

推動 STEM 教育

發揮創意潛能

概覽



課程發展議會

2015年11月

引言

推動 STEM 教育

本文件名為《*推動 STEM 教育—發揮創意潛能*》概覽，旨在就香港中、小學推動 STEM 教育所提出的建議和策略，蒐集教育與社會各界不同持份者的意見。本文件應與《*科學、科技及數學教育各學習領域課程更新*》諮詢簡介一併閱讀。

本文件提及有關推動 STEM 教育的建議和策略，將會與學校未來十年的校本課程發展有直接關係，亦為未來的學校課程持續更新擬定方向。若對本文件有任何意見，請於 2016 年 1 月 4 日或之前致函：

九龍塘沙福道 19 號
教育局九龍塘教育服務中心東座 2 樓 232 室
教育局課程發展處
總課程發展主任（科學教育）
（傳真：2194 0670；電郵：science@edb.gov.hk）

課程發展議會
二零一五年十一月

目錄

簡介	1
為何推動 STEM 教育？	2
推動 STEM 教育的方向	3
• 推動 STEM 教育的主導原則.....	3
• 推動 STEM 教育的宗旨和目標.....	4
在香港推動 STEM 教育有哪些建議？	5
• 強化綜合和應用能力.....	5
• 推行 STEM 教育學習活動的模式.....	6
• 教師協作和社區夥伴關係.....	7
推動 STEM 教育有哪些策略？	8
• 更新科學、科技及數學教育學習領域的課程.....	8
• 增潤學生學習活動.....	12
• 提供學與教資源.....	12
• 加強學校與教師的專業發展.....	13
• 加強與社區夥伴的協作.....	14
• 進行檢視及分享良好示例.....	15
總結：同心協力，持續推動 STEM 教育	16
參考文獻	17

推動 STEM 教育—發揮創意潛能

簡介

1. STEM 是代表科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)及數學(Mathematics)各英文譯寫的首字母縮略詞。推動 STEM 教育是配合全球的教育趨勢，以裝備學生應對社會及全球因急速的經濟、科學及科技發展所帶來的轉變和挑戰。
2. 在香港現行課程中，STEM 教育是透過科學、科技及數學教育推動。就 2015 年《施政報告》所述，教育局將更新及強化科學、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。

為何推動 STEM 教育？

3. 為保持香港的國際競爭力，我們在不同層面需要具備不同能力的多元人才，以滿足現今世界在經濟、科學及科技發展上的需要，尤其在國家的主要發展策略（例如：「一帶一路」）下，香港可更好地抓緊作出貢獻的機遇。因此，本港政府正積極推廣創新與科技，而公眾亦越加關注 STEM 相關範疇中創新的重要性。這些宏觀環境的改變，促使學校推動 STEM 教育。
4. 推動 STEM 教育是學校課程持續更新（又稱「學會學習 2.0」）下的一個發展重點，旨在裝備學生，讓他們具備應有的知識、共通能力，以及價值觀和態度，並能有效地終身學習，以應對二十一世紀的挑戰。
5. 過去多年，香港學生在有關科學、科技及數學的國際研究（例如：學生能力國際評估計劃、國際數學與科學教育成就趨勢調查）和國際性比賽（例如：國際初中科學奧林匹克、英特爾國際科學與工程大獎賽）中均有良好的表現。整體來說，本港學生積極參與校內外與 STEM 範疇相關的不同學習活動。
6. 然而，香港學生在科學、科技及數學表現良好的同時，大多偏重於學科學習；部分學生亦較少參與「動手」的學習活動。因此，我們有需要讓學生就著日常生活問題，設計和擬定具體及有創意的解決方案，從而增強他們在綜合和應用跨學科知識與技能的能力。此外，雖然在本地學校課程中的科學、科技及數學教育各學習領域均含有與 STEM 教育相關的元素，但在規劃和統籌與 STEM 相關的學習活動方面，這三個學習領域的教師之間仍須加強協作和相互協調。推動 STEM 教育為上述學習領域的教師提供共同合作的機會，以進一步提升學與教的效能。

