

『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		
						팩스		
		영문	Eun-Jae Park			이동전화		
						E-mail		
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (20.9~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)	3차년도 (22.3~23.2)				
	국고지원금	551	1,102	1,120				
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)							
자체평가 대상기간	2021.9.1.-2022.8.31.(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;">2022년 9월 일</p>								
작성자	교육연구단장				박 은 재 (인)			
확인자	연세대학교 산학협력단장				김 지 현 (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
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	<p>○ 연세대학교 “수리과학 및 계산 교육연구단의 비전</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 수학의 중심문제 해결에 도전하고, 사회에서 요구되는 융합 인재를 양성 <p>○ 교육연구단의 비전 달성을 위한 3가지 목표 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 포괄적 사고와 문제 해결력을 갖춘 수학자 ▶ 수학에 대한 깊은 이해를 갖춘 신산업분야의 개척자 ▶ 연구의 국제적 위상 확립 <p>○ 비전 및 목표 달성 방안</p> <ul style="list-style-type: none"> - 교육혁신 : 교육 패러다임 변화, 교육 방법론 전환, 다학제간 융합형 교육 프로그램 개발, 실무 전문가 강의 및 팀티칭, 새로운 교과목 개발, 새로운 산업분야 개척 - 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 <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 2차년도 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 지도교수와의 일대일 논문지도 등으로 대학원생들이 자발적으로 학술 활동에 참여하고 자기 주도적인 연구를 할 수 있는 기회와 역량을 갖도록 하고 있다.</p>		
교육역량 영역 성과	<p>○ 과목군 세분화를 통한 체계적인 교육 프로그램 운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 필수핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군 등으로 분류하여 수강지도를 실시함 - 대학원 전공교과목 28과목(2021-2학기), 24과목(2022-1학기) 개설/영어강좌 각각 75%, 87% 진행 - 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설 : 총4과목 (2021-2학기 2과목, 2022-1학기 2과목) 운영 - 학생제안 교과목 개설 : 총2과목(2021-2학기 1과목, 2022-1학기 1과목) 운영 <p>○ 교육 및 연구역량 강화를 위한 노력</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지도교수의 대학원생 일대일 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나 운영 - 박사학위 연구과정 연구실적 평가 : 1년간의 연구성과 평가를 통해 연구 분위기 조성 - 학과차원의 포스터 발표회를 통한 연구 점검 : 2021-2학기 총28명, 2022-1학기 총21명 발표 - 대학원생 주도의 개방형 세미나 : 총22회 수행 - Open Training Seminar without Entry Barrier : 7 전공 분야에서 세미나 진행 - 대학원생 Group Reading Seminar : 4개 연구팀에서 진행 		

	<ul style="list-style-type: none"> o 졸업자 취업의 우수성(2022년 2월 졸업) : 박사 7명, 석사 12명 (총 19명) <ul style="list-style-type: none"> - 박사 졸업생 : 해외대학 교수(1명), 회사 취업(4명), 박사후연구원(2명) - 석사 졸업생 : 회사 취업(6명), 해외대학 진학(1명), 국내대학 진학(3명) 등 o 참여대학원생 논문 실적 : 총 10편 (SCI급), 참여대학원생 1인당 0.08편 <ul style="list-style-type: none"> - Q1 (상위 25%) 5편(전체 50.0%), 상위 5% 1편(전체 10.0%), 상위 15% 4편(전체 40.0%) o 참여대학원생 학술발표 및 등록특허 실적 <ul style="list-style-type: none"> - 학술발표 실적 : 총52건 (국내 43건, 국제 9건) - 등록특허 실적 : 총 2건(국내등록 2건) o 참여대학원생 연구 우수 수상 실적 <ul style="list-style-type: none"> - 학술대회 논문우수상 : 총 6건 - 연세대학교 대학원 우수 논문 수상 : 총6건 - 외부기관 우수 논문상 : 총4건 o 참여교수의 교육역량 대표실적 <ul style="list-style-type: none"> - 수리논리 분야 한글 대학원 교재 저술, 새로운 형태의 대수학 교재 o 교육프로그램의 국제화 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 대학원생 인적교류 : berwolfach 연구소(독일), UC Irvine(미국) 등 - 우수 외국인 신입생 유치 : Ocean 대학(중국), MUST(몽골)로부터 학생 추천 - 참여대학원생 국제공동연구 : 총 7건의 국제 공동연구가 진행, 결과를 논문 준비 중
<p style="text-align: center;">연구역량 영역 성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> o 참여교수 연구비 수주 실적 : 1인당 약 1.7억원 (선정평가 당시 약 1.6억원) o 참여교수 연구업적물(논문)의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - SCI급 논문 게재 실적 : 총 65편, Q1(25%이내) 논문은 35편(전체 53.8%) - 5% 이내 7편(전체 10.8%), 10% 이내 19편(전체 29.2%), 15% 이내 36편(전체 36.9%) - 1인당 논문수 : 2.95편(선정평가 2.87), 환산편수 : 25.63편(선정평가 24.15) - 논문 1편당 IF : 4.22(선정평가 2.28), 환산보정 IF : 17.22(선정평가 16.12) - 논문1편당 환산보정 IF : 0.2649(선정평가 0.2678) o 참여교수 등록특허 실적 : 총 5건(국내등록 특허 5건) o 산업·사회에 대한 기여도 <ul style="list-style-type: none"> - 산업수학 석사과정 인력양성 프로그램 진행 (㈜삼성메디슨과 연계, 삼성SDI) - 산학장학생 운영 (㈜볼트시뮬레이션) - 산학협력 연구 및 개발 : 총7건의 산학과제 수행 - 감염병 위기대응 기술개발 사업의 세부과제 책임자 활동 - 대중강연을 통한 수학/과학의 대중화 : 총 4건의 대중강연 수행 - 외부 기관 수상 : 대한수학회 논문상, 삼성휴먼테크논문대상 동상 o 사회문제에 적용 가능한 연구 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 지역사회/병원 내 코로나 확산 방지를 위한 대응 전략 영향 평가 및 효율적 방안 제시 - SERA (딤러닝 의료영상 진단 툴) - 집속초음차 치료기의 성능향상 및 최적 치료 알고리즘 개발 - 탈모증의 국소적 효과를 강화할 수 있는 탈모치료의 패러다임 제시 - 초음파 변환기의 실시간 위치 정보 제공 가능한 치료보조 시스템 개발

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 참여교수의 연구의 국제화 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 기초강연 및 초청강연 6건, 학술대회 위원회 및 좌장 8건, 학술지 편집 위원 9건 - 국제 공동연구 : 총 18건의 실적 및 SCI급 저널에 그 결과를 게재함
<p style="text-align: center;">달성 성과 요약</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대학원생의 교육 및 연구 역량 강화를 위한 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> - 교수와 지도학생의 일대일 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나를 Lab 별로 운영하여 학생들과 연구에서 미진한 부분을 토론하고 연구방향 지도 - 박사학위 연구과정 연구실적 평가를 통해 연구학기의 박사학위 과정생의 연구 수행 정도를 매년 파악하고, 연구에 몰입하는 분위기 조성 - 매학기 학과 차원의 포스터 발표회를 개최하여 대학원생들의 연구 진행 사항을 지속적으로 점검 ○ 정규과목에서 연구와의 연계 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 trend 기술을 반영한 정규 교과목(기계학습 관련 교과목)을 개설하여 문제 해결 능력 함양시키고, 정규과목-현실문제에 대한 연구로 이어지도록 함 ○ 대학원생 주도 개방형 세미나 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 리서치 트레이닝(Graduate Research Training)을 통한 학습 및 연구 역량 확대 - 대학원생의 Group Reading Seminar 수행 ○ 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성 <ul style="list-style-type: none"> - 기업연계형 “산업수학 석사학위 프로그램”을 운영하여 연계기업이 요구하는 인재를 양성하고 취업과 연계 - 연계기업으로부터 산학장학생을 선발하여 교육 ○ 외부기관의 수상을 통한 연구 우수성 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 외부 기관 수상 : 대한수학회 논문상, 삼성휴먼테크논문대상 동상 ○ 국제 공동연구를 통한 연구 심화 및 분야의 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 참여대학원생 : 총 7건의 국제 공동연구가 진행, 결과를 논문 준비 중 - 참여교수 : 총 18건의 실적 및 SCI급 저널에 그 결과를 게재함
<p style="text-align: center;">미흡한 부분 / 문제점 제시</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 두 전공의 병합에 따른 새로운 융합 교과목의 개발 등의 노력이 필요 - 참여대학원생의 논문게재 실적이 최근1년 기준 총10편, 학술발표 52건으로 다소 저조함 - 참여교수의 교육역량 대표실적이 책에 집중되어 있어 교육방법의 다양성 확보 필요 - 참여교수 논문의 피인용횟수를 올리기 위한 노력이 필요 - 사회문제 해결을 위한 실적이 다소 부족함. 참여기회를 넓히는 방향 도모
<p style="text-align: center;">차년도 추진계획</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 학생 제안 교과목 및 새로운 융합 교과목의 개설 - 대학원생 논문 및 학술발표에 대한 지속적 관심과 노력이 필요함 - 은퇴교수에 따른 참여교수 결원을 보충을 위한 신입교원 채용 - 졸업생의 취업에 대한 교육연구단 차원의 정보 제공 및 공동연구를 통한 취업 연계 등 - 국제학술대회 유치 등을 통한 국제협력 강화

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

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

소속	연세대학교 수학교산학부 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 수학교에서 세계적으로 권위있는 연구소인 독일의 Oberwolfach 수학교연구소에서 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 초청강연을 하였으며, 2022년 8월에 오스트리아 비엔나에서 열린 제9회 국제학회(Computational Methods in Applied Mathematics 2022)에서 기조강연을 하였다. 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 수행하였다. 첫 번째 학과장(2015-16년)으로 재임시에는 연세대학교에 선도연구센터(SRC-응용해석 및 계산센터)의 설립을 주도하여 오늘에 이르렀고, 두 번째 학과장직(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 계산과학공학의 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 ICOSAHOME (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	21년 2학기	23명	21명	91.7%	
	22년 1학기	24명	24명	91.3%	

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

연번	성명	변동학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	최희준	2021-2	전출	정년퇴직	
2	유명준	2022-1	전입	신규임용	조교수
3	윤경호	2022-1	전입	신규임용	조교수

<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	21년 2학기	33	22	66.7%	20	12	60.0%	67	55	82.1%	120	89	74.2%
	22년 1학기	35	20	57.1%	23	15	65.2%	60	52	86.7	118	87	73.7%
참여교수 대 참여학생 비율				4.24명 (2021-2학기) 4.14명 (2022-1학기)									

3. 교육연구단의 비전 및 목표 달성 정도

■ 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 수학기산학부로 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)

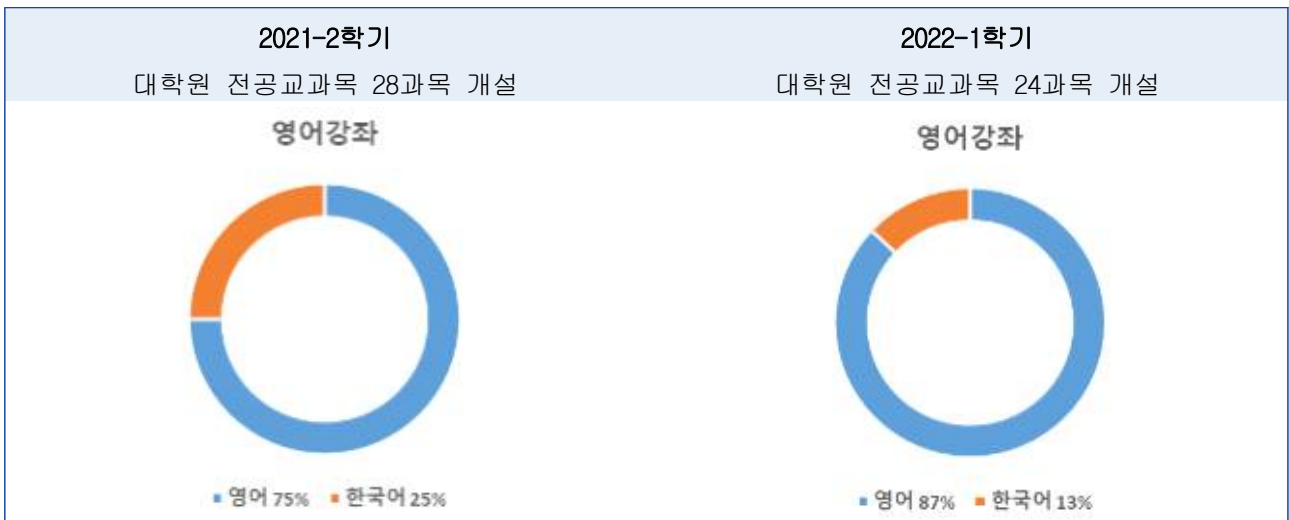
본 교육연구단 참여교수들은 이론수학, 응용수학 및 계산수학 등의 다양한 분야에서 연구를 진행하고 있으며, 꾸준히 우수한 결과들을 국제저명학술지에 게재하고 있다. 정량 지표인 교수 1인당 연간 편수와 질적 지표인 Q1의 비율 등은 이미 국제 수준에 근접하였으나, 각 논문의 창의성 및 선도성을 나타내는 citation 지표는 국제 수준과 다소 격차가 있다. 본 교육연구단의 참여교수들은 현재의 정량수치를 유지하는 한편, 특성화된 연구 분야에서 질적인 향상을 추구하고, 타 분야와의 협력 연구를 통해 연구의 원천 기술력을 확보하고자 한다. 본 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	2021-2학기	2022-1학기
필수핵심과목군	실해석학 2 (김세익, 영어) 대수학 2 (최성락, 영어) 수치해석1 (이은정, 영어) 수치편미분방정식 (박은재, 영어)	실해석학(1) (양민석, 영어) 대수학(1) (유영준, 영어) 수치해석1 (이은정, 영어) 수치편미분방정식 (이은정, 영어) 이공계편미분방정식1 (서진근, 영어)
전문심화과목군	수리유체역학 (강경근, 영어) 모델론1 (김병한, 영어), 조합론2 (박승경, 영어) 대수적정수론2 (서수길, 영어) 자연수분할이론 (손재범, 영어) 함수해석학 1 (양민석, 영어) 확률론 (이승철), 기계학습1 (최희준, 영어) 사교기하 (홍한솔), 수치최적화 (정태욱) 인공지능이론 (신원용, 영어) 점성유체역학 (최정일, 영어)	편미분방정식(1) (김세익, 영어) 조합론 (박승경, 영어), 미분다양체 (홍한솔, 영어) 모델론(2) (김병한, 영어), 확률론(2) (이승철) 고체및구조물의유한요소해석 (윤경호, 영어) 연속체역학및구조해석 (윤경호, 영어) 알고리즘과응용 (신원용, 영어) 딥러닝과데이터과학 (신원용, 영어) 불확실성정량화방법론 (최정일, 영어) 딥러닝과영상처리1 (서진근, 영어)
특성화과목군	편미분방정식특강 (최영필, 영어) 해석학특강1 (허영미, 영어) 물리기반모델링및시뮬레이션2 (최정일, 영어) 수학적모델링및수치해석1 (이은정, 영어)	수리유체역학특강(2) (강경근, 영어) 수치해석학특강(1) (허영미, 영어) 해석학특강(1) (최영필, 영어) 보형형식특강(1) (기하서, 영어)
논문작성법	수학난제와세미나 (김준일) 논문작성법및발표2 (최정일, 영어)	논문작성법및발표1 (최정일, 영어)
학부-대학원 연계과목	기초유한요소법 (박은재, 영어)	선형대수와 양자정보 입문 (최성락) 기초계산과학공학 (정태욱) 기초계산유체역학 (최정일, 영어)
개별연구지도과목	석사학위논문연구 1 (손재범) 박사학위논문연구 1 (손재범) 박사학위논문연구 2 (손재범) 석사학위논문연구1 (최정일, 영어) 박사학위논문연구2 (최정일, 영어)	

a2. 특성화된 교과목 운영을 통한 응용 분야로의 확대

(1) 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설

- ▶ MAT6480 기계학습1 (최희준 교수, 2021-2학기)
- ▶ CSE5013 인공지능 이론(신원용 교수, 2021-2학기)
- ▶ CSE5851 딥러닝과 데이터과학 (신원용 교수, 2022-1학기)
- ▶ CSE7301 딥러닝과 영상처리1 (서진근 교수, 2022-1학기)

(2) 학생제안 교과목 개설 현황

- ▶ CSE7840 물리 기반 모델링 및 시뮬레이션2(최정일 교수, 2021-2학기) - 배터리 모델링 및 구현
 - ▶ MAT8830 수치해석특강1(허영미 교수, 2022-1학기) - AI 관련 선형대수 이론
- ※ 학생제안 교과목 : 학생들이 원하는 수업 내용을 설계하고, 학생 수요 중심의 교육과정 구현 및 학생의 과목 선택권 확대 및 학과 커리큘럼 다양화를 꾀함

(3) 이과대 공통강의 개설을 통한 수학 및 계산과학 전공 대중화

- ▶ SCI5001 선형대수와 양자정보 입문(최성락 교수, 2022-1학기) - 양자컴퓨팅 소개 및 이론

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

본 수학계산학부에서는 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) 수학계산학부(수학) 대학원 운영내규
- (CSE전공) 대학원 수학계산학부(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.

- 2021-2학기 : 신입생 13명 학사지도교수 선택, 4명 논문지도교수 선택
- 2021-1학기 : 신입생 10명 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	2021-2학기 졸업생 평균실적	2022-1학기 졸업생 평균실적
Math	박사	SCI/SCIE 저널에 1편 이상 논문 게재	0.4편 (총2편/5명)	0.5편 (총1편/2명)
	석사	없음	-	-
CSE	박사	국제저명학술지에 2편 이상 논문 게재, (단, 제출된 논문 중 1편은 본인이 제 1 저자)	2편 (총4편/2명)	3.3편 (총20편/6명)
	석사	제1저자인 국제저명학술지 게재 또는 제1저자 학술대회 논문 1편	1편 (총5편/5명)	1.3편 (총4편/3명)

(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.

- 2021-2학기 : 수학전공 22명, CSE전공 7명
- 2022-1학기 : 수학전공 17명, CSE전공 6명

※ 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 수학교산학부 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.

- 2021-2학기 (2021.11.19.) : 총 28명 발표(석사과정 2명, 박사과정 5명, 통합과정 21명)
- 2022-1학기 (2022.05.20.) : 총 21명 (석사과정 1명, 박사과정 6명, 통합과정 14명)

※ 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 (강경근교수) : 매 주 대학원생과 개별 면담 진행
- 수리논리학팀 (김병환교수) : 2주에 한 번 대학원생 연구 진행 사항 발표 및 면담
- Financial mathematics (김정훈교수) : 매 주 대학원생과 개별 연구 면담 진행
- q-series and partition 팀 (손재범교수) : 매 주 정기적인 팀세미나 진행
- 수리유체팀 (양민석교수) : 매 주 대학원생 개별연구 세미나 진행
- Algebraic number theory 팀 (유명준교수) : 매 주 미팅 및 리딩 세미나
- Mathematical biology팀 (이지현교수) : 매 주 대학원생 개별 면담 진행
- Algebraic geometry 팀 (최성락교수) : 매 주 내/외부 연사 초청, 연구 세미나 및 리딩 세미나 진행
- 최영필교수팀 : 매 주 지도학생과 일대일 개별 면담 진행
- Wavelets and approximation 팀 (허영미교수) : 매 주 대학원생 개별 면담 진행
- 흥한술교수팀 : 매 주 2회 이상 일대일 논문지도
- 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
- 데이터사이언스팀 (신원용교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 수치해석팀2 (이은정교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 멀티피직스 계산 연구실 (최정일교수) : 매 주 그룹세미나 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 전산유체역학팀 (이창훈교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행

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 총22회(2021-2학기 13회, 2022-1학기 9회) 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	남하얀 교수(덕성여대)의 Numerical semi-group 세미나	2회 진행
	조민준 대학원생(U of British Columbia) Hyperbolic 편미분방정식 세미나	2회 진행
	대학원생을 위한 난제 세미나	14회 진행
	BK 기하학 수요집회	2021-2학기부터 격주로 진행
	신촌기하학 세미나(SWAG)	2회 개최
	신촌3대학원 공동세미나	2022년 1월 개최
대학원생 Group Reading Seminar	BK 해석학 세미나	9회 진행
	강경근 교수팀(스톡스 및 나비에-스톡스 방정식)	주제별 논문 리딩 및 세미나
	이지현교수팀(수리생물연구)	논문 리딩 및 발표
	최성락교수팀(기하학)	기초지식 세미나 및 연구 발표
	흥한술교수팀(사교기하학)	논문리딩세미나

a6. 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성

(1) 산업수학 석사학위 프로그램 운영 :

o 박성욱 (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.

o 고현석 (석사과정, 2022-1학기 입학, 삼성SDI 연계)

삼성SDI의 고현석 프로는 산학협력을 위해 수학기산학부(계산과학공학)에 입학하여 “리튬이온 배터리 셀/모듈에 대해 데이터 및 모델 기반 고장 진단 기술” 을 개발하고 있다.

(2) 산학장학생 운영 : 박준 (박사과정, 2020-2학기 입학, 볼트시뮬레이션 연계)

본 학과와 장기간 환경관련 솔루션을 공동개발해온 (주)볼트시뮬레이션의 직원인 박준 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.

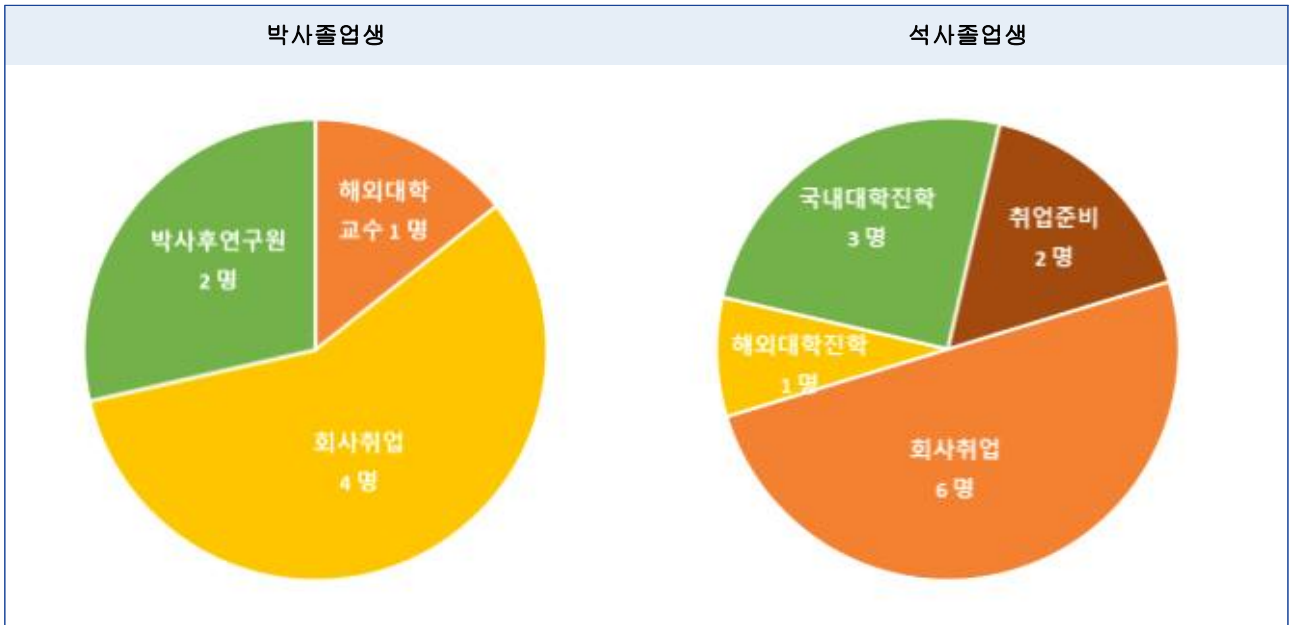
(3) 산업체와의 공동연구를 통한 현장 전문가 양성

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

기업명	연구명	참여교수, 참여대학원생
주식회사 휴런	알츠하이머병에 대한 수학적 모델 연구	
삼성디스플레이(주)	Slip-wall 경계조건 기반의 OLED 증착원 공정 시뮬레이션 고도화	
현대엔지니어링(주)	폐배터리 RUL 예측 알고리즘 개발	
삼성전자(주)	저선량 Cone-Beam CT에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결	
삼성디스플레이(주)	3D FEM 기반 NEGF Solver 개발	
주식회사 스카이랩스	다파장 PPG 신호 기반 산소포화도 모니터링 알고리즘 개발	
주식회사 스카이랩스	Cuffless 혈압 측정 알고리즘 개발 고도화	

a7. 졸업자 취업의 우수성

(1) 2022년 2월 졸업생 : 박사 7명, 석사 12명 (총 19명)



(2) 취업의 우수성

졸업생(전공, 학위)	취업 현황	비고
000 (CSE전공, 이학박사)	몽골 MUST 대학 교수	임용
000 (수학전공, 이학박사)	NICE P&I	연구원
000 (수학전공, 이학박사)	한국자산평가	연구원
000 (수학전공, 이학박사)	한국투자증권	트레이더
000 (수학전공, 이학박사)	NICE P&I	연구원
000 (수학전공, 이학박사)	이화여대 수리과학연구소	Post-Doc
000 (CSE전공, 이학박사)	Univ. of Washington	Post-Doc
000 (수학전공, 이학석사)	오금중학교	교사
000 (수학전공, 이학석사)	키움증권	정규직
000 (수학전공, 이학석사)	넷타겟	정규직
000 (CSE전공, 공학석사)	LG전자	정규직
000 (CSE전공, 이학석사)	SK on	정규직
000 (CSE전공, 공학석사)	현대자동차	정규직

a8. 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

참여대학원생의 SCI급 저널 게재 논문:

본 교육연구단 참여대학원생이 실적기간(1년간, 2021.09.01.-2022.08.31.) 동안 SCI급 저널에 게재한

논문은 총 10편이며, 1인당 논문수는 0.08편이다. 또한, JIF 기준 Q1(상위 25%) 저널에 게재된 논문 수는 5편(전체 논문수 50.0%), 상위 5% 이내 논문수는 1편, 상위 15% 이내 논문수는 4편으로 나타났다.

<JIF 상위 25%(Q1)의 저널 7편 리스트>

상위%	논문 정보
3.0%	One dimensional consensus based algorithm for non-convex optimization, APPLIED MATHEMATICS LETTERS, vol. 124, pp. 107658, 202202 (IF=4.294)
5.8%	Dynamic Pore Modulation of Stretchable Electrospun Nanofiber Filter for Adaptive Machine Learned Respiratory Protection, ACS NANO, vol. 15, pp. 15730, 202110 (IF=18.027)
6.3%	Impedance-based capacity estimation for lithium-ion batteries using generative adversarial network, APPLIED ENERGY, vol. 308, pp. 118317, 202202 (IF=11.446)
9.7%	Pricing path-dependent exotic options with flow-based generative networks, APPLIED SOFT COMPUTING, vol. 124, pp. 109049, 202207 (IF=8.236)
19.3%	Forecasting state-of-health of lithium-ion batteries using variational long short-term memory with transfer learning, JOURNAL OF ENERGY STORAGE, vol. 41, pp. 102893, 202109 (IF=8.907)

a9. 참여대학원생 학술대회 발표 실적의 우수성

학술발표 실적: 총52건 (국내 43건, 국제 9건)

- 발표 학회 : 한국산업응용수학회(KSIAM) 8건(15%), 한국통신학회(KICS) 8건(15%), 한국전지학회(KOBS) 5건(10%), 대한수학회(KMS) 2건(4%) 등
- 수학관련 학회(KSIAM, KMS, SMB, 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 2건이며, 모두 국내등록이다.

a11. 참여교수의 교육역량 대표실적

- o 수리논리 분야 한글 대학원 교과서 저술 (김병한교수)
- o 새로운 형태의 대수학 교재 - 플립러닝을 위한 대수학 (최성락교수)

B. 연구역량 영역에서의 노력 및 성과

b1. 참여교수 연구비 수주 실적 (참여교수 21명)

실적기간 (최근 1년) 참여교수 1인당 연구비 수주 실적 : 약 1.7억원
 (선정평가 당시 1인당(1년기준) 연구비 수주 실적 : 약 1.6억원)

b2. 참여교수 연구 업적물의 우수성

(1) 참여교수의 SCI급 게재 논문 : 총 65편

- JIF 상위 25%(Q1) 이내의 논문은 총 35편(전체 논문의 53.8%)
- JIF 상위 5% 이내의 논문은 7편(전체 논문수의 10.8%)
- JIF 상위 10% 이내의 논문은 19편(전체 논문수의 29.2%)
- JIF 상위 15% 이내의 논문은 36편(전체 논문수의 36.9%)

(2) 게재 논문의 JCR 카테고리 : 수확분야에 게재된 논문 비율이 총 51% 정도

- 응용수학분야(MATHEMATICS, APPLIED)가 전체 논문의 29%
- 수학분야(MATHEMATICS)가 22%,
- 컴퓨터과학분야(COMPUTER SCIENCE)가 9%

(3) 참여교수 1인당 논문수 및 환산편수

1인당 논문수는 2.95편으로 선정평가 당시 1인당 논문수 2.87에 비해 약간 높아졌으며, 환산편수는 25.63편으로 선정평가의 24.15보다 약간 높은 편이다.

