

포디프레임(4D-Frame)을 활용한 수학활동이 유아의 수학적 능력과 수학적 태도에 미치는 영향

양효숙¹, 박영숙², 조광현^{3*}

¹(주)포디랜드, ²한성대학교 교육대학원, ³융합과학문화재단

The Effects of Mathematical Activities using 4D-Frame on Young Children's Mathematical Ability and Attitude towards Mathematics

Hyo-Sook Yang¹, Young-Suk Park², Kwang-Hyun Cho^{3*}

¹4D Land Inc., ²Dep. of Early Childhood Education, Hansung University

³Foundation for the Advancement of STEAM

요약 본 연구는 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 만 5세 유아의 수학적 능력과 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행되었다. 이를 위해 S시에 위치한 E, K, Y유치원의 만 5세 유아 56명을 실험집단(I: n=14, II: n=14)과 비교집단(III, n=14, IV, n=14)으로 나눈 후 8주 동안 실험집단에서 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동을 실시하였고 비교집단은 각각 누리과정에서 제시하는 수학활동과 수·과학 통합프로그램을 실시하였다. 실험집단(I, II)과 비교집단(III, IV)의 사전검사 점수를 공변인으로 하여 공변량분석(ANCOVA)을 실시한 결과, 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 실험집단과 비교집단 간 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고 이는 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 유아의 수학적 능력과 수학적 태도의 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 해석할 수 있다. 본 연구를 통해 유아교육 현장에서 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동의 효율성을 이해함으로써 유아들의 수학적 능력 및 태도의 향상을 위한 현장 적용 가능한 교육적 방안을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

Abstract The purpose of this study was to investigate the effects of Mathematical Activities using 4D-frame on 5-year-old children's mathematical ability and attitude towards Mathematics. For the study, E, K, and Y preschools located in S city were selected: 28 children from Y preschool as the experimental group(I: n=14, II: n=14) and 28 children from E and K preschool as the comparative group(III: n=14, IV: n=14). During the 8 weeks, the experimental group performed Mathematical Activities using 4D-frame and in the comparison group, Nuri-Curriculum's mathematical activities and mathematics-science integration programs were conducted. The analysis of covariance(ANCOVA) was conducted with the pre-test scores of the experimental group(I, II) and the comparison group(III, IV) as covariance. The results showed that there were statistically significant differences between the experimental and comparative groups. Mathematical Activities for Young Children using 4D-frame enhanced 5-year-old children's mathematical ability and attitude towards Mathematics. The results of this study provide an understanding of the efficiency of early childhood mathematical activities using the 4D-frame in early childhood education and provide basic data for the improvement of mathematical ability and attitude of young children and the applicable educational methods at the field.

Keywords : Young Children, 4D-Frame, mathematical material, mathematical ability, mathematical attitude

이 논문은 융합과학문화재단 학술비 지원으로 연구하였음.

*Corresponding Author : Kwang-Hyun Cho (Foundation for the Advancement of STEAM)

Tel: +82-31-553-7774 email: deweycho@hanmail.net

Received May 10, 2018

Revised (1st June 8, 2018, 2nd July 16, 2018)

Accepted August 3, 2018

Published August 31, 2018

1. 서론

최근 다양한 분야에서 디지털 혁명, 4차 산업혁명과 같은 현상에 대한 진단과 미래에 대한 예측이 자주 언급되고 있다. 이러한 이슈들은 변화된 사회적 요구와 맞물려 다음세대를 위한 교육과 무관하지 않고 밀접하다. 우리는 그 중에서도 특히 유아를 위한 수학 교육환경에 중요한 영향을 미칠 수 있는 것에 대해 숙고해야 한다. 수학은 단순히 수치로 정해진 답을 찾는 것이 아니며, 미래 사회가 요구하는 삶의 역량의 근간이 되는 논리적이고 창의적인 사고를 위한 학문이다. 즉, 빠르게 변화하는 세상에서 야기되는 다양한 문제에 직면했을 때에 이를 논리적이고 창의적으로 해결하기 위한 다양한 과정기술을 훈련시키는 교과목이다. 연구자들은 높은 수준의 수학적 능력의 획득이 미래의 사회경제적 지위의 차이를 유발한다고 하였고, 무엇보다도 이러한 차이는 유아기로부터 시작된다고 보고하고 있다[1]. 유아기는 발달의 제 영역에 결정적인 시기이며 특히 이 시기의 수학적 민감성과 능력의 정도가 이후의 논리적 사고에 중요한 영향을 주는 시기이기 때문이다. 학업성취도와 관련하여 유아시기의 수학적 능력은 이후의 학습능력에 결정적인 영향을 미치며, 가장 뛰어난 예측력을 가진다[2][3]. 미래사회에서 요구하는 삶의 역량에 큰 영향을 주는 유아기의 수학 교육은 유아의 일상생활 속에서 우연한 기회에 자연 발생하는 놀이나 자발적인 탐색에만 맡기기에는 그 중요성이 커지고 있다[1].

유아의 수학적 능력에 대해서는 만3~5세를 대상으로 하는 국가수준 교육과정에서 제시하는 수학교육 내용을 통해 먼저 살펴볼 필요가 있다. 자연탐구영역의 수학적 탐구의 목표에 따르면, 일상생활의 여러 상황과 문제를 수학적으로 이해하고 해결하기 위한 기초 능력이 유아의 수학적 능력이다. 이를 위해서 누리과정은 1)수와 연산의 기초개념 알아보기, 2)공간과 도형의 기초 개념 알아보기, 3)기초적인 측정하기, 4)규칙성 이해하기, 5)기초적인 자료수집 결과 나타내기로 수학의 내용영역을 다루고 있다[4]. 그러므로 유아의 수학적 능력은 이러한 하위 영역들에 대한 유아의 수학적 개념의 이해와 능력의 발달로 볼 수 있다. 이러한 유아의 수학적 능력은 유아의 일상적인 생활에서도 발달하는 것으로 나타나 형식적 교육뿐만 아니라 비형식적 교육의 상황에서도 동시에 발달된다[5]. 이렇게 유아의 삶의 전반에 걸쳐서 유아의 수학

적 능력이 발달하므로 우리나라의 대부분의 교육현장에서 국가기준의 교육과정에 기반 하여 유아의 삶의 경험을 반영하는 생활주제 중심으로 유아 수학활동을 지도하고 있다[6].

유아를 위한 수학활동에 대한 미국의 유아교육현장을 관찰한 한 연구를 살펴보면, 교육과정에서 수학활동이 타 영역의 활동에 비해 드물게 다루어지고 있었고, 수학 활동은 주로 우연한 놀이에 기초하고 있었으며, 교사와 유아의 수학적 상호작용은 매우 낮은 수준으로 나타났다[7]. 우리나라의 현황을 살펴본 연구에서도 교사는 학급당 많은 유아 수, 프로그램 및 교재·교구의 부족 등의 이유로 교사와 유아의 수학적 상호작용이 낮게 나타났으며, 체계적인 수학교육의 필요성이 제기된다[6]. 유아의 수학적 능력 향상을 위한 유아기 수학의 중요성을 감안하면 전통적인 수학교육 방법인 유아 주도의 놀이나 활동에만 의존하는 교육현장의 실체는 개선이 필요하다. 교사 등의 전문가에 의해 계획된 학습경험이 자유 놀이와 병행되어 제공되어야 한다[8][9]. 즉, 유아가 선택한 놀이상황에서도 유아의 수학적 능력의 발달을 위해 비계를 설정하고 유아와 상호작용하는 교사의 의도적 교수(intentional teaching)가 필요하다[10].

