

2015 고교 수학 교육과정 속 '미적분II' 적정성 전문가 토론회

■ 토론회

# 대학과정과 중복되는 고교 미적분 II 과목은 과연 필요한가?

주관:  사교육  
걱정없는  
세상 사교육걱정없는세상

일시: 2015. 9. 9. (수) 오후 2시

장소: 사교육걱정없는세상 3층 대회의실



# 2015 수학 교육과정 속 고교 미적분Ⅱ 적정성 전문가 토론회 개최

지난 8월 31일, 우리 단체는 교육부의 ‘수학 교육과정 개편 시안’을 분석하고 평가하는 기자회견을 가졌습니다. 수학 연구진의 최종 시안을 분석해 보면 초등 3~4학년 군 수학을 제외한 초1~고1 수학의 내용 감축은 실제로 5.3%에 불과해 20% 실질 감축에 턱없이 부족하였습니다. 우리 단체 자체 분석 결과, 이러한 현상이 일어나는 이유는 고등학교에서 미적분을 포함한 과목이 전체 선택 과목 중 무려 50%를 집중 점유하고 있어(고2 이후 일반선택 4과목 중 2개, 전체 선택과목 12개 중 6개 과목) 하위 학년에 부담을 주고 있기 때문입니다. 문과와 이과의 대부분의 학생들이 배우는 ‘일반선택’ 과목 중 수학 Ⅱ는 무늬만 수학 Ⅱ이고 실체는 미적분이었습니다. 고교 미적분 I과 미적분 Ⅱ를 각각 ‘수학 Ⅱ’, ‘미적분’으로 이름 붙여 마치 고등학교에서는 미적분 과목은 하나밖에 없는 것처럼 보이게 하여 혼란을 일으켰습니다. 그중 이공계 대학 과정에서 다시 반복해서 배우는 ‘미적분 Ⅱ’ 과목에 대해서 우리는 대학 과정과 중첩되고, 고교 학습량도 과다한 고등학교에서 과연 중복해서 배워야 할 것인가에 대한 의문을 품게 되었습니다.

이러한 현 상황을 토대로 우리 단체에서는 2015 개정 수학과 교육과정 속에는 ‘미적분 I’ 과목과 ‘미적분 Ⅱ’ 과목 중에 ‘미적분 Ⅱ’는 대학 이공계 학생들에게 가르치는 ‘미적분학’과 동일하기에 이것을 대학으로 올려 보내고, 고등학교 교육과정에서는 ‘미적분 I’만 가르치자는 특별 제안을 한 것입니다. 이렇게 ‘미적분 Ⅱ’를 대학 과정으로 보내면 수학포기자를 줄일 수 있는 환경을 조성할 수 있습니다. ‘미적분 Ⅱ’를 대

학과정으로 보내면서 확보된 여유 공간에 2009 교육과정의 각 학년군 별, 교과목별 내용 중 학생 발달 수준에 맞는 난이도를 고려하여 이수 시기를 상향 이동함으로써 실질적인 내용 감축이 일어나게 할 수 있습니다. 이러한 내용 감축을 통해 기존의 암기위주의 주입식 수업을 탈피하고 여유로운 수업시간을 통한 수학적 사고력 개발과 자기 주도적인 발견 학습이 가능하게 되는 환경이 조성되는 것입니다.

사교육걱정없는세상은 이와 같은 맥락에서 미적분 과목이 고교 수학 과정에서 어느 정도 적정성을 가지고 편성되는 것이 합당한지를 살펴보고자 토론회를 개최합니다. 특히 대학의 상경계에서 필요로 하는 미적분의 실체를 알아보고, 그 미적분을 배우는데 필요한 기간과 적절한 시기에 대해 논의해 보고자 합니다. 또한 대학 이공계(기계공학, 수학과 등)에서 필요로 하는 미적분의 실체를 알아보고, 그 미적분을 배우는데 필요한 기간과 적절한 시기에 대해서도 알아보고자 합니다. 본 단체의 수학과교육포럼의 최수일 대표가 발제를 맡고, 토론자로는 오랫동안 대학에서 고급미적분을 가르치신 KAIST 수리과학과의 한상근 교수, 대학 상경계에서 필요로 하는 미적분에 대해 말씀해 주실 상명대 경제학과의 김진영 교수, 공과대학에서 미적분의 필요에 대해 말씀해 주실 호서대 기계공학부의 권정태 교수 그리고 유신고등학교 수학 교사이신 한준희 교사가 참여합니다. 관련 분야의 전문가들을 모시고 고교 미적분 특히 미적분 II의 적정성을 살펴보는 자리에 여러분의 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

2015. 9. 1. 사교육걱정없는세상  
(공동대표 송인수, 윤지희)

## ■ 목 차

### 발 제

- 발제: 최수일 (사교육걱정없는세상 수학사교육포럼 대표) ..... 1  
“고교 미적분, 얼마나 배워야 하는가”

### 논 찬

- 제1논찬: 한상근(한국과학기술원 수리과학과 교수) ..... 25  
“고교 미적분 토론회 자료”
- 제2논찬: 김진영(건국대학교 경제학과 교수) .....29  
“고교 미적분 토론”
- 제3논찬: 권정태 (호서대학교 기계공학부 교수) .....34  
“대학 이공계에서 필요한 미적분”
- 제4논찬: 한준희 (유신고등학교 수학 교사) .....41  
“ ‘고교 미적분, 얼마나 배워야 하는가’ 에 대한 의견”



# 고교 미적분, 얼마나 배워야 하는가

최수일(사교육걱정없는세상 수학사교육포럼 대표)

## I. 들어가며

## II. 대학 입장에서 본 미적분의 필요성

1. 상경계에서 필요한 미적분
2. 이공계에서 필요한 미적분

## III. 2015 개정 교육과정 중 미적분 논란 정리

1. 2015 개정 교육과정 총론 주요 사항
2. 총론에 비춰본 수학과 교육과정의 현실
3. ‘미적분Ⅱ’를 대학과정으로 이동해야 할 세 가지 이유
4. ‘미적분Ⅱ’를 대학과정으로 올리는 이점(利點)
5. ‘미적분Ⅱ’ 대학과정 이동에 대한 시중 논란

## IV. 토론이 필요한 부분

## I. 들어가며

미적분<sup>1)</sup>에 대한 논란이 뜨겁습니다. 그 시초는 1997년에 확정·발표된 제7차 교육과정입니다. 문과에서 역사상 최초로 미적분이 완전히 빠진 것이지요. 그러면 문과쪽 대학에서 경제학과 등 수학을 필요로 하는 대학에서는 대학 1학년 또는 미적분이 필요한 시기에 수학을 가르치면 되는 일이며, 또한 상경계 대학은 그렇게 준비를 하고 있었을 것입니다. 그래도 당시 언론에 보면 상경계쪽 교수들이 미적분을 가르쳐야 하는 불편함을 토로하곤 했습니다.

더 큰 문제는 이공계쪽 대학에서 벌어졌습니다. 미적분이 많이 필요한 이공계 학과의 경우 대학입시에서 교차지원을 허용하지 말았어야 하는데, 대학의 이해관계나 여러 종합적인 판단에 의해 교차지원을 허용하는 경우가 많이 발생했습니다. 그랬더니 미적분을 전혀 배우지 않았거나 ‘미적분 II’를 배우지 않은 학생들이 이공계로 들어오는 일이 생겼던 것입니다. 대학에서는 이들을 위한 미적분 과목을 다시 개설해야했고, 그로 인한 불편함이 또 발생한 것입니다.

그러던 중 2007 개정 교육과정에서 수학계가 들고 일어나 다시 미적분 I을 문과 학생들도 배우도록 강제를 하게 되고 그 전통은 계속 이어지고 있습니다. 이로써 우리 역사상 제7차 교육과정 세대인 05학번부터 11학번까지, 수능으로 말하면 2005학년도 대입 수능부터 2011학년도 대입 수능을 보고 대학을 입학한 문과 사람들만 ‘미적분 I’조차 배우지 않은 유일한 세대입니다.

우리 단체는 최근 여러 가지 수학교육의 문제를 심각하게 검토하고 토론하는 중 수학교육에서 가장 큰 문제는 학생들의 자기 주도 학습을 전혀 이끌지 못하는 일방 주입식 교수학습 방법과 성취기준을 심각하게 어기는 평가 방법에 있다는 것을 깨달았습니다. 이런 문제점은 정부에서 2015년 3월 16일 발표한 제2차 수학교육 종합계획<sup>2)</sup> 속에도 고스란히 담겨 있는 것으로 보아 모두가 인정하고 있는 부분이라고 판단됩니다.

그래서 이번 2015 개정 교육과정 총론 주요사항에서 수학과와 개정 방향으로 학습 부담 경감 20%를 정부가 내걸었고, 우리는 이것을 환영하여 수학과 교육과정 연구진에게 이런 방향을 지키도록 강력하게 요구하게 된 것입니다. 그리고 그 결론으로 미적분 II를 대학과정

---

1) 고교 미적분은 통상 다항함수로 미적분의 기초 개념을 다루는 분야와 초월함수로 다양한 미적분법을 다루는 분야로 나뉜다. 이 글에서는 전자를 미적분 I, 후자를 미적분 II라 구분하였다.

2) 수학교육 종합계획의 주최는 정부, 즉 교육부지만 실제 계획과 실행은 한국과학창의재단을 통해서 이루어지며, 이는 결국 수학계가 계획하고 진행한다고 해도 과언이 아니다. 수학계는 스스로 교수·학습 및 평가 방법에 문제가 있다고 인정한 셈이다.



으로 올리도록 요청하고 있습니다.

이 글에서는 먼저 대학 입장에서 미적분의 필요를 생각해보고, 이후에 2015 교육과정의 취지와 거기에 따른 고교 미적분의 적정성을 판단해 보고자 합니다.

## II. 대학 입장에서 본 미적분의 필요성

대학에서는 미적분을 기초로 필요로 하는 곳이 많습니다. 문과 계열에서는 상경계가 대표적이며, 심리학과 등 사회계에서도 일부 필요로 합니다. 이공계에서는 더욱 많이 필요로 하지만 이공계에서도 순수 화학이나 생물, 컴퓨터, 의약학, 농생명 계열에서는 미적분보다는 이산수학 등 다른 수학을 더 필요로 합니다. 상경계든 이공계든 미적분을 필요로 하는 학과는 대부분 고등학교에서 미적분 공부를 시켜주기를 원하는 경향이 많습니다.<sup>3)</sup>

### 1. 상경계에서 필요한 미적분

대학교 상경 계통에서 분야에 따라 미적분을 많이 활용하고 있는 것은 사실입니다. 미적분을 배우는 시기 관련해서는 상경계 중에서도 무엇을 전공할 것인가, 장차 무엇을 할 것인가에 따라 배우는 시기와 배울 내용 등에 차이가 있을 수 있습니다. 특히 계량 경제 등을 전공하는 분야는 기초 미적분 외에서 미적분II 정도까지 필요하다고 합니다.

상경계 입장에서는 기초 미적분이 필요하기 때문에 고등학교에서 배울 수 있다면 일찍부터 제대로 공부하고 오는 것을 원하고 있습니다. 대학 입장에서는 기초 개념은 고등학교에서 미리 가르쳤으면 하는 바램은 당연합니다.

미적분 개념이 학습된 상태로 대학에 들어오면 대학은 세 가지 이점(利點)이 있습니다. 첫째, 가르치는 것 자체가 귀찮은 것을 누가 감당해준 것이 고마울 따름입니다. 수학으로 비유하자면 수학 개념을 학생들이 스스로 발견하도록 하려면 귀찮은 질문을 만들어야 하고, 협력 학습이나 토론 수업 등을 진행하여 학생들의 이해 상태에 맞춰서 속도를 조절해야 하는 어려움이 존재합니다. 그러나 개념을 이해한 이후에는 문제 풀이를 맘대로 할 수가 있고, 따라서 아이들의 ‘이해 상태’를 배려할 필요가 사라집니다. 그래서 우리나라 수학 수업이 문제 풀이 위주로 가는 것이 어찌 보면 인지상정<sup>4)</sup>이라고 할 수 있습니다. 상경계

3) 미적분을 필요로 하는 상경계나 이공계 모든 교수가 원하는 것은 아니다. 상경계 교수 중에는 미적분을 고교에서 가르치지 말고 경제학 전공을 공부하는 시기에 맞춰 대학에서 가르치는 것이 더 효과적이라고 생각하는 교수도 있으며, 예를 들면 대학 3학년 이수하는 전공 과목에서 미적분이 필요한 경우 고등학교 때 배운 미적분이 거의 쓸모가 없어 어차피 다시 가르친다고 한다. 고등학생 모두가 불필요한 고등수학에 매달리는 것은 엄청난 낭비를 하고 있는 것이라고 비유하는 교수도 있다. 이공계나 수학과외의 경우도 고교에서 시간에 쫓기기도 하고 당장의 필요성을 느끼지 못할 때 개념 없이 대충 배우는 것은 대학에서 쓸모가 없으며, 이때 잘못 형성된 미적분 개념을 수정하는 것이 더 어려우므로 대학에서 본격적으로 가르치는 것이 더 효과적이라고 주장하는 교수도 있다.

