



香港教育大學

The Education University
of Hong Kong

STEAM 素養 及其與課堂的結合

楊志豪

香港教育大學
科學與環境學系

優質教育基金主題網絡計劃—大專院校
(QTN-T 2024/25)
透過STEAM教育及自主學習有序發展STEAM素養



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

• 歷屆STEAM校本支援計畫主題及所支援學校的數目：

年份	計畫主題	小學	中學	特殊學校	總數
2017/18 - 2018/19	利用自主學習作為高小及中學階段實踐STEM教育的策略 (Promoting STEM education at the upper primary and secondary levels by using self-directed learning as a strategy)	5	8	1	14
2019/20	從STEM的自主學習到與小學及中學校本課程的結合 (From Self-directed Learning to the Integration of STEM into School-based Curricula of Primary and Secondary Schools)	6	4	0	10
2020/21	從自主學習到課程為本跨學科STEM教育 (From Self-directed Learning to Curriculum-oriented Integrated STEM Education)	9	6	0	15
2021/22	自主學習與具進展元素的課程為本STEM教育 (Self-directed Learning and Curriculum-oriented STEM Education with Progressive Components)	8	5	2	15
2022/23	具自主學習元素及解難發展進程的STEM教育 (STEM Education with Self-directed Learning and Progressive Development in Problem-solving)	10	5	1	16
2023/24	透過STEAM教育自主及循序漸進學習以工程設計流程解難 (STEAM Education with Self-directed and Progressive Learning of Engineering Design Process for Problem-solving)	10	5	1	16
2024/25	透過STEAM教育及自主學習有序發展STEAM素養 (Progressive Development of STEAM Literacy through STEAM Education and Self-directed Learning)	10	10	4	24
	總數	58	43	9	110

本年度參與學校（到校及網絡支援）

小學

保良局莊啓程第二小學	育賢學校
晉色園主辦可譽中學暨可譽小學	路德會呂祥光小學
曾梅千禧學校	香港中文大學校友會聯會張煊昌學校
東華三院姚達之紀念小學（元朗）	馬頭涌官立小學
聖公會基愛小學	保良局雨川小學*

中學

中華基督教會蒙民偉書院	炮台山循道衛理中學
何文田官立中學	神召會康樂中學
嘉諾撒聖瑪利書院	聖公會聖西門呂明才中學
東華三院馮黃鳳亭中學	屯門官立中學*
香港管理專業協會李國寶中學*	路德會西門英才中學*

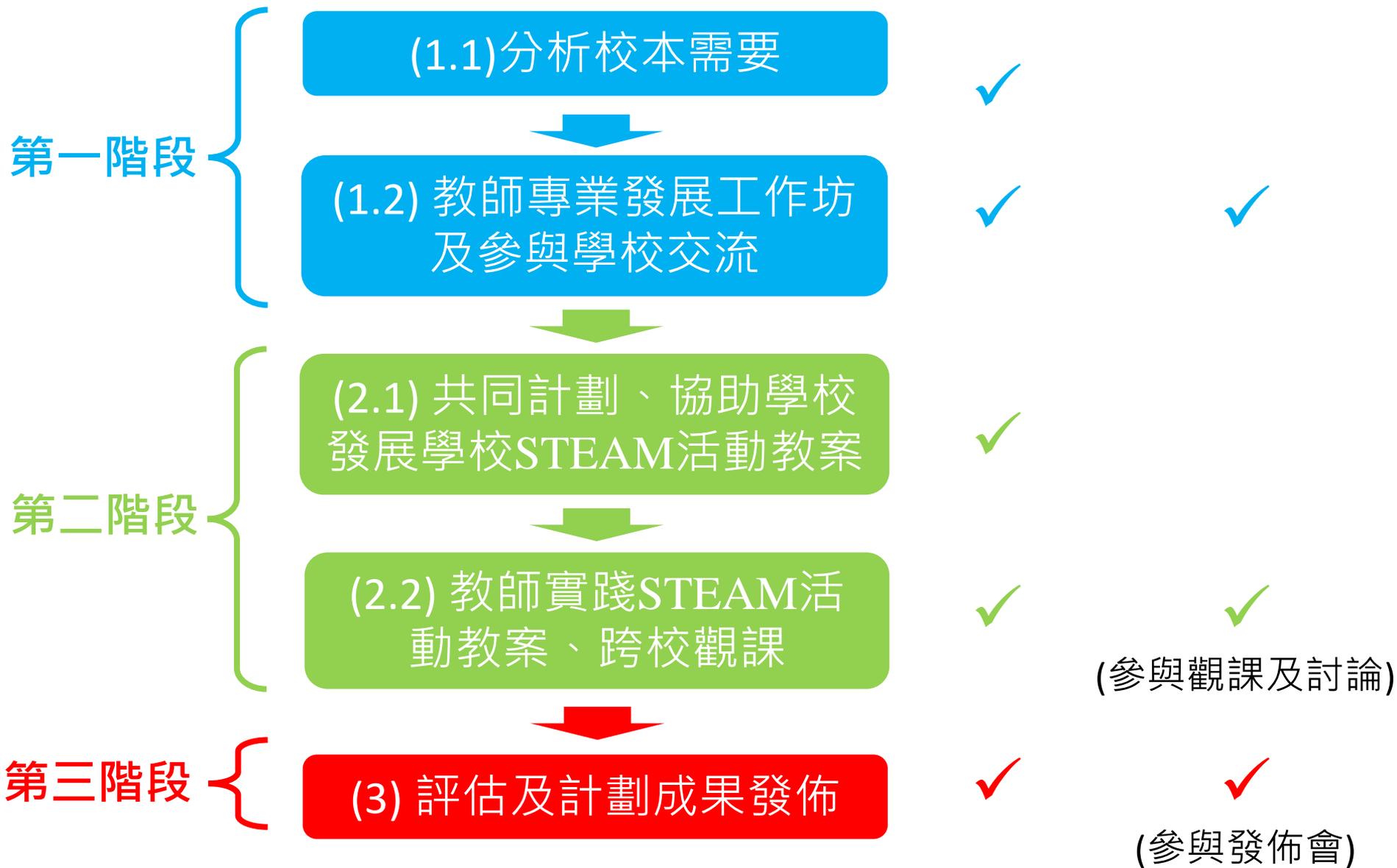
特殊學校

匡智屯門晨崗學校	香港基督教服務處培愛學校
匡智翠林晨崗學校	香港西區扶輪社匡智晨輝學校

*網絡支援

支援模式及內容

- 本計劃的支援主要可分為**三個階段**：「到校支援」「網絡支援」



「到校支援」支援模式總結

第一階段

- 支援學校了解其需要
- 教師專業發展研討會及工作坊、協調參與學校交流 (✓)

第二階段

- 支援學校發展及實踐學校 STEAM 活動教案:
 - 到校教師專業發展工作坊
 - 到校參與共同備課會議
 - 到校技術支援
 - 為教案提供專業意見
 - 協調及促進跨校觀課活動 (✓)

