

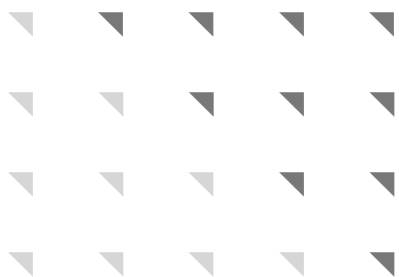
제125회 한림원탁토론회

4차 산업혁명시대 대한민국의 수학교육, 이대로 좋은가?

2018년 5월 2일(수), 10:00

한국프레스센터 프레스클럽(20F)





초대의 말씀

2015년도 수학교육 개편 과정에 따른 2021학년도 수능 출제범위에 기하가 제외되면서 최근 논란이 매우 커지고 있습니다. 2009년 이후로 교육과정을 개편할 때 마다 학습부담 경감을 이유로 학습내용이 경감되고 있는 실정입니다.

향후 ICT 기반의 4차 산업혁명 시대에서는 수학의 역할과 영향력이 더욱 확대될 것입니다. 4차 산업을 선도하는 신기술 개발에 활용되는 고도의 수학 이론의 확장성뿐 아니라 빠르게 변화하는 환경에서 새롭게 배워야 하는 지식습득 능력, 복잡한 환경과 구조 속에서 문제를 해결하는 능력, 방대한 양의 정보로부터 유효 정보를 추출해내어 가치를 창출하는 능력 등 수학적 사고력에 기반을 둔 역량이 매우 필요합니다.

해외 국가의 경우 고등학교 교육과정과 대학입시 수학 출제범위를 분석한 결과 꾸준히 수학 학습 내용을 심화강화하고 있음을 알 수 있습니다. 특히, 핀란드와 중국의 경우 고등학교 수학 기본과목과 심화과목의 교육과정의 경우 선택과목이 훨씬 방대한 실정입니다.

우리 한림원은 4차 산업혁명 시대에 부합하는 미래세대의 주춧돌이 될 경쟁력 있는 이공계 인력을 육성하기 위해 심도 있게 논의하는 자리를 마련하고자 합니다.

바쁘시더라도 ‘4차 산업혁명시대 대한민국의 수학교육, 이대로 좋은가?’를 주제로 진행되는 제125회 한림원탁토론회에 많이 참석하시어 고견을 개진하여 주시기 바랍니다.

감사합니다.

2018년 5월

한국과학기술한림원 원장 **이명철**

한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 마련하고 국가사회 현안문제에 대한 과학기술적 접근 및 해결방안을 도출하기 위해 개최되고 있습니다.

PROGRAM

제125회 한림원탁토론회 '4차 산업혁명시대 대한민국의 수학교육, 이대로 좋은가?'

사회 : 이무하 회원담당부원장(서울대학교)

09:30~10:00 (30') 등 록

10:00~10:15 (15') 개회사

이명철 한국과학기술한림원 원장

10:15~10:35 (20') 주제발표 1

‘미래를 향한 수학 교육과정과 평가’

권오남 서울대학교 교수(한국수학교육학회장)

10:35~10:55 (20') 주제발표 2

‘생각연습과 수학교육’

박형주 아주대학교 총장

10:55~11:15 (20') 주제발표 3

‘고등학교 수학교육과 벡터’

박규환 한림원 이학부 정회원(고려대학교)

PROGRAM

제125회 한림원탁토론회 '4차 산업혁명시대 대한민국의 수학교육, 이대로 좋은가?'

11:15~11:25 (10') Coffee Break

11:55~12:05 (60') 지정토론

- 좌 장: 이향숙 이화여자대학교 교수(대한수학회장)
- 토론자: 김도한 한림원 이학부장(서울대학교)
박경미 국회의원(더불어민주당)
윤상준 양명고등학교 교사
이석한 한림원 학술담당부원장(성균관대학교)
임화섭 연합뉴스 편집국 탐사보도팀장(차장)

12:05~12:55 (50') 종합토론

12:55 폐 회

CONTENTS

제125회 한림원탁토론회 ‘4차 산업혁명시대 대한민국의 수학교육, 이대로 좋은가?’

I. 주제발표 1 ‘미래를 향한 수학 교육과정과 평가’	1
• 권오남 서울대학교 교수(한국수학교육학회장)	
II. 주제발표 2 ‘생각연습과 수학교육’	31
• 박형주 아주대학교 총장	
III. 주제발표 3 ‘고등학교 수학교육과 벡터’	51
• 박규환 한림원 이학부 정회원(고려대학교)	
IV. 지정토론 (좌장: 이향숙 이화여자대학교 교수(대한수학회장))	61
• 김도한 한림원 이학부장(서울대학교)	65
• 박경미 국회의원(더불어민주당)	69
• 윤상준 양명고등학교 교사	73
• 이석한 한림원 학술담당부원장(성균관대학교)	79
• 임화섭 연합뉴스 편집국 탐사보도팀장(차장)	83

주제발표 1

I

미래를 향한 수학 교육과정과 평가

발제자 약력

성 명	권 오 남	
소 속	서울대학교 사범대학 수학교육과	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위
1985	서울대학교	수학, 석사
1993	미국 Indiana University	수학교육, 석사
1993	미국 Indiana University	수학, 박사
2. 주 요 경 력		
기 관 명		직위, 직책
한국수학교육학회		회장
한국과학기술단체총연합회		이사
한국여성과학기술단체총연합회		부회장
서울대학교 교육연수원		원장
하나고등학교		이사
Eurasia Journal of Science and Mathematics Education		Associate Editor
PISA 2015		Mathematics Expert Group
교육부 국가교육과정심의회		위원
Advances in Mathematics Education (Springer)		Editorial Board
International Group of Psychology of Mathematics Education		International Committee
수학과학경쟁력제고위원회 (과학기술정보통신부)		위원
International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education		Editorial Board


발제 1 미래를 향한 수학 교육과정과 평가

권오남

서울대학교 교수(한국수학교육학회장)







A. M. Turing
(1912-1954)

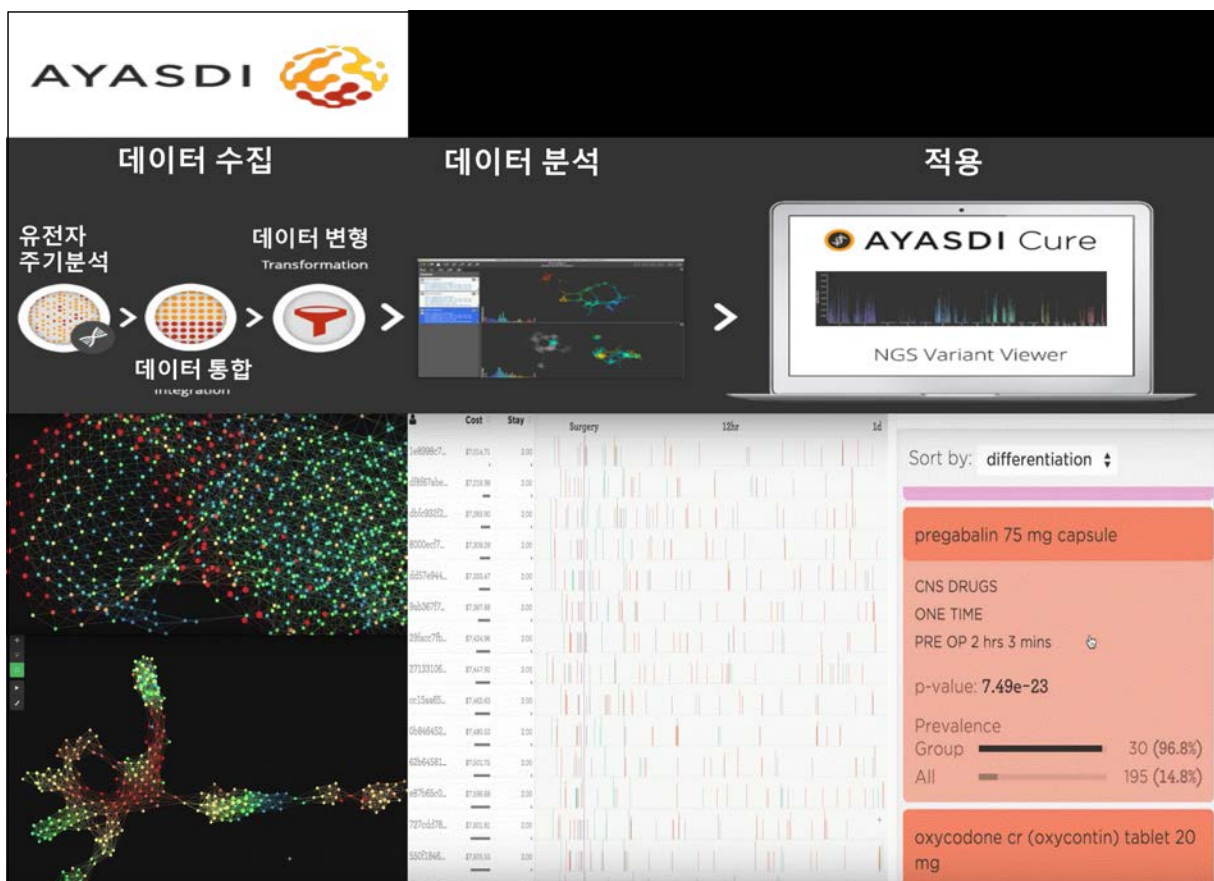
Vol. LIX, No. 296, [October, 1950]

MIND
A QUARTERLY REVIEW
OF
PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

I.—COMPUTING MACHINERY AND
INTELLIGENCE
By A. M. TURING

1. The Imitation Game.
I propose to consider the question, 'Can machines think?' This should begin with definitions of the meaning of the terms 'machine' and 'think'. The definitions might be framed so as to reflect as far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words 'machine' and 'think' are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, 'Can machines think?' is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd. Instead of attempting such a definition I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.

“A computer would deserve to be called intelligent if it could deceive a human into believing that it was human.”



Do you think AI will pass the entrance exam of a top university by 2020?

How could "Artificial Unintelligence" outperform students?

이렇게 무식한 기계가 학생들을 이긴다는 게 말이 되나요?

미래를 향한 수학 교육과정과 평가
6

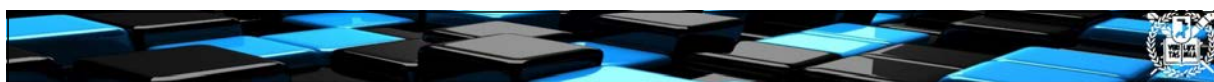
네 개의 점 $O(0,0,0)$, $A(0,2,3)$, $B(1,0,3)$, $C(1,2,0)$ 가 있다.

(1) 네 개의 점 O , A , B , C 를 지나는 구의 중심 D 의 좌표를 구하시오.

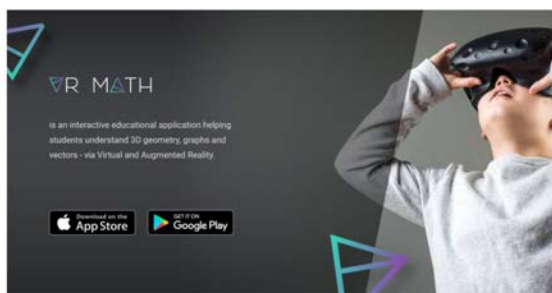
(2) 세 개의 점 A , B , C 를 지나는 평면에 점 D 로부터 수선을 그어 이때의 교점을 F 라고 하자. 선분 DF 의 길이를 구하시오.

(3) 사면체 $ABCD$ 의 부피를 구하시오.

미래를 향한 수학 교육과정과 평가
7



VR MATH(VR)



가상 현실을 통해 공간 도형 및 입체를 3D환경으로 보고
도형의 조작을 통해 그 성질을 학습할 수 있는 앱

Singapore Canberra Primary School(VR)

4Di Immersive
4 Dimensional Immersive

"Play as Pedagogy - Engaged Learning"

Play as pedagogy is one of the key approaches that Canberra Primary adopts to engender engaged learning. Canberra Experience - as the school's overall teaching and learning framework is called - involves imaginary play experience to engage students in the construction of meaning from new knowledge, as they build upon their prior experience. The 4Di gaming is one such example.

"Collaborative Knowledge Building and Problem Solving Situations"

The game aspect in the Canberra Experience is designed for students to inquire into the world through their participation in collaborative knowledge building and problem solving situations. Experiential learning activities involving 3DHive gaming are designed for students to move back and forth between their game actions and reflect on their actions with peers and mentors.

"Authentic Decision-making, Problem Solving and Planning of Tasks"

Students enjoy rich learning experience involving creation and exploration in safe and secure environments that are anchored in both the real and virtual worlds. These learning experiences are enabled through the 4Di immersive gaming that lead students to develop an interest in subjects and learn concepts/information, while in the 3DHive allows students to take on role play and collaborate on authentic decision-making, problem solving and planning of tasks.

미래를 향한 수학 교육과정과 평가

10

PhotoMath(AR/MR)

photomath

문제에 휴대폰을 대면
문제들의 답을 보여주는 앱

The app shows the following steps for solving $x^4 - 6x^2 + 9 = 0$:

1. $x^4 - 6x^2 + 9 = 0$
2. $(x^2 - 3)^2 = 0$
3. $x^2 - 3 = 0$
4. $x^2 = 3$
5. $x = \pm\sqrt{3}$
6. $x = \sqrt{3}$
7. $x = -\sqrt{3}$
8. 최종 해답은 다음과 같습니다: $x_1 = -\sqrt{3}, x_2 = \sqrt{3}$

The graph shows the function $y = x^4 - 6x^2 + 9$ and the line $y = 0$.

미래를 향한 수학 교육과정과 평가


11



수학적 사고력

National Research Council (2013),
The Mathematical Sciences in 2025,
The National Academic Press.

대수적 사고 (Algebraic Thinking) 공간적 사고 (Spatial Thinking) 함수적 사고 (Functional Thinking) 계산적 사고 (Computational Thinking)

 교육부		보도자료	
보도일시	2018. 2. 28.(수) 조간	담당부서	대입정책과
배포일시	2018. 2. 27.(화)	담당과장	송근현(044-203-6368)
대변인실	044-203-6572	담당자	서기관 정성훈(044-203-6367)

모든 아이는 우리 모두의 아이입니다.

2021학년도 대학수학능력시험 출제범위 발표

- ▶ **국어** : 화법과 작문, 문학, 독서, 언어
- ▶ **수학(가)** : 수학 I, 미적분, 확률과 통계 학습량 감축
- ▶ **수학(나)** : 수학 I, 수학 II, 확률과 통계
- ▶ **과학탐구** : 현재 수능과 동일
- ▶ **영어, 사회탐구, 직업탐구, 제2외국어/한문** : 현재 수능과 동일

2018. 2. 28. 교육부 보도자료

- (수학 가) 수학 가형의 출제범위는 “수학 I, 미적분, 확률과 통계”이다.
- 2015 개정 교육과정 수학 ‘기하’가 진로선택과목으로 이동한 상황에서,
 - ① 기하를 출제하는 것은 2015 개정 교육과정의 원활한 운영과 수험생 부담 완화라는 측면에서 적절하지 않다는 점,
 - ② ‘기하’가 모든 이공계의 필수과목으로 보기는 곤란하며, 대학이 모집단위별 특성에 따라 필요 시 학생부에서 기하 이수 여부를 확인할 수 있다는 점,
 - ③ 설문조사에서 ‘기하 출제 제외’ 의견이 다수였다는 점 등을 종합적으로 고려하여 정하였다.





교과목 내용요소	중학교 <수학>			고등학교 <수학>	고등학교 <기하>
평면도형	기본도형 작도와 합동 평면도형의 성질	삼각형과 사각형의 성질 도형의 닮음 피타고라스 정리	삼각비 원의 성질		
입체도형	입체도형의 성질				
도형의 방정식				평면좌표 직선의방정식 도형의 이동	
이차곡선					이차곡선
평면벡터					벡터의 연산 평면벡터의 성분과 내적
공간도형과 공간좌표					직선과 평면 정사영 공간좌표

공간의 표현



2018. 2. 28. 교육부 보도자료

□ (수학 가) 수학 가형의 출제범위는 “수학 I, 미적분, 확률과 통계”이다.

