



香港教育大學

The Education University
of Hong Kong

STEM 教學設計、課程設計 及評估

楊志豪

香港教育大學
科學與環境學系



科學與環境學系
Department of Science
and Environmental Studies

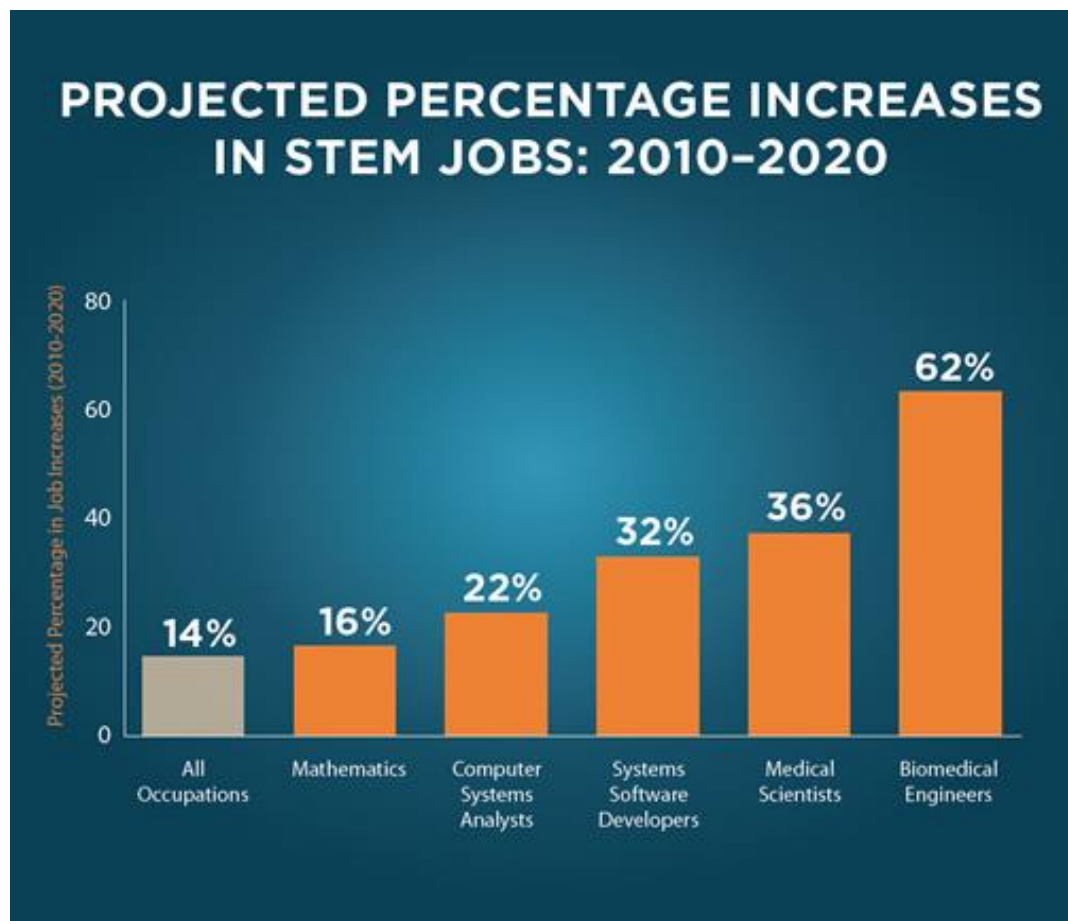
何為 STEM教育?



- **STEM** 代表以下文字的英文縮寫:
 1. 科學 (Science)
 2. 科技 (Technology)
 3. 工程 (Engineering)
 4. 數學 (Mathematics)
- **STEM 教育源於美國**，90 年代由美國國家科學基金會 (NSF) 提出了 SMET 教育，但後來因為 SMET 很容易令人聯想到 SMUT，NSF 會長在 2003 年把 SMET 改成 STEM
- STEM 教育旨在通過強化及融合科學、科技、工程及數學的教學及活動，給學生**綜合不同學習領域的知識、發揮創意、及「動手」應用知識**的機會

STEM 教育近年在美國的發展

- 近年美國亦將STEM教育提升至國家的戰略層面（NAS, 2012），為此，**美國總統奧巴馬**於2015年的財政預算投放了約34億美元支持相關的項目



提高同學對**科學及工程**的興趣、提升應用**科學**的能力十分重要！

大家應如何 STEM ?

- 不一定是深奧的科學
- 所有人也可參與
- 解決問題
- 發揮創意
- 過程比結果重要

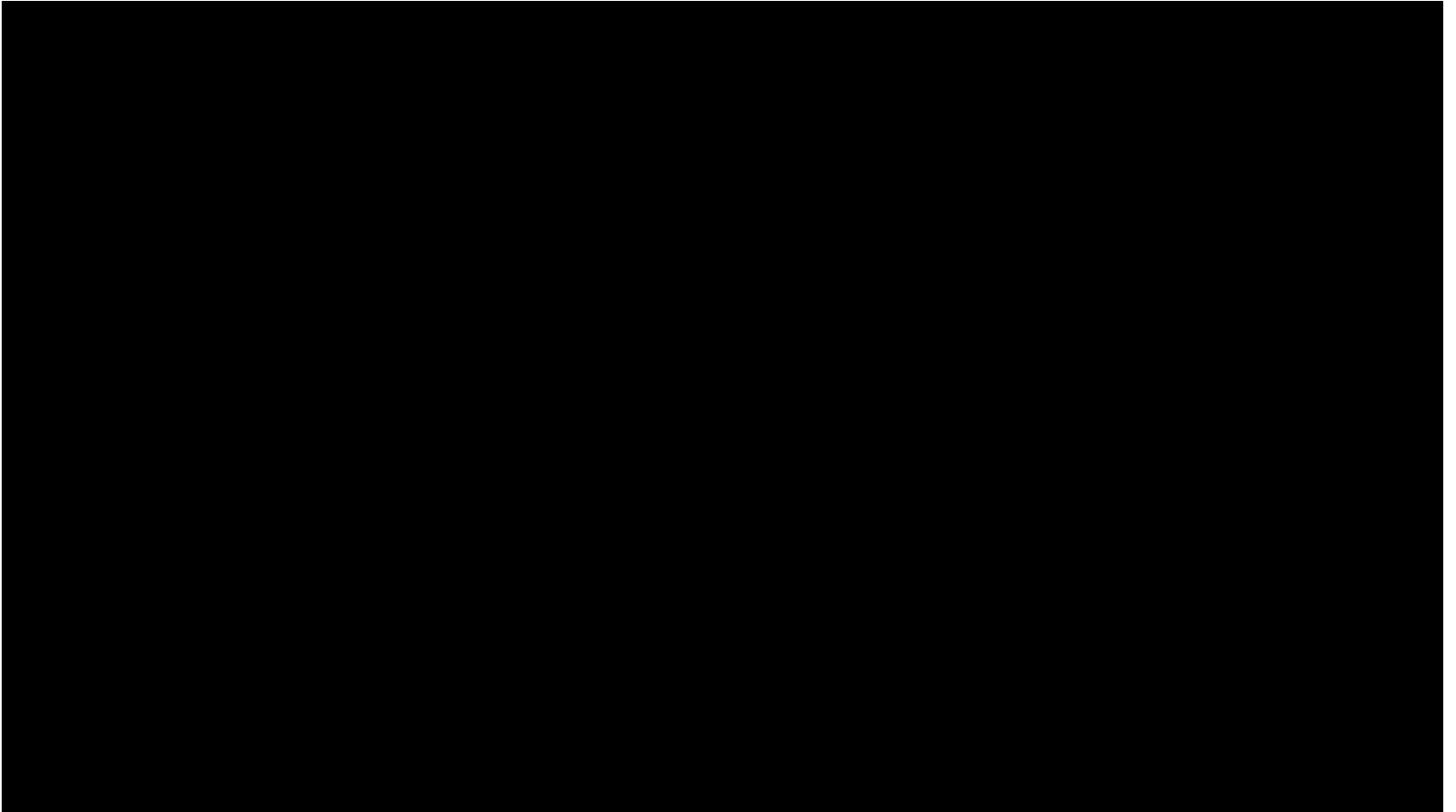
2013 白宮科學節



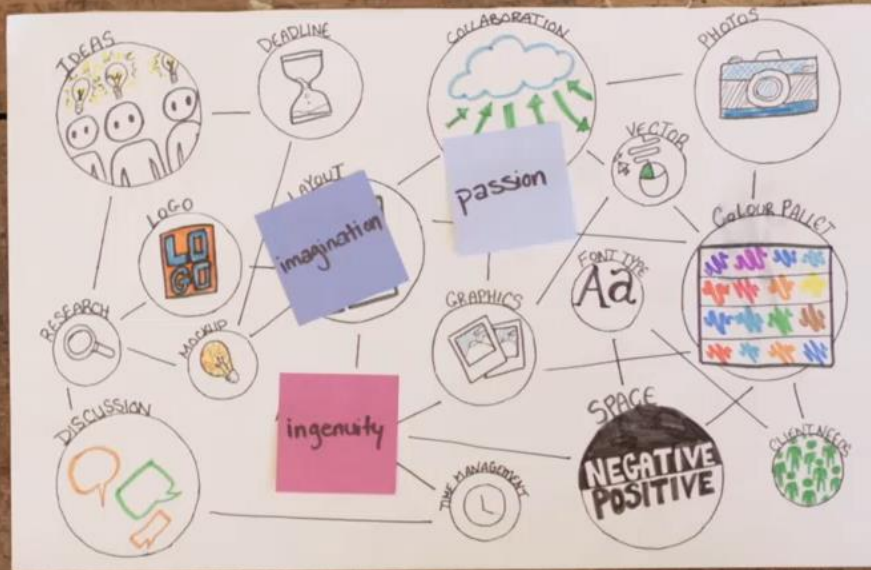
前美國總統奧巴馬與高中生卡爾及埃利洛。埃利洛說道：我非常鼓勵學生，特別是女同學，參與STEM及了解從中帶來的機遇。

- 綜合及實踐
- 綜合：綜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

White House Science Fair 2010-2016

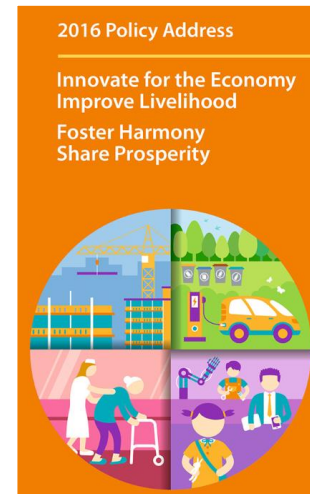


香港 STEM 教育的挑戰?