推動 STEM 教育的方向

推動 STEM 教育的主導原則

7. STEM 教育的推動參考自本地、內地和國際的經驗，並緊貼以裝備學生具應有的知識和技能來面對世界與社會的改變和挑戰為本的教育趨勢，以及配合達至全人發展、終身學習的學校課程持續更新。推動 STEM 教育的主導原則為：

i. 以學習者為中心

就安排與 STEM 相關的學習活動，促進學生學會學習的能力，學校應配合學生的興趣和需要，採用多元化的學與教和評估策略。

ii. 提供學習經歷

所有學生均具備學習能力，他們應獲得與 STEM 相關的學習機會，包括課堂以外的學習，而這些學習機會是重要的學習經歷。

iii. 就不同目的、意見和興趣取得平衡

就推動 STEM 教育，學校須考慮到學生的興趣和需要、教師的意見，以及與社區持份者的夥伴關係，以便在各方面取得平衡。

iv. 建基於現有優勢

本港推動 STEM 教育是建基於學校現有的經驗和其他的有利因素，例如學校可靈活運用課時和安排全方位學習活動。

v. 持續的發展過程

推動 STEM 教育是一個持續和不斷改進的過程。學校可先由小規模的課程發展計劃開展，以便處理不能預計的問題和為日後的優化過程提供空間。

推動STEM 教育的宗旨和目標

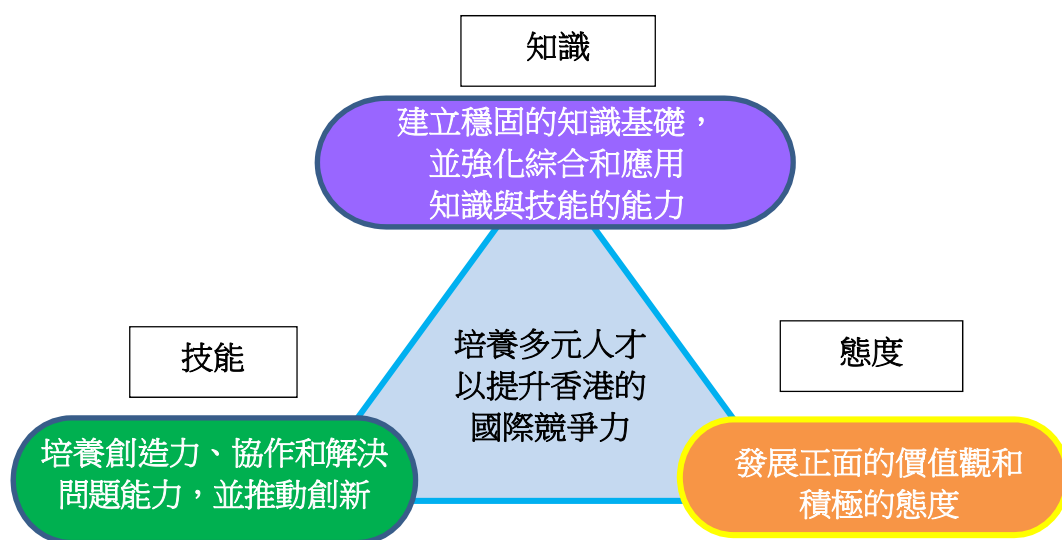
8. 就制定在香港推動 STEM 教育的宗旨和目標，我們已考慮到由課程發展議會建議的學校課程持續更新(又稱「學會學習 2.0」)相關的主導原則，相關內容可參閱《學校課程持續更新—聚焦、深化、持續》概覽。簡而言之，本港學校推動 STEM 教育旨在強化科學、科技及數學教育，以培育相關範疇的多元人才，提升香港的國際競爭力。具體的目標包括：

- 在科學、科技及數學範疇讓學生建立穩固的知識基礎，並提升學生的學習興趣，以助他們日後在有關範疇升學和就業，應對現今世界的轉變所帶來的挑戰。
- 強化學生綜合和應用知識與技能的能力、培養學生二十一世紀所需要的創造力、協作和解決問題能力，以及使他們具備創新思維與企業家精神。
- 強化校內教師的專業能力和他們之間的協作，以及學校與社區持份者的夥伴合作關係。
- 培育與 STEM 範疇相關的人才和專家，為香港的發展及其在國家發展(例如「一帶一路」)的策略性位置作出貢獻。