○ 2015 개정 교육과정 수학 ‘기하’가 진로선택과목으로 이동한 상황에서,

① 기하를 출제하는 것은 2015 개정 교육과정의 원활한 운영과 수험생 부담 완화를 위하여 결정되었다.

일	2015년 3월 12일(목)
참석자	(민주선 및 연구협력관) 권오남, 신동관, 이승훈, 김파경, 전인태, 이은정, 이지은, 박경미, 이관철, 어미주 (자문위원) 이봉훈, 조도상, 장정목, 이항숙
주요결과	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 기하 교과목은 일반선택과목에 포함되어야 함 ○ ‘활용’ 단원을 학회시키거나 삭제하는 것에 대한 정당화와 명확한 기준이 필요 ○ 활용 단원을 추가하는 것에 동의 (다양한 방식으로 문제를 해결할 수 있다는 경험은 학생들에게 의미 있음) ○ 확률과 통계를 분리시키는 것에 대한 검토 필요 (확률을 일반과목으로 통계를 진로선택과목으로 구성하는 것이 적절) 	

일	2015년 3월 27일(금)
참석자	(민주선 및 연구협력관) 권오남, 이광연, 전인태, 도종훈, 최지선, 안현정, 이문호, 서도익, 강현영, 이경진, 이은정, 어미주 (자문위원) 장경윤, 김수환, 임요한, 양성덕, 이재학, 전철, 오혜미
주요결과	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 기하 교과목은 일반선택에 포함되는 것이 적절 ○ 공통수학에 포함된 제한된 영역에서의 이차함수와 최댓값과 최솟값 내용은 중학교에서 통합적으로 다루는 것이 적절 ○ 공통수학에 포함된 부등식의 영역 내용 삭제(경제 수학에서 다루어짐) ○ 확률과 통계 과목에서 자료수집에 대한 내용 보완은 적절 	

2018. 2. 28. 교육부 보도자료

□ (수학 가) 수학 가형의 출제범위는 “수학 I, 미적분, 확률과 통계”이다.

□ (과학탐구) 과학탐구는 현행 수능과 동일하게 “물리 I, 물리 II, 화학 I, 화학 II, 생명과학 I, 생명과학 II, 지구과학 I, 지구과학 II”를 출제한다.

○ 2015 개정 교육과정에서 ‘물리 II’, ‘화학 II’, ‘생명과학 II’, ‘지구과학 II’ (이하 과학 II)가 진로선택과목으로 이동하는 등 교육과정 변화가 있었으나,

① 수능 개편 유예 발표(17.8.31.) 시 동일한 수능과목구조* 유지를 밝힌 바 있으므로 과학 II 출제는 불가피하였고,

* (17.8.31. 보도참고자료) 과학탐구는 '8과목 중 최대 택 2' 구조 유지

② 과학 II 과목은 수학과 달리 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등 계열별로 단독 선택이 가능하다는 점,

③ 교육청 및 설문조사에서 ‘과학 II 출제’ 의견이 다수였다는 점 등을 종합적으로 고려하였다.

2018. 2. 28. 교육부 보도자료

□ (수학 가) 수학 가형의 출제범위는 “수학 I, 미적분, 확률과 통계”이다.

○ 2015 개정 교육과정 수학 ‘기하’가 진로선택과목으로 이동한 상황에서,

① 기하를 출제하는 것은 2015 개정 교육과정의 원활한 운영과 수험생 부담 완화라는 측면에서 적절하지 않다는 점,

② ‘기하’가 모든 이공계의 필수과목으로 보기는 곤란하며, 대학이 모집단위별 특성에 따라 필요 시 학생부에서 기하 이수 여부를 확인할 수 있다는 점,

③ 설문조사에서 ‘기하 출제 제외’ 의견이 다수였다는 점 등을 종합적으로 고려하여 정하였다.

2018. 2. 28. 교육부 보도자료

- (수학 가) 수학 가형의 출제범위는 “수학 I, 미적분, 확률과 통계”이다.
- 2015 개정 교육과정 수학 ‘기하’가 진로선택과목으로 이동한 상황에서,
 - ① 기하를 출제하는 것은 2015 개정 교육과정의 원활한 운영과 수험생 부담 완화라는 측면에서 적절하지 않다는 점,
 - ② ‘기하’가 모든 이공계의 필수과목으로 보기는 곤란하며, 대학이 모집단위별 특성에 따라 필요 시 학생부에서 기하 이수 여부를 확인할 수 있다는 점,
 - ③ 설문조사에서 ‘기하 출제 제외’ 의견이 다수였다는 점 등을 종합적으로 고려하여 정하였다.

2018. 2. 28. 교육부 보도자료

- (수학 가) 수학 가형의 출제범위는 “수학 I, 미적분, 확률과 통계”이다.

□ 수학(가형) 설문조사 등 의견수렴 결과

영역	출제 범위	시·도 교육청 의견	설문조사		
			대학교수 교육전문직 교과 교사	학부모 시민단체 등	계
수 학 가 형	수학 I, 미적분, 확률과통계 ※ 기하 제외	8개 시도 (서울, 부산, 대전, 울산, 경기, 강원, 경북, 경남)	580 (76%)	1,210 (89%)	1,790 (84%)
	추가 의견(기하 제외)	3개 시도 (대구, 충북, 충남)	187 (24%)	142 (11%)	329 (16%)
	추가 의견(기하 포함)	6개 시도 (인천, 광주, 제주, 세종, 전북, 전남)			
	소계		767 (100%)	1,352 (100%)	2,119 (100%)

2018. 2. 28. 교육부 보도자료

□ (수학 가형)의 출제범위는 “수학Ⅰ, 미적분, 확률과 통계”이다.

4. 2021학년도 수능 수학 영역의 출제 범위로 앞에서 제시한 출제범위(안) 중에서 하나를 선택하시거나 출제 범위에 대한 의견을 기술하여 주십시오.

출제범위(1안)

출제범위(2안)

기타

가형 - 수학1, 미적분,
확률과 통계
나형 - 공통과목, 수학2,
확률과 통계

가형 - 수학1, 미적분,
확률과 통계
나형 - 수학1, 수학2,
확률과 통계

2015 개정 교육과정 총론
및 각론 확정 발표

2015.9.23

2017.8.31

2021학년도 수능(현 고1)
개편 1년 유예

2021학년도 수능 출제범위
공청회 개최

2018.2.19

2018.2.28

2021학년도 대학수학능력
시험 출제범위 발표

국가교육과정 심의회

2018.3.28



2022학년도 수능에서
진로선택 과목은 수능에 불포함이
대원칙이다!



고등학교에서는

1. 고등학교 교육과정에 '기하' 과목 편성될까?
2. '기하' 과목 편성되더라도 그 시간에 '기하' 공부할까?

수능을 위한 수업

중앙일보

[중앙일보] 입력 2017.07.21 01:40 전민희·이태윤 기자



EBS연계, 2021 수능 개편 도마에
연계를 30%서 70%로 크게 오르자
교과서는 덮고 교재만 달달 외워
기계적 문제풀이로 고교 수업 파행
과목별 교재 2~4권, 학습량도 늘어

이 학교는 2학년부턴 수업과 시험에 EBS
교재를 활용한다. 교과서 진도에 맞춰 EBS
교재를 보고 학교 시험에도 EBS 교재에 나온
문제를 살짝 고쳐서 낸다. 김 교사는
중앙일보에 "수능에 EBS 교재 문제가 나오니
아쩔 수 없다. 문제풀이식 수업으로 4차
산업혁명 시대에 경쟁력 갖춘 인재를 키울 수
있을지 의문"이라고 했다.

중앙일보는 고교 교사 12명에게 EBS 수능 연계에 대한 의견을 들었다. 12명 중 9명이 "EBS
연계를 폐지해야 한다"고 답했다. "EBS 연계로 수업이 문제풀이로 바뀌었다고 보느냐"는
질문에 단 1명을 제외한 11명이 "그렇다"고 했다. "EBS 연계로 학생들의 사교육 의존도가
낮아졌느냐"는 질문엔 8명이 "아니다"고 했다.

미래를 향한 수학 교육과정과 평가

30

대학교에서는?

1학년 1학기



급수와 테일러 전개
벡터와 행렬
곡선

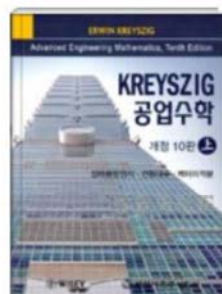
1학년 2학기



다변수 함수와 미분
다중적분과
그린정리
면적분, 발산정리와
스토크스 정리

공간의 표현

2학년 1학기



상미분방정식
선형대수
벡터 미적분

2학년 2학기



Fourier 해석
편미분방정식
복소해석
수치해석
최적화, 그래프



국가교육회의 소개

회의내용

활동

알림마당

국민참여

기회와 희망

함께하는 성장 공간

국가교육회의

국가교육회의에서는 '2022학년도 대학입시제도 개편 방향'에 대한 국민 여러분의 다양한 의견을 수렴하고 있습니다. 많은 참여 부탁드립니다.

대입제도 개편 주제토론편 바로가기

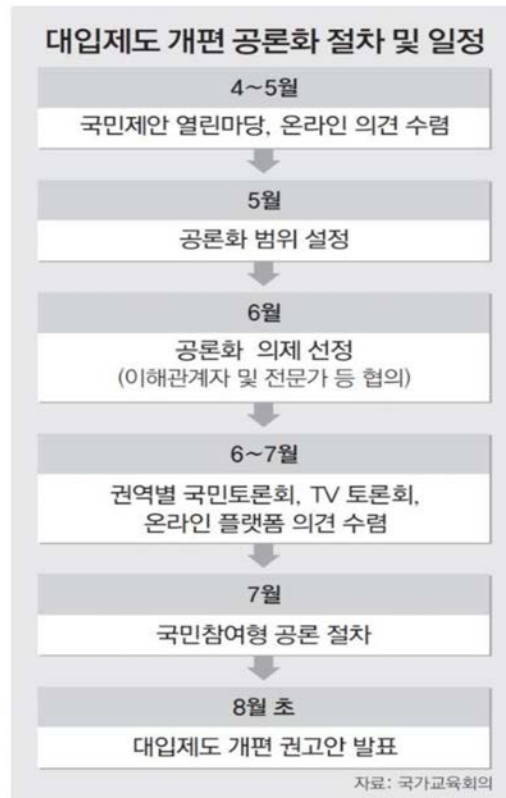
2022학년도 대학입시제도 개편 방향

국가교육회의에서는 '2022학년도 대학입시제도 개편 방향'에 대한 국민 여러분의 다양한 의견을 수렴하고 있습니다. 교육부는 4월 11일 '대학입시제도 국가교육회의 이송안'을 발표하고, 국가교육회의에 대입 개편 방향에 대한 공론화 결과를 제안해 줄 것을 요청하였습니다. 이에 국가교육회의에서는 홈페이지를 통해 2022학년도 대입 개편 방향에 대한 다양한 국민의견을 청취하고 있습니다. 본 토론편을 통해 국민 여러분께서 주신 의견은 상시 모니터링 되고 있으며, 향후 대입 개편안 마련의 소중한 국민의견수렴 자료로 활용될 예정입니다.

대학입시제도 국가교육회의 이송안 다운로드 받기

※ 토론에 필요한 핵심 내용은 위 자료의 논의사항(27~35쪽)을 통해 확인하실 수 있습니다.

21



외국의 대학입시

미국의 대학입시

- SAT(Scholastic Aptitude Test)
- ACT(American College Testing)



- AP-course(Advanced Placement)
- AB+BC

미분방정식, 특이적분, 급수의 수렴 판정법, 테일러 급수, 극형식
등과 같은 국내보다 더 높은 수준의 내용 포함

2017년 AP Calculus BC Free-Response 문항



2. The figure above shows the polar curves $r = f(\theta) = 1 + \sin \theta \cos(2\theta)$ and $r = g(\theta) = 2 \cos \theta$ for $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$. Let R be the region in the first quadrant bounded by the curve $r = f(\theta)$ and the x -axis. Let S be the region in the first quadrant bounded by the curve $r = f(\theta)$, the curve $r = g(\theta)$, and the x -axis.
- Find the area of R .
 - The ray $\theta = k$, where $0 < k < \frac{\pi}{2}$, divides S into two regions of equal area. Write, but do not solve, an equation involving one or more integrals whose solution gives the value of k .
 - For each θ , $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$, let $w(\theta)$ be the distance between the points with polar coordinates $(f(\theta), \theta)$ and $(g(\theta), \theta)$. Write an expression for $w(\theta)$. Find w_k , the average value of $w(\theta)$ over the interval $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$.
 - Using the information from part (c), find the value of θ for which $w(\theta) = w_k$. Is the function $w(\theta)$ increasing or decreasing at that value of θ ? Give a reason for your answer.

일본의 대학입시

대학입시센터시험 + 대학별 고사

문과 시험 : 수학B+수학 II
이과 시험 : 수학B+수학 III

수학 III : 복소평면, 극좌표 포함

수학 B : 심화 수준의 수열과 벡터 내용 포함

수학 II : 삼각함수, 미분과 적분 포함

미래를 향한 수학 교육과정과 평가

38

일본의 대학입시

연합뉴스

이과 수능서 뺀 '기하·벡터' 일본은 문과도 본다

2018/02/25 09:00 임화섭 기자

2021 대학수학능력시험

대한수학교육학회가 발간하는 『수학교육학연구』 2016년 5월호에 실린 '대학입학 수학 시험 국제 비교 분석 - 미국, 영국, 호주, 싱가포르, 일본' 논문에 따르면 도쿄대·교토대·와세다대 등 일본 주요 대학들의 문과 지원 수험생들은 '수학 II'와 '수학 B'를 치러야 한다.

이 중 수학 II에는 고차방정식, 지수·로그·삼각함수, 삼각함수의 덧셈정리, 미적분 등이, 수학 B는 정화식과 수학적 귀납법 등 심화 수준의 수열 관련 내용과 벡터와 도형, 공간벡터가 포함돼 있다.

이들은 "특히 일본에서는 이과는 물론 문과에서조차 우리나라 자연계열 학생들보다 많은 (수학) 내용을 공부하고 있음을 주목할 필요가 있다"고 강조했다.

수학 교과과정에서 이미 우리나라 이공계 수험생들은 일본의 문과 고교생들보다 수학을 적게 배우고 대학에 갈 수 있게 된 것이다. 이런 상황에서 기하가 자연계 수능에서마저 통째로 빠져 버리면 4차산업혁명 대응 등 미래 국가경쟁력에 타격을 줄 것이라는 게 과학기술계의 지적이다.

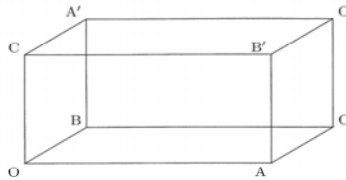
대한수학회, 마·영·호주·싱가포르·일본 5개국 대입수학 분석
"다른 나라와 달리 한국은 수학 교육 악화...교육부 방침 철회해야"

미래를 향한 수학 교육과정과 평가

39

2017년 와세다대 정치경제학부 대학별 고사 문항

問4 直方体 $OAC'B - CB'O'A'$ について、各辺の長さを $OA = a$, $OB = b$, $OC = c$ とする。また、辺 OA を $p : (1-p)$ に内分する点 P , 辺 OB を $q : (1-q)$ に内分する点 Q , 辺 OC を $r : (1-r)$ に内分する点 R とする。ただし、 $0 < p < 1$, $0 < q < 1$, $0 < r < 1$ である。対角線 OO' と $\triangle PQR$ の交点を M とするとき、次の各問に答えよ。ただし、(1), (2) については答のみ解答欄に記入せよ。



- (1) OO' の長さを求めよ。
- (2) OM の長さを求めよ。
- (3) $\triangle PQR$ の重心が点 M と一致するとき、 $p : q : r$ を求めよ。
- (4) $\triangle PQR$ の垂心が点 M と一致するとき、 $p : q : r$ を求めよ。

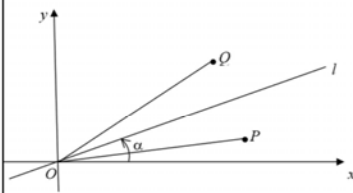
영국, 호주, 싱가포르의 대학입시

- A-level : 본인의 희망과 진로에 따라 필요한 교과를 선택하여 집중적으로 공부하고 평가
- 학생의 선택권을 강조
- 이공계 진학을 희망하는 학생들은 대학 입시에서 상당한 수준과 범위의 수학을 요구
- 3개국 모두 대학 입시에서 **기하** 영역 반영

2017년 싱가포르 A-level H2 과목 문항

The diagram below shows the line l that passes through the origin and makes an angle α with the positive real axis, where $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$.

