

영재학생의 창의성 신장을 위한 교수매체의 활용 방안

방 승 진 (아주대학교)

이 상 원 (능인고등학교)

창의성을 향상시키기 위해서는 기계적인 계산에 의해서 한 가지 답을 구하는 문제보다는 탐구하고, 추측하고, 논리적으로 추론하고, 다양한 문제해결 전략과 답을 찾아낼 수 있는 문제가 필요하다. 또, 이러한 문제가 학생들에게 활동을 통해 다양한 경험을 제공할 수 있다면 더욱 효과적일 것이다. 이를 위해서는 다양한 학습자료 및 도구, 즉 교수매체의 활용이 요구된다.

본 연구에서는 구체적 활동을 통해서 영재학생의 창의성을 향상시킬 수 있는 교수매체에 대해 알아보고자 한다.

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

현재 시행되고 있는 제 7차 교육과정은 학습자의 자율성과 창의성을 신장하기 위한 학생 중심의 교육과정으로 학생들에게 다양한 경험을 하게하고, 자신의 생각과 느낌을 다양하게 표현하는 경험을 강조하고 있다. 창의성이란 지능과는 다른 인간의 독특한 지적 특성으로 아이디어나 작품을 독창적으로 생각해 내고 추리의 규칙에만 얽매이지 않고 때로는 엉뚱하게나 기발한 생각을 하며, 일상적이고 관습적인 사고과정에서 벗어나 유용한 아이디어를 생산해 내는 지적인 능력과 정의적인 태도와 성행을 말한다(송상헌, 1998). 이러한 창의성을 학생들에게 다양한 경험을 통해 향상시키기 위해서는 다양한 교수매체의 활용이 필요하다.

교수매체란 교수의 매개체로서 교사가 학생들에게 제시하는 학습 자료와 시청각 자료, 학습용 도구, 교육 환경 등을 말한다. 이러한 교수매체는 학생들에게 기존에 경험하지 못했던 부분을 경험하게 하고 다양한 답을 생각해봄으로써 여러 가지 유형의 문제해결 전략을 찾을 수 있다. 특히, 다양한 프로그램이 요구되는 영재들에게 교수매체를 이용하여 고안된 프로그램은 다양한 경험과 반응, 그리고 기발한 아이디어를 낼 수 있는 기회를 제공할 것이다.

다락수학교육연구회와 한국수학교육회회가 주관한 제 1회 초등학교 수학 교수 방법 개선을 위한

* ZDM분류 : D44

* MSC2000분류 : 97U60

* 주제어 : 창의성, 교수매체.

워크샵에서는 제 7차 교육과정 적용을 위한 교수매체 활용이라는 주제를 가지고 교수매체로서 학습용 교구와 컴퓨터를 가지고 초·중등 학교에서 활용할 수 있는 방안을 제시하고 있다.

구조지향적인 대표적인 자료는 십진기수법을 지도하도록 적합하게 고안한 Montessory가 개발한 자료와 Dienes가 고안한 다진수 블록을 들 수 있다. 그 외에 본 워크샵에서 소개되는 Cuisenaire 막대(참조: 이영주, 장인옥, 김동우), 도미노(참조: 우광식, 박경자, 이명숙) 등이 있다. 속성 블록은 수학의 구조를 구체적으로 구현하기 위하여 고안된 교수 자료의 또 다른 예이다. 대표적인 자료로는 패턴 블록(참조: 김성만, 주미자, 한기완)을 들 수 있으며, 유별(classification), 집합 이론, 공간 감각, 논리에 대한 원리를 보여 줄 수 있다. 공간 감각과 기하학적 성질을 이해시키는 대표적인 자료 중의 하나는 탱그램(참조: 이인환, 류기천, 이석희)을 들 수 있다. 계산기나 컴퓨터 소프트웨어(특히, logo(참조: 이종욱, 문성길, 김혜정), cabri II(참조: 김용성, 김남균, 정보나), GSP(박성선, 김남운, 심상길) 등) 역시 학생들이 수학적 구조를 탐구하기에 적합하게 사용될 수 있는 자료라고 할 수 있다(전평국, 1999), 개방형 문제가 학생들에게 어떤 영향을 주는지 자석블록을 활용하다(방승진, 2006). 이 워크샵에서 소개한 학습용 교구와 컴퓨터 프로그램 이외에도 학생들에게 사고력과 창의력을 신장시킬 수 있는 교수매체가 매우 필요하다.

본 연구에서는 수학교육에서 활용할 수 있는 교수매체를 활용한 수업이 영재학생의 창의성에 미치는 효과와 수학적 태도에 미치는 효과에 대하여 알아보고자 한다.

2. 연구문제

본 연구는 학교교육에서 활용할 수 있는 교수매체를 활용한 수업이 영재 학생의 창의성에 미치는 효과에 대하여 분석하기 위하여 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

<연구문제1> 학교교육에서 활용할 수 있는 교수매체를 활용한 수업이 영재학생의 창의성에 미치는 효과가 있는가?

<연구문제1> 학교교육에서 활용할 수 있는 교수매체로서 영재학생의 수학적 태도에 얼마나 효과가 있는가?

II. 이론적 배경

1. 창의성과 교수매체

창의성은 일정한 틀이나 규칙에만 얽매이지 않고 때때로는 엉뚱하거나 기발한 생각 속에서 자기 나름대로 아이디어나 작품을 독창적으로 생각해 내고, 그것이 일상적이고 관습적인 사고과정에서 벗어나 보다 유용한 아이디어가 되도록 하는 지적인 능력으로 이러한 능력을 향상시키기 위해서는 기

존에 기계적인 문제풀이 위주의 학습에서 벗어나 비정형적이고, 다양한 문제해결 방법과 전략이 필요한 문제를 제시해야 한다. NCTM(1989)에서는 학생들이 탐구하고, 추측하고, 논리적으로 추론하고, 효과적으로 다양한 문제해결을 해 나가는 방식에 익숙해져야 한다고 설명하면서 이를 위해서 학생들은 확산적이며 건전한 수학적 사고를 하도록 자극받고 창의적 아이디어를 제기할 수 있도록 도전적인 과제를 제공받아야 하며, 한 가지 문제를 다양한 방법과 전략을 사용하여 풀게 하는 것은 이러한 수학적 사고를 신장시키는데 유용한 방법이라고 기술하고 있다.

신현용외 2인(1999)은 창의성을 신장시키기 위한 교수·학습 자료 선정의 원칙을 다음과 같이 제시하고 있다.

창의적인 사람은 고정된 양식을 싫어하고, 새로운 문제 상황에 개방적이며, 도전적인 상황을 좋아한다. 따라서 이런 특성에 맞는 학습 자료를 개발하기 위해서는 첫째, 학습자에게 과제의 해결에 동기를 부여할 수 있는 학습과제를 선정하며, 둘째, 다양한 전략이나 해결방법을 가지는 학습과제를 선정하며, 셋째, 자기주도적 학습이 이루어지는 학습과제를 선정하며, 넷째, 학습과제는 단계적으로 구성되어야 하며, 다섯째, 학습 교구의 사용을 다양화할 수 있는 과제를 구성하며, 여섯째, 협동과 경쟁이 이루어질 수 있는 학습과제를 선정해야 한다. 이러한 여섯 가지 자료 선정의 원칙을 잘 적용한 교수·학습 자료, 즉 교수매체는 학생들에게 흥미롭게 학습을 유도하면서 자연스럽게 창의성을 향상시킬 수 있다.

NCTM(1989)에서는 수학은 모래로 거리를 만들고 빌딩을 짓거나 또는 빈 상자로 장난감 집을 만드는 놀이 친구(playmate)로서 발전하고 있다. 수학은 아동이 방을 건너갈 때 계단 수를 세거나 돌멩이이나 또 다른 “수집품”을 분류할 때 발달하게 된다. 아동은 종종 자신에게 흥미 있는 주제들에 대해서는 많은 지식을 수집한다. 그것은 수학이 아동들의 흥미와 활동으로부터 발전하게 되는 것이다. 그들의 일상적인 활동을 통해서 아동은 수학적인 개념들을 배워 나간다: 분류(장난감이나 식료품을 구분해 놓기), 공간적인 관계 및 입체의 비교(블럭쌓기), 표현(자신의 생각을 나타내는 그림), 패턴(매일의 일상생활에 관한 것), 방향을 나타내는 용어들(몸동작 노래를 부르기), 공간의 시각화(퍼즐 놀이). 아동들은 수를 세거나 모양을 바꾸는 것과 같이 물체나 수학적인 행동으로 수와 모양을 나타낸다. 그들은 자신이 아는 것을 모델을 통해서 또는 놀이의 역할을 하면서 또는 그림을 통해서 뿐만 아니라 말을 하면서도 나타내고 있다고 하였다. 어린 아동일수록 학습은 우연히 그리고 비형식적으로 일어난다고 하였다.

이러한 교수매체는 아동들이 일상에서 접할 수 있는 주변의 사물일 수도 있고, 수학적으로 잘 고안된 학습용 교구일 수도 있다.

