

석사학위논문

수학동아리의 체험활동을 위한 학습 자료의 개발과
그의 활용이 중학생의 수학 학습 태도에 미치는 영향

지도교수 윤용식



제주대학교교육대학원

수학교육전공

김영관

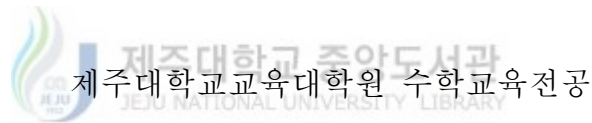
2003년 8월

수학동아리의 체험활동을 위한 학습 자료의 개발과
그의 활용이 중학생의 수학 학습 태도에 미치는 영향

지도교수 윤 용 식

이 논문을 교육학석사학위논문으로 제출함.

2003년 5월 일



제출자 김 영 관

김영관의 교육학 석사학위논문을 인준함.

2003년 7월 일

심사위원장 (인)

심사위원 (인)

심사위원 (인)

<초록>

수학동아리의 체험활동을 위한 학습 자료의 개발과
그의 활용이 중학생의 수학 학습 태도에 미치는 영향

김 영 관

제주대학교 교육대학원 수학교육전공

지도교수 윤 용 식

미술가는 전시회를 열어 자신의 작품 세계를 보여준다. 음악가는 연주회에서 아름다운 음악을 들려준다. 또, 작가는 책을 써서 자신의 생각을 말한다.

이렇듯 수학을 좋아하는 사람들은 흥미로운 수학을 배우고 멋진 수학 관련 구조물을 만들면서 수학을 즐기고 그것들을 보여주어서 그동안 수학과 친하지 않았던 사람들이나 수학을 더 배우고 싶어하는 사람들에게 수학의 아름다움을 느낄 수 있게 도와주어야 한다.

본 연구의 목적은 수학을 좋아하는 학생들을 모아 수학동아리를 만들고 수학동아리 활동을 위한 체험학습 자료의 개발에 있다. 또 이를 활용하여 학생들로 하여금 학습태도에 긍정적인 변화를 유도하려는 데 있다.

이 목적을 위하여

첫째, 교과서 외적의 학습자료에 대한 연구들을 고찰하고 체험활동 자료 선정 기준에 의거하여 조노돔 시스템을 체험활동 자료로 선정하였다. 조노돔 시스템의 특징과 체험활동 자료 제작의 기본방향에 의거하여 ‘수학을 사랑하는 작은 사람들’이라는 체험학습 자료를 개발하였다.

둘째, 개발한 자료를 수학동아리 활동을 통해 학생들에게 적용하였다.

셋째, 수학동아리 학생들에게 전후 설문 조사를 하여 학생들의 수학 교과에 대한 흥미도 및 태도 변화를 조사하였다.

본 연구는 학습자 스스로의 능동적인 학습 활동과 구체적인 체험활동을 강조한 자료를 개발하는데 중점을 두었다. 본 자료는 교과서 내용과 직접적인 관계는 없지만, 기존의 교육과정을 보완하는 틀에서 계획되고 실행된다면 보다 높은 차원에서 통합적이고 발전적인 사고를 가능하게 하여 학생들의 수학적 사고력 향상에 도움이 될 것으로 생각한다. 본 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 학생들의 능동적인 참여를 유발하여 수학에 친근감을 느끼게 할 수 있었다.

둘째, 수학적 구조물을 직접 만들어 봄으로써 관찰, 실험, 조작, 추측 등 다양한 체험을 했고, 이를 통하여 수학에 대한 새로운 인식과 수학의 힘을 경험하여 문제 해결력과 창의성의 발달을 도모할 수 있었다.

셋째, 수학을 바라보는 눈과 사고의 영역을 일상 생활로 넓혀 갈 수 있었다.

넷째, 수학교과는 흥미 있고, 도전해 볼만한 가치 있는 교과로, 인류의 문화발달에 상당히 기여하는 교과라는 인심을 심어주어 수학에 대해 보다 적극적인 태도를 기를 수 있었다.

본 연구에서 얻은 연구 결과를 토대로 하여 제언하면 다음과 같다.

첫째, 교과서 중심의 수학 교육에 대한 인식의 전환이 필요하다.

둘째, 체험수학 교육을 위한 수학 교사간의 공동 연구 노력과 자료의 공유가 필요하다.

셋째, 체험수학 교육을 위한 교육 여건과 학교 여건의 개선이 시급하다.

목 차

| | |
|---------------------------------|----|
| I. 서 론 | 1 |
| 1. 연구의 필요성 | 1 |
| 2. 연구의 목적 | 2 |
| 3. 연구의 내용 | 3 |
| 4. 용어의 정의 | 3 |
| 5. 연구의 한계 | 4 |
| II. 이론적 배경 | 5 |
| 1. 체험활동의 의미 | 5 |
| 2. 수학 교과 문헌 연구 | 5 |
| 3. 선행 연구의 고찰 | 9 |
| III. 수학생아리 체험활동 자료 제작의 실제 | 11 |
| 1. 체험활동 자료 제작 절차 | 11 |
| 2. 체험활동 자료 선정의 기준 | 11 |
| 3. 체험활동 자료 선정 | 12 |
| 4. 체험활동 자료 제작의 기본방향 | 14 |
| 5. 체험활동 자료 제작 | 14 |
| IV. 수학생아리 운영의 실제 | 18 |
| 1. 수학생아리 편성 방법 | 18 |
| 2. 수학생아리의 구성 | 18 |
| 3. 연간 활동 계획 | 19 |
| 4. 수학생아리 체험활동시 준비 사항 | 20 |
| 5. 학습자료에 대한 지도 방안 구안 | 21 |
| 6. 교내 수학 체험전 | 22 |

| | |
|-------------------|----|
| V. 연구의 결과 | 23 |
| 1. 검사도구 | 23 |
| 2. 자료 분석 | 24 |
| VI. 결론 및 제언 | 28 |
| 1. 결 론 | 28 |
| 2. 제 언 | 29 |
| 참 고 문 헌 | 31 |
| Abstract | 33 |
| 부 록 | 35 |

표 목 차

| | |
|----------------------------------|----|
| 표1. 자료 제작에 참고한 문헌 | 15 |
| 표2. 자료 제작에 참고한 인터넷 사이트 | 15 |
| 표3. 정이십면체 만들기 | 16 |
| 표4. 정십이면체 만들기 | 17 |
| 표5. 1학기 수학동아리 활동 자료 활용 계획표 | 19 |
| 표6. 2학기 수학동아리 활동 자료 활용 계획표 | 20 |
| 표7. 5단계 평가 척도 | 23 |
| 표8. 흥미도 검사 결과 응답 학생수 | 24 |
| 표9. 태도 검사 결과 응답 학생수 | 25 |
| 표10. 흥미도 및 태도 검사 결과 점수 향상표 | 26 |

그 립 목 차

| | |
|----------------------------------|----|
| 그림1. 수학동아리 체험활동 학습자료 제작 절차 | 11 |
| 그림2. 조노둠 시스템의 연결봉과 연결체의 모양 | 13 |

I. 서 론

1. 연구의 필요성

제7차 수학과 교육 과정에서는 수학과를 ‘수학과는 수학의 기본적인 개념, 원리, 법칙을 이해하고, 사물의 현상을 수학적으로 관찰하여 해석하는 능력을 기르며, 실생활의 여러 가지 문제를 논리적으로 사고하고 합리적으로 해결하는 능력과 태도를 기르는 교과이다’ 로 서술하고 있다.¹⁾

그러나, 수학 교과 활동 시간은 입시와 학습 진도에 대한 부담으로 학생들의 수학에 대한 흥미와 관심을 유발할 수 있는 교과서 외의 문제 해결 활동이 거의 불가능한 실정이다. 수학시간은 따분한 계산과 공식의 암기로 이루어진 어렵고 딱딱한 과목이라는 부정적인 인식을 가지고 있다.

1999년부터 시행되는 수학과 관련 특기적성 교육의 지도 내용 및 방법에도 학습부진아나 지진아를 대상으로 교과서 내용을 복습하는 형태나, 영재아나 성적우수아를 대상으로 경시대회나 상급학교 내용을 예습하는²⁾ 단순한 교과서 내용을 반복하는 기존의 보충 수업의 형태를 크게 벗어나지 못하고 있다. 오늘날의 수학 교육은 소수 엘리트만을 위한 수학이 아니라, 대다수의 학생들에게 유용한 도구로서 활용될 수 있도록 프로그램이 개발되어야 한다. 특히 성취도가 낮은 학생들에게 수학은 더욱 재미없고 어려운 과목으로 인식되어 학습에 대한 의욕마저 상실하게 된다. 이러한 학생들의 수학에 대한 수동적이고 부정적인 태도를 적극적이고 긍정적인 태도로 변화시킬 수 있는 좀더 쉽고, 교과학습에 도움을 줄 수 있는 다양한 학습 자료의 개발이 절실하다 하겠다.³⁾

1) 교육부(1999), 「중학교 교육과정 해설(Ⅲ)」, p33

2) 윤정호(2000), “중학교 수학교과관련 특기·적성교육 개선방안에 관한 연구”, 석사학위논문, 경북대학교 교육대학원, pp38~47

3) 이성애(1999), “수학 클럽활동 자료 개발 연구”, 한국교원대학교 대학원, p.56.

본 연구에서는 문헌 연구를 통해서 중학교 학생들이 소집단 동아리를 만들어 동아리 활동을 하고, 서로 협동하면서 조작할 수 있는 구체적인 활동 자료를 찾아 활동을 해 보고, 이를 전체 학교 학생들에게 확산하여 수학을 체험할 수 있는 기회를 제공하고자 한다. 이 과정을 통해 나타난 문제점을 보완하고, 학생들이 구체적 조작 활동을 할 수 있는 내용을 체계화하여 수학동아리의 체험학습을 위한 학습 자료를 개발하여 제시하고자 한다. 이 과정에서 수학이 어렵다거나 두렵다는 대다수의 학생들의 인식을 바꾸어 주고, 오히려 친근하게 다가 갈 수 있도록 하여 학생들은 수학에 관한 흥미를 유발하고 지속시킬 수 있을 것이다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은

- 1) 수학동아리의 구체적인 체험활동 학습 자료를 수집, 제작하고,
- 2) 제작된 체험활동 학습 자료를 적용하기 위한 교수-학습방법을 구안하며,
- 3) 이를 현장에 투입함으로써 학생들로 하여금 수학에 대한 친근감과 관심을 유도하여 학습태도에 긍정적인 변화를 유도하려는 데 있다.
- 4) 또한 수학 교과에서 동아리 활동 분야를 개척함으로써 동아리 활동의 내실을 기하고 수학교사의 지도분야를 넓히고자 한다.

이와 같은 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 문제에 중점을 두고 연구를 추진하였다.

첫째, 여러 학생이 함께 만들 수 있고, 흥미와 관심을 끌면서, 수학적 사고의 원류를 벗어나지 않는 체험활동 학습 자료를 어떻게 개발, 제작할 것인가?

둘째, 개발된 학습 자료를 어떠한 방법으로 적용하면 학생들의 수학적 사고를 하고, 수학 학습 태도에 긍정적인 변화를 줄 수 있을까?

셋째, 동아리 활동을 통해 제작된 자료를 전체 학교 학생들에게 어느 시기에 어

떠한 방법으로 제시하여 수학을 체험할 수 있는 기회를 제공할 것인가?

3. 연구의 내용

본 연구의 목적을 달성하기 위한 연구 내용은 다음과 같다.

- 1) 중학교 학생들이 수학 체험활동을 통하여 수학적 원리를 스스로 깨달을 수 있도록 도와주고 수학에 대해 긍정적인 태도를 유도할 수 있는 교과서 외적의 학습자료에 대한 연구들을 고찰한다.
- 2) 학생들이 수학교과에 대한 관심, 흥미, 참여 등을 유발할 수 있는 학생 활동 중심의 체험학습 자료를 개발한다.
- 3) 수학동아리 활동을 통해 개발한 자료를 학생들에게 적용한다.
- 4) 수학동아리 학생들에게 설문 조사를 하여 학생들의 수학 교과에 대한 흥미도 및 태도 변화를 조사한다.

4. 용어의 정의

1) 수학 체험활동

단순한 문제 풀이의 반복이나 식을 조작하는 강의 위주의 수학에서 벗어나 학생들이 직접 눈으로 보고, 손으로 만져보며, 만드는 체험의 과정에서 수학적 개념, 원리, 법칙을 학생 스스로 습득하는 경험적이고 능동적인 탐구를 한다는 의미에서의 수학 체험활동을 말한다.

2) 수학동아리

국어사전에서 동아리는 같은 뜻을 가지고 패를 이룬 무리를 의미한다.⁴⁾ 수학동

4) 네이버 국어사전 <http://krdic.naver.com/>

아리는 학습 부진아 또는 영재를 위해 조직된 것이 아니고, 수학에 흥미가 있거나 수학과 좀 더 친해지고 싶어 모인 일반 학생을 대상으로 조직된 동아리를 말한다.

3) 학습 활동지

학생들의 활동을 강조하고, 학생들에게 직접 배부하여 교사의 간단한 안내와 학생 스스로의 힘으로 문제 해결 활동이 가능하도록 만든 자료 또는 문제지를 말한다.⁵⁾

5. 연구의 한계

- 1) 본 연구는 동아리 활동 영역의 「수학동아리」 활동을 중심으로 진행한다.
- 2) 본 연구에서 체험활동을 위한 학습 자료의 개발은 교과서적인 문제를 지양하고, 한 가지 주제로 심화 학습이 가능하도록 제작하되, 중학교 학생이 이해하고 즐겁게 만들 수 있는 영역을 다룬다.
- 3) 본 연구의 시행 후 결과분석 처리에는 비교집단을 두지 않고 단일집단에서 전후 검사를 한다.

5) 이성애(1999), “수학 클럽활동 자료 개발 연구”, 석사학위논문, 한국교원대학교 대학원, p.6.

