

수학수업에서 저비용으로 구성된 전자칠판의 활용효과에 대한 연구¹⁾

박용서²⁾ · 고상숙³⁾

본 연구는 초 저비용(Low-Cost) 전자칠판을 설계하고 제작하여, 일선 학교의 교사들이 쉽게 전자칠판 시스템을 구축해서 수업에서 활용할 수 있는 방법을 모색하고 고등학교 1학년 학생을 대상으로 구축된 전자칠판을 활용하여 수업의 효과에 관하여 연구하였다. 이를 위해 인문계 고등학교 1학년 학생 143명이 참여하였으며 사전사후 검사 지를 사용하고 분석한 결과 남녀 각각이 성취도에서는 유의미한 향상을 보였으나 서로 간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고, 수학적 성향검사에서는 남녀 간 변화가 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 성별 집단 내에서는 공통적으로 호기심, 융통성에서 유의미한 변화를 나타내었다. 따라서 현재 일선에서 고비용의 전자칠판을 도입하는 것이 추진되고 있는데 반해, 저비용으로 손쉽게 제작가능하고 수학학습에서도 유의미한 효과를 보인 본고의 전자칠판의 사용을 제안하는 바이다.

주요용어 : 전자칠판, 학습효과, 수학적 성취도, 수학적 성향, 성차연구

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

우리가 살고 있는 정보화 사회는 여러 가지 새로운 매체와 방법들이 등장하여 우리의 생활뿐만 아니라 교육의 방법까지도 빠르게 변화시키고 있다. 정보통신기술의 급속한 발달과 더불어 학교 현장에서도 교수·학습 방법과 매체 활용에 대한 다양한 연구와 실험이 시도되고 있는데, 전통적인 수학 교수방법을 주장하는 학자들과 시대의 변화에 따라 테크놀로지 활용을 통한 역동적이고 창의적인 교수방법이 도입되어야 한다는 학자들(e.g., 고상숙, 2005) 간의 다양한 의견들이 제시되고 있다.

우리나라의 2009 개정 교육과정에서도 컴퓨터를 사용한 테크놀로지(Technology)의 적절한 활용과 도구화를 적극 권장하고 있는데, 이러한 기술공학 보조교육(Technology-Assisted Instruction) 환경에서 학생들은 창의적 사고력과 문제 해결력 향상을 목적으로 다양한 탐구 활동과 경험을 할 수 있게 된다. 이에 앞서 미국 수학 교사 협의회(NCTM, 1989)에서 초·중등 수학교육에서 모든 학생이 계산기와 컴퓨터를 활용할 수 있어야 한다고 하였고, 최근

1) 본 연구는 2010년 단국대학교 교내연구비로 지원되었음.

2) 단국대대학원 (clapark@dreamwiz.com)

3) 단국대학교 (sangch@dankook.ac.kr), 교신저자

규준집(NCTM, 2000)에서 컴퓨터는 모든 수학 교실에서 사용되어야 하며, 모든 학생들은 컴퓨터를 수학적 문제를 탐구하고 해결하는데 필요한 도구로 적절히 사용할 것을 권하고 있다.

이처럼 최근 수학교육은 기술공학의 적극적인 활용의 이론적 근거와 기술공학의 활용 효과를 극대화시킬 수 있는 방안을 연구하는 데 큰 힘을 기울여 왔다. 전통적인 교사위주의 전달식 수업에서 벗어나 학생이 주체가 되어 학생 스스로가 탐구하여 문제를 해결해 가는 과정인 구성주의적 교수-학습방법에 대한 다양한 연구가 꾸준히 좀 더 활발하게 진행되고 있다(박용서와 고상숙, 2007). 정보 통신 기술(Information & Communication Technology)를 활용한 교수-학습 방법의 개선이 학교현장에서 활발히 진행되고 있으며, 교실에서의 새로운 교수·학습 환경 제공을 가능하게 한다.

기초과목으로서 학교 수학에 대한 학생들의 높은 관심과 노력에도 불구하고 우리 청소년들의 수학 학습의 흥미도와 선호도는 국제적으로 최하위를 나타내고 있는데(OECD 20개국 중 19위, PISA 2000), 이러한 학교 수학 교육의 문제점을 찾아내어 개선하고자 다양한 노력들이 이루어져야함이 제기되고 있다. 특히, 기하와 함수, 통계 교육에 있어 테크놀로지(Technology)를 이용한 수학적 시각화가 관심의 대상이 되고 있는데, 수학적 시각화는 발견과 이해를 위해 수학적 이미지를 형성하고 효과적으로 그 이미지를 사용하는 과정이라 할 수 있다. 수학적 시각화를 통하여 학생들의 호기심과 관심을 이끌어 낼 수 있으며, 전통적인 전체 학급을 대상으로 하는 수업에서는 불가능했던 각종 멀티미디어를 효과적으로 통합하여 수업에서의 동기 부여 및 교실에서의 상호작용과 협동학습을 가능하게 하였다(Bell 2000).

그러나 현재 대부분의 학교에서는 여전히 고전적인 교수·학습 환경인 칠판과 분필을 이용한 교수활동이 주를 이룬다. 교실마다 설치된 TV와 컴퓨터를 연결하여 부분적으로 동적인 수업이 이루어지고 있으나, 작은 크기의 TV 화면(42~50인치)으로 인해 텍스트(Text)보다는 그래픽(Graphic)위주로, 판서나 칩삭을 통한 상호보완적인 수업보다는 단순히 교과 내용을 보여 주거나 수업의 내용을 정리하여 마무리하는데 활용하는 수준에 머무르고 있다.

이러한 교수-학습 환경에 새로운 변화를 주고자 최근 전자칠판(interactive whiteboard)의 유용성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 전자칠판은 전자기 기술을 이용하여 컴퓨터의 화면을 프로젝터 등을 이용하여 기존 칠판(화이트보드)위에 영사하고 전자펜을 이용하여 터치스크린처럼 사용하는 디지털 판서 도구를 뜻한다. Gerard, Green & Widener(1999)은 전자칠판을 이용하면 영사된 화면위에 판서, 밑줄 긋기, 강조 등을 표현할 수 있고, Passey, Roger, Michell & McHugh(2004)은 전자칠판은 학습자와의 상호작용을 강조하며 전체 학급을 대상으로 하는 수업에 매우 효과적인 매체라고 언급하였다.

국내에서도 수학적 시각화를 돕기 위한 방법 중 전자칠판을 활용한 교수·학습방법에 대한 연구가 여러 곳에서 진행되고 있으며, 여러 논문들이 전자칠판의 사용이 교수-학습방법 개선에 매우 유용하다는 결과를 보여주고 있다(박용서 2010, 구정주 2010, 김경철 2009, 유승석 2010). 그러나 전자칠판을 활용한 교수-학습 환경의 필요성에 대해 모두들 알고 있지만 전자칠판 한 대의 가격이 500만원에서 2,000만원을 넘는 고가의 가격으로는 일반 초·중·고등학교 교실에서 사용하고 활용하기에는 엄두를 내지 못할 일이며, 일부 시범학교를 중심으로 제한적으로 설치되거나 영어전용교실 등에서 활용되고 있는 실정이다. 현재 전국적으로 학교에 보급된 전자칠판은 2%미만인 것으로 알려져 있는데, 그나마 보급되고 설치된 전자칠판의 상당수가 사용하기에 어렵고, 유지 및 보수가 제대로 이루어 지지 않아 교사들이 불편함을 느껴 사용을 꺼리고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구자는 아주 저렴한 비용(Low-Cost)과 쉽고 편리한

사용방법, 유지 및 보수가 용이하고, 이동이 가능한 전자칠판 제작의 필요성을 생각하게 되었다. 최근 일본의 Nintendo사의 게임기 컨트롤러인 Wii Remote Controller(이하 Wiimote)가 일반 PC에서 활용될 수 있다는 사실이 알려졌다. Wiimote는 근거리 통신 프로토콜인 블루투스(Bluetooth)와 적외선 카메라(Infrared Camera)를 내장한 게임기용 컨트롤러인데, PC에서 활용할 수 있는 여러 플랫폼을 지원하는 소프트웨어 라이브러리들이 연구되고 무료로 공개되고 있다. 현재 전 세계적으로 프로그래밍 능력을 갖춘 연구자들이 이러한 공개소프트웨어 라이브러리를 이용하여 Wiimote를 컴퓨터의 새로운 입력도구로 활용할 수 있는 다양한 연구를 진행하고 있으며, 인터넷 웹사이트를 통해 연구결과를 서로 공개하고 정보를 공유하고 있다.

이에 본 연구는 28,000원의 아주 저렴한 가격에 판매되고 있는 Wiimote를 이용하여, 2007년 Carnegie Mellon 대학의 대학원생인 Johnny Lee가 연구하여 공개한 프로그램 소스를 바탕으로 이를 수정하고 보완하여 Wiimote, 적외선 펜(Infrared LED Pen), 노트북, 프로젝터를 이용하여 초 저비용(Low-Cost) 전자칠판을 설계·제작하여 일선 학교에서 쉽게(Easy) 전자칠판 시스템을 구축하여 수업에서 활용할 수 있는 방법을 제시하고, 고등학교 1학년 학생을 대상으로 전자칠판을 활용한 수업에서 학생들의 성취도와 정의적 태도의 변화를 조사하고자 하였다.

2. 용어의 정의

1) Wii Remote Controller(이하 Wiimote)

일본 Nintendo사에서 개발한 게임기용 리모컨 컨트롤러로 적외선 카메라와 근거리 무선 통신이 가능한 블루투스가 내장되어 있다.

2) 적외선 펜(Infrared LED Pen)

적외선을 방출하는 기능을 갖고 있는 펜으로 방출된 적외선 신호를 적외선 카메라가 추적할 수 있다.

