

고등 수학교육에서 스마트러닝을 통한 교육환경 및 학습자 역량의 확장

홍예운¹, 임연욱^{2*}

¹이화여자대학교, ²한양사이버대학교

A study on the expansion of educational environment and students' competence through smart learning in the tertiary mathematics education

Ye-Yoon Hong¹, Yeon-Wook Im^{2*}

¹Ewha Woman's University

²Hanyang Cyber University

요 약 본 연구의 목적은 고등 수학교육에 있어서 스마트 러닝의 특징적 적용을 통해 교육환경의 확장과 학습자 역량의 확장을 시도하고 그 효과성을 분석하는 것이다. 본 연구는 2017년 G대학에서 1학년 학생들의 공학인증 과목 중 하나인 미적분학을 수강하는 화공생명학과 학생들 118명을 실험집단과 비교집단으로 분리하여 스마트러닝의 효과성을 검증하였다. 즉 수업에서 공학도구를 활용한 다양한 학습활동과 SNS를 통한 교수자와 학습자 간의 활발한 상호작용이 시각적 이해와 수학적 개념형성, 그리고 학습성취에 미치는 영향을 분석하였다. 연구결과에 따르면 실험집단에서 긍정적인 학업성취를 보였으며 학습자들의 만족도가 높았다. 본 연구는 고등 수학교육에서 스마트러닝의 가능성을 확인하였으며 향후 질 높은 스마트러닝을 실현하기 위한 전략을 제안한다.

주제어 : 스마트폰, 수학교육, 스마트러닝, 스마트교육, 고등교육

Abstract The purpose of the study is to promote the expansion of educational environment and students' competence through the application of smart learning. In G University in 2017, 118 freshmen in the department of Chemical-bio engineering who were taking Calculus I class were divided into 2 groups of experimental and control group. The study analyzed the effect of the various learning experience using educational technology and the interaction in the class through SNS on students' visual understanding and academic achievement. The result shows that the students' academic achievement and satisfaction in the experimental group were higher than those in the control group. This verifies the potential of smart learning in the field of mathematics in the tertiary level and suggests strategies for high quality smart learning.

Key Words : Smartphones, Mathematics education, Smart learning, Smart education, Tertiary education

1. 서론

스마트교육이란 협의의 개념으로는 최근 정보통신기술의 발달에 따른 첨단 기기인 스마트 기기를 제반의 교

육 현장에서 활용하여 교육의 효과성을 제고하는 것을 의미한다. 즉 첨단 디지털 융복합 환경 속의 새로운 교육의 개념을 일컫는다고 할 수 있겠다. 그러나 광의의 개념으로 볼 때는 스마트라는 단어에서 알 수 있듯이 교육의

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

Received June 3, 2018

Accepted July 20, 2018

Revised July 2, 2018

Published July 28, 2018

스마트한 변화를 의미하며 스마트한 환경에서 스마트한 학습을 통한 창의적 인재 양성을 일컫는다고 할 수 있다. 즉 창의력, 문제해결력, 글로벌역량, 공동체 의식 등을 두루 갖춘 인재양성을 위한 스마트한 교육방법을 의미하는데 이는 뉴미디어 기반이라는 교육의 방법적 측면뿐만 아니라 교육의 내용을 고도화하여 미래사회에 걸맞은 융복합적 창의적 인재를 양성하는 교육을 추구한다고 하겠다. 현재의 교육현장에서는 교사는 말하고 보여주며, 학생은 보고 듣는 것이 주일 수밖에 없는 것이 현실이나 스마트교육은 이를 극복하는 미래지향적인 교육방법이라고 할 수 있다.

곽덕훈[1]에 의하면 스마트교육은 학습자들의 다양한 학습형태와 능력을 고려하고 학습자의 사고력, 의사소통 능력, 문제해결능력 등을 개발하고 협력학습과 개별학습을 위한 기회를 창출하여 학습을 보다 즐겁게 만드는 교육환경이라 하였다. 교육 현장에서도 태블릿 PC, 스마트폰, 전자칠판, TV 등 테크놀로지를 통한 방법적 혁신이 주목을 끌고 있고 적절한 공학도구의 활용은 학습의 효과를 제고할 수 있다는 기대감이 팽배하다[2]. 특히 PC 기반의 이러닝 뿐 아니라 모바일 기기를 통한 다원화된 교육의 방법 중에는 SNS(social network service) 등을 통한 개인 간의 의사소통을 위한 도구들을 활용하여 협업을 도모할 수 있으며 보다 창의적이고 질 높은 학습 결과를 이끌어내는데 일조할 수 있다. 제4차 산업혁명시대를 맞이하여 사회 각 분야 뿐 아니라 교육의 현장에서도 교수, 학습 방법의 혁신이 필요하며 이는 고등교육 분야에서 시급하게 적용되어야 한다.

수학 교육에 있어서도 수학의 역할이 입학시험, 자격 취득, 일상생활의 영위를 위한 수학적 기능을 학습하는 차원에서 벗어나야 하며, 다양한 수리적 현상에서 ‘질서와 규칙성’을 통찰할 수 있는 능력을 갖추도록 교육해야 한다. 미래형 인재양성을 위해 수학교육에 있어서도 변화가 있어야 필요한 것이다. 예컨대 Piaget[3]의 구체적 조작을 통한 탐구 중심의 수학교육으로 전환되어야 하고, 이것은 교사가 일방적으로 보여주는 방식이 아니라 학생들이 직접적으로 체험하고 조작하는 방식을 의미하며 그러기 위해서는 교사의 역할이 매우 중요하다고 할 수 있다. 실제적 수학교육운동을 주장한 Freudenthal[4]은 실제 세계 문제 상황에서의 적용과 연결을 강조하였고, Polya[5]는 ‘과정 중심’ 교육에 의하여 독창적인 발견과 발명으로 유도해야함을 역설하였으며, Poincare[6]와 Papert[7]는

수학교육의 목적은 지식의 전달이 아니라 학생들의 수학에 대한 안목을 기르는 것이라고 말하였다. 이는 학생들에게 형식적으로 제한된 과제를 제시하기보다는 학습자가 과제를 스스로 디자인 할 수 있도록 심미안과 디자인을 강조하는 의미이며 이를 위해서는 스마트교육이 필수적이며 예술, 과학, 기술, 테크놀로지가 접목된 융합적 수학교육이 권장된다. 또한, Vygotsky[8]의 주장처럼 토론과 의사소통에 의하여 동료들 간에 자신의 생각을 설득력 있게 설명하고 다른 사람의 생각을 듣고 절충하는 능력을 키우기 위해서는 교수 학습과정에 있어서 공감과 의미창출의 과정이 요구된다.

