해외석학을 초빙하여 세미나를 비롯하여 매주 진행되는 콜로키움과 같은 프로그램에서 대학원생을 위한 강연을 하도록 지원하겠다.
 - 고려대학교 교내학술연구활동 지원사업인 ‘외국석학 초청강연회 지원사업’을 활용하여 국제적으로 학술적 권위가 높은 해외 저명 학자를 초빙할 계획이다. 필즈상 수상에 준하는 석학은 1회 최대 1,000만원 지원하고, 그 외 학자는 1회 최대 500만원을 지원받을 수 있다. 이를 통해 최근 학문적 성과를 교류하고 해외석학과 유대강화를 통해 국제학술행사, 대학원생 국제교류 프로그램 등을 추진할 수 있는 계기가 될 것이다.

② 대학원생 국제공동연구 현황과 계획

<표 2-9> 교육연구팀 참여교수 지도학생(재학생 및 졸업생) 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구팀		국외 공동연구자			
	대학원생	지도교수				
1				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	Comparison study on the different dynamics between the Allen-Cahn and the Cahn-Hilliard equations	201703-201709
2				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	Efficient 3D Volume Reconstruction from a Point Cloud Using a Phase-Field Method	201703-201711
3				Department of Mathematics, Jilin Institute of Chemical Technology, China	Reconstruction of the Time-Dependent Volatility Function Using the Black-Scholes Model	201703-201712
4				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	Verification of Convergence Rates of Numerical Solutions for Parabolic Equations	201803-201902
5				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	A conservative finite difference scheme for the N-component Cahn-Hilliard system on curved surfaces in 3D	201803-201903
6				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	Mathematical modeling and computer simulation of the three-dimensional pattern formation of honeycombs	201809-201907
7				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	A practical adaptive grid method for the Allen-Cahn equation	201807-201904

② 대학원생 국제공동연구 현황과 계획

<표 2-9> 교육연구팀 참여교수 지도학생(재학생 및 졸업생) 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구팀		국외 공동연구자			
	대학원생	지도교수				
				University, China		
8				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	A simple benchmark problem for the numerical methods of the Cahn-Hilliard equations	201903-201911
9				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	Benchmark problems for the numerical discretization of the Cahn-Hilliard equation with a source term	201903-201912
10				School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	The Susceptible-Unidentified infected-Confirmed (SUC) epidemic model for estimating unidentified infected population for COVID-19	202001-202002

6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

② 대학원생 국제공동연구 현황과 계획

☐ 최근 3년간 (2017.3.1.~2020.2.29.) 대학원생의 해외 연구실과의 공동연구 수행 현황은 다음과 같다.

● ***과***은 중국 Xi'an Jiaotong University의 ***교수와 함께 2017년 3월부터 9월까지 국제 공동연구를 진행한 결과물로, Computers & Mathematics with Applications (IF 2.811, IF 분야별 상위 백 분율 7.087%) 저널에 논문 'Comparison study on the different dynamics between the Allen-Cahn and the Cahn-Hilliard equations' 을 출판하였다. 성장모드와 감쇠모드를 중심으로 알렌-칸 (Allen-Cahn, AC) 방정식과 칸-힐리아드(Cahn-Hilliard, CH) 방정식 사이의 역학적 차이를 비교하는 연구를 수행하였다. AC 방정식은 2계 비선형 편미분 방정식으로 역위상 영역 결정화 동안 보존되지 않는 상의 움직임의 움직임을 나타내고, CH 방정식은 4계 비선형 편미분 방정식으로 보존적인 상 분리 과정을 나타낸다. 선형 안정도 분석과 푸리에 스펙트럴 방법을 사용하여 두 방정식을 차이를 분석하였다.

● ***, ***, ***은 중국 Xi'an Jiaotong University의 ***교수와 함께 2017년 3월부터 11월까지 국제 공동연구를 진행한 결과물로, 2018년 2월에 논문 'Efficient 3D volume reconstruction from a point cloud using a phase-field method' 을 출판하였다. 이 논문에서는 상태장 방법을 이용하여 point cloud에서 3차원 체적을 만드는 방법을 제시하였다. 이 방법은 point cloud와 level-set function을 이용하여 narrow band domain을 만든 후 edge stopping function을 사용한 이미지 분할 방법을 응용하여 explicit hybrid method로 3차원 체적을 빠르게 형성하는 것이다. 이를 이용하여 다양한 3차원 객체를 통해 체적을 형성하는 시뮬레이션을 하였다.

● ***, ***, ***은 중국 Jilin Institute of Chemical Technology 이과대학 수학과와 ***교수와 함께 2017년 3월부터 12월까지 국제 공동연구를 진행한 결과물로, 2018년 5월에 논문 'Reconstruction of the time-dependent volatility function using the Black-Scholes model' 을 출판하였다. 이 논문에서는 Black-Scholes model을 이용하여 실제 옵션시장에서 관측된 가격들로부터 time-dependent volatility function을 추정하는 방법을 제시하였다. 최급강하법(Steepest descent method)을 이용하여 비용함수(cost function)를 최소화하였다. 일반적으로, 비용함수를 최소화하는 volatility function은 유일하지 않다. 이 논문은 predictor-corrector technique을 제시하여 유일성을 보장하였으며, 이를 이용하여 KOSPI200 콜옵션으로부터 time-dependent volatility function을 추정하였다.

● ***, ***은 중국 Xi'an Jiaotong University의 ***교수와 함께 2018년 3월부터 2019년 2월까지 국제 공동연구를 진행한 결과물로, 2019년 6월 논문 'Verification of convergence rates of numerical solutions for parabolic equations' 을 출판하였다. 포물형 방정식(열방정식, 알렌-칸 방정식, 칸-힐리아드 방정식)에 대한 수치적인 해의 수렴률에 대한 검증방법을 제안하였다. 수렴성 테스트 결과는 공간과 시간 크기를 동시에 작게 하면, 우리는 2차 방법에 대해 2차 수렴률을 얻는 것을 보여준다. 그러나 시간에서는 1차, 공간에서는 2차 방법이 사용된다면, 초기 조건에 따라 수렴률이 1차 또는 2차로 결정된다. 따라서 엄밀한 수치적 수렴 테스트를 위해서는 공간적 그리고 시간적 수렴 테스트를 따로 시행할 필요가 있고 그에 대한 검증방법을 제시하였다.

● ***, ***은 2018년 3월부터 2019년 3월까지 공동연구를 진행한 결과물로, 2019년 11월 논문 'A conservative finite difference scheme for the N-component Cahn-Hilliard system on curved surfaces in 3D' 을 출판하였다. 3차원 곡면 위에서 N 개의 요소를 갖는 칸-힐리아드 시스템을 푸는 보존적인 유한차분법에 관하여 연구한 논문으로, 최근접점법(closest point method)을 사용하여 곡면에서 라플라스-벨트라미 연산자(Laplace-Beltrami operator) 대신 평면 위에서의 라플라시안 연산자를 사용하는 방법을 활용하였다. 무조건적으로 안정적인(unconditionally stable) 비선형 분리법을 사용하고, 자코비 반복법을 사용하여 좁은 밴드 영역에서 $N-1$ 개의 칸-힐리아드 방정식을 독립적으로 풀었다. 이 방법은 복잡한 3차원 곡면에서도 간단하게 상분리 시뮬레이션을 할 수 있다.

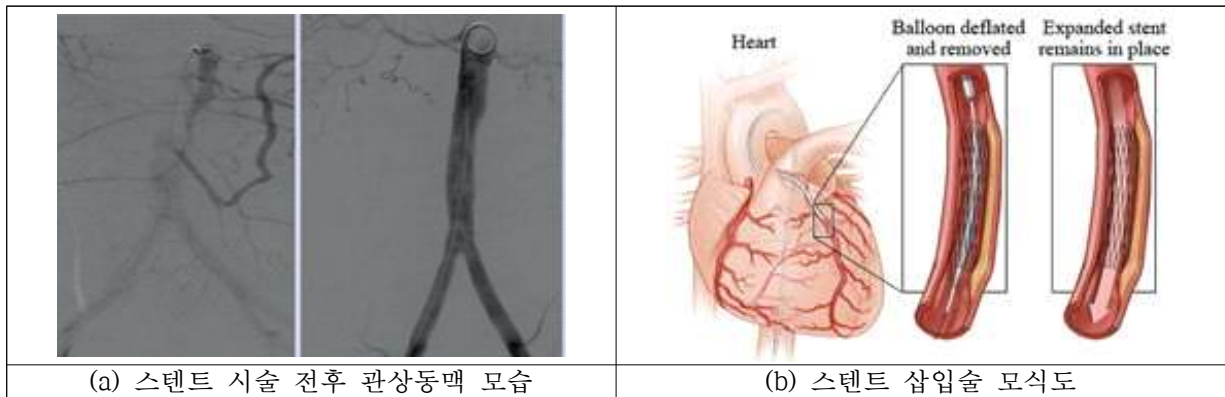
● ***과***은 중국 Xi'an Jiaotong University의 ***교수와 함께 2018년 9월부터 2019년 7월까지 국제 공동연구를 진행한 결과물로, 2019년 12월 Scientific Reports (IF 4.011, Q1) 저널에 논

문 ‘Mathematical modeling and computer simulation of the three-dimensional pattern formation of honeycombs’ 을 출판하였다. 이 논문은 가상경계법(Immersed boundary method)을 사용하여 3차원 벌집 구조 형성 시뮬레이션의 수학적 모델링과 수치기법을 제시하고, 컴퓨터 시뮬레이션을 보여준다. 꿀벌이 처음 벌집을 지을 때는 속이 빈 원통형 구조에 반구가 올라간 모양으로 만들지만, 벌집 벽 전체에 가해지는 합력으로 인하여 6각 기둥에 등근 마름모형 곡면이 얹어진 모양으로 변형된다고 가정을 하였다. 이를 수학적 식으로 표현하고 수치적으로 풀어서 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 보였다.

▣ 대학원생 국제공동연구 계획

● 한국연구재단의 ‘한-중 협력연구사업(NRF-NSFC)’ 을 통한 국제 공동연구

*** 교수는 “금속 혈관 스텐트를 위한 다중 위상최적화 모델링과 시뮬레이션” 이라는 주제로 중국 Xi’an Jiaotong University 의 ***와 공동연구를 진행하기 위해 국제기관 간 MOU 지원사업 의 과제신청서를 제출하였다. 이 사업의 목적은 한-중 연구자 간의 협력연구를 통해 최신 과학기술 지식 및 연구정보를 습득하고 연구능력의 국제화를 도모하는 것과 연구자 간 협력 네트워크 구축을 통해 대형 과제로의 발전을 도모하는 것이다. 심장에 혈액을 공급해주는 혈관이 좁아지거나 막히게 되어 심장근육에 충분한 혈액공급이 이루어지지 못해 생기는 허혈성 심질환의 치료법으로 스텐트 삽입술이 있다. 협착된 혈관 부위에 스텐트를 설치하여 혈류를 개선하는 기술이다 (아래 그림 참고).



개인에게 맞지 않는 스텐트는 부작용이 크기 때문에 생체역학적 특성을 고려하고 환자 체내의 실제 혈관구조를 결합하여 스텐트의 모양을 최적화할 필요가 있다. 한국과 중국 연구자들의 긴밀한 협력을 통해 다중 위상최적화 모델의 새로운 동적 거동을 모델링하고 수치 계산 측면에서 다중물리(multiphysics) 결합 시스템의 알고리즘 안정성, 수렴성 및 오차 추정을 연구하고자 한다. 국제적으로 선도적인 혈관 스텐트의 최적화된 알고리즘 연구 결과는 학술 논문으로 제출될 것이고, 2년 이내에 4-6편의 SCI급 논문이 발표될 것으로 예상된다. 한국과 중국 각각 2명씩, 총 4명의 대학원생이 참여하는 국제공동연구로, 경쟁력 있는 대학원생들을 양성하는 데 도움이 될 것이다. 수학과 생명과학을 융합하는 최첨단 연구로 다중 위상 결합 고성능 컴퓨터 시뮬레이션에 있어 매우 중요한 의미를 지니므로 학생들의 연구역량 향상에 큰 역할을 할 것이다. 또한, 해당 분야의 저명한 국내외 학술회의에 참여하고 연구 결과를 2회 이상 발표할 계획으로, 학생들의 국제화 능력함양에도 이바지할 것이다.

● 현재 진행 중인 대학원생의 국제 공동연구를 활성화한다.

참여교수가 국외 공동연구자와 함께 하는 연구에 대학원생도 참여할 기회를 제공하고, 적극적으로 연구에 기여할 수 있도록 지도하고 공동연구 결과로 우수한 SCI급 논문을 꾸준히 출판한다. 이는 대학원생들이 앞으로도 국제적 공동연구 활동에 매진할 수 있게 하는 긍정적인 원동력이 될 것이며, 국제적 연구역량을 향상시킬 수 있는 좋은 기회가 될 것이다.

<표 3-1-1> 최근 3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 건축분야 건축학전공 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항목	수주액(천원)			
	2017.1.1.-2017.12.31.	2018.1.1.-2018.12.31.	2019.1.1.-2019.12.31.	전체기간 실적
정부 연구비 수주 총 입금액	0	0	0	0
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	0	0	0	0
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	0	0
1인당 총 연구비 수주액	/			
참여교수 수				

1.2 연구업적물

① 참여교수 대표연구업적물의 우수성

<표 3-2> 최근 5년간 참여교수 대표연구업적물 실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙					
								대표연구업적물의 우수성				
1			이공계열	복소/조화 해석	저널논문	Compact double differences of composition operators on the Bergman spaces	URL입력					
						Journal of Functional Analysis						
						272(6), 2273-2307						
						2017	http://doi.org/10.1016/j.jfa.2016.08.006					
						10.1016/j.jfa.2016.08.006						
						<p>이 논문은 단위 원반에서의 합성작용소의 이중 차에 대한 긴밀성을 규명한다. 기존의 세 합성작용소에 대한 결과를 좀 더 범위가 넓은 네 개의 합성작용소로 단순히 확장했다는 의미를 넘어 향후 일반적인 일차결합의 긴밀성 규명에 대한 발판을 마련하였다. 이 논문은 세계 최고 권위의 해석학 전문학술지인 Journal of Functional Analysis (IF 1.254, IF 분야별 상위 백분율 8.917%)에 게재되었다. 현재 Google Scholar 기준 8회, Web of Science 기준 6회 인용되었고, FWCi는 2.1513로써 같은 출판연도 및 유관분야 논문들에 비하여 전세계 평균대비 약 2.15배 이상 더 인용되었다. 이를 통해 단순히 권위 있는 학술지에만 게재한 것으로 그치지 않고 후속 연구에 힘을 실어 줄 수 있는 논문임을 알 수 있다.</p>						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
2			이공계열	복소/조화 해석	저널논문	Difference of composition operators over the half-plane	
						Transactions of the American Mathematical Society	
						369(5), 3173-3205	
							URL입력
						2017	http://doi.org/10.1090/tran/6742
						10.1090/tran/6742	
<p>반(half) 평면상에서 합성작용소의 차에 대한 유계성과 긴밀성을 규명함으로써 세계적으로 활발히 진행되고 있는 함수공간에서의 작용소 이론 분야에 의미 있는 기여를 하였다. 이 논문은 그 우수성을 인정받아 순수수학 분야의 저명학술지이자 미국수학회의 대표학술지인 Transactions of the American Mathematical Society (IF 1.426, IF 분야별 상위 백분율 15.924%)에 게재되었다. 현재 Google Scholar 기준 10회, Web of Science 기준 7회, Scopus 기준 7회 인용되었다. 상대적인 피인용 지수인 FWCi는 2.3923로써 같은 출판연도 및 유관분야의 논문들에 비하여 전세계 평균대비 약 2.39배 이상 더 인용된 것을 알 수 있다. 이를 통해 후속 연구에 도움이 많이 되는 논문임을 알 수 있다.</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
3			이공계열	확률과정 론	저널논문	An Lq(Lp)-theory for the time fractional evolution equations with variable coefficients		
						Advances in Mathematics		
						306, 123-176		
								URL입력
						2017	http://doi.org/10.1016/j.aim.2016.08.046	
						10.1016/j.aim.2016.08.046		
						<p>점성 물질 위에서의 확산은 확산 속도가 일반적인 경우보다 본질적으로 느려진다. 이러한 경우 확산방정식이 Caputo-Derivative에 의해 표현되는 Time-fractional second-order evolution 방정식이 된다. Caputo-Derivative는 비국소 연산자로 기존의 미분(Classical Derivative)과 확연하게 다른 성질을 가지게 된다. 따라서 기존의 미분을 함유한 방정식에서 성립하는 이론들이 여전히 Caputo-Derivative로 변형된 방정식에서 성립하는지 알아내기가 어렵다. 이 논문에서는 차수가 0과 2 사이의 모든 Caputo-Derivative가 포함된 second-order evolution 방정식이 여전히 최대 정칙성을 유지하는 공간에서 해가 유일하게 존재한다는 것을 보였고, 더 나아가서 계수들이 불연속한 경우에도 불연속이 유한점에서만 일어나면 여전히 최대 정칙성을 유지하는 해가 유일하게 존재한다는 것을 증명하였다. IF 1.435, IF 분야별 상위 백분율 13.694%의 우수한 저널에 게재되었고 현재 Web of Science 기준 17회 인용되었으며, FWCI는 6.9447로 매우 우수하다.</p>		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
4			이공계열	확률과정론	저널논문		URL입력 http://doi.org/10.1016/j.jde.2016.11.013
						On the heat diffusion starting with degeneracy	
						Journal of Differential Equations	
						262(3), 2722-2744	
						2017	
						10.1016/j.jde.2016.11.013	
						<p>Carlderón과 Zygmund에 의해 시작된 Higher dimension에서의 Maximal Lp-regularity 문제는 일반적으로 Diffusion Coefficients가 위와 아래 모두 유계하다는 가정하에 성립한다. 이 논문에서는 Diffusion Coefficients가 유계하지 않더라도 Diffusion에 의존하는 가중치를 활용하여 여전히 Maximal Lp-regularity가 성립할 수 있음을 보여준다. 특별히 $t^\alpha \Delta u$ 형태의 모델 문제에서 이 가중치가 α와 어떤 관계가 주어져야 하는지 명확하게 제시하였다. 이 논문은 IF 1.938, IF 분야별 상위 백분율 6.051%로 편미분 방정식 분야에서 권위 있는 저널인 Journal of Differential Equations에 게재되었다.</p>	

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
5			이공계열	편미분방정식	저널논문	On L_p -estimates for elliptic and parabolic equations with A_p weights	
						Transactions of the American Mathematical Society	
						370(7), 5081-5130	
							URL입력
						2018	http://doi.org/10.1090/tran/7161
						10.1090/tran/7161	
<p>이 논문은 편미분 방정식에 관한 L_p 이론에서 A_p weight를 다루는 새로운 방법을 제시한다. weight가 없는 함수공간에서의 편미분방정식에 관한 기존 L_p 이론을 이용해 mean oscillation estimate를 얻고, 이 estimate와 널리 알려진 maximal function theorem과 sharp function에 관한 Fefferman-Stein theorem을 이용해, 주어진 편미분방정식의 해를 A_p weight를 가진 함수공간에서 찾는다. 이를 위해 Fefferman-Stein theorem을 논문 내용에 맞게 다시 증명한다. 기존에 자주 사용된 mean oscillation estimate가 더 강력한 결과를 증명하는데 쓰일 수 있다는 것을 보였을 뿐만 아니라, 상당 기간 미해결 문제로 남아있던 mixed norm을 가지는 Sobolev 함수공간에서의 편미분방정식에 관한 문제를 해결하였다. 편미분방정식 문제 해결에서 weight를 다루는 방법을 어렵지 않은 계산을 통해 제시하였기에 이 방법은 weight를 가지는 함수공간에서 비선형 편미분방정식, 비국소 방정식 등의 해를 찾는 여러 논문에서 활용되었다 (FWCI 6.7272, IF 1.318, Q1).</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙					
								대표연구업적물의 우수성				
6			이공계열	편미분방정식	저널논문	Lp-estimates for time fractional parabolic equations with coefficients measurable in time	URL입력					
						Advances in Mathematics						
						345, 289-345						
						2019	http://doi.org/10.1016/j.aim.2019.01.016					
						10.1016/j.aim.2019.01.016						
						<p>이 논문은 시간 미분항이 Caputo fractional 미분으로 주어지는 time fractional 포물선형 방정식을 연구한다. 이 방정식은 변칙적인 확산 현상 등을 모델링하는데 쓰일 수 있는데, 더 나은 응용을 위해서는 방정식 계수에 요구되는 정칙성을 최대한 낮추는 것이 필요하다. 계수가 공간 및 시간 변수를 가지는데, 기존의 일반적인 포물선형 방정식에 관한 결과를 고려할 때, 계수의 시간 변수에 관한 정칙성이 전혀 필요가 없음을 예측할 수 있다. 하지만 time fractional 방정식에 관한 기존 연구에서는 fundamental solution을 이용하기에, 시간 변수에 관해 아주 불규칙한 계수를 다루는 데 제약이 있었다. 논문에서는 fundamental solution 이용 없이 레벨셋 방법을 알맞게 응용하여, time fractional 포물선형 방정식의 해를 소볼레프 함수공간에서 찾을 때, 계수가 시간 변수에 관해서는 정칙성 조건이 필요하지 않다는 것을 밝혔다. 결과의 증명을 위해 time fractional 방정식 관련 소볼레프 함수공간을 위한 여러 소볼레프 embedding을 증명하였는데, 여러 관련 연구 논문에서 이를 참조하고 있다 (FWCI 4.5625, IF 1.435, Q1).</p>						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
7			이공계열	수론	저널논문		
						Various $3 \times$ nonnegative matrices with prescribed eigenvalues and diagonal entries	
						Linear Algebra and its Applications	
						554, 15-48	
							URL입력
						2018	http://doi.org/10.1016/j.laa.2018.05.002
						10.1016/j.laa.2018.05.002	6/j.laa.2018.05.002
<p>이 논문에서는 주어진 3개의 복소수를 eigenvalue로 갖는 다양한 형태의 nonnegative matrix에 대한 연구로, 이 matrix의 성분이 nonnegative이므로 로봇 또는 공장 기계설비의 설계 등에 응용이 가능하다. 해당 분야의 최상위 저널인 Linear Algebra and its Applications에 게재되었다.</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙		
								대표연구업적물의 우수성	
8			이공계열	수론	저널논문				
								The inverses of tails of the Riemann zeta function	
								Journal of Inequalities and Applications	
								2018(1), 157	
									URL입력
								2018	http://doi.org/10.1186/s13660-018-1743-6
								10.1186/s13660-018-1743-6	
<p>이 연구에서는 0과 1 사이의 s에서 리만 제타 함수(Riemann zeta function) 꼬리의 역의 유계를 제시하고 s가 1/2, 1/3, 1/4일 때 정수부를 계산하였다. 해당 논문은 IF 1.136이고 Q1 등급의 저널인 Journal of Inequalities and Applications에 게재되었다. 현재 Google Scholar 기준 2회, Web of Science 기준 1회 인용되었다.</p>									

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
9			이공계열	규잉이론 과응용	저널논문	Stochastic ordering of Gini indexes for multivariate elliptical risks		
						Insurance Mathematics & Economics		
						88, 151-158		
								URL입력
						2019	http://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2019.07.002	
						10.1016/j.insmatheco.2019.07.002		
						<p>Samanth, Wei, Brazauskas (IME 2017)는 위험들의 지니 인덱스 (GINI Index)에 대해 연구하고 위험들이 다변수 정규 분포에 의해 모델링 되었을 때, 위험들의 상관관계가 커지면 위험들의 지니 인덱스가 작아진다는 추측을 제시하였다. 본 연구에서는 이 추측이 사실이 아님을 증명하고 추측이 참이 될 수 있는 조건을 제시하였다. 본 연구의 결과는 위험의 다변수 정규 분포 모형뿐만 아니라 다변수 타원 분포까지 확장할 수 있는 일반적인 결과이다. 이는 보험수학 분야에서 위험 모형의 모델링과 분석에 관한 새로운 연구 방법론을 제시한 의미 있는 결과이다. 연구 결과가 게재된 저널인 Insurance: Mathematics & Economics는 IF 1.315로, 보험수학 분야의 최상위 저널이다.</p>		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
10			이공계열	규잉이론 과응용	저널논문	Existence of a unique Nash equilibrium for an asymmetric lottery Blotto game with weighted majority	
						Journal of Mathematical Analysis and Applications	
						479(1), 1403-1415	
							URL입력
						2019	http://doi.org/10.1016/j.jmaa.2019.07.004
						10.1016/j.jmaa.2019.07.004	
<p>본 연구에서 다루는 확률적 블라또(Blotto) 게임은 미국 대선의 선거 방식과 같은 규칙의 게임 모형이다. 미국 대선은 주별로 가중치가 다르며 승리한 주의 가중치를 더해서 가장 큰 값을 얻은 후보가 최종 승자가 되는 독특한 방식의 규칙을 가지고 있다. 이러한 게임 모형에서 Duffy and Matros (Economics Letters, 2015)는 게임의 균형이 존재한다는 가정에서 균형의 식을 도출하였다. 본 연구에서는 카쿠타니의 균형점 정리 및 최적화와 관련된 적절한 정리들을 적용하여 게임의 균형이 존재함을 증명하였다. 따라서 본 연구의 결과와 Duffy and Matros의 결과를 함께 통합하여 사회 과학 분야에서 큰 의미가 있는 미국 대선의 게임 모형의 균형 분석 문제를 완전히 해결할 수 있게 되었다. 그 결과 IF 1.188이고 Q1 등급인 Journal of Mathematical Analysis and Applications에 게재되었다.</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
11			이공계열	군과표현	저널논문	Pieri and Littlewood-Richardson rules for two rows and cluster algebra structure		
						Journal of Algebraic Combinatorics		
						45(3), 887-909		
								URL입력
						2017	http://doi.org/10.1007/s10801-016-0728-0	
						10.1007/s10801-016-0728-0	7/s10801-016-0728-0	
						<p>군표현론에 있어서 표현공간의 텐서 곱과 이를 기약공간으로 분해하는 문제는 표현론 자체에서는 물론이고, 수리물리나 대수기하와 결부되어도 매우 중요한 주제이다. 이 논문은 복소 일반 선형군의 기약 표현공간에 대칭 텐서 곱을 두 차례 곱한 후 이를 직합으로 분해하여 개별 기약 공간의 중복도를 찾는 문제를 이중 피에리 환이라는 특정 등급환의 곱하기 구조에 대한 문제로 변환시켜 해법을 제공하였다. 또한, 이 등급환이 클러스터 대수 구조를 갖고 있다는 것을 증명하였는데, 클러스터 대수에서 그래프 변이와 관련되어 등장하는 다항식 변이를 이용하여, 특정 경우에 있어서 텐서 곱공간에 있는 highest weight vectors를 명시적으로 계산하여 나열하였다. 이렇게 표현공간의 정보를 다항식을 이용하여 구체적으로 구현하는 것은 수리물리에서 다양한 직접적 계산을 가능케 하는 등 매우 중요한 의미를 갖는다. 이 논문은 현재 Google Scholar와 Web of Science 기준 각각 4회씩 인용되었고, FWCI는 1.9141로 같은 출판연도 및 유관분야의 논문들에 비해 전세계 평균대비 약 2배 더 인용된 것을 알 수 있다.</p>		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
12			이공계열	군과표현	저널논문			
							Double Pieri Algebras and Iterated Pieri Algebras for the Classical Groups	
							American Journal of Mathematics	
							139(2), 347-401	
								URL입력
							2017	http://doi.org/10.1353/ajm.2017.0008
							10.1353/ajm.2017.0008	3/ajm.2017.0008
<p>고전 군은 일반 선형군과 쌍선형 형식을 보존하는 선형군 등 유클리드 기하의 대칭성을 기술하는 군들을 아우르며, 따라서 이들의 표현론은 수리 물리 및 대수기하와도 깊은 관련성을 갖고 응용되는 등 매우 중요한 연구 대상이다. 이 논문에서는 피에리 텐서 곱이라는 고전 군의 원하는 기약 표현공간을 얻는 표현론적 기법을 중첩 피에리 환이라는 특별한 다중 등급환을 구성하여 대수적으로 기술하였다. 이를 통해 개별 고전 군의 형식과 상관없이 성립하는 피에리 텐서 곱의 일반적인 특성을 끌어냈고, 계산기하적 기법을 이용한 중첩 피에리 환의 변형을 통해 표현론적인 정보를 조합론적으로 변환하는 방법을 제시하였다. 일반적으로 표현론에서의 중복도 계산은 매우 복잡하여 공식을 기대하기 어려운 상황이므로, 이러한 관점은 현재 조합론적 표현론 분야에서 다양하게 진행되고 있는 계수적 조합론적 기법과 표현론과의 연결점을 명확하게 제시하는 중요한 성취로 평가할 수 있다. 이 논문은 IF 1.527인 상위 저널에 게재되었으며, 현재 Google Scholar 기준 10회, Web of Science 기준 4회 인용되었고, FWCI는 2.7779로 같은 출판연도 및 유관분야의 논문들에 비해 평균대비 약 2.8배 더 인용된 것을 알 수 있다.</p>								

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
13			이공계열	확률해석 학	저널논문			
							A BMO estimate for stochastic singular integral operators and its application to SPDEs	
							Journal of functional analysis	
							269(5), 1289-1309	
								URL입력
							2015	http://doi.org/10.1016/j.jfa.2015.05.015
							10.1016/j.jfa.2015.05.015	6/j.jfa.2015.05.015
<p>위 논문은 확률편미분방정식의 최대 정칙성 문제를 조화해석학의 특이적분이론과 결합하여 새로운 확률특이적분 작용소라는 개념을 소개하였고, 최초로 확률 개념이 추가된 BMO (Bounded Mean Oscillation) 추정을 시도하였다. 일반적인 2차원 확률편미분방정식 뿐만 아니라, 더욱 다양한 확률편미분방정식에 응용할 수 있도록 핵(Kernel)의 성질을 최대한 일반화 시켰으므로, 이를 바탕으로 하는 수많은 후속연구를 기대할 수 있다. 이 논문은 IF 1.637, IF 분야별 상위 백분율 8.917%인 해당 분야 상위 저널인 Journal of Functional Analysis에 게재되었고, 현재 Google scholar 기준 8회, Web of Science 기준 4회 인용되었다.</p>								

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
14			이공계열	확률해석 학	저널논문	On the second order derivative estimates for degenerate parabolic equations		
						Journal of Differential Equations		
						265(11), 5959-5983		
								URL입력
						2018	http://doi.org/10.1016/j.jde.2018.07.014	
						10.1016/j.jde.2018.07.014		
						<p>일반적으로 이차 포물형 방정식의 이차 미분 계수들이 타원 조건(Ellipticity Condition)을 만족하지 않으면, 해의 2번 미분의 L_p-노름을 주어진 Free 항들로 통제할 수 없다는 것이 잘 알려져 있다. 위 논문에서는 계수들이 타원 조건을 만족하지 않더라도 퇴화되는 정도에 맞추어서 적절한 가중치를 도입하면, 여전히 해의 2번 미분을 Free 항들의 가중치 L_p-노름들로 통제할 수 있음을 보여준다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기존의 편미분방정식에 사용되었던 해석학 방법들에 해의 확률론적인 표현을 기반으로 하는 확률론적인 방법이 추가되어야 한다. 이 논문은 해석학적인 방법과 확률론적인 방법을 모두 다 잘 활용해서 기존의 해결하지 못했던 문제들에 새롭게 접근하고 있다. 그 결과 IF 1.938, IF 분야별 상위 백분율 6.051%로 편미분 방정식 분야에서 권위 있는 저널인 Journal of Differential Equations에 게재되었다.</p>		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
15			이공계열	수치해석	저널논문	Motion by mean curvature of curves on surfaces using the Allen-Cahn equation		
						International Journal of Engineering Science		
						97, 126-132		
								URL입력
						2015	http://doi.org/10.1016/j.ijengsci.2015.10.002	
						10.1016/j.ijengsci.2015.10.002		
						<p>IF 분야별 1위이고 상위 백분율 1.82%인 최상위 저널 International Journal of Engineering Science에 게재된 이 논문에서는 3차원 공간의 곡면에서 알렌-칸(Allen-Cahn) 방정식을 사용하여 평균 곡률에 의한 곡면위에 있는 곡선의 움직임을 시뮬레이션하는 빠르고 정확한 수치 방법을 개발하였다. 좁은 밴드 영역(narrow band domain)에서 알렌-칸 방정식의 수치 해를 구함으로써 평면 좌표에서와 같은 라플라시안 연산을 사용하면서 곡면 위에서 수치 해를 구하는 효과를 낼 수 있었다. 연산자 분할 방법(operator splitting method)을 기반으로 하이브리드 방법을 사용하였다. 먼저 명시적 오일러 방법을 사용하여 라플라시안 항을 풀고, 남은 항은 상미분방정식을 풀어 정확한 해를 계산한다. 도메인 경계에 있는 격자의 경우 최근접점법(closest point method)으로 보간하여 계산한다. 제안한 수치 알고리즘은 하이브리드 명시적 수치 체계를 사용하고 좁은 영역에서만 지배방정식을 풀기 때문에 계산 효율이 높다. 현재까지 Google Scholar 기준 12회, Web of Science 기준 10회 인용되었다.</p>		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
16			이공계열	수치해석	저널논문			
							A practical and efficient numerical method for the Cahn-Hilliard equation in complex domains	
							Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation	
							73, 217-228	
					2019	http://doi.org/10.1016/j.cnsns.2019.02.009		
					10.1016/j.cnsns.2019.02.009			
<p>IF 분야별 1위이고 상위 백분율 1.82%인 최우수 저널에 게재된 이 논문은 복잡한 영역에서 칸-힐리아드(Cahn-Hilliard) 방정식에 대한 실용적이고 효율적인 수치 방법을 제시하였다. 3개의 물질로 구성된 혼합물의 상 분리 모델링에 사용되는 3 요소 칸-힐리아드 시스템을 활용하여 복잡한 임의의 영역에서 두 개의 혼합물에 대한 수학적 모델링을 제안하였다. 전체 도메인 안에서 임의의 영역을 세 번째 요소로 지정하여 다른 요소의 수치 해를 계산하는 동안 고정한다. 상(phase)의 합이 국소적으로 보존되는 특성에 의해 지배방정식은 추가로 더해주는 항을 갖는 2차원 칸-힐리아드 방정식으로 단순화할 수 있다. 실용적인 무조건적 안정 방법(unconditionally gradient stable scheme)과 멀티 그리드 방법으로 수치 해를 계산하므로 효율적이다. 다양한 테스트로 제안한 알고리즘이 복잡한 영역을 효율적으로 처리할 수 있음을 보여주었다. 현재 Google Scholar 기준 5회, Web of Science 기준 3회 인용되었으며, FWCI는 4.6836으로 논문이 상대적으로 많이 인용되었음을 알 수 있다.</p>								

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
17			이공계열	수치해석	저널논문	Relaxation model for the p-Laplacian problem with stiffness	
						Journal of Computational and Applied Mathematics	
						344, 173-189	
							URL입력
						2018	http://doi.org/10.1016/j.cam.2018.05.022
						10.1016/j.cam.2018.05.022	
<p>IF 1.883이고 Q1 등급인 저널 Journal of Computational and Applied Mathematics에 게재된 이 논문은 고온의 타입 II 초전도체의 전자기 효과에 대한 p-라플라시안 문제의 해를 1차원에서 찾는 새로운 수치적 방법을 제안한다. 이 방법은 편미분방정식의 비선형 미분에 완화 근사방법을 적용한다. 새로운 완화 기법은 p-라플라시안 플렉스가 급격하게 변화하도록 만드는 큰 p 값에서도 매우 정확한 결과를 얻는다. 이 체계는 높은 차수의 정확도를 얻을 수 있고 도체 내에서 물리적으로 정확한 비 진동 자기 전선을 예측할 수 있다는 점에서 의미가 있는데, 그중 후자는 엔지니어링 커뮤니티에서 수행하는 유한 요소 근사 솔루션으로는 찾을 수 없다. 이 연구는 포물선 문제에 적용되는 완화 방법에 관한 이전 연구를 발전시키고, 다양한 수치적 테스트 결과를 통해 본 방법의 성능을 검증한다. 현재 Google Scholar 기준 2회, Web of Science 기준 2회 인용되었다.</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
18			이공계열	수치해석	저널논문			
							The hyperbolic relaxation systems for the forced KdV equations with hydraulic falls	
							European Journal of Mechanics-B/Fluids	
							58, 20-28	
								URL입력
							2016	http://doi.org/10.1016/j.euromechflu.2016.03.002
							10.1016/j.euromechflu.2016.03.002	.03.002
<p>IF 1.811인 학술지 European Journal of Mechanics-B/Fluids에 게재된 이 논문은 외부 힘이 있는 Korteweg-de Vries (fKdV) 방정식에서 다양한 유형의 수치 해를 찾는 새롭고 효율적인 방법으로 쌍곡선 완화 시스템을 제안한다. 범프가 있는 fKdV 방정식에서 유압 낙하와 같은 비주기적인 수치 해를 고려할 때 스펙트럼 방법이나 유한 차분 방법을 적용하면 제대로 해를 찾지 못할 수도 있는데, 그 대안으로써 완화 방법은 fKdV 방정식을 쌍곡선 시스템으로 변환시켜준다. 이처럼 도출된 방정식은 유압 낙하나 홀로파동형 해를 적은 계산 비용으로 수치적 진동이 없이 정확한 해를 얻도록 한다.</p>								

