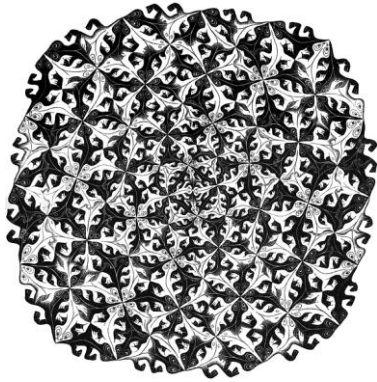


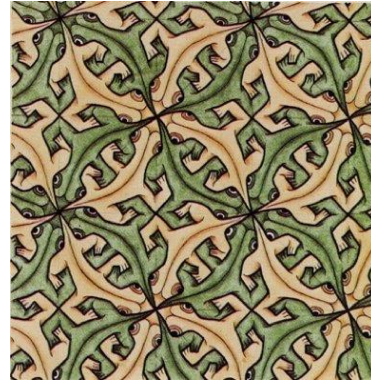
E101 分裂工作單

撰稿：蘇章瑋

引言：《E101 分裂》是荷蘭版畫家艾薛爾在1956年9月所作的一幅作品，作品每隻蜥蜴的身體使用單一顏色—粉紅色及灰色著色，主要繪畫工具為鉛筆、印度墨水及水彩。影片中的封面圖是艾薛爾在1956年7月所創作的版畫《分裂》(Division)，如下圖一所示：



圖一



圖二

在創作這兩張《分裂》時，艾薛爾就是以圖二的《E035 蜥蜴》作為原型來分裂的。在版畫《分裂》中你會看見無論是黑色或是白色蜥蜴，牠們的身體在扭曲變形著，逐漸將一隻較大蜥蜴劃分為看似兩隻較小的蜥蜴的組合，並在下一階段完全分裂變色為黑白兩隻完整的較小蜥蜴，接著不斷地往中間無盡循環著。注意一下時間順序，《E101 分裂》的發表時間比版畫《分裂》晚兩個月，這意味著艾薛爾製作《E101 分裂》的用意就像是重新解析自己的作品一般，並在之後完成了更多有關蜥蜴的無窮作品。讓我們來瞧瞧這系列作品的第一幅吧！

請在電腦上點選《E101 分裂.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始播放。

一、分裂的數學與藝術

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將表演的蜥蜴們互相密合；也表演一大隻蜥蜴分裂為兩小隻蜥蜴的過程。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將大蜥蜴放到數學骨架上的正確位置後，再分裂或增生其他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

