

# 『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

## 교육연구단 자체평가보고서

접수번호	4120200413615						
사업 분야	기초과학	신청분야	수학	단위	전국	구분	교육연구단
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야	
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류
	분류명	수학	수학일반				
	비중(%)	100%					
교육연구 단명	국문) 연세대학교 수리과학 및 계산 교육연구단						
	영문) Yonsei Mathematical Sciences and Computation						
교육연구 단장	소 속	연세대학교 이과대학 수학기산학부					
	직 위	교수					
	성명	국문	박은재		전화		
		영문	Eun-Jae Park		팩스		
				이동전화			
			E-mail	ejpark@yonsei.ac.kr			
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (20.9~21.2)	2차년도 (21.3~22)				
	국고지원금	551	1,102				
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)						
자체평가 대상기간	2020.9.1.-2021.8.31.(12개월)						
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2021년 9월 일</p>							
작성자	교육연구단장			박 은 재 (인)			
확인자	연세대학교 산학협력단장			이 충 용 (인)			

## 〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	이론수학-계산수학	융합형 교육 프로그램	중심문제 해결
	포괄적 사고	타 분야와의 접목	국제적 연구 및 교육기관
	산학공동연구	현장문제 해결 능력 배양	수학 및 과학의 대중화
<b>교육연구단의 비전과 목표 달성정도</b>	<p>○ 연세대학교 “수리과학 및 계산 교육연구단의 비전</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 수학의 중심문제 해결에 도전하고, 사회에서 요구되는 융합 인재를 양성</li> </ul> <p>○ 교육연구단의 비전 달성을 위한 3가지 목표 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 포괄적 사고와 문제 해결력을 갖춘 수학자</li> <li>▶ 수학에 대한 깊은 이해를 갖춘 신산업분야의 개척자</li> <li>▶ 연구의 국제적 위상 확립</li> </ul> <p>○ 비전 및 목표 달성 방안</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교육혁신 : 교육 패러다임 변화, 교육 방법론 전환, 다학제간 융합형 교육 프로그램 개발, 실무 전문가 강의 및 팀티칭, 새로운 교과목 개발, 새로운 산업분야 개척</li> <li>- 연구력 강화 및 특성화 : 다중 멘토링을 통한 지속적 학술 및 연구활동 조연, 논문의 우수성 향상을 위한 질적 평가 강화, 선도연구 주제 특성화, 우수 신진 연구 인력 확보, 국제 공동연구 강화</li> </ul> <p>○ 비전 및 목표 달성 정도</p> <p>교육연구단의 비전인 ‘수학의 중심문제 해결에 도전하고, 사회에서 요구되는 융합인재의 양성’을 위해 순수수학/응용수학/산업수학의 분야에서 다양한 노력을 하고 있다. 각 분야의 융합적 교육과 연구 등을 통해 사회문제의 해결을 추구하고자 노력하고 있다. 교육연구단의 목표 달성 정도를 BK21사업 1차년도 평가에서 구체적으로 판단하기 어려우나, 지속적인 노력을 통해 본 교육연구단이 추구하고자 하는 교육과 연구에 있어서 비전과 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단하고 있다. 체계적인 교육을 위해 과목군을 세분화한 교육프로그램 운영하여 수학적 지식을 바탕으로 신산업 분야들로 확장해 나갈 수 있는 융합 인재를 양성하고 있다. 학생 제안 교과목 개설, 현재 trend에 부합하는 교과목 개설, 대학원생 중심의 세미나 및 리서치 트레이닝, 이를 위한 지도교수와 의 일대일 논문지도 등으로 대학원생들이 자발적으로 학술 활동에 참여하고 자기 주도적인 연구를 할 수 있는 기회와 역량을 갖도록 하고 있다.</p>		
<b>교육역량 영역 성과</b>	<p>○ 과목군 세분화를 통한 체계적인 교육 프로그램 운영</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필수핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군 등으로 분류하여 수강지도를 실시함</li> <li>- 대학원 전공교과목 21과목(2020-2학기), 26과목(2021-1학기) 개설/영어강좌 각각 81%, 85% 진행</li> <li>- 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설 : 총7과목 (2020-2학기 4과목, 2021-1학기 3과목) 운영</li> </ul> <p>○ 교육 및 연구역량 강화를 위한 노력</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지도교수의 대학원생 일대일 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나 운영</li> <li>- 박사학위 연구과정 연구실적 평가 : 1년간의 연구성과 평가를 통해 연구 분위기 조성</li> <li>- 학과차원의 포스터 발표회를 통한 연구 점검 : 2020-2학기 총39명, 2021-1학기 총33명 발표</li> <li>- 대학원생 주도의 개방형 세미나 : 총28회 수행</li> <li>- Open Training Seminar without Entry Barrier : 6 전공 분야에서 세미나 진행</li> <li>- 대학원생 Group Reading Seminar : 3개 연구팀에서 진행</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 졸업자 취업의 우수성(2021년 2월 졸업) : 박사 9명, 석사 15명 (총 24명) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 박사 졸업생 : 해외대학 교수(1명), 회사 취업(2명), 박사후연구원(4명)</li> <li>- 석사 졸업생 : 회사 취업(8명), 해외대학 진학(2명), 국내대학 진학(2명)</li> </ul> </li> <li>○ 참여대학원생 논문 실적 : 총 15편 (SCI급), 참여대학원생 1인당 0.15편 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Q1 (상위 25%) 7편(전체 46.7%), 상위 5% 4편(전체 26.7%), 상위 15% 6편(전체 40.0%)</li> </ul> </li> <li>○ 참여대학원생 학술발표 및 등록특허 실적 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학술발표 실적 : 총51건 (국내 44건, 국제 7건)</li> <li>- 등록특허 실적 : 총 3건(해외등록 2건, 국내등록 1건)</li> </ul> </li> <li>○ 참여교수의 교육역량 대표실적 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영역분할법 전문서적 시리즈 편자, 대학원 수리논리 교재 저술, 대수곡선론 번역출간</li> </ul> </li> <li>○ 교육프로그램의 국제화 현황 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대학원생 인적교류 : Humboldt 대학(독일), 교토대학(일본), 중국과학원 등의 연구자 초청, 워크숍 등을 통한 교류</li> <li>- 우수 외국인 신입생 유치 : Ocean 대학(중국), MUST(몽골)로부터 학생 추천, 정부초청장학생 및 민간외국인초청장학생 제도를 활용</li> <li>- 참여대학원생 국제공동연구 : 총 10건의 국제 공동연구가 진행, 결과를 논문 준비 중</li> </ul> </li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>연구역량 영역 성과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 참여교수 연구비 수주 실적 : 1인당 약 2.7억원 (선정평가 당시 약 1.5억원)</li> <li>○ 참여교수 연구업적물(논문)의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- SCI급 논문 게재 실적 : 총 72편, Q1(25%이내) 논문은 41편(전체 56.9%)</li> <li>- 5% 이내 10편(전체 13.9%), 10% 이내 20편(전체 27.8%), 15% 이내 29편(전체 40.3%)</li> <li>- 1인당 논문수 : 3.43편( 선정평가 2.87), 환산편수 : 22.99편(선정평가 24.15)</li> <li>- 논문 1편당 IF : 3.10(선정평가 2.28), 환산보정IF : 16.41(선정평가 16.12)</li> <li>- 논문1편당 환산보정IF : 0.2279(선정평가 0.2678)</li> </ul> </li> <li>○ 참여교수 등록특허 실적 : 총 4건(해외등록 특허 2건, 국내등록 특허 2건)</li> <li>○ 산업·사회에 대한 기여도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업수학 석사과정 인력양성 프로그램 진행 (㈜삼성메디슨과 연계)</li> <li>- 산학장학생 운영 (㈜볼트시물레이션)</li> <li>- 산학협력 연구 및 개발 : 총8건의 산학과제 수행</li> <li>- 방역연계 범부처 감염병 연구개발사업 “감염병 확산 모형 개발” 세부과제 책임자 활동</li> <li>- 대중강연을 통한 수학/과학의 대중화 : 총 3건의 대중강연 수행</li> <li>- 외부 기관 수상 : 대한수학회 국내논문상, 대한수학회 디아이 수학자상, KSIAM-금곡 학술상, 학술대회 논문 우수상 등</li> </ul> </li> <li>○ 사회문제에 적용 가능한 연구 수행 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 딥러닝을 통해 초음파 영상으로부터 암을 진단해 내는 알고리즘을 개발 및 특허화</li> <li>- 딥러닝을 접목한 Cuffless 혈압 측정 알고리즘 개발 및 웨어러블 장치의 솔루션 개발</li> <li>- 감염확산 방지를 위한 스크리닝 문진, 방역복 사용 등의 효과적인 대응전략 방안 도출</li> <li>- 효율적인 금융자산가격모형 개발과 다양한 파생금융상품에 대한 공정가격 결정 연구</li> <li>- 서울에서 생기는 오염물질과 미세먼지 확산에 대한 난류모델 개발 및 수치계산 수행</li> <li>- 초음파 영상을 이용한 양수량 측정 자동화 방법을 세계 최초로 개발</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 참여교수의 연구의 국제화 현황 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기초강연 및 초청강연 8건, 학술대회 위원회 및 좌장 10건, 학술지 편집 위원 10건</li> <li>- 국제 공동연구 : 총 13건의 실적 및 SCI급 저널에 그 결과를 게재함</li> </ul> </li> </ul>
<b>달성 성과 요약</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 대학원생의 교육 및 연구 역량 강화를 위한 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교수와 지도학생의 일대일 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나를 Lab 별로 운영하여 학생들과 연구에서 미진한 부분을 토론하고 연구방향을 지도하고 있다.</li> <li>- 박사학위 연구과정 연구실적 평가를 통해 연구학기의 박사학위 과정생의 연구 수행 정도를 매년 파악하고, 연구에 몰입하는 분위기를 조성하고 있다.</li> <li>- 매학기 학과 차원의 포스터 발표회를 개최하여 대학원생들의 연구 진행 사항을 지속적으로 점검하고 있다.</li> </ul> </li> <li>o 정규과목에서 연구와의 연계 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근 trend 기술을 반영한 정규 교과목(기계학습 및 금융수학 관련 교과목)을 개설하여 문제 해결 능력 함양시키고, 정규과목-현실문제에 대한 연구로 이어지도록 하고 있다.</li> </ul> </li> <li>o 대학원생 주도 개방형 세미나 운영 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 리서치 트레이닝(Graduate Research Training)을 통한 학습 및 연구 역량 확대</li> <li>- 대학원생의 Group Reading Seminar 수행</li> </ul> </li> <li>o 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기업연계형 “산업수학 석사학위 프로그램”을 운영하여 연계 기업이 요구하는 인재를 양성하고 취업과 연계하고 있다.</li> <li>- 연계 기업으로부터 산학장학생을 선발하여 교육하고 있다. 연계가 되도록 하고 있다.</li> </ul> </li> <li>o 외부 기관의 수상을 통한 연구 우수성 확인 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 외부 기관 수상 : 대한수학회 국내논문상, 대한수학회 디아이 수학자상, KSIAM-금곡 학술상, 학술대회 논문 우수상 등</li> </ul> </li> <li>o 국제 공동연구를 통한 연구 심화 및 분야의 확대 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 참여대학원생 : 총 10건의 국제 공동연구가 진행, 결과를 논문 준비 중</li> <li>- 참여교수 : 총 13건의 실적 및 SCI급 저널에 그 결과를 게재함</li> </ul> </li> </ul>
<b>미흡한 부분 / 문제점 제시</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 두 전공의 병합에 따른 새로운 융합 교과목의 개발 등의 노력이 필요</li> <li>- 참여대학원생의 논문게재 실적이 최근1년 기준 총15편, 학술발표 51건으로 다소 저조함</li> <li>- 참여교수의 교육역량 대표실적이 책에 집중되어 있어 교육방법의 다양성 확보 필요</li> <li>- 참여교수 논문의 피인용횟수를 올리기 위한 노력이 필요</li> <li>- 사회문제 해결을 위한 실적이 다소 부족함. 참여기회를 넓히는 방향 도모</li> </ul>
<b>차년도 추진계획</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생 제안 교과목 및 새로운 융합 교과목의 개설</li> <li>- 대학원생 논문 및 학술발표에 대한 지속적 관심과 노력이 필요함</li> <li>- 은퇴교수에 따른 참여교수 결원을 보충을 위한 신임교원 채용</li> <li>- 졸업생의 취업에 대한 교육연구단 차원의 정보 제공 및 공동연구를 통한 취업 연계 등</li> <li>- 국제학술대회 유치 등을 통한 국제협력 강화</li> </ul>

## 1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성 명	한 글	박은재	영 문	Park, Eun-Jae
소 속 기 관	연세대학교 이과대학 수학기산학부			

소속	연세대학교 수학기산학부 교수
최종학력	미국 Purdue University, PhD (1993년), 전공: 응용수학/수치해석
연구실적	최근3년 SCI 급 저널 20편
행정경력	연세대 수학과 대학원주임(2008), 계산과학공학과 학과장(2015-2016, 2019-2020) 대한수학회 응용수학 분과 위원장(2017-2020), 한국산업응용수학회 부회장(2019-2020)

## ▶ 연구역량

교육연구단장인 박은재 교수는 지난 20여 년간 응용수학과 수치해석학 연구에 남다른 노력을 기울여왔다. 특히, 불모지나 다름없었던 우리나라에 처음으로 영역분할법(Domain Decomposition Method), 적응 유한요소법, 멀티스케일기법, 그리고 폴리곤 유한요소법 등을 도입하여 국내 수치해석학계의 선도적 역할을 하였다. 그 동안 다양한 국제적 최고 권위지에 70여 편의 연구결과를 발표하였다. 또한 수치해석 분야의 세계 최고의 석학들이 모여 있는 ICES연구소(현 Oden Institute, University of Texas-Austin)로부터 J. Tinsley Oden Faculty Fellow(2006-2007)로 선정되었으며, 정기 주요 국제학회 및 워크숍에 Plenary 및 Invited speaker로 수십 회 초청강연을 하였다. 특히 수학기에서 세계적으로 권위있는 연구소인 독일의 Oberwolfach 수학기연구소에서 주관한 Oberwolfach 워크숍에서 6회(2009, 2012, 2014, 2015, 2018, 2021년)에 걸쳐 초청되어 강연과 좌장을 맡아 국제적인 연구결과를 발표하고 토론하였다. Oberwolfach 워크숍은 세계적인 전문가들을 선별적으로 초청하고 초청받은 학자들만 참가하여 국제적으로 중요한 논제들을 토론하고 미래의 방향을 제시하는 학회다. 또한 독일 Oberwolfach을 벤치마킹하여 세워진 캐나다의 Banff 연구소의 Banff 워크숍(2011)에도 초청을 받아 강연하였다. 2012년 베를린에서 열린 국제학회(5th Int. Conf. on Computational Methods in Applied Math, 7/30-8/3, 2012)에서는 불연속 갤러킨방법의 연구를 인정받아 Plenary speaker로 초청되어 발표하였다. 대표업적으로는 2005년에 단독으로 연구한 Forchheimer flow에 대한 근사해법으로 학계에서 파급력 있는 결과로 인정받고 있다. 최근에는 일반메쉬에서 작동하는 스태거드 갤러킨방법이라는 새로운 패러다임을 SIAM J. Scientific Computing에 발표(2018년)하여 폴리곤 메쉬기반의 유한체적법을 새로운 시각에서 접근하게 하는 계기가 되었으며, 이 연구로 프랑스 파리의 INRIA 연구소에서 주관한 유한요소법의 최고 전문가들이 참석하는 ERC 워크숍(2022년 6월)에 초청되었다. 상훈으로는 2011년 연세대학교의 우수연구표창, 2019학년도 우수업적교수상(연구부문)의 우수상, 2021년 KSIAM-금곡학술상 수상 등이 있다.

## ▶ 교육·행정 역량

박은재 교수는 2008년 연세대학교 수학과 대학원 주임으로 재임당시 계산과학공학의 필요성을 절감하고 World Class University (WCU) 프로그램의 일환으로 계산과학공학과 설립에 주도적 역할을 하였으며, 두 번의 계산과학공학과 학과장직을 수행해오고 있다. 첫 번째 학과장(2015-16년)으로 재임시에는 연세대학교에 선도연구센터(SRC-응용해석 및 계산센터)의 설립을 주도하여 오늘에 이르렀고, 두 번째 학과

장직(2019-2020)을 수행하는 중에 수학과와 통합하여 수학기산학부(School of Mathematics and Computing)를 이과대학 대학원에 설립하였다. 국내 학회 활동으로는 한국산업응용수학회(KSIAM)의 전신인 응용수학포럼을 7년간 조직하고 이끌었으며, 대한수학회의 응용수학 분과위원장(2017-2020), 한국산업응용수학회 부회장(2019-2020)으로 활동하였다. 미국 과학재단의 패널로 참여하여 수학 및 계산과학 공학의 발전 및 미래에 대한 세계적인 방향을 파악하고 제시하였다. 또한 10여회에 걸쳐 다양한 국제학회/워크숍을 주관/유치하여 한국 응용수학계의 국제화에 중추적 역할을 하였다. 특히 연세대학교에 14th ICOSAHOM (Int. Conf. on Spectral and High Order Methods, 2023.08)를 유치하였으며 이 대회의 조직위원장을 맡고 있다. 활발한 국제교류와 더불어 연세대학교에서 열린 국제학술회의(ICCM 2012, 2013)의 조직위원장으로 응용수학 분야 상위10%저널인 Computers and Mathematics with Applications의 2014년 12월 특별호의 Lead editor를 맡기도 하였다. 또한 대한수학회지(2013-2019)와 더불어 SCI 국제저널(Computational Methods in Applied Math, 2015-현재)의 편집위원으로 활약하고 있다.

## 2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

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

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
수학기산학부	20년 2학기	24명	21	87.5%	
	21년 1학기	24명	21	87.5%	

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

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
해당사항 없음					

<표 1-3> 교육연구단 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
수학기산학부	20년 2학기	44	29	65.9%	17	10	58.8%	67	55	82.1	128	94	73.4%
	21년 1학기	52	42	80.8%	15	8	53.3%	74	61	82.4%	141	111	78.7%
참여교수 대 참여학생 비율				4.48명(2020-2학기) 5.29명(2021-1학기)									

### 3. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

#### ■ 목차

#### 가. 교육연구단의 비전 및 목표 (선정평가 제안서에서 일부 발췌)

#### 나. 비전 및 목표 달성을 위한 노력

##### A. 교육역량 영역에서의 노력 및 성과

- a1. 과목군 세분화를 통한 체계적인 교육 프로그램 운영
- a2. 특성화된 교과목 운영을 통한 응용 분야로의 확대
- a3. 학과 운영내규의 명문화를 통한 체계적인 학사 운영 및 연구 환경 조성
- a4. 교육 및 연구역량 강화를 위한 모니터링 체계 구축
- a5. 대학원생의 학술활동 및 연구활동에 자발적 참여 유도
- a6. 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성
- a7. 졸업자 취업의 우수성
- a8. 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성
- a9. 참여대학원생 학술대회 발표 실적의 우수성
- a10. 참여대학원생 특허 실적의 우수성
- a11. 참여교수의 교육역량 대표실적

##### B. 연구역량 영역에서의 노력 및 성과

- b1. 참여교수 연구비 수주 실적 (참여교수 21명)
- b2. 참여교수 연구 업적물의 우수성
- b3. 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물
- b4. 참여교수 특허 실적의 우수성
- b5. 산업·사회에 대한 기여도

##### C. 국제화 영역에서의 노력 및 성과

- c1. 교육 프로그램의 국제화 현황
- c2. 참여대학원생의 국제 공동연구 현황
- c3. 참여교수 국제 공동연구 실적

#### 다. 저명대학 벤치마킹 대상과의 논문 실적 비교

## 가. 교육연구단의 비전 및 목표 (선정평가 제안서에서 일부 발췌)

연세대학교 “수리과학 및 계산 교육연구단 (Yonsei Mathematical Sciences and Computation)”의 비전은 다음과 같이 설정하였다.

수학의 중심문제 해결에 도전하고, 사회에서 요구되는 융합 인재를 양성

교육연구단의 비전 달성을 위한 3가지 목표를 다음과 같이 설정하였다.

- ▶ 포괄적 사고와 문제 해결력을 갖춘 수학자
- ▶ 수학에 대한 깊은 이해를 갖춘 신산업분야의 개척자
- ▶ 연구의 국제적 위상 확립

### ▶ 포괄적 사고와 문제 해결력을 갖춘 수학자

첫 번째 목표는 수학의 중심문제 해결에 도전하는 수학자를 육성하는 것이다. 근래 수학에서 중심문제 해결을 위한 가장 중요한 요건은 여러 분야의 핵심 아이디어를 연결하는 능력이다. 한 분야의 이론을 기반으로 다른 분야 문제들에 대한 새로운 관점을 제시하고 연구를 확장하는 것은 수학 혁신의 출발점이 된다. 본 교육연구단은 다양한 분야의 핵심주제를 연구하는 교수진으로 구성되어 있어 교수 간 활발한 연구 교류를 통하여 연구에서의 큰 시너지 효과를 불러일으킬 수 있다. 또한, 학생들로 하여금 다양한 수학분야를 연결하는 유연한 연구정신을 체득하게 하여 수학의 중심문제를 해결할 수 있는 선도적인 수학자를 양성하고자 한다. 따라서 본 교육연구단의 이상은 여러 분야의 풍부한 수학지식을 넘나들며, 다양한 분야에서 공통으로 작동하는 수학적 원리를 발견하는 수학자이다. 이들은 포괄적 사고로 난제를 풀어낼 수 있을 뿐만 아니라, 새로운 이론을 창안하여 미래의 연구 방향을 개척함으로써 수학발전의 원동력이 될 것이다.

### ▶ 수학에 대한 깊은 이해를 갖춘 신산업 분야 개척자

본 교육연구단의 두 번째 목표는 수학에 대한 깊은 이해를 바탕으로 초연결 지능정보사회에 신산업 분야를 개척하는 것이다. 이를 위해서 이론수학과 응용수학 그리고 계산수학을 통합하는 연구집단과 교육체계가 필요하다. 본 교육연구단의 수학전공 분야에서는 이미 금융수학, 생물수학, 기계학습 등 다방면에 걸쳐 우수한 응용수학 연구팀을 운영해오고 있다. 또한 계산과학공학전공은 계산수학, 의료영상, 전산유체역학 등의 분야에서 이미 국내 최고의 경쟁력을 가진 선도적 연구 집단이다. 2020년 9월부터 수학교육부로부터 통합되어 운영됨에 따라 이론수학과 응용수학, 계산수학 연구에서의 다양화 및 경쟁력 제고와 더불어 교육혁신 차원의 상승효과를 일으킬 것이다. 그간의 협력을 기반으로 계산과학공학의 실용적 접근을 통한 현실 문제연구와, 순수/응용수학 연구의 다양한 방법론 및 노하우가 자연스럽게 결합될 수 있는 계기를 마련하였다. 이론수학 과목과 계산과학 과목을 균형 있게 개설하여 현시대의 사회문제에 대한 수학적 정립과 원리규명, 응용분야와의 연결 및 이해, 수학적 모델링 및 시뮬레이션 능력 등을 교육하고, 미래를 선도할 수 있는 새로운 교과과정 및 교육체계를 구축할 것이다. 나아가, 교수진 스스로가 수학연구에서 이론과 응용의 벽을 허무는 노력을 통해, 새로운 분야를 개척하는 리더들을 배출하는 것이 장기적인 목표이다.



▶ 연구의 국제적 위상 확립 (breakthrough, networking)

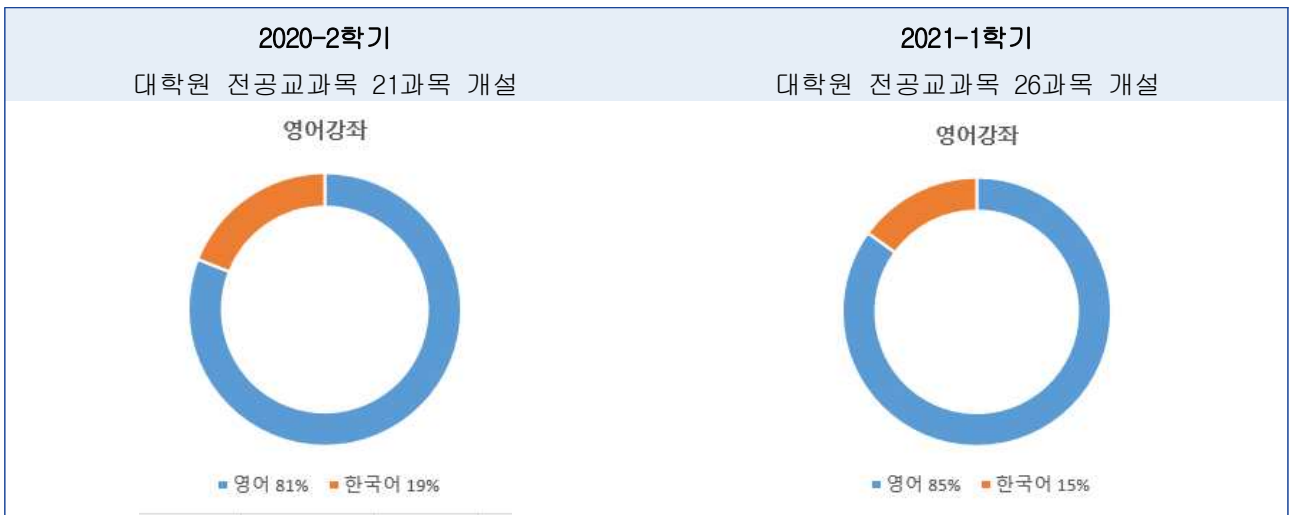
본 교육연구단 참여교수들은 이론수학, 응용수학 및 계산수학 등의 다양한 분야에서 연구를 진행하고 있으며, 꾸준히 우수한 결과들을 국제저명학술지에 게재하고 있다. 정량 지표인 교수 1인당 연간 편수와 질적 지표인 Q1의 비율 등은 이미 국제 수준에 근접하였으나, 각 논문의 창의성 및 선도성을 나타내는 citation 지표는 국제 수준과 다소 격차가 있다. 본 교육연구단의 참여교수들은 현재의 정량수치를 유지하는 한편, 특성화된 연구 분야에서 질적인 향상을 추구하고, 타 분야와의 협력 연구를 통해 연구의 원천 기술력을 확보하고자 한다. 본 교육연구단은 수학적 이론정립을 위한 이론수학 분야(대수학, 해석학, 위상 및 기하학), 수학기론-문제해결의 인터페이스 역할의 응용수학 분야(금융수학, 수치해석학), 실제 현상의 문제를 다루고 해결하는 계산수학 분야(데이터사이언스/기계학습, 의료영상, 유체역학)에서 우수 연구를 선도하고 있는 균형 있는 연구자 풀을 보유하고 있어 향후 이들의 협력이 기대된다. 또한 이러한 교육연구단의 외연 확장 및 연구의 질적 우수성 향상은, 국내외 난제 해결 연구자 및 계산과학 관련 전문 연구자들의 국제 연구허브 구축으로 이어질 수 있다.

나. 비전 및 목표 달성을 위한 노력

A. 교육역량 영역에서의 노력 및 성과

a1. 과목군 세분화를 통한 체계적인 교육 프로그램 운영

본 교육연구단은 필수핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군으로 교과과정을 세분화하여 전공 연구에 필요한 교과목을 체계적으로 학습할 수 있도록 수강지도를 하고 있다. 또한 다수의 강의를 영어로 진행하여 대학원생의 국제화에 기여하고 있다.



< 2020-2학기 및 2021-1학기 전공 교과목 개설 현황 >

과목군	2020-2학기	2021-1학기
필수핵심과목군	대수학 II (서수길, 영어) 실해석학 II (강경근) 수치해석1(박은재, 영어) 수치편미분방정식(박은재, 영어) 이공계편미분방정식1(서진근, 영어)	대수학1 (최성락, 영어) 실해석학1 (김세익, 영어) 이공계편미분방정식1 (최영필, 영어) 수치해석1 (이지현, 영어)
전문심화과목군	집합론 I (김병한, 영어) 대수다양체개론 (최성락, 영어) 편미분방정식II (최영필, 영어) 기계학습 I (최희준, 영어) 항수해석학 I (양민석, 영어) 리만기하학 (홍한솔, 영어) 인공지능이론 (신원용, 영어) 병렬과학계산 (최정일, 영어) 정성유체역학 (최정일, 영어) 머신러닝과응용3 (이승철)	수리논리학 (김병한, 영어) 조합론 (박승경, 영어) 대수적정수론1 (서수길, 영어) 기계학습2 (최희준, 영어) 미분다양체 (김호범) 량란드프로그래밍 (기하서, 영어) 푸리에해석과응용(김준일) 수치편미분방정식 (이은정, 영어) 알고리즘과응용 (신원용, 영어) 딥러닝과데이터과학 (신원용, 영어)
특성화과목군	응용수학특강 I (윤지훈) 해석적정수론특강 I (손재범, 영어) 의료영상을위한기계학습(서진근, 영어)	응용수학특강2 (윤지훈) 수치해석특강1 (허영미, 영어) 물리기반모델링및시뮬레이션1 (최정일, 영어) 수학적모델링및수치해석2 (박은재, 영어) 머신러닝과응용특론1 (이승철, 영어)
논문작성법	수학난제와세미나 (김준일) 논문작성법및발표2 (최정일, 영어)	논문작성법및발표1 (최정일, 영어)
학부-대학원 연계과목	-	기초계산유체역학 (최정일, 영어) 기초유한요소법 (이은정, 영어)
개별연구지도과목	박사학위논문연구1(박은재, 영어)	석사학위논문연구1 (손재범) 석사학위논문연구1 (최정일, 영어) 박사학위논문연구1 (최정일, 영어) 박사학위논문연구2 (최정일, 영어)

## a2. 특성화된 교과목 운영을 통한 응용 분야로의 확대

### (1) 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설

- ▶ MAT6480 기계학습1 (최희준 교수, 2020-2학기)
- ▶ MAT7480 기계학습2 (최희준 교수, 2021-1학기)
- ▶ CSE5013 인공지능 이론( 신원용 교수, 2020-2학기)
- ▶ CSE5851 딥러닝과 데이터과학 (신원용 교수, 2021-1학기)
- ▶ CSE7002 머신러닝과 응용3 (이승철 교수, 2020-2학기)
- ▶ CSE8870 머신러닝과 응용특론1 (이승철 교수, 2021-1학기)
- ▶ CSE9100 의료영상을 위한 기계학습 (서진근 교수, 2020-2학기)

### (2) 사회 및 산업 현장에 접목 가능한 교과목 강의 개설

- ▶ MAT8800 응용수학특강 I (윤지훈 교수, 부산대 수학과, 2020-2학기) - 금융수학
- ▶ MAT8800 응용수학특강 II (윤지훈 교수, 부산대 수학과, 2021-1학기) - 금융수학

### (3) 학생 제안 교과목 운영

- ▶ MAT6000 수리논리학 (김병한 교수, 2021-1학기)  
※ 학생 제안 교과목 : 학생들이 원하는 수업 내용을 설계하고, 학생 수요 중심의 교육과정 구현 및 학생의 과목 선택권 확대 및 학과 커리큘럼 다양화를 꾀함

## a3. 학과 운영내규의 명문화를 통한 체계적인 학사 운영 및 연구 환경 조성

본 수학교산학부에서는 학사에 관한 사항을 전공별 운영내규와 세칙으로 명문화하여 대학원생들이 학사 지도 및 졸업 관련 사항들을 파악하기 쉽게 하였다. 외국인들을 위한 영문본도 함께 제정하였으며, 각 전공별 홈페이지에 게시하고 있다. 학과 운영내규에는 지도교수 배정 및 수강신청, 이수학점, 대학원 등록 및 수료, 전공종합시험, 영어(외국어) 시험, 학위논문심사, 학술활동 졸업요건, 학위과정 변경 등에 관한 사항을 구체적으로 기술하였다.

- (수학전공) 수학교산학부(수학) 대학원 운영내규
- (CSE전공) 대학원 수학교산학부(계산과학공학) 운영내규
- (산업수학) 산업수학 석사 학위과정 운영내규

### (1) 지도교수 선정 및 세부전공 선택

대학원생이 조기에 교육 및 연구에 몰입할 수 있도록 학사지도교수(Academic Advisor) 제도를 운영하여 대학원생의 학사를 지도하고 있다. 전공분야에 대한 계획을 사전에 수립한 대학원생의 경우, 입학과 동시에 교수와의 개별 면담을 통하여 학사지도교수 및 논문지도교수를 정할 수도 있다.

- 2020-2학기 : 신입생 11명 학사지도교수 선택, 7명 논문지도교수 선택
- 2021-1학기 : 신입생 20명 학사지도교수 선택, 3명 논문지도교수 선택

**(2) 학위취득을 위한 학술활동 졸업 요건 운영**

대학원생이 학위취득 전의 우수한 연구 결과를 도출할 수 있도록 학술활동 졸업 요건을 운영내규에 명시하여 반드시 이를 준수하도록 하고 있다. 두 세부 전공(Math, CSE)의 특성을 반영하여 조금 다르게 운영하고 있다.

전공	학위과정	졸업요건	2020-2학기 졸업생 평균실적	2021-1학기 졸업생 평균실적
Math	박사	SCI/SCIE 저널에 1편 이상 논문 게재	1편 (총2편/2명)	-
	석사	없음	-	-
CSE	박사	국제저명학술지에 2편 이상 논문 게재, (단, 제출된 논문 중 1편은 본인이 제 1 저자)	3편 (총18편/6명)	2편 (총2편/1명)
	석사	제1저자인 국제저명학술지 게재 또는 제1저자 학술대회 논문 1편	1.25편 (총5편/4명)	1편 (총1편/1명)

**(3) 박사학위 연구과정 연구실적 평가**

연구학기의 박사학위 과정생은 지난 1년 동안 수행한 연구결과(논문 및 학술대회 실적, 연구 내용 보고서)를 보고서에 작성하여 학과 심사위원의 평가를 받는다. 이는 박사학위 과정생의 졸업 장기화를 방지하고 연구에 몰입하는 분위기를 조성하는데 목적이 있다.

- 2020-2학기 : 수학전공 14명, CSE전공 5명
- 2021-1학기 : 수학전공 19명, CSE전공 9명
- ※ 박사학위 연구과정 연구실적 보고서를 출수학기에 제출하며, 학과 교수로 평가위원을 구성하여, A(우수), B(보통), C(미흡)으로 평가한다. 만약 C(미흡)로 평가되면, 연구비 및 장학금을 감액한다.

**(4) 학과차원의 포스터 발표회를 통한 연구 점검**

매 학기 초에 수학기산학부 차원에서 대학원생들이 자신의 연구 결과를 발표하는 Math-CSE open lab(포스터 발표회) 행사를 진행한다. 각 대학원생은 1년에 1회 이상 포스터 발표를 하도록 하고 있으며, 심사위원은 외부위원과 학과 교수로 구성되어 대학원생들의 연구를 점검한다.

- 2020-2학기 (2020.11.30.) : 석사과정 5명, 박사과정 4명, 통합과정 28명, 학부인턴 2명 (총39명)
- 2021-1학기 (2021.05.21.) : 석사과정 8명, 박사과정 3명, 통합과정 20명, 학부인턴 2명 (총33명)
- ※ 심사위원은 COVID-19 상황으로 모두 내부 위원으로 구성함

**a4. 교육 및 연구역량 강화를 위한 모니터링 체계 구축**

**(1) 지도교수의 학생 개별 수강 지도**

지도교수는 대학원생의 전공 분야의 이수체계가 충실히 지켜지도록 수강시 수강해야 하는 과목을 지도한다. 기초과목 및 필수핵심과목의 선행 및 전문심화과목의 체계적인 학습이 이루어지도록 상담하고, 학습정도를 고려하여 수강을 결정하도록 한다.

**(2) 일대일 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나 운영**

교수는 지도학생과 매주 1-2회 일대일 개별 연구 미팅을 진행하고 있으며, Lab 단위의 그룹별 정기 세미나도 운영하여, 학생들과 연구에서 미진한 부분을 토론하고 연구 방향을 지도하는 시간을 갖는다. 각 연구팀별 대학원생 지도에 대한 요약은 아래와 같으며, 자세한 내용은 “[부록1] 대학원생 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나 운영 현황”에 기술하였다.

- 수리유체역학 및 수리생물모델 연구실(강경근) : 매 주 대학원생과 개별 면담 진행
- 수론연구팀(기하서) : 정기적으로 지도대학원생과 면담형식으로 운영
- 수리논리학팀(김병환) : 2주에 한 번 대학원생 연구 진행 사항 발표 및 면담
- 금융수학팀(김정훈) : 매주 대학원생과 개별 연구 면담 진행
- 조화해석학팀(김준일) : 매달 1-2회 그룹 세미나 연구결과 발표
- q-급수연구팀(손재범) : 매주 팀세미나 진행
- 금융수학팀(이승철) : 매주 대학원생 연구결과 발표 및 대학원생 개별 면담 진행
- Mathematical Epidemiology 연구실(이지현) : 매주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 대수기하학 팀(최성락) : 수요일 정기 스터디/연구 세미나 및 일대일 연구 지도
- 수치해석팀1(박은재) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 딥러닝-데이터 과학 연구실(서진근) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 수치해석팀2(이은정) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- Mathematical biology팀(이지현) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 멀티피직스 계산 연구실(최정일) : 매 주 그룹세미나 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 데이터사이언스팀(신원용) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 전산유체역학팀 : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 양민석교수팀 : 매주 대학원생 일대일 면담
- 최영필교수팀 : 매 주 지도학생과 일대일 개별 논문지도 진행
- 허영미교수팀 : 매 주 대학원생 개별 논문지도 및 면담 진행
- 홍한솔교수팀 : 정기 세미나 및 2주에 한 번 대학원생 개별 면담

## a5. 대학원생의 학술활동 및 연구활동에 자발적 참여 유도

### (1) 대학원생 주도의 개방형 세미나 진행

대학원생들이 논의 주체가 되어, 학습내용을 지정하여 발표 및 교수진들과 토론하는 개방형 세미나를 총28회(2020-2학기 15회, 2021-1학기 13회) 진행하였다. 강연자로부터 강의를 듣는 수동적 세미나 형식을 탈피하고, 대학원생들이 직접 발표하고 논의하는 등의 세미나를 이끌어가는 경험을 통해 연구역량 향상을 위해 노력하고 있다.

### (2) 대학원생의 리서치 트레이닝(Graduate Research Training) 강화

#### ▶ Open Training Seminar without Entry Barrier

유사 전공/연구 분야의 참여교수들이 주제를 정하고, 전문가를 초빙하여 다음과 같이 운영한다.

(step 1) Abstract for Preparation : 사전에 알아야 할 내용을 1-2주 전에 미리 공지

(step 2) Preliminary Lectures : 중심문제와 핵심 정리들을 초보자가 이해할 수 있는 수준으로 소개

(step 3) Main Seminar 및 Discussion : 아이디어와 핵심계산을 1-2시간 정도의 강의 및 토론으로 진행

#### ▶ 대학원생의 Group Reading Seminar 독려 및 지원

대학원생의 소규모 그룹 Reading 세미나를 지원해줄 지도교수/박사후연구원/대학원생을 선정하고, 세미나의 주제를 Open Training Seminar로 연계하여 Reading 학습이 연구로 연결될 수 있도록 한다.

구분	내용	비고
Open Training Seminar without Entry Barrier	000 대학원생 (위스콘신대학) 조화해석 관련 세미나	5회 진행
	000 대학원생(U of British Columbia) Hyperbolic 편미분방정식 세미나	5회 진행

	이정욱 연구교수(KAIST)의 논리학 세미나	2주간 진행
	대학원생을 위한 난제 세미나	15회 진행
	BK 기하학 수요집회	2021-1학기부터 격주로 진행
	BK 해석학 세미나	2021년 6월부터 격주로 진행
대학원생 Group Reading Seminar	강경근 교수팀(스톡스 및 나비에-스톡스 방정식)	연구 주제별 논문 리딩 및 세미나
	김병한 교수팀(수리논리)	논문 리딩 및 발표
	이지현 교수팀(생물수학)	연구학기 학생과 대학원생을 연계하는 프로그램

**a6. 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성**

(1) **산업수학 석사학위 프로그램 운영** : 000(석사과정, 2021-1학기 입학, 삼성메디슨과 연계)삼성메디슨의 박성욱 프로는 산학협력을 위해 수학기산학부(계산과학공학)에 입학하여 "3D 태아 초음파 영상이 들어오면, 3D 공간상에서 태아 안녕상태 측정에 필요한 부분을 모두 분리해내는 인공지능 시스템" 을 개발하고 있다.

(2) **산학장학생 운영** : 000 (박사과정, 2020-2학기 입학, 볼트시뮬레이션 연계)  
본 학과와 장기간 환경관련 솔루션을 공동개발해온 (주)볼트시뮬레이션의 직원인 000 연구원이 수학기산학부(계산과학공학)에 입학하여 수학기산학부의 이창훈 교수팀이 공동으로 참여하고 있는 국방과학연구원 지원 "도심지형 실시간 확산모형 개발" 과제에 참여하여 도심지에서 유해물질이 확산될 때 피해범위를 실시간으로 예측할 수 있는 전산유체역학 모델의 개발에 참여하고 있다.

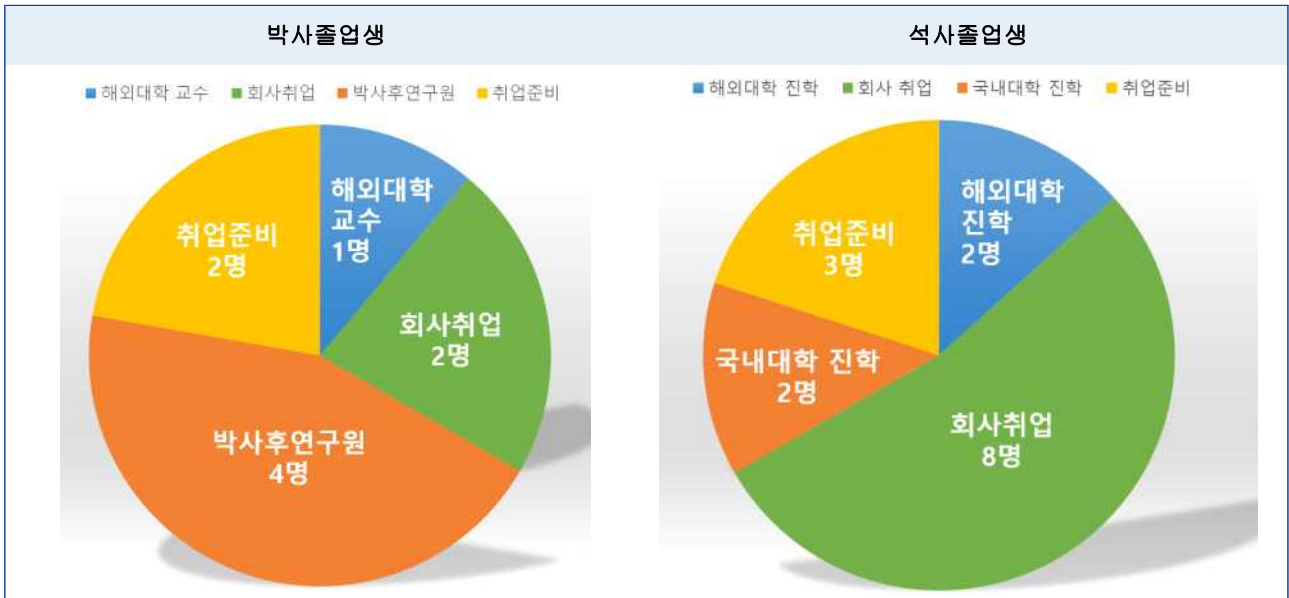
**(3) 산업체와의 공동연구를 통한 현장 전문가 양성**

참여교수들이 산업체와 산학 연구를 진행하면서 대학원생들이 산업문제에 접근할 수 있도록 기회를 제공하고, 현장문제를 효율적으로 해결할 수 있는 전문가 및 기업연계형 산업 인재로 육성한다.