第三階段

- 進行問卷調查及小組訪談
- 製作教材套
- 協調成果發佈 (✓)

(✓) : 「網絡支援」支援模式

- 過往 STEAM 校本支援計劃的網頁及教材套，可瀏覽下列網址：

2017/19



<https://stemsdl.eduhk.hk/2019/>

2019/20



<https://stemsdl.eduhk.hk/>

2020/21



<https://stemsdl21.eduhk.hk/>

2021/22



<https://stemsdl22.eduhk.hk/>

2022/23

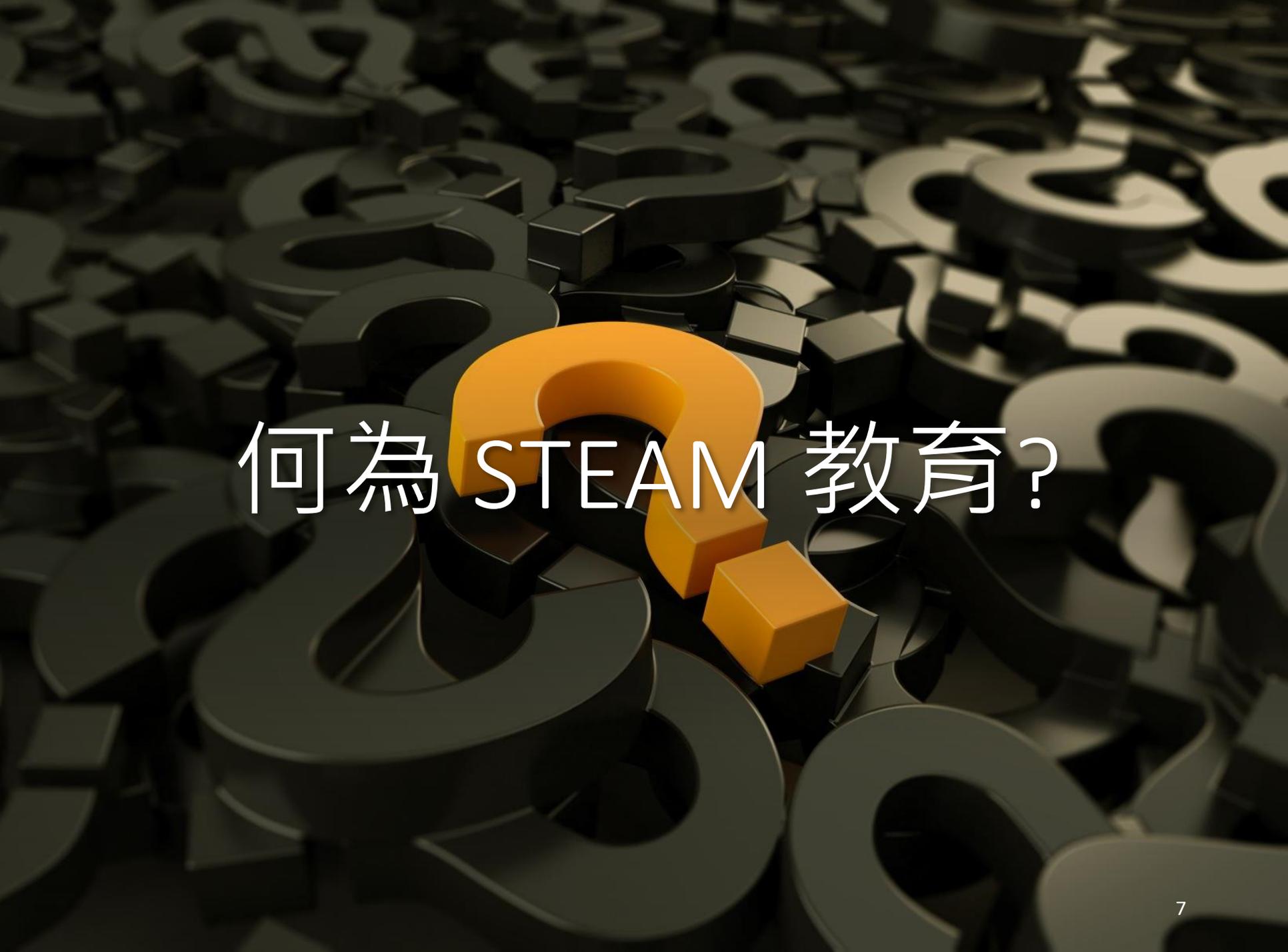


<https://stemsdl23.eduhk.hk/>

2023/24



<https://stemsdl.eduhk.hk/>



何為 STEAM 教育?

何為 STEAM教育?

• **STEAM** 代表以下文字的英文縮寫:

1. 科學 (Science)
2. 科技 (Technology)
3. 工程 (Engineering)
4. 藝術 (Arts)
5. 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
- STEAM 教育旨在通過綜合科學、科技、工程、藝術及數學的教學及活動，給學生機會
 1. 「綜合」不同學習領域的知識 (integrate)
 2. 動手「應用」知識 (apply)

STEM to STEAM to STREAM



甚麼是 A?

甚麼是 R?

Drama & Dance?

Reading?

Liberal Arts?

Research?

Robotics?

Art?

Humanity?

Religions?

Presentation?

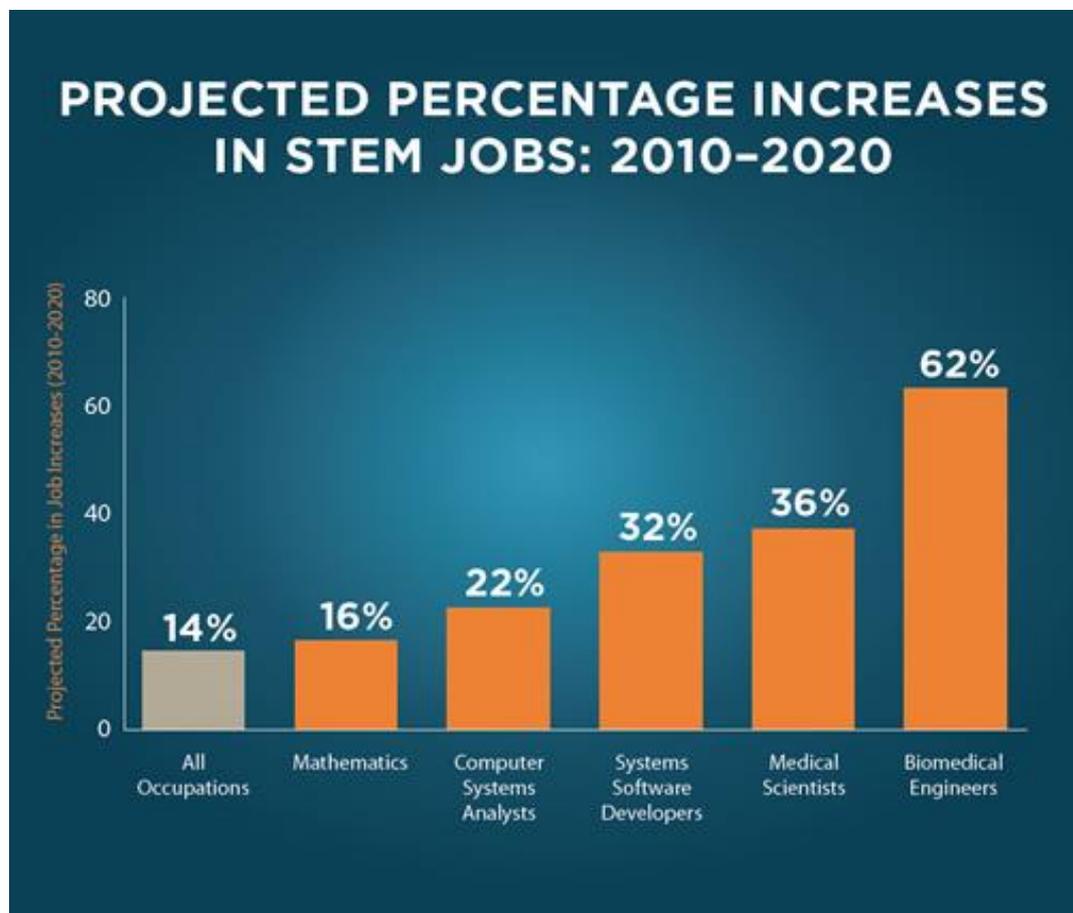
Architecture?