II. 이론적 배경

1. 체험활동의 의미

수학 교육을 교실에서 칠판과 함께 하는 고전적인 방법의 큰 단점은 학생으로 하여금 수학을 공부할 수 있는 동기를 유발시키기 힘든 것이다.⁶⁾

선진국에서는, 어릴 때부터 수학을 어려운 원리로 지도하기보다는 생활 속에서 놀이감을 손으로 직접 만지며 즐기는 과정에서 그 필요성을 스스로 느끼게 하여, 수학을 배우는 동기를 효과적으로 유발시키는 교육을 하고 있다.

실제로 보고, 만지고, 직접 만들며 즐기는 체험활동 중심으로 수학이 전개된다면 수학 학습 내용의 이해가 쉬울 뿐만 아니라 산 경험을 통해 학생들의 흥미, 관심, 호기심을 자극하고 학습 동기를 강화시켜 줄 수 있을 것이다.

새로운 세기를 이끌 힘의 원동력은 논리적 사고력에 바탕을 둔 창의력임에 틀림없다. 이러한 논리적 창의력은 수학의 평소 생활화에서 자연스럽게 우리나라온다.

수학 체험활동은 체험을 통하여 수학의 필요성을 느끼게 하여 수학을 배우는 동기를 효과적으로 유발시키고 뒤쳐져 있는 우리 학생들의 논리적, 창의력 수준을 높여 줄 수 있을 것이다.

2. 수학 교과 문헌 연구

1) 프로이덴탈의 수학 교육 이론

프로이덴탈은 수학을 인간의 정신적 활동에 의하여 구성되는 것으로 보며 창조

6) 이규봉, 체험학습을 통한 학습동기 부여, 한국수학교육학회 시리즈E <수학교육 논문집>9, 서울 : 한국수학교육학회. p.267.

적 활동을 중시하는 활동주의적 수학 교육관을 가지고 있다. 그는 수학을 확실성을 추구하는 인간의 정신적 활동이라고 보았으며, 확실성은 반박에 의해서보다는 상식적인 것에 대하여 좀더 나은 확실성, 좀더 깊은 통찰, 좀더 나은 이해를 갈망하는 인간에 의하여 도전될 계속 추구되어야 할 것이라고 보고 수학의 역사적, 언어적 측면을 중시하고 있다.

수학을 인간의 정신적 활동으로 볼 때 수학적 활동의 본질적인 특징은 수학적 활동이라고 프로이텐탈은 보고 있다. 수학적화는 수학적 개념, 아이디어, 구조 등을 포함하는 수학적 수단에 의하여 현실의 경험을 조직하거나 수학적 체험을 체계화시켜 나가는 것을 의미한다. 수학적화 활동 중에서 수학적화의 기본적인 활동은 다음과 같은 것이 있다.

(1) 규칙과 패턴 찾기

수학의 가장 특징적인 활동으로 규칙과 패턴을 찾는 것은 학교 수학에서 중요하게 다루어진다. 예를 들면 수열의 패턴을 찾고 일반항을 구하는 문제 같은 것이다.

(2) 추론하기

수학에서는 분석적 추론이 중시되어 왔으나 직관적 추론 또한 강조되어야 한다.

(3) 정리하기

형식적인 정리가 주어지기 전에 학습자 스스로가 정의를 발명해 보도록 한다.

(4) 일반화

프로이텐탈은 법칙성을 파악하는 방법을 간접적 이해와 즉각적 이해로 구분하고, 간접적 이해는 세부 사항을 모아 일반화하는 것이고 즉각적 이해는 한가지 예로부터 그 구조를 이해하는 것을 의미하였다.

(5) 도식화

수학의 풀이 공식이나 절차를 간결화, 단축화하는 의미를 벗어나 현실에 적합한 수학적 모델을 찾는 것을 도식화라 한다.

(6) 형식화

정확한 표현을 위한 도구로써 언어를 의식적으로 사용하는 것을 형식화라 한다.

(7) 알고리즘화

알고리즘에 따른 기계적인 계산에 빠지지 않도록 하며 알고리즘화 과정에서 점진적인 형식화가 이루어지도록 한다.

(8) 국소적 조직화

국소적 조직화란 공리에서 출발하는 것이 아니라 참이라고 인정되는 사실들로부터 시작해서 부분적으로 조직화되는 것을 뜻한다.

2) 딘즈(Z. P. Dienes)의 수학 학습 원리

딘즈가 제창하는 수학 학습 이론에 따르면 수학 학습을 구체적 조작물 등과 같은 '놀이'를 통해 구성되어지는 학습이라고 하였다. 그가 주장하고 있는 활동적 수학 학습은 수학적 장면에서의 '놀이'로써 조직된 수학 학습, 학생들의 내발적 동기에 근거한 학습, 수학적 구조를 내포한 학습 장면에서의 수학적 구조의 구성 및 그 응용 학습을 통해서 통합된 개념의 획득이 일어나는 학습이라 주장하고 있다. 따라서 수학적 개념이 학생들에게 구체물을 통하여 다양한 표현으로 제시될 때 적절히 이해되고, 또한 추상성은 직관과 구체적인 경험에 기초하고 있으므로 학습자의 활동을 통해 실현될 수 있다. 이를 위해서는 구체적인 조작물을 통하여 이루어진 반복된 경험이 필요하다. 구체적 조작물은 수학적 구조를 구체화하여 제시함으로써 학생들의 경험과 수학적 개념을 상호 연결하는데 도움을 줄 것이다. 딘즈의 수학 학습 원리는 다음과 같다.

(1) 활동적 원리(dynamic principle) - 수학적 개념은 인간의 활동을 통해서 형성된다고 하는 J. Piaget 등의 활동주의적 수학관의 영향을 받은 것으로 활동을 통해서 학습되게 한다는 것이다.

(2) 구성의 원리(constructivity principle) - 수학의 학습에서는 구성이 분석에 선행되어야 한다는 원리인데, 여기에서 구성이란 물체를 만들거나 전체를 파악한다는 것이고, 분석이란 물체를 분해하거나 세부(細部)를 검토하는 일 또는 어떤 근거를 묻는 것을 말한다. 공간 도형의 학습에 이를 적용하면 먼저 공간 도형이나

그 단면을 만드는 것이 선행되고, 이어서 그 성질의 분석이나 성질의 근거를 조사하는 학습이 이루어지는 것이 좋다.

(3) 수학적 다양성의 원리(mathematical variability principle) - 수학적 개념을 제시할 때 변화시킬 수 있는 것과 변화시킬 수 없는 것이 있는데, 변화시킬 수 있는 것은 가능한 한 변화시켜서 다양하게 제시해야 한다는 것이다.

(4) 지각적 다양성의 원리(perceptual variability principle) - 수학적 개념 형성에 있어서는 그 개념을 가능한 한 다양한 구체물로 제시해야 한다는 것이다. 이는 개인차에 맞게 하기 위한 것과 추상화의 과정을 아동들에게 거쳐가게 하는데 유효하다.

3) 반 힐레(Van Hiele)의 기하 영역의 학습지도 이론

기하학습에 곤란을 겪는 학생들의 원인을 분석한 결과, 교사와 학생들 사이에는 사고 수준의 차이가 있는데, 서로 다른 수준에서 생각하고 있는 교사와 학생은 서로 다른 문맥에서 말하고 있기 때문에 서로를 이해할 수 없다는 것이다. 그는 기하학적 사고 수준을 수준1-시각적 인식 단계, 수준2-도형의 분석적 단계, 수준3-이론적 배열 단계, 수준4-연역적 추론 단계, 수준5-기하학적 엄밀화 단계의 다섯 가지 수준으로 나누었다. 일반적으로 중학교 교육의 목표는 학생들이 수준4에 도달하게 하는 것이다. 즉, 증명의 의미를 이해할 수 있도록 하는 것으로 van Hiele는 보았다. 반 힐레는 학생들의 직관적 통찰력을 개발하기 위한 방안을 찾는데 관심을 가졌는데, 통찰력이란, 생소한 상황에서도 주어진 과제를 수행할 수 있고, 그 상황에서 요구되는 행동을 능숙하게 실행하며, 그 과제를 계획적으로 수행하는 능력으로 통찰력이 있는 학생은 문제해결에 그들의 지식을 응용하는 것이 가능하다고 보고 있다. 반 힐레의 기하영역의 학습 단계는 아래와 같다.

(1) 단계1 : 정보의 단계 - 교사와 학생들의 학습 목표를 확인하는 단계이다.

(2) 단계2 : 안내된 적용의 단계 - 교사가 제시하는 짧은 발문으로 이루어진 활동 자료를 보며, 학생들은 자기 나름대로 과제를 탐구한다. 이 때, 교사는 제시

하는 자료를 학생들의 수준에 따라 다르게 제시한다.

(3) 단계3 : 해명의 단계 - 학생들은 전 단계에서 경험하고 관찰하는 사항에 대하여 토론한다. 이 때 교사는 학생의 토론하는 활동만 지켜보고 어떤 설명도 하지 않는다.

(4) 단계4 : 자유탐구단계 - 그 단계보다 복잡한 과제가 제시된다. 많은 사고 단계가 들어 있는 과제를 제시하고, 자신이 배운 지식을 종합적으로 적용해 보게 된다.

(5) 단계5 : 통합단계 - 교사는 학생들 스스로 경험한 지금까지의 단계를 종합하고 흥미하게 된다. 5단계가 끝나면 다음 수준으로 넘어갈 준비가 된 셈이다.

3. 선행 연구의 고찰

최근 체험 중심의 활동이 학교 현장에서 확산되고 있는 추세이다. 강의 위주의 주입식 교육에서 벗어나 아이들이 직접 탐구해보고, 그려보고, 감상해보고, 만들어 보게 하는 체험활동은 7차 수학교육과정의 핵심목표인 ‘수학적 힘의 신장’을 위해서도 필요하다. 학생들의 수학에 대한 흥미유발과 긍정적인 태도를 고취시킬 수 있는 학습 자료의 개발에 대한 연구는 다수 있었다. 또한 동아리와 성격이 비슷한 수학 클럽활동 자료, 방과후 수학 특별활동 자료도 몇 편 있었다. 수학사, 퍼즐, 실생활 속의 생활 수학, 수학교과서 외의 특별활동 자료 등 본 연구에 참고한 선행연구들에 대하여 살펴보기로 한다.

1) 주제 : 수학 체험반 운영 사례 및 학습 자료 제작 방법 (임승호, 2000)

내용 : 클럽활동, 특기·적성교육, 창의적 재량활동 등에 활용할 수 있는 수학 체험 학습 자료의 구성 요령과 그의 실제적인 활용 사례를 제시한 연구였다.

2) 주제 : 수학 클럽 활동 자료 개발 연구. (이성애, 1999)

내용 : 중학교 수학 클럽반의 운영 실태 및 활동 자료의 필요성을 조사하여,

이를 토대로 분석하여 중학교 클럽활동 시간에 활용 가능한 학생 활동 중심의 학습 자료를 개발하여 제시한 연구였다. 이 자료는 교과 시간과 다르게 다양한 수학 활동을 통하여 수학적인 사고와 흥미를 유발할 수 있도록, 학생의 적극적인 활동을 강조한 자료였다.

3) 주제 : 수학반 클럽활동 자료의 개발과 그의 활용이 고교생의 수학 학습태도에 미치는 영향. (김권호, 1997)

내용 : 고등학교 클럽활동 시간에 활용할 수 있는 실생활과 관련된 흥미로운 문제, 수학 퍼즐을 개발하여 다룸으로써 학생들의 수학에 대한 흥미 유발과 학습태도의 변화를 유도할 수 있었다고 했다.

4) 주제 : 방과 후 수학 특별활동 지도 방안, 수학사랑. (박제남, 1999)

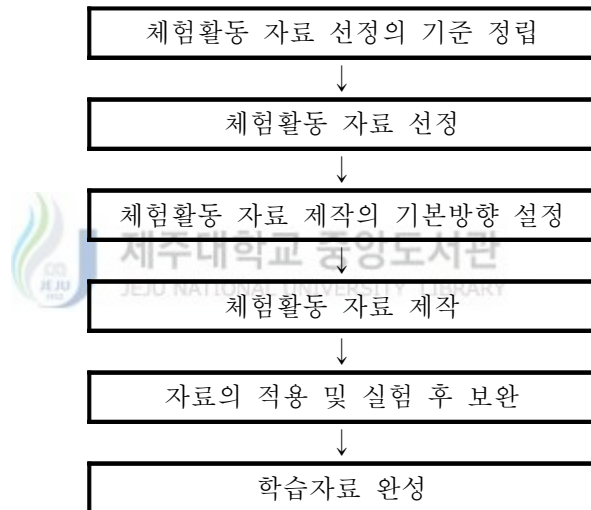
내용 : 1999년 인하대학에서 중등 수학교과과정과 특기·적성 교육활동과의 연계방안이란 주제로 열리는 학술대회의 프로시딩이다. 수학교과를 중심으로 수학과 관련 동아리 활동이 기존의 수학교과과정과 연계지어 수학의 소질과 적성을 가진 학생들을 발굴하고 효과적으로 교육시키기 위한 교사교육과 프로그램 개발을 목적으로 개발되어진 방과 후 특별활동 지도 방안이다.

위의 선행 연구물은 수학 수업 시간의 흥미 유발을 위한 자료로 개발되어 수업 시간에 활용되었다. 또한 학습 태도나 흥미도, 성적 등에 긍정적인 변화를 도모한 것으로써 본 연구의 연구 진행 체제, 이론적 배경, 자료 수집 대상 등에서 많은 시사점을 받았다. 그러나 본 연구처럼 한가지 주제로 심화 학습이 가능하도록 하는 중학생들의 동아리활동 자료로 활용하기에는 부족한 점이 있었다.

III. 수학동아리 체험활동 자료 제작의 실제

1. 체험활동 자료 제작 절차

수학동아리 체험활동 자료를 선정하여 구체적인 학습 자료를 개발하는 전 과정을 쉽게 정리하면 <그림1>과 같다.



<그림1> 수학동아리 체험활동 학습자료 제작 절차

2. 체험활동 자료 선정의 기준

학생들이 수학의 내용을 쉽게 이해하고 수학적인 사고를 하도록 돕기 위해서는 실제로 보고, 만지고, 만드는 구체적 수학 체험활동 자료가 필요하다.