Sherard III(1995)는 학습은 혼자서 수동적인 흡수 작용에 의해 나타나지 않는다고 보고, 학습은 학생들이 이전의 지식을 가지고 새로운 상황에 직면했을 때, 새로운 정보를 활발히 받아들이고 그들의 의미를 구성하는 것으로서 나타난다고 하였다. 따라서 학생들은 수학학습에 활동적으로 참여해야 한다. 수학에서의 교수는 수동적으로 정보를 다루는 것보다 학생들이 직접 학습의 과정에 참여해야

하는 것이 더 좋다. 특히, 조작적 자료와 집단 협력학습을 이용하여 이것의 목표를 이루게 한다. 이러한 조작적 자료와 집단 협력학습을 위해 Sherard III는 교수매체로서 기하판과 펜토미노를 활용하는 예시를 제공하고 있다.

한국수학교육학회가 개최한 제 4회 국제수학영재교육 세미나에서 이경화(1999)는 칠교판을 이용하여 다양한 모양을 만들 수 있고, 그렇게 다양한 모양을 만들게 하는 수학적 성질이 무엇인가를 확인할 수 있으며, 무엇보다 수학적인 문제상황을 학생들 나름대로 설정할 수 있고, 넓이나 길이와 같은 수학적 개념을 유연하게 활용하여 다양한 문제로 바꾸는 경험을 할 수 있다고 하였고, 박영희(1999)는 정육면체들을 여러 모양으로 결합한 7개의 조각으로 이루어진 소마큐브의 프로그램 구성배경과 활동 자료를 소개하고 있다.

황우형, 이지연(2000)은 기하판을 사용한 수업이 학생들의 직접적인 활동으로 스스로 생각할 수 있는 충분한 기회를 제공함으로써 발견학습을 이루어졌고 이를 통한 정의적 목표는 활동적인 수업이 단순한 동기유발의 차원을 넘어서 기존에 수학적 지식이 있는 학생에게는 더 정확히 사고할 수 있는 기회를 주고 기존의 수학학습이 부진한 학생에게는 흥미롭미게 그 내용을 발견할 수 있는 기회를 제공함으로써 다양한 수준의 학생들의 학습에 큰 도움이 될 수 있다고 하였다.

기하판, 펜토미노, 칠교판, 소마큐브, 자석블록, 디피게임(Diffy Game) 등은 학생들에게 활동을 통해 수학을 학습하게 하고 더 나아가 창의성을 향상시키는데 매우 훌륭한 교구이다. 따라서 이러한 교구를 활용할 때에는 학생들에게 교구만 제공하는 것이 아니라 잘 고안된 학습 자료와 함께 제공하는 것이 요구된다.

최정임(1996)은 “상황학습이론은 수업을 실제 생활의 경험과 연결시키고 유의미한 맥락을 제공함으로써 학습을 촉진시키려는 접근방법이다. 상황학습이론은 학생들이 지식과 기능을 그것들이 실제적으로 사용되는 맥락 안에서 학습할 때 학습의 효과가 최대로 나타날 수 있다고 제안한다”라고 말하면서 초등학교 학생들에게 맥락적 문제와 비맥락적 문제를 이용하여 실험하였다. 비맥락적 문제(decontextualized problems)는 교과서에서 전형적으로 사용되는 응용문제들로 구성되었다. 비맥락화된 과제에 정보는 학생들의 경험과 연결되지 않는 것으로 각 문제는 다른 문제와 아무런 관련성을 지니지 않는다. 또한 그 문제들은 그 문제의 진술 내에 문제해결에 필요한 정보를 다 포함하고 있다. 즉, 문제해결을 위해 다른 정보의 확인이나 변형을 요구하지 않는다. 예를 들면, “가게에서 한 파운드에 \$0.50하는 비료와 한 푸대에 \$2.50하는 표토를 판다. 28파운드의 비료와 두 푸대의 표토의 가격은 얼마인가?” 이 문제에서 비료나 표토를 사는 것은 일반적인 5학년 학생들의 경험과 관련이 없으며, 학생들이 사용할 수 있는 개인적인 참조물도 제공되지 않는다. 맥락적 문제(contextualized problems)는 학생들의 일상적인 경험을 포함한다. 각각의 문제는 다른 문제들과 유의미한 맥락으로 연결되어 있다. 예를 들면, 학생들에게 어떤 지역으로 수학여행을 떠나기 위해 계획을 한다는 상황을 제시한다. 학생들은 문제를 해결하기 위해 필요한 정보와 도구-예를 들면 지도, 연료비, 필요한 요금 등-을 제공받는다. 학생들은 수학여행을 계획하기 위해 필요한 수학 문제를 학습하게 된다. 맥락적

문제들은 비맥락적 문제들과 똑같은 수학 능력을 요구하지만 문제들이 수학여행이라는 주제에 유의미하게, 맥락적으로 연결되어 있는 것이다. 이 실험 결과 여러 가지 문제상황에서 비맥락적 문제를 공부한 학생보다 맥락적 문제를 공부한 학생이 더 효과적인 결과를 얻었다. 이와 같이 일상적인 경험을 포함하고 있는 맥락적인 문제가 학생들에게 수학학습에 도움을 줌을 알 수 있다. 따라서 수학 학습에서 교구를 활용할 때 이러한 맥락적인 문제를 고려하여 학습 자료를 구성해야 한다.

이와 같이 교수매체는 창의성을 향상시키고, 수학학습에 도움을 줄 수 있고, 학습에 있어서 증폭기 역할을 하고, 학생들이 경험할 수 있는 맥락의 문제로 활용할 수 있다.

2. 포디프레임

1) 포디프레임의 개념

포디프레임의 개념은 한마디로 말해 제한이 없고 자유롭다는 것이다. 상상할 수 있는, 표현하고자 하는 모든 사물을 만들어 낼 수 있는 만능 재료인 것이다. 그래서 포디프레임은 표현능력이 무한하고 자유롭다. 그것은 포디프레임의 유연성으로부터 나온다. 포디프레임은 움직인다는 것이 가장 큰 특징이다. 과학의 원리와 형태과학의 유기적 발달의 기본 원리를 응용발전시킬 수 있도록 만들어진 기본 단위(unit)의 교구재인 것이다.

2) 포디프레임의 특징

포디프레임은 연결봉과 연결봉을 연결대로 이어서 각도를 0° - 360° 까지 자유롭게 만들 수 있다. 간단한 도구-가위 하나만 가지고 연결봉과 연결대를 원하는 길이와 모양대로 자르고 이어서 무엇이든 만들 수 있는 것이다. 이것이 포디프레임의 가장 크고 핵심적인 특징이다. 연결대(6발, 8발등)를 이용하여 연결봉을 위쪽으로 세우거나 아래쪽으로 내리는 것, 이것이 포디프레임을 무한히 확장할 수 있게 하는 것이다. 한마디로 포디프레임은 제3의 흙이라 할 수 있다.

우리나라의 문화가 갖고 있는 여러 가지 특징 가운데 하나는 보자기와 같은 문화라는 것이다. 보자기는 쓰임새와 따라 물건을 담은 가방이 될 수도 있고 허리를 묶는 끈도 될 수 있고, 바람 부는 날에는 여인의 머리에 쓸 수도 있다. 보자기가 그렇듯이 포디프레임도 상황과 조건에 따라 가장 이상적인 모양으로 무엇이든 만들어 낼 수 있다. 길면 긴대로 짧으면 짧은 대로, 각이 작으면 작은 대로 크면 큰대로 막힘없이 상상력이 따라 무엇이든 표현할 수 있다.

유연한 사고의 행동은 디지털 시대의 생존전략이라고 할 수 있다. 이렇듯이 디지털 시대의 교구도 표현능력으로부터 유연해져야 한다. 이미 공장에서 만들어져 나올 때부터 제한된 틀을 갖는다면 아이들의 상상력과 창의력도 제한받을 수밖에 없지 않을까? 이와 같은 제한된 틀을 벗어나 자유롭게 표현할 수 있는 것이 무엇일까를 고민하는 과정에서 만들어진 것이 바로 포디프레임이다.

3) 포디프레임이란?