在香港推動 STEM 教育有哪些建議？

強化綜合和應用能力

9. 透過綜合和應用科學、科技及數學教育學習領域中的知識與技能，學生便能明白科學、科技及數學的發展與社會環境是息息相關，而科學與科技的進步可幫助改善現今世界的生活素質。
10. 學生透過綜合和應用知識與技能，來解決真實的問題和製作發明品所獲取的經驗，有助學生發展正面的價值觀和積極的態度，對學生的全人發展至為重要。這些學習機會促進他們探索和了解與 STEM 相關的職業，亦有助培育他們的企業家精神。這樣，不但加強學生對 STEM 範疇的興趣，亦為他們日後在 STEM 和其他需要相關知識、技能和態度的範疇升學和就業，打好基礎。

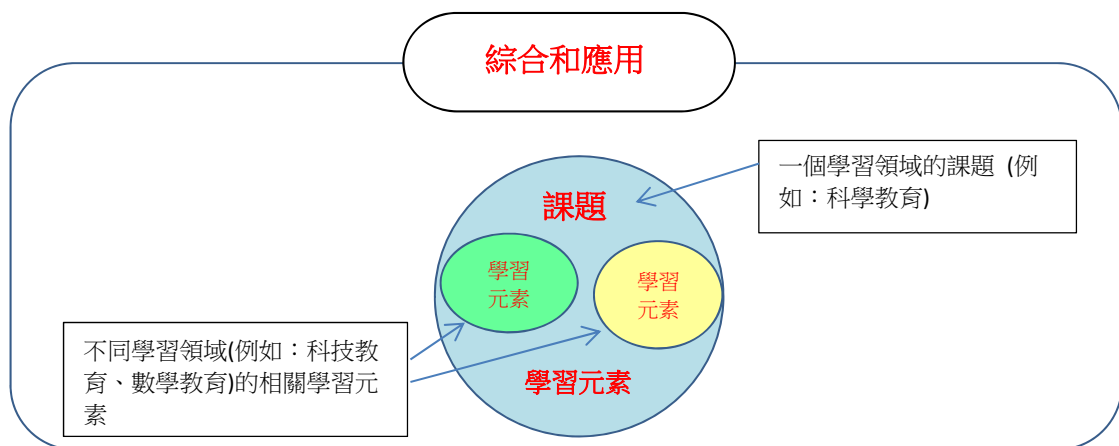


推行STEM 教育學習活動的模式

11. STEM 教育的重點在於強化學生在科學、科技及數學教育各學習領域及跨學習領域的綜合和應用知識與技能的能力，以下為推行 STEM 教育學習活動的兩個建議模式：

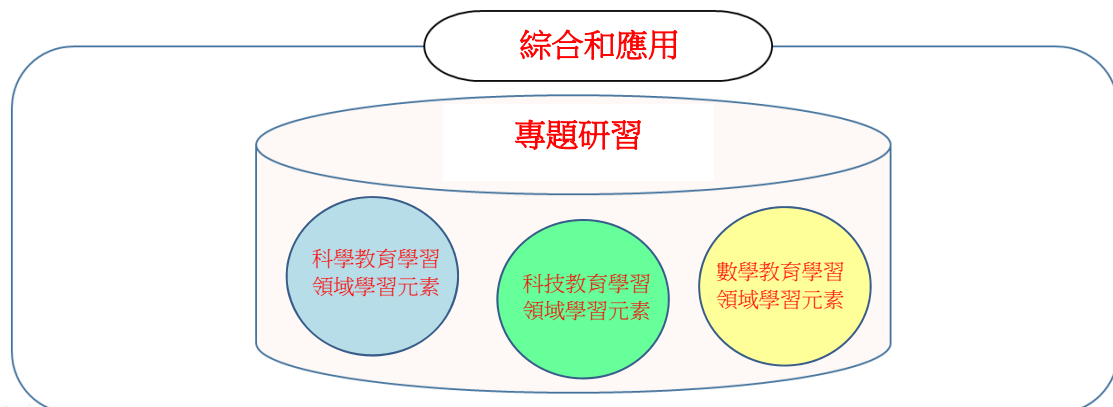
模式一