Point P represents the complex number z_1 where $0 < \arg z_1 < \alpha$ and length of OP is r units. Point P is reflected in line l to produce point Q , which represents the complex number z_2 .



Prove that $\arg z_1 + \arg z_2 = 2\alpha$.

[2]

Deduce that $z_1 z_2 = r^2 (\cos 2\alpha + i \sin 2\alpha)$.

[1]

Let R be the point that represents the complex number $z_1 z_2$. Given that $\alpha = \frac{\pi}{4}$, write down the cartesian equation of the locus of R as z_1 varies.

[2]

The position vectors of A , B and C with respect to the origin O are \mathbf{a} , \mathbf{b} and \mathbf{c} respectively. It is given that $\vec{AC} = 4\vec{CB}$ and $|\mathbf{a} + \mathbf{b}|^2 = |\mathbf{a}|^2 + |\mathbf{b}|^2$.

(i) By considering $(\mathbf{a} + \mathbf{b}) \cdot (\mathbf{a} + \mathbf{b})$, show that \mathbf{a} and \mathbf{b} are perpendicular. [2]

(ii) Find the length of the projection of \mathbf{c} on \mathbf{a} in terms of $|\mathbf{a}|$. [3]

(iii) Given that F is the foot of the perpendicular from C to OA and \mathbf{f} denotes the position vector \vec{OF} , state the geometrical meaning of $|\mathbf{c} \times \mathbf{f}|$. [1]

(iv) Two points X and Y move along line segments OA and AB respectively such that

$$\vec{OX} = (\cos 3t)\mathbf{i} + (\sin 3t)\mathbf{j} + \frac{1}{2}\mathbf{k},$$

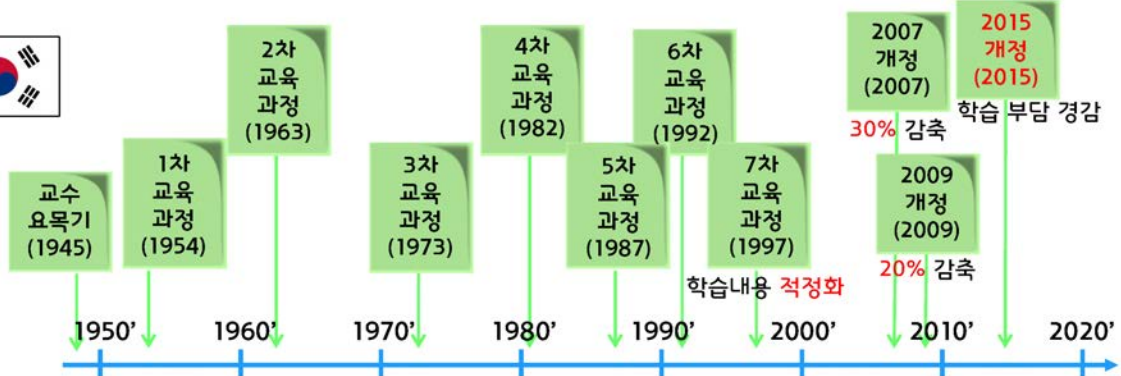
$$\vec{OY} = (\sin t)\mathbf{i} + (\cos t)\mathbf{j} - 2\mathbf{k},$$

where t is a real parameter, $0 \leq t \leq 2\pi$. By expressing the scalar product of \vec{OX} and \vec{OY} in the form of $p \sin(qt) + r$ where p , q and r are real values to be determined, find the greatest value of the angle XOY . [5]

미래를 향한 수학 교육과정과 평가

42

수시로 바뀌는 교육과정 VS 10년 주기 교육과정



The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics(1989)

Principles and Standards for School Mathematics (2000)

Common Core State Standards for Mathematics(2010)



Integration of cognitive and affective aspects Period(1989)

Latitude through intensive selection of teaching contents Period (1998)

Knowledge based education Period (2008)

시계 제로 대입 제도

대학수학능력시험		2020 학년도 (현 고2 적용)	2021 학년도 (현 고1 적용)	2022 학년도 (현 중3 적용)
교육과정		2009 교육과정	2015 교육과정	2015 교육과정
출제 과목	자연	미적분Ⅱ, 확률과 통계, 기하와 벡터	수학Ⅰ, 미적분, 확률과 통계	??
	인문	수학Ⅱ, 미적분Ⅰ, 확률과 통계	수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 확률과 통계	??
평가방식		상대평가	상대평가	절대평가? 상대평가? 수능원점수제?

미래를 향한 수학 교육과정과 평가

44

미래를 향한
한국 수학교육의 방향

4차 산업혁명시대의 4C

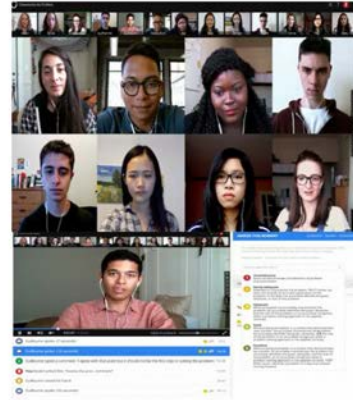
창의성(Creativity)
비판적 사고(Critical Thinking)
협업(Collaboration)
의사소통(Communication)



미네르바스쿨의 핵심역량

마음의 습관
반대되는 사례 유추
논리적 사고
청자의 관심과 목표에 대한 이해

근본 개념
문제에 대한 대안적 측면
새로운 전략을 창안하기 위한 체험
시각적 설계 원리

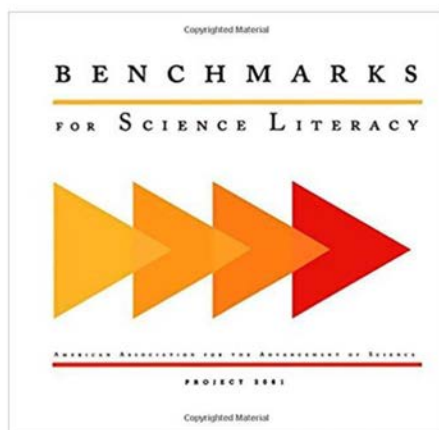


지도자, 혁신가,
넓은 사고가, 글로벌 시민

비판적 사고능력
창의적 사고능력
효과적 의사소통
효과적 상호작용



교육과정의 十年之大計!!



American Association for the Advancement of Science(1993).
Benchmarks for Science, Benchmarks for Science Literacy,
Project 2061, Oxford University Press, New York.

1985년 'Project 2061'을 기점으로
과학교육의 표준을 제정

76년 계획으로 현재도 진행중

평가

여론이 좌우할 2022대입... 수능 절대·상대평가 결국 '세 싸움'
수능 평가방법 놓고 분열양상...지난해 논란 도돌이표
갈등 더 극심해질 가능성 ↑...당국 "어떻게든 결정"

학습의 결과보다는 과정을 중시하는 평가

수시·정시 통합 절대평가 도입... 5가지 대입 '면피시안'에 혼란
현 고3이 치를 수능개편안 발표 **서울경제** 백주연 기자 | 2018-04-11 17:38:46

성장 참조 평가

수능 대신 서술형 IB... 17개 교육청 중 9개가 도입 검토
이론과 현실을 잇는 교육... **MK** 조성호 기자 | 입력 : 2018.04.04 17:52:05 | 수정 : 2018.04.10 18:19:47

지적 역량(창의력, 문제해결력, 협동능력)의 평가

컴퓨터 기반 평가 **수위수 IB 논술형시험 고교 도입 검토**
교육부, 객관식 평가 대안 연구
교육현장선 채점 공정성에 우려

※ 대학 입시에서 **서술형 평가 도입**



국가교육회의에 제출한 한국수학관련단체 총연합회
'대학입시제도 수능 과목 구조 논의 관련 수학적 의견서'(2018.04.19.)

- 현 고1 수능(2021 수능) 수학 출제범위 현황 및 문제점
 - '기하'는 고등학교에서 학생들에게 공간적 개념과 입체적 사고를 통한 논리체계를 갖추게 하고 상상력을 키우게 하는 유일한 과목
 - 미국, 영국, 일본, 호주, 싱가포르, 핀란드, 중국 등 해외 국가의 대학 입시 수학 범위 분석 결과 한국보다 더욱 심화된 내용이 포함됨
- 현 중3 수능(2022 수능) 수학 출제범위 개선방안
 - 수능출제범위 포함 여부 기준은 학습내용의 중요성이 첫 번째이며 '기하'는 중요도가 매우 높은 교과
 - '기하'의 난이도는 조정 가능하고, 교육과정 편성도 조정 가능

참고자료

교육부(2015), *문·이과 통합형 교육과정 주요사항에 대한 공청회 개최*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=56685&lev=0&searchType=S&statusYN=W&page=1&s=moe&m=0503&opType=N>

교육부(2015), *2015 개정 교육과정 마련을 위한 제1차 공청회 개최*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=60246&lev=0&searchType=S&statusYN=W&page=2&s=moe&m=0503&opType=N>

교육부(2015), *2015 개정 교육과정 마련을 위한 제2차 공청회 개최*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=60497&lev=0&searchType=S&statusYN=W&page=1&s=moe&m=0503&opType=N>

교육부(2015), *2015 개정 교육과정 총론 및 각론 확정일표*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=60753&lev=0&searchType=S&statusYN=W&page=1&s=moe&m=0503&opType=N>

교육부(2017), *수능 개편, 1년 유예하기로*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=71938&lev=0&searchType=null&statusYN=C&page=40&s=moe&m=0503&opType=N>

교육부(2018), *2021학년도 수능 출제범위 공청회 개최*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=73333&lev=0&searchType=null&statusYN=C&page=10&s=moe&m=0503&opType=N>

교육부(2018), *2021학년도 대학수학능력시험 출제범위 발표*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=73413&lev=0&searchType=null&statusYN=C&page=9&s=moe&m=0503&opType=N>

교육부(2018), *학생부 개선 방안, 국민이 정한다*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=73716&lev=0&searchType=null&statusYN=C&page=2&s=moe&m=0503&opType=N>

교육부(2018), *대입제도 국가교육회의 이송안 발표*, Retrieved from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=73775&lev=0&searchType=null&statusYN=C&page=1&s=moe&m=0503&opType=N>

전민희, 이태윤(2017, July 21), "공교육 망친 EBS 교재 수능연계" ... 교사 12명 중 9명 "폐지", *중앙일보*, Retrieved from <http://news.ajins.com/article/21776717>

American Association for the Advancement of Science(1993), *Benchmarks for Science, Benchmarks for Science Literacy, Project 2061*, Oxford University Press, New York.

Australian Academy of Science (2016), *The mathematical Sciences in Australia – A vision for 2025, Could an AI pass the entrance exam for the University of Tokyo?* Retrieved from https://www.ted.com/talks/noriko_arai_can_a_robot_pass_a_university_entrance_exam?language=ko

National Research Council, (2013), *The Mathematical Sciences in 2025*, The National Academic Press.

Turing, A. M, (1950), *Computing Machinery and Intelligence, Mind*, 49, 433-460.

Vector Institute for Artificial Intelligence Retrieved from <https://vectorinstitute.ai/>

미래를 향한 수학 교육과정과 평가

50



주제발표 2

II

생각연습과 수학교육

발제자 약력

성 명	박형주	
소 속	아주대학교	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위
1986	서울대학교	물리학과 졸업
1995	Univ. of California, Berkeley	수학 박사
2. 주 요 경 력		
기 간	기 관 명	직위, 직책
2018~현재	아주대학교	총장
2017~현재	과학기술단체총연합회 데이터사이언스 포럼	위원장
2015~2018	아주대학교 수학과	석좌교수
2015~2017	국가수리과학연구소	소장
2015~2018	국제수학연맹(IMU)	집행위원
2010~2015	2014 ICM(세계수학자대회)	조직위원장
2009~2015	포항공과대학교 수학과	교수
2004~2009	고등과학원 계산과학부	교수
1995~2004	Oacland Univ., 수학과	교수

발제 2 생각연습과 수학교육

박형주

아주대학교 총장

생각연습과 수학교육

박형주



교육에 대한 변화 요구

기업의 신규 프로젝트에 투입된 직원은 문제 해결에 최적화된 조직에 속해 일함

- ✓ 문제 해결과정 → 몰랐던 지식을 습득
- ✓ 이전에 알았지만 “함께 접하지는 못했던” 다양한 분야와 만남
- ✓ 팀원들은 연령과 지역, 배경과 전문성이 다양

Jason Tyszco

Executive Director, Center for Education and Workforce, US Chamber of Commerce Foundation

미래의 대학은

이런 일자리의 조직 형태를 유사하게 구현해야.
즉, 학과의 칸막이 대신 문제해결형 조직의 형태로
이합집산이 가능해야...



21세기가 지식의 시대가 아니라는 역설

새로운 지식이 너무 빨리 출현하니,

→ 오히려 얼마나 아느냐는 덜 중요

어차피 수년 내에 낡은 지식이 될 것이고

→ 새로운 걸 계속 배워나가야

대학에서 전공한 지식도

→ 직장에서 유용한 기간이 짧고, 곧 ‘옛’ 지식

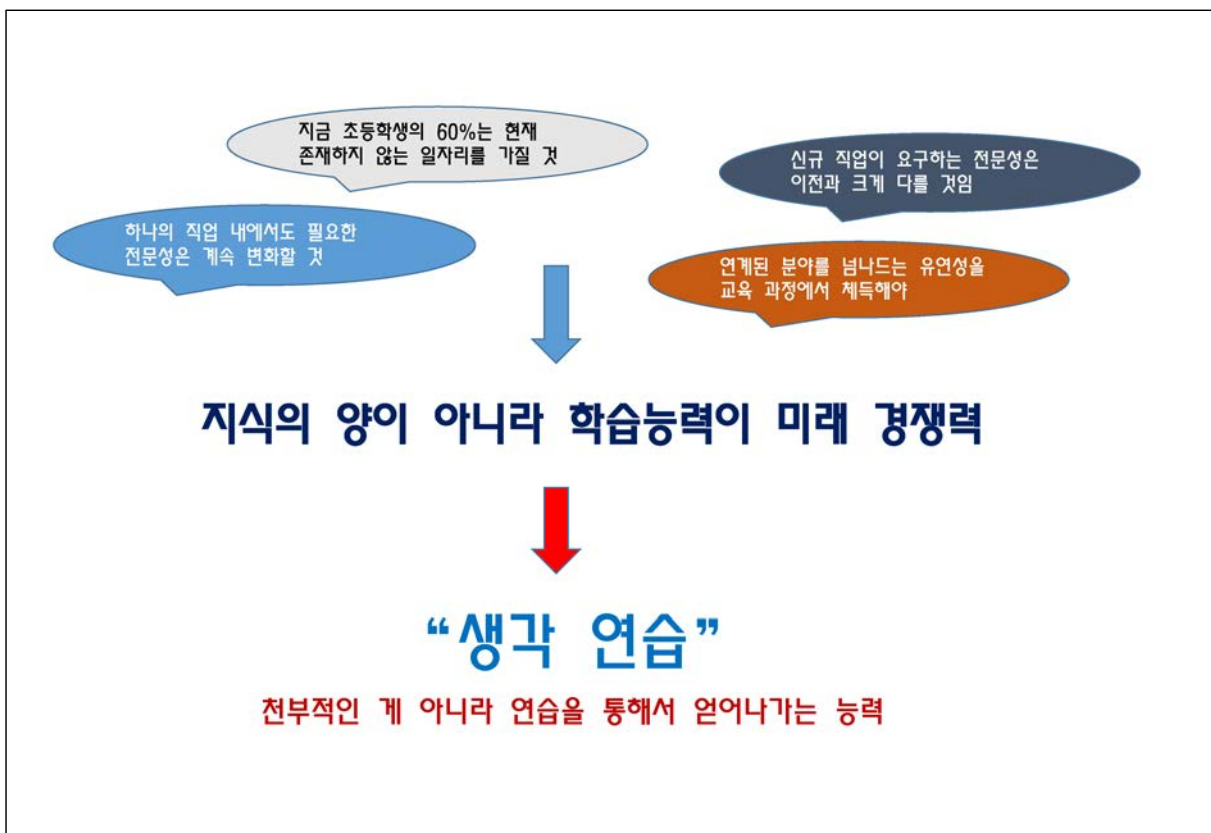
**21세기는
‘지식 과잉’ 과 ‘무한 정보’ 로
요약된다**

방대한 지식과 데이터에 묻혀 길을 잃는 사람들



**데이터의 함의를 읽어내며 닥친 문제의 본질을
보고 해결하는 능력이 시대를 이끈다**

**바야흐로 지식의 시대는 저물고
통찰의 시대가 온 것이다**



생각 연습의 과정

- ✓ 기초 자료를 모으고 합리적 주론의 과정을 거쳐 결론에 다다른 능력을 얻어 나가는 과정
- ✓ 이런 연습과 훈련을 받지 못하면?
 - ❖ 합리적 추정과 궤변을 구별하지 못한다
 - ❖ 사실과 선동을 혼동한다
 - ❖ 통계적 대세와 블랙 스완의 차이도 잘 모른다
 - ❖ 창의와 임기응변을 동류로 여긴다