3) 전자칠판(Interactive Whiteboard)

전자칠판은 컴퓨터와 프로젝터를 연결하고 있는 크고, 접촉에 민감한 보드이며, 보드의 표면을 직접 만지거나 특수 펜을 사용하여 조작할 수 있다.

4) 수학교육에서 시각화

수학적 시각화는 발견과 이해를 위해 수학적 이미지를 형성하고 효과적으로 그 이미지를 사용하는 과정이다(고상숙, 2005).

4. 연구의 제한점

본 연구는 경기도 도시 외곽에 소재한 인문계 ○○고등학교 학생들을 대상으로 한 연구이기 때문에 연구결과를 우리나라 전체 학생에 대해 일반화 시키는데 제한점을 갖는다.

II. 문헌고찰

1. Nintendo Wii⁴⁾와 Wiimote

1) Wii의 구동(조작) 원리

사용자가 Wiimote를 손에 쥐고 움직이면 Wiimote에 내장된 적외선(Infrared) 카메라가 TV위에 놓인 위 센서 바(Wii Sensor Bar)에 있는 적외선 LED의 움직임을 감지하고 변화하는 좌표 값을 Wiimote에 내장된 블루투스 통신을 통하여 Wii 본체에 전송하게 된다. 이러한 Motion Sensing에 의해 사용자는 TV에 나타난 게임 화면과 상호작용을 할 수 있다.

2) Wiimote의 활용

Wiimote에 내장된 적외선 카메라가 적외선 LED의 신호를 추적할 수 있다는 점에 착안하여 PC에서 활용할 수 있는 여러 플랫폼을 지원하는 소프트웨어 라이브러리들이 연구되고 공개되고 있으며, 현재 전 세계적으로 프로그래밍 능력을 갖춘 연구자들이 이러한 공개소프트웨어 라이브러리를 이용하여 Wiimote를 컴퓨터의 새로운 입력도구로 활용할 수 있는 다양한 연구를 진행하고 있다.

3) Wiimote를 활용한 전자칠판

2007년 Carnegie Mellon 대학의 대학원생인 Johnny Lee는 위 센서 바(Wii Sensor Bar)를 고정시키고 Wiimote를 손에 쥐고 움직였던 기존 방법을 역으로 생각하여, Wiimote를 한곳에 고정시키고 적외선 LED를 움직이는 방법에 대해 연구 하였다.

Wiimote에 내장된 적외선 카메라(IR Camera)는 2차원 평면에서 적외선 LED(IR LED)가 가리키는 X, Y좌표를 계산해 낼 수 있는데, 적외선 카메라가 적외선 LED 펜(IR Pen)의 움직임을 감지하여 그 변화 되는 좌표 데이터를 측정하여 블루투스 통신을 통해 PC 본체에 전송한다. 이러한 원리는 화이트보드(임의의 평면)위에서 적외선 LED 펜(IR Pen)을 마치 무선 펜 마우스(Mobile Pen Mouse)와 같이 사용가능하다. 이를 통해 Johnny Lee는 단돈 30,000원의 저렴한 비용으로 이동식 전자칠판을 만들 수 있다는 가능성을 제시해 주었다.

4) 2006년에 일본의 게임기 전문 회사인 Nintendo 사가 출시한 홈 비디오 게임기 본체인 Wii와 위모트(Wiimote)라 불리는 블루투스 무선 컨트롤러로 구성되어 있다.

2. 전자칠판(Interactive Whiteboard)

1) 전자칠판의 정의

전자칠판은 터치 방식을 이용해 프레젠테이션이 가능한 기자재이며(김경철 2009) 컴퓨터, 프로젝터, 소프트웨어, 디스플레이 패널로 구성된다. 디스플레이 패널은 전자기 기술을 이용하는데, 프로젝터로 컴퓨터 화면을 디스플레이 패널에 보내면 사용자가 손가락이나 전자펜을 이용하여 컴퓨터를 제어할 수 있고 일반 칠판처럼 디스플레이 패널에 나타난 화면 위에 판서가 가능하다. 전자칠판은 칠판과 분필로 이루어진 전통적인 교실 수업을 대체할 수 있는 전자 교구로 많은 학교에서 사용되어지고 있다(Wikipedia 2010).

2) 전자칠판의 장점

(1) 전통적인 전체 학습을 대상으로 하는 수업에서는 불가능했던 각종 멀티미디어를 효과적으로 통합하여 수업에서의 동기 부여 및 교실에서의 상호작용과 협동학습을 강화한다(Bell 2000, Schmid 2006).

(2) 파일 형식으로 학습 내용을 관리할 수 있어 이전 단원 학습에 대한 접근이 용이하며, 컴퓨터를 이용하여 각각의 자료를 학생들과 공유함으로써 학생들의 개별학습에 많은 도움을 준다(Gray, Hagger-Vaughan, Pilkington & Tomkinds 2005).

(3) 전자칠판을 활용한 수업은 교사가 전자칠판의 쓰기, 밑줄 강조, 색상 변화 등을 이용하여 학습 목표를 제시할 때, 학생들의 주의를 끌 수 있다. 이를 통해서 학생들에게 동기를 부여하고 집중력을 강화 시킬 수 있다(Wall, Higgins & Smith 2005).

(4) 전통적인 전체 학습을 대상으로 하는 수업에서 멀티미디어를 효과적으로 통합 하는 것을 용이하게 한다(Walker 2003).

(5) 학생들의 참여와 활용으로 학습과정을 촉진시키는 수단이 되며, 전자칠판의 반응성은 학생들에게 흥미를 일으키며 전자칠판이 가진 특징점인 시각적인 제시는 사회 언어적 학습과 더불어 학습에 대한 견해 사이에서 두드러지게 나타난다(Wall, Higgins & Smith 2005).

3) 전자칠판의 유용성

기존의 멀티미디어(TV, 프로젝터)를 활용한 수업의 경우는 교사가 학생들에게 자료를 제시하기 위해 수시로 멀티미디어 기기와 물리적으로 떨어져 있는 컴퓨터를 조작해야 하므로 학생들의 수업에 대한 관심과 집중도가 분산되는 문제점을 갖고 있었고, 수업의 활용도를 높이기 위해 제시한 자료가 오히려 학생들의 주의를 분산시키고 수업의 흐름을 방해하는 결과를 가져왔다. 반면, 전자칠판을 활용한 수업에서 교사는 컴퓨터의 조작 없이 전자칠판에서 자료를 바로 찾고 판서할 수 있으며 학생들이 집중된 상태에서 강조와 첨삭 등이 가능하게

되어 수업의 효과를 극대화 시킬 수 있고, 학생들의 활동도 학생들이 직접 전자칠판에 활동을 함으로서 능동적인 학습도구로서의 역할이 가능하게 하였다(구정주 2010)

4) 전자칠판을 활용한 상호작용

상호작용이란 일반적으로 학습에 참여하는 사람들 사이에 일어나는 의사소통을 말한다(Ellis 1991). 또한 김종건(2001)은 상호작용은 학습에 참여하는 학습자와 학습자, 학습자와 교수자 사이에 일어나는 것으로 정의하였는데, 상호작용의 본질적 특징은 언어적/비언어적, 의식적/무의식적, 지속적/우연적 관계들의 무한한 다양성 속에서의 행동과 반응의 상호보완성이라 할 수 있다.

(1) 학습자-교수자간 상호작용

전자칠판을 이용한 교실 수업 환경은 학생들과 교사가 함께 수업의 내용을 구성하며 교사들이 좀 더 상호작용적인 접근을 하게 할 수 있다(Cutrim, Schmid 2008). 전자칠판을 활용한 수업은 교사가 컴퓨터 등의 기기 조작에서 벗어나 교수·학습 과정에 더욱 집중할 수 있고 이를 통해 자연스럽게 학습자에게 집중할 수 있어 교사와 학생 사이에 원활한 의사소통을 가능하게 한다.

(2) 학습자-학습자간 상호작용

Schmid(2007)는 응답시스템을 통해 학습자들은 자신의 동료들과 지식 교환이 가능하다고 생각 했으며, 전자칠판을 이용하여 학생들이 자신이 수행한 것을 다른 사람들과 공유하고 학생이 직접 자신이 작성한 것을 전자칠판을 통해 보여주어 교실 전체의 보다 높은 수준의 상호작용을 가능하게 한다고 하였다.

(3) 학습자-콘텐츠 사이의 상호작용

전자칠판을 이용하여 학생들은 학습용 프로그램을 통해서 콘텐츠를 이용할 수 있고, 응답 시스템을 이용한 콘텐츠와의 상호작용도 가능하다.

3. 수학교육에서 시각화와 테크놀로지

최근 수학교육은 기술공학의 적극적인 활용의 효과를 극대화시킬 수 있는 방안을 연구하는 데 큰 힘을 기울여 왔는데, 전미수학교사협회회는 NCTM(1989)의 표준집 이후 기술공학의 발달 속도가 당초 예상을 크게 초과하는 상황에서 교육과정 개편이 또 다시 불가피하게 되어 NCTM(2000)을 발표하였다고 서두에서 밝히고 있다.

고상숙(1999)은 삼각함수 학습에서 테크놀로지를 활용한 시각적인 학습에 대한 연구를 하였는데, 학생은 삼각함수 학습에서 조작단계, 구성단계, 적용단계를 거치게 되었고, 그 결과 조작단계에서 수학적 사고의 패턴은 두드러지게 나타난 것이 없었으나 구성단계에선 설명

적, 추상적, 체계적 사고를 나타냈고, 적용단계에선 수식화와 귀납적 일반화를 거쳐 반성적 사고를 나타내었다.

