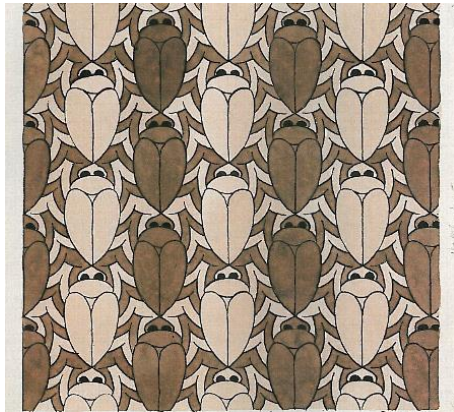


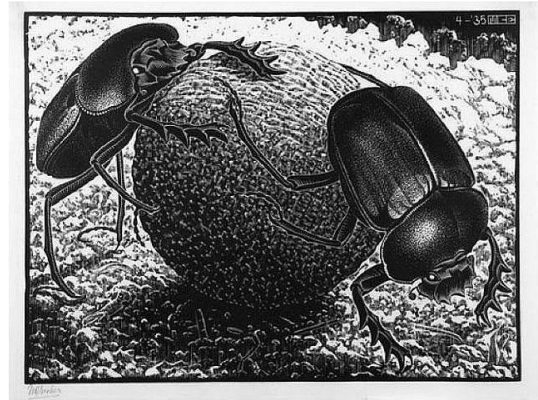
# E037 甲蟲工作單

撰稿：黃國書

引言：《E037 甲蟲》是荷蘭版畫家艾薛爾在1941年7月繪製的一幅作品，作品中每隻甲蟲的身體使用單一色調——黃色及白色著色，主要繪畫工具為鉛筆及水彩。影片中的封面圖為艾薛爾以甲蟲為主題的版畫作品，如下圖二所示；而艾薛爾的另一幅甲蟲鑲嵌作品《E091 甲蟲》，則如下圖一所示：



圖一



圖二

艾薛爾對於自然界微小生物的觀察相當仔細，特別是昆蟲類，其中也包含了甲蟲。1941年創作的《E037 甲蟲》在艾薛爾系統III<sup>D\*</sup>中是第一個以鉛直中心軸為對稱的外觀；也是第一個以甲蟲為主題的畫作，作品中的甲蟲以上下相反方向緊鄰排列，且這些緊鄰排列的甲蟲皆能藉由以前後腳為主的中心點旋轉180度而互換。而艾薛爾在1953年再度創作的《E091 甲蟲》中，甲蟲改以同一方向緊鄰排列，且利用平移即可互換位置。艾薛爾在兩個作品中，運用同主題卻使用了不同的鑲嵌技巧，在此可相互對照細細品味其中趣味。就讓我們趕快來看看《E037 甲蟲》到底是如何形成與變化的吧！

請在電腦上點選《E037 甲蟲.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

## 一、甲蟲的數學與藝術

我們可以把甲蟲的影片分成如下的四幕：

第一幕：影片由正方形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這正方形正是甲蟲的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個正方形放大，從這平行四邊形剪下八小塊後，依數學原理的旋轉貼到正確的位置，即裁貼出甲蟲。

第三幕：將甲蟲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甲蟲們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將甲蟲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。

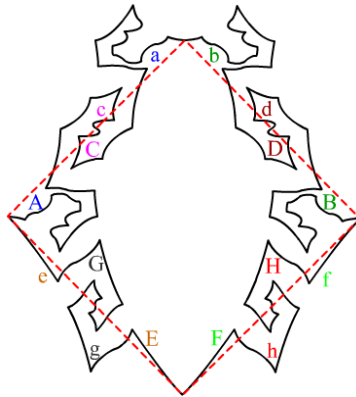
1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？

- 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甲蟲？  
 一種       兩種       三種  
 4. 鋪滿數學舞台的甲蟲們有哪些特色？  
 不重疊       無空隙       外形都一樣大

## 二、如何從數學骨架裁貼出甲蟲

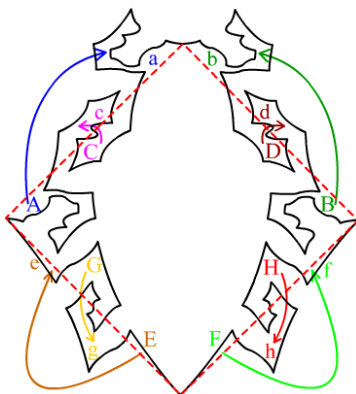
綜合下面兩個方式即可裁貼出甲蟲，方式如下：

- 甲、將正方形剪下八個小區塊 A, B, C, D, E, F, G, H，並將這八個小區塊貼到正確的位置上，即  $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$ ； $D \rightarrow d$ ； $E \rightarrow e$ ； $F \rightarrow f$ ； $G \rightarrow g$ ； $H \rightarrow h$



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 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 f
- (7)  $G \rightarrow g$ ：將 G 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 g
- (8)  $H \rightarrow h$ ：將 H 區塊以該邊中點為中心，旋轉180度到 h



