

# 스마트러닝기반의 수업이 학업성취수준이 낮은 학생들에게 미치는 효과성 분석: 스마트앱의 3D와 AR 활용을 중심으로

홍예윤<sup>1</sup>, 임연욱<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>이화여자대학교 교수, <sup>2</sup>한양사이버대학교 교수

The effect of smart learning based class on students with low academic achievement level: focusing on 3D application and AR of smart application

Ye-Yoon Hong<sup>1</sup>, Yeon-Wook Im<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, Ewha Woman's University, <sup>2</sup>Professor, Hanyang Cyber University

요 약 본 연구의 목적은 고등 수학교육에 있어서 스마트러닝기반의 수업이 학업성취도가 낮은 학생들에게 어떤 영향을 미치고 효과성은 어떠한지 분석하는 것이다. 본 연구는 2018년 G대학에서 공학인증 과목인 미적분학II를 수강하는 학생들 중 이전 학기 미적분학I에서 C학점 이하이고, 성취수준이 아주 낮은 학생들로 구성된 '특별반'에 속했던 학생들 중 미적분학II를 공학인증으로 받아야만 하는 16명의 학생들로 구성하여 진행되었다. 스마트폰의 앱에서 3D와 증강현실(AR)을 수업시간에 적극적으로 활용하였으며, 연구결과에 따르면 SNS와 중간고사와 기말고사의 문제분석 결과와 강의평가 결과를 통하여 공간에 대한 시각적 이해가 이루어졌음을 알 수 있었다. 또한 스마트폰의 앱을 활용한 스마트러닝 기반 수학수업이 사전 학업성취도에 관계없이 학업성취도 증진 및 수학적 흥미와 태도에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있었다.

주제어 : 스마트폰, 수학교육, 스마트러닝, 학업성취도, 고등교육

Abstract The purpose of the study is to investigate the impact and analyze the effect of smart learning based class to on the students with low academic achievement level. The study performed in G University in 2018 among students taking calculus II class. It includes 16 students with low academic achievement level, whose grades were under C in the previous calculus I class. They belonged to special class consisted of very low academic achievement level and had to pass calculus II. 3D and AR were actively used in the class. The result shows that they got visual understanding of space, which revealed through analyzing SNS, mid-term and final examination, lecture evaluation. Also, smart learning based mathematics class utilizing smartphone's application elevated academic achievement level and influenced positively on the interest and attitude toward mathematics regardless of previous academic achievement level.

Key Words : smartphones, mathematics education, smart learning, academic achievement, tertiary education

\*This paper was supported by Hanyang Cyber University Research Grant in 2019.

\*Corresponding Author : Yeonwook Im(ywim@hycu.ac.kr)

Received August 4, 2020

Revised December 7, 2020

Accepted January 20, 2021

Published January 28, 2021

## 1. 서론

첨단교육정보사회가 도래했지만 아직도 교육의 현장에서는 전통적인 교사주도형의 일방적 수업이 주류를 이루고 있다. 다수의 학생에게 주어지는 수업은 학생들 개별적 능력과 특성을 고려한 교육과는 동떨어진 형태로 진행되는 경우가 대부분이다. 특히 학업능력이 뒤떨어지는 학업성취수준이 낮은 학생들의 입장을 고려한 수업은 이루어지지 않아 항상 학업격차가 벌어지는 악순환이 되풀이되고 있는 실정이다. 최근 들어 코로나19사태로 인하여 팬데믹 현상에 처한 교육의 현장에서는 이러닝에 의존적일 수 밖에 없으나 이에 대한 충분한 준비가 되지 않아 우왕좌왕하는 모습을 보이고 있다.

첨단교육정보사회를 맞이하여 새로운 시대에 걸맞은 인재를 양성하기 위하여 스마트러닝이 도입되었고 이는 다각도의 교육적 투입을 토대로 교육의 질을 향상시키기 위한 교육방법론을 의미한다. 즉 창의력, 문제해결력, 글로벌역량, 협동의식을 고루 겸비한 융복합적 인재를 양성하는 것이 스마트교육의 목표인데 이를 달성하기 위해 스마트 기기를 수업에 활용하여 교육내용과 교육방법을 고도화하는 것을 추구한다.

그러나 이런 미래지향적인 수업방식도 실제 교육의 현장에서는 제대로 구현이 되지 않고 있는 것이 현실이고 특히 학업성취수준이 떨어지는 학생들을 위한 고려가 거의 이루어지지 않고 있다. 특히 스마트러닝과 수학교육 관련으로 지금까지 수행되어 온 대부분의 선행연구들은 그 대상이 주로 초, 중, 고등학교 학습자에게 국한된 경향이 있으며 고등교육 환경에서의 스마트러닝과 수학교육의 관련성에 대한 연구는 미미한 편이다[1]. 이에 본 연구에서는 스마트러닝 기반의 수업을 수행하고, 이 같은 시도가 학업성취수준이 낮은 학생들에게 영향력을 미쳐 변화의 모습을 보이는지, 그리고 학업성취도 측면에서의 효과성은 어떠한지 알아보려고 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 스마트러닝기반 수업

스마트러닝은 새로운 교육패러다임과 첨단 테크놀로지를 기반으로 한 교수학습방법의 혁신과 밀접한 관련이 있으며 스마트 기기를 활용한 풍부하고 다양해진 교육내용과 스마트 네트워크 인프라를 통하여 상호작용의 극대화를 추구하는 환경 속에서의 스마트한 학습을 말한다[1].

곽덕훈[2]에 의하면 스마트교육은 학습자들의 다양한 학습형태와 능력을 고려하고 학습자의 사고력, 의사소통 능력, 문제해결능력 등을 계발하고 협력학습과 개별학습을 위한 기회를 창출하여 학습을 보다 즐겁게 만드는 교육환경이라 하였다. 강인애[3]는 온라인 공간상에서도 실재감을 느낄 수 있는 즉각적인 피드백과 개방적, 참여적 학습환경이 특히 강조되는 수업이 스마트러닝이라고 하였다. 이는 종래의 교수자 중심의 수업에서 벗어나 학습자 중심의 수업환경으로의 전환이 가능함을 의미한다.