*** 합리적 사고는 훈련과 연습을 통해 길러진다 ***

생각연습의 주요 도구

수학교육 & 다독(多讀)

우리나라 교육에서 수학은 짧은 시간에 많은 문제를 풀어내는 기술로 변질

프랑스 고등학교 수학 중간고사: 2시간에 서술형 5문제
한국 고등학교 수학 중간고사: 50분에 선택형 및 단답형 20문제
한국 : 프랑스 = 8 : 1

이건 기계에게 맡겨도 될 기술이고
복잡다단한 세상 문제의 해결 능력과도 무관

수학 교과과정은?

- 반복해서 문제만 풀게 하는 것은 독이 될 수도
→ 지치고 피곤하고 지긋지긋하고...
- 내용을 **배는 게 아니라**
→ 지금의 내용에 스토리를 더하고 의미의 생명력을 부여해야
- 수학 개념이 탄생한 **역사**와,
다양한 영역에서 증대되는 수학의 **활용성** 소개를 포함해야

하지만 현장에서는

우리 부모님은 고등학교 졸업하고 평생 수학 사용해본 적 없이 잘 사셨는데...

국문과에 갈건데 왜 미적분을...

누가 왜 만들었는지도 모르는 어려운 수학 개념을 제대로 설명도 안해주고, 반복해서 문제만 풀라고 하니...

반복적 문제풀이 방식의 수학교육에서는
작은 실수도 치명적이고
아이들은 수학 문제 보는 게 공포

교과 내용 감축이 답?

교과 과정의 묻지마 감축을 몰아붙이면 → 단순 반복학습 가중 →
작은 실수도 치명적 → 호기심이나 생각은 사치 → 모험도 사치
새로운 문제를 해결한다는 게 무언지 모르는 아이들을 미래 세상으로 내몰게 됨

- 단조로운 교과내용을 반복하며 '실수 안하기 전문가'가 되어가는 우리 아이들은 미래 직장에서 평생 처음 보는 일들의 해결을 요구 받을 것
- 아이들이 뻘한 생각의 틀을 넘어가서 모색과 해결의 통쾌함을 경험할 수 있도록, 교과내용에 다양한 수준이 포함돼야



어원

수학: 그리스어 mathema, ‘배우는 것 (to learn)’

과학: 라틴어 Regina Scientiarum, 지식 분야 (field of knowledge)

과학은

우주에 대한 지식의 체계를 만들어서
현상을 설명하고
예측을 가능하게 하는
작업

물리과학 비생명체를 대상 → 물리학, 화학, 지구과학

생명과학 생명체를 대상

사회과학 사회와 인간을 대상

수학을 보는 다양한 견해

- 수학은 (자연의) 언어라는 견해
- 수학의 인문학적 측면에 대한 견해
- 수학을 과학의 한 분야로 보는 견해

수학은 (자연의) 언어라는 견해

- **피타고라스**: “數”가 세계를 다스린다. 모든 것은 수.
- **유클리드**: 기하학을 엄정한 공리적 체계로 집대성
- **갈릴레오**: 자연이란 책은 수학적 언어로 쓰여있고, 이 언어의 문자는 기하학이다
- **Benjamin Pierce**: 수학은 필요한 결론을 이끌어내는 과학
- **Burtrand Russell**: 수학은 논리학. 모든 수학적 개념은 기호논리학으로 정의되고 증명될 수 있다

수학의 인문학적 측면에 대한 견해

- **피타고라스**: 음악을 수학의 한 부분으로 간주
- **플라톤**: 기하학은 피안의 세계를 들여다 보는 창. 기하학을 모르는 자는 내 학당에 들어오지 말라
- **중세의 인문 7과목**:
기초3학 (문법, 논리, 수사) + 상급4학 (산술, 기하, 천문, 음악)
- **G.H. Hardy**: ‘A Mathematician’s Apology’, 수학은 미적인 측면만으로 가치있어
- **Paul Erdős**: 수학자는 ‘신의 책’에 있는 우아한 증명을 찾는 일을 하는 사람

수학을 과학의 한 분야로 보는 견해

- 아리스토텔레스: 수학은 양의 과학 (science of quantity)
- 가우스: 수학은 과학의 여왕
- 괴델: 불완전성 원리 → 수학은 논리학으로 귀결될 수 없다
- 칼 포퍼: 수학은, 직관과 실험으로 가설을 세우고 이를 반증하는 과정이므로, 과학의 성격이 있다
- Eugene Wigner: 'the unreasonable effectiveness of mathematics', 응용과 무관한 지적 작업으로 여겨지는 순수수학이 자연을 다루는 최고의 무기가 되곤 한다는 것은 경이롭다

수학, 과거와 현재

바빌로니아 문명
이집트 문명



실용적 수학

실생활의 필요에 따라 숫자를 발견하고
산술과 기하학을 발전시킴.

그리스 문명



추상적 수학

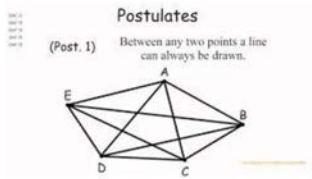
철학적이고 추상적인 수학
기하학 중심의 사유 체계

바빌로니아와 이집트 실용 수학의 한계

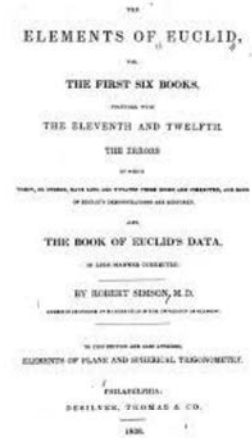
실용적 필요로부터 수학을 발전시켰으나
학문의 일반적 단계에는 미달

지식을 과학적 조직체로 만들지 못한 한계

그리스 수학 -사유의 수학-



- B.C. 3세기의 유클리드는 공리적 방법을 도입하여 수학적 엄격함을 정립한 기하학원론 저술
- 그리스적 사유 체계의 상징
- 공리와 주론의 형식은 중세 유럽에 전해지며 각 분야에 지대한 영향을 끼침: 미국 독립선언문, 뉴턴의 프린키피아, 스피노자의 윤리학 등
 - 예: (공리) 모든 사람은 평등하게 태어났다
 - (결론) 영국으로부터 독립해야 한다.



아카데미 상을 두 번 받은 수학자



Ron Fedkiw (1968년~)



영화 '캐리비아의 해적'에서 태풍이 불어 물이 배로 넘치는 장면은 론 페드키브의 소프트웨어를 사용해서 유체역학 방정식을 수치적으로 풀어 그려낸 것

필요한 건 지식의 양이 아니라 **생각의 힘**
시대의 흐름을 읽고 중요한 질문을 하며
필요할 때 답을 찾을 수 있는 능력

생각연습의 주요 도구인 수학교육은
‘독자적 사유의 능력을 갖춘 시민’ 교육의 핵심

기하는 ‘공리와 추론’의 사유 방식을 연습하는 가장
중요한 기제

필요한 변화를
교육과정과 평가방식에 담아내야

주제발표 3

III

고등학교 수학교육과 벡터

발제자 약력

성 명	박규환	
소 속	고려대학교 이과대학 물리학과	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위
1978~1982	서울대학교	물리학 학사
1983~1987	Brandeis University	물리학 박사
2. 주 요 경 력		
기 간	기 관 명	직위, 직책
2014~현재	전자기파 극한제어 연구단	단장
2012~현재	한국과학기술 한림원	정회원
2012~현재	Optics Express	Associated Editor
2010~2012	고려대학교 기초과학연구원	원장
2001~현재	고려대학교	부교수, 교수
1992~2001	경희대학교	조교수, 부교수
1990~1992	DAMTP, University of Cambridge	Postdoctoral Fellow
1988~1990	Physics Department, University of Maryland	Postdoctoral Fellow
1987~1988	Physics Department, Brandeis University	Postdoctoral Fellow
1987~1988	Physics Department, Brandeis University	Postdoctoral Fellow

발제 3 고등학교 수학교육과 벡터

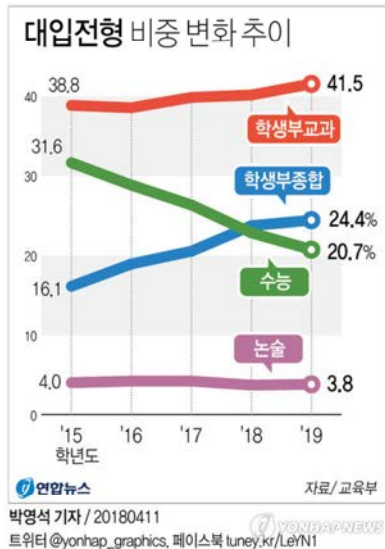
박규환

한림원 이학부 정회원(고려대학교)

고등학교 수학 교육과 벡터

고려대학교 물리학과 박규환

대학 입시 변화



2022 대입, 25년만에 수시·정시 통합 검토...원서접수는 수능 후

교육부가 국가교육회의에 반드시 결정해줄 것을 요청한 주요 논의 사항은 ▲ 학생부종합전형(학종)과 수능전형간 적정 비율 ▲ 대입 단순화를 위한 선발시기 개편 ▲ 수능 평가방법 등 3가지다.

수능에서 어떤 과목을 볼 것이냐를 담은 과목개편안은 통합사회·통합과학을 신설하는 대신 탐구영역 선택 과목을 2개에서 1개로 줄이는 1안, 문·이과 구분 없는 단일형 수학을 도입하고 탐구영역에서 사회 1과목+과학 1과목을 교차 선택하는 2안, 현행 수능(2019~2021) 과목을 유지하는 3안으로 이뤄졌다.

2018/04/11 연합뉴스 기사에서 발췌

고등학교 수학 교육과정

문·이과 구분 없는 단일형 수학을 도입하는 2안 (2022 년 교육과정 개편안)

목적: 문과·이과 구분에 따른 지식 편중 현상을 없애고 다양한 교육을 통한 융합형 인재 양성

각국의 예;

문과 이과 구별 국가: 일본, 프랑스, 스페인,...

문과 이과 구별이 없는 국가: 미국, 중국

중국은 2018년 고등학교 1학년 입학생부터 문·이과 구분을 없애는 입시 개혁을 단행했다. 중국의 새 입시 제도에 따르면 어문·외국어·수학 3과목을 공통 과목으로 보고, 나머지 3과목은 물리·화학·역사·지리·생물·정치 6과목 중에서 자유롭게 택할 수 있다. 기존엔 공통 3과목 점수에, 문과생들은 '문과 종합', 이과생들은 '이과 종합' 점수를 합산하는 방식이었다. 일본·프랑스·스페인 등은 아직 문·이과를 구분해 대입 시험을 치르고 있다.

출처 : http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2017/08/18/2017081800199.html

문·이과 구분 없는 단일형 수학

중국 고등학교 수학 교과내용

Mathematics learned by Students of science is basically the same in content with the one learned by Students of art, but the problems are much harder.

One must learn the following content:

1. 集合、简易逻辑(set and basic logical expressions)
2. 函数(functions)
3. 不等式(inequality)
4. 平面向量(vectors in plain)
5. 三角函数(trigonometric function)
6. 数列(sequences)
7. 直线和圆锥曲线(lines and conical section)
8. 平面、简单几何体(solid geometry)
9. 排列、组合、二项式定理(Permutation, combination, binomial theorem)
10. 概率(probability)
11. 研究性课题(research subject)- use mathematics to solve real life problems, explore the applying of mathematics for other subjects.
12. 极限、导数、积分(limit, derivative, integration)
13. 概率与统计(Probability and Statistics) (optional)
14. 复数 (complex number)

대한민국 고등학교 수학 교과내용 (2009 개정수학)

2009 개정수학 (현과정)								
고1			고2/고3					
통합수학			인문계열			자연계열		
과목	대단원	소단원	과목	대단원	소단원	과목	대단원	소단원
수학 I	다항식	다항식의 연산	미적분 I	수열의 극한	수열의 극한	미적분 I	미적분 I	
		나머지 정리			급수			
		인수분해			함수의 극한과 연속			
	방정식과 부등식	복소수와 이차방정식		함수의 극한과 연속	함수의 극한		지수함수와 로그함수	지수함수와 그래프
		여러가지 부등식			함수의 연속			로그함수
		여러가지 방정식			미분계수와 도함수			지수함수와 로그함수의 미분
	도형의 방정식	평면좌표		다항함수의 미분법	도함수의 활용		삼각함수	삼각함수의 뜻과 그래프
		직선의 방정식			부정적분			삼각함수의 미분
		원의 방정식			정적분			여러가지 미분법
		도형의 이동			정적분의 활용			도함수의 활용
수학 II	집합과 명제	부등식의 영역	확률과 통계	순열과 조합	경우의 수	미적분 II	적분법	부정적분
		집합			순열			정적분
		명제			조합			정적분의 활용
	함수	함수		확률	분할과 이항정리		기하와 벡터	이차곡선
		여러가지 함수의 그래프			확률의 뜻과 활용			평면곡선과 접선
		유리함수			조건부 활용			벡터의 연산
	수열	무리함수		통계	확률분포		공간도형과 공간벡터	평면벡터의 선분과 내적
		등차수열			통계적 추정			평면운동
		등비수열						공간도형
	지수와 로그	수열의 합						공간좌표
		수학적 귀납법						공간벡터

대한민국 고등학교 수학 교과내용 (2015 개정수학)