(4) 게재 논문의 JIF 및 환산보정 IF

1인당 JIF합은 12.46으로 선정평가 6.53에 비해 향상되었으며, 논문 1편당 IF는 4.22로 선정평가 2.28에 비해 높게 나타났다. 환산보정IF는 17.22로 선정평가 16.12에 비해 높게 나타났고, 논문1편당 환산보정IF는 0.2649로 선정평가 0.2678보다 약간 낮게 나타났다. 1인당 환산보정IF는 0.7829로 선정평가 0.7677보다 약간 높게 나타났다.

b3. 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

대표업적 1 : 심층 그래프 생성 모델에 기반한 네트워크의 손실 부분 추론하는 방법론 (신원용 교수)

논문: DeepNC: Deep Generative Network Completion, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (2022)

대표업적 2 : 곡선형태의 영역에서도 작동하는 임의의 고차 하이브리드 유한차분법 (박은재 교수)

논문: A novel hybrid difference method for an elliptic equation, Applied Mathematics and Computation (2022)

대표업적 3 : Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes 방정식의 점근해석 (최영필 교수)

논문 : Asymptotic analysis for a Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes system in a bounded domain, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (2021)

b4. 참여교수 특허 실적의 우수성

참여교수 등록특허 실적은 총 5건으로 모두 국내등록이다.

b5. 산업·사회에 대한 기여도

(1) 사회문제 해결을 위한 공공기관 위원회 활동

이지현 교수는 연세대 세브란스 병원 교수들, 기술 개발 업체와 함께 범부처 감염병 연구개발사업을 진행하였다. 코로나와 같은 신·변종 바이러스 감염 발생에 효율적으로 대응하기 위한 총괄적인 전략을 제시하기 위해서 시나리오 및 매뉴얼 구축, 앱개발, 확산 예측 및 대응 전략의 효과 평가를 통합적으로 수행하는 연구이다. 세부 과제인 “접촉 패턴을 반영한 감염병 확산 모델 개발” 책임자를 맡아서 설문 조사를 통한 접촉 패턴 수집과 감염병 확산 모형을 개발하였다.

(2) 대중강연을 통한 수학/과학을 대중화

- 대중강연(김병환): 괴델의 불완전성 정리 및 튜링기계와 관련한 내용으로 zoom을 통한 강연(2022.05.10)
- 대중강연(유명준): 대수적 정수론의 난제에 대한 설명과 현재까지의 연구결과 등에 대한 강연 (2022.06.09.)
- 대중강연(신원용): 빅데이터를 넘어서 공간 빅데이터라는 주제로 서대문구청이 주관하는 청소년과 일반인을 위한 과학콘서트에서 강연 (2022.06.08.)
- 대중강연(윤경호): 인공지능기반 메디컬 트윈시스템이라는 주제로 한국에너지기술연구원 에너지+AI 학습조직 연구원 대상 강연 (2022.08.29.)

(3) 외부기관 수상 실적

대한수학회 논문상, 삼성휴먼테크 논문대상 Computer Science & Engineering 분과 동상 등을 수상하였다.

- (최영필) 대한수학회 국내논문상, 2022년 4월, Mean-field limit for collective behavior models with sharp sensitivity regions(2019)
- (신원용) 삼성휴먼테크 논문대상 Computer Science & Engineering분과 동상, 2022년 2월, 위상 정보가 주어져지 않은 노드가 주어질 때 이를 그래프 신경망 (GNN: graph neural network)을 통해 학습할 수 있는 Edgeless-GNN 방법 제안

(4) 사회문제에 적용 가능한 연구 수행 실적

- 지역사회와 병원 내 코로나 확산 방지를 위한 대응 전략의 영향 평가 및 효율적인 방안 제시
- SERA (딥러닝 의료영상 진단 툴)
- 집속초음차 치료기의 성능향상 및 최적 치료 알고리즘 개발
- 탈모증의 국소적 효과를 강화할 수 있는 탈모치료의 패러다임 제시
- 초음파 변환기의 실시간 위치 정보 제공 가능한 치료보조 시스템 개발

C. 국제화 영역에서의 노력 및 성과

c1. 교육 프로그램의 국제화 현황

- o Oberwolfach 연구소(독일) 여름학교 참석 (2022년 6월)
- o UC Irvine의 Isaac Goldbring 교수와 모델론 강의 (2022년 1월)
- o Unimod2022 여름 집중강연 및 학회 참석 (2022년 7월)
- o 일본 RIMS에서 개최된 모델론 zoom 학술대회 참가 및 발표 (2021년 12월)
- o Ben Gurion University의 Itzhak Fouxon 교수의 난류와 입자에 대한 강의 (2022년 4월)
- o Ben Gurion University의 Itzhak Fouxon 교수의 액적 거동에 대한 강의 (2022년 6월)
- o University of Southern California (USC) Seon Ho Kim 센터장과의 공동연구 과제 수행

c2. 참여대학원생의 국제 공동연구 현황

총 7건의 대학원생-해외학자 간의 국제 공동연구가 진행되었으며, 그 결과를 논문으로 준비 중에 있다.

해외학자(소속)	논문명
Jiling Cao, Wenjun Zhang (뉴질랜드/Auckland University of Technology)	stochastic elasticity of variance 모형 하에서 이색 옵션 가격의 근사 해 연구
Lina Zhao (중국/City University of Hong Kong)	A staggered cell-centered DG method for the biharmonic Steklov problem on polygonal meshes: a priori and a posteriori analysis
Xin Cao (호주/University of new south wales) Cong Tran (베트남/Posts and Telecommunications Institute of Technology)	Grad-Align: Gradual Network Alignment via Graph Neural Networks
Cong Tran (베트남/Posts and Telecommunications Institute of Technology)	Relation prediction via graph neural network with missing type information

c3. 참여교수 국제 공동연구 실적

총 18건의 공동연구 실적이 있으며, SCI급 저널에 그 결과를 게재하였다.

- o 강경근-Hideyuki Miura (일본/Tokyo Inst. of Tech.), Tai-Peng Tsai (캐나다/Univ. of British Columbia)
Local conditions on initial data for local energy solutions of the Navier-Stokes equations
- o 강경근-Xingbin Pan (중국/ East China Nat. Univ.)
On a Quasilinear Parabolic Curl System of Meissner States of Superconductors
- o 김병한-J. Dobrowolski, (영국/Manchester U.), N. Ramsey (미국/Notre Dame)
Independence over arbitrary sets in NSOP1 theories
- o 양민석-Jiri Neustupa (체코/Academy of Sciences)
A new sufficient condition for local regularity of a suitable weak solution to the MHD equations
- o 최성락-Gongyo Yoshinori (일본/The University of Tokyo)
On a generalized Batyrev's cone conjecture
- o 최영필-Jose Carrillo (영국/Oxford Univ.)
Mean-field limits: from particle descriptions to macroscopic equations
- o 최영필-Yingping Peng (중국/Southwest Jiaotong Univ.)
Large friction-high force fields limit for the nonlinear Vlasov-Poisson-Fokker-Planck system
- o 최영필-Oliver Tse (네덜란드/Eindhoven Univ. Tech.)
Controlled pattern formation of stochastic Cucker-Smale systems with network structures
- o 허영미-Kasso Okoudjou (미국/Tufts University)
Multivariate tight wavelet frames with few generators and high vanishing moments (Accepted)
- o 박은재-Lina Zhao (중국/City Univ Hong Kong)
A staggered cell-centered DG method for the biharmonic Steklov problem on polygonal meshes: A priori and a posteriori analysis
- o 최정일-Xiaomin Pan (중국/Shanghai Univ)
Monolithic projection-based method with staggered time discretization for solving non-Oberbeck-Boussinesq natural convection flows
- o 신원용-Michael Gertz (독일/Heidelberg Univ), Andreas Spitz (독일/Univ of Konstanz)
DeepNC: Deep generative network completion
- o 신원용-II-Min Kim (캐나다/Queens Univ)
Transport capacity optimization for resource allocation in tera-IoT networks
- o 신원용-Mauricio Santillana (미국/Harvard Med Sch)
Machine learning approaches to predicting no-shows in pediatric medical appointment
- o 신원용-Juchool Moon (미국/California State Univ Long Beach)

Explainable gait recognition with prototyping encoder-decode

o 신원용-Xin Cao (호주/Univ of New South Wales)

Relation prediction via graph neural network in heterogeneous information networks with missing type information

o 윤경호-Seung-Schik Yoo (미국/Harvard Med Sch)

Deep Neural Network for Navigation of a Single-element Transducer during Transcranial Focused Ultrasound Therapy: Proof of Concept

o 윤경호-Spencer Brinker (미국/Yale Sch Med), Alan Seifer (미국/Mount Sinai Sch Med)

Feasibility of upper cranial nerve sonication in human application via neuronavigated single-element pulsed focused ultrasound

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(2020~2022년)의 교수들의 게재 논문에 대한 각 지표를 나타내었다.

본 교육연구단 최근 3년(2020~2022년)의 연간 1인당 논문수는 3.1편으로 준거집단(Stanford 수학과) 2.5편에 비해 약간 높게 나타났다. 이는 선정평가 당시 각각 본 교육연구단은 2.8편으로 지속적으로 증가하는 추세이다. 본 교육연구단의 연간 1인당 SJR 기준 상위 10% 이내 논문 수는 1.2편으로 준거집단 1.5편보다 약간 적게 나타났으며, 지난 선정평가 시 1.0보다는 약간 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 약간 향상된 수치이다. 본 교육연구단의 연구 성과(논문 실적)는 정량적인 측면 (1인당 논문 편수)와 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	2.5	1.6	1.5	2.2	2.1
본 교육연구단	2.8	3.1	1.0	1.2	2.0	2.3

본 교육연구단 최근 3년의 게재 논문에 대한 논문1편당 citation 수는 2.42로 준거집단(Stanford 수학과)의 2.96와 유사한 수치를 보인다. 또한, FWC(Field Weighted Citation Impact)는 본 교육연구단 0.72와 준거집단 1.09로 약간 낮은 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 극복

하기 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 수학과외의 게재 논문에 대한 citation 실적 비교 >

구분	논문1편당 Citation		FWCI		논문 Sub-category 수	
	선정평가	최근3년	선정평가	최근3년	선정평가	최근3년
Stanford Math	10.9	2.96	2.21	1.09	45	45
본 교육연구단	4.1	2.42	0.97	0.72	86	78

라. 비전 및 목표 달성을 위한 애로사항 등
(해당 사항 없음)

□ 교육역량 대표 우수성과

1. 교육과정 구성 및 운영

- 과목군 세분화를 통한 체계적인 교육 프로그램 운영
 - 필수핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군 등으로 분류하여 수강지도를 실시함
 - 대학원 전공교과목 28과목(2021-2학기), 24과목(2022-1학기) 개설/영어강좌 각각 75%, 87% 진행
 - 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설 : 총4과목 (2021-2학기 2과목, 2022-1학기 2과목) 운영
 - 학생제안 교과목 개설 : 총2과목 (2021-2학기 1과목, 2022-1학기 1과목) 운영
 - 이과대 공통강의 개설 : 총1과목 (2022-1학기 1과목) 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 : 2021-2학기 총 28명, 2022-1학기 총21명 발표
- 대학원생의 학술 및 연구활동에 자발적 참여 유도
 - 대학원생 주도의 개방형 세미나 : 총22회 수행 (참여한 대학원생 및 교수진들간의 개방형 세미나)
- 대학원생의 리서치 트레이닝(Graduate Research Training) 강화

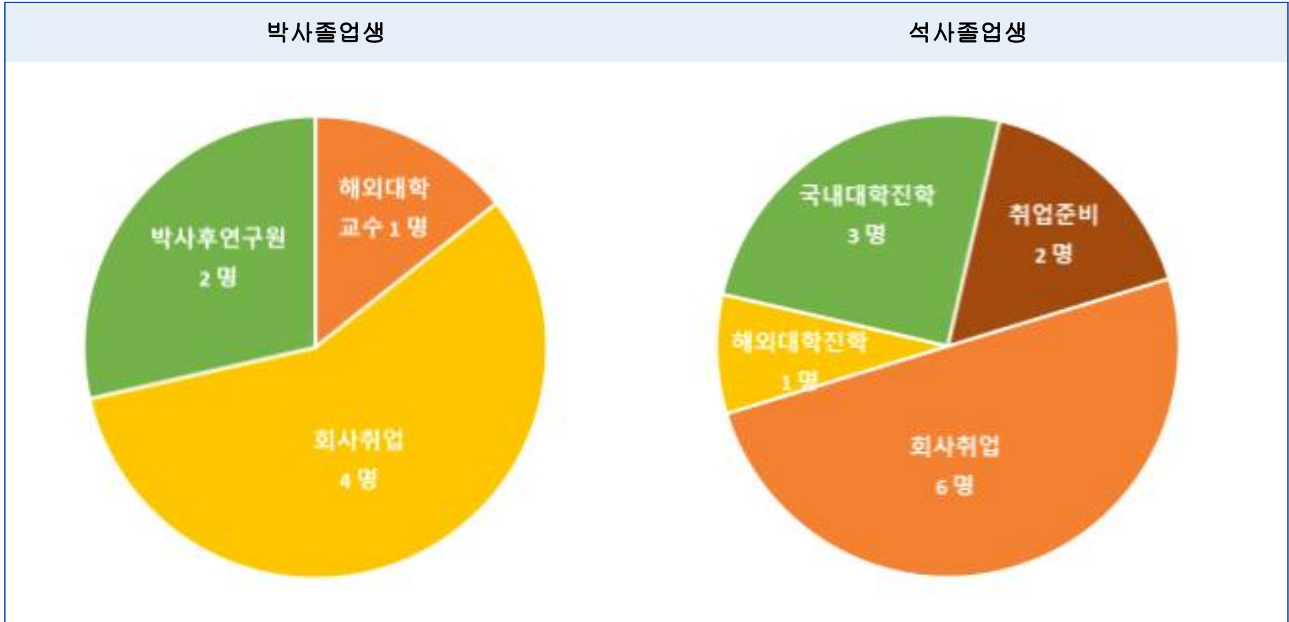
구분	내용	비고
Open Training Seminar without Entry Barrier	남하얀 교수(덕성여대)의 Numerical semi-group 세미나	2회 진행
	조민준 대학원생(U of British Columbia) Hyperbolic 편미분방정식 세미나	2회 진행
	대학원생을 위한 난제 세미나	14회 진행
	BK 기하학 수요집회	2021-2학기부터 격주로 진행
	신촌기하학 세미나(SWAG)	2회 개최
	신촌3대학원 공동세미나	2022년 1월 개최
	BK 해석학 세미나	9회 진행
대학원생 Group Reading Seminar	강경근 교수팀(스톡스 및 나비에-스톡스 방정식)	주제별 논문 리딩 및 세미나
	이지현교수팀(수리생물연구)	논문 리딩 및 발표
	최성락교수팀(기하학)	기초지식 세미나 및 연구 발표
	홍한솔교수팀(사교기하학)	논문리딩세미나

3. 졸업자 취업의 우수성

o 2022년 2월 졸업생 : 박사 7명, 석사 12명 (총 19명)

박사 졸업생 : 해외대학 교수(1명), 회사 취업(4명), 박사후연구원(2명), 취업 준비(0명)

석사 졸업생 : 회사 취업(6명), 해외대학 진학(1명), 국내대학 진학(3명), 취업 준비(2명)



4. 참여대학원생의 연구실적

o 참여대학원생 논문의 우수성

- 총 논문 수(SCI급): 10편 (참여대학원생 1인당 0.08편)
- JIF 기준 Q1 (상위 25%) 논문수 5편(전체 논문의 50.0%)
- 상위 5% 이내 논문수 1편(전체 논문의 10.0%)
- 상위 15% 이내 논문수 4편(전체 논문의 40.0%)

o 참여대학원생 학술발표의 우수성

- 학술발표 실적: 총52건 (국내 43건, 국제 9건)
- 수학관련 학회(KSIAM, KMS, SMB, RIMS 등)에 다수의 발표가 있었고, 그 외에 응용분야 및 공학분야에서도 많은 발표 실적을 보이고 있음

발표 학회: 한국산업응용수학회(KSIAM) 8건(15%), 한국통신학회(KICS) 8건(15%), 한국전자학회(KOBS) 5건(10%), 대한수학회(KMS) 2건(4%)

o 참여대학원생 등록특허 실적

- 등록특허 실적 : 총 2건(국내등록 2건, 해외등록 0건)

o 참여대학원생 연구 우수 수상 실적

- 학술대회 논문우수상 : 총 6건
- 연세대학교 대학원 우수 논문 수상 : 총6건
- 외부기관 우수 논문상 : 총4건

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

- o 수리논리 분야 한글 대학원 교과서 저술 (김병한교수)
- o 새로운 형태의 대수학 교재 - 플립러닝을 위한 대수학 (최성락교수)

6. 신진연구인력 현황 및 실적

- o 박사후연구원 총4명 채용 (2021년 3월 3명, 2021년 9월 1명)
 - 대수기하학 분야 2명 (논문 실적 2편, 강의 실적 1과목), 정수론 분야 1명, AI분야 1명
 - 멘토교수를 지정하여 연구/학술활동을 지원함

7. 교육프로그램의 국제화 현황

- o 대학원생의 해외기관 및 대학과의 인적교류 현황
 - Oberwolfach 연구소(독일) 여름학교 참석
 - UC Irvine의 Isaac Goldbring 교수와 모델론 강의
 - Unimod2022 여름 집중강연 및 학회 참석
 - 일본 RIMS에서 개최된 모델론 zoom 학술대회 참가 및 발표
 - Ben Gurion University의 Itzhak Fouxon 교수의 난류와 입자에 대한 강의
 - Ben Gurion University의 Itzhak Fouxon 교수의 액적 거동에 대한 강의
 - University of Southern California (USC) Seon Ho Kim 센터장과의 공동연구 과제 수행
- o 해외 대학과 연계를 통한 우수 대학원생의 신입생 유치
 - 중국 Ocean 대학, 몽골과학기술대학(MUST) 등으로부터 학생을 추천받아 외국인 신입생으로 선발
- o 참여대학원생 국제공동연구 현황
 - 총 7건의 대학원생-해외학자 간의 국제 공동연구가 진행되었으며, 그 결과를 논문으로 준비 중임

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

■ 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 : 2021.9.1 ~ 2022.8.31)
- 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 (Multiple 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 : 2021.9.1 ~ 2022.8.31)

<2021-2학기 교과목 개설 실적>

교과목명	학정번호	학점	담당교수	수강대상	외국어	비고
수리유체역학	MAT6430	3	강경근	석·박사 과정	영어	
모델론1	MAT7019	3	김병한	석·박사 과정	영어	
실해석학 2	MAT6450	3	김세익	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
수학난제와세미나	MAT6055	3	김준일	석·박사 과정		
조합론2	MAT6140	3	박승경	석·박사 과정	영어	
대수적정수론2	MAT7270	3	서수길	석·박사 과정	영어	
석사학위논문연구 1	MAT7900	3	손재범	석·박사 과정		
자연수분할이론	MAT8003	3	손재범	석·박사 과정	영어	
박사학위논문연구 1	MAT9900	3	손재범	석·박사 과정		
박사학위논문연구 2	MAT9901	3	손재범	석·박사 과정		
함수해석학 1	MAT7400	3	양민석	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
확률론	MAT6710	3	이승철	석·박사 과정		
대수학 2	MAT6250	3	최성락	석·박사 과정	영어	
편미분방정식특강	MAT8440	3	최영필	석·박사 과정	영어	
기계학습1	MAT6480	3	최희준	석·박사 과정	영어	
해석학특강1	MAT8400	3	허영미	석·박사 과정	영어	
사교기하	MAT7100	3	홍한솔	석·박사 과정		
연구지도1	MAT7999	0	손재범	석·박사 과정		
연구지도2	MAT9999	0	손재범	석·박사 과정		
인공지능이론	CSE5013	3	신원용	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
수치해석1	CSE5810	3	이은정	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
기초유한요소법	CSE5820	3	박은재	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
수치편미분방정식	CSE5840	3	박은재	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
점성유체역학	CSE6623	3	최정일	석·박사 과정	영어	
논문작성법및발표2	CSE6991	3	최정일	석·박사 과정	영어	
물리기반모델링및시뮬레이션2	CSE7840	3	최정일	석·박사 과정	영어	
수학적모델링및수치해석1	CSE7860	3	이은정	석·박사 과정	영어	
수치최적화	CSE7890	3	정태욱	석·박사 과정	-	과목공유(수학)
석사학위논문연구1	CSE7900	3	최정일	석·박사 과정	영어	
박사학위논문연구2	CSE9901	3	최정일	석·박사 과정	영어	
연구지도1	CSE7999	0	최정일	석·박사 과정	영어	
연구지도2	CSE9999	0	최정일	석·박사 과정	영어	

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

<2022-1학기 교과목 개설 실적>

교과목명	학정번호	학점	담당교수	수강대상	외국어	비고
수리유체역학특강(2)	MAT6431	3	강경근	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
편미분방정식(1)	MAT6410	3	김세익	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
실해석학(1)	MAT6400	3	양민석	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
수치해석학특강(1)	MAT8830	3	허영미	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
해석학특강(1)	MAT8400	3	최영필	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
대수학(1)	MAT6200	3	유명준	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
보형형식특강(1)	MAT9460	3	기하서	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
조합론	MAT6081	3	박승경	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
미분다양체	MAT8001	3	홍한술	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
모델론(2)	MAT7020	3	김병한	석·박사 과정	영어	과목공유(CSE)
확률론(2)	MAT6760	3	이승철	석·박사 과정		과목공유(CSE)
연구지도1	MAT7999	0	양민석	석·박사 과정		
연구지도2	MAT9999	0	양민석	석·박사 과정		
선형대수와 양자정보 입문	SCI5001	3	최성락	석·박사 과정		이과대학 공통
기초계산과학공학	CSE5001	3	정태욱	석·박사 과정	-	
기초계산유체역학	CSE5002	3	최정일	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
고체및구조물의유한요소해석	CSE5101	3	윤경호	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
연속체역학및구조해석	CSE5102	3	윤경호	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
수치해석1	CSE5810	3	이은정	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
수치편미분방정식	CSE5840	3	이은정	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
알고리즘과응용	CSE5850	3	신원용	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
딥러닝과데이터과학	CSE5851	3	신원용	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
이공계편미분방정식1	CSE5950	3	서진근	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
불확실성정량화방법론	CSE6129	3	최정일	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
논문작성법및발표1	CSE6990	3	최정일	석·박사 과정	영어	
딥러닝과영상처리1	CSE7301	3	서진근	석·박사 과정	영어	과목공유(수학)
연구지도1	CSE7999	0	최정일	석·박사 과정	영어	
연구지도2	CSE9999	0	최정일	석·박사 과정	영어	

B. 특성화된 교과목 운영 현황

(1) 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설 현황

- MAT6480 기계학습1(최희준 교수, 2021-2학기)

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. Principal component analysis, 5. K-mean classifications,
6. Support vector machine, 7. Neural network, 8. Convolution neural network,
9. Deep learning and image classification, 10. Matrix completion

- MAT6480 인공지능이론 (신원용 교수, 2021-2학기)

o 수업 목표 및 개요 :

Analysis of real-world networks extracted from various biological, social, technological, and information systems has attracted a great deal of attention thanks to the rapid development of artificial intelligence. 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.

Students are expected to be able to develop not only comprehensive analysis ability but also insights to design state-of-the-art algorithms for tackling each network problem. Additionally, students will learn how to define and formulate a new challenging problem in the broad field of network science. Note that the lectures focus primarily on the methodology built upon recently published papers rather than implementation.

o 수업 내용

1. Link analysis - Part I: PageRank, Part II: Random walk and SimRank,
3. Community detection - Part I: Community structures, Part II: Detection algorithms and spectral clustering,
6. Influence maximization - Part I: Propagation models, Part II: Submodular functions and greedy algorithms,
8. Link prediction, 9. Network centrality, 10. Network representation learning

- CSE5851 딥러닝과 데이터과학(신원용 교수, 2022-1학기)

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

- CSE7301 딥러닝과 영상처리1(서진근 교수, 2022-1학기)

o 수업 목표 및 개요 : This course aims to present deep learning techniques for image analysis and intends to discuss mathematical theories related to recent deep learning models. Specifically, this course explains how deep learning is applied to medical image analysis such as image classification and semantic segmentation. This course begins with explaining basic structure of convolutional architectures, invariance learning, supervised learning and backpropagation with loss functions. Based on basic deep learning architectures, this course explains other deep learning techniques such as FCN, U-net, M-net, Variational Auto Encoder, YOLO, various GANs, and Transformer(self attention mechanism). This course discusses how deep learning models are trained and tested, and how they can be deployed in medical applications.

o 수업 내용

- 1. Basics of Deep learning, 2. Convolutional neural network(CNN, U-Net), 3. Mathematics of deep learning, 4. Generative adversarial network 4. Cycle GAN, 5. YOLO, 6. Application : image reconstruction, segmentation and classification, Detection

(2) 학생제안 교과목 개설 현황

- CSE7840 물리기반 모델링 및 시뮬레이션2(최정일 교수, 2021-2학기)

o 제안목적 : 대표적인 전기화학 시스템인 배터리의 작동원리, 열화 및 관리에 대해 이해하기 위해 기초적인 물리 기반 배터리 모델링과 시뮬레이션 방법을 배우기 위해 학생이 학습 내용을 제안하여 강의를 구성함

o 수업 내용

- 1. 전기화학 배터리의 작동 방식과 구성 성분 이해 2. 등가 회로 모델을 통한 경험적 배터리 모델링 3. 마이크로스케일/매크로스케일 물리 기반 모델의 유도과 해석 4. 시간에 따른 배터리 거동 이해를 위한 상태 공간 모형 유도 및 해석 5. 차원 축소 모형의 필요성, 6. 데이터 기반 모델의 필요성, 7. 배터리 진단 및 예후를 위한 방법론 정리

- MAT8830 수치해석특강1(허영미 교수, 2022-1학기)

o 제안목적 : 다른 분야에 응용할 때 필요한 선형대수의 이론을 공부하며, 연관되는 머신러닝 및 딥러닝 모델 및 연구들을 소개하는 내용으로 제안하여 강의를 구성함

o 수업 내용

- 1. 선형대수의 이론 : decomposition, factorization, positive definite matrices, eigenvalue location theorems 2. 머신러닝 및 딥러닝 여러 가지 모델 및 연구들 소개 - Graph theory, Model optimization, approximations

(3) 이과대 공통강의 개설을 통한 수학 및 계산과학 전공 대중화

- SCI5001 선형대수와 양자정보 입문(최성락 교수, 2022-1학기)

o 수업 목표 및 개요 : 선형대수의 탄탄한 기반 위에서 양자 컴퓨팅과 양자 정보의 이론을 소개하는 것이 목표로 하여 우선 양자 정보 이론을 공부해 나가기 위한 기초적인 선형대수 이론을 배운다. 선형대수 이론을 다루고 부울 대수와 고전 컴퓨팅 이론을 간략히 알아보고 양자회로와 대표적인 양자 알고리즘을 소개한다.

o 수업 내용

- 1. 선형대수 이론, 2. 디랙의 기호 및 양자역학의 공리, 3. 부울 함수와 논리게이트 4. 양자게이트와 양자회로, 5. 도이치-조자 알고리즘, 번슈타인 알고리즘 5. 작용소의 크기 및 양의 작용소, 완전 양의 작용소, 양자상태, 양자 얽힘, 양자채널

(4) 대다수 과목의 영어 강의 개설

학기	전공	전공과목 개설수	영어과목 개설수	영어강의 비율
2021-2학기	수학전공	17	11	64.7%
	CSE전공	11	10	90.9%
	합계	28	21	75.0%
2022-1학기	수학전공	12	10	83.3%
	CSE전공	12	11	91.7%
	합계	24	21	87.5%

(5) 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.

(6) 해외학자 참여를 통한 교육과정 편제 및 공동강의 운영

해당사항 없음

(7) 산업체/연구소 등 외부 연구자와의 공동강의 개설현황

해당사항 없음

(8) 사회문제 해결형 교과목 운영 현황

해당사항 없음

(9) 산업수학관련 교과목 강의 개설 현황

해당사항 없음

C. 향후 2년간의 대학원 강의 개설 계획

c1. 필수핵심과목군(전공종합시험 교과목)의 주기적 개설

과목명	개설 예정학기	개설주기
대수학1 / 대수학2	2023-1학기, 2024-1학기 / 2022-2학기, 2023-2학기	1: 홀수학기, 2: 짝수학기
실해석학1 / 실해석학2	2023-1학기, 2024-1학기 / 2022-2학기, 2023-2학기	1: 홀수학기, 2: 짝수학기
이공계편미분방정식	2022-2학기, 2023-1학기, 2023-2학기, 2024-1학기	매학기
수치해석	2022-2학기, 2023-1학기, 2023-2학기, 2024-1학기	매학기
수치편미분방정식	2022-2학기, 2023-2학기	짝수학기
점성유체역학	2022-2학기, 2023-1학기, 2023-2학기, 2024-1학기	짝수학기(CSE), 홀수학기(MEU)

c2. 전문심화과목군 개설 계획

개설 학기	교과목명	비고
2022-2학기	수학적모델링 및 수치해석1, 인공지능이론, 수치최적화	
2023-1학기	함수해석학1, 딥러닝과 영상처리 2, 알고리즘과응용	
2023-2학기	자연수분할이론, 인공지능이론, 수치최적화	
2024-1학기	함수해석학1, 딥러닝과 영상처리 1, 불확실성 정량화, 알고리즘과응용	

c3. 특성화과목군 개설 계획

개설 학기	교과목명	비고
2022-2학기	해석적정수론특강2, 적분점근계산	
2023-1학기	수학적모델링 및 수치해석2, 물리기반 모델링1,	
2023-2학기	적분점근계산, Beyond-AI 특강, 수학적모델링 및 수치해석1, 물리기반 모델링2,	
2024-1학기	해석적정수론특강1, 수학적모델링 및 수치해석2,	

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

< 2022-1학기 입학 전형 >

모집단위	학위과정	지원자수	서류전형	면접전형	비고
수학교산학부 (수학)	석사	13	면접대상 7명, 탈락 6명	합격 5명 불합격 2명	최종합격 5명 (입학포기 1명)
	박사	3	최종합격 3명		최종합격 3명
	통합	6	면접대상 4명, 탈락 2명	합격 2명(석사) 불합격 2명	최종합격 2명 (입학포기 2명)
	외국인	1	면접대상 1명	불합격 1명	최종합격 0명
수학교산학부 (계산과학공학)	석사	9	면접대상 7명, 최종합격 2명	합격 4명 불합격 3명	최종합격 6명 (입학포기 1명)
	박사	2	최종합격 2명	-	최종합격 2명 (입학포기 1명)
	통합	3	면접대상 3명	합격 3명	최종합격 3명 (입학포기 1명)
	외국인	0	-	-	-

< 2022-2학기 입학 전형 >

모집단위	학위과정	지원자수	서류전형	면접전형	비고
수학교산학부 (수학)	석사	2	면접대상 2명	합격 2명	합격 2명
	박사	1	탈락 1명		
	통합	0			
	외국인	2	탈락 2명		
수학교산학부 (계산과학공학)	석사	1	면접대상 1명	합격 1명	최종합격 1명
	박사	0	-	-	-
	통합	1	최종합격 1명	-	최종합격 1명
	외국인	0	-	-	-

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.