기업명	연구내용	대학원생
삼성미래기술육성사업	저선량 Cone-Beam CT에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결	
LG전자	모터 냉매 상변화 열전달 성능 예측기술 개발	
전자부품연구원	전기자동차용 Li-ion전지의 ESS 재사용을 위한 수명예측 알고리즘 개발	
현대엔지비	폐배터리 RUL 예측 알고리즘 개발	
㈜휴런	알츠하이머병에 대한 수학적 모델 연구	
㈜젠티	AI를 이용한 문자인식	

a7. 졸업자 취업의 우수성

(1) 2021년 2월 졸업생 : 박사 9명, 석사 15명 (총 24명)



(2) 취업의 우수성

졸업생(전공, 학위)	취업 현황	비고
ooo (CSE전공, 이학박사)	몽골 MUST 대학 교수	임용
ooo (CSE전공, 이학박사)	차세대수치예보모델개발사업단	선임연구원
ooo (CSE전공, 이학박사)	삼성SDS, AI연구센터에서 computer vision에 관한 연구	연구원
ooo (CSE전공, 이학박사)	연세대 수학교산학부(계산과학공학)	박사후연구원
ooo (CSE전공, 이학박사)	연세대 수학교산학부(계산과학공학)	박사후연구원
ooo (수학전공, 이학박사)	연세대 수리과학연구소	박사후연구원
ooo (CSE전공, 공학박사)	연세대 수학교산학부(계산과학공학)	박사후연구원
ooo (수학전공, 이학석사)	(주)젠티 -인공지능 관련 기업	연계취업
ooo (수학전공, 이학석사)	플러러닝 - 수학교콘텐츠 개발 기업	취업
ooo (수학전공, 이학석사)	(주)라이앤캐처스 - 데이터 사이언티스트 업무	취업
ooo (CSE전공, 이학석사)	한국자산평가 - 금융공학연구소 로직개발팀(솔루션 개발)	취업
ooo (CSE전공, 공학석사)	SK이노베이션	연구원

a8. 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

참여대학원생의 SCI급 저널 게재 논문:

본 교육연구단 참여대학원생이 실적기간(1년간, 2020.09.01.-2021.08.31.) 동안 SCI급 저널에 게재한 논문은 총 15편이며, 1인당 논문수는 0.15편이다. 또한, JIF 기준 Q1(상위 25%) 저널에 게재한 논문 수는 7편(전체 논문수 46.7%), 상위 5% 이내 논문수는 4편, 상위 15% 이내 논문수는 6편으로 나타났다.

<JIF 상위 25%(Q1)의 저널 7편 리스트>

상위%	논문 정보
1.8%	ELS pricing and hedging in a fractional Brownian motion environment, Chaos Solitions & Fractals, 202101, (IF=5.944)
1.9%	Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation, Comput. Meth. Appl. Mech. Eng., 202103, (IF=6.756)
4.5%	Automated ultrasound assessment of amniotic fluid index using deep learning, Med. Image Anal., 202104, (IF=8.545)
4.5%	Deep learning-based solvability of underdetermined inverse problems in medical imaging, Med. Image Anal., 202104, (IF=8.545),
11.8%	Automatic detection and segmentation of lumbar vertebrae from X-ray images for compression fracture evaluation, Comput. Meth. Programs Biomed., 202103, (IF=5.428)
13.3%	Modelling the impact of rapid diagnostic tests on Plasmodium vivax malaria in South Korea: a cost-benefit analysis, BMJ Glob. Health, 202102, (IF=5.558)
23.3%	Cost-effectiveness analysis of pre-exposure prophylaxis for the prevention of HIV in men who have sex with men in South Korea: a mathematical modelling study, Sci Rep, 202009, (IF=4.379)

**a9. 참여대학원생 학술대회 발표 실적의 우수성**

학술발표 실적: 총51건 (국내 44건, 국제 7건)

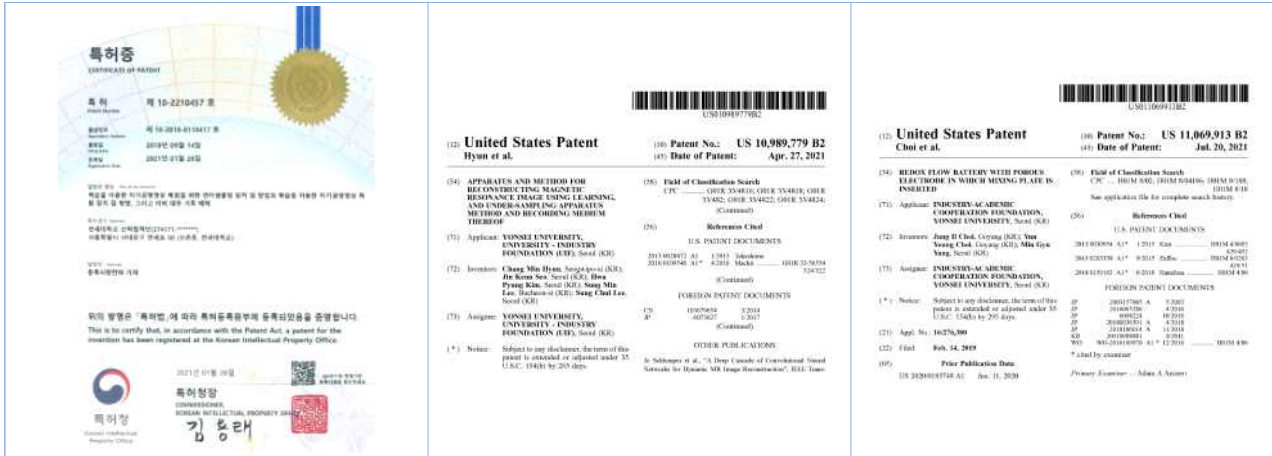
- 발표 학회 : 한국산업응용수학회(KSIAM) 20건(39%), 한국전지학회(KOBS) 6건(12%), 한국통신학회(KICS) 5건(10%), 대한수학회(KMS) 3건(6%)
- 수학관련 학회(KSIAM, KMS, SMB, KSMB, DDM, ICOSAHOM, Korea Logic group, RIMS 등)에 다수의 발표가 있었고, 그 외에 응용분야 및 공학분야에서도 많은 발표 실적을 보이고 있음

**a10. 참여대학원생 특허 실적의 우수성**

참여대학원생의 등록특허 실적은 총 3건이며, 해외등록 2건과 국내등록 1건이다.

국내등록	해외등록	
현창민, 학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체, 10-2210457, 대한민국, 20210126	현창민, APPARATUS AND METHOD FOR RECONSTRUCTING MAGNETIC RESONANCE IMAGE USING LEARNING, AND UNDER-SAMPLING APPARATUS METHOD AND RECORDING MEDIUM THEREOF, US10,989,779, 미국, 20210427	양민규, REDOX FLOW BATTERY WITH POROUS ELECTRODE IN WHICH MIXING PLATE IS INSERTED, US11,069,913, 미국 20210720





a11. 참여교수의 교육역량 대표실적

- o 영역분할법 전문서적 시리즈 편저 (박은재교수)
- o 대학원 수리논리 교재 저술 (김병한교수)
- o 대수곡선론 번역 및 출간 (최성락교수)

전문서적 시리즈 편저	교재 저술	번역, 출간
<p>Domain Decomposition Methods in Science and Engineering XXIII (C. Lee, X.-C. Cai, D. Keyes, H. Kim, A. Klawonn, E.-J. Park 편저, 415쪽) * 현재 download 수가 25,000회에 이름</p>	<p>대학원 수리논리 교재로 ‘모델론의 기초’를 출간 * 본 교재를 활용하여 2021-1학기 대학원 수리논리학 강의를 학생 제안 교과목으로 운영</p>	<p>세계적인 대수기하학자 오기소 케이지(Oguiso Keiji)교수가 저술한 대수곡선론(代數曲線論)을 번역 * 2021-2학기부터 관련 과목의 참고교재 활용 및 대학원 대수기하학 과목의 정식 교과서로 채택 예정</p>

B. 연구역량 영역에서의 노력 및 성과

b1. 참여교수 연구비 수주 실적 (참여교수 21명)

실적기간 (최근 1년) 참여교수 1인당 연구비 수주 실적 : 약 2.7억원  
 (선정평가 당시 1인당(1년기준) 연구비 수주 실적 : 약 1.5억원)

**b2. 참여교수 연구 업적물의 우수성**

**(1) 참여교수의 SCI급 게재 논문 : 총 72편**

- JIF 상위 25%(Q1) 이내의 논문은 총 41편으로 전체 논문의 56.9%
- JIF 상위 5% 이내의 논문은 10편(전체 논문수의 13.9%)
- JIF 상위 10% 이내의 논문은 20편(전체 논문수의 27.8%)
- JIF 상위 15% 이내의 논문은 29편(전체 논문수의 40.3%)



**(2) 게재 논문의 JCR 카테고리 : 수학분야에 게재된 논문 비율이 총 58% 정도**

- 응용수학분야(MATHEMATICS, APPLIED)가 전체 논문의 32%
- 수학분야(MATHEMATICS)가 19%,
- 다학제간수학분야(MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS)는 7%

**(3) 참여교수 1인당 논문수 및 환산편수**

1인당 논문수는 3.43편으로 선정평가 당시 1인당 논문수 2.87에 비해 다소 높아졌으며, 환산편수는 22.99편으로 선정평가의 24.15보다 약간 적은 편이다.

**(4) 게재 논문의 JIF 및 환산보정 IF**

1인당 JIF합은 10.64으로 선정평가 6.53에 비해 향상되었으며, 논문 1편당 IF는 3.10으로 선정평가 2.28에 비해 높게 나타났다. 환산보정IF는 16.41로 선정평가 16.12와 유사하게 나타났고 논문1편당 환산보정IF는 0.2279로 선정평가 0.2678보다 약간 낮게 나타났다. 1인당 환산보정IF는 0.7814로 선정평가 0.7677보다 약간 높게 나타났다.

**b3. 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물**

대표업적 1 : 비가환 호몰로지 거울 사상 (홍한솔 교수)

논문: Noncommutative Homological Mirror Functor, *Memoirs of the American Mathematical Society* (2021)

대표업적 2 : 비국소적항을 포함한 기체운동방정식의 정량적 유체역학 극한 (최영필 교수)

논문: Quantifying the hydrodynamic limit of Vlasov-type equations with alignment and nonlocal forces, *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences* (2021)

대표업적 3 : 미결정 역문제에서 딥러닝 기반의 해결을 위한 수학적 분석 (서진근 교수)



논문 : Deep Learning-based Solvability of Underdetermined Inverse Problems in Medical Imaging, *Medical Image Analysis* (2021)

대표업적 4 : 준지균 방정식에 대한 Morley 요소법 및 오차 추정 (박은재 교수)

논문 : Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* (2021)

#### b4. 참여교수 특허 실적의 우수성

참여교수 등록특허 실적은 총 4건으로 해외등록 2건과 국내등록 2건이다.

해외등록	
<p>(서진근교수, 이승철교수) Apparatus and method for reconstructing magnetic resonance image using learning, and under-sampling apparatus method and recording medium thereof, 등록특허, US10,989,779, 2021.04.27, 미국</p>	<p>(최정일교수) Edox Flow Battery With Porous Electrode In Which Mixing Plate Is Inserted, 등록특허, US11,069,913 B2, 2021.07.20. 미국</p>
 <p>US10989779B2</p> <p>(12) <b>United States Patent</b> Hynn et al.</p> <p>(10) Patent No.: <b>US 10,989,779 B2</b> (45) Date of Patent: <b>Apr. 27, 2021</b></p> <p>(54) <b>APPARATUS AND METHOD FOR RECONSTRUCTING MAGNETIC RESONANCE IMAGE USING LEARNING, AND UNDER-SAMPLING APPARATUS METHOD AND RECORDING MEDIUM THEREOF</b></p> <p>(58) <b>Field of Classification Search</b> CPC ..... G01R 33/4816; G01R 33/4818; G01R 33/482; G01R 33/4822; G01R 33/4824; (Continued)</p> <p>(56) <b>References Cited</b> U.S. PATENT DOCUMENTS 2015/0023872 A1 1/2015 Takeshima 2016/0109546 A1* 4/2016 Machi ..... G01R 33/5654 3/4-3/22 (Continued)</p> <p>(71) Applicant: <b>YONSEI UNIVERSITY, UNIVERSITY - INDUSTRY FOUNDATION (UIF), Seoul (KR)</b></p> <p>(72) Inventors: <b>Chang Min Hynn, Seogripso-si (KR); Jiu Keun Seo, Seoul (KR); Hwa Pyung Kim, Seoul (KR); Sung Min Lee, Bucheon-si (KR); Sung Chul Lee, Seoul (KR)</b></p> <p>(73) Assignee: <b>YONSEI UNIVERSITY, UNIVERSITY - INDUSTRY FOUNDATION (UIF), Seoul (KR)</b></p> <p>(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 263 days.</p> <p>(21) Appl. No.: <b>16/144,666</b></p> <p>(22) Filed: <b>Sep. 27, 2018</b></p> <p>(65) <b>Prior Publication Data</b></p>	 <p>US11069913B2</p> <p>(12) <b>United States Patent</b> Choi et al.</p> <p>(10) Patent No.: <b>US 11,069,913 B2</b> (45) Date of Patent: <b>Jul. 20, 2021</b></p> <p>(54) <b>REDOX FLOW BATTERY WITH POROUS ELECTRODE IN WHICH MIXING PLATE IS INSERTED</b></p> <p>(58) <b>Field of Classification Search</b> CPC ... H01M 8/02; H01M 8/04186; H01M 8/188; H01M 8/18 See application file for complete search history.</p> <p>(71) Applicant: <b>INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY, Seoul (KR)</b></p> <p>(56) <b>References Cited</b> U.S. PATENT DOCUMENTS 2015/0030954 A1* 1/2015 Kim ..... H01M 4/8695 4/29-4/52 2015/0263358 A1* 9/2015 Zaffron ..... H01M 8/0263 4/29-5/1 2018/0189163 A1* 6/2018 Hanafusa ..... H01M 4/86</p> <p>(73) Assignee: <b>INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY, Seoul (KR)</b></p> <p>(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 295 days.</p> <p>(21) Appl. No.: <b>16/276,380</b></p> <p>(22) Filed: <b>Feb. 14, 2019</b></p> <p>(65) <b>Prior Publication Data</b> US 2020/0185748 A1 Jun. 11, 2020 * cited by examiner Primary Examiner — Adam A. Anciero</p>
국내등록	
<p>(서진근교수, 이승철교수) 학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체, 등록특허, 10-2210457, 2021.01.26, 대한민국</p>	<p>(신원용교수) 인공 신경망을 이용한 소셜 네트워크 완성 방법 및 장치, 등록특허, 10-2284436, 2021.07.27, 대한민국</p>



## b5. 산업·사회에 대한 기여도

### (1) 사회문제 해결을 위한 공공기관 위원회 활동

이지현 교수는 방역연계 범부처 감염병 연구개발사업의 “감염병 확산 모형 개발” 세부과제 책임자로 활동하고 있으며, 연세대 세브란스 병원 교수들, 기술 개발 업체와 함께 COVID-19과 같은 신병종 바이러스 감염 발생에 효율적으로 대응하기 위한 총괄적인 전략을 제시하기 위한 시나리오 및 매뉴얼 구축, 앱개발, 확산 예측 및 대응전략의 효과 평가등의 연구를 수행 중이다.

### (2) 대중강연을 통한 수학/과학을 대중화

- 대중강연(최성락): 대수기하학 분야의 이해결 난제 소개 및 현황 강연, 대학원생 대상 Youtube로 실시간 중계 (2020.10.08.)
- 대중강연(신원용): 6G + 인공지능 기술: 산업체 응용에 대한 미래 방향의 내용으로 한국정보처리학회 2020 IT 21 글로벌 컨퍼런스 대중 강연 (2020.09.24.)
- 기초강연(김병한): 한국에서 수리논리, 논리학 분야의 연구 성과를 일반에게 소개하는 Korean Logic Day에서 온라인 강연 (2021.01.14.)

### (3) 외부기관 수상 실적

대한수학회 국내논문상, 대한수학회 디아이 수학자상, KSIAM-금곡학술상, 한국통신학회 하계종합학술발표회에서 우수상, 한국통신학회 동계종합학술발표회에서 우수상 등을 수상하였다.

- (강경근) 대한수학회 국내논문상, 2020년 10월, Asymptotic Behaviors of Solutions for an Aerotaxis Model Coupled to Fluid Equations
- (최희준) 대한수학회 디아이 수학자상, 2020년 10월, 준선형 편미분 방정식의 정칙성 연구, 비압축성/압축성 나비어-스톡스 방정식의 강해 및 정칙성, 그리고 수치해석 기법인 meshfree method 개발
  - ※ 디아이 수학자상은 한국 수학의 학문적 발전에 기여하거나 국내외적으로 수학적 위상을 높여 학계 발전에 기여한 자를 시상
- (박은재) KSIAM-금곡 학술상, 2020년 11월, 일반 메쉬 위에서 staggered Galerkin method를 diffusion, Stokes, linear elasticity 문제 등에 적용하여 수치 기법의 새로운 패러다임 제시
  - ※ 금곡학술상은 연구의 수월성을 기준으로 계산·응용수학 분야 및 공학 분야에서 탁월한 연구업적을 통해 해당 분야 학문의 진보에 이바지한 연구자에게 수여
- (신원용) 한국통신학회 하계종합학술발표회 우수상, 2020년 11월, 다수의 잠재적인 도청 노드가 존재하는 경우 secrecy outage 확률을 수학적으로 엄밀히 분석 및 실험을 통한 성능 검증
- (신원용) 2021년도 한국통신학회 동계종합학술발표회 우수상, 2021년 2월, 추천 시스템에서의 다양성을 개선하기 위해 신경 회로망의 새로운 설계 및 실제 데이터셋을 사용한 실험과 성능 검증

### (4) 사회문제에 적용 가능한 연구 수행 실적

- 딥러닝을 통해 초음파 영상으로부터 암을 진단해 내는 알고리즘을 개발 및 특허화
- 딥러닝 기술을 접목한 Cuffless 혈압 측정 알고리즘 개발 및 웨어러블 장치의 솔루션 개발
- 감염확산 방지를 위한 스크리닝 문진, 의료진 방어복 사용 등의 효과적인 대응전략 방안 도출 연구
- 효율적인 금융자산가격모형 개발과 다양한 파생금융상품에 대한 공정가격 결정에 대한 연구
- 서울에서 생기는 오염물질과 미세먼지 확산에 대한 난류모형 개발 및 수치계산 수행
- 초음파 영상을 이용한 양수량 측정 자동화 방법을 세계 최초로 개발

## C. 국제화 영역에서의 노력 및 성과

### c1. 교육 프로그램의 국제화 현황

- o 베를린 대학교(Humboldt-University of Berlin, 독일) 방문학생 초청 세미나 (2020.09.23.)
- o 베를린 대학교(Humboldt-University of Berlin, 독일) NA팀과의 zoom meeting (2020.11.25.)
- o 교토대학 RIMS(일본)에서 한국과 일본의 모델론 연구자들의 연구 결과 발표 (2020.12 첫주, 둘째주)
- o 중국 Chinese Academy of Science Yifei Chen 교수와 대수기하학 워크샵 (2021.2.24.)

- o 베를린 대학교(Humboldt-University of Berlin, 독일) 방문학생 초청 세미나 (2020.09.23.)  
방문 학생인 E. Pirch의 A modified HH0 method에 대한 발표 및 대학원생들(신재민, 김도현, Do Hong Nhung, 이상희)과 다양한 논의 진행하였으며, 이상희 학생과의 공동연구 방향성을 설정
- o 베를린 대학교(Humboldt-University of Berlin, 독일) NA팀과의 zoom meeting (2020.11.25.)  
이상희 학생 초청받아 E. Pirch와 공동 발표하고 각자의 연구주제를 연결하여 공동 연구 도출, 두 학과는 향후에도 대학원생 주도의 연구교류를 지속하기를 기대하고 있음.
- o 교토대학 RIMS(일본)에서 한국과 일본의 모델론 연구자들의 연구 결과 발표 (2020.12 첫주, 둘째주)  
Tsukuba 대학과 연세대를 중심으로 총6명이 발표. 연세대 수리논리 팀에서 김병한 교수와 2명의 대학원생(김준희, 이효윤), KAIST 이정욱 연구교수, KIAS 안진후 박사 모두 참여하여 발표함.
- o 중국 Chinese Academy of Science Yifei Chen 교수와 대수기하학 워크샵 (2021.2.24.)  
Yifei Chen교수와 신용주(총남대) 박사를 연사로 초청하여 발표 및 토론시간을 가짐, 향후에 정기적인 상호 방문을 재개하여 연구원 및 대학원생들이 참여할 수 있는 학술대회/워크샵을 개최할 계획

## c2. 참여대학원생의 국제 공동연구 현황

총 10건의 대학원생-해외학자 간의 국제 공동연구가 진행되었으며, 그 결과를 논문으로 준비 중에 있다.

해외학자(소속)	논문명
Z. Bouazzaoui (모로코/Moulay Ismail 대학교)	p-rationality of number fields
Peter Kim (호주 / University of Sydney)	Oncolytic_Virotherapy
Victor do Valle Pretti (브라질/IMECC-UNICAMP)	Smooth quartic Q3의 derived category
Eric Chung, Lina Zhao (중국/Chinese University of Hong Kong)	SDG Methods
Amiya K. Pani (인도/IIT Bombay)	FEM for Quasi-geostrophic equations
Emilie Pirch (독일/Humboldt-University of Berlin)	FVM and SDG methods
문주철 (미국/California State Univ Long Beach)	Explainable AI on Gait recognition problems
Yejin Kim (미국/Univ of Texas Health Science Center)	Rec-DivNet: Diversity-Enhanced Recommendation Using Network Embedding
L. P. Chamorro, Jin-Tae Kim (미국/Univ of Illinois)	On the effect of aspect ratio in the dynamics of air bubbles within Rayleigh-Benard convection
Donghyun Rim (미국/Pennsylvania State University)	Indoor aerosol modeling,

## c3. 참여교수 국제 공동연구 실적

총 13건의 공동연구 실적이 있으며, SCI급 저널에 그 결과를 게재하였다.

- o 김세익-Hongjie Dong (미국/Brown Univ.)  
On conormal and oblique derivative problem for elliptic equations with Dini mean oscillation coefficients
- o 김정훈-Jiling Cao, Wenjun Zhang (뉴질랜드/Auckland Univ. of Technology)  
Rough stochastic elasticity of variance and option pricing
- o 김정훈-Jiling Cao, Wenjun Zhang (뉴질랜드/Auckland Univ. of Technology)  
Pricing variance swaps under hybrid CEV and stochastic volatility
- o 양민석-Jiri Neustupa (체코/Czech Academy of Sciences)

- On the role of pressure in the theory of MHD equations
- o 박은재-Eric Chung (중국/The Chinese Univ. of Hong Kong)  
Staggered DG method for coupling of the Stokes and Darcy-Forchheimer problems
- o 박은재-Eric Chung (중국/The Chinese Univ. of Hong Kong)  
Staggered discontinuous Galerkin methods for the Helmholtz equation with large wave number
- o 박은재-Amiya K. Pani (인도/IIT Bombay)  
Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation
- o 신원용-Dung D. Vu (캐나다/Korbit AI)  
An Improved Approach for Estimating Social POI Boundaries with Textual Attributes on Social Media
- o 최영필-José Carrillo (영국/Oxford University)  
Quantifying the hydrodynamic limit of Vlasov-type equations with alignment and nonlocal forces
- o 최영필-Cristina Pignotti (이탈리아/Università di L' Aquila)  
Consensus of the Hegselmann-Krause opinion formation model with time delay
- o 최영필-Cristina Pignotti (이탈리아/Università di L' Aquila)  
Exponential synchronization of Kuramoto oscillators with time delayed coupling
- o 최영필-Xiongtao Zhang (중국/Huazhong Univ. of Science and Technology)  
One dimensional singular Cucker-Smale model: Uniform-in-time mean-field limit and contractivity
- o 최영필-Qinghua Xiao (중국/Chinese Academy of Science)  
Asymptotic stability of the phase-homogeneous Solution to the Kuramoto-Sakaguchi equation with inertia

#### 다. 저명대학 벤치마킹 대상과의 논문 실적 비교

본 교육연구단과 비슷한 규모인 Stanford 수학과를 준거집단으로 하여 학사 및 연구 등에 대한 벤치마킹을 진행하고 있다. Stanford 수학과는 본 수학교산학부와 유사하게 다양한 전공의 교수들과 대학원 학위제도를 가지고 있다.

아래의 표에 Scopus 검색엔진 및 SciVal에서 제공하는 benchmarking 분석을 통해 선정평가 당시 실적기간 5년(2015~2019년도) 및 자체평가 실적기간을 포함하는 최근 3년(2019~2021년)의 교수들의 게재 논문에 대한 각 지표를 나타내었다.

본 교육연구단 최근 3년(2019~2021년)의 연간 1인당 논문수는 2.9편으로 준거집단(Stanford 수학과) 2.6편과 유사하게 나타났다. 이는 선정평가 당시 각각 2.8편, 2.4편을 지속적으로 유지하고 있는 수치로 볼 수 있다. 본 교육연구단의 연간 1인당 SJR 기준 상위 10% 이내 논문 수는 1.2편으로 준거집단 1.6편보다 약간 적게 나타났으며, 지난 선정평가 시 1.0보다는 향상된 수치이다. 또한, 본 교육연구단의 연간 1인당 SJR 기준 상위 25% 이내 논문수는 2.3편으로 준거집단 2.1편보다 약간 높게 나타났으며, 지난 선정평가 시 2.0보다는 향상된 수치이다. 본 교육연구단의 연구 성과(논문 실적)는 정량적인 측면(1인당 논문 편수)과 논문의 우수성(상위 랭킹 저널 게재) 측면에서 준거집단(Stanford 수학과)의 수준과 유사함을 알 수 있다.

< 본 교육연구단 vs Stanford 수학과에 대한 게재 논문에 대한 연간 1인당 실적 비교 >

구분	연간1인당 논문수		연간1인당 SJR 10% 논문수		연간1인당 SJR 25% 논문수	
	선정평가	최근3년	선정평가	최근3년	선정평가	최근3년
Stanford Math	2.4	2.6	1.6	1.6	2.2	2.1
본 교육연구단	2.8	2.9	1.0	1.2	2.0	2.3

본 교육연구단 최근 3년의 게재 논문에 대한 논문1편당 citation 수는 2.37로 준거집단(Stanford 수학

과)의 2.44와 유사한 수치를 보인다. 또한, FWC(Field Weighted Citation Impact)는 본 교육연구단 1.02와 준거집단 1.08로 유사한 수치를 보인다. 그러나, 두 지표 모두 최근 3년에 대한 citation을 활용하여 계산한 결과로 실적 기간이 길어지면 준거집단의 수치가 다소 높게 나타날 것으로 예측된다. 예를 들면, 선정평가(실적기간 5년) 당시 두 지표의 비교를 보면, 논문1편당 citation은 본 교육연구단 4.1에 비해 준거집단 10.9로 2배 이상 차이가 나고 있으며, FWC는 0.97과 2.21로 2배 이상의 차이를 보이고 있다.

선정평가 제안서에서도 기술하였듯이 본 교육연구단이 논문 1편당 인용횟수와 FWC 지표의 격차를 극복하기 위해서는 각 분야에서 선도적인 연구를 수행하여야 한다. 선도적 연구를 위해 서로 다른 분야를 포괄적으로 연결하여 새로운 영역을 개척하는 지속적 노력이 필요하다.

< 본 교육연구단 vs Stanford 수학과 의 게재 논문에 대한 citation 실적 비교 >

구분	논문1편당 Citation		FWCI		논문 Sub-category 수	
	선정평가	최근3년	선정평가	최근3년	선정평가	최근3년
Stanford Math	10.9	2.44	2.21	1.08	45	39
본 교육연구단	4.1	2.37	0.97	1.02	86	79

라. 비전 및 목표 달성을 위한 애로사항 등  
(해당 사항 없음)



## □ 교육역량 대표 우수성과

교육연구단 교육역량(대학원생 연구실적, 참여교수 교육대표실적 등) 대표 우수 성과에 대해서 작성

## 1. 교육과정 구성 및 운영

- 과목군 세분화를 통한 체계적인 교육 프로그램 운영
  - 필수핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군 등으로 분류하여 수강지도를 실시함
  - 대학원 전공교과목 21과목(2020-2학기), 26과목(2021-1학기) 개설/영어강좌 각각 81%, 85% 진행
  - 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설 : 총7과목 (2020-2학기 4과목, 2021-1학기 3과목) 운영

## 2. 학사 운영 및 연구의 질적 향상을 위한 노력

- 학과 운영내규의 명문화를 통한 체계적인 학사 운영
  - 지도교수 선정 및 세부전공 선택 : 입학 후부터 학사 및 논문 지도교수를 선정하여 지도를 받음
  - 학술활동 졸업요건 : 학술발표(석사학위), SCI급 논문 게재(박사학위) 등을 졸업요건으로 하고 있음
  - 공동 논문지도교수 활용 : 대학원생의 연구 분야를 확장하고 연구력 향상을 꾀함
- 교육 및 연구역량 강화를 모니터링 체계 구축
  - 지도교수의 대학원생 일대일 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나 운영
  - 박사학위 연구과정 연구실적 평가 : 1년간의 연구성과를 평가함으로써 연구 몰입 분위기 조성
  - 학과차원의 포스터 발표회를 통한 연구 점검 : 2020-2학기 총 39명, 2021-1학기 총33명 발표
- 대학원생의 학술 및 연구활동에 자발적 참여 유도
  - 대학원생 주도의 개방형 세미나 : 총28회 수행 (참여한 대학원생 및 교수진들간의 개방형 세미나)
- 대학원생의 리서치 트레이닝(Graduate Research Training) 강화

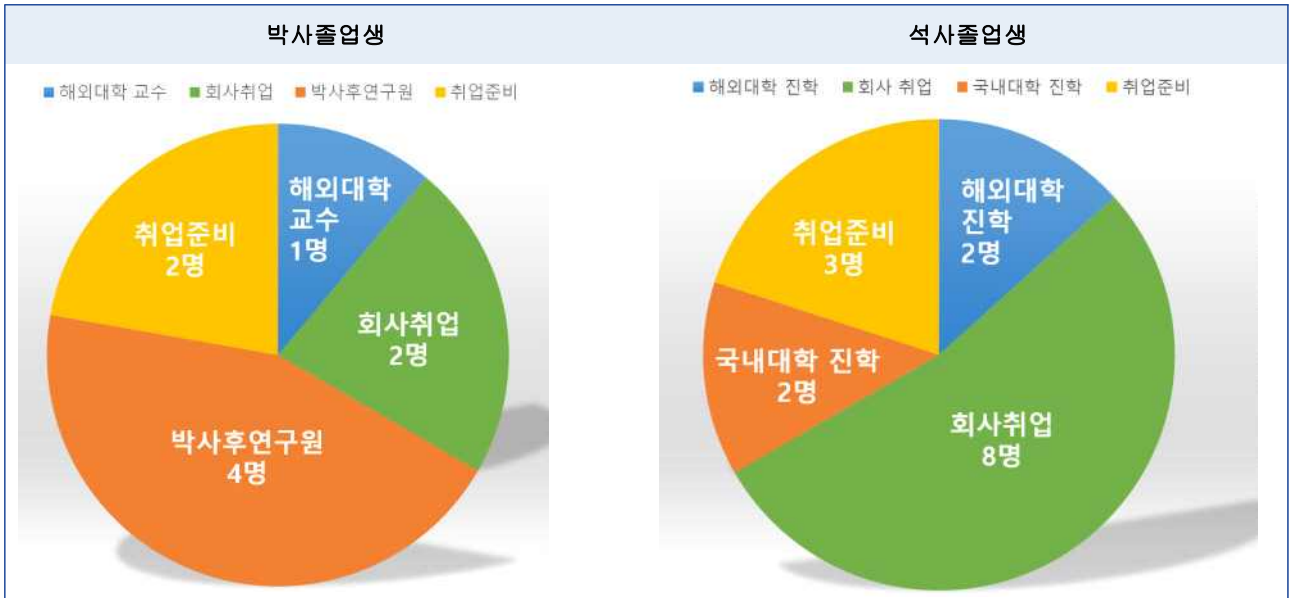
구분	내용	비고
Open Training Seminar without Entry Barrier	오창근 대학원생 (위스콘신대학) 조화해석 관련 세미나	5회 진행
	조민준 대학원생(U of British Columbia) Hyperbolic 편미분방정식 세미나	5회 진행
	이정욱 연구교수(KAIST)의 논리학 세미나	2주간 진행
	대학원생을 위한 난제 세미나	15회 진행
	BK 기하학 수요집회	2021-1학기부터 격주로 진행
	BK 해석학 세미나	2021년 6월부터 격주로 진행
대학원생 Group Reading Seminar	강경근 교수팀(스톡스 및 나비에-스톡스 방정식)	연구 주제별 논문 리딩 및 세미나
	김병한 교수팀(수리논리)	논문 리딩 및 발표
	이지현 교수팀(생물수학)	연구학기 학생과 대학원생을 연계하는 프로그램

### 3. 졸업자 취업의 우수성

o 2021년 2월 졸업생 : 박사 9명, 석사 15명 (총 24명)

박사 졸업생 : 해외대학 교수(1명), 회사 취업(2명), 박사후연구원(4명), 취업 준비(2명)

석사 졸업생 : 회사 취업(8명), 해외대학 진학(2명), 국내대학 진학(2명), 취업 준비(3명)



### 4. 참여대학원생의 연구실적

o 참여대학원생 논문의 우수성

- 총 논문 수(SCI급): 15편 (참여대학원생 1인당 0.15편)
- JIF 기준 Q1 (상위 25%) 논문수 7편 (전체 논문의 46.7%)
  - 상위 5% 이내 논문수 4편 (전체 논문의 26.7%)
  - 상위 15% 이내 논문수 6편 (전체 논문의 40.0%)




o 참여대학원생 학술발표의 우수성

- 학술발표 실적: 총51건 (국내 44건, 국제 7건)
- 수학회 관련 학회(KSIAM, KMS, SMB, KSMB, DDM, ICOSAHOM, Korea Logic group, RIMS 등)에 다수의 발표가 있었고, 그 외에 응용분야 및 공학분야에서도 많은 발표 실적을 보이고 있음

발표 학회: 한국산업응용수학회(KSIAM) 20건(39%), 한국전지학회(KOBS) 6건(12%), 한국통신학회(KICS) 5건(10%), 대한수학회(KMS) 3건(6%)

o 참여대학원생 등록특허 실적

- 등록특허 실적 : 총 3건(해외등록 2건, 국내등록 1건)

국내등록	해외등록	
<p>현창민, 학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체, 10-2210457, 대한민국, 20210126</p>	<p>현창민, APPARATUS AND METHOD FOR RECONSTRUCTING MAGNETIC RESONANCE IMAGE USING LEARNING, AND UNDER-SAMPLING APPARATUS METHOD AND RECORDING MEDIUM THEREOF, US10,989,779, 미국, 20210427</p>	<p>양민규, REDOX FLOW BATTERY WITH POROUS ELECTRODE IN WHICH MIXING PLATE IS INSERTED, US11,069,913, 미국 20210720</p>
		

### 5. 참여교수의 교육역량 대표실적

- o 영역분할법 전문서적 시리즈 편자 (박은재교수)
- o 대학원 수리논리 교재 저술 (김병한교수)
- o 대수곡선론 번역 및 출간 (최성락교수)

전문서적 시리즈 편자	교재 저술	번역, 출간
<p>Domain Decomposition Methods in Science and Engineering XXIII (C. Lee, X.-C. Cai, D. Keyes, H. Kim, A. Klawonn, E.-J. Park 편자, 415쪽) * 현재 download 수가 25,000회에 이를</p>	<p>대학원 수리논리 교재로 ‘모델론의 기초’를 출간 * 본 교재를 활용하여 2021-1학기 대학원 수리논리학 강의를 학생 제안 교과목으로 운영</p>	<p>세계적인 대수기하학자 오기소 케이지(Oguiso Keiji)교수가 저술한 대수곡선론(代數曲線論)을 번역 * 2021-2학기부터 관련 과목의 참고교재 활용 및 대학원 대수기하학 과목의 정식 교과서로 채택 예정</p>
		

## 6. 신진연구인력 현황 및 실적

- 2021년 3월에 총3명 박사후연구원 채용
  - 대수기하학 분야 2명 (논문 실적 2편, 강의 실적 1과목), 정수론 분야 1명
  - 멘토교수를 지정하여 연구/학술활동을 지원함

## 7. 교육프로그램의 국제화 현황

- 대학원생의 해외기관 및 대학과의 인적교류 현황
  - 베를린 대학교(Humboldt-University of Berlin, 독일) 방문학생 초청 세미나
  - 베를린 대학교(Humboldt-University of Berlin, 독일) NA팀과의 zoom meeting
  - 교토대학교 RIMS(일본)에서 한국과 일본의 모델론 연구자들의 연구 결과 발표
  - 중국과학원(Chinese Academy of Science, 중국) Yifei Chen 교수와 대수기하학 워크샵
- 해외 대학과 연계를 통한 우수 대학원생의 신입생 유치
  - 중국 Ocean 대학, 몽골과학기술대학(MUST) 등으로부터 학생을 추천받아 외국인 신입생으로 선발
  - 정부초청장학생 및 민간외국인초청장학생 제도 등을 통해 우수 외국인 학생을 유치
- 참여대학원생 국제공동연구 현황
  - 총 10건의 대학원생-해외학자 간의 국제 공동연구가 진행되었으며, 그 결과를 논문으로 준비 중임

## 1. 교육과정 구성 및 운영

### 1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

1. 교육연구단의 현 교육과정과 학사관리 장단점을 포함하여, 신청서에 명시되어 있는 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.)의 실적
2. 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안, 연구역량의 교육적 활용 방안, 교육연구단의 대표적 교육 목표에 대한 달성 방안, 전임교수 대학원 강의 계획 대비 최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.)의 실적
3. 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

#### ■ 목차

##### 가. 교육과정 구성

- A. 과목군 세분화를 통한 체계적인 교육 프로그램 운영
- B. 과목 다양성 및 전공 유연성을 위한 타전공/타학교 학점인정
- C. 교과목 이수체계 수립 및 수강지도

##### 나. 교과목 운영 현황 및 계획

- A. 대학원 강의 개설 현황 (최근 1년 : 2020.9.1 ~ 2021.8.31)
- B. 특성화된 교과목 운영 현황
- C. 향후 2년간의 대학원 강의 개설 계획

##### 다. 학사관리 현황

- A. 학과 운영내규의 명문화를 통한 체계적인 학사 운영
- B. 다중 멘토링 (Mutiple Mentoring) 제도 도입을 통한 지속적 학사관리
- C. 교육 및 연구역량 강화를 모니터링 체계 구축

##### 라. 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안

- A. 정규과목에서 연구와의 연계
- B. 대학원생의 학술 및 연구활동에 자발적 참여 유도

##### 마. 대표적 교육 목표에 대한 달성방안 및 노력

- A. 대학원생의 리서치 트레이닝(Graduate Research Training) 강화
- B. 다중 멘토링을 통한 미래의 가치창출 인재 양성
- C. 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성

본 교육연구단의 교육과정은 현대수학의 주요문제를 해결하고 미래 방향을 제시하는 리더를 양성하기 위한 이론수학 교육과정과, 과학·공학·의학 등의 다양한 분야에서 응용되는 계산과학공학의 전문지식을 체계적으로 교육하는 계산과학교육과정으로 구성되어 있다. 기존의 수학과 대학원 교과목 및 계산과학공학과 교과목을 통합하여 운영함으로써, 산업/사회문제 해결 등을 수행할 수 있는 다학제간 대학원 교육 프로그램을 제공하게 된다. 이에 따라, 본 교육연구단은 하나로 통합된 수학기산학부에서 이론수학, 응용수학, 계산수학을 두루 교육하며, 이론에서 현실 세계에 이르는 다양한 문제해결이 가능한 인재를 양성하고자 한다.

	분야	학문분야	내용
수 학 계 산 학 부	Math (이론수학)	대수학	논리학, 대수적수론, 해석적수론, 표현론, 가환대수, 체론, 암호학
		해석학	PDE, 조화해석, 응용PDE, 복소해석, 함수해석
		위상수학/기하학	대수기하, 미분기하, 사교기하, 대수적위상수학
	Applied Math (응용수학)	금융수학	확률론, 확률과정론, 금융수학, 금융실무
		수치해석학	수치해석, FEM, FDM, FVM
	Computational Math (계산수학)	기계학습/데이터과학	머신러닝, 인공지능이론, 조합론, 의료영상기계학습, 알고리즘
		의료영상	의료영상모델링, 영상처리
		전산유체역학	난류이론, 전산유체역학

본 교육연구단은 이론수학분야와 응용수학분야의 수학전공 학위 프로그램, 응용수학과 계산수학분야의 계산과학공학전공 학위 프로그램, 산업수학 학위 프로그램으로 이루어진 총 3개의 학위 프로그램을 운영하고 있다. 각 학위 프로그램에 따라 교과목 및 이수체계가 다르게 구성된다.

전공분야	학위명(영문)	학위명(국문)
Math (수학전공)	Ph.D in Mathematics	이학박사
	MS in Mathematics	이학석사
CSE (계산과학공학전공)	Ph.D. in Computational Science and Engineering	이학박사, 공학박사
	M.S. in Computational Science and Engineering	이학석사, 공학석사
산업수학	MS in CSE - Industrial Mathematics	이학석사, 공학석사

※ CSE : Computational Science and Engineering(계산과학공학)

## 가. 교육과정 구성

### A. 과목군 세분화를 통한 체계적인 교육 프로그램 운영

본 교육연구단은 엄밀한 수학적 사고력과 창의적인 문제 해결력을 갖춘 수학자를 양성하기 위하여 필수 핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군으로 교과과정을 세분화하여 효과적인 교육 프로그램을 운영하고 있다. 또한 학부-대학원 연계 교과목과 산업수학 석사학위 프로그램 관련 교과목을 개설하고 있다.

#### a1. 필수핵심과목군

수학 및 계산과학 이해의 기본이 되며 향후 전공 선택 시 필수적으로 필요한 교과목으로 구성되었으며, 이들은 본 학과의 전공종합시험 과목으로 지정되어 있다.

분야	과목명
대수학	대수학1, 대수학2
해석학	실해석학1, 실해석학2, 이공계편미분방정식
수치해석학	수치해석, 수치편미분방정식
전산유체역학	점성유체역학

#### a2. 전문심화과목군

대학원생들이 각 세부전공 분야에서 연구를 수행하기 위해 기본적으로 필요한 과목들로 구성되어 있다.

분야	과목명
대수학	대수적정수론1, 타원곡선이론, 가환대수1,2, 유한체이론, 자연수분할이론
집합론 및 조합론	집합론1, 조합론1, 모델론1
논리학	수리논리학, 사이버네틱스, 계산가능성이론
해석학	편미분방정식, 함수해석학1,2, 조화해석학1,2
위상 및 기하	미분기하학1,2, 대수기하학, 대수적위상수학, 리만곡면
수치해석	유한요소법, 수치선형대수, 고급유한요소법, 수치최적화
확률 및 금융수학	확률론1,2, 금융수학1, 금융실무1,2
데이터과학 및 기계학습	기계학습1,2, 머신러닝과 응용1,2, 자연언어처리: 딥러닝, 알고리즘과응용, 딥러닝과데이터과학, 계산수학-기계학습과데이터과학1,2, 인공지능이론
프로그래밍	병렬과학계산
전산유체역학	불확실성정량화방법론, 입자와유동, 고급전산유체역학, 난류모델링

#### a3. 특성화과목군

필수핵심과목과 전문심화과목을 이수한 학생들이 세부영역에서 보다 전문적인 전공연구영역을 탐구할 수 있도록 개설된 과목들이다. 심도 있는 이론연구 능력과 제한 조건 하의 현실 문제 해결 능력을 배양할 수 있는 특론과목으로 구성된다.

