

# 대학기초수학 수업에서 스마트폰을 활용한 시각적 의사소통이 수학교육에 미치는 영향 연구

홍예운\*, 임연욱\*\*  
이화여자대학교\*, 한양사이버대학교\*\*

## A Study on the Effect of Visual Communication Utilizing Smartphones on Basic Mathematics Education at the Tertiary Level

Ye-Yoon Hong\*, Yeon-Wook Im\*\*  
Ewha Woman's University\*  
Hanyang Cyber University\*\*

요 약 본 연구는 G대학에서 214명 대학생들을 대상으로 네 강좌로 나누어 일주일에 2시간씩 16주 동안 대학기초 수학을 수업하는 과정에서 스마트폰을 활용한 비주얼 교육이 수학의 기본 개념 이해와 학업성취도에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 스마트폰의 SNS를 통한 즉각적 피드백이 학습자의 학업에 미치는 영향을 조사하였다. 공학도구의 활용에 관하여 수업 전 사전테스트와 수업 후 사후테스트를 통해 총 30문항의 태도 검사를 실시하였다. 중간고사와 기말고사 결과를 분석하여 수업 중의 학습자의 수학개념에 대한 이해도와와의 차이를 분석하였다. 연구결과로는 기존의 지필 풀이에만 의존했던 방식과 달리 공학 도구를 사용함으로써 시각적인 이해 방법으로 그래프와 수학의 개념적 연결고리가 형성되어 학습자의 개념적인 전이가능성을 보여주었다. 스마트폰을 비롯한 공학도구의 사용이 개념의 이해를 더 쉽도록 지원하였고 학생들의 자발적인 참여를 유도할 수 있었으며, 수학에 대한 흥미유발과 긍정적 태도를 촉진할 수 있다는 긍정적인 성과를 얻게 되었다.

주제어 : 스마트폰 활용, 대학수업, 기초수학, 시각적 의사소통, 공학도구

**Abstract** This study investigated the effect of visual mathematics education using smartphones and immediate feedback through SNS on students' understanding of basic mathematical concept and academic achievement at the tertiary level. Researchers analyzed the test results of 214 students' mid-term and final examination in 4 classes consisted of 16 weeks' classes with two hours per week. Also their 30 questionnaire survey results were analyzed. The result reveals that classes using smartphones promoted understanding mathematical concepts and induced students' motivation and affirmative reaction. This study implies that an appropriate use of technology will support dynamic visualization of mathematical modeling and its interpretation, which enables students' active participation and deeper understanding.

**Key Words** : Smartphones, Tertiary education, Mathematics, Visual communication, Technology in education

Received 9 August 2016, Revised 7 September 2016  
Accepted 20 October 2016, Published 28 October 2016  
Corresponding Author: Yeonwook Im  
(Hanyang Cyber University)  
Email: ywim@hycu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

개인 간의 의사소통을 위한 도구들의 기능이 강력해지는 현대 사회에서 교육현장에서도 테크놀로지를 활용한 다양한 수업방법이 모색되고 있다. 적절한 공학도구의 활용은 학습현장에서 혁신적인 수단을 제공할 수 있으며 교육의 효과를 제고할 수 있다는 기대감 때문이다. 디지털 기술의 지속적인 발전은 새로운 교수학습모형의 개발로 이어지고 있고 실제로 학습의 효율성과 효과성을 제고하고 있는지에 대한 조사 연구도 계속적으로 수행되고 있는 상황이다.

손쉽게 들고 다니며 각종 정보를 수신하고 자신의 의견이나 작업을 생산해서 송신할 수도 있는 인터랙티브한 스마트폰은 그 기능의 고도화와 이동성 및 휴대의 편의성으로 인해서 현대 사회의 곳곳에서 혁명적인 변화를 가져오고 있다. 이에 교육의 현장에서도 그 도입을 추구하고 있는 바, 최근 첨단 테크놀로지를 활용하여 영어 과목 등에서 스마트폰을 수업에 적용하는 예가 늘어나고 있으나 아직 수학 분야에서 테크놀로지를 활용하는 예는 많지 않다. 그러나 수학이라는 학문이 학령기 교육에서 학문의 기초를 형성하고 특히 우리나라 교육 과정에서 차지하는 비율이 압도적으로 크다는 점을 고려할 때 테크놀로지를 통한 학습지원이 학습효과로 연결된다면 그야말로 바람직한 교수학습모형이라고 할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 대학기초수학에서의 스마트폰 활용 사례를 조사·분석하여 적절한 이러닝을 활용한 새로운 교수학습방법론을 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 수학교육과 테크놀로지의 활용

