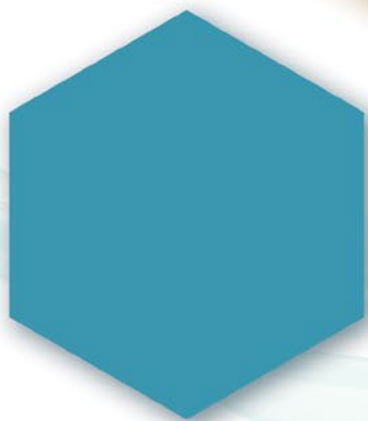
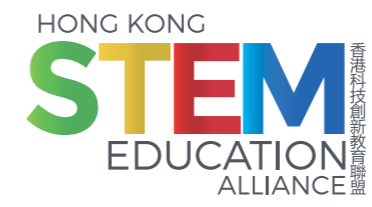


香港STEAM教育 中小學教師培訓 政策研究報告

2023年10月





「香港STEAM教育：中小學教師培訓」政策研究報告

本研究報告探討如何改善香港中小學STEAM教育的教師培訓。香港自2015年以校本課程推行STEM教育，至2022年夏特區政府加入藝術（the Arts）元素，易名為STEAM教育，預計將會有更多文科教師加入，教師培訓需求亦隨之增加。研究檢討實施7年（2015年至2022年）的STEM教育教師培訓，提出改善STEAM教育教師培訓的政策建議，以促進未來香港STEAM教育發展。

研究採用問卷調查、深入訪談和外地案例研究。研究發現實施STEM教育的7年間，教師遇到的最大難題是須自行設計STEM教育課程，但相關支援較少。現時培訓多着重資訊科技的工具培訓，教授工具使用方法多於跨學科課堂設計，加上缺乏可短期內不斷更新的教學資源，教師準備STEM教育課程，須自行設計教材與課程內容，令工作量難以減少。教師缺乏專屬於STEM的備課時間與技術員支援，繁雜的工作量難吸引其他學科教師加入跨學科教學。此外，教師培訓缺乏方向指引，少有初階、進階之分，經驗豐富的教師較少有進階課程的培訓選擇。在政策配套上，香港除教育局外，缺乏專責STEAM教育的機構；而STEAM教育的定義與目標有待加強，亦可多促進STEAM相關業界與學校師生交流，尤其是工程業界，因教育界缺少工程背景的教師。

就此，研究提出6項政策建議，期望能改善未來STEAM教育教師培訓：

- 一. 建議教育局主導編撰「STEAM教育教師培訓指引」，作為STEAM教育培訓方向，解決現時培訓方向不清、跨學科課堂設計欠缺、側重資訊科技工具培訓等問題；
- 二. 建議設「STEAM數理中心」為香港STEAM教育專責機構，中心負責推廣STEAM教育與教師培訓活動，如教材更新開發、課程設計支援等；
- 三. 建議教育局參考特殊教育需要統籌主任的規格，設STEAM教育統籌主任和技術員，統籌主任減少授課時數，專注STEAM教育課程設計，有技術員的協助，可減輕教師的備課負擔。
- 四. 建議《STEAM教育手冊》釐清STEAM教育與正規課程之分別；詳述中小學STEAM教育銜接的最基本內容；以及於STEAM教育宗旨，加入增加高中修讀高等數學或科學科目的人數，解決香港高中生數理偏弱的問題，避免損及未來理科師資。
- 五. 建議創新科技及工業局成立「STEAM教育業界夥伴計劃」，聯繫學校與香港STEAM相關行業，建立行業配對，同時將規模擴至大灣區STEAM相關的大企業。
- 六. 優質教育基金有關「員工培訓導師」的撥款，建議上調時薪金額，鬆綁以學歷劃分導師薪金的限制，以貼近STEAM人才的市價。有關STEAM教育的政府資助撥款，鼓勵多投放於STEAM相關的人力資源上。

報告電子版請掃
二維碼查閱

Please scan the QR code
to access the digital version of the report



Hong Kong STEAM Education: Policy Research Report on Teacher Training for Primary and Secondary Schools

This research report explores how to improve teacher training in STEAM education in Hong Kong's primary and secondary schools. The government implemented STEM education through a school-based curriculum in 2015 and renamed it STEAM education in 2022 by including the Arts element. There is an anticipated growth in the participation of humanities teachers, which will consequently lead to a higher demand for teacher training. This study reviews the implementation of STEM education teacher training over a seven-year period (2015 to 2022) and proposes policy recommendations for enhancing STEAM education teacher training to foster the future development of STEAM education in Hong Kong.