고상숙(1997)은 스키마(schema)와 개념 이미지(concept image)를 통해 시각화가 일어나며, 테크놀로지를 통한 그래프, 애니메이션 그리고 다른 시각적 표상들은 이 개념 이미지에 직접적 효과를 주기 때문에, 교사는 학생들이 지식 위계를 만들 때 모니터 해야 하며, 학생들이 상징적 관점으로 확장할 수 있게 조작할 수 있는 환경으로서의 시각화에 관해 학생들과 대화할 수 있어야 한다고 제안하였다.

또한, 박성선(2001)은 컴퓨터를 교육에 활용하는 측면에서 CAI를 살펴보고 교수 학습의 핵심적 역할을 하는 의사소통의 중요성을 역설하였고, 기존의 CAI가 교사의 일방적인 설명적 역할을 강조하였던 것을 수정하여야 함을 주장하였다.

이외에도 수학교육에서 테크놀로지를 활용한 수학교육의 시각화에 대한 연구 결과는 꾸준히 발표되고 있다. 그러나 대부분의 연구가 자료개발이나 테크놀로지 활용의 이론적 관점에 치중하고 있어 학교현장에서 교사가 직접적으로 활용할 수 있는 연구 결과는 위에 언급한 몇 개의 연구를 제외하고는 거의 찾을 수 없는 실정이다. 이것은 테크놀로지 환경에서 학생의 수학적 사고력의 신장을 꾀할 수 있는 연구가 수학의 다양한 영역에서 이루어져야 함을 의미한다.

테크놀로지를 이용한 수학 학습은 대상의 움직임을 통해 여러 변화를 시각적으로 확인할 수 있기 때문에 수학 내용에 대한 직관력을 길러줄 수 있다. 시각적인 소프트웨어로 수학을 실험해봄으로써, 개념을 통찰해 볼 수 있고, 유의미한 수학적 개념을 형성할 수 있는 인식의 기반을 제공할 수 도 있다(Tall & West 1992).

수학적 시각화는 발견과 이해를 위해 수학적 이미지를 형성하고 효과적으로 그 이미지를 사용하는 과정이다. 시각화는 단순한 정적인 그림을 통한 이해의 차원을 넘어선다. 정적인 시각화는 교과서에서 나오는 도형과 같이 이해를 위한 보조물에 지나지 않는다. 상황을 단순화시킨 정적인 시각화보다는 컴퓨터를 이용한 역동적인 시각화가 보다 바람직 할 것이다. 이것은 정적인 시각화가 도움이 되지 못함을 뜻하는 것이 아니라 보다 학생의 직관에 호소할 수 있으면서도 정적인 시각화의 개념을 포괄할 수 있는 새로운 종류의 시각화가 필요하다는 것을 뜻한다.

또한, 직관적으로 이해하기 위해서는 단순히 시각적 자료를 제시하는 것이 아니라 시각적 대상을 탐구할 수 있는 환경을 마련해야 한다. 그러나 우리는 수학 문제를 해결하는데 있어서 기호적인 접근만을 강조하는 경향이 있는데, 벤다이어그램으로 증명을 하면 증명이라고 생각하는 것을 예로 들 수 있다. 시각화를 촉진하기 위해서는 무엇보다 수학자나 교사가 가지고 있는 이러한 잘못된 믿음을 없애야 된다(류희찬 외, 1993).

시각화는 문제 상황을 조직하는데 사용할 수 있고, 이러한 인지 활동을 통해서 학생들은 답이 맞았는지 틀렸는지를 판단할 수 있다. 기하 학습 환경은 이와 같이 조직화되어질 수 있고, 시각화는 문제를 해결하고 그것을 확인하는 도구로 이용될 수 있다. 그림을 그린다는 것은 시각적으로 기하학적인 성질을 검증하고, 추론을 뒷받침하는 실험으로 생각되어질 수 있다(Laborde, 1991).

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

본 연구는 첫째, Nintend 사의 게임 컨트롤러인 Wiimote와 적외선 펜(IR Pen)을 사용한 초 저비용(Low-Cost) 이동식 전자칠판을 설계·제작하고 둘째, 경기도 도시 외곽에 소재한 인문계 ○○고등학교 1학년 학생들의 전자칠판을 활용한 학습의 결과를 학업 성취도와 정의적 태도의 변화, 상호작용적 수업의 효과에 대하여 조사하는 것이다.

처치로는 전자칠판의 활용 집단(T1)이며 통제집단(C1)은 전통적인 방법인 칠판과 분필을 사용한 집단으로 구성하여 실험처치가 통제반과 관계를 비교분석하여 좀 더 구체적인 차이점을 알고자 하였다. 이들의 효과를 파악하기 위해 학생들의 학업 성취도를 종속변인으로 사용하였다. 정량연구방법으로 $T1 \times C1$ 로 비교 분석해서 T1의 효과를 연역적인 방법에 의해 그 결과를 산출하였다. 학생의 정의적 영역을 고찰하기 위한 수학성향검사(MDT)를 사전·사후에 실시하고, 전자칠판을 활용한 수업 후 상호작용적 수업의 효과를 사후 설문조사를 통해 분석하였다.

1. 연구대상

경기도 도시 외곽에 소재한 인문계 ○○고등학교 1학년 10개 학급 중 2010년 1학기 기말고사 성적과 수학적 성향이 비슷한 4개의 학급 143명의 학생(남 70, 여 73명)을 대상으로 연구를 실시하였다. 전자칠판을 활용하여 수업을 실시한 실험집단(T1)과 전통적인 방법인 칠판과 분필을 사용한 통제집단(C1)으로 구성되었다. 본 연구자는 실험반(T1)과 통제반(C1)을 모두 수업하였다.

2. 연구기간 및 절차

본 연구의 기간은 2010년 3월 15일부터 2010년 12월 15일까지 약 9개월간이며 정량연구의 자료수집방법으로 전체학생을 대상으로 본 연구기간에 이루어지는 학습내용을 중심으로 2학기 중간고사를 실시하였고 그 결과를 분석하였다.

구체적인 연구 기간과 절차는 자료수집과 설계 기간을 포함하여 <표 1>과 같다.

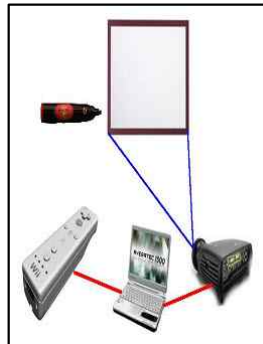
<표 1> 연구기간 및 절차

일정	연구내용
2010. 03	- 전자칠판 관련 연구 계획 및 자료의 수집
-	- Wiimote를 사용한 전자칠판의 설계 및 제작
07	(전자칠판 구동 관련 소프트웨어와 하드웨어 제작)
08	- 정의적 영역의 사전평가 실시 (수학성향검사(MDT)실시)
	- 전자칠판의 설치 및 기본 기능 익히기
09	- 실험 수업 및 적용 (8월-10월)
	- 평가(중간고사) 실시
10	- 실험 수업 후 정의적 영역의 사후 평가 실시
	- 교사와 학생 대상 상호작용적 수업의 효과에 대한 사후 설문조사
11	- 결과 처리 및 분석
12	- 논문작성

3. 연구도구

1) Wiimote를 활용한 전자칠판

(1) 전자칠판 구성도



[그림1] 구성도

(2) 전자칠판의 장점

① 초저비용(Low-Cost)의 전자칠판

Nintendo사의 게임기 컨트롤러인 Wiimote (28,000원)와 적외선 LED 펜(2,000원) 만을 사용하여 총비용(대략 30,000원)으로 전자칠판의 기능을 구현하였다.



[그림2] Nintendo Wiimote



[그림 3] 저비용으로 제작된 적외선 LED 펜

② 120인치 대형 화면 크기의 전자칠판

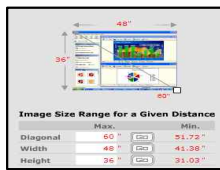
현재 교과부에서 보급하고 있는 전자칠판은 보통 화면의 크기가 42인치~60인치 크기이어서 실제 교실에서는 작은 화면 사이즈로 인해 교실수업에 있어서 크게 효과적이지 못한 단점을 갖고 있다. 그러나 Wiimote를 사용한 전자칠판은 120인치 대형 화면 크기에서도 무리없이 작동되었다.

③ 80인치 화면 크기의 가벼운 이동식 물 자석 화이트보드 사용

보통 일반교실에 설치된 칠판에서 표현할 수 있는 최대화면 크기는 80인치 정도인데, 화이트보드가 설치되어있지 않은 교실에서 사용할 수 있도록 0.5mm두께의 고무 자석위에 화이트보드용 집착 시트를 붙여 80인치 화면 크기의 가벼운 이동식 자석 화이트보드를 제작하였다.

④ 초경량 이동식 전자칠판

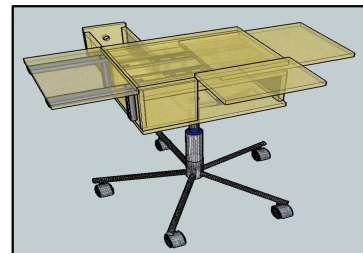
최소한의 장비(노트북, 프로젝터, Wiimote, IR 펜)를 갖춘 초경량의 이동식 전자칠판을 통해 누구나 언제 어디서나 전자칠판을 사용한 수업이 가능하게 하였고, 유압식 높낮이 조절 기능을 추가하여 [그림 6]에서 보듯이 일반 노트북 테이블처럼 다용도로 사용 가능한 다용도 테이블을 주위에서 구하여 사용하면 된다.



