

From Mathematical Inquiry to STEAM Education:  
Experiences in Developing School-Based Programmes in a Primary School  
從數學探究到STEAM教育：小學校本課程的開發經驗

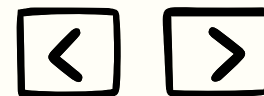
香港教育大學 數學與資訊科技學系  
張僑平博士

聖保祿天主教小學  
STEAM教育統籌及數學科科主任  
周詠南老師

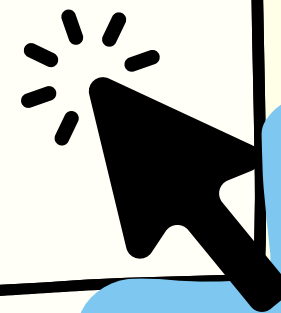




## 主要流程：



- 1 STEAM 活動背景及設計理念
- 2 教學設計的內容及流程
- 3 基於數學科推行STEAM教育的成效



## 數學在STEAM教育中的重要性

- 數學科的STEAM教育是著重**在不同情境中應用數學**，當中不同程度地綜合了科學和科技元素。
- 通過為學生**創造應用數學知識和技能**解決現實生活問題的機會，加強STEAM教育。
- 現實生活問題及科學和科技元素，亦可**作為學習數學概念的合用例子和情境**，幫助學生學習數學學科知識。
- 讓學生**體驗綜合和應用數學**及其他 STEAM 科目的知識和技能的過程。

### 數學教育

學習領域課程指引  
(小一至中六)



課程發展議會編訂  
香港特別行政區政府教育局建議學校採用  
二零一七

數學教育學習領域課程指引(小一至中六) (CDC, 2017)

## 數學在STEAM教育活動中的重要性



中華人民共和國香港特別行政區

行政長官  
2023年  
施政報告

2023.10.25

### STEAM教育

**162.** 我們會進一步於中小學大力推動STEAM教育，包括開設小學科學科，在2023/24學年公布課程框架，2025/26學年起推行；在2023/24學年開展數學課程的支援項目，以提升學生數學應用的能力；以及加強發掘和培育本地STEAM精英。

# STEAM教育

讓學生：

- ◆ 參與「動手做」的學習活動 (learning by doing)
  - ◆ **綜合**和**應用** 跨學科知識與技能的能力。
- 
- 培養學生的創造力、協作和解決問題能力
  - 有助學生發展正面的價值觀和積極的態度

