

題目：建基於數學課題的 STEM 學習活動——小四「周界」、小六「速率」和「圓周」的教學設計

講者： 周偉志先生（教育局 小學校本課程發展組）
溫苾芬老師、陳韻芝老師、李寶玲老師、馬錦莉老師（胡素貞博士紀念學校）

引言

二〇一五年《施政報告》首次提出推動 STEM 教育（香港特別行政區政府，2015），並在其後的《施政報告》中得到進一步支持。《推動 STEM 教育——發揮創意潛能》報告（以下簡稱 STEM 報告）中提到 STEM 教育的主要目標，包括讓學生建立穩固的知識基礎，提高他們對科學、科技和數學的興趣；加強他們綜合和應用知識與技能的能力；培養他們的創造、協作和解決問題的能力（課程發展議會，2016，頁 4）。報告道出了 STEM 教育在課程發展中的重要目標。

《數學教育學習領域課程指引（小一至中六）》（2017）（以下簡稱數學課程）提到數學教育在實踐 STEM 教育方面的角色，數學課程解釋：「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，STEM 教育能得以加強；過程中學生分析那些或許沒有明確解答的現實生活問題，為問題建模，制定解決方案並最終解決問題。另一方面，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。」（課程發展議會，2017，頁 36）由此可見，數學教育在 STEM 教育發展上的重要性，也可了解數學教育能有效配合 STEM 教育的發展，數學課程亦因此強調 STEM 教育為學校課程持續更新的發展焦點之一。

數學課程提到兩個發展 STEM 活動的模式（課程發展議會，2017，頁 54）：模式一是建基於數學教育學習領域課題的學習活動，讓學生綜合科學教育和科技教育學習領域相關的學習元素；模式二則是透過專題研習讓學生綜合不同學習領域的相關學習元素。跟很多學校一樣，胡素貞博士紀念學校已有透過專題研習方式發展 STEM 教育的經驗，期望更進一步，在數學教育中推動建基於數學課題的 STEM 活動，並嘗試探討結合數學及其他學習元素，例如科技知識的學習活動。下文以個案形式分享學校探討模式一的發展經驗，期望與他校同工交流，推動更多學校發展模式一的 STEM 活動，累積更多良好示例給大家參考。

教師在二零一八至二零二零學年間，嘗試了一些配合數學課題的 STEM 活動，現分享其中三個，包括：(1)配合小六「速率」及不同量度距離方法的「車速大測試」、(2)配合

小六「圓周」和 3D 打印的「遊學團團章設計」，以及(3)配合小四「周界」及編程的「心意卡設計」。分享內容重點在闡述學習歷程及教學理念，技術層面(例如量度的 App、Tinkercad 3D 繪圖及 Micro:bit 編程)只作簡單介紹。在設計活動時，教師綜合 STEM 報告及數學課程的建議，從以下三個方向構思 STEM 活動：

1. 在數學課題中，可配合哪些數學探究或解難活動？
2. 活動能回應學生甚麼生活上的需要或問題呢？
3. 活動能結合哪些學習領域的元素進行呢？

在備課會中，教師反覆就這三個問題進行討論，積極提出富創意的意見，再仔細研究實施策略。

本文從以下四個角度敘述每個個案的發展經驗：

1. 數學活動——活動涉及的數學課題、數學概念、數學活動的設計及理念等。
2. 生活問題——活動回應學生甚麼生活上的問題？
3. 科技及其他學習元素——除數學外，活動涉及哪些學習元素？
4. 教師的發現——教師在實踐活動後有甚麼特別的體驗？

本文期望從這四個方向分享，使大家從中得到啟發，了解到構思模式—STEM 活動時的考慮重點。教師也想藉本文分享他們的教學體驗，過程中他們與學生一起學習，他們因著學生的積極投入而感到喜悅，也為著在過程中有新的教學體會而感到興奮。