2015 개정수학 (2018년부터 적용)								
고1			고2/고3			진로선택		
과목	대단원	소단원	과목	대단원	소단원	과목	대단원	소단원
수학	공통수학	다항식의 연산	수학 I	지수함수와 로그함수	지수와 로그	기하	이차곡선	이차곡선
		나머지정리		삼각함수	삼각함수의 그래프		평면벡터	이차곡선의 접선과 활용
		인수분해		수열	삼각함수의 활용		공간도형과 공간좌표	벡터의 연산
		복소수와 이차방정식		수열의 극한	등차수열과 등비수열		미분과 미분계수	평면벡터의 성분과 내적
		이차방정식과 이차함수		수열의 극한	수열의 합		미분과 미분계수	직선과 평면
	수학 II	여러가지 방정식	수학 II	함수의 극한과 연속	수열의 극한	경제수학	수열과 급수	정사영
		여러가지 부등식		함수의 극한과 연속	급수		미분과 미분계수	공간좌표
		경우의 수		다항함수의 적분	함수의 극한		미분과 미분계수	경제지표
		순열과 조합		다항함수의 적분	함수의 연속		미분과 미분계수	경제지표
		확률		미분	부정적분		미분과 미분계수	환율과 세금
	도형의 방정식	유리함수	미분	적분	정적분의 활용	실용수학	미분과 미분계수	이자와 원리합계
		무리함수		적분	정적분의 활용		미분과 미분계수	국한과 연속복리
		평면좌표		적분	정적분의 활용		미분과 미분계수	연금
		직선의 방정식		적분	정적분의 활용		미분과 미분계수	함수와 시장
		원의 방정식		적분	정적분의 활용		미분과 미분계수	함수와 의사결정
	도형의 이동	도형의 이동	확률과 통계	확률분포와 통계	확률분포와 통계	수학과제연구	미분과 미분계수	미분의 활용
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	규칙과 대칭
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	복합함수와 자기유사성
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	평면과 공간의 관찰
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	평면과 공간의 표현
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	증가와 감소, 확대와 축소
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	변화
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	불확실성
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	확률과 그 활용
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	통계와 그 활용
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	수학적 리모델링
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	수학적 리모델링의 적용
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	수학과제 연구 방법
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	수학과제 연구에서의 의사소통
		도형의 이동		확률분포와 통계	확률분포와 통계		미분과 미분계수	수학과제 연구의 실제

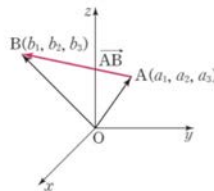
2009 개정, 이하

기하와 벡터	평면곡선	이차곡선
		평면곡선과 접선
		벡터의 연산
	평면벡터	평면벡터의 성분과 내적
		평면운동
		공간도형과 공간좌표
	공간도형과 공간벡터	공간좌표
		공간벡터

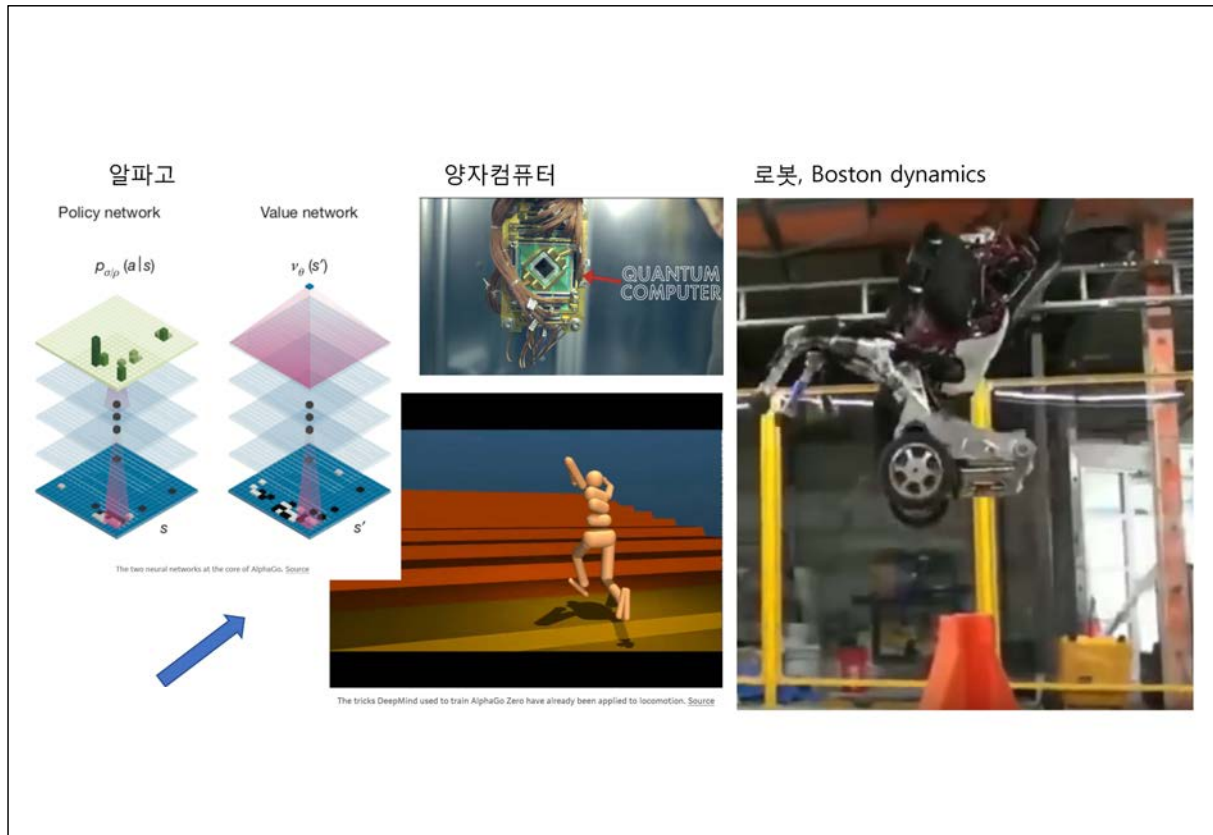


2015 개정 (진로선택 과목으로 변경, 내용 축소)

기하	이차곡선	이차곡선
		이차곡선의 접선과 활용
	평면벡터	벡터의 연산
		평면벡터의 성분과 내적
	공간도형과 공간좌표	직선과 평면
		정사영
		공간좌표



- ✓ 벡터 교육은 필요한가?
- ✓ 대학 진학 후 해당 전문 분야에서의 교육은 가능한가?



교육과정 설정의 문제점-예

[표5] 주요 13개 대학 자연계 논술고사에서 교육과정을 벗어난 문항

대학	논술 전형	해당 문제
고려대	자연A	C
성균관대	논술우수자 자연1	1-(3), 1-(4)
	논술우수자 자연2	2-(3)
	과학인재	1-(2), 2-(1), 2-(2), 2-(3), 3-(2), 4-(1), 4-(2)
연세대	일반전형	1, 2, 3, 4, 5

[표6] 고교 교육과정을 벗어났다고 판정한 근거

대학	논술 전형	고교 교육과정을 벗어났다고 판정한 교사 의견
고려대	자연A C	쌍극자 모멘트의 값을 직접구하는 것은 교육과정에서 전혀 다루고 있지 않으며 단지 크기 비교만 다루기 때문에 물과 가장 잘 섞이는 것은 풀이가 가능할 수 있으나 모멘트 값을 구하는 것은 대학 과정 선행이 없으면 불가능 하다.
성균관대	논술우수자 자연1 1-(3)	2009 개정 교육과정에서 탄소 화합물 부분이 대부분 빠지면서 구조 이성질체는 사슬형인 뷰테인, 펜테인, 헥세인 정도만 다루는 상황이며, 벤젠의 치환도 배워지 않는다. 따라서 이 문제는 교육과정을 벗어났다.

[광화문에서/임우선]한국 교육의 메시아는 없었다.
임우선 정책사회부 기자 2018-04-17

대한민국이라는 나라의 교육의 실타래는 아무도 못 풀니다. 장관은커녕 대통령도 못 풀어요. 하나님은 풀 수 있을까요? 아뇨, 너무 복잡하게 얽혀 있어서 하나님도 못 풀니다.”

예전에 취재 중 만난 한 고등학교 교장선생님의 얘기다. 그는 정년퇴직을 앞두고 있었다. 평생을 교육계에서 보낸 선생님이 그렇게 말하니 우울했다.
[중략]

그날 그가 지적한 한국 교육의 끊겨야 할 실타래는 다음과 같았다. ①교육의 결과로 입시가 정해지는 게 아니라 입시 자체가 교육을 규정한다. ②입시가 유일무이한 현안이 되다 보니 모두가 입시 정책만 들여다볼 뿐 어느 누구도 교육을 고민하지 않는다. 그러다 보니 가르치는 내용과 수업을 하는 교사는 계속 30년 전 수준이다. ③대학과 아이들은 바뀐 세상에 맞는 새 교육을 원하는데 학교가 고인 물 신세다 보니 아이들은 사교육으로 간다. 이 과정에서 경제력에 따라 입시가 갈라진다. ④정부는 사교육으로 도망간 아이들을 붙잡고 대학의 고삐를 죄기 위해 다시 입시제도를 흔든다. 종합하면 결국 ①번부터 ④번까지가 계속 '무한 반복'되는 셈이다.

원문보기:

<http://news.donga.com/Main/3/all/20180416/89642137/1#csidxa92ed67fc230895a680717feb0c68b7>

- 고등학교에서 벡터 교육은 필요한가?
- 대한민국 교육의 얽힌 실타래를 끊어 버리는 방법은 ?

IV

지정토론

토론좌장 약력

성 명	이향숙	
소 속	이화여자대학교 자연과학대학 수학과	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위
1989~1994	Northwestern University	수학/Ph.D.
1986~1988	이화여자대학교	수학/석사
1982~1986	이화여자대학교	수학/학사
2. 주 요 경 력		
기 간	기 관 명	직위, 직책
2017~현재	대한수학회	회장
2017~현재	한국수학관련단체총연합회	회장
2017~현재	한국과학기술단체총연합회	이사
2017~현재	기초과학학회 협의체	위원
2015~현재	국가과학기술심의회	기초기반전문위원회 위원
2014~2015	한국여성과학기술단체총연합회	이사
2010~2015	2014 세계수학자대회(ICM) 조직위원회	수석부위원장/집행위원 /대외협력위원장
2010~2012	한국연구재단	자연과학단장/수리과학 단장
2010~2011	국가과학기술위원회	운영위원회 위원
1995~현재	이화여자대학교	교수

토론자 약력

성 명	김도환	
소 속	한림원 이학부장(서울대학교)	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위
1972	서울대학교 전자공학과	공학사
1974	서울대학교 대학원 수학과	이학석사
1981	Rutgers 대학 수학과	Ph. D.
2. 주 요 경 력		
기 간	기 관 명	직위, 직책
2015~현재	서울대학교	명예교수
2013	아시아 수학회학술회의 (AMC 2013)	조직위원장
2011~현재	한국과학기술한림원	이학부장
2011~2014	서울 세계 수학자 대회 (ICM 2014)	공동 자문위원장
2009	한국기초과학학회협의체 (수학회, 물리학회, 화학회 협의체)	회장
2007~2010	대한수학회	회장
2006~현재	한국과학기술한림원	정회원
2003~2005	서울대학교 수리과학부	학부장
1999~2006	서울대 BK21 수리과학 사업단	(부)단장
1982~2015	서울대학교	교수 (조교수, 부교수)

토론문

중등교육에서의 기하의 중요성

김도한

한림원 이학부장(서울대학교)

기하의 중요성

- 국민 기본 소양 교육에서 가장 중요한 것은 논리를 오랫동안 학습하는 것
- 언어 논리는 작문, 토론 교육으로 배우고
과학적 논리는 수학 특히 기하에서 배움
- 기하는 완벽한 논리 체계라 역사적으로 선진국 기본 교육에서 가장 중요
- 목소리 크고 힘센 사람이나 단체가 좌지우지하는 사회에서는 논리 교육이 더 필요

알버트 아인슈타인:

- 어렸을 때 가장 영향을 준 것은 유클리드 기하 책과 자기 나침판
- 유클리드 기하책을 ‘성스러운 작은 기하책’이라고 칭함
- 코페르니쿠스, 케플러, 갈릴레오, 뉴턴은 물론 철학자 스피노자 까지

에이브라함 링컨:

- 유클리드 기하책을 안장주머니에 가지고 다니면서 밤늦게까지 등불 아래에서 공부
- 기하에서의 증명이 뜻하는 바를 모르면 변호사가 될 수 없다 라고 강조
- 기하는 모든 사람이 납득할 수 있는 몇 개의 중요한 공리를 받아들이고 중요한 개념들을 정의하고 나서 그것으로부터 증명을 통하여 체계를 구축
- 링컨은 법체제도 결국은 기하 체계를 따르는 것을 이해하였기 때문에 기하를 모르면 변호사가 될 수 없다고 주장

한국 교육과 사교육

- 한국 교육정책은 장관이 바뀔 때마다 사교육 철폐를 제일 목표로 강조하였으나 백전백패
- 공교육을 강화하지도 못하면서 정치적 수사로 학부형을 호도

- 한국은 OECD 기준으로 공교육 수학수업 시수는 상대적으로 적음:
중등학교 전체 수업시간의 11%가 수학 시간으로, OECD 평균인 12%보다 낮으며 이는 가장 낮은 수준임. [OECD 2016, PISA 2015 Results]),
- 그러나 방과 후 수학 활동 참여 시수는 상대적으로 높음:
OECD 평균 주당 3.1시간, 우리나라 5.0시간. [OECD 2017, Education at a 2017]).
- 공교육에서 부족한 수학 수업 시수를 사교육에서 채우고 있는 실정

유토리 교육의 폐해

- 7차 교육과정부터 사교육 경감을 이유로 일본의 유토리 교육을 따라 학습량 경감
- 자세히 설명하면 일본에서 실시된 교육방침으로서 '여유 있는 교육'을 뜻함
- 2002년부터 공교육에 본격적으로 도입
- 과도한 주입식 교육을 지양하고 창의성과 자율성 존중을 표방하며 학교 수업시간을 줄이는 방식으로 진행되었으나 유토리교육 실시 이후 기초학력 저하현상 등 부작용이 심화됨으로써 2007년 실패를 인정하고 다시 학력강화 교육방침으로 선회.
- 또 자율성을 지나치게 강조한 나머지 교사가 적극적으로 학생들을 지도하지 못하고, 학생들의 학습의욕에도 개인차가 심화되었다는 점도 단점으로 지적됨.
- 결국, 일본의 중앙교육심의회는 유토리교육의 실패를 인정하고 다시 수업시간을 늘림으로써 학력을 강화하는 교육방침으로 선회
- 그러나 한국에서 요지부동
- 학습량을 경감하면 틀리지 않는 반복 훈련을 할수 밖에 없는데 창의성 교육에 가장 역행
- 국가교육회의와 교과과정 총론위원회 인원 구성에도 대부분 관료와 교육학자
이번에도 역시나 자연과학 전공자는 IT 전공 교수 한명
- 문학, 역사, 철학, 법학, 자연과학, 공학 등 다양한 분야의 석학이 모여 오랜 토론 끝에 대강을 세울 필요가 있음

4차 산업혁명과 수학:

Rita Colwell: 1998-2004년에 여성으로는 처음으로 미국과학재단 사무총장을 역임한 생물학자로 2000년에 이미 자연과학 분야에 데이터의 홍수 시대, 즉 빅데이터의 시대가 올 것을 예측하고 수학, 통계학 분야의 예산을 3배로 늘릴 것을 주창하여 6천만 달러를 투자.

