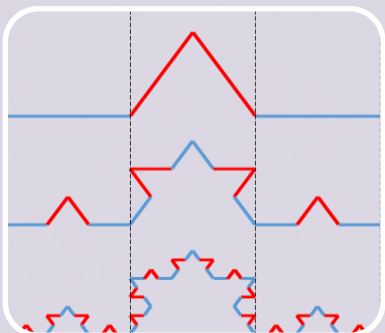




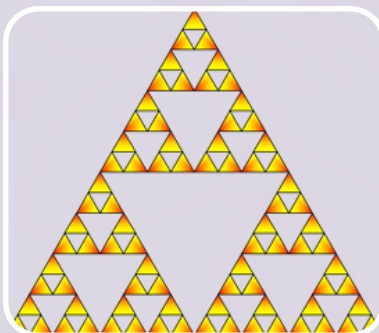
碎形與等比

謝爾賓斯基三角形
Sierpinski Triangle

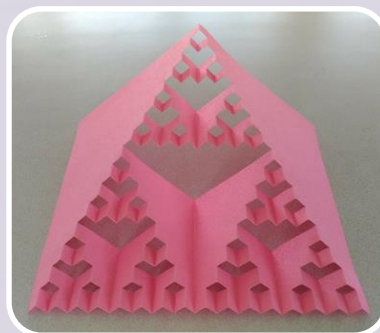
苗栗高商 蔣小娃 2021.4.25



何謂
碎形



謝爾賓
斯基
三角形



創作
立體
卡片



台南
美術館
二館

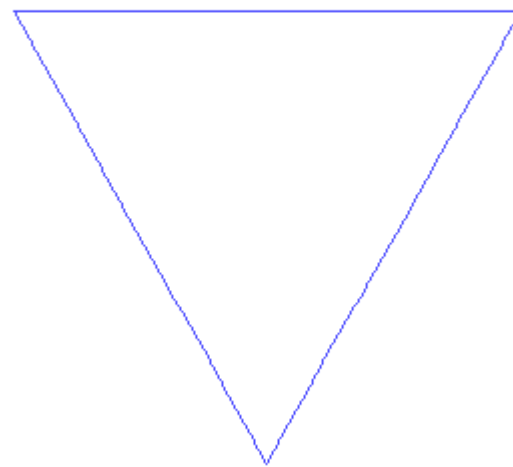
何謂碎形

- 碎形的英文**Fractal**，其源自於拉丁文**fractus**，意指「碎成不規則細片的狀態」。
- 1960年由數學家本華·曼德博(Benoit B.Manderlbrot, 1924-2010) 在「英國的海岸線有多長？」這篇論文中提出。研究不斷放大細部的理論，並於1975年提出了**(Fractal)**的理論。

何謂碎形

碎形具有以下性質：

1. 具有精細結構。
2. 無論是整體或局部
都與傳統歐式幾何的規則不同。
3. 具有自我相似。

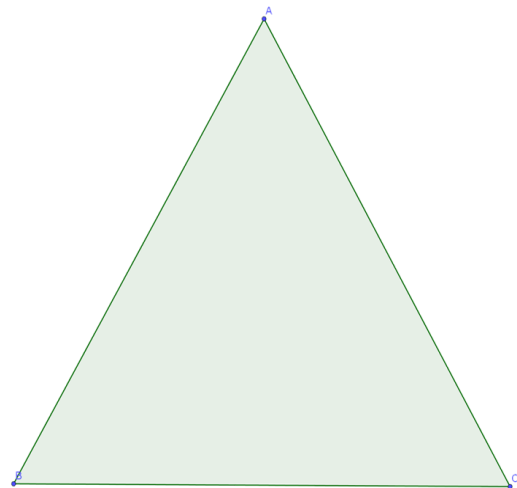


科赫雪花

謝爾賓斯基三角形

Sierpinski triangle

- 由波蘭數學家謝爾賓斯基在1915年提出。
- 構造方式：
 - 1.取一個實心的三角形。（多數使用正三角形）
 - 2.沿三邊中點的連線，將它分成四個小三角形。
 - 3.去掉中間的那一個小三角形。
 - 4.對其餘三個小三角形重複1。



謝爾賓斯基三角形個數變化

- 圖1，三角形為1個，
- 圖2，三角形有3個，
- 圖3，三角形有9個，
- 依此類推，圖n三角形有= $(3)^{n-1}$ 個

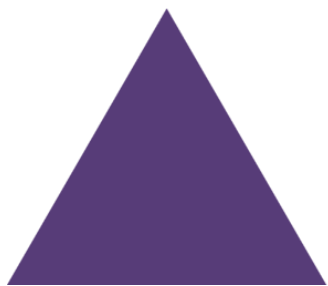


圖1

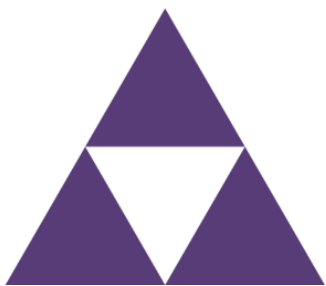


圖2



圖3



圖4

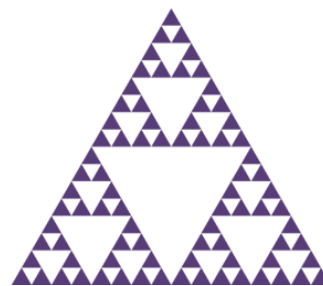


圖5

謝爾賓斯基三角形面積變化

- 圖1，假設三角形的面積為1，
- 圖2，3個小三角形與大三角形相似，邊長是大三角形的一半，
所以每個小三角形面積是大三角形的 $1/4$ ，陰影面積是 $3/4$
- 圖3陰影面積為 $9/16=(3/4)^2$
- 依此類推，圖n陰影的面積= $(3/4)^{n-1}$

參考公式
正三角形面積= $\frac{\sqrt{3}}{4} a^2$



圖1

圖2

圖3

圖4

圖5

謝爾賓斯基三角形周長變化

- 圖1，假設三角形的邊長為1，它的周長為3
- 圖2 中，有3 個三角形，
每個三角形的邊長為 $1/2$ ，周長= $3 \times 1/2 \times 3 = 9/2$
- 圖3 中，有9 個三角形，
每個三角形的邊長為 $1/4$ ，周長= $9 \times 1/4 \times 3 = 27/4$
- 依此類推，圖n 有 3^{n-1} 個三角形，每個三角形邊長為 $(1/2)^{n-1}$ ，
周長= $3^{n-1} \times (1/2)^{n-1} \times 3 = 3 \times (3/2)^{n-1}$



圖1

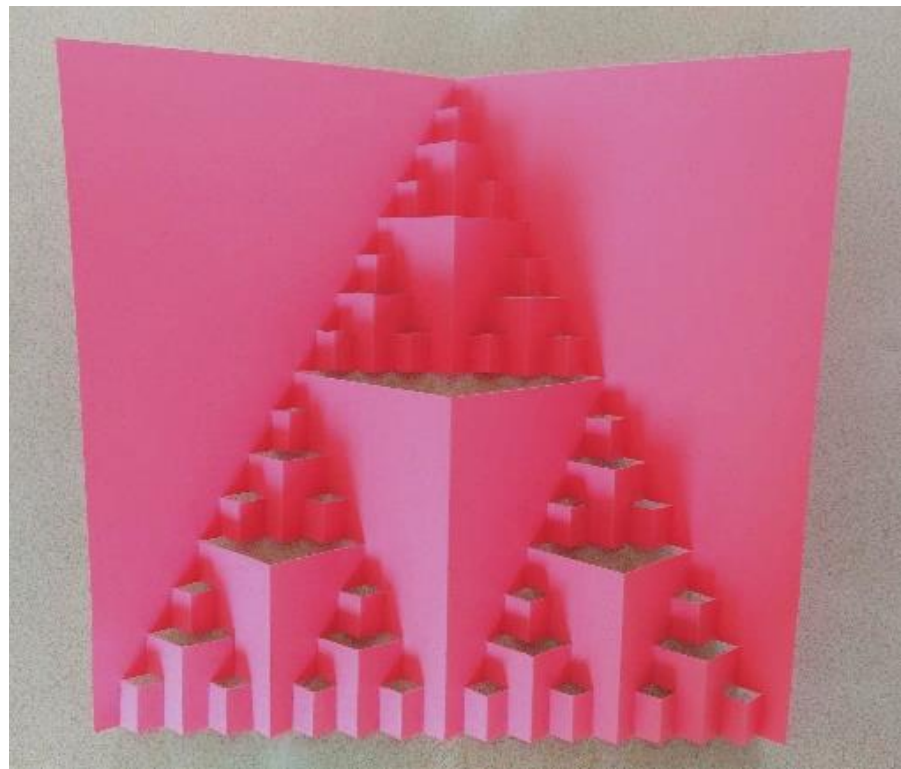
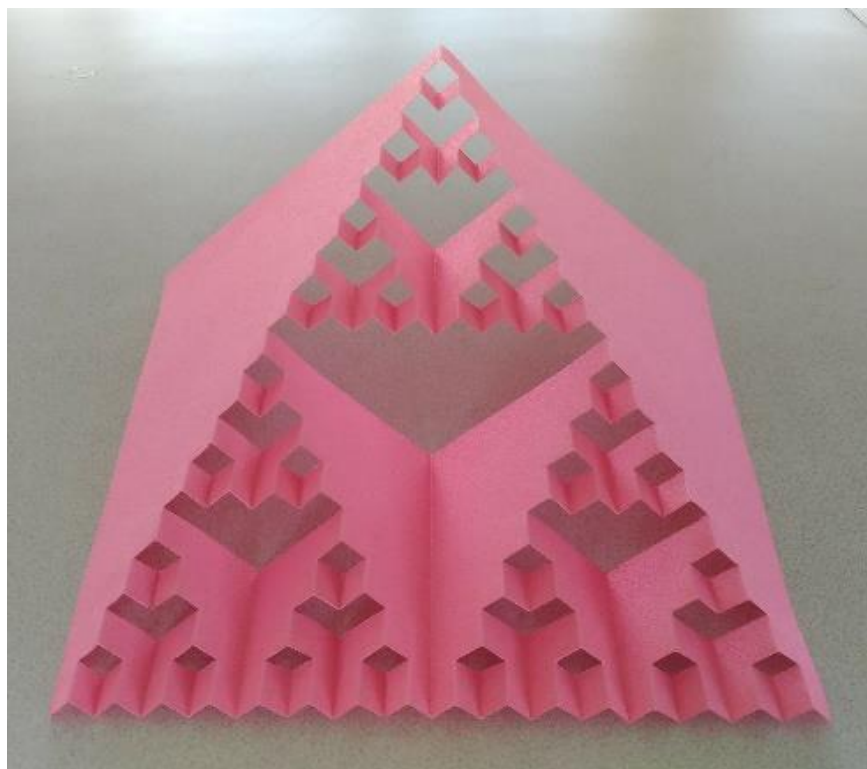
圖2

