



香港教育大學

The Education University  
of Hong Kong

---

# 從科學教育 到 STEM教育

---

李偉展 博士  
香港教育大學 科學與環境學系

## 主要內容：

1. 科學教育的定義與主要內容
2. STEM教育的起源與發展
3. STEM教育與科學教育
4. STEM教育在日常教學中推行的建議

# 教師對科學的疑慮

艱深

精密儀器

理科名詞

欠缺科學知識

不熟悉範疇

何謂科學？ 距離我遠嗎?? 我要知道嗎???

科學在探究： How Things Work ?

Science as a way of knowing

Science as a way of thinking

Science as inquiry

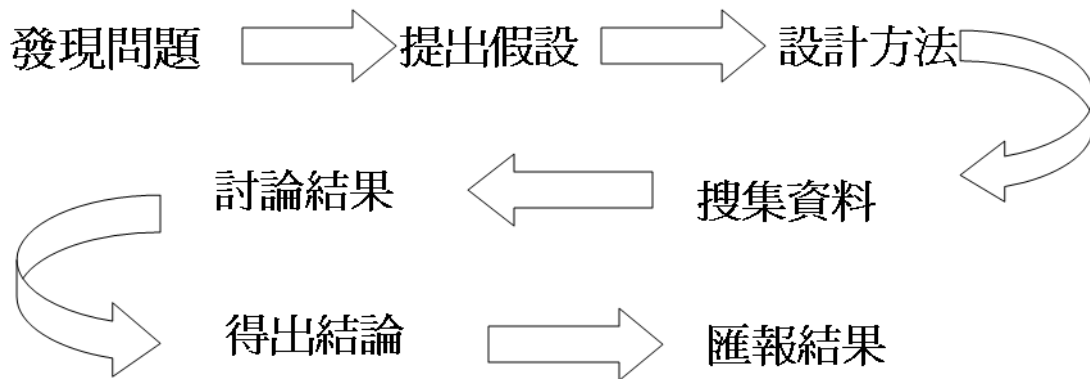
Science as creative process

# 科學探究

科學探究是一個探求新知識的過程

○日常生活

○科學議題



# 1. 科學教育的定義與主要內容

1950-80 培養科技人材 “Think like scientists”

1980-現在 提升公民素養 及 經濟競爭力 “Science for All”

在香港，科學教育在於培養學生對世界的好奇心，加強他們的科學思維。透過探究的過程，學生獲得所需的科學知識和技能，幫助他們評估科學和科技發展的影響。  
(香港教育局，2017)

## 科學教育的主要內容：科學素養，科學探究

### 科學素養：

#### 1. 有關科學知識及其過程

- 科學知識的建立，如何構建科學知識，知識及其構建過程的本質

#### 2. 科學本身在社會的角色

- 科學對社會不同範疇的影響，如何運用科學處理社會議題

(Roberts, 2007)

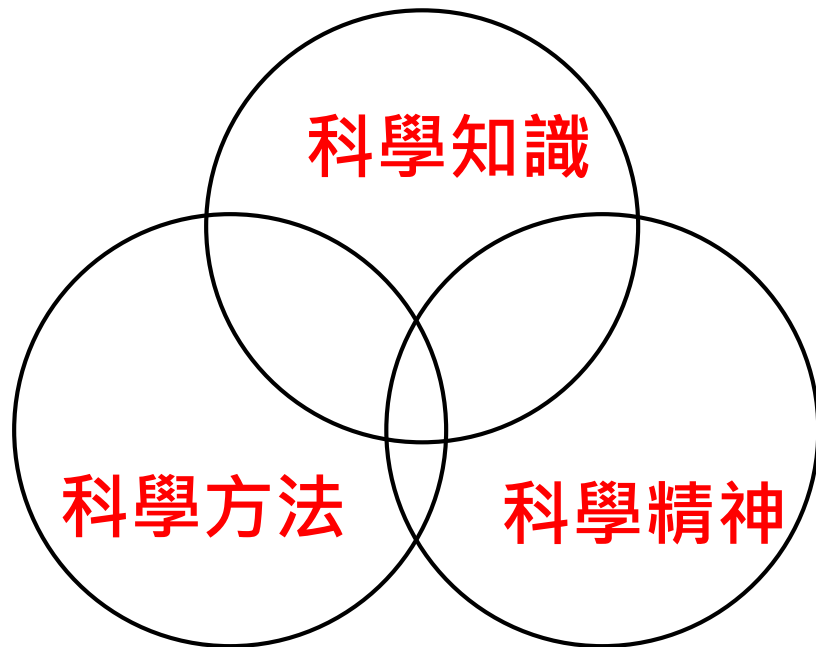
### 科學探究的步驟：

1. 觀察並界定問題
2. 提出假設
3. 設計實驗 ( 解決方法 )
4. 進行實驗
5. 驗證及檢討

( Pearce, 1999 )