대학 입장에서는 자기 전공도 아닌 수학의 미적분의 개념을 가르치는 것은 시간이 걸리는 것도 문제지만 사실은 가르치는 것 자체가 아주 귀찮은 것이라는 게 더 큰 이유일 것입니다. 수학과에 미적분 강의를 맡기면 될 일이라는 생각은 우리나라 대학 구조에서는 아주 민감한 문제입니다. 이것을 둘째 이유입니다.

즉, 미적분을 고등학교에서 가르치기를 바라는 둘째 이유는 미적분을 가르치는 문제가 전공 교수의 정원에 영향을 주기 때문입니다. 수학과에 강의를 맡긴다는 것은 전공 학점이 줄어든다는 것이고, 학점, 곧 강의의 수(數)는 교수의 정원에 직결되는 것이기 때문에 이 부분은 전공 교수 정원 확보 차원에서 양보하기 어려운 부분입니다. 이 부분은 대학의 전통적인 전공 이기주의 내지는 교수 정원 확보 싸움이며 상경계로서는 이 싸움에 말려들고 싶지 않을 것입니다.

셋째, 고등학교에서 기초 미적분을 배우고 온다면 상경계는 대학 1학년에서부터 바로 전공에 전념할 수 있습니다. 상경계 과목 전체가 미적분을 필요로 하는 것은 아니지만 미적분을 필요로 하는 과목을 1학년 1학기에 바로 배치할 수 있는 여유가 있을 것이고, 미적분 학점 이수를 빼도 되니까 전공 이수 학점이 그만큼 늘어날 수 있을 것입니다.

## 2. 이공계에서 필요한 미적분

이공계 학과들도 미적분을 필요로 하는 전공 학과의 경우 미적분Ⅱ까지의 기초를 고등학교에서 배우고 오면 대학 1학년에서 <미적분학> 강의가 보다 원활하게 이루어질 수 있기 때문에 고등학교 과목으로 <미적분Ⅱ>까지 개설되고, 수능 과목으로까지 지정되기를 원합니다. 그리고 여태껏 ‘미적분Ⅱ’는 수능 첫 해인 1994학년도 대수능을 제외하고는 수능 시험 범위에서 빠진 적이 없습니다. 다만 2005~2011학년도 대수능에서는 이과 학생들이 보는 ‘수리 가형’ 시험에서 미적분, 확률과 통계, 이산수학 세 과목 중 하나를 선택하는 방식이었기 때문에 ‘미적분Ⅱ’를 선택하지 않을 수도 있었습니다. ‘미적분Ⅰ’은 필수로 포함되었습니다. 그러나 ‘수리 가형’ 선택 학생 15만여명 중 ‘미적분Ⅱ’를 선택하지 않은 학생은 항상 5,000여명에 머물렀기 때문에 대부분에 해당하는 96.7%인 14만 5천여명의 이과 학생은 ‘미적분Ⅱ’를 선택한 것입니다.

앞의 상경계에서도 언급했듯이 이공계 학과들이 일반적으로 고등학교에서 미적분을 공부하고 오는 것을 원하는 것은 대학에 많은 이점(利點)을 주기 때문입니다.

4) 인지상정(人之常情)이라는 말을 쓴 것은 문제 풀이 위주의 수업을 하는 교사를 비난하는 것이 아니라는 생각에서다. 사람이면 누구나 가질 수 있는 보통의 마음이나 감정이 인지상정이니 가르치는 사람의 마음은 다 비슷할 것이라는 생각이다.

대학교 이공계통에서는 대부분 고등학교의 미적분II까지 필요하다고 말하고 있습니다. 이 공계통에서는 대학교 1학년에서 <미적분학> 교재를 통하여 두 학기 동안 고등학교에서 배우는 미적분 I, II 뿐만 아니라 다변수함수와 다중적분, 미분방정식까지 배우게 됩니다. 그러나 모든 이공계가 전공 공부를 위해 미적분을 기초로 필요로 하는 것은 아닙니다. 실제로 이공계 학과<sup>5)</sup>를 모두 조사한 결과 ‘미적분II’ 까지 필요한 학과는 이과 학생이 진학하는 전체 49개 학과(농생명 계열, 가정계열, 자연계열, 공학계열, 의약학계열) 중 57.1%(28개)였습니다(<표 1> 참고). 반면 미적분을 필요로 하지 않는 학과도 42.9%(21개)나 되는데도 불구하고 이공계의 기초 교양 필수과목으로 <미적분학>이 강제되는 것도 고민해야 할 일이다.

<표 1> 대학 이공계 학과의 미적분 필요 여부<sup>6)</sup>

계열	학과	미적분I	미적분II
농생명 계열	농업학과	×	×
	산림·원예학과	×	×
	수산학과	×	×
	수의학과	×	×
	동물학과	×	×
	자연학과	×	×
가정 계열	가정관리학과	×	×
	식품영양학과	×	×
	식품조리학과	×	×
	의류·의상학과	×	×
자연 계열	수학과	○	○
	통계학과	○	○
	물리학과	○	○
	화학학과	○	○
	생물학과	×	×
	생명과학과	×	×
	환경학과	○	○

5) 이 글에서 이공계라 함은 고등학교 기준으로 이과 학생들이 진학하는 농생명 계열, 자연 계열, 공학 계열, 의약학 계열 모두를 포함한다.

6) 학과는 서울진로진학정보센터의 학과 정보(<http://bit.ly/1Eus0De>) 사이트를 기준으로 했으며, 조사는 전공 교수 10여명의 자문과 필요시 각 대학의 학과 사무실로 전화 문의를 하여 정리한 것으로 관점에 따라서 다소 차이가 있을 수 있습니다.

	천문·기상학과	○	○
	지구과학과	○	○
공학 계열	건축학과	○	○
	건축설비공학과	○	○
	조경학과	×	×
	토목공학과	○	○
	도시공학과	○	○
	지상교통공학과	○	○
	항공학과	○	○
	해양공학과	○	○
	기계공학과	○	○
	금속공학과	○	○
	자동차공학과	○	○
	전기공학과	○	○
	전자공학과	○	○
	제어계측공학과	○	○
	광학공학과	○	○
	에너지공학과	○	○
	반도체·세라믹공학과	○	○
	섬유공학과	○	○
	신소재공학과	○	○
	재료공학과	○	○
	컴퓨터공학과	×	×
	응용소프트웨어공학과	×	×
	정보·통신 공학과	○	○
	산업공학과	×	×
화학공학과	○	○	
소방방재학과	×	×	
의약학 계열	의학과	×	×
	치의학과	×	×
	한의학과	×	×
	간호학과	×	×
	약학과	×	×

### Ⅲ. 2015 개정 교육과정 중 미적분 논란 정리

현재 우리나라 수학교육의 누적된 문제가 한두 가지가 아닐 것입니다. 그 중 가장 큰 문제는 수업과 평가, 두 가지일 것입니다. 이 두 가지는 반드시 즉시 해결되어야만 합니다. 수학을 포기하는 학생(이하 ‘수포자’)이 발생하는 원인의 대부분은 이 두 가지 때문입니다. 일방적 주입식 수학 수업의 성행으로 인하여 학생들이 수업에 대한 참여 부족과 자기 주도적 학습이 어려운 상황이 지속되고 있습니다. 협력학습이나 토론수업은 대학의 교육학 교재와 임용고시 문제집에만 존재합니다. 고등학교에서는 이런 수업이 실종된지 오래입니다. 또한 변별력 등을 이유로 대입 수능과 수리논술 시험은 물론 내신성적을 산출하는 학교 내 정규고사에서조차 성취기준을 벗어나는 지나치게 어려운 수준의 문제 출제가 계속되어 왔습니다. 논리적인 특성을 지니는 수학 문제가 논리적으로 연결되지 않는 개념을 억지로 꼬아서 문제를 제시하기 때문에 수업 시간에 다루는 내용과 너무나 다른 문제를 해결해야 하는 고통을 학생들에게 안겨 주었습니다.

이런 문제를 해결하고자 정부는 아직 현장에 정착하지도 않은<sup>7)</sup> 2009 개정 교육과정을 뜯어 고치겠다고 2년 전에 나섰습니다. 학교 현장에서는 이번 개정에 대해 불만이 많습니다. 최근 연거푸 세 번에 걸쳐 4년마다 교육과정이 바뀌는 바람에 현장의 피로도가 극심한 상태입니다. 이런 여러 가지 상황적 문제가 있으면서도 이번 2015 개정 교육과정이 필요했던 이유는 그나마 이런 수학교육의 누적된 문제를 끊기 위한 시도를 시급하게 해야 하기 때문이었다고 봅니다. 이번 2015 개정은 그런 의미를 창출해 내야만 그 존재 가치가 있습니다.

---

7) 새 정부가 교육과정을 개정하겠다고 나선 2013년은 아직 고1마저도 2009 개정 교육과정을 적용받지 못했던 시기다. 그런데도 불구하고 새로운 2015 개정 교육과정을 만들겠다고 나선 것이다.

## 1. 2015 개정 교육과정 총론 주요 사항

교육부는 2014년 9월 24일 2015 개정 교육과정의 총론 주요 사항을 발표하였습니다. 이 중 수학과에 관계된, 수학과에서 주목해야 할 사항만 뽑아서 5가지 원칙으로 정리해 보았습니다.

〈표 1〉 2015 개정 교육과정 총론 주요 사항 중 수학과 관련 사항 정리

〈총론 원칙 1〉 핵심원리 중심으로 학습내용을 감축

- 교과와 핵심개념을 중심으로 내용 감축
- 과도한 학습량과 문제풀이 위주의 수업 지양

〈총론 원칙 2〉 교수·학습 및 평가방법을 개선하여 학생의 학습 부담을 줄이고 배움의 즐거움을 느낄 수 있도록

- 학습량 감축을 통해 협력학습 등 학생 참여 수업으로 전환
- 많이 가르치는 교육에서 배움을 즐기는 ‘행복교육’으로 교육패러다임 변화
- 협력학습, 토의·토론학습, 과정중심 평가 확대 등을 통해 핵심 역량을 함양

〈총론 원칙 3〉 정의적 성취를 높이는 방향으로 교육과정 구성

〈총론 원칙 4〉 학습결과로 학생이 갖출 ‘역량’을 중심에 두고 교과 교육과정을 개발

〈총론 원칙 5〉 흥미롭고 재미있는 질 높은 교과서 개발

〈총론 원칙 6〉 학생의 꿈과 끼를 키우는 교육과정

- 학생이 적성과 진로에 따라 맞춤형으로 교육받을 수 있도록 ‘선택과목’ 개설
- 진로선택과목은 학생들의 진로 등에 따른 심화학습, 통합·융합학습 또는 진로탐색 및 체험 등을 위한 과목으로 편성
- 학생의 과목선택권을 강화하고 단위학교 교육과정 편성·운영의 자율성을 고려하여, 심화된 학습과 학생 진로를 고려

〈총론 원칙 1〉에서 보면 학습내용 감축을 해야 한다고 했는데, 지난 2015년 5월 28일에 우리 단체가 발표한 수학과 교육과정 세계 6개국 국제비교 컨퍼런스에서 밝혔듯이, 수학과 교육과정은 우리나라가 세계 평균에 비해 20~30% 정도 많거나 빠른 것으로 나타났습니다. 교육부가 우리랑 관계없이 학습량 20% 경감을 목표로 제시했지만 우리가 조사한 것도 거의 같았던 것은 우연의 일치였습니다.

왜 감축해야 하는가에 대한 것은 〈총론 원칙 2〉에서 밝혔듯이 교수학습 및 평가 방법이 개선되어야 한다는 것인데, 이것은 현재 우리나라 수학교육의 현안 문제 중 가장 중요한

문제점입니다. 그 방법으로 제시한 것이 학습량 감축이며, 감축된 여유를 가지고 협력학습 등 학생 참여 수업으로 전환하는 것이 교수학습 방법의 혁신이라고 방향을 설정하고 있습니다. 평가 방법의 혁신은 과정중심 평가 확대 등으로 제시하고 있는데, 이는 지필고사 위주의 결과 중심 평가를 지양하자는 것이 그 근본 취지라고 말할 수 있습니다.