The research adopts a methodology comprising questionnaire surveys, in-depth interviews, and case studies conducted in four regions, namely America, Finland, South Korea, and Singapore. Findings indicate that the greatest challenge faced by teachers during the seven-year implementation of STEAM education is the need to independently design STEM curriculum with limited support. Teacher training primarily focuses on tool training in information technology, rather than on the design and implementation of interdisciplinary curriculum or class activities. Additionally, the lack of continuously updated teaching resources makes it difficult for teachers to reduce their workload, as they have to design their own teaching materials and curriculum for STEAM education. Teachers also lack dedicated prep time and technical support, making the demanding workload less attractive for teachers from other subject areas to engage in STEAM interdisciplinary teaching. Furthermore, teacher training lacks clear guidelines and offers limited options for advanced courses, particularly for experienced teachers.

Based on these findings, the study presents 6 policy recommendations aimed at improving future teacher training in STEAM education:

1. Suggests the Education Bureau to develop the "STEAM Education Teacher Training Guidelines" as a direction for STEAM education training.
2. Proposes the establishment of a "STEAM Mathematics and Science Center" as a dedicated institution in Hong Kong to promote STEAM education and conduct teacher training activities, including material updates and curriculum design support.
3. Recommends the Education Bureau to create the positions of a STEAM Education Coordinator and a STEAM technician, referencing the support and requirements of the Special Educational Needs Coordinator (SENCO). This initiative aims to reduce the teaching hours of the coordinator and provide technical assistance to teachers.
4. Suggests clarifying the differentiation between STEAM education and the formal curriculum in the "STEAM Education Handbook," detailing the fundamental learning areas of STEAM education in primary and secondary schools. Additionally, proposes adding the objective of STEAM education to increase the number of high school students studying advanced mathematics or science subjects, to address the weakness in mathematics and science subjects among Hong Kong high school students.
5. Proposes the Innovation, Technology and Industry Bureau to establish a "STEAM Education Industry Partnership Program" to connect schools with relevant STEAM industries in Hong Kong, fostering industry-school collaborations. Furthermore, suggests expanding the program to include STEAM-related giant enterprises in the Greater Bay Area.
6. Recommends increasing the hourly wage of the "staff trainer" funded by the Quality Education Fund, releasing restrictions based on educational qualifications, and aligning the funded hourly wages with the market price. Furthermore, suggests allocating a significant portion of the government funding for STEAM education in primary and secondary schools towards the recruitment and development of STEAM-related human resources.

研究小組

香港科技創新科技教育聯盟

常務委員會主席：張澤松博士
常務委員會副主席：黃錦良先生
鄧飛先生
伍煥杰先生
蔡詩贊博士

合作機構

香港教育工作者聯會

報告研究員/作者

招淑英 (香港科技創新教育聯盟 助理研究主任)

出版

香港科技創新教育聯盟

地址：香港九龍旺角道33號凱途發展大樓17樓
電話：5268 9822
傳真：2152 9984
電郵：admin@stem-alliance.org.hk
網頁：https://stem-alliance.org.hk
日期：2023年10月16日 (對外發布研究結果)
2024年3月15日 (第二次印刷)

鳴謝

感謝胡少偉博士就報告提供眾多寶貴建議。本報告得以完成，有賴受訪教師、學者與工程業界人士慷慨分享他們的意見，令報告的資料與分析更為充實，在此致以由衷感謝。

受訪人士 (排名不分先後)
江紹祥教授
楊志豪博士
梁敏儀女士
22名接受深入訪談的中小學老師
以及參與問卷調查的老師

聲明

本報告僅供參考。報告建議基於文獻資料、問卷調查與深入訪談結果而擬定。報告內之預測、意見或建議，僅是香港科技創新教育聯盟於發布日為止的分析與判斷。香港科技創新教育聯盟不會就使用此報告引起的損失承擔任何責任。