수학 체험활동 자료라고 해서 많은 자료나 준비물이 꼭 있어야 하는 것은 아니

다. 학생들이 직접 조작하거나 탐구, 조사, 비교하는 등 활동적인 요소가 포함되어 있다면 그 자료가 체험활동 자료가 되는 것이다. 실제로 지금까지의 체험활동 자료들은 이러한 관점에서 다양한 학습 내용을 주제로 개발되어 있다. 그러나 이런 자료는 1년 과정의 활동 속에서 다양한 수학의 내용을 맞출 수 있다는 장점은 있으나 심화 학습이 어렵다는 단점이 있다.

이러한 측면을 고려하여 학생들의 흥미와 호기심을 자극하고 학습동기를 강화시켜 수학적 사고력을 키우기 위한 체험활동 자료 선정의 기준은 다음과 같다.

- 1) 수학에 대한 흥미 유발과 창의성 신장을 도모할 수 있는 체험활동 자료
- 2) 구체적인 조작활동을 통하여 흥미를 불러일으킬 수 있고 문제 해결을 명확히 할 수 있는 체험활동 자료
- 3) 중학교 수학과 교육과정과 관련이 있는 수학 개념의 체험이나 이해가 가능한 체험활동 자료
- 4) 1년 과정의 동아리 활동 과정 속에서 심화 학습이 가능한 체험활동 자료



3. 체험활동 자료 선정

체험활동 자료 선정의 기준에 의거하여 조노돔 시스템을 체험활동 자료로 선정하였다.

조노돔 시스템은 미국 줌툴사(Zometool, Inc.)에서 개발한 조립시스템으로 인류가 오랫동안 발전시켜온 기하 관련 이론을 가상공간이 아닌 현실 세계에서 직접 만들며 느껴 볼 수 있도록 설계, 제작되어 있다.

조노돔 시스템은 연결체와 연결봉으로 구성되어 있으며, 이 부품들로 다양한 형태를 손으로 직접 만들며 이론과 원리를 눈으로 직접 확인해 볼 수 있다. 조노돔 시스템으로 다양한 개념을 탐구하기 위해 많은 사전 지식을 필요로 하지 않았고, 수학적, 논리적 및 시각적·공간적 재능이 탁월한 학생들은 상당한 매력을 느끼고 있었다.

조노돔 시스템은 자연의 성장원리와 같은 개념으로 설계되어 있다.⁷⁾ 조노돔 시스템 연결봉은 4가지 색(빨간색, 파란색, 노란색 및 녹색)이며 각각 3가지 길이(大, 中, 小)로 이루어져 있다.<그림2> 연결봉의 길이는 황금비를 따른다.



<그림2> 조노돔 시스템의 연결봉과 연결체의 모양

조노돔 시스템 연결체는 아르키메데스의 입체 중 이중절단 정십이면체의 모양을 하고 있다. 연결체 표면에 있는 여러 구멍에는, 알맞은 연결봉(사각형구멍-파란색 연결봉, 삼각형 구멍-노란색 연결봉, 오각형 구멍-빨간색 및 녹색 연결봉)을 끼워 놓도록 되어 있다.

다른 조립 시스템들과 마찬가지로 조노돔 시스템에도 장단점이 있다. 각도와 길이가 미리 정해져 있기 때문에 어떤 입체물은 만들 수 없다. 하지만, 조노돔 시스템은 이십면체, 십이면체의 대칭축처럼 아주 정교한 각도와 모서리 구성이 가능하며, 이 특성으로 실현 가능한 범위가 매우 넓으며 상상을 초월할 정도로 다양하다.

조노돔 시스템은 유치원생의 만들기 놀이로부터 영재 학습 및 초·중·고등학생의 도형, 기하, 연산, 수열, 대수, 삼각법, 피보나치 수열, 예산 수립뿐만 아니라 수학의 다양한 입체물들을 3차원으로 직접 만들고 경험해 볼 수 있도록 해 준다.

특히 조노돔 시스템은 도형 기하학의 기본인 면적, 부피, 대칭, 조화로부터 '플라톤의 입체', '아르키메데스의 입체'를 비롯한 다양한 다면체, '오일러의 공식'과 '프랙탈(Fractal) 개념'에 까지 그 활용범위를 확대할 수 있다.

북미(미국/캐나다) 수학교사협회(NCTM; National Council of Teachers of Mathematics)에서는 조노돔 시스템 워크샷을 정기적으로 개최하여 학생들이 3차

7) <http://new.zonodome.co.kr/part.htm>

원 물체를 직접 만져보며 체험 학습하는 방법을 교사들에게 전하고 있다.

조노돔 시스템은 유치원과 영재교육기관에서, 프리벨 기프트(Froebel Gifts; 은물)의 연장 교구로 사용되며, 많은 발도르프(Waldorf)학교에서도 조노돔 시스템을 학업에 이용하고 있었다. 또한 NASA, MIT와 노벨상 수상 과학자의 연구도구로까지 활발히 이용되고 있다.

4. 체험활동 자료 제작의 기본방향

체험 수학 자료를 통해 아이들의 흥미 유발과 더불어 수학적 사고력을 신장시킬 수 있도록 체험활동 자료의 구체적인 제작의 기본방향을 다음과 같이 설정하였다.

- 1) 직접적인 신체적 정신적 활동을 통해 스스로 문제를 해결할 수 있게 한다.
- 2) 개별학습과 탐구학습, 토의학습 등이 적절히 조화를 이루어 전반적으로 모둠별 협동학습이 이루어질 수 있게 한다.
- 3) 결과보다는 과정 중심의 학습과정을 제시하여 수학적 사고력을 신장시키도록 한다.
- 4) 구체적인 수준의 조작활동에서 상징적인 수준의 추상화로 이어지도록 한다.

5. 체험활동 자료 제작

체험활동 자료로 선정한 조노돔 시스템의 특성과 체험활동 자료 제작의 기본 방향에 의거하여 ‘수학을 사랑하는 작은 사람들’이라는 체험활동 자료를 제작하였다.

조노돔 시스템을 이용하여 1학기 때에는 주로 정다면체에 대하여 알아보고 만들어 볼 수 있게 하였다. 또한 역사 속의 정다면체와 정다면체의 순환과 쌍대 다면체에 대하여 이야기하게 하고 직접 만들고 관찰함으로써 심화 학습이 가능하도록 하였다.

2학기 때에는 준정다면체에 대하여 알아보고 만들어 볼 수 있게 하였다. 역시

역사 속에서 찾을 수 있는 준정다면체를 찾아보고, 정다면체와 준정다면체의 관계를 파악할 수 있도록 했다. 또한 자연과 생활 속에 숨어 있는 준정다면체를 관찰함으로써 친근함을 느낄 수 있도록 했다.

구조물을 제작하는 방법을 가능한 제시하여 구조물을 만드는데 어려움이 없도록 했고, 다양한 방법으로 구조물이 제작될 수 있음을 제시했다.

학습자료 수집에 참고한 문헌과 인터넷 사이트는 각각 <표1>와 <표2>와 같다.

<표1> 자료 제작에 참고한 문헌

| 책이름 | 편·저자 | 출판사 |
|---|---------------|---------------|
| 조노돔 시스템 학습지도교안 | Zometool. Inc | 뿌리와 열매 |
| 조노돔 시스템 사용설명서 2.0 | Zometool. Inc | Zometool. Inc |
| 자연, 예술, 과학의 수학적 원형 | 마이클 슈나이더 | 경문사 |
| 황금비에는 황금이 있다 | 김미자 외 | 수학사랑 |
| 다면체의 여왕 정다면체 Math Festival 프로시딩 제4회 1권 | 최소희 | 수학사랑 |
| 조노돔 시스템 Math Festival 프로시딩 제4회 1권 | 백희진 외 | 수학사랑 |

<표2> 자료 제작에 참고한 인터넷 사이트

| 인터넷 사이트 | 주소 |
|---------------|---|
| 신비로운 수학 | http://user.chollian.net/~badang25/zome/zome00_00.htm |
| 뿌리와 열매 | http://rootuit.co.kr/htm/zonodom.htm |
| Zome Geometry | http://www.georgehart.com/zomebook/zomebook.html |
| ZomeEdu | http://www.zometool.com/edu/ |
| 수학사랑 | http://www.mathlove.org |

1) 체험활동 자료 제작의 예 : <표3><표4> 참조

<표3> 종이십면체 만들기

| | | | | | |
|------|--|-----|---------|----------|-----|
| 입체도형 | 정다면체 | 준비물 | 조노뎀 시스템 | 자료 번호 | I-3 |
| 학습내용 | 1. 종이십면체를 만들 수 있다. 2. 정십이면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 종이십면체 만들기

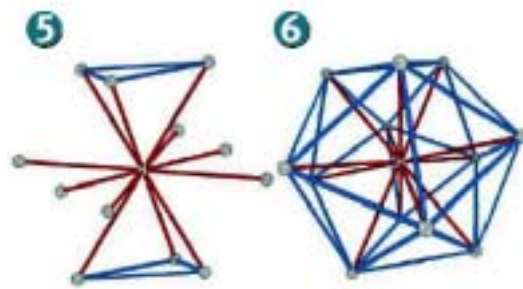
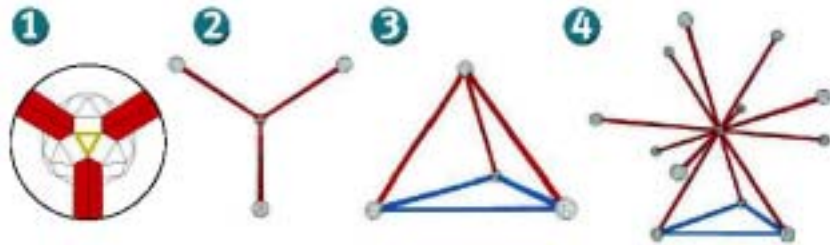
- 종이십면체를 만든다.



• 로마시대의 종이십면체

2세기에서 4세기 사이의 것으로 추정되며 영국, 벨기에, 독일, 프랑스, 룩셈부르크, 네덜란드, 오스트리아, 스위스, 헝가리 등 많은 나라에서 발견되었다. 4cm에서 11cm 정도의 크기로 촛대, 꽃받침, 왕의 봉 장식, 축량뎀, 반지크기를 재는 도구, 주사위, 기하학적 조형물이라는 여러 가지 학설이 있으나 밝혀진 바 없다.

- 빨간색 연결봉을 이용하여 종이십면체 만들기



그림을 보면서 따라서 만들어 보자.

연결체 : 개
 연결봉 : 개
 꼭지점의 수 :
 모서리의 수 :
 면의 수 :
 면의 모양 :

<표4> 정십이면체 만들기

2. 정십이면체 만들기

- 정십이면체를 만든다.



• 신석기 시대의 정십이면체

다면체라는 개념은 인류의 문화와 함께 오래 전부터 있었으며 그 근원을 찾아내기란 불가능에 가깝다.

사진은 스코틀랜드에서 발견된 것으로 돌에 새겨 만든 것이다. 기원전 2000년경의 것으로 추정되며 정다면체의 모양을 하고 있다.

- 노랑색 연결봉을 이용하여 정십이면체 만들기

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | <p>그림을 보면서 따라 만들어 보자.</p> <p>연결체 : 개</p> <p>연결봉 : 개</p> |
| | | | <p>꼭지점의 수 :</p> <p>모서리의 수 :</p> <p>면의 수 :</p> <p>면의 모양 :</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>정이십면체에 관찰하여 보자.</p> <p>2-대칭 3-대칭 5-대칭</p> | <p>정십이면체에 관찰하여 보자.</p> <p>2-대칭 3-대칭 5-대칭</p> |
|--|--|

IV. 수학동아리 운영의 실제

1. 수학동아리 편성 방법

수학동아리 학생의 구성은 학년에 관계없이 전체 학생을 대상으로 희망자를 선정하였다. 이미 2년 동안 수학동아리 체험활동을 시행해 왔기 때문에 수학동아리의 체험활동에 대해 잘 아는 학생들이 많았다. 그러나 신입생을 포함하여 수학동아리의 체험활동 내용을 잘 알지 못하는 학생들도 있어서 수학동아리의 연간 운영계획과 다루어지는 내용 등을 간략히 설명한 후에 선정하였다. 또한 등록은 하고 활동은 하지 않는 학생이 있어서 수학에 기본적인 관심이 있는 학생을 선별하기 위해 동아리 가입 조건을 원주율(π)의 값을 소수점 이하 50자리까지 외우는 학생으로 제한하였다.



2. 수학동아리의 구성

- 1) 대상 : 제주제일중학교 수학동아리 「엡실론」 학생 19명
- 2) 기간 : 2002년 3월 ~ 2003년 2월(12개월간)
- 3) 위와 같은 반 편성 방법에 의해 학기초에 수학동아리를 구성하였다. 그 결과 1학년 6명, 2학년 6명, 3학년 7명 모두 19명의 학생으로 수학동아리가 이루어졌다. 이들을 다시 협동학습 및 토의학습을 위해 3~4명씩 나누어 몇 개의 모둠으로 구성하고, 수학과 관련된 모둠 이름을 정하도록 하였다. 수학동아리 모임은 매주 목요일 그 날 수업이 끝나고 정기적으로 모였다. 필요한 경우 학생들이 자체적으로 별도의 모임도 가졌다. 대체로 학생들의 수학 성적은 중상위권 학생들로 수학과 더 친해지고 싶다는 마음으로 신청한 학생이었다. 수학동아리의 이

름은 ‘수학을 사랑하는 작은 사람들’ 의 뜻으로 그리스어 알파벳의 5번째 문자인 ‘엡실론(Epsilon)’ 이라 정하였다.

3. 연간 활동 계획

수학동아리 활동 연간 활동은 학기 단위로 묶어 <표5>과 <표6>과 같은 계획에 따라 이루어졌다. 체험을 위주로 하나의 주제를 정하고 1주일에 한번씩 동아리실에 (공식적으로) 모여 주제에 대하여 토론하고 충분히 심화 학습을 할 수 있도록 편성하였다. 체계적인 지도를 위하여 계획표를 미리 학생들에게 제시하였고, 학교행사나 학생들의 상황 따라 적절히 변화시켰다.