## 2. 총론에 비춰본 수학과 교육과정의 현실

지난 8월 31일 교육부 주최 마지막 공청회에서 발표된 2015 개정 수학과 교육과정 시안(이하 ‘시안’)을 보면 2009 개정 교육과정 대비 학습량 감축 비율은 정부가 명목상 주장하는 19.8%가 아니고 실제로는 8.7%에 불과하며, 제대로 감축된 초등 3~4학년군 수학을 제외하면 초1~고1 수학의 내용 감축 비율은 실제로 5.3%밖에 되지 않습니다. 이것은 <총론 원칙 1>을 어긴 것입니다.

<표 2> 2015 개정 교육과정 성취기준 감축 비율 현황(초1~고1)

	명목상 축소(교육부)			실질적 축소 여부			종합 평가(사교육걱정)	
	09년	15년 성취기준	명목상 축소	성취 기준 2개가 통합된 경우	‘교수학습 유의사항’ 속에 살아있는 경우	용어 속에 살아있는 경우 등	09년 대비 15년 실질 성취 기준 개수	2009 교육과정 대비 실질적 축소
초1-2	33	31(2개 감축)	6% 감축	-	-	-	31/33	6.1% 축소
초3-4	66	48(18개 감축)	27% 감축	5	-	-	53/66	19.7% 축소
초5-6	54	48(6개 감축)	11% 감축	2	-	-	50/54	7.4% 축소
중	76	60(16개 감축)	21% 감축	9	1	2	72/76	5.3% 축소
고1	53	39(14개 감축)	26% 감축	1	-	1	41/53 (51.6/53)	2.6% 축소 (수업시수10단위→8단위 축소반영)
총합	282	226	19.8% 감축	17	1	3	247/282 (257.6/282)	8.7% 축소
초3-4 제외 총합							204.6/216	5.3% 축소

2009 교육과정 대비 시안의 실제적인 성취기준 감축 비율 현황은 <표 2>와 같습니다. 초등 3~4학년군의 감축 비율이 19.7%로 가장 높은 이유는 초등 1~2학년군에서 올라온 것이 없는 상태에서 초등 5~6학년군으로 상향 이동 또는 삭제된 내용이 많기 때문입니다.



그런데 다른 학년군 또는 고등학교 1학년에서 감축 비율이 낮은 이유는 밑에서 올라온 것 이상을 상향 이동하지 않고 비슷한 양만 상향 이동했기 때문입니다. 만약 초등 3~4학년군을 빼다면 초1~고1까지의 감축 비율은 5.3%에 불과합니다. 그런데다 고등학교에서는 삭제된 것 일부를 제외하고는 상향 이동된 것이 거의 없습니다.

그동안 수학과 교육과정 연구진은 1년 이상을 학습 부담 경감을 위해 노력해 왔습니다. 하지만 실제적인 감축 비율은 너무나 낮습니다. 학생 발달 수준에 맞는 난이도를 고려하여 이수시기를 상향 이동하라는 총론의 방침도 거의 지키지 않고 시늉만 내고 있습니다. 그 이유는 <미적분> 과목에서 찾을 수 있습니다. 고등학교에서 ‘미적분Ⅱ’가 보통교과의 일반선택으로 되어 있다 보니, 이것을 가르치기 위한 수학 내용을 이전 학년에서 줄일 수 없기 때문입니다(<표 3> 참고).

<표 3> 2015 개정 수학과 고등학교 교육과정 편성

학년	보통교과			전문교과
	공통과목	선택과목		
		일반선택	진로선택	
1	수학			
2		수학Ⅰ 수학Ⅱ	기하 실용수학	심화수학Ⅰ 심화수학Ⅱ
3		미적분 확률과 통계	경제수학 수학과제 탐구	고급수학Ⅰ 고급수학Ⅱ

이번 교육과정 개정은 문·이과 통합 교육과정을 만들어 모든 학생에게 기본적으로 통합적 소양을 길러줄 의도를 가지고 진행하고 있습니다. 그런데 사실상 문과 학생들이 선택하지 않을 ‘미적분Ⅱ’를 진로선택 과목으로 편성하지 않고 일반선택 과목으로 편성한 것은 큰 문제가 아닐 수 없습니다. 이과 학생들에게만 필요하며, 문과 학생들이 선택하지 않을 ‘미적분Ⅱ’는 더 이상 ‘일반선택’이라 말할 수 없으니 여기서 제외해야 합니다. ‘미적분Ⅱ’가 필요한 학생들은 이공계로 진학하는 경우에만 해당되며, 이와 같이 학생들의 진로 등에 따른 심화학습을 위한 과목은 진로선택 과목으로 편성해야 한다는 것이 바로 <총론 원칙 6>입니다.

### 3. ‘미적분II’ 를 대학과정으로 이동해야 할 세 가지 이유

#### □ 이유 1. 고교의 ‘미적분II’ 는 대학의 이공계 교육과정과 중복됨.

현재 이과에서 배우는 ‘미적분II’ 는 이공계 대학 1학년 때 배우는 <미적분학>에서 모두 반복합니다. 다음 <표 4>와 <표 5>는 각각 고등학교 <미적분> 과목의 내용 요소와 이공계 대학의 <미적분학> 교재를 나타낸 것입니다. 이렇게 대학에서 배울 내용을 중복해서 고등학교에서 미리 배울 이유는 없습니다.

교육부와 수학과 교육과정 연구진이 제시한 시안은 아직껏 학생들의 학습 부담 20% 경감 목표를 달성하지 못하고 있습니다. 그 결정적인 키를 고등학교 일반선택 과목으로 편성된 ‘미적분II’ 가 쥐고 있습니다. ‘미적분II’ 가 남아 있는 한, 이를 배우기 위한 이전 단계의 내용들을 줄일 수 없기 때문에 20% 경감 목표를 달성할 수 없는 것입니다. 그래서 ‘미적분II’ 는 대학과정으로 올라가야 합니다.

<표 4> 2015 개정 교육과정 고등학교 <미적분II> 과목의 내용 요소

영역	핵심개념	내용	내용 요소
해석	수열의 극한	수열의 극한은 한없이 가까워지거나 한없이 작아지고 커지는 현상과 같이 무한을 수학적으로 다루는 도구로서 미분과 적분의 기초 개념이다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수열의 극한</li> <li>• 급수</li> </ul>
	미분법	미분법은 여러 가지 함수의 도함수를 효율적으로 구하는 방법이며 변화 현상을 해석하고 설명하는데 활용된다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여러 가지 함수의 미분</li> <li>• 여러 가지 미분법</li> <li>• 도함수의 활용</li> </ul>
	적분법	적분법은 여러 가지 함수의 부정적분과 정적분을 효율적으로 구하는 방법이며 길이, 넓이, 부피 등으로 표현되는 여러 가지 상황을 해석하는데 활용된다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여러 가지 적분법</li> <li>• 정적분의 활용</li> </ul>

(출처: 『2015 개정 교육과정』 시안, 교육부 행정예고안)

<표 5> 대학 <미적분학> 교재 목차(James Stewart의 Calculus, 경문사)

<p><b>4 극한과 도함수</b></p> <p>4.1 접선과 속도 문제 141</p> <p>4.2 함수의 극한 146</p> <p>4.3 극한법칙을 이용한 극한 계산 155</p> <p>4.4 연속성 163</p> <p>4.5 무한대를 포함하는 극한 174</p> <p>4.6 미분계수와 변화율 185</p> <p>4.7 함수로서의 도함수 195</p> <p>4.8 <math>f</math>에 대한 <math>f'</math>의 역할은? 208</p>	<p><b>7 적분</b></p> <p>7.1 넓이와 거리 359</p> <p>7.2 정적분 371</p> <p>7.3 적정분 계산 384</p> <p>7.4 미분적분학의 기본정리 395</p> <p>7.5 치환법 403</p> <p>7.6 부분적분법 411</p> <p>7.7 여러가지 적분법 418</p> <p>7.8 적분표와 CAS의 이용 423</p> <p>7.9 적분의 근사계산 429</p> <p>7.10 이상적분 441</p>
<p><b>5 미분법</b></p> <p>5.1 다항식과 지수함수의 도함수 215</p> <p>5.2 곱의 공식과 나눗셈의 공식 224</p> <p>5.3 삼각함수의 도함수 232</p> <p>5.4 연쇄법칙 239</p> <p>5.5 음함수 미분법 249</p> <p>5.6 역삼각함수와 도함수 256</p> <p>5.7 로그함수의 도함수 261</p> <p>5.8 자연과학과 사회과학에서의 변화율 267</p> <p>5.9 선형근사와 미분 281</p>	<p><b>8 적분의 응용</b></p> <p>8.1 넓이 453</p> <p>8.2 부피 461</p> <p>8.3 원통 쉼 방법 470</p> <p>8.4 곡선의 길이 475</p> <p>8.5 함수의 평균값 481</p> <p>8.6 물리학과 공학에서의 응용 484</p> <p>8.7 경제학과 생물학에서의 응용 495</p> <p>8.8 확률 501</p>
<p><b>6 미분의 응용</b></p> <p>6.1 변화율 289</p> <p>6.2 최댓값과 최솟값 296</p> <p>6.3 도함수와 곡선의 모양 304</p> <p>6.4 미분과 계산을 이용하여 그래프 그리기 316</p> <p>6.5 부정형과 포피탈의 법칙 324</p> <p>6.6 최적화 문제 332</p> <p>6.7 뉴턴의 방법 344</p> <p>6.8 력도함수 350</p>	<p><b>9 무한수열과 무한급수</b></p> <p>9.1 수열 509</p> <p>9.2 급수 520</p> <p>9.3 적분판정법과 비교판정법: 합의 수렴 531</p> <p>9.4 기타 수렴 판정법 541</p> <p>9.5 멱급수 548</p> <p>9.6 함수의 멱급수 표현 554</p> <p>9.7 테일러 급수와 매클로린 급수 561</p> <p>9.8 테일러 다항식의 응용 575</p>

\*붉은 색 박스 안의 내용이 고등학교 <미적분> 과목임.

다음은 시안에서 밝힌 <미적분> 과목의 성격입니다.

“일반선택 과목인 <미적분>은 <수학I>과 <수학II>를 학습한 후, 더 높은 수준의 수학을 학습하기를 원하는 학생들이 선택할 수 있는 과목이다.”

‘미적분II’를 다루는 <미적분> 과목을 이수하려면 이전에 <수학 I>과 <수학II>를 이수해야 하므로 학습량 경감을 위해서 고1 <수학>은 물론 <수학 I>과 <수학II>에 손을 댈 수가 없습니다. 그래서 ‘미적분II’가 대학 과정으로 올라가야 합니다.

□ **이유 2. 미적분 관련 과목이 전체 수학 선택 과목 중 50%를 차지하여 ‘과다 점유’ 함으로 인하여 수학의 다른 분야를 배울 기회가 박탈됨.**

이번 2차 시안의 고등학교 교육과정(<표 6> 참고)을 보면, 모든 것이 미적분으로 귀결되는 것을 알 수 있습니다. 미적분과 관계된 교육과정은 보통교과의 일반선택 과목으로 두 개(<수학II>, <미적분>)가 있으며, 진로선택 과목으로 한 개(<경제수학>)가 있습니다. 거기에다가 전문교과 과목으로 <심화수학 I>에 미분, <심화수학II>에 적분이 있으며, <고급수학II>에도 미적분이 있습니다. 고등학교 2학년 이후의 교육과정에서 미적분을 포함하고 있는 과목이 50%(일반 선택과목 4개 중 2개, 전체 선택과목 12과목 중 6과목)나 여러 과목에 걸쳐 미적분을 지나치게 중복되게 편성하고 있는 것입니다.

우선 인문계 학생들과 자연계 학생들은 ‘일반선택’ 과목 4개(<수학 I>, <수학II>, <미적분>, <확률과 통계>)를 집중적으로 배웁니다. 이때 <수학II>라고 하는 과목이 얼핏 보면 ‘미적분’과 관계가 없지만, 이것은 말만 <수학II>이지 그 자체로 ‘미적분 I’ 과목입니다. ‘다항함수의 미분과 적분’은 미적분 내용이고 ‘함수의 극한과 연속’ 또한 미적분을 공부하기 위해 기본적으로 알아야할 지식이니 미적분 내용입니다. 이렇게 보면, 수학 일반 선택 과목 중 50% 즉, 4개 중 2개가 미적분 과목인 것입니다. ‘미적분 I’ 이라하면 쉬울 것을 왜 ‘수학II’ 이라 했을까요? 이유는 간단합니다. 제목 명만 보아도 미적분 과목이 50%나 중복 편성되어 있는 것으로 표현되는 것이 부담스러웠기 때문일 것입니다.

