미래인재_과학기술(팀)

- 4단계 두뇌한국(BK)21 사업 -

미래인재 양성사업
과학기술 분야(교육연구팀)
재선정평가 신청서

2023. 8.

교 육 부

한국연구재단

<신청서 요약문>

<table>
<tr><td rowspan="3">중심어</td><td>응용수학</td><td>통계학</td><td>산업수학</td></tr>
<tr><td>데이터</td><td>연결형인재</td><td>데이터인재</td></tr>
<tr><td>3A+1I 프로그램</td><td>C3E2 전략</td><td>GX 프로그램</td></tr>
<tr><td>교육연구팀의
비전과 목표</td><td colspan="3">본 교육연구팀은 수학적 기초역량을 토대로 다양한 분야의 지식을 융합하여 문제 해결 능력을 갖춘 인재를 양성하는 것을 목표로 한다. 데이터 분야에 기반한 산업 문제를 깊이 연구하며, 순수 수학(위상, 수론) 및 응용 수학(조합, 수치해석), 통계학 분야에서 세계적인 교육 및 연구 리더로 성장하며, 연결지성을 통해 학문적이고 실무적으로 국가와 지역사회에 기여하는 창의적인 수리과학 전문가를 배출하는 것을 목표로 한다.
이를 위해 본 교육연구팀의 구체적인 실천 방향은 아래와 같다.
1. 교육
- 고강도 집중 교육을 통한 수학기초 소양 강화
- 전주기적 맞춤형 교과과정 운영 (PMDT, 통계트랙)
- 3A+1I 프로그램을 통한 글로벌 산업수학 교육 프로그램 개발 및 운영
- GX 프로그램을 통해 국제 공동연구를 주도적으로 수행하는 글로벌 인재 양성
2. 연구
- C3E2 전략을 통한 글로벌 연구리더 그룹 양성
- 대칭성이 많은 공간에 대한 학제 연구
- 의학/토목 데이터기반 통계 연구
- 글로벌 네트워크를 통한 연구 경쟁력 확보
3. 산학협력
- 아주 산업수학・통계센터(ACMSI) 및 산학협력위원회를 통한 체계적 추진
- 규슈대 산업수학연구소 등과의 협력을 통한 산업수학 국제화
- 지역사회를 연결하는 산학협력 생태계 조성
- 산업수학 프로젝트의 위상적데이터분석(TDA) 연구</td></tr>
<tr><td>교육역량 영역</td><td colspan="3">아주대학교 수학과는 기초수학 및 산업수학 교육을 위한 체계적인 교육과정을 구성하고, 실제 산업체와의 연계된 프로젝트형 수업을 운영하여 학생들이 실무 경험을 쌓을 수 있도록 노력해 왔다. 산업수학 트랙 프로그램을 통해 석사 학위를 취득한 학생들이 실제 취업에도 성공한 실적을 보유하고 있다.
본 교육연구팀은 이러한 경험을 바탕으로 더욱 정교하고 다양한 맞춤형 전공 교과과정을 구성하여 학생들의 기초 수학 능력을 향상시키며, 산업수학 분야에 기여할 수 있는 글로벌 인재를 양성하는 것을 목표로 하고 있다.

- 산업수학 트랙 교과운영 확대 및 데이터 사이언스학과 신설 : 전문석사학위 트랙(PMDT)에 준하는 프로그램 운영, 산업체 연계 교과목 운영 및 산학협력 프로젝트 수행
- 3A+1I 프로그램 : 석사재학 4학기 중 3학기는 아주대(Ajou)에서 수행하고 나머지 1학기는 규슈대학교 산업수학연구소(IMI) 및 산업체(Industry) 등의 외부 기관에서 수행할 수 있는 제도 운영
- GX(Global Exchange) 프로그램 : 박사과정 재학 중 국외 기관 방문 연구를 지원하</td></tr>
</table>

	고 필수화하는 제도 운영 - 위상적데이터분석(TDA) 기반의 교육 과정 강화 - 장학제도 신설 및 여러 특전을 통한 우수 인재 유치 - 박사과정 졸업요건 강화 : 박사과정 학생은 JCR상위 50% 이내 수준의 논문을 작성할 수 있게 교육 - 외부 연구비 매칭을 통한 우수 신진연구인력 확보
연구역량 영역	본 교육연구팀은 대내외적으로 인정받는 수학자 8인으로 구성되어 있다. 최근 5년간 140편의 논문실적을 내고 다수의 국가연구 및 기업체 프로젝트 수주를 하는 등 순수수학 및 산업수학에서 뛰어난 실적을 거두고 있다. 본 교육연구팀은 본 BK21 사업에서 혁신적 연구역량 강화를 통해 순수 및 응용수학, 통계 분야 글로벌 연구리더 그룹으로 성장하는 것을 목표로 한다. 1. 기초 수학 및 통계 분야 협력 연구 - C3E2 전략 : 소통(C)과 협력(C)을 기반으로 경쟁력(C)을 갖춘 전문화(E)된 연구와 이를 지원하는 환경(E) 구축 - 대칭성이 많은 공간에 대한 위상, 대수, 조합, 수치해석, 통계 분야의 학제적 연구 - 의학/토목 데이터 기반 통계 연구 2. 산업수학 연구 - 위상, 조합, 수치해석, 통계 기반의 도시공학, 자율자동차, 금융공학, 의료 분야의 산업수학 연구 - 아주 산업수학・통계센터 및 산학협력위원회를 중심으로 하는 맞춤형 산학협력 - 지속적 R&D 프로젝트를 통한 산학협력 생태계 조성 : 교육연구팀(ACMSI) + 아주대학교(아주중계연구센터) + 경기 남부 지역(광교, 판교 특구지역의 중견・중소기업) 3. 연구의 국제화 - 규슈대 산업수학연구소(IMI)와의 정기적 워크숍 및 학생 교류 (3A+1I) - 아주대와 협력하고 있는 외국 대학과의 협력 체계 구축 : 데이터과학 및 인공지능 분야 공동 학회 개최 - 대칭성 기반 연구와 관련된 대형 국제 학회 개최 : 토릭위상수학, 다면체이론 등
기대 효과	미래 사회에 야기되는 여러 문제를 데이터 기반으로 하여 해결하려는 사회적 요구가 급증하고 있다. 이에 따라 기계학습, AI 분야에서의 기술의 한계를 순수 수학적인 방법으로 극복하는 것이 요구된다. 특히 위상적데이터분석(TDA) 등 위상수학, 기하, 조합론, 수치해석, 통계를 주요 도구로 활용하는 사례가 주목받고 있다. 본 교육연구팀은 연구역량을 지속적으로 전문화시켜 나가 순수 및 응용수학, 통계 분야의 글로벌 연구리더 그룹으로 성장하는 것과 동시에, 데이터를 기반으로 하는 다양한 학문 분야를 이해하고 융합적인 사고를 하는 인력 양성에 기여하고자 한다. 1. 교육분야 - 순수수학과 산업수학의 균형잡힌 국내 교육모델을 제시하고 이를 통해 수학 전공 우수 인재가 사회의 다양한 문제 해결에 기여 - 산업수학트랙, 통계트랙을 통해 배출된 인재가 다시 학교 교육 및 프로젝트에 참여하는 선순환 구조 확립 2. 연구분야 - 순수 및 응용수학, 통계 분야의 국제적으로 우수한 연구 결과 도출 - 대칭성에 관계된 국내외 다양한 분야의 전문가와 학제 연구를 통한 관련 분야의 선도적 위치 확립

<목 차>

Ⅰ. 교육연구팀의 구성, 비전 및 목표 ····· 1
1. 교육연구팀 구성 ····· 1
1.1 교육연구팀장의 교육・연구・행정 역량 ····· 2
1.2 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진 ····· 4
1.3 교육연구팀 대학원 학과(부) 현황 ····· 5
2. 교육연구팀의 비전 및 목표 ····· 7
2.1 교육연구팀의 비전 및 목표 ····· 7

Ⅱ. 교육역량 영역 ····· 14
1. 교육과정 구성 및 운영 ····· 15
1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획 ····· 15
1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영계획 ····· 25
2. 인력양성 계획 및 지원 방안 ····· 30
2.1 최근 3년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적 ····· 30
2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획 ····· 31
2.3 대학원생 취(창)업 현황 ····· 34
3. 대학원생 연구역량 ····· 38
3.1 대학원생 연구 실적의 우수성 ····· 38
3.2 대학원생 연구 수월성 증진계획 ····· 43
4. 신진연구인력 운용 ····· 45
4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획 ····· 45
5. 참여교수의 교육역량 ····· 50
5.1 참여교수의 교육역량 대표실적 ····· 50
6. 교육의 국제화 전략 ····· 51
6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획 ····· 51

Ⅲ. 연구역량 영역 ····· 56
1. 참여교수 연구역량 ····· 57
1.1 연구비 수주 실적 ····· 57
1.2 연구업적물 ····· 57
1.3 교육연구팀의 연구역량 향상 계획 ····· 61
2. 산업・사회에 대한 기여도 ····· 66
2.1 산업・사회 문제 해결 기여 실적 ····· 66
2.2 산업・사회 문제 해결 기여 계획 ····· 72
3. 연구의 국제화 현황 ····· 77
3.1 참여교수의 국제화 현황 ····· 77

<부록> 첨부자료

4단계 BK21 사업

Ⅰ. 교육연구팀의 구성, 비전 및 목표

I. 교육연구팀 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구팀 구성

1.1 교육연구팀장의 교육・연구・행정 역량

성 명	한 글		영 문	
소 속 기 관				
원 소 속 기 관				

<표 1-1> 교육연구팀장 최근 5년간 연구실적

연번	저자	논문제목/저서제목/ book chapter/ 설계작품명	학술지명/학술대회명/ 출판사/행사명	권(호), 페이지/ISSN/ISBN (pp. ** - **)	게재·출판·행사 연도	DOI 번호 (해당 시)
1		The cohomology groups of real toric varieties associated to Weyl chambers of type C and D	Proc. Edinb. Math. Soc.	62(2019),861--874.	2019	https://doi.org/10.1017/S0013091518000086X
2		Integral cohomology groups of real toric manifolds and small covers,	Mosc. Math. J.	21 (3), 467--492	2021	https://doi.org/10.17323/1609-4514-2021-21-3-467-492
3		An algorithmic strategy for finding characteristic maps over wedged simplicial complexes,	Pacific J. Math.	No.1, pp.13 -43	2022	https://doi.org/10.2140/pjm.2022.320.13

□ 교육연구팀장의 연구・교육・행정 역량

ㅇㅇㅇ 교수는 2011년 3월부터 아주대학교 수학과에서 근무하고 있는 토릭 위상수학 및 산업수학 분야의 전문가로서 토러스 작용이 존재하는 수학적 대상의 위상 및 조합적 분류 분야에서 세계적으로 인정받는 수학자임. 또한 산학협력, 교육, 실무행정 분야에서도 뛰어난 능력을 발휘하고 있음. 특히 연구 분야의 특성을 반영하여 다양한 분야를 아우르는 융합적 연구를 다수 수행하였으며, 산업수학 분야에도 도전하여 토목, 데이터 등 여러 산업체 전문가와 협력 연구를 수행하였음

본 과제를 수행함에 있어 균형을 맞추는 중심적 역할을 수행하고, 데이터 기반의 이론과 실무를 결합한 연결형 인재 양성 및 글로벌 연구 리더 그룹으로 성장하는데 BK21 교육연구팀의 이상적인 책임자로 매우 적합함

○ 연구 업적

코호몰로지 견고성 연구, 실토릭다양체의 불변값에 대한 연구 등에서 탁월한 업적을 남김.

지금까지 38편의 논문을 TAMS, IMRN 등의 유수의 SCI급 저널에 게재하고, h-index가 15를 기록(구글 스콜라기준)하는 등 위상수학 대표 전문가임. 2019년부터 NRF 중견연구자지원사업(총연구비 8억/5년)에 선정되어 연구를 수행하고 있으며, 여러 기관에서 업적을 인정받았음

○ 산학협력 실적, 교육・학생배출 실적

최근 화두인 산업 수학에 도전하고, 위상적데이터분석(TDA)을 바탕으로 논문 집필, 특허 출원, 인력 양성 등 모범적이고 탁월한 업적을 내고 있음. 대학원생・박사후연구원을 꾸준히 지도하며, 수학교육논문 및 도서 집필 활동도 활발함

- **(기술이전 및 학생배출)** 싱크홀 탐사에 적용하기 위한 TDA를 적용 비파괴검사 AI기술 개발, 지역중소기업인 ㈜GK엔지니어링에 기술이전. 프로젝트 참여한 지도 대학원생은 해당 회사에 취직하였음
- **(산학협력 및 학생배출)** 한국전력에서 발주한 산학협력 프로젝트를 진행 중이며 해당 사업에 참여한 대학원생이 한국전력 연구소에 취직하였음
- **(대학원생・박사후연구원 배출)** 박사후연구원으로 고용했던 ㅇㅇㅇ 박사는 제주대학교 전임교원, ㅇㅇㅇ 박사는 전주대학교 전임교원으로 임용됨. 현재까지 박사후연구원 5명, 박사 1명, 석사 5명 배출하였고, 대학원 졸업생 전원이 취직하였음
- **(대학원생・박사후연구원 지도)** 현재 연구 교원 1명, 박사과정생 5명, 석사과정생 1명 지도 중
- 산업수학 저서, 위상수학 번역서(2019년 세종도서 학술분야 선정), 교과서 등 다수 저서 집필

○ 교내외 봉사 실적 (행정 역량)

학교, 학회 등 다양한 영역에서 행정 봉사를 수행하여서 다양한 행정 역량을 겸비하여 BK21 교육연구팀장으로서 충분한 역량을 갖추고 있음. 현재 아주대학교 입학처장과 국제수학올림피아드 대한민국 대표단 단장으로서 리더십을 발휘하고 있음

1.2 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진

<표 1-2> 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진 현황

연번	성명		직급	연구자 등록번호	세부 전공분야	대표연구업적물 분야	전임/ 겸무(겸임)	신임교수	외국인
	한글	영문							
1			부교수		의학통계	시계열/공간자료분석/환경통계 정형외과학	전임	X	X
2			교수		조합수학	조합수학/그래프이론/이산기하 조합수학/그래프이론/이산기하	전임	X	X
3			조교수		수치해석	수치해석/계산수학 수치해석/계산수학	전임	X	X
4			부교수		다변량통계	다변량통계 다변량통계	전임	X	X
5			조교수		수론	수론 수론	전임	0	X
6			교수		수치해석	수치해석/계산수학 수치해석/계산수학	전임	X	X
7			교수		조합수학	대수기하/가환환 조합수학/그래프이론/이산기하	전임	X	X
8			교수		위상수학	대수적위상수학 기하위상수학/미분위상수학	전임	X	X

구분	모든 분야 작성 (의·치·한의학 분야 포함)	의·치·한의학 분야만 작성 (그 외 분야 공란)
참여교수 수	8	-
전체 참여교수 중 전임 교수 비율	100%	-
전체 참여교수 중 기초 교수 비율	-	-

1.3 교육연구팀 대학원 학과(부) 현황

<표 1-3> 교육연구팀 대학원 학과(부) 참여교수 현황

(단위: 명)

기준일	대학원 학과(부)		학과(부) 소속 전체 교수 수			참여교수 수		
			전임	겸무(겸임)	계	전임	겸무(겸임)	계
접수 마감일	수학과	임상, 건축학, 인문사회계열 포함	-	-	-	-	-	-
		임상, 건축학, 인문사회계열 제외	12	3	15	8	0	8

<표 1-4> 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 현황

(단위: 명)

구 분	2020년	2021년		2022년		2023년		2024년	비고
	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	
전체 교수 수 (명)	14	14	13	11	12	11	12	미정	
전입 교수 수 (명)					1		1	미정	
전출 교수 수 (명)			1	2		1		미정	

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

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1		2021년 2학기	전출		
2		2022년 1학기	전입		
3		2022년 1학기	전출		
4		2022년 1학기	전출		
5		2022년 2학기	전입		
6		2023년 1학기	전출		
7		2023년 2학기	전입		

<표 1-6> 교육연구팀 참여교수 지도학생 현황

(단위: 명, %)

기준일	대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
			석사			박사			석·박사 통합			계		
			전체	참여	참여 비율	전체	참여	참여 비율	전체	참여	참여 비율	전체	참여	참여 비율
접수 마감일	수학과	전체	6	5	83.3	6	4	66.7	3	3	100	15	12	80
		외국인	0	-	-	0	-	-	1	1	100	1	1	100
참여교수 대 참여학생 비율						150%								

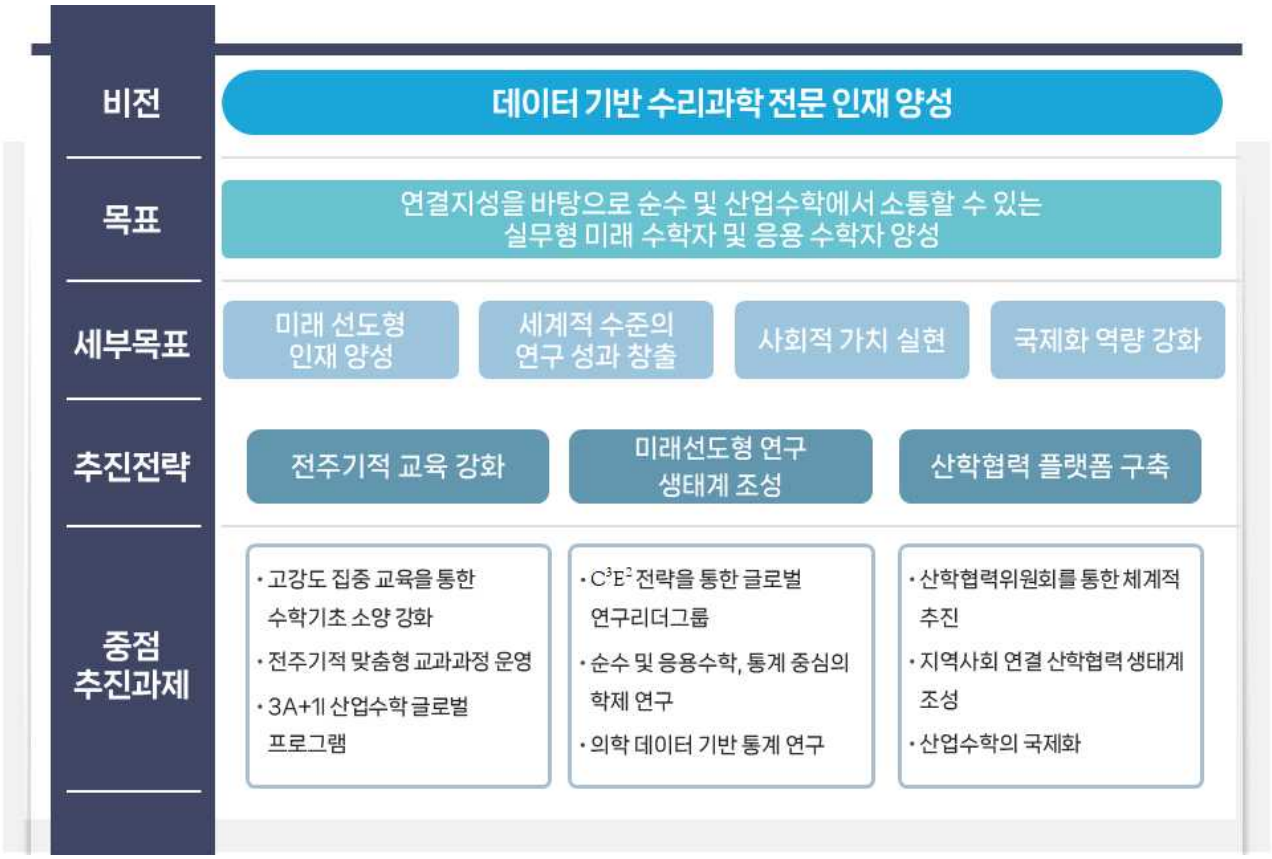
<표 1-7> 교육연구팀 참여교수 지도학생(외국인) 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1		중국	-	TOPIK(-급)		

2. 교육연구팀의 비전 및 목표

2.1 교육연구팀의 비전 및 목표

가. 교육연구팀의 비전과 목표 : “데이터 기반 수리과학 전문 인재 양성”



○ **목표 : 순수 및 응용수학, 통계 분야를 중심으로 순수수학과 산업수학을 연결한 교육・연구 특성화**

- 순수(위상, 대수) 및 응용(조합, 수치해석)수학, 통계 분야의 연구역량을 지속적으로 전문화시켜 나감과 동시에, 데이터를 기반으로 하는 다양한 학문 분야를 이해하고 융합적인 사고를 하는 인력 양성을 목표로 함
- 위상, 조합, 대수 중심의 순수수학과 데이터 기반의 산업수학・통계학을 입체적으로 연구
- 학문적・실무적으로 국가와 지역사회에 기여할 창의적인 수리과학 전문가 양성
- 순수 및 응용수학, 통계 분야의 글로벌 연구리더 그룹으로 성장

○ **구체적 실천 방향**

- 교육과 연구에 대한 열정으로 연구 방법과 연구자로서의 소양과 안목을 전수한다.
- 학생들에게 순수(위상, 대수) 및 응용(조합, 수치해석)수학, 통계와 관련 분야에 대한 균형 있는 시각을 심어준다.
- 전공에 대한 깊은 이해, 협업 능력과 의사소통 능력을 강조하는 대학원 교육과정을 운영한다.
- 지역사회와 국제적 네트워크를 활용하여 학생들의 연구 활동과 취업에 직접적인 도움을 준다.

나. 벤치마킹 분석 결과

□ 글로벌 연구중심대학 벤치마킹

○ 글로벌 연구중심대학으로 자주 인용되는 대학들 중 혁신성이 뛰어난 Arizona State University(ASU), Georgia Tech(GT), Northwestern University(NU), Stanford University(SU), University of Calinfornia, LA(UCLA), Nanyang Technological University(NTU) 등 6개 대학의 혁신 전략을 분석

○ 선별한 글로벌 연구중심대학들과 우리대학의 현황을 비교하면 다음과 같음

현황 구분	ASU	GT	NU	SU	UCLA	NTU	아주대
THE 세계대학 순위(위)	156	38	26	3	21	36	601~800
재학생 규모(명)	51,835	29,339	20,290	16,673	45,096	26,044	9,427
대학원생/학부생 비율(%)	16	47	58	54	29	22	13
등록금 대 장학금 비율(%)	2,895	3,943	4,158	4,697	4,534	3,701	1,208
5년간 연구논문 수 총합	22,432	20,716	37,712	61,458	51,874	30,202	7,239
5년간 저서수 총합*	2,116	1,012	2,199	3,583	3,832	2,049	63
국제공동연구 비율(%)	42.6	49.3	37.5	46.5	44.6	72.6	23.8
산학공동연구 비율(%)	4.5	7.1	6.1	7.8	7.6	5.9	5.7
특허피인용(논문1,000편당)	31.2	54.4	62.8	105.1	74.0	56.4	35.6

* 저서수의 경우 SCOPUS 인정 저서 수이므로 국내대학은 낮을 수밖에 없음

□ 교육연구팀 운영 혁신을 위한 시사점

○ 사회수요를 반영한 혁신적인 연구주제를 선정하여 전폭적으로 지원을 확대

- 산학협력 기반 교육과정 설계, 운영확대 및 강화

○ 우수 선도 연구집단 양성

- 대학원생들이 교육과 연구의 결과들을 실용적으로 사회에 적용할 수 있는 방안 고려
- 연구자들의 국내외 공동연구 네트워크 구축을 지원하는 제도의 필요
- 해외대학 또는 본교 해외 캠퍼스와의 연계 교육 시스템 구축

다. 교육연구팀의 현재와 미래

(1) 아주비전 5.0 : 가치창출과 혁신으로 미래를 바꾸는 아주대학교

○ **아주대학교는**

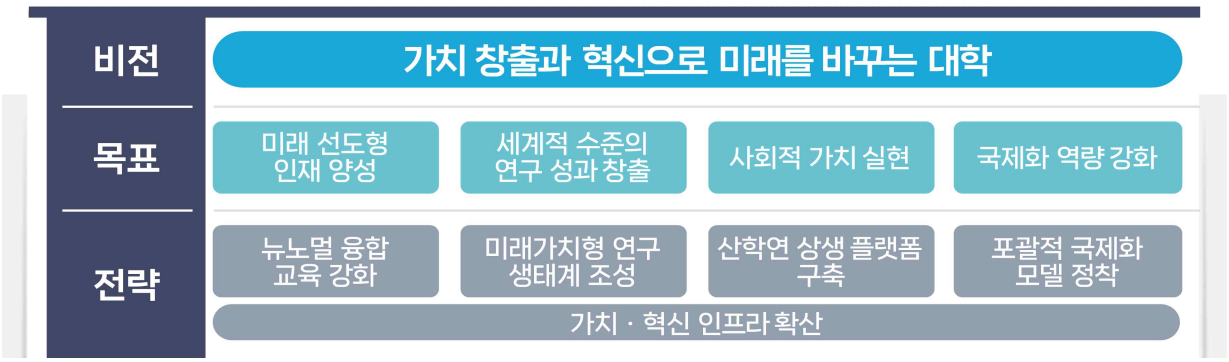
- 대학의 건학이념인 '인간존중·실사구시·세계일가'를 반영, '문화인·협동인·창조인·전문인·세계인'을 양성하는 교육 목표를 설정하고 있고, 핵심역량(감수성, 소통력, 창의성, 사고력, 개방성)을 가진 '변화와 혁신을 선도하는 다산(茶山)형 인재'로 대학 인재상 설정

> * **실사구시(實事求是)**: 사실에 토대를 두어 진리를 탐구하는 일. 고증의 정확을 존중하는 과학적·객관주의적 학문 태도를 이르는 말임.
> * **다산(茶山)형 인재**: 다산 정약용처럼 특정 지식에 국한된 전문인이 아닌 종합적 사고에 바탕을 둔 실사구시를 실천하는 융복합 창조인을 의미하며 이는 우리 대학의 실사구시 학풍을 적절히 반영함.