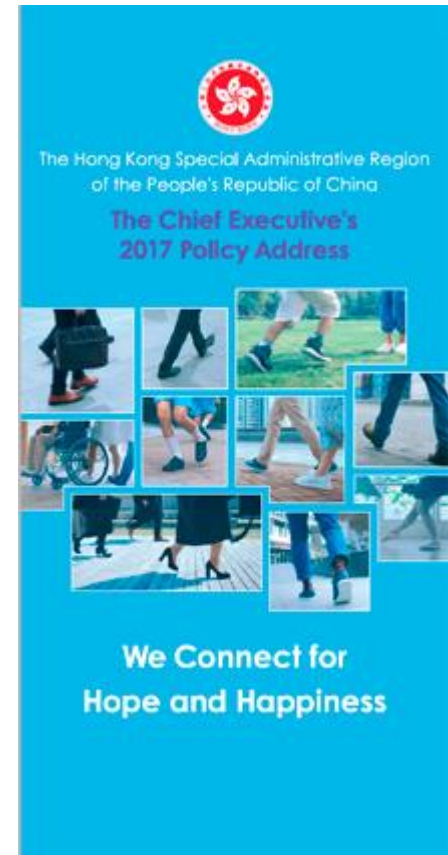
HK Government initiatives in STEM

- Government policy address 2015:
 - 152. The EDB will renew and enrich the curricula and learning activities of **Science, Technology and Mathematics**, and enhance the training of teachers, thereby allowing primary and secondary students to fully unleash their potential in innovation.
 - 152. 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。
- Government policy address 2016:
 - 89. The Government will step up efforts to **promote STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education** and encourage students to pursue the study of these subjects.
 - 89. 政府將更積極推動 **STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育**，鼓勵學生選修有關科學、科技、工程和數學的學科。



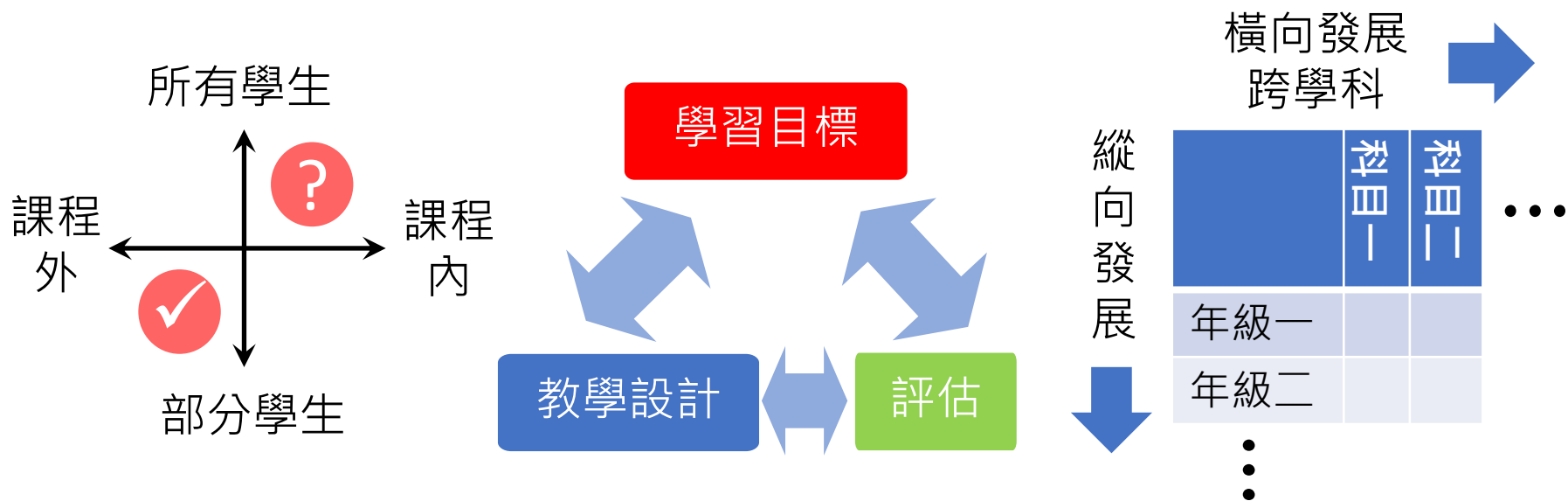
HK Government initiatives in STEM

- [Government policy address 2017](#)
- 70. **Innovation and technology is not a single industry**, but a new model of development. The development of innovation and technology can lead to new industries and create wealth, **provide more employment for young people and improve people's daily lives**. To catch up in the innovation and technology race, the Government will step up its efforts to develop innovation and technology in eight major areas
- 70. **創新及科技不是一個單一產業**，而是一種新的發展模式。發展創科，能帶來新的產業及創造財富，**幫助更多青年人就業，改善市民生活**。要在創科路上急起直追，政府會循八大方面加強創科發展。



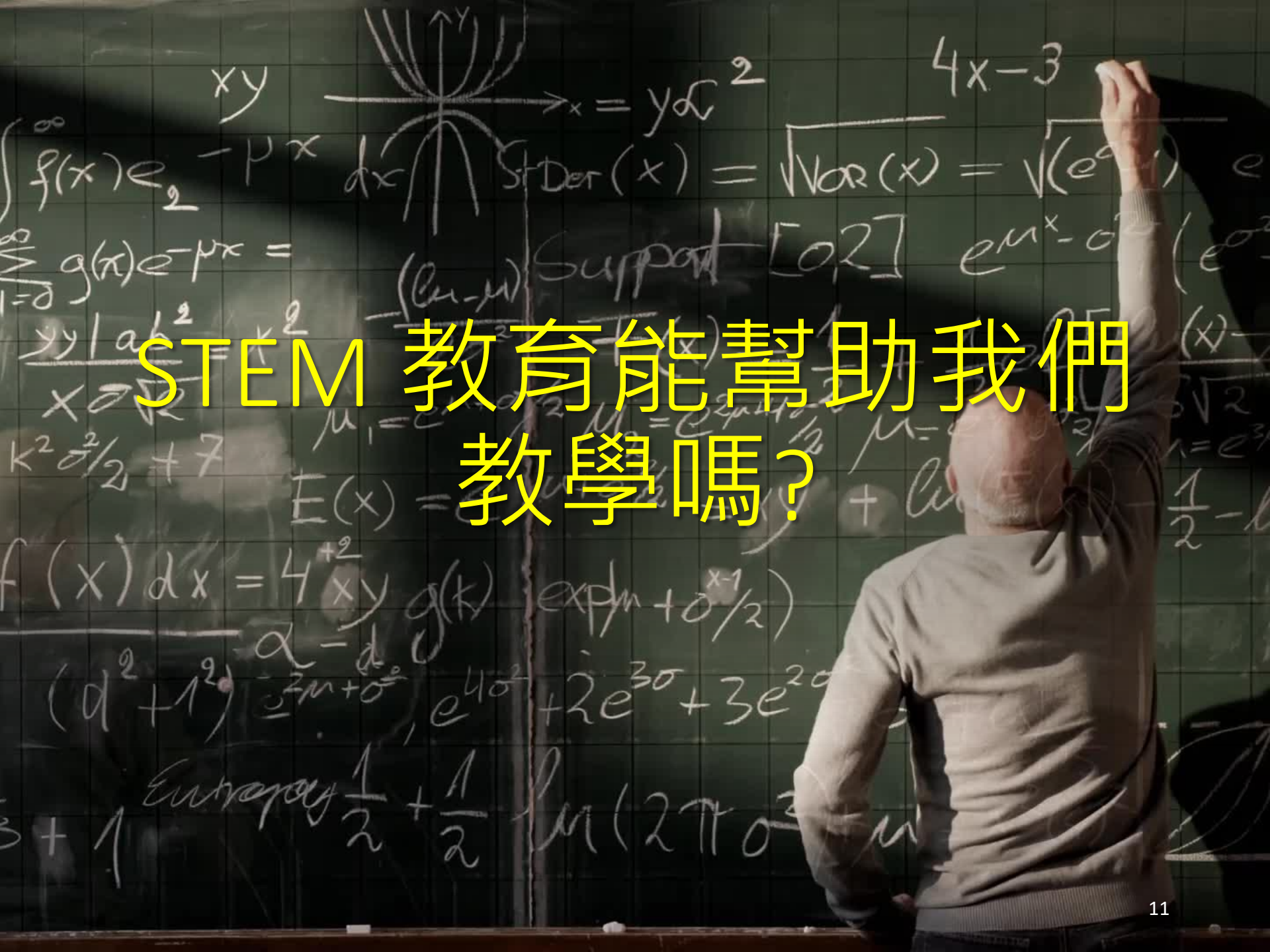
STEM 教育的挑戰

- STEM 教育在香港已發展數年，不少學校在**硬件以至課堂設計上已達到一定水平**
- 然而，在中小學發展 STEM 教育仍然**面對不少挑戰...**



STEM 教學設計?

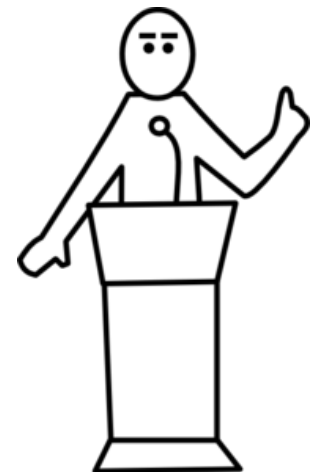
STEM 教育能幫助我們 教學嗎？



STEM can help our teaching?

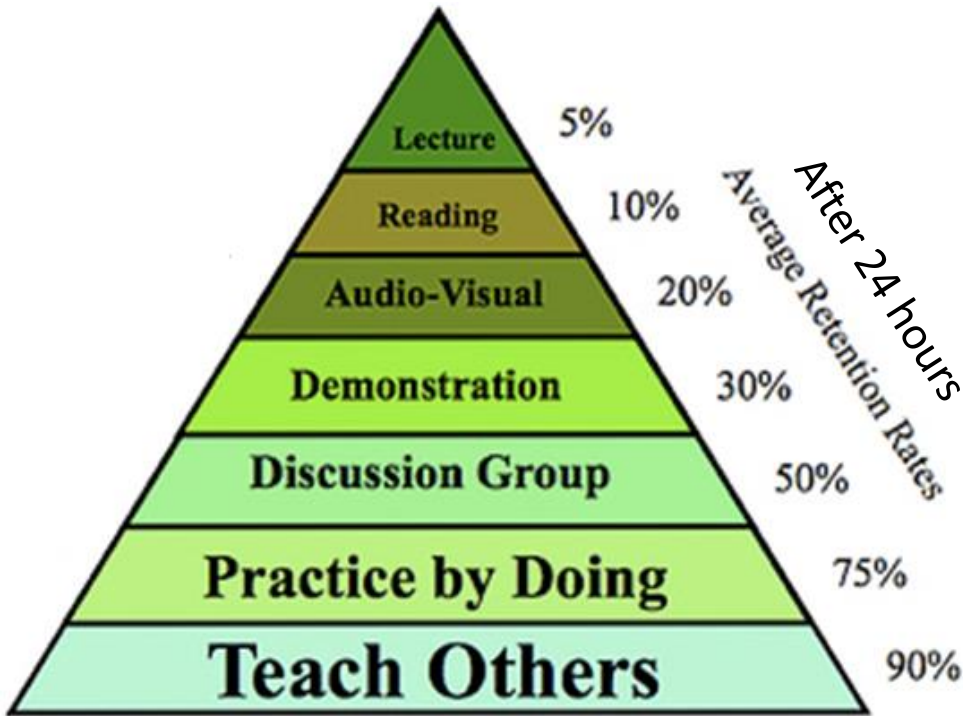
• How to become a boring teacher?

1. Let student do nothing
2. Teach the book
3. Be right all the time
4. Assume students know nothing
5. Sit still
6. Be predictable
7. Speak in monotone
8. Make sure students are idle
9. Keep talking



Retention rate (剩餘記憶)?

- Different teaching method has different retention rate



National Training Laboratories, Bethel Maine



....?
Forget completely when students wake up...

After 2 weeks,
we tend to remember ...



