

가상조작 도구를 활용한 RME기반 수학학습이 초등학생의 공간감각 및 수학적 태도에 미치는 효과¹⁾

손태권²⁾ · 류성림³⁾

본 연구에서는 2009 개정 수학과 교육과정에 따른 6학년 수학교과서의 도형 영역을 분석하여 RME에 기반한 가상조작도구 콘텐츠를 개발하고, 이를 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 적용하여 공간감각 및 수학적 태도에 미치는 효과를 살펴보고자 하였다. 본 연구의 결과를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 초등학교 6학년 도형 영역에서 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 일반적인 수학 학습보다 공간감각 향상에 유의미한 효과를 보였다. 이는 평면적인 학습 환경에서 벗어나 RME기반 3차원 가상조작 콘텐츠를 활용한 수업이 교육적으로 의미가 있으며 학생들의 공간감각을 기르는데 효과적인 방안을 알 수 있었다. 둘째, 초등학교 6학년 도형 영역에서 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습을 적용한 실험집단이 비교집단보다 학생들의 수학적 태도에서 유의미한 효과를 보였다. 특히 수학적 태도의 3가지 하위 요소인 수학교과에 대한 자아개념과 교과에 대한 태도, 교과에 대한 학습습관에서 모두 실험집단이 비교집단에 비해 유의미한 차이를 보였다. 이는 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학학습이 자기주도적인 학습 습관을 길러주고 수업에 임하는 학습 태도 개선에 효과가 있는 것으로 판단되며 모듈 내에서 서로 협력하고 의사소통하는 모습도 발견할 수 있었다.

주제어: 가상조작도구, RME기반 수학 학습, 공간감각, 수학적 태도

I. 서 론

2009 개정 수학과 교육과정을 살펴보면 약 30%가 도형 영역이며 개념을 익히고 원리를 발견하도록 이루어져 있다. 도형 영역을 지도함에 있어서 평면도형, 입체도형의 개념을 정확하게 지도하려면 대상을 직접 조작해보는 경험이 필요하다. 하지만 교과서에서 제시하는 평면적인 2차원 환경에서는 개념을 명확하게 지도하기에 한계가 있고 성공적 학습경험을 학생들에게 제공하기 어렵다. 이러한 어려움을 해소하기 위해서 학교 현장에서는 교사들이 나름의 교구를 제작하고 이를 이용하여 학생들을 지도하고 있지만, 교구를 제작하는데 많은 시간과 노력이 필요하고 현장에서의 활용도가 낮은 편이다. 또한 개발한 교구들

1) 이 글은 손태권(2016)의 석사학위논문을 수정·보완한 것임

2) [제1저자] 대구육산초등학교

3) [교신저자] 대구교육대학교 수학교육과

은 학생들의 다양한 사고를 반영하지 못하고 변형이나 재구성이 불가능하며 교과서에서 제시하는 도형들을 모두 반영하는데 어려움이 있다. 따라서 평면적인 환경에서 벗어나 3차원적인 환경에서 표현할 수 있는 공학적 도구를 활용하며 이를 현장에서 효과적으로 활용하기 위한 교수·학습 자료의 제작이 필요한 실정이다.

수업의 주체는 학생이며 수학적 지식이 학생들의 탐구활동에 의해 구성되므로 수학을 가르치는 방법은 학생 중심이어야 한다. 수학은 인간의 활동(Freudenthal, 1991)이며, 인간 활동으로서의 수학 활동 핵심이 수학화라면 학생들에게도 수학화 경험을 제공하는 것이 중요하다. 또한 수학화 경험은 수학자들이 수학을 하는 것과 유사한 경험을 학생들에게 제공함으로써 현실과 수학의 연결고리를 마련해 줄 수 있다. Freudenthal의 이러한 수학교육 철학을 더욱 발전시킨 것이 RME(Realistic Mathematics Education)이다. RME는 학습자의 상식적인 지식에서 출발하여 학습자 스스로 지식을 재구성하는 과정을 중시하는 교수·학습 과정이며, 학생이 자신과 관련된 현실과 추상화된 수학을 점진적으로 연결시키는 일련의 과정을 통해 학습자가 수학적 원리의 발생과정을 간접적으로 체험해보는 활동 속에서 학습자 스스로 수학적 원리를 이해하고 형식화함으로써 그것을 활용하여 일상생활과 관련된 또 다른 문제를 해결해 나갈 수 있는 토대를 제공하는 데 그 목적이 있다(정영옥, 1997). RME에서 수학은 완성된 교과가 아니며 끊임없이 변화하고 역동적인 학문으로 인식한다. 그리고 수학은 학생들의 실제적 삶과 연관되었을 때에만 의미를 가질 수 있다고 주장한다(박준석, 2010). 하지만 시공간적 제약으로 인해 풍부한 수학적 내용을 담고 있는 학생들의 실제적 삶을 교실환경에 가져오는 것은 어려운 일임에 틀림이 없다. 이러한 시공간적 한계를 극복할 수 있는 학습매체가 바로 가상조작도구이다. 가상조작 콘텐츠를 활용한 수업의 특징을 살펴보면 3차원 환경에서 구체적 조작 활동이 가능하며 이를 통한 공간적 움직임을 관찰할 수 있다는 것이다. 특히 3차원 공간에서 입체도형의 개념 이해를 돕기 위해 조작활동을 함으로써 학생들에게 학습 성공 경험을 제공하며 학습 장면에 몰입하게 한다. 그리고 여러 학생들이 관찰한 현상에 대하여 활발하게 수학적 의사소통을 함으로써 협력학습을 촉진 시킬 수 있다. 이처럼 가상조작 콘텐츠를 적용하여 도형을 시각적으로 활용할 수 있는 수업을 한다면 맥락적 학습이 가능하고 상호작용하는데 많은 역할을 할 수 있다(손현진, 2012). 또한 이러한 수업을 토대로 수학화의 경험을 제공해 줄 수 있는 장을 마련해 준다면 현실과 유리되지 않은 본질적인 의미의 수학의 실생활화가 이루어 질 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 2009 개정 수학과 교육과정에 따른 6학년 수학교과서의 도형 영역을 분석하여 RME에 기반한 가상조작도구 콘텐츠를 개발하고, 이를 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 적용하여 공간감각과 수학적 태도에 미치는 효과를 살펴보고자 한다.

II. 이론적 배경

1. RME

본 연구에서 말하는 RME는 네덜란드의 수학자 Freudenthal이 주장한 RME(Realistic Mathematics Education)를 의미한다. RME는 ‘인간 활동으로서의 수학’이라는 관점으로, 낮은 수준에서 높은 수준으로 수학을 구성해가는 경험을 강조한다(정영옥, 1997). 또한 RME는 수학이 어떤 것이고, 왜 수학을 배워야 하는지, 수학을 잘 가르치려면 교사가 무엇

을 해야 하는지에 대한 수학교육 이론이다. RME에서 학생들은 수학을 수동적으로 받아들이는 존재가 아니라 수학을 재발명하고 자기 주도적으로 행하는 주체이며, 수업에서 학생들이 학습 내용을 형성하며 학습 상황을 의미있고 성공적으로 경험하는 것을 수학 학습의 중점으로 여긴다. 본 연구에서는 가상조작도구를 개발하는데 RME를 기반으로 하여 학생들의 현실 상황에 관련된 콘텐츠를 제작하고자 한다.

2. 가상조작도구

가상조작도구란 현실세계의 직접 조작 가능한 구체물이 아니라 스마트기기(TV, 스마트폰, 컴퓨터)를 활용하여 학생들이 조작할 수 있는 자료를 의미한다. 스마트기기를 활용한 가상조작도구의 종류는 매우 많지만 본 연구에서 가상조작도구는 증강현실과 Cabri를 말한다.

가. 증강현실

증강현실(Augmented Reality: AR)은 현실(Reality)과 가상현실(Virtual Reality)을 동시에 제공함으로써, 증강현실을 이용하는 사용자에게 가상현실보다 뛰어난 현실감과 몰입감을 제공하는 기술이다. 증강현실 콘텐츠를 제작할 수 있는 여러 프로그램 중 본 연구에서는 Google sketchup 8과 Aurasma 프로그램을 이용하여 제작한 3D모델과 동영상 콘텐츠를 증강현실 콘텐츠로 활용한다. 가상현실이 사용자의 현실세계를 컴퓨터가 구축한 세계와 대체하는 것이라면 증강현실은 사용자가 기존에 가지고 있던 현실세계의 정보를 그대로 유지한다는 차이점이 있다. 다음 [그림 1]은 현실세계와 가상현실의 연속성 상에서 증강현실이 어디에 위치하는지 보여준다(손현진, 2012).