분야	과목명
대수, 조합, 논리	대수학특강, 대수적정수론특강1,2, 해석적정수론특강1,2, 보형형식론특강1,2, 조합론특강1,2, 논리학특강1,2
해석	해석학특강1, 수리유체역학특강, 편미분방정식 특강1,2, 수치해석특강1
위상 및 기하	대수기하학특강1,2
확률, 금융수학	확률과정론특강1,2, 금융수학특강1,2, 응용수학특강1,2
계산수학	영상처리프로그래밍, 물리기반모델링과 시뮬레이션1,2, 수학적모델링 및 수치해석1,2, 수학적모델링및해석특강1,2, 수치시뮬레이션기반과학특강1,2, 수리모델링및수치모사및시각화1,2
의료영상	의료영상해석을위한딥러닝1,2, 의료영상을위한기계학습, 의료영상의수학적 모델링
전산유체역학	전산난류특론, 난류특론

#### a4. 논문작성법 교과목

대학원생들의 영어논문 작성과 발표 능력을 향상시키기 위해 개설하는 교과목이다.

과목명	강좌운영
논문작성법 및 발표1,2 (Scientific Writing and Presentation Skills)	논문작성, 개인발표, 평가방법론
세미나1,2 (Seminar),	콜로퀴움
수학난제와세미나 (Millenium Problems and Seminar)	강의, 토론

#### a5. 산업수학 교과목

산업수학 석사학위과정 대학원생을 위해 개설된 교과목들로 구성되어 있으며, 산업 문제 해결을 위한 기초 지식을 익히고, 산업연계 프로젝트를 수행한다. 특히, 개별연구지도는 연계기업에 근무하면서 현장의 공동연구원으로부터 지도를 받는 형태의 교육이 이루어지는 교과목이다.

분야	과목명
산업수학	기초산업수학, 산업수학1:수리해석 및 소프트웨어 개발, 산업수학2:산업수학 프로젝트
현장실습(대체과목)	개별연구지도1,2 (Individual Study)

#### a6. 학부-대학원 연계 교과목

수학계산학부 진학을 고려하고 있는 학부생들을 주 대상으로 하는 과목으로 계산과학공학의 기초과목과 인턴연구원을 위한 학부연구과목으로 구성되어 있다.

분야	과목명
계산과학공학 기초과목	기초계산과학공학, 기초계산유체역학, 기초유한요소법
학부인턴연구원 과목	계산과학공학 학부연구1,2



## B. 과목 다양성 및 전공 유연성을 위한 타전공/타학교 학점인정

본 교육연구단에서 대학원생들이 다학제간 연구를 수행할 수 있는 능력을 배양할 수 있도록, 본 학과에서 개설하지 않는 교과목에 대하여 타학과 및 타학교에서의 학점이수를 인정하고 있다. 수강신청 전에 반드시 지도교수의 수강지도를 받아야 하며, 대학원 주임교수의 최종승인을 통해 졸업 이수학점으로 인정받을 수 있다. 대학원생 전공과 관련한 자연과학, 금융 및 경제, 컴퓨터 및 공학 분야의 교과목을 본 교의 타과에서 수강할 수 있으며, 대학차원에서 시행 중인 연세대-서강대-이화여대간의 대학원 학점 교환제를 활용할 수도 있다. 다음은 타학과 인정교과목의 예를 나타내었다.

전공분야	과목명
자연과학분야	PHY6020-02 전자기학(1) PHY6010-01일반역학(1), PHY6040-01양자역학(1)
금융 및 경제분야	BIZ7018 파생상품론, BIZ6018재무론, EC06102-01미시경제학
대기전공	ATM6102 구름 및 강수과정, ATM6103 대기역학1, ATM6104 대기역학2
기계전공	MEU5040 비점성유체역학, MEU6260 전산유체역학, MEU6290 입자공학, MEU7930 압축성유체역학, MEU6210 전도열전달, MEU6520 대류열전달, MEU7030 탄성이론

## C. 교과목 이수체계 수립 및 수강지도

### c1. 교과목 이수체계에 따른 수강지도

본 교육연구단에서는 세부 전공별 교과과정 이수체계 확립과 체계적인 수강지도를 기반으로 효율적인 교육이 이루어지도록 할 계획이다. 담당교수 및 학사지도교수의 수강지도를 통해 필수핵심과목, 전문심화과목 순서의 이수체계가 잘 지켜지도록 대학원생의 수강신청을 돕는 제도를 마련한다. 또한 필수핵심과목을 이수한 학생들에 한하여 담당교수와 연구분야에 대한 충분한 논의를 거친 후 이에 부합하는 특성화 과목으로 이어나갈 수 있도록 한다. 실제로 수치해석 분야 이수체계, 전산유체역학 분야 이수체계, 의료영상 분야 이수체계를 수립/운영하고 있다.

### c2. 필수 이수과목 지정 및 운영

필수과목 구분	교과목	필수 이수 과목수	적용대상
전공종합시험	해석학, 대수학	각 과목별 택 1 수강	수학전공
	수치해석, 수치편미분방정식, 이공계편미분방정식(유체역학)	3과목 수강	CSE전공
프로그래밍 과목	기초유한요소법, 딥러닝과 데이터과학, 기초전산유체역학, 병렬과학계산	4과목 택1 수강	CSE전공
논문작성법	논문작성법 및 발표1,2	1과목 이상 수강	CSE전공
	수학난제와 세미나	1과목	수학전공
필수청강	연구지도, 연구윤리교육	2과목 청강	수학 및 CSE 전공

나. 교과목 운영 현황 및 계획

A. 대학원 강의 개설 현황 (최근 1년 : 2020.9.1 ~ 2021.8.31)

<2020-2학기 교과목 개설 실적>

교과목명	학정번호	학점	담당교수	수강대상	외국어	비고
집합론 I	MAT6010	3	김병한	석·박사 과정	영어	
대수다양체개론	MAT6053	3	최성락	석·박사 과정	영어	
수학난제와세미나	MAT6055	3	김준일	석·박사 과정		
대수학 II	MAT6250	3	서수길	석·박사 과정	영어	
실해석학 II	MAT6450	3	강경근	석·박사 과정		과목공유(CSE)
편미분방정식II	MAT6460	3	최영필	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
기계학습 I	MAT6480	3	최희준	석·박사 과정	영어	
함수해석학 I	MAT7400	3	양민석	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
리만기하학	MAT8007	3	홍한솔	석·박사 과정	영어	
해석적정수론특강 I	MAT8270	3	손재범	석·박사 과정	영어	
응용수학특강 I	MAT8800	3	윤지훈	석·박사 과정		
연구지도1	MAT7999	0	김세익	석사 과정		
연구지도2	MAT9999	0	김세익	박사 과정		
인공지능이론	CSE5013	3	신원용	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
수치해석1	CSE5810	3	박은재	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
수치편미분방정식	CSE5840	3	박은재	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
이공계편미분방정식1	CSE5950	3	서진근	석·박사 과정	영어	
병렬과확계산	CSE6126	3	최정일	석·박사 과정	영어	
점성유체역학	CSE6623	3	최정일	석·박사 과정	영어	
논문작성법및발표2	CSE6991	3	최정일	석·박사 과정	영어	
머신러닝응용3	CSE7002	3	이승철	석·박사 과정		과목공유(수학)
의료영상을위한기계학습	CSE9100	3	서진근	석·박사 과정	영어	
박사학위논문연구1	CSE9900	3	박은재	박사 과정	영어	
난류이론	MEU7300	3	이창훈	석·박사 과정	영어	공동개설(기계공학)
연구지도1	CSE7999	0	박은재	석사 과정		
연구지도2	CSE9999	0	박은재	박사 과정		
연구윤리교육	CSE8000	0	박은재	석·박사 과정		

\* 과목공유 : 타 전공과목으로 개설되지만, 수강 시 본 전공의 전공과목으로 인정하는 전공 간 과목공유 프로그램을 운영하고 있음

<2021-1학기 교과목 개설 실적>

교과목명	학정번호	학점	담당교수	수강대상	외국어	비고
수리논리학	MAT6000	3	김병한		영어	
조합론	MAT6081	3	박승경		영어	
대수학1	MAT6200	3	최성락		영어	
실해석학1	MAT6400	3	김세익		영어	과목공유(CSE)
대수적정수론1	MAT7269	3	서수길		영어	
기계학습2	MAT7480	3	최희준		영어	
석사학위논문연구1	MAT7900	3	손재범	석사 과정		
미분다양체	MAT8001	3	김호범			
랑랑드프로그램	MAT8005	3	기하서		영어	
푸리에해석과응용	MAT8016	3	김준일			
응용수학특강2	MAT8810	3	윤지훈			
수치해석특강1	MAT8830	3	허영미		영어	
연구지도1	MAT7999	0	손재범	석사 과정		
연구지도2	MAT9999	0	손재범	박사 과정		
기초계산유체역학	CSE5002	3	최정일		영어	
수치해석1	CSE5810	3	이지현		영어	과목공유(수학)
기초유한요소법	CSE5820	3	이은정		영어	공동개설
수치편미분방정식	CSE5840	3	이은정		영어	과목공유(수학)
알고리즘과응용	CSE5850	3	신원용		영어	공동개설
딥러닝과데이터과학	CSE5851	3	신원용		영어	공동개설
이공계편미분방정식1	CSE5950	3	최영필		영어	공동개설
논문작성법및발표1	CSE6990	3	최정일		영어	
물리기반모델링및시뮬레이션1	CSE7830	3	최정일		영어	
수학적모델링및수치해석2	CSE7870	3	박은재		영어	
석사학위논문연구1	CSE7900	3	최정일	석사 과정	영어	
머신러닝과응용특론1	CSE8870	3	이승철		영어	공동개설
박사학위논문연구1	CSE9900	3	최정일	박사과정	영어	
박사학위논문연구2	CSE9901	3	최정일	박사과정	영어	
점성유체역학	MEU6230	3	이창훈		영어	공동개설(기계공학)
연구지도1	CSE7999	0	최정일	석사 과정		
연구지도2	CSE9999	0	최정일	박사 과정		
연구윤리교육	CSE8000	0	최정일	석·박사 과정		

## B. 특성화된 교과목 운영 현황

### (1) 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설 현황

#### - MAT6480 기계학습1(최희준 교수, 2020-2학기)

o 수업 목표 및 개요 : Machine learning is a methodology for artificial intelligence. It is so rapidly progressing now and one has a great difficulty to keep up its development. Nonetheless the future technology depends on artificial intelligence and we are forced to learn new progresses. Mathematics sits in essential part of machine learning and we like to study basics.

o 수업 내용

1. Decision tree, 2. classification, 3. Bayesian and Markov test,
4. Neural network, 5. Support vector machine, 6. Principal component analysis,
7. K-mean classifications, 8. Convolution neural network,
9. Applications for images, speech and etc.

#### - MAT7480 기계학습2(최희준 교수, 2021-1학기)

o 수업 목표 및 개요 : Deep learning and NLP(natural language processing) are main basis for artificial intelligence. They are so rapidly progressing now and one has a great difficulty to keep up its development. Nonetheless the future technology depends on artificial intelligence and we are forced to learn NLP and deep learning. Deep learning sits in essential part of machine learning and we like to study basics.

o 수업 내용

1. SVD, 2. PCA, 3. CNN & SVM, 4. RNN & Backpropagation, 5. LSTM, 6. Softmax,
7. Word vector representation, 8. GLOVE, 9. Parsing Tree, 10. POS(part of speech)
11. Sentiment, 12. SR(automatic speech recognition)

#### - CSE5013 인공지능 이론(신원용 교수, 2020-2학기)

o 수업 목표 및 개요 : This class aims at an introduction to artificial intelligence theory by dealing with a variety of applications in (social) networks based on graph mining and machine learning tools. More specifically, fundamental learning and mining problems on networks (graphs) such as link analysis, community detection, link prediction, node centrality analysis, influence maximization, and network embedding are presented along with motivating examples. Note that the lectures focus primarily on the methodology built upon recently published papers rather than implementation.

o 수업 내용:

1. Link analysis : PageRank, Random walk and SimRank
2. Community detection : Community structures, Detection algorithms and spectral clustering
3. Influence maximization : Propagation models, Submodular functions and greedy algorithms
4. Link prediction, Network centrality, Network representation learning (embedding)
5. Project: Presentation

#### - CSE5851 딥러닝과 데이터과학(신원용 교수, 2021-1학기)

o 수업 목표 및 개요 : Broad fields of machine learning, including deep learning, and data analytics have attracted a great deal of attention by virtue of not only a huge amount of available datasets but also the emergence of GPUs. This class aims at an introduction to several fundamental data mining problems based on machine learning/deep learning tools.

o 수업 내용:

1. word2vec model in NLP: Continuous Bag of Words (CBOW), Skip-Gram
2. Network embedding : DeepWalk with hierarchical softmax,
3. Proximity-learning-based approach (LINE), LINE with negative sampling
4. A variant of the random-walk-based approach (node2vec)
5. node2vec with negative sampling and link prediction

- CSE7002 머신러닝과 응용3(이승철 교수, 2020-2학기)

o 수업 목표 및 개요 : We use tensorflow version 1 to implement various reinforcement learning algorithms. I assume you have some background knowledge of computer languages, e.g., python, numpy, matplotlib, and tensorflow. You can learn these from my youtube channel: <http://www.youtube.com/user/sungchulyonseiacr/playlists>

o 수업 내용:

1. Review on Linear regression, Logistic regression, NN, CNN, RNN
2. VAE(Variational Auto-Encoder ), GAN(Generative Adversarial Nets)
3. Reinforcement Learning, 4. Project Presentation

- CSE8870 머신러닝과 응용특론1(이승철 교수, 2021-1학기)

o 수업 목표 및 개요 : This is a topic course on deep learning. We apply various deep learning methods to finance.

o 수업 내용:

1. Alpha Factor Research, Strategy Evaluation
2. Machine Learning : Linear Models, Time Series Models, Bayesian Machine Learning
3. Decision Trees and Random Forests, Gradient Boosting Machines, Unsupervised Learning

- CSE9100 의료영상을 위한 기계학습(서진근 교수, 2020-2학기)

o 수업 목표 및 개요 : This lecture will deal with mathematical theories on how deep learning methods generate disentangled feature representation, and deals with learning causal relationship about structure of training data suitable for deep learning to solve highly underdetermined inverse problems, such as undersampled MRI, local tomography, and sparse view CT, where deep learning techniques have shown excellent performances. We examine whether or not a desired reconstruction map can be learnable from the training data and the underdetermined system.

o 수업 내용

1. Basics of Deep learning
2. Basics of medical imaging modalities & their clinical use: X-ray and CT, ultrasound, MRI
3. Medical Image analysis and sparse sensing: Filtering in spatial and frequency domain
4. Challenging problems in automated medical image analysis and reconstruction

(2) 해외학자 참여를 통한 교육과정 편제 및 공동강의 운영

해당사항 없음

(3) 산업체/연구소 등 외부 연구자와의 공동강의 개설현황

해당사항 없음

(4) 산업수학관련 교과목 강의 개설 현황

- MAT8800 응용수학특강 I (윤지훈 교수, 부산대 수학과, 2020-2학기) - 금융수학

o 수업 목표 및 개요 : 대표적인 확률과정인 Brownian Motion을 사용하여 확률미분방정식을 도입하고 확률미분방정식의 해가 되는 Diffusion process 특성을 조사하며, 금융위험자산의 모델에 관한 응용문제를 다룬다.

o 수업 내용

1. Ito integrals & Ito formula, 2. Stochastic Differential Equations,
3. Basic Finance concepts : Arbitrage, Replicating, Hedging, Self-financing, Complete Market
4. Feynman-Kac Formula(SDE-PDE), The application using Feynman-Kac Formula
5. European Option, American Option, American Perpetual Option, Vulnerable Option
6. Portfolio Selection to Finance

- MAT8810 응용수학특강 II (윤지훈 교수, 부산대 수학과, 2021-1학기) - 금융수학

o 수업 목표 및 개요 : 블랙-숄즈 모형과 블랙-숄즈 공식을 리뷰하고 이것을 바탕으로 확장된 금융 모형들을 다룬다. 확률 변동성 모형 및 점프 확산 모형, 그리고 레비 모형들을 금융파생상품 프라이싱에 적용한다. 이러한 문제들을 다루기 위해 Ito formula, Ito calculus, Martingale Representation Theorem, Markov Property, Generators, Dynkin's formula, Feynman-Kac formula, Girsanov Theorem 등을 이용한다.

o 수업 내용

1. Stochastic Differential Equations
2. Stochastic Volatility Model : Vasicek Model, CIR Model, Mean-reverting process,
3. Martingale Representation Theorem, Feynman-Kac formula, Girsanov Theorem,
4. Derivation of PDE in terms of SV model, Asymptotic Analysis,
5. Derivation of the approximated price of the option under SV model

(5) 대다수 과목의 영어 강의 개설

학기	전공	전공과목 개설수	영어과목 개설수	영어강의 비율
2020-2학기	수학전공	11과목	8과목	72.7%
	CSE전공	10과목	9과목	90.0%
	합계	21과목	17과목	81.0%
2021-1학기	수학전공	12과목	8과목	66.7%
	CSE전공	14과목	14과목	100%
	합계	28과목	22과목	84.6%

(6) 온라인 교육 플랫폼 (LearnUs) 활용

본 교육연구단은 2021-1학기부터 우리 대학교의 뉴미디어·디지털 시대의 교육혁신을 선도할 지식 공유 플랫폼인 LearnUs를 활용하여 정규 학위과정의 온라인수업을 안정적이고 원활하게 진행하고 있다.

LearnUs는 온라인 교육을 위한 학습 관리뿐만 아니라 오프라인 교육, 온·오프라인 혼합수업(Blended Learning)까지 통합 관리함으로써 급변하는 시대적 요구 및 대외적 여건을 반영하여 다양한 학습 요구 사항에 대응할 수 있게 설계된 지식 공유 플랫폼이다. 우리 대학의 LearnUs는 학위과정/전문과정/공개과정/국제 프로그램의 영역에서 국내외 대학, 기업 사회와 양질의 교육 콘텐츠 공유를 목표로 하고 있다. 2021년 8월에 국내 고등교육 기관 최초로 LearnUs를 국내외 일반인 대상 오픈형 온라인 교육 플랫폼으로 확장하고 각 분야의 최고 전문가들로 구성된 비학위 전문과정을 개설하고, 퇴임하신 교수님들 중심의 ‘다시 듣고 싶은 명강의’와 주기적으로 업로드 되는 시사채널을 제공할 예정이다.

LearnUs가 보급되기 전인 2020-2학기까지는 웹기반 학습관리시스템인 YSCEC을 통하여 교육 환경 변화에 대응하고 온라인 교육 효과를 극대화하였다. 우리 학교의 YSCEC는 6가지 주요 기능(모바일 러닝, 쌍방향 SNS, 원격 강의, 온라인 강의, 강력한 표절검사, 외부 콘텐츠 연계)과 다양한 온라인 교수/학습 활동을 지원하여, 수강생과 교수들 사이의 긴밀히 소통하였으며, YSCEC을 통하여 강의노트를 제공하고, 동영상 강의를 촬영하여 해당 링크를 공지하는 등 다각도로 강의에 활용되었다.

### C. 향후 2년간의 대학원 강의 개설 계획

#### c1. 필수핵심과목군(전공종합시험 교과목)의 주기적 개설

과목명	개설 예정학기	개설주기
대수학1 / 대수학2	2022-1학기, 2023-1학기 / 2021-2학기, 2022-2학기	1: 홀수학기, 2: 짝수학기
실해석학1 / 실해석학2	2022-1학기, 2023-1학기 / 2021-2학기, 2022-2학기	1: 홀수학기, 2: 짝수학기
이공계편미분방정식	2022-1학기, 2022-2학기, 2023-1학기	매학기
수치해석	2022-1학기, 2022-2학기, 2022-2학기, 2023-1학기	매학기
수치편미분방정식	2021-2학기, 2022-2학기	짝수학기
점성유체역학	2021-2학기, 2022-1학기, 2022-2학기, 2023-1학기	짝수학기(CSE), 홀수학기(MEU)

#### c2. 전문심화과목군 개설 계획

개설 학기	교과목명	비고
2021-2학기	수학난제와세미나, 조합론2, 수리유체역학, 기계학습1, 확률론, 모델론1, 사교기하, 대수적정수론2, 함수해석학1, 자연분할이론 인공지능이론, 기초유한요소법, 점성유체역학, 논문작성법 및 발표, 수치최적화,	
2022-1학기	조화해석1, 미분다양체, 모델론 II 기초계산과학공학, 기초계산유체역학, 유한요소법, 점성유체역학, 고급전산유체역학 머신러닝과응용3, 알고리즘과응용, 의료영상해석을위한딥러닝, 딥러닝과데이터과학 논문작성법및발표1, 계산과학공학학부연구1	
2022-2학기	대수적 정수론II, 조화해석과응용, 대칭함수론, 대수적 위상수학I, 모델론I, 확률론II, 대수다양체 개론, 인공지능이론, 병렬과학계산, 점성유체역학, 논문작성법및발표2, 머신러닝과응용3, 난류이론, 의료영상을위한기계학습,	
2023-1학기	조화해석1, 미분다양체, 모델론 II 기초계산과학공학, 기초계산유체역학, 유한요소법, 점성유체역학, 고급전산유체역학, 알고리즘과응용, 딥러닝과데이터과학, 논문작성법및발표1, 계산과학공학학부연구1	

#### c3. 특성화과목군 개설 계획

개설 학기	교과목명	비고
2021-2학기	해석학특강1, 편미분방정식특강1, 물리기반모델링및시뮬레이션2, 수학적모델링및수치해석1,	
2022-1학기	수리유체역학특강II, 수치해석특강, 편미분방정식특강I, 보형형식특강II, 조합론특강 대수기하학특강I, 정수론특강I	
2022-2학기	수리유체역학특강I, 함수해석특강I, 해석학특강I, 해석학특강II, 보형특강I, 해석적정수론특강 II, 정수론특강II	
2023-1학기	수리유체역학특강II, 수치해석특강, 편미분방정식특강I, 보형형식특강II, 조합론특강, 정수론특강I	

## 다. 학사관리 현황

### A. 학과 운영내규의 명문화를 통한 체계적인 학사 운영

본 수학교산학부에서는 학사에 관한 사항을 전공별 운영내규와 세칙으로 명문화하여 대학원생들이 학사 지도 및 졸업 관련 사항들을 파악하기 쉽게 하였다. 외국인을 위한 영문본도 함께 제정하였으며, 각 전공별 홈페이지에 게시하고 있다. 학과 운영내규에는 지도교수 배정 및 수강신청, 이수학점, 대학원 등록 및 수료, 전공종합시험, 영어(외국어) 시험, 학위논문심사, 학술활동 졸업요건, 학위과정 변경 등에 관한 사항을 구체적으로 기술하였다.

- (수학전공) 수학교산학부(수학) 대학원 운영내규
- (CSE전공) 대학원 수학교산학부(계산과학공학) 운영내규
- (산업수학) 산업수학 석사 학위과정 운영내규

세부 전공	종합시험(수료)		학위취득		
	전공종합시험	영어시험	학위논문 자격시험	학위논문 심사	학술요건
Math	학부기초시험(2과목) 대학원기초시험(2과목)	TOEFL, TOEIC, TEPS	Prelim	예심, 본심	박사: SCI(E) 논문 1편
CSE	필답시험(3과목) 연구제안서발표시험(박사)	TOEFL, TOEIC, TEPS	X	예심, 본심(박사: 6개월전)	박사: SCI(E) 논문 2편 석사 : 학술발표 이상

### a1. 입학전형 현황

#### < 2021-1학기 입학 전형 >

모집단위	학위과정	지원자수	서류전형	면접전형	비고
수학교산학부 (수학)	석사	20	면접대상 6명, 최종합격 5명, 탈락 9명	합격 5명 불합격 1명	최종합격 10명 (입학포기 3명)
	박사	5	면접대상 1명, 최종합격 3명, 탈락 1명	합격 0명 불합격 1명	최종합격 3명 (입학포기 1명)
	통합	12	면접대상 3명, 최종합격 6명, 탈락 3명	합격 1명(석사) 불합격 2명	최종합격 7명 (입학포기 1명)
	외국인	1	최종합격 1명, 탈락 0명		최종합격 1명 (입학포기 1명)
수학교산학부 (계산과학공학)	석사	4	면접대상 2명, 최종합격 1명, 탈락 1명	합격 1명 불합격 0명	최종합격 2명
	박사	1	면접대상 0명, 최종합격 1명, 탈락 0명	합격 0명 불합격 0명	최종합격 1명
	통합	4	면접대상 4명, 최종합격 0명, 탈락 0명	합격 2명 불합격 0명	최종합격 2명 (입학포기 1명)
	외국인	1	최종합격 1명, 탈락 0명		최종합격 1명



< 2021-2학기 입학 전형 >

모집단위	학위과정	지원자수	서류전형	면접전형	비고
수학계산학부 (수학)	석사	7	면접대상 3명, 최종합격 0명, 탈락 4명	합격 3명 불합격 0명	최종합격 3명 (입학포기 1명)
	박사	1	면접대상 0명, 최종합격 0명, 탈락 1명	합격 0명 불합격 0명	
	통합	3	면접대상 1명, 최종합격 0명, 탈락 2명	합격 1명(석사) 불합격 0명	최종합격 1명
	외국인	1	최종합격 1명, 탈락 0명		최종합격 1명
수학계산학부(계 산과학공학)	석사	1	면접대상 1명, 최종합격 0명, 탈락 0명	합격 1명 불합격 0명	최종합격 1명 (입학포기 1명)
	박사		면접대상 0명, 최종합격 0명, 탈락 0명	합격 0명 불합격 0명	
	통합	4	면접대상 3명, 최종합격 0명, 탈락 1명	합격 3명 불합격 0명	최종합격 3명
	외국인	4	최종합격 2명, 탈락 2명		최종합격 2명

a2. 지도교수 선정 및 세부전공 선택

본 교육연구단에서는 학사지도교수(Academic Advisor) 제도를 운영하여 입학 후부터 논문지도교수가 결정되기 전까지 대학원생의 학사를 지도하고 있다. 논문지도교수를 종합시험(전공종합시험, 영어시험)을 모두 합격한 후 결정하여 졸업연구를 수행하게 하는 것을 원칙으로 하고 있다. 향후 전공분야에 대한 계획을 사전에 수립한 대학원생의 경우, 입학과 동시에 교수와의 개별 면담을 통하여 학사지도교수 및 논문지도교수를 정할 수도 있다.

< 2020-2학기 신입생/재학생 학사지도교수 배정 및 논문지도교수 변경 현황 >

대학원생명	전공	학위과정	입학학기	학사지도교수	논문지도교수	비고
	수학	석사1	2020-2학기	최성락		신입생
	수학	석사1	2020-2학기	김세익		신입생
	수학	석사1	2020-2학기	이승철		신입생
	수학	석사4	2018-1학기	기하서, 김세익, 허영미	기하서	변경
	수학	석사4	2019-1학기	김세익, 양민석	양민석	변경
	수학	석사5	2018-1학기	김세익, 최성락, 최영필	최영필	변경
	수학	석사5	2018-1학기	이승철, 허영미	이승철	변경
	수학	석사5	2018-2학기	김세익, 강경근	강경근	변경
	수학	석사11	2013-2학기	김정훈, 최성락	김정훈	변경
	수학	박사5	2015-2학기	김정훈, 김세익, 허영미	김정훈	변경
	수학	통합1	2020-2학기	김세익		신입생
	수학	통합1	2020-2학기	손재범		신입생
	수학	통합1	2020-2학기	김세익		신입생
	CSE	석사1	2020-2학기	이은정	이지현	신입생
	CSE	박사1	2020-2학기	최정일	이창훈	신입생
	CSE	통합1	2020-2학기	최정일	최정일	신입생
	CSE	통합1	2020-2학기	신원용	신원용	신입생
	CSE	통합1	2020-2학기	최정일	최정일	신입생

< 2021-1학기 신입생/재학생 학사지도교수 배정 및 논문지도교수 변경 현황 >

대학원생명	전공	학위과정	입학학기	학사지도교수	논문지도교수	비고
	수학	석사1	2021-1학기	서수길		신입생
	수학	석사1	2021-1학기	강경근		신입생
	수학	통합1	2021-1학기	홍한솔		신입생
	수학	석사1	2021-1학기	허영미		신입생
	수학	석사1	2021-1학기	서수길		신입생
	수학	석사4	2019-1학기	김세익	이승철	변경
	수학	석사1	2021-1학기	이승철		신입생
	수학	통합1	2021-1학기	강경근		신입생
	수학	통합1	2021-1학기	홍한솔		신입생
	수학	통합1	2021-1학기	서수길		신입생
	수학	석사1	2020-2학기	허영미		신입생
	수학	석사3	2020-1학기	이승철	김정훈	변경
	수학	석사1	2021-1학기	서수길		신입생
	수학	석사1	2021-1학기	홍한솔		신입생
	수학	박사1	2021-1학기	강경근		신입생
	수학	석사1	2021-1학기	허영미		신입생
	수학	석사3	2020-1학기	이승철	최영필	변경
	수학	박사1	2021-1학기	허영미		신입생
	CSE	석사1	2021-1학기	서진근	서진근	신입생
	CSE	석사1	2021-1학기	이은정	이은정	신입생
	CSE	박사1	2021-1학기	최정일	최정일	신입생
	CSE	통합1	2021-1학기	최정일	최정일	신입생
	CSE	통합1	2021-1학기	이은정	이은정	신입생

a3. 전공종합시험

< 2020-2학기 전공종합시험 합격자 현황 >

세부전공	종류	대학원생명	합격요구기간
Math	학부기초시험		1~2학기
	대학원기초시험		1~4학기
CSE	필답시험		1~2학기
	발표시험		3~4학기 (통합: 5~6학기)

< 2021-1학기 전공종합시험 합격자 현황 >

세부전공	종류	대학원생명	합격요구기간
Math	학부기초시험		1~2학기
	대학원기초시험		1~4학기
CSE	필답시험		1~2학기
	발표시험		3~4학기 (통합: 5~6학기)

**a4. 영어 졸업 자격시험**

< 2020-2학기 영어시험 합격자 현황 >

세부전공	대학원생명 및 영어 시험
Math	
CSE	

< 2021-1학기 영어시험 합격자 현황 >

세부전공	대학원생명 및 영어 시험
Math	
CSE	

※ 영어 시험 종류 및 졸업요건

세부전공	TEPS	TOEIC	TOEFL(IBT)	기간토폴
Math	석사 268점, 박사(통합) 297점	석사 630점, 박사(통합) 680점 (2018년 이전 입학자 645점)	석사 73점, 박사(통합) 78점	X
CSE	301점	685점	80점(CBT 210점)	PBT 550점

- \* 영어권 외국인이나 중·고등학교 전 과정, 학부, 석사 또는 박사 전 과정을 영어권 국가에서 마친 경우, 주임교수의 승인으로 외국어 시험을 면제
- \* 우리 대학교 언어연구교육원에서 개설한 “대학원 외국어자격시험 대체강좌” 를 수료한 경우 주임교수 승인으로 외국어 시험을 면제

**a5. 수학전공 학위논문 자격시험 (연구발표시험, Prelim)**

수학전공 대학원생이 박사학위를 취득하기 위해서는 박사 8학기, 통합 10학기 안에 연구발표 시험에 합격해야 하며, 시험 기회는 1회로 제한된다. 박사학위논문을 목표로 진행하는 연구에 대한 중간평가로 부족한 부분을 점검, 보완하는 기회로 활용한다. 연구발표시험에서 불합격한 경우 학위과정을 수료인 상태로 마치게 된다. 연구발표 평가위원은 총 3인으로, 논문지도교수와 논문지도교수가 추천하는 학과교수 2인으로 구성된다.

( 2020-2학기, 2021-1학기 수학전공 학위논문 자격시험 합격자 현황 : 실적 기간 내 해당 사항 없음)

a6. 학위논문 심사 Committee 구성

박사학위 논문 심사위원회는 총 5인으로 구성하고, 외부인사는 최대 2인까지 가능하다. 석사학위 논문심사를 위해 심사위원회는 총 3인으로 구성하고, 외부인사는 최대 1인까지 가능하다. 외부인사로서 국내외 타대학 교수들의 박사학위 심사 참여를 독려하고 있다. 학위논문 심사는 졸업학기에 예심과 본심을 시행한다. 단, 계산과학공학 전공의 박사 예심은 학위취득 예정으로부터 6개월 이전에 하도록 하고 있다. 산업수학 석사학위 학위논문 심사위원회는 총 3인으로 구성하며, 심사위원 중 1인은 연계기관의 연구원으로 한다.

< 2020-2학기 학위논문 심사 현황(수학전공) >

세부 전공	학생명	학위	심사위원		심사구분	영어 여부
			내부	외부		
Math		석사학위	기하서, 김병한, 박동훈		예심, 본심	영어
		논문명	Notes On The Topological Vaught's Conjecture			
		석사학위	허영미, 이승철, 최영필		예심, 본심	영어
		논문명	Deep Scattering Transform with Max-pooling			
		석사학위	김세익, 강경근, 양민석		예심, 본심	영어
		논문명	Solvability of Second-Order Elliptic and Parabolic Equations with VMO-type coefficients			
		석사학위	김세익, 강경근, 양민석		예심, 본심	영어
		논문명	Holder continuity of solutions of elliptic and parabolic equations with lower order coefficients			
		석사학위	양민석, 김준일, 이승철		예심, 본심	영어
		논문명	Littelwood-Paley operators and Martingale operators			
		석사학위	최영필, 강경근, 김준일		예심, 본심	영어
		논문명	Flocking Behavior in Stochastic Cucker-Smale Model with Formation Control on Symmetric Digraphs			
		석사학위	이승철, 김정훈, 최희준		예심, 본심	영어
		논문명	A Study on the Empirical Analysis of VAR Models			
		석사학위	이승철, 김정훈, 최희준		예심, 본심	영어
		논문명	Analysis of the 2020 Korean General Election Using Text Mining Techniques			
		석사학위	강경근, 최영필, 양민석		예심, 본심	영어
		논문명	Liouville type theorems for the steady state Newtonian and non-Newtonian Navier-Stokes equations			
		석사학위	이승철, 김정훈, 최희준		예심, 본심	영어
		논문명	Forecasting the Yield Spread using Deep Learning			
		석사학위	이승철, 김정훈, 최희준		예심, 본심	영어
		논문명	Algorithmic trading			
		박사학위	김정훈, 최희준, 이승철	윤지훈(부산대), 최선용(가천대)	예심, 본심	영어
		논문명	Pricing Variance Swaps under Deterministic and Stochastic Correlations			
	박사학위	김병한, 기하서, 김준일, 손재범	이정욱(KAIST)	예심, 본심	영어	
	논문명	On the Hierarchy between SOP1 and SOP2				

< 2020-2학기 학위논문 심사 현황(계산과학공학전공) >

세부 전공	학생명	학위	심사위원		심사구분	영어 여부
			내부	외부		
CSE		석사학위	이은정, 박은재, 최정일		예심,본심	영어
		논문명	Numerical approach to the interface problem with general inclusion domain			
		박사학위	박은재, 최정일	김동호(연세대 국제), 김미영(인하대), 신동욱(명지대)	예심,본심	영어
		논문명	Discontinuous Galerkin method with Lagrange multiplier for hyperbolic conservation laws			
		박사학위	박은재, 최정일, 이은정	김동호(연세대 국제) 신동욱(명지대)	예심,본심	영어
		논문명	Nonconforming methods for fourth-order PDEs			
		박사학위	서진근, 신원용	황도식(연세대 전기전자), 김성준(연세 의료원), 박형석(NIMS)	예심,본심	영어
		논문명	Deep Learning-based Detection and Segmentation Methods for Medical Image Analysis			
		박사학위	서진근, 신원용	황도식(연세대 전기전자), 정홍(HDXWILL), 박형석(NIMS)	예심,본심	영어
		논문명	Deep Learning-Based Solvability of Ill-Posed Inverse Problems in Medical Imaging			
		석사학위	이은정, 박은재, 신원용		예심,본심	영어
		논문명	Dual system least squares finite element method for the Helmholtz equation			
		석사학위	이은정, 최정일, 신원용		예심,본심	영어
		논문명	Impedance Spectroscopy-based Degradation Characteristics Analysis of Lithium-Ion Batteries			
		석사학위	이은정, 최정일, 신원용		예심,본심	영어
		논문명	Stability Analysis of Nonlinear Schrodinger equation			
		박사학위	서진근, 최정일, 신원용	권혁남(연세대 원주), 박형석(NIMS)	예심,본심	영어
		논문명	Electrical Impedance Tomography and Its Applications			
		박사학위	최정일, 이은정, 이창훈	노의근(연세대 대기), 주원구(연세대 기계)	예심,본심	영어
		논문명	Settling Behavior of a Rigid Spheroidal Particles in a Turbulence by Using Direct Numerical Simulation			

< 2021-1학기 학위논문 심사 현황(수학전공) >

세부 전공	학생명	학위	심사위원		심사구분	영어 여부
			내부	외부		
Math		석사학위	이승철, 김정훈, 최희준		예심,본심	영어
		논문명	Stock investment strategy using time-series based on dual momentum			
		석사학위	최영필, 강경근, 김준일		예심,본심	영어
		논문명	The zero inertia limits of second-order Kuramoto model.			
		석사학위	이승철, 김정훈, 최희준		예심,본심	영어
		논문명	Improving Performance of Object localization via Multi-task Learning			
		석사학위	이승철, 김정훈, 최희준		예심,본심	영어
		논문명	Apply seasonality for trading in stock market			
		석사학위	최성락, 손재범, 홍한솔		예심,본심	영어
		논문명	Riemann-Roch Theorem and some applications			
		석사학위	김정훈, 이승철, 최희준		예심,본심	영어
		논문명	Pricing Variance Swaps under Hybrid Stochastic and Local Volatility			
		석사학위	김병환, 최성락	안진후(KIAS)	예심,본심	영어
		논문명	Independence theorem of some ternary relation for any set in monster model			

	석사학위	이승철, 김정훈, 최희준	예심, 본심	영어
	논문명	Noise Generating with Wasserstein Generative Adversarial Network and Improve noise-immunity for ECG-classification model		
	석사학위	이지현, 허영미	권희대(인하대) 예심, 본심	영어
	논문명	Review of social mixing pattern research and survey design in Korea		
	석사학위	김정훈, 이승철, 최희준	예심, 본심	영어
	논문명	Cryptocurrency Trading Using Reinforcement Learning		
	석사학위	이승철, 김정훈, 최희준	예심, 본심	영어
	논문명	Predict and compare option pricing using deep learning and GARCH models		
석사학위	손재범, 김준일, 홍한솔	예심, 본심	영어	
논문명	The number of self-conjugate (s,s+1)-core partitions with k corners			

< 2020-2학기 학위논문 심사 현황(계산과학공학전공) >

세부 전공	학생명	학위	심사위원		심사구분	영어 여부
			내부	외부		
CSE		공학박사	이은정, 최정일, 신원용	이창훈(연세대 기계), 김석철(볼트시뮬레이션)	예심, 본심	영어
		논문명	Development of Deep Learning based Particulate Matter Forecasting Model			
	이학석사	이지현	허영미(연세대), 권희대(인하대)	예심, 본심	영어	
	논문명	Social Contact Patterns in the Republic of Korea				

a7. 학술활동 졸업 요건

학술활동 졸업 요건도 두 세부 전공(Math, CSE)의 특성을 반영하여 조금 다르게 운영하고 있다.