<표5> 1학기 수학동아리 활동 자료 활용 계획표

| 차시 | 학습주제 | 활동내용 | 자료번호 |
|----|-------|---------------------------|------|
| 1 | 동아리조직 | 연간 활동 계획 수립, 1학기 활동을 시작하며 | |
| 2 | 정다면체 | 신비한 정다면체에 이야기 | I-1 |
| 3 | | 정육면체, 정사면체, 정팔면체 만들기 | I-2 |
| 4 | | 정십이면체, 정이십면체 만들기 | I-3 |
| 5 | | 순환하는 정다면체에 대하여, 만들기 | I-4 |
| 6 | | 순환하는 정다면체 만들기 | I-5 |
| 7 | | 순환하는 정다면체 만들기 | I-6 |
| 8 | | 정다면체의 쌍대에 대하여, 만들기 | I-7 |
| 9 | | 정다면체의 쌍대 만들기 | I-8 |
| 10 | 준정다면체 | 신비한 준정다면체 이야기 | II-1 |
| 11 | | 작은 정사면체, 작은 정육면체 만들기 | II-2 |
| 12 | | 작은 정팔면체 | II-3 |
| 13 | 정리 평가 | 1학기 활동 정리, 소감 발표 및 평가 | |

<표6> 2학기 수학동아리 활동 자료 활용 계획표

| 차시 | 학습주제 | 활동내용 | 자료번호 |
|----|-------|------------------------|------|
| 14 | 계획발표 | 2학기 활동을 시작하며 | |
| 15 | 준정다면체 | 작은 정십이면체 만들기 | Ⅱ-4 |
| 16 | | 작은 정이십면체 만들기 | Ⅱ-5 |
| 17 | | 육팔면체 만들기 | Ⅱ-6 |
| 18 | | 십이이십면체 만들기 | Ⅱ-7 |
| 19 | | 이중절단 정육면체 | Ⅱ-8 |
| 20 | | 이중절단 정팔면체 만들기 | Ⅱ-9 |
| 21 | | 이중절단 정십이면체의 만들기 | Ⅱ-10 |
| 22 | | 이중절단 정십이면체의 그림자 만들기 | Ⅱ-11 |
| 23 | | 이중절단 정이십면체 만들기 | Ⅱ-12 |
| 24 | 수학체험전 | 수학체험전 준비 | |
| 25 | | 수학동아리 활동 체험자료 전시 및 체험전 | |
| 26 | 정리 평가 | 1년간의 활동 정리 | |

4. 수학동아리 체험활동시 준비 사항

수학동아리의 체험활동에는 학습 자료와 학습지가 필수적이고, 체험활동이 실제로 이루어지는 적당한 크기의 학습 장소가 고려되어야 한다.

- 1) 학습 자료는 교사가 미리 준비해두는 것이 바람직하다. 조노돔 시스템은 가격이 비싸기 때문에 학생들에게 준비하도록 하기는 어렵다. 따라서 학교에서 장기적인 계획을 세워 여러 세트를 준비해두어야 한다. 체험활동을 할 때 자주 사용되는 연필, 자, 가위, 칼, 풀, 스카치 테이프 등과 같은 준비물은 교사가 미리 일괄 준비하여 두는 것이 좋다. 필요에 따라 학생이 준비해야 할 것은 체험활동이 시작되기 1~2일 전에 알려준다.

- 2) 학습지는 학습 주제에 따른 체험활동의 방향을 제시한다. 도입 부분에서 활동 내용이 수학적으로 어떠한 관련이 있고, 수학적 원리가 무엇인지 스스로 알아볼 수 있도록 구성하여야 한다. 학생은 학습지를 통해 과제를 완성하고 문제를 해결한다. 토론할 문제를 학습지에 제시하여 현재 다루고 있는 개념을 학생 스스로 분석할 수 있도록 한다. 학습지는 체험활동이 끝난 후 학습내용을 정리하고 발표할 때에도 사용된다. 학습지는 전체적인 흐름과 관계를 파악할 수 있도록 구성되어야 한다.
- 3) 체험활동이 실제로 이루어지는 학습 장소는 미리 마련되어야 한다. 학교에 따라서 여유 교실이나 다용도 교실의 미비로 체험활동이 아주 어려운 경우가 있다. 사전에 협의를 통하여 최소 다섯 명이 체험활동이 이루어질 수 있는 장소를 마련해야 한다. 이 경우 모둠별로 활동을 할 수밖에 없다.
- 4) 조노둠 시스템을 사용하여 학습 지도를 하기 전에 교사 스스로 조노둠 시스템을 이용하여 폭 넓게 만들어 보아야 한다. 미리 다양한 구조를 만들며 탐구활동을 해 봄으로써 교사 스스로 조노둠 시스템을 숙지할 수 있고, 관련 학습을 보다 용이하게 진행할 수 있다.

5. 학습자료에 대한 지도 방안 구안

- 1) 수학동아리의 활동 학습 자료는 클럽 활동, 특기·적성 교육, 창의적 재량 활동 또는 학교 축제용 작품 만들기 자료로도 활용될 수 있음을 감안하여, 지나치게 추상적이거나 엄밀한 논리적 내용은 배제하고 실제 손으로 만들고 관찰하는 곳에 중점을 두었다. 나중에 토론을 통하여 학습 과정에 있었던 문제점이나 새로운 아이디어 등을 기재하고 다음 해의 수학동아리 지도에 참고할 수 있도록 하였다.
- 2) 활동은 대체로 개별 학습을 택했다. 학생들은 그들이 직접 만든 형태와 구조에 대하여 대단한 자부심을 가지고 있었고 그것을 자랑하고 싶어했다. 그러나,

토론이나 협동이 필요한 경우 1개조 3~4명씩 모둠별 협력 학습을 택했다. 모둠별 협력 학습을 함으로써 학생들은 주어진 과제에 대하여 토론하면서 수학언어로 의사소통을 연습할 수 있었고, 다른 모둠원이 관찰한 것을 보고 더 깊은 이해를 할 수 있었다. 이 때에 더 나은 작품 제작 방법을 모색하고 그 결과를 정리하여 제출하도록 하였다. 학생들이 만든 구조물은 학생과 함께 사진을 찍어 나누어주었고, 부품의 부족하기 전까지는 구조물을 한동안 걸어두어 학생들에게 자신이 배운 개념을 시각적으로 다시 생각해내도록 전시하였다.

3) 차시 예고 시에 체험활동의 방향을 제시해 주어서 문제에 대하여 충분히 생각할 여유를 갖도록 하였다.

6. 교내 수학 체험전

이미 많은 학교에서 한 해의 체험활동 결과를 정리하고 반성해보는 의미에서 교내 수학 체험 전시회를 개최한다. 본교에서는 12월 말에 학교 축제인 ‘한얼제’가 열린다. 이 때에 수학동아리의 체험수학 작품들을 전시하여 많은 학생들이 수학에 대한 인식을 새롭게 하는 계기로 만들고 있다. 이 때, 학생들이 전시된 내용을 관람하는 차원에서 벗어나 직접 만들어보고 체험하여 수학 원리를 이해해 볼 수 있도록 체험학습 코너를 운영하였다. 이것은 음악가가 연주회에서 아름다운 음악을 들려주듯이 미술가가 전시회를 열어 자신의 그림을 보여주듯이 또, 작가가 책을 써 자신의 생각을 말하듯이 수학을 즐기는 사람들이 스스로 찾아 배운 멋있고 흥미로운 수학 내용이나 수학 관련 구조물을 만들어서 그동안 수학과 친하지 않았던 사람들이나 수학을 더 배우고 싶어하는 사람들에게 수학의 아름다움을 보여주는 일이다.

V. 연구의 결과

1. 검사도구

1) 수학교과에 대한 흥미도 및 학습태도

수학교과에 대한 흥미도 및 학습 태도의 변화를 알아보기 위하여 Aiken의 수학 흥미, 태도 검사지를 김은영(1990년)이 번역한 것을 사전검사(2002년 3월 28일, 방과 후에 실시)와 사후검사(2003년 2월 6일, 방과 후에 실시)에 이용하였다.

이 검사지는 흥미도 검사 11문항과 태도 검사 10문항으로 구성되어 있는데, 흥미도 검사 문항은 긍정적인 질문 7문항(1,2,4,6,7,9,11번)과 부정적인 질문 4문항(3,5,8,10번)으로, 태도 검사 문항은 긍정적인 질문 6문항(1,4,5,6,8,9번)과 부정적인 질문 4문항(2,3,7,10번)으로 만들어져 있다.(부록 1 참조)

반응결과의 분석방법은 긍정적 질문과 부정적 질문을 <표7>과 같은 5단계 평가 척도에 의하여 채점하고 100점 만점 환산 공식에 의하여 100점 만점으로 환산하였다.⁸⁾

<표7> 5단계 평가 척도

| 단계 내용 | 매우 그리하다 | 대체로 그리하다 | 보통이다 | 대체로 그렇지 않다 | 전혀 그렇지 않다 |
|------------|------------|-------------|------|------------------|-----------------|
| 긍정적인 질문 문항 | 4점 | 3점 | 2점 | 1점 | 0점 |
| 부정적인 질문 문항 | 0점 | 1점 | 2점 | 3점 | 4점 |

8) 김권호, 수학반 클럽활동 자료의 개발과 그의 활용이 고교생의 수학 학업 태도에 미치는 영향, 석사학위논문, 공주대학교 교육대학원, p.8.

※100점 만점 환산 공식

$$(1) \text{ 흥미영역} : \frac{\text{응답자 총점}}{\text{응답자수} \times 4 \times 11 \text{ 문항}} \times 100 = (\quad)$$

$$(2) \text{ 태도영역} : \frac{\text{응답자 총점}}{\text{응답자수} \times 4 \times 10 \text{ 문항}} \times 100 = (\quad)$$

2. 자료 분석

1) 수학교과에 대한 흥미도 및 학습태도 변화

수학동아리 체험활동 자료를 개발하여 2001년 3월부터 2002년 12월까지 5개의 자료를 투입하여 수학동아리 체험활동을 실시한 후, Aiken의 흥미, 태도 검사지 (<부록1>, <부록2>)의 설문 조사를 한 결과 응답한 학생수의 사전, 사후 변화는 <표8>, <표9>과 같다.

<표8> 흥미도 검사 결과 응답 학생수

| 반응 문항 | 매우 그리하다. | | 대체로 그리하다. | | 보통이다 | | 대체로 그렇지 않다. | | 전혀 그렇지 않다. | |
|----------|-------------|----|--------------|----|------|----|----------------|----|---------------|----|
| | 사전 | 사후 | 사전 | 사후 | 사전 | 사후 | 사전 | 사후 | 사전 | 사후 |
| 1 | 8 | 7 | 9 | 8 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 5 | 7 | 8 | 8 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 12 | 10 | 5 | 8 |
| 4 | 4 | 5 | 5 | 7 | 7 | 4 | 3 | 2 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 5 | 12 | 14 |
| 6 | 7 | 6 | 8 | 7 | 5 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 5 | 9 | 8 | 6 | 5 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 6 | 6 | 9 | 12 |
| 9 | 4 | 5 | 9 | 8 | 4 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 10 | 10 | 7 | 7 |
| 11 | 4 | 6 | 10 | 9 | 5 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 |

<표9> 태도 검사 결과 응답 학생수

| 문항 \ 반응 | 매우 그러하다. | | 대체로 그러하다. | | 보통이다 | | 대체로 그렇지 않다. | | 전혀 그렇지 않다. | |
|---------|-------------|----|--------------|----|------|----|----------------|----|---------------|----|
| | 사전 | 사후 | 사전 | 사후 | 사전 | 사후 | 사전 | 사후 | 사전 | 사후 |
| 1 | 3 | 10 | 10 | 8 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 1 | 6 | 3 | 10 | 7 | 1 | 5 | 0 | 3 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 7 | 5 | 7 | 12 |
| 4 | 8 | 11 | 6 | 4 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 6 | 6 | 7 | 11 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 4 | 8 | 13 | 9 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 10 | 5 | 5 | 10 |
| 8 | 3 | 7 | 11 | 7 | 5 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 3 | 7 | 10 | 8 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 | 4 | 7 | 4 | 9 |

흥미도 및 태도 검사의 응답 결과를 <표7>의 5단계 평가척도에 의하여 채점, 사전 사후의 향상도를 조사한 것은 <표10>과 같다.

<표10> 흥미도 및 태도 검사 결과 점수 향상표

| 영역 문항 | 흥 미 도 | | | 태 도 | | |
|-------------|--------|---------|------|--------|---------|------|
| | 사전(3월) | 사후(12월) | 향상도 | 사전(3월) | 사후(12월) | 향상도 |
| 1 | 63 | 59 | -4 | 54 | 66 | 12 |
| 2 | 55 | 60 | 5 | 29 | 44 | 15 |
| 3 | 59 | 63 | 4 | 58 | 66 | 8 |
| 4 | 48 | 51 | 3 | 60 | 64 | 4 |
| 5 | 68 | 71 | 3 | 57 | 61 | 4 |
| 6 | 62 | 57 | -5 | 59 | 63 | 4 |
| 7 | 55 | 61 | 6 | 58 | 63 | 5 |
| 8 | 62 | 68 | 6 | 55 | 58 | 3 |
| 9 | 53 | 55 | 2 | 51 | 59 | 8 |
| 10 | 62 | 62 | 0 | 53 | 60 | 7 |
| 11 | 56 | 58 | 2 | . | . | . |
| 계 | 643 | 665 | 22 | 534 | 604 | 70 |
| 100점 환산점 | 76.91 | 79.55 | 2.63 | 70.26 | 79.47 | 9.21 |

흥미도 검사에서 향상된 문항은,

2번 : 수학은 나에게 즐거움과 자극을 준다.(긍정적인 질문)

7번 : 나는 나의 수학 실력을 쌓기 위하여 많이 공부하고 있다.(긍정적인 질문)

8번 : 수학은 나를 불안하게 하고 주눅들게 한다.(부정적인 질문)

의 세 문항이다. 이것은 동아리 활동을 통해 눈으로 보고, 만들어보고, 관찰하는 체험활동을 하면서 그동안 기계적으로 풀기만 했던 수학이, 더 재미있고, 도전해볼 만한 가치가 있는 교과라는 생각이 확고해지는 것으로 풀이된다. 그러나,

1번 : 나는 선생님이 부여한 수학문제는 물론 새로운 수학문제까지 즐겨 푼다.