內文目錄

行政摘要	1-9
第一章：文獻資料	10-39
1.1 STEAM教育與港府政策	
1.2 香港STEAM教育培訓資源	
1.3 STEAM教育和培訓的國際案例	
1.4 香港與國際STEAM案例比較	
第二章：結果分析	40-69
2.1 報告的研究方法	
2.2 推行特點與培訓現況	
2.3 教師對培訓的期望	
2.4 學者、業界對教師培訓的意見	
第三章：政策建議	70-79
附錄	80-103
1. 文獻綜述：STEM與STEAM教育概念發展	
2. 背景資料：香港STEM教育推行情況	
3. 問卷樣本與訪談大綱	
4. 問卷數據補充	
5. 訪問資料羅列	
參考文獻	104-109
香港科技創新教育聯盟簡介	110-112
香港教育工作者聯會簡介	P.113

行政摘要

研究簡介

2015年，香港特別行政區政府推出STEM教育，歷時7載，中小學以校本課程實踐，有百花齊放之勢。至2022年夏特區政府易名為STEAM教育，加入藝術（the Arts）元素。在政策變更普及之際，教師培訓的需求隨之增加。這是適合之時，檢討實行STEM教育的7年間，STEM教育教師培訓的情況，提出改善增進之政策建議，促進未來香港STEAM教育發展。

本報告研究目的為探討如何改善香港中小學STEAM教育的教師培訓。研究方法有量化的問卷調查、質化的深入訪談和外地案例研究。問卷調查於2022年7月至9月進行，共收回有效問卷349份。深入訪談以一對一電話訪問進行，於2022年春起，訪問了22名中小學教師，隨後於2023年春訪問了2名學者與1名工程業界人士。案例研究則以美國、芬蘭、韓國和新加坡四地，探討此四地實踐與教師培訓情況，看有否香港值得參考之處。

研究發現

實行STEM教育的7年間（2015年至2022年），研究發現中小學多在全校推行，推行方式簡單分為三類：跨學科合作、課外活動/活動周、以及獨立成科。教師多強調STEM教育是教學法。籌備STEM教育活動或課程時，教師以團隊合作為主。如STEM教育活動以全校作規劃，須不同學科教師合作，統領的教師要屬副校級或課程主任級，才能推行跨學科教學。

培訓方面，問卷調查顯示有逾六成受訪教師樂意接受STEM教育培訓，近五成受訪教師自費參與培訓課程，另有近六成受訪教師會指導同儕。香港STEM教育潮流在資訊科技，政府措施也多投放在資訊科技。就未來希望接受的培訓內容，首三項最多人選擇「人工智能」（54.68%）、「虛擬/擴增實境」（45.91%）和「跨學科課堂設計」（42.11%）。香港政府是STEM教育培訓的主要提供者，有九成七受訪教師參與「特區政府及組織」提供的培訓，其次為「大學/大專院校」（95.20%）和教師的「任教學校」（93.69%）。「大學/大專院校」是問卷羅列的培訓機構中，最多獲受訪者評價「很好」和「好」，其次是香港特區政府提供的培訓。

是次研究探討了過去7年實行STEM教育的教師培訓成果，發現教師於實踐上遇到眾多挑戰，報告總結了6項教師培訓可改進之處，可作為未來香港STEAM教育培訓的改善之處。現簡單羅列如下：

- 1 跨學科課程設計支援與培訓較少，教師工作量難減。**STEAM教育以校本課程推行，沒有教學大綱，教師須自行設計授課內容。STEAM教育課題有潮流性，約2年便轉變，相比傳統課程6年才有修改，STEAM教育課題變動頻繁，書商的教材也難以即時用於課堂教學上，老師須不斷學習新知與自行更新教材。然而，現時的教師培訓以講授工具使用方法為主，缺乏教授工具如何應用於跨學科課堂，也較少提及跨學科課堂設計，僅大學的訓練涉及，而培訓工作坊較少提供可即用於教學的STEAM教材。在此情況下，教師須自行轉化所學的工具與STEAM知識，設計STEAM教學活動或課程。另外，現時培訓着重資訊科技的工具居多，容易令新手教師誤解懂得用該工具便等同STEAM教育。對非資訊科技科的教師而言，工具教學培訓對其用處不大。因而，現有培訓與政策難減教師設計課程的負擔。