圖3

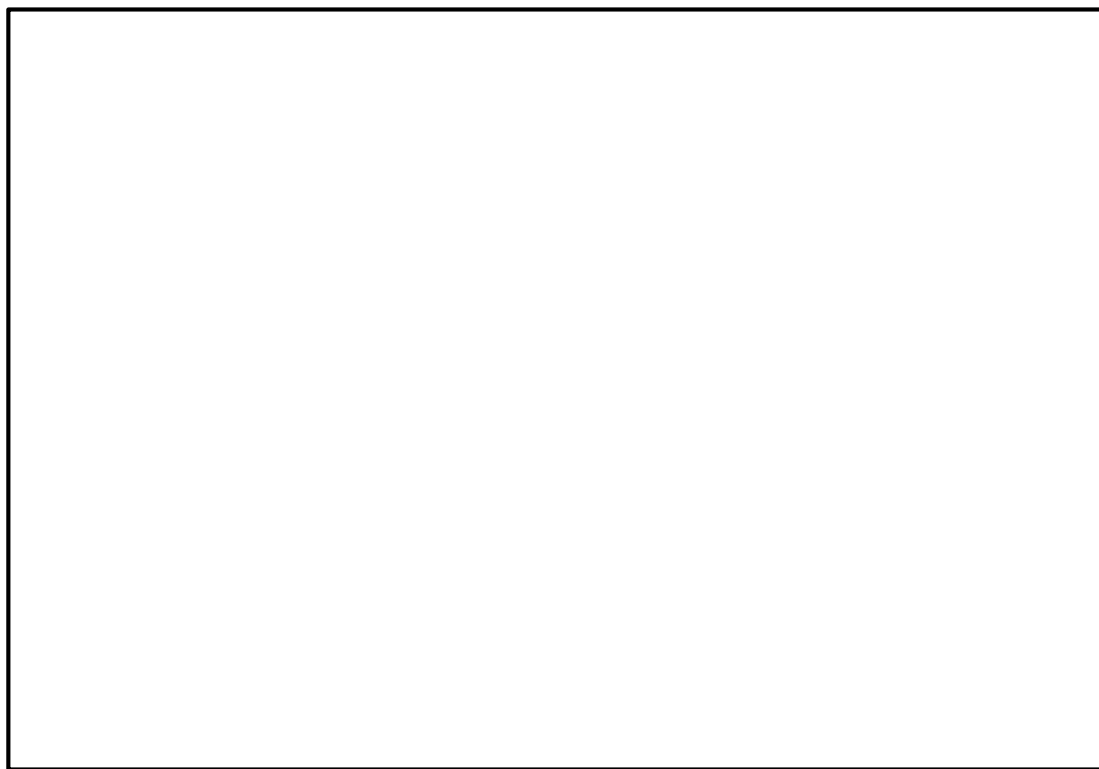
圖4

圖5

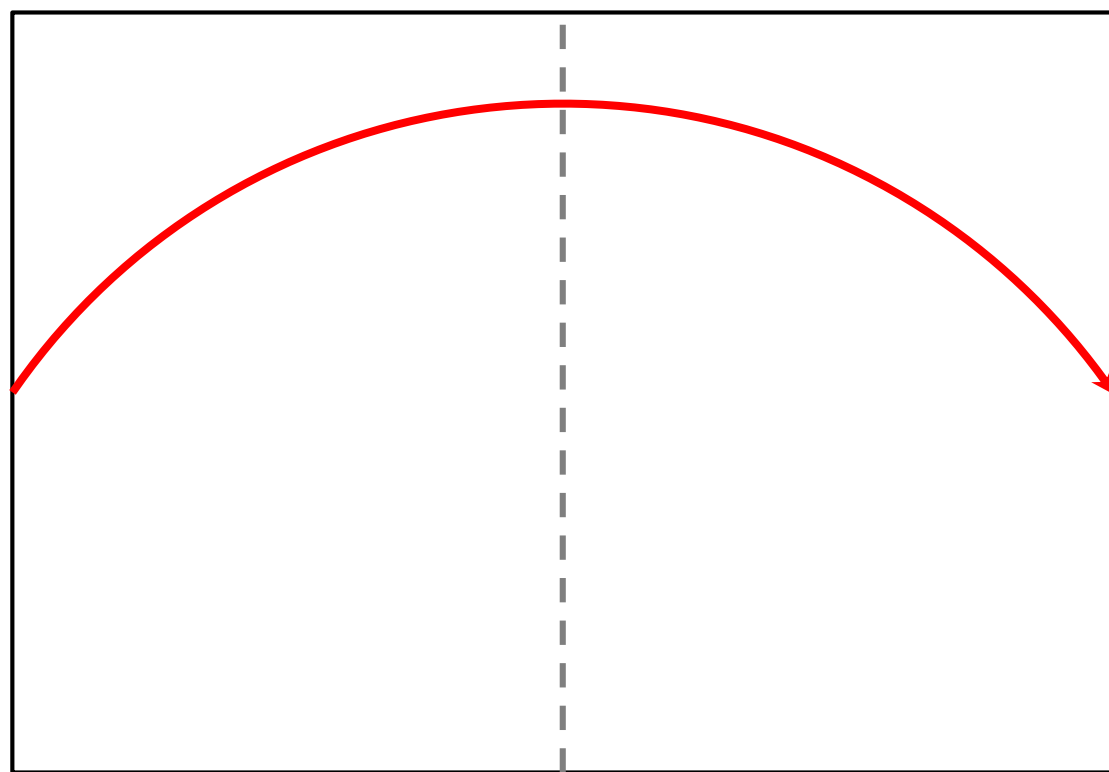
用A4紙創作立體卡片 Sierpinski Triangle剪紙



A4紙 長方形

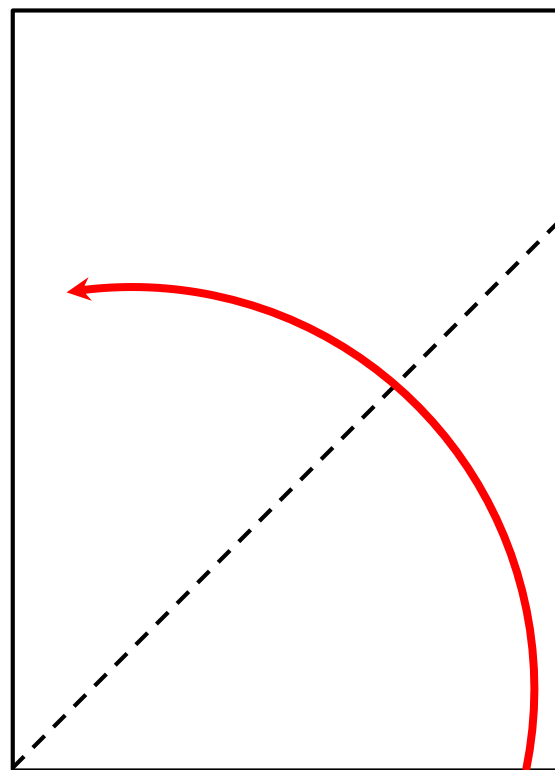


對摺



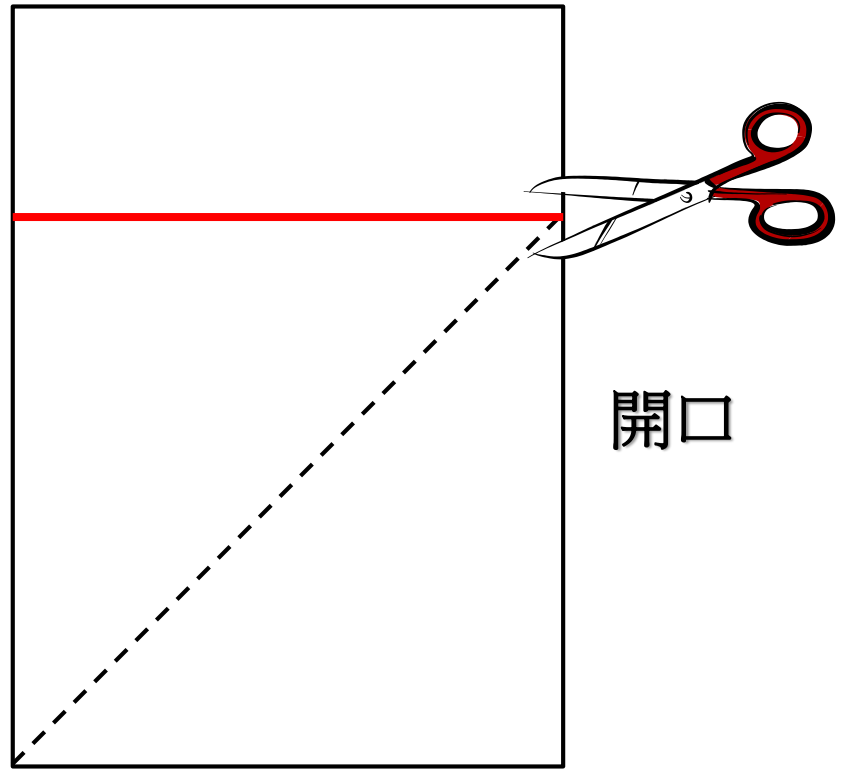
開口

摺出對角線