STEM 活動個案

(一) 車速大測試

1. 數學活動：

在六年級的「速率」單元中，教師讓學生做量度活動，例如量度同學跑步的距離和時間，從而運用公式計算出速率。如何使這量度活動進行得更有意義，以及豐富其學習元素，是教師構思活動時所思考的問題。

2. 生活問題：

在備課過程中，教師想過讓學生製作模型車並找出其速率等學習活動，並期望活動能更配合生活上的情境。在討論時，教師提出了一些思考問題，包括：可否量度現實車輛的速率呢？學生在生活中會遇到哪些和速率有關的生活問題呢？這些都是教師在構思活動時的考慮點。

教師觀察所得，學校附近有一條繁忙的公路，交通安全一直是學生關注的問題，究竟學生往返學校是安全的嗎？往來的車輛有否超速的問題呢？相信這些都是學生值得關注的問題。於是，教師設計活動讓學生量度不同種類車輛的速率，從而了解學校附近的交通安全情況。

3. 科技及其他學習元素：

在活動中，學生須運用工具量度公路的長度，並以平板電腦攝錄行車片段，從而計算車輛的速率。工具的運用豐富了原有數學活動的學習元素，除了讓學生探究生活上的問題外，教師也期望學生嘗試運用不同量度工具，並了解其優劣。學生可選用的量度工具包括：拉尺、平板電腦內的測距儀程式，以及結合全球定位功能的 Google 地圖。學生沿行人路邊以拉尺量度公路的長度，運用測距儀沿行人路邊步行以量度長度，在課室運用 Google 地圖找出公路的長度。在記錄行車時間方面，學生會站在天橋上，安全地以平板電腦作出記錄。

4. 教師的發現：

學生進行活動時甚為投入，因為他們有明確的目標，就是找出超速的車輛，學生記錄數據後作小組及全班討論。綜合結果，學生發現大部份車輛都是在安全車速下行駛，只有部份專線小巴有超速的問題。他們表示打算向有關當局表達意見，以改善學校附近的交通安全問題。

至於量度工具方面，有教師和學生意想不到的結果。在估計量度工具的優劣時，大家都認為動手用拉尺量度最準確，其次是測距儀，最後是 Google 地圖。他們認為全球定位會有偏差，故多花點時間用尺量度應該是最可靠的。比對不同工具的量度結果後，大家發現三種工具所得的數據大致相同。同學了解到科技的發展，不僅可提升效率，也能可靠地解決問題。

(二) 遊學團團章設計

1. 數學活動：

在六年級的「圓周」單元中，教師曾進行一項延伸的解難及探究活動。學生先從探究中理解到，若小圓的直徑為大圓的一半，這小圓的圓周也是大圓的一半。理解這一個特性後，教師讓學生運用兩組 $\frac{1}{4}$ 圓（小圓和大圓，小圓的直徑為大圓的一半）設計圖形，學生可選擇不同組合，但圖形的周界都要相等於 $1\frac{1}{2}$ 個大圓的周界。這探究活動不單可加深學生對圓周的理解，學生亦可發揮創意設計喜歡的圖形。在備課時，教師思考如何使這活動更生活化呢？可否結合更多學習元素，使學生綜合不同知識回應生活上的問題呢？

2. 生活問題：

教師以往曾著學生進行這個活動，學生以不同的 $\frac{1}{4}$ 圓設計出周界相同的圖形，圖形富變化，學生不但發揮創意，並且能深化當中的數學概念。教師思考如何增添這個活動對學生的意義呢？教師想到活動可結合學生的生活情境。教師想到六年級學生每年都會一起參加畢業遊學團，便建議以這個活動作為圖案設計的主題，讓學生設計遊學團的團章，鼓勵學生透過團章表達身為畢業生的感受。教師並想到如把設計的團章製作出來，能進一步提升學生的學習動機，也可豐富當中的學習元素。

