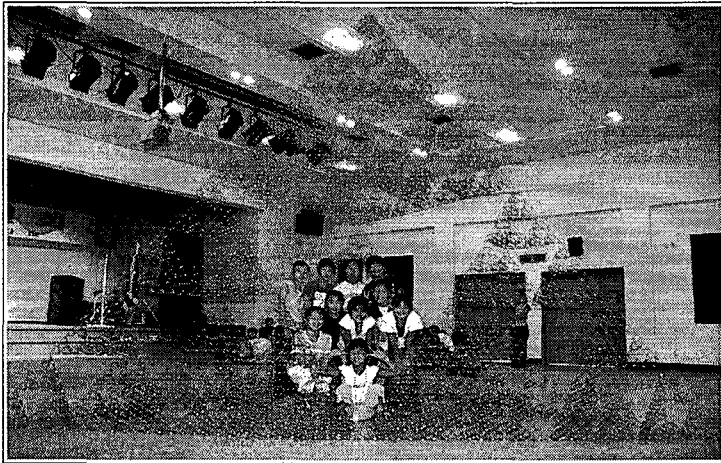


## 포디프레임으로 시에르핀스키 피라미드만들기

박 호 결 (포디창의연구소)



2005년 서울 강월초등학교 임원 수련회

### 1. 포디프레임의 개념

포디프레임의 개념은 한마디로 말해 제한이 없고 자유롭다는 것이다. 상할 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  $0^{\circ}$  - $360^{\circ}$ 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 담는 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.

여러분은 어떤가? 여러분은 아이들의 상상력을 끊임없이 자극하여 무엇이든 표현해 낼 수 있도록 기꺼이 도울 수 있는가? 그렇게 할 수 있는가?

### 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 나래를 포디를 통해 마음껏 펼쳐나가라는 뜻을 담고 있는 것이다. 이름을 포디 빨대라 하지 않고 굳이 외국어인 포디프레임이라 한 까닭은 글러벌 시대에 맞춰 국내에서 머물지 않고 세계시장으로 나가기 위한 의지가 담긴 전략적 표현이다.

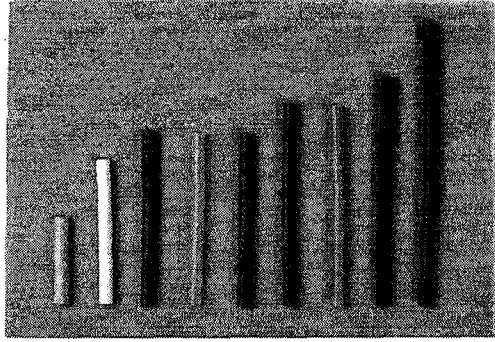
포디프레임은 연결봉과 연결대로 이루어져 있다. 연결봉은 <표 1>과 같이 여러 가지 색과 길이로 되어 있다. 연결봉은 여러 가지 방법으로 연결대에 이어서, 만들고 싶은 모양의 도형이나 구조물 및 조형물을 창조해 내는데 쓰인다.

<표 1> 연결봉의 종류

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

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 자

르면 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.



<그림 1> 여러종류의 연결봉

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 젖히면 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> 여러종류의 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.

위에서 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. 5단계의 높이가 약 4.5cm인데 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. 재질자체가 부드러운 연결재료(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.

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 형상물보다는 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.