建基於一個學習領域課題的學習活動，讓學生綜合其他學習領域相關的學習元素。



模式二

透過專題研習讓學生綜合不同學習領域的相關學習元素。



教師協作和社區夥伴關係

12. 由於科學、科技及數學教育學習領域與推動 STEM 教育有著密切的關係，我們鼓勵相關教師加強在校內的跨學科協作，為學生規劃和組織以學習領域為本及跨學習領域的學習活動。
13. 為促進學校推動 STEM 教育，我們會加強與社區夥伴的協作，包括科學、科技、工程及數學各範疇的學者和專家、專業團體及其他相關組織，使學生獲益。

推動 STEM 教育有哪些策略？

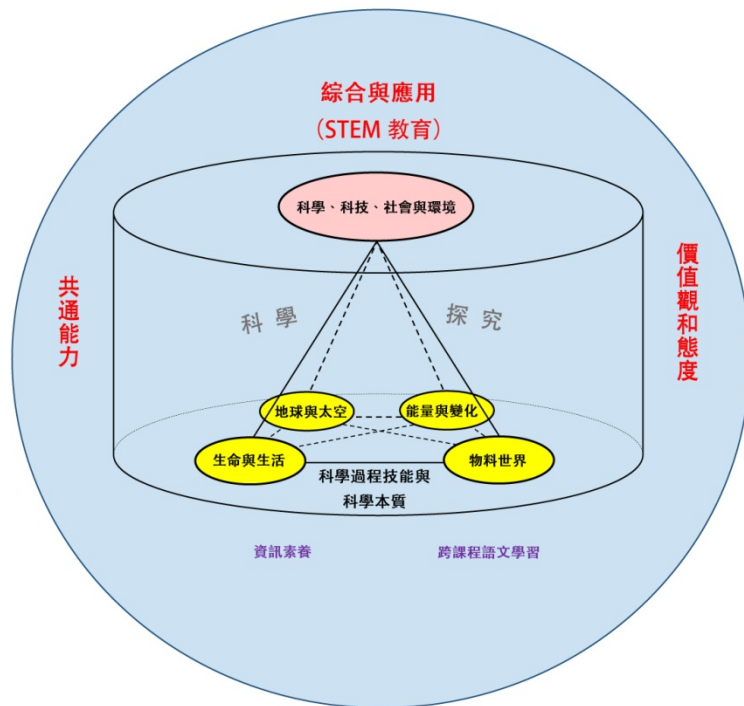
14. 為推動 STEM 教育，我們已採取整體而全面的模式，透過不同策略以強化學生綜合和應用學校教育不同範疇的知識與技能的能力，從而發揮他們的創意潛能。
15. 六個建議策略如下：
 - (1) 更新科學、科技及數學教育學習領域的課程；
 - (2) 增潤學生學習活動；
 - (3) 提供學與教資源；
 - (4) 加強學校與教師的專業發展；
 - (5) 強化與社區夥伴的協作；及
 - (6) 進行檢視及分享良好示例。