우리나라의 유아교육기관에서 다루는 수학교육의 내용은 주로 수 이전 활동[11]과 수 교육[10]에 편중되어서 수학적 능력의 5개 내용영역의 균형과 통합이 요구된다. 유아기 수학적 능력의 균형 있는 발달을 위해서는 수학교육의 5개 내용의 활동이 고르게 제공되어야 할 것이다. 이와 함께 유아의 발달에 맞게 수학활동을 구안할 때, 교사가 수학적 능력의 하위 영역별로 교육내용의 비중을 어느 정도로 적용할 것인지 조정하는 것도 필요하다. 그런데 이에 대한 지침은 우리나라의 유아교육과정에는 제시되어 있지 않다. 따라서 이와 관련하여 미국 유아교육협의회(NAEYC; National Association for the Education of Young Children)가 미국수학교사협의회(NCTM; National Council of Teachers of Mathematics)와 공동으로 유아수학교육의 내용에 대한 표준(content standards)을 진술하면서 5개 수학영역에 대한 적용 비율을 제시한 것을 참고해 볼 수 있다[12]. NCTM의 수학 내용 표준에서 제시하는 교육 내용 비중을 살펴보면, 유아로부터 초등학교 2학년까지는 수와 연산(Number and Operations) 및 기하(Geometry)의 영역을 동일한 양의 가장 큰 비중으로 다루며, 다음으로는 측정(Measurement)

과 자료수집 및 확률(Data Analysis and Probability)을 그리고 대수(Algebra)를 가장 적은 비중으로 다룬다[1].

이상을 정리하면, 유아의 수학적 능력은 수학기념의 5개 하위영역의 발달정도를 의미하는 것으로, 유아가 알고 있는 수학에 대한 지식과 이를 활용하는 능력[13]이며 유아의 모든 삶속에서 발달하는 경향을 보인다. 유아 교육현장에서 보다 효과적인 수학교육을 위해서는 전통적 수학교수법인 유아주도의 자연발생적인 놀이 및 학습 상황에 더해 교사 의도적 교수가 병행되어야 할 필요가 있다. 그리고 유아교육현장에서의 유아의 수학적 능력의 신장을 위한 수학활동은 수학의 5개영역을 유아의 발달과 수준에 맞는 비중으로 균형을 맞추어 적용할 필요가 있다.

수학적 태도는 수학과 관련한 일반적인 감정의 성향으로 수학적 경험에 기인한 행동양식이다.[14]. 유아의 수학적 태도의 하위 영역은 수학에 대해 갖는 지각, 신념, 자신감, 유능감, 대안 탐색 의도로 볼 수 있다[15]. 미국수학교사협회(NCTM)는 유아의 수학적 태도의 하위영역으로 1)수학적 능력에 대한 자신감, 2)문제해결 상황에서의 융통성과 협동성, 3)수학 과제를 지속하는 지속성, 4)수학에 대한 호기심, 5)수학에 대한 반성적 사고, 6)수학적 적용에 대한 가치, 7)수학의 역할에 대한 진가 파악하기로 제시하고 있다. 이상에 언급한 유아의 수학에 대한 흥미나 성향을 나타내는 수학적 태도의 구성요인들은 수학적 과정에서 크게 세 범주로 나타낼 수 있다[16][17]. 먼저 수학활동의 이전에 보이는 수학에 대한 동기유발, 호기심이다. 이는 수학을 시작하게 하는 ‘흥미’이며 수학놀이를 좋아하고 재미있어하며 더 배우고 싶어 하는 태도의 영역이다[17]. 다음으로 수학활동의 과정 중에서 나타나는 과제에 대한 적극성, 주의집중, 인내심, 열성, 지속성 등의 속성은 수학에 대한 ‘끈기’로 나타낼 수 있다. 수학적 태도에서 끈기는 수학활동이 어렵더라도 계속하려 하고 생각을 해서 답을 말하려고 노력하는 것이다[17]. 그리고 마지막으로 수학활동을 경험한 결과로 축적된 반응과 행동양식인 개방성과 상상력, 융통성, 협동성 등은 수학적 태도의 하위영역에서 ‘유능감’으로 나타낼 수 있다. 유능감은 유아가 수학 놀이를 잘한다고 생각하거나 혹은 쉽다고 생각하는 것이다[17]. 태도는 일반적으로 대상 혹은 상황에 대한 긍정적인 혹은 부정적인 반응 및 행동을 유발하며, 사전 경험을 통해서 그러한 반응과 행동이 자신에게 유익하다고 판단할

때 쉽게 학습된다[18]. 따라서 유아의 수학적 태도는 수학과 관련한 잠재된 생각과 학습된 성향이 수학적 대상과 상황에 반응하여 나타나는 일관된 경향성으로 볼 수 있다. 이러한 유아의 수학적 태도는 유아의 수학적 능력과 유의미한 정적 상관관계가 있으므로[19] 유아의 수학적 능력과 태도를 더불어 향상시키기 위해서는 유아의 수학적 활동의 전 과정에 걸쳐 수학에 대한 흥미, 끈기, 유능감 등의 태도의 변화와 향상에 주안점을 둔 능력과 태도의 구성요인들에 대한 교수설계가 필요하며 이에 따른 유아를 위한 활동의 구안이 필요하다.

유아의 수학적 능력과 태도에 영향을 주는 수학활동에 관한 선행연구들을 살펴보면, 크게 수학적 요소와 직접 관련된 활동[20][21][22], 동화 및 그림책, 극놀이 등의 문학적 기반의 수학 활동[23][24][25], 다른 흥미 영역과 통합된 수학활동[26][27][28][29], 실외활동, 자연 체험 중심의 수학활동들[30][31][32]로 나뉘며 수학적 능력과 태도의 하위영역에서 일부 결과의 차이가 존재하나 전체적으로 유아의 수학적 능력 및 태도의 향상에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 수학적 능력과 태도를 증진시키기 위한 여러 연구물들은 유아의 직접 참여가 중심이 되는 체험활동과 매체경험 등을 주로 활용한다. 이는 추상적인 수학적 개념을 구체물과 유아가 선호하는 매체를 통해 다양한 활동을 하면서 삶의 경험과 관련시키는 것을 통해서 유아의 수학적 능력과 태도를 발달시키고자 함이다.

유아교육과정의 전 교과영역들 중에서 특히 추상적인 개념을 다루는 수학교육의 영역에서는 교구와 실물 등의 구체물을 사용하는 학습 환경이 보다 적합하다. 유아에게 적합한 수학활동을 위한 교구는 유아 스스로가 필요를 느껴 자발적으로 교구를 선택, 조작, 그리고 변형하여 활용할 수 있어야 하고, 유아의 신체적 능력에 적합하여 조작하기가 간편하고 용이하여 유아 스스로 다양한 감각 기능을 사용하며 조작하는 것이 가능해야 하며, 가급적 구하기가 쉽고 내구력과 안정성이 있어야 하고 구체적 조작 활동 과정에서 지속적으로 추론과 판단을 요구하는 개방적인 교구의 형태로써 논리수학적인 관계를 이해하게끔 하는 것이어야 한다[33]. 이러한 특징을 가지고 있는 교구로 포디프레임(4D-Frame, 이하 4D프레임)이 있다. 4D프레임은 모든 도형을 이루는 가장 최소 단위를 조합, 연결하여 골격, 뼈대(frame)를 이뤄서 점차적으로 다양한 다면체 및 무한한 창조적 작품을 만들 수 있다[34].

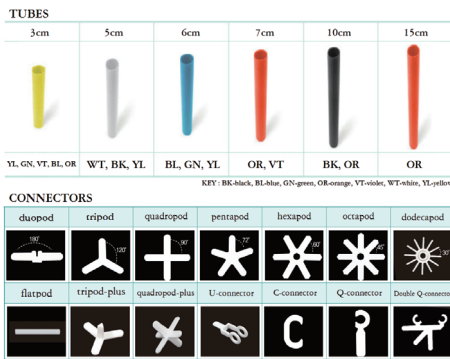


Fig. 1. 4DFrame Tubes and Connectors

4D프레임은 수학, 과학의 원리와 형태의 유기적 발달의 기본원리를 응용 발전시킬 수 있도록 만들어진 기본 단위(unit)의 교구이다[35]. 튜브형태의 연결봉과 이들을 다양한 각도로 연결할 수 있도록 설계된 연결발을 이용하여 점, 선, 면, 입체를 다양하게 구현할 수 있다 [35](Fig. 1 참조). 이러한 교구의 특성으로 4D프레임 교구는 주로 국내외의 초·중등수학교육에서 공간과 도형 등의 기하의 학습을 위한 활동에 활용되고 있으며 그 효과가 인정되고 있다[36][37][38][39][40][41][42][43]. 또한 유아를 대상으로 한 연구[44]에서도 유아의 공간지각 능력에 효과가 있는 것으로 나타났다. 한편, 예비교사들의 기하학의 수학적 지식 습득과 기하학적 문제해결력 신장에도 효과가 있었다[45]. 그러나 4D프레임교구는 유아들에게 기하의 영역뿐만 아니라 충분히 수연산, 측정, 통계, 대수 교구로서의 가능성을 가지고 있다. 직접 손으로 유아가 원하는 모양을 만들 수 있어서, 유아의 발달 특성상 실물과 구체물을 통한 놀이와 수학교육의 전 영역에 적합한 실물교구로 볼 수 있기 때문이다[1].