National Council of Teachers of Mathematics(이하 NCTM)의 수학교육의 표준에 해당하는 기준을 보면, “테크놀로지는 수학의 교수·학습에 있어서 필수적이다; 그것은 학생들의 학습을 지도하고 향상시키는데 영향을 끼칠 것이다.”[1]라고 수학 교수·학습에 있어서 테크놀로지의 필요성을 명시하였다. Kaput은 학교에서 수학적 활동에서 나타날 수 있는 네 가지 수업형태 중 한 가지가 “행동의 좌표를 가로지르는 개념 체계가 포함된 개념 체계간의 이동”이라고 언급하면서 “다른 표현들 간에 그리

고 그 표현 안에서 수학적 개념의 조작 능력을 가능하게 하는 것이 테크놀로지이다”[2]라고 말하며 그 가치를 강조하였다. Duncan은 그래핑 계산기의 동적이고 다양한 표현방법을 통하여 학생들이 더욱 다면적인 방법으로 문제를 해결 할 수 있으며 수학적 개념을 증진시킬 수 있다고 하였다[3].

Thomas와 Hong[4]이 제시한 교육적 공학지식(Pedagogical Technology Knowledge: PTK)은 수학 교육에 테크놀로지 활용을 통합하는 방법으로 그래프와 표를 통한 다양한 표현방법을 제시하고 시각적 사고를 가능하게 함으로써, 학생들 스스로 개념형성을 할 수 있게 하는 데에 초점을 두고 있다. 또한 수학적 개념을 형성하기 위하여 문제풀이 과정과 기술뿐만 아니라 충분한 수학적 사고과정이 뒷받침되어야 하며, 사고과정의 시각화와 수학적 다양한 표현방법들과의 상호작용이 이루어지면서 개선된 PTK를 통하여 좀 더 심화된 수학의 개념적 구성을 가능하게 한다[5].

OECD[6]가 제시한 교육의 핵심역량에서 ‘테크놀로지 활용 역량’은 학습자의 개별성과 다양성 및 지식의 통합성을 강조하는 융복합 교육에도 부합된다고 할 수 있으며, 다양한 방식으로 의미 있는 지식탐구를 하고 학습 성과에 도달 할 수 있도록 하는 촉진제와 같은 역할을 한다고 하였다. 최근 우리나라에서 강조하고 있는 STEAM(Science, Technology, Engineering, and mathematics) 교육은 융합적인 인재를 양성하는 것을 목표로 하고 있는데 기존의 암기식 교육에서 벗어나 탐구, 체험, 실험 등을 통하여 문제해결, 창의적 사고력 등을 요구하며 수학 교육에서의 공학도구의 사용 또한 이를 촉진할 수 있는 장점을 가지고 있다고 역설한다[5].

그러나 수학 교육현장에서 오디오, 비디오, 컴퓨터, 인터넷 등의 다양한 테크놀로지, 그리고 특히 최근 모바일 기기인 스마트폰을 활용하는 수업의 시도는 초기 단계라고 할 수 있다. 수학교육에서 카카오톡과 같은 스마트폰을 활용한 연구의 사례는 거의 전무한 실정이다. 최근 여러 연구자들이 스마트폰을 효율적인 교수학습 도구, 그리고 교수학습을 위한 보조적 매체로 인식[7]하고 있는 바, 융합(STEAM)<sup>1)</sup>적 교육 방법을 달성하기 위한 하나

1) STEAM 교육은 Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Arts를 일컫는 용어로서 미래형 융합인재양성 교육을 의미한다.

의 방안으로 스마트폰 활용 수학교육에 대한 연구가 시급하다.

## 2.2 인지부하이론과 공학도구 활용

인지부하는 과제 수행 시에 학습자의 인지체계에 주어지는 부하를 말한다. 이 이론에 따르면 인간의 작동기억에는 한계가 있기 때문에 학습자에게 너무 많거나 혹은 무질서한 정보를 한꺼번에 제공하면 인지적 과부하를 야기하게 된다. 그래서 인지부하이론은 인간의 작동기억 용량의 한계를 효과적이고 효율적으로 극복할 수 있는 교수 설계에 초점을 두게 된다[8]. 즉 학습자의 인지역량의 한계를 고려할 때 인지부하를 덜어주는 방법론으로서 이러닝의 활용을 꼽을 수 있는 것이다.

수학에서의 어려운 수학적 용어들의 제시는 수학의 어려운 내용지식 (PCK: Pedagogical Contents Knowledge)[9]에 더하여 학생들로 하여금 암기를 강요하게 되어 인지부하를 가중시키는 결과가 초래 되는데, 그것을 테크놀로지를 활용한 시각적 정보를 동시에 제시하는 방법으로 보완한다면 정보의 양을 분산시켜 작동기억의 용량을 증대시킬 수 있다.