## 2

## STEAM教學設計的內容及流程安排



## 選取課題

選取適合數學科的STEAM教育課題，訂定教學內容及進行跨科合作安排

## 課程執行

製作及試驗有關教材及準備學生材料及小冊子等，安排會議及共同備課，就教學難點作討論

## 授課安排

安排各課堂時間，共備有關課題並每班逐一進行授課，並作檢討

## 課後回饋

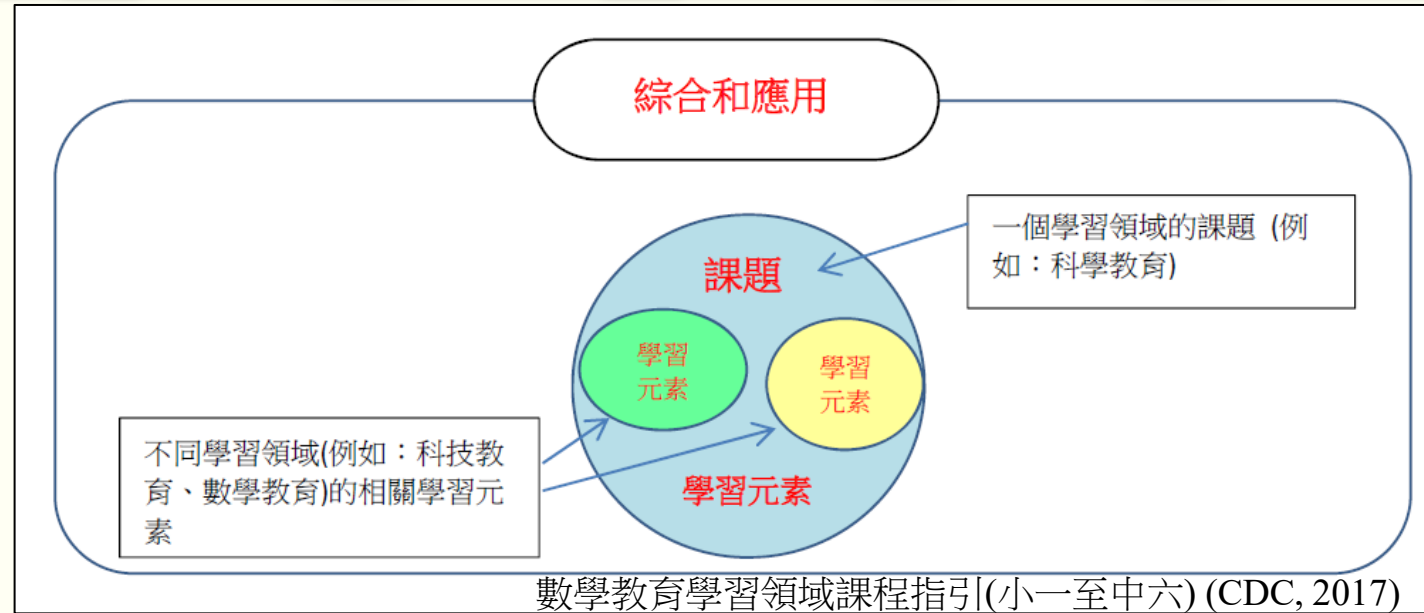
讓學生作分享，完成授課後作反思及檢討，紀錄學生的學習歷程並作分享

選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



設計目的：建基於一個數學課題的學習活動，讓學生綜合其他學習領域相關的學習元素

- 數學科主題是二年級「認識立體圖形」
- 從數學探究出發，以設計「趣味放映機」進行跨學科的學習活動

選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋

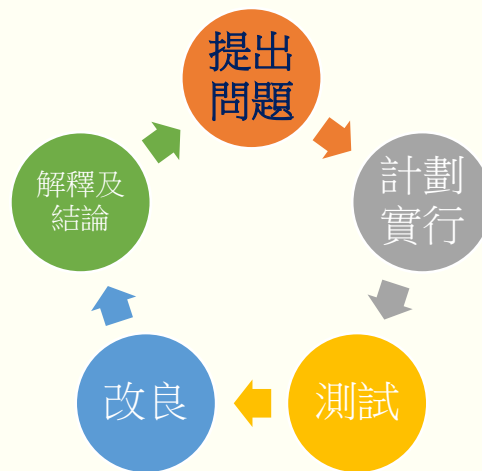


## 如何在正規教學內容外加入STEAM課題？

➤ 活動設計緊扣學生生活，以問題為本(problem-based)作為設計理念，讓學生從數學探究進行STEAM活動，動手製作，應用跨學科知識。



➤ 各科組之間相互協調，共同合作推動STEAM，設計跨學科活動，善用學時創造空間，進一步提升學與教的效能。



選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



聖保祿天主教小學  
St. Paul's Primary Catholic School

數學科



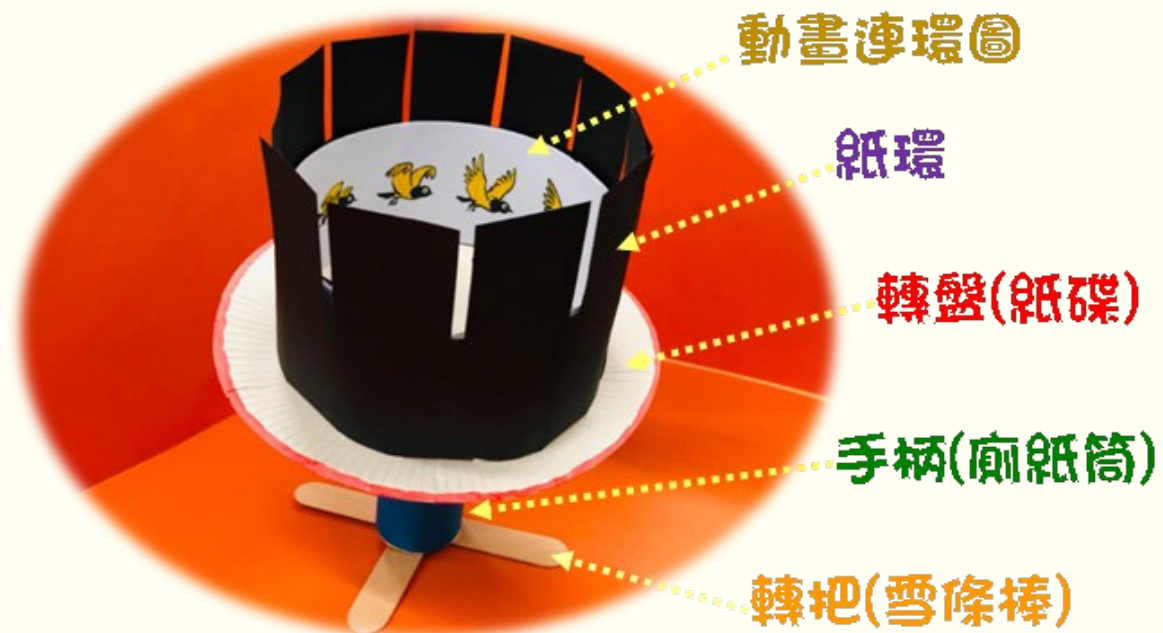
常識科



電腦科



視藝科



- 科組間進行共備會議，設計課程內容及編定課時及準備物資等
- 從數學探究出發，以設計「趣味放映機」進行各項跨學科的學習活動

# 從數學探究進行STEAM教育活動流程

## 數學 (Mathematics)

學習範疇：

### 1. 【圖形與空間】

- 2S1立體圖形(二)：認識圓柱的特性
- 2S4四邊形(一)：認識長方形的概念和基本性質

- 5S1圓：初步認識圓心

### 2. 【度量】

- 3M2時間(三)認識秒

### 3. 【數據處理】記錄測試結果

## 科學 (Science)

學習元素：

探究問題：認識視覺暫留原理如何應用在動畫上

## 藝術 (Arts)

學習元素：

### 1. 【轉轉木陀螺】

設計重複和放射式的平面圖案  
認識圓的中心點

### 2. 【趣味放映機】

- 學習視覺暫留原理
- 設計連環圖及手柄
- 認識藝術家-維克多·瓦沙雷利

## 科技 (Technology)

學習元素：

選用物料、使用資訊科技工具輔助學習，製作圖案

## 工程 (Engineering)

學習元素：

- 運用不同的物料設計和製作放映機
- 測試：觀察放映機的影像清晰度
- 調整放映機的設計

工程設計及科學探究  
( 提問 ⇨ 想像 ⇨ 計劃 ⇨ 實行 ⇨ 改善 )

## 共通能力

綜合和應用知識與技能的能力(創造力、協作和解決問題能力等)

## 設計跨學科活動

配合二年級數學課題「認識立體圖形」，課堂教學的主題圍繞著設計「趣味放映機」進行數學探究和跨學科的學習活動

### 常識科



#### 【自製玩具】

- 體驗動手製作玩具的樂趣
- 利用科學原理製作及改良玩具



### 視藝科



前置活動：(初步認識圓心)

#### 【轉轉木陀螺】

- 設計重複和旋轉的圖案
- 觀察物件轉動時圖案的動態變化



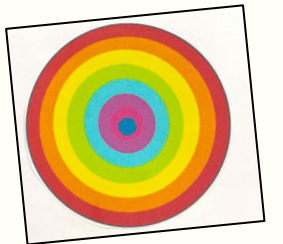
### 電腦科



前置活動：

#### 【轉轉木陀螺】

- 運用小畫家設計重複和旋轉的圖案，貼在陀螺上



選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋

前置活動

STEAM-趣味放映機

2 x 視藝課 + 2 x 電腦課

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課

2 x 數學課  
(測試及匯報)

### 跨學科活動：漂亮木陀螺

#### 1. 視藝科活動

- 在陀螺表面設計重複和旋轉的圖案
- 觀察物件轉動時圖案的動態變化

同學們，你們創作的漂亮木陀螺的圓心在哪裏？請跟老師和同學分享你的創作和成果。

數學元素：  
初步認識圓心



選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋

前置活動

STEAM-趣味放映機

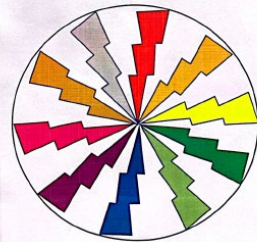
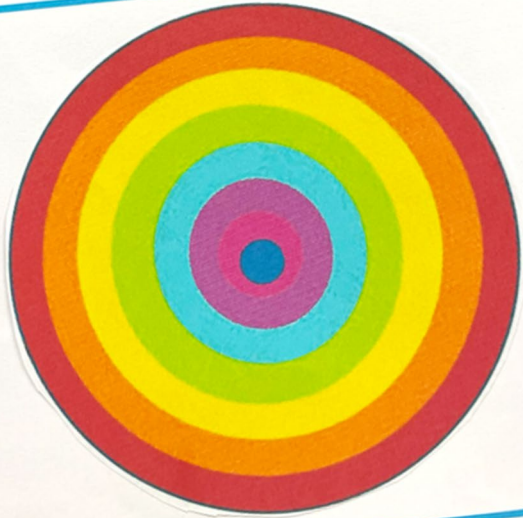
2 x 視藝課 + 2 x 電腦課