전공	학위과정	졸업요건	비고
Math	박사	SCI/SCIE 저널에 1편 이상 논문 게재	게재승인 포함
	석사	없음	-
CSE	박사	국제저명학술지에 2편 이상 논문 게재, (단, 제출된 논문 중 1편은 본인이 제 1 저자)	게재승인 포함
	석사	제1저자인 국제저명학술지 게재 또는 제1저자 학술대회 논문 1편	게재승인 포함

< 2020-2학기 졸업자 학술활동 현황 >

학생명	학위명(졸업년월, 전공), 학술활동현황	비고
	이학박사 (202102 졸업, 수학전공) 1. Ah-Reum Han, Variance Swaps with Deterministic and Stochastic Correlations, Computational Economics, 57(4), pp1059-1092, 202104	게재
	이학박사 (202102 졸업, 수학전공) 1. On the Hierarchy between SOP1 and SOP2	제출
	이학석사 (202102 졸업, CSE전공) 1. Hong, E., Lee, E., Jung, Y. et al. Numerical solution to the interface problem in a general domain using Moser's deformation method. J. Appl. Math. Comput, 65, pp. 379-401, 2021	게재
	이학박사 (202102 졸업) 1. Mi-Young Kim, Eun-Jae Park, Jaemin Shin, High-order discontinuous Galerkin methods with Lagrange multiplier for hyperbolic systems of conservation laws, Computers & Mathematics with Applications, Volume 73, Issue 9, 1 May 2017, Pages 1945-1974 2. Jaemin Shin, Mi-Young Kim, PO Time/Space Subcell Limiting DG-DGLM Method for Hyperbolic Systems of Conservation Laws, Computers & Mathematics with Applications, Feb. 2021	1.게재 2.게재승인 (예정)
	이학박사 (202102 졸업, CSE전공) 1. Dohyun Kim, Tae-Yeon Kim, Eun-Jae Park, Dong-wook Shin, Error estimates of B-spline based finite-element methods for the stationary quasi-geostrophic equations of the ocean, Computer	1.게재 2.게재 3.게재

	<p>Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol.335, pp. 255-272, 2018</p> <p>2. Dohyun Kim, Lina Zhao, Eun-Jae Park, Staggered DG methods for the pseudostress-velocity formulation of the Stokes equations on general meshes, SIAM Journal on Scientific Computing, Vol.40, pp. A2537-A2560, 2020</p> <p>3. Dohyun Kim; Amiya K. Pani; Eun-Jae Park, Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol.375, Article No. 113639, 2021</p>	
	<p>이학박사 (202102 졸업, CSE전공)</p> <p>1. Kang Cheol Kim, Hye Sun Yun, Sungjun Kim, and Jin Keun Seo, Automation of Spine Curve Assessment in Frontal Radiographs Using Deep Learning of Vertebral-tilt Vector, IEEE Access, Vol.8, pp. 84618-84630, 2020</p> <p>2. Bukweon Kim, Kang Cheol Kim, Yejin Park, Ja-Young Kwon, Jaeseong Jang, and Jin Keun Seo, Machine-learning-based Automatic Identification of Fetal Abdominal Circumference from Ultrasound Images, Physiological Measurement, Vol. 39, num. 10, pp. 105007, 2018</p> <p>3. Jin Keun Seo, Kang Cheol Kim, Ariungerel Jargal, Kyoungun Lee, and Bastian Harrach, A learning-based method for solving ill-posed nonlinear inverse problems: a simulation study of Lung EIT, SIAM Journal on Imaging Sciences, Vol. 12, num. 3, pp.1275-1295, 2019</p> <p>4. Hwa Pyung Kim, Sung Min Lee, Ja-Young Kwon, Yejin Park, Kang Cheol Kim, and Jin Keun Seo, Automatic evaluation of fetal head biometry from ultrasound images using machine learning, Physiological Measurement, Vol.40, num.6, pp. 065009, 2019</p> <p>5. Kang Cheol Kim, Hyun Cheol Cho, Tae Jun Jang, Jong Mun Choi, and Jin Keun Seo, Automatic detection and segmentation of lumbar vertebra from X-ray images for compression fracture evaluation, submitted to Computer Methods and Programs in Biomedicine(SCI), accepted</p>	<p>1.게재 2.게재 3.게재 4.게재 5.게재승인</p>
	<p>이학박사 (202102 졸업, CSE전공)</p> <p>1. C. M. Hyun, H P Kim, S M Lee, S Lee, and J K Seo, Deep learning for undersampled MRI reconstruction, Physics in Medicine and Biology, vol. 63(13), 135007, 2018.</p> <p>2. S M Lee, T. Bayarara, H. Jeong, C. M. Hyun, J K Seo, A direct sinogram correction method to reduce metal-related beam-hardening in computed tomography, IEEE Access, vol. 7, 128828 -- 128836, 2019.</p> <p>3. C. M. Hyun, K C Kim, H C Cho, J K Choi, and J. K Seo, Framelet-pooling aided deep learning network The method to process high dimensional medical data, Machine Learning: Science and Technology, vol. 1 (1), 015009, 2020</p>	<p>1.게재 2.게재 3.게재</p>
	<p>이학석사 (202102 졸업, CSE전공)</p> <p>1. Nuree Song, Eunjung Lee, Dual system least squares finite element method for the Helmholtz equation, Results in applied Mathematics, Vol.9, 100138, 2021.</p>	<p>게재</p>
	<p>공학석사 (202102 졸업, CSE전공)</p> <p>1. 2020 년도 KSIAM 가을학술대회 포스터 발표, Impedance Spectroscopy-based Parameter Identification of Lithium-ion Batteries for Degradation Analysis, 2020 년도 KSIAM 가을학술대회, 한국, 2020.11.13</p> <p>2. 2020 년도 한국전지학회 추계학술대회 포스터 발표, Impedance Spectroscopy-based Parameter Identification of Lithium-ion Batteries for Degradation Analysis, 2020 년도 한국전지학회, 한국, 2020.11.19-2020.11.20</p>	<p>1.포스터 2.포스터</p>
	<p>이학석사 (202102 졸업, CSE전공)</p> <p>1. Daae Kim, Stability Analysis of Nonlinear Schrodinger equation, 2020 KMS Annual Meeting, 한국, 2020</p>	<p>1. 포스터</p>
	<p>이학박사 (202102 졸업, CSE전공)</p> <p>1. Jin Keun Seo, Kang Cheol Kim, Ariungerel Jargal, Kyoungun Lee and Bastian Harrach, A learning-based method for solving ill-posed nonlinear inverse problems: a simulation : a simulation study of Lung EIT, SIAM Journal on Imaging Sciences, 12(3):1275-1295, July 2019</p> <p>2. Ariungerel Jargal, Jin Keun Seo &amp; Hyeuknam Kwon, On elliptic partial differential equations in bioimpedance, Journal of Elliptic and Parabolic Equations volume 6, pages239-256, 02 May 2020</p> <p>3. Kyoungun Lee, Minha Yoo, Ariungerel Jargal, Hyeuknam Kwon, Electrical Impedance Tomography-Based Abdominal Subcutaneous Fat Estimation Method Using Deep Learning, Hindawi Computational and Mathematical Methods in Medicine, Volume 2020, Article ID 9657372, 14 pages, 11 June 2020</p>	<p>1.게재 2.게재 3.게재</p>
	<p>공학박사 (202102 졸업, CSE전공)</p> <p>1. Hojun Lee, Changhoon Lee, Drag and torque acting on a sphere rotating in the streamwise direction for the Reynolds number range of <math>0.02 \leq Re \leq 200</math>, Journal of Mechanical Science and Technology, Vol131, Issue11, pp. 5285-5289, 2017</p> <p>2. Hojun Lee, Itzhak Fouxon, Changhoon Lee, Sedimentation of a small sphere in stratified fluid, Physical Review Fluid, Vo14, Issue 10, pp. 104101, 2019</p>	<p>1.게재 2.게재</p>



< 2021-1학기 졸업자 학술활동 현황 >

학생명	학위명(졸업년월, 전공), 학술활동현황	비고
	공학박사 (202108 졸업, CSE전공) 1. Jongsu Kim, Changhoon Lee, Deep Particulate Matter Forecasting Model Using Correntropy-Induced Loss, Journal of Mechanical Science and Technology, 2021 (Accepted) 2. Gihun Shim, Jongsu Kim, and Changhoon Lee, Path instability of a no-slip spheroidal bubble in isotropic turbulence, Physical Review Fluids, 2021 (Accepted)	1. 게재승인 2. 게재승인
	이학석사 (202108 졸업, CSE전공) 1. Myhye Kim, Social contact patterns in republic of korea, 2021 KMS Spring Meeting, 한국, 2021	

**a8. 학위과정 변경 제도 운영**

변경구분	대학원생명	변경사항	전공	변경승인학기
석사과정 -> 통합과정		석사 -> 통합3	CSE	2020-2학기
		석사 -> 통합2	Math	2021-1학기
		석사 -> 통합4	CSE	2021-1학기
통합중단 (통합 -> 석사과정)		통합 -> 석사4	Math	2020-2학기
		통합 -> 석사5	CSE	2020-2학기
		통합 -> 석사5	CSE	2020-2학기

**B. 다중 멘토링 (Mutiple Mentoring) 제도 도입을 통한 지속적 학사관리**

입학에서 학위논문 작성까지의 학사과정 동안 교과목 및 연구 분야의 생소함과 불확실성을 줄이고, 이론수학/응용수학/계산수학의 과정을 연구에 접목할 수 있도록 대학원생을 지원하는 종합적인 관리체계가 필요하다. 특히, 여러 분야의 지식과 경험을 접목하기 위해 지도교수 뿐 아니라 여러 경험자들이 한 명의 대학원생에게 조언을 주는 다중 멘토링 제도를 도입하고자 한다. 이를 통해 각 대학원생의 교육 및 연구를 지속적으로 관리하며 학사과정의 효율성을 높이고, 다양한 경력을 위한 네트워크를 만들어 준다.

**b1. 학사지도 교수 (Academic Advisor)**

수학전공 대학원생들은 입학 학기에 각 입학생의 희망전공별로 학사지도교수 (Academic Advisor)를 선택하여, 자신에게 배정된 학사지도 교수와 매학기 상담을 한다. 세부전공에 부합하는 수강지도와 학점 취득에 대한 멘토링, 종합시험 합격 및 논문지도교수 (Thesis advisor)를 선택하는 단계에 이르기까지, 학사지도 교수의 지속적인 조언을 받도록 한다. 세부전공선택 및 교육과정에만 국한하지 않고, 향후 경력을 위한 track들에 대해서도 멘토링한다.

**b2. 지속적인 교육 및 연구의 지도교수 멘토링 (Thesis Advisor)**

학위논문 자격시험인 연구발표시험(Prelim), 학위논문 작성 및 심사의 단계에서의 고충을 토로할 수 있는 지속적인 면담의 기회를 마련한다. 또한, 졸업 이후에도 취업 및 연구 분야의 확장과정에서 발생하는 어려움을 극복하고, 다양한 연구주제를 접할 수 있도록 교육 및 연구에 관한 연속적인 조언 시스템을 운영한다.

### b3. 공동 논문지도교수 (Co-Advisor)

< 2020-2학기 졸업생의 공동 논문지도교수 현황 >

대학원생명	학위	연구/졸업	논문지도교수(소속)	공동지도교수(소속)
	공학박사	졸업	이창훈(연세대 기계)	최정일(수학계산학부 CSE)

< 2021-1학기 졸업생의 공동 논문지도교수 현황 >

대학원생명	학위	연구/졸업	논문지도교수(소속)	공동지도교수(소속)
	공학박사	졸업	이창훈(연세대 기계)	최정일(수학계산학부 CSE)
	이학석사	졸업	이지현(수학계산학부 수학)	이은정(수학계산학부 CSE)

## C. 교육 및 연구역량 강화를 모니터링 체계 구축

### c1. 지도교수의 학생 개별 수강 지도

대학원생이 원하는 연구 분야를 선택하고 해당분야의 지식을 습득하고자 할 때, 수강해야하는 과목을 안내함으로써 지도교수가 학생들의 수강신청을 돕는다. 대학원생이 기초과목 및 필수핵심과목에 대한 이수체계를 잘 따르도록 지도하고, 전문심화전공과목에 대해서는 강의를 담당하는 교수 또는 지도교수가 상담을 통하여 학생의 학습정도를 사전에 파악한 후 수강을 결정하도록 한다.

### c2. 일대일 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나 운영

교수는 지도학생과 매주 1-2회 일대일 개별 연구 미팅을 진행하고 있으며, Lab 단위의 그룹별 정기 세미나도 운영하여, 학생들과 연구에서 미진한 부분을 토론하고 연구 방향을 지도하는 시간을 갖는다. 각 연구팀별 대학원생 지도에 대한 요약은 아래와 같으며, 자세한 내용은 “[부록1] 대학원생 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나 운영 현황” 에 기술하였다.

- 수리유체역학 및 수리생물모델 연구실 (강경근교수) : 매 주 대학원생과 개별 면담 진행
- 수론연구팀 (기하서교수) : 정기적으로 지도대학원생과 면담형식으로 운영
- 수리논리학팀 (김병환교수) : 2주에 한 번 대학원생 연구 진행 사항 발표 및 면담
- 금융수학팀 (김정훈교수) : 매주 대학원생과 개별 연구 면담 진행
- 조화해석학팀 (김준일교수) : 매달 1-2회 그룹 세미나 연구결과 발표
- q-급수연구팀 (손재범교수) : 매주 정기적인 팀세미나 진행
- 금융수학팀(이승철교수) : 매주 대학원생 연구결과 발표 및 대학원생 개별 면담 진행
- Mathematical Epidemiology 연구실 (이지현교수) : 매주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 대수기하학 팀 (최성락교수) : 수요일 정기 스터디/연구 세미나 및 일대일 연구 지도
- 수치해석팀1 (박은재교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 딥러닝-데이터 과학 연구실 (서진근교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 수치해석팀2 (이은정교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- Mathematical biology팀 (이지현교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 멀티피직스 계산 연구실 (최정일교수) : 매 주 그룹세미나 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 데이터사이언스팀 (신원용교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 전산유체역학팀 (이창훈교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 양민석교수팀 : 매주 대학원생 일대일 면담
- 최영필교수팀 : 매 주 지도학생과 일대일 개별 논문지도 진행
- 허영미교수팀 : 매 주 대학원생 개별 논문지도 및 면담 진행
- 홍한솔교수팀 : 정기 세미나 및 2주에 한 번 대학원생 개별 면담

c3. 박사학위 연구과정 연구실적 평가

연구학기의 박사학위 과정생은 지난 1년 동안 수행한 연구결과(논문 및 학술대회 실적, 연구 내용 보고서)를 보고서에 작성하여 학과 심사위원의 평가를 받는다. 이는 박사학위 과정의 불필요한 장기화를 방지하고 연구에 몰입하는 분위기를 조성하는데 목적이 있으며, 향후에도 지속적으로 유지하고자 한다.

< 2020-2학기 연구실적 평가 현황 >

세부전공	대상자	학위과정	현재학기	논문 지도교수
수학		박사	5	김세익 허영미
		박사	5	김정훈
		박사	7	강경근 최성락
		박사	9	김세익
		통합	7	김세익
		통합	7	양민석
		통합	9	강경근
		통합	9	김준일
		통합	9	최성락
		통합	9	이지현
		통합	9	김세익 허영미
		통합	11	김병한
		통합	13	서수길
		통합	15	김병한
CSE		박사	5	서진근
		박사	9	이지현
		박사	7	서진근
		통합	19	이창훈
		통합	7	이은정

< 2021-1학기 연구실적 평가 현황 >

세부전공	대상자	학위과정	현재학기	논문 지도교수
수학		박사	5	김세익 허영미
		박사	11	이지현
		통합	7	홍한솔
		통합	7	김준일
		통합	9	김정훈
		통합	9	강경근
		통합	9	김정훈
		통합	9	허영미
		통합	9	최성락
		통합	9	허영미
		통합	11	김정훈
		통합	11	김정훈
		통합	11	김세익 허영미
		통합	11	최성락
		통합	13	김정훈
		통합	13	최희준 최성락
		통합	13	허영미

		통합	15	김정훈
		통합	15	김정훈
CSE		박사	7	박은재
		통합	11	이지현
		통합	7	서진근
		통합	7	최정일
		통합	7	이창훈
		통합	7	최정일
		통합	7	서진근
		통합	7	서진근
		통합	7	최정일

#### c4. 학과차원의 포스터 발표회를 통한 연구 점검

매 학기 초에 Math-CSE open lab(포스터 발표회) 행사를 진행하여, 대학원생들의 연구 경과를 점검한다. 대학원생은 연구 내용을 담은 포스터 제작하고 각 포스터에 대한 설명/토론 등을 진행한다. 심사위원은 외부위원과 학과 교수로 구성되어 대학원생들의 연구를 점검한다. 각 대학원생은 1년에 1회 이상 포스터 발표를 하도록 하고 있다.

※ 2020-2학기, 2021-1학기에는 COVID-19 상황으로 외부위원 없이 내부위원으로 심사를 진행함

##### - 2020-2학기 포스터 발표회

- o 행사명 : 제1회 수학기산학부 통합 포스터발표회 (제18회 CSE포스터 발표회)
- o 발표일: 2020.11.30(월)
- o 행사일정
  - 온라인(ZOOM): 오후1시~3시15분 (화상 발표, 3분 발표)
  - 오프라인(과학관 1층 외부 로비 전시): 오전10시~오후4시 (포스터 전시)
- o 발표자 : 총 39명 발표(석사과정 5명, 박사과정 4명, 통합과정 28명, 학부인턴연구원 2명)

세부전공	석사과정	박사과정	통합과정	학부	합계
수학기산학부(수학)	4	2	16	0	22
수학기산학부(계산과학공학)	1	2	12	2	17
합계	5	4	28	2	39

##### - 2021-1학기 포스터 발표회

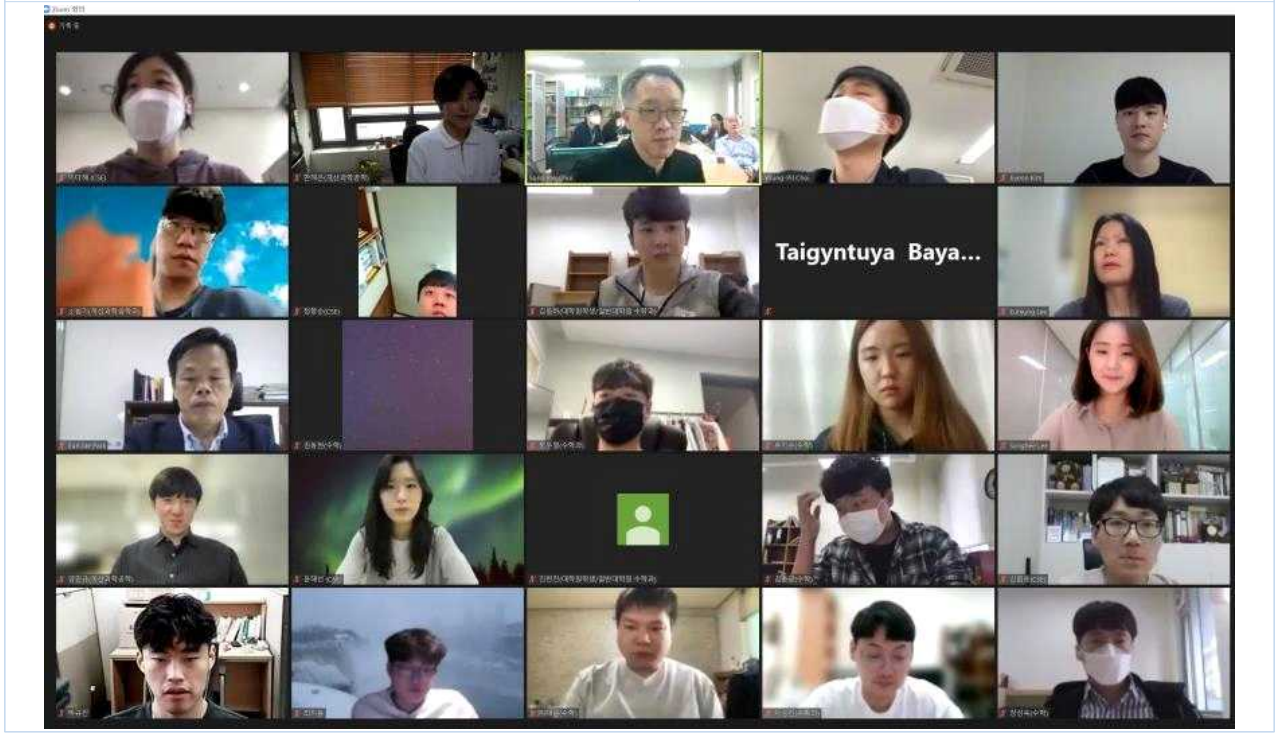
- o 행사명 : 제2회 수학기산학부 통합 포스터발표회 (제19회 CSE포스터 발표회)
- o 발표일: 2021.05.21(금)
- o 행사일정
  - 온라인(ZOOM): 오후1시~3시 (화상 발표, 10분 발표)
  - 오프라인(과학관 2층 복도): 오전10시~오후4시 (포스터 전시)
- o 포스터 게시 : 총 33명 (석사과정 8명, 박사과정 3명, 통합과정 20명, 학부인턴연구원 2명)

세부전공	석사과정	박사과정	통합과정	학부	합계
수학기산학부(수학)	3	0	13	0	16
수학기산학부(계산과학공학)	5	3	7	2	17
합계	8	3	20	2	33

**2021-1 수학계산학부 온라인 포스터 발표회**

날짜: 2021.05.21 (금) 오후 14:30 ~ 18:00  
장소: 수학계산학부 4층  
2020년 1차 출제부서 공지

시간	소재		주제
13:00 ~ 13:10	준비시간: 10분		
13:10 ~ 13:30	1	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
13:30 ~ 13:40	2	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
13:40 ~ 14:00	3	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
14:00 ~ 14:10	4	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
14:10 ~ 14:20	5	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
14:20 ~ 14:30	6	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
14:30 ~ 14:40	7	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
14:40 ~ 14:50	8	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
14:50 ~ 15:00	9	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
15:00 ~ 15:10	10	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
15:10 ~ 15:20	11	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
15:20 ~ 15:30	12	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
15:30 ~ 15:40	13	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
15:40 ~ 15:50	14	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
15:50 ~ 16:00	15	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
16:00 ~ 16:10	16	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
16:10 ~ 16:20	17	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
16:20 ~ 16:30	18	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
16:30 ~ 16:40	19	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
16:40 ~ 16:50	20	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
16:50 ~ 17:00	21	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
17:00 ~ 17:10	22	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
17:10 ~ 17:20	23	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
17:20 ~ 17:30	24	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
17:30 ~ 17:40	25	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
17:40 ~ 17:50	26	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
17:50 ~ 18:00	27	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
18:00 ~ 18:10	28	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
18:10 ~ 18:20	29	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
18:20 ~ 18:30	30	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
18:30 ~ 18:40	31	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
18:40 ~ 18:50	32	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
18:50 ~ 19:00	33	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
19:00 ~ 19:10	34	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
19:10 ~ 19:20	35	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
19:20 ~ 19:30	36	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
19:30 ~ 19:40	37	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
19:40 ~ 19:50	38	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
19:50 ~ 20:00	39	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
20:00 ~ 20:10	40	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
20:10 ~ 20:20	41	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
20:20 ~ 20:30	42	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
20:30 ~ 20:40	43	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
20:40 ~ 20:50	44	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
20:50 ~ 21:00	45	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
21:00 ~ 21:10	46	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
21:10 ~ 21:20	47	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
21:20 ~ 21:30	48	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
21:30 ~ 21:40	49	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
21:40 ~ 21:50	50	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
21:50 ~ 22:00	51	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
22:00 ~ 22:10	52	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
22:10 ~ 22:20	53	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
22:20 ~ 22:30	54	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
22:30 ~ 22:40	55	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
22:40 ~ 22:50	56	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
22:50 ~ 23:00	57	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
23:00 ~ 23:10	58	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
23:10 ~ 23:20	59	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
23:20 ~ 23:30	60	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
23:30 ~ 23:40	61	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
23:40 ~ 23:50	62	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
23:50 ~ 24:00	63	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
24:00 ~ 24:10	64	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
24:10 ~ 24:20	65	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
24:20 ~ 24:30	66	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
24:30 ~ 24:40	67	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
24:40 ~ 24:50	68	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
24:50 ~ 25:00	69	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
25:00 ~ 25:10	70	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
25:10 ~ 25:20	71	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
25:20 ~ 25:30	72	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
25:30 ~ 25:40	73	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
25:40 ~ 25:50	74	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
25:50 ~ 26:00	75	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
26:00 ~ 26:10	76	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
26:10 ~ 26:20	77	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
26:20 ~ 26:30	78	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
26:30 ~ 26:40	79	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
26:40 ~ 26:50	80	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
26:50 ~ 27:00	81	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
27:00 ~ 27:10	82	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
27:10 ~ 27:20	83	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
27:20 ~ 27:30	84	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
27:30 ~ 27:40	85	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
27:40 ~ 27:50	86	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
27:50 ~ 28:00	87	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
28:00 ~ 28:10	88	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
28:10 ~ 28:20	89	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
28:20 ~ 28:30	90	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
28:30 ~ 28:40	91	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
28:40 ~ 28:50	92	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
28:50 ~ 29:00	93	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
29:00 ~ 29:10	94	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
29:10 ~ 29:20	95	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
29:20 ~ 29:30	96	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
29:30 ~ 29:40	97	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
29:40 ~ 29:50	98	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
29:50 ~ 30:00	99	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)
30:00 ~ 30:10	100	수학계산학부(수학)	수학계산학부(수학)



**라. 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안**

**A. 정규과목에서 연구와의 연계**

**a1. 특성화과목군을 연구와 연계 (문제 해결 능력 함양)**

- 학생 제안 교과목 운영 (참여교수: 김병한 교수)

2021년도 1학기 대학원 수리논리학(MAT6000) 강의를 학생 제안 교과목으로 운영하였다. 즉 학생들이 강의에서 얻고자 하는 목표를 학생들이 제안한 방식을 반영하여 강의를 진행한 것이다. 학생들이 제안한 대로 수리논리의 매우 중요한 결과인 괴델의 불완전성 정리에 대한 증명의 발표를 학생들이 번갈아 가면서 진행하였다. 다만 이는 과목의 기대 수준을 넘는 것이기에 평가에 크게 영향을 미치지 않게 진행하였다. 모든 학생이 진지하게 최선을 다하여 발표에 임하였다. 미흡한 점도 있었지만, 학생들 스스로 준비했던 점에서 만족도가 매우 높았다. 또한 집합론의 기본 이론을 세운 칸토어의 일생에 대하여 알아보는 기회를 역시 평가와 관련 없이 가졌다. 학생들의 높은 호응을 확인할 수 있었다.

a2. 외부기관 연구자 정규과목 팀티칭을 통한 현장문제 대면 및 문제 해결 능력 배양  
(실적 기간 내 해당 사항 없음)

a3. 해외학자 및 전문가 집중강연  
(실적 기간 내 해당 사항 없음)

**B. 대학원생의 학술 및 연구활동에 자발적 참여 유도**

b1. 학과차원의 단기집중 계절학교에 자발적 참여 유도  
(실적 기간 내 해당 사항 없음)

b2. 정기 세미나, 워크숍, 콜로퀴움을 학생의 연구로 연결  
(실적 기간 내 해당 사항 없음)

**b3. 대학원생 주도의 개방형 세미나**

대학원생이 주체가 되어 세미나를 개최하고 참여한 대학원생 및 교수진들과의 토론을 진행하는 개방형 세미나를 진행한다. 수동적인 자세로 강의를 듣는 기존의 형식을 탈피하고, 논의의 주체가 되어 세미나를 이끌어가는 경험을 통하여 연구역량을 향상시킬 수 있다.

날짜	참석자	세미나 내용
20200901		Scattering network의 수정과 그 결과 분석, wavelet과 머신러닝의 결합 방식 논의
20200908		Attention과 Transformer의 structure, application 분석
20200914		classify images using python
20200917		weak solution for p-Laplacian equations
20200922		viscosity와 Reynolds number에 따른 solution의 특이성 관련 논의
20201008		classify images using python
20201016		wavelet-like autoencoder를 이용한 networks의 결과 재분석
20201123		T-omega tree에서 strongly Indiscernible tree를 compactness만으로 얻어낼 수 있는지 토론
20210210		Stokes system의 $L^1$ decay에 대해서 논의함
20210222		Vanilla Option Pricing와 Implied Volatility의 Closed form formula에 대한 연구. 실제 Market Option Price Data로부터 Model Parameters Calibration 방법론에 대한 논의
20210223		Cornernet (Object detection) 코드 분석 및 테스트, CenterNet-Keypoint Triplets for Object Detection 리뷰
20210225		Non-convex function의 global minimizer를 찾는 문제에 관한 토의
20210225		"Attention is all you need" 논문 리뷰를 통한 deep learning 분야의 주요 기술인 transformer와 Attention 이해, 분석
20210226		A Beale-Kato-Majda blow-up criterion for the 3-D compressible Navier-Stokes equations(Sun, Wang, Zhang) 논문에 대한 토의
20210226		Effective approximation of the global minimizer of non-convex function via Consensus Based Optimization
20210303 20210310 20210331		The Green function estimates for strongly elliptic systems of second order 논문 논의
20210305		Fourier restriction, decoupling and applications 리딩
20210312		Hilbert space에서 separability가 subspace의 구조에 미치는 영향과 compactness가 전체 space의 dimension에 미치는 영향
20210319		Hilbert space에서의 operator의 성질

20210408		확률적 변동성과 지역변동성 모델에서의 변동성 스왑 가격 구하기
20210514		OCR(Optical Character Recognition)을 위한 새로운 모델에 대한 논의
20210602		covid-19의 수학적 모델링을 이용하여 미래 예측 및 컨트롤에 대해 연구
20210603		Derived Category of Coherent sheaves on Nonsingular Variety, Fukaya Category for Oriented Surfaces
20210608		Fan과 convex polytope사이의 대응관계, moment map에 의해 나타나는 Toric 다양체의 Delzant polytope과의 연관성
202106010		Fukaya Category for Oriented Surfaces
202106023		NTP_2에서는 성립하지만 NSOP_1에서는 성립하지 않는 existence of universal Morley sequence에 대한 NATP에서의 적절한 변형

#### b4. 대학원생 연구 우수 수상 실적

##### - 학술대회 논문 우수상

학술대회	수상부문	대학원생	지도교수	내용
2021 KSIAM 봄 학술대회	포스터 우수상	(통합과정)	최정일	논문제목 : Mathematical Modeling and Numerical Simulation of Lithium-Ion Batteries
2021 KSIAM 봄 학술대회	포스터 우수상	(석사과정)	이은정	논문제목 : Web-Based Diagnostic Performance Comparison of Mobile phone and Computer through CNN in Diagnosing Thyroid Nodule on Ultrasonography
한국통신학회 2021 동계종합학술발표회	우수논문상	(통합과정)	신원용	논문제목: 네트워크 임베딩을 사용한 Top-N 추천 다양성 개선에 관한 연구
2021 대한수학회 봄 연구발표회	학위논문상	(박사졸업, 2021.02 )	박은재	논문제목: Nonconforming methods for fourth-order PDEs

##### - 연세대학교 대학원생 우수논문 수상

학기	수상부문	대학원생	지도교수	내용
2021-1학기	학위논문 우수상 (2021-1학기)	(박사졸업, 2021.02 )	박은재	논문제목 : Nonconforming method for fourth-order PDEs
2020-2학기	학위논문 우수상 (2020-2학기)	(박사졸업, 2020.08)	최정일	논문제목 : Mathematical modeling and parameter identification of rechargeable batteries
2020-2학기	학술논문 장려상	(통합과정)	이지현	논문제목 : Cost-effectiveness analysis of pre-exposure prophylaxis for the prevention of HIV in men who have sex with men in South Korea: a mathematical modelling study

##### ※ 연세대학교 대학원생 우수논문

목적 : 대학원생의 우수논문을 선정·시상함으로써 내실 있는 학문풍토를 이루며, 연구의욕을 높이고자 함

대상 : 현 대학원생 (학술논문 부문) 또는 직전 학기 졸업생(학위논문 부문)

선정 부문 :

- 학술논문 : 인문·사회, 의학 - 학위과정 구분 없이 각각 2편, 자연계 - 학위과정 구분 없이 3편
- 학위논문 : 인문·사회, 자연계 - 석사 및 박사학위 각각 2편, 의학 - 석사학위 및 박사학위 각각 1편

##### - 외부기관 우수 논문 수상

기관	수상부문	대학원생	지도교수	내용
삼성전기	제16회 삼성전기 논문대상 은상	(박사졸업, 2020.08)	최정일	논문제목 : Parameter identification and identifiability analysis method for developing lithium-ion battery model

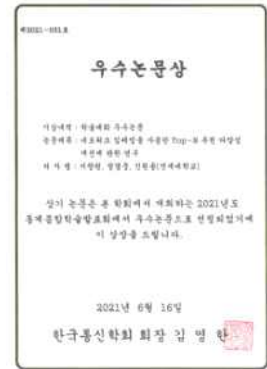
##### ※ 삼성전기 논문대상

목적 : 핵심 전략 기술 및 미래 지향적인 제품 중심의 우수 기술인력 발굴, 산학협동의 토대 구축, 젊은 인재들의 연구 활동 후원을 통해 글로벌 환경에서 세계 최고의 경쟁력과 기술력 확보할 수 있는 기반 조성

대상 : 현 대학원생 또는 Post Doc(학교 소속)

선정 부문 : 대상1편, 금상1편, 은상4편, 동상5편, 특별상 등

학술대회 논문 우수상



연세대학교 대학원생 우수논문 수상



외부기관 우수 논문 수상



마. 대표적 교육 목표에 대한 달성방안 및 노력

본 교육연구단에서 설정한 리더 수학자 양성, 융합형 연구자 양성, 산업계에 부합하는 현장 전문가 양성 및 연구 특성화 목표를 달성하기 위해서는 교육혁신과 사회/산업 문제의 수학적 이론 개발 및 해결을 위해 연구 환경조성이 필요하다고 분석하였다. 또한, 대학원의 교육을 기존의 지식체계의 전달 방법보다는 학생중심, 미래중심, 사회문제중심으로 변화시키는 것이 필요할 것으로 예측하였다. 따라서, 본 교육연구단에서는 다음의 세가지 노력을 통해 미래 목표를 달성하고자 하였다.

- 대학원생의 리서치 트레이닝(Graduate Research Training) 강화
- 다중 멘토링을 통한 미래의 가치창출 인재 양성
- 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성



## A. 대학원생의 리서치 트레이닝(Graduate Research Training) 강화

### a1. Open Training Seminar without Entry Barrier

유사 전공/연구 분야의 참여교수들이 주제를 정하고, 전문가를 초빙하여 다음과 같이 운영한다.

(step 1) Abstract for Preparation : 사전에 알아야 할 내용을 1-2주 전에 미리 공지

(step 2) Preliminary Lectures : 중심문제와 핵심 정리들을 초보자가 이해할 수 있는 수준으로 소개

(step 3) Main Seminar 및 Discussion : 아이디어와 핵심계산을 1-2시간 정도의 강의 및 토론으로 진행

#### - 2020-2학기 및 2021-1학기 운영 현황

##### (1) 오창근 대학원생 (위스콘신대학) 조화해석 관련 세미나 (주관: 김준일 교수)

위스콘신대학 오창근(대학원생)이 Decoupling 이론에 관한 5회의 대학원생 대상 세미나를 Zoom으로 진행하였으며, 조화해석학 전공학생들이 참여하였음

강연1 : 2021.1.13.(수) AM 10:00~12:00, Introduction to decoupling inequalities  
강연2 : 2021.1.14.(목) AM 10:00~12:00, A proof of a decoupling for the paraboloid I  
강연3 : 2021.1.15.(금) AM 10:00~12:00, A proof of a decoupling for the paraboloid II  
강연4 : 2021.1.18.(월) AM 10:00~12:00, A proof of a small cap decoupling for parabola I  
강연5 : 2021.1.19.(화) AM 10:00~12:00, A proof of a small cap decoupling for parabola II

##### (2) 조민준 대학원생(U of British Columbia) Hyperbolic 편미분방정식 세미나(주관: 강경근 교수)

캐나다 밴쿠버에 소재한 British Columbia 대학교의 대학원생인 조민준 학생이 대학원생을 위한 여러 번에 걸친 hyperbolic 편미분방정식 이론에 관한 세미나를 Zoom으로 진행하였다. 편미분방정식 전공학생들 및 해석학 관련 학생들에게도 참여하였다.

강연1 : 2021.1.29.(금) PM 2:00~4:00, Nonlinear dispersive equations I  
강연2 : 2021.2.5.(금) PM 2:00~4:00, Nonlinear dispersive equations II  
강연3 : 2021.2.19.(금) PM 2:00~4:00, Nonlinear dispersive equations III  
강연4 : 2021.6.1.(화) PM 3:30~5:30, Limits of the stratified rotating inviscid 3D Boussinesq equations I  
강연5 : 2021.6.16.(수) PM 3:30~5:30, Limits of the stratified rotating inviscid 3D Boussinesq equations II

##### (3) 이정욱 연구교수(KAIST)의 논리학 세미나 (주관: 김병한 교수)

2020년 10월 26일부터 2주간 KAIST의 이정욱 연구교수가 방문하여 강연하였고, 이후 박사과정 대학원생인 김준희, 2020년 8월 박사 졸업하여 KIAS 연구원으로 재직 중인 안진후 박사와 세 사람이 공동연구를 진행하였고 현재 우수한 결과를 도출하여 논문을 작성하고 투고할 준비를 하고 있다. 김준희 박사는 2021년 2월 졸업하여 박사학위를 취득하였고 현재 연세대학교 연구처에서 지원하는 교내 박사후연구원 지원사업에 선정되어 수리과학연구소 소속의 박사후연구원으로 재직하고 있다.

KAIST 이정욱 박사와 KIAS의 안진후 박사는 2021년 7월과 8월에 다시 한번 연세대를 방문하여 해당 논문에 대한 세미나 발표와 후속 연구 논의를 진행할 계획이다. 또한 박사과정 학생인 이효윤은 지도교수 김병한과의 공동논문 "Automorphisms groups over a hyper imaginary" 저술을 완료하여 저널 투고를 마친 상태이다. 또한 이효윤 학생은 김준희 연구원 등과 공동연구를 진행하여 결과를 얻었고 현재 논문 작성 중이다.

##### (4) 대학원생을 위한 난제 세미나 진행 (주관 : 김준일 교수)

대학원생들에게 각 분야별로 수학의 난제를 소개하는 세미나 진행.

발표자로부터 한 달 전에 Abstract, Reference 등을 받아서 사전에 대학원생들에게 공지함  
2020년 2학기 매주 화요일 4-6시 2시간씩의 대학원생에게 강의 제공(Zoom, Youtube 동시 진행)

날짜	담당교수	소속	강연제목
20200901	조영금	중앙대	positivity and zeros of Fourier transforms
20200908	이철희	고등과학원	Dilogarithm function and representation theory
20200915	정인지	고등과학원	Self-similar singularity formation for inviscid transport equations
20200922	강경근	연세대	나비에-스톡스 방정식의 정착성 문제
20200929	홍영훈	중앙대	Fourier transforms, oscillatory integrals and dispersive phenomena
20201006	최성락	연세대	Minimal Model Program
20201013	유명준	고등과학원	BSD Conjecture
20201020	유명준	고등과학원	Andrew Wiles 의 Proof of 페르마가설 (2)
20201027	기하서	연세대	리만가설
20201103	홍한솔	연세대	Morse theory and Floer homology
20201110	허영미	연세대	Wavelet Constructions using Trigonometric Polynomial Sum of Squares Method
20201117	양민석	연세대	Regularity Criteria for Weak Solutions to the MHD Equations in Terms of an Associated Pressure
20201124	최영필	연세대	From Newton to Euler
20201202	김병한	연세대	Model Theory
20201208	서수길	연세대	Class field theory, Iwasawa Theory, Coleman's conjecture related with Euler systems and the Gross conjecture

(5) BK 기하학 수요집회(참여교수: 최성락 교수, 홍한솔 교수)

2021-1학기에는 3월 17일부터 격주로 교수 또는 박사급의 국내 연구자들을 연사로 초청하여 기하학 정기 세미나를 진행하였다. 연사들에게는 1시간 또는 2시간의 강연을 부탁하였으며 대학원생들이 실제로 배울 수 있는 수준의 강연을 요청하였다. 국내에서 활발히 연구하고 있으며 최근에 연구 결과를 낸 젊은 연구자들을 위주로 연사를 구성하였다. 세미나는 아래 일정과 같이 진행되었으며 대면/비대면으로 동시에 진행하였다. 2021년도 2학기에는 외국의 연사도 초청하여 국제적인 세미나 시리즈로 격상시킬 예정이다.

- 세미나 홈페이지: <https://sites.google.com/yonsei.ac.kr/yonseigeometry>

날짜	발표자(소속)	강연제목
2021.03.17	이광우(연세대학교)	Automorphism of K3 surfaces
2021.03.31	이상욱(숭실대학교)	Mirror Symmetry of Pairings
202104.14	조용화(고등과학원)	Geometry of nodal surfaces
2021.04.28	김유식(부산대학교)	Disc Potential Functions and Toric Degenerations
2021.05.12	김인균(연세대학교)	Kaehler-Einstein Metrics
2021.05.26	배한울(QSMS, 서울대학교)	Symplectic structures associated to Lie groups
2021.06.09	정기룡(경북대학교)	유리 곡선 그 어느 곳에서나
2021.07.28	김동현(연세대학교)	On cohomology vanishing
2021.08.25	정승조(전북대학교)	Higher Du Bois singularities of hypersurfaces

(6) 신촌 기하학 세미나(SWAG, Shinchon Workshop on Algebraic Geometry)

2016년부터 매 학기 하루 또는 이틀에 걸쳐서 신촌 소재 대학원(서강대, 연세대, 이화여대)의 기하학을 전공하는 교수 및 대학원생들을 대상으로 워크숍을 개최하고 있다. 제9회를 맞이한 2021년 1학기 워크숍은 7월 1일에 연세대학교 수학과와 주최로 진행되었다. 이번 워크숍에는 서울대학교 수학과와 조철현 교수, 미국 University of Miami 의 이경석 박사를 연사로 초청하였으며 두 시간씩 강연을 실시하였다. 대학원생이 실제로 배울 수 있는 수준의 강연으로 구성되었으며 참가한 대학원생들에게는 국내외의 최

근 연구 결과를 배울 수 있는 자리가 되었다. 앞으로도 연구에 도움이 되는 강의로 구성되도록 할 계획이다. 아래 일정으로 기하학 워크샵이 진행되었다.

o 제9회 신촌 대수/기하학 워크샵 (2021년 7월 1일)

연사1: 이경석 (U of Miami): Cox rings and geometry of some surfaces of general type with  $p_g=q=0$

연사2: 조철현 (서울대학교): Fukaya category of singularities and mirror symmetry.

학회 홈페이지: <https://sites.google.com/view/shinchonswag9>

2021년 2학기에 진행될 워크샵은 제10회를 맞이하는데 큰 규모의 국제적인 학회로 개최하려고 계획 중이다.

(7) 신촌 3대학원(연세대, 이화여대, 서강대) 공동 세미나 운영 (주관 : 최영필 교수)

2021년 1월 20일에 zoom을 통하여 YES(Yonsei-Ewha-Sogang) seminar on Analysis & PDEs을 진행했다. 이 온라인 워크숍에서 신촌 3대학원의 해석학 및 편미분방정식을 연구하는 참여교수님들의 전공분야를 소개하는 자리를 가졌으며 총 34명의 학부/대학원생, 박사/교수가 참석을 했다. 이를 통해 신촌 3대학원의 대학원생들이 참여교수들의 연구분야와 이와 관련된 최신 연구동향을 파악할 수 있는 기회를 제공했다.

현재는 이화여대 수학과와 의곽철광 교수, 서강대 수학과의 옥지훈 교수와 함께 2022년 1월 중에 신촌 3대학원 해석학 공동 세미나를 주관할 예정이며 이 세미나를 꾸준히 운영하여 3대학원의 교류를 활성화하고자 한다.

(8) BK 해석학 세미나

2021년 6월 24일을 시작으로 매주 수요일 편미분방정식론 또는 응용수학을 전공하는 교수, 박사후연구원, 대학원생들을 대상으로 세미나를 진행하고 있다. 기체운동론, 유체역학, 금융수학, 수치해석, 산업수학 등을 연구하는 다양한 교수, 박사후연구원들이 강연을 했으며 이 세미나를 통해 다양한 연구 분야를 소개하고 각 분야의 최신 연구 동향을 파악할 수 있는 자리를 제공하고 있다. 지속적으로 세미나를 운영하여 대학원생들의 연구에 도움이 되고자 하며 더 나아가 대학원생들과 교수들간의 공동연구를 할 수 있는 자리를 만들고자 한다.

날짜	발표자(소속)	강연제목
2021.08.04.	Xiongtao Zhang (Huazhong University of Science and Technology)	Well-posedness and regularity of isentropic Navier-Stokes equation with BV initial data
2021.07.28.	홍영준 (San Diego State University)	How to handle a small parameter in computational science: from numerical analysis to deep learning
2021.07.21.	전재기 (서울대)	Extensive networks would eliminate the demand for pricing formulas
2021.07.14.	옥지훈 (서강대)	Local Hölder regularity for nonlocal equations with nonstandard growth and differentiability
2021.07.07.	이지훈 (중앙대)	On the stability of the solution to the partially damped stratified Boussinesq equations
2021.07.02.	김도현 (성신여대)	Asymptotic emergent dynamics of the Schrödinger-Lobe model
2021.06.25.	정진욱 (서울대)	On the Cauchy problem for the pressureless Euler-Navier-Stokes system in the whole space
2021.06.24.	배한택 (UNIST)	The Formation of Singularities for Hall MHD and Water Wave Models

(9) 콜로퀴움 (참여교수: 흥한솔 교수)

본 교육연구단에서는 2020-2학기 및 2021-1학기에 격주로 수학기산학부 “Math-CSE 콜로퀴움”을 개최하였다. 외부 석학들을 초청하여 콜로퀴움이 이루어지며, 각 학기당 총 7인 연사를 아래와 같이 최신의

연구 주제들에 관해 대학원생을 대상으로 1시간 정도 강연하였다. 강연에서는 강연자의 연구분야를 설명하고, 다양한 분야에서 관심을 받고 있는 연구주제들을 소개함으로써 참여대학원생들이 향후 연구로 이어질 수 있는 계기를 마련하였다. 모든 강연은 온라인으로 중계되어 타대학 학생 및 연구원들이 참여하기도 하였다.