策略 1 更新科學、科技及數學教育學習領域的課程

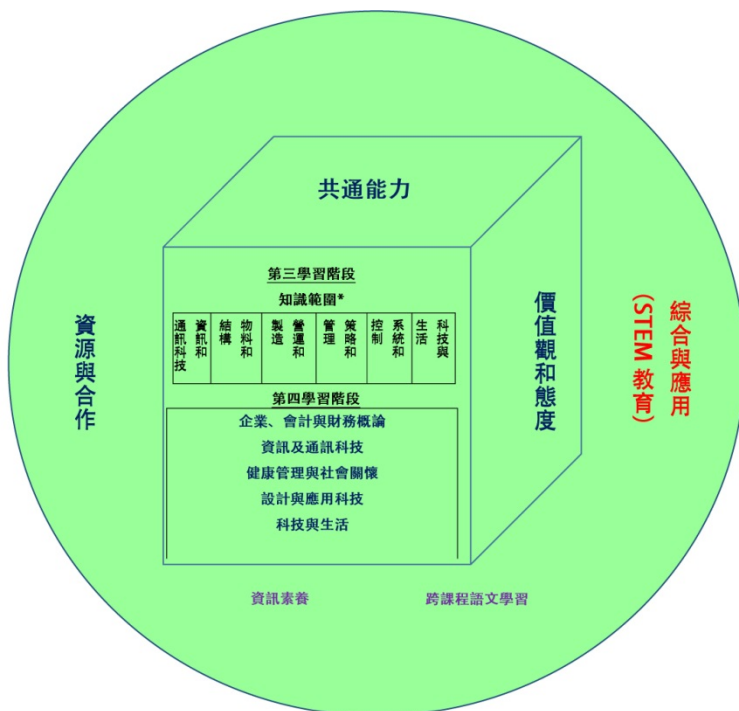
科學、科技及數學教育學習領域的課程，以及小學常識科課程正按照課程發展議會於 2015 年 10 月制定的一系列主導原則和本文件有關推動 STEM 教育的考慮要點(即本文件段落 7)進行更新。請一併參閱科學、科技及數學教育各學習領域課程更新的諮詢文件。

- 1.1 更新科學、科技及數學教育各學習領域的課程架構，強調學生綜合和應用跨學科知識與技能的重要性。

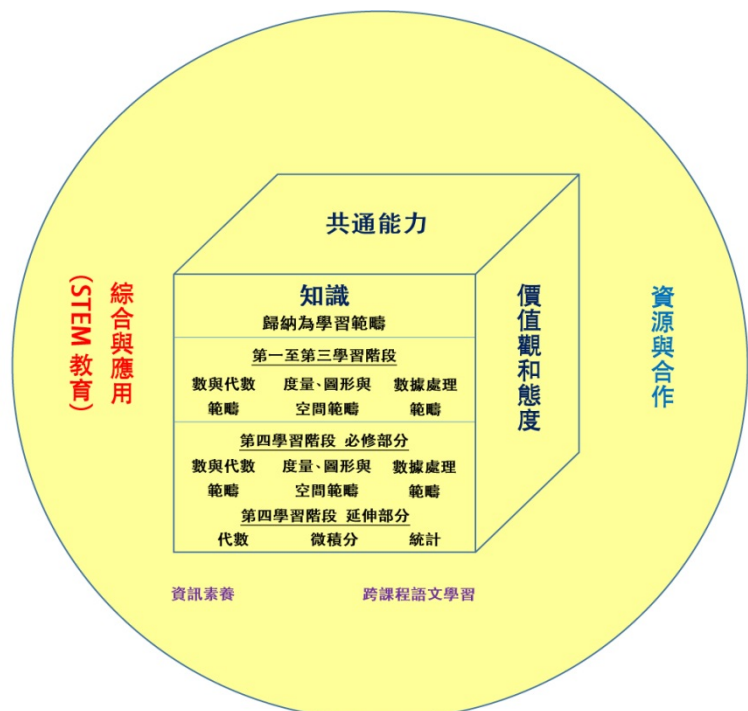
科學、科技及數學教育學習領域的課程架構



科學教育學習領域



科技教育學習領域



數學教育學習領域

- 1.2 更新課程內容，讓學生緊貼科學與科技範疇的最新發展步伐，並提供適切的學與教活動建議予教師參考。

科學教育（中一至中三）課程的更新要點

- 更新內容以配合科學與科技的急速發展，尤其有關生命科學範疇的內容（例如：DNA 作為生命天書、生物工程與健康）
- 優化部分內容以加強初中與高中科學課程的銜接（例如：元素和原子、週期表）。
- 透過統一概念以幫助學生理解不同科學範疇之間的連繫和知識的關聯。
- 加強科學過程技能的培養，尤其有關科學探究的基本數據處理，包括分析數據和圖表、運用符號、方程式和圖表以表達和傳達意念。
- 增潤學與教活動，讓學生透過手腦並用的活動綜合應用知識與技能，從而找出解決問題的方法和製作發明品（例如：專題研習和設計與製作活動）。