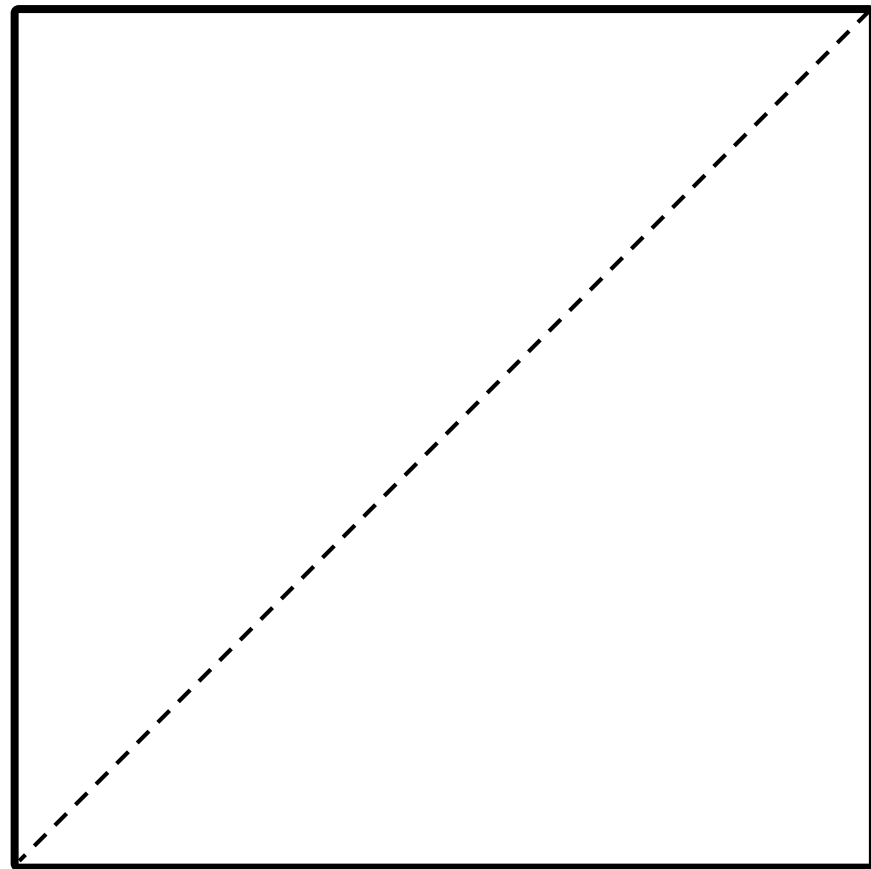


開口

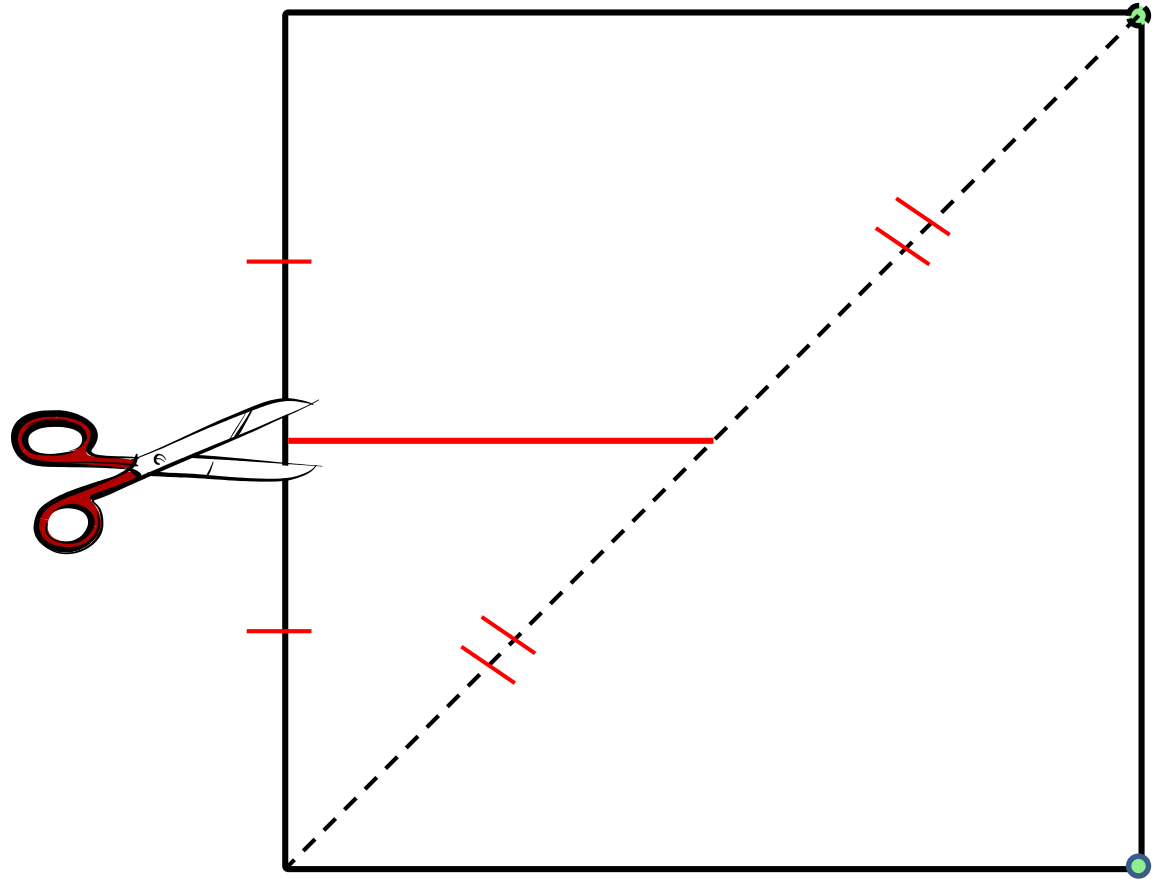
對摺



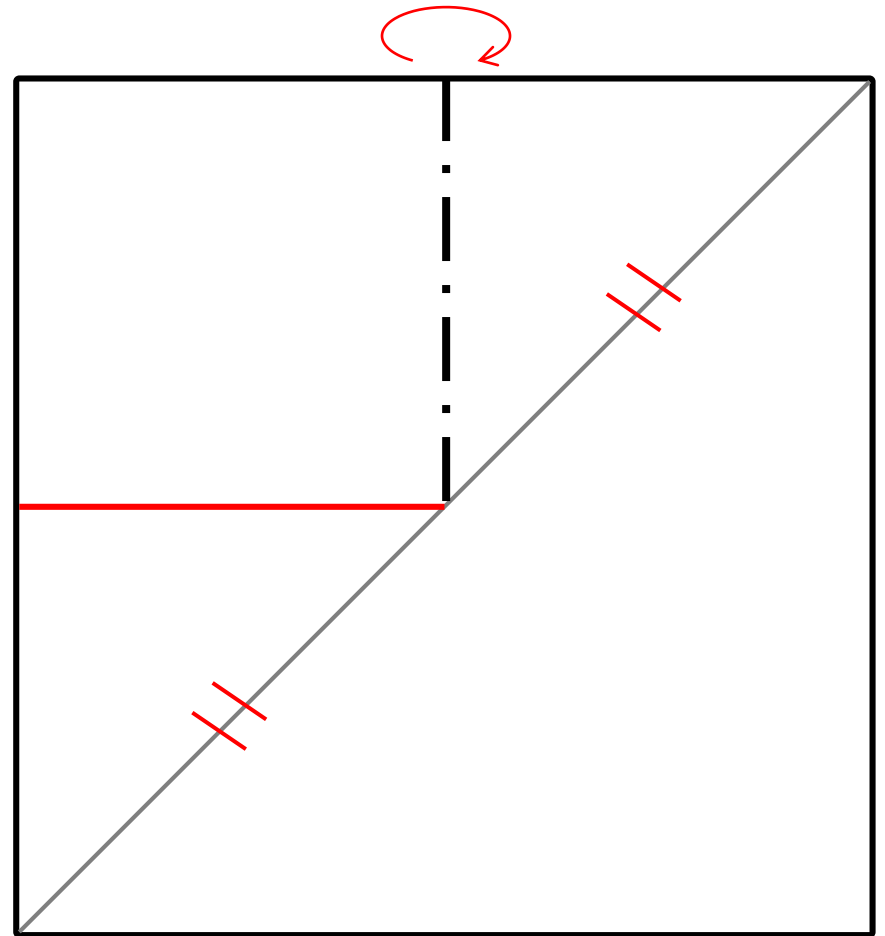
正方形紙張



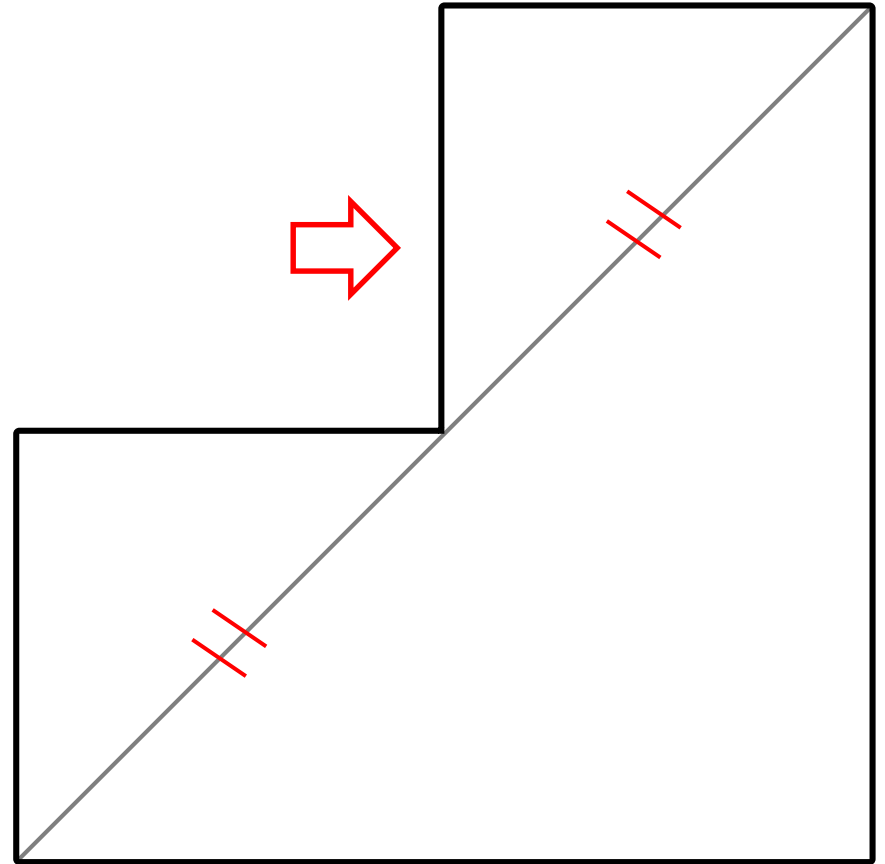
正方形紙張



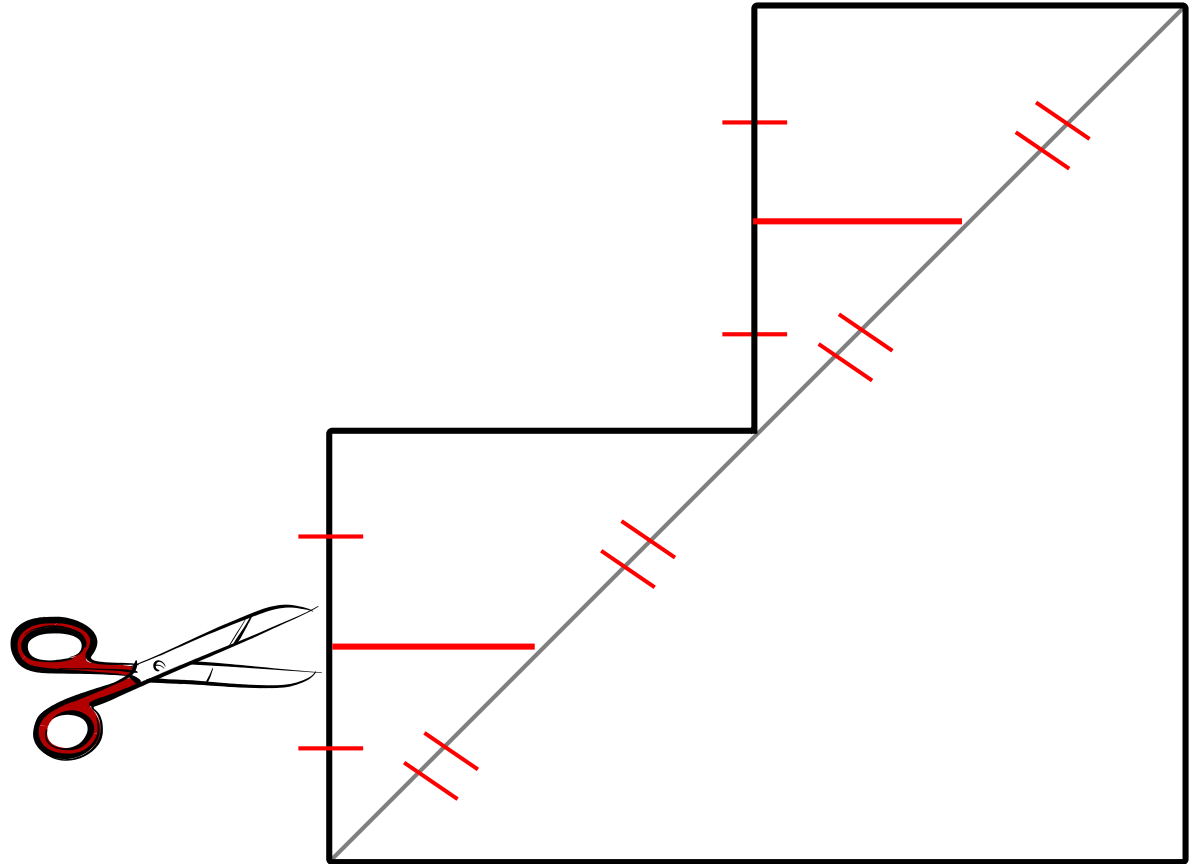
正方形紙張



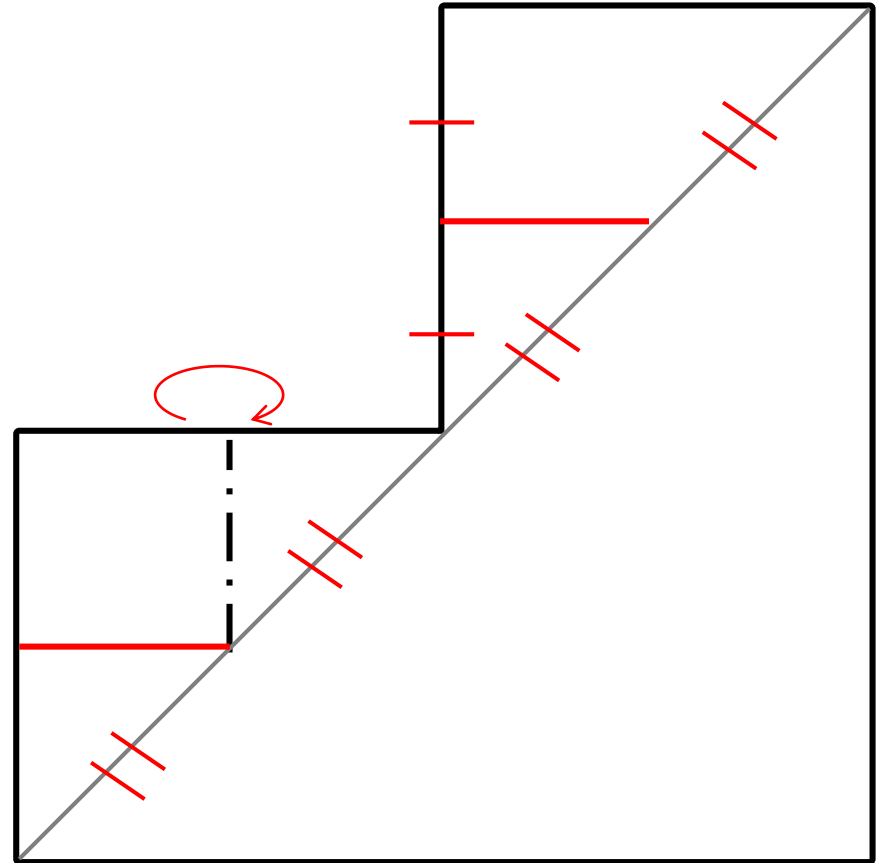