2 教師培訓缺乏方向指引，且少有初階、進階之分。STEAM教育以校本課程推行，且STEAM有定義模糊與傳釋多變的特性。教師憑興趣自行選擇培訓課程與方向，雖有自由，但培訓零散而缺乏系統。即使上畢培訓課程，教師也不清楚究竟要學習多少知識與技能，才有足夠能力實踐STEAM教育。再者，STEM教育的政策2015年至2022年推行，富有經驗的教師已具備基礎知識，需要深入連貫的進階課程，尤其是課程或活動設計。工具培訓亦須設初階與進階程度，多給予教師上堂動手做的時間，以掌握工具使用的竅門，並提及工具如何應用於跨學科課堂中。

3 教師缺乏STEAM教育的備課時間與技術員支援，難吸引其他學科教師加入。STEAM教育以校本課程推行，且其跨學科特質，教師沒有特定的備課辦公時間，須拿自身空堂時間設計活動或課程，工作量大，容易加班。加上，STEAM教育有潮流性，授課內容會因應科技發展而更新，所用工具會隨潮流而變，教師的強項在教學，而非追逐工具轉變的技術，因而STEAM相關技術員的支援，能減輕教師學習與培訓的壓力。可是，目前僅中學科學科設技術員一職支援教師，學校多以教學助理一職招聘人手，協助STEAM教育推廣。唯這些職位待遇不佳，晉升階梯不明，難吸引STEAM相關技術員加入學界。

4 對比四個外地的研究案例，香港缺乏專責STEAM教育的機構。香港和四個研究案例均沒有將STEM或STEAM獨立成科。美國、芬蘭、韓國與新加坡除了教育部外，均下設機構，負責STEM或STEAM教育發展，唯香港僅有教育局。香港缺乏代表性STEAM教育推廣機構，難以整合統籌、規劃香港STEAM教育方向。例如芬蘭的「LUMA數理推廣中心」(LUMA Centre Finland)，既是芬蘭STEM教育的代表性機構，也是統轄各參與大學的傘形組織。又如新加坡的STEM Inc.派專家到校定制課程，作教學示範並培訓教師，招聘博士後參與學校STEM教育活動的設計。

5 有待加強企業與師生的交流，尤其工程行業，因教育界少有工程背景教師。企業交流能促進教師了解行業最新技術發展，得知業界需要哪類人才，讓教師協助學生建立STEAM相關的職業生涯規劃。現時資訊科技是STEAM熱門課題，但中小學教師在工程方面了解甚少，教育界少有工程背景教師，且甚少中學開設「設計與應用科技」。香港工程業界願意與學校多加交流，香港工程師學會一直與教育局合作，到學校舉辦行業講座，參與「工程伴理行」計劃，支援學校工程相關的STEAM教育活動，學會亦向教育局就STEAM相關課程設計提供意見。

6 STEAM教育的定義與目標有待加強，STEAM教育的撥款可多改善。現時STEAM教育常務委員會正編訂《STEAM教育手冊》，涵蓋STEAM教育宗旨、不同學習階段的學習重點，以及就校內STEAM教育規劃安排給予示例。可是，有三處地方仍有待加強，一是須釐清STEAM教育與正規課程的分別；二是詳述中小學STEAM教育銜接的最基本內容，尤其是編程教育方面；三是香港學生理科基礎薄弱，STEAM教育的宗旨亦應解決此問題，避免中學教育基礎不穩而影響將來理科教育的師資質素。就STEAM教育撥款，優質教育基金的資助宜調整學校招聘STEAM人才作教師培訓導師的薪金上限、以及鬆綁用學歷劃分導師薪金的限制。其他有關STEAM教育的撥款現多用於器材設備開支，可多投放在課程設計的人力資源上。