- 최근 '연결지성의 리더, 세계수준의 혁신 대학' 이라는 비전(아주비전 4.0)을 수립하고 연결지성과 연구허브, 산학협력 등을 강조

○ '지성과 덕성을 겸비한 국제적 수준의 고급인재 양성'이라는 설립 취지 하에 대학 이념을 '인간존중·실사구시·세계일가'로 설정

○ 급변하는 사회적 요구에 부응하기 위해 2023년 개교 50주년을 맞아 새로운 중장기 발전계획 <아주비전 5.0>을 수립하였고 아래와 같은 비전을 설정함



□ 아주대학교 대학원의 위상

○ **[대내적 위상]** 대학원장을 중심으로 한 대학원 정책 입안 및 심의에 대한 총괄적 운영 체제를 갖추고 있으며, 대학원장이 일반대학원 뿐만 아니라 전문대학원과 특수대학원 등 대학원 전체를 통괄하여 운영하므로써 대학원 위상을 강화함

○ **[대외적 위상]** 종합대학의 경우 대체로 대학원의 위상은 학부의 위상과 그 궤를 같이 하는 바, 다양한 국내외 대학평가에서 국내외 TOP 10을 오르내리고 있음(괄호 안은 국내 4년제 종합대학 순위임)

평가 \ 연도	2021	2022	2023
THE WORLD UNIVERSITY RANKINGS	601-800 (8)	601-800 (8)	601-800 (8)
QS WORLD UNIVERSITY RANKINGS	531-540 (15)	531-540 (13)	488 (12)
중앙일보	11	13	-

(2) 도전적이고 준비된 아주대학교 수학과: Challenging and Well-prepared

☑ **본 교육연구팀이 속한 아주대학교 수학과는 대학교육협의회 평가(2002)에서 학부 및 대학원 분야 최우수로 인정받는 등 국내 수학계에서 모범적인 교육 연구 집단으로 널리 인정받고 있음**
☑ **교육과정, 학생·논문지도, 학위수여 요건 등 소규모 대학원 교육 운영의 모범적 사례 도출**
☑ **순수수학 전공 교수들도 산학협력과제를 수행하며 특허·기술이전 등의 성과를 내며 산업수학에 도전하고 있음**

□ 데이터 기반의 수리과학 전문 인재 양성을 위한 준비

○ **산업수학 점화프로그램 유치(2015)**
- 국가수리과학연구소 위탁사업으로 해당 사업을 통하여 본격적인 산업수학 인재양성을 시작하였음
- 산업수학 교과과정을 도입하여 산업계와의 협동과정으로 산업수학을 직접 수행한 석사를 배출
- 사업을 수주한 지 9년차가 된 올해, 아주대학교 산업수학이 자리를 잡을 수 있는 기틀이 되었음

○ **아주 산업수학·통계센터(초기명칭: 아주산업수학센터) 설립(2015)**
- 산업수학관련 프로젝트 수행 및 교육 활동 수행
- 산업수학 분야 교류 증진을 위한 업무협약 체결(MOU)

ENEC(Emirates Nuclear Energy Corporation) (2021.4.10)

국가수리과학연구소(NIMS) (2021.12.8)

○ 산업수학 인재양성을 위한 대학원 교육과정을 정비
○ 최근 5년간 산업협력을 위한 특임교수 1명을 포함하여 산학협력 연구 가능한 전임교원 3명을 초빙
○ 산학협력 대형 과제들을 성공적으로 수행하며, 기반을 마련하고 역량을 입증함

□ 대학원 인력 양성 사업, 빅데이터 관련 대형 연구 사업 수주

○ **미래형자동차 인력양성 프로그램 사업 참여 (2019~2022)**
- 산업통상자원부의 위탁사업으로 미래형자동차 스마트모빌리티 인지 양성을 목표
- 아주대학교 기계과 책임 사업이나 수학과 교수 2명이 핵심인력으로 참여하고 있음
- 관련 트랙의 2개의 전공필수 과목인 **[응용산업수학특강]**을 수학과에서 제공하고 있음
  - **[응용산업수학특강]** 통계 및 기계학습, TDA에 대한 기초과목. 스마트모빌리티 분야에서 적용할 수 있는 AI의 기초와 TDA로의 확장 가능성에 대한 필수과목 제공

○ 그 외 산학협력 대형 연구 사업 수주 실적
- 중소기업벤처부 "딥러닝을 통한 지하매설물 예측기술 연구" (2018-2019)
- 국토교통부, "터널 뒷채움 상태 평가 기술 및 뒷채움 상태 평가 장치 개발" (2021-2022)

□ 기초과학 연구 관련 대형 연구 사업 수주 실적

카테고리	과제명	연구 책임자	총연구비/년	연구 기간
기초연구 사업	한국인 갑상선암 환자 프로파일링 및 일반화 혼합모형에 기반한 예후 예측 모델 개발		9억/5년	2017-2022
중견연구	실토릭위상이론의 정립과 실토릭다양체의 분류		8억/3년	2019-2024
	헤센베르그 다양체의 코호몰로지에의 바일군 작용에 관한 조합적 연구		6억/5년	2020-2025
우수신진 연구	고성능 컴퓨팅 적용 가능한 고차 근사법 연구		2.8억/3년	2023-2026
기본연구	그래프의 지배문제에 대한 연구		2억/3년	2022-2025
	혼합모형 기반 다중 검정 FDR 제어		6천/3년	2019-2022

□ 교육연구팀의 장점 (A_to_F)

Academic. 각 분야의 뛰어난 학자로 구성

•OOO(토릭위상수학), OOO, OOO(조합수학), OOO, OOO(수치해석), OOO(수론)교수는 각 분야의 연구를 이끌고 있으며 권순선, 안수현(통계학)은 의학 데이터를 기반 통계분야 전문가임.

Balanced. 균형잡힌 팀 구성

•순수수학과 산업수학의 균형/ 교육과 연구의 균형/ 남성, 여성 교수의 균형/ 시니어 주니어 교수의 균형

Creative. 인정받는 창의적 연구자

•상산젊은수학자상(OOO, OOO, OOO), 청암과학펠로(OOO), 과기총(OOO), 과기여총(OOO), 교내우수논문상(OOO, OOO, OOO, OOO)등 대내외 수상, OOO 교수는 빅데이터 대형과제 수행

Data-friendly. 다수의 프로젝트 수행 경험

•의학, 금융, 스마트모빌리티, 토목 분야의 다수의 데이터를 확보하고 있으며, 이 기반으로 프로젝트 수행

Energetic. 활발한 연구수행

•다양한 분야에서 다채로운 연구가 진행되며 이는 산업과의 긴밀한 협력을 통해 더욱 넓게 발전하고 있음

Flexible. 변화에 대응하는 융통성

•산업수학의 변화의 흐름에 거스르지 않고 융통성있게 잘 헤쳐나가 여러 산학협력 및 교육성과를 내고 있음

라. 목표 및 추진방안

(1) 교육 : 데이터 기반의 수리과학 전문 연결형 인재 양성

□ 데이터 기반의 수리과학 전문 인재란?

○ 수학적 사고의 기초가 튼튼한 창의적 전문 인재
○ 타 분야를 이해하는 안목을 가지고 소통할 줄 아는 인재
○ 모델링 및 분석 능력과 안목을 갖춘 인재
○ 국제 경쟁력을 가진 협업 가능한 인재
○ 수학적 전문성과 수학 소프트웨어 활용 능력을 겸비한 실무형 인재

□ **맞춤형 교과과정 및 전문석사학위 트랙 PMDT(Professional Master's Degree Track) 운영**

○ 도메인 지식 습득, 한 학기 인턴쉽을 필수로 하는 미네소타 대학 수학과 대학원의 Master's in Mathematics with emphasis in Industrial and Applied Mathematics의 프로그램을 벤치마킹하여 아주대 수학과에 적합한 맞춤형 교과과정 개발

○ 데이터 사이언스 전공 운영

- 이론통계, 응용통계, 통계자료분석 I / II 교과목을 중심으로 하는 데이터 분석 인재 양성
- 실무형 인재 양성을 위해 아주 산업수학·통계센터 내 산학협력 프로젝트 수행

○ 대학원 혁신의 기조인 산학협력과 취업에 맞춘 전문석사학위 트랙(PMDT) 운영

- 학교 차원에서 PMDT에 대한 정책연구 수행 예정(연구비와 운영경비 지원). 수학과는 이와 별도로 자체적인 PMDT 프로그램 개발하여 수학과만의 특성을 살려 운영할 예정
- 인턴쉽, 프로젝트가 졸업 후 취·창업으로 이어지고 졸업 후 산업체 전문가로써 협업하는 선순환

□ **글로벌 산업수학 프로그램 3A+1I (3 Ajou Univ. + 1 Industry) 운영**

○ 석사과정 4학기 중 3학기는 아주대학교에서 1학기는 외부기관 (Industry or IMI)에서 수행하는 제도

○ 산업수학인턴쉽 과목, PMDT과 유기적인 운영을 통해 학생들의 글로벌 기관 방문 연구를 제도화

□ **자발적 연구 풍토 조성 및 다양한 협업이 가능한 글로벌 인재 양성을 위한 GX (Global Exchange) 프로그램 운영**

○ 박사과정 대학원생 1회 이상 국외 대학 또는 연구소에 공동연구를 위한 연구 방문을 의무화하고 지원하는 GX (Global Exchange) 프로그램 운영

○ 대학원생 및 신진연구인력 주도의 주니어 콜로퀴움, 특화된 내용의 특강 및 교과목 개설, 해외 석학 초빙을 통한 집중 강의, 현장 활용 가능한 실무지식 실습 등 자발적인 맞춤형 교육

○ 외국어 능력 배양과 국제적 학술활동을 적극 지원하여 국제적인 연구 감각을 가진 인재 양성

○ 세계적 산업수학을 선도하고 있는 규슈대 산업수학연구소(IMI)등 글로벌 네트워크를 활용한 학생 교류 프로그램 운영

(2) 연구: 세계적 우수 연구 성과를 기반으로 소통하는 글로벌 연구리더 그룹

□ 위상수학, 조합, 수치해석 등 수학 분야 학제 간 연결지성 지향의 공동연구

- 순수수학 내 세부 전공(위상수학, 해석학, 대수학, 조합론) 간 경계 없는 연결형 융합 연구 활성화
- 대칭성이 있는 수학적 대상의 위상, 해석, 대수, 조합적 관점에서의 융합 연구 수행

○ 참여교수들의 전문 영역(위상, 해석, 조합)을 중심으로 하는 우수 연구인력의 전략적 공격적 유치

○ 신진연구인력을 중심으로 하는 bottom-up 방식의 연구풍토 조성

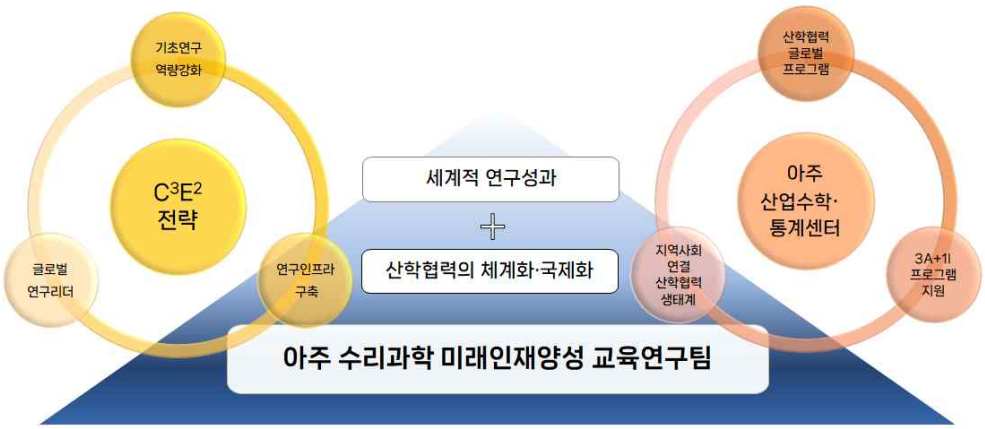
□ 의학 데이터 기반 통계적 모델링 설계 및 분석 연구

- 의학 데이터를 통합하고, 통계적 모델링 기반 질병 진단 모델 개발 및 예후 예측 모델을 개발하여 궁극적으로는 실제 의료 환경 적용을 위한 통계적 모델링 플랫폼 구축을 목표로 함
- 개인 맞춤형 질병 진단, 치료를 위한 정밀의료(precision medicine) 실현을 위한 데이터 분석 전문가 집단 구성

□ 글로벌 네트워크를 통한 연구 경쟁력 확보

○ 해외 유수 대학 및 연구기관과의 교류를 통한 국제적 수준의 연구역량 배양

○ 글로벌 네트워크 활용을 위한 지원체제, 혁신적 연구인프라 구축



(3) 산학협력 연구: 지역사회와의 연결을 통한 산학협력 생태계 조성 및 국제화

□ 산업 수학의 체계화・국제화

○ 산업협력운영위원회를 신설하여 개별적이고 산발적이던 산학협력을 일원화하여 체계적으로 운영

○ 3A+1I 프로그램과 연계한 글로벌 산업수학 글로벌 프로그램 운영

○ 규슈대학교 산업수학연구소의 Technical Consultation 프로그램을 벤치마킹하여 맞춤형 산학협력 프로세스 운영

□ 지역사회 연결을 통한 산학협력 생태계 조성

○ 아주 산학협력프로그램을 통해 MOU를 맺은 국내외 주요 기관・기업들과 도메인 데이터 기반으로 공동연구 수행 및 대학원생 인턴쉽 운영

○ 교과목 (산업수학인턴쉽)을 통해 대학원생들의 적극적인 인턴쉽 참여를 유도하고 석사과정 재학 중 1학기 이상은 외부 기관에서 교육받도록 함

□ 데이터 기반 Smart mobility, Detection of objects에 대한 위상수학적 접근 방식의 연구

○ **(스마트 모빌리티 핵심 연구)** Data-driven, Topology, Statistics, Industry, Data Science, Automatic Driving

○ 현재 수학과에서 능동적으로 참여하고 있는 자율자동차 트랙 강화・확대 운영

4단계 BK21 사업

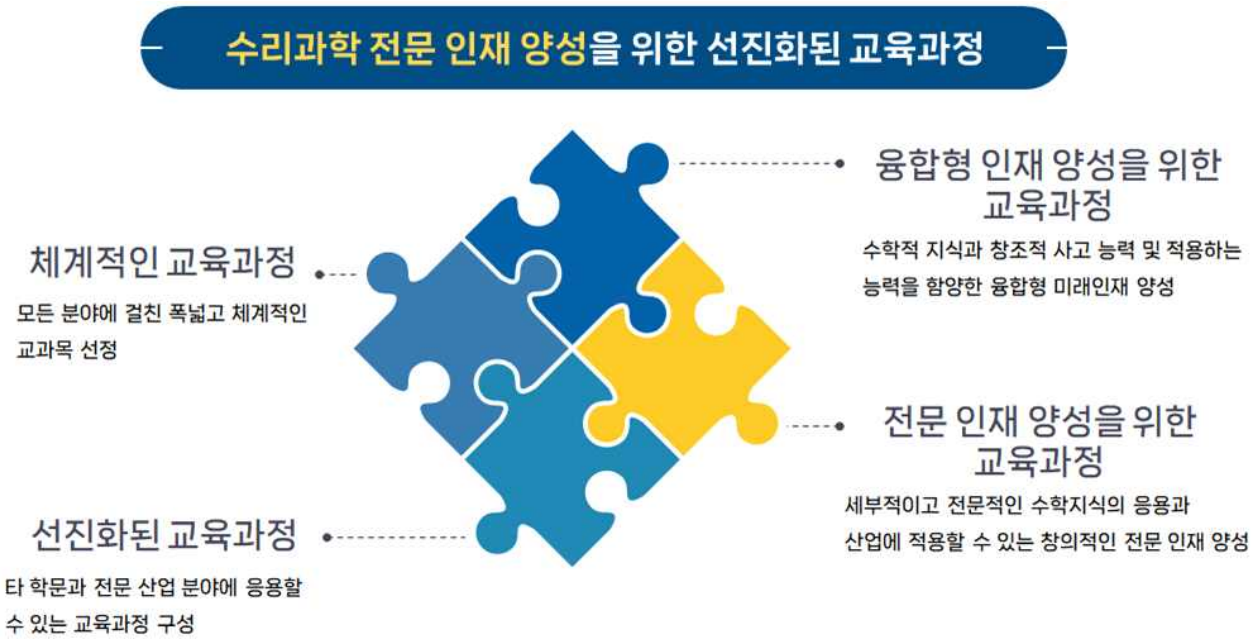
Ⅱ. 교육역량 영역

※ 교육역량 영역 부문의 항목은 기본적으로 '교육연구팀' 단위를 기준으로 작성하며, 세부 항목별로 특정 기준이 제시된 경우 이에 준하여 신청서를 작성

Ⅱ. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획



□ 교육과정 구성의 개요

○ **(체계적인 교육과정)** 해석학, 대수학, 위상·기하학, 응용수학 그리고 통계학 등의 모든 분야에 걸쳐 폭넓고 체계적인 교과목을 선정하여 교육과정 구성

○ **(선진화된 교육과정)** 과학, 공학, 산업에서 수학의 중요성이 강조되고 있는 만큼, 이들 타 학문과 전문 산업 분야에 응용할 수 있는 교육과정 구성

○ **(융합형 인재 양성을 위한 교육과정)** 수학적 지식과 창조적 사고 능력 및 이를 적용하는 능력을 함양한 융합형 미래인재 양성

○ **(전문 인재 양성을 위한 교육과정)** 세부적이고 전문적인 수학지식을 응용할 수 있는 수학자 또는 이를 산업에 적용할 수 있는 창의적인 산업 분야 전문가 양성

가. 수학과 교육과정 운영 구성과 개선 계획

(1) 수학과 대학원 교육과정 현황

□ 기초 역량을 강조한 교육과정 운영 현황

☑ 해석학, 대수학, 위상·기하학, 응용수학, 통계학 등 필수 기초 교과목을 집중적으로 교육 ☑ 시대 상황과 기술변화에 능동적으로 대처할 수 있도록 '특론' 또는 '세미나' 형식의 전문 Curriculum을 매 학기 개설 ☑ 현재 활발히 연구되고 있는 분야 소개와 더불어 연구에 직접적인 도움이 될 수 있는 내용을 제공

○ 대학원 전공과목 운영 현황

- 본교 수학과 대학원에서 제공하는 과목들은 대학원 입학 후 1년간 석사과정 학생이 알아야 할 '기초과목'과 이후 수강하는 '심화과목'으로 구성되어 있음

- 최근 학과 내 신임 교수 임용과 정년 퇴임으로 인한 학과 구성원의 연구 분야의 변화에 따른 교육과정(교과목) 개편을 진행
- 등록 대학원생 수가 점차 안정화됨에 따라 기초 과목은 1-2년에 한 번 이상, 심화 과목들은 3-4년에 한 번 이상 개설하여 대학원생들이 다양한 분야의 과목을 접할 수 있게 함
- 기초/심화 과목과 함께 매 학기 산업수학 및 통계 과목을 개설하여 운영함

○ 학부생과 대학원생의 유연한 교과목 수강

- 학부 4학년 학생을 대상으로 대학원 기초과목의 수강을 권유하여 학문적 관심 유발
- 학부 4학년 학생은 대학원 과목을 수강할 수 있으며, 학사과정 졸업학점을 초과하는 경우 최대 6학점까지 석사 과목 학점으로 인정
- 재학 중 석사과정/박사과정은 각 6학점, 통합과정은 12학점 이내의 학부 과목 수강 가능

□ 대학원 과정의 이원화 : 순수수학 / 산업수학 투 트랙

☑ 석사과정에서 산업수학 트랙을 신설하여 순수수학 및 산업수학 과정별로 서로 다른 이수요건 및 졸업요건을 적용(2016년 신설)

○ **(순수수학 트랙)** 일반적인 대학원 과정과 같이 교과목 이수, 종합시험, 영어 성적 제출, 졸업 논문 제출로 학위가 수여되며, 석사 24학점 (연구학점 포함 30학점), 박사 30학점(연구학점 포함 45학점), 석박통합 48학점(연구학점 포함 66학점)을 이수

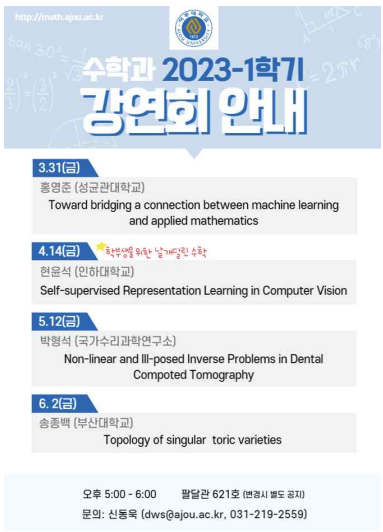
○ **(산업 수학 트랙)** 석사과정만 운영. 시대적 흐름에 맞게 수학적 기초역량을 바탕으로 데이터 관련 지식 및 산업체에서 필요한 도메인 지식을 습득하고 최소 한 학기 이상 산업체와 실제 협업하여 관련 연구를 수행하는 것을 졸업요건으로 함. 석사 36학점 중 산업계 인턴 3-6학점 및 산업수학 프로젝트 3학점 이수가 필수

○ 산업 수학 관련 교과목 개설 및 확대 운영
- 수학의 역할을 학계를 넘어서 산업계로 확장하고, 산업계와의 협동과정으로 산업수학을 직접 체득한 수리과학 분야 석사를 배출하기 위해 산업수학 관련 교과목 개설
- 산업수학 특론, 산업수학 팀 프로젝트, 산업수학 인턴쉽 등의 실제 문제 해결을 위한 교과목 운영
- 융합미래형자동차 인력양성 프로그램 관련 트랙에서 응용산업수학특강을 전공 필수과목으로 개설

□ 연구중심대학 지향 ‘특론’ 또는 ‘세미나’ 형식의 교육과정 운영

☑ 교내외 진행 연구 및 실적을 공유하며 협력 체계 구축하여 융합연구의 확대를 추구함

○ **콜로퀴움, 산업수학세미나 및 대학원생 세미나 운영**
- 매 학기 콜로퀴움과 산업수학세미나를 운영하여 대학원생들에게 최신 연구동향을 제공
- 콜로퀴움은 각 분야 국내외 전문가를 초청하여 매 학기 6-7회 개최
- 산업수학세미나에서는 금융수학, 산업수학 등 수학과 연관된 산업계에 종사하는 전문가를 초청하여 매 학기 3-4회 개최
- 대학원생 세미나는 대학원생들이 주체가 되어 운영하며, 각 대학원생이 본인이 연구하는 연구 주제를 서로 다른 분야의 학생들과 교류함으로써 연구 범위 확장 및 발표 능력 향상을 목표로 함



- 2023-2학기 대학원생 세미나 운영 계획

날짜	발표자	주제
23.09.14		Introduction to persistent homology
23.10.05		The cohomology rings of real permutohedral varieties
23.10.12		Odd coloring and strong odd coloring
23.11.02		Shifting perspectives: from Epilepsy to cerebroelectric disorder
23.11.16		Data visualization using tableau
23.12.07		Introduction to dimensionality reduction and clustering

□ 현 교육과정 운영의 장/단점

○ 장점

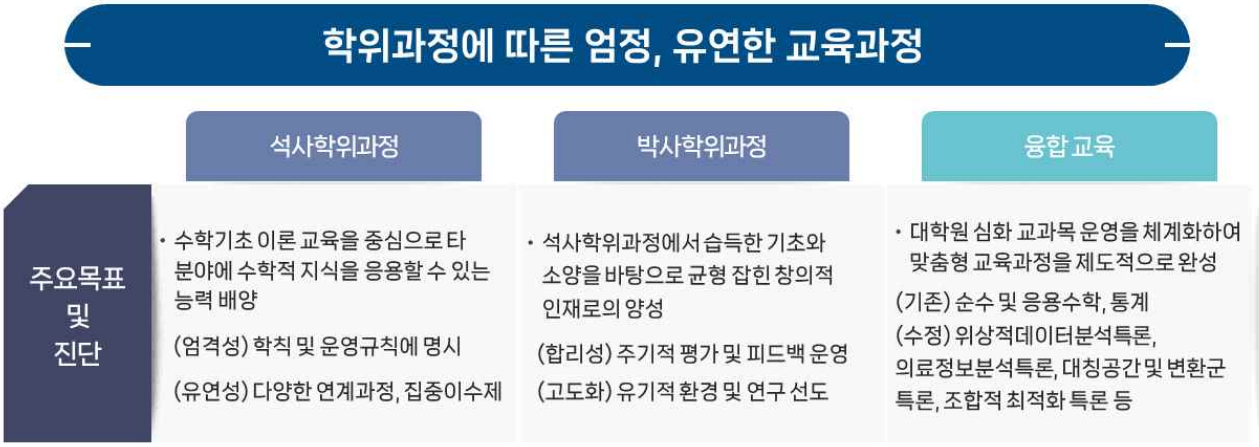
- 장기적인 관점에서 분야에 편중되지 않게 과목을 개설하고, 교과과정표에 있는 모든 과목을 주기적으로 개설하여 **대학원생들이 다양한 분야의 과목을 접할 수 있게 함**
- 산업수학을 수행하고 있는 교수진이 **매 학기 다양한 산업수학 관련 과목을 개설**
- 융합 미래형자동차 인력양성 프로그램 관련 트랙의 2개의 전공필수 과목 중 하나(응용산업수학특강)를 수학과에서 제공하는 등 외연을 넓히고 있음
- 가장 최근에 임용된 두 명의 신임교수가 통계학 전공으로, 통계학 과목 강화가 이루어지고 있음
- 매 학기 특강 및 세미나 과목을 개설하여 현재 활발히 연구되고 있는 분야 소개 및 학생들의 연구에 직접적인 도움이 될 수 있는 내용을 제공
- 매 학기 학계 및 산업계의 저명인사를 초청하여 콜로퀴움 및 산업수학세미나를 개최하여 학생들에게 강한 동기 부여

○ 단점

- 등록 대학원생이 20명 이하이면 학기당 5과목까지만 개설이 가능한 현 대학 규정 상 한 학기에 다양한 분야의 과목 개설 및 꾸준한 기초/심화과목 개설에 제약 사항이 많음. 단, 4단계 BK21 사업에 선정될 경우 지원 기간 동안 학기당 개설 과목 상한을 늘리는 것을 대학이 긍정적으로 검토하고 있음

(2) 수학과 대학원 교육과정 개선 계획

□ 학위과정에 따른 교육체계 강화



○ **(석사학위과정)** 수학기초 이론의 교육이 중심을 이루며 타 분야에 수학적 지식을 응용할 수 있는 능력을 키우고자 함

- 위상수학, 해석학, 대수학, 기하학 등 필수 기초 교과목을 집중적으로 교육함
- 수학 소프트웨어를 비롯한 기본적인 프로그래밍 소양 및 데이터 분석 능력 배양
- 순수수학의 주제를 연구하는 학생들에게는 수학의 탄탄한 기본기와 문제해결능력 강조
- 데이터 기반의 주제를 연구하는 학생들에게는 주어진 문제에 대한 올바른 수학적 모델링 방법의 교육 강조
- 석사과정 운영 개요

<table>
<tr><th>과정</th><th>학기</th><th>순수수학</th><th>산업수학</th></tr>
<tr><td rowspan="3">석사</td><td rowspan="2">1학기
2학기</td><td>기초수학 이수</td><td rowspan="2">3A 코스 중 2학기</td></tr>
<tr><td>종합시험</td></tr>
<tr><td>3학기</td><td>논문 주제 선정</td><td>1I 코스</td></tr>
<tr><td>4학기</td><td>학회 발표</td><td>3A 코스 마지막 학기
(프로젝트 보고서)</td></tr>
</table>

○ **(박사학위과정)** 석사학위과정을 통하여 습득한 기초와 소양을 바탕으로, 참여교수진의 유기적 연구 환경 속에서 위상통계 분야의 균형 잡힌 창의적 인재를 양성함을 목표로 함

- 기존의 틀에 박힌 교과 내용이 아닌 최근 세계적인 연구 그룹이 선도하고 있는 최신 연구 주제를 위주로 한 교과목을 개발하여 수학적 사고와 도구를 실제 문제를 통하여 익히도록 함

○ 융합 교육을 위한 대학원 교과목 운영 체계화 및 신설

- 위상적데이터분석특론, 의료정보분석특론, 대칭공간 및 변환군론 특론, 조합적 최적화 특론 등 대학원 교과목을 신설

□ 3A+1I 프로그램 운영 글로벌 산업수학 프로그램

○ 석사재학 4학기 중 3학기는 아주대학교(Ajou university)에서 1학기는 외부기관(Industry or IMI)에서 수행할 수 있도록 하는 제도 운영

○ 산업수학인턴쉽 과목, PMDT과 유기적인 운영을 통해 학생들의 글로벌 기관 방문 연구를 제도화

□ 신규 과목 운영을 통한 융합형 인재 양성

○ 교과목 신설을 통하여 산발적으로 이루어지던 대학원 심화 교과목 운영을 순수 및 응용수학, 통계 분야를 중심으로 체계화하여 맞춤형 교육과정을 제도적으로 완성함

- **(대칭공간 및 변환군론 특론)** 리군작용이 있는 다양체 및 위상공간 관련 기초 이론 및 심화 이론을 다룬다. 특히 변환군작용이 있는 위상공간의 위상, 조합적 성질을 다룬다.
- **(조합적 최적화 특론)** NP-complete (또는 NP-hard)인 문제들을 대상으로, 계산복잡도, NP-complete 증명기법, 알고리즘 이론 등을 다루며, 실생활의 문제에 근사해법을 적용하는 실습을 포함한다.
- **(위상적데이터분석특론)** 위상적데이터분석(TDA)에서 Alpha complex, Persistent homology와 같은 기초 개념 및 응용을 다룬다. 실제 데이터를 기반으로 수행하는 실습을 포함한다.
- **(의료정보분석특론)** 임상 의료정보와 유전체 데이터의 통합 분석을 위해 실제 데이터를 기반으로 통계학적 모델링 연구를 다룬다.