이러한 스마트러닝의 특징은 수강생 전체를 대상으로 하는 일방적인 수업에서 벗어나 학습자 개개인을 향한 맞춤형 수업의 구현에 한층 더 가까이 다가갈 수 있다. 즉 개별 학습자의 특성, 학업 능력에 따라 차별화된 수업의 가능성이 열려있다고 할 수 있다.

아직도 우리나라의 고등교육은 종래의 전통적인 수업 방식에서 벗어나지 못하고 교수자의 일방적인 강의로 이루어지는 경우가 많다. 스마트러닝은 교육의 획기적인 혁신을 가져올 수 있으며 미래사회가 요구하는 적응력, 기술력, 협업능력, 창의력, 나아가 글로벌 학습공동체를 활용한 국제적 능력까지 갖춘 융합형 인재를 양성하는 데 일조할 수 있다.

교육 현장에서도 뉴미디어를 통한 수업방식의 변화에 대하여 많은 교육전문가들이 주목하고 있다. 특히 PC 기반뿐 아니라 모바일 기기를 통한 다원화된 교육의 방법 중에는 SNS(social network service) 등을 통한 개인간의 의사소통을 위한 도구들을 활용하여 협업을 도모할 수 있으며 보다 창의적이고 질 높은 학습 결과를 이끌어 내는데 일조할 수 있는 교육적 효과에 기대감을 가지고 있다[4].

대다수의 학생들이 어려워하는 수학교육에 있어서도 변화와 혁신이 필요하다. 교사가 일방적으로 보여주는 방식이 아니라 학생들이 직접적으로 체험하고 조작하는 방식을 도입해야 한다. Freudenthal[5]은 실세계 문제 상황에의 적용과 연결을 강조하였고, Polya[6]는 '과정 중심' 교육에 의하여 독창적인 발견과 발명으로 유도해야함을 역설하였으며, Poincare[7]와 Papert[8]는 수학교육의 목적은 지식의 전달이 아니라 학생들의 수학에 대한 안목을 기르는 것이라고 말하였다.

스마트러닝 기반 수학학습의 구체적 정의를 보면, 스마트폰의 수학관련 어플리케이션을 활용하여 수학적 문제해결학습을 도모하는 것을 의미한다. 테크놀로지가 인지적으로 학습자를 지원하여 어려운 수학개념의 이해도를 상승시키고 동시에 수학학습에 대한 관심, 흥미를 부

여하여 몰입도를 높이고 수학에 대한 긍정적인 생각을 이끌어내는 과정을 말하는 것이다. 또한 스마트환경 하에서 구성원과의 상호작용을 통해 더 똑똑하면서도 더 열린 수업전략을 활용하여 학습자에게 효과적이고 효율적인 수학적 러닝(learning)을 지원하는 것이다.

조아라[9]는 블랜디드 학습 환경에서 스마트러닝을 활용한 수학교과 수업이 이루어져야 할 필요성을 연구하였고, 윤현철[10]은 초등학교 학생들을 대상으로 한 연구에서 스마트러닝에 기반한 수학 학습은 학습자의 동기를 유발하고 이해도를 높여주어 일반적인 학습보다 수학적 성향 향상에 유의미한 효과를 보였음을 밝혔다. 김성태[11]는 사교육환경에서 초등학생이 스마트러닝기반 수학 수업 후에 학업성취도 및 수학적 흥미와 태도에서 유의미한 변화가 있었음을 주장하였다. 수학교육에 있어서의 스마트러닝 관련 연구는 그리 활발하지는 않았고 특히 제도권의 고등교육 현장에서의 스마트러닝 기반 수학교육 관련 연구는 미미하다고 할 수 있다.

이러한 미래지향적인 수학교육의 실현을 위해서는 학생들이 수동적으로 수업에 임하기보다는 스스로 주체가 되어 다양한 분야의 개념이 접목된 수학을 이해하고 초기 단계부터 직접 참여하고 때론 협동하면서 자신의 것으로 체화시키는 방법적 변화가 필요하다. 이러한 탐구, 탐색이 중심이 되는 수업이 스마트러닝이라고 할 수 있다.

## 2.2 소셜미디어와 소셜러닝

인터넷상에서 소수 혹은 다수의 사람들이 소통하고 대화하는 환경을 마련해주는 소셜미디어(social media)는 우리 삶 속에서 존재감이 아주 크다. 그러나 교육의 현장에서는 아직 활용도가 높지 않은데 조금씩 이에 대한 연구가 진행되고 있다.

소셜미디어를 활용한 수업을 소셜러닝이라고 일컬을 수 있는데 사실 소셜러닝은 1960년대부터 사용된 오래된 용어이며 여러 사람이 함께 공부하고 학습커뮤니티 속에서 상호작용할 때 교육의 효과를 높일 수 있다는 사회적 학습을 의미했다. Vygotsky[12]는 1978년에 학습자가 혼자서는 해결할 수 없지만, 주변의 더 나은 동료나 멘토의 도움을 받으면서 성공적인 학습으로 나아갈 수 있는 영역으로 근접발달대(Zone of Proximal Development)이론을 펼치기도 하였다.

그러나 최근 소셜미디어의 기술적 발달로 예전과는 다소 다른 의미의 소셜러닝이 화두가 되고 있고 이는 교육 테크놀로지의 도움을 받아 한층 활발하고 깊이 있는 소

통과 상호작용이 수업의 효과성을 높일 수 있음을 강조하고 있다. 교수자가 학습자에게 학문적 내용을 전달하고 학습자끼리는 지식과 의견의 공유 활동을 통해 이해력을 증진하고 기억력도 확장할 수 있다. 특히 스마트폰을 활용한 수업은 교수자 및 학습자와의 긴밀한 소통을 유도하여 질의응답 및 토론을 가능하게 하고 학습자의 수업에의 참여도와 몰입도를 증진시키게 된다. 이러한 소셜러닝은 4차산업혁명시대가 요구하는 소통하는 인간형, 협동하는 인간형의 양성에도 일조하는 역할을 한다.