정희진[10]의 연구에 따르면 대학생들의 공학설계과목에 있어 인지구조를 고려한 교수 보조자료는 인지부하를 감소시킴으로써 학습의 효과를 높이는 결과를 보여준 바 있다. 멀티미디어 활용 학습에서는 시각 및 언어적 정보 양식을 동시에 처리해야 하게 하는데[11]. 언어적 자료(텍스트)와 그림(시각적 자료)가 함께 제공될 때 더 높은 학습효과를 기대할 수 있게 된다[12]. 이것을 멀티미디어 효과라고 하는데, 서로 다른 정보양식의 통합을 통해서 심층적인 학습이해가 촉진될 수 있다[13].

학생들이 어려워하고 기피하고 싶어 하는 수학 영역도 도구를 통해 인지적 부하를 줄여줄 수 있다면 그만큼의 노력을 학습자가 논리적 추론이나 창의적 문제해결법 탐구에 더 주력할 수 있을 것이라는 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. 공학도구를 사용한 시각적 자극을 통한 인지절차와 사고 과정을 거쳐 실생활 문제의 수학적 모델링에 더 중점을 둘 수 있다. 즉 적절한 테크놀로지의 활용이 인지부하를 축소시켜주고 한층 높은 수준의 지적 활동에 몰두할 수 있도록 도모하는 것이다.

특히 스마트폰 앱을 통하여 그래핑 계산기의 동적이고 역동적인 시각적 자료를 제시하여 학생들이 쉽게 이

해하고 흥미를 느끼게 함으로써, 교사에 의한 풀이방법의 일방적 제시가 아니라 과정적 사고에 의하여 문제를 해결하며 동시에 수학 학습에 흥미를 갖게 할 수 있을 것이다. 교사는 계산을 설명하는데 걸리는 시간, 그래프를 그리는데 걸리는 시간을 최소화하여 좀 더 다양한 문제 상황, 실생활과 관련된 다면적 자료를 제시할 수 있다. 이는 스마트폰을 사용한 수업이 단지 답만을 제공하는 것이 아니라 개념적인 연결고리[14]를 형성할 수 있다는 가능성을 보여주는 것이라고 할 수 있다.

그러나 수학교육에 있어서 첨단 공학도구의 활용은 6차 교육과정 개정에서부터 계속 이슈화되었지만 교육현장에서 스마트폰 활용이나 이를 통한 인지부하의 이론적 접근은 거의 이루어지지 못했다. 따라서 본 연구에서는 스마트폰 앱을 통한 그래핑 계산기의 활용이 현 교육과정에서 지속되고 있는 교사중심의 학습지도와 지필 방식의 한계성을 극복하고, 교사와 학생간의 상호작용, 학습내용간의 연결고리 형성, 학생들의 자기주도적인 탐구학습 형태의 새로운 면을 부각시킬 수 있음을 확인하고자 한다. 이를 통해 기존 연구에서 찾아보기 힘든 수학교육 영역에서의 공학도구 사용의 실재와 그 효과성을 검증함으로써 새로운 교수학습모형을 제시하는 연구가 될 것이다.

이러한 이론적 배경을 전제로 본 연구에서 탐색하고자 하는 연구문제는 다음과 같다.

- (1) 사전, 사후 태도검사를 통하여, 대학기초수학 수업을 수강하는 학생들에 대해 테크놀로지 활용이 학습효과에 있어서 긍정적인 영향을 미쳤는가?
- (2) 테크놀로지를 활용한 시각적 학습지도와 카카오톡을 통한 의사소통방법이 대학기초수학 수업을 수강하는 학생들의 개념적 사고형성에 영향을 주었나?

## 3. 연구방법

### 3.1 연구대상

본 연구는 G대학에서 대학기초수학을 수강하는 214명 대학생들을 대상으로 진행되었다. 학생들은 그래핑 계산기에 대한 경험이 전혀 없었고, 주로 문과에서 이과계열로 교차 지원한 학생들이었으며 고등학교에서 미적분을 배우지 않고 온 학생들로 구성되어 있어서 수학에 대한 흥미와 기초는 약한 편이다.

### 3.2 연구도구

스마트폰의 그래핑 계산기 앱 상에서 그래핑 계산기 활용에 대한 학생들의 태도 변화를 보기 위하여, 태도 검사를 학기 초기와 말기에 테스트로 실시하였다. 태도 검사는 총 30문항으로 이루어졌고 사전테스트와 사후테스트로 실시하였다. Likert-Scale을 이용하여 각 문항에 대하여 1(강하게 반대한다), 2(반대한다.), 3(보통이다), 4(동의한다), 5(강하게 동의한다)으로 분류하여 체크하도록 하였다.