[그림 4] 60인치



[그림 5] 60인치 × 4배 = 120인치



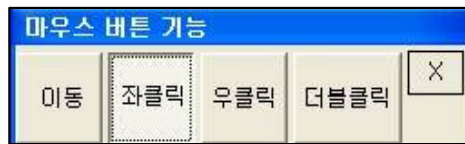
[그림 6] 이동식테이블 예

⑤ 초보자도 쉽게 쓸 수 있는 사용 방법과 사용자 인터페이스

5) 수학교실이 있는 경우 이동식테이블을 따로 구비할 필요가 없다

전자칠판 구동에 필요한 프로그램을 영문이 아닌 한글로 제작하였고, 적외선 펜(IR Pen)의 선택 버튼이 하나 뿐인 단점을 보완하여 마우스 버튼 기능(좌클릭, 우클릭, 더블 클릭)을 추가하여 편리함을 더하였다.

컴퓨터 사용에 익숙하지 못한 교사들도 쉽게 익히고 사용할 수 있도록 사용자 인터페이스를 구성하였다.



[그림 7] 마우스 버튼 기능

⑥ 쉽고 저렴한 유지 보수

값비싼 유지 보수비가 필요한 기존의 전자칠판에 비해 Wiimote(28,000원)와 적외선 펜(2,000원)만으로 제작된 전자칠판은 사용 중 고장이나 그밖에 문제가 발생했을 때, 단지 Wiimote나 적외선 펜만의 교체를 통해 문제를 쉽게 해결할 수 있어 오랫동안 사용에 어려움이 없다.

(3) 전자칠판 구동용 소프트웨어와 하드웨어설계 및 제작

① 전자칠판 구동용 프로그램⁶⁾(Wiimote Teaching Board) 개발 및 제작

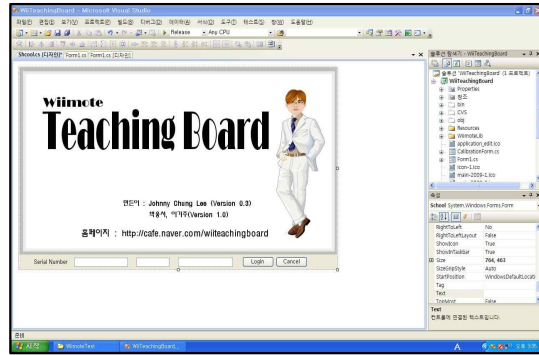
Johnny Lee의 공개 프로그램 소스를 바탕으로 영문 프로그램을 한글화 하여 사용에 편리함을 주었고, 적외선 펜의 버튼이 하나 뿐 이어서 컴퓨터를 제어하는데 어려움이 많았던 기존 프로그램의 단점을 보완하여 마우스 버튼 선택 기능(이동, 왼쪽 클릭, 오른쪽 클릭, 더블 클릭)을 새로이 추가하여 사용에 불편함을 대폭 개선하였다. Wiimote에 내장된 적외선 카메라가 적외선 LED 펜의 움직임을 감지하여 그 변화되는 좌표 데이터를 측정할 수 있는 전자칠판 구동용 프로그램(Wiimote Teaching Board)을 제작하기 위하여 Visual Studio 2005를 개발도구로, C#을 프로그래밍 언어로 사용하여 Johnny Lee의 공개 프로그램 소스를 바탕으로 프로그램을 수정 보완 하였다.

6) 전자칠판 구동용 프로그램은 저자 웹사이트에서 다운로드 가능

㉔ 초기화면(school.cs)

일반적으로 소프트웨어는 공짜로 얻거나 복제를 하여 사용한다는 교사들의 생각에 대해 조금은 자극이 필요하다고 판단되어, 제작한 프로그램에 Login 기능을 추가하였다.

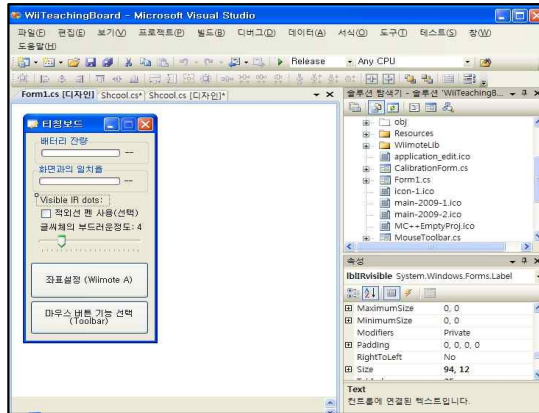
최초 프로그램 설치 시 1회에 한하여 17 자리의 Serial Number를 입력 하도록 하였는데, 필요한 교사들에게는 언제든지 E-mail이나 게시판, 휴대폰 문자 등을 통해 알려주고, 이를 통해 제작된 전자칠판을 사용하는 교사들 사이에 정보 교환이 가능하고 긴밀한 유대관계가 형성될 수 있도록 하였다.



[그림 8] 초기화면

㉕ 좌표 설정(추적) 화면(Form1.cs 디자인)

[그림 9] 참고)

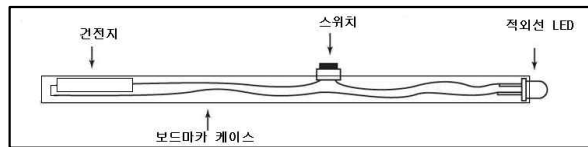


[그림 9] 좌표 설정 화면

㉖ 적외선 LED 펜(Infrared LED Pen) 제작

㉗ 준비물 - 적외선 LED(TSAL 6400), 푸시스위치, 건전지 홀더(AAA), 보드마카, 전기인두, 납, 가는 전선, 순간접착제, 드릴 등

㉘ 제작도



[그림 10] 제작도

㉙ 완성된 상태([그림 3] 참고)

(4) 전자칠판 구동에 필요한 하드웨어

<표 6> 하드웨어

항 목	설 명
노트북 PC	교사용 노트북 (삼성 SENS Q35)
프로젝터	NEC NP40
Wii mote	구입(28,000원)
적외선 LED 펜	자체 제작(2,000원)

(5) 전자칠판 구동에 필요한 소프트웨어

<표 7> 소프트웨어

항 목	설 명
.NET Framework 2.0	Windows 프로그램 실행 환경
Wii mote Teaching Board	좌표 추적용 프로그램
Easy-Whiteboard	판서용 프로그램

(6) 소프트웨어 설치(처음 1회만 설치함)

① NET Framework 2.0

마이크로소프트에서 개발한 윈도우 프로그램 개발 및 실행 환경

② Easy-Whiteboard

판서용 프로그램으로 프리웨어이며 무료 다운로드가 가능함

(www.go-conference.de/easy-Whiteboard_Software-65.html)

(7) 전자칠판 구동 순서

1단계 - Wii mote와 노트북 PC간에 무선 통신할 수 있도록 블루투스 설정

2단계 - Wii mote가 적외선 펜의 신호를 추적할 수 있도록 좌표 설정을 해주는 프로그램인 Wii mote Teaching Board 실행

3단계 - 판서나 칩삭 등을 가능하게 해주는 프로그램인 Easy-Whiteboard 실행

(8) 전자칠판 구동 방법

① 블루투스(Bluetooth) 설정



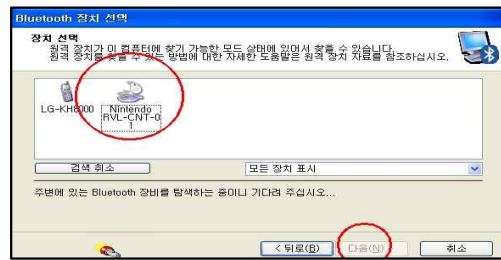
[그림 11] 마우스 오른쪽 클릭



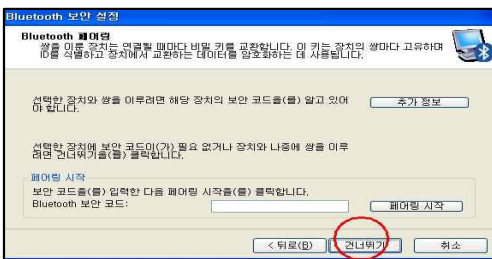
[그림 12] Bluetooth 장치추가선택



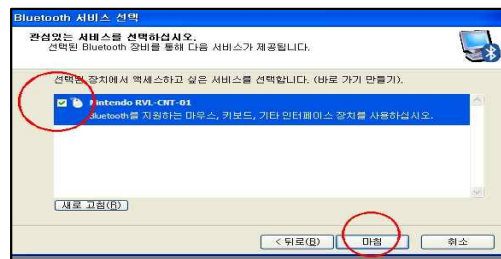
[그림 13] Wimote“①②” 버튼누름



[그림 14] Nintendo 선택 후 클릭

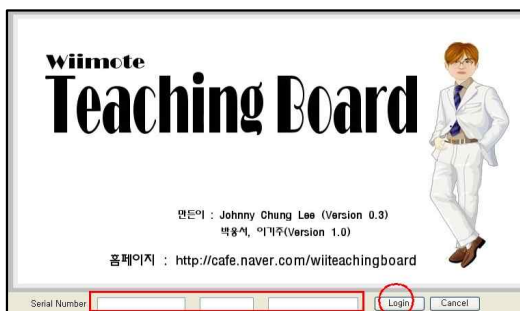


[그림 15] 보안코드를 입력하지 않고 건너뛰기

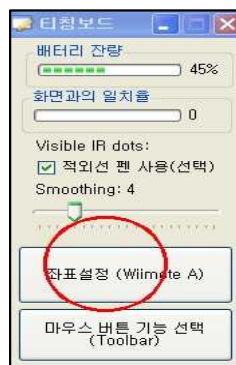


[그림 16] Nintendo 선택 후 마침

② Wiimote Teaching Board 실행




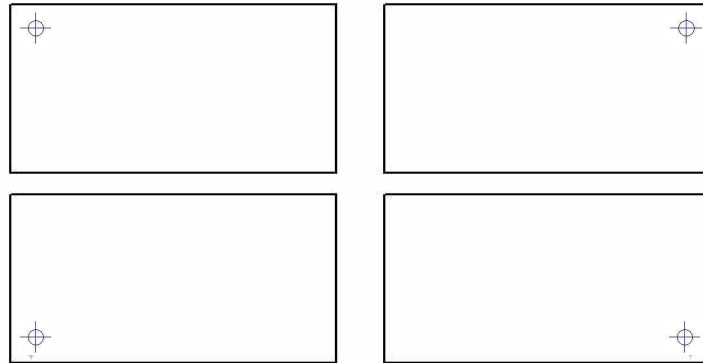
[그림 17] 시리얼넘버 등록은 최초 1회 뿐



[그림 18] 좌표설정

좌표 설정(추적)을 위해 등록 시키면 “등록되었습니다”라는 좌표설정 (Wiimote A)을 클릭 메시지가 나타나고, “IN”을 선택

좌표 설정(추적)화면이 나타나면 아래 순서(왼쪽 위에서 시계방향으로)에 의해 적외선 펜의 LED 끝 부분을  부분 위에 대고 버튼을 클릭한다.