#### 4. 수업사례

제주제일중학교. 담당교사: 김영관

<http://user.chol.com/~BADANG25>

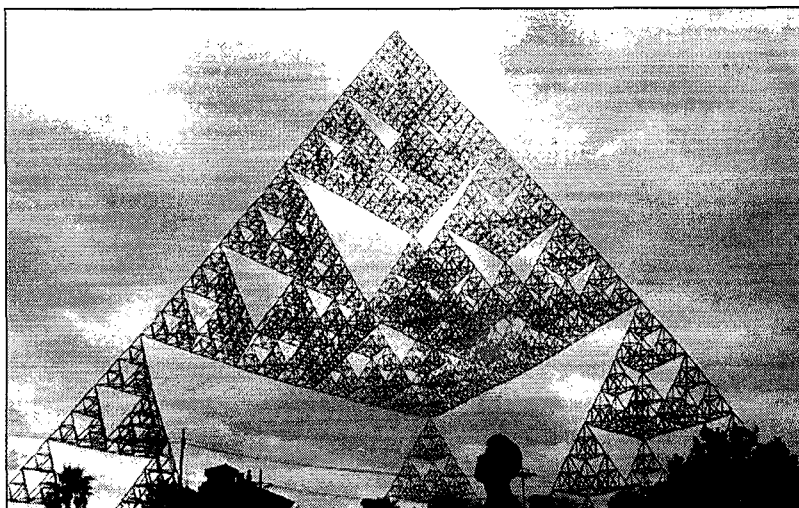
제주제일중학교 학생들이 축제 기간에 만든 시에르핀스키 피라미드를 소개하고자 합니다. 학기말 교사가 끝나고 사실상 정규 교육과정을 모두 마치면 많은 선생님들이 수업시간에 무엇을 할 것인가 고민합니다. 저는 큰 구조물을 만드는 경우가 많습니다.

올해는 2년마다 열리는 '한얼제'라는 학교축제가 있어 시에르핀스키 피라미드를 만들기로 했습니다. 커다란 구조물을 개인이 혼자 만들긴 아주 어렵습니다.

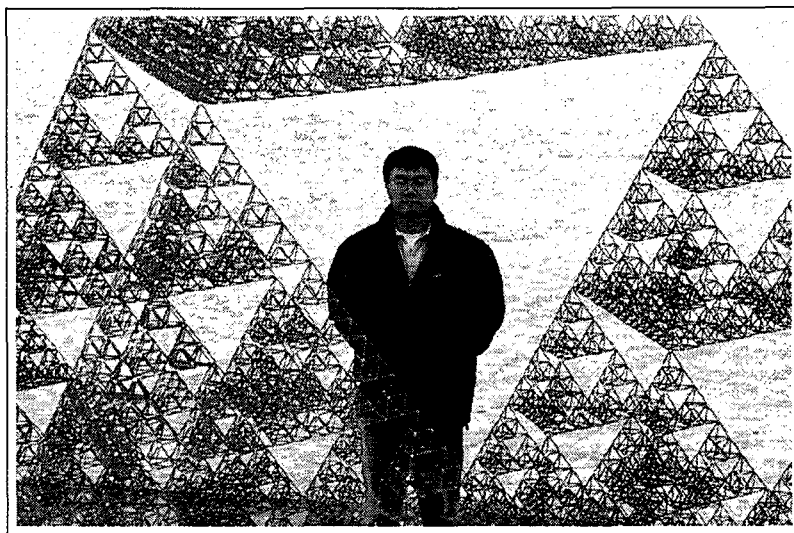
한 두 가지의 수학적 원리를 가지고 만드는 것이기 때문에 구조물을 완성하는 것은 지겨운 노동입니다.

계속적인 반복, 많은 시간과 인내 끈기를 필요로 합니다. 하지만 학교에서는 가능합니다. 한 명의 학생이 한 시간만 투자를 하면 됩니다.

4명이 한 모듬을 만들도록 했습니다. 만드는 과정을 설명하고 이해를 잘 못하는 몇몇 학생들의 피라미드를 고쳐줍니다.



시에르핀스키 피라미드



<김영관 선생님>

반복되는 규칙이 있기 때문에 아이들은 금 새 이해합니다. 서로 웃고 떠들면서 내 것과 남의 것을 비교하면서 만들어 갑니다. 협동하면서 느낌이 오는 단계까지만 만들도록 합니다. 나머지는 더 만들고 싶어 하는 학생들 몇 명에서 완성해 나가는 것입니다. 순식간에 커져가는 구조물이 주는 신비스런 압도감 때문에 대여섯의 아이들은 끝까지 만들고 싶어 합니다.