6번 : 나는 항상 학교에서 수학을 즐겁게 공부한다.

의 문항에 대한 반응은 오히려 향상도가 낮아져서, 학교 수업 시간에 이루어지는 수업 방식에 대한 불만이 나타난 것으로 생각된다.

태도검사에서 많이 향상된 문항은,

1번 : 수학은 과학과 다른 지식 분야에 크게 기여해 왔다.(긍정적인 질문)

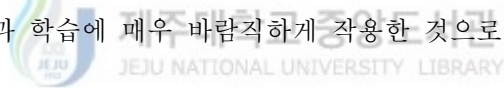
2번 : 우리 인간에게 예술이나 문학이 수학보다 더 중요하다.(부정적인 질문)

3번 : 수학은 문명과 사회발전에 중요하지 않다.(부정적인 질문)

9번 : 수학은 인간생활을 성공적으로 영위하는데 필요하다.(긍정적인 질문)

로써 수학의 필요성이나 인류 문명 발달에 기여도 등에 대한 인식이 긍정적으로 변화하고 있음을 보여준다. 특히 수학이 예술이나 문학보다 덜 중요하다는 부정적인 인식에서 다른 분야에 기여하고 예술이나 문학 못지 않게 중요하다는 생각으로 전환되고 있음을 알 수 있다.

이상 연구의 결과에서 살펴본 바와 같이, 연구 대상 학생들은 수학은 좋아하는 동아리 학생들로서 이미 수학 교과 학습에 대한 필요성이나 중요도에 대한 인식이 대체로 높은 학생들이었다. 그러나 동아리 활동을 통해 흥미도나 태도의 변화가 더 긍정적으로 나타나고 있음은, 본 연구에서 추진한 체험수학 자료의 개발, 적용이 학생들의 수학교과 학습에 매우 바람직하게 작용한 것으로 보여진다.



VI. 결론 및 제언

1. 결 론

학교에서는 7차 교육과정 개편을 통해 단계형 수준별 교육과정을 실시하고 있다. 그러나 여러 차례의 교육과정 개편을 통하여 수정 및 보완 작업이 이루어졌음에도 불구하고 학교에서 배운 내용이 시험문제의 정답을 맞추어 내는 일 외에 학생들의 흥미 유발과 태도 변화에는 미흡하다는 점이 수 차례 지적되어 왔다.

학교 수학이 목적이 학생들에게 수학의 기초 개념과 원리, 법칙을 학습하게 하고, 이를 통해 사물의 현상을 수학적으로 관찰하여 해석하는 능력을 길러 실생활의 문제를 논리적으로 사고하고 합리적으로 해결하는 능력과 태도를 기르는 것이라면 기계적인 계산과 문제풀이 과정의 훈련을 통해서 이러한 목적을 달성할 수 없다.

그래서 본 연구는 학습자 스스로의 능동적인 학습 활동과 구체적인 체험활동을 강조한 자료를 개발하는데 중점을 두었다. 본 자료는 교과서 내용과 직접적인 관계는 없지만, 기존의 교육과정을 보완하는 틀에서 계획되고 실행된다면 보다 높은 차원에서 통합적이고 발전적인 사고를 가능하게 하여 학생들의 수학적 사고력 향상에 도움이 될 것으로 생각한다. 본 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 학생들의 능동적인 참여를 유발할 수 있어 수학에 친근감을 느낄 수 있었다.
- 2) 수학적 구조물을 직접 만들어 봄으로써 관찰, 실험, 조작, 추측 등 다양한 체험을 했고, 이를 통하여 수학에 대한 새로운 인식과 수학의 힘을 경험하여 문제 해결력과 창의성의 발달을 도모할 수 있었다.
- 3) 수학을 바라보는 눈과 사고의 영역을 일상 생활로 넓혀 갈 수 있었다.
- 4) 수학교과는 흥미 있고, 도전해 볼만한 가치 있는 교과로, 인류의 문화발달에 상당히 기여하는 교과라는 인심을 심어주어 수학에 대해 보다 적극적인 태도를 기를 수 있었다.

2. 제 언

학생들이 수학을 어렵고 힘들다고 생각하는 이유는 내용 면에서 지나치게 엄밀하고 논리적인 것만을 중시하고, 방법 면에서는 지필 수업에만 치우쳐서 학습의욕이나 동기를 상승시키지 못하기 때문⁹⁾이다.

이러한 문제점을 조금이나마 해결하기 위해 학교 현장에서 구체적인 조작물을 학생들이 직접 보고, 만지고, 만드는 체험활동이 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 노력이 지속적으로 추진되기를 바라는 마음으로 본 연구의 진행 과정에서 나타난 몇 가지 문제점을 바탕으로 다음과 같이 제언한다.

- 1) 교과서 중심의 수학 교육에 대한 인식의 전환이 필요하다. 수학을 좋아하는 학생들도 단순히 기계적으로 풀기만 하는 수학에 대해서는 반감을 가지고 있다. 즐거운 수학 수업이 되려면 새로운 자료의 개발과 교수·학습 방법에 대한 부단한 문제 제기와 개선하려는 의지를 가져야 한다. 교과서에 있는 내용을 모두 가르쳐야 하는가? 학생들이 직접 느끼면서 흥미를 자극할 수 있는 내용과 수학을 가르칠 수는 있는 방법은 무엇인가? 등을 진지하게 고민하고 반성하면서 수학교육의 방향을 재조정해야 할 것이다.
- 2) 체험수학 교육을 위한 수학 교사간의 공동 연구 노력과 자료의 공유가 필요하다. 이제는 수학 체험의 필요성에 공감하는 분위기가 많이 확산되고 있다. 그러므로 체험수학에서 다룰 다양한 주제와 교수·학습 방법, 수행평가 주제로의 확대 발전 방안에 대해 구체적으로 연구하고, 연구하고 제작한 자료를 공유하는 수학 교사 사이의 공동 연구 노력이 필요하다. 또한 다양한 형태의 체험 학습을 하기 위해서 지역의 여러 학교가 공동으로 수학체험전을 열어 여러 학교 학생들이 함께 수학을 체험할 수 있는 기회를 마련하여 주어야 한다.

9) 임지연(1998), “수학 실험실 수업 모형의 개발 연구”, 대한수학교육학회 논문집 제8권 제1호, p.73.

3) 체험수학 교육을 위한 교육 여건과 학교 여건의 개선이 시급하다. 교사는 지나치게 잡무 처리와 수업 시수에 끊임없이 시달리고 있다. 우선적으로 잡무의 경감과 수업 시수의 적정화가 시급한 문제이다. 제7차 교육과정이 시행되면서 일선 학교에 수학 교실이 생겨났지만 실질적인 수학교실의 역할을 수행하기는 어려운 실정이다. 과학실이나 음악실처럼 독립된 교과교실이 필요하다. 그래야 학생들이 교과 활동 시간에 또는 교과 외 활동 시간에 만든 수학 구조물이나 실험 도구를 보관하고 전시할 수 있다. 그리고 과학이나 기술·가정 과목은 실험 실습이 필요하고 수학은 교과서와 칠판만으로도 수업이 가능하다고 여기는 풍토도 더불어 바뀌어야 할 것이다.



3.참 고 문 헌

- 교육부(1999), 「중학교 교육 과정 해설 (Ⅲ) -수학, 과학, 기술·가정-」, 교육부.
- 김미자(2001), 「황금비에는 황금이 있다」, 수학사랑.
- 마이클 슈나이더(1994), 「자연, 예술, 과학의 수학적 원형」, 이충호 역(2002), 경문사.
- 박제남(1999), 「방과 후 수학 특별활동 지도 방안」, 수학사랑.
- 우정호(2000), 「수학 학습-지도 원리와 방법」, 서울대학교 출판부
- (1998), 「학교 수학의 교육적 기초」, 서울대학교 출판부.
- 김원경·김미월·김용대(2000). “중학생의 창의성 신장을 위한 프로그램”, 한국수학교육학회지 시리즈E <수학교육 논문집>10, 서울 : 한국수학교육학회.
- 신현용·한현용(2001). “공간도형의 조작적 활동을 위한 학습 자료 개발 연구”, 한국수학교육학회지 시리즈E <수학교육 논문집>11, 서울 : 한국수학교육학회.
- 신현용·한인기(2001). “중학교 학생들의 창의적 성향 활성화를 위한 수학 학습 자료 개발에 관한 연구”, 한국수학교육학회지 시리즈E <수학교육 논문집>12, 서울 : 한국수학교육학회.
- 이성애(1999), “수학 클럽 활동 자료 개발 연구”, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 이규봉(1999), “체험학습을 통한 학습동기 부여”, 한국수학교육학회 시리즈E <수학교육 논문집>9, 서울 : 한국수학교육학회.
- 김권호(1997), “수학반 클럽활동 자료의 개발과 그의 활용이 고교생의 수학 학습태도에 미치는 영향”, 석사학위논문, 공주대학교 대학원.
- 임지연(1998), “수학 실험실 수업 모형의 개발 연구”, 대한수학교육학회 논문집

제8권 제1호, 대한수학교육학회.

최소희(2002), “다면체의 여왕 정다면체”, 「Math Festival 프로시딩」, 제4회 1권, 수학사랑.

Zometool. Inc(2001), 「조노돔 시스템 학습지도교안 (Zome System Lesson Plans 1.0)」, 뿌리와 열매 역, 뿌리와 열매.

—————(2001), 「조노돔 시스템 사용설명서 2.0 (Zometool Manual 2.0)」, 뿌리와 열매 역, 뿌리와 열매.



<Abstract>

Developing teaching materials and utility for math group activity and the utility of the materials for attitude to middle school students learning.

Kim, Young Kwan

Mathematics Education Major

Graduate School Education, Cheju National University

Jeju, Korea

Supervised by Professor Yun, Yong Sik

A painter shows the world his art through display. A musician playing for an audience. An author shows his thinking by writing a book. Like these examples, those who know math should help those people who do not know math and make it interesting for them. The object of this study is to develop activity materials for middle school students who love math. The purpose of these materials is to give students a positive attitude about math and help them enjoy studying the subject.

To accomplish the goal

First, I researched the Zonodome system for activity materials and textbooks of other learning materials. I developed materials that are related to multi-dimensional activity which is named "little people love math" by characters of the Zonodome system.

Second, it is used for groups of students studying math.

Third, I researched progress of students about attitude, and their love for learning math by written interview.

This article emphasized the importance of physical activity, learning materials, and volunteered learning. This material is used for students'

activities themselves and observes their progress rather than merely learning the meaning. This material has no direct connection to the textbook. But if it is used as a complement for educational curriculum, it can help students to progress the mathematical mind to a high level.

The conclusion is that

First, students become familiar themselves to the study of math by indulging in fun activities.

Second, To gain various experiences, like observation, experiment, handling and guessing, students made mathematical objects. By these experiences they can get new recognition about math that provides them with initiative to solve problems.

Third, students can adopt mathematical skills to common life.

Fourth, it can be a more positive attitude to learn math by giving the recognition to students that is worthwhile for cultural progress, and that math is interesting is worthwhile to try.

I will say again the above content.

First, necessity of questioning about education by using only the one textbook.

Second, prior to materials being finalized, we should be open to input from other teachers.

Third, the conditions in school should made more conducive for math education.

A thesis submitted to the Committee of the Graduate school of Education. Cheju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education in August, 2003.

부 록



<부록 1> 흥미도 및 태도 검사 설문지

이 설문지 여러분의 수학교육에 대한 흥미도 및 학습태도를 조사하기 위한 것입니다. 조사의 결과는 연구 목적에만 쓰이며, 개인적인 평가 등과는 전혀 무관하므로 아무런 부담없이 솔직하게 답변하여 주시기 바랍니다.

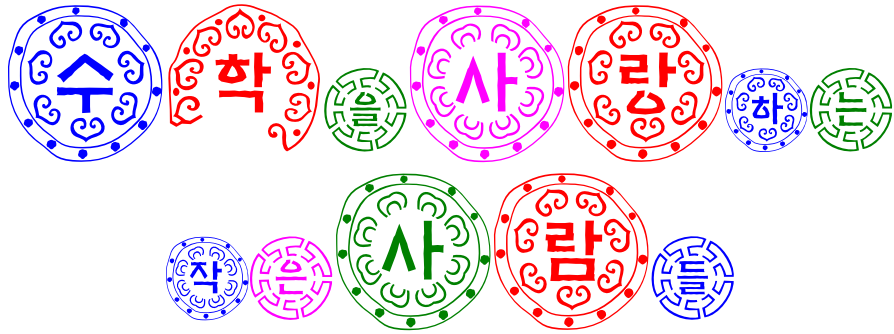
1. 흥미도 검사

| 질문 | 반응 | | | | |
|---|------------|-------------|------|------------------|-----------------|
| | 매우 그러하다 | 대체로 그러하다 | 보통이다 | 대체로 그렇지 않다 | 전혀 그렇지 않다 |
| 1. 나는 선생님이 부여한 수학 문제는 물론 새로운 수학문제 까지 즐겨 푼다. | | | | | |
| 2. 수학은 나에게 즐거움과 자극을 준다. | | | | | |
| 3. 수학은 나를 불안하게 하고 당황하게 만든다. | | | | | |
| 4. 나는 학교에서 배운 수학의 지식을 일상생활에 응용하려 애쓴다. | | | | | |
| 5. 수학은 내가 가장 싫어하는 무서운 과목이다. | | | | | |
| 6. 나는 항상 학교에서 수학을 즐겁게 공부한다. | | | | | |
| 7. 나는 나의 수학실력을 쌓기 위하여 많이 공부하고 있다. | | | | | |
| 8. 수학은 나를 불안하게 하고 주눅들게 한다. | | | | | |
| 9. 나는 수학에 관한 풍부한 지식을 얻으려고 한다. | | | | | |
| 10. 수학은 개인적 의견을 제시할 수 없어서 무미건조하고 지루하다. | | | | | |
| 11. 수학은 매우 재미있어서 나는 늘 이 과목에 열중한다. | | | | | |
| 합계 점수 | | | | | |
| 100점 환산점 | | | | | |

2. 태도 검사

| 질문 \ 반응 | 매우 그러하다 | 대체로 그러하다 | 보통이다 | 대체로 그렇지 않다 | 전혀 그렇지 않다 |
|--|------------|-------------|------|------------------|-----------------|
| 1. 수학은 과학과 다른 지식 분야에 크게 기여해 왔다. | | | | | |
| 2. 우리 인간에게 예술이나 문학이 수학보다 더 중요하다. | | | | | |
| 3. 수학은 문명과 사회발전에 중요하지 않다. | | | | | |
| 4. 수학은 아주 가치있고 필요한 과목이다. | | | | | |
| 5. 과학자 뿐만 아니라 예술가와 작가도 수학을 공부할 필요가 있다. | | | | | |
| 6. 수학은 개인의 정신을 발달시키고 사고력을 기르게 한다. | | | | | |
| 7. 수학은 일상생활에 중요하지 않다. | | | | | |
| 8. 수학은 실제로 모든 것을 설계하는데 필요하다. | | | | | |
| 9. 수학은 인간생활을 성공적으로 영위하는데 필요하다. | | | | | |
| 10. 수학에는 창의적인 것은 없다. 다만, 공식을 외우기만 하면 된다. | | | | | |
| 합계 점수 | | | | | |
| 100점 환산점 | | | | | |

<부록 2>



http://user.chollian.net/~badang25/zome/zome00_00.htm

| 입체도형 | 정다면체 | 준비물 | 조노돔 시스템 | 자료번호 | I-2 |
|------|---|-----|---------|------|-----|
| 학습내용 | 1. 정육면체를 만들 수 있다. 2. 정사면체를 만들 수 있다. 3. 정팔면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

정다면체는 각 면이 모두 합동인 정다각형이고, 또 각 꼭지점에 모이는 면의 개수가 같은 볼록한 다면체를 말한다. 정다면체는 다면체 중에서 가장 아름다운 다면체라고 할 수 있다. ‘오리보고, 저리봐도’ 모양이 같은, 가장 완벽한 대칭 구조를 갖고 있는 다면체이기 때문이다.