③ 판서용 프로그램인 Easy-Whiteboard 실행

2) 검사도구

(1) 학생의 정의적 영역을 고찰하기 위한 수학 성향 검사(MDT)는 한국교육개발원(1992)으로부터 채택된 도구로 검사 신뢰도가 약 0.89로 높은 신뢰도를 갖고 있으며, MDT는 수학적 자신감, 수학적 융통성, 수학적 의지력, 수학적 호기심, 수학적 반성, 수학적 가치와 관련된 6개의 영역으로부터 24개의 문제를 포함하고 있다.

(2) 전자칠판을 활용한 수업 후 학생의 상호작용적 수업의 효과에 대한 설문지(학생용)

(3) 전자칠판을 활용한 교사의 수업 관찰 후 학생의 상호작용적 수업의 효과에 대한 설문지(교사용)

(4) ○○고등학교 2010년 2학기 중간고사 시험문제지

3) 자료 분석

자료 분석은 Windows용 통계프로그램인 SPSS 10.1.3(SPSS for Windows)을 통해 처리하였다. 사전·사후 수학 학업성취도 평가(정기고사) 결과로 부터 수집된 자료는 전자칠판을 활용한 교수-학습의 효과를 발견하기 위하여 공변량 분석(ANCOVA)에 의해 분석하였다. 사전 성취도 성적이 공변량으로 사용되어 사후검사의 변인을 줄여 정확도와 변별력을 기하였다.

MDT로부터 자료를 분석하기 위하여 수학적 성향의 6개의 영역으로 구성된 학생의 수학적 정의적 영역의 변화를 파악하기 위해 역시 공변량 분석(ANCOVA)을 하였는데, 사전 검사의 결과를 공변량으로 사용하여 사후검사에서 변인을 제거함으로써 변별력을 높였다. 또한, 성별(남녀)간 MDT의 6개의 하위 구성요소의 영역에서 전자칠판을 활용한 교수·학습의 효

과를 발견하기 위해 MDT의 사후 검사에서 사전 검사를 뺀 차이 값을 사용하여 t-검증을 구함으로서 각 구성요소에서 향상도에 따른 각 요소간의 차이를 구별하였다.

전자칠판을 활용한 수업 후 학생의 상호작용적 수업의 효과에 대한 설문(학생용)과 교사의 수업 관찰 후 학생의 상호작용적 수업의 효과에 대한 설문(교사용) 조사 결과를 빈도분석을 통해 그 효과를 발견하였다.

4) Wiimote 전자칠판 활용의 실제(이동식으로 일반교실에서 사용가능)



IV. 연구결과 및 분석

경기도 도시 외곽에 소재한 인문계 ○○고등학교 1학년 10개 학급 중 2010년 1학기 기말고사 성적과 수학적 성향이 비슷한 4개의 학급 143명의 학생(남 70, 여 73명)을 대상으로 연구를 실시하였다. 전자칠판을 활용하여 수업을 실시한 실험집단(T1)과 통제집단으로 (C1)을 선택하였는데, (C1)는 전통적인 방법인 칠판과 분필을 사용하여 수업을 하게 하였다.

1. 학업성취도 변화

1) 남학생의 수학성취도 평균 변화

실험반(T1)과 통제반(C1) 남학생의 사전 수학성취도를 조사하여 독립표본 t-검증을 하였는데, <표4-2>와 같이 Levene의 등분산 검정 결과 F값은 .226이고 유의확률 .636(P>.05)이므로, 두 집단의 분산이 동질하다고 할 수 있다.

검증 통계량의 t값은 .330이며, 유의확률은 .742(P>.05)이다. 즉 “두 집단 간 차이가 없다”라는 영가설이 발생할 확률이 5% 이상이므로 채택되어진다. 따라서 두 변수 간 평균차이는 없다고 할 수 있다. 그러므로 “유의수준 .05에서 T1과 C1간의 사전 수학적취도의 차이가 없다”고 할 수 있고, T1과 C1은 동질집단이라 할 수 있다.

<표4-1> 사전-수학적취도 평균(남)

구분	N	평균	표준편차	
수학적 성적	T1	36	49.6528	7.89378
	C1	34	49.0441	7.50043

<표4-2> 사전-수학적취도 평균(남)

수학적 성적	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
	F	유의확률	t	자유도	유의확률(P)
	.226	.636	.330	68	.742

전자칠판을 활용한 실험 후 실험반(T1)과 통제반(C1)을 대상으로 사전-사후 수학적취도의 평균 변화를 좀 더 자세히 알아보기 위해 사전 수학적성을 공변인으로 하고 사후 수학적성을 종속변인으로 한 공변량 분석(ANCOVA)을 시행하였다. 공변량 분석결과 <표5-3>과 같이 사전 수학적성을 공변인으로 통제한 경우, 실험반&통제반의 F값이 4.080이고 유의확률이 .047로 P<.05이므로 전자칠판을 활용하여 수업을 한 실험반(T1)이 전통적인 방법에 의존한 통제반(C1)에 비하여 실험 후 수학적성에 유의미한 향상을 보였다.

<표5-1> 사후-수학적취도(남)

성별	N	평균	표준편차
실험반	36	54.5722	10.52512
통제반	34	50.8618	11.78944
합계	70	52.7700	11.23186

종속변수: 사후성적

<표5-2> 사후-수학적취도(남)

오차분산의 동일성에 대한 Levene의 검정			
F	자유도1	자유도2	유의확률
.032	1	68	.859

종속변수: 사후성적

<표5-3> 사후-수학적취도 변화의 차이(남)

소스	제III유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
수정 모형	6171.224(a)	2	3085.612	81.603	.000
Intercept	81.463	1	81.463	2.154	.147
사전성적	5930.490	1	5930.490	156.839	.000
실험반 &통제반	154.280	1	154.280	4.080	.047
오차	2533.443	67	37.813		
합계	203631.770	70			
수정 합계	8704.667	69			

a R 제곱 = .709 (수정된 R 제곱 = .700)

개체-간 효과 검정 종속변수: 사후성적

2) 여학생의 수학성취도 평균 변화

실험반(T1)과 통제반(C1) 여학생의 사전 수학성취도를 조사하여 독립표본 t-검증을 하였다. <표6-2>와 같이 Levene의 등분산 검정 결과 F값은 .361이고 유의확률 .550(P>.05)이므로, 두 집단의 분산이 동질하다고 할 수 있다.

검증 통계량의 t값은 .423이며, 유의확률은 .674(P>.05)이므로 “유의수준 .05에서 T1과 C1 간의 사전 수학성취도의 차이가 없다”고 할 수 있고, T1과 C1은 동질집단이라 할 수 있다.

<표6-1> 사전-수학성취도 평균(여)

	구분	N	평균	표준편차
수학 성적	실험반	37	49.0081	7.55132
	통제반	36	48.2889	6.97013

<표6-2> 사전-수학성취도 평균(여)

수학 성적	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
	F	유의확률	t	자유도	유의확률(P)
	.361	.550	.423	71	.674

전자칠판을 활용한 실험 후 실험반(T1)과 통제반(C1)을 대상으로 사전-사후 수학성취도의 평균 변화를 좀 더 자세히 알아보기 위해 사전 수학성적을 공변인으로 하고 사후 수학성적을 종속변인으로 한 공변량 분석(ANCOVA)을 시행하였다. 공변량 분석결과 <표7-3>과 같이 사전 수학성적을 공변인으로 통제한 경우, 실험반&통제반의 F값이 4.332이고 유의확률이 .041로 P<.05이므로 전자칠판을 활용하여 수업을 한 실험반(T1)이 전통적인 방법에 의존한 통제반(C1)에 비하여 실험 후 수학성적에 유의미한 향상을 보였다.

<표7-1> 사후-수학성취도(여)

성별	N	평균	표준편차
실험반	37	54.2216	10.50804
통제반	36	50.0139	9.58660
합계	73	52.1466	10.21623

종속변수: 사후성적

<표7-2> 사후-수학성취도(여)

오차 분산의 동일성에 대한 Levene의 검정			
F	자유도1	자유도2	유의확률
2.571	1	71	.113

종속변수: 사후성적

3) 성별(남녀)에 의한 수학성취도 평균 변화

성별(남녀)간 실험반(T1)과 통제반(C1) 학생의 사전 수학성취도를 조사하여 독립표본 t-검증을 하였다. <표8-2>와 같이 Levene의 등분산 검정 결과 F값은 .367이고 유의확률 .546(P>.05)이므로, 성별(남녀)간 두 집단의 분산이 동질하다고 할 수 있다.

검증 통계량의 t값은 .565이며, 유의확률은 .573(P>.05)이므로 “유의수준 .05에서 성별(남녀)간 사전 수학성취도의 차이가 없다”고 할 수 있고, 성별(남녀)간 두 집단은 동질집단이라 할 수 있다.