政策建議

1

建議教育局主導編撰「STEAM教育教師培訓指引」，作為STEAM教育培訓方向，解決現時培訓方向不清、跨學科課堂設計培訓不足、側重資訊科技工具培訓等問題。

該培訓指引是回顧過往7年香港STEM教育教師培訓的成效，以此為基礎編撰而成，可供培訓機構與大學教育學院，作為現時STEAM教育培訓內容的規劃參考。報告建議參考韓國科學與創意促進基金會(Korean Foundation for the Advancement of Science and Creativity, KOFAC)提供的STEAM教師專業發展計劃，在「STEAM教育教師培訓指引」將教師培訓內容分為三個級別：基礎、中階、進階，詳述每個級別培訓的建議時數與訓練要點。待指引公布後，教育局應於培訓工作坊或課程的簡介，標示屬於指引哪個級別，如基礎STEAM教育概念、中階教學法培訓、進階STEAM課程設計等。教師可按指引按圖索驥，評估自己在哪個階段，尋找合適的培訓。

「STEAM教育教師培訓指引」為教師設立了最低要求，也是一個不過度干預校本STEAM教育活動或課程設計的指引，統領本報告建議二「STEAM數理中心」和建議三STEAM教育統籌主任。培訓指引的基礎級別建議6至12小時，涉及三項內容：STEAM教育概念介紹、STEAM教育政策現況、以及STEAM教育相關知識。教師上畢基礎階段的培訓，應了解何為STEAM教育、明白政府政策目的、政策要求的中小學生學習重點與進程，掌握STEAM教育的政策現況，並且了解「工程設計」、「科學探究」、「運算思維」和「設計思維」等重要概念於課堂教學的運用。尤其是文科教師，應多加補充工程、科學與資訊科技的知識。政府於2022年夏加入藝術元素，推展「STEAM」教育，未來香港中小學將會有更多文科教師加入其中。教師培訓有需要在基礎階段，照顧文理科教師之知識差別。

中階級別建議20至30小時，有三大方向，一是工具培訓，二是教學法培訓，三是企業參觀聯繫。鑒於現時工具培訓時間短而緊迫，建議應設多於一堂，先教授工具的使用方法，給予教師充足時間動手試用學習，隨後講解如何將工具應用至跨學科課堂教學中。如工具、機器須根據安全指引使用，培訓應給予授課教師一份證書，以保證安全和責任。教學法培訓涉及跨學科教學設計、評估學生的方法、教授學生解難的方法，以及「學生為中心教學法」。建議講解以上教學方式的特點，如何準備教案，如何實際用於教學，並輔以成功教案作為例子。企業參觀聯繫是培訓機構與商界合作，提供短期工作坊或企業參觀，讓教師了解業界最新發展與潮流。進階級別建議40至50小時，旨在培訓教師設計全校STEAM教學內容的能力，例如怎樣設計跨學科課程、如何規劃全校的STEAM教育活動。完成此培訓，教師有能力領導其學校的STEAM教學方向。進階級別建議由大學開辦碩士課程、或短期課程提供培訓。

2

建議設「STEAM數理中心」，作為香港STEAM教育的專責機構。於教師培訓上，中心負責（1）教材定期更新開發；（2）舉辦STEAM創新大賽，推廣跨學科教學；（3）設專家課程支援；（4）設計STEAM教育課外活動，聘請與培訓大學生作導師

比較香港與四個研究案例，香港僅有教育局，缺乏專責推廣STEAM教育機構。加上STEAM教育課題有潮流性，授課內容會因應科技發展而更新，約2年便有轉變，變更比傳統課程頻密，教師須不斷學習新知以更新教材，容易陷入工作量難減的循環往復中。因而建議設「STEAM數理中心」，作為統領與推廣STEAM教育的半官方機構，舉辦STEAM比賽與相關課外活動予學生參與，並支援教師STEAM課題設計與培訓。中心的命名將「STEAM」與「數理」並列，旨在強調以數理為基礎，綜合STEAM涉及的五個學科範疇，作跨學科教學。