3. 科技及其他學習元素：

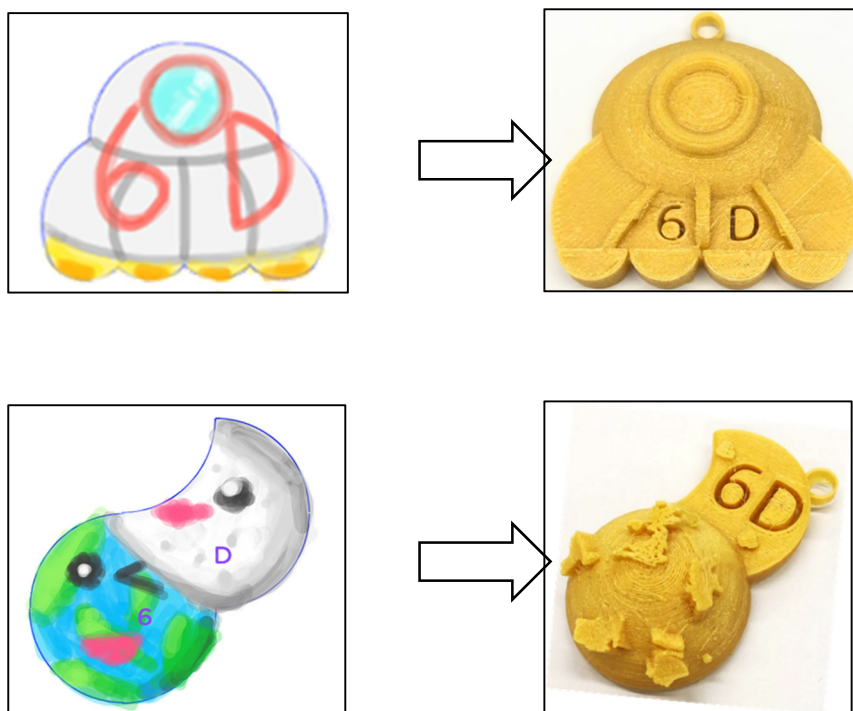
這個活動本身已結合了數學及視覺藝術的學習元素。學生以往進行圖案設計時，教師會提供 $\frac{1}{4}$ 圓的紙板協助學生繪畫圖形，隨著電子學習的發展，一些實作活動可配合電子工具進行，以提升學習效率及效能，也可提升學生運用資訊科技進行學習的能力。教師設計電子課件讓學生進行探究，以取代原本用紙板作尺的方法，教師以「Classkick」電子軟件設計教學課件，運用當中搬移圖形的功能，讓學生在課件上搬移不同的 $\frac{1}{4}$ 圓設計圖形，課件鼓勵學生試誤，學生從探索中深化概念，並樂意設計更多不同的圖形，啟發創意和思維（見圖一）。



圖一：學生在「Classkick」電子課件中選取弧線，組成所要求的圖形。

隨著科技的發展，學生把設計的團章製作出來，是輕易可行的事。教師在設計 STEM 活動時，積極提出意見，探討各種可能性，當有教師提出可以運用 3D 打印形式，讓學生造出製成品時，大家都認為是好主意，這樣不單豐富了學習元素，加入了科技的教學內容，活動也變得更有意思。學生運用「Tinkercad」軟件，把設計了的圖形匯入，在軟件的預設圖形中選取合適的立體圖形，並組合成學生的作品，當中學生須調較不同立體圖形的長、闊及高度，學生在軟件上繪製設計圖時，運用了很多「圖形與空間」和「度量」範疇的知識，進一步豐富了數學學習的元素。注意的是在匯入圖形時，須先把原有的 jpeg 檔轉換為 3D 格式檔案，例如：stl、obj 或 svg 檔。學生在「Tinkercad」上完成設計後，便可把檔案傳送到 3D 打印機。當學生看見自己的作品在打印機中逐漸成形時，都感到