<표 6> <수학 II>가 ‘미적분 I’ 임을 시사하는 근거 : 내용 속에 미적분 내용이 100% 포함.

<수학II>

영역	핵심 개념	내용	내용 요소
해석	함수의 극한과 연속	함수의 극한과 연속은 함수의 성질을 이해하는 데 활용되고, 미적분 개념의 기초가 된다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함수의 극한</li> <li>• 함수의 연속</li> </ul>
	미분	미분은 함수의 순간적인 변화를 설명하는 도구로서 여러 가지 미분법과 함수의 적분에 대한 기초가 되고 최대, 최소 문제를 포함하여 변화 현상을 다루는데 활용된다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미분계수</li> <li>• 도함수</li> <li>• 도함수의 활용</li> </ul>
	적분	미분과 역관계에 있는 적분은 도형의 넓이와 부피를 구하는데 필요한 개념이고 미분과 함께 변화 현상을 다루는데 활용된다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부정적분</li> <li>• 정적분</li> <li>• 정적분의 활용</li> </ul>

(출처: 『2015 개정 교육과정』 시안, 교육부 행정예고안)

<표 7> ‘일반선택’ 4개 과목 속에서 미적분 과목이 차지하는 비율 : 4개 중 2개(50% 차지)

학년	일반 선택	미적분 과목 여부
2~3학년	수학 I	-
	<b>수학 II</b>	●
	<b>미적분</b>	●
	확률과 통계	-

\*붉은 색 표시 과목에 미적분이 포함되어 있음.

미적분 내용의 집중 배치 현상은 ‘진로선택’ 교과와 ‘전문교과’ 로 확대해도 마찬가지입니다. 진로선택 교과 4개 중 경제 수학이 미적분 관련 교과이며, 나아가 전문교과 4과목 중 무려 3과목이 미적분 관련 교과인 것입니다.

〈표 8〉 ‘진로선택’ 및 ‘전문교과’ 속에서 미적분 관련 교과 : 총 8개 중 4개(50% 차지)

2-3 학년	진로 선택/ 전문 교과	미적분 관련 과목 여부
진로 선택	기하	-
	실용수학	-
	<b>경제수학</b>	●
	수학 과제 탐구	-
전문교과	<b>심화 수학 I</b>	●
	<b>심화 수학 II</b>	●
	고급 수학	-
	<b>고급수학 II</b>	●
<b>미적분 비중 총계</b>	<b>총 8개 과목</b>	<b>4개 과목(50%)</b>

이를 전체적으로 종합해 보면 아래와 같습니다. 즉 고2 때부터 학생들이 선택하는 수학 교과목의 50%가 미적분 관련 교과로 구성되어 있습니다. 이쯤 되면, “수학은 미적분” 이다, 라고 말해도 과언이 아닐 것입니다.

〈표 9〉 2015 개정 고등학교 2~3 수학 교과 중 미적분 관련 종합 정리: 12과목 중 6개(50% 차지)

학년	보통교과		전문교과	비고	
	공통과목	선택과목			
		일반선택			진로선택
1	수학				
2		수학 I <b>수학 II</b>	기하 실용수학	<b>심화수학 I</b> <b>심화수학 II</b>	
3		<b>미적분</b> 확률과 통계	<b>경제수학</b> 수학과제 탐구	고급수학 I <b>고급수학 II</b>	
<b>미적분 비중 총계</b>		<b>50%(4개 중 2개)</b>	<b>50%(8개 중 4개)</b>	<b>50%(12개 중 6개)</b>	

\*붉은 색 표시 과목에 미적분이 포함되어 있음.

우리의 요구는 이렇게 중복 배치되어 있는 미적분 관련 과목들 가운데, ‘일반선택’ 교과로 배치되어 있는 ‘미적분Ⅱ’ 내용을 이번 2015년 교육과정에서 대학과정으로 올리라는 것입니다. 그래도 미적분 관련 교과는 넘쳐 납니다. ‘미적분Ⅱ’ 내용을 일반선택에서 제외하더라도 대학에서 고스란히 배울 수 있고, 또한 고교 과정에서는 <심화수학 I, II>를 통해서 이수할 수 있습니다. 2차 시안에 나온 <심화수학 I> 과목의 성격에서 다음과 같은 내용을 볼 수 있습니다.

“<심화수학 I>은 공통과목인 <수학>을 학습한 후에 선택할 수 있는 전문 교과 과목으로, 수학과 일반선택 과목의 주요 내용을 압축하여 심화 학습하기를 원하는 과학고등학교, 과학중점고등학교, 일반계 고등학교 학생들이 선택하여 이수하기에 적합한 과목이다.”

전문교과인 <심화수학 I>과 <심화수학 II>는 보통교과의 일반선택 과목인 <수학 I>, <수학 II>, <미적분>의 주요 내용을 포함하고 있습니다. 그리고 과학고 학생은 물론 과학 중점이나 일반계 고등학생들도 이수할 수 있도록 제도가 구비되어 있습니다. 학교가 선택을 하기로 마음만 먹으면 얼마든지 할 수 있게 되어 있습니다. 따라서 ‘수학Ⅱ’ 라는 옷을 입은 ‘미적분Ⅰ’ 은 남기고 ‘미적분’ 이라는 옷을 입은 ‘미적분Ⅱ’ 내용을 대학과정으로 올리면, 그만큼 하위 학년의 교육과정을 상향 이동할 수 있는 여유를 확보할 수 있습니다. 5쪽의 <표 1>에서 보면 이공계라 할지라도 학과에 따라서는 미적분을 필요로 하지 않는 학과도 많습니다. 예를 들어 컴퓨터나 소프트웨어 관련 학과들은 ‘이산수학’ 을 필요로 합니다. 그런데 현재 고등학교 교육과정에서 ‘이산수학’ 이 들어갈 자리는 없습니다. 그 이유는 선택과목 이후의 대부분이 ‘미적분’ 관련 과목으로 채워지고 있기 때문입니다.

□ 이유 3. 고교 ‘미적분Ⅱ’ 수업은 교사들이 감당하기 어려운 과목이며, 내용 자체도 공식 위주의 암기교육에 적당함.

고교에서 ‘미적분Ⅱ’ 수업은 공식 위주의 암기교육으로 흐를 수밖에 없습니다. 미적분의 기본 개념은 ‘미적분Ⅰ’ 에서 다 가르치고 있습니다. ‘미적분Ⅱ’ 는 문제를 푸는 기술을 가르치는 역할에 불과합니다. 이와 같은 기교를 고등학교와 대학에서 두 번씩 중복하여 배울 필요는 없습니다.

다음 <표 10>은 이번 시안에 나온 ‘미적분Ⅱ’ 중 미분법의 성취기준입니다.

<표 10> 고교 일반선택 <미적분> 과목 중 미분법의 성취기준

<p>(2) 미분법</p> <p>① 여러 가지 함수의 미분</p> <p>① 지수함수와 로그함수의 극한을 구할 수 있다.</p> <p>② 지수함수와 로그함수를 미분할 수 있다.</p> <p>③ 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.</p> <p>④ 삼각함수의 극한을 구할 수 있다.</p> <p>⑤ 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다.</p> <p>② 여러 가지 미분법</p> <p>① 함수의 몫을 미분할 수 있다.</p> <p>② 합성함수를 미분할 수 있다.</p> <p>③ 매개변수로 나타내어진 함수를 미분할 수 있다.</p> <p>④ 음함수와 역함수를 미분할 수 있다.</p> <p>⑤ 이계도함수를 구할 수 있다.</p> <p>③ 도함수의 활용</p> <p>① 접선의 방정식을 구할 수 있다.</p> <p>② 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.</p> <p>③ 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>④ 속도와 가속도에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p>
---

<표 10>에서 보는 바대로 ‘미적분II’의 미분법에서 배우는 것은 지수로그삼각함수 등 초월함수의 미분법과 몫의 미분법, 합성함수, 매개변수로 나타내어진 함수, 음함수와 역함수 등의 여러 가지 미분법, 이계도함수를 구하는 것이다. 모두가 미분의 결과를 공식으로 암기하거나 미분의 기교를 배우는 것에 불과한 것입니다. 도함수의 활용은 ‘미적분II’에서 처음 하는 것이 아니고 이미 ‘미적분I’에서 개념적인 학습이 다 된 상태에서 초월함수라는 소재만 사용할 뿐입니다. 이렇듯 ‘미적분II’의 미분법은 초월함수의 미분 공식과 여러 가지 미분에 관한 기교를 가르쳐주고 외우는 학습에 불과합니다.



다음 <표 11>은 이번 시안에 나온 ‘미적분Ⅱ’ 중 적분법의 성취기준입니다.

<표 11> 고교 일반선택 <미적분> 과목 중 적분법의 성취기준

<p>(3) 적분법</p> <p>① 여러 가지 적분법</p> <p>① 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>② 부분적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>③ 여러 가지 함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다.</p> <p>② 정적분의 활용</p> <p>① 정적분과 급수의 합 사이의 관계를 이해한다.</p> <p>② 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.</p> <p>③ 입체도형의 부피를 구할 수 있다.</p> <p>④ 속도와 거리에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p>
---

<표 11>에서 보는 바대로 ‘미적분Ⅱ’의 적분법에서 배우는 것은 치환적분법과 부분적분법 등 여러 가지 적분법과 초월함수에 대한 부정적분과 정적분을 구하는 것이다. 모두가 적분의 기교이거나 적분의 결과를 공식으로 암기하는 것에 불과한 것입니다. 정적분의 활용에서 정적분과 급수의 합 사이의 관계를 이해하는 것만 개념적이며, 나머지 넓이나 부피, 속도와 거리에 대한 문제를 해결하는 것은 ‘미적분Ⅱ’에서 처음 하는 것이 아니고 이미 ‘미적분Ⅰ’에서 개념적인 학습이 다 된 상태에서 초월함수라는 소재만 사용할 뿐입니다. 이렇듯 ‘미적분Ⅱ’의 적분법은 초월함수의 적분 공식과 여러 가지 적분에 관한 기교를 가르쳐주고 외우는 학습에 불과합니다.

이처럼 초월함수의 미적분 결과에 대한 공식을 암기하거나 여러 가지 미분법과 적분법 등의 미적분의 기교를 배우는 것은 21세기의 여러 교육 환경에 비추어볼 때 꼭 당장 써먹지 않는 고등학교에서 배워야 하는지, 대학에서도 이런 것을 굳이 시간 들여 가르쳐야 하는지는 이제 반성할 때가 되었습니다.

#### 4. ‘미적분II’ 를 대학과정으로 올리는 이점(利點)

‘미적분II’ 를 대학과정으로 올려서 교육과정의 양을 줄이면, 다양한 수업과 평가가 가능하여 수포자 문제 해결의 환경이 조성될 수 있습니다. 수포자가 발생하는 가장 큰 원인은 학생들의 이해 상태를 고려하지 않고 진도만 빨리 나가는 주입식 교육입니다. 일방적으로 주입하는 것을 중지하고 학생들의 참여와 이해, 토론을 통한 학습을 하려면 보다 많은 수업 시간이 필요합니다. 그러므로 지금의 학습 내용으로는 도저히 불가능하기 때문에 학습 내용을 경감해야 한다는 것입니다.

우리나라 수학 교육과정은 다른 나라에 비해 20~30% 정도 많이 배우거나 빨리 배우고 있다고 앞에서 말했습니다. 그러나 진도를 빨리 나가는 주입식 수업이 주를 이루고 있습니다. 수학적 사고력 향상과 자기 주도적인 발견 학습이 가능한 교육과정이 더 시급합니다. 내용 줄이고 늘리는 것이 대수가 아니라 교수학습 방법과 평가 방법에 대한 개선이 더 중요합니다만 지금까지 연구한 시안 발표를 보면 이 부분에 대한 방안이 아직 미흡합니다.

사교육걱정없는세상은 이와 같은 맥락에서 ‘미적분II’ 의 내용을 고등학교 교육과정에서 삭제하고 이미 배우고 있는 대학과정에서만 다루도록 촉구합니다. 그렇게 되면 고등학교 수학에서 배워야 할 지식이 어느 정도 줄어들고, 이는 중학교에서 일부 어려운 내용을 고등학교로, 다시 초등학교에서 어려운 내용을 중학교로 올릴 수 있는 여지를 마련해 줄 것입니다.