임정훈[13]은 스마트러닝과 소셜러닝의 특징으로 첨단 정보통신기술 기반으로 모바일 기기를 활용한 지능적, 적응적 학습의 기능을 적시하고 있는데 스마트폰과 태블릿PC와 같은 기기와 결합되면서 언제 어디서든지 즉각적인 상호작용 및 협력활동이 가능한 교육의 형태로 발전하고 있다고 하였다. SNS(social network service)를 활용하여 개인 간의, 혹은 학습커뮤니티 속의 다자간의 커뮤니케이션은 소셜미디어를 통해 실시간 및 비실시간으로 이루어지면서 학습의 효율과 효과를 제고할 수 있는 새로운 가능성을 보여주고 있다.

## 2.3 모바일러닝의 BYOD

BYOD란 Bring Your Own Device를 뜻하며 자신의 스마트 기기(노트북, 태블릿, 스마트 등)를 수업이나 학업 현장에 가지고 와 활용하는 것을 의미한다[14]. 기존의 전통적인 수업에서는 교과서나 인쇄물을 중심으로 한 교수방법을 사용하거나 또는 컴퓨터를 통해 수업하는 경우에도 교수자가 준비해온 power point presentation 등을 통해 일방적으로 보여주는 방식의 수업을 진행하여 학생들이 이론을 직접 실제로 적용해보고 확인해보는 경험은 없는 경우가 대부분이다. 그러나 최근 도입되어 주목을 받고 있는 BYOD 방식은 학생들이 본인의 스마트기기(Your Own Device)를 수업시간에 들고 와서(Bring) 인터넷에 접속하기도 하면서 학업의 보조수단으로 활용하는 경우를 말한다.

스마트폰 사용이 일상화되면서 BYOD 활용 교육이 교육의 현장에서도 자연스럽게 일어나게 되었다. 학습자가 자신에게 익숙한 기기의 도움을 받아 어려운 개념을 검색하거나 적절한 활용의 예를 바로바로 탐색할 수도 있어 학업수행성과를 제고할 수 있는 환경이 갖추어졌다. 학습자들의 자기주도 학습을 유도하고 획일적 수업에서 벗어나 학습자 수준과 적성에 맞도록 한다는 점에서 학습자 역량의 확장이라는 스마트교육의 목표에 더 가까이

접근할 수 있다<sup>1)</sup>

임걸 외[16]는 BYOD에 대하여, 학습자가 주체가 되어 시·공간 제약 없이 자기주도적으로 자신의 진도와 스타일에 맞게 학습하여 참여와 몰입이 일어나고 이를 통해 즐거운 경험과 함께 높은 학습성취 효과를 볼 수 있다고 하였으며, 또한 학습자간의 협업과정에서 협업 개념을 배우고 구성원간의 소통과 공감을 상호작용하는 기회를 제공받을 수 있다고 하였다.

임재석[17]은 BYOD의 비용절감의 측면을 언급하였는데 교수자나 학교에서 개별 기기를 제공하는 것이 아니기 때문에 이에 대한 예산을 줄일 수가 있다는 장점을 말하였다. 또한 Looi 외[18]의 연구에 의하면 고등교육 환경에서 BYOD는 '경계 없는 학습공간(seamless learning space)'을 의미하여 학습이 시간과 공간의 제약 없이 이루어질 수 있도록 한다고 주장한 바 있다. BYOD의 중요한 교육적 의미 중에 하나는 학습커뮤니티를 구현하여 소통하고 협력하는 소셜러닝을 유도하고 이는 미래사회가 요구하는 미래지향적 인재상과도 부합한다고 할 수 있다.

**연구문제**

1. 성취수준이 낮은 학생들을 대상으로 한 스마트폰 앱의 활용 수업에서 공간개념을 포함한 수학개념에 대한 이해가 이루어졌는가?
2. 스마트폰의 앱의 활용이 평면이라는 2D와 공간의 개념이 더해진 3D에 대한 상호작용에 영향을 주었는가?
3. 스마트폰 앱의 활용이 학업 성취 수준이 낮은 학생들의 시각적 이해와 표현에 영향을 주었는가?
4. 스마트러닝 기반 수학 수업이 사전 성취도와 관계없이 학업성취도 및 수학적 흥미와 태도에 유의미한 영향을 미치는가?

**3. 수학교육에서 스마트러닝 사례연구**

Fig.1에서 보여주고 있는 것처럼, 수업시간마다 학생들이 스스로가 공간좌표에서 점을 찍어 보고, 그래프를 그려보고 화면을 손가락으로 좌우상하로 움직여서 다양한

1) 교육부의 스마트교육 추진 전략에 의하면 스마트교육은 교사주도적인 전통적 학습체제에서 벗어나 학습자들의 자기주도적인 학습(Self-directed)에 의한 '시간의 확장', 학습자 수준과 적성(Adaptive)에 맞도록 하는 '교육 역량의 확장'을 포함한다[15].

각도로 그래프를 보고 해석할 수 있도록 하였다. 또한 Fig.2에서 보여주고 있는 것처럼, 3D로 나타난 공간상의 그래프를 2차원 좌표평면에 어떻게 나타낼 수 있는지 직접 그려 볼 수 있도록 하여 등고선을 그리는 원리와의 연계하여 학습하도록 하였다.

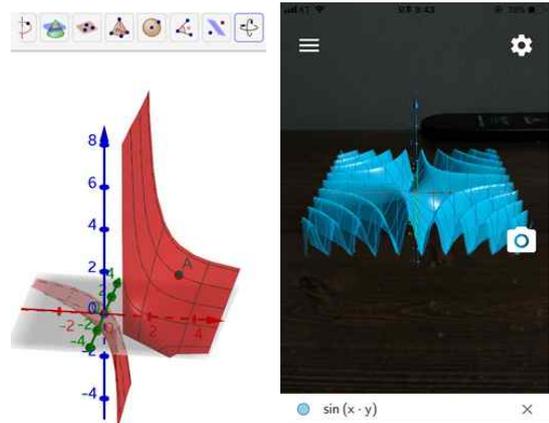


Fig. 1. Understanding the concept of the space curve utilizing 3D and AR of the smartphone's application

