

제7차 수학과 교육과정의 공간감각활동을 위한 교구 개발 및 그 효과

이 동 규 (서천장항초등학교)

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

초등학교 기하학습은 학생들을 둘러싸고 있는 환경과의 관계를 탐구하고, 발견하고, 조작적인 자료들을 많이 사용하는 비형식적 기하를 특징으로 한다. 학생들은 자신들을 둘러싸고 있는 환경과 또 그 속에 존재하고 있는 각종 사물들과 자연스럽게 상호작용하면서 공간에 대한 직관적인 사고, 즉 공간에 대한 감각을 경험하게 된다(전평국,1998). National Council of Teachers of Mathematics(1998)에서도 기하와 공간감각은, 수학교육의 기본적인 구성요소로서, 물리적 환경의 추상화를 통해 해석하고 반영하는 방법을 제공하고, 수학과 과학에서 다른 영역을 공부하기 위한 도구로 사용될 수 있고, 구조와 대칭성을 볼 수 있게 도우며, 모든 수학에서 창의적 사고를 지원한다고 주장하고 있다.

우리나라에서는 이러한 공간감각 지도의 필요성을 인식하여 수학과 제7차 교육과정의 도형영역에서 '공간감각 기르기'의 소영역을 신설하였다. 초등학교 수학과 교육과정에 새롭게 도입된 공간감각 영역은, 동적인 기하를 지도하고, 공간감각과 같은 기본적인 능력의 배양에 좀 더 초점을 두려는 의지가 반영된 것으로 볼 수 있다. 이는 이제까지 초등학교 수학의 도형 관련 내용에서 기본 골격을 이루던 Euclid의 정적인 기하를 보완하는 의미를 가진다. Euclid의 정적인 기하를 초등화한 현재의 지도 내용은, 중등수학에서 이루어질 논증 학습의 기초가 된다는 점에서 그 자체로 큰 의미를 가지고 있다. 그러나 초등학교에서는 생활에 직접적으로 소용이 되는 내용을 지도할 필요가 있다는 점에서 볼 때, 가구의 제조나 발명, 가구의 배치, 교통표지판 해석, 건축설계, 전자제품의 회로도 등과 관련된

수 있는, 동적인 기하, 또는 공간감각을 지도하는 것이 바람직하다는 것이다.

그러나 교과서에 제시된 활동 자체로는 공간감각을 배양하는데 어려움이 많다. 예를 들면 도형의 이동과 관련된 학습활동에서 '옮기기', '뒤집기', '돌리기'용어 학습에 치중하여 공간감각을 지도하는데 어려움이 있다. 도형을 사용하여 자유롭게 활동할 수 있고, 상상을 먼저 해보고 실습할 수 있는 자료들이 필요하다. 그리고 학교현장에서 공간감각을 기르기 위한 활동자료로 대부분 색종이를 사용하고 있는데, 색종이는 잘라내는 것이 번거롭고, 배열을 하는 조작활동이 불편하며, 일단 풀을 붙이면 다시 떼어서 또 다른 도형으로의 응용 및 변환이 어렵다. 이에 본 연구자는 학교현장에서 공간감각 형성을 위해 필요한 자료가 무엇인지 교육과정을 분석해 보고, 공간감각과 수학과 교구에 대한 이론적 배경을 토대로 제7차 교육과정에서 공간감각영역에 대한 교구를 개발하여 적용해 보고자 한다.

2. 연구문제

7차 초등학교 수학과 공간감각과 관련된 학습에서 활용할 수 있는 교구 개발 및 적용을 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

가. 공간감각학습에 효과적인 자료는 어떻게 개발해야 하는가?

나. 개발된 자료는 공간감각학습에 어떤 효과가 있는가?

3. 연구방법

교구개발을 위해서 먼저 7차 수학과 교육과정의 공간감각영역의 내용을 분석하였고, 선행연구의 고찰을 통해서 공간감각활동과 교구의 요건등을 살펴보았다. 이를 바탕으로 자료개발의 방향을 설정하였다.

* JDM 분류: U62
* MSC2000 분류: 97U60

개발된 자료의 투입을 위해서 자료활용방법을 고안했고 이를 바탕으로 자료를 투입하여 그 효과를 살펴 보았다.

II. 이론적 배경

1. 공간감각

어린 학생들의 행동은 근본적으로 공간적인데, 그 이유는 그것이 언어 이전의 행동으로 아동들의 환경에 있어서 초기 경험들이 대부분 공간적이기 때문이다. 학생들은 처음에 언어의 도움 없이 주어진 세상과 조우하게 되어 탐구하게 된다. 학생들은 그들이 사는 공간에서의 조작물과 물체들을 다루는 활동으로부터 자연스럽게 공간적인 과제를 조율시키며, 심리적으로 그리고 수학적으로 도움을 받게 된다.

아이들이 활동하고 숨을 쉬고 움직이는 공간을 이해하는 것이 기하이며, 아이들은 공간 속에서 더 잘 생활하고 숨쉬고 활동하기 위해서, 공간을 탐구하고 이해해야만 한다. Del Grande(1987)는 공간으로부터 자극을 해석하고 인식하며, 선행 경험과 자극을 연결하여 자극을 해석하는 능력을 공간지각력이라고 하며, 아동들이 성장하면서 그들의 환경에서 접하는 경험을 통하여 획득한다고 한다. 이 능력은 아동들이 읽고 쓰는 것, 산술과 기하, 색칠하기, 스포츠 활동, 지도 그리기, 악보 보기 등과 같은 능력을 신장시키는데 필수적인 능력이라고 주장하면서 일상생활에서 받아들이는 정보의 85%가 시각을 통하여 이루어진다고 하였다.

McGee(1979)는 공간적 능력을 크게 공간 시각화와 공간 방향화로 구분하고 있다. 공간 시각화는 그림 상으로 제시된 대상물을 마음속으로 조작하거나, 회전하거나, 방향을 바꾸는 능력으로 주어진 물체를 심상에 의하여 회전시키거나 재배열 혹은 조합시키는 능력을 말한다. 공간 방향화는 공간적 패턴 안에 있는 요소의 배열을 이해하고, 제시된 공간 형상의 방향을 변화시켜도 혼란되지 않는 능력을 말한다. 공간 시각화는 제시된 시각적인 형상에서 부분들 사이의 관계를 인식하는 능력과 여러 부분들을 마음속으로 조작하는 능력이므로 공간 시각화 기능이 우수한 학생은 언어로 표현된 것을 마음속으로 그릴 수 있고, 그런 상을 다른 시

점으로도 볼 수 있다. 따라서 공간 시각화는 수학적인 의사소통과 수학적 언어와 관련된다. 의사소통의 기회는 학생들에게 정신적, 사실적, 언어적 발달을 가져다준다.

공간 감각은 종종 공간지각 혹은 공간 시각화로 공간 능력이라고도 하며, 머리 속으로 회전시키거나 접거나 물체를 시각적으로 제시하도록 조작하는 몇몇 방법을 통해 움직임 혹은 공간적인 배치를 상상할 수 있는 것과 같은 공간적인 능력이라 특징지을 수 있다(NCTM, 1995). 따라서, 학생들은 자신의 눈을 통해서 사물의 패턴, 모양 위치, 움직임을 관찰하고, 학생들의 사고는 소리, 촉감, 냄새, 신체 위치, 과거의 경험을 통해 얻은 정보를 종합적으로 인식하게 된다.

결국, 공간 감각은 공간 지각력 또는 공간 시각화를 포함하고 있으며 부분적으로는 환경과 사물에 대해 갖게 되는 직관(intuition)이라고 할 수 있다. 공간감각은 초등학교 학생들에게 있어 일상생활에서의 이미지를 형성하고 이를 조작하는 능력이므로 도형뿐만 아니라 문제해결에 긍정적인 영향을 미친다 할 수 있다.

2. 공간지각

공간 지각 능력이란 눈을 통해 물체의 패턴, 모양, 위치, 움직임 등을 파악하는 것으로, 공간적 지각 능력, 다른 관련 감각기관의 협응, 과거 경험의 반영 등이 포함되며(Del Grande, 1990), 이를 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1) 눈과 운동 협응

눈과 운동 협응은 신체의 움직임과 시각의 협응 능력을 포함하는 것으로 기하학적 아이디어나 개념을 이해하는 데 필요하다. 따라서 눈과 운동 협응은 시각과 몸의 조정능력으로 볼 수 있다. 이러한 눈과 운동 협응 활동의 예로는 점 이어 형태 만들기, 형태를 따라 그리기, 형태 안에 색칠하기, 미로 찾기 등이 있다.

2) 형태 바탕 지각

형태 바탕 지각이란 어떤 상황 속에서 특수한 형태를 식별하는 시각적 행위나 교차된, 숨은 형태가 사용된 복잡한 배경에 대한 그림의 인지에 있어서 변화를 전개하는 시각적 행위를 말한다. 이 능력은 때때로 배경 그림 속에서 전경을 식별하는 것으로 묘사되어진다.