P
a
s
s
i
v
e

A
c
t
i
v
e

Source: Edgar Dale (1969)

Reference:

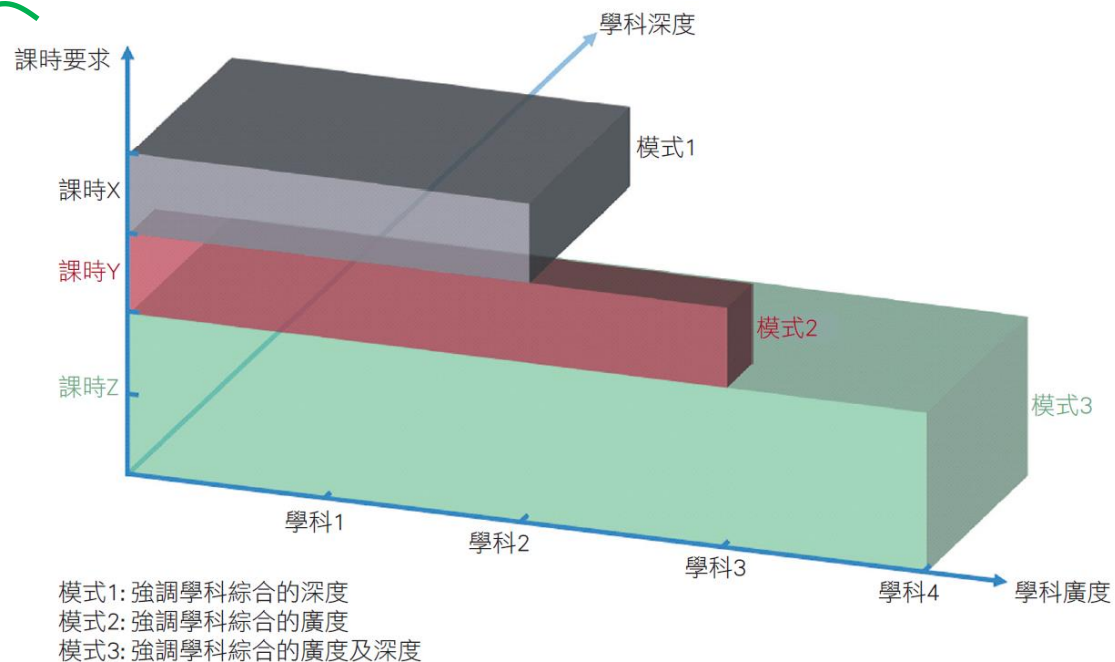
<http://flickr.com/photos/dkuropatwa/2097911917/>

http://stew.ucdavis.edu/Shared_Resources/Shared_Resources_Online/Delivery/Teaching_Methods/

STEM教學活動的設計流程



- 活動主題**生活化**
- 問題為本，以**解決問題**為導向
- 以**工程設計**作為學習平台，提供綜合不同學科知識及技能的學習機會
- 讓學生**發展廿一世紀技能**（例如：創造力、批判思考、自主學習、運用資訊科技等）



活動一：浮與沉

| STEM 教學活動設計項目 | 內容 |
|---------------|----|
| 1 確定設計理念或原則 | |
| 2 釐定學習目標 | |
| 3 營造問題情景 | |
| 4 設定學科綜合範圍 | |
| 5 設計教學策略及流程 | |
| 6 設定評估方法 | |

活動二：智能家居

| STEM 教學活動設計項目 | 內容 |
|---------------|----|
| 1 確定設計理念或原則 | |
| 2 釐定學習目標 | |
| 3 營造問題情景 | |
| 4 設定學科綜合範圍 | |
| 5 設計教學策略及流程 | |
| 6 設定評估方法 | |

浮與沉：例子一

- 香港道教聯合會圓玄學院石圍角小學
- 活動：**自製指南工具**
- 活動年級：**二年級**

香港道教聯合會圓玄學院石圍角小學
2021-2022 年度 優質教育基金
二年級 STEM 探究活動工作紙

姓名：_____ 學生表現：_____

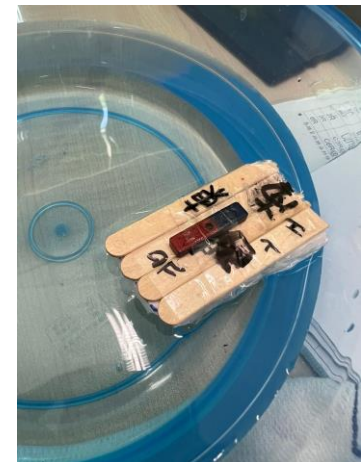
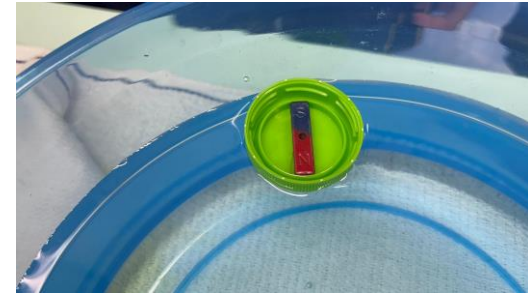
班別：_____ 日期：_____



活動（六）「尋寶活動」

兩天操場裏收藏了 10 個寶物。每個寶物也藏有一條問題，同學需要運用自製的指南工具尋寶，答對問題才可以取得寶物。

| | |
|-----|---|
| 玩法： | 1. 四位組員一同在兩天操場的不同位置找出顏色紙。 |
| | 2. 找到顏色紙後，一位組員利用 iPad 掃瞄 QR code，螢光幕會顯示一條關於方向的問題。 |
| | 3. 組員們需決定測量方向的位置，然後前往該地點。 |
| | 4. 兩位組員利用自製的指南工具找出答案，並將答案寫在顏色紙上。 |
| | 5. 完成一條問題後，可取走顏色紙，繼續尋找下一個寶物。 |
| | 6. 如放棄寶物，則不能帶走顏色紙。 |



浮與沉：例子二

活動：**了解沉管隧道製造原理：密度**
 活動年級：**初中**



教學活動—製作飲管沉管隧道



與組員合作，依照老師指示的步驟及使用提供的物料和工具，製作多節沉入水底的沉管隧道，並完成下列紀錄表（質量和體積取至小數點後 2 個位，密度取至小數點後 3 個位）：

一. 固定體積 *答案只供參考，實驗結果視乎教學現場情況而定

1. 測量並計算數據，探討密度的高低取決於甚麼因素。

| 物料 | 質量 m (g) | 飲管長度 (cm) | 體積 V (cm ³) | 密度 d (g/cm ³) | 觀察該物料在水中的狀況 (浮 / 沉) |
|-----|----------|-----------|-------------------------|---------------------------|---------------------|
| 餐桌鹽 | 3.00 | 5 | 3.93 | 0.763 | 浮 |
| | 3.50 | 5 | 3.93 | 0.891 | 浮 |
| | 4.00 | 5 | 3.93 | 1.020 | 浮 |
| | 4.50 | 5 | 3.93 | 1.145 | 沉 |
| | 5.00 | 5 | 3.93 | 1.272 | 沉 |

2. 通過實驗和計算，我們發現假設體積一樣，物料的質量越（大 / 小），密度就越（高 / 低）。密度與質量成（正比例 / 反比例）關係。

智能家居：例子一

- 博愛醫院陳楷紀念中學
- 活動: **製作智能家居裝置模型**
- 活動年級: **中二**

(情景一) 70 歲的陳婆婆由於身體較弱，晚上需要起床，摸黑經過客廳去洗手間。



情境 1



情境 1 學生作品

(情景二) 陳先生是一個夜班的士司機，下午 4 時半上班，早上 4 時下班後回家休息。



情境 2



情境 2 學生作品

(情景三至五) 陳太太是一個家庭主婦，除了要照顧一家人的起居飲食外，還要照顧一個怕黑和怕冷的六個月大的兒子彥仔。



情境 3








情境 3 學生作品

智能家居裝置
讓你生活舒適



「智能家居設計公司」顧客熱線: 34567890

(A) 感測器

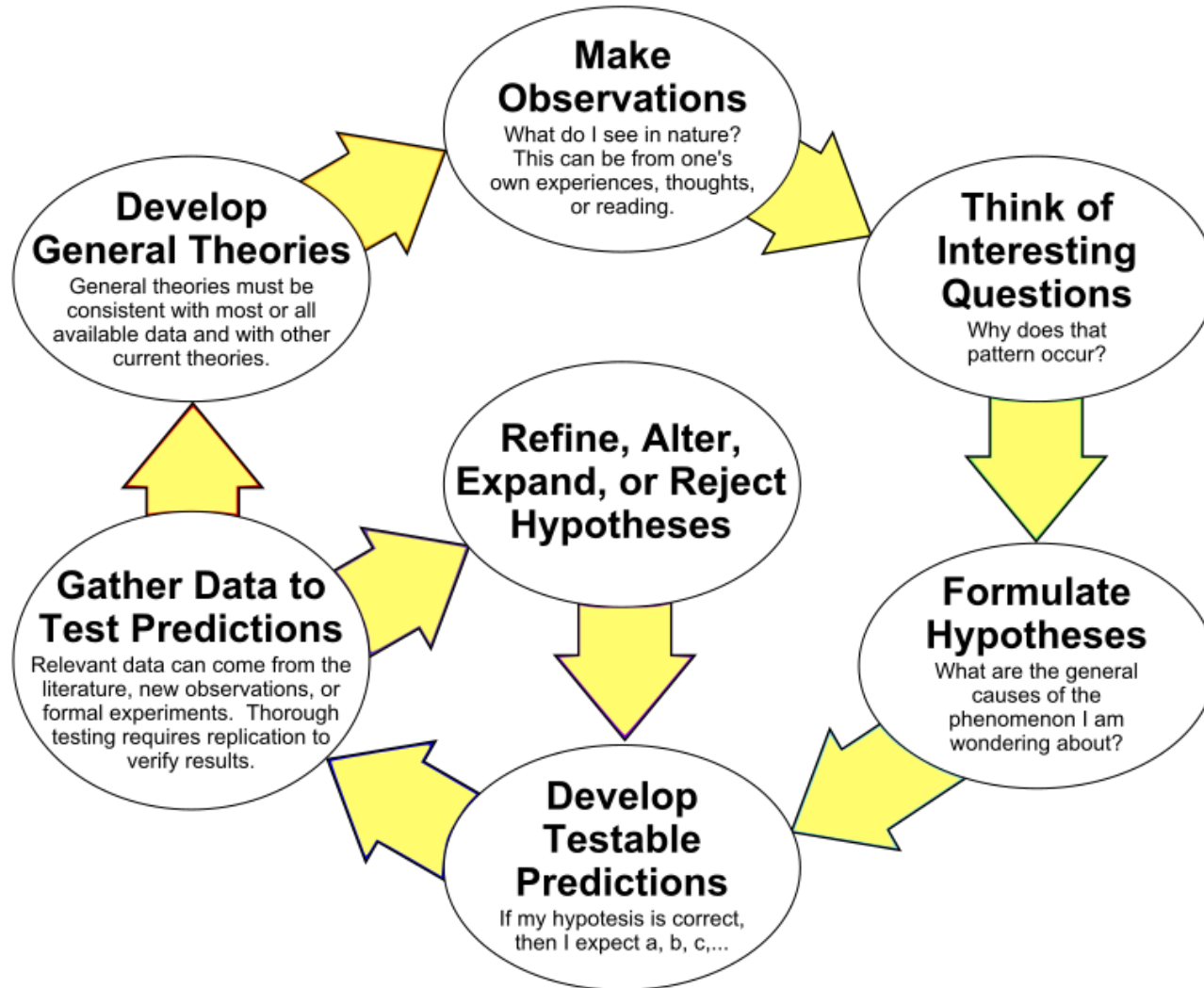
| | | | | |
|--|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| Light sensor GY-30 光感測器 | sound sensor FC-04 聲感測器 | DHT Temperature and humidity sensor 溫濕感測器 | LM35 Temperature sensor 溫度感測器 | SR04 Ultrasonic distance sensor 超音波感測器 |

STEM 教學策略:

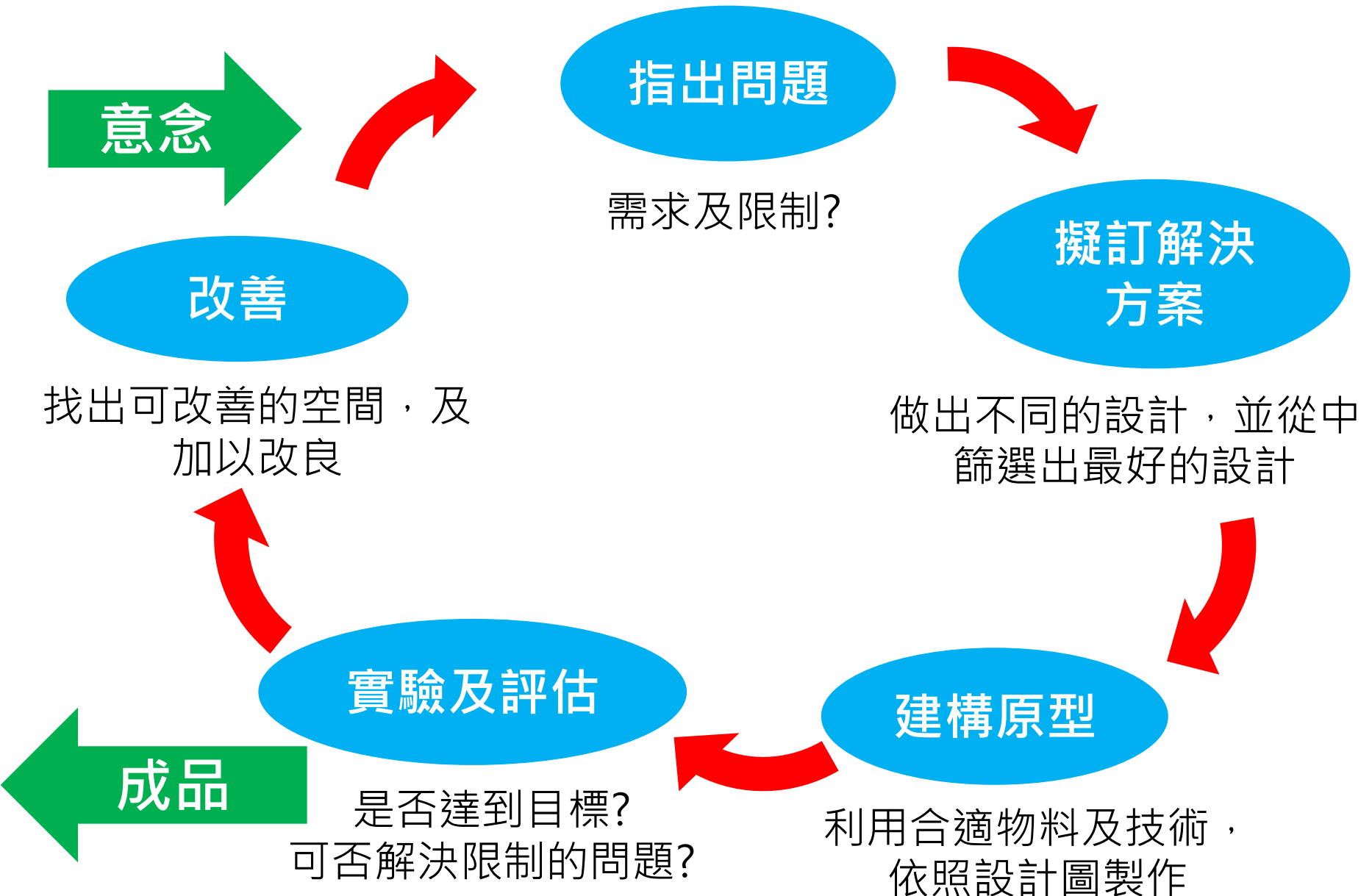
科學探究 VS 工程設計

科學方法

The Scientific Method as an Ongoing Process



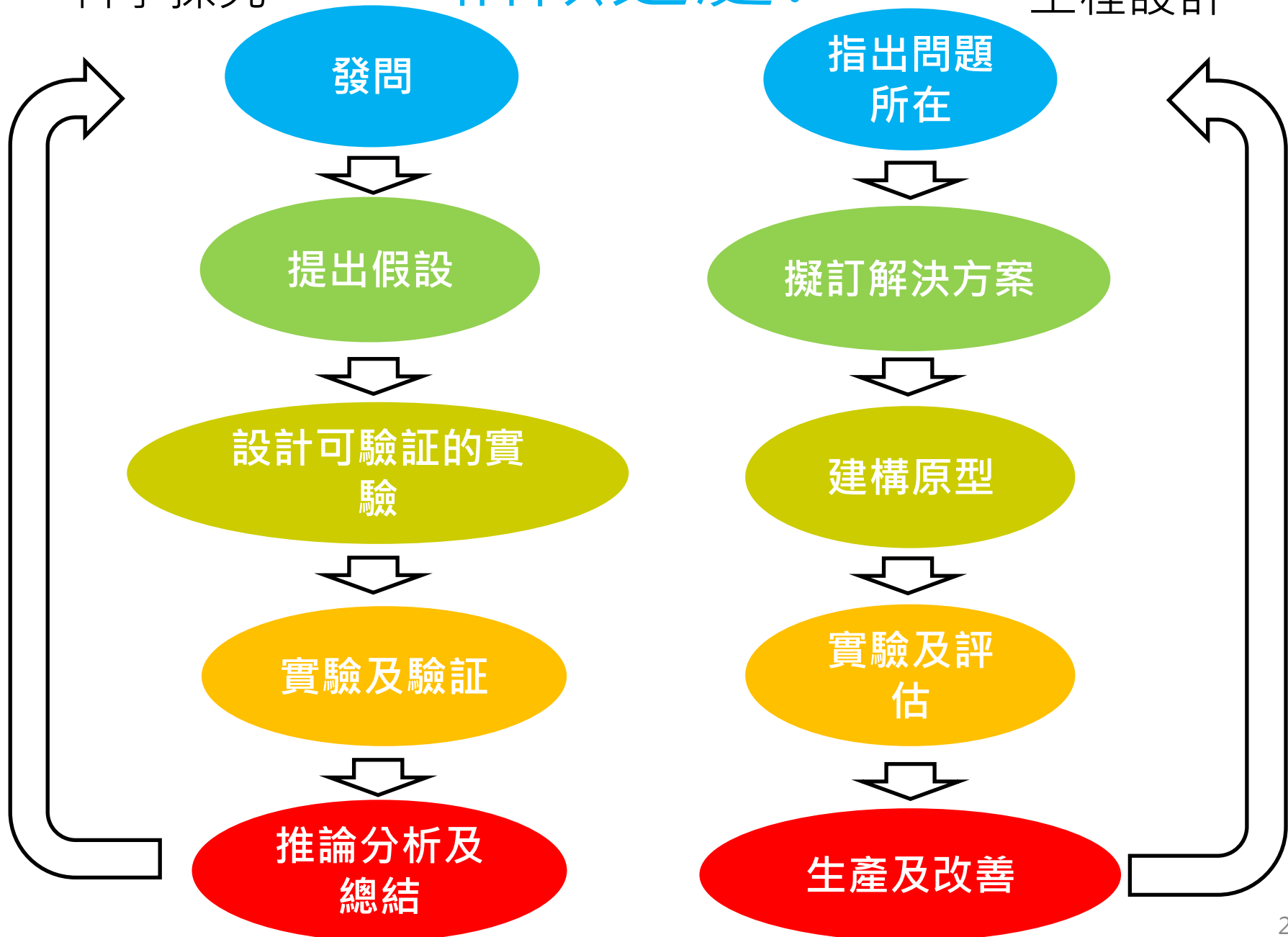
工程設計流程



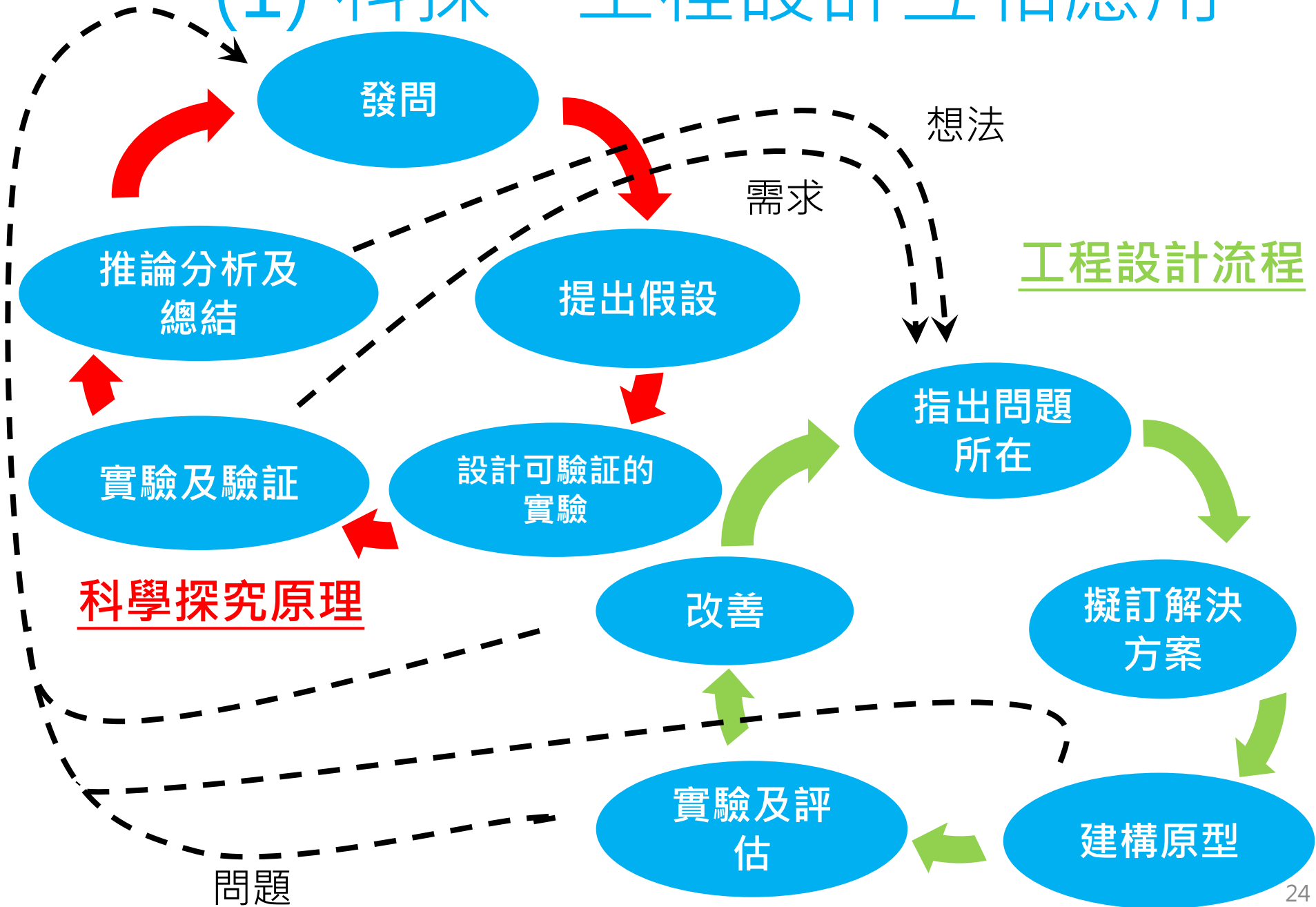
科學探究

相似之處?