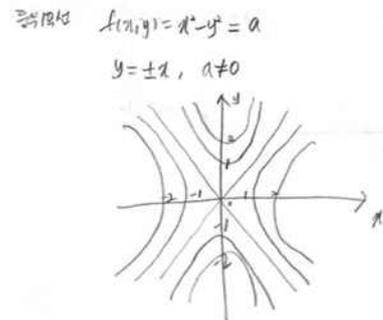


Fig. 2. Student A's presentation: a 2D contour map based on 3D and AR activity of smartphone's application

$z = x + 2y$  아래에 있고,  $y = 2x^2$ 과  $y = 1 + x^2$ 으로 둘러싸인 영역 D위에 있는 입체의 부피를 구한다고 하면, 일반적으로 이중적분  $\iint_D (x + 2y) dA$ 으로 대수적으로 문제를 해결 할 수 있다. 하지만, Fig.3에서 보여주고 있는 것처럼, 2차 평면에서  $y = 2x^2$ 과  $y = 1 + x^2$ 으로 둘러싸인 영역과 공간개념에서 3D로  $z = x + 2y$ 와 이루는 입체도형을 구현해 본다면 이중적분에 대한 개념에 대한 이해가 훨씬 확고해질 수 있다.

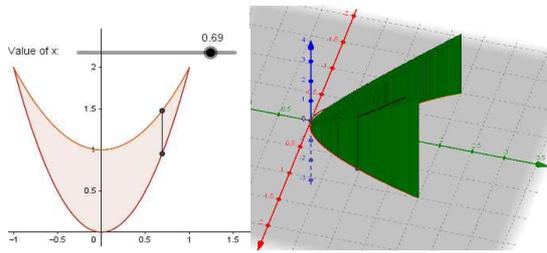


Fig. 3. Interpretation of a double integration according to 2D and 3D expression of smartphone's application

## 4. 연구방법

### 4.1 연구 대상 및 절차

본 연구는 2018년 G대학에서 공학인증 과목인 미적분학II를 수강하는 학생들 중 이전 학기 미적분학I에서 성적이 C학점 이하이고, 성취수준이 아주 낮은 학생들로 구성된 '특별반'에 속했던 학생들 중 미적분학II를 공학인증으로 받아야만 하는 16명의 학생들로 구성되어 진행되었다. 미적분학I은 대부분 고등학교에서 배운 내용들의 중복과 약간 심화된 내용을 학습하지만, C학점을 받은 학생들의 경우 상대평가에 의해서 주어진 것뿐이지 원점수는 훨씬 더 낮은, 성취수준이 매우 낮은 학생들이다. 이들은 특성화고등학교 혹은 문과에서 공대에 입학한 학생들로서 1학기에는 24명으로 운영되었던 '특별반'이다. 또한 교수 중심의 강의로 교재에 제시된 문제들을 대수적인 풀이에 초점을 두고 획일적인 강의를 수강한 학생들이었고, 학습에서 어떠한 테크놀로지도 활용 경험이 없었다. 일반적으로 대학수학에서 미적분학 강의는 I과 II로 나누어서 두 학기에 걸쳐서 수업을 한다. 미적분학I은 주로 고등학교 과정의 이과반이었던 경우 2/3 분량은 중복되고 복습하는 정도의 수준이다. 1학기의 미적분학I 수업은 2차원에서 미적분학을 학습하는 반면에 미적분학II는 미적분학I에서 더 심화된 3차원 내용으로 주로 공간 개념에서의 실생활과 연계된 미적분학 수업을 받게 된다.

강의는 16주간 일주일에 3시간씩 다른 공학인증반과 똑같은 교재를 사용하지만, 정규수업시간에 보충시간 1시간을 더하여 1학기에 학습하였던 미적분학I을 미적분학II와 연계 구성하여 총 4시간의 강의로 이루어졌다. 미적분학I이 주로 평면에서의 개념이고, 미적분학II는 공간에의 개념으로 확대된 것이기 때문에 이전 학기에 개념이 제대로 확립되어 있지 않으면 따라가기 어려울 수밖에 없다. 또한 개념적 이해 없이 암기한 공식에 의해

대수적 풀이에만 치중했던 학습방법에 의존했던 학생들의 경우 공간에서의 개념은 더욱 어렵게 느껴질 수밖에 없다. 공간 개념은 기하학적으로 3차원인 3D 개념의 일반화된 표현 방법을 일컫는데, 중고등학교의 수학교육은 고등학교의 이과반을 제외하고는 2차원에 주로 비중을 두고 있다. 우리가 사는 공간 개념인 3차원의 개념은 고등학교 이과반의 학생들조차도 추상적인 개념으로 생각하고 그냥 공식을 암기하고, 대수적인 풀이에만 중점을 두는 일반적인 수업에서의 지도방법으로 인하여 매우 어려워하는 영역이다. 또한 교사들이 칠판에 일일이 그려서 시각적 이해를 구현시키는데에도 한계가 있으며, 학습지도에 있어서 어려움을 겪고 있는 부분이기도 하다. 이를 해결하기 위해서 수업과정에서 지오제브라 앱을 통해 그래프를 그려봄으로써 강의자의 학습내용을 시각적으로 공감하는 의사소통을 하도록 설계하였다

강의 중이나 강의 후에 수시로 학생들로부터 질문사항을 받았고 이에 대해 가능한 즉각적으로 피드백을 주었고 학기말에는 학생들에 의한 강의평가 결과를 수집하였다.

한 학기 동안 중간고사와 기말고사를 시행하기 2주 전에 두 번의 과제를 제출하도록 하였다. 과제는 도중에 포기하는 학생들이 생기지 않도록 하고, 학습부담을 덜어주기 위하여, 3-4명으로 조별로 나누어서 각자의 책임 하에 연습문제들을 조원들끼리 분담하여 문제를 풀고, 풀이는 최대한의 다양한 표현을 하도록 하였으며, 과제 제출 이후에는 연구자가 과제풀이를 e-class에 올려주어 조별로 작성한 문제풀이가 맞는지를 확인하고 각자 학습할 수 있도록 하였다.

