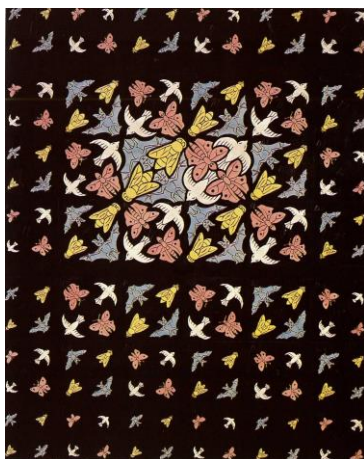


# E081 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶工作單

撰稿：黃國書

引言：《E081 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶》是荷蘭版畫家艾薛爾在1950年12月繪製的一幅作品，作品中蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶的身體使用單一色調—淡紅色、淡藍色、淺黃色和白色，主要繪畫工具為墨水和水彩。下圖所示為影片中選用的封面圖，是艾薛爾在1951年5月為菲利浦公司所設計的天花板圖案：



在艾薛爾的137幅鑲嵌作品中《E081 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶》是唯一一幅使用四隻生物來密鋪的作品，而且每隻生物均是以正方形的邊長為對稱軸的方式對稱呈現。此作品為艾薛爾替菲利浦公司設計的木質天花板圖案，以飛行生物為主題，總共設計了蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶四種圖形，而艾薛爾在其他的作品中也有使用相似的作法，例如《E069 魚、鴨與蜥蜴》、《E085 蜥蜴、魚與蝙蝠》就都是以正三角形邊長為對稱軸的三隻生物來密鋪而成的。艾薛爾運用鑲嵌技巧變化出許多同中有異、異中有同的特色作品，在此可相互對照細細品味其中趣味。現在就讓我們趕快來看看《E081 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶》到底是如何形成與變化的吧！

請在電腦上點選《E081 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶.exe》進入影片的首頁，  
並按左上角的Q版圖開始播放。

## 一、蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶的數學與藝術

我們可以把蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶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，而這正方形正是蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個正方形放大，從這正方形剪下四個小塊後，依數學原理的翻轉貼到正確的位置，再畫上分界線，即裁貼出蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶。

第三幕：將蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶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蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶們互相密合。

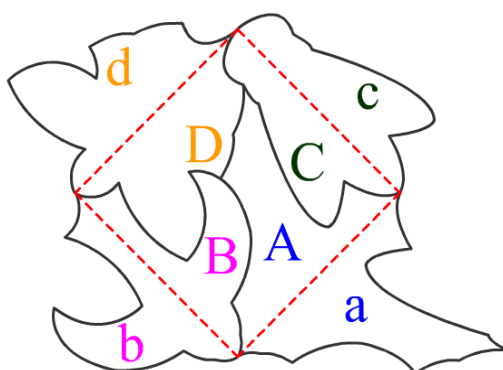
第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶一隻一隻放到數學骨架上的正確位置進而鋪滿數學舞台，而這種不互相重疊、無空隙、反覆且連續的鋪滿就是所謂的鑲嵌或密鋪。

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. 影片中有幾種生物？  
 兩種       三種       四種
4. 鋪滿數學舞台的蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶們有哪些特色？  
 不重疊       無空隙       外形都一樣大

## 二、如何從數學骨架裁貼出蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶

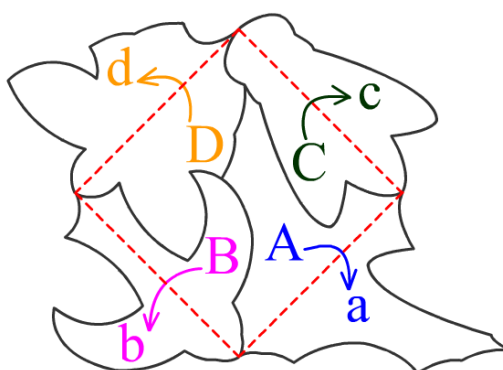
綜合下面兩個方式即可裁貼出蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶，方式如下：

甲、將正方形剪下四個小區塊 A, B, C, D，並將這四個小區塊貼到正確的位置上，即  $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$ ； $D \rightarrow d$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的翻轉：

- (1)  $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊以該邊為對稱軸，翻轉180度到 a
- (2)  $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊以該邊為對稱軸，翻轉180度到 b
- (3)  $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊以該邊為對稱軸，翻轉180度到 c
- (4)  $D \rightarrow d$ ：將 D 區塊以該邊為對稱軸，翻轉180度到 d