인류는 오랜 세월 동안 정다면체에 대하여 연구하여 왔으며 그리스의 철학자 플라톤이 약 2,400년 전에 이러한 도형들을 정식화하였다. 플라톤은 아름다움이란 많은 사람이 해석할 수 있는 자연의 아름다움이나 회화의 아름다움이 아니라 컴퍼스나 자로부터 탄생되는 기하학적 아름다움이라 말하고 있다.



플라톤은 정다면체가 5가지뿐이라는 사실이 몹시 신기했던지 우주를 구성하는 4가지의 원소를 정다면체와 대응시켰다. 흙-정육면체, 불-정사면체, 공기-정팔면체, 물-정십이면체 등 정다면체를 하나씩 대응시켜 정십이면체가 우주를 상징한다고 믿었다고 한다.

5종류의 정다면체는 고대 그리스에서 발견되었으며, 유클리드의 《기하학원본》 최종권(제13권)에 기술되어 있다. 정사면체·정육면체·정팔면체는 오래 전부터 알려져 있었지만, 정십이면체·정이십면체는 피타고라스학파에 의해 발견되었다.

◀ 요하네스 케플러(1571-1630)가 이야기한 정다면체의 순환

1. 정육면체 cube 만들기



네델란드의 화가 에셔의 "Belvedere"

이 그림은 에셔의 1958년 작품으로 '전망대' 중 일부분이다.
이 그림에서 특이한 복장을 한 남자가 들고 있는 도형은 공간적으로 불가능한 상자(정육면체)이다. 눈에 보이는 것이 전부인 아니다.

| | |
|--|---|
| | <p>그림을 보면서 따라서 만들어 보자.</p> <p>연결체 : 개</p> <p>연결봉 : 개</p> <p>꼭지점의 수 :</p> <p>모서리의 수 :</p> <p>면의 수 :</p> <p>면의 모양 :</p> |
|--|---|

◀ 정육면체의 꼭지점의 수와 모서리의 수 그리고 면의 수 사이에 어떤 특별한 관계를 찾을 수 있는가?

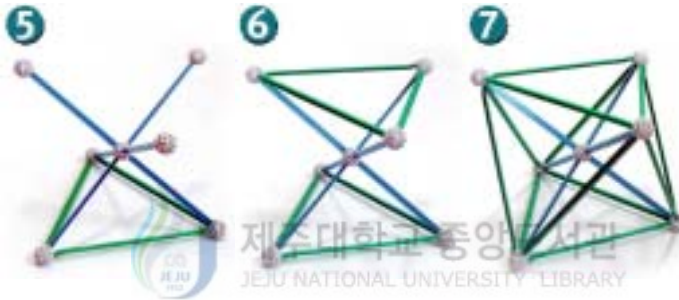
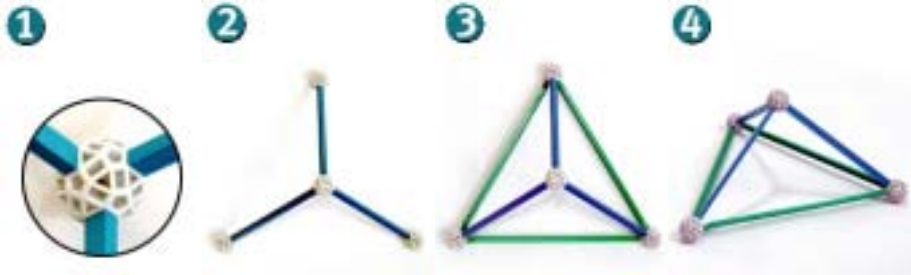
2. 정사면체 tetrahedron 만들기

| | |
|--|---|
| | <p>그림을 보면서 따라서 만들어 보자.</p> <p>연결체 : 개</p> <p>연결봉 : 개</p> <p>꼭지점의 수 :</p> <p>모서리의 수 :</p> <p>면의 수 :</p> <p>면의 모양 :</p> |
|--|---|

◀ 정사면체의 꼭지점의 수와 모서리의 수 그리고 면의 수 사이에 어떤 특별한 관계를 찾을 수 있는가?

3. 정팔면체 octahedron 만들기

- 녹색 연결봉을 이용하여 정팔면체 만들기(1)

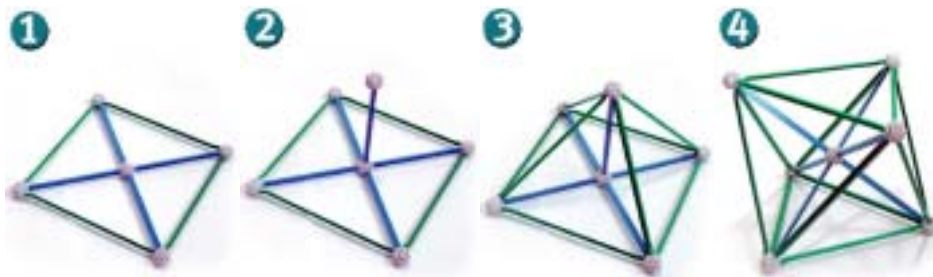


그림을 보면서 따라서
만들어 보자.

연결체 : 개
연결봉 : 개

꼭지점의 수 :
모서리의 수 :
면의 수 :
면의 모양 :

- 녹색 연결봉을 이용하여 정팔면체 만들기(2)



◀ 정팔면체의 꼭지점의 수와 모서리의 수 그리고 면의 수 사이에 어떤 특별한 관계를 찾을 수 있는가?

| | | | | | |
|------|--|-----|---------|------|-----|
| 입체도형 | 정다면체 | 준비물 | 조노돔 시스템 | 자료번호 | I-3 |
| 학습내용 | 1. 정이십면체를 만들 수 있다. 2. 정십이면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 정이십면체 만들기

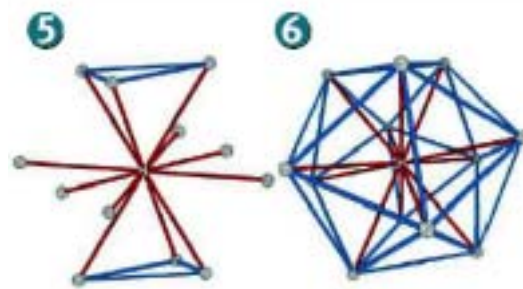
- 정이십면체를 만든다.



• 로마시대의 정이십면체

2세기에서 4세기 사이의 것으로 추정되며 영국, 벨기에, 독일, 프랑스, 룩셈부르크, 네덜란드, 오스트리아, 스위스, 헝가리 등 많은 나라에서 발견되었다. 4cm에서 11cm 정도의 크기로 촛대, 꽃받침, 왕의 봉 장식, 측량도구, 반지크기를 재는 도구, 주사위, 기하학적 조형물이라는 여러 가지 학설이 있으나 밝혀진 바 없다.

- 빨간색 연결봉을 이용하여 정이십면체 만들기



그림을 보면서 따라서 만들어 보자.

연결체 : 개

연결봉 : 개

꼭지점의 수 :

모서리의 수 :

면의 수 :

면의 모양 :

2. 정십이면체 만들기

- 정십이면체를 만든다.



- 신석기 시대의 정십이면체

다면체라는 개념은 인류의 문화와 함께 오래 전부터 있었으며 그 근원을 찾아내기란 불가능에 가깝다.

사진은 스코틀랜드에서 발견된 것으로 돌에 새겨 만든 것이다. 기원전 2000년경의 것으로 추정되며 정다면체의 모양을 하고 있다.

- 노랑색 연결봉을 이용하여 정십이면체 만들기

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

그림을 보면서 따라 만들어 보자.

연결체 : 개

연결봉 : 개

꼭지점의 수 :

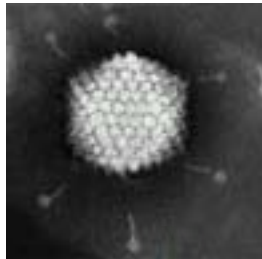
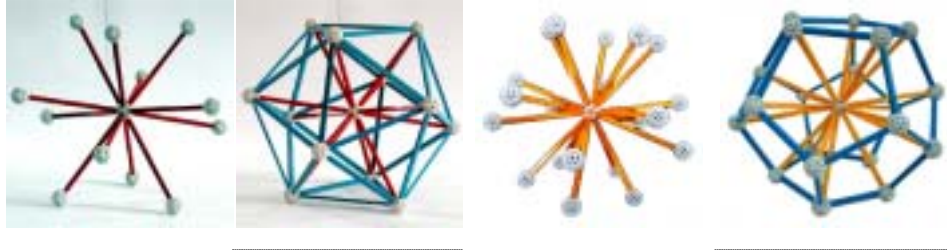
모서리의 수 :

면의 수 :

면의 모양 :

| 정이십면체에 관찰하여 보자. | | | 정십이면체에 관찰하여 보자. | | |
|-----------------|------|------|-----------------|------|------|
| | | | | | |
| 2-대칭 | 3-대칭 | 5-대칭 | 2-대칭 | 3-대칭 | 5-대칭 |

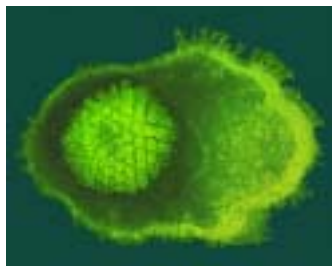
정십이면체와 정십이면체를 관찰하여 보자.



아데노바이러스 Adenovirus

여름철 유행성 결막염의 원인인 아데노바이러스이다. 증상은 갑자기 눈이 충혈되며 눈곱과 눈물이 나온다. 아데노바이러스는 1953년 슈무로 와 후버너가 발견한 바이러스로 호흡기나 눈의 점막, 또는 그 부근의 림프절에 침입하여 질병을 일으킨다. 유행성 결막염은 전염성이 강하기 때문에 악수 같은 직접적인 신체 접촉을 피하고 손을 자주 씻는 것이 좋다.

아데노바이러스는 세균보다 작아서 광학현미경으로는 관찰할 수 없다. 이것을 전자현미경으로 보면 정십이면체의 구조가 보인다. 이것을 캡시드라고 하는데 25개의 구조단위인 캡소머가 정삼각형으로 늘어서 정십이면체를 구성한 것이다. 캡시드의 꼭지점에는 길이 구 모양인 가나다란 섬유질 자루가 12개 붙어있다. 그 속에는 유전 정보를 가지고 있는 DNA가 있다. 정십이면체의 구조가 유전 정보를 가지고 있는 중요한 DNA핵산을 감싸서 보호하고 있는 모양이다. 바로 이 정십이면체의 모양이 바이러스의 기본 구조이다



헤르페스바이러스 Herpesvirus

몸에 열이 있고 피하고 고달픈 상태에서 입술이나 입 주위에 물집이 생기는데 주범이 헤르페스바이러스이다. 대부분의 사람들은 5세 이전에 첫 감염을 경험하며 사람들과의 접촉에서 전염된다. 헤르페스바이러스는 크기가 100 내지 200nm로 비교적 큰 편에 속하는 DNA를 함유하는 바이러스다. 정십이면체 캡시드에 싸여 있으며 둘레에 엔벨로프라는 단백질 껍데기를 가지고 있다.

- 자연계에서 볼 수 있는 정다면체를 찾아보자.

| | | | | | |
|------|---|-----|---------|----------|-----|
| 입체도형 | 정다면체 | 준비물 | 조노돔 시스템 | 자료 번호 | I-4 |
| 학습내용 | 1. 순환하는 정다면체에 대해 알 수 있다. 2. 정십이면체 안에 정육면체를, 3. 정육면체 안에 정사면체를 만든다. | 이름 | 학년 | | |

1. 순환하는 정다면체

정다면체는 서로서로 끝없이 순환하는 성질이 있다. 다섯 종류의 정다면체 안에는 각각 또 다른 정다면체가 들어 있다.

정십이면체로부터 정육면체, 정육면체로부터 정사면체, 정사면체로부터 정팔면체, 정팔면체로부터 정이십면체, 정이십면체로부터 정십이면체가 생겨난다. 결국 정십이면체에서 시작하여 다시 정십이면체까지 차례로 만들어 갈 수 있다. 이것을 '정다면체의 순환'이라고 한다. 이렇게 정다면체는 모양은 다르지만 서로 서로를 품어주는 따뜻한 입체도형인 셈이다.