이상과 같이 4D프레임 관련 선행연구들을 살펴본 결과, 구체물을 구현하는 4D프레임 교구의 특성상 수학적 활용에 있어서 학령기 아동들에게 공간과 도형을 다루는 기하영역에 적용되어 그 효과성을 살펴본 연구가 대부분이었다. 따라서 미취학 아동인 유아를 대상으로 기하를 포함한 수, 측정, 대수, 통계 등의 영역에 대한 수학활동의 가능성과 효과성에 대해 살펴볼 필요가 있다. 따라서 본 연구는 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동을 구안하고 그 효과성을 수학적 능력과 태도의 범주에서 살펴보고자 하며, 이를 위한 연구문제는 다음과 같다.

연구문제 1 : 포디프레임(4D-Frame)을 활용한 유아수학활동이 유아의 수학적 능력에 영향을

미치는가?

연구문제 2 : 포디프레임(4D-Frame)을 활용한 유아수학활동이 유아의 수학적 태도에 영향을 미치는가?

2. 연구방법

2.1 연구대상

연구의 대상은 서울시에 소재한 Y사립유치원 2학급, K사립유치원 1학급, 그리고 E공립단설유치원 1학급에 재원 중인 만 5세 유아 56명이었다. 실험집단은 활동 이후의 교구경험의 차이를 반영하기 위하여 Y유치원 만 5세 유아 2개 학급을 실험집단 I(n=14), 실험집단 II(n=14)로 각각 배정하였다. 비교집단은 각각 다른 방법으로 수학활동을 실시하는 K유치원과 E유치원에서 1개 학급씩을 비교집단 III(n=14)과 비교집단 IV(n=14)로 배정하였다. 세 곳의 유치원들은 사회경제적 배경요인이 유사하며 교육과정 운영에 큰 차이가 없었다. 연구대상의 일반적인 배경은 Table 1에 제시한 바와 같다.

Table 1. The characteristics of research participants

	group(N)	monthly age	gender	
			M	F
Experimental Group	I (14)	74.14	9	5
	II (14)	72.21	10	4
Comparison Group	III (14)	71.93	5	9
	IV (14)	74.00	7	7
		73.07	31	25
			56	

2.2 연구도구

유아의 수학적 능력을 검사하기 위하여 Madden, Gardner, 그리고 Collins가 개발한 Stanford Early School Achievement Test[46]의 하위 영역 중에서 수학적 성취 검사 도구를 사용하였다[16]. 이 척도의 하위요인은 수와 연산, 규칙성과 함수, 공간과 기하, 측정, 자료 분석과 통계의 총 5영역으로 구성되어 있으며 연습 1문항, 검사 35문항으로 이루어져 있다. 검사자가 유아에게 작은 교구 및 그림을 제시하여 맞으면 1점, 틀리면 0점으로 기록하며 점수범위는 0-35점으로 총점의 점수가 높을수록 유아의 수학적 능력이 높다는 것을 의미한다. 본 연구에서 한 유아당 검사 소요시간은 약 20분이 소요

되었다.

다음으로 유아의 수학적 태도를 검사하기 위하여 Ward가 개발[15]하고 박덕승[47]이 수정 보완한 유아 수학 태도 검사를 사용하였다. 이 도구의 하위요인은 흥미 3문항, 유능감 6문항, 끈기 2문항이며 전체 11문항 4점 척도로 점수의 범위는 11-44점이며 총점의 점수가 높을수록 유아의 수학적 태도가 높다는 것을 의미한다.

본 연구에서 산출한 수학적 능력 검사도구와 수학적 태도 검사도구의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 Table 2와 같다.

Table 2. Reliability of the Mathematical Ability and Attitude

Component	Pretest	Posttest
Mathematical Ability	.662	.650
Mathematical Attitude	.715	.827
Total	.618	.815

2.3 연구절차

이 연구는 4D프레임 교구를 활용한 실험집단 I, II와 4D프레임 교구를 활용하지 않은 비교집단 III, IV의 실험 전과 후의 유아의 수학적 능력과 태도를 측정하는 ‘사전-사후 검사 설계’를 실시하였다.

2.3.1 예비연구

연구에서 사용될 검사도구와 실험처치의 적절성을 높이기 위하여 2017년 7월 24일~28일, A유치원의 만 5세 유아 5명을 대상으로 예비검사 및 실험처치를 위한 모의 수업을 실시하였다. 예비연구 결과 검사도구와 실험처치를 위한 활동이 모두 적절한 것으로 판단되었다.

2.3.2 검사자 훈련

사전, 사후검사를 실시할 검사자 4명에 대해 본 연구의 목적, 내용, 검사도구에 대한 설명을 실시한 후에 2회에 걸쳐서 검사 실시훈련을 한 후에 예비검사를 통한 검사자 간의 내적 일치도를 확인해본 결과, 수학능력평가는 .90, 수학적 태도검사는 .93으로 양호한 것으로 나타났다.

2.3.3 사전/사후검사

4D프레임을 활용한 유아수학활동이 유아의 수학적

능력과 수학적 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 검사자 4인이 검사 실시 요강에 따라 실험집단 I, II와 비교집단 III, IV를 대상으로 사전, 사후검사를 실시하였다. 사전검사는 2017년 8월 17일~8월 24일, 사후검사는 2017년 11월 6일~11월 13일까지 유아와 검사자가 1:1로 진행하였다. 유아 1인당, 수학적 능력검사 15분, 수학적 태도검사 5분으로 총 20분의 시간이 소요되었다. 수학적 능력 총점($F=.633, p>.05$)과 수학적 태도 총점($F=.570, p>.05$)에서 실험집단(I, II)과 비교집단(III, IV)의 동질성 검증 시 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 실험집단과 비교집단이 동일집단이라고 가정하는 것에 있어 오차를 최소화하고 집단 간의 차이를 검증하기 위해 공변량의 효과를 살펴본 결과, 수학적 능력의 사전점수($F=42.44, p<.001$), 수학적 태도의 사전점수($F=64.76, p<.001$)의 공변량의 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구는 사전검사점수의 영향을 보정한 상태로 사후의 값이 실험집단과 비교집단에서 어떤 차이를 보이는지에 공분산분석(ANCOVA)을 통해 분석하였다. 두 집단의 사전검사결과는 table 6에 제시되어 있다.

2.3.4 실험처치

실험집단 I, II와 비교집단 III, IV에 대한 실험처치는 2017년 9월 4일부터 11월 3일까지 8주 동안 주 2회~3회씩 총 20차시에 각 차시별로 40분에 걸쳐서 진행하였다. 실험집단 I은 4D프레임 교구를 활용한 함께 배우기 활동(Learning Together)을 하고 난 후에 자유선택활동 영역에 4D프레임 교구를 배치하였고, 실험집단 II는 4D프레임 교구를 활용한 함께 배우기 활동(Learning Together)을 한 후에 짝을 이루는 작은 교구를 가정으로 보내어 혼자 해보기(Learning Alone)활동으로 연계하였다. 비교집단 III은 9월 달은 생활주제인 ‘우리나라-프로젝트 축제’, 그리고 10월 달은 ‘가을-민들레 계절학교’를 통한 누리과정에 기초한 통합적 접근의 교육과 수학 관련 사실 교육프로그램인 ‘수학과학 통합 프로그램’을 운영하였다. 비교집단 IV는 우리나라(9월), 세계 여러 나라(10월), 음식(11월) 등의 생활주제에 따라 누리과정에 근거한 수학활동을 실시하였다. 실험집단 I, II에 20회에 걸쳐서 실시한 4D프레임을 활용한 유아 수학활동의 활동명과 수학영역의 관련 개념은 Table 3에 제시한 바와 같다.