中心運作與架構可參考芬蘭「LUMA數理推廣中心」，「STEAM數理中心」的資金來自政府，由教育局監管開支，決策營運另聘人才主持。香港已發展STEM教育一段時間，現時易名為STEAM，一些致力推動STEM或STEAM教育的機構與團體不容忽視，可參考芬蘭「LUMA數理推廣中心」的傘形機構方式，吸納一些經營STEAM或STEM教育有聲有色的大學院系團隊、非政府組織機構等，給予撥款資源，讓這些機構於其所在地區建立地區中心，按其自身特色，提供教學資源予鄰近中小學，如大學院系可開放科學實驗室，一些以工程為主的非政府組織可開放工場予學校做實作活動等。現時樂富聯合道「STEM教育中心」的服務，可撥入「STEAM數理中心」架構，樂富的場地可作為STEAM教育的地區中心營運。

於教師培訓上，「STEAM數理中心」負責教材定期更新與開發，以及每兩年舉辦STEAM創新大賽，設學生的專題研習獎與教師的教學獎，以推廣跨學科教與學。中心的教材開發來自兩處：一是物色具參考價值的大學STEAM學習計劃，撥款該大學團體開發，撰寫可直接供學校使用的教材；二是從STEAM創新大賽的教學獎獲獎者取得，編撰獲獎教師的教材。所有教材均會放至網絡供下載，定期更新能應對STEAM教育課題頻繁變更的問題。

另外，中心亦設立專家課程支援，可招攬大專學界、教育界和STEAM相關業界的專家，成立專家團隊，任務有三。一是為教師發展日推薦STEAM教育的講者，鼓勵學校以STEAM教育為教師發展日主題，增加全校教師對STEAM教育的認識，減少教師跨學科合作的抗拒感；二是校本課程支援服務，專家團隊按申請學校已發展的課程，給予改善建議，並制定進階課程或活動，且有兩年跟進，支援服務合共兩個學年；三是教學法分享會，「STEAM數理中心」每學期舉辦一次分享會，參與教師分享其實踐的STEAM教育教案，專家團隊成員則給予改善建議。

最後為設計STEAM教育課外活動，聘請與培訓大學生作導師。中心以工程、數學、科學或藝術為主題，設計STEAM教育活動，供有興趣的學校選購，以平衡現時過於側重資訊科技的現象，鼓勵中小學多元發展STEAM教育活動。這些課外活動可作為大學準教師STEAM教育實習訓練場地，中心聘請教育學系、或STEAM相關學科的大學生為課外活動導師，培訓他們教授課程，提供STEAM教育實踐經驗的積累。