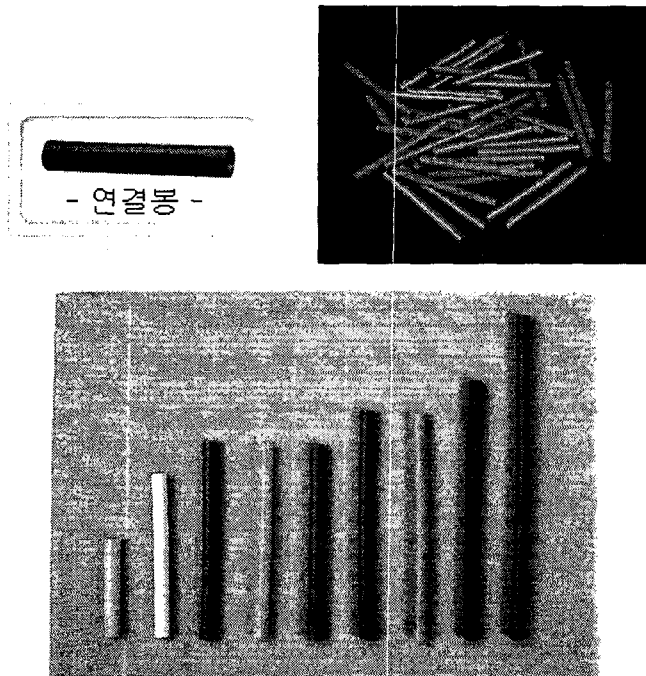
포디프레임의 사전적 의미는 '4차원'(4 dimension) + '프레임'(틀 또는 뼈대·구조·짜임새, frame)

을 뜻하는 합성어이다. 포디는 3차원에서 시간의 개념을 더한 4차원을 뜻한다. 이것은, 그 하나로서는 별다른 의미를 지니지 못하는 한 개체(점: 0차원)가 또 다른 개체와 만남으로써 선(1차원), 면(2차원) 그리고 입체(3차원)를 통해, 궁극적으로, 표현하고자 하는 사람의 생각과 내면의식까지 나타낸다는 것을 뜻한다. 이것을 통해 사용자 - 유아이건 어른이건 간에 사물이 구성되어 감을 느낄 수 있고, 사고의 시작이 이뤄질 수도 있다. 또한 '포디'라는 이름 안에는 꿈(dream)도 들어 있다. 아이들이 가지고 있는 상상의 나라를 포디를 통해 마음껏 펼쳐나가라는 뜻을 담고 있는 것이다. 이름을 포디 빨대라 하지 않고 굳이 외국어인 포디프레임이라 한 까닭은 글로벌 시대에 맞춰 국내에서 머물지 않고 세계시장으로 나가기 위한 의지가 담긴 전략적 표현이다.

포디프레임은 연결봉과 연결대로 이루어져 있다. 연결봉은 <표 1>과 같이 여러 가지 색과 길이로 되어 있다. 연결봉은 여러 가지 방법으로 연결대에 이어서, 만들고 싶은 모양의 도형이나 구조물 및 조형물을 창조해 내는데 쓰인다.

<표 1> 연결봉의 종류

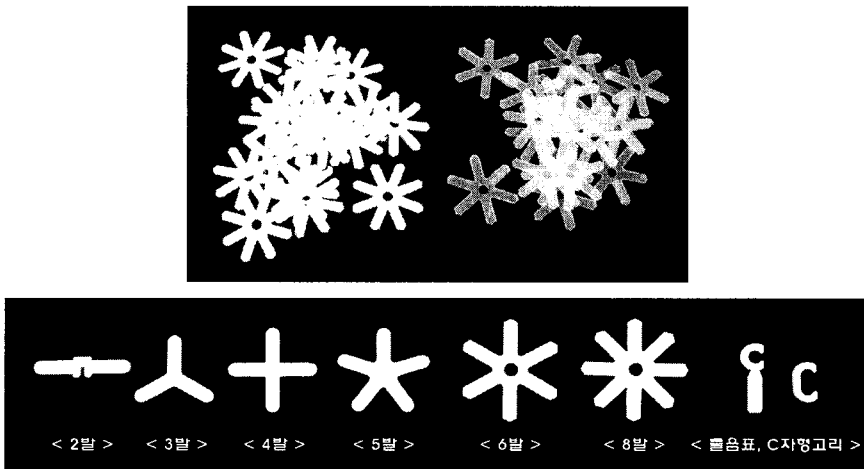
길이(cm)	3	5	6	7	10
색깔	노랑색	흰색	파랑색, 녹색	주홍색, 야광(축광)	주홍색



<그림 1> 여러 종류의 연결봉

가장 많이 쓰이는 연결봉의 길이는 7cm이다. 이것은 아이들이 무엇인가를 만들었을 때 보기에 가장 좋고 크기도 가장 그럴듯하게 만들어지기 때문이다. 연결봉은 간단한 도구(가위) 하나로 길이를 마음대로 조절하여 쓸 수 있다. 표현력에 한계가 없다는 말이다. 또한 연결봉의 배를 가위로 길게 자르면 연결봉의 두께를 줄일 수 있는데 이것을 이용하여 봉과 봉 사이에 끼워 연결할 수도 있다. 이렇게 하는 것은 2발과는 다른, 나름대로 특별한 효과를 내는데 쓸 수 있다.

연결봉을 이어주는데 쓰이는 연결대는 포디프레임의 가장 핵심적인 요소이다. 왜냐하면 연결대에 연결봉을 자유자재로 이어줌으로써 무엇이든 표현해 낼 수 있기 때문이다. 말하자면 연결대는 연결봉에게 자유롭게 상상의 나라를 펼 수 있도록 날개를 달아준 셈이다. 연결대는 2발~6발, 8발, C형 고리 및 물음표 고리(?) 등 8종류가 있다. 연결대의 핵심은 각각의 발이 갖고 있는 발과 발 사이의 각도가 변한다는 데 있다. 2발의 발과 발 사이의 각도는 180도(직선)이고 3발의 그것은 120도, 4발은 90도. 이와 같이 발의 수에 따라 각도가 변하는 것이다. 뿐만 아니라 발을 위아래로 꺾거나 옆으로 꺾으면 입체적으로 각도를 변화시킬 수 있다. 막힘이 없다. 이와 같이 연결대의 각도를 상하좌우로 조절할 수 있다는 것이 연결봉의 표현력을 자유자재로 높여 나가는 강력한 힘이 되는 것이다.



<그림 2> 여러 종류의 연결대

연결대는 적응력이 뛰어나다. 발의 수에 구애받지 않고 상상이 날개를 펼 수 있다. 4발, 6발, 8발은 2발 대신 쓸 수 있다. 6발은 또한 3발과 같이 쓸 수 있다. 6발의 발을 하나 건너 하나씩 잘라내면 3발과 같은 모양이 되기 때문이다. 6발과 같은 방식으로 자르면 8발도 4발과 같이 쓸 수 있다. 6발과 8발 안에는 각각 3발과 4발이 2개씩 들어있는 셈이다. 필요할 때에는 상황에 따라 8발을 잘라 7발로도 만들어 쓸 수도 있고, 6발을 잘라 5발로도 만들어 쓸 수 있는 것이다. 이 밖에도 연결대는 상상력이 미치는 범위에 따라 폭넓게 이용할 수 있다. 그 범위를 넓혀 나가도록 아이들을 진정으로 돕는 것, 이것이 포디랜드의 철학인 것이다.

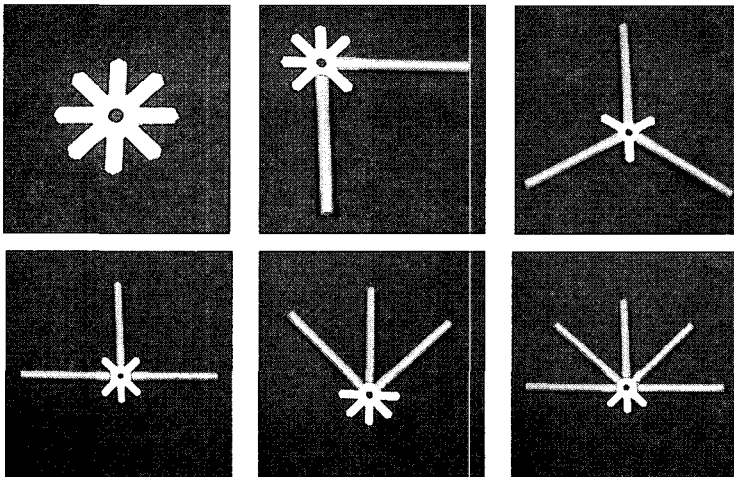
앞에서 살펴본 바와 같이 연결봉과 연결대를 이용한 포디프레임의 표현능력은 무궁무진하다. 나아가 포디프레임은 가장 적은 재료로 튼튼한 구조물을 만들 수 있다. 가장 적은 재료라 함은 튼튼한 정도에 비해 가장 가볍게 만들 수 있다는 뜻이다. 시에르핀스키 삼각형 구조물이 가장 좋은 본보기이다. 6단계의 높이가 약 4.5m인데 이렇게 만들 수 있는 것은 포디프레임이 무엇보다 가벼운 재질로 만들어졌기 때문이다. 아직까지 다른 재료로 이렇게 만든 사례는 찾아볼 수 없다.

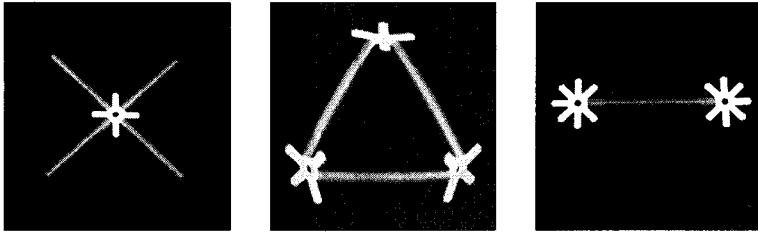
포디프레임의 가장 큰 장점은 연결봉이 활처럼 휘는 데 있다. 재질 자체가 부드러운 연질재료(폴리프로필렌, PP, Poly-propylene)로 되어 있고 속이 비어 있기 때문이다. 또한 색깔과 굵기가 다양하여 유선형 구조물도 가능한 것이다. 연결봉 안이 비어있지 않고 꽉 차있었다면 휘어지기 힘들고 부러졌을 것이다. 이것은 마치 갈대가 바람이 불었을 때 흔들릴지언정 부러지지 않는 것과 같다.