< 2021-2학기 신입생/재학생 학사지도교수 배정 및 논문지도교수 변경 현황 >

대학원생명	전공	학위과정	입학학기	학사지도교수	논문지도교수	비고
	수학	석사1	2021-2학기	강경근		신입생
	수학	석사1	2021-2학기	허영미		신입생
	수학	석사1	2021-2학기	홍한솔		신입생
	수학	석사1	2021-2학기	서수길		신입생
	수학	석사3	2020-1학기	홍한솔	홍한솔	변경
	수학	석사4	2020-1학기	이지현	이지현	변경
	수학	석사4	2020-1학기	김정훈	김정훈	변경
	수학	석사4	2020-1학기	최영필	최영필	변경
	계산과학공학	석사	2022-1학기	최정일	최정일	신입생
	계산과학공학	석사	2022-1학기	신원용	신원용	신입생
	계산과학공학	석사	2022-1학기	이은정	이은정	신입생
	계산과학공학	박사	2022-1학기	박은재	박은재	신입생
	계산과학공학	박사	2022-1학기	최정일	최정일	신입생
	계산과학공학	석사	2022-1학기	이은정	이지현	신입생
	계산과학공학	석사	2022-1학기	최정일	최정일	신입생
	계산과학공학	통합	2022-1학기	최정일	최정일	신입생
	계산과학공학	통합	2022-1학기	신원용	신원용	신입생

< 2022-1학기 신입생/재학생 학사지도교수 배정 및 논문지도교수 변경 현황 >

대학원생명	전공	학위과정	입학학기	학사지도교수	논문지도교수	비고
	수학	석사1	2022-1학기	기하서		신입생
	수학	석사1	2022-1학기	최영필		신입생
	수학	석사1	2022-1학기	최성락		신입생
	수학	석사1	2022-1학기	허영미		신입생
	수학	석사5	2020-1학기	손재범	손재범	변경
	수학	석사6	2019-2학기	양민석	양민석	변경
	수학	박사1	2022-1학기	이지현		신입생
	수학	박사1	2022-1학기	김준일		신입생
	수학	박사1	2022-1학기	홍한솔		신입생
	수학	통합1	2022-1학기	강경근		신입생
	수학	통합3	2021-1학기	유명준		변경
	계산과학공학	통합	2022-2학기	최정일	최정일	신입생
	계산과학공학	석사	2022-2학기	최정일	최정일	신입생

a3. 전공종합시험

< 2021-2학기 전공종합시험 합격자 현황 >

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

< 2022-1학기 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

< 2021-2학기 영어시험 합격자 현황 >

세부전공	대학원생명 및 영어 시험
Math	
CSE	

< 2022-1학기 영어시험 합격자 현황 >

세부전공	대학원생명 및 영어 시험
Math	
CSE	

a5. 수학과전공 학위논문 자격시험 (연구발표시험, Prelim)

수학과전공 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 학과 교수 2인으로 구성된다.

< 2021-2학기 수학과전공 학위논문 자격시험 현황 >

순번	대학원생(학기)	발표제목	비고
1		Decoupling for paraboloid for $p = 2(d+1 d-1)$	2021-2 수학과산학부 정기 포스터 발표회

a6. 학위논문 심사 Committee 구성

박사학위 논문 심사위원은 총 5인으로 구성하고, 외부인사는 최대 2인까지 가능하다. 석사학위 논문심사를 위해 심사위원은 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 심사위원은 총 3인으로 구성하며, 심사위원 중 1인은 연계기관의 연구원으로 한다.

< 2021-2학기 학위논문 심사 현황 >

세부 전공	학생명	학위	심사위원		심사구분	영어 여부
			내부	외부		
Math		박사학위	김정훈, 최희준, 이승철	윤지훈(부산대), 최선용(가천대)	예심, 본심	영어
		논문명	Option Pricing under the CEV Diffusion with Fractional Stochastic Volatility			
		박사학위	김정훈, 최희준, 이승철	윤지훈(부산대), 최선용(가천대)	예심, 본심	영어
		논문명	A Closed-Form Approximation Formula for Pricing European Options under a Three-Factor Model			
		박사학위	김정훈, 최희준, 이승철	윤지훈(부산대), 최선용(가천대)	예심, 본심	영어
		논문명	Multiscale Stochastic Elasticity of Variance Model for Options and Equity Linked Annuity			
		박사학위	김정훈, 최희준, 이승철	윤지훈(부산대), 최선용(가천대)	예심, 본심	영어
		논문명	Pricing variance swaps under modifications of Heston model			
		박사학위	서수길, 손재범, 최성락	이윤진(이화여대), 이향숙(이화여대)	예심, 본심	영어
		논문명	On p-rationality of $Q(2l+1)_+$ for Sophie Germain primes l			
		석사학위	이지현, 허영미	권희대(인하대)	예심, 본심	영어
		논문명	Modeling the impact of COVID-19 related disruption on tuberculosis in the Republic of Korea			
		석사학위	이승철, 김정훈, 최희준		예심, 본심	영어
		논문명	Stock price prediction using Leading Stock			
		석사학위	김준일, 강경근, 양민석		예심, 본심	영어
		논문명	L^2 boundedness of discrete double Hilbert transform			
		석사학위	김정훈, 최희준, 이승철		예심, 본심	영어
		논문명	A Review and Comparative Study of Stochastic Volatility Models			
		석사학위	이지현, 허영미	권희대(인하대)	예심, 본심	영어
		논문명	Survey and stability analysis of tuberculosis model			
	석사학위	홍한솔, 최성락, 손재범		예심, 본심	영어	
	논문명	A^∞ -algebras and the Fukaya category of an oriented surface				
	석사학위	최영필, 강경근, 허영미		예심, 본심	영어	
	논문명	Stable control of nonlinear systems with the disturbance via DOBC approach				

CSE	이학박사	서진근, 신원용, 이상휘	박형석(NIMS), 정홍	예심,본심	영어
	논문명	Deep learning for Metal Artifact Reduction in Dental Cone-beam Computed Tomography			
	공학석사	이창훈, 조형희, 주원구		예심,본심	영어
	논문명	Effect of Geometry of Pre-swirl Nozzle and Receiver Hole on the Performance of Gas Turbine Pre-swirl System			
	이학석사	최정일, 이은정, 신원용		예심,본심	영어
	논문명	Deep Learning-Based State of Health Prediction of Lithium-Ion Batteries			
	이학석사	박은재, 이은정, 신원용		예심,본심	영어
	논문명	Staggered DG method with deep learning-guided mesh refinement			
	이학석사	이은정, 최정일, 신원용		예심,본심	영어
	논문명	Performance Analysis of Web CNN for Diagnostic Thyroid Nodules			
	공학석사	이창훈, 최정일, 이은정		예심,본심	영어
	논문명	High Fidelity Indoor Dispersion Analysis Using Immersed Boundary Method and Large Eddy Simulation			
이학박사	이지현, 박은재, 이은정, 허영미	권희대(인하대)	예심,본심	영어	
논문명	Mathematical modeling to describe infectious diseases incorporating various aspects				

< 2022-1학기 학위논문 심사 현황 >

세부 전영	학생명	학위	심사위원		심사구분	영어 여부
			내부	외부		
Math	박사학위	박사학위	김세익, 강경근, 최영필	최종근(부산대), 김현석(서강대)	예심,본심	영어
	논문명	Estimates for Green's function of elliptic and parabolic equations in non-divergence form with Dini mean oscillation coefficients				
	박사학위	박사학위	김병한, 기하서, 손재범, 유명준	이정욱(KAIST)	예심,본심	영어
	논문명	Quotient groups of the Lascar group and strong types in the context of hyperimaginaries				
	석사학위	석사학위	손재범, 서수길, 유명준		예심,본심	영어
	논문명	Rogers-Ramanujan type identities and continued fractions				
석사학위	석사학위	양민석, 이승철, 최희준		예심,본심	영어	
논문명	Recent advances in the Neural Ordinary Differential Equations					
CSE	이학석사	이승철, 서진근, 신원용		예심,본심	영어	
	논문명	A Comprehensive Study of Graph Neural Network Architectures for Graph-based Binary Code Representation Learning				
	이학석사	이지현, 이은정	권희대(인하대)	예심,본심	영어	
	논문명	Modeling the Spread of Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae in Intensive Care Units				
	이학석사	신원용, 최정일, 윤경호		예심,본심	영어	
	논문명	Effective Deep Models for Anomaly Detection and Few-Shot Classification with Scarce Data				
	이학박사	이지현, 박은재, 이은정, 허영미	권희대(인하대)	예심,본심	영어	
	논문명	Mathematical Modeling to Evaluate Interventions for Infectious Diseases				
	이학박사	서진근, 신원용, 윤경호, 권자영	박형석(NIMS)	예심,본심	영어	
	논문명	Deep learning-based classification, detection, and segmentation in fetal ultrasound				
	이학박사	서진근, 신원용, 윤경호	박형석(NIMS), 정홍	예심,본심	영어	
	논문명	Machine learning-based dimensionality reduction and its application to cephalometric analysis				
	이학박사	서진근, 신원용, 윤경호	박형석(NIMS), 정홍	예심,본심	영어	
	논문명	Deep Learning-Based Image Detection, Segmentation and Registration in Digital Dentistry				
이학박사	서진근, 신원용, 윤경호, 권자영	박형석(NIMS)	예심,본심	영어		
논문명	Deep learning for automated evaluation of fetal ultrasound					
공학박사	최정일, 박은재, 이은정, 이창훈, 홍진규		예심,본심	영어		
논문명	Large-Eddy Simulations of Urban Wind and Thermal Fields at a Street Scale with Seasonal Variations					

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

< 2021-2학기 졸업자 학술활동 현황 >

학생명	학위명(졸업년월, 전공), 학술활동현황	비고
	이학박사(202202졸업, 수학전공) 1. Kim, Hyun-Gyoon, Se-Jin Kwon , and Jeong-Hoon Kim. "Fractional stochastic volatility correction to CEV implied volatility." Quantitative Finance 21.4 (2021): 565-574. 2. Kim, H. G., Kwon, S. J. , Kim, J. H., & Huh, J. (2022). Pricing path-dependent exotic options with flow-based generative networks. Applied Soft Computing, 109049.	1.게재 2.게재
	이학박사(202202졸업, 수학전공)	
	이학박사(202202졸업, 수학전공)	
	이학박사(202202졸업, 수학전공)	
	이학박사(202202졸업, 수학전공) 1. Donghyeok Lim , On p-rationality of $Q(\zeta_{2l+1})^{\{+}}$ for Sophie Germain primes l , Journal of Number Theory, vol 231 (2022) 378-400.	1.게재
	이학박사 (202202 졸업, CSE전공) 1. Taigyntuya Bayaraa , Chang Min Hyun, Tae Jun Jang, Sung Min Lee, Jin Keun Seo, A Two-Stage Approach for Beam Hardening Artifact Reduction in Low-Dose Dental CBCT, 225981 - 225994, Volume: 8, 15 December 2020, IEEE Access 2. Sung Min Lee, Taigyntuya Bayaraa , Hosan Jeong, Chang Min Hyun, Jin Keun Seo, A Direct Sinogram Correction Method to Reduce Metal-Related Beam-Hardening in Computed Tomography, 128828 - 128836, 05 September 2019, IEEE Access (Volume: 7)	1.게재 2.게재
	공학석사 (202202졸업, CSE전공) 1. 가스터빈 프리스웰 시스템의 프리스웰 노즐 출구 각도에 따른 시스템 성능 변화 연구, 대한기계학회 2021 년 학술대회, 2021.11.04	1.구두 발표
	이학석사 (202202졸업, CSE전공) 1. CNN-based Prediction of Knee-point in Capacity Degradation of Li-Ion Batteries, 72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (21/08/29 12:00, Online) S25-016	1.구두 발표
	이학석사 (202202졸업, CSE전공) 1. Sanghee Lee, Dohyun Kim, Eun-Jae Park, An expanded staggered DG method for the heterogeneous diffusion equation, International Conference On Spectral And High Order Methods (ICOSAHOM 2020), July 6-10, 2021, Vienna, Austria (Online)	1.구두 발표
	이학석사 (202202졸업, CSE전공) 1. Beomgi So, Web-Based Diagnostic Performance Comparison of Mobile phone and Computer through CNN in Diagnosing Thyroid Nodule on Ultrasonography, KSIAM 2021 Spring Conference (KISAM 2021), June 25-27, 2021, Gangneung, Korea	1.구두 발표
	공학석사 (202202졸업, CSE전공) 1. 가상경계법 및 대외류모사를 사용한 고충실도 실내 확산 모델 해석, 대한기계학회 2021년 학술대회	1.구두 발표
	이학박사 (202202졸업, CSE전공) 1. Yunjeong Lee , Yoon-gu Hwang, Hee-Dae Kwon, Jun Yong Choi, and Jeehyun Lee, Hierarchical Mixed-Effects Model for HIV Dynamics, SIAM Journal on Applied Mathematics Vol. 80, Iss. 3 (2020)10.1137/19M1246031 2. Yunjeong Lee , Dong Han Lee, Hee-Dae Kwon, Changsoo Kim & Jeehyun Lee, Estimation of the reproduction number of influenza A(H1N1)pdm09 in South Korea using heterogeneous models, BMC Infectious Diseases volume 21, Article number: 658 (2021), Published: 07 July 2021	1.게재 2.게재

< 2022-1학기 졸업자 학술활동 현황 >

학생명	학위명(졸업년월, 전공), 학술활동현황	비고
	이학박사(202208졸업, 수학전공)	
	이학박사(202208졸업, 수학전공) 1. Byunghan Kim and Hyoyoon Lee , Automorphism groups over a hyperimaginary, submitted to Journal of the Mathematical Society of Japan, accepted 2. Byunghan Kim and Hyoyoon Lee , Shelah-strong type and algebraic closure over a hyperimaginary, RIMS Model Theory Workshop 2021, 일본, 2021 3. Hyoyoon Lee , Independence notions in NTP2, NSOP1 and NATP theories, 2021 KMS Annual Meeting, 한국, 2021 4. Byunghan Kim and Hyoyoon Lee , Diameter of a type-definable Lascar strong type over a hyperimaginary, RIMS Model Theory Workshop 2020, 일본, 2020	1.게재 승인 2.구두 발표 3.구두 발표 4.구두 발표
	이학석사 (202208졸업, CSE전공) 1. 그래프 기반 바이너리 코드 표현학습을 위한 GNN 구조의 포괄적 연구, 한국정보보호학회 하계학술대회 CISC-S' 22, 2022.06.16	1.구두 발표
	이학석사 (202208졸업, CSE전공) 1. Agent Based Modeling for Carbapenemase Producing Enterobacteriales Infections, 2021년 한국수리생물학회 동계 학술대회, 구두발표, 2021.12.18	1.구두 발표
	이학석사 (202208졸업, CSE전공) 1. K. -J. Jeong , J. -D. Park, K. Hwang, S. -L. Kim and W. -Y. Shin, "Two-Stage Deep Anomaly Detection With Heterogeneous Time Series Data," in IEEE Access, vol. 10, pp. 13704-13714, January 2022. 2. C. Seo, K. -J. Jeong , S. Lim and W. -Y. Shin, "SiReN: Sign-Aware Recommendation Using Graph Neural Networks," in IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 2022.	1.게재 2.게재 승인
	이학박사 (202208졸업, CSE전공) 1. Jiyeon Suh , T. Lee, J.-K. Choi, J. Lee, and S. H. Park, The impact of two-dose varicella vaccination on varicella and herpes zoster incidence in South Korea using a mathematical model with changing population demographics, Vaccine, vol. 39, no. 18, pp. 2575-2583, 2021 (SCIE) 2. T. Lee, Jiyeon Suh , J.-K. Choi, J. Lee, and S. H. Park, Estimating the basic reproductive number of varicella in South Korea incorporating social contact patterns and seroprevalence, Human Vaccines & Immunotherapeutics, pp. 1-6, 2021 (SCIE) 3. J. H. Kim, Jiyeon Suh , W. J. Lee, H. Choi, J.-D. Kim, C. Kim, J. Y. Choi, R. Ko, H. Kim, J. Lee, and J. S. Yeom, Modelling the impact of rapid diagnostic tests on Plasmodium vivax malaria in South Korea: a cost-benefit analysis, BMJ global health, vol. 6, no. 2, p. e004292, 2021 (SCIE) 4. H. Choi, Jiyeon Suh , W. Lee, J. H. Kim, J. H. Kim, H. Seong, J. Y. Ahn, S. J. Jeong, N. S. Ku, Y. S. Park, J. S. Yeom, C. Kim, H.-D. Kwon, D. M. Smith, J. Lee, and J. Y. Choi, "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, no. 1, pp. 1-11, 2020 (SCIE)	1.게재 2.게재 3.게재 4.게재
	이학박사 (202208졸업, CSE전공) 1. Siyu Sun, Ja-Young Kwon, Yejin Park, Hyun Cheol Cho , Chang Min Hyun, Complementary Network for Accurate Amniotic Fluid Segmentation From Ultrasound Images, Jin Keun Seo, 108223 - 108235, Volume: 9, 21 July 2021, IEEE Access 2. Hyun Cheol Cho , Siyu Sun, Chang Min Hyun, Ja-Young Kwon, Bukweon Kim, Yejin Park, Jin Keun Seo, Automated ultrasound assessment of amniotic fluid index using deep learning, Med Image Anal. 2021 Apr;69:101951. 3. Kang Cheo Kim, Hyun Cheol Cho , Tae Jun Jang, Jong Mun Choi, Jin KeunSeo, Automatic detection and segmentation of lumbar vertebrae from X-ray images for compression fracture evaluation, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Volume 200, March 2021, 105833 4. Tae Jun Jang; Kang Cheol Kim; Hyun Cheol Cho ; Jin Keun Seo, A fully automated method for 3D individual tooth identification and segmentation in dental CBCT, 1 - 1, 02 June 2021, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	1.게재 2.게재 3.게재 4.게재
	이학박사 (202208졸업, CSE전공) 1. Kang Cheol Kim, Hye Sun Yun , Sungjun Kim, Jin Keun Seo, Automation of Spine Curve Assessment in Frontal Radiographs Using Deep Learning of Vertebral-Tilt Vector, 84618 - 84630, IEEE Access (Volume: 8) 2. Hye Sun Yun 1, Tae Jun Jang, Sung Min Lee, Sang-Hwy Lee, Jin Keun Seo, Learning-based local-to-global landmark annotation for automatic 3D cephalometry, Phys Med Biol, . 2020 Apr 23;65(8):08501	1.게재 2.게재
	이학박사 (202208졸업, CSE전공) 1. Kang Cheo Kim, Hyun Cheol Choa, Tae Jun Jang , Jong Mun Choi, Jin KeunSeo, Automatic detection and segmentation of lumbar vertebrae from X-ray images for compression fracture evaluation,	1.게재 2.게재 3.게재

	<p>Computer Methods and Programs in Biomedicine, Volume 200, March 2021, 105833</p> <p>2. Hye Sun Yun, Tae Jun Jang, Sung Min Lee, Sang-Hwy Lee, Jin Keun Seo, Learning-based local-to-global landmark annotation for automatic 3D cephalometry, Phys Med Biol. 2020 Apr 23;65(8):085018</p> <p>3. Taigyntuya Bayaraa; Chang Min Hyun; Tae Jun Jang; Sung Min Lee; Jin Keun Seo, A Two-Stage Approach for Beam Hardening Artifact Reduction in Low-Dose Dental CBCT, 225981 – 225994, Volume: 8, 15 December 2020, IEEE Access</p> <p>4. Tae Jun Jang; Kang Cheol Kim; Hyun Cheol Cho; Jin Keun Seo, A fully automated method for 3D individual tooth identification and segmentation in dental CBCT, 1 – 1, 02 June 2021, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence</p>	4.게재
	<p>이학박사 (202208졸업, CSE전공)</p> <p>1. Siyu Sun, Ja-Young Kwon, Yejin Park, Hyun Cheol Cho, Chang Min Hyun, Complementary Network for Accurate Amniotic Fluid Segmentation From Ultrasound Images, Jin Keun Seo, 108223 – 108235, Volume: 9, 21 July 2021, IEEE Access</p> <p>2. Hyun Cheol Cho, Siyu Sun, Chang Min Hyun, Ja-Young Kwon, Bukweon Kim, Yejin Park, Jin Keun Seo, Automated ultrasound assessment of amniotic fluid index using deep learning, Med Image Anal. 2021 Apr;69:101951.</p>	1.게재 2.게재
	<p>공학박사 (202208졸업, CSE전공)</p> <p>1. Drag, lift, and torque coefficients for various geometrical configurations of elliptic cylinder under Stokes to laminar flow regimes, Geunwoo Oh, Hyunwook Park, and Jung-II Choi, AIP Advances, 065228, 2022.</p> <p>2. An immersed boundary formulation incorporating a two-layer wall model approach for RANS simulations with complex geometry, Hyunwook Park, Geunwoo Oh, Tae Seon Park, Changhoon Lee and Jung-II Choi, Computers & Fluids 104551, 2020.</p> <p>3. Extended synthetic eddy method to generate inflow data for turbulent thermal boundary layer, Geunwoo Oh, Kyung Min Noh, Hyunwook Park and Jung-II Choi, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 134, pp.1261-1267, 2019</p> <p>4. Pre-design model for redox flow battery design, Yun Young Choi, Geunwoo Oh, Jung-II Choi, Young Kwon Kim and Ki Jae Kim, Journal of Mechanical Science and Technology, Vol.32, No.3, pp.1025-1032, 2018.</p>	1.게재 2.게재 3.게재 4.게재

a8. 학위과정 변경 제도 운영

변경구분	대학원생명	변경사항	전공	변경승인학기
석사과정 -> 통합과정		석사 -> 통합3	CSE	2021-2학기
통합중단 (통합 -> 석사과정)		통합 -> 석사5	Math	2022-1학기
		통합 -> 석사4	CSE	2022-1학기

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)

< 2021-2학기 졸업생의 공동 논문지도교수 현황 >

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

< 2022-1학기 졸업생의 공동 논문지도교수 현황 >

대학원생명	학위	연구/졸업	논문지도교수(소속)	공동지도교수(소속)
	이학석사	졸업	이승철(수학계산학부 수학)	서진근(수학계산학부 CSE)
	이학석사	졸업	이지현(수학계산학부 수학)	이은정(수학계산학부 CSE)
	이학박사	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
- 수리논리학팀 (김병한교수) : 2주에 한 번 대학원생 연구 진행 사항 발표 및 면담
- Financial mathematics (김정훈교수) : 매 주 대학원생과 개별 연구 면담 진행
- q-series and partition 팀 (손재범교수) : 매 주 정기적인 팀세미나 진행
- 수리유체팀 (양민석교수) : 매 주 대학원생 개별연구 세미나 진행
- Algebraic number theory 팀 (유명준교수) : 매 주 미팅 및 리딩 세미나
- Mathematical biology팀 (이지현교수) : 매 주 대학원생 개별 면담 진행
- Algebraic geometry 팀 (최성락교수) : 매 주 내/외부 연사 초청, 연구 세미나 및 리딩 세미나 진행
- 최영필교수팀 : 매 주 지도학생과 일대일 개별 면담 진행
- Wavelets and approximation 팀 (허영미교수) : 매 주 대학원생 개별 면담 진행
- 흥한술교수팀 : 매 주 2회 이상 일대일 논문지도
- 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
- 데이터사이언스팀 (신원용교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 수치해석팀2 (이은정교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 멀티피직스 계산 연구실 (최정일교수) : 매 주 그룹세미나 연구결과 발표 및 개별 면담 진행
- 전산유체역학팀 (이창훈교수) : 매 주 대학원생 연구결과 발표 및 개별 면담 진행

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.

< 2021-2학기 연구실적 평가 현황 >

세부 전공	대상자	학위 과정	현재 학기	논문 지도교수
수학		박사	5	이승철
		박사	5	양민석
		박사	7	김세익 허영미
		박사	11	김세익
		박사	12	이지현
		통합	8	김준일
		통합	9	김세익
		통합	9	양민석
		통합	10	강경근
		통합	10	김정훈
		통합	10	허영미
		통합	10	최성락
		통합	10	허영미
		통합	11	강경근
		통합	11	김준일
		통합	11	최성락
		통합	11	이지현
		통합	12	서수길
		통합	12	최성락
		통합	13	김병한
	통합	15	서수길	
	통합	17	김정훈	
CSE		박사	7	서진근
		통합	9	최정일
		통합	9	이은정
		통합	9	최정일(이창훈)
		박사	5	최정일
	박사	5	서진근(이승철)	
	통합	7	최정일	

< 2022-1학기 연구실적 평가 현황 >

세부 전공	대상자	학위 과정	현재 학기	논문 지도교수	
수학		박사	7	김세익 허영미	
		박사	13	이지현	
		통합	7	김준일	
		통합	7	최성락	
		통합	7	기하서	
		통합	9	홍한솔	
		통합	9	김준일	
		통합	11	김세익	
		통합	11	김정훈	
		통합	11	허영미	
		통합	11	최성락	
		통합	11	허영미	
		통합	13	서수길	
		통합	13	최성락	
		통합	15	최희준 최성락	
		통합	15	허영미	
		통합	17	김정훈	
	CSE		박사	9	박은재
			통합	9	최정일
			통합	9	최정일(이창훈)
		통합	9	최정일	
		통합	9	최정일	
	통합	7	신원용		

c4. 학과차원의 포스터 발표회를 통한 연구 점검

- 2021-2학기 포스터 발표회

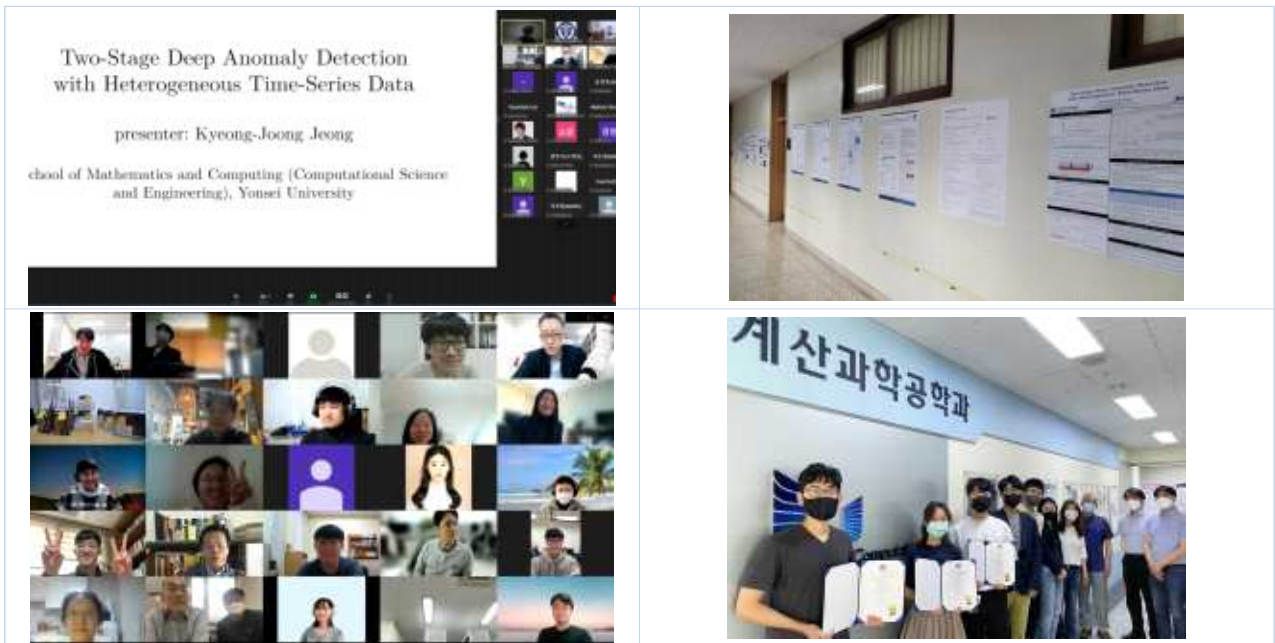
- o 행사명 : 제3회 수학기산학부 통합 포스터발표회 (제20회 CSE포스터 발표회)
- o 발표일: 2021.11.19(금)
- o 행사일정
 - 온라인(ZOOM): 오후 1시~3시 (화상 발표, 3분 발표)
 - 오프라인(과학관 1층 외부 로비 전시): 오전 10시~오후 4시 (포스터 전시)
- o 발표자 : 총 28명 발표(석사과정 2명, 박사과정 5명, 통합과정 21명)

세부전공	석사과정	박사과정	통합과정	학부	합계
수학기산학부(수학)	1	2	9	0	12
수학기산학부(계산과학공학)	1	3	12	0	16
합계	2	5	21	0	28

- 2022-1학기 포스터 발표회

- o 행사명 : 제4회 수학기산학부 통합 포스터발표회 (제21회 CSE포스터 발표회)
- o 발표일: 2022.05.20(금)
- o 행사일정
 - 온라인(ZOOM): 오후2시~4시 (화상 발표, 10분 발표)
 - 오프라인(과학관 2층 복도): 오전10시~오후4시 (포스터 전시)
- o 포스터 게시 : 총 21명 (석사과정 1명, 박사과정 6명, 통합과정 14명)

세부전공	석사과정	박사과정	통합과정	학부	합계
수학기산학부(수학)	0	2	8	0	10
수학기산학부(계산과학공학)	1	4	6	0	11
합계	1	6	14	0	21



라. 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안

A. 정규과목에서 연구와의 연계

a1. 특성화과목군을 연구와 연계 (문제 해결 능력 함양)

■ 참여교수: 허영미 (학생제안교과목: 2022학년도 1학기 수치해석특강)

2022학년도 1학기 수치해석특강을 학생들의 제안을 반영하여 운영하였다. 선형대수의 전반적인 지식 및 그 응용에 대한 강의를 진행한 후에, 머신러닝 및 딥러닝에 대한 이론적 이해를 함수근사를 사용하여 접근하는 여러 논문들에 대해 살펴보았다. 마지막 주 강의는 학생들이 각자 선택한 주제에 대해 20-25분간 영어로 발표하는 것으로 구성하였으며, 동료평가도 진행하여 평가의 공정성을 위해 노력하였다. 학생들이 선형대수 이론 수업, 딥러닝 논문 분석 수업, 또 발표 수업까지 열심히 준비하여 참여하였다.