이러한 활동의 예로는 숨은 그림 찾기, 부분 이어 형태 만들기, 조각 이어 형태 만들기(탱그램), 패턴블록 활동, 부분 그림 완성하기 등이 있다.

3) 지각 지속성

지각 지속, 형태 지속성은 공간 내에 크기, 그림자, 질감 위치 등 다양하게 나타난 어떤 기하학적 그림의 인지 활동이거나 같은 기하 그림으로부터 그들 사이의 차이를 식별하는 행위이다. 이처럼 지각 지속성은 공간에서의 위치, 크기, 질감, 그림자의 변화에도 불구하고 기하 형태의 유사성과 동일을 변별 인식하는 것으로, 같은 형태이지만 다른 크기의 같은 그림을 식별하기, 크기에 따라 물체 분류하기, 같은 크기 형태를 갖는 그림 식별하기 등이 있다.

4) 공간 내에서의 위치 지각

공간 내에서 위치 지각은 공간 속의 물체와 자기와의 관계를 인지하는 능력이다. 즉 공간 내에 있는 자기는 주어진 영역 안에 있고 그들은 물체를 앞, 뒤, 위, 아래 또 그들 옆에 있다고 인지한다. 공간 내에서의 위치 지각은 공간 내에서 물체와 자신과의 관계를 의미하며 앞, 뒤, 위, 아래 등의 관계를 포함하며 문자나 숫자의 형태 구별, 위치에 의한 패턴활동이 있다.

5) 시각적 변별

시각적 변별력은 두 세 물체 사이의 동질성, 차이점을 식별하는 능력이다. 시각적 변별력은 사물과의 차이를 변별하는 능력으로 위치와는 독립적이며 물체 찾기, 여러 가지 분류 활동, 같은 것 짝짓기 등이 있다.

6) 시각적 기억

시각적 기억은 짧은 시간에 물체를 보고 정확하게 물체를 회상하는 능력으로, 보이는 것이나 보이지 않는 것이나 물질의 특징을 다른 것과의 관계로 정확하게 회상하는 능력이다. 특히 시각 기억 능력이 뛰어난 사람을 사진적 기억을 가지고 있다고 말한다. 시각적 기억 능력은 시각에서 벗어난 경우에도 정확하게 물체를 회상할 수 있는 능력을 의미하며, 그림에 있는 물체 기억하기, 교사가 제시한 기하판을 보고 자신의 기하판에 만들기 등이 있다.

위의 이론에 비추어 볼 때, 공간감각 기능이 효율적으로 신장되기 위해서는, 학습 자료 제작 시 눈과 운동의 협응, 형태와 바탕 지각, 지각 지속성, 공간내의 위치 지각, 공간 관계지각, 시각적 변별력, 시각적 기억

등의 능력을 골고루 기르기에 적합한 내용으로 구성하여야 할 것이다.

3. 수학교육에서의 교구

가. 교구의 필요성

1) 수학교육의 목표 달성면

제 7차 수학과 교육과정에서 추구하는 수학교육의 총괄목표는 '수학의 기본적인 지식과 기능을 습득하고, 수학적으로 사고하는 능력을 길러, 실생활의 여러 가지 문제를 합리적으로 해결하는 능력과 태도를 기른다.'이며, 그 하위 목표로 '여러 가지 생활 현상을 수학적으로 고찰하는 경험을 통하여 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙과 이들 사이의 관계를 이해할 수 있다'고 밝히고 있다. 총괄목표에서 말하는 '지식과 기능을 습득'하는 것과 하위목표에서 말하는 '여러 가지 생활 현상을 수학적으로 고찰하는 경험'은 대상인 동시에 수단으로서의 교구를 생각할 수 있다.

2) 교수·학습의 이론면

1990년대 이래 우리나라 수학 교수·학습의 방법적인 측면에서의 변화를 이끌고 있는 교육 사조가 구성주의적 관점에서의 교수·학습이다. 구성주의의 기본 가정은 '새로운 지식은 감각적 작용이나 의사소통을 통하여 외부로부터 수동적으로 얻어지는 것이 아닌 학습자 개개인의 능동적인 활동에 의해 터득되는 것'(남승인, 1998)으로, 학습의 주체로서 학생의 역할을 지원하고 참여를 유도하기 위해 교구의 지원이 필요하다. 또 최근 수학교육에서 관심을 보이고 있는 현실주의 수학교육이론에서도 구체에서 추상으로 전이되는 수학적 과정에서 구체물(교구)의 사용을 강력히 권고하고 있다.

3) 학생의 사고수준 측면

16세기 교육학자인 코메니우스를 비롯하여 18세기의 교육자인 페스탈로찌와 이후 여러 교육학자들에 의해 수학교육에서의 교구의 필요성은 지지되어 왔다. 또한 수학교육의 현대화 운동의 주장자의 한 사람인 Moore(1852-1902)는 12세 이전의 학생들은 추상적인 방법을 사용하여 수학을 이해시킬 수 없으므로 구체물 조작을 통하여 수학의 발생과정을 경험하도록 할 것을 강력히 주장하고 있다. 또한 발생적 인식론자로 자처

하는 피아제도 수학적 추상화는 물리적 환경의 기반이 필수적이므로 초등학교에서 수학학습은 시각과 청각에 의존하기보다 구체물을 대상으로 오관의 작용을 통한 조작을 강조하고 있다. 그 밖에 여러 연구(Fennema, 1973; Thompson, 1994. Baroody & Coslick, 1998)에 의하면 전조작 조작기 또는 구체적 조작기로 분류되는 유치원생에서 6학년 수준에서는 새로운 개념이나 원리·법칙의 이해하고 이를 기호화하는 과정에서 교구를 이용하는 것이 효과적이라고 밝히고 있다.

4) 교수활동의 효율성 측면

1950년대 말 미국의 새수학(New Math)운동의 영향으로 1960-1970년대 수학교구 개발에 참여하였던 많은 교사들은 효과적이면서도 효율적인 새로운 지도방법을 찾기 위한 노력의 산물로 교구를 이용하는 것이 효과적임을 발견하였다. 실제 수업에서 그들은 교수 도구로서의 조작놀이의 효과를 이해하고 그것이 가장 효과적인 방법이라는 확신을 가졌다(Spikell,1993). 교구는 학습 과정에서 교사의 개입을 최소화하는 대신 학생의 활동을 최대화할 수 있다. 그리고 교사의 지시나 통제에 의한 수동적인 학습이 아닌 학생이 스스로 탐구활동에 참여하게 자신의 사고과정을 반영해 봄으로써 학습의 자율성과 능동성을 지원할 수 있다.

나. 교구의 요건

교수·학습의 효율성과 효과성을 증진시키기 위해 학습 주제에 가장 적절한 교구를 선택하는 일은 실생활에서 어떤 일을 수행하기 위한 도구를 선택하거나 환자의 치료를 위해 치료약을 선택하는 일과 마찬가지로 매우 신중한 고려를 해야 할 것이다. 수학교육에 있어서의 교구는 단순한 보조 도구는 아니라 구체와 추상을 연결시켜주는 중요한 매체라고 할 수 있으나 교구의 잘못된 선택과 사용은 오히려 학생의 사고나 개념 형성을 방해하거나 혼란스럽게 할 수도 있다. 교구를 제작·선택할 때 고려할 사항을 몇 가지만 정리하면 다음과 같다.

- 학습에 대한 흥미나 동기를 부여할 수 있어야 한다.
- 수학적 개념을 자연스럽게 표상·상징할 수 있어야 한다.
- 학습 내용과 자연스럽게 연결시킬 수 있어야 한다.
- 가능하다면 다양하게 활용될 수 있어야 한다.

- 학생 수준을 고려해야 하며, 학생 스스로 조작이 가능해야 한다.
- 조작과정에서 가급적 다양한 감각기능을 사용할 수 있어야 한다.

III. 공간감각 활동자료 개발

이 장에서는 공간감각학습을 위한 교구를 개발하기 위하여 공간감각에 관한 제7차 교육과정을 분석한 후 개발 방향을 설정하고 이를 바탕으로 공간감각 형성에 도움을 줄 수 있는 자료를 다양하게 개발하였다.

1. 제7차 교육과정의 공간감각 영역에 관한 분석 및 학습 요소 추출

공간감각 형성에 도움을 줄 수 있는 자료를 제작하기 위하여 제7차 교육과정 수학과 내용을 분석 하였다.

가. 제7차 교육과정의 공간감각 영역에 관한 분석

제7차 수학과 교육과정에서 도형 영역의 학년 목표는 다음과 같다.