현재 우리나라의 실정에서 보면 수학을 대하는 학생들은 시험점수를 올리기 위해서 공부하는 여러 과목 중의 하나로 인식하고 있으며 수학은 따분하고 어려우며 자신의 삶과는 전혀 관련이 없는 별개의 과목으로 인식하는 경우가 많다[9]. 실험수학을 구현하기 위해서는 학생들의 탐구환경이 갖추어진 좀 더 역동적인 수학적 환경이 절실하다. 그것을 실현할 수 있는 방법 중의 하나가 스마트교육이라고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 스마트교육의 개념을 고등 수학 교육 수업에 적용하여 교육 환경을 최적화하고 학습자의 역량을 신장, 확장시키고자 다음과 같은 연구목적을 설정하였다.

1. 일방적인 교수자주도의 수업에서 벗어나 스마트폰 앱의 활용으로 구조화된 수업이 학생들의 대수적 표현과 그래프적 표현에 있어서 그 관계를 이해하는 데에 영향을 미쳤는가?
2. 학생들 각자 스스로 수업시간과 수업이후에 스마트폰 앱의 그래프 그리기 활동이 개념 형성에 영향을 미쳤는가?
3. 수업시간과 수업이후에 SNS를 통한 교수자와의 상호작용이 학생들 스스로 개념을 파악하는 데 있어서 확신과 자신감을 갖게 하고 그것을 다양한 표현 방법으로 표현하는 데에 영향을 미쳤는가?

2. 이론적 배경

2.1 스마트러닝의 개념도

스마트교육은 앞서 언급한 협의와 광의의 개념을 혼합하여 스마트 기기를 활용하여 학습환경의 범주와 가능

성을 확장하고 한편으로는 학습자의 역량을 확장하는 데 그 의미가 있다.

교육부의 스마트교육 추진 전략[10]에 의하면 스마트 교육은 Fig. 1에서 제시한 것과 같이 교사주도적인 전통적 학습체제에서 벗어나 학습자들의 자기주도적인 학습(Self-directed)에 의한 ‘시간의 확장’, 흥미(Motivated) 부여에 의한 ‘교육방법의 확장’, 단일과정의 획일적 수업에서 학습자 수준과 적성(Adaptive)에 맞도록 하는 ‘교육역량의 확장’, 서책형 교과서 위주의 수업에서 디지털 교과서의 활용 등을 통해 풍부한 ‘교육내용으로의 확장’(Resource free), 그리고 교실에 국한된 수업에서 정보 기술의 활용(Technology embedded)에 의한 ‘학습환경의 공간적 확장’의 의미를 포함한다.

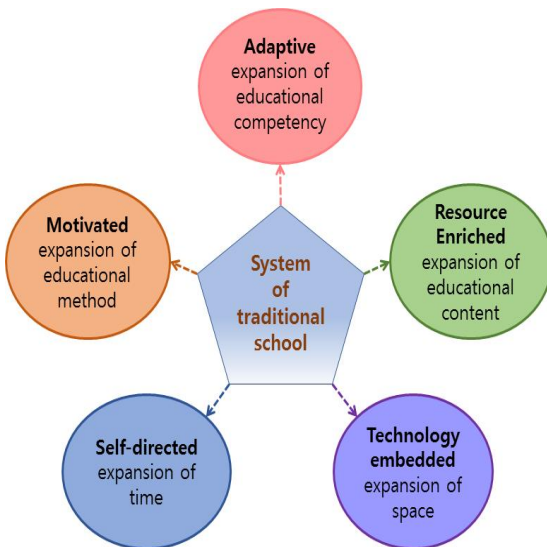


Fig. 1. Action Plan for Smart Education[10]

교수자 및 교육기관의 입장에서 스마트교육이라는 용어를 사용한다면, 학습자의 입장에서는 스마트러닝이라는 상대적인 용어를 쓸 수 있다.

2.2 스마트러닝의 적용

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.

스마트러닝은 학습과정에서 학습자 간이나 학습자와

교수자 간의 상호작용이 중요한 활동으로 대두되며, 다양한 형태의 학습을 포함한다. 강인에[11]에 의하면 스마트러닝은 실생활 속의 다양한 개인적 경험과 활동을 통해 이루어지는 비형식적 학습이 공식적이며 형식적인 학습 공간 안으로 편입되는 현상으로, 온라인 공간상에서도 실제감을 느낄 수 있는 즉각적인 피드백과 개방적, 참여적 학습환경이 특히 강조된다고 하였다. 이는 종래의 교수자 중심의 수업에서 벗어나 학습자 중심의 수업환경으로의 전환이 가능하며 학습자의 개인차를 감안한 맞춤형 학습환경의 구현 또한 가능해진다. 이는 학습자의 참여도와 몰입도를 제고하는 효과를 가져 온다.