■ 참여교수 : 최정일 (학생제안교과목 : 2021-2학기 물리기반 모델링 및 시뮬레이션2)

기존 "물리기반 모델링 및 시뮬레이션2" 과목에 대해, 이차전지 수리모델링에 중점을 두고 2021년 2학기에 학생제안 교과목을 운영하였다. 미국 콜로라도 주립대학 G. Plett 교수의 Battery Modeling, Equivalent-Circuit Methods의 내용을 중심으로 강의가 진행되었으며, 이차전지의 물리/전기화학 이론, 수리모델링, 수치실험 및 응용에 대한 광범위한 내용임에도 불구하고, 학생들의 적극적인 수업참여로 강의내용의 이해도가 높았으며, 실질적인 응용 가능성을 보여주었다. 강의 운영은 주 교재에 근거하여 강의를 진행한 후, 강의 내용에 대한 학생들의 요약/발표와 관련 리뷰 논문들을 정리하여 발표하는 형식으로 진행되었다. 아울러, Benchmark 문제들을 중심으로 수치실험 및 응용을 하였다. 향후 학생들의 소그룹 과제를 구성하여 강의에서 다루어진 내용을 중심으로 수리모델링 및 계산 과정을 구현하는 것을 추가할 예정이다.

■ 참여교수: 강경근 교수

2021-2학기 수리유체 역학 특강 1, 2022-1학기 수리유체 역학 특강 2를 각각 개설하여 논문 위주의 수업을 진행하여 대학원 학생들이 논문을 읽을 수 있는 능력을 배양하고자 함

■ 참여교수: 김병한 교수

2021-2학기 모델론1, 2022-1학기 모델론2를 각각 개설하여 대학원 학생들의 모델론 이해와 연구단계에 접근할 수 있는 내용 파악하게 지도함

a2. 외부기관 연구자 정규과목 팀티칭을 통한 현장문제 대면 및 문제 해결 능력 배양

(실적 기간 내 해당 사항 없음)

a3. 해외학자 및 전문가 집중강연

■ Isaac Goldbring 교수(UC Irvine, USA) : 김병한 교수 초청

2022년 1월 15일~2월 23일까지 매주 수요일 8회에 걸쳐 UC Irvine의 Isaac Goldbring 교수의 증 집중강연 실시. 모델론과 operator algebra, quantum information theory와 연계되는 강의로, 필즈상 수상자인 Connes의 embedding property의 부정적 해결에 대한 모델론적 접근과 관련하여 발생한 관련 새로운 결과들에 대하여 강연함. 매년 국내외 operator algebra, quantum information theory와 모델론 관련 학자, 학생들이 3-40명 정도 참여하여 성공적으로 강연을 마무리 하였다. 특히 수학, 전산학 관련 대학

원생들이 수리논리 모델론이 수학, 전산학의 다양한 분야와 연계하여 성과를 내고 있음을 알리는 좋은 계기가 되었다.

- 남하얀 교수(덕성여대) : 손재범 교수 초청

2022년 6월 21일 22일 이틀간 Numerical semigroup의 전문가인 덕성여자대학교의 남하얀 교수를 초청하여 Numerical semigroup 과 core-partition 과의 연관성에 대하여 집중강연을 하였다.

- 6월 21일, 발표제목: Numerical semigroups and partitions
- 6월 22일, 발표제목: Order ideals and core partitions

- Hunchul Park (SUNY New Paltz, USA) : 양민석 교수 초청

뉴욕주립대학(뉴팔츠) 소속의 박현철 교수가 한국을 방문하여 대학원생들을 대상으로 확률미분방정식의 기초에 대한 특강을 하였음

- 강연1 : 2022.05.27.(금) 11:00-12:30, Construction of Brownian motions
- 강연2 : 2022.05.30.(월) 11:00-12:30, Ito calculus and Ito theorem
- 강연3 : 2022.06.02.(목) 11:00-12:30, Stochastic differential equations

- 박지훈 교수(기초과학연구원/POSTECH) : 최성락 교수 초청

2022년 2월 14-18일에는 Fano variety 관련분야에서 선구적인 연구를 하고있는 기초과학연구원/POSTECH의 박지훈 교수를 초청하여 집중강연을 실시하였다. 대학원생 및 젊은 박사 후 연구원의 눈높이에 맞춰서 대수기하학의 기초뿐만 아니라 최근 연구결과까지 접할 수 있는 기회를 제공하였다. 앞으로도 방학기간을 이용하여 국내외의 연구자들을 초청하여 집중강연을 개최할 계획이다.

B. 대학원생의 학술 및 연구활동에 자발적 참여 유도

b1. 학과차원의 단기집중 계절학교에 자발적 참여 유도

- Unimod2022 여름 집중강연 및 학회참여

2022.7.18.~ 8.5일까지 3주간 진행되는 Unimod2022(<https://conferences.leeds.ac.uk/unimod/>) 여름 집중강연 및 학회에 김병한교수의 지도학생인 서일권과 현BK 학술연구교수인 김준희 박사 참여하였으며, 두 사람 모두 이번 참석을 통해서 최신 모델론 연구의 진행 방향과 자신의 연구 방향 설계에 큰 도움을 받음

- (주)젠티와 AI 관련 온라인 공동 세미나 개최

허영미 교수 연구실 대학원생들(이명윤, 임효재, 한상준)는 AI 스타트업 (주)젠티와 온라인 공동세미나를 개최하여 대학원생들의 AI에 대한 관심을 높임

- 2021년 1월부터 9월까지 매주 (주)젠티와 AI를 사용한 문자인식 관련 세미나 진행
- 2021년 11월 29일부터 현재까지 매주 (주)젠티와 AI를 사용한 수학증명 관련 세미나 진행
- 필요시 추가 연구미팅 진행
- 한상준 학생은 관련 주제로 (주)젠티와의 공동연구 결과를 2022년 7월 14-15일에 진행된 Computing Conference 2022(온라인)에서 발표하였음 (학회논문 제1저자: 한상준, 주저자: 허영미)
- 이명윤 학생과 임효재 학생은 관련 주제로 <2022 차세대 여성 수리과학 전공자 커리어 리더스 포럼>의 멘토링 프로그램에 참여 중이며 “수학증명에 적합한 형식언어의 자연어 처리” 제목의 연구 결과를 10월 7일 <2022 차세대 여성 수리과학 전공자 커리어 리더스 포럼>에서 발표할 예정임

b2. 정기 세미나, 워크숍, 콜로키움을 학생의 연구로 연결

- 손재범 교수팀

팀세미나와 집중강연의 결과로 홍경환 학생이 21년 9월에 논문을 투고하였고 이 논문은 2022년 5월에 SCI 저널인 Discrete Mathematics에 출간됨

Cho, Hyunsoo; Hong, Kyoungwan, Corners of self-conjugate $(s, s+1)$ -cores and $(\overline{s}, \overline{s+1})$ -cores, Discrete Math. 345 92022) Paper No. 112949, 8pp

- 최성락 교수팀

학기 중에 격주로 개최되는 대수기하학/심플렉틱 기하학 세미나에 외부연사를 초청하여 최신 연구 결과 및 국내 연구진들의 연구 동향을 살필 수 있는 기회를 제공하였다. 외부연사를 초청하지 않는 주간에는 담당교수(최성락) 및 연구팀원들이 최근연구 성과를 발표하거나 최신 논문을 같이 공부해나가는 리딩세미나를 진행하였다.

- 콜로키움을 통한 연구분야 확대

수학과 주관으로 개최되는 콜로키움에 대수기하학 및 관련분야의 저명한 연구자를 추천하여 2021-2학기에는 황준목 교수(기초과학연구원), 2022-1학기에는 금종해 교수(대한수학회 회장), 박진형 교수(KAIST)를 초청하였다. 수학계 시니어들을 초청하여 대학원생들에게 선배 연구자들의 결과를 배우는 기회를 제공할 뿐만 아니라 연구하는데 있어서의 경험담이나 조언을 들을 수 있는 기회를 제공했다.

- BK 기하학 수요집회 (최성락, 흥한솔 교수)

o 2021-2학기 : 총8회에 격주 세미나 초청강연 주최

- 연사 : 김준태(고등과학원-현재:서강대학교), 이남훈(홍익대학교), 박경동(고등과학원-현재:경상대학교), 김영락(부산대학교), 노경민(서울대학교), 이대원(연세대학교), 이상진(기초과학연구원-수리물리연구단), 김호성(기초과학연구원-복소기하학연구단)
- 방학 중 집중강연 개최: 조윤희(성균관대학교)-3회연속강연, 박지훈(포항공대)-4회연속강연

o 2022-1학기 : 총6회에 걸쳐 격주 세미나 초청강연 주최

- 연사 : Sheng-Fu Chiu (Academia Sinica, Taiwan), 이광우(연세대학교), Yuto Yamamoto(기초과학연구원-수리물리연구단), 유상범(공주교육대학교), 이재혁(이화여자대학교), 황동선(기초과학연구원-복소기하학연구단)

- 신촌 기하학 세미나(SWAG, Shinchon Workshop on Algebraic Geometry) (최성락, 흥한솔 교수)

2022년 6월 10일 개최, 외부 연사 3인 초청: 김준태(서강대학교), 원준녕(이화여자대학교), 이상진(기초과학연구원)

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
20211029		Semilinear heat equation의 similarity structure
20211104		A study on the asymptotics of blow-up to the semilinear heat equation
20211116		타원형 미분방정식의 그린함수에 대한 설명, 발산형 과 비발산형 타원형 방정식에 대한 소개
20211117		017 Blow up for the solutions of the Euler-Poisson equations
20211125		그 중 하나는 reverse Holder inequality
20211201		회의 내용 : Moser Trudinger' s inequality를 증명
20211210		힐름홀츠 방정식, 프아송 방정식, Fredholm Alternative
20220211		Introduction to Probability Theory including probability space, measurability, monotone class lemma, characteristic function etc.
20220215		Limit theorems: law of large numbers and independence of sigma-algebras, 0-1 law and its application to the proof of strong law of large numbers
20220217		Intoduction to Brownian Motion; construction, measurability and the weak convergence of measures on Polish space
20220222		Regularity of Brownian Motion
20220225		Martingale, Strong Markov property and Dirichlet Problem of Laplace equation; issue of regular point
20220228		Stochastic integral, local martingale
20220303		Adapted Floer cohomology, appearing in [Cho, Oh] is a modified version of the Bott-Morse Floer cohomology appearing in [FO00]
20220307		Adapted Floer cohomology, appearing in [Cho, Oh] is a modified version of the Bott-Morse Floer cohomology appearing in [FO00]
20220412		The PME with Dirichlet boundary conditions as a Gradient Flow
20220421		Green' s function of Non-divergence DMO Coefficient elliptic
20220603		the local and global regularity problem of the Stokes system with no slip boundary condition given a tangential boundary data
20220613		A study on the automated theorem proving with higher-order logic language and deep learning.
20220630		y pre-processing technique in Natural Language Processing (NLP)
20220712		parametrix 방법론
20220802		construct an ATP model based on GPT-f with Open Pre-trained

b4. 대학원생 연구 우수 수상 실적

- 학술대회 논문 우수상

학술대회	수상부문	대학원생	지도교수	내용
한국전산유체공학회 춘추계통합학술대회	우수발표논문상	(통합과정) (박사졸업, 2020.08)	최정일	논문제목: 계절별 WRF 데이터를 적용한 대외류모사 기반의 도시 경계층 열유동해석 논문제목: 초거대규모 병렬계산을 활용한 수직벽 난류자연대류의 직접수치해석
대한기계학회 유체공학부 2021년 춘계학술대회	우수논문상	(통합과정)	최정일	논문제목: 박스형상 소성로 및 산업용 화구의 소성고정 열유동 수치해석
한국통신학회 동계종합학술발표회	원장상	(통합과정)	신원용	논문제목: 옛지 증강을 통한 점진적 네트워크 정렬
제12회 한국유체공학학술대 회	우수논문상	(통합과정)	최정일	논문제목: Multi-GPU 기반의 도심 바람길에 대한 실시간 LES 해석
2022년 한국전지학회 춘계학술발표회	우수논문 발표상	(통합과정), (박사졸업,2020.0 8)	최정일	논문제목: 준4차원 리튬이온전지 수리모델링 및 계산
2022년 한국전지학회 춘계학술발표회	우수논문 발표상	(통합과정), (박사졸업,2020.0 8)	최정일	논문제목: 리튬 이온 배터리 전기화학 모델의 베이지안 파라미터 추정

- 연세대학교 대학원생 우수논문 수상

학기	수상부문	대학원생	지도교수	내용
2022-1학기	학과우수논문상 (2022-1학기)	(통합과정)	김정훈	논문제목 :Fractional stochastic volatility correction to CEV implied volatility
2021-2학기	정성기 동문 대학원생 우수논문상 (2020-2학기)	(통합과정)	김정훈	논문제목 : ELS pricing and hedging in a fractional Brownian motion environment
2021-2학기	대학원생 우수논문상 (2021-2학기)	(통합과정)	강경근	논문제목 : One dimensional consensus based algorithm for non-convex optimization
2021-2학기	학위논문 우수상 (2021-2학기)	(박사졸업,202 1.08)	서진근	논문제목: 의료 영상 비 정치성 역 문제 딥러닝 기반 해결 가능성
2021-2학기	학술논문 우수상 (2021-2학기)	(통합과정)	서진근	논문제목: 차과용 CBCT에서 개별 치아 식별 및 분할을 위한 완전 자동화 기법
2022-1학기	대학원 혁신 우수논문(학술 논문) 우수상	(통합과정)	최정일	논문제목: 생성적 적대 신경망을 이용한 임피던스 기반 리튬 이온 배터리 용량 추정

※ 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
과기정통부	2021 ICT(정보통신기술) 스마트 디바이스 전국 공모전 대상	(통합과정)	최정일	디지털 트윈 AI(인공지능) 기반 배터리 진단 및 모니터링 솔루션
광주과학기술원	2021 AI 테스트베드 코리아 산업지능화(AI+X) 경진대회 거버넌스상	(통합과정)	최정일	디지털 트윈, AI(인공지능) 기반 배터리 진단 및 모니터링 솔루션
중소벤처기업부	대-스타 자율주행 데이터 경진대회 대상	(통합과정)	최정일	전기버스 운행 및 충전 데이터를 활용한 혼합형(하이브리드) 배터리 진단을 위한 인공지능 알고리즘
삼성전자	제28회 삼성휴먼테크논문대상 Computer Science & Engineering 분과 동상	(통합과정)	신원용	Edgeless-GNN: Unsupervised Inductive Edgeless Network Embedding

※ 삼성휴먼테크 논문대상

목적 : 삼성휴먼테크 논문대상은 국내 최대 규모 학술 논문 대회다. 과학기술 분야 우수 인력 발굴과 육성을 위해 1994년부터 매년 수상자를 선정

선정 부문 : 대학 부문과 고교 부문으로 나뉘 시상하며, 대학 부문은 총 10개 분과에서 금, 은, 동, 장려상을 선정

2021 ICT(정보통신기술) 스마트 디바이스 전국 공모전 대상



2021 AI 테스트베드 코리아 산업지능화(AI+X) 경진대회 거버넌스상



제28회 삼성휴먼테크논문대상 Computer Science & Engineering 분과에서 동상



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) 남하얀 교수(덕성여자대학교)의 Numerical Semigroup 세미나 (주관: 손재범 교수)

Numerical semigroup의 전문가인 덕성여자대학교의 남하얀 교수를 초청하여 Numerical semigroup 과 core-partition 에 대해 세미나를 하였다.

강연1 : 6월 21일, 발표제목: Numerical semigroups and partitions

강연2 : 6월 22일, 발표제목: Order ideals and core partitions

(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 : 2022.6.1.(화) PM 3:30~5:00, A sepctrum for limits of stratified fotating inviscid Boussinesq equations in three dimensions.

강연2 : 2022.6.16.(수) PM 3:30~5:00, A sepctrum for limits of stratified fotating inviscid Boussinesq equations in three dimensions.

(3) 대학원생을 위한 난제 세미나 진행(주관 : 김준일 교수)

2021년 2학기에 최근 수학의 주요 관심들을 대학원생들이 접근할 수 있도록 소개하는 "난제 세미나 코스" 강연 진행. 최고의 교수님들이 대학원 1학년 정도 수준의 눈높이에 맞게 중요한 연구주제를 설명해주었고 발표자로부터 한 달 전에 Abstract, Reference 등을 받아서 사전에 대학원생들에게 공지함
2022년 2학기 매주 수요일 4-6시 2시간씩의 대학원생에게 강의 제공(Zoom, Youtube 동시 진행)

날짜	발표자(소속)	강연제목
2021.09.01	김현규(이화여대)	Higher Teichmüller space, cluster varieties and quantization
2021.09.08	이상혁(서울대)	Maximal estimates and harmonic analysis
2021.09.15	김재경(카이스트)	복잡한 생명현상을 위한 21세기 현미경, 수학
2021.09.29	최범준(포스텍)	Differential Geometry and PDE
2021.10.06	김상현(고등과학원)	원에 작용하는 군과 그 미분가능성에 대하여
2021.10.13	김도형(서울대)	타원곡선의 산술과 L-함수
2021.10.20	신원용(연세대 수학교산학부)	Practical Challenges of Real World Math: Data Science Meets Mathematics
2021.10.27	허정규(전남대)	Deep learning and quantitative finance
2021.11.03	임보해(카이스트)	타원곡선과 보형형식
2021.11.10	권순식(포스텍)	Dispersive Equations
2021.11.17	손영환(포스텍)	An introduction to ergodic Ramsey theory.
2021.11.24	김현석(서강대)	Introduction to the theory of weak solutions of elliptic partial differential equations
2021.12.01	양찬우(고려대)	진동적분과 그 응용
2021.12.08	김명호(경희대)	Representations of Quantum groups

(4) BK 기하학 수요집회(주관: 최성락, 흥한솔 교수)

학기 중에 격주로 대수기하 및 사교기하학 관련분야의 다음 외부연사를 초청하여 1~2시간 강연을 실시하였다. 국내외의 관련분야 연구 동향 및 최신 연구 결과를 접할 수 있는 기회를 제공하였다.

날짜	발표자(소속)	강연제목
2021.09.08	김준태(고등과학원)	Morse and Floer theories
2021.09.29	이남훈(홍익대학교)	Mirror pairs of Calabi-Yau threefolds from mirror pairs of quasi-Fano threefolds
2021.10.06	박경동(고등과학원)	Moment polytopes of Fano spherical varieties
2021.10.19	김영락(부산대학교)	Matrix factorizations and Ulrich bundles on small cubics
2021.11.03	노경민(서울대학교)	Mirror Symmetry Correspondence between Cohen-Macaulay Modules and Lagrangians
2021.11.17	이대원(연세대학교)	Classification of Full Exceptional Collections on Smooth Toric Fano Varieties with Picard Rank Two
2021.11.24	이상진(기초과학연구원)	Introduction to Symplectic Lefschetz Fibrations
2021.12.15	김호성(기초과학연구원)	Total dual VMRT and its application
2022.01.20	조운형(성균관대학교)	Mirror Symmetry of Fano Varieties and Cluster Algebras
2022.01.21	조운형(성균관대학교)	Mirror Symmetry of Fano Varieties and Cluster Algebras
2022.02.14-18	박지훈(POSTECH/IBS-CGP)	Factorial 3-folds
2022.03.30	Sheng-Fu Chiu (Academia Sinica)	From Energy-Time Uncertainty to Symplectic Excalibur
2022.04.13	이광우(연세대학교)	K3 surfaces with Picard number two
2022.04.27	Yuto Yamamoto (기초과학연구원)	Period Integrals of Hypersurfaces via Tropical Geometry (offline)
2022.05.11	유상범(공주교육대학교)	TOPICS IN HIGGS BUNDLES
2022.05.25	이재혁(이화여자대학교)	Geometry of G2 Manifolds
2022.06.08	황동선(기초과학연구원)	Algebraic Montgomery-Yang problem, cascade conjecture and reconstruction problem

(5) 신촌 기하학 세미나(SWAG, Shinchon Workshop on Algebraic Geometry)(주관: 최성락, 흥한솔 교수)

신촌 기하학 세미나 (2021-2학기에 제10회, 2022-1학기에는 제11회)를 개최하였다. 연세대학교, 이화여자대학교, 서강대학교 수학과와 기하학 관련 교수님들이 주관하는 이 기하학 세미나는 연세대학교 뿐만 아니라 신촌 지역의 기하학 전공 연구자들에게 연구교류의 장을 만들기 위해 시작한 뜻깊은 학회이다. 신촌에서 이루어지고 있는 기하학 연구를 접할 수 있음은 물론이고 젊은 외부 연구자들을 초청하여 대학원생들과 연구 토론의 기회를 제공하도록 하고 있다.

(6) 방학기간 집중 강연 개최 및 외부 집중 강연 참여 독려(주관: 최성락 교수)

2022년 겨울방학기간에 성균관대의 조운형 교수님(1월20,21일)과 POSTECH/기초과학연구원의 박지훈 교수님(2월 14-18일)을 초청하여 집중 강연을 개최하였다. 대학원생이 배울 수 있는 수준의 강연을 부탁

하여 기하학을 전공하고 있는 대학원생들에게 기초를 닦을 수 있는 시간이 되도록 하였다. 2022년 7월에는 고등과학원이 주관하는 기하학 겨울 학교 (7월18-21일, 담양)에 기하학을 전공하는 대학원생들을 참여시킴으로서 학기 중에 정규과목으로 배우지 못하는 분야의 이론을 배우고 또 다른 대학교의 대학원생들과 교류를 할 수 있도록 하였다.

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

2022년 1월 5일에 온라인 (Zoom)을 통한 세미나 진행

참여인원 (34명) (강연자(2명) 제외)

- 교수 (10명) : 서강대 (3명) 연세대 (6명) 이화여대 (1명)
- 박사 후 연구원 (4명) : 서강대 (1명) 연세대 (2명) 이화여대 (1명)
- 대학원생 (16명) : 서강대 (1명) 연세대 (10명) 이화여대 (5명)
- 학부생 (4명) : 연세대 (2명) 이화여대 (2명)

권봉석 교수(UNIST)는 강연제목 “Formation and properties of singularity for nonlinear hyperbolic systems and their applications to the plasma models”, 이민기 교수(경북대)는 강연제목 “Compressible motions of elastic solids: a discussion on its regularity class” 으로 집중강연을 하여 유체역학이론의 배경지식과 최신연구동향을 접할 수 있는 기회를 제공했다.

(8) BK 해석학 세미나(주관 : 최영필 교수)

매주 편미분방정식론 또는 응용수학을 전공하는 교수, 박사후연구원, 대학원생들을 대상으로 세미나를 진행하고 있다. 기체운동론, 유체역학, 금융수학, 수치해석, 산업 수학 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. 9. 16.	김정호 (한양대학교)	Hydrodynamic limits of the Schrodinger equation with gauge fields
2021. 12. 8.	황숙정(KIAS)	Regularity and existence of weak solutions of porous medium equation with a divergence type of drift
2021. 12. 10.	이윤상 (Dartmouth College)	Finding a needle in sand beach
2021. 12. 27.	옥지훈 (서강대학교)	Regularity theory for non-autonomous elliptic equations in divergence form
2021. 12. 28.	안재욱 (동국대학교)	Long time behaviors of logarithmic chemotaxis systems
2021. 12. 29.	황숙정(KIAS)	Regularity and existence of weak solutions of porous medium equation with a divergence type of drift II
2022. 3. 11.	황병훈 (성균관대학교)	Relativistic BGK model for gas mixtures
2022. 3. 18.	고승찬 (The University of Hong Kong)	Quasi-Monte Carlo approximation for elliptic PDEs with random diffusion coefficients and applications
2022. 7. 27.	강재훈 (KAIST)	Heat kernel estimates for symmetric jump processes with anisotropic jumping kernels

(9) 콜로퀴움(최영필 교수 주관)

본 교육연구단에서는 2021-2학기 및 2022-1학기에 격주로 수학교산학부 “Math-CSE 콜로퀴움”을 개최하였다. 외부 석학들을 초청하여 콜로퀴움이 이루어지며, 각 학기당 총 7인 연사를 아래와 같이 최신의 연구주제들에 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.

< 2021-2학기 콜로퀴움 개최 현황 >

날짜	발표자(소속)	강연제목
2021.09.09	최종근(부산대학교)	Mixed Boundary Value Problems for Parabolic Operators
2021.09.23	최경수(KIAS)	Stable Singularities in Mean Curvature Flow and Their Applications to Topology
2021.10.07	황준목 (IBS 복소기하학연구단)	Geometry of Elie Cartan's "Pfaffian systems in 5 variables"
2021.10.21	임미경 (KAIST)	Geometric Series Expansions of Layer Potential Operators and Their Applications to Composite Materials
2021.11.04	황준호(서울대)	Diophantine Equations and Moduli Spaces with Nonlinear Symmetry
2021.11.18	신은철 (KAIST)	Social Learning in Networks and Influence Maximization
2021.12.02	최희준(연세대학교)	현대 유체역학의 이모저모

< 2022-1학기 콜로퀴움 개최 현황 >

날짜	발표자(소속)	강연제목
2022.03.10	정인지(서울대)	Small-scale creation in incompressible fluid dynamics
2022.03.24	홍영준(성균관대)	Recent advancements of scientific computing in deep learning
2022.04.07	김중해(KIAS)	대수 곡면의 분류 문제
2022.04.21	김찬우 (Wisconsin-Madison)	A dissipative effect on some PDEs with physical singularity
2022.05.12	권오정(한양대학교)	Graph minor theory and beyond
2022.05.26	박진형(KAIST)	Asymptotic syzygies of algebraic varieties
2022.06.09	유명준(연세대)	The distribution of Selmer ranks of Jacobians of hyperelliptic curves

a2. 대학원생의 Group Reading Seminar 독려 및 지원

- 참여교수: 강경근 교수

- o 000 학생은 반평면 상에서의 스톡스 방정식 및 나비에-스톡스 방정식의 해의 특성을 밝히고자 하는 연구를 수행하고 있으며, 연구교수인 장통근 박사의 연구주제와 공통되는 부분이 있어 공동 세미나 및 논문 reading 및 토론, 공동세미나를 진행하였다.
- o 000 학생은 수리생물모델인 Keller-Segel 방정식 관련 연구 중이며, 베트남 포닥인 응우티엔, 동국대 안재욱 교수와 연구 분야가 겹치는 부분이 있어 논문 reading 및 공동세미나를 비정기적으로 진행하였다. 이를 상설화하여 주기적으로 세미나를 열어서 학생들의 연구를 보다 진척시키고자 한다.
- o 000 학생은 수리유체방정식인 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 000 학생은 Gradient flow와 관련된 PME 방정식의 해의 특성을 밝히고자 하는 연구를 수행하고 있으며, 김화길, 황숙정 교수의 연구주제와 공통되는 부분이 있어 공동 세미나 및 논문 reading 및 토론, 공동세미나를 진행하였다.

- 참여교수: 이지현 교수

- o 이지현 교수의 수리 생물 연구팀은 2022년 7월부터 강화학습 관련 논문을 읽고 매주 내용을 발표하는 세미나를 진행하고 있다. 여기에 외부 초청 강사의 강연, 전문가 자문, 토론을 함께하여 시너지 효과를 얻고 있다.

- 참여교수: 최성락 교수
 - o 000 박사과정 대학원생의 최근 연구 분야인 complexity를 이용하여 사영공간을 판별하는 이론에 대해서 기초 지식을 쌓기 위해서 장성욱 대학원생과 같이 공동 세미나를 진행하였다. -K-Minimal model program을 돌리기 위해서 필요한 조건을 규명하기 위해서 공동 연구 토의를 진행하고 있다.
 - o 000 학생과 000 학생은 positive characteristic field에서 전개되는 birational geometry/ minimal model program을 구현하기 위해서 필요한 조건을 찾기 위한 연구 토의를 매주 실시하고 있다. 김동현 학생은 현재 논문 두편이 거의 완성단계에 있다.
- 참여교수: 홍한솔 교수
 - o 홍한솔 교수의 사교기하학 연구팀은 서울대학교, 이화여자대학교의 관련전공 대학원생들과 함께, 사교기하학의 주요 논문들에 대한 리딩 세미나를 매주 1회 진행하였다. 세미나에서 다루어진 논문은 Floer cohomology and disc instantons of Lagrangian torus fibers in Fano toric manifolds (Cheol-Hyun Cho, Yong-Geun Oh), Mirror symmetry and T-duality in the complement of an anticanonical divisor (Denis Auroux), SYZ mirror symmetry for toric Calabi-Yau manifolds (Kwokwai Chan, Siu-Cheong Lau, Naichung Conan Leung) 등으로 향후 연구의 근간이 되는 주요한 연구 결과물들이다.

a3. 해외석학들과 연계 및 교류

- 강경근교수 팀
 - o 해외학자들과의 공동연구를 지도 대학원생과 함께 진행하면서 연구 결과를 도출함
 - Micheal Winkler (Universität Paderborn, 독일)
- 김정훈교수 팀
 - o 해외학자들과의 공동연구를 지도 대학원생과 함께 진행하면서 연구 결과를 도출함
 - Jiling Cao, Wenjun Zhang (Auckland University of Technology, 뉴질랜드)
- 박은재교수 팀
 - o 해외학자들과의 공동연구를 지도 대학원생과 함께 진행하면서 연구 결과를 도출함
 - Lina Zhao(City University of Hong Kong, 중국)
- 신원용 교수 팀
 - o 해외학자들과의 공동연구를 지도 대학원생과 함께 진행하면서 연구 결과를 도출함
 - Xin Cao (University of new south wales, 호주)
 - Cong Tran (Posts and Telecommunications Institute of Technology, 베트남)

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
	공학석사, 2021-2학기	이창훈(연세대 기계)	최정일(수학계산학부 CSE)
	공학석사, 2021-2학기	이창훈(연세대 기계)	최정일(수학계산학부 CSE)
	이학박사, 2021-2학기	이지현(수학계산학부 수학)	이은정(수학계산학부 CSE)
	이학석사, 2022-1학기	이승철(수학계산학부 수학)	서진근(수학계산학부 CSE)
	이학석사, 2022-1학기	이지현(수학계산학부 수학)	이은정(수학계산학부 CSE)
	이학박사, 2022-1학기	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
	Mchael Winkler (독일/Universität Paderborn)
	Jiling Cao, Wenjun Zhang (뉴질랜드/Auckland University of Technology)
	Joaquin Moraga (미국/University California, Los Angeles)
	Dohyun Kim (중국/Hong Kong Centre for Cerebro-Cardiovascular Health Engineering)
	Lina Zhao (중국/City University of Hong Kong)
	Xin Cao (호주/University of new south wales)
	Cong Tran (베트남/Posts and Telecommunications Institute of Technology)
	Cong Tran (베트남/Posts and Telecommunications Institute of Technology)

C. 산업수학-산업체 연계를 통한 산업문제 전문가 양성

c1. 산업체와의 공동연구를 통한 현장 전문가 양성

기업명	연구명	참여교수, 참여대학원생
주식회사 휴런	알츠하이머병에 대한 수학적 모델 연구	
삼성디스플레이(주)	Slip-wall 경계조건 기반의 OLED 증착원 공정 시뮬레이션 고도화	
현대엔지비(주)	폐배터리 RUL 예측 알고리즘 개발	
삼성전자(주)	저선량 Cone-Beam CT에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결	
삼성디스플레이(주)	3D FEM 기반 NEGF Solver 개발	
주식회사 스카이랩스	다파장 PPG 신호 기반 산소포화도 모니터링 알고리즘 개발	
주식회사 스카이랩스	Cuffless 혈압 측정 알고리즘 개발 고도화	

c2. 산업수학 석사학위 프로그램을 통한 맞춤형 산업인재 양성

(1) 산업수학 석사학위 과정 대학원생

o 000 (석사과정, 2022-1학기 입학, 삼성SDI 연계)

삼성SDI의 000 프로는 산학협력을 위해 수학기산학부(계산과학공학)에 입학하여 “리튬이온 배터리 셀/ 모듈에 대해 데이터 및 모델 기반 고장 진단 기술”을 개발하고 있다.

o 000 (석사과정, 2021-1학기 입학, 삼성메디슨과 연계)

삼성메디슨의 000 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

가. 금융수학 및 금융실무 교육 프로그램 운영 현황

(해당 실적 기간 중 해당사항 없음)

나. 기계학습 및 딥러닝 관련 교과목 개설 현황

- 기계학습1(2021-2학기)

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

- 인공지능 이론(2021-2학기)

신원용 교수는 다양한 분야에서 도출되는 실세계 데이터를 다루는 인공지능 이론에 대하여 강의하였으며, 그래프 마이닝, 기계학습 기법 등을 이용하여 현상의 문제를 시뮬레이션하는 교육을 실시하였다. 대표적인 그래프 분석 응용 업무인 링크 분석, 커뮤니티 탐지, 랭킹 알고리즘, 영향력 최대화, 링크 예측 등에 대한 내용으로 강의를 진행하였고, 해당 주제에 대해 논문 선정 후 리뷰 및 토의를 진행하였다.