工程設計



(1) 科探、工程設計互相應用



(2) 以工程設計為主軸設計 STEM 活動

| | | | | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|
| 視覺藝術 | | | XXXX | | | | XXXX |
| 設計與應用科技 | | | | XXXX | | | XXXX |
| 資訊及通訊科技 | | XXXX | XXXX | | XXXX | | |
| 數學 | | | | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX |
| 科學 | XXXX | XXXX | XXXX | | XXXX | XXXX | XXXX |
| 學科知識 工程設計 | 構想 意念 | 進行 研究 | 制定 設計 | 製作 模型 | 測試 模型 | 分析 及 檢討 | 改良 設計 |

跨學科技能

創造力

創造力

邏輯及批判思考

系統思維

團隊合作

自我管理

解難

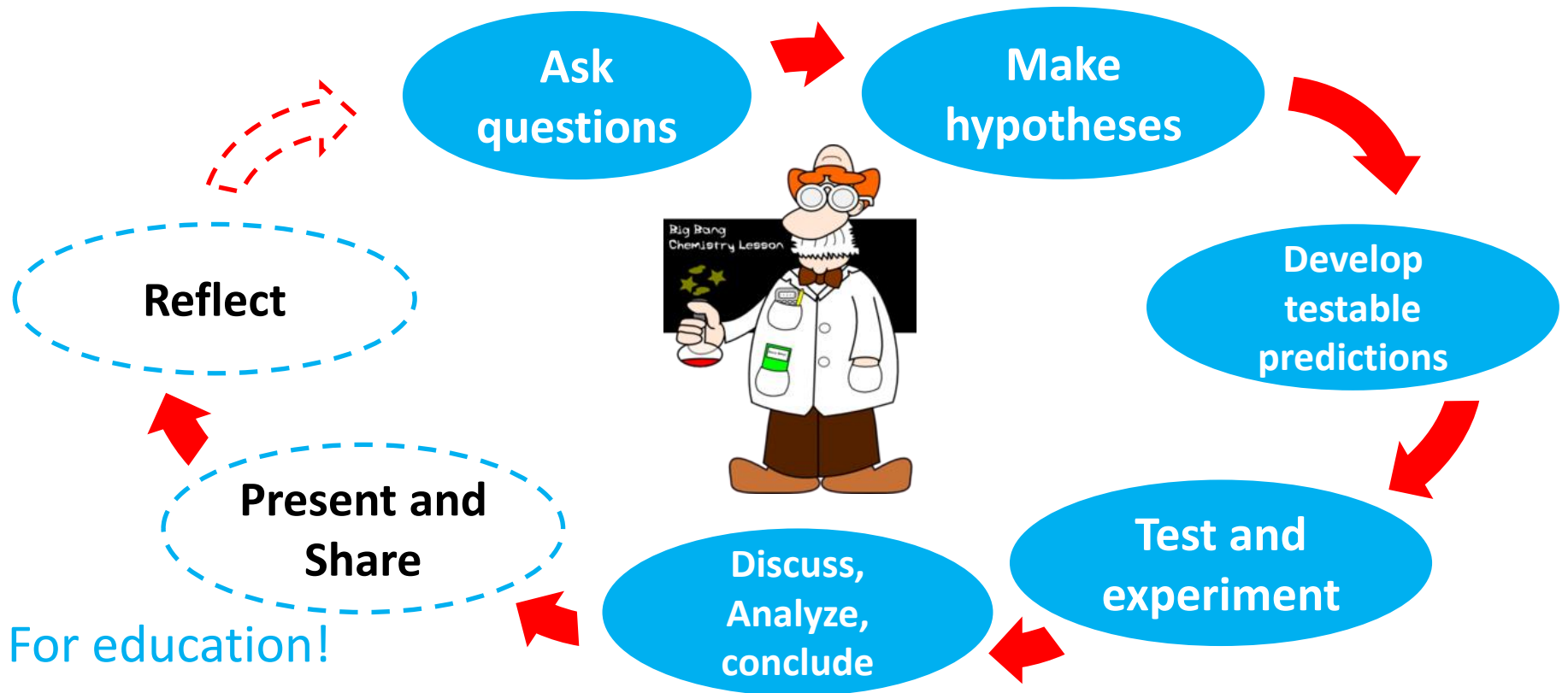
XXXX

代表相關知識或技能

圖四：STEM教學內容的設計藍本

(3) 從探究式學習到解難

- **Inquiry-based learning: Thinking like a scientist! Active learning!**
- Guiding students to go through the scientific method...



- But which stages should the students conduct by themselves?

Levels of Inquiry-based Learning (2)

- According to Banchi and Bell in 2008, one can classify **inquiry-based learning** into four levels:

| Inquiry level | | Question | Procedure | Solution |
|---------------|---|----------|-----------|----------|
| 1 | Confirmation inquiry Students confirm a principle through an activity when the results are known in advance | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | Structured inquiry Students investigate a teacher-presented question through a prescribed procedure | ✓ | ✓ | |
| 3 | Guided inquiry Students investigate a teacher-presented question using student designed/ selected procedures | ✓ | | |
| 4 | Open/true inquiry Students investigate questions that are student formulated through student designed/selected procedures | | | |

Levels of problem-solving?

- One can draw analogy and adopt the above framework **for developing students' problem-solving skills progressively**

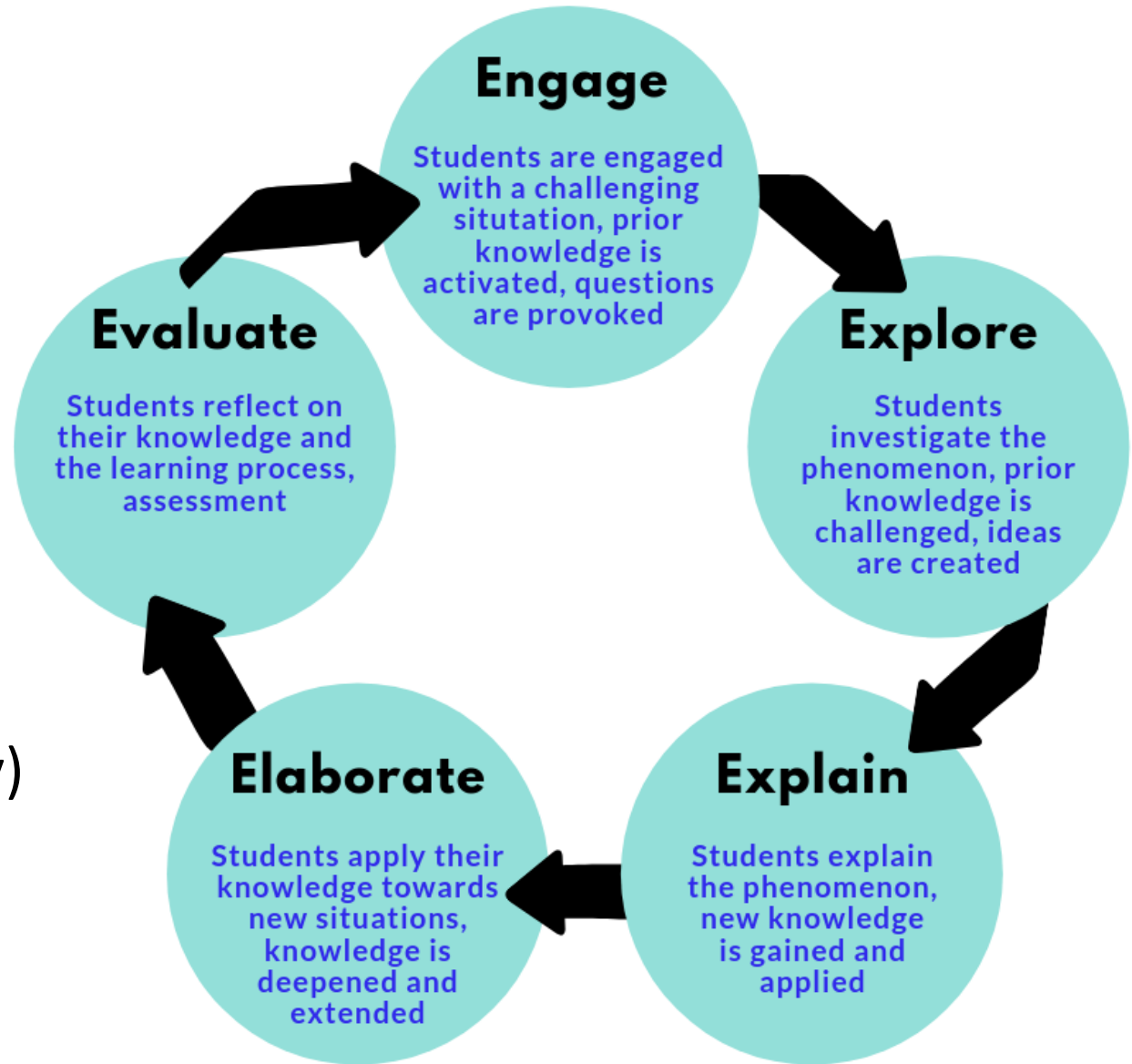
| | 問題發現 Problem | 解決方法 Solution | 結果 Result |
|---------------------------------------|-----------------|------------------|--------------|
| 驗證式解難 Confirmation Problem-solving | ✓ | ✓ | ✓ |
| 有序式解難 Structured Problem-solving | ✓ | ✓ | |
| 向導式解難 Guided Problem-solving | ✓ | | |
| 開放式解難 Open/true Problem-solving | | | |

✓ - Input for students in problem-solving STEM activities

**Modified from the four levels of inquiry-based learning in Banchi and Bell, 2008

(4) 5E 模型

- **One of the models** for inquiry-based learning
- Developed in 1987 in Colorado USA by BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) **Science for Life and Living [1]**



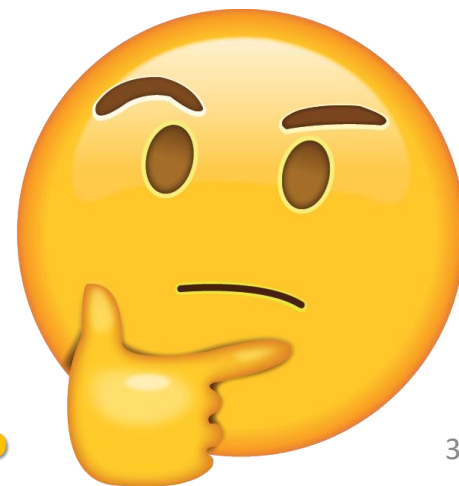
[1] Bybee and Landes (1990). *The American Biology Teacher*, 52(2), 92-98.

[2] Diagram source: American Association of School Librarian

活動一：浮與沉

| STEM 教學活動設計項目 | 內容 |
|---------------|----|
| 1 確定設計理念或原則 | |
| 2 釐定學習目標 | |
| 3 營造問題情景 | |
| 4 設定學科綜合範圍 | |
| 5 設計教學策略及流程 | |
| 6 設定評估方法 | |