수학이 논리적·합리적 사고를 가르치는 가장 효과적인 과목임을 부인하지 못할 것입니다. 수학교육의 중요성은 바로 이 부분에서 강조될 수 있습니다. 그러나 우리나라 학생들과 대다수 시민들은 이것을 인정하기 못하고 있습니다. 그런 면에서 우리나라 수학교육은 실패했다고 말할 수 있습니다. 연구진이 강조하는 조작·체험·탐구활동 중심으로 교실 수업의 변화를 도모하고, 수행 평가 등 과정 중심의 평가로 혁신하는 것은 더 이상 미룰 수 없습니다. 이번 교육과정에서는 한국 수학교육의 고질적인 문제점인 수업과 평가에서의 혁신을 이루어야 합니다. 그리고 그 전제 조건이 내용의 실질적 감축입니다.

이번 교육과정 개정의 방향이 선언적인 수준에 그치지 않고 구체적으로 구현된 교육과정이 나와야 현장의 혼란을 막을 수 있습니다. 과거에 교육과정 개정은 총론적인 의미에서 개정 이유와 방향은 그럴 듯했지만 각론에서 각 교과가 이를 따르지 못했습니다. 이번에도 그럴 우려가 많아 학교 현장이나 시민들, 그리고 학생들에게 혼란을 야기할 것이 예상됩니다. 형식적으로 교수학습 방법과 평가 방법을 바꾸는 시늉만으로는 내용 감축이 곧 학습 부담의 실질적인 감축으로 이어지는 것은 불가능할 것입니다.

교수학습 방법과 평가 영역은 우리나라 수학교육의 최대 변화가 필요한 부분입니다. 수포자(수학포기자)가 발생하는 원인은 수학 내용이 어렵다거나 많은 것에서 기인하는 것이라고 알려져 있지만 그렇다고 수학 내용을 쉽게 한다거나 줄이는 것만으로 해결되는 것은 아닙니다. 수업과 평가에서 혁신이 일어나지 않으면 내용을 줄이고 쉽게 하는 것만으로 학습 부담이 경감되지 않을 것입니다. 연구진도 이 점을 주장하고 있습니다.

이번 연구에서 장점으로 부각될 수 있는 <교수학습 유의사항>에 보면 <총론 원칙 3>과 <총론 원칙 4>를 적용하여 문제해결, 추론, 의사소통, 창의·융합, 정보처리, 태도 및 실천 등 6가지 핵심역량을 교육과정 내용 영역에 반영하려는 의지를 읽을 수 있습니다. 그런데 이런 핵심역량을 반영하는 교수학습이 일어나려면 <총론 원칙 5>에서 말한 대로 우선 교과서가 여기에 맞게 개발되어야 하고, 학교 현장에서는 수업으로 이것을 실현해야 합니다. 예를 들어 추론하고 토론하는 학습을 운영하기 위해서는 지금의 내용으로는 감당할 수 있는 시간이 나오지 않을 것입니다. 우리 단체가 학습 부담 경감의 방법으로 실질적인 내용 감축을 주장하고 있는 것은 이번 연구의 핵심이라고 할 수 있는 수업과 평가에서의 혁신을 가능하게 해주는 교육과정을 만들어야 하기 때문입니다.

실제로 2009 개정 교육과정은 2007 개정 교육과정보다 20% 실질 내용이 감축된 상황이었지만 수업과 평가에 대한 혁신이 동반되지 않아 여러 가지 모순이 현장에 나타났습니다. 줄어든 내용으로 과거와 같은 주입식 수업으로 진도를 뺀 경우 시간이 남았습니다. 반면, 학생의 참여를 이끌어내고 토론과 추론하는 수업을 시도한 경우 여전히 시간이 부족했습니다. 평가 방식의 차이도 교육과정의 영향을 많이 받았습니다. 과거와 같은 결과 중심의 지필고사만으로 평가한 경우와 수행평가 등의 과정평가를 통해서 평가의 변화를 꾀한 경우 학생들의 학습 부담 차이가 많았습니다.

그래서 수업과 평가의 혁신은 내용 감축과 더불어 진행되어야 하며, 내용 감축이 없이는 현장을 설득하기 어렵습니다. 가르칠 내용이 많아 진도 나가기에 바쁘다는 핑계를 댈 수 없도록 확실히 내용을 줄여주고, <총론 원칙 5>에 말하는 흥미롭고 재미있는 교과서가 수업과 평가에서 혁신을 이룰 수 있도록 질 높게 바뀌어 제공되면 현장은 서서히 바뀔 수 있을 것입니다.

## 5. ‘미적분Ⅱ’ 대학과정 이동에 대한 시중 논란

‘미적분Ⅱ’를 고교 과정에서 대학 과정으로 올리라는 우리의 요구에 수학계를 비롯한 이공계, 그리고 일부 시민들이 반론을 제기하고 있습니다. 다음 <표 10>은 그 반론을 나눠서 우리 단체의 입장을 정리한 것입니다.

<표 10> ‘미적분II’ 에 대한 이공계 등의 반론과 우리 단체의 입장

이공계의 반론	우리 단체의 입장
<p>대학 이공계 계열에서 ‘미적분II’ 를 배웠다는 가정 하에 대학교육과정을 구성하고 있음. 고등학교에서 삭제할 경우, 대학 연계 교육 부실과 국가 경쟁력 약화 우려.</p>	<p>고교에서 배웠다는 가정 자체가 문제가 있음. 대학과정을 고교에서 미리 가르치는 잘못된 행태를 바로잡자는 것이 ‘미적분 II’ 대학 이동의 취지임. 국가 경쟁력은 대학 과정 수학을 미리 배움으로 생기는 것이 아님.</p>
<p>대학 신입생들에게 미적분 배치고사(placement test)를 실시해 수준에 부합하는 미적분 과목을 수강하도록 하므로, 고교와 대학 간의 학습 중복 심각하지 않음.</p>	<p>대학에서 미적분 배치고사 실시는 고교에서 미적분을 가르치고 있기 때문에 실시하는 것임으로, 고교 교육과정이 바뀌면 자연히 대학의 교육과정도 바뀔 것임. 더욱이 대다수 대학은 중복해서 가르치는 것이 명백한 현실임.</p>
<p>대학 미적분은 고교 미적분 II에서 다루지 않은 초월함수, 이상적분, 테일러급수 등 추가 학습 내용도 있는데 이를 주당 3시간에 소화할 해야 하기 때문에 벅차서, 고교 때 미적분 II만큼은 배우고 와야 함.</p>	<p>원래 대학과정에서 미적분은 주당 3시간으로 두 학기 동안 가르치는 것이 원칙임. 이를 한 학기에 소화하는 것은 비정상적인 대학 교육과정 운영이니, 대학이 이를 바로잡아야 할 일임.</p>
<p>외국의 경우, 일본, 중국, 북한, 홍콩 및 프랑스, 핀란드 등에서 대부분의 학생들이 ‘미적분 II’ 를 배우고 있으며, 영국과 미국도 고교에서 (대학과정에 해당되는) ‘미적분II’ 을 선이수 제도(AP)로 이수하고 그 비율도 낮지 않음.</p>	<p>▲미국에서 미적분II는 고교과정인 Standards에서 다루지 않고 있으며, 대학과정을 선이수하는 개념으로 AP로 배우고 있으니 우리나라와 성격이 다름.                  ▲영국(싱가포르 포함)은 Key Stage4(우리의 경우 고2)까지에서 미적분을 다루지 않고 대학 예비교인 Six Form College(고3~대1)에서 미적분을 배운 후 A레벨 시험을 보는 것이므로 역시 우리나라와 성격이 다름.                  ▲아시아 국가들의 후진적인 미적분II 개설은 우리가 본받을 것은 아님.                  ▲유럽 일부 나라의 경우 “대부분의 학생들”이 미적분을 선택하는 것은 아니며, “일부 학생들”이 선택적으로 학습하는 것인데, 이는 우리의 대안과 유사.</p>

이공계의 반론	우리 단체의 입장
<p>미적분 II를 삭제해도 ‘심화수학 I, II’ 등 전문교과를 통해 미적분II를 학습할 수도 있다는 주장과 관련, 심화수학 I, II는 과학고 대상의 과목이며, 현실적으로 일반고는 개설될 가능성이 희박, 학습기회의 불균형 초래 우려.</p>	<p>일반계고도 필요하다고 판단할 경우, 교육과정 운영상 얼마든지 심화수학 등을 개설해서 공부할 수 있음. 다만 개설될 가능성이 적은 것은, 학생들과 학교 측이 그 과목 수강에 대한 필요를 느끼지 않기 때문임. 교육적 필요가 있으면 얼마든지 개설할 것임.</p>
<p>물리 전공에서 역학 등은 미분방정식까지 배워야 하는데, 고교에서 심화 미적분을 배우지 않으면 물리학과에서는 수학과에 2년 동안이나 수학 배우러 보내게 되니 물리학과는 대학을 6년제로 변환해야 할 판.</p>	<p>교육은 학생들을 중심으로 생각해야 하는데, 아무리 대학교육이라고 하더라도 전공 공부의 양을 미리 정해놓고 거기에 맞게 고등학교 학습량을 조절하려고 하는 것은 교육적이지 않음. 그리고 ‘미적분II’ 하나만 대학으로 올라가면 물리 전공 중 한 과목만 대학원으로 올리면 4년제로 둘 수 있음.</p>
<p>대학교 1학년 학생들이 너무 공부하지 않으니 ‘미적분II’를 꼭 고등학교에서 가르쳐야 함. 대학으로 올리면 미적분 학습이 부실해서 이공계 전공을 제대로 공부할 수 없음.</p>	<p>대학교 교육의 부실을 고교로 떠넘기는 격임. 대학생들이 고등학생들보다 더 열심히 공부하는 풍토는 대학이 책임을 져야 함. 대학의 &lt;미적분학&gt;에 들어있는 고등학교 미적분의 심화내용 교육이 이렇게 부실하다면 어떻게 이공계 전공을 학습시키는지 의심스러움.</p>
<p>대학 &lt;미적분학&gt;은 고등학교와 제목이 같다고 해서 같은 것을 가르치는 것이 아니고 그 깊이와 내용은 체감상 고교 과정의 10배 내지는 100배 정도임. 대학 &lt;미적분학&gt;에서는 입실론과 델타를 이용한 방식으로 극한과 미적분을 새롭게 배움.</p>	<p>입실론, 델타로 미적분을 고교랑 다르게 어렵게 배우던 때가 있었지만, 지금은 고등학교 미적분과 내용이 전혀 다르지 않음. 공대나 교양 과정 수학에서 입실론, 델타로 극한을 엄밀하게 정의하는 대학은 전국에 한두 개에 지나지 않음. 대학 1학년 1학기 중간고사 시험지와 고등학교 미적분 시험지는 비슷함. 최상위권 대학 한두 개를 제외한 대부분의 대학은 고교 미적분보다 쉬운 미적분을 다시 가르치고 있음.</p>

## IV. 토론이 필요한 부분

오늘 우리는 모처럼 대학의 전공 학습에 필요한 수학의 미적분의 적정성에 대한 토론을 하고자 모였습니다. 이런 자리가 오래 전에 있었는지는 모르지만 최근에는 처음인 것으로 생각됩니다. 수학기계에서 교육과정을 바꿀 때마다 이런 논란이 계속되었지만 정작 수학기계를 떠난 미적분의 필요 학과의 전문가들과 함께 머리를 맞대고 그 필요 정도와 지도 시기를 논의한 적이 거의 없었습니다.

올해 사교육걱정없는세상은 수학의 고질적인 문제, 수포자 문제, 교육과정의 문제 등 수학 교육의 산적한 문제를 해결하고자 치열한 몸부림을 해왔습니다. 이제 2015 개정 수학과 교육과정 확정을 불과 10~20일 앞둔 시점에 미적분의 적정성에 대한 논란을 하는 것은 늦은 감은 있지만 꼭 시도했어야 할 중요한 과제라고 생각합니다. 이런 자리는 교육부나 수학과 교육과정을 책임지고 있는 한국과학창의재단이 나서서 했어야 할 일이지만 아무도 움직이지 않아 시민단체가 나섰다는 것을 이해해 주시기 바랍니다.

발제자로서 오늘의 토론 주제를 다음과 같이 던집니다. 논찬자들께서는 얼마든지 제가 던지는 토론 주제에 국한하지 않고 새로운 주제를 던질 수도 있습니다.