# 科學素養

Knowledge **OF** Science



Knowledge **ABOUT** Science

## 2. STEM教育的起源與發展

STEM教育的理念起源於二十世紀九十年代的美國。美國政府從國家利益及安全出發，希望藉著STEM教育培養科技人才，振興國內科技及經濟發展，維持美國在全球的領先優勢，同時亦希望透過STEM教育，提高國民的科學素養（ National Research Council，2011 ）

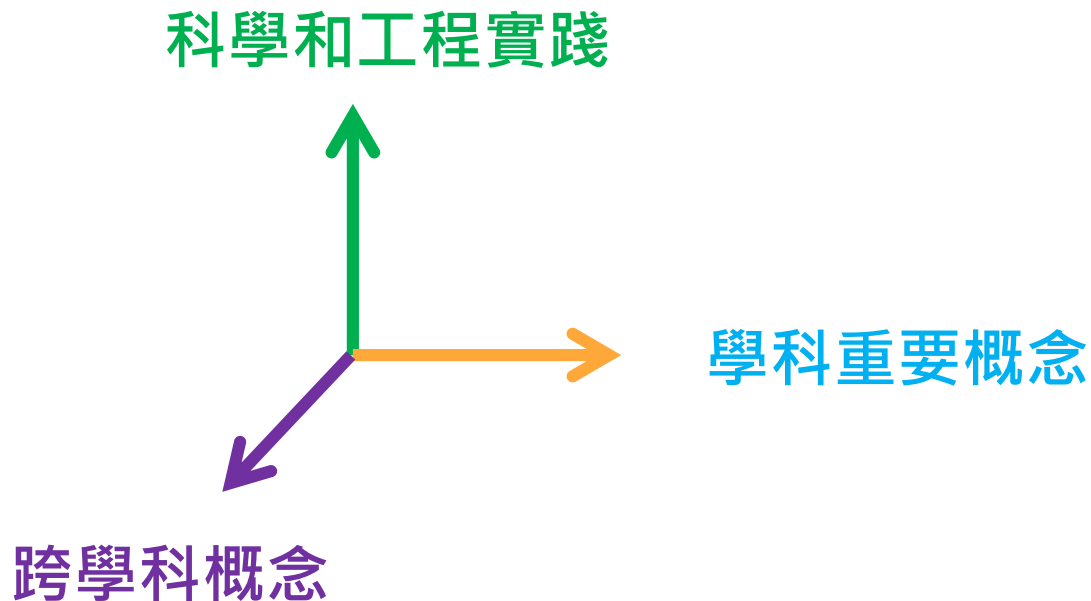
特點：

- 在更加整合和廣泛的意義上，以核心學科理念形式而不是專業化的知識、零碎的概念來組織科學技術教育內容
- 工程技術教育與科學教育同步進行，其目的在於，使學生更好地理解這個主要由人工設計而成的21世紀的世界
- 工程、技術及數學與科學的融合，有利於教和學

**S: 科學 ( Science )      T: 科技 ( Technology )**  
**E: 工程 ( Engineering )    M: 數學 ( Mathematics )**



# STEM 教育的重要元素



Ref : Schweingruber, H., Keller, T., & Quinn, H. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press.

# 學科核心理念/學科重要概念/核心學習元素 (Disciplinary Core Ideas)

## • 學習範疇一：健康與生活

- ① 身體的系統、器官與功能
- ② 成長與發育過程

## • 學習範疇二：人與環境

- ① 生物的基本需要及生長過程
- ② 生物與自然環境的相互依存關係
- ③ 一些本港及國家的環境問題
- ④ 保護環境及節省資源的方法

## • 學習範疇三：日常生活中的科與技

- ① 光、聲、電、運動及能量相關的規律和現象
- ② 太陽系內的星體及地球的特徵
- ③ 力及日常生活中的相關現象
- ④ 簡單機械
- ⑤ 設計循環和製作產品