- 딥러닝과 데이터과학(2022-1학기)

신원용교수는 실제 데이터 처리를 위한 머신러닝/딥러닝 기법에 대하여 강의하였으며, word2vec model in NLP, Network embedding of DeepWalk with hierarchical softmax, Proximity-learning-based approach (LINE) with negative sampling, variant of the random-walk-based approach (node2vec) 등을 교육하였다. 해당 주제에 대한 토론 및 리뷰 등을 병행하여 수강생들의 이해를 높였다.

- 딥러닝과 영상처리1(2022-1학기)

서진근 교수는 영상처리를 위한 딥러닝 기법을 강의하여, 수학적 이론과 최근 대두되고 있는 딥러닝 기법들에 대하여 교육하였다. 의료영상에 적용할 수 있는 딥러닝 기법 중에서 image classification and semantic segmentation를 중심으로 이에 필요한 deep learning architectures 기본 지식과 더불어 실제로 사용되는 FCN, U-net, M-net, Variational Auto Encoder, YOLO, various GANs, Transformer 등의 기법을 강의하였다.

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

(해당 실적 기간 중 해당사항 없음)

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)	2021년 2학기	22	12	55	89
	2022년 1학기	20	15	52	87
	계	42	27	107	176
배출 (졸업생)	2021년 2학기	12	7		19
	2022년 1학기	5	8		13
	계	17	15		32

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

가. 우수 대학원생 확보를 위한 제도의 현황

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

■ 2021-2학기 및 2022-1학기 지도교수 운영 현황

(1) 1학년 지도교수: 김정훈, 김준일 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 분야를 접해볼 수 있는 책이나 공부 방법에 대한 상담, 고등학교까지의 문제 풀이 위주의 수학에서 벗어난 첫해의 수학 공부로부터 수학 전공에 대한 기대감 표시를 받았고 상담해주었다.

(2) 2학년 지도교수: 최영필, 홍한솔 교수

학업 성취도와 대학원 진학, 유학 등 장래 계획에 대해 면담하였고, 각 수학분야를 소개하고 흥미로운 연구 결과들을 소개함으로써 학생들에게 순수수학의 매력을 전달하려 노력하였다.

(3) 3학년 지도교수: 허영미, 김병한 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 교수 (2021-2학기)

면담을 원하는 학생에게 면담신청이 가능하도록 수학과 홈페이지에 연락처와 함께 공지하였다. 취업, 대학원 진학, 유학, 군입대 등 졸업을 앞둔 4학년 학생들이 고민하는 여러 가지 사항들을 선배들의 여러 가지 사례, 또는 경험을 바탕으로한 이야기를 들려주어 면담을 진행했다.

유명준 교수 (2022-1학기)

학생들에게 대면 및 비대면 면담을 독려하여 학생들이 원하는 편안한 분위기 속에서 상담을 진행하였다. 학부과목 커리큘럼 및 전공과목들에 대해 학습할 교재들, 대학원 진학, 유학 등 학업에 관련된 내용에서부터 대학생활, 졸업 후 진로에 대한 내용까지 다양한 주제에 대하여 상담하였다.

(5) 상시 면담 :

(해당 실적 기간 중 해당사항 없음)

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.

< 2021-2학기 인턴연구원 현황 >

세부전공	인턴연구원 명단	대학원 진학
Math		
CSE		(2023-1학기 입학예정)

< 2022-1학기 인턴연구원 현황 >

세부전공	인턴연구원 명단	대학원 진학
Math	-	
CSE		(2023-1학기 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, 기초계산과학공학
 인공지능이론, 알고리즘과 응용

D. 대학원 학부-대학원 연계과정(학-석 통합 전형) 활용

전형학기	세부전공	지원자 명단	입학자 명단
2021-2학기	Math		(2022-1학기 입학)
	CSE	-	-
2022-1학기	Math	-	-
	CSE		(2023-1학기 입학예정)

E. 조기전형을 통한 우수 인재 선제적 확보 (해당 실적 기간 중 해당사항 없음)

전형학기	세부전공	지원자 명단	입학자 명단
2021-2학기	Math	-	-
	CSE	-	-
2022-1학기	Math	-	-
	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
- 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.

- 2021-2학기 : 총 28개 포스터 전시 및 발표 (온라인 참가자 약 120여명)
- 2022-1학기 : 총 21개 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 : 박성욱(석사과정, 2021-1학기 입학, 삼성메디슨과 연계)
- 산학장학생 : 박준(박사과정, 2020-2학기 입학, 볼트시뮬레이션과 연계)

J. 외국 대학과 학술교류/학생교류 등을 통한 우수한 학생 유치

- 2021-2학기 외국인 신입생

000 (아일랜드) 학생은 University College Dublin School of Physics / School of Math and Statistics Theoretical Physics 학부 졸업하고 수학교산학부(수학)에 입학함.

- 2021-2학기 외국인 신입생

000 (중국) 학생은 Ocean University 석사학위를 취득하고 수학기산학부(계산과학공학)에 입학함.

000 (몽골) 학생은 National University of Mongolia 학부졸업, Mongolian University of Science and Technology에서 석사학위를 취득하고 수학기산학부(계산과학공학)에 입학함.

- 2022-1학기 외국인 신입생

000 (카자흐스탄) 학생은 Al-Farabi Kazakh National University 석사학위를 취득하고 수학기산학부(계산과학공학)에 입학함. 재외동포 3세대이며 학업성적이 우수하고 학과에서 1개월 인턴과정을 통해 학업에 대한 의지와 명민함이 확인됨.

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.

2021-2학기 : 참여대학원생 총 91명 중 59명 장학금 지원

2022-1학기 : 참여대학원생 총 87명 중 49명 장학금 지원

- 각종 장학금 제도를 활용한 재정 지원확대

지원학기	장학금 현황	수혜자
2021-2학기	Need-based Fellowship 장학금	Math 재학생 4명
	BHS 장학금(생계형 장학금)	Math 재학생 2명
	대학원 재학조교 장학금	Math 신입생 2명, 재학생 31명 CSE 신입생 3명
	학부대학 자연계열기초 대학원 재학조교 장학금	Math 신입생 3명, 재학생 26명
	학부대학 교과목 제1차 재학조교 장학금	재학생 1명
	코로나19 특별장학금	Math 재학생 4명
	2021학년도 후기 외국인 전형 신입학 장학금	CSE 신입생 2명
	(추가 지원 장학금) 대학원 혁신사업 재학조교 장학금	Math 재학생 2명 CSE 재학생 3명
	(추가 지원 장학금) 대학원 주임교수 지원 조교 장학금	Math 재학생 3명 CSE 재학생 1명
	2021-2학기 YGF(Yonsei Graduate Fellowship) 장학금	CSE 신입생 2명
	2021-2 대학원생 아이디어 인큐베이팅 지원사업(IIF) 장학금	Math 재학생 18명 CSE 재학생 7명
2022-1학기	2021-2 대학원생 아이디어 인큐베이팅 지원사업(IIF) 참여학과 ARF 추가지원 장학금	CSE 재학생 10명
	Need-based Fellowship 장학금	Math 신입생 2명, 재학생 1명
	대학원 재학조교 장학금	Math 신입생 7명, 재학생 34명 CSE 신입생 7명, 재학생 2명,
	학부대학 자연계열기초 대학원 재학조교 장학금	Math 신입생 5명, 재학생 29명
	학부대학 교과목 제1차 재학조교 장학금	Math 재학생 1명
	우수외국인(Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ) 장학생 장학금	Math 재학생 1명
	(추가 지원 장학금) 대학원 혁신사업 재학조교 장학금	Math 재학생 3명 CSE 재학생 3명
	(추가 지원 장학금) 대학원 주임교수 지원 조교 장학금	Math 재학생 3명 CSE 재학생 1명
2022학년도 1학기 재학생 우수외국인 장학금	CSE 재학생 1명	
YGF(Yonsei Graduate Fellowship) 장학금	CSE 재학생 1명	

- 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

2021-2학기 : 000 수학기산학부(수학) 통합 10학기 참여대학원생은 한국산업응용수학회 학회추계학술대회에 참석하여 흐름 기반 생성모델을 이용한 이색 옵션 가격 결정 방법을 발표하였으며, 운임비, 숙박비, 식비, 일비를 지원함

2022-1학기 : 000 수학기산학부(수학) 통합 11학기 참여대학원생은 한국산업응용수학회 학회추계학술대회에 참석하여 주가의 분산탄성의 프랙셔널한 특성과 이를 이용한 분산탄성 예측에 대해 발표하였으며, 운임비, 숙박비, 식비, 일비를 지원함

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

2021-2학기, 2022-1학기 수학기산학부 대학원생 연구 포스터 발표회 우수상 및 인센티브 지급

2021-2학기, 2022-1학기 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.

2021-2학기 : 외국인 학생 8명(지도교수가 지원함)

2022-1학기 : 외국인 학생 7명(지도교수가 지원함)

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2022.2월 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				
2022년 2월 졸업자	석사	12	3	1	0	8	86.7%	
	박사	7	X		0	7		

▼ 2022년 2월 졸업자 취업의 우수성

■ 대학 교수 임용

(1) 000 (2022 2월 졸업, 이학박사): 몽골 MUST 대학 교수

서진근 교수의 지도하에 Computed Tomography에서 Metal artifact reduction을 해결하기 위한 방법론을 연구하여 박사학위를 취득하였다. 현재 MUST 몽골과기대에 assistant professor로 근무하고 있다.

■ 박사 취득 후 회사 취업

(1) 000 (2022년 2월 졸업, 이학박사) : NICE P&I

김정훈 교수의 지도하에 “2-요인 확률변동성 모형에서의 유러피안 옵션의 공정가격 책정을 위한 닫힌 형태의 근사공식”을 연구하여 박사학위를 취득하였다. 졸업 후 금융상품 시가평가 회사의 금융공학연구소에서 공정가치 평가에 관한 연구를 수행하고 있다.

(2) 000 (2022년 2월 졸업, 이학박사) : 한국자산평가

김정훈 교수의 지도하에 “프랙셔널 확률 변동성이 있는 CEV 확산에서의 옵션의 공정가격 결정”에 대해서 연구하여 박사학위를 취득했다. 현재는 한국자산평가에서 금융공학 연구소에 소속되어 관련된 연구와 업무를 수행하고 있다.

(3) 000 (2022년 2월 졸업, 이학박사) : 한국투자증권

김정훈 교수의 지도하에 “멀티스케일 확률분산탄성 모형에서의 옵션 및 주가연계연금 가격 결정”에 대해서 연구하여 박사학위를 취득했다. 현재는 한국투자증권에서 트레이더로 업무를 수행하고 있다.

(4) 000 (2022년 2월 졸업, 이학박사) : NICE P&I

김정훈 교수의 지도하에 “개선된 Heston 형태 모형에서의 분산 스왑”에 대해서 연구하여 박사학위를 취득했다. 현재는 NICE P&I 에서 Volatility Surface에 관한 일을 하고 있다.

■ 박사 후 연구원 근무

(1) 000 (2022년 2월 졸업, 이학박사) : 이화여자대학교 수리과학연구소

서수길 교수의 지도 하에 “p-rationality of number field”에 대해 연구해서 2022년 2월 박사학위를 취득하였다. 현재는 이화여자대학교 수리과학연구소에서 박사후연구원으로 근무 중이다. 한국연구재단의 창의도전연구지원을 받아서 unit group의 Galois module structure에 대한 연구를 하고 있고 9월 내로 투고를 할 예정이다. 후속 연구로 포닥 멘토교수님과 tamely ramified pro-p extension에 대한 연구도 진행하고 있다.

(2) 000 (2022년 2월 졸업, 이학박사) : University of Washington

이지현 교수의 지도 하에 “Mathematical modeling to describe infectious diseases incorporating various aspects” 에 대해 연구하여 2022년 2월 박사학위를 취득하였다. 현재는 미국 시애틀에 있는 University of Washington의 bioengineering department에서 박사후연구원으로 근무 중이다. 같은 팀의 생명공학 전공자들과 함께 협업하여 NIH와 NSF에서 펀드를 지원받아 obesity와 angiogenesis의 관계에 대한 연구를 진행 중이다.

■ 석사 취득 후 회사 취업

(1) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사) : 오금중학교

이승철 교수의 지도하에 “대장주를 이용한 주가 예측” 에 대해서 연구하여 석사학위를 취득했다. 현재는 오금중학교에서 수학 강사로 일하고 있다.

(2) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사) : 키움증권(주)

김정훈 교수의 지도하에 “확률 변동성 모델에 관한 비교 연구” 에 대해서 연구하여 석사학위를 취득했다. 현재는 키움증권에서 일하고 있다.

(3) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사) : 넷타겟

이지현 교수의 지도하에 “결핵의 수학적 모델 조사 및 안정성 분석” 에 대한 수학적 모델링을 연구하여 석사학위를 취득하였다. 현재는 넷타겟 회사에서 수학/컴퓨터 모델링 연구를 수행하고 있다.

(4) 000 (2022년 2월 졸업, 공학석사) : LG전자

최정일 교수의 지도하에 대외류 수치모사 및 가상경계기법을 사용하여 실내 공간의 오염원 확산 상황을 연구하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 박사 후 LG전자에서 연구원으로 재직중이다.

(5) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사) : SK on

최정일 교수의 지도하에 Deep Learning을 기반으로 리튬 이온 배터리 건강 상태 추정에 대한 연구를 진행하여 석사학위를 취득하였다. 현재 SK on에 취업하여 근무 중이다.

(6) 000 (2022년 2월 졸업, 이학박사) : 현대자동차

최정일 교수의 지도하에 pre-swirl nozzle 및 receiver hole의 형상에 따른 gas turbine의 성능향상에 대한 연구를 하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 박사 후 현대자동차에서 연구원으로 재직중이다.

■ 해외대학 진학

(1) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사) : 연세대 수학교산학부(계산과학공학)

박은재 교수의 지도하에 Deep learning 기반의 mesh refinement를 활용하여 Staggered Discontinuous Galerkin 방법을 활용하는 연구를 하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 8월 초까지 석사 후 연구원으로 근무하였으며, 현재 MIT 박사과정에 진학할 예정이다.

■ 국내대학 진학

(1) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사) : 연세대 수학교산학부(수학)

이지현 교수의 지도하에 “수학적 모델링을 이용한 COVID-19 대유행이 국내 결핵 관리에 미친 영향에 대한 연구” 에 대해 연구하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후에는 수학과 대학원에 진학하여 연구를 이어가고 있다.

(2) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사) : 연세대 수학교산학부(수학)

김준일 교수의 지도하에 “ L^2 boundedness of discrete double Hilbert transform” 를 연구하여 석사 학위를 취득하였다. 졸업 후에는 수학과 대학원에 진학하여 연구를 이어가고 있다.

(3) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사) : 연세대 수학교산학부(수학)

홍한솔 교수의 지도하에 “ A_∞ -대수와 유향곡면의 후카야 범주에 대하여” 대한 연구를 하여 석사학위를 취득하였다. 졸업 후에는 수학과 대학원에 진학하여 연구를 이어가고 있다.

- 취업 준비

(1) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사)

최영필교수의 지도하에 “외란이 있는 비선형 시스템을 안정적이도록 하는 DOBC 접근법” 에 대해서 연구하고 석사학위를 취득하였다. 졸업 후 현재 취업 준비 중이다.

(2) 000 (2022년 2월 졸업, 이학석사)

이은정 교수의 지도하에 Web based Convolution neural networks을 통한 Diagnostic thyroid nodules를 연구하여 석사 학위를 취득하였다. 졸업 후 현재 취업 준비 중이다.

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

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(2021.09.01.-2022.08.31.)
다양한 교육과정 활성화를 통한 우수 연구자 양성	우수 신입교원 확보 및 학과의 외연 확대	2022년도 8월 현재 진행 중
	협업 형태의 교과목 개설 및 폭넓은 지식 제공	학생제안 교과목개설 (수치해석학특강, 물리기반모델링및시뮬레이션)
	우수 연구자 초청을 통한 대학원생 연구 트레이닝	대학원생의 리서치 트레이닝, 해외 석학들과의 연계 및 교류
	대학원생 집중교육(계절학기)	-
	대학원생 주도의 개방형 세미나	총22건 수행
학사관리 개선을 통한 연구 환경 조성	학술활동의 졸업요건	졸업생에게 지속적 적용
	포스터 발표회를 통한 연구 점검	2021-2학기(11월) 2022-1학기(5월)
	박사학위 연구과정 실적 평가	2021-2학기, 2022-1학기 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 43건, 국제 9건
	우수 성과에 대한 인센티브 제공	포스터발표회 우수상 시상

본 교육연구단 참여대학원생이 실적기간(1년간, 2021.09.01.-2022.08.31.) 동안 SCI급 저널에 게재된 논문은 총 10편이다. 두 학기 평균 대학원생 수 119명(2021-2학기 120명, 2022-1학기 118명)으로 환산하여 계산하면, 1인당 논문수는 0.08편이다. JIF 기준 Q1(상위 25%) 저널에 게재된 논문수는 5편으로 전체 논문수의 50.0%에 해당하며, 상위 5% 이내 논문수는 1편, 상위 15% 이내 논문수는 4편으로 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	7	1	3	3	4	3	0	0
공동저자	3	0	1	1	1	1	1	0

게재 논문 카테고리별로 분류해보면 다음과 같다. 응용수학분야(MATHEMATICS, APPLIED)가 2편으로 에너지 및 연료분야(ENERGY&FUELS)의 2편과 가장 많았으며, 공학분야(ENGINEERING)는 2편, 다학제간과학분야(MULTIDISCIPLINARY SCIENCES)는 1편, 의학분야(MEDICINE)가 1편 등으로 나타났다. (참여대학원생 기준으로 1년간의 게재 논문의 실적을 조사하였으므로 논문실적이 다소 저조하게 나타남).

JCR 카테고리	논문편수	백분율
MATHEMATICS, APPLIED	2	20%
ENERGY & FUELS	2	20%
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	1	10%
ENGINEERING, CHEMICAL	1	10%
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	1	10%
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	1	10%
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	1	10%
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	1	10%
총합	10	100%

다음은 본 교육연구단 참여대학원생의 SCI급 논문 중에서 상위 25% 이내(Q1)의 저널 5편의 논문을 소개하였다.

(1) 3.0%, MATHEMATICS, APPLIED,

구도완, One dimensional consensus based algorithm for non-convex optimization, APPLIED MATHEMATICS LETTERS, vol. 124, pp. 107658, 202202 (IF=4.294)

(2) 5.8%, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY,

김성윤, Dynamic Pore Modulation of Stretchable Electrospun Nanofiber Filter for Adaptive Machine Learned Respiratory Protection, ACS NANO, vol. 15, pp. 15730, 202110 (IF=18.027)

(3) 6.3%, ENGINEERING, CHEMICAL,

김성윤, Impedance-based capacity estimation for lithium-ion batteries using generative adversarial network, APPLIED ENERGY, vol. 308, pp. 118317, 202202 (IF=11.446)

(4) 9.7%, COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS,

김현균, Pricing path-dependent exotic options with flow-based generative networks, APPLIED SOFT COMPUTING, vol. 124, pp. 109049, 202207 (IF=8.236)

(5) 19.3%, ENERGY & FUELS,

김성윤, Forecasting state-of-health of lithium-ion batteries using variational long short-term memory with transfer learning, JOURNAL OF ENERGY STORAGE, vol. 41, pp. 102893, 202109 (IF=8.907)

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

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 학공학 전공의 석사과정생들은 석사학위를 취득하기 위해서는 반드시 학술발표 또는 학술논문을 게재하도록 하고 있다.

본 교육연구단의 자체평가 기간 내(2021.09.01.-2022.08.31.) 참여대학원생의 학술발표 실적은 총52건(국내 43건, 국제 9건)이다. 학술발표 실적 중에서 한국산업응용수학회(KSIAM)에서 발표가 8건으로 한국통신학회(KICS)에서 발표 8건으로 각각 15%에 해당한다. 한국전산유체공학회(KSCFE)에 6건(12%), 전력전자학회(KIPE)에 5건(10%), 한국전지학회(KOBS)에 5건(10%) 등으로 나타났다.

학회명	발표편수	백분율
한국산업응용수학회(KSIAM)	8	15%
한국통신학회(KICS)	8	15%
한국전산유체공학회(KSCFE)	6	12%
전력전자학회(KIPE)	5	10%
한국전지학회(KOBS)	5	10%
AAAI	2	4%
대한기계학회(KSME)	2	4%
대한수학회(KMS)	2	4%
American Mathematical Society	1	2%
China University of Petroleum (East China)	1	2%
Conference on building energy and environment	1	2%
EKC2022	1	2%
RIMS(Kyoto Univ.)	1	2%
The Science and Information (SAI) Organization	1	2%
TSFP	1	2%
대한도자기타일공업협동조합	1	2%
대한수리논리학회(KAML)	1	2%
한국계산과학공학회(KSCSE)	1	2%
한국과학기술정보연구원(KISTI)	1	2%
한국수리생물학회(KSMB)	1	2%
한국전자파학회(KIEES)	1	2%
한국화생방방어학회(KSCBRD)	1	2%
총합	52	100%

다음에는 참여대학원생들의 학술발표 제목을 기술하였다.

- ▶ 2021 KSIAM annual meeting (20211202~)
 - (김성윤) Inverse Uncertainty Quantification in Electrochemical Model for Lithium-Ion Batteries
 - (양민규, 김상현, 최지용) POD-Kriging 방법을 활용한 화구 연소 CFD 해석의 출력 변수 분석
 - (김현균) Pricing exotic options with flow-based generative networks
 - (이성진) Estimates for Green' s functions of elliptic equations in non-divergence form with continuous coefficients
- ▶ 2022 KSIAM Spring Conference (20220527~)

(김성윤) Uncertainty Quantification and Parameter Identification in Electrochemical Model for Lithium-Ion Batteries
 (김현균) Forecasting the elasticity of variance with LSTM recurrent neural networks
 (이태용) Optimizations of the oncolytic virus treatment injection schedule
 (조현철) Exploiting ultrasound probe motion-induced contextuality learning for standard fetal-central-nervous-system axial planes selection

▶ 한국통신학회 동계학술대회 (20220209~)

(신용민) Turbo-PAGE: GNN Explanations via fast prototype discovery
 (박진덕) 점진적 네트워크 정렬
 (정경중) A comprehensive empirical study on anomaly detection for smart manufacturing

▶ 한국통신학회 하계학술대회 (20220620~)

(신용민) Bridging between model-level and instance-level GNN explanations
 (김남준) 그래프 신경망을 사용한 다 기준 추천 알고리즘
 (박진덕) Gradual Network Alignment with Edge Augmentation
 (정경중) Target-guided base subset selection for efficient few-shot classification
 (Yu Hou) Overlapping Community Detection Using Graph Neural Networks in Networks with Unknown Topology

▶ 2021 한국전산유체공학회 추계학술대회 (20211111~)

(양민규, 김상현, 최지용) POD-Kriging 방법을 활용한 화구 연소 CFD 해석의 에너지 효율화

▶ 제12회 한국유체공학회학술대회 (20220622~)

(김지연) Prediction and control of 2d decaying turbulence using Generative adversarial networks
 (TIAN TIAN XU) Efficient immersed boundary projection method for heat transfer problems
 (현예술) 역 불확실성 정량화를 이용한 흡착 특성 분석에 관한 연구
 (이경록) 정량화 연구
 (양민규) Multi-GPU 기반의 도심 바람길에 대한 실시간 LES 해석

▶ 2022년도 전력전자학술대회 (20220705~)

(김성윤) 비정상 전기화학 임피던스 분광법을 통한 리튬 이온 배터리의 건강 상태 추정
 (하진호) 레독스 흐름 전지의 전기화학적 모델링에 대한 파라미터 추정과 민감도 분석
 (김상현, 김성윤) Inverse Uncertainty Quantification for Estimating Parameters in Electrochemical Model of Lithium-Ion Batteries
 (조경은) 전기화학 임피던스 분광법을 활용한 리튬 이온 배터리의 건강상태 추정
 (이민호) 연속 학습 방식을 활용한 리튬 이온 배터리의 건강 상태 추정

▶ 2022년도 한국전지학회 추계학술대회 (20220630~)

(김성윤) 리튬 이온 배터리 전기화학 모델의 베이지안 파라미터 추정
 (하진호) 레독스 흐름 전지의 수치 모델링에 대한 파라미터 추정과 민감도 분석
 (김상현) Pseudo-Four-Dimensional (P4D) Numerical Model for Lithium-ion Batteries and its Calculation
 (조경은) 전기화학 임피던스 분광법 데이터기반 등가회로모델을 사용한 리튬이온 배터리의 건강상태 추정
 (이민호) 정규화 기반의 연속 학습 방식을 활용한 리튬 이온 배터리의 건강 상태 추정

▶ 2021 KMS annual meeting (20211020~)

(이대원) Classification of full exceptional collections on smooth toric Fano varieties with Picard rank two
 (이효윤) Independence notions in NTP2, NSOP1 and NATP theories

▶ AAAI conference on artificial intelligence (20220222~)

(신용민) Prototype-based explanations for graph neural networks
 (박진덕) Grad-Align: Gradual Network Alignment via Graph Neural Networks

▶ 대한기계학회 2021년 학술대회 (20211104~)

(김승환) 가스터빈 프리스웰 시스템의 프리스웰 노즐 출구 각도에 따른 시스템 성능 변화 연구

(김용상) High Fidelity Indoor Dispersion Analysis Using Immersed Boundary Method and Large Eddy Simulation

- ▶ The 8th Asian Symposium on Computational Heat Transfer and Fluid Flow (20210923~)
(TIANTIAN XU) Efficient immersed boundary projection method for heat transfer problems
- ▶ Europe-Korea Conference on Science and Technology 2022 (20211010~)
(석정주) Impact of intervention strategies for COVID-19 in metropolitan area in Korea
- ▶ 제34회 한국도자기술 심포지움 (20211118~)
(양민규, 김상현, 최지용) 전산유체역학 방법을 활용한 소성공정의 에너지 효율화
- ▶ RIMS Model Theory Workshop 2021 (20211213~)
(이효윤) Shelah-strong type and algebraic closure over a hyperimaginary
- ▶ 2021 한국수리생물학회 동계학술대회 (20211216~)
(김보연) Heterogeneous impact of Covid-19 response on tuberculosis
- ▶ The second Korea Logic Day 2022 (20220114~)
(이효윤) Gödel's Incompleteness Theorem: sketch of the rigorous proof
- ▶ 2022년도 한국화생방방어학회 춘계 컨퍼런스 (20220324~)
(현예술) 정충 흡착제의 파과 특성에 대한 불확실성
- ▶ Joint Mathematics Meetings 2002 (20220406~)
(이성진) Estimates for Green's functions of elliptic equations in non-divergence form with continuous coefficients
- ▶ 2022 5월 KSCSE 춘계학술대회 (20220527~)
(김지연) Prediction and control of 2d turbulence using deep learning
- ▶ Computing Conference 2022 (20220714~)
(한상준) Laplacian Pyramid-like Autoencoder
- ▶ International Symposium on turbulence and shear flow phenomena(TSFP)-12 (20220719~)
(김지연) Prediction and control of turbulent flows using deep learning
- ▶ Conference on building energy and environment 2022 (20220725~)
(양민규) A Multi-GPU based LES Urban Wind Flow Solver for Real-time Simulation
- ▶ 2022년 한국전자파학회 하계종합학술대회 (20220817~)
(나혜선) 유한요소법을 이용한 3차원 도체 및 유전체 코팅 도체의 전자파 산란 해석
- ▶ Korea SuperComputing Conference 2021 (20221025~)
(양민규) Multi-GPU based CUDA acceleration of turbulent channel flow solver

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

본 교육연구단의 자체평가 기간 내(2021.09.01.-2022.08.31.) 참여대학원생의 등록특허 실적은 총 2건으로 모두 국내등록 특허이다.