[그림 1] 실세계 환경과 가상 세계 환경의 연속성

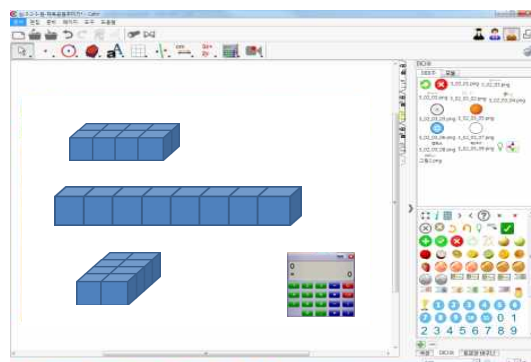
증강현실이 학습자들의 학습을 촉진시킬 수 있는 이유는 구체적인 조작 활동이 수반되기 때문이다. 증강현실을 통해 교실 환경에 가져오지 못하는 구체물까지도 조작이 가능하므로 학습자들의 학습 경험을 증진시키며 학습 내용의 몰입도를 증진시킨다. 특히 현실세계 위에 활용할 학습객체를 덧입혀 보여주기 때문에 학습맥락에 대한 이해를 돕고 현실감을 높이는 장점을 갖고 있다. 이러한 장점은 학생이 자신과 관련된 현실과 추상화된 수학을 점진적으로 연결시키는 일련의 과정을 통해 학습자가 수학적 원리의 발생과정을 간접적으로 체험해보는 활동 속에서 학습자 스스로 수학적 원리를 이해하고 형식화할 수 있다는 RME의 기본 목적과 밀접한 관련이 있다고 볼 수 있다.

나. Cabri(캐브리)

기하용 소프트웨어 중 Cabri는 현재 초·중등 수학교육 현장에서 널리 알려져 있으며

Cabri 3D V2와 Cabri II+가 있다. 이 중 Cabri 3D는 2004년 9월 CABRILOG에서 수학적인 도형을 3차원으로 작도할 수 있도록 개발된 프로그램이다. Cabri 3D는 주로 pull-down 메뉴와 toolbox로 구성되어 있으며, 기하모형을 구현하기 위해 주로 toolbox도구를 이용한다. 또한 Cabri 3D의 주요 기능으로는 기하모형을 상하좌우에서 볼 수 있고, 360° 회전시킴으로서 공간상의 기하모형을 직관적으로 생각했던 부분들을 실제적으로 시각화할 수 있다는 점이다. 반면 Cabri II+는 애니메이션이라는 연속 동작을 활용하여 도형의 모양을 변형시킬 수 있으며 작도를 하고 난 뒤 도형을 선택하고 마우스를 이용하여 선택한 부분을 끝면 도형의 모양을 바꿀 수 있다. 특히 이때의 움직임은 선택된 부분이 어떤 작도의 과정을 거쳤는가하는 논리적 순서에 따른다는 것이 큰 특징이다. 또한 학생들이 작도하는 과정을 녹화하는 기능이 있어 추후 교사가 학생들의 사고과정을 평가하는데 중요한 자료를 제공할 수 있다. 본 연구에서 사용한 Cabri 콘텐츠는 Cabri II+를 이용하여 제작한 콘텐츠이며, Cabri란 Cabri II+ 프로그램을 의미한다.

Cabri는 그 자체로 완성된 프로그램이지만 사용자에게 따라 인터페이스를 재구성할 수 있다. 다양한 학습 콘텐츠를 제작하여 재가공하며 학습자들에게 제공해줄 수 있다. 또한 사용자가 메뉴바를 재설계하여 수업 내용에 맞는 학습 콘텐츠를 학습자의 수준에 맞게 재구성할 수 있다. 이에 따라 학습자들의 수준에 맞게 제작한 학습 콘텐츠를 제공받을 수 있으며 학습자들은 3차원 객체를 다양하게 조작하고 체험할 수 있는 기회를 얻는다. 또한 과정 녹화 기능이 탑재되어 있어 학습자들의 문제해결 과정을 교사가 살펴보고 학습자의 오개념을 발견하고 사고과정이 올바른지 평가하고 피드백할 수 있다.



[그림 2] Cabri II+ 활용모습

3. 공간감각

공간감각이란 주위 환경과 그 속에 있는 대상들에 대한 직관적인 느낌이다(NCTM, 1989). 공간감각은 공간에 대한 비형식적 지도에 의해 획득되는 감각적인 측면을 중요시 하는데 이에 대해 Richardson(2008)은 도형과 도형들 사이의 관계, 도형의 성질을 인식하는 것은 공간을 지각하는 것과 기하의 개념을 형성하는 것이 동시에 이루어지기 때문에 공간 지각을 증진하는 것과 기하 개념의 학습은 상호보완적이라고 하였다(교육과학기술부, 2011). McGee(1979)는 공간감각을 공간시각화와 공간방향화로 구분하고 있다. 공간시각화는 대상물을 마음 속에서 조작하거나 변형하는 능력을 말한다. 공간 방향화는 공간 안에 있는 패턴을 이해하고 공간 형상을 변화시켜도 패턴을 바르게 이해할 수 있는 능력을 의

미한다. Linn과 Peterson(1985)은 공간감각을 회전 능력, 공간지각능력, 공간 시각화 능력의 3가지로 분류하였다. 회전 능력은 평면 혹은 입체 도형을 회전시켰을 때 어떤 모습이 되는지 정확하게 이해하는 능력이고 공간지각능력이란 중력 운동 및 단서를 통해 공간과 공간 사이의 관계를 인식할 수 있는 능력이며 공간 시각화 능력은 제공받은 공간적 정보를 머릿속으로 그릴 수 있는 능력이다. 구체적으로 본 연구에서는 입체도형과 관련된 감각을 공간감각이라 하며 하위 요소로는 입체도형의 겨냥도, 전개도와 이들 사이에 대한 감각, 쌓기나무로 구성된 입체에 대한 감각을 의미한다.

4. 수학적 태도

수학적 태도란 수학을 학습할 때 학습자의 지식을 표현하는 일관된 경향성을 말한다. 본 연구에서의 수학적 태도란 교과에 대한 자아개념, 교과에 대한 태도, 교과에 대한 학습 습관의 3가지 하위 요인으로 이루어진 한국교육개발원(1992)의 정의를 따르며 하위 요인별 세부사항은 <표 1>과 같다.

<표 1> 수학적 태도의 하위 요소

영역	하위 요인
교과에 대한 자아개념	<ul style="list-style-type: none"> · 우월감 - 열등감 · 자신감 - 자신감 상실
교과에 대한 태도	<ul style="list-style-type: none"> · 흥미 - 흥미상실 · 목적의식 - 목적의식 상실 · 성취동기 - 성취동기 상실
교과에 대한 학습 습관	<ul style="list-style-type: none"> · 주의집중 · 자율학습 · 학습 기술 적용

5. 선행 연구 고찰

본 연구와 관련된 선행연구에서는 수학교육에서 RME를 적용한 사례 및 가상조작도구를 적용한 선행연구를 살펴보고자 한다.

박준석(2010)은 RME에 기반한 학습과정을 개발하여 학생들에게 적용하고 그 결과를 분석하였다. RME에 기반한 수학학습이 학업성취도 및 수학적 태도에 긍정적 영향을 준다고 보았다. 백인수, 최창우(2015)는 RME를 적용한 수학과 학습은 수학적 사고능력에 긍정적 영향을 준다고 하였다. 또한 RME를 활용한 학습이 학생들의 문제해결력 향상에도 도움을 줄 것이라 예상했다. 박선정(2011)은 Cabri 3D를 활용한 수학 수업이 학생들에게 미치는 효과를 살펴보았다. 입체도형을 지도하는데 Cabri가 효과적이라 판단했다. 박나영(2012)은 기하프로그램 Cabri 3D를 활용한 3차원 공간도형 학습 효과를 살펴보았으며 조작이 가능한 가상조작도구가 학생들의 수학 능력 향상에 효과적이라고 판단했다.