< 2020-2학기 콜로퀴움 개최 현황 >

날짜	담당교수	소속	강연제목
20200910	유상현	고려대	Mathematical Analysis and Design of Meta-materials
20200924	선해상	UNIST	Dynamics of Continued Fractions and its Applications
20201008	윤석배	성균관대	An Introduction to Collisional and Relaxation Kinetic Equations
20201022	이효정	NIMS	Mathematical Modeling for Infectious Disease
20201106	박지훈	POSTECH	Cayley Octads, Plane Quartic Curves, del Pezzo Surfaces of Degree 2 and Double Veronese Cones
20201119	최재경	KIAS	곡면의 꼬임과 리치 곡률
20201203	임선희	서울대	Homogeneous Dynamics and Diophantine Approximation

< 2021-1학기 콜로퀴움 개최 현황 >

날짜	담당교수	소속	강연제목
20210311	김도형	서울대	비아르키메데스 수 체계를 사용한 몇 가지 부정방정식 접근법
20210325	김성문	연세대	경영학(經營學)과 수학(數學)의 만남 -포트폴리오 이론 및 분산투자 사례를 중심으로
20210408	신원용	연세대	Network Completion: A New Research Paradigm in Data Analytics
20210422	허준이	Stanford	Standard Conjectures for Finite Vector Spaces
20210506	이선미	경희대	Risk Assessment of Importation and Local Transmissions of COVID-19
20210520	김유식	부산대	Symplectic Topology, Floer Theory and Mirror Symmetry
20210603	변재형	KAIST	The Legendre-Hardy Inequality

## a2. 대학원생의 Group Reading Seminar 독려 및 지원

### - 참여교수: 강경근 교수

- o 구도완 학생은 반평면 상에서의 스톡스 방정식 및 나비에-스톡스 방정식의 해의 특성을 밝히고자 하는 연구를 수행하고 있으며, 연구교수인 장통근 박사의 연구 주제와 공통되는 부분이 있어 공동 세미나 및 논문 reading 및 토론, 공동세미나를 진행하였다.
- o 양수오, 김동광 학생은 수리생물모델인 Keller-Segel 방정식 관련 연구 중이며, 동국대 안재욱교수와 연구분야가 겹치는 부분이 있어 논문 reading 및 공동세미나를 비정기적으로 진행하였다. 이를 상설화하여 주기적으로 세미나를 열어서 학생들의 연구를 보다 진척시키고자 한다.
- o 서근택 학생은 optimal transport 주제로 연구를 하였는데 이는 한남대 김화길 교수의 전공분야와 공통되는 부분이 있다. 이미 공동논문을 집필한 경험이 있으며 공동 세미나를 활성화하여 기존의 연구를 보다 활성화하고자 한다.

### - 참여교수: 김병한 교수

- o 김병한 교수의 수리논리 연구팀은 최근 김병한 교수와 이효윤 박사과정학생이 공동 저술한 논문 “Automorphisms groups over a hyperimaginary”에 대하여 reading seminar를 진행하여 현재 2021년 7월 말까지 각자 논문을 읽고 8월부터 2주에 한번 내용을 발표하는 온라인 세미나를 계획하고 있다.

### - 참여교수: 이지현 교수

- o 박사 또는 통합과정 연구학기 학생과 대학원생을 연계하여 연구로 연결될 수 있는 주제로 이론과 프로그램 훈련을 진행

기본 주제: Difference equations, Differential equations, Natural dynamics of infectious disease, Analysis of seroprevalence data, Model calibration, Heterogeneous mixing (WAIFW & R0), Stochastic modeling, Economic evaluation, Sensitivity analysis, Basic reproduction number and Stability

## a3. 해외석학들과 연계 및 교류

### - 홍한솔교수 팀

- o 대학원생을 위한 연속강연들로 구성된 겨울학교를 2회 조직하고, 지도학생들을 참여시켜 해외연사들과 교류할 수 있도록 함

- Winter mini-school on Mirror symmetry and related topics <Part I> 2021.1.18., 2021.1.21  
- Winter school on mirror symmetry and related topics <Part II> 2021.2.22., 2021.2.25  
※<http://qsms.math.snu.ac.kr/QSMS2021WSMS> 참조

### - 박은재교수 팀

- o 해외학자들과의 공동연구를 지도 대학원생과 함께 진행하면서 연구 결과를 도출함
  - Eric Chung, Lina Zhao (Chinese University of Hong Kong, 중국)
  - Amiya K. Pani (IIT Bombay, 인도)
  - Emilie Pirch (Humboldt-University of Berlin, 독일)

- 신원용 교수 팀

- o 해외학자들과의 공동연구를 지도 대학원생과 함께 진행하면서 연구 결과를 도출함
  - 문주철 (California State University Long Beach, 미국)
  - Yejin Kim (University of Texas Health Science Center (UTHealth), 미국)

- 최정일 교수 팀

- o 해외학자들과의 공동연구를 지도 대학원생과 함께 진행하면서 연구 결과를 도출함
  - Donghyun Rim, Lance Wallace (Pennsylvania State University, Wallace Research, 미국)
  - Leonardo P. Chamorro, Jin-Tae Kim (University of Illinois, 미국)

**B. 다중 멘토링을 통한 미래의 가치창출 인재 양성**

이론수학/응용수학/계산수학의 과정을 연구에 접목할 수 있도록 하는 대학원생의 종합적인 관리체계를 유지한다. 특히 여러 분야의 지식과 경험을 접목하기 위해서는 지도교수 한 사람의 멘토링 보다는, 여러 경험자들이 한 명의 대학원생에게 조언을 주는 다중 멘토링 제도를 도입하여 각 대학원생에게 교육/연구에 대한 지속적인 관리를 하고자 하였다.

- (Academic Advisor) 입학부터 졸업까지 전공 선택, 수강지도, 연구 분야 소개 등 학사 전반을 멘토링
- (Advisor and Co-advisor) 논문지도교수/Co-advisor 제도를 통해 다각도의 사고력을 갖도록 멘토링
- (International Mentor) 해외 연구자들과 학문적인 네트워크를 형성할 수 있도록 멘토링

**b1. Academic Advisor**

학사지도교수(Academic Advisor)는 입학 후부터 논문지도교수가 결정되기 전까지 대학원생의 학사를 지도하고 있으며, 입학과 동시에 교수와의 개별 면담을 통하여 학사지도교수 및 논문지도교수를 정할 수도 있다. 학사지도교수는 대학원생의 전공 방향에 맞춰 수강 지도를 하고, 연구분야에 기본적인 지식을 습득하도록 지도한다.

**b2. Advisor and Co-advisor**

공동 논문지도교수(타학과 및 내부 교수간)를 통해 대학원생의 연구 분야를 확장하고, 다각도의 사고력을 갖도록 노력하고 있다. 다음에는 졸업생 중에서 공동 논문지도교수 현황을 기술하였다.

학생명	학위명, 졸업학기	논문지도교수	공동지도교수
	공학박사, 2020-2학기 졸업	이창훈(연세대, 기계)	최정일(수학계산학부 CSE)
	공학박사, 2021-1학기 졸업	이창훈(연세대, 기계)	최정일(수학계산학부 CSE)
	이학석사, 2021-1학기 졸업	이지현(수학계산학부 수학)	이은정(수학계산학부 CSE)

**b3. International Mentor**

주로 논문 지도교수와 관련된 해외학자와 연구 교류를 통해 멘토링을 진행한다. 공동연구를 통한 연구 지도 및 결과 도출, 공동 논문 게재로 이어지는 과정 속에서 학위취득 후 연구원 취업으로 이어지도록 하고 있다. 다음에 대학원생의 국제 공동연구 사례를 나타내었다.

학생명	해외학자
	Eric Chung, Lina Zhao(중국/Chinese University of Hong Kong)
	Amiya K. Pani(인도/IIT Bombay)
	Emilie Pirch(독일/Humboldt-University of Berlin)
	문주철(미국/California State University Long Beach)
	Yejin Kim(미국/University of Texas Health Science Center (UTHealth))
	Leonardo P. Chamorro, Jin-Tae Kim(미국/University of Illinois)
	Donghyun Rim, Lance Wallace(미국/Pennsylvania State University)

### C. 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성

#### c1. 산업체와의 공동연구를 통한 현장 전문가 양성

기업명	연구명	참여교수, 참여대학원생
삼성미래기술육성사업	저선량 Cone-Beam CT에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결	
LG전자	모터 냉매 상변화 열전달 성능 예측기술 개발	
전자부품연구원	전기자동차용 Li-ion전지의 ESS 재사용을 위한 수명예측 알고리즘 개발	
현대엔지비	폐배터리 RUL 예측 알고리즘 개발	
㈜휴런	알츠하이머병에 대한 수학적 모델 연구	
㈜젠티	2021년 1월부터 현재까지 AI 스타트업(㈜젠티와 주 1회 공동으로 문자인식 관련 세미나 진행	

#### c2. 산업수학 석사학위 프로그램을 통한 맞춤형 산업인재 양성

##### (1) 산업수학 석사학위 과정 대학원생 입학

o 000 (석사과정, 2021-1학기 입학, 삼성메디슨과 연계)

삼성메디슨의 박성욱 프로는 산학협력을 위해 수학기산학부(계산과학공학)에 입학하여 "3D 태아 초음파 영상이 들어오면, 3D 공간상에서 태아 안녕상태 측정에 필요한 부분을 모두 분리해내는 인공지능 시스템" 을 개발하고 있다.

##### (2) 산학장학생 운영

o 000 (박사과정, 2020-2학기 입학, 볼트시뮬레이션 연계)

본 학과와 장기간 환경관련 솔루션을 공동개발해온 (주)볼트시뮬레이션의 직원인 000 연구원이 수학기산학부(계산과학공학)에 입학하여 수학기산학부의 이창훈 교수팀이 공동으로 참여하고 있는 국방과학연구원 지원 "도심지형 실시간 확산모형 개발" 과제에 참여하여 도심지에서 유해물질이 확산될 때 피해범위를 실시간으로 예측할 수 있는 전산유체역학 모델의 개발에 참여하고 있다.

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

1. 과학기술, (지역)산업 또는 (지역)사회 문제 해결에 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 신청서에 명시된 운영계획 대비 최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.)의 실적
2. 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

### 가. 금융수학 및 금융실무 교육 프로그램 운영 현황

- 금융수학 교과목 운영 : 응용수학특강1(2020-2학기), 응용수학특강2(2021-1학기)

연세대 수학과에 방문교수로 있는 부산대 수학과 윤지훈 교수가 응용수학특강1과 2를 개설하여 대학원생들에게 금융수학을 교육하였다. 대표적인 확률과정인 Brownian Motion을 사용하여 확률미분방정식을 도입하고 확률미분방정식의 해가 되는 Diffusion Process 특성을 조사하며, 금융위험자산의 모델에 관한 응용문제를 다루었다. Ito formula, Ito calculus, Martingale Representation Theorem, Markow Property, Generators, Dynkin`s formula, Feynman-Kac formula, Girsanov Theorem 등을 교육하였다.

### 나. 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설 현황

- 기계학습1(2020-2학기), 기계학습2(2021-1학기)

최희준 교수는 기계학습1, 기계학습2 강좌를 개설하여 인공지능의 방법론인 기계학습의 기초지식과 수학적 관점에서의 기계학습 기법에 대하여 교육하였다. Bayesian, NN, SVM, PCA, K-means 분류, CNN 등을 다루었으며, 영상과 음성에 대한 application도 병행하였다.

- 인공지능 이론(2020-2학기)

신원용 교수는 다양한 분야에서 도출되는 데이터를 직접 다루는 인공지능 이론에 대하여 강의하였으며, graph mining, 기계학습 기법 등을 이용하여 현상의 문제를 시뮬레이션하는 교육을 실시하였다. 링크 분석, community 검색, influence 최대화, 링크 예측 등에 대한 내용으로 강의를 진행하였다.

- 딥러닝과 데이터과학(2021-1학기)

신원용 교수는 딥러닝 알고리즘을 활용하여 소셜 네트워크 분야에서의 데이터에 기반해 실제적인 사회 문제 (커뮤니티 탐색, 사용자 분류, 친구 예측)를 도출하고 해결하는 방법론에 대해 강의하였으며, 매 주 정해진 문제를 풀기 위한 알고리즘 설계/구현/해석에 대한 과제를 부과하는 방향으로 교육을 실시하였다. 학기말에는 수강생 모두가 각자의 문제를 정의하고 수업에서 배운 콘텐츠를 응용하여 이를 해결하는 프로젝트를 수행하였다.

- 머신러닝과 응용3(2020-2학기)

이승철 교수는 텐서플로우(tensorflow)를 이용하여 다양한 강화 기계학습 알고리즘을 구현하는 수업을 진행하였다. Logistic regression, NN, CNN, RNN, VAE, GAN 강화학습에 대한 알고리즘 구현과 기말 프로젝트를 부여하였다.

- 머신러닝과 응용특론(2021-1학기)

이승철 교수는 다양한 딥러닝 방법들을 금융데이터에 적용하는 교육을 실시하였다. 금융데이터의 기본적인 지식에서 출발하여, Machine Learning의 방법론들인 Linear Models, Time Series Models, Bayesian Machine Learning, Decision Trees and Random Forests, Gradient Boosting Machines, Unsupervised Learning 등을 금융데이터에 적용하였으며, 대학원생의 발표, 토론 및 기말 프로젝트 등



을 통해 실제적 데이터의 접근에 대한 교육을 진행하였다.

**- 의료영상을 위한 기계학습(2020-2학기)**

서진근 교수는 기계학습 응용의 한 분야로 의료영상에 적용하는 방법론을 강의하였다. 의료영상의 기계 학습에 대한 수학적 개념, underdetermined 역문제 상황에서 training 데이터의 구조와 관계 등을 이용하여 undersampled MRI, local tomography, sparse view CT 등에서 의료영상을 획득할 수 있는 방법들을 다루었다.

**다. 산업수학관련 교과목 강의 개설 현황**

(해당 실적 기간 중 해당사항 없음)

**라. 산업체/연구소 등 외부 연구자와의 공동강의 개설현황**

(해당 실적 기간 중 해당사항 없음)

**마. 현실 문제 적용을 위한 강의 및 연구**

**- 수학적모델링 및 수치해석2(2021-1학기)**

박은재 교수는 비압축성 유체의 흐름을 근사하기 위한 유한요소법 및 멀티스케일 방법에 대하여 강의하였으며, Poisson equation, convection diffusion equation 등 다양한 방정식에 유한요소법을 적용 시 나타나는 특성과 효율적인 계산을 위한 multiscale 방법 등을 소개하였다.

**- 의료 데이터를 기반으로 2차원 좌표의 3차원 확장**

최희준 교수는 카메라 영상에서 추출한 스크린 픽셀 좌표 값인 stick figure land marker 2D좌표를 3D World좌표계로 변환하였다. 영상추출 stick figure land marker 2D 좌표 값 및 측정 정보 파일 제공하고 시스템 모델링 및 규명하였으며, 3차원 시스템 다이내믹스의 제어모델을 구현하였다. 또한, 17 자유도(Degree of Freedom)를 가진 3차원 모델링, 좌우 각각 6개 센서데이터를 입력정보로 동일한 출력정보를 나오게 하는 시스템 다이내믹스 제어모델 구현한다. 이를 통해 환자가 본인에게 더 맞는 치료 방법을 효율적으로 찾을 수 있게 하는 것을 목표로 하고 있다.

## 2. 인력양성 계획 및 지원 방안

### 2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

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

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2020년 2학기	47	17	66	130
	2021년 1학기	52	15	74	141
	계	99	32	140	271
배출 (졸업생)	2020년 2학기	15	9		24
	2021년 1학기	13	1		14
	계	28	10		38

## 2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

1. 신청서에 명시된 우수 대학원생의 확보 및 지원 계획 대비 실적
2. 신설(예정)학과의 경우 박사학위 총원계획 대비 실적 반드시 포함

### 가. 우수 대학원생 확보를 위한 제도의 현황

#### A. 학부 지도교수 (UA, Undergraduate Advisor) 제도 운영

학부 수학과와 각 학년별로 2인의 학부 지도교수(UA)를 배정하여, 학부생의 진로상담 및 학업/연구 관련 조언을 위한 면담을 매 학기 수차례 실시하고 있다. 대학원 진학을 희망하는 우수한 학생들의 멘토 역할을 충실히 수행하며, 잠재성 있는 고학년 학생에게는 관심분야 연구에 인턴연구원으로 참여할 수 있는 기회를 제공하여, 자연스럽게 대학원에 진학하도록 유도하고 있다.

#### - 2020-2학기 및 2021-1학기 지도교수 운영 현황

##### (1) 1학년 지도교수: 김정훈, 기하서 교수

매 학기 국제캠퍼스에서 실시하던 모든 1학년생에 대한 개별 면담이 팬데믹 상황에 의해 아래 자발적 일부 학생에 대한 면담이 이메일을 통해 이루어졌다. 2학년 수업을 듣기 전에 겨울 방학 때 수학의 여러 분야들을 접해볼 수 있는 책이나 공부 방법에 대한 상담, 고등학교까지의 문제 풀이 위주의 수학에서 벗어난 첫 해의 수학 공부로부터 수학 전공에 대한 기대감 표시를 받았고 상담해주었다

##### (2) 2학년 지도교수: 손재범, 양민석 교수

yscec에 면담 가능한 시간을 공지하여 학생들이 원하는 시간에 상담할 수 있는 기회를 제공하였으며 상담을 신청한 학생들에게 수강과목에 대한 조언, 교환학생, 대학원 진학, 유학 등 미래의 계획에 대한 조언, 기타 학교생활 전반에 관한 학생별 맞춤 상담을 진행하였다.

##### (3) 3학년 지도교수: 강경근, 홍한솔 교수

진로 고민을 하고 있는 학생들과 면담을 진행하여 취직, 진학 등의 내용에 대해 조언하였고 성적 등 현재 당면하고 있는 문제를 듣고 이해하는 시간을 가졌다. 이전 학생들이 비슷하게 겪었던 내용 등을 설명해주고 가지고 있는 고민들 같이 해결하는 상담 시간, 학부생들의 논문 리딩을 진행하였다. 수강신청, 유학 고민하는 학생과 재적 위기, 군대 문제, 복수 전공/부전공에 대하여 상담하였다.

##### (4) 4학년 지도교수: 최성락, 김준일 교수

졸업을 앞둔 학생들과 면담을 실시하여 진로에 대한 조언을 함. 취직, 대학원 진학, 해외 유학, 군입대 등을 선택해야 하는 4학년들에게 선배들의 경험 또는 다른 졸업생들의 사례를 토대로 개인 사정에 맞는 진로 조언을 함. 대학원 진학 또는 해외 유학을 하여 학업을 이어갈 계획인 학생들에게는 관심분야 또는 적성에 맞는 전공을 제안하고 진학 가능한 학교들에 대해 조언함.

##### (5) 상시 면담 : 김병한 교수

2020년 2학기 학부생 8명 온라인 면담하여 진로 및 공부와 관련한 상담을 진행하였다. 4학년 중에는 전공과 관련 없는 직업을 선택(예를 들어 법대 진학 등)하여 그에 필요한 다른 준비를 위해 학업에 전념할 수 없는 경우가 있다는 것을 알게되었다. 하지만 마지막 공부라 생각하고 최선을 다할 것을 독려했다.

또한, 2021년 1학기에는 학부생 41명을 면담하여 공부 및 진로에 관한 상담을 진행하였다. 특히 코로나 기간 중 여러 정신적 어려움이 가중되는 현실에서 학생들의 이에 대한 고민을 극복 방법에 대하여 얘기를 나누었다. 학생들의 반응이 매우 좋았고 이러한 상담이 코로나 상황 속에서 학업에 집중하는 것에

큰 도움이 됐다고 대답하였고 실제로 상담 후 학생들의 시험, 숙제에서 전반적인 향상이 이루어졌음을 확인하였다.

### B. 학부생 인턴연구원(URP, Undergraduate Research Program) 활용

우수 대학원생을 사전에 확보하고자 학부생 인턴 연구원 제도를 활용하고 있다. 선발된 인턴연구원은 지도교수를 선정하여 학기 중 또는 방학 기간에 지도교수로부터 전공기초교육 또는 연구 지도를 받거나, 인턴연구원 간 세미나 및 연구 프로젝트에 참여하게 된다. 대학원 전공에 대한 기초 지식을 쌓고 연구 과정을 경험할 수 있는 기회를 통하여 자연스럽게 대학원 진학에 관심을 가지게 된다.

< 2020-2학기 인턴연구원 현황 >

세부전공	인턴연구원 명단	대학원 진학
Math		000(2022-1학기 입학예정)
CSE		000(학부-대학원 연계 2022-1학기 CSE입학 예정)

< 2021-1학기 인턴연구원 현황 >

세부전공	인턴연구원 명단	대학원 진학
Math		
CSE		000(2021-2학기 입학예정)

### C. 학부연계 교과목 개설을 통한 학부생의 관심 유도

학부생들이 수학기산학부 대학원의 전공을 탐색하고, 보다 심화된 수학기론을 통해 이들의 흥미를 유발하기 위해 학부연계 교과목을 개설하고 있으며, 수강한 경우 대학원 진학 시 학점이수를 인정하고 있다.

수치해석1, 수치편미분방정식, 이공계편미분방정식1, 기초유한요소법,  
인공지능이론, 알고리즘과 응용,  
계산과학공학학부연구 (CSE 인턴연구원만 수강가능)

**D. 대학원 학부-대학원 연계과정(학-석 통합 전형) 활용**

전형학기	세부전공	지원자 명단	입학자 명단
2020-2학기	Math	000(연세대 수학), 000(연세대 수학)	000(2022-1학기 입학예정)
	CSE	000(연세대 나노공학)	000(2022-1학기 입학)
2021-1학기	Math	000(연세대 경영학과)	000(2022-1학기 입학예정)
	CSE	-	-

**E. 조기전형을 통한 우수 인재 선제적 확보**

전형학기	세부전공	지원자 명단	입학자 명단
2020-2학기	Math	-	-
	CSE	000(연세대 심리학과), 000(연세대 수학과)	000
2021-1학기	Math	000(연세대 수학과)	-
	CSE	-	-

**F. 수학교산학부 대학원 입학설명회**

(실적 기간 내 해당사항 없음) COVID-19로 인해 대학원 입학설명회 진행하지 않음

**G. 학과 홈페이지 및 SNS를 통한 대학원 홍보**

학과 홈페이지에 대학원 입학관련 정보, 교과과정, 개설강의 등을 게시하고, 교수진들의 연구성과, 졸업생들의 취업 사례를 꾸준히 업데이트하여 최신 정보를 제공하고 있다.

- 홈페이지: <https://math.yonsei.ac.kr>, <https://cse.yonsei.ac.kr>
- 교육연구단 홈페이지: [https://cse.yonsei.ac.kr/cse/BK21/bk21\\_home.do](https://cse.yonsei.ac.kr/cse/BK21/bk21_home.do)
- SNS: <http://www.facebook.com/yonsei.cse>

**H. 학과 포스터 발표회 개최를 통한 타학과(부)생의 참여 유도**

본 수학교산학부에서는 교내 학생들에게 수학 및 계산과학전공 분야를 소개하는 장으로서 Math-CSE Open Lab & 포스터 발표 행사를 활용하고 있다. 대학원생들의 1년간의 연구실적을 포스터 발표회 형식으로 소개하고, 참석자들이 연구 내용에 대해 질의 응답함으로써 수학의 다양한 전공 분야를 접하게 되는 자리이다.

- 2020-2학기 : 총 39개 포스터 전시 및 발표 (온라인 참가자 약 120여명)
- 2021-1학기 : 총 33개 포스터 전시 및 발표 (온라인 참가자 약 100여명)

**I. 산학협력 프로젝트 및 각종 자문활동**

참여교수들은 산업체와 연계하여 산학 프로젝트를 수행하고 있으며, 산학 협력 및 공동연구에 필요한 연구 인력을 교류하고 있다. 2016년 2학기부터 산업수학 석사과정 학위 프로그램이 개설됨에 따라 연계 기관과의 인력교류의 장으로 활용하고 있다.

- 산업수학 석사과정 : 000(석사과정, 2021-1학기 입학, 삼성메디슨과 연계)
- 산학장학생 : 000(박사과정, 2020-2학기 입학, 볼트시뮬레이션과 연계)

**J. 외국 대학과 학술교류/학생교류 등을 통한 우수한 학생 유치**

**- 2020-2학기 외국인 신입생**

TAN, SEK F00K (말레이시아) 학생이 2020-2학기에 '현대차 정몽구 글로벌 장학사업' 우수외국인(동남아) 이공계 장학생으로 선발되어 수학교산학부(계산과학공학)의 학생으로 합격하였으나, 코로나19로 인한 학부 졸업시기(9월말)가 늦어져 부득이하게 입학을 취소함.

**- 2021-1학기 외국인 신입생**

Yu Hou (중국) 학생은 Ocean University 석사학위를 취득하고 수학교산학부(계산과학공학)에 입학함.  
 Uranchimeg Dorlgjav (몽골) 학생은 National University of Mongolia 학부졸업, Mongolian University of Science and Technology에서 석사학위를 취득하고 수학교산학부(계산과학공학)에 입학함.  
 KYAW NAING, THIRI (미얀마) 학생은 University of Yangon에서 학부를 마치고, 2021학년도 정부초청외국인 장학생 선발되어 수학교산학부(계산과학공학)에 입학함

**나. 우수 대학원생 지원 계획**

**- BK21 장학금 지원**

대학원생 장학금 지원대상은 “4단계 BK21 사업 훈령” 과 본 교육연구단의 운영내규에 의거하여, 매 학기 각 대학원생의 실적(논문게재, 학술발표, 학업 성취도, 교육연구단 참여 등)을 평가한다. 이에 따라 그 지원 대상을 결정함으로써 대학원생의 교육 및 연구에서 경쟁을 유도한다.

- 2020-2학기 : 참여대학원생 총 111명 중 76명 장학금 지원
- 2021-1학기 : 참여대학원생 총 95명 중 64명 장학금 지원

**- 각종 장학금 제도를 활용한 재정 지원확대**

지원학기	장학금 현황	수혜자
2020-2학기	BHS 장학금(생계형 장학금)	Math 재학생 2명
	매칭 10%지원사업 장학금	CSE 3명(CSE포스터발표회 우수학생)
	대학원 재학조교 장학금	Math 신입생 3명, 재학생 28명 CSE 신입생 3명, 재학생 8명
	학부대학 자연계열기초 대학원 재학조교 장학금	Math 신입생 1명, 재학생 24명
	대학원 우수 외국인 장학금	CSE 신입생 1명
	'현대차 정몽구 글로벌 장학사업' 우수 외국인(동남아)이공계 장학금	CSE 외국인 1명 (입학취소로 무효)
	코로나19 특별장학금	Math 재학생 5명 CSE 재학생 2명
2021-1학기	BHS 장학금(생계형 장학금)	Math 재학생 4명
	매칭 10%지원사업 장학금	
	대학원 재학조교 장학금	Math 신입생 10명, 재학생 22명 CSE 신입생 3명, 재학생 4명
	대학원 연세우수학생 장학금 II	CSE 신입생 2명
	대학원 재학조교 추가 지원 장학금	Math 재학생 3명
	학부대학 자연계열기초 대학원 재학조교 장학금	Math 신입생 9명, 재학생 19명
	대학원생 아이디어 인큐베이팅(IIF) 지원사업 장학금	Math 재학생 6명

**- 연구 환경 개선 (연구실 공간 배정, 연구용 PC 지급, 과학계산용 서버 지원 등)**

대학원생의 연구실 배정은 매학기 학업성취도, 연구의 연관성, 학기초과 등을 고려하여 재배정하여 연구에 몰입할 수 있는 환경을 조성한다. 개인용 PC를 지급하여 연구에 활용하고 있으며, 학과 차원에서 과학계산용 그리드/서버(GPGPU 워크스테이션, 테라곤(Teragon) 서버 등)를 구축하여 학생들이 거대 과학계산에 사용하도록 지원하고 있다. 또한 대구경북과학기술원(DGIST)의 슈퍼컴퓨팅·빅데이터 융합연구센터와 슈퍼컴퓨팅 자원 임차 MOU가 체결되어 있어 슈퍼컴퓨팅 장비 및 시설을 활용할 수 있으며, KISTI(한국과학기술정보연구원)와 협약을 통해 누리온 클러스터 자원을 활용하고 있다.

**- 국내외 학술대회 발표 및 참여 지원, 해외 기관 방문 비용 보조**

(실적 기간 내 해당사항 없음)

**- 대학원생 우수 활동 실적에 대한 인센티브 지급 (현금, 업무경감 등)**

2020-2학기, 2021-1학기 수학기산학부 대학원생 연구 포스터 발표회 우수상 및 인센티브 지급  
2021-1학기 참여대학원생 평가 최우수, 우수 조교 장학금 학생 선정

**- 외국인 학생 의료보험 지원**

외국인 대학원생이 안정적인 대학원 생활을 할 수 있도록 의료보험 가입을 권장하며 의료보험 가입한 경우 확인서와 영수증을 제출하면 매 달 인건비와 함께 지급하고 있다.

2020-2학기 : 외국인 학생 6명(지도교수가 지원함)

2021-1학기 : 외국인 학생 6명(지도교수가 지원함)

**- 수학기산학부 차원의 다양한 전공의 학술프로그램 개최**

2021 Summer 산업수리 문제해결 경진대회 개최

산업분야의 수리문제 해결능력과 창의적인 아이디어를 가진 연구자들을 발굴 지원하고 문제해결 우수 아이디어 포상 및 성장 지원을 위해 경진 대회를 진행하였다. 수학기산학부의 대학(원)생 팀 및 개인이 참여 가능하며 총 3개 우수팀이 선정되었다.

구분	내용
주제 (2개 중 택일)	1) 2차원 좌표의 3차원 확장 : 2차원 좌표 데이터를 3차원으로 변환 - 카메라 영상에서 추출한 픽셀 좌표 값인 stick figure land marker 2D 좌표를 3D World 좌표계로 변환 - 영상추출 stick figure land marker 2D 좌표 값 및 측정 정보 파일 제공 2) 시스템 모델링 및 규명 : 3차원 시스템 다이내믹스의 제어모델 구현 - 시스템 다이내믹스 모델링 : 17 자유도(Degree of Freedom)를 가진 3차원 모델링 - 좌우 각각 6개 센서데이터를 입력정보로 동일한 출력정보를 나오게 하는 제어 모델 구현
제출자료	- 해당 문제의 해결과정, 수학적, 구현 code 해설 자료 - 코드의 경우 matlab, C/C#, python 중 1개 선택 후 제출
평가기준	1) 제안된 알고리즘의 구현성능 및 효율성 2) 알고리즘의 견고한 수학적 Background ※위 기준 2가지를 모두 고려하여 가장 높게 평가된 개인 또는 팀을 선정함
수상	최우수 1팀, 우수상 1팀, 장려상 1팀

## 2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2021.2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적 (단위: 명,%)

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)					취(창)업률(%) (D/C) × 100	
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)		취(창)업자 (D)
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2021년 2월 졸업자	석사	15	2	2	0	11	72.7%	
	박사	9	X		0	9		7

### ▼ 2021년 2월 졸업자 취업의 우수성

#### ■ 해외대학 교수 임용

(1) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 이학박사) : 몽골 MUST 대학 교수

서진근 교수의 지도하에 "Electrical impedance tomography and its applications"를 연구하여 박사학위를 취득하였다. 현재는 Mongolian University of Science and Technology에서 교수로 임용되어 연구를 진행하고 있다.

#### ■ 박사 취득 후 회사 취업

(1) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 이학박사) : 한국차세대수치예보모델개발사업단

박은재 교수의 지도하에 hyperbolic conservation laws에서 발생하는 여러 문제를 해결하기 위한 수치기법을 개발 및 응용 연구하여 박사학위를 취득하였다. 현재는 차세대수치예보모델개발사업단에서 선임연구원으로 근무 중이다.

(2) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 이학박사) : 삼성SDS

서진근 교수의 지도하에 "Deep learning-based method for detection and segmentation for medical image analysis"를 연구하여 박사학위를 취득하였다. 현재 삼성SDS에 입사하여 AI연구센터에서 computer vision에 관한 연구를 수행하고 있다.

#### ■ 박사 후 연구원 근무

(1) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 이학박사) : 연세대 수학교산학부(계산과학공학)

박은재 교수의 지도하에 4계 편미분 방정식에 대한 비표준 유한요소법을 연구하여 박사학위를 취득하였다. 현재는 연세대학교 수학교산학부(계산과학공학) 대학원에서 박사 후 연구원으로 근무 중이다.

(2) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 이학박사) : 연세대 수학교산학부(계산과학공학)

서진근 교수의 지도하에 Deep Learning-Based Solvability for Ill-posed Inverse Problems을 연구하여 박사학위를 취득했다. 2021년 03월 부터 연세대학교 수학교산학부(계산과학공학)에서 박사 후 연구원으로 재직중이다. Applied mathematics and deep learning for medical image analysis (including metal artifact reconstruction in low-dose dental cone beam tomography)을 연구하고 있다.

(3) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 공학박사) : 연세대 수학교산학부(계산과학공학)

이창훈 교수의 지도하에 층류 속에서 구 형태의 회전운동, 성층 유체속의 구의 거동 및 등방성 난류속



에 부유하는 회전타원체 입자의 거동에 관해서 연구하고 박사학위를 취득하였다. 졸업 후 박사 후 연구원으로 재직 중이다.

(4) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학박사)

김병한 교수의 지도하에 "On the Hierarchy Between SOP1 and SOP2"에 대해서 연구하여 박사학위를 취득하였다. 졸업 후 연세대학교 수리과학연구소에서 박사 후 연구원으로 재직 중이다.

#### ■ 석사 취득 후 회사 취업

(1) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : 주식회사 쟈티

허영미 교수의 지도하에 인공지능의 수학적 해석을 연구하여 석사학위를 취득하였다. 졸업후에는 인공지능 관련 기업인 (주)쟁티에서 주임연구원으로 취직하여 연구 업무를 하고 있다.

(2) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : (주)에프앤자산평가

양민석 교수의 지도하에 Littelwood-Paley operators and Martingale operators에 대해서 연구하고 석사학위를 취득하였다. (주)에프앤자산평가에 취직하여 근무 중이다.

(3) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : 풀이러닝

이승철 교수의 지도하에 A Study on the Empirical Analysis of VAR Models에 대해서 연구하고 석사학위를 취득하였다. 풀이러닝이라는 회사에 취직하여 수학컨텐츠 개발 관련 업무를 하고 있다.

(4) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : (주)라이앤캐처스

이승철 교수의 지도하에 텍스트 마이닝에 대해 연구하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후에 (주)라이앤캐처스에 데이터 사이언티스트 직무로 취업하였다.

(5) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : (주)에프앤자산평가

이승철 교수의 지도하에 Forecasting the Yield Spread using Deep Learning에 대해서 연구하고 석사학위를 취득하였다. (주)에프앤자산평가에 취직하여 근무 중이다.

(6) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 이학석사) : 산은캐피탈

이은정 교수의 지도하에 interface problem with general inclusion domain에 대한 Numerical approach를 연구하여 석사학위를 취득하였다. 현재 산은캐피탈에 취업하여 여신심사실 부서에서 고객 데이터 분석 및 모니터링하는 업무를 수행하고 있다.

(7) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 이학석사) : 한국자산평가

이은정 교수의 지도하에 Nonlinear Schodinger equation에 대한 Stability Analysis를 연구하여 석사학위를 취득하였다. 현재 한국자산평가에 취업하여 금융공학연구소 로직개발팀 연구원으로 금융투자상품을 평가하는 엔진 개발 업무를 수행 중이다.

(8) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 공학석사) : SK이노베이션

최정일 교수의 지도하에 리튬 이온 배터리의 임피던스에 대해 등가회로 모델 파라미터 최적화를 통한 배터리의 열화 분석에 관해서 연구하고 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 SK 이노베이션에서 연구원으로 재직 중이다.

## ■ 해외대학 진학

(1) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : California Institute of Technology  
김세익 교수의 지도 하에서 VMO 계수를 가진 이차 타원형 및 포물형 방정식에 대해 연구하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 9월부터 미국 California Institute of Technology의 응용수학과에서 박사과정을 시작할 예정이다. 현재는 박사과정의 예비 지도 교수님과 공부를 하는 중이다.

(2) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : Georgia Institute of Technology  
김세익 교수의 지도하에 Holder continuity of solutions of elliptic and parabolic equations with lower order coefficients에 대해서 연구하고 석사학위를 취득하였다. 현재 Georgia Institute of Technology에서 박사 과정 중이다.

## ■ 국내대학 진학

(1) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : 수학교산학부(수학)  
강경근 교수의 지도하에 Liouville type theorems for the steady state Newtonian and non-Newtonian Navier-Stokes equations를 연구하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 수학교산학부(수학) 박사 과정에 진학하여 연구를 이어가고 있다.

(2) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사) : 수학교산학부(수학)  
이승철 교수의 지도하에 Algorithmic trading를 연구하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 수학교산학부(수학) 박사 과정에 진학하여 연구를 이어가고 있다.

## ■ 취업 준비

(1) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학박사)  
최희준 교수의 지도하에 PAC-Bayesian Margin Generalization Bounds with Input Noise에 대해서 연구하고 박사학위를 취득하였다. 졸업 후 현재 취업 준비 중이다.

(2) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학박사)  
김정훈 교수님의 지도하에 "Stochastic Correlation(확률적 상관관계 ; 금융수학)"에 대해서 연구하여 박사학위를 취득하였다. 현재는 졸업 전에 수행하던 연구의 후속 연구로 "Jacobi Process 하에서의 분산 스왑 가격결정"에 대해 진행 중이다. 연구를 계속 진행하기 위해 취업을 준비하고 있다

(3) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사)  
최영필 교수의 지도하에 Flocking Behavior in Stochastic Cucker-Smale Model with Formation Control on Symmetric Digraphs에 대해서 연구하고 박사학위를 취득하였다. 졸업 후 현재 취업 준비 중이다.

(4) 000 (2021년 2월 졸업, CSE전공, 이학석사)  
이은정 교수의 지도하에 Helmholtz equation에 대한 dual system least squares finite element method에 대해서 연구하고 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 현재 취업 준비 중이다.

(5) 000 (2021년 2월 졸업, 수학전공, 이학석사)  
기하서 교수의 지도하에 Notes On The Topological Vaught's Conjecture에 대해서 연구하고 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 현재 유학 준비 중이다.

### 3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

#### ① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “연구 수월성 증진계획” 대비 실적을 중심으로 작성하되, 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요
2. 저명학술지의 계량적인 연구논문의 수치(IF, ES, FWCI) 등은 교육연구단의 자체적인 기준에 따라서 작성하되, 선정평가(2020) 당시의 기준을 활용할 수 있음
3. 교육연구단 참여대학원생의 평균적인 연구실적과 대표연구실적을 함께 작성
4. 참여대학원생 참여기간에 발표된 업적물에 한하며, 졸업생의 경우 졸업 이후 발표된 논문도 실적으로 작성할 수 있음(소속기관은 교육연구단 소속 학과(부) 또는 교육연구단(팀)명으로 표시되어야 함. 단, 학과(부)를 미 표기 하는 학술지의 경우 수행 대학명(또는 단과대학 명)까지 표시된 논문은 실적으로 작성 가능(중복소속 허용))
5. 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

본 교육연구단은 선정평가 당시 “3.2 대학원생 연구 수월성 증진 계획”을 교육과정 활성화, 학사관리를 통한 연구환경 조성, 학술활동 지원 등의 내용으로 작성되었다. 선정평가 제안서 내용을 기반으로 계획 대비 실적을 다음의 표에 요약하여 나타내었다.

구분	계획(제안서)	실적(2020.09.01.-2021.08.31.)
다양한 교육과정 활성화를 통한 우수 연구자 양성	우수 신입교원 확보 및 학과의 외연 확대	2021년도 8월 현재 진행 중
	협업 형태의 교과목 개설 및 폭넓은 지식 제공	학생제안 교과목개설 (수리논리학(MAT6000))
	우수 연구자 초청을 통한 대학원생 연구 트레이닝	대학원생의 리서치 트레이닝, 해외 석학들과의 연계 및 교류
	대학원생 집중교육(계절학기)	-
	대학원생 주도의 개방형 세미나	총28건 수행
학사관리 개선을 통한 연구 환경 조성	학술활동의 졸업요건	졸업생에게 지속적 적용
	포스터 발표회를 통한 연구 점검	2020-2학기(11월) 2021-1학기(5월)
	박사학위 연구과정 실적 평가	2020-2학기, 2021-1학기 수행
	개인지도 및 그룹별 연구 점검	참여교수 Lab별 진행(부록1 참조)
학술활동 지원 확대	해외 장·단기 교육 및 연수프로그램	-
	학술대회 발표 권장 및 참여	국내 44건, 국제 7건
	우수 성과에 대한 인센티브 제공	포스터발표회 우수상 시상

본 교육연구단 참여대학원생이 실적기간(1년간, 2020.09.01.-2021.08.31.) 동안 SCI급 저널에 게재한 논문은 총 15편이다. 두 학기 평균 대학원생 수 102.5명(2020-2학기 94명, 2021-1학기 111명)으로 환산하여 계산하면, 1인당 논문수는 0.15편이다. JIF 기준 Q1(상위 25%) 저널에 게재한 논문수는 7편으로 전체 논문수의 46.7%에 해당하며, 상위 5% 이내 논문수는 4편, 상위 15% 이내 논문수는 6편으로 우수한 논문 실적을 보여준다.

< 참여대학원생 논문 게재 실적 > 실적기간(2020.09.01.-2021.08.31.)

	논문수	5%이내	10%이내	15%이내	Q1	Q2	Q3	Q4
주저자	11	3	3	5	5	4	1	1
공동저자	4	1	1	1	2	1	1	0

게재 논문 카테고리별로 분류해보면 다음과 같다. 다학제간과학분야(MULTIDISCIPLINARY SCIENCES)가 3편(20%)로 가장 많았으며, 다학제간수학(MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS)과 의학분야(MEDICINE)과 영상의학분야(RADIOLOGY)가 2편(13%)씩 있었다. 수학분야(MATHEMATICS)의 논문수는 1편(7%)로 다소 적은 편수이다. 이는 수학분야 저널의 게재승인 후 출판되는 기간이 길어서 나타나는 현상으로 보여진다 (참여대학원생 기준으로 게재 논문의 실적을 인정하게 되기 때문).

JCR 카테고리	논문편수	백분율
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	3	20%
MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	2	13%
MEDICINE	2	13%
RADIOLOGY	2	13%
COMPUTER SCIENCE	1	7%
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	1	7%
MATHEMATICS	1	7%
PHYSICS	1	7%
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	1	7%
STATISTICS & PROBABILITY	1	7%
총합	15	100%

다음은 본 교육연구단 참여대학원생의 SCI급 논문 중에서 상위 25% 이내(Q1)의 저널 7편의 논문을 소개하였다. 참여대학원생 게재 논문의 우수성은 “[부록2] 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성”에 기술하였다.

(1) 1.8%, PHYSICS, MATHEMATICAL,

김현균, ELS pricing and hedging in a fractional Brownian motion environment, CHAOS SOLITONS & FRACTALS, vol. 142, pp. 110453, 202101, (IF=5.944),

(2) 1.9%, MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS,

김도현, Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation, COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING, vol. 375, pp. 113639, 202103, (IF=6.756),

(3) 4.5%, RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING,

조현철, SUN SIYU, 현창민, Automated ultrasound assessment of amniotic fluid index using deep learning, MEDICAL IMAGE

ANALYSIS, vol. 69, pp. 101951, 202104, (IF=8.545),

(4) 4.5%, RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING,

현창민, 백성현, Deep learning-based solvability of underdetermined inverse problems in medical imaging, MEDICAL IMAGE ANALYSIS, vol. 69, pp. 101967, 202104, (IF=8.545),

(5) 11.8%, COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS,

김강철, 조현철, 장태준, Automatic detection and segmentation of lumbar vertebrae from X-ray images for compression fracture evaluation, COMPUTER METHODS AND PROGRAMS IN BIOMEDICINE, vol. 200, pp. 105833, 202103, (IF=5.428),

(6) 13.3%, PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH,

서지연, Modelling the impact of rapid diagnostic tests on Plasmodium vivax malaria in South Korea: a cost-benefit analysis, BMJ GLOBAL HEALTH, vol. 6, pp. e004292, 202102, (IF=5.558),

(7) 23.3%, MULTIDISCIPLINARY SCIENCES,

서지연, Cost-effectiveness analysis of pre-exposure prophylaxis for the prevention of HIV in men who have sex with men in South Korea: a mathematical modelling study, SCIENTIFIC REPORTS, vol. 10, pp. 14609, 202009, (IF=4.379),

## ② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “연구 수월성 증진계획” 대비 실적을 중심으로 작성하되 논문의 창의성·혁신성, 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성, 해당 전공분야의 기여 등을 기술
2. 참여대학원생 참여기간에 발표된 업적물에 한하며, 졸업생의 경우 졸업 이후 발표된 논문도 실적으로 작성할 수 있음(소속기관은 교육연구단 소속 학과(부) 또는 교육연구단(팀)명으로 표시되어야 함. 단, 학과(부)를 미 표기 하는 학술지의 경우 수행 대학명(또는 단과대학 명)까지 표시된 논문은 실적으로 작성 가능(중복소속 허용))
3. 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

본 교육연구단에서는 대학원생의 연구 분위가 조성과 연구력 향상을 위해 학술대회 발표를 독려하고 있다. 대학원생 본인이 지도교수와 함께 연구한 내용을 학술대회에 발표하게 함으로써 연구 집중 및 발표력 향상, 타 연구자와의 교류 등을 통해 대학원생의 연구력을 증대시키고 있다. 본 교육연구단 계산과 항공학 전공의 석사과정생들은 석사학위를 취득하기 위해서는 반드시 학술발표 또는 학술논문을 게재하도록 하고 있다.