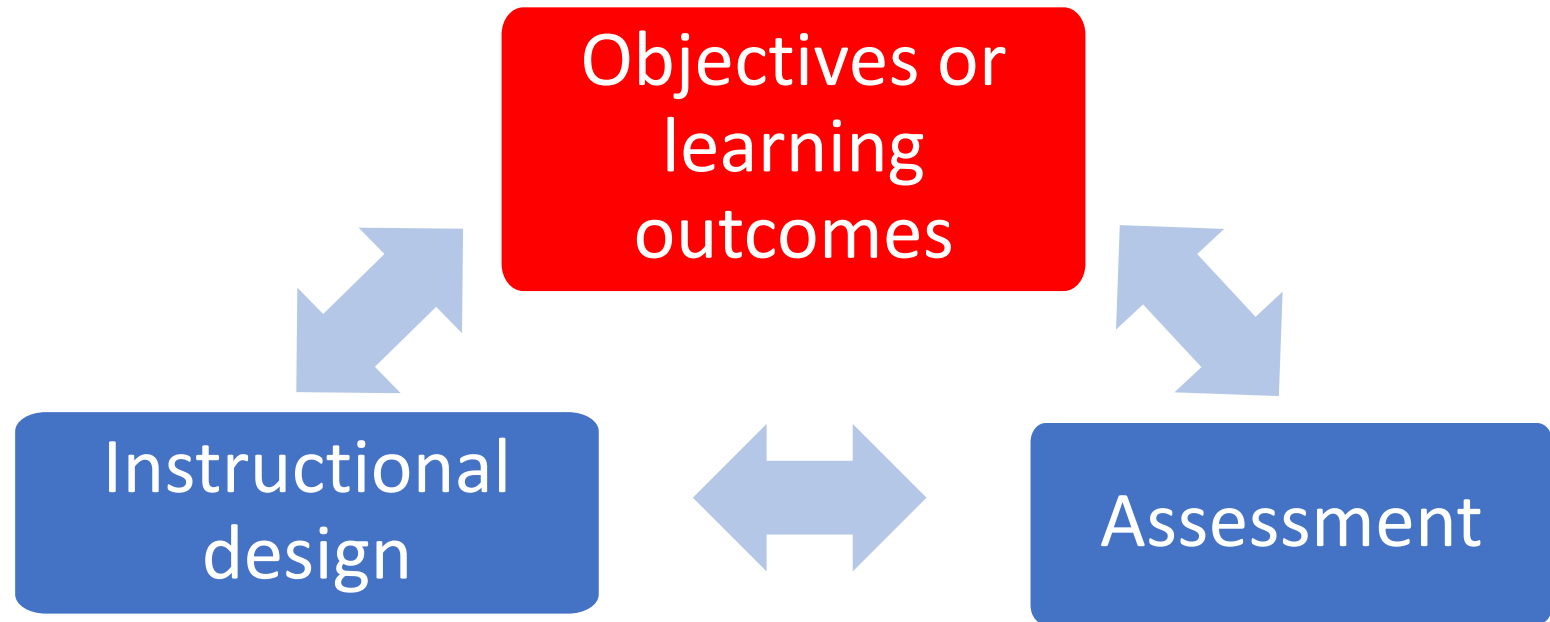
1. 科探、工程設計互相應用
2. 以工程設計為主軸設計 STEM 活動
3. 從探究式學習到解難
4. 5E 模型



會否為你的STEM設計加入新元素?

STEM 課程設計?

Design of a STEM curriculum/activity?



- We will first focus on **objectives**, and discuss assessment and instructional design later
- **Progression** can also be defined in terms of objectives
- The above applies both design of a curriculum/activity

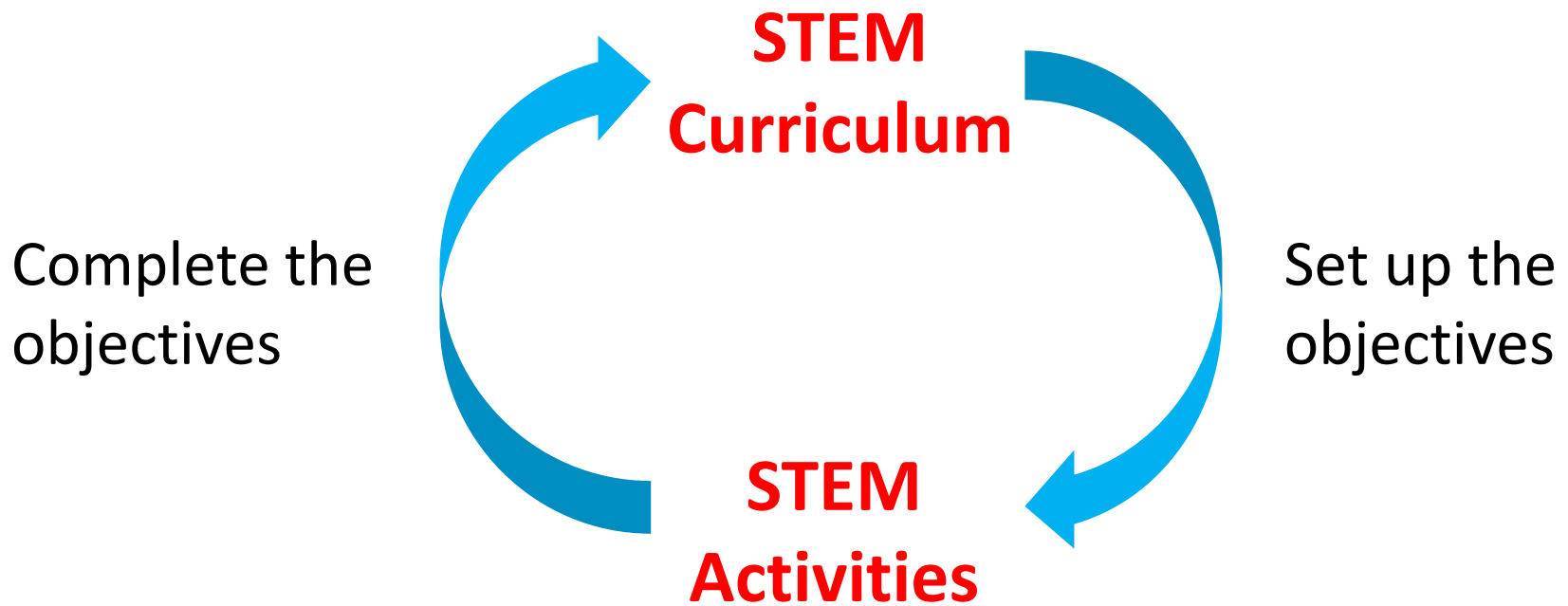
Curriculum
(Long term)



Activity
(Short term)

How the STEM curriculum and STEM activities are connected?

Generic objectives of S, T, E, M

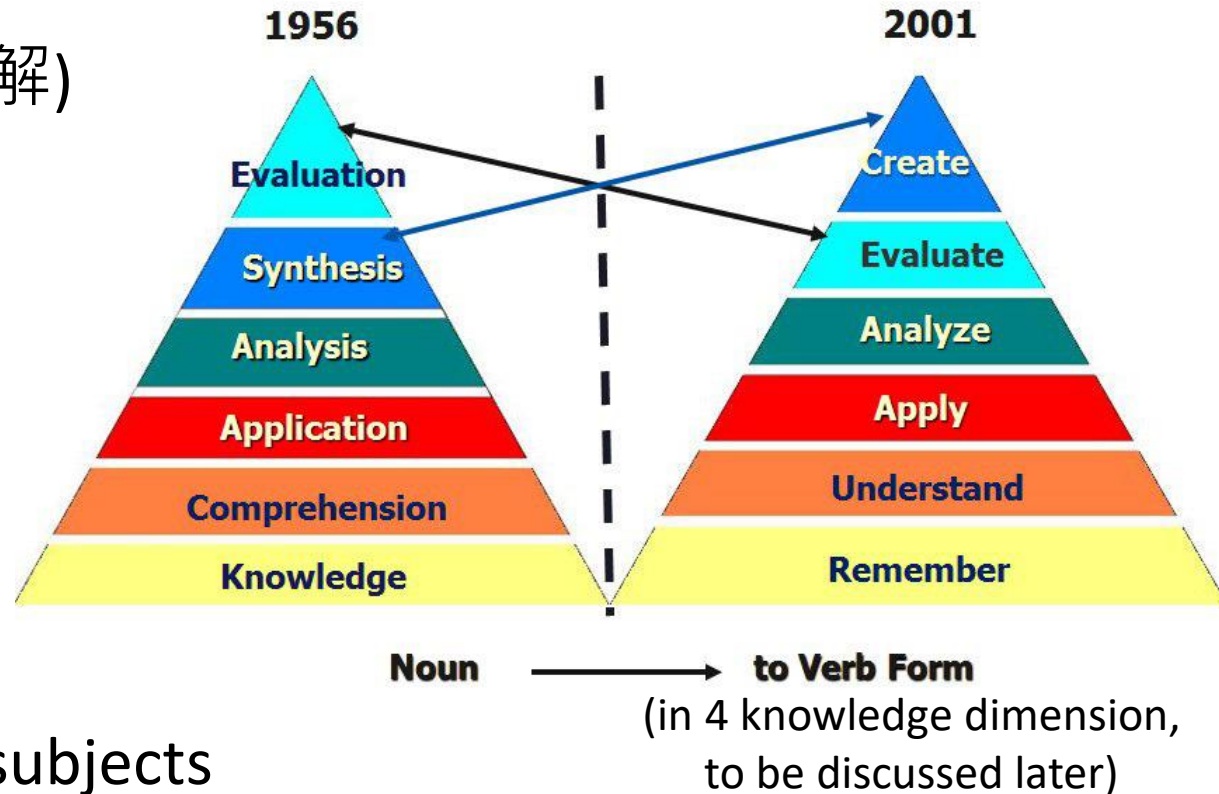


Activity-specific objectives
Connect the generic
objectives of S, T, E, M

Bloom's Taxonomy (布盧姆分類學)

Six levels of cognitive processes (認知範疇):

1. Remember (記憶) Bloom and Krathwohl Anderson and Krathwohl
2. Understand (理解)
3. Apply (應用)
4. Analyze (分析)
5. Evaluate (評鑑)
6. Create (創造)



Advantages:

- applicable to all subjects
- to differentiate low-order and high-order thinking skills

Limitation:

- Only deal with cognitive objectives

Task 1: Subject-based learning objectives:

- Subject teachers **classify the following learning objectives** into
- (S) Science – General Studies
- (T) Technology – Computer studies, General studies
- (E) Engineering - Computer studies, General studies, Mathematics
- (M) Mathematics - Mathematics

| | |
|----|----------|
| 1 | 繪畫設計圖 |
| 2 | 應用網絡搜尋資訊 |
| 3 | 測量數據 |
| 4 | 設計實驗測試產品 |
| 5 | 分析數據 |
| 6 | 說明科學探究原理 |
| 7 | 以數據劃製圖表 |
| 8 | 改良產品 |
| 9 | 發現數學原理 |
| 10 | 分析實驗誤差 |
| 11 | 應用科學原理 |
| 12 | 應用工具 |
| 13 | 說明個別工具工用 |
| 14 | 應用科技 |
| 15 | 應用科學探究原理 |

| | |
|----|-------------------|
| 16 | 應用數學原理 |
| 17 | 分析產品優缺、比較產品優異 |
| 18 | 應用設計循環 |
| 19 | 設計科學實驗 |
| 20 | 應用公平測試 |
| 21 | 設計產品 |
| 22 | 說明數學原理 |
| 23 | 發現科學原理 |
| 24 | 製作產品 |
| 25 | 說明科學原理 |
| 26 | 說明設計循環中的步驟 |
| 27 | 應用資訊科技記錄實驗或成品製作流程 |
| 28 | 評估測試結果 |
| 29 | 說明個別科技工用 |
| 30 | 應用編程 |
| 31 | 應用邏輯思維 |

Task 2: Objectives for a STEM curriculum

1. Organize your objectives into **6 cognitive levels** (according to the **revised Bloom's taxonomy**)
2. Use a sticker to write any objective not belong to “S, T, E, M, ..

| | S | T | E | M | — |
|-----------------------|---|---|---|---|---|
| Remember (記憶) | | | | | |
| Understanding (理解) | | | | | |
| Apply (應用) | | | | | |
| Analyze (分析) | | | | | |
| Evaluate (評鑑) | | | | | |
| Create (創造) | | | | | |

Take a picture of your finalized objective table!

