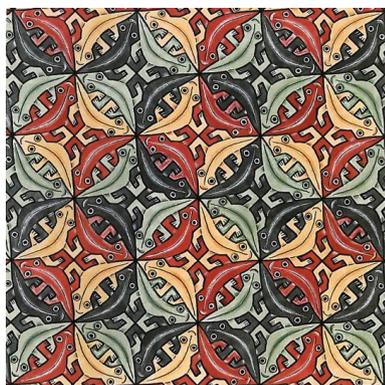


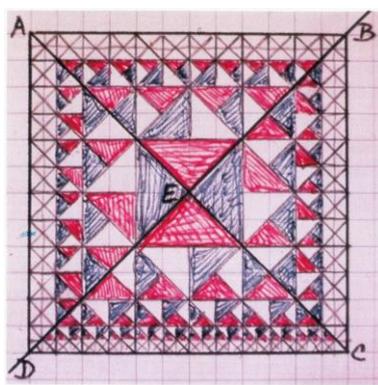
# 方極限蜥蜴工作單

撰稿：蘇章瑋

引言：《方極限蜥蜴》是我們將艾薛爾的無窮蜥蜴系列，仿製他在1964年4月所作的一幅木製版畫《方極限》(Square Limit)所排列而出的作品，作品每隻蜥蜴的身體使用單一顏色—白色、橘色及黑色著色。影片中的封面圖是艾薛爾在1963年4月所創作的一幅作品《E118 蜥蜴》，如下圖一所示：



圖一



圖二



圖三

《E118 蜥蜴》為艾薛爾將《E035 蜥蜴》等數幅蜥蜴鑲嵌圖多次改版後完成的作品，圖二則為艾薛爾筆記中的一幅設計圖，其中使用了許多不等大小的等腰直角三角形密鋪成一正方形。將這幅設計圖與《E118 蜥蜴》中取出的三色蜥蜴結合後，就完成了圖三的《方極限蜥蜴》。讓我們一同踏入這無窮而有極限的世界吧！

請在電腦上點選《E 方極限蜥蜴.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

## 一、德魯斯插圖的數學與藝術

我們可以把分裂的影片分成如下的四幕：

- 第一幕：影片由不等大小的等腰直角三角形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這等腰直角三角形正是其中每隻蜥蜴的數學骨架。
- 第二幕：將數學舞台的一個等腰直角三角形放大，從這等腰直角三角形剪下六小塊後，依數學原理的旋轉及縮放後貼到正確的位置，即裁貼出蜥蜴。
- 第三幕：將蜥蜴的外框的內部著上顏色成為藝術品並進行藝術表演，表演過程依各種適當角度與大小將表演的蜥蜴們互相密合。
- 第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將一隻蜥蜴放到數學骨架上的正確位置後，再將其他不同大小的蜥蜴一隻一隻地放到其正確位置上，進而鋪滿數學舞台，而這種不互相重疊、無空隙、反覆且連續的鋪滿就是所謂的鑲嵌或密鋪。

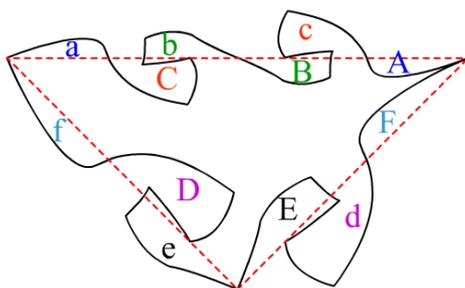
1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？  
 等腰直角三角形       正三角形       正方形
2. 第二幕裁貼的過程中，用到了哪些數學方法？  
 平移       旋轉       翻面       縮放
3. 影片中有幾種顏色的蜥蜴？

- 兩種     三種     四種  
 4. 鋪滿數學舞台的蜥蜴們有哪些特色？  
 不重疊     無空隙     外形都一樣大

## 二、如何從數學骨架裁貼出蜥蜴

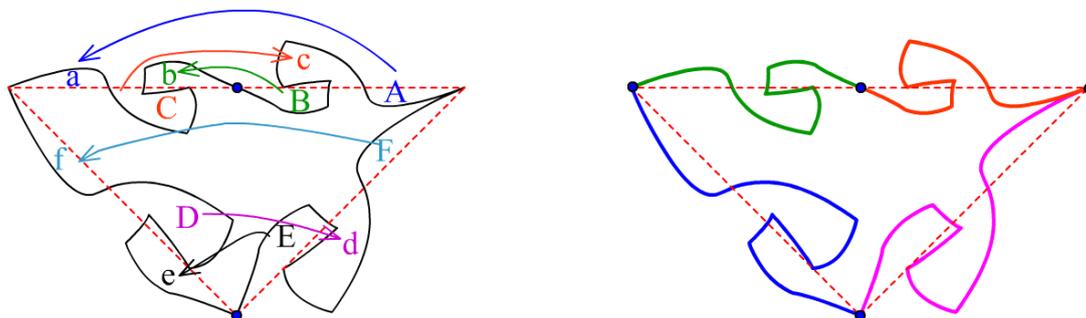
綜合下面兩個方式即可裁貼出蜥蜴，方式如下：

甲、將等腰直角三角形剪下六個小區塊 A, B, C, D, E, F，並將這六個小區塊經由旋轉後貼到正確的位置上，即  $A \rightarrow a$ ;  $B \rightarrow b$ ;  $C \rightarrow c$ ;  $D \rightarrow d$ ;  $E \rightarrow e$ ;  $F \rightarrow f$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的縮放與旋轉：