이상의 선행 연구를 살펴본 결과, RME와 가상조작도구를 활용한 연구가 각각 활발하게 이루어지고 있으나 초등학교 학생을 대상으로 가상조작 도구를 활용한 RME기반 수학학습에 대한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 RME를 기반으로 2009 개정 수학교육과정에 사용할 수 있는 효과적인 가상조작도구를 개발하고 이를 초등학교 6학년을 대상으로 적용하여 학생들의 공간감각 및 수학적 태도에 미치는 효과를 살펴보려고 하였다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 목적인 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습의 효과 검증을 위해 D광역시 소재의 D초등학교 6학년 6개 반 중에서 진단 평가의 수학 성적에서 유의미한 차이가 없는 두 반 중에서 한 반은 실험집단, 다른 한 반을 비교집단으로 선정하였다. D초등학교는 전교생이 약 1200명 정도의 39학급의 학교이며 학력수준은 2016년 진단 평가 결과에 따르면 D광역시 내에서 상위권에 속한다. 실험집단과 비교집단의 담당교사는 모두 남교사이며 교육경력은 각각 7년과 13년이다. 연구에 참여한 학생 수를 살펴보면, 실험집단이 32명, 비교집단이 32명이다. 본 연구의 실험집단과 비교집단 구성을 살펴보면 <표 2>와 같다.

<표 2> 실험집단과 비교집단의 구성

구 분	실험 집단			비교 집단		
	남학생	여학생	계	남학생	여학생	계
인원수(명)	17	15	32	16	16	32
비 율(%)	53	47	100	50	50	100

2. 연구 설계

본 연구는 2009 개정 수학과 교육과정에 따른 6학년 수학교과서의 도형 영역을 중심으로 연구를 진행하였다. 6학년 도형 영역에 속하는 단원을 살펴보면 <표 3>과 같다.

<표 3> 6학년 도형 영역에 속하는 단원

구분	단원명
1학기	각기둥과 각뿔
2학기	· 쌓기나무 · 원기둥, 원뿔, 구

2009 개정 수학과 교육과정을 살펴보면 학년군별로 성취기준이 명시되어 있다. 하지만 학년군별 내용의 배열 순서가 반드시 교수·학습의 순서를 의미하는 것은 아니므로, 교수·학습 계획을 수립하거나 학습 자료를 개발할 때는 내용의 특성과 난이도, 학교 여건, 학생의 수준 등을 고려하여 내용, 순서 등을 재구성할 수 있다(교육과학기술부, 2011).

6학년 도형 영역을 살펴보면 1학기의 각기둥과 각뿔 단원, 2학기의 쌓기나무 단원, 원기둥, 원뿔, 구 단원의 총 3단원으로 구성되어 있다(교육부, 2015a, 2015b). 1학기의 각기둥과 각뿔 단원에 국한된 자료를 개발하여 적용하기엔 연구 기간이 짧고 내용이 적어 효과성을 검증하기가 어렵다. 따라서 2009 개정 수학과 교육과정의 재구성 지침에 따라 6학년 1학기 각기둥과 각뿔, 2학기 쌓기나무 단원에 관하여 RME에 기반한 교수·학습 자료를 개발·적용하였다. 교육과정을 재구성하여 2학기 쌓기나무 단원 내용을 1학기로 가져와 각기둥과 각뿔에 이어 쌓기나무 단원을 학생들에게 지도하였다. 비교집단 또한 실험집단과 마

참가지로 교육과정을 재구성하여 동일한 순서로 지도하였다. 비교집단의 수업은 교과서에 제시된 내용을 중심으로 교과서와 지도서에서 제공하는 자료를 중심으로 수업을 진행하였고, 실험집단과 같은 가상조작도구를 사용하지는 않았다.

본 연구의 실험 설계는 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습 집단과 일반적인 수업방법을 통한 수학 학습 집단으로 나누어 ‘이질통제집단 전·후 검사설계 (Non-equivalent control group pre-post-test design)’ 를 사용하였으며, 구체적인 설계 모형은 <표 4>와 같다.

<표 4> 연구의 설계 모형

집 단	사전 검사	실험 처치	사후 검사
실험집단	O1, O2	X1	O3, O4
비교집단	O1, O2	X2	O3, O4

- O1: 사전 공간감각 검사, O2: 사전 수학적 태도 검사
- O3: 사후 공간감각 검사, O4: 사후 수학적 태도 검사
- X1: 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습
- X2: 일반적인 수업방법을 통한 수학 학습

3. 연구 절차

본 연구의 절차는 다음과 같다. 선행연구의 분석을 바탕으로 연구주제와 연구문제를 설정하고, 이를 해결하기 위한 연구방법을 설계한 후 RME에 기반한 가상조작 자료를 개발하였다. 실험처치를 하기 전에 사전검사를 실시하였고, 실험처치를 한 후에는 사후검사를 실시하여 결과를 분석하였다. 세부 추진 내용은 <표 5>와 같다.

<표 5> 연구 절차 및 세부 추진 내용

연구 기간	연구 절차	추진 내용
2016. 01. ~ 2016. 02.	연구 계획 수립 및 문헌 연구	· 연구 계획 수립 · 참고문헌 연구 · 선행 연구자료 분석
2016. 02. ~ 2016. 03.	연구 추진 계획 수립 및 RME에 기반한 가상조작 자료 개발	· 연구 추진 계획 수립 · 연구를 위한 기초 자료 수집 · 연구 문제 설정 및 방법 설계 · RME기반 자료 개발
2016. 03.	사전검사	· 사전 공간감각 및 수학적 태도 검사
2016. 03. ~ 2016. 04.	실험처치	· 실험집단: RME이론에 기반한 가상조작도구를 활용한 수학 수업 · 비교집단: 일반적인 수업
2016. 05.	사후검사	· 사후 공간감각 검사 · 사후 수학적 태도 검사
2016. 06.	실험결과 처리	· 검사 결과 분석 및 연구 논문 작성

4. 검사 도구

본 연구에서는 입체도형에 대한 공간감각 검사, 수학적 태도 검사를 사전, 사후로 실시하였다. 입체도형의 공간감각 검사는 문헌검토를 통해 임리주(2009)의 검사지를 활용하였다. 수학적 태도 검사의 경우 한국교육개발원(1992)의 수학적 태도 검사지를 사용하였다. 수학적 태도 검사지는 물음에 대한 응답이 5단계 평정 척도로 구성되었으며 채점 방식은 1~5점으로 5단계로 나누어 채점하였다. 1점은 '전혀 그렇지 않다', 2점은 '대체로 그렇지 않다', 3점은 '그렇다와 아니다가 반반임', 4점은 '대체로 그렇다', 5점은 '항상 그렇다'로 구분하였다. 총 40문항 중 부정적인 문항은 역채점하며 검사 결과의 경우 점수가 높을수록 긍정적인 결과가 나타나게 된다. 사후 검사지는 사전 검사지와 동질의 것이고 수학적 태도 검사지의 타당도와 신뢰도는 이미 검증되었다. 공간감각과 수학적 태도 검사지의 구체적인 내용은 다음과 같다.

가. 공간감각 검사지

공간감각에 있어서 실험집단과 비교집단이 동질집단인지 알아보고, 실험처치 후 학생들의 공간감각 능력이 실험집단과 비교집단에 어떤 차이가 있는지 알아보기 위해 검사를 실시하였다. 본 연구에 사용한 공간감각 검사지는 손희진(2007)과 김혜정(2003)이 제작한 공간감각 검사지를 바탕으로 초등학교 6학년 학생들에 맞게 재구성한 임리주(2009)의 검사지를 활용하였다. 6학년의 도형 영역의 특성에 맞게 입체도형에 대한 공간감각으로 범위를 한정하였으며, 평가 항목으로는 전개도와 겨냥도, 이들 사이에 관계에 대한 감각, 쌓기나 무로 구성된 입체에 대한 감각을 설정하였다. 채점 방법은 문항당 1점씩 배점하고 맞는 개수를 합산하여 점수를 산출하였다. 사전검사도구의 신뢰도는 Cronbach alpha(α)= .741, 사후검사도구는 Cronbach alpha(α)= .817값으로 신뢰할 수 있다. 공간감각 사전·사후 검사의 하위 변인과 이에 해당하는 내용 구성은 <표 6>, <표 7>과 같다. 사후 공간감각 검사지는 <부록 1>에 제시하였다.