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課

2 x 數學課  
(測試及匯報)

2. 電腦科活動
- 運用小畫家在陀螺表面設計重複和旋轉的圖案
  - 把設計的圖案列印並貼於方格內



數學科

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

圖形與空間

數學 (Mathematics)

1S1  
立體圖形(一)

1S2  
平面圖形

2S1  
立體圖形(二)

2S4  
四邊形(一)

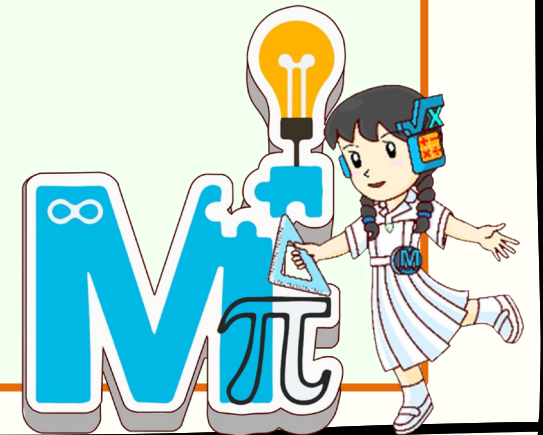
學習範疇：

1. 【圖形與空間】

- 2S1立體圖形(二)：認識圓柱的特性
- 2S4四邊形(一)：認識長方形的概念和基本性質
- 5S1圓：初步認識圓心

2. 【度量】

- 3M2時間(三)認識秒





4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

## 數學科



### 探究背景



各位同學，你們喜歡看動畫嗎？  
你們知道動畫是怎樣製成的嗎？

### 從生活出發



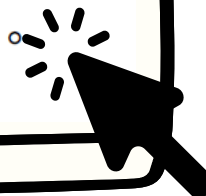
動畫(Animation)是利用「**視覺暫留**」所產生的錯覺，以多幅一系列靜態的繪圖或圖像組成，而每一張圖片都會有一點少少的不同。當這些圖片快速地連續顯示於我們眼前時，我們就會看到一幅會動的圖畫。



根據人類的視覺暫留原理，

←  
用眼睛從一個固定的點注視洞裏旋轉的一連串影像，就像在看一個連續動畫或電影

1834 年英國人荷那〔William Horner〕根據人類視覺暫留原理發明了一種動畫觀賞器〔Zoetrope〕。視覺暫留原理是說人類的眼睛可以暫時把看到的影像留在視網膜上 1/24 秒。





選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋

### STEAM-趣味放映機

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

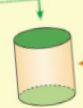
數學元素：  
認識圓柱的  
特性

#### 圓柱

它有兩個形狀  
和大小相同的  
底，它們都是  
圓形。



這個圓柱有  
3個面。



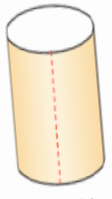
它有一個曲面。



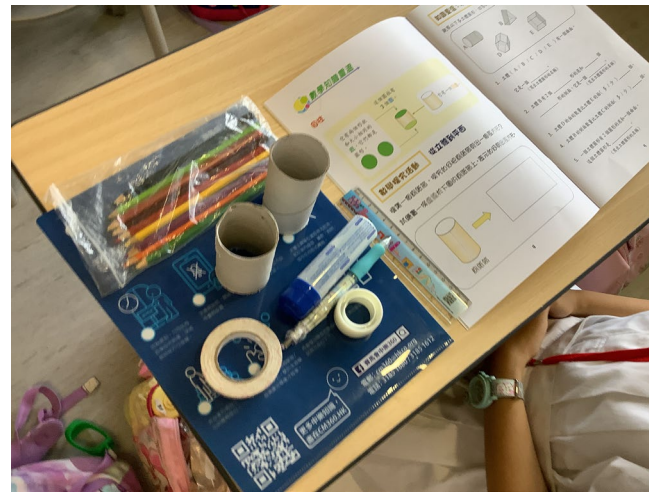
#### 數學探究活動

#### 從立體到平面

搜集一個廁紙筒，探究如何把廁紙筒剪出一個長方形？  
試繪畫一條虛線於下圖的廁紙筒上，表示如何剪出長方形。



廁紙筒



- 學生親手製作這些立體時，已不斷強化了不同角柱、圓柱、角錐和圓錐的面與底的直觀經驗
- 每個圓柱都有兩個形狀和大小相同的底，它們都是圓形，並且有一個曲面。



選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋

### STEAM-趣味放映機

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

數學元素：  
認識圓心

## 數學探究活動：圓心在哪裏？

預習 → 動手做 → 分享

#### 預習任務

任務(二) 搜集圖片  
搜集日常生活中圓形物件(有圓心)的圖片。(例如：時鐘、風扇等)。  
貼在以下方格內。(一至兩幅)