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
19			이공계열	대수기하	저널논문			
							Projective varieties of maximal sectional regularity	
							Journal of Pure and Applied Algebra	
							221(1), 98-118	
								URL입력
							2017	http://doi.org/10.1016/j.jpaa.2016.05.028
			10.1016/j.jpaa.2016.05.028	10.1016/j.jpaa.2016.05.028				
<p>사영공간에 매립된 사영 대수 다양체를 이해하기 위해서 그것의 결정 방정식들의 차수가 얼마나 커야 하는지를 밝히는 문제가 오랫동안 연구되어 왔다. 1984년에 D. Eisenbud와 S. Goto는 필요한 차수가 최대 (다양체의 차수 - 여차원 +1)이라는 예상을 발표했고, 같은 해에 대수 곡선의 경우가 해결되었다. 또 필요한 차수가 정확하게 (다양체의 차수 - 여차원 +1)와 같은 대수 곡선도 완벽하게 분류되었다. 이후로 지금까지 Eisenbud와 Goto의 예상은 매끈한 대수 곡면의 경우에만 증명되었고 고차원은 아직 미해결 문제로 남아있다. 최근에는 매끈하지 않으면 이 예상 성립하지 않는다는 사실이 밝혀졌다.</p> <p>이 논문에서는 곡선에 관한 위의 결과를 확장해서 1차원 단면이 Eisenbud와 Goto의 예상의 경계인 대수 다양체들을 완벽하게 분류하고 그것들이 공통된 성질을 조사하는 연구를 수행하였다. 이 결과는 대수기하학 내의 고전적인 문제를 계속 발전시키는 방향과 현대의 컴퓨터 알고리즘 관점에서 방정식들이 이루는 아이디얼의 복잡도를 이해하는 문제에 대해서 근본적인 부분에 관해 공헌을 하고 있다.</p>								

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
20			이공계열	대수기하	저널논문		
						Regularity and Multisecant Lines of Finite Schemes	
						International Mathematics Research Notices	
						2019(6), 1725-1743	
							URL입력
						2019	http://doi.org/10.1093/imrn/rnx183
						10.1093/imrn/rnx183	
<p>라그랑제 보간 공식 등과 같은 고전적인 보간 문제는 대수기하학에서 유한집합의 정칙성(Regularity)을 이해하는 문제로 일반화되었다. 즉, 대수기하학에서는 공간에 포함된 주어진 유한집합에 정의되는 모든 함수를 다변수 다항식들로부터 얻을 수 있는 다항식들의 최소 차수를 결정하는 문제가 연구되어왔다. 이 방향의 연구는 주어진 유한집합을 포함하는 초 곡면들(Hypersurfaces)의 차수에 대해서 중요한 정보를 제공하기 때문에 대응되는 아이디얼의 생성구조를 밝히는 문제와도 밀접한 관련이 있다.</p> <p>이 논문에서는 유한집합의 정칙성이 (유한집합의 점의 개수 - 공간의 차원)이라는 위계에서부터 시작해서 (점의 개수 - 공간의 차원 + 3)의 절반까지의 범위에 있는 경우에는 유한집합이 매우 특이한 배열을 가진다는 것을 밝히고 있다. 즉, 해당 정칙성이 발생하는 이유는 유한집합의 많은 점이 한 직선 위에 놓여있기 때문이라는 흥미로운 결과를 보여준다. 따라서 이 논문은 유한집합의 기하학적 성질과 정칙성으로 표현되는 대수적 성질 사이에 존재하는 매우 중요한 관계를 처음으로 밝혀냈고 존재할 수 있는 일반화된 원리에 대한 첫 단계를 제공한다는 중요한 가치를 갖는다 (IF 1.452, IF 분야별 상위 백분율 12.739%).</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
21			이공계열	미분기하	저널논문		
						Björling formula for mean curvature one surfaces in hyperbolic three-space and in de Sitter three-space	
						Bulletin of the Korean Mathematical Society	
						54(1), 159-175	
							URL입력
						2017	http://doi.org/10.4134/BKMS.b150984
						10.4134/BKMS.b150984	
<p>이 논문은 3차원 쌍곡공간과 3차원 드 시터 공간의 (공간적) 항등평균곡률 1 곡면에 대한 보울링(Björling) 문제에 대한 답을 제시한다. 즉, 주어진 (공간적) 해석적 정칙곡선 r과 이 곡선 r을 따라 r에 수직인 단위벡터 N이 주어졌을 때 곡선 r을 포함하며 벡터장 N에 수직인 항등평균곡률 1 곡면이 존재함을 보인다. 이 결과에 대한 따름정리로 항등평균곡률 1 곡면에 대하여 평면 대칭성이 성립함을 보이고 또한 회전에 불변인 (공간적) 항등평균곡률 1 곡면들을 분류한다.</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
22			이공계열	미분기하	저널논문		URL입력
						Compact embedded minimal surfaces in the Berger sphere	
						Comptes Rendus Mathematique	
						356(3), 333-339	
						2018	
						10.1016/j.crma.2018.01.011	
						http://doi.org/10.1016/j.crma.2018.01.011	
<p>최재경과 마크 소레는 3차원 구에서 대원을 따라 일정한 각으로 만나는 유한개의 클리포드 원환면에 대하여 그 곡면들이 만나는 부분을 desingularize한 꼴로 생긴 무한개의 새로운 극소 곡면들을 만들어 내었다. 이 논문에서는 그들의 방법을 적당히 변형하여 3차원 베르제 구에 옹골차게 매립된 극소 곡면을 무한히 많이 만들어낸다.</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
23			이공계열	고전/실해 석	저널논문	Bilinear integral operators with certain hypersingularities	URL입력
						Journal of Mathematical Analysis and Applications	
						456(1), 628-661	
						2017	http://doi.org/10.1016/j.jmaa.2017.07.005
						10.1016/j.jmaa.2017.07.005	
						<p>이 논문은 특정한 초특이점을 갖는 쌍선형 작용소에 대한 최적적분유계성을 증명하였다. 해당 쌍선형 작용소는 쌍선형 힐베르트 작용소를 일반화한 형태로 초특이점이 추가되면서 기존의 쌍선형 힐베르트 작용소와는 달리 푸리에 변환을 통해 추가적인 정칙성을 확보하게 되었다. 이러한 정칙성을 이용하여 기존의 증명방법에 새로운 접근을 더해 쌍선형 힐베르트 작용소의 경우와 달리 최적적분유계성을 증명하였다. 이 결과는 쌍선형을 넘어 다선형 작용소를 연구하는데 있어 작용소의 정칙성과 적분유계성이 어떠한 관계를 갖는지를 규명할 수 있는 초석이 될 수 있을 것으로 판단된다. 이 논문은 해석학 전문 학술지인 Journal of Mathematical Analysis and Applications (IF 1.188, Q1등급)에 게재되었다.</p>	

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
24			이공계열	고전/실해 석	저널논문		
						Maximal Averages over Certain Non-smooth and Non-convex Hypersurfaces	
						Taiwanese Journal of Mathematics	
						22(6), 1383-1401	
							URL입력
						2018	http://doi.org/10.11650/tjm/180204
						10.11650/tjm/180204	
<p>이 논문은 3차원 이상의 차원에 몰입된 매끄럽지 않고 볼록하지 않은 초곡면 위의 극대 작용소의 적분유계성을 증명하였다. 매끄럽고 볼록한 초곡면의 경우엔 구와 유사한 결과가 이미 증명되었고 이는 곡면측도의 푸리에 변환이 소멸하는 정도를 관찰한 결과이다. 그러나 매끄럽지 않은 초곡면은 이러한 푸리에 변환의 이점을 누릴 수 없고 특정한 횡단성을 가정하여 증명할 수 있다는 것이 밝혀져 있다. 초곡면 위의 작용소를 다룰 때 푸리에 변환은 유용한 도구이면서 그 한계가 명확하므로, 이 결과는 볼록하지 않은 초곡면을 다루면서 곡면측도의 푸리에 변환을 이용하지 않고 기저 공간과 푸리에 변환 공간을 미국소분할하여 초곡면의 기하와 적분유계성의 밝혔다는데 의의가 있다고 할 수 있다.</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
25			이공계열	기하위상 수학	저널논문	Growth rate of quantum knot mosaics	
						Quantum Information Processing	
						18(8), 238	
							URL입력
						2019	http://doi.org/10.1007/s11128-019-2353-z
						10.1007/s11128-019-2353-z	
						<p>존스 다항식이 발견된 이후, 매듭이론과 양자물리학 사이의 연관성이 크게 주목을 받았다. 로모나코와 카우프만 교수는 매듭 모자이크 이론을 소개하면서 실질적 물리 양자계를 표현하는 도구로 양자 매듭을 정의하였다. 이 논문은 카우프만 교수의 논문에서 제시된 몇 가지 중요한 질문 중에 매듭 모자이크의 계수에 관한 해답을 제시한다. 매듭 모자이크는 11개 형태의 모자이크 타일들을 적절하게 격자 안에 채워서 매듭을 표현하는 방법이다. 이런 매듭 (m,n)-모자이크의 총 개수를 D(m,n)이라 하는데, 이것은 양자 매듭계의 힐버트 공간의 차원을 나타낸다. 그리고 이 수치는 제곱 승으로 증가한다는 것이 알려져 있다. 최근 본 연구자는 매듭 모자이크의 증가율 d가 존재함을 증명하였고, 또한 상태 행렬 점화식을 이용하여 매듭 모자이크의 정확한 개수를 생성하는 알고리즘을 개발함으로써 $4 < d < 4.302$임을 보였다. 이 논문은 더욱 간단한 방법 등을 개발하여 $4 < d$임을 보였고, 또한 퀴시 모자이크와 클링 모자이크의 개념을 소개하면서 상한선을 $d < 4.113$으로 개선하였다. 이 논문은 IF 2.222이고 IF 분야별 상위 백분율 16.36% 학술지인 Quantum Information Processing에 게재되었다.</p>	

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
26			이공계열	기하위상 수학	저널논문	Ropelength of superhelices and (2,n)-torus knots	
						Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical	
						51(48)	
							URL입력
						2018	http://doi.org/10.1088/1751-8121/aae969
						10.1088/1751-8121/aae969	
						<p>이 논문은 이중나선구조를 감싸고 도는 4-선 고차 코일의 최소 길이 형태에 대한 연구이다. 저자는 이중나선구조가 최소 길이 형태를 가질 때의 모습을 이전에 구했었는데, 이 형태에 트위스트 수 N과 나선 반경 r을 사용하여 4-선 고차 코일을 표현하였다. 그래서 각 N에 대하여 위 고차 코일의 최소 길이를 최소화하는 r의 값을 근사하였다. 중요한 발견 중 하나는 4-선 고차 코일의 교차 수에 대비해서 길이는 $2.96 < N < 2.97$일 때에 최소 값을 갖는다는 것이다. 이 값은 고차 코일이 조밀 채움 상태에서 미 채움 상태로 전이되는 순간을 나타내는 값과도 매우 근사하다. 이 근사값의 응용으로 우리는 (2, $6k+1$)-토러스 매듭의 최소 길이의 상한선을 $45.823k + 28.4223$으로 유추해 내었다. 이것은 (2, k)-토러스 매듭이 단순 원형 나선 구조 형태로 놓여있을 때 보다 우리의 고차 코일 형태가 더욱 효율적인 최소 길이를 가짐을 보여준다. 이 논문은 IF 2.11이고 IF 분야별 상위 백분율 18.182% 학술지인 Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical에 게재되었다.</p>	

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
27			이공계열	편미분방 정식	저널논문	Plasmonic Interaction between Nanospheres	
						SIAM Review	
						60(2), 356-385	
							URL입력
						2018	http://doi.org/10.1137/17M1115319
						10.1137/17M1115319	
						<p>전자기학의 근본적이고 오래된 문제인 3차원 구 입자들에 의한 전자기파 산란을 다루고 있다. 특히 입자들이 서로 가까이 위치하여 상호작용이 강한 경우, 그 전자기적 특성의 이해는 메타물질 등 신소재 개발 등 현대과학에도 큰 중요성이 있다. 본연구결과에서는 상호작용이 강한 경우에도 유효한 전자기파의 해석적인 해를 처음으로 밝혀내었고, 이를 통해 이전보다 2000배가량 효율적인 수치 계산 알고리즘을 함께 개발하였다. 게재 학술지인 SIAM Review는 응용수학 분야의 최상위급 학술지(IF 7.224, IF 분야별 상위 백분율 0.4%)이며, 본 연구자가 문제 설정을 포함한 연구의 전체적인 계획 및 핵심 아이디어를 구상하였다. (현재 Web of Science 기준 11회 인용, FWCI 3.4301)</p> <p>본 연구는 메타물질 등 다양한 물리학/공학의 많은 문제에 활용될 수 있는 근본적인 수학적 이론이다. 대학원생들에게 메타물질을 위한 기초적인 수학적 지식을 가르치는 동시에, 위 연구 결과의 수학적 이론을 함께 발전시키고 메타물질 분야에 활용하면서, 학생들이 질적으로 높은 수준의 연구를 경험할 수 있도록 지도하고자 한다. 이를 통해 학생들은 4차 산업혁명 시대의 여러 융·복합적 문제를 스스로 해결하는 연구자로 성장하게 될 것이다.</p>	

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙					
								대표연구업적물의 우수성				
28			이공계열	편미분방정식	저널논문	Hybridization of singular plasmons via transformation optics	URL입력					
						Proceedings of the National Academy of Sciences						
						116(28), 13785-13790						
						2019	http://doi.org/10.1073/pnas.1902194116					
						10.1073/pnas.1902194116						
						<p>이 연구는 신소재 과학의 새로운 패러다임인 메타물질을 위한 새로운 수학적 모델을 제시한다. 게재 학술지인 PNAS (IF 9.58, IF 분야별 상위 백분율 10.145%)는 사이언스, 네이처와 함께 세계 3대 과학 학술지로 간주되며, 본 연구자가 모델의 핵심적인 아이디어에 착안하고 전체 연구를 설계 및 수행하였다. 메타물질의 근본적인 문제는, 원하는 전자기적 공명 스펙트럼의 패턴이 주어졌을 때, 그 패턴을 생성하는 나노입자계의 기하학적 구조를 거꾸로 찾는 것이다. 이 연구 결과에서는 스펙트럼의 대역적 특성과 국소적 특성을 동시에 제어할 방법을 찾아내어 매우 적은 수의 파라미터로 극히 다양한 스펙트럼 패턴을 체계적으로 만들어 낼 수 있음을 보여준다. 또한, 편미분방정식의 고유해와 기하학 사이에 내재되어 있는 흥미로운 수학적 관계 또한 보여준다. 현재 Google scholar 기준 5회, Web of Science 기준 2회 인용되었고, FWCI 1.7972이다. 추후 대학원생과 함께 이 수학적 모델을 함께 발전시키고, 여러 가지 흥미로운 메타물질 문제에 응용하는 연구를 경험할 수 있도록 지도하고자 한다. 이를 통해 학생들은 4차 산업혁명 시대의 다양한 융·복합적 문제를 스스로 해결하는 연구자로 성장하게 될 것이다.</p>						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙					
								대표연구업적물의 우수성				
29			이공계열	인공지능 시스템및 응용	저널논문	Bias-corrected q-learning with multistate extension	URL입력					
						IEEE Transactions on Automatic Control						
						64(10), 4011-4023						
						2019	http://doi.org/10.1109/TAC.2019.2912443					
						10.1109/TAC.2019.2912443						
						<p>이 논문은 알파고에서도 사용된 Q-learning이라는 기초 인공지능 알고리즘 자체에 내재하여 있는 구조적인 특성을 포착하여, 이를 개량하는 Bias-corrected Q-learning 알고리즘을 설계한다. 알고리즘 개량의 핵심 단계에서 Extreme Value Theory를 근간으로 기존 Q-learning의 구조특성적 bias의 limiting distribution을 특정한 뒤, 이에 맞는 교정치를 설계해 넣음으로써 인공지능 알고리즘의 이론적 근간을 만든다. 설계와 이론적 특성분석에 이어서, 저자들은 이렇게 제안된 새 알고리즘이, 강화학습의 대표적인 검증 문제 유형인 finite-state Markov Decision Process에 내재된 불확실성이 특히 큰 상황들에 있어서, 내재된 특성 때문에 학습이 느려지게 되는 Q-learning의 숨겨진 단점을 보완하는 성능을 보인다는 것을 실험적으로 확인하는 결과도 보고한다. 요약한다면, 인공지능 알고리즘의 특성을 경험적 직관을 통해 임의로 보완하는 것이 아니라, 수학적 도구를 사용해 명확한 방향성을 가진 새로운 알고리즘을 설계하고, 설계 의도대로 실 성능이 개선됨을 보여주는 논문이다 (IF 5.093, Q1 등급).</p>						

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
30			이공계열	수론	저널논문		URL입력	
						Congruences involving arithmetic progressions for weakly holomorphic modular forms		
						Advances in Mathematics		
						294, 489-516		
						2016		http://doi.org/10.1016/j.aim.2016.02.032
						10.1016/j.aim.2016.02.032		
						<p>라마누잔은 분할 수에 대해 특수한 형태의 합동식들을 제시하고, 그러한 형태의 합동식은 제시한 것이 전부라는 추측을 제시하였다. 이 추측은 100 이상이 지나서 보형 형식의 이론을 통해 증명되게 되었다. 이후 라마누잔의 추측을 만족하는 보형 형식에 관한 공부가 다양한 형태로 이루어졌다. 이러한 활발한 연구에도 불구하고 라마누잔의 추측을 만족하는 보형 형식은 단지 유한개의 예만이 알려진 상태였고 그러한 예를 무한히 발견하는 것조차 요원한 것으로 고려되었다. 이 결과는 라마누잔의 추측의 보형 형식에 대한 확장에 관한 연구가 봉착되어 있던 어려움을 타개하고 무한히 많은 라마누잔의 추측을 만족하는 보형 형식을 제시하는 것을 넘어서 보형 형식의 무게의 관점에서 라마누잔의 추측을 만족하는 경우를 완전히 분류하였다. 이 논문은 IF 1.435, IF 분야별 상위 백분율 13.694%인 저널에 게재되었다.</p>		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
31			이공계열	수론	저널논문		URL입력	
						Pairs of eta-quotients with dual weights and their applications		
						Advances in Mathematics		
						355, 106779		
						2019		http://doi.org/10.1016/j.aim.2019.106779
						10.1016/j.aim.2019.106779		
						<p>에타 함수의 곱으로 표현되는 함수는 보형 형식, 분할 수 이론 등 정수론과 수리 물리 등에서 여러 가지 중요한 역할을 한다. 다른 한편으로 볼 연산자는 보형 형식과 코호몰로지 사이에 깊은 관계를 증명한 아이클러 시무라 코호몰로지 이론에서 중요한 역할을 하는데, 이러한 볼 연산자에 대한 보형 형식 혹은 막보형 형식의 상에 대해서는 다양한 응용과 그 자체의 중요성으로 활발히 연구되었다. 두 연구 주제가 융합되면서 새로운 응용이 등장하여 볼 연산자의 상 역시 에타 곱 함수가 되는 에타 곱 함수 연구가 이루어지게 되었다. 이러한 연구들은 개별적인 예들을 제시하는데 머물러 있었다. 이 결과에서 이러한 어려움을 극복하고 볼 연산자의 상이 에타 함수 곱이 되는 에타 함수의 존재성을 판별해 줄 수 있는 조합적인 모델을 최초로 만들어 그 모델의 조합적인 성질을 통해 레벨이 제곱인자를 가지지 않은 경우에 대한 완벽한 분류를 얻어내었다. 이 논문은 IF 1.435, IF 분야별 상위 백분율 13.694%인 저널에 게재되었다.</p>		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
								대표연구업적물의 우수성
32			이공계열	복소/조화 해석	저널논문			
							Multi-Parameter Maximal Operators Associated with Finite Measures and Arbitrary Sets of Parameters	
							Integral Equations and Operator Theory	
							86(2), 185-208	
							URL입력	
							2016	http://doi.org/10.1007/s00020-016-2328-8
							10.1007/s00020-016-2328-8	
<p>해당 논문은 Integral Equations and Operator Theory(IF 0.652)에 게재되었다. 본 연구의 우수성은 과거에 폭넓게 연구되어왔던 여러 가지 종류의 one-parameter 극대 연산자에 관한 결과들을 multi-paramter로 확장한 것에 있다. 본 연구는 finite measure에 관계된 multi-parameter 극대 연산자의 L_p-유계성에 관한 것으로, 극대 연산자의 L_p-유계성을 결정짓는 다양한 종류의 기하학적 성질들에 대하여 다루었다. 본 연구는 여러 가지 다양한 종류의 극대 연산자에 대한 일반적인 결과를 도출함으로써 많은 응용성을 가지고 있다고 생각된다.</p>								

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회 계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부 전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
33			이공계열	복소/조화 해석	저널논문	Maximal operators associated with some singular submanifolds	URL입력
						Transactions of the American Mathematical Society	
						369(7), 628-661	
						2017	http://doi.org/10.1090/tran/6785
						10.1090/tran/6785	
						<p>해당 논문은 Transactions of the American Mathematical Society (IF 1.318, Q1 등급)에 게재되었다. 이 연구의 우수성은 기존의 smooth한 곡면에서 주로 행해지던 연구를 non-convex, non-smooth한 곡면으로 확장한 것에 있다. 이 논문에서는 non-convex, non-smooth한 곡면의 Fourier decay를 결정짓는 기하학적인 양들에 관하여 기술하였고, 이를 통해 non-convex, non-smooth한 일반적인 다양한 곡면들과 관련된 극대함수의 유계성에 대하여 기술할 수 있게 되었다.</p>	

③ 참여교수 저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적의 우수성

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

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
1			수치해석	저서		
					25시간만에 배우는 머신러닝 예제(MATLAB활용)	
						URL입력
					9791188145997	http://www.kyobobook.co.kr/product/detailViewKor.laf?ejkGb=KOR&mallGb=KOR&barcode=9791188145997&orderClick=LEa&Kc=
					2018	
<p>인공지능과 머신러닝은 여러 학문에 대한 심도깊은 이해와 융합이 필요하고, 특히 수학과와의 융합에 대한 중요성이 강조되고 있다. 하지만 초보자에게는 쉽게 이해하기 힘든 내용이다. 블랙박스처럼 단순히 사용만 할 줄 아는 것보다 알고리즘의 내부 동작 원리를 알면 머신러닝을 좀더 잘 사용할 수 있다. 어떻게 하면 쉽게 머신러닝의 원리를 이해할 수 있을까 해서 '25시간만에 배우는 머신러닝 예제(MATLAB활용)'을 쓰게 되었다. 많은 내용을 다루는 것보다 핵심적인 내용을 단기간에 배울 수 있도록 구성하였다. 본 저서는 MNIST 손글씨 데이터를 인식하는 알고리즘을 집중적으로 소개한다. 이 책은 3장으로 구성되어 있다. 1장에서는 기초적인 MATLAB 명령어를 소개하고, 2장에서는 본격적인 머신러닝 알고리즘을 수리적 관점으로 다루고 있다. 최적화 기법 중 가장 간단한 경사하강법과 데이터 분류하기 위한 분류기에 대해 설명하였다. 두 방법을 이용하여 머신러닝에 MNIST 손글씨 데이터를 분류하는 분류기 구성에 대한 설명과 분류기의 MATLAB 코드를 제공하였다. 3장에서는 본 저서에서 구현한 알고리즘의 성능을 높이는 방법에 대하여 제시하였다. 이 책을 집필 후 실제 대학원 수업에도 활용하여 학생들과 함께 직접 학습해보고, 부족한 점에 대하여 개정하였다.</p>						

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙	
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
2			수치해석	저서			
						ELS 평가를 위한 몬테카를로 시뮬레이션과 유한차분법 파이썬 활용	
							URL입력
						9791187541660	http://www.kyobobook.co.kr/product/detailViewKor.laf?ejkGb=KOR&mallGb=KOR&barcode=9791187541660&orderClick=LEa&Kc=
						2019	
<p>‘ELS 평가를 위한 몬테카를로 시뮬레이션과 유한차분법 파이썬 활용’에서는 주가연계증권(Equity-Linked Securities; ELS)의 공정가격 산출을 위한 유한차분법과 몬테카를로 시뮬레이션 방법을 파이썬으로 구현하는 코드를 자세하게 설명한다. ELS 금융상품은 금융감독원 발표에 따르면 2019년 주가연계증권 발행액은 무려 100조원에 이른 것으로 역대 최대를 기록했다. 최근 기초자산으로 KOSPI200, EuroStoxx50, S&P500 등 3개로 이루어진 금융상품이 주류를 이루고 있고 공정가격과 운용 리스크 관리를 위해서는 정확한 가격과 민감도를 수치 기법을 사용해 구해야 한다. 몬테카를로 시뮬레이션 방법을 사용해서 계산하지만, 이 방법의 특성상 계산을 할 때마다 다른 값이 나오기 때문에 안정된 민감도를 구하는 것에는 적합하지가 않다. 유한차분법을 사용하면 안정적으로 민감도를 구할 수 있으나 계산 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 적응적 그리드를 사용하여 해결하였다. 대학원 수업의 교재로 활용하여 학생들이 어려워하는 부분에 대한 설명에 대해서는 보완하고 있다.</p>							

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙	
	저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
3			수론	기술이전			
						퍼지 클러스터링을 통한 특성군집의 확률 도출 및 군집간 유사도에 따른 매칭 시스템	
							URL입력
						80,000(천원)	
						2019	
<p>*** 교수는 총 71개의 기술이전 실적을 보유하고 있다. 그 중 ‘퍼지 클러스터링을 통한 특성군집의 확률 도출 및 군집간 유사도에 따른 매칭 시스템’을 2019년 4월 15일 와이드플래닛에 8천만원의 기술료를 받고 기술 이전계약을 하였다. 퍼지 클러스터링은 연속적인 데이터 형태가 자연스러운 데이터를 분류하기에 적합한 방법으로서 사회 전반에 많이 사용되고 있다. 특히, 교통량, 자연현상 등을 설명하기에 적합하여 해당 문제에 적합한 시스템을 만드는 것은 큰 가치를 지닌 일이지만, 단순히 계산하기엔 계산량이 많다는 단점이 있다. 위의 시스템에서는 알고리즘을 일정 부분 수정하여 가중치를 구하는데 걸리는 계산 소요시간을 단축하였다. ***은 통합마케팅 솔루션을 제공하는 기업으로서 O2O (Online to Offline) 플랫폼 구축에 힘쓰고 있다. 상기된 매칭 시스템을 통해 더욱 효과적으로 O2O 플랫폼을 구축할 수 있을 것이라 예상된다.</p>							

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용	증빙
저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
4			수론	기술이전		
	동적 인증 모듈을 기반으로 하는 선별적 개인화 정보 매칭을 통한 서명 확인 시스템					
						URL입력
	65,000(천원)					
	2017					
<p>*** 교수는 ‘동적 인증 모듈을 기반으로 하는 선별적 개인화 정보 매칭을 통한 서명 확인 시스템’을 2017년 11월 13일 (주)***에 6천 5백만원의 기술료를 받고 기술 이전계약을 하였다. 동적 인증 모듈은 사용자의 어플리케이션 및 시스템에 따라서 라이브러리를 로드하여 인증 방식을 구성하는 것으로 많은 보안 및 금융 업계에서 널리 사용되고 있다. 최근에는 빅데이터 및 소셜 네트워크를 이용하여 개인 맞춤화 서비스를 제공하는 것이 보편화 되면서 라이브러리의 데이터를 매칭해주는 시스템의 역할이 중요해졌다.***은 트래블월렛이라는 전자지갑 어플을 운영하고 있다. 모바일 외화 환전서비스 업무를 주로 하기에 상기된 시스템을 이용하여 보다 안정적이고 빠르게 인증 절차를 수행할 수 있게 되었다.</p>						

1.2 연구업적물

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

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

Phase-field models for multi-component fluid flows. *Communications in Computational Physics*, Vol. 12(3), pp. 613-661, (2012).

단독저자인 이 논문은 현재까지 구글스칼라(Google Scholar) 273회, 스코푸스(Scopus) 220회, WOS(Web of Science) 214회 피인용(times cited) 되었다. 본 논문의 저자는 상태방정식을 이용한 경계가 있는 문제에 대한 수리모델링과 수치기법 분야에서는 국제적인 연구자로 알려졌다.

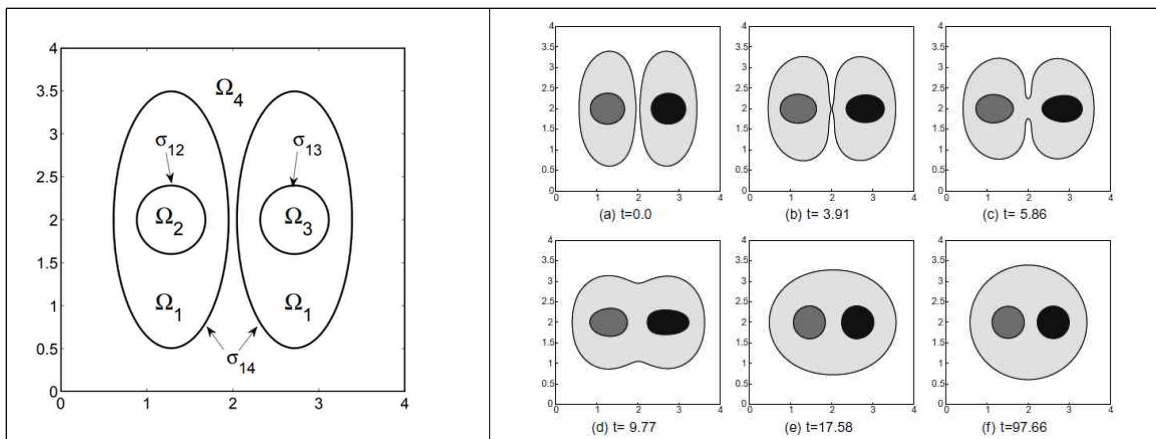
논문의 내용은 주로 본 저자의 대부분 논문들을 리뷰형식으로 작성한 것으로 특히, 이전에는 3개까지의 비압축성 다상유체에 대한 표면장력 공식에 있었던 제약을 해결하여 4개 이상의 비압축성 다상유체에 대한 일반화된 연속 표면장력 공식을 유도한 결과를 포함하였다. 새로운 공식은 유체의 개수가 아무리 많아도 제한을 받지 않고 적용할 수 있다. 단일 유체의 흐름에 대해서는 나비에-스톡스 방정식으로 수리 모델링을 한다. 다상 유체의 거동은 표면장력을 고려해 수정된 나비에-스톡스 방정식을 사용한다. 표면장력 공식은 방법론에 따라서 여러 공식을 사용하는데 주로 연속 표면장력 공식을 사용한다.

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \nabla u \right) = -\nabla p + \eta \Delta u + \rho g + SF$$

여기서 SF 는 표면장력이다. 본 연구에서는 서로 다른 유체의 관계를 나타내는 연결함수를 도입한 일반화된 연속 표면장력 공식을 유도함으로써 과도하게 결정된 시스템의 난제를 해결하였다. 4개의 서로 섞이지 않는 다상 유체에 대해서 다음과 같이 표면장력을 사용할 수 있다.

$$SF = \frac{\sigma_{12}}{2} [SF(c_1) + SF(c_2)] \delta(c_1, c_2) + \frac{\sigma_{13}}{2} [SF(c_1) + SF(c_3)] \delta(c_1, c_3) + \frac{\sigma_{14}}{2} [SF(c_1) + SF(c_4)] \delta(c_1, c_4) + \frac{\sigma_{23}}{2} [SF(c_2) + SF(c_3)] \delta(c_2, c_3) + \frac{\sigma_{24}}{2} [SF(c_2) + SF(c_4)] \delta(c_2, c_4) + \frac{\sigma_{34}}{2} [SF(c_3) + SF(c_4)] \delta(c_3, c_4) \text{이다.}$$

이 공식에서 가장 중요한 부분은 $\delta(c_i, c_j) = 5c_i c_j$ 로써 i 유체와 j 유체를 연결해주는 식이다. 초기 조건을 아래 그림처럼 해서 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하면 다음 그림처럼 서로 다른 4개의 유체에 대해서 자연스럽게 시뮬레이션을 할 수 있다. 파급효과로는 다양한 다상유체 관련 산업과 영상특수효과 시뮬레이션에 적용될 수 있을 것이다.

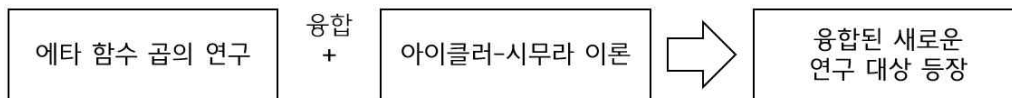


이 논문은 *Advances in Mathematics*(IF 1.435, IF 분야별 상위 백분율 13.7%)에 출판되었다. 페르마의 마지막 정리에서 보듯이 보형 형식은 정수론, 조합론, 수리 물리, 위상수학 등의 다양한 분야의 대상들을 표현해 주는 중요한 함수이다. 이러한 보형 형식 중에서 에타 함수는 더욱 각별한 의미가 있다. 예를 들어, 1을 에타 함수로 나누어 얻어지는 함수는 조합론에서 중요한 분할수의 생성함수가 된다. 이러한 관계 덕분에 분할수에 관한 다양한 추측들이 보형 형식의 이론을 통해 증명이 이루어지게 되었다. 보다 일반적으로 에타 함수의 곱으로 표현되는 함수는 정수론, 조합론, 수리 물리 등에 다양한 대상들에 대한 생성함수가 되게 된다.

다른 한편으로 페르마의 마지막 정리는 타니야마 시무라 추측 증명을 통해 이루어지게 되었는데 이러한 이론의 저변에 보형 형식과 군 코호몰로지 사이에 관계에 관한 아이클러-시무라 코호몰로지가 있다. 아이클러-시무라 코호몰로지 이론은 보형 형식의 공간과 군 코호몰로지 사이에 동형 사상이 존재한다는 것을 증명하고 있으며, 이것은 타니야마 시무라 추측에 앞서 그 역에 관한 이론을 제시하고 있었다. 아이클러-시무라 코호몰로지 이론에서 불의 연산자는 중요한 역할을 한다. 또한, 이러한 불 연산자에 대한 보형 형식 혹은 막보형 형식의 상에 대해서는 다양한 응용과 그 자체의 중요성으로 활발히 연구되었다.

두 연구 주제, 에타 함수의 곱으로 표현되는 함수와 아이클러-시무라 코호몰로지 이론이 융합되면서 새로운 응용이 등장하여 불 연산자의 상 역시 에타 곱 함수가 되는 에타 곱함수에 대한 연구가 이루어지게 되었다.

2



하지만, 이러한 새로운 연구 대상에 대한 이론의 부재로 이전의 연구들은 개별적인 (유한한) 예들을 연구하는데 머물러 있었다. 이 대표 업적물에서는 이러한 어려움을 극복하고 불 연산자의 상이 에타 함수 곱이 되는 에타 함수의 존재성을 판별해 줄 수 있는 조합적인 모델을 최초로 만들어 그 모델의 조합적인 성질을 통해 레벨이 제곱인자를 가지지 않았을 때 대한 완벽한 분류를 얻어내었다.

- 기존 결과 : 이론의 부재로 인한 개별적인 유한한 예들에 대한 조사
- 업적물의 결과 : I. 최초로 만든 조합론 모델을 통해 일반적 적용 가능한 이론을 정립함
 II. 위 이론을 바탕으로 개별적인 몇몇 예들에 국한되어 있던 결과에서 벗어나 일반적 제곱수 인자를 갖지 않는 레벨에 대한 완벽한 분류를 얻어 냄.

Double Pieri algebras and iterated Pieri algebras for the classical groups. American Journal of Mathematics, Vol. 139(2), pp. 347-401, (2017).

이 논문은 Impact factor 1.527, Q-value Q1 (상위 10.2%)인 American Journal of Mathematics 에 게재되었다. 이 논문은 복소 고전군 또는 선형군이라 불리는 complex classical groups/linear algebraic groups $GL(n)$, $SL(n)$, $Sp(n)$, $O(n)$ 표현공간의 피에리 타입 텐서 곱을 매우 독창적인 방법으로 기술하고, 이를 이용하여 얻은 여러 새로운 결과물들을 담고 있다.

앞서 나열한 고전 군들의 기약(irreducible) 표현공간은 조합론적으로 한 줄짜리 영 다이어그램들과 대응되는 단순한 형태의 기약 표현공간들을 여러 번 텐서 곱하여 얻은 벡터공간을 분해하여 얻을 수 있다는 점이 알려져 있고, 이러한 텐서 곱을 직합으로 분해할 때 적용되는 피에리 규칙이 고전 군의 타입별로 잘 알려져 있다. 이 논문에서는, 군의 작용 하에 변하지 않는 다항식들이 이루는 불변환의 구조를 주제로 하는 고전적인 불변다항식 이론(classical invariant theory)을 이용하여, 여러 번 중복된 곱의 피에리 규칙을 규명하기 위해 중첩 피에리 환이라는 특별한 등급환을 구성하였다. 적절한 조건에서, 이 중첩 피에리 환의 구조는 고전 군의 타입과 상관없이 동일하게 기술되며, 이로부터 피에리 형식의 텐서 곱 상황에서 나타나는 고전 군의 공통적인 표현론적 성질을 유도하였다.

또한, 대수적 조합론과 계산 기하적 관점에서, 피에리 환이 부분 순서(partial order)로부터 유래된 토릭 다양체의 변형으로 볼 수 있다는 점을 증명함으로써 현대 표현론에서 등장하는 기약 표현공간의 중복도 및 차원 계산을 위한 조합론적 대상들에 대한 대수학적인 연결 고리를 제시하였다. 더불어, 다소 예상치 못한 분야 대한 응용으로, 이 피에리 환에 Howe duality라는 관점으로 상호 쌍대성을 적용하여, 유한 차원 표현공간의 피에리 형식의 텐서 곱을 특정 리 대수의 무한차원 표현공간을 부분 대수의 표현공간으로 재구성하는 상황으로 해석하고, 관련된 기약 표현공간의 중복도 문제에 대한 답도 제시하였다.