□ 산업수학 트랙 교과운영 확대

○ 전문석사학위 트랙(Professional Master’s Degree Track; PMDT)

- 본교 대학원 석사과정 혁신의 기조가 산학협력과 취업이므로 이를 만족시키는 방식으로 PMDT 프로그램이 발족됨
- PMDT 선택 학생은 졸업 논문 제출 대신 졸업요건으로 산학협력과 인턴쉽을 의무로 규정
- 수학과는 기존에 운영 중인 산업수학 트랙에서 산업체 연계 부문을 강화하여 PMDT 프로그램을 발전 운영할 예정

○ 산업체 연계 교과목 운영 확대

- 산업수학 트랙으로 대학원에 진학하는 학생들의 준비 과정의 하나로 학부에 운영되는 산업수학 관련 교육 프로그램을 연계
- 응용산업수학특강 과목의 운영 확대, 체계화
- 산업수학특론 과목 등을 통한 실제 산업체 프로젝트 수행과 연관되는 과목 확장

□ 데이터 사이언스 전공 신설

○ 2021년 2학기부터 수학과 대학원 내 “데이터 사이언스” 전공 신설 및 운영

○ 수학적 소양이 밑바탕이 되어, 다양하고 체계적인 교과목들을 개설 및 운영

○ 세부적이고 전문적인 수학지식 또는 이를 산업에 응용할 수 있는 산업 각 분야 전문가를 양성하기 위해, 기존 산업수학 트랙을 확대 운영

○ 체계적인 수학 교육과정을 받고 있는 학부생들에게 데이터 사이언스 전공 신설로 수학전공과 데이터사이언스의 연계성을 통해, 대학원 진입 장벽을 낮춤

○ 데이터 사이언스 관련된 타전공 뿐만 아니라, 인문사회학 전공과의 연구 및 산학과의 연계

□ 다양한 협업 가능한 글로벌 인력 양성을 위한 자발적 연구 풍토 조성

○ 대학원생 및 신진연구인력 주도의 대학원생 세미나, 정기 세미나, 최신 이론 습득 등 특화된 내용으로 구성된 특강 및 세미나 과목 개설, 해외 석학 초빙을 통한 집중 강의 등을 통한 자발적이고 실질적 교육

○ 프로그래밍 언어 또는 수학 소프트웨어를 이용 등 현장에서 활용할 수 있는 실무지식 습득

○ 외국어강의, 외국어발표, 시험 등을 통해 외국어 능력을 배양하고 국제 학회 발표, 국제계절학교 참가를 적극 지원하여 국제적인 연구 감각을 가진 인재 양성

○ 세계적 산업수학을 선도하고 있는 규슈대학교 산업수학연구소(IMI)를 비롯한 글로벌 네트워크에 기반한 학생 교류 프로그램

○ 박사과정 학생의 경우, 재학 중 공동연구를 목적으로 하는 국외연수를 지원하며 이를 의무화 하는 제도를 마련

□ 교육과 연구의 선순환 구조 구축

○ 프로그래밍 과목 확대 및 데이터사이언스 학과와의 전공이수 연계 강화

- 학과는 학부 과목으로 대화형프로그래밍, 수학프로그래밍 두 과목을 기초필수 및 전공필수로, 빅데이터설계 및 실습 과목을 전공선택으로 운영하고 있음
- 대학원 교과과정에서 이를 확대하여 산업수학트랙을 선택하는 학생은 물론이고, 순수수학 트랙을 선택하는 학생들도 기본적인 프로그래밍 소양 및 데이터 분석 능력을 갖도록 함

○ 단기집중교육 과목화

- 우수 연구자 방문 시에 개설되는 단기집중교육을 1-2학점 정도의 과목으로 개설하여 많은 학생들이 최신 연구동향을 접할 수 있게 함
- 박사후연구원을 유치할 때도, 대학원의 특강 및 세미나 과목에 박사후연구원의 첨단 연구주제에 대한 집중강의 혹은 단기특강 시간을 할애하여 대학원생에게 학문적으로 자극이 되게 함

○ 단기특강-강의-연구 체계 구축

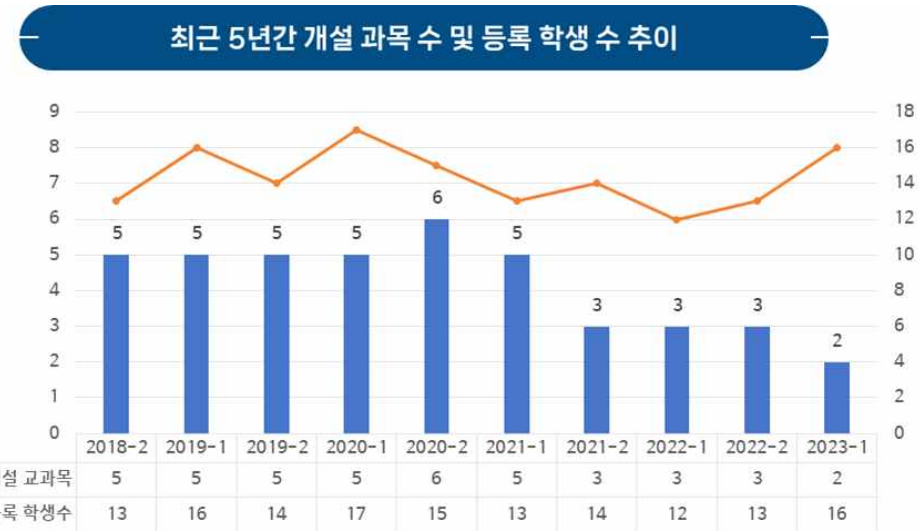
- 현재 매 학기 분야별 특강 및 세미나 과목을 개설하여 현재 활발히 연구되고 있는 분야의 소개와 함께 학생들의 연구에 직접적으로 도움이 되는 내용을 제공하고 있음
- 국내외 연구자 및 박사후연구원의 특정 주제에 대한 단기특강을 분야별 특강 및 세미나 과목과 연계하여 대학원 강의가 연구분야 확장에 직접적인 도움이 되는 체계를 구축함

○ 산업수학트랙에서 선순환 구조

- 아주 산업수학·통계센터를 통한 연구진과 산업체의 연결 및 문제 공유
- 산업수학특론, 산업수학인턴쉽 등의 과목을 통해 실제 산업체 프로젝트에 학생들이 참여
- 지역 산업체 전문가도 강의 및 교육에 참여하여 학계와 산업계의 상호 이해 증진 및 협력 추구
- 프로젝트를 수행한 학생은 해당 산업체에 취직
- 이후 산업체에서 수행되는 프로젝트를 다시 아주 산업수학·통계센터를 통해 공동으로 수행

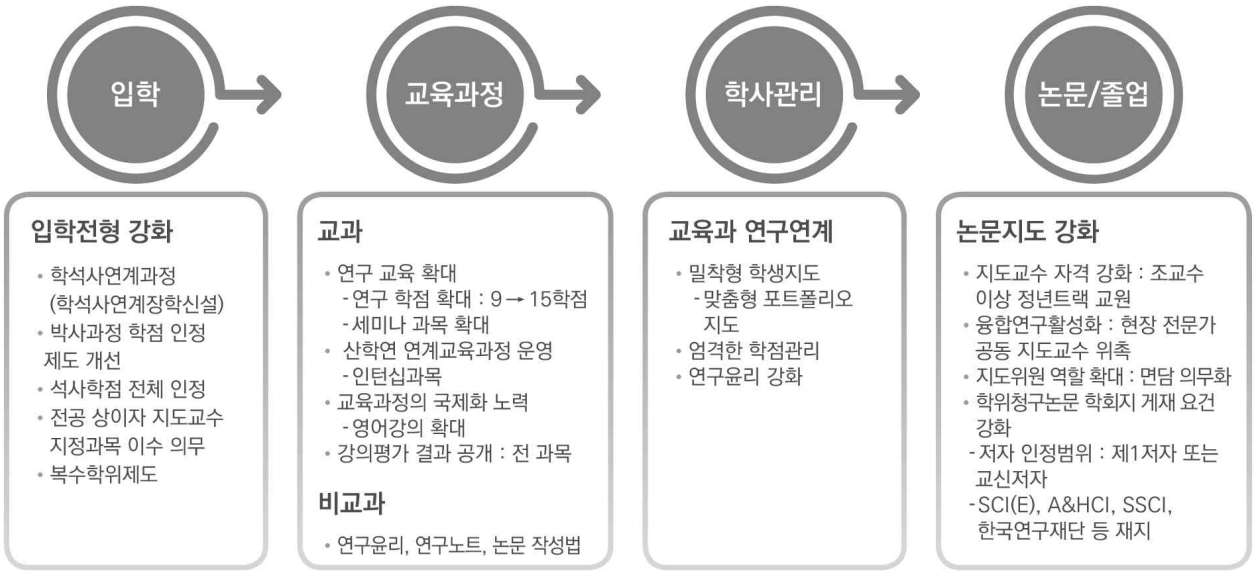
(3) 연구중심대학 수준의 체계적 학사관리 실적 및 계획

☑ 연구 의욕이 높고, 학생 지도에 열성적인 부교수급 이하 젊은 교수의 비중이 높아짐에 따라, 대학원생 수가 안정적으로 유지되고 있음. BK21 교육연구팀 사업 참여 시 수가 증가할 가능성이 높음



	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1
개설 교과목	5	5	5	5	6	5	3	3	3	2
등록 학생수	13	16	14	17	15	13	14	12	13	16

□ 입학부터 졸업까지 전주기에 걸친 제도 구비 운영



□ 대학원생 장학제도 운영 현황 및 실적

○ 전일제 대학원생 기본장학제도

구분	장학명	감면액	선발조건	인원	수혜기간
석사	석사연구장학	수업료의 40% (교수연구비 지원시 추가 60% 감면)	전일제 신입생으로 학과장 추천자	추천자 전원	최대 4학기
박사	박사연구장학	수업료의 80%			최대 6학기

- 기본장학제도를 통해 기본적인 장학금을 모든 전일제 대학원생에게 제공하고 있음

○ 추가장학제도

- 교육조교(TA)장학, 연구조교(RA)장학을 통한 추가적인 지원제도가 시행 중임

- 교육조교(TA)장학 : 일정시간 수업 및 실습을 지원하는 자
- 연구조교(RA)장학 : 산학협력단에 등록된 연구과제에 참여하여 연구 참여교수의 지원을 받는 자

- TA장학(보통 주당 15시간)을 하는 경우 학기당 약 250만원 이상의 장학금을 수령하여, 실질적으로 100%의 등록금 혜택을 수혜
- 본교의 대학원 장학제도에 더해, 지도교수들의 연구비 매칭을 통해 더욱 안정적인 대학원 생활이 가능하도록 지원하고 있음
- 본 TA 장학생을 유지하기 위해서는 매 학기 4학점 이상 수강하며, F 또는 U학점이 없어야 하고, 평점평균 3.5 이상을 유지하여야 함

○ 대학원생 재정 지원 현황
- 아주대 대학원생 장학금 지원액은 1인당 연 8,245천원 (2022 대학공시정보 기준)
- **2022 중앙일보 대학종합평가 상위 20개 대학 중 대학원생 1인당 장학금 5위(2022 대학공시정보 기준)**

□ 대학원생 장학제도 개선 계획

○ TA 복무협약 체결
- 명확한 업무와 근로시간, 지급액 등 RA 및 TA의 권리와 의무를 규정한 복무협약 체결을 의무화 하여 대학원생의 권익보호

○ **[아주 Stipend 제도 도입]**
- 대학원생에게 등록금과 생활비까지 지원하여 안정적인 학업과 연구가 가능하도록 지원
- BK21 사업단 소속 석박사통합과정 대학원생을 대상으로 시범 실시 후 전 대학원으로 확대
- Stipend 제도 도입학과에서는 소속 석박사통합과정 대학원생에게 일정액수의 생활비 지급 약정을 하고, 대학원에서 혁신지원비를 활용하여 추가 지원

□ 대학원 졸업요건

- (공통) 과목 이수 이외에 종합시험, 외국어시험(주로 영어), 학위청구논문 제출을 졸업 필수 요건으로 지정함
- (박사과정 학생) 학위논문 제출 전 SCI(E)급 국제학술지에 1편 이상 혹은 국내학술지에 2편 이상의 논문을 게재하거나 게재승인을 받아야 함
- (석박사 통합과정 학생) 학위논문 제출 전 SCI(E)급 국제학술지에 1편 이상의 논문을 게재하거나 게재승인을 받아야 함

□ 졸업요건

○ 순수수학 분야는 기존의 졸업 요건을 충족해야 함

○ 순수수학 분야의 박사과정에 한하여, 공동연구를 위한 국외기관 1회이상 방문을 의무화함

○ 데이터사이언스 전공(산업수학/통계 포함)은 졸업요건으로 아래의 석사학위논문 대체제도를 도입 및 운영 (2023년 2학기부터)

과정	트랙	졸업이수학점	졸업요건
석사과정	데이터사이언스 (산업수학/ 통계 포함)	30학점 (연구학점포함)	• 산학협력 프로젝트 수행 후 프로젝트 결과 보고서 제출 • 산학혁력프로젝트 수행에 따른 특허 출원

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

(1) 과학기술・산업・사회 문제 해결 관련 교육 프로그램 현황

□ 교육과정 구성의 개요

○ 전문적이고 세부적인 수학지식과 이를 산업에 응용할 수 있는 창의적인 수학자・전문가로 교육
- 수학의 역할을 확장하고 산업계와의 협동과정으로 산업수학을 직접 체득한 수학 석사를 배출하는 것을 목표로 함

○ 기초학문으로서의 수학은 무궁무진한 응용 가능성을 가지며, 창조적인 사고를 통한 구체적인 가치 창출에는 기초이론에 관한 깊이 있는 이해가 필수적임

○ 4차 산업혁명 시대를 맞아 수학은 그간의 기초학문으로서의 영역을 넘어, 산업수학이라는 이름으로 다양한 분야와 융합하고 있음

○ 사회가 복잡, 다양화됨에 따라 수학적 사고력, 분석력 및 융합적 사고에 의한 적응능력이 더욱 요구되고 있기에 수학적 역량을 최대화 할 수 있게 훈련받은 학생들이 나아갈 길은 점점 더 넓어지고 있고, 시대가 필요한 인재로 성장할 가능성 또한 높아지고 있음

○ 시대적 흐름에 맞게 수학적 기초역량을 바탕으로 여러 분야의 지식을 연결하여 문제의 해법을 찾는 연결형 인재를 키워 나가는 것이 우리 아주대학교 수학과 및 본 교육연구팀의 소명임

□ 대학원 교육과정의 이원화: 순수수학 / 산업수학 투트랙

○ 2016년 2학기부터 아주대학교 석사과정에서는 산업수학 트랙을 신설하여 순수수학 및 산업수학 과정별로 서로 다른 이수요건 및 졸업요건을 적용

○ 기존 투트랙을 순수수학과 데이터사이언스로 운영하여, 데이터사이언스 전공 내에 산업수학 뿐 아니라 통계학 교육과정을 포함하여 폭넓게 운영

□ 교육과정 내 산업수학 트랙・교과목 운영

○ 산업수학 트랙 이수 요건
- 3개 수학(응용)과목(9학점), 편미분방정식, 수치해석(과학계산), 조합론, 그래프이론, 위상수학, 기하학 등 2개 통계과목(6학점) 이론통계, 응용통계 등 3개 타 단과대학 과목(9학점)을 수강해야 함
- 졸업 전에 산업체 연계 프로젝트 수행이 필수

○ 산업수학 교과목 개설 및 운영
- 산업수학 교과목 개설 및 운영(2023년 2학기)
- 역량 기반 고강도 상호작용 교과목으로 운영
  - 수학을 전공하는 학생들이 산업 분야에서 수학이 어떻게 적용되는지 이해하고, 수학적 모델링과 해석 기술 및 딥러닝을 통해 실제 문제를 해결하는 방법을 학습
  - 학생들은 수학의 기본 개념과 이론을 배우면서 산업 분야에서의 응용 예제를 통해 실전적인 문제 해결 능력을 갖추는 것으로 목표로 함

○ 산업체 연계 교과목 운영 현황
- 아주대학교 대학원 자율자동차 트랙의 전공필수 과목 제공
- 응용산업수학특강 : 통계 및 기계학습, TDA에 대한 기초과목. 스마트모빌리티 분야에서 적용할 수 있는 AI의 기초와 TDA로의 확장 가능성에 대한 필수과목 제공

○ **산업수학・통계 관련 교과목 개설 현황**

개설학기	교과목(교수자)	개설학기	교과목(교수자)
2018-2학기	이론통계 ()	2019-1학기	응용산업수학세미나() / 산업수학특론1 ()
2019-2학기	산업수학특론2 () / 통계자료분석I ()	2020-1학기	응용산업수학특강 () / 응용 통계 ()
2020-2학기	통계학세미나I () / 산업수학인턴십1 ()	2021-1학기	이론 통계 ()
2021-2학기	데이터 처리 언어 ()	2022-1학기	응용산업수학특강 ()
2022-2학기	응용산업수학세미나 () / 통계자료분석I ()	2023-1학기	산업수학특론1 () / 통계자료분석I I ()
2023-2학기	통계학세미나I () / 이론 통계 () / 데이터 처리 언어 ()		

○ **학부 산업수학 프로그램의 대학원 연계**

- 대학원에 산업수학 트랙으로 진학하는 학생들의 준비 과정의 일환으로 학부에 다양한 산업수학 관련 교육 프로그램을 운영 중(산업수학프로젝트, 산업수학경진대회, 캡스톤디자인, 파란학기제 등)

□ 교육과정 내 데이터사이언스 전공 교과목 운영

○ **데이터사이언스 전공 이수 요건**

- 3개의 수 데이터 수학, 데이터처리언어, 이론통계학, 확률론I, 해석학I 으로 수학적 역량을 강화한 기초 교과목을 집중적으로 교육
- 매 학기 분야별 특강 및 세미나 과목을 개설하여 현재 활발히 연구되고 있는 분야의 소개 및 학생들의 연구에 직접적인 도움이 될 수 있는 내용을 제공

○ **데이터사이언스 전공에서의 선순환 구조**

- 아주 산업수학・통계센터를 통한 연구진과 산업체의 연결 및 문제 공유
- 산업수학특론, 산업수학인턴쉽 등의 과목을 통해 실제 산업체 프로젝트에 학생들이 참여
- 산업체 전문가도 강의 및 교육에 참여하여 학계와 산업계의 상호 이해 증진 및 협력 추구
- 프로젝트를 수행한 학생은 해당 산업체에 취직\이후 산업체에서 수행되는 프로젝트를 다시 아주 산업수학・통계센터를 통해 공동으로 수행

○ **데이터사이언스(DS) 전공 교육과정표**

DS 기초	DS 핵심
• 데이터 수학(Data Mathematics) : 학부의 선형대수, 확률론, 해석학 지식을 바탕으로 데이터사이언스에서 필요한 주제들에 대해 깊이 있게 공부 • 데이터처리언어(Computer Programming for Data Processing) : 데이터 수집, 처리 및 분석을 하기 위한 컴퓨터 활용 기술인 Python과 R 프로그래밍 언어를 학습 • 이론통계학(Theoretical Statistics) • 확률론I (Probability THeory I) • 해석학I (Analysis I)	• 응용수학I (Applied Mathematics I) • 응용통계 (Applied Statistics) • 수치해석I (Numerical Analysis I) • 통계자료분석I (Statistical Data Analysis I) • 통계자료분석II (Statistical Data Analysis II) • 수학적모델링 (Mathematical Modeling) • 그래프 이론 및 응용 (Graph Theory with Applications) • 기계학습 (Machine Learning) • 고급기계학습 (Advanced Machine Learning)

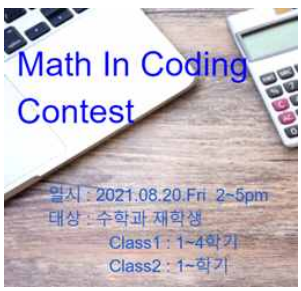
DS 심화	DS 응용
• 수치해석 세미나I (Seminar in numerical Analysis I) • 확률론 세미나I (Seminar in Probability Theory I) • 통계학 세미나I (Statistical Seminar I) • 통계학 세미나II (Statistical Seminar II) • 응용산업수학특강 (Topics in Applied and Industrial Mathematics) • 응용산업수학세미나 (Seminar in Applied and Industrial Mathematics) • 산업수학 특론I (Industrial Mathematics Survey I) • 산업수학 특론II (Industrial Mathematics Survey II)	• 산업수학 팀 프로젝트I (Industrial Mathematics Team Progect I) • 산업수학 팀 프로젝트II (Industrial Mathematics Team Progect II) • 산업수학 인턴십I (Industrial Mathematics Internship I) • 산업수학 인턴십II (Industrial Mathematics Internship II)

□ 산업·사회 문제 해결 산업수학 행사 개최

○ 산업수학 경진대회(데이터 경진대회)

- 2016년부터 매년 진행하고 있는 교육 프로그램
- 수학 전공 학생을 대상으로 수리 모델링에 대한 기본적인 내용과 이를 위한 데이터 분석 교육
- 교육 내용을 기반으로 데이터 경진대회를 운영하여 학생들 스스로 결과를 도출하고 해석하는 기회 부여
- (주제) 공공 데이터를 활용한 감염병 데이터 분석. 공공 데이터를 가지고 수리 모델링, 기계 학습, 데이터 시각화 등 다양한 방법을 이용해 감염병에 관한 새로운 통찰력이나 이해를 얻을 수 있는 결과를 도출한다.

○ MiC 코딩대회



- 수학 전공 과목과 수학적 창의력을 이용하여 주어지는 문제를 코딩하며 문제해결력 및 분석 능력 학습
- (진행방법)
  - 주어지는 문제를 코딩하여 시간 내에 제출
  - 사용하는 컴퓨터 언어 : Python, java, C, C++

○ 산업수학기반 데이터분석 프로그램

- (목적) 기본적인 데이터 분석에 대한 강연을 실습과 함께 진행하며 인공지능 적용 능력 학습
- (공동 주관) 성균관대학교 응용대수 및 최적화 연구센터, 경희대학교 수학과, 경기대학교 수학과, 한국외국어대학교 수학과
- (진행방법)
  - 문제 해결 방법(초급)에 필요한 수학기반 인공지능 및 데이터 분석 방법 강연
  - 강연과 Python 실습을 통한 기본적인 인공지능 모델에 대한 이해와 수학적인 해석 실습

○ **산업수학 인턴십 프로그램**

- **(목적)** 산업수학에 관심있는 학생들을 체계적으로 관리하고, 산학협력프로젝트 등에 참여 기회를 제공하고자 함
- ACMSI 인턴 참여 학생들의 소속감 고취 및 활발한 활동 독려를 위한 기수제 운영
- **(활동 증명서 발급)** 1년간 활동한 내역에 대한 증명서 발급(아주산업수학통계센터장 명)

□ **산업・사회문제 해결 학생참여 교육**

○ **㈜큐티티**

- A 학생은 석사과정 중 범부처연계형 기술사업화 이어달리기 사업(한국산업기술진흥원)에 참여하여 구강 관리 애플리케이션에서 이상치를 탐지하지 못하는 문제점을 해결하기 위해 개체 탐지 알고리즘을 도입하고 손실함수를 수정하여 문제를 해결하고 J.KSIAM에 논문 게재함

○ **㈜마음에이아이**

- B, C, D 학생은 석사과정 중 '도로 위험정보 서비스 데이터 구축'(기업체 일반 지원사업)에 참여하여 실시간 도로 위험정보 서비스 시스템 구축 사업 마련을 위한 데이터 수집 및 탐지 모델을 개발함
- 데이터 수집(위험물 탐지: 1,422장 / 사고탐지: 4,032장)
- 도로 위 위험물(공사현장 및 보행자) 탐지 모델 개발
- 교통 사고 탐지 모델 개발

○ **㈜HBC, ㈜하이파워**

- E, F 학생은 대학원 동안 비파괴 탐사 기법을 이용한 콘크리트 구조물 결함탐지 기술 개발 연구에 참여함.
- 실제 논문 작성 및 기술 사업화로 이어짐.

□ **산업체 기관들과의 인턴쉽 운영, 산학협력 구축**

- 아주 산학협력프로그램을 통해 ㈜국민은행, (주)신테카바이오, ㈜인실리코젠 (아주 산업수학・통계센터와 MOU 맺음 기업 리스트) 등 국내외 주요 기관 및 기업들과 도메인 데이터 기반으로 공동연구 수행 및 대학원생 인턴쉽 운영
- 교과 과목 (산업수학인턴쉽)을 통해 대학원생들의 적극적인 인턴쉽 참여를 유도하고 석사과정 재학 중 1학기 이상은 외부 기관에서 교육 받을 수 있는 제도 운영

□ **산업수학 트랙 프로그램을 통한 학생 교육・배출 실적**

○ **우수사례**

- G : ㈜지케이엔지니어링과 GPR을 이용해 도로 지반 하의 동공 탐사 프로젝트 참여. 프로젝트 참여 경험을 바탕으로 현재 ㈜지케이엔지니어링에 선임연구원으로 재직 중
- 석사과정 산업수학트랙을 신설 첫해 해당 과정 석사과정으로 입학하였음. 입학 후 데이터 처리 방법을 학습하고, ㈜지케이 엔지니어링과의 산업수학 프로젝트에 연구보조로 참여함. 이 프로젝트 수행 결과로 석사학위 논문 작성(딥러닝 기법(CNN)을 이용한 동공 예측 탐지)
- ㈜지케이엔지니어링에 입사하여 후속 프로젝트를 수행하고 있으며, 이 프로젝트 역시 지도교수인 H 교수와 공동 수행함. 산업수학 교육 선순환의 우수한 모델이라 할 수 있음

○ 그 외 실적

- ㈜HBC와 전기비저항탐사를 통한 지하매설물 조사 프로젝트 참여
- 콘크리트 구조물 뒷채움 상태 평가 과제(국토교통부 지원)에 참가. 현재 1편의 논문 SCI급 저널에 최종 심사 중. 과제 참가 경험을 바탕으로 한국전력연구소에 연구원으로 현재 재직 중
- 콘크리트 구조물 뒷채움 상태 평가 과제(국토교통부 지원)에 참가. 현재 1편의 논문 SCI급 저널에 최종 심사 중. 현재 한국전력공사 지원으로 GPR 탐사 및 전기비저항탐사 기술 개선을 위한 과제 참여 중

(2) 과학기술·산업·사회 문제 해결 관련 교육 프로그램 운영 계획

□ 산업수학 트랙 교과운영 확대

○ PMDT 프로그램을 통한 산업수학 트랙 운영의 강화

○ 산업체 연계 교과목 운영 확대

□ PMDT 프로그램

○ 전문석사학위 트랙(Professional Master's Degree Track; PMDT)

○ 대학원 석사과정 혁신의 기조가 산학협력과 취업이므로 이를 만족시키는 방식으로 PMDT 운영

○ 학교 차원에서 PMDT에 대한 정책연구 수행 예정(연구비와 운영경비 지원). 수학과는 PMDT 프로그램을 통해 현재 운영중인 석사과정 산업수학 트랙을 강화하고, 데이터 사이언스 전공 신설할 예정

□ 데이터 사이언스 전공 운영

○ 전문석사학위 트랙(Professional Master's Degree Track; PMDT)의 운영을 통하여 실무에 적합한 통계분석 전문가 양성

○ 데이터 사이언스 전공 운영

- 이론통계, 응용통계, 통계자료분석 Ⅰ / Ⅱ 교과목을 중심으로 하는 데이터 분석 인재 양성
- 실무형 인재 양성을 위해 아주 산업수학·통계센터 내 산학협력 프로젝트 수행

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

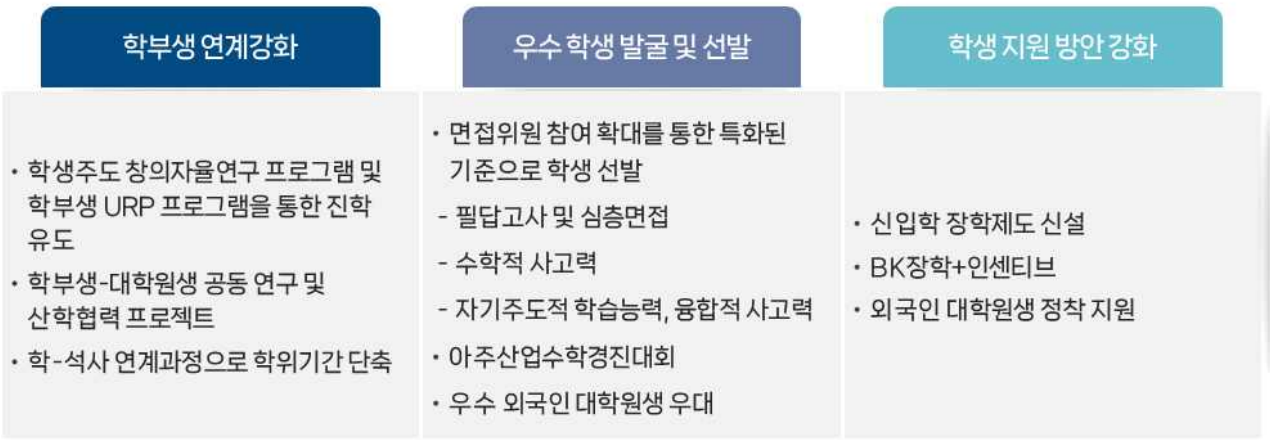
2.1 최근 3년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구팀 참여교수 지도학생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2020년 10월 1일	9	3	1	13
	2021년	6.5	4.5	1	12
	2022년	5	4	3	12
	2023년 4월 1일	8	5	3	16
	계	28.5	16.5	8	53
배출 (졸업생)	2021년	1	1		2
	2022년	3	0		3
	2023년	4	0		4
	계	8	1		9

2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획



□ 학부생 연계 강화

○ **수학과 학부생 심화 학습 유도를 통한 진학 독려**

- **(파란학기제)** 학생주도 창의자율연구 프로그램으로서 학부생 참여를 독려하여 진학 동기 부여
- **(자기주도 창의연구 프로그램)** 산업수학프로젝트 및 캡스톤 디자인 과목 수강, 산업수학경진대회 참가 등과 같은 자기주도 창의연구 프로그램을 통한 학부생 참여를 독려, 진학 유도
- **(학부생연구프로그램<URP: Undergraduate Research Program>)** 시행을 통하여 학부 재학생이 연구에 흥미를 느끼고 대학원에 진학하기를 유도
- **(대학원 과목 선이수)** 학부 4학년 재학생은 대학원 기초 과목을 수강할 수 있으며, 대학원 진학 시 최대 6학점까지 석사 이수학점으로 인정

○ **학부생 연구실 운영을 통한 대학원 진학 유도**

- 대학원 진학 예정자, 학과 교수와 URP 등의 연구를 하는 학생, 산업수학 프로젝트 수행하는 학생에게 우선 순위로 연구실을 배정

○ **학·석사연계과정 운영**

- 학·석사연계과정생이 학사과정에서 석사과정 교과목 이수시, 최대 6학점 인정
- 학·석·박사통합연계과정을 운영하며 5.5년-6년 이내 학사학위 및 박사학위 취득을 가능하게 함
- 학·석사 연계과정 활성화를 위한 제도를 구비하고, 활성화를 위하여 지원자격 요건(조기졸업)을 누계평점평균 3.3→3.0 으로 완화하여 대학원 활성화 기반 마련

○ **다양한 홍보 방법을 활용하여 학과 연구 역량 및 프로그램 교내외 홍보**

- 콜로퀴움, 산업수학세미나, 날개달린 수학(학부생 대상 콜로퀴움)을 통한 학과 홍보 진행
- 학과 홈페이지 운영, 학과 홍보자료 배포, SNS 등의 홍보 매체 적극 활용
- 산업수학경진대회, 산업수학프로젝트 발표회 등의 각종 학과 행사에 학부생 참여를 유도하여 학부생 대상 프로그램 장점 홍보 진행

□ 우수 학생 발굴 및 선발

○ 과정(트랙)별 우수 학생 선발을 위한 특화된 기준 수립

면접	학생선발기준
1단계 (서류전형 및 필답고사)	1. 서류전형 2. 필답고사 과목 • 순수수학 트랙 : 해석학, 선형대수, 현대대수, 위상수학 • 산업수학 : 해석학, 선형대수, 수리통계
2단계 (심층면접)	• 순수수학 트랙 : 수학 능력, 외국어 능력, 연구윤리 의식, 인성 등을 다양한 방법으로 평가 • 산업수학 : 심층면접을 통해 자기주도 연구 및 실무 역량을 갖춘 학생선발

- 산업수학 트랙 지원 학생 선발 시 산학협력 면접위원 참여 확대를 통한 특화된 학생선발기준을 서류전형, 필답고사 및 심층면접에 실질적으로 적용

○ 아주산업수학경진대회를 통해 수학과 및 타학과 학생의 수학과 대학원 진학 유도

- 교내외 다양한 전공(수학과 학부생 포함)의 학부생 대상 아주 산업수학 경진대회 운영
- 이틀에 걸친 기본 교육 프로그램 이수 후, 해커톤을 통해 문제 적용 및 해결을 진행하고, 시상식 수여 후 대내/외 홍보
- 머신러닝 및 딥러닝에 기반한 데이터 분석을 이해하고 실습한 후 한 문제를 두고 경진함. 최근에는 클라우드 컴퓨팅을 이용하여 첨단 IT 기술에 대한 적응도를 높이기 위한 노력.