<표 6> 공간감각 능력 사전검사지 내용 구성

평가항목	평가내용	문항 수	문항번호
전개도와 겨냥도, 이들 사이의 관계에 대한 감각	· 직육면체, 정육면체의 겨냥도 알기	3	1-(1),1-(2)
	· 직육면체, 정육면체의 전개도 알기	3	3,4,5
	· 직육면체의 위, 앞, 옆에서 본 모양에서 구성요소의 관계 유추하기	2	7,10
	· 여러 가지 전개도를 접었을 때 만들어지는 입체도형에서 구성요소의 관계 유추하기	5	6-(1),6-(2), 6-(3),8,9
	계	13	

<표 7> 공간감각 능력 사후검사지 내용 구성

평가항목	평가내용	문항 수	문항번호
전개도와 겨냥도, 이들 사이의 관계에 대한 감각	· 각기둥과 각뿔의 겨냥도 알기	3	1-(1),1-(2), 2
	· 각기둥과 각뿔의 전개도 알기	7	3-(1),3-(2),4-(1), 4-(2),4-(3),4-(4),5
	· 각기둥과 각뿔의 위, 앞, 옆에서 본 모양에서 구성요소의 관계 유추하기	2	7, 10
	· 여러 가지 전개도를 접었을 때 만들어지는입체도형에서 구성요소의 관계 유추하기	5	6-(1),6-(2) 6-(3),8,9
쌓기나무로 구성한 입체에 대한 감각	· 쌓기나무로 만들어진 입체도형에서 쌓기나무의 개수 세기	6	11,12-(1), 14-(1),14-(2), 14-(3),15
	· 쌓기나무로 만든 것의 위, 앞, 옆에서 본 모양 찾기	5	12-(2),13,16,17,18
	· 위, 앞, 옆에서 본 모양을 보고 쌓기나무로 만든 입체 알기	4	19,20,21,22
계		32	

나. 수학적 태도 검사지

수학적 태도에 있어서 실험집단과 비교집단이 동질집단인지 알아보기 위하여 사전 검사를 실시하였다. 그리고 실험 처치 후 실험집단과 비교집단이 수학적 태도에 있어서 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해 사후 검사를 실시하였으며 사전 검사지와 사후 검사지는 동질이다. 한국교육개발원(1992)의 수학적 태도 검사지를 사용하였으며 총 문항 수는 40문항이다. 긍정적인 문항이 32개, 부정적인 문항은 8개이며 부정적인 문항은 역채점하여 계산한다. 채점은 문항당 5점을 배점하였으며 총 200점 만점이다. 수학적 태도 검사지의 내용 구성은 <표 8>과 같다.

<표 8> 수학적 태도 검사지의 내용 구성

영역	하위 요인	문항번호	문항수
교과에 대한 자아개념	우월감 - 열등감	1, 9*, 17*, 25, 33	10
	자신감 - 자신감 상실	4, 12, 20, 28, 36*	
교과에 대한 태도	흥미 - 흥미상실	2, 10, 18, 26*, 34	15
	목적의식 - 목적의식 상실	5*, 13*, 21, 29, 37	
	성취동기 - 성취동기 상실	7, 15, 23*, 31, 39	
교과에 대한 학습습관	주의집중	3, 11, 19, 27, 35*	15
	자율학습	6, 14, 22, 30, 38	
	학습 기술 적용	8, 16, 24, 32, 40	

(부정적인 문항: *)

5. 자료 수집 및 분석

본 연구에서는 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 초등학교 6학년 학생들의 공간감각 및 수학적 태도에 미치는 효과를 알아보기 위해 사전 검사와 사후 검사를 실시

하고 학생들이 획득한 점수를 통계 프로그램(IBM SPSS Statistics)을 이용하여 분석하였다. 자료의 수집과 분석 방법은 다음과 같다.

가. 먼저 ‘연구문제 가’를 해결하기 위해 2009 개정 수학과 교육과정에 따른 6학년 수학교과서의 도형 영역을 분석하고 RME이론에 기반하여 재구성한다. 이를 바탕으로 가상조작자료(증강현실, Cabri)를 개발하여 실험 처치에 적용하였다.

나. ‘연구문제 나’, ‘연구문제 다’의 해결을 위해 먼저 사전 검사를 통해 그 평균차를 t-검정하여 공간감각 및 수학 학습 태도에서 동질 집단인지 확인한다. 검사 결과 실험 집단과 비교집단은 통계적으로 유의하지 않았으므로 동질 집단임을 알 수 있었다. 실험 처치 후 실험집단과 비교집단 사이에 공간감각과 수학적 태도에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 두 집단에 사후 검사를 실시하였다. 두 집단 간의 평균 차이를 t-검정한 결과를 바탕으로 연구의 효과를 분석하였다.

IV. 연구의 설계

1. RME기반 가상조작 자료 개발

가. 교육과정 분석 및 실생활 요소 추출

RME기반 콘텐츠 자료 개발을 위해 6학년 수학과 성취기준을 분석하였다. 분석된 성취기준을 달성하기 위한 교육과정 내용을 파악한 후, RME기반 요소를 분석·추출하였으며, RME기반 요소 추출은 학생의 관심, 경험 등을 반영하여 정리하였다. 핵심 성취기준과 실생활 요소 내용 추출 내용은 <표 9>, <표 10>과 같다.

<표 9> 교육과정 분석 및 실생활 요소 추출

영역	단원	성취기준	RME기반 내용 요소
도형	각기둥과 각뿔	4개	교육과정 관련 실생활 요소 30종
	쌓기나무		

<표 10> 성취기준 및 관련 실생활 요소 내용

구분	교육과정 내용	성취기준	RME기반 내용 요소
각기둥과 각뿔	① 각기둥과 각뿔을 알고, 구성 요소와 성질을 이해한다.	수62031-1. 각기둥을 알고 각기둥의 구성 요소와 성질을 설명할 수 있다.	초코바, 빼빼로, 오레오, 보온병, 포토큐브
		수62031-2. 각뿔을 알고 각뿔의 구성 요소와 성질을 설명할 수 있다.	다면체 거울, 축구공, 음료수 캔, 우유 팩
	② 각기둥의 전개도를 그릴 수 있다.	수62032. 각기둥의 전개도를 그릴 수 있다.	과자상자, 선물상자, 포장상자

구 분	교육과정 내용	성취기준	RME기반 내용 요소
쌓기나무	① 쌓기나무로 만든 입체도형을 보고 사용된 쌓기나무의 개수를 구할 수 있다.	수62051. 쌓기나무로 만든 입체도형을 보고 사용된 쌓기나무의 개수를 구할 수 있다.	피라미드, 아파트, 쌓기나무
	② 쌓기나무로 만든 입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 표현할 수 있다.	수62052. 쌓기나무로 만든 입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 그림으로 표현할 수 있다.	책상 위의 물건, 풀, 가위, 머그 컵
	③ 쌓기나무로 만든 입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 표현한 것으로부터 입체도형의 모양을 알 수 있다.	수62053. 쌓기나무로 만든 입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 표현한 그림을 보고 입체도형의 모양을 알 수 있다.	피라미드, 여행에서 본 독특한 모양의 건물, 첨성대의 위 앞 옆에서 본 모양

나. 추출한 실생활 요소에 기반한 교재 및 지도서 개발

6학년 도형 영역의 성취기준을 참고하여 RME기반 요소를 추출하고 관련된 자료를 구성하였다. 증강현실의 경우 스토리텔링 형태로 구상하여 주제 중심의 교재 및 지도서를 제작하였다. 또한 Cabri의 경우에는 학생용 워크북과 교사용 지도서를 제작하여 학습자가 수업에 쉽게 활용할 수 있도록 하였다. Cabri 기본학습의 경우 교과서의 도형 부분을 그대로 제작하였으므로 별도의 안내서를 제작하지 않았다. 교재 및 지도서의 제작 구성은 <표 11>, <표 12>와 같다. 여기에 수록된 자료 예시는 <표 13>과 같은 것들이 있다.