<표 1> 도형영역 학년 목표

교과목표	학년목표
가. 여러 가지 생활 현상을 수학적으로 고찰하는 경험을 통하여 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙과 이들 사이의 관계를 이해할 수 있다.	2-가 단계 · 선분, 직선, 삼각형, 사각형, 원을 이해하고, 그 모양을 그리거나 만들 수 있으며, 기본적인 평면 도형의 구성 요소를 알고, 서로 비교할 수 있다.
나. 수학적 지식과 기능을 활용하여 생활 주변에서 일어나는 여러 가지 문제를 수학적으로 관찰, 분석, 조직, 사고하여 해결할 수 있다.	구체물이나 그림의 옮기기, 뒤집기, 돌리기 등의 활동을 통하여 그 변화를 관찰할 수 있도록 하여 기초적인 공간 감각을 익히도록 한다.
다. 수학에 대한 흥미와 관심을 지속적으로 가지고, 수학적 지식과 기능을 활용하여 여러 가지 문제를 탐구적으로 해결하는 태도를 기른다.	2-나 단계 · 쌓기나무로 만들어진 입체도형을 보고 똑같이 만들 수 있으며, 주어진 쌓기나무로 여러 가지 입체 도형을 만들며, 쌓기나무로 만들어진 간단한 입체도형에서 쌓기나무의 개수 알아보기를 통해 공간 감각을 기르도록 한다.

수학과 7차 교육과정(1998)의 도형 영역에 새롭게 신설된 공간감각에 관한 내용은 1단계부터 6단계까지

매 단계마다 제시되어 있으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

<표 2> 7차 교육과정에 제시된 공간감각 내용

단계	주 제	목 표
1-나	집판에서 평면도형 만들기	집판에서 여러 가지 삼각형, 사각형을 만들 수 있다. 집판에서 제시된 도형을 보고 그대로 만들 수 있다.
2-가	구체물이나 그림 옮기기, 뒤집기, 돌리기	구체물이나 그림의 옮기기, 뒤집기, 돌리기 등의 활동을 통하여 그 변화를 관찰할 수 있다.
3-가	도형이나 무늬 옮기기, 뒤집기, 돌리기	모눈종이에 그려진 간단한 평면도형이나 무늬 옮기기, 뒤집기, 돌리기 활동을 통하여 그 변화를 관찰할 수 있다.
3-나	거울에 비치는 상 관찰하기	거울을 사용하여 거울에 비치는 상을 다양하게 만들어 사용할 수 있다.
4-나	주어진 도형으로 여러 가지 모양 만들기	주어진 도형으로 여러 가지 모양을 만들 수 있다.
5-가	여러 가지 모양으로 주어진 도형 덮기	여러 가지 모양으로 주어진 도형을 덮을 수 있다.
6-가	주어진 모양을 쌓기 나무로 만들기	주어진 모양을 보고 쌓기나무로 만들 수 있다.

제 7차 교육과정에서는 공간 감각을 익히는 한 과정으로써 구체물이나 도형의 움직임을 강조한 학습이 처음으로 도입되었다. 도형의 이동이란 물건 또는 도형이 다른 운동에 의하여 한 위치에서 다른 위치로 움직이는 것을 뜻하며, 이동에는 평행이동(옮기기), 대칭이동(뒤집기), 회전이동(돌리기) 등이 있다. 도형의 이동에서 중점적으로 지도할 내용은, 움직임을 있고 난 후에 아동들이 모양의 변화와 위치의 변화를 깨닫게 하는 것이다. 이는 공간을 탐구하는 데 기본이 되며, 낮은 연령에서 수학적 개념을 개발시키는 출발점이 될 수 있다. 미국 수학 교사 협의회(NCTM, 1989)에서도 기하와 공간 감각을 강조한 활동으로서 도형의 움직임, 도형의 변화, 사물을 스케치하는 활동, 사물을 기억하는 능력 등을 강조하고 있다.

7차 교육과정에 신설된 초등학교의 '공간감각 기르기' 해당 교육 내용 가운데 도형의 이동과 관련된 내용을 살펴보면, 2-가 단계의 3단원 '도형과 도형 움직이기'에서는 구체물이나 반구체물의 옮기기, 뒤집기, 돌리기를 취급하고 있으며, 3-가 단계의 5단원 '도형 움직이기'에서는 모눈종이에 그려진 간단한 평면도형이나 무늬를 투명 종이를 이용하여 옮겨 보고, 그림의

이동을 이해한 후 그림 옮기기, 뒤집기, 돌리기 활동을 하고, 주어진 그림의 움직임을 보고 어떤 방법으로 움직였는지 그 방법을 찾아 설명하게 된다. 이러한 활동으로 도형의 이동에 관한 기본적인 개념을 이해하여 도형을 이용한 다양한 배열에서 규칙을 찾는 공간 감각을 기르는 데 도움이 되게 한다. 이와 같은 학습을 바탕으로 5-가 단계 2단원 '무늬 만들기'에서는 한두 가지 무늬를 옮기기, 뒤집기, 돌리기의 방법을 이용하여 규칙적인 새로운 무늬를 만드는 활동과 다음에 올 것은 무엇인지 어떤 규칙을 가지고 늘어놓았는지 알아 보며 여러 가지 모양 조각으로 주어진 도형을 덮게 하는 활동을 제시하고 있다.

2-가 단계의 3단원 '도형과 도형 움직이기'와 3-가 단계의 5단원 '도형 움직이기'의 활동 목표는 다음과 같이 기술되어 있다.

<표 3> 활동목표

2-가 단계의 3단원	3-가 단계의 5단원
① 구체물을 옮길 때 달라지는 것과 달라지지 않는 것을 구분할 수 있다.	① 그림을 여러 방향으로 옮기는 방법을 알고, 주어진 그림을 위, 아래, 옆으로 옮기기를 할 수 있다.
② 양면이 다른 구체물이나 그림을 뒤집기 하여 달라지는 모양에 대해 말할 수 있다.	② 그림을 여러 방향으로 뒤집는 방법을 알고, 주어진 그림을 위, 아래, 옆으로 뒤집기를 할 수 있다.
③ 구체물을 돌릴 때 돌리는 정도에 따라 모양이 달라짐을 안다.	③ 그림을 여러 방향으로 돌리는 방법을 알고, 주어진 그림을 정해진 방법으로 정해진 크기만큼 돌리기를 할 수 있다.
	④ 옮기기, 뒤집기, 돌리기를 한 그림을 보고, 움직인 방법을 찾아 설명할 수 있다.

분석결과 공간 감각을 신장시키기 위한 구체적 조작 자료의 요건은 다음과 같았다. 첫째, 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙과 이들 사이의 관계를 이해하는데 용이하게 활용될 수 있어야 한다. 둘째, 학습자에게 흥미와 관심을 끌 수 있어야 한다. 셋째, 학습 내용과 목표에 적합한 자료이어야 한다.

따라서 이 연구에서는 이와 같은 요건을 갖춘 구체적 조작 자료를 제작하는 것이 공간감각 기르기에 적절할 것으로 보았다.

나. 공간감각 관련 학습 요소 추출

2-가와 2-나의 도형 영역 단원을 중심으로 공간 감각 관련 학습 요소를 추출한 결과는 다음과 같다.

<표 4> 2-가 3. 도형 움직이기 단원 공간감각 관련 학습 요소

차시	주제	공간 감각 관련 학습 요소	자료
1	선분과 직선	* 두 점을 이은 끝은 선을 선분 * 선분을 끝개 늘인 선이 직선이라는 것을 알게 하기 * 기호를 붙여 나타내기	색종이 고무밴드 자 점종이
2	사각형	* 사각형의 뜻 알기 * 주변에서 사각형 모양 찾아 그리기 * 사각형 꼭지점, 변 알고 개수 구하기	여러 가지 네모 모양 구체물
3	삼각형	* 삼각형의 뜻 알기 * 주변에서 삼각형 모양 찾아 그리기 * 삼각형 꼭지점, 변 알고 개수 구하기	여러 가지 세모 모양 구체물
4	원	* 구체물에서 원을 찾아보기 * 구체물의 본을 떠서 원 그리기	동그라미 모양 구체물
5	여러 가지 모양 만들기	* 색종이에 사각형, 삼각형, 원 그리고 오려 붙여 여러 가지 모양 꾸미기 * 주어진 모양의 색종이를 오려 구체물 모양 꾸미기	색종이 가위 풀
6	모양 옮기기	* 구체물을 밀어서 옮기면서 움직이는 과정과 모양 변화에 대해 말하기	색종이, 투명종이, 학습지
7	모양 뒤집기	* 구체물을 뒤집어 보고, 뒤집기 전과 후의 모양 변화에 대해 말하기	돌리기, 뒤집기, 옮기기
8	모양 돌리기	* 구체물을 돌려보고, 돌리기 전과 후의 모양 변화에 대해 말하기	학습 구체물 자료
9	규칙 찾기	* 물체나 무늬 모양을 보고 어떤 규칙으로 이루어 졌는지 알아내고 말해보기 * 발전해 가는 배열의 규칙에서 다음에 올 것이 무엇인지 알게 하기	여러 가지 네모, 세모, 동그라미모양, 색종이, 가위, 풀
10	잘 공부했는지 알아보기	* 잘 공부했는지 알아보기 * 다시 알아보기 * 좀더 알아보기	돌리기, 뒤집기, 옮기기 구체물 학습 자료
11	재미있는 놀이 문제해결	* 색종이로 사각형, 삼각형, 원의 모양을 오려 내어 제시된 모양 만들기 * 사각형의 필요조건 알기 * 물체의 움직인 모습 설명하기	색종이 가위 풀
12	(심화) 도형의 움직임을 설명하기	* 밀어서 옮기기, 뒤집기, 돌리기 한 후의 모양을 설명하게 하며 도형의 공간 감각을 기르도록 하기	돌리기, 뒤집기, 옮기기 학습 구체물 자료

