

RR - 2024 - 7 - 750 호

2028 대학입시제도 개편에 따른 대학 수학교육의 발전 방향

2024. 11



한국대학교육협의회
Korean Council for University Education

RR - 2024 - 7 - 750 호

2028 대학입시제도 개편에 따른 대학 수학교육의 발전 방향

연구책임자 : 이윤희(충남대학교 수학과)

공동연구자 : 김필형(충남대학교 교육혁신본부)

이상선(한국기술교육대학교 Edutech센터)



한국대학교육협의회
Korean Council for University Education

이 연구는 2024년도 한국대학교육협의회의 '2028 대학
입시제도 개편에 따른 대학 수학교육의 발전방향'에
관한 정책연구비 지원에 의해 수행된 것입니다.

본 연구에 제시된 정책대안이나 의견 등은 한국대학교
육협의회의 공식적인 의견이 아닌 연구진의 견해임을
밝혀드립니다.

『This work was funded by 2024 Korean Council for
University Education』

연구결과 요약

수학은 개념, 원리, 법칙의 이해를 바탕으로 다양한 현상을 수학적으로 관찰하고 해석하는 능력을 함양하며, 논리적 사고와 문제 해결 능력을 기르는 필수 교과이다. 오랜 역사 속에서 수학은 인류 문명 발전의 원동력이 되어왔으며, 세계화 및 정보화가 가속화되는 미래 사회에서는 더욱 중요한 핵심 역량으로 자리매김하고 있다.

그러나 한국의 수학교육은 국제적으로 높은 위상을 유지하고 있음에도 불구하고 지속적으로 제기되는 문제점이 존재한다. 이는 수능 개편안이 나올 때마다 고등학교 수학교육에 대한 상반된 주장으로 학생들의 학업 부담 경감을 주장하는 목소리와 대학의 전문화된 교육과정을 따라갈 수 있는 수학적 기초 역량을 강조하는 상반된 의견이 평행선을 달리고 있다는 것이다. 이로 인해 수학교육 개편 과정에서 시행착오가 반복되고 있는 실정이다.

본 연구는 이러한 교육적·사회적 배경을 바탕으로, 거점국립대학 및 국내 주요 대학의 현재 수학교육의 현황을 파악하고, 2028년 대입제도 개편에 따른 고등학교 수학교육 변화에 대한 대학 수학교육의 개선 방향 도출을 통해 학생들의 학습 격차를 줄이고 향후 산업 현장에서 역량을 발휘할 수 있는 지성인 양성의 일환으로서 수학교육 운영 및 지원 방안에 대해 제언하고자 한다. 이를 위한 세부 연구 범위는 다음과 같다.

주요 대학의 수학교육과정 편성 및 운영 현황 조사

- 국내 10개 국립거점대학 및 우수대학의 수학교육 과정 편성 및 운영 현황 조사
- 고등학교 수학 교과목 교육목표 및 내용 체계, 성취기준 분석(공통수학1, 공통수학2, 대수, 미적분 I, 확률과통계, 미적분 II, 기하)
- 대학 미적분학 강의의 성취기준 개발

전공자율선택제 도입에 따른 대학 수학교육 개편 방향

- 전공자율선택제 도입에 따른 교과목 공동관리시스템 구축 방안 제시
- 전공자율선택제 도입에 따른 대학 수학 모듈형 교육과정 운영 방안 제시
- 전공자율선택제 도입에 따른 기초학력 진단 시스템 구축 방안 제시
- AI를 활용한 대학 수학 교과목 운영(안)

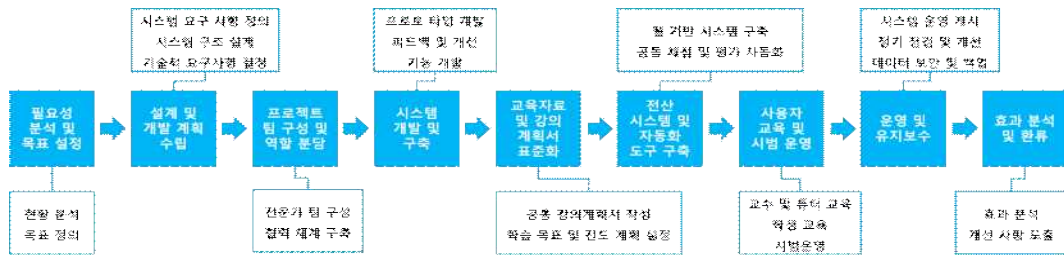
대학 수학교육과정의 성취기준 및 강의자료 개발을 위해서는 국내 주요 대학들의 수학교육과정 편성 및 운영 현황을 파악할 필요가 있다. 이에 따라 국내 주요 대학의 수학 관련 교양교과목의 편성 및 이수체계를 조사·분석하였다. 조사 대학은 국가거점국립대학 8개교, 학부대학을 운영하는 사립대학 2개교로 총 10개 대학을 조사하였다. 조사 결과 대부분의 대학의 이공계열 단과대학(자연과학대학, 공과대학, 생명시스템과학대학 등) 및 학과는 수학 관련 교양교과목을 필수 이수 교과목으로 지정하여 운영하고 있다. 교과목의 커리큘럼은 주로 미적분학에 관련된 내용이고, 전공의 특성에 따라 조금씩 상이한 내용(선형대수학, 확률, 통계 등)을 담고 있다. 또한 일부 대학은 ‘기초학력진단(수학)’의 결과에 따라 선이수과목을 지정하는 등의 교육과정을 운영하고 있다.

대학 미적분학 강의의 성취기준 및 강의자료 개발을 위해 고등학교 교육과정의 공통수학1, 공통수학2, 대수, 미적분 I, 확률과통계, 미적분 II, 기하 등 7개 교과목의 성취기준을 분석하고 Thomas 미적분학 교재에 따라 15개 단원의 성취기준을 개발하였다. 개발된 성취기준은 각 주제별 고등학교 과정에서의 수학 관련 교과목을 명시하여 고등학교 수학교육과정과 대학에서의 수학교육과정의 연결성을 확인하고 모듈형 교육과정 운영을 위한 기초자료로 활용하였다.

Chapter	Themes(개)	성취기준(개)
1. Functions	5	18
2. Limits and Continuity	6	13
3. Derivatives	11	24
4. Applications of Derivatives	8	17
5. Integrals	6	17
6. Applications and Definite Integrals	6	10
7. Integrals and Transcendental Functions	4	8
8. Techniques of Integration	8	15
9. Infinite Sequences and Series	10	24
10. Parametric Equations and Polar Coordinates	7	18
11. Vectors and the Geometry of Space	6	19
12. Vector-Valued Functions and Motion in Space	6	17
13. Partial Derivatives	10	29
14. Triple Integrals	8	20
15. Integrals and Vector Fields	8	24

학사 운영 차원에서의 대학 수학교육 발전 방향을 제안하기 위해 전공자율선택제 도입에 따른 교과목 공동관리시스템 구축 절차를 ① 필요성 분석 및 목표 설

정, ② 설계 및 개발 계획 수립, ③ 프로젝트 팀 구성 및 역할 분담, ④ 시스템 개발 및 구축, ⑤ 교육 자료 및 강의계획서 표준화, ⑥ 전산 시스템 및 자동화 도구 구축, ⑦ 사용자 교육 및 시범 운영, ⑧ 운영 및 유지보수, ⑨ 효과 분석 및 환류의 9단계로 제안하였으며 세부 절차 및 내용은 아래의 그림과 같다.



교과목 공동관리시스템 구축 절차

모듈형 교육과정의 편성 및 운영을 위해 기존에 제안한 단원별 주제와 성취기준을 묶어 학과별로 요구하는 수학 역량을 함양할 수 있도록 교과단위에서 보다 세분화된 주제 단위의 대학 수학 모듈형 교육과정 편성을 제안하였으며 세부내용은 아래의 그림과 같다.

미적분학 I	성취기준에 따른 단원별 주제단위 분류 및 학과/단과대학별 요구에 따른 모듈형 교과과정 제공			미적분학 II	성취기준에 따른 단원별 주제단위 분류 및 학과/단과대학별 요구에 따른 모듈형 교과과정 제공		
Chapter 1 Functions	Theme 1-1 Functions and Their Graphs	Theme 1-2 Trigonometric and Exponential Functions	Theme 1-3 Inverse Functions	Chapter 10 Parametric Equations and Polar Coordinates	Theme 10-1 Parametric Equations	Theme 10-2 Polar Coordinates	Theme 10-3 Conic Sections
Chapter 2 Limits and Continuity	Theme 2-1 Limit and Limit Laws	Theme 2-2 Limits at Infinity	Theme 2-3 Continuity	Chapter 11 Vectors and the Geometry of Space	Theme 11-1 Vectors	Theme 11-2 Dot and Cross Products	Theme 11-3 Cylinders and Quadric Surfaces
Chapter 3 Derivatives	Theme 3-1 Differentiation Rules	Theme 3-2 The Chain Rule	Theme 3-3 Derivatives of Inverse Functions				
Chapter 4 Applications of Derivatives	Theme 4-1 The Mean Value Theorem	Theme 4-2 Curve Sketching	Theme 4-3 Applied Optimization	Chapter 12 Vector-Valued Functions and Motion in Space	Theme 12-1 Vector-Valued Functions	Theme 12-2 TNB Frame	Theme 12-3 Kepler's Three Laws
Chapter 5 Integrals	Theme 5-1 Estimating with Finite Sums	Theme 5-2 The Fundamental Theorem of Calculus	Theme 5-3 Definite Integral Substitutions	Chapter 13 Partial Derivatives	Theme 13-1 Functions of Several Variables	Theme 13-2 Partial and Directional Derivatives	Theme 13-3 Extreme Values and Taylor's Formula
Chapter 6 Applications and Definite Integrals	Theme 6-1 Volumes	Theme 6-2 Arc Length and Areas of Surfaces	Theme 6-3 Work and Moments				
Chapter 7 Integrals and Transcendental Functions	Theme 7-1 Logarithm	Theme 7-2 Differential Equations	Theme 7-3 Hyperbolic Functions	Chapter 14 Multiple Integrals	Theme 14-1 Double Integrals	Theme 14-2 Triple Integrals	Theme 14-3 Substitutions in Multiple Integrals
Chapter 8 Techniques of Integration	Theme 8-1 Integration by Part	Theme 8-2 Trigonometric Integrals	Theme 8-3 Numerical Integration				
Chapter 9 Infinite Sequences and Series	Theme 9-1 Sequences and Infinite Series	Theme 9-2 Tests of Infinite Series	Theme 9-3 Taylor Series	Chapter 15 Integrals and Vector Fields	Theme 15-1 Line Integrals	Theme 15-2 Surface Integrals	Theme 15-3 Stokes' and Divergence Theorems
MODULE A: Theme 4.1 + Theme 4.2 + Theme 4.3 + Theme 5.1 + Theme 5.2 + Theme 5.3				MODULE C: Theme 10.1 + Theme 10.2 + Theme 11.2 + Theme 12.1 + Theme 12.2			
MODULE B: Theme 7.1 + Theme 7.2 + Theme 7.3 + Theme 8.1 + Theme 8.2 + Theme 8.3				MODULE D: Theme 13.1 + Theme 13.2 + Theme 13.3 + Theme 14.1 + Theme 14.2 + Theme 14.3 + Theme 15.1 + Theme 15.2 + Theme 15.3			

전공자율선택제 도입에 따른 모듈형 교육과정 운영(안)

이공계열 전공의 경우 수학 기초학력이 필수적이다. 수학을 충분히 이해하지 못한 학생들은 이공계열 전공 수업을 따라가기가 어렵고, 이는 대학 부적응과 중도 탈락의 주요 원인으로 작용할 수 있다. 특히, 대학에서 사용하는 미적분학 교재는 고등학교 과정에서 배우지 않은 내용이 많이 포함되어 있어 이공계열 전공 학생들이 학업에 어려움을 겪고 있다. 따라서 대학은 학생들의 기초학력 부족을 해결하기 위해 체계적인 지원을 강화할 필요가 있으며, 이를 통해 중도 탈락을 방지하고 학업 성취를 높일 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 기초학력 진단 시스템 운영을 위해 진단시기, 진단대상, 진단도구, 문제 범위, 진단평가 결과 활용 등을 제안하였다.

마지막으로 변화하는 교육 환경에 맞춰 AI를 활용한 대학 교과목 운영을 제안하기 위해 ALEKS, Builearn, 프리윌린(폴리캠퍼스)의 세부 기능과 장단점을 분석하여 일반 강의, 플립러닝, PBL 강의에서의 AI 활용 방안을 제안하였다.

목 차

I. 연구의 필요성 및 목적	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 목적 및 연구 범위	4
II. 2028 대학입시제도개편확정(안)	5
1. 2028 대학입시제도 개편 시안 개요	5
2. 2028 대학입시제도 개편 시안에 대한 국가교육위원회 의결 사항	6
3. 2028 대학입시제도 개편 확정(안)	7
4. 2028 대학입시제도 개편 확정(안)에 대한 의견	9
III. 대학 수학교육 개선 방향	13
1. 대학 수학의 성취기준 개발	13
2. 전공자율선택제 도입에 따른 대학 수학교육 개편 방향	63
3. AI를 활용한 대학 수학 교과목 운영(안)	77
IV. 결론	90
V. 참고문헌	92

표 목 차

<표 II-1> 2028 대학입시제도 개편 시안에 대한 국가교육위원회 의결사항 ..	6
<표 II-2> 2028학년도 수능 개편 확정안	8
<표 II-3> 과목별 성적 산출 및 대학 제공 방식	9
<표 III-1> 수학교육 편성 및 운영 현황 조사 대학 목록	13
<표 III-2> 서울대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	14
<표 III-3> 강원대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	16
<표 III-4> 충남대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	17
<표 III-5> 충북대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	18
<표 III-6> 부산대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	18
<표 III-7> 경상국립대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	19
<표 III-8> 전북대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	20
<표 III-9> 제주대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	21
<표 III-10> 연세대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	21
<표 III-11> 성균관대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황	22
<표 III-12> 고등학교 공통수학1 교과목의 내용 체계와 성취기준	23
<표 III-13> 고등학교 공통수학2 교과목의 내용 체계와 성취기준	25
<표 III-14> 고등학교 대수 교과목의 내용 체계와 성취기준	27
<표 III-15> 고등학교 미적분 I 교과목의 내용 체계와 성취기준	29
<표 III-16> 고등학교 확률과 통계 교과목의 내용 체계와 성취기준	31
<표 III-17> 고등학교 미적분 II 교과목의 내용 체계와 성취기준	33
<표 III-18> 고등학교 기하 교과목의 내용 체계와 성취기준	35

<표 III-19> Chapter 1 Functions의 주제별 성취기준	37
<표 III-20> Chapter 2 Limits and Continuity의 주제별 성취기준	39
<표 III-21> Chapter 3 Derivatives의 주제별 성취기준	40
<표 III-22> Chapter 4 Applications of Derivatives의 주제별 성취기준	42
<표 III-23> Chapter 5 Integrals의 주제별 성취기준	44
<표 III-24> Chapter 6 Applications and Definite Integrals의 주제별 성취기준	45
<표 III-25> Chapter 7 Integrals and Transcendental Functions의 주제별 성취기준	46
<표 III-26> Chapter 8 Techniques of Integration의 주제별 성취기준	47
<표 III-27> Chapter 9 Infinite Sequences and Series의 주제별 성취기준	48
<표 III-28> Chapter 10 Parametric Equations and Polar Coordinates의 주제별 성취기준	50
<표 III-29> Chapter 11 Vectors and the Geometry of Space의 주제별 성취기준	51
<표 III-30> Chapter 12 Vector-Valued Functions and Motion in Space의 주제별 성취기준	52
<표 III-31> Chapter 13 Partial Derivatives의 주제별 성취기준	53
<표 III-32> Chapter 14 Multiple Integrals의 주제별 성취기준	55
<표 III-33> Chapter 15 Integrals and Vector Fields의 주제별 성취기준	57
<표 III-34> 대학 성취기준별 고등학교 연관 교과 매칭	59
<표 III-35> 기초학력 진단 결과에 따른 이수 과목(경북대학교)	75
<표 III-36> 기초학력 진단에 따른 선수과목과 후수과목 편성(경상국립대학교)	75
<표 III-37> 기초학력 진단에 따른 교과목 이수 체계(부산대학교)	76
<표 III-38> ALEXS의 단계별 작동 방식	80
<표 III-39> 일반 강의에서의 수업 단계별 AI 활용 방안	87
<표 III-40> 플립러닝에서의 수업 단계별 AI 활용 방안	88
<표 III-41> 수업 PBL에서의 단계별 AI 활용 방안	89

그림 목 차

[그림 I -1] 2021 수포자 비율과 기초학력수준미달 비율	3
[그림 III-1] 교과목 공동관리시스템 구축 절차	68
[그림 III-2] 전공자율선택제 도입에 따른 모듈형 교육과정 운영(안)	71
[그림 III-3] 폴리캠퍼스의 진단평가 및 학습 지원	83
[그림 III-4] 폴리캠퍼스의 문제 은행(문제 DB) 지원	84
[그림 III-5] 폴리캠퍼스의 교과목별 HTHT 교육과정 제작 지원	85
[그림 III-6] 폴리캠퍼스의 GPT 활용 강의 계획 수립 및 문제 생성 지원	86
[그림 III-7] 폴리캠퍼스의 어학 및 자격증 교육과정 지원	86

I. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성 및 목적

수학은 개념, 원리, 법칙을 이해하고 주변의 여러 현상을 수학적 관점에서 관찰·해석하며 논리적으로 사고하고 합리적으로 문제를 해결하는 능력과 태도를 기르기 위한 교과목이다. 또한, 오랜 역사를 통해 인류 문명 발전의 원동력이 되어 왔으며, 세계화·정보화가 가속화되는 미래 사회의 구성원이 지녀야 할 역량을 기르는 데 필수적인 학문이다. 즉, 수학은 기본적인 삶을 영위하고 일상생활을 포함한 다양한 맥락의 문제를 해결하는 데 도움이 되고, 자연과학, 공학, 의학뿐만 아니라 사회과학, 인문학, 예술 및 체육 분야 등 다양한 분야의 직업에서 요구하는 수리 소양을 형성하는 데 기초가 되며, 나아가 미래 사회를 주도할 창의성을 갖춘 사람으로 성장할 수 있는 기반을 제공한다(교육부, 2022).

우리나라 수학교육은 시대적으로 교수 요목 시기(1946-1955), 제1차 교육과정 시기(1955-1963, 생활단원 학습기), 제2차 교육과정 시기(1963-1973, 계통 학습기), 제3차 교육과정 시기(1973-1981, 새 수학 도입기), 제4차 교육과정 시기(1981-1988, 새 수학 반성기 및 기초 기능 강조기), 제5차 교육과정 시기(1989-1994, 기초 기능 및 문제 해결 능력 강조기), 제6차 교육과정 시기(1994-1997, 기초 기능 및 문제 해결 능력 강조기), 그리고 제7차 교육과정 시기(1997년부터 2000년대 초중반까지, 수학적 역량 개발 강조기)로 구분할 수 있다(전평국, 1999). 그리고 2007, 2011, 2015, 2022 개정 교육 교육과정을 거치며 창의성 및 문제해결력이 강조되고 학습 부담 경감, 타 교과와의 융합을 통한 창의 융합형 인재 양성에 주안점을 두었으며 최근에는 AI와 빅데이터 시대를 대비·활용하는 차원에서의 수학적 지식 활용 방안을 탐색하는 방향으로 나아가고 있다.

1954년 1차 교육과정이 공표된 이후 기초 수학의 개념이 도입되고 교과목이 체계화되면서 우리나라 고등학교 교육에서 수학 교과의 중요성은 지속적으로 강조되고 있다. 2차 교육과정(1963년)부터 실생활과 7차 교육과정(1997년)에 이르기까지 수학 교과는 교과목 체계화를 통해 실생활과 밀접한 교육을 지향하는 동시에 탐구 중심의 학습을 통한 문제해결력을 강조하였다. 그리고 2000년대에 들어서는 창의성 개발과 미래 사회에 대비한 융합형 인재 양성을 목적으로 수학 교과의 역할이 정의되었다(전평국, 1999; 이주연 외, 2022).

교육과정의 발전에 따른 한국의 수학교육은 국제적으로도 높은 위상을 가지고 있다. 지식을 상황과 목적에 맞게 활용할 수 있는 소양(Literacy)을 평가하여 참여국들의 교육체제에 대한 성과를 상호 비교하고 교육정책 수립의 기초자료로 활용하기 위한 목적으로 3년마다 국제적으로 시행하고 있는 국제학업성취도평가(Programme for International Student Assessment: PISA)에 따르면, OECD 37개 회원국 중 우리나라의 수학 순위는 1~2위를 차지하고 있으며¹⁾ 이는 2018년 대비 상승한 수치이다. 세부적으로는 숙련도 측면에서 조사 대상의 84%가 2수준²⁾ 이상을 성취하여 OECD 평균(69%)을 상회하고 있으며 수학 불안(Mathematics Anxiety) 지수 역시 -.05로 OECD 평균(0.17)보다 낮은 수준을 기록하고 있다(외교부, 2023).

반면, 국내에서의 수학교육에는 끊이지 않고 제기되는 문제가 있다. 그것은 수능 개편(안)이 나올 때마다 고등학교에서 수학을 어려워하는 학생들의 학업 부담을 줄여줘야 한다는 주장과 대학에서 전문화된 교육과정을 따라갈 수 있는 능력을 갖춰야 한다는 주장이 지속적으로 평행을 달리고 있으며 시행착오가 반복되고 있다는 것이다.

이에 대해 대한수학교육학회, 한국수학교육학회, 대학수학회는 ‘2022 수학과 교육과정 개정의 핵심 쟁점과 우려’를 주제로 수학교육포럼에서 본격적인 논의사항으로 다룬 바 있다. 우리나라에서 지속적으로 경감시켜 온 고등학교 수학교육은 학생들의 전반적인 수학적 소양의 하락을 야기하였으며, 2015 개정 교육과정 이후 문·이과의 공통부분만 가르치게 되면서 수학 학습내용이 더욱 부실해지고 이는 결과적으로 이공계에 진학하는 학생들의 대학수학능력이 심각하게 저하됨을 주장했다(정두섭, 이종규, 2023).

동일한 맥락에서 신소영(2023)은 실제 수학 교과목의 학습을 포기하는 이른바 ‘수포자’의 비율이 고등학교 2학년 학생 10명 중 3명에 차지할 정도로 심각하며 이는 국가수준학업성취도평가에서 나타난 기초학력 수준 미달 학생 비율을 상회하는 수준일 만큼 학습결손과 학업포기 문제가 심각함을 밝히고 있다(2021년 수포자 비율은 2021년 말 실시한 전국 수포자 설문조사에서 조사된 수포자 비율이며 2021년 기초학력 수준 미달(수학)은 2020년 국가수준학업성취도평가(수학교과) 결과이다).

1) 국제학업성취도평가(Programme for International Student Assessment)는 3년 주기로 실시되며 2018년에 실시된 이후 2021년에 실시되어야 하지만 COVID-19로 인해 2022년 시행되었다. 2022년 시행된 국제학업성취도평가에는 총 81개국(OECD 37개국)의 만 15세 학생 69만 명이 참여하였으며 우리나라는 중학교 14개교, 고등학교 186개교, 각종학교 4개교 등 총 186개교 6,931명이 참여하였다.

2) 2수준은 간단한 상황이 어떻게 수학적으로 표현될 수 있는지 해석 및 인지할 수 있음(ex. 두 대체경로의 총거리 비교하기, 가격을 다른 통화로 변환하기 등)을 의미한다.



[그림 1-1] 2021 수포자 비율과 기초학력수준미달 비율

2015년까지의 고등학교 교육과정 개편은 학습 부담 경감과 사교육 완화 등을 목표로 수학 과목의 내용을 축소했지만, 결과적으로 이공계 진학 학생들의 학력 저하로 이어졌다. 특히, 대학 입시에서 교차 지원이 가능해지면서 수학 기초가 부족한 인문계 학생들이 공학 관련 학문에서 어려움을 겪고, 이는 전과나 학업 포기 사례로 이어지고 있다(서영성, 2023).

최근 교육부는 대학 입학에서 전공의 경계를 허물고 융합 교육을 촉진하는 무전공 및 광역 모집 정책(전공자유선택제)에 주목하고 있다. 이 제도는 학생들에게 더 넓은 전공 선택권을 보장하고, 융합형 인재를 양성하려는 목적에서 도입되고 있다(설정욱, 이창언, 2024).

‘전공자유선택제’는 대학 입학 시 전공을 정하지 않고 2학년 이후에 적성에 맞는 전공을 선택할 수 있도록 하는 제도로 학생들에게 전공 선택의 자유를 주고, 다양한 전공으로의 진입을 허용한다. 최근 많은 대학에서 이 제도를 도입하고 있으며, 이는 기존의 ‘자유전공’과 유사한 체제로 운영되고 있다(오세정, 2024). 그러나 이러한 ‘전공자유선택제’ 역시 특정 학과로의 쏠림 현장으로 인한 교육 인프라 부족 야기, 미흡한 준비로 인한 학생 방치 가능성 등의 문제를 내포하고 있다.

교육부(2023)는 통합형·융합형 수능 과목체계 구축을 통한 과목·점수 유불리 해소로 융합형 학습을 유도하기 위해 국어, 수학, 사회·과학탐구, 직업탐구 영역의 선택과목제 폐지를 기본 방향으로 하고 있다. 즉, 경쟁적으로 확대되고 있는 사교육 열풍과 그로 인한 가정의 재정과 학생의 학습 부담 완화, 학습 격차로 인한 학생들의 흥미 저하 등 그동안 지속되고 있던 수학교육의 문제를 해소하고 수학교육을 핵심 개념과 사고력 중심으로 전환한다는 목적을 가지고 있다. 그러나 이러한 정책 추진 방향에 대해 일각에서는 고등교육과의 연계성 저하, 심화 학습

기회 감소, 국제 경쟁력 약화, 학생들의 수학적 흥미와 동기 저하, 교육의 다양성 감소 등의 문제를 우려하고 있다.

2. 연구 목적 및 연구 범위

가. 연구목적

본 연구는 국내 거점국립대학과 우수대학을 중심으로 현재 고등교육으로서 대학 수학교육과정 현황을 파악하고, 2028년 대입제도 개편에 따른 대학수학교육 개선 방향에 대해 제언하고자 한다. 또한 대학 수학교육의 체제 개편을 통해 학생들의 학습 격차를 줄이고 향후 산업 현장에서 역량을 발휘할 수 있는 지성인 양성의 일환으로서의 수학교육과정 운영 및 지원 방안에 대해 제언하는 데 연구 목적이 있다. 이를 위한 세부 연구 범위는 다음과 같다.

나. 연구범위 및 절차

1) 주요 대학의 수학교육과정 편성 및 운영 현황 조사

- 가) 국내 10개 국립거점대학 및 우수대학의 수학교육 과정 편성 및 운영 현황 조사
- 나) 고등학교 수학 교과목 교육목표 및 내용 체계, 성취기준 분석(공통수학1, 공통수학2, 대수, 미적분 I, 확률과통계, 미적분 II, 기하)
- 다) 대학 미적분학 강의의 성취기준 개발

2) 전공자율선택제 도입에 따른 대학 수학교육 개편 방향

- 가) 전공자율선택제 도입에 따른 교과목 공동관리시스템 구축 방안 제시
- 나) 전공자율선택제 도입에 따른 대학 수학 모듈형 교육과정 운영 방안 제시
- 다) 전공자율선택제 도입에 따른 기초학력 진단 시스템 구축 방안 제시
- 라) AI를 활용한 대학 수학 교과목 운영(안)

II. 2028 대학입시제도 개편 확정(안)

1. 2028 대학입시제도 개편 시안 개요(교육부, 2023)

교육부는 2023년 10월, 2025년부터 고교학점제로 공부하는 2024년 기준 중학교 3학년 학생들을 위해 수능 및 내신 평가방식 개선에 방점을 둔 2028 대입개편 시안을 마련하였다. 2028 대학입시제도 개편은 ① 미래인재 양성에 기여하면서, ‘공정’ 과 ‘안정’ 의 균형 도모, ② 통합적·융합적 교육을 유도하는 공정한 수능, ③ 신뢰할 수 있고 교육 혁신에 발맞춰 선진화된 내신 평가를 목적으로 하며 각각의 세부내용은 다음과 같다.