○ 우수 외국인 학생 유치

- 본교 외국인 장학 활용하여 외국인 학생에 대한 지원 강화(한국어 능력에 따라 등록금의 100%, 80%를 차등 지급)
- 영어로 제작된 학과 홍보 동영상 공개를 통하여 교육 프로그램의 강점을 널리 알리고, 이를 통하여 학과 진학에 관심 유도
- 본교 국제협력처와 협력하여 현지 방문을 통한 해외 학과 홍보 진행
- 본교의 우즈베키스탄 분교에서 학업 성적이 우수한 학생들에 대한 학과 홍보를 진행하여 대학원 진학 유도
- 외국인 학생을 배려한 TA배정 원칙 : 외국인 학부생을 위한 Math-Clinic 배정 및 100% 영어 강의에 대한 조교에 우선적으로 배정

□ 학생 지원 방안

○ 장학제도 신설

- 첫 학기 장학지원은 입학 전 필답고사 결과를 통해 결정
- 수학과 대학원 신입생 대상 ‘BK21우수인재장학A’(가칭) 신설
- 본교 학부생 학·석사 연계 대상 ‘BK21우수인재장학B’(가칭) 신설

명칭(가칭)	설명	
BK21 우수 인재장학 A	선발 대상	• 수학과 대학원 신입생
	선발 조건	• 학부졸업성적이 3.50(4.50만점) 이상인 자 또는 출신 대학의 학과장(전공주임교수) 또는 지도교수 추천(자유양식)을 받은 자 • 학부생 연구 프로그램(URP) 또는 산업수학프로젝트 우수성과자 우대 • 아주산업수학경진대회 또는 국내외 산업수학 관련 경진대회 수상자 우대
	혜택	• 입학금(전형료) 면제 및 수업료 지원(100%) • 특별장학금 지원
BK21 우수 인재장학 B	선발 대상	• 본교 학·석사 연계과정 합격생
	선발 조건	• 본교 학사과정 누계 평점평균이 3.0이상인 4학기에서 7학기에 재학 중인 자로 학사과정 조기졸업 예정자 • 학부생 연구 프로그램(URP) 또는 산업수학프로젝트 우수성과자 우대
	혜택	• 입학금(전형료) 면제 및 수업료 지원(100%) • 특별장학금 지원

○ 우수 입학생 특전

- 해외학회에서 논문 발표 시 왕복항공료 지원 및 활동비 지원
- 국내학회에서 논문 발표 시 활동비 지원
- 해외협동연구, 해외현장교육 또는 교환학생 파견 시 비자 처리비 및 왕복 항공료 지원
- 국내인턴쉽 파견 또는 산학 프로젝트 수행 시 경비 지원

2.3 대학원생의 취(창)업 현황

① 취(창)업률 및 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2022.8/2023.2 졸업한 교육연구팀 참여교수 지도학생 취(창)업률 실적

(단위: 명, %)

구 분		졸업 및 취(창)업현황						취(창)업률 (B/A)×100
		졸업자	비취업자			취(창)업대상자	취(창)업자	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2022년 8월 졸업자	석사	1	-	-	-	1	1	100
	박사	0			-	-	-	
2023년 2월 졸업자	석사	1	1	-	-	-	-	-
	박사	0			-	-	-	
계	석사	2	1	-	-	1	1	100
	박사	0			-	-	-	-

□ 교육연구팀 참여교수 지도학생 취(창)업률 실적

○ 석사학위 졸업생 취업

- 아주대학교 수학과를 졸업한 학생들은 전공을 살려 관련 분야 연구기관 및 산업체에 취업
- 수학 전공자의 산업체 수요가 늘고, 석사과정의 산업수학트랙을 운영함에 따라 졸업생들의 취업 분야가 다양해지고 있음
- 아주대학교 수학과의 지난 10년간 졸업자 수는 총 27명으로 그 중 2명이 22년 8월, 23년 2월에 졸업 하였음. 이중 1인은 박사과정으로 진학하였고, 1인은 한국전력연구원에 연구원으로 취직하였음.
- 아주대학교 수학과 대학원은 산업수학을 수행한지 대략 8년 정도가 지났고, 그 동안 교육 성과를 바탕으로 대부분의 졸업생들이 성공적으로 취직하는 등 그 성과가 피어나고 있음.
- 예전에는 주로 IT 계열 등 전통적으로 수학 유관 계열로 취직을 많이 하였으나, 이번 ㅇㅇㅇ 학생은 산업수학 연구를 바탕으로 수학과 다소 연관성이 떨어지는 토목 분야로 취직하였음. 이는 산업수학 교육이 매우 성공적으로 이루어진 사례라고 할 수 있음. 아주대학교 수학과 대학원은 이러한 사례가 더 많아 지는 것을 목표로 하고 있음.

○ ㅇㅇㅇ (지도교수 : ㅇㅇㅇ)

- 2022년 8월에 석사학위를 받은 ㅇㅇㅇ 학생은 2022년 11월 한국전력연구원에 연구원으로 입사하였으며 주된 업무는 다음과 같음

- 지반조사 보고서와 굴착기계(Tunnel Boring Machine, TBM)의 사양 및 예상 공사 기간을 입력하여 굴진에 필요한 추력, 토크, 압입 깊이, 그리고 터널 완공을 위한 최소 동력 등을 계산할 수 있는 UI 개발
  - 이를 통해 굴진 구간별로 계단식 그래프를 출력하여 사용자의 편의성을 향상시키고, 공사에 투입될 TBM의 사양을 결정하는 참고자료 제공(쉴드TBM 기본설계 프로그램, 지식재산권 등록)
- 안정성 평가에서 측정되는 토목공학적 수치 데이터 매칭 과정의 자동화(파이썬) 구현
  - 정확한 철탑의 안정성 평가를 위해 각 철탑의 측정값(excel 형식)들과 이에 해당하는 토목공학적 수치 데이터(pdf 형식)를 현장별로 매칭시키는 수작업 과정을 효율적으로 처리할 필요
  - 이러한 과정을 파이썬으로 구현함으로써, 기존의 수작업으로 인한 오기입 등의 문제를 방지하고, 추후에 업데이트되는 철탑 데이터에 대해서도 자동으로 엑셀화하여 안정성 평가를 올바르게 진단 가능
- 굴진 데이터에 AI 알고리즘을 활용한 효율적인 솔루션 개발
  - 터널 공사에서 작업 효율, 안전성 및 경제성을 확보하기 위해 TBM 디스크 커터의 마모 상태를 예측하고 적절한 시기에 교체하는 것이 중요
  - 또한, 디스크 커터 교체를 위해 TBM 챔버에 진입하는 일은 많은 위험성이 동반하므로 디스크 커터 마모량 및 교체 현황과 같은 굴진 데이터에 AI 알고리즘을 활용한 효율적인 솔루션을 개발

[산업수학 프로젝트 참여를 통한 문제해결 역량 향상]

- 대학원 시절 국토교통부에서 발주한 '국토교통기술사업화지원사업'에서 (주)HBC와 공동으로 진행한 '터널 뒷채움 상태평가 기술 및 포터블 장치 개발' 과제에 2021년부터 23년까지 참여연구원으로 연

구를 수행하였음

- 과제의 주요 목표는 터널의 숏크리트가 암벽과 잘 접착되었는지 판단하는 비파괴탐사 기술 중 하나인 임팩트에코(Impact Echo) 방법을 개선하는 것임
- 기존에는 충격 후 생긴 충격파가 반사되어 오는 신호를 분석할 때, 노이즈를 사람이 제거하면서 가장 적절한 신호를 찾는 방법으로 진행되었으나 본 연구에서는 해당 신호를 AI를 이용하여 바로 분석할 수 있는지를 알아내는 연구를 수행하였음
- 본 연구에서는 AI의 퍼포먼스를 향상시키기 위하여 Wavelet 기법을 활용하여 1차원 음파데이터를 2차원 이미지로 변환하고, 이를 CNN을 통해 분류하는 방법을 사용하였고, 이는 기존의 성능을 대폭 향상시킨 것이었음
- 이에 과제는 성공 판정을 받았고, 현재 그 결과는 논문으로 작성되어 토목분야 주요 SCI 저널 중 하나인 Geomechanics and Endgineering A 저널에 투고 중임 (minor revision). ○○○ 학생은 본 논문에서 제1저자로 참여함

[산업수학 프로젝트 경험을 통한 연구기관 취업]

- 이러한 성과를 바탕으로 ○○○ 학생은 2022년 한국전력연구소에 연구원으로 입사함.
- 해당 포지션은 애초 토목, 전기 분야 학과 출신자만 지원할 수 있는 자리로, 기존 한국전력연구소에서는 수학과 출신이 연구원으로 취직을 할 수 없는 상황이었음

채용분야별 관련학과 및 기술자격

채용분야	관련학과	기술자격 종목
토목 · 건축	토목공학, 토목환경공학, 해양토목공학, 농업토목공학 및 관련학과 건축공학, 건축학, 건축설계학, 지구과학 및 관련학과	건설재료시험, 측량 및 조형공간정보, 토목, 건축설계, 건축설비, 건축시공, 건축품질시험 등

(실제 채용공고) 관련학과를 명시하고 있음

- 하지만 ○○○ 학생의 토목분야의 성과 등을 바탕으로 수학과도 관련학과로 인정되어 최종적으로 한국전력연구소에 성공적으로 취직함으로써 산업수학의 아주 모범적인 사례를 만들어 냄. 향후 토목 분야에서 산업수학의 영향력이 더 커지는데 큰 공헌을 할 것으로 기대함
- 이런 모델은 산업수학이 추구해야 하는 방향으로, 수학 및 관련 학과 졸업생들의 산업계 기여를 전반적으로 높일 수 있는 기회가 될 것으로 생각함

② 졸업자의 대표적 취(창)업 사례 (최근 10년)

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

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>성명</th><th>졸업연월</th><th>수여 학위
(박사/석사)</th><th>학위취득 시
학과(부)명</th><th>재학 시
BK21사업 참여
여부 (Y/N)</th><th>최종학위
(박사/석사) 및
수여 대학/학과</th><th>직장 및 직위</th></tr>
<tr><td colspan="7">대표 취(창)업 사례의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>ㅇㅇㅇ</td><td>2018.8</td><td>석사</td><td>수학과</td><td>N</td><td>동일</td><td>XX(대표)</td></tr>
<tr><td colspan="7">2019년 XXX엑스에 취업하여 데이터 사이언티스트로서 반도체 회사인 XX주식회사에서 스마트 팩토리의 인터락 통합 업무를 맡았다. 여기서 능력을 인정받아, 2023년 개인 창업하여 XX주식회사와 연간 1억6천만원 규모의 계약을 하고, XX주식회사 AI팀 팀장을 맡았다. 설비 자동화 시스템 구축, 데이터 분석, AI 모델 개발 및 성능 개선, 운영 및 배포 등 전반적인 영역을 담당하고 있다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>ㅇㅇㅇ</td><td>2019.8</td><td>석사</td><td>수학과</td><td>N</td><td>아주대학교 수학과</td><td>XX대학교병원
의생명연구원
(연구원)</td></tr>
<tr><td colspan="7">XX대병원 의생명연구원 의학연구협력센터에서 2019년부터 임상데이터분석가로 일하고 있다. 의학연구 프로토콜 개발, 통계분석 및 연구자료의 체계적인 관리 지원과 임상의학과 기초의학간의 교류를 통한 연구의 시너지 효과 창출을 위한 역할을 하고 있다. 수학과의 통계 관련 교과가 보통의 통계학과에 비해 적게 개설된 상황에서, 임상분야 실무형 분석가가 배출되었다는 것은 본 교육연구팀에서 지향하는 목표 인재상과 부합한다고 할 수 있다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>ㅇㅇㅇ</td><td>2022.8</td><td>석사</td><td>수학과</td><td>N</td><td>동일</td><td>XXXX연구원
(위촉연구원)</td></tr>
<tr><td colspan="7">2022년 XXXX연구소에 위촉연구원으로 입사하여 계산 UI 개발, 데이터 자동화, AI 알고리즘 솔루션 등 토목분야의 통계처리, 연구자료 곤리를 지원하고 있다. 전공과 채용분야가 일치하지 않으나 산업수학 연구 참여 경험과 연구 성과를 바탕으로 취업하여 산업수학 트랙의 성공적인 사례라고 할 수 있다.</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">최근 10년간 졸업생 수</td><td>석사</td><td>23</td><td rowspan="2">최대 제출 건수</td><td colspan="2" rowspan="2">3</td></tr>
<tr><td>박사</td><td>4</td></tr>
</table>

3. 대학원생 연구역량

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

① 대학원생(졸업생) 대표연구업적물의 우수성

<표 2-4> 교육연구팀 참여교수 지도학생(졸업생) 대표연구업적물

<table>
<tr><th>연번</th><th>최종 학위 (박사/ 석사)</th><th>졸업생 성명</th><th>세부 전공 분야</th><th>입학 연월</th><th>졸업 연월</th><th>실적구분</th><th>대표연구업적물 상세내용</th></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td rowspan="8">박사</td><td rowspan="8">ㅇㅇㅇ</td><td rowspan="8">topology</td><td rowspan="8">2016.3</td><td rowspan="8">2021.8</td><td rowspan="8">학술지 논문</td><td></td></tr>
<tr><td>On the topology of real Lagrangians in toric symplectic manifolds</td></tr>
<tr><td>Israel J. Math</td></tr>
<tr><td>253(2023), no.1, 113-156.</td></tr>
<tr><td>0021-2172</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td>2023</td></tr>
<tr><td>10.1007/s11856-022-2358-7</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">최근 3년간 졸업생 수</td><td>석사</td><td colspan="2">8</td><td rowspan="2">최대 제출 건수</td><td rowspan="2">1</td></tr>
<tr><td>박사</td><td colspan="2">1</td></tr>
</table>

□ 대표연구업적물의 우수성

○ ㅇㅇㅇ (지도교수 : ㅇㅇㅇ)

- 2021년 8월 아주대학교에서 석사학위를 받은 ㅇㅇㅇ 학생은 Israel J. Math 저널에 논문 'On the topology of real Lagrangians in toric symplectic manifolds' 를 게재하였음
- 현재 ㅇㅇㅇ 학생은 XX대학교에서 박사후 연구원(Post Doc)으로 재직 중

[연구 내용 요약]

- ㅇㅇㅇ 학생은 대학원 박사시절 사교기하학(Symplectic geometry)의 문제 중 실(real) 측면에서의 문제를 연구하였음

- 첫 번째 문제는 토릭 심플렉틱 다양체 (toric symplectic manifold) 안의 실수 라그랑지안 부분다양체 (real Lagrangian submanifolds)의 토폴로지에 대한 것으로 실수 라그랑지안은 토릭 심플렉틱 다양체의 모멘트 다면체 (moment polytope)에 대한 대칭에서 나오는 이러한 실수 라그랑지안에 대한 'Delzant 구조'의 real 버전을 설립
- 이를 통해 그들의 구조가 다면체의 조합적 데이터에 의해 결정된다는 것을 보였음. 이 결과를 활용하여 토릭 심플렉틱 del Pezzo 표면에서 나타날 수 있는 모든 형태의 연결된 실라그랑지안을 완전히 분류하였음

- 두 번째 문제는 모노톤 Q := S2 × S2에 대한 심플렉틱 매핑 클래스 그룹 (symplectic mapping class group)의 실(real) 버전에 대한 것으로 주어진 조건 하에서 어떤 두 개의 반-심플렉틱 대칭 (antisymplectic involutions)도 Hamiltonian isotopic 즉, Hamiltonian 동위상에 있음을 보였음

[연구 결과의 의의]

- 일반적으로 실대수다양체는 그 중요성에 비해 대수다양체에 비해서 비중있게 다루어지지 않는데, 그 이유는 실대수다양체가 위상적으로나 기하적으로 매우 어렵다는 것이 그 이유임. 따라서 업적을 내기가 쉽지 않음에도 ㅇㅇㅇ 학생은 이 분야에서 의미있는 진전을 이루었다 할 수 있음

- 이 결과는 수학계 주요 저널인 Israel 저널과 Bull. Lond. Math. Soc.에 각각 출판되었음
- IF는 1.0, 피인용수는 5로 근래에 출판된 논문임에도 불구하고 좋은 수치를 보이고 있다.(Google Scholar 기준)

② 대학원생(졸업생) 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-5> 교육연구팀 참여교수 지도학생(졸업생) 학술대회 발표실적

<table>
<tr><th>연번</th><th>최종학위
(박사/
석사)</th><th>졸업생
성명</th><th>입학
연월</th><th>졸업
연월</th><th>발표 형식
(구두,
포스터)</th><th>학술대회 발표실적 상세내용</th></tr>
<tr><td rowspan="5">1</td><td rowspan="5">석사</td><td rowspan="5">ㅇㅇㅇ</td><td rowspan="5">2021.9</td><td rowspan="5">2023.8</td><td rowspan="5">포스터</td><td></td></tr>
<tr><td>Obstacle Detection on Road based on Deep Learning</td></tr>
<tr><td>2023년 한국산업응용수학회 봄학술대회</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td>2023년, 평창, 한국</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">최근 3년간 졸업생 수</td><td>석사</td><td colspan="2">8</td><td rowspan="2">최대 제출 건수</td><td rowspan="2">1</td></tr>
<tr><td>박사</td><td colspan="2">1</td></tr>
</table>

□ 학술대회 발표실적의 우수성

○ ㅇㅇㅇ (지도교수 : ㅇㅇㅇ)

- 2023년 8월 석사학위를 받은 ㅇㅇㅇ 학생은 한국산업응용수학회에서 개최한 2023년 KSIAM Spring Conference에서 “Obstacle Detection on Road based on Deep Learning”를 주제로 포스터 발표하였음

[연구 내용 요약]

- 본 연구에서는 시각 장애인과 자율주행 배달 로봇을 위해 도로의 장애물을 감지하기 위한 딥러닝 모델을 구현하고 높은 정확도를 달성하기 위해 다양한 방법을 적용했다.
- 첫째, 딥러닝 모델로 효율적인 아키텍처로 우수한 성능을 입증한 YOLOv7-tiny를 사용했다.
- 둘째, 데이터 세트의 클래스 불균형을 해결하기 위해 중앙 주파수 밸런싱(median frequency balancing)을 사용했다.
- 또한 모델을 효율적으로 학습시키고 모델의 성능을 향상시키기 위해 GIOU, DIoU, CIoU와 같은 다른 바운딩 박스 회귀 손실(bounding box regression loss)과 FL, QFL과 같은 분류 손실(classification loss)을 사용한 실험을 수행했다.
- 그 결과 바운딩 박스 회귀에서 중요한 모든 요소를 고려하는 CIoU와 전경-배경(foreground-background) 클래스 불균형을 효과적으로 해결하는 VFL이 가장 우수한 성능을 보였다.

- 본 연구는 모바일 기기에서 사용되는 가벼운 모델이라는 한정된 상황에서 정확도를 향상시키기 위해 다양한 방법들을 적용하고 비교 분석했으며, 특히 시각 장애인을 위한 도로의 장애물 감지 모델을 구현함으로써 연구 결과를 더 발전시킨다면 사회에 공헌할 수 있을 것으로 판단된다.
- 또한 학술대회의 포스터 세션에서 발표함으로써 학계와 산업 현장에서의 지식 공유와 협력을 촉진하였으며, 이는 학문과 실무의 결합을 통해 혁신적인 솔루션을 발전시키는 산업수학의 역할을 강조하는 중요한 기여로 볼 수 있다.

③ 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-6> 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 실적 등

연번	최종학위 (박사/석사)	졸업생 성명	졸업 연월	실적구분	특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용		
최근 3년간 졸업생 수				석사	8	최대 제출 건수	1
				박사	1		

내용 없음

3.2 대학원생 연구 수월성 증진계획

가. 연구수행의 수월성 제공 현황

□ 교육연구팀 구성원의 전문성

○ 교육연구팀 교수 전원이 전임교원으로 학과 구성원의 2/3 이상 구성

○ 분야융합 연구실 운영을 통한 창의성・효율성 증진

연구실	주요내용
동역학계 연구실	• 시간에 따라 변화하는 체계에 대한 연구 • 에르고딕 이론, 기호 역학계, 카오스, 프랙탈 이론 • 응용분야: 정보이론, 데이터 압축저장, 생물정보학
응용수학 연구실	• 편미분방정식의 해석적 연구, 수치해법 연구 • 확률편미분방정식의 해석적 연구 • 전산유체역학 (Computational Fluid Dynamics) • Cell Boundary Element Method
대수학 연구실	• 대수기하학 • 대수적 조합론 • Enumerative Combinatorics
확률・통계 연구실	• 자연과학 및 사회과학에서 적용되는 통계이론과 기법 연구 • 다중결정(Multiple Decision) • 통계적 보정(Statistical Calibration)
위상수학・기하학 연구실	• 수학기초론, 미분위상 • 미분기하, 리만 기하 • Toric topology • Transformation group theory

□ 대학원생 구성원 간 교류 활성화

○ 학과 내 공동연구, 세미나 개최 및 대학원생의 연구 교류 활성화 분위기가 점차 강해지고 있음

- 대학원생 세미나 운영
  - 대학원생들이 주체가 되어 운영하며, 각 대학원생이 본인이 연구하는 연구 주제를 다른 대학원생들이 이해할 수 있게 30분간 정도 구성으로 발표
  - 2018년부터 매 학기 운영 중. 발표능력 향상과 연구의욕이 점차 향상되는 추세

○ 연구 의욕이 높은 우수한 학부생들의 본교 대학원 진학 숫자도 증가하고 있어서 적절한 지원이 있다면 향후 대학원생 연구 수월성에 큰 증진이 있을 것이라 기대함

□ 콜로퀴움, 산업수학 세미나 및 연구 그룹별 세미나 개최

○ 수학과는 1991학년도부터 수학과에서 국내 최초로 콜로퀴움을 개최하였고, 꾸준히 그 전통을 이어오고 있음. 2015년 2학기부터 수학과 연관된 산업계에 종사하는 전문가를 초청하는 산업수학 세미나를 신설

□ 국외 연사 초빙 세미나 및 집중강연 개최

○ 각 연구 그룹별로 연구활동이 활발해지면서 국외 연사를 초빙하여 개최하는 세미나 및 집중강연이 증가하는 추세

○ 최신 분야 지식을 접하는 이점 이외에도 대학원생들이 영어를 통하여 수학의 아이디어를 서로 교환하는 기회를 제공하고 연구의욕을 고취하는 효과가 있음

나. 연구 수월성 증진을 위한 계획

☑ **본 사업팀은 장기적으로 모든 박사과정 학생이 JCR 상위 50%의 이내 수준의 논문을 작성할 수 있는 수학적 역량을 갖추고 졸업하는 것을 목표로 한다.**

□ 콜로퀴움 강화

○ 콜로퀴움을 매 회당 2부로 구성, 2부는 기존과 같은 형식의 콜로퀴움을 진행

○ 1부에서는 2부 강연을 준비하기 위해 본교 교수 혹은 2부 초청 연사가 대학원생을 위한 기본 내용을 강의하는 것으로 구성하여 대학원생들이 강연 내용을 이해하는데 도움을 주도록 함

□ 연구 그룹별 주니어 세미나(가칭) 신설

○ 대학원생들의 최근 연구동향 습득 및 커뮤니케이션 활성화를 위한 대학원생 주도의 주니어 세미나 신설

○ 대학원생 세미나에서와 같이 연사 선정 및 초청, 스케쥴 관리 등을 모두 참여 대학원생이 직접 수행하도록 함

○ 현재 운영 중인 대학원생 세미나와 달리 주니어 세미나에서는 교외의 대학원생이나 주니어 박사후 연구원(박사 학위 취득 2년 이내)도 연사로 초빙할 수 있도록 하여 분야별로 최신 동향을 습득할 수 있고 깊은 논의가 이어지도록 할 계획

□ Workshop 개최

○ 매년 2회 정도로 사업팀 내 Workshop 개최

○ 외부 초청 연사 2명 정도의 수학 강연과 함께 모든 대학원생의 구두 발표 혹은 포스터 발표를 의무화하여, 대학원생들의 발표 경험을 증진시키고 평소 성실히 연구에 임하도록 함