본 교육연구단의 자체평가 기간 내(2020.09.01.-2021.08.31.) 참여대학원생의 학술발표 실적은 총51건(국내 44건, 국제 7건)이다. 학술발표 실적 중에서 한국산업응용수학회(KSIAM)에서 발표가 20건으로 전체 발표 건수의 39%에 해당하며, 한국전지학회(KOBS)에 6건(12%), 한국통신학회(KICS)에 5건(10%), 대한수학회(KMS)에 3건(6%) 등으로 나타났다. 수학관련 학회(KSIAM, KMS, SMB, KSMB, DDM, ICOSAHOM, Korea Logic group, RIMS 등)에 다수의 발표가 있었고, 그 외에 응용분야 및 공학분야에서도 많은 발표 실적을 보이고 있다.

학회명	발표편수	백분율
한국산업응용수학회 (KSIAM)	20	39%
한국전지학회 (KOBS)	6	12%
한국통신학회 (KICS)	5	10%
대한수학회 (KMS)	3	6%
한국전산유체공학회 (KSCFE)	3	6%
SMB (Society for Mathematical Biology)	3	6%
대한기계학회 (KSME)	2	4%
DDM (Domain Decomposition Methods)	1	2%
한국수리생물학회 (KSMB)	1	2%
한국화생방방어학회 (KSCBRD)	1	2%
International Society of Electrochemistry	1	2%
ICOSAHOM (International Conference on Spectral High Order Methods)	1	2%
대한영상의학학회 (KSR)	1	2%
한국전자파학회 (KIEES)	1	2%
Korea Logic Group	1	2%
RIMS(Kyoto Univ.)	1	2%
총합	51	100%

다음에는 참여대학원생들의 학술발표 제목을 기술하였다.

- ▶ KSIAM 2020 annual meeting (2020.11.12.~)
  - (이태용), Optimal treatment of the immune-evading oncolytic virus therapy for Cancer
  - (이상희), A Priori and A Posteriori Error Estimation for an Expanded Staggered DG Method
  - (현창민), Metal Artifact Reduction in Low-Dose Dental CBCT
  - (장대준), A fully automated method for tooth identification and segmentation in dental CBCT
  - (조현철), AI based digital platform integrating 3D multi modal, beam
  - (윤혜선), Digital dentistry
  - (백성현), Automated 3D Cephalometric Landmark Identification Using Computed Tomography
  - (송누리), The Least-squares finite element method with dual system for Helmholtz equation
  - (김성연), Impedance spectroscopy-based parameter identification of lithium-ion batteries
  - (서지연), Assessing the impact of two-dose varicella vaccination on varicella and herpes zoster incidences in the Republic of Korea
  - (조현우), The impact of Tuberculosis interventions in Korea
- ▶ KSIAM 2021 spring conference (2021.6.25.~)
  - (이상희), An expanded staggered DG for the heterogeneous diffusion equation
  - (장대준), Individual tooth segmentation in 3D dental model using 2D full-arch view
  - (윤혜선), Fully automated individual tooth-based registration of intra-oral scan and CBCT data
  - (TIANTIAN XU), Efficient immersed boundary projection method for heat transfer problems
  - (김성윤), Information Maximizing Generative Adversarial Networks for Capacity Estimation Using Impedance of Lithium-Ion Batteries
  - (이경록), Construction of a WENO scheme based on the exponential approximation space enhancing the third-order WENO scheme
  - (김상현), Mathematical Modeling and Numerical Simulation of Lithium-Ion Batteries
  - (정항순), CNN-based Prediction of Knee-point in Capacity Degradation of Li-Ion Batteries
  - (소범기), Web-Based Diagnostic Performance Comparison of Mobile phone and Computer through CNN in Diagnosing Thyroid Nodule on Ultrasonography
- ▶ 2020년도 한국전지학회(KOBS) 추계학술대회 (2020.11.19.~)
  - (김경현), Parameter Identification of Pseudo-two-dimensional PDE Model for Lithium-ion Battery

(김상현), 리튬 이온 배터리 모델 개발을 위한 파라미터 추정과 추정가능성 분석 방법  
 (정항순), CNN을 이용한 리튬 이온 배터리 열화 곡선의 Knee-point 조기 예측 및 분류  
 (김성연), Impedance spectroscopy-based parameter identification of lithium-ion batteries  
 (하진호), 유로 구조가 있는 바나듐 레독스 흐름 전지의 계층적 유체 네트워크 모델  
 (김성윤), 변분 장단기 메모리 신경망과 전이 학습을 활용한 리튬 이온 배터리의 건강 상태 예측

- ▶ KICS Winter Conference 2021 (2021.02.03.)
  - (신용민, 박진덕), 심층 발걸음 인식 모델에 대한 설명가능한 인공지능
  - (서창원), 네트워크 임베딩을 사용한 Top-N 추천 다양성 개선에 관한 연구
- ▶ 2021년 한국통신학회(KICS) 하계종합학술발표회 (2021.06.16.~)
  - (신용민), Edgeless network embedding in attributed networks
  - (박진덕), Network alignment aided by multi-view link prediction
  - (서창원), Enhanced Recommendation Using Sign-Aware Graph Neural Networks
- ▶ 2020 KMS Annual Meeting (2020.10.23.~)
  - (이태용), The comparisons of interventions against COVID-19 transmission in a tertiary hospital using a mathematical model
  - (김다애), Stability Analysis of Nonlinear Schrodinger equation
  - (서지연), Cost-benefit analysis of rapid diagnostic tests for Plasmodium vivax malaria in South Korea: A mathematical modeling study
- ▶ 2020 한국전산유체공학회(KSCFE) 통합학술대회 (2020.10.18.~)
  - (양민규), Taylor-Couette 유동 내 벽면 흡에 의한 난류 열전달 영향에 대한 연구
- ▶ 2021 한국전산유체공학회(KSCFE) 춘계학술대회 (2021.05.06.~)
  - (양민규), 박스 형상 소성로 내부의 소성공정 열유동 수치해석
  - (김지연), Advanced Prediction of 2D Turbulent Flows using Deep Learning
- ▶ Virtual Society for Mathematical Biology (SMB) 2021 Annual Meeting (2021.06.13.~)
  - (이태용), The impact of control strategies for COVID-19 in South Korea
  - (조현우), Age-structured Pulmonary TB dynamics and cost-effectiveness analysis in Korea
  - (서지연), Cost-benefit analysis of tafenoquine for the relapse prevention of Plasmodium vivax malaria in South Korea
- ▶ 대한기계학회 유체공학부 2021년 춘계학술대회 (2021.08.18.~)
  - (김지연), Prediction and Control of Turbulent Flows using Deep Learning
  - (양민규), 박스형상 소성로 및 산업용 화구의 소성공정 열유동 수치해석
- ▶ The 26th international domain decomposition conference(DD XXVI) (2020.12.07.~)
  - (김도현), Staggered Discontinuous Galerkin Methods for the Stokes Equations on General Polygonal Meshes
- ▶ 2021년 한국수리생물학회 연례 학술대회 (2021.08.27.~)
  - (서지연), Modeling the impact of rapid diagnostic tests and tafenoquine on the Plasmodium vivax malaria burden in North Korea
- ▶ 2021년도 한국화생방방어학회 춘계심포지엄 (2021.04.15.~)
  - (남재욱), 도심지 유동과 지형 유동의 실시간 예측
- ▶ 72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (2021.08.29.~)
  - (하진호), Hydrodynamic network model for redox flow batteries with flow field design
- ▶ ICOSAHOM 2021 (International Conference on Spectral High Order Methods) (2021.07.14.~)
  - (이상희), An expanded staggered DG method for the heterogeneous diffusion equation

- ▶ The 76th Korean Congress of Radiology (KCR 2020) (2020.09.17.~)  
(김강철), Automation of Spine Curve Assessment in Frontal Radiographs Using Deep Learning of Vertebral-tilt Vector
- ▶ 한국전자파학회 (KIEES) (2021.08.18.~)  
(나혜선), 시간조화 맥스웰 방정식에 대한 표준 유한요소와 비표준 유한요소의 비교
- ▶ The first Korea Logic Day 2021 (2021.01.14)  
(이효윤), Strong types and the Lascar group
- ▶ RIMS Model Theory Workshop 2020 (2020.12.09)  
(이효윤), Diameter of a type-definable Lascar strong type over a hyperimaginary

### ③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “연구 수월성 증진계획” 대비 실적을 중심으로 작성하되, 연구 업적물의 창의성·혁신성, 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성, (지역)산업에의 기여 등을 기술
2. 선정당시의 기준(등록특허 인정 등)을 적용 가능하되, 특허, 기술이전 등 실적의 소속기관은 해당 대학이어야 함(개인명의 특허, 기술이전 등 실적은 작성할 수 없음. 중복소속 허용)
3. 참여대학원생 참여기간에 발표된 업적물에 한하며, 졸업생의 경우 졸업 이후 발표된 논문도 실적으로 작성할 수 있음(소속기관은 교육연구단 소속 학과(부) 또는 교육연구단(팀)명으로 표시되어야 함. 단, 학과(부)를 미 표기 하는 학술지의 경우 수행 대학명(또는 단과대학 명)까지 표시된 논문은 실적으로 작성 가능(중복소속 허용))
4. 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

본 교육연구단의 자체평가 기간 내(2020.09.01.-2021.08.31.) 참여대학원생의 등록특허 실적은 총 3건이다. 2건의 해외등록 특허와 1건의 국내등록 특허이며, 자세한 내용은 아래와 같다.

< 참여대학원생 특허등록 현황 >

(실적기간 : 2020.09.01.-2021.08.31.)

연번	발명인 중 대학원생 성명	등록 국가	등록일자 (yyyymmdd)	등록번호	발명의 명칭	등록인 구분
1	현창민	대한민국	20210126	10-2210457	학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체	연세대학교 산학협력단
2	현창민	미국	20210427	US10,989,779	Apparatus and method for reconstructing magnetic resonance image using learning, and under-sampling apparatus method and recording medium thereof	연세대학교 산학협력단

본 발명은 촬영 시간을 대폭 줄이면서도 고화질의 복원된 자기공명영상을 얻을 수 있는 기계 학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 기계 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체를 제공한다. 자기 공명 영상의 촬영 시간은 매우 길기 때문에 고화질의 영상을 위해 긴 시간 동안 자기 공명 영상을 촬영하는 것은 환자에게 있어 매우 고통스런 과정일 수 밖에 없다. 또한, 데이터 획득에 상당한 시간이 소요되어, 자기공명영상 장치를 이용하는 환자에게 상당한 경제적 부담을 준다. 본 특허에서는 이 문제를 해결하였다.



연번	발명인 중 대학원생 성명	등록 국가	등록일자 (yyyymmdd)	등록번호	발명의 명칭	등록인 구분
3	양민규	미국	20210720	US11,069,913	Edox Flow Battery With Porous Electrode In Which Mixing Plate Is Inserted	연세대학교 산학협력단

본 특허는 에너지 저장 장치 (ESS: Energy Storage System)에 필수적인 이차전지 중의 하나인 레독스 흐름전지의 성능향상 관련된 기술에 대한 것이다. 특히, 다공성 전극 내부에서 활물질을 혼합하는 혼합 공간을 형성하여 활물질의 농도 불균일을 개선함으로써, 과전위를 감소시켜 에너지 효율을 개선하고, 스택의 대면적화 및 고출력화가 가능한 레독스 흐름 전지 설계에 관련된 기술이다. 본 특허는 2018년 12월 국내출원 후, 2020년 8월에 국내특허 등록을 마쳤으며, 미국 특허는 2019년 2월에 출원 후, 2021년 7월에 최종 등록 되었음. 초기 개념원리에 대한 연구결과는 2018년 12월에 Energy & Fuels의 국제학술지인 Journal of Power Sources (IF=9.127, 학제간 수학 분야 상위 10.965%)에 게재된 바 있다.

#### 4. 신진연구인력 현황 및 실적

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “우수 신진연구인력 확보 및 지원계획” 대비 실적 중심으로 작성하되, 신진연구인력(박사후과정생 및 계약교수)의 안정적 학술 및 연구 활동을 위한 교육연구단 차원의 제도 운영 현황 포함
2. 신진연구인력의 연구실적 및 교육실적에 대해서도 작성(실적 인정 기준은 참여대학원생과 동일)
3. 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

##### - 김인균 박사, 이광우 박사 (대수기하학 분야 신진연구인력, 2021년 3월 채용)

대수기하학을 전공하는 최성락 교수의 멘토링 아래 안정적인 연구/학술 활동을 할 수 있도록 다방면으로 지원을 하고 있다. 재직기간 동안 우수한 연구를 수행할 수 있도록 멘토링 교수와 비정기적인 연구 회의를 실시하여 연구 결과를 공유하고 토의를 진행하고 있다. 신진연구인력과 멘토링 교수와의 공통된 연구 주제를 찾아서 공동연구도 추진할 계획이다. 또한 채용된 신진연구인력이 원할 경우 전공관련 분야의 기초과목을 강의할 수 있는 기회도 제공하여 교육실적을 쌓을 수 있게 하고 있다. 김인균 박사는 2021년도 1학기에 이미 강의를 하여 첫 강의 경력을 쌓은 바 있다.

##### 김인균박사 연구/교육 실적

- (논문) Alpha invariants of birationally bi-rigid Fano 3-folds I, European Journal of Mathematics vol. 7, pages 272-308 (2021)
- (논문) Unstable singular del Pezzo hypersurfaces with lower index, Communications in Algebra, vol. 49, no. 6, pages 2679-2688 (2021)
- (교육) 2021-1학기, 과목명 : 공학수학(3), 학정번호 : MAT2016-07

##### - 한재호 박사 (정수론 분야 신진연구인력, 2021년 3월 채용)

기하학 교수의 멘토링 아래 안정적인 연구/학술 활동을 할 수 있도록 다방면으로 지원을 하고 있다. 기하학 교수가 2021년 1학기에 개설한 랑란드프로그램 대학원 강좌는 최근에 이 분야에서 진행되는 연구를 소개하거나 관련된 연구를 소개하였다. 한재호 박사는 이 강좌에서 자신의 최근 결과인 Gan-Gross-Prasad의 예상에 대해서 발표하였고, 연구 내용은 매우 획기적이었다. 한재호 박사의 앞으로의 연구도 매우 기대가 된다.

## 5. 참여교수의 교육역량 대표실적

### 1. 참여교수의 참여기간 동안 대표적인 교육활동(2020년 선정평가 기준 적용 가능)에 대해서 기술

#### ▣ 영역분할법 전문서적 시리즈 편저 (박은재교수)

현재 슈퍼컴퓨터의 눈부신 발전으로 지금까지 풀기 어려웠던 큰 스케일의 편미분방정식을 효율적으로 풀 수 있는 대표적인 수치해법으로 영역분할법이 있다. 특히 병렬 계산을 할 수 있다는 장점 때문에 영역분할법은 최근 30년간 비약적으로 발전을 하였다. 영역분할법은 경계치 문제를 푸는데 있어서, 해를 구하고자 하는 원래 정의역을 부분영역으로 나누고 반복법으로 해를 구하여 원래 해에 근사시키는 방법이다. 엄밀한 수학기론에 근거하여 고속해법이 개발되었으며 이에 대한 기본 이론은 유한요소법 강의에서 다룬다. 영역분할법 전문서적 시리즈(Springer LNCSE v.116)로 Domain Decomposition Methods in Science and Engineering XXIII (C. Lee, X.-C. Cai, D. Keyes, H. Kim, A. Klawonn, E.-J. Park 편저, 415쪽)를 하였으며 현재 download회수가 25,000회에 이른다.

#### ▣ 대학원 수리논리 교재 저술 (김병한교수)

김병한 교수는 2021년 7월부터 대학원 수리논리 교재로 ‘모델론의 기초’를 출간할 계획을 가지고 저술 작업을 시작하였다. 김병한 교수는 이미 2014년 영문으로 작성된 연구서 및 대학원 교재인 ‘Simplicity Theory’를 Oxford 대학 출판부를 통해 Oxford Logic Guides 시리즈 53권으로 출간했었고, 2016년에는 괴델의 업적과 일생에 관한 연구서이고, 대학원 교재인 J. Dawson의 ‘논리적 딜레마’를 번역하여 경문사를 통해 출간하였다. 이러한 경험과 그동안의 강의 내용을 바탕으로, 언급한 모델론 대학원 교과서를 저술을 시작하려는 것이다.

아울러 2021년도 1학기 대학원 수리논리학 강의를 학생 제안 교과목으로 운영하였다. 즉 학생들이 강의에서 얻고자 하는 목표를 학생들이 제안한 방식을 반영하여 강의를 진행한 것이다. 학생들이 제안한 대로 수리논리의 매우 중요한 결과인 괴델의 불완전성 정리에 대한 증명의 발표를 학생들이 번갈아 가면서 진행하였다. 다만 이는 과목의 기대 수준을 넘는 것이기에 평가에 크게 영향을 미치지 않게 진행하였다. 모든 학생들이 진지하게 최선을 다하여 발표에 임하였다. 미흡한 점도 있었지만 학생들 스스로 준비했던 점에서 만족도가 매우 높았다. 또한 집합론의 기본 이론을 세운 칸토어의 일생에 대하여 알아보는 기회를 역시 평가와 관련 없이 가졌다. 학생들의 높은 호응을 확인할 수 있었다.

#### ▣ 대수곡선론 번역 및 출간 (최성락교수)

일본의 세계적인 도쿄대학교의 대수기하학자 오기소 케이지(Oguiso Keiji)교수가 저술한 대수곡선론(代數曲線論)을 번역하여 출간하였다(ISBN 979-11-6073-481-2). 일본의 대수기하학자들이 저술한 책들은 대부분 영어로 번역되어 있지만, 이 책은 아직 일본어판만 있으며 번역본으로는 한국어판이 처음인 셈이다. 이 책은 수학을 전공하는 고학년 학부생 또는 대수기하학/복소기하학에 입문하려는 대학원생들을 대상으로 쓰여진 책이다. 일본의 도쿄대학, 오사카대학, 나고야대학 등 일본의 많은 대학에서 대수기하학 과목의 교과서 또는 참고서적으로 쓰이고 있으며 대수기하학/복소기하학의 가장 좋은 입문서 중의 하나로 일본 내에서 평판이 나있다. 연세대학교 수학과에서도 2021년 2학기부터 관련 과목의 참고교재로 쓸 예정이며 추후에 대학원 대수기하학 과목을 개설하여 정식 교과서로 채택할 예정이다. 현재 한국어로 쓰여진 수학 교재 중에서는 최고 수준이며 대학원 수준의 과목에서도 사용 가능한 최초의 한국어 교과서이다.

## 6. 교육의 국제화 전략

### ① 교육 프로그램의 국제화 현황

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “교육 프로그램 국제화 계획” 대비 실적을 중심으로 작성하되, 선정평가의 기준을 적용할 수 있음
  - ▶ 외국대학과의 복수학위제, 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 현황 및 계획,
  - ▶ 해외학자(전임교수, 초빙교수, 객원교수 등 포함) 활용 계획 및 역할,
  - ▶ 우수 외국인 학생 유치 현황 및 계획
2. 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

#### A. 해외 기관 및 대학과의 인적교류 현황

- (1) 베를린 대학교(Humboldt-University of Berlin, 독일) 방문학생 초청 세미나
  - 일시 및 장소 : 2020.09.23. 연세대학교 첨단관 615호
  - 내용: 방문 학생인 Emilie Pirch의 연구주제인 A modified HH0 method and its implementation에 대한 발표가 주를 이룸. 대학원생들(신재민, 김도현, Do Hong Nhung, 이상희)의 관심 분야 및 연구주제를 관련지어 관점을 달리하여 해석해보는 등 다양한 논의를 진행함. 특히 이상희 학생과의 공동연구 방향성을 설정하여 2020-2학기 공동연구 진행을 위한 발판을 마련함.
- (2) 베를린 대학교(Humboldt-University of Berlin, 독일) Numerical Analysis 팀과의 zoom meeting
  - 일시 및 장소 : 2020.11.25, online zoom meeting
  - 내용: 베를린 대학교 NA team-seminar에 초청받아 이상희 대학원생이 그 구성원 Emilie Pirch와 공동 발표함. 두 학생은 공동연구 주제를 메인으로 각자의 연구주제와 연결하여 소개하고, 격식을 벗어나 보다 자유로운 분위기 속에서 질의응답 진행함. 두 학과는 향후에도 대학원생 주도의 연구 교류를 지속하기를 기대하고 있음.
- (3) 교토대학교 RIMS(일본)에서 한국과 일본의 모델론 연구자들의 연구 결과 발표
  - 일시 및 장소 : 2020년 12월 첫주, 둘째주, 온라인 미팅
  - 내용 : 일본 Tsukuba University와 한국 연세대를 중심으로 모두 29명이 참관, 6명이 발표. 특히 연세대의 수리논리 팀에서 김병한 교수와 2명의 대학원생(김준희, 이효운), KAIST 이정욱 연구교수, KIAS 안진후 박사 모두 참여하여 발표함.  
※ <https://sites.google.com/view/rimsmodeltheoryworkshop2020/>
- (4) 중국과학원(Chinese Academy of Science, 중국) Yifei Chen 교수와 대수기하학 워크샵
  - 일시 및 장소: 2021년 2월 24일, Zoom 온라인참여교수: 최성락 교수
  - 내용: Yifei Chen(Chinese Academy of Science) 교수와 신용주(충남대) 박사를 연사로 초청하여 최신 연구 결과에 대한 강연을 실시하였다. 각 강연 후에는 질문 및 토론시간을 30분간 충분히 마련하여 대학원생들이 가벼운 마음으로 질문할 기회를 제공하고 연구 자문을 구할 수 있도록 하였다. Yifei Chen 교수와는 오래 동안 연구 교류를 지속해 온 사이이며 상호 방문을 주기적으로 해왔다. 코로나 바이러스의 상황이 나아지면 다시 정기적인 상호 방문을 재개하여 연구원 및 대학원생들이 참여할 수 있는 학술대회/워크샵을 개최할 계획이다.

**B. 해외학자(전임교수, 초빙교수, 객원교수 등 포함) 활용**

- 정규교과목 공동개설  
(실적 기간 내 해당사항 없음)
- 학위논문 심사위원 위촉  
(실적 기간 내 해당사항 없음)

**C. 우수 외국인 학생 유치 현황**

본 교육연구단은 중국 Ocean 대학, 몽골과학기술대학(MUST) 등으로부터 학생을 추천받아 외국인 신입생으로 선발해 오고 있다. 또한, 정부초청장학생 및 민간외국인초청장학생 제도 등을 통해 우수 외국인 학생을 유치하려고 노력하고 있다.

외국대학 추천 신입생	Yu Hou(Ocean U, 중국) - 2021-1학기 입학 Uranchimeg Dorlgjav (MUST, 몽골) - 2021-1학기 입학
현대차 정몽구 글로벌 장학사업	TAN, SEK FOOK (말레이시아) - 학부 졸업 연기로 입학취소(코로나19)
정부초청외국인 장학생	KYAW NAING, THIRI (미얀마) - 2021-1학기 입학

**② 참여대학원생 국제공동연구 현황**

<표 2-9> 교육연구단 소속 학과(부) 졸업생 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (yyyy-mm-yyyy-mm)
	교육연구단				
	대학원생	지도교수			
1	서수길	Zakariae Bouazzaoui	모로코/Moulay Ismail 대학교	p-rationality of number fields	2019.05~2021.08 (진행중)
2	이지현	Peter Kim	호주 / University of Sydney	Oncolytic_Virotherapy	2020.09~2021.08
3	최성락	Victor do Valle Pretti	브라질/IMECC-UNICAMP	Smooth quartic Q3의 derived category	2021.05~2021.08 (진행중)
4	박은재	Eric Chung, Lina Zhao	중국/Chinese University of Hong Kong	SDG Methods	202009~202106
5	박은재	Amiya K. Pani	인도/IIT Bombay	FEM for Quasi-geostrophic equations	202009~202102
6	박은재	Emilie Pirch	독일/Humboldt-University of Berlin	FVM and SDG methods	202009~202012
7	신원용	문주철	미국/California State University Long Beach	Explainable AI on Gait recognition problems	202007~202108
8	신원용	Yejin Kim	미국/University of Texas Health Science Center (UTHealth)	Rec-DivNet: Diversity-Enhanced Recommendation Using Network Embedding	202009~202108
9	이창훈	Leonardo P. Chamorro, Jin-Tae Kim	미국/University of Illinois	On the effect of aspect ratio in the dynamics of air bubbles within Rayleigh-Benard convection	202009~202108
10	최정일	Donghyun Rim, Lance Wallace	미국/Pennsylvania State University, Wallace Research	Indoor aerosol modeling,	202009~202108

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “대학원생 국제공동연구 계획” 대비 실적을 중심으로 작성, 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요
2. 작성 기준은 2020년 선정평가 기준(단순한 국제학술대회 참가 불인정, 15일 이상 해외연구실 공동연구 실적 인정 등) 활용할 수 있음

(1) Zakariae Bouazzaoui 박사(Moulay Ismail 대학, 모로코)와 서수길 교수의 지도학생인 000 대학원생이 2019년 5월부터 공동연구를 하고 있다. 교류를 한 첫 1년 동안 Sophie-Germain 소수 1에 대해  $Q(\zeta_{l+1})^+$ 의 p-rationality에 대한 (단독) 연구를 진행하였으며 그 결과가 최근(2021년 6월)에 Journal of Number Theory에 (온라인으로) 실렸다. 2020년 6월부터 본격적으로 Galois Group이 symmetric group인 number field의 p-rationality에 대한 공동 연구를 진행하고 있으며, 2021년 가을까지는 주요 결과를 내고 preprint를 완성하는 것을 목표로 하고 있다. 차후 공동 연구로는 modular form을 이용해서 소수 p에 대해,  $Q(\sqrt{p})$ 의 p-rationality를 검증하는 것 (Ankeny-Artin-Chowla 가설과 동치이다.)을 계획하고 있다.

(2) Peter Kim 교수(University of Sydney)는 이지현 교수의 지도 학생인 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. 바이러스를 활용하여 암을 치료하는 방법에서 최적의 전략을 도출하는 연구를 진행하여 2020년 2월에 결과를 게재하였고 현재 후속 연구를 진행하고 있다.

(3) Victor do Valle Pretti (IMECC-UNICAMP, 브라질)가 저술한 'Zero rank asymptotic Bridgeland stability'라는 제목의 preprint에 대해서 최성락 교수의 지도학생인 000 대학원생이 저자에게 질문하고 공동연구를 시작하게 되었다. 이 논문의 결과에 대한 질문을 통해 논문에서 쓰인 이론으로 더 큰 결과로 확장하는 방법을 같이 연구하였다. Victor는 P3일 때만 orthogonal decomposition을 다뤘는데 smooth quadric Q3와 더 나아가서 generalized Bogomolov Gieseker inequality를 만족하는 threefold 중 zeroth chern character  $ch_0$ 이 0인 object에 대해 collaboration하자는 논의를 진행하였다.

(4) Eric Chung 교수와 Lina Zhao 박사 (Chinese University of Hong Kong)는 6개월간 (2020.09.01.-2021.06.30.) 온라인을 통하여 박은재 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. 크랙이 존재하는 다공성 물질을 통과하는 Darcy flow 및 Navier-Stokes equations에 대한 연구를 진행하였으며, 현재 국제저명학술지에 투고하였다. 또한, Boussinesq problem 등 여러 모델에 관한 추가연구를 진행 중이다.

(5) Amiya K. Pani 교수 (IIT Bombay)는 6개월간 (2020.09.01.-2021.02.28.) 온라인을 통하여 박은재 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. Quasi-geostrophic equations에 대한 nonconforming FEM을 연구하였다. 해당 연구 결과는 Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering에 게재되었다.

(6) Emilie Pirch 학생(Humboldt-University of Berlin)은 4개월간 (2020.08.31.-2020.12.22.) 본 학과를 방문하여 박은재 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. HH0 방법과 SDG 방법을 비교하며 장단점을 논하였고, FVM과 SDG의 특징(DOFs, stencils 등)을 비교·분석하여 SDG 방법의 한계점을 보완하기 위한 연구를 하였다.

(7) 문주철 교수 (California State University Long Beach, 미국)은 약 13개월간 (2020.07.01. - 현재) 신원용 교수의 지도학생인 000, 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. Explainable AI를

Gait recognition problem에 적용하는 연구를 진행하였고, 본 연구내용을 담은 논문은 현재 Pattern Recognition에 투고된 상태이다.

(8) Yejin Kim (University of Texas Health Science Center (UTHealth), 미국)은 약 6개월간 (2020.09.01. - 현재) 신원용 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. Recommender system의 diversity를 증가시키기 위한 연구를 수행하고 있고, 관련 연구 결과들은 현재 논문으로 작성 중이며, 국제 저명 학술지에 투고할 예정이다.

(9) Leonardo P. Chamorro 교수와 Jin-Tae Kim 연구원 (University of Illinois)은 약 10개월간 (2020.09.01.-현재) 이창훈 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. 본 연구진은 해당 연구에 필요한 시뮬레이션을 돌리기 위한 코드를 제공하였다. 관련 연구 결과들은 현재 'Physics of Fluids' 논문지에 제출되어 리뷰 중이다.

(10) Donghyun Rim 교수 (Pennsylvania state university)와 Lance Wallace 박사(Wallace research)는 최정일 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. 실내 미세입자가 겪는 물리적인 현상들을 고려한 수리모델과 최적화 알고리즘을 통하여 미세입자의 크기별 수농도 분포 추정에 대한 연구를 수행하고 있다. 관련 연구 결과를 Indoor Air 2020에서 발표하였고, 논문으로 작성하여 국제저명 학술지에 투고할 예정이다.

### Ⅲ

## 연구역량 영역

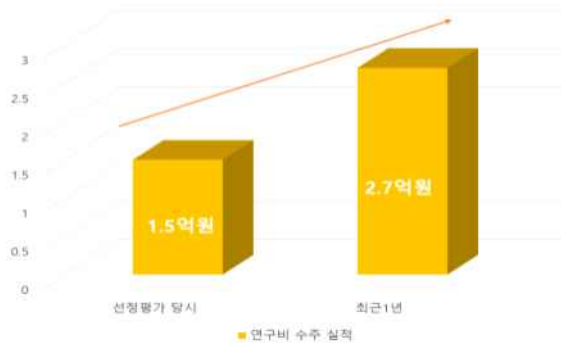
### □ 연구역량 대표 우수성과

교육연구단 연구역량(참여교수 논문실적, 특허실적, 연구비 수주실적 등) 대표 우수 성과에 대해서 작성

#### 1. 참여교수 연구비 수주 실적 (참여교수 21명)

- 실적기간(최근 1년) 참여교수 1인당 연구비 수주 실적 : 약 2.7억원
- 선정평가 당시 1인당(1년기준) 연구비 수주 실적 : 약 1.5억원

연구비: 선정평가 대비 약 66.4% 증가함



#### 2. 참여교수 연구업적물(논문)의 우수성

- 실적기간(최근 1년) SCI급 논문 게재 실적 : 총 72편
- JIF 상위 25%(Q1) 이내의 논문은 총 41편(전체 논문의 56.9%)
- 5% 이내의 논문은 10편(전체 논문수의 13.9%)
- 10% 이내의 논문은 20편(전체 논문수의 27.8%)
- 15% 이내의 논문은 29편(전체 논문수의 40.3%)
- 게재 논문의 JCR 카테고리 : 수학분야에 게재된 논문 비율이 총 58% 정도
- 응용수학분야(MATHEMATICS, APPLIED)가 전체 논문의 32%
- 수학분야(MATHEMATICS)가 19%,
- 다학제간수학분야(MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS)는 7%

참여교수의 SCI급 게재 논문 JIF 상위 25% 이내



- o 참여교수 1인당 논문수 및 환산편수
  - 1인당 논문수는 3.43편으로 선정평가 당시 1인당 논문수 2.87에 비해 다소 높아짐
  - 환산편수는 22.99편으로 선정평가의 24.15보다 약간 적은 편임
  
- o 게재 논문의 JIF 및 환산보정 IF
  - 1인당 JIF합은 10.64으로 선정평가 6.53에 비해 높은 향상이 있었음
  - 논문 1편당 IF는 3.10으로 선정평가 2.28에 비해 높게 나타남
  - 환산보정IF는 16.41로 선정평가 16.12와 유사하게 나타남
  - 논문1편당 환산보정 IF는 0.2279로 선정평가 0.2678보다 약간 낮게 나타남
  - 1인당 환산보정IF는 0.7814로 선정평가 0.7677보다 약간 높게 나타남

### 3. 교육연구단 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

업적	논문명
대표업적 1	비가환 호몰로지 거울 사상 (홍한솔 교수) 논문: Noncommutative Homological Mirror Functor, Memoirs of the American Mathematical Society (2021)
대표업적 2	비국소적항을 포함한 기체운동방정식의 정량적 유체역학 극한 (최영필 교수) 논문 : Quantifying the hydrodynamic limit of Vlasov-type equations with alignment and nonlocal forces, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (2021)
대표업적 3	딥러닝 기반 의료영상에서의 underdetermined 역문제를 해결 (서진근 교수) 논문 : Deep Learning-based Solvability of Underdetermined Inverse Problems in Medical Imaging, Medical Image Analysis (2021)
대표업적 4	준지근 방정식에 대한 Morley 요소법 및 오차 추정 (박은재 교수) 논문 : Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering (2021)

### 4. 참여교수 특허의 우수성

- o 실적기간(최근 1년) 등록특허는 총 4건(해외등록 특허 2건, 국내등록 특허 2건)

해외등록	
(서진근교수, 이승철교수) Apparatus and method for reconstructing magnetic resonance image using learning, and under-sampling apparatus method and recording medium thereof, 등록특허, US10,989,779, 2021.04.27, 미국	(최정일교수) Edox Flow Battery With Porous Electrode In Which Mixing Plate Is Inserted, 등록특허, US11,069,913 B2, 2021.07.20. 미국



US010989779B2

(12) **United States Patent**  
Hyun et al.

(10) **Patent No.:** US 10,989,779 B2  
(45) **Date of Patent:** Apr. 27, 2021

(54) **APPARATUS AND METHOD FOR RECONSTRUCTING MAGNETIC RESONANCE IMAGE USING LEARNING, AND UNDER-SAMPLING APPARATUS METHOD AND RECORDING MEDIUM THEREOF**

(58) **Field of Classification Search**  
CPC ..... G01R 33/4816; G01R 33/4818; G01R 33/482; G01R 33/4822; G01R 33/4824; (Continued)

(56) **References Cited**  
U.S. PATENT DOCUMENTS  
2015/0228872 A1 1/2015 Takeshima  
2016/0109546 A1\* 4/2016 Machi ..... G01R 33/5654 324322  
(Continued)

FOREIGN PATENT DOCUMENTS  
CN 103679654 3/2014  
JP 6973627 1/2017  
(Continued)

OTHER PUBLICATIONS:  
Ja Schlemper et al., "A Deep Cascade of Convolutional Neural Networks for Dynamic MR Image Reconstruction", IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 37, No. 2, (Feb. 2018), pp. 491-503.  
Primary Examiner — Tung X Nguyen  
(74) *Attorney, Agent, or Firm* — Cantor Colburn LLP

(71) Applicant: YONSEI UNIVERSITY, UNIVERSITY-INDUSTRY FOUNDATION (UIF), Seoul (KR)

(72) Inventors: Chang Min Hyun, Seogwipo-si (KR); Jin Keun Seo, Seoul (KR); Hwa Pyung Kim, Seoul (KR); Sung Min Lee, Bucheon-si (KR); Sung Chol Lee, Seoul (KR)

(73) Assignee: YONSEI UNIVERSITY, UNIVERSITY-INDUSTRY FOUNDATION (UIF), Seoul (KR)

(\* ) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 263 days.

(21) Appl. No.: 16/144,666  
(22) Filed: Sep. 27, 2018  
(65) **Prior Publication Data**

US011069913B2

(12) **United States Patent**  
Choi et al.

(10) **Patent No.:** US 11,069,913 B2  
(45) **Date of Patent:** Jul. 20, 2021

(54) **REDON FLOW BATTERY WITH POROUS ELECTRODE IN WHICH MIXING PLATE IS INSERTED**

(58) **Field of Classification Search**  
CPC ..... H01M 8/02; H01M 8/04186; H01M 8/188; H01M 8/18  
See application file for complete search history.

(56) **References Cited**  
U.S. PATENT DOCUMENTS  
2015/0030954 A1\* 1/2015 Kim ..... H01M 4/8605 429452  
2015/0263358 A1\* 9/2015 Zafrow ..... H01M 8/0263 42951  
2018/0159163 A1\* 6/2018 Hanafusa ..... H01M 4/86

FOREIGN PATENT DOCUMENTS  
JP 2003157885 A 5/2003  
JP 2016065286 4/2016  
JP 60082224 10/2016  
JP 2016005391 A 4/2018  
JP 2018106014 A 11/2018  
KR 20110088881 8/2011  
WO WO/2016/089970 A1\* 12/2016 ..... H01M 4/86  
\* cited by examiner

(71) Applicant: INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY, Seoul (KR)

(72) Inventors: Jung Il Choi, Goyang (KR); Yun Young Choi, Goyang (KR); Min Gyu Yang, Seoul (KR)

(73) Assignee: INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY, Seoul (KR)

(\* ) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 295 days.

(21) Appl. No.: 16/276,380  
(22) Filed: Feb. 14, 2019  
(65) **Prior Publication Data**  
US 2020/0185748 A1 Jun. 11, 2020  
Primary Examiner — Adam A Anciero

**국내등록**

(서진근교수, 이승철교수) 학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체, 등록특허, 10-2210457, 2021.01.26, 대한민국

(신원용교수) 인공 신경망을 이용한 소셜 네트워크 완성 방법 및 장치, 등록특허, 10-2284436, 2021.07.27, 대한민국



**특허증**  
CERTIFICATE OF PATENT

**특허** 제 10-2210457 호  
Patent Number

**출원번호** 제 10-2018-0110417 호  
Application Number

**출원일** 2018년 09월 14일  
Filing Date

**등록일** 2021년 01월 26일  
Registration Date

**발명의 명칭** Title of the Invention  
학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체

**특허권자** Patentee  
연세대학교 산학협력단(274171-\*\*\*\*\*)  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

**발명자** Inventor  
등록사항관에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.  
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



**특허증**  
CERTIFICATE OF PATENT

**특허** 제 10-2284436 호  
Patent Number

**출원번호** 제 10-2019-0126749 호  
Application Number

**출원일** 2019년 10월 14일  
Filing Date

**등록일** 2021년 07월 27일  
Registration Date

**발명의 명칭** Title of the Invention  
인공 신경망을 이용한 소셜 네트워크 완성 방법 및 장치

**특허권자** Patentee  
연세대학교 산학협력단(274171-\*\*\*\*\*)  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

**발명자** Inventor  
등록사항관에 기재

**5. 산업 · 사회에 대한 기여도**

- o **산학협력을 통한 공동연구 수행**
  - 산업수학 석사과정 인력양성 프로그램 진행 (㈜삼성메디슨과 연계)
  - 산학장학생 운영 (㈜볼트시뮬레이션)
  - 산학협력 연구 및 개발 : 총8건의 산학과제 수행
- o **사회문제 해결을 위한 공공기관 위원회 활동**
  - 방역연계 범부처 감염병 연구개발사업의 “감염병 확산 모형 개발” 세부과제 책임자 활동




o 대중강연을 통한 수학/과학의 대중화

- 총 3건의 대중강연 수행 : 대학원생 대상 대수기하하학 난제에 대한 Youtube 실시간 중계강의, 2020 IT 21 글로벌 컨퍼런스에서 대중강연, Korean Logic Day에서 온라인 강연 등

o 외부 기관 수상

- 대한수학회 국내논문상 : 강경근 교수
- 대한수학회 디아이 수학자상 : 최희준 교수
- KSIAM-금곡 학술상 : 박은재 교수
- 2020년도 한국통신학회 하계종합학술발표회 우수상 : 신원용
- 2021년도 한국통신학회 동계종합학술발표회 우수상 : 신원용
- ※ 디아이 수학자상은 한국 수학의 학문적 발전에 기여하거나 국내외적으로 수학적 위상을 높여 학계 발전에 기여한 자를 시상
- ※ 금곡학술상은 연구의 수월성을 기준으로 계산·응용수학 분야 및 공학 분야에서 탁월한 연구업적을 통해 해당 분야 학문의 진보에 이바지한 연구자에게 수여

대한수학회 국내논문상, 대한수학회 디아이 수학자상

<p>㉓ 대한수학회 국내논문상: 국내 수학 관련 학술지에 게재된 논문이 국제적으로 많이 인용되어 그 우수성을 인정받아 학문발전에 크게 공헌한 사람</p>	<p>㉔ 대한수학회의 디아이 수학자상: 대한민국 국적을 가진 수학자로 한국 수학의 학문적 발전에 기여하거나 국내외적으로 수학적 위상을 높여 학계 발전에 기여한 사람</p>
<p><b>2020년도 대한수학회의 국내논문상</b></p> <p>&lt;입력&gt; 세병주 교수와 강경근 교수, 이지훈 교수의 대한수학회지(Journal of the Korean Mathematical Society)에 실린 논문 "Asymptotic behaviors of solutions for a serrated model coupled to fluid equations" (Vol. 53 (2016), no. 1, 127-146)은 국외 유명 저널에 다수 인용되는 등 그 우수성을 인정받아 학문 발전에 크게 공헌한 점을 높이 평가하여 수상자로 선정되었다.</p> <div data-bbox="288 1093 373 1205">  <p><b>세병주(1974년)</b> 한양대학교 응용수학과 교수</p> </div> <div data-bbox="421 1115 671 1227"> <p>&lt;약력&gt; 2003 서울대학교 이학박사(비선형편미분방정식) 1999 서울대학교 이학박사(비선형편미분방정식) 1997 서울대학교 이학사(수학) 2007-현재 한양대학교 교수</p> </div> <div data-bbox="288 1272 373 1384">  <p><b>강경근(1968년)</b> 연세대학교 수학과 교수</p> </div> <div data-bbox="421 1272 671 1384"> <p>&lt;약력&gt; 2002 Univ. of Minnesota 이학박사(편미분방정식) 1997 연세대학교 이학박사(편미분방정식) 1993 연세대학교 이학사(수학) 2011-현재 연세대학교 수학과 교수 2005-2011: 삼광대학교 수학과 교수</p> </div>	<p><b>2020년도 대한수학회의 디아이 수학자상</b></p> <p>&lt;입력&gt; 최희준 교수는 존선형 편미분 방정식의 정확성 연구와 비압축성 압축성 나비에-스톡스 방정식의 강해 및 정확성, 그리고 수치해석 기법인 meshfree method 개발에 탁월한 연구 결과를 얻었다. 또한 산업수학의 하나인 금융수학 분야에서 훌륭한 인재를 양성하여 수학적 금융을 포함한 여러 산업에 기여하였다. 1990년대 초에는 한일 수학자들 간에 국제적 학술 교류를 적극적으로 실시하였고, 후학들의 연구능력 증진에 커다란 보탬이 되도록 노력하여 국내 편미분 방정식의 위상을 세계적 수준으로 끌어올리는 데 기여하였다. 특히, 압축성 나비에-스톡스 방정식의 강해의 존재성에 대한 논문들은 관련 수리유체 연구자들에게 널리 인용되어 현재 142편과 99편의 피인용수를 기록하고 있다. 최희준 교수는 계속해서 다양한 연구 분야에 도전함으로써 한국 수학의 위상을 높이고 있으며, 후배 수학자들의 귀감이 되고 있다.</p> <div data-bbox="863 1025 963 1160">  <p><b>최희준(1956년)</b> 연세대학교 수학과 교수</p> </div> <div data-bbox="995 981 1294 1317"> <p>&lt;약력&gt; 1989 Univ. of Kentucky 이학박사(편미분방정식) 1979 서울대학교 공학사(전기공학) 2005-현재 한국과학기술원연구원 정회원 2001-현재 연세대학교 교수 1996-2001 카이스트 부교수 1991-1996 로스텍 부교수</p> </div>

KSIAM-금곡 학술상

한국통신학회 우수상

[화제의 인물] 수학계신학회(계산과학공학회) 박은재 교수, '제8회 KSIAM-금곡학술상' 수상

수학계신학회(계산과학공학회) 박은재 교수, '제8회 KSIAM-금곡학술상' 수상

2020.11.12-15 서귀포 캠프



수학계신학회(계산과학공학회) 박은재 교수가 지난 11월 13일 제주도에서 열린 한국선임응용수학회(KSIAM) 가을학기학술대회에서 제8회 KSIAM-금곡학술상 수상자로 선정됐다.