이 피라미드는 거의 2학년 학생들이 만들었습니다. 축제 2일 전부터 수업 있는 반 학생들을 데리고 가서 만들었습니다. 축제 동안에는 신청을 받아서 만들게 했고, 마무리는 축제가 끝나고 했습니다.

사진은 학교 운동장에 세워놓았던 모습입니다. 높이가 4m가 넘었고, 0단계의 시에르핀스키 피라미드(정사면체)가 4096개입니다.

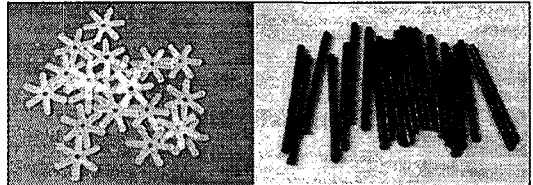
시에르핀스키 피라미드는 몇 년 전 제주중앙여자중학교에서 종이로 처음 만들었는데 상당히 힘들었습니다. 종이 무게도 있고 꼭짓점을 연결하기가 아주 어려웠습니다. 그동안 수학적인 마인드가 커져가고 또 많은 선생님과 수학에 뜻있는 여러분들이 고민과 노력을 들여 아주 쉽게 만들 수 있는 재료가 개발이 되었습니다. 이 피라미드를 만드는 데는 4DBLOCK의 박호걸 사장님께서 많은 도움을 주셨습니다.

### 1단계 시에르핀스키 피라미드

#### 1. 준비물

준비물은 4DBlock에서 만든 포디프레임으로 육발과 연결봉이다.

육발은 특수한 플라스틱으로 발이 6개가 있다는 뜻이다.



연결봉은 빨대로 길이가 7cm이다.

연결봉의 색깔은 여러 종류인데 여기서는 빨간색과 검은색을 사용했다.

1단계 시에르핀스키 피라미드를 만드는데 필요한 육발은 6개이고, 연결봉은 24개이다.

#### 2. 꺾발만들기

육발은 발이 6개 있다는 뜻이다.

마주보는 한 쌍의 발은 그대로 놔두고 나머지 두 쌍의 발(4개)은 그림처럼 안쪽으로 꺾는다.



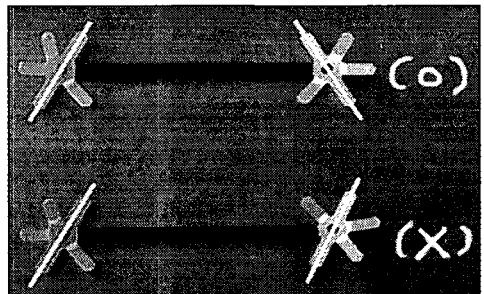
이 때, 육발에서 꺾인 네 개의 발을 '꺾발'이라고 하고 꺾이지 않은 한 쌍의 발을 '직발'이라고 하겠다. 이런 육발을 6개 만든다.

#### 3. 정팔면체 만들기(1)

1단계 시에르핀스키 피라미드를 만들기 위해서 먼저 정팔면체를 만든다.

(정팔면체에서 시작하는 것이 1단계 피라미드를 만들기 편리하기 때문이다)

우선, 그림처럼 연결봉의 양 끝에 육발 두 개를 끼운다.



이 때 연결봉에 끼워지는 발은 꺾발이다.

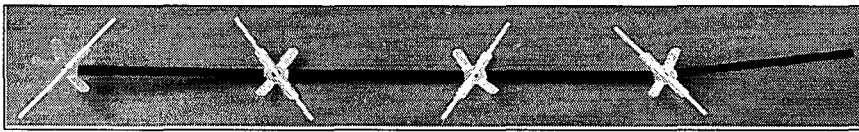
직발을 연결봉에 끼우면 안 된다.