<표7-3> 사후-수학성취도 변화의 차이(여)

소스	제III유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
수정 모형	3900.147(a)	2	1950.073	37.765	.000
Intercept	33.192	1	33.192	.643	.425
사전성적	3577.091	1	3577.091	69.274	.000
실험반 & 통제반	223.673	1	223.673	4.332	.041
오차	3614.595	70	51.637		
합계	206021.110	73			
수정 합계	7514.742	72			

a R 제곱 = .519 (수정된 R 제곱 = .505)
 개체-간 효과 검정 종속변수: 사후성적

<표8-1> 사전-수학성취도 평균(성별)

	구분	N	평균	표준편차
수학성적	남	70	49.3571	7.65549
	여	73	48.6534	7.22903

<표8-2> 사전-수학성취도 평균(성별)

	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
	F	유의확률	t	자유도	유의확률(P)
수학성적	.367	.546	.565	141	.573

전자칠판을 활용한 실험 후 성별(남녀)간 실험반(T1)을 대상으로 사전-사후 수학성취도의 평균 변화를 좀 더 자세히 알아보기 위해 사전 수학성적을 공변인으로 하고 사후 수학성적을 종속변수로 한 공변량 분석(ANCOVA)을 시행하였다. 공변량 분석결과 <표9-3>과 같이 사전 수학성적을 공변인으로 통제한 경우, 성별(남녀)의 F값이 .029이고 유의확률이 .865로 $P>.05$ 이므로 유의수준 .05에서 전자칠판을 활용한 수업의 결과 성별(남녀)간에는 유의미한 차이가 없다고 할 수 있다.

<표9-1> 사후-수학성취도: 실험반(성별)

성별	N	평균	표준편차
남	36	54.5722	10.52512
여	37	54.2216	10.50804
합계	73	54.3945	10.44467

<표9-2> 사후-수학성취도: 실험반(성별)

오차 분산의 동일성에 대한 Levene의 검정			
F	자유도1	자유도2	유의확률
2.404	1	71	.125

종속변수: 사후성적

종속변수: 사후성적

<표9-3> 사후-수학적취도: 실험반(성별)

소스	제Ⅲ유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
수정 모형	4180.660(a)	2	2090.330	39.828	.000
Intercept	49.362	1	49.362	.941	.335
사전성적	4178.417	1	4178.417	79.613	.000
성별	1.530	1	1.530	.029	.865
오차	3673.898	70	52.484		
합계	22384.320	73			
수정 합계	7854.558	72			

a R 제곱 = .532 (수정된 R 제곱 = .519)
 개체-간 효과 검정 종속변수: 사후성적

2. 정의적 영역(태도)의 변화

학생의 정의적 영역을 고찰하기 위해 한국교육개발원(1992)으로부터 채택된 도구로 수학적성향검사(MDT)를 사전·사후에 실시하였는데, MDT는 수학적 자신감, 수학적 융통성, 수학적 의지력, 수학적 호기심, 수학적 반성, 수학적 가치와 관련된 6개의 영역으로부터 24개의 문제를 포함하고 있다.

1) 성별차에 의한 정의적 영역(태도)의 변화

성별(남녀)에 의한 실험반(T1)과 통제반(C1)의 사전 수학적 성향을 조사하여 독립표본 t-검증을 하였다. <표10-2>와 같이 Levene의 등분산 검정 결과 두 집단의 분산이 동질하다고 할 수 있다. 검증 통계량의 유의확률은 모두 $P > .05$ 이므로 “유의수준 .05에서 성별(남녀)차에 의한 사전 수학적성향의 차이가 없다”고 할 수 있고, 동질집단이라 할 수 있다.

전자칠판을 활용한 실험 후 성별(남녀)간 실험반(T1)을 대상으로 사전-사후 수학적성향의 변화를 좀 더 자세히 알아보기 위해 사전 수학적 성향을 공변인으로 하고 사후 수학적 성향을 종속변인으로 한 공변량 분석(ANCOVA)을 시행하였다. 공변량 분석결과 <표11-3>과 같이 사전 수학적 성향을 공변인으로 통제한 경우, 성별(남녀)의 F값이 .011이고 유의확률이 .9154로 $P > .05$ 이므로 유의수준 .05에서 전자칠판을 활용한 수업의 결과 성별(남녀)간에는 정의적 태도(MDT)에서 유의미한 변화(차이)가 없다고 할 수 있다.

<표10-1> 사전-수학적 성향 검사(성별)

수학적 성향	구분	N	평균	표준편차
수학적 자신감	남	70	2.9143	.77540
	여	73	2.8356	.60124
수학적 융통성	남	70	2.4286	.77219
	여	73	2.3973	.70198
수학적 의지력	남	70	2.6571	.88278
	여	73	2.7123	.75424
수학적 호기심	남	70	3.2857	.72518
	여	73	3.1781	.67376
수학적 반성	남	70	2.5714	.73369
	여	73	2.5479	.64638
수학적 가치	남	70	2.8857	.57843
	여	73	2.8493	.63838

<표10-2> 사전-수학적 성향 검사(성별)

수학적 성향	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
	F	유의확률	t	자유도	유의확률 (P)
수학적 자신감	1.539	.217	.680	141	.498
수학적 융통성	.686	.409	.254	141	.800
수학적 의지력	2.041	.155	-.402	141	.688
수학적 호기심	.702	.404	.920	141	.359
수학적 반성	1.112	.293	.203	141	.839
수학적 가치	.839	.361	.357	141	.722

<표11-1> 사후-수학적 성향: 실험반(성별)

성별	N	평균	표준편차
남	36	2.9398	.28215
여	37	2.9144	.26241
합계	73	2.9269	.27072

<표11-2> 사후-수학적 성향: 실험반(성별)

오차 분산의 동일성에 대한 Levene의 검정			
F	자유도1	자유도2	유의확률
.951	1	71	.333

종속변수: 사후성향

종속변수: 사후성향

<표11-3> 사후-수학적 성향: 실험반(성별)

소스	제III유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
수정 모형	2.659(a)	2	1.330	35.556	.000
Intercept	1.253	1	1.253	33.507	.000
사전성적	2.648	1	2.648	70.797	.000
성별	4.296E-04	1	4.296E-04	.011	.915
오차	2.618	70	3.740E-02		
합계	630.667	73			
수정 합계	5.277	72			

a R 제곱 = .504 (수정된 R 제곱 = .490)

개체-간 효과 검정 종속변수: 사후성향

2) 성별(남녀)에 따른 실험반(T1)의 사전&사후 수학적 성향(MDT)의 변화

정의역 영역의 태도 변화를 좀 더 자세히 알아보기 위해 남학생과 여학생을 각각 구분하여 사전과 사후의 수학적 성향(MDT)의 변화를 분석하였다.

<표12-2>과 같이 남학생의 경우 전자칠판을 활용한 수업의 결과 정의적 태도에 있어 수학적 자신감(유의확률 .044 $P<.05$), 수학적 융통성(유의확률 .044 $P<.05$), 수학적 호기심(유의확률 .009 $P<.05$)에서 유의미한 변화가 있었고, 특히 수학적 호기심에서 매우 높은 변화가 있었다.

<표13-2>과 같이 여학생의 경우 전자칠판을 활용한 수업의 결과 정의적 태도에 있어 수학적 융통성(유의확률 .005 $P<.05$), 수학적 호기심(유의확률 .009 $P<.05$), 수학적 반성(유의확률 .027 $P<.05$)에서 유의미한 변화가 있었고, 특히 수학적 융통성과 호기심에서 매우 높은 변화가 있었다. 또한, 남녀 두 집단 모두에서 융통성과 호기심에서 유의미한 효과가 있었음을 나타낸 것을 알 수 있어 학생들의 정의적 구성요소에서 일치된 반응이 있었음을 알 수 있다.

<표12-1> 사전&사후-성향 변화(남)

수학적 성향	구분	평균	N	표준편차
수학적 자신감	사전	2.9444	36	.86005
	사후	3.0556	36	.75383
수학적 융통성	사전	2.4444	36	.77254
	사후	2.5556	36	.69465
수학적 의지력	사전	2.6389	36	.86694
	사후	2.6667	36	.75593
수학적 호기심	사전	3.2778	36	.88192
	사후	3.6944	36	.66845
수학적 반성	사전	2.5833	36	.73193
	사후	2.7778	36	.63746
수학적 가치	사전	2.8611	36	.68255
	사후	2.8889	36	.66667

<표12-2> 사전&사후-수학적 성향 변화(남)

수학적 성향	대응차		평균의 동일성에 대한 t-검정		
	평균	표준편차	t	자유도	유의확률(P)
수학적 자신감	-.1111	.31873	-2.092	35	.044
수학적 융통성	-.1111	.31873	-2.092	35	.044
수학적 의지력	-.0278	.29141	-.572	35	.571
수학적 호기심	-.4167	.90633	-2.758	35	.009
수학적 반성	-.1944	.70991	-1.643	35	.109
수학적 가치	-.0278	.16667	-1.000	35	.324

<표13-1> 사전&사후-성향 변화(여)

수학적 성향	구분	평균	N	표준편차
수학적 자신감	사전	2.8649	37	.58510
	사후	2.9730	37	.64492
수학적 융통성	사전	2.3784	37	.72078
	사후	2.6216	37	.59401
수학적 의지력	사전	2.7297	37	.69317
	사후	2.7568	37	.68335
수학적 호기심	사전	3.1351	37	.78748
	사후	3.5135	37	.55885
수학적 반성	사전	2.5135	37	.60652
	사후	2.7568	37	.49472
수학적 가치	사전	2.8378	37	.68773
	사후	2.8649	37	.63079

<표13-2> 사전&사후-성향 변화(여)

수학적 성향	대응차		평균의 동일성에 대한 t-검정		
	평균	표준편차	t	자유도	유의확률 (P)
수학적 자신감	-.1081	.51552	-1.276	36	.210
수학적 융통성	-.2432	.49472	-2.991	36	.005
수학적 의지력	-.0270	.16440	-1.000	36	.324
수학적 호기심	-.3784	.82836	-2.778	36	.009
수학적 반성	-.2432	.64141	-2.307	36	.027
수학적 가치	-.0270	.16440	-1.000	36	.324

3. 상호작용적 수업의 효과

실험이 종료된 후 수업을 참관했던 교사들과 학생들을 대상으로 전자칠판을 활용한 수업의 상호작용적 수업의 효과에 대하여 사후 설문조사를 실시하였다.