裁貼出蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶後可以發現：正方形的四邊即為蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶的中線對稱軸，以此對稱軸左右翻轉，可完全相同的拼貼出四種生物。這就是蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶在數學骨架上的正確位置。

### 三、 真的是蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶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蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶可以彼此互相密合，而且有以下兩種密合方式：

(1) 四隻生物逆時針的密合



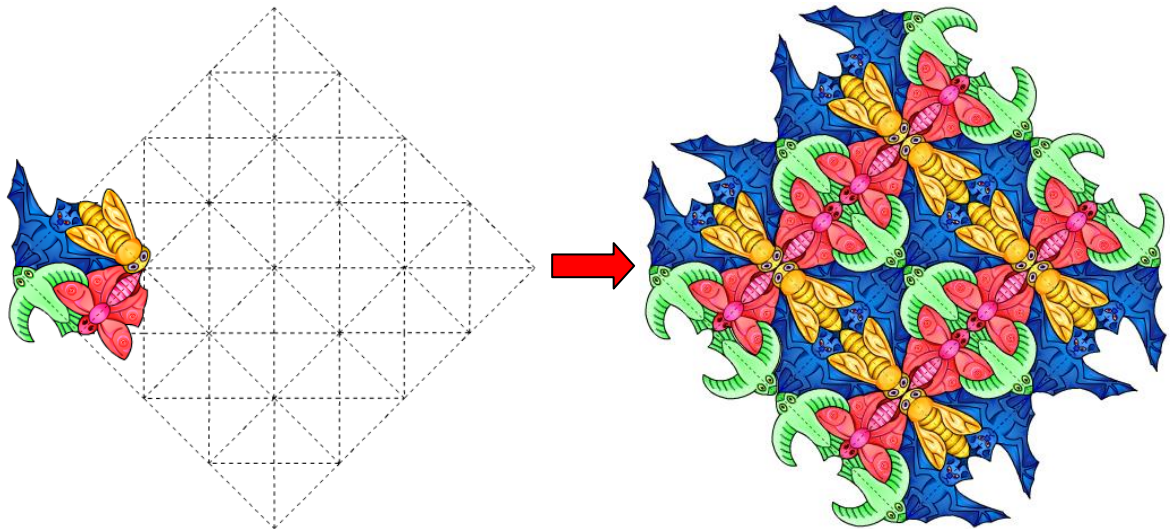
(2) 四隻生物順時針的密合



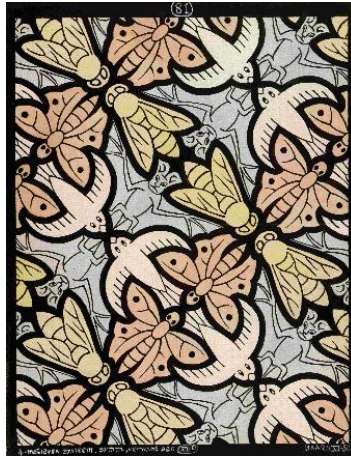
這種可以互相密合、無交疊且無空隙的蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶圖案，我們稱之為蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用將很多個蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶磁磚密鋪在平面上了。

### 四、 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶的鑲嵌圖

透過了解蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶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蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶鑲嵌圖，左下圖是先將蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶放在數學骨架上的正確位置，其他的蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一按照兩種密合方式密鋪。



關於艾薛爾的《E081 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶》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，而和艾薛爾的另一幅作品《E069 魚、鴨與蜥蜴》兩者相比對之後不難發現，雖然兩者數學骨架不同，但其使用的對稱結構是相同並且一致的。

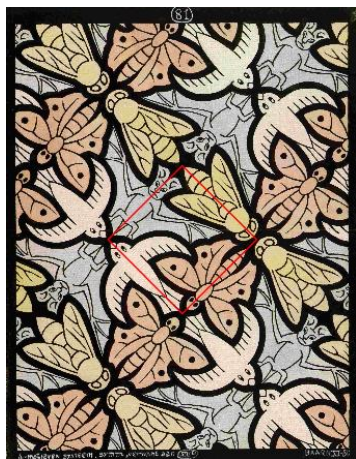
### E081 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶回饋單

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，每個正方形骨架圍繞著幾種不同的生物呢？  
 3隻       4隻       5隻       6隻
3. 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶各半隻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. 下圖的蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶們代表著有幾個正方形數學骨架？  
 4個       5個       6個       7個



5. 在《E081 蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶》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同一頁所繪的另一幅作品《E037 甲蟲》，與蝙蝠、鳥、蜜蜂和蝴蝶作品中使用相同的數學骨架去密鋪，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甲蟲。



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：