<표 11> 교재 및 지도서 제작 구성(증강현실)

교재 및 지도서	성취기준 반영 주제	제작권수
선물상자로 본 수학	각기둥과 각뿔	총 4권 (교재 2권, 지도서 2권)
나만의 건축물 만들기	쌓기나무와 입체도형	

<표 12> 교재 및 지도서 제작 구성(Cabri)

보충학습 목록(1권)	심화학습 목록(1권)
각기둥의 구성요소 알아보기	각기둥의 전개도 그리기
	각기둥과 각뿔 전개도에 그려보기
각뿔의 높이 알아보기	쌓기나무의 규칙성
	여러 부분에서 쌓기나무 보기 숨어있는 쌓기나무

다. 자료 개발의 실제

1) 자료 구성의 개요

학습 과정 개발을 위한 자료 구성의 개요는 다음 <표 13>과 같다.

<표 13> 자료 구성의 개요

구분	자료명	자료 사진
자료1	교재 및 지도서	 <p style="text-align: center;">▲ 학생용 교과서 ▲ 교사용 지도서</p>
자료2	증강현실 콘텐츠	 <p style="text-align: center;">▲ 증강현실 3D모델 ▲ 증강현실 동영상 모델</p>
자료3	Cabri 콘텐츠	 <p style="text-align: center;">▲ Cabri 기본학습 콘텐츠 ▲ Cabri 보충·심화 콘텐츠</p>

2) 자료의 세부 구성

학습 과정 개발을 위한 자료의 세부 구성은 다음 <표 14>와 같다.

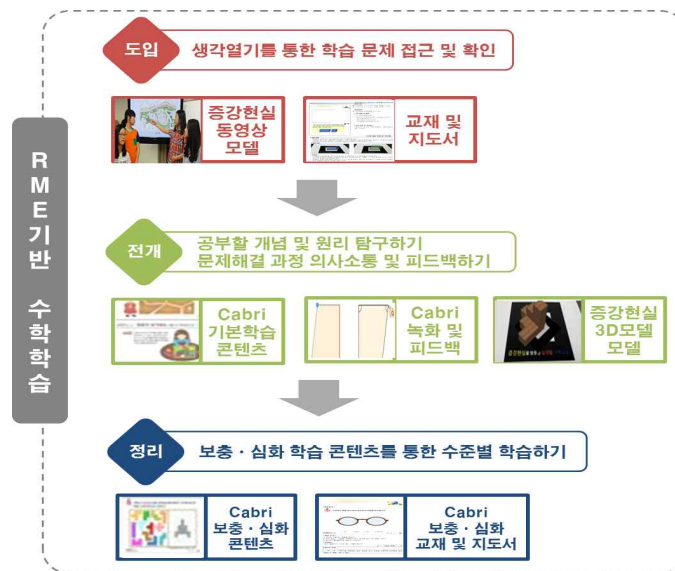
<표 14> 자료의 세부 구성

자료명	교재 및 지도서	자료번호	자료1
자료의 규격	A4, B5		
자료의 구성	학생용 교재 3권 및 워크북 2권, 교재용 지도서 5권		
관련 단원	6학년 도형 영역		
사용 주체	학생과 교사		
자료의 용도	가상조작 콘텐츠를 활용할 수 있는 안내서 및 지도서		
자료의 활용 방법	① 가상조작 콘텐츠의 사용방법 및 학습순서를 기재하여 이 자료를 처음 사용해도 쉽게 활용할 수 있도록 하였다. ② 학생용 교재에는 증강현실 자료 활용을 위한 마커가 있고 증강현실 App을 실행한 후 마커에 카메라를 비추면 동영상이나 3D모델이 구현되도록 하였다. ③ 교재에는 자신의 생각을 필기할 수 있는 학습장이 있어서 배운 내용을 정리할 수 있도록 하였다.		
자료의 특징 및 기대효과	① RME기반 요소를 기반으로 교재를 제작하였으므로 학생들이 현실맥락을 바탕으로 수학을 공부할 수 있고 이를 통해 수학 교과에 대한 호기심과 긍정적인 태도를 형성할 수 있다. ② 수업 흐름에 따라 알맞은 기호를 통해 안내하므로 학생들이 자기주도적 학습을 할 수 있다. ③ 실생활과 연계된 교재일 뿐만 아니라 증강현실 자료를 접목하였으므로 언제 어디서든 수학 학습이 가능한 교재이다.		
자료명	증강현실 콘텐츠	자료번호	자료2
자료의 규격	웹 콘텐츠		
자료의 구성	증강현실 3D model 20종, 증강현실 동영상 16종		
관련 단원	6학년 도형 영역		
사용 주체	학생과 교사		
자료의 용도	가상조작 콘텐츠를 활용할 수 있는 안내서 및 지도서		
자료의 활용 방법	① 가상조작 콘텐츠의 사용방법 및 학습순서를 기재하여 이 자료를 처음 사용해도 쉽게 활용할 수 있도록 하였다. ② 수학 수업에 활용할 수 있는 3D모델 및 동영상을 감상하고 이를 바탕으로 수학적 문제상황을 수업에 가져올 수 있다. ③ 스케치업을 이용하여 3D모델을 직접 제작하고 제작한 콘텐츠를 공유할 수 있다.		
자료의 특징 및 기대효과	① 학생들은 증강현실 3D모델을 다운로드 받아 실제 학습에 사용할 수 있다. 이렇게 다운 받은 증강현실 자료는 교재에 부착된 마커를 통해 확인이 가능하며, 수업에 즉시 활용이 가능하다. 학생들은 3D 모델을 조작하고 모듈 원들과 토의하는 과정에서 의사소통능력과 협업능력을 향상시킬 수 있다. ② 동영상 자료는 교재의 실생활 문제 상황을 소개하는 자료로 활용된다. 또한 스마트기기가 활용하여 증강현실 동영상을 확인할 수 있어 RME를 활용한 수학 수업이 가능하다.		

자료명	Cabri 콘텐츠	자료번호	자료3
자료의 규격	웹 콘텐츠		
자료의 구성	· Cabri기본학습 콘텐츠 20종 · Cabri 보충·심화 학습 콘텐츠 20종		
관련 단원	6학년 도형 영역		
사용 주체	학생과 교사		
자료의 용도	가상조작 콘텐츠를 활용할 수 있는 안내서 및 지도서		
자료의 활용 방법	① Cabri 콘텐츠를 학습 내용에 맞게 다운로드 한다. ② 컴퓨터나 스마트기기에서 수업 내용에 맞는 Cabri 콘텐츠를 실행한다. ③ 콘텐츠를 직접 조작하고 활용해보며 수학 학습을 한다.		
자료의 특징 및 기대효과	① 평면적인 교육환경의 한계를 극복하고 입체적인 교육 자료를 학생들에게 제공함으로써 도형에 대한 깊이 있는 이해가 가능하다. ② 다양한 조작 활동을 통해 발견한 개념과 원리를 모둠원들과 공유하고 함께 검증해보는 과정을 통해 수학적 사고력을 기를 수 있다. ③ 문제해결 과정을 녹화하고 이를 교사가 피드백함으로써 학생들이 가지고 있는 오개념을 바로 잡고 학생들의 사고과정을 평가할 수 있다.		

2. 수학 수업 흐름별 RME기반 가상조작 콘텐츠 적용

본 연구에서는 RME이론에 기반한 가상조작도구의 수학 학습이 학생들의 공간감각과 수학적 태도에 미치는 효과를 검증하기 위하여 RME이론에 기반한 가상조작 콘텐츠를 개발하였다. 이 자료의 수업흐름별 적용은 [그림 3]과 같다.






[그림 3] 수업흐름별 자료의 적용

3. RME기반 가상조작도구의 수학 학습 적용 사례

각각의 자료는 도입, 전개, 정리의 수업 단계에 맞게 사용 가능하며 단계별로 활용하여 실험 집단의 교수·학습에 사용하였다. 자료 활용 사례는 <표 15>와 같다.