2. 정십이면체 안에 정육면체 만들기

- 정십이면체 안에 정육면체 만들기(1)



정십이면체의 면의 개수와 정육면체는 모서리의 개수가 서로 같으므로 정십이면체의 각 면 위에 선을 하나씩 그려 그 선이 모서리가 되도록 하면 정육면체를 만들 수 있다.

- 정십이면체 안에 정육면체 만들기 (2)



먼저 가장 짧은(중간) 파란색 연결봉으로 정십이면체를 만든다.
 정십이면체의 각 면에 중간(가장 긴) 파란색 연결봉을 끼운다.
 정십이면체 안에 정육면체를 관찰할 수 있다.
 또는 정육면체를 먼저 만들고 각 면에 지봉을 만들어 정십이면체를 만들 수도 있다.

3. 정육면체 안에 정사면체 만들기



정육면체의 각 면에 대각선을 하나씩 그어 그 선이 모서리가 되도록 하면 정사면체가 된다.

먼저 파란색 연결봉으로 정사각형을 만든다.
 정육면체를 만든다.
 정육면체의 대각선에 정사면체가 되도록 녹색 연결봉을 끼운다.

- 정육면체 안에 정이십면체 만들기



15세기에 들어서면서 그 어두웠던 시기도 점점 빛을 발하기 시작하였다. 이 때, 다면체는 그 아름다움과 신비로움으로 많은 예술가와 과학자의 관심을 끌었다.

프란체스카 피에라 델라 프랑세스카(1410? ~ 1492)는 15세기에 유명한 수학자이자 화가였다. 그의 작품은 항상 독자적인 높은 품격을 보였으며, 원근법의 자유자재한 구사, 맑은 색채, 명석한 빛의 처리, 위엄이 있고 당당해 보이는 인물의 표현 등으로 그 시기에 보기 드문 획기적인 양식을 보여 다른 화가들에게도 많은 영향을 주었다. 또 당대 일류의 이론가로도 알려졌으며 그 방면의 저서에는 《투시화법에 대하여》 등이 있다.

위의 왼쪽 그림은 현재 바티칸 도서관에 소장되어 있는 것으로 정육면체 안에 있는 정이십면체를 그린 그림이다. 정이십면체는 세 개의 황금사각형을 서로 수직으로 배치하여 각각의 사각형의 꼭지점들을 연결하여 만들 수 있는데, 이 세 개의 황금사각형을 각각 정육면체의 마주보는 세 쌍의 면의 중간에 위치하게 하면 정육면체의 각 면에 정이십면체의 꼭지점이 두 개씩 위치하게 된다.

| | | | | | |
|------|---------------------------|-----|---------|------|-----|
| 입체도형 | 정다면체 | 준비물 | 조노뎀 시스템 | 자료번호 | I-5 |
| 학습내용 | 1. 정사면체 안에 정팔면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 정사면체 안에 정팔면체 만들기



정사면체의 모서리의 개수와 정팔면체의 꼭지점의 개수가 6개로 같으므로 정사면체의 각 모서리의 중점을 잡아 그 점이 꼭지점이 되도록 연결시키면 정팔면체가 생긴다

녹색 연결봉 2개를 직선으로 연결하고, 이것을 한 변으로 하는 정사면체를 만든다.

정사면체의 중점을 같은 길이의 녹색 연결봉으로 끼운다.

정사면체 안에 정팔면체를 관찰할 수 있다.

조노뎀 시스템으로 시에르핀스키 피라미드 만들기



노란색 연결봉을 이용하여 녹색 연결봉으로 정사면체를 만든다.



정사면체를 옆에 하나 더 연결하여 만든다.



정사면체를 앞에 하나 더 만든다. 위에 정사면체 하나를 더 만들어 올려놓는다.



시에르핀스키 피라미드 만들기

시에르핀스키 피라미드는 처음에 주어진 피라미드의 모서리의 중점을 연결하였을 때 생기는 작은 피라미드를 제외한 나머지 부분을 제거하는 과정을 무한히 반복했을 때 생기는 프랙탈 형태의 입체도형이다. 옆의 그림은 2단계의 시에르핀스키 피라미드 모습이다. 제거된 부분들이 모두 정팔면체를 알 수 있다.

시에르핀스키 피라미드 만들기

정사면체의 모서리는 반드시 일직선이어야 하고 꼭지점들끼리의 거리(모서리 길이)는 모두 같아야 한다. 만들어진 모든 정사면체는 반드시 검사를 거쳐야 한다. 4명이 한 조가 되어 시에르핀스키 피라미드를 만들어 관찰하여 확인하여 보자.



0단계 피라미드 만들기



1단계 피라미드 만들기

자르기 접기 풀칠하기 기다리기 검사하기 완성

접을 때 반드시 직선의 모서리가 직선이 되도록 해야 한다

풀칠을 한 부분이 정사면체의 안쪽에 들어가도록 한다.

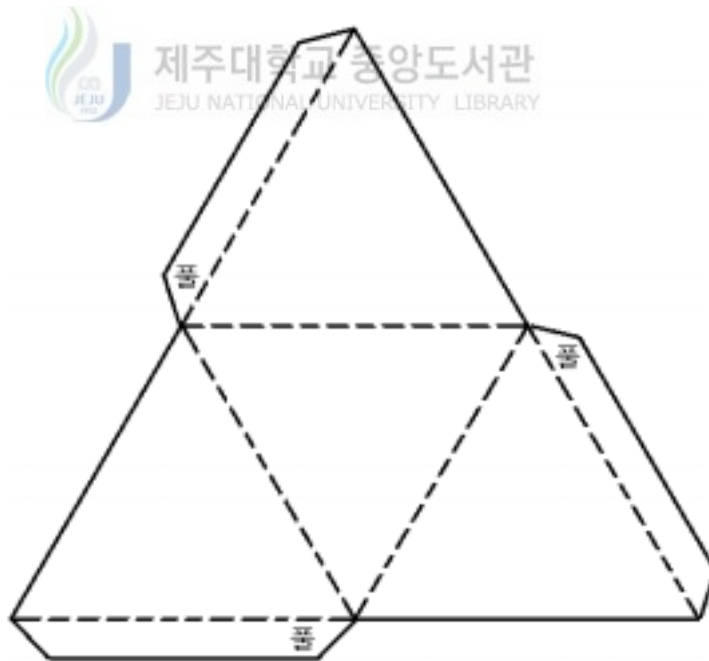
모서리가 벌어지면 이쑤시개를 이용하여 다시 풀질을 하여 붙인다.

모서리가 일직선인지, 길이가 같은지 검사를 한다.

0단계 시에르핀스키 피라미드 4개를 모은다.

1cm×2cm의 종이레이프를 잘라 피라미드의 꼭지점을 서로 마주댄 후 그 위에 종이 레이프를 붙인다.

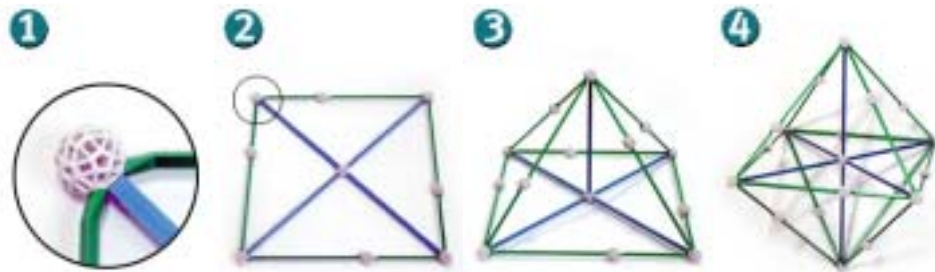
다음은 잘라서 피라미드를 만들어보자.



| | | | | | |
|------|---|-----|---------|------|-----|
| 입체도형 | 정다면체 | 준비물 | 조노돔 시스템 | 자료번호 | I-6 |
| 학습내용 | 1. 정팔면체 안에 정이십면체를, 2. 정이십면체 안에 정십이면체를 만든다. | | 이름 | 학년 | |

1. 정팔면체 안에 정이십면체 만들기

- 정팔면체 안에 정이십면체 만들기



정팔면체의 각 모서리를 황금분할 (약 1 : 1.618)하여 이윳한 이들에 점을 지나는 평면으로 계속해서 잘라내면 정이십면체가 만들어진다. 정팔면체의 모서리 개수가 12개로 정이십면체의 꼭지점 개수와 같기 때문이다.

가장 긴 파란색 연결봉으로 십자 모양을 만들어 연결봉 끝에 연결체를 끼운다.

녹색 연결봉 중간 것과 긴 것 사이에 연결체를 끼워 직선을 만들고 이것을 한 번으로 하는 정사각형을 만든다. 이 때 반드시 중간 연결봉이 ①번 모양이 되게 연결해서 ②번 모양의 정사각형을 만들어야 한다.

피라미드를 만든다. 피라미드의 꼭지점에 녹색 연결봉 중간 것과 긴 것들이 서로 엇갈리면서 대칭이 되게 끼워져 있어야 한다.

정팔면체를 만든다. 안에 있는 긴 파란색 연결봉을 제거한다.

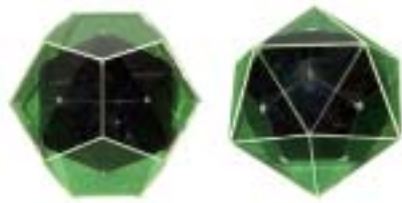
짧은 파란색 연결봉 2개를 이어서 직선을 만들고 이것으로 정팔면체의 모서리에 있는 연결체들을 연결한다. 정팔면체 안에 정이십면체를 관찰할 수 있다.

| | | | | | |
|------|-------------------------|-----|---------|----------|-----|
| 입체도형 | 정다면체 | 준비물 | 조노둠 시스템 | 자료 번호 | I-7 |
| 학습내용 | 1. 정다면체의 쌍대에 대해 알 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 정다면체의 쌍대

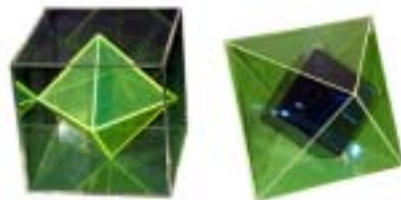
다섯 개의 정다면체의 한 면을 이루는 변의 개수, 한 꼭지점에 모인 면의 개수, 전체 면, 꼭지점, 변의 개수를 세어 아래 표를 채워보자.

| 정다면체 | 한 면을 이루는 변의 개수 | 한 꼭지점에 모인 면의 개수 | 면의 개수 | 꼭지점의 개수 | 모서리의 개수 |
|-------|----------------|-----------------|-------|---------|---------|
| 정사면체 | | | | | |
| 정육면체 | | | | | |
| 정팔면체 | | | | | |
| 정십이면체 | | | | | |
| 정이십면체 | | | | | |



정다면체의 순환에서 정이십면체의 각 면을 이루는 정삼각형의 무게중심을 이어서 정십이면체를 만들 수 있고, 반대로 정이십면체의 각 면을 이루는 정오각형의 무게중심을 이으면 정이십면체를 얻을 수 있다. 즉 정십이면체와 정이십면체는 서로 면과 꼭지점을 바꿔 놓은 다면체라는 것을 알 수 있다.

이와 같은 다면체를 "쌍대 다면체(dual-polyhedron)" 라고 부른다. 두 다면체가 서로 쌍대라면 두 다면체의 면의 수와 꼭지점의 수는 서로 대응되며 모서리의 수는 같게 된다.



정육면체와 정팔면체도 서로 각 면의 중심을 연결하여 만들어지므로 쌍대가 된다. 또 정사면체는 각 면의 중심을 이으면 다시 정사면체가 생기므로 그 자신이 쌍대가 된다.



정사면체는 한 꼭지점에 3개의 면이 모여있으므로 각 꼭지점에서 인접한 면의 중심들을 이으면 정삼각형이 된다. 이 때, 정사면체의 한 면은 정삼각형으로 되어 있으므로 새로운 다면체는 한 꼭지점에 정삼각형이 세 개씩 모인 다면체, 즉 정사면체가 되어 자기 자신과 쌍대가 된다.

2. 정육면체와 정팔면체의 쌍대 만들기



정육면체의 한 꼭지점에는 3개의 면이 모여있으므로 각 꼭지점에서 인접한 면의 중심들을 이으면 정삼각형이 된다. 이 때, 정육면체의 각 면은 정사각형으로 되어 있으므로 새로운 다면체는 한 꼭지점에 정삼각형이 네 개씩 모인 입체, 즉 정팔면체가 되는 것이다. 반대로 정팔면체의 면의 중심을 연결하면 정육면체가 된다.

- 왼쪽의 그림을 보고 정육면체 안에 정팔면체를 만들어 보자. 그리고 어떻게 만들어놓는지 발표하고, 또 다른 방법이 있는지 이야기해 보자.

3. 정십이면체와 정이십면체의 쌍대 만들기



정육면체의 한 꼭지점에는 3개의 면이 모여있으므로 각 꼭지점에서 인접한 면의 중심들을 이으면 정삼각형이 된다. 이 때, 정육면체의 각 면은 정사각형으로 되어 있으므로 새로운 다면체는 한 꼭지점에 정삼각형이 네 개씩 모인 입체, 즉 정팔면체가 되는 것이다. 반대로 정팔면체의 면의 중심을 연결하면 정육면체가 된다.

- 왼쪽의 그림을 보고 정십이면체 안에 정이십면체를 만들어 보자. 그리고 어떻게 만들어놓는지 발표하고, 또 다른 방법이 있는지 이야기해 보자.



연결체의 모든 오각형 구멍에 중간 빨간색 연결봉을 끼운다.
 각각의 연결봉의 끝에 연결체를 끼운다.
 파란색 연결봉으로 모두 이어주면 정이십면체가 된다.



처음 연결체의 삼각형 구멍에 중간 노란색 연결봉을 모두 끼운다.
 노란색 연결봉의 끝에 연결체를 모두 끼운다.
 파란색 연결봉으로 모두 이어주면 정십이면체가 된다.
 어떤 모양이 되었는지 이야기하여 보자.



연결체에 있는 삼각형의 구멍에 중간 노란색 연결봉을 모두 끼운다.
 노란색 연결봉의 끝에 연결체를 모두 끼운다.
 파란색 연결봉으로 모두 이어주면 정십이면체가 된다.



