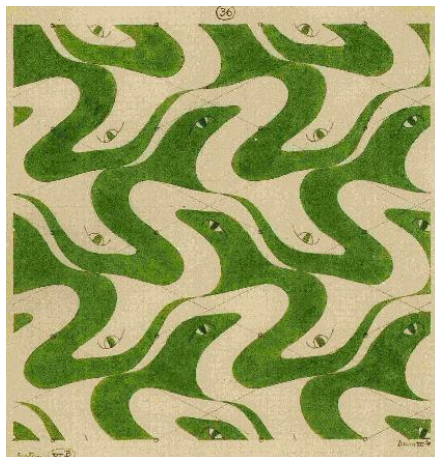


# E077 爬行動物工作單

撰稿：黃國書

引言：《E077 爬行動物》是荷蘭版畫家艾薛爾在1949年8月繪製的一幅作品，作品中每隻爬行動物的身體使用單一色調—藍色和淺綠色著色，主要繪畫工具為印度墨水、彩色墨水、彩色鉛筆和水彩。影片中的封面圖為艾薛爾相同對稱系統的第一個版畫作品《E036 蛇》，如下圖所示：



1941年7月創作的《E036 蛇》在艾薛爾系統VI<sup>B</sup>中，是第一個以這樣對稱系統的作品，而《E077 爬行動物》也是使用此對稱系統所創作的版畫，雖然兩幅圖形的主題不同但對稱的形式是相同的，甚至圖形的呈現方向也一樣。對於《E077 爬行動物》中動物的身體扭曲使得主題表現較不明朗，不過腿部的對稱與長度皆是相同的；而《E036 蛇》的主題也有類似的表現，蛇的頭與身體比例差距過大。即便如此，艾薛爾運用相同對稱系統讓不同主題產生美麗的鑲嵌效果，在此可相互對照兩個作品，細細品味箇中趣味。就讓我們趕快來看看《E077 爬行動物》到底是如何形成與變化的吧！

請在電腦上點選《E077 爬行動物.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

## 一、爬行動物的數學與藝術

我們可以把爬行動物的影片分成如下的四幕：

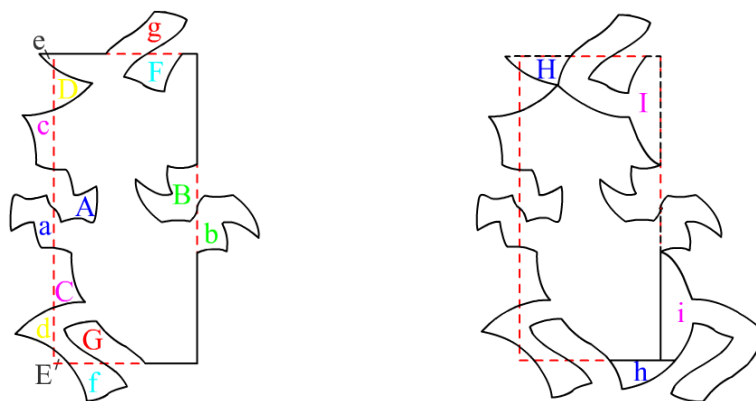
- 第一幕：影片由矩形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這矩形正是爬行動物的數學骨架。
- 第二幕：將數學舞台的一個矩形放大，從這矩形剪下九小塊後，依數學原理的旋轉和翻轉貼到正確的位置，即裁貼出爬行動物。
- 第三幕：將爬行動物外框的內部著上顏色成為藝術品並進行藝術表演，表演過程依各種適當角度將表演的爬行動物們互相密合。
- 第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將爬行動物一隻一隻放到數學骨架上的正確位置進而鋪滿數學舞台，而這種不互相重疊、無空隙、反覆且連續的鋪滿就是所謂的鑲嵌或密鋪。

1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？  
 平行四邊形       正方形       矩形
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爬行動物？  
 一種       兩種       三種
4. 鋪滿數學舞台的爬行動物們有哪些特色？  
 不重疊       無空隙       外形都一樣大