<표 15> 가상조작도구를 활용한 수업 사례(쌓기나무)

일시	2016.4.1.(화)	단원(차시)	쌓기나무(4/10)
학습 목표	위, 앞, 옆에서 본 모습을 그릴 수 있어요.		
수업 단계	교수 · 학습 활동		
	교사	학생	
도입	<ul style="list-style-type: none"> ■ 동기유발 <ul style="list-style-type: none"> □ 공부할 문제 생각해보기 · 이 그림은 무엇일까요? · 하나의 물체를 여러 방향에서 본 적이 있나요? 	<ul style="list-style-type: none"> - 컵입니다. - 위에서 본 사람입니다. -미술관에서 조각상을 여러 방향에서 보았습니다. 	
전개	<p>[활동 1] 생활 속 물건 관찰하기</p> <ul style="list-style-type: none"> · (교재의 사진을 제시하며) 철수의 책상위에 어떤 물건들이 있나요? · 위의 사진과 아래의 사진의 다른 점은 무엇인가요? · AR media player로 마커를 비추고 나오는 장면을 살펴봅시다. <p>[활동 2] 여러 시점으로 물건 관찰하기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 마커를 모뎀책상 중앙에 놓고 한사람은 위에서, 한 사람은 앞에서, 또 다른 사람은 스마트 패드를 이용해서 증강현실 3D모델을 확인해 봅시다. · 선생님이 주는 ar미디어 파일을 같은 방법으로 확인하여 무슨 물체인지 맞추어 봅시다. · 블록을 이용해서 쌓은 건축물의 위, 앞, 옆에서 본 모습을 생각해보고 스마트패드를 이용하여 3D모델을 확인하여 봅시다. · 위에서 본 모습은 어떤 모양입니까? · 앞에서 본 모습은 어떤 모양입니까? · 철수가 만든 이집트 건축물입니다. 여러 방향에서 관찰한 모습을 생각해 봅시다. · 스마트 패드를 이용하여 3D모델을 확인하여 봅시다. · 스마트 패드로 마커를 살펴보고 위·앞·옆에서 본 모습을 살펴보며, 모뎀들과 생각을 비교하여 봅시다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 컵, 가위가 있습니다. - 위에 있는 사진은 물건을 위에서 본 모습이고 아래에 있는 사진은 옆에서 본 모습입니다.  <ul style="list-style-type: none"> - 서로 다른 방향의 장면을 캡처하거나 그려 모뎀끼리 비교하도록 한다. - 가방입니다. - 침성대입니다.  <ul style="list-style-type: none"> -위에서 본 모양은 사각형이 나옵니다. -앞에서 본 모양은 모래시계 모양이 나옵니다.  <ul style="list-style-type: none"> -스마트 패드로 AR 미디어를 본 모습과 모뎀별 생각과 비교하여 봅시다. 	
정리	<p>학습 내용 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 모뎀에서 토의한 내용과 관련된 선수 학습 내용, 관련된 경험 및 발표방법에 대해 정리해 봅시다. 	<ul style="list-style-type: none"> -토의한 내용과 관련하여 개인의 경험이나 관련된 수학 내용, 발표 방법에 대해서 마인드맵으로 정리 	

IV. 연구 결과

1. 사전 검사 결과

가. 사전 공간감각 검사 결과

공간감각에 있어서 실험집단과 비교집단이 동질집단임을 알아보기 위해 먼저 사전 공간감각 검사를 실시하고 얻은 점수의 평균 점수의 차를 t-검정하였다. 그 결과는 <표 16>과 같다.

<표 16> 사전 공간감각 검사 t-검정 결과

집 단	N	M	SD	t	p
실험집단	32	12.2813	.99139	1.966	.054
비교집단	32	11.7500	1.16398		

(p> .05)

결과에서 알 수 있듯이 유의확률 $p = .054(p > .05)$ 으로서 공간감각에서 실험집단과 비교집단은 유의미한 차이가 없으므로 동질 집단임을 알 수 있다.

나. 사전 수학적 태도 검사 결과

수학적 태도에 있어서 실험집단과 비교집단이 동질집단임을 알아보기 위해 사전 수학적 태도 검사를 실시하고 평균 점수 차를 t-검정 하였다. 그 결과는 <표 17>과 같다.

<표 17> 사전 수학적 태도 검사 t-검정 결과

집 단	N	M	SD	t	p
실험집단	32	3.1258	.45444	-1.663	.101
비교집단	32	3.3008	.38440		

(p> .05)

실험집단과 비교집단의 사전 수학적 태도 검사에서 산출된 점수의 평균 차이를 t-검정한 결과, 유의확률 $p = .101(p > .05)$ 으로서 수학적 태도에 있어서 실험집단과 비교집단 간에는 유의미한 차이가 없는 동질 집단임을 알 수 있다.

2. 사후 검사 결과

가. 사후 공간감각 검사 결과

가상조작도구를 활용한 RME기반 수학학습이 공간감각에 있어서 유의미한지 알아보기 위해 사후 공간감각 검사를 실시하였다. 실험집단과 비교집단의 검사 결과는 <표 18>과 같다.

<표 18> 사후 공간감각 검사 t-검정 결과

집 단	N	M	SD	t	p
실험집단	32	29.7813	1.38504	2.379	0.02*
비교집단	32	28.7188	2.11346		

(*p< .05)

실험집단과 비교집단이 공간감각 검사에서 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해서 사후 공간감각 검사 결과의 평균 차를 t-검정하였다. 그 결과 <표 18>과 같이 유의확률 $p = .02(p < .05)$ 으로 실험집단과 비교집단은 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이것은 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 공간감각 향상에 효과가 있다는 것을 의미한다. 이는 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습을 통해 학생들이 평면적인 사고방식에서 벗어나 입체도형의 성질을 깊이 있게 이해하고 심상에서 다양한 방법으로 물체를 변형할 수 있는 공간감각 능력이 향상되었음을 알 수 있다.

가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습을 한 집단과 일반적인 수업을 한 집단 사이에 공간감각의 하위영역에 있어 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 하위영역별로 통계처리를 하였다. 하위 영역은 전개도와 겨냥도, 이들 사이의 관계에 대한 감각, 쌓기나무로 구성된 입체에 대한 감각으로 나뉘며 검사 결과를 분석한 내용은 <표 19>와 같다.

<표 19> 사후 공간감각 검사 하위요소별 t-검정 결과

하위요소	집 단	N	M	SD	t	p
전개도와 겨냥도, 이들 사이에 관계에 대한 감각	실험집단	32	16.1875	.85901	2.741	0.008*
	비교집단	32	15.4063	1.36451		
쌓기나무로 구성된 입체에 대한 감각	실험집단	32	15.8938	0.87293	2.642	0.026*
	비교집단	32	13.3125	1.35450		

(* $p < .05$)

사후 공간감각 하위영역에서 실험집단과 비교집단 간에 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 검사 점수의 평균 차를 t-검정하였다. 그 결과 <표 19>에서 알 수 있듯이 ‘전개도와 겨냥도, 이들 사이에 관계에 대한 감각’에서 유의확률 $p = .008(p < .05)$, ‘쌓기나무로 구성된 입체에 대한 감각’에서 유의확률 $p = .026(p < .05)$ 으로서 모두 통계적으로 유의미하게 나타났다. 이것은 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습을 통해 학생들이 증강현실 3차원 객체를 조작하고 이에 관해 친구들과 토의하며, Cabri를 통해 다양한 방법으로 입체도형 전개도를 작도하고 변형하는 과정에서 공간감각을 향상시키는데 효과적이었던 것을 시사한다.

나. 사후 수학적 태도 검사 결과

가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습과 일반적인 학습을 한 실험집단과 비교집단 사이에서 수학적 태도가 유의미한 효과가 있는지 검증하기 위해 사후 수학적 태도 검사를 실시하고 평균 점수의 차를 t-검정하였다. 각 집단별 수학적 태도 검사 결과는 <표 20>과 같다.

<표 20> 사후 수학적 태도 검사 t-검정 결과

집 단	N	M	SD	t	p
실험집단	32	3.4023	.27971	2.832	0.006*
비교집단	32	3.1828	.33777		

(* $p < .05$)

사후 수학적 태도 검사 결과 유의확률 $p = .006(p < .05)$ 으로 실험집단과 비교집단은 유의미한 차이를 보였다. 이것은 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 수학적 태도 향상에 유의미한 효과를 보였음을 뜻한다. 이와 같이 실험 결과가 유의미한 차이를 보인 것은 가상조작도구가 제공하는 3차원 정보가 현실 맥락을 기반으로 학습자들에게 제공되고 이를 바탕으로 수학 학습을 진행함에 따라서 수학이 실제적 삶과는 관련이 없는 과목이라 생각하던 학습자가 가지고 있던 수학 교과에 대한 태도가 긍정적으로 변화했다는 것으로 사료된다.