1) 전자칠판을 활용한 수업의 관찰 (교사용)

37명의 동료 교사들을 대상으로 전자칠판을 활용한 실험반(T1)의 수업을 참관하게 하고 관찰 결과를 작성하게 하였다. 수업 참관 교사들을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 전자칠판을 활용한 수업에서 학생들의 수업태도, 참여도, 흥미도, 집중도, 선호도가 매우 높게 나타났다. 특히 전자칠판 활용 수업에 대한 교사-학생간의 상호작용과 학생-학생간의 상호작용이 매우 활발하게 일어남을 알 수 있었다.

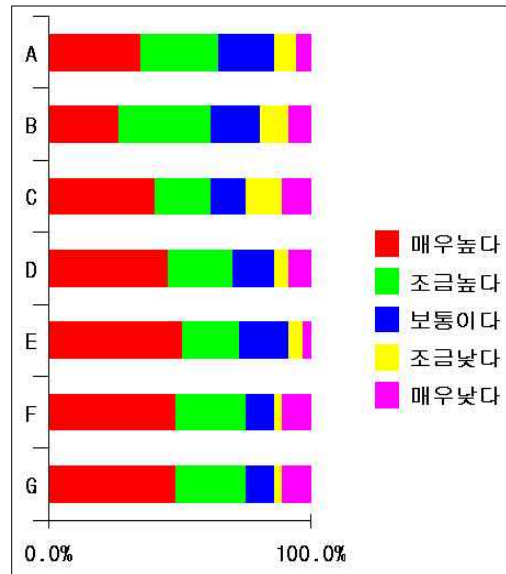
<표14-1> 교사용 설문

설문 내용	기호
학생들의 전반적인 수업태도	A
학생들의 수업의 참여 정도	B
학생들의 수업의 흥미 정도	C
학생들의 수업의 집중 정도	D
전자칠판 활용 수업에 대한 학생들의 선호 정도	E
전자칠판 활용 수업에 대한 교사-학생간의 상호작용 정도	F
전자칠판 활용 수업에 대한 학생-학생간의 상호작용 정도	G

<표14-2> 관찰평가 후 설문결과

내용	37명 (인원)	매우 높다	조금 높다	보통 이다	조금 낮다	매우 낮다
A	명	13	11	8	3	2
	%	35.1	29.7	21.6	8.1	5.4
B	명	10	13	7	4	3
	%	27.0	35.1	18.9	10.8	8.1
C	명	15	8	5	5	4
	%	40.5	21.6	13.5	13.5	10.8
D	명	17	9	6	2	3
	%	45.9	24.3	16.2	5.4	8.1
E	명	19	8	7	2	1
	%	51.4	21.6	18.9	5.4	2.7
F	명	18	10	4	1	4
	%	48.6	27.0	10.8	2.7	10.8
G	명	15	9	4	6	3
	%	40.5	24.3	10.8	16.2	8.1

<표14-3> 관찰평가 후 설문결과 비교차트



2) 전자칠판을 활용한 수업의 효과(학생용)

실험반(T1)학생 30명을 대상으로 실험이 끝난 후 전자칠판을 활용한 수업의 효과에 관하여 설문조사를 실시하였다. 실험반(T1) 학생들을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 전자칠판 활용을 활용한 수업이 교과에 대한 흥미도, 수업에 대한 집중도, 수업에 대한 참여도, 학습 내용의 이해, 교과 성적 향상에 대해 매우 높게 나타났고, 특히 전자칠판을 활용한 수업에 대한 생각과 자신의 학습 의욕의 긍정적인 변화가 매우 활발하게 일어남을 알 수 있었다.

교실 수업용 멀티비전이나 LED TV(42인치)에 비해 월등히 큰 화면을 보여줌으로써, 교실 뒤쪽의 학생에게도 화면이 잘 보여 집중력을 높일 수 있었다. 또한, 기존 멀티비전이나 LCD TV의 경우 화면에 바로 직접 필요한 내용을 침삭하여 쓸 수가 없었기 때문에 컴퓨터나 노트북으로 보여주는 것만 가능하였으나, 전자칠판의 경우는 화면에 직접 쓰면서 중요 내용을 강조할 수 있어 교과서CD의 내용과 준비된 PPT의 활용도를 극대화할 수 있다는 점에서 매우 활용도가 높았다.

V. 결론

전자칠판을 활용한 교수-학습 환경의 변화에 대한 높은 관심과 필요성에도 불구하고 일선학교의 각 교실에 전자칠판을 적극적으로 보급한다는 것은 비용(예산)적인 측면으로 볼 때, 현실적으로 거의 불가능한 일이라 생각한다. 현재 전국적으로 학교에 보급된 전자칠판은 2%미만인 것으로 알려져 있는데, 그나마 보급되고 설치된 전자칠판의 상당수가 사용하기에 어렵고, 유지 및 보수가 제대로 이루어지지 않아 교사들이 사용을 꺼리고 있다.

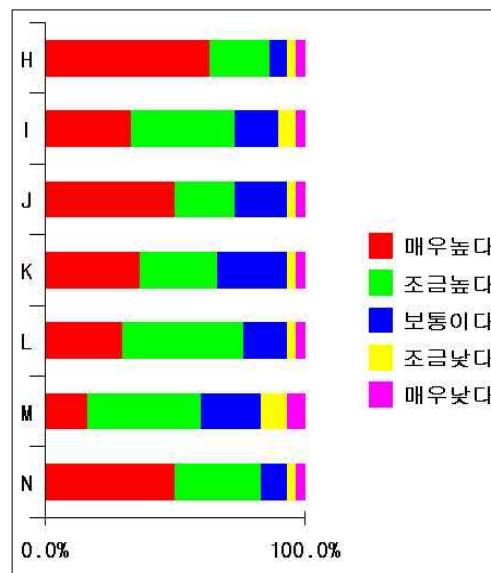
<표15-1> 학생용 설문

설문 내용	기호
전자칠판을 활용한 수업에 대한 생각	H
전자칠판 활용을 통해 교과에 대한 흥미가 증가 되었나?	I
전자칠판 활용을 통해 수업에 대한 집중도가 증가 되었나?	J
전자칠판 활용을 통해 수업에 대한 참여도가 증가 되었나?	K
전자칠판 활용이 학습 내용을 이해하는데 도움이 되었나?	L
전자칠판 활용이 성적 향상에 도움이 되었나?	M
자신의 학습 의욕이 전에 비해 변화 되었나?	N

<표15-2> 수업의 효과에 대한 설문결과

내 용	30명 (인원)	매우 높다	조금 높다	보통 이다	조금 낮다	매우 낮다
H	명 %	19 63.3	7 23.3	2 6.7	1 3.3	1 3.3
I	명 %	10 33.3	12 40.0	5 16.7	2 6.7	1 3.3
J	명 %	15 50.0	7 23.3	6 20.0	1 3.3	1 3.3
K	명 %	11 36.7	9 30.0	8 26.7	1 3.3	1 3.3
L	명 %	9 30.0	14 46.7	5 16.7	1 3.3	1 3.3
M	명 %	5 16.7	13 43.3	7 23.3	3 10.0	2 6.7
N	명 %	15 50.0	10 33.3	3 10.0	1 3.3	1 3.3

<표15-3> 수업의 효과에 대한 설문결과 비교 차트



본고에서는 이러한 문제들을 해결하기 위하여 아주 저렴한 비용(Low-Cost)과 쉽고 편리한 사용방법, 유지 및 보수가 용이하고, 이동이 가능한 전자칠판을 설계하고 제작하게 되었다. 2007년 Carnegie Mellon 대학의 대학원생인 Johnny Lee가 연구하여 공개한 프로그램 소스를 바탕으로 이를 수정하고 보완하고, Nintendo사의 홈 비디오 게임기 컨트롤러인 Wiimote(28,000원)와 적외선 LED 펜(2,000원)만을 사용하여 단돈 30,000원의 가격으로 전자칠판의 기능을 거의 완벽하게 구현하였고, 일반 교사들 누구나 쉽게 접근할 수 있도록 제작 과정을 단순화시켰다.

Wiimote를 사용하여 설계하고 제작된 초 저비용(Low-Cost) 전자칠판을 활용하여 인문계 고등학교 1학년 10개 학급 중 2010년 1학기 기말고사 성적과 수학적 성향이 비슷한 4개의 학급 143명의 학생(남 70, 여 73명)을 대상으로 2010년 8월부터 2010년 10월까지 약 3개월간 실험을 실시하였다. 전자칠판을 활용하여 수업을 실시한 실험집단(T1)과 통제집단으로 (C1)을 대상으로 전자칠판을 활용한 수업을 통해 학생들의 학업 성취도와 정의적 태도의 변화,

상호작용적 수업의 효과에 대한 연구결과는 다음과 같이 요약된다.

첫째, 학생들의 학업성취도의 변화에서는 전자칠판을 활용하여 수업을 실시한 실험집단(T1)과 전통적인 방법인 칠판과 분필을 사용하여 수업을 한 통제집단(C1)에 대해 전자칠판의 활용을 통한 수학성취도의 변화를 알아보기로 독립표본 t-검증, 대응표본 t-검정, 공변량분석(ANCOVA)을 실시하였다. 분석결과는 다음과 같다.