摺出來？



畫出來？

課程執行

授課安排

課後回饋



### STEAM-趣味放映機

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

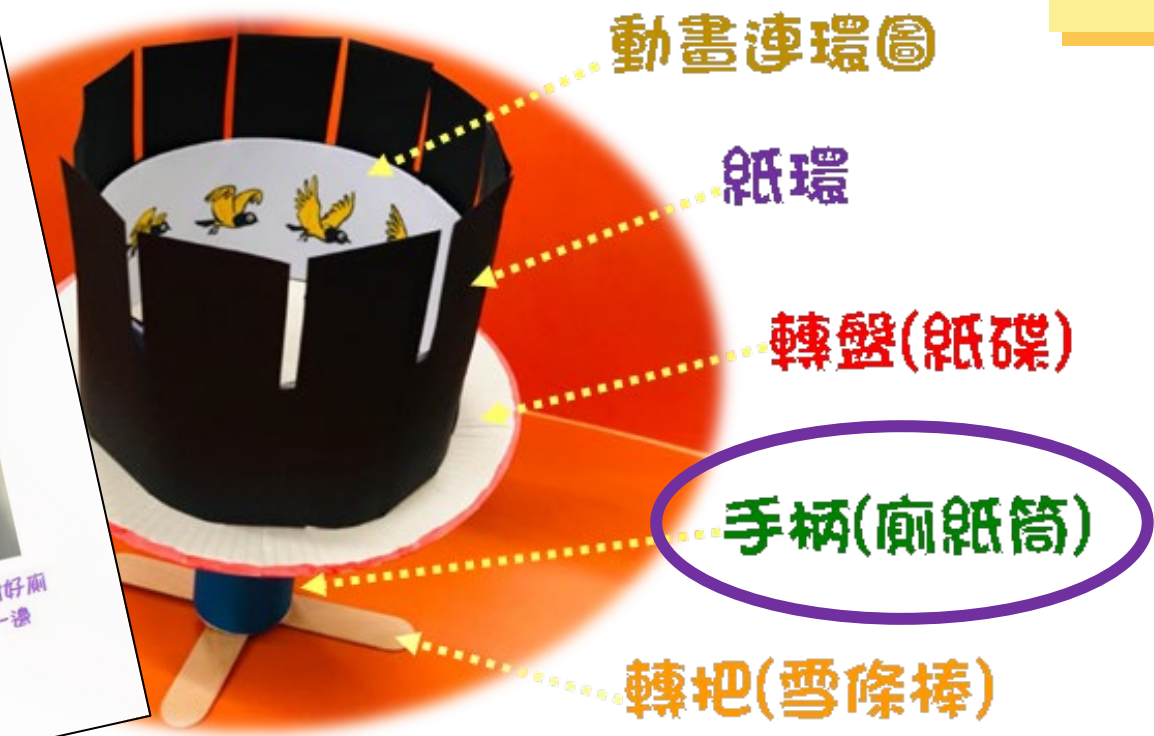
家校合作：  
親子活動，  
製作手柄

### 三、動手做：製作趣味放映機的手柄？

同學們，依下圖步驟製作手柄

#### 製作手柄步驟

1. 準備一個廁紙筒和長方形色紙
2. 利用長方形色紙把廁紙筒包好
3. 在長方形卡紙及白紙上，用鉛筆把廁紙筒圍圈印上，畫出兩個圓，並把圓剪出來
4. 把白紙對摺2次找出圓心，並刺穿小洞，然後重疊在圓形卡紙上
5. 在圓形卡紙上標記好圓心
6. 在圓形卡紙上的圓心刺穿小洞
7. 把圓形卡紙封好廁紙筒的其中一邊





選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋

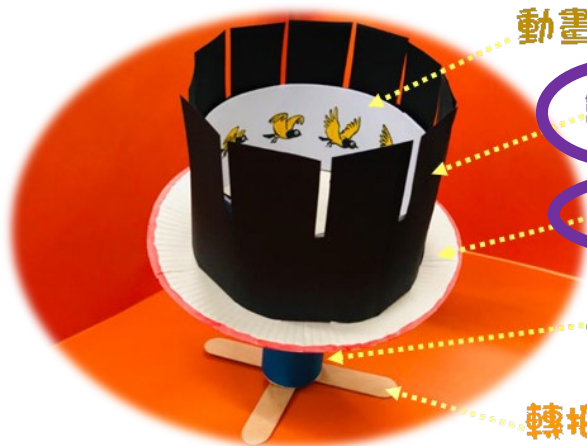
### STEAM-趣味放映機

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(設計紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

數學元素：  
長度和距離  
(量度活動)



動畫連環圖

紙環

轉盤(紙碟)

手柄(廁紙筒)

轉把(雪條棒)

**齊來動手做**  
同學們，我們齊來製作一個「趣味放映機」吧！

一、數學探究活動：紙環有多長？  
把工作紙的兩個邊線剪出來，製成紙環。



**量一量**  
同學們，量度你的紙環長度及數載格的數量，填在橫線上。  
我製作的是紙環(A/B)全長 \_\_\_\_\_ cm，闊 \_\_\_\_\_ cm，  
共有 \_\_\_\_\_ 格。

量度紙環長度：捲尺/米尺/直尺？

2M1  
長度和距離(三)

厘米/米？



選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



工程  
(Engineering)

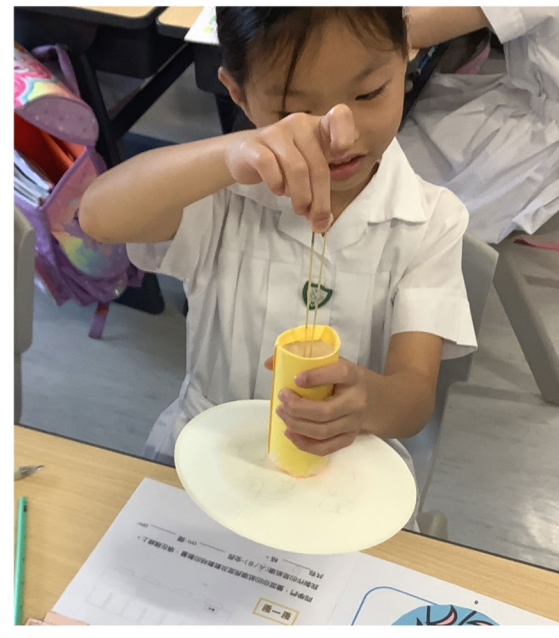
運用不同的  
物料設計和  
製作放映機

### STEAM-趣味放映機

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(設計紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)





選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



## STEAM-趣味放映機

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)



同學互相合作



➤ 每位同學都需製作並進行轉動的測試



選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



## STEAM-趣味放映機

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作及設計紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)



- 探究背景
- 從生活出發：介紹視覺暫留的原理
- 設計連環圖
- 認識藝術家-維克多·瓦沙雷利



### 探究背景



各位同學，喜歡看動畫嗎？你們知道動畫是怎樣製成的嗎？

### 從生活出發



動畫(Animation)是利用「視覺暫留」所產生的錯覺，以多幅一系列靜態的繪圖或圖像組成，而每一張圖片都會有一點小小的不同。當這些圖片快速地連續顯示於我們眼前時，我們就會看到一幅會動的圖畫。



根據人類的視覺暫留原理，用眼睛從一個固定的點注視著旋轉的一連串影像，就像在看一個連續動畫或電影。

1834年英國人荷那(William Horner)根據人類視覺暫留原理發明了一種動畫觀賞器(Zoetrope)。視覺暫留原理是說人類的眼睛可以暫時把看到的影像留在視網膜上 1/24 秒。



選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



### STEAM-趣味放映機

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

數學元素：  
認識秒

### 數學知識

認識「秒」



我們用甚麼工具記錄時間？

(時鐘、手錶、秒錶、手提電話及平板電腦等)