이 논문의 우수성은 다양한 후속연구에서도 지속해서 드러나고 있다. 피에리 환이 클러스터 대수 구조를 갖추고 있음을 밝혔고 (Journal of Pure and Applied Algebra, 2018), 피에리 타입 곱의 skew symmetric 버전에 해당하는 대상을 연구하였고 (Journal of Mathematical Physics, 2018), 수리물리, 대수기하, 선형대수 등 다양한 분야와 밀접하게 연결된 Littlewood-Richardson coefficients와의 관련성에 대해서도 일부 결과물을 내놓았으며 (Journal of Algebraic Combinatorics, 2017; International Journal of Algebra and Computation, 2019), 계속해서 다양한 관련 후속 연구를 준비 중이다.

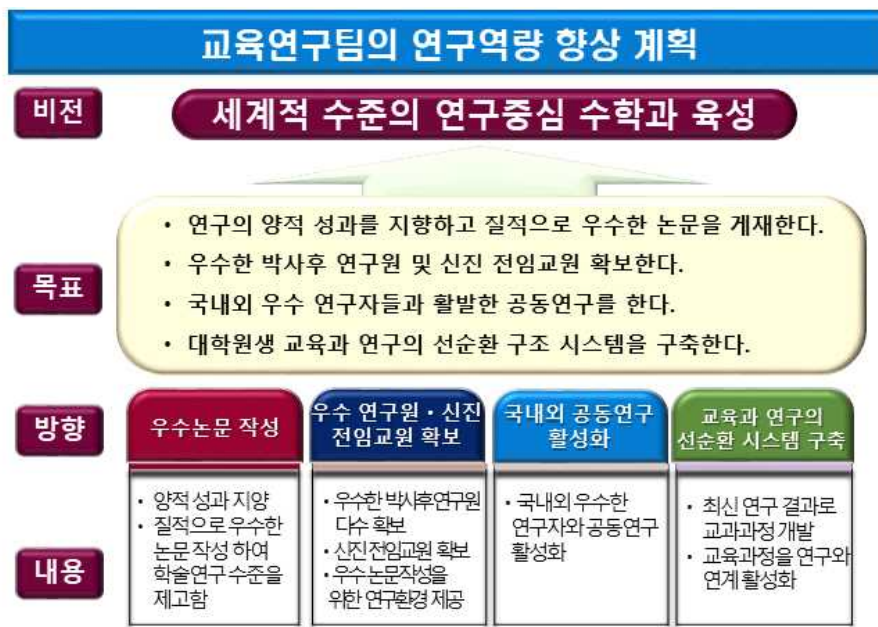
Ⅲ. 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

1.3 교육연구팀의 연구역량 향상 계획

고려대학교 수학과를 세계적 수준의 연구중심 학과로 육성하기 위한 4차 BK21 고려대학교 미래인재 교육연구팀의 연구역량 향상 계획은 구체적 방안은 다음과 같다.

- 연구의 양적 성과를 지양하고 세계적 수준의 질적으로 우수한 논문 게재 향상
- 우수한 박사후연구원 및 신진 전임교원 확보로 연구역량 향상
- 국내외 활발한 공동연구 및 학술 활동 역량 향상
- 대학원생 교육과 연구의 선순환 구조 시스템 구축



▣ 연구의 양적 성과를 지양하고 세계적 수준의 질적으로 우수한 논문 게재 향상 계획

● 참여교수의 연구몰입도 제고를 위한 충분한 연구시간 확보

책임수업시간의 유연성을 활용하여 참여교수의 연구몰입도를 위한 충분한 연구시간을 확보하여 우수한 연구논문을 작성할 수 있도록 한다. 본교는 2004년 책임시간을 한 학기 9시간에서 6시간으로 강의 부담을 경감하였으며, 일반 교수의 책임시수를 탄력적으로 운영하기 위해 2020년 ‘유연 책임수업 시간제’를 도입하여, 연구에 전념할 수 있도록 해당 학기에 3시간 강의를 하고 나머지 3시간을 다음 학기로 이월할 수 있게 허용하고 있다. 또한, 본교는 교원이 기존의 16주 학기제 교육과정에서 탈피하여 4주, 8주, 10주간 집중강의 형태로 수업을 할 수 있도록 하는 ‘유연학기 운영 시행세칙’을 마련하고, 참여교수들이 연구에 몰입해서 우수한 논문을 작성할 수 있도록 학기 일정을 유연하게 사용하게 한다.

● 우수한 논문 높은 업적평가점수 부여

우수한 학술연구 논문은 교원 연구업적 점수에서 높은 평가를 받게 되어 양적으로 다수의 논문을 작성하는 것보다 소수의 질적인 우수한 연구 논문작성을 장려한다.

● **우수 학술논문 게재장려 지원 마일리지**

고려대학교 연구처에서는 우수한 학술연구 논문을 국내외 학술지에 게재, 발표하도록 권장하여 본교 교원의 학술연구활동 활성화에 기여함과 아울러 본교의 학술연구 수준을 제고하고자 전문학술지 논문게재장려 지원사업을 다음과 같이 시행하고 있다.

지원기준: JCR IF	지원 마일리지
학문분야별 상위 2% 이내 학술지 발간 논문	8,000,000
학문분야별 상위 4% 이내 학술지 발간 논문	6,000,000
학문분야별 상위 6% 이내 학술지 발간 논문	5,000,000
학문분야별 상위 8% 이내 학술지 발간 논문	4,000,000
학문분야별 상위 10% 이내 학술지 발간 논문	3,000,000
학문분야별 상위 20% 이내 학술지 발간 논문	2,000,000

분야별 IF 기준으로 우수논문 장려제도로 마일리지를 지급하고 매 학기 마일리지로 연구과제를 생성하여 박사후연구원을 채용해서 연구비로 사용할 수 있다. 또한, 국제저명학술지에 우수논문 게재를 독려하기 위해 JCR 카테고리별 상위 10%에 해당하는 우수논문에 대한 인센티브제를 적극적으로 도입하고, 우수논문을 게재한 교수들에게는 연구에 집중할 수 있도록 연구에 관련되지 않은 업무가 경감될 수 있도록 지원한다.

● **영어논문 교정 지원**

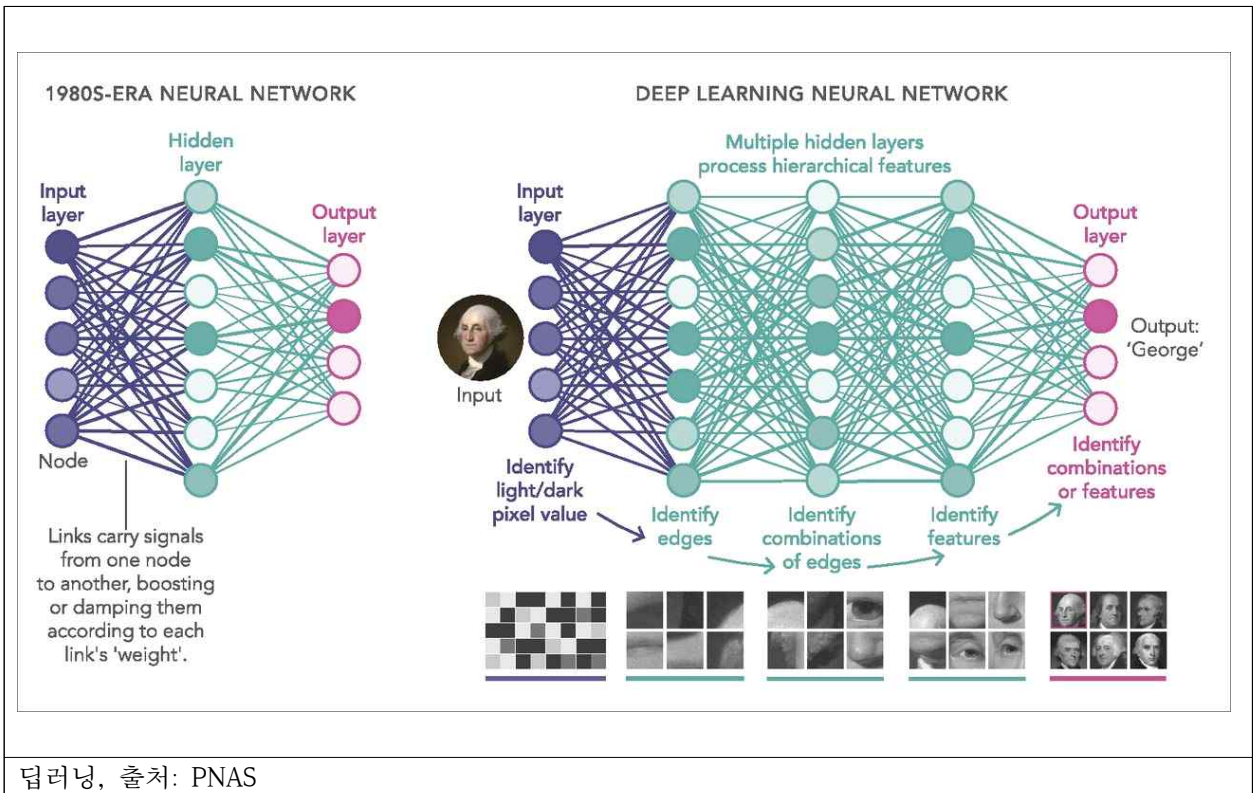
우수한 학술연구논문을 국제학술지에 게재 신청 전 논문에 대한 영어권의 Native Speaker로 하여금 교정을 보게 함으로써 논문에 대한 신뢰성을 제고하고, 국제학술지 게재논문을 적극적으로 발굴하여 연구활동 활성화에 이바지하고자 한다. 영문교정이 필요한 경우 에디티지(Editage)와 같은 영어논문 전문교정 업체를 활용할 수 있으며 영문교정 비용은 논문 수에 제한 없이 고려대학교 연구처에서 전액 지원한다.

▣ **우수한 박사후연구원 및 신진 전임교원 확보로 연구역량 향상**

우수한 박사후연구원 확보에 대한 계획은 4단계 BK21 교육연구팀의 재원으로 매년 3명의 인원과, 각 참여교수의 개인 또는 집단 연구과제 연구비로 매년 3명의 인원, 박사후 국내연수 및 리서치펠로우로 2명, 그리고 고려대학교 연구처의 지원에 의한 교내 학술연구 활동 지원사업 중 연구교원 지원사업에 의한 박사후연구원 2명 등 매년 10명의 우수한 박사후연구원을 확보하여 4차 BK21 고려대학교 미래인재 교육연구팀의 세계적 수준의 연구중심 수학과를 육성하기 위한 연구역량 향상에 기여하고자 한다. 고려대학교의 연구교원 지원사업은 전임교원의 연구활동 활성화를 위한 연구인력 지원, 학술연구활동 경쟁력 강화 및 연구업적 향상, 지속적인 학문후속세대 지원 및 우수 연구인력 양성을 목적으로 하는 사업이다. 한국연구재단의 이공분야 학문후속세대지원사업은 학문후속세대에게 국내외 대학 또는 연구소에서 연수 기회를 제공하여 학술연구의 지속성 유지 및 연구능력의 질적 향상을 유도하고자 하는 사업이다.

본 교육연구팀의 연구역량을 향상하기 위해 우수한 연구인력을 확보하고자 한다. 국제적으로 우수한 연구역량을 갖춘 교원 또는 신진연구인력을 확보하고 지원할 계획이다. 고려대학교 수학과는 현재 19명의 전임교수가 재직하고 있으며, 이미 질적으로 매우 활발한 연구 활동을 하고 있다. 그 예로 지난 5년

간(2015.01.01.-2019.12.31.) 본 교육연구팀 참여교수들이 게재한 논문 총 247편 중 37편이 Journal of Differential Equations (7편), Journal of Functional Analysis (3편)를 비롯한 IF 상위 10% 이내에 해당하는 우수논문들이다. 고려대학교 수학과는 국내외에서 탁월한 연구역량을 갖춘 우수교원을 매년 총원하여 전임교원 수가 2027년 8월까지 7명 신규 임용하는 것을 목표로 한다. 연구 성과를 더욱 향상시키기 위하여 겸임교수제, 초빙교수제, Brain Pool 등의 제도를 적극적으로 활용하여 탁월한 국내외 학자들이 본 수학과에 장, 단기 방문하고 연구와 교육에 참여하도록 적극 유도할 계획이다. 이것은 참여교수들과 대학원생들에게 더욱 중요한 연구 분야를 접할 수 있도록 기회를 제공하고 연구 분위기를 고조시킬 수 있다.



딥러닝, 출처: PNAS

4차 BK21 고려대학교 미래인재 교육연구팀은 최근 시대의 흐름과 요구에 맞추어 최근 Princeton 대학에서 10여 년 전부터 머신러닝과 인공지능을 연구하고 산업계와 학계를 오가며 데이터 과학의 다양한 용례를 접한 이동현 참여교수를 초빙하여 인공지능을 연구하는데 수학이 더 큰 기여를 할 것으로 기대한다.

신진교원의 연구몰입도 증진을 위한 고려대학교 지원 제도와 계획은 크게 연구비와 기타지원으로 나뉜다. 연구비 지원제도에는 미래 창의 연구 사업(KU-FRG), 인성 신임교원 정착 연구비, 특별연구비 중 신임교원 정착 연구비가 있다. 미래 창의 연구 사업은 신진교원도 참여할 수 있는 연구지원 사업으로 18년도 미래 창의 연구 사업의 지원 총액은 15.6억원에 달했고, 이 중 41%를 개인 신진교원에게 지급하였다. 또한, 18년도에 미래 창의 연구 사업에 신청한 신진교원 55명 모두 연구비를 수주하였다. 갈수록 늘어가는 사업 규모에 맞춰 연구비 총액이 증가할 예정이고, 신진교원 모두 안정적으로 연구비를 받을 수 있기에 신진교원에게 가장 강력한 지원제도가 될 것이다.

인성 신임교원 정착 연구비는 연구업적 및 발전 가능성이 우수한 신진교원을 단과대학장이 선정한 후 지급하는 제도이다. 이 제도를 통해 우수한 결과에 따른 보상이 주어지므로 더욱 우수한 실적을 낼

수 있을 것이라 기대한다. 또한, 특별연구비 중 신입교원 정착 연구비 지원을 통해 추가로 전임 신입교원을 지원하며 위와 마찬가지로 우수 신입교원에게는 매칭펀드도 제공한다. 다음으로 기타지원 제도에는 신진교수 보직 지양, 신입교수 재평가 기간 자율선택, 유연책임수업 및 시간제 운영, 최초 연구년 우선권 부여 등이 있다. 신진교수 보직 지양 제도는 수학과 내규를 따르며, 신진교원(조교수 및 부교수)은 학과 내부의 보직을 맡지 않게 하는 것이다. 이를 통해 신진교원이 연구에 더욱 집중할 수 있도록 환경을 제공한다. 다음으로 신입교수 재평가 기간 자율선택 제도는 재임용 및 직위 승진을 위한 연구실적 요건에 기반하여 상대적으로 기반이 부족한 신진교원의 연구 몰입도를 향상하기 위하여 재평가 기간을 3년 혹은 5년 중 자율적으로 선택할 수 있도록 하는 것이다. 이를 통해 충분한 시간을 부여하여 양질의 연구 결과를 기대할 수 있고, 이는 재임용 또는 승진으로 이어져 선순환 구조를 만들어 낸다.

유연책임수업 및 시간제 운영 제도는 책임수업시간 및 강의로 지급 규정에 따라 이를 신청하는 신입교원에 대해 선택한 학기의 수업시수를 3시간 이상, 1년 기준 12시간으로 설정할 수 있도록 하고, 학장의 승인 아래 대학원 강의 3시간을 책임 수업시간으로 인정하는 것이다. 이를 통해 1년 동안 상대적으로 유연하게 수업시수를 배분할 수 있어 연구에 더욱 집중할 수 있도록 한다. 마지막으로 최초 연구년 우선권 부여 제도는 연구년 신청 시 신진교원이 가장 높은 연구년 순위에 배정될 수 있도록 배려하여 연구 활동이 왕성한 시기에 더욱 좋은 결과를 기대할 수 있도록 만드는 것이다.

[신진교원의 연구몰입도 증진을 위한 지원 제도와 계획]

연구몰입도 증진을 위한 지원제도

미래 창의 연구 사업 (KU-FRG)

□KU-FRG(KU-Future Research Grant)

- 신진교원만 참여할 수 있는 연구 지원 사업

유형

집단 연구

신진 개인연구

국제연구 협력

- 18학년도 KU-FRG 연구비 지원 총액은 15.6억원이며, 그 중 41%인 6.5억원을 개인 신진교원에 지급
- 18학년도 KU-FRG를 신청한 개인 신진교원은 55명이며, 55명 전원 연구비 선정

인성(人星) 신입교원 정착 연구비

- 단과대학장이 신입교원의 연구업적 및 발전가능성 등의 우수성 감안해 대상자 선정

특별연구비 중 신입교원 정착 연구비

- 본교 신입교원(전임)을 대상으로 특별연구비 지급 (특별연구비 지급 규정 제8조)
- 우수 신입교원의 경우 매칭펀드도 제공

신진교원 지원 제도

구분	제도	내용
신진교수 보직지양	각학과내규	- 신진교원(조교수, 부교수)은 보직을 맡지 않음
신입교수 재평가기간 자율선택	재임용직위 승진등을 위한학술논문요건시행세칙	- 재평가 기반이 부족한 신입교원의 연구 몰입도 강화를 위해 재평가 기간을 3년 또는 5년 중 자율적으로 선택하도록 함
유연책임수업 시간제	책임수업시간 및강의로 지급규정	- 유연책임수업시간을 선택하는 전임교원의 책임수업시간 학기당 3시간 이상, 1년을 기준으로 12시간으로 함 - 소속 대학의 학장이 승인하면 대학원 강의 3시간을 책임수업시간으로 인정함
최초 연구년 우선권부여	교원 연구년 신청 관련 체크리스트	- 연구년 신청 시 신진교수가 가장 높은 연구년 순위 배정 원칙 확대

▣ 국내외 활발한 공동연구 및 학술 활동 역량 향상

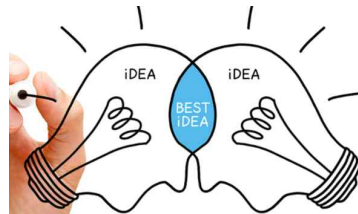
● 전문가초청 세미나 및 콜로키움 진행

본 교육연구팀은 2016년 1학기부터 2019년 2학기까지 수치해석학, 수리생물학, 해석학, 위상수학, 기하학, 대수학, 확률론, 큐잉이론, 금융 등의 여러 가지 주제로 하여 국내외의 관련 분야 전문가를 초청하여 63회의 세미나 및 콜로키움을 진행하였다. 더 나아가 강연자와 많은 정보를 공유하고 이야

기를 나누는 질의응답 시간을 따로 마련하여 다양한 정보를 공유할 수 있도록 진행하였다. 본 교육 연구팀은 관련 연구 분야의 연구역량을 향상하고자 관련 분야의 전문가를 초청하여 매 학기 최소 16회의 세미나 및 콜로키움을 진행할 계획이다.

● **국내의 학술 활동 역량 강화**

연구에 있어서 독자적인 연구역량뿐만 아니라, 관련 분야의 국제 연구자들과의 지식공유, 공동연구를 수행하는 역량도 필요하다. 따라서, 국내외 수학자들과 정보를 공유하고 공동연구를 수행할 수 있는 학문적 네트워크는 연구역량을 키우는데 반드시 요구되는 부분이다. 이를 위해 본 교육연구팀은 국내외 학자들의 본 수학과 방문을 주선하거나 본 수학과에서 학술대회, 계절학교, 워크샵 등을 많이 개최하도록 노력할 것이다. 이것이 활성화되면 최근 활발한 활동으로 능력을 인정받는 국내외 수학자들과 본 교육연구팀 참여교수 및 대학원생들과의 교류가 더욱 활발해질 것이다. 이에 따라 관련 분야에서 국내외 유수의 국제 전문 학술대회에 참가하여 연구 내용을 발표하며 관련 연구자 및 전문가들과 연구 내용에 대하여 의견을 주고받음으로써, 우수 연구 결과를 산출하도록 할 계획이다.



● **대학 간 공동연구**

본 교육연구팀은 최근 5년간(2015.1.1.-2019.12.31.) 국내대학 또는 연구기관과 활발한 공동연구를 진행하여 154편의 논문을 게재하였으며, 국제대학과 활발한 공동연구를 진행하여 82편의 논문을 게재하였다. 앞으로도 꾸준히 국내 및 국제대학 간 공동연구를 진행하며 관련 분야에서 연구하는 전문가들과 함께 활발하게 논의하여 피드백을 주고받아 연구 내용을 객관적으로 검증할 수 있도록 동료평가를 진행하고자 한다.

▣ **대학원생 교육과 연구의 선순환 구조 시스템 구축 계획**

대학원생은 교육을 받을 대상인 동시에 지도교수와 같이 우수한 공동연구를 할 수 있는 자원이다. 본 교육연구팀은 고려대학교 수학과와 과훈인 교학상장(敎學相長)의 정신을 중심으로 교육과 연구를 수행하고자 한다. 교학상장은 ‘스승은 가르침으로써 성장하고 제자는 배움으로써 진보한다’라는 뜻이며 이는 연구와 교육이 동시에 이루어진다는 것이다. 교학상장은 연구를 통한 교수의 성장은 교육을 통한 제자의 발전과 함께 이루어진다는 것으로 본 교육연구팀은 교학상장의 정신을 바탕으로 대학생들과 같이 우수 논문을 작성할 계획이다. 구체적 계획으로는 최신 연구 결과를 바탕으로 새로운 교과과정을 개발하고 이를 대학원생 교육에 활용한다. 교과목 수강을 한 대학원생은 수업 내용을 더 발전시켜 우수한 연구논문을 작성한다.

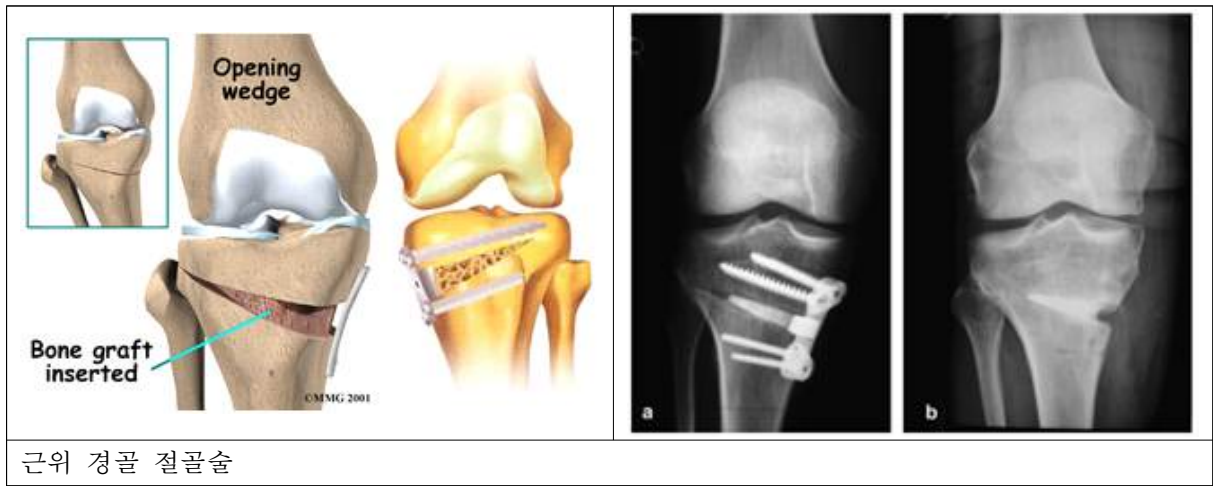
2. 산업사회에 대한 기여도

2.1 산업사회 문제 해결 기여 실적

고려대학교 수학과 교수진의 연구를 통해 산업 및 사회문제에 기여한 실적은 다음과 같다. 바이오 스캐폴드(bioscaffolds)와 3차원 프린팅 연구, NH투자증권과 로보어드바이저 투자솔루션 개선 컨설팅, 투자증권과 채권평가사의 계산 모듈의 객관적 검증 등이 있다. 자세한 내용은 다음과 같다.

■ 바이오 스캐폴드(bioscaffolds)와 3차원 프린팅 연구

퇴행성 관절염으로 무릎이 안쪽으로 휘어 O형 다리로 변형이 이루어지거나 골절 혹은 무혈성 괴사 등으로 관절의 정렬이 비정상적으로 변형되는 경우가 발생한다. 이러한 경우 수술적 방법의 하나로 근위 경골 절골술(High tibial osteotomy, HTO)이 있다. 이는 무릎 아래쪽에 있는 굽은 뼈를 절골한 다음, 절골 부위에서 원하는 만큼 쉼기 모양으로 벌린 후에 고정하고 골이식을 시행하는 방법이다 (아래 그림 참고). 하지의 비정상적인 축을 바로 잡음으로써 슬관절에 부하되는 하중을 보다 건강한 관절면에 옮겨 응력의 분포와 관절의 정렬을 개선하여 통증을 경감시키는 치료방법이다.



근위 경골 절골술

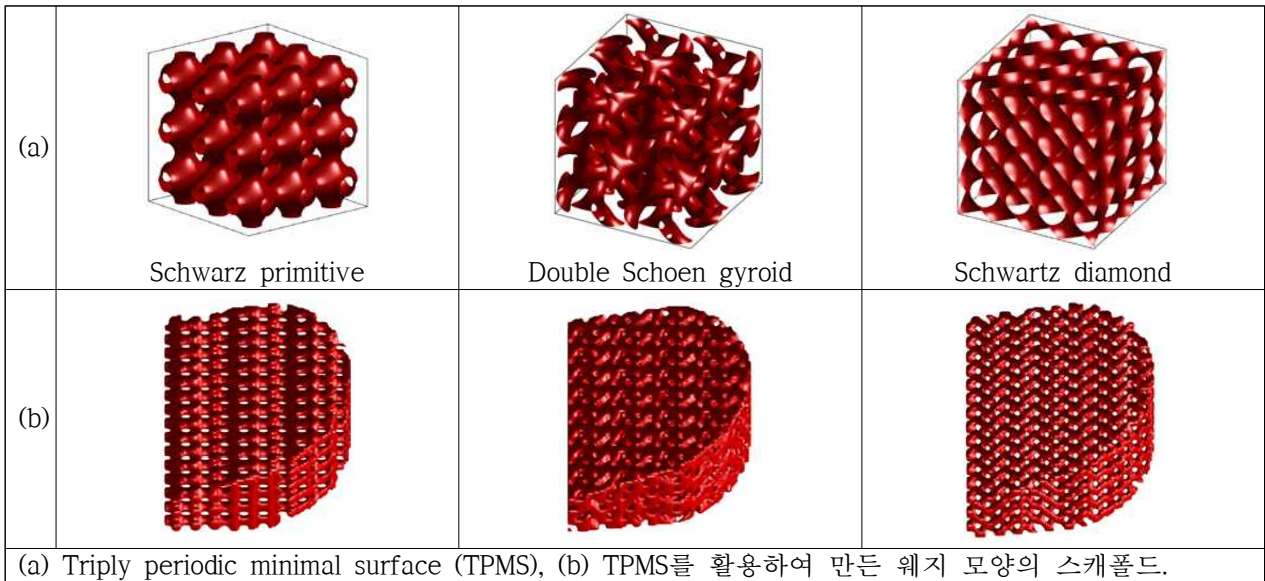
이 방법은 교정의 정도를 조절하기 쉽고 주변 관절이 잘 보존되는 장점이 있지만, 수술 시 골이식이 필요하다는 단점이 있다. 골이식의 경우 환자 본인의 골반 부위에서 뼈를 떼어 이식하는 자가골 이식술과 다른 사람이 기증한 골을 이용하는 동종골 이식술이 있다. 환자 본인의 골을 채취하는 것도 부담스러운 일이지만, 동종골을 이용할 경우 자가골이 아니므로 초기 고정력이 약하고 재활 기간이 길어지는 단점이 있다. 이에 김준석 교수는 2017~2018년에 바이오 3차원 프린팅 전문업체인 주식회사 로킷(ROKIT)과 뼈 스캐폴드에 관해 공동연구를 진행하였다. 골 결손에 대한 지지체 및 골격 조직의 재생을 위해 절개 부위에 잘 맞는 웨지 모양의 뼈 스캐폴드를 생성하는 방법에 관한 연구였다.

MRI 혹은 CT 촬영을 통해 스캐폴드를 만들고자 하는 부위의 점 데이터를 이용하여 3차원 형상을 만들고 다공 구조로 만드는 알고리즘에 관해 연구하였다. 산업 문제 해결을 위한 알고리즘을 개발하기 위하여 기하학적으로 접근하고 수치해석 기법들을 적용하였다. 먼저, 상태장 방법을 적용하여 점 데이터를 3차원 형상으로 생성하는 효율적인 수치 해석적 방법들에 관해 연구하였다. 그리고 스캐폴드 위에서 세포 성장에 대한 수학적 모델링과 시뮬레이션을 연구하였다. 연구결과들은 SCI급 저널 논문으로 출판되었고 실제 상용화할 수 있도록 산업체에서 작업하고 있다. 다음 리스트는 스캐폴드 산업문제를 풀기 위한 관련 연구논문 목록이다.

연번	논문제목	저자	저널명/출판년도
1	Efficient 3D volume reconstruction from a point cloud using a phase-field method.		Mathematical Problems in Engineering, 2018 (IF 1.179, SCI급)

2	Surface reconstruction from unorganized points with l_0 gradient minimization		Computer Vision and Image Understanding, 2018 (IF 2.645, SCI급)
3	Multicomponent volume reconstruction from slice data using a modified multicomponent Cahn-Hilliard system		Pattern Recognition, 2019 (IF 5.898, SCI급, IF 분야별 백분위 상위 10% 이내)
4	Mathematical Model and Numerical Simulation for Tissue Growth on Bioscaffolds		Applied Sciences, 2019 (IF 2.217, SCI급)

다음은 근위 경골 절골술 시 사용할 수 있는 뼈 스캐폴드의 수치실험 결과이다.



☐ NH투자증권과 로보어드바이저 투자솔루션 개선 컨설팅

*** 교수가 연구책임자로서 *** 교수 및 수학과 대학원생들과 함께 (주)NH투자증권의 ‘로보어 드바이저 투자솔루션 개선 컨설팅’ 프로젝트를 2019년 4월부터 2019년 12월까지 진행하였다. 이 프로젝트는 금융상품의 개선을 위한 학술적 연구로는 업계 최초의 산학과제이다. 본 과제는 NH투자증권에서 개발하여 판매하고 있는 금융상품의 기초 역량을 강화하고 상품의 대외 공신력 제고를 위해 연구가 진행되었다는 점에서 단순한 산학연구와 차이가 있다. *** 교수와 *** 교수는 다음과 같은 금융 분야 다양한 연구를 진행하였으며, 이를 바탕으로 NH투자증권과 프로젝트를 진행하였다.

연번	논문제목	저자	저널명/출판년도
1	An efficient binomial method for pricing Asian options		Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 2016 (IF 0.973, SCI급)

2	A prediction methodology for the change of the values of financial products	Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 2017 (IF 0.973, SCI급)
3	Performance of deep learning in prediction of stock market volatility	Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 2018 (IF 0.973, SCI급)
4	Pricing external barrier options in a regime-switching model	Journal of Economic Dynamics & Control, 2015 (IF 1.502, SCI급)
5	Iterative algorithm for the first passage time distribution in a jump-diffusion model with regime-switching, and its applications	Journal of Computational and Applied Mathematics, 2015 (IF 1.883, SCI급)
6	An asymmetric lottery Blotto game with a possible budget surplus and incomplete information	Economics Letters, 2017 (IF 0.876, SCI급)
7	A lottery Blotto game with heterogeneous items of asymmetric valuations	Economics Letters, 2018 (IF 0.876, SCI급)
8	Existence of a unique Nash equilibrium for an asymmetric lottery Blotto game with weighted majority	Journal of Mathematical Analysis and Applications, 2019 (IF 1.188, SCI급)

NH투자증권은 금융투자회사들 가운데 로보어드바이저 분야에서 자타공인 선두 자리를 유지하고 있다. 로보어드바이저는 로봇과 투자전문가(어드바이저)의 합성어로 고도의 알고리즘과 빅데이터 분석을 통해 인간 PB 대신 포트폴리오 관리를 수행하는 온라인 자산관리 서비스를 말한다. 매일 쏟아지는 수많은 데이터와 투자 정보를 고객 개개인이 직접 수집하고 분석해 투자 판단을 내리는 것에는 한계가 있다. 따라서, 인공지능(AI)이 국내외 시장을 쉬지 않고 모니터링을 하고 시장 변화까지 예측해 투자 전략에 반영하는 알고리즘 서비스는 개인 주식투자자를 위한 최적의 디지털 솔루션이다. NH투자증권은 금융위원회 주관 로보어드바이저 테스트베드를 통과한 로보어드바이저 상품을 총 5개 보유하고 있고, 이 중 ‘QV 글로벌 로보 랩’은 미국에 상장된 상장지수펀드(ETF)에 투자하는 서비스로, 로보어드바이저 테스트베드 전 차수를 통틀어 누적수익률이 1등(2016년 10월 17일~2019년 12월 2일 누적 28.52%)이다. 참여 연구진은 각종 거시경제 지표(금리, 국내총생산(GDP), 물가 등)를 활용, 시장국면 예측을 통한 전략적 자산배분 엔진을 개발한 뒤 금융수학과 AI를 결합한 전략적 자산배분, 기술적 자산배분, 최적화 모델 연구 및 리스크(위험) 관리 등의 연구를 통해 기존 로보어드바이저 알고리즘 수익률을 개선하고 리스크를 감소시키는 성과를 이뤄냈다. 주요 성과는 다음과 같다.

1. 전략적 자산배분 (시장 상황 파악 후 주식/채권/대체자산의 대분류에 대한 투자비중 조절)
 - Hidden Markov Model을 통해 시장 상황을 파악하는 모델, 기계학습을 통해 시장 상황을 파악하는 모델, 두 모델의 하이브리드 모델 등 3가지 모델 개발
 - 각종 경제지표를 자동으로 활용할 수 있도록 하는 알고리즘 개발
2. 기술적 자산배분 (전략적 자산배분 이후 각 개별 Index에 대한 투자비중 조절)
 - Dual momentum을 이용하여 각 자산에 대한 변화 방향과 강도에 대한 스코어를 계산하는 모델,

기계학습을 이용하는 모델, 두 모델의 하이브리드 모델 등 3가지 모델 개발

- 국내외 다양한 종목들에 대한 선택 및 자산배분 알고리즘 개발

3. 포트폴리오 최적화

- Hierarchical Risk Parity와 Risk Budget Method 등을 이용하여 기존의 Risk Parity를 보완하는 알고리즘을 개발
- 기계학습을 이용한 최적화 알고리즘 구현

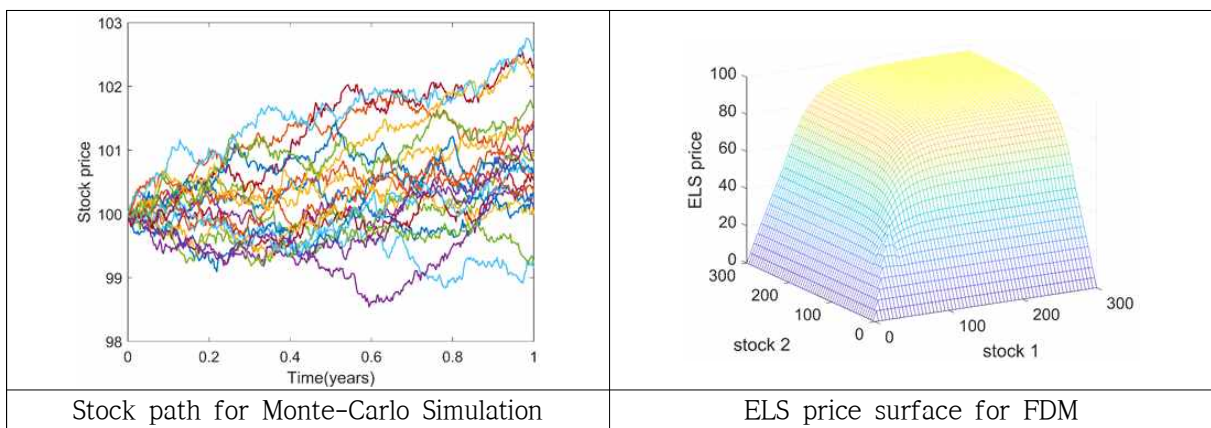
4. 리스크 관리

- 포트폴리오의 리밸런싱 이외의 시점에 시장이 급변하는 경우를 delay없이 detect 할 수 있는 알고리즘을 change-point detection 알고리즘을 이용하여 개발하였고, 이는 기존의 Protective Asset Allocation이나 Absorption Ratio보다 우수함을 입증함
- 급락이 발생할 조건부확률을 제시함으로써 stop loss를 구현함

NH투자증권은 향후 이 프로그램을 국내외 상장지수펀드(ETF)를 기초 자산으로 하는 새로운 로보어드바이저 상품에 적용할 계획이다. 각종 시장 정보, 통계청 정보, 미 연방준비제도의 자료 등을 활용하여 경기 사이클을 예측하고 상품을 평가해 주는 AI 기반의 자산 관리 엔진도 개발 중이다.

▣ 투자증권과 채권평가사의 계산 모듈 검증

금융시장에서 주목받고 있는 ELS (Equity Linked Securities)는 3개의 기초자산으로 구성된 경우가 대다수이다. 대부분 다차원 파생상품의 가격 결정은 몬테카를로 시뮬레이션으로 구하는데, 정확한 민감도(예를 들어, Greek) 값을 구하는 데 어려움이 있다. 다차원 유한차분법을 통한 파생상품 문제 해결이 정확하고 민감도를 쉽게 구할 수 있다는 측면에서 효율적인 것이다. 그러나 아직은 속도나 메모리 문제 때문에 많이 사용하지는 못하고 있다.