正方形紙張



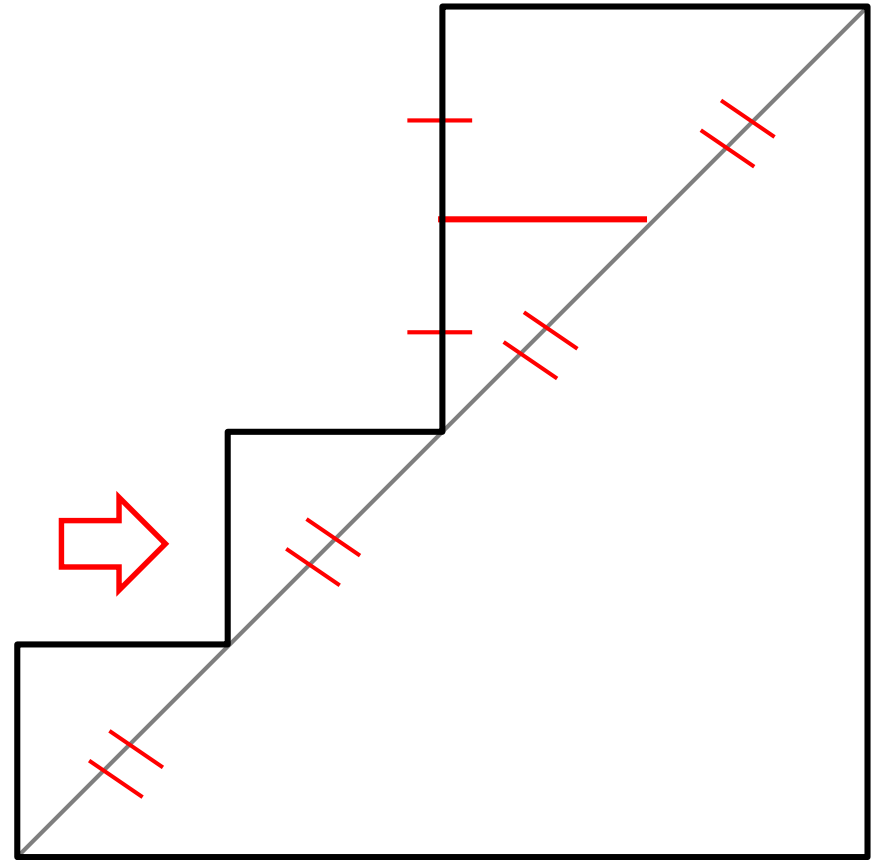
正方形紙張



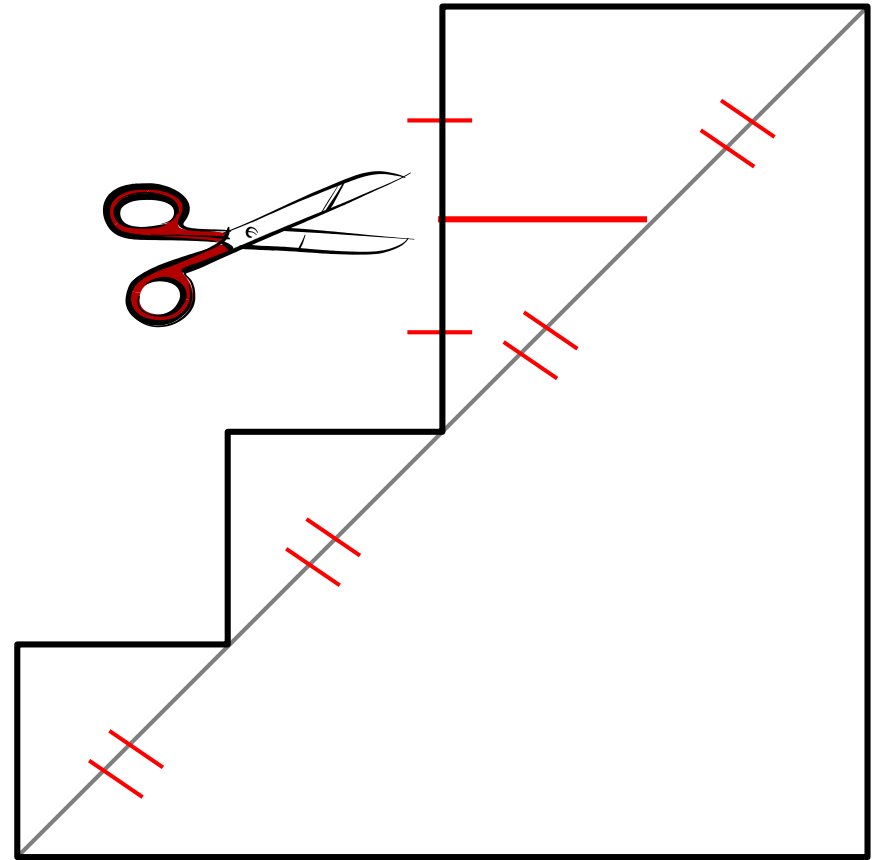
正方形紙張



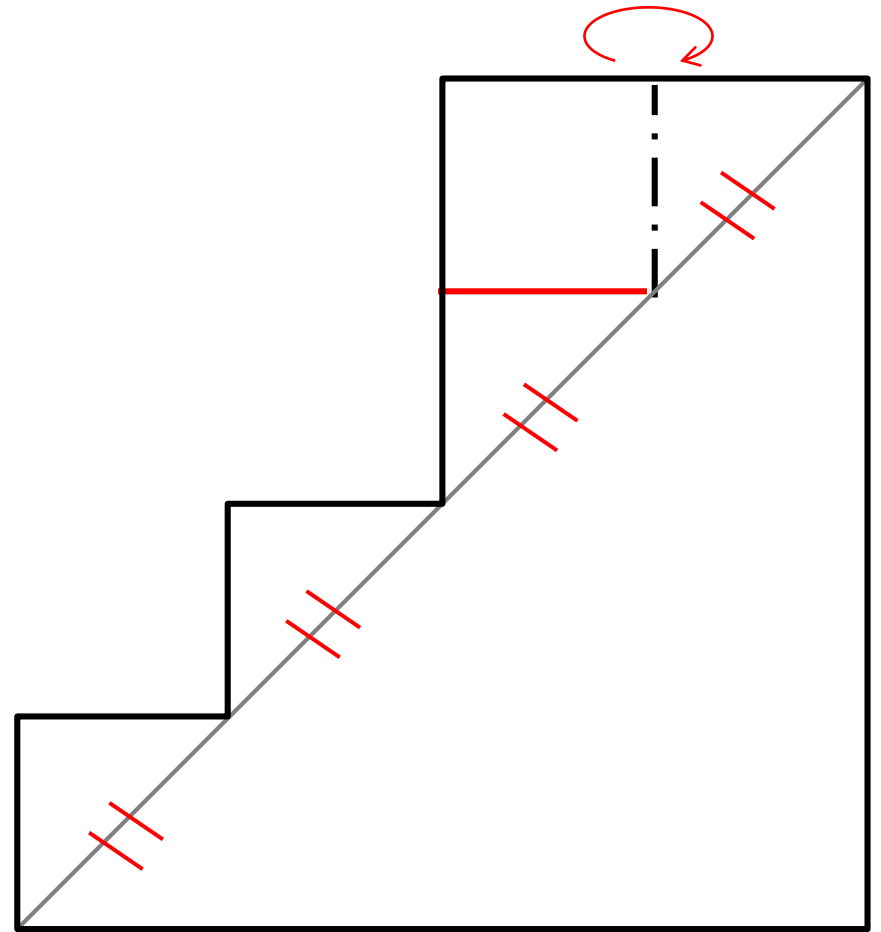
正方形紙張



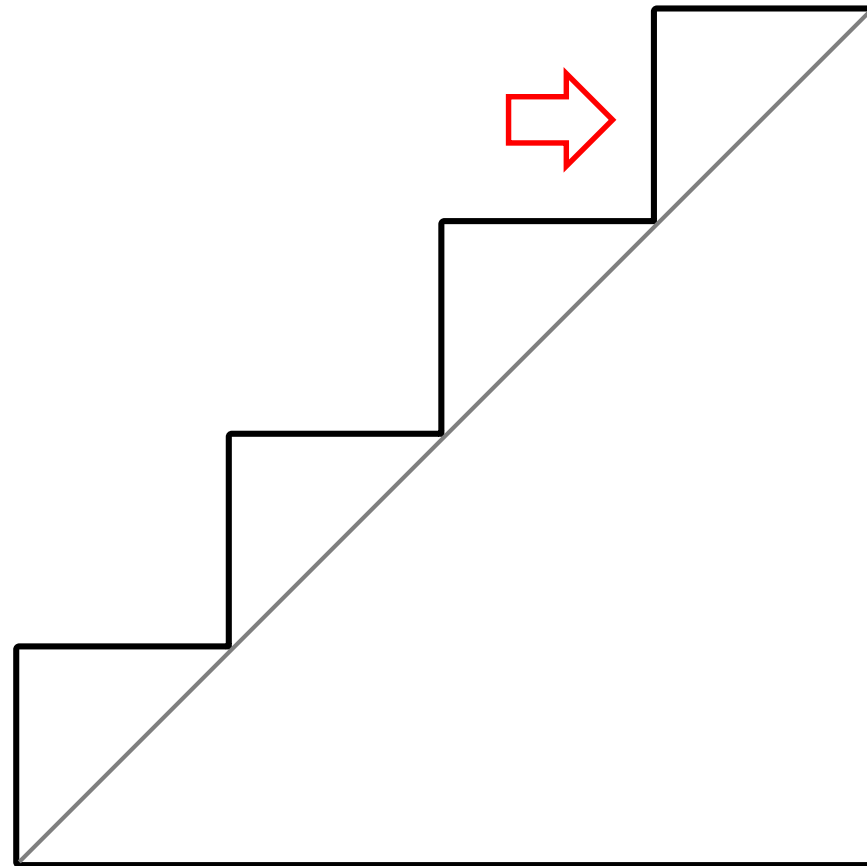
正方形紙張



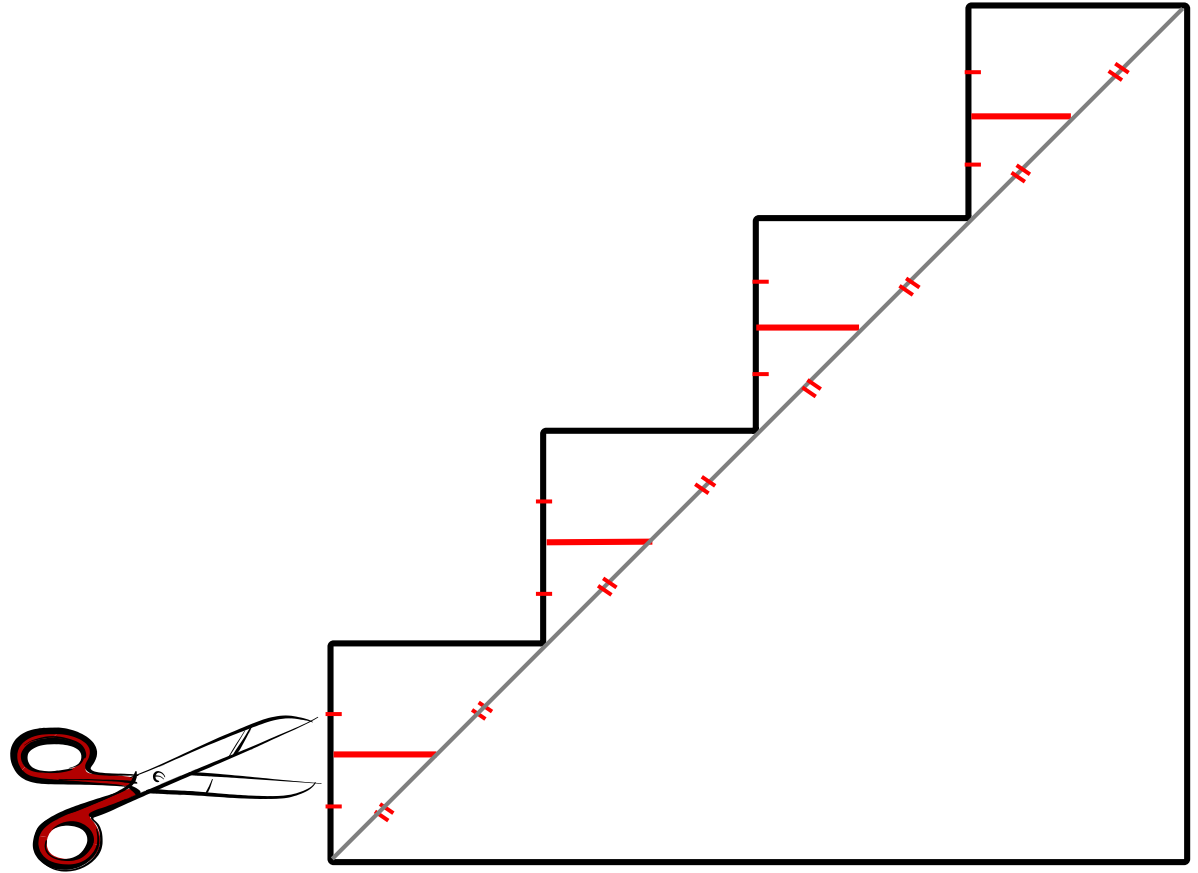