토마소 포조 교수(MIT): 한국에서 점차 소프트웨어(SW) 교육이 강조되면서 의무교육이 되는 것에 대해 일부 우려를 표시. "SW는 엔지니어들의 언어이기 때문에 지속적으로 변한다"며 "프로그래밍 자체에 너무 빠져드는 것은 위험하다"고 지적. 그 대신 수학의 중요성을 강조. 포조 교수는 "수학은 과학과 컴퓨터 사이언스에서 모두 통용되는 보편적인 언어"라며 "SW를 만드는 근간이 되는 수학 분야의 교육을 더욱 강화해야 할 것"이라고 주장

토론자 약력

성 명	박경미	
소 속	국회사무처	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위
1983~1987	서울대학교	수학교육과 학사
1989~1990	University of Illinois at Urbana-Champaign	수학 석사
1990~1993	University of Illinois at Urbana-Champaign	수학교육학 박사
2. 주 요 경 력		
기 간	기 관 명	직위, 직책
2017~현 재	국회 4차산업혁명특별위원회	위원
2017~현 재	더불어민주당	원내부대표
2016~현 재	제20대 국회의원	국회의원
2016~현 재	국회 교육문화체육관광위원회	위원
2016~현 재	국회 여성가족위원회	위원
2016~2017	더불어민주당	대변인
2016~현 재	국회 4차산업혁명포럼	공동대표
2000~2016	홍익대학교	교수
1998~2005	OECD PISA	수학전문위원
1987~1989	금옥여고, 대영고등학교	교사

토론문

박경미

국회의원(더불어민주당)

◆ 2021학년도 수능에서 “기하” 배제의 문제

2015 개정 수학과 교육과정의 “기하”과목은 이차곡선, 공간도형과 공간좌표, 벡터의 세 가지 핵심 개념을 담고 있습니다. 이차곡선은 원뿔곡선이라는 기하적 대상을 대수식과 연결하는 통합적 사고를 경험할 수 있는 소재로, 박형주 총장님이 언급하신 ‘수학 개념이 탄생한 역사와 다양한 영역에서 증대되는 수학의 활용성’에 아주 적절한 개념입니다. 또 공간도형과 공간좌표는, 3D 세상을 2D의 망막에 맺힌 상을 통해 이해해야 하는 인간에게 숙명이며, 드론이나 3D프린터 시대 등을 고려하면 미래에는 더욱더 중요한 개념입니다. 마지막으로 벡터는 두말이 필요 없는 미래 학문의 필수 개념입니다. 수와 연산의 확장 과정은 수학의 핵심이며 결국 벡터가 핵심입니다. 벡터와 행렬, 텐서는 인공지능 연구의 필수 개념이며, 벡터와 행렬을 다루는 선형대수가 21세기 수학입니다.

2015 교육과정 총론에 의하면 고등학교 이수 단위의 계가 180단위까지 이며, 그중 국/영/수/한국사의 기초 영역은 50%를 초과할 수 없습니다. 2009 교육과정과 달리 2015 교육과정에서는 필수인 한국사 6단위가 기초 영역으로 포함되었기에, 국/영/수 이수 단위를 기존보다 축소할 수밖에 없고, 이에 현장의 교육과정 편성의 어려움으로 인해 몇몇 교육청에서는 수능 기하에서 “기하 제외” 의견을 제시하기도 했지만, 17개 시도교육청 중 6개는 “기하 포함” 의견을 냈는데 주목해야 합니다.

◆ 수능 변화 방안

현재 수능은 지나치게 쉬운 앞 번호 문항들과 지나치게 어려운 21번과 30번과 같은 문항이 공존하고 있습니다. 현재의 객관식이 권오남 교수님의 말씀하신 4C 능력 측정에 적합하지 않다는 의견도 많습니다. 이미 프랑스는 서술형 시험을 실시하고 있으며, 일본도 2020년 적용을 목표로 새로운 입시 문항 형태를 개발하고 테스트 하고 있습니다. 특히 일본의 경우 서술형과 더불어 다양한 객관식 문항도 개발하고 있습니다. 예를 들어 여러 문제를 포함한 소위 ‘세트형 문항’이나 ‘단계형 문항’, 동적 기하 실험 결과에 대한 이해를 요하는 문항, 답이 여러 개인 문항,

직접 답을 적는 단답형, 서술형 문항 등을 개발하여 테스트 하고 있습니다. 5지 선다형과 1000지 선다형(단답형) 만으로 구성된 우리의 수능 시험도 가능한 방안에 대한 연구가 필요합니다. 스스로의 힘으로 생각을 정리하는 능력을 평가하겠다는 일본 문부과학성의 호기는 우리에게도 필요합니다.

◆ 미래 수학교육

기하를 제외한 2021 수능은 미적분 중심입니다. 아날로그 시대의 결정론적 특성을 갖는 미적분학이 디지털 미래 시대에도 수학의 모든 것이어야 하는지 고민입니다. 미래에는 어떤 수학이 필요한지 다시 생각해야 합니다. 또 PISA 2015에 의하면 우리나라 학생들의 학교 수학 수업 시간은 세계 최하위인데 비해, 학교 밖 수학 공부 시간은 압도적 1위입니다. 학교 대신 학원에서 공부하는 이러한 잘못된 시작이 찾아내서 해결해야 할 때입니다.

지난 4월 25일부터 제가 대표 발의한“과학·수학·정보교육 진흥법”이 시행에 들어갔습니다. 미래 수학교육의 방향, 수학교육의 많은 문제들의 원인과 해법을 찾는 데 이 법이 도움이 되기를 바랍니다.

토론자 약력

성 명	윤상준	
소 속	양명고등학교	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위
1997~2001	고려대학교	수학, 학사
2006~2009	한양대학교	수학교육, 석사
2. 주 요 경 력		
기 간	기 관 명	직위, 직책
2009~현재	양명고등학교	교사

토론문

윤상준

양명고등학교 교사

1. 토론을 시작하며

최근 교육과 관련된 다양한 의견들이 있고, 그 속에서 많은 대립과 갈등도 나타난다. 그러나 그들에게 공통적으로 드러나는 것은, 그들이 주장하는 것이 무엇이 되었든지, 교육에 대한 변화를 요구하고 있다는 것이다.

발표자들은 ‘미래를 향한 수학 교육과정과 평가’, ‘생각연습과 수학교육’, ‘고등학교 수학교육과 벡터’를 주제로 발표를 하였다. 그 내용들은 다음과 같다.

‘미래를 향한 수학 교육과정과 평가’에서는 4차 산업혁명에서 나타나는 발전에 의해서 도래될 교육의 변화를 예측하였다. 그리고 수학적 사고력을 지향하는 수학교육으로의 변화와 최근 우리나라의 교육과정과 대학수학능력시험과 관련하여 국내·외 대입제도를 포함한 평가에서의 변화와 그 경과에 대해서 이야기 하였다.

‘생각연습과 수학교육’에서는 문제해결 중심의 기업조직 구조의 변화에 의해서 지식이 아닌 통찰의 중요성을 언급하였다. 즉, 지식의 양보다는 학습능력이 미래의 경쟁력이며, 이를 위한 생각 연습의 필요성을 주장하였다. 이러한 생각 연습을 할 수 있는 것 중의 하나가 수학인데, 이를 위해 반복적인 문제 풀이를 지양하고, 교육과정의 내용을 줄이기만 하는 것이 아니라, 스토리를 추가하고 의미를 부여해 주어야 하며, 그 활용성에 대한 인식을 제고시킬 필요가 있다고 하였다. 특히 기하를 ‘공리와 추론’의 사유 방식을 연습하는 중요한 도구라고 강조하였다.

‘고등학교 수학교육과 벡터’에서는 중국의 수학과 교육과정에 대한 내용을 다루고 2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정을 비교하면서, ‘벡터’의 제외에 초점을 맞추었다. 아울러 고등학교에서 벡터교육이 필요한 이유와 대한민국 교육의 악순환을 멈출 수 있는 방법에 대한 질문을 던졌다.

토론자는 발표자분들의 발표 자료를 통하여 다음과 같은 질문들을 도출해 보고, 이에 대해서 의견을 제시하고자 한다.

첫째, 기하는 모든 학생에게 필요한가?

둘째, 기하가 대학수학능력시험 범위에서 제외되는 것이 학교 교육과정에서의 제외를 의미하는가?

셋째, 기하를 대학수학능력시험에서 제외한 교육부의 논리적 근거는 무엇인가?

2. 질문들에 대한 논의

(1) 기하는 모든 학생에게 필요한가?

‘미래’를 생각하지 않더라도 고등학교에서 공간에 대한 학습을 다룰 수 있는 과목은 기하뿐이다. 더군다나 중학교에서 다루는 기하가 직관기하와 논증기하를 중심으로 한다면(조완영, 정보나, 2003), 고등학교에서는 대수를 중심으로 한 해석기하를 중심으로 한다(도정철, 손홍찬, 2015; 김은혜, 이수진, 2016). 이와 같이 학교 수학에서 기하는 학생들에게 공간에 대한 직관력을 키워줄 수 있으며, 그러한 직관의 결과를 정당화 할 수 있도록 해 준다. 게다가 대수적인 접근도 가능하다.

미래를 위한 수학교육이 지식이나 내용 중심이 되어야 한다고 주장하지는 않는다. 권오남 교수의 제안처럼 미래수학교육은 수학적 사고력을 지향해야 한다는 것에 동의한다. 기하는 다양한 측면에서의 수학적 사고력¹⁾을 키우며, 그것들은 연계시킬 수 있는 가장 좋은 자료가 되므로, 학교교육에서 기하는 학습의 가치가 있다.

기하의 학습난이도에 대해서도 직관적인 수준에서부터 해석적인 수준까지 다양한 수준의 학생들에게 수업의 제공이 가능하다. 더군다나 2015 개정 교육과정에서 기하는 이전의 교육과정에 비해 ‘공간벡터’ 부분이 전문교과로 이동되어 실질적인 학습량도 감축되었다.

(2) 기하가 대학수학능력시험 범위에서 제외되는 것이 학교 교육과정에서의 제외를 의미하는가?

기하가 대학수학능력시험 범위에서 제외되어도 학교 교육과정에서 기하를 편성하지 않을 가능성은 낮다. 특히, 이과와 관련된 진학을 희망하는 학생들이 선택하게 되는 교육과정의 편성은 과학과 수학 시수가 상대적으로 더 많이 편성된다. 그렇기 때문에 1학년 수학을 제외하고, 일반선택과목은 4과목이므로, 진로선택과목 중에서 추가 과목을 선택할 가능성이 높으며, 이 중 문과적 특성을 갖는 경제수학과 실용수학을 제외하면, 기하가 선택될 가능성은 더욱 높아진다.

그러나 문제는 단순히 학교교육과정에 편성 여부만이 아니다. 학교교육과정 편성 시 기하 과목은 1학년 수학을 학습한 이후, 바로 선택할 수 있는 과목이다. 하지만 대학수학능력시험 범위에 있는 4과목에 대한 학습을 우선시 한다면, 학습의 우선순위가 낮은 기하는 3학년에 편성되게 되며, 정상적인 수업이 이루어지기 보다는 대학수학능력 시험 등의 대입 준비를 위해 활용될 것이다. 이를 환언하면, 학교 교육과정에 편성되어 이수한 것만으로는 정상적인 학습의 진행을

1) 대수적 사고력, 공간적 사고력, 함수적 사고력, 컴퓨터적 사고력

담보 할 수 없다. 이런 결과는 기하 학습을 전제로 하는 모집단위에서 결국 기하를 제대로 이수했는지에 대한 확인 과정이 필요하게 되어 또 다른 악순환의 고리가 된다.

(3) 기하를 대학수학능력시험에서 제외한 교육부의 논리적 근거는 무엇인가?

매체 등을 통해서 확인할 수 있었던 교육부의 논리적 근거는 다음과 같다.

- 일반선택과목까지만 대학수학능력시험에 출제하는 것이 원칙
- 기하를 모든 이공계 필수과목으로 보기 곤란하며, 필요시 학생부에서 ‘기하’ 이수 여부 확인이 가능
- 학습자의 학습부담 경감
- 설문조사 결과 대학교수와 교사(76%), 학부모·시민단체(89%)가 제외를 찬성

일반선택과목 중심의 출제원칙은 잘 알려진 것처럼, 2021학년도 대학수학능력시험이 현행체제 유지로 개편 유예 발표 시 확약하였기 때문에, 이를 근거로 과학Ⅱ에 포함되는 과목들은 2021학년도 대학수학능력시험에서 학생들이 응시를 할 수가 있다. 그러나 같은 조건에서 ‘기하’를 제외한 것은 그 자체로 납득이 어렵다. 더욱이 2018년 2월 19일 서울에서 진행된 2021학년도 수능 출제범위 공청회에서도 과학과 수학분야에서는 기하를 포함시켜야 한다는 의견을 명확하게 피력하였다. 교육과정 개정시기에서부터 공청회까지 수학에 대한 전문적인 관점에서 수년 동안 일관되게 제시되어 온 주장이 납득될 만한 이유도 없이 받아들여지지 않은 것은 이미 결정된 정책을 정당화하기 위한 형식적 절차였다고 판단된다.

또한 기하 제외 시 대학 입시에서 나타날 수 있는 문제점의 대안으로 기하 이수 여부 확인을 제시하였지만, 이는 앞선 질문에서 충분히 논의 하였다.

학습자의 학습부담 경감을 위해서 수학은 지속적으로 학습내용을 감축하였으며, 특히 2015 개정 교육과정에서는 실질적인 감축이 일어난 것을 확인할 수 있다. 이러한 실질적 감축이 이미 학습자의 학습부담 경감을 위해 이루어졌는데, 이를 다시 제외시키는 것이 교육과정을 개발한 참여자들의 전문성을 고려한 타당한 판단이었는지 생각해 볼 필요가 있다.

설문문항의 문제점은 최임정(2018)이 제시한 공청회 자료에도 잘 나타나 있다. 이미 기하를 제외시킨 여러 개의 안건 중에서 하나를 선택하게 하는 것이 기하를 포함하는 것에 대한 찬반을 묻은 것이라고 할 수 있는지 재검토되어야 한다.

3. 토론을 마치며

이번 토론을 준비하면서 교육정책에 관심 있는 현장교사로서 보다 내실 있는 토론문을 준비하기 위해서 수학 교과 및 타 교과 교사들과도 개인적인 소통을 하였다. 이 과정에서 내부적인 문제점도 몇 가지 확인할 수 있었다.

수학교육 내부에서의 고민과 문제의식이 외부로부터 많은 공감을 얻지 못하고 있다. '기하제의 결정 철회'와 관련된 청원이 3,648명으로 종료된 것도 수학의 중요성이나 필요성이 많은 공감을 얻지 못하고 있음을 나타낸다. 수학교육의 발전을 위해서 이러한 상황을 정확하게 직면하고, 이러한 비판을 충분히 숙고하여 이를 개선하기 위한 노력이 필요하다. 수학교육의 문제점을 잘 진단하고 개선할 수 있는 주체는 수학교육에 대한 전문성을 갖춘 집단이어야 한다.

현장 교사들은 아직까지는 국가정책에 순응적이며, 국가정책에 대한 관심보다 학습지도에 더 많은 관심을 보이고 있었다. 현장 교사들은 정책의 실천 주체임을 이해하고, 교육의 본질 회복과 교육 여건의 보장을 위해 정책에 꾸준히 관심을 가져야 한다. 그리고 이러한 관심의 범위는 정책 수립의 과정부터 성과를 평가하는 것까지 전 분야에 해당된다.

아울러 교육 변화의 기로에서 교육부에 대한 기대는 여전히 크다. 과거 대통령 직속 교육 관련 위원회들이 점차 권력과 함께 힘이 약화되고, 현장과 괴리되어 상층부 중심의 위원회로 남았었다(김진희 외, 2018). 현장과 연결된 다양한 소통의 채널을 갖는 것은 매우 중요한 일이라고 생각한다. 기하에 대한 재검토가 요구된다.

참고문헌

김진희, 최경철, 김인엽, 이경아, 소미영, 주주자, 이동배, 이혁규, 황현정, 김성천, 이경석, 홍섭근, 이영희(2018). **미래교육이 시작되다**. 서울 : 즐거운학교

김은혜, 이수진 (2016). GeoGebra를 활용한 논증기하와 연결된 해석기하 수업자료 개발 및 적용. **한국학교수학회논문집**, 19(4), 373-394.

도정철, 손홍찬 (2015). GSP를 활용한 기하수업에서 수준별 학생의 논증기하와 해석기하의 연결에 관한 연구. **한국학교수학회논문집**, 18(4), 422-429.

조완영, 정보나 (2003). 중학교 1학년 직관기하영역에서의 증명요소 분석. **한국수학교육학회 시리즈E**, 15, 141-146.

여육동(2018). **2021학년도 수능 출제범위 공청회 자료(수학)**.

최임정(2018). **2021학년도 수능 출제범위 공청회 자료(과학)**.