구체적인 4D프레임을 활용한 유아수학활동의 구성은

Table 3. Mathematical Activities using 4D-Frame : Teaching and Learning Activities, Mathematical concepts

Session	Teaching and Learning Activities	Mathematical Concepts
1	Chugging 4D-frame train	Number and Operations - Counting - Rational Counting
2	Subitizing Tripod-hexapod	Number and Operations - Number relation - Subitizing
3	Groups of Numbers	Number and Operations - Number relation - Relations between 5 and 10
4	The complementary numbers	Number and Operations - Number relation - Decimal System
5	Addition & Subtraction	Number and Operations - Counting - Addition, Subtraction Strategy
6	Number Estimation by Reference	Number and Operations - Number relation - Estimation
7	Triangles, Squares	Geometry - Space Geometry - Shape, Shape Recognition
8	Making Pyramid	Geometry - Space Geometry - Pyramid
9	Regular Hexahedron(Cube)	Geometry - Space Geometry - Regular Hexahedron
10	Configuring Solid Figures	Geometry - Space Geometry - Solid Figure
11	Find Directions	Geometry - Space Geometry - Direction and Position
12	Geodesic dome	Geometry - Space Geometry - Geodesic dome
13	Finding the same length	Measurement - Comparison - Visual comparison, Direct/indirect Comparison
14	Length Comparison	Measurement - Comparison - Visual comparison, Direct/indirect Comparison
15	How tall are you?	Measurement - Measurement - Measuring Lengths in Non-standard units
16	How big is a classroom?	Measurement - Measurement - Measuring in Multiple Ways
17	4D-frame N-pods Patterns	Algebra - Patterns - Sequential Patterns / Inserting Patterns
18	Sorting 4D-frame Pods	Data Analysis and Probability - Data collection and organization
19	Tic-Tac-Toe Game	Data Analysis and Probability - Basic data analysis - Presenting Results
20	Sadaritagi(Ghost Leg Game)	Data Analysis and Probability - Basic data analysis - Data Analysis

누리과정과 NCTM 유아수학교육 내용체계에 근거하여 유아수학의 5개영역 및 비율을 선정하여 40차시의 수업을 고안하였고 유아교육 전공교수 1인, 현직 유치원 원장 1인, 교사 2인에 의해 내용타당도 검사를 받은 후에 최종 20차시의 수업으로 구성하였다.

유아 수학의 하위영역에 따른 수업의 구성비율은 NCTM의 유아수학교육의 내용에 대한 표준(content standards)에서 제시하는 5개 수학영역에 대한 수업 적용 비율을 제시한 것을 참고하여 구성하였다.[12]. 누리과정의 영역과 비교한 수업구성 비는 table 4에서 제시하는 바와 같다.

4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동은 매 차시마다 수학적 개념과 활동에 대해 4D프레임 교구를 사용하여 교사주도 설명(ST: strongly teacher centered) - 교사주도의 시연(T: teacher centered) - 유아와 교사의 협력(N: neutrality) - 유아주도의 또래 간 협력 활동(C: child centered) - 유아주도의 평가 활동(SC: strongly child centered)의 방법으로 진행되며 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동 예시는 table 5에 제시한 바와 같다.


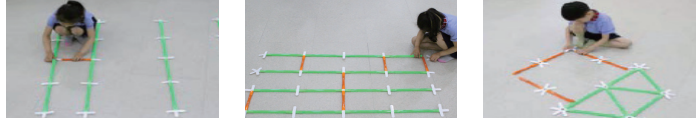
Table 4. Mathematics contents and composition ratio of Mathematical Activities using 4D-Frame

Nuri-Curriculum	NCTM	Lesson N(%)
Basic concepts of numbers and operations	Number and Operations	6(30%)
Understanding Regularity	Algebra	1(5%)
Basics of space and geometry	Geometry	6(30%)
Basic measurement	Measurement	4(20%)
Collecting basic data and presenting results	Data Analysis and Probability	3(15%)
5 Domains	5 Domains	20(100%)

2.4 자료수집 및 분석

4D프레임을 활용한 유아수학활동이 유아의 수학적 능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전·사후검사에서 수집된 연구 자료를 SPSS 21.0프로그램을 이용하여 통계분석을 하였다. 실험집단과 비교집단의 수학적 능력과 수학적 태도검사 점수의 차이를 알아보기 위하여 사전검사를 공변량으로 하고 사후검사를 종속변인으로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다.

Table 5. Instructional Design Example of Mathematical Activities using 4D-Frame

Session	Domain	Activity
02	Number & Operation	Subitizing Tripod, Quadropod, Pentapod, and Hexapod
Curricular Elements	[Nuri-Curriculum] Nature inquiry - Mathematical exploration - The Basics of Numbers and Operations [Mathematical Concepts] Number and Operations - Number relation - Subitizing	
Preparations	- 4D-Frame Connectors: [Tripod, Quadropod, Pentapod, and Hexapod×1]×1set, (G10×9, Y10×9) - [4D-Frame Connectors + Tube] How to Make 	
1. ST : 4D-Frame Connectors	Introductions:	- Shows the children Tripod, Quadropod, Pentapod, and Hexapod of the 4D-Frame connectors, and finds out the number expressed on each connectors. : Tripod = 3 / Quadropod = 4 / Pentapod = 5 / Hexapod = 6 - Talk about the numbers and shapes that are represented on each connectors. : Tripod = boomerang / Quadropod = cross / Pentapod = flower / Hexapod = snowflake, etc.
2. T : Subitizing 4D-Frame Connectors		- The infant tells the number of connectors the teacher shows (he / she is familiar with it several times). - Combine the connectors and look for the foot that the teacher calls. - Ask the children to tell the number of connecting tubes needed for the connectors, and the teacher shows the connecting tubes on the connectors. - The teacher shows the children the connectors regardless of the order and conducts the activity of Subitizing (seeing the connectors and saying the number of the connectors in numbers).
3. N : “Go ahead, back! and Bang! Bang! Bang!”	Learning Together:	- Give each child 1 connector, 1 tube randomly. - Singing and Expressions: "Lift your right foot! and left foot! Go ahead, and back! and Bang! Bang! Bang! (Rock, Paper, Scissors)" : As soon as the song is over, Rock-Paper-Scissors with someone next to and the defeated person gives a connectors to the opponent. - [Bank setting] The connectors and the tubes in the tub, give a connectors or tubes to the winner(he/she can choose one of the necessary things, from the bank), the defeated child rests once(he/she can't sing and dance next time) - The game ends when someone complete all the tubes on one connector.
4. C : Free Configuring- using the 4D-Frame connectors and tubes		- Floor decoration with 4D frame connector and tube : Allow the children to freely attach the connectors and tubes, to freely lay on the floor or carpet.  [Extension Activity] - It is possible to consider the connectors as a single point and expand it to 'the number of points' - Connect with friends Put several connectors on the floor separately and say how many connectors are all in numbers. - Mix the connectors and try to guess whether there are some Tripod, Quadropod, Pentapod, and Hexapod.
5. SC : Expansion(Learning Alone)	Evaluation and Individual	- Remove the tubes from the connectors, while counting the number backwards. - Talk about what was interesting in today's activity and what was difficult. [Course review] - Ex group 1. At the time of Free Play, choose this activity by oneself in the mathematics domain. - Ex group 2. Try this activity again with a small 4D-frame at Home.