< 참여대학원생 특허등록 현황 >

(실적기간 : 2021.09.01.-2022.08.31.)

연번	발명인 중 대학원생 성명	등록 국가	등록일자 (yyyymmdd)	등록번호	발명의 명칭
1	정경중	대한민국	20211028	10-2321440	이질적 다변량 시변 데이터를 이용한 이상 감지 장치 및 방법
2	김성윤	대한민국	20220426	10-2392627	배터리 상태 평가 및 분석을 위한 BMS 데이터 처리 장치 및 방법

4. 신진연구인력 현황 및 실적

■ 김인균 박사(대수기하학 분야 신진연구인력, 2021년 3월 채용)

김인균 박사는 대수기하학의 Birational Geometry 분야의 전문가인 최성락 교수의 멘토링과 연구단의 지원으로 안정적인 연구 활동을 하고 있다. 특별히 Fano manifold의 K-stable에 대한 연구를 진행하고 있고 최성락 교수의 anticanonical minimal model의 연구와의 연관성에 대해 의논 중이며 새로운 프로젝트를 시작할 계획을 갖고 있다. 이는 멘토링 교수와 비정기적인 연구회의의 결과이며 다른 여러 연구 주제를 찾기 위해 지속적인 연구회의를 진행하고 있다. 격주 수요일에 연구단의 지원을 통해 각 분야의 전문가를 초청하여 세미나를 개최하고 있으며 이는 현재 진행 중인 연구에 많은 도움이 되고 있다. 채용된 신진연구인력은 연구뿐만 아니라 강의 능력 향상을 위해 기초과목과 수학 전공과목의 강의 기회를 부여받고 있으며 이를 통해 교육실적을 쌓고 있다. 김인균 박사는 매 학기에 한 과목씩 세 학기에 걸쳐 강의 경력을 쌓았다.

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)
- (논문) Hodge ideal and spectrum of isolated hypersurface singularities, Annales de l'Institut Fourier, Volume 72, no. 2, pages 465-510 (2022)
- (논문) Higher Du Bois singularities of hypersurfaces, Proceedings of the London Mathematical Society, 게재예정 (2022)
- (논문) Delta-invariants of complete intersection log del Pezzo surfaces, Proceedings A of the Royal Society of Edinburgh, 게재예정 (2022)
- (논문) Log canonical thresholds on Burniat surfaces with $K^2 = 6$ via pluricanonical divisors, Taiwanese Journal of Mathematics, 게재예정 (2022)
- (논문) BrianWc con-Skoda exponents and the maximal root of reduced Bernstein-Sato polynomials, Selecta Mathematica, 게재예정 (2022)
- (교육) 2022-1학기, 과목명 : 미분기하, 학정번호 : SME6502-01

■ 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 연구회의를 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. 이광우 박사는 2022년도 1학기에 이미 강의를 하여 첫 강의 경력을 쌓은 바 있다.

이광우박사 연구/교육 실적

- (연구발표1) Beauville involutions of Hilbert schemes of K3 surfaces, 2021 Workshop on Algebraic Geometry in Gunsan, 2021. 11. 18-21.
- (연구발표2) Automorphisms of K3 surfaces with Picard number 2, 충남대학교 기초연구실 세미나, 2022. 3. 31.
- (연구발표3) K3 surfaces with Picard number 2, 고려대학교 세미나, 2022. 5. 17.
- (논문1) Salem numbers of automorphisms of K3 surfaces with Picard number 4, submitted to the Comptes Rendus Mathématique on 2021. 11. 13. (submitted the revision on 2022. 4. 15.)
- (논문2) K3 surfaces with infinite dihedral automorphism group, submitted to the Communications in Algebra on 2022. 2. 12.
- (논문3) Automorphisms of K3 surfaces with Picard number two, submitted to the Bull. Korean Math. Soc. 2022. 5. 30.
- (논문4) Automorphism groups of some K3 surfaces and Beauville–Bogomolov involutions of their Hilbert schemes, submitted to Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo Series 2 on 2022. 6. 13. (received the reviewer letter on 2022. 7. 29 and under revising process)
- (교육1) 2022-1학기, 과목명: 공학수학(3), 학정번호 : MAT2016-08
- (교육2) 2022-1학기, 과목명: 공학수학(3), 학정번호 : MAT2016-11

■ 한재호 박사(정수론 분야 신진연구인력, 2021년 3월 채용)

한재호 박사는 보형 형식 표현의 중심 문제 중 하나인 Gan–Gross–Prasad (이하 GGP)에 대해 연구하고 있다. GGP 예상은 크게 국소적인 문제와 대역적인 문제로 이루어져 있는데, 국소적인 GGP 문제에 대한 논문을 22년 Journal of number Theory 라는 저널에 출판했고 22년 1월 대역적인 GGP 예상에 관한 논문의 preprint를 arXiv 에 올렸다. 현재는 전남대학교에 있는 김연수 교수와 같이 보다 정밀한 형태의 GGP 예상에 대해 연구하고 있다.

한재호박사 연구/교육 실적

- (논문) The local Gan–Gross–Prasad conjecture for $U(n+1) \times U(n)$: A non-generic case, Journal of Number Theory, vol 223, page 1-23 (2022)

■ 돌로레스쿠엔카에릭 박사(기하학 분야 신진연구인력, 2021년 9월 채용)

본 교육연구단은 AI 산업체에서 연구경험을 쌓아온 돌로레스쿠 박사에게 고성능 전산장비를 지원하여 관련 분야의 연구를 이어가도록 지원하고 있다. 또한 전산네트워크를 활용하여 멕시코의 National Polytechnique Institute와 함께 정보과학(Data Science)에 쓰이는 수학적 알고리즘을 주제로 수학경연대회를 개최하기도 하였다.

Co-organizer of competition “Math of data science” between Yonsei University, Korea, and National Polytechnique Institute, Mexico. <http://rubiel1.github.io/img/Yonsei-ESFM.jpg>

한편, AI 연구에서 얻은 아이디어를 이론수학연구와 접목하여 조합론에서 우수한 연구성과를 내어 저널에 투고한 상태이고, 연구결과에 대해 아래 국제학회들에서 강연하였다. 해당 연구에 관해서는 위상수학을 전공한 홍한솔 교수와 정기적으로 면담하고 있으며, 공통 관심 영역에 대해 논의하고 지식을 공유하는 연구세미나를 수차례 개최하기도 하였다.

- o the AMS Joint Mathematical Meeting special session “Latinxin combinatorics”

<https://meetings.ams.org/math/jmm2022/meetingapp.cgi/Session/3520>

- o Speaker at the International Algebraic Conference “At the End of the Year” 2021 Ukraine

<https://www.imath.kiev.ua/~algebra/algebra2021/program>

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

■ 수리논리 분야 한글 대학원 교과서 저술(김병한 교수)

현재 국내 수리논리 분야의 기본 입문서가 거의 없음을 절감하고, 이를 타계하기 위하여 수리논리 분야 한글 대학원 교과서 저술을 시작하였다. 현재 국내의 일부 학자, 학생들이 모델론의 최근 성과에 영향을 받아 모델론 등 수리논리학의 기초에 접근하려 하나, 이러한 교과서의 부재로 이해에 어려움을 토로하였다. 영문 교과서가 백과사전식 기본 지식 나열로, 본격 연구자들이 빨리 해당 분야 주 내용 파악에 어려움을 겪는 것을 알고, 김병한 교수는 이러한 상황에 맞게 맞춤형 한글 교과서를 집필할 계획이다. 현재 “모델론의 기초” 1차 집필을 거의 완료하였다. 하지만 문맥을 가다듬고 연습문제 등을 첨가하여 최종 완성본이 나오기까지는 더 시간이 걸릴 것으로 예상된다. 이후 강제법 등 고급 집합론의 내용을 포함하는 집합론 관련 저술을 2권 집필할 계획을 하고 있다. 또한 괴델의 불완전성 정리를 포함하는 수리논리학의 기본을 다루는 저술도 출간할 계획이다. 총 4권의 저술을 완료하는데 앞으로 4~5년의 기간이 걸릴 것으로 예상하고 있다. 그 이후에도 수리논리 관련 번역서 등을 계속 집필할 장기적 계획하고 있다.

■ 새로운 형태의 대수학 교재(최성락 교수)

“플립러닝을 위한 대수학 (환, 체 그리고 갈루아 이론편)” 2021년 10월 출간, 경문사, ISBN: 9791160734690

강의자와 학습자가 함께 토의하며 수업을 진행하는 새로운 형식의 대수학 교재이다. 네 분의 교수님(원준녕, 박진형, 정기룡, 홍규식)과 경북대 사범대 대학원생들의 도움을 받아서 집필하였으며 서로의 전공 분야 및 경험을 토대로 구성을 하였다. 대수기하학적 관점, 미분기하학적 관점 등에서 바라본 대수학의 개념들을 새롭게 재정의하였으며 추후에 일반화가 가능하도록 가능성을 열어두는데 주안점을 두었다. 교재의 이름에 드러나 있듯이 이 교재는 강의자와 학습자 사이에 토론할 기회를 줄 수 있도록 다양한 형태로 내용을 구성하였다. 연습 문제, 탐구 문제, 도전 문제를 통해 강의식으로 제시하기보다는 학습자 스스로 탐구할 수 있도록 유도하였다. 특히 증명을 이해하는 것만으로 토론이 되도록 독립적 증명법으로 채우기도 했다. 그리고 학습자 스스로 일반적인 상황을 유추할 수 있도록 하기위해 증명은 특정 상황에 한정하여 쓰기도 했다.

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황

A. 해외 기관 및 대학과의 인적교류 현황

(1) Oberwolfach 연구소(독일) 여름학교

- 일시 및 장소: 2022.06.05.-2022.06.11. Mathematisches Forschungsinstitut oberwolfach
- 내용: 김동광 학생은 수리생물 모델인 Keller-Segel 방정식에 대한 해의 특성을 밝히고자 하는 연구를 진행하였는데 독일 oberwolfach 연구소에서 개최된 썸머스쿨에 참석하여 연구주제 발표하고 초청강연자들의 집중강연에 참석하였다. the model classes involving various kinds of taxis in the context of cell migration, in particular, haptotaxis models for cancer invasion with degenerate diffusion. 대한 새로운 경험을 하였고, taxis-driven singularity formation에 대해 깊이 이해하게 되었다.

(2) UC Irvine의 Isaac Goldbring 교수와 모델론 강의

- 일시 및 장소: 2022년 1월 15일~2월 23일까지 매주 수요일 8회에 걸쳐 UC Irvine의 Isaac Goldbring 교수의 줌 집중강연 실시
- 내용: 모델론과 operator algebra, quantum information theory와 연계되는 강의로, 필즈상 수상자인 Connes의 embedding property의 부정적 해결에 대한 모델론적 접근과 관련하여 발생한 관련 새로운 결과들에 대하여 강연함. 매년 국내외 operator algebra, quantum information theory와 모델론 관련 학자, 학생들이 3-40명 정도 참여하여 성공적으로 강연을 마무리 하였다. 특히 수학, 전산학 관련 대학원생들이 수리논리 모델론이 수학, 전산학의 다양한 분야와 연계하여 성과를 내고 있음을 알리는 좋은 계기가 되었다.

(3) Unimod2022 여름 집중강연 및 학회

- 일시 및 장소: 2022.7.18.~ 8.5일까지(3주간 진행) Unimod2022 여름 집중강연 및 학회
- 내용: Unimod2022(<https://conferences.leeds.ac.uk/unimod/>) 여름 집중강연 및 학회에, 현 통합 학생인 서일권의 참여를 연구비에서 지원했음. 이번 참석을 통해서 최신 모델론 연구의 진행방향과 자신의 연구 방향 설계에 큰 도움을 받을 것으로 생각함

(4) 일본 RIMS에서 개최된 모델론 zoom 학술대회

- 일시 및 장소: 2021년 12월 13-15일 일본 RIMS에서 개최된 모델론 zoom 학술대회
- 내용: 김준희 박사와 이효운 학생이 참여하여 각자의 연구에 대하여 발표하였다. 또한 국내 모델론 연구자 팀인 KIAS의 안진후, KAIST 이정욱도 참석하여 발표하였다. 이효운은 Journal of Math. Soc. of Japan에 게재 확정된 김병한 교수와의 공동연구 “Automorphisms groups over a hyperimaginary” 에서 일부를 발표하였다. 또한 김준희 박사는 최근 수리논리 분야 최고 저널일 Journal of Mathematical Logic에 게재 확정된, 안진후, 이정욱 박사와의 공동연구 “On Antichain Tree Property” 에 대하여 발표하였다.

(5) Ben Gurion University의 Itzhak Fouxon 교수의 난류와 입자에 대한 강의

- 일시 및 장소 : 2022년 4월 21일 zoom 온라인 미팅을 통한 강의 진행
- 내용 : QCM(Quartz Crystal Microbalance)에서 관찰할 수 있는 입자 부유 현상을 난류와 입자 관점에서 설명하였으며, 인가된 전압에 의해 이동하는 crystal plate 위의 유동을 Ryleigh-Stokes flow motion으로 정의하여 이를 Navier-stokes 방정식과 연계하여 단순 조건에서의 exact solution을 도출하는 과정을 유도해보았다. 다음의 물리 현상은 입자의 지름과 밀도 변화에 따른 특성을 보였으며, 특정 수치에서의 크리티컬 값을 보임을 확인할 수 있었다.

(6) Ben Gurion University의 Itzhak Fouxon 교수의 액적 거동에 대한 강의

- 일시 및 장소 : 2022년 6월 2일 zoom 온라인 미팅을 통한 강의 진행
- 내용 : 구름 속에서 응결된 액적(droplet)의 움직임과 발달 과정을 vorticity와의 상호작용을 바탕으로 파악할 수 있는데, 수증기를 응집한 액적은 관성의 영향으로 구름 내의 vortical structure 에서 탈출. 해당 과정에서 관성과 중력의 영향에 따른 물리 현상을 Maxey의 방정식을 바탕으로 적용하여 최종적으로는 슈뢰딩거 방정식의 형태로 표현 된 액적의 거동을 파악할 수 있음.

(7) University of Southern California (USC) Seon Ho Kim 센터장과의 공동연구 과제 수행

- 일시 및 장소 : 2021.9.1.-2022.08.31. (정기적으로 USC의 Seon Ho Kim 센터장과 온라인 미팅 진행)
- 내용 : 신원용 교수는 정보통신기획평가원(과학기술정보통신부 산하) 지원으로 글로벌핵심인재양성지원사업에 참여교수(연구책임자는 연세대 인공지능학과 여진영 교수)로 참여하여 “라이프로그 멀티모달 빅데이터를 이용한 딥러닝 기반의 헬스케어 기술 개발” 주제로 USC 내 Integrated Media Systems Center (IMSC)에 근무하는 Seon Ho Kim 박사(센터장)와 공동연구를 수행하였다. 구체적으로, 멀티모달 데이터를 활용한 해석가능한 딥러닝 응용기술 연구를 수행하였는데, 그 결과로 헬스케어 시스템 사용자 분류를 위한 딥러닝 모델 개발 및 해석가능한 인공지능을 활용한 적대적 공격 모델 개발에 성공하였다.

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	000 (Ocean U, 중국) - 2021-2학기 입학 000 (MUST, 몽골) - 2021-2학기 입학
정부초청외국인 장학생	000 (카자흐스탄 국립대학교, 카자흐스탄) - 2022-1학기 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		국외 공동연구자			
	대학원생	지도교수				
1		강경근	michael winkler	독일/Universität Paderborn	Keller-Segel 방정식	202206-202208
2		김정훈	Jiling Cao, Wenjun Zhang	뉴질랜드/Auckland University of Technology	Exotic Option Pricing	202109-202205
3		최성락	Joaquin Moraga	미국/University California, Los Angeles	Characterization of Projective spaces via complexity	202109-202208
4		박은재	Dohyun Kim	중국/Hong Kong Centre for Cerebro-Cardiovascular Health Engineering	Polygon refinement with deep-learning strategies	202112-202202
5		박은재	Lina Zhao	중국/City University of Hong Kong	A staggered cell-centered DG method for the biharmonic problem	201903-202204.
6		신원용	Xin Cao, Cong Tran	호주/University of new south wales, 베트남/Posts and Telecommunications Institute of Technology	Network alignment	202201-202208
7		신원용	Cong Tran	베트남/Posts and Telecommunications Institute of Technology	Community detection	202109-202208

(1) 수리생물 모델인 Keller-Segel 방정식에 대한 해의 특성을 밝히고자 하는 연구를 진행하였는데 독일 overwolfbach 연구소에서 개최된 썸머스쿨에 참석하여 연구주제 발표하고 초청강연자들의 집중강연에 참석하였다. the model classes involving various kinds of taxis in the context of cell migration, in particular, haptotaxis models for cancer invasion with degenerate diffusion. 대한 새로운 경험을 하였고, taxis-driven singularity formation에 대해 깊이 이해하게 되었다.

(2) 뉴질랜드 Auckland University of Technology 의 Jiling Cao, Wenjun Zhang 교수와 함께 stochastic elasticity of variance 모형 하에서 이색 옵션 가격의 근사 해를 구하는 연구를 진행했다. 이색 옵션 중 가장 많이 거래되는 옵션인 베리어 옵션의 근사 해를 semi-closed form 형태로 구했고, 현재 해당 논문은 저널에 투고되어 동료심사 중에 있다. 같은 모델 하에서의 다른 옵션에 대한 추가적인 연구가 현재 진행 중에 있다.

(3) UCLA의 Joaquin Moraga 교수와 000 박사과정 대학원생은 최근에 complexity를 이용한 projective space의 characterization이라는 주제로 공동 연구를 시작했다. 이대원 학생의 최근 논문에 Joaquin Moraga교수가 관심을 가지고 공동연구를 제안해 왔고에 ZOOM을 이용한 화상 회의를 수차례 진행했다. 서로의 연구 결과를 수시로 교환하며 연구도 진척을 보이고 있다.

(4) Dohyun Kim (HONG KONG CENTRE FOR CEREBRO-CARDIOVASCULAR HEALTH ENGINEERING) 박사는 약 3개월간 온라인을 통하여 박은재 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동연구를 수행하였다. 여러가지 딥러닝 방법을 이용하여 다각형 메쉬를 세분화하는 방법을 연구하고 발전시키고 있다.

(5) Lina Zhao 박사 (City University of Hong Kong)는 박은재 교수의 지도학생인 000 대학원생과 함께 2019년부터 연세대학교내 및 이메일을 통해 Polygonal mesh에서의 Biharmonic Steklov 문제를 해결하기 위한 SDG 방법을 공동연구하였으며, 논문을 2021년 8월에 투고 및 2022년 2월에 수정, A staggered cell-centered DG method for the biharmonic Steklov problem on polygonal meshes: a priori and a posteriori analysis라는 제목으로 2022년 4월 ELSEVIER, computers and mathematics with application에 게재되었다.

(6) Xin Cao 교수 (University of new south wales)와 Cong Tran 박사 (Posts and Telecommunications Institute of Technology)는 약 8개월간 (2022.01 ~ 현재) 신원용 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동연구를 진행하였다. 여러 개의 SNS에 가입되어 있는 하나의 유저와 같이, 서로 다른 네트워크 데이터에 대하여 대응되는 노드를 점진적으로 발견해가는 새 방법론 연구하였으며, 이 결과 개발된 두 개의 논문이 각각 AAAI 2022 및 CIKM 2022에 발표/발표 예정인 상태이다.

(7) Cong Tran 박사 (Posts and Telecommunications Institute of Technology)는 약 1년간 (2022.09 ~ 현재) 신원용 교수의 지도학생인 000 대학원생과 공동 연구를 진행중에 있다. 네트워크 데이터의 일부 분기 알려지지 않은 상태에서 exploratory learning 방법론을 사용하여 community detection을 하는 방법론을 연구하였으며, 이와 관련한 논문이 CIKM 2022에 발표 예정인 상태이다.

Ⅲ

연구역량 영역

□ 연구역량 대표 우수성과

1. 참여교수 연구비 수주 실적 (참여교수 22명)

- 실적기간(최근 1년) 참여교수 1인당 연구비 수주 실적 : 약 1.7억원
 - 선정평가 당시 1인당(1년기준) 연구비 수주 실적 : 약 1.6억원

2. 참여교수 연구업적물(논문)의 우수성

- 실적기간(최근 1년) SCI급 논문 게재 실적 : 총 65편
 - JIF 상위 25%(Q1) 이내의 논문은 총 35편(전체 논문의 53.8%)
 - 5% 이내의 논문은 7편(전체 논문수의 10.8%)
 - 10% 이내의 논문은 19편(전체 논문수의 29.2%)
 - 15% 이내의 논문은 36편(전체 논문수의 36.9%)
 - 게재 논문의 JCR 카테고리 : 수학분야에 게재된 논문 비율이 총 51% 정도
 - 응용수학분야(MATHEMATICS, APPLIED)가 전체 논문의 29%
 - 수학분야(MATHEMATICS)가 22%,
 - 컴퓨터과학분야(COMPUTER SCIENCE)가 9%
- 참여교수 1인당 논문수 및 환산편수
 - 1인당 논문수는 2.95편으로 선정평가 당시 1인당 논문수 2.87에 비해 약간 높아짐
 - 환산편수는 25.63편으로 선정평가의 24.15보다 약간 높아짐
- 게재 논문의 JIF 및 환산보정 IF
 - 1인당 JIF합은 12.46으로 선정평가 6.53에 비해 높은 향상이 있었음
 - 논문 1편당 IF는 4.22로 선정평가 2.28에 비해 높게 나타남
 - 환산보정 IF는 17.22로 선정평가 16.12에 비해 높게 나타남
 - 논문 1편당 환산보정 IF는 0.2649로 선정평가 0.2678보다 약간 낮게 나타남
 - 1인당 환산보정 IF는 0.7829로 선정평가 0.7677보다 약간 높게 나타남

3. 교육연구단 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

업적	논문명
대표업적 1	심층 그래프 생성 모델에 기반한 네트워크의 손실 부분 추론하는 방법론 (신원용 교수) 논문: DeepNC: Deep Generative Network Completion, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (2022)
대표업적 2	곡선형태의 영역에서도 작동하는 임의의 고차 하이브리드 유한차분법 (박은재 교수) 논문: A novel hybrid difference method for an elliptic equation, Applied Mathematics and Computation (2022)
대표업적 3	Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes 방정식의 점근해석 (최영필 교수) 논문: Asymptotic analysis for a Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes system in a bounded domain, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (2021)

4. 참여교수 특허의 우수성

- 실적기간(최근 1년) 등록특허는 총 5건(해외등록 특허 0건, 국내등록 특허 5건)

5. 산업·사회에 대한 기여도

○ 산학협력을 통한 공동연구 수행

- 산업수학 석사과정 인력양성 프로그램 진행 (㈜삼성메디슨, 삼성SDI와 연계)
- 산학장학생 운영 (㈜볼트시뮬레이션)
- 산학협력 연구 및 개발 : 총7건의 산학과제 수행

○ 사회문제 해결을 위한 공공기관 위원회 활동

- 감염병 위기대응 기술개발 사업의 세부과제 책임자 활동
- 감염병 기초원천 핵심기술 로드맵 수립」감시에측 분야 자문위원

○ 대중강연을 통한 수학/과학의 대중화

- 총 4건의 대중강연 수행 : 대학원생 대상 논리학 및 대수적정수론 강연, 일반인 대상 빅데이터 강연, 연구원 대상 시관련 강연 등

○ 외부 기관 수상

- 대한수학회 국내논문상 : 최영필 교수
- 삼성휴먼테크논문대상(동상) : 신원용교수팀

○ 사회문제에 적용 가능한 연구 수행 실적

- 지역사회와 병원 내 코로나 확산 방지를 위한 대응 전략의 영향 평가 및 효율적인 방안 제시
- SERA (딥러닝 의료영상 진단 툴)
- 집중초음파 치료기의 성능향상 및 최적 치료 알고리즘 개발
- 탈모증의 국소적 효과를 강화할 수 있는 탈모치료의 패러다임 제시
- 초음파 변환기의 실시간 위치 정보 제공 가능한 치료보조 시스템 개발

6. 참여교수의 연구의 국제화 현황

○ 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적

- 기조강연 및 초청강연 : 8건
- 학술대회 위원회 및 좌장 : 8건 (선정평가에 비해 3% 증가)
- 학술지 편집 위원 : 9건

○ 참여교수의 국제 공동연구 실적

- 총 18건의 공동연구 실적이 있으며, SCI급 저널에 그 결과를 게재함

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

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

항 목	수주액(천원)			선정평가 대비 증가율 (1년환산)
	선정평가 3년간 실적 (2017.1.1-2019.12.31)	1차 자체평가 실적 (2020.9.1.-2021.8.31)	2차 자체평가 실적 (2021.9.1-2022.8.31)	
정부 연구비 수주 총 입금액	9,037,523	5,507,874	3,539,014	17.5%
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	1,310,170	230,043	259,319	-40.6%
해외기관 연구비 수주 총(환산) 입금액	0	0	0	-
1인당 총 연구비 수주액	492,747	273,234	176,667	7.6%
참여교수 수	21	21	21.5	-

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

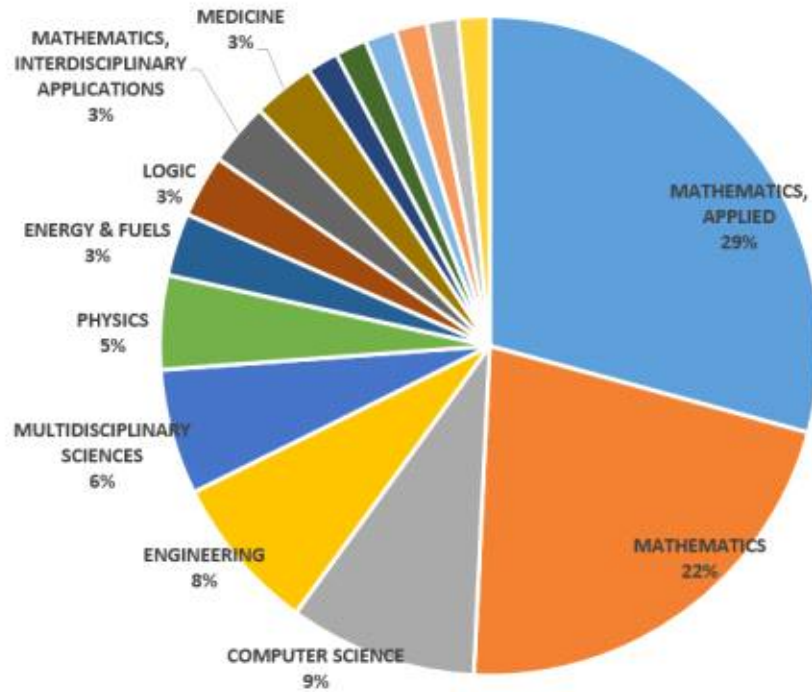
본 교육연구단 참여교수는 총 22명이며, 실적기간 (1년간, 2021.09.01.-2022.08.31.) 동안 SCI급 논문을 총 65편 게재하였다. JIF 상위 25%(Q1) 이내의 논문은 총 35편으로 전체 논문의 53.8%이다. 5% 이내의 논문은 7편(전체 논문수의 10.8%)이며, 10% 이내의 논문은 19편(전체 논문수의 29.2%), 15% 이내의 논문은 36편(전체 논문수의 36.9%)이다. 참여교수별 논문의 우수성(1인당 최대 2편)은 “[부록3] 참여교수 연구 업적물의 우수성”에 기술하였다.

< 참여교수 논문 실적 현황 > 실적기간 : 2021.09.01.-2022.08.31.(1년간)

전공단위	교수수	총논문수	5%이내	10%이내	15%이내	25%이내(Q1)
수학전공	16	35	3	9	11	18
CSE전공	6	30	4	10	13	17
수학계산학부	22	65	7	19	24	35
	비율		10.8%	29.2%	36.9%	53.8%

본 교육연구단 참여교수의 논문이 속한 JCR 카테고리를 아래에 나타내었다. 수학분야의 카테고리인 응용수학분야(MATHEMATICS, APPLIED)가 전체 논문의 29%로 가장 높은 비율을 보였으며, 수학분야(MATHEMATICS)가 22%로 수학분야에 게재된 논문 비율이 총 51% 정도이다. 그외에 컴퓨터과학분야(COMPUTER SCIENCE)가 9%, 전기전자분야(ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC)가 5%, 다학제간과학연구(MULTIDISCIPLINARY SCIENCES)가 6%, 물리학분야(PHYSICS)가 5% 등이 그 뒤를 이었다.

JCR 카테고리	논문편수	백분율
MATHEMATICS, APPLIED	19	29%
MATHEMATICS	14	22%
COMPUTER SCIENCE	6	9%
ENGINEERING	5	8%
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	4	6%
PHYSICS	3	5%
ENERGY & FUELS	2	3%
LOGIC	2	3%
MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	2	3%
MEDICINE	2	3%
ACOUSTICS	1	2%
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	1	2%
MATERIALS SCIENCE	1	2%
MECHANICS	1	2%
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	1	2%
STATISTICS & PROBABILITY	1	2%
총합	65	100%



본 교육연구단 실적기간 내 SCI급 저널에 게재한 논문 편수는 총65편이며, 참여교수 1인당 논문수는 2.95편이다. 지난 선정평가 당시 1인당 논문수 2.87에 비해 약간 높아졌음을 보여준다. 주저자 및 공동저자 참여율을 감안한 환산편수는 총25.63편으로 나타났으며, 지난 선정평가의 24.15보다 약간 높은 편수이다. 1인당 환산편수는 1.16로 선정평가의 1.15편과 유사하게 나타났다.

< 참여교수 논문 환산 편수 비교 > 실적기간 : 2021.09.01.-2022.08.31.(1년간)

평가구분	전공단위	교수수	총논문수	환산편수	1인당논문수	1인당환산논문수
선정평가(2020년) 실적기간 : 5년	수학계산학부(5년)	21	301	120.78	14.33	5.75
	1년 환산	21	60	24.15	2.87	1.15
자체평가(1차) 실적기간 : 1년	수학계산학부(1년)	21	72	22.99	3.43	1.09
	수학전공	16	41	15.04	2.56	0.94
	CSE전공	5	31	7.95	6.20	1.60
자체평가(2차) 실적기간 : 1년	수학계산학부(1년)	22	65	25.63	2.95	1.16
	수학전공	16	35	16.37	2.19	1.02
	CSE전공	6	30	9.26	5.00	1.54

본 교육연구단 실적기간 내 게재한 SCI급 저널의 JIF의 합은 274.11로 1인당 12.46에 해당하며, 지난 선정평가의 6.53에 비해 높은 향상이 있었음을 보여준다. 또한, 논문 1편당 IF는 4.22으로 지난 선정평가의 2.28과 비교해볼 때 우수한 논문을 게재하였음을 보여준다.