# 跨學科概念

1. 模式 / 規律
2. 因和果：機理與解釋
3. 尺度、比例和數量
4. 系統與系統模型
5. 物質與能量：循環，質量守恒
6. 結構與功能
7. 穩定與變化

## 2. STEM教育的起源與發展

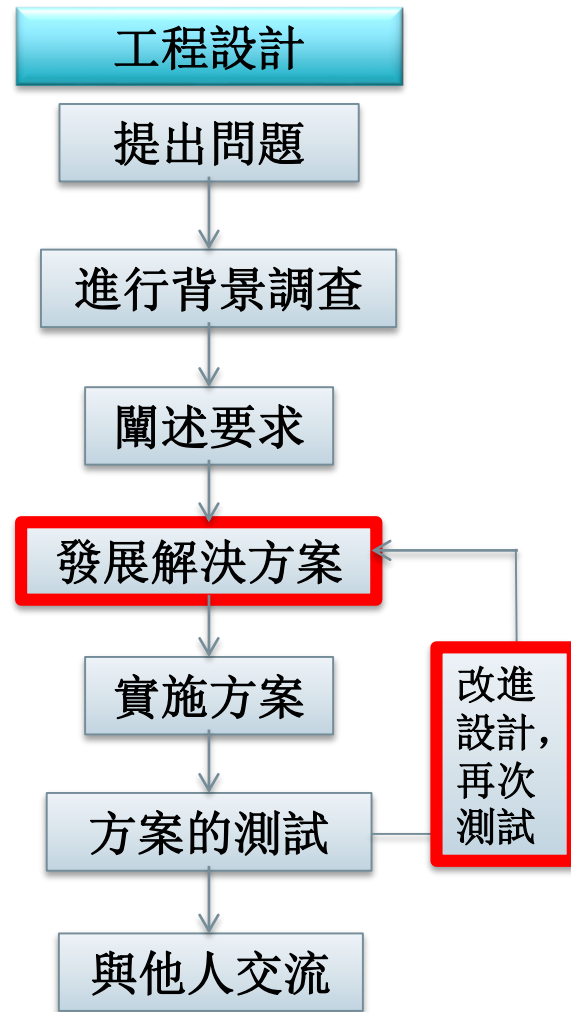
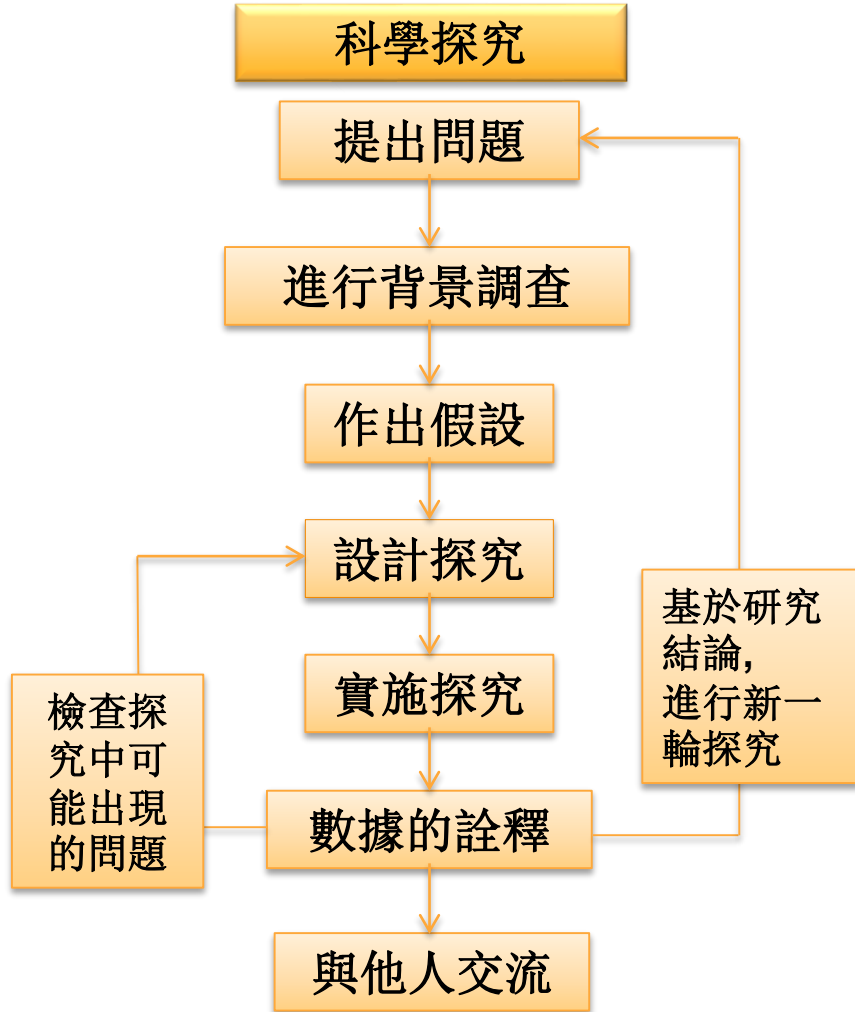
### T:科技 ( Technology )