중간고사와 기말고사인 정규시험은 다른 공학인증반 학생들과 똑같은 시험문제로 주어졌으며 어떠한 계산기와 같은 공학도구도 시험에서는 허용하지 않았다. 수업과정에서 학생들과 수시로 소통하였고 학기말에는 학생들에 의한 강의평가 결과를 수집하였다.

### 4.2 연구도구 및 분석방법

실험집단에서는 수업시간에 평면과 공간곡선을 구현할 수 있도록 학습자들은 BYOD를 활용하였는데, 스마트폰의 'Geogebra'라는 앱을 2D(이차원)와 3D(3차원) 두 가지 모두 다운로드 받게 하였고, 아이폰을 가진 학생들의 경우에는 2D와 증강현실을 구현할 수 있는 AR앱을 다운로드 받도록 하였다. 또한 설치방법과 기본적인 도구 사용은 강의 첫 시간에 알려 주고 학생들이 각자의 스마트폰에 직접 설치하게 하여 학생들이 기본적인 도구 사용에 익숙하도록 하였다.

수업시간 중에는 연습문제를 제시하고 풀도록 하고, 개인별로 어느 정도 이해했는지와 성취도를 측정하기 위해 카카오톡과 같은 SNS를 활용하여 학생들의 풀이과정을 전송받고 공통적인 실수에 대해서는 연구자가 다시금 설명을 하기도 하였다. 수업 이후에는 SNS를 활용하여 시간에서의 확장과 교육방법에서의 확장이 이루어졌다고 볼 수 있다. 예시를 보면 다음과 같다. 연구자가 e-class에서 제시한 연습문제 풀이를 보고 이해가 안 되는 부분에 대하여, Fig.4에서 보여주고 있는 것처럼 한 학기 내내 개인적인 질문에 대해 SNS를 통하여 질의응답을 진행하였다.

**문제.** 길넓이가  $1500\text{cm}^2$  이고 총 모서리의 길이가  $200\text{cm}$ 인 직사각형 상자 부피의 최대값과 최소값을 구하여라.

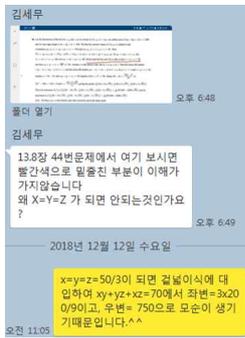


Fig. 4. Example of the expansion of time and educational method between students and professor through SNS

연구자는 학습자들의 수업에 대한 흥미와 긍정적인 태도를 유도하기 위해 동과목의 기존의 수업과는 달리 BYOD를 통해 수학앱 등 테크놀로지를 적극 활용하여 학습자 스스로 조작하고 개념을 터득하도록 수업 내용을 설계하였고, SNS를 통한 교수자와 학습자 간의 쌍방향 상호작용 방법을 극대화하여 어려운 수학개념을 이해하는 데에 도움을 받도록 수업 방식을 디자인하였다.

강의 시간과 그 이후에 주고받은 질문과 피드백으로 인해 중간고사와 기말고사에서 공간에 대한 개념이 얼마만큼 확장되고 다양한 표현방법이 반영되었는지를 확인하기 위해 스마트폰 앱을 활용한 실험집단과 전체학생들의 평균과 비교하였다.

또한 스마트교육의 효율성을 분석하기 위하여 학기 후에 실시한 학생들의 객관식과 주관식 강의평가를 모두 분석하였다. 동시에 이같은 강의평가의 분석은 학생들의

수학적 흥미와 태도 변화를 조사하는 방법으로도 사용되었다.

### 5. 연구결과

수업시간에 스마트폰 앱을 활용한 결과 학생들은 문제 풀이를 위하여 개념이해 없이 암기한 공식을 정해진 알고리즘에 의존하던 것과는 달리, Fig.5처럼 과제풀이에 있어서도 표나 그래프를 활용한 방법이 더하여져 다양한 사고 형태로 표현하였다.

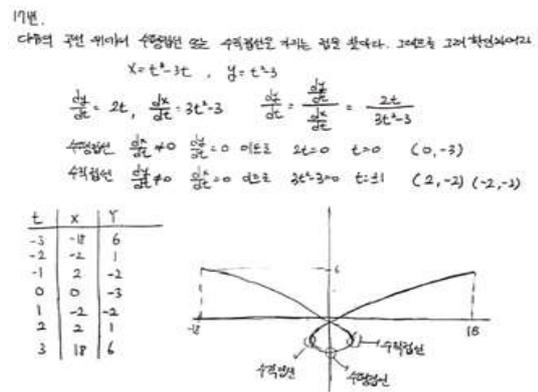


Fig. 5. Various expression shown at the homework

이것은 중간고사 풀이에 있어서도 Fig.6의 문제2와 같이 단순히 대수적인 넓이 구하는 적분공식을 활용하여 문제풀이를 한 것이 아니라, 주어진 원 모양과 심장선 모양의 함수를 그림으로 표현하고, 그 사이에 놓인 영역이 어디인지를 명확하게 표현함으로써 문제를 정확하게 이해하였음을 보여주었다.

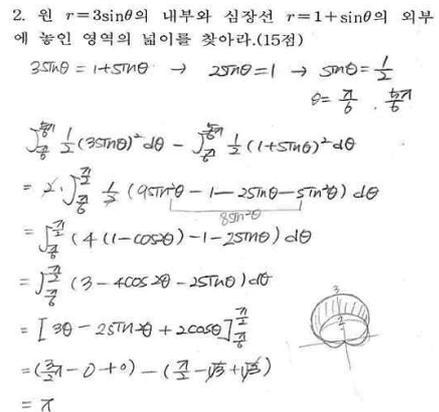


Fig. 6. Visual understanding reflected at the mid-term examination

기말고사에서는 Fig.7에서 보여주고 있는 문제 7번은 수업시간에 활동한 Fig.3과 유사한 문제이다. Fig.3에서와 같이  $y = 2x$ 과  $y = x^2$ 으로 둘러싸인 영역을 평면에서 그려보고, 포물면  $z = x^2 + y^2$  아래에서 둘러싸인 입체도형의 부피를 이중적분을 이용하여 구하는 문제이다. Fig.7의 학생 A의 경우 평면에서 둘러싸인 영역만을 그림으로 나타냈지만 둘러싸인 입체도형의 부피는 이중적분을 이용하여 대수적으로 정확한 풀이를 제시한 것으로 보아 개념적으로도 정확하게 이해했다고 볼 수 있다.