Music?

Reading and writing?

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 STEAM ?

- 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

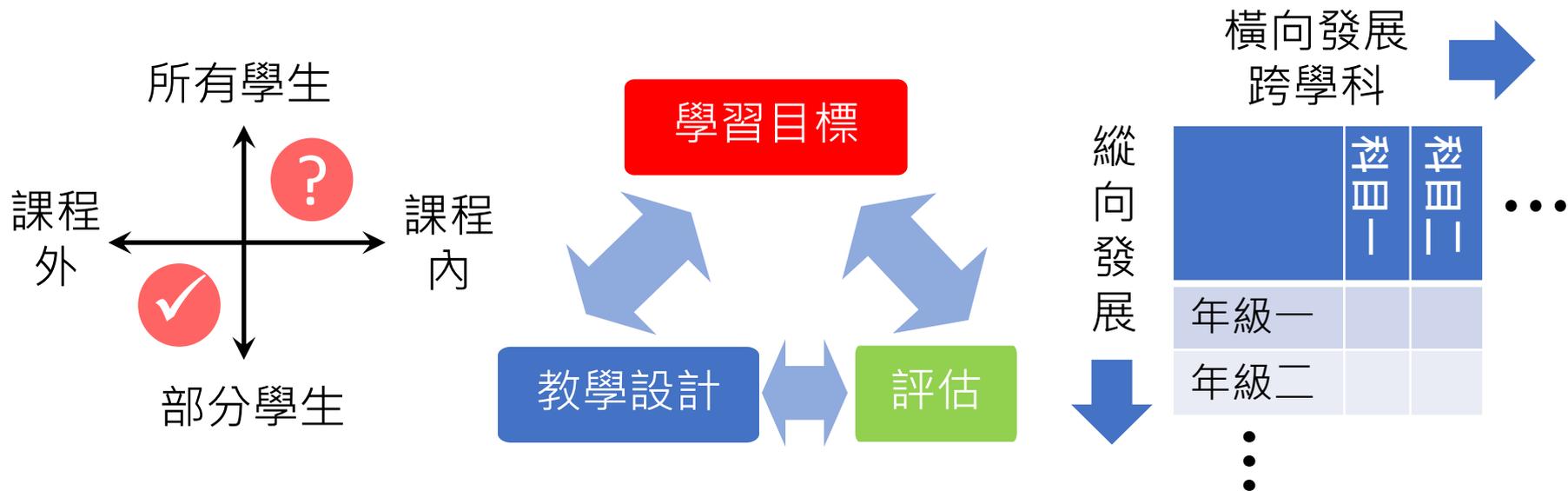


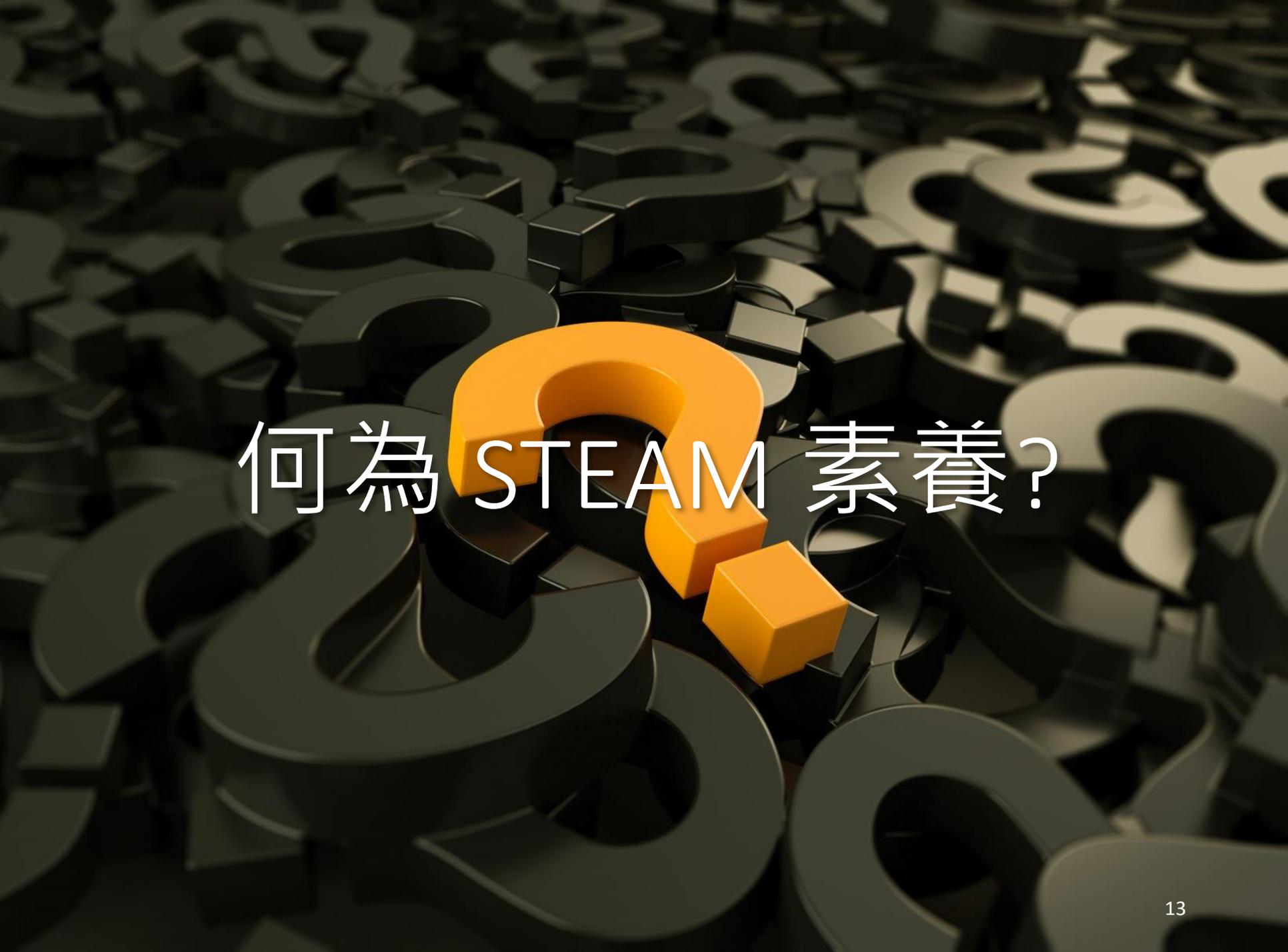
前美國總統奧巴馬與高中生卡爾及埃利洛。埃利洛說道：我非常鼓勵學生，特別是女同學，參與STEM及了解從中帶來的機遇。