科技是指任何一種對自然世界的改動，以滿足人類的需要 ( 更便利 )

### E:工程 ( Engineering )

工程則是指一套有系統，反覆進行的策略，目的是為設計科技產品，工序，或系統，以滿足人類的需求。( NRC , 2012 ) ( 更有效率 )

科技是人類改造大自然的產物，  
而工程則是製造這個產物的方法及過程。(工程設計)  
( Lee , 2017 )



## 2. STEM教育的起源與發展

80年代的歐洲

**STS**  
(Sci, Tech,  
Society)



**STSE**  
(Sci, Tech,  
Society, Environment)

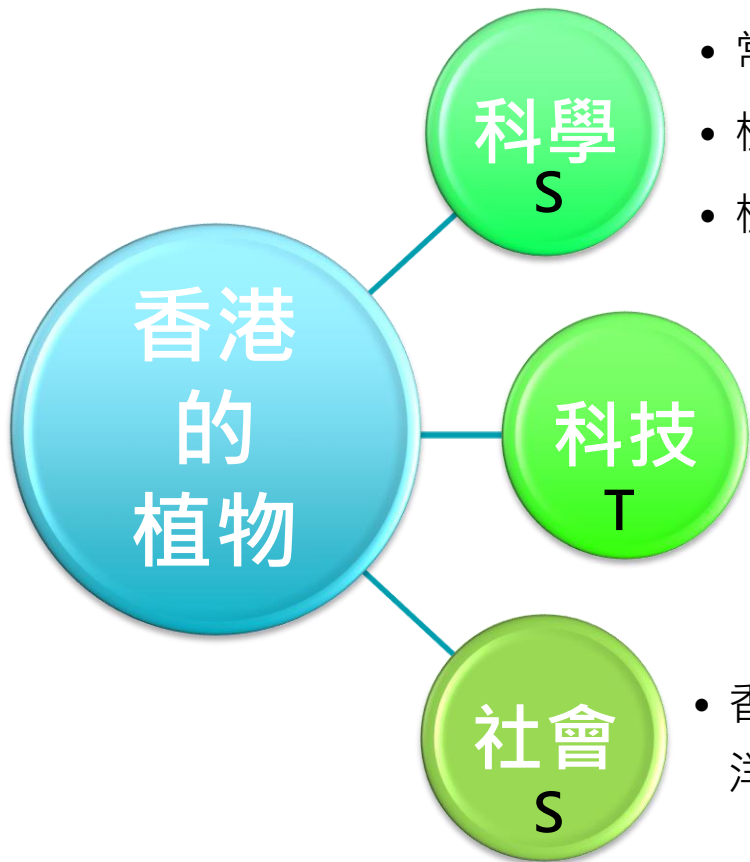


**STEM**

STS 或 STSE 教育的目標已被多個國家和包括香港在內的地區正式採納為基礎科學教育的一部份,成為發展科學素養不可或缺的一環

STEM教育可以是正規或非正規校內或校外教育

# KS1 - 例子



- 常見的植物
- 植物的生物特徵
- 植物的生命過程

活動示例：觀察/找出公園中的植物（觀察、列舉）

活動示例：觀察/分辨植物的不同組成部分（觀察、比較）

活動示例：種植綠豆活動，觀察植物生長過程（觀察）

- 植物的功用

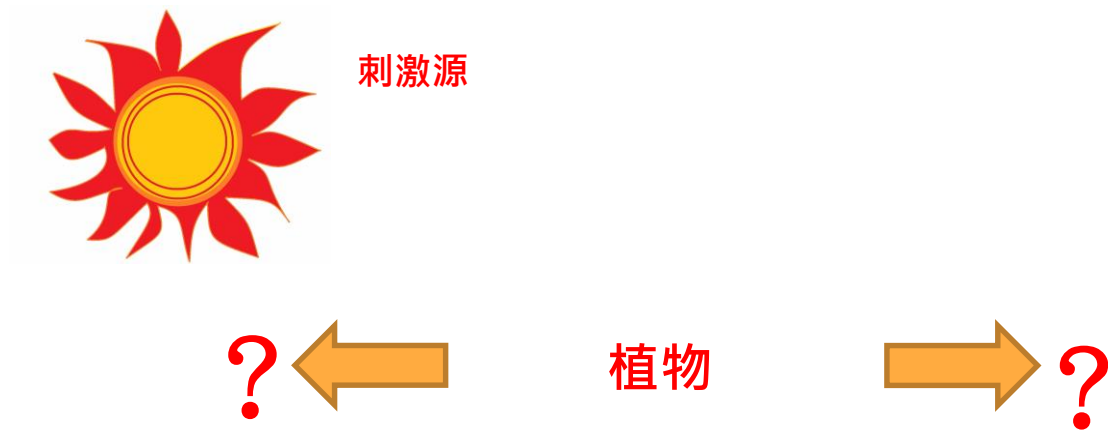
活動示例：從例子中推論植物在人類生活的功用（推論）

- 香港的市花-洋紫荊

活動示例：搜集有關洋紫荊花的資料（運用資訊科技）

# 植物探究

環境(E)因素對  
植物生長的影響？





## 例子一：設計聰明花盆(KS1)

(STEM)

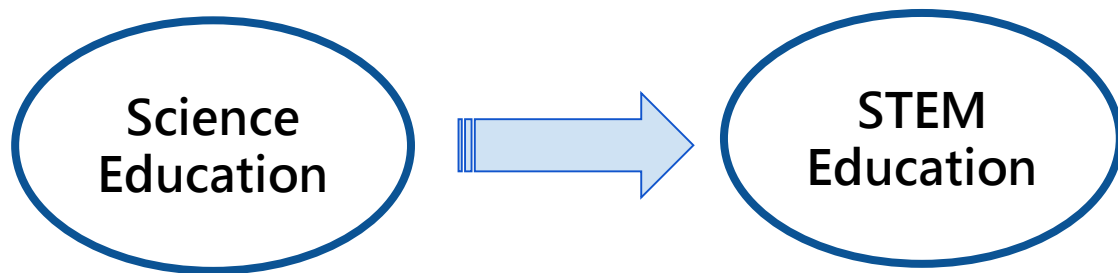
我們將設計一個供初小學生參與的花盆設計活動，讓學生知道生物的基本需要，並了解保護環境及節省資源的方法，以融合科學教育、科技教育及數學教育，達至STEM教育的目標