3. 연구결과

3.1 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 만 5세 유아의 수학적 능력에 미치는 영향

4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 만5세 유아의 수학적 능력에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험집

단 I, II와 비교집단 III, IV의 사전·사후검사 결과는 Table 6과 같다. Table 6에서 제시하는바와 같이 사후검사 점수에서 유아의 수학적 능력 총점이 실험집단 I($M=26.00, SD=2.91$), 실험집단 II($M=25.36, SD=3.77$), 비교집단 III($M=21.43, SD=2.79$), 비교집단 IV($M=21.36, SD=4.52$) 순으로 나타났고, 실험집단 I, II가 비교집단

Table 6. Mean, Standard Deviation, Adjusted Mean and Standard Error according to sub-factors of Mathematical Ability

sub-factors	Group (N)		Pretest	Posttest	Adjusted Mean
			M (SD)	M (SD)	M (SE)
Number & Operations	Experimental Group	I (14)	9.93(2.46)	11.29(1.59)	10.84(.46)
		II (14)	8.43(3.06)	10.36(2.27)	10.45(.45)
	Comparison Group	III (14)	7.71(2.33)	8.50(1.45)	8.86(.46)
		IV (14)	8.71(2.64)	9.29(2.23)	9.28(.45)
Geometry	Experimental Group	I (14)	2.36(1.08)	3.00(.78)	3.05(.23)
		II (14)	2.64(1.22)	3.14(.86)	3.08(.23)
	Comparison Group	III (14)	2.50(.760)	2.43(1.09)	2.42(.22)
		IV (14)	2.43(1.02)	2.07(.92)	2.09(.22)
Algebra	Experimental Group	I (14)	3.07(1.38)	3.86(.86)	3.84(.28)
		II (14)	3.00(1.41)	3.50(1.02)	3.49(.28)
	Comparison Group	III (14)	2.79(1.42)	3.07(1.21)	3.11(.28)
		IV (14)	3.00(1.11)	2.79(1.19)	2.78(.28)
Measurement	Experimental Group	I (14)	3.71(.91)	4.00(.78)	3.98(.22)
		II (14)	3.86(1.03)	4.07(.83)	4.02(.22)
	Comparison Group	III (14)	3.29(1.20)	3.71(.91)	3.78(.22)
		IV (14)	3.64(.93)	3.36(.84)	3.35(.22)
Data Analysis and Probability	Experimental Group	I (14)	2.71(1.20)	3.21(.89)	3.22(.27)
		II (14)	2.79(.89)	3.50(1.09)	3.51(.27)
	Comparison Group	III (14)	3.07(1.00)	3.14(.95)	3.14(.27)
		IV (14)	3.00(.88)	3.21(1.05)	3.21(.27)
Total	Experimental Group	I (14)	22.50(4.36)	26.00(2.91)	25.42(.72)
		II (14)	21.50(5.50)	25.36(3.77)	25.32(.71)
	Comparison Group	III (14)	20.21(3.40)	21.43(2.79)	22.09(.72)
		IV (14)	21.50(4.09)	21.36(4.52)	21.32(.71)

III, IV보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 집단 간의 점수의 차이가 통계적으로 유의미한 것인지 알아보기 위하여 사전점수 점수를 공변인으로 하고 사후점수점수를 종속변인으로 하는 공변량 분석을 실시하였다. table 7에서 제시하는 바와 같이 수학적 능력 총점($F=42.44, p<.001$)의 사후점수가 사전점수의 영향을 받는 것으로 나타났고, 사전점수를 공변인으로 하여 효과성을 검증한 결과는, 실험집단 I, II와 비교집단 III, IV의 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=8.91, p<.001$). 이러한 결과는 4D프레임을 활용한 유아수학활동이 일반적인 통합교육 또는 수과학 통합프로그램에 비해서 유아의 수학적 능력 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석될 수 있다.

4D프레임을 활용한 유아수학활동이 만 5세 유아의 수학적 능력 하위요인에 미치는 영향을 살펴보면, 유아의 수학적 능력의 하위 영역들 중에서 수와 연산의 교정 평균이 실험집단 I($M=10.84, SE=.46$), II($M=10.45, SE=.45$)가 비교집단 III($M=8.86, SE=.46$), IV($M=9.28, SE=.45$)보다 높은 것으로 나타났고, table 7에 따르면 수·연산 영역($F=16.76, p<.001$)의 사후점수가 사전점

수의 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 사전점수를 공변인으로 하여 효과성을 검증한 결과, 실험집단 I, II와 비교집단 III, IV의 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=4.13, p<.01$). 또한 기하영역의 교정평균에서도 실험집단 I($M=3.05, SE=.23$), 실험집단 II($M=3.08, SE=.23$)가 비교집단 III($M=2.42, SE=.22$), 비교집단 IV($M=2.09, SE=.22$)보다 높은 것으로 나타났고, table 7에 따르면 기하영역($F=11.63, p<.01$)의 사후점수가 사전점수의 영향을 받는 것으로 나타났고, 사전점수를 공변인으로 하여 효과성을 검증한 결과, 실험집단 I, II와 비교집단 III, IV의 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=4.69, p<.01$). 그 외의 대수, 측정, 통계의 영역에서는 실험집단 I, II와 비교집단 III, IV의 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 4D프레임을 활용한 유아수학활동이 유아의 수학적 능력 전체와 하위영역의 수·연산과 기하영역에서 유아의 수학적 능력 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

Table 7. ANCOVA analysis of Mathematical ability among groups

source		SS	df	MS	F
Number & Operation	pretest	47.60	1	47.60	16.76***
	group	35.18	3	11.73	4.13**
	error	144.83	51	2.84	
	total	254.86	55		
Geometry	pretest	8.19	1	8.19	11.63**
	group	9.89	3	3.30	4.69**
	error	35.89	51	.70	
	total	54.55	55		
Algebra	pretest	4.02	1	4.02	3.63
	group	8.84	3	2.95	2.66
	error	56.48	51	1.11	
	total	69.84	55		
Measurement	pretest	2.24	1	2.24	3.29
	group	3.94	3	1.31	1.93
	error	34.76	51	.68	
	total	41.43	55		
Data analysis	pretest	.094	1	.094	.093
	group	1.10	3	.366	.360
	error	51.84	51	1.02	
	total	52.98	55		
mathematical ability	pretest	300.62	1	300.62	42.44***
	group	189.36	3	63.12	8.91***
	error	361.23	51	7.08	
	total	921.93	55		

** $p < .01$, *** $p < .001$

3.2 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 만 5세 유아의 수학적 태도에 미치는 영향

유아의 수학적 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 집단 간 검사 점수는 Table 8과 같다. Table 8에서 제시하는 바와 같이 유아의 수학적 태도의 사후검사의 총점은 실험집단 I($M=35.29$, $SD=6.29$), 실험집단 II($M=34.07$, $SD=4.78$), 비교집단 III($M=28.29$, $SD=6.59$), 비교집단 IV($M=27.93$, $SD=7.24$)의 순으로 나타났다. 조정된 사후 검사를 살펴보면, 실험집단 I($M=36.37$, $SE=1.58$), II($M=34.65$, $SE=1.63$)가 비교집단 III($M=29.59$, $SE=1.64$), IV($M=28.73$, $SE=1.67$)보다 높게 나타났다. 수학적 태도의 하위영역인 흥미, 유능감, 끈기에서도 각각 실험집단이 비교집단보다 점수향상이 높게 나타났고 교정평균도 높았다. 유능감은 실험집단 II($M=19.26$, $SE=.98$), 실험집단 I($M=18.37$, $SE=.98$), 비교집단 IV($M=15.42$, $SE=.98$), 비교집단 III($M=14.75$, $SE=1.02$) 순으로 나타났다.

이러한 집단 간의 점수 차이가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 사전검사를 공변인으로 하여 공변량 분석한 결과는 Table 9에 제시하였다.

Table 8. Mean, Standard Deviation, Adjusted Mean and Standard Error according to Mathematical Attitude

sub-factors	Group (N)	Pretest	Posttest	Adjusted Mean
		M (SD)	M (SD)	M (SE)
Interest	Exp.	I (14) 8.36(2.62)	10.36(1.82)	10.37(.51)
		II (14) 8.79(2.01)	9.29(1.94)	9.16(.51)
	Comp.	III (14) 8.86(2.60)	7.93(2.23)	7.78(.51)
		IV (14) 7.57(2.77)	7.36(2.17)	7.62(.52)
Competence	Exp.	I (14) 15.43(4.40)	18.21(4.14)	18.37(.98)
		II (14) 15.64(3.88)	19.14(2.28)	19.26(.98)
	Comp.	III (14) 18.79(3.70)	15.14(3.42)	14.75(1.02)
		IV (14) 15.57(3.63)	15.29(4.41)	15.42(.98)
Perseverance	Exp.	I (14) 6.29(1.54)	6.86(1.10)	6.86(.40)
		II (14) 7.00(1.11)	6.36(1.45)	6.20(.41)
	Comp.	III (14) 6.36(1.82)	5.50(1.61)	5.49(.40)
		IV (14) 5.57(2.06)	5.50(1.87)	5.67(.41)
Math Attitude	Exp.	I (14) 30.07(6.59)	35.29(6.29)	36.37(1.58)
		II (14) 28.35(5.12)	34.07(4.78)	34.65(1.63)
	Comp.	III (14) 27.93(7.28)	28.29(6.59)	29.59(1.64)
		IV (14) 27.14(5.27)	27.93(7.24)	28.73(1.67)