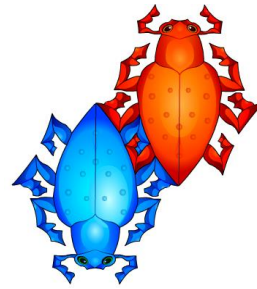
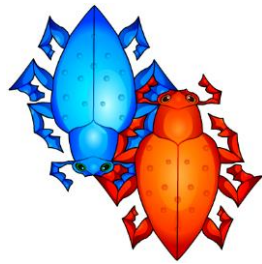
裁貼出甲蟲後可以發現：正方形的四個頂點分別落在甲蟲的頭頂、兩側第二對腳的關節處及尾巴。這就是甲蟲在數學骨架上的正確位置。

### 三、 真的是甲蟲磁磚嗎

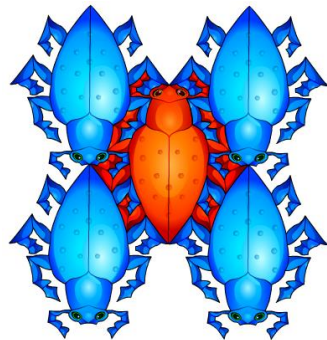
經由數學原理裁貼後的甲蟲有什麼令人驚艷的地方呢？我們可以由第三幕的藝術表演觀察到經數學原理形成的甲蟲可以彼此互相密合，而且有以下三種密合方式：

(1) 左上半部分腳的密合

(2) 左下半部分腳的密合



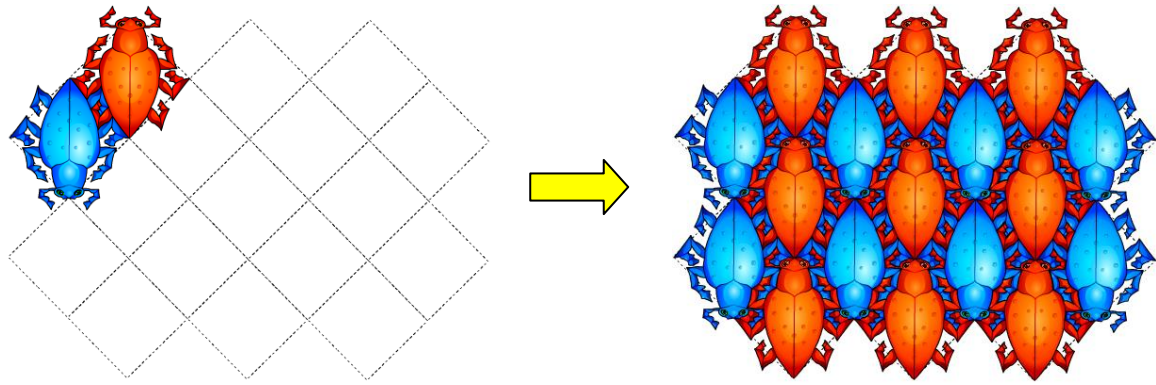
(3) 左右腳的相互密合



這種可以互相密合、無交疊且無空隙的甲蟲圖案，我們稱之為甲蟲磁磚。有了這三種密合方式後，就可以用將很多個甲蟲磁磚密鋪在平面上了。

### 四、 甲蟲的鑲嵌圖

透過了解甲蟲在數學骨架上的正確位置及三種密合方式後，即可在數學骨架上密鋪出甲蟲鑲嵌圖，左下圖是先將甲蟲放在數學骨架上的正確位置，其他的甲蟲除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一按照三種密合方式密鋪。



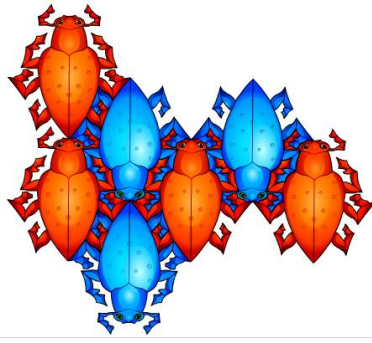
關於艾薛爾的《E037 甲蟲》原圖，如下圖所示：



從圖中的鑲嵌方式可以較輕易地看出正方形數學骨架的部分，並且作品中也可以很清楚的看到兩種顏色的甲蟲皆對稱於正方形鉛直的對角線。

### E037 甲蟲回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過正方形磁磚鋪設的地板？
2. 請你回想一下，每一隻甲蟲周遭圍繞著幾隻甲蟲呢？  
 3 隻       4 隻       5 隻       6 隻
3. 甲蟲的表面積與其數學骨架正方形的面積是否一樣呢？  
 是       否       不一定
4. 下圖的甲蟲們代表著有幾個正方形數學骨架？  
 4 個       5 個       6 個       7 個



5. 在《E037 甲蟲》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《E013 蜻蜓》，這作品也利用了正方形當作數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出正方形的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出蜻蜓。



7. 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：