- 가) **미래인재 양성에 기여하면서, ‘공정’ 과 ‘안정’ 의 균형 도모:** 대학입학에 핵심인 수능과 내신이 공정성을 갖추면서, 미래에 필요한 역량을 함양할 수 있는 공교육이 되도록 설계를 추진한다. 입시의 현실과 교육적 이상을 조화시켜 급격한 대입제도 변화로 인한 학생과 학부모의 혼란을 방지하고 예측 가능성을 확보한다.
- 나) **통합적·융합적 교육을 유도하는 공정한 수능:** 과목과 점수의 유불리 해소를 위해 지속되어 온 선택과목제를 폐지하고 통합형 수능으로 개편하여 융합형 학습을 유도한다. 즉 국어, 수학, 사회·과학탐구, 직업탐구 영역에 선택과목 없이 동일한 기준과 내용으로 평가함을 목적으로 하며 미래사회에 필요한 융합형 인재를 기르기 위해 입시 안정성을 저해하지 않는 범위에서 교과 간 벽을 허물고, 공정성을 확보하고자 했다. 또한 수능 출제 및 관리의 모든 단계(위원풀 자격기준 강화 → 과세정보 확인 등 선정 개선 → 사교육 영리행위 금지)에 걸쳐 제도적으로 이권 카르텔을 차단하고자 하는 목적이 있다.
- 다) **신뢰할 수 있고 교육 혁신에 발맞춰 선진화된 내신 평가:** 전 학년 및 과목에 일관된 5등급 절대평가(예체능 및 교양)와 상대평가를 병기하여 성적 부풀리기에 대한 안전장치를 마련하여 신뢰성을 확보하고 학령인구가 감소하는 상황에서 학생 간의 과잉 경쟁을 유발하는 9등급제를 국제적 추세에 맞춰 5등급제로 개편하는 동시에 교육개혁에 따른 창의력·문제해결력 중심의 평가 혁신을 위해 논·서술형 평가를 확대하고, 교사의 평가역량 강화를 뒷받침한다.

2. 2028 대학입시제도 개편 시안에 대한 국가교육위원회 의결 사항

2028 대학입시제도 개편 시안은 2023년 10월 10일 국가교육위원회에 상정되어 2023년 12월 22일까지 7차에 걸친 전체회의에서의 토론, 국가교육위원회 산하 ‘대학입시제도 개편 특별위원회’, ‘국민참여위원회’, ‘국가교육과정 모니터링단(중등교원)’ 을 통해 2028 대입개편 시안에 대한 의견을 수렴하고 2023년 12월 22일에 국가교육위원회의 의견 의결을 통해 시안을 일부 수정하도록 의결하였다. 시안에 대한 일부 수정의결의 내용은 다음과 같다.

〈표 II-1〉 2028 대학입시제도 개편 시안에 대한 국가교육위원회 의결사항

구분	시안	의견
수능 출제에서 ‘심화수학’ 제의	<ul style="list-style-type: none"> 수학의 주요 내용을 다루는 과목(대수·미적분 I·확률과 통계)을 출제하되, ‘심화수학’ (미적분 II·기하) 도입여부를 추가 검토안으로 제안 	<ul style="list-style-type: none"> 고교학점제를 통해 심화수학 학습 결과를 대학이 평가할 수 있으므로, 통합형·융합형 수능 개편의 취지에 맞게 심화수학 제의
융합 선택과목 중 사회·과학 교과 상대평가 병기 제외	<ul style="list-style-type: none"> 예체능·교양을 제외한 모든 내신 과목에 절대평가(A~E)와 상대평가(1~5등급)를 병기해 절대평가 부작용에 대한 안전장치 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 대입 안정성을 확보하면서도 고교학점제 학생 선택권을 확보하기 위해 융합선택과목 중 사회·과학 교과는 상대평가를 병기하지 않고 절대평가만 실시(사회·과학 융합 선택과목에 대한 쏠림 현상 등 부작용을 방지하기 위해 장학 지도를 실시하고 향후 교육과정 개정 시 보완방안을 국교위와 교육부가 협의·강구)
수능 및 수시·정시 시기 조정에 대해 추후 검토	-	<ul style="list-style-type: none"> 고교 3학년 2학기 정상화를 위한 수능, 수시·정시 시기 조정 방안을 「국가교육발전계획」과 연계해 국교위와 교육부가 협의·검토

3. 2028 대학입시제도 개편 확정(안)

국가교육위원회의 의결에 따라 통합형·융합형 수능, 내신 5등급제 등 시안의 핵심내용은 유지 및 확정되었으며 일부 시안은 조정되었다. 2028 대학입시제도 개편 확정(안)은 다음과 같다.

가. 통합형·융합형 수능 과목체계

1) 국어, 수학, 사회·과학탐구, 직업탐구 영역은 선택과목제 폐지

가) 사회·과학탐구 영역은 2022 개정 교육과정 교과목인 ‘통합사회’, ‘통합과학’을 출제하고 응시자 모두 동일하게 응시(사회, 과학 2개 모두 응시, 단, 대입전형 활용 등 고려 시험시간과 점수는 분리)

나) 국가교육위원회 의결 내용을 존중하여, 심화수학(미적분Ⅱ·기하)은 수능 범위에 미포함

다) 그 외 영역, 평가 및 성적 제공, EBS 연계방식 등은 현행 유지

2) 고교 내신체제 개편

가) 기존의 내신 9등급제는 5등급제(1등급(10%) - 2등급(24%, 누적34%) - 3등급(32%, 누적66%) - 4등급(24%, 누적90%) - 5등급(10%, 누적100%))로 개편

나) 과목 평가결과는 절대평가(A~E)와 상대평가(1~5등급)를 함께 기재(체육·예술·교양 교과(군), 과학탐구실험 과목은 절대평가 성취도만 기재)

다) 국가교육위원회 의결 내용을 존중하여, 사회·과학 교과의 융합선택과목은 상대평가 석차등급 미기재

라) 대입 안정성을 확보하면서도 고교학점제에서의 학생 선택권을 확대

마) 융합학습의 대표 교과인 사회·과학 융합선택 활성화를 통해 교과 융합 및 실생활과 연계한 탐구문제해결 중심 수업 내실화

바) 사회·과학 융합선택 중심으로만 이수하지 않도록 장학 지도 실시, 교육과정 개정 시 보완방안 강구(국교위·교육부 협업)

사) 지식암기 위주 평가(5지선다형)는 가급적 지양, 사고력·문제해결력을 평가할 수 있는 논·서술형 평가 확대

〈표 II-2〉 2028학년도 수능 개편 확정안

영역	현행 (~2027 수능)	개편안 (2028 수능~)
국어	<p>공통 + 2과목 중 택 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공통 : 독서, 문학 • 선택 : 화법과 작문, 언어와 매체 	<p>공통 (화법과 언어, 독서와 작문, 문학)</p>
수학	<p>공통 + 3과목 중 택 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공통 : 수학 I, 수학 II • 선택 : 확률과 통계, 미적분, 기하 	<p>공통 (대수, 미적분 I, 확률과 통계)</p>
영어	<p>공통 (영어 I, 영어 II)</p>	<p>공통 (영어 I, 영어 II)</p>
한국사	<p>공통 (한국사)</p>	<p>공통 (한국사)</p>
탐구	<p>17과목 중 최대 택 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사회 : 9과목 한국지리, 세계지리, 세계사, 동아시아사, 경제, 정치와 법, 사회·문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상 • 과학 : 8과목 물리학 I, 화학 I, 생명과학 I, 지구과학 I, 물리학 II, 화학 II, 생명과학 II, 지구과학 II 	<ul style="list-style-type: none"> • 사회 : 공통 (통합사회) • 과학 : 공통 (통합과학)
	<p>1과목 : 5과목 중 택 1 2과목 : 공통 + [1과목]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공통 : 성공적인 직업생활 • 선택 : 농업 기초기술, 공업 일반, 상업 경제, 수산·해운 산업 기초, 인간 발달 	<ul style="list-style-type: none"> • 직업 : 공통 (성공적인 직업생활)
제2외국어 /한문	<p>9과목 중 택 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • 제2외국어/한문 : 9과목 독일어 I, 프랑스어 I, 스페인어 I, 중국어 I, 일본어 I, 러시아어 I, 아랍어 I, 베트남어 I, 한문 I 	<p>9과목 중 택 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • 제2외국어/한문 : 9과목 독일어, 프랑스어, 스페인어, 중국어, 일본어, 러시아어, 아랍어, 베트남어, 한문

〈표 II-3〉 과목별 성적 산출 및 대학 제공 방식

구 분	절대평가		상대평가	통계정보		
	원점수	성취도	석차등급	성취도별 분포비율	과목 평균	수강 자수
보통교과	○	A·B·C·D·E	5등급	○	○	○
사회·과학 융합선택	○	A·B·C·D·E	-	○	○	○
체육·예술/과학탐구실험	-	A·B·C	-	-	-	-
교양	-	P	-	-	-	-
전문교과	○	A·B·C·D·E	5등급	○	○	○

4. 2028 대학입시제도 개편 확정(안)에 대한 의견

2028 대학입시제도 개편 확정(안)에 대해 대한수학회(2023)는 2023년 12월 29일 <2028 대입개편안 수능 수학 과목 축소에 대한 대한수학회 입장문>을 통해 성명을 발표하였으며 세부 내용은 아래와 같다.

첫째, 2028 수능 수학 개편은 수학교육 약화 방안이라 밝히고 있다. ‘수학 학습 부담 경감’ 과 ‘수학 강화’ 는 양립할 수 없는 개념으로 명백한 수학 약화이며, 특히 이공계열 학과의 학습에 필요한 미적분의 기본 개념은 미적분Ⅱ까지의 학습을 전제로 하기 때문에 미적분Ⅱ를 대학에서 공부하라는 것은 고등학교에서 공부하지 않은 대가를 대학에서 치르라는 것과 같은 의미라 밝히고 있다.

둘째, 미적분Ⅱ와 기하를 수능에서 제외하는 대신 내신으로 평가한다는 개편(안)의 근거가 없다고 밝히고 있다. 2022년 이래 이공계 학과를 지원하는 학생들 대다수가 미적분, 기하, 확률과 통계 모두를 내신으로는 배웠으나 수능에서는 오직 한 과목만을 선택하여 공부하였고, 그 결과 신입생의 학력 저하 현상이 대학기초과정 현장에서 매우 심각하게 대두되고 있으며 개편(안)에 따라 수능에서조차 배제될 경우 학력 저하 현상은 심화될 것이라는 것이 주요 내용이다.

셋째, 선진국 중에 이공계열 대입에 ‘미적분Ⅱ’ 와 ‘기하’ 를 시험에서 보지

않는 국가는 거의 없다고 밝히고 있다. 최근 AI를 주축으로 하는 미래 과학 기술 사회에서 뒤처지지 않기 위해 대부분의 선진국들은 고등학교 교육과정에서 수학교육을 강조하고 있으며 중국, 일본, 미국 등 대부분의 국가에서 이공계열뿐만 아니라 인문계열에서도 ‘미적분Ⅱ’와 ‘기하’를 대학 입학의 중요한 학생 평가 지표로 사용하고 있다는 것이 주요 내용이다.

넷째, 수능에서 ‘미적분Ⅱ’와 ‘기하’에 대해 매우 어려울 필요가 없음을 강조하고 있다. ‘미적분Ⅱ’와 ‘기하’는 어려운 문제가 출제된다는 이유로 수능에서 제외한다는 것은 교육 당국으로부터 평균이 높으면서도 변별력을 갖추기를 요구받는 현재의 수능 수학의 난이도 체제에서 대학수학능력을 평가하기에 ‘너무 쉬운 문제’와 1등급을 받는 학생도 풀기 어려운 ‘매우 어려운 문제’가 모두 필요하기 때문에 발생할 일일 뿐 ‘미적분Ⅱ’와 ‘기하’가 수능에서 제외된다면 이제 또 다른 수학 단원이 어려운 과목 역할을 하는 새로운 희생양이 되는 바람직하지 않은 상황이 나타날 것이라 밝히고 있다.

실제로 대학 수능에서 출제과목에 포함하지 않는다는 것은 정부(교육부) 차원에서 해당 내용은 공부할 필요가 없음을 공표하는 것을 의미할 수 있다. 이러한 접근은 대한수학회에서 밝힌 것과 유사하게 ① 고등교육과의 연계성 저하, ② 심화 학습 기회 감소, ③ 국제 경쟁력 약화, ④ 학생들의 수학적 흥미와 동기 저하, ⑤ 교육의 다양성 감소 등 다양한 문제점을 야기할 우려가 있다.

가) **고등교육과의 연계성 저하**: 대학에서 과학, 공학, 경제학 등 여러 전공에서 미적분Ⅱ와 기하에 대한 지식은 필수적이며 수능에서 이러한 교과목이 제외되면 고등학교 교육이 대학 교육과 단절될 위험이 있다. 대학에서는 미적분Ⅱ, 기하 등을 포함하는 수학 이론들이 기초적인 학문적 도구로 사용되기 때문에 고등학교 수준에서 이러한 과목을 학습하지 않으면 대학 진학 후 학업 적응에 어려움을 겪을 수 있다.

나) **심화 학습 기회 감소**: 미적분Ⅱ와 기하는 수학적 사고력과 문제 해결 능력을 발전시키는 데 중요한 역할을 하며 이 교과목들을 제외하면 학생들은 심화 학습 기회를 잃게 될 우려가 있다. 미적분Ⅱ와 기하 교과목은 학생들이 복잡한 문제를 분석하고 해결하는 능력을 키울 수 있게 하며 이러한 기회를 잃는 것은 학생들의 전반적인 학문적 성장에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

- 다) **국제 경쟁력 저하**: 대한수학회가 주장한 것과 같이 글로벌 기준에 맞추어 교육 수준을 유지하는 것이 중요하며 주요 국제 시험에서는 미적분Ⅱ와 기하 교과목이 포함되어 있는 경우가 많다. 미적분Ⅱ와 기하를 제외하는 경우 국제적으로 인정받는 교육 프로그램과 비교하여 수학교육의 수준이 낮아지는 동시에 한국 학생들은 국제 무대에서 경쟁력을 잃을 수 있다.
- 라) **학생들의 수학적 흥미와 동기 저하**: 미적분Ⅱ, 기하 교과목은 수학에 흥미를 가진 학생들에게 중요한 자극이 되며 이러한 과목들이 제외되면 수학적 흥미를 잃을 수 있다. 수학에 열정을 가진 학생들은 어려운 문제를 해결하는 과정에서 큰 만족감을 얻을 수 있는데 이러한 교과목이 없으면 학생들은 학문적 도전을 느끼지 못하게 되어 동기부여가 감소할 우려가 있다.
- 마) **교육의 다양성 감소**: 다양한 수준과 관심을 가진 학생들에게 맞춤형 교육을 제공하는 것이 중요하다. 모든 학생이 동일한 수준의 교육을 받으면 다양한 학습 욕구를 충족시키기 어려워지며 특히, 수학에 뛰어난 재능을 가진 학생들은 자신의 잠재력을 충분히 발휘할 기회를 놓치게 될 우려가 있다.

교육부에서 밝힌 것과 같이 수능과 같은 고부담시험과 과도한 교육열은 사교육 시장의 지나친 경쟁적 확대를 야기하였으며 학습 부담, 학습 격차 심화 등과 같은 고질적인 문제에 직면해 있다. 그러나 특정 교과목의 내용을 수능에서 삭제한다고 하여 이러한 문제점들이 해결될 것인지, 4차 산업혁명과 AI 시대 학생들의 역량과 성장을 위해 올바른 접근인지는 대책점에 설 수 밖에 없는 문제이다.

일각에서는 2028 대학입시제도 개편 확정(안)의 수능 5등급 체제에 대해 2025년부터 전면 시행 예정인 고교학점제와의 충돌을 우려하고 있다. 고교학점제는 학생이 진로와 적성에 따라 원하는 교과를 선택하여 특정 이수 기준에 도달한 교과목에 대해 학점을 취득해 졸업하는 제도로 고교학점제가 본래의 취지에 부합하여 운영되기 위해서는 학생들이 내신 유불리가 아닌 자신이 설정한 진로에 따라 교과를 선택해야 한다. 그리고 이를 위해서는 절대평가를 도입해야 한다는 의견이 지배적이었고 교육부 역시 2021년 2월 고교학점제 종합 추진계획에서 고교학점제 도입에 공통과목(국어, 수학, 영어)은 최소 학업성취수준 보장을 적용한 전 과목 미이수제 도입, 모든 선택과목은 성취평가제(단, 공통과목은 9등급 병기)를 발표한 바 있다(교육부, 2021). 그러나 2028 대학입시제도 개편 확정(안)에 따르면 전 학년의 전 과목은 5등급 상대평가제로 적용을 받게 된다.

이에 대해 조희연 서울시교육감 역시 입장문을 통해 ‘고교 내신에서 상대평가와 절대평가를 함께 병기하는 것은 절대평가를 기반으로 하는 성취평가제를 무력화하고 진로 적성과 무관하게 내신에 유리한 다인수 과목을 선택하게 한다’고 지적하며 내신과 수능 모두를 절대평가로 시행해야 한다고 지적한 반면, 교육부는 ‘내신 성적을 대학이 신뢰할 수 있도록 최소한의 안정장치를 둔 것’이라며 상대평가제 유지를 주장했다. 더불어 1학년만 9등급 상대평가를 적용하는 경우, 1학년 학생들 사이의 내신 경쟁이 과열될 수 있어 기존 안을 유지하기 어렵다는 의견을 제시했다(뉴시스, 2023. 10. 13). 즉, 고교 1학년과 2, 3학년의 내신 평가 방식 차이로 인해 내신 성적 부풀리기가 발생할 수 있으며, 이로 인해 학생부종합전형과 같은 대입 전형의 운영이 어려워질 수 있고 1학년 성적이 대입에 중요한 영향을 미치게 되면, 2, 3학년 절대평가에서 이를 만회하기 어렵기 때문에 1학년 내신 경쟁이 과열되고, 반대로 사교육이 증가할 수 있다는 주장이다. 이를 방지하고 내신 평가의 공정성을 확보하기 위해 고교 1, 2, 3학년의 평가체제를 동일하게 개편하는 필요성이 제기된다는 것이 교육부의 입장이다(교육부, 2023).

Ⅲ. 대학 수학교육 개선 방향

1. 대학 수학의 성취기준 개발

가. 대학별 수학교육 편성 및 운영 현황

성취기준 개발을 위해서는 대학의 수학교육 편성 및 운영 파악이 선행될 필요가 있다. 이에 따라 국내 주요 대학의 수학 관련 교양교과목의 편성 및 이수체계를 조사·분석하였다. 조사 대학은 국가거점국립대학 8개교, 학부대학을 운영하는 사립대학 2개교로 총 10개 대학을 조사하였다. 조사 대학 목록 및 순서는 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-1> 수학교육 편성 및 운영 현황 조사 대학 목록

연번	대학명	지역	유형
1	서울대학교	서울·경기	국립
2	강원대학교	강원	국립
3	충남대학교	대전·세종·충남	국립
4	충북대학교	충북	국립
5	부산대학교	부산	국립
6	경상국립대학교	경남	국립
7	전북대학교	전북	국립
8	제주대학교	제주	국립
9	연세대학교	서울·경기	사립
10	성균관대학교	서울·경기	사립

1) 서울대학교

<표 III-2> 서울대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

단과 대학 (학과)	교과목명	이수 학점	비고
자연 과학 대학	<ul style="list-style-type: none"> • 수학 1과 수학연습 1(3), 수학 2와 수학연습 2(3) • 고급수학 1과 고급수학연습 1(3), 고급수학 2와 고급수학연습 2(3) • 미적분학 1과 미적분학연습 1(4), 미적분학 2와 미적분학연습 2(4) <p>중 택 1</p>	6-8	<ul style="list-style-type: none"> • 생명과학부 학생은 생명과학을 위한 수학 1, 2(6)를 수강하여도 됨. • 수리과학부, 통계학과 및 물리·천문학부 신입생: 미적분학 1과 미적분학연습 1(4), 미적분학 2와 미적분학연습 2(4) 수강을 원칙으로 함. <ul style="list-style-type: none"> - 수리과학부 학생은 미적분학 2와 미적분학연습 2(4) 대신 수학 2 및 수학연습 2(3)의 수강을 원할 경우, 수리과학부의 허가를 받아야 함. - 통계학과 학생은 미적분학 2와 미적분학연습 2(4) 대신 수학 2 및 수학연습 2(3)의 수강을 원할 경우, 통계학과의 허가를 받아야 함. - 물리·천문학부 학생은 미적분학 2와 미적분학연습 2(4) 대신 수학 2 및 수학연습 2(3)를 수강할 수 있음.
건축학과	<p>[1-1] 공학수학 1 [1-2] 수학 1과 수학연습 1 [2-1] 공학수학 2</p>	6-9	<ul style="list-style-type: none"> • ‘공학수학 1’은 ‘선형대수학’ 또는 ‘머신러닝을 위한 기초수학 및 프로그래밍 실습’ 이수로 대체할 수 있으나, 대체 시 교양학점으로 인정되지 않음.
공과대학	<p>[1-1] 수학 1과 수학연습 1 또는 고급수학 1</p>	12	<ul style="list-style-type: none"> • 산업공학과와 컴퓨터공학부는 [2-1] 통계학(3), 통계학실험(1)

	과 고급수학연습 1 [1-2] 수학 2와 수학연습 2 또는 고급수학 2와 고급수학연습 2 [2-1] 공학수학 1 [2-2] 공학수학 2		추가
농업생명과학대학(자연계)	<ul style="list-style-type: none"> • 생명과학을 위한 수학 1, 2(6) • 수학1과 수학연습1, 수학 2와 수학연습 2(6) • 고급수학 1과 고급수학연습 1, 고급수학 2와 고급수학연습 2(6) 중 택 1	6	
경영대학	<ul style="list-style-type: none"> • 경영학을 위한 수학(3), 통계학(3), 통계학실험(1) 	7	

서울대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성은 각 단과대학의 전공 요구와 학문적 특성에 따라 구분되어 있다. 일반적으로 이·공계열 합격자를 대상으로 신입생 수학성취도 측정시험 결과에 따라 수준별 반편성을 한 후 체계적인 수학교육을 실시하고 있다. 자연과학대학의 이수과목은 ① 수학 1과 수학연습 1(3학점), 수학 2와 수학연습 2(3학점), ② 고급수학 1과 고급수학연습 1(3학점), 고급수학 2와 고급수학연습 2(3학점), ③ 미적분학 1과 미적분학연습 1(4), 미적분학 2와 미적분학연습 2(4) 등 3과정 중 선택하여 6-8학점을 이수할 수 있다. 다만 생명과학부 학생은 생명과학을 위한 수학 1, 2(6학점)를 수강해도 되지만 수리과학부, 통계학과 및 물리·천문학부 신입생은 미적분학 1과 미적분학연습 1(4학점), 미적분학 2와 미적분학연습 2(4학점) 수강을 원칙으로 한다. 보다 세부적으로 살펴보면 수리과학부 학생은 미적분학 2와 미적분학연습 2(4학점) 대신 수학 2 및 수학연습 2(3학점)의 수강을 원할 경우, 수리 과학부의 허가를 받아야 하고, 통계학과 학생은 미적분학 2와 미적분학연습 2(4학점) 대신 수학 2 및 수학연습 2(3학점)의 수강을 원할 경우, 통계학과의 허가를 받아야 하며, 물리·천문학부 학생은 미적분학 2와 미적분학연습 2(4학점) 대신 수학 2 및 수학연습 2(3학점)를 수강할 수 있다.

건축학과의 경우 1학년 1학기에 공학수학 1, 1학년 2학기에 수학 1과 수학연습 1, 2학년 1학기에 공학수학 2를 이수하는 6-9학점으로 편성되어 있다. 공학수학 1

의 경우 ‘선형대수학’ 또는 ‘머신러닝을 위한 기초수학 및 프로그래밍 실습’ 이수로 대체할 수 있으나, 이 경우 교양학점으로 인정되지 않음을 원칙으로 하고 있다. 공과대학의 경우는 1학년 1학기에 수학 1과 수학연습 1 또는 고급수학 1과 고급수학연습 1, 1학년 2학기에 수학 2와 수학연습 2 또는 고급수학 2와 고급수학연습 2, 2학년 1학기에 공학수학 1, 2학년 2학기에 공학수학 2를 이수하여 총 12학점이 편성되어 있으며 산학공학과와 컴퓨터공학부의 경우 통계학과 통계학실험을 이수해야 한다. 자연계 농업생명과학대학의 경우 ① 생명과학을 위한 수학 1·2(6학점), ② 수학 1과 수학연습 1, 수학 2와 수학연습 2(6학점), ③ 고급수학 1과 고급수학연습 1, 고급수학 2와 고급수학연습 2(6학점) 등 3개 과정 중 하나를 택할 수 있으며 6학점으로 편성되어 있다. 마지막으로 경영대학의 경우 경영학을 위한 수학(3학점), 통계학(3학점), 통계학실험(1학점) 등 총 7학점을 이수하도록 편성되어 있다.

2) 강원대학교

〈표 III-3〉 강원대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

단과대학(학과)	교과목명	이수 학점	비고
자연과학대학	미분적분학및컴퓨터실습 1, 2	6	
생명과학과, 원예농업자원경제학부	기초수학	3	
AI융합학과	IT미적분학, IT확률과통계	6	
전기전자공학과	선형대수, 공업수학, 확률과통계	9	
의생명과학대학, 바이오산업공학부	미분적분학및컴퓨터실습1	3	
약학대학	확률과통계	3	
화학공학부, 환경공학전공	공업수학, 확률과통계	6	
건축공학, 토목공학, 기계메카트로닉스	공업수학 1, 2	6	

강원대학교 역시 단과대학 및 학과의 특성과 학문적 요구에 따라 이수해야 하는 교과목을 정하고 있다. 자연과학대학은 미분적분학및컴퓨터실습 1, 2(6학점), 생명과학과와 원예농업자원경제학부는 기초수학(3학점), AI융합학과는 IT미적분학, IT확률과통계(6학점), 전기전자공학과는 선형대수, 공업수학, 확률과통계(9학점), 의생명과학대학과와 바이오산업공학부는 미분적분학및컴퓨터실습1(3학점), 약학대학은 확률과 통계, 화학공학부, 환경공학전공은 공업수학, 확률과통계(6학점), 건축공학, 토목공학, 기계메카트로닉스는 공업수학 1, 2(6학점) 등으로 편성되어 있다.

3) 충남대학교

〈표 III-4〉 충남대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

단과대학(학과)	교과목명	이수 학점	비고
수학과, 천문우주학과, 화학과, 반도체융합학과, 토목공학과, 전과정보통신공학과	미적분학 1, 2	6	
물리학과	미적분학 2	3	
생화학과, 지질환경과학과, 해양환경과학과, 스마트시티건축공학과	수학입문	3	
환경공학과, 기계공학부, 메카트로닉스 자율운항시스템, 신소재공학과, 응용화학공학과, 전기공학과, 전자공학과	기초대학수학, 미적분학 1, 2	9	
항공우주공학과, 유기재료공학과	기초대학수학, 미적분학 1	6	
컴퓨터융합학부, 인공지능학과, 에너지공학과	미적분학 1	3	

충남대학교는 수학과, 천문우주과학과, 화학과, 반도체융합학과, 토목공학과, 전파정보통신공학과 등의 경우 미적분학 1, 2(6학점), 물리학과 등의 경우 미적분학 2(3학점), 생화학과, 지질환경과학과, 해양환경과학과, 스마트시티건축공학과 등의 경우 수학입문(3학점), 환경공학과, 기계공학부, 메카트로닉스자율운항시스템, 신소재공학과, 응용화학공학과, 전기공학과, 전자공학과 등의 경우 기초대학수학, 미적분학 1, 2(9학점), 항공우주공학과, 유기재료공학과 등의 경우 기초대학수학, 미적분학 1(6학점), 컴퓨터융합학부, 인공지능학과, 에너지공학과 등의 경우 미적분학 1(3학점) 등 각 전공 및 단과대학별로 교과목과 이수 학점이 상이한 것을 확인할 수 있다.

4) 충북대학교

〈표 III-5〉 충북대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

단과대학(학과)	교과목명	이수 학점	비고
자연과학대학, 공과대학, 전자정보대학, 소프트웨어학부	수학 I, II	6	
생물학과, 미생물학과, 생화학과, 건축공학과, 컴퓨터공학과	수학 I	3	

충북대학교는 다른 대학들과는 다르게 단과대학별로 구분은 되어 있지만 기초와 심화를 구분하여 수학 I 과 수학 II 를 이수해야 하는 단과대학을 구분하고 있다. 자연과학대학, 공과대학, 전자정보대학, 소프트웨어학부는 수학 I, II 를 모두 이수해야 하여 6학점으로 편성되어 있는 반면, 생물학과, 미생물학과, 생화학과, 건축공학과, 컴퓨터공학과는 수학 I 만 이수하도록 하여 3학점으로 편성되어 있다.