Table 9. ANCOVA analysis of Mathematical ability among groups

source		SS	df	MS	F
Interest	pretest	32.319	1	32.319	8.87**
	group	69.970	3	23.323	6.40**
	error	185.895	51	3.645	
	total	294.982	55		
Competence	pretest	21.407	1	21.407	1.62
	group	192.948	3	64.316	4.87**
	error	673.236	51	13.201	
	total	868.839	55		
Perseverance	pretest	7.517	1	7.517	3.35
	group	15.865	3	5.288	2.36
	error	114.412	51	2.243	
	total	140.839	55		
Math attitude	pretest	1151.05	1	1151.05	64.76***
	group	384.067	3	128.02	7.20**
	error	906.52	51	17.78	
	total	2673.36	55		

** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 9에 따르면, 4D프레임 교구를 활용한 유아수학 활동에 참여한 만 5세 실험집단 I, II의 수학적 태도 사후 점수가 비교집단 III, IV에 비해서 통계적으로 유의한 수준으로 높게 나타났다($F=7.20, p<.001$). 이는 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 만 5세 유아의 수학적 태도의 향상에 효과적인 것으로 해석할 수 있다. 또한 수학적 태도의 하위 영역들 중에서는 흥미($F=6.40, p<.01$), 유능감($F=4.87, p<.01$)에 대한 집단의 주효과가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났고 끈기($F=2.36, p>.05$)는 유의미한 차이가 없었다. 따라서 4D프레임을 활용한 유아 수학활동은 유아의 수학적 태도의 하위영역에서 흥미와 유능감에 긍정적 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

4. 논의 및 결론

4.1 논의

본 연구는 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 만 5세 유아의 수학적 능력 및 수학적 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행되었다. 연구에서 나타난 결과에 따라 논의하면 다음과 같다.

첫째, 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 만 5세 유아의 수학적 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 공변량 분석을 통해 조정된 평균값을 구한 결과, 유아의 수학적 능력 전체 점수 및 하위영역의

‘수·연산’과 ‘기하’의 두 요인에서 실험집단군의 평균값은 향상된 것으로 나타났다. 비교집단 III은 ‘수학과과학 통합 프로그램’을 비교집단 IV는 생활주제에 따라 누리 과정에 근거한 수학활동을 실시한 것에 반해 실험집단의 교구기반 수학활동과 의도적 교수 활동의 적용이 수학적 능력에 효과가 있었다. 특히 교구의 기본 사용을 제외한 모든 활동의 주도권이 유아에게 있는 것은 유아 스스로 수학적 개념과 원리를 발견하고 탐구하는 것에 있다는 점에서 그 효과성을 찾을 수 있다[49]. 본 연구의 결과는 선행연구[44]에서, 4D프레임을 활용한 유아 공간과 도형 활동을 적용한 실험 집단이 유아의 눈-협응 능력, 공간적 추리, 형태바탕 지각, 시각적 기억 및 회상, 공간 내의 위치 지각 등에서 비교집단 유아들 보다 더 우수한 점수를 획득한 것으로 나타난 것과 부분적으로 일치한다. 최근의 학령기 아동 및 영재 아동을 대상으로 4D프레임 활동을 수행한 관련 선행연구들[36][37][38][39][40][41][42][43]도 본 연구의 결과와 기하영역에 대한 효과에 있어서 일치하고 있다. 4D프레임을 활용한 유아수학활동이 유아의 수와 연산능력에 미치는 효과에 관한 선행연구가 없으나 유아기 수연산 능력의 발달에 대해 교구, 자연물 등을 활용한 활동이 효과가 있다는 선행 연구의 결과와 일치한다[48]. 또한 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동 프로그램이 유아의 수·연산 능력점수를 향상시키는 것에 효과가 있는 것으로 나타난 본 연구의 결과는 4D프레임 교구를 활용한 수학 활동이 기하 영역 외에도 수학적 능력의 발달을 확인한 것에서 의미가 있다. 특히 유아기 수학활동에 있어서 우리나라의 누리과정이 NCTM[49]의 제안에 근거하여 제정된 유아 수학의 하위 5개 영역을 다루고 있어서[19], 본 연구의 결과는 이 하위 영역들이 균형지게 현장에서 다루어져야 하는 것을 충족할 수학활동 접근법의 가능성을 보여주었다. NCTM은 유아기부터 초등학교 2학년까지는 수학의 하위영역들에서 수·연산 영역과 기하 영역을 가장 큰 비중으로 다룰 것을 제안하고 있다[50]. 본 연구의 결과는 수학의 영역별 활동의 균형과 비중을 가지고 유·초연계를 위한 수학프로그램을 유아로부터 초등학교 2학년까지를 하나의 묶음(band)으로 수행하는 것에 대한 접근법과 가능성을 시사하고 있다.

둘째, 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동은 만 5세 유아의 수학적 태도에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 유아의 수학적 태도는 유아가 수학에 대해 흥

미를 느끼고 유능감을 가지고 있으며 수학과 관련한 활동을 지속하고자 하는 자세를 말한다[15][18][51]. 선행 연구들이 4D프레임 교구와 유아의 수학적 태도를 직접적으로 다루지 않았으므로 먼저 유아의 수학적 태도에 효과성을 입증하고 있는 활동과 프로그램에 대한 선행연구들을 살펴보면, 수학적 요소와 직접 관련된 활동들을 통한 접근[20][52], 수학동화 및 그림책을 활용한 문학 활동 중심 접근[53], 다른 흥미 영역과 수학활동의 통합 접근[54][55], 체험활동 접근[56][31] 등의 범주에서 유아의 수학적 태도에 향상이 나타난 것으로 보고하고 있다. 이상의 선행연구들은 유아의 흥미 중심, 체험 및 구체물을 조작하는 직접 참여 경험, 제 영역의 통합 등을 통해 유아의 수학적 활동을 구성하고 제시하고 있으며 이러한 활동들과 프로그램의 결과로 유아의 수학적 태도가 향상되었다고 해석할 수 있다. 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동은 구체물과 직접 체험 방식의 수업특성, 유아에게 주도권이 점차 위임되는 유아 중심의 수학 활동, 문제해결을 위한 개방형 교구의 조작 및 스스로 수학적 개념과 원리를 발견하고 탐구하는 경험 등으로 이상에서 제시한 선행연구들의 접근법들을 지지하고 있다. 4D프레임 교구를 활용한 수학활동은 유아에게 수학적 활동을 제시하는 것에 있어서 교사에 의해 의도적이고 구조화된 활동의 틀을 통해 수학적 교구활동을 제시하는 것으로 수학활동을 시작하였고 궁극적으로는 점차 유아에게 권한이 위임이 되며, 주체가 된 유아는 능동적으로 수학적 과제와 호기심을 해결하는 경험을 갖도록 하였다. 태도의 속성이 사전 경험을 통해 유발하며 동시에 자신에게 유리한 결과를 예측할 때 활성화 되는 것[18]에 있으므로 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동은 의도적 교수로 시작하여 완전한 유아 중심의 활동의 경험을 통해서 유아의 수학적 유능성, 흥미와 끈기 등의 속성을 가진 유아의 수학적 태도를 발달시키는 것에 기여했다고 해석할 수 있다.

4.2 결론 및 제언

이 연구는 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동이 유아의 수학적 능력과 유아의 수학 태도 증진에 미치는 효과를 확인하기 위해 수행되었다. 연구 결과, 4D프레임 교구를 활용한 유아수학활동은 유아의 수학적 능력 전체 점수와 수·연산 및 기하영역의 점수 그리고 수학적 태도에서 향상이 있었다. 4D프레임 교구를 활용한 유아수

학활동은 8주의 비교적 짧은 기간임에도 불구하고, 전통적인 교육과정 기반의 수학활동과 수학·과학통합 활동에 비해서 유아의 수학적 능력과 수학적 태도의 증진에 효과적임을 알 수 있었다. 4D프레임을 활용한 학령기 아동[36][37][38][41] 및 영재아동[39] 대상의 수학활동 선행연구들이 주로 공간과 도형, 기하 영역에 국한하여 수학활동을 구성한 것은 학령기 아동의 발달특성상 현장 교실에서 교구를 사용하는 수업이 기하영역에 적합하기 때문이다. 이러한 선행연구들을 기반으로 유아기에도 공간과 도형의 학습을 위한 4D프레임 교구의 활용 연구[44]가 수행된 것이다. 유아기는 교구의 시대라고 불릴 만큼 전체 학교 급 단위에서 가장 많은 교구를 활용하여 학습하는 환경이다. 따라서 기하영역 이외의 수학영역들에서도 구체물을 활용한 체계적 수학활동이 보다 더 유아의 발달에 적합하다[57][58]. 이러한 측면에서 본 연구는 수학적 능력의 하위 영역들 중에서 기하, 수연산 영역의 효과성을 검증하였다는 점에서 의의가 있다.