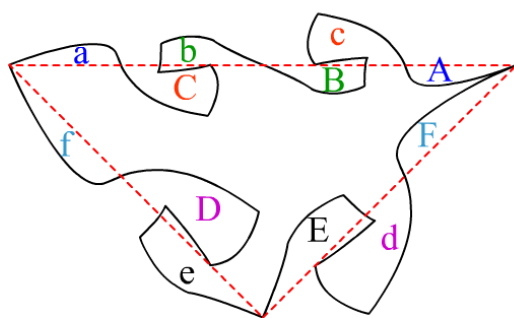
正方形

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

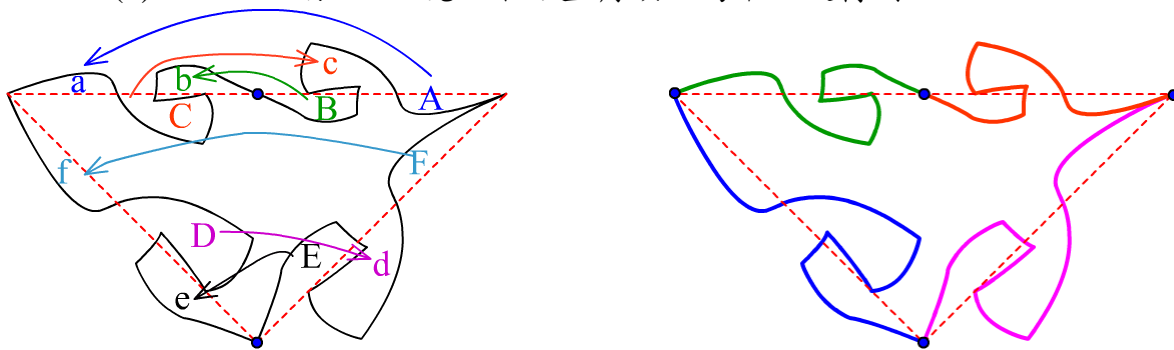
綜合下面兩個方式即可裁貼出蜥蜴，方式如下：

- 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，其密合方式要分為四類，我們看看下面：

(1) 同樣大小的的蜥蜴之間密合



(2) 一隻大蜥蜴與分裂中的六足大蜥蜴的密合



(3) 兩隻分裂中的六足大蜥蜴的密合



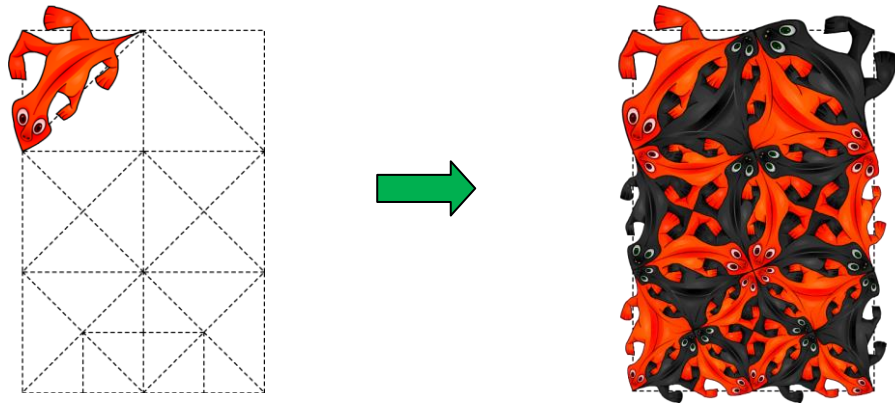
(4) 一隻分裂中的六足大蜥蜴與小蜥蜴的密合



以這四種密合方式，就可以將蜥蜴磁磚密鋪在平面上了。

四、分裂的鑲嵌圖

透過了解蜥蜴在數學骨架上的正確位置及四種密合方式後，即可在數學骨架上密鋪出分裂鑲嵌圖，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，還須一一分裂、增生、縮放與旋轉後按照密合方式密鋪。



關於艾薛爾的《E101 分裂》原圖，如下圖所示：



原圖中會發現艾薛爾做了許多微調，似乎跟我們所呈現的美作品不同，這之間的差異為何？

再者，蜥蜴一直都是艾薛爾鑲嵌作品中很重要的一種元素，艾薛爾也針對各種不同的數學骨架、不同的裁貼方式創造了各式各樣的蜥蜴磁磚。但其中，最自然被用於無窮與等比的的數學骨架，還是多邊形中邊數最少的三角形系列。你能指出這是為什麼嗎？

E101 分裂回饋單

1. 請你回想一下，圖中不同顏色、但形狀相似的蜥蜴共有幾種呢？
 3種 4種 5種 6種
2. 請你回想一下，每一隻蜥蜴周遭可能相鄰著幾種不同的蜥蜴呢？
 1種 2種 3種
3. 一隻大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

4. 仔細觀察下圖，相鄰的一隻大蜥蜴分裂中的六足大蜥蜴，牠們的表面積是否一樣呢？
 是 否 不一定



5. 影片中所排列的整體蜥蜴形狀是個長條形結構，若一直依照規律向下密鋪，可以再密鋪多少隻蜥蜴？是否會形成一個無限長的長條形結構？
 不可無限密鋪也不會無限長 可無限密鋪但不會無限長
 可無限密鋪也會無限長



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)

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

又有何建議：