<표 5> 쌓기나무 단원 공간감각 관련 학습 요소

차시	주제	공간 감각 관련 학습 요소	자료
1	쌓은 모양을 보고 똑같이 쌓아보기	* 쌓기나무 6개 이하로 쌓은 모양을 보고 똑같이 쌓기 * 쌓기나무 6개 이하로 쌓은 모양을 보여 주고 가린 다음, 조금 전에 본 모양과 똑같이 쌓아보기	쌓기나무
2	쌓기나무로 여러 가지 모양 만들기	* 쌓기나무 3개로 여러 가지 모양을 만들어 보기 * 쌓기나무 4개로 여러 가지 모양을 만들어 보기 * 쌓기나무 5개로 여러 가지 모양을 만들어 보기 * 쌓기나무 6개로 여러 가지 모양을 만들어 보기	쌓기나무
3	잘 공부했는지 알아보기	* 잘 공부했는지 알아보기 * 다시 알아보기 * 좀더 알아보기	쌓기나무
4	재미있는 놀이 문제해결	* 4명이 한조가 되어 한 사람이 가림판 뒤에서 쌓기나무 6개 이하로 모양을 만든 후, 쌓은 모양을 설명하면 다른 사람들은 설명대로 쌓는 놀이를 하게 한다.	쌓기나무
5	(심화) 쌓은 모양을 보고 쌓기나무의 개수 알아보기	* 쌓기나무 6개 이하로 쌓은 모양을 보고 쌓기나무가 몇 개인지 알아보기 * 쌓기나무 6개 이하로 쌓은 모양을 보여 주고 가린 다음, 조금 전에 본 모양을 쌓기나무가 몇 개인지 알아보기	쌓기나무

2. 교구 개발의 기본 방향

가. 교구 개발의 주안점

1) 교육과정을 구현하는 다양한 수준과 내용의 교구 무엇보다도 교구 제작의 원칙을 교육과정의 학습 내용을 구현함에 초점을 두었다. 물론 그 수준에는 차별성을 둘 수 있지만 보여주기 위한 기본 교구를 많이 만든다거나 이것저것 장식적인 수준의 내용을 담고 있는 교구를 만들기보다는 학습자가 직접 수업 시간에 접한 내용에 대한 복습이나, 보충, 심화 또는 앞으로 배울 내용에 대한 선진 학습을 할 수 있는 교구를 만

들었다. 학습한 내용을 구체적인 조작 과정을 거쳐 더욱 가까이 하고 내면화하는 것이 교구 제작 시간도 절약되고 교구에서의 수준별 차별성을 두는 것이 경제적인 접근이라고 생각했다.

2) 단계형 수준별 교구

하나의 교구를 활용하면서 그 속에서 자신의 수준을 확인하고 차례차례 단계를 밟아 올라가면서 자연스럽게 자기주도적 학습이 이루어질 수 있는 단계형 교구를 제작하여 적용하였다. 학습의 초기 단계나 진행, 복습 단계에서 모두 유용하게 쓰일 수 있다. 처음에 아이디어를 내고 제작하기가 어렵기는 하나 한 번 제작하면 한 학기 동안 배울 학습 내용을 모두 포함할 수 있으며 지속적으로 사용가능하다. 단계형 교구는 7세트를 제작하였다.

3) 협력 학습이 가능한 교구

연구 과제를 실천하는 과정 속에서 개별화라는 개념을 수준별 학습과 접목시키고자 노력했다. 즉, 만들어진 교구에서 자신의 능력에 맞고 단계형 교구 속에서 자신의 능력에 적합한 활동을 한다면 그것이 개별화 교구라고 생각하게 되었다. 또한 흥미와 관심이 비슷한 또래 집단 속에서 관련 분야의 교구를 함께 조작해 보고 활동을 한다면 그것 또한 개별화의 개념에 적합한 것이다. 자기 주도적 학습의 개념에서도 강조했던 것과 같이 다른 사람과 함께 이루어지는 협력학습은 개별화나 자기 주도적 학습에서 큰 의미를 지니게 된다. 이에 혼자서도 할 수 있지만 함께 조작해 보고 활동 할 수 있는 교구를 제작, 적용하였다.

나. 교구 개발의 방향

- 미국이나 일본의 경우는 패턴블록이나 탱그램을 많이 활용하고 있는데, 이 두 자료는 규칙 찾기와 공간감각 기르기에 효과적인 자료이므로 두 자료를 바탕으로 한 자료를 개발하였다.

- 학교현장에서 많이 사용되고 있는 색종이와 같은 일회성 교구에서 벗어나 교구 사용의 불편함과 일회성의 한계를 극복할 수 있는 자료를 개발하였다.

- 학생들의 기하적인 관계성(방향, 방위, 그리고 공간에서의 사물의 투시, 도형과 사물들의 상대적인 모양의 크기)에 초점을 둔 자료를 개발하였다.

- 교과서에서 제시되고 있는 색종이, 나무, 아크릴 등의 재료보다는 모양과 색깔을 다양화 할 수 있는 우드락, 종이자석, 두꺼운 종이 등의 재료를 사용한 자료를 개발하였다.

- 낮은 단계에서 단위 도형을 만들어 보고 제시할 수 있으면서 나아가 아름다운 무늬를 꾸밀 수 있는 단계형 공간감각 형성 자료를 개발하였다.

- 구체에서 추상으로 가는 가교역할을 할 수 있는 자료로 적절한 단계에서 효율적으로 활용할 수 있는 자료를 개발하였다.

다. 개발 교구의 활용 방향

- 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙과 이들 사이의 관계를 이해하는 데 용이하게 사용될 수 있다.

- 학습자에게 흥미와 관심을 끌 수 있도록 동기 유발 자료로 활용할 수 있다.

- 학습 내용과 목표에 적합하고 학년 수준에 맞도록 교사가 재구성하여 활용 할 수 있다.

- 수준별 학습과 협동 학습에 활용이 가능하다.

- 구체적 조작기에 있는 학생들이 먼저 보고 만들어 보는 활동을 할 수 있는 조작활동 중심자료이다.

- 놀이 중심의 자료를 제작하여 친구와 놀이를 하면서 직관적으로 개념을 형성시킬 수 있다.

- 단계형 수준별로 조작이 가능하고, 같은 자료에서도 교사의 제시 방법에 따라 수준별 학습이 가능하다.

3. 교구 개발의 실제

공간감각 형성에 도움을 줄 수 있는 구체물 조작활동 자료 17종, 공간 감각 형성을 위한 탱그램 학습지 7종, 공간감각 형성을 위한 웹자료 1종을 개발하였다. 본 고에서는 그 중 대표적인 자료만을 소개하기로 한다.

가. 구체물 조작 자료

개발된 구체물 조작자료의 목록은 다음의 표와 같다.

<표 6> 공감각각 구체물 조작 활동 자료

번호	자료명	번호	자료명
1	도형분뜨기	10	도형 맞추기 판
2	여러 모양 만들기 판	11	탱그램
3	카드 빙고 놀이판	12	패턴블록
4	자석 놀이판	13	기하판
5	모양 뒤집기 공책	14	모양 움직이기 1
6	모양 옮기기 세트	15	모양 움직이기 2
7	뜯림 게임판	16	모양 맞추기 게임판
8	모양 관찰 거울	17	퍼즐 도형판
9	펜트미노		

이 중 모양관찰거울과 카드 빙고 놀이판에 대한 설명은 아래와 같다.

자료명	모양 관찰 거울	재료	거울, 아크릴
제작목적	○ 거울에 비추어진 상을 자세하고 효과적으로 관찰할 수 있어 공간에 대한 개념을 이해할 수 있다.		
적용단계	3-나(거울에 비친 모양 알기)		
적용수준	기본, 보충, 심화		
작품사진			
제작방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 빔판 위에 거울이 이동 가능하도록 레인 홈을 파고, 모양을 넣을 수 있도록 둥근 원모양의 홈을 판다. ○ 거울을 두장 붙이고 면을 부드럽게 처리한다. ○ 거울 밑부분에 레인을 오가로록 합석판을 끼운다. 		
활용방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 빔판의 둥근 홈에 원하는 모양을 넣고 거울을 이동시키거나, 모양을 돌려가면서 모양이 달라지는 모양을 관찰한다. ○ 모양을 약간씩 돌리면서 다양하게 변화하는 모양을 주위강게 관찰한다. 		
특징 및 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 빔판 거울에 비해 사용이 간편하고 편리하여 모양 관찰에 용이하다. ○ 다양도 거울로 여러 가지 모양을 원하는 위치에서 관찰할 수 있다. 		