○ 우수 발표자에게는 자체적으로 포상을 하여 연구의욕을 더욱 고취시키는 방안도 활용

□ GX(Global Exchange) 프로그램 신설

○ 사업팀 대학원생은 필수적으로 박사과정 기간 중 1회 이상 국외 대학 또는 연구소에 연구 방문을 해야 함

○ 해외 학술회의 및 국제계절학교 참가, 단기 연수 등의 국제 교류 사업 독려

○ 대학원생의 방문 연구 활동을 평가하여 우수 학생들에게는 추가 참여 기회를 부여

□ 국외 전문가 초빙과 교과목의 연계

○ 국외 전문가 초빙과 연계하여 최근 연구 주제 위주로 과목을 개설하여 참여 대학원생들의 교육, 연구, 논문 지도를 연계하여 운영

○ 단기 초빙 전문가의 경우 강의의 전반부는 사업팀 참여 교수가, 후반부는 초빙 전문가가 제공하는 방식을 도입하여 효과를 극대화하려고 함

4. 신진연구인력 운용

4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

(1) 우수 신진연구인력 관리 및 확보 실적

□ 신진연구인력 관리 및 운영 현황

○ 관리부서 : 자연과학대학 산하 기초과학연구소

○ **최근 6년간 연평균 2명 이상의 신진연구인력확보**

- 본 교육연구팀은 참여교수를 포함한 학과 교수들의 활발한 연구 활동을 통하여 학과 규모에 대비 신진연구인력은 많은 편임
- 본교 특임교수(강의교수, 연구교수 등) 임용 및 타 대학 연구원의 사업팀 참여교수 개인연구비 지원 등 여러 방법으로 지원한 사례가 있고 이를 포함하면 신진연구인력확보 실적은 더욱 증가

○ **현 아주대학교 수학과 신진연구인력 : 3인**

- 학과 규모에 비해 큰 규모로써 사업 시행 이전부터 꾸준히 지원하고 있음
- ㅇㅇㅇ (2019년 7월 ~ 현재), 아주대학교 연구교수
- ㅇㅇㅇ (2020년 4월 ~ 현재), 아주대학교 연구교수
- ㅇㅇㅇ (2022년 3월 ~ 현재), 아주대학교 겸임교수, 국가수리과학연구소(NIMS) 선임연구원

○ **주로 한국연구재단의 학문후속세대양성사업, 리서치펠로우, 참여교수 개인연구비등을 통해 꾸준히 지원해왔음**

□ 신진연구인력 운영 실적

○ 신진연구인력 양성을 통한 교육기관・연구기관 진출

- 과거 사업팀 학과에서 연수한 신진연구인력은 우수한 연구 성과를 산출하여 국내외 유수 대학에 전임교원(교수)으로 진출하였음

○ 최근 신진연구확보 이력 및 진출 현황

- ㅇㅇㅇ (2012년 3월 ~ 2014년 2월), 현 제주대학교 수학교육과 조교수
- ㅇㅇㅇ (2013년 9월 ~ 2015년 2월), 현 성균관대학교 전임연구원
- ㅇㅇㅇ (2014년 4월 ~ 2017년 4월) 현 경희대학교, 서울과학기술대학교 강사
- ㅇㅇㅇ (2015년 1월 ~ 2016년 11월) 현 국가수리과학연구소 연구원
- ㅇㅇㅇ (2015년 4월 ~ 2015년 8월), 현 한동대학교 강사
- ㅇㅇㅇ (2016년 10월 ~ 2018년 12월), 현 아주대학교 연구교수
- ㅇㅇㅇ (2017년 9월 ~ 2018년 8월), 현 서울대학교 전임연구원
- ㅇㅇㅇ (2018년 3월 ~ 2019년 2월), 현 서강대학교 연구원
- ㅇㅇㅇ (2018년 6월 ~ 2019년 8월), 현 전주대학교 수학교육과 조교수
- ㅇㅇㅇ (2019년 5월) , 현 포항공과대학교 연구원
- ㅇㅇㅇ (2020년 9월 ~ 2022년 11월), 현 BIMSA(중국) 연구원

(2) 우수 신진연구인력 확보 계획

□ 신진연구인력 확보 개요

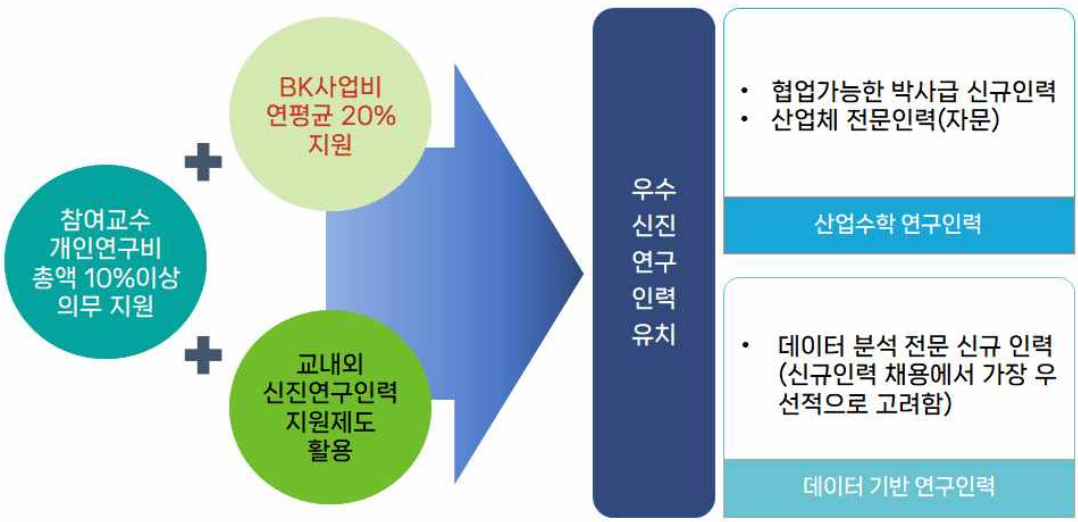
○ 본 교육연구팀의 참여교수들의 전문 연구 영역(위상, 조합, 응용수학, 통계학, 데이터과학)을 중심으로 하는 전문 집단을 구성하기 위한 박사후 연구원을 유치

○ 향후 5년간 가능한 학과 내 신임전임교원 충원에 있어, 관련 분야 우수 연구자를 우선적으로 고려

○ 박사급 위상/통계 기반 데이터 분석 연구 인력의 안정적인 수급을 최우선으로 함

○ 현재 박사과정 재학 중이거나 진학예정인 참여 대학원생들의 세부 연구 주제를 중심으로 하는 위 상기하분야의 전문가를 우선적으로 유치

○ 다양한 제도와 사업비를 활용하여 특성화 분야 신진연구인력을 연평균 7명 이상을 안정적으로 확보・지원함



□ 인건비 확보 방안

○ BK사업비의 대략 20% 안팎을 신진 우수 연구인력 인건비로 집행

○ BK사업비와 개인연구비를 매칭하여 최소 2인 이상 확보함

- 사업 초기(1년 이내)에 공격적으로 유치하여 사업 2년차부터는 안정적으로 신진연구인력의 인건비의 지급율을 100%로 달성
- 총 2인을 채용함(데이터 분석 연구교수급 1명, 순수수학 혹은 TDA 분야 연구인력 1명)
- **교육연구팀 참여교수 8인의 개인연구비는 8.5억원 이상(2023년 기준)**으로 매칭인건비의 안정적인 확보가 가능

○ 교내 매칭(전체 사업비의 10%), 참여 교수의 개인연구비, 한국연구재단, 교내의 신진연구인력제도 등을 적극 활용하여 연평균 2인 이상 확보

- 한국연구재단의 학문후속세대양성사업, 리서치 펠로우 제도를 활용하여 순수수학 분야의 전문인력 확보
- 신진연구자(Postdoc)의 인건비의 50% 이상을 교내에서 지원하는 교내의 신진연구인력 제도를 통해 사업 초기(1년이내)에 우수 신진연구인력을 공격적으로 확보함

*** 신진연구인력(postdoc) 지원제도: 신진연구인력(박사후연구원)의 연구활동 제고를 위한 지원, 연간 1인 20,000천원 한도 내에서 인건비 지원 (최근 3년간 21명 선정)**

- 현재 본교 수학과 소속 ○○○ 연구교수는 교육연구팀장 ○○○ 교수의 개인연구비 지원을 받고 있으며 2024년 2월까지 지속적으로 채용 예정으로 BK21과제의 선정여부에 따라 추가 연장 가능
- 2020년 4월부터 연구교수로 재직 중인 ○○○ 교수도 자연대 과제에 참여하고 있음

□ 채용 및 인재 확보 방안

○ 사업 시작 직후 교육연구팀 참여교수 3인과 비참여교수 1인으로 구성된 채용위원회를 구성함

○ 채용위원회의 주 업무는 인재 pool 관리와 채용심사임

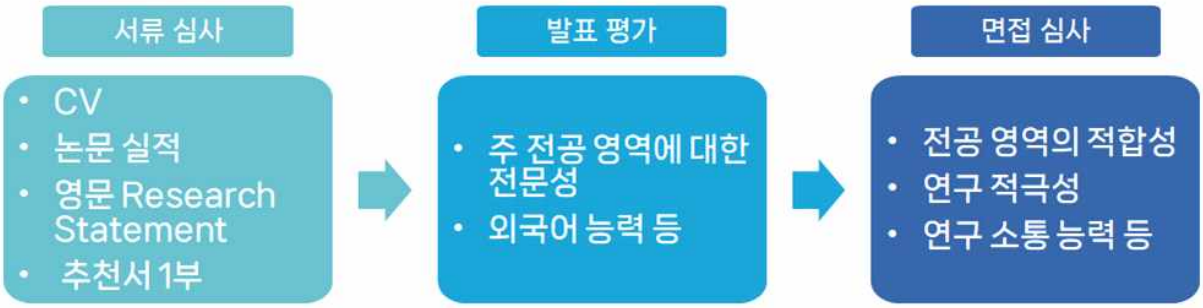
○ 국내외의 우수 신진연구인력을 우선적으로 확보 영입을 위한 인재 pool을 확보

○ 신진연구인력 확보를 위한 학과 홍보

- 사업팀의 젊은 교수들의 연구역량을 바탕으로 한 홍보
- 과거의 성공적인 사례 홍보

○ 인건비가 BK사업비+개인교수 연구비 매칭으로 확보되는 신진연구인력의 채용과정

- 1단계 서류심사, 2단계 발표평가와 면접심사로 평가함



- 연구 성과의 우수성과 본 교육연구팀의 연구사업 목표와 부합하는지를 중점으로 채용함

(3) 우수 신진연구인력 지원 계획 및 제도적 장치

□ Stable: 안정적 연구를 위한 제도 마련

○ 신규 임용 시 3년의 장기 계약 추진
- 최소 3년의 계약으로 우수 신진연구인력을 안정적으로 확보

○ 연구 외 업무 담당 일절 금지함

○ 학내 시설 전반 이용에 대한 전임교수급 권한 부여를 통해 BK 연구교수에 대한 제도적 지원 강화

○ 1:2 참여교수 멘토링
- 신진연구인력과 참여교수 1:2 멘토링 진행
  - 멘토링 교수는 박사후 연구원의 (연구분야에 따른) 지도교수 1, 신진연구인력의 관련 분야 교수 1인으로 구성
- 멘토링을 통한 연구와 생활 전반의 어려움을 공유하고 도움을 주고자 함
- 채용 직후 첫 3개월간 월 2회 미팅을 의무화

○ 국제협력팀을 통한 해외 신진연구인력에 대한 정착 지원 (한국어 교육, 정착 안내 서비스)

□ Passionate: 열정적인 연구 분위기 조성

○ 박사후 연구원의 최신 연구분야 단기특강 정례화
- 주 연구분야에 대한 단기 특강, 특강시리즈 등은 신진연구인력에게 학문적 자신감을 가지게 하고 학문적으로 학내 구성원과 가장 빠른 시간에 교류할 수 있는 수단임
- 교육프로그램에서 제안하는 특강연계 교과목을 활용함

○ 우수 연구 결과에 대한 보상
- 사업팀 참여 구성원 전체를 대상으로 연구활동과 연구성과에 따른 인센티브 차등지급을 신진연구인력에게도 적용함
- 좋은 결과를 낸 논문에 대해서는 건별로 별도의 인센티브 지급

○ 소그룹별 연구성과와 진행에 대한 연 1회 이상 실시하는 중간평가는 2년마다 적용하여 재계약여부를 판단함

○ 정기적인 소그룹 세미나, 교육연구팀 자체 세미나를 주관하도록 함

○ 우수 연구 성과(논문, 산학연구실적)에 대한 시상

○ 교육연구팀 홈페이지를 통한 신진연구인력 개개인의 연구역량 (논문, 산학연구실적) 홍보

○ 임용 기간이 1년 이상인 경우, 임용 기간 내 최저 1편의 논문 출판 (혹은 출판예정) 의무화하며 미제출시 재계약 하지 않음

○ 신진연구인력의 연구몰입도 증진을 위한 지원 제도 도입
- 신진연구인력을 위한 공용오피스 및 연구 공간 제공
- 신진연구인력 교류를 위한 연구교류회 시행
- 신진연구인력 대상 연구 및 논문 인센티브 제도 도입

□ Comfortable: 편리한 연구 환경

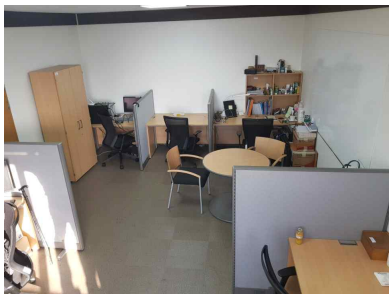
○ 팔달관 432-2호는 2017년 리모델링을 거쳐 현재는 박사후연구원, 연구교수를 포함한 신진연구인력 및 방문학자의 연구실로 활용하고 있음

○ 아주 산업수학·통계센터는 학계와 산업계의 교류의 장으로 활용되고 있으며, 계산서버 두 대(acmi 및 acmi2)를 운영 중임

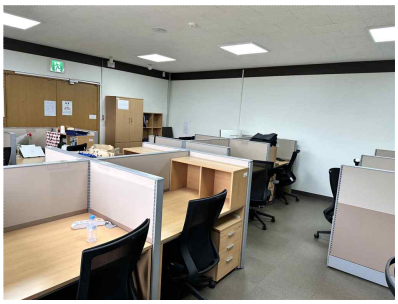
○ 방문학자 연구실과 전산실습실에서는 실습용 PC, 프린터 등 신진연구인력이 상시 접근 가능한 전산 환경 제공

○ 두 세미나실, 전산실습실, 아주 산업수학·통계센터 등 모든 공간에 화이트보드가 다수 배치되어 있어 어디서든 쉽게 토론할 수 있는 시설과 분위기가 조성됨

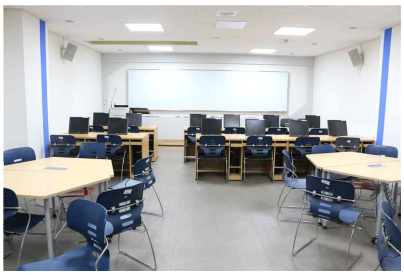
팔달관 319호
아주 산업수학·통계센터



팔달관 432-1호
방문학자 연구실

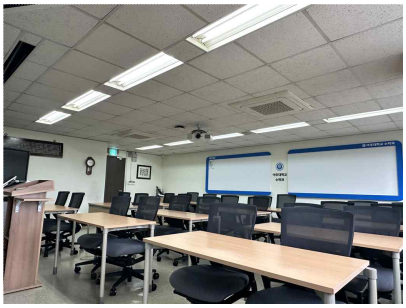


팔달관 432-2호
방문자 및 대학원생 연구실

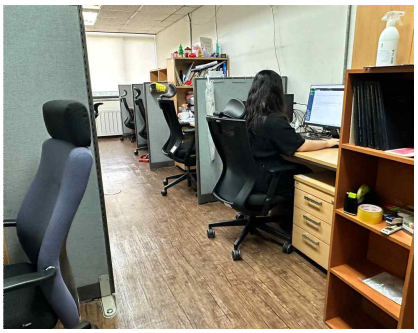


팔달관 435호
전산실습 및 토론실

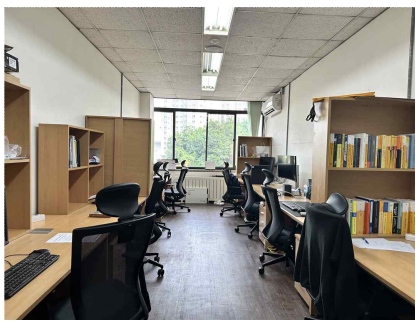
팔달관 311호
전공 실습실



팔달관 621호
세미나실



팔달관 622호
대학원생 연구실



팔달관 426호
대학원생 연구실

5. 참여교수의 교육역량

5.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-7> 교육연구팀 참여교수의 교육역량 대표실적

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>연구자등록번호</th><th>세부전공분야</th><th>대학원 교육 관련
대표실적물</th><th>DOI번호/ISBN/인터넷
주소 등</th></tr>
<tr><th colspan="5">참여교수의 교육 관련 대표실적의 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>ㅇㅇㅇ</td><td></td><td>수치해석</td><td>저서</td><td>9791189184087</td></tr>
<tr><td colspan="5">‘텐서플로로 배우는 수치최적화와 딥러닝’ 은 텐서플로(TensorFlow)를 사용하여 딥러닝 모델을 학습하는 방법과 최적화 이론을 다룬 책이다. 딥러닝에 관련된 많은 수학 이론 중 가장 핵심적인 최적화 문제를 중심으로 딥러닝 학습을 설명하며 실습 코드를 동시에 제공했다. 책의 후반버에서는 실무에서 효과적으로 사용할 수 있는 딥러닝 모델을 소개함으로써 이론에만 치우치지 않고 실무와 실전에도 도움이 되도록 구성했다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>ㅇㅇㅇ</td><td></td><td>비모수적추론</td><td>Book chapter</td><td>ISBN:
978-3-031-14524-7
p. 45 ~ 60</td></tr>
<tr><td colspan="5">표본조사에서 균형된 순위 집합 표본추출 (BRSS)이 단순임의표본추출 (SRS)의 대안으로 잘 수립되어 있으며, SRS에 비해 모집단 평균을 추정하는 데 효율적이다. BRSS의 효율성은 적절한 불균형 표본 배정을 고려한 불균형 순위 집합 표본추출 (URSS)로 더욱 향상될 수 있다. 그러나 적절하지 못한 표본배정으로 인해 URSS는 SRS보다 성능이 떨어질 수도 있고, URSS 설계가 BRSS 보다 효율적인 조건은 기존 문헌에서 잘 연구되지 않았다. 본 챕터에서는 모집단 평균을 추정 시 URSS가 BRSS 보다 효율적임을 보장하는 충분한 표본배정 집합을 소개하였다. 해당 집합을 심플렉스 다이어그램을 사용하여 설명하고, 꼬리가 두꺼운 분포나 비대칭 분포의 경우 SRS에 대한 이론적 상대 효율을 계산하였다. 또한 BRSS 보다 효율적이지 않은 URSS 설계의 두 가지 조정 절차를 소개하여 실제 표본조사 연구에서 RSS 활용한 효율적 조사 방법을 설명하였다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>ㅇㅇㅇ</td><td></td><td>의학통계</td><td>대학원 교과목
개설</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">데이터사이언스 전공에 요구되는 교과목을 신설함

과목 : 데이터수학(Data Mathematics)
- 전공선택, 3학점
- 본 교과목은 학부의 선형대수, 확률론, 해석학 지식을 바탕으로 데이터사이언스에서 필요한 주제들에 대해 깊이 있게 다룸</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>ㅇㅇㅇ</td><td></td><td>의학통계</td><td>대학원 교과목
개설</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">데이터사이언스 전공에 요구되는 교과목을 신설함

과목 : 데이터처리언어(Computer Programming Data Processing)
- 전공선택, 3학점
- 본 교과목은 데이터수집, 처리 및 분석을 하기 위한 컴퓨터 활용 기술인 Python과 R 프로그래밍 언어에 대해 다룸</td></tr>
<tr><td colspan="2">참여교수 수</td><td>7</td><td colspan="2">최대 제출 건수</td><td>4</td></tr>
</table>

6. 교육의 국제화 전략

6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

□ 교육 프로그램의 국제화를 위한 지원 현황

☑ 대학원생의 국제화 능력 향상을 적극적으로 지원하여 연구영향력을 향상하고, 글로벌 공동연구 교류와 국제 학술 활동에도 도움을 줄 수 있는 체계적인 시스템을 운영 중임

○ **(수학과 대학원의 전 과목 영어강의 개설)** 참여 대학원생들의 영어 능력과 국제적 의사소통 능력을 향상시키고 외국 수학자와의 적극적인 교류에 큰 도움이 되고 있으며 외국인 대학원생 유치에도 도움이 되어 현재 학과에 1인의 외국인 학생이 재학 중임

○ **(졸업 요건으로써의 영어 능력)** 졸업최저요건으로서의 외국어시험 혹은 공인영어 성적이 필수이나, 그 기준은 교내 최저요건으로 글로벌 인재를 양성하기에는 턱없이 부족함

○ 학내 다양한 사업을 통해 학생들에게 지속적으로 지원을 한 결과 대학원생들의 학술회의 발표실적이 꾸준히 증가하고 해외 발표도 상당한 수준으로 향상되었음

□ 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 우수 실적

○ **Kyushu University와 교류**

- 아주대학교와 규슈대학교 산업수학연구소(IMI)는 2018년부터 지속적인 협력을 추진해 오고 있음
- 2023년 6월 ㅇㅇㅇ 교수를 본교에 초청하여 위상수학 세미나와 산업수학 세미나를 진행함

○ **대학원생의 외국 대학과의 인적교류**

- 박사과정 ㅇㅇㅇ 학생은 2023년 7월 미국의 University of Wyoming에서 진행된 Graduate Research Workshop in Combinatorics에 참가하여 그래프의 색칠에 관한 두 개의 연구그룹에 포함되어 공동연구를 진행함. 해당 연구그룹에는 Georgia Institute of Technology의 박사과정생 ㅇㅇㅇ, University of Washington의 박사과정생 ㅇㅇㅇ, University of Colorado Denver의 박사과정생 ㅇㅇㅇ와 교수 ㅇㅇㅇ, Iowa State University의 박사 후 연구원 ㅇㅇㅇ와 교수 ㅇㅇㅇ, Auburn University의 박사과정생 ㅇㅇㅇ, Toronto Metropolitan University의 박사과정생 ㅇㅇㅇ이 포함됨

○ **해외 학술대회의 구두 발표**

- 박사과정 ㅇㅇㅇ 학생은 2023년 6월 18일부터 24일까지 슬로베니아 크란스카고라의 Ramada Hotel과 Hotel Kompas에서 열린 10th Slovenian Conference on Graph Theory에서 연구결과를 발표함

○ **우수 외국인 학생 유치 및 활동 현황**

- 현재 중국 국적의 ㅇㅇㅇ 학생이 2020년 1학기부터 석박사통합과정으로 입학하여 산업수학 분야로 연구(GPR 탐사 및 전기비저항탐사 기술 개선을 위한 과제)를 수행. 현재 1편의 논문 SCI급 저널에 최종 심사 중
- 프랑스 국적의 ㅇㅇㅇ학생(Université Sorbonne Paris Nord, 박사과정 1년차)은 2019년 아주대학교 연구과정생 자격으로 1년간 교육방문을 하였음. ㅇㅇㅇ 교수 연구실에서 공동 연구를 수행하고 이후 2편의 SCI급 논문을 출판하고 1편의 논문이 게재 심사중임

• ㅇㅇㅇ 학생이 졸업한 Université de Rennes는 프랑스의 그랑제꼴 학교 중 하나로 매우 우수한 학교임. 이를 계기로 해당 학교와 건설적인 교류를 추진하고 있음

□ 교육 프로그램의 국제화를 위한 지원 계획

(1) 교육과정과 연계한 국제화 전략

○ **아주대-규슈대 학생 교류 프로그램을 중심으로 3A+1I 산업수학 프로그램의 국제화**

- 3A+1I 산업수학 프로그램을 통해 해외 연구기관으로 1학기 파견을 추진함
- 아주대와 규슈대는 2018년 12월 Ajou-Kyushu joint workshop on Industrial Mathematics 이후 본격적으로 학생 교류 프로그램을 운영하기 위해 긴밀히 협의하고 있음

○ **국제화 관련 졸업 최소 여건의 강화**

- 박사학위과정의 경우 재학 중 7일 이상 해외 연구소 또는 대학 방문 연구를 의무화와 더불어 해외 학술대회 논문 구두 발표 1회 이상 의무화 추진
- 본 교육연구팀 주도 국제학술대회 (연 1회 이상)에서 참여학생의 구두/포스터발표 의무화

○ **국외 전문가 초빙과 교과목의 연계**

- 국외 전문가를 교원으로 초빙하여 최근 연구주제 위주로 과목을 개설(교육, 연구, 논문 지도 연계)
- 단기 초빙 전문가의 경우 팀티칭 방식 도입(전반부 : 사업팀 참여 교수, 후반부 : 초빙 전문가)

○ **미국 일리노이 공과대학(Illinois Institute of Technology)과 이중학위 과정 개설**

- 미국 일리노이 공과대학(ITT) 대학원과 아주대학교 대학원은 이중석사학위(Dual Degree) MOU를 체결하는 것에 동의하여 구체적인 사항을 논의하는 과정에 있음
- 2023년 6월 아주대학교 국제협력처를 통하여, 일리노이 공과대학 대학원장과 수학과 학과장(ㅇㅇㅇ 교수)의 미팅으로 시작된 것으로, 두 대학 간 MOU 체결 또한 수학과가 긴밀히 협력하고 있음
- 2023년 7월과 8월, 2~3회 온라인 미팅을 통해 두 대학 수학과 대학원 교육과정과 협력 및 교류 방안에 대해 논의하였으며, 이중학위제도가 아니라도, Internship 프로그램이나 산업수학 특화프로그램, 데이터사이언스 전공 프로그램에 대해 교류를 확대하여 나갈 계획임

(2) 국제화 기반 마련 및 국제 교류 프로그램의 지원 계획

○ **해외석학초빙/해외기관 공동연구 지원**

- 국외 교류 대학 및 연구기관에 본교의 주요 연구성과와 실적을 홍보하기 위한 웹세미나 및 온라인 오픈랩 행사 지원을 추진하고 참가자 중 일부에 대해서 직접 방문 기회 제공할 수 있는 사업 연계
- 향후 지원예산 : 총 100,000천원 (2020~2021년 혁신사업비 지원)

○ **해외 학술회의 및 국제계절학교 참가, 장·단기 연수 지원**

- 참여 대학원생의 역량을 키우고 연구주제에 대한 국제적 감각을 익히도록 함
- 지원한 국제화프로그램에 대한 성과 제출(연구결과보고서, 논문)을 의무화
- 외국 대학 및 연구실로의 6개월 혹은 1년 이상의 장기연수 및 공동연구 수행 장려

○ **우수 외국인 학생 유치 계획**

- 우즈베키스탄의 아주대학교 분교, 학내 글로벌 네트워크를 활용하여 홍보하고, 본교 대학원으로 입학을 희망하는 우수 외국인학생을 적극적으로 유치함
- 해외 타 대학의 대학원생의 방문을 유도하여 외국 대학원생간의 교류 유도

○ **국제영어논문 교정료 지원대상 확대**

- 지원대상 학술지 범위를 SCI, SCIE, SSCI, A&HCI학술지 등 SCI급 학술지 일체로 확대하여 지원
- 전임교원, 신진연구인력 및 대학원생이 주저자인 경우 논문 건수와 상관없이 전액지원(논문당 1회)
- 향후 지원예산 : 연간 약 100,000천원(향후 7년간 교내 연구비 지원 예정)

② 대학원생 국제공동연구 현황과 계획

<표 2-8> 교육연구팀 참여교수 지도학생(재학생 및 졸업생) 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/ 소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)	졸업 여부
	○ 교육연구팀		국외 공동연구자				
	○ 대학원생	○ 지도교수					
1				미국/Iowa State University; 미국/University of Washington; 미국/Georgia Institute of Technology; 미국/University of Colorado Denver; 미국/Auburn University; 미국/Iowa State University; 미국/University of Colorado Denver; 캐나다/Toronto Metropolitan University	Odd and proper conflict-free coloring for planar graphs with girth condition	202307-202309	재학
2				이스라엘/Tel Aviv University	On the topology of real Lagrangians in toric symplectic manifolds	201905-202108	졸업
3				프랑스/Université Sorbonne Paris Nord	The characterization of (n-1)-spheres with n+4 vertices having maximal Buchstaber number	202103-202112	재학
참여교수 수		8		최대 제출 건수		8	