**核心學習元素:環境對維持生物基本需要的重要性**

### 3. STEM教育與科學教育：

在美國，STEM常常作為一種工具去教授學生科學知識和工程設計能力，這樣的知識和能力可以進一步引導發展二十一世紀技能（21<sup>st</sup> century skills）：批判思維，創造力，互相交流和協作能力等等

科學探究的具體操作方法和工程設計類似，所以當我們在進行工程設計時，實際上也發展的學生的科學探究能力



1.STEM教育的本質有科學教育及科技教育

“教育局會更新及強化科學、科技及數學課程和學習活動，並加強” 師資培訓，讓中小學生充分發揮創意潛能 ” ( 2015 )

“ 政府更加積極推動STEM教育，鼓勵學生選修有關科學、科技、工程和數學的學科 ” ( 2016 )

香港課程發展議會 ( 2016 ) 發佈了《推動STEM教育 - 發揮創意潛能概覽》，推動“ 學會學習 2.0 ”的發展重點。

更多關於STEM教育活動：常識百搭 2017, STEM Olympiad 2016, STEM conference 2016

### 3. STEM教育與科學教育：

《推動STEM教育 - 發揮創意潛能》(2016) 提出要加強本港學生綜合運用不同學科的知識和技能能力

將工程設計與科學探究相結合，以設計過程促進探究過程的發生，增進學生對科學探究與工程設計的參與度，形成基本的科學探究和設計的意識和主動性



2.STEM教育是科學教育及科技教育的綜合

# STEM教育的最終目標是發展STEM素養

- 未有清晰的定義,但綜合學者分析 (Bybee, 2010, Honey et al., 2014) 應包括
  - 了解科學,科技,工程及數學在現代社會中的角色,以及如何改變物質世界,人類認知及社會文化
  - 明白STEM學科的特質,包括如何在日常生活中,應用基礎程度的STEM學科知識及數學運算技能,解決日常科技的使用問題
  - 關注及評鑑有關科學及科技的新聞報導,參與討論STEM相關議題,成為有建設的社會公民