또 하나의 특징은 집단 활동을 할 수 있다는 것이다. 한 사람이 하나의 유닛을 만들어 여럿이 모여서 합치면 하나의 거대한 구조물을 만들어 낼 수 있다. 특히 정형화된 형상물 보다는 자유로운 구조물을 표현하는데 큰 장점을 지니고 있다. 이와 같은 집단 활동을 통하여 사회의 한 구성원으로서 자신의 정체성을 배워 갈 수 있고, 자신의 소중함과 함께 이웃의 소중함도 깨달아 갈 수 있다. 나아가 함께 하는 과정을 통하여 혼자 힘은 작을 지라도 여럿이 함께 힘을 모으면 생각보다 큰 힘을 낼 수 있다는 협동심도 배울 수 있다.

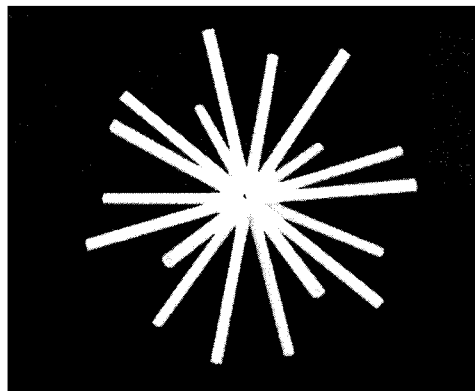
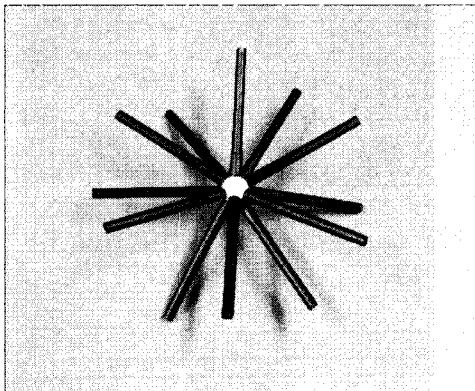
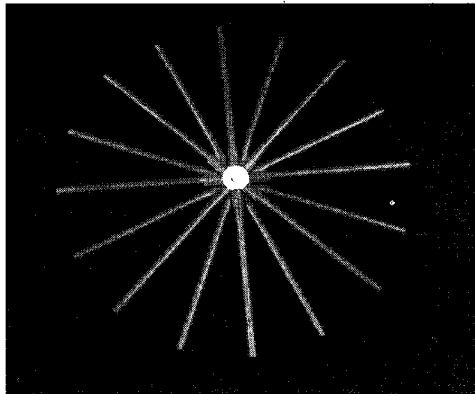
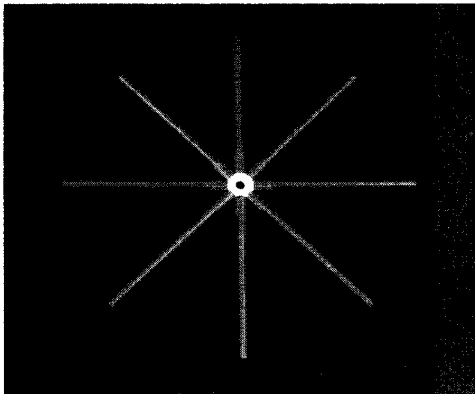
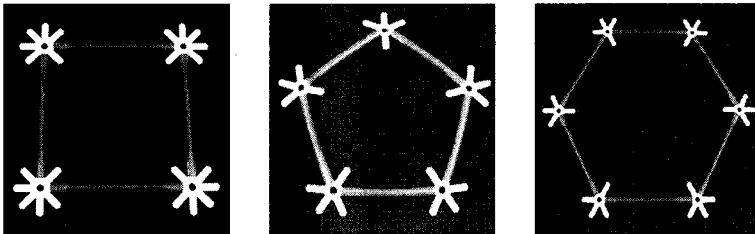
이 밖에 야광(축광)프레임을 사용하여 야간 디스플레이 및 이벤트용으로 활용하면 좋은 효과를 낼 수도 있고, 한 번 만들고 마는 일회성에 그치는 것이 아니라 한 동안 보다가 분해하여 얼마든지 다른 것을 만들 수도 있다. 반영구적으로 쓸 수 있는 것이다.

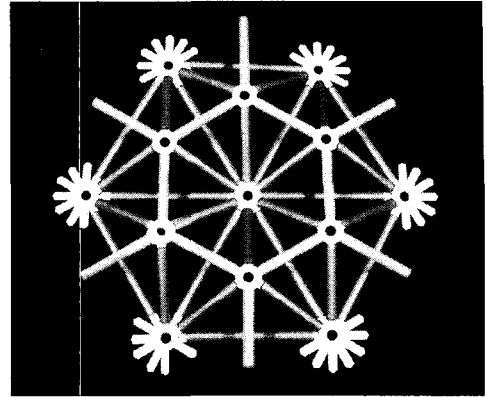
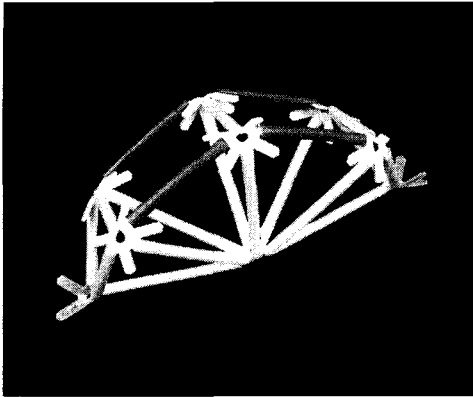
4) 포디프레임 사용 방법



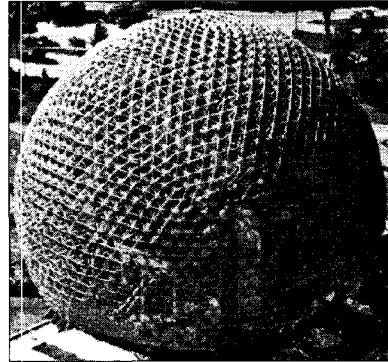


5) 응용방법

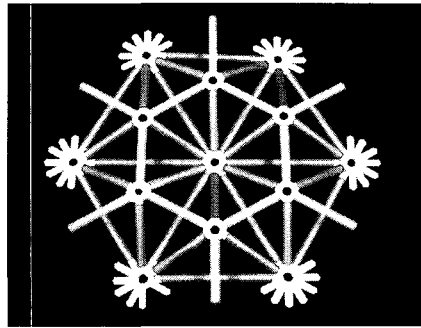
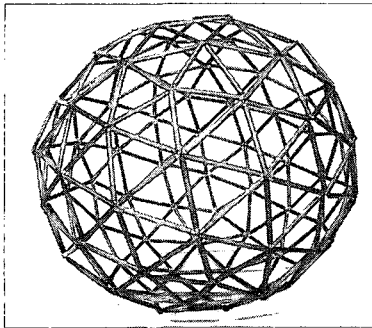




대전 엑스포 공원



건축가 벅민스터 풀러



Ⅲ. 연구방법 및 절차

1. 연구대상 및 연구설계

본 연구의 연구문제를 해결하기 위해서 연구자가 실험이 가능한 대구광역시 S교육청 영재학급 2학년 6개 반을 연구대상으로 선정하였다. 연구대상으로 선정된 이 학생들의 학력은 학업성취도 시험 결과 대구시내에서 상위권에 속하는 학생이며, 학교가 위치한 지역은 아파트가 인접한 곳이며 상당수의 부모가 맞벌이를 하고 있으며 또한 자녀교육에 관심이 매우 높은 편이었다. 본 연구에 선정된 학생들의 학력은 이 지역에서 최고의 수준이고, 경제적 수준은 대구광역시에서 중간정도라고 할 수 있다. 실험설계는 준 실험이질 통제집단 사전·사후검사를 적용하였다, 구체적인 연구설계는 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-1> 연구설계

집단(인원)	사전검사	실험처치	사후검사
실험반(59명)	Q_1, Q_2, O_3	X_1	$Q_2, Q_3,$
비교반(57명)		X_2	

단, O_1 : 선행지식 검사. O_2 : 수학적 창의력 검사. O_3 : 수학적 태도검사
 X_1 : 교수매체 활용 수업. X_2 : 전통적인 교사 주도식 수업

2. 검사도구 및 검사절차

본 연구에서 사용한 각 검사도구의 구체적인 내용과 검사절차는 다음과 같다.