□ 해외 연구실 공동연구 수행(15일 이상) 현황 및 향후 계획

(1) 해외 연구실 공동연구 수행 실적

○ ㅇㅇㅇ 학생(지도교수 : ㅇㅇㅇ)

- 박사과정 ㅇㅇㅇ 학생은 2023년 7월 23일부터 8월 4일까지 미국 와이오밍 주 래러미의 University of Wyoming에서 진행된 <Graduate Research Workshop in Combinatorics>에 참가하여 “Odd and proper conflict-free coloring for planar graphs with girth condition”을 주제로 학술대회가 진행되는 동안과 현재까지 공동연구를 수행함.
- 현재 동일 주제로 공동연구자와 주 1~2회 온라인 Zoom 미팅을 통하여 연구를 수행 중이며, 향후 해당 공동연구 결과로 논문 제출을 목표로 연구를 지속하고 있음

○ ㅇㅇㅇ 박사(지도교수 : ㅇㅇㅇ)

- ㅇㅇㅇ 학생은 대학원 박사 시절 사교기하학(Symplectic geometry) 분야에서 외국의 학자와 활발하게 교류하며 공동연구를 수행하였음. 특히 스위스의 ㅇㅇㅇ 박사와 공동연구를 수행하여 On the topology of real Lagrangians in toric symplectic manifolds 논문을 Israel J. Math에 2023년에 출판하였음

○ ㅇㅇㅇ 학생(지도교수 : ㅇㅇㅇ)

- ㅇㅇㅇ 학생은 프랑스 학자인 ㅇㅇㅇ 와 지속적인 공동연구를 수행하고 있음. ㅇㅇㅇ 가 아주대학교에 방문했을 당시부터 피카드 수가 4인 토릭다양체 분류하는 문제를 시작하였고, 최근 완전한 분류를 완성하였음. 특히 이 문제는 ㅇㅇㅇ 학생이 석사과정 때 쓴 학위 논문을 바탕으로 시작된 공동 연구로 ㅇㅇㅇ 학생이 주도적으로 해당 연구를 수행하고 있음. 현재 1편의 논문이 작성되어 arXiv에 올라와 있고, 좋은 저널에 출판 될 것으로 기대함. 또한 피카드 수가 4인 실토릭다양체들의 Lifting property가 성립한다는 사실을 최근 증명하여, 이 역시 조만간 논문으로 작성될 예정임

(2) 해외 연구실 공동연구 수행 계획

□ 대학원생에게 국제공동 연구 기회 제공 및 지원

○ 수리과학 전문 인재 양성을 위하여 연구 범위를 넓히기 위한 해외 연수 및 공동연구 지원

- Workshop, International Seminar 등 참석을 통하여 학문적 지식 습득과 더불어 국제적인 연구 네트워크 구축
- 전공 전문지식과 연구주제를 공유하며 연구성과를 향상시킬 수 있는 경험 제공
- 새로운 연구주제를 탐구하고 다양한 측면을 연구하는 방법을 학습할 수 있는 경험 제공

□ 칼리파 대학과의 산업수학 공동 연구 및 산학 협력 사업 진행

- 아주대학교 수학과는 2020년부터 UAE의 원자력 기구인 ENEC과 그 협력 학교인 칼리파 대학과 지속적인 산학 협력을 위한 대화를 해 오고 있음
- 당시 총장이었던 ㅇㅇㅇ 교수는 수학과 교수의 일원으로 산업수학에 대한 기반을 구축하는 데 많은 도움을 주었음. 그 일환으로 ENEC으로부터 공동 연구를 위한 초기 단계의 대화를 지속하였음
- 이 활동의 일환으로 Kalifa 대학과 산업수학 관련된 웨비나(Applications of Mathematics and Statistics in Clinical Medicine and Industry)를 2021년 한 차례 수행하였고, 또한 아주대학교와 규슈대학교 사이의 산업수학워크숍에 칼리파 대학을 옵저버로 초청하기도 하였음

칼리파 대학 및 ENEC과의 웨비나 및 추가 협력을 위한 논의 사진

- 현재 칼리파 대학과 새로운 협력 관계를 위한 논의가 진행중이며 조만간 새로운 국제 워크숍을 진행할 예정임.
- 이 워크숍을 통해 학생들 사이의 교류와 학생들을 위한 공동 산업수학 연구 문제 개발이 이루어질 예정임

□ 장기 해외연수 지원 계획

○ Focus Program on Toric Topology, Geometry and Polyhedral Products(2024.7.24. ~ 2024.8.23.)

- 캐나다 연구기관인 The Fields Institute for Research in Mathematical Sciences에서 개최하는 대학원생 및 신진연구자 대상 토릭 위상수학 집중 교육 프로그램
- 토릭위상수학주제에 대한 강의와 워크숍, 세미나 등으로 대학원생 및 신진연구자에게 유의미한 교육 프로그램

4단계 BK21 사업

Ⅲ. 연구역량 영역

※ 연구역량 영역 부문의 항목은 기본적으로 '교육연구팀' 단위를 기준으로 작성하며, 세부 항목별로 특정 기준이 제시된 경우 이에 준하여 신청서를 작성

Ⅲ. 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

- 시스템 입력 제출함

1.2 연구업적물

① 참여교수 대표연구업적물의 우수성

- 시스템 입력 제출함

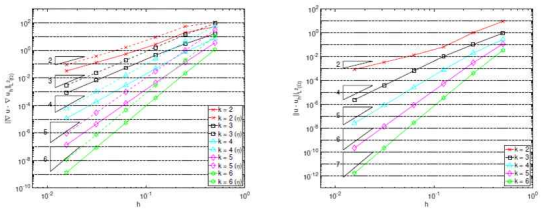
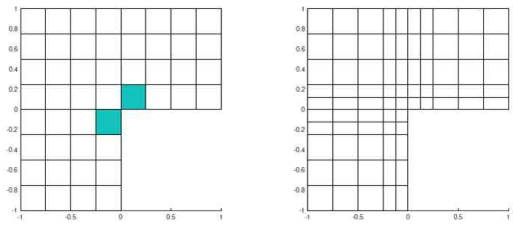
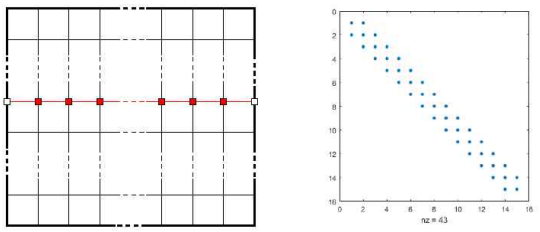
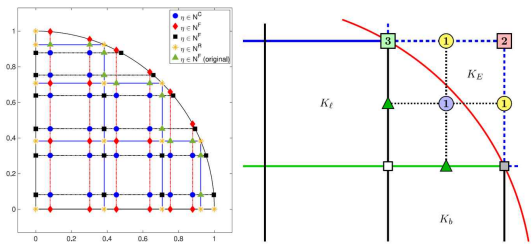
② 참여교수 저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적의 우수성

- 시스템 입력 제출함

③ 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

- 다음 페이지 표 확인 요청

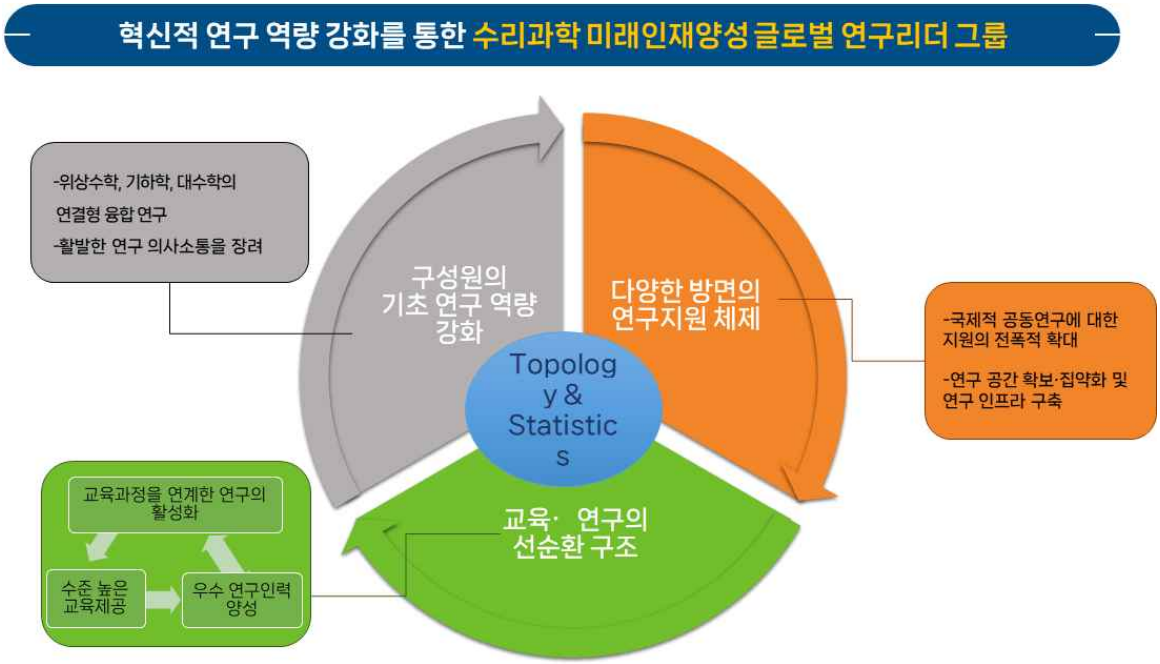
<표 3-4> 최근 10년간 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	• 논문제목 : **A novel hybrid difference method for an elliptic equation** • 학술지명 : **Applied Mathematics and Computation** • 게재정보(권, 쪽수, 연도) : **415, 126702-pp.1-21, 2022** • 저자 : **ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ** • 연구 내용과 그 우수성에 대한 설명 : 본 논문은 ㅇㅇㅇ 교수가 독자적으로 개발한 수치해법인 hybrid difference method(Hybrid Difference Methods for PDEs, J Sci Comput, 2015)의 후속 연구 결과이다. hybrid difference method는 전에 없었던 완전히 새로운 형태의 유한차분 수치해법으로 implementation이 쉬우며 내재된 static condensation property에 의하여 이산화계의 자유도를 획기적으로 줄이는 매우 효과적 수치해법이다. 이 방법은 다양한 PDE 및 물리적 현상에 적용하는 연구가 진행되었으며, 최근 ㅇㅇㅇ 교수는 Virtual to Real Transformation이라는 개념을 개발하여 적용함으로써 interface 문제의 immersed hybrid difference method 개발로 확장하였다. 본 연구는 본 교육연구팀의 소속 교수인 ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ 교수와 연세대학교의 ㅇㅇㅇ 교수가 참여한 공동 연구이다. 본 연구에서는 유한차분법에 대한 이론적 분석을 완성하고, 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. 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.  수렴성 검증(Convergence history plot)  적응격자망(adaptive mesh)  후처리 기법에서 나타나는 tridiagonal structure  복잡한 계산 영역에 대한 후처리 기법 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. 본 논문은 최상위 국제학술지인 Applied Mathematics and Computation(상위 3% (7/261), Applied Mathematics, Impact Factor 4.397, JCR 2021 기준)에 게재되었다.

2	• 논문제목 : **Bases of the equivariant cohomologies of regular semisimple Hessenberg varieties** • 학술지명 : **Advances in Mathematics** • 게재정보(권, 쪽수, 연도) : **423, 81 pages, 2023** • 저자 : **ㅇㅇㅇ** • 연구 내용과 그 우수성에 대한 설명 Hessenberg 다양체 $Hess(h)$의 Bialynicki-Birula 분해로부터 정의되는 코호몰로지 공간 $H^*(Hess(h))$ 의 자연스러운 기저(BB-basis)를 건설하고 GKM이론을 활용하여 BB-클래스의 구체적인 모양을 찾고 S_n-작용의 결과를 계산하였다. (확장된) e-positivity 추측(generalized Stanley-Stembridge 추측)의 기하적인 해결을 위한 기본 도구들을 제공하는 매우 의미있는 결과이다. 본 연구팀에서는 이를 path 그래프의 경우에 적용하여 permutohedral 다양체의 코호몰로지 모듈을 치환모듈 M^λ들로 분해하였다. 이는 1992년에 Stembridge가 제시한 알려진 S_n-모듈의 기하적인 구성에 관한 문제와 permutohedral 다양체의 코호몰로지 모듈의 생성원에 대한 Chow의 추측을 해결한 결과이다. Stanley-Stembridge 추측(e-positivity추측)의 해결을 위한 연구는 Gasharov의 Schur함수 전개에 관한 연구 이후 큰 진전을 이루지 못하고 정체상태에 머물러 있었다. 최근 Shareshian과 Wachs가 채색 준대칭함수를 소개하며 Hessenberg다양체와의 관련성에 대한 추측을 제시하고 이를 Brosnan과 Chow(2018) 그리고 Guay-Paquet(2016)가 증명을 하면서 (확장된) e-positivity추측의 연구에 새로운 장이 열렸다고 할 수 있다. 본 연구결과는 오랫동안 침체되어있던 e-positivity추측의 연구에 새로운 방향성을 제시하였다고 하겠다. 확장된 e-positivity 추측을 해결하는 가장 이상적인 방법으로 여겨지는 기하-조합적인 접근방법을 구체적으로 제시해주고 있다는 점에서 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

3	• 논문제목: Classification of real bott manifolds and acyclic digraphs • 학술지명: Transactions of the American Mathematical Society • 게재정보(권, 쪽수, 연도): 369, 2987—3011, 2017. • 참여교수: ㅇㅇㅇ • 연구 내용과 그 우수성에 대한 설명 본 연구는 실토릭다양체 중 대표적인 대상인 실Bott 다양체를 위상적으로 분류한 문제이다. 본 논문에서는 두 실Bott다양체의 $\mathbb{Z}_2$-코호몰로지 사이에 graded ring isomorphism은 특정한 affine diffeomorphism으로부터 유도되는 것이라는 것을 증명하고, 이를 조합적 대상인 acyclic digraph를 이용하여 완전한 위상적인 분류를 완료하였다. 실토릭다양체의 위상분류 문제에서 중요한 선행연구이고 그래프이론의 연산을 위상연구에 도입하여 해결한 학제적인 성격을 가진 결과이다. 본 연구는 최고 학술지 중 하나인 TAMS (2018JCR IF 1.318)에 출판되었으며 Google scholar 피인용지수 32이다. 본 연구로 2018년 아주우수논문상을 수상하였다. 본 업적의 가장 큰 의미는 그 동안 토릭위상수학의 주요 연구 대상이 되어 왔던 복소토릭대수다양체가 아닌 실토릭대수다양체의 위상에 대해 본격적으로 논의한 첫 번째 논문이라는 점이다. 실제 실토릭다양체의 조합적분류나 위상적 분류 문제는 기존 토릭기하학, 토릭위상수학에서는 매우 어려운 문제로 간주되고 있었다. 가령 실토릭다양체는 단순연결이 되지 않고, 코호몰로지에서 토션 원소도 많이 가지고 있는 등 실토릭다양체는 토릭다양체에 비해 복잡한 위상적 구조를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구를 시작으로 ㅇㅇㅇ 교수는 실토릭다양체에 대한 위상적 연구를 우리가 이해할 수 있는 영역으로 끌어올린 것으로 평가받고 있다. 이후 실토릭다양체의 코호몰로지 공식 계산이나 실토릭다양체의 조합적 분류 문제를 해결하는 등 토릭위상수학에서 실토릭다양체 문제에 대한 국제적인 대가로 인정받고 있다. 토릭위상수학의 국제적 대가 중 한 명인 Masuda교수는 “opening up and exploring real toric area”로 ㅇㅇㅇ 교수의 연구를 표현하기도 하였다. ㅇㅇㅇ 교수는 실토릭다양체의 위상에 관한 일련의 연구를 위해 2019년 한국연구재단 중견연구 과제 (연구기간 5년 총액 8억원)를 수행하고 있다. 본 업적의 또 다른 의미는 실토릭다양체라는 위상적 문제를 그래프이론의 개념과 결과를 이용하여 해결하였다는 점이다. 토릭위상수학은 위상과 조합간의 학제간의 성격이 강한 분야이다. 기존에는 토릭다양체의 위상적 성질과 다면체의 조합적 성질을 이용한 방법이 대세를 이루고 있었으나, 본 연구에서는 전혀 새로운 방법을 도입하여 실토릭다양체의 위상적 성질과 acyclic digraph의 조합적 성질을 대응하였다. 이를 통해 실토릭다양체의 분류를 그래프 이론의 연산을 이용하여 가능하게 하였고, 이는 복잡한 고차원 위상공간을 이해하는데 큰 도움을 줄 수 있게 되었다. 토릭위상수학에서 새로운 학제적인 방법을 고안하였다는 점에서 큰 의미가 있다고 평가된다.

1.3 교육연구팀의 연구역량 향상 계획



□ **혁신적 연구역량 강화를 통한 수리과학 분야 글로벌 연구리더그룹으로 성장**

☑ **참여교수 간 공동 연구 풍토를 조성하고, 연구역량을 재정비・강화하며 유기적 연구그룹 운영**
☑ **대칭성이 많은 공간에 대한 순수수학과 의료 데이터 기반 통계분야에서 수준 높은 연구성과 창출**
☑ **궁극적으로는 혁신적 연구역량 강화를 통한 수리과학 분야 글로벌 연구리더그룹으로 성장**

○ **구성원의 기초 연구역량 강화**

- 위상수학, 해석학, 기하학, 대수학, 조합론의 순수수학 내의 경계가 없는 연결형 융합 연구 활성화
- 해외 유수 대학 및 연구기관과의 교류를 통한 국제적 수준의 연구역량 배양
- 구성원 간의 활발한 의사소통을 장려하여 연결지성을 통한 창의적 문제해결 유도

○ **교육-연구의 선순환 구조 확립**

- 교육과정과 연계한 연구를 활성화하고, 수준 높은 교육으로 연계되며 우수 연구인력을 양성하는 선순환 구조 확립
- 대학의 비전과 발전 목표 '연결된 세상, 협력하는 지성' 에 부합하는 연구주제 발굴

○ **다양한 방면에서의 연구지원 체제 강화**

- 세계적인 석학 초빙, 국제학술대회 개최, 국제적 공동연구에 대한 지원의 전폭적 확대
- 통계 분야와 순수수학을 활용한 데이터 기반 산학협력 연구의 지원 체제 강화
- 효율적인 데이터 관리 허브 구축, 집중연구를 위한 연구 공간 확보 및 연구 인프라 구축

가. 교육연구팀의 학술 및 연구 활동 현황

□ **참여교수들의 연구역량**

○ **종합적인 연구실적**

- 교육연구팀 참여교수 8인의 최근 5년간 논문실적(SCI급)은 총 140편으로, 연평균 3.5편임

○ **교육연구팀의 팀장인 ㅇㅇㅇ 교수는 토릭 위상수학분야의 인정받는 국제적인 학자임**

- 위상 수학 분야, 특히 코호몰로지 견고성 문제에서 우수한 결과를 발표하여 다수의 국제학회에서 초청 강연을 하였으며 상산젊은수학자상(2013)을 수상하고 청암과학펠로(2012)에도 선정 및 교내 아주우수논문상(2019), 우수과학논문상(2020)을 수상하였고 한국연구재단으로부터 큰 규모의 중견연구과제를 수주하였음.
- 최근 실토릭대수다양체에 대한 위상적 불변량과 조합 분류를 주요 연구 주제로 삼고 있으며다양한 국가의 연구자들과 협력을 통해 국제적으로 인정받고 있으며 사교기하학, 그래프 이론, 표현론 등으로 연구가 확장되고 있음
- 최근 위상수학을 활용한 데이터 분석의 연구에도 두각을 나타내고 있으며, 다수의 기업체 및 연구소와 산업수학 연구를 수행하여, 논문, 특허 및 기술이전의 실적을 내고 있음
- 규수대 및 칼리파 대학교와 아주대 수학과의 연구교류에 있어 핵심적인 역할 수행하고 있음

○ **참여교수진 역시 국내 분야별 우수 연구진으로 구성됨**

- **ㅇㅇㅇ 교수**는 경시적 자료분석(longitudinal data analysis) 분야와 임상/환경 데이터(clinical /environmental data) 분야로 최근 5년간 총 32편 (주저자 21편)의 논문을 출판하였음. 경시적 자료 구조를 가지고 있는 임상자료, 특히, 정형외과 데이터, 갑상선암 데이터에서 반복인자의 차원을 축소하여 적합하는 방법과 랜덤효과 모형을 이용하여 근사적으로 적합하는 방법으로 예측모형을 찾는 다수의 연구를 진행하였고, 정형외과 분야의 최고 권위지인 Bone & Joint journal과 환경역학 분야의 최고 권위지인 Environmental modelling & software에 논문을 출판하였음
- **ㅇㅇㅇ 교수**의 전공은 그래프이론으로 학회를 조직, 참가하며 국내외에서 매우 활발히 활동하는 연구자로, 지금까지 박사학위를 받은 이후 지금까지 연평균 약 5편의 논문을 작성하는 등 활발한 연구 활동을 해오고 있다. 2011년 미래인재상, 2014년 상산젊은수학자상을 수상하였으며, 2014년 해결한 제곱의 리스트 색칠하기 문제를 시작으로 제곱의 색칠하기 대한 연구와 그래프의 분해 문제에 대한 연구를 하고 있다. 특히 일본의 여러 그래프이론 학자들과 활발한 연구 교류를 하고 있으며, 최근 한중협력연구사업에 선정되어 중국의 여러 학자들과도 교류를 확대할 예정임
- **ㅇㅇㅇ 교수**는 서울대학교, 싱가포르 대학 약학대학원 연구팀들과 협업하여 대용량 다차원 대사체 자료, 유전자 발현자료 등에서 다중검정 연구로 바이오마커를 선별하거나 자료구조 분석 통계 방법론 연구를 성공적으로 수행하여 SCI(E)급 논문들을 출판함. 이외에 삼성서울병원, 중앙대병원, 서울대병원 등 다양한 의료기관과 협업하여 다수의 응용연구를 수행 및 결과가 SCI(E)급 논문으로 출판
- **ㅇㅇㅇ 교수**는 현대 정수론의 핵심 주제 중 하나인 산술통계 분야에서 유한체 위의 아벨 다양체, 유리수체 위의 대수적 토러스, 랜덤 p진 행렬 등을 연구한 매우 우수한 젊은 연구자임. 소수체 위의 아벨 다양체의 동형류의 수의 하한을 최초로 증명하고 기존의 상한을 개선한 연구, 유한체 위의 아벨 다양체의 등원류의 분포에 대한 연구, 랜덤 p진 행렬에 대한 코커널들의 결합확률분포를 예측한 Cheong-Huang의 가설을 증명한 연구 등은 세계적인 수학저널(IMRN, Math. Z., Forum Math 등)에 출판됨. 특히 최근에는 랜덤 p진 에르미트 행렬의 코커널의 분포에 대한 보편성을 단독으로 증명하였는데, 이는 2022 ICM에서 초청강연을 한 Harvard의 ㅇㅇㅇ가 ICM 2022 강의노트에서 제시한 문제를 해결한 세계적으로 인정받는 결과로, 이 결과는 TAMS에 출판될 예정. 최근 아주대 수학과 조교수로 임용된 신임교수로 활발한 연구활동을 이어가고 있음
- **ㅇㅇㅇ 교수**는 조합적인 관점에서 대칭함수와 대칭군을 포함한 Weyl군의 표현 그리고 슈베르트 계산에 관한 연구를 꾸준히 수행해 오고 있으며 2017년도에는 대수적 조합론 분야에서 최고의 권위

를 가지고 있는 학술대회인 Formal Power Series and Algebraic Combinatorics에 초청 강연을 하는 등 대수적 조합론 분야의 전문가로 인정받고 있다. 폭넓은 연구를 진행하여, 조합론 학술지 외에도 Transactions of AMS, Advances in Mathematics, IMRN등의 학술지에 연구결과를 발표함

- **ㅇㅇㅇ 교수**의 전공은 수치해석으로 주로 편미분방정식을 해결하기 위한 수치기법에 관한 이론 연구 및 시뮬레이션을 수행해왔으며 JCR 2021 기준 응용수학 분야 및 학제 간 연구 분야(수학)의 상위 10% 이내 저널에 9편의 논문을 게재했다. 이러한 연구의 우수성을 인정받아 2016년 우수논문상(연세대학교), 2019년 논문상(국가수리과학연구소), 2020년 상산젊은수학자상(대한수학회)을 수상함
- **ㅇㅇㅇ 교수**는 Hybrid difference method, immersed hybrid difference method를 독자적으로 개발함(ㅇㅇㅇ, Hybrid Difference Methods for PDEs, J Sci Comput 64, 508-521, 2015). 이 논문은 Hybridized finite element method를 유한차분법으로 접근하여 개발한 방법으로 코딩이 쉬우며 고차의 수렴성을 가진 수치해법의 개발이 용이함. 국내외 연구진과 공동연구를 통하여 많은 후속연구를 생산해오고 있음

□ 참여교수들의 국내외 학술대회 발표실적 및 공동연구 실적

○ 활발한 교류활동을 통한 연구 역량 강화

- 교육연구팀 참여교수 8일의 최근 5년간 국내외 학술대회 발표는 1인당 연평균 7.6건(총 61건)
- 전공 분야의 규모 있는 국제 학술대회를 꾸준히 조직하는 등 활발한 연구 교류활동을 진행 중

나. 교육연구팀의 학술 및 연구 활동 계획

□ 연구역량 향상의 정량적/질적 목표

○ SCIE급 논문편수에 대한 정량적 목표는 현재의 수준을 유지하되, JCR 분야별 상위 30% 이내 논문수는 수학분야 연평균 1.2편에서 연평균 2편 정도로 상향하며, 분야별 상위 JCR 50% 이내의 저널에 우선 논문을 출판하는 것을 목표로 함. 논문의 양적/질적 목표는 아래의 표와 같으며 논문당 공저자수를 고려하지 않은 편수임

	총 논문 편수	논문별 특징별 최저 편수				
		참여인력 2인 이상 공저논문	국제공동 연구논문	순수수학 분야	데이터기반 통계분야	JCR 분야별 상위 30% 이내 논문
5~6차년도(24개월)	30	4	3	9	15	7
7~8차년도(18개월)	30	4	3	9	15	7
합계	60	8	6	18	30	14

(1) 연구주제에 따른 유기적 소그룹 운영 및 공동 연구

☑ **유기적 소그룹 운영을 통한 다양한 시각으로 문제에 접근하고 복잡한 문제에 대한 효과적인 해결책을 발견하여 창의적인 연구 수행 지원**

□ 대칭성이 많은 공간에 대한 위상수학, 조합 등 수학분야 학제 간의 연결지성 공동연구그룹

○ 참여교수 : ㅇㅇㅇ(그룹리더), ㅇㅇㅇ + 신진연구인력 1인

○ 작용이 있는 대칭성이 많은 공간에 대한 고전적인 위상, 기하의 관점 뿐 아니라 대수적, 조합적 관점에서 이해하고 이를 통해 자연스럽고 의미 있는 개념으로의 확장과 연구하는 수학분야간 융합·창의적인 주제발굴·연구

- 대칭성이 있는 다양체의 대표 위상공간인 토릭대수다양체 및 토릭위상다양체의 위상,조합적 분류
- 대칭성이 있는 공간과 대응되는 조합적 대상(그래프, 다면체)의 코호몰로지 견고성 및 관계

□ 의학 데이터 기반 통계 연구그룹

○ 참여교수 : ㅇㅇㅇ(그룹리더), ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ + 신진연구인력 2인(박사후연구원 1인, 산업체전문가1인)

○ 정확한 임상 시험 연구 지원을 위한 통계적 모델링 기반 설계 및 분석 연구

- 개인 맞춤형 질병 진단, 치료를 위한 정밀의료(precision medicine) 실현을 위한 방대하고 다양한 임상 데이터를 이해하고 통합하여 분석, 활용할 수 있는 능력을 가진 데이터 분석 전문가가 필요함
- 의학 데이터를 통합분석하고, 통계적 모델링 기반 질병 진단 모델 개발 및 예후 예측 모델 개발하여 궁극적으로는 실제 의료 환경 적용을 위한 통계적 모델링 플랫폼 구축을 목표로 함