연결봉의 양 끝에 육발이 끼워지는 모양은 그림처럼 두 가지가 있는데 직발은

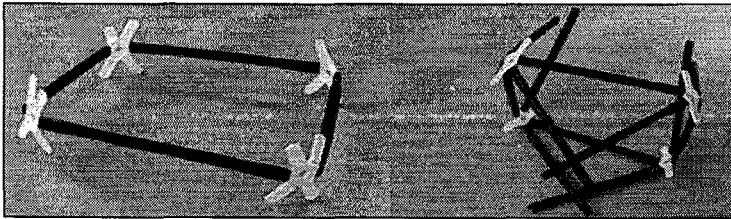
(O) 그림처럼 산모양이 되게 끼워야 한다.

(X) 그림처럼 직발이 평행이 되서는 안 된다.

육발 4개와 연결봉 4개를 연결하는데 직발들은 아래 그림처럼 지그재그가 되게 끼워야한다. 이웃하는 직발들 중에 평행이 되는 것이 있으면 안 된다.



#### 4. 정팔면체 만들기(2)



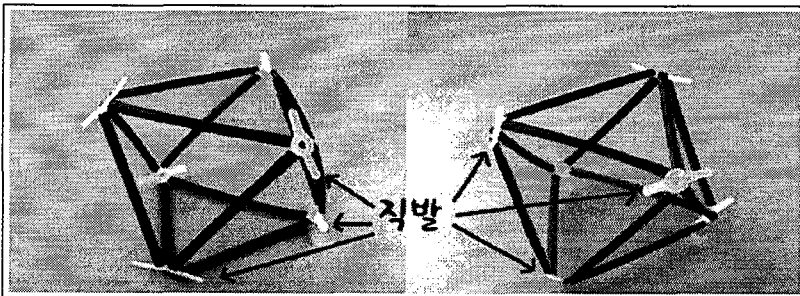
연결봉이 하나만 끼워져 있는 육발에 맨 끝에 있는 연결봉을 끼워 사각형을 만든다. 사각형의 꼭짓점에는 4개의 발이 있는데 위쪽과 아래쪽에 2개씩 있다.

자세히 살펴보면 하나는 꺾발이고 나머지 하나는 직발이라는 것을 알 수 있다.

이 때 위아래에 있는 꺾발들에게 연결봉들을 모두 끼운다.

이 때도 직발에 연결봉을 끼우면 안 된다.

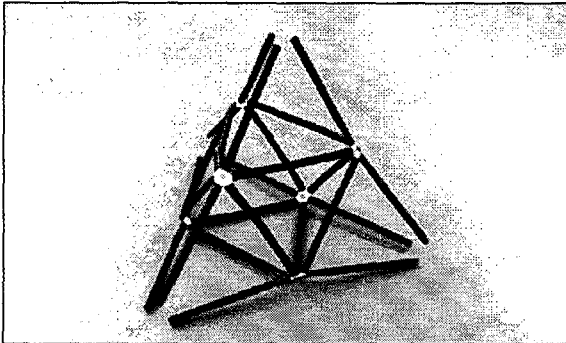
#### 5. 정팔면체 만들기(3)



처음 육발을 6개 준비했다. 4개는 사각형을 만들면서 사용했고 나머지 2개가 남았다. 남은 2개의 육발을 사용하여 정팔면체를 완성해 보자.

정팔면체 만들기(2)에서 사각형의 위와 아래쪽에 각각 4개의 연결봉이 끼워져 있다. 위쪽의 4개의 연결봉에 육발 하나를 끼워 넣는데 격발에만 연결봉을 끼운다. 이 때에 주의할 것은 그림처럼 직발들이 삼각형의 같은 면에 모이게 끼워 넣어야 한다.

**6. 1단계 시에르핀스키 피라미드 완성**



직발들이 모여 있는 삼각형이 4개 있다.