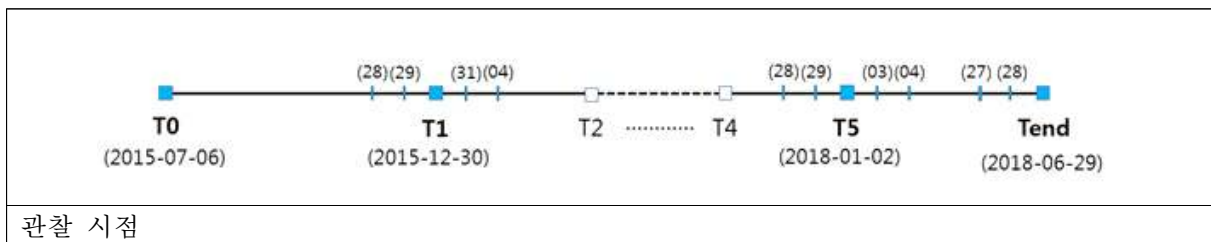
김준석 교수는 파생상품 가격결정을 위한 다양한 수치방법에 대해 연구를 하고 있다. 다차원 유한차분법을 통해 파생상품의 가격결정을 위한 방법론, 경계조건 그리고 비균일 격자를 연구하였다. 다음 리스트는 금융 산업문제를 풀기 위한 관련 연구논문 목록이다.

연번	논문제목	저자	저널명/출판년도
1	A practical finite difference method for the three-dimensional Black-Scholes equation		European Journal of Operational Research, 2016 (IF 3.806, SCI급)

2	Finite Difference Method for the Black-Scholes Equation Without Boundary Conditions	Computational Economics, 2018 (IF 1.038, SCI급)
3	A Hybrid Monte Carlo and Finite Difference Method for Option Pricing	Computational Economics, 2019 (IF 1.038, SCI급)
4	A comparison study of ADI and operator splitting methods on option pricing models	Journal of Computational and Applied Mathematics, 2013 (IF 1.883, SCI급)
5	A regime-switching model with the volatility smile for two-asset European options	Automatica, 2014 (IF 6.355, SCI급)

*** 교수는 파생상품의 가격결정을 위한 다양한 연구업적으로 A사 투자증권으로부터 채권평가사의 계산 모듈 검증을 의뢰받아 연구책임자로 ‘대형 채권 평가의 계산 모듈 검증 프로젝트’를 진행하였다. 글로벌 금융시장의 불확실성이 급증함에 따라 파생상품 및 위험관리 기법의 필요성이 커지고 있고 더불어 금융상품에 대한 분석과 파생상품의 정확한 가치 평가 필요하다. 본 산업문제 과제는 국내 대형 채권평가사들의 계산모듈의 정확성(Accuracy), 계산 속도(Efficient), 안정적인 결과치(Robustness)에 초점을 맞추어 고려대학교 수학과가 제3의 연구기관으로써 평가하였다. 산업문제 과제의 요약은 다음과 같다.

- 분석 대상 상품 (HSCEI/EURO Stock 2 indices stepdown autocall funded/unfunded swap, 10Yr 1Y Noncall Daily range accrual FICC 상품), 분석 모듈은 B, C, D 평가사들의 각각의 계산모듈
- 분석 요청 사항은 다음과 같다. (1) 가격 및 Greek의 안정성 검토 (만기일 안정성 검토, 조기상환일 안정성 검토, 발행일 안정성 검토, 기초자산 가격이 배리어/행사가격 근처일 때 안정성 검토, 배리어 근처인 경우에는 잔존만기가 1년 이하/이상인 경우를 구분 분석, Parameter 변화에 따른 가격/Greek 변화, 시간 경과에 따른 가격 및 Greek 변화 포함, funded/unfunded 구분하여 검토)
(2) 안정적인 결과를 위한 MC 최적 횟수 (안정성에 문제가 있는 경우의 파악, 각각의 경우에 대하여 안정적인 결과를 위한 MC 최적 횟수 도출)
- 상품 구조에 따라 본 평가는 총 11개의 관찰 시점으로 나누어 특정 spot에 대한 ELS 옵션 가격과 Greek을 산출 비교하였다. (1) 관찰 시점은 총 11개로 발행일, 첫 번째 조기상환일과 기준 영업일 -3일과 +3일 사이, 그리고 만기평가일과 -2일과 -2일로 정한다, (그림 참고). (2) 관찰 Spot은 각 기초 자산의 가격이 Knock-In barrier (55%) 근처인 경우와 중도평가에 적용되는 Knock-Out barrier (85%) 근처인 경우를 살펴본다. 연구에서는 54%, 55%, 56%, 70%, 84%, 85%, 86% 총 7개의 spot을 살펴본다.



본 연구진의 지식과 노하우를 바탕으로 채권평가사 모듈을 성공적으로 평가하였다.

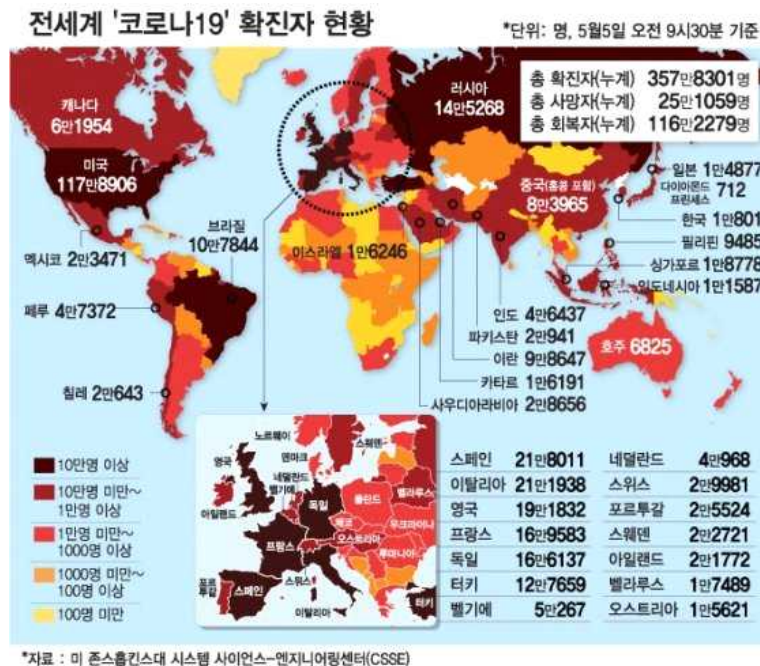
2. 산업사회에 대한 기여도

2.2 산업사회 문제 해결 기여 계획

4차 산업혁명 시대의 변화에 맞춰 국가, 사회적 필요 분야 연구인력 양성이 필요한 시기이다. 신산업, 핵심분야 동향 등 산업 변화에 맞춘 연구인력 양성을 추진하고 사회문제 해결에 기여하는 연구자를 육성하여 국민 삶의 질을 향상하기 위해 본 교육연구팀이 이바지하고자 하는 분야는 1) 코로나 19와 같은 감염병에 대한 수리적 모델링 및 확산방지 전략, 2) 복합 다공 구조의 3차원 바이오 스캐폴드 모델링, 3) 미세먼지 예측을 위한 수치 기법 개발 등이 있다. 자세한 내용은 다음과 같다.

☐ 신종 감염병 모델링

코로나바이러스감염증-19(coronavirus disease 2019, COVID-19, 코로나19)는 2019년 12월 중국 우한에서 처음 발견된 이후, 중국뿐만 아니라 전 세계적으로 빠르게 전파되고 있다. 미국 존스홉킨스대 시스템에 의하면 2020년 5월 5일 기준으로 중국 내 감염확진자는 83,965명이다. 한국에서도 10,081명의 확진자가 발생하였고, 이는 유럽 및 미국에도 확산되어 이탈리아 211,938명, 스페인 21,801명, 독일 166,137명, 미국 1,178,906명 감염되었다. 아래 그림은 국내외 코로나바이러스 감염증-19 발생 현황이다.



전례 없는 전염병으로 인한 피해를 최소화하고 필요한 조치를 하기 위해서는 감염자 수를 미리 예측하는 것이 중요하므로, 유행 예측에 대한 수학적 모델이 있다면 적절한 대응책을 마련할 수 있는 근거가 되어 큰 피해를 막을 수 있을 것이다. 전염병 확산 모델링에 많이 사용되는 기본 모델로는 SIR(Susceptible-Infected-Recovered) 모델이 있다. 본 교육연구팀은 이를 응용하여 감염자 수 확산에 대해 새로운 모델을 제안하고자 한다. 다음은 새 모델을 위한 가정이다.

$S(t)$ 는 감염 가능성이 있는 개체(susceptible)로 감염되지 않았으나 감염자와의 접촉을 통해 감염될 수 있는 개체이다. $U(t)$ 는 감염 사실이 확진되지 않은 개체(Unidentified infected)로 감염되었으나 확진되지 않았으므로 격리(isolation)되지 않아 감염 가능성이 있는 개체에 전염 가능하다. $C(t)$ 는 확진된 개체(confirmed)로 감염되었고 감염 사실이 확진된 개체의 누적치이다. 감염되었다가 회복되거나 사망한 경우도 포함한다. 일단 확진되면 완전히 격리되므로 다른 개체에게 전염시킬 수 없다고 가정한다. β 는 단위 시간당 질병 전염률이고, 전체 인구는 β 의 확률로 동일하게 감염될 수 있다. γ 는 미확진 개체 중 확진될 확률이다.

전체 인구 N 을 감염 가능성이 있는 개체(susceptible, $S(t)$), 감염되었으나 확진되지 않은 개체

(Unidentified infected, $U(t)$), 그리고 확진된 개체(confirmed, $C(t)$)로 분류하고, 세 변수 간의 관계를 통해 다음과 같은 SUC 모델을 고안하였다.

$$\begin{aligned} \frac{dS(t)}{dt} &= -\frac{\beta S(t)U(t)}{N}, \\ \frac{dU(t)}{dt} &= \frac{\beta S(t)U(t)}{N} - \gamma U(t), \\ \frac{dC(t)}{dt} &= \gamma U(t). \end{aligned}$$

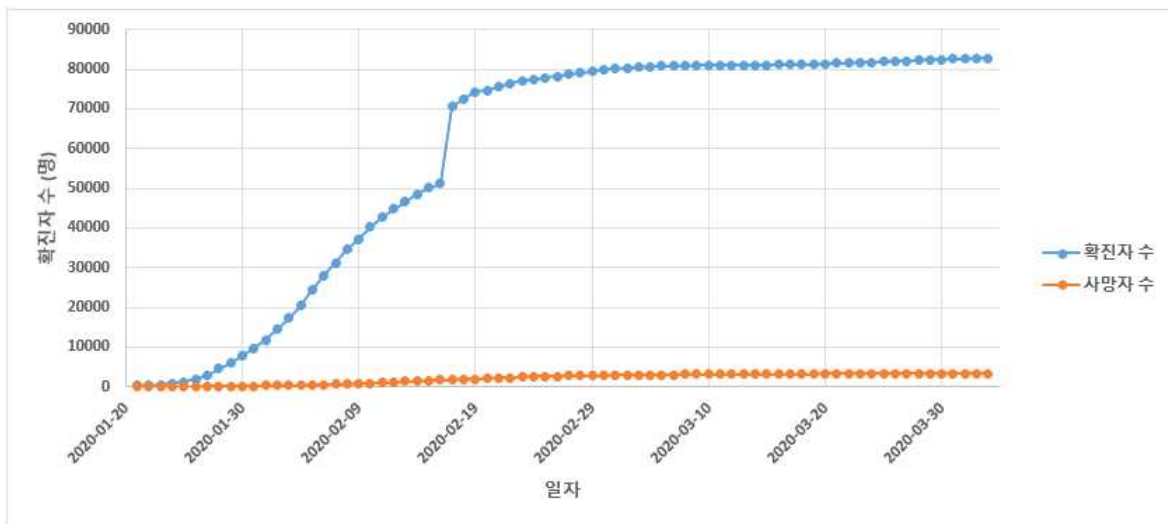
감염되었으나 확진되지 않은 개체인 U 를 예측하는 것은 감염병 확산의 방지를 위해 시행할 정책의 효과를 판단하는 근거가 될 수 있을 것이다. 어떤 예방책을 시행하였을 때, 정책의 강점이나 한계점을 모니터링하는 근거로 U 의 변화에 대한 분석을 사용할 수 있을 것이다. 또한, U 의 변화는 확산의 정도를 예측하는 기준이 되어 정부가 공급해야 할 마스크나 코로나 19 진단키트의 수, 격리 병상의 수, 의료진 등의 적정량을 책정할 수 있을 것이다. 이는 감염병 확산으로 인한 피해 예방에 상당히 중요한 역할을 할 것이다. 주어진 SUC 모델을 수치적 방법을 이용하여 근사치를 구할 수 있다. 먼저 유한차분법을 이용하여 연속된 시간과 공간에 대한 식을 이산화하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= S_n + \Delta t \frac{\beta S_n U_n}{N}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, \\ U_{n+1} &= U_n + \Delta t \left(\frac{\beta S_n U_n}{N} - \gamma U_n \right), \quad C_{n+1} = N - S_{n+1} - U_{n+1}. \end{aligned}$$

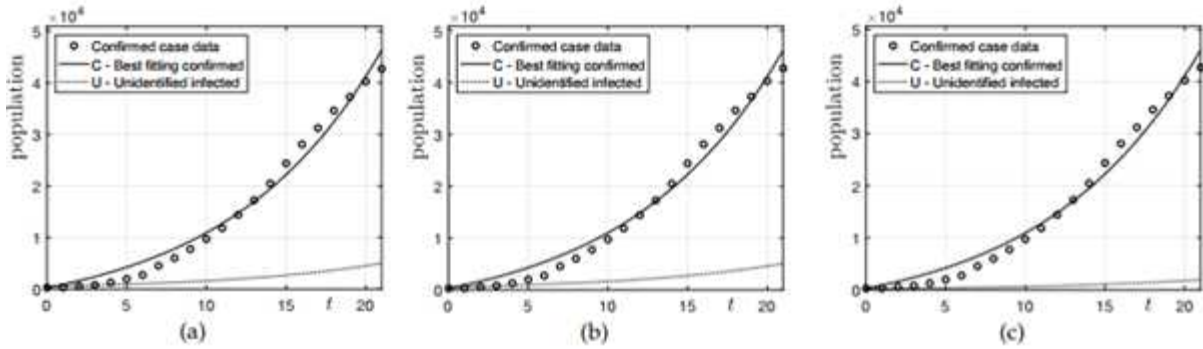
시간 $t_n = n\Delta t$ 에서 각각의 변수를 $S_n = S(n\Delta t)$, $U_n = U(n\Delta t)$, $C_n = C(n\Delta t)$ 라고 한다. 여기서, 주어지지 않은 데이터 β , γ , U_0 를 구하기 위해 최소제곱법(least-square method) 개념을 사용할 수 있다. 즉, 최적의 값을 알기 위해 비선형 곡선을 맞추는 MATLAB 내장함수 lsqcurvefit을 사용한다.

$$[\beta, \gamma, U_0] = \text{lsqcurvefit}(\text{SUCmodel}, [\beta^0, \gamma^0, U_0^0], \text{Tdata}, \text{Cdata}, \text{lb}, \text{ub}),$$

여기서, β , γ , U_0 은 최적의 파라미터이고, SUCmodel은 시간 Tdata에서 수치적으로 구한 확진자 수, Cdata는 실제 확진자 수, lb와 ub는 파라미터 벡터의 하한과 상한이다. 중국 확진자 데이터를 가지고 시뮬레이션 한 결과는 다음과 같다. $\Delta t = 0.001$, $\beta^0 = 1$, $\gamma^0 = 1$, $U_0^0 = 0.1 C_0$, $\text{lb} = (10^{-3}, 10^{-3}, 0.01 C_0)$, $\text{ub} = (10, 10, 5 C_0)$ 를 사용하였고, 확진자 분류 기준이 바뀌기 전인 2020년 2월 17일까지의 세계보건기구(WHO) 데이터를 가지고 미확진자 개체 수를 예측해보고자 한다.



시간에 따른 확진자 데이터 중 최근 데이터 p 개를 가지고 확진자 수 C 에 맞는 최적의 파라미터들을 찾고, 이를 활용하여 아직 감염 사실이 진단되지 않은 사람의 수 U 를 예측해보고자 한다. 사용한 데이터의 개수 p 와 전체 모수 N 에 따라 U 의 예측치가 어떻게 달라지는지 예비실험을 하였다. 2020년 2월 11일 기준 확진자 42,708명을 기준으로 N 을 10^9 , 10^8 , 10^7 로 10배씩 줄여보고, p 를 22개, 14개, 7개로 변화시키면서 테스트한 결과는 다음과 같다. 최근 데이터를 적게 사용할수록 실제 데이터에 잘 맞는 경향을 보였으며 감염 사실이 진단 사실이 확인되지 않은 수가 감소하였다. 아래 그래프는 $p = 22$ 일 때의 결과이다.



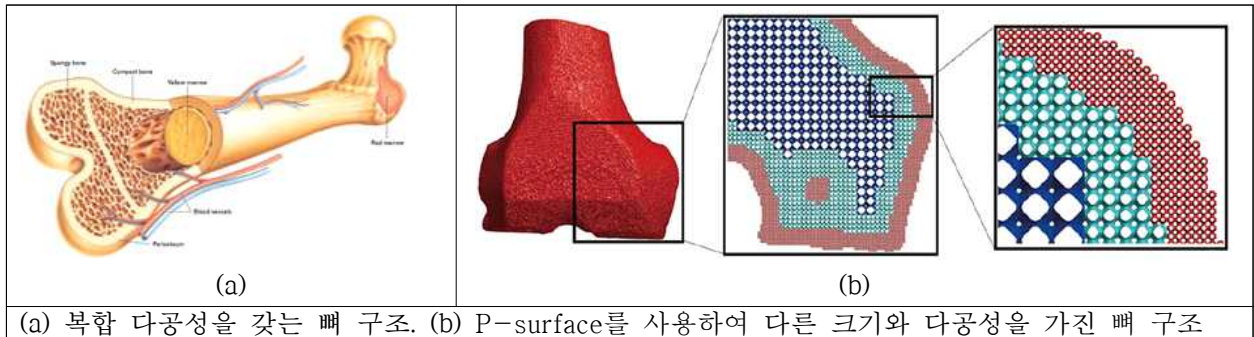
복합 다공 구조의 3차원 바이오 스캐폴드

바이오 3차원 프린팅 전문업체인 주식회사 로킷과 연구하였던 웨지 모양의 뼈 스캐폴드를 생성하는 방법 연구에 관한 후속연구로, 극소 곡면을 활용하여 전체 구조의 최적화를 고려한 복합 다공성 구조 스캐폴드를 연구하고자 한다. 뼈는 나이가 들거나 사고에 의해 손상되거나 파괴될 수 있다. 일반적인 치료방법은 자가 치유를 돕거나, 손상된 부분에 보조적인 브릿지를 시술하여 회복 후 제거하는 것이다. 하지만 손상 부위가 심각한 경우 일반적인 방법으로 회복이 어렵다. 이를 해결하기 위해 인공 뼈를 삽입하여 골격의 역할을 하거나 바이오 스캐폴드를 이식하여 조직 세포를 배양함으로써 손상된 부위가 회복되도록 하는 방법이 연구되고 있다. 바이오 스캐폴드를 손상된 부분에 이식하여 조직의 재생을 도와 면역의 거부반응 없이 조직 세포가 잘 자라나도록 배양하고, 그 스캐폴드는 시간이 지나면 몸 안에서 흡수되도록 제작되어 2차 절개가 필요 없도록 하는 것이다. 바이오 스캐폴드는 체내에서 골격의 역할을 하면서 조직 세포가 자라날 수 있도록 도와야 하므로 생체 적합성 및 다공성 구조(porous structure)로 제작되어야 한다. 또한, 튼튼한 구조를 위해서는 금속 스캐폴드가 사용된다 (아래 그림 참고).



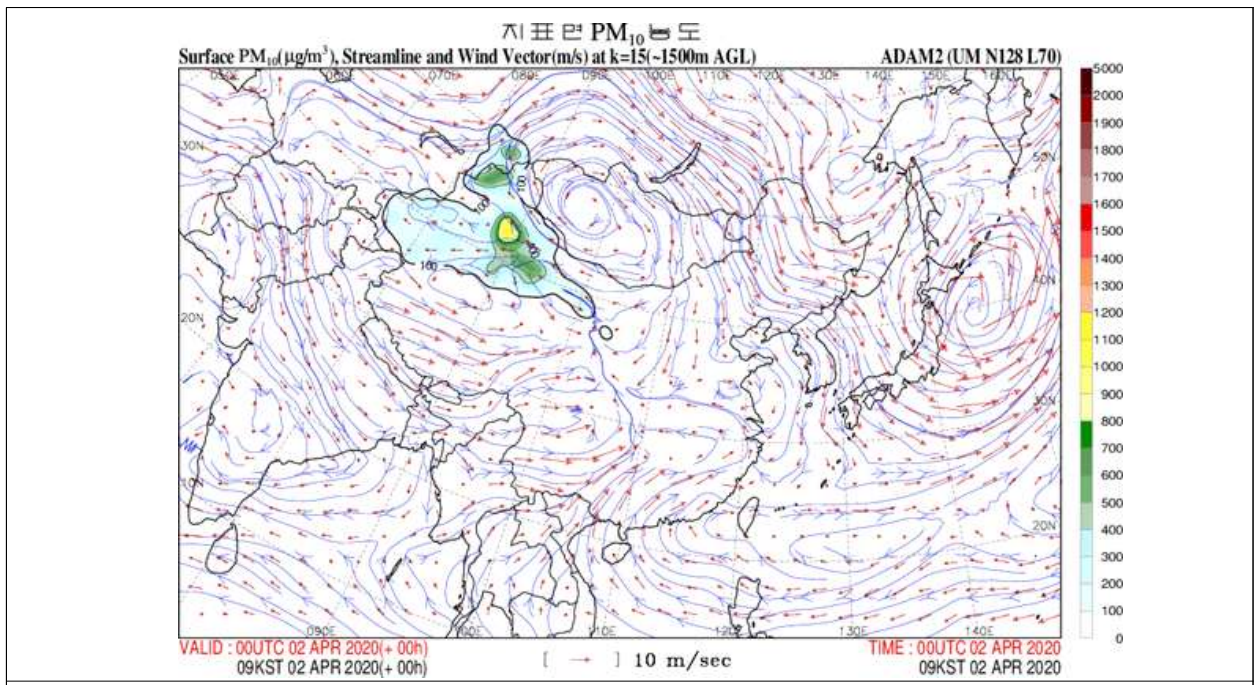
손상된 뼈를 대체하는 인공 뼈 3차원 프린팅

삼중 주기 극소 곡면(Triply periodic minimal surface, TPMS)은 다공성 구조의 스캐폴드로 사용하기에 적합한 것임을 실험적으로 입증한 논문들이 발표되었다. 아래 그림과 같이 뼈 구조는 단순한 다공 구조가 아니라 구멍의 크기가 다른 구조의 복합체이다. 따라서 본 교육연구팀에서는 TPMS를 이용하여 아래 그림과 같이 복합 다공성 구조를 디자인하는 수치 기법에 관해 연구하고자 한다.



☐ 미세먼지 예측을 위한 수치기법 개발

속도장과 압력이 결합된 나비에-스톡스(Navier-Stokes) 방정식은 유체 흐름에 대한 여러 가지 문제에 많이 응용된다. 본 교육연구팀은 이 방정식을 곡면 위에서 푸는 수치기법에 대해 연구하여 미세먼지 예측에 활용하고자 한다. 최근 몇 년간 한국에서는 미세먼지 문제가 심각해졌다. 미세먼지를 분석하는 해양 및 환경관측 정지궤도 인공위성 천리안 2B호도 등장하였다. 기상 예보에서 미세먼지 농도를 빼놓지 않고 다루고 있고, 많은 사람이 외출 전 미세먼지 농도를 확인한다 (아래 그림 참고).



미세먼지의 피해를 줄일 수 있도록 미세먼지의 흐름을 예측하고자 한다. 지구와 같은 곡면 위에서 나비에-스톡스 방정식의 수치 해를 구함으로써 미세먼지 흐름을 시뮬레이션하고자 한다. 하지만 복잡한 나비에-스톡스 방정식을 곡면 위에서 계산하기는 어렵다. 따라서 3차원 공간에서 좁은 밴드 영역

(narrow band domain)에서 최단 점을 사용하는 방법(closest point method)을 적용한다. 나비에-스톡스 방정식을 좁은 밴드 영역에서 풀기 위해 사영법(projection method)을 사용한다. 또한, 곡면에 평행한 속도장을 위해 속도장 수정 단계를 거친다. 3차원 공간의 곡면 위에서의 나비에-스톡스 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \mathbf{u}(\mathbf{x}, t)}{\partial t} + \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) \cdot \nabla_s \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = -\nabla_s p(\mathbf{x}, t) + \frac{1}{Re} \Delta_s \mathbf{u}(\mathbf{x}, t), \quad \mathbf{x} \in \Omega, t > 0.$$

여기서, $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = (u(\mathbf{x}, t), v(\mathbf{x}, t), w(\mathbf{x}, t))$ 와 $p(\mathbf{x}, t)$ 는 각각 속도장과 압력을 나타내고, Re 는 레이놀즈 수(Reynolds number), $\nabla_s = \mathbf{P} \nabla$ 는 곡면 위 그래디언트(gradient) 연산을 나타낸다. $\mathbf{P} = \mathbf{I} - (\nabla d)^T \nabla d$ 는 접평면 위로의 사영 연산이고 \mathbf{I} 는 단위행렬이며, d 는 곡면 $S = \{\mathbf{x} \in R^3 | d(\mathbf{x}) = 0\}$ 와 같은 부호가 있는 거리함수를 나타낸다. 유사-노이만 경계조건(pseudo-Neumann boundary condition)은 다음과 같다.

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{u}(\text{cp}(\mathbf{x}), t), \quad p(\mathbf{x}, t) = p(\text{cp}(\mathbf{x}), t) \quad \text{on } \partial\Omega_\delta.$$

여기서, $\mathbf{x} \in \partial\Omega_\delta$ 에 대해 최근접 점 $\text{cp}(\mathbf{x}) \in S$ 이다. 아주 작은 ϵ 에 대해 곡면 S 에 수직 방향으로 상수 값의 \mathbf{u} 와 p 를 갖게 된다. 따라서 곡면 위에서의 라플라시안 연산자인 라플라스-벨트라미 연산자(Laplace-Beltrami operator)가 아닌 평면 위에서의 라플라시안 연산자를 적용할 수 있다. 이산화된 나비에-스톡스 방정식은 다음과 같다.

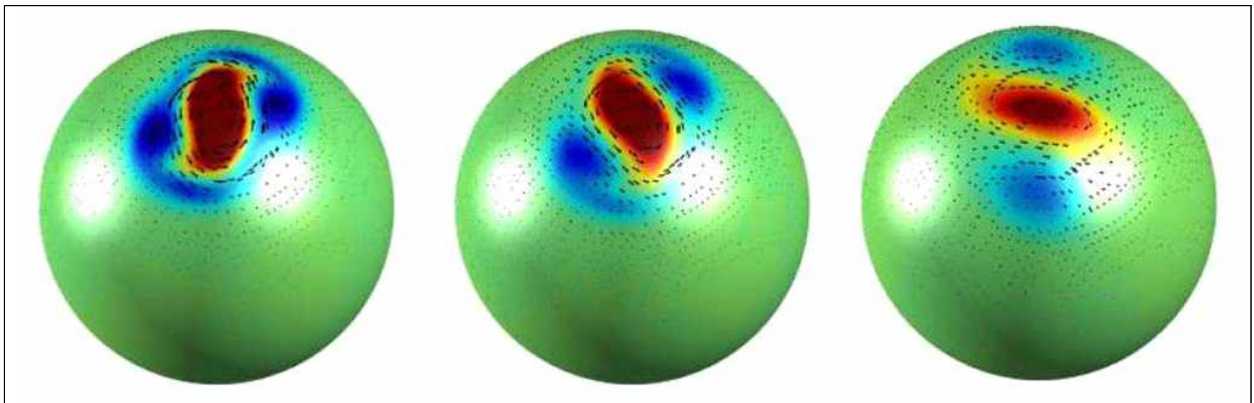
$$\frac{\mathbf{u}_{ijk}^{n+1} - \mathbf{u}_{ijk}^n}{\Delta t} = -(\mathbf{u} \cdot \nabla_d \mathbf{u})_{ijk}^n - \nabla_d p_{ijk}^{n+1} + \frac{1}{Re} \Delta_d \mathbf{u}_{ijk}^n,$$

$$\nabla_d \cdot \mathbf{u}_{ijk}^{n+1} = 0.$$

경계조건은 $\mathbf{u}_{ijk} = \mathbf{u}(\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk}))$, $p_{ijk} = p(\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk}))$ on $\partial\Omega_\delta$ 이고,

$$\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk}) = \mathbf{x}_{ijk} - \frac{\nabla_d |d_{ijk}|}{|\nabla_d |d_{ijk}||^2} |d_{ijk}|$$

이다. $\text{cp}(\mathbf{x}_{ijk})$ 는 격자 위에 있지 않으므로 세쌍선형보간법(trilinear interpolation)을 적용하여 격자 위의 값을 계산한다. 곡면 위에서 나비에-스톡스 방정식을 수치적으로 풀어서 곡면 위에 두 소용돌이 형성을 시뮬레이션하면, 아래 그림과 같은 결과를 얻을 수 있다.



본 교육연구팀은 이를 활용하여 한국을 포함한 아시아 지역의 미세먼지 흐름을 예측하는 연구를 진행하고자 한다. 예측을 통해 미세먼지 생성의 원인 및 영향을 파악하고 피해를 줄이는 방안을 모색할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 연구의 국제화 현황

3.1 참여교수의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

▣ 국제학회/학술대회 활동: 국제학회/학술대회에서 수상, 초청강연, 기조연설, 좌장, 위원회 활동 등

● 본 교육연구팀 참여교수들은 활발한 국제적 학술활동을 수행하고 있으며 세계적으로도 연구를 인정받아 국제적 위상을 높이고 있다. 다음은 국제학회 및 학술대회 활동 실적이다.

- ▶ Syzygies in Algebra and Geometry 2015 (<http://mathsci.kaist.ac.kr/~sjkwak/syzygy2015/>), Korea, 2015.08.26.-2015.08.30., On syzygies of ruled surfaces
- ▶ Algebraic Geometry in East Asia 2016, Tokyo, Japan, 2016.01.18.-2016.01.22., On hypersurfaces containing projective varieties
- ▶ 2016 Stochastic Analysis Workshop at Korea University, Seoul, Korea, 2016.06.09., An Lp-theory for stochastic diffusion equations
- ▶ The 11th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, Orlando, USA, 2016.07.01.-2016.07.05., L_p-estimates for stationary Stokes system with coefficients measurable in one direction
- ▶ WCCM XII & APCOM VI (<https://guidebook.com/guide/65752/event/14186240/>). Seoul, Korea, 2016.07.24.-2016.07.29., Phase-Field Simulation of the Coffee-Ring Effect
- ▶ 2016 Syzygies, Exterior algebras, Coherent sheaf cohomology and Applications Workshop, Seoul, Korea, 2016.08.24.-2016.08.27., Projective varieties of maximal sectional regularity
- ▶ 2nd East Asia Section of IPIA-Young Scholars Symposium, Taipei, Taiwan, 2016.11.05.-2016.11.06., Hybrid Numerical Scheme for Plasmonic Nanospheres Composites
- ▶ Composites, Metamaterials (<http://home.kias.re.kr/MKG/h/CMIP2016/?pageNo=2344>), and Inverse Problems, Daejeon, Korea, 2016.12.13.-2016.12.15., Plasmonic interaction between nanospheres
- ▶ 3rd Workshop on Probability Theory and its Applications, Korea, 2016.12.13.-2016.12.16., An Lp-theory for diffusion equations related to stochastic processes with independent increment
- ▶ The 10th International Conference on Computational Physics, China, 2017.01.16.-2017.01.20.
- ▶ RICAM Group Seminar, RICAM, Linz, Austria, 2017.03.03.
- ▶ WAVES 2017 Minnesota, USA, 2017.05.10.-2017.05.15.
- ▶ Nonlinear PDEs, stochastic control and filtering: new methods and applications (ICMS), Edinburgh, UK, 2017.05.29.-2017.06.02., Elliptic and parabolic equations in weighted Sobolev spaces
- ▶ 9th Applied Inverse Problems, Hangzhou, China, 2017.05.29.-2017.06.02.
- ▶ Korean Croatian Summer Probability Camp, Zagreb, Croatia, 2017.07.03.-2017.07.06., An introduction to Lp-theory for stochastic partial differential equations
- ▶ The Perspectives for Commutative Algebra (<http://commalg2017.jp/index.html>), Osaka, Japan. 2017.07.10.-2017.07.14., On the relation between representation theory and Hibi rings
- ▶ INFORMS 2017(<https://trayinc.cld.bz/Informs-Annual-Meeting-2017/130>), 2017.10.22., Online Optimization of Google Ad-click Auctions
- ▶ Workshop on commutative algebra, Osnabrück, Germany, 2017.10.26.-2017.10.28., Castelnuovo-Mumford regularity and multisection lines
- ▶ Problemes Inverses Plasmoniques-Operateur de Neumann-Poincare, Grenoble, France, 2017.11.29.-2017.11.30.
- ▶ Korean-Italian Meeting on Algebraic Geometry 2018, Seoul, Korea, 2018.01.08.-2018.01.

- 12., Regularity and multisection lines
- ▶ Joint Mathematics Meetings (http://jointmathematicsmeetings.org/meetings/national/jmm_2018/2197_intro), San Diego, USA, 2018.01.10.–2018.01.13., Boundary value problems for stationary Stokes system in weighted Sobolev spaces
 - ▶ HKUST IAS Seminar, HKUST, Hong Kong, 2018.02.01.
 - ▶ International Workshop The Neumann–Poincaré Operator, Plasmonics, and Field Concentrations, Jeju, Korea, 2018.02.01.
 - ▶ 32nd Automorphic Forms Workshop Tufts Logo, Boston, USA, 2018.03.19.–2018.03.22.
Ramanujan congruences for weakly homolophic modular forms
 - ▶ Series of Lectures on Waves and Imaging (I), Switzerland, 2018.06.14.–2018.06.15.
 - ▶ Williams College–Spatial Graph School, Massachusetts, USA, 2018.06.20.–2018.06.21., State matrix recursion method to enumerate various lattice models
 - ▶ Pan Asia Number Theory Conference 2018, Singapore, 2018.06.25.–2018.06.29., Mock modular forms and modular traces of singular moduli
 - ▶ SIAM Annual Meeting 2018 & SIAM Conference on Mathematical Aspects of Material Sciences, Oregon, USA, 2018.07.09.–2018.07.13.
 - ▶ Harmonic Analysis for Stochastic PDEs (<https://fa.its.tudelft.nl/spde/program/>), TU Delft, Netherlands, 2018.07.10.–2018.7.13., A regularity theory for degenerate diffusion equations with stochastic noise
 - ▶ 11th International Conference of Electrical, Transport, and Optical Properties on Inhomogeneous Media (ETOPIM 11), Krakow, Poland, 2018.07.16.–2018.07.20.
 - ▶ The 13th International Conference on Queueing Theory and Network Applications (QTNA 2018), Tsukuba, Japan, 2018.07.25.–2018.07.27., A Risk Model with Descendant Claims
 - ▶ 2018 Probability workshop in Gyeongju, Gyeongju, Korea, 2018.08.04.–2018.08.05., A regularity theory for degenerate diffusion equations with stochastic noise
 - ▶ Mini-workshop on Geometry of Surfaces and Related Topics, Japan, 2018.08.07.–2018.08.09.
 - ▶ 12th International Workshop on Retrieval Queues and Related Topics (WRQ 2018), Tomsk, Russia, 2018.09.10.–2018.09.15., Optimal Information Disclosure in Strategic Queueing Systems
 - ▶ Workshop on Qualitative and Quantitative Approaches to Inverse Scattering Problems, National University of Singapore, Singapore, 2018.09.24.–2018.09.28.
 - ▶ 2018 Joint Meeting of the Korean and the German Mathematical Society, Korea, 2018.10.03.–2018.10.06., On L_p -estimates for elliptic and parabolic equations with A_p weights
 - ▶ 2018 Joint Meeting of the Korean Mathematical Society and the German Mathematical Society, Seoul, Korea, 2018.10.03.–2018.10.06., A well-posedness theory in Sobolev spaces for the stochastic magnetohydrodynamic equations in the whole space
 - ▶ INFORMS 2018, 2018.11.05., Learning to Learn Optimally: How to Bid in Sponsored Search Auctions
 - ▶ Analysis and Geometry in Minimal Surface Theory, Gyeongju, Korea, 2018.12.03.–2018.12.07., Minimal surfaces in the Berger sphere
 - ▶ International Conference on Advances in Applied Probability and Stochastic Processes, Kottayam, India, 2019.01.07.–2019.01.10., Sojourn time distribution in polling systems with processor-sharing policy
 - ▶ The 2nd International Conference: Geometry of Submanifolds and Integrable Systems,

- ▶ Osaka, Japan, 2019.03.22.-2019.03.26., Minimal surfaces in the isotropic three-space
- ▶ Workshop on Metamaterials: from Optics to Geophysics, France, 2019.04.15.-2019.04.17.
- ▶ 2019 Spring Probability Workshop, Taipei, Taiwan, 2019.05.20.-2019.05.22., A sharp L_p -regularity result for second-order stochastic partial differential equations with unbounded and fully degenerate leading coefficients
- ▶ 2nd Meeting on Spatial Graph Theory Growth rate of quantum knot mosaics, 2019.07.01. -2019.07.02., Japan Tokyo, Growth rate of quantum knot mosaics
- ▶ Applied Inverse Problems 2019, Grenoble, France, 2019.07.08.-2019.07.12.
- ▶ The 8th International Conference on Matrix Analysis and Applications (ICMAA 2019), Nevada, USA, 2019.07.15.-2019.07.18., Determinantal identities in representation theory
- ▶ The 8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) 2019, Valencia, Spain, 2019.07.15.-2019.07.19.
- ▶ TSIMF Workshop on PDE modelling and analysis in Bioscience and Complex Media, Sanya, China, 2019.07.29.-2019.08.02.,
- ▶ Inaugural France -Korea Conference on Algebraic Geometry , Number Theory , and Partial Differential Equations , Bordeaux , France , 2019.11.24.-2019.11.27., Uniqueness of an automorphic representation of GL_n with certain local representations
- ▶ Inaugural France-Korea Conference on Algebraic Geometry, Number Theory, and Partial Differential Equations, Bordeaux, France, 2019.11.24.-2019.11.27., On the rank of quadratic equations of projective varieties
- ▶ Workshop on Probability Theory and Its Applications, Taipei, Taiwan, 2019.12.27., Stochastic singular integral operator and stochastic PDEs

● 인공지능 국제학회 투고/발표

- ▶ 2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), Optimal online learning in bidding for sponsored search auctions, (doi.org/10.1109/ssci.2017.8285393)
- ▶ In Proceedings of the 18th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems , International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2019), Meta-learning of Bidding Agent with Knowledge Gradient in a Fully Agent-based Sponsored Search Auction Simulator

● 국제학회 주관 (조직위원)

- ▶ 4th International Workshop on Function Theory, Korea, 2018.08.30.-2018.09.02.
- ▶ Introductory workshop on discrete differential geometry, Korea, 2019.01.21.-2019.01.24.
- ▶ Mini-Workshop on Differential Geometry and its Discretizations, Japan, 2019.07.03.- 2019.07.05.
- ▶ Drawing Minimal Surfaces, Seoul, Korea, 2019.07.15.-2019.07.17.
- ▶ 5th International Workshop on Function Theory, Korea, 2019.12.05.-2019.12.08.