가. 사전 학력진단 검사

사전 학력진단 검사는 중학교 2학년 수학 단원 중 7차 교육과정 8-가, 나를 중심으로 각 단원 학습내용을 문항을 엮은 하였다. 본 검사지는 20문항으로 구성되어 있고 본 연구자가 개발하였다. 개발된 검사문항은 대구광역시 S교육청 영재학급 2학년 6개 반을 대상으로 실시한 예비검사를 바탕으로 약간의 문항수정과 보완을 하였고 수학교육 전문가와 수학교사로부터 타당도를 검증 받았다. 검사의 신뢰도는 Cronbach $\alpha = 0.8796$ 으로 나타났다. 사전 학력진단 검사의 각 문항 당 배점은 5점씩 이고, 구체적 평가요소는 <표Ⅲ-2>와 같다.

<표 III-2> 사전 학력진단 검사지의 평가요소

문항	평가요소	문항	평가요소
1	유리수와 소수	11	연립일차부등식
2	유리수와 순환소수	12	연립일차부등식의 활용
3	근사값과 오차	13	일차함수 그래프
4	근사값의 덧셈과 뺄셈	14	일차함수의 활용
5	단항식 계산	15	사건과 확률
6	다항식 계산	16	확률 계산
7	연립방정식	17	삼각형의 외심과 내심
8	연립방정식 풀이와 활용	18	여러 가지 사각형
9	연립일차방정식의 활용	19	삼각형의 닮음조건
10	일차부등식	20	삼각형의 중점연결 정리

나. 창의력 검사지

<연구과제 1>를 해결하기 위한 것으로 실험 처치 사전·사후에 이 검사를 실시하였다. 수학적 창의력 검사는 1997년 한국교육개발원에서 개발한 수학적 창의력 문제해결력 검사(중학생용)를 재구성한 변은진(2001)의 검사문항을 사용하였다. 수학적 창의력 검사문항은 총 6문항이고 각 문항은 수학적 창의력의 요소인 유창성, 융통성, 독창성으로 구분하여 채점하였으며 이들 점수의 총합을 수학적 창의력 점수로 하였다. 창의력 검사의 채점은 한국교육개발원과 변은진(2001)이 개발한 평가 기준표를 참고로 연구자가 문항별로 평가 기준표를 작성한 후, 그 객관성을 확보하기 위해 현장교사 2명의 감수를 받았다. 하위요소별 채점에서 유창성에 대한 채점은 옳은 반응들의 수로 하고, 융통성은 옳은 반응들 중에서 같은 방법으로서 접근은 동일한 것으로 여겨 같은 범주에 넣고 범주의 수로 점수를 부여하였다. 독창성은 분석된 반응 유형의 비율을 분석하여 20%이상은 0점, 10%이상 ~ 20%미만은 1점, 5%이상 ~ 10%미만은 2점, 5%미만은 3점을 부여하였다. 수학적 창의력 검사의 검사시간은 2시간 동안 실시하였다.

사전 수학적 창의력 검사는 창의력에서 비교집단과 실험 집단이 동일 집단인지를 알아보기 위해서 실시하였으며, 연구대상인 대구광역시 S교육청 2학년 6개반 학생들을 대상으로 토요일 오후시간에 1교시에 담임교사의 감독으로 실시하였다. 실시 전 각 반 담임교사에 검사의 목적, 검사의 내용, 검사의 실시방법과 절차에 대한 사전교육을 통해 검사환경에 차이가 나지 않도록 특별히 주의를 기울였다. 사후 수학적 창의력 검사는 사전 수학적 창의력 검사와 동일하고 사전검사를 실시하고 나서 28주 후에 동일한 방법과 절차로 실시하였고, 실험처치 후 결과를 알아보기 위해 실시하였다.

다. 수학적 태도 검사지

<연구과제 2>를 해결하기 위한 것으로 실험 처치 사전·사후에 이 검사를 실시하였다.

자신의 수학에 대한 적성, 태도, 성향, 일반정신능력, 창의력, 반성, 창의적 특성 등이 실제로 어떻게 변화하였는지를 알아보기 위하여 사후 검사를 실시하여 수학적 행동 특성의 변화를 알아보는 검

사지이다. 작성된 질문 내용은 영재학생의 행동특성을 알아보기 위한 검사지로 방승진의 1명(2002)이 개발한 검사지 신뢰도 분석과 요인분석을 실시하였다. 구체적 행동 특성 검사에 대한 요인분석, 신뢰도 분석은 다음과 같다.

구 분			문항 번호	문항 수	중학교 3학년 (400명)	고등학교 1-2학년 (400명)	전체 (800명)	
정의적인 태도와 성향	적성	수학적 적성	타인의 평판	1	3	.6915	.7159	.6988
			남다른 특별한 소질	25				
			타고난 소질과 적성	28				
	태도	수학적 흥미와 호기심, 애착	강한 흥미와 애착	2	7	.8374	.7783	.7764
			호기심있는 질문	3				
			탐구심	26				
		도전적인 자신감	새로운 문제에 대한 자신감	4				
			수학적 의사소통에 대한 자신감	5				
			어렵고 복잡한 것에 대한 도전	27				
			자기가 확신하는 것에 대한 신념과 고집	24				
	성향	열린마음과 민감성	개방성	18	6	.7749	.7228	.7571
			민감성	19				
		과제 집착성	수학적 과제에 대한 끈질긴 집착성	21				
			애매모호함에 대한 참을성	21				
보다 우아한 해법을 찾으려는 경향성		보다 나은 다른 풀이방법에 대한 모색	22					
일반적인 해를 찾으려는 경향	23							
인지적인 사고 기능	일반정신능력	기억력과 집중력	수학적 기억력	6	4	.7625	.6431	.6888
			수학적 과제에 대한 집중력	7				
		의사소통 능력	언어적 표현력	10				
			수학적 언어(용어, 기호, 수식 등의 문장) 사용능력	11				
	창의력	전체적인 관계를 파악하는 통찰력	전체와 핵심, 관계를 파악함	12	7	.8419	.8313	.8418
			수학적 직관과 통찰력	13				
		창의력	사고의 전환능력	14				
			풀이 방법의 독창력	15				
			추측과 상상력	29				
			창조력	30				
			다양한 풀이전략의 사용	31				
			문장제 문제해결능력	32				
	수학 문제 해결책에 대한 반응	33						
	반성능력	적용, 비판, 일반화하 는 능력의 반성 능력	타 교과 및 일상생활에 대한 응용/적용력	16	4	.6915	.6701	.6928
오류에 대한 비판 능력			17					
일반적인 풀이를 찾고 일반화시키는 능력			8					
메타인지적 반성 능력			9					
전체		6개요인, 33문항			.9230	.9102	.9412	

3. 실험 처치

실험은 연구대상으로 선정된 영재학급 2학년 6개 반을 각각 실험반(59명)과 비교반(57명)으로 임의 할당하여 서로 다른 수학교사가 중학교 2학년 수학교과 단원을 28주를 실시하였다. 비교반의 수업은 담당교사의 학습지도안에 따른 전통적인 교사 주도식 수업방식으로 이루어졌고, 실험반의 수업은 담당교사와 연구자가 사전협의하여 교수매체를 활용한 수업을 실시하였다. 구체적 수업의 실체는 <부록1>에 제시한다.

IV. 연구결과 분석

1. < 연구문제 1> 사전, 사후 검사 분석

가. 사전 수학적 창의력 검사결과

사전 수학적 창의력 검사의 평균 차를 검정한 결과는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-1> 사전 수학적 창의력 검사의 평균 차에 대한 검정결과

반	학생수	평균	표준편차	t-값	자유도	p-값
실험반	59	40.12	20.86	0.15	79	0.890
비교반	57	40.68	14.25			

위의 표에서 알 수 있듯이 두 반의 수학적 창의력 수준은 유의수준 5%에서 유의미한 차이가 없는 동질집단이라고 할 수 있다. 한편, 사전 수학적 창의력 검사에 대한 하위 요소별 평균 차에 대한 분석결과는 <표 IV-2>과 같다.

<표 IV-2> 사전 수학적 창의력 검사의 하위요소별 평균 차에 대한 검정결과

하위 요소	학생수	평균	표준편차	t-값	자유도	p-값
유창성	실험반	25.61	14.05	-0.27	79	0.814
	비교반	24.98	9.67			
융통성	실험반	9.85	3.13	1.92	79	0.059
	비교반	11.10	2.61			
독창성	실험반	4.66	4.84	-0.06	79	0.954
	비교반	4.60	4.15			

위의 표에서 알 수 있듯이 두 반의 유창성, 융통성, 독창성은 모두 유의수준 5%에서 유의미한 차이가 없는 동질집단이라고 할 수 있다.

나. 사후 수학적 창의력 검사결과

실험 처치 후에 문제제기 수업의 효과분석을 위해 수학적 창의력 검사를 실시하였다. 사후 수학적 창의력 검사의 평균 차를 단측 검정한 결과는 <표 IV-3>와 같다.

<표 IV-3> 사후 수학적 창의력 검사의 평균 차에 대한 검정결과

반	학생수	평균	표준편차	t-값	자유도	*p-값
실험반	70	53.28	23.03	-1.91	79	0.029
비교반	70	44.28	21.89			

위의 표에서 알 수 있듯이 교수매체 수업이 기존의 교사 주도식 수업보다 유의수준 5%에서 수학적 창의력 신장 면에서 유의미한 효과가 있었다.