5) 부산대학교

〈표 III-6〉 부산대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

단과대학(학과)	교과목명	이수 학점	비고
자연과학대학	수학 I, II (전공기초)	6	
공과대학, 나노기술과학대학	공학수학 I, II (전공기초)	3	
정보의생명공학대학	공학미적분학 I, II	6	

부산대학교는 단과대학별로 이수해야 하는 교과를 별도 편성하여 운영하고 있다. 자연과학대학은 수학 I, II(전공기초) 6학점, 공과대학, 나노기술과학대학은 공학수학 I, II(전공기초) 3학점, 정보의생명공학대학은 공학미적분학 I, II 6학점을 이수하도록 편성 및 운영하고 있다. 다만 부산대학교는 신입생 입학시 기초학력진단을 운영하고 있기 때문에 수학기초학력진단시험 응시대상자(수능 수학(확률과통계, 미적분, 기하 중 택1) 5등급 이하 및 미응시자) 중 불합격자 및 결시자는 반드시 기초수학을 수강해야 하며, 기초수학 미이수자는 수학 I, II, 공학미적분학 I, II, 공학미적분학, 공업수학 I, II를 수강할 수 없다. 기초수학 수강대상자는 수학기초학력진단시험 응시대상자 중 불합격자, 결시자 및 기초수학 F학점인자로 제한한다.

6) 경상국립대학교

〈표 III-7〉 경상국립대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

단과대학(학과)	교과목명	이수 학점	비고
공과대학 물리학과, 컴퓨터과학부, 생물산업기계공학과, 수학교육과, 지능형통신공학과, 해양환경공학과, 기계융합공학과, 건설시스템공학과, 메카트로닉스공학부, 에너지공학과	수학 1, 2	6	
수학과	수학 1, 2, 기초선형대수	9	
지질과학과, 화학과, 토목공학과, 건축시스템공학전공, 산업시스템공학전공, 환경생명과학과, 지역시스템공학과, 기계시스템공학과, 기계소재융합공학부, 스마트에너지기계공학과	수학 1	3	
조선해양공학과	수학 2	3	

경상국립대학교는 충북대학교와 유사하게 수학 1, 수학 2, 기초선형대수 3과목을 단과대학 및 학과별로 특성에 맞게 이수하도록 편성하고 있다. 공과대학 물리학과, 컴퓨터과학부, 생물산업기계공학과, 수학교육과, 지능형통신공학과, 해양환경공학과, 기계융합공학과, 건설시스템공학과, 메카트로닉스공학부, 에너지공학과는 수학 1, 2(6학점) 2과목, 수학과는 수학 1, 2, 기초선형대수(9학점) 3과목, 지질학과, 화학과, 토목공학과, 건축시스템공학전공, 산업시스템공학전공, 환경생명과학과, 지역시스템공학과, 기계시스템공학과, 기계소재융합공학부, 스마트에너지기계공학과는 수학 1(3학점) 1과목, 조선해양공학과는 수학 2(3학점) 1과목으로 편성되어 있다.

7) 전북대학교

〈표 III-8〉 전북대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

단과대학(학과)	교과목명	이수학점	비고
공과대학 물리학과, 수학과	수학 1, 2	6	
유기소재섬유공학과, 도시공학과, 통계학과 동물생명공학과, 과학교육학부 스마트팜학과, 생물산업기계공학과, 식품공학과, 반도체기술학과, 생명과학부, 지구환경공학과, 화학과	수학 1	3	

전북대학교 역시 다른 대학들과 유사하게 수학 1, 수학 2 등 2개 교과목을 단과대학 및 학과별로 구분하여 이수하도록 편성하고 있다. 공과대학 물리학과, 수학과는 수학 1, 2(6학점) 2과목, 유기소재섬유공학과, 도시공학과, 통계학과, 동물생명공학과, 과학교육학부, 스마트팜학과, 생물산업기계공학과, 식품공학과, 반도체기술학과, 생명과학부, 지구환경공학과, 화학과는 수학 1(3학점) 1과목으로 편성되어 있다.

8) 제주대학교

〈표 III-9〉 제주대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

학과	교과목명	이수 학점	비고
수학과, 전산통계학과	대학수학 I, II	6	
물리학과	대학수학 I	3	

제주대학교는 수학과, 전산통계학과의 경우 대학수학 I, II(6학점) 2과목, 물리학과의 경우 대학수학 I(3학점) 1과목으로 편성되어 있다.

9) 연세대학교

〈표 III-10〉 연세대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

단과대학	교과목명	이수 학점	비고
학부대학 이학계열, 생명시스템계열	미적분학 및 벡터해석 1, 2	6	
학부대학 공학계열, 인공지능융합계열	공학수학 1, 2	6	

연세대학교의 경우 계열별로 이수해야 하는 교과목을 편성하고 있다. 학부대학 이학계열, 생명시스템계열의 경우 미적분학 및 벡터해석 1, 2(6학점) 2과목을, 학부대학 공학계열, 인공지능융합계열의 경우 공학수학 1, 2(6학점) 2과목으로 계열별로 이수학점은 동일하지만 이수해야 하는 교과목에 차이를 두고 있다.

10) 성균관대학교

〈표 III-11〉 성균관대학교의 단과대학별 수학 관련 교과목 편성 현황

학과(부)	교과목명	이수 학점	비고
물리학과	미적분학 1, 2	6	
반도체시스템공학과	이산수학, 선형대수학	6	
전자전기공학부	미적분학 1, 2, 선형대수학, 확률 및 통계	12	
글로벌융합학부	인공지능을위한기초수학	3	
화학공학/고분자공학부	(고급)미적분학 1, 2, 확률및통계, 선형대수학, 이산수학	15	
신소재공학부, 기계공학부, 건설환경공학부, 나노공학과	(고급)미적분학 1, 2	6	

성균관대학교는 학과(부) 단위로 이수해야 하는 교과목의 종류와 이수학점에 차이를 두고 교과목을 편성하고 있다. 물리학과의 경우 미적분학 1, 2(6학점) 2과목, 반도체시스템공학과의 경우 이산수학, 선형대수학(6학점) 2과목, 전자전기공학부의 경우 미적분학 1, 2, 선형대수학, 확률및통계(12학점) 4과목, 글로벌융합학부의 경우 인공지능을위한기초수학(3학점) 1과목, 화학공학/고분자공학부의 경우 (고급)미적분학 1, 2, 확률및통계, 선형대수학, 이산수학(15학점) 5과목, 신소재공학부, 기계공학부, 건설환경공학부, 나노공학과 의 경우 (고급)미적분학 1, 2(6학점) 2과목 등으로 편성되어 있다.

위에서 살펴본 바와 같이, 대부분의 대학의 이공계열 단과대학(자연과학대학, 공과대학, 생명시스템과학대학 등) 및 학과는 수학 관련 교양교과목을 필수 이수 교과목으로 지정하여 운영하고 있다. 교과목의 커리큘럼은 주로 미적분학에 관련된 내용이고, 전공의 특성에 따라 조금씩 상이한 내용(선형대수학, 확률, 통계 등)을 담고 있다. 또한 일부 대학은 ‘기초학력진단(수학)’의 결과에 따라 선이수과목을 지정하는 등의 교육과정을 운영하고 있는 것을 확인할 수 있다.

나. 고등학교 수학 교과목의 교육목표 및 내용 체계(교육부, 2022)

1) 공통수학1, 2 교과목의 교육 목표와 내용 체계

선택 중심 교육과정의 공통 과목인 공통수학1과 공통수학2는 학생들이 수학의 기본적인 소양을 바탕으로 자신의 적성과 창의성을 개발할 수 있도록 돕는 과목으로, 다양한 수학적 개념과 원리를 학습하도록 구성되어 있다.

공통수학1에서는 중학교 '변화와 관계' 영역에서 배운 다항식, 방정식, 부등식을 더 심화하고, 이를 다양한 유형으로 다룬다. 또한, '자료와 가능성' 영역에서 학습한 경우의 수를 순열과 조합을 통해 체계적으로 이해하는 방법을 배운다. 한편, 공통수학2는 중학교에서 배운 함수 개념을 확장하고, '도형과 측정' 영역에서 학습한 원과 직선을 방정식의 형태로 다루며 보다 발전된 내용을 학습한다.

이 두 과목은 일상생활에서의 다양한 문제 해결 능력을 키우고, 수학적 사고를 체험하고 탐구하는 데 도움을 줄 뿐만 아니라 다른 교과 학습의 기초가 된다. 공통수학1과 공통수학2에서 다루는 내용은 자연과학, 공학, 의학은 물론, 사회과학, 인문학, 예술, 체육 등 다양한 학문 분야를 이해하는 데도 중요한 기반이 된다.

2022 개정 교육과정에서 밝히고 있는 공통수학1과 공통수학2 교과목의 내용 체계와 성취기준은 각각 <표 III-12>, <표 III-13>과 같다.

<표 III-12> 고등학교 공통수학1 교과목의 내용 체계와 성취기준

핵심 아이디어		<ul style="list-style-type: none"> · 식에 대한 사칙연산과 인수분해는 복잡한 다항식으로 확장되어 적용되며, 방정식과 부등식은 적절한 절차를 통해 해결된다. · 순열과 조합은 다양한 상황에서 사건이 일어날 수 있는 모든 경우의 수를 체계적으로 세는 데 활용된다. · 여러 값이 포함된 자료는 행렬 표현과 연산을 통해 효율적으로 처리된다.
범주	구분	내용 요소
지식 · 이해	다항식	<ul style="list-style-type: none"> · 다항식의 연산 · 나머지정리 · 인수분해
	방정식과 부등식	<ul style="list-style-type: none"> · 복소수와 이차방정식 · 이차방정식과 이차함수 · 여러 가지 방정식과 부등식

	경우의 수	<ul style="list-style-type: none"> · 합의 법칙과 곱의 법칙 · 순열과 조합
	행렬	<ul style="list-style-type: none"> · 행렬과 그 연산
과정 · 기능		<ul style="list-style-type: none"> · 다항식, 방정식과 부등식, 경우의 수, 행렬의 개념, 원리, 법칙이나 자신의 수학적 사고와 전략을 설명하기 · 수학적 절차를 수행하고 계산하기 · 적절한 전략을 사용하여 문제해결하기 · 이차방정식과 이차부등식을 이차함수와 연결하기 · 이차함수의 그래프와 직선의 위치 관계를 판단하기 · 다항식, 방정식과 부등식, 경우의 수, 행렬의 개념, 원리, 법칙, 성질을 탐구하기 · 방정식과 부등식 풀기 · 방정식과 부등식, 경우의 수, 행렬을 실생활과 연결하기 · 식과 그래프, 수학 기호, 행렬 등을 표현하기
가치 · 태도		<ul style="list-style-type: none"> · 실생활과의 연결을 통한 방정식과 부등식, 경우의 수, 행렬의 유용성 인식 · 적절한 방법을 찾기 위해 끈기 있게 도전하는 태도 · 체계적으로 사고하여 합리적으로 의사 결정하는 태도
성취 기준	다항식	<p>[10공수1-01-01] 다항식의 사칙연산의 원리를 설명하고, 그 계산을 할 수 있다.</p> <p>[10공수1-01-02] 항등식의 성질과 나머지정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[10공수1-01-03] 다항식의 인수분해를 할 수 있다.</p>
	방정식과 부등식	<p>[10공수1-02-01] 복소수의 뜻과 성질을 설명하고, 사칙연산을 수행할 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-02] 이차방정식의 실근과 허근을 이해하고, 판별식을 이용하여 이차방정식의 근을 판별할 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-03] 이차방정식의 근과 계수의 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-04] 이차방정식과 이차함수를 연결하여 그 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-05] 이차함수의 그래프와 직선의 위치 관계를 판단할 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-06] 이차함수의 최대, 최소를 탐구하고, 이를 실생활과 연결하여 유용성을 인식할 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-07] 간단한 삼차방정식과 사차방정식을 풀 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-08] 미지수가 2개인 연립이차방정식을 풀 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-09] 미지수가 1개인 연립이차부등식을 풀 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-10] 절댓값을 포함한 일차부등식을 풀 수 있다.</p> <p>[10공수1-02-11] 이차부등식과 이차함수를 연결하여 그 관계를 설명하고, 이차부등식과 연립이차부등식을 풀 수 있다.</p>

경우의 수	[10공수1-03-01] 합의 법칙과 곱의 법칙을 이해하고, 적절한 전략을 사용하여 경우의 수와 관련된 문제를 해결할 수 있다.
	[10공수1-03-02] 순열의 개념을 이해하고, 순열의 수를 구하는 방법을 설명할 수 있다.
	[10공수1-03-03] 조합의 개념을 이해하고, 조합의 수를 구하는 방법을 설명할 수 있다.
행렬	[10공수1-04-01] 행렬의 뜻을 알고, 실생활 상황을 행렬로 표현할 수 있다.
	[10공수1-04-02] 행렬의 연산을 수행하고, 관련된 문제를 해결할 수 있다.

<표 III-13> 고등학교 공통수학2 교과목의 내용 체계와 성취기준

핵심 아이디어		<ul style="list-style-type: none"> • 평면도형을 식으로 표현하는 것은 도형 사이의 위치 관계와 도형의 이동에 대한 탐구의 유용한 도구가 된다. • 집합은 대상을 논리적으로 표현하고 이해하는 도구이며, 명제는 추론을 통해 증명된다. • 두 집합 사이의 대응으로 일반화된 함수는 대상 간의 관계를 논리적으로 해석하는 데 활용된다.
범주	구분	내용 요소
지식·이해	도형의 방정식	<ul style="list-style-type: none"> • 평면좌표 • 직선의 방정식 • 원의 방정식 • 도형의 이동
	집합과 명제	<ul style="list-style-type: none"> • 집합 • 명제
	함수와 그래프	<ul style="list-style-type: none"> • 함수 • 유리함수와 무리함수
과정·기능		<ul style="list-style-type: none"> • 수학적 절차를 수행하고 계산하기 • 도형의 방정식, 집합과 명제, 함수와 그래프의 개념, 원리, 법칙 탐구하기 • 적절한 전략을 사용하여 문제해결하기 • 도형을 방정식과 연결하기 • 식과 그래프, 수학 기호, 집합 등을 표현하기 • 원과 직선의 위치 관계, 두 집합 사이의 포함 관계, 명제의 조건을 판단하기 • 도형의 방정식, 집합과 명제, 함수와 그래프를 실생활과 연결하기 • 도형의 방정식, 집합과 명제, 함수와 그래프의 개념, 원리, 법칙이나 자신의 수학적 사고와 전략을 설명하기

		<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 방법으로 증명하기 · 합성함수와 역함수 구하기
가치·태도		<ul style="list-style-type: none"> · 실생활과의 연결을 통한 도형의 방정식, 집합과 명제, 함수와 그래프의 유용성 인식 · 대수와 기하를 연결하는 사고의 전환으로 수학에 대한 흥미와 관심 · 집합과 명제를 이용한 수학적 근거를 바탕으로 비판적으로 사고하는 태도
성취 기준	도형의 방정식	<p>[10공수2-01-01] 선분의 내분을 이해하고, 내분점의 좌표를 계산할 수 있다.</p> <p>[10공수2-01-02] 두 직선의 평행 조건과 수직 조건을 탐구하고 이해한다.</p> <p>[10공수2-01-03] 점과 직선 사이의 거리를 구하고, 관련된 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[10공수2-01-04] 원의 방정식을 구하고, 그래프를 그릴 수 있다.</p> <p>[10공수2-01-05] 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 판단하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[10공수2-01-06] 평행이동을 탐구하고, 실생활과 연결하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[10공수2-01-07] 원점, x축, y축, 직선 $y = x$에 대한 대칭이동을 탐구하고, 실생활과 연결하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
	집합과 명제	<p>[10공수2-02-01] 집합의 개념을 이해하고, 집합을 표현할 수 있다.</p> <p>[10공수2-02-02] 두 집합 사이의 포함관계를 판단할 수 있다.</p> <p>[10공수2-02-03] 집합의 연산을 수행하고, 벤 다이어그램을 이용하여 나타낼 수 있다.</p> <p>[10공수2-02-04] 명제와 조건의 뜻을 알고, ‘모든’, ‘어떤’을 포함한 명제를 이해하고 설명할 수 있다.</p> <p>[10공수2-02-05] 명제의 역과 대우를 이해하고 설명할 수 있다.</p> <p>[10공수2-02-06] 충분조건과 필요조건을 이해하고 판단할 수 있다.</p> <p>[10공수2-02-07] 대우를 이용한 증명법과 귀류법을 이해하고 관련된 명제를 증명할 수 있다.</p> <p>[10공수2-02-08] 절대부등식의 뜻을 알고, 간단한 절대부등식을 증명할 수 있다.</p>
	함수와 그래프	<p>[10공수2-03-01] 함수의 개념을 설명하고, 그 그래프를 이해한다.</p> <p>[10공수2-03-02] 함수의 합성을 설명하고, 합성함수를 구할 수 있다.</p> <p>[10공수2-03-03] 역함수의 개념을 설명하고, 역함수를 구할 수 있다.</p> <p>[10공수2-03-04] 유리함수 $y = \frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 탐구할 수 있다.</p> <p>[10공수2-03-05] 무리함수 $y = \sqrt{ax+b+c}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 탐구할 수 있다.</p>

2) 대수 교과목의 교육 목표와 내용 체계

선택 중심 교육과정의 일반 선택 과목인 대수는 규칙적으로 변화하는 관계를 표현하는 함수에 대한 이해와 탐구를 목표로 하는 과목이다. 이 과목에서 다루는 내용은 빠르게 또는 느리게 변화하거나 주기적으로 반복되는 수량과 현상을 분석하고, 규칙적으로 배열된 수를 일반적인 식으로 표현하는 데 유용하다.

대수를 학습한 학생들은 큰 수를 효과적으로 처리하고, 주기적인 특성을 이해함으로써 다양한 사회 및 자연 현상을 수학적으로 분석하고 탐구할 수 있다. 또한, 모든 자연수에서 성립하는 규칙을 귀납적 추론과 연역적 추론을 통해 수학적으로 증명할 수 있는 능력을 기를 수 있다. 2022 개정 교육과정에서 밝히고 있는 대수 교과목의 내용 체계와 성취기준은 <표 III-14>와 같다.

<표 III-14> 고등학교 대수 교과목의 내용 체계와 성취기준

핵심 아이디어		<ul style="list-style-type: none"> 지수함수, 로그함수는 급격히 증감하는 대상이나 현상을, 삼각함수는 주기적으로 변하는 대상이나 현상을 표현하고 이해하는 데 활용된다. 수열은 나열된 대상의 규칙을 수학적으로 표현하고 이해하는 데 활용되며, 수학적 귀납법은 자연수에 대해 성립하는 명제를 증명할 때 사용된다.
구분		내용 요소
범주		
지식·이해	지수 함수와 로그 함수	<ul style="list-style-type: none"> 지수와 로그 지수함수와 로그함수
	삼각 함수	<ul style="list-style-type: none"> 삼각함수 사인법칙과 코사인법칙
	수열	<ul style="list-style-type: none"> 등차수열과 등비수열 수열의 합 수학적 귀납법
과정·기능		<ul style="list-style-type: none"> 대수의 개념, 원리, 법칙 탐구하기 식과 그래프, 수학 기호 등을 비교하고, 표현하기 대수의 개념, 원리, 법칙이나 자신의 수학적 사고와 전략 설명하기 적절한 전략을 사용하여 문제해결하기 대수의 개념, 법칙 활용하기

		<ul style="list-style-type: none"> • 적절한 공학 도구를 선택하여 함수의 그래프 그리고 탐구하기 • 상용로그, 삼각함수를 실생활과 연결하기 • 등차수열과 등비수열의 일반항과 그 합 구하기 • 수학적 귀납법으로 증명하기
	가치·태도	<ul style="list-style-type: none"> • 지수와 로그 표현의 편리함 인식 • 실생활과의 연결을 통한 지수함수, 로그함수, 삼각함수의 유용성 인식 • 수학적 귀납법으로 명제를 증명하여 논리적으로 사고하는 태도
성취 기준	지수 함수와 로그 함수	[12대수01-01] 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이용하여 계산할 수 있다.
		[12대수01-02] 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해하고, 이를 설명할 수 있다.
		[12대수01-03] 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다.
		[12대수01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이용하여 계산할 수 있다.
		[12대수01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 실생활과 연결하여 문제를 해결할 수 있다.
		[12대수01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.
		[12대수01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 설명할 수 있다.
		[12대수01-08] 지수함수, 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
	삼각 함수	[12대수02-01] 일반각과 호도법의 뜻을 알고, 그 관계를 설명할 수 있다.
		[12대수02-02] 삼각함수의 개념을 이해하여 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그리고, 그 성질을 설명할 수 있다.
		[12대수02-03] 사인법칙과 코사인법칙을 이해하고, 실생활 문제를 해결할 수 있다.
	수열	[12대수03-01] 수열의 뜻을 설명할 수 있다.
[12대수03-02] 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.		
[12대수03-03] 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.		
[12대수03-04] Σ 의 뜻과 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.		
[12대수03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구하는 방법을 설명할 수 있다.		
[12대수03-06] 수열의 귀납적 정의를 설명할 수 있다.		
[12대수03-07] 수학적 귀납법의 원리를 이해하고, 이를 이용하여 명제를 증명할 수 있다.		

3) 미적분 I 교과목의 교육 목표와 내용 체계

미적분 I 은 사회·자연에서 나타나는 변화 현상을 다루는 수학적 도구로, 미적분의 기본 개념을 이해하고 탐구하는 교과목이다. 여기서 배우는 내용은 무한에 가까워지는 현상을 직관적으로 이해하는 데 도움을 주고, 순간적인 변화를 탐구하거나 넓이와 이동 거리 같은 문제를 해결하는 데 활용되는 중요한 개념들을 다룬다.

미적분 I 을 학습한 학생들은 사회나 자연에서 일어나는 다양한 변화들을 수학적으로 해석하고 탐구할 수 있으며, 수학을 여러 분야에 활용하여 문제를 해결하는 과정에서 미분과 적분의 유용성을 인식할 수 있다. 이 과목은 미적분의 기본 지식과 기능을 배우고, 자신의 진로나 적성에 맞는 학문적 기초를 쌓으려는 학생들이 선택할 수 있도록 한다. 2022 개정 교육과정에서 밝히고 있는 미적분 I 교과목의 내용 체계와 성취기준은 <표 III-15>와 같다.

<표 III-15> 고등학교 미적분 I 교과목의 내용 체계와 성취기준

핵심 아이디어		<ul style="list-style-type: none"> 함수의 극한은 함수의 국소적 성질을 이해하는 도구이며, 함수의 연속은 함수의 극한을 통해 설명된다. 미분은 함수의 순간적인 변화를 나타내는 도구이며 함수의 그래프와 이동하는 물체의 움직임에 대한 탐구에 활용된다. 부정적분은 미분과 역관계에 있고 정적분을 계산하는 데 이용되며, 정적분은 도형의 넓이, 물체의 이동 거리 등을 구하는 데 활용된다.
범주	구분	내용 요소
지식·이해	함수의 극한과 연속	<ul style="list-style-type: none"> 함수의 극한 함수의 연속
	미분	<ul style="list-style-type: none"> 미분계수 도함수 도함수의 활용
	적분	<ul style="list-style-type: none"> 부정적분 정적분 정적분의 활용
과정·기능		<ul style="list-style-type: none"> 미적분의 개념, 원리, 법칙 탐구하기

	<ul style="list-style-type: none"> • 극한값, 미분계수, 도함수, 접선의 방정식, 부정적분, 정적분, 도형의 넓이 구하기 • 공학 도구를 이용하여 극한, 연속, 미분과 적분을 탐구하기 • 연속의 뜻을 극한으로 탐구하기 • 연속함수의 성질을 다른 영역 내용에 응용하기 • 적절한 전략을 사용하여 문제해결하기 • 수학의 여러 영역의 내용을 극한, 미분, 적분과 연결하기 • 극한, 미분, 적분의 개념, 원리, 법칙 등을 실생활이나 타 교과와 연결하기 • 미적분의 개념, 원리, 법칙에 근거하여 함수의 연속성과 함수의 미분가능성 등을 판정하기 • 미적분의 개념, 원리, 법칙이나 자신의 수학적 사고와 전략을 설명하기 • 미적분의 개념 간의 관계 설명하기 • 미분과 적분의 관계를 탐구하기 • 식, 그래프, 기호 등을 표현하기 	
가치·태도	<ul style="list-style-type: none"> • 무한을 수학적으로 다루는 방법에 대한 흥미와 관심 • 변화하는 현상을 이해하는 도구로서 미적분의 유용성 인식 • 극한을 이용해 체계적으로 사고하여 의사 결정하는 태도 	
성취 기준	함수의 극한과 연속	<p>[12미적 I -01-01] 함수의 극한의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -01-03] 함수의 연속을 극한으로 탐구하고 이해한다.</p> <p>[12미적 I -01-04] 연속함수의 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
	미분	<p>[12미적 I -02-01] 미분계수를 이해하고, 이를 구할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-02] 함수의 미분가능성과 연속성의 관계를 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-03] 함수 $y = x^n$ (n은 양의 정수)의 도함수를 구할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-04] 함수의 실수배, 합, 차, 곱의 미분법을 알고, 다항함수의 도함수를 구할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-05] 미분계수와 접선의 기울기의 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-06] 함수에 대한 평균값 정리를 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-07] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-08] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-09] 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -02-10] 미분을 속도와 가속도에 대한 문제에 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.</p>
	적분	<p>[12미적 I -03-01] 부정적분의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p>

	<p>[12미적 I -03-02] 함수의 실수배, 합, 차의 부정적분을 알고, 다항함수의 부정적분을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -03-03] 정적분의 개념을 탐구하고, 그 성질을 이해한다.</p> <p>[12미적 I -03-04] 부정적분과 정적분의 관계를 이해하고, 다항함수의 정적분을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[12미적 I -03-06] 적분을 속도와 거리에 대한 문제에 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.</p>
--	---

4) 확률과 통계 교과목의 교육 목표와 내용 체계

확률과 통계는 데이터를 활용해 확률과 통계의 개념을 이해하고 탐구함으로써 확률적·통계적 소양을 키우는 것을 목표로 하는 교과목이다. 이 교과목에서 다루는 내용은 다른 영역에서 배운 개념을 더 깊이 이해하는 데 도움을 줄 뿐만 아니라, 여러 교과나 학문적 영역의 지식을 융합적 관점에서 활용하는 데에도 유용하다.

확률과 통계를 학습한 학생들은 경우의 수를 통해 다양한 상황을 계획하고, 일어날 가능성을 예측하며 이를 점검할 수 있다. 또한, 사건이 발생할 확률을 수치적으로 표현함으로써 합리적인 의사 결정을 내리는 능력을 기른다. 더 나아가 자료를 수집하고 정리하여 결과를 분석하고 추정하는 과정을 통해 통계적 사고를 배우며, 정보의 소비자이자 생산자로서의 역량을 갖추게 된다. 이와 함께 통계적 지식과 기능, 비판적 사고 및 태도를 함양할 수 있다. 2022 개정 교육과정에서 밝히고 있는 확률과 통계 교과목의 내용 체계와 성취기준은 <표 III-16>과 같다.

<표 III-16> 고등학교 확률과 통계 교과목의 내용 체계와 성취기준

핵심 아이디어	<ul style="list-style-type: none"> • 사건이 일어날 수 있는 모든 경우를 분류하고 경우의 수를 체계적으로 세는 여러 가지 방법은 다양한 문제 상황에 활용된다. • 확률의 성질과 정리를 활용하고 조건이 주어졌을 때 사건이 일어날 확률을 이용하는 것은 합리적인 의사 결정의 중요한 도구이다. • 예측하고자 하는 집단의 속성을 표본으로부터 추정하는 방법은 사회의 불확실성을 이해하고 미래를 예측하는 중요한 도구이다.
범주	구분 내용 요소

지식·이해	경우의 수	<ul style="list-style-type: none"> • 순열과 조합 • 이항정리
	확률	<ul style="list-style-type: none"> • 확률의 개념과 활용 • 조건부확률
	통계	<ul style="list-style-type: none"> • 확률분포 • 통계적 추정
과정·기능		<ul style="list-style-type: none"> • 경우의 수, 확률, 평균, 표준편차 구하기 • 확률과 통계의 개념, 원리, 법칙을 설명하기 • 적절한 전략을 사용하여 문제해결하기 • 확률과 통계의 개념 사이의 관계를 설명하기 • 확률과 통계의 개념을 실생활에 연결(적용)하기 • 확률과 통계의 개념, 원리, 법칙에 근거하여 판단(추정)하기 • 확률과 통계의 개념, 원리, 법칙을 탐구하기 • 적절한 공학 도구를 선택하여 이용하기 • 자료를 수집하고 정리하고 해석하기 • 추정한 결과를 해석하기
가치·태도		<ul style="list-style-type: none"> • 실생활과의 연결을 통한 경우의 수, 확률, 통계의 유용성 인식 • 통계적 사고 및 추론을 통한 불확실성에 대한 해석의 중요성 인식 • 확률 및 통계적 근거를 바탕으로 합리적으로 의사 결정을 하는 태도
성취 기준	경우의 수	[12확통01-01] 중복순열, 같은 것이 있는 순열을 이해하고, 그 순열의 수를 구하는 방법을 설명할 수 있다.
		[12확통01-02] 중복조합을 이해하고, 중복조합의 수를 구하는 방법을 설명할 수 있다.
	확률	[12확통01-03] 이항정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
[12확통02-01] 확률의 개념을 이해하고 기본 성질을 설명할 수 있다.		
[12확통02-02] 확률의 덧셈정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.		
[12확통02-03] 여사건의 확률을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.		
[12확통02-04] 조건부확률을 이해하고, 이를 실생활과 연결하여 문제를 해결할 수 있다.		
[12확통02-05] 사건의 독립과 종속을 이해하고, 이를 판단할 수 있다.		
통계	[12확통02-06] 확률의 곱셈정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	
	[12확통03-01] 확률변수와 확률분포의 뜻을 설명할 수 있다.	
	[12확통03-02] 이산확률변수의 기댓값(평균)과 표준편차를 구할 수 있다.	
		[12확통03-03] 이항분포의 뜻과 성질을 이해하고, 평균과 표준편차를 구할 수 있다.