興奮（圖二顯示學生的部份作品）。



圖二：上圖中，左圖為平面設計圖，右圖為立體製成品。

4. 教師的發現：

在學習過程中，學生十分投入，能配合圓周概念及分數加法歸納出的解題策略，並掌握運用電子課件設計圖形，圖形設計多元化，美觀而有創意，學生也能在平面設計圖上透過「Tinkercad」轉換成立體設計圖。他們能綜合運用不同知識於整個學習活動中，完成任務。教師訪問學生對學習活動的意見，他們表示想不到數學不只是紙筆練習，也有不同的學習方式，更可應用到生活問題中，感到新奇和有趣。學生表示在過程中接觸到很多新事物，遇到一些困難，但他們都樂意解決，也會跟同學和老師討論。

在STEM學習活動中，讓學生解釋想法和學習歷程甚為重要，同學間可互相學習，了解不同想法，多作自評和互評，拓寬思考空間。在團章設計活動中，學生會解釋設計意念。在同學分享的課堂中，場面感人。同學在分享設計意念時，表達對學校的深厚感情、對老師的感恩。在表達同學之間的友誼時，他們透過團章祝願同學有美好的前程，鼓勵大家朝著目標奮鬥，流露出不捨之情。跟以往只著學生設計圖形的課堂比較，這次活動配合了生活主題的活動，學生把自己的生活經驗和感受連結到創作中，使作品除了在數學和美術角度有可欣賞之處外，也在設計意念上有更深一層的意義，提升了創作的深度。教師認為，在STEM學習活動中，設定合適的生活情境和問題至為重要，這不單影響了學生的學習動機和投入程度，也影響到學習經驗和成果。

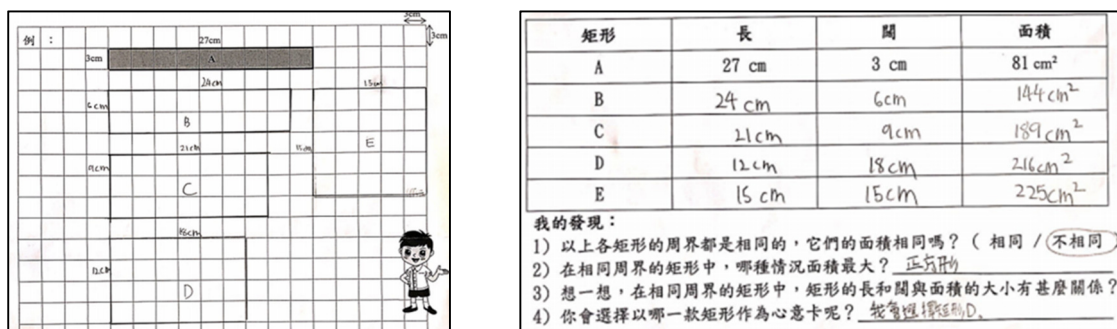
(三) 心意卡設計

1. 數學活動：

「周界」和「面積」都是四年級的課題，學生先學周界後學面積。在學習面積時，學生有時混淆面積和周界的概念，有時誤以為周界愈長的圖形其面積愈大。很多教師在完成面積的教學後，會設計活動讓學生探討面積和周界的關係，以深化學生對這兩個概念的理解，同時提升學生的高階思維能力。在活動中，教師著學生找出一些不同形狀（即不同長、闊）但固定周界（例如：60 厘米）的長方形，並找出這些長方形的面積，學生從探究中觀察結果和推論，嘗試解答以下題目：

- 相同周界的矩形，它們的面積是相同的嗎？
- 在相同周界的矩形中，哪種情況下的面積最大？
- 在相同周界的矩形中，矩形的長和闊與面積有甚麼關係？

在活動中，學生畫出矩形、計算面積和記錄矩形的長、闊和面積，並透過小組和全班討論，讓學生從分析數據中得出結論（見圖三）。這題目屬延伸性的探討，是較高階的題目，教師宜就學生的不同能力，配合不同策略協助學生學習。