## 二、如何從數學骨架裁貼出爬行動物

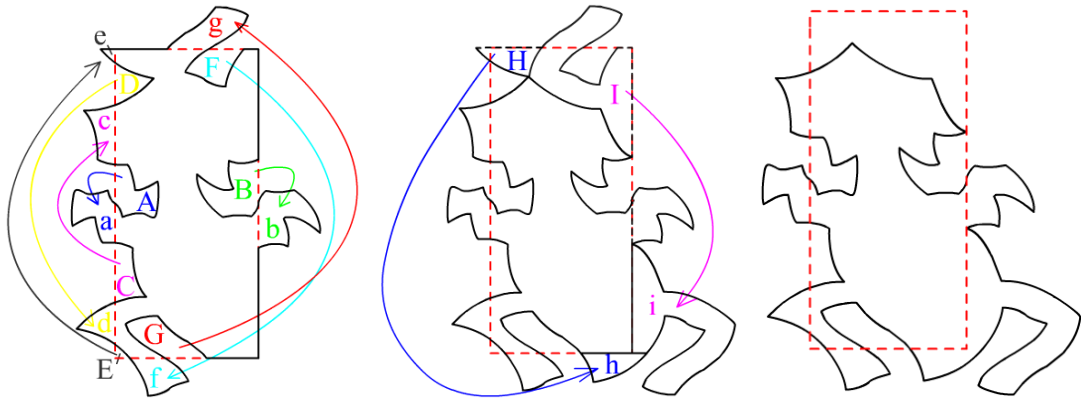
綜合下面兩個方式即可裁貼出爬行動物，方式如下：

- 甲、將矩形剪下九個小區塊 A, B, C, D, E, F, G, H, I，並將這九個小區塊貼到正確的位置上，即  $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$ ； $D \rightarrow d$ ； $E \rightarrow e$ ； $F \rightarrow f$ ； $G \rightarrow g$ ； $H \rightarrow h$ ； $I \rightarrow i$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的旋轉和翻轉：

- (1)  $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 a
- (2)  $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 b
- (3)  $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 c
- (4)  $D \rightarrow d$ ：將 D 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 d
- (5)  $E \rightarrow e$ ：將 E 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 e
- (6)  $F \rightarrow f$ ：將 F 區塊以該邊水平翻轉，在平移到 f
- (7)  $G \rightarrow g$ ：將 G 區塊以該邊水平翻轉，在平移到 g
- (8)  $H \rightarrow h$ ：將 H 區塊以該邊水平翻轉，在平移到 h
- (9)  $I \rightarrow I$ ：將 I 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 i



裁貼出爬行動物後可以發現：矩形的兩個長邊中點分別落在爬行動物的前腳，而特別的是四個頂點所切割的區域，最後都合併於右下頂點的爬行動物尾巴。這就是爬行動物在數學骨架上的正確位置。

### 三、 真的是爬行動物磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的爬行動物有什麼令人驚艷的地方呢？我們可以由第三幕的藝術表演觀察到經數學原理形成的爬行動物可以彼此互相密合，而且有以下四種密合方式：