자료명	카드 빙고 놀이판	재료	우드락과 하드보드지
제작목적	<ul style="list-style-type: none"> ○ 게임을 통해서 평면도형을 이해할 수 있다. ○ 실물 그림 자료에서 도형을 찾는 활동을 할 수 있다. 		
적용단계	1-나 (여러 가지 모양 알아보기, 여러 가지 모양 찾기) 2-가(평면도형 알아보기)		
적용수준	기본, 보충	사용 가능 단계	3-가
작품사진			
제작방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하드보드지에 사각형, 삼각형, 원 모양을 9개 제작한다. ○ 도형 그림카드를 여러 종류로 10개씩 제작한다. 		
활용방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2명이 도형판을 한 개씩 갖고, 카드를 뒤집어 놓고 한 장씩 가져가서 도형판과 같은 모양의 도형 위에 올려 놓으면서, 먼저 도형판을 채우면 빙고라고 외친다. ○ 평면 도형판에 입체적인 일상생활 물건을 연계하는 활동이다. 		
특징 및 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 입체도형에서 평면도형으로 전환하는 단계에서 놀이를 통해 자연스럽게 도형의 개념을 형성할 수 있는 자료이다. 		

나. 탱그램 학습지

탱그램은 공간각각을 발달시키는데 매우 유용한 활동자료이다. 조각을 이용하여 어떤 모양을 만들기 위해서는 모양 전체를 관찰하고 이를 부분적으로 분할하여야하고, 그 결과를 상상하는 과정이 필수적이므로 도형-바탕지각, 공간에서의 위치지각, 공간관계 지각 등의 능력 배양에 효과적이다.

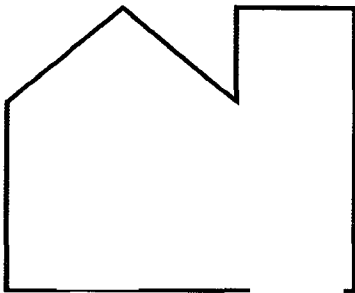
탱그램을 이용한 활동을 단계별로 제시하기 위한 분명한 기준은 없지만 난이도에 따라 활동단계를 제시하여 제공한다면 매우 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 위에서 제시된 구체물 조작활동 자료에서는 구획선을 기준으로 단계 및 수준을 정하여 활용하도록 제시하였는데 탱그램 학습지에서는 모양의 단계에 따라 제작하여, 학습지에 직접 그려보는 활동을 통해 공간

감각형성의 보충·심화 활동으로 적용할 수 있는 자료이다.

개발한 자료는 아래의 예와 같은 형식으로 삼각형 12개, 사각형 69개, 오각형 21개, 육각형 23개, 칠각형 21개, 배모양 18, 집모양 45개의 학습지를 개발하였다.

모양판 ① 호 칠각형 모양 만들기 ①-칠각형-18

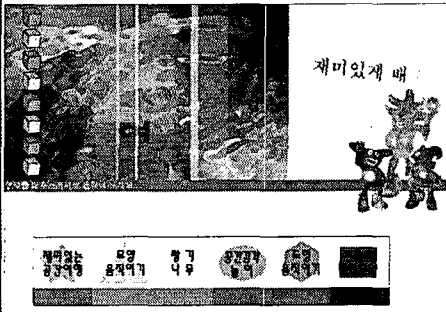
모양판 ①에서 7쪽 모두를 이용하여 다음 모양을 만드시오.



다. 개발한 웹 자료

구체적 조작활동 자료와 병행하여 사용할 수 있는 자료로 교사가 제시하거나 학생들이 보충·심화 활동 자료로 활용이 용이하도록 웹자료를 개발하였다.

메뉴명	시작화면(재미있게 배우는 공간나라 여행)
제작 목적	○교사용과 학생용을 분기시킴으로써 홈페이지 이용자들에게 편의성과 교수·학습의 효율성을 높일 수 있다.
사진	
메뉴의 구성	어린이 공간, 교사용공간
제작 과정	스토리보드작성- 메인화면 디자인구성- 3차원 입체 플래쉬 제작- 입체도형 3차원 회전그림 제작 - 관련화면과 링크
활용 방법	○각 메뉴를 클릭하면 관련 내용을 볼 수 있다. ○교사용과 어린이용이 있어 선택하면 관련화면으로 이동한다.
특징 및 효과	○첫 화면에서 보이는 성으로 들어가는 도형을 보면서 여행에 대한 흥미를 갖도록 구성하였으며, 공간감각을 인지할 수 있다. ○홈페이지를 소개하는 간략한 문구가 흐르는 글로 나타나 단원 및 영역을 파악할 수 있다.

메뉴명	어린이 공간 메인 화면
제작목적	○공간감각을 익히기 위해 필요한 메뉴를 한눈에 볼 수 있도록 구성하여 각 메뉴를 미리 보고 자신에 맞는 자기주도적 학습이 가능하도록 한다.
사진	
메뉴의 구성	○주메뉴는 재미있는 공간여행, 모양 움직이기, 쌓기나무, 공간감각놀이 도형 움직이기, 거울에 비친 모양으로 구성 ○하위 메뉴: 재미있는 공간 여행- 8개의 하위 메뉴(관찰하고 보고, 조작해 보면서 직관적 공간 감각을 익히는 공간) 모양 움직이기, 쌓기 나무, 도형 움직이기, 거울에 비친 모양 (기본학습과 보충 할 수 조작 활동 자료) 공간감각놀이: 6개의 놀이 하위 메뉴로 구성(다양한 놀이를 통해 직관적으로 공간감각을 형성 할 수 있는 공간)
제작과정	○스토리보드 작성 -각 메뉴 구성- 각 메뉴에 풀다운 메뉴구성- 3차원 입체 도형 플래쉬 작성
활용방법	○메뉴를 클릭하면 해당 메뉴에서 학습 할 수 있는 새로운 창이 열리고 그 곳에서 원하는 내용을 골라 학습 할 수 있다. ○먼저 재미있는 공간은 보충 및 감각훈련으로 사용하고, 공간감각놀이는 심화 학습, 나머지 메뉴는 각 차시별로 기본학습에 사용한다. ○기본학습 내에서도 수준을 달리하여 기본, 보충, 심화 학습이 이루어지도록 구성하였다.

V. 개발 자료의 효과 분석

공간감각 형성을 위한 개발 교구가 효과적인 자료인가를 알아보기 위하여 실험대상을 정하고 공간감각 개발 자료를 이용한 수업을 실시한 후 사후검사와 설문지를 통해 공간감각 형성에 효과적이었는지에 대해 알아보았다.

개발 교구의 효과 및 가치를 알아보기 위하여 서천군 수학교과연구회 회원 15명과 충청남도소재 초등학교 수학 관련 연구교사 50명을 대상으로 개발 자료를 제공한 후 자작 설문지를 통해 분석해 보았다.

1. 실험대상 및 기간

가. 실험대상

- 실험집단: 서천군 소재 J초등학교 2학년 1반 44명
 - 비교집단: 서천군 소재 J초등학교 2학년 2반 43명
- 실험의 대상인 2개 학급 중 1개 학급 44명은 공간감각 형성을 위한 개발자료를 활용한 수업을 실시하는 실험집단이며 나머지 1개 학급 43명은 구체적 조작물을 이용하지 않은 지도서에 의한 수업을 실시하는 비교집단으로 선정하였다.

나. 적용기간: 2005. 9. 1~2005. 9. 30

2. 검사 도구

본 연구에서는 공간감각 관련 단원의 학업성취도 평가를 사전검사와 사후검사 도구로 사용하였으며, 자료의 흥미도와 효과성을 묻는 설문지를 사후검사 도구로 사용하였다.

성취도평가 검사는 연구대상자들의 성취도 수준을 알아보기 위한 검사로 연구자가 만들고, 충청남도 교육청에서 제시한 필수 학습 요소표를 참조하여 학습목표에 적절한 문제를 선정하여 구성하였다.

본 연구에서 성취도평가는 실험을 실시하기 전에 사전검사를 실시하고, 수업을 마친 후 공간감각 형성을 위한 개발자료를 이용한 구체적 조작활동 중심의 수업의 실험집단과 구체적 조작활동을 이용하지 않은 비교집단에게 각각 실시한 직후에 사후검사를 실시하였다. 사전검사, 사후검사에 사용한 검사문항은 <부록 1>, <부록 2>와 같다.