< 참여교수 논문의 JIF 비교 > 실적기간 : 2021.09.01.-2022.08.31.(1년간)

평가구분	전공단위	교수수	총논문수	IF합	1인당IF합	논문1편당IF
선정평가(2020년) 실적기간 : 5년	수학계산학부(5년)	21	301	685.58	32.65	2.28
	1년 환산	21	60	137.12	6.53	2.28
자체평가(1차) 실적기간 : 1년	수학계산학부	21	72	223.41	10.64	3.10
	수학전공	16	41	101.61	6.35	2.48
	CSE전공	5	31	121.80	24.36	3.93
자체평가(2차) 실적기간 : 1년	수학계산학부	22	65	274.11	12.46	4.22
	수학전공	16	35	91.03	5.69	2.60
	CSE전공	6	30	183.08	30.51	6.10

본 교육연구단 실적기간 내 게재한 SCI급 저널의 환산보정IF는 17.22로 지난 선정평가의 16.12에 비해 크게 향상되었다. 논문1편당 환산보정IF는 0.2649로 선정평가의 0.2678보다 약간 낮게 나타났으며, 1인당 환산보정IF는 0.7829로 선정평가의 0.7677보다 높게 나타났다.

< 참여교수 논문의 환산보정IF 비교 > 실적기간 : 2021.09.01.-2022.08.31.(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	60	137.12	16.12	0.2678	0.7677
자체평가(1차) 실적기간 : 1년	수학계산학부	21	72	223.41	16.41	0.2279	0.7814
	수학전공	16	41	101.61	10.23	0.2495	0.6393
	CSE전공	5	31	121.80	6.18	0.1993	1.2360
자체평가(2차) 실적기간 : 1년	수학계산학부	22	65	274.11	17.22	0.2649	0.7829
	수학전공	16	35	91.03	10.38	0.2965	0.6487
	CSE전공	6	30	183.08	6.84	0.2281	1.1408

다음은 본 교육연구단 참여교수의 SCI급 논문 중에서 상위 10%이내의 저널 19편의 논문이다. 논문의 내용 및 우수성은 “[부록2] 참여교수 연구 업적물의 우수성”에 기술하였다.

◆ 주저자 논문

(1) 0.7%, ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC,

신원용, DeepNC: Deep Generative Network Completion, IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, vol. 44, pp. 1837, 202204, (IF=24.314),

(2) 2.6%, MATHEMATICS, APPLIED,

박은재, A novel hybrid difference method for an elliptic equation, APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTATION, vol. 415, pp. 126702, 202202, (IF=4.397),

(3) 3.0%, MATHEMATICS, APPLIED,

최영필, One dimensional consensus based algorithm for non-convex optimization, APPLIED MATHEMATICS LETTERS, vol. 124, pp. 107658, 202202, (IF=4.294),

(4) 3.4%, MATHEMATICS, APPLIED,

최영필, Controlled pattern formation of stochastic Cucker-Smale systems with network structures, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, vol. 111, pp. 106474, 202208, (IF=4.186),

(5) 4.8%, MATHEMATICS,

최영필, A sharp error analysis for the DG method of optimal control problems, *AIMS Mathematics*, vol. 7, pp. 9117, 202205, (IF=2.739),

(6) 4.8%, MATHEMATICS,

이은정, Stability analysis of the implicit finite difference schemes for nonlinear Schrodinger equation, *AIMS Mathematics*, vol. 7, pp. 16349, 202207, (IF=2.739),

(7) 5.2%, MATHEMATICS, APPLIED, 최영필,

Asymptotic analysis for a Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes system in a bounded domain, *MATHEMATICAL MODELS & METHODS IN APPLIED SCIENCES*, vol. 31, pp. 2213, 202110, (IF=3.803),

(8) 5.4%, PHYSICS, MATHEMATICAL,

최정일, Monolithic projection-based method with staggered time discretization for solving non-Oberbeck-Boussinesq natural convection flows, *JOURNAL OF COMPUTATIONAL PHYSICS*, vol. 463, pp. 111238, 202208, (IF=4.645),

(9) 5.5%, COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS,

신원용, Transport Capacity Optimization for Resource Allocation in Tera-IoT Networks, *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 9, pp. 15270, 202208, (IF=10.238),

(10) 6.0%, MATHEMATICS,

최영필, Large friction limit of pressureless Euler equations with nonlocal forces, *JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS*, vol. 299, pp. 196, 202110, (IF=2.615),

(11) 6.0%, MATHEMATICS,

최영필, On well-posedness and singularity formation for the Euler-Riesz system, *JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS*, vol. 306, pp. 296, 202201, (IF=2.615),

(12) 6.3%, ENGINEERING, CHEMICAL,

최정일, Impedance-based capacity estimation for lithium-ion batteries using generative adversarial network, *APPLIED ENERGY*, vol. 308, pp. 118317, 202202, (IF=11.446),

(13) 6.7%, MATHEMATICS, APPLIED,

김정훈, Multiscale stochastic elasticity of variance for options and equity linked annuity; A Mellin transform approach, *MATHEMATICS AND COMPUTERS IN SIMULATION*, vol. 192, pp. 303, 202202, (IF=3.601),

(14) 7.9%, MATHEMATICS, APPLIED,

최영필, Relaxation to fractional porous medium equation from Euler-Riesz system, *JOURNAL OF NONLINEAR SCIENCE*, vol. 31, pp. 95, 202112, (IF=3.443),

(15) 9.4%, MATHEMATICS, APPLIED,

박은재, A staggered cell-centered DG method for the biharmonic Steklov problem on polygonal meshes: A priori and a posteriori analysis, *COMPUTERS & MATHEMATICS WITH APPLICATIONS*, vol. 117, pp. 216, 202207, (IF=3.218),

(16) 9.4%, MATHEMATICS, APPLIED,

박은재, Multiscale mortar mixed domain decomposition approximations of nonlinear parabolic equations, *COMPUTERS & MATHEMATICS WITH APPLICATIONS*, vol. 97, pp. 375, 202109, (IF=3.218),

◆ 공동저자 논문

(1) 0.9%, HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES,

신원용(공동저자), Machine learning approaches to predicting no-shows in pediatric medical appointment, NPJ DIGITAL MEDICINE, vol. 5, pp. 50, 202204, (IF=15.357),

(2) 5.8%, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY,

최정일(공동저자), Dynamic Pore Modulation of Stretchable Electrospun Nanofiber Filter for Adaptive Machine Learned Respiratory Protection, ACS NANO, vol. 15, pp. 15730, 202110, (IF=18.027),

(3) 9.7%, COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS, 김정훈(공동저자), Pricing path-dependent exotic options with flow-based generative networks, APPLIED SOFT COMPUTING, vol. 124, pp. 109049, 202207, (IF=8.263),

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

심층 그래프 생성 모델에 기반한 네트워크의 손실 부분 추론하는 방법론 (신원용 교수)

논문: DeepNC: Deep Generative Network Completion, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (2022)

다양한 생물학/소셜/교통/정보 네트워크로부터 추출한 실제 데이터는 missing node와 missing edge를 가지며 부분적으로 관찰되는 경향이 있다. 예를 들어 사용자 또는 기관이 제한된 자원 (예: 데이터 수집 시 비용 또는 시간) 때문에 특정 공간 쿼리 영역 안에서 발생한 데이터의 일부만 획득이 가능하며, 소셜 네트워크에서 사용자 정보나 친구 관계를 일부 또는 완전히 숨기는 사용자들의 privacy setting 때문에 부분적으로 관찰되는 데이터가 발생한다. 이러한 초불확실성 (hyper-uncertainty)을 띄는 불완전한 네트워크를 분석하는 것은 네트워크의 구조적인 성질의 추정치를 크게 바꾸는 결과를 초래하는데, 이는 커뮤니티 탐지, 노드 분류, 링크 예측, 추천, 이상 탐지, 영향력 최대화 등과 같은 근본적인 그래프에서의 다운스트림 (downstream) 데이터 마이닝 & 기계학습 문제를 해결하는데 큰 장애가 된다. 즉, 다양한 다운스트림 응용 문제를 수행하기 전에 네트워크의 손실된 부분을 추론하는 네트워크 복구는 반드시 선행되어야 한다.

본 논문에서는 심층 그래프 생성 모델에 기반하여 네트워크의 손실된 부분을 추론하는 새로운 방법론을 제안하였는데, 이러한 딥러닝 기반 심층 네트워크 복구는 세계에서 최초로 시도된 연구이다. 구체적으로, 자동회귀 생성 모델을 통해 엣지에 대한 likelihood를 학습하고, 관찰된 그래프 위상 (topology)이 주어질 때 학습된 likelihood를 최대화하는 그래프를 검출하는 절차로 네트워크 복구를 수행하였다. 또한, 매 노드 생성 단계에서 확률을 최대화하는 개별 노드를 연속적으로 찾는 계산 효율적인 네트워크 복구 알고리즘과 기댓값-최대화 알고리즘을 사용한 개선된 방법을 소개하였다. 실세계 데이터셋을 사용하여 제안 방법이 Kronecker 그래프 모델을 사용한 state-of-the-art 네트워크 복구 방법 대비 우수한 성능을 보임을 실험적으로 검증하였다.

기존 연구 방법론 대비 본 논문에서의 학문적/기술적 기여도는 다음과 같다. 첫째, 기존 대부분의 연구에서는 “missing edge” 만을 가정한 부분적으로 관찰한 네트워크 하에서 링크 추정 문제를 다루었다. 하지만 링크 추정 또는 low-rank 행렬 복구는 본 논문에서의 네트워크 복구와 방법론 측면에서 근본적으로 전혀 다른데, missing node는 neighborhood similarity 측정이 불가능하기 때문에 링크 추정 (또는 low-rank 행렬 복구) 프레임워크 하에서는 결코 복원될 수 없다. 둘째, Kronecker 그래프 모델 하에서의 선행 연구는 여러 기술적 한계가 존재한다. 본질적으로 순수 power-law degree 분포를 따르는 네트워크에서만 성능이 보장되며, 복원 정확도가 이상적인 상황 (ground truth) 대비 만족스럽지 않다는 단점이 있다. 이러한 실제적인 challenge를 모두 해결할 수 있는 새로운 네트워크 복구 프레임워크를 제시했다라는 점에서 본 논문의 신규성이 있다고 볼 수 있다.

본 연구 결과물에 대한 기대효과로는 불확실성을 띄는 실제 데이터셋 분석 기반 소셜 네트워크에서의 차세대 그래프 마이닝 알고리즘이 상용화될 경우, 향후 소셜 미디어의 사용 및 다양성이 급격히 증가하는 추세를 감안하면 매우 혁신적인 패러다임을 제시할 수 있고, 여러 방면에서의 그래프 마이닝 원천기술 개발을 위한 빅데이터 처리, 통계학적 마이닝, 컴퓨팅 신뢰도 향상 기술 등은 컴퓨팅/통계학/산업공학/인지과학 분야에 많은 후속 연구를 선도할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 제안하는 알고리즘을 상용화함으로써, 소셜 미디어의 사용 및 다양성이 급격히 증가함에 따라 Google, Facebook, Amazon, Kakao 등의 플랫폼 비즈니스 기업에 추천/랭킹/커뮤니티 검색/viral marketing 문제를 포함하는 여러 가지 다운스트림 기계학습 응용 기술의 성능을 극대화할 수 있는 잠재력을 보일 수 있을 것이다.

본 연구 결과는 인공지능 분야 최고 권위의 국제학술지인 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (IF=24.314, JCR 상위 0.543%)에 게재되어 학계로부터 기술 가치를 인정받았으며, 국내 특허 등록 (등록번호: 10-2284436) 및 해외(미국) 특허 출원 (출원번호: #16/900,609)을 통해

기술의 상용화 가능성도 높아졌기에 학문적/실용적 측면에서 모두 가치가 있다고 판단한다.

곡선형태의 영역에서도 작동하는 임의의 고차 하이브리드 유한차분법 (박은재 교수)

논문: A novel hybrid difference method for an elliptic equation, Applied Mathematics and Computation (2022)

전통적인 유한차분법에서의 가장 어려운 문제중의 하나는 곡선으로 구성되어 있는 도메인에서 질량 보존 법칙이 성립하며 고차의 수렴성을 갖는 알고리즘의 개발과 구현에 있다. 본 연구는 곡선형태의 영역에서도 작동하는 새로운 형태의 임의의 고차 하이브리드 유한차분법을 제안하고 이에 대한 이론적 분석과 함께 후처리 기법(a postprocessing)을 제안하였으며, 잔차(residual) 기반의 귀납적 오차분석을 수행하였다.

이론적 분석은 지역적 질량 보존 법칙이 성립함을 수학적으로 증명했고, 정칙성(regularity)에 대한 추가 조건 없이 최적의 수렴 속도로 수렴함을 증명하였다. 또한 이론적으로 증명한 내용을 수치 실험을 통해 실험적으로 검증하였다.

우리 연구진이 개발한 기존의 하이브리드 유한차분법의 수치해는 그림에서 모서리에 위치한 하얀색 사각형 노드에 대한 값을 가지지 않는다. 따라서 임의의 위치에 대한 수치해의 값을 결정하기 위해서는 또 다른 방법이 필요하며, 잘못 사용하는 경우 수렴 속도에 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 이에 대한 후처리 기법을 제안하였으며, 이 기법을 이용하면 수렴 속도를 줄이지 않고 모서리에 위치한 값을 결정할 수 있으며, 특정 조건에서는 1차 미분까지 연속인 수치해를 얻을 수 있다. 또한, 후처리 기법을 적용함에 있어서 완전하게 지역적으로 계산하는 것은 아니지만, 1차원의 문제로 나누어 계산할 수 있으며, 이때, 시스템은 tridiagonal structure를 가지므로 효율적으로 계산할 수 있다. 후처리 기법을 통해 얻은 수치해와 보존법칙을 이용하여 잔차 기반의 귀납적 오차분석을 수행하였다. 이 분석을 통해 얻은 오차 인디케이터는 포함하고 있는 모든 상수가 계산 가능하고(fully computable), 확실(reliable)하며 효율(efficient)적이다. 현재의 방법에서는 교차하는 노드(hanging node)를 허용하지 않기 때문에 조금 다른 형태의 적응격자망(adaptive mesh)을 구성하였으며, 이 경우에 효율적인 계산이 가능하다는 것을 수치적으로 검증하였다.

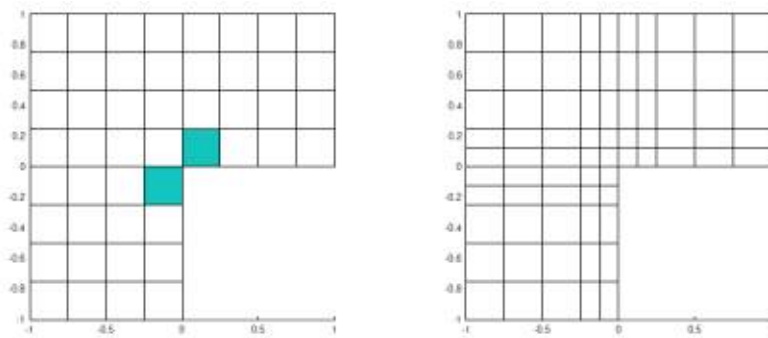


Figure 11: Initial mesh with marked elements (left) and adaptive mesh (right) for Example 4.4

또한, 복잡한 경계를 가진 계산영역에 대해 수치해를 구하는 방법에 대한 연구를 진행하였다. 이 경우에 경계조건을 정확하게 적용하면 최적의 수렴 속도로 수렴하지만, 미분의 연속성은 만족하지 않는다. 하지만 새로운 경계 처리 방법을 이용하여 후처리를 진행하면 미분의 연속성을 만족하게 된다. 그러나 이 경우에는 경계조건이 정확하게 적용되지 않아 수렴 속도가 조금 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

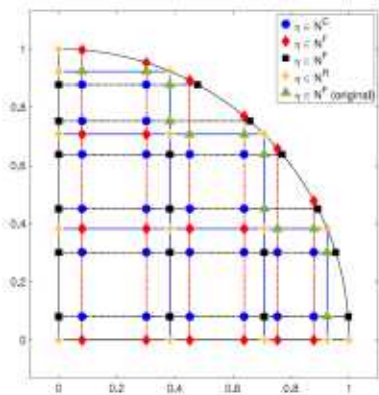


Fig. 11. Triangulation for a quarter disk.

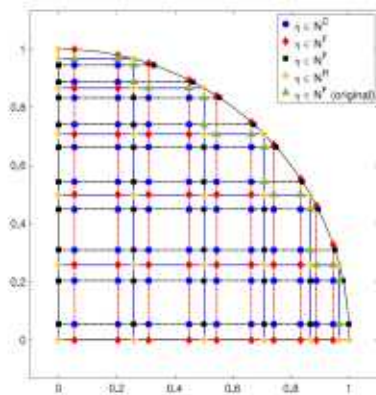


Fig. 12. Local extension for the continuous gradients.

본 연구는 아주대학교의 신동욱 교수 및 전영목 교수와의 공동 연구로 진행되었으며, 연구 결과는 Applied Mathematics and Computation(상위 3%, Applied Mathematics, Impact Factor 4.091, JCR 2020 기준)에 게재되었다.

Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes 방정식의 점근해석 (최영필 교수)

논문: Asymptotic analysis for a Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes system in a bounded domain, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (2021)

스프레이(sprays)는 기체 안에 분산된 입자로 구성된 복잡한 흐름(complex flows)이다. 이러한 스프레이는 기체의 부피율에 따라 크게 두 종류, 얇은(thin), 굵은(thick) 스프레이로 분류가 가능하다. 여기서 얇은 스프레이는 입자가 차지하는 부피가 기체가 차지하는 부피에 비해 무시 가능한 경우이고 굵은 스프레이는 입자가 차지하는 부피와 입자의 충돌에 관한 현상도 고려되는 경우이다. 이러한 분류에 따라 스프레이 관한 다양한 모델링이 가능하다. 이러한 입자들과 유체의 상호작용을 기술하는 수학적 모델링은 그의 생명공학, 의학, 공학 등과 같은 학문분야와 침식 현상과 디젤 엔진 등의 연구에 응용 가능성 때문에 많은 관심을 받고 있다.

이 논문은 서울대학교에 박사후연구원으로 재직 중인 정진욱 박사(현재, 전북대학교 수학과 조교수)와 함께 진행한 연구로서, 유계영역에서 정의된 입자의 움직임을 기술하는 비선형 Vlasov-Fokker-Planck 방정식과 유체의 흐름을 기술하는 압축적(compressible) Navier-Stokes 방정식이 결합된 방정식의 점근해석을 최초로 증명했다. 여기에서 두 방정식의 입자와 유체의 상대속도에 의존하는 마찰력(friction force)으로 주어진다. 경계조건에 대해서는 Vlasov-Fokker-Planck 방정식에는 정반사(specular reflection) 조건을 Navier-Stokes 방정식에는 동종의(homogeneous) Dirichlet 조건을 고려했다. 이때, 비선형 Fokker-Planck 항의 계수가 커짐에 따라 위의 Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes 방정식의 입자의 밀도함수가 국소적(local) Maxwellian으로 가까이 가게 된다는 것을 관찰하고 이로부터 이 결합방정식의 약해(weak solution)가 Euler/Navier-Stokes 방정식의 유일한 강해(strong solution)로 수렴한다는 정량적으로 해석했다. 여기에서 Euler 방정식의 경계조건은 운동학적(kinematic)으로 주어진다.

위의 점근해석은 상대적 엔트로피(relative entropy) 방법론에 기반하여 증명했다. 이를 수학적으로 엄밀하게 하기 위해서는 주어진 Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes의 약해의 존재성, 그리고 Euler/Navier-Stokes 방정식의 강해(strong solution)의 존재성과 유일성이 보장되어야 한다. 이를 위해서는 approximation 이론, decoupling 방법론, fixed point 정리, velocity averaging smoothing effect, weak/strong compactness, Aubin-Lions lemma, linearization, Cauchy 계산 등을 사용했다. 특히 얻어진 약해가 상대적 엔트로피 방법론에 중요하게 쓰이는 엔트로피 부등식을 만족한다는 것을 증명

했다. 이는 해의 존재성을 증명하는데 사용되는 방법론에는 많은 제약을 주는 것을 관찰했으며 이를 해결하는 것에 많은 어려움이 있었다. 점근해석은 위에 언급된 경계조건에서만 얻을 수 있었지만 이와 별개로 더 일반적인 경계조건하에 Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes의 약해의 존재성을 증명한 결과를 논문에 포함했다. 또한 극한 방정식인 Euler/Navier-Stokes 방정식에 대해서도 초기치의 조건이 충분히 작고 부드럽다면 강해가 모든 시간에 대해서 존재한다는 것을 엄밀하게 증명함으로써 위의 점근해석 모든 시간동안 성립한다는 결과를 얻었다. 해당 연구결과물은 그 우수성을 인정받아 저널 *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences* (2021 Journal IF=3.803, Math. Appl. 분야 상위 5.2%)에 출판되었다.

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

본 교육연구단의 자체평가 기간 내(2021.09.01-2022.08.31) 등록특허는 총 5건으로 모두 국내등록특허이다.

등록 국가	등록일자 (YYYYMMDD)	등록번호	발명의 명칭	발명인 중 참여교수
대한민국	20211028	10-2321440	이질적 다변량 시변 데이터를 이용한 이상 감지 장치 및 방법	신원용
대한민국	20220407	10-2385926	개인화된 선호도 학습을 통한 무선 데이터 캐싱 방법 및 장치	신원용
대한민국	20210727	10-2284436	인공 신경망을 이용한 소셜 네트워크 완성 방법 및 장치	신원용
대한민국	20220426	10-2392627	배터리 상태 평가 및 분석을 위한 BMS 데이터 처리 장치 및 방법	최정일
대한민국	20220330	10-2382336	3중 대각행렬식 연산 방법	최정일

1.3 교육연구단의 연구역량 향상 노력

(1) 참여교수: 강경근

- ▶ 스톱스 및 나비에-스톱스 방정식에 대한 반평면 상에서의 근본해의 점별분석과 해의 존재성 및 정착성 연구
 - 공동 연구자 : Tai-Peng Tsai 교수(캐나다 University of British Columbia), Baishun Lai 교수(중국 Hunan Normal University)

- ▶ 유체방정식 해의 대한 초기조건이 부분영역에서의 경우 짧은 시간 동안에 해가 정착화되는 영역에 대한 연구
 - 공동 연구자 : Hideyuki Miura 교수(일본 Tokyo Institute of Technology 대학)
Local regularity conditions on initial data for local energy solutions of the Navier-Stokes equations. Partial Differential Equations and Applications volume 3, Article number: 5 (2022)

- ▶ superconductor의 curl 시스템에 대한 해의 정착성 연구
 - 공동 연구자 : Xingbin Pan 교수(중국 상해 ECNU (East China Normal University) 대학)
Kang, Kyungkeun; Pan, Xing-Bin On a quasilinear parabolic curl system motivated by time evolution of Meissner states of superconductors. SIAM J. Math. Anal. 53 (2021), no. 6, 6471-6516. (Reviewer: Yisong Yang) 82D55 (35K40 35K45 35K51 35K55 35K59)

- ▶ 비뉴턴 유체방정식의 반평면에서 해의 특성을 통한 유계된 경우 안정상태 해 연구
 - 공동 연구자 : Michael Ruzicka 교수(독일 Freiburg 대학)

- ▶ 3차원 공간상에서 켈러-시겔 방정식에 대한 약해의 존재 및 asymptotics에 대한 해의 특성
 - 공동 연구자 : Michael Winkler 교수(독일 Paderborn 대학)

(2) 참여교수 : 손재범

- ▶ 연구 제목: 코어파티션에 대한 연구
조현수 박사(이화여대), 허지선 박사(아주대), 남하얀 교수(덕성여대)와 공동연구
본 연구에서 Bounded free Motzkin paths 와 bounded Motzkin prefixes 사이의 일대일 대응관계를 찾았고 이로부터 bounded free Dyck paths 와 bounded Dyck prefixes 사이의 일대일 대응관계도 찾을 수 있었다. 또한, bounded cornerless Motzkin paths와 주어진 조건을 만족하는 t-core partitions 사이의 대응관계 그리고 bounded cornerless symmetric Motzkin paths와 self-conjugate t-core partitions 사이의 대응관계도 찾을 수 있었다. 이 결과의 응용으로 고정된 코너의 개수를 가지는 t-core 또는 self-conjugate t-core partition함수의 개수를 계산하는 식을 처음으로 찾아내었다. 이 연구의 결과는 2022년 5월에 저널에 투고한 상태이다. (논문제목: Combinatorics on bounded free Motzkin paths and its applications)

- ▶ 연구 제목: 연분수에 대한 연구 및 Ramanujan Encyclopedia 작업
Bruce Berndt (University of Illinois at Urbana-Champaign)교수와 공동연구자 미국 방문 (2022.6.29.~7.28)
Askey-Bateman project 의 일환으로 연분수에 대한 자료를 모아서 정리하는 일을 하였으며 가칭 Ramanujan Encyclopedia 에 실릴 몇몇 article 에 대해 작업을 공동으로 진행하였다. 이 결과들은 정확한 시기는 알 수 없지만 따로 출간될 예정이다.

(3) 참여교수 : 이지현

▶ 연구 제목: 수학적 확산모델을 활용한 신종 감염질병의 효과적인 대응전략 제시

(2021.6.7 ~ 2025.2.28.) 4단계 BK21 대학원혁신지원사업의 일환으로 지역대학과의 공동연구사업인 「어깨동무사업」을 시행하여 권희대(인하대 수학과)교수와 신종 감염질병의 인구구조와 질병의 특성을 반영하는 지표 발굴, 접촉양상을 반영한 감염질병의 전파확산 모델 개발, 행위자 기반 모델 구축 및 시뮬레이션, 대응전략 도출 및 정책을 제안하였다. 최종 목표 달성을 위하여 선행연구를 수행한 네트워크를 기반으로 지역대학 전문가를 포함하여 응용수학, 통계학, 임상의학, 예방의학 분야의 전문가와 협업하여 과제를 추진하고 있다. 수학적 모델을 개발하여 감염질병의 진행과정을 예측하고 봉쇄조치의 영향을 평가하며 서로 다른 통제 전략들의 비교와 분석을 통해 대유행 대응전략 마련에 활용. 또한, 항바이러스제나 백신 사용의 우선순위와 기준설정과 같은 보건 정책을 수립하는데 과학적 근거를 제시하고자 한다.

(4) 참여교수: 신원용

▶ 연구제목 : 심층 생성 모델을 활용한 네트워크 복구

(2020.06 ~ 2022.04) Michael Gertz (Heidelberg University) 교수 및 Andreas Spitz (EPFL (현 University of Konstanz)) 박사와 공동연구

본 연구에서는 그래프에 대한 심층 생성 모델에 기반하여 네트워크의 손실된 부분을 추론하는 새로운 네트워크 복구 방법론을 제안하였다. 구체적으로, 자동회귀 생성 모델을 통해 엣지에 대한 likelihood를 학습하고, 관찰된 그래프 위상 (topology)가 주어질 때 학습된 likelihood를 최대화하는 그래프를 검출하는 절차로 네트워크 복구를 수행하였다. 또한, 매 노드 생성 단계에서 확률을 최대화하는 개별 노드를 연속적으로 찾는 계산 효율적인 네트워크 복구 알고리즘과 기댓값-최대화 알고리즘을 사용한 개선된 방법을 소개하였다. 실세계 데이터셋을 사용하여 제안 방법이 state-of-the-art 네트워크 복구 방법 대비 우수한 성능을 보임을 실험적으로 검증하였다. 해당 연구는 데이터베이스 분야 세계적 권위자인 독일 Heidelberg University의 Michael Gertz 교수와 데이터 마이닝 및 기계학습 분야 우수신진학자인 스위스 EPFL (현 독일 University of Konstanz 조교수) Andreas Spitz 박사와 수행하였다. 이 연구결과는 인공지능 분야 최고 권위의 국제학술지인 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (IF=24.314, JCR 상위 0.543%)에 게재되었다.

DeepNC: Deep Generative Network Completion, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 44, 1837-1852, 2022.

(5) 참여교수 : 이은정

▶ 연구제목 : Regularity가 낮은 근사해를 구하기 위한 새로운 negative norm의 개발과 대응 유한요소기법 연구

(2021.05~present) Thomas A. Manteuffel (U of Colorado at Boulder)와 공동연구

편미분 방정식의 근사해를 구하기 위한 지난 수십 년간의 활발한 연구로 인하여 물리적으로 의미가 있는 새로운 종속 변수(유속, 속도, 와도, 변형, 등)들의 형태와 습성을 이해 하는데 많은 진전이 있었다. 그 대표적이 기법중 하나가 최소자승유한요소(LSFEM) 기법이다. LSFEM은 유한요소 공간에 대한 추가 제약 없이 안정적이며 유도되는 이산 시스템이 항상 symmetric, positive definite이어서 반복법을 이용한 수치해 획득에 이점이 있다. 다만, 대부분의 경우 해의 높은 regularity가 요구되기 때문에 해에 불연속성이 있는 hyperbolic problem이나 domain에 특이점이 있는 경우, 또는 경계 조건이 불연속인 경우 등 문제가 특이점을 가지게 되면 그 해도 낮은 regularity를 가지게 되고 더 이상 통상적인 LSFEM을 쓸 수 없게 된다. 본 연구는 낮은 regularity 해(low regularity solution)를 가지는 편미분 방정식의 근사해를 찾기 위해 새로운 negative norm을 정의하고 이 norm을 이용한

잔차 최소화 유한요소기법을 개발하는 것이다. 먼저 주어진 편미분 방정식의 dual problem을 정의하여 이를 기반으로 기존의 negative norm 개념을 확장한 새로운 negative norm을 정의 하였다. 새로이 정의된 negative norm에 대응하는 minimization problem을 정의하고 이를 풀어냄으로써 주어진 편미분 방정식의 regularity가 낮은 근사해를 제시 하고 이를 수치 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 기존의 negative norm 최소자승기법은 일정한 Sobolev space의 dual space로 그 정의가 제한적이거나 본 연구를 통해 이를 일반화 함으로써 그 응용범위를 확장 하였다. 현재 이에 대한 논문은 최종 완성 단계에 있으면 곧 투고할 예정이다.