#2020-137호

**우수논문상**

시상내역: 학술대회 우수논문  
준공제류: 임계 조건에서 존재하는 극성 해의 조건의 정성 분석  
저 자 명: 은우, 신원용, 정영달 (충남대학교, 연세대학교)

상기 논문은 본 학회에서 개최하는 2020년도 하계종합학술발표회에서 우수논문으로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2020년 11월 13일

한국통신학회 회장 박 세 응

#2021-051호

**우수논문상**

시상내역: 학술대회 우수논문  
논문제목: 네트워크 입체망을 사용한 Top-II 극한 디탈링 계층적 분산 연구  
저 자 명: 서원진, 정영준, 신원용(연세대학교)

상기 논문은 본 학회에서 개최하는 2021년도 동계종합학술발표회에서 우수논문으로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2021년 6월 16일

한국통신학회 회장 김 영 환

o **사회문제에 적용 가능한 연구 수행 실적**

- 딥러닝을 통해 초음파 영상으로부터 암을 진단해 내는 알고리즘을 개발 및 특허화
- 딥러닝 기술을 접목한 Cuffless 혈압 측정 알고리즘 개발 및 웨어러블 장치의 솔루션 개발
- 감염확산 방지를 위한 스크리닝 문진, 의료진 방어복 사용 등의 효과적인 대응전략 방안 도출 연구
- 효율적인 금융자산가격모형 개발과 다양한 파생금융상품에 대한 공정가격 결정에 대한 연구
- 서울에서 생기는 오염물질과 미세먼지 확산에 대한 난류모델 개발 및 수치계산 수행
- 초음파 영상을 이용한 양수량 측정 자동화 방법을 세계 최초로 개발

**6. 참여교수의 연구의 국제화 현황**

o 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적

- 기조강연 및 초청강연 : 8건 (선정평가에 비해 7% 감소)
- 학술대회 위원회 및 좌장 : 10건 (선정평가에 비해 28% 증가)
- 학술지 편집 위원 : 10건

o 참여교수의 국제 공동연구 실적

- 총 13건의 공동연구 실적이 있으며, SCI급 저널에 그 결과를 게재함

## 1. 참여교수 연구역량

### 1.1 연구비 수주 실적

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

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간 (2020.9.1.-2021.8.31.) 실적	비고 (증가율) (선정평가 1년환산)
정부 연구비 수주 총 입금액	9,037,523	5,507,874	82.8%
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	1,310,170	230,043	-47.3%
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	-
1인당 총 연구비 수주액	492,747	273,234	66.4%
참여교수 수	21	21	-

## 1.2 연구업적물

### ① 참여교수 연구업적물의 우수성

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “연구 연구역량 향상계획” 대비 실적을 중심으로 작성하되, 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요
2. 저명학술지의 계량적인 연구논문의 수치(IF, ES, FWC1) 등은 교육연구단의 자체적인 기준에 따라서 작성하되, 선정평가(2020) 당시의 기준을 활용할 수 있음
3. 교육연구단 참여교수의 평균적인 연구실적과 대표연구실적을 함께 작성
4. 참여교수의 참여기간에 발표된 업적물에 한함(소속기관은 교육연구단 소속 학과(부)로 표시되어야 함. 단, 수행 대학 내 타 학과명으로 소속이 표기된 경우에도 대학명 확인이 가능하면 실적으로 작성 가능(중복소속 허용)

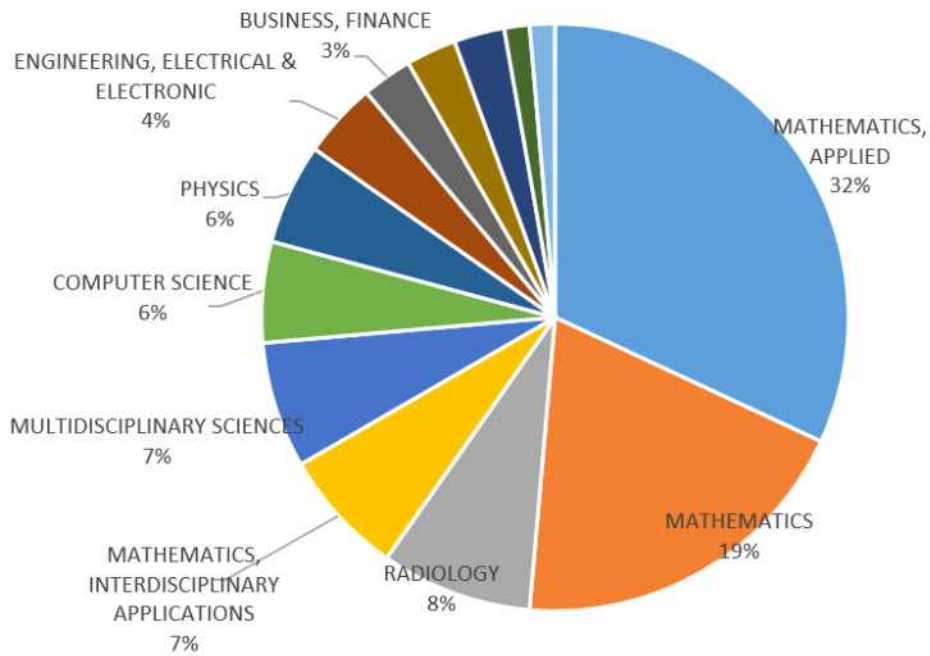
본 교육연구단 참여교수는 총 21명이며, 실적기간 (1년간, 2020.09.01.-2021.08.31.) 동안 SCI급 논문을 총 72편 게재하였다. JIF 상위 25%(Q1) 이내의 논문은 총 41편으로 전체 논문의 56.9%이다. 5% 이내의 논문은 10편(전체 논문수의 13.9%)이며, 10% 이내의 논문은 20편(전체 논문수의 27.8%), 15% 이내의 논문은 29편(전체 논문수의 40.3%)이다. 참여교수별 논문의 우수성(1인당 최대 2편)은 “[부록3] 참여교수 연구 업적물의 우수성”에 기술하였다.

< 참여교수 논문 실적 현황 > 실적기간 : 2020.09.01.-2021.08.31.(1년간)

전공단위	교수수	총논문수	5%이내	10%이내	15%이내	25%이내(Q1)
수학전공	16	41	6	11	16	20
CSE전공	5	31	4	9	13	21
수학계산학부	21	72	10	20	29	41
	비율		13.9%	27.8%	40.3%	56.9%

본 교육연구단 참여교수의 논문이 속한 JCR 카테고리를 아래에 나타내었다. 수학분야의 카테고리인 응용수학분야(MATHEMATICS, APPLIED)가 전체 논문의 32%로 가장 높은 비율을 보였으며, 수학분야(MATHEMATICS)가 19%, 다학제간수학분야(MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS)는 7%를 보여준다. 수학분야에 게재된 논문 비율이 총 58% 정도이다. 그 외에 영상의학분야 중 하나인 RADIOLOGY 분야가 8%를 차지하였으며, 그이에 다학제간과학연구(MULTIDISCIPLINARY SCIENCES), 컴퓨터과학분야(COMPUTER SCIENCE), 물리분야(PHYSICS), 전기전자분야(ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC) 등이 그 뒤를 이었다.

JCR 카테고리	논문편수	백분율
MATHEMATICS, APPLIED	23	32%
MATHEMATICS	14	19%
RADIOLOGY	6	8%
MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	5	7%
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	5	7%
COMPUTER SCIENCE	4	6%
PHYSICS	4	6%
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	3	4%
BUSINESS, FINANCE	2	3%
MEDICINE	2	3%
STATISTICS & PROBABILITY	2	3%
MECHANICS	1	1%
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	1	1%
총합	72	100%



본 교육연구단 실적기간 내 SCI급 저널에 게재된 논문 편수는 총72편이며, 참여교수 1인당 논문수는 3.43편이다. 지난 선정평가 당시 1인당 논문수 2.87에 비해 다소 높아졌음을 보여준다. 주저자 및 공동저자 참여율을 감안한 환산편수는 총22.99편으로 나타났으며, 지난 선정평가의 24.15보다 약간 적은 편수이다. 1인당 환산편수는 1.09로 선정평가의 1.15편보다 약간 낮게 나타났다.

< 참여교수 논문 환산 편수 비교 > 실적기간 : 2020.09.01.-2021.08.31.(1년간)

평가구분	전공단위	교수수	총논문수	환산편수	1인당논문수	1인당환산논문수
선정평가(2020년) 실적기간 : 5년	수학계산학부(5년)	21	301	120.78	14.33	5.75
	1년 환산	<b>21</b>	<b>60</b>	<b>24.15</b>	<b>2.87</b>	<b>1.15</b>
자체평가(1차) 실적기간 : 1년	수학계산학부(1년)	<b>21</b>	<b>72</b>	<b>22.99</b>	<b>3.43</b>	<b>1.09</b>
	수학전공	16	41	15.04	2.56	0.94
	CSE전공	5	31	7.95	6.20	1.60

본 교육연구단 실적기간 내 게재된 SCI급 저널의 JIF의 합은 223.41로 1인당 10.64에 해당하며, 지난 선정평가의 6.53에 비해 높은 향상이 있었음을 보여준다. 또한, 논문 1편당 IF는 3.10으로 지난 선정평가의 2.28과 비교해볼 때 우수한 논문을 게재하였음을 보여준다.

< 참여교수 논문의 JIF 비교 > 실적기간 : 2020.09.01.-2021.08.31.(1년간)

평가구분	전공단위	교수수	총논문수	IF합	1인당IF합	논문1편당 IF
선정평가(2020년) 실적기간 : 5년	수학계산학부(5년)	21	301	685.58	32.65	2.28
	1년 환산	21	<b>60</b>	<b>137.12</b>	<b>6.53</b>	<b>2.28</b>
자체평가(1차) 실적기간 : 1년	수학계산학부	21	<b>72</b>	<b>223.41</b>	<b>10.64</b>	<b>3.10</b>
	수학전공	16	41	101.61	6.35	2.48
	CSE전공	5	31	121.80	24.36	3.93

본 교육연구단 실적기간 내 게재된 SCI급 저널의 환산보정IF는 16.41로 지난 선정평가의 16.12와 유사하게 나타났다. 논문1편당 환산보정IF는 0.2279로 선정평가의 0.2678보다 약간 낮게 나타났으며, 1인당 환산보정IF는 0.7814로 선정평가의 0.7677보다 높게 나타났다.

< 참여교수 논문의 환산보정IF 비교 > 실적기간 : 2020.09.01.-2021.08.31.(1년간)

평가구분	전공단위	교수수	총논문수	IF합	환산보정IF합	논문1편당 환산보정IF	1인당환산보정IF합
선정평가(2020년) 실적기간 : 5년	수학계산학부(5년)	21	301	685.58	80.62	0.2678	3.8388
	1년 환산	21	<b>60</b>	<b>137.12</b>	<b>16.12</b>	<b>0.2678</b>	<b>0.7677</b>
자체평가(1차) 실적기간 : 1년	수학계산학부	21	<b>72</b>	<b>223.41</b>	<b>16.41</b>	<b>0.2279</b>	<b>0.7814</b>
	수학전공	16	41	101.61	10.23	0.2495	0.6393
	CSE전공	5	31	121.80	6.18	0.1993	1.2360

다음은 본 교육연구단 참여교수의 SCI급 논문 중에서 상위 10%이내의 저널 20편의 논문이다. 논문의 내용 및 우수성은 “[부록3] 참여교수 연구 업적물의 우수성”에 기술하였다.

(1) 1.8%, PHYSICS, MATHEMATICAL,

김정훈, ELS pricing and hedging in a fractional Brownian motion environment, CHAOS SOLITONS & FRACTALS, vol. 142, pp. 110453, 202101, (IF=5.944),

(2) 1.9%, MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS,

박은재, Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation, COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING, vol. 375, pp. 113639, 202103, (IF=6.756),

(3) 3.0%, MATHEMATICS, APPLIED,

양민석, New regularity criterion for suitable weak solutions of the surface growth model, APPLIED MATHEMATICS LETTERS, vol. 112, pp. 106720, 202102, (IF=4.055),

(4) 3.0%, MATHEMATICS, APPLIED,

최영필, On the large-time behavior of Euler-Poisson/Navier-Stokes equations, APPLIED MATHEMATICS LETTERS, vol. 118, pp. 107123, 202108, (IF=4.055),

(5) 3.6%, PHYSICS, MATHEMATICAL,

최정일, PaScaL\_TDMA: A library of parallel and scalable solvers for massive tridiagonal systems, COMPUTER PHYSICS COMMUNICATIONS, vol. 260, pp. 107722, 202103, (IF=4.39),

(6) 4.2%, MATHEMATICS, APPLIED,

최영필, A hydrodynamic model for synchronization phenomena, MATHEMATICAL MODELS & METHODS IN APPLIED SCIENCES, vol. 30, pp. 2175, 202010, (IF=3.817),

(7) 4.2%, MATHEMATICS, APPLIED,

최영필, Quantifying the hydrodynamic limit of Vlasov-type equations with alignment and nonlocal forces, MATHEMATICAL MODELS & METHODS IN APPLIED SCIENCES, vol. 31, pp. 327, 202102, (IF=3.817),

(8) 4.2%, MATHEMATICS,

홍한솔, Noncommutative Homological Mirror Functor, MEMOIRS OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY, vol. 271, pp. 1326, 202106, (IF=2.773),

(9) 4.5%, RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING,

서진근, Automated ultrasound assessment of amniotic fluid index using deep learning, MEDICAL IMAGE ANALYSIS, vol. 69, pp. 101951, 202104, (IF=8.545),

(10) 4.5%, RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING,

서진근, Deep learning-based solvability of underdetermined inverse problems in medical imaging, MEDICAL IMAGE ANALYSIS, vol. 69, pp. 101967, 202104, (IF=8.545),

(11) 5.6%, BUSINESS, FINANCE,

김정훈, Rough stochastic elasticity of variance and option pricing, Finance Research Letters, vol. 37, pp. 101381, 202011, (IF=5.596),

(12) 6.0%, MATHEMATICS, APPLIED,

박은재, Staggered discontinuous Galerkin methods for the Helmholtz equation with large wave number, COMPUTERS & MATHEMATICS WITH APPLICATIONS, vol. 80, pp. 2676, 202012, (IF=3.476),

(13) 6.0%, MATHEMATICS, APPLIED,

최정일, Efficient monolithic projection-based method for chemotaxis-driven bioconvection problems, COMPUTERS &



MATHEMATICS WITH APPLICATIONS, vol. 84, pp. 166, 202102, (IF=3.476),

(14) 6.0%, MATHEMATICS, APPLIED,

최정일, Non-intrusive reduced-order modeling for uncertainty quantification of space-time-dependent parameterized problems, COMPUTERS & MATHEMATICS WITH APPLICATIONS, vol. 87, pp. 50, 202104, (IF=3.476),

(15) 6.7%, MATHEMATICS,

강경근, Global well-posedness of logarithmic Keller–Segel type systems, JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS, vol. 287, pp. 185, 202106, (IF=2.43),

(16) 6.7%, MATHEMATICS,

강경근, On Caccioppoli's inequalities of Stokes equations and Navier–Stokes equations near boundary, JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS, vol. 269, pp. 6732, 202010, (IF=2.43),

(17) 6.7%, MATHEMATICS,

최영필, One dimensional singular Cucker–Smale model: Uniform-in-time mean-field limit and contractivity, JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS, vol. 287, pp. 428, 202106, (IF=2.43),

(18) 7.9%, MATHEMATICS, APPLIED,

박은재, STAGGERED DG METHOD FOR COUPLING OF THE STOKES AND DARCY–FORCHHEIMER PROBLEMS, SIAM JOURNAL ON NUMERICAL ANALYSIS, vol. 59, pp. 1, 202101, (IF=3.212),

(19) 8.7%, MATHEMATICS, APPLIED,

허영미, Interpolatory tight wavelet frames with prime dilation, APPLIED AND COMPUTATIONAL HARMONIC ANALYSIS, vol. 49, pp. 897, 202011, (IF=3.055),

(20) 9.4%, MATHEMATICS, APPLIED,

이은정, An L-2 finite element approximation for the incompressible Navier–Stokes equations, NUMERICAL METHODS FOR PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS, vol. 36, pp. 1389, 202011, (IF=3.009),

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

### 비가환 호몰로지 거울 사상 (홍한솔 교수)

논문: Noncommutative Homological Mirror Functor, *Memoirs of the American Mathematical Society* (2021)

90년대 Candelas, de la Ossa, Green, Parkes의 물리학자들은 초끈 이론(string theory)에 기반한 추론을 통해, 기존에 매우 복잡하여 계산이 어려울 것으로 여겨지던 사교다양체의 불변량들이 다른 복소다양체 위의 복소부피형식의 간단한 적분값(period integral)이라는 주장을 내놓았다. 놀랍게도 이 사실은 이후 수학적으로 엄밀하게 규명되었을 뿐 아니라, 유사한 사교기하와 복소기하 사이의 쌍대성이 더 많은 다양체들에서 발견되었다. 이와 같은 현상은 거울대칭(mirror symmetry)이라 불리며, 1994년 ICM에서 M. Kontsevich는 보다 간결하고 명확한 형태로 거울대칭에 대한 추측을 발표하였는데, 거울대칭인 두 다양체  $X$ 와  $\check{X}$ 의 사교기하정보와 복소기하정보를 각각 범주(category)에 담아내었을 때, 두 범주가 동치관계에 있어야 한다는 것이다. 이는 호몰로지 거울대칭 가설이라 불리며, 이후 사교 및 복소기하의 다양한 연구방향을 제시하며 현대 기하학에서 가장 큰 관심을 받는 연구분야 중 하나로 자리잡았다.

본 연구는 거울대칭이 발생하는 기하학적 연유에 관한 보다 근본적인 의문에 주안점을 두고, 호몰로지 거울대칭 가설을 설명하는 새로운 방법론을 제시한다. 기존에 알려진 Strominger–Yau–Zaslow(이하 SYZ)의 예상에 따르면, 사교다양체  $X$ 의 거울 다양체는 라그랑지안(Lagrangian) 부분다양체의 변형공간으로 얻어져야 하는데, 기하적 변형공간(deformation space)은 매우 다루기 어려운 대상으로, 특히 라

그렇지만이 매끈하지 않은 경우, 변형공간을 정의할 수조차 없다. 여기서 라그랑지안은 특정 성질을 갖는  $X$ 의 부분다양체로서, 호몰로지 거울대칭에서 사교정보를 담은 푸카야(Fukaya) 범주,  $Fuk(X)$ 를 구성하는 대상이기도 하다. 본 연구에서는 라그랑지안에 경계가 높은 곡면들을 분석하는 플로어(Floer) 이론에 기반하여, 대수적 변형공간인 Maurer–Cartan deformation space를 도입하고, 이를 이용하여 SYZ의 기하적 변형공간을 대체하는 시도를 수행하였다. 이렇게 얻어진 거울다양체는 복소다양체  $\check{X}$ 와 그 위의 복소함수  $W$ 를 수반하며, 이 상황에서 거울다양체의 복소범주는  $W$ 의 행렬인수분해(matrix factorization) 범주,  $MF(W)$ 이다. 본 연구의 방법론은 자연스럽게  $X$ 의 푸카야범주에서  $W$ 의 행렬인수분해범주로 가는 호몰로지 거울사상(homological mirror functor)  $F: Fuk(X) \rightarrow MF(W)$ 를 건설해 준다. 이를 이용하면, 두 범주의 동치를 예상하는 호몰로지 거울대칭 가설에 접근하기 매우 용이하다.

플로어 이론이 주는 변형공간은 그 대수적 특성으로 인하여 다양한 각도로 일반화 할 수 있는 유연성을 가지고 있다. 특히 본 연구가 주목한 점은 비가환적인(noncommutative) 방향으로 변형을 수행하여도 거울대칭에서 기하적으로 유의미한 비가환 거울다양체를 건설할 수 있다는 사실이다. 이는 라그랑지안이 가진 통상의 가환적 변형공간이 거울다양체의 정보를 담아내기 충분치 않은 경우에도 변형공간을 숨겨진 방향으로 확장해 낼 수 있는 새로운 방법론이다. 나아가 거울다양체 건설을 위해 다양한 라그랑지안 부분다양체를 사용할 수 있는 가능성을 내포하는 것으로, 기존의 거울다양체 건설방법들이 가지는 제약들을 다수 피할 수 있다. 본 연구에서는 이와 같은 일반화를 통하여, 거울대칭가설에서 비가환 기하학(noncommutative geometry)의 역할을 새롭게 규명하고, 전혀 기원이 다른 Sklyanin algebra, deformation quantization algebra, quiver의 path algebra 등과 같은 흥미로운 비가환 대수들이 거울대칭의 상황에서 자연스럽게 등장함을 확인하였다. 또한 거울사상을 이용하여 몇몇의 중요한 다양체들에서 비가환적으로 확장된 의미의 호몰로지 거울대칭가설을 확인하고, 연관된 비가환 대수의 성질들의 기하학적 의미를 발견하였다.

#### 비국소적항을 포함한 기체운동방정식의 정량적 유체역학 극한 (최영필 교수)

논문 : Quantifying the hydrodynamic limit of Vlasov-type equations with alignment and nonlocal forces, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (2021)

이 논문에서는 입자들의 움직임을 중시적(mesoscopic) 관점에서 기술하는 기체운동방정식(kinetic equation)에 대해 다양한 특이변수들(singular parameters)을 고려하여 거시적(macrosopic) 관점에서 기술되는 연속방정식(continuity equation) 또는 유체방정식(fluid equations)을 점근해석(asymptotic analysis)을 통해 엄밀하게 유도하는 것을 다루었다. 특히, 응골성(compactness) 방법을 기반으로 한 정성적인(qualitative) 해석이 아니라 정량적인(quantitative) 해석했다.

주어진 방정식이 가진 복잡도(complexity)를 줄이는 영역을 결정하는 것은 중요한 수학적 문제이다. 특히 기체운동방정식은 입자의 위치, 속도, 그리고 시간에 대한 변수를 가진 입자의 분포함수를 고려하여 다양한 상황을 기술되는데 이용되며 3차원의 경우에는 총 7개의 변수를 갖게 된다. 하지만 특정한 점근영역을 통해 기체운동방정식으로부터 연속방정식(continuity equation) 또는 유체방정식(fluid equations)을 엄밀하게 유도한다면 이는 속도에 대한 변수 하나를 줄이는 효과를 얻게 되며 이는 7개의 변수에서 4개의 변수를 가진 함수의 방정식을 고려할 수 있게 되므로 문제의 복잡도가 많이 줄어들게 된다.

이 논문에서는 수리생물, 공학, 물리학 등의 다양한 분야의 모델링에 자주 이용되는 개체들의 비국소적(nonlocal) 비선형(nonlinear) 상호작용을 고려한 기체운동방정식에 특이변수를 고려한 점근해석을 다루었다. 구체적으로는 Vlasov 형태의 방정식으로부터 Euler 형태의 방정식을 엄밀하게 유도하는 유체역학 극한(hydrodynamic limit)에 대해 연구했다. 이는 고전적인 Vlasov–Poisson 방정식 또는 Vlasov–Poisson–Fokker–Planck 방정식을 포함하며 또한 새들의 군집현상을 기술하는 Cucker–Smale 모델, 일반적인 집단행동을 기술하는 기체운동방정식의 유체역학극한을 포함한다. 개체들의 상호작용을

기술하는 항의 함수들의 정칙성과 Fokker-Planck 항의 존재 유무에 따라 등온성(isothermal) 압력 또는 압력이 없는 Euler 형태의 방정식을 엄밀하게 그리고 정량적으로 유도할 수 있다는 연구결과를 얻었다.

본 연구자는 최근에 상대적 엔트로피(relative entropy)와 최적화 이론에 자주 쓰이는 Wasserstein 거리함수와 관계 발견하여 기체운동방정식으로부터 연속방정식을 정량적으로 유도하는 연구결과와 Euler 방정식의 해의 시간에 따른 해의 움직임을 Wasserstein 거리함수를 이용하여 해석했다. 이는 기존의 입자들의 비국소적 상호작용을 고려한 이동방정식의 해의 해석에 대한 Wasserstein 거리함수를 적용한 방법을 확장시킨 것이다. 이 연구논문에서는 다른 점근해석을 위하여 상대적 엔트로피와 Wasserstein 거리함수를 적절하게 결합하는 수학적 방법론을 택했다. 특히 개체들의 비국소적 비선형 상호작용에 대한 해석을 Wasserstein 거리함수를 적용하여 다루었다. 한편 개체들의 상호작용이 Coulomb 법칙을 통해 주어진 경우에는 Poisson 방정식의 구조를 잘 해석하여 방정식이 가지는 특이성(singularity)에서 발생하는 어려움을 해결했다.

위의 점근해석을 수학적으로 엄밀하게 하기 위해서는 주어진 기체운동방정식의 약해(weak solution)의 존재성, 그리고 유도된 방정식의 강해(strong solution)의 존재성과 유일성이 보장되어야 한다. 이를 위해서는 approximation 이론, fixed point 정리, velocity averaging smoothing effect, weak/strong compactness, Aubin-Lions lemma, linearization, Cauchy 계산 등을 사용했다. 점근해석을 위해서 사용한 방법론이 기본적으로 상대적 에너지를 해석하는 것이므로 필요한 에너지 부등식을 만족한다. 하지만 이는 해의 존재성을 증명하는데 사용되는 방법론에는 많은 제약을 주는 것을 관찰했으며 이를 해결하는 것에 많은 어려움이 있었다. 해당 연구결과물은 그 우수성을 인정받아 저널 Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (2020 JIF=3.817, Math. Appl. 분야 상위 4.2%)에 출판되었다.

### 딥러닝 기반 의료영상에서의 underdetermined 역문제를 해결 (서진근 교수)

논문 : Deep Learning-based Solvability of Underdetermined Inverse Problems in Medical Imaging, Medical Image Analysis (2021)

의료영상 전통적인 주요관심사는 underdetermined 역문제를 해결하는 것이다. 대표적인 예로 undersampled MRI에서는 데이터 획득시간을 대폭 줄이는 문제이고, sparse view CT에 X-ray dose를 대폭 줄이는 문제이다. 쉽게 말하자면, underdetermined 역문제는 미지수보다 훨씬 적은 연립 방정식을 푸는 문제로서, 전통적인 Nyquist 이론 (미지수가 100개이면 방정식도 100개가 되어야 연립방정식을 풀 수 있다)에 어긋난다. 문제해결의 핵심은 해공간을 저차원 Manifold로 대폭 축소시켜야 한다. 최근 이 분야는 딥러닝의 발전에 따라 획기적인 발전을 이루었다, 그러나 딥러닝 기법이 잘 수행되고 있는 이유에 대한 수학적 분석은 없어, 수학계의 주요한 연구대상이 되었다. 본 연구는 이에 대한 수학적 분석을 하였다. underdetermined 선형 시스템의 비선형성 구조를 구체적으로 분석하였고, M-RIP라는 학습 조건을 제시하였다. 또한 기존방식(compressed sensing, total variation regularization, dictionary learning)의 한계와 deep learning의 우수성을 특별한 7차원 manifold의 example을 통해 구체적으로 설명하였다. 딥러닝에 적합한 훈련 데이터의 구조에 대한 인과관계 학습에 대한 분석도 하였다. 이결과는 다음에서 초청강연함.

2020년 1월 UCLA의 IPAM 워크샵에서 opening lecture

유튜브: <https://www.youtube.com/watch?v=QxPqcCwGFds>,

2020월 4월 One World IMAGINE seminars에서 초청강연함

유튜브: <https://www.youtube.com/watch?v=AL5tTJX6Lvs>

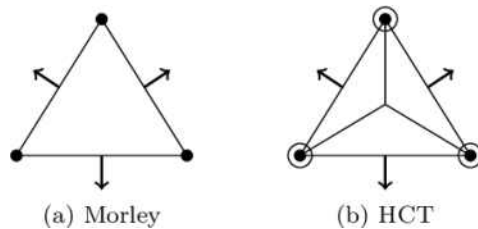
Opening Lecture in Oberwolfach Workshop Deep Learning for Inverse Problems (hybrid meeting), 2021.03.07.-13, Oberwolfach(독일), 제목: Deep Learning for ill-posed inverse problems in medical imaging

웹페이지: [https://publications.mfo.de/bitstream/handle/mfo/3856/OWR\\_2021\\_13.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://publications.mfo.de/bitstream/handle/mfo/3856/OWR_2021_13.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

## 준지균 방정식에 대한 Morley 요소법 및 오차추정 (박은재교수)

논문 : Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering (2021)

해류의 거시적 움직임은 날씨에 많은 영향을 끼친다. 따라서 바다의 거시적 순환에 대한 이해와 정확한 예측은 기상예보에 있어 필수적이라고 할 수 있다. 준지균 방정식은 바람에 의해 유도되는 해류의 거시적 움직임을 나타내는 방정식 중 하나로, 단순하지만 해류 순환의 특징적인 모습들을 잘 보여준다. 준지균 방정식을 유선 함수(stream function)에 대한 식으로 나타냈을 때, 4계 편미분방정식으로 나타낼 수 있다. 4계 편미분방정식의 해 공간은 기본적으로  $H^2(\Omega)$ 로, 4계 편미분방정식에 대해 순응 유한요소법을 이용하기 위해선 미분이 연속인  $C^1(\Omega)$  공간의 부분공간을 사용하여야 한다. 현재 알려진 유한요소법으로는 Argyris 요소, HCT 요소 등 다양한 요소가 있지만, 2계 편미분방정식에 사용되는 유한요소법들에 비하여 계산이 복잡하다는 단점이 있다. 또한, 고차의 다항식을 이용하기 때문에 해의 정확성이 낮을 경우 효율성이 매우 떨어진다. 이를 극복하기 위하여 최근 몇 년간 본 연구진은 4계 편미분방정식에 대한 비순응 유한요소법들을 개발해왔다. Nitsche의 방법에 기반한 B-spline 기반 유한요소법,  $C^0$ -내부 패널티 기법 등 주로 안정화 항을 추가하여 경계값 또는 격자 간 연속성을 약하게 부여하는 방식을 사용해왔다. 앞서 제시한 방법들은 순응 유한요소법에 비하여 간단한 요소를 사용하지만, 이산 공식이 복잡하다.



Morley 요소는 4계 편미분 방정식을 위하여 특별히 고안된 요소로, 삼각형 격자에 2차 다항식으로 구성되어 있는 유한요소이다. Morley 요소를 이용한 유한요소법의 특징은 유한요소의 2계 미분이 불연속이기 때문에 비순응 유한요소법으로 분류되지만, 기존 순응유한요소법의 가장 단순한 이산 공식을 이용하여 계산할 수 있다는 점이다. 따라서 계산의 난도가 기존에 제시된 방법보다 획기적으로 줄어든다.

본 연구진은 이 요소를 이용한 유한요소법을 준지균 방정식에 대하여 적용하였다. 비선형 이산문제의 해의 존재성을 보이기 위하여, 기존에는 데이터에 대한 가정을 하였다. 소위 small data assumption이라고 불리는 이 가정은 현실적이지 않은데, 본 연구 결과에서는 이러한 가정 대신 격자가 충분히 작다는 가정 하에 비선형 이산문제의 해의 존재성 및 수렴성을 보였다. 또한, 효율적인 계산을 위하여 후험적 오차 추정 (a posteriori error estimate)을 수행하였다. 논문에서 검증된 이론들은 모두 수치적으로 검증하였으며, 그 효율성을 검증하기 위하여 지중해 바다에서의 수치 실험도 수행하였다.



해당 연구결과는 그 우수성을 입증받아 Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering (IF=6.756, 학제간 수학 상위 1.412%)에 게재되었으며, 공동저자인 김도현 박사는 본 연구와 관련하여 대한수학회에서 시상하는 2021년도 학위논문상을 수여하였다.

### ③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “연구역량 향상계획” 대비 실적을 중심으로 작성하되, 연구 업적물의 창의성·혁신성, 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성, (지역)산업에의 기여 등을 기술
2. 선정당시의 기준(등록특허 인정 등)을 적용 가능하되, 특허, 기술이전 등 실적의 소속기관은 해당 대학이어야 함(개인명의 특허, 기술이전 등 실적은 작성할 수 없음. 중복 소속 허용)
3. 참여교수의 참여기간에 발표된 업적물에 한함(단, 소속기관은 교육연구단 소속 학과(부)로 표시되어야 함. 단, 수행 대학 내 타 학과명으로 소속이 표기된 경우에도 대학명 확인이 가능하면 실적으로 작성 가능(중복소속 허용))

본 교육연구단의 자체평가 기간 내(2020.09.01-2021.08.31) 등록특허는 총 4건이다. 2건의 해외등록 특허와 2건의 국내등록 특허이며, 자세한 내용은 아래와 같다.

(서진근교수, 이승철교수) 학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체, 등록특허, 10-2210457, 2021.01.26, 대한민국

(서진근교수, 이승철교수) Apparatus and method for reconstructing magnetic resonance image using learning, and under-sampling apparatus method and recording medium thereof, 등록특허, US10,989,779, 2021.04.27, 미국

본 발명은 촬영 시간을 대폭 줄이면서도 고화질의 복원된 자기공명영상을 얻을 수 있는 기계 학습을 이용한 자기공명영상 복원을 위한 언더샘플링 장치 및 방법과 기계 학습을 이용한 자기공명영상 복원 장치 및 방법, 그리고 이에 대한 기록 매체를 제공한다. 자기 공명 영상의 촬영 시간은 매우 길기 때문에 고화질의 영상을 위해 긴 시간 동안 자기 공명 영상을 촬영하는 것은 환자에게 있어 매우 고통스런 과정일 수 밖에 없다. 또한, 데이터 획득에 상당한 시간이 소요되어, 자기공명영상 장치를 이용하는 환자에게 상당한 경제적 부담을 준다. 본 특허에서는 이 문제를 해결하였다.

(최정일교수) Edox Flow Battery With Porous Electrode In Which Mixing Plate Is Inserted, 등록특허, US11,069,913 B2, 2021.07.20, 미국

본 특허는 에너지 저장 장치 (ESS: Energy Storage System)에 필수적인 이차전지 중의 하나인 레독스 흐름전지의 성능향상 관련된 기술에 대한 것이다. 특히, 다공성 전극 내부에서 활물질을 혼합하는 혼합 공간을 형성하여 활물질의 농도 불균일을 개선함으로써, 과전위를 감소시켜 에너지 효율을 개선하고, 스택의 대면적화 및 고출력화가 가능한 레독스 흐름 전지 설계에 관련된 기술이다. 본 특허는 2018년 12월 국내출원 후, 2020년 8월에 국내특허 등록을 마쳤으며, 미국 특허는 2019년 2월에 출원 후, 2021년 7월에 최종 등록 되었음. 초기 개념원리에 대한 연구결과는 2018년 12월에 Energy & Fuels의 국제학술지인 Journal of Power Sources (IF=9.127, 학제간 수학 분야 상위 10.965%)에 게재된 바 있다.

(신원용교수) 인공 신경망을 이용한 소셜 네트워크 완성 방법 및 장치, 등록특허, 10-2284436, 2021.07.27, 대한민국

실제 소셜 네트워크는 부분적으로 관찰되는 경향이 있고, 따라서 노드 (사용자)와 에지 (친구 관계) 정보 손실이 존재한다. 이러한 부분적으로 관찰되는 네트워크 데이터를 사용하는 것은 네트워크의 구조적인 성질을 부정확하게 추정함으로써 다양한 다운스트림 마이닝 및 기계학습 분석 성능에 심각한 열화를 가져온다. 따라서, 이러한 다양한 다운스트림 응용을 수행하기 전에 손실된 노드 및 에지를 복원하는 “네트워크 완성”이 반드시 사전에 수행되어야 한다. 본 특허에서는 심층 생성 그래프 모델을 사용하여 부분적으로 관찰 가능한 네트워크 완성을 수행하는 새로운 패러다임 및 방법론을 개발하였다. 이는 다운스트림 응용 서비스 (커뮤니티 기반 온라인 마케팅, 사용자 분류를 통한 개인화된 온라인 마케팅, 추천 시스템) 성능을 보장하기 위해서 반드시 사전에 수행되어야 하는 기술로 국내외 플랫폼 기업 (카카오, 네이버, 페이스북, 구글, 아마존)으로의 기술 이전 가능성이 매우 높은 기술로 판단한다.

### 1.3 교육연구단의 연구역량 향상 노력

#### [작성방법]

교수님별로 모든 내용을 작성해야 하므로, 많은 페이지가 필요하게됨

가급적 내용은 3줄 이내로 작성하는 것으로 하고, 게재된 논문, 학술발표 등의 서지를 적는 것으로 함(다음보고서부터적용)

본 교육연구단 참여교수의 실적기간(2020.09.01.-2021.08.31.) 동안의 연구역량 향상을 위한 연구 내용 및 노력을 다음과 같이 요약하였다. 교수 연구 제목과 공동 연구자 등을 기술하였으며, 이에 대한 자세한 내용은 “[부록4] 교육연구단 연구역량 향상 노력”에 기술하였다.

#### (1) 참여교수: 강경근

- o 반평면 상에서의 근본해의 점별분석과 해의 존재성 및 정착성 연구
  - 공동 연구자 : 캐나다 University of British Columbia의 Tai-Peng Tsai 교수,  
중국 Hunan Normal University의 Baishun Lai 교수
- o 초기조건이 부분영역에서 정착화된 경우 짧은 시간 동안에 해가 정착화되는 영역에 대한 연구
  - 공동 연구자 : 일본 Tokyo Institute of Technology 대학의 Hideyuki Miura 교수
- o 비뉴턴 유체방정식의 특성을 갖는 superconductor의 curl 시스템에 대한 해의 정착성 연구
  - 공동 연구자 : 중국 상해 ECNU (East China Normal University) 대학의 Xingbin Pan 교수
- o 반평면에서 비뉴턴 유체방정식의 해의 특성을 통한 유계된 경우 안정상태 해 도출
  - 공동 연구자 : 독일 Freiburg 대학의 Michael Ruzicka 교수
- o 켈러-시겔 방정식의 3차원 공간상에서 약해의 존재 및 asymptotics에 대한 해의 특성
  - 공동 연구자 : 독일 Paderborn 대학의 Michael Winkler 교수

#### (2) 참여교수: 김병한

- o The relativised Lascar groups, type-amalgamations, and algebraicity에 대한 연구
  - 공동 연구자 : KAIST 이정욱 연구교수, 미국 Towson 대학의 Alexei Kolesnikov,  
영국 Leeds 대학의 Jan Dobrowolski 박사
- o low NSOP1 구조에서 Lascar automorphism군이 Shelah automorphism 군과 같음을 최초로 증명
  - 공동연구자 : 미국 UCLA의 Artem Chenikov 교수, Nick Ramsey 박사
- o 기존 Lascar automorphism군의 parameter가 hyperimaginary로 확장에 대한 연구
  - 공동연구자 : 연세대학교 이효윤 박사과정

#### (3) 참여교수: 김세익

- o 디니 평균진동 계수 타원형 편미분 방정식의 conormal/oblique 경계 조건하에서 해의 정착성 연구
  - 공동연구자 : 미국 브라운 대학교 Hongjie Dong 교수

#### (4) 참여교수: 김정훈

- o Rough stochastic elasticity of variance and option pricing
  - 공동 연구자 : 뉴질랜드 Auckland University of Technology의 Jiling Cao 교수  
Wenjun Zhang 교수

#### (5) 참여교수: 손재범

- o 동시코어 파티션에 대한 연구
  - 공동 연구자 : 아주대학교의 허지선박사, 이화여자대학교의 조현수박사
- o 서로 달라보이는 몇 가지 파티션 함수들의 연계성 조사
  - 공동 연구자 : 덕성여자대학교의 남하얀교수

#### (6) 참여교수: 양민석

- o MHD 방정식의 약해의 정착성에 대해 해석학적인 분석
  - 공동 연구자 : 체코 Czech Academy of Sciences의 Jiri Neustupa 교수

(7) 참여교수: 최성락

- o 쌍유리 기하학의 미해결 문제 연구
  - 공동 연구자 : 일본 도쿄대학의 Gongyo Yoshinori 교수

(8) 참여교수: 홍한솔

- o 2차원 토릭 파노 다양체 안의 라그랑지안 원환체들에 대한 플로어 이론을 다양체 내의 주어진 임의의 점들로 추가적으로 변형하는 bulk-deformation과 이와 관련한 거울대칭현상을 연구
  - 공동 연구자 : Boston 대학의 Yu-Shen Lin 교수
- o 거울다양체 건설에 있어 국소-대역의 쌍대성을 규명
- o 2차원 log 칼라비-야우 곡면의 거울다양체 건설에 대한 연구
  - 공동 연구자 : Boston 대학 Yu-Shen Lin 교수, Harvard 대학 Mandy Cheung

(9) 참여교수 : 박은재

- o SDG methods에 관한 연구
  - 공동 연구자 : Eric Chung (홍콩중문대) 교수 및 Lina Zhao (홍콩성시대학, 홍콩중문대) 교수
- o Quasi-geostrophic equations에 대한 유한요소해석
  - 공동 연구자 : Amiya K. Pani (IIT Bombay) 교수

(10) 참여교수 : 이은정

- o 딥러닝을 이용한 병변 진단에 대한 정보 제공 방법 및 정보 제공용 디바이스 개발
  - 공동 연구자 : 곽진영 (연세대학교 의과대학 영상의학과) 교수
- o 인터페이스 문제의 solution representation을 이용하기 위한 conformal mapping개발
  - 공동 연구자 : 임미경 (KAIST) 교수와 공동연구
- o Dispersion managed solitons 관련 1차원 및 2차원 비선형 문제에 대한 수치 솔루션
  - 공동 연구자 : 이영란 (서강대) 교수와 공동연구
- o 전파해석용 유한요소법을 이용한 국산 소프트웨어 개발
  - 공동 연구자 : 신상준(서울대학교 항공우주공학과), 이우찬(인천대학교 전기공학과) 교수

(11) 참여교수 : 신원용

- o 사회적 관심지점 경계선 추정 연구 (신원용 교수)
  - 공동 연구자 : Dung D. Vu (캐나다 Korbit AI) 연구원과 공동연구

(12) 참여교수: 최영필

- o Newton 형태 입자방정식이 입자 수 증가에 따라 편미분방정식으로 수렴하는 mean-field limit 연구
  - 공동 연구자 : 영국 Oxford University의 José Carrillo 교수
- o 비선형 Vlasov-Poisson-Fokker-Planck 방정식으로부터 aggregation-diffusion 방정식을 유도하는 점근해석에 대한 연구
  - 공동 연구자 : 영국 Oxford University의 José Carrillo 교수,  
중국 University of Electronic science and technology의 Yingping Peng 박사과정
- o 무한 입자들의 다양한 상호작용을 고려한 Vlasov-type 방정식의 유체역학 극한
  - 공동 연구자 : 영국 Oxford University의 José Carrillo 교수, 서울대학교 정진욱 박사
- o singular한 상호작용력을 고려한 Vlasov-Fokker-Planck 방정식의 overdamped limit 연구
  - 공동 연구자 : 네덜란드 Eindhoven University of Technology의 Oliver Tse 교수
- o 군집과 패턴형성을 기술하는 새로운 수학적 모델링
  - 공동 연구자 : 네덜란드 Eindhoven University of Technology의 Oliver Tse 교수

- o Hegselmann-Krause 모델이나 고전적인 Kuramoto 모델에 시간지연을 고려한 방정식에 대한 해석
  - 공동 연구자 : 이탈리아 Università di L' Aquila의 Cristina Pignotti 교수
- o 차량군집운동(vehicle platooning) 관련한 다개체 방정식의 분산제어에 대한 연구
  - 공동 연구자 : 영국 University of Nottingham의 Dante Kalise 교수,  
칠레 Universidad Adolfo Ibáñez의 Andrés Peters 교수
- o 군집현상에 대한 singular weight function을 고려한 입자 모델의 mean-field limit 연구
  - 공동 연구자 : 중국 Huazhong Univ of Science and Technology의 Xiongtao Zhang 교수
- o Parveri-Fontana 모델의 특수한 경우를 고려했을 때 얻어지는 수학적 모델링
  - 공동 연구자 : 성균관대학교 윤석배 교수
- o pressureless Euler 방정식 형태로 주어지는 동기화현상을 기술하는 새로운 수학적 모델링
  - 공동 연구자 : 삼성연구소 이재승 박사와 공동연구 논문
- o BGK 방정식과 Navier-Stokes 방정식이 결합된 kinetic-fluid 모델의 강해의 존재성과 유일성
  - 공동 연구자 : 성균관대학교의 윤석배 교수, 삼성연구소 이재승 박사
- o Euler-Riesz 방정식의 국소적 고전해의 존재성/유일성, 유한시간에 해 폭발의 초기치 충분조건 해석
  - 공동 연구자 : 서울대학교 정인지 교수
- o Vlasov-Poisson/Navier-Stokes 방정식의 전역적 약해 존재성, 점근해석을 통한 Euler-Poisson / Navier-Stokes 방정식의 엄밀한 유도
  - 공동 연구자 : 서울대학교 정진욱 박사



## 2. 산업·사회에 대한 기여도

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “산업·사회 문제해결 기여 계획” 대비 실적을 중심으로 작성하되, 최근 1년간 (2020.9.1.-2021.8.31.) 참여교수가 과학기술, (지역)산업 또는 (지역)사회 문제 해결에 기여한 바를 기술
2. 참여교수의 해당 분야 연구실적과 관련하여 기술하되, 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

### 가. 산학협력을 통한 공동연구 수행

#### - ㈜삼성메디슨의 산업수학 석사과정 인력양성 프로그램 진행

산업수학 석사과정 학위과정 프로그램은 산업체와 연계하여 신입생을 선발하고, 공동연구지도 및 학사 커리큘럼 지도, 취업에 연계까지 연계기관과 산업현장에 즉시 필요한 인력을 양성하는 학위과정이다. 2021-1학기에 ㈜삼성메디슨의 박성욱 신입생이 산업수학 석사과정에 입학하였으며 지도교수인 서진근교수와 연세의료원 산부인과와의 공동연구 진행하고 있다.