		<p>있다.</p> <p>[12확통03-04] 정규분포의 뜻과 성질을 이해하고, 이항분포와의 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>[12확통03-05] 모집단과 표본의 뜻을 알고, 표본추출의 방법을 설명할 수 있다.</p> <p>[12확통03-06] 표본평균과 모평균, 표본비율과 모비율의 관계를 이해하고 설명할 수 있다.</p> <p>[12확통03-07] 공학 도구를 이용하여 모평균 및 모비율을 추정하고 그 결과를 해석할 수 있다.</p>
--	--	---

5) 미적분Ⅱ 교과목의 교육 목표와 내용 체계

미적분Ⅱ 교과목은 사회 및 자연 현상을 탐구하는 데 필요한 미적분 내용을 폭넓게 이해하고 탐구하며 수열의 극한과 급수의 합을 구하는 방법을 직관적으로 이해하고 여러 가지 함수와 그 함수의 합성을 통해 얻은 새로운 함수의 미분과 적분을 효율적으로 구하는 방법을 다루어, 다양한 현상을 모델링할 때 나타나는 여러 가지 함수의 미분과 적분을 이해하고 활용하는 데 도움이 된다. 미적분Ⅱ 교과목을 학습한 학생들은 사회 및 자연에서 나타나는 여러 가지 변화 현상을 수학적으로 해석하고 탐구하며 더 다양한 맥락에서 많은 분야의 문제를 해결하면서 미분과 적분의 유용성을 인식할 수 있으며 자연과학, 공학, 의학뿐만 아니라 경제·경영학을 포함한 사회과학, 인문학, 예술 및 체육 분야를 학습하는 데 기초가 된다고 밝히고 있다.

2022 개정 교육과정에서 밝히고 있는 미적분Ⅱ 교과목의 내용 체계와 성취기준은 <표Ⅲ-17>과 같다.

<표Ⅲ-17> 고등학교 미적분Ⅱ 교과목의 내용 체계와 성취기준

핵심 아이디어	<ul style="list-style-type: none"> 수열의 극한은 무한을 수학적으로 다루기 위한 도구이며 수열과 급수의 수렴과 발산을 판정하는 데 활용된다. 다양한 미분법을 활용하면 여러 가지 함수의 도함수를 효율적으로 구하고 변화 현상에 대해 심층적으로 탐구할 수 있다. 다양한 적분법을 활용하면 도형의 넓이 또는 부피, 움직이는 물체의 속도 또는 거리를 효율적으로 계산할 수 있다. 	
	구분	내용 요소
범주		

지식·이해	수열의 극한	<ul style="list-style-type: none"> 수열의 극한 급수
	미분법	<ul style="list-style-type: none"> 여러 가지 함수의 미분 여러 가지 미분법 도함수의 활용
	적분법	<ul style="list-style-type: none"> 여러 가지 함수의 적분법 정적분의 활용
과정·기능		<ul style="list-style-type: none"> 미적분의 개념, 원리, 법칙, 관계를 탐구하기 곡선의 위로 볼록과 아래로 볼록 등을 판정하기 극한값, 등비급수의 합, 이계도함수, 접선의 방정식, 부정적분, 정적분, 도형의 넓이, 입체도형의 부피 구하기 공학 도구를 이용하여 수열의 극한, 급수, 미분과 적분에 대해 탐구하기 극한, 미분, 적분의 개념, 원리, 법칙 등을 실생활이나 타 교과와 연결하기 다양한 함수를 미분하기 적절한 전략을 사용하여 문제해결하기 미분, 적분을 수학의 여러 영역의 내용과 연결하기 식, 그래프, 기호 등으로 표현하기
가치·태도		<ul style="list-style-type: none"> 무한을 수학적으로 다루는 방법에 대한 흥미와 관심 변화하는 현상을 이해하는 도구로서 미적분의 유용성 인식 극한을 이용해 체계적으로 사고하여 의사 결정하는 태도
성취기준	수열의 극한	<p>[12미적Ⅱ-01-01] 수열의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판정할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-01-02] 수열의 극한에 대한 성질을 이해하고, 이를 활용하여 극한값을 구하는 방법을 설명할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-01-03] 등비수열의 수렴, 발산을 판정하고, 수렴하는 경우 그 극한값을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-01-04] 급수의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판정할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-01-05] 등비급수의 합을 구하고, 이를 활용할 수 있다.</p>
	미분법	<p>[12미적Ⅱ-02-01] 지수함수와 로그함수의 극한을 구하고 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-02] 삼각함수의 덧셈정리를 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-03] 삼각함수의 극한을 구하고, 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-04] 함수의 몫을 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-05] 합성함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-06] 매개변수로 나타낸 함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-07] 음함수와 역함수를 미분할 수 있다.</p>

	<p>[12미적Ⅱ-02-08] 다양한 곡선의 접선의 방정식을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-10] 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-02-11] 미분을 속도와 가속도에 대한 문제에 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.</p>
적분법	<p>[12미적Ⅱ-03-01] $y = x^n$ (n은 실수), 지수함수, 삼각함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-03-02] 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-03-03] 부분적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-03-04] 정적분과 급수의 합 사이의 관계를 탐구하고 이해한다.</p> <p>[12미적Ⅱ-03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-03-06] 입체도형의 부피에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[12미적Ⅱ-03-07] 적분을 속도와 거리에 대한 문제에 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.</p>

6) 기하 교과목의 교육 목표와 내용 체계

기하 교과목은 평면과 공간에 나타나는 기하적 대상을 다양한 방식으로 표현하고 탐구하는 과목으로 원뿔을 절단하여 나타난 곡선을 대수와 연결하여 분석하고, 공간도형의 성질을 이해하며, 크기와 방향을 갖는 벡터를 이용하여 평면과 공간에서 나타나는 도형을 탐구하여 주변 현상을 기하적 대상으로 표현하고 대상들의 구조와 관계를 파악하는 데 도움이 된다.

기하를 학습한 학생들은 도형의 성질을 연역적으로 추론하고 기하와 대수를 연결하여 탐구함으로써 추론 능력을 기르고 수학적 연결성을 경험할 수 있으며 학생들은 기하를 학습하며 수학 지식을 이해하고 수학적 사고 과정에 요구되는 기능을 형성하며 수학의 가치를 인식하고 바람직한 수학적 태도를 갖추어 수학 교과 역량을 함양할 수 있다고 밝히고 있다.

2022 개정 교육과정에서 밝히고 있는 기하 교과목의 내용 체계와 성취기준은 <표 Ⅲ-18>과 같다.

<표 Ⅲ-18> 고등학교 기하 교과목의 내용 체계와 성취기준

핵심 아이디어	<ul style="list-style-type: none"> 원뿔을 절단하여 만든 곡선을 방정식으로 표현하는 것은 그 기하적 성질을 탐구하는 데 유용한 방법이다.
----------------	--

		<ul style="list-style-type: none"> 공간좌표와 식을 활용하는 것은 공간도형의 기하적 성질을 탐구하는 데 유용한 방법이다. 벡터는 크기와 방향을 갖는 양을 나타내는 도구로, 위치벡터는 좌표평면과 좌표공간에서 도형의 성질을 탐구하는 데 활용된다.
구분		내용 요소
범주	이차 곡선	<ul style="list-style-type: none"> 이차곡선
	공간도형과 공간좌표	<ul style="list-style-type: none"> 공간도형 공간좌표
	벡터	<ul style="list-style-type: none"> 벡터의 연산 벡터의 성분과 내적 도형의 방정식
지식 · 이해		
과정 · 기능		<ul style="list-style-type: none"> 도형을 방정식과 벡터로 표현하기 대수적 절차를 수행하여 값 또는 식 구하기 연역적 추론을 통해 도형의 성질 증명하기 도형 사이의 관계를 탐구하기 수학적 개념을 좌표로 표현하기 연산 절차 수행하기 수학적 개념을 연결하기 적절한 전략을 사용하여 문제해결하기 적절한 공학 도구를 이용하여 기하적 대상 탐구하기
가치 · 태도		<ul style="list-style-type: none"> 문제해결 도구로서 이차곡선과 벡터의 유용성 인식 연역적으로 증명하여 논리성을 추구하는 태도 평면을 공간으로 차원을 확장하는 것에 대한 흥미 도형을 벡터로 나타내는 수학적 표현의 간결함 인식
성취 기준	이차 곡선	<p>[12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선을 방정식으로 표현할 수 있다.</p> <p>[12기하01-02] 타원의 뜻을 알고, 타원을 방정식으로 표현할 수 있다.</p> <p>[12기하01-03] 쌍곡선의 뜻을 알고, 쌍곡선을 방정식으로 표현할 수 있다.</p> <p>[12기하01-04] 이차곡선의 접선의 방정식을 구할 수 있다.</p>
	공간도형과 공간좌표	<p>[12기하02-01] 직선과 직선, 직선과 평면, 평면과 평면의 위치 관계에 대한 간단한 증명을 할 수 있다.</p> <p>[12기하02-02] 삼수선 정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[12기하02-03] 도형의 정사영의 뜻을 알고, 도형과 정사영의 관계를 탐구할 수 있다.</p>

		[12기하02-04] 좌표공간에서 두 점 사이의 거리와 선분의 내분점의 좌표를 구할 수 있다. [12기하02-05] 구를 방정식으로 표현할 수 있다.
	벡터	[12기하03-01] 벡터의 뜻을 알고, 벡터의 덧셈, 뺄셈, 실수배를 할 수 있다. [12기하03-02] 위치벡터의 뜻을 알고, 벡터와 좌표를 대응시켜 표현할 수 있다. [12기하03-03] 내적의 뜻을 알고, 두 벡터의 내적을 구할 수 있다. [12기하03-04] 벡터를 이용하여 직선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하03-05] 좌표공간에서 벡터를 이용하여 평면의 방정식과 구의 방정식을 구할 수 있다.

다. 대학 미적분학 강의 성취기준

본 절에서는 고등학교의 수학교육과정의 성취기준을 바탕으로 대학 수업에서의 미적분학 강의 성취기준을 설정하고자 한다. 대학교에서는 학교마다 다양한 미적분학 교재를 사용하고 있으며, 학교의 특성에 맞춰 강의 내용을 구성하여 수업을 진행하고 있다. 그러나, 대학교 1학년의 보편적인 강의 주제 및 내용은 Thomas 미적분학 또는 Stewart 미적분학으로 볼 수 있다(Hass et al, 2023; Stewart et al, 2021). 여기서는 Thomas 미적분학을 기준으로 단원별 그리고 주제별 성취기준을 제안하고, 고등학교 교육과정인 ① [공통수학1] ② [공통수학2] ③ [대수] ④ [미적분] ⑤ [확률과 통계] ⑥ [미적분II] ⑦ [기하]의 성취기준을 분석하여 해당되는 교과목을 표기하였다.

〈표 III-19〉 Chapter 1 Functions의 주제별 성취기준

Chapter 1 Functions	
주제	성취기준
Section 1.1 Functions and Their Graphs (2)	[미적-01-01-01] 함수의 개념을 설명하고, 그 그래프를 이해한다. [미적-01-01-02] 그래프의 형태를 살펴보고 함수를 판단할 수 있다. [미적-01-01-03] 다양한 형태의 함수들을 탐구하고 이해한다.

<p>Section 1.2 Combining Function; Shifting and Scaling Graphs (2)</p>	<p>[미적-01-02-01] 함수의 사칙연산의 원리를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다. [미적-01-02-02] 함수의 합성을 설명하고, 합성함수를 구할 수 있다. [미적-01-02-03] 함수의 평행이동을 탐구하고 이해한다. [미적-01-02-04] 함수의 대칭, 확대, 또는 축소에 대해서 살펴보고 그래프로 표현할 수 있다.</p>
<p>Section 1.3 Trigonometric Functions (3, 6)</p>	<p>[미적-01-03-01] 일반각과 호도법의 뜻을 알고, 그 관계를 설명할 수 있다. [미적-01-03-02] 삼각함수의 개념을 이해하여, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그리고, 그 성질을 설명할 수 있다. [미적-01-03-03] 코사인법칙을 이해하고, 이를 설명할 수 있다. [미적-01-03-04] 삼각함수의 덧셈정리를 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p>
<p>Section 1.4 Exponential Functions (3)</p>	<p>[미적-01-04-01] 지수함수의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다. [미적-01-04-02] 지수함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 설명할 수 있다. [미적-01-04-03] 자연대수를 이해하고, 이와 관련된 지수함수를 설명할 수 있다.</p>
<p>Section 1.5 Inverse Functions and Logarithms (2, 3)</p>	<p>[미적-01-05-01] 역함수의 개념을 설명하고, 역함수를 구할 수 있다. [미적-01-05-02] 로그함수의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다. [미적-01-05-03] 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 설명할 수 있다. [미적-01-05-04] 역삼각함수의 뜻을 알고, 그래프를 그릴 수 있다.</p>

〈표 III-20〉 Chapter 2 Limits and Continuity의 주제별 성취기준

Chapter 2 Limits and Continuity	
주제	성취기준
Section 2.1 Rates of Change and Tangent Lines to Curves	[미적-02-01-01] 평균 속력을 설명하고, 그 계산을 할 수 있다. [미적-02-01-02] 평균 변화량의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. [미적-02-01-03] 순간 변화량의 의미와 접선과의 관계를 탐구하고 이해한다.
Section 2.2 Limit of a Function and Limit Laws (④)	[미적-02-02-01] 함수의 극한의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다. [미적-02-02-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.
Section 2.3 The Precise Definition of a Limit (④)	[미적-02-03-01] 극한의 정확한 정의를 설명할 수 있다. [미적-02-03-02] 극한에 대한 성질을 증명할 수 있다.
Section 2.4 One-Sided Limits (④)	[미적-02-04-01] 한 방향 극한의 뜻을 이해하고 설명할 수 있다. [미적-02-04-02] 극한에 대한 성질을 이용하여 한 방향 극한을 계산할 수 있다.
Section 2.5 Limits Involving Infinity; Asymptotes of Graphs (④)	[미적-02-05-01] 다양한 종류의 극한에 대한 뜻을 이해하고 설명할 수 있다. [미적-02-05-02] 수평 점근선과 수직 점근선의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다.
Section 2.6 Continuity (④)	[미적-02-06-01] 함수의 연속을 극한으로 탐구하고 이해한다. [미적-02-06-02] 연속함수의 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

〈표 III-21〉 Chapter 3 Derivatives의 주제별 성취기준

Chapter 3 Derivatives	
주제	성취기준
Section 3.1 Tangent Lines and the Derivative at a Point (④)	[미적-03-01-01] 접선의 기울기를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다. [미적-03-01-02] 접선의 기울기와 미분계수의 관계를 이해하고, 이를 구할 수 있다.
Section 3.2 The Derivative as a Function (④)	[미적-03-02-01] 함수의 도함수의 뜻을 알고, 이를 계산할 수 있다. [미적-03-02-02] 함수의 미분 가능성과 연속성의 관계를 설명하고, 이를 활용할 수 있다.
Section 3.3 Differentiation Rules (④, ⑥)	[미적-03-03-01] 함수의 실수배, 합, 차, 곱, 몫의 미분법을 알고, 다항함수의 도함수를 구할 수 있다. [미적-03-03-02] 지수함수를 미분할 수 있다. [미적-03-03-03] 함수의 고계 도함수를 계산할 수 있다.
Section 3.4 The Derivative as a Rate of Change (④, ⑥)	[미적-03-04-01] 미분을 이용하여 순간 변화량을 구할 수 있다. [미적-03-04-02] 미분을 속도, 가속도, 순간 가속도에 대한 문제에 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.
Section 3.5 Derivatives of Trigonometric Functions (⑥)	[미적-03-05-01] 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다. [미적-03-05-02] 미분의 성질을 활용하여 삼각함수를 미분할 수 있다.
Section 3.6 The Chain Rule (⑥)	[미적-03-06-01] 합성함수를 미분할 수 있다. [미적-03-06-02] 연쇄법칙을 함수의 미분 문제에 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.

<p>Section 3.7 Implicit Differentiation (⑥)</p>	<p>[미적-03-07-01] 음함수를 미분할 수 있다. [미적-03-07-02] 음함수의 고계 도함수를 계산할 수 있다. [미적-03-07-03] 음함수의 미분법을 이용하여 접선과 법선을 구할 수 있다.</p>
<p>Section 3.8 Derivatives of Inverse Functions and Logarithms (⑥)</p>	<p>[미적-03-08-01] 역함수를 미분할 수 있다. [미적-03-08-02] 로그함수를 미분하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 3.9 Inverse Trigonometric Functions</p>	<p>[미적-03-09-01] 역삼각함수의 뜻을 설명할 수 있다. [미적-03-09-02] 역삼각함수를 미분하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 3.10 Related Rates</p>	<p>[미적-03-10-01] 관련된 변화율 문제를 탐구하고, 이를 실생활과 연결하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 3.11 Linearization and Differentials</p>	<p>[미적-03-11-01] 미분 가능한 함수에 대한 선형화의 뜻을 이해하고 설명할 수 있다. [미적-03-11-02] 미분, 미분의 근삿값, 미분의 근삿값에 대한 오차에 대해서 탐구하고 이해한다. [미적-03-11-03] 함수의 변화량을 이용하여 연쇄법칙을 증명할 수 있다.</p>

<표 III-22> Chapter 4 Applications of Derivatives의 주제별 성취기준

Chapter 4 Applications of Derivatives	
주제	성취기준
Section 4.1 Extreme Values of Functions on Closed Intervals (④)	<p>[미적-04-01-01] 함수의 최대, 최소를 탐구하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[미적-04-01-02] 최대-최소 정리와 국소 극값에 대한 일계 도함수 정리를 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-04-01-03] 임계점의 뜻을 알고, 이를 이용하여 함수의 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.</p>
Section 4.2 The Mean Value Theorem (④)	<p>[미적-04-02-01] 함수에 대한 롤의 정리를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-04-02-02] 함수에 대한 평균값의 정리를 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p>
Section 4.3 Monotonic Functions and the First Derivative Test (④, ⑥)	<p>[미적-04-03-01] 일계 도함수의 성질을 활용하여 함수의 증가 또는 감소를 판정하고 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-04-03-02] 극값과 일계 도함수의 관계를 탐구하고 이해한다.</p>
Section 4.4 Concavity and Curve Sketching (④, ⑥)	<p>[미적-04-04-01] 함수의 오목과 볼록의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-04-04-02] 이계 도함수와 오목성의 관계를 이해하고, 극값을 구하는 방법에 활용할 수 있다.</p> <p>[미적-04-04-03] 변곡점의 뜻과 이계 도함수와의 관계를 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-04-04-04] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.</p>

<p>Section 4.5 Indeterminate Forms and L' Hôpital' s Rule</p>	<p>[미적-04-05-01] 부정형 극한을 살펴보고 로피탈 법칙을 이용하여 계산할 수 있다. [미적-04-05-02] 코시 평균값 정리와 로피탈 법칙을 증명하고 이해한다.</p>
<p>Section 4.6 Applied Optimization</p>	<p>[미적-04-06-01] 미분을 활용하여 다양한 최적화 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 4.7 Newton' s Method</p>	<p>[미적-04-07-01] 뉴턴의 방법을 활용하여 방정식 $f(x) = 0$의 근삿값을 계산할 수 있다.</p>
<p>Section 4.8 Antiderivatives</p>	<p>[미적-04-08-01] 역도함수의 뜻을 알고, 이를 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다. [미적-04-08-02] 부정적분의 뜻을 알고, 함수의 부정적분을 구할 수 있다.</p>

〈표 III-23〉 Chapter 5 Integrals의 주제별 성취기준

Chapter 5 Integrals	
주제	성취기준
Section 5.1 Area and Estimating with Finite Sums	[미적-05-01-01] 넓이를 유한 합으로 근사하는 방법을 이용하여 접근할 수 있다. [미적-05-01-02] 유한 합 근사 방법을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
Section 5.2 Sigma Notation and Limits of Finite Sums (③)	[미적-05-02-01] \sum 의 뜻과 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다. [미적-05-02-02] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구하는 방법을 설명할 수 있다. [미적-05-02-03] 리만 합의 개념을 이해하고 설명할 수 있다.
Section 5.3 The Definite Integral (④, ⑥)	[미적-05-03-01] 리만 합의 극한에 대한 뜻을 알고, 정적분을 설명할 수 있다. [미적-05-03-02] 적분 가능한 함수와 불가능한 함수를 탐구하고 이해한다. [미적-05-03-03] 정적분의 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다. [미적-05-03-04] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이에 대한 문제를 해결할 수 있다. [미적-05-03-05] 함수의 평균값을 계산할 수 있다.
Section 5.4 The Fundamental Theorem of Calculus (④)	[미적-05-04-01] 정적분의 평균값 정리를 설명할 수 있다. [미적-05-04-02] 미적분학 제1 기본정리를 탐구하고 이해한다. [미적-05-04-03] 미적분학 제2 기본정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
Section 5.5 Indefinite Integrals and the Substitution Method (④, ⑥)	[미적-05-05-01] 부정적분의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다. [미적-05-05-02] 치환적분법을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
Section 5.6 Definite Integral Substitutions and the Area Between Curves (④, ⑥)	[미적-05-06-01] 정적분에서 치환적분법을 이해하고, 관련된 문제를 해결할 수 있다. [미적-05-06-02] 곡선들 사이의 넓이를 계산할 수 있다.

<표 III-24> Chapter 6 Applications and Definite Integrals의 주제별 성취기준

Chapter 6 Applications and Definite Integrals	
주제	성취기준
Section 6.1 Volumes Using Cross-Sections (④)	[미적-06-01-01] 조각 방법을 이용하여 입체도형의 부피를 구할 수 있다. [미적-06-01-02] 디스크 방법을 이용하여 회전체의 부피를 계산할 수 있다. [미적-06-01-03] 와셔 방법을 활용하여 회전체의 부피에 대한 문제를 해결할 수 있다.
Section 6.2 Volumes Using Cylindrical Shells	[미적-06-02-01] 원통 껍질 방법을 이용하여 회전체의 부피에 대한 문제를 해결할 수 있다.
Section 6.3 Arc Length	[미적-06-03-01] 곡선의 길이를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
Section 6.4 Areas of Surfaces of Revolution	[미적-06-04-01] 회전체 곡면 넓이의 뜻을 설명하고, 이를 활용할 수 있다.
Section 6.5 Work and Fluid Forces	[미적-06-05-01] 변화하는 힘에 의한 일의 개념을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다. [미적-06-05-02] 압력과 깊이의 관계를 인식하고, 힘의 크기를 계산할 수 있다.
Section 6.6 Moments and Centers of Mass	[미적-06-06-01] 질량, 모멘트, 그리고 질량 중심을 탐구하고 이해한다. [미적-06-06-02] 무게 중심의 뜻을 알고, 파푸스 정리를 활용하여 부피와 곡면의 넓이를 구할 수 있다.

<표 III-25> Chapter 7 Integrals and Transcendental Functions의 주제별 성취기준

Chapter 7 Integrals and Transcendental Functions	
주제	성취기준
Section 7.1 The Logarithm Defined as an Integral	<p>[미적-07-01-01] 자연로그와 자연대수의 뜻을 알고, 그 성질을 탐구할 수 있다.</p> <p>[미적-07-01-02] 자연지수함수의 뜻과 성질을 알고, 지수함수까지 확장될 수 있음을 이해한다.</p>
Section 7.2 Exponential Change and Separable Differential Equations	<p>[미적-07-02-01] 지수변화와 미분 방정식의 관계를 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-07-02-02] 변수분리 미분 방정식을 탐구하고, 이를 실생활과 연결하여 유용성을 인식할 수 있다.</p>
Section 7.3 Hyperbolic Functions	<p>[미적-07-03-01] 쌍곡선 함수의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-07-03-02] 쌍곡선 함수의 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 7.4 Relative Rates of Growth	<p>[미적-07-04-01] 상대적인 증가율을 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-07-04-02] <i>little-oh</i>와 <i>big-oh</i>의 개념을 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p>

〈표 III-26〉 Chapter 8 Techniques of Integration의 주제별 성취기준

Chapter 8 Techniques of Integration	
주제	성취기준
Section 8.1 Using Basic Integration Formulas (6)	[미적-08-01-01] 기본적인 함수의 부정적분을 탐구하고 이해한다. [미적-08-01-02] 적분의 성질을 활용하여 함수의 부정적분을 계산할 수 있다.
Section 8.2 Integration by Parts (6)	[미적-08-02-01] 부분적분법을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
Section 8.3 Trigonometric Integrals	[미적-08-03-01] 삼각함수의 부정적분을 구할 수 있다.
Section 8.4 Trigonometric Substitutions	[미적-08-04-01] 삼각치환을 이해하고, 이를 활용하여 함수의 적분 문제를 해결할 수 있다.
Section 8.5 Integration of Rational Functions by Partial Fractions	[미적-08-05-01] 유리함수를 부분분수의 합으로 나타낼 수 있다. [미적-08-05-02] 유리함수의 부정적분을 이해하고 설명할 수 있다.
Section 8.6 Integral Tables and Computer Algebra Systems	[미적-08-06-01] 함수의 부정적분에 대한 문제에 적분표와 컴퓨터 대수 시스템을 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.
Section 8.7 Numerical Integration	[미적-08-07-01] 중점 법칙을 이용하여 정적분을 근사할 수 있다. [미적-08-07-02] 정적분의 근사 문제에 사다리꼴 법칙과 심슨 법칙을 활용하여 계산할 수 있다. [미적-08-07-03] 중점, 사다리꼴, 심슨 법칙의 오차를 이해하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.
Section 8.8 Improper Integrals	[미적-08-08-01] 유형1의 이상 적분의 뜻을 알고 계산할 수 있다. [미적-08-08-02] 유형2의 이상 적분의 뜻을 알고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다. [미적-08-08-03] 비교 판정법을 이용하여 이상 적분의 수렴, 발산을 판정할 수 있다. [미적-08-08-04] 극한 비교 판정법을 활용하여 이상 적분의 문제를 해결할 수 있다.