## 4.STEM教育在日常教學中推行的建議

### 1 ) STEM教育的本質是科學及科技教育

在統籌學校的課程當中，作為稱職老師我們應該釐清不同學習階段的STEM教育重點。

P1-P3： 著重科學知識教育基礎

P4-P6： 著重STEM的綜合教學

此外，特別需要注意的是，不論是做什麼的STEM活動，它的本質都是科學教育。我們要時刻提醒自己，我們進行這樣的探索活動的時候是在學習什麼樣的科學知識。

例：仁愛堂劉皇發夫人小學 (資料來源：STEM教育從理論到實踐)

活動名稱：STEM小精英 - 玩具設計工程師：水火箭

該活動對象為：P4-P6

通過動手能力讓學生，學習水火箭的  
相關科學原理，例如牛頓第三定律。(作用力, 反作用力)

培養解決難題、協作等能力

## 4.STEM教育在日常教學中推行的建議

### 2) 進一步完善科學教育來達到STEM教育的目的

當我們在做科學探究的時候加入 “E” ( 設計改良 ) 以達到STEM教育的目的

例如：樂善堂梁銶琚學校 ( 分校 )

活動名稱：小學常識STEM教學

常識課程 “交通工具的發展”



## 4.STEM教育在日常教學中推行的建議

### 3 ) 緊密聯繫生活，處處皆STEM

如果STEM不能啟發學生創意，  
它可能只是重複手作，  
會失去其原本的價值。  
( Cheng · 2017 )

- 創意思考工具: SCAMPER

from Robert F. Eberle

<b>S</b>	Substitute ( 替代 )	何物可被『取代』？
<b>C</b>	Combine ( 合併 )	可與何物合併而成為一體？
<b>A</b>	Adapt ( 調適 )	原物可否有需要調整的地方？
<b>M</b>	Modify、Magnify ( 修改 )	可否改變原物的某些特質如意義、 顏色、聲音、形式等？
<b>P</b>	Put to other uses ( 其他用途 )	可有其他非傳統的用途？
<b>E</b>	Eliminate ( 消除 )	可否將原物變小？濃縮？或省略某 些部份？使其變得更完備、更精緻
<b>R</b>	Re-arrange ( 重排 ) Reverse ( 顛倒 )	重組或重新安排原物的排序？或把 相對的位置對調？

## 4.STEM教育在日常教學中推行的建議

### 3 ) 緊密聯繫生活，處處皆STEM

#### ❖ 以手作激勵新設計 (先製作後設計)

老師可以讓學生根據指引做出STEM項目(導電玩具)，完成後進行相關的引導，再進行重新設計。特別注意的是可以運用SCAMPER法進行引導提問。

#### ❖ 從仿製到提升

仿製洗衣機, 以旋轉飛輪玩具的能量轉換原理,使洗衣機半自動地來回滾動以去水

#### ❖ 解凍歸零

在沒有指引和工具的情況下，讓學生即場使用身邊的東西製作STEM項目。該方法對學生自身的能力要求比較高，不過老師可以通過引導和設計簡單適當的活動給學生。

#### ❖ 模擬解難活動

課題: 熱傳遞 ; 建造環保房屋; 條件: 一杯熱水, A4紙箱, 手提風扇, 64cm<sup>3</sup>窗戶面積 (位置,大小可自由設計)

緊密聯繫生活，處處皆STEM

# Hong Kong Wetland Park

S: Wetland ecosystem

T: Constructed wetland  
(Product)

E: Design of CW (Process)

M: Environ. monitoring

## 4.STEM教育在日常教學中推行的建議

### 4 ) 讓每一個學生參與其中

- ✓ 不一定是深澳的科學
- ✓ 普及至所有學生
- ✓ 過程比結果重要
- ✓ 融合及實踐
- ✓ 融合：融合不同學習領域的知識
- ✓ 實踐：多「動手」，應用知識，由被動的學習者改變為主動的學習者