본 연구에 쓰인 성취도 평가 시험문제는 각 차시별로 학습목표에 적합한 문제를 추출하고, 학생이 각 차시별로 꼭 알아야 할 내용으로 단순지식 및 응용에 의한 문제를 상·중·하로 나누어 출제하였다.

설문지는 공간감각 형성 개발자료에 대해 학생들의 흥미도, 참여도, 효과도를 중심으로 본 연구자의 개발 자료를 분석한 후 작성하였다.

교사를 대상으로 실시한 설문지는 개발 자료를 제공하여 주고 개발한 자료에 대한 효과성을 검증하기 위한 문항으로 구성되었다.

3. 사전검사 결과 분석

실험처치 전에 실험집단과 비교집단이 수학학습에 있어 동질집단인지 여부를 확인하기 위하여 사전검사를 2005년 9월 3일에 40분 동안 실시하였다.

검사 내용은 1학기에 배운 2-가의 3단원 평가지를 사용하였고, 검사방법은 실험집단과 비교집단의 공간감각영역 학업성취도를 비교하기 위하여 평균 점수의 차를 t-검정하였다. 그 결과 <표 6>과 같이 $p=.0003$ 으로 유의수준 $p<.01$ 으로서, 두 집단간에 의미 있는 차이가 나타났는데, 비교집단의 공간감각영역 학업성취도가 높은 것으로 나타났다.

<표 6> 공간감각영역 사전학업성취도 결과

집 단	N	M	SD	t	df	p
실험집단	44	44.02	15.36	-3.85	69.17	0.0003**
비교집단	43	61.28	25.17			

** $P<.01$

4. 실험 통제

학업성취도에 미치는 변인들 중에서 선행학습의 효과를 통제하기 위하여 교육과정을 재구성하여 1학기의 5주~7주 내용인 '도형과 도형 움직이기' 단원을 2학기 1주~3주에 실시하였다. 수업시간 이외에는 실험 단원을 다루지 않았으며 실험집단과 비교집단은 동일하게 1시간의 수업시간을 40분~100분단위로 실시하였으며 수업안 구성은 연구문제 2에서 구안한 내용을 적용하였다.

5. 실험 처치

본 연구의 실험 처치는 실험집단에는 공간감각 형성을 위한 개발 자료를 이용한 구체적 조작활동을, 비교집단에는 구체적 조작활동이 없이 수업을 실시하였다. 공간감각학습자료를 활용하는 실험집단의 경우, 수업과 관련된 구체물 조작자료와 이를 활용한 수업안을 담당 교사에게 제공하여 수업하도록 하였다. 비교집단의 경우에는 평상시에 자신이 하는 것과 같은 방법으로 수업을 하도록 하였다.

		차 시 (6-9/11)		
3 도형과 도형 움직이기		수학 39-44쪽, 수학 의뢰서 37-38쪽		
학습 목표	*구체물을 옮길 때 달라지는 것과 달라지지 않는 것을 구분할 수 있다. *양면이 다른 구체물이나 그림을 뒤집기 하여 달라지는 모양에 대해 말할 수 있다. *구체물을 돌릴 때 돌리는 정도에 따라 모양이 달라짐을 안다.			
단계	학습과정	교수-학습활동	시간	자료 및 유의점
도입	동기유발	*헝거로중 줄거은 공간 여행 중 공굴리기를 관찰하게 한다. -공의 움직임을 누가 말해볼까요?	5	헝 자료
	학습목표	*구체물을 밀어 옮길 때, 뒤집기 할 때, 돌리기 하였을 때, 달라지는 모양을 안다.		
전개	문제제시	<활동1> *교실 유리 창문을 열고 닫으며 유리창이 어떻게 변하는지 알아보기 -달린 창문을 보고 유리창문을 열었을 때 처음 닫혀 있을 때와 지금 열려 있을 때의 같은 것과 다른 점은 무엇인가?	35	헝 자료 모양 옮기기 세트 1
	조작활동	<활동2> *모양 옮기기 판을 이용하여 여러 문자, 도형, 모양을 밀어보고 관찰하기 - 문을 열고 닫으니 사자형의 모양이 어떤가요?		모양 옮기기 학습지
	조작활동	<활동3> *수학 익힘 책을 책상 위에서 아래로 밀며 관찰하기 <활동4> *가, 금, 인형 등의 구체물 자료를 보면서 변화 관찰하기		모양 움직이기 세트
	의견교환	*모름 별로 토의하고 발표하기 <활동5> *숫자, 도형, 모양이 그려진 공책을 뒤집어 보면서 모양을 관찰했을 때 모습은 어떤가? *인형을 위, 아래로 뒤집었을 때의 모습은 어떤가?		어떻게 달라질까요?(공책) 모양 뒤집기 학습지
조작활동	<활동6> *푸명 종이에 쓴 5쪽 오른쪽, 왼쪽, 위쪽, 아래쪽으로 뒤집기 하여 변화한 모양 관찰하고 그리기		모양 움직이기 세트 1, 헝자료	

단계	학습과정	교수-학습활동	시간	자료 및 유의점
조작활동	<활동3> *푸명 종이에 쓴 글자를 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽으로 뒤집기 한 모습을 그려보고 처음 것과 비교하여 변화된 것과 변화되지 않은 것 알아보기			헝 자료 모양 움직이기 세트2(문자)
의견교환	* <활동5>와 <활동3>의 변화에 대해서 조별 토의 후 발표하기 <활동7> *시계 건반이 12시에 있을 때의 모양, 15분에 있을 때의 모양, 30분에 있을 때의 모양을 보이는 대로 그려보고, 한바퀴 돌렸을 때의 모양 상상하여 그리기		25	모양 놀이기 학습지
조작활동	*호모양을 오른쪽으로 반의 반 바퀴, 반 바퀴, 한바퀴 돌렸을 때의 모양 그리기 *호모양을 왼쪽으로 반의 반 바퀴, 반 바퀴, 한바퀴 돌렸을 때의 모양 그리기			헝 자료
의견교환	<활동8> *색종이로 만든 삼각형을 돌리며 변화하는 모양을 관찰하기 <활동9>와 <활동7>의 변화에 대해서 조별 토의하고 발표하기			
개념정착	*형성평가하기 *선생님의 확인을 받고 구체적 조작 활동자료로 학습 실시			헝 자료 모양 움직이기 세트
정리	수 준 별 *모양 움직이기 헝 자료 학습안내 *보통은 단계를 낮게 설정하고, 보통은 단계를 높게 하거나 공간놀이 마당에서 공간게임을 하도록 한다. *단계별 안내에 따라 활동하며 능력에 맞게 자유진도 형식으로 진행한다.			
학습	*가정 학습 시 어려운 사람은 가족과 함께해보기 *자유놀이 코너에 도형 움직이기 조작활동 자료를 항상 놓아둘 수 있도록 비치해 둔다.			
조작활동				5

6. 사후 검사 결과 분석

공간감각 관련 단위 학업성취도 평가 검사의 사후 검사는 실험처치를 한 후 실험집단과 비교집단의 공간 감각영역 학업성취도 차이를 알아보기 위해 2005년 10월 6일에 실험집단과 비교집단 모두에게 동시에 실시하였다. 그 결과 <표 7>과 같이 $p=0.0001$ 로 유의수준 $p<.01$ 에서 실험집단과 비교집단간에 처리효과에 유의한 차이가 존재하며 실험집단이 비교집단보다 학업성취도가 많이 증가하였음을 알 수 있었다.

<표 7> 공간감각영역 학업성취도 사후검사결과

집 단	N	보정된 평균	평균제곱합	F값	p
실험집단	44	73.44	4016.37	18.25	0.0001**
비교집단	43	58.70			

** $P<.01$

7. 설문지 결과 분석

실험반을 대상으로 사후에 설문지를 분석하였는데, 구체적 조작활동 자료가 학생들이 놀이처럼 느끼고 수업에 임하므로 77%학생이 재미있다고 응답했다. 구체적 조작자료에 대한 흥미도는 학생들이 놀이를 하면서 생각할 수 있는 자료 순으로 나타났다. 자유 진도식 수준별 학습이 이루어져 수업참여도에서 71%의 학생이 열심히 참여하였으며, 직접 만지고 만드는 것이 좋다는 학생이 91%로 나타나 학생들은 조작활동을 선호하고 있음을 알 수 있었다. 수학 공부에 도움을 주었다는 응답도 66%로 학생들의 호기심과 흥미를 자극하는 조작자료가 어려운 도형단원의 공간 개념을 형성하는데 많은 도움이 되었고, 아울러서 수준별 수업으로 학습 참여도 및 학습 성취도를 높이는데 구체적 조작활동 자료가 효과적이었던 것으로 생각된다.

