

活動名稱：『圈出你的神秘世界』

◎活動設計教師：邱俐蓉、牟柏丞

### 壹、活動目的與旨趣

在數學的奧秘世界中，拓樸學是一門研究空間、維度與變換的學科，幾何藝術之美更是充斥於我們的日常生活。

本次活動設計共分為四部分：探索拓樸學及莫比烏斯環、製作莫比烏斯環與雙人脫困遊戲。闖關者可透過關主們的幾何解說，進一步操作莫比烏斯環，感受其特色，幾何玩藝於手。

### 貳、活動器材

第一關【探索拓樸的世界】：海報、電腦、幾何模型。

第二關【永無止境的莫比烏斯環】：海報、電腦、幾何模型。

第三關【製作莫比烏斯環】：剪刀、自製莫比烏斯環紙張。

第四關【雙人脫困遊戲】：繩子、解說圖卡。

### 參、活動流程



## 肆、活動說明與原理

### 【第一關】探索拓樸的世界

拓樸學 (Topology) 是在 19 世紀末興起並在 20 世紀中迅速蓬勃發展的一門數學分支，其中拓樸變換在許多領域均有其用途。直至今日，從拓樸學所衍生出來的知識已和近世代數、分析共同成為數學理論的三大支柱。

拓樸學的最簡單觀念產生於對周圍世界的直接觀察。

直觀的說，關於圖形的幾何性質探討，不限於它們的“度量”性質（長度、角度等等）方面的知識。

拓樸學探討各種幾何形體的性質，但是其內容卻與幾何學的範疇不盡相同，多數的討論都是圍繞在那些與大小、位置、形狀無關的性質



**馬克杯可經由連續的形變而轉變成甜甜圈。**

**在拓樸學上，馬克杯與甜甜圈稱為同胚，可就是具有同樣的拓樸性質。**



**活動說明**：關主帶領闖關者利用莫比烏斯環卷軸及海報說明內容，並帶領闖關者觀察莫比烏斯環的性質及觀念，展現莫比烏斯環於日常生活上的應用。

## 【第二關】永無止境的莫比烏斯環

在公元 1858 年，德國數學家莫比烏斯和約翰·李斯丁發現：把一根紙條扭轉  $180^\circ$  後，兩頭再粘接起來做成的紙帶圈，具有魔術般的性質，這種紙帶被稱為「莫比烏斯帶」



### 咦？蒼蠅惹的禍？

關於 Möbius 帶是怎樣發現的，有這樣一個故事：

有一次，莫比烏斯在海濱度假。到了晚上，蒼蠅太多，使他難以入睡。於是他把黏蠅紙扭轉半圈，然後把兩端粘到一起，形成一個紙環。再把這樣的紙環掛在假期別墅的椽頭上。他臨時製作的捕捉蒼蠅的紙帶很管用，他睡覺沒有再受蒼蠅的干擾。早晨醒來，他的目光落在那個紙環上，驚訝地發現這條紙只有一個面，並且只有一條稜。著名的 Möbius 帶於是誕生。

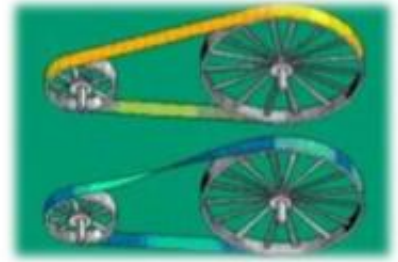


### 莫比烏斯環的神祕力量

- ①**可以一筆畫完每一面**：如果沿著環狀紙條畫一整圈，不論是畫在紙條的外面或裡面，我們都只能畫在其中一個面上。
- ②**只有一個面和一條邊**：莫比烏斯環因為可以用一筆畫完每一個面、用一根手指頭繞完整個邊線，讓它在數學上被視為只有一個面和一條邊的立體圖形。
- ③**沒有上／下、內／外之分**：當時莫比烏斯正在研究多面體 (polyhedra) 時，意外發現了這種只有一個面、一條邊的立體幾何形狀，而幫這種形狀取了和自己一樣的名字。