토론자 약력

성 명	이석한		
소 속	한림원 학술담당부원장(성균관대학교)		
1. 학 력			
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위	
1972	서울대학교	학사	
1974	서울대학교	석사	
1982	Purdue University	박사	
2. 주 요 경 력			
기 간	기 관 명	직위, 직책	
1974~1978	육군사관학교 인하대학교	교수요원 전임강사	
1983~1997	USC (남가주 대)	조교수, 부교수(겸직), 정교수(겸직)	
1990~1997	NASA JPL/Caltech 지능로봇연구	Leader/책임연구원	
1995	KAIST	초빙교수	
1998~2003	삼성종합기술원	전무, 연구소장, Chief Research Officer	
1998~현재	USC (남가주 대)	겸임교수	
2002	National Technology Roadmap (NTRM) 사업단	단장	
2002~현재	21세기 프론티어사업 나노메카트로닉스 운영위원회	위원장	
2003~현재	성균관대 정보통신공학부 지능시스템연구소	정교수 소장(겸)	
2003	과학기술부 차세대 성장 동력 기획단	단장	
2004~현재	Intelligent Service Robotics J. Springer	Editor-in-Chief	
2004~현재	IEEE Robotics and Automation Society	부회장	
2004~현재	한국 로봇공학회	부회장	
2005~현재	IEEE Sensors Conference 2006	General Chair	
2005~현재	한국 지능 로봇 표준화 Forum	의장	
2010~현재	우주로봇협의회	회장	
2011~2012	성균관대학교	대학원장	

토론문

이석한

한림원 학술담당부원장(성균관대학교)

4차 산업혁명 시대 대한민국 수학교육 이대로 좋은가?

해외 대학에서 다양한 국적의 유학생들을 지도하면서 유학 초기에 이들이 주어진 공학 문제, 특히 잘 정의되지 않은 공학 문제를 해결하는 과정에서 국가별로 흥미로운 성향이 존재함을 발견함.

이 중 특별히 언급하고 싶은 두 가지 성향의 부류는, 잘 정의되지 않은 문제의 개념을 파악하고 정의하여 문제해결을 위한 Frame 또는 접근방법을 구성하는데 데는 강점이 있으나 정의된 접근방법을 기반으로 관련 지식과 Tool을 활용하여 구체적으로 문제의 최종 Solution을 구하는 과정에 취약한 성향을 가진 부류와 이와는 반대로 개념 정립과 문제 해결 Frame 또는 접근 방법 구성에는 취약하나 지식과 Tool을 활용하여 구체적이고 정확한 Solution을 창출 하는 데에 강점이 두드러진 부류 임.

이 두 가지 성향의 부류는 이들이 그때까지 받았던 국가별 교육 환경과 방법의 차이에 의하여 자연적으로 형성된 것으로 간주됨. 개인적으로 차이가 있기는 하지만 한국 유학생의 경우는 후자의 성향이 강하게 나타남. 후자의 경우 진보/혁신을 통한 The Best를 추구하는 데는 적합하나 창조/창의를 통하여 The First를 성취하는데는 취약한 면이 있음. 이런 면에서 한국의 교육 환경과 방법에 근본적 변화가 필요하다는 생각을 하게 되었음.

Good News는 이러한 성향들은 고정된 것이 아니고 추후의 Training에 의하여 보완되고 재 정립된다는 것도 발견한 사실임. 특히, 4차 산업혁명 시대에는 인공지능 Tool이 문제해결 과정의 많은 부분을 자동화할 예정으로 있기 때문에 4차 산업혁명 시대의 국가 경쟁력 제고를 위하여 창조/창의를 통한 The First 창출의 기반이 되는 전자: 개념 정립 및 접근방법 구축 능력을 강화하는 교육 환경과 방법으로의 전환이 매우 필요함.

이 과정에서 올바른 과학과 수학 교육의 역할이 매우 중요할 것으로 판단됨. 특히, 수학은 존재하는 것들의 추상화를 통한 새로운 개념을 정의하고 이해하는 과정의 학문으로 이공계는 물론 모든 분야의 사고의 틀을 구성하는 필수적인 기능을 가지고 있음. 따라서, 앞에서 이야기한 개념 정립 및 접근방법 구축 능력을 강화하는 교육 환경과 방법의 구축을 위하여 사고의 틀을 구성하는 중요한 학문으로서의 수학교육을, 특히 중고등학교 과정에서, 강화하고 그 교육방법도 새롭게 전환할 필요가 있음. 지식과 Tool을 활용하는 문제 풀이 능력 배양도 중요하지만 추상적 개념의 이해를 기반으로 사고의 틀을 확장시키는 데에 더 큰 비중을 두었으면 함.

끝으로, 상기 수학교육에서 함수, 확률과 통계 등은 물론 기하와 벡터도 반드시 포함되어야 함. 왜냐하면 사고의 틀을 확장시키는 틀로서 공간과 기하학적 개념은 그 파급효과가 매우 크기 때문임. 한 예로서, 4차 산업혁명의 핵심기술의 하나인 Big Data 기반의 Deep Learning 기술은 학습을 위한 최적화 및 확률/통계 등의 수학적 배경이 주로 관련 되고 있다고 생각하기 쉬우나 Data 자체가 갖는 고차원 vector 처리와 Layer 사이의 Data/Feature 변환을 기반으로 Deep Learning이 동작함으로 새로운 Deep Learning의 창출을 위해서는 기하와 벡터를 기반으로 하는 공간 변환의 개념이 반드시 필요함.

토론자 약력

성 명	임화섭	
소 속	연합뉴스 편집국 탐사보도팀장(차장)	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전 공 및 학 위
1990~1994	서울대학교	자연과학대학 물리학과 이학사
2. 주 요 경 력		
기 간	기 관 명	직위, 직책
2018~현재	연합뉴스 탐사보도팀	팀장
2013~2016	연합뉴스 샌프란시스코	특파원
2010~2011	미국 애리조나대 바이오센서 연구실	방문연구원
2008~2011	연합뉴스 사회부 사건팀	팀장
1998~현재	연합뉴스	기자, 차장

토론문

임화섭

연합뉴스 편집국 탐사보도팀장(차장)

전문가 집단의 사회적 책임과 수학 교과 과정

임화섭

(연합뉴스 탐사보도팀장)

전문가

자율성 인정의 요건

- 전문성
- 윤리성

과학기술의 중요성을 사회가 인식하려면?

- 자정 능력
- 입시와 교육은 매우
주목도가 높은 사회적
이슈

내용 축소

[1979 개정]

- 명제연산/진리표
- 명제 드 모르간 법칙
- 행렬
- 일차변환

[2015 개정](공통+일반)

- 없음
- 없음
- 없음
- 없음

내용 변경

- 지수/로그/삼각함수 ➤ (문과 포함 예정)
- 사인법칙/코사인법칙 ➤ (문과 포함 예정)
- 이차곡선 ➤ (일부 문과 포함 예정)
- 구분구적법 ➤ (이과 『미적분』)

내용 축소

- 계차수열/균수열 ➤ 없음
- 여러 가지 점화식 ➤ 없음
- 순서도/알고리즘 ➤ 없음
- 드 무아브르 정리(이과) ➤ 없음
- 극좌표(이과) ➤ 없음

여건에 따른 변화

- 로그자(계산자) ➤ 전자계산기 보편화
 - 제곱근 계산법
 - 근사값 계산법
 - 상용로그 지표와 가수
- 추가된 내용은 없음

논증기하 배제

- 중학교 과정: 삼각형의 닮음, 피타고라스의 정리 등 ➤ 고교 문/이과 모두 수능 출제 범위 아님
- 고교 과정: 『기하』(진로선택과목) ➤ 『기하』(진로선택과목) 자체가 수능 출제 범위에서 제외됨

정적분 개념 빼고 계산법만

- 구분구적법 배제
- 정적분 계산공식 암기

『수학 II』

- 급수의 합을 이용한 정적분 정의는 다루지 않음
- 부정적분을 이용한 정적분 계산법만 다룸
- 속도와 거리에 대한 문제는 직선 운동에 한하여 다룸



정적분 개념 빼고 계산법만

『미적분』 (일반선택)

- 주어진 영역의 넓이를 직사각형 넓이의 합의 극한으로 나타내 봄으로써 정적분과 급수의 합 사이의 관계를 이해
- 정적분과 급수의 합 사이의 관계를 이해한다.
- 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
- 입체도형의 부피를 구할 수 있다.
- 속도와 거리에 대한 문제를 해결할 수 있다.

수능 수학 등급컷

[수학 가]

100분, 30문항

- 100-96-89 (2015)
- 96-92-88 (2016)
- 92-88-83 (2017)
- 92-88-84 (2018)

- 문제 대부분이 쉽게 출제됨
- 의대 집중 경향
- 고난도 killer 문항에 따라 등급 결정
- 21, 29, 30번
"나머지 문제를 실수 없이 매우 빨리 풀어서 시간을 확보"

몇 분이나 걸릴까요?

30. 실수 t 에 대하여 함수 $f(x)$ 를

$$f(x) = \begin{cases} 1-|x-t| & (|x-t| \leq 1) \\ 0 & (|x-t| > 1) \end{cases}$$

이라 할 때, 어떤 홀수 k 에 대하여 함수

$$g(t) = \int_k^{k+5} f(x) \cos(\pi x) dx$$

가 다음 조건을 만족시킨다.

함수 $g(t)$ 가 $t=\alpha$ 에서 극소이고 $g(\alpha) < 0$ 인 모든 α 를 작은 수부터 크기순으로 나열한 것을 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ (m 은 자연수)라 할 때, $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 45$ 이다.

$k - \pi^2 \sum_{i=1}^m g(\alpha_i)$ 의 값을 구하시오. [4점]

30. 이차함수 $f(x) = \frac{3x-x^2}{2}$ 에 대하여 구간 $[0, \infty)$ 에서

정의된 함수 $g(x)$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

(가) $0 \leq x < 1$ 일 때, $g(x) = f(x)$ 이다.

(나) $n \leq x < n+1$ 일 때,

$$g(x) = \frac{1}{2^n} (f(x-n) - (x-n)) + x$$

이다. (단, n 은 자연수이다.)

어떤 자연수 $k(k \geq 6)$ 에 대하여 함수 $h(x)$ 는

$$h(x) = \begin{cases} g(x) & (0 \leq x < 5 \text{ 또는 } x \geq k) \\ 2x - g(x) & (5 \leq x < k) \end{cases}$$

이다. 수열 $\{a_n\}$ 을 $a_n = \int_0^n h(x) dx$ 라 할 때,

$\lim_{n \rightarrow \infty} (2a_n - n^2) = \frac{241}{768}$ 이다. k 의 값을 구하시오. [4점]

1995학년도 성균관대 본고사 수학 II

- 7) 영벡터가 아닌 세 공간벡터 $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ 가 모든 실수 x, y, z 에 대하여
- $$|x\vec{a} + y\vec{b} + z\vec{c}| \geq |x\vec{a}| + |y\vec{b}|$$
- 를 만족할 때, $\vec{a} \perp \vec{b}, \vec{b} \perp \vec{c}, \vec{a} \perp \vec{c}$ 임을 증명하라. (15점)

전문가 단체의 사회적 책임

전화 : 717-8604, 702-8136
팩스 : 712-6473

Telex : 5004, 82-2-702-5136
Fax : 82-2-712-6473

사실조회신청

사 건 95가합 96142 부고수지취학원
원 고 김 영 호
피 고 학교법인 성균관대학

위 사건에 관하여 원고는 주장 사실을 입증하기 위하여 다음과 같이 사실조치를 신청합니다.

1. 조회할 곳

대한 수학회

서울 마포구 도화동 538 성지빌딩 706호

2. 조회할 내용

아래 문제에서 주어진,

"영벡터가 아닌 세 공간 벡터 $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ 가 모든 실수 x, y, z 에 대하여

$|x\vec{a} + y\vec{b} + z\vec{c}| \geq |x\vec{a}| + |y\vec{b}|$ 을 만족" 한다는 가정이 수학적으로 성립할수 있

는지, 즉 참 또는 거짓인지 여하 및 그 이유.

대 수 : 960311
수 신 : 서울지방법원 제 27 인사부
참 조 : 장준철 판사님
제 목 : 사실조회서 회신

1996. 3. 21

부장

이진세출



4.19.서

1. 귀 법원의 사건 95가합96142의 사실조회서에 대한 회신입니다.

2. 이 문제에 대하여 대한수학회 이사회에서 몇 차례 토의 하였습니다만, 본 학회에서는 이 문제에 대하여 답 할수 없음을 알려 드립니다. 양지하여 주시기 바랍니다.

대한 수 학 회 장 주 인



17029



2006학년도 사관학교 이과 수학문제

이과

수리영역

B형 II

19. 공간에서 원점 O 를 중심으로 하고 반지름의 길이가 각각 3, 4인 두 개의 구 S_1, S_2 가 있다. 이 때, 구 S_1 위의 임의의 점을 P , 구 S_2 위의 임의의 점을 Q 라 하고, 이 P, Q 에 대하여 $\overrightarrow{OP} + \overrightarrow{OQ} = \overrightarrow{OR}$ 을 만족하는 점을 R 이라 하자. 다음은 $|\overrightarrow{PQ} + \overrightarrow{OR}|$ 의 최댓값을 구하는 풀이과정이다.

[풀이]
 $\overrightarrow{OP} = \vec{p}, \overrightarrow{OQ} = \vec{q}$ 라 하면
 $\overrightarrow{PQ} + \overrightarrow{OR} = (\vec{q} - \vec{p}) + (\vec{q} + \vec{p})$
 이므로
 $|\overrightarrow{PQ} + \overrightarrow{OR}|^2 = |\vec{q} - \vec{p}|^2 + 2(\vec{q} - \vec{p}) \cdot (\vec{q} + \vec{p}) + |\vec{q} + \vec{p}|^2$
 $= 2(\boxed{9+16}) + 2(\vec{q} - \vec{p}) \cdot (\vec{q} + \vec{p}) \quad \cdots \textcircled{A}$
 그런데, $(\vec{q} - \vec{p}) \cdot (\vec{q} + \vec{p}) \leq |\vec{q} - \vec{p}| |\vec{q} + \vec{p}|$
 $= \sqrt{|\vec{q} - \vec{p}|^2} \sqrt{|\vec{q} + \vec{p}|^2}$
 $= \boxed{40} \quad \cdots \textcircled{B}$
 따라서, \textcircled{A} 과 \textcircled{B} 의 때 $|\overrightarrow{PQ} + \overrightarrow{OR}|$ 의 최댓값은 $\boxed{40}$ 이다.

위의 과정에서 99, 16, 40에 알맞은 것을 순서대로 쓰면? [3점]

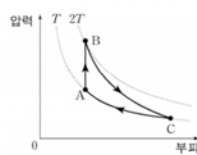
99	16	40
㉠ $ \vec{p} ^2 + \vec{q} ^2$	$\sqrt{25-4(\vec{p} \cdot \vec{q})^2}$	$\sqrt{60}$
㉡ $ \vec{p} ^2 + \vec{q} ^2$	$\sqrt{25^2-4(\vec{p} \cdot \vec{q})^2}$	15
㉢ $ \vec{p} ^2 + \vec{q} ^2$	$\sqrt{25^2-4(\vec{p} \cdot \vec{q})^2}$	10
㉣ $ \vec{p} ^2 + \vec{q} ^2$	$\sqrt{25-4(\vec{p} \cdot \vec{q})^2}$	10
㉤ $ \vec{p} ^2 + \vec{q} ^2$	$\sqrt{25-4(\vec{p} \cdot \vec{q})^2}$	$\sqrt{60}$

- 2005년
- 8.7. 시험
- 9.23. 문제 제기
- 대한수학회 등 공개답변 거부
- "5인 외부 자문위원회" (명단 및 논의 비공개)
- 10.4. "해당 문제의 출제 의도는 추론 과정을 요구하는 것이므로 출제 오류가 없다"

2008학년도 수능 과학탐구 물리 II

- 2007년
- 11.15. 수능 당일 문제 제기
- 이의신청 10건 (11.19 마감)
- 11.28. 한국교육과정평가원 이의심사 실무위원회 "정답에 이상이 없다"
- 수험생들 한국물리학회 문의
- 12.22. 한국물리학회 브리핑
- 12.24. 한국교육과정평가원 출제오류 시인

11. 그림은 1몰의 이상기체의 상태가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 를 따라 변화할 때 압력과 부피의 관계를 나타낸 것이다. $A \rightarrow B$ 는 정적과정, $B \rightarrow C$ 는 단열과정, $C \rightarrow A$ 는 등온과정이다. A와 B의 온도는 각각 $T, 2T$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 기체상수는 R 이다.) [3점]

<보 기>

- ㉠. $A \rightarrow B$ 에서 기체가 받은 열량은 RT 이다.
- ㉡. $B \rightarrow C$ 에서 기체가 외부에 한 일은 $\frac{3}{2}RT$ 이다.
- ㉢. $C \rightarrow A$ 에서 기체는 외부로 열을 방출한다.