이 연구의 결과를 바탕으로 한 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 연구 대상의 연령이 5세였으므로 만 3세와 4세를 포함한 4D프레임 교구를 활용한 수학활동을 구안하고 적용하여 수학적 태도와 능력의 변화에 대해 보다 폭넓고 심도 있는 연구가 수행되어야 할 필요가 있다.

둘째, 이 연구에서 수학적 능력의 하위 영역인 수·연산, 기하 영역을 제외한 측정, 대수, 통계의 영역들은 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 이는 수·연산(30%)과 기하(30%)에 비해 대수, 통계, 측정 영역의 수업이 상대적으로 적은 수업차시로 구성된 결과로 해석할 수 있다. 추후 연구를 통해 대수, 통계, 측정영역의 시수를 동시에 충분히 늘려서 이에 대한 효과성을 검증하는 연구가 수행되어야 할 것이다.

셋째, 수학교육의 유·초 연계를 위하여, 내용은 수·연산, 기하, 대수, 측정, 통계의 수학의 5개 영역을 모두 다루며, 대상은 유아기, 초등학교 1, 2학년으로 하는 후속 연구가 이루어져야 한다. 이를 통해 유아교육기관의 교사들에게 유치원에서 초등학교로 전이하는 단계의 수학교육을 위한 체계적인 유아수학교육의 기초자료를 제공할 수 있을 것이다.

References

- [1] H. K. Hong, "Mathematics Education for Young Children," pp. 11-18. Kyonggi, Korea : Knowledge Community, 2015.
- [2] D. H. Clements, "Mathematics in the preschool," *Teaching children mathematics*, vol. 7, no. 5, pp. 270-275, 2001.
- [3] G. J. Duncan, C. J. Dowsett, A. Claessens, K. Magnuson, A. C. Huston, P. Klebanov, ..., H. Sexton, "School readiness and later achievement," *Developmental psychology*, vol. 43, no. 6, pp. 1428 - 1446, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- [4] Ministry of Education, "3-5 years old Nuri Curriculum Manual," 2013.
- [5] H. J. Kim, "The Development of a Mathematics Activities-based Diagnostic Test Tool for Children's Mathematical Ability," unpublished doctorate thesis, Korea National University of Education, 2006.
- [6] J. E. Kim, S. O. Hong, "A study on the status, problems and improvement of kindergarten mathematics education," *Early Childhood Education & Care* vol. 9, no. 1, pp. 177-211, 2014
DOI: <https://doi.org/10.16978/ecec.2014.9.1.008>
- [7] National Research Council, "Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity," In Committee on Early Childhood mathematics, C. T. Cross, T. A. Woods, & H. Scheingruber, (Eds.), Center for Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington DC: National Academies Press, 2009.
- [8] H. P. Ginsburg, C. L. Lin, D. Ness, K. H. Seo, "Young American and Chinese children's everyday mathematical activity," *Mathematical thinking and learning*, vol. 5, no. 4, pp. 235-258, 2003.
DOI: https://doi.org/10.1207/S15327833MTL0504_01
- [9] H. P. Ginsburg, "Mathematical play and playful mathematics: A guide for early education," *Play= Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth*, 145-165, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195304381.003.0008>
- [10] H. K. Hong, "The Future Directions and Challenges in Early Childhood Mathematics Education," *Early Childhood Education Research & Review*, vol. 14, no. 4, 29-51, 2010.
- [11] J. H. Lee, J. H. Lee, "Analysis on the Content of Early Childhood Mathematics Education in Korea according to Content Standards of NCTM," *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, vol. 9 no. 3, pp. 351-369, 2004.
- [12] D. H. Clements, "Major themes and recommendations," In D. H. Clements & J. Sarama (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics instruction*, pp. 7-72. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2004.
- [13] H. K. Hong, J. W. Lee, & C. H. Chung, "The Development of a Mathematical Ability Test for Young Children," *Korean Journal of Early Childhood Education*, vol. 26, no. 5, pp. 377-400, 2006.
- [14] S. H. Kim, "Development of mathematical games as an assessment tool for mathematical knowledge, mathematical process skill, and mathematical attitude in early childhood education," unpublished doctorate thesis, Duksung Women's University, 2004.
- [15] C. S. D. Ward, "Developmental Versus Academic Mathematics Education: Effects on Problem Solving Performance and Attitudes toward Mathematics in Kindergarten Children," George Peabody College for Teachers of Vanderbilt University, 1993.
- [16] S. H. Jun, "The Effects of Young Children's Mathematical Activities Based on Social Constructivism on their Mathematics Achievements, Mathematical Process Skills and Mathematical Attitudes," unpublished doctorate thesis, Daegu University, 2010.
- [17] J. W. Kim, Y. J. Kim, "The Effects of An Early Childhood Mathematics Program Using Picture Books: Based on Nuri-Curriculum for 5-year-old Children," *Journal of Children 's Literature and Education*, vol. 15, no. 1, pp. 51-75, 2014.
- [18] A. L. White, J. Way, B. Perry, & B. Southwell, "Mathematical Attitudes, Beliefs and Achievement in Primary Pre-Service Mathematics Teacher Education," *Mathematics Teacher Education and Development*, vol. 7, pp. 33-52, 2005.
- [19] S. Y. Kim, S. Y. Kim, " Structural relationships of variables affecting young children's mathematical abilities," *Korean Journal of Early Childhood Education*, vol. 32, no. 6, pp. 287-308, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.18023/kjece.2012.32.6.013>
- [20] M. K. Kim, K. M. Chung, "A Meta Analysis of Effects of Mathematic Activity and Program Studies for Young Children," *Early Childhood Education Research & Review*, vol. 17, no. 2, pp. 71-89, 2013.
- [21] S. Y. Kim, H. J. Choi, "The Effects of Mathematical Reasoning activities on Kindergartener's Solving Ability of Mathematical Problem and Mathematical Attitude," *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, vol. 16, no. 5, pp. 221-247, 2011.
- [22] B. H. Mun, H. K. Hong, "The development and effect of an early childhood mathematics education program using mathematical representation," *Korean Journal of Early Childhood Education*, vol. 33, no. 3, pp. 227-251, 2013.
- [23] M. F. Kim, S. R. Kim, "The Effect of Reading Activity using Mathematic-related Fairy Tales based on Mathematizing on Young Children's Mathematical Ability and Mathematical Attitude," *Journal of Children 's Literature and Education*, vol. 15, no. 1 , pp. 97-119, 2014.
- [24] J. S. Choi, K. H. Kwak, Y. S. Kim, "The effect of a probability activity of sample space by using math picture books on the probabilistic thinking, mathematical disposition, and mathematical ability of four-year-old children," *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, vol. 21, no. 2, pp. 235-61, 2016.
- [25] H. K. Hong, "The effects of repeated math storybook reading activities on young children's mathematizing,