<표 IV-4> 사후 수학적 창의력 검사의 하위요소별 검정결과

하위 요소	반	평균	표준편차	t-값	자유도	*p-값
유창성	실험반	35.95	15.60	-2.15	79	0.018
	비교반	28.90	13.83			
융통성	실험반	11.24	2.44	-1.78	79	0.038
	비교반	10.15	3.08			
독창성	실험반	6.59	6.56	-0.98	79	0.165
	비교반	5.10	7.04			

특히, 수학적 창의력의 하위요소(유창성, 융통성, 독창성)별로 평균 차를 단측검정한 결과, <표 IV-4>에서와 같이 교수매체 수업이 기존의 교사 주도식 수업보다 유의수준 5%에서 유창성과 융통성 면에서 유의미한 효과가 있었다.

2. < 연구문제 2 > 행동특성검사에 대한 사후 태도 검사 분석

비교반과 실험반에 대한 수학적 태도 검사를 실시하였다. 33개의 문항에 대하여 같은 유형의 문제를 분류하고 구형성 검정 결과 변수들간의 상관관계를 알아보기 위해 KMO와 Bartlett를 실시하였다.

구형성 검정 결과 변수들 간의 상관성을 나타내는 KMO측도는 0.96으로서 변수들의 상관성이 매우 높으며, 유의 확률은 0.000으로서 변수들 간의 상관계수가 모두 0이라는 가설이 기각되므로 요인 분석을 할 수 있다.

구체적 KMO와 Bartlett의 검정은 다음과 같다.

<표 IV-5 KMO와 Bartlett의 검정>

내용	비율
Kaiser-Meyer-Olkin측도	0.965
Bartlett 검사 카이제곱	9455.503
자유도	660
유의확률	0.000

행동특성 검사지의 38개 항목을 크게 6개의 주성분으로 나누었다. 이 결과 적성, 태도, 성향, 일반 정신능력, 창의력 반성능력등으로 설명된 총 분산표는 회전하여 고유값이 1이상인 요인이 5개 있음을 보여준다. 6개의 요인으로 전체 변이의 60.398%를 설명하는 것으로 나타났다. 이에 따라 33개 항목의 설문은 6개 요인들로 이에 따를 총분산과 회전된 요인행렬은 다음과 같다.

<표IV-6 > 총분산과 요인행렬 분석

구분		초기 고유값	분산	누적	조사 제공합 적재값	분산	누적	회전 제공합 적재값	분산	누적
정의 적인 태도와 성향	요인	전체	% 분산	% 누적	전체	% 분산	% 누적	전체	% 분산	% 누적
	적성	18.960	51.244	51.244	1.323	50.210	50.210	6.580	4.907	60.39
	태도	1.654	4.469	55.714	1.293	3.495	53.705	5.740	15.514	33.29
	성향	1.555	4.201	59.915	1.155	3.121	56.826	4.372	11.815	45.11
인지적 사고 기능	일반정신 능력	1.166	3.151	63.066	1.725	1.959	58.758	3.840	10.378	55.49
	창의력	1.029	2.781	65.847	18.578	1.613	60.398	1.815	17.785	17.78
	반성 능력	.876	2.368	68.215	1.252	1.57253.9 28	53.928	4.472	10.712	45.12

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 창의성 향상시키기 위한 교수매체에 대해 알아보고, 교수매체로서 포디프레임을 소개하고, 활용하는 방안을 기술하였다. 이러한 교수매체는 학생들에게 다양한 경험을 통해 공간감각력과 창의성을 향상시킬 수 있고, 공부라기보다는 놀이로써 흥미롭게 과제에 대한 집중력을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서 이러한 도구를 수학적 교구나 조작적 구체물로 표현하지 않고 교수매체로 표현한 이유는 도구들을 활용 할 수 있는 학습자료와 적절하게 활용 할 수 있는 학습 환경 그리고 학생들 자신이 자발적으로 학습활동에 참여하는 자기조절학습 등이 복합적으로 내포되어 있기 때문에 교수매체라는 용어를 사용하였다. 따라서 도구 자체가 창의성 향상에 도움을 주기보다는 오히려 이러한 도구를 어떻게 활용할 것인가에 대한 프로그램과 학생들이 자발적이고 흥미롭게 도전할 수

있는 환경을 조성해야 한다. 따라서 교수매체를 효과적으로 활용하기 위해서는 다음과 같은 점을 고려해야 한다.

첫째, 교수매체를 효과적으로 활용하기 위해서는 학생수의 제한이 필요하다. 너무 많은 학생을 대상으로 수업을 하기에는 어려움이 매우 많다. 따라서 학생수가 조금 많은 경우에는 조별 협력학습을 하거나 보조교사가 같이 수업에 도움을 주는 것도 하나의 방법이다.

둘째, 학생들의 수준에 고려하여 프로그램을 구성해야 한다. 교수매체는 학년에 구분 없이 활용할 수 있기 때문에 저학년에서는 조금 단순하고 쉬운 내용으로 구성하고, 학년이 올라갈수록 복잡하고 입체적인 요소를 강조하면서 교재를 구성하는 것이 매우 효과적이다.

셋째, 교수매체를 이용하여 프로그램을 구성하고 수업을 진행하는데 있어서 그림을 제시하고 어떤 과제를 설명해 주는 것도 중요하지만 학생들에게 자유롭게 새로운 모양을 만들게 하고 주어진 상황에서 새로운 퍼즐을 만들고, 자신이 만든 모양이나 퍼즐을 다른 학생들에게 보여주고 설명하고 다른 학생들이 그것을 해결하는 협력학습도 매우 효과적이다 때로는 학생들이 만든 모양은 중요한 학습자료가 될 수 있다.

넷째, 교수매체를 활용할 때 학생들이 주어진 과제가 너무 어렵다고 생각하여 빨리 포기하는 경우도 있다. 따라서 교사는 학생들이 이러한 과제를 포기하지 않도록 지속적인 자극을 주어야 한다. 그러나 처음부터 너무 많은 힌트를 주는 경우는 학생들에게 생각할 수 있는 기회를 주지 못하므로 주의하여야 한다. 본 연구의 종합적인 연구결과를 종합하면 다음과 같다.

<연구 문제 1>에 대한 연구결과에 다음과 같다.

두 양적점사지인 선행지식검사, 수학적 창의력 검사지 통하여 교육청 영재학급에서 비교집단은 전통적인 교사 주도식 수업을 실시하고, 실험집단은 교수매체 활용한 수업을 28주 동안 실험처치한 결과 교수매체를 활용한 수업이 영재학생의 수학적 창의력에 미치는 효과가 있다고 볼 수 있다.

교수매체를 수업에 활용한다면 영재학생들에게 다양한 경험을 통한 창의성을 향상시키는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

<연구 문제 2>에 대한 연구결과에 다음과 같다.

다섯째, 교수매체 활용 수업은 전통적 수업보다 영재학생의 수학적 태도의 변화를 가져올 수 있다.

위에서 제시한 점을 고려하여 교수매체를 더욱 효과적으로 수업에 활용하기 위해서는 교수매체를 현장에서 직접 활용하였을 때 나타나는 학생들의 반응을 조사할 필요가 있다. 교수매체를 수업에 활용할 때 나타나는 현상을 기술하는 것은 더 좋은 프로그램을 만드는데 중요한 자료가 될 것이다. 또, 교수매체를 활용하는 데에는 다양한 교수방법이 있다. 이러한 교수방법 중에서 가장 효과적인 교수방법과 교사의 역할에 대해 더 연구할 필요가 있다. 그리고 교수매체를 활용하기 가장 적합한 환경은 무엇인지에 대한 연구와 본 고에서 소개한 교수매체이외에 다양한 교수매체에 대한 연구가 필요하다. 영재학생들은 새롭고 흥미로운 소재에 대해 큰 관심을 가지고 뛰어난 집중력을 보인다. 따라서