- 綜合及應用
- (Integrate and Apply)
- 綜合：綜合不同學習領域的知識
- 應用：多「動手」，應用知識，由被動的學習者改變為主動的學習者

STEAM 教育的挑戰

- STEAM 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 STEAM 教育仍然**面對不少挑戰...**





何為 STEAM 素養？

何為 STEAM 素養?

☁ Active poll

0 〇



何為 STEAM 素養?

Join at

slido.com

#1196 018

在香港課程中的 STEM 素養??

- 跟 STEM 有關的「素養」在課程中那裡出現過?
- **科學素養** — 《小學科學科》新課程文件中第一頁，第一句話：
 - 「科學教育是本港學校課程的八個學習領域之一，協助學生建立穩固的科學知識基礎，**培養科學素養**。...」
- **資訊素養** — 《香港學生資訊素養》學習架構 (2024, 2018)
 - 旨在協助學校了解如何發展學生在不同學習階段的**資訊素養**。
- **科技素養** — 《香港科技教育課程指引 (小一至中六) 》
 - 科技教育的宗旨 — 科技教育學習領域旨在透過發展學生的科技能力、科技理解及科技覺知，來培養學生的**科技素養**

何為素養?

- 素養在英文中翻譯作 **Literacy**
- 根據牛津字典及劍橋字典, **Literate = able to read and write**
- 我們可先從 **S, T, E, M 學科素養** 來了解什麼是 STEM 素養:
 1. **科學素養** (Scientific Literacy)
 2. **數學素養** (Mathematical Literacy)
 3. **科技素養** (Technological Literacy)
 4. **資訊素養** (Information Literacy)

資訊素養及科技素養

- **《香港學生資訊素養》** 學習架構涵蓋不同素養範疇，以便學校在不同學習階段將資訊素養融入課程中，以培養學生以下的能力：
 - 辨識對資訊的需要；
 - 尋找、評鑑、提取、整理、表達和分享資訊；
 - 創造新的意念；
 - 應對資訊世界的變化；
 - 拒絕不道德地使用資訊及資訊科技；及
 - 在數碼世界中保護自己。
- **《香港科技教育課程指引 (小一至中六)》** 科技教育學習領域旨在透過發展學生的科技能力、科技理解及科技覺知，來培養學生的科技素養：
 - 科技能力以辨識需要、問題和機會；並透過溝通和評鑑問題方案作出有根據的決定；
 - 科技理解以明白科技活動的跨學科性質，以及不同科技的概念、知識和過程；
 - 科技覺知以注意到科技發展與文化和情境的互相依賴性質，並意識其對社會及環境的影響。

何為科學素養?

- R. W. Bybee 在 1997 提出以下**科學素養框架**:

Level 4 - Multidimensional literacy

Incorporates an understanding of science that extends beyond the concepts and procedures of science to include the history of scientific ideas, the nature and philosophy of science, and the role of science in society

Level 3 - Conceptual and procedural scientific literacy

Relates information and experiences to the major conceptual schemes of science and demonstrate procedural abilities and understanding of the processes of scientific inquiry

Level 2 - Functional scientific literacy

Uses scientific words to describe a concept appropriately, but only confined to a limited context such as answering a test question

Level 1 – Nominal scientific literacy

Recognises a term or topic but having a low level of understanding

Level 0 – Scientific illiteracy

Lacks the vocabulary, concepts or cognitive capacity to understand a scientific topic or issue

STEM Literacy?

- [Bybee](#) (2010) defined STEM literacy in four components:
 1. **acquire and apply** STEM disciplinary knowledge
 2. **understand** the process of inquiry, design and analyses
 3. **recognize** how STEM shapes our world
 4. **engage** in STEM-related issues
- [Zollman](#) (2012) defined three major dimensions on STEM literacy:
 1. **disciplinary literacies** including literacies of science, technology, engineering, mathematics and other associated areas;
 2. literacies in the **cognitive, affective** and **psychomotor** domains;
 3. literacies to **fulfill personal, societal and economic needs**.
- From “**learning for STEM literacy**” to “**STEM literacy for learning**”
- [Our goal](#): (a) **incorporate** multiple STEAM disciplinary literacies
(b) **integrate** across various STEAM disciplinary literacies.

何為科學素養?

- R. W. Bybee 在 1997 提出以下**科學素養框架**:

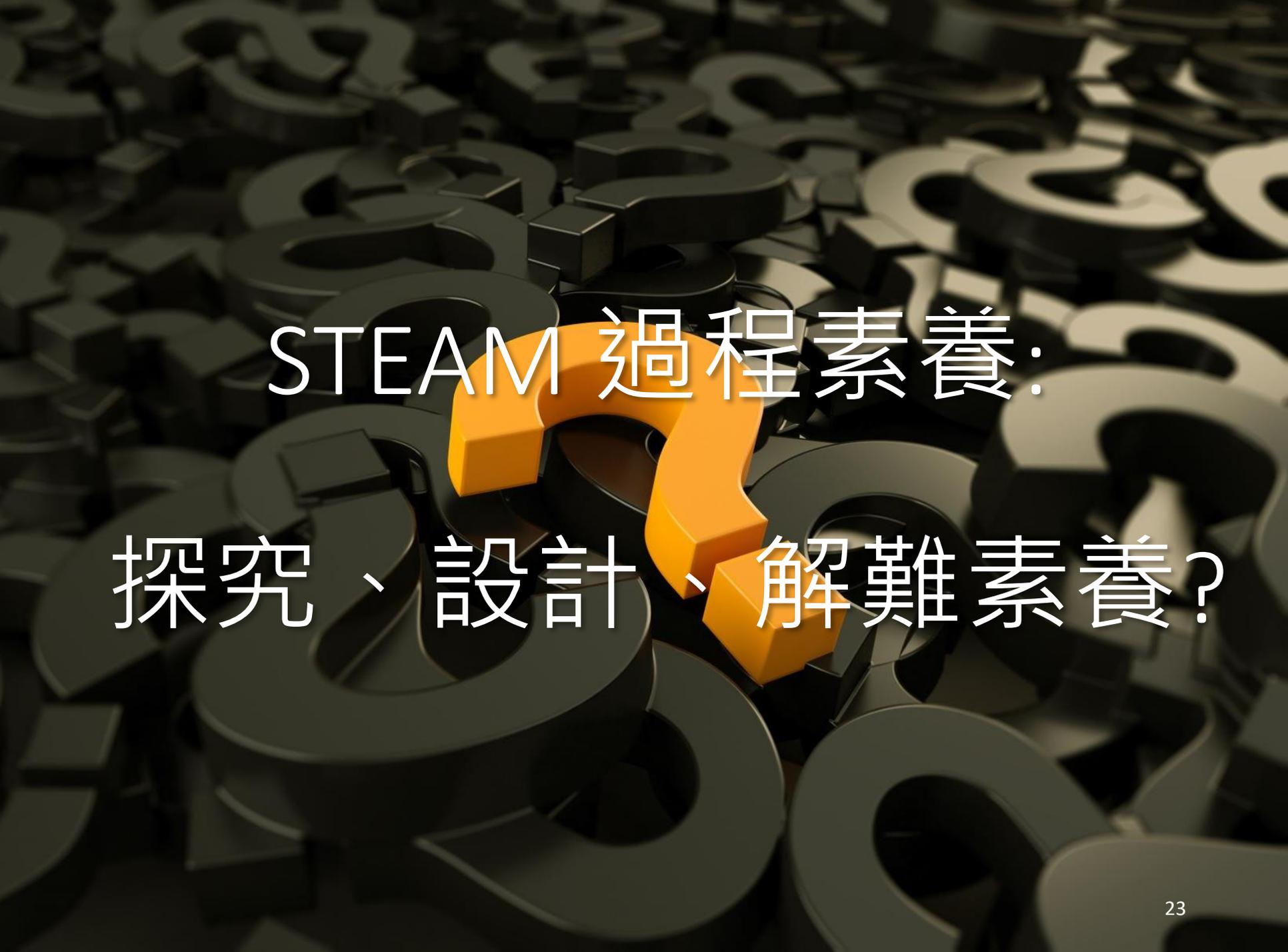
層次	科學素養
0	Scientific illiteracy
1	Nominal scientific literacy
2	Functional scientific literacy
3	Conceptual and procedural scientific literacy
4	Multidimensional scientific literacy

- 我們將**延伸**上述科學素養框架，定義在 STEAM 學習活動中的 **S, T, E, A, M 學科素養**，再探討在個別 STEAM 學習活動中所達到的學科素養層次
- 我們亦會參考其他框架**評估學生結合不同S, T, E, A, M 學科素養的能力**

STEAM 學習活動中 不同學科素養層次

<p>Level 4 - Multidimensional literacy</p> <p>Extends beyond the concepts and procedures of the disciplines to include its history, nature and philosophy, role of in society, etc.</p>					
<p>Level 3 - Conceptual and procedural literacy</p> <p>Relate information and experiences to the major conceptual schemes and procedural abilities in the discipline (e.g. scientific inquiry process, engineering design process)</p>					
<p>Level 2 - Functional literacy</p> <p>Use discipline-specific words to describe a concept, but confined to a limited context</p>					
<p>Level 1 - Nominal literacy</p> <p>Recognize discipline-specific vocabulary or concepts but with a low level of understanding</p>					
<p>Level 0 - Literacy not required</p> <p>No need for discipline-specific vocabulary or concepts</p>					
	S	T	E	A	M

1. Bybee, R. W. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. In *Scientific Literacy: An international symposium, 1997*. IPN.
2. Kaiser, G., & Willander, T. (2005). Development of mathematical literacy: Results of an empirical study. *Teaching mathematics and its applications*, 24(2-3), 48-60.
3. Tang, K. S., & Williams, P. J. (2019). STEM literacy or literacies? Examining the empirical basis of these constructs. *Review of Education*, 7(3), 675-697.