● 국제학회 (자문위원)

- ▶ European Conference on Queueing Theory 2018 (ECQT 2018), Israel, 2018.07.02.-2018. 07.04.
- ▶ 12th International Workshop on Retrial Queues and Related Topics (WRQ 2018), Tomsk, Russia , 2018.09.10.-2018.09.15.
- ▶ 17th International Conference on Information Technology and Mathematical Modelling

(ITMM 2018), Tomsk, Russia, 2018.09.10.-2018.09.15.

- ▶ 11th International Workshop on Retrial Queues and Related Topics (WRQ 2016), Amsterdam, Netherlands, 2016.08.03.-2016.08.08.

● 국제학회 (좌장)

- ▶ European Conference on Queueing Theory 2016, France, 2016.07.18.-2016.07.20.
- ▶ 12th International Workshop on Retrial Queues and Related Topics (WRQ 2018), Tomsk, Russia, 2018.09.10.-2018.09.15.
- ▶ 17th International Conference on Information Technology and Mathematical Modelling (ITMM 2018), Tomsk, Russia, 2018.09.10.-2018.09.15.
- ▶ 11th International Workshop on Retrial Queues and Related Topics (WRQ 2016), Amsterdam, Netherlands, 2016.08.03.-2016.08.08.
- ▶ International Conference on Advances in Applied Probability and Stochastic Processes, Kottayam, India, 2019.01.07.-2019.01.10.

▣ 국제 학술지 관련 활동: 편집위원 등 관련 활동

● 국제 학술지 편집위원

- ▶ Mathematics (SCI급 저널) (2019년 - 현재)
- ▶ Communications of Korean Mathematical Society (2019년 - 현재)
- ▶ Bulletin of the Korean Mathematical Society (SCI급 저널) (2018.03. - 현재)
- ▶ Journal of Industrial and Management Optimization (SCI급 저널) (2018년 - 현재)
- ▶ Bulletin of the Korean Mathematical Society (SCI급 저널) (2015.04.01 - 2018.03.31.)
- ▶ Mathematical Methods of Operations Research (SCI급 저널) (2014년 - 2016년)
- ▶ Bulletin of the Korean Mathematical Society (SCI급 저널) (2014년 - 2016년)

● 국제저널 동료평가(Reviewer)

같은 분야의 전문가들이 저널에 제출된 원고를 중립적으로 심사하는 동료평가는 학계에서 중요한 활동이다. 동료평가는 일반적으로 두 가지 기능이 있다. 첫째는 필터링이다. 내용이 부실한 논문을 게재 거절하는 것이다. 둘째는 좋은 논문을 더 좋게 하는 것이다. 원저자가 간과했던 부분이나 발전 가능성에 대한 의견을 줌으로써 논문을 한층 더 좋게 하는 기능이 있다. 대부분의 학회지가 하나의 원고에 대해서 2명 이상의 동료평가를 수행한다. 따라서 적어도 저널에 제출하는 논문 수의 2배 이상의 리뷰어가 필요하다. 리뷰어 역할은 학자로서 국제학계에 대한 봉사이고 리뷰어의 원고 검토 없이는 아무리 좋은 연구도 논문으로 출판될 수 없을 정도로 중요하다. 본 교육연구팀은 국제적인 학계에 리뷰어 활동을 하였고 다음은 리뷰를 수행했던 대표적인 저널 목록이다.

- Computers & Mathematics with Applications (ISSN 0898-1221) • Acta Biomaterialia (ISSN 1742-7061)
- Complexity (ISSN 1076-2787) • Applied Numerical Mathematics (ISSN 0168-9274) • Biomechanics and Modeling in Mechanobiology (ISSN 1617-7959) • International Journal of Engineering Science (ISSN 0020-7225) • Bulletin of the Korean Mathematical Society (ISSN 1015-8634) • Chaos, Solitons & Fractals (ISSN 0960-0779) • International Journal for Numerical Methods in Fluids (ISSN 0271-2091) • Automatica (ISSN 1697-7912) • Computational Materials Science (ISSN 0927-0256) • Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering (ISSN 0045-7825) • Insurance Mathematics and Economics (ISSN 0167-6687) • Journal of Mathematical Analysis and Applications (ISSN 0022-247X) • Annals of

Operations Research (ISSN 0254-5330) • Queueing Systems (ISSN 0257-0130) • Operations Research Letters (ISSN 0167-6377) • Performance Evaluation (ISSN 0166-5316) • Journal of Industrial and Management Optimization (ISSN 1547-5816) • Computer-Aided Design (ISSN 0278-0070) • IEEE Signal Processing Letters (ISSN 1070-9908) • Computers and Fluids (ISSN 0045-7930) • International Journal of Computational Fluid Dynamics (ISSN 1061-8562) • Current Applied Physics (ISSN 1567-1739) • Applied Physics Letters (ISSN 0003-6951) • Digital Signal Processing (ISSN 1051-2004) • Discrete and Continuous Dynamical Systems (ISSN 1078-0947) • Discrete Dynamics in Nature and Society (ISSN 1026-0226) • Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics (ISSN 1994-2060) • Applied Mathematics and Computation (ISSN 1559-3940) • European Journal of Applied Mathematics (ISSN 0956-7925) • Computer Vision and Image Understanding (ISSN 1077-3142) • European Journal of Mechanics-B/Fluids (ISSN 0997-7546) • Computers and Mathematics with Applications (ISSN 0898-1221) • The European Physical Journal E (ISSN 1292-8941) • Computer Physics Communications (ISSN 0010-4655) • Fractals (ISSN 0218-348X) • Biochemical Engineering Journal (ISSN 1369-703X) • International Journal for Numerical Methods in Engineering (ISSN 0029-5981) • Communications in Mathematical Sciences (ISSN 1539-6746) • Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation (ISSN 1007-5704) • International Journal of Computational Methods (ISSN 0219-8762) • Journal of Computational Physics (ISSN 0021-9991) • International Journal of Heat and Mass Transfer (ISSN 0017-9310) • International Journal of Multiphase Flow (ISSN 0301-9322) • Bulletin of Mathematical Biology (ISSN 0092-8240) • Journal of Colloid and Interface Science (ISSN 0021-9797) • Journal of Computational and Applied Mathematics (ISSN 0377-0427) • Mathematical Biosciences (ISSN 0025-5564) • Journal of Crystal Growth (ISSN 0022-0248) • Biomedical Signal Processing and Control (ISSN 1746-8094) • Journal of Engineering Mathematics (ISSN 0022-0833) • Applied Mathematical Modelling (ISSN 0307-904X) • Journal of Mathematical Chemistry (ISSN 0259-9791) • Mathematical Biosciences and Engineering (ISSN 1547-1063) • Journal of the Korean Physical Society (ISSN 0374-4884) • Mathematical Methods in the Applied Sciences (ISSN 0170-4214) • Communications in Computational Physics (ISSN 1815-2406) • Computational Economics (ISSN 0927-7099) • Mathematics (ISSN 2227-7390) • Mathematics and Computers in Simulation (ISSN 0378-4754) • Meccanica (ISSN 0025-6455) • International Journal of Heat and Fluid Flow (ISSN 0142-727X) • Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering (ISSN 0965-0393) • Numerical Methods for Partial Differential Equations (ISSN 0749-159X) • Mathematical Problems in Engineering (ISSN 1024-123X) • Journal of Differential Equations (ISSN 0022-0396) • Pattern Recognition (ISSN 0031-3203) • Physica A (ISSN 0378-4371) • Journal of Scientific Computing (ISSN 0885-7474) • Physical Review E (ISSN 2470-0045) • PLOS ONE (ISSN 1932-6203) • Scientific reports (ISSN 2045-2322) • Journal of Fluids Engineering (ISSN 0098-2202) • Journal of Mathematical Biology (ISSN 0303-6812) • Communications on Pure and Applied Analysis (ISSN 1534-0392) • International Mathematics Research Notices (ISSN 1073-7928) • Journal of Functional Analysis (ISSN 0022-1236) • Journal of the Korean Mathematical Society (ISSN 0304-9914) • Mathematische Nachrichten (ISSN 0025-584X) • Revista Matemática Iberoamericana (ISSN 0213-2230) • SIAM Journal on Mathematical Analysis (ISSN 0036-1410) • Electronic Journal of Differential equations (ISSN 1072-6691) • Journal of Evolution Equations (ISSN 1424-3199) • Nonlinear Differential equations and Applications (ISSN 1021-9722) • Potential Analysis (ISSN 0926-2601) • Stochastic Processes and their Applications (ISSN 0304-4149) • Archive for Rational Mechanics and Analysis (ISSN 0003-9527) • ACS Photonics (ISSN 2330-4022) • Proceedings of the Royal Society A (ISSN 1364-5021) • SIAM Journal on Applied Mathematics (ISSN 0036-1399)

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 5년간(2015.1.1.-2019.12.31.) 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
1			Department of Mathematics, University of Hawaii, USA	*** (2015) Composition as an integral operator. Advances in Mathematics, Vol. 273, pp. 149- 187.	https://doi.org/10.1016 /j.aim.2014.12.022
2			Department of Mathematics, University of Hawaii, USA	*** (2018) Sarason's composition operator over the half-plane. Journal of Mathematical Analysis and Applications, Vol. 462, no. 2, pp. 1309-1341.	https://doi.org/10.1016 /j.jmaa.2018.02.046

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
3			Department of Mathematics, University of Washington, USA	*** (2015) Fractional time stochastic partial differential equations. Stochastic Processes and their Applications, Vol. 125, no. 4, pp. 1470-1499.	https://doi.org/10.1016 /j.spa.2014.11.005
4			Department of Mathematics and Statistics, New Zealand	*** (2019) On the regularity of the stochastic heat equation on polygonal domains in \mathbb{R}^2 . Journal of Differential Equations, Vol. 267, no. 11, pp. 6447-6479.	https://doi.org/10.1016 /j.jde.2019.06.027

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
5			Division of Applied Mathematics, Brown University, USA	*** (2018) Weighted L_q - estimates for stationary Stokes system with partially BMO coefficients. Journal of Differential Equations, Vol. 264, no. 7, pp. 4603-4649.	https://doi.org/10.1016/j.jde.2017.12.011
6			Division of Applied Mathematics, Brown University, USA	*** (2018) L_q -estimates for stationary Stokes system with coefficients measurable in one direction. Bulletin of Mathematical Sciences, Vol. 9, no. 1, pp. 1950004.	https://doi.org/10.1142/S1664360719500048

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
7			Department of Mathematical Sciences, National Chengchi University, Taiwan	*** (2019) Analysis of a Markovian feedback queue with multi-class customers and its application to the weighted round-robin queue. Annals of Operations Research, Vol. 277, no. 2, pp. 137-159.	https://doi.org/10.1007/s10479-018-2917-9
8			Department of Mathematics, National University of Singapore, Singapore; Department of Teaching, Learning and Culture, Texas A&M University, USA	*** (2017) Double Pieri algebras and iterated Pieri algebras for the classical groups. American Journal of Mathematics, Vol. 139, no. 2, pp. 347- 401.	https://doi.org/10.1353/ajm.2017.0008

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
9			Department of Mathematics, National University of Singapore, Singapore; Department of Mathematical Sciences, Xi' an Jiaotong- Liverpool University, China	*** (2018) Skew Pieri algebras of the general linear group. Journal of Mathematical Physics, Vol. 59, no. 12, pp. 121702.	https://doi.org/10.1063/1.5050052
10			School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	*** (2016) A compact fourth-order finite difference scheme for the three- dimensional Cahn-Hilliard equation. Computer Physics Communications, Vol. 200, pp. 108-116.	https://doi.org/10.1016/j.cpc.2015.11.006

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
11			School of Mathematics and Statistics, Xi' an Jiaotong University, China	*** (2017) Phase-field simulations of crystal growth in a two-dimensional cavity flow. Computer Physics Communications, Vol . 216, pp. 84- 94.	https://doi.org/10.1016 /j.cpc.2017.03.005
12			Département de mathématiques et de génie industriel, École Polytechnique de Montréal, Canada	*** (2018) Relaxation model for the p- Laplacian problem with stiffness. Journal of Computational and Applied Mathematics, Vol. 344, pp. 173-189.	https://doi.org/10.1016 /j.cam.2018.05.022

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
13			Universität Zürich, Institut für Mathematik, Zürich	*** (2017) On surfaces of maximal sectional regularity. Taiwanese Journal of Mathematics, Vol. 21, no. 3, pp. 549-567.	https://doi.org/10.11650/tjm/7753
14			Universität Zürich, Institut für Mathematik, Zürich	M. Brodmann, W. Lee, E. Park & P. Schenzel (2017) Projective varieties of maximal sectional regularity. Journal of Pure and Applied Algebra, Vol. 221, no. 1, pp. 98- 118.	https://doi.org/10.1016/j.jpaa.2016.05.028

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
15			Department of Mathematics, Okayama University; Department of Mathematics, Kobe University; Department of Mathematical and Computing Sciences, Tokyo Institute of Technology; Department of Mathematics, Tokyo Institute of Technology	*** (2015) Zero mean curvature surfaces in Lorentz-Minkowski 3-space which change type across a light-like line. Osaka Journal of Mathematics, Vol. 52, no. 1, pp. 285-299.	https://projecteuclid.org/euclid.ojm/1427202882
16			Department of Mathematics, University of St. Thomas, USA	*** (2014) Link lengths and their growth powers. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, Vol. 48, no. 3, pp. 035202.	https://doi.org/10.1088/1751-8113/48/3/035202

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
17			Department of Mathematics and Statistics, California State University, USA	*** (2017) Bipartite intrinsically knotted graphs with 22 edges. Journal of Graph Theory, Vol. 85, no. 2, pp. 568-584.	https://doi.org/10.1002 /jgt.22091

3.1 참여교수의 국제화 현황

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

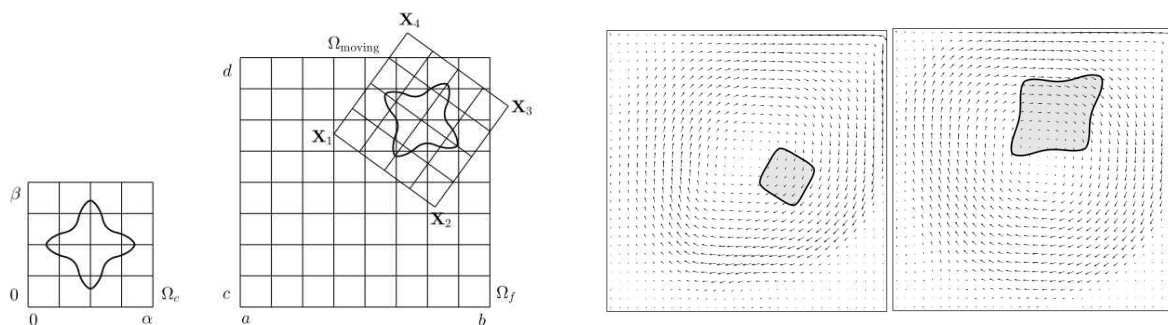
❑ **외국대학 및 연구기관과의 연구자 교류실적으로는 다음과 같이 다양한 분야에서의 국제 협력 연구결과가 있다.**

● *** 교수는 University of Hawaii의 *** 교수와 함께 ‘Composition as an integral operator’ 를 주제로 진행한 공동연구의 결과를 상위 13.7%의 국제전문학술지 Advances in Mathematics 에 제출하여 2015년에 게재했다. 본 연구의 주요 결과는 소개하는 연산자가 $L^t(\mathcal{S})$, $1 \leq t \leq \infty$ 에서 bounded 되었거나 compact 할 때의 특성을 제공한다. t 에 대한 의존성과 다른 연산자에 대한 특성 간의 관계도 연구했다.

● *** 교수는 국제 교류 공동연구의 결과로서 2018년 ***과 함께 논문 ‘Weighted L_q -estimates for stationary Stokes system with partially BMO coefficientss’ 를 국제전문학술지 Journal of Differential Equations (IF 1.938, IF 분야별 상위 백분율 6.051%)에 게재했다. 이 연구에서 한 방향으로서는 정칙성을 전혀 갖지 않는 아주 불규칙한 계수를 가진 Stokes system의 해법을 다루었다. 방정식의 정의역도 경계면이 아주 불규칙한 Reifenberg 정의역이고 방정식의 해는 weighted Sobolev 함수공간에 속한다. 정의역이 전체 공간 혹은 반(half) 공간일 때도 weighted L_q -estimate를 얻었다. 해당 논문은 FWCI가 4.3403으로써 편미분방정식 분야에서 매우 우수한 성과를 냈다고 볼 수 있다.

● *** 교수는 Ecole Poly technique의 *** 교수와 함께 ‘Relaxation model for the p-Laplacian problem with stiffness’ 를 주제로 진행한 공동연구의 결과를 국제전문학술지에 제출하여 2018년에 게재했다. 본 연구에서는 고온 타입 II 초전도체의 전자기 효과에 대한 p-Laplacian 문제에 대한 1차원의 새로운 수치 체계를 제안한다. 새로운 이완 기법은 큰 경우에도 매우 정확한 결과를 달성하여 p-Laplacian flux를 딱딱하게 만든다. 이 계획은 높은 정확도와 이러한 도체 내에서 물리적으로 정확한 비 진동 자기 전선을 예측한다는 점에서 참신한 데, 그중 후자는 엔지니어링 커뮤니티에서 수행한 유한 요소 근사 솔루션으로는 찾을 수 없다.

● *** 교수는 중국 Xi'an Jiaotong University의 *** 교수와의 공동연구에서 다음과 같은 교류실적이 있다. 이 공동연구에서는 다음 그림과 같이 유체의 흐름과 상호 영향을 주는 상황에서 크리스탈 성장을 수리적으로 모델링하고 컴퓨터 시뮬레이션 방법을 제안했다. 연구결과는 JCR 상위 5% 이내의 저널에 게재했다. Phase-field simulations of crystal growth in a two-dimensional cavity flow, ***, ***, ***, ***, Computer Physics Communications, Vol. 216, pp. 84-94, 2017.6, 2016.



● *** 교수는 University of St. Thomas의 Erig *** 교수와 함께 ‘Link lengths and their growth powers’ 를 주제로 진행한 공동연구의 결과를 국제전문학술지 제출하여 2015년에 게재했다.

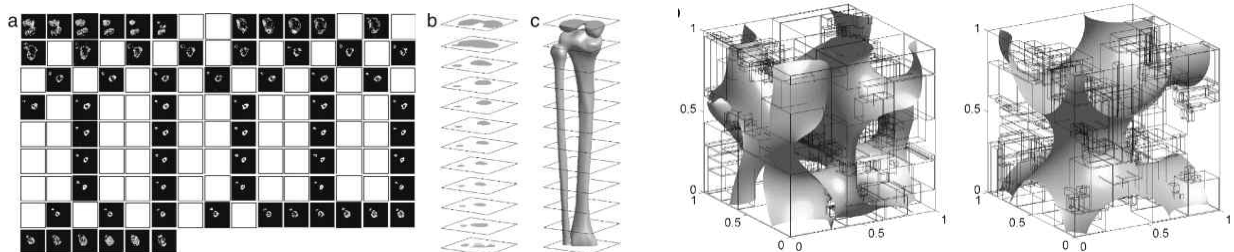
● *** 교수는 Universiti at Zurich의 *** 교수, Martin-Luther-University의 Peter Schenzel 교수와 함께 ‘Projective varieties of maximal sectional regularity’ 를 주제로 진행한 공동연구의 결과를 국제전문 학술지에 제출하여 2017년에 게재했다. 이 결과는 대수기하학 내의 고전적인 문제를 계속 발전시키는 방향과 현대의 컴퓨터 알고리즘 관점에서 방정식들이 이루는 아이디얼의 복잡도를 이해하는 문제에 대해서 근본적인 부분에 관한 공헌을 하고 있다.

● *** 교수는 University of Washington 의 *** 교수와 함께 ‘Fractional time stochastic partial differential equations’ 를 주제로 진행한 공동연구의 결과를 국제전문학술지에 제출하여 2015년에 게재했다. 해당 실적의 상대피인용도 FWCI는 3.0362로써, 2015년에 게재된 동일 주제 연구 분야에 대한 전세계 인용도의 평균대비 203.62% 인용된 것을 확인할 수 있다.

● *** 교수는 National Chengchi University 의 *** 교수와 함께 ‘Analysis of a Markovian feedback queue with multi-class customers and its application to the weighted round-robin queue’ 를 주제로 진행한 공동연구의 결과를 국제전문학술지에 제출하여 2019년에 게재했다. 본 연구에서는 멀티 클래스 고객과의 M/G/1 Markovian 피드백 대기열을 고려하여 큐의 크기와 총 응답시간의 고정 분포에 대한 함수 방정식을 도출했다.

● *** 교수는 Texas A&M University의 *** 교수, National University of Singapore의 *** 교수와 함께 ‘Double Pieri algebras and iterated Pieri algebras for the classical groups’ 를 주제로 진행한 공동연구의 결과를 국제전문학술지에 제출하여 2017년에 게재하였다. 고려대학교, 미국 예일대학교, 싱가포르 국립대학교, 홍콩 과학기술대학교 등에서 표현론, 조합론, 계산기하 분야 학자들과 교류하며 2년 이상 진행된 이 연구에서는 고전 군의 유한차원 기약 표현공간을 구성할 때 사용하는 피에리 형식의 텐서 곱에 적용할 수 있는 규칙을 중첩 피에리 환이라는 특별한 등급 환의 구조를 통해 규명하였다. 이 중첩 피에리 환은 피에리 형식의 텐서 곱 상황에서 나타나는 고전 군의 공통적인 표현론적 성질을 고전 군의 타입과 상관없이 통일적으로 기술하는 중요한 도구일 뿐만 아니라, 중첩 피에리 대수가 부분순서 집합으로부터 유래된 토릭 다양체의 변환으로 볼 수 있다는 사실을 밝힘으로써 현대 표현론에서 등장하는 중복도 계산을 위한 조합론적 대상들에 대한 대수학적인 이론을 제시하였다.

● *** 교수는 중국 Xi'an Jiaotong University의 *** 교수와의 공동연구에서 다음 그림과 같이 Cahn-Hilliard 방정식에 대한 이전의 2차원 콤팩트 스킴을 3차원 공간으로 확장했다. 연구결과는 JCR 상위 5% 이내의 저널에 게재했다. A compact fourth-order finite difference scheme for the three-dimensional Cahn-Hilliard equation, ***, ***, ***, ***, Computer Physics Communications, Vol. 200, pp. 108-116, 2016.



● *** 교수는 국제 교류 공동 연구의 결과로서 2015년 해당 연구자들과 함께 논문 ‘Zero mean curvature surfaces in Lorentz-Minkowski 3-space which change type across a light-like line’ 을 Osaka

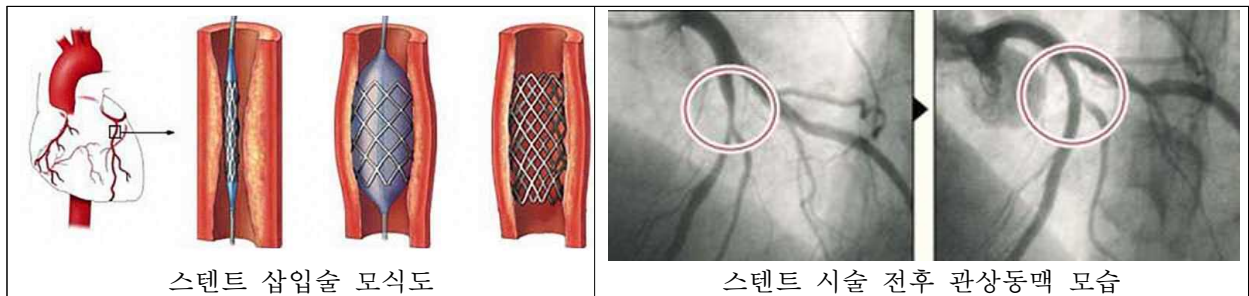
Journal of Mathematics에 게재했다. 이 연구는 평소 잘 알려진 3차원 Lorentz-Minkowski 공간에서의 시간 혹은 공간을 따르는 극소곡면들은 특이점을 반드시 갖는다는 사실을 기반으로 하여 시공간을 따르는 곡면에서의 특이점 집합을 찾는 일에 중점을 두었다.

❑ 외국대학 및 연구기관과의 연구자 교류 계획

한-중 협력연구

한국연구재단의 ‘한-중 협력연구사업(NRF-NSFC)’을 통한 국제 공동연구 “금속 혈관 스텐트를 위한 다중 위상 최적화 모델링과 시뮬레이션”을 주제로 중국 Xi'an Jiaotong University의 *** 교수와 공동연구를 진행하기 위해 국제기관 간 MOU 지원사업의 과제신청서를 제출하였다. 이 사업의 목적은 한-중 연구자 간의 협력 연구를 통해 최신 과학기술지식 및 연구정보를 습득하고 연구능력의 국제화를 도모하는 것과 연구자 간 협력 네트워크 구축을 통해 대형 과제로의 발전을 도모하는 것이다.

본 연구는 수학과 생명과학을 융합하는 최첨단 연구로, 다중 위상 결합 고성능 컴퓨팅 시뮬레이션에 있어 매우 중요한 의미를 지니는 연구이다. 심장에 혈액을 공급해주는 혈관이 좁아지거나 막히게 되어 심장근육에 충분한 혈액공급이 이루어지지 못해 생기는 허혈성 심질환은 한국과 중국 모두에서 꾸준히 증가하고 있는 질병이다. 효과적인 치료법 중 하나인 스텐트 삽입술은 환자 체내에 시술되어야 하므로, 스텐트의 환자 맞춤형 제작이 중요하고 그 내구성과 안정성이 좋아야 한다. 아래 그림은 스텐트 삽입술 모식도와 시술 전후 혈관 사진이다.



환자 체내의 실제 혈관구조와 결합하여 최적화된 스텐트 모양을 찾기 위해서 혈관-고체-금속체가 결합된 다중물리 모델링과 유체역학 및 고체역학, 위상 최적화 모델링 기술이 필요하다. 따라서 다중물리 결합 모델링 연구와 효율적인 알고리즘 구성에 관해 많은 연구를 하고 있는 연구자들이 국제 공동연구를 진행하고자 한다. 한국 책임자인 *** 교수는 상태장 방법과 가상경계법을 활용하여 다양한 현상에 대해 수학적 모델링을 진행해왔고, 적응적 그리드 알고리즘과 병렬 컴퓨팅 알고리즘을 연구하였다. 중국 책임자인 *** 교수는 이미지 처리 및 위상 최적화에 대해 활발히 연구하고 있으므로 다상 결합 모델링 방법을 적용하게 하고 시뮬레이션 기술을 향상할 수 있으며, 실제 CT 이미지에서 혈관 모양을 분리하여 효과적인 테스트를 할 수 있다.

양국 연구자 간의 협력을 통해 금속 혈관 스텐트를 위한 위상 최적화 모델링을 하고, 시뮬레이션을 통해 알고리즘의 정확성, 안정성 및 수렴성을 개선할 것이다. 개발될 금속 혈관 스텐트의 위상 최적화 알고리즘 시스템은 금속 혈관 스텐트의 성능 평가에 적용될 수 있고, 3D 프린팅과 결합되어 개인화된 혈관 스텐트 부품의 품질 및 성능을 향상하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 국제적으로 선도적인 혈관 스텐트의 최적화된 알고리즘 연구 결과를 학술 논문으로 제출하여 2년 이내에 4-6편의 SCI급 논문이 발표될 것으로 예상하고, 해당 분야의 저명한 국제 및 국내 학술회의에 참여하고 연구 결과를 2회 이상 발표할 계획이다. 또한, 한국과 중국 각각 2명씩, 총 4명의 대학원생이 참여하는 국제 공동연구로, 경쟁력 있는 대학원생들을 양성하는데 도움이 될 것이며, 학생들의 국제화 능력함양에도 이바지할 것이다.

Ⅳ. 사업비 집행 계획

1. 사업비 집행 계획(1-8차년도)

(단위: 천원)

항목	1차년도 (20.9- 21.2)	2차년도 (21.3- 22.2)	3차년도 (22.3- 23.2)	4차년도 (23.3- 24.2)	5차년도 (24.3- 25.2)	6차년도 (25.3- 26.2)	7차년도 (26.3- 27.2)	8차년도 (27.3- 27.8)	계
대학원생 연 구장학금									
신진연구인력 인건비									
산학협력 전 담인력 인건 비									
국제화 경비									
교육연구단 운영비									
교육과정 개 발비									
실험실습 및 산학협력 활 동 지원비									
간접비									
합계									

2. 사업비 집행 세부 내역(1~8차년도)

[1차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생			6	
박사과정생			6	
박사수료생			6	
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생				
계약교수				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	0	0	0	0

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 체재비 및 항공료 지원	
장기연수	▶ 장기연수 체재비 및 항공료 지원	
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 체재비 및 항공료 지원	
기타국제화활동	▶ 국제학술대회 체재비 및 항공료 지원	
합계		

※ 코로나19로 인해 국제화 경비 집행이 불가한 경우, 예산 변동 예정

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 행정연구원	
성과급	▶ 참여인력 성과급 - 성과에 따른 차등 지급	
국내여비	▶ 국내학회 여비 지원	
학술활동지원비	▶ 전문가 초청 자문료 지원	
산업재산권 출원등록비	▶ 국내외 특허 출원 및 등록비 지원	
일반수용비	▶ 사무용품 및 인쇄비, 소모품 등 구입	
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비	
각종 행사경비	▶ 워크숍 개최비 지원	
기타	-	
합 계		

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 교재개발 관련 전문가 자문료 및 원고료	
▶ 참고문헌 구입비 지원	

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 대한수학회 및 한국산업응용수학회 학술대회 등록비 지원	

8) 간접비 : 천원

[2차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생				
계약교수				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	0	0	0	0

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 체재비 및 항공료 지원	
장기연수	▶ 장기연수 체재비 및 항공료 지원	
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 체재비 및 항공료 지원	
기타국제화활동	▶ 국제학술대회 체재비 및 항공료 지원	
합계		

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 행정연구원(파트타임)	
성과급	▶ 참여인력 성과급 - 성과에 따른 차등 지급	
국내여비	▶ 국내학회 여비 지원 · 국내 학회 참석 및 발표 등록 장려	
학술활동지원비	▶ 전문가 초청 자문료 지원	
산업재산권 출원등록비	▶ 국내외 특허 출원 및 등록비 지원	
일반수용비	▶ 사무용품 및 인쇄비, 소모품 등 구입	
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비	
각종 행사경비	▶ 워크숍 개최비 지원	
기타	-	
합 계		

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 교재개발 관련 전문가 자문료 및 원고료	
▶ 참고문헌 구입비 지원	

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 대한수학회 및 한국산업응용수학회 학술대회 등록비 지원	

8) 간접비 : 천원

[3차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생				
계약교수	0	0	0	0
합계		작성 불필요	작성 불필요	

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	0	0	0	0

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 체재비 및 항공료 지원	
장기연수	▶ 장기연수 체재비 및 항공료 지원	
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 체재비 및 항공료 지원	
기타국제화활동	▶ 국제학술대회 체재비 및 항공료 지원	
합계		

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 행정연구원(파트타임)	
성과급	▶ 참여인력 성과급 - 성과에 따른 차등 지급	
국내여비	▶ 국내학회 여비 지원 · 국내 학회 참석 및 발표 등록 장려	
학술활동지원비	▶ 전문가 초청 자문료 지원	
산업재산권 출원등록비	▶ 국내외 특허 출원 및 등록비 지원	
일반수용비	▶ 사무용품 및 인쇄비, 소모품 등 구입	
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비	
각종 행사경비	▶ 워크숍 개최비 지원	
기타	-	
합 계		

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 교재개발 관련 전문가 자문료 및 원고료	
▶ 참고문헌 구입비 지원	

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 대한수학회 및 한국산업응용수학회 학술대회 등록비 지원	

8) 간접비 : 천원

[4차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생				
계약교수				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	0	0	0	0

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 체재비 및 항공료 지원	
장기연수	▶ 장기연수 체재비 및 항공료 지원	
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 체재비 및 항공료 지원	
기타국제화활동	▶ 국제학술대회 체재비 및 항공료 지원	
합계		

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 행정연구원(파트타임)	
성과급	▶ 참여인력 성과급 - 성과에 따른 차등 지급	
국내여비	▶ 국내학회 여비 지원 · 국내 학회 참석 및 발표 등록 장려	
학술활동지원비	▶ 전문가 초청 자문료 지원	
산업재산권 출원등록비	▶ 국내외 특허 출원 및 등록비 지원	
일반수용비	▶ 사무용품 및 인쇄비, 소모품 등 구입	
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비	
각종 행사경비	▶ 워크숍 개최비 지원	
기타	-	
합 계		

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 교재개발 관련 전문가 자문료 및 원고료	
▶ 참고문헌 구입비 지원	

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 대한수학회 및 한국산업응용수학회 학술대회 등록비 지원	

8) 간접비 : 천원

[5차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생				
계약교수				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	0	0	0	0

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 체재비 및 항공료 지원	
장기연수	▶ 장기연수 체재비 및 항공료 지원	
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 체재비 및 항공료 지원	
기타국제화활동	▶ 국제학술대회 체재비 및 항공료 지원	
합계		

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 행정연구원(파트타임)	
성과급	▶ 참여인력 성과급 - 성과에 따른 차등 지급	
국내여비	▶ 국내학회 여비 지원 · 국내 학회 참석 및 발표 등록 장려	
학술활동지원비	▶ 전문가 초청 자문료 지원	
산업재산권 출원등록비	▶ 국내외 특허 출원 및 등록비 지원	
일반수용비	▶ 사무용품 및 인쇄비, 소모품 등 구입	
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비	
각종 행사경비	▶ 워크숍 개최비 지원	
기타	-	
합 계		

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 교재개발 관련 전문가 자문료 및 원고료	
▶ 참고문헌 구입비 지원	

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 대한수학회 및 한국산업응용수학회 학술대회 등록비 지원	

8) 간접비 : 천원

[6차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생				
계약교수				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	0	0	0	0

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 체재비 및 항공료 지원	
장기연수	▶ 장기연수 체재비 및 항공료 지원	
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 체재비 및 항공료 지원	
기타국제화활동	▶ 국제학술대회 체재비 및 항공료 지원	
합계		

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 행정연구원(파트타임)	
성과급	▶ 참여인력 성과급 - 성과에 따른 차등 지급	
국내여비	▶ 국내학회 여비 지원 · 국내 학회 참석 및 발표 등록 장려	
학술활동지원비	▶ 전문가 초청 자문료 지원	
산업재산권 출원등록비	▶ 국내외 특허 출원 및 등록비 지원	
일반수용비	▶ 사무용품 및 인쇄비, 소모품 등 구입	
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비	
각종 행사경비	▶ 워크숍 개최비 지원	
기타	-	
합 계		

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 교재개발 관련 전문가 자문료 및 원고료	
▶ 참고문헌 구입비 지원	

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 대한수학회 및 한국산업응용수학회 학술대회 등록비 지원	

8) 간접비 : 천원

[7차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생				
계약교수		0	0	0
합계		작성 불필요	작성 불필요	108,000

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	0	0	0	0

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 체재비 및 항공료 지원	
장기연수	▶ 장기연수 체재비 및 항공료 지원	
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 체재비 및 항공료 지원	
기타국제화활동	▶ 국제학술대회 체재비 및 항공료 지원	
합계		

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 행정연구원(파트타임)	
성과급	▶ 참여인력 성과급 - 성과에 따른 차등 지급	
국내여비	▶ 국내학회 여비 지원 · 국내 학회 참석 및 발표 등록 장려	
학술활동지원비	▶ 전문가 초청 자문료 지원	
산업재산권 출원등록비	▶ 국내외 특허 출원 및 등록비 지원	
일반수용비	▶ 사무용품 및 인쇄비, 소모품 등 구입	
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비	
각종 행사경비	▶ 워크숍 개최비 지원	
기타	-	
합 계		

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 교재개발 관련 전문가 자문료 및 원고료	
▶ 참고문헌 구입비 지원	

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 대한수학회 및 한국산업응용수학회 학술대회 등록비 지원	

8) 간접비 : 천원

[8차년도]

1) 대학원생 연구장학금

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생				
박사과정생				
박사수료생				
합계		작성 불필요	작성 불필요	

2) 신진연구인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생				
계약교수	0	0	0	
합계		작성 불필요	작성 불필요	

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위 : 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	0	0	0	0