#### - ㈜볼트시뮬레이션과 산학장학생 운영

2020-2학기에 볼트시뮬레이션의 박준은 수학기산학부(계산과학공학)의 산학장학생으로 박사과정에 추천되어 입학하였으며, 수학기산학부의 이창훈 교수팀이 공동으로 참여하고 있는 국방과학연구원 지원 "도심지형 실시간 확산모형 개발" 과제에 참여하여 도심지에서 유해물질이 확산될 때 피해범위를 실시간으로 예측할 수 있는 전산유체역학 모델의 개발에 참여하고 있다.

#### - 산학협력 연구 및 개발 (2020-2학기, 2021-1학기)

산업체	연구 및 개발 내용	담당교수
삼성전자주	저선량 Cone-Beam CT에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결	서진근
삼성메디슨주식회사	초음파 영상을 이용한 양수량 측정 자동화 방법 개발	서진근
현대엔지니어링	폐배터리 RUL 예측 알고리즘 개발	최정일
(주)LG전자	모터 냉매 상변화 열전달 성능 예측기술 개발	최정일
현대자동차	전기자동차용 Li-ion전지의 ESS 재사용을 위한 수명예측 알고리즘 개발	최정일
(주)LG전자	모터 내부 다상 복합유동 열전달 해석기술 개발	최정일
(주)스카이랩스	Cuffless 혈압 측정 알고리즘 개발	신원용
(주)휴런	알츠하이머병에 대한 수학적 모델 연구	강경근

### 나. 사회문제 해결을 위한 공공기관 위원회 활동

#### - 방역연계 범부처 감염병 연구개발사업의 “감염병 확산 모형 개발” 세부과제 책임자로 활동

참여교수: 이지현

이지현 교수는 연세대 세브란스 병원 교수들, 기술 개발 업체과 함께 방역연계 범부처 감염병 연구개발 사업을 진행하고 있다. COVID-19과 같은 신병종 바이러스 감염 발생에 효율적으로 대응하기 위한 총괄적인 전략을 제시하기 위한 시나리오 및 매뉴얼 구축, 앱개발, 확산 예측 및 대응전략의 효과 평가등의 연구를 수행 중이다. “접촉 패턴을 반영한 감염병 확산 모형 개발” 세부과제 책임자를 맡고 있으며 설문조사를 통한 접촉 패턴 수집과 감염병 확산 모형을 개발하는 것을 목표로 한다.

## 다. 대중강연을 통한 수학/과학의 대중화

### - 대학원생 대상 Youtube로 실시간 중계

참여교수: 최성락

일정 : 2020년 10월 8일, 이과대학 과학관 254호실에서 강연(Youtube로 실시간 중계),

참석자 및 대상 : 대학원생 대상

대수기하학 분야의 미해결 난제를 소개하고 역사적 배경 그리고 현재 진행 상황에 대해서 강연을 하였다. 극소모델이론 (Minimal Model Program)은 대수기하학에서 다양체의 분류를 위해서 필요한 쌍유리기하학의 가장 중요한 이론인데 아직 완성된 이론은 아니다. 하지만 최근 10년 동안 비약적인 발전을 이뤘으며 이미 충분히 많은 분야에 적용되고 있다. 극소모델이론의 시발점이 된 곡면의 분류이론을 설명하고 현재 미해결 문제가 어떤 것이 있는지 소개하였다.

### - 한국정보처리학회 2020 IT 21 글로벌 컨퍼런스 초청 강연

참여교수: 신원용

제목 : 6G + 인공지능 기술: 산업체 응용에 대한 미래 방향

일정 : 2020.09.24., 서울 SETEC 및 Virtual Conference

참석자 및 대상 : 대학교수, 대학원생 및 대학생, 연구원, 일반인 등 100여명

내용: 강연에서는 인공지능을 활용한 6G 관련 산업체 응용 기술 및 미래 연구 방향을 소개한다. 모델 학습에 필요한 충분한 양의 빅데이터 수집이 가능해짐과 더불어 GPU를 통한 처리 가속화 및 딥러닝 기반 학습 알고리즘 개발은 인공지능의 거대한 3차 붐을 가능하게 하였다. 하지만 이러한 3차 붐의 확장 및 지속적인 투자를 위해서는 미래 산업 핵심 응용 분야를 정확히 파악할 필요가 있다. 이번 강연에서는 6G 관련 주요 산업체 응용 기술을 선별적으로 소개하였다.

### - Korean Logic Day에서 온라인 강연

참여교수: 김병한

2019년부터 UN산하 UNESCO의 주도로 창설된 World Logic Day의 일환으로, 2021년 1월 14일 한국에서 최초로 Korean Logic Day를 온라인으로 개최하였다. KAIST 전산과 Martin Ziegler 교수와 KAIST 수학과 이정욱 연구교수가 조직위원으로 참여하였고 김병한 교수는 plenary speaker로 강연하였다. 또한 이효윤 대학원생이 김병한 교수와의 최근 공동연구와 관련한 contributed talk을 하였다. 많은 대중이 온라인으로 참석하였고, 한국에서 수리논리, 논리학 분야의 연구 성과를 일반에게 소개하는 뜻깊은 행사였고 매년 이를 진행할 생각을 가지고 있다. 특히 논리철학 분야, 수리논리 분야, 전산논리 분야의 학자들이 함께 참여하고 논의를 진행하며 학문 통섭을 모색하는 아주 소중한 기회였다.

<https://koreallogicday.org/2021/index.html>

## 라. 수학/과학의 대중화를 위한 사설 기고

(실적 기간 내 해당사항 없음)

## 마. 외부기관 수상

### - 대한수학회 국내논문상

강경근 교수는 이지훈 교수(중앙대) 채명주 교수(한경대)와 공동 집필하여 J. KMS에 출간된 ASYMPTOTIC BEHAVIORS OF SOLUTIONS FOR AN AEROTAXIS MODEL COUPLED TO FLUID EQUATIONS 논문에 대하여 대한수학

회 국내논문상을 수상하였다. 2020년 10월 24일(토)

#### ■ 대한수학회 디아이 수학자상

최희준 교수는 2020년도 대한수학회 디아이 수학자상을 수상하였다. 최희준 교수는 준선형 편미분 방정식의 정착성 연구와 비압축성/압축성 나비에-스톡스 방정식의 강해 및 정착성, 그리고 수치해석 기법인 meshfree method 개발에 탁월한 연구 결과를 얻었다. 또한 산업수학의 하나인 금융수학 분야에서 훌륭한 인재를 양성하여 수학이 금융을 포함한 여러 산업에 기여하였다. 1990년대 초에는 한일 수학자들 간에 국제적 학술 교류를 적극적으로 실시하였고, 후학들의 연구능력 증진에 커다란 보탬이 되도록 노력하여 국내 편미분 방정식의 위상을 세계적 수준으로 끌어올리는 데 기여하였다. 특히, 압축성 나비에-스톡스 방정식의 강해의 존재성에 대한 논문들은 관련 수리유체 연구자들에게 널리 인용되어 현재 142편과 99편의 피인용수를 기록하고 있다. 최희준 교수는 지속해서 다양한 연구 분야에 매진함으로써 한국 수학의 위상을 높이고 있으며, 후배 수학자들의 귀감이 되고 있다.

#### ■ KSIAM-금곡 학술상

박은재 교수는 연령에 무관하게 연구의 수월성을 기준으로 계산·응용수학 분야 및 공학 분야에서 탁월한 연구업적을 통해 해당 분야 학문의 진보에 이바지한 국내외 한인 연구자에게 수여하는 KSIAM-금곡 학술상을 받았다. 박은재 교수는 일반 메쉬 위에서 staggered Galerkin method를 적용하는 방법을 diffusion, Stokes, linear elasticity 문제 등에 적용함으로써 수치 기법의 새로운 패러다임을 제공하였다. 본 연구결과들은 SIAM Journal on Scientific Computing, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 등 관련 분야 최고 권위 저널에 게재되었다.

#### ■ 한국통신학회 하계 및 동계 학술발표회 우수상

신원용 교수는 2020년도 한국통신학회 하계종합학술발표회에서 우수상을 수상하였다. 본 논문은 충남대학교 정방철 교수 연구실과 공동연구 결과물로, 다수의 잠재적인 도청 노드가 존재하는 경우 secrecy outage 확률을 수학적으로 엄밀히 분석하였으며 실험을 통해 성능을 검증하였다. 본 연구 결과들은 ICT 분야 우수 저명학술지인 “IEEE Systems Journal”에 게재 예정이다.

또한 2021년도 한국통신학회 동계종합학술발표회에서 우수상을 수상하였다. 본 논문은 대학원생 서창원, 정경중 석박사통합과정과의 연구 결과물로, 추천 시스템에서의 다양성을 개선하는 측면에서 새롭게 신경 회로망을 설계하고 실제 데이터셋을 사용하여 실험을 통해 성능을 검증하였다.

### 바. 사회문제에 적용 가능한 연구 수행 실적

#### ■ 초음파 영상을 이용한 양수량 측정 자동화 방법을 세계 최초 개발

서진근 교수팀은 삼성메디슨과 세브란스 산부인과와 공동으로 초음파 영상을 이용한 양수량 측정 자동화 방법을 세계 최초로 개발하였다. 양수지수 (Amniotic Fluid Index(AFI))는 태아의 건강상태에 대한 생물학적 수치로 양수의 양(정상, 과다, 부족)을 측정하는 것임. 자궁내 발육지연, 태반착색, 태아 곤란증과 관련하여 필수적이다. 그러나, AFI의 측정은 초음파 환경에서 수작업으로 수행함으로 의사의 피로도가 매우 높은 작업이며, 숙련된 전문가가 되는 과정에는 많은 시간과 노력이 필요하다. 이에 진료현장의 작업흐름(Work-flow)을 극대화시킬 수 있는 “태아 양수 측정 자동화 시스템” 개발이 필요하였다. 서진근 교수 연구팀은 초음파 환경에서 딥러닝 기반의 “자동화된 양수 측정 시스템” 개발을 통해 사용자는 초음파 스캔에서 신속하고, 정확하고, 일관성 있는 AFI의 측정을 수행할 수 있도록 하였다. 또한 이 결과는 impact factor 11.148인 저명저널 “Medical Image Analysis”에 게재하였다.

- Automated ultrasound assessment of amniotic fluid index using deep learning, Medical Image Analysis, 2021

**- 딥러닝을 통해 초음파 영상으로부터 암을 진단해 내는 알고리즘을 개발**

이은정 교수는 연세대 세브란스 병원 영상의학과 곽진영 교수팀과 딥러닝을 통해 초음파 영상으로부터 암을 진단해 내는 알고리즘을 개발하여 이를 특허화하였다. 또한 이 알고리즘을 이용하여 병원 내 의료진이 진단에 도움을 받을 수 있도록 하는 프로그램 SERA를 개발하여 보급하였다. 이를 통하여 경험이 부족한 의료진의 진단 능력 훈련에 이용하고 각종 연구에 그 결과를 사용하고 있다.

\*\*SERA (seracse.yonsei.ac.kr, Severance Diagnostic Helper based on Deep learning designed by Yonsei-CSE) : 웹에서 이미지를 불러와 바로 진단 결과를 알 수 있게 해주는 프로그램. 세브란스 환자 데이터를 기반으로 훈련된 알고리즘을 사용하고 있어 세브란스 원내에서만 사용 가능하고 회원제를 통해 사용 제한을 하고 있음.

**- 병원을 방문하지 않고도 누구나 웨어러블 장치를 통해 본인의 혈압을 확인할 수 있는 솔루션을 제공**

신원용 교수는 ㈜스카이랩스 지원을 받아 2020년 11월부터 현재까지 “Cuffless 혈압 측정 알고리즘 개발”이라는 주제로 민간과제를 수행하고 있다. ㈜스카이랩스에서 자체 개발한 웨어러블 심장 모니터링 기기인 CART에서 추출한 PPG 신호 데이터 기반으로 높은 정확도로 혈압을 추정하는 딥러닝 기술을 새롭게 개발하였다. 분당서울대병원과의 협업을 통해 임상 환경에서 성능 검증을 하였다. 이를 통해 병원을 방문하지 않고도 일반인도 누구나 웨어러블 장치를 통해 본인의 혈압을 확인할 수 있는 솔루션을 제공하는데 큰 기여를 하였다.

**- 병원 내 감염 확산 방지를 위해 스크리닝 문진, 의료진 방어복 사용 등에 대한 대응전략의 가장 효과적인 방안 연구**

이지현 교수는 연세대 세브란스 병원 교수들과 병원 내 감염 확산 방지를 위해 스크리닝 문진, 의료진 방어복 사용 등에 대한 대응전략의 가장 효과적인 방안을 찾는 연구를 수행 중이다. 또한, 세브란스 병원 교수 및 영국의 질병관리본부(PHI) 연구원들과 함께 사회적 거리두기의 완화 및 학교의 온라인 개학 이후 등교개학으로 전환했을 때, 예측가능한 문제점을 파악하는 연구를 수행하였으며, 그 결과를 논문 투고 할 예정이다.

- Evaluation of control measures for COVID-19 in Hospital
- Impact of Social Distancing and School Closure on the Spread of COVID-19

**- COVID-19이 금융시장에 미친 영향에 대한 분석**

김정훈 교수는 그동안 지도 대학원생들과 공동으로 효율적인 금융자산가격모형 개발과 다양한 파생금융 상품에 대한 공정가격 결정에 대한 연구를 수행하여 저널에 출판하여 왔으며, COVID-19이 금융시장에 미친 영향에 대한 분석을 포함한 2020년 2학기 수행한 다음과 같은 연구내용 결과를 저널에 투고하였다.

- Stochastic elasticity of variance and impact of financial crises
- Efficient pricing of variance swaps under a rescaled double Heston stochastic volatility model
- Multiscale stochastic elasticity of variance model for options and equity linked annuity

**- 서울에서 생기는 오염물질과 미세먼지 확산에 대한 난류모델 개발 및 수치계산**

최희준 교수팀 연구진(이광진 박사)는 한반도 상공에서 미세먼지들이 유입되어 사람들의 호흡기 질환과 피부병유발 등의 심각한 문제들에 대하여 서울에서 생기는 오염물질과 미세먼지 확산에 대한 난류모델을 개발하고 그 수치계산을 수행하였다. 이 결과는 JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY에 출간되었다.

### 3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

#### ① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

1. 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적에 관하여 다음의 항목을 고려하여 기술(선정당시 기준과 동일 적용 가능)
  - ▶ 국제학회/학술대회 활동: 국제학회/학술대회에서 수상, 초청강연, 기조연설, 좌장, 위원회활동 등
  - ▶ 국제 학술지 관련 활동: 편집위원 등 관련 활동
  - ▶ 국제 저술 활동: ISBN이 부여된 전문학술도서에 대해서만 허용 (번역서 제외)
2. 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 실적에 한하여 기술하되, 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

본 교육연구단 참여교수의 국제적 학술활동 실적을 아래의 표에 나타내었다. 기조강연 및 초청강연 실적은 8건 정도를 유지하고 있으며, 지난 선정평가 당시 실적에 비해 7% 정도 감소하였다. 학술대회 위원회 및 좌장 활동은 실적기간 내 10건으로 지난 선정평가 실적에 비해 28% 정도 증가하였다. 학술지 편집 위원 활동은 실적기간 내 10건으로 나타났다.

< 참여교수 국제 학술활동 비교 > 실적기간: 2020.09.01.-2021.08.31.(1년간)

항목	선정평가(2020년)		자체평가(2021년)	비고 (증감율)
	실적기간 : 5년	1년환산	실적기간 : 1년	
기조강연 및 Invited talk	43	8.6	8	-7%
위원회 및 좌장	39	7.8	10	28%
편집 위원	19		10	

#### 가. 국제학회 기조강연 및 Invited talk 실적

##### ■ 기조강연 3건, 초청강연 5건

- o (박은재) 기조강연, Polygonal Staggered DG Method, Oberwolfach workshop on Nonstandard Finite Element Methods, 독일, 20210113
- o (박은재) 기조강연, Computational Paradigms: Old and New, KSIAM 가을학술발표회, 한국, 20201113
- o (서진근) Opening lecture (제목: Deep Learning for ill-posed inverse problems in medical imaging) Oberwolfach Workshop Deep Learning for Inverse Problems (hybrid meeting), 3월 7-13, 2021, 독일 Oberwolfach,
- o (박은재) 초청강연, Staggered DG Method for Darcy Flows in Fractured Porous Media on General Meshes, International Conference on Computational Science, 폴란드, 20210616
- o (박은재) 초청강연, High Order Polygonal Staggered Discontinuous Galerkin Methods, International Conference on Spectral and High Order Methods, 오스트리아, 20210715
- o (신원용) Special Session, Personalized Preference Learning for Caching: A Data Analytics Perspective, International Conference on ICT Convergence (ICTC), Jeju Island, Korea, 20201021
- o (최영필) 초청강연, Models for collective behavior: qualitative properties and model hierarchy, Virtual Summer school on Kinetic and fluid equations for collective dynamics, 프랑스-한국 국제 수학 연구소, 20210823-26
- o (양민석) 초청강연, New regularity criterion for suitable weak solutions of the surface growth model, KSIAM 가을학술 발표회, 한국, 20201114

#### 나. 국제학회/학술대회 위원회 및 좌장 활동

##### ■ 위원회 및 좌장 10건

- o (박은재) Organizer, The 26th International Domain Decomposition Conference, DD XXVI, Polygonal Finite Elements, DG, and Related Methods, Virtual Conference, Hong Kong, China, 20201207-12
- o (박은재) Chair &, Program Committee, 2020년도 대한수학회 정기총회 및 가을 연구발표회 Virtual Conference (2020 KMS Annual Meeting), 20201023-24
- o (신원용) Session Chair, International Conference on Information Networking (ICOIN 2021), Jeju Island, Korea & Virtual Conference, 2021.01.13.-2021.01.16.
- o (신원용) Organizing Committee-Local Arrangement Co-Chair, International Conference on Information Networking (ICOIN 2021), Jeju Island, Korea & Virtual Conference, 2021.01.13.-2021.01.16.
- o (강경근) session chair, KMS (대한수학회) 가을 학회 스페셜 세션, PDEs arising from Mathematical Physics, 20201023-24
- o (강경근) session chair, KSIAM (대한응용수학회) 2020 Annual Meeting 스페셜 세션, Regularity and singularity of some PDE related to fluid flow, 20201112-15
- o (홍한술) Organizer, Winter mini-school on Mirror symmetry and related topics (part I), QSMS 온라인, 20210118-21
- o (홍한술) Organizer, Winter mini-school on Mirror symmetry and related topics (part II), QSMS 온라인, 20210222-25  
※ QSMS: Center for Quantum Structures in Modules and Spaces 선도연구센터 (서울대학교)
- o (홍한술) Chair, Legendrian, Cluster algebras and Mirror symmetry - IBS-CGP (기초과학원 수리물리연구단), 온라인 2021014-15
- o (홍한술) Chair, Winter mini-school on Mirror symmetry and related topics (part I) - 상동

## 다. 국제 학술지 편집 위원 활동

### - 10건

- o (박은재) Associate Editor, Computational Methods in Applied Mathematics, De Gruyter, 2015-present
- o (박은재) Editor, Advances and Applications in Fluid Mechanics, 2006-present
- o (신원용) Associate Editor, IEIE Transactions on Smart Processing & Computing, IEIE, 2013-present
- o (이은정) Associate Editor, Results in Applied Mathematics, Elsevier, 2019-present
- o (서진근) Executive Editorial Board, Inverse Problems, IOP, 2021-present
- o (김세익) Associate Editor, Annals of Applied Mathematics, 2020.09-present
- o (김세익) Editor, Journal of the Korean Mathematical Society, 2017.01-present
- o (손재범) Managing Editor, Journal of the Korean Mathematical Society, 2021.1-2022.12
- o (손재범) Editor, Journal of the Korean Mathematical Society, KMS, 2021.1-2023.12
- o (최영필) Editorial Board, Networks & Heterogeneous Media, American Institute of Mathematics, 2021- present.

## 라. 국제 저술 활동 : ISBN이 부여된 전문학술도서에 대해서만 허용 (번역서 제외)

(실적 기간 내 해당사항 없음)

## 마. 국제 학술대회 수상

### - 5건

- o (강경근) 대한수학회 국내논문상, 2020년 10월, Asymptotic Behaviors of Solutions for an Aerotaxis Model Coupled to Fluid Equations
- o (최희준) 대한수학회 디아이 수학자상, 2020년 10월, 준선형 편미분 방정식의 정칙성 연구와 비압축성/압축성 나비에-스톡스 방정식의 강해 및 정칙성, 그리고 수치해석 기법인 meshfree method 개발  
※ 디아이 수학자상은 한국 수학의 학문적 발전에 기여하거나 국내외적으로 수학적 위상을 높여 학계 발전에 기여한 자를 시상
- o (박은재) KSIAM-금국 학술상, 2020년 11월, 일반 메쉬 위에서 staggered Galerkin method를 diffusion, Stokes, linear elasticity 문제 등에 적용하여 수치 기법의 새로운 패러다임 제시  
※ 금국학술상은 연구의 수월성을 기준으로 계산·응용수학 분야 및 공학 분야에서 탁월한 연구업적을 통해 해당 분야 학문의 진보에 이바지한 연구자에게 수여
- o (신원용) 한국통신학회 하계종합학술발표회 우수상, 2020년 11월, 다수의 잠재적인 도청 노드가 존재하는 경우 secrecy outage 확률을 수학적으로 엄밀히 분석 및 실험을 통한 성능 검증
- o (신원용) 2021년도 한국통신학회 동계종합학술발표회 우수상, 2021년 2월, 추천 시스템에서의 다양성을 개선하기 위해 신경 회로망의 새로운 설계 및 실제 데이터셋을 사용한 실험과 성능 검증

## ② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구 단 참여교수	국외 공동연구자			
1	김세익	Hongjie Dong	미국/Brown Univ.	On conormal and oblique derivative problem for elliptic equations with Dini mean oscillation coefficients	10.1512/iumj.2020.69.8028
2	김정훈	Jiling Cao, Wenjun Zhang	뉴질랜드/Auckland Univ. of Technology	Rough stochastic elasticity of variance and option pricing	10.1016/j.frl.2019.101381
3	김정훈	Jiling Cao, Wenjun Zhang	뉴질랜드/Auckland Univ. of Technology	Pricing variance swaps under hybrid CEV and stochastic volatility	10.1016/j.cam.2020.113220
4	양민석	Jiri Neustupa	체코/Czech Academy of Sciences	On the role of pressure in the theory of MHD equations	10.1016/j.nonrwa.2020.103283
5	박은재	Eric Chung	중국/The Chinese Univ. of Hong Kong	Staggered DG method for coupling of the Stokes and Darcy-Forchheimer problems	10.1137/19M1268525
6	박은재	Eric Chung	중국/The Chinese Univ. of Hong Kong	Staggered discontinuous Galerkin methods for the Helmholtz equation with large wave number	10.1016/j.camwa.2020.09.019
7	박은재	Amiya K. Pani	인도/IIT Bombay	Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation	10.1016/j.cma.2020.113639
8	신원용	Dung D. Vu	캐나다/Korbit AI	An Improved Approach for Estimating Social POI Boundaries with Textual Attributes on Social Media	10.1016/j.knosys.2020.106710
9	최영필	José Carrillo	영국/Oxford University	Quantifying the hydrodynamic limit of Vlasov-type equations with alignment and nonlocal forces	10.1142/S0218202521500081
10	최영필	Cristina Pignotti	이탈리아/Universit à di L' Aquila	Consensus of the Hegselmann-Krause opinion formation model with time delay	10.1002/mma.7050
11	최영필	Cristina Pignotti	이탈리아/Universit à di L' Aquila	Exponential synchronization of Kuramoto oscillators with time delayed coupling	10.4310/CMS.2021.v19.n5.a11
12	최영필	Xiongtao Zhang	중국/Huazhong Univ. of Science and Technology	One dimensional singular Cucker-Smale model: Uniform-in-time mean-field limit and contractivity	10.1016/j.jde.2021.04.002
13	최영필	Qinghua Xiao	중국/Chinese Academy of Sciences	Asymptotic stability of the phase-homogeneous Solution to the Kuramoto-Sakaguchi equation with inertia	10.1137/20M1368719

### ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

1. 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “외국대학 및 연구기관과의 연구자 교육계획” 대비 실적을 중심으로 작성하되, 참여교수의 외국대학 및 연구기관과의 연구자 상호 교류 실적 및 효과를 기술(기준을 선정평가 기준과 동일 적용 가능)
2. 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 실적에 한하여 기술하되, 당초 계획 대비 실적 분석을 통해 향후 추진계획 수립 필요

본 교육연구단 참여교수의 실적기간(1년간, 2020.09.01.-2021.08.31.) 동안의 해외 연구자 교류 실적을 아래에 나타내었다. 선정평가의 제안서의 계획과 달리 연구자 교류가 있었다. COVID-19로 인해, 실질적 교류가 불가한 상황이라 계획대비 실적이 다르게 나타난 것으로 보여진다. 향후, 지속적인 교류를 통하여 해외 교류를 통한 실적이 계획에 따라 이루어질 것으로 예상된다.

#### < 외국 연구자 교류 계획 대비 실적 >

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
강경근	독일 Münster 대학의 Stevens 캐나다 Univ of British Columbia의 Tai-Peng Tsai 일본 Tokyo Institute of Technology의 Hideyuki Miura	공동연구 수행 공동연구 수행 공동연구 수행
김세익	미국 Brown 대학의 Hongjie Dong	-
김병한	미국 UC Berkely 대학의 Thomas Scanlon 미국 UCLA의 Artem Chernikov 이스라엘 Hebrew Univ.의 Itay Kaplan	-
김정훈	뉴질랜드 오클랜드공과대학 Jiling Cao, Wenjun Zhang	-
서수길	영국의 Kings-College David Burns	-
손재범	미국 West Chester 대학 James McLaughlin 미국 Duke 대학 Heekyoung Hahn	공동연구 수행
신원용	독일 Heidelberg University의 Michael Gertz	캐나다 Korbit AI의 Dung D. Vu 연구원
양민석 최희준	독일 Humbolt University zu Berlin의 Joerg Wolf 프랑스 Univ du Sud Toulon-Var의 Antonin Novotny	체코 Academy of Sciences의 Jiri Neustupa 교수
이은정	대만 National Central Univ의 Feng-Nan Hwang	-
이지현	영국 PHE(Public Health England)의 Yoon Hong Choi	-
최성락	동경대학교의 Gongyo Yoshinori	공동연구 수행
최정일	미국 노스캐롤라이나 주립대학교 Jack R. Edwards	-
허영미	미국 메릴랜드 대학 Kasso Okoudjou	-
홍한솔	미국 Boston 대학 Yu-Shen Lin 및 Siu-Cheong Lau	공동연구 수행
최영필	-	영국 Univ of Oxford의 José Carrillo 이탈리아 Univ di L' Aquila의 Cristina Pignotti 영국 Univ of Nottingham의 Dante Kalise 칠레 Univ Adolfo Ibáñez의 Andrés Peters 중국 Huazhong Univ Sci. & Tech의 Xiongtao Zhang 네덜란드 Eindhoven Univ of Technology의 Oliver Tse
박은재	-	인도 IIT Bombay의 Amiya K. Pani
기하서	-	UCLA 수학과 C.B, Khare

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
강경근	독일 Münster 대학의 Stevens 캐나다 Univ of British Columbia의 Tai-Peng Tsai 일본 Tokyo Institute of Technology의 Hideyuki Miura	공동연구 수행 공동연구 수행 공동연구 수행

독일 Muenster University 의 Angela Stevens 교수와 연구교류를 하고 있으며, 또한 캐나다의 University of British Columbia의 Tai-Peng Tsai교수 그리고 Tokyo Institute of Technowledge 대학의



Hideyuki Miura 교수와 공동연구를 진행하고 있다. 공동연구의 결과들은 저널에 게재 및 게재될 예정이다.

- Global minimizers for the interaction energy with anisotropic potentials, Eur. J. App. Math. 31 (2020), no. 5, 854-870. (with G. Kaib and A. Stevens)
- Short time regularity of Navier-Stokes flows with locally  $L^3$  initial data and applications, International Mathematics Research Notices, (2021), (with H. Miura, T.-P. Tsai)
- Regular set and an  $\epsilon$ -regularity theorem in terms of initial data for the Navier-Stokes equations, to appear in Pure and Applied Analysis (with H. Miura, T.-P. Tsai)

캐나다의 University of British Columbia의 Tai-Peng Tsai 교수, 중국의 Hunan Normal University의 Baishun Lai 교수, Tokyo Institute of Technology 대학의 Hideyuki Miura 교수, 중국 상해의 ECNU (East China Normal University) 대학의 Xingbin Pan 교수와 공동연구를 진행하여 다음 논문들을 저널에 투고하여 심사 중이다.

- The Green tensor of the nonstationary Stokes system in the half space
- Finite energy Navier-Stokes flows with unbounded gradients induced by localized flux in the half-space (B. Lai T.-P. Tsai)
- Local regularity conditions on initial data for local energy solutions of the Navier-Stokes equations (with H. Miura, T.-P. Tsai)
- On a Quasilinear Parabolic Curl System of Meissner States of Superconductors (with X. Pan)

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
신원용	독일 Heidelberg University의 Michael Gertz	캐나다 Korbit AI의 Dung D. Vu 연구원

캐나다 Korbit AI의 Dung D. Vu 연구원과 2016년부터 소셜 네트워크에서의 데이터 분석 관련 연구교류를 꾸준히 진행하고 있다. 공동연구의 결과물은 데이터사이언스 분야 우수 저명학술지에 게재되었다.

- Cong Tran, Dung D. Vu, and Won-Yong Shin, An improved approach for estimating social POI boundaries with textual attributes on social media, Knowledge-Based Systems, 213, 1-12, February 2021.

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
양민석 최희준	독일 Humbolt University zu Berlin의 Joerg Wolf 프랑스 Univ du Sud Toulon-Var의 Antonin Novotny	체코 Academy of Sciences의 Jiri Neustupa 교수

체코 Academy of Sciences의 Jiri Neustupa 교수와 지속적인 연구교류를 하고 있다. 공동연구 결과중의 하나를 20년 1월에 Nonlinear Analysis: Real World Applications (IF: 2.072) 저널에 투고하여 심사를 받았고 11월-12월 논문 초안을 개정하여 12월 게재승인을 받았다. 이 논문은 21년 8월에 출판될 예정이다.

- J Neustupa, M Yang, On the role of pressure in the theory of MHD equations, Nonlinear Analysis: Real World Applications, 60, 103283, 2021

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
최성락	동경대학교의 Gongyo Yoshinori	공동연구 수행

Gongyo Yoshinori (일본 도쿄 대학교) 교수와 집필하여 투고한 논문의 결과를 개선하기 위해서 이메일 및 Zoom을 이용하여 연구교류를 하였다. 2020년 상반기에 투고된 논문에 대한 중간 보고서를 바탕으로 결과를 개선하는데 노력하였다. 공동연구를 통해서 완성된 아래의 논문을 국제저널 (Mathematische Zeitschrift, Impact factor: 0.964) 에 투고하여 2021년 6월에 게재승인을 받았다. Gongyo 교수와는 1년에 1~2회 상호 방문을 하여 공동연구를 진행해 왔었는데 코로나 바이러스의 확산으로 인해 온라인으로만 연구교류를 실시하였다. 앞으로도 최신 결과들을 공유하며 연구교류에 힘쓸 계획이다.

-On a generalized Batyrev's cone conjecture, arXiv:2002.11071 [math.AG]

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
홍한솔	미국 Boston 대학 Yu-Shen Lin 및 Siu-Cheong Lau	공동연구 수행

Boston 대학의 Yu-Shen Lin 교수와 2017년부터 연구교류를 이어오고 있으며, 공동연구의 결과로 아래의 논문을 수학저널에 게재승인 받았다.

- H. Hong-Y.-S. Lin-J. Zhao, Bulk-deformed potentials for toric Fano surfaces, wall-crossing and period, to appear in International Mathematics Research Notices (2021)

Boston 대학의 Siu-Cheong Lau 교수와 공동연구를 꾸준히 진행하고 있다.

- (i) "Noncommutative homological mirror functor" (서울대학교 조철현 교수 공저)가 Memoirs of the American Mathematical Society에 2021년 6월 게재되었으며,
- (ii) "Immersed two-spheres and SYZ with application to Grassmannians" (부산대학교 김유식 교수 공저)가 2021년 6월 Journal of Differential Geometry에 게재승인 받았다.

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
최영필	-	영국 Univ of Oxford의 José Carrillo 이탈리아 Univ di L' Aquila의 Cristina Pignotti 영국 Univ of Nottingham의 Dante Kalise 칠레 Univ Adolfo Ibáñez의 Andrés Peters 중국 Huazhong Univ Sci. & Tech의 Xiongtao Zhang 네덜란드 Eindhoven Univ of Technology의 Oliver Tse

영국 University of Oxford의 José Carrillo 교수와 2013년부터 연구교류를 하고 있으며, 다음과 같은 공동연구 논문을 작성했다. 또한 José Carrillo 교수와 이탈리아 Università di L' Aquila의 Marco Di Francesco 교수와 함께 대학원생 또는 신진연구자를 위한 연구서적 Aggregation-Diffusion PDEs(가제)을 집필 중에 있다.

- J. A. Carrillo, Y.-P. Choi, and Y. Peng, Large friction-high force fields limit for the nonlinear Vlasov-Poisson-Fokker-Planck system, submitted.
- J. A. Carrillo and Y.-P. Choi, Mean-field limits: from particle descriptions to macroscopic equations, Arch. Ration. Mech. Anal., to appear.
- J. A. Carrillo, Y.-P. Choi, and J. Jung, Quantifying the hydrodynamic limit of Vlasov-type equations with alignment and nonlocal forces, Math. Models Methods Appl. Sci., 31, (2021), 327-408.

이탈리아 Università di L' Aquila의 Cristina Pignotti 교수와 2018년부터 연구교류를 하고 있으며, 다음과 같은 공동연구 논문을 작성했다.

- Y.-P. Choi and C. Pignotti, Exponential synchronization of Kuramoto oscillators with time delayed coupling, Commun. Math. Sci., 19, (2021), 1429-1445.
- Y.-P. Choi, A. Paolucci, and C. Pignotti, Consensus of the Hegselmann-Krause opinion formation model with time delay, Math. Methods Appl. Sci., 44, (2021), 4560-4579.

영국 University of Nottingham의 Dante Kalise 교수, 칠레 Universidad Adolfo Ibáñez의 Andrés Peters 교수와 2017년부터 연구교류를 하고 있으며, 다음과 같은 공동연구 논문을 작성했다.

- Y.-P. Choi, D. Kalise, and A. A. Peters, Collisionless and decentralized formation control for strings, submitted.

중국 Huazhong University of Science and Technology의 Xiongtao Zhang 교수와 2019년부터 연구교류를 하고 있으며, 다음과 같은 공동연구 논문을 작성했다.

- Y.-P. Choi and X. Zhang, One dimensional singular Cucker-Smale model: uniform-in-time mean-field limit and contractivity, J. Differential Equations, 287, (2021), 428-459.

네덜란드 Eindhoven University of Technology의 Oliver Tse 교수와 2016년부터 연구교류를 하고 있으며, 다음과 같은 공동연구 논문을 작성했다.

- Y.-P. Choi, D. Oh, and O. Tse, Controlled pattern formation of stochastic Cucker-Smale systems with network structures, submitted.
- Y.-P. Choi and O. Tse, Quantified overdamped limit for kinetic Vlasov-Fokker-Planck equations with singular interaction forces, submitted.

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
박은재	-	인도 IIT Bombay의 Amiya K. Pani

인도 IIT Bombay의 Amiya K. Pani 교수와 2019년부터 연구 교류를 하고 있으며, 또한 중국 Chinese University of Hong Kong의 Eric Chung 교수와 2018년부터, Lina Zhao 박사와 2019년부터 연구 교류를 꾸준히 진행하고 있다. 공동연구의 결과들은 저널에 게재하였다.

- Dohyun Kim, Amiya Kumar Pani, and Eun-Jae Park, Morley finite element methods for the stationary quasi-geostrophic equation, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, Vol. 375, 1 March 2021, 113639
- Lina Zhao, Eric T. Chung, Eun-Jae Park, and Guanyu Zho, Staggered DG method for coupling of the Stokes and Darcy-Forchheimer problems, *SIAM J. Numer. Anal.*, Vol. 59(1), 4 January 2021, pp 1-31
- Lina Zhao, Eun-Jae Park, Eric T. Chung, Staggered discontinuous Galerkin methods for the Helmholtz equation with large wave number, *Comput. Math. Appl.*, Vol. 80(12), 15 December 2020, pp 2676-2690

참여교수	외국 연구자 교류 계획 (2020년 제안서)	교류실적 (2020.09.01.-2021.08.31.)
기하서	-	UCLA 수학과와 C.B, Khare

미국 UCLA 수학과와 C.B, Khare 교수와 2020년 12월 17 - 2021년 2월 14 사이에 직접 만나서 수론에 대해서 정기적으로 수학토론. Khare교수는 현재 수론분야에서 저명한 학자임. 2-3년 내에 Khare교수는 본 사업단에 방문할 계획을 가지고 있음. 대학원생들에게 매우 중요한 기회가 될 것으로 기대됨.

## IV

## 4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	연세대학교 수리과학 및 계산 교육연구단
교육연구단(팀)장명	박은재

연번	구분	언론사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제목/ 수상명 등	관련 URL
		주요내용 (200자이내)			
1	수상	대한수학회	20.10.23	디아이 수학자상	<a href="http://www.kms.or.kr/board/list.html?num=15658&amp;start=0&amp;sort=top%20desc,%20reg_dt%20desc&amp;code=notice&amp;tcode=&amp;key=&amp;keyword=">http://www.kms.or.kr/board/list.html?num=15658&amp;start=0&amp;sort=top%20desc,%20reg_dt%20desc&amp;code=notice&amp;tcode=&amp;key=&amp;keyword=</a>
		준선형 편미분 방정식의 정착성 연구와 비압축성/압축성 나비에-스톡스 방정식의 강해 및 정착성, 그리고 수치해석 기법인 meshfree method 개발에 탁월한 연구 결과를 도출하여 디아이 수학자상을 수상하였다. 디아이 수학자상은 한국 수학의 학문적 발전에 기여하거나 국내외적으로 수학적 위상을 높여 학계 발전에 기여한 자에게 수여한다.			
2	수상	한국산업응용수학회	20.11.13	제8회 KSIAM-금곡학술 상	<a href="https://www.ksiam.org/eumgok-award-gallery">https://www.ksiam.org/eumgok-award-gallery</a>
		일반 메쉬 위에서 staggered Galerkin method를 적용하는 방법을 diffusion, Stokes, linear elasticity 문제 등에 적용함으로써 수치 기법의 새로운 패러다임을 제공하였다. 본 연구결과들은 SIAM Journal on Scientific Computing, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 등 관련 분야 최고 권위 저널에 게재되었다. KSIAM-금곡학술상은 연구의 수월성을 기준으로 계산·응용수학 분야 및 공학 분야에서 탁월한 연구업적을 통해 해당 분야 학문의 진보에 이바지한 국내외 한인 연구자에게 수여한다.			
3	수상	대한수학회	20.10.23	대한수학회 국내 논문상	<a href="http://www.kms.or.kr/board/list.html?num=15658&amp;start=0&amp;sort=top%20desc,%20reg_dt%20desc&amp;code=notice&amp;tcode=&amp;key=&amp;keyword=">http://www.kms.or.kr/board/list.html?num=15658&amp;start=0&amp;sort=top%20desc,%20reg_dt%20desc&amp;code=notice&amp;tcode=&amp;key=&amp;keyword=</a>
		국내 논문상은 국내 수학 관련 학술지에 게재된 논문이 국제적으로 많이 인용되어 그 우수성을 인정받아 학문발전에 크게 공헌한 자에게 수상하는 상으로, 대한수학회지(Journal of the Korean Mathematical Society)에 실린 논문 “Asymptotic behaviors of solutions for an aerotaxis model coupled to fluid equations” (Vol. 53 (2016), no. 1, 127-146)의 저자 강경근 교수(한경대 채명주 교수, 중앙대 이지훈 교수 공저/공동수상)가 선정되었다.			