3

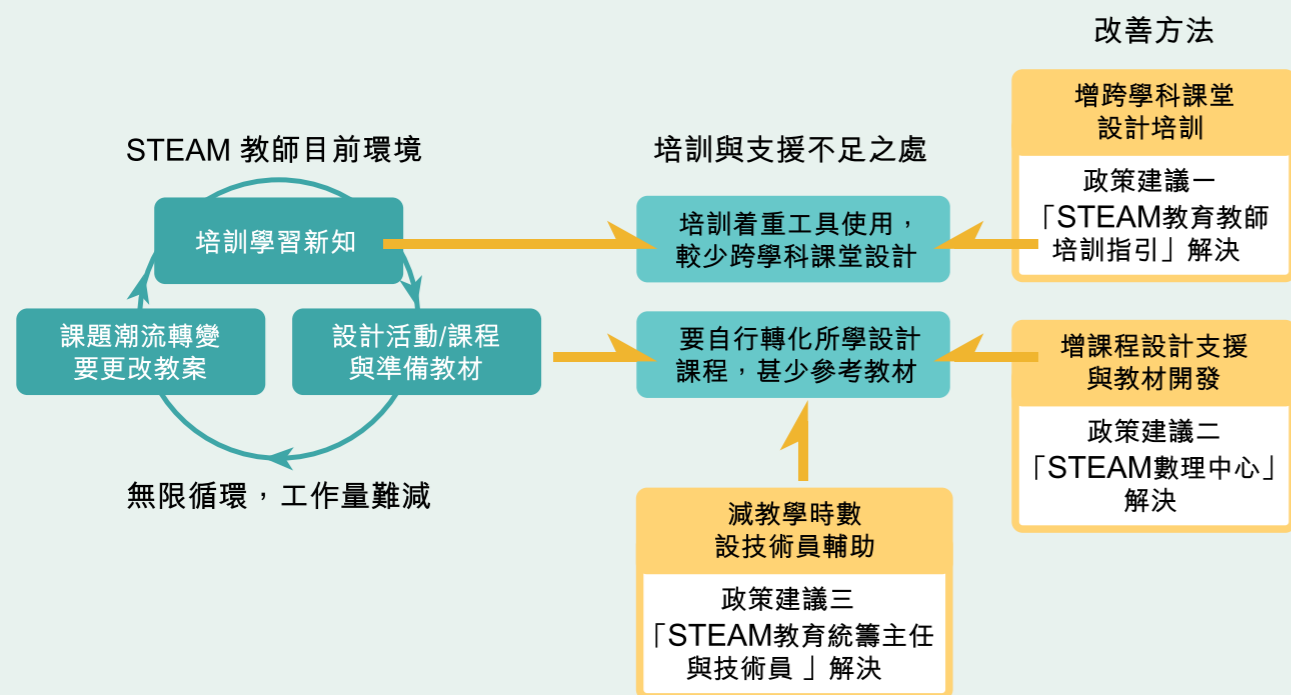
建議教育局參考特殊教育需要統籌主任的規格，設STEAM教育統籌主任和技術員。統籌主任減少授課時數，專注STEAM教育校本課程規劃。技術員須負責技術與備課支援，及帶領學生參與課外活動。

2022年《施政報告》提出從2022/23學年起，公帑資助中小學須委派統籌人員，整體規劃課堂內外STEAM教育。可是，就「統籌人員」的具體資歷、職務、培訓與會否減少授課時數，《施政報告》均沒有提及。建議教育局參考特殊教育需要統籌主任的規格，設立STEAM教育統籌主任和技術員，減輕教師備課量，輔有技術員協助，可解決教師在特定技術專業不足的問題。

就STEAM教育統籌主任，建議列明統籌主任的角色與資歷、工作職責、專業培訓與推行細節。統籌主任的工作職責，主要為規劃全校的STEAM教育學習活動或課程，協助校長和副校長推行校內STEAM教育學習活動，下有「STEAM教育小組」各科教師協助合作。統籌主任的資歷，建議最少有5年推行STEM或STEAM教育經驗，最低要求為完成政策建議一「STEAM教育教師培訓指引」中階級別的培訓內容。統籌主任的教學時數有必要減少，以給予充足的備課與規劃課程時間，其負責統籌STEAM教育的工作應佔整體工作時間50%。有關統籌主任的教師培訓，按政策建議一「STEAM教育教師培訓指引」，最終須完成進階級別的培訓，學習設計與規劃全校STEM教育活動或課程的技巧。

就STEAM教育技術員，隸屬於STEAM教育統籌主任，應以專精一項STEAM相關技術為聘請條件，在技術層面協助STEAM教育統籌主任設計課程或活動，並帶領學校STEAM相關的課外活動。現時只有中學科學科有實驗室技術員，但其他學科沒有，跨學科教學更是甚少配套支援，更遑論小學。技術員應協助教師準備教材、評估活動設計涉及的技術可行性等，亦可在動手做課堂，協助教師解答學生疑問。此外，技術員須運用其STEAM技術，帶領學校STEAM相關的課外活動，教授對STEAM有興趣的學生更深入的知識，而課外活動可以是STEAM教育課堂活動的試驗場地，成效好則可轉化為課堂教學一部分，普及至班級或全校學生。

圖I：STEAM教育培訓不足之處與改善方法



建議一至建議三解決之問題

教師最大挑戰是自行設計STEAM教育課程或活動。不同於傳統課程有明確的授課內容，STEAM教育以校本形式推行，且STEAM本來便有定義模糊與詮釋多變的特性，教學法亦不同傳統課程依書直說，着重以學生為中心的教學法，強調跨學科與解決日常生活問題，因而教師須特意設計課程。