임정훈[12]은 스마트러닝의 특징으로 발달된 첨단 정보통신기술 기반으로 모바일 기기를 활용하여 지능적, 적응적 학습의 기능을 적시하고 있는데, ‘지능적 학습’은 기계가 마치 인간의 기능처럼 고도의 기능을 갖추는 것을 의미하며, ‘적응적 학습’은 학습자 개인의 특성이나 요구, 학습계열이나 속도 등에 적합한 수준별 학습이나 맞춤형 학습이 필요함을 말한다. 더 나아가 스마트폰과 태블릿PC와 같은 기기와 결합되면서 언제 어디서든지 즉각적인 상호작용 및 협력활동이 가능한 교육의 형태로 발전하고 있다. SNS를 활용한 커뮤니케이션은 최근 스마트기기의 대표적인 서비스로 주목되고 있는 바, 소셜네트워크를 활용한 실시간 및 비실시간으로 이루어지는 학습커뮤니티의 활성화는 스마트러닝의 핵심적 요소라고 해도 과언이 아니다.

이처럼 스마트러닝은 교육의 혁신적 변화를 추구할 수 있는 다양한 학습 환경 속에서 이루어짐을 알 수 있다. 그러나 현재 우리나라의 대학 교육에서 학습자를 수동적인 상태로 머물게 하는 경우가 대부분임을 고려할 때 급변하는 사회적 요구에 능동적으로 대처할 수 있는 통합적, 융합적 학습경험의 제시와 창의적 융합지식 산출을 위한 수업개발이 중요[13]하면서도 시급하다고 할 수 있다.

2.3 스마트러닝과 수학교육

스마트러닝과 수학교육에 관한 연구는 최근 관심을 갖고 수행되기 시작하였다. 특히 스마트러닝의 효율성과 효과성에 대한 연구 결과가 주목을 끌고 있다.

윤현철과 김상룡의 연구[14]에 의하면 스마트러닝에 기반한 수학학습은 일반적인 학습에 비하여 수학 성향향상에 유의미한 효과를 보였으며 이선민[15]은 학습부진아의 경우 수학 어플리케이션의 활용이 수학에 대한

흥미도에 긍정적인 변화를 주어 학생들이 수업과 시험에 적극적인 자세로 임한다는 것을 밝혔다. 김성태[16]는 사전 학업성취도와 학년에 관계없이 스마트러닝 기반 수학 수업이 학업성취도 및 수학적 흥미와 태도에 유의미한 영향을 준 것으로 밝혔으며 이는 스마트러닝 기반 수학 수업이 전통적인 강의형 수업보다 성과, 흥미, 태도 등에서 수월성을 보여주었음을 의미한다.

장영균[17]의 연구에서는 스마트러닝과 수학 학업성취도와와 상관관계에 관한 연구가 수행되었으며 황보람[18]은 스마트러닝과 수학적 흥미에 관한 연구를 수행하였다. 이영선[19]은 스마트폰 활용수업이 학생들의 정의적 영역에 미치는 영향을 조사하였으며 홍예운과 임연옥은[2] 스마트폰 활용수업과 시각적 의사소통의 상관관계에 대하여 연구하였다. 이들 연구에 의하면 스마트러닝은 새로운 교수방법을 통해 학업성취와 태도 및 만족도에 대체적으로 긍정적인 영향을 주는 것으로 드러났다.

그러나 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. 이에 본 연구는 스마트러닝과 고등수학교육 환경과의 연관성, 그리고 더 나아가 스마트러닝의 개념도에서 부각되는 교육역량 및 학습자역량 확장에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다는 점에서 새로운 시사점을 도출하게 될 것이다.

2.4 소셜미디어와 소셜러닝


인터넷상에서 다수의 사람들이 자신의 생각이나 경험 등을 공유하기 위해 사용하는 소셜미디어는 10여년의 일천한 역사를 지닌 시스템에도 불구하고 폭발적인 사용량과 함께 그 존재 가치를 극대화하고 있다. 이미 일상생활에 깊숙이 자리 잡은 소셜미디어는 교육의 현장에서도 새롭게 그 활용도를 높여가고 있다. Garrison과 Anderson은 소셜미디어를 통한 담화를 지속하면서 의미 구성을 해 나가고, 동료 및 전문가로 구성된 커뮤니티 안에서 자신의 이해를 확인하게 한다[20]고 언급하였다. 지식의 전달 및 공유, 그리고 상호작용의 기능을 통해 소셜러닝(social learning)[1]을 구현하는 틀을 제공하기 때문이다.


1) 소셜러닝이라는 용어는 1960년대 처음 사용되었으며, 1977년 심리학자인 Albert Bandura가 ‘소셜 러닝 이론(social learning theory)’을 발표하면서 보편적으로 쓰이기 시작했다.

Vygotsky는 학습자가 혼자서는 해결할 수 없지만 주변의 더 나은 동료나 멘토의 도움을 받으면서 성공적인 학습으로 나아갈 수 있는 영역으로 근접발달대(Zone of Proximal Development)[21]를 주장한 바 있다. 목표로 하는 잠재적 발달수준과 실제적 발달 수준의 중간에 존재하면서 학습자의 실제적 발달 수준을 잠재적 발달 수준으로 끌어올려주는 역할을 하는 것이 바로 근접발달대이다. 이 때 교수자는 목표에 이르도록 사다리를 제공하는데 이를 비계(scaffold)라고 한다. 스마트폰을 활용한 수업은 학습자로 하여금 교수자 및 동료들과의 밀접한 상호작용을 통해 자유로운 질의 응답과 토론을 가능케 하는데, 이러한 열린 상호작용으로 인해 근접발달대 안에서 효과적인 비계 제시가 이루어져 학습자의 잠재력을 최대한 신장시키고 한층 높은 인지적 경지에 다다르게 함으로써 진정한 소셜러닝을 구현하도록 도모한다. 이는 의사소통역량이 중요시되고 있는 현 시점임에도 불구하고 우리나라 고등교육에서 역량강화 교육이 현실적으로 부족함을 고려할 때[22], 적절한 교수방법의 혁신으로 그 역할을 할 수 있다.