개념 이해를 확인하기 위해 중간고사와 기말고사 시험도 실시하였으며, 질적 연구방법과 SPSS를 활용한 통계적 분석 방법을 이용하였다.

### 3.3 연구절차

네 강좌로 나누어 일주일에 2시간씩 16주 동안 수업을 진행하였다. 우선 수업 전에 사전테스트를 실시하였다. 수강생들은 한 학기동안 스마트폰에서 그래핑 계산기 앱을 다운 받아 수업 시간 중에 담당 교수와 활용할 수 있도록 하였고 SNS인 카카오톡을 통한 즉각적인 피드백을 제공하였다. 학생들이 다운로드 받은 앱은 통신사에 따라 그래핑 계산기의 기능은 다소 차이가 있었지만 기본적인 대수식 계산과 그래프 그리기와 표로 나타내는 것은 공통적인 기능으로 포함되어 있었다.

수업 중에 활용한 그래핑 계산기를 통한 시각적 이해와 SNS를 통한 즉각적인 피드백을 통한 수업 방법이 어느 정도 영향을 미쳤는지 알아보기 위하여 중간고사와 기말고사를 실시하였으며, 기존의 대수적 풀이방법에만 의존하던 방식에서 얼마만큼 답안의 표현방법이 다양해졌는지를 질적으로 분석하였다. 즉, 그래프적 표현 방법과 대수적 방법을 얼마만큼 잘 연계지어 표현했는지를 분석하였다. 한 학기동안 포함된 학습내용은 함수의 개념, 이차함수, 유리함수, 분수함수, 무리함수, 삼각함수, 극한, 미적분이었다. 스마트폰에서 다운 받은 그래핑 계산기는 대수, 그래프, 표를 이용한 다양한 내적표현(inter-representation)이 가능한 기능을 갖추고 있어서 제시한 문제들마다 수업 시간 중에 직접 입력시켜보고 확인하도록 하여 다양한 사고를 유도하였다.

교양과목의 여건 상 한 강의에서 최고 인원이 80명이므로 수업 중에 개개인의 학습활동을 직접 확인 할 수 없는 상황이었다. 학생들의 수업 활동이 제대로 이루어지

는지를 확인하기 위한 방법으로 카카오톡을 통하여 학생들의 그래핑 계산기와 지필토 옮겨 적은 지필지를 스캔샷으로 찍어 연구자에게 보내도록 하였고 이에 대한 피드백을 제공하였다.

학생들에게 그래핑 계산기 사용법에 대해서는 따로 설명하지 않고, 문제를 제시하면서 필요에 따라 기본적인 메뉴 사용법과 입력방법, 화면 셋팅 방법 등을 제시하였다. 개념적인 문제를 제시 할 때에는 학생들로 하여금 그래핑 계산기를 활용하면서 공통점들을 발견하게 함으로써 개념을 스스로 찾도록 유도하고, 추후 요약 정리해주는 형식으로 진행하였다. 예를 들어, 기함수와 우함수에 대한 개념에 대하여 먼저 정의를 제시하지 않고 그래프 입력창에  $x, x^2, x^3, x^4, x^5 \dots$ 을 입력시키면서, 학생들로 하여금 주어진 함수의 차수에 따르는 그래프의 변화속에서 공통적인 성질을 스스로 찾도록 지속적인 질문과 확인 활동을 계속하였다.

중간고사와 기말시험과 같은 정규시험에서는 그래핑 계산기와 같은 어떠한 공학도구도 허용하지 않았다. 이것은 학생들이 시험 중에 스마트폰에 있는 그래핑 계산기를 활용하여 문제해결에 사용할 수 있지만, 스마트폰이 구비되지 않은 학생들도 감안하였고, 학생들 간에 답을 주고받을 수 있는 도구로 사용할 수 있다는 가능성도 배제 할 수 없기 때문이다.

수업 후에 사후테스트로 태도검사를 실시하였다.