圖三：左圖顯示學生在方格紙上畫出不同矩形，並在右圖顯示的記錄表中綜合結果，作出推論。

2. 生活問題：

教師思考在日常生活中，有哪些情境和這個數學概念有關的呢？教師注意到一些廣告牌——牌匾呈長方形，有一燈串圍著長方形的邊，發出閃閃燈光，美輪美奐，甚為吸引。在選擇牌匾的大小和形狀時，設計師會考慮所要表達的內容，包括圖案和文字。如要控制成本，或受到燈串固定長度的影響，設計師則要考慮在固定周界下，選擇那種長闊組合的矩形較符合設計的需要。

學生在學校的運動會中，會分組設計加油板，為班中同學打氣，提振班級士氣，營造會場氣氛。教師思考如在加油板邊加上燈串，效果會更為奪目，學生會更投入設計，也會

為運動會現場加添色彩，營造更熱鬧的氣氛。此外，在坊間能購買到的燈串都是固定長度的，這正好為活動設置了合理的情境。若燈串能配合編程，產生多變化的閃燈效果，製成品會變得新穎有趣。

在教師投入準備，積極構思教學策略、設計教材及購置教學材料之際，面授課堂卻因疫情問題而取消。教師仍期望復課後可安排教學，讓學生經歷這個精心設計的豐富學習歷程。復課後，基於防疫需要，學生須保持社交距離，故取消了分組活動，教師便把這 STEM 活動改為個人活動。活動的基本學習元素並沒有改變，但考慮到本學年的運動會因停課而取消，學生難以獨自製作面積較大的加油板，正適逢父親節快將到臨，教師便改以父親節為題，著學生設計心意卡，以表達對父親的敬意（圖四為學生的部份製成品），心意卡的面積較小，學生較容易處理，所需要的燈串也較少，節省了購置教材的成本。

教師靈活地因應環境調整了教學策略，把主題改變了，為的是要令活動能配合學生的生活情境。這也反映了 STEM 活動的設計甚具可塑性，可靈活地變化，教師設計活動的空間甚大，可發揮創意設計教學策略，當中設置適切學生的生活主題至為重要。



圖四：以上為學生的部份製成品

3. 科技及其他學習元素：

心意卡設計 STEM 活動，綜合了豐富的學習元素。在數學知識方面，學生須運用周界和面積的概念。另外，教師鼓勵學生多用對稱圖形創作圖畫，以配合四年級「對稱」單元的學習內容，並欣賞對稱圖形的美。在視覺藝術方面，除了對稱圖形外，學生也須思考那種長闊關係的矩形較適合表達創作內容。在科學方面，學生須認識閉合電路的原理，以連接電源和燈帶。活動主題也具有價值教育的意義。

在科技層面，學生需應用 micro:bit 微控制器進行編程，micro:bit 連接 LED 燈帶（兩條各 30cm 長的燈帶，即製成的長方形心意卡周界為 60cm），以控制閃燈效果。micro:bit 為 4cm×5cm 的小型電路板，可以藍牙和 USB 連接電腦，學生透過網頁進行編程，直接把程式匯入。顯示器由 25 個紅色 LED 燈組成的，可以顯示單色圖案或動畫，並有兩個可程式化按鈕，以及可連接其他配件的環孔連接器和邊緣連接器，學生把 micro:bit 連接外置的 LED 燈帶，便可控制閃燈效果。

學校原先在四年級的資訊科技教育課中，安排了學生學習編程，因著這 STEM 活動，兩科組互相配合編訂課程，以達到兩科的教學要求，並善用課時，不影響其他教學內容的進度。在編程方面，學生須學習在 micro:bit 顯示器中顯示文字或圖案，並按能力嘗試讓燈帶：（一）順序顯示顏色、（二）顯示彩虹顏色、（三）顯示指定顏色，以及（四）設計不同的閃爍效果。學生須學習運用編程中的順序結構、循環結構和迴圈結構設計不同的燈光效果。