3. 수학교육에서의 스마트러닝 사례연구

3.1 그래핑 계산기의 3D 기하앱 활용

스마트폰을 통해 구글에서 지원하는 안드로이드의 3D 그래핑 계산기의 기하앱을 활용하면 학생들의 사고를 단계별로 나누어서 가르칠 있고 심화단계까지도 쉽게 접근하게 할 수 있다. 예를 들어 사각뿔을 만들고자 하면, 아래 Fig. 2와 같은 4단계로 구성하여, 1단계에서 밑면에 점을 4개 선택하여 사각형을 만들고, 2단계에서 꼭지점을 찍고, 3단계에서  을 선택하여 밑면과 꼭지점을 이어서, 사각뿔을 만들어 봄으로써 사각뿔은 밑면이 사각형임을 확인할 수 있고, 그 성질 또한 시각적으로 확인할 수 있다.

4단계에서 좀 더 다양한 사고과정을 구성하기 위하여  을 선택하여 전개도 기능을 수행하면서 전개도의 꼭지점을 선택, 사각뿔의 꼭지점을 향하여 움직이면 사각뿔과 일치함을 시각적으로 이해할 수 있다. 이는 사각뿔과 전개도 간의 관계적 이해(relational understanding)[21]를 지원할 수 있다.

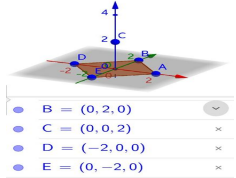
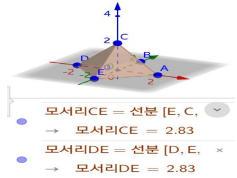
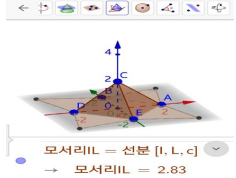
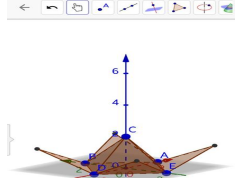
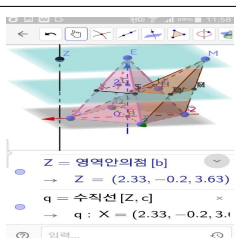
<p>Stage 1 making the bottom of quadrangular pyramid</p>  <p> $B = (0, 2, 0)$ $C = (0, 0, 2)$ $D = (-2, 0, 0)$ $E = (0, -2, 0)$ </p>	<p>Stage 2 making pyramid</p>  <p> 모서리CE = 선분 [E, C] → 모서리CE = 2.83 모서리DE = 선분 [D, E] → 모서리DE = 2.83 </p>
<p>Stage 3 understanding the components of pyramid</p>  <p> 모서리IL = 선분 [I, L, c] → 모서리IL = 2.83 모서리IM = 선분 [M, I, c] → 모서리IM = 2.83 </p>	<p>Stage 4 understanding the relationship of pyramid and planar figure</p> 
<p>Stage 5 the principle of Cavalieri</p>  <p> Z = 영역안의점 [b] → Z = (2.33, -0.2, 3.63) q = 수직선 [Z, c] → q : X = (2.33, -0.2, 3.63) </p>	

Fig. 2. Understanding Stage of Quadrangular Pyramid 3D Graphing Calculator

또한 5단계에서 카발리에리의 원리를 활용하여 높이가 같은 각뿔을 하나 더 구성하여 단면의 넓이를 재어보고 높이가 같다면 두 각뿔의 단면의 넓이는 항상 같다는 것을 알 수 있으며 더 나아가 부피 또한 같다는 사실을 알게 된다. 이는 현 교육과정에서 공식을 암기하는 방식에서 벗어나 각뿔의 꼭지점을 자유자재로 움직여보고 아무리 여러 번 움직이게 해도 두 단면의 넓이와 부피는 항상 같다는 사실을 시각적으로 인지하고 학생들 스스로 지식을 일반화 할 수 있다.

이와 같이 그래핑 계산기 앱을 활용한다면 단계별로 학생들의 사고과정을 구성, 확장함으로써 스마트러닝에

서 강조하는 ‘자기주도적인’ 학습이 가능하고, 학습자의 사고가 무한대로 확장될 수 있다. 기존의 수업에서는 교사가 입체도형 단원을 지도할 때, 교과서에 제시된 각뿔이나 각기둥 등의 성질을 지도하기 위해서 실제 입체도형을 준비하여 보여주는 정도의 수준이었다면, 이제는 스마트러닝 기반으로 교수자는 3D 그래핑 계산기를 PC 버전의 소프트웨어로 다운받아 학생들에게 시범적으로 보여주고, 학생들은 같은 프로그램을 각자의 스마트폰의 앱에서 단계적으로 실행해 봄으로써 교사와의 인지적 의사소통을 제고할 수 있다.

기존의 수업에서는 교수자가 각뿔과 다면체에서 점과 모서리 등을 세어 보는 활동을 준비하고자 하면 종류별 입체도형을 일일이 준비하는 복잡함이 있었고, 학생들에게 직접 시도해보게 하자면 많은 시간이 소요되어 기피하던 면이 있었기에 교사가 일방적으로 ‘보여 주기’ 식의 수업에 그치게 되었다. 또한 전개도를 그릴 때에는 학생들이 연계되지 못한 분리된 사고를 갖는 등의 어려움이 있었는데, 소셜미디어의 활용을 통해 교사와 의사소통을 동시에 함으로써 이는 쉽게 해결될 수 있다. 교수자의 소프트웨어와 학생들의 스마트폰 앱을 통한 의사소통으로 사각뿔뿐만 아니라 밑면의 변형에 따라 입체의 모양이 어떻게 나올지에 대한 예상 및 추측이 가능해졌고 동시에 다양한 조작 활동을 직접 해봄으로써 자기 주도적이고 창의적으로 사고의 확장이 일어난 것이다. Fig. 2의 5 단계에서 보여준 것처럼, 교육과정에서의 학년별 영역을 벗어난 통합적 사고도 가능하게 함으로써 학습자 수준에 맞도록 하는 ‘교육 역량의 확장’이라는 스마트러닝을 구현하게 된다.

