

E099 飛魚工作單

撰稿：沈玟好

引言：《E099 飛魚》是荷蘭版畫家艾薛爾在1954年8月所作的一幅作品，每隻飛魚的身體為單一顏色—非紅即白，主要繪圖工具為墨水、鉛筆及水彩，而我們影片裡的封面圖《Fish, vignette》是艾薛爾在同年時創作的一幅版畫，如下圖所示：



作品中的黑白飛魚緊密有序地排列出美麗的圖案，在《E099 飛魚》作品中艾薛爾還寫下這麼一句話「Triangle-system I B₂ type 1; see no. 44」，道出上圖中的飛魚與三角形有著密不可分的關係，且與另一幅作品《E044 鳥》有著異曲同工之妙。讓我們先睹為快，一起觀賞飛魚的影片來揭開這神秘的面紗。

請在電腦上點選《E099 飛魚.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、飛魚的數學與藝術

我們可以把飛魚的影片分成如下的四幕：

第一幕：影片由正三角形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這正三角形正是飛魚的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個正三角形放大，從這正三角形剪下四小塊後，依數學原理的平移及旋轉貼到正確的位置，即裁貼出飛魚。

第三幕：將飛魚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飛魚們互相密合。

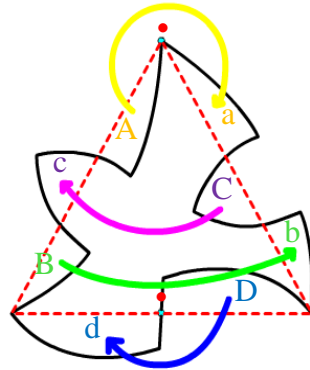
第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將飛魚一隻一隻放到數學骨架上的正確位置進而鋪滿數學舞台，而這種不互相重疊、無空隙、反覆且連續的鋪滿就是所謂的鑲嵌或密鋪。

1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？
 正三角形 正方形 正六邊形
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
3. 影片中有幾種顏色的飛魚？
 兩種 三種 四種
4. 鋪滿數學舞台的飛魚們有哪些特色？
 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出飛魚

綜合下面兩個方式即可裁貼出飛魚，方式如下：

甲、將正三角形剪下四個小區塊 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平移與旋轉：

- (1) $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊以點 O 為旋轉點旋轉到 a
- (2) $B \rightarrow b$ ：先將 B 區塊平移至右邊再旋轉到 b
- (3) $C \rightarrow c$ ：先將 C 區塊平移至左邊再旋轉到 c
- (4) $D \rightarrow d$ ：D 區塊以點 P 為旋轉點轉到 d

裁貼出飛魚後可以發現：正三角形的三個頂點分別在飛魚的兩隻翅膀端點及尾巴端點，這就是飛魚在數學骨架上的正確位置。

三、真的是飛魚磁磚嗎

由藝術表演可以知道經過數學原理形成的飛魚磁磚可以互相密合，其密合方式有兩種：

(1) 魚右半身對魚頭的密合魚

(2) 左半身對魚左半身的密合

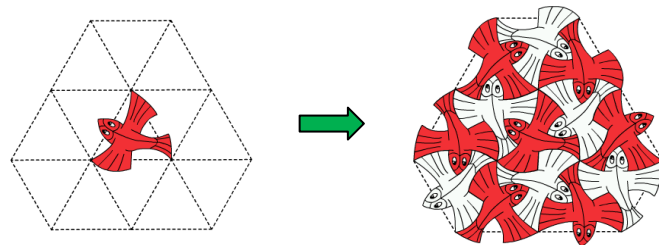


有了這兩種密合方式，就可以將飛魚密鋪在平面上了。

四、飛魚的鑲嵌圖

甲、飛魚鑲嵌圖

透過了解飛魚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飛魚鑲嵌圖，左下圖是先將飛魚放在數學骨架上的正確位置，其他飛魚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。



乙、飛魚拼圖遊戲

看到這裡是否對飛魚鑲嵌有了更進一步的了解呢？下面是為大家精心準備的飛魚拼圖遊戲，請仔細觀察右上圖飛魚的排列方式，遊戲開始囉！

請在電腦上點選《E099 飛魚拼圖.exe》進入拼圖的首頁，
並按左上角的Q版圖開始遊戲。

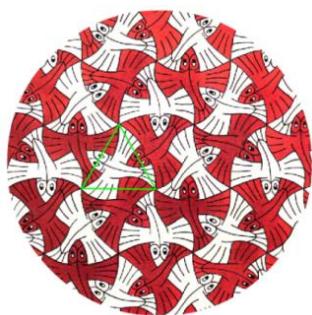
E099 飛魚回饋單

- 根據你的經驗，下列哪一個地方最有可能用正三角形密鋪？
 人行道 家裡客廳地板 廟宇地板
- 請你回想一下，每一隻飛魚周遭圍繞著幾隻飛魚呢？（相鄰才算，只接觸一點不算）
 3隻 4隻 5隻 6隻
- 飛魚的表面積與其數學骨架正三角形的面積是否一樣？
 是 否
- 數學上有五種正多面體，例如常見的魔術方塊為正六面體，簡單畫一下正四面體的形狀。
- (1)小明將正三角形的餅平分給三人，發現三人所分得的餅都是三角形，你可以切出小明的割法嗎？又每人所分得的餅形狀為何？（正三角形、等腰三角形、直角三角形、等腰直角三角形、銳角三角形等）

 (2)承(1)，若小明將正三角形的餅平分給三人，發現三人所分得的餅都是四邊形，你可以切出小明的割法嗎？又每人所分得的餅形狀為何？（正方形、矩形、平行四邊形、菱形、鳶形、梯形、等腰梯形等）



- 右下圖為艾薛爾的另一幅作品《E044 鳥》，這作品也利用了正三角形當作數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出正確的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出鳥。



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：