STEAM 過程素養：
探究、設計、解難素養？

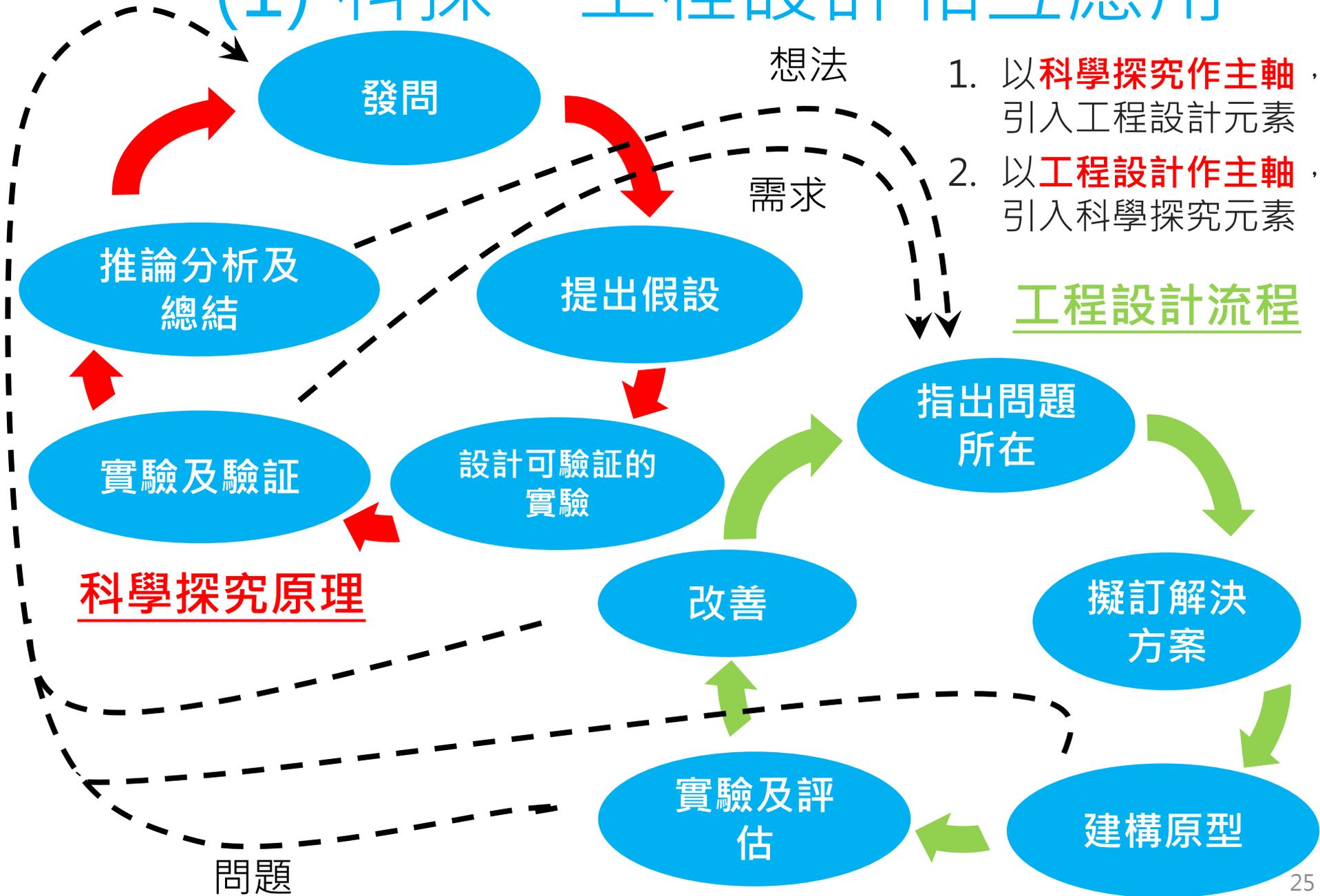
科學探究

相似之處?