3.2 스마트러닝의 함의

해당 수업에서 스마트 기기 활용이라는 ‘교육방법의 확장’적 요소는 스스로 탐구하는 자기주도학습과 동시에 팀으로 함께 하는 협력학습 및 커뮤니케이션 능력의 함양을 가져올 수 있다. 스마트 기기를 통하여 학습자 간의 상호작용이나 교수자와 학습자 간의 상호작용이 간편하면서도 극대화되어 학습내용의 이해가 더욱 풍부해지고 나아가 다른 사람에게 설명하는 기회를 갖게 됨으로써 획득한 지식을 장기 기억 속에 저장하는 것이 용이해진다.

‘교육 역량의 확장’ 측면에서는 카카오톡이라는 개인 메시지 시스템을 통해 학습자 개개인을 대상으로 하는 맞춤형학습이 가능하게 되고 이를 통해 개별화 교육의

가능성을 열어준다. 또한 멀티미디어를 통해 인지 능력의 개발을 촉진하고 스스로 실행하게 함으로써 개념의 구체화를 가능케 한다. 3D 그래픽 계산기를 활용한 시각적 그리고 조작적 활동으로 인하여 학생들의 인지적 한계를 끌어 올릴 수 있다는 의미에서 인지부하를 최소화하고 학습자들의 작동기억의 용량을 극대화시킬 수 있다.

그래픽 계산기를 통하여 시각적 정보 채널을 최대화하고 교수자가 제시하는 시각적 정보에 의해 개념을 확고히 할 수 있는 통합적 설계가 이루어지고 SNS를 통해 인지전략에 관한 정보가 지속적으로 피드백 형식으로 이루어진다면 '교육 내용의 확장'을 효율적으로 도모할 수 있다. 스마트폰의 그래픽 계산기를 활용한다면 기존의 교사의 강의중심 수업에서 벗어나 학생들이 직접 스마트폰 조작활동을 통하여 교사와의 의사소통이 활발해지고, 한편 조별 학습으로 인한 탐구학습의 진행으로 창의력 또한 증진될 것이다. 이러한 창의력과 문제해결력의 강화는 '교육 내용의 확장'을 가져오며 교실 수업으로 제한되어 있던 학습 환경이 학생들의 자기주도적인 학습으로 그 범위를 넓힐 수 있다. 즉 학생들이 교과서에서 지시된 제한된 문제만 해결하는 것이 아니라 인터넷의 자료 검색을 통하여 다양하고 수준에 맞는 문제를 찾아서 해결할 수 있는 교육내용의 확장이 일어나게 되는 것이다.

조별 과제를 해결함에 있어서도 주어진 자료에만 의존하여 해결하고자 하는 종래의 학습 환경에서 벗어나 '공간의 확장'이 일어날 수 있다. 즉, 조별 학습활동에서 조원들이 각자가 수집한 자료들을 구글의 drop-box 또는 클라우드를 통하여 공유 및 의견수렴을 할 수 있고 단체 카톡방과 같은 SNS를 통하여 의사소통을 더욱 활성화할 수 있다.

학생들의 개별적인 스마트폰 조작활동은 제한된 시간으로 인하여 교사가 제시한 문제만 해결하는 것이 아니라 학생들의 수준에 맞는 다양한 수업이 가능함으로써 언제 어디서나 수업을 연장시킬 수 있는 '시간의 확장'으로도 이어진다.

4. 연구방법

4.1 연구 대상 및 절차

본 연구는 2017년 G대학에서 1학년 학생들의 공학인증 과목 중 하나인 미적분학Ⅰ 수업을 수강하는 화공생명

학과 학생들 118명을 분반하여 실험집단 60명과 비교집단 58명으로 나누어 진행되었다. 한 반의 정원인 60명 내에서 자발적으로 수강 신청한 학생들을 사전에 정보 없이 무작위로 분반하였으며, 학생들은 118명 모두 수능을 갓 치르고 올라온 비슷한 수준의 학생들이었다.

실험집단의 강의자는 20년 이상 경력을 가진 공학도구에 익숙한 교수자로서 공학도구 활용 수업을 진행하였으며 비교집단은 일반적인 교수방법, 즉 공학도구를 전혀 사용하지 않고 문제풀이에만 집중하는 수업을 진행하였다. 중간고사와 기말고사인 정규시험에서는 형평성을 고려하여 어떠한 계산기도 허용하지 않았으며 연구자는 시험문제 출제에도 관여하지 않았다. 수업 진행 방법은 동일한 교재를 사용하고 동일한 수업계획서를 따라 동일하게 진도를 나가고 교수자와 교수방법만 달리하였다.

4.2 연구도구 및 분석방법

실험집단에서는 스마트폰 앱과 소프트웨어를 활용하여 강의하고 학생들도 스마트폰의 'Geogebra'라는 앱을 활용하여 수업시간에 시각적 이해를 도울 수 있도록 하였으며, 비교집단에서는 특정한 도구의 사용 없이 16주간 동안 한 주에 3시간씩의 교수자의 일방적인 강의를 진행하였다.

실험집단에서는 학기 초에 e-class를 통하여, 그래픽 계산기 앱인 Geogebra를 스마트폰에 설치하는 방법과 Geogebra 소프트웨어를 PC에 설치하는 방법을 PPT로 구성하여 제시하였다. 2016년까지 Geogebra 앱은 아이폰에서는 설치가 안 되어서 수업시간에 아이폰을 가진 학생들은 직접 그래프 그리는 활동을 다른 앱을 다운로드 받게 하여 일관성 있는 지도가 어려웠지만 2017년도부터는 기종에 상관없이 그 앱을 다운로드 받을 수 있게 되어 실험집단 학생들 모두 활발하게 Geogebra 앱을 활용한 수업에 참여할 수 있었다.

강의 특성상 한 반에 많은 수강인원에게 개인별 학습 지도와 성취도를 측정하기는 거의 불가능한 상황이므로 SNS와 같은 카카오톡은 학생들의 풀이과정을 전송받고 피드백과 개인적인 질문에 대한 즉각적인 대응 방법으로 한 학기 내내 의사소통 도구로 활용하였다. 강의 또는 과제 관련한 개인적인 질문을 카카오톡으로 전송 받아 즉각적인 피드백을 해 줄 수 있었다.