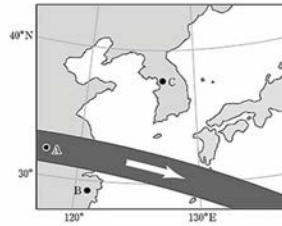
① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

2010학년도 수능 과학탐구 지구과학 I

구 영역 (지구과학 I)

- 평가원, 즉각 오류 시
인

19. 그림은 2009년 7월 22일 우리나라 부근을 지나간 달의 본 그림자의 궤적과 이동 방향을 나타낸 것이다.



A, B, C 세 지역에서 일어나는 일식 현상을 비교한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. A지역에서는 맨눈으로 코로나를 관찰할 수 있다.
- ㄴ. 일식의 지속 시간은 A지역이 B지역보다 길다.
- ㄷ. 일식은 C지역에서 가장 먼저 관측된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

한림원탁토론회는...

한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 세우고, 동시에 과학기술 현안 문제에 대한 해결방안을 모색하기 위한 목적으로 개최되고 있는 한림원의 대표적인 정책토론 행사입니다.

지난 1996년 처음 개최된 이래 지금까지 100여회에 걸쳐 초중등 과학교육, 문·이과 통합문제, 국가발전에 미치는 기초과학 등 과학기술분야의 기본문제는 물론 정부출연연구소의 발전방안, 광우병의 진실, 방사능, 안전 방제 등 국민생활에 직접 영향을 미치는 문제에 이르기까지 광범위한 주제를 다루고 있습니다.

한림원은 과학기술 선진화에 걸림돌이 되는 각종 현안문제 중 중요도와 시급성에 따라 주제를 선정하고, 과학기술 유관기관의 최고책임자들을 발제자로 초빙하여, 한림원 석학들을 비롯해 산·학·연·정의 전문가들이 심도 깊게 토론을 진행하고 있습니다.

토론결과는 책자로 발간, 정부, 국회와 관련기관에 배포함으로써 정책 개선방안을 제시하고 정책 입안자료를 제공하여 여론 형성에 기여하도록 힘쓰고 있습니다.

■ 한림원탁토론회 개최실적 (1996년 ~ 2018년) ■

회수	일 자	주 제	발제자
1	1996. 2. 22.	초중등 과학교육의 문제점	박승재
2	1996. 3. 20.	과학기술분야 고급인력의 수급문제	서정현
3	1996. 4. 30.	산업계의 연구개발 걸림돌은 무엇인가?	임효빈
4	1996. 5. 28.	과학기술 행정과 제도, 무엇이 문제인가?	박우희
5	1996. 7. 9.	연구개발 평가제도, 무엇이 문제인가?	강계원

회수	일 자	주 제	발제자
6	1996. 10. 1.	정부출연연구소의 역할과 기능에 대하여	김훈철
7	1996. 11. 4.	21세기 과학기술비전의 실현과 정치권의 역할	김인수
8	1997. 2. 25.	Made in Korea, 무엇이 문제인가?	채영복
9	1997. 4. 2.	산업기술정책, 무엇이 문제인가?	이진주
10	1997. 6. 13.	대학교육, 무엇이 문제인가?	장수영
11	1997. 7. 22.	대학원 과학기술교육, 무엇이 문제인가?	김정욱
12	1997. 10. 7.	과학기술 행정체제, 무엇이 문제인가?	김광웅
13	1998. 1. 22.	IMF, 경제위기 과학기술로 극복한다.	채영복
14	1998. 3. 13.	벤처기업의 활성화 방안	김호기, 김영대, 이인규, 박금일
15	1998. 5. 29.	국민의 정부의 과학기술정책	강창희
16	1998. 6. 26.	정보화시대의 미래와 전망	배순훈
17	1998. 9. 25.	과학기술정책과 평가제도의 문제	박익수
18	1998. 10. 28.	경제발전 원동력으로서의 과학기술의 역할	김상하
19	1999. 2. 12.	21세기 농정개혁의 방향과 정책과제	김성훈
20	1999. 3. 26.	지식기반 경제로의 이행을 위한 경제정책 방향	이규성
21	1999. 5. 28.	과학기술의 새천년	서정욱
22	1999. 9. 10.	신 해양시대의 해양수산정책 발전방향	정상천
23	2000. 2. 10.	21세기 환경기술발전 정책방향	김명자
24	2000. 4. 14.	경제발전을 위한 대기업과 벤처기업의 역할	김각중

회수	일 자	주 제	발제자
25	2000. 6. 16.	과학·기술발전 장기 비전	임 관
26	2000. 9. 15.	국가 표준제도의 확립	김재관
27	2000. 12. 1.	국가 정보경쟁력의 잣대: 전자정부	이상희
28	2001. 5. 4	환경위기 극복과 지속가능 경제발전을 위한 과학 기술개발전략	박원훈, 류순호, 문길주, 오종기, 한무영, 한정상
29	2001. 7. 18	국가 과학기술발전에 미치는 기초과학의 영향	임관, 명효철, 장수영
30	2001. 9. 21	산업계에서 원하는 인재상과 공학교육의 방향	임관, 한송엽
31	2001. 10. 31	적조의 현황과 앞으로의 대책	홍승룡, 김학균
32	2001. 12. 5	광우병과 대책	김용선, 한홍율
33	2002. 7. 19	첨단기술 (BT,ET,IT,NT)의 실현을 위한 산업화 대책	한문희, 이석한, 한송엽
34	2002. 9. 13	우리나라 쌀 산업의 위기와 대응	이정환, 김동철
35	2002. 11. 1	생명윤리 - 과학 그리고 법: 발전이나 규제냐?	문신용, 이신영
36	2003. 3. 14	과학기술분야 졸업생의 전공과 직업의 연관성	조황희, 이만기
37	2003. 6. 18	국내 농축산물 검역현황과 발전방안	배상호
38	2003. 6. 27	대학과 출연연구소간 연구협력 및 분담	정명세
39	2003. 9. 26	그린에너지 기술과 발전 방향	손재익, 이재영, 홍성안
40	2004. 2. 20	미래 고령사회 대비 국가 과학기술 전략	오종남
41	2004. 10. 27	고유가시대의 원자력 이용	정근모
42	2004. 12. 7	농산물 개방화에 따른 국내 고추산업의 현황과 발전전략	박재복
43	2005. 9. 30	과학기술윤리	송상용, 황경식, 김환석

회수	일 자	주 제	발제자
44	2005. 11. 25	과학기술용어의 표준화 방안	지제근
45	2005. 12. 1	융합과학시대의 수학의 역할 및 수학교육의 방향	정근모, 최형인, 장준근
46	2005. 12. 15	해양바이오산업, 왜 중요한가?	김세권, 김동수
47	2006. 11. 7	첨단과학시대의 교과과정 개편방안	박승재
48	2006. 12. 22	과학기술인 복지 증진을 위한 종합 대책	설성수
49	2007. 6. 29	선진과학기술국가 가능한가? - Blue Ocean을 중심으로	김호기
50	2007. 11. 9	우리나라 수학 및 과학교육의 문제점과 개선방향	김도한, 이덕환
51	2008. 5. 9	태안반도 유류사고의 원인과 교훈	하재주
52	2008. 5. 8	광우병과 쇠고기의 안전성	이영순
53	2008. 6. 4	고병원성조류인플루엔자(AI)의 국내외 발생양상과 우리의 대응방안	김재홍
54	2008. 10. 8	High Risk, High Return R&D, 어떻게 해야 하는가?	김호기
55	2008. 11. 11	식량위기 무엇이 문제인가?	이정환
56	2008. 12. 11	초중고 수학 과학교육 개선방안	홍국선
57	2008. 12. 17	우리나라 지진재해 저감 및 관리대책의 현황과 개선방안	윤정방
58	2009. 2. 19	21세기 지식재산 비전과 실행 전략	김영민
59	2009. 3. 31	세계주요국의 나노관련 R&D 정책 및 전략분석과 우리의 대응전략	김대만
60	2009. 7. 20	국가 수자원 관리와 4대강	심명필
61	2009. 8. 28	사용후핵연료 처리 기술 및 정책 방향	송기찬, 전봉근
62	2009. 12. 16	세종시와 국제과학비즈니스벨트	이현구

회수	일 자	주 제	발제자
63	2010. 3. 18	과학도시와 기초과학 진흥	김중현
64	2010. 6. 11	지방과학기술진흥의 현황과 과제	정선양
65	2011. 2. 28	국제과학비즈니스벨트와 기초과학진흥	민동필, 이충희
66	2011. 4. 1	방사능 공포, 오해와 진실	기자회견
67	2012. 11. 30	융합과학/융합기술의 본질 및 연구방향과 국가의 지원시스템	이은규, 여인국
68	2013. 4. 17	한미원자력협정 개정협상에 거는 기대와 희망	문정인
69	2013. 6. 11	통일을 대비한 우리의 식량정책 이대로 좋은가?	이철호
70	2013. 7. 9	과학기술중심사회를 위한 과학기술원로의 역할과 의무	이원근
71	2013. 7. 22	대학입시 문·이과 통합, 핵심쟁점과 향후 과제는?	박재현
72	2014. 1. 17	국가안보 현안과제와 첨단과학기술	송대성
73	2014. 3. 4	융합과학기술의 미래 - 인재교육이 시작이다	강남준, 이진수
74	2014. 5. 9	과학기술연구의 새 지평 젠더혁신	이혜숙, 조경숙, 이숙경
75	2014. 5. 14	남북한 산림협력을 통한 한반도 생태통일 방안은?	김호진, 이돈구
76	2014. 5. 22	창조경제와 과학기술	이공래, 정선양
77	2014. 5. 29	재해·재난의 예방과 극복을 위한 과학기술의 역할은?	이원호, 윤정방
78	2014. 6. 10	벼랑 끝에 선 과학·수학 교육	정진수, 배영찬
79	2014. 6. 14	문학과 과학, 그리고 창조경제	정종명, 최진호
80	2014. 6. 25	‘DMZ세계평화공원’과 남북과학기술협력	정선양, 이영순, 강동완
81	2014. 7. 24	국내 전통 발효식품산업 육성을 위한 정책 대안은?	신동화

회수	일 자	주 제	발제자
82	2014. 9. 17	‘과학기술입국의 꿈’을 살리는 길은?	손경한, 안화용
83	2014. 9. 30	한국 산업의 위기와 혁신체제의 전환	이 근
84	2014. 11. 14	경제, 사회, 문화, 산업 인프라로서의 사물인터넷(IoT): 그 생태계의 실현 및 보안방안은?	김대영, 김용대
85	2014. 11. 28	공유가치창출을 위한 과학기술의 나아갈 길은? 미래식품과 건강	권대영
86	2014. 12. 5	창발적 사고와 융합과학기술을 통한 글로벌 벤처 생태계 조성 방안	허석준, 이기원
87	2015. 2. 24	구제역·AI의 상재화: 정부는 이대로 방치할 것인가?	김재홍
88	2015. 4. 7	문·이과 통합 교육과정에 따른 과학·수학 수능개혁	이덕환, 권오현
89	2015. 6. 10	이공계 전문가 활용 및 제도의 현황과 문제점	이건우, 정영화
90	2015. 6. 25	남북 보건의료 협정과 통일 준비	신희영, 윤석준
91	2015. 7. 1	메르스 현황 및 종합대책	이종구
92	2015. 7. 3	‘정부 R&D 혁신방안’의 현황과 과제	윤헌주
93	2015. 9. 14	정부 R&D예산 감축과 과학기술계의 과제	문길주
94	2015. 10. 23	사회통합을 위한 과학기술 혁신	정선양, 송위진
95	2015. 11. 4	생명공학기술을 활용한 우리나라 농업 발전방안	이항기, 박수철, 곽상수
96	2015. 11. 9	유전자가위 기술의 명과 암	김진수
97	2015. 11. 27	고령화사회와 건강한 삶	박상철
98	2015. 12. 23	따뜻한 사회건설을 위한 과학기술의 역할: 국내외 적정기술을 중심으로	박원훈, 윤제용
99	2016. 2. 29	빅데이터를 활용한 의료산업 혁신방안은?	이동수, 송일열, 유회준
100	2016. 4. 18	대한민국 과학기술: 미래 50년의 도전과 대응	김도연

회수	일 자	주 제	발제자
101	2016. 5. 19	미세먼지 저감 및 피해방지를 위한 과학기술의 역할	김동술, 박기홍
102	2016. 6. 22	과학기술강국, 지역 혁신에서 답을 찾다	남경필, 송종국
103	2016. 7. 6	100세 건강과 장내 미생물 과학! 어디까지 왔나?	김건수, 배진우, 성문희
104	2016. 7. 22	로봇 기술과 미래	오준호
105	2016. 8. 29	융합, 융합교육 그리고 창의적 사고	김유신
106	2016. 9. 6	분노조절장애, 우리는 얼마나 제대로 알고 있나?	김재원, 허태균
107	2016. 10. 13	과학기술과 미래인류	이광형, 백종현, 전경수
108	2016. 10. 25	4차 산업혁명시대에서 젠더혁신의 역할	이우일, 이혜숙
109	2016. 11. 9	과학기술과 청년(부제: 청년 일자리의 현재와 미래)	이영무, 오세정
110	2017. 3. 8	반복되는 구제역과 고병원성 조류인플루엔자, 정부는 이대로 방치할 것인가?	류영수, 박최규
111	2017. 4. 26	지속가능한 과학기술 혁신체계	김승조, 민경찬
112	2017. 8. 3	유전자교정 기술도입 및 활용을 위한 법·제도 개선방향	김정훈
113	2017. 8. 8	탈원전 논란에 대한 과학자들의 토론	김경만, 이은철, 박홍준
114	2017. 8. 11	새롭게 도입되는 과학기술혁신본부에 바란다	정선양, 안준모
115	2017. 8. 18	ICT 패러다임을 바꿀 양자통신, 양자컴퓨터의 부상	허 준, 최병수, 김태현, 문성욱
116	2017. 8. 22	4차 산업혁명을 다시 생각한다	홍성욱, 이태억
117	2017. 9. 8	살충제 계란 사태로 본 식품안전관리 진단 및 대책	이항기, 김병훈
118	2017. 11. 17	미래 과학기술을 위한 정책입법 및 교육, 어떻게 해야 하나?	박형욱, 양승우, 최윤희

회수	일 자	주 제	발제자
119	2017. 11. 28	여성과기인 정책 업그레이드	민경찬, 김소영
120	2017. 12. 8	치매국가책임제, 과학기술이 어떻게 기여할 것인가?	김기웅, 묵인희
121	2018. 1. 23	항생제내성 수퍼박테리아! 어떻게 잡을 것인가?	정석훈, 윤장원, 김홍빈
122	2018. 2. 6	신생아 중환자실 집단감염의 발생원인과 환자안전 확보방안	최병민, 이재갑, 임채만, 천병철, 박은철
123	2018. 2. 27	에너지전환정책, 과학기술자 입장에서 본 성공여건	최기련, 이은철
124	2018. 4. 5	과학과 인권	조효제, 민동필, 이중원, 송세련