科技教育學習領域（中一至中三）課程的更新要點

- 在「資訊和通訊科技」知識範圍安排不少於百分之三十的課時教授程式編寫的概念（包括編碼）。
- 在科技教育學習領域下的六大知識範圍，即「資訊和通訊科技」、「物料和結構」、「營運和製造」、「策略和管理」、「系統和控制」、「科技與生活」組織成為十六個核心及十個延伸學習元素單元，以確保學生能獲得共通及穩固的知識基礎。
- 建議所有學校安排百分之八的課時，教授核心學習元素單元。部分學校可考慮安排不多於百分之十五的課時，提供延伸學習元素單元，以配合學生的不同學習需要。
- 推廣以主題為本和設計與製作學習活動，透過這些專題研習活動可提升學生綜合和應用知識與技能的能力。

- 透過進行手腦並用的 **STEM** 相關活動，培養學生的興趣和好奇心，使他們為大眾福祉而解決問題和創造解難方法。

數學課程的更新要點

- 數學教育（小一至中六）課程將分階段進行全面檢視，以優化學習進程的縱向連貫性、加強與其他學習領域的橫向連繫，並促進 **STEM** 教育，以及配合課程持續更新的其他發展重點。
- 新建議的學與教次序和課程架構是為
 - (i) 加強學與教的效能；
 - (ii) 加強數學科在推展 **STEM** 教育上的角色；及
 - (iii) 加強「數據處理」和「概率」的學與教，培養學生運用數據計算風險和作明智決定的能力。
- 加強為學生提供學與教活動（例如：專題研習、數學建模和問題為本學習），讓學生綜合和應用知識與技能，並有創意地解決問題、建立新的構思或經審慎計算而作出判斷。

小學常識科課程的更新要點

- 更新的内容著重日常生活和科學與科技的連繫（例如：低碳生活、全球暖化）。
- 透過科學探究（例如：公平測試），提升學生的基本科學過程技能，包括：觀察、量度、分類和傳意，從而加強中小學課程的銜接。
- 增潤有關應用科學與科技來解決日常生活問題的學與教活動（例如：日常生活中的能源使用、簡單機械的運用）。

- 1.3 推廣促進學生綜合和應用知識與技能的教學法（例如：透過科學探究、專題研習、以問題為本的學習和包含設計與製造元素的學習活動）。

策略 2 增潤學生學習活動

教育局正致力為學生增潤學習活動，以推廣科學、科技及數學跨學科學習的文化。

- 2.1 定期籌辦學生博覽會，以展示和表揚學生在 STEM 相關範疇的多方面成果。此重點活動亦為學生提供優質的學習經歷，提升他們的學習興趣、創造力和創新意念，並加強他們綜合和應用知識與技能的能力，以解決真實的問題。
- 2.2 建議學校有效運用中央課時內的「可供彈性處理」課時及課堂以外的學習時間，為學生安排合適的學習活動，讓學生獲得寶貴的學習經歷（例如：跨學科和跨學習領域的專題研習或比賽）。
- 2.3 提供機會讓具有不同興趣和能力的學生參與本地、國內及國際性與 STEM 相關的比賽，以擴闊他們的學習，發揮在 STEM 範疇的潛能。
- 2.4 提名在 STEM 範疇中具特別才能的學生申請本地及海外獎學金，以擴闊他們的視野，促進他們日後修讀與 STEM 相關專業範疇的課程。

策略 3 提供學與教資源

我們建議學校善用現有支援科學、科技及數學教育學習領域課程實施的資源，如特別室的設備、資訊科技設施、視聽器材、圖書館圖書、學與教資源教材套，以推動 STEM 教育。我們將會加強為學校提供資源，支援學校為學生規劃和組織與 STEM 相關的活動。

- 3.1 進一步提供資源予教師參考，包括教學示例、跨學科活動、專題研習、全方位學習活動及與 STEM 相關的比賽資料。這些資源可就學校組織課堂內外的相關活動，提供一些簡介和參考資料。
- 3.2 提供各種與 STEM 範疇相關的網上電子資源的建議，例如網上圖書館、網上課程、電子書及其他與 STEM 教育相關的網絡資源，以助提升學與教效能。
- 3.3 推廣使用由香港教育城有限公司負責管理的「教育局一站式學與教資源平台」中與 STEM 教育相關的學與教資源，並加以增潤。
- 3.4 加強教育局與不同團體的連繫和合作，例如香港科學園和香港科學館，推廣有關的學與教資源和全方位學習活動。