正方形紙張



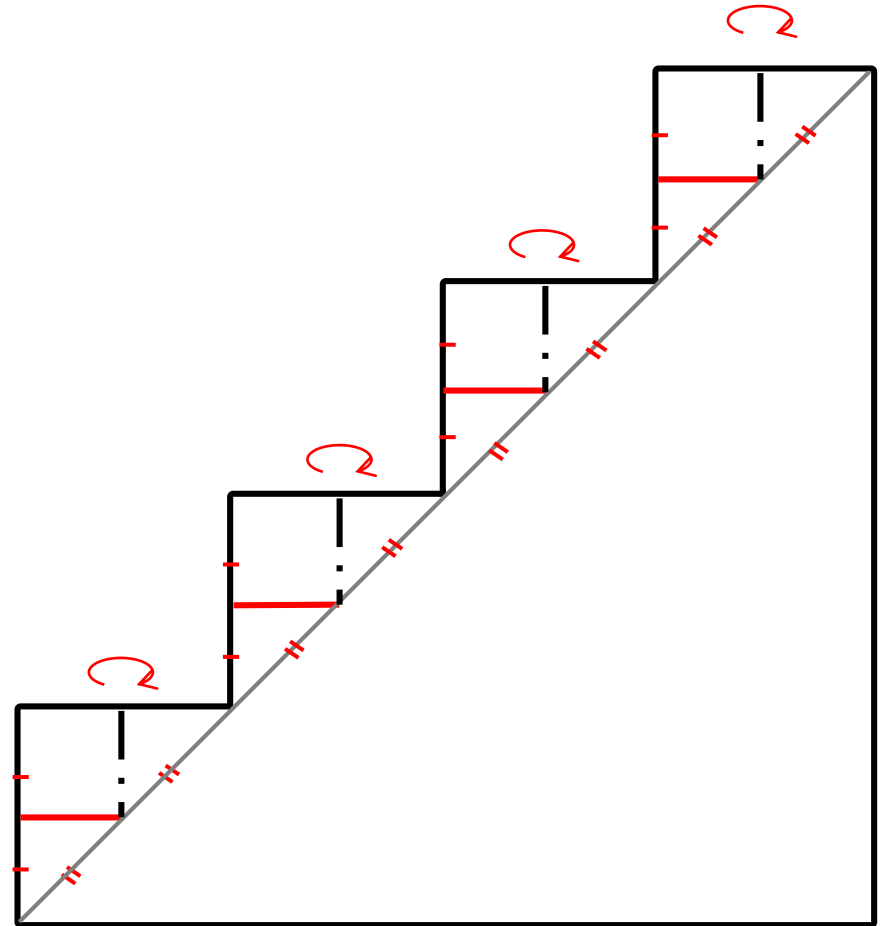
正方形紙張



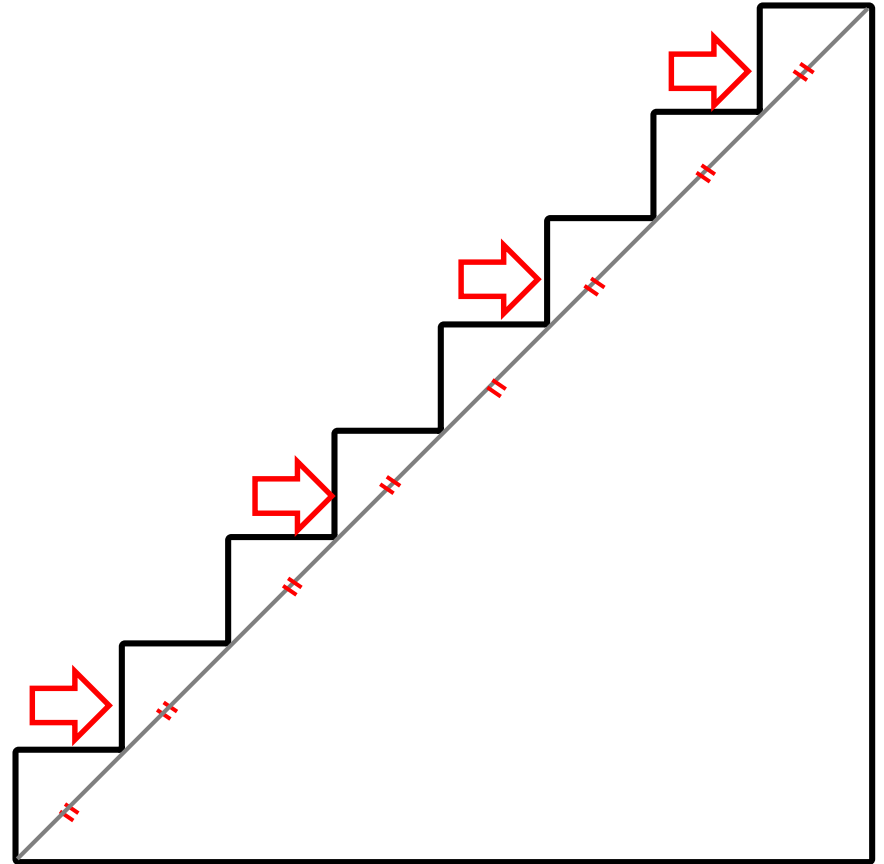
正方形紙張



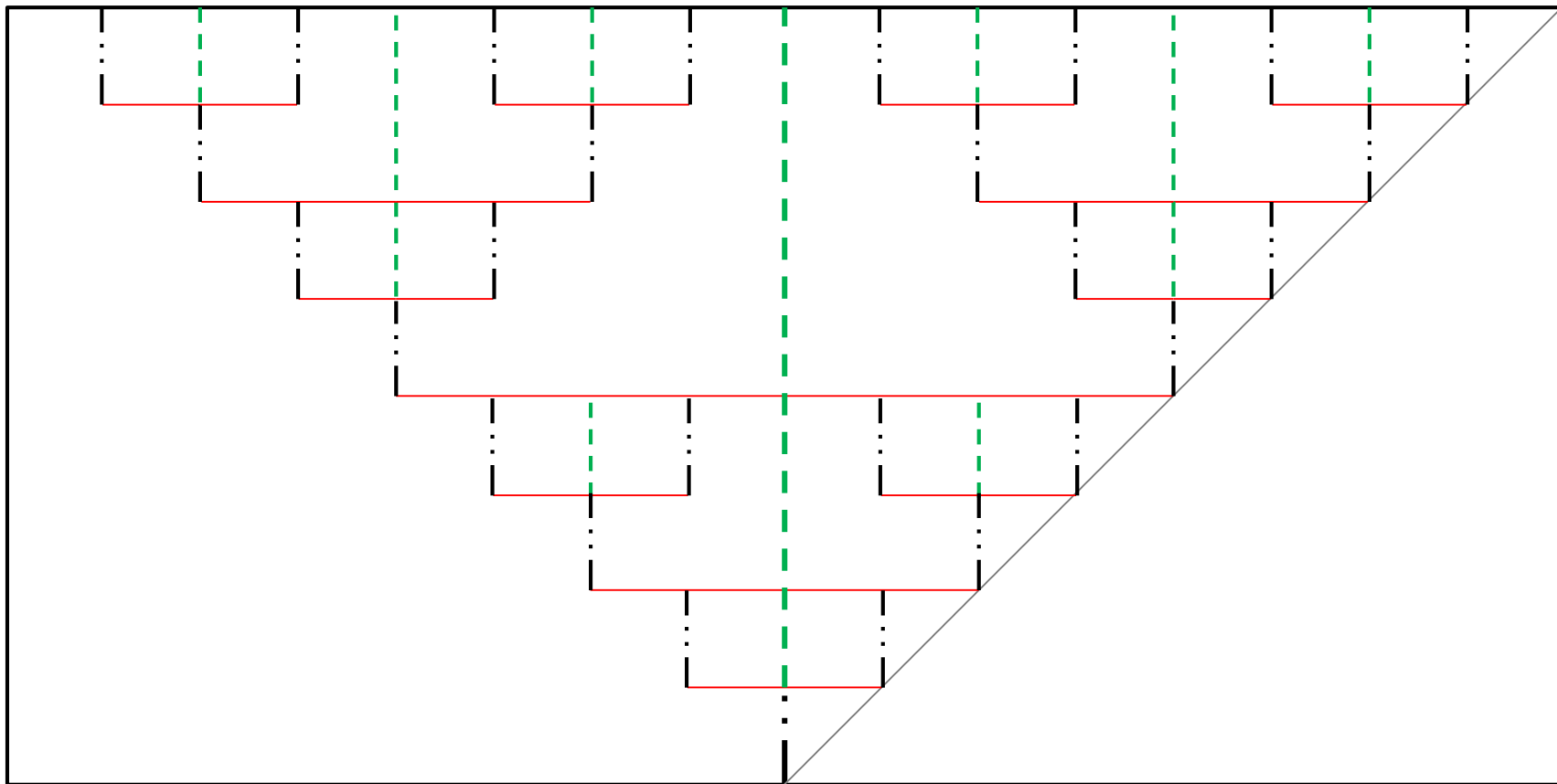
正方形紙張

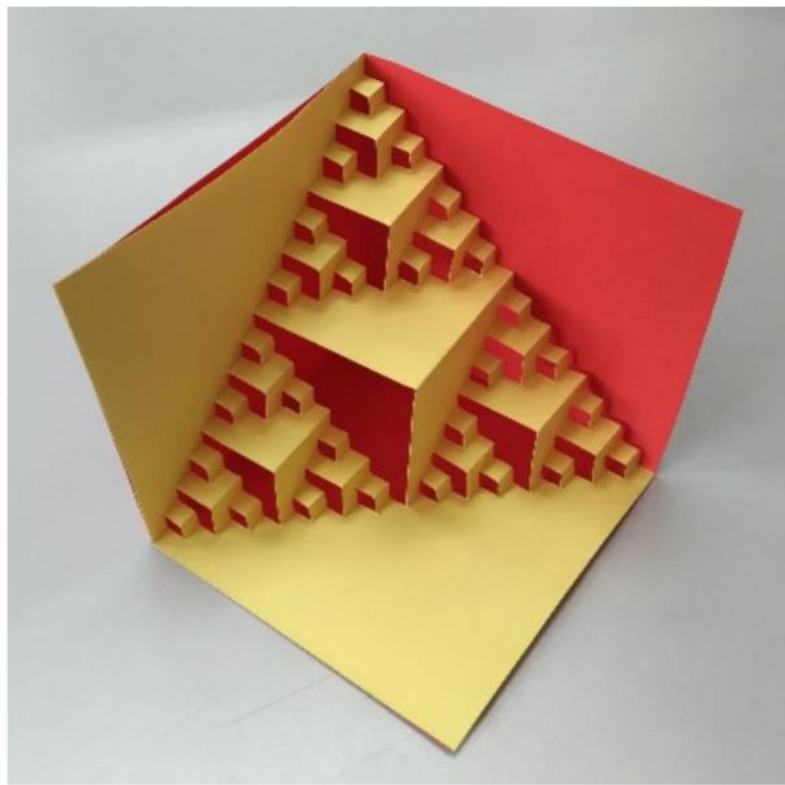
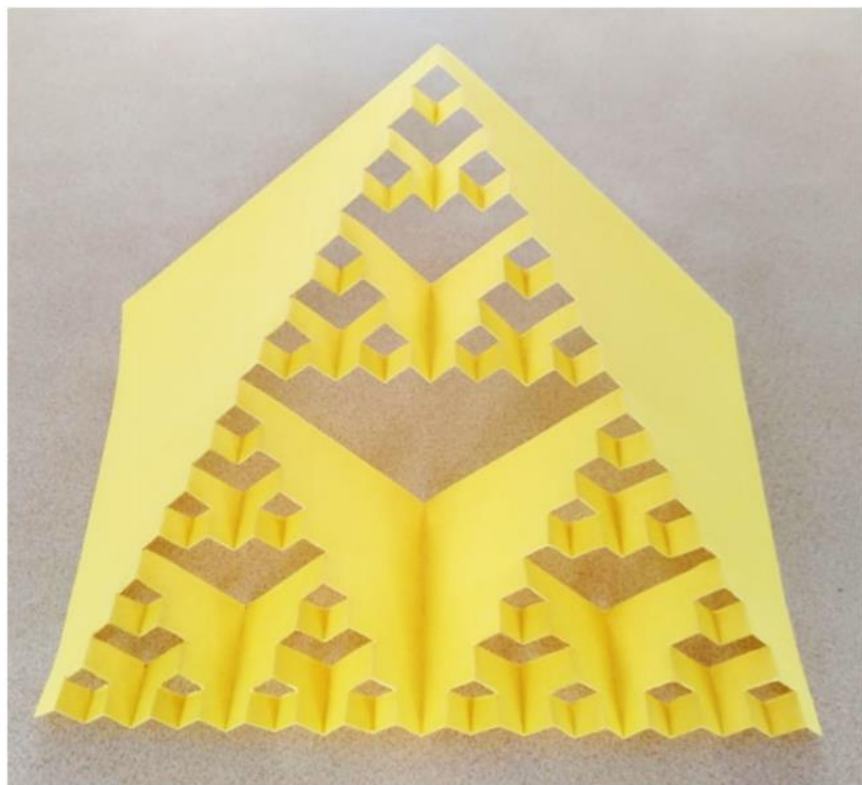