□ 편미분방정식 해결을 위한 수치기법 연구그룹

○ 참여교수 : ㅇㅇㅇ(그룹리더), ㅇㅇㅇ + 신진연구인력 1인

○ 편미분방정식 해결을 위한 다양한 수치기법 연구

- 포아송 문제(Poisson’s problem), 대류-확산-반응(convection-diffusion-reaction) 문제, 스토크스 문제(Stokes problem), 나비에-스토크스 문제(Navier-Stokes problems) 등 다양한 편미분방정식을 해결하기 위한 수치기법 연구
- 비표준 유한차분법 및 유한요소법을 개발하고 안정성 증명 및 오차 분석을 수행하며, 수치 시뮬레이션을 통해 이론 결과를 검증하는 연구수행
- 또한 PINN(Physics Informed Neural Network), DeepONet 등 딥러닝 모델을 이용하여 편미분방정식을 해결하는 방법을 연구하고 전통적인 수치기법과의 비교·분석 연구 수행

(2) C3E2 전략을 통한 연구팀 운영 및 연구역량 강화

□ Communication: 교육연구팀 내부공동연구, 외부와의 소통 활성화

○ 교육연구팀 참여교수들을 중심으로 소그룹을 구성하여 실현 가능한 목적 지향적 공동 연구 실행

○ 대학의 지원, 대학의 비전·발전 목표에 부합하는 연결지성 연구 지향을 통한 연구개발의 극대화

○ 월 2회 이상의 소그룹별·주제별 세미나, 월 1회 이상의 교육연구팀 전체 내부 세미나 운영

- 대학원생, 박사후 연구원을 중심의 강연회를 통한 신진연구 인력의 자발적 연구 풍토 조성
- 홈페이지 게시 혹은 Youtube, Zoom등의 온라인 동영상 플랫폼을 활용하여 강연 내용을 공유

○ 교육연구팀 소속 구성원이 함께 주관하는 정기 공개 세미나를 통한 학내 구성원과의 연구 교류

□ Expertization : 특성화 분야 우수 연구인력 유치를 통한 전문 집단을 구성

○ 교육연구팀 참여교수의 전문연구영역(위상, 기하, 통계, 데이터과학)을 중심으로 전문연구집단 구성

○ 전체 사업비의 20% 안팎을 신진우수연구인력 인건비로 집행하여 2인 이상을 채용하고, 다양한 제도를 활용하여 해당 분야의 박사후 연구원, 특임연구교수 등 집중 연구 전담인력 5인 이상을 유치

○ 특성화 분야의 우수 박사급 연구원의 안정적 수급을 최우선으로 함

□ Competitivity: 평가위원회와 자체평가를 통한 연구 경쟁력 확보

○ 소그룹별 연구성과와 진행에 대한 연 1회 이상의 중간 평가 실시

○ 교육연구팀에 참여하지 않는 전문가 2인(이상)과 교육연구팀장으로 구성된 자체 평가위원회을 구성

○ 사업팀 참여 구성원 전체를 대상으로 연구활동과 연구성과에 따른 인센티브 차등 지급

○ 우수 연구 성과(논문, 산학연구실적)에 대해서는 건별로 별도의 인센티브 지급

□ Collaboration: 국내외 연구 교류 활성화

○ 해외 유수대학의 세계적인 연구자들과 국제공동연구 활성화를 통한 연구역량 개선

○ 아주대학교와 대학원 복수학위협약・연구교류협약을 맺은 대학들과의 연구 교류 활동에 적극 참여

- 특히 Shanong University-Kumamoto University-아주대학교는 자연과학과 공학 학술교류를 중심으로 2년마다 연합학술대회를 개최하고 있음

○ 관련 분야의 세계적 석학의 초청, 국제학회 참석, 논문 발표을 통해 연구 펀더멘탈 강화

○ 일본 규슈대학의 산업수학센터와 MOU를 추진하고 고차원적이고 실질적인 연구 교류기반 마련

○ 국내 산업체와 공동연구 활성화를 통한 연구성과의 사업화 기반 마련, 우수 산학연 클러스터 구축

□ Environment: 연구공간확보 및 연구인프라 구축

○ 소그룹 간의 융합 연구 및 상호 교류를 위한 커뮤니티 연결 공간 확보

- 교육・연구 활동을 지원하기 위한 공간 구축에 있어 연구 교류를 위한 공간에 비중을 둠
- 신진연구자를 위한 공간 (팔달관 432호) 환경을 개선하고 수학과 연구 공간으로 이미 사용 중인 연구 공간(팔달관 432호, 팔달관 319호)들을 효율적으로 사용
- 다양한 형태의 원활한 연구 교류를 위한 아주 산업수학・통계센터(팔달관 319호) 환경 개선

○ 타 기관과의 연구 교류를 위한 환경 마련

- 팔달관 432호를 정비하여 국내외 장기 방문자를 위한 연구 공간 정비, 지원
- 해외 장기 방문자의 경우, 학내 국제학사(기숙사) 지원
- 홈페이지를 통한 연구 내용과 우수 연구성과(논문, 산학연구실적)에 대한 적극적인 홍보

○ 연구 인프라 구축

- 첨단 연구 환경 구축 (데이터 서버 등), 서버 관리 업무의 체계화를 위한 연구・행정인력 확보
- 연구의 학문적 내용의 기초와 학문의 특성을 이해하는 연구 행정인력을 통해 연구의 수월성 확보

(3) 진행(예정) 중인 구체적 학술 활동 계획

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2023.11.1.-2023.11.5. 열리는 한중일 그래프이론 학회에 초청받아 limited domination을 주제로 발표할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2024년 3월 열리는 국제학회 “International Workshop on Discrete Mathmatics and Algorithms“ in Hawaii (Honolulu), March 27-29 in 2024“의 초청강연자로 초청받았으며 그래프지배집합 문제에 대해 발표할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 한중협력연구사업에 최근 선정되어 중국서북대학과 공동연구를 계획하고 있으며 2024년 1월 중국 Xian을 2주간 방문할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 ㅇㅇㅇ 교수의 초청으로 2024년 2월부터 University of Texas at Arlington를 1년간 방문 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2024년도 말에 국제 학술대회 “Combinatorics on flag varieties and related topics” 를 개최할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2023.9.11.~14 Mexico PIICTA 학회에 초청받아 “Cohomology of real toric varieties corresponding to Weyl chambers” 를 주제로 발표할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2024.8.19.-24 캐나다필드연구소에서 열리는 토릭위상수학학회에서 초청강연 예정임

2. 산업·사회에 대한 기여도

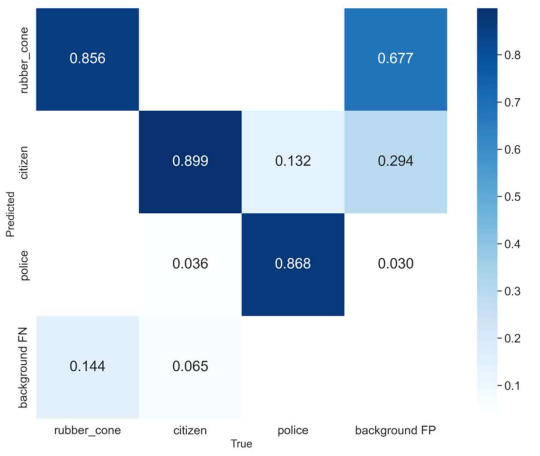
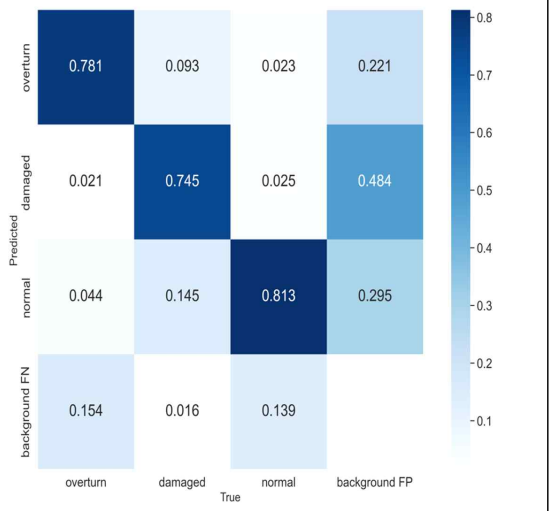
2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적

<표 3-5> 최근 5년간 참여교수 산업·사회 문제 해결 기여 실적

연번	실적명	참여교수명	실적 해당 분야	실적 요약
1	도로 위험정보 서비스 데이터 구축		기업 현안 해결	㈜마음에이아이의 요청으로 실시간 도로 위험정보 서비스 시스템 구축 사업 마련을 위한 데이터 수집 및 탐지 모델을 개발하였다. 연구 결과로는 데이터 수집(위험물 탐지: 1,422장 / 사고탐지: 4,032장), 도로 위 위험물(공사현장 및 보행자) 탐지 모델 개발, 교통 사고 탐지 모델 개발 등이 있다. 이를 실시간 도로위험정보 서비스에 탑재하면 선제적 도로관리를 통해 안전한 도로 환경을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.
2	개체 탐지 모델을 이용한 이상치 탐지		기업 현안 해결	㈜큐티티의 요청으로 구강 건강 관리 애플리케이션을 고도화 하기 위한 이상치 탐지모델을 개발하였다. 구강 이미지가 아닌 이미지가 입력되어도 결과를 제공하여 이용자의 신뢰를 잃는 문제를 해결하기 위해 개체 탐지 모델을 도입했다. 구강 이미지가 아닌 경우를 분류하여 다시 입력하도록 할 수 있으며, 모델의 결과를 이용하여 이미지 전처리를 동시에 수행할 수 있다. 99.8%의 높은 정확도를 달성했으며, 이를 통해 애플리케이션의 신뢰도를 높일 것으로 기대된다.
3	자율주행 시 차량 추돌 사고 예측 시스템 개발		기업 현안 해결	두 차량 추돌(Pre-crash) 시나리오를 기반으로 만들어진 시뮬레이션 데이터를 TDA 및 기계학습으로 분석하여 기존 자동긴급제동시스템(AEB) 기술을 향상시킨 자율주행 사고 예측 시스템 개발하고 특허 등록(특허제목: 위상적데이터분석(TDA)기법을 이용한 차량의 충돌 가능성 예측 방법 및 장치, 등록번호 : 10-2287065)
			미래/글로벌 대응	

4	CNN을 활용한 비파괴 탐사 기술 개발		기업현안 해결 일자리 창출 지역 특화	비파괴 탐사란 원래 부품을 손상시키지 않고 재료의 특성을 평가하는 데 사용되는 테스트 및 분석 기술임. GPR 신호나 여러 신호를 사용하여 지반하는 구조물 등의 결함을 찾아내는 AI를 개발하였다. 그동안 이러한 신호 분석은 전문가에 의해 분석이 되었는데 이를 AI로 대체 혹은 보완함으로써 효율성을 매우 높일 수 있는 결과라 할 수 있다. 관련 연구로 수학과 학생들이 토목분야 기업에 취직하였다.
참여교수 수	7		**최대 제출 건수**	4

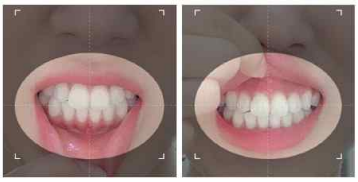
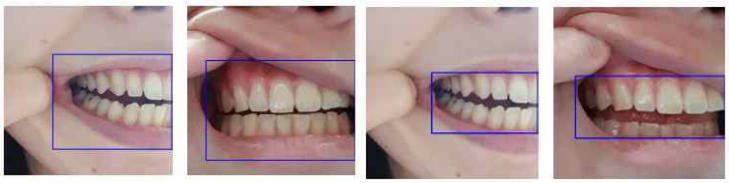
□ 산업·사회 문제 해결 기여도 및 해당 분야와의 연관점

연번	교육연구팀 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명
1	□ 도로 위험정보 서비스 데이터 구축 한국도로공사에서 실시한 통계 조사 결과 최근 5년간 고속도로에서 발생하는 2차사고의 치사율(사망자수/사고건수)은 60.2%로 일반사고 치사율인 8.6%의 약 7배 달하는 것으로 조사되었다. 교통사고분석시스템(TAAS)에 따르면 지난해 무단횡단으로 인한 교통사고 사망자는 271명으로, 2021년 보행 중 일어난 교통사고 전체 사망자 1,018명 중 26%가 무단횡단으로 사고를 당하는 것으로 조사되었다. 따라서 모니터링 시스템과 같이 교통감지 기술의 패러다임 변화에 능동적 대응하여 스마트시티의 도로 안전 전략 마련이 필요하다. ㈜마음에이아이의 요청으로 실시간 도로 위험정보 서비스 시스템 구축 사업 마련을 위한 데이터 수집 및 탐지 모델을 개발하였다. 연구 결과로는 데이터 수집(위험물 탐지: 1,422장 / 사고탐지: 4,032장), 도로 위 위험물(공사현장 및 보행자) 탐지 모델 개발, 교통 사고 탐지 모델 개발 등이 있다. 데이터는 공개된 블랙박스 영상에서 추출하는 방식으로 수집하였다. 탐지 모델은 차량에 탑재되는 모바일 기기로 작동이 가능하도록 YOLOv7-tiny 모델을 이용하였고, 다양한 전처리 방법과 손실함수를 적용하고 과탐을 위한 새로운 기준을 도입했다. **도로 위험물 탐지 모델 결과**  | Metric | Result | |---|---| | mAP@0.5 (Validation set) | 0.866 | | mAP@0.5:0.95 (Validation set) | 0.553 | | Accuracy (Validation set) | 0.986 | **사고 탐지 모델 결과**  | Metric | Result | |---|---| | mAP@0.5 (Validation set) | 0.72 | | mAP@0.5:0.95 (Validation set) | 0.551 | | Accuracy (Validation set) | 0.908 | | Accuracy (Test set) | 0.981 | 이 결과를 실시간 도로위험정보 서비스에 탑재하면 선제적 도로관리를 통해 안전한 도로 환경을 제공하고 2차 사고의 예방에 도움이 될 것으로 기대된다. 또한, 문제 해결 과정에서 구축한 데이터와 연구 내용은 산업수학 관련 교과목에서 딥러닝 모델을 교육하는 데 사용될 수 있다.

□ 개체 탐지 모델을 이용한 이상치 탐지

㈜큐티티의 요청으로 구강 건강 관리 애플리케이션을 고도화 하기 위한 이상치 탐지모델을 개발하였다. 회사가 제공하는 애플리케이션에서는 이상치 탐지 모델을 사용하지 않아 구강 이미지가 아닌 이미지가 입력되어도 구강 건강도에 대한 결과를 제공했다. 이러한 문제로 애플리케이션의 신뢰도에 관해 문제 제기하는 이용자가 발생하면서 해당 문제를 해결하기 위한 연구를 진행하게 되었다.

다양한 이상치 탐지 모델이 있지만 구강 건강도를 측정하는 모델로 개체 탐지 모델을 사용하고 있어 같은 모델을 이용하여 이상치를 탐지할 수 있도록 했다. 아래 그림처럼 입력 사진은 정형화되어 있어 학습에 사용될 바운딩 박스를 생성하는 방법을 2가지를 제시했다.

입력 사진	바운딩 박스 전략
	

2

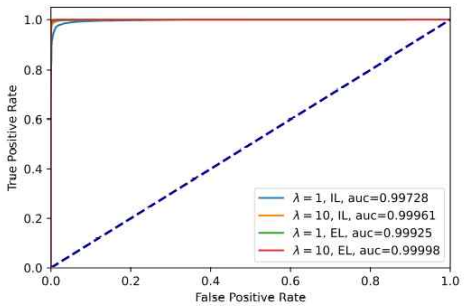
기존 YOLO 모델에서 사용하는 손실함수를 보완하여 학습을 진행하였고 340장의 구강 이미지로 학습을 진행하고 5,023장이 구강 이미지와 4,939장의 이상치 이미지를 이용하여 테스트를 진행했다. 가장 좋은 결과는 정확도(accuracy) 0.9980, 정밀도(precision) 0.9976, 재현율(recall) 0.9984, F1-score 0.9980를 달성했으며, AUC도 0.99998을 달성했다.

$\lambda_{conf} = 1$, IL		Predicted	
		Negative	Positive
Actual	Negative	4902	37
	Positive	253	4770

$\lambda_{conf} = 1$, EL		Predicted	
		Negative	Positive
Actual	Negative	4938	1
	Positive	132	4891

$\lambda_{conf} = 10$, IL		Predicted	
		Negative	Positive
Actual	Negative	4910	29
	Positive	71	4952

$\lambda_{conf} = 10$, EL		Predicted	
		Negative	Positive
Actual	Negative	4927	12
	Positive	8	5015



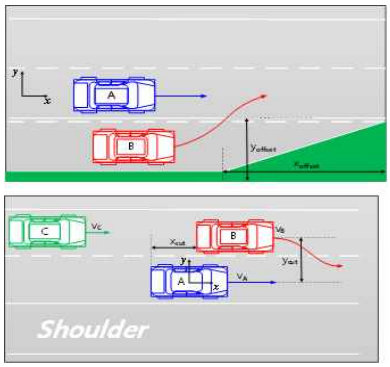
	Accuracy	Precision	Recall	F1-score
$\lambda_{conf} = 1$, IL	0.9709 (▲0.0130)	0.9923 (▲0.0217)	0.9496 (▲0.0043)	0.9705 (▲0.0128)
$\lambda_{conf} = 1$, EL	0.9866 (▼0.0079)	0.9998 (▲0.0012)	0.9737 (▼0.0167)	0.9866 (▼0.0079)
$\lambda_{conf} = 10$, IL	0.9900 (▲0.0023)	0.9942 (▲0.0071)	0.9859 (▼0.0026)	0.9900 (▲0.0022)
$\lambda_{conf} = 10$, EL	0.9980 (▲0.0012)	0.9976 (▼0.0020)	0.9984 (▲0.0044)	0.9980 (▲0.0012)

이 결과를 애플리케이션에 적용하면 구강 이미지가 아닌 이미지를 사전에 검출하고 다시 입력하도록 요청함으로써 해당 애플리케이션의 신뢰도를 높일 것으로 기대된다. 또한 문제 해결 과정에서 구축한 데이터와 연구 내용은 산업수학 관련 교과목에서 딥러닝 모델을 교육하는 데 사용될 수 있다.

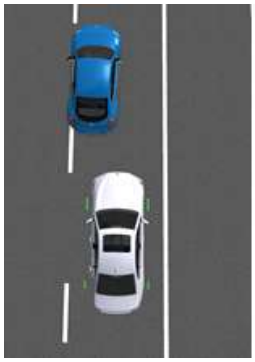
□ Smart Mobility Connecting: 자율주행 시 차량 추돌 사고 예측시스템 개발

○ IPG오토모티브코리아(유)와 협력하여 한국연구재단의 지원을 받아 ㅇㅇㅇ 교수가 2019년 수행한 과제임.

○ 두 차량 추돌(Pre-crash) 시나리오를 기반으로 만들어진 시뮬레이션 데이터를 TDA 및 기계학습으로 분석하여 기존 자동긴급제동시스템(AEB) 기술을 향상시킨 자율주행 사고 예측 시스템 개발하고 특허 등록



끼어들기(cut-in) 상황

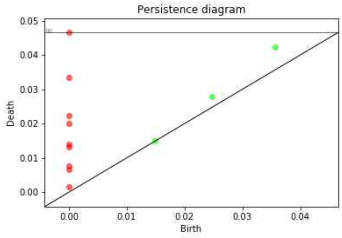


Safe 상황(왼쪽)과 Pre-crash 상황 (오른쪽)

3

○ 연구 방법 : cut-in 시나리오에서 pre-crash를 예측하는 기계학습 방법을 개발하고 주요한 TDA feature를 개발하였음. 해당 시나리오에서 1.4초전에 100%에 가까운 성공률로 pre-crash를 예측할 수 있음. 기존의 deterministic prediction 방법과 상보적으로 쓰일 수 있을 것으로 기대함. 특히 embedding 환경을 고려하여 상용화가 가능한 모델로 개발되었음.

$$Corr(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^{6}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{6}(x_i-\bar{x})^2\sum_{i=1}^{6}(y_i-\bar{y})^2}}$$



- 사용한 주요 기술 : TDA,

- 결과 : 특허등록 (위상 데이터 분석(TDA) 기법을 이용한 차량의 충돌 가능성 예측 방법 및 장치) 10-2020-0025618

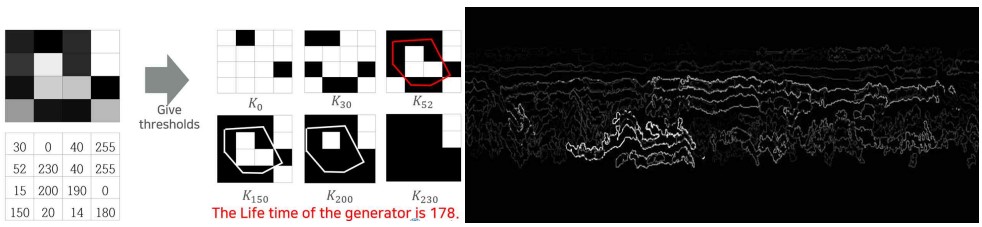
4

□ Buried Object Detection: 지반 하 구조 출력 기술 개발

비파괴 탐사(Nondestructive testing, NDT)란 원래 부품을 손상시키지 않고 재료의 특성을 평가하는 데 사용되는 테스트 및 분석 기술임. 2020년대 들어서면서 이런 시설물들의 노후화는 심각해졌고 실제 매설된 시설물의 위치와 설계도면 상 시설물의 위치가 다른 경우가 많음. 또한 싱크홀 등 여러 도시문제가 발생하면서 건축물, 지반하 등을 탐사하는 비파괴탐사법의 개발이 필요함. ㅇㅇㅇ 교수는 NDT 기술에 기계학습을 도입하고 위상적데이터분석 기법을 위시한 여러 산업수학 기술을 개발함으로써 관련 기술을 대폭 향상시켰음. 이러한 방법으로 경기도, 대전 지역 기반의 중소, 중견 기업과의 협력연구를 포함하여 ㈜한국전력 등 기업에서 지원하는 연구를 수행하고, 관련 연구를 수행한 학생들(ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ)를 해당 기업에 취직시켰음.

① GPR 신호를 입력받아 동공의 위치를 출력하는 기술 개발

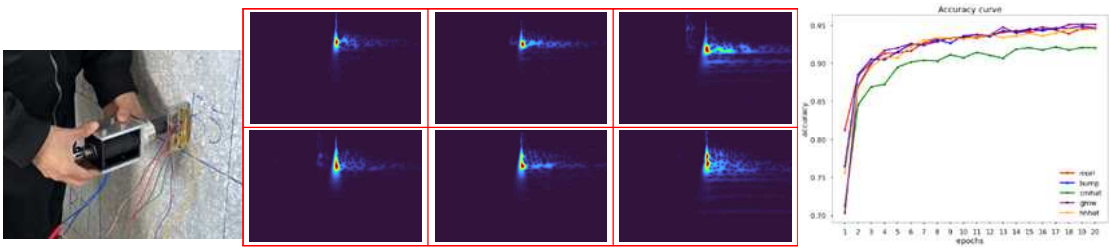
- 연구 방법 : 서울시내 도로에서 실제 탐사한 GPR 데이터로부터 이미지를 추출하고, 해당 이미지의 픽셀값을 threshold로 삼아 TDA이미지를 새로 제작하는 기술 개발. 이 두 이미지를 조합하여 동공 위치를 정밀하게 인식하는 AI 개발
- 사용한 주요 기술 : CNN, TDA
- 결과 : 기술이전(CNN을 이용한 GPR 데이터에서의 공동인식 기술. 2천 만원)



② 전기비저항 탐사 기술 개발

- 심형 혹은 역T형 철탑기초가 묻혀 있는 지하암반을 전기비저항을 이용하여 철탑이 얼마나 깊게 묻혀 있는지 알아내는 기술 개발
- 연구 방법 : 16군데에서 전기비저항을 측정하고 이를 cubic interpolation하여 데이터를 교정한 후 이를 활용하여 철탑기초가 묻혀 있는 깊이 탐사
- 사용한 주요기술 : ML

③ 임팩트 에코 기술 개발



- 연구 방법 : 콘크리트구조물의 표면에 임의로 파동을 발생시켜 그 파동을 분석함으로써 콘크리트 내부에 결함이 있는지 여부를 판단하는 기술 개발. 실험실에서 임의로 결함을 만든 콘크리트구조물을 만들고, 여기에서 얻은 실험 데이터를 Wavelet으로 변경하여 CNN을 이용하여 결함의 깊이가 어느 정도인지를 역분석하는 프로그램을 개발.
- 사용한 주요기술 : Wavelet, CNN

2.2 산업·사회 문제 해결 기여 계획

□ **아주 산업수학·통계센터를 중심의 산학협력위원회를 통한 산업수학의 국제화**

○ 산학협력의 체계화·활성화를 위한 산학협력위원회 구성

○ 지역사회 연결을 통한 산학협력 생태계 조성과 더불어 산학협력 글로벌 프로그램 운영

□ **지역사회 연결형 인재 양성 지원 및 산업체·지역사회와의 유기적 협력 체계 구축**

○ **적극적인 공동연구 수행을 통해 산업체·지역사회와의 유기적인 협력 체제 구축 노하우 보유**

○ 본 교육연구팀의 팀장 ○○○ 교수와 아주 산업수학·통계센터 센터장 ○○○ 교수는 다양한 분야 산업체와 협력 네트워크를 탄탄하게 구축해 왔으며, 우수한 연구들을 성공적으로 수행

○ 산학협력 결과들은 유수의 국제학술지에 출판되거나 기술이전 또는 특허로 등록함

□ **연구소 및 지역사회 연계 인공지능 및 데이터과학 학회 공동 개최 실적(최근 3년)**

연번	학회명	일정	장소	비고
1	The 2nd Ajou-Kyushu joint workshop on Industrial Mathematics	2021.05.07.	온라인	
2	Workshop on Artificial Intelligence for Industrial Mathematics	2022.06.18. ~ 06.21	스위트호텔 제주	**[공동주최]** 국가수리과학연구소/ 부산대학교 빅데이터 기반 금융,수산,제조 혁신 산업수학센터/ 카이스트 확률해석 및 응용 연구센터(SAARC)
3	2022 산업수학 성과 발표회	2022.10.27. ~ 10.28	수원 라마다호텔	
4	2022 제1회 아주-인하-고려 산업수학 워크샵	2022.12.09.	수원컨벤션센터	**[공동주최]** 인하대학교 수학과 고려대학교 수학과
5	MINDS-NIMS-ACMSI Industry Academic Technology Conference ‘Data Science in Industry’	2023.02.13. ~ 02.14	더케이호텔 서울	**[공동주최]** Postech MINDS 국가수리과학연구소

가. 산학협력 활동 체계화・활성화 계획

(1) 산학협력위원회 구성을 통한 지원

☑ 데이터 기반 산업사회의 문제 해결에 대한 사회적 요구가 급증하고 인공지능 및 데이터과학 분야에서 기존의 기술의 한계를 극복하려는 요구가 증가하고 있음
☑ 기존 참여교수 개인별로 간헐적으로 진행된 산학협력연구들을 체계적 관리하고자 함

□ 산학협력 위원회의 구성과 역할

○ 본 교육연구팀은 우수한 산업인력 양성과 산학협력활동을 강화하기 위해 사업팀 내에 산학협력 위원회를 구성하여 아주 산업수학・통계센터와 긴밀한 협조체제를 구축

○ 현재 본 사업팀 참여교수 ○○○ 교수는 아주 산업수학・통계센터 센터장을 맡고 있으며 본 교육연구팀의 산학협력 위원회와 아주 산업수학・통계센터를 통해 산학협력활동을 관장

○ 본 교육연구팀 참여교수 3명으로 산학협력 위원회를 구성하여 아주 산업수학・통계센터 활성화, 산업체 인력 지원 프로그램 개발, 다양한 과제 수주을 목적으로 함

□ 아주 산업수학・통계센터(ACMSI) 활성화

○ 폭넓은 산업・사회 기여를 위한 아주산업수학센터를 아주 산업수학・통계센터로 확대 개편 완료

○ 산학협력 운영・관리를 일원화하기 위하여 아주 산업수학・통계센터 홈페이지 개편 추진

○ 센터 홈페이지 이용을 활성화하여 연구지원 정보를 제공하고 우수 연구 성과를 홍보함

□ (벤치마킹) 맞춤형 산학협력 프로세스 구축

○ 규슈대학교 산업수학센터(IMI)의 Technical Consultation 프로그램을 벤치마킹하여 체계적 산학협력 프로세스를 구축

○ **산업체로의 지식・기술 전수를 위한 산업체 인력 지원 프로그램을 개발**

- 산업, 사회 문제에 따라 상담, 자문, 또는 교육의 다양한 형태로 산업 수요 맞춤형 지원

○ 연구팀에 대학원생을 공동연구원으로 참여하여 산업체 전문가와의 교류를 경험하고 산업체의 요구에 대한 대학원생의 이해를 증진할 기회를 제공하여 향후 공동연구 및 산학협력 과제로 연결