4. 教師的發現

教師訪問學生，了解他們對 STEM 活動的學習體驗。學生表示心意卡能讓他們表達對父親的愛意和尊敬，他們想藉著心意卡答謝父親辛勤工作和用心照顧他們，心意卡正好是一份送給爸爸的父親節禮物。教師認為活動讓學生在創作時，思考跟父親的關係，能配合價值教育——培養學生孝敬父母的品德。在學科層面，學生能說出他們在活動中學到的不同知識，包括在數學、科學和編程方面的知識。令教師感到最大欣慰的，是學生說出在學習過程中面對了不同的困難，但這些困難都成為他們的挑戰，他們會以不同方法解決——請教老師、家長和同學等，也會上網尋找答案。教師本來擔憂活動難度過高，會影響學習動機，料不到學生十分投入學習活動，渴望製作別出心裁的心意卡送給爸爸，並視困難為挑戰，發揮到堅毅精神和解難能力。教師都認為不要小看學生的潛質與能力。

活動也讓教師發掘出另一學習模式。由於復課後課堂的時間有限，教師擴闊了學時的看法——在課堂以外，讓學生在家進行部份學習內容，教師透過網上平台協助學生解決問題（見圖五），以混合模式教學。這模式能有效推行，在於停課期間學生已習慣在家透過網上平台學習，並提升了自學和網上學習能力和技巧，使得復課後仍能有效運用這些

方法，過程中學生也培養了自主學習能力。在這次活動中，學生之間和師生之間都有積極的互動，教師能針對個別學生的問題回應。教師反思到日後可多善用這種混合模式，拓寬學習空間，提升學習效能。

關於micro: bit 收件箱
☆


同學 6月12日
李老師我不小心剪錯了空白的地方所以他有些部份不亮燈所以請問你可以給多一個LED燈

老師 6月13日
好的。你嘗試將另外三條led燈條接取一起，看看能不能亮燈。李老師在

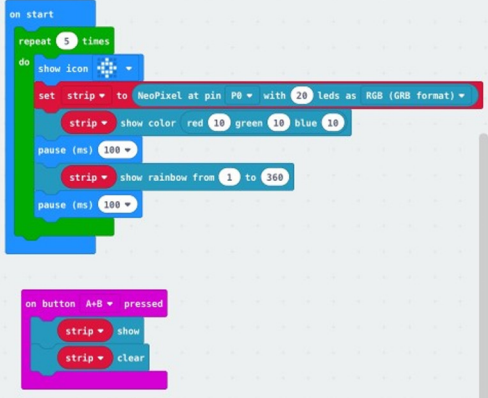
同學 6月13日
只有一邊着燈

老師 6月13日
收件者： 同學

你可以嘗試用卡扣和卡板接取led燈條。你可以在gc觀看影片，學習如何接取led燈條。



網上對話解決問題



當程式啟動時（on start），我們只需要set strip的pin和led數目，並加一個show icon的積木。建議你將repeat 5 times內的積木放入當a鍵被按時的積木內。你的a鍵內的積木是沒有意義。strip show的意思是顯示前一個積木的指令。strip clear的意思是清除led內的指令。如果你先放strip show，後放strip clear，led是沒有反應。因為strip show前面沒有積木，那麼它沒有指令可以顯示。你可以參考gc內的編程圖片。
李老師

圖五：上圖所示，教師與學生在網上平台中討論解決問題的方法。

討論問題

教師在數學科發展模式一的 STEM 活動時，心中有一些疑問，這都是很多教師心中的疑問，這些疑問會阻礙教師嘗試進行這些活動。經過實踐後，胡素貞博士紀念學校的教師對這些問題有了新的看法。