그렇게 수업 시간과 수업 후에 주고받은 질문과 피드백이 중간고사에서 문제해결에 있어서 다양한 사고와 표

현방법에 얼마만큼 반영되었는지를 보기 위하여, 스마트폰 앱을 활용한 실험집단과 비교집단의 중간고사와 기말고사의 평균 성적을 비교하였으며, 스마트폰을 활용한 수업의 효율성을 더욱 확고하게 입증하기 위하여 비교집단으로 다른 공학인증반의 평균과도 비교하였다.

또한 학기 후에 실시한 학생들의 강의평가를 객관식과 주관식 모두 분석하여 스마트폰 앱을 통한 스마트교육의 효율성을 진단할 수 있도록 연구를 설계하였다.

5. 연구결과

연구 결과에 따르면 대체로 실험집단이 우수한 학업성취도를 보여주었다.

5.1 과제수행

과제를 통해 나타난 학생들의 풀이에 있어서 스마트폰 활용을 통하여 수업한 실험집단은 Fig. 3의 학생 A의 경우처럼 대수적 풀이뿐만 아니라 스마트폰 앱을 통하여 그 풀이가 맞는지 그래프를 그려봄으로써 자신의 풀이 결과를 확인하였을 뿐만 아니라, 주어진 함수 $y = x^3$ 을 $x=2$ 를 중심으로 회전시킨 회전체의 부피를 구하는 과정에서 대수적인 풀이뿐만 아니라 다양하게 제시한 문제 상황을 그래프로 나타내고 회전체의 단면을 다양하게 시각적으로 표현하는 능력까지도 보여주었다.

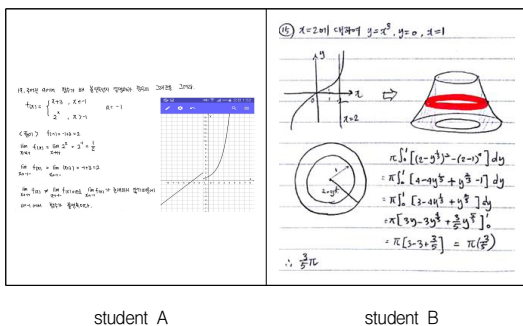


Fig. 3. Visual expression presented at students' work

5.2 스마트폰의 활용이 학생들의 시각적 이해에 미친 영향

중간고사 총 9문항 중에서 8문항은 공식을 적용하여

풀 수 있는 문제들이지만 문제 9번처럼 그래프를 그리는 문제에 있어서는 대수적인 풀이에는 어려움이 없을 수도 있으나 그래프 작성 시에는 고등학교 과정이나 대학 수업에서도 자주 접하는 문제유형이 아니다보니 개념적인 확실한 이해 없이는 해결하기에 어려움이 있었던 것으로 나타났다. 그러나 스마트폰을 활용한 수업을 경험한 학생들은 Fig. 4에서 나타난 것처럼, 문제 9번의 스마트폰을 활용한 그래프의 표현방법에 익숙하여 60명 중 33명(55%), 즉 과반수 이상의 학생들이 대수적인 풀이와 그래프의 표현에 있어서 완벽한 풀이를 제시하였다. Fig. 4의 학생 C의 경우처럼 A단계부터 E단계까지 임계점, 점근선, 극점, 변곡점 등을 대수적인 방법에서도 단계적으로 문제를 해결하는 사고과정이 명확하게 제시되었으며, 그래프 상에서도 본인이 구한 임계점, 점근선, 극점, 변곡점 등이 무엇을 의미하는지를 대수적 풀이와 연계하여 정확하게 표현하였다. 이것이 바로 학습자의 통합적 사고가 부각되면서 스마트교육의 효과를 보이는 부분이라고 할 수 있다. 또한 학생 D의 경우처럼, 일계도함수와 이계도함수를 구하고 각각의 도함수에서 구한 임계값과 변곡점을 각 단계마다 그래프로 표현하고 그것을 종합적으로 그래프에 옮겨 다양한 방법으로 표현하였다.

반면에, 비교집단에서는 58명중에서 16명(27.59%)의 학생들만이 정답을 제시하였다. Fig. 5에서와 같이 비교집단에서는 학생 E처럼 대수적 풀이를 맞게 하였지만 풀이에 맞게 그래프를 제대로 못 그린 학생들이 17명(29.31%)이었으며, 학생 F처럼 19명(32.76%)의 학생들이 대수적인 풀이도 제대로 제시하지 못하였고, 그래프를 그리고자 시도조차 하지 못한 것으로 드러났다. 심지어 아예 손을 못 대고 빈 칸으로 답안지를 제출한 학생도 6명(10.34%)이었다. 이는 고등학교 교육현장에서 다양한 사고과정을 통한 충분한 이해과정이 결여된 채 대수적 풀이와 암기 위주의 입시중심의 수업을 하였고 대학수업에서조차 강의방식이 고등학교와 크게 벗어나지 않아 대수적 풀이에만 집중하는 수업방식이 지속적으로 습관화되어 나타난 현상이기도 한 것이다.

Q9. (15 points) Draw a graph using the maximum, minimum, asymptote and inflection point of the function, $f(x) = \frac{x-1}{x^2}$.