1. 고등학교에서 배우는 미적분 I, II 중 대학의 상경계에서 전공 학습에 필요한 것은 어느 정도이며, 그것을 고등학교에서 배우지 않고 상경계에 진학했을 때 어떤 문제가 발생하는지요?
2. 고등학교에서 배우는 미적분 I, II 중 대학의 이공계에서 전공 학습에 필요한 것은 어느 정도이며, 미적분 I 을 통해 미적분의 기본 개념을 고등학교에서 배운 상태에서 미적분 II 를 배우지 않고 이공계에 진학했을 때 어떤 문제가 발생하는지요?
3. 농생명계, 가정계, 자연계, 이공계, 의약계의 49개 학과 중 전공 공부에 미적분을 필요로 하지 않는 학과가 42.9%(21개)나 되는데, 이과 고등학생 전체가 고등학교에서 ‘미적분 II’ 까지 필수로 배워야 하는 것은 엄청난 낭비가 아닌가요? 또한 대학 1학년 교양 필수로 <미적분학>을 모든 이과 학생들에게 강제하는 것도 타당성이 떨어지는 것 아닌가요?

## ■ 제 1 논찬

# 고교 미적분 토론회 자료

한상근(한국과학기술원(KAIST) 수리과학과 교수)

0. 이 글은 보통 학생들을 중심에 놓고 이야기하는 것입니다. 먼저 제 개인적인 느낌을 말씀드리겠습니다. 미적분이 빠지면 사교육과 학부모들의 대응방향이 어떻게 바뀔지는 추측하기 어렵습니다.

참고 시사저널 2009. 7. 7 : ‘사교육 전쟁’에 맞선 학원계의 대반격  
교육계, ‘성매매와의 전쟁’과 다했다며 풍선효과 우려

참고 시사IN 2009. 7. 6 : 사교육 잡겠다고? 외고부터 잡아봐!  
이명박 대통령이 사교육비 경감을 주문하면서 학부모들의 선행은 복잡하다.

미적분이 빠지면 아이들의 학업 부담이 줄어들까요? 상위권 대학에 아이를 합격시키려는 학부모들에게는 지금과 별 차이 없겠지요. 다른 학생들에게는 수학에서 부담이 줄어들 것입니다.

참고 시사IN 2008. 2. 18 : 온 국민이 강남 학부모 좇아야 하네  
강남·분당 등 이른바 ‘좁 사는’ 사람은 정부가 뭘 하든 별 신경 안 쓴다는 투다. 반면  
중산층과 서민층은 ‘출혈’

1. “사교육걱정없는세상”이 새로운 교과과정의 문제점을 지적한 이후, 사람들이 미적분 문제에 대한 이야기를 하면서 여러 가지 논점을 뒤섞고 있습니다. 순수하게 수학이라는 학문에서 보면, 대다수 학생들의 지적 수준 발달상황을 볼 때 “제대로 된” 미적분은 대학교에서 배우는 것이 맞습니다. 또한 미적분이 쉬워서 대학 저학년들이 듣는 과목이

아닙니다. 저학년들이 듣게 하는 이유는 (수학이 아닌) 전공과목을 빨리 가르치고 싶어서입니다.

한국의 고등학교 미적분에서 말하는 내용에는, 수학적으로 맞지 않는 반례가 존재합니다.

참고 뉴시스 2011. 1. 20 : '수학의 정석' 성지출판 교과서소송 패소

참고 홍성대 나무위키 : 인문계 수학 교과서 검정 심사에서, 극한을 설명하는 방식이 (수학적으로 맞지만) 너무 어렵다고 해서 수학I, 미적분, 통계기본 교과서가 탈락되었다. 그래서 성지출판 교과서는 고등수학, 수학 II, 적분과 통계, 기하와 벡터 밖에 없다. 대표 집필자는 서울대에서 사용하는 미적분 교재를 쓴 계승혁 교수이다. 성지출판은 탈락에 반발하여 소송을 걸었지만 패소했다.

수학적으로 맞건 틀리건 따지지 않고, 내 아이는 공부를 잘 하니까 하여튼 미적분을 배워서 상위권 대학에 합격해야 한다는 분들에게 말씀드립니다. 이미 한국의 일부 고등학교에 있는 AP 과목을 개설해달라고 해서 아이에게 그것을 듣게 하십시오. 대학교에 가면 학점으로 인정받기도 해서 일찍 졸업할 수도 있습니다. AP 과목이 없는 고등학교이면, 외국처럼 가까운 대학교에 가서 직접 미적분을 듣고 인정받게 해달라고 교육부에 요청하세요. 월반 좋아하고 영재 좋아하는 한국에서 매우 인기 있는 방안이 될 것이고 아마 즉시 시행될 것입니다. 그리고 미적분이 필요 없을 수많은 다른 보통 학생들도 생각해 주십시오.

고등학교와 대학교라는 큰 틀이 있으면 소수의 학생들이 능력에 따라 남들보다 일찍 올라가거나 해야지, 그들을 위해서 매번 틀을 바꿀 수는 없습니다. 미국에서는 Wag the dog.(꼬리가 개를 흔든다)라고 표현합니다.

2. 대학 1학년 1학기에 듣는 미적분은 고등학교 미적분의 중복입니다.

카이스트의 경우 두 학기에 걸쳐 미적분 1, 미적분 2 과목을 개설하고 있습니다. 미적분 1 과목에서 다루는 내용은 고등학교에서 배우는 내용과 70~80% 동일합니다. 그때 대부분 학생들은 미적분을 우습게 생각하는 분위기가 생겨납니다. 미적분 2 과목은 대학



1학년에게 전혀 쉽지 않은 과목입니다. 외국에서는 보통 대학 2학년들이 듣습니다. 카이스트에서는 그래서 미적분 2 과목을 삭제하고, 졸업 직전에 다시 듣는 학생들이 많았습니다.

포항공대에서는, 카이스트의 미적분 1 과목에 해당하는, 미적분학 입문 과목에 선형대수학의 일부를 집어넣었습니다. 그대로 두면 고등학교 미적분 동일한 부분이 많아서, 선형대수학의 일부를 넣은 것입니다.

강의 수준을 조금 낮추거나, 공부를 도와주는 가정교사(Tutor) 학생을 제공하거나, 강의 범위를 조금 줄이거나 미적분 2 과목을 필수과목에서 제외하거나, 학급당 학생 수를 줄이거나 등의 카이스트에서 있었던 이야기는 생략하겠습니다.

3. 인문계 학과에서는 미적분보다, 미국의 여러 주립대학들처럼 간략하게 현대수학의 여러 가지 추세를 설명해주는 (컴퓨터 관련, 통계 관련) 과목이 훨씬 좋습니다.

참고 Excursions in Modern Mathematics (8판) by Peter Tannenbaum

서울대의 경우 이공계에서도 생명 관련 학과에는 “생명과학을 위한 수학” 등의 이름으로 별도의 (조금 더 쉬운) 과목이 있습니다.

4. 잡다한 사족입니다.

◎ 대체 고등학교 수학과목이 왜 이렇게 분화되었습니까. 겨우 고등학교 수준에서 그렇게 많이 분화된 것은 교과과정을 만들 때마다 세부전공에서 이기심을 극도로 발휘한 것입니다.

◎ 교과과정을 5년마다 바꾸는데, 수학은 그렇게 빨리 발달하는 분야가 아닙니다. 아무리 자주 바뀌어도 주기가 10년이 넘어야 합니다.

◎ 혼란의 원인에는, 다른 시험을 봤어도 교차지원을 허용하는 교육부와 대학도 있습니다.

한 가지 시험으로 선발하도록 해야 합니다.

◎ 수능시험 이후에는 수업이 없는 것일까요? 만일 있다면, 그 부분은 수능에 출제하지 않도록 해야 하지 않을까요?

◎ 수학기계에서 수학교육에 대해 의견을 이야기하지 이야기하지 않고 사범대 수학교육학과에 전적으로 맡긴 점이 문제의 또 다른 원인입니다. 이 자리를 빌어 사과드립니다.

◎ 미적분이 “당연히” 배워야 하는 이공계 수학 과목은 아니었습니다. 미적분 예전에는 기하학이 그 위치에 있었습니다. 지금은 조금씩 컴퓨터 관련 이산수학이나 정수론을 가르치자는 이야기가 나오고 있습니다. 1994년 세계 수학자대회에서 미적분 대신 정수론을 가르치자는 이야기가 있었습니다.

참고 : Number Theory as a Core Mathematical Discipline by John Stillwell

## ■ 제 2 논찬

# 고교 미적분 토론

김진영(건국대학교 경제학과 교수)

1. 먼저 발제문에서 제기하신 토론 과제에 대한 답변부터 드립니다. 대학에서 경제학(상경제에서 수학을 가장 많이 쓰는 학문 중 하나)을 배우기 위해 쓰이는 수학 분야들에 대해서는 주요 수리경제학 교과서의 목차로 알려드리는 것이 가장 좋을 듯 합니다.

**Alpha C. Chiang and Kevin Wainwright, Fundamental Methods of Mathematical Economics, 4/e, Table of Contents** (수십년간 수리경제학 베스트셀러)

### PART ONE INTRODUCTION 1

- 1 The Nature of Mathematical Economics 2
- 2 Economic Models 5

### PART TWO STATIC (OR EQUILIBRIUM) ANALYSIS 29

- 3 Equilibrium Analysis in Economics 30
- 4 Linear Models and Matrix Algebra 48
- 5 Linear Models and Matrix Algebra(Continued) 82

### PART THREE COMPARATIVE-STATIC ANALYSIS 123

- 6 Comparative Statics and the Concept of Derivative 124
- 7 Rules of Differentiation and Their Use in Comparative Statics 148
- 8 Comparative-Static Analysis of General-Function Models 178

### PART FOUR OPTIMIZATION PROBLEMS 219

- 9 Optimization: A Special Variety of Equilibrium Analysis 220

10 Exponential and Logarithmic Functions 255

11 The Case of More Than One Choice Variable 291

12 Optimization with Equality Constraints 347

13 Further Topics in Optimization 402

PART FIVE DYNAMIC ANALYSIS 437

14 Economic Dynamics and Integral Calculus 438

15 Continuous Time: First-Order Differential Equations 469

16 Higher-Order Differential Equations 497

17 Discrete Time: First-Order Difference Equations 538

18 Higher-Order Difference Equations 562

19 Simultaneous Differential Equations and Difference Equations 586

20 Optimal Control Theory 626

**Michael Klein, Mathematical Method for Economics** (유사하지만 조금 다른 구성)

I. INTRODUCTION.

1. The Mathematical Framework of Economic Analysis.
2. An Introduction to Functions.
3. Exponential and Logarithmic Functions.

II. MATRIX ALGEBRA.

4. Systems of Equations and Matrix Algebra.
5. Further Topics in Matrix Algebra.

III. DIFFERENTIAL CALCULUS.

6. An Introduction to Differential Calculus.
7. Univariate Calculus.
8. Multivariate Calculus.

IV. OPTIMIZATION.

9. Extreme Values of Univariate Functions.

10. Extreme Values of Multivariate Functions.

11. Constrained Optimization.

#### V INTEGRATION AND DYNAMIC ANALYSIS.

12. Integral Calculus.

13. Difference Equations.

14. Differential Equations.

15. Dynamic Optimization.

미적분학과 선형대수가 기초가 되고 주로 최적화 문제가 가장 많이 활용되며 좀 더 나가면 미분방정식과 차분방정식 등 동태 최적화 문제까지 다룹니다. 위의 책들은 한학기로는 좀 힘들고 1년 과정이 적절합니다.

물론 이런 내용들은 대학원 이상 공부할 학생들에게 적합한 것이고 모든 경제학 전공 학생들이 위와 같은 수준의 수학을 다 공부할 필요는 없다고 생각합니다.

만약 미적분을 안 배웠을 때 생기는 문제는... 처음부터 가르쳐 주는 게 불편하겠지요. 물론 대학에서 가르쳐도 크게 문제될 것은 없을 거 같습니다. 미적분을 잘 배우고 온 학생들을 가르치는 것과 새로 가르치는 것은 각각 일장일단이 있겠습니다. 문제는 배우는 걸 즐거워하는 학생이라면 어느 쪽이든 큰 문제는 없으리라 생각합니다.

그리고 상경계의 대부분 학생들에게 사실 미적분보다 오히려 확률과 통계가 더 필요하다고 생각합니다. 이는 상경계 뿐만이 아니겠지요.

지수함수와 자연대수에 대한 이해도 미적분 못지않게 많이 필요합니다. 공부를 계속할 학생이 아니라면 복리 같은 개념과 통하는 지수함수가 더 실용적으로 알아야 할 지식이었지요.