처음 연결체의 오각형 구멍에 긴 빨간색 연결봉을 모두 끼운다.
 각각의 연결봉의 끝에 연결체를 끼운다.
 파란색 연결봉으로 모두 이어주면 정이십면체가 된다.
 어떤 모양이 되었는지 이야기하여 보자.

위의 두 입체의 차이점이 무엇인지 이야기하여 보자.

| | | | | | |
|------|--|-----|---------|------|------|
| 입체도형 | 준정다면체 | 준비물 | 조노뎀 시스템 | 자료번호 | II-2 |
| 학습내용 | 1. 작은 정사면체를 만들 수 있다. 2. 작은 정육면체를 만들 수 있다. | 이름 | 학년 | | |

1. 깎은 정사면체



| | |
|---|--|
| 그림을 보면서 _____ 를 만들어 보자. | |
| <p>Truncated Tetrahedron</p> <p>정사면체의 꼭지점에서 각 변의 1/3 되는 점을 연결하여 생긴 입체도형(삼각뿔을 잘라서 만든다.)</p> | <p>연결체 : 개</p> <p>연결봉 : 개</p> <p>꼭지점의 수 :</p> <p>모서리의 수 :</p> <p>면의 수 :</p> <p>면의 모양 :</p> |



1. 짧은 파란색 연결봉 세 개를 이어 이것을 한 변으로 하는 정육면체를 만든다.



2. 초록색 연결봉 세 개를 이어 정육면체의 각 면에 대각선을 만든다.



3. 파란색 연결봉을 모두 제거한다.



4. 초록색 연결봉으로 꼭지점에 가까운 두 연결체를 연결한다.



5. 꼭지점에 연결된 연결봉을 모두 제거한다.

2. 깎은 정육면체



| | |
|---|---|
| 그림을 보면서 _____ 를 만들어 보자. | |
| Truncated Cube 정육면체의 각 모서리를 $1 : \sqrt{2} : 1$ 이 되게 나눈 후 꼭지점에서 가까운 점을 연결하여 생긴 입체도형(삼각뿔)을 잘라서 만든다. | 연결체 : 개 연결봉 : 개 꼭지점의 수 : 모서리의 수 : 면의 수 : 면의 모양 : |



파란색 연결봉으로 정사각형을 만든다.
 왼쪽 그림을 참고하여 4개의 꼭지점 사이에 파란색 연결봉과 같은 길이의 초록색 연결봉을 끼워 넣어 정팔각형을 만든다.



왼쪽 그림을 참고하여 초록색 연결봉을 끼운다.
 정팔면체에 있는 초록색 연결봉을 한 번으로 하는 정삼각형 4개를 만든다.



나머지 부분을 어떻게 만들었는지 이야기하여 보자.

| | | | | | |
|------|-----------------------|-----|---------|----------|------|
| 입체도형 | 준정다면체 | 준비물 | 조노둠 시스템 | 자료 번호 | II-4 |
| 학습내용 | 1. 작은 정십이면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 작은 정십이면체



| | |
|---|--|
| <p>그림을 보면서 _____ 를 만들어 보자.</p> <p>Truncated dodecahedron</p> <p>정십이면체의 각 모서리를 1 : 2 : 1</p> <p>족 1 : $\frac{\sqrt{5}+1}{2}$: 1 이 되게</p> <p>나눈 후 꼭지점에서 가까운 점을 연결하여 생긴 입체도형(삼각뿔)을 잘라서 만든다.</p> | <p>연결체 : 개</p> <p>연결봉 : 개</p> <p>꼭지점의 수 :</p> <p>모서리의 수 :</p> <p>면의 수 :</p> <p>면의 모양 :</p> |
|---|--|

- 작은 정십이면체 만들기



짧은 파란색 연결봉 두 개 사이에 중간 파란색 연결봉을 놓고 연결체를 끼워 직선을 만든다.(이유가 무엇인가?)

이 직선을 한 변으로 하는 정십이면체를 만든다.



꼭지점에 가까운 연결체를 중간 파란색 연결봉을 사용하여 모두 연결한다.

이 때에 삼각형은 모두 몇 개 생기는가?
삼각형의 개수는 무엇과 같은가?



삼각형 안에 있는 연결봉과 연결체를 모두 제거하면 작은 정십이면체가 만들어진다.

작은 정십이면체에 대하여 이야기해 보자.

| | | | | | |
|------|-----------------------|-----|---------|------|------|
| 입체도형 | 준정다면체 | 준비물 | 조노둌 시스템 | 자료번호 | II-5 |
| 학습내용 | 1. 깍은 정이십면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 깍은 정이십면체



그림을 보면서 _____ 를 만들어 보자.

| | |
|--|--|
| <p>Truncated Icosahedron</p> <p>정이십면체의 꼭지점에서 각 변의 1/3 되는 점을 연결하여 생긴 입체도형(오각뿔을 잘라서 만든다.)</p> | <p>연결체 : 개</p> <p>연결봉 : 개</p> <p>꼭지점의 수 :</p> <p>모서리의 수 :</p> <p>면의 수 :</p> <p>면의 모양 :</p> |
|--|--|



플러렌(Fullerenes) (화학자들은 버키볼Buckey볼이라고 부름)은 축구공의 이음새와 비슷하게 생긴 탄소분자를 일컫으며, 미국 건축가 R. 버크미스터 풀러가 1967년도 몬트리올 만국박람회를 위해 설계한 지오데식 돔이 이 것과 똑같은 구조를 갖고 있었기 때문에, 그의 이름을 따서 '버크미스터 플러렌'이라고 불렀다. 플러렌은 서로 결합해 새장처럼 균형잡힌 대칭구조를 이루는 탄소 원자들의 집단으로, 속이 빈 공 모양을 하고 있다. 표준 분자인 C_{60} 에서는 원자들의 결합 상태가 축구공의 이음새와 비슷하다.

플러렌은 1985년 미국 텍사스주 라이스 대학의 로버트 F. 케일 박사와 리처드 E. 스몰리 박사, 그리고 영국 서섹스 대학의 해럴드 W. 크로토 박사가 발견하였으며 이들은 이로 인하여 1996년 노벨화학상을 수상하였다. 스웨덴왕립과학아카데미는 노벨상 수여장에서 이렇게 밝혔다. "이들이 제시한 분자구조는 화학자들에게 비할 데 없이 아름답고 만족스러운 것이었다. 그것은 단일결합과 이중결합이 번갈아 나타나고, 따라서 이론적으로 매우 중대한 의미를 지닌 향기로운 3차원 체계에 해당한다." 플러렌은 인공 생성물에만 존재한다고 여겨졌으나, 후에, 검댕(Soot)과 같은 일반적 물질로 자연계에도 존재함이 밝혀졌다.

전 세계적으로 버키볼을 활용할 수 있는 방안에 대하여 많은 연구가 진행되고 있으며, 특히 화학자들은 버키볼을 반도체(Suprconductor)로 또는 인체 내에 약물을 공급하는 수단으로, 그리고 아주 강한 섬유를 만드는데 이용할 수 있을 것이라고 예측하고 있다.

• 작은 정이십면체 만들기



정오각형을 만든다.
오각형을 놓을 때 넓은 쪽이 위로 향하게 한다.



오각형 연결체 모두에 연결봉을 기울여 바깥쪽으로 향하게 꽂는다.

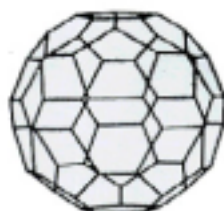
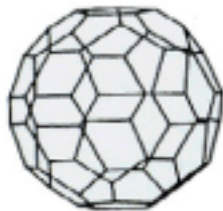


오각형 주위의 연결봉을 이으면 정육각형이 된다.
한 오각형 주위에 다섯개의 육각형이 있도록 구성하여 보자.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



육각형과 육각형 사이에 오각형을 만들 수 있다.
육각형들 사이에 다섯 개의 오각형이 있도록 구성할 수 있다.



눈을 모아 두 그림을 하나로 겹쳐 보게 하면 추구를 입체적으로 볼 수 있다.

| | | | | | |
|------|---------------------|-----|---------|------|------|
| 입체도형 | 준정다면체 | 준비물 | 조노뎀 시스템 | 자료번호 | II-7 |
| 학습내용 | 1. 십이이십면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 십이이십면체



| | |
|--|--|
| 그림을 보면서 _____ 를 만들어 보자. | |
| <p>Icosidodecahedron</p> <p>정십이면체와 정십이면체를 각 모서리의 중점을 지나는 평면으로 잘라내서 만든다.</p> | <p>연결체 : 개</p> <p>연결봉 : 개</p> <p>꼭지점의 수 :</p> <p>모서리의 수 :</p> <p>면의 수 :</p> <p>면의 모양 :</p> |

● 십이이십면체 만들기(1)

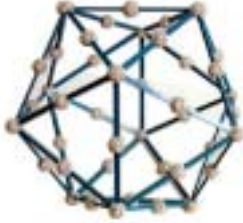




연결체에 있는 삼각형의 구멍에 중간 혹은 제일 긴 파란색 연결봉을 모두 끼운다.






노랑색 연결봉의 끝에 연결체를 모두 끼운다.
파랑색 연결봉으로 모두 이어주면 십이이십면체가 된다.

• 십이이십면체 만들기 (2)

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <p>짧은 파란색 연결봉 두 개 사이에 연결체를 끼워 직선을 만든다. 이 직선을 한 변으로 하는 정이십면체를 만든다.</p> | <p>정이십면체의 모서리에 있는 연결체를 중간 파란색 연결봉으로 연결한다.</p> | |

• 위의 그림을 보고 십이이십면체를 만들어 보자. 그리고 어떻게 만들었는지 발표해 보자.

• 십이이십면체 만들기 (3)

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <p>짧은 파란색 연결봉 두 개 사이에 연결체를 끼워 직선을 만든다. 이 직선을 한 변으로 하는 정십이면체를 만든다.</p> | <p>정십이면체의 모서리에 있는 연결체를 중간 파란색 연결봉으로 연결한다.</p> | <p>꼭지점이 있는 짧은 파란색 연결봉을 제거한다.</p> |

• 위의 그림을 보고 십이이십면체를 만들어 보자. 그리고 어떻게 만들었는지 발표해 보자.

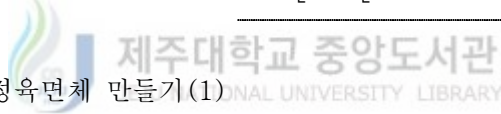
◀ 정십이면체의 모서리의 중점을 잘라서 나오는 준정다면체인 십이이십면체는 정이십면체의 모서리의 중점을 잘라서도 만들어진다. 그 이유는 무엇일까 이야기해 보자.

| | | | | | |
|------|------------------------|-----|---------|------|------|
| 입체도형 | 준정다면체 | 준비물 | 조노뎀 시스템 | 자료번호 | II-8 |
| 학습내용 | 1. 이중절단 정육면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 이중절단 정육면체



| | |
|--|---|
| 그림을 보면서 _____ 를 만들어 보자. | |
| Rhombicuboctahedron 정육면체의 각 면을 적당한 간격으로 뒤로 떨어지게 한 후 정사각형과 정삼각형으로 메운다. 또는 육팔면체의 각면의 정점을 연결한 도형으로 잘라 만든다. 그러나 이 경우 잘린 면은 변의 길이의 비가 1: $\sqrt{2}$ 인 직사각형이 된다. 따라서 모양을 적절하게 조절해야 한다. | 연결체 : 개 연결봉 : 개 꼭지점의 수 : 모서리의 수 : 면의 수 : 면의 모양 : |



● 이중절단 정육면체 만들기 (1)

| | | |
|---|--|---|
| | | |
| <p>파란색 연결봉으로 정사각형을 만든다. 정사각형의 연결체에 녹색-파란색 연결봉을 바깥쪽으로 45도 기울어지게 끼운다. 녹색-파란색 연결봉 끝에 연결체를 끼운다.</p> | <p>연결체 사이를 파란색 연결봉과 녹색-파란색 연결봉을 끼워 정사각형과 정삼각형을 만든다. 파란색연결봉을 끼워 옆 면을 만든다.</p> | <p>나머지 부분을 완성한다. 이중절단 정십이면체에 대해서 이야기해 보자.</p> |

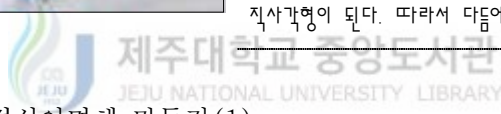
| | | | | | |
|------|-------------------------|-----|---------|------|-------|
| 입체도형 | 준정다면체 | 준비물 | 조노뎀 시스템 | 자료번호 | II-10 |
| 학습내용 | 1. 이중절단 정십이면체를 만들 수 있다. | | 이름 | 학년 | |

1. 이중절단 정십이면체



그림을 보면서 _____ 를 만들어 보자.

| | |
|---|--|
| <p>Rhombicuboctahedron</p> <p>정십이면체의 각 면을 적당한 간격으로 뒤로 떨어지게 한 후 정사각형과 정삼각형으로 메운다. 또는 십이이면체의 각 변의 중점을 연결한 도형으로 잘라서 만든다. 이렇게 해서 만들 때, 잘린 면은 변의 길이의 비가 $1 : \tau (\tau = \frac{\sqrt{5}+1}{2})$ 인 직사각형이 된다. 따라서 다듬어야 한다</p> | <p>연결체 : 개</p> <p>연결봉 : 개</p> <p>꼭지점의 수 :</p> <p>모서리의 수 :</p> <p>면의 수 :</p> <p>면의 모양 :</p> |
|---|--|



• 이중절단 정십이면체 만들기 (1)



파란색 연결봉으로 정십이면체를 만든다.



정십이면체의 꼭지점에 빨간색 연결봉을 끼운다. 연결봉 끝에 연결체를 끼운다. 빨간 연결봉 끝에 달려있는 연결체는 모두 몇 개인가? 이것은 무엇을 의미하는가?



연결체를 파란색 연결봉으로 연결한다. 어렵겠지만 안에 있는 모든 연결체와 연결봉을 제거한다. 이중절단 정십이면체에 대해서 이야기해 보자.