## 4. 연구결과

### 4.1 사전테스트 결과

30문항의 태도검사에 있어서 사전테스트의 설문조사에 응한 학생들은 총 257명의 수강 학생들 중에서 214명이었다. 사전테스트에서 보여준 그래핑 계산기에 대한 학생들의 생각은 “중이와 연필을 사용하여 문제를 풀 때 수학에 대한 이해가 높다(4.1)”라고 답변한 것을 보면, 그래핑 계산기를 제대로 써 본 경험이 없기 때문에 그 사용에 대한 부정적인 선입견이 내재되어 있다는 것을 알 수 있다. 또한 “수학을 공부하는 학생들은 그래핑 계산기를 어떻게 써야 하는지 알 필요가 없다(2,1)”, “그래핑 계산기는 사용하기가 어려워져 수업 중에 사용하는 것은 시간 낭비이다(2.4)”, “학생들은 그래핑 계산기를 사용해서

는 안 된다(2.6)”, “그래핑 계산기를 사용하면 오히려 시간소모가 크다(2.7)”라고 응답했다. 이것은 그래핑 계산기 사용에 대한 대부분의 학생들이 부정적인 생각을 가지고 시작하였다는 것을 보여준다.

#### 4.2 사후테스트 결과

사후테스트에서는 148명의 학생들이 설문에 응하였다. 사전 사후 테스트 문항은 동일한 내용으로 실시하였으며 <Table 1>에서는 p-value에서 크게 차이가 난 문항들만 비교분석한 결과를 정리하였다. <Table 1>을 보면, 그래핑 계산기 사용에 대한 학생들의 생각이 부정적인 태도에서 긍정적으로 바뀌었음을 알 수 있다. 그래핑 계산기를 사용한다면 기본적인 계산능력을 잃게 될 것이라는 생각이 사용 후에는 p-value가 0.07로써 아주 큰 차이는 나지 않았지만 계산능력을 잃게 되지는 않을 것이라는 생각으로 바뀌었다는 사실을 알 수 있다. 또한 그래핑 계산기를 사용한다면, 수학적 아이디어를 많이 가질 수 있고, 좀 더 잘 사용할 수 있는 능력을 갖추고 싶어 했으며, 수학공부에 더 몰두할 수 있다는 점에서 사용 후에 큰 차이를 보여주었다. 정의적 측면에 있어서도 그래핑 계산기를 사용한 수업이 덜 지루하고, 머릿속에 오래 남고, 새로운 방법으로 문제를 해결할 수 있고, 머리회전을 퇴화시키는 것은 아니며, 또한 도구를 사용하여 공부 가 더 재미있다고 답변한 문항들을 보면 사용 후에 긍정적인 방향으로 크게 변화했다는 것을 알 수 있다.

#### 4.3 연속성과 미분가능성의 이해 과정

수업시간 중에 그래핑 계산기를 활용하여  $x=1$ 에서 연속성과 미분 가능성을 찾도록 다음과 같이 제시하였다.

문제.  $f(x) = |x^2 - 1|$ 의  $x=1$ 에서의 연속성과 미분 가능성을 조사하시오

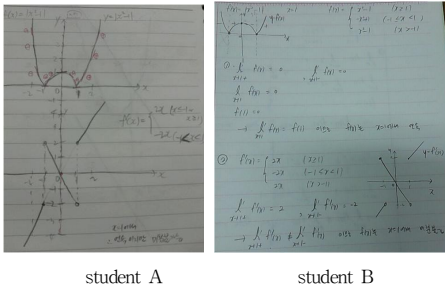
스마트폰의 앱에서는 직접 함수를 입력하여야만 그래프를 그릴 수 있으므로, 도함수를 대수적으로 구해서 입력시켜야만 그래프를 그릴 수 있다. 학생들로 하여금 스마트폰의 카카오톡을 통하여 풀이과정을 스냅샷으로 연구자에게 전송하도록 하였다. [Fig. 1]에서 보여주고 있는 것처럼, 학생 A의 경우 앞에서 다루었던 함수  $f(x)$ 를 그리고 그것이 연속임을 나타내었고, 접선의 기울기 변화를 (-)와 (+)로 나타내어 도함수  $f'(x)$ 를 구간  $-1 < x < 1$ 과  $x \leq -1$  or  $x \geq 1$ 으로 나누어 미분가능하지 않다는 것을 그래프만으로도 시각적으로 나타내었다.

학생 B의 경우, 주어진 함수  $f(x) = \begin{cases} x^2 - 1 & x < 1 \text{ or } x > 1 \\ -x^2 + 1 & -1 \leq x \leq 1 \end{cases}$

와 그에 대한 구간별 도함수가 미분 가능하지 않다는 것을 그래프적인 표현과 대수적 풀이를 같이 나타냄으로써 그래핑 계산기 활용으로 인한 학습에서의 내적 표현의 다양성을 보여주었다. 두 학생 모두 도함수와 연속성 그리고 미분 가능성에 대한 연결고리를 스스로 만들고 개념적 이해로 발전시킬 수 있었다는 것을 알 수 있다. 이것은 기존의 지필 풀이에만 의존했던 방식과 달리 공학 도구를 사용함으로써 시각적인 이해 방법으로 그래프와 개념적 연결고리를 형성하여 학습자의 개념적인 전이 가능성을 보여준 것이다.