개인적인 생각은 적분까지는 아니더라도 미분과 통계 지수함수의 기본 개념 정도를 알면 좋겠다고 생각합니다. 너무 깊이 알 필요까지는 없지만 수학에 대한 이해가 깊으면 분명히 학생에게 유리하고 교수에게도 편안할 것입니다.

물론 위에서 나열한 것들은 대학서 가르쳐도 됩니다. 그런 한편으로는 “위와 같은 내용들

을 배우지 않으면 고등학교 수학에서 하지 않으면 뭘 하는 거지?” 하는 생각도 듭니다.

사족같은 이야기지만 발제문에서 지적하신 교수정원 문제는 그리 중요하지 않은 것 같습니다.

2. 다음으로 저도 질문을 하나 드리고 싶습니다. 20% 경감은 반드시 지켜야 하는 법칙과 같은 것인가요? 배우는 양보다 더 중요한 것은 발제문에서 말씀하신대로 수업방식과 평가 방식이 아닌가 생각합니다. 수학이 암기과목이 되어서는 안된다는 것은 모두 공감하실 줄로 압니다. 그렇다면 어떤 방식의 평가가 암기를 막을 것인지에 대해 어떤 고민들을 하고 계신지 궁금합니다. 수학 과목이야 말로 배움의 즐거움이 큰 과목이라고 생각하고 학생들의 호기심을 이끄는 데 아주 적합한 과목인 거 같은데, 시험과 관련되기만 하면 그만 암기 과목이 되는 것 같습니다. 어떤 평가, 어떤 방식의 시험이 암기를 막을지, 너무 쉬워도 안 되고 너무 어려워도 안 되고, 아무튼 쉽지 않을 거 같습니다.

일괄적인 20% 경감은 생각하지 않으실 거라고 믿습니다만 20% 경감이라는 목표에 집착하다 보면 수학교육의 다양성을 훼손할 우려가 있지 않을까 하는 생각입니다. 미적분, 선형대수, 확률통계 등 다양한 선택을 할 수 있게 해 주고 수학을 더 배우고 싶은 학생은 수학과목 다 들을 수 있게 해 주어야 하지 않나 싶습니다.

물론 과목들 간 내용의 중복을 피하는 데에는 찬성입니다. 발제문을 보면 수학 II가 미적분이 주 내용인 것은 맞는 것으로 보입니다. 다만 수학 전문가가 아니라서 조심스럽기는 합니다만 수학과목에서 미적분이 강조되는 것은 다른 많은 분야에 기초가 되기 때문이어서 중요성이 크기 때문은 아닌가 하는 생각도 듭니다. 지겹지는 말아야 하는 건 맞지만 피해 가지도 말아야 할 분야라는 생각도 듭니다.

3. 대학 강단에서 느끼는 안타까움 몇 가지를 말씀드리면서 우리나라 교육과 우리 학생들의 미래에 대해 함께 고민해 보고자 합니다. 결국은 수학 고교 교육과도 관련이 있다고 생각합니다. 우선 우리 학생들이 심신이 너무 지쳐서 대학에 오고 있습니다. 그리고 최근 학생들의 자기주도 학습 능력은 제가 교수생활을 처음 시작한 15년 전보다 오히려 떨어져 있는 거 같습니다. 본인이 정답 없는 문제에 대해 고민하기보다는 문제를 제기하자마자 답을 불러주기를 원하는 모습입니다. 더불어 살기 능력이 점점 떨어지는 느낌도 있습니다. 팀 과제

를 내주면 혼자하면 안 되냐고 질문하는 학생들이 적지 않습니다. 자질들이 우수한 학생들이지만 배움의 기쁨을 느끼지 못하고 어서 배움을 끝내고 싶어 하는 모습입니다. 결국 배움의 즐거움을 심어주는 교육이 초점이 되어야 할 것 같습니다. 배움의 기쁨을 아는 학생은 미적분을 배웠던 안 배웠던 대학에서 공부하는 걸 즐길 줄로 믿습니다.

## ■ 제 3 논찬

# 대학 이공계에서 필요한 미적분

권정태(호서대학교 기계공학부 교수)

I. 서론

II. 대학 이공계에서 필요한 미적분

기계공학 분야에서 필요한 미적분을 중심으로

III. 결론



## I. 들어가며

고교 수학교과 중 미적분에 대한 논란이 있음을 알고 있습니다. 대학의 공대에서, 특히 미적분을 가장 많이 필요로 하는 기계공학과와 교수로서 제가 속한 공과대학의 기계공학과를 중심으로 미적분교육의 범위와 수준 등을 간략하게 말씀드리고자 합니다.

이 글에서는 먼저 대학의 이공계 입장에서 미적분의 필요를 기계공학과와 사례를 통하여 살펴보고자 합니다. 이후에 2015 교육과정의 취지와 거기에 따른 고교 미적분의 적정성에 대한 개인적인 의견을 제시해 보고자 합니다.

## II. 대학 이공계에서 필요한 미적분

### -기계공학 분야에서 필요한 미적분을 중심으로

대학이공계에서는 전통적인 공대 분야인 전기전자, 화공, 기계 등에서 미적분을 많이 필요로 합니다. 하지만, 자연대학의 상당수 학과나 공대의 일부학과에서는 미적분보다는 이산수학, 확률 및 통계 등 다른 수학의 분야를 더 필요로 하기도 합니다.

우리대학의 공대 학생들은 1학년 1학기 및 2학기 때 수학 및 연습 I, II과목을, 2학년 1학기 및 2학기 때 공업수학 I, II과목을 듣게 됩니다. 물론 학과에 따라서는 공업수학을 한 학기만 다루기도 합니다.

아래내용은 호서대학교 기계공학부 기계공학전공(기계공학과)의 교육과정표 및 교육과정 이수체계를 로드맵으로 구성한 내용입니다.

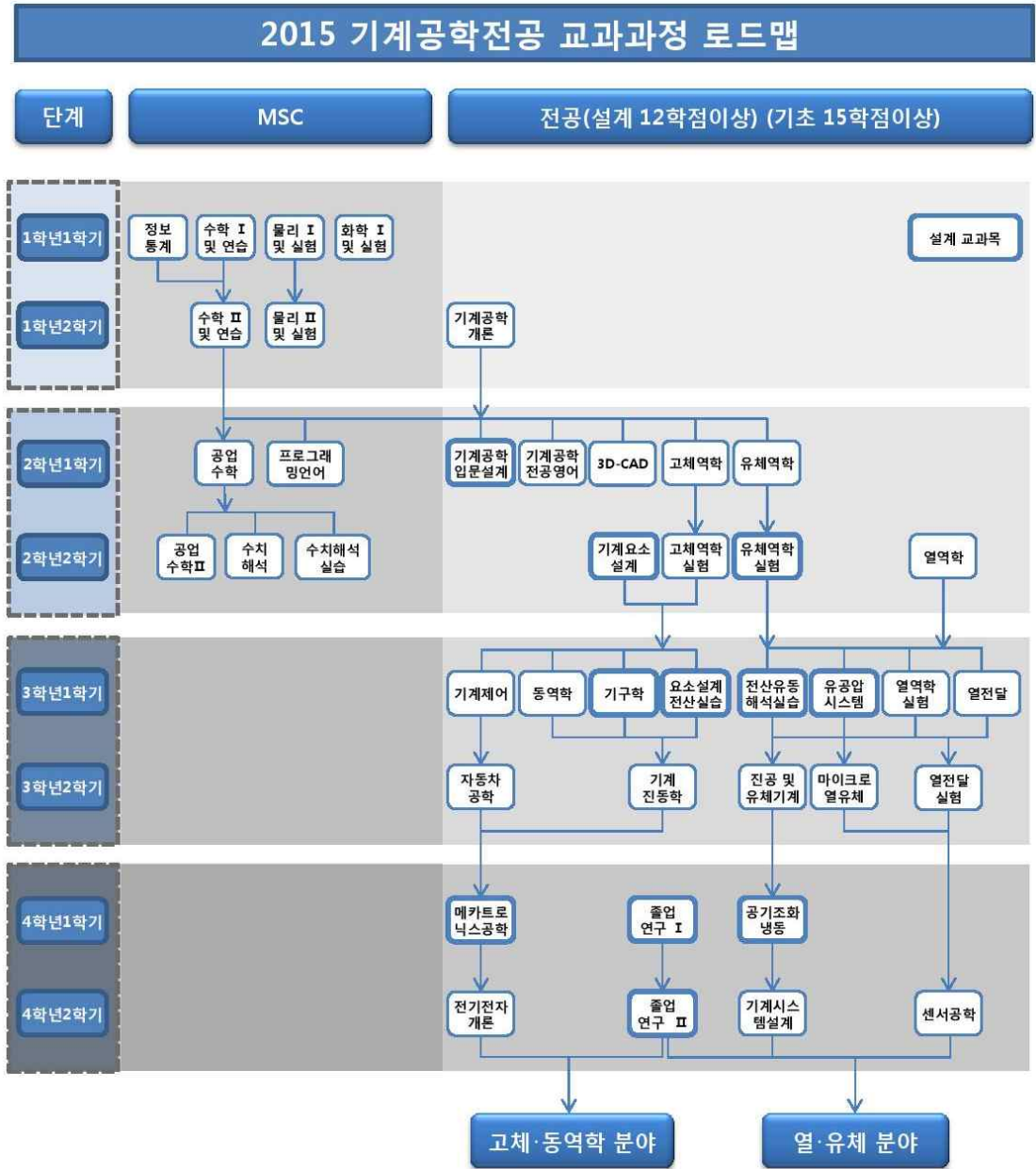
전 공 명	기계공학전공 / Mechanical Engineering
교 육 목 표	기계 산업 분야의 근간을 이루는 중요한 공학적 원리에 대한 올바른 이해는 물론 이를 실제 대상에 적용하여 공학적인 결론을 도출할 수 있는 종합적인 응용능력을 배양하게 한다. 특히 열·유체 시스템을 비롯한 여러 기계시스템을 대상으로 역학 및 운동학 해석과 설계를 다루는 기회를 갖도록 하며 현장중심교육에 의한 실무능력을 함양한 기계공학도의 양성을 목표로 하고 있다.

대학과정과 중복되는 고교 미적분 II 과목은 과연 필요한가?

구분	1학년						2학년				3학년				4학년				합계		
	기준	공인인증	과목명		학기		과목명		학기		과목명		학기		과목명		학기				
					1	2			1	2			1	2			1	2			
포용과정	기초	전면	텍1	기독교의 발전	(2/2)	2/2	대학영어회화 2	(1/2)	1/2	전공과진로탐색 1.2	0.5	0.5	전공과진로체험 1.2	0.5	0.5	17+P					
				기독교와 벤처정신	(2/2)	2/2		대학영어강독 2	(2/2)		2/2	대학영어회화 1		(1/2)	1/2		대학영어강독 1	(2/2)	2/2		
	필수	MSC	사회봉사	1		채자기주도학습 1.2	P	P	수학 I, II 및 연습	3/4	3/4	공업수학 1	3/3				30				
			대학영어회화 1	1/2	(1/2)	프로그래밍언어	3/3		일반물리 I, II 및 실험	3/4	3/4	공업수학 2	3/3								
	균형교양	전면	4개 영역에서 8학점 이상 이수. 단 지정된 공학인증균형교양내, 2교과목(4학점)필수이수	벤처와 기업가정신	(2/2)	2/2	수치해석	2/2	2/2	일반화학 I 및 실험	3/4	3/4	수치해석실습	2/2	2/2		4개 영역에서 8학점 이상 이수. 단 지정된 공학인증균형교양내, 2교과목(4학점)필수이수	2/2	2/2	정보통계	2/2
클쓰기 와커뮤니케이션				(2/2)	2/2	수치해석실습	2/2	2/2	정보통계	2/2	2/2	소계	32	21	1	1	55+P				
전공과정	공학부	공학부	기계공학개론	3/3	3/3	유체역학	3/3	3/3	동역학	3/3	3/3	공기조화냉동	3/3	3/3	59/60						
				기계공학전공영어	2/2	2/2	열전달	3/3	3/3	(캡스톤디자인)			★출업연구 1	1/2		1/2					
				★기계공학입문설계 (캡스톤디자인)	2/2	2/2	★전산유동해석실습(캡스톤디자인)	2/2	2/2	★메카트로닉스공학 (캡스톤디자인)	3/3	3/3	현장실습 3	2		2					
				고체역학	3/3	3/3	★요소설계전산실습(캡스톤디자인)	2/2	2/2	★유공압시스템 (캡스톤디자인)	3/3	3/3	기계시스템설계 (캡스톤디자인)	3/3		3/3					
				열역학	3/3	3/3	★기구학	3/3	3/3	★기출업연구 2 (캡스톤디자인)	1/2	1/2	전기전자개론	3/3		3/3					
				3D-CAD	2/3	2/3	기계제어	3/3	3/3	현장실습 1	2	2	센서공학	3/3		3/3					
				★유체역학실험 (캡스톤디자인)	2/2	2/2	열역학실험	2/2	2/2	현장실습 2	2	2									
				고체역학실험	2/2	2/2	현장실습 1	2	2	자동차공학	3/3	3/3									
				★기계요소설계 (캡스톤디자인)	3/3	3/3	현장실습 2	2	2	기계진동학	3/3	3/3									
							진공및유체기계	3/3	3/3	마이프로열유체	3/3	3/3									
							열전달실습	2/2	2/2	열전달실습 2	2	2									
							현장실습 2	2	2												
				일반선택	- 전공 59학점 취득 이후 인정, 타전공과목, 평생교육사과정, 교직과정, 균형교양 6학점 추가																16
합계					130 + P																
복수전공 : 38 / 부전공 : 21																					