다. 사후 수학적 태도의 하위 요소별 검사 결과

가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습을 활용한 집단과 일반적인 수업을 받은 집단 간에 수학적 태도의 하위 영역에 있어서 유의미한 차이가 있는지 검증하기 위해 수학적 태도의 하위 요소별 검사 결과의 평균 점수의 차를 t-검정하였다. 그 결과는 <표 21>과 같다.

<표 21> 사후 수학적 태도의 하위 요소별 검사 t-검정 결과

하위요소	집 단	N	M	SD	t	p
교과에 대한 자아개념	실험집단	32	3.1813	.36406	2.548	.013*
	비교집단	32	2.9687	.29993		
교과에 대한 태도	실험집단	32	3.4542	.30828	2.757	.008*
	비교집단	32	3.2313	.33781		
교과에 대한 학습습관	실험집단	32	3.4979	.34578	2.117	.038*
	비교집단	32	3.2771	.47808		

(* $p < .05$)

<표 21>에서 알 수 있듯이 ‘교과에 대한 자아개념’에서 유의확률 $p = .013(p < .05)$, ‘교과에 대한 태도’에서 유의확률 $p = .008(p < .05)$, 그리고 ‘교과에 대한 학습습관’에서 유의확률 $p = .038(p < .05)$ 로서 모두 유의미한 차이를 보였다. 이것은 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 교과에 대한 자아개념과 교과에 대한 태도 및 교과에 대한 학습습관에서 모두 유의미한 효과가 나타났음을 의미한다.

이는 일반적인 수업에 비해 학생들이 직접 조작하고 토의하는 활동이 많아짐에 따라 그동안 수동적으로 학습에 임했던 학습자들의 수학 교과에 대한 자아개념이 형성되고, 수학 교과에 대한 태도와 학습 습관이 긍정적으로 변화했다고 사료된다.

V. 결 론

예전부터 수학교육에서 실생활과 연계된 상황을 강조했지만 현장에서 실제로 현실주의 중심 수학교육을 하기에는 평면적인 교육 환경의 한계, 제작한 교구의 비효율성으로 인해 많은 어려움이 있었다. 교육부에서는 ‘배움을 즐기는 수학교육’, ‘체험·탐구 중심의 수학교육’, ‘과정 중심의 수업 및 평가’를 강조했지만 이를 어떻게 현장에 적용할 수 있는 지에 대한 논의는 부족한 상황이다(교육부, 2015c). 본 연구에서는 가상조작도구를 활

용한 RME기반 수학교육의 효과를 알아보고자 하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 6학년 도형 영역에서 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 일반적인 수학 학습보다 공간감각 향상에 유의미한 효과를 보였다. 이는 평면적인 학습 환경에서 벗어나 RME기반 3차원 가상조작 콘텐츠를 활용한 수업이 교육적으로 의미가 있으며 학생들의 공간감각을 기르는데 효과적인 방안임을 알 수 있다.

둘째, 초등학교 6학년 도형 영역에서 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 일반적인 수학 학습보다 올바른 수학적 태도 형성에 유의미한 효과를 보였다. 수학적 태도의 3가지 하위 요소인 교과에 대한 자아개념, 교과에 대한 태도, 교과에 대한 학습습관에 서 모두 일반적인 학습 집단에 비해 유의미한 차이를 보였다. 이는 학생들이 가상조작도구를 활용하여 직접 조작해보고 수학적 개념과 원리를 확인해보는 시간을 가졌던 RME기반 수학학습이 수학교과에 대한 학생들의 긍정적인 학습 태도 형성에 도움을 주었으며, 자기 주도적인 학습습관 형성에도 효과가 있는 것으로 해석할 수 있다.

본 연구 결과에 따라 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습의 결론을 제시하였으며 이 후의 발전적인 연구 방향을 위해 추후 논의되어야 할 점들에 대해 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 개발한 RME기반 가상조작도구 활용 자료는 6학년 도형 영역에만 한정되어 개발하였기 때문에 다른 학년, 다른 영역을 대상으로 자료를 개발하고 그 효과를 검증해볼 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서는 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 학업성취도와 협력적 문제해결력에 미치는 영향을 분석하지 않았다. 연구 문제를 확대하고 학업성취도 및 협력적 문제해결력 향상에 대한 연구가 필요하다.

셋째, 본 연구는 단기간에 이루어졌다. 따라서 장기적으로 수업에 적용했을 때도 같은 결과가 나타날지에 대한 연구가 필요하다.

넷째, 본 연구에서 제시한 RME기반 가상조작 자료는 수학 수업에 있어서 하나의 예시에 불과하다. 따라서 교사 및 학생들의 수준과 상황에 맞는 자료를 구안할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부 (2011). **수학과 교육과정**(교육과학기술부 고시 제 2011-361호, 별책 8). 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부 (2015a). **초등학교 수학 6-1**. 서울: (주)천재교육.
- 교육부 (2015b). **초등학교 수학 6-2**. 서울: (주)천재교육.
- 교육부 (2015c). **제2차 수학교육 종합계획**.
- 김혜정 (2003). **공간 시각화 활동을 통한 기하학습이 공간감각능력과 의사소통능력에 미치는 효과**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박나영 (2012). **각기등과 각뿔 단원의 수업에서 사용하는 4D-Frame과 Cabri 3D의 효과에 대하여**. 건국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박선정 (2011). **Cabri3D를 활용한 수업이 입체도형의 탐구과정에 미치는 영향**. 순천대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박준석 (2010). **실생활 수학교육(RME)에 근거한 수학적 학습이 학업성취도 및 수학적 태도에 미치는 영향**. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 백인수, 최창우 (2015). RME를 적용한 수학적 학습이 수학적 사고능력에 미치는 효과-초등학교 5학년 측정 영역을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 19(3), 323-345.
- 손현진 (2012). **증강현실 콘텐츠를 활용한 수학적 교수· 학습 지도안 연구**. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 손희진 (2007). **초등학교 6학년 학생들의 입체도형에 대한 개념이해와 공간 감각에 대한 실태 분석**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 손태권 (2016). **가상조각 도구를 활용한 RME기반 수학적 학습이 초등학생의 공간감각 및 수학적 태도에 미치는 효과**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 임리주 (2009). **디지털교과서를 활용한 도형 수업이 초등학교 6학년 학생들의 공간감각과 수학교과학습태도에 미치는 영향**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 정영옥 (1997). **Freudenthal의 수학적 학습-지도론 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 한국교육개발원 (1992). **교육의 본질 추구를 위한 수학 교육 평가 체제 연구(Ⅲ)**. 연구보고 RM 92-05-02.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. China Lectures. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability; A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental genetic hormonal, and neurological influences, *Psychological Bulletin*, 86, 889-918.
- NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA:

The National Council of Teachers of Mathematics, Inc. 구광조·오병승·류희찬 공역
(1992). **수학교육과정과 평가의 새로운 방향**. 서울: 경문사.

Richardson, B. (2008). Developing spatial sense and communication skills reflect and discuss. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 14(2), 101-107.

<Abstract>

The Effects of the Mathematics Study based RME Theory with Virtual
Operation Tools on Spatial Sense and Mathematical Attitudes in Elementary
School

Son, Tae Kwon⁴⁾; & Ryu, Sung Rim⁵⁾

This study analyzed the 2009 revised curriculum 6th grade math geometric domain and developed virtual operation tool contents based RME theory. These materials were examined to find out how to effect on the spatial sense and mathematical attitudes by applying it to teach the 6th grade students. The results were as follows.

First, it is more effective for improving spatial sense to study mathematics based RME theory with virtual operation tool contents than normal one. This means that mathematics study based RME theory with virtual operation contents overcomes the limitations of flat learning environment. And it is great educational and effective method for students to improve their spatial sense. Second, it is more effective for improving mathematical attitudes to study mathematics based RME theory with virtual operation tool contents than normal one. This means that Mathematics study based RME theory with virtual operation contents makes student more participate learning actively. It helps the students who have passive learning habits to have self-directed learning habits, ability to cooperation and communicate. The results of this study suggest that mathematics study based RME theory is very helpful for student to improve their spatial sense and have positive effect on self-concept in mathematics, attitudes toward mathematics and improving study habits in mathematical attitudes.