Task 3: Objectives for individual activities

1. Analyze the following STEM activities and the **identify the learning objectives for each activity**
2. **Compare and contrast** the objectives of the activities with that of the table in Task 2
3. **Discuss:** How do the objectives of these individual activities bring together S, T, E and M?
4. **Briefly design** two **STEM activities**, one for **junior primary**, the other for **senior primary (or one for junior secondary, one for senior secondary)**. Identify the objectives of the activities, and from your '**STEM Objectives Table**' using the same rationale

活動2(a)：自製不求人

附件七：常識科STEM工作紙（不求人）（曾梅千禧學校）



| 曾梅千禧學校 常識科STEM工作紙 | | | | |
|-------------------|----------------|-----------|------|-----|
| GEN | 1B | 工作紙STEM01 | 班別 | 姓名 |
| 配合 | 第3冊第6課 家居安全 | | 1() | () |
| 日期: | 年 | 月 | 日 | () |

請到校網觀看自學影片《P1 STEM 動手做》

一. 利用不同的物料設計一個「不求人」，並把構思畫在方格內。

二. 你設計的「不求人」使用了以下哪些物料？把適當的○塗黑。(可多於一項)

膠 布 木 紙 金屬 其他(如有)

三. 完成「不求人」後，請找兩位親友試用及評分：(把○塗滿及把♥填色)

| | | | | | |
|------|-------------------------|---|---|---|---|
| 親友一： | 他/她是我的 (○爸爸/○媽媽/○兄弟姐妹/) | | | | |
| 舒適度 | ♥ | ♥ | ♥ | ♥ | ♥ |
| 美觀度 | ♥ | ♥ | ♥ | ♥ | ♥ |
| 親友二： | 他/她是我的 (○爸爸/○媽媽/○兄弟姐妹/) | | | | |
| 舒適度 | ♥ | ♥ | ♥ | ♥ | ♥ |
| 美觀度 | ♥ | ♥ | ♥ | ♥ | ♥ |

四. 思考題：試用後，你認為你的「不求人」有什麼要改
(用料？舒適度？外觀？方便度？顏色？)

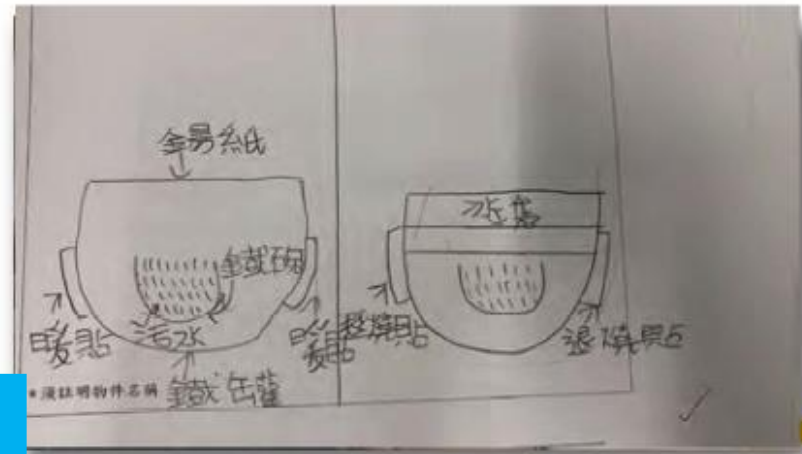
五. 試製作一個改良版的「不求人」。



活動2(b)：一滴清水-自製精濾器



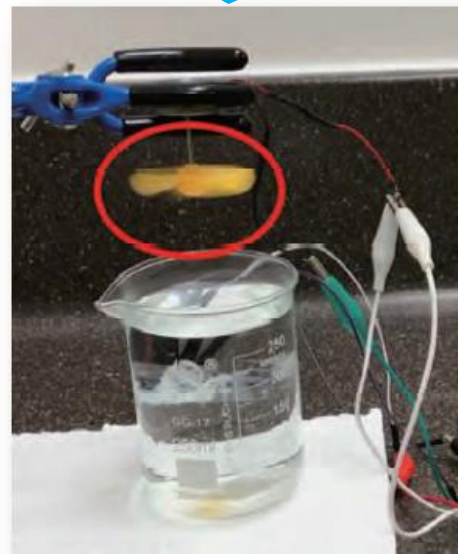
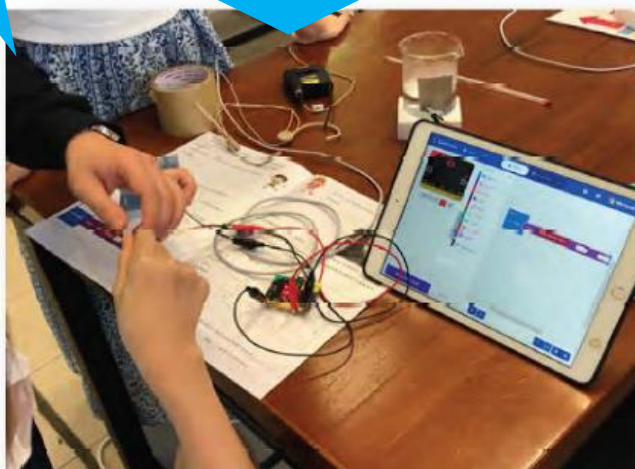
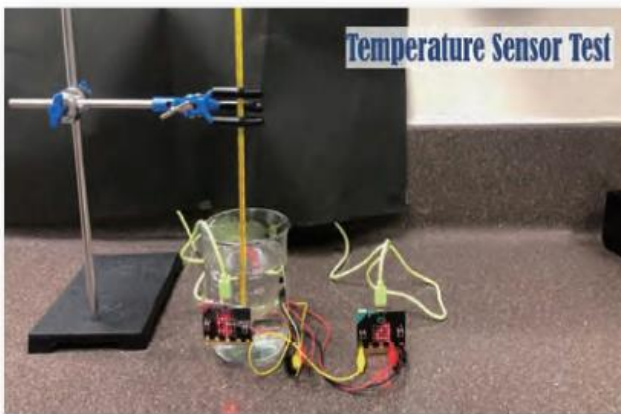
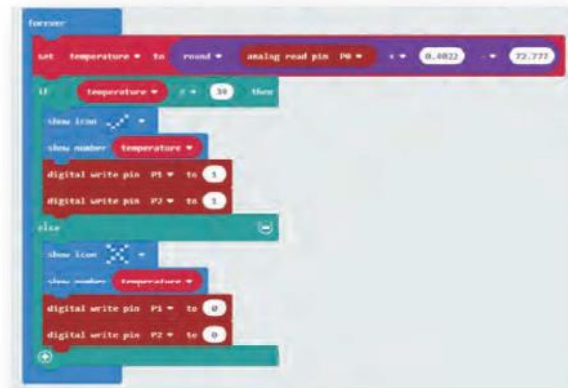
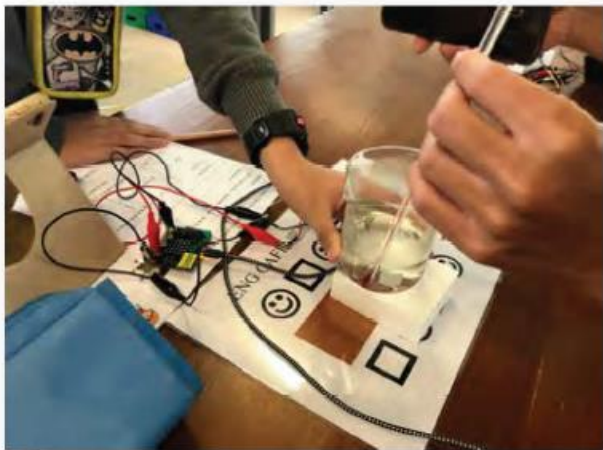
學生代表扮成水分子，演活科學原理



蒸餾器在教師協助下放置到學校天台上



活動2(c)：自製飲品恒溫器



More learning outcomes of integrated STEM education (1)

- **Knowledge:** (revised Bloom's taxonomy in Anderson and Krathwohl (2001))

| Knowledge dimension | Cognitive | | | Metacognitive |
|---------------------|-----------|------------|------------|---------------|
| | Factual | Conceptual | Procedural | |
| 1. Remember | | | | |
| 2. Understand | | | | |
| 3. Apply | | | | |
| 4. Analyze | | | | |
| 5. Evaluate | | | | |
| 6. Create | | | | |

- **Skills:** 21st century skills*
- **Attitudes:** attitudes towards each subject, attitudes towards STEM subjects, etc*

Metacognitive knowledge (後設認知知識)

Learning how to learn:

1. Understanding strategies for learning, thinking and problem solving
2. Understanding strategies for performing different cognitive tasks
3. Awareness of one's strengths, weaknesses and abilities in applying those strategies

Metacognitive knowledge -----> **SDL**

(Self-directed learning)

STEM 學習評估?

如何為 STEM 學習活動進行評估?

- 六何法 (6 Ws):
 1. **Why?** 為何評估?
 2. **What?** 評估甚麼?
 3. **Where?** 何處評估?
 4. **When?** 何時評估?
 5. **How?** 如何評估?
 6. **Who?** 誰來評估?
- 老師可在整個 STEM 學習活動中**收集證據**、評估各方面的學習目標及過程目標(What?)、在不同作業或活動(Where?)、在整個學習過程(When?)、設定評估標準或評估量表(How?)、透個老師或其他受眾(包括自我評估)進行評估(Who?)



2. 評估甚麼?

為活動所定下的
學習目標：

| | S | T | E | M |
|--------------------|--|--|------------------------|---|
| Remember (記憶) | | | | |
| Understand (理解) | 6. 說明科學探究原理 25. 說明科學原理 | 13. 說明個別工具工用 29. 說明個別科技工用 | 26. 說明設計循環中的 步驟 | 22. 說明數學原理 |
| Apply (應用) | 11. 應用科學原理 15. 應用科學探究原理 20. 應用公平測試 | 2. 應用網絡搜尋資訊 12. 應用工具 14. 應用科技 27. 應用資訊科技記錄 實驗或成品製作流程 30. 應用編程 | 1. 繪畫設計圖 18. 應用設計循環 | 3. 測量數據 7. 以數據劃製圖表 16. 應用數學原理 31. 應用邏輯思維 |
| Analyze (分析) | 10. 分析實驗誤差 | | 17. 分析產品優缺、比 較產品優異 | 5. 分析數據 |
| Evaluate (評鑑) | 28. 評估測試結果 | | 8. 改良產品 | |
| Create (創造) | 4. 設計實驗測試產品 19. 設計科學實驗 23. 發現科學原理 | | 21. 設計產品 24. 製作產品 | 9. 發現數學原理 |

- **STEM 的思維過程：**
- S – 科學思維
- T – 計算思維
- E – 設計思維
- M – 數學思維
- **後設認知知識**
- **情意發展**
- **21世紀技能**

3 & 4. 何處評估? 何時評估?