<Table 1> Pre & post test results of attitude in using graphing calculators

No.	questionnaire	pretest mean (N=214)	posttest mean (N=148)	p-value
3	I have lots of ideas about how I can make use of a graphing calculator in mathematics.	2.91	3.45	<0.0005
10	Using graphing calculators may cause students to lose basic computational skills.	3.17	2.98	0.07
11	I want to improve my ability of using a graphing calculator.	3.29	3.48	<0.05
20	The use of a graphing calculator makes me engage in mathematics more.	2.88	3.20	<0.005
24	Such tools as a graphing calculator lessen the boredom of the study.	3.31	3.50	<0.05
25	The problems solved by using graphing calculators remain longer in the memory.	2.70	3.14	<0.0005
26	The use of a graphing calculator promotes more creative solutions in solving problems.	2.70	3.14	<0.0005
27	I can face the problems in newer ways with the use of a graphing calculator.	2.94	3.36	<0.0005
28	The use of a graphing calculator seems to worsen the brain activity.	3.04	2.70	<0.005
30	Studying with tools like a graphing calculator is fun.	3.10	3.40	<0.005



[Fig. 1] Example of students' conceptual integration using a graphing calculator

4.4 중간 및 기말고사 결과

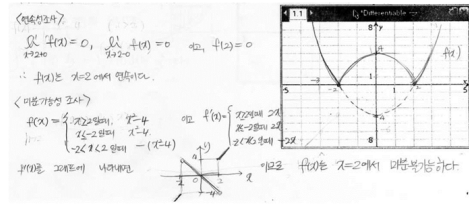
중간고사와 기말고사에서는 어떠한 공학도구도 허용하지 않았음에도 불구하고 중간고사 평균점수는 70.55가 나왔고, 기말고사 평균은 76.9로써 학업성취도에 있어서 매우 큰 향상이 있었다는 것을 알 수 있었다. 이는 중간고사에 비하여 기말고사의 범위가 학생들에게는 더 어려운 미분의 활용과 적분 부분이었음에도 불구하고 평균이 향상되었다는 것은 그래핑 계산기 활용에 의하여 구축된 시각적 이해가 학생들의 개념적 이해의 스키마 형성에 큰 영향을 끼쳤다고 볼 수 있다.

다음은 연속성과 미분가능성에 대한 개념이해를 위해 수업시간에 다룬 내용과 그에 대한 기말고사 결과를 분석한 것이다.

기말 시험에서 연속성과 미분 가능성에 대한 유사한 문제를 다음과 같이 제시하였다. [Fig. 2]에서와 같이 246명 중에서 192명(78%)의 학생들이 연속성과 미분 가능성에 대해 충분히 이해하고 있다는 사실을 알 수 있다. 일반 풀이에서는 그래핑 계산기를 사용하지 않는 대부분의 학생들은 그래프로 표현하지 않고, 또한 그래프로 표현한다고 하더라도 함수  $f(x) = |x^2 - 4|$  만을 그래프로 표현하고 대수적 풀이만을 제시한다. 또한 다음과 같이 유사한 미분가능성과 연속성에 대한 대부분의 참고서와 교과서의 문제풀이는 그래프적 표현에 의한 문제풀이보다는 단계적인 대수적 풀이에 중점을 두고 있다. 하지만 [Fig. 2]에서와 같이 학생들은 대수적 풀이뿐만 아니라, 함수  $f(x) = |x^2 - 4|$  와 미분한 그래프와의 개념적 연결고리를 대수적인 풀이뿐만 아니라 그래프로도 정확하게 표현한 것으로 보아 그래핑 계산기를 통한 함수의 연속성과 미분 가능성에 대한 이해를 충분히 정확하게 이

해하고 있다는 것을 알 수 있다.

problem 3. Investigate the continuity and differentiability of  $x=2$  at  $f(x) = |x^2 - 4|$



[Fig. 2] the understanding of continuity and differentiability

5. 결론 및 제언

본 연구는 대학기초수학을 수업하는 과정에서 스마트폰을 활용한 비주열 교육이 수학의 기본 개념 이해와 학업성취도에 미치는 영향을 조사하려는 목적으로 진행되었으며, 공학도구의 적절한 사용이 학습자의 학업성취도와 만족도를 제고하였다는 긍정적인 결과를 획득할 수 있었다.