(6) 참여교수 : 윤경호

▶ 연구제목 : 집속초음파 치료기기의 인공지능 기반 메디칼 트윈 기술 개발

(2021.09. ~ 2022.08) Seung-Schik Yoo (Harvard Medical School) 교수와 공동연구

본 연구에서는 비침습적 뇌 질환 치료 가능성으로 큰 주목을 받고 있는 경두개 집속초음파 치료의 정밀하고 안전한 진행을 위한 딥러닝 기반 초음파 변환기 실시간 네비게이션 시스템을 개발하였다. 본 연구결과는 경두개 집속초음파 치료기기의 활용도와 안전성을 제고함으로써 임상 적용 및 제품화를 가속하여 뇌암, 치매, 뇌졸중, 간질 등의 뇌 질환의 새로운 치료 가능성을 제시할 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 인공지능 기술 기반 메디칼 트윈 시스템 개발의 초석이 될 것으로 사료된다. 본 연구 결과는 수학 및 전산 생물학 분야 최상위 저널(상위 6.14%)인 IEEE JBHI에 게재되었다.

Minwook Choi, Minyeong Jang, Seung-Schik Yoo, Gunwoo Noh and Kyungho Yoon, Deep Neural Network for Navigation of a Single-element Transducer during Transcranial Focused Ultrasound Therapy: Proof of Concept, IEEE J. Biomed Health Inform, early access, 2022

▶ 연구제목 : 집속초음파 임상적용에서 상부 뇌신경 자극 가능성에 대한 연구

(2021.02. ~ 2022.06) Spencer Brinker (Yale Medicine), Alan Seifert (Mount Sinai Medicine) 교수와 공동연구

본 연구에서는 삼차신경과 같은 상부 뇌 신경 자극을 통한 집속초음파 통증 치료의 임상 적용 가능성을 탐색하기 위해 인간 두개골 표본을 활용하여 다양한 시뮬레이션 및 실험적 테스트를 수행하여 접형골 영역 근처의 삼차신경 회로 자극 가능성을 평가하였다. 두개골 바닥 근처의 뼈 가열 및 잔향 간섭 문제를 완화하기 위해 다양한 펄스 주기와 반복 주파수를 조사하였다. 본 연구 결과는 경두개 집속초음파 치료의 임상진입에 도움이 되는 귀중한 정보들을 제공하며, 음향학 분야 저명 저널인 UMB에 게재되었다.

Spencer T. Brinker, Priti Balchandani, Alan C. Seifert, Hyo-Jin Kim and Kyungho Yoon, Feasibility of Upper Cranial Nerve Sonication in Human Application via Neuronavigated Single-Element Pulsed Focused Ultrasound, Ultrasound Med. Biol., Vol. 48, 1 June 2022, 1045-1057.

2. 산업 · 사회에 대한 기여도

가. 산학협력을 통한 공동연구 수행

■ 산업수학 석사과정 인력양성 프로그램 진행 (삼성메디슨, 삼성SDI)

산업수학 석사과정 학위과정 프로그램은 산업체와 연계하여 신입생을 선발하고, 공동연구지도 및 학사 커리큘럼 지도, 취업에 연계까지 연계기관과 산업현장에 즉시 필요한 인력을 양성하는 학위과정이다.

- 삼성메디슨의 박성욱은 2021-1학기에 산업수학 석사과정에 입학하였으며 지도교수인 서진근교수와 연세의료원 산부인과와의 공동연구 진행하고 있다.
- 삼성SDI의 고현석은 2022-1학기에 산업수학 석사과정에 입학하였으며, 지도교수인 최정일교수와 리튬이온 배터리 셀/모듈에 대한 데이터 및 모델 기반 고장 진단 연구를 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 (2021-2학기, 2022-1학기)

산업체	연구 및 개발 내용	담당교수
주식회사 휴런	[알츠하이머병에 대한 수학적 모델 연구	강경근
삼성디스플레이(주)	Slip-wall 경계조건 기반의 OLED 증착원 공정 시뮬레이션 고도화	최정일
현대엔지니어링(주)	폐배터리 RUL 예측 알고리즘 개발	최정일
삼성전자(주)	저선량 Cone-Beam CT에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결	서진근
삼성디스플레이(주)	3D FEM 기반 NEGF Solver 개발	이은정
주식회사 스카이랩스	다파장 PPG 신호 기반 산소포화도 모니터링 알고리즘 개발	신원용
주식회사 스카이랩스	Cuffless 혈압 측정 알고리즘 개발 고도화	신원용

나. 사회문제 해결을 위한 공공기관 위원회 활동

- 감염병 위기대응 기술개발 사업의 세부과제 책임자 (참여교수: 이지현)

이지현 교수는 연세대 세브란스 병원 교수들, 기술 개발 업체와 함께 범부처 감염병 연구개발사업을 진행하였다. 코로나와 같은 신·변종 바이러스 감염 발생에 효율적으로 대응하기 위한 총괄적인 전략을 제시하기 위해서 시나리오 및 매뉴얼 구축, 앱개발, 확산 예측 및 대응 전략의 효과 평가를 통합적으로 수행하는 연구이다. 세부 과제인 “접촉 패턴을 반영한 감염병 확산 모델 개발” 책임자를 맡아서 설문 조사를 통한 접촉 패턴 수집과 감염병 확산 모형을 개발하였다.

- 감염병 기초원천 핵심기술 로드맵 수립」 감시예측 분야 자문위원 (참여교수: 이지현)

다. 대중강연을 통한 수학/과학의 대중화

- 논리학 강연

참여교수: 김병한

일정: 2022년 5월 10일 Zoom 강연

참석자 및 대상 : 수학자와 일반인

괴델의 불완전성 정리와 그 의미, 튜링기계와 관련한 불완전성 정리의 해석, 특히 불완전성 정리가 왜 기계의 작동이 인간이성을 궁극적으로 다 추월할 수 없는 보장이 되는가에 대하여 설명함. 또한 김병한 교수의 개인적 의견과 미래의 전망에 대하여 개진하고 토론하였음.

- 대수적 정수론의 난제에 대한 강연

참여교수 : 유명준

일정 : 2022년 6월 9일, 이과대학 과학관 225호실에서 강연

참석자 및 대상 : 교수, 학부생, 대학원생

대수적 정수론의 중요 이론 중 하나인 타원곡선의 기본적인 개념들을 설명하였고 관련된 난제들에 대해 설명하였다. 특히 Birch and Swinnerton-Dyer 추측이라고 불리는, 7대 난제 중의 하나로 잘 알려진 추측에 대하여 문제의 역사 및 배경 그리고 현재까지 알려진 결과에 대해 자세히 논의하였다. 타원곡선의 주요한 불변량들을 공부하기 위한 도구들과 이 도구를 사용한 결과들에 대해서도 소개하였다.

- 제15회 청소년과 일반인을 위한 과학 콘서트

참여교수 : 신원용

제목: 빅데이터를 넘어서: 공간 빅데이터

일정: 2022. 06. 18 (코), 연세대학교 과학관 111호

참석자 및 대상: 대학교수, 대학생, 일반인 (서대문구 거주자) 등 150명

내용: 연세대학교 이과대학과 서대문구청이 동시 주관한 과학 콘서트에서 공간 태그를 포함하는 빅데이터가 가지는 잠재력과 향후 펼쳐질 다양한 응용 서비스에 대해 소개하였다. 수집한 실세계 공간 데이터 샘플을 보이고 강연자 본인의 공간 빅데이터 관련 연구 사례를 연구 동기, 시각화, 사업화, 미래 전망 관점에서 설명하였다.

- 연구원 대상 AI 관련 강연

참여교수 : 윤경호

제목 : 인공지능기반 메디컬 트윈 시스템

일정 : 2022. 08. 29, 온라인

참석자 및 대상 : 한국에너지기술연구원 에너지+AI 학습조직 연구원 대상 강연

내용 : 4차 산업혁명의 거대한 패러다임의 변화 속에서 의료 분야도 디지털/스마트화를 추구하고 있다. 이러한 변화 가능에 AI를 필두로 한 IT 기술이 핵심 추동으로 작용하고 있다. 에너지를 기반으로 한 치료기기에 대한 인공지능기반 메디컬 트윈 시스템 개발에 대해 소개한다.

라. 수학/과학의 대중화를 위한 사설 기고

(실적 기간 내 해당사항 없음)

마. 외부기관 수상

■ 대한수학회 논문상

최영필 교수는 지난 3년간에 발표된 단일 논문으로 그 우수성을 인정받아 수학발전에 크게 공헌한 대한수학회 회원에게 수여하는 대한수학회 논문상을 받았다. 수상논문은 “José A. Carrillo, Young-Pil Choi, Maxime Hauray, and Samir Salem, “Mean-field limit for collective behavior models with sharp sensitivity regions”, Journal of the European Mathematical Society Vol. 21 (2019), No. 1, 121-161. “이다.

■ 삼성휴먼테크논문대상

신원용 교수팀 (대표저자 신원민 석박사통합과정)은 과학기술 분야 우수인력을 발굴하고 육성하기 위해 삼성전자가 주최한 국내 최고권위의 상인 삼성휴먼테크논문대상에서 “Computer Science & Engineering” 분과 동상을 수상하였다. 신원용 교수팀은 위상 정보가 주어지지 않은 노드가 주어질 때 이를 그래프 신경망 (GNN: graph neural network)을 통해 학습할 수 있는 Edgeless-GNN 방법을 세계 최초로 제안하였다. 실제적인 환경을 고려하여 그래프 학습 방법을 개발하고 성능을 검증했다는 측면에서 우수성을 입증받았다.

바. 사회문제에 적용 가능한 연구 수행 실적

■ 지역사회와 병원 내 코로나 확산 방지를 위한 대응 전략의 영향 평가 및 효율적인 방안 제시

이지현 교수는 예방의학과, 감염내과 교수들과 병원 내 감염확산 방지를 위해 스크리닝 문진, 의료진 방어복 사용과 같은 대응 전략을 대상으로 효과적인 방안을 찾는 연구를 수행하였다. 또한, 의사 및 서울시 보건 담당자와 협력하여 사회적 거리두기의 완화 및 등교수업을 실시할 때, 코로나 발생에 미치는 연구를 수행하였으며, 그 결과를 논문에 게재하였다.

Seok, J., Lee, Y., Choi, J. Y., Choi, J. P., Seo, H., Lee, S., & Lee, J. (2022). Evaluation of Intervention Policies for the COVID-19 Epidemic in the Seoul/Gyeonggi Region through a Model Simulation. Yonsei Medical Journal, 63(8), 707-716.

■ 기계학습을 통한 병원에서 사용가능한 no-show 예측 알고리즘 개발

신원용 교수는 미국 Harvard Medical School의 Mauricio Santillana 교수팀과 기계학습 방법을 활용하여 소아과 병동에서의 환자 no-show를 예측하는 알고리즘을 개발하였다. No-show 예측에 중요한 날씨 정보와 같은 중요한 정보를 추출하는 방법론을 개발하였고, 해석가능한 인공지능 개발을 통해 임상 의가

원인 진단이 가능하도록 하였다. 해당 결과물은 헬스케어 분야 최고 권위의 국제학술지인 npj Digital Medicine (IF=15.357, JCR 상위 0.459%, 네이처 파트너지)에 게재되었다.

- SERA (딥러닝 의료영상 진단 툴)

이은정 교수는 연세대 세브란스 병원 영상의학과 곽진영 교수팀과 딥러닝을 통해 초음파 영상으로부터 암을 진단해 내는 알고리즘을 개발하고 이를 병원내외 의료진이 직접 이용하여 진단에 도움을 받을 수 있도록 하는 프로그램을 보급하였다. 이를 통하여 경험이 부족한 의료진의 진단 능력 훈련에 이용하고, 세브란스내 각종 수업에도 쓰이고 있으면 또한 다양한 분야의 연구에서도 이 진단툴을 이용하고 있다.

- 집속초음파 치료기의 성능향상 및 최적 치료 알고리즘 개발

윤경호 교수는 연세대 세브란스 병원 신경외과 장원석 교수팀과 비침습적 뇌 질환 치료를 위한 집속초음파 치료기기의 치료효과를 제고하고 부작용을 최소화할 수 있는 최적 치료 알고리즘을 개발하였다. 본 연구결과는 관련 분야 최고 권위 저널인 Computer Methods and Programs in Biomedicine에 게재되었다.

- 탈모증의 국소적 효과를 강화할 수 있는 탈모치료의 패러다임 제시

윤경호 교수는 하버드 의대 Brigham and Women's Hospital 유승식 교수팀과 탈모증(androgenic alopecia) 쥐 모델에서 저강도 집속초음파를 이용하여 finasteride의 효과를 국소적으로 강화할 수 있음을 보여 탈모 치료의 새로운 패러다임을 제시하였다. 본 연구결과는 Ultrasonography에 게재되었다.

- 초음파 변환기의 실시간 위치 정보 제공 가능한 치료보조 시스템 개발

윤경호 교수는 하버드 의대 Brigham and Women's Hospital 유승식 교수팀과 딥러닝을 통해 경두개 집속초음파 치료에서 초음파 변환기의 위치의 실시간 네비게이션 정보를 제공하는 인공지능 치료 보조 시스템을 개발하였다. 본 연구결과는 관련 분야 최고 권위 저널인 IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics에 게재되었다.

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

본 교육연구단 참여교수의 국제적 학술활동 실적을 아래의 표에 나타내었다. 기초강연 및 초청강연 실적은 6건 정도를 유지하고 있으며, 지난 선정평가 및 자체평가(2021년) 실적에 비해 29% 정도 감소하였다. 학술대회 위원회 및 좌장 활동은 실적기간 내 8건으로 지난 선정평가 및 자체평가(2021년) 실적에 비해 2% 정도 감소하였다. 학술지 편집 위원 활동은 실적기간 내 9건으로 나타났다.

< 참여교수 국제 학술활동 비교 > 실적기간: 2021.09.01.-2022.08.31.(1년간)

항목	선정평가(2020년)		자체평가		선정평가 대비 증감율
	실적기간 : 5년	1년환산	2021년	2022년	
기초강연 및 Invited talk	43	8.6	8	8	0%
위원회 및 좌장	39	7.8	10	8	2.6%
편집 위원	19		10	9	

가. 국제학회 기초강연 및 Invited talk 실적

■ 초청강연 8건

- o (박은재) 초청강연, ERC Workshop 2022: Interplay of discretization and algebraic solvers: a posteriori error estimates and adaptivity, June 8-June 10, 2022, INRIA Paris, France
- o (박은재) 기초강연, Computational Methods in Applied Mathematics (CMAM 2022), TU Wien, August 29 - September 2, 2022, Vienna, Austria
- o (양민석) 초청강연, On Liouville-type theorems for the stationary MHD equations, Mathematical Fluid Mechanics, 체코 프라하, 20220822-20220826
- o (이지현) 초청강연, Social mixing patterns and infectious disease modeling, Europe-Korea Conference on Science and technology 2022(EKC2022), 프랑스, 20220721
- o (이지현) 초청강연, Infectious disease modeling incorporating heterogeneity, 제29회 대한기초의학 학술대회, 경주, 20220630
- o (이지현) 초청강연, A heterogeneous model for infectious diseases, 제17회 KWMS 국제학술대회, 서울, 20220624
- o (최영필) 초청강연, Well-posedness and singularity formation for Vlasov-Riesz system, The 32nd International Symposium on Rarefied Gas Dynamics, 대한민국, 20220708
- o (신원용) Invited talk, "Who Is My Avatar?": On the Power of Gradual Network Alignment, A3 Foresight Program - AI-Based Future IoT Technologies and Services Workshop, Virtual Event, 20220226

나. 국제학회/학술대회 위원회 및 좌장 활동

- 위원회 및 좌장 8건

- o (김병한) 좌장, RIMS, 일본, 2021년 12월 13-15일 개최된 모델론 zoom 학술대회에서 좌장
- o (신원용) Program Committee, The 31st International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), Survey Track, Vienna, Austria, 20220723-29
- o (신원용) Program Committee, The Web Conference (WWW), Virtual Event, 20220425-29
- o (신원용) Program Committee, The 19th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), Virtual Event, 20220108-11
- o (신원용) Program Committee, The 37th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing (SAC), Track on Social Network and Media Analysis, Virtual Event, 20220425-29
- o (신원용) Organizing Committee, The 19th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), Virtual Event, 20220108-11
- o (신원용) Organizing Committee, The 36th International Conference on Information Networking (ICOIN), Jeju Island, 20220112-15
- o (신원용) Session Chair, The 19th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), Virtual Event, 20220108-11

다. 국제 학술지 편집위원 활동

- 9건

- 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 (손재범) Managing Editor, Journal of the Korean Mathematical Society, Korean Mathematical Society, 2021-present
- o (손재범) Editor, Journal of the Korean Mathematical Society, Korean Mathematical Society, 2021-present
- o (최영필) Editorial Board, Networks & Heterogeneous Media, American Institute of Mathematics, 2021-present.
- o (신원용) Associate Editor, ICT Express, KICS, 2022-present
- o (이은정) Associate Editor, Results in Applied Mathematics, Elsevier, 2018-present
- o (윤경호) Associate Editor, Journal of Computational Design and Engineering, Oxford University Press, 2022-present

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

- 1건

- o (최성락 저서) 플립러닝을 위한 대수학, 경문사, 2021년 1월, ISBN:9791160734690 (총저자수 7명), 304페이지

마. 국제 학술대회 수상

(실적 기간 내 해당사항 없음)

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	강경근	Hideyuki Miura Tai-Peng Tsai	일본/Tokyo Inst. of Tech. 캐나다/Univ. of British Columbia	Local conditions on initial data for local energy solutions of the Navier-Stokes equations	10.1007/s42985-021-00127-2
2	강경근	Xingbin Pan	중국/ East China Nat. Univ.	On a Quasilinear Parabolic Curl System of Meissner States of Superconductors	10.1137/20M1351643
3	김병한	J. Dobrowolski, N. Ramsey	영국/Manchester U. 미국/Notre Dame	Independence over arbitrary sets in NSOP1 theories	10.1016/j.apal.2021.103058
4	양민석	Jiri Neustupa	체코/Academy of Sciences	A new sufficient condition for local regularity of a suitable weak solution to the MHD equations	10.1016/j.jmaa.2021.125258
5	최성락	Gongyo Yoshinori	일본/The University of Tokyo	On a generalized Batyrev's cone conjecture	10.1007/s00209-021-02813-8
6	최영필	Jose Carrillo	영국/Oxford Univ.	Mean-field limits: from particle descriptions to macroscopic equations	10.1007/s00205-021-01676-x
7	최영필	Yingping Peng	중국/Southwest Jiaotong University	Large friction-high force fields limit for the nonlinear Vlasov-Poisson-Fokker-Planck system	10.3934/krm.2021052
8	최영필	Oliver Tse	네덜란드/Eindhoven Univ. Tech.	Controlled pattern formation of stochastic Cucker-Smale systems with network structures	10.1016/j.cnsns.2021.106474
9	허영미	Kasso Okoudjou	미국/Tufts University	Multivariate tight wavelet frames with few generators and high vanishing moments (Accepted)	10.1142/S0219691322500096
10	박은재	Lina Zhao	중국/City Univ Hong Kong	A staggered cell-centered DG method for the biharmonic Steklov problem on polygonal meshes: A priori and a posteriori analysis	10.1016/j.camwa.2022.04.018
11	최정일	Xiaomin Pan	중국/Shanghai Univ	Monolithic projection-based method with staggered time discretization for solving non-Oberbeck-Boussinesq natural convection flows	10.1016/j.jcp.2022.111238
12	신원용	Michael Gertz Andreas Spitz	독일/Heidelberg Univ 독일/Univ of Konstanz	DeepNC: Deep generative network completion	10.1109/TPAMI.2020.3032286
13	신원용	Il-Min Kim	캐나다/Queens Univ	Transport capacity optimization for resource allocation in tera-IoT networks	10.1109/JIOT.2022.3148135
14	신원용	Mauricio Santillana	미국/Harvard Med Sch	Machine learning approaches to predicting no-shows in pediatric medical appointment	10.1038/s41746-022-00594-w
15	신원용	Jucheol Moon	미국/California State Univ Long Beach	Explainable gait recognition with prototyping encoder-decode	10.1371/journal.pone.0264783
16	신원용	Xin Cao	호주/Univ of New South Wales	Relation prediction via graph neural network in heterogeneous information networks with missing type information	10.1145/3459637.3482384
17	윤경호	Seung-Schik Yoo	미국/Harvard Med Sch	Deep Neural Network for Navigation of a Single-element Transducer during Transcranial Focused Ultrasound Therapy: Proof of Concept	10.1109/JBHI.2022.3198650
18	윤경호	Spencer Brinker Alan Seifer	미국/Yale Sch Med 미국/Mount Sinai Sch Med	Feasibility of upper cranial nerve sonication in human application via neuronavigated single-element pulsed focused ultrasound	10.1016/j.ultrasmedbio.2022.01.022

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

- 강경근 교수

독일 Freiburg 대학에 재직중인 M. Ruzicka 교수를 2022년 7월6일부터 2022년 7월 16일까지 방문하여 비뉴튼 유체방정식의 Liouville 타입 문제 해결을 위한 논의를 하였다.

독일 Muenster 대학에 재직중인 A. Stevens 교수를 2022년 7월17일부터 2022년 7월 29일까지 방문하여 Cross-diffusion 문제의 해의 존재성 및 blow-up 해결을 위한 논의를 하였다.

- 김병한 교수

2022년 1월 15일~2월 23일까지 매주 수요일 8회에 걸쳐 UC Irvine의 Isaac Goldbring 교수의 줌 집중강연 실시. 모델론과 operator algebra, quantum information theory와 연계되는 강의로, 필즈상 수상자인 Connes의 embedding property의 부정적 해결에 대한 모델론적 접근과 관련하여 발생한 관련 새로운 결과들에 대하여 강연함. 매년 국내외 operator algebra, quantum information theory와 모델론 관련 학자, 학생들이 3-40명 정도 참여하여 성공적으로 강연을 마무리 하였다. 특히 수학, 전산학 관련 대학원생들이 수리논리 모델론이 수학, 전산학의 다양한 분야와 연계하여 성과를 내고 있음을 알리는 좋은 계기가 되었다.

- 김정훈 교수

뉴질랜드 Auckland University of Technology 수학과와 Jiling Cao 및 Wenjun Zhang 교수와 수년간 연구 교류를 진행하고 있는 중인데 최근 다음 두 편의 연구결과를 저널에 제출하였고, 다수의 후속논문을 준비 중이다.

- J. Cao, J.-H. Kim, X. Li, W. Zhang, Pricing path-dependent options under stochastic volatility via Mellin transform
- H.-G. Kim, J. Cao, J.-H. Kim, W. Zhang, Pricing barrier options under stochastic elasticity of variance using Mellin transform

- 손재범 교수

Bruce Berndt (University of Illinois at Urbana-Champaign)교수와 공동연구차 미국 방문 (2022.6.29.~7.28)

Askey-Bateman project 의 일환으로 연분수에 대한 자료를 모아서 정리하는 일을 하였으며 가칭 Ramanujan Encyclopedia 에 실릴 몇몇 article 에 대해 작업을 공동으로 진행하였다. 이 결과들은 정확한 시기는 알 수 없지만 따로 출간될 예정이다.

- 양민석 교수

체코 Academy of Sciences 소속의 Jiri Neustupa 교수와 2014년부터 연구 교류를 하고 있다. NRF에서 특별협력사업으로 체코연구재단과 진행하는 양자연구교류사업에 선정되어 2021년 1월부터 연구비 지원을 받으며 공동연구를 진행하고 있다. 공동연구의 결과들은 저널에 게재하였다.

- Jiri Neustupa, Minsuk Yang. A new sufficient condition for local regularity of a suitable weak solution to the MHD equations, Journal of Mathematical Analysis and Applications. 502 (2021) 125258

- 최성락 교수

일본의 도쿄대학교의 Gongyo Yoshinori 교수와 집필한 논문이 출판되었다.

- Sung Rak choi, Yoshinori Gongyo, On a generalized Batyrev's cone conjecture, *Math.Z.* 300, 1319-1334 (2022)

앞으로도 연구교류를 추진하여 코로나상황이 나아지는대로 상호 방문을 통한 연구교류 및 대학원 파견을 통해서 공동연구를 지속해 나갈 계획이다.

Princeton University 수학과와 Joaquín Moraga (현재 소속: UCLA)와의 서신교류 및 온라인 Zoom 회의를 통해 국제 공동연구를 진행하였다. 이대원 대학원생의 연구주제인 대수다양체의 complexity를 이용한 rationality, projectivity의 판별법과 관련된 최신 연구 결과를 공유하였으며 공통 관심사인 미해결 문제에 대한 공감대를 이끌어냈다. 현재 이대원 학생과의 공동연구가 이루어지고 있으며 코로나 상황이 나아지는 대로 이대원학생을 UCLA로 파견하여 공동연구를 이어가게 할 계획이다.

- 최영필교수

영국 Oxford 대학의 Jose Carrillo 교수와 2013년부터 연구 교류를 하고 있으며, 또한 네덜란드 Eindhoven 공과대학의 Oliver Tse 교수와 2015년부터 연구 교류를 꾸준히 진행하고 있다. 공동연구의 결과들은 다음과 같다.

- J. A. Carrillo and Y.-P. Choi, Mean-field limits: from particle descriptions to macroscopic equations, *Arch. Ration. Mech. Anal.*, 241, (2021), 1529-1573.
- J. A. Carrillo, Y.-P. Choi, and Y. Peng, Large friction-high force fields limit for the nonlinear Vlasov-Poisson-Fokker-Planck system, *Kinet. Relat. Models*, 15, (2022), 355-384.
- Y.-P. Choi, D. Oh, and O. Tse, Controlled pattern formation of stochastic Cucker-Smale systems with network structures, *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.*, 111, (2022), 106474.

- 허영미교수

미국 Tufts 대학의 Kasso Okoudjou 교수와 연구 교류를 진행하고 있다. 공동연구의 결과가 저널에 accept 되었다.

- Y. Hur, Z. Lubberts and K. A. Okoudjou, Multivariate tight wavelet frames with few generators and high vanishing moments, Accepted to *International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing*

- 신원용 교수

독일 Heidelberg University의 Michael Gertz 교수 및 독일 University of Konstanz의 Andreas Spitz 교수와 2018년부터 연구 교류를, 캐나다 Queens University의 Il-Min Kim 교수와 2021년부터 연구 교류를, 미국 Harvard Medical School의 Mauricio Santillana 교수와 2018년부터 연구 교류를, 미국 California State University Long Beach의 Jucheol Moon 교수와 2020년부터 연구 교류를, 호주 The University of New South Wales의 Xin Cao 교수와 꾸준히 진행하고 있다. 공동연구의 결과들은 국제 저명저널 및 탐티어 CS 국회학회지에 발표하였다.

- Cong Tran, Won-Yong Shin, Andreas Spitz, and Michael Gertz, DeepNC: Deep generative network completion, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 44(4), April 2022, pp. 1837-1852
- Cheol Jeong, Chang-Jae Chun, Won-Yong Shin, and Il-Min Kim, Transport capacity optimization for resource allocation in tera-IoT networks, *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 9(16), August 2022, pp. 15270-15284
- Dianbo Liu, Won-Yong Shin, Eli Sprecher, Kathleen Conroy, Omar Santiago, Gal Wachtel, and Mauricio Santillana, Machine learning approaches to predicting no-shows in pediatric medical appointment, *npj Digital Medicine*, vol. 5, April 2022, pp. 1-11
- Jucheol Moon, Yong-Min Shin, Jin-Duk Park, Nelson Hebert Minaya, Won-Yong Shin, and Sang-Il Choi, Explainable gait recognition with prototyping encoder-decoder, *PLoS One*, vol. 17(3), March 2022, pp. 1-20
- Han Zhang, Yu Hao, Xin Cao, Yixiang Fang, Won-Yong Shin, and Wei Wang, Relation prediction via graph neural network

■ 이은정 교수

미국 University of Colorado at Boulder 교수 Thomas A. Manteuffel과 지속적으로 공동연구를 진행 중이며 2021년부터는 새로운 negative norm을 이용한 최소자승유한요소기법 개발에 대한 공동연구를 진행 중이다. 현재까지 새로운 negative norm을 정의하고 이를 이용한 matching 수치기법을 개발 하였고 이를 이론적으로 검증하는 연구를 완성 하였다. 더 나아가 기존에 잘 알려진 negative norm들과 비교를 통하여 그 일관성과 우수성에 대해 해석하였으며, 기존의 기법들이 해석해 내지 못했던 근사해를 구축 하는데 성공 하였다. 현재는 새로이 개발한 기법을 이용하여 다양한 문제에 적용시켜 그 근사해를 찾고 수치계산을 통해 이론을 뒷받침하는 근거를 제시하는 작업의 마무리에 있으며 그 연구결과를 곧 저널에 투고할 예정이다.

■ 윤경호 교수

미국 Harvard Medical School(Brigham and Women' s Hospital)의 Seung-Schik Yoo 교수와 2018년부터 연구 교류를 하고 있으며, 또한 미국 Yale School of Medicine의 Spencer Brinker와 미국 Mount Sinai School of Medicine의 Alan C. Seifert 교수와 2020년부터 꾸준히 연구 교류를 진행하고 있다. 공동연구의 결과들은 다음과 같은 저널에 게재하였다.

- Minwook Choi, Minyeong Jang, Seung-Schik Yoo, Gunwoo Noh and Kyungho Yoon, Deep Neural Network for Navigation of a Single-element Transducer during Transcranial Focused Ultrasound Therapy: Proof of Concept, IEEE J. Biomed Health Inform, early access, 2022
- Spencer T. Brinker, Priti Balchandani, Alan C. Seifert, Hyo-Jin Kim and Kyungho Yoon, Feasibility of Upper Cranial Nerve Sonication in Human Application via Neuronavigated Single-Element Pulsed Focused Ultrasound, Ultrasound Med. Biol., Vol. 48, 1 June 2022, 1045-1057.