量度較短的時間的時間單位：秒



• 確權雙手最少20秒  
• RUB for at least 20 seconds

### 趣味放映機

### 數學知識

量度較短的時間單位：秒



在日常生活中，我們甚麼時候  
會用「秒」來量度時間呢？  
試分享一下。



【度量】3M2  
3M2時間(三)認識秒





選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



## STEAM-趣味放映機

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

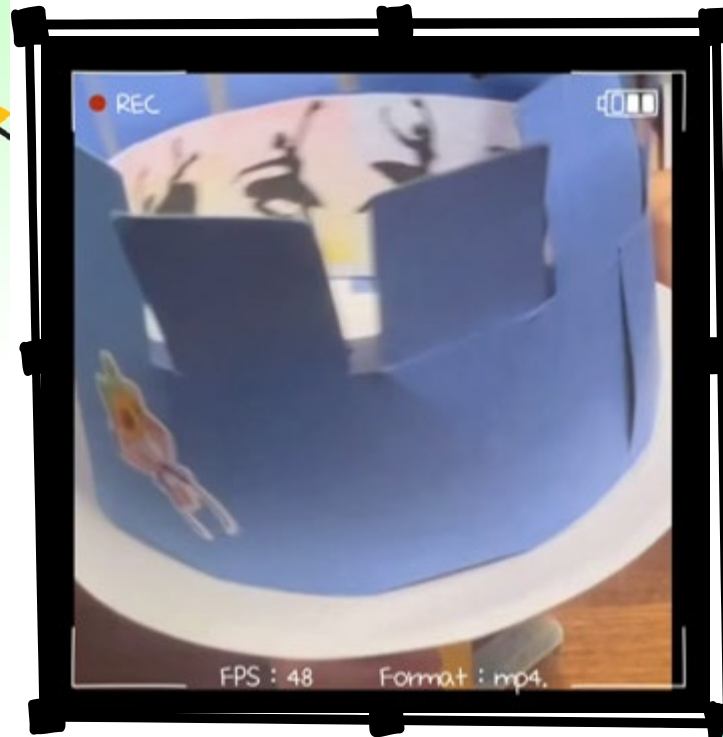
### 趣味放映機



測試和記錄

各位同學，請分工觀察及記錄趣味放映機的資料及影像的質素。

組員	組員工作
同學A：計時員	運用計時工具計時
同學B：操作員	轉動放映機至指定次數
同學C：記錄員	把測試結果記錄於小冊子記錄表內
同學D：觀察員	從放映機中紙環的縫隙觀看播放效果



各位同學，請分工觀察及記錄趣味放映機的資料及影像的質素。

測試你的趣味放映機能否流暢地播出畫面，觀察影像的清晰度及記錄動畫可持續播放秒數，並把結果記錄下來。

趣味放映機 A / B 款，紙碟長 \_\_\_\_\_ cm。

趣味放映機				
測試次數	轉把轉動次數	轉盤轉動速度	動畫可持續播放秒數	動畫影像清晰度 不清晰→清晰→很清晰
1	10次	較慢 / 中等 / 較快		1 2 3 4 5
2	15次	較慢 / 中等 / 較快		1 2 3 4 5
3	20次	較慢 / 中等 / 較快		1 2 3 4 5

趣味放映機 A / B 款，紙碟長 \_\_\_\_\_ cm。

趣味放映機				
測試次數	轉把轉動次數	轉盤轉動速度	動畫可持續播放秒數	動畫影像清晰度 不清晰→清晰→很清晰
1	10次	較慢 / 中等 / 較快		1 2 3 4 5
2	15次	較慢 / 中等 / 較快		1 2 3 4 5
3	20次	較慢 / 中等 / 較快		1 2 3 4 5