正方形紙張



攤開模板

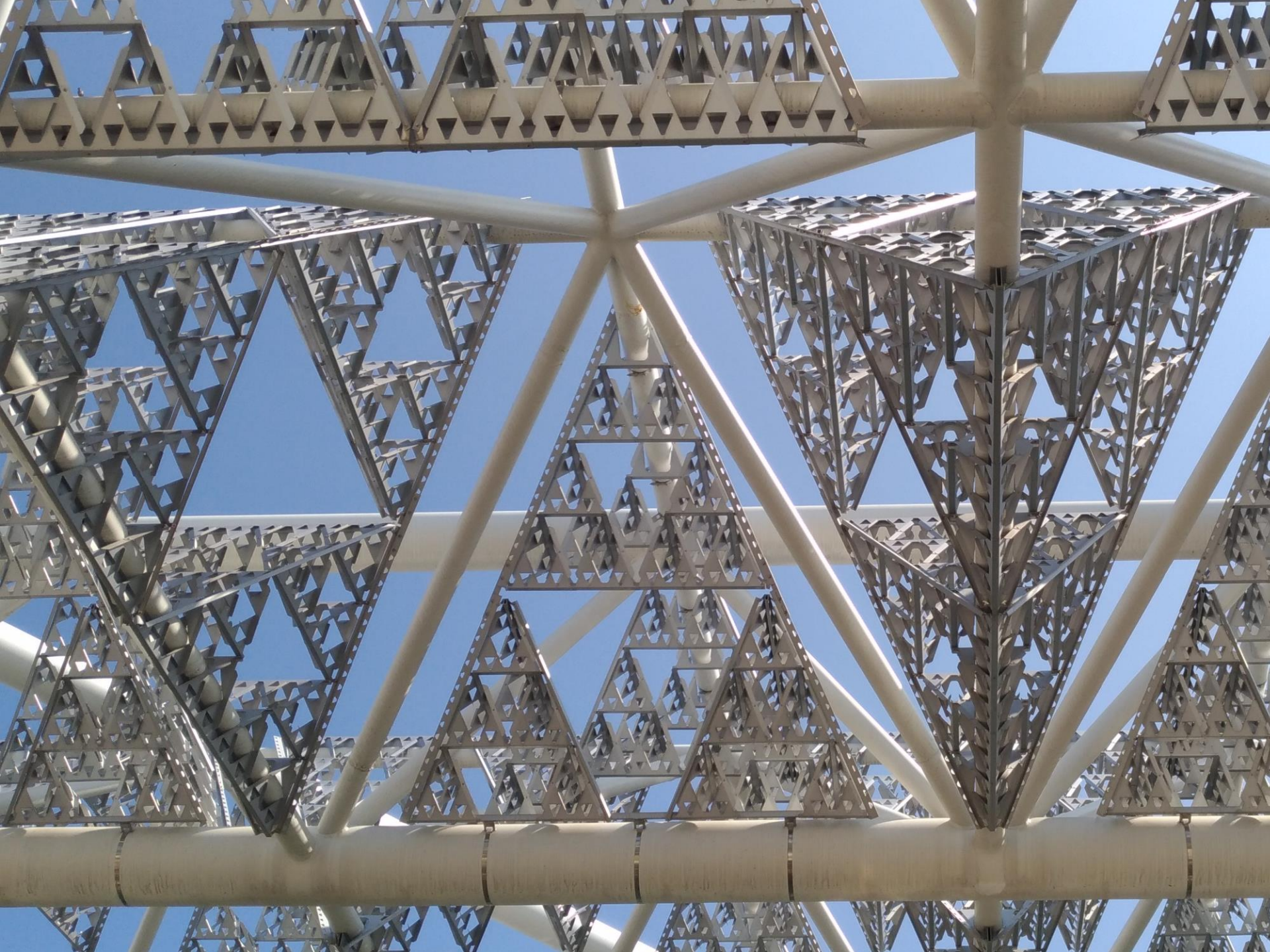




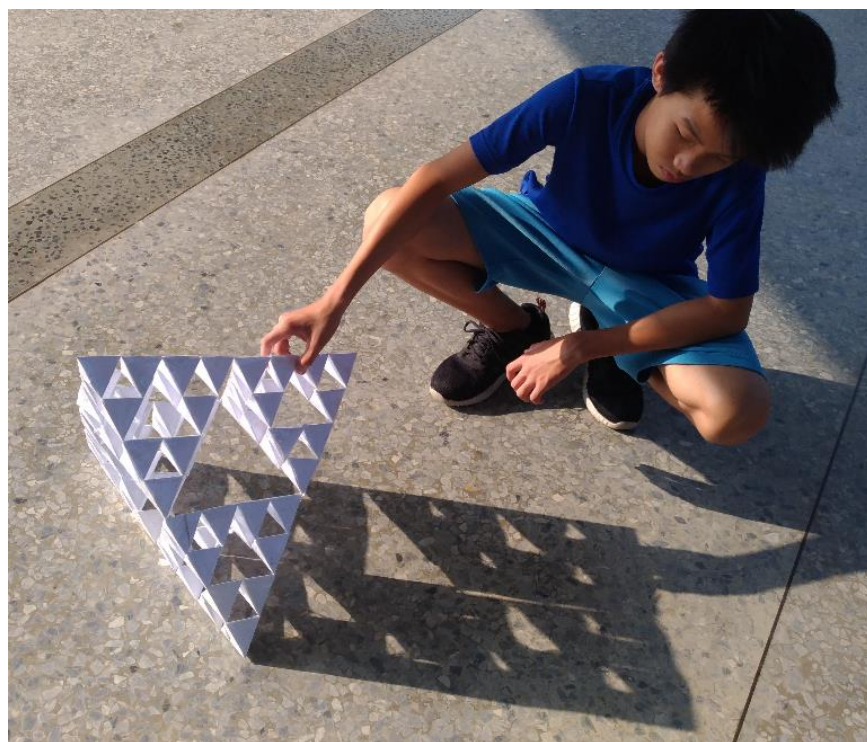


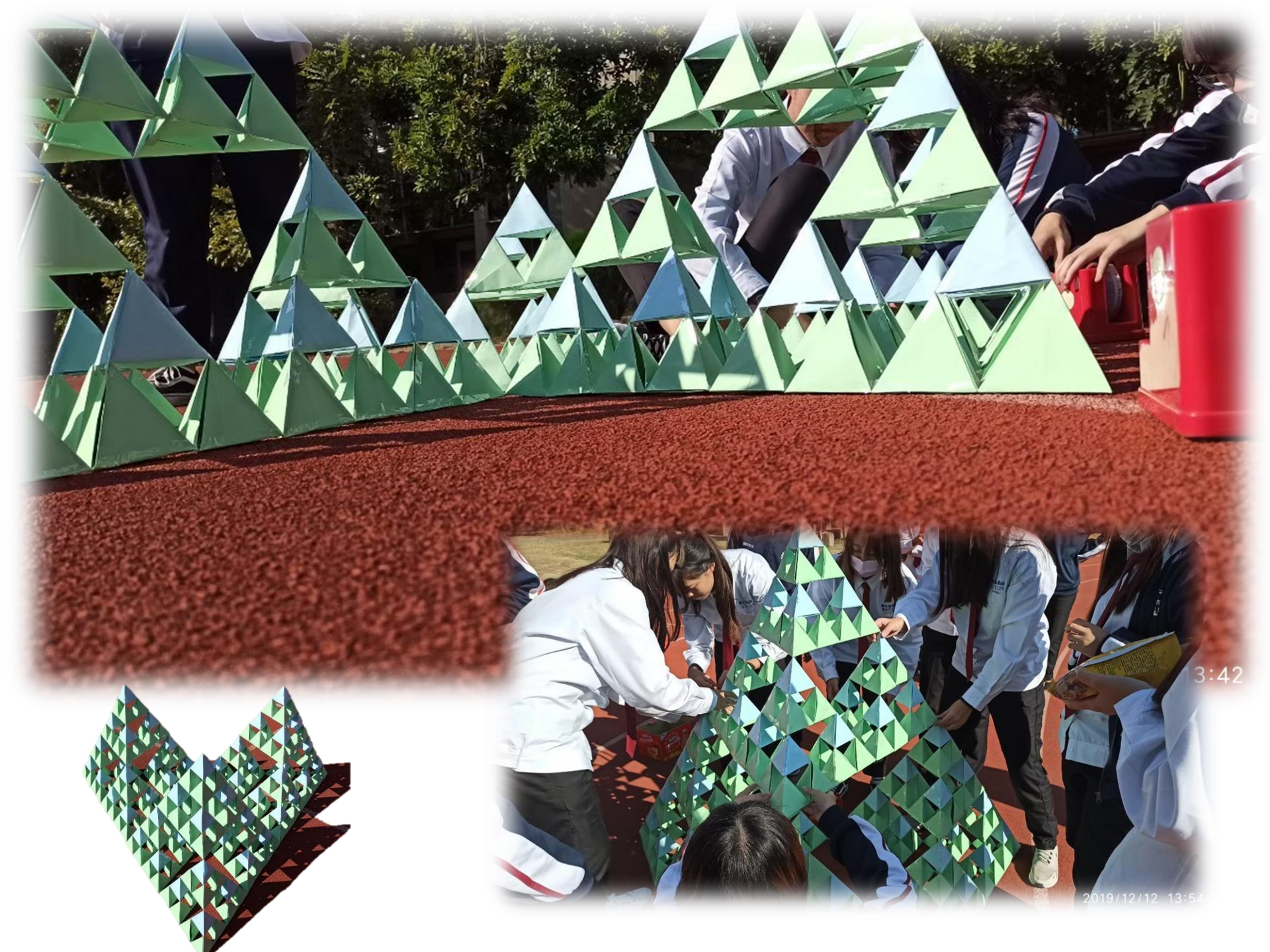
臺南市美術館
TAINAN ART MUSEUM

2 FLOOR
EIDE









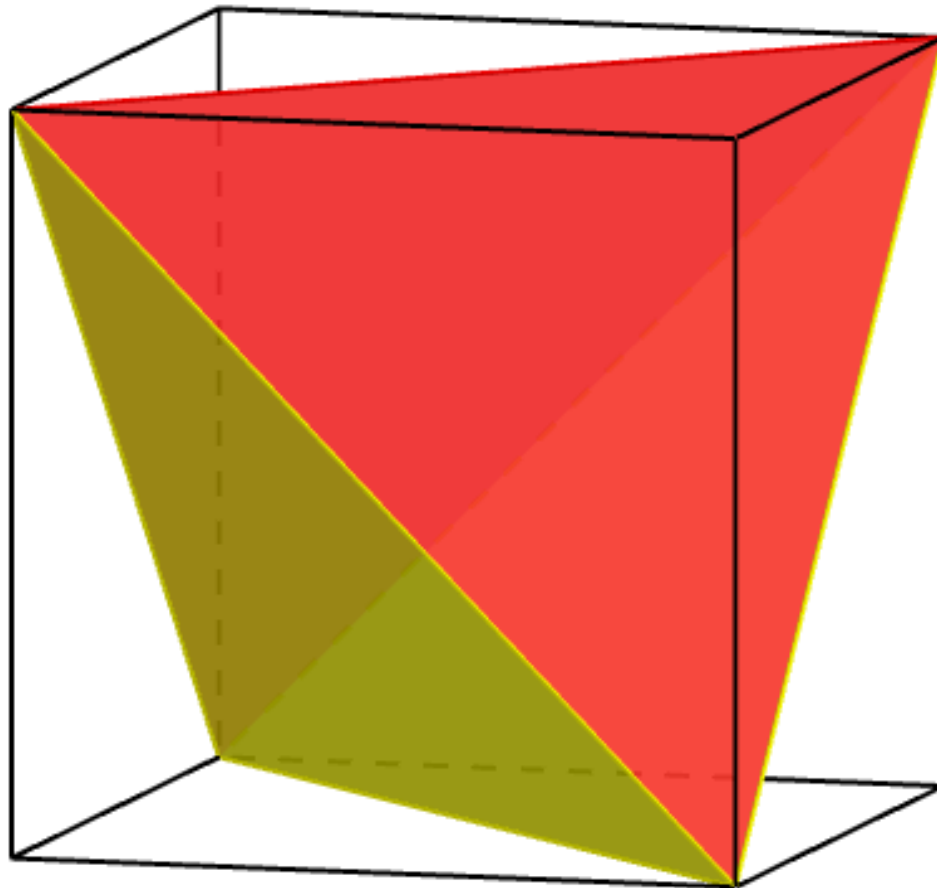
3:42

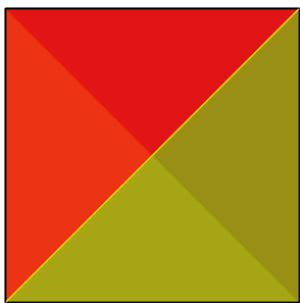
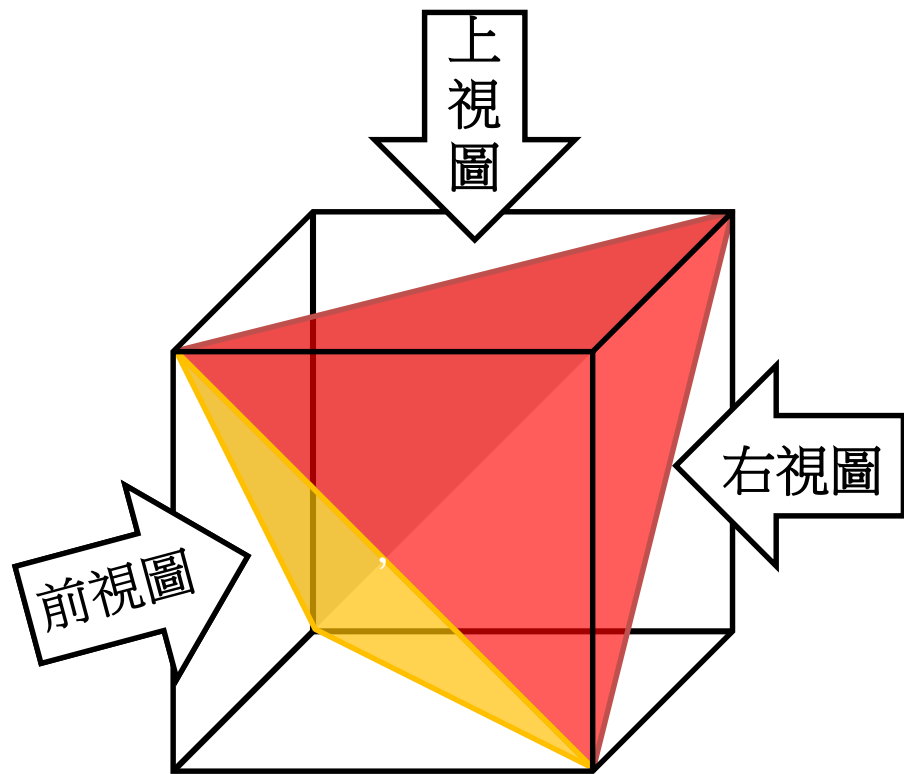
2019/12/12 13:54



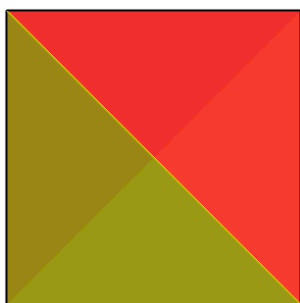
2019/12/12 13:43

基本結構





上視圖

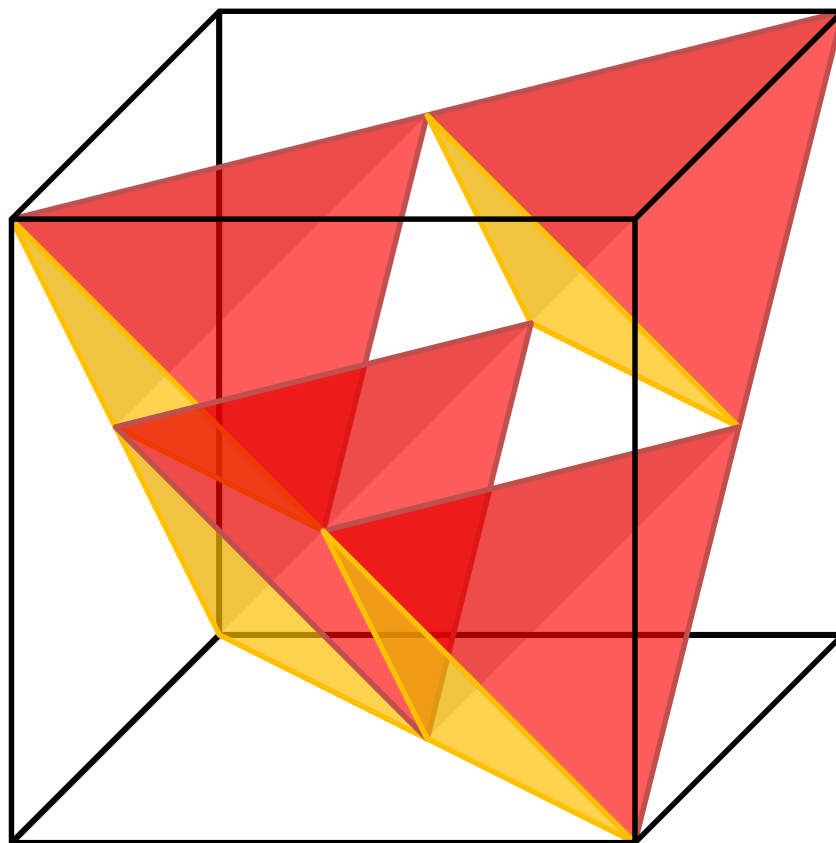


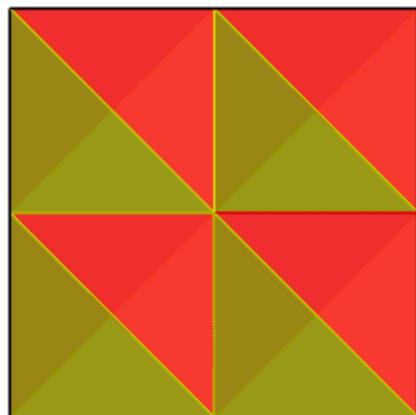
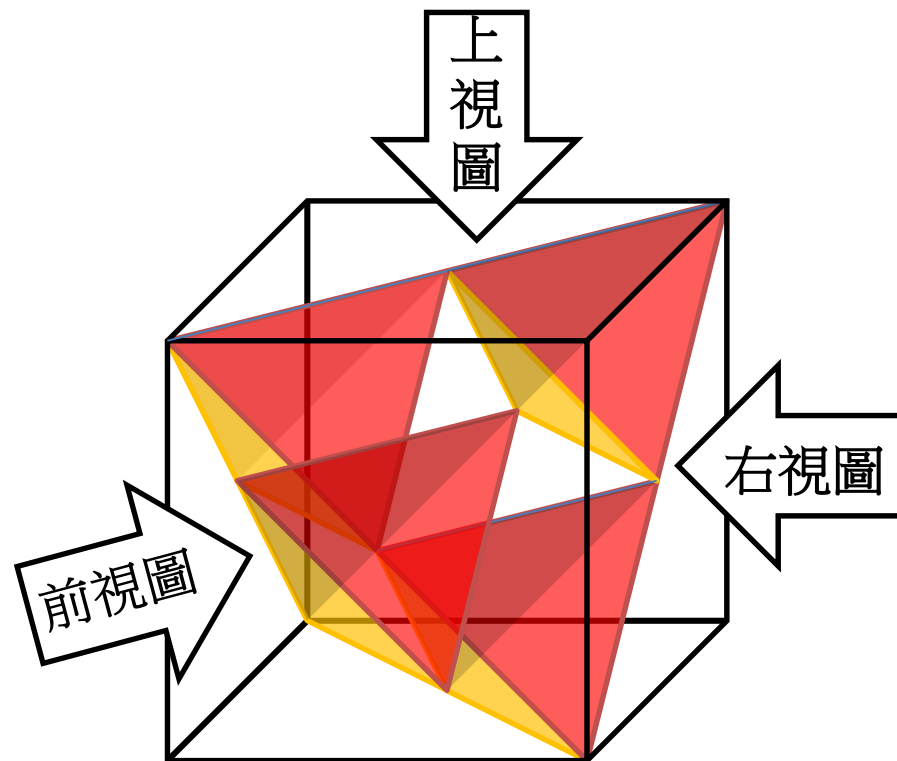
前視圖