(1) 左上半部分腳與頭的密合

(2) 左下半部分腳與尾的密合



(3) 右下半部分腳與尾的密合

(4) 右上半部分腳與頭的密合

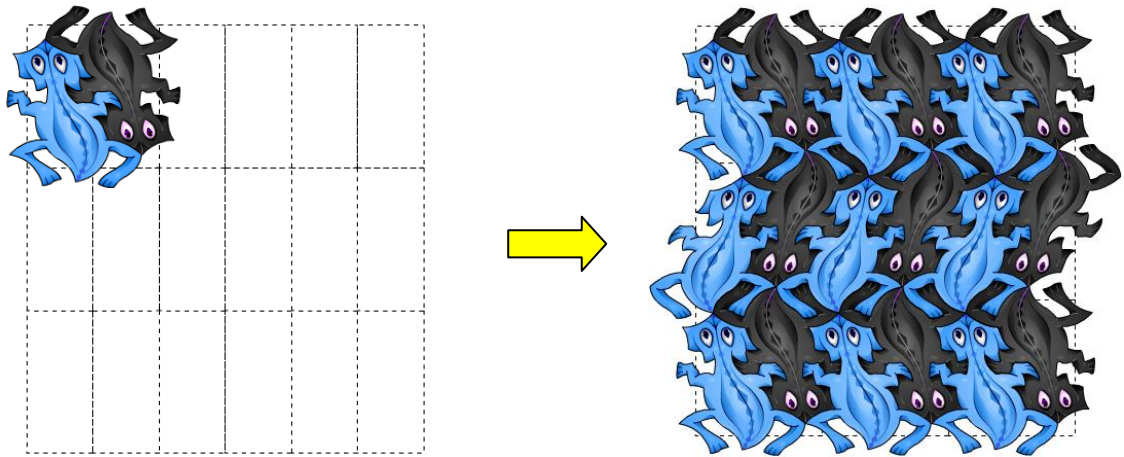


這種可以互相密合、無交疊且無空隙的爬行動物圖案，我們稱之為爬行動物磁磚。有了這四種密合方式後，就可以將很多個爬行動物磁磚密鋪在平面上了。

#### 四、爬行動物的鑲嵌圖

##### 甲、爬行動物鑲嵌圖

透過了解爬行動物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爬行動物鑲嵌圖，左下圖是先將爬行動物放在數學骨架上的正確位置，其他的爬行動物除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一按照四種密合方式密鋪。



關於艾薛爾的《E077 爬行動物》原圖，如下圖所示：



從原圖中的鑲嵌方式可以較輕易地看出矩形數學骨架的部分，並且作品中也能很清楚地看到兩種顏色的爬行動物具有翻轉與旋轉的對稱結構。

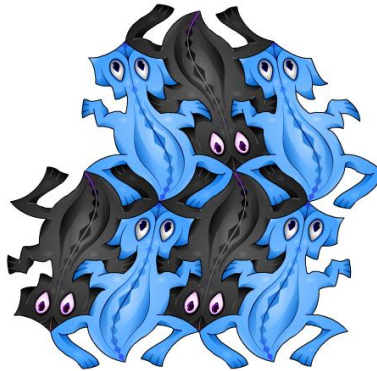
##### 乙、爬行動物拼圖遊戲

看到這裡是否對爬行動物鑲嵌有了更進一步的了解，下面是為大家精心準備好玩且有趣的爬行動物拼圖遊戲，請再仔細觀察爬行動物鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

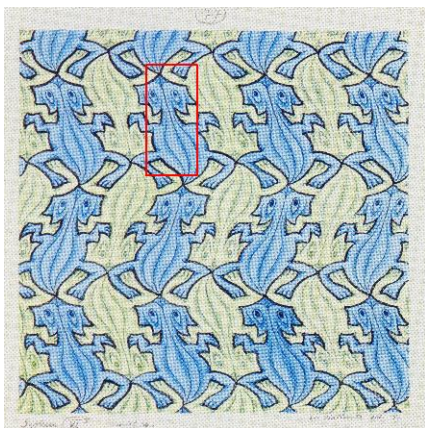
請在電腦上點選《E077 爬行動物拼圖.exe》進入拼圖的首頁，並按左上角的Q版圖開始遊戲。

## E077 爬行動物回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過矩形磁磚鋪設的地板？
2. 請你回想一下，每一隻爬行動物周遭圍繞著幾隻爬行動物呢？  
 3 隻       4 隻       5 隻       6 隻
3. 爬行動物的表面積與其數學骨架矩形的面積是否一樣呢？  
 是       否       不一定
4. 下圖的爬行動物們代表著有幾個矩形數學骨架？  
 4 個       5 個       6 個       7 個



5. 在《E077 爬行動物》的影片中，有幾種密合的方式？  
 2 種       3 種       4 種       5 種
6. 右下圖為艾薛爾在原圖中提及的一幅作品《E036 蛇》，這作品也利用了矩形當作數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出矩形的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出蛇。



7. 關於影片(含拼圖遊戲)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：