工程設計

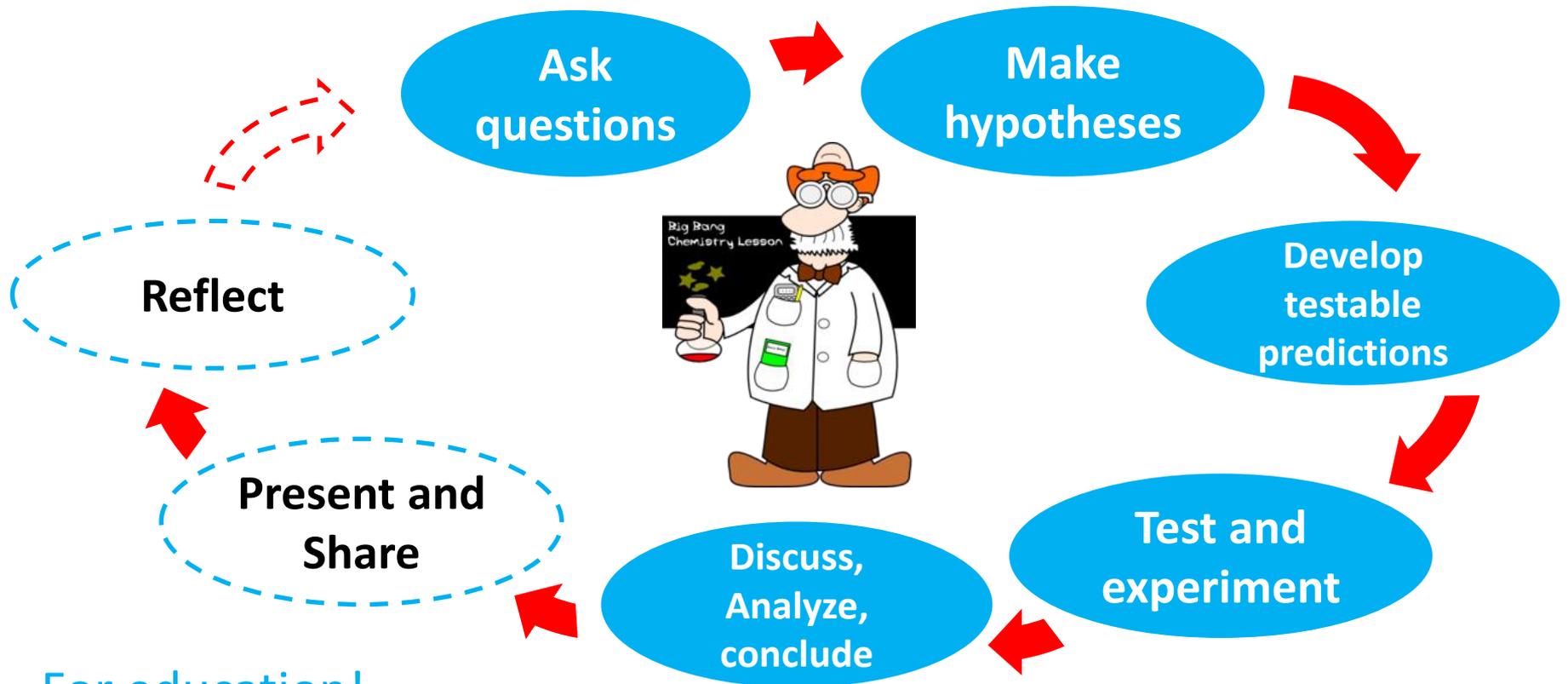


(1) 科探、工程設計相互應用



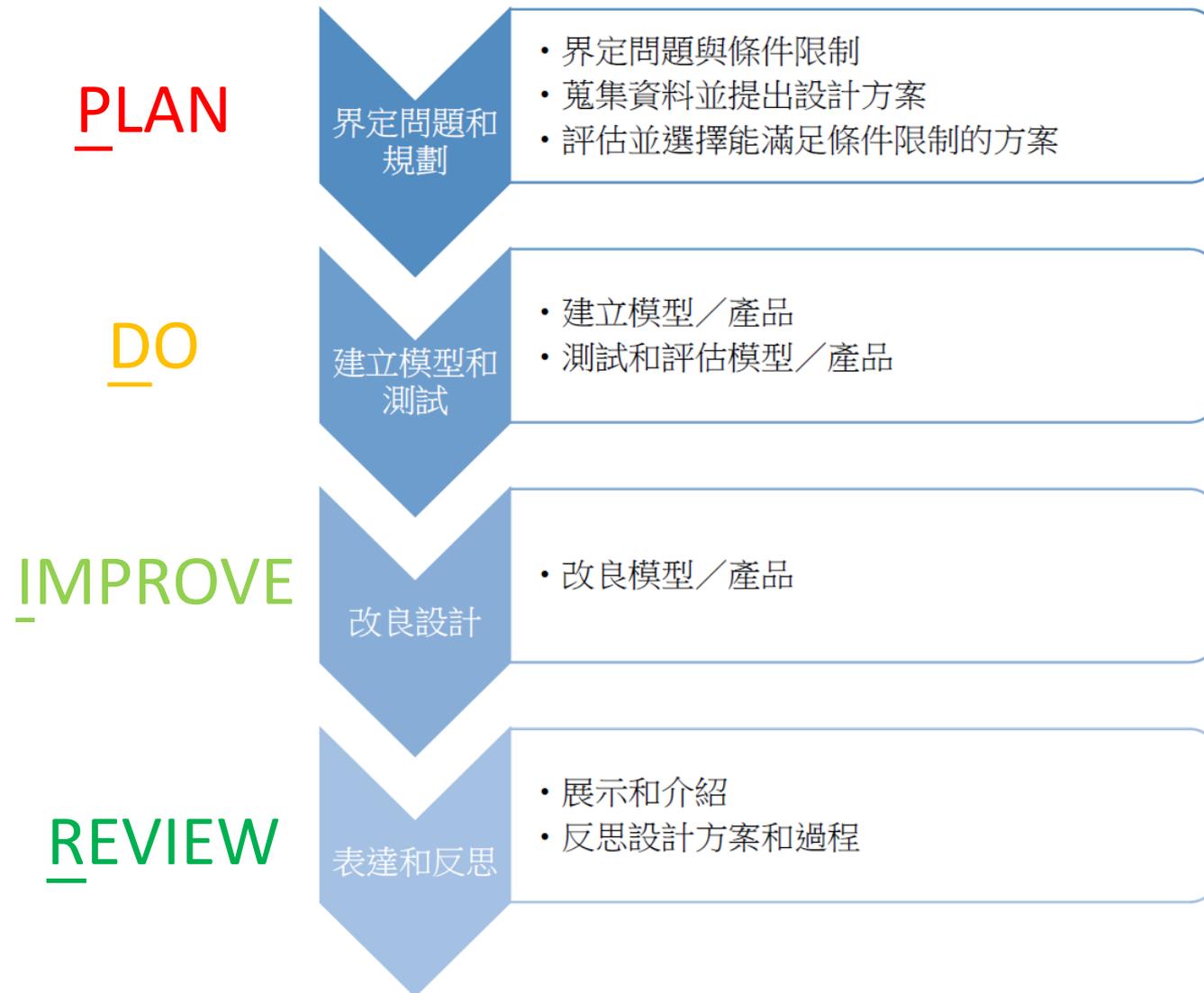
探究式「學習」

- 如何引導學生「學習」探究，及進行探究式「學習」，也是關鍵？



For education!

香港小學科學課程：工程設計PDIR



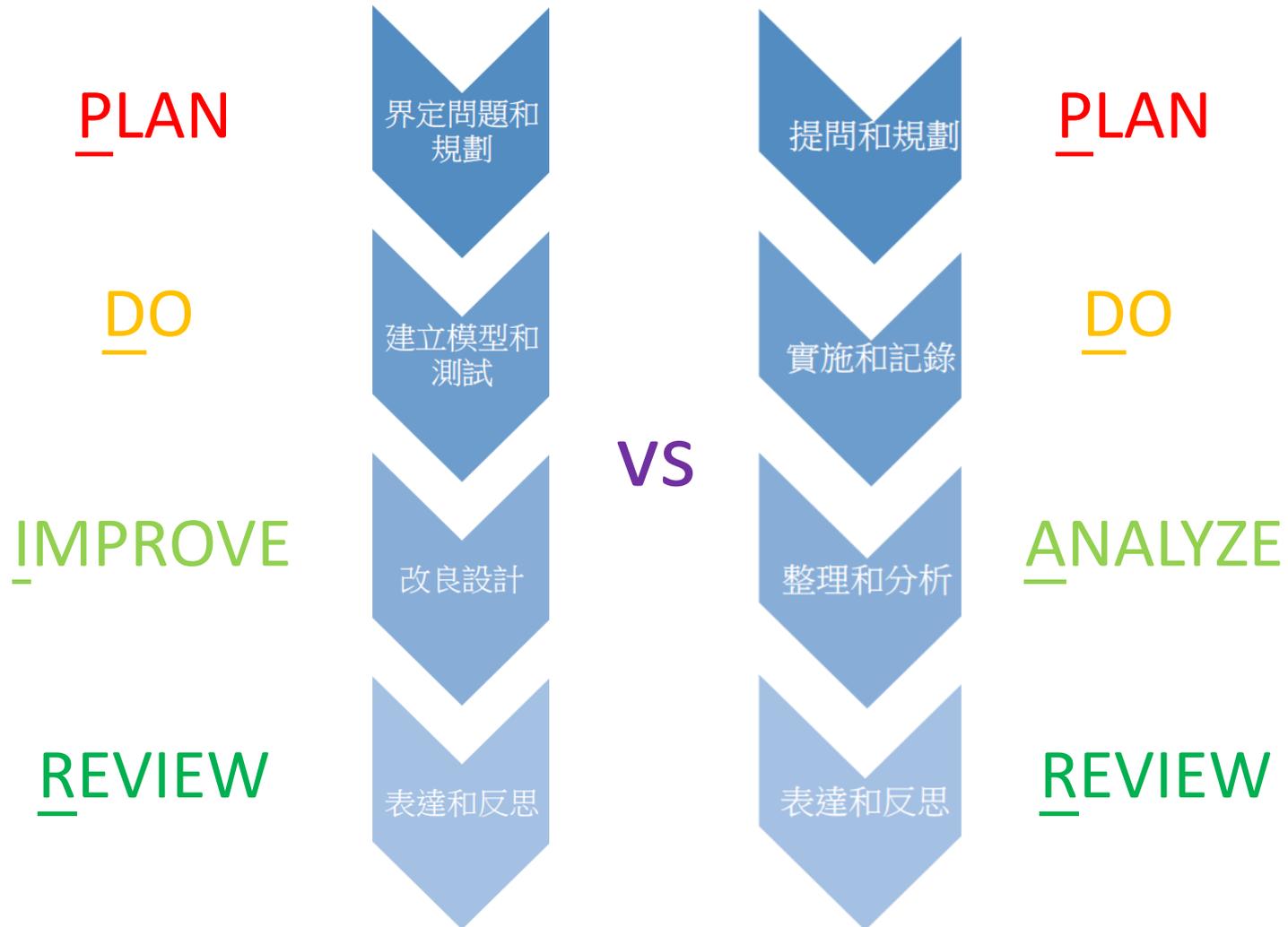
香港小學科學課程：科學探究PDAR



香港小學科學課程

工程設計 vs 科學探究

PDIR vs PDAR



探究式學習開放性的不同層次

- 學者 Banchi 與 Bell 於 2008 年提出將探究式學習分成四個層次:

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			

解決問題的學習進情

Progression in problem-solving?

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			

4 個層次的探究式學習
4 levels of inquiry-based learning
(Banchi and Bell 2008)



解決問題的 4 個建議級別
4 proposed levels for problem-solving

Level of problem-solving		Problem	Solution/ Plan	Result/ Improvement
1	Confirmation problem-solving Students confirm the known improvement to a prescribed problem via a known solution	✓	✓	✓
2	Structured problem-solving Students examine the improvement resulted by a solution to a problem both presented by teachers	✓	✓	
3	Guided problem-solving Students solve a teacher-presented problem by planning their own solutions	✓		
4	Open/true problem-solving Students formulate their own problems <u>in a given</u> situation and solve them with their own solutions			

(2) 從探究式學習到解難： 解難開放性的不同層次

- 我們根據上述探究式學習框架，提出了讓學生循序漸進
提搞解難開放性的框架

	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



評估 STEAM 素養?