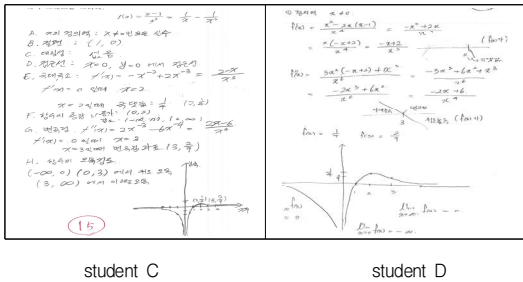


Fig. 4. Answer sheet of the group having used smartphone at mid-term test

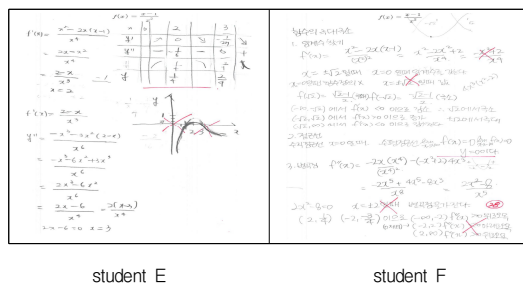


Fig. 5. Answer sheet of the group without smartphone at mid-term test

5.3 시험결과

Fig 6에서 나타난 것처럼, 중간고사 결과에서 화공생명학과와 의공학과 학생들의 스마트폰 활용반의 평균은 63.33점이고, 비활용반의 경우도 별 차이 없이 63.36으로 비슷했으며, 공학인증 전체 학생들 369명의 평균 57.41과 비교했을 때와는 큰 차이가 있었다. 이것은 중간고사 총 아홉 문제 중 여덟 문제가 공식을 적용하여 풀 수 있는 문제들이어서 실험집단과 비교집단이 별반 차이가 없게 나타났지만, Fig 4에서 보여준 것처럼 그래프를 그리는 문제에 있어서는 대수적인 풀이에는 어려움이 없더라도 그래프 표현에는 개념적인 확실한 이해 없이는 해결하기에 어려움이 있었음이 나타났다. 그러므로 비록 활용반과 비활용반의 평균값은 비슷하게 나올 수 있지만 개념적으로 시각적 이해에 있어서는 큰 차이가 있었음을 알 수 있다.

중간고사 후 스마트폰을 활용한 수업의 기말고사에서는 시험범위가 더욱 심화되어 어려운 단원이었음에도 불구하고 스마트폰 활용반의 경우 평균이 52.20이고, 비활용반의 경우 46.88로써 약 5점정도의 차이가 있었던 것으로 비추어볼 때, 스마트폰을 활용한 수업에서는 학생들

의 다양한 사고활동을 통한 개념적 이해가 누적되어 기말고사에 영향을 미쳤다고 볼 수 있으며, 공학인증 전체 355명 학생들의 평균 44.63과 비교해 본다면 스마트폰의 활용 수업이 학생들의 사고를 잘게 쪼개어 사고의 각 단계를 구성해주고 그것이 쌓여서 미적분 과목의 심화된 단원이 포함된 기말고사에 더욱 크게 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

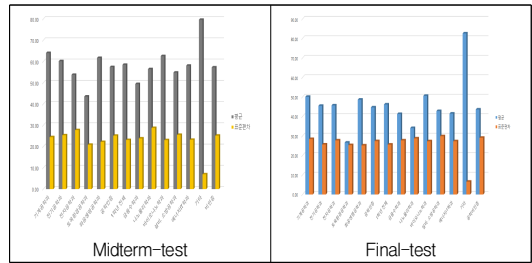


Fig. 6. The Mean value and deviation between mid-term test and final-test

5.4 강의평가

강의평가 객관식에서 54명(85.71%)이 응답하여 5점 만점에 4.63이 나왔고, “강의에 활용된 교재와 자료는 수업내용을 이해하는데 도움이 되었다.”(4.74)와 “교수님의 강의는 명확하고 이해하기 쉬웠다.”(4.70)로 드러난 결과로 보아 스마트폰을 활용한 수업이 학생들의 개념이해도 도움이 되었다는 것을 알 수 있다.

강의평가 주관식에 응답한 48명의 학생들 중에서 28명(58.3%)의 학생들이 “그래프를 활용한 수업을 하셔서 이해하기도 좋고 나중에 복습할 때 기억도 잘 나서 좋았다.”, “수학을 공식으로만 알려주시는 것이 아니라 그래프도 같이 첨부하고, 프로그램을 이용해 그래프를 직접 그리며 수업하시어 까다롭다고 생각한 수학 공식들이나 원리들을 이해하는 것이 좀 더 수월했다.”, “그래프를 직접 그려보며 참여할 수 있는 수업이 되었다.”, “수업시간에 그래프를 앱을 통해 보면서 하니 이해도 잘되고 그리지 못했던 그래프를 눈으로 보면서 확인할 수 있었던 점이 좋았다.”, “교수님이 지오지브라라는 프로그램을 통해 시각적으로 이해를 시켜주셔서 이해하기 수월했다.” 라고 답변한 것처럼 스마트폰을 활용한 시각적 이해에 대한 장점을 제시하였다.

또한 “수업 시간에 중간 중간 퀴즈를 내서 답변을 카카오톡에 올리는 방법이 신선하고 좋았습니다.” 등 스마

트폰에서 SNS를 활용한 의사소통의 중요성을 언급한 학생들이 많았는데, 이는 스마트폰 활용 수업이 교수자의 전통적이고 일방적인 강의방식에서 벗어나 쌍방향 의사소통을 통한 상호적인 교수방법을 추구함을 드러냈고 아울러 그 효과성을 입증한 것이다.

결과적으로, 시각적 이해를 병행한 다양한 강의 내용의 구성이 학생들로 하여금 다각화된 사고와 다양한 표현방법을 불러일으켰으며, 더욱 단순한 개념적 이해를 달성하게 했음을 알 수 있다.

6. 결론 및 제언

본 논문에서는 첨단 교육에 있어 무한한 가능성을 가진 스마트폰의 개념 및 특성을 수업에 활용하기 위해 관련 이론을 탐구하고 사례를 연구하였다. 이를 통해 본 연구는 스마트폰이 새로운 교수학습 기기로서 교육의 현장에서 다양한 교수 형태를 가능하게 하여 학습의 효과성을 제고할 수 있는 방안을 모색하고 아울러 스마트러닝이 미래 교육의 방향성인 창의적인 인재 양성을 위한 발판으로 활용될 것을 기대한다.