직발의 개수는  $4 \times 3 = 12$ 개이다. 직발에 12개의 연결봉들을 모두 끼우면 1단계 시에르핀스키 피라미드가 완성된다.

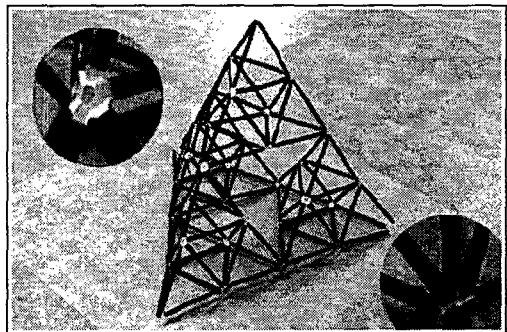
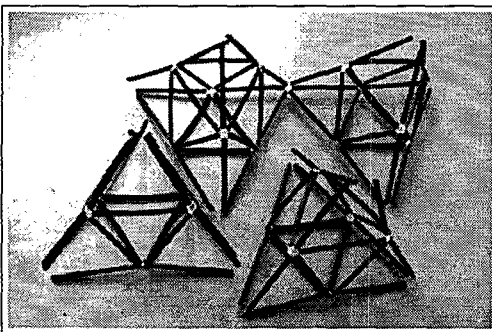
종이로 시에르핀스키 피라미드를 만들 때는 정사면체 4개를 만든 후에 3개는 바닥에서 연결하고 나머지 하나를 그 위에 올려놓았었다.

그런데 포디프레임을 이용할 때에는 정팔면체를 만든 후에 정사면체를 만드는 방법이 더 쉬웠다.

**2단계 시에르핀스키 피라미드**

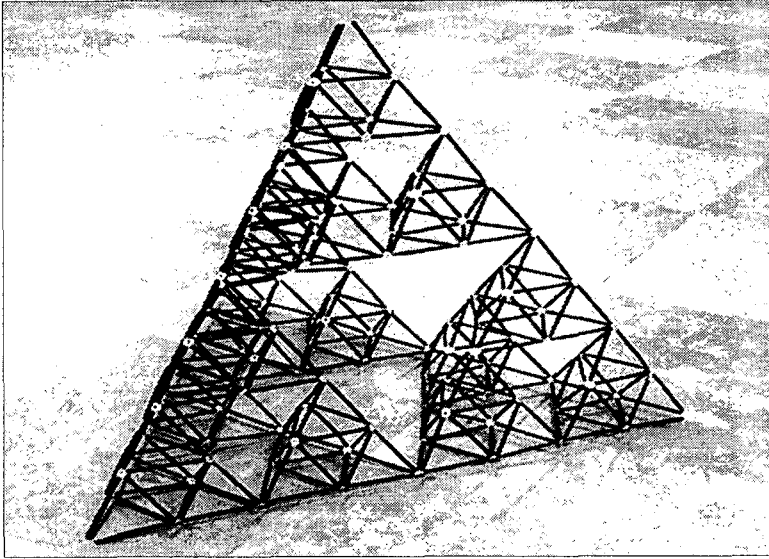
1단계 시에르핀스키 피라미드를 4개 만든다.

4개를 연결하여 2단계 시에르핀스키 피라미드를 만든다.





### 3단계 시에르핀스키 피라미드



2단계 시에르핀스키 피라미드 4개를 만들어 3개는 아래에 놓고 나머지 하나는 위에 올려놓는다.

### 4, 5단계 시에르핀스키 피라미드



3단계 시에르핀스키 피라미드 4개를 만들어 4개는 아래에 놓고 나머지 하나는 위에 올려놓는다.  
 다시 4단계 시에르핀스키 피라미드 4개를 만들어 3개는 아래에 놓고 나머지 하나는 위에 올려놓는다. 위의 사진은 5단계 시에르핀스키 피라미드이다.

6단계 시에르핀스키 피라미드