□ 다양한 과제 수주

○ **본 교육연구팀 구성원들은 다양한 산업・사회 과제(제조, 의료, 자율주행 등) 수행 노하우가 있음**

○ 과제의 수와 사업비도 점진적으로 증가 추세로 대학원생들의 적극적 과제 참여 독려

○ 다양한 분야에서 고급수학 인력이 산업발전에 중추적 인적자원으로 성장할 수 있도록 보다 많은 산학협력과제 수주를 추진

○ **센터 홈페이지 개편과 활성화를 통해 산업체의 수요를 빠르게 파악하여 보다 많은 과제 수주 도모**

- 본교의 아주중개연구센터 지원 사업을 활용하여 신산업 특화분야(데이터, 에너지, 바이오헬스)의 연구과제 수주

(2) 지역사회 연결을 통한 산학협력 생태계 조성 계획

□ 거점 지역 활용 협력 네트워크 강화

☑ 본교 소재 경기도 남부 일대에 조성된 테크노파크의 지역 관련 기관과 교류를 확대

○ **광교테크노밸리, 차세대융합기술연구원 등 산·학·연 공동연구 네트워크 강화**

- 광교테크노밸리, 판교 테크노밸리의 400여 개 벤처기업, 이노비즈 인증 188개, 기업부설 연구소 561개 등 신기술 기반 사업을 지향하는 기업들이 70%에 육박하고 있음

○ 산업체 기술지도 및 자문을 통하여 연구 성과를 소개하고, 양성된 전문인력을 향후 취업과 연계시키는 방안을 모색

○ 기초 연구를 바탕으로 수요기업과 함께 협력하면서 산학연간 연계 중심점 역할뿐만 아니라 지역 산업체 간 연계를 촉진하는 허브 기능 수행

□ 산업체 기술 지원 및 공동연구 수행을 통한 협력

○ 아주 산업수학·통계센터 특화분야(금융, 의료, 제조, 자율주행)와 연계한 연구과제 발굴과 관련 산업체·기업체와의 교류 강화

○ 아주중개연구센터의 지원 사업을 활용하여 산업수학에 기반한 문제의 수요 조사 및 분석을 통해 창의적 연구 분야를 개발

○ 참여기업들과 각 분야 교수들이 산업체에서 필요로 하는 기술 개발 연구를 공동으로 수행

□ 산학 인력양성 교육 연계 프로그램 운영

○ 수요자 맞춤형 고급 전문인력 양성을 위해 현장 실습과 현장 중심의 교육을 위한 지역 기업체 및 산업체의 현장 전문가를 적극 활용

- 아주 산업수학·통계센터에서는 다양한 분야의 외부 전문가를 초청하여 매 학기 평균 3회 이상의 아주 산업수학 세미나를 운영 중임
- 최근 5년간 금융감독원, 삼성전자, 한국은행, SK 증권, AI&빅데이터연구소 등을 포함하여 다양한 분야의 전문가를 초청하여 총 35회 세미나를 개최함

○ 학부생 및 대학원생들이 산학협력 연구에 적극적으로 참여할 수 있도록 하여 현장 감각과 경험을 바탕으로 높은 경쟁력을 가지고 산업 분야로 진출할 수 있도록 독려

- 아주 산업수학·통계센터에서는 데이터경진대회를 개최하여 외부 전문가의 초청 강연을 지원하고 산업체 문제를 제시하여 학생들에게 창의적 솔루션 제안 기회를 제공함

(3) 산학협력 글로벌 프로그램 운영을 통한 산업수학의 국제화 계획

□ 산학협력 글로벌 프로그램 운영 계획

○ 글로벌 산학협력 네트워크 강화

○ 아주 산업수학·통계센터(ACMSI)의 일본 규슈대 산업수학센터(IMI)와의 공동 심포지엄 개최 및 공동연구를 바탕으로 상호이해각서(MOU) 체결을 통한 연구 협력 내실화

○ 아주 산업수학·통계센터(ACMSI)와 UAE의 ENEC 및 칼리파 대학과의 공동 워크숍 개최 및 공동연구를 바탕으로 상호이해각서(MOU) 체결을 통한 연구 협력 내실화

- 현재 칼리파 대학과 새로운 협력 관계를 위한 논의가 진행 중이며 조만간 새로운 국제 워크숍을 계획하고 있음
- 이 워크숍을 통해 학생들 사이의 교류와 학생들을 위한 공동 산업수학 연구 문제 개발이 이루어질 예정임

○ 아주대와 현재 교류하고 있는 다양한 글로벌 네트워크(난양 공대 자연과학대학, 교토대 에너지과학대학원, 지바대 융합대학원 등) 활용

○ 연구·학술 교류를 중심으로 산학협력·교육으로 교류를 확대하여 네트워크를 더욱 공고히 함

□ 글로벌 우수 산학협력 인재 양성을 위한 대학원 프로그램 정비

○ 글로벌 산학협력 네트워크를 본 교육연구팀이 설계한 PMDT 트랙과 3A+1I 프로그램의 대학원생 교류에 활용

○ 교육 협력 해외기관에서의 학점 교류를 독려하고 해외 파견 학생 지원 프로그램 강화

○ 해외기관에서의 학점 교류에 참가한 대학원생의 파견 결과 보고서 제출을 의무화하고 국제학술대회에서 결과 발표를 지원

○ 대학원생들을 위한 국제 소양 강화 교육, 외국어 심화 교육, 영어 논문 작성법 교육, 영어 프레젠테이션 교육 등을 강화

나. 진행(예정) 중인 구체적 산학협력 활동 계획

☑ **아주 산학협력프로그램을 통해 아주 산업수학·통계센터와 MOU를 맺은 국내외 주요 기관 및 산업체와 데이터 기반으로 공동연구 수행(예정) 중임**
☑ **주제별 다음 목표 달성을 위해 과제마다 참여 대학원생을 참여시켜 연구에 박차를 가하고, 현장 감각과 경험을 바탕으로 높은 경쟁력을 가진 위상·통계 전문 인재로 양성하고자 함**

□ 위상수학을 활용한 산학협력

○ 다양한 기계학습 방법은 인공지능 분야에서 탁월한 성능을 보였으나 실제 데이터 학습 시간 및 계산에 한계 극복을 위한 기계학습과 병행된 기술 개발이 필요함

○ 기계학습 외적인 방법으로 데이터의 전체적인 성질을 찾을 수 있는 기술로 주목받고 있는 위상적 데이터분석(TDA) 방법을 실제 산업체 데이터에 적용할 수 있는 방법 개발을 목표 함

○ 추진방안

- 협력 기관을 통한 데이터 확보 및 위상적데이터분석(TDA)을 이용한 시스템 개발
- 개발된 위상수학 기반 시스템과 기존 인공신경망 기반 시스템의 비교 및 고도화 검증
- 참여 대학원생들의 실무 경험에 대한 교육의 장으로 활용 및 인적교류를 위한 프로그램 구축

□ 통계를 활용한 산학협력 계획

○ 개인 맞춤형 질병 진단, 치료를 위한 정밀의료(precision medicine) 실현을 위하여 방대하고 다양한 임상 데이터 이해, 분석 및 최신 통계적 방법론 활용 능력을 갖춘 데이터 분석전문가가 필요함

○ 정확한 임상시험 연구지원을 위한 지능형 설계 및 맞춤형 통계모델을 개발하여 궁극적으로는 실제 의료 환경 적용을 위한 통계적 모델링 플랫폼 구축을 목표 함

○ 추진방안

- 협력 기관을 통한 의료임상 데이터 확보 및 통계모델 기반 정밀의료 질병 진단 모델 개발
- 추가 데이터 확보를 통한 개발된 통계적 모델링 핵심 기술의 신뢰성 및 정확성 검증
- 개발된 통계적 모델의 실제 의료 환경 적용을 위한 모바일 및 웹 기반 플랫폼 개발
- 의료기관, 특히 아주대병원, 수요에 따라 의학통계 교육 제공 및 인턴십 연계 프로그램 개발

□ 산업체 및 타 기관과의 협력 계획

분류	협력 기관	협력 내용
국내 대학/연구소	연세대 세브란스병원	한국인 갑상선암 환자 프로파일링 및 일반화 혼합모형에 기반한 예후 예측 모델 개발
	서울대 분당병원	의료정보학데이터를 위한 통계적 및 기계학습 모델링의 효율적인 통합적 방법론 연구
	순천대학교	비파괴검사(딥러닝 기법)를 활용한 지하구조물 탐사 기술 개발 연구
	한국과학기술원	
국내 기업	㈜인실리코젠	유전체 데이터 분석 및 질병/유전체 네트워크 분석
	㈜신테카바이오	신약개발 과정에서 요구되는 통계적 방법론 적용 및 개발
	㈜스프링클라우드	센서퓨전을 통한 3D물체 인식 알고리즘 개발 및 실무 교육 개발
	㈜수산중공업	유압브레이커에서 발생하는 하자원인 예측 모델 설계 및 로직설계
	㈜엠즈푸드시스템	공급망 관리에서 수요 예측값 모델 정교화와 주문 추천 로직 설계
	㈜큐티티	구강 건강 관리 애플리케이션에 적용할 개체 탐지 모델 기반 이상치 탐지 모델 개발
	㈜마음에이아이	도로 위험정보 서비스 데이터 구축 및 위험정보 탐지 모델 개발

3. 연구의 국제화 현황

3.1 참여교수의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

☑ 사업팀이 상대적으로 연구 활동이 왕성한 젊은 교수들로 구성되어있고, 참여하는 모든 교수가 연구결과발표를 중심으로 국제학술대회에 활발하게 참여하였음
☑ 아래 서술한 학술대회 연구실적 발표나 조직의원 활동 외에도, 참여교수들은 각자 전공 세부 분야의 유수한 저널의 심사위원으로도 봉사하고 있음

가. 국제학회/학술대회 연구 발표 및 강연 실적

□ 사업 참여교수 1인당 5년 평균 7.6건의 국제 학술대회 발표를 하였음

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	계
실적	7	14	10	9	8	13	61

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2021년 아랍에미리트원자력공사와 공동으로 추진한 산업수학 세미나에서 ‘수학과 통계학의 의학 및 산업에의 활용(Applications of Mathematics and Statistics in clinical medicine and industry)’을 주제로 발표하였고, ㅇㅇㅇ 교수는 패널 토론을 통해 아주대학교 수학과의 산업수학 분야 강점과 관련 현황을 설명하고, 아랍에미리트 교육부와 칼리파대학의 참가자들과 함께 심도 깊은 토론을 진행함

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2023년 10th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) 국제학술대회에 “Recent Advances in Applied Mathematics including adopting machine learning and deep learning” 라는 주제로 minisymposium을 제안 및 채택되었고, Interpretable Classification for Multivariate Gait Analysis라는 주제로 발표함

○ ㅇㅇㅇ 교수는 계산 경제학과 계산 통계학의 네트워크 국제학술대회인 The International Conference on Econometrics and Statistics (2019년 대만 National Chung Hsing University, 2023년 일본 Waseda University), 통계학의 가장 큰 국제학회인 Joint Statistical Meetings (2020년 미국 온라인), 통계 계산 및 방법론 국제학회인 The International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (2019 영국 Senate House, University of London) 에서 순서관련 표본에서의 추론 절차와 대용량 데이터 통계학습 방법에 관한 연구를 발표함

○ ㅇㅇㅇ 교수는 최근 5년간 다양한 국제학술대회에서 6회의 연구발표를 진행함

- International Conference on Computational Mathematics - Advances in Computational PDEs 연세대학교, 2018년 10월
- SIAM Conference on Mathematical & Computational Issues in the Geosciences, 휴스턴 메리어트 웨스트체이스, 미국, 2019년 3월
- The 26th International Domain Decomposition Conference, 온라인, 2020년 12월

- International Conference on Spectral and High Order Methods 2020(+1), 온라인, 2021년 7월

• 2023년 8월 14일~18일에 한국에서 개최된 ICOSAHOM(International Conference On Spectral And High Order Methods)에서 조직위원(local organizing committee member)으로 활동함. 이 학회는 2년마다 개최되며 약 300개 내외의 발표로 구성되는 큰 규모의 국제학회임

- International Conference on Spectral and High Order Methods 2023, 연세대학교, 2023년 8월

• 2023년 ICOSAHOM 학회에서 ‘Polygonal finite elements, DG, and related methods’의 minisymposium을 조직하였으며 ‘A hybrid difference method and postprocessings for elliptic problems’을 주제로 연구 발표함

- 20th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, 와세다대학교, 일본, 2023년 8월

• ‘ Recent Advances in Applied Mathematics including adopting machine learning and deep learning’ minisymposium 세션에 초청받아 ‘A hybrid dierence method and its postprocessings for second order elliptic problems’을 주제로 연구 발표함

◯ ㅇㅇㅇ 교수는 Combinatorics Workshop 2023 (2023년 8월 16~18일)에서 invited talk을 함

나. 국제학회/학술대회 조직활동 실적

○ Ajou-Kyushu joint workshop on Industrial math

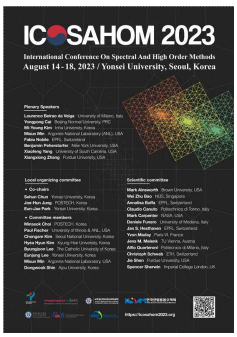
- 2018년 12월 규슈대 산업수학연구소(IMI)와 협업한 조인트워크숍으로 각 학교에서 구두발표와 포스터 발표를 하였고, 순수수학, 응용수학을 포함함
- 교육연구팀 참여교수 ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ 교수가 조직위원 혹은 발표자로 참여하였으며 이외에도 아주대 수학과 ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ 교수도 함께 조직위원 혹은 발표자로 참여, 대학원생들은 주로 포스터발표로 참여하였음
- 산업수학 연구 관련 총 13건의 연구발표가 이루어졌음
- 이 학회를 시작으로 IMI 소장(Prof. Saemu)이 2019년 3월에 아주대 수학과를 방문하여 콜로퀴움 발표 및 총장면담을 진행하고, 추후 연구 협력을 합의함

○ 2019 International Joint Conference on AI & Data Science: Mathematics and Applications

- 2019년 11월 아주대를 중심으로 규슈대(일본), 난양공대(중국), 산동대(중국), SUNY-Buffalo(미국) 등 5개 학교가 참여하는 AI 및 Data Science에 대한 학회를 개최하였음
- 본 학회는 교육연구팀 참여교수인 ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ 교수가 조직위원으로 참가하고 이외에도 아주대 수학과의 ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ 교수도 함께 조직위원으로 참가하였음
- 본 학회는 삼성전자, 국민은행, 경기관광공사의 지원을 받아 개최되었음
- AI 및 DS 분야 최신 기술을 소개하는 학회로 당시 국내의 Data Science 분야의 많은 관심을 받음

○ **참여교수의 국제학회/학술대회 조직활동 실적**

- ㅇㅇㅇ 교수는 2021년부터 Asia Pacific Consortium of Mathematics for Industry (APCMfI)의 council member로 활동 중이며, 2023년 Forum “Math-for-Industry“ 국제학술대회 조직위원으로 활동하였음
- ㅇㅇㅇ 교수는 ㅇㅇㅇ 교수와 함께 2021년 The 2nd Ajou-Kyushu Joint Workshop on Industrial Mathematics: Biomedical Mathematics와 The 2nd Edition of Asia Pacic Online Seminars on Mathematics for Industry를 공동 개최함.
  - https://shahn04.wixsite.com/ajou-kyushu2021
  - https://apcmfi.org/event/view/166
- ㅇㅇㅇ 교수는 국제학술대회인 Combinatorics on Flag Varieties and Related Topics 2021과 Combinatorics on Flag Varieties and Related Topics 2023의 조직위원으로 활동함.
  - https://sites.google.com/view/flagvariety/home
  - https://sites.google.com/view/flagvariety2023/home
- ㅇㅇㅇ 교수는 2023년 8월에 개최된 국제학회 International Conference on Spectral and High Order Methods의 조직위원으로 활동하였음



다. 기계획된 참여교수들의 국제 활동

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2023.11.1.-2023.11.5. 열리는 한중일 그래프이론 학회에 초청받아 limited domination을 주제로 발표할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2024년 3월 열리는 국제학회 “International Workshop on Discrete Mathmatics and Algorithms“ in Hawaii (Honolulu), March 27-29 in 2024“의 초청강연자로 초청받았으며 그래프지배집합 문제에 대해 발표할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 한중협력연구사업에 최근 선정되어 중국서북대학과 공동연구를 계획하고 있으며 2024년 1월 중국 Xian을 2주간 방문할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 ㅇㅇㅇ 교수의 초청으로 2024년 2월부터 University of Texas at Arlington를 1년간 방문 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2024년도 말에 국제 학술대회 “Combinatorics on flag varieties and related topics” 를 개최할 예정임

○ ㅇㅇㅇ 교수는 2023.9.11.~14 Mexico PIICTA 학회에 초청받아 “Cohomology of real toric varieties corresponding to Weyl chambers” 를 주제로 발표할 예정임

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 5년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
1			일본/요코하마 시립대학; 일본/야마가타 대학	(2021) Stable structure on safe set problems in vertex-weighted graphs.European Journal of Combinatorics, 91, (2021), 103211	doi.org/10.1016/j.ejc.2020.103211
2			Pakistan/ Abbottabad University of Science and Technology	Multiscale mortar mixed domain decomposition approximations of nonlinear parabolic equations, Computers and Mathematics with Applications, 97, (2021), pp.375-385.	https://doi.org/10.1016/j.camwa.2021.06.009/
3			미국/Southern Methodist University	(2020) Using ranked set sampling with binary outcomes in cluster randomized designs. The Canadian Journal of Statistics, Vol. 48(3), pp. 342-365.	10.1002/cjs.11533
4			미국/Southern Methodist University	(2022) Efficient sample allocation by local adjustment for unbalanced ranked set sampling. Book chapter of the Recent advances on sampling methods and educational statistics, Springer, pp. 45-60	(ISBN)978-3-031-14524-7
5			미국/U. of Texas Elpaso,	The Immersed Interface Hybridized Difference Method for Parabolic Interface Problems Numer. Math. Theor. Meth. Appl. Vol. 15, No. 2, pp. 336-359, 2022	10.4208/nmtma.OA-2021-0154
6			캐나다/University of British Columbia	Slide multiplicity free key polynomials, Electronic Journal of Combinatorics 29 (2022), no. 1, #P1.16, (20 pages)	https://doi.org/10.37236/9858
7			일본/Kyushu University	The cohomology groups of real toric varieties associated to Weyl chambers of type C and D, Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society(2019)	10.1017/S001309151800086X
참여교수 수		7		최대 제출 건수	7

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

□ 기관 레벨의 교류 실적 및 계획

○ 산업수학 관련하여 Kyushu Univ.의 산업수학센터 IMI 와 지속적인 협력을 추진해 왔음

- IMI와는 정기 joint workshop을 비롯하여 기관장이 서로 방문하는 등 긴밀한 협력을 추진하고 있음.
- 최근에는 수학과 (혹은 자연과학대학)와 MOU 등을 통해 교류의 수준을 높일 것을 염두에 두고 있음
- 본 과제가 수행된다면 IMI는 본 교육연구팀의 가장 중요한 협력 파트너가 될 예정임

○ UAE 칼리파 대학과의 지속적인 교류

- 칼리파 대학은 UAE의 ENEC과 함께 2020년부터 대학 단위의 협력을 추진하였음. ENEC의 금전적인 support와 함께 칼리파 대학과는 산업수학 관련 학술 교류를 수행할 예정임. 이미 webinar를 한 번 시행하였고, 현재 대면 워크숍 개최를 위해 구체적인 대화가 진행되고 있음.

○ 2019년 난양공대, 산동대, 규슈대, SUNY at Buffalo와 함께 AI 및 DS에 관한 공동 워크숍을 개최한 바 있음. 이러한 국제 협력 관계를 더욱 발전 시켜 지속적인 교류 연구 학회를 개최할 예정임

□ 개인 레벨의 교류 실적 및 계획

○ 본 교육연구팀 사업 참여교수들은 모두 지난 5년간 매우 적극적으로 국제공동연구를 수행하고 활발한 교류를 해왔음

○ 2020년~2022년 COVID-19 팬데믹으로 인하여 해외 학술교류가 원활하지 않았음에도 불구하고 5년간 외국 대학 및 연구기관과의 교류는 꾸준히 이루어짐

○ 아래에 나열된 진행 중이거나 계획하고 있는 국제공동연구를 지속적으로 수행하면서 동시에, 개인 레벨의 연구를 본 교육연구팀의 소그룹 레벨의 연구로 확장하고자 함

□ 활발한 국제 연구를 수행 중인 ㅇㅇㅇ 교수

☑ **ㅇㅇㅇ 교수는 국내외에서 매우 활발히 활동하며, 일본, 캐나다, 중국, 프랑스 등의 연구자들과 공동연구를 하고 있으며 최근 5년간 해외연구자와 교류하며 작성한 논문하여 출판한 논문이 총 6건이며, 꾸준히 외국 연구자를 초빙하고 있음.**

○ 프랑스 ㅇㅇㅇ 학자와의 교류

- ㅇㅇㅇ는 인턴십으로 아주대에 방문한 이래로 지속적인 공동 연구를 수행하고 있음. ㅇㅇㅇ 교수뿐 아니라 본 교육팀의 참여 학생인 ㅇㅇㅇ 학생과도 교류하고 있음. 현재 2편의 논문이 출판되었고, 1편의 논문이 게재심사중, 1편의 논문이 작성중에 있음.

○ ㅇㅇㅇ 교수와의 토릭위상수학 및 산업수학 연구

- 2023년 6월 ㅇㅇㅇ 교수를 초빙하여 토릭위상수학 및 산업수학 공동 연구를 수행하였음.

○ ㅇㅇㅇ 교수와의 토릭위상수학 연구

- 2023년 10월 ㅇㅇㅇ 교수를 초빙하여 토릭위상수학 공동연구 수행 계획 중. ㅇㅇㅇ 교수는 ㅇㅇㅇ 교수가 개최하는 대한수학회 가을정기학회 Special Session에서 초청 강연을 포함하여 아주대학교에서도 강연이 예정되어 있음

○ ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ 박사 등 중국 연구자들과의 교류

- 토릭 위상수학 관련하여 중국의 신진 연구자들과 꾸준히 연구 하고 있음. 특히 ㅇㅇㅇ 박사는 ㅇㅇㅇ 교수의 박사후 연구원으로 2021년에 방문하여 2년간 공동연구를 수행한 바 있음.

□ **공동연구논문을 중심으로 교류한 ㅇㅇㅇ 교수**

☑ **ㅇㅇㅇ 교수는 국내외에서 매우 활발히 활동하며, Yokohama City University, Sun-yat Sen University, Zhejiang Noraml University 등의 연구자들과 공동연구를 하고 있으며 최근 5년간 해외연구자와 교류하며 작성한 논문하여 출판한 논문이 총 8건이며, 최근 한중협력연구사업에 선정되어 중국서북공업대학과의 협력연구를 시작하였음**

○ Yokohama 시립대학의 ㅇㅇㅇ 교수와의 교류

- 2018년 10월, 2023년 1월에 ㅇㅇㅇ 교수의 초청으로 Yokohama 시립대학을 방문하여 공동 연구를 진행하였고 이를 통해 3편의 논문이 완성됨

○ Zhejiang Normal 대학의 ㅇㅇㅇ 교수 연구그룹과의 교류

- 2020년 1월에 두 차례 ㅇㅇㅇ 교수의 초청으로 방문하여 공동연구를 수행하고 연구는 2편의 논문으로 완성되었으며 Zhejiang Normal 대학 수학과 세미나에서 두 차례 발표함

- ㅇㅇㅇ 교수가 2023년 7월부터 한국을 3개월동안 방문하였고, 정기적으로 만나 outeplanar graph의 truncated choosability에 대한 공동연구를 수행하였음

○ Sun-Yat Sen 대학의 ㅇㅇㅇ 교수 연구그룹과의 교류

- 2019년 1월과 2019년 4월에는 ㅇㅇㅇ 교수가 Sun-Yat Sen 대학에 방문하여 Guangzhou Discrete Math Seminar에서 두 차례 발표, 공동연구 수행하였고, 현재 1편의 논문을 출판하고 1건의 연구를 진행하고 있음

○ University of Victoria의 ㅇㅇㅇ 교수와의 교류

- 2020년 8월-2021년 7월에 세계적인 석학 ㅇㅇㅇ 교수의 초청으로 University of Victoria 방문하였고, DM Seminar에서 두 차례 발표하였으며, 해당 세미나를 참여하며 알게 된 문제를 해결하여 논문을 작성하였음

○ 중국서북공업대학 ㅇㅇㅇ 교수와의 교류

- 2023년 8월, 한중협력연구사업에 선정되어 중국서북대학과의 다양한 방면의 연구 교류를 계획하고 있으며, 2주 간격으로 온라인 연구미팅을 진행하고 2024년 1월 ㅇㅇㅇ 교수가 Xian을 2주간 방문할 예정이며, 공동학술대회도 2024년 6월 개최할 예정임

□ **학술대회 네트워크를 발전시켜 상호 교류한 ㅇㅇㅇ 교수**

☑ **ㅇㅇㅇ 교수는 ranked set sampling 분야 국내 유일한 연구자로 Southern Methodist University, University of Texas at Arlington 연구자들과 비모수적추론 방법을 공동연구하고 있으며, 국내 다수 기관 및 National University of Singapore 연구자들과 의약학 및 생물학 데이터 공동연구를 하여 최근 5년간 해외연구자와 교류하며 작성한 논문은 (투고한 논문 포함) 총 6건임**

○ Southern Methodist University의 ㅇㅇㅇ 교수와의 교류

- 2022년 6월에 ㅇㅇㅇ 교수의 한국통계학회 학술대회 방문을 통해 경험적 우도 및 우도비 검정절차 공동 연구를 논의 후 e-mail을 통해 연구 진행하여 1편의 논문을 작성 및 2023년 6월 한국통계학회에서 발표하였고 저널에 투고함

○ University of Texas at Arlington의 ㅇㅇㅇ 교수와의 교류

- 최근 5년간 국제 학술대회와 Zoom 회의 및 e-mail을 통해 지속적으로 교류하며 Ranked Set Sampling을 활용한 추론 절차의 효율성을 보장하기 위한 연속성 보정, 불균형성을 고려한 실험 설계 및 표본배정 설계, 경험적 우도 추정절차를 개발하여 총 3편의 논문을 게제하고 1편의 저서(Book chapter)를 발표함
- 2023년 8월 도쿄 Waseda University에서 개최된 EcoSta 2023에서 진행중인 차원축소 기반 시각화 연구를 발표하고 논의하여 1편의 논문을 완성 및 투고 준비함
- 2024년 2월~ 2025년 1월에 ㅇㅇㅇ 교수의 초청으로 University of Texas at Arlington 방문을 계획하고 있음

○ National University of Singapore의 ㅇㅇㅇ 교수와의 교류

- 2020년 Skype회의나 email을 통해 교류하며 준지도 군집화 방법론을 개발 및 인플루엔자 A 바이러스를 분석하여 1편의 논문을 게제하였고, 현재 1편의 논문을 완성하여 투고 준비중이며, 2편의 연구가 진행하고 있음

□ **공동연구논문을 중심으로 교류한 ㅇㅇㅇ 교수**

○ 2019년 3~4월 한 달간 University of British Columbia의 ㅇㅇㅇ 교수를 초청하여 공동연구를 진행하고 그 결과로 다음 논문을 출판함

- Slide multiplicity free key polynomials (with ㅇㅇㅇ), Electronic Journal of Combinatorics 29 (2022), no. 1, #P1.16, (20 pages)

□ **활발한 온라인 연구 활동 중심으로 교류한 ㅇㅇㅇ 교수**

○ 파키스탄의 ㅇㅇㅇ 박사, 연세대학교의 ㅇㅇㅇ 교수와 함께 공동연구를 진행함. COVID-19의 영향으로 화상회의, 메일 등을 통해 연구 교류를 했으며 그 결과로 다음 논문을 출판함

- ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ and ㅇㅇㅇ, Multiscale mortar mixed domain decomposition approximations of nonlinear parabolic equations, Computers and Mathematics with Applications, 97, (2021), pp.375-385.