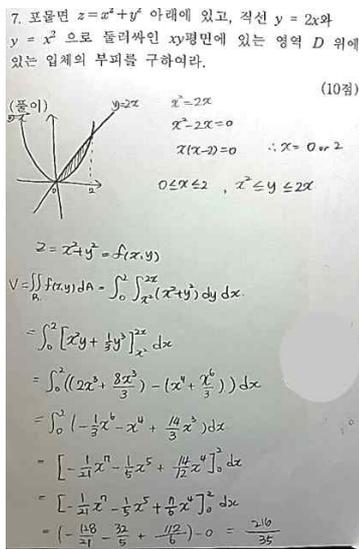


Fig. 7. Understanding spatial curve at the final-term examination

미적분학 수업을 미적분학I과 미적분학II로 두 학기로 나누어 수강하는데 미적분학I은 고등학교 교육과정과 많이 겹쳐서 일반고등학교나 이과반을 졸업한 경우 강의를 따라가는 데에 큰 어려움이 없다. 하지만 미적분학II는 미적분학I이 주로 2차원에서의 개념을 다루는 것이라면 미적분학II는 3차원의 공간개념이 강조되고, 추론하는 능력이 더 많이 요구되는 학기이기도 하다.

성취수준이 낮은 ‘특별반’ 학생들의 미적분학I과 미적분학II의 평균성적을 비교하면 Table 1과 같다. 미적분학I에서 성취 수준이 낮은 반이었던 학생들은 어떠한 테크놀로지를 활용한 활동 없이 교수중심의 교재에 제시된 문제들을 대수적인 풀이에 초점을 둔 획일적인 강의를 수강한 학생들이었다. 중간고사에서 미적분학I을 수강한 전체 학생들의 평균점수가 52.44점인 반면에 이들의 점수는 9.21점이라는 아주 낮은 평균값을 나타내었고, 기

말고사에서도 전체평균 34.23점에 비하여 8.09점으로 거의 포기상태로 시험에 임했었다는 것을 알 수 있다. 이는 성취수준이 낮은 상태에서 강의식 수업방식은 학생들에게 효율적이지 못한 수업이었다고 할 수 있다. 반면에 2학기에 스마트폰 앱을 활용한 스마트교육으로 강의를 받은 16명의 학생들은 중간고사에서 전체 학생들 평균점수가 52.97점이었던 것에 비하여 40.13점을 획득하였고, 기말고사에서는 전체평균 46.12점에 비하여 30.13점이었다. 이는 평균 차이가 있기는 하지만 미적분학I보다 훨씬 더 난이도가 높은 미적분학II에서의 평균점수가 t-test의 p-value에서 제시한 것처럼 중간고사와 기말고사 모두 스마트폰을 통한 시각적 이해를 통한 교수방법이 매우 유효했음을 알 수 있다. 또한 미적분학I을 제대로 이해하지 못한 채 공학인증반이기에 미적분학II를 수강해야 했던 학생들에게는 매우 따라가기 어려운 수업이었겠지만 미적분학I의 평균점수 9.21점에 비하여 월등하게 향상된 평균점수인 40.13점을 나타낸 것으로 보아 스마트폰 활용을 통한 3D개념의 이해는 미적분학I에서 다루었던 2D의 기본개념까지 통합적으로 이해를 도모했다는 점을 알 수 있다. 따라서 스마트폰의 앱을 활용한 스마트러닝 기반 수학 수업이 사전 학업성취도에 관계없이 학업성취도 및 수학적 흥미와 태도에 유의미한 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

Table 1. Grade comparison between the two groups of the smart learning based class with low academic achievement level and the traditional class

average score	Calculus I	Calculus II	p-value
mid-term	9.21 (N=24)	40.13 (N=16)	<0.0001
overall average of mid-term	52.44 (N=635)	52.97 (N=448)	
final-term	8.09 (N=21)	30.13 (N=16)	<0.0005
overall average of final-term	34.23 (N=612)	46.12 (N=442)	

본 과목의 강의평가 평점은 4.94로 100점 만점의 점수로 환산했을 때는 98.8점으로 아주 높은 점수를 획득하였다. 이는 해당 전공의 타교수들 과목의 강의평가 점수의 평균이 88.38점인 것에 비하면 월등하게 높은 평가를 받았다고 할 수 있다. 강의평가 항목 중 특히 본 연구와 밀접하게 연관된 항목을 구체적으로 나열하면 다음과 같다(Table 2 참조).

Table 2. Lecture evaluation result

Items	Average scores
The lecture was clear and easy to understand.	5.00
Professor induced students' participation and was very active in interaction.	5.00
Teaching materials and tools were very helpful for understanding.	4.93
Overall I'm satisfied with this class and want to recommend to others.	5.00

Table 2에서처럼 강의평가에서도 스마트폰을 활용한 시각적 이해방법으로 수업을 받은 학생들은 객관식 강의 평가에서 5점 만점에, “교수님의 강의는 명확하고 이해하기 쉬웠다.”(5.0), “교수님이 학생들의 수업 참여를 유도하고, 상호작용에 적극적이었다.”(5.0), “강의에 활용된 교재와 자료는 수업내용을 이해하는데 도움이 되었다.”(4.93) 등 매우 우호적인 답변을 제시하였다. 미적분학II는 I에 비하여 공간개념으로 추상적이어서 대부분의 학생들이 매우 어려워하는 반면에 스마트폰의 앱을 활용한 수업은 객관적으로 학생들로 하여금 참여와 교수와의 상호작용을 유도할 수 있었고, 수업내용을 이해하는 데에도 도움이 되었음을 알 수 있다. 즉, 스마트폰의 앱을 활용한 스마트교육 방법이 학생들에게는 매우 효율적이었음을 의미한다.