이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 수학과에서 교구활용에 대한 필요성에 대한 질문에 92% 이상이 필요하다고 생각하고 있으며, 평소 자주 활용하는 교구를 묻는 질문에 ICT 활용 자료가 48%, 구체적 조작 자료가 26%로 나타났으며, 수학교과에서 가장 유용한 자료가 무엇인지 묻는 질문에 구체적 조작자료가 필요하다는 응답이 66%로 가장 높게 나타났다.

<표 V-3> 설문지 분석 결과표(학생) (n=44)

구 분	평가 내용	문 항	응답 구분	인원	%
흥미도	구체적 조작 자료 활용 수업의 흥미도	구체적 조작 자료 활용 수업이 재미 있었나요?	재미있었다.	34	77
			보통이다.	6	14
			재미없었다.	4	1
	구체적 조작 자료 활용 선호 이유	구체적 조작 자료 활용 학습이 좋은 이유를 있는 대로 고르시오.	놀이처럼 공부하니까	38	86
			직접 만지고 만드니까	40	91
			생각하는 게 좋아서	6	14
			내 수준에 맞게 사용할 수 있어서	34	77
			쉬워서	12	27
	구체적 조작활동 자료 중 가장 흥미있었던 것들	구체적 조작활동 자료 중 가장 흥미있었던 것들 모두 고르시오.	자식놀이판	22	50
			모양 뒤집기 공책	35	80
			모양 옮기기 세트	12	23
			틀림 게임판	16	36
탱그램			25	57	
패턴블록			38	86	
기하판			21	48	
참여도	구체적 조작 자료 활용 수업에 열심히 참여했나요?	열심히 참여하였다.	31	71	
		보통이다.	7	16	
		열심히 참여하지 않았다.	6	14	
		생각하기 싫어서	3	7	
		어려워서	2	6	
	구체적 조작 자료를 활용한 수업의 효과	구체적 조작 자료를 활용 수업이 수학 공부에 많은 도움을 주었나요?	기타	1	2
			많은 도움을 주었다.	29	66
			보통이다.	13	30
			도움이 되지 않았다.	2	6

일선학교에서는 수학과 교구에서 구체적 조작자료의 활용가치가 높게 인식되고 있지만 사용하기 편리하고 주변에서 쉽게 찾아 볼 수 있는 ICT 자료를 많이 활용하고 있어 구체적 조작자료의 많은 보급이 요구되고 있음을 알 수 있었다.

공간감각 형성에 있어 가장 중요한 요소로는 직관력(33%), 모양(22%), 패턴(19%) 순으로 나타났으며, 공간감각 형성에 유용한 자료로는 실생활과 연계한 공간 구성력 자료(34%), 구체적 조작자료(32%) 순으로 나타나 직관력을 길러 줄 수 있는 실생활 중심의 구체

적 조작활동 자료가 공간감각 형성에 유용한 자료로 생각하고 있음을 알 수 있었다.

수학과 자료 중 도형(32%), 수와 연산(16%)영역의 자료를 제작하여 활용하고 싶다는 응답을 볼 때 수학과에서 가장 교구를 필요로 하는 영역이 도형영역을 알 수 있었다.

교구 제작시 유용한 자료로는 우드락(39%), 두꺼운 종이(28%), 종이자석(15%)순으로 나타나 비교적 다루기에 쉽게 제작하기 편리한 재료를 선호함을 알 수 있었다.

개발한 교구(구체적 조작자료)에 대해서는 81% 이상이 공간감각형성에 도움이 된다는 응답을 했고, 도움이 되는 이유에 대해서는 직접 조작할 수 있어서(36%)와 활용하기 쉽고 흥미를 줄 수 있어서(20%)의 순으로 나타나 개발 한 교구가 공간감각 형성에 있어 직접 조작할 수 있어 쉽고 흥미가 있는 자료임을 알 수 있었다.

개발한 교구가 단계형 수준별로 활용될 수 있는지의 여부를 묻는 질문에 대해서는 47%가 도움이 된다고 답했고, 단계형 수준별 학습에 도움이 되는 교구로는 탱그램(25%), 패턴블록과 모양(도형) 움직임이(19%) 순으로 나타났다.

개발된 교구 중에서 활용가치에 대해서는 탱그램(18%), 패턴블록(17%), 모양관찰 거울(12%) 순으로 나타났으며, 활용가치가 있는 이유로는 공간감각형성에 도움이 되어서(26%), 제작이 쉽고 편리해서(25%)로 나타나 탱그램과 패턴블록 같은 기존에 많이 사용해 왔던 교구에 대해 선호도가 높은 것으로 나타났다.

개발한 교구를 직접 제작하여 활용할 때 제작의 용이성에 대해서는 60% 이상이 제작이 용이하다고 답했고, 직접 제작하여 활용하고 싶은 교구는 모양뒤집기 공책(17%), 자석놀이판(15%), 돌림게임판(14%)순으로 나타나 비교적 제작이 용이하고 기존 교구에서 찾아볼 수 없었던 자료를 제작하고 싶은 것으로 나타났다.

학생들이 흥미 있을 것으로 생각한 자료는 모양관찰 거울(19%), 모양맞추기(15%), 자석놀이판과 탱그램(12%) 순으로 나타나 학생들의 조작활동이 가능한 자료에 흥미가 있을 것이라 응답했다.

웹 자료에 대한 응답으로는 40% 정도가 공간감각형성에 도움을 줄 것으로 생각하고 있었으며, 심화자료 및 개별학습 자료로 활용하는 것이 효과적이라 응

답했다.

탱그램 학습지에 대한 응답으로는 72% 이상이 공간감각에 효과적일 것이라 생각했고, 심화보충자료 및 개별학습 자료로 활용하는 것이 효과적일 것이라 응답했다.

개발한 교구가 공간감각 형성에 도움이 된다고 해석은 되어지나 단계형 수준별 학습에 적용하는데 있어서는 수정·보완이 필요할 것으로 생각되며, 구체적 조작활동 자료는 학생들이 쉽게 흥미를 가지고 참여할 수 있는 자료가 필요하고 가급적 쉽게 제작될 수 있는 자료의 보급이 필요하다고 사료된다.

<표 V-4> 설문지 분석 결과표(교사) (n=65)

순	평가 내용	문항	응답 구분	인원	%
1	교구 활용의 필요성에 대하여 어떻게 생각하십니까?		매우필요하다.	54	83
			필요하다.	6	9
			보통이다.	5	8
			별로필요하지 않다.	0	0
			전혀 필요하지 않다.	0	0
2	수학과에서 자주 사용하는 자료는 무엇입니까?	평소 수학과에서 자주 사용하는 자료는 무엇입니까?	구체적 조작자료	17	26
			ICT 활용자료	31	48
			실물자료	5	8
			학습지	7	11
			교과서 및 익힘책	5	8
3	수학과에서 유용한 자료는 무엇입니까?	수학과에서 가장 유용한 자료는 무엇입니까?	구체적 조작자료	43	66
			ICT 활용자료	12	19
			실물자료	4	6
			학습지	3	5
			교과서 및 익힘책	3	5
4	공간감각 요소	공간감각 지도 시 가장 중요한 요소로 생각하시는 것은 무엇입니까?	패턴	12	19
			모양	14	22
			직관	21	32
			도형의 시각화	8	12
			흥미	10	15
5	공간감각형성 자료	공간감각 형성에 있어 가장 중요한 자료로 생각하는 것은 무엇입니까?	실생활과 관련된 공간구성력	22	34
			구체물 조작자료	21	32
			시뮬레이션 자료	11	17
			실생활 이야기자료	8	12
			학습지	3	5
6	영역별 교구 개발 가치	수학과에서 필요한 자료로 개발 시 제작하여 활용하고 싶은 영역은?	수와 연산	16	25
			도형	21	32
			측정	8	12
			확률과 통계	6	9
			규칙성과 함수	9	14
			문자와 식	5	8

순	평가 내용	문항	응답 구분	인원	%
7	교구 제작 시 재료	교구를 제작하신다면 어떤 재료를 활용하시겠는가?	목재	7	11
			우드락	25	39
			두꺼운 종이	18	28
			종이자석	10	15
			아크릴	3	5
			기타	2	3
8	공간감각 형성에 대한 도움 정도	개발된 교구가 공간감각형성에 어느 정도 도움이 될 것이라 생각하십니까?	매우도움이 될 것이다.	25	39
			도움이 될 것이다.	27	42
			보통이다.	10	15
			별로도움이 안된다.	3	5
			전혀 도움이 안된다.	0	0
9	도움이 되는 요인	도움이 된다면 어떤 점에서 도움이 될 것이라 생각하십니까?	직접 조작 할 수 있어서	20	36
			활용하기 쉽고 간편해서	10	18
			교육과정과 연계되어서	7	13
			개인/모둠별 활용 가능	7	13
			흥미있게 활용가능	11	20
10	단계형 수준별 학습에 적합성	개발된 단계형 수준별 학습에 도움이 된다고 생각하십니까?	매우도움이 될 것이다.	16	25
			도움이 될 것이다.	14	22
			보통이다.	22	34
			별로도움이 안된다.	13	20
			전혀 도움이 안된다.	0	0
11	단계형 수준별 학습에 적합한 자료	단계형 수준별 학습에 가장 도움이 된다고 생각한 자료는 무엇입니까?	탱그램	16	25
			패턴블록	12	19
			기하판(지오보드)	5	8
			모양(도형)움직이기	12	19
			모양 맞추기(테트라미노)	8	12
			펜토미노	7	11
			기타	3	5
12	활용 가치	개발된 교구 중 활용가치가 가장 높은 것은 무엇인지 두 가지만 쓰시오.	탱그램	23	18
			패턴블록	21	17
			기하판	8	6
			모양맞추기	7	5
			모양움직이기	8	6
			모양관찰 거울	16	12
			펜토미노	5	4
			돌림게임판	16	12
			자석놀이판	8	6
			모양뒤집기공책	12	9
기타	6	5			