좀 더 근본적으로 스마트교육이 현장에서 정착하도록 하기 위해서는 그것을 실행에 옮길 수 있는 전략적인 방법이 적용되어야 할 것이다. 이에 대한 방안으로는, 첫째, 교수자의 입장에서는 수학교육에 있어서 암기식 수업방식에서 벗어나 미래지향적인 교수방법의 도입에 긍정적이고 적극적인 태도로 임해야 할 것이다. 실습과 이론의 병행, 그리고 교수자와 학습자 간의 활발한 상호작용 등이 학습자의 성취도나 만족도 및 참여도에 미치는 영향을 인식하고, 이를 적절하게 지원할 테크놀로지의 범위를 이해하며 적합한 테크놀로지를 선택, 활용할 수 있는 능력과 지식을 갖추어야 한다. 그러나 이는 교수자 스스로의 노력만으로는 해결할 수 없기에 교내 교수학습센터 등의 지원을 통해 연구결과의 공유, 적합한 연수과정의 참여, 그리고 새로운 교수학습모형의 적용을 시도해 볼 수 있다. 그리고 이러한 교수자의 노력이 교수업적평가 등으로 보상을 받는다면 스마트교육의 실현이 한결음 빠르게 진행될 수 있을 것이다.

둘째, 교수자를 대상으로 한 공학도구의 활용 교육이 일시적으로 교수 연수에서 끝나는 것이 아니라 추후 커뮤니티를 통한 상호작용을 기반으로 지속적으로 업데이트되어야 한다. 더불어 적절한 소프트웨어의 마련이나

조교의 지원 등도 학교 측에서 생각해 볼 문제이다.

셋째, 학생들이 대학에서조차 중고등학교 수업방식인 강의식 수업이 연장되는 것을 경험하지 않도록 하기 위해서는 교수자의 교수방법에 있어서 혁신이 필요하다. 대학 교수자를 대상으로 일일이 교육을 하기는 어려운 경우 온라인 강의를 대안으로 제시할 수 있다. 그렇다면 학습자는 시간과 장소에 제약받지 않고 언제 어디서나 수강하고 스마트러닝을 스스로 실행해 볼 수 있는 기회를 가질 수 있기 때문이다.

지금 이 4차 산업혁명시대가 도래했다고 하지만, 실제로 교육현장에 있어서는 내적으로 큰 변화가 없는 것이 현실이다. 스마트교육이 이루어지기 위해서는 이러한 현실을 감안하여 교육현장의 구성요소들이 개선되어야 한다. 수동적인 주입식 교육에서 벗어나 창의력과 자기주도성을 바탕으로 하는 인재 양성을 목표로 하는 스마트러닝은 온라인, 오프라인, 혹은 온,오프를 아우르는 블렌디드러닝에 의해서도 진행될 수 있다. 단순하고 일방적인 교육콘텐츠가 아닌, 체험 중심의 학습경험과 지식을 스스로 구성해나가는 방식의 새로운 학습방법, 이를 위한 시스템적 마련[23]이 강조되어야 한다.

본 연구의 결과를 기반으로 향후 구체적 교육 환경이나 학습자 특성을 반영한 다양한 스마트교육 방법의 구안에 대해 지속적인 탐구가 이루어질 것을 기대한다.

REFERENCES

- [1] D. H. Kwak. (2010). *The meaning and vision for smart education. seminar presentation*, Korea Edutech Industry Association.
- [2] 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
- [3] J. Piaget. (1985). *The Equilibration of Cognitive Structures: The Central Problem of Intellectual Development*. (T. Brown & K. J. Thampy, Trans.). Chicago: University of Chicago Press.
- [4] H. Freudenthal. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers.
- [5] G. Polya. (1945). *How to solve it?*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- [6] 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.
- [7] S. Papert. (1980). *Mindstorms-children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books Inc.
- [8] 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.
- [9] J. S. Park. (2010). *On the effects of mathematical leaning on academic achievement level and mathematical attitude based on the realistic mathematics education*. Master's dissertation. Gwangju National University of Education.
- [10] Ministry of Education. (2011). *The way to the Nation of Human resources*. Reports to the President.
- [11] 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.
- [12] 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*.
- [13] J. I. Kim. (2018). A study of class design for liberal arts computer convergence class using cognitive apprentice theory. *Journal of convergence for Information Technology*, 8(1), 153-160.
DOI : 10.22156/CS4SMB.2018.8.1.153
- [14] H. C. Yoon & S. L. Kim. (2014). The effects of smart learning on mathematics disposition and attitude. *Journal of Elementary Education*, 30(1), 23-44. 101975904
- [15] S. M. Lee. (2018). *The usages of a smartphone app on math education: A case study on the impacts for underachievers*. Master's dissertation. Kooknjin University, Seoul.
- [16] S. T. Kim. (2017). *Effects of smart learning mathematics class on academic achievement, mathematical interest and attitude*. Master's dissertation. Yonsei University, Seoul.
- [17] Y. K. Chang. (2016). *The effect of competency-based instruction-learning environment using smart devices in a math class of a middle school*. Master's dissertation. Yonsei University.
- [18] B. R. Hwang. (2011). *The effects of self directed mathematical learning using e-learning*. Master's dissertation. Ulsan University.
- [19] Y. S. Lee. (2017). *The effect of mathematics class using smartphone application on students affective domain*. Master's dissertation. Korea University.
- [20] R. Garrison & T. Anderson. *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*. London and New York: Routledge Falmer, 2003.
- [21] L. S. Vygotsky. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [22] M. S. Choi. (2017). Convergence study about awareness toward communication, communication ability and self-efficacy : centered on the 'S' university college students. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(6), 79-87.
DOI : 10.22156/CS4SMB.2017.7.6.079
- [23] D. H. Kim. (2015). Design of mixed reality based convergence edutainment system using cloud service. *Journal of Digital Convergence*, 6(3), 103-109.
DOI : 10.15207/JKCS.2015.6.3.103

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, 융합교육
- 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
- 2002년 1월 ~ 현재 : 한양사이버대학교 교육공학과 교수
- 관심분야 : 이러닝, 교수설계, 원격교육, 교육정책
- E-Mail : ywim@hycu.ac.kr