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?

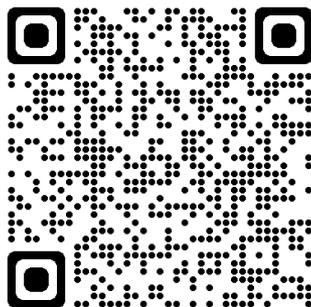
為活動所定下的
學習目標：

	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**

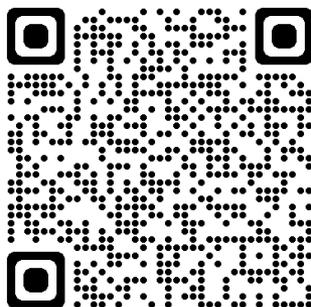
活動：評估網上學習歷程記錄

(1)



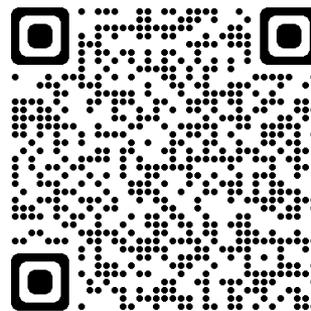
<https://sites.google.com/view/qtnts/sample/home?authuser=0>

(2)



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

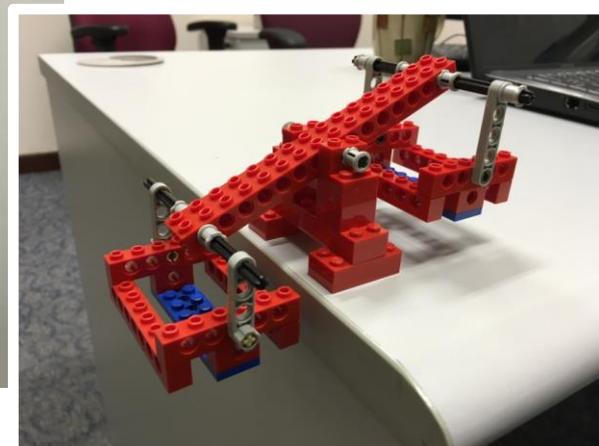
(3)



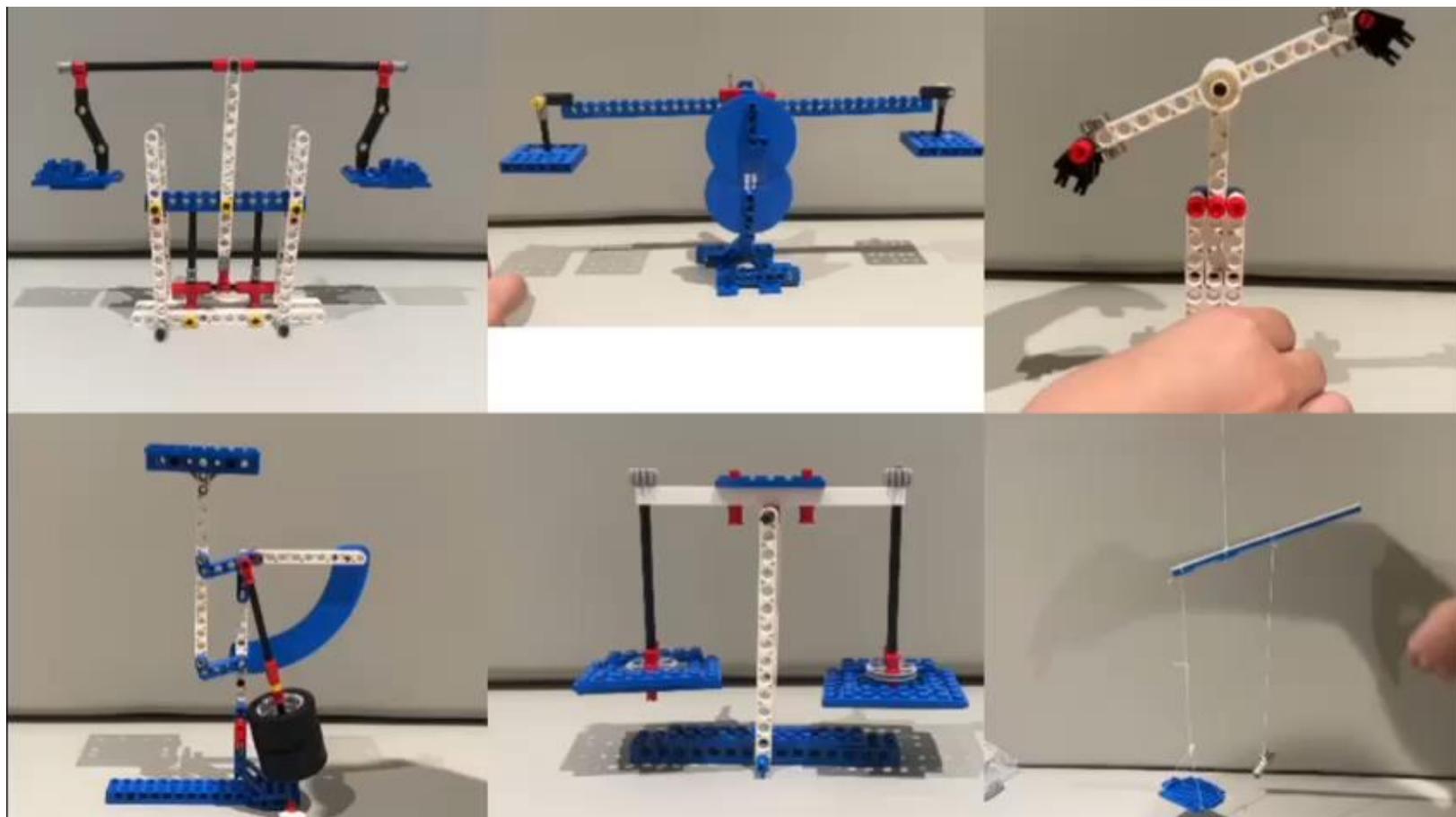
<https://sites.google.com/view/assessmentworkshopdemo2/home?authuser=0>

例子：Lego 天秤

- **目標**：把以下五組硬幣由最重到最輕排列



學生作品



1. 那一個是最好的作品?
2. 最好的作品在 S,T,E,A,M 中分別達到那一個素養層次?

總結

- 素養在英文中翻譯作 **Literacy = able to read and write**
- 1. 我們可先從 **S, T, E, A, M 學科素養** 開始，將各學科素養元素放入課當中
 - 科學素養 (Scientific Literacy)
 - 數學素養 (Mathematical Literacy)
 - 科技素養 (Technological Literacy)
 - 資訊素養 (Information Literacy)
- 2. 之後也可培養學生 **結合 S, T, E, A, M 學科素養的能力**
- 3. 最後，也可培養 **STEAM 過程素養**，當中包括探究、設計、解難素養