① 남학생의 경우, 전자칠판을 활용하여 수업을 한 실험반(T1)이 전통적인 방법에 의존한 통제반(C1)에 비하여 실험 후 수학성적에 유의미한 향상(유의확률이 .034로 $P < .05$)을 보였다.

② 여학생의 경우, 전자칠판을 활용하여 수업을 한 실험반(T1)이 전통적인 방법에 의존한 통제반(C1)에 비하여 실험 후 수학성적에 유의미한 향상(유의확률이 .002로 $P < .05$)을 보였다.

③ 남녀 성별로 구분하여 비교한 경우, 전자칠판을 활용한 수업이 성별(남녀)간에는 수학성적에 유의미한 차이(유의확률이 .234로 $P > .05$)가 나타나지 않았다. 따라서 전자칠판을 활용하여 수업한 그룹이 그렇지 않은 그룹에 비해 유의미한 학업성취도의 향상을 가져왔지만, 성별 간에는 차이가 없다고 할 수 있다.

둘째, 학생들의 정의적 태도의 변화를 알기 위해 한국교육개발원(1992)의 수학적성향검사(MDT)를 1차(사전)와 2차(사후)에 걸쳐 실시하였는데, 수학적 자신감, 수학적 융통성, 수학적 의지력, 수학적 호기심, 수학적 반성, 수학적 가치를 조사하였다. 이를 위해 전자칠판의 활용을 통한 수학적성향의 변화를 알아보기로 독립표본 t-검증, 대응표본 t-검정, 공변량분석(ANCOVA)을 실시하였다. 분석결과는 다음과 같다.

① 전자칠판을 활용한 수업의 결과 성별(남녀)간에는 정의적 태도(수학적 성향 MDT)에서 유의미한 변화(유의확률이 .9154로 $P > .05$)가 나타나지 않았다.

② 남학생의 경우 전자칠판을 활용한 수업의 결과 정의적 태도에 있어 수학적 자신감(유의확률이 .044로 $P < .05$), 수학적 융통성(유의확률이 .044로 $P < .05$), 수학적 호기심(유의확률이 .009로 $P < .05$)에서 유의미한 변화가 있었고, 특히 수학적 호기심에서 매우 높은 변화가 있었다.

③ 여학생의 경우 전자칠판을 활용한 수업의 결과 정의적 태도에 있어 수학적 융통성(유의확률이 .005로 $P < .05$), 수학적 호기심(유의확률이 .009로 $P < .05$), 수학적 반성(유의확률이 .027로 $P < .05$)에서 유의미한 변화가 있었고, 특히 수학적 융통성과 호기심에서 매우 높은 변화가 있었다. 따라서 전자칠판을 활용하여 수업한 그룹의 정의적 태도의 변화에 있어 남학생과 여학생 집단은 각각 성향의 하위요소에서 유의미 수준의 변화가 나타났지만 전체 성별 간 비교에서는 유의미한 변화가 나타나지 않았다.

셋째, 전자칠판을 활용한 수업을 통해 상호작용적 수업의 효과를 살펴보았는데, 수업 참관 교사들을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 전자칠판을 활용한 수업에서 학생들의 수업태도, 참여도, 흥미도, 집중도, 선호도가 매우 높게 나타났고, 특히 전자칠판 활용 수업에 대한 교사-학생간의 상호작용과 학생-학생간의 상호작용이 매우 활발하게 일어남을 알 수 있었다.

또한, 실험반(T1) 학생들을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 전자칠판을 활용한 수업이 교과에 대한 흥미도, 수업에 대한 집중도, 수업에 대한 참여도, 학습 내용의 이해, 교과 성적 향상에 대해 매우 높은 긍정적인 결과가 나타났고, 특히 전자칠판을 활용한 수업에 대한 생각과 자신의 학습 의욕의 긍정적인 변화가 매우 활발하게 일어남을 알 수 있었다.

본 연구를 통하여 Wiimote를 사용한 초저비용(Low-Cost) 전자칠판을 설계·제작하여 실제 수업에서 활용할 수 있었고, 전자칠판을 활용한 교수-학습의 유용성에 대하여 효과적이라는 결과를 얻었다. 후속 연구로는 수학 성취수준별 집단 간(우수, 보통, 부진 등)의 장기간에 걸친 자료수집과 잘 설계된 연구수행을 통해 전자칠판의 유용성에 대한 세부적인 연구가 진행되길 기대한다.

참 고 문 헌

- 고상숙(1997). New Technology시대를 대처하는 선구자로서 예비교사 양성. 대한수학교육학회논문집, 수학교육연구, 7(2), 151-159.
- 고상숙(1999). 그래핑 계산기를 활용한 삼각형의 학습효과: 질적 연구 방법에 의한 학습과정 분석, 대한수학교육학회논문집, 학교수학, 1(2), 483-512.
- 고상숙(2005). 수학을 하려면 엑셀을 밟아라! 서울: 경문사.
- 구정주(2010) 전자칠판을 활용한 말하기 활동이 중학교 2학년 영어 학습 부진아의 학업성취도와 정의적 태도에 미치는 영향. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김경철(2009) 전자칠판을 이용한 초등영어 상호작용적 수업의 효과성 연구. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김종건, 김정렬, 임창근, 한희정(2001) Web을 활용한 상호작용적 교수학습 자료 개발에 관한 연구. 한국교원대학교 교과교육 공동 연구소.
- 박성선(2001). 컴퓨터를 활용한 수학학습에 대한 사회문화적 관점. 한국수학교육학회논문집, 초등수학교육, 5(1), 13-20.
- 박용서(2010). 초저비용(Low-Cost)으로 제작한 이동식 전자칠판의 제작 및 효과. 제57회 경기도 교육자료전(2등급) 자료설명서.
- 박용서와 고상숙(2007). 컴퓨팅 기술 기반 휴대폰을 활용한 수학 교수학습용 그래핑 계산기 프로그램의 설계 및 구현, 단국대학교 교과교육연구, 16, 121-132.
- 유승석(2010). 교수·학습 환경의 개선을 위한 저비용 Wii Mouse 개발 및 활용. 고려대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 류희찬, 이지요(1993). 수학교육에서 시각화의 중요성과 LOGO. 대한수학교육학회논문집, 3(1), 263-267.
- 한국교육개발원(1992). 정의적 영역 고찰을 위한 수학 성향 검사. 서울: 한국교육개발원
- Bell, M. A.(2000). *impact of the electronic interactive whiteboard on student attitudes and achievement in eight-grade writinf instruction*. Unpublished doctoral dissertation. Baylor University, Texas.
- Cutrim Schmid, E.(2008). Using a voting system in conjunction with interactive whiteboard technology to enhance learning in the language classroom. *Computer & Education*, 50(1), 338-356.
- Ellis, R.(1991.) The interaction hypothesis: a critical evaluation. *SEAMEO Regional Language Centre*, 28, 179-211.
- Gary, C. Hagger-Vaughan, L. Pilkington, R. Tomkins, S. (2005) The pros and cons of interactive whiteboards in relation to the key stage 3 strategy and framework. *Language Learning Journal*, 32, 38-44.
- Gerard, F., Greene, M. & Widener, J. (1999). *Using smart board in foreign language class*. In *Proceedings of the 10th international conference on society for information Technology & Teacher Education*, Texas, USA.
- Laborde, C. (1991). The Computer as part of the Learning Environment: The Case of Geometry. In Christine Keitel & Kenneth Ruthven (Eds.), *Learning from computers: Mathematics Education and Technology*. Springer-Verlag.

- National Council of Teachers of Mathematics(1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- _____ (2000). *Principles and standards for school Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Passey, D., Roger, C., Michell, J. & McHugh, G. (2004). *The motivational effect of ICT on pupils*. Research Report RR523: Department for education and skills.
- Programme for International Student Assessment (2000). *PISA 학업성취도 국제비교연구*, www.pisa2000.it
- Schmid, E.(2006). Investigation into the use of interactive whiteboard technology in the language classroom through the lens of a critical theory of technology. *Computer Assisted Language Learning*, 19(1), 47-62
- Schmid, E.(2007). Enhancing performance knowledge and self-esteem in classroom language learning. The potential of the activate component of interactive white board technology. *System*, 35(2), 119-133.
- Tall, D. & West, B. (1992). Graphic Insight into Mathematical Concepts. In Bernard Cornu &Anthony Ralston (Eds.), *The influence of computers and informations on mathematics and its teaching*. UNESCO: France.
- Walker, R (2003). Interactive whiteboards in the MFL classroom. *Tell & Call*, 3, 14-16.
- Wall, K. Higgins, S. & Smith, H. (2005). The visual helps me understand the complicated things. *British Journal of Educational Technology*, 36(5), 851-867.
- Wikipedia (2010). *Interactive Whiteboard*
http://en.wikipedia.org/wiki/Interactive_whiteboard

A Study on the Effect of Using an Electronic Board in a Mathematics Classroom

Woong Seo Park⁷⁾ · Sang Sook Choi-Koh⁸⁾

Abstract

In this study, we designed and constructed a very low-cost electronic board in order to test its efficiency in the classroom as well as provide an easy-to-follow model for front-line teachers to re-create and utilize for their own academic use. For our sample size, we tested 143 high school first grade students. In mathematical achievement, we found meaningful improvement in both genders but we did not find any meaningful gender differences. In the mathematical disposition test, we also found some meaningful changes in curiosity and flexibility in both genders but did not find any meaningful gender differences either. Based on this study, we propose using our low-cost electronic board system, which is easy to make and effective in mathematical achievement, instead of recently promoted high-cost electronic board systems.

Key Words : Electronic Board, Effect of Learning, Mathematical Achievement, Mathematical Disposition, Gender Difference.

7) Graduate School of Dankook University (clapark@dreamwiz.com)

8) Dankook University (sangch@dankook.ac.kr), Corresponding Author