주관식평가에서는 “수학실력 향상에 필요한 수업단계 여러모로 도움이 많이 됐습니다!, 직접 풀이해 볼 시간도 주셔서 하나하나 꼼꼼히 잘 배워갈 수 있었습니다.”라고 언급한 것처럼, 수업시간에 강의 위주의 수업이 아니라 학생 주도적인 수업이 되기 위해서는 학생들로 하여금 문제를 풀고 그 풀이를 SNS를 통해 보내서 피드백을 받게 하는 것도 학생들에게는 효율적이었으며 수학적 개념향상에도 크게 도움이 되는 수업이었음을 알 수 있었다. “특성화 고등학교 출신이라서 힘들었지만 쉽게 강의해주셔서 감사했습니다.”라고 대답한 것처럼 성취도가 낮은 학생들 중 특성화고등학교 출신의 경우에는 고등학교에서 수학보다는 실습 위주의 수업으로 진행되어 비중이 다르다보니 대학에 와서 수학 때문에 수업을 따라가는 것이 매우 힘든 경우가 많다. 하지만 이러한 경우에도 스마트러닝기반 수업을 통하여 극복될 수 있다는 것을 알 수 있다.

공간에 있어서 추상적으로 설명을 들으면 이해하기 어려운 부분이 있는데, 그런 부분에 있어서 지오제브라를 활용한 수업이 이해에 도움이 되었습니다. “, “단순 암기가 아

닌, 시각적으로 이해시켜주셔서 학습하는데 더 쉽고 재밌었습니다.”라고 언급한 것처럼 스마트 앱을 활용한 수학 교육은 기존의 강의식 수업에서 벗어나 공간에 대한 막연한 추상적인 개념을 실제로 스마트폰의 앱을 통하여 구현해 보고 단순한 암기가 아닌 시각적 이해가 이루어질 수 있었던 것이다. 이것은 수학교육에 있어서 제한된 시간과 강의실이라는 장소의 제약을 초월하여 스마트러닝기반 수업을 현실화 할 수 있는 방법임을 의미한다. 아울러 학생들의 이같은 반응은 수학을 싫어하고 외면했던 학생들이 직접 자기주도적인 스마트러닝을 실천하는 과정에서 수학에 대한 호감도가 상승하고 수학개념의 이해도가 향상되어 긍정적인 태도의 변화가 일어나는 모습을 보여주고 있다. 이같은 결과는 윤현철[10]의 연구결과와 일맥상통하는데 그의 연구에 의하면 스마트러닝에 기반한 수학수업이 학생들로 하여금 수학적 자신감 및 수학적 태도 중에서 수학에 대한 학습습관의 개선에 긍정적이었다고 시사한 바 있다. 김성태[11]의 연구에서도 스마트러닝 수학 수업 후 전통적인 강의형 수업모형을 통한 수업보다 학업성취도, 수학적 흥미와 태도에 긍정적인 영향을 미쳤음을 언급하였다.

## 6. 결론 및 제언

본 연구는 학업성취수준이 매우 낮은 대학생들을 대상으로 공간개념에 대한 이해를 돕기 위하여 스마트폰의 앱에서 3D와 가상현실 AR을 수업시간에 적극적으로 활용하였으며, SNS와 중간고사 그리고 기말고사의 문체분석 결과와 강의평가 결과를 통하여 공간에 대한 시각적 이해가 이루어졌음을 알 수 있었다.

또한 스마트폰의 앱을 활용한 스마트러닝 기반 수학수업이 사전 학업성취도에 관계없이 학업성취도 증진에 크게 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 미적분학II를 수강하기 이전에 수강하였던 미적분학I의 이해도 제대로 이루어지지 않은 학생들이었으나, 스마트폰의 앱을 활용하여 평면에 대한 개념을 2D로 표현하고 3D의 공간개념으로 쉽게 연계시킬 수 있었고, 그에 따라 상호연계성도 이루어질 수 있었다. 이러한 활발한 상호작용이 가능할 수 있도록 수업시간에 학생들 스스로 생각하고 문제를 해결할 수 있는 시간을 주었고, 그 결과를 교수자에게 SNS로 보내어 피드백을 받을 수 있도록 한 결과, 학생들은 수업 이후에 개별적으로 이해가 가지 않는 부분에 대해서 자유롭게 질문함으로써 수학개념에 대한 이해도를 높이고

동시에 학습에 대한 동기부여를 하는 계기가 되었다.

학생들의 동기부여가 지속적이기 위해서는 첫째, 학생들이 질문이 생기면 자유롭게 질문을 할 수 있도록 SNS와 같은 의사소통 도구가 교수와 학생 간에 형성되어야 한다.

둘째, 미적분학과 같은 대형 강의에서는 교수자가 전체를 대상으로 하는 피드백이 아닌 개별 학생에 대한 피드백을 주기에는 한계가 있고, 또 학생 입장에서도 본인의 질문이 우문이 아닐까 하는 우려에 공개적인 질문을 선택 못하는 경우가 많다. 따라서, 질문 조교진을 구성하여 온라인과 오프라인으로 질문하고 답변해주는 것도 좋은 방법이 될 것이다. 오프라인으로 조교들한테 질문할 수 있도록 시스템이 학교에서 갖추어져 있어도 학생들이 많거나, 한 학생의 질문에 장시간 할애 된다면 하고 싶은 질문을 하지 못하는 경우가 있어서 학생들은 시간낭비라고 생각해서 활용하지 못하는 경우가 많기 때문에 온라인으로 질문을 주고받는 것이 이상적인 방법이라고 할 수 있다. 학습자가 시간과 장소에 제약받지 않고 언제 어디서나 스마트러닝을 스스로 실행해 볼 수 있는 기회를 주기 위해서는 학교 측에서 어느 정도 재정적 지원이 뒷받침되어야 한다. 예를 들어, 장학생들에게 장학금을 줄 경우 한 학기 동안 성취기준이 낮은 학생들 1-2명에 대하여 공부 잘하는 학생이나 조교가 지속적으로 도와주는 시스템을 운영하며 SNS를 통하여 도와주는 방법도 있다.

셋째, 성취기준이 낮은 학생들을 대상으로 개강 이전에 계절학기를 이용하여 테크놀로지를 활용한 특성화된 수업을 개설하여 테크놀로지의 활용에 익숙해지도록 하면 개강 후에 학생들 스스로 자기 주도적으로 학습에 임할 수 있도록 할 수 있다.