選取課題

課程執行

授課安排

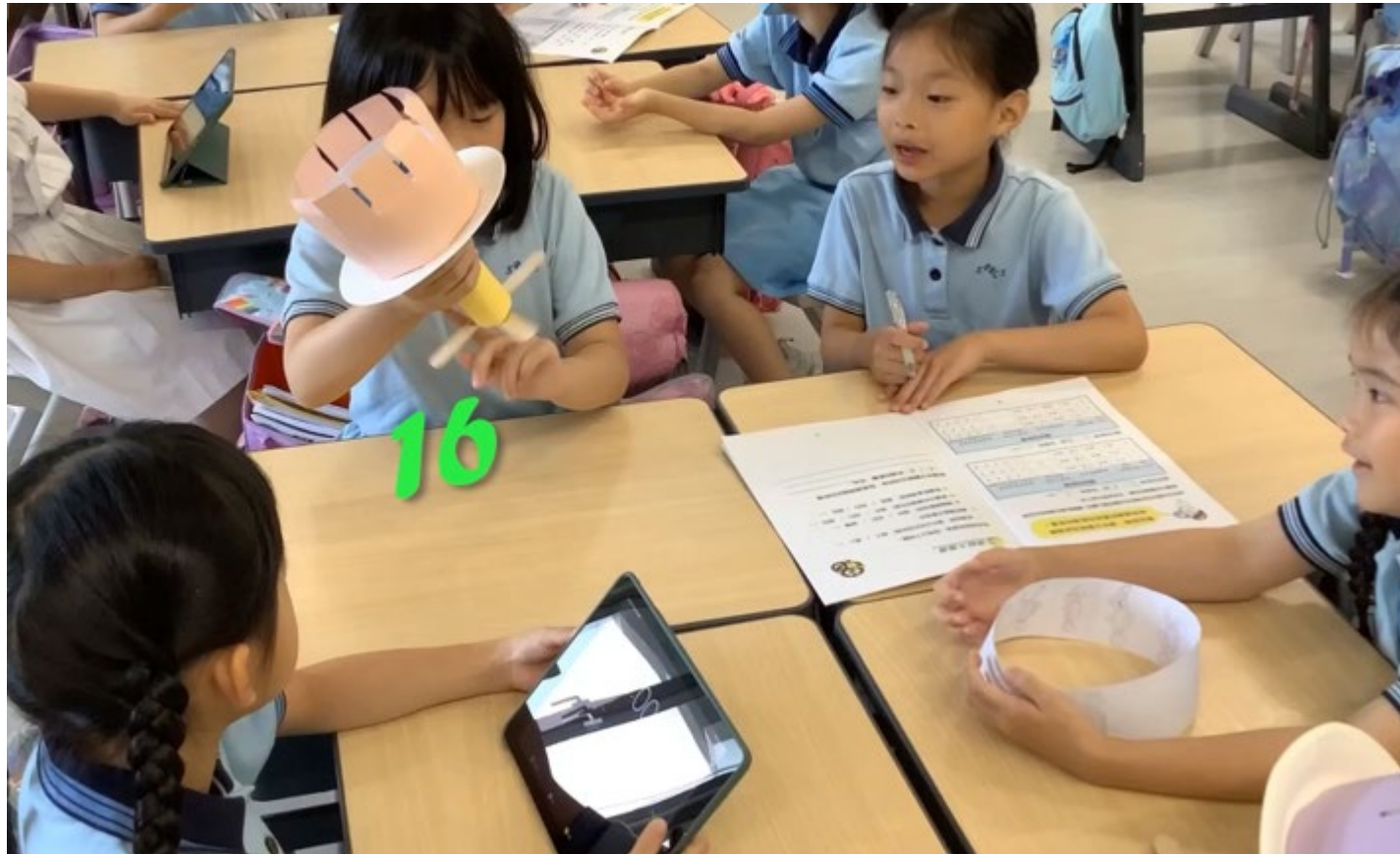
課後回饋



2 x 數學課  
(測試及匯報)

【數據處理】  
記錄測試結果

組員	組員工作
同學A：計時員	運用計時工具計時
同學B：操作員	轉動放映機至指定次數
同學C：記錄員	把測試結果記錄於小冊子記錄表內
同學D：觀察員	從放映機中紙環的縫隙觀看播放效果



在科學探索過程中，  
數學作為分析工具

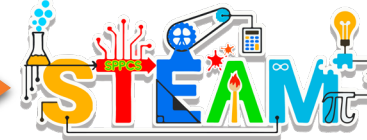
- 1 以數據表達實驗結果
- 2 比較實驗結果
- 3 取得結論

選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



# 學生匯報



## 趣味放映機

### 測試和記錄

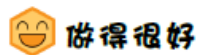


各位同學，請分工觀察及記錄趣味放映機的資料及影像的質素。

組員	組員工作
同學A：計時員	運用計時工具計時
同學B：操作員	轉動放映機至指定次數
同學C：記錄員	把測試結果記錄於紀錄表內
同學D：觀察員	觀察放映機中紙環的轉動及播放效果

## 自我評估

請反思你在活動過程中學到了甚麼，把圖案圈出來。



做得很好



做好了



要加油

• 認識及製作圓柱			
• 認識視覺暫留的原理			
• 認識數學科和視藝科的相互關係			
• 認識「秒」及以秒記錄活動所用的時間			
• 運用不同物料設計和製作趣味放映機			
• 掌握測試的方法			
• 與組員能夠互相合作			
• 如實記錄實驗結果			



活動反思及自我評估

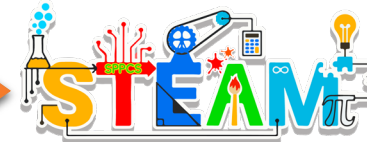


選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



## STEAM-趣味放映機

### 活動反思

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

1. 你在這次活動中遇到甚麼困難？你如何解決？

我遇到的困難是橡皮筋無法固定在紙碟上  
我嘗試用鉛筆把橡皮筋固定。

2. 完成這個活動後，你從STEM中的「M」中學會了甚麼？

學會了「秒」。

1. 你在這次活動中遇到甚麼困難？你如何解決？

我發現廁紙筒的頂部很難封好於是加了多  
些膠紙令它封緊。

2. 完成這個活動後，你從STEM中的「M」中學會了甚麼？

我從STEM的M認識了圓柱又量度了紙  
環數格的數量以及記錄測試結果。

量度紙環長度  
記錄測試結果。

1. 你在這次活動中遇到甚麼困難？你如何解決？

由於我在製作放映機的時候，將紙碟弄出摺痕，  
所以轉盤不能放穩而令放映機跌倒。

學會了立體圖形。  
以秒記錄活動所用的  
時間

Class planning & Preparation

選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



### STEAM-趣味放映機

## 活動反思

4 x 數學課(製作及改良)

2 x 視藝課  
(製作紙環)

2 x 數學課  
(測試及匯報)

### 活動中學生遇到的困難

網上找資料，  
再作嘗試。

3. 在這次活動中，你有甚麼感想？請寫或繪畫在以下方格內。

你在這次活動中遇到甚麼困難？你如何解決？

製作動畫的連貫性很困難。解決方法是上網找資料，  
探索別人如何去畫，然後...