〈표 III-27〉 Chapter 9 Infinite Sequences and Series의 주제별 성취기준

Chapter 9 Infinite Sequences and Series	
주제	성취기준
Section 9.1 Sequences (③, ⑥)	<p>[미적-09-01-01] 수열의 뜻을 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-09-01-02] 수열의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판정할 수 있다.</p> <p>[미적-09-01-03] 수열의 극한에 대한 성질을 이해하고, 이를 활용하여 극한값을 구하는 방법을 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-09-01-04] 유계의 뜻을 이해하고, 이를 설명할 수 있다.</p>
Section 9.2 Infinite Series (③, ⑥)	<p>[미적-09-02-01] 무한급수의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판정할 수 있다.</p> <p>[미적-09-02-02] 기하급수와 무한급수에 대한 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 9.3 The Integral Test	<p>[미적-09-03-01] 적분 판정법을 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-09-03-02] 조화급수와 p-급수의 수렴과 발산을 적분 판정법을 활용하여 해결할 수 있다.</p>
Section 9.4 Comparison Tests	<p>[미적-09-04-01] 비교 판정법을 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-09-04-02] 극한 비교 판정법을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 9.5 Absolute Convergence; The Ratio and Root Tests	<p>[미적-09-05-01] 절대 수렴의 뜻을 알고, 그 성질을 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-09-05-02] 비판정법을 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-09-05-03] 근판정법을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>

<p>Section 9.6 Alternating Series and Conditional Convergence</p>	<p>[미적-09-06-01] 교대 급수와 조건 수렴의 뜻을 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-09-06-02] 교대 급수에 대한 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 9.7 Power Series</p>	<p>[미적-09-07-01] 멱급수의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-09-07-02] 멱급수에 대한 성질을 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-09-07-03] 수렴 반경의 뜻을 알고 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-09-07-04] 멱급수의 연산을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 9.8 Taylor and Maclaurin Series</p>	<p>[미적-09-08-01] 테일러 급수와 매클로린 급수의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-09-08-02] n차 테일러 다항식의 뜻을 알고, 함수를 다항식으로 근사할 수 있다.</p>
<p>Section 9.9 Convergence of Taylor Series</p>	<p>[미적-09-09-01] 테일러 정리를 이해하고, 함수를 테일러 급수로 나타낼 수 있다.</p>
<p>Section 9.10 Applications of Taylor Series</p>	<p>[미적-09-10-01] 이항 급수를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-09-10-02] 함수의 멱급수 문제에 테일러 정리를 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.</p>

<표 III-28> Chapter 10 Parametric Equations and Polar Coordinates의 주제별 성취기준

Chapter 10 Parametric Equations and Polar Coordinates	
주제	성취기준
Section 10.1 Parametrizations of Plane Curves	[미적-10-01-01] 매개변수 방정식의 뜻을 알고, 곡선을 매개변수 방정식으로 표현할 수 있다. [미적-10-01-02] 사이클로이드를 이해하고, 최단강하곡선 및 등시곡선과 관련지어 설명할 수 있다.
Section 10.2 Calculus with Parametric Curves (⑥)	[미적-10-02-01] 매개변수로 나타낸 함수를 미분할 수 있다. [미적-10-02-02] 매개변수로 표현된 곡선의 길이를 구할 수 있다. [미적-10-02-03] 매개변수로 표현된 곡선에 대한 회전 곡면의 넓이를 구할 수 있다.
Section 10.3 Polar Coordinates	[미적-10-03-01] 극좌표의 개념을 이해하고 설명할 수 있다. [미적-10-03-02] 직교좌표로 표현된 방정식을 극좌표 방정식으로 또는 그 반대로 나타낼 수 있다.
Section 10.4 Graphing Polar Coordinate Equations	[미적-10-04-01] 극좌표로 표현된 함수를 직교좌표에서 그릴 수 있다. [미적-10-04-02] 직교좌표에서 극좌표로 표현된 함수의 기울기를 구할 수 있다.
Section 10.5 Areas and Lengths in Polar Coordinates	[미적-10-05-01] 직교좌표에서 극좌표로 나타낸 함수의 넓이를 구할 수 있다. [미적-10-05-02] 직교좌표에서 극좌표로 나타낸 함수의 곡선의 길이를 구할 수 있다.
Section 10.6 Conic Sections (⑦)	[미적-10-06-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선을 방정식으로 표현할 수 있다. [미적-10-06-02] 타원의 뜻을 알고, 타원을 방정식으로 표현할 수 있다. [미적-10-06-03] 쌍곡선의 뜻을 알고, 쌍곡선을 방정식으로 표현할 수 있다.
Section 10.7 Conics in Polar Coordinates	[미적-10-07-01] 이심률의 뜻을 알고, 이차곡선을 초점-준선 방정식으로 표현할 수 있다. [미적-10-07-02] 이차곡선을 극방정식으로 표현할 수 있다. [미적-10-07-03] 직선을 극방정식으로 표현할 수 있다. [미적-10-07-04] 원을 극방정식으로 표현할 수 있다.

<표 III-29> Chapter 11 Vectors and the Geometry of Space의 주제별 성취기준

Chapter 11 Vectors and the Geometry of Space	
주제	성취기준
Section 11.1 Three-Dimensional Coordinate Systems (7)	[미적-11-01-01] 3차원 공간에서 점을 좌표로 나타낼 수 있고, 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다. [미적-11-01-02] 구를 방정식으로 표현할 수 있다.
Section 11.2 Vectors (7)	[미적-11-02-01] 벡터의 뜻을 알고, 벡터의 덧셈, 뺄셈, 실수배를 할 수 있다. [미적-11-02-02] 위치벡터의 뜻을 알고, 벡터와 좌표를 대응시켜 표현할 수 있다. [미적-11-02-03] 단위 벡터의 뜻을 알고, 벡터를 크기와 단위 벡터의 곱으로 나타낼 수 있다. [미적-11-02-04] 벡터를 속도와 힘에 대한 문제에 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.
Section 11.3 The Dot Product (7)	[미적-11-03-01] 내적의 뜻을 알고, 두 벡터의 내적을 구할 수 있다. [미적-11-03-02] 벡터 정사영 및 스칼라 성분에 대해서 탐구하고 이해한다. [미적-11-03-03] 내적의 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
Section 11.4 The Cross Product	[미적-11-04-01] 벡터곱의 뜻을 알고, 두 벡터의 벡터곱을 구할 수 있다. [미적-11-04-02] 토크 벡터의 뜻을 알고, 벡터곱을 활용하여 구할 수 있다. [미적-11-04-03] 세 벡터의 스칼라 삼중곱의 뜻을 알고, 의미를 탐구하고 이해한다. [미적-11-04-04] 벡터곱의 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
Section 11.5 Lines and Planes in Space (7)	[미적-11-05-01] 벡터를 이용하여 직선의 방정식을 구할 수 있다. [미적-11-05-02] 좌표공간에서 벡터를 이용하여 평면의 방정식과 구의 방정식을 구할 수 있다. [미적-11-05-03] 점과 직선 사이의 거리 및 점과 평면 사이의 거리 문제를 해결할 수 있다. [미적-11-05-04] 두 평면이 이루는 각의 크기를 구할 수 있다.
Section 11.6 Cylinders and Quadric Surfaces	[미적-11-06-01] 원기둥 곡면의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다. [미적-11-06-02] 이차곡면의 뜻을 알고, 그래프의 개형을 그릴 수 있다.

<표 III-30> Chapter 12 Vector-Valued Functions and Motion in Space의 주제별 성취기준

Chapter 12 Vector-Valued Functions and Motion in Space	
주제	성취기준
Section 12.1 Curves in Space and Their Tangents	<p>[미적-12-01-01] 벡터 함수의 뜻을 알고, 곡선을 벡터 함수로 나타낼 수 있다.</p> <p>[미적-12-01-02] 벡터 함수에 대한 극한의 뜻을 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-12-01-03] 벡터 함수의 연속을 극한으로 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-12-01-04] 미분의 뜻을 알고, 벡터 함수의 미분을 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-12-01-05] 벡터 함수의 속도와 가속도를 이해하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.</p> <p>[미적-12-01-06] 벡터 함수의 미분에 관한 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 12.2 Integrals of Vector Functions: Projectile Motion	<p>[미적-12-02-01] 벡터 함수에 대한 역도함수의 뜻을 알고, 부정적분으로 나타낼 수 있다.</p> <p>[미적-12-02-02] 벡터 함수에 대한 정적분의 의미를 알고, 이를 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 12.3 Arc Length in Space	<p>[미적-12-03-01] 곡선의 길이에 대한 정의를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-12-03-02] 매끄러운 곡선의 단위 접선 벡터의 뜻을 이해하고 계산할 수 있다.</p>
Section 12.4 Curvature and Normal Vectors of a Curve	<p>[미적-12-04-01] 곡선에 대한 곡률과 법선 벡터의 뜻을 알고 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-12-04-02] 곡률원의 의미를 이해하고, 곡선에 대한 곡률원을 구할 수 있다.</p>
Section 12.5 Tangential and Normal Components of Acceleration	<p>[미적-12-05-01] 종법선 벡터의 뜻을 알고, TNF frame 을 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-12-05-02] 가속도 벡터를 단위 접선 벡터와 법선 벡터로 나타낼 수 있다.</p> <p>[미적-12-05-03] 비틀림률의 정의를 알고, 이를 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-12-05-04] 곡률과 비틀림률의 성질을 이해하고 다양한 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 12.6 Velocity and Acceleration in Polar Coordinates	<p>[미적-12-06-01] 케플러의 세 가지 법칙을 이해하고 설명할 수 있다.</p>

〈표 III-31〉 Chapter 13 Partial Derivatives의 주제별 성취기준

Chapter 13 Partial Derivatives	
주제	성취기준
Section 13.1 Functions of Several Variables	<p>[미적-13-01-01] 다변수 함수의 개념을 이해하고 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-13-01-02] 내부, 외부, 경계, 그리고 유계의 뜻을 이해하고, 이를 판단할 수 있다.</p> <p>[미적-13-01-03] 등위선 및 등위면의 뜻을 이해하고 설명할 수 있다.</p>
Section 13.2 Limits and Continuity in Higher Dimensions	<p>[미적-13-02-01] 이변수 함수에서 극한의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-13-02-02] 다양한 극한의 성질을 이해하고, 이변수 함수의 극한값을 구할 수 있다.</p> <p>[미적-13-02-03] 이변수 함수의 연속을 극한으로 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-13-02-04] 연속함수의 성질을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 13.3 Partial Derivatives	<p>[미적-13-03-01] 이변수 함수에 대한 편미분의 뜻을 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-13-03-02] 편미분과 연속의 관계를 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-13-03-03] 혼합 미분 정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[미적-13-03-04] 이변수 함수에 대한 미분 가능성과 연속성의 관계를 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p>
Section 13.4 The Chain Rule	<p>[미적-13-04-01] 이변수 함수에 대한 합성함수와 연쇄법칙을 이해하고, 이를 구할 수 있다.</p> <p>[미적-13-04-02] 다변수 함수에 대한 연쇄법칙에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[미적-13-04-03] 다변수 함수에서 음함수를 편미분할 수 있다.</p>

<p>Section 13.5 Directional Derivatives and Gradient Vectors</p>	<p>[미적-13-05-01] 이변수 함수에서 방향 도함수와 기울기 벡터의 뜻을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[미적-13-05-02] 기울기 벡터와 등위선의 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.</p> <p>[미적-13-05-03] 기울기 벡터에 대한 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p>
<p>Section 13.6 Tangent Planes and Differentials</p>	<p>[미적-13-06-01] 등위면에 대한 접평면의 뜻을 알고, 접평면과 법선을 구할 수 있다.</p> <p>[미적-13-06-02] 이변수 함수에 대한 선형화의 개념을 알고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[미적-13-06-03] 함수와 표준 선형화 근사 사이의 관계를 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-13-06-04] 다변수 함수에 대한 전미분의 개념을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 13.7 Extreme Values and Saddle Points</p>	<p>[미적-13-07-01] 이변수 함수의 극솟값과 극댓값의 뜻을 이해하고 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-13-07-02] 이변수 함수에 대한 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-13-07-03] 이변수 함수에서 임계점과 안장점을 이해한다.</p> <p>[미적-13-07-04] 이계 도함수를 극대 및 극소와 연결하여 이해하고 판단할 수 있다.</p> <p>[미적-13-07-05] 이변수 함수의 최대, 최소를 탐구하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 13.8 Lagrange Multipliers</p>	<p>[미적-13-08-01] 라그랑주 승수에 대해서 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p>
<p>Section 13.9 Taylor' s Formula for Two Variables</p>	<p>[미적-13-09-01] 이변수 함수에서 테일러 정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 13.10 Partial Derivatives with Constrained Variables</p>	<p>[미적-13-10-01] 변수들의 제약된 조건에서 편미분을 탐구하고, 이를 구할 수 있다.</p>

〈표 III-32〉 Chapter 14 Multiple Integrals의 주제별 성취기준

Chapter 14 Multiple Integrals	
주제	성취기준
Section 14.1 Double and Iterated Integrals over Rectangles	[미적-14-01-01] 직사각형 영역에서 이중 적분을 이해하고 설명할 수 있다. [미적-14-01-02] 푸비니 정리를 이용하여 이중 적분을 계산할 수 있다.
Section 14.2 Double Integrals over General Regions	[미적-14-02-01] 일반적인 영역에서 이중 적분을 이해하고 설명할 수 있다. [미적-14-02-02] 푸비니 정리를 이용하여 일반적인 영역에서 이중 적분을 계산할 수 있다. [미적-14-02-03] 이중적분에 대한 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.
Section 14.3 Area by Double Integration	[미적-14-03-01] 이중 적분을 이용하여 평면에서 유계인 영역의 넓이를 구할 수 있다. [미적-14-03-02] 이변수 함수의 평균값을 계산할 수 있다.
Section 14.4 Double Integrals in Polar Form	[미적-14-04-01] 극좌표에서 이중 적분을 이해하고 설명할 수 있다. [미적-14-04-02] 직교좌표와 극좌표에서 이중 적분의 관계를 탐구하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
Section 14.5 Triple Integrals in Rectangular Coordinates	[미적-14-05-01] 직교좌표에서 삼중 적분을 이해하고 설명할 수 있다. [미적-14-05-02] 삼중 적분을 이용하여 유계인 폐영역의 부피를 구할 수 있다. [미적-14-05-03] 삼변수 함수의 평균값을 계산할 수 있다.

<p>Section 14.6 Applications</p>	<p>[미적-14-06-01] 질량과 일차 모멘트의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-14-06-02] 관성 모멘트를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[미적-14-06-03] 이변량 확률 분포에서 결합확률밀도함수의 뜻을 알고, 확률, 기댓값, 그리고 분산을 구할 수 있다.</p>
<p>Section 14.7 Triple Integrals in Cylindrical and Spherical Coordinates</p>	<p>[미적-14-07-01] 원주좌표와 구면좌표의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-14-07-02] 원주좌표와 구면좌표에서 삼중 적분을 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-14-07-03] 직교좌표, 원주좌표, 그리고 구면좌표에서 삼중 적분의 관계를 탐구하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
<p>Section 14.8 Substitutions in Multiple Integrals</p>	<p>[미적-14-08-01] 이중 적분에서 변수 치환을 탐구하고 이해한다.</p> <p>[미적-14-08-02] 삼중 적분에서 변수 치환에 대한 문제에 활용하고, 그 유용성을 인식할 수 있다.</p>

〈표 III-33〉 Chapter 15 Integrals and Vector Fields의 주제별 성취기준

Chapter 15 Integrals and Vector Fields	
주제	성취기준
Section 15.1 Line Integrals of Scalar Functions	<p>[미적-15-01-01] 스칼라 함수의 선적분의 정의를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-15-01-02] 선적분의 성질을 이용하여 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-15-01-03] 질량 및 모멘트의 선적분을 구할 수 있다.</p>
Section 15.2 Vector Fields and Line Integrals: Work, Circulation, and Flux	<p>[미적-15-02-01] 벡터장의 뜻을 알고, 벡터장의 선적분을 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-15-02-02] 일의 개념을 이해하고, 이를 구할 수 있다.</p> <p>[미적-15-02-03] 속도 벡터장에 대한 유동 적분과 순환의 뜻을 알고, 이를 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-15-02-04] 벡터장에 대한 유출의 개념을 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 15.3 Path Independence, Conservative Fields, and Potential Functions	<p>[미적-15-03-01] 경로 독립, 보존적 벡터장, 그리고 퍼텐셜 함수의 뜻을 알고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-15-03-02] 선적분의 기본 정리를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>[미적-15-03-03] 보존적 벡터장과 기울기 벡터의 관계를 이해하고 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-15-03-04] 보존적 벡터장의 정리를 알고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p>
Section 15.4 Green's Theorem in the Plane	<p>[미적-15-04-01] 평면에서 순환 밀도의 뜻을 알고, 유동 적분과 그린 정리의 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-15-04-02] 유출 밀도의 뜻을 알고, 유출 적분과 그린 정리의 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-15-04-03] 그린 정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p>

<p style="text-align: center;">Section 15.5 Surfaces and Area</p>	<p>[미적-15-05-01] 곡면을 매개변수를 이용하여 표현할 수 있다.</p> <p>[미적-15-05-02] 매끄러운 곡면의 뜻을 알고, 곡면의 넓이를 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-15-05-03] 음함수 또는 양함수로 정의된 곡면의 넓이를 탐구하고 해석할 수 있다.</p>
<p style="text-align: center;">Section 15.6 Surface Integrals</p>	<p>[미적-15-06-01] 매끄러운 곡면에 대한 스칼라 함수의 면적분의 뜻을 알고 계산할 수 있다.</p> <p>[미적-15-06-02] 매끄러운 곡면에 대한 벡터 함수의 면적분의 개념을 설명하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[미적-15-06-03] 질량 및 모멘트의 면적분을 구할 수 있다.</p>
<p style="text-align: center;">Section 15.7 Stokes' Theorem</p>	<p>[미적-15-07-01] 회전 벡터의 뜻과 스토크스 정리를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-15-07-02] 보존적 벡터장과 동치인 조건들을 탐구하고 이해한다.</p>
<p style="text-align: center;">Section 15.8 The Divergence Theorem and a Unified Theory</p>	<p>[미적-15-08-01] 벡터장에 대한 발산의 뜻과 발산 정리를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[미적-15-08-02] 벡터장에 관한 적분 이론들을 통합적으로 탐구하고 이해한다.</p>

위에서 제안한 Thomas 미적분학 성취기준을 바탕으로 미적분II와 기하 교과목을 포함한 고등학교 교육과정의 내용들은 1장부터 11장에 걸쳐 반영되어 있는 것을 알 수 있다. 대학교 미적분학 교과목에서는 보다 심화적인 내용을 다루고 있는데, 예를 들면, 로피탈 정리는 4장 5절에서 학습하고 있고, 고등학교 기하 교과목에서 다루는 이차곡선은 Thomas 미적분학 10장 6절과 7절에서 구체적으로 다루고 있다. 특히, 이심률은 고등학교에서 다루지 않는 내용으로 포물선뿐만 아니라 타원 및 쌍곡선도 초점-준선 방정식으로 표현함으로써 이차곡선을 일반화하여 학습하고 있다. 더 나아가서, 이차곡선을 극좌표 형태로 표현하여 12장 6절의 케플러 법칙을 통합적으로 학습할 수 있도록 하였다. 이러한 중복적인 강의 주제 및 내용으로 인해서 서울대학교는 고등학교에서 학습한 교육과정의 내용을 제외하고 무한급수부터 미적분학 1 수업을 진행하고 있으며, 이는 Thomas 미적분학 9장에 대응된다고

할 수 있다. 그 대신 미적분학 1에서 행렬과 행렬식을 학습하여 벡터곱 그리고 미적분학 2에서 다루는 다중 적분 학습에 도움이 될 수 있도록 구성하였다.

끝으로 Thomas 미적분학의 15개 단원별/주제별 성취기준의 수와 고등학교 교육과정과의 연관성을 아래와 같이 표기하였다.

〈표 III-34〉 대학 성취기준별 고등학교 연관 교과 매칭

Chapter	Themes	성취기준 수	고등학교 연관 교과
1. Functions	1.1 Functions and Their Graphs	3	공통수학2
	1.2 Combining Function; Shifting and Scaling Graphs	4	공통수학2
	1.3 Trigonometric Functions	4	대수 미적분 II
	1.4 Exponential Functions	3	대수
	1.5 Inverse Functions and Logarithms	4	공통수학2 대수
2. Limits and Continuity	2.1 Rates of Change and Tangent Lines to Curves	3	-
	2.2 Limit of a Function and Limit Laws	2	미적분 I
	2.3 The Precise Definition of a Limit	2	미적분 I
	2.4 One-Sided Limits	2	미적분 I
	2.5 Limits Involving Infinity; Asymptotes of Graphs	2	미적분 I
	2.6 Continuity	2	미적분 I
3. Derivatives	3.1 Tangent Lines and the Derivative at a Point	2	미적분 I
	3.2 The Derivative as a Function	2	미적분 I
	3.3 Differentiation Rules	3	미적분 I 미적분 II
	3.4 The Derivative as a Rate of Change	2	미적분 I 미적분 II
	3.5 Derivatives of Trigonometric Functions	2	미적분 II
	3.6 The Chain Rule	2	미적분 II
	3.7 Implicit Differentiation	3	미적분 II
	3.8 Derivatives of Inverse Functions and Logarithms	2	미적분 II
	3.9 Inverse Trigonometric Functions	2	-
	3.10 Related Rates	1	-
	3.11 Linearization and Differentials	3	-

Chapter	Themes	성취기 준 수	고등학교 연관 교과
4. Applications of Derivatives	4.1 Extreme Values of Functions on Closed Intervals	3	미적분I
	4.2 The Mean Value Theorem	2	미적분I
	4.3 Monotonic Functions and the First Derivative Test	2	미적분I 미적분 II
	4.4 Concavity and Curve Sketching	4	미적분I 미적분 II
	4.5 Indeterminate Forms and L' Hôpital' s Rule	2	-
	4.6 Applied Optimization	1	-
	4.7 Newton' s Method	1	-
	4.8 Antiderivatives	2	-
5. Integrals	5.1 Area and Estimating with Finite Sums	2	-
	5.2 Sigma Notation and Limits of Finite Sums	3	대수
	5.3 The Definite Integral	5	미적분I 미적분 II
	5.4 The Fundamental Theorem of Calculus	3	미적분I
	5.5 Indefinite Integrals and the Substitution Method	2	미적분I 미적분 II
	5.6 Definite Integral Substitutions and the Area Between Curves	2	미적분I 미적분 II
6. Applications and Definite Integrals	6.1 Volumes Using Cross-Sections	3	미적분I
	6.2 Volumes Using Cylindrical Shells	1	-
	6.3 Arc Length	1	-
	6.4 Areas of Surfaces of Revolution	1	-
	6.5 Work and Fluid Forces	2	-
	6.6 Moments and Centers of Mass	2	-
7. Integrals and Transcendental Functions	7.1 The Logarithm Defined as an Integral	2	-
	7.2 Exponential Change and Separable Differential Equations	2	-
	7.3 Hyperbolic Functions	2	-
	7.4 Relative Rates of Growth	2	-
8. Techniques of Integration	8.1 Using Basic Integration Formulas	2	미적분 II
	8.2 Integration by Parts	1	-
	8.3 Trigonometric Integrals	1	-
	8.4 Trigonometric Substitutions	1	-

Chapter	Themes	성취기준 수	고등학교 연관 교과
	8.5 Integration of Rational Functions by Partial Fractions	2	-
	8.6 Integral Tables and Computer Algebra Systems	1	-
	8.7 Numerical Integration	3	-
	8.8 Improper Integrals	4	-
9. Infinite Sequences and Series	9.1 Sequences	4	대수 미적분 II
	9.2 Infinite Series	2	대수 미적분 II
	9.3 The Integral Test	2	-
	9.4 Comparison Tests	2	-
	9.5 Absolute Convergence; The Ratio and Root Tests	3	-
	9.6 Alternating Series and Conditional Convergence	2	-
	9.7 Power Series	4	-
	9.8 Taylor and Maclaurin Series	2	-
	9.9 Convergence of Taylor Series	1	-
	9.10 Applications of Taylor Series	2	-
10. Parametric Equations and Polar Coordinates	10.1 Parametrizations of Plane Curves	2	
	10.2 Calculus with Parametric Curves	3	미적분 II
	10.3 Polar Coordinates	2	-
	10.4 Graphing Polar Coordinate Equations	2	-
	10.5 Areas and Lengths in Polar Coordinates	2	-
	10.6 Conic Sections	3	기하
	10.7 Conics in Polar Coordinates	4	-
11. Vectors and the Geometry of Space	11.1 Three-Dimensional Coordinate Systems	2	기하
	11.2 Vectors	4	기하
	11.3 The Dot Product	3	기하
	11.4 The Cross Product	4	-
	11.5 Lines and Planes in Space	4	기하
	11.6 Cylinders and Quadric Surfaces	2	-
12 Vector-Valued Functions and Motion in	12.1 Curves in Space and Their Tangents	6	-
	12.2 Integrals of Vector Functions: Projectile Motion	2	-
	12.3 Arc Length in Space	2	-

Chapter	Themes	성취기 준 수	고등학교 연관 교과
Space	12.4 Curvature and Normal Vectors of a Curve	2	-
	12.5 Tangential and Normal Components of Acceleration	4	-
	12.6 Velocity and Acceleration in Polar Coordinates	1	-
13. Partial Derivatives	13.1 Functions of Several Variables	3	-
	13.2 Limits and Continuity in Higher Dimensions	4	-
	13.3 Partial Derivatives	4	-
	13.4 The Chain Rule	3	-
	13.5 Directional Derivatives and Gradient Vectors	3	-
	13.6 Tangent Planes and Differentials	4	-
	13.7 Extreme Values and Saddle Points	5	-
	13.8 Lagrange Multipliers	1	-
	13.9 Taylor' s Formula for Two Variables	1	-
	13.10 Partial Derivatives with Constrained Variables	1	-
14. Multiple Integrals	14.1 Double and Iterated Integrals over Rectangles	2	-
	14.2 Double Integrals over General Regions	3	-
	14.3 Area by Double Integration	2	-
	14.4 Double Integrals in Polar Form	2	-
	14.5 Triple Integrals in Rectangular Coordinates	3	-
	14.6 Applications	3	-
	14.7 Triple Integrals in Cylindrical and Spherical Coordinates	3	-
	14.8 Substitutions in Multiple Integrals	2	-
15. Integrals and Vector Fields	15.1 Line Integrals of Scalar Functions	3	-
	15.2 Vector Fields and Line Integrals: Work, Circulation, and Flux	4	-
	15.3 Path Independence, Conservative Fields, and Potential Functions	4	-
	15.4 Green' s Theorem in the Plane	3	-
	15.5 Surfaces and Area	3	-
	15.6 Surface Integrals	3	-
	15.7 Stokes' Theorem	2	-
	15.8 The Divergence Theorem and a Unified Theory	2	-

2. 전공자율선택제 도입에 따른 대학 수학교육 개편 방향

가. 전공자율선택제

2015년까지 고등학교 교육과정이 개정될 때마다 학습 부담 경감, 학습 시간 감소, 사교육 경감을 목표로 고등학교 수학 교과목의 학습 내용을 축소할 결과, 기대했던 순기능보다는 이공계열 학과에 진학하는 학생들의 학력 저하 부작용으로 이어지고 있다. 또한 대학 입학 선발에서 교차 지원을 허용하면서 고등학교에서 수학 학습이 부족한 인문계열 출신 학생들은 수학기초학력이 부족한 채로 입학한 후에 공학 관련 학문 학습에 많은 어려움을 호소하며 이는 전과나 학업 포기 등으로 이어지고 있다. 때문에 많은 학생들은 수학이 자신의 전공에 어떻게 활용되는지를 인식하지 못한 채, 전공 학습에 대한 흥미를 잃고 포기하거나 수동적인 학습 태도를 취하는 사례가 많다(서영성, 2023).

대학에서의 수학교육은 이공계열 학생들을 위해서는 전공기초 수준에서 학과단위로 편성하고 인문·자연·일부 이공계열 관련 학과에 재학하는 학생들의 수학교육을 위해서는 교양 수준에서 전체 학생들을 대상으로 운영하는 것이 일반적이다. 특히 최근 학령인구의 감소와 입학 자원의 감소로 인해 대학 입시정책이 지속적으로 변화하고 학생들에게 요구하는 최저등급 기준이 하락하면서 입학 자원들의 수학 역량의 편차는 계속 커지고 있다.

이에 더하여 최근 교육부 차원에서 대학 입학에 있어 무전공, 광역 모집 등 전공 간 벽을 허무는 융합 교육 차원에서의 ‘전공자율선택제’ 도입에 집중하고 있다. 학생들의 전공 선택권을 폭 넓게 보장하고 융합 인재를 양성하겠다는 취지의 무전공 제도는 사회 각 부문의 경계가 모호해지는 ‘빅블러(Big Blur)’ 시대에 한 가지 전문성을 강화한 인재뿐만 아니라, 융합적인 지식과 경험이 있는 인재가 필요하다는 것이 주된 논지이다. 또한 그동안 한국의 고등교육이 학과별, 전공별로 구분되어 있어 학생들의 전공 선택이 유연하지 못했다는 이유도 있다(설정욱, 이창언, 2024).

교육부(2024)에 따르면 전공자율선택제는 학생들이 대학 입학 후 체계적인 지원 하에서 각자 흥미·적성에 맞는 다양한 진로를 탐색하고 전공을 자유롭게 선택하는 제도로 자유전공(무전공) 모집 등 혁신적 운영을 통해 학생들의 전공선택권을 확대하는 제도이다. 입학 단계는 자유전공학부와 같이 대학에 입학한 대학 내 모든 전공을 자율적으로 선택하는 방법(유형 1)과 계열 또는 단과대 내 전공을 자율

적으로 선택하여 100% 보장 또는 전공 자율 선택 학과 정원의 150% 이상 범위 내 선택을 보장하는 방법(유형 2) 등이 있다.