수업 후 강의 평가에서 학생들은 “계산기 어플과 프로 그래를 이용하여 쉽게 이해할 수 있었다.,” “학생들의 참여를 유도하면서 수업을 진행하는 것이 좋았다.,” “수학을 알기 쉽게 그래프를 이용해 많이 설명해 주셨는데 이해하는데 많은 도움이 되었다. 또 계산기를 사용해 새롭게 수학을 배우는 게 좋았다.”라고 답하였다. 이것은 수업에서의 스마트폰을 비롯한 공학도구의 사용이 개념의 이해를 쉽게 할 수 있도록 지원하였고, 학생들의 자발적인 참여를 유도할 수 있고, 수학에 대한 흥미유발을 가능하게 하였다는 것으로 해석할 수 있다. 또한 앞에서 보여주었던 스마트폰 앱을 통한 그래핑 계산기 활용 후에 달라진 학생들의 답안들을 보면 알 수 있듯이, 교수-학습 방법에 있어서 종이와 연필에 의한 판에 박힌 수업 방식이 아니라 학생 스스로 그래프를 직접 그려보고 탐구하면서 문제를 해결하는 과정 중심의 수업이 학생들에게 시각적인 흥미유발뿐만 아니라 다양한 사고과정에 대한 다양한 표현력에 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한 교수자는 학생들의 사고과정을 카카오톡과 같은

SNS를 통하여 학생들에게서 공통적으로 발생할 수 있는 오류를 확인하고 강의시간 중에 즉각적인 피드백을 제시함으로써 교수자 중심이 아닌 교수와 학생간의 의사소통을 통하여 개념적인 이해를 확고하게 해주었다. 이는 공학도구가 수학교육의 영역에서 역할을 할 수 있다는 긍정적인 가능성을 제시한 결과이며 수학교육이 매우 큰 부분을 차지하고 있는 우리나라의 교육과정에서 의미 있는 시사점을 내포한다. 딱딱한 수학내용을 사뭇 흥미롭고 또 창의적으로 접근할 수 있는 교수학습의 틀을 제시하는 것이다. Tuovinen와 Sweller[8]의 인지부하이론을 바탕으로 인간의 작동기억 용량의 한계를 극복하기 위해서 그래핑 계산기를 통하여 시각적 정보 채널을 다양화하고 그러한 시각적 정보에 의해 개념을 확고히 할 수 있는 통합적 설계가 이루어져야 할 것이다.

또한 SNS를 통한 청각적 정보는 단 한 번에 이루어지는 것이 아니라 지속적인 피드백에 의한 의사소통이 이루어진다면 학생들의 작동기억의 용량을 효율적으로 극대화시킬 수 있다. SNS 이용률이 높은 대학생들을 대상으로 교육의 다양한 분야에서 SNS 활용에 대한 검토는 매우 시의적절한 것이며 지속적인 연구가 요구된다[15,16].

스마트폰 앱을 통한 그래핑 계산기 활용에 있어서 장점을 요약하자면 다음과 같다.

첫째, 학생 스스로가 대수적 그래프와 표를 이용한 다중적 표현 방법으로 직접 그래핑 계산기를 활용하여 가설을 세우고 이를 탐구해 보고 실행착오를 겪으면서 자신의 수학적 개념을 구성함으로써, 문제해결을 위한 자기주도적인 탐구학습이 가능하다.

둘째, 그래핑 계산기의 시각적 표현 방법에 의한 직관적인 학습방법으로 학생들의 동기 유발과 개념이해를 가능하게 한다.

셋째, 결과보다는 과정에 중심을 둘 수 있으므로 단계적인 개념적 추론이 가능하다.

넷째, 소집단 활동, 개별 학습 등 학생 중심의 수업과, 교사와의 상호적인 수업에 있어 의사소통의 수단이 될 수 있으며, 학생들의 수준과 특성에 따라 다양한 수업 형태를 만들 수 있다.

다섯째, 현실의 생활에서 직접 자료를 수집하고 분석하며, 패턴을 찾고 추론을 가능하게 함으로써 수학에 대한 긍정적인 태도를 갖출 수 있다.

즉 스마트폰 앱을 통한 그래핑 계산기의 활용은 현 교

육과정에서 지속되고 있는 교사중심의 학습지도와 지필 방식의 한계성을 극복하고, 교사와 학생간의 상호작용, 학습 내용간의 연결고리 형성, 학생들의 자기주도적인 탐구학습 형태의 새로운 면을 부각시킬 수 있다는 데에 그 의의가 있다고 할 수 있다.