Key words: Virtual operation tool, Mathematics study based RME theory, spatial sense, Mathematical attitudes

논문접수: 2016. 10. 11

논문심사: 2016. 11. 23

게재확정: 2016. 11. 26

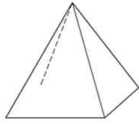
4) sontaekwon@naver.com

5) srryu@dnue.ac.kr

<부록 1> 사후 공간감각 검사지

1. 다음 입체도형의 겨냥도를 완성하시오.

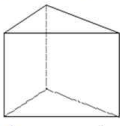
1-(1)



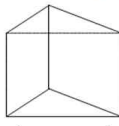
1-(2)



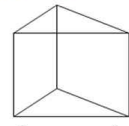
2. 입체도형의 겨냥도를 바르게 그린 것을 찾아 ○표 하시오.



()



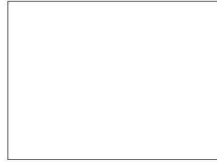
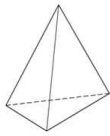
()



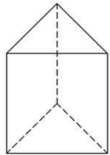
()

3. 다음 입체도형의 전개도를 그리시오. (접히는 부분은 점선으로 표시하고 자를 이용하여 전체적인 모양만 나타내시오.)

3-(1)



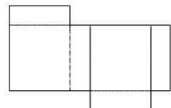
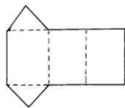
3-(2)



4. 다음의 전개도가 각각 나타내는 도형의 이름을 쓰시오.

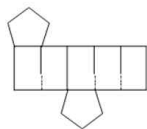
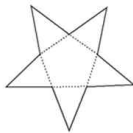
4-(1) ()

4-(2) ()



4-(3) ()

4-(4) ()



5. 다음 전개도 중 삼각뿔을 만들 수 없는 것은 어느 것입니까?

()

①

②

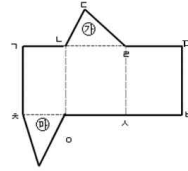
③

④

⑤



6. 다음은 삼각기둥의 전개도이다. 풀이에 답하시오.

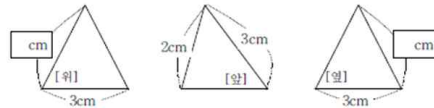


6-(1) ㉑와 평행인 면을 찾아쓰시오. (면)

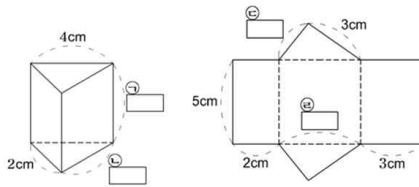
6-(2) ㉒와 수직인 면을 찾아쓰시오. ()

6-(3) 전개도를 접었을 때, 선분 오스과 맞닿는 선분은 (㉑선분) , 선분 바스과 맞닿는 선분은 (㉒선분)입니다.

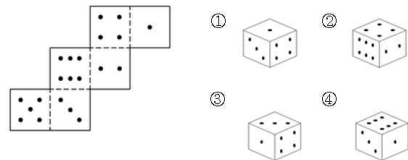
7. 입체도형을 위, 앞, 옆에서 본 모양이 다음과 같을 때, □ 안에 알맞은 수를 쓰시오.



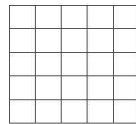
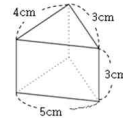
8. 다음 입체도형과 그 전개도를 보고 □안에 알맞은 수를 써 넣으시오.



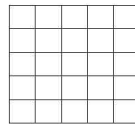
9. 다음 전개도를 접었을 때 만들어지는 입체도형을 고르시오. ()



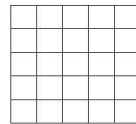
10. 다음 입체도형을 위, 앞, 옆에서 본 모양을 그리시오 (□는 가로 세로 모두 1cm인 모눈종이)



(위)

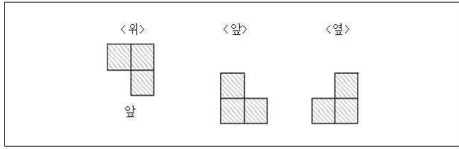


(앞)

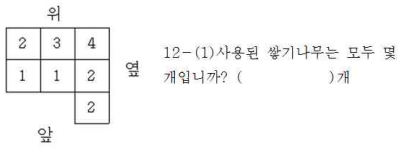


(옆)

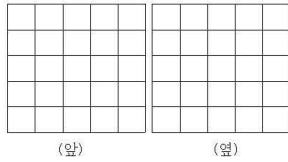
11. 쌓기나무로 위, 앞, 옆에서 본 모양이 다음과 같도록 만들려고 한다. 쌓기나무는 최소한 몇 개 필요합니까? ()개



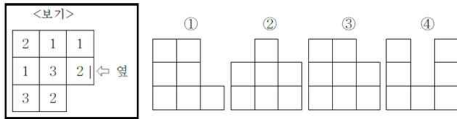
12. 다음은 쌓기나무를 쌓은 모양을 위에서 본 모양을 나타낸 그림입니다.



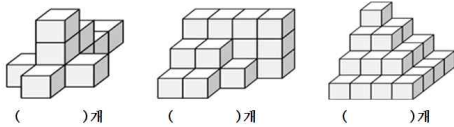
12-(2) 앞과 오른쪽 옆에서 본 모양을 그려보시오



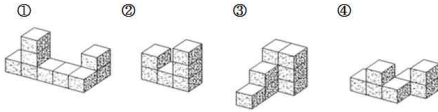
13. <보기>와 같이 바탕 그림 위에 □안의 수만큼 쌓기나무를 쌓아 모양을 만든다면 완성된 쌓기나무를 옆에서 본 모양은 어느 것입니까? ()



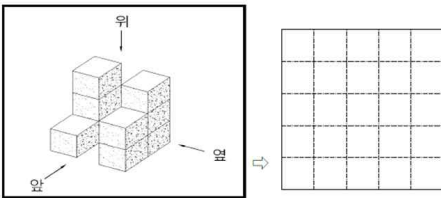
14. 다음 모양은 쌓기나무 몇 개로 만들었습니까?



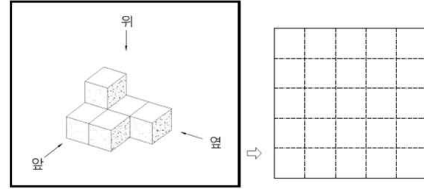
15. 다음 중 쌓기나무를 가장 적게 사용한 것은 어느 것입니까?



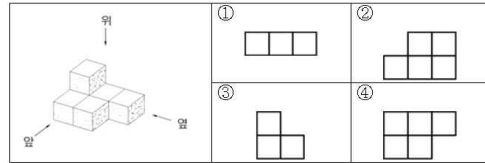
16. <보기>의 쌓기나무를 옆에서 본 모양을 그리시오.



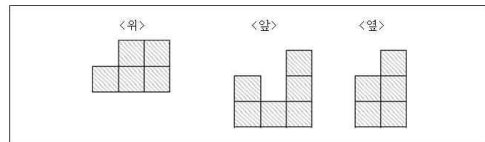
17. <보기>의 쌓기나무를 앞에서 본 모양을 그리시오.



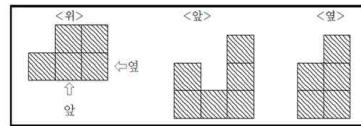
18. <보기>의 쌓기나무를 위에서 본 모양을 고르시오. ()



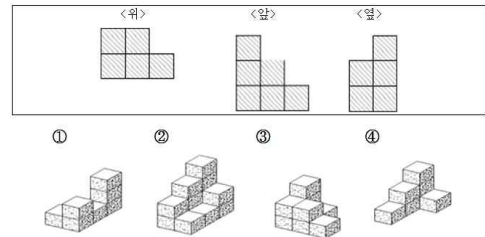
19. 쌓기나무로 위, 앞, 옆에서 본 모양이 다음과 같도록 만들려고 한다. 쌓기나무는 최소한 몇 개 필요합니까? ()개



20. 쌓기나무로 위, 앞, 옆에서 본 모양이 다음과 같도록 만들려고 한다. 쌓기나무는 최소한 몇 개 필요합니까? ()개



21. 위, 앞, 옆에서 본 모양이 다음과 같이 되도록 쌓기나무를 쌓았을 때 생기는 모양은 어느 것입니까? ()



22. 오른쪽 그림과 같은 모양을 만든다면 사용된 쌓기나무는 모두 몇 개입니까?



()개