즉, ‘전공자율선택제’는 학생이 대학에 입학할 때 전공을 구분하지 않고 2학년 이후 전공을 정하는 제도다. 학생들의 전공 선택권을 보장하고 개인의 적성과 직업 특성을 충분히 알아본 후에 전공을 제한 없이, 자유롭게 선택하도록 하겠다는 목적과 취지를 가지고 있다(오세정, 2024). 이것은 카이스트, 한동대 등과 같이 전체 신입생을 대상으로 무전공, 무학과로 선발하여 원하는 학과로 진입이 가능한 경우, 서울대(자유전공학부) 등과 같이 일부 학생을 대상으로 하여 원하는 학과에 진입이 가능한 경우, 성균관대(학부대학) 등과 같이 계열별로 선발하여 계열 내에서 전공을 선택하는 경우 등과 같이 다양한 방식이 존재한다. 무전공은 자유(울)전공학부(과)라는 이름이나 학교별로 자유전공학부(과)로서 자체적인 네이밍을 명칭으로 정하는 등의 사례가 있다. 무전공은 그동안 많이 사용되어 온 자유전공이라는 이름의 체제와 동의어라고 해도 무방할 것이다. 최근 국내에서 많이 언급되고 있는 무전공은 학생이 전공을 선택하는 데 있어 성적이나 정원 등의 제한과 규제가 없이 학생 선택권을 강화하고 자율성을 허용하는데 방점을 둔다고 할 수 있다.

정부는 대학이 반드시 학과·학부를 설치하지 않아도 된다는 법적 근거를 마련했다. 그동안 대학 2학년 이상에게만 허용됐던 전과가 1학년에게도 허용되고, 의대에서는 예과 2년 후 본과 4년을 보낸다는 공식이 깨질 것으로 보인다. 교육부는 ‘고등교육법 시행령 일부 개정령안’을 통해 고등교육법 시행령 115개 조문 중 40개 조문이 정비됐다고 밝혔다. 첫 번째로 대학 내 벽을 무너뜨리기 위해 학과·학부를 반드시 두어야 하는 원칙이 사라지고 학칙에 따른 혁신적·자율적 운영이 가능해진다. 대학은 융합학과(전공)를 신설하거나 학생을 통합 선발 방식으로 뽑는 등 보다 다양한 방식으로 대학을 운영할 수 있게 되었다(이용익, 2024).

대학들의 ‘전공자율선택제’를 통한 자유전공 선발 확대는 눈앞에 닥친 현실이 되었다. 교육부가 2024년 국고지원 사업 대상 결정 시 자유전공 확대 대학에 가산점을 주겠다는 방침을 공식화하면서 2025학년도 입시부터 자유전공 선발 규모를 확대하겠다는 대학들이 점차 증가하고 있다(인지현, 이소현, 2024). 이러한 상황에서 무전공제 확대의 비율보다 더 본질적인 물음은 전공자율선택제의 기대 효과를 얻기 위해 대학이 구체적으로 어떤 학제 및 교과과정을 혁신할까일 것이다(장대익, 2024). 전공 울타리를 벗어난 학생들이 소수 ‘취업 보장학과’로 쏠리지 않고 자신의 적성과 진로에 대해 진지하게 탐색하기 위해서는 대학의 세심한 지원이 필수적이다. 더불어 학생들이 여러 전공을 동시에 이수하도록 하여 비인기 학문까지

도 다양성을 보장할 수 있도록 대학의 융복합 교육과정 설계가 중요하다. 이를 볼 때, 자유전공의 선발은 대학의 체질 개선을 요구하는 방대한 작업으로 이어질 것으로 보인다(인지현, 이소현, 2024).

이미 몇몇 대학에서 시행하고 있는 무전공 입학에는 다양한 부작용들이 나타나고 있다. 첫째로 학생들이 무전공 선발 취지와는 달리 취업에 유리한 특정 전공으로 쏠리는 현상이 나타난다는 것이다. 이는 결과적으로 현재 비인기 학과나 특정 전공의 교육 인프라 부족을 야기하여 교육의 질을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 대학 내, 대학 간 불균형을 가속화시킬 것으로 보인다. 또한 인문학이나 기초과학의 입지는 지속적으로 좁아질 수밖에 없다.

둘째, 무전공 선발에 대한 체계적이고 통합적인 준비 없는 시행은 결과적으로 자기주도학습에 익숙하지 않은 많은 신입생들을 1년간 방치하는 결과로 이어질 수 있다. 무전공 선발에 앞서 개별 대학차원뿐만 아니라 교육부·정부 차원에서의 학과 혹은 전공별 진로나 취업 사례, 교과 관련 정보, 대학 관련 정보 등의 데이터를 제공하는 시스템을 구축하는 등의 준비가 필요하다(전종희, 2024).

나. 대학 수학 교과목 공동관리시스템 구축

1) 교과목 공동관리시스템 구축의 필요성

공동교과목 운영은 수업의 표준화와 학습 격차 해소에 기여할 수 있다. 공학 및 이공계열 학과에서 중요한 기본 교과목인 미적분학 등 대학 수학은 학생들의 기초 학력을 보장하고 전공 학업의 기초를 쌓는 데 필수적이며 이를 위해 공동 시험 출제 및 공동 채점과 같은 공동관리 방식이 도입됨으로써 수업의 일관성과 공정성을 유지하고 학생들의 기초적인 학업 성취도를 보장할 수 있다. 또한, 공동 교과목 운영은 모든 학생에게 동일한 학습 기회를 제공함으로써 학습 편차를 줄이는 효과를 가져온다(김태수, 2016).

또한, 공동교과목 운영은 교육의 질을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다. 공동 시험과 평가, 그리고 수업 내용의 통일성은 교수자 간 협력을 증진시키고, 시험의 공정성과 신뢰성을 높이는 데 기여한다. 이는 학생들에게 더 나은 교육 환경을 제공하며, 또한 교수자들에게도 부가적인 업무 부담을 줄여 강의에 더 집중할 수 있도록 해준다. 특히, 전산시스템을 통한 교과목 공동관리 체계는 대규모 학생 관리와 평가에서 효율성을 크게 높이며, 이는 학생들의 학습 및 교수자의 교육 모두에

서 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

셋째, 공동관리 체계는 학생들의 다양한 학습 수준에 대응할 수 있는 유연성을 제공한다. 대학들은 입학생들의 기초학력 차이가 크기 때문에 수준별 반편성과 같은 조치를 통해 학업 성취도를 높이기 위해 노력하고 있으며 공동교과목 운영은 이러한 수준별 수업을 체계적으로 관리하는 데 효과적이고, 특히 기초학력이 낮은 학생들을 위한 추가적인 학습 기회를 제공함으로써 학생 개개인의 학업 성취를 극대화할 수 있다.

이러한 이유들로, 대학 수학의 공동교과목 운영은 단순히 효율성을 높이는 차원을 넘어, 학생들의 기초학력 보장, 학습 편차 감소, 교육의 질 향상에 중요한 역할을 한다. 따라서 공동교과목 운영의 도입과 확대는 대학 교육의 질을 높이고 학생들의 성공적인 학업 수행을 돕는 중요한 방안이 될 수 있다.

2) 대학 수학 교과목 공동관리시스템 구축의 고려사항

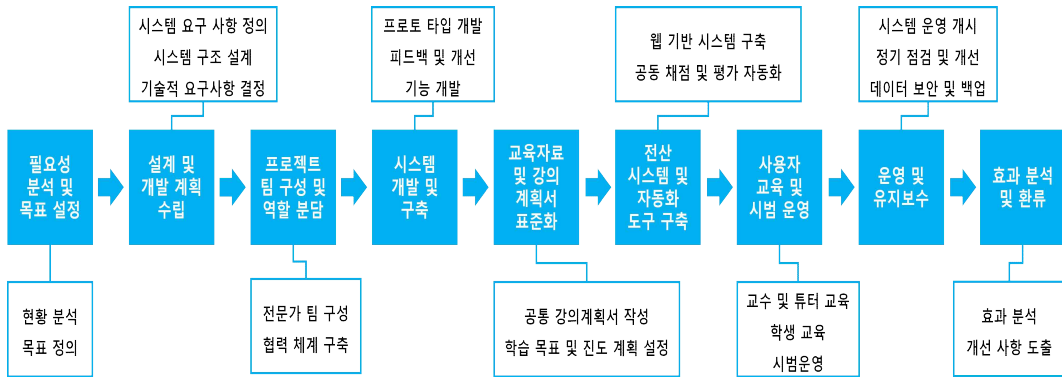
대학 수학 교과목에서 공동교과목 운영에 있어 고려해야 할 사항은 다음과 같다 (문은호, 김재덕, 2019).

- 가) **학습자 수준별 반편성**: 공동교과목 운영 시 학습자의 기초학력 수준을 고려하여 수준별 반편성을 해야 한다. 학습자의 수준 차이를 감안하지 않고 동일한 수업을 진행하면, 학습자 간 학업 성취도의 편차가 크게 발생할 수 있다. 따라서 대학 입학 전에 수학 실력 평가를 통해 기초 수준이 부족한 학생은 별도의 기초과정을 이수하도록 유도하고, 심화 학습이 가능한 학생에게는 고급 과정으로 배정하여 적절한 맞춤형 교육을 제공하는 것이 중요하다. 이러한 수준별 반편성은 학생들의 학습 부담을 줄이고 학습 효과를 극대화할 수 있다.
- 나) **공동 시험 출제 및 평가 체계**: 공동교과목 운영 시 중요한 요소는 공동 시험 출제와 평가 체계이다. 각 반이 동일한 시험을 치르고 공통된 평가 기준에 따라 성적을 산출함으로써, 수업의 표준화와 공정성을 보장할 수 있다. 시험 문제의 공동 출제는 수업 목표에 부합하는 문제들이 출제될 수 있도록 하고, 공동 채점은 성적의 일관성과 공정성을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 하지만 이 과정에서 시험 출제자와 채점자의 부담을 줄이기 위해 전산 시스템을 도입하여 시험 문항 관리 및 채점을 자동화하는 것이 필요할 수 있다.
- 다) **공통 강의계획서 및 수업 내용 통일**: 공동교과목 운영의 효과성을 높이기

위해서는 공통된 강의계획서와 통일된 수업 내용을 사용할 필요가 있다. 이를 통해 학생들은 어느 반에서 수업을 듣더라도 동일한 교육 내용을 학습할 수 있으며, 교육의 질을 균등하게 유지할 수 있다. 강의계획서에는 명확한 학습 목표, 진도 계획, 평가 방법 등을 포함하여 모든 수업이 일관되게 진행될 수 있도록 해야 한다. 이는 교수자들 간의 협업과 교육 목표에 대한 공통 이해를 바탕으로 이루어져야 한다.

- 라) **교수자와 튜터 간의 협력 체계 구축:** 공동교과목 운영에서는 다수의 교수자와 튜터가 협력하여 수업을 진행하는 경우가 많다. 튜터는 수학 학습을 보조하고 학생들과의 소통을 지원하는 역할을 한다. 교수자와 튜터 간의 원활한 의사소통 체계가 있어야 수업 진행 상황을 공유하고 문제 상황에 신속히 대응할 수 있다. 이를 위해 정기적인 협의회나 피드백 체계를 구축하여 공동 목표를 공유하고 각자의 역할을 명확히 하는 것이 중요하다.
- 마) **전산 시스템 활용 및 기술적 지원:** 공동교과목 운영에서는 대규모 학생들을 대상으로 효율적인 관리를 위해 전산 시스템을 활용하면 효과적인 교과목 운영 및 관리가 가능하다. 특히 공동 시험과 공동 과제를 관리하고 성적을 평가하기 위해 웹 기반의 관리 시스템을 사용하는 것이 효율적이다. 이는 학생들에게는 학습에 대한 피드백을 신속하게 제공하고, 교수자들에게는 채점과 성적 산출을 보다 쉽게 할 수 있도록 도와주는 기능을 한다. 따라서 전산 시스템의 안정성과 기능 확장이 매우 중요하며, 이를 위한 기술 지원 체계를 구축할 필요가 있다.
- 바) **학생 피드백 반영과 지속적인 개선:** 공동교과목 운영에서는 학생들의 피드백을 반영하여 지속적으로 수업을 개선하는 과정이 필요하다. 매 학기말 성적 사정 회의와 수업 평가를 통해 학생들의 학업 성취와 교과목 운영 과정에서 발생한 문제점들을 점검하고, 다음 학기에 이를 개선해 나갈 필요가 있다. 이러한 과정은 수업의 질을 높이고 학생들의 학업 성취를 증진시킬 수 있는 효과적인 방안이 된다.
- 사) **시험 및 과제의 공정성 유지:** 공동교과목 운영에서 시험 및 과제의 공정성을 유지하는 것은 매우 중요하다. 특히 공동 채점의 경우, 여러 명의 교수가 참여하게 되므로 채점 기준을 명확히 하고, 채점 과정의 일관성을 유지해야 한다. 이를 위해 채점 가이드를 작성하고, 채점 전에 참여자 간의 기준을 명확히 공유하는 것이 좋습니다. 또한 학생들에게는 채점 결과에 대해 이의 제기할 수 있는 기회를 제공함으로써 신뢰를 높일 필요가 있다.

3) 대학 교과목 공동관리시스템 구축(안)



[그림 III-1] 교과목 공동관리시스템 구축 절차

가) 필요성 분석 및 목표 설정

- **현황 분석:** 기존 교과목 운영 방식에서의 문제점을 파악하고, 공동 관리의 필요성을 명확히 한다. 수업의 표준화와 효율성, 교육의 질 향상 등의 목표를 설정한다.
- **목표 정의:** 공동관리 시스템의 구체적인 목표와 기대 성과를 정의한다. 교육 내용의 통일성 유지, 효율적인 채점, 공정한 성적 부여 방안에 대한 세부 목표 등을 포함한다.

나) 설계 및 개발 계획 수립

- **시스템 요구 사항 정의:** 시스템의 기능적 요구사항을 정의한다. 공동 강의계획서 관리, 시험 문제 출제 및 배포, 채점, 과제 관리 등의 내용 등이 포함되어야 한다.
- **시스템 구조 설계:** 사용자(교수, 학생, 튜터, 관리자)별로 시스템의 인터페이스와 역할을 정의하고 시스템의 기능적 구조를 설계한다. 사용자 접근 권한, 데이터 보안, 성적 관리 방식 등이 포함되어야 한다.
- **기술적 요구사항 결정:** 시스템을 구축하기 위한 기술적 요소(서버, 데이터베이스, 클라우드 등)를 결정한다.

다) 프로젝트 팀 구성 및 역할 분담

- **전문가 팀 구성:** 시스템 설계를 위해 교육 전문가, IT 전문가, 교수진 등을 포함한 팀을 구성하고 각자의 역할과 책임을 명확히 정의한다.
- **협력 체계 구축:** 교수진과 전문가 집단 간의 원활한 협력을 위해 정기 회의 및 의사소통 체계를 마련한다. 공동 목표와 시스템 구축 방향을 공유한다.

라) 시스템 개발 및 구축

- **프로토타입 개발:** 시스템의 주요 기능을 시범적으로 구현한 프로토타입을 개발한다. 시험 문제 출제와 성적 평가 모듈을 시범적으로 구축·운영하고 피드백을 받는다.
- **피드백 및 개선:** 개발된 프로토타입에 대해 교수진과 학생들로부터 피드백을 받아 시스템을 개선한다. 예비 사용자 테스트를 통해 문제점을 파악하고 수정한다.
- **기능 개발:** 전체 시스템을 완성하기 위해 성적 평가, 학습자료 제공, 튜터 관리 등의 모듈을 개발하고 각 모듈이 유기적으로 연결될 수 있도록 통합한다.

마) 교육 자료 및 강의계획서 표준화

- **공통 강의계획서 작성:** 공동관리에 필요한 강의계획서를 통일하고 각 교수자가 따를 수 있도록 표준화된 지침을 마련한다.
- **학습 목표 및 진도 계획 설정:** 모든 반이 동일한 진도 계획을 따를 수 있도록 통일된 강의 목표와 학습 진도를 설정하여 학생들의 학습 내용과 평가 기준의 일관성을 유지한다.

바) 전산 시스템 및 자동화 도구 구축

- **웹 기반 시스템 구축:** 수업 자료 배포, 온라인 과제 제출, 성적 평가, 웹 채점 등 다양한 기능을 제공하는 웹 기반 관리 시스템을 구축한다. 학생들은 이를 통해 자료에 쉽게 접근하고 과제를 제출하며, 교수자들은 시스템을 통해 시험 출제와 성적 처리를 간편하게 수행할 수 있다.
- **공동 채점 및 평가 자동화:** 교수자 간 편차를 줄이고 공정한 평가를 유지할 수 있도록 웹 기반 채점 기능을 통해 시험지 스캔 및 자동 채점 기능을 도입한다.

사) 사용자 교육 및 시범 운영

- **교수 및 튜터 교육:** 시스템 사용에 대해 교수진 및 튜터를 대상으로 교육을 진행한다. 각 기능의 사용법과 시스템 운영 방침을 숙지하게 한다.
- **학생 교육:** 학생들에게도 시스템 사용법을 안내하여 자료 조회, 과제 제출, 성적 확인 등의 기능을 원활하게 사용할 수 있도록 한다.
- **시범 운영:** 소규모 반에 대상으로 시스템을 시범 적용하여 시스템의 안정성을 확인하고, 필요한 개선 사항을 반영한다.

아) 운영 및 유지보수

- **시스템 운영 개시:** 시스템을 전체 교과목에 정식으로 적용하고, 교과목 운영 서비스를 제공한다.
- **정기 점검 및 개선:** 학기마다 교수자, 튜터, 학생의 피드백을 바탕으로 시스템의 성능을 점검하고 필요한 개선 사항을 반영한다. 또한, 성적 처리와 성적 이의 신청 등 학기 말의 중요한 절차가 원활히 이루어지도록 관리한다.
- **데이터 보안 및 백업:** 수강생 정보와 성적 데이터의 안전한 보관을 위해 보안 시스템을 강화하고 정기적인 데이터 백업을 수행한다.

자) 효과 분석 및 환류

- **효과 분석:** 운영된 공동관리 시스템의 효과를 분석한다. 이를 위해 교과목 성적 분포, 학생 설문조사, 교수자 피드백 등을 활용하여 학업 성취도, 공정성, 효율성을 평가한다.
- **개선 사항 도출:** 분석 결과를 바탕으로 교과목 운영의 개선 방안을 도출하고, 이를 다음 학기 운영에 반영한다. 성적 처리 및 평가 기준, 수업 자료의 개선 등을 포함한 환류 과정을 통해 시스템의 질을 지속적으로 향상시킨다.

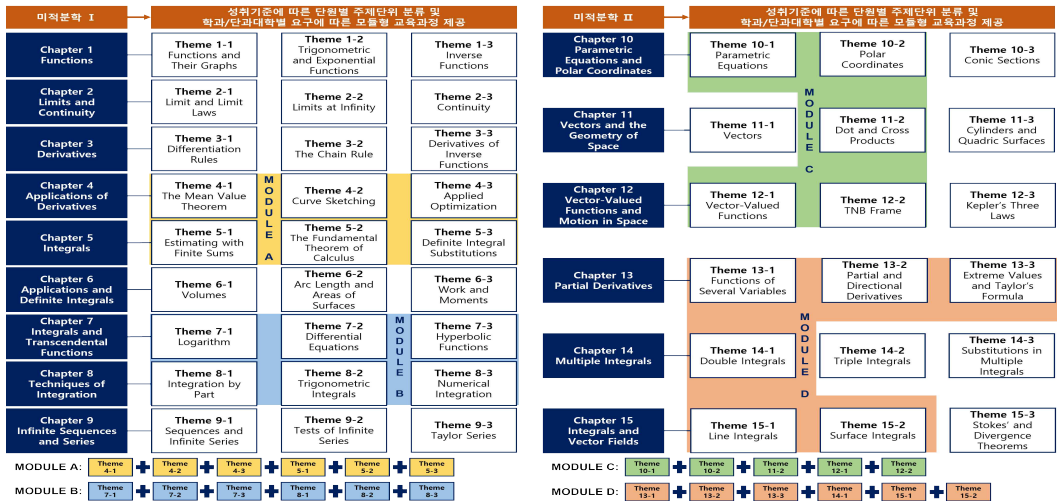
다. 모듈형 교육과정 운영(안)

1) 수학교과 모듈형 교육과정 운영(안)

2028년 대학입시제도의 개편으로 인해 전공자율선택제가 도입되면서, 수학적 역량 측면에서 다양한 배경과 지식을 가진 학습자들이 대학에 입학해 함께 학습할 가능성이 높아졌다. 특히 2028학년도 대학수학능력시험부터 기존의 선택과목이었던 미적분과 기하 교과목의 일부 내용이 시험에서 제외되는 것은, 대학에서 이러한 내용을 교육할 필요성을 보여준다. 또한 이과와 문과의 경계가 사라지고, 대학별 학과에서 요구하는 세부 역량과 수학적 지식이 상이함에 따라 전공자율선택제를 통해 입학하는 학생들의 요구와 학과, 대학 차원의 요구에 부합하는 기초학문으로써의 수학교육과정을 운영할 필요가 있다.

‘대학별 수학교육 편성 및 운영 현황’에서 살펴본 것과 같이 대부분의 대학은 단과대학별로 상이한 교과목을 필수·선택 이수하여 학과 소속 입학생들이 각 학과에 필요한 역량을 갖추 수 있도록 교육과정을 편성하고 있다. 본 연구에서는 이러한 현재 대학 교육과정의 편성 현황을 반영해 전공자율선택제를 통해 대학에 입학하여 대학 내 모든 전공을 자율적으로 선택하는 유형과 계열 또는 단과대 내 전공을 자율적으로 선택하는 2가지 유형을 모두 포괄할 수 있도록 교과단위에서 보다 세분화된 주제 단위의 대학 수학 모듈형 교육과정 편성을 제안하고자 한다.

전공자율선택제 도입에 따른 모듈형 교육과정은 아래의 그림과 같다. Thomas



[그림 III-2] 전공자율선택제 도입에 따른 모듈형 교육과정 운영(안)

미적분학 교재에 따라 15개 단원을 각각 3개의 소단원으로 나누어 총 45개의 모듈형 교육과정으로 정리하였다. 예를 들면, 미분과 적분이 필요한 학과에서는 모듈형 A 교육과정을 학생들에게 선수 학습하고 수업에 참여하도록 하는 것이다. 또는 편미분, 기본적인 형태의 다중 적분, 선적분, 그리고 면적분이 선수 학습될 필요가 있다고 생각하는 수업에서는 모듈형 D 교육과정을 이수한 후 수업에 참여한다면 학습 효율이 증대될 수 있을 뿐만 아니라 학생들의 수업에 대한 참여도 역시 향상될 수 있다고 생각한다.

2025학년도부터 시행되는 고교학점제에 따라 고등학교 수학교육은 선택 중심 교육과정으로 구성되어 있으며, 공통 과목, 일반 선택 과목, 진로 선택 과목, 그리고 융합 선택 과목으로 이루어져 있다. 특히, 미적분II와 기하는 진로 선택 과목에 속한다. 통합형·융합형 수능 개편의 취지에 따라 학생들이 진로 선택 과목으로 미적분II와 기하 교과목을 이수한다면 현재 서울대학교의 미적분학 운영처럼 Thomas 미적분학을 기준으로 9단원인 무한급수부터 선형대수학을 포함하는 형태로 수업을 구성하는 것이 가능하다. 만약 학생들이 진로 선택 과목의 미적분II와 기하 교과목을 미이수한 경우에는 Thomas 미적분학을 기준으로 1단원부터 8단원까지를 대학교 미적분학 수업에 반영할 필요가 있다. 학생들에 따라 다양한 형태가 존재할 수 있기 때문에 상황에 적합한 모듈형 수업 또는 이수 형태를 제안할 수 있다면 다양성을 충족시키면서 대학교 수학교육을 지향하는 방향으로 나아갈 수 있다고 생각한다.

다른 한편으로는 지금의 대학교 미적분학 교육도 실질적인 강의계획서에 따르면 부산대학교, 전북대학교, 그리고 충남대학교를 포함한 많은 대학교들이 Thomas 미적분학의 1단원에서 8단원까지를 강의하고 있다. 대학교의 특성에 따라 반영하는 부분에 있어서는 차이가 있겠지만, 고등학교의 범위를 넘어서는 내용들이 조금씩은 존재하기 때문이기도 하고 학생들의 부족한 학습을 보충하려는 성격도 있을 것이다. 이러한 상황에서 특성에 맞는 교육을 위해서는 모듈형 교육과정이 교양 또는 전공 수업의 선수 학습으로 훌륭한 대안이 될 수 있다고 하겠다.

전반적으로 대학교 미적분학을 살펴보면서 서울대학교와 전북대학교의 강의계획서에서는 선형대수학이 조금씩 다루어지고 있다는 사실을 알 수 있다. 그 이유를 생각해 보면 미적분학에서 벡터곱 그리고 다중 적분에서 변수변환에 관해서 행렬식의 개념을 요구하기 때문으로 보인다. 이러한 부분을 모듈형 교육과정에 반영한다면 기초과학 및 수학 분야의 교양교육을 더욱 내실있게 운영할 수 있고, 교양교육의 중요성을 대중에게 강조하고 알릴 수 있는 계기가 될 수 있을 것이다.

라. 기초학력 진단 시스템 구축

1) 기초학력 진단 시스템 구축 필요성

우리나라는 일반 대학을 비롯해 방송통신대학, 전문대학, 사이버대학 등 총 336개의 고등교육 기관이 있으며, 고등교육기관 진학률은 73.3%로 매우 높다(한국교육개발원, 2022). 그러나 이러한 높은 진학률은 고등교육의 보편화와 더불어 학령인구 감소로 인해 일부 대학에서 입학정원을 채우지 못하는 문제를 초래하고 있다. 이에 따라 기초학력이 부족한 학생들도 대학에 진학하는 경우가 증가하고 있는 실정이다(김아름, 오미자, 2023).

특히, 2015년 개정된 교육과정은 문·이과 통합을 중심으로, 학생들의 진로와 흥미에 맞춰 과목 선택의 폭을 넓히는 방향으로 이루어졌다. 이 교육과정이 적용된 2021학년도 이후 대학에 입학한 신입생들은 기초학력 수준에 큰 차이를 보이고 있으며(이재경, 김양분, 2011), 기초학력이 부족한 학생들은 대학 생활 적응에 어려움을 겪고 학업을 중도에 포기하거나 탈락하는 사례가 늘어나고 있다(이지은, 황현우, 2018).

많은 대학들이 신입생의 기초학력을 지원하기 위해 다양한 프로그램을 운영하고 있다. 예비 신입생들을 대상으로 한 글쓰기, 영어, 수학 등의 기초학습 프로그램은 학생들이 대학 생활에 원활하게 적응할 수 있도록 돕기 위한 목적이다. 이러한 프로그램은 대학이 기초학력 부족 학생들에 대한 지원을 중요하게 여겨, 학업 성취를 높이고 학습 격차를 줄이는 방안을 모색하고 있음을 보여준다.

또한, 최근에는 4차 산업혁명 시대에 맞춰 Big Data와 AI 같은 신기술을 반영한 융합 교육의 중요성이 대두되고 있다. 이와 같은 융합 교육은 창의적 인재를 양성하는 것을 목표로 하며, 문·이과 통합 교육과정의 도입과 더불어 대학 전공 선택의 폭을 넓히는 데 기여하고 있다. 이는 2021년부터 통합 과목으로 수능이 치러지며 문·이과 구분 없이 전공 계열에 교차 지원이 가능한 상황으로 이어져오고 있다.

그러나 이공계열 전공의 경우 수학 기초학력이 필수적이다. 수학을 충분히 이해하지 못한 학생들은 이공계열 전공 수업을 따라가기가 어렵고, 이는 대학 부적응과 중도 탈락의 주요 원인으로 작용할 수 있다(박승철, 2012; 이상우, 박기범, 2019). 특히, 대학에서 사용하는 미적분학 교재는 고등학교 과정에서 배우지 않은 내용이 많이 포함되어 있어 이공계열 전공 학생들이 학업에 어려움을 겪고 있다.

따라서 대학은 학생들의 기초학력 부족을 해결하기 위해 체계적인 지원을 강화할 필요가 있으며, 이를 통해 중도 탈락을 방지하고 학업 성취를 높일 수 있다.