我覺得做每一件事都不是那麼容易的，  
但只要你及時請教或通過努力，最終都會  
成功的。大姐姐的幫助讓我感受到校  
園的溫暖。

大姐姐的幫助讓我感受  
到校園的溫暖。

你在這次活動中遇到甚麼困難？

我不知道如何刺穿...  
她們幫助我解決了困難。✓



天主教教育核心價值 – 愛德、同理心

選取課題

課程執行

授課安排

課後回饋



## 延伸活動：學生說出學習心得及感受



同學們，製作放映機後，請拍攝一段約 1-2 分鐘的短片，匯報你的製作過程及感受，並交於 TEAMS。

例子：

### 趣味放映機 - 匯報指引

我是 (班別)，(學號)，(姓名)，這是我製作的放映機。  
這個放映機是運用了「視覺暫留」的原理，讓我們觀看到由一連串的圖畫形成的動畫。

【轉動轉把示範玩法，並錄影播放效果】

我們可以從這條動畫連環圖看到 (一隻正在飛的小鳥 / 介紹你們自製的動畫)。

在這次 STEM 專題活動，我 (遇到的困難)，  
(我的解決方法)。

在這次活動中，(我的感想和學到的知識)。



聖保祿天主教小學  
St. Paul's Primary Catholic School

# STEM 學科



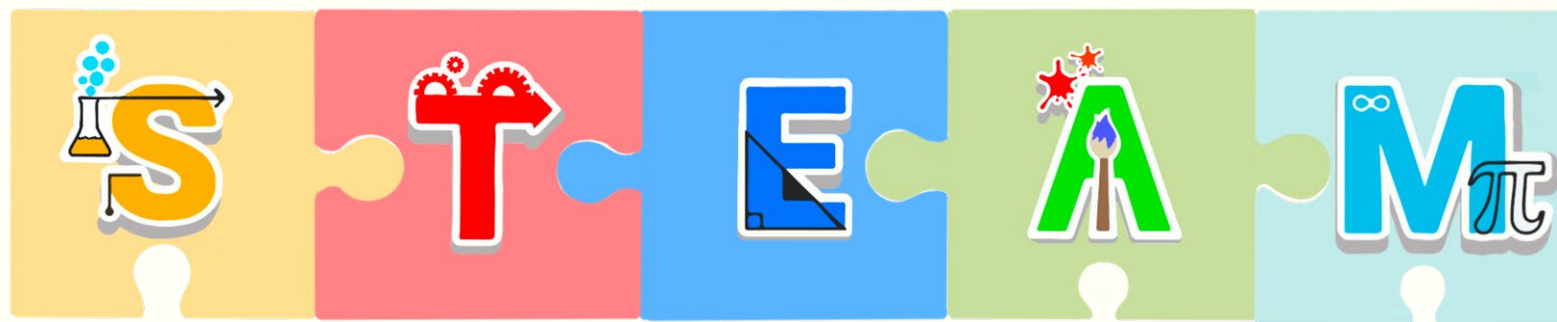
## 趣味放映機

### 學生個人匯報



3

## 基於數學科推行STEAM教育的成效



### 3 從STEAM活動中，我們看到

- STEAM教育重視和發展的是學生綜合能力，特別是跨學科的知識。「動手做」(Learning by doing)是一條有效的途徑。



**I hear and I forget,  
I see and I remember,  
I do and I understand**

「聽來耳邊風，  
眼看記心中，  
若要明道理，  
要把雙手動。」



Primary

Secondary

Post-16

Employers

STEM Ambassadors



QUALITY ASSURED ⓘ

#### I Do and I Understand

This guide explains the intentions of the Nuffield Mathematics Project, gives detailed descriptions of the ways in which a changeover from conventional teaching can be made and faces many of the problems that will be met.

The contribution of the psychologist Piaget to the development of mathematics is described, as is the significance of language and discussion, both of which had been given little credence in previous mathematics schemes.

The emphasis here is on how to learn, not on what to teach. The principle behind this approach is that children must be set free to make their own discoveries and think for themselves, and so achieve understanding.

There are direct teaching suggestions, examples of apparently un-mathematical subjects and situations which can be used to develop a mathematical sense, examples of children's work, and suggestions for class discussions and out-of-school activities.

The children's work that has been reproduced in these books is not supposed to be taken as a model of perfection. Some of it indeed contains errors. It should be looked upon as an example of work that children might produce rather than a model of work that they should produce.

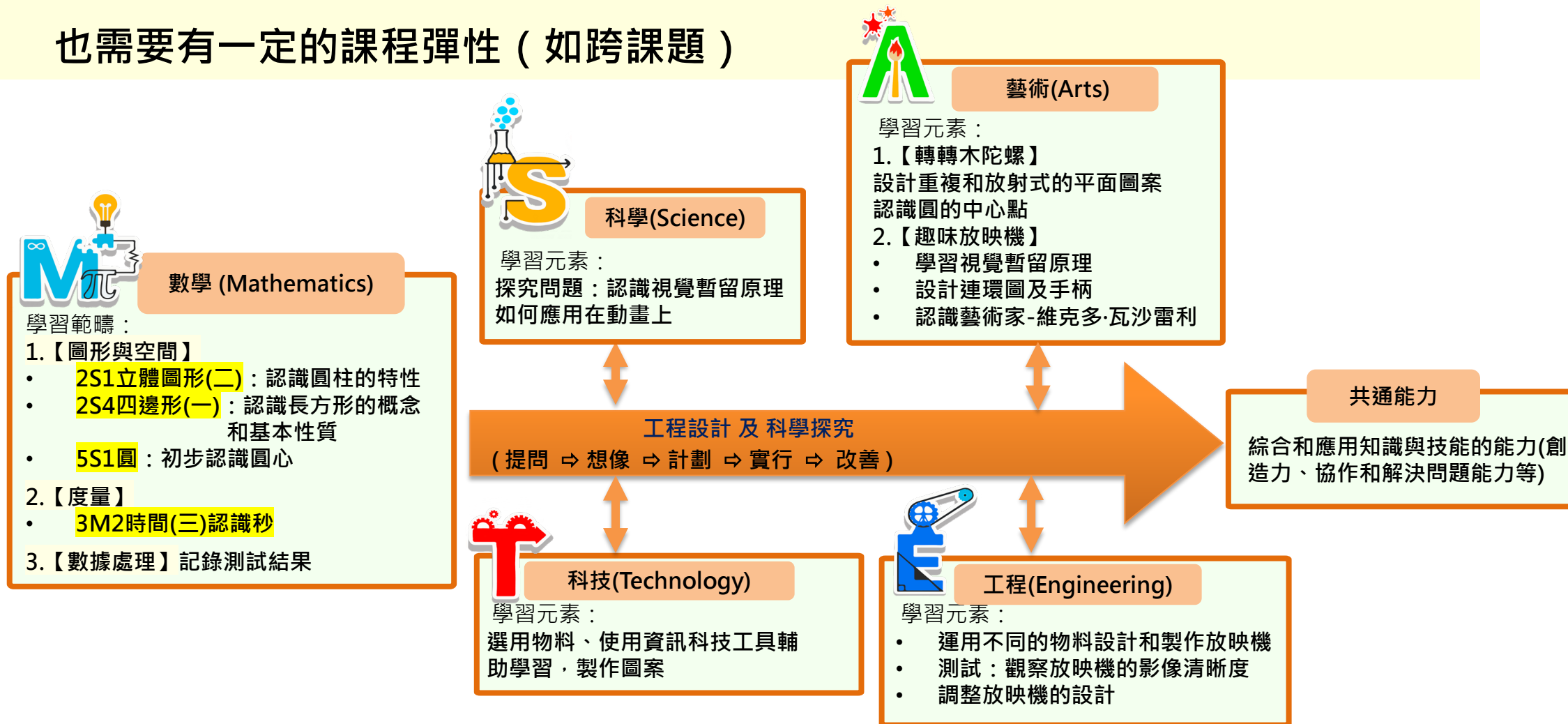
A child's attitude towards a subject is formed in a variety of ways and this project states that to ensure a good attitude towards mathematics, at all times and at all levels, children should have a real understanding both of the problem involved and the possible ways in which it might be approached. Also, that means should be found to enable children to gain some insight into the nature of the subject - that it is forged for man's purpose and therefore variable and that it is an imaginative and creative subject and therefore fascinating.

Teachers have discovered that knowledge can be acquired and facts gradually stored through 'active learning', and that when children are actively involved in real situations the process can be most exciting for teachers as well as children. The work of Piaget would seem to indicate that the majority of the children in primary schools are passing through what he terms the stage of concrete operations, that they are able to deal confidently with real problems arising from the use of concrete materials.