그러나 임걸과 이동엽[7]의 연구에서 스마트폰의 교육적 활용을 위해서 학습내용, 학습활동의 형태, 그리고 학교의 기술적 지원이 핵심 사항임을 밝히고 있듯이 수학 커리큘럼의 융통성, 정교한 교수학습모형 탐구, 학교 측의 다양한 지원 등이 앞으로 수반되어야 할 과제이다. 또한 테크놀로지에 대한 교사 개인의 태도와 확신이 아주 강하다면, 부정적인 잠재적 제약(constraints)과 방해요인(obstacles)은 크게 영향을 미치지 않는다는 점을 상기할 때[17], 수학 수업에서 공학도구 활용의 효과성을 제고하기 위한 교사의 생각과 태도의 변화가 강조되어야 할 것이다.

후속연구로는 같은 연구방법에 의한 수업방법이 수학 교과 이외의 다른 교과에서의 적용 가능성과 차이점에 대해 탐색하는 것을 제안하며 아울러 학습자별 특색(성별, 학업성취도, 학습참여도)에 따라 스마트폰 활용 교육이 어떻게 다른 양상을 보이는지에 대한 연구도 의미 있을 것으로 제안한다. 특히 카카오톡 피드백을 1:1 개별적이 아닌 그룹방에서 수행했을 때 어떤 변화가 있는지 측정해 보는 것도 의미 있는 연구가 될 것이다.

## REFERENCE

- [1] National Council of Teachers of Mathematics, "Principles and standards for school mathematics", Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 2000.
- [2] J. Kaput, "Technology and mathematics education", NCTM Yearbook on Mathematics Education, pp. 515-556, 1992.
- [3] A. G. Duncan, "Teachers' views on dynamically linked multiple representations and representations and relational understanding of mathematics an investigation into the use of TI-Nspire in scottish secondary schools", School of Education Research Report, University of Aberdeen, Scotland, UK, 2010.
- [4] M. O. J. Thomas, & Y. Y. Hong, "Teacher integration

- of technology into mathematics learning”, *International Journal for Technology in Mathematics Education*, Vol. 20, No. 2, pp. 69-84, 2013.
- [5] Ye-Yoon Hong, “Pre-service teachers’ practical use of graphing calculators for STEAM education” *The Journal of Educational Information and Media*, Vol. 20, No. 3, pp. 355-372, 2014.
- [6] OECD, “The definition and selection of key competencies: Executive summary”, Paris, France: OECD, 2005.
- [7] K. Lim, D. Y. Lee, “Research on pre-service teachers’ perceptions of smartphones for educational use and suggestions for school policy”, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 10, No. 9, pp. 47-57, 2012.
- [8.] J. E., Tuovinen, & J. Sweller, “A comparison of cognitive load associated with discovery learning and worked example”, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 91, No. 2, pp. 334-341, 1999.
- [9] L. C. Shulman, “Those who understand: Knowledge growth in teaching”, *Educational Researcher*, Vol. 15, No. 2, pp. 4-41, 1986.
- [10] H. J. Jung, “A study on the Development of Teaching Materials based on the Cognitive Load Theory : Focused on the Creative Engineering Design Subject”, M.A. dissertation, Dankook University, 2010.
- [11] R. E. Mayer, “Seeking a science of instruction”, *Instructional Science*, Vol. 38, No. 2, pp. 143-145, 2010.
- [12] T. Kuhl, T., K. Scheiter, P. Gerjets, & S. Gemballa, S., “Can differences in learning strategies explain the benefits of learning from static and dynamic visualizations?” *Computers & Education*, Vol. 56, No. 1, 176-187. 2011.
- [13] R. Jeeheon, “The Effect of Contiguity Principle on the Cognitive Load Factors in Different Line Lengths and Types of Task”, *Journal of Educational Technology*, Vol. 27, No. 2, pp. 401-425, 2011.
- [14] Ye-Yoon Hong, “Conceptual Understanding of The Link Between Linear Equations And Functions By Using Multi-Representation of Graphics Calculator”, *Korean Journal of Teacher Education*, Vol. 28, No. 1, pp. 1-18, 2012.
- [15] Ji-yeun Chang, “Convergence of Education and Information & Communication Technology : A Study on the Communication Characteristics of SNS Affecting Relationship Development between Professor and Student”, *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 6, No. 6, pp. 213-219, 2015.
- [16] Seung-Soo Shin, Jung-In Kim, Jeong-Jin Youn, “Vulnerability Analysis of the Creativity and Personality Education based on Digital Convergence Curation System”, *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 6, No. 4, pp. 225-234, 2015.
- [17] Ye- Yoon Hong, Yeon-Wook Im, “An analysis of factors which affect teachers’ self-confidence in using technology for mathematics class”, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 10, No. 11, pp. 565-577, 2012.

홍 예 윤(Hong, Ye Yoon)



- 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)



- 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
- E-Mail : ywim@hycu.ac.kr