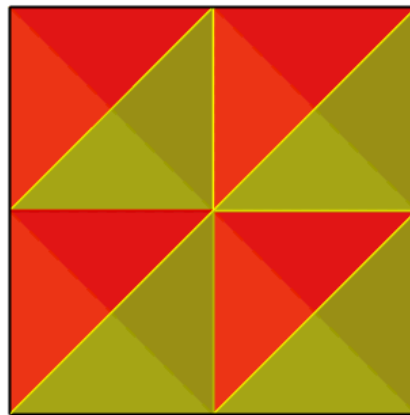
右視圖

四面碎形體-四面完整結構

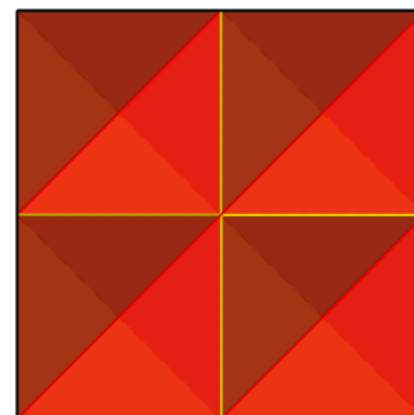




前視圖

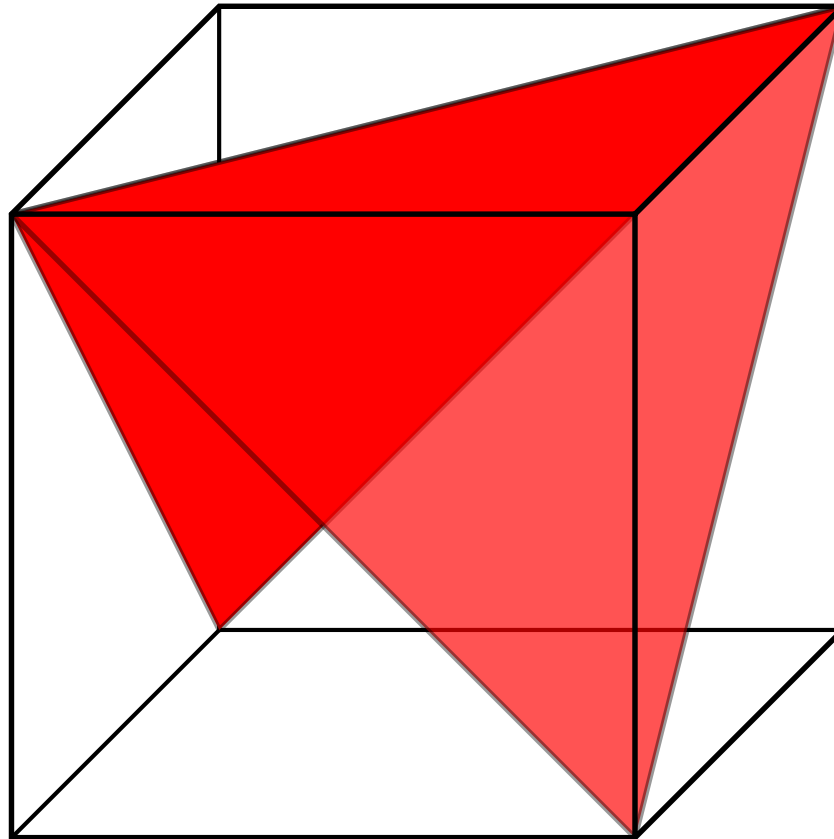


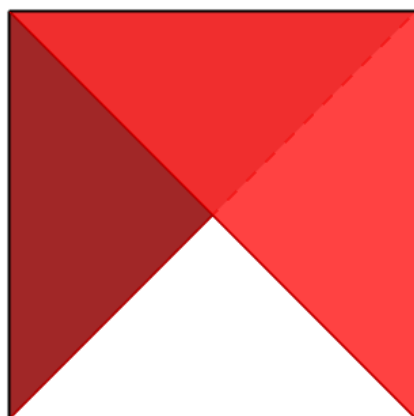
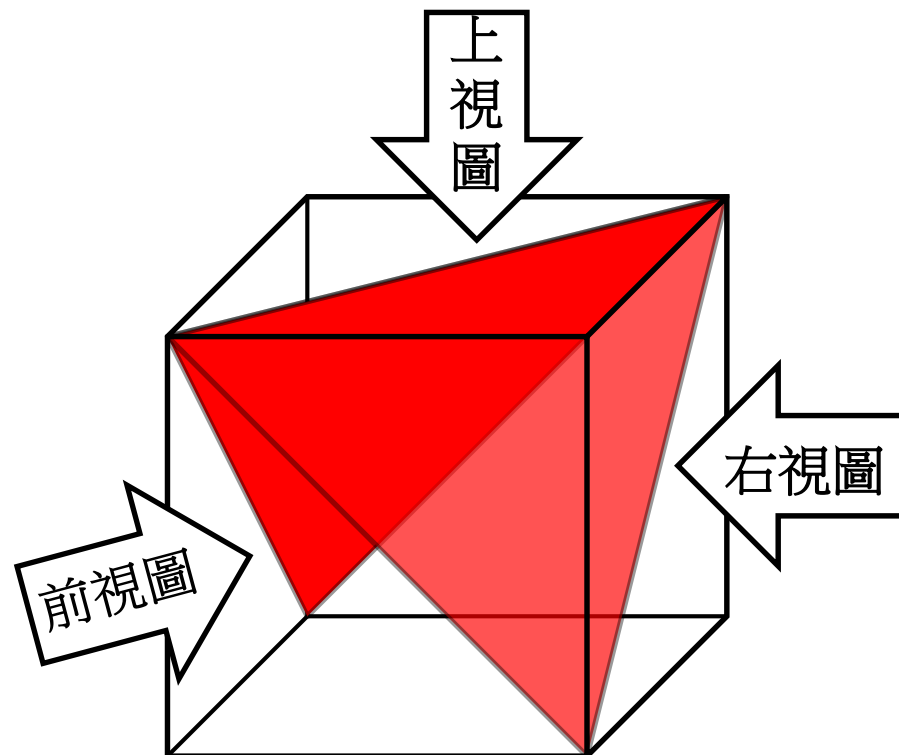
右視圖



上視圖

四面體-二面結構





前視圖

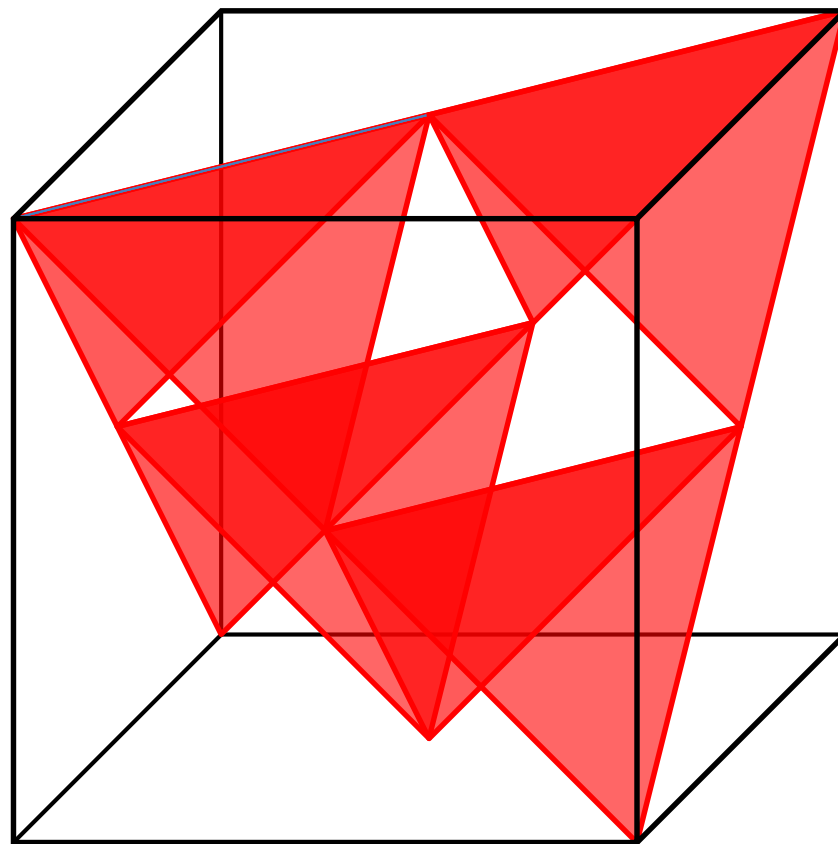


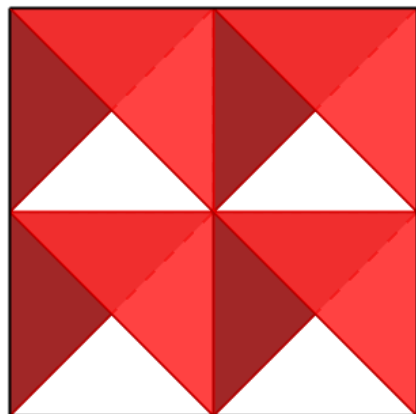
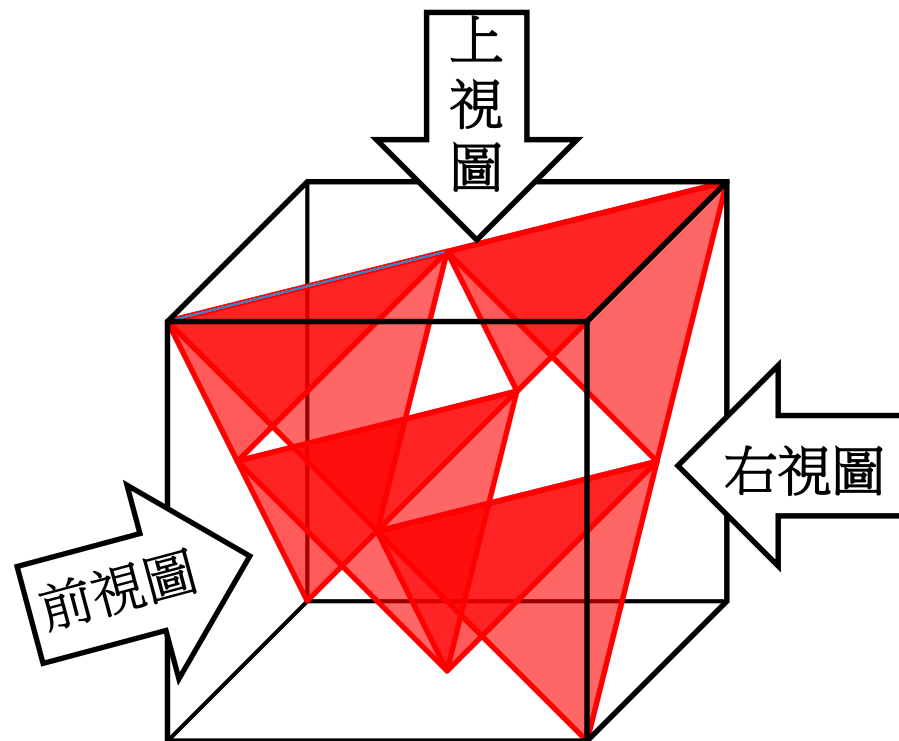
右視圖