**Learning by Doing: The Nuffield Mathematics Project**  
納菲爾特「以兒童為中心」數學教學實驗計劃

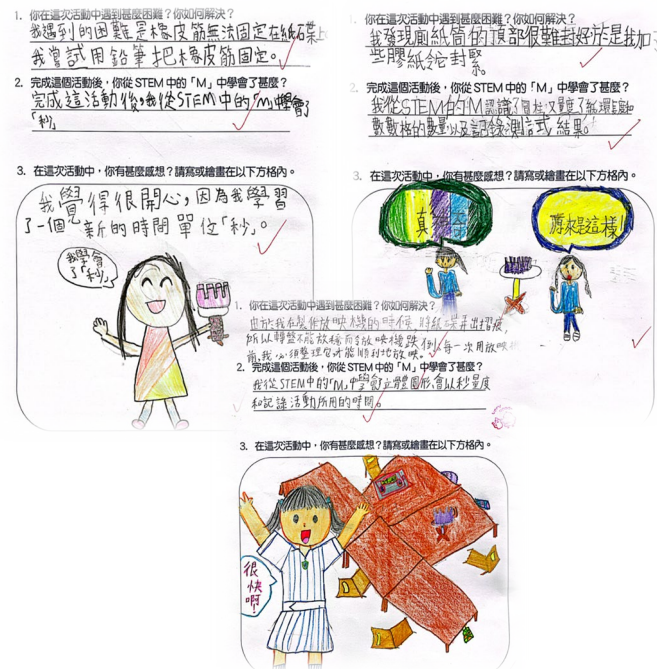
### 3 從STEAM活動中，我們看到

- 基於數學科的STEAM教學設計既需要因應學生的學習特點（能操作、可理解），也需要有一定的課程彈性（如跨課題）



### 3 從STEAM活動中，我們看到

- STEAM教育既重視結果，更重視過程。評估「動手做」的製作活動，既關注學科知識的概念學習和技能運用，也關注學生的情意表現。
- 「我知道了...」，「我覺得神奇、愉快、開心、專注...」（價值觀的教育已經滲透其中）



### 3 從STEAM活動中，我們看到

- 學生完成整個跨學科STEAM活動後，拍片分享學習過程及心得（1-2分鐘）（整理和反饋）；
- 學生對課題的學習表現出興趣，教師的鼓勵、家長的協助 ➡ 學生有了自行探索、創作的動力（自學能力的提升！）

從課堂活動開始，超越課堂！



- 「動手做」的學習過程，豐富了學生跨學科的知識和技能，增添了學習的樂趣。

好玩好緊要，也是學會學習的契機

- 學生有了製作和分享的經驗，她們有機會綜合和應用跨課題、跨學科的知識與技能，激發自身的創造力，也變得自信。

3

## 關於STEAM活動的更多細節可參閱

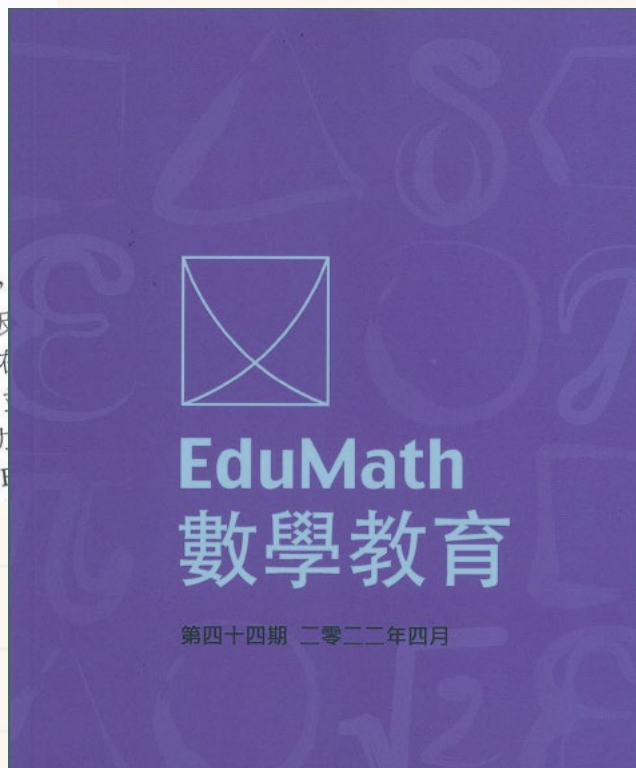
EduMath 44 (3/2022)

基於數學課題的 STEM 教學活動設計：  
以認識立體圖形為例

張僑平  
香港教育大學數學與資訊科技學系  
周詠南、陳美莉、麥巧玲  
聖保祿天主教小學

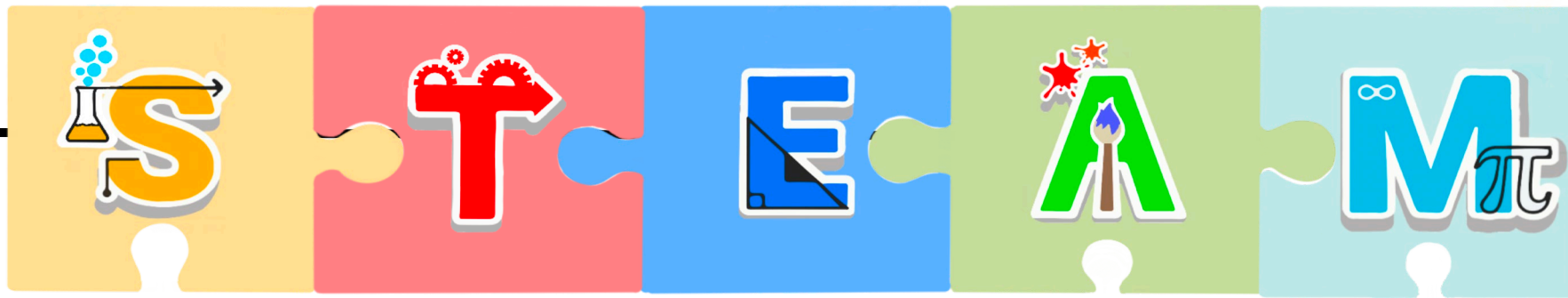
### 一、設計背景和理念

香港教育局 2016 年 12 月發布《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》，建議更新小一至中六的科學、科技和數學課程，提倡學生自主學習，以及推動課堂和課堂以外的 STEM 學習活動。推行 STEM 教育除了強化學生在科學、科技、工程和數學各範疇的知識外，也強調跨範疇的融合和應用，注重培養學生各種高階能力，如適應能力、溝通能力、非常規的解難能力及自我管理及系統思維等 (Bybee, 2010)。在數學教育學習領域，推行 STEM



SCAN ME!





Thank You!