4) 국제화 경비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▶ 단기연수 체재비 및 항공료 지원	
장기연수	▶ 장기연수 체재비 및 항공료 지원	
해외석학초빙	▶ 해외석학 초빙 체재비 및 항공료 지원	
기타국제화활동	▶ 국제학술대회 체재비 및 항공료 지원	
합계		

5) 교육연구팀 운영비

(단위 : 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구팀 전담직원 인건비	▶ 행정연구원(파트타임)	
성과급	▶ 참여인력 성과급	
국내여비	▶ 국내학회 여비 지원 · 국내 학회 참석 및 발표 등록 장려	
학술활동지원비	▶ 전문가 초청 자문료 지원	
산업재산권 출원등록비	▶ 국내외 특허 출원 및 등록비 지원	
일반수용비	▶ 사무용품 및 인쇄비, 소모품 등 구입	
회의 및 행사 개최비	▶ 회의비	
각종 행사경비	▶ 워크숍 개최비 지원	
기타	-	
합 계		

6) 교육과정 개발비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 교재개발 관련 전문가 자문료 및 원고료	
▶ 참고문헌 구입비 지원	

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위 : 천원)

산출근거	금액
▶ 대한수학회 및 한국산업응용수학회 학술대회 등록비 지원	

8) 간접비 : 천원

[첨부 1] 2020년도 교육연구팀 참여교수 현황

기준일	소속대학원 학과(부)	성명		직급	연구자 등록번호	세부 전공분야	신입/기존	사범대/ 분교	임상/기초	외국인/ 내국인	사업 참여 여부	비고
		한글	영문						건축공학/건축학			
									인문사회계열			
2020.05.14						미분기하	기존			내국인	참여	
2020.05.14						기하위상수학	기존			내국인	참여	
2020.05.14						수론	기존			내국인	참여	
2020.05.14						고전/실해석	기존			내국인	참여	
2020.05.14						확률과정론	기존			내국인	참여	
2020.05.14						수치해석	기존			내국인	참여	
2020.05.14						대수기하	기존			내국인	참여	
2020.05.14						수치해석	기존			내국인	참여	
2020.05.14						복소/조화해 석	기존			내국인	참여	
2020.05.14						수론	기존			내국인	참여	
2020.05.14						편미분방정식	기존			내국인	참여	
2020.05.14						복소/조화해 석	기존			내국인	참여	

기준일	소속대학원 학과(부)	성명		직급	연구자 등록번호	세부 전공분야	신입/기존	사범대/ 분교	임상/기초	외국인/ 내국인	사업 참여 여부	비고
		한글	영문						건축공학/건축학 인문사회계열			
2020.05.14						큐잉이론과응 용	기존			내국인	참여	
2020.05.14						편미분방정식	신임			내국인	참여	
2020.05.14						군과표현	기존			내국인	참여	
2020.05.14						확률해석학	신임			내국인	참여	
2020.05.14						인공지능시스 템및응용	신임			내국인	참여	
전체 교수 수 (임상건축학인문사회계열포함)			17	기존 교수 수 (임상건축학인문사회계열포함)			14	신임교수 수 (임상건축학인문사회계열포함)			3	
전체 교수 수 (임상건축학인문사회계열제외)			17	기존 교수 수 (임상건축학인문사회계열제외)			14	신임교수 수 (임상건축학인문사회계열제외)			3	
신임교수 실적 포함 여부		기타 업적물(저서, 특허, 기술이전, 창업 실적) /연구비/ 교육역량 대표실적					신임교수 실적포함여부 : 아니오					

기준일	소속대학원 학과(부)	성명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/ 타교	지도교수 성명		학위과정		사업 참여 여부	비고 (임상구분)
		한글	영문					성명	임상/기초	과정	재학 학기수		
2020.05.14													
2020.05.14													
2020.05.14													
2020.05.14													
2020.05.14													

전체 대학원생 수 (명)	석사	21	참여 대학원생 수 (명)	석사	18	참여비율(%)	석사	85.71
	박사	13		박사	10		박사	76.92
	석·박사통합	23		석·박사통합	21		석·박사통합	91.30
	계	57		계	49		전체	85.96
자교 학사 전체 대학원생 수(명)	석사	10	자교 학사 참여 대학원생 수(명)	석사	9	자교학사 참여비율(%)	석사	90.00
	박사	4		박사	4		박사	100.00
	석·박사통합	12		석·박사통합	10		석·박사통합	83.33
	계	26		계	23		전체	88.46
외국인 전체 대학원생 수(명)	석사	0	외국인 참여 대학원생 수(명)	석사	0	외국인 참여비율(%)	석사	-
	박사	3		박사	2		박사	66.67
	석·박사통합	0		석·박사통합	0		석·박사통합	-
	계	3		계	2		전체	66.67

[첨부 3] 최근 3년간 참여교수의 지도학생 확보 실적

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	4월 1일	1							석사
2017년	4월 1일	2							석사
2017년	4월 1일	3							석사
2017년	4월 1일	4							석사
2017년	4월 1일	5							석사
2017년	4월 1일	6							석사
2017년	4월 1일	7							석사
2017년	4월 1일	9							석사
2017년	4월 1일	10							석사
2017년	4월 1일	11							석사
2017년	4월 1일	12							석사
2017년	4월 1일	13							석사
2017년	4월 1일	14							석사
2017년	4월 1일	15							석사
2017년	4월 1일	16							석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	4월 1일	17							박사
2017년	4월 1일	18							박사
2017년	4월 1일	19							박사
2017년	4월 1일	20							박사
2017년	4월 1일	21							박사
2017년	4월 1일	22							박사
2017년	4월 1일	24							박사
2017년	4월 1일	25							석박사통합
2017년	4월 1일	26							석박사통합
2017년	4월 1일	27							석박사통합
2017년	4월 1일	28							석박사통합
2017년	4월 1일	29							석박사통합
2017년	4월 1일	30							석박사통합
2017년	4월 1일	31							석박사통합
2017년	4월 1일	32							석박사통합

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	4월 1일	33							석박사통합
2017년	4월 1일	34							석박사통합
2017년	4월 1일	35							석박사통합
2017년	4월 1일	36							석박사통합
2017년	4월 1일	37							석박사통합
2017년	4월 1일	38							석박사통합
2017년	4월 1일	39							석박사통합
2017년	10월 1일	1							석사
2017년	10월 1일	2							석사
2017년	10월 1일	3							석사
2017년	10월 1일	4							석사
2017년	10월 1일	5							석사
2017년	10월 1일	6							석사
2017년	10월 1일	7							석사
2017년	10월 1일	8							석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	10월 1일	9							석사
2017년	10월 1일	10							석사
2017년	10월 1일	11							석사
2017년	10월 1일	12							석사
2017년	10월 1일	13							석사
2017년	10월 1일	14							석사
2017년	10월 1일	16							석사
2017년	10월 1일	17							석사
2017년	10월 1일	18							석사
2017년	10월 1일	19							석사
2017년	10월 1일	20							석사
2017년	10월 1일	21							석사
2017년	10월 1일	22							박사
2017년	10월 1일	23							박사
2017년	10월 1일	24							박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	10월 1일	25							박사
2017년	10월 1일	26							박사
2017년	10월 1일	27							박사
2017년	10월 1일	28							박사
2017년	10월 1일	30							박사
2017년	10월 1일	31							석박사통합
2017년	10월 1일	32							석박사통합
2017년	10월 1일	33							석박사통합
2017년	10월 1일	34							석박사통합
2017년	10월 1일	35							석박사통합
2017년	10월 1일	36							석박사통합
2017년	10월 1일	37							석박사통합
2017년	10월 1일	38							석박사통합
2017년	10월 1일	39							석박사통합
2017년	10월 1일	40							석박사통합

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2017년	10월 1일	41							석박사통합
2017년	10월 1일	42							석박사통합
2017년	10월 1일	43							석박사통합
2018년	4월 1일	1							석사
2018년	4월 1일	2							석사
2018년	4월 1일	3							석사
2018년	4월 1일	4							석사
2018년	4월 1일	5							석사
2018년	4월 1일	6							석사
2018년	4월 1일	7							석사
2018년	4월 1일	8							석사
2018년	4월 1일	9							석사
2018년	4월 1일	10							석사
2018년	4월 1일	11							석사
2018년	4월 1일	12							석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	4월 1일	13							석사
2018년	4월 1일	14							석사
2018년	4월 1일	16							석사
2018년	4월 1일	17							석사
2018년	4월 1일	18							석사
2018년	4월 1일	19							석사
2018년	4월 1일	20							석사
2018년	4월 1일	21							박사
2018년	4월 1일	22							박사
2018년	4월 1일	23							박사
2018년	4월 1일	24							박사
2018년	4월 1일	25							박사
2018년	4월 1일	27							박사
2018년	4월 1일	28							석박사통합
2018년	4월 1일	29							석박사통합

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	4월 1일	30							석박사통합
2018년	4월 1일	31							석박사통합
2018년	4월 1일	32							석박사통합
2018년	4월 1일	33							석박사통합
2018년	4월 1일	34							석박사통합
2018년	4월 1일	35							석박사통합
2018년	4월 1일	36							석박사통합
2018년	4월 1일	37							석박사통합
2018년	4월 1일	38							석박사통합
2018년	4월 1일	39							석박사통합
2018년	10월 1일	1							석사
2018년	10월 1일	2							석사
2018년	10월 1일	3							석사
2018년	10월 1일	4							석사
2018년	10월 1일	5							석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	10월 1일	6							석사
2018년	10월 1일	7							석사
2018년	10월 1일	8							석사
2018년	10월 1일	9							석사
2018년	10월 1일	10							석사
2018년	10월 1일	11							박사
2018년	10월 1일	12							박사
2018년	10월 1일	13							박사
2018년	10월 1일	14							박사
2018년	10월 1일	15							박사
2018년	10월 1일	17							박사
2018년	10월 1일	19							박사
2018년	10월 1일	20							석박사통합
2018년	10월 1일	21							석박사통합
2018년	10월 1일	22							석박사통합

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2018년	10월 1일	23							석박사통합
2018년	10월 1일	24							석박사통합
2018년	10월 1일	25							석박사통합
2018년	10월 1일	26							석박사통합
2018년	10월 1일	27							석박사통합
2018년	10월 1일	28							석박사통합
2018년	10월 1일	29							석박사통합
2018년	10월 1일	30							석박사통합
2018년	10월 1일	31							석박사통합
2018년	10월 1일	32							석박사통합
2018년	10월 1일	33							석박사통합
2019년	4월 1일	1							석사
2019년	4월 1일	2							석사
2019년	4월 1일	3							석사
2019년	4월 1일	4							석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	4월 1일	5							석사
2019년	4월 1일	6							석사
2019년	4월 1일	7							석사
2019년	4월 1일	8							석사
2019년	4월 1일	9							석사
2019년	4월 1일	10							석사
2019년	4월 1일	11							석사
2019년	4월 1일	12							석사
2019년	4월 1일	13							석사
2019년	4월 1일	14							석사
2019년	4월 1일	15							석사
2019년	4월 1일	16							박사
2019년	4월 1일	17							박사
2019년	4월 1일	18							박사
2019년	4월 1일	19							박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	4월 1일	20							박사
2019년	4월 1일	21							박사
2019년	4월 1일	23							박사
2019년	4월 1일	24							박사
2019년	4월 1일	26							박사
2019년	4월 1일	27							석박사통합
2019년	4월 1일	28							석박사통합
2019년	4월 1일	29							석박사통합
2019년	4월 1일	30							석박사통합
2019년	4월 1일	31							석박사통합
2019년	4월 1일	32							석박사통합
2019년	4월 1일	33							석박사통합
2019년	4월 1일	34							석박사통합
2019년	4월 1일	35							석박사통합
2019년	4월 1일	36							석박사통합

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	4월 1일	37							석박사통합
2019년	4월 1일	38							석박사통합
2019년	4월 1일	39							석박사통합
2019년	4월 1일	40							석박사통합
2019년	4월 1일	41							석박사통합
2019년	4월 1일	42							석박사통합
2019년	4월 1일	43							석박사통합
2019년	4월 1일	44							석박사통합
2019년	4월 1일	45							석박사통합
2019년	10월 1일	1							석사
2019년	10월 1일	2							석사
2019년	10월 1일	3							석사
2019년	10월 1일	4							석사
2019년	10월 1일	5							석사
2019년	10월 1일	6							석사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	10월 1일	7							석사
2019년	10월 1일	8							석사
2019년	10월 1일	9							석사
2019년	10월 1일	10							석사
2019년	10월 1일	11							석사
2019년	10월 1일	12							석사
2019년	10월 1일	13							석사
2019년	10월 1일	14							석사
2019년	10월 1일	15							석사
2019년	10월 1일	16							석사
2019년	10월 1일	17							석사
2019년	10월 1일	18							박사
2019년	10월 1일	19							박사
2019년	10월 1일	20							박사
2019년	10월 1일	21							박사

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	10월 1일	22							박사
2019년	10월 1일	23							박사
2019년	10월 1일	24							박사
2019년	10월 1일	25							박사
2019년	10월 1일	26							박사
2019년	10월 1일	28							석박사통합
2019년	10월 1일	29							석박사통합
2019년	10월 1일	30							석박사통합
2019년	10월 1일	31							석박사통합
2019년	10월 1일	32							석박사통합
2019년	10월 1일	33							석박사통합
2019년	10월 1일	34							석박사통합
2019년	10월 1일	35							석박사통합
2019년	10월 1일	36							석박사통합
2019년	10월 1일	37							석박사통합

연도	기준일자	연번	성명		학번	외국인/내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	학위과정
			한글	영문					
2019년	10월 1일	38							석박사통합
2019년	10월 1일	39							석박사통합
2019년	10월 1일	40							석박사통합
2019년	10월 1일	41							석박사통합
2019년	10월 1일	42							석박사통합
2019년	10월 1일	43							석박사통합
2019년	10월 1일	44							석박사통합
2019년	10월 1일	45							석박사통합
2019년	10월 1일	46							석박사통합
2019년	10월 1일	47							석박사통합

지도학생 수(명)	석사	2017년	17.50	석박사통합	2017년	14.00	외국인 학생 수	2017년	2.50
		2018년	14.50		2018년	13.00		2018년	3.00
		2019년	16.00		2019년	19.50			
		전체	48.00		전체	46.50			
	박사	2017년	7.50	총계	2017년	39.00		2019년	3.00
		2018년	6.50		2018년	34.00		전체	8.50
		2019년	9.00		2019년	44.50			
		전체	23.00		전체	117.50			

[첨부 4] 최근 3년간 참여교수의 지도학생 배출 실적 (졸업 및 취(창)업 실적)

연도	기준월	연번	성명		학번	생년 (YYYY)	지도교수 성명	임상/기초	취득 학위	입학 년월	취(창)업 구분	취(창)업정보		
			건축학/건축공학	회사명				취(창)업구 분				근무 지역		
			인문사회계열											
2017년	2월	1							석사	201503				
2017년	2월	2							석사	201503				
2017년	8월	1							박사	200703				
2017년	8월	2							석사	201509				
2017년	8월	3							석사	201509				
2018년	2월	1							석사	201603				
2018년	2월	2							석사	201603				
2018년	2월	3							석사	201603				
2018년	2월	4							박사	201203				
2018년	8월	1							석사	201403				
2018년	8월	2							석사	201603				
2018년	8월	3							석사	201603				

연도	기준월	연번	성명		학번	생년 (YYYY)	지도교수 성명	임상/기초	취득 학위	입학 년월	취(창)업 구분	취(창)업정보		
			건축학/건축공학	회사명				취(창)업구 분				근무 지역		
			인문사회계열											
2018년	8월	4						석사	201603					
2018년	8월	5						석사	201609					
2018년	8월	6						석사	201609					
2018년	8월	7						박사	201303					
2019년	2월	1						박사	201203					
2019년	2월	2						석사	201603					
2019년	8월	1						석사	201703					
2019년	8월	2						석사	201709					

졸업생	2017년	전체	석사	4	2018년	전체	석사	9	2019년	전체	석사	3	전체기간	전체	석사	16
			박사	1			박사	2			박사	1			박사	4
			계	5			계	11			계	4			계	20
	임상 제외	석사	4	임상 제외	석사	9	임상 제외	석사	3	임상 제외	석사	16				
		박사	1		박사	2		박사	1		박사	4				
		계	5		계	11		계	4		계	20				
취(창)업	2019년 2월 졸업자	석사	1	국내 진학자 소계		0	2019년 8월 졸업자	석사	2	국내 진학자 소계		1				
				국외 진학자 소계		0				국외 진학자 소계		0				
				입대자 소계		0				입대자 소계		0				
				취(창)업자 소계		1				취(창)업자 소계		1				
		박사	1	입대자 소계		0		박사	1	입대자 소계		0				
				취(창)업자 소계		0				취(창)업자 소계		0				
전체 환산 졸업생 수 (임상간접학, 인문사회계열포함)			석사	8			전체 환산 졸업생 수 (임상간접학, 인문사회계열포함)			석사	8					
			박사	4						박사	4					
			계	12						계	12					

[첨부 5-1] 최근 3년간 참여교수의 지도학생(졸업생) 저명학술지 논문 게재 실적

졸업 년도	연 번	논문제목	수학 /거대 과학 실험 분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수 지도학생			환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score		
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저 자 수 (T)	졸업 생 성명	저자 구분	졸업 생 학 위 구 분		보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)
2017 년	1	Error Estimates on Hybridizable Discontinuous Galerkin Methods for Parabolic Equations with Nonlinear Coefficients		Advances in Mathematical Physics	SCI(E)	1687-9120	10.1155/2017/9736818	2017	9736818	201705	2	1	3	기타저자	박사	0.2000	0	0	0.936	0.353	0.0706	0.00152	0.0439	0.008780000000000001		
2017 년	2	SPEED UP OF THE MAJORITY VOTING ENSEMBLE METHOD FOR THE PREDICTION OF STOCK PRICE DIRECTIONS	수학	Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research	SCI(E)	0424-267X	10.24818/18423264/52.1.18.13	52	1215	201802	0	3	3	기타저자	석사	0.3333	0.3299	0.10995567	0.973	0.276	0.0919908	0.00047	0.03127	0.010422290999999998		
2018 년	1	A finite difference method for a conservative Allen-Cahn equation on non-		JOURNAL OF COMPUTATIONAL	SCI(E)	0021-9991	10.1016/j.jcp.2016.12.060	334	170	201704	2	2	4	주저자	박사	0.4000	1.3608	0.54432	2.845	1.074	0.4296000000000003	0.05706	2.70616	1.082464		

대표논문 총 편수	2017년	2	2018년	3	2019년	4	총계	9
대표논문 환산편수의 합	2017년	0.5333	2018년	1.2333	2019년	1.4583	총계	3.2249
보정피인용수(FWC)값이있는논문의 총편수	2017년	2	2018년	3	2019년	4	총계	9
보정피인용수(FWC)의합	2017년	0.3299	2018년	1.7076	2019년	5.2321	총계	7.2696
환산 보정 피인용수(FWC) 합	2017년	0.1100	2018년	0.6599	2019년	1.8353	총계	2.6052
IF값이 영(zero)이 아닌 논문의총 편수	2017년	2	2018년	3	2019년	4	총계	9
IF의 합	2017년	1.9090	2018년	5.9070	2019년	8.2980	총계	16.1140
보정 IF의 합	2017년	0.6290	2018년	2.0840	2019년	3.1720	총계	5.8850
환산보정 IF의 합	2017년	0.1626	2018년	0.8219	2019년	1.2330	총계	2.2175
ES값이 영(zero)이 아닌 논문의 총 편수	2017년	2	2018년	3	2019년	4	총계	9
ES의 합	2017년	0.0020	2018년	0.1005	2019년	0.0382	총계	0.1406
보정 ES의 합	2017년	0.0752	2018년	5.6683	2019년	2.5147	총계	8.2582
환산보정 ES의 합	2017년	0.0192	2018년	2.3280	2019년	0.9371	총계	3.2843

[첨부 5-2] 최근 3년간 참여교수의 지도학생(졸업생) 연구업적물 (건축 분야의 건축학만 해당)

졸업년 도	연번	구분	논문제목/저서명	게재정보						총 저자			저자 중 교육연구단 학과(부) 대학원생(졸업생)					가중치 (U)	환산 편수
				게재학술지 명/출판사명	ISSN/ ISBN/ e-ISSN	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자		총 저자 수		
													성명	수(A)	성명	수(B)			
No data have been found.																			
연구재단 등재(후보)지 논문 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
국제저명 학술지 논문 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
기타국제 학술지 논문 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
국어 학술저서 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
외국어 학술저서 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
저서 또는 논문 총 환산편수				2017년	0	2018년		0	2019년		0	총계	0						
평가대상1인당저서또는논문환산편수													총계	0					
0																			

[첨부 6-1] 최근 3년간 참여교수의 정부 연구비 수주실적

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
17.1.1- '17.12.31	1	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	2	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	3	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	4	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	5	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	6	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	7	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	8	교육부	BK21플러 스사업													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
				지원금												
17.1.1- '17.12.31	9	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	10	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	11	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	12	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	13	교육부	BK21플러 스사업													
17.1.1- '17.12.31	14	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (3억초과 ~5억이하)													
17.1.1- '17.12.31	15	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (3억초과 ~5억이하)													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
17.1.1- '17.12.31	16	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (1.5억초과 ~3억이하)													
17.1.1- '17.12.31	17	한국연구재단	(이공)신진 연구지원사 업(후속)													
17.1.1- '17.12.31	18	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
17.1.1- '17.12.31	19	한국인터넷진 흥원	정보보호 특 성화대학													
17.1.1- '17.12.31	20	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
17.1.1- '17.12.31	21	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
17.1.1- '17.12.31	22	한국은행 인 재개발원	연구용역													
17.1.1- '17.12.31	23	한국연구재단	전략공모 _전략과제													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
17.1.1- '17.12.31	24	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
17.1.1- '17.12.31	25	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
17.1.1- '17.12.31	26	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본(후 속)													
17.1.1- '17.12.31	27	한국은행 인 재개발원	연구용역													
18.1.1- '18.12.31	1	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
18.1.1- '18.12.31	2	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
18.1.1- '18.12.31	3	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
18.1.1- '18.12.31	4	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	5	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	6	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	7	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	8	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	9	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	10	교육부	BK21플러 스사업													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
18.1.1- '18.12.31	11	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	12	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	13	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	14	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	15	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	16	교육부	BK21플러 스사업													
18.1.1- '18.12.31	17	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (3억초과 ~5억이하)													
18.1.1- '18.12.31	18	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (1.5억초과													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
			~3억이하)													
18.1.1- '18.12.31	19	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (3억초과 ~5억이하)													
18.1.1- '18.12.31	20	한국연구재단	전략공모 _전략과제													
18.1.1- '18.12.31	21	한국인터넷진 흥원	정보보호 특 성화대학													
18.1.1- '18.12.31	22	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
18.1.1- '18.12.31	23	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
18.1.1- '18.12.31	24	한국은행 인 재개발원	연구용역													
18.1.1- '18.12.31	25	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
18.1.1- '18.12.31	26	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
18.1.1- '18.12.31	27	한국은행 인 재개발원	연구용역													
'19.1.1- '19.12.31	1	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
'19.1.1- '19.12.31	2	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
'19.1.1- '19.12.31	3	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
'19.1.1- '19.12.31	4	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
'19.1.1- '19.12.31	5	한국연구재단	전략공모 _전략과제													
'19.1.1- '19.12.31	6	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (3억초과 ~5억이하)													
'19.1.1- '19.12.31	7	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (1.5억초과 ~3억이하)													
'19.1.1- '19.12.31	8	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
'19.1.1- '19.12.31	9	한국연구재단	(이공)중견 연구자지원 (3억초과 ~5억이하)													
'19.1.1- '19.12.31	10	한국연구재단	(이공)(유형 1-1)중견연 구(연평균연 구비 1억원 이내)													
'19.1.1- '19.12.31	11	한국연구재단	(이공)(유형 1-1)중견연 구(연평균연 구비 1억원 이내)													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
'19.1.1- '19.12.31	12	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	13	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	14	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	15	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	16	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	17	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	18	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	19	교육부	BK21플러 스사업													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
'19.1.1- '19.12.31	20	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	21	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	22	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	23	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	24	교육부	BK21플러 스사업													
'19.1.1- '19.12.31	25	한국인터넷진 흥원	정보보호 특 성화대학													
'19.1.1- '19.12.31	26	정보통신기획 평가원	정보보호핵 심원천기술 개발													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
'19.1.1- '19.12.31	27	한국은행 인 재개발원	연구용역													
'19.1.1- '19.12.31	28	한국은행 인 재개발원	연구용역													
'19.1.1- '19.12.31	29	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
'19.1.1- '19.12.31	30	한국연구재단	이공학개인 기초연구지 원-기본연구													
'19.1.1- '19.12.31	31	한국연구재단	(이공)(유형 1-1)중견연 구(연평균연 구비 1억원 이내)													

산정 기간	연번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
'19.1.1- '19.12.31	32	한국은행 인 재개발원	연구용역													
총 수주 건수	'17.1.1.-'17.12.31.	27	정부연구비수주 총입금액 (원) (건축학참여교수정부 연구비제외)	'17.1.1.-'17.12.31.	931,993,139	건축학 참여교수의 정 부 연구비 총 입금액 (원)	'17.1.1.-'17.12.31.	0								
	'18.1.1.-'18.12.31.	27		'18.1.1.-'18.12.31.	962,824,297		'18.1.1.-'18.12.31.	0								
	'19.1.1.-'19.12.31.	32		'19.1.1.-'19.12.31.	1,190,037,652		'19.1.1.-'19.12.31.	0								
	계	86		계	3,084,855,088		계	0								

산정 기간	연번	산업체명	산업체 구분	지역 구분	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/ 건축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	총 입금액 중 사업 참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
										시작일	종료일						
18.1.1.- '18.12.31.	4																
'19.1.1.- '19.12.31.	1																
'19.1.1.- '19.12.31.	2																
'19.1.1.- '19.12.31.	3																

총 수주 건수	'17.1.1.-'17.12.31.	3	산업체(국내)연구비수 주 총입금액 (원) (건축학참여교수정부 연구비제외)	'17.1.1.-'17.12.31.	157,332,936	건축학 참여교수의 국내 산업체 연구비 총 입금액 (원)	'17.1.1.-'17.12.31.	0
	'18.1.1.-'18.12.31.	3		'18.1.1.-'18.12.31.	191,437,977		'18.1.1.-'18.12.31.	0
	'19.1.1.-'19.12.31.	3		'19.1.1.-'19.12.31.	35,000,000		'19.1.1.-'19.12.31.	0
	계	9		계	383,770,913		계	0

[첨부 6-3] 최근 3년간 참여교수의 해외기관 연구비 수주실적

산정 기간	연번	해외 기관명	국가명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록 번호	건축 공학/건 축학	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여교수 지분(%) (C)	사업 참여교 수 지분액 (원) (D=B*C)	환산 입금액 (원) (E=D*2)	연구비 입금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일							
No data have been found.																	
총 수주 건수		'17.1.1.-'17.12.31.		0		해외기관연구비수주 총입금액 (원) (건축학참여교수정부 연구비제외)		'17.1.1.-'17.12.31.		0	건축학 참여교수의 해외 기관 연구비 총 입금액 (원)		'17.1.1.-'17.12.31.		0		
		'18.1.1.-'18.12.31.		0			'18.1.1.-'18.12.31.		0			'18.1.1.-'18.12.31.		0			
		'19.1.1.-'19.12.31.		0			'19.1.1.-'19.12.31.		0			'19.1.1.-'19.12.31.		0			
		계		0			계		0			계		0			

[첨부 7-1] 최근 5년간 참여교수의 논문 게재 실적

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score									
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자		기타저자			보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXFP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)						
																성명	연구자 등록번호	수 (A)		성명									연구자 등록번호	수 (A)	총저자 수			
2015	1	A single server queue with Markov modulated service rates and impatient customers		PERFORMANCE EVALUATION	SCI(E)	0166-5316	10.1016/j.peva.2014.11.002		83		84		1	201501	2	0	2				1				1	0.5	1.9034	0.9517	1.689	0.328	0.164	0.002	0.16671	0.083355
2015	2	Asymptotics of the solution to the conductivity equation in the presence of adjacent circular inclusions with finite conductivities	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS	SCI(E)	0022-247X	10.1016/j.jmaa.2014.07.002		42	1	13	1	201501	1	1	2					1	1	0.5	0.6823	0.3415	1.188	0.585	0.2925	0.04184	3.18077	1.590385			
2015	3	Cohomological relation between Jacobi forms and skew-holomorphic Jacobi forms	수학	MATHEMATISCHES NACHRICHTEN	SCI(E)	0025-584X	10.1002/math.2013.0005		28	1	10		201501	0	2	2					1	1	0.5	0.3963	0.19815	0.847	0.417	0.2085	0.00609	0.46298	0.23149			
2015	4	Link lengths and their growth powers		Journal of Physics A-	SCI(E)	1751-8113	10.1088/1751-8113/		48	3	035202		201501	0	4	4					1	1	0.25	0.482	0.1205	2.11	0.796	0.199	0.03152	0.91034	0.227585			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score									
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자		총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)						
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명											연구 자 등록 번호	수 (A)				
		SECTIONS		S OF THE AMERI CAN MATHE MATIC AL SOCIET Y		0002- 9939- 2015- 1213 0-2																												
2015	20	Period functions of half-integral weight modular forms	수학	Journa l de Theori e des Nombr es de Bordea ux	SCI(E)	1246- 7405	10.58 02/jt nb.89 1		27	1	33	2015 5	0	3	3						1	1	0.33 33	0.404 9	0.134 9531 6999 9999 98	0.286	0.141	0.046 9953	0.001 35	0.102 63	0.034 2065 79			
2015	21	Proof of the conjecture on the stability of a multiserver retrial queue		OPERA TIONS RESEA RCH LETTE RS	SCI(E)	0167- 6377	10.10 16/j.o rl.201 5.02. 007		43	3	23 6	2015 5	2	0	2				1				1	0.5	0.146 2	0.073 1	0.761	0.169	0.084 5	0.005 26	0.271 5	0.135 75		
2015	22	Ranks of complex skew symmetric operators and applications to Toeplitz	수학	JOURN AL OF MATHE MATIC AL ANALY	SCI(E)	0022- 247X	10.10 16/j.j maa. 2015. 01.00 5		42 5	2	73 4	2015 5	0	3	3						1	1	0.33 33	0.909 8	0.303 2363 4	1.188	0.585	0.194 9804 9999 9999 97	0.041 84	3.180 77	1.060 1506 41			

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score												
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/e-ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자				기타저자		총 저자 수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)							
																성명	연구 자 등록 번호	수 (A)		성명	연구 자 등록 번호										수 (A)						
		operators		SIS AND APPLICATION S																																	
2015	23	The spaces of new forms for harmonic weak Maalss forms and their level raising properties modulo . . .	수학	RAMAN UJAN JOURNAL	SCI(E)	1382-4090	10.10 07/s1 1139-014-9557-8		37	1	65	2015 5	0	2	2						1	1	0.5	0.809 8	0.404 9	1.01	0.498	0.249	0.003 65	0.277 48	0.138 74						
2015	24	An efficient numerical method for evolving microstructures with strong elastic inhomogeneity		MODEL LING AND SIMUL ATION IN MATER IALS SCIENCE AND ENGIN EERING	SCI(E)	0965-0393	10.10 88/09 65-0393/ 23/4/ 0450 07		23	4	04 50 07	2015 6	2	1	3						1	1	0.4	0.115 6	0.046 24	1.826	0.159	0.063 6	0.005 89	0.063 37	0.025 348						
2015	25	Ruled minimal surfaces in the	수학	DIFFER ENTIAL	SCI(E)	0926-2245	10.10 16/j.		40		20 9	2015 6	0	5	5						1	1	0.2	0.728 3	0.145 6599	0.605	0.298	0.059 6	0.002 93	0.222 75	0.044 5500						

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실 협분야 여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score							
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자				총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)				
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)			
		Berger sphere		GEOMETRY AND ITS APPLICATIONS					doi.org/10.1016/j.jcp.2015.02.007																						0000 0000 006		
2015	26	Stability of a two-class two-server retrial queueing system		PERFORMANCE EVALUATION	SCI(E)	0166-5316	10.1016/j.jpeva.2015.02.002		88-89		1	201506	2	0	2				1					1	0.5	0.7613	0.38065	1.689	0.328	0.164	0.002	0.16671	0.083355
2015	27	Boundary Value Problems for Parabolic Operators in a Time-Varying Domain	수학	COMMUNICATIONS IN PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS	SCI(E)	0360-5302	10.1080/03605302.2015.1019628		407	1282	201507	0	3	3				1				1	1	0.3333	0	0	1.239	0.611	0.20364629999999997	0.0086	0.65379	0.217908207	
2015	28	Energy-minimizing wavelengths of equilibrium states for diblock		CURRENT APPLIED PHYSICS	SCI(E)	1567-1739	10.1016/j.cap.2015.04.033		157	799	201507	2	2	4				1				1	1	0.4	0.2465	0.09860000000000001	2.01	0.175	0.06999999999999999	0.0077	0.08284	0.033136	

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실험분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score											
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자수 (m)	기타저자수 (n)	총저자수 (T)	주저자		기타저자			총저자수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)							
																성명	연구자 등록번호	수 (A)		성명										연구자 등록번호	수 (A)					
		copolymers in the hex-cylinder phase																																		
2015	29	Numerical investigation of falling bacterial plumes caused by bioconvection in a three-dimensional chamber		EUROPEAN JOURNAL OF MECHANICS B-FLUIDS	SCI(E)	0997-7546	10.1016/j.euromechflu.2015.03.002				52			120	201507	2	0	2				1					1	0.5	0.8816	0.4408	1.811	0.382	0.191	0.00433	0.17168	0.08584
2015	30	Parabolic BMO estimates for pseudo-differential operators of arbitrary order	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS	SCI(E)	0022-247X	10.1016/j.jmaa.2015.02.065				427	2		557	201507	0	3	3				2			2	0.6666	1.1372	0.7580575199999999	0.3899609999999999	1.188	0.585	0.3899609999999999	0.04184	3.18077	2.120301282	
2015	31	STABILITY OF A CYCLIC POLLING SYSTEM WITH AN ADAPTIVE MECHANISM		Journal of Industrial and Management	SCI(E)	1547-5816	10.3934/jimo.2015.1.763				11	3		763	201507	0	2	2				1			1	0.5	0.37	0.185	1.025	0.29	0.145	0.00178	0.11844	0.05922		

연도	연 번	논문제목	수학/거대 과학실 험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score								
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e-ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)						
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호										수 (A)	총 저자 수				
				Optimization																														
2015	32	Compact linear combinations of composition operators induced by linear fractional maps	수학	MATHEMATISCHE ZEITSCHRIFT	SCI(E)	0025-5874	10.1007/s00209-015-1449-0		280	34	807	201508	0	4	4						1	1	0.25	3.5672	0.8918	0.832	0.41	0.1025	0.01267	0.9632	0.2408			
2015	33	Fock-Sobolev Spaces of Fractional Order	수학	POTENTIAL ANALYSIS	SCI(E)	0926-2601	10.1007/s1118-015-9468-3		43	2	199	201508	0	3	3						1	1	0.3333	1.8054	0.6017398199999999	1.031	0.508	0.1693164	0.00505	0.38391	0.127957203			
2015	34	Mean curvature flow by the Allen-Cahn equation	수학	EUROPEAN JOURNAL OF APPLIED MATHEMATICS	SCI(E)	0956-7925	10.1017/S0956792515000200		26	4	535	201508	2	0	2					1		1	0.5	0.1969	0.09845	1.224	0.439	0.2195	0.00179	0.12579	0.062895			
2015	35	Numerical Study of Periodic Traveling Wave Solutions for	수학	INTERNATIONAL JOURNAL OF	SCI(E)	0218-1274	10.1142/S021812741550		25	9		201508	2	3	5					1		1	0.2	0	0	2.145	0.608	0.1216	0.00738	0.49105	0.09821			

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실 험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score									
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)							
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호										수 (A)	총 저자 수					
		the Predator-Prey Model with Landscape Features		BIFURCATION AND CHAOS			1175																												
2015	36	Structures for pairs of mock modular forms with the zagier duality	수학	TRANSACTIONS OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY	SCI(E)	0002-9947	10.1090/S0002-9947-2014-06284-3		367	8	5831	201508	0	2	2										1	1	0.5	0.2966	0.1483	1.318	0.649	0.3245	0.03011	2.28903	1.144515
2015	37	Three-dimensional volume reconstruction from slice data using phase-field models		COMPUTER VISION AND IMAGE UNDERSTANDING	SCI(E)	1077-3142	10.1016/j.cviu.2015.02.001		137		115	201508	2	2	4				1							1	0.4	1.1478	0.45912	2.645	0.401	0.16040000000001	0.00934	0.38497	0.153988
2015	38	A BMO estimate for stochastic singular integral operators and its application	수학	JOURNAL OF FUNCTIONAL ANALYSIS	SCI(E)	0022-1236	10.1016/j.jfa.2015.05.015		269	5	1289	201509	1	0	1				1							1	1	0	0	1.637	0.807	0.807	0.03015	2.29207	2.29207

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score														
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자		기타저자			총저자수	보정피인용수 [FWCI] (PP)	환산보정피인용수 (UXFP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산보정 ES(Z)=(U×Y)										
																성명	연구자등록번호	수 (A)		성명										연구자등록번호	수 (A)								
		to SPDEs																																					
2015	39	Standard Monomial Theory of RR Varieties	수학	ALGEBRA COLLOQUIUM	SCI(E)	1005-3867	10.1142/S1005386715000346		22	3	395	201509	0	2	2							1	1	0.5	0	0.394	0.194	0.097	0.0009	0.06842	0.03421								
2015	40	On higher syzygies of ruled surfaces III	수학	JOURNAL OF PURE AND APPLIED ALGEBRA	SCI(E)	0022-4049	10.1016/j.jpaa.2015.02.037		219	10	4653	201510	0	2	2							1	1	0.5	0.4049	0.20245	0.797	0.393	0.1965	0.00996	0.75718	0.37859							
2015	41	Optimal Admission Control and State Space Reduction in Two-Class Preemptive Loss Systems		ETRI JOURNAL	SCI(E)	1225-6463	10.4218/etrij.15.0114.0348		37	5	917	201510	2	0	2			1					1	1	0.5	0.143	0.0715	0.861	0.131	0.0655	0.0013	0.03971	0.019855						
2015	42	A Hölder Regularity Theory for a Class of Non-Local Elliptic	수학	POTENTIAL ANALYSIS	SCI(E)	0926-2601	10.1007/s11118-015-9490-		43	4	653	201511	0	2	2							2	2	1	0.2579	0.2579	1.031	0.508	0.508	0.00505	0.38391	0.38391							