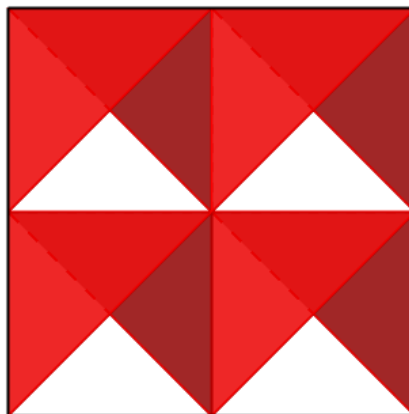
上視圖

四面碎形體-二面結構





前視圖

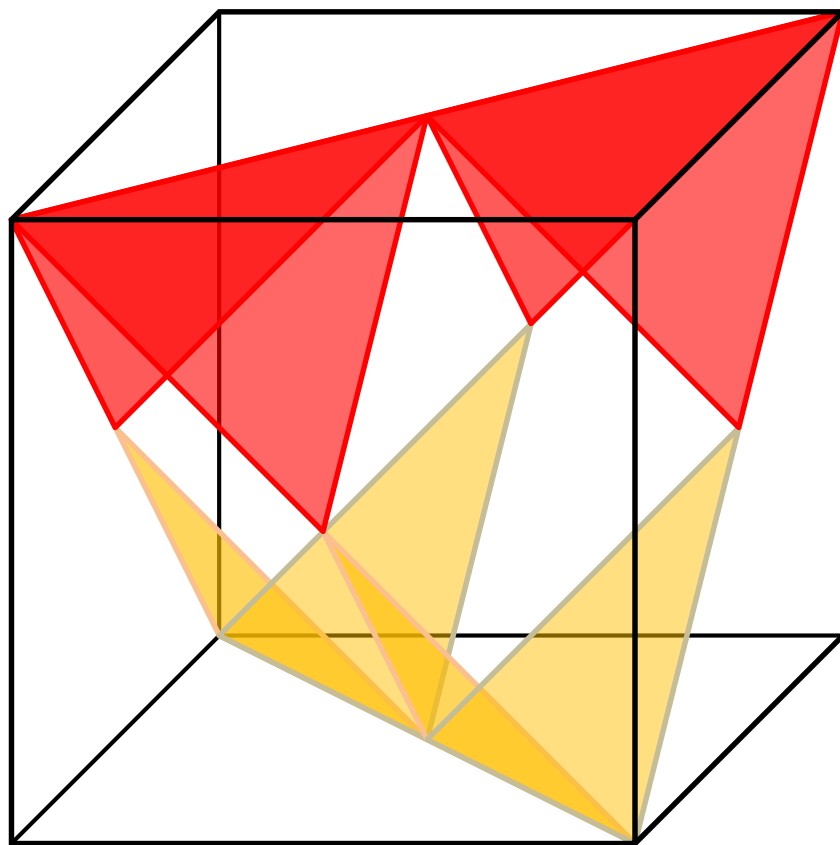


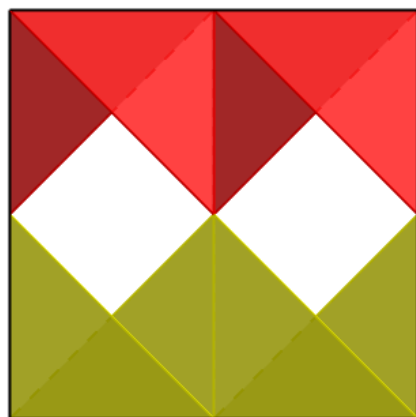
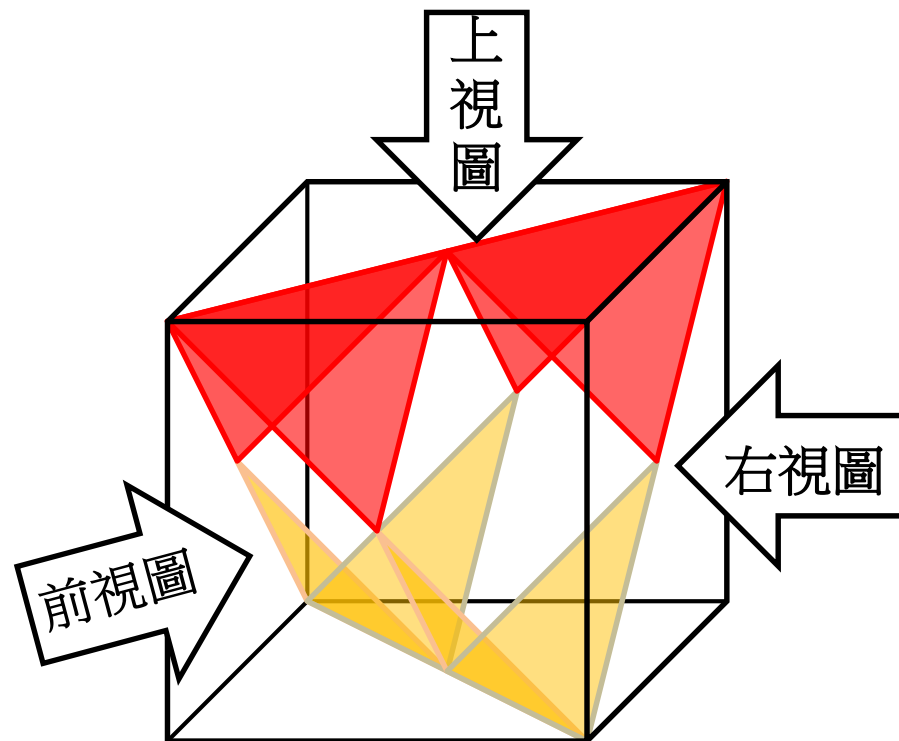
右視圖



上視圖

臺南美術館二館屋頂四面碎形體

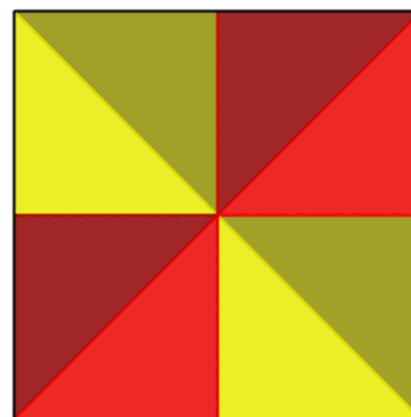




前視圖



右視圖

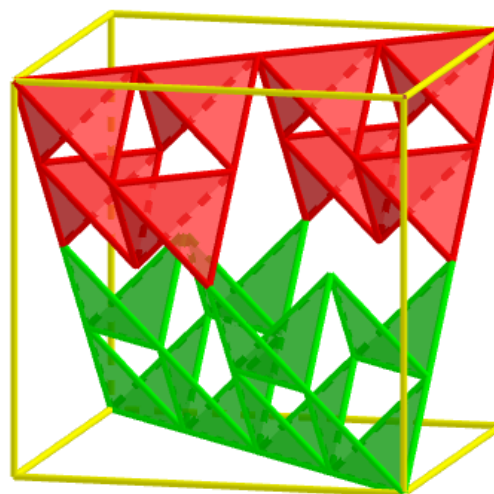
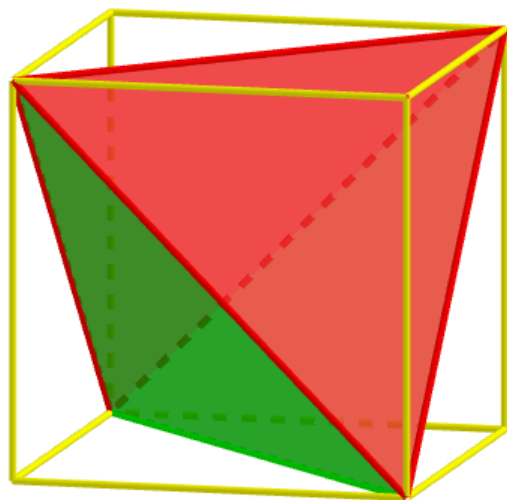


上視圖

總建材面積比

參考公式

$$\text{正三角形面積} = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$$

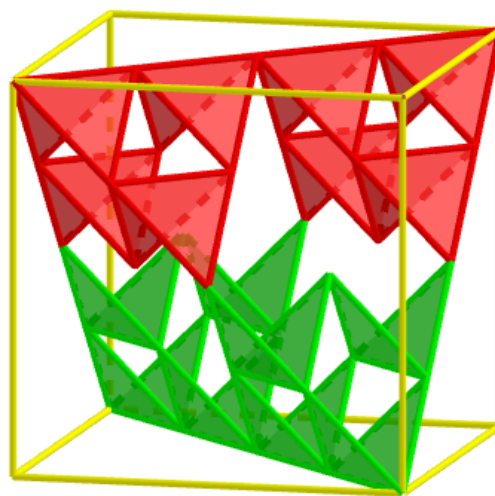
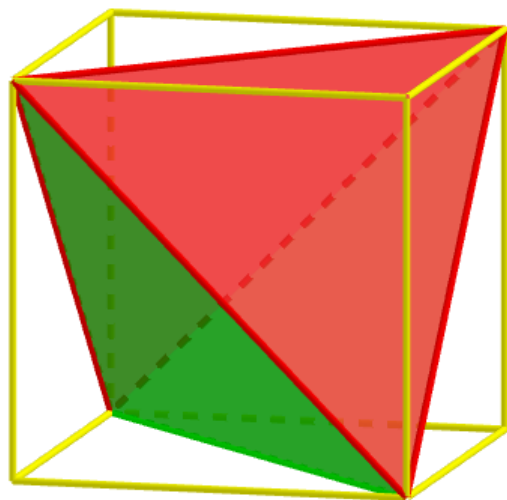


總建材面積比

2

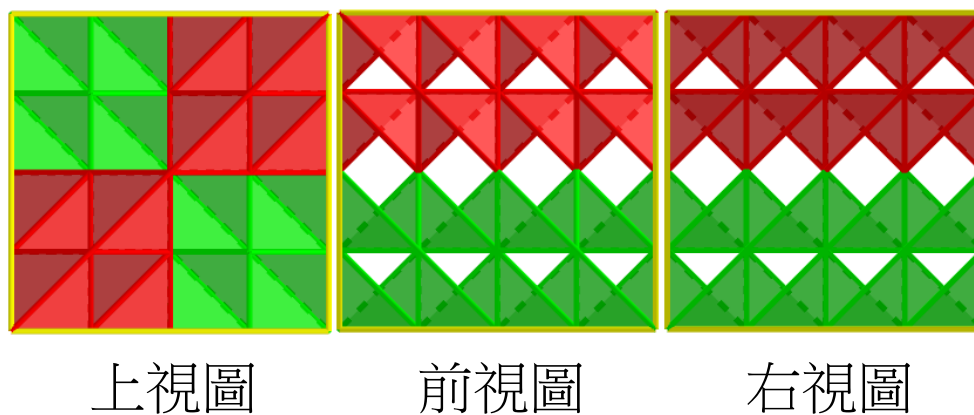
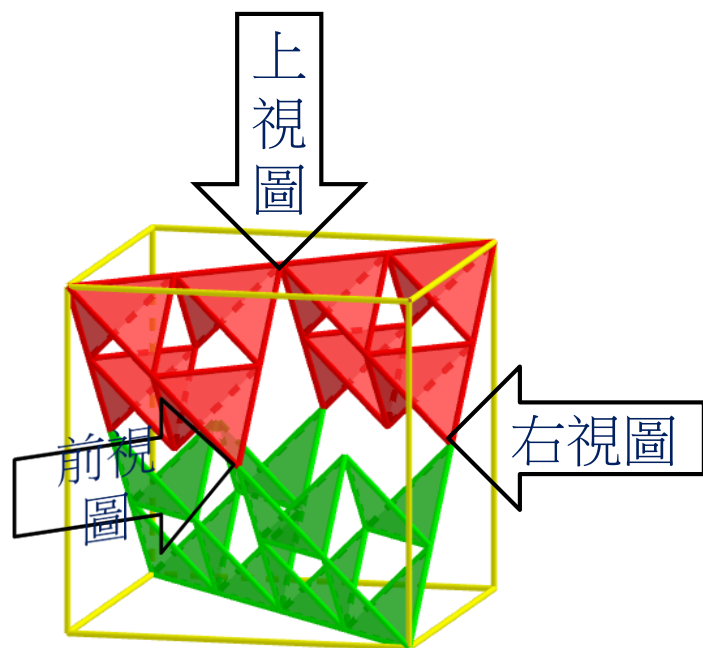
:

1



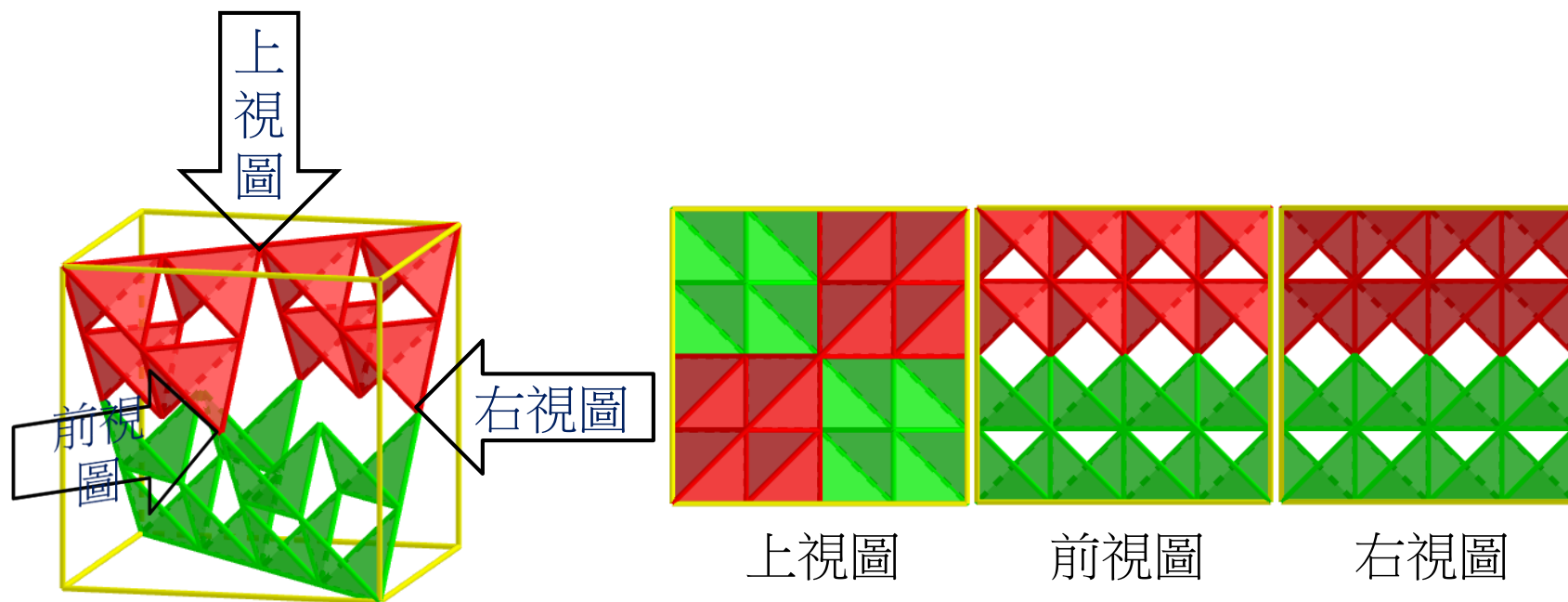
遮蔽率

上視圖遮蔽率? 100%
前視圖遮蔽率? 75%
右視圖遮蔽率? 75%



平均遮蔽率

$$=(100\%+75\%+75\%)\div 3=83.3\%$$



綠建築

綠建築是指

「消耗最少地球能源及資源，

製造最少廢棄物，

具有生態、節能，健康特性與減廢的建築物」

[臺灣綠建築發展協會](http://www.taiwangbc.org.tw/tw/modules/news/article.php?storyid=82)

<http://www.taiwangbc.org.tw/tw/modules/news/article.php?storyid=82>

台灣綠建築



高雄國家體育場
(世運主場館)



台灣綠建築



臺北市立圖書館
北投分館



台灣綠建築



台江國家公園遊客中心暨行政中心園區

延伸閱讀

- TED : Benoit Mandelbrot : 碎形與粗糙度的藝術
<https://www.youtube.com/watch?v=vsaFi9QB44o>
- 分形，自相似，自然界的几何学，颠覆认知，自然的美在于简单，英国海岸线的长度问题
<https://www.youtube.com/watch?v=NWl9jwCuQdc>
- 宇宙的隐秘维度，分形” 神奇的萬物法則
<https://www.youtube.com/watch?v=V3d2WlpPBzw>
- [臺灣綠建築發展協會](http://www.taiwangbc.org.tw/tw/)
<http://www.taiwangbc.org.tw/tw/>