다양한 교수매체를 개발하고 활용한다면 학생들에게 창의성을 향상시키는데 많은 도움을 줄 수 있을 것이다. 앞으로 지속적인 교수매체의 개발이 필요하다면 또한 전통적인 수업보다 교구 활용을 이용한 수업활동으로 변화되어 할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부 (1997). 수학과 교육 과정. 교육부 고시 제 1997-15호[별책 8].
- 박영희 (1997). 수학영재캠프 활동 사례: 소마큐브. 한국수학교육학회 시리즈 F 수학교육 학술지 4. pp.89-95.
- 송상헌 (1998). 수학 영재성 측정과 판별에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 신현용·이종욱·한인기 (1999). 창의성 신장을 위한 초등학교 수학 학습 자료 개발. 한국수학교육학회 시리즈 F <수학교육 학술지> 4. pp.33-52, 서울: 한국수학교육학회.
- 방승진(2006). 제36회 전국수학교육연구대회 프로시딩. pp. 121-128, 서울: 한국수학교육학회.
- 방승진·송상헌(2002). 수학 영재아들을 위한 행동특성검사지의 개발과 활용에 관한 연구, 학교수학 2권2호, pp.427-457, 서울: 대한수학교육학회 논문집.
- 변은진 (2001). 개발형 문제를 활용한 평가가 수학적 창의력 에 미치는 효과. 한국교원대학교대학원 석사학위논문.
- 이경화 (1999). 칠교판을 활용한 중등학교 영재교육 프로그램 개발. 한국수학교육학회 시리즈 F 수학교육 학술지 4. pp.77-87, 서울: 한국수학교육학회.
- 이흥우 (1998). 增補 知識의 橫造와 敎科. 서울: 교육과학사
- 전평국 (1999). 수학과 교수·학습에서의 교수 매체의 역할. 한국수학교육학회 시리즈 F <수학교육 학술지> 3. pp.21-36
- 최정임 (1996). 상황적 맥락성과 복잡성이 학업성취와 태도, 지식의 전이에 미치는 효과 : 수학적 문제해결 능력을 중심으로. 한국교육공학회지 교육공학연구. 12(1). pp. 213-230.
- 황우형·이지연 (2000). 기하판을 활용한 수업의 효과에 관한 질적 연구. 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육>. 39(1). pp.21-36.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- _____ (1998). *Principles and standards for school mathematics: Discussion draft*. Reston. VA: NCTM.
- Sherard III, W. H. (1995). *Cooperative informal geometry*. CA: Dale Seymour Puplications.
- Zhang, Wei (1996). *Exploring Math Through Puzzles: Blackline Masters for Making over 50 Puzzles*. Emeryville. CA: Key Curriculum Press.

The Ways to Utilize Teaching Materials for Gifted Students' Creativity Improvement

Bang, Seung Jin

Ajou University
emath@naver.com

Lee Sang Wun

Neung-In High School
lswpma@hanmail.net

We need questions that have various answers, not one answer by just mechanical calculation, to improve students' creativity. Such questions usually require inquiry, presumption, logical inference and a variety of problem solving tactics. These questions will be even more effective when they can provide students with multiple experiences by making them engage in lots of activities. We have to make use of diverse teaching aids and tools, or teaching materials in order to get these results.

This research searches for teaching materials which improve gifted students' creativity as well as the ways to utilize 4D Frame. Furthermore we intend to present the ways to put such materials and 4D frame into practical use.

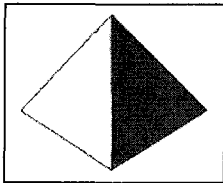
* ZDM Classification : D44

* MSC2000 Classification : 97U60

* Key Word : creativity, teaching materials

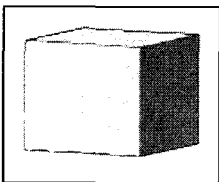
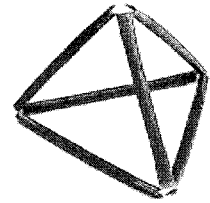
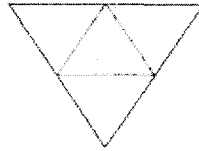
<부록1> 수업의 실제

<활동1> 정다면체 만들기



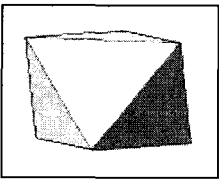
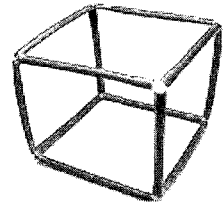
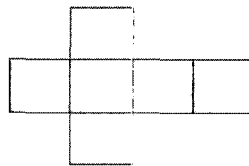
정사면체

연결봉 6개
3발 4개



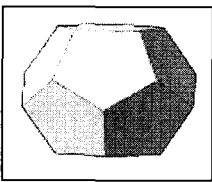
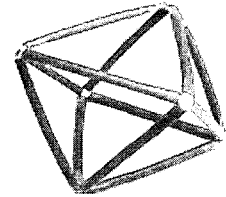
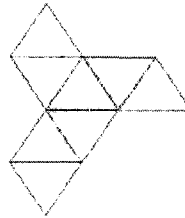
정육면체

연결봉 12개
3발 8개



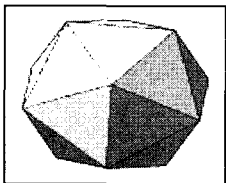
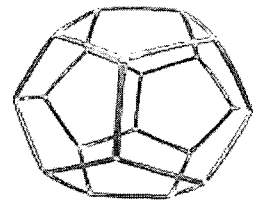
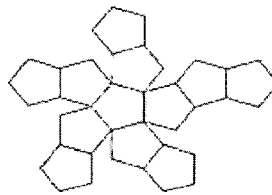
정팔면체

연결봉 12개
4발 6개



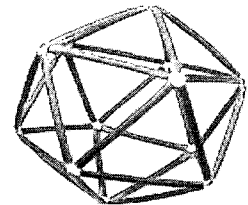
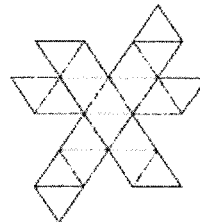
정십이면체

연결봉 30개
3발 20개

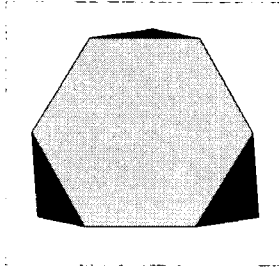


정이십면체

연결봉 30개
5발 12개

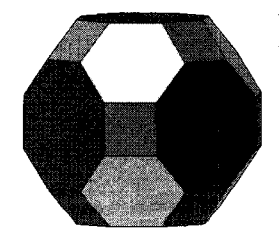
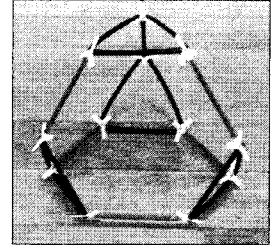
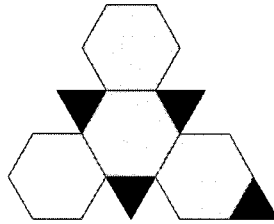


<활동2> 준정다면체 만들기



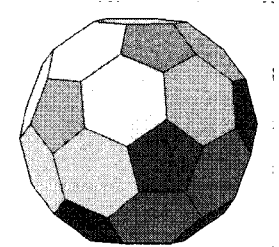
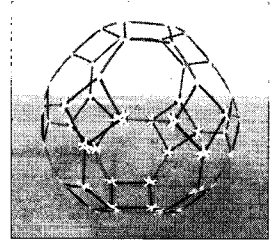
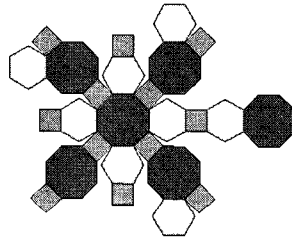
작은 정사면체

연결봉 18개
8발 12개



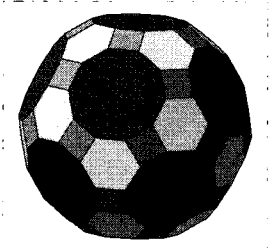
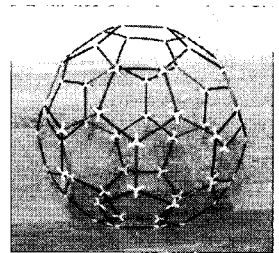
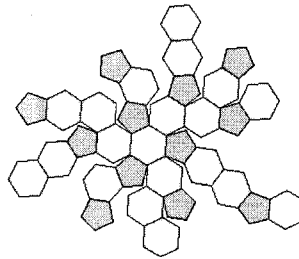
부풀려작은 육팔면체

연결봉 72개
8발 48개



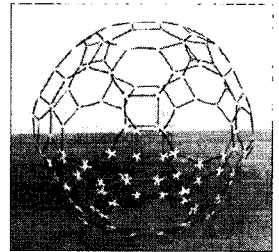
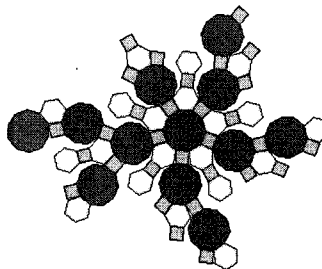
작은 정이십면체

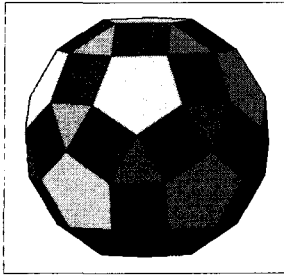
연결봉 90개
6발 60개



부풀려작은 십이이십면체

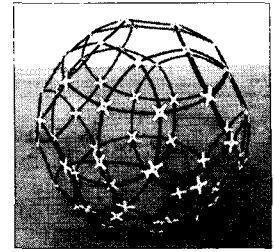
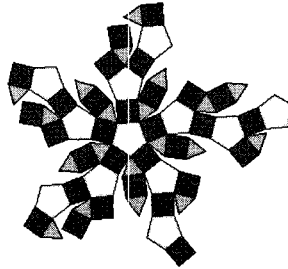
연결봉 180개
8발 120개