넷째, 스마트러닝이 이루어지기 위해서는 스마트교육을 통한 교수법도 필수적이다. 그러기 위해서는 문제풀이식의 전형적인 강의식 교수법에서 강의 방법도 바꾸어 교수자들의 스마트러닝에 대한 인식변화와 교육이 따로 필요할 것이다.

또한 BYOD는 여러 가지 장점에도 불구하고 다양한 기종에 대한 심리적 불평등을 야기할 수 있다[15]. 이는 각 기종마다 다른 OS의 버전, 기기의 성능에서 격차가 있어 학습자들에게 심리적 괴리감, 혹은 정보격차가 발생할 수 있으니 교수자 입장에서는 이에 대한 세심한 배려와 대응이 요구된다. 그리고 BYOD를 실현할 수 있는 인프라 구축, 즉 와이파이 환경이나 충전기 등의 장치 마련이 학교측에서 고려해야 할 요소가 될 것이다. 그리고 사이버상에서 벌어지는 대화 속에서 서로를 존중하는 자세, 사이버윤리준수 교육 등 올바른 학습자의 자세를 길러

주는 것도 중요하다.

결론적으로 학업성취도가 낮은 학생들이 스마트러닝으로 학습의욕이 고취되고 향상된 학습결과를 보여준 점이 이 연구가 시사하고자 하는 부분이다. 특히 본 연구의 기대효과는 최근 세계적으로 코로나19로 인한 팬데믹 상황에서 핵심적 대안으로 떠오른 온라인 수업에 확대, 적용 가능하다. 교수자와 학습자가 원격으로 수업을 하게 되어 학습의 질을 담보할 수 없다는 우려를 극복하고 오히려 첨단 신기술을 활용한 개인맞춤형 교육을 실현한다는 장점을 부각시킬 수 있는 하나의 교수학습 전략 실천 사례의 역할을 하기를 기대한다.

## REFERENCES

- [1] Y. Y. Hong & Y. W. Im. (2018). A study on the expansion of educational environment and students' competence through smart learning in the tertiary mathematics education. *Journal of Digital Convergence*, 16(7), 213-222.
- [2] D. H. Kwak. (2010). The meaning and vision for smart education. seminar presentation, Korea Edutech Industry Association.
- [3] I. Kang, B. Lim, & J. Park. (2012). Exploring the theoretical framework and teaching & learning strategies of Smart Learning: Using cases of university classrooms. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 24(2), 283-303.
- [4] Y. Y. Hong & Y. W. Im. (2016). A Study on the effect of visual communication utilizing smartphones on basic mathematics education at the tertiary level. *Journal of Digital Convergence*, 14(10), 53-60. DOI : 10.14400/JDC.2016.14.10.53
- [5] H. Freudenthal. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers.
- [6] G. Polya. (1945). *How to solve it?*, Princeton, NJ: Princeton University Press
- [7] H. Poincare. (1956). *Mathematical Creation. The world of mathematics* (J.R. Newman, ed.), Vol(4), 7th edition. New York, NY: Simon and Schuster, 2041-2052.
- [8] S. Papert. (1980). *Mindstorms—children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books Inc.
- [9] A. R. Joe. (2014). The Necessity of Mathematical Classes. Master's dissertation. Kyung Hee University.
- [10] H. C. Yoon. (2014). The Effects of Smart Learning on Mathematics Disposition and Attitude. *Journal of Elementary Education*, 30(1), 23-44.
- [11] S. T. Kim. (2017). Effects of Smart Learning Mathematics Class on Academic Achievement, Mathematical Interest

and Attitude. Master's dissertation. Yonsei University.

· E-Mail : ywim@hycu.ac.kr

- [12] L. S. Vygotsky. (1994). The problem of the environment In R. Van der Veer & J. Valsiner (Eds.), *The Vygotsky reader*. (pp. 338-354). Cambridge, MA: Blackwell.
- [13] J. H. Lim. (2011). Exploring the concept of mobile-based smart learning and the implication for the higher education. Proceedings of Korean Association for Education, Information and Media.
- [14] L. Johnson, B. Adams, M. Cummins, A. Freeman, D. Ifenthaler, & N. Vardaxis. (2013). Technology Outlook for Australian Tertiary Education 2013-2018: An NMC Horizon Project Regional Analysis.
- [15] Ministry of Education. (2011). The way to the Nation of Human resources. Reports to the President.
- [16] K. Lim, Y. Jang and E. Lee. (2014). Research on BYOD (Bring Your Own Device) policy guidelines with the extension of the "SMART Education" in Korea based on the analyses of the U.S. cases. *Journal of Digital Convergence.*, 12(7). 21-36.
- [17] J. Lim. (2016). Implementation of Mobile Printing System for Security Enhancement in the BYOD based Mobile Office Environment. Master's dissertation. Soongsil University.
- [18] C. K. Looi, P. Seow, B. Zhang, HJ. So, W. Chen and L. H. Wong. (2010). Leveraging mobile technology for sustainable seamless learning: a research agenda. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 154-169

홍 예 윤(Hong, Ye Yoon)

[정회원]



- 1987년 2월 : 이화여자대학교 학사
- 1990년 2월 : 이화여자대학교 석사
- 1999년 9월 : Auckland University 수학교육학 박사
- 2010년 3월 ~ 현재 : 이러닝학회 이사
- 2016년 3월 ~ 현재 : 이화여자대학교 초빙교수

· 관심분야 : 수학교육, 교육정책, 이러닝

· E-Mail : hongyy@ewha.ac.kr

임 연 옥(Im, Yeon Wook)

[정회원]



- 1987년 2월 : 서울대학교 영어영문학 학사
- 1989년 8월 : 서울대학교 영어영문학 석사
- 1996년 6월 : Harvard University 교육공학 석사
- 2001년 4월 : University of Pittsburgh 교육공학 박사

교육공학 박사

· 2002년 1월 ~ 현재 : 한양사이버대학교 교육공학과 교수

· 관심분야 : 이러닝, 교수설계, 원격교육