2) 기초학력 진단 시스템 운영(안)

- 가) (진단시기) 입학 전 학습부진학생의 판별하고 그룹화하여 관리해야 하고, 기초선수과목 수강 신청의 혼선 방지 및 학사일정을 고려하여 1학기 개강 이전인 2월 중에 진단을 실시하여야 한다.
- 나) (진단대상) 신입생을 대상으로 한다.
- 다) (진단도구) 대학에서 기초교과목 강의 교수자들이 자체 개발한 진단문항을 문제 은행화하여 문제 난이도 분류, 배점 등을 관리하는 방법이 이상적이나 문제를 출제하게 될 관련 학과와의 협의, 문제은행 관리, 채점 등 다양한 행정적인 절차를 요구하므로 실효성있게 추진하기 위해 대학기초학력진단 콘텐츠를 실시하고 있는 우수업체와의 협력을 통하여 기초학력진단 평가를 실시하는 방법이 있다.
- 라) (문제범위) 수학 문제 출제는 주로 고등학교 수학교육과정의 핵심 내용을 기반으로 하며, 2022 개정 교육과정에 따라 고등학교 선택 중심 교육과정에서 공통 과목과 일반 선택 과목을 포함한 수능 범위에서 문제를 출제한다. 대학교의 특성에 따라 진로 선택 과목, 특히, 미적분II 및 기하 교과목을 포함하여 문제를 출제하는 것도 하나의 방안이 될 수 있다.
- 마) (진단평가 결과 활용) 학생 개인별 진단을 통해 기초학습 능력 수준을 파악하여 결과에 따라 부족한 부분을 향상시킬 수 있는 비교과 형식의 콘텐츠를 지원하거나, 대학의 교과 과정과 연계하여 선수과목과 후수과목을 편성하여 운영할 수 있다.

3) 기초학력 진단 시스템 운영 사례

대학별 기초학력진단 프로그램 운영 사례를 살펴보면 경북대학교의 경우 신입생을 대상으로 기초학력 진단평가를 실시하고 있다. 수학, 물리, 화학, 생물, 글쓰기 중 신입생의 소속 학과(부)에서 정한 2개 이내의 과목을 활용하여 온라인을 통한 개별평가를 실시한다. 평가 결과에 따라 소속 학과(부)에서 지정한 교과목(수학, 물리, 화학, 생물 중 1개 과목)에 해당하는 교양과목, 온라인 기초강좌를 이수해야 한다.

〈표 III-35〉 기초학력 진단 결과에 따른 이수 과목(경북대학교)

과목	진단평가 점수	온라인 기초강좌	기초영역 교양교과목	핵심영역 교양교과목
수학	A		*	수학 1, 2 등
	B	풀어쓴 수학	기초수학 1, 2 중 택 1	수학 1, 2 등
물리	A		*	물리학 I, II 등
	B	물리학의 이해 입문편	물리학입문	물리학 I, II 등
화학	A		*	화학 I, II 등
	B	화학의 이해 입문편	화학입문	화학 I, II 등
생물	A		*	일반생명과학 I, II 등
	B	생명과학의 이해 입문편	생명과학입문	일반생명과학 I, II 등

유사하게 경상국립대학교 역시 신입생 중 수시 전형으로 입학한 학생들을 대상으로 기초학력 진단 평가를 시행하고 있다. 특정 단과대학 또는 학과별로 진단 시행일을 다르게 하여 온라인을 통한 개별평가를 실시하고 있으며 진단 결과에 따라 기초학력진단평가에 불합격한 학생들은 선이수과목을 반드시 이수한 이후 후수과목을 이수하도록 하고 있다. 선이수과목은 영어, 수학, 물리, 화학으로 구성되며 후수과목은 영어의 경우 글로벌 영어와 멀티미디어영어스피킹, 수학의 경우 수학 1과 수학 2, 물리학의 경우 물리학 1과 물리학 2, 화학의 경우 화학 1과 화학 2(단 13학년도 이후 입학자의 경우 일반화학) 등으로 구성되어 있다. 또한 후수과목 중 글로벌 영어와 멀티미디어영어스피킹은 수준별 수업으로 운영한다.

〈표 III-36〉 기초학력 진단에 따른 선수과목과 후수과목 편성(경상국립대학교)

선수과목	후수과목		비고
기본영어	글로벌영어	멀티미디어영어스피킹	
기본수학	수학 1	수학 2	
기본물리학	물리학 1	물리학 2	
기본화학	화학 1	화학 2	‘13학년도 이후 입학자
	일반화학		

마지막으로 부산대학교 역시 신입생을 대상으로 기초학력진단평가를 실시한다. 평가항목은 고교 교육과정 중 미분과 적분에 대한 일반적인 내용으로 집합, 함수, 극한, 연속, 대수함수 및 초월함수의 미분과 적분, 벡터 등으로 구성되며 대상 학과인 자연과학대학, 공과대학, 나노과학기술대학, 정보의생명공학대학의 소속 신입생 중 대학수학능력시험 수학(확률과 통계, 미적분, 기하 중 택1) 5등급 이하 및 미응시자 전원을 대상으로 오프라인 지필평가를 실시한다. 평가 결과에 따라 1학기, 계절학기, 2학기별로 이수해야 하는 과목을 명시하고 있다. 표와 같이 진단 결과에 따라 수강신청을 변경하는 방식을 채택하고 있다.

〈표 III-37〉 기초학력 진단에 따른 교과목 이수 체계(부산대학교)

구분	1학년 1학기	여름계절학기	1학년 2학기
수학기초학력진단 시험 면제자 및 합격자	수학(I) 공학미적분학(I) 공학미적분학 공업수학(I)		수학(II) 공학미적분학(II) 공업수학(II)
수학기초학력진단 시험 응시대상자 중 불합격자 및 결시자	기초수학	수학(I) 공학미적분학(I) 공학미적분학 공업수학(I)	수학(II) 공학미적분학(II) 공업수학(II)

3. AI를 활용한 대학 수학 교과목 운영(안)

가. 수학교육에서 AI 도입의 필요성

1956년 여름, 다트머스에서 열린 컨퍼런스(Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence)에서 '인공지능'이라는 용어가 처음 등장한 이후, 데이터 양의 급증, 새로운 알고리즘의 발전, 그리고 컴퓨팅 파워의 향상으로 인해 인공지능(AI)의 중요성이 다시금 주목받고 있다. 인공지능 시스템은 우리의 일상 곳곳에서 활용되고 있으며, 그 예시는 다음과 같다(이상구 외, 2020).

- 가) 아마존(Amazon)과 넷플릭스(Netflix)에서 제공하는 상품 추천 시스템
- 나) 애플(Apple)에서 개발한 인공지능 음성 비서 시리(Siri)
- 다) 인기 퀴즈쇼에서 인간을 이긴 IBM의 인공지능 시스템 왓슨(Watson)
- 라) 바둑의 최강자를 제압한 구글 딥마인드(DeepMind)의 알파고(AlphaGo)
- 마) 국내 로펌에 도입된 한국 최초의 인공지능 변호사 유렉스(U-LEX)

2020년대 이후, 생성형 AI를 포함한 다양한 인공지능 기술들이 빠르게 발전하고 있으며, 이는 여러 분야에서 혁신적인 변화를 이끌고 있다. 생성형 AI는 텍스트, 이미지, 음악 등 다양한 콘텐츠를 자동으로 생성할 수 있는 능력을 지니고 있어, 창작 활동의 새로운 가능성을 열어주고 있다. 예를 들어, 오픈AI의 GPT 모델이나 구글의 바드(Bard)와 같은 생성형 언어 모델은 사용자와의 대화에서 자연스러운 응답을 생성하고, 특정 주제에 대한 글쓰기, 코드 작성, 또는 심지어 창작 활동까지 지원하고 있다. 이러한 기술들은 교육, 마케팅, 콘텐츠 제작 등에서 그 활용도가 높아지고 있으며, 효율성을 극대화하고 인간의 창의성을 보완하는 데 기여하고 있다.

또한, 생성형 AI의 발전은 개인화된 경험을 제공하는 데도 큰 역할을 하고 있다. 예를 들어, AI 기반의 추천 시스템은 사용자의 취향을 분석하여 맞춤형 콘텐츠를 제공하며, 고객 서비스 분야에서는 챗봇이 고객의 질문에 신속하고 정확하게 답변하는 데 사용되고 있다. 이처럼, 생성형 AI는 단순한 도구 이상의 역할을 수행하며, 기업과 개인이 보다 창의적이고 효율적인 방식으로 문제를 해결할 수 있도록 도와주고 있다. 앞으로도 이러한 기술들은 지속적으로 발전할 것으로 예상되며, 우리의 일상생활에 더욱 깊숙이 통합될 것으로 전망하고 있다.

이미 2018년 9월부터, 세계경제포럼(WEF)은 인공지능, 머신러닝, 빅데이터와 같은 최신 기술에 대한 전문가 수요가 증가할 것이라고 전망했다. 손정의 소프트뱅크

크 그룹 회장은 2019년 한국이 인공지능 분야에 집중해야 한다고 강조하며, 교육, 정책, 투자 등 다양한 분야에서 인공지능 육성을 위한 포괄적인 계획이 필요하다고 말했다. 그는 AI가 인류 역사에서 가장 큰 혁신을 가져올 것이라고 예측했다.

이에 따라 한국 정부는 2019년 10월 28일 인공지능 국가전략을 발표하고, 정부 차원에서 인공지능 활용을 적극 지원하겠다는 의지를 밝혔다. 따라서 미래에는 인공지능을 잘 이해하고 활용하여 복합적인 문제를 해결하고 새로운 지식을 창출할 수 있는 인재의 필요성이 더욱 강조되고 있다. 그럼 “인공지능 인재 양성을 위해 대학에서는 무엇을 어떻게 가르쳐야 할까?”라는 질문이 제기된다.

이에 응답하듯, MIT는 2019년 AI를 모든 학생이 배워야 할 '미래의 언어'로 정의하고, 모든 학문 분야와의 융합을 위한 AI 교육을 실시하기로 했다. 국내 역시 문과 학생들조차도 인공지능과 빅데이터를 배우는 것이 중요하다고 강조하는 분위기가 조성되고 있을 정도로 인공지능 이해는 필수 사항이 되었으며, 이에 필요한 적절한 수학적 지식을 효과적으로 제공하는 것이 중요한 과제로 부각되고 있다. 인공지능을 이해하기 위해서는 수학이 선택이 아닌 필수가 되어야 한다. 따라서 대학은 다양한 전공의 학생들에게 인공지능을 가능하게 하는 수학 이론을 효과적으로 가르칠 필요가 있다.

이미 인공지능과 수학교육의 연계에 관한 연구가 진행되고 있다. 예를 들어, Balacheff(1993)는 인공지능과의 상호작용을 통해 학습자가 개념을 더욱 잘 이해할 수 있도록 교사와 협력할 수 있는 방안에 대해 논의했으며, Garrido(2012)는 인공지능 연구가 수학 분야에서 혁신적인 접근을 제공하고, 미래의 도전에 대비할 수 있는 능력을 기를 수 있다고 언급했다. 미국 애리조나주립대학(ASU)에서는 2016년부터 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 맞춤형 학습을 제공하고 있으며, 이를 통해 기초 수학 과목에서 학생들의 성적이 평균 28% 향상되었다고 보고하고 있다. 국내에서도 이지혜와 허난(2018)의 연구는 정보통신 기술의 발전이 수학교육에 미치는 영향을 분석하며, 인공지능이 수학교육에서 어떤 역할을 할 수 있을지를 탐구하고 있다. 최근에는 인공지능 시스템을 활용한 수학 학습 지원 서비스도 국내에서 출시되기 시작했다.

나. 수학교육을 위한 AI 도구

1) ALEKS(McGraw Hill)

ALEKS(Assessment and Learning in Knowledge Spaces, 지식 공간에서의 평가& 학습 시스템)는 McGraw Hill Education에서 개발한 적응형 학습 플랫폼으로, 수학, 화학, 통계학 등을 포함한 다양한 과목에서 학생들에게 맞춤형 학습 경험을 제공하기 위한 목적으로 개발되었다. ALEKS는 인공지능을 활용하여 각 학생의 지식 수준과 학습 준비 상태를 평가하고, 이를 바탕으로 맞춤형 학습 경로를 제시한다. 이 플랫폼은 약 30년간의 연구를 바탕으로 개발되었으며, “지식 공간 이론(Knowledge Space Theory)”을 기반으로 학생의 학습 경험을 개인화하는 것이 특징이다(서지혜, 2023).

가) ALEKS의 주요 기능

- **적응형 학습 및 평가:** ALEKS는 학생의 학습 진행 상황에 따라 지속적으로 적응하여 학생이 준비된 학습 주제를 학습하도록 한다. 적응형 질문을 통해 학생이 아는 것과 모르는 것을 정확히 평가하고, 학습 준비가 된 주제를 중심으로 학습을 진행하게 한다. 이 과정에서 주기적으로 학습 경로를 재조정하여 학습 내용을 잘 이해하고 유지할 수 있도록 돕는다.
- **지식 공간 이론(Knowledge Space Theory):** ALEKS는 지식 공간 이론을 바탕으로 각 학습자의 “지식 공간”을 구성한다. 이 이론은 학습자가 특정한 지식 상태에 놓여 있는지 파악하는 데 도움을 주며, 이 모델을 통해 학생이 무엇을 알고 있고 무엇을 배울 준비가 되었는지 파악하여 효율적으로 학습 경로를 제시한다.
- **실시간 피드백 및 보고 기능:** ALEKS는 “ALEKS Insights”라는 기능을 통해 각 학생의 학습 진행 상황에 대한 실시간 데이터를 제공한다. 이 데이터는 교사가 학생의 학습 상태를 파악하고 필요한 경우 조기에 개입할 수 있도록 도와준다. 이를 통해 학습자가 어려움을 겪거나 학습에 어려움을 느낄 때 적절한 조치를 취할 수 있다.
- **동기 부여 도구:** ALEKS는 “ALEKS 파이(Pie)”라는 시각화 도구를 통해 학생의 학습 진행 상황을 실시간으로 보여준다. 학생이 각 주제를 마스터할 때마다 파이가 채워지며, 이를 통해 학생들은 성취감을 느끼고 지속적인 학습 동기를

얻을 수 있다.

- **다지선다형 질문의 대체:** ALEKS는 전통적인 다지선다형 질문 대신 진정한 이해와 학습을 요구하는 입력 도구를 사용한다. 이를 통해 학생들이 주제에 깊이 접근하고 진정한 이해와 숙달을 이룰 수 있도록 한다.
- **빅데이터 및 머신러닝 활용:** ALEKS는 수백만 명의 학생들로부터 수집한 방대한 데이터 포인트를 활용하여 AI 모델을 지속적으로 개선한다. 이를 통해 학생의 학습 준비 상태를 예측하고, 학습을 개인화하는 데 있어 더욱 효과적으로 작동한다.

나) ALEKS의 작동 방식

ALEKS는 특히 평가 및 학습 부분에 있어 적응형 학습 기술을 사용하며, 이를 통해 개인 맞춤형 수학교육을 제공한다. 이 시스템의 작동 방식은 표와 같다.

〈표 III-38〉 ALEKS의 단계별 작동 방식

구분	세부 단계
초기 평가 및 진단	<ul style="list-style-type: none"> • 초기 지식 평가: ALEKS는 학생이 어떤 수학적 개념을 이해하고 있는지 확인하기 위해 '지식 공간 이론(Knowledge Space Theory)'을 활용하여 초기 진단 평가를 진행한다. 이를 통해 학생이 이미 알고 있는 것과 아직 배우지 않은 내용을 파악한다. • 지식 공간 구성: 초기 평가를 통해 학생의 지식 상태를 '지식 공간'이라는 그래프 형태로 모델링하여 시각화한다. 이 공간은 학생의 현재 상태와 학습해야 할 수학적 개념 간의 관계를 설명한다.
학습 경로 생성	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 학습 경로 설계: 초기 평가 결과를 바탕으로 시스템은 학생 개인의 지식 수준에 맞는 학습 경로를 제공한다. ALEKS는 학생이 익히지 않은 내용 중 학습하기에 적합한 순서대로 개념을 제시하여, 학생이 효율적으로 진도를 나갈 수 있도록 지원한다.
적응형 학습 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> • 적응형 학습: 학생이 학습을 진행할 때 ALEKS는 실시간으로 학생의 답변과 문제 풀이 과정을 분석하여 어려움을 겪고 있는 개념이나 필요로 하는 보충 학습을 파악한다. 이를 통해 지속적으로 학생의 학습 경로를 수정하고 맞춤형 콘텐츠를 제공한다. • 즉각적인 피드백: 학생이 문제를 풀 때, 시스템은 즉각적인 피드백을 제공하여 잘못된 개념을 수정하고 학습을 지속할 수 있도록 지원한다.
마스터리 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 주기적 평가: 학습이 어느 정도 진행되면 ALEKS는 학생이 이전에 배운 내용을 얼마나 유지하고 있는지 확인하기 위해 재평가를 시행한다. 이 평가를 통해 잊혀진 개념이 있는 경우 다시 학습 경로에 추가하여 학생이 완전하게 마스터할 수 있도록 지원한다.

다) ALEKS 활용의 장점

- **개인화된 학습 경로:** ALEKS는 교사가 각 학생의 필요에 맞춰 학습 경로를 조정할 수 있도록 도와준다. 교사는 학생이 학습할 준비가 된 주제를 추적하고, 어려움을 겪는 학생에게 적시에 개입할 수 있다.
- **측정 가능한 성과:** 이 플랫폼은 학생의 자신감 향상과 학습 성취도를 높이며, 마스터리 학습을 통해 학업 성과를 향상시킨다.
- **유연한 사용:** ALEKS는 교실, 원격 학습 환경, 독립적인 학습 프로그램 등 다양한 교육 환경에서 사용될 수 있으며, 국가 수준의 교육과정 기준에 잘 맞춰져 있어 다양한 교육 시스템에 적용 가능하다.

2) Builearn(UNTACTEDU)

Builearn은 경북대학교에서 개발된 인공지능 기반의 교육 지원 모델로, 특히 수학, 물리, 화학 등 STEM 과목에서 학생들의 자율 주도 학습을 지원하는 데 중점을 둔 인공지능 기반 교육 지원 도구이다(조정훈, 2023).

가) Builearn의 개요 및 특징

Builearn은 다양한 유형의 문제를 메타문제로 만들어 자동으로 생성하는 기능을 제공한다. 이는 문제은행과 달리 문제의 변수 범위를 설정하여 다양한 변형 문제를 생성하는 방식으로, 학생 개별의 이해도에 맞춘 맞춤형 문제를 제공할 수 있다. 문제는 유형별로 구분되고, 학생들에게는 동일한 패턴의 다른 문제가 제공되어 개인 맞춤형 학습을 가능하게 한다. 또한 메타문제 서버를 통해 실시간으로 문제 정답을 체크하고, 데이터 수집 및 활용의 고도화가 이루어진다.

Builearn은 자동 채점 기능을 갖추고 있어 학생들이 문제를 풀이한 즉시 성적을 확인할 수 있다. 이는 교사와 학생 모두에게 편리함을 제공하며, 학생들은 반복적인 문제 풀이를 통해 학습 효과를 극대화할 수 있다. 교사에게는 학생 개별의 성취도 및 학습 참여도를 실시간으로 파악할 수 있는 데이터를 제공하여 보다 효과적인 교육 관리가 가능하다.

Builearn은 다양한 유형의 문제를 포함하고 있어 문제 유형 간 연관성을 추측하기가 용이하며, 정확한 난이도 측정이 가능하다. 반면 기존 문제은행은 주로 객관식 문제로 구성되어 있어 문제의 난이도 측정과 문제 간의 연관성 파악에 한계가 있었다. Builearn은 학습 데이터 수집을 통해 학생의 참여도와 성취도를 분류하며,

이를 바탕으로 맞춤형 퀴즈와 문제를 추천한다. 또한, 실시간으로 학생의 집중력을 평가하거나 학업 성취도를 예측하는 모델을 구현하여 보다 개인화된 학습 환경을 제공한다.

나) Builearn 활용의 장점

교수들은 채점에 대한 부담이 줄어들었으며, 학생 개별의 성취도를 더 정확하게 파악할 수 있어 수업의 질이 향상되었다고 평가한다. 또한, LMS와 달리 학생들이 실시간으로 질문하고 답변을 받을 수 있는 기능 덕분에 수업의 효율성이 증가했다고 응답했다.

학생들은 자율적으로 학습을 진행할 수 있어 편리하다는 점과 반복 학습을 통해 예습 및 복습 효과를 얻을 수 있어 좋았다고 평가했다. 또한, 과제 제출과 동시에 정답 여부를 확인할 수 있어 학습 동기 부여에도 도움이 된다고 언급했다.

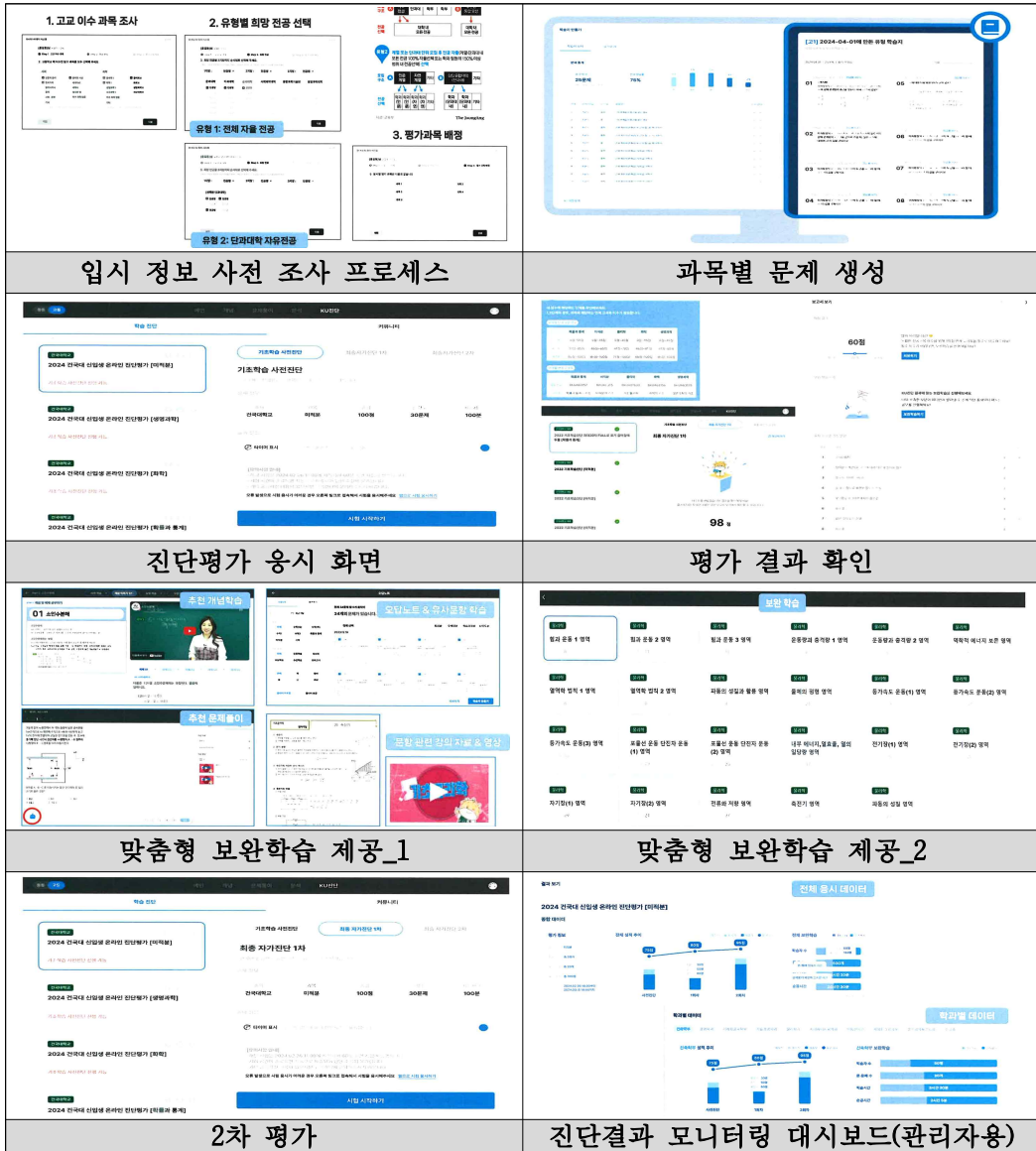
3) 프리윌린(폴리캠퍼스)

프리윌린은 대학 전용 기초학력 진단/향상 솔루션으로 학생들의 학습 수준을 진단, 분석, 모니터링하고 AI를 활용하여 개념과 문제를 추천하는 ① 진단평가 및 분석 기능, 생성형 AI 기반 학습 도우미가 학습에 필요한 개념을 설명하고 학생의 필기를 분석하여 틀린 부분을 체크하고 올바른 학습으로 인도하는 ② AI 학습 지원 기능, 대학별 맞춤 진단평가 홈페이지 및 과목별 문제를 제공하는 ③ 맞춤형 AI 코스웨어의 3가지 기능으로 구성되어 있다. 프리윌린을 탑재한 폴리캠퍼스의 콘텐츠는 가) 진단 평가 및 학습, 나) 문제 은행(문제 DB), 다) 교과목별 HTHT 교육과정 제작, 라) GPT 활용 강의계획 수립 및 문제 생성, 마) 어학 및 자격증 교육과정 등에 활용할 수 있다.

가) 진단 평가 및 학습

프리윌린을 활용한 진단평가 및 학습은 기초학력 진단, 부족영역 확인, 개별 맞춤 보완 학습, 2차 평가 등의 4개 단계로 구성된다. 기초학력 진단 영역에서는 학습자별 고교 이수 과목을 조사하고 유형별 희망 전공을 선택(유형 1. 전체 자율전공 / 유형 2. 단과대학 자유전공), 평가과목을 배정하는 단계를 거친다. 이후 과목별 문제를 생성하여 학과별로 배정된 평가 과목을 확인한 후 진단평가를 실시한다. 평가 종료 후 부족한 영역 확인을 위해 학과별 목표점수, 영역별 획득 점수,

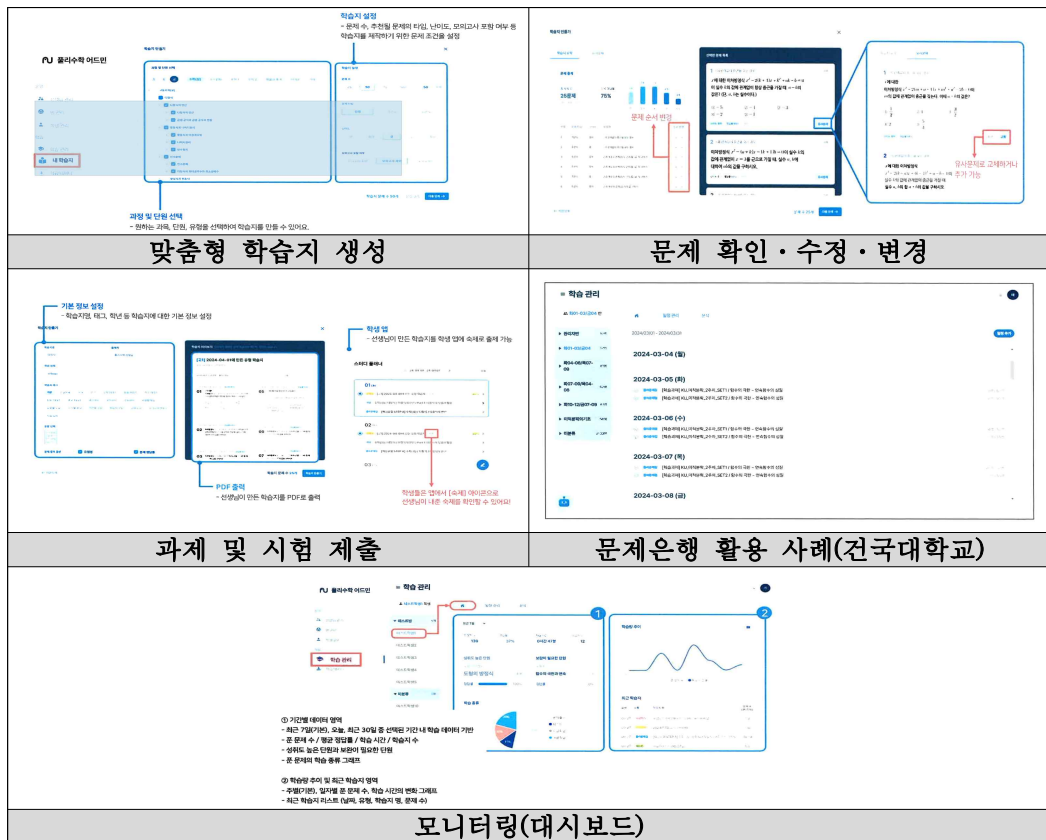
보완 학습 영역 결과 등을 확인하여 학생 진단 평가 결과와 수준에 맞는 개념을 제공하고 오답관리 및 개인 맞춤형 보완학습을 제공한다. 이후 목표 성취도 달성 여부를 확인하기 위해 2차 평가를 실시한다. 이 과정에서 응시율, 평가 결과, 보완 학습 참여 정도, 성적향상 추이 과정을 모니터링 할 수 있도록 대시보드를 제공한다.