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score											
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자			기타저자			총저자수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)							
																성명	연구자등록번호	수(A)	성명		연구자등록번호										수(A)						
		Equations Related to Subordinate Brownian Motions				5																															
2015	43	Microphase separation patterns in diblock copolymers on curved surfaces using a nonlocal Cahn-Hilliard equation		EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL E	SCI(E)	1292-8941	10.1140/ejpe/i2015-15117-1		38	11	117	201511	2	0	2				1				1	0.5	0.4729	0.23645	1.686	0.286	0.143	0.00465	0.12821	0.064105					
2015	44	Cancellation properties of composition operators on Bergman spaces	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS	SCI(E)	0022-247X	10.1016/j.jmaa.2015.07.027		43	2	1174	201512	0	2	2							1	1	0.5	1.1372	0.5686	1.188	0.585	0.2925	0.04184	3.18077	1.590385					
2015	45	Fast and efficient narrow volume		PATTERN RECOGN	SCI(E)	0031-3203	10.1016/j.pat		48	12	4057	201512	2	0	2				1				1	0.5	0.4214	0.2107	5.898	0.895	0.4475	0.03033	1.25011	0.625055					

연도	연 번	논문제목	수학 /거대 과학실 협분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score												
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자				기타저자		총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)							
																성명	연구 자 등록 번호	수 (A)		성명	연구 자 등록 번호										수 (A)						
		reconstruction from scattered data				og.20 15.06 .014																															
2015	46	MATHEMATICAL MODEL AND ITS FAST NUMERICAL METHOD FOR THE TUMOR GROWTH		Mathe matica l Biosci ences and Engin ering	SCI(E)	1547- 1063	10.39 34/m be.20 15.12 .1173		12	6	11 73	20151 2	2	1	3			1					1	0.4	0.493 3	0.197 3200 0000 0000 02	1.313	0.294	0.117 6	0.002 05	0.048 46	0.019 3840 0000 0000 002					
2015	47	Motion by mean curvature of curves on surfaces using the Allen-Cahn equation		INTER NATIO NAL JOURN AL OF ENGIN EERIN G SCIEN CE	SCI(E)	0020- 7225	10.10 16/j.ij engs ci.20 15.10 .002		97		12 6	20151 2	2	3	5			1					1	0.4	0.769 8	0.307 92	9.052	1.918	0.767 2	0.009 54	0.520 69	0.208 2760 0000 0000 02					
2015	48	Pairings of harmonic Maass-Jacobi forms involving special values of partial L-functions	수학	JOURN AL OF NUMB ER THEOR Y	SCI(E)	0022- 314X	10.10 16/j.j nt.20 15.05 .012		15 7		44 2	20151 2	2	0	2			1					1	0.5	0	0	0.684	0.337	0.168 5	0.009 81	0.745 78	0.372 89					

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)	
																성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)
2016	1	A phase-field fluid modeling and computation with interfacial profile correction term		Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation	SCI(E)	1007-5704	10.1016/j.cnsns.2015.06.012		30	1-3	84	201601	2	1	3				1			1	0.4	2.6505	1.0602	3.967	1.497	0.5988000000000001	0.01948	1.3689	0.54756
2016	2	A practical numerical scheme for the ternary Cahn-Hilliard system with a logarithmic free energy		PHYSICAL STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS	SCI(E)	0378-4371	10.1016/j.physa.2015.09.038		44	2	510	201601	2	0	2				1			1	0.5	0.7578	0.3789	2.5	0.238	0.119	0.025	0.3317	0.16585
2016	3	Comparison study of numerical methods for solving the Allen-Cahn equation		COMPUTATIONAL MATERIALS SCIENCE	SCI(E)	0927-0256	10.1016/j.commatsci.2015.09.005		11	1	131	201601	2	3	5				1			1	0.4	0.9274	0.37096	2.644	0.202	0.0808000000000001	0.0259	0.27864	0.111456

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실험분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자				총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)	
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)
2016	4	Comparison study of the conservative Allen-Cahn and the Cahn-Hilliard equations		MATHEMATIC SAND COMPUTERS IN SIMULATION	SCI(E)	0378-4754	10.1016/j.matcom.2015.08.018		119	35	201601	2	0	2			1				1	0.5	1.027	0.5135	1.409	0.505	0.2525	0.00358	0.32322	0.16161
2016	5	Exactly fourteen intrinsically knotted graphs have 21 edges	수학	Algebraic and Geometric Topology	SCI(E)	1472-2739	10.2140/agt.2015.15.3305		156	3305	201601	2	2	4			1				1	0.25	1.57	0.3925	0.709	0.349	0.08725	0.00725	0.55116	0.13779
2016	6	Three-dimensional simulations of the cell growth and cytokinesis using the immersed boundary method		MATHEMATICAL BIOSCIENCES	SCI(E)	0025-5564	10.1016/j.mbs.2015.11.005		271	118	201601	2	0	2			1				1	0.5	0.2806	0.1403	1.68	0.376	0.188	0.00457	0.10802	0.05401
2016	7	An Lp-theory for a class of non-local elliptic equations related to nonsymmetric	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS	SCI(E)	0022-247X	10.1016/j.jmaa.2015.09.075		434	2	1302	201602	0	2	2					2	2	1	0.4125	0.4125	1.188	0.585	0.585	0.04184	3.18077	3.18077

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)		
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호										수 (A)	총 저자 수
		three-dimensional Cahn-Hilliard equation		COMMUNICATIONS	.006													1		04									
2016	11	Iterative algorithm for the first passage time distribution in a jump-diffusion model with regime-switching, and its applications	수학	JOURNAL OF COMPUTATIONAL AND APPLIED MATHEMATICS	10.1016/j.cam.2015.08.015	294	177	201603	2	1	3			1			1	0.3333	0.1656	0.05519448	1.883	0.676	0.2253108	0.02011	1.41317	0.4710095609999996			
2016	12	Accurate and Efficient Computations of the Greeks for Options Near Expiry Using the Black-Scholes Equations	수학	DISCRETE DYNAMICS IN NATURAL AND SOCIETY	10.1155/2016/1586786	2016	1586786	201604	2	1	3			1			1	0.3333	0.332	0.1106556	0.973	0.276	0.0919908	0.00369	0.24552	0.0818318159999999			
2016	13	Parabolic Littlewood-Paley inequality for a class of time-	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL	10.1016/j.jmaa.2015.12.04	436	2	1023	201604	0	3	3				2	2	0.6666	0.6188	0.41249208	1.188	0.585	0.3899609999999994	0.04184	3.18077	2.120301282			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score									
				게재학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자				기타저자		총저자수	보정피인용수[FWC I] (PP)	환산보정피인용수(UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산보정 ES(Z)=(U×Y)				
																성명	연구자등록번호	수(A)		성명	연구자등록번호										수(A)			
				성명	연구자등록번호	수(A)	성명	연구자등록번호	수(A)																									
		dependent pseudo-differential operators of arbitrary order, and applications to high-order stochastic PDE		ANALYSIS AND APPLICATIONS							0																							
2016	14	Spectral properties of the Neumann-Poincaré operator and uniformity of estimates for the conductivity equation with complex coefficients	수학	JOURNAL OF THE LONDON MATHEMATICAL SOCIETY-SECOND SERIES	SCI(E)	0024-6107	10.1112/jlms/jdw003		93	2	519	201604	0	5	5							1	1	0.2	5.2972	1.0594400000000001	1.131	0.557	0.11140000000000001	0.00855	0.64999	0.129998		
2016	15	A recursive method for discretely monitored geometric Asian option prices	수학	Bulletin of the Korean Mathematical	SCI(E)	1015-8634	10.4134/BKMS.b150283		53	3	733	201605	0	4	4							1	1	0.25	0.7062	0.17655	0.363	0.179	0.04475	0.00192	0.14596	0.03649		

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보								총저자			저자중참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지 명	학술지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인 용수 [FWC I] (PP)		환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)				
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)										총 저자 수			
				s and Research																												
2016	19	An Immersed Boundary Method for a Contractile Elastic Ring in a Three-Dimensional Newtonian Fluid	수학	JOURNAL OF SCIENTIFIC COMPUTING	SCI(E)	0885-7474	10.1007/s10915-015-0110-8		67	3	90	201606	2	2	4			1					1	0.25	0.3099	0.077475	2.37	0.85	0.2125	0.0133	0.93462	0.233655
2016	20	Mock modular forms and quantum modular forms	수학	PROCEEDINGS OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY	SCI(E)	0002-9939	10.1090/proc/12907		144	6	2337	201606	0	3	3					1	1	0.3333	2.1042	0.70132986	0.813	0.401	0.1336533	0.02447	1.86027	0.62002799100001		
2016	21	On linear projections of quadratic varieties	수학	PROCEEDINGS OF THE AMERICAN	SCI(E)	0002-9939	10.1090/proc/12885		144	6	2307	201606	0	2	2					1	1	0.5	0	0	0.813	0.401	0.2005	0.02447	1.86027	0.930135		

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score									
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)						
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명											연구 자 등록 번호	수 (A)				
				MATHE MATIC AL SOCIET Y																														
2016	22	The daily computed weighted averaging basic reproduction number $R_0, k, \gamma \cdot n$ for MERS-CoV in South Korea		PHYSIC AA- STATIS TICAL MECHA NICS AND ITS APPLIC ATION S	SCI(E)	0378- 4371	10.10 16/j.p hysa. 2016. 01.07 2		45 1	19 0	20160 6	2	2	4				1				1	0.4	0.151 5	0.060 6	2.5	0.238	0.095 2	0.025	0.331 7	0.132 68			
2016	23	A practical finite difference method for the three-dimensional Black-Scholes equation		EUROP EAN JOURN AL OF OPERA TIONA L RESEA RCH	SCI(E)	0377- 2217	10.10 16/j.e jor.20 15.12 .012		25 2	1 3	18 3	20160 7	2	6	8				1				1	0.4	0.289	0.115 6	3.806	0.845	0.338	0.044 39	2.291 24	0.916 4960 0000 0000 1		
2016	24	Asymptotic behaviors of fundamental solution and its	수학	JOURN AL OF THE KOREA	SCI(E)	0304- 9914	10.41 34/J KMS.j 1503		53 4	92 9	20160 7	0	2	2							1	1	0.5	3.531 4	1.765 7	0.584	0.288	0.144	0.001 44	0.109 47	0.054 735			

연도	연 번	논문제목	수학 /거대 과학실 험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score											
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e-ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)									
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명										연구 자 등록 번호	수 (A)	총 저자 수						
		derivatives to fractional diffusion-wave equations		N MATHEMATICAL SOCIETY		43																														
2016	25	Equilibrium strategies for a tandem network under partial information		OPERATIONS RESEARCH LETTERS	SCI(E)	0167-6377	10.1016/j.orl.2016.05.011		44	4	532	201607	2	0	2			1						1	0.5	0.2583	0.12915	0.761	0.169	0.0845	0.00526	0.2715	0.13575			
2016	26	Explicit solution for the stationary distribution of a discrete-time finite buffer queue		Journal of Industrial and Management Optimization	SCI(E)	1547-5816	10.3934/jimo.2016.12.1121		12	3	1121	201607	2	0	2			1						1	0.5	0.3084	0.1542	1.025	0.29	0.145	0.00178	0.11844	0.05922			
2016	27	The hyperbolic relaxation systems for the forced KdV equations with hydraulic falls		EUROPEAN JOURNAL OF MECHANICS - B-FLUIDS	SCI(E)	0997-7546	10.1016/j.euromechflu.2016.03.002		58		20	201607	2	0	2			1						1	0.5	0	0	1.811	0.382	0.191	0.00433	0.17168	0.08584			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실험분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score						
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자				기타저자		총저자수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)	
																성명	연구자 등록번호	수(A)		성명	연구자 등록번호										수(A)
2016	28	A simple and efficient finite difference method for the phase-field crystal equation on curved surfaces		COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING	SCI(E)	0045-7825	10.1016/j.cma.2016.04.022		30	7	32	201608	2	0	2				1			1	0.5	1.3252	0.6626	4.821	1.366	0.683	0.03835	2.55173	1.275865
2016	29	Composition Operators on Bounded Convex Domains in C_n	수학	INTEGRAL EQUATIONS AND OPERATOR THEORY	SCI(E)	0378-620X	10.1007/s0020-016-2300-7		85	4	55	201608	0	2	2						1	1	0.5	0	0	0.652	0.321	0.1605	0.00335	0.25467	0.127335
2016	30	An L_p -theory for stochastic partial differential equations driven by Lévy processes with pseudo-		STOCHASTIC PROCESSES AND THEIR APPLICATION	SCI(E)	0304-4149	10.1016/j.spa.2016.03.001		12	9	27	201609	2	0	2				2			2	1	0.6987	0.6987	1.342	0.423	0.423	0.01402	0.79806	0.79806

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실 협분야 여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score										
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자				총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)							
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)						
		differential operators of arbitrary order		S																																
2016	31	Mathematical analysis of plasmonic resonances for nanoparticles: The full Maxwell equations	수학	JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS	SCI(E)	0022-0396	10.1016/j.jde.2016.05.036		261	6	3615	201609	1	3	4							1	1	0.25	0	1.938	0.955	0.23875	0.03958	3.00896	0.75224					
2016	32	Mathematical and numerical framework for metasurfaces using thin layers of periodically distributed plasmonic nanoparticles		PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY A-MATHEMATICAL PHYSICAL AND ENGINEERING SCIENCES	SCI(E)	1364-5021	10.1098/rspa.2016.0445		472	2193	160445	201609	1	4	5							1	1	0.125	2.22726847764665	0.2784085597058312	2.818	0.21	0.02625	0.01891	0.0326	0.004075				
2016	33	Neumann problem for	수학	DISCRETE	SCI(E)	1078-0947	10.3934/d		36	9	4895	201609	2	1	3							1		0.3333	0.2526	0.0841915	1.143	0.563	0.1876478	0.01763	1.34027	0.4467119				

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score							
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)				
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명											연구 자 등록 번호	수 (A)		
2016	40	On the Hecke fields of Galois representations	수학	BULLETIN OF THE LONDON MATHEMATICAL SOCIETY	SCI(E)	0024-6093	10.1112/blms/bdw042		48	5	813	201610	0	2	2						1	1	0.5	0	0	0.767	0.378	0.189	0.00705	0.53596	0.26798	
2016	41	ON THE MINIMAL FREE RESOLUTION OF CURVES OF MAXIMAL REGULARITY	수학	Bulletin of the Korean Mathematical Society	SCI(E)	1015-8634	10.4134/BKMS.b150890		53	6	1707	201611	0	2	2						1	1	0.5	0	0	0.363	0.179	0.0895	0.00192	0.14596	0.07298	
2016	42	On the space of projective curves of maximal regularity	수학	MANUSCRIPTA MATHEMATICA	SCI(E)	0025-2611	10.1007/s00229-016-0844-0		151	3-4	505	201611	0	3	3						1	1	0.3333	0	0	0.549	0.271	0.0903243	0.00378	0.28736	0.095777088	
2016	43	A survey of retrial queueing systems		ANNALS OF OPERATIONS	SCI(E)	0254-5330	10.1007/s10479-015-		247	1	3	201612	2	0	2						1			0.5	4.104	2.052	2.284	0.507	0.2535	0.01011	0.52184	0.26092

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자중참여자					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score											
				게재학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자		기타저자			총저자수	보정피인용수 [FWC I] (PP)	환산보정피인용수 (UXFP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산보정 ES(Z)=(U×Y)							
																성명	연구자등록번호	수(A)		성명										연구자등록번호	수(A)					
				RESEARCH			2038-7																													
2016	44	Analysis of the MX/G/1 retrial queue		ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH	SCI(E)	0254-5330	10.1007/s10479-015-1921-6		247	1	193	201612	2	0	2				1					1	0.5	0.1109	0.05545	2.284	0.507	0.2535	0.01011	0.52184	0.26092			
2016	45	Basic Principles and Practical Applications of the Cahn-Hilliard Equation		MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING	SCI(E)	1024-123X	10.1155/2016/9532608		2016		9532608	201612	2	3	5				1					1	0.4	0.8997	0.359880000003	1.179	0.334	0.133600000002	0.02328	1.549	0.6196			
2016	46	Enumerating independent vertex sets in grid graphs	수학	LINEAR ALGEBRA AND ITS APPLICATIONS	SCI(E)	0024-3795	10.1016/j.laa.2016.08.025		510		192	201612	1	1	2				1					1	0.5	2.3854	1.1927	0.977	0.481	0.2405	0.01996	1.51741	0.758705			
2016	47	Numerical investigation of local defectiveness control of		Condensed Matter Physics	SCI(E)	1607-324X	10.5488/CMP.19.3301		193		3301	201612	2	1	3				1					1	0.4	0	0	0.852	0.05	0.020000000004	0.00055	0.00375	0.0015			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score								
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자				기타저자		총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)			
																성명	연구 자 등록 번호	수 (A)		성명	연구 자 등록 번호										수 (A)		
		diblock copolymer patterns																															
2017	1	A multigrid solution for the Cahn–Hilliard equation on nonuniform grids	수학	APPLIED MATHEMATICS COMPUTATION	SCI(E)	0096-3003	10.1016/j.amc.2016.08.026		29	32	0	201701	2	1	3			1				1	0.3333	1.0761	0.35866413	3.092	1.109	0.3696297	0.04336	3.047	1.0155651		
2017	2	An Lq(Lp)-theory for the time fractional evolution equations with variable coefficients	수학	ADVANCED IN MATHEMATICS	SCI(E)	0001-8708	10.1016/j.aim.2016.08.046		30	12	3	201701	0	3	3					2	2	0.6666	6.9447	4.6293370199999995	1.435	0.707	0.47128619999999993	0.04597	3.49475	2.3296003499999997			
2017	3	AN UNCONDITIONALLY GRADIENT STABLE NUMERICAL METHOD FOR THE OHTA-KAWASAKI MODEL	수학	Bulletin of the Korean Mathematical Society	SCI(E)	1015-8634	10.4134/BKMS.b150980		54	1	14	201701	0	2	2					1	1	0.5	0	0	0.363	0.179	0.0895	0.00192	0.14596	0.07298			
2017	4	Björling formula for	수학	Bulletin of	SCI(E)	1015-8634	10.4134/B		54	1	15	201701	1	0	1					1	1	1	0.4629	0.4629	0.363	0.179	0.179	0.00192	0.14596	0.14596			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score							
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자				기타저자		총저자수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)		
																성명	연구자 등록번호	수 (A)		성명	연구자 등록번호										수 (A)	
		mean curvature one surfaces in hyperbolic three-space and in de sitter three-space		the Korean Mathematical Society			KMS.	b150	984																							
2017	5	Projective varieties of maximal sectional regularity	수학	JOURNAL OF PURE AND APPLIED ALGEBRA	SCI(E)	0022-4049	10.1016/j.jpaa.2016.05.028		22	1	98	201701	0	4	4							1	1	0.25	1.0027	0.250675	0.797	0.393	0.09825	0.00996	0.75718	0.189295
2017	6	Spectrum of Neumann-Poincaré operator on annuli and cloaking by anomalous localized resonance for linear elasticity	수학	SIAM JOURNAL ON MATHEMATICAL ANALYSIS	SCI(E)	0036-1410	10.1137/17M1114089		49	5	4232	201701	0	4	4							1	1	0.25	0.4918	0.12295	1.334	0.479	0.11975	0.0151	1.06111	0.2652775
2017	7	On the heat diffusion starting with degeneracy	수학	JOURNAL OF DIFFERENTIAL	SCI(E)	0022-0396	10.1016/j.jde.2016.11		26	3	2722	201702	0	2	2							1	1	0.5	0.2639	0.13195	1.938	0.955	0.4775	0.03958	3.00896	1.50448

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score								
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자		기타저자			총저자수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)				
																성명	연구자등록번호	수(A)		성명										연구자등록번호	수(A)		
				EQUATIONS			.013																										
2017	8	Series expansion of the period function and representations of Hecke operators	수학	JOURNAL OF NUMBER THEORY	SCI(E)	0022-314X	10.1016/j.jnt.2016.07.020		17	1	30	1	201702	0	4	4						1	1	0.25	0	0	0.684	0.337	0.08425	0.00981	0.74578	0.186445	
2017	9	The Eichler · · Shimura cohomology theorem for Jacobi forms	수학	MONATSHEFT FÜR MATHEMATIK	SCI(E)	0026-9255	10.1007/s00605-016-0940-y		18	2	2	27	1	201702	0	2	2						1	1	0.5	0.4629	0.23145	0.807	0.398	0.199	0.00466	0.35426	0.17713
2017	10	A simple and efficient outflow boundary condition for the incompressible Navier-Stokes equations		Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics	SCI(E)	1994-2060	10.1080/19942060.2016.1247296		11	1	69		201703	2	2	4						1		1	0.4	0.5678	0.22712	2.163	0.458	0.18320000000000003	0.00112	0.06113	0.024452
2017	11	An asymmetric lottery Blotto game with a possible budget		ECONOMICS LETTERS	SSCI	0165-1765	10.1016/j.econlet.201		15	2	31		201703	2	0	2						1		1	0.5	0.7354	0.3677	0.876	0.226	0.113	0.01546	0.87893	0.439465

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실험분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score												
				게재학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자				기타저자		총저자수	보정피인용수 [FWCI] (PP)	환산보정피인용수 (UxP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산보정 IF(X)=(UxF)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산보정 ES(Z)=(UxY)							
																성명	연구자등록번호	수(A)		성명	연구자등록번호										수(A)						
		surplus and incomplete information				6.12.029																															
2017	12	Compact double differences of composition operators on the Bergman spaces	수학	JOURNAL OF FUNCTIONAL ANALYSIS	SCI(E)	0022-1236	10.1016/j.jfa.2016.08.006		27	6	2273	201703	0	3	3																					0.7639469309999	
2017	13	Mathematical reconsideration of number of variables in power flow computation		ELECTRICAL ENGINEERING	SCI(E)	0948-7921	10.1007/s00202-016-0383-4		99	1	59	201703	2	0	2																						0.008595
2017	14	Optimal information disclosure policies in a strategic queueing model		OPERATIONS RESEARCH LETTERS	SCI(E)	0167-6377	10.1016/j.orl.2017.02.003		45	2	181	201703	2	0	2																						0.13575
2017	15	Practical estimation of a splitting parameter for a spectral method for the	수학	MATHEMATICAL METHODS IN THE	SCI(E)	0170-4214	10.1002/ma.4093		40	5	1734	201703	2	0	2																						0.38439

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실 험분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score						
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자				총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)			
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)													
		ternary Cahn · · Hilliard system with a logarithmic free energy		APPLIE D SCIEN CES																													
2017	16	Shielding at a distance due to anomalous resonance		NEW JOURN AL OF PHYSIC S	SCI(E)	1367- 2630	10.10 88/13 67- 2630/ aa62 78		19	3	03 30 18	20170 3	2	0	2						1	0.5	0.237 2	0.118 6	3.783	0.359	0.179 5	0.076 93	1.020 71	0.510 355			
2017	17	A finite difference method for a conservative Allen–Cahn equation on non-flat surfaces		JOURN AL OF COMP UTATI ONAL PHYSIC S	SCI(E)	0021- 9991	10.10 16/j.j cp.20 16.12 .060		33 4		17 0	20170 4	2	2	4						2	0.5	1.360 8	0.680 4	2.845	1.074	0.537	0.057 06	2.706 16	1.353 08			
2017	18	Computationall y efficient adaptive time step method for the Cahn · · Hilliard equation		COMP UTERS & MATHE MATIC S WITH APPLIC ATION S	SCI(E)	0898- 1221	10.10 16/j.c amw a.201 7.02. 021		73	8	18 55	20170 4	2	1	3						1	0.4	2.374	0.949 6000 0000 0000 0999 9999 9	2.811	1.008	0.403 2	0.017 98	1.263 49	0.505 3960 0000 0000 1			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자				총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)		
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)												
2017	19	DOUBLE PIERI ALGEBRAS AND ITERATED PIERI ALGEBRAS FOR THE CLASSICAL GROUPS	수학	AMERICAN JOURNAL OF MATHEMATICS	SCI(E)	0002-9327	10.1353/ajm.2017.008		139	2	347	201704	0	3	3						1	1	0.3333	2.7779	0.9258740699999999	1.527	0.752	0.2506415999999999	0.00756	0.57473	0.191557509	
2017	20	Enumeration on graph mosaics	수학	JOURNAL OF KNOT THEORY AND ITS RAMIFICATIONS	SCI(E)	0218-2165	10.1142/S0218216517500328		26	5	175032	201704	2	0	2							1	0.5	2.0054	1.0027	0.461	0.227	0.1135	0.00313	0.23795	0.118975	
2017	21	Period and toroidal knot mosaics	수학	JOURNAL OF KNOT THEORY AND ITS RAMIFICATIONS	SCI(E)	0218-2165	10.1142/S0218216517500316		26	5	175031	201704	1	4	5							1	0.2	2.0054	0.40108	0.461	0.227	0.0454	0.00313	0.23795	0.04759	
2017	22	Difference of composition operators over the half-plane	수학	TRANSACTIONS OF THE	SCI(E)	0002-9947	10.1090/tran/6742		369	5	3173	201705	0	3	3							1	1	0.3333	2.3923	0.79735359	1.318	0.649	0.2163117	0.03011	2.28903	0.762933699

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실험분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score											
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXFP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)								
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명		연구자 등록번호									수 (A)	총저자 수						
				AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY																																	
2017	23	Pieri and Littlewood · · Richardson rules for two rows and cluster algebra structure	수학	JOURNAL OF ALGEBRAIC COMBINATORICS	SCI(E)	0925-9899	10.1007/s10801-016-0728-0		45	3	88	201705	0	2	2								1	1	0.5	1.9141	0.95705	0.854	0.421	0.2105	0.00547	0.41584	0.20792				
2017	24	Waiting time distributions in an M/G/1 retrial queue with two classes of customers		ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH	SCI(E)	0254-5330	10.1007/s10479-015-1979-1		25	2	1	12	201705	2	0	2								1	0.5	0.321	0.1605	2.284	0.507	0.2535	0.01011	0.52184	0.26092				
2017	25	An efficient and stable compact fourth-order finite difference scheme for the phase field crystal equation		COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND	SCI(E)	0045-7825	10.1016/j.cam.2017.02.022		31	9		19	201706	2	0	2								1	0.5	1.6176	0.8088	4.821	1.366	0.683	0.03835	2.55173	1.275865				

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score								
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)					
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명		연구자 등록번호									수 (A)	총저자 수			
				성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호	수 (A)																									
		WITH SOME SINGULAR SUBMANIFOLDS		THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY			785																											
2017	30	ON MULTISECANT PLANES OF LOCALLY NON-COHEN-MACAULAY SURFACES	수학	Bulletin of the Korean Mathematical Society	SCI(E)	1015-8634	10.4134/BKMS.b160564		54	4	1323	201707	0	2	2								1	1	0.5	0	0	0.363	0.179	0.0895	0.00192	0.14596	0.07298	
2017	31	Phase-field model and its splitting numerical scheme for tissue growth	수학	APPLIED NUMERICAL MATHEMATICS	SCI(E)	0168-9274	10.1016/j.apnum.2017.01.020		11	7	22	201707	2	0	2									1	0.5	0.4151	0.20755	1.678	0.602	0.301	0.00522	0.36682	0.18341	
2017	32	Phase-field simulations of crystal growth in a two-dimensional		COMPUTER PHYSICS COMM	SCI(E)	0010-4655	10.1016/j.cpc.2017.03.005		21	6	84	201707	2	2	4									1	0.4	0.2804	0.11216	3.309	1.249	0.49960000000004	0.03183	1.50959	0.603836	

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score														
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e-ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자				기타저자		총저자 수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)									
																성명	연구자 등록번호	수 (A)		성명	연구자 등록번호										수 (A)								
		cavity flow		UNICA TIONS																																			
2017	33	STABILITY OF A QUEUE WITH DISCRIMINATORY RANDOM ORDER SERVICE DISCIPLINE AND HETEROGENEOUS SERVERS		Journa l of Industr ial and Manag ement Optimi zation	SCI(E)	1547-5816	10.3934/jimo.2016070		13	3	1237	201707	2	0	2							1	0.5	0	0	1.025	0.29	0.145	0.00178	0.11844	0.05922								
2017	34	The maximum distribution of Kibble's bivariate gamma random vector		OPERA TIONS RESEA RCH LETTE RS	SCI(E)	0167-6377	10.1016/j.orl.2017.06.001		45	4	392	201707	2	0	2							1	0.5	0.1678	0.0839	0.761	0.169	0.0845	0.00526	0.2715	0.13575								
2017	35	A new intrinsically knotted graph with 22 edges	수학	TOPOL OGY AND ITS APPLIC ATIONS	SCI(E)	0166-8641	10.1016/j.topol.2017.06.013		22	8	303	201709	0	5	5							1	1	0.2	0.3866	0.07732	0.416	0.205	0.041	0.0058	0.44093	0.088186							
2017	36	A PREDICTION METHODOLOGY FOR THE CHANGE OF THE VALUES OF	수학	Econo mic Compu tation and	SCI(E)	0424-267X	2-s2.0-85043487077		51	3	197	201709	0	3	3							1	1	0.3333	0	0	0.973	0.276	0.0919908	0.00047	0.03127	0.010422290999999							

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score											
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자				총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)								
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)																		
		FINANCIAL PRODUCTS		Economic Cybernetics Studies and Research																																	
2017	37	Sojourn time distribution in polling systems with processor-sharing policy		PERFORMANCE EVALUATION	SCI(E)	0166-5316	10.1016/j.peva.2017.06.002		114	97	201709	2	0							1	0.5	0.3109	0.15545	1.689	0.328	0.164	0.002	0.16671	0.083355								
2017	38	Conservative Allen · · Cahn · · Navier · · Stokes system for incompressible two-phase fluid flows		COMPUTERS & FLUIDS	SCI(E)	0045-7930	10.1016/j.compfluid.2017.07.009		156	239	201710	2	0							1	0.5	5.7249	2.86245	2.223	0.469	0.2345	0.01847	0.87597	0.437985								
2017	39	Curve and Surface Smoothing Using a Modified Cahn-Hilliard		MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING	SCI(E)	1024-123X	10.1155/2017/5971295		2017	5971295	201710	2	1							1	0.4	1.2295	0.4918	1.179	0.334	0.133600000000000002	0.02328	1.549	0.6196								

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실 협분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score									
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인 용수 [FWC I] (PP)		환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)								
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)										총 저자 수							
		Equation		EERING																																
2017	40	Spectral Resolution of the Neumann-Poincaré Operator on Intersecting Disks and Analysis of Plasmon Resonance	수학	ARCHIVE FOR RATIONAL MECHANICS AND ANALYSIS	SCI(E)	0003-9527	10.1007/s00205-017-1129-9		226	183	201710	0	3	3							1	0.3333	2.9773	0.99233409	2.186	0.784	0.2613072	0.01939	1.36258	0.4541479139999993						
2017	41	A Specific Groove Pattern Can Effectively Induce Osteoblast Differentiation		ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	SCI(E)	1616-301X	10.1002/adfm.201703569		27	44	201711	2	16	18							1	0.0125	0.6716	0.008395	15.621	1.36	0.017	0.17596	1.89302	0.02366275						
2017	42	Subwavelength phononic bandgap opening in bubbly media	수학	JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS	SCI(E)	0022-0396	10.1016/j.jde.2017.06.025		263	910	201711	1	4	5							1	0.2	2.3754	0.47508	1.938	0.955	0.191	0.03958	3.00896	0.6017920000000001						
2017	43	A new conservative vector-valued Allen-Cahn equation and		COMPUTER PHYSICS COMM	SCI(E)	0010-4655	10.1016/j.cpc.2017.08.006		221	102	201712	2	0	2							1	0.5	0.4206	0.2103	3.309	1.249	0.6245	0.03183	1.50959	0.754795						

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score										
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자		기타저자			보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (U _{XP} P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)= (U×Y)							
																성명	연구자 등록번호	수 (A)		성명									연구자 등록번호	수 (A)	총저자수				
		its fast numerical method		UNICATIONS																															
2017	44	An unconditionally energy-stable second-order time-accurate scheme for the Cahn–Hilliard equation on surfaces		Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation	SCI(E)	1007-5704	10.1016/j.cnsns.2017.05.006		53		213	201712	2	1	3									1	0.4	2.6161	1.04644	3.967	1.497	0.5988000000000001	0.01948	1.3689	0.54756		
2017	45	Bilinear integral operators with certain hypersingularities	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS	SCI(E)	0022-247X	10.1016/j.jmaa.2017.07.005		456	1	628	201712	0	3	3									2	2	0.6666	0	0	1.188	0.585	0.38996099999999994	0.04184	3.18077	2.120301282	
2017	46	Maximal independent sets on a grid graph	수학	DISCRETE MATHEMATICS	SCI(E)	0012-365X	10.1016/j.disc.2017.		340	12	2762	201712	1	0	1									1	1	1.3123	1.3123	0.728	0.359	0.359	0.0113	0.85905	0.85905		

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실 험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)			
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명										연구 자 등록 번호	수 (A)	총 저자 수
				S			08.01 5																							
2017	47	Performance analysis of polling systems with retrials and glue periods		QUEUEING SYSTEMS	SCI(E)	0257-0130	10.1007/s1134-017-9545-y		87	3-4	293	201712	2	3	5												0.0061192080000001			
2017	48	Stick number of spatial graphs	수학	JOURNAL OF KNOT THEORY AND ITS RAMIFICATIONS	SCI(E)	0218-2165	10.1142/S0218216517501000		26	14	1750100	201712	0	3	3												0.079308734999999			
2018	1	Field expansions for systems of strongly coupled plasmonic nanoparticles	수학	SIAM JOURNAL ON NUMERICAL ANALYSIS	SCI(E)	0036-1429	10.1137/17M1149237		56	4	2029	201801	0	4	4												0.2807375			
2018	2	Reconstructing fine details of small objects by using plasmonic		SIAM Journal on Imaging	SCI(E)	1936-4954	10.1137/17M1126540		11	1	1	201801	0	4	4												0.252795			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score								
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자수 (m)	기타저자수 (n)	총저자수 (T)	주저자			기타저자			총저자수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)					
															성명	연구자등록번호	수 (A)	성명	연구자등록번호											수 (A)				
		spectroscopic data		Sciences																														
2018	3	Reconstructing fine details of small objects by using plasmonic spectroscopic data. Part II: The strong interaction regime		SIAM Journal on Imaging Sciences	SCI(E)	1936-4954	10.1137/17M1159877		11	3	1931	201801	0	4	4								1	1	0.25	2.24241370285729	0.5606034257143225	2.514	0.902	0.2255	0.0112	1.0118	0.252795	
2018	4	Schwarz · · clp-surfaces in nil 3	수학	PROCEEDINGS OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY	SCI(E)	0002-9939	10.1090/proc/14214		14	4	1677	201801	0	5	5								1	1	0.2	0	0	0.813	0.401	0.08020000000001	0.02447	1.86027	0.37205400000005	
2018	5	Subwavelength localized modes for acoustic waves in bubbly crystals with a	수학	SIAM JOURNAL ON APPLIED MATHE	SCI(E)	0036-1399	10.1137/18M1178748		78	6	3316	201801	0	4	4								1	1	0.25	0.361669498876405	0.09041737471910124	1.449	0.52	0.13	0.0061	0.42866	0.107165	

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실 험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score																										
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자				총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)																							
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)																																	
		defect		MATIC S																																																
2018	6	Symmetric Equilibria in a Cost-Averting War of Attrition Requiring Minimum Necessary Conceders		BE Journal of Theoretical Economics	SSCI	1935-1704	10.1515/ejte-2016-0109		18	1		201801	2	0	2																				1	0.5	0	0	0.173	0.045	0.0225	0.00022	0.01251	0.006255								
2018	7	A presentation of the double Pieri algebra	수학	JOURNAL OF PURE AND APPLIED ALGEBRA	SCI(E)	0022-4049	10.1016/j.jpaa.2017.04.008		22	2		201802	1	0	1																						1	1	1.6482	1.6482	0.797	0.393	0.393	0.00996	0.75718	0.75718						
2018	8	A regularity theory for quasi-linear Stochastic PDEs in weighted Sobolev spaces		STOCHASTIC PROCESSES AND THEIR APPLICATIONS	SCI(E)	0304-4149	10.1016/j.spa.2017.06.006		12	2		201802	0	2	2																								2	1	0.7315	0.7315	1.342	0.423	0.423	0.01402	0.79806	0.79806				
2018	9	A study of wave trapping		JOURNAL OF	SCI(E)	0022-0833	10.1007/s1		10	1		201802	2	0	2																												1	0.5	0.6002	0.3001	1.146	0.325	0.1625	0.00162	0.10779	0.053895

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score												
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISSN-e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자수 (m)	기타저자수 (n)	총저자수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)									
																성명	연구자등록번호	수 (A)	성명		연구자등록번호									수 (A)	총저자수							
		between two obstacles in the forced Korteweg-de Vries equation		ENGINEERING MATHEMATICS						0665-017-9919-5																												
2018	10	Efficient 3D Volume Reconstruction from a Point Cloud Using a Phase-Field Method		MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING	SCI(E)	1024-123X	10.1155/2018/7090186				2018	2	7	9																								
2018	11	SPEED UP OF THE MAJORITY VOTING ENSEMBLE METHOD FOR THE PREDICTION OF STOCK PRICE DIRECTIONS	수학	Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research	SCI(E)	0424-267X	10.24818/18423264/52.1.18.13				2018	0	3	3																							0.010422290999999	
2018	12	Bisecant and trisecant curves	수학	JOURNAL OF	SCI(E)	0021-8693	10.1016/j.j				2018	0	4	4																						0.02152	1.636	0.409