순	평가 내용	문항	응답 구분	인원	%
13	활용도 의 이유	활용가치가 높다고 생각한 이유는 무엇입니까?	제작이 쉽고 편리해서	16	25
			공간감각 형성에 도움	17	26
			학생들이 흥미가 있어서	11	17
			다양하게 활용가능	7	11
			사고과정을 증시	8	12
			기타	6	9
			14	제작의 용이성	개발 교구를 직접 제작할 경우 제작하기에 용이하다고 생각하십니까?
그렇다.	18	28			
보통이다.	20	31			
어렵다.	6	9			
매우 어렵다.	0	0			
15	제작이 필요한 자료	직접 제작하여 활용한다면 어떤 교구를 제작 활용하고 싶은지 두 가지만 쓰시오.	탱그램	12	9
			패턴블록	15	12
			기하판(지오보드)	11	9
			돌림게임판	18	14
			도형움직이기	13	10
			모양움직이기	8	6
			모양뒤집기 공책	22	17
16	학생들의 흥미도	학생들이 가장 흥미가 있을 것이라 생각하는 교구는 무엇입니까?	자석놀이판	19	15
			기타	12	9
			탱그램	15	12
			패턴블록	13	10
			모양관찰 거울	25	19
			모양맞추기(테트라미노)	19	15
			기하판(지오보드)	11	9
			자석놀이판	15	12
			여러 모양 만들기판	13	10
			모양돌리기	8	6
기타	11	9			
17	웹자료 의 용도	웹자료를 활용한다면 어떤 용도로 사용하는 것이 효과적이겠는가?	동기유발자료	9	14
			본학습 보조자료	8	12
			심화자료	13	20
			보충자료	10	15
			개별학습자료	25	39
18	웹자료 의 가치	웹자료의 활용이 공간감각 형성에 어느 정도 도움이 되리라 생각하십니까?	매우도움이 될 것이다.	15	12
			도움이 될 것이다.	18	28
			보통이다.	19	15
			별로도움이 되지 않을 것이다.	13	10
			전혀 도움이 되지 않을 것이다.	0	0

순	평가 내용	문항	응답 구분	인원	%
19	탱그램 학습지 활용	탱그램 학습지를 활용한다면 어떤 용도로 사용하는 것이 효과적어겠는가?	동기유발자료	3	5
			본학습 보조자료	7	11
			심화자료	18	28
			보충자료	16	25
			개별학습자료	21	32
20	탱그램 학습지 가치	탱그램 학습지의 활용이 공간감각 형성에 어느 정도 도움이 되리라 생각하십니까?	매우도움이 될 것이다.	26	40
			도움이 될 것이다.	21	32
			보통이다.	15	23
			별로도움이 되지 않을 것이다.	3	5
			전혀 도움이 되지 않을 것이다.	0	0

VI. 결론

본 연구는 제7차 교육과정의 공간감각 영역에서 사용 가능한 교구의 개발과 활용방안을 모색하고 초등학교 2학년 공간감각 개념 이해를 위한 공간감각자료 활용 방안을 구체화하고 수업을 전개하여 이러한 수업이 공간감각 관련 단원 학업성취도에 효과와 개발된 교구가 현장에서 얼마나 활용가치가 있는지에 대해 알아보았다. 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

첫째, 개발된 자료에 대한 설문조사에서, 현장교사들은 개발된 자료가 공간감각과 관련된 학습활동에서 효과적으로 활용될 수 있을 것이라는 반응을 보였다. 개발된 자료는 구체물 활동자료 17종, 탱그램 활동자료 7종, 웹자료 1종이다.

둘째, 개발된 자료의 효과를 살펴보기 위해서 두 학급을 선정하여 각각 기존의 교과서를 활용할 학습과 개발된 자료를 활용한 학습을 실시한 후 성취도를 비교하였다. 그 결과, 개발된 자료를 활용한 학급 아동의 성취도가 통계적으로 유의미하게 높음을 알 수 있었다. 이를 바탕으로 개발된 자료가 학생들의 공간감각과 관련된 학업성취도에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

공간감각은 우리가 가지고 있는 고유의 기하학적인 세계를 해석하고, 이해하고, 음미하는데 필요한 것으로 2차원과 3차원의 도형과 그들의 특징에 대한 직관과 통찰, 도형사이의 상호관계를 인식함으로써 촉진할 수

있다. 따라서 공간감각을 기를 수 있는 풍부한 경험을 학생들에게 제공하고, 구체적인 자료를 사용하여 관찰, 조작, 비교를 통하여 공간감각을 형성시킬 수 있었다. 그러나 공간감각을 기르기 위한 교과 내용 중에는 많은 부분이 패턴블록과 탱그램을 이용한 활동이 들어 있는데 기존의 색종이나 나무로 만든 블록을 이용하면 활동이 불편하고 일회성에 그친다는 단점이 있다. 이를 해소하기 위하여 본 연구자가 제작한 교구를 교과서 내용을 재구성하여 사용함으로써 공간감각 기르기 활동에 용이하게 사용할 수 있을 뿐만 아니라 학생들이 서로의 활동을 비교하거나, 개별화된 자료로 활용할 수 있었다. 또, 연구자가 개발한 교구는 누구나 쉽게 제작하여 활용할 수 있다는 점에서 유의미하다고 생각되고, 학생들의 수준에 맞게 단계적으로 활용할 수 있다. 자료의 활용시간을 충분히 확보하고 교육과정을 재구성하여 활용한다면 학생들의 공간감각 형성에 효과적인 것이다.

참고 문헌

- 교육인적자원부 (1998). 초등학교 교육과정 해설(IV): 수학, 과학, 실과. 서울: 대한교과서주식회사.
- 남승인 (1998). 수학교육에 있어서의 구성주의.
- 초등교육연구논총, v.12, pp.224-240.
- 전평국 (1998). 초등수학교육: 이론과 실제. 교학사.
- Baroody, A. J. & Coslick, R. T. (1998). *Fostering Children's Mathematical Power: An Investigative Approach to K-8 Mathematics Instruction*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Del Grande, J. J. (1987). Spatial perception and primary geometry. In M. M. Lindquist & A. P. Shulte(Eds.), *Learning and teaching geometry, K-12 1987 yearbook*(pp.126-135). Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Del Grande, J. J. (1990). Spatial sense. *Arithmetic Teacher*, 84(6), pp.14-20.
- Fennema, E. (1973). Manipulatives in the classroom. *Arithmetic Teacher*, 20(May), pp.350-352).
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences.

- Psychological Bulletin*, **86(5)**, pp.889-908.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Assessment Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1998). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- Spikell, M. A. (1993). *Teaching mathematics with Manipulatives: A Resource of Activities for the K-12 Teacher*. Allyn & Bacon. Boston, MA.
- Thompson, P. W. (1994). Concrete materials and teaching for mathematical understanding. *Arithmetic Teacher*, **41**, pp.556-558.

The development of materials for developing childrens' spatial sense in the 7th National Curriculum and the analysis of its effects

Lee, Dong kyu

Janghang Elementary School

ldk900@empal.com

The goals of this study is to analyze develop the materials which help students develop spatial sense in elementary school and to investigate its effects. To accomplish those goals, the 7th National Curriculum was analyzed to identify the contents of spatial sense. After analyzing the 7th National Curriculum, the principle for developing the teaching aids focusing the realization of the contents in the spatial sense was set up. And then various teaching materials which can enhance students' spatial sense was developed. It is consist of 17 kinds of concretely operating materials, 7 kinds of tangram papers, one web-material.

To verify the effect of the materials, surveyed the usability of the materials and two classes was selected and tests were administered before and after the treatment. Through this application, several conclusion were drawn. First, a survey result says that teachers thought materials developed would be effective in developing spatial sense. Second, the materials developed were effective to develop spatial sense. The score gained by the experiment group after the treatment was statistically meaningfully higher than the control group. This means that the materials developed helped children to develop spatial sense.

* ZDM classification: U62

* MSC2000 classification: 97U60