## 莫比烏斯帶的應用

用皮帶傳送的動力機械的皮帶就可以做成「莫比烏斯帶」狀，之前工廠的傳送帶，是最簡單圓圈式，受力只用了一面，磨損比較嚴重；如果把莫比烏斯環設計進來，那麼受力就會分部到兩面，大大延長了傳送帶的使用週期。



### 北京朝陽公園，鳳凰國際傳媒中心

曲線的殼體的創意來自於莫比烏斯環概念，這是一條沒有開頭和結尾的延續的環帶，它將宏偉的中庭空間纏繞包裹，其正反相接，上下相承，內外相連的形態雖然來自於西方，卻與天人合一、道法自然的東方建築精神有異曲同工之妙。

### 吉祥結橋（中國長沙）

吉祥結橋是一個迷人的拓撲結構。鮮紅的桁架橋，橫跨長沙、中國龍王港河，曲折和糾結的鞋帶結像。其鋼鐵、600 英尺的脊柱俯衝進入一個無限循環，沒有明確的終點。「我們把它作為一個莫比烏斯環，」合作公司的橋建築師說，「這是一個永遠不會結束的形狀。」

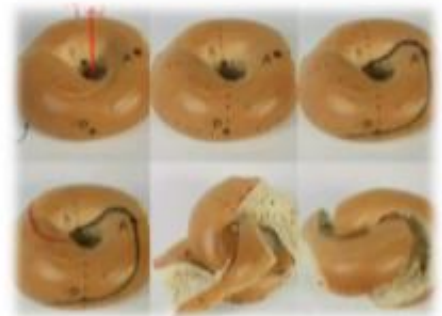


### 珠寶設計

如果把莫比烏斯環用到珠寶設計中呢？它象徵著循環和無盡，有數學的趣味性，有滿滿的線條美感。

如果紙帶的兩面代表兩個獨立事物，那莫比烏斯最大的意義就是象徵著融合。它可以代表兩個人在時空上的交融，它更象徵著無盡的愛和包容。

如果在貝果上切出一個莫比烏斯環，最後得出的貝果不會上下分成兩半。以後如果需要在貝果中間塗上果醬或奶油時，使用這種切法就能讓貝果和果醬(或奶油)夾的密合，就不會滑開囉！

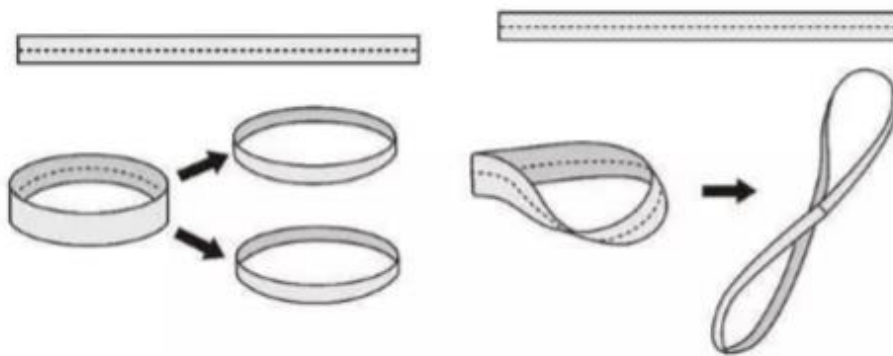


### 【第三關】製作莫比烏斯環

數學家斷言：  
莫比烏斯帶只有一邊。  
如果你不相信，就請剪開一個驗證，  
帶子分離時候卻還是相連。

把一個莫比烏斯環沿中間剪開變成一個大環的過程可以分成以下三個步驟：

1. 把紙帶扭轉 180 度
2. 把紙帶首尾粘接
3. 用剪刀沿中心剪開



**活動說明**：關主帶領闖關者製作莫比烏斯環，並且將其剪開一分為二，觀察其特性。

### 【第四關】雙人脫困遊戲

在下圖中，如果不解開手腕上的繩結，不破壞、剪斷繩子下，怎樣幫助他們脫困？將這一對男女分開呢？找一個周遭的同伴一起動手操作試試看



**活動說明**：關主帶領闖關者挑戰雙人脫困繩索遊戲，破解者即闖關成功。