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score								
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)					
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)				
		on ruled surfaces		ALGEBRA				algebra.2017.11.017																									
2018	13	Compact embedded minimal surfaces in the Berger sphere	수학	COMPTES RENDUS MATHEMATIQUE	SCI(E)	1631-073X		10.1016/j.croma.2018.01.011	356	3	333	201803	0	5	5									1	0.2	0.7595	0.1519	0.611	0.301	0.0602000000000003	0.00751	0.57093	0.1141860000000001
2018	14	Extension of the loss probability formula to an overloaded queue with impatient customers		STATISTICS & PROBABILITY LETTERS	SCI(E)	0167-7152		10.1016/j.spl.2017.10.007	134		54	201803	2	0	2									1	0.5	0	0	0.615	0.194	0.097	0.00862	0.49068	0.24534
2018	15	Hecke structures of weakly holomorphic modular forms and their algebraic properties	수학	JOURNAL OF NUMBER THEORY	SCI(E)	0022-314X		10.1016/j.jnt.2017.08.029	184		428	201803	0	2	2									1	0.5	0	0	0.684	0.337	0.1685	0.00981	0.74578	0.37289
2018	16	The waiting time distribution for		OPERATIONS RESEARCH	SCI(E)	0167-6377		10.1016/j.orl.2	46	2	268	201803	2	0	2									1	0.5	0	0	0.761	0.169	0.0845	0.00526	0.2715	0.13575

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score														
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)												
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호										수 (A)	총 저자 수										
		a correlated queue with exponential interarrival and service times		RCH LETTERS		018.02.001																																		
2018	17	A Projection Method for the Conservative Discretizations of Parabolic Partial Differential Equations	수학	JOURNAL OF SCIENTIFIC COMPUTING	SCI(E)	0885-0915-017-0536-2	10.1007/s1017-0536-2		75	1	332	201804	2	0	2									1	0.5	0	0	2.37	0.85	0.425	0.0133	0.93462	0.46731							
2018	18	Domino tilings of the expanded Aztec diamond	수학	DISCRETE MATHEMATICS	SCI(E)	0012-365X	10.1016/j.disc.2017.10.016		34	1	4	201804	1	0	1									1	1	0.5564	0.5564	0.728	0.359	0.359	0.0113	0.85905	0.85905							
2018	19	Finite Difference Method for the Black · · · Scholes Equation Without Boundary Conditions		Computational Economics	SSCI	0927-7099	10.1007/s10614-017-9653-0		51	4	961	201804	2	1	3									1	0.4	1.1029	0.4416	1.185	0.336	0.13440000000002	0.0015	0.11135	0.04454							

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score						
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)		
																성명	연구 자 등록 번호	수 (A)		성명										연구 자 등록 번호	수 (A)
2018	20	Spectral properties of the Neumann-Poincaré operator and cloaking by anomalous localized resonance for the elasto-static system	수학	EUROPEAN JOURNAL OF APPLIED MATHEMATICS	SCI(E)	0956-7925	10.1017/S0956792517000080		29	2	189	201804	0	5	5							1	0.2	2.17	0.434	1.224	0.439	0.0878	0.00179	0.12579	0.0251580000000003
2018	21	Surface reconstruction from unorganized points with l0 gradient minimization	수학	COMPUTER VISION AND IMAGE UNDERSTANDING	SCI(E)	1077-3142	10.1016/j.cviu.2018.01.009		16	9	108	201804	3	2	5							1	0.2857	0	0	2.645	0.401	0.1145657	0.00934	0.38497	0.109985929
2018	22	Weighted Lq-estimates for stationary Stokes system with partially BMO coefficients	수학	JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS	SCI(E)	0022-0396	10.1016/j.jde.2017.12.011		26	4	7	201804	0	2	2							1	0.5	4.3403	2.17015	1.938	0.955	0.4775	0.03958	3.00896	1.50448
2018	23	Conormal derivative problems for	수학	DISCRETE AND	SCI(E)	1078-0947	10.3934/dcds.2		38	5	2349	201805	0	3	3							1	0.3333	3.2915	1.09705695	1.143	0.563	0.18764789999	0.01763	1.34027	0.44671199100

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)			
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명										연구 자 등록 번호	수 (A)	총 저자 수
		stationary stokes system in Sobolev spaces		CONTI NUOU S DYNAM ICAL SYSTE MS		0180 97																9999 98				0000 03				
2018	24	Reconstruction of the Time- Dependent Volatility Function Using the Black- Scholes Model	수학	DISCRE TE DYNAM ICS IN NATUR E AND SOCIET Y	SCI(E)	1026- 0226	10.11 55/20 18/30 9370 8		20 18	30 93 70 8	20180 5	2	6	8					1	1	0.12 5	0	0	0.973	0.276	0.034 5	0.003 69	0.245 52	0.030 69	
2018	25	HAZARD RATE ORDERING OF THE LARGEST ORDER STATISTICS FROM GEOMETRIC RANDOM VARIABLES	수학	JOURN AL OF APPLIE D PROBA BILITY	SCI(E)	0021- 9002	10.10 17/jp r.201 8.40		55	2	65 2	20180 6	0	2	2					1	1	0.5	0	0	0.61	0.192	0.096	0.003 62	0.206 06	0.103 03
2018	26	Linear Fractional Composition Operators Over the Half-Plane	수학	INTEG RAL EQUAT IONS AND	SCI(E)	0378- 620X	10.10 07/s0 0020- 018- 2450-		90	3	27	20180 6	0	3	3					1	1	0.33 33	0	0	0.652	0.321	0.106 9893	0.003 35	0.254 67	0.084 8815 1099 9999 99

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실험분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score												
				게재 학술지 명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXFP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)									
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호											수 (A)								
				OPERATOR THEORY								x																											
2018	27	Plasmonic Interaction between Nanospheres	수학	SIAM REVIEW	SCI(E)	0036-1445	10.1137/17M1115319		60	2	356	201806	1	1	2							1	0.5	3.43012053832161	1.715060269160805	7.224	2.592	1.296	0.00649	0.45607	0.228035								
2018	28	Sarason's composition operator over the half-plane	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS	SCI(E)	0022-247X	10.1016/j.jmaa.2018.02.046		46	2	1309	201806	0	3	3							1	0.3333	0	0	1.188	0.585	0.19498049999999997	0.04184	3.18077	1.060150641								
2018	29	Bisected vertex leveling of plane graphs: Braid index, arc index and delta diagrams	수학	JOURNAL OF KNOT THEORY AND ITS RAMIFICATIONS	SCI(E)	0218-2165	10.1142/S021821651850044X		27	8	185044	201807	0	3	3							1	0.3333	0	0	0.461	0.227	0.07565909999999999	0.00313	0.23795	0.07930873499999999								

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score						
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자		총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)			
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명											연구 자 등록 번호	수 (A)	
2018	30	Lattice stick number of spatial graphs	수학	JOURNAL OF KNOT THEORY AND ITS RAMIFICATIONS	SCI(E)	0218-2165	10.1142/S0218216518500487		27	8	185048	201807	0	3	3						1	1	0.3333	0	0	0.461	0.227	0.0756590999999999	0.00313	0.23795	0.0793087349999999
2018	31	On Lp-estimates for elliptic and parabolic equations with Ap weights	수학	TRANSACTIONS OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY	SCI(E)	0002-9947	10.1090/tran/7161		37	7	5081	201807	0	2	2						1	1	0.5	6.7272	3.3636	1.318	0.649	0.3245	0.03011	2.28903	1.144515
2018	32	The inverses of tails of the Riemann zeta function	수학	JOURNAL OF INEQUALITIES AND APPLICATIONS	SCI(E)	1029-242X	10.1186/s13660-018-1743-6		20	1	157	201807	0	2	2						1	1	0.5	0.5485	0.27425	1.136	0.56	0.28	0.00682	0.51847	0.259235

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자		기타저자			총저자수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXFP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)	
																성명	연구자등록번호	수(A)		성명										연구자등록번호
2018	33	A benchmark problem for the two- and three-dimensional Cahn–Hilliard equations		Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation	SCI(E)	1007-5704	10.1016/j.cnsns.2018.02.006		61		149	201808	2	1	3						1	0.4	1.7143	0.68572	3.967	1.497	0.5988000000000001	0.01948	1.3689	0.54756
2018	34	Phase-field simulation of Rayleigh instability on a fibre		INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIPHASE FLOW	SCI(E)	0301-9322	10.1016/j.ijm.2018.03.019		105		84	201808	2	0	2					1	0.5	0.2514	0.1257	2.829	0.597	0.2985	0.00929	0.36834	0.18417	
2018	35	A mathematical and numerical framework for near-field optics		PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY MATHEMATICAL	SCI(E)	1364-5021	10.1098/rspa.2018.0150		474	2217	20180150	201809	2	1	3					1	0.4	0	0	2.818	0.21	0.084	0.01891	0.0326	0.01304	

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score														
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권호쪽	연월(YYYYMM)	주저자수(m)	기타저자수(n)	총저자수(T)	주저자			기타저자			총저자수	보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)= (U×Y)											
														성명	연구자 등록번호	수(A)	성명	연구자 등록번호											수(A)										
				PHYSICAL AND ENGINEERING SCIENCES																																			
2018	36	Arithmetic of generalized dedekind sums and their modularity	수학	Open Mathematics	SCI(E)	2391-5455	10.1515/math-2018-0082		16	1	967	201809	0	4	4							1	1	0.25	0	0	0.726	0.358	0.0895	0.00094	0.07146	0.017865							
2018	37	Bounds on Multiple Self-avoiding Polygons	수학	CANADIAN MATHEMATICAL BULLETIN	SCI(E)	0008-4395	10.4153/CMB-2017-072-x		61	3	518	201809	0	2	2							1	1	0.5	0.7595	0.37975	0.577	0.284	0.142	0.00245	0.18625	0.093125							
2018	38	HELICOIDAL KILLING FIELDS, HELICOIDS AND	수학	JOURNAL OF THE	SCI(E)	0304-9914	10.4134/JKMS.j		55	5	1235	201809	0	5	5							1	1	0.2	0	0	0.584	0.288	0.0576	0.00144	0.10947	0.021894							

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score										
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자		기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)						
																성명	연구자 등록번호	수 (A)		성명										연구자 등록번호	수 (A)				
		RULED MINIMAL SURFACES IN HOMOGENEOUS THREE-MANIFOLDS		KOREAN MATHEMATICAL SOCIETY			170671																												
2018	39	Modeling and simulation of the hexagonal pattern formation of honeycombs by the immersed boundary method		Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation	SCI(E)	1007-5704	10.1016/j.cnsns.2018.02.024			62		61	201809	2	1	3							1	0.4	2.0572	0.82288000000000000001	3.967	1.497	0.59880000000000000001	0.01948	1.3689	0.54756			
2018	40	More intrinsically knotted graphs with 22 edges and the restoring method	수학	JOURNAL OF KNOT THEORY AND ITS RAMIFICATIONS	SCI(E)	0218-2165	10.1142/S0218216518500591			27	10	1850059	201809	0	3	3							1	0.3333	0	0	0.461	0.227	0.0756590999999999999	0.00313	0.23795	0.0793087349999999999			
2018	41	Strong unimodality of		STATISTICS &	SCI(E)	0167-7152	10.1016/j.s			140		48	201809	2	1	3							1	0.4	0.4497	0.17988	0.615	0.194	0.0776	0.00862	0.49068	0.196272			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score										
				게재 학술지명	학술지구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회발표구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자수 (m)	기타저자수 (n)	총저자수 (T)	주저자		기타저자			보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)							
																성명	연구자등록번호	수 (A)		성명									연구자등록번호	수 (A)	총저자수				
		discrete order statistics		PROBABILITY LETTERS				pl.2018.04.018																											
2018	42	An explicit hybrid finite difference scheme for the Allen-Cahn equation	수학	JOURNAL OF COMPUTATIONAL AND APPLIED MATHEMATICS	SCI(E)	0377-0427	10.1016/j.cam.2018.02.026		34	0	24	7	201810	2	0	2							1	0.5	1.3875	0.69375	1.883	0.676	0.338	0.02011	1.41317	0.706585			
2018	43	Comments on: Polling: past, present and perspective		Top	SCI(E)	1134-5764	10.1017/s11750-018-0484-5		26	3	37	9	201810	2	0	2							1	0.5	0	0.965	0.214	0.107	0.00125	0.06452	0.03226				
2018	44	Various 3×3 nonnegative matrices with prescribed eigenvalues and diagonal entries	수학	LINEAR ALGEBRA AND ITS APPLICATIONS	SCI(E)	0024-3795	10.1016/j.laa.2018.05.002		55	4	15		201810	0	2	2						1	1	0.5	0	0	0.977	0.481	0.2405	0.01996	1.51741	0.758705			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)		
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)	
2018	45	An Lp-Lipschitz theory for parabolic equations with time measurable pseudo-differential operators	수학	COMMUNICATIONS ON PURE AND APPLIED ANALYSIS	SCI(E)	1534-0392	10.3934/cpaa.2018130		17	6	2751	201811	1	0	1							1	1	0	0	0.925	0.456	0.456	0.00566	0.43029	0.43029
2018	46	Direct Discretization Method for the Cahn · · Hilliard Equation on an Evolving Surface	수학	JOURNAL OF SCIENTIFIC COMPUTING	SCI(E)	0885-7474	10.1007/s10915-018-0742-6		77	2	1147	201811	2	1	3							1	0.3333	0.9688	0.32290104	2.37	0.85	0.283305	0.0133	0.93462	0.311508846
2018	47	Ropelength of superhelices and (2, n)-torus knots		Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical	SCI(E)	1751-8113	10.1088/1751-8121/aae969		51	48	485203	201811	0	3	3							1	0.3333	0	0	2.11	0.796	0.2653068	0.03152	0.91034	0.303416322
2018	48	A lottery Blotto game with		ECONOMICS	SSCI	0165-1765	10.1016/j.e		17	3	1	201812	2	1	3							1	0.2	0.3957	0.07914	0.876	0.226	0.0452000	0.01546	0.87893	0.175786

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score							
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)				
																성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)			
		heterogeneous items of asymmetric valuations		LETTE RS		conle t.201 8.09. 001																												0000 0000 004
2018	49	Green Functions of Conormal Derivative Problems for Stationary Stokes System		Journa l of Mathe matica l Fluid Mecha nics	SCI(E)	1422- 6928	10.10 07/s0														1	0.33 33	1.057 6	0.352 4980 8	1.532	0.434	0.144 6521 9999 9999 98	0.002 57	0.171	0.056 9943 0000 0000 005				
2018	50	Maximal Averages over Certain Non- smooth and Non-convex Hypersurfaces	수학	TAIWA NESE JOURN AL OF MATHE MATIC S	SCI(E)	1027- 5487	10.11 650/t jm/1 8020 4														2	0.66 66	0	0	0.679	0.335	0.223 311	0.002 61	0.198 42	0.132 2667 72				
2018	51	On the second order derivative estimates for degenerate parabolic equations	수학	JOURN AL OF DIFFER ENTIAL EQUAT IONS	SCI(E)	0022- 0396	10.10 16/j.j de.20 18.07 .014														2	1	0	0	1.938	0.955	0.955	0.039 58	3.008 96	3.008 96				
2018	52	Predicting Stock Price Trend Using MACD Optimized by		MATHE MATIC AL PROBL EMS IN	SCI(E)	1024- 123X	10.11 55/20 18/92 8059 0														1	0.5	1.200 5	0.600 25	1.179	0.334	0.167	0.023 28	1.549	0.774 5				

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score										
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자		기타저자			총저자 수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)						
																성명	연구자 등록번호	수 (A)		성명										연구자 등록번호	수 (A)				
		Historical Volatility		ENGINEERING																															
2018	53	Relaxation model for the p-Laplacian problem with stiffness	수학	JOURNAL OF COMPUTATIONAL AND APPLIED MATHEMATICS	SCI(E)	0377-0427	10.1016/j.cam.2018.05.022			34	17	201812	0	3	3								1	0.3333	0.3468	0.11558844	1.883	0.676	0.2253108	0.02011	1.41317	0.4710095609999999			
2018	54	Skew Pieri algebras of the general linear group		JOURNAL OF MATHEMATICAL PHYSICS	SCI(E)	0022-2488	10.1063/1.5050052			59	12	201812	0	3	3								1	0.3333	0	0	1.355	0.511	0.1703163	0.02074	0.599	0.1996466999999999			
2019	1	A Hybrid Monte Carlo and Finite Difference Method for Option Pricing		Computational Economics	SSCI	0927-7099	10.1007/s10614-017-9730-4			53	1	201901	2	2	4								1	0.4	1.3656	0.54624	1.185	0.336	0.13440000000000002	0.00115	0.11135	0.04454			
2019	2	A nonlinear convex splitting	수학	Bulletin of	SCI(E)	1015-8634	10.4134/B			56	1	201901	0	2	2								1	0.5	0	0	0.363	0.179	0.0895	0.00192	0.14596	0.07298			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산편수(U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score										
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자수 (m)	기타저자수 (n)	총저자수 (T)	주저자			기타저자		총저자수	보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)							
															성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명											연구자 등록번호	수 (A)					
		fourier spectral scheme for the Cahn–Hilliard equation with a logarithmic free energy		the Korean Mathematical Society																															
2019	3	Comparison study on the different dynamics between the Allen · · Cahn and the Cahn · · Hilliard equations		COMPUTERS & MATHEMATICS WITH APPLICATIONS	SCI(E)	0898-1221	10.1016/j.camwa.2018.09.034		77	2	31	201901	2	3	5							1	0.4	0	0	2.811	1.008	0.4032	0.01798	1.26349	0.5053960000000001				
2019	4	Double-negative electromagnetic metamaterials due to chirality	수학	QUARTERLY OF APPLIED MATHEMATICS	SCI(E)	0033-569X	10.1090/qam/1516		77	1	10	201901	0	3	3							1	1	0.3333	1.21841828443367	0.40609881420174215	1.046	0.375	0.1249875	0.0012	0.08433	0.028107189			
2019	5	Hybridization of singular plasmons via transformation		PROCEEDINGS OF THE	SCI(E)	0027-8424	10.1073/pnas.19021		11	28	13	201901	1	1	2							1	0.5	1.79722898765423	0.898614493827115	9.58	0.715	0.3575	1.02189	1.76168	0.88084				

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실 협분야 여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)		
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)	
		optics		NATIO NAL ACADE MY OF SCIEN CES OF THE UNITE D STATE S OF AMERI CA				9411 6																							
2019	6	Effective Time Step Analysis of a Nonlinear Convex Splitting Scheme for the Cahn-Hilliard Equation		Comm unicati ons in Compu tiona l Physic s	SCI(E)	1815- 2406	10.42 08/ci cp.O A- 2017- 0260		25	2	44 8	20190 2	2	0	2					1	0.5	0	1.813	0.684	0.342	0.006 55	0.189 17	0.094 585			
2019	7	Shape reconstruction of nanoparticles from their associated plasmonic resonances	수학	JOURN AL DE MATHE MATIQ UES PURES ET APPLI	SCI(E)	0021- 7824	10.10 16/j. matp ur.20 17.09 .003		12 2		23	20190 2	1	4	5					1	1	0.2	6.999 4309 3876 336	1.399 8861 8775 2672	1.961	0.966	0.193 2	0.011 39	0.865 89	0.173 1780 0000 0000 03	

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실험분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score								
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수		보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)						
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)																

				QUEES																															
2019	8	An efficient linear second order unconditionally stable direct discretization method for the phase-field crystal equation on surfaces		APPLIED MATHEMATICAL MODELING	SCI(E)	0307-904X	10.1016/j.apm.2018.11.012		67		477	201903	2	2	4								1	0.4	2.3088	0.9235200000000001	2.841	0.805	0.3220000000000006	0.02793	1.8584	0.74336			
2019	9	An Lp -theory for diffusion equations related to stochastic processes with non-stationary independent increment	수학	TRANSACTIONS OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY	SCI(E)	0002-9947	10.1090/tran/7410		371	5	3417	201903	0	3	3							2	2	0.6666	0	0	1.318	0.649	0.4326234	0.03011	2.28903	1.525867398			
2019	10	Arc index of spatial graphs	수학	JOURNAL OF GRAPH THEORY	SCI(E)	0364-9024	10.1002/jgt.22404		90	3	406	201903	0	3	3							1	1	0.3333	0	0	0.883	0.435	0.1449855	0.00525	0.39912	0.13302669599999997			

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score						
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)			
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명											연구 자 등록 번호	수 (A)	
2019	11	Estimates for Green functions of Stokes systems in two dimensional domains	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS	SCI(E)	0022-247X	10.1016/j.jmaa.2018.10.067		47	1-2	102	201903	0	2	2							1	0.5	0	0	1.188	0.585	0.2925	0.04184	3.18077	1.590385
2019	12	Fast and accurate adaptive finite difference method for dendritic growth		COMPUTER PHYSICS COMMUNICATIONS	SCI(E)	0010-4655	10.1016/j.cpc.2018.10.020		23	6	95	201903	2	0	2							1	0.5	0.8477	0.42385	3.309	1.249	0.6245	0.03183	1.50959	0.754795
2019	13	Lp-estimates for time fractional parabolic equations with coefficients measurable in time	수학	ADVANCES IN MATHEMATICS	SCI(E)	0001-8708	10.1016/j.aim.2019.01.016		34	5	289	201903	0	2	2							1	0.5	4.5625	2.28125	1.435	0.707	0.3535	0.04597	3.49475	1.747375
2019	14	Regularity and Multisecant Lines of Finite	수학	INTERNATIONAL	SCI(E)	1073-7928	10.1093/imrn/		20	19	6	1725	201903	0	3	3						1	0.3333	0	0	1.452	0.716	0.2386428	0.02766	2.10278	0.700856574

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score							
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자				총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)				
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)														
		Schemes		MATHE MATIC S RESEA RCH NOTIC ES			rnrx18 3																										
2019	15	Lq -estimates for stationary stokes system with coefficients measurable in one direction	수학	Bulleti n of Mathe matica l Scienc es	SCI(E)	1664- 3607	10.11 42/S1 6643 6071 9500 048				9 1			20190 4	0	2	2							1	0.5	0	0	1.714	0.845	0.422 5	0.001 94	0.147 48	0.073 74
2019	16	Quantitative Characterization of Stress Concentration in the Presence of Closely Spaced Hard Inclusions in Two-Dimensional Linear Elasticity	수학	ARCHI VE FOR RATIO NAL MECHA NICS AND ANALY SIS	SCI(E)	0003- 9527	10.10 07/s0 0205- 018- 1318- 1				23 2	1	12 1	20190 4	2	0	2							1	0.5	3.452 4	1.726 2	2.186	0.784	0.392	0.019 39	1.362 58	0.681 29
2019	17	A stochastic model of contagion with different		Journa l of Industr ial and	SCI(E)	1547- 5816	10.39 34/ji mo.2 0190				13	5	1	20190 5	2	1	3							1	0.2	0	1.025	0.29	0.057 9999 9999 9999	0.001 78	0.118 44	0.023 688	

연도	연 번	논문제목	수학 / 거대 과학실 험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score									
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e-ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자 수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인용수 [FWCI] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXPP)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)							
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호										수 (A)	총 저자 수					
		individual types		Management Optimization			49																												
2019	18	State matrix recursion method and monomer • • dimer problem	수학	DISCRETE MATHEMATICS	SCI(E)	0012-365X	10.1016/j.disc.2019.01.022		342	5	1434	201905	1	0	1											1	1	1.6729	1.6729	0.728	0.359	0.359	0.0113	0.85905	0.85905
2019	19	Analysis of a Markovian feedback queue with multi-class customers and its application to the weighted round-robin queue		ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH	SCI(E)	0254-5330	10.1007/s10479-018-2917-9		277	2	137	201906	2	1	3											1	0.4	0	0	2.284	0.507	0.2028	0.01011	0.52184	0.208736
2019	20	Analysis of the waiting time distribution for polling systems with retrials and glue periods		ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH	SCI(E)	0254-5330	10.1007/s10479-018-2800-8		277	2	197	201906	2	0	2											1	0.5	0.8773	0.43865	2.284	0.507	0.2535	0.01011	0.52184	0.26092
2019	21	Applying Least Squares Support Vector		MATHEMATICAL	SCI(E)	1024-123X	10.1155/2019/41		2019		418968	201906	2	0	2											1	0.5	0	0	1.179	0.334	0.167	0.02328	1.549	0.7745

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score							
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)				
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)			
		Machines to Mean-Variance Portfolio Analysis		PROBLEMS IN ENGINEERING				89683								3																	
2019	22	Double-negative acoustic metamaterials	수학	QUARTERLY OF APPLIED MATHEMATICS	SCI(E)	0033-569X	10.1090/qam/1543		77	4	767	201906	0	4	4					1	0.25	0	0	1.046	0.375	0.09375	0.0012	0.08433	0.0210825				
2019	23	PERFORMANCE OF DEEP LEARNING IN PREDICTION OF STOCK MARKET VOLATILITY	수학	Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research	SCI(E)	0424-267X	10.24818/18423264/53.2.19.05		53	2	77	201906	0	2	2					1	0.5	0	0	0.973	0.276	0.138	0.00047	0.03127	0.015635				
2019	24	Two-Stage Latent Dynamics		SENSORS	SCI(E)	1424-8220	10.3390/s19122		19	12		201906	2	4	6					1	0.05	0	0	3.031	0.661	0.03305	0.06137	1.59693	0.0798465				

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실험분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수						환산편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score										
				게재 학술지명	학술지 구분	ISSN/ISBN/e-ISSN	DOI	학술대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYYMM)	주저자 수 (m)	기타저자 수 (n)	총저자 수 (T)	주저자			기타저자			보정 피인용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)=(U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z)=(U×Y)								
																성명	연구자 등록번호	수 (A)	성명	연구자 등록번호										수 (A)							
		Modeling and Filtering for Characterizing Individual Walking and Running Patterns with Smartphone Sensors				712																															
2019	25	Verification of Convergence Rates of Numerical Solutions for Parabolic Equations		MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING	SCI(E)	1024-123X	10.1155/2019/8152136		2019	8152136	201906	2	4	6							1	0.4	0	0	1.179	0.334	0.13360000000002	0.02328	1.549	0.6196							
2019	26	Weighted L p,q - estimates for higher order elliptic and parabolic systems with BMO x coefficients on Reifenberg flat domains	수학	CALCULUS OF VARIATIONS AND PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS	SCI(E)	0944-2669	10.1007/s00526-019-1537-9		2019		201906	0	2	2							1	0.5	0	0	1.652	0.814	0.407	0.01897	1.44214	0.72107							

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보							총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score						
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)			
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명											연구 자 등록 번호	수 (A)	
2019	27	A practical and efficient numerical method for the Cahn–Hilliard equation in complex domains		Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation	SCI(E)	1007-5704	10.1016/j.cnsns.2019.02.009		73		217	201907	2	1	3							1	0.4	4.6836	1.8734400000000002	3.967	1.497	0.5988000000000001	0.01948	1.3689	0.54756
2019	28	A Sobolev space theory for stochastic partial differential equations with time-fractional derivatives	수학	ANNALS OF PROBABILITY	SCI(E)	0091-1798	10.1214/18-AOP1303		47	4	2087	201907	0	3	3							2	0.6666	0	0	2.085	0.657	0.4379562	0.01841	1.04796	0.698570136
2019	29	Domino tilings for augmented Aztec rectangles and their chains	수학	ELECTRONIC JOURNAL OF COMBINATORICS	SCI(E)	1077-8926	2-s2.0-85071237432		26	3		201907	0	3	3							1	0.3333	0	0	0.762	0.375	0.1249875	0.00976	0.74198	0.24730193399999997
2019	30	Equilibrium in a war of attrition with an option		OPERATIONS RESEARCH	SCI(E)	0167-6377	10.1016/j.orl.2		47	4	326	201907	2	1	3							1	0.2	0	0	0.761	0.169	0.0338000000000000	0.00526	0.2715	0.0543000000000000

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실 험분야 여부	게재정보								총 저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score						
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호 쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수		보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)				
														성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호	수 (A)														
		two modular forms		ER THEOR Y			19.01 .005																										
2019	35	Multicomponent volume reconstruction from slice data using a modified multicomponent Cahn · · Hilliard system		PATTE RN RECOG NITION	SCI(E)	0031- 3203	10.10 16/j.p atcog .2019 .04.0 06	93		12 4	2019 9	2	3	5				1	0.4	0	0	5.898	0.895	0.358 0000 0000 0000 04	0.030 33	1.250 11	0.500 044						
2019	36	Stochastic ordering of Gini indexes for multivariate elliptical risks		INSUR ANCE MATHE MATIC S & ECONO MICS	SSCI	0167- 6687	10.10 16/j.i nsma theco .2019 .07.0 02	88		15 1	2019 9	2	0	2				1	0.5	0	0	1.315	0.415	0.207 5	0.005 07	0.337 35	0.168 675						
2019	37	Values of harmonic weak Maass forms on Hecke orbits	수학	JOURN AL OF MATHE MATIC AL ANALY SIS AND APPLIC ATION	SCI(E)	0022- 247X	10.10 16/j.j maa. .2019. 04.07 4	47 7	2	10 46	2019 9	0	3	3				1	0.33 33	0	0	1.188	0.585	0.194 9804 9999 9999 97	0.041 84	3.180 77	1.060 1506 41						

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score				
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)	
																성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명											연구 자 등록 번호
							S																							
2019	38	Bias-corrected q-learning with multistate extension		IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL	SCI(E)	0018-9286	10.1109/TAC.2019.2912443		64	10	4011	201910	0	2	2						1	0.5	0	0	5.093	0.805	0.4025	0.06198	1.77571	0.887855
2019	39	Mathematical Model and Numerical Simulation for Tissue Growth on Bioscaffolds		Applied Sciences-Basel	SCI(E)	2076-3417	10.3390/app9194058		9	19		201910	2	3	5					1	0.4	0	0	2.217	0.193	0.0772	0.00889	0.09564	0.0382560000000005	
2019	40	On curves lying on a rational normal surface scroll	수학	JOURNAL OF PURE AND APPLIED ALGEBRA	SCI(E)	0022-4049	10.1016/j.jpaa.2019.01.016		22	3	10	201910	0	2	2					1	1	0.5	0	0	0.797	0.393	0.1965	0.00996	0.75718	0.37859
2019	41	Pairs of eta-quotients with dual weights and their applications	수학	ADVANCES IN MATHEMATICS	SCI(E)	0001-8708	10.1016/j.am.2019.10.6779		35	5	10	201910	0	3	3					1	1	0.3333	0	0	1.435	0.707	0.2356430999999999	0.04597	3.49475	1.1648001749999998

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실험분야 여부	게재정보							총 저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽 수	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자		기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)		
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명											연구 자 등록 번호	수 (A)
2019	42	Sooner waiting time problems in a sequence of multi-state trials with random rewards		STATISTICS & PROBABILITY LETTERS	SCI(E)	0167-7152	10.1016/j.spl.2019.06.017		153	171	201910	2	0	2						1	0.5	0	0	0.615	0.194	0.097	0.00862	0.49068	0.24534	
2019	43	Subwavelength resonances of encapsulated bubbles	수학	JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS	SCI(E)	0022-0396	10.1016/j.jde.2019.05.013		267	8	4719	201910	1	4	5					1	1	0.2	0	0	1.938	0.955	0.191	0.03958	3.00896	0.6017920000000001
2019	44	Compact double differences of composition operators on the Bergman spaces over the ball	수학	TOHOKU MATHEMATICAL JOURNAL	SCI(E)	0040-8735	10.2748/tmj/1576724796		714	609	201911	0	3	3						1	1	0.3333	0	0	0.667	0.329	0.1096557	0.00116	0.08819	0.029393727
2019	45	Existence of a unique Nash equilibrium for an asymmetric lottery Blotto game with weighted majority	수학	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND	SCI(E)	0022-247X	10.1016/j.jmaa.2019.07.004		479	1	1403	201911	0	2	2					1	1	0.5	0	0	1.188	0.585	0.2925	0.04184	3.18077	1.590385

연도	연번	논문제목	수학/거대 과학실 험분야 여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수					환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score																		
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권 호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)															
															성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)														
				APPLI CATION S																																								
2019	46	On the regularity of the stochastic heat equation on polygonal domains in R2	수학	JOURN AL OF DIFFER ENTIAL EQUAT IONS	SCI(E)	0022- 0396	10.10 16/j.j de.20 19.06 .027				26 7	11	64 47	2019 11	0	3	3																0.33 33	0	0	1.938	0.955	0.318 3014 9999 9999 96	0.039 58	3.008 96	1.002 8863 68			
2019	47	On the structures of hive algebras and tensor product algebras for general linear groups of low rank	수학	INTER NATIO NAL JOURN AL OF ALGEB RA AND COMP UTATI ON	SCI(E)	0218- 1967	10.11 42/S0 2181 9671 9500 462				29	7	11 93	2019 11	0	3	3																		1	0	0	0.419	0.206	0.206	0.002 56	0.194 62	0.194 62	
2019	48	A conservative finite difference scheme for the N-component Cahn–Hilliard system on curved surfaces in 3D		JOURN AL OF ENGIN EERIN G MATHE MATIC S	SCI(E)	0022- 0833	10.10 07/s1 0665- 019- 1002 3-9				11 9		14 9	2019 12	2	3	5																		1	0.4	0	0	1.146	0.325	0.13	0.001 62	0.107 79	0.043 116

연도	연번	논문제목	수학/거대과학실협분야여부	게재정보								총저자			저자 중 참여교수						환산 편수 (U)	피인용		Impact Factor			Eigenfactor Score					
				게재 학술지 명	학술 지 구분	ISSN/ ISBN/ e- ISSN	DOI	학술 대회 발표 구분	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저 자수 (m)	기타 저자 수 (n)	총 저자 수 (T)	주저자			기타저자			총 저자 수	보정 피인 용수 [FWC I] (PP)	환산 보정 피인 용수 (UXP P)	IF (I)	보정 IF (F)	환산 보정 IF(X)= (U×F)	ES (E)	보정 ES (Y)	환산 보정 ES(Z) =(U× Y)		
																성명	연구 자 등록 번호	수 (A)	성명	연구 자 등록 번호											수 (A)	
2019	49	Mathematical modeling and computer simulation of the three-dimensional pattern formation of honeycombs		Scientific Reports	SCI(E)	2045-1598-019-2322	10.1038/s41598-019-56942-6				9			201912	2	4	6						1	0.4	0	0	4.011	0.299	0.1196	1.06137	1.82974	0.731896
2019	50	The Cahn-Hilliard Equation with Generalized Mobilities in Complex Geometries		MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING	SCI(E)	1024-123X	10.1155/2019/1710270				2019	1710270	201912	2	1	3							1	0.4	0	0	1.179	0.334	0.133600000002	0.02328	1.549	0.6196

총 편수	2015년	48	2016년	47	2017년	48	2018년	54	2019년	50	총계	247
대표논문 환산편수의 합	2015년	22.8580	2016년	22.2937	2017년	20.7453	2018년	23.4769	2019년	22.4996	총계	111.8735
보정피인용수(FWC)값이있는논문의 총편수	2015년	45	2016년	45	2017년	48	2018년	53	2019년		총계	191
보정피인용수(FWC)의합	2015년	35.0142	2016년	41.3584	2017년	53.8885	2018년	44.5540	2019년		총계	174.8151
환산 보정 피인용수(FWCI) 합	2015년	14.3375	2016년	18.0524	2017년	23.4592	2018년	19.4637	2019년		총계	75.3128
IF값이 영(zero)이 아닌 논문의 총 편수	2015년	48	2016년	47	2017년	48	2018년	54	2019년	50	총계	247
IF의 합	2015년	76.7700	2016년	74.3370	2017년	89.4520	2018년	79.0310	2019년	92.6770	총계	412.2670
보정 IF의 합	2015년	22.9790	2016년	23.0510	2017년	26.6880	2018년	28.3110	2019년		총계	
환산보정 IF의 합	2015년	11.0543	2016년	10.7542	2017년	11.0744	2018년	12.5018	2019년	12.0388	총계	57.4235
ES값이 영(zero)이 아닌 논문의 총 편수	2015년	48	2016년	47	2017년	48	2018년	54	2019년	50	총계	247
ES의 합	2015년	0.6954	2016년	0.7670	2017년	0.9889	2018년	0.6674	2019년	2.9575	총계	6.0762
보정 ES의 합	2015년	45.2891	2016년	44.2287	2017년	51.0772	2018년	44.1198	2019년	58.4866	총계	243.2014
환산보정 ES의 합	2015년	23.3682	2016년	23.3667	2017년	22.4606	2018년	20.3772	2019년	25.1930	총계	114.7657

[첨부 7-2] 최근 5년간 참여교수 논문 및 저서 실적 (건축 분야의 건축학만 해당)

연도	연번	구분	논문제목/저서명	게재정보					총 저자			저자 중 교육연구단 참여교수					가중치 (U)	환산 편수	
				게재학술지명/출판사명	ISSN/ISBN/e-ISSN	권	호	쪽	연월 (YYYY MM)	주저자수 (m)	기타저자수 (n)	총저자수 (T)	주저자		기타저자				총저자수
													성명	수(A)	성명	수(B)			
No data have been found.																			
			연구재단 등재(후보)지 논문 환산편수	2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
			국제저명 학술지 논문 환산편수	2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
			기타국제 학술지 논문 환산편수	2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
			국어 학술저서 환산편수	2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
			외국어 학술저서 환산편수	2015년	0	2016년	0	2017년	0	2018년	0	2019년	0	총계	0				
			저서 또는 논문 총 환산편수	2015년	0.0000	2016년	0.0000	2017년	0.0000	2018년	0.0000	2019년	0.0000	총계	0.0000				
			평가대상1인당저서또는논문환산편수										총계	0					