策略 4 加強學校與教師的專業發展

教育局現正加強與 STEM 相關的專業培訓課程，提升校長、課程領導和教師的專業能力，使學校能有效而全面地推行 STEM 教育。

- 4.1 定期為課程領導舉辦大型研討會。目的是透過這重點活動，滙聚有關持分者，向學校推動 STEM 教育。
- 4.2 在未來三年，教育局會持續為學校中層管理人員和教師舉辦專業培訓課程，推介適切的教學策略，以提升學生綜合和應用跨學科的知識與技能的能力。我們亦會持續舉辦研討會和工作坊，讓教師獲得與 STEM 範疇相關的最新資訊。
- 4.3 透過不同的平台（例如：教育發展基金「專業發展學校計劃」和「優質教育基金主題網絡計劃」）建立跨校及校內的學習社群，以促進專業知識的交流。
- 4.4 讓教師與本地、內地及海外學者交流，認識科學與科技範疇的最新發展，擴闊教師的視野。

策略 5 加強與社區夥伴的協作

一直以來，教育局致力凝聚不同持份者，共同促進學生於 STEM 範疇的學習，現有需要進一步加強與他們的夥伴關係和維繫專業社群。

- 5.1 加強與各本地課程諮詢委員會和學校代表的溝通，以促進學生在科學、科技及數學教育學習領域的學習。
- 5.2 加強與科學、科技、工程及數學範疇的學者和從業人員的連繫，並探討與大專院校和專家協作舉辦教師培訓課程和學生學習活動的可行性。
- 5.3 持續加強與專業團體及其他政府與非政府組織（例如：香港科學園、英國文化協會、香港青年協會、香港數理教育學會）的夥伴關係，凝聚社群的力量，以支援學校推動 STEM 教育。



STEM 社群的協作夥伴

策略 6 進行檢視及分享良好示例

我們會總結學校推行 STEM 教育的良好經驗，讓他們展示和分享如何透過學習活動，加強學生綜合和應用知識與技能的能力，以助推動 STEM 教育。

- 6.1 進行研究和評估調查，以檢視學校推行 STEM 教育的成效，以及適時地檢視課程。
- 6.2 持續識別學校推行校本 STEM 教育的良好示例，並總結學校舉辦跨學科學與教活動的經驗。
- 6.3 透過專業培訓和卓越中心，例如資訊科技教育卓越中心計劃、教育發展基金的「專業發展學校計劃」，分享實例，以支援學校推行 STEM 教育。

總結：同心協力，持續推動 STEM 教育

16. 在本港中小學推動 STEM 教育的重點在於發揮學生的創意潛能，讓他們能應對現今世界的挑戰。學校推行 STEM 教育應在科學、科技和數學教育學習領域有持續的發展，這亦是學校課程持續更新的一部分。學校在推動 STEM 教育時，可透過整體的規劃，配合校情採取恰當的措施，以滿足學生的興趣和需要。我們期望透過適切的學校策略，以及教師、學校和社區夥伴的共同努力，使推動 STEM 教育的宗旨和目標能有效地落實，以助學生掌握二十一世紀所需要的重要技能與素質。

課程發展議會

二零一五年十一月

參考文獻

- Brenda S. W. and Celestine H. P. (Ed.). (2014). *Models and approaches to STEM professional development*. Arlington, USA: NSTApress
- Committee on Highly Successful Schools or Programs in K-12 STEM Education, Board on Science Education, Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Retrieved 6 October, 2015 from <http://www.nap.edu/read/13158/chapter/1>
- Department for Business Innovation and Skills. (2011). *STEM graduates in non STEM jobs*, Department for Business, Innovation and Skills, London.
- Education Bureau of Government of HKSAR. (2014) *Basic Education Curriculum Guide – To Sustain, Deepen and Focus on Learning to Learn (Primary 1 – 6)*. Retrieved 8 October 2015 from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/doc-reports/guide-basic-edu-curriculum/index.html>
- Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.) *General Studies for Primary Schools*. Retrieved 8 October 2015 from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/general-studies-for-primary/index.html>
- Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *Mathematics Education*. Retrieved October 6, 2015 from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/ma/index.html>
- Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *One-stop Portal for Learning and Teaching Resources*. Retrieved October 6, 2015 from <http://www.hkedcity.net/edbosp>
- Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *Science Education*. Retrieved October 6, 2015 from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/science-edu/index.html>
- Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *Technology Education*. Retrieved October 6, 2015 from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/technology-edu/index.html>