- STEM 除了評估成品外，還可以在何處進行評估？
- 研究計劃書
- 資料搜集
- 設計圖
- 課後反思
- 專題研習手冊
- 學習歷程記錄
- 實驗結果
- 成品
- 老師觀察
- 考試
-



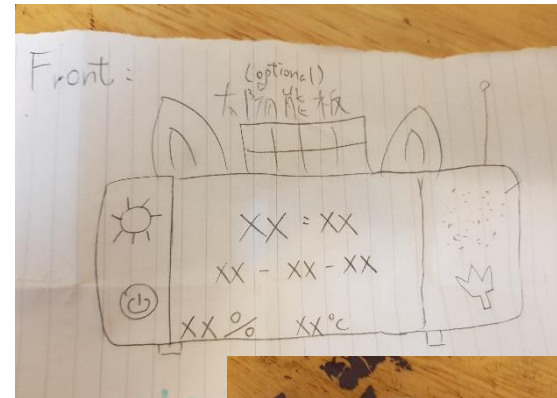
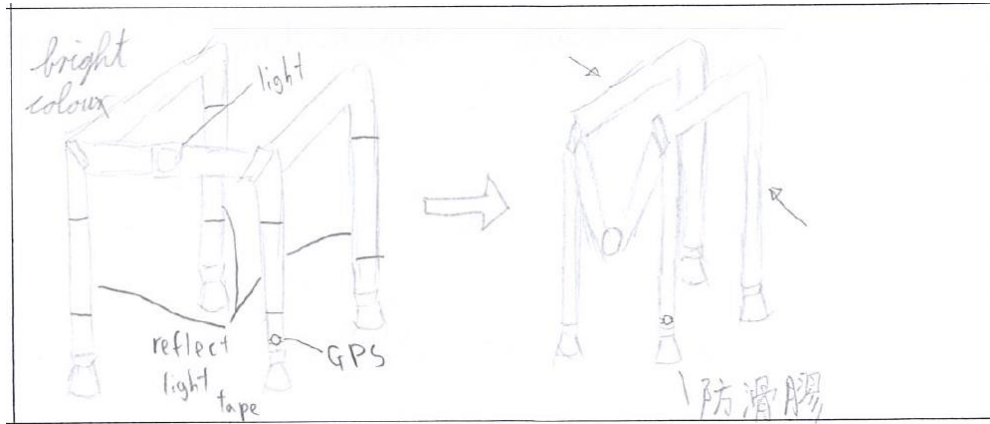
何時評估?

| 進展性評估 | 總結性評做 |
|--|--------------------------|
| 研究計劃書 資料搜集 設計圖 課後反思 專題研習手冊 學習歷程記錄 實驗結果 老師觀察 | 課後反思 實驗結果 成品 考試 |

幫助長者的智能裝置

活動：評估設計圖

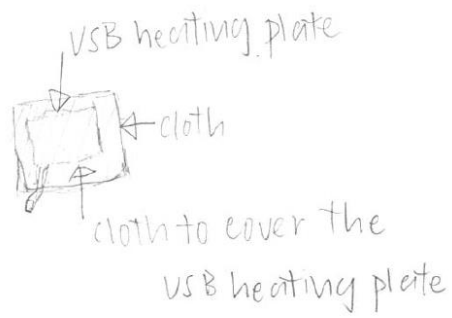
(1)



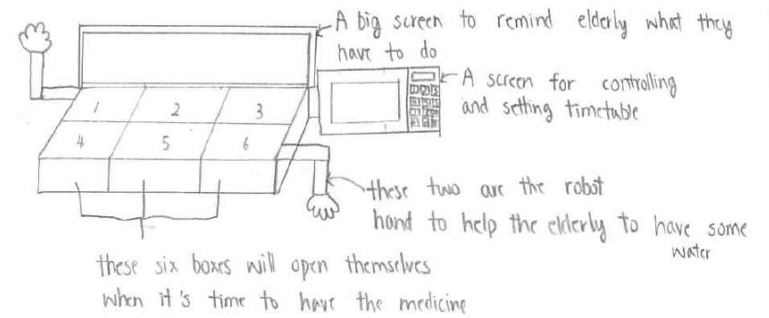
(3)



(2)



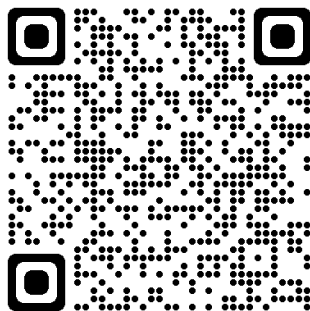
(4)



如何評估設計圖？

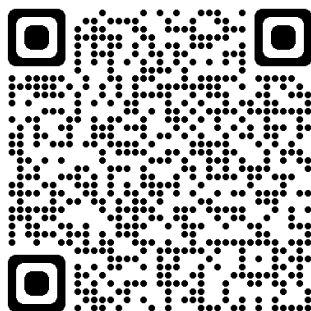
活動：評估網上學習歷程記錄

(1)



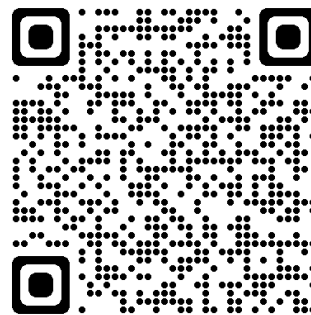
<https://sites.google.com/view/qtntsampl/home?authuser=0>

(2)



<https://sites.google.com/view/assessmentworkshopdemo3>

(3)

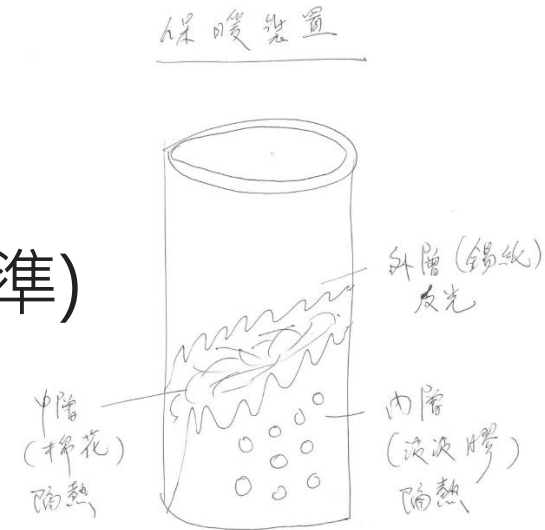


<https://sites.google.com/view/assessmentworkshopdemo2/home?authuser=0>

5.如何評估? 評估量表...

Reference: Dr LEE Yeung Chung

- 設計**評估量表** (建議步驟)
 1. 決定評估標準
 2. 定義可執行的評估標準(子評估標準)
 3. 決定各標準的成就層次/程度
 4. 為成就層次/程度設計具體指標

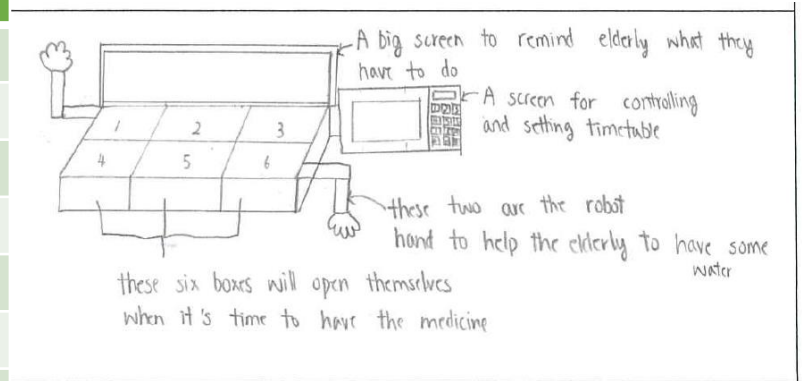


| | 良好(3) | 普通(2) | 欠滿意(1) |
|------------|------------------------|----------------------------------|----------------|
| 應用熱傳遞的概念 | 應用至少兩種熱傳遞的方法 | 應用一種熱傳遞的方法 | 未能應用任何熱傳遞的方法 |
| 分辨熱傳導體和絕緣體 | 能分辨熱傳導體和絕緣體,並能應用於製作保溫器 | 能分辨熱傳導體和絕緣體,但未能選取最合適的絕緣體應用於製作保溫器 | 未能分辨熱傳導體和絕緣體, |
| 清晰和準確度 | 非常清晰和準確,包括結構特徵和大小 | 大致清晰和準確,惟欠缺部分結構特徵和大小 | 混亂,欠缺重要結構特徵和大小 |

活動：訂立評估量表

評估設計圖？

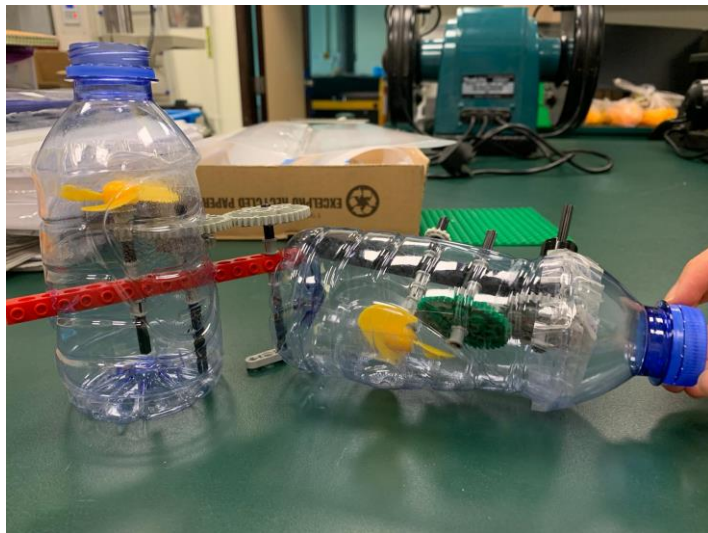
| | 良好(3) | 普通(2) | 欠滿意(1) |
|------|-------|-------|--------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



評估自主學習？

| | 持續做到(3) | 間中做到(2) | 未能做到(1) |
|------|---------|---------|---------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

評估產品?



| | 良好(3) | 普通(2) | 欠滿意(1) |
|-----|-------|-------|--------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| ... | | | |

例子:工程設計認知及應用評估量表

| 評估項目 | 初學水平 | | 專業水平 |
|-----------|---------------------------------|---|---|
| 了解問題的挑戰 | 對問題的詮釋過度簡化，在未清楚了解問題前，已急欲提出解決方法。 | 1 2 3 4 5  | 先探討問題，以充分理解及掌握問題 |
| 建立知識 | 繞過研究階段而直接提出解決方案 | 1 2 3 4 5  | 進行研究，以了解問題，包括系統的操作及過往的解決方法 |
| 構想意念 | 意念狹隘，且過份執著，缺乏變通 | 1 2 3 4 5  | 意念流暢，思維擴散，對不同意念持開放態度 |
| 表達設計構想 | 意念的呈現流於表面，有礙深入探討，可行性不大 | 1 2 3 4 5  | 能以多種方式表達意念，以便深入探究，增加實施方案的成功機會 |
| 權衡利弊 | 未能權衡不同方案的利弊，或只著眼於利或弊 | 1 2 3 4 5  | 能全面地權衡不同方案的利弊，作出最適當的選擇 |
| 進行測試 | 沒有或只進行很有限的測試，或沒有控制實驗的變因 | 1 2 3 4 5  | 能針對主要的變因進行有效試驗 |
| 解難 | 未能聚焦地分析及解決製作上遇到的難題 | 1 2 3 4 5  | 能聚焦於製作上所遇到的難題，及提出解決方法 |
| 反覆修訂 | 未能有系統地根據回餽改良設計，或只完成單一輪設計 | 1 2 3 4 5  | 有系統地進行設計及根據外界回饋，反覆推敲及改良；能適時調整策略，以應對不同情境 |
| 對活動過程進行反思 | 單憑直覺進行設計，缺乏自我監察力，對過程及製成品缺乏反思 | 1 2 3 4 5  | 由始至終都能不斷反思及監察設計策略的成效 |
| 製作質量 | 未能滿足設計的要求及限制 | 1 2 3 4 5  | 能滿足設計的要求及限制 |

總結

- STEM 教育在香港已發展數年，但在中小學發展 STEM 教育仍然**面對不少挑戰**，其中包括**課程設計、課堂設計、評估**

STEM 教學設計六步曲：

1. 確定設計理念或原則
2. 釐定學習目標
3. 營造問題情景
4. 設定學科綜合範圍
5. 設計教學策略及流程
6. 設定評估方法

STEM課程設計:

| | S | T | E | M | — |
|-----------------------|---|---|---|---|---|
| Remember (記憶) | | | | | |
| Understanding (理解) | | | | | |
| Apply (應用) | | | | | |
| Analyze (分析) | | | | | |
| Evaluate (評鑑) | | | | | |
| Create (創造) | | | | | |

根據布盧姆分類學
釐定課程學習目標

STEM評估:

STEM教學四策略：

1. 科探、工程設計互相應用
2. 以工程設計為主軸設計 STEM 活動
3. 從探究式學習到解難
4. 5E 模型

進展性評估

研究計劃書
資料搜集
設計圖
課後反思
專題研習手冊
學習歷程記錄
實驗結果
老師觀察

總結性評估

課後反思
實驗結果
成品
考試

訂立
評估量表