- (1)  $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊以上方斜邊中點為中心旋轉到 a
- (2)  $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊以上方斜邊中點為中心旋轉到 b
- (3)  $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊以上方斜邊中點為中心旋轉到 c
- (4)  $D \rightarrow d$ ：將 D 區塊以下方直角頂點為中心旋轉到 d
- (5)  $E \rightarrow e$ ：將 E 區塊以下方直角頂點為中心旋轉到 e
- (6)  $F \rightarrow f$ ：將 F 區塊以下方直角頂點為中心旋轉到 f



裁貼出蜥蜴後可以發現：等腰直角三角形的其中三個頂點分別在蜥蜴的頭與尾巴、手肘。而左上圖的  $A \rightarrow a$  與  $F \rightarrow f$  的形狀是相似的，其裁貼旋轉的角度由 180 度改為 90 度，而  $B \rightarrow b$  與  $E \rightarrow e$ 、 $C \rightarrow c$  與  $D \rightarrow d$  也是如此。更甚，如右上圖將蜥蜴骨架三頂點與斜邊的中點劃分為四份後，將發現將發現這四份的線條是完全相似的。如此一來，我們將發現右上圖所劃分的四份，其實是同一份的伸縮、旋轉、翻面所造成的。這就是蜥蜴在數學骨架上的正確位置。

## 三、真的是蜥蜴磁磚嗎

由藝術表演可以知道經過數學原理形成的蜥蜴可以互相密合，其密合方式要分為兩類，我們看看下面：

(1) 同樣大小的的蜥蜴之間密合



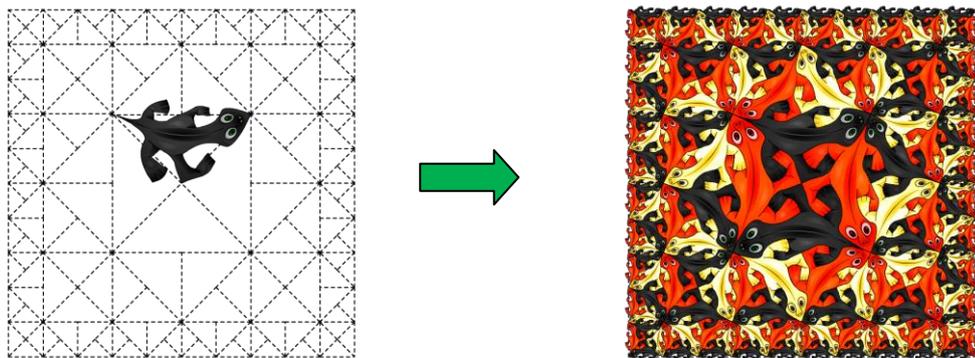
(2) 不等大小蜥蜴之間的密合



以這兩種密合方式，就可以將蜥蜴磁磚密鋪在平面上了。

#### 四、方極限蜥蜴的鑲嵌圖

透過了解蜥蜴在數學骨架上的正確位置及兩種密合方式後，即可在數學骨架上密鋪出方極限蜥蜴鑲嵌圖，左下圖是先將一隻大蜥蜴放在數學骨架上的正確位置，其他的蜥蜴除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一縮放、旋轉與翻面後按照密合方式密鋪。



#### 方極限蜥蜴回饋單

1. 請你回想一下，每一隻蜥蜴周遭圍繞著幾隻蜥蜴呢？

- 3 隻       4 隻       5 隻

2. 一隻蜥蜴的表面積與其數學骨架等腰直角三角形的面積是否一樣呢？

是       否       不一定

3. 仔細觀察下圖，要將上方的黑蜥蜴移動到下方紅蜥蜴的位置，還需要進行那些動作？

旋轉       放大       縮小       翻面



4. 仔細觀察下圖，有8隻蜥蜴接觸在同一個接點上，這裡面有幾種不同大小的蜥蜴呢？

1種       2種       3種       4種       5種

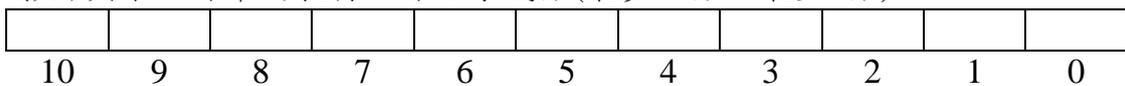


5. 仔細觀察下圖。若最上面的大黑蜥蜴的表面積為1，請問下圖所有的蜥蜴的表面積為多少？

$2\sqrt{2}$        4       6       8       11



6. 關於影片與本工作單的教材，你給予幾分(最多10分，最少0分)



又有何建議：