Eric B. (Ed.). (2012). *Integrating engineering and science in your classroom*. Arlington, USA: NSTApress

Freeman, B., Marginson, S. & Tytler, R. (Ed.). (2015). *The age of STEM: educational policy and practice across the world in science, technology, engineering and mathematics*. New York, USA: Routledge.

Hong Kong Education City Limited. (n.d.) *Home*. Retrieved October, 2015 from <http://www.hkedcity.net>

Marginson, Simon, Tytler, Russell, etc. (2013). *STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education*. Australian Council of Learned Academies. Retrieved 12 October 2015 from http://www.acola.org.au/PDF/SAF02Consultants/SAF02_STEM_%20FINAL.pdf

Meghan M. M., Amanda E. G. & Terri G. W. (2014). What is STEM education? *Global Education Review*, 1(4), 1-6 .

Ministry of Education, Singapore. (2014) *Press release: 42 Secondary Schools Offering Science, Technology, Engineering and Mathematics Applied Learning Programme (STEM ALP)* Retrieved 12 October 2015 from <http://www.moe.gov.sg/media/press/2014/09/42-secondary-schools-offering-science-technology-engineering-and-mathematics-applied-learning-programme.php>

National Science Board. (2009). *STEM Education Recommendations for the President-Elect Obama Administration*. Retrieved 13 October 2015 from www.nsf.gov/nsb/publications/2009/01_10_stem_rec_obama.pdf

National STEM Centre. (n.d.). *Homepage*. Retrieved 6 October, 2015 from <http://www.nationalstemcentre.org.uk>

President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). *Report to the President Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering and math (STEM) for America's future*. Retrieved 13 Oct 2015, <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stem-ed-final.pdf>

Robert E. Y. (Ed.). (2012). *Exemplary science for building interest in STEM careers*.

Arlington, USA: NSTApress

STEM Teaching Tool. (n.d.). *Home*. Retrieved October 6, 2015 from <http://stemteachingtools.org>

STEMNET. (n.d.). *Home*. Retrieved October 6, 2015 from <http://www.stemnet.org.uk>

Swee Keat H. (2011). *Speech*. Retrieved 12 October 2015 from <http://www.moe.gov.sg/media/speeches/2011/08/04/speech-by-mr-heng-swee-keat-at-4.php>

Swee Keat H. (2015). *Speech*. Retrieved 12 October 2015 from <http://www.moe.gov.sg/media/speeches/2015/07/24/speech-by-mr-heng-swee-keat-at-the-closing-ceremony-of-the-national-engineers-day-2015.php>

The Government of the HKSAR. (2015). *Policy Address*. Retrieved October 6, 2015 from <http://www.policyaddress.gov.hk/2015/eng/p150.html>

The Government of the HKSAR. (2015). *Press Release on the Speech by the Chief Executive at the seminar on Belt and Road*. Retrieved October 6, 2015 from <http://www.info.gov.hk/gia/general/201508/13/P201508130526.htm>

Vasquez J.A. (2014). *Beyond the Acronym Educational Leadership*, 72(4), 11-15

Vasquez, J.A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8 Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. New York, USA: Heinemann.

Zollman, A. (2012). *Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19

上海STEM雲中心.(2015). 《首頁》 Retrieved 12 October 2015 from <http://www.stemcloud.cn/>

余胜泉、胡翔 (2015).《STEM 教育理念与跨学科整合模式》 Retrieved 12 October 2015 from http://www.ict.edu.cn/news/n2/n20150901_27611_5.shtml