※ 사이버강좌(♠), 전공필수(◆), 설계(★), 교직 기본 이수과목(□)

◆ 이수체계도(교육 Road Map)



아래 표는 호서대학교의 기계공학과의 수학 및 연습 I, II, 공업수학 I, II의 주된 학습내용을



		<p>시</p> <p>3. 선형대수: 행렬의 고유값 문제</p> <p>4. 벡터미분, 기울기, 발산, 회전</p> <p>5. 벡터적분, 적분정리</p> <p>6. 편미분방정식</p>	
--	--	---	--

위의 표에 나타난 바와 같이 대학교 1학년 때 수강하게 되는 수학 및 연습 I, II의 내용에는 고교 수학의 미적분 I, II의 내용을 포함하고 있습니다. 대학현장에서 가르치는 교수의 입장에서 학생들은 고교에서 위의 내용을 충실히 배우고 온다면 대학수학을 강의함에 있어서 한결 여유가 있는 것을 사실일 것입니다. 그러나 위의 내용을 배우고 오지 않는다고 할지라도 대학에서의 수학과목을 통하여 미적분내용은 충분히 학습할 수 있다고 판단됩니다.

### Ⅲ. 결론

발제자의 다음과 같은 질문 “고등학교에서 배우는 미적분 I, II 중 대학의 이공계에서 전공 학습에 필요한 것은 어느 정도이며, 미적분 I 을 통해 미적분의 기본 개념을 고등학교에서 배운 상태에서 미적분 II를 배우지 않고 이공계에 진학했을 때 어떤 문제가 발생하는지요?” 에 대하여 공과대학의 기계공학부 교수로서 개인적인 의견을 제시하고자 합니다.

1. 미적분은 이공계에서 다수의 학과에서 중요하게 다루는 수학과목입니다. 특히, 전기전자, 화공, 기계 등 전통적인 공학, 즉, 물리학 및 화학을 기초로 한 응용학문들은 그 학문의 특성상 여러 가지 현상을 지배하는 물리법칙 자체가 미적분으로 표현되기 때문입니다.

2. 대학에서는 주로 1학년 1학기과 2학기 때 수학 및 연습 I, II라는 과목을 통하여 고등학교 때 배웠던 미적분 수준을 포함한 포괄적인 내용을 가르칩니다. 2학년 때에는 1학기과 2학기 (학과에 따라서는 한 학기만) 에 걸쳐서 미분방정식의 개념 및 풀이법, 선형대수 등을 가르칩니다. 이를 통해 해당 학과의 전공과목을 학습할 수 있는 기초능력을 배양하게 되는 것입니다.

3. 고교에서 미적분에 대한 공부를 충실히 하고 대학으로 온다면, 대학에서 가르치는 입장에서는 교과목운영에 여유 있고 편리한 측면이 많습니다.

4. 그러나 현재의 일반적인 4년제 대학에서의 이공계 수학과목의 배치를 고려하면 (호서대학교 기계공학과를 사례로 하여) 고교에서의 미적분은 많이 가르치기보다는 기본개념에 충실하게 흥미를 갖도록 하는 것이 더욱 중요하다고 사료됩니다.

## ■ 제 4 논찬

# ‘고교 미적분, 얼마나 배워야 하는가’에 대한 의견

한준희(유신고등학교 수학교사)

### 1. 들어가며

이번 교육과정 개정과 관련하여 예년과 다른 점을 발견할 수 있어서 “우리의 교육이 그래도 희망이 있다”라는 생각을 하게 됩니다. 이는 몇 차례의 공청회의 분위기를 보면서 예년에 비해 많은 분들이 관심을 갖고 교육과정을 연구하고 있으며 공청회에서 있었던 이견들이 조금은 투박하고 거칠어도 우리 교육현장을 바로 보기위한 노력임을 알 수 있었습니다.

지금 논의하는 미적분과 관련된 토론도 역시 수학계의 전문가들이 보기에는 황당하고 이 공계의 경쟁력 약화를 초래하게 되리라 우려할 수도 있는 문제일 것입니다. 그러나 현장의 교사입장에서 보면 학생들이 가장 힘들어하는 단원들의 대부분이 미적분과 관련된 내용이기엔 관심이 더욱 갑니다. 또한 고등학교 교사로서 “수학교육에서 가장 큰 문제는 학생들의 자기 주도 학습을 전혀 이끌지 못하는 일방 주입식 교수학습 방법과 성취기준을 심각하게 어기는 평가 방법에 있다”라는 발제자의 진단에 대해 자기반성을 하게 됩니다.

### 2. 고등학생들은 과연 미적분Ⅱ를 얼마나 어려워하는가?

최근 들어 자연계 수험생 수가 늘어나는 추세에 있는데도 불구하고 2015학년도 수학 B형 지원자는 162,993명(27.0%)으로 2014학년도 168,908명(27.4%)보다 감소했습니다. 2015학년도

도 수능 실제 응시자를 보면 과학탐구 응시자는 230,377명인데 이 가운데 수학 B형을 선택한 응시자는 154,297명이므로 자연계 과학탐구 응시자 중 76,080(33%)명은 수학 B형이 아니라 수학 A형을 선택한 것입니다.

저희 학교에서도 현재 3학년 학생들의 수능 지원 현황을 보면 이과(320명 정도)에서 수학 B형을 지원한 학생이 대략 230명 정도이며 수학 A형을 지원한 학생은 90명(28%)정도입니다. 이렇게 수학 A형을 지원하는 학생들은 모의평가 등에서 B형을 지원했을 때보다 A형을 지원했을 때 시험결과(등급이나 표준점수)가 훨씬 잘 나오기 때문에 지원할 수 있는 대학이 줄어들어도 불구하고 수학 A형을 지원하는 것입니다.

이러한 현상은 미적분II에 해당하는 내용들의 어려움과 관련이 깊으며 특히, 저희 학교의 예이지만 고3 이과 학생들의 수학 학습 시간 중에서 가장 많은 시간을 할애하는 부분이 역시 미적분II에 해당하는 현재 교육과정에서는 ‘수II’와 ‘적분과 통계’라는 사실에서 잘 나타납니다.

### 3. “ ‘미적분II’ 를 대학과정으로 올리는 이점(利點)” 과 관련하여

발제문의 “ ‘미적분II’ 를 대학과정으로 올려서 교육과정의 양을 줄이면, 다양한 수업과 평가가 가능하여 수포자 문제 해결의 환경이 조성될 수 있습니다. 수포자가 발생하는 가장 큰 원인은 학생들의 이해 상태를 고려하지 않고 진도만 빨리 나가는 주입식 교육입니다. 일방적으로 주입하는 것을 중지하고 학생들의 참여와 이해, 토론을 통한 학습을 하려면 보다 많은 수업 시간이 필요합니다. 그러므로 지금의 학습 내용으로는 도저히 불가능하기 때문에 학습 내용을 경감해야 한다는 것입니다.” 과 관련하여 수포자 문제에 대한 의문점이 생겼습니다.

우선 저희 학교를 예로 들면 스스로 수포자라 생각하는 학생들은 대부분 문과 학생들이며 이 학생들이 ‘수포자’가 된 이유는 중학교나 이전 학년에 수학 공부를 소홀히 하다가 다음 학년이나 학기에 수학을 다시 공부하려고 할 때 이를 극복하는 것이 쉽지 않았다는 것입니다. ‘수포자’ 문제를 해결하려면 진도만 천천히 나가는 것이 아니라 수업결손이 있는 부분을 교육과정에서 자연스럽게 해결할 수 있도록 진정한 나선형 교육과정이 되어야 한다고 생각합니다. 이러한 문제가 교육과정에서 해결될 수 없다면 교과서를 집필하는 과정에 반영되는 것도 한 방법일 것입니다.

또한 ‘미적분II’ 를 대학과정으로 올려서 이과학생들의 고등학교 교육과정의 양을 줄



이고, 수포자 문제가 일정부분 해결된다면 수학이 어렵거나 싫어서 문과를 지원하는 학생들이 줄고 오히려 이과를 지원하는 학생들이 늘어나게 되므로 현재 사회나 대학에서 이공계 인재가 많이 필요하지만 고등학교의 문과 지원자가 배는 많은 불일치 문제가 완화될 것이며 이번 개정교육과정의 총론에서 제시하는 문·이과 통합형 교육과정도 실질적으로 실현될 것입니다. 현재처럼 문과나 이과를 지원하는 동기가 수학의 성취도가 아니라 본인의 특기와 적성에 따라 지원을 함으로 고등학교 교육(문·이과 모두)도 정상화되고 대학교육도 보다 내실화를 기할 수 있으리라 예상됩니다.

#### 4. ‘미적분Ⅱ’ 를 대학과정으로 올리는 것이 어렵다면 진로선택과목으로 지정하는 것도 한 방법입니다.

현재 이과학생들은 2009 개정 교육과정을 기준으로 ‘미적분Ⅰ’, ‘미적분Ⅱ’, ‘기하와 벡터’, ‘확률과 통계’ 의 4개 과목을 2학년부터 3학년 수능 전까지 이수해야합니다. 수능이 11월임을 감안하면 3학년 1학기까지 대부분의 학교가 4과목을 이수하도록 교육과정을 운영하고 있습니다. 이는 이과학생들이 선행을 하는 주요 요인이 되고 있으며 또한 학교에서도 기타 어떤 교과목보다도 진도가 빠를 수밖에 없는 이유입니다. 현재 개정되는 교육과정에서 ‘기하’ 를 비롯하여 다양한 진로선택과목이 제시될 것으로 예상됩니다. 이럴 경우 대부분의 고등학교는 3학년 2학기에 진로선택과목을 이수하도록 교육과정을 구성해야하는데 이럴 경우 진로선택과목의 수업은 현실적으로 많은 어려움이 있으리라 보입니다. 만약 ‘미적분Ⅱ’ 가 진로선택과목으로 이동하면 3학년 1학기부터 진로선택과목을 운영하는 것이 가능하며 대학도 필요한 진로선택과목을 이수하도록 요구할 수 있을 것입니다.

대학과정과 중복되는 고교 미적분 Ⅱ 과목은 과연 필요한가?

---

## ■ 종합 토론

대학과정과 중복되는 고교 미적분 Ⅱ 과목은 과연 필요한가?

---

## ■ 2015 고교 수학 교육과정 속 '미적분 수학 II' 적정성 전문가 초청 토론회

일시	주제	■ 발표 □토론
9.9.(수) 오후 2시	고교 미적분 II 적정성을 살핀다 (사회 : 송인수 사교육걱정없 는세상 공동대표)	■ 최수일(사교육걱정없는세상 수학과교육포럼 대표)
		□ 한상근(한국과학기술원(KAIST) 수리과학과 교수) -자연대 계열 학과에서 요구되는 미적분 지식 수준 실상 중심
		□ 김진영(건국대학교 경제학과 교수) -상경계열 학과에서 요구되는 미적분 지식 수준 실상 중심
		□ 권정태(호서대학교 기계공학부 교수) -공과대학 계열 학과에서 요구되는 미적분 지식 실상 중심
		□ 한준희(유신고등학교 교사) -고3 이과 학생들 대상 '미적분 II' 지도 경험을 토대로



# 사교육걱정없는세상

공동대표: 송인수, 윤지희 공식카페: [www.noworry.kr](http://www.noworry.kr) 전화 : 02-797-4044~6 팩스 : 02-797-4484

주소 : 서울시 용산구 한강로1가 197번지 유진빌딩 4층 메일: [noworry@noworry.kr](mailto:noworry@noworry.kr)