부풀린 십이이십면체

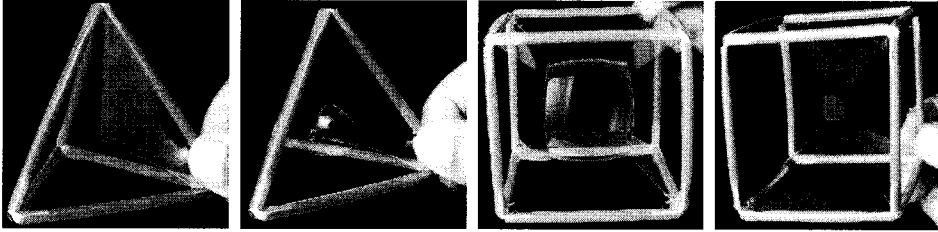
연결봉 120개
8발 60개



준정다면체

	작은 정사면체		12		부풀린 육팔면체		24
			18				48
	작은 정육면체		24		부풀린 십이이십면체		60
			36				120
	작은 정팔면체		24		부풀려작은 육팔면체		48
			36				72
	작은 정십이면체		60		부풀려작은 십이이십면체		120
			90				180
	작은 정이십면체		60		다듬은 육팔면체		24
			90				60
	육팔면체		12		다듬은 십이이십면체		60
			24				150
	십이이십면체		30				
			60				

<활동3> 포디프레임을 이용한 버블장력실험



정사면체와 정육면체를 비눗물에 넣어 버블장력실험을 해 봅시다. 비눗방울은 언제나 공기에 닿는 길너이를 가장 작게 유지하려는 성질이 있기 때문에 위의 그림과 같은 현상이 나타난다. 이것을 페르마점이라 한다. 페르마점은 거리의 합이 최소인 지점을 찾는 가운데 나온 것으로 프랑스의 수학자 페르마(Fermat:1601~1665)에 의해 삼각형의 각 꼭지점으로부터의 거리의 합이 가장 작게 되는 점을 구한 페르마의 이름을 따서 페르마 점(Fermat Point)이라고 한다. 삼각형의 세 꼭지점과 페르마의 점을 잇는 세 선분이 이루는 각의 크기는 모두 120도이다. 비누 막도 120도로 만나야 비누거품의 넓이가 최소가 된다. 이 120도의 구조는 벌집, 현무암기둥, 잠자리 날개 등과 같이 자연에서도 많이 발견된다.

<활동4> 시에르핀스키 포디프레임으로 만들기

시에르핀스키 삼각형은 삼각형 둘레의 합은 무한히 늘어나지만 넓이는 변하지 않는다는 특징을 가지고 있다. 도형의 가장 최소단위는 삼각형이다. 3개 이상의 점과 선이 만나야 비로소 도형이라 이야기 할 수 있다. 삼각형은 변의 개수가 가장 적은 다각형으로 닫혀있는 평면도형이다. 변 2개로는 닫혀있는 도형을 만들 수 없다. 가장 최소단위의 도형인 삼각형은 단순하면서도 어떤 압력에도 모양이 변하지 않는 가장 튼튼한 도형이다. 우리 주위에서 삼각형을 이용한 여러 가지 건축물을 찾아보자. 송신탑, 에펠탑, 삼각형의 트러스트 교량, 우리가 생활하는 집이나 건물의 내부구조도 삼각형이다.

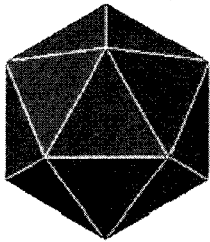


(조립 방법은 첨부 1.시에르핀스키 조립카드를 참고하세요.)

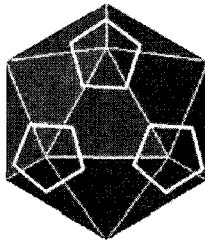
<활동5> 포디프레임으로 깎은 정이십면체(축구공) 만들기

축구공 속에 숨어있는 도형과 어떻게 해서 32면체의 축구공이 만들어 지는지를 직접 만들어 보면서 체험해 봅시다.

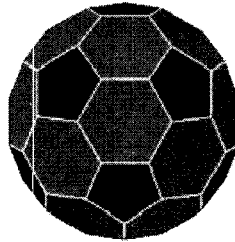
정이십면체는 정삼각형 20개로 만들어진 정다면체로 각 꼭지점은 정삼각형 5개로 구성되어 있고 꼭지점의 수는 12개다. 정이십면체의 각 변의 삼등분점을 연결하여 봅시다. 연결했을 때 생기는 면의 꼭지점 부분을 잘라 보면 잘린 면은 정오각형이 되고 그 개수는 꼭지점의 수와 같은 12개가 된다. 또 원래 정삼각형이었던 면들은 세 꼭지점에서 한 번씩 잘려 정육각형이 되어 개수는 원래 정삼각형의 개수인 20개가 된다. 따라서 우리가 주변에서 보는 축구공은 12개의 정오각형과 20개의 정육각형으로 구성되어 있다.



정20면체



정20면체의 꼭지점을 깎는 과정

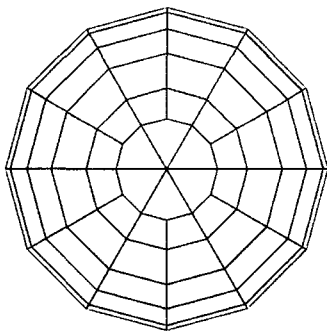


깎은 정20면체

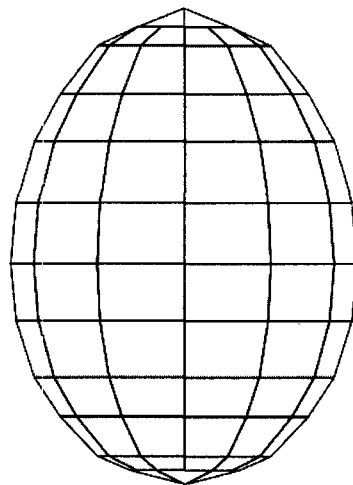
<활동6> 포디프레임을 이용하여 3차 곡선 계란형 만들기

지름 x 3.14 = 원둘레 / 임의의 수 = ? 를 포디프레임을 가위로 잘라서 연결하여 세상에서 하나 밖에 없는 자기만의 3차 곡선 계란형을 만들어 볼 수 있다.

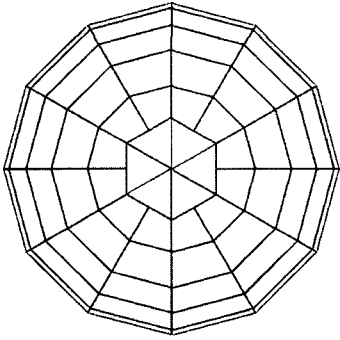
- 수학기초식으로만 외우고 있는 원주 구하기 공식을 실제로 적용하여 3차 곡선 계란형을 만들어 봄으로서 수학의 신비함과 재미를 느낄 수 있다.



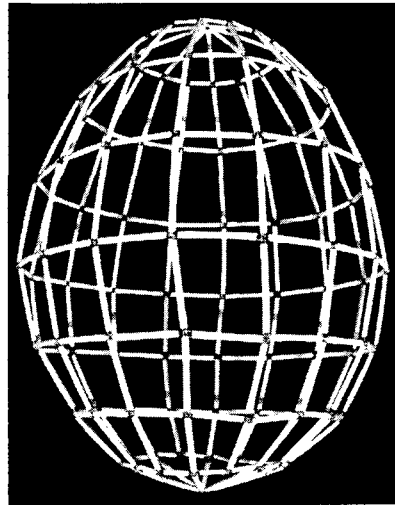
A방향



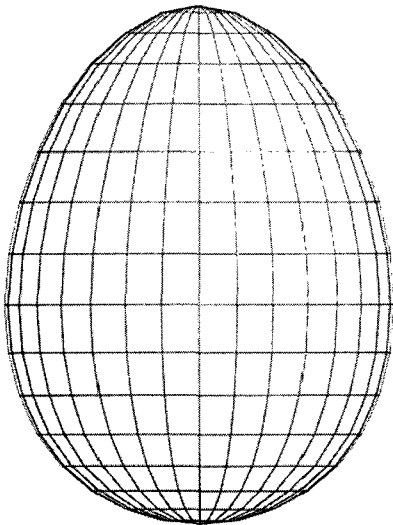
(평면도)



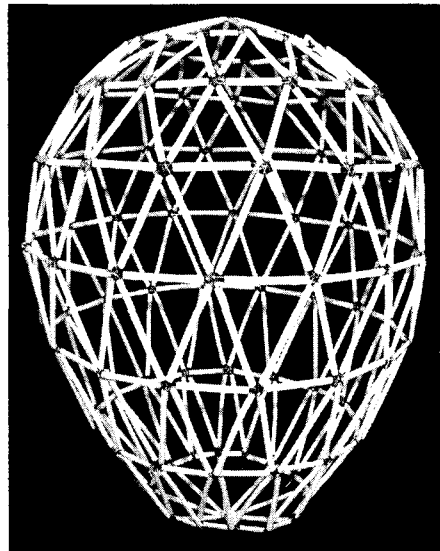
(B방향)



(포디프레임으로 만든 계란형)



(평면도)



(포디프레임으로 만든 풍선형)