問題一：要設計合適的 STEM 活動，是否很困難呢？

設計合適的 STEM 活動，最重要是敢於嘗試和創新。設計 STEM 活動的難處在於它不像其他數學活動，在學習目標上有較具體而明確的要求（例如掌握某個數學概念或運用某個數學技巧解題）。相對地，STEM 教育不像數學課程有清晰明確的內容要求，但正因這樣，教師有很大空間創新，可嘗試結合不同的學習元素，設計多樣化的學習策略，並為活動訂立有意義的教學目標。

問題二：設計的活動，不知是否屬於 STEM 活動？

設計活動時不需要過於關注其形式，而是多從學生角度看，著眼於學生的學習經歷，在

知識、技能和態度方面考慮學生的得著。好的活動可提升學生對數學和其他學科的興趣，讓他們有綜合應用各科知識與技能的機會，而在過程中學生可培養到創造、協作和解決問題等共通能力。

問題三：在設計活動方面，有甚麼心得？

STEM 活動沒有固定的模式，教師可參考不同的教學例子，豐富自己的想法，也可大膽創新，設計獨特的 STEM 活動。學校在構思模式一的 STEM 活動時，發現有一個方法或可幫助教師設計活動的，以上三個個案都是以這個方法構思出來的。在備課會中，教師先討論以往曾進行而有效的數學探究或解難活動，再想及這些活動在學生日常生活中有甚麼意義，然後構思如何結合其他學科的學習元素來回應問題，以豐富學生的學習經歷和達到 STEM 教育的學習目標。

問題四：活動會否花很多教學時間而影響教學進度？

學校經驗所得，模式一的 STEM 活動較以往專題研習方式進行的活動所需時間較少。就以上三個活動為例，每個活動所用時間約為三至五課節，當中有關數學探究部份的，在原先的數學教學計劃中也會進行，一些關於科技的內容，可配合資訊科技教育課的課程進行。因此，若把活動的不同部份連結好，多花的時間只是一至二課節，但學習效能卻較學科的活動各自發展提升了許多。數學教師在進行 STEM 活動時，也不應把著眼點只放在數學知識的增長，STEM 活動的學習目標更為廣闊，不能只從學生在數學學習方面的得著而衡量其課時用得是否有效。有教師提問，何時進行模式一的 STEM 活動為佳？就效能而言，如活動緊接相關的數學課題會較有效率，因活動內容能緊接學科知識，學習效能會因此而提升。不少教師把 STEM 活動放在學期末進行，作為增潤或延伸學習，他們或可考慮把活動編入數學課程的有關課題內，成為課題內的常規活動，這樣能提升活動的效率和成效。

問題五：數學教師沒有其他學科的專業知識，很難設計 STEM 活動？

STEM 教育的確打破了學科的界限。在發展模式一的 STEM 活動時，假如數學教師們都有一些其他學科的專業知識，在集思廣益下，大家能互補不足，並在協同效應下共同構思有效的學習活動，教師在研討間能增長不少其他知識。近年，很多數學教師都透過不同渠道進修，學習其他範疇的知識，這都對 STEM 教育的發展起了很大作用。此外，STEM 教育的發展也開啟了很多跨科協作的機會，數學教師曾邀請其他學科的同事參與備課、曾和其他學科合作共同設計教學，而課程主任也有參與其中，在行政、資源和人事安排上作出協調。STEM 教育的發展，不能單靠個別教師的專業知識和能力，而是需要集體力量才能促成的。

參考文獻

1. 香港特別行政區政府(2015)。**2015 年施政報告**。取自
<https://www.policyaddress.gov.hk/2015/chi/pdf/PA2015.pdf>。
2. 課程發展議會(2016)。**推動 STEM 教育——發揮創意潛能**。取自
https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM_Education_Report_Chi_20170303.pdf。
3. 課程發展議會(2017)。**數學教育學習領域數學課程指引（小一至中六）**。取自
https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/ma/curr/ME_KLACG_chi_2017_12_08.pdf。