- attitude toward mathematics, and mathematics ability," Korean Journal of Early Childhood Education, vol. 31, no. 3, pp. 5-30, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.18023/kjece.2011.31.3.001>
- [26] S. Y. Kim, C. K. Shin, "Effects of Math and Art Activities Integration on Young Children's Understanding of Geometrical Concepts and Mathematical Attitude," The Journal of Education(Kookmin University), vol. 32, pp. 1-22, 2013.
- [27] M. A. Son, E. S. Kim, "The Effect of the Movement Activities Including Mathematical Concepts on Young Children's Mathematical Ability and Mathematical Attitude," The Journal of Transformation of Early Childhood Education, vol. 4, no. 2, pp. 89-113, 2010.
- [28] Y. H. Oh, S. K. Woo, Y. J. Yang, Y. J. Park, M. A. Jung, "The Effects of Self-Directed and Integrated Science Activity on Young Children's Mathematical Attitude, Problem-Solving Ability, and Scientific Attitude," Early Childhood Education Research & Review, vol. 13, no. 3, pp. 291-311, 2009
- [29] S. M. Lee, "The Effects of Integrated Activity with Music and Mathematics on Mathematical Problem Solving Competence, Mathematical Attitude and Musical Interest," Early Childhood Education Research & Review, vol. 15, no. 4, pp. 117-39, 2011.
- [30] E. H. Lee, "The Effects of a Nature-friendly Mathematics Education Program based on the Mathematical-center on Mathematical Concept, Mathematical Attitude and Nature-friendly Attitude of Young Children," Early Childhood Education Research & Review, vol. 16, no. 6, pp. 321-346, 2012.
- [31] E. H. Lee, S. H. Kim, "The effects of Mathematical Program based on Forest Experience Activities on Young Children's Mathematical attitude," Journal of Early Childhood Education & Educare Welfare, vol. 19, no. 2, pp. 6-29, 2015.
- [32] M. Y. Cho, H. K. Hong, "The Effect of Integrated Math Activities With Outdoor Plays on Children's Mathematical and Athletic Abilities," Korean Education Inquiry, vol. 29, no. 1, pp. 83-107, 2011.
- [33] H. J. Park, "The Implications of Froebel's and Montessori's Educational Materials in the Early Childhood Mathematics Education," unpublished master thesis Korea National University of Education, 2008.
- [34] The Korean Society of Mathematical Education, "Creativity Mathematics Classroom with 4D-Frame," E-Communications of Mathematical Education, vol. 13, February, p. 811, 2002.
- [35] H. G. Park, "The Third Soil, 4DFrame," Seoul, Korea: 4D Math & Science Creativity Institute. 2006.
- [36] E. Y. Kim, "The Effects of using the 4D frame for the development of spatial sense of the elementary school students," Master Thesis, Seoul University of Education, 2009.
- [37] H. S. Kim, "Scientific Qualifications Reflected in the Exploration of Space Geometry Utilizing 4D Frame," Journal of the Korean School Mathematics, vol. 13, no. 4, pp. 595-618, 2010.
- [38] M. G. Park, S. S. Choi-Koh, I. C. Jung, E. Y. Kim, "The Effects of Using the Geometric Manipulative for the Development of Spatial Sense," Journal of the Korean School Mathematics, vol. 13, no. 2, pp. 303-322, 2010.
- [39] J. Y. Lee, J. H. Choi, "The Effects of 4D -Frame Teaching upon Mathematically Gifted Elementary Students' Mathematical Creativity and Spatial Sensew," Education of Primary School Mathematics, vol. 16, no. 1, pp. 1-20, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.7468/jksmec.2013.16.1.001>
- [40] I. C. Jung, S. S. Choi-Ko, M. G. Park, "Development of Instructional Materials and Test Items for Students' Spatial Ability," Journal of the Korean School Mathematics, vol. 12, no. 1, pp. 71-97, 2009.
- [41] H. T. Hwang, S. Y. Choe, J. G. Lee, H. T. Lee, "Mathematical cultural activities using Islamic design and 4DFrame - Geometrical wall composition," In Proceedings of the Korea Society of Mathematical Education Conference. Korean Society of Mathematical Education, vol. 44, pp. 189-202, 2010.
- [42] T. Callen, M. Back, "4DFrame: A Useful Tool for Modern Education," Korea Science & Art Forum, vol. 19, pp. 7-12, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.17548/ksaf.2015.03.19.7>
- [43] A. H. Manninen, D. Ostlund, "4DFrame - a new pedagogical material! A practical study," Sweden Sodertorn University, 2010.
- [44] M. K. Kim, "The effects of math activities using 4DFrame on young children's spatial abilities.", Mater Thesis, Seoul National University of Education, 2012.
- [45] A. Ericson, P. Dinnétz, M. Back, "Simultaneous Tactile and Visual Inputs Help Kindergarten and Primary School Pre-Service Teacher Students to Acquire Knowledge in Geometry," Twentieth International learning Conference on Learning, Rhodes, Greece. 11-13th, July, 2013.
- [46] R. Madden, E. F Gardner, C. S. Collins., "Stanford early school achievement test," Psychological Corporation, 1982.
- [47] D. S. Park, "The effects of mathematical activities based on poetry on young children's mathematical abilities and attitudes toward mathematics," unpublished doctorate thesis, Konkuk University, 2003.
- [48] J. E. Kim, "The Effects of the variation and application of Montessori mathematics utilizing natural materials on young children's mathematical skills, mathematics attitude, creativity: Focused on the materials of mathematics, sensorial and cosmic," unpublished doctoral thesis Catholic University of Daegu, 2014.
- [49] NCTM. "Principles and standards for school mathematics," Reston, VA: NCTM, 2000.
- [50] D. H. Clements, C. Copple, M. Hyson, "Early childhood mathematics: Promoting good beginnings," A joint position statement of the National Association for the Education of Young Children (NAEYC) and the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2002.
- [51] J. H. Han, "Pre-service and in-service early childhood teachers' attitudes about mathematics," Korean Journal of Early Childhood Education, vol. 31, no. 2, pp. 5-28, 2003.
- [52] B. H. Mun, K. M. Koh, H. E. Jeong, "A study on the

effects of mathematical representation activity on young children's creativity and mathematics attitude," The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education, vol. 20, no. 2, pp. 199-217, 2015.

- [53] J. R. Oh, Y. S. Kim, K. H. Kwak, "The effect of dramatic play using math story-telling on young children's mathematical attitude and linguistic expression," The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education, vol. 22, no. 1, pp. 145-66, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.20437/koaece22-1-06>
- [54] M. S. Choi, J. Y. Ahn, Y. J. Yim, "The effect of the block play with theme explorations on young children's spatial perspective-taking ability and mathematical attitude," The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education, vol. 17, no. 2, pp. 257-78, 2012.
- [55] J. W. Choi, J. S. Jun, "The Effects of Computer Assisted Instruction with Software Program on Young Children's Mathematical Approach Attitude and Ability," Journal of Future Early Childhood Education, vol. 15, no. 1, pp. 411-33, 2008.
- [56] G. D. Lee, "The Effect of Nature Experience Activity Program on Young Children's Mathematical Concepts and Attitudes toward Mathematics," The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education, vol. 14, no. 1, pp. 369-393, 2009.
- [57] K. N. Koh, E. S. Oh, "A survey study on teacher's perceptions of educational status of number and operations for young children," Early Childhood Education & Care, vol. 9, no. 1, pp. 65-95, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.16978/ecec.2014.9.1.004>
- [58] K. S. Kim, "The Search for the Daycare Teacher's Perception, Execution, and Desire about Mathematical Activities," Journal of Parent Education vol. 9, no. 3, pp. 237-58, 2017.

박 영 숙(Young-Suk Park)

[정회원]



- 2005년 8월 : 한성대학교 교육대학원 유아교육전공(교육학석사)
- 2012년 2월 : 덕성여자대학교 대학원 유아교육학과(교육학박사수료)
- 2016년 5월 : Cohen University & Theological Seminary 유아교육전공(교육학박사)
- 1986년 3월 ~ 2018년 2월 : 유치원 교사, 원감, 원장
- 2015년 8월 ~ 현재 : 한성대학교 교육대학원 유아교육과 주임교수

<관심분야>

유아수·과학, 교육심리, 장학론, 유아영양, 몬테소리교육

조 광 현(Kwang-Hyun Cho)

[정회원]



- 2001년 2월 : 중앙대학교 교육대학원 유아교육(교육학석사)
- 2010년 2월 : 세종대학교 대학원 교육학과(교육학석사 수료)
- 2018년 8월 : 강원대학교 대학원 유아교육과(박사수료)
- 2016년 12월 ~ 현재 : 융합과학문 화재단 선임연구원

<관심분야>

유아교육, 교수학습방법, 프로그램 개발과 평가

양 효 숙(Hyo-Sook Yang)

[정회원]



- 2003년 4월 ~ 현재 : (주)포디랜드 대표
- 2013년 2월 ~ 현재 : (재)융합과학 문화재단 상임이사
- 2013년 1월 ~ 현재 : 한국수학교구제협회 부회장
- 2014년 4월 ~ 현재 : (사)한국과학관협회 특별회원

<관심분야>

교육프로그램 연구 및 국제교류, STEAM, 특수교육, 교원연수