[그림 III-3] 플리캠퍼스의 진단평가 및 학습 지원

나) 문제 은행(문제 DB)

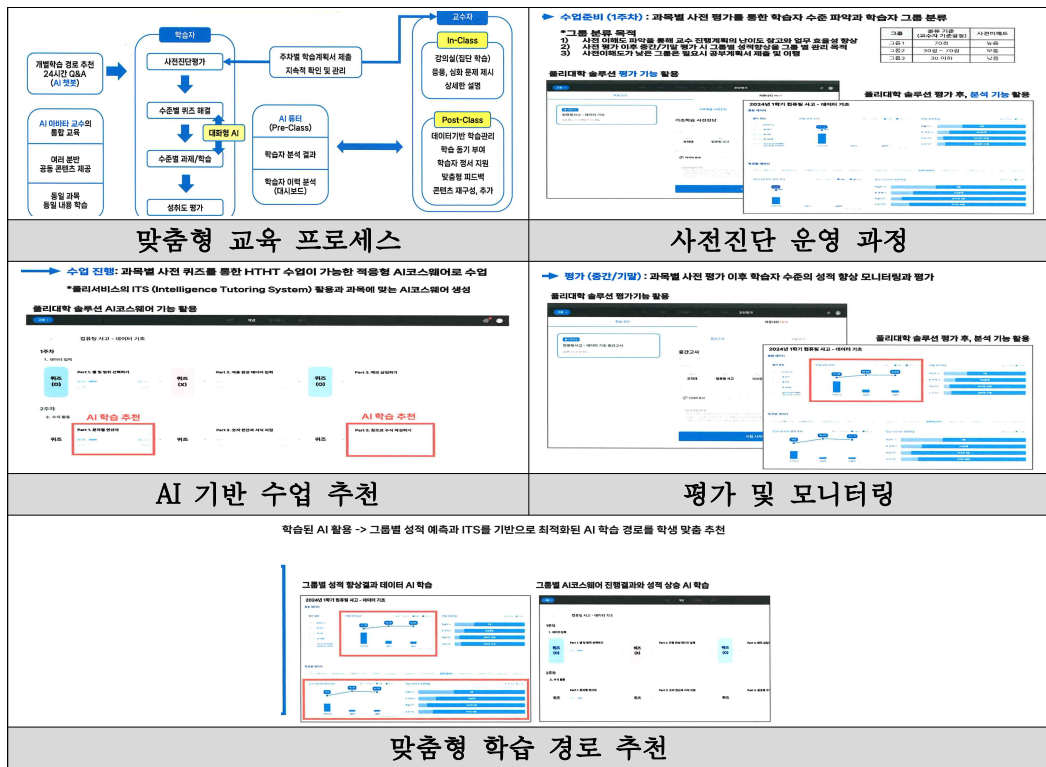
프리윌린은 교수자의 시험지 제작을 지원하여 학생 맞춤형 학습을 지원한다. 학습지에서 원하는 단원과 유형을 선택하고 기타 필요한 조건을 설정하여 학습지를 생성할 수 있으며 1차로 생성된 학습지 초안을 교수자가 검토하며 문제들의 구성을 확인하고 원하는 순서로 변경하거나 유사문제 제공 기능을 통해 문제를 변경할 수 있다. 교수자는 생성된 학습지를 PDF로 출력하거나 앱에 공유하여 과제나 평가 도구로 활용할 수 있다. 과제 및 시험 결과는 ① 기간별 데이터 조회 기능을 통해 최근 7일, 오늘, 최근 30일 중 선택된 기간 내 학습 데이터를 확인하거나 해결한 문제 수, 평균 정답률, 학습 시간, 학습자 수, 성취도 높은 단원과 보완이 필요한 단원, 해결한 문제의 학습 유형 그래프 확인 기능을 제공한다. 또한 ② 학습량 추이 및 최근 학습지 영역에서 주차별, 일자별 해결한 문제 수, 학습 시간의 변화 그래프, 최근 학습지 리스트(날짜, 유형, 학습지 명, 문제 수) 등을 확인할 수 있다.



[그림 III-4] 폴리캠퍼스의 문제 은행(문제 DB) 지원

다) 교과목별 HTHT 교육과정 제작

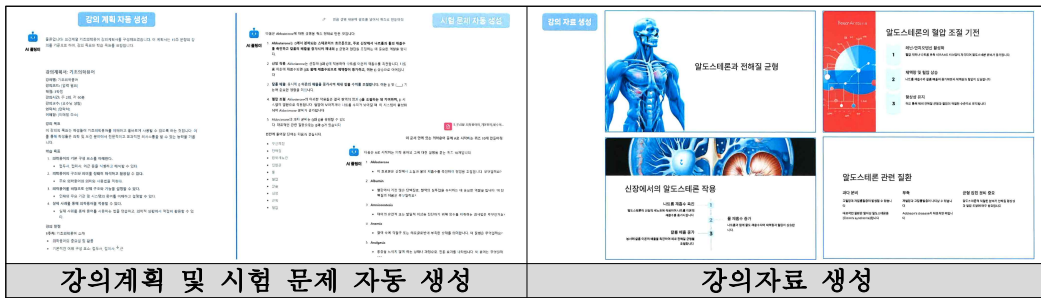
폴리캠퍼스 솔루션의 평가 기능과 AI 코스웨어 기술을 적용하여 다양한 유형의 교과목에서 HTHT 교육을 제공하여 적응형 콘텐츠 제공과 학생 개별 맞춤 경로를 추천할 수 있다. 학습자는 사전진단평가를 통해 수준별 퀴즈를 해결하고 제시된 과제를 수행하며 학습을 진행한다. 이 과정에서 대화형 AI를 통해 학습을 지원받을 수 있으며 성취도 평가를 통해 현재 학습자의 지식 수준을 교수자가 확인할 수 있다. 교수는 학습자의 진단 및 성취도 평가 결과를 토대로 In-Class 상황에서 응용 및 심화 문제를 제시하고 이를 해결하는 과정을 지원할 수 있으며 Post-Class 단계에서 데이터 기반 학습(자) 관리를 통해 학습 동기 부여, 학습자 정서 지원, 맞춤형 피드백 등을 제공할 수 있다. 또한 콘텐츠를 재구성 및 추가하여 환류를 통해 지속적으로 학습을 관리할 수 있다.



[그림 III-5] 폴리캠퍼스의 교과목별 HTHT 교육과정 제작 지원

라) GPT 활용 강의계획 수립 및 문제 생성

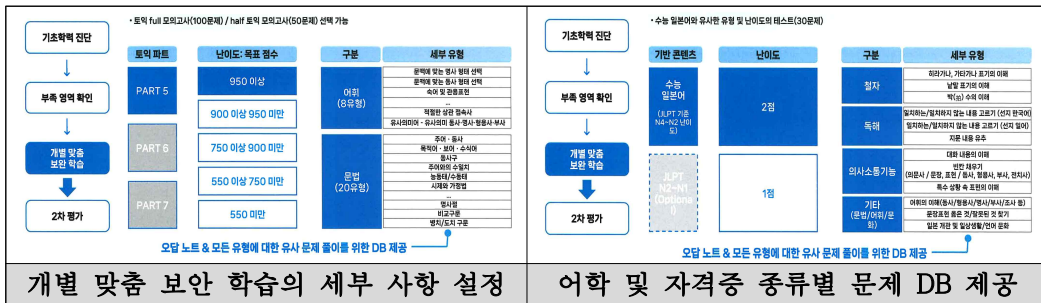
폴리캠퍼스의 GPT 기능은 강의계획 수립 및 문제 제작을 지원한다. GPT를 활용하여 강의계획 초안을 자동으로 생성하고 시험 문제 자동 생성, 강의자료 생성 기능을 통해 교수자의 수업 준비 부담을 완화할 수 있다.



[그림 III-6] 폴리캠퍼스의 GPT 활용 강의 계획 수립 및 문제 생성 지원

마) 어학 및 자격증 교육과정

폴리캠퍼스의 AI 코스웨어 기능은 영어, 중국어, 베트남어 등 3개 언어로 학습이 가능하며 각 언어별로 모든 문제(1,800여개)에 대한 언어별 해설을 지원한다. 이러한 기능은 개별 맞춤 보안 학습에서 어학 자격증의 관심 부분에 대한 목표 점수를 설정하면 오답 노트 및 모든 유형에 대한 유사 문제 풀이를 위한 DB를 제공한다.



[그림 III-7] 폴리캠퍼스의 어학 및 자격증 교육과정 지원

다. AI를 활용한 수학 수업 운영 방안

1) 일반 강의에서의 AI 활용 방안

일반 강의는 강사가 학습 내용을 전달하고 학생들이 학습을 수동적으로 수용하는 전통적인 수업 방식을 의미한다. 일반 강의에서는 진단 평가와 실시간 피드백을 통해 개별 학생의 학습 수준을 보완하며, 강의의 효과성을 높이기 위한 목적으로 AI를 활용할 수 있다.

〈표 III-39〉 일반 강의에서의 수업 단계별 AI 활용 방안

구분	세부 내용
수업 준비 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 사전 진단 평가: AI 기반 수학 학습 지원 도구를 사용하여 수업 전 학생들의 선행 지식 및 학습 수준을 평가한다. 이를 통해 각 학생의 강점과 약점을 파악하고, 이를 반영하여 수업 준비를 진행한다. • 강의 계획 조정: 진단 평가 결과에 따라 학습 목표와 강의 계획을 조정하여, 학생들의 이해도를 고려한 맞춤형 수업을 준비한다.
수업 운영 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 개념 설명 후 실시간 연습: 중요한 개념을 설명한 후 AI 기반 수학 학습 지원 도구에서 관련 문제를 학생들에게 제공한다. 학생들은 강의 시간에 배운 개념을 즉시 적용해 볼 수 있으며, 자동 채점 시스템을 통해 곧바로 피드백을 받을 수 있다. • 학습 진도 모니터링: 교사는 AI 기반 수학 학습 지원 도구의 실시간 데이터를 통해 학생들의 문제 풀이 상황과 이해도를 모니터링하고, 필요에 따라 추가 설명이나 학습 지도를 제공한다.
수업 이후 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 보충 학습 제공: 학생들은 수업에서 다룬 내용을 AI 기반 수학 학습 지원 도구에서 반복적으로 학습할 수 있다. 각자의 학습 수준에 맞는 문제를 제공하여 부족한 부분을 보충하고, 학습한 내용을 강화할 수 있도록 한다. • 학습 성취도 평가: 자동 채점과 성취도 평가 기능을 통해 학생들이 수업 후 학습한 내용을 교사와 학생이 함께 점검할 수 있다.

2) 플립러닝에서의 AI 활용 방안

플립러닝은 수업 전에 학습 자료를 자율적으로 학습하고, 수업 시간에는 학습한 내용을 바탕으로 심화된 활동을 진행하는 방식을 의미한다. 플립러닝에서는 사전 학습 자료 제공과 학습 경로 개인화를 통해 학생들이 수업 전에 개념을 충분히 이해하고, 수업 시간 동안 문제 해결에 집중할 수 있도록 지원할 수 있다.

〈표 III-40〉 플립러닝에서의 수업 단계별 AI 활용 방안

구분	세부 내용
수업 준비 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 사전 학습 자료 제공: 교사는 AI 기반 수학 학습 지원 도구를 통해 학생들이 수업 전 학습해야 할 동영상 강의, 이론 설명, 그리고 관련 문제를 제공한다. 학생들은 이를 자율적으로 학습하여 수업 준비를 할 수 있다. • 사전 지식 진단 및 피드백: 사전 학습 후 AI 기반 수학 학습 지원 도구의 진단 평가를 통해 학생들의 학습 상태를 평가하고, 개별 학습 경로를 제시하여 부족한 부분을 보완할 수 있도록 지원한다.
수업 운영 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 문제 해결 및 토론: 수업 시간 동안 학생들은 AI 기반 수학 학습 지원 도구에서 학습한 내용을 바탕으로 실생활 문제를 해결하거나 소그룹으로 토론에 참여한다. 교사는 학생들의 진단 평가 결과를 참고하여 심화 학습을 지원하고, 질문에 대해 구체적인 피드백을 제공할 수 있다. • 개인화된 문제 풀이 지원: 학생들은 그룹 활동 외에도 AI 기반 도구에서 제공하는 개별 문제를 풀며 개념을 더욱 깊이 이해할 수 있다.
수업 이후 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 복습 및 추가 학습: 수업에서 다룬 내용을 AI 기반 수학 학습 지원 도구에서 복습할 수 있도록 관련 문제를 제공한다. 학생들은 이해도가 부족한 부분을 스스로 학습하고, 시스템에서 제공하는 피드백을 통해 지속적으로 학습을 강화할 수 있다. • 성과 분석: AI 기반 수학 학습 지원 도구를 통해 학생들의 학습 성과를 분석하여, 학습한 내용이 제대로 이해되었는지 점검하고 다음 학습 계획에 반영한다.

3) PBL에서의 AI 활용 방안

PBL은 학생들이 복잡한 실제 문제를 해결하며 지식과 기술을 습득하는 학습 방식이다. PBL에서는 문제 해결에 필요한 기초 지식을 사전에 학습하고, 협업을 통해 문제를 해결하며, 성찰 학습과 개선을 위한 데이터를 제공할 수 있다.

〈표 III-41〉 수업 PBL에서의 단계별 AI 활용 방안

구분	세부 내용
수업 준비 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 문제 시나리오 제공: 교사는 AI 기반 수학 학습 지원 도구를 통해 문제 해결에 필요한 배경 지식을 미리 학습할 수 있도록 관련 자료와 문제를 제공한다. 이를 통해 학생들은 기본적인 배경 지식을 갖춘 상태에서 문제 해결에 참여할 수 있다. • 진단 평가 및 그룹 형성: AI 기반 수학 학습 지원 도구의 진단 평가 결과를 바탕으로 유사한 수준의 학생들로 그룹을 형성하거나, 서로의 강점을 보완할 수 있는 다양한 배경의 학생들로 그룹을 구성할 수 있다.
수업 운영 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 협업 문제 해결: 학생들은 AI 기반 수학 학습 지원 도구에서 제공하는 문제를 그룹으로 해결하며, 협업을 통해 문제에 접근한다. AI 기반 수학 학습 지원 도구는 실시간으로 각 학생이 부족한 부분에 대해 개별적으로 추가 학습 자료나 문제를 제공하여 학습을 지원할 수 있다. • 교사의 지원 및 조언: 교사는 AI 기반 수학 학습 지원 도구에서 제공하는 학습 데이터와 학생들의 진행 상황을 모니터링하며, 각 그룹에 필요한 추가 설명이나 조언을 제공한다.
수업 이후 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 개인별 학습 성찰 및 개선: AI 기반 수학 학습 지원 도구에서 제공한 문제 풀이 과정과 성과를 바탕으로 학생들은 자신의 학습을 성찰하고 개선할 수 있는 기회를 가진다. 교사는 이를 바탕으로 추가적인 피드백을 제공하고, 필요한 경우 다음 학습 활동을 설계한다. • 성과 데이터 분석: PBL 활동의 성과를 AI 기반 수학 학습 지원 도구에서 분석하여, 각 학생의 문제 해결 능력과 참여도를 파악하고 이를 개선하기 위한 전략을 수립할 수 있다.

IV. 결론

2028 대학입시제도 개편은 한국의 고등교육 체제에 새로운 방향성을 제시하며, 특히 수학교육 분야에서 중요한 전환점이 될 전망이다. 본 연구는 대학 입시와 교육 과정의 변화가 수학적 기초 역량을 갖춘 인재 양성에 미칠 영향을 중심으로, 대학 수학교육의 개선 방향을 제안하였다. 수학은 전통적으로 과학, 공학, 경제 등 다수의 전공에서 핵심 기초 학문으로 자리 잡고 있으며, 급변하는 4차 산업혁명과 AI 시대에 더욱 필수적이다. 따라서 대학과 고등학교 간의 교육 연계를 강화하고, 학습 격차를 줄이며, 미래 사회의 요구를 충족할 수 있는 체계적이고 유연한 수학교육 체계를 구축하는 것은 시급한 과제다.

2028 대학입시제도 개편은 통합형·융합형 수능 도입, 내신 체제 개편, 전공자율선택제 등을 포함하여 학생 중심의 학습을 강조한다. 그러나 선택과목 축소와 일부 진로 선택 과목(미적분Ⅱ, 기하) 제외는 학생들의 심화 학습 기회 감소와 고등교육과의 연계성 약화를 초래할 우려가 있다. 특히, 미적분Ⅱ, 기하와 같은 과목은 대학의 공학, 자연과학 분야에서 필수적인 학문적 기반으로, 이러한 내용을 수능에서 제외할 경우 학생들의 기초 학문 역량 부족이 대학 학업과정에서 심각한 도전 과제로 작용할 가능성이 높다. 국제적으로도 주요 국가들이 진로 선택 과목인 미적분Ⅱ와 기하를 대입 과정에서 필수적으로 요구하고 있다는 점에서, 이번 개편안은 한국 교육의 국제 경쟁력 약화를 우려하는 일부 목소리도 존재한다.

이와 같은 상황들을 고려하여 본 연구는 대학 수학교육의 개선 방향을 제안하고자 연구를 수행하였다. 고등학교 수학교육에서 진로 선택 과목이 축소됨에 따라, 대학은 이러한 내용을 학습하지 못한 학생들을 대상으로 별도의 보충 과정을 마련해야 한다. 본 연구는 2028년 대학입시제도 개편에 따라 이전에는 선택과목으로 분류되던 미적분Ⅱ와 기하 교과목의 내용이 대학수학능력시험 범위에서 제외됨과 동시에 앞으로의 전공자율선택제를 통해 입학할 학생들의 기초 수학 능력 함양을 위한 대학 미적분 강의에서의 성취기준과 세부강의 내용을 제안하였다.

그리고 대학 차원에서의 수학교육을 위해 기초학력 진단 시스템을 통한 학생들의 수학 역량을 파악하고, 이를 기반으로 맞춤형 교육 프로그램을 제공하기 위한 통합 관리 체계 구축의 일환으로 기초학력 진단과 교과목 공동 관리 시스템을 제안하였다. 그리고 전공자율선택제와 연계된 모듈형 교육과정은 다양한 학문적 요구를 충족시킬 수 있는 유연성을 제공하기 위한 목적으로 설계되었다. 다만 기초

학력진단, 교과목 공동 관리 시스템, 모듈형 교육과정의 운영은 연구에서 제안한 운영(안)에 입각하여 각 대학의 환경과 교육 여건에 맞게 적용할 필요가 있다. 또한 학생들이 자신에게 필요한 수학 지식을 선택적으로 학습할 수 있도록, 기초 수학에서 심화 학습에 이르기까지 단계별 교육을 설계할 필요가 있다. 더하여 디지털 기술과 AI를 활용한 학습 도구는 학생들에게 개인화된 학습 경험을 제공할 수 있다. 이를 통해 학습자의 수준과 필요에 맞는 맞춤형 피드백을 제공하고, 학습 효율성을 극대화할 수 있다. 특히, 플립러닝과 문제기반학습(PBL)에서의 AI 활용은 학습 몰입도를 높이고, 학생들의 문제 해결 능력을 강화할 수 있다.

위에서 제안한 교과목 공동 관리 시스템과 기초학력 진단, 모듈형 교육과정을 유기적으로 연계·운영하기 위해서는 고등학교와 대학 간의 교육과정 연계를 강화하여 학생들이 학업 과정에서의 단절을 경험하지 않도록 해야 한다. 이를 위해 평가 기준의 일관성을 확보하고, 대학 진학 후의 적응을 돕기 위한 학습 지원 체계를 구축해야 한다.

2028 대학입시제도 개편은 공정성과 융합 교육의 방향성을 강조하는 긍정적 변화를 지향하고 있다. 그러나 이를 성공적으로 구현하기 위해서는 고등학교와 대학 간의 긴밀한 협력이 필수적이다. 특히, 수학과 같은 기초 학문에서의 교육 공백을 최소화하고, 학생들의 학습 동기를 유지할 수 있는 방안을 지속적으로 모색해야 한다. 또한, AI와 같은 첨단 기술을 활용한 학습 혁신을 통해 학생 개인의 학습 능력을 극대화하고, 변화하는 사회적 요구에 적합한 융합형 인재를 양성해야 할 것이다. 통합형·융합형 교육으로 변화하는 시기에 지식암기 위주의 평가보다는 사고력·문제해결력을 평가할 수 있는 논·서술형 평가가 확대되고 체계를 갖춘다면 서술형이 대부분을 이루는 대학교 수학교육 분야에 긍정적인 영향을 줄 수 있는 부분도 크다고 할 수 있다.

향후 연구에서는 2028 개편안이 시행된 이후 학생들의 학업 성취도 및 대학 적응도를 평가하고, 이를 기반으로 추가적인 정책적 대안을 제시하는 과정이 필요하다. 이와 함께, 국제적인 교육 동향과 국내 현실을 조화롭게 반영하는 방안에 대한 지속적인 논의가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

가. 논문 및 보고서

- 김아름, 오미자(2023). 대학 신입생 대상 수학기초학력증진 프로그램의 효과성 분석: K대학 사례를 중심으로. **교육문화연구**, 29(6), 425-444.
- 김태수(2016). 공학도의 MSC 실력 향상을 위한 대학수학 교과목 공동 관리 시스템 구축 운영 사례, **공학교육연구**, 19(3), 44-53.
- 문은호, 김재덕(2019). 교양수학 교과목 공동관리 운영의 효율성에 대한 고찰. **Journal of Engineering Education Research**, 22(5), 3-12.
- 박승철(2012). 공학전공대학생의 입학전형과 중도탈락의 상관관계 분석. **공학교육연구**, 15(5), 98-107.
- 서영성(2023). 기계공학과 신입생을 위한 전공 기초 수학 강의 사례. 대학기계학회 교육부문 춘계학술대회 초록집. KSME23ED-Fr01B06.
- 서지혜(2023). **AI in Education: Personalized for your student Flexible for your approach**. 한국교양기초교육원 2023 AI 기반 학습 맞춤형 교육 지원사업 발표자료.
- 신소영(2023). 윤석열 정부의 고교학점제와 2028 대입개편 방향. **교육비평**, (51), 78-122.
- 이상구, 이재화, 함윤미(2020). 인공지능과 대학수학교육. **한국수학교육학회지 시리즈 E: 수학교육 논문집**, 34(1), 1-15.
- 이상우, 박기범(2019). 대학생의 특성과 학업 중도 탈락의 상관성 분석. **학습자중심교과교육연구**, 19(11), 1185-1210.
- 이재경, 김양분(2011). **학력격차의 변화 추세와 해소 방안**. KEDI-KAERA 공동 심포지엄 발표논문. 한국교육개발원.
- 이주연, 임윤진, 배화순, 전호재, 신철균, 노진아(2022). **2022 개정 교육과정을 위한 교육과정 실행 지원 체계 탐색**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2022-3.
- 이지은, 황현우(2018). 대학생 학사경고자의 학업부진 유형 분류: 지방 사립 A 대학을 중심으로, **교육문화연구**, 24(6), 327-351.

- 이지혜, 허난(2018). 수학교육의 변화와 인공지능과의 연관성 탐색, **한국수학교육 학회지 시리즈 E <수학교육논문집>**, 32(1), 23-36.
- 전종희(2024). 자율전공선택제(‘무전공’ 제도)의 주요 내용과 방안 연구. **문화교류와 다문화교육**, 13(3), 511-543.
- 전평국(1999). 우리 나라 수학교육의 과거와 현재, 그리고 미래. **수학교육 논문집 시리즈 E**, 9, 327-333.
- 정두섭, 이종규(2023). **대학수학 AI 학습시스템 구축을 위한 개념구조 연구**. 한국대학교육협의회 RR-2023-13-737호.
- 조정훈(2023). **학생 자율 주도 학습 프로그램 빌런(Builearn) 소개**. 한국교양기초교육원 2023 AI 기반 학습 맞춤형 교육 지원사업 발표자료.
- 한국교육개발원(2022). **2022년 간추린 교육통계**. 한국교육개발원.
- Balacheff N.(1993). *Artificial Intelligence and Mathematics Education*, In proc. 14th Biennial of the AAMT, Perth Curtin University. 1-24.
- Garrido, A.(2012). AI and Mathematical Education, *Education*, 2, 22-32.
- Hass, J., Heil, C., Bogacki, P., & Weir, M. D.(2023). *Thomas’ Calculus: Early Transcendentals (15th ed.)*. Pearson Education.
- Stewart, J., Clegg, D., & Watson, S.(2021). *Calculus: Early Transcendentals, Metric Version (9th ed.)*. Cengage Learning.

나. 뉴스 기사 및 홈페이지

- 강원대학교 교양교육원 홈페이지(2024). <https://kile.kangwon.ac.kr/kile/index.php>
- 경북대학교 홈페이지(2024). <https://www.knu.ac.kr/wbbs/wbbs/main/main.action>
- 경상국립대학교 홈페이지(2024). <https://www.gnu.ac.kr/main/main.do>
- 고려대학교 교육정보 홈페이지(2024). https://registrar.korea.edu/eduinfo_en/info/major_microdegree.do
- 교육부(2021). **2025년 일반계고 학점제 전면 적용을 위한 고교학점제 단계적 이행 계획 발표**. 교육부 보도자료.
- 교육부(2022). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 8].

- 교육부(2023). **미래 사회를 대비하는 2028 대학입시제도 개편 확정안**. 교육부 보도자료. 2023.12.27.
- 교육부(2024). **[카드뉴스] 내 꿈에 맞추는 나의 전공, 전공자율선택제**. 교육부 홈페이지, Retrieved from <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=340&lev=0&statusYN=W&s=moe&m=020201&opType=N&boardSeq=99198>
- 뉴스시스(2023). **조희연, '내신·수능 상대평가' 대입개편안에 “절대평가 도입해야“**. Retrieved from https://www.newsis.com/view/NISX20231013_0002481546
- 대한수학회(2023). **2028 대입개편안 수능 수학 과목 축소에 대한 대한수학회 입장문**. 대학수학회 보도자료. 2023. 12. 29.
- 부산대학교 교양교육원 홈페이지(2024). <https://culedu.pusan.ac.kr/culedu/index.do>
- 서울대학교 기초교육원 홈페이지(2024). <https://liberaledu.snu.ac.kr/>
- 설정욱, 이창언(2024). **無학과 후유증… 인기 학과 몰리고 대학 서열화 부추기기도 [대한민국 인구시계 ‘소멸 5분전’]**. 서울신문. <https://n.news.naver.com/mnews/article/081/0003431466?sid=102>
- 성균관대학교 홈페이지(2024). <https://www.skku.edu/skku/index.do>
- 연세대학교 학부대학 홈페이지(2024). <https://universitycollege.yonsei.ac.kr/fresh/index.do>
- 오세정(2024). **대학 ‘무전공 입학’ 제도가 성공하려면**. 중앙일보. <https://www.joongang.co.kr/article/25246807#home>
- 외교부(2023). **국제학업성취도평가(PISA) 2022 주요 결과**. 주오이시디 대한민국 대표부(2023.12.11.). Retrieved form https://overseas.mofa.go.kr/oced-ko/brd/m_20807/view.do?seq=340&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=
- 이용익(2024.02.13.). **대학 학과·학부 개념 없앤다 의대는 예과·본과 통합 가능**. 매일경제. <https://n.news.naver.com/mnews/article/009/0005257976?sid=102>
- 인지현, 이소현(2024.02.22.). **자유전공 선발 가속… 융복합 교육과정·진로설계로 ‘쏠림’ 막아라**. 문화일보. <https://n.news.naver.com/mnews/article/021/0002622624?sid=102>

장대익(2024.02.16.). [朝鮮칼럼] 누가 ‘무전공제’ 를 두려워하는가. 조선일보. <https://n.news.naver.com/mnews/article/023/0003816998?sid=110>

전북대학교 교육혁신처 홈페이지(2024). <https://top.jbnu.ac.kr/iei/index.do>

제주대학교 홈페이지(2024). <https://www.jejunu.ac.kr/>

충남대학교 교육혁신본부 홈페이지(2024). <https://ile.cnu.ac.kr/file/innovation/microdegree.do>

충북대학교 홈페이지(2024). <https://www.chungbuk.ac.kr/www/index.do>

2028 대학입시제도 개편에 따른 대학 수학교육의 발전방향

2024년 11월 30일 인쇄

2024년 11월 30일 발행

발행처 한국대학교육협의회

08504 서울시 금천구 서부셋길 606 대성디폴리스A-23층

전화 02) 6919-3951~4

인쇄처 오비기획

전화 042) 823-5239

※ 이 책 내용의 일부 혹은 전체를 허락 없이 변경하거나 복제할 수 없습니다.