可是，在STEAM課程或活動設計上，教師所得到的培訓與支援甚少。教師培訓上，現時着重教授資訊科技工具的使用方法，而非跨學科課堂設計與教學法的應用。對非資訊科技科的教師而言，工具培訓就課堂教學用處不大。教學資源上，因校本課程，以及STEAM教育課題內容會因應科技發展而短期內轉變，市面沒有充足、且短期內更新的STEAM教育教材參考。教師難以採用書商教材，須不斷學習新知識，以更新教案與教學材料。相比傳統課程依書教學，STEAM教育的授課要求教師準備得更多。

本報告建議設立「STEAM教育教師培訓指引」（建議一），訂明須有教學法培訓，解決跨學科課堂設計培訓不足的問題。另外，報告亦建議設立「STEAM數理中心」（建議二），中心部分工作為負責教材定期更新與開發、設立專家團隊為學校定制進階STEAM教育課程，解決教師STEAM教學資源與支援匱乏的問題。報告亦提議參考特殊教育需要統籌主任的規格，設立STEAM教育統籌主任和技術員（建議三），減少統籌主任的教學時數，以讓其專注於STEAM活動或課程設計，另輔以技術員，協助教師準備教材、評估活動設計的技术可行性，並帶領學校STEAM相關的課外活動，減輕教師的工作量。圖I展示了STEAM教育培訓不足之處與相應的改善方法。

4

建議《STEAM教育手冊》釐清STEAM教育與正規課程之分別；詳述中小學STEAM教育銜接的最基本內容，尤其是編程教育方面；以及於STEAM教育宗旨，加入「增加高中修讀高等數學或科學的學生人數」為目標，解決香港高中生數理偏弱的問題，避免損及未來理科師資。

STEAM教育常務委員會正編訂《STEAM教育手冊》，報告建議有三項內容適宜加入，以清晰STEAM教育的定義與政策推行目的。第一項為釐清STEAM教育與正規課程的分別，STEAM教育涉及的知識與正規課程的授課內容有重疊，建議從教學法區分STEAM教育與正規課程的差別，強調STEAM教育以學生為中心教學法，讓學生自主探索解難，而非直接講說解題過程。第二項為詳述中小學STEAM教育銜接的最基本內容，尤其是因STEAM而興起的編程。課程發展議會在2020年編訂了《計算思維-編程教育：小學課程補充文件》，有提及高小編程的學習元素，但中學的編程學習程度如何，尚未有清晰文件指出。因而有需要在《STEAM教育手冊》多加補充初中的編程教育應學至什麼程度，以清晰中小學STEAM教育銜接。第三項為STEAM教育宗旨加入「提升學生於數理學科的興趣，增加學生在高中選修高等數學與科學科目」，以此作為香港STEAM教育的目標之一。現時新高中學制的學生數理基礎薄弱，不利將來師資於數學和科學等範疇發展STEAM教育活動。因而須透過現時STEAM教育，加強學生於高等數學與科學的興趣，增加在數理學科的人才。

5

建議創新科技及工業局成立「STEAM教育業界夥伴計劃」，聯繫學校與香港STEAM相關行業，建立行業配對，同時將規模擴至大灣區STEAM相關的大企業。

建議參考新加坡STEM Inc.「行業夥伴計劃」（Industrial Partnership Programme），由創新科技及工業局成立「STEAM教育業界夥伴計劃」，聯繫學校與香港STEAM相關行業，讓不同業界人士走入校園，提供行業最新入行資訊與發展，令師生了解STEAM相關的職業路向，避免與業界脫節，為生涯規劃作準備。此外，「STEAM教育業界夥伴計劃」可挑選STEAM領域表現出色的中四級學生，在夥伴計劃的企業實習，體驗業界情況。與此同時，夥伴計劃可邀請大灣區知名STEAM相關企業加入，讓師生到該企業參觀，了解大灣區STEAM相關領域發展，增廣見聞。此建議能配合國家「十四五」規劃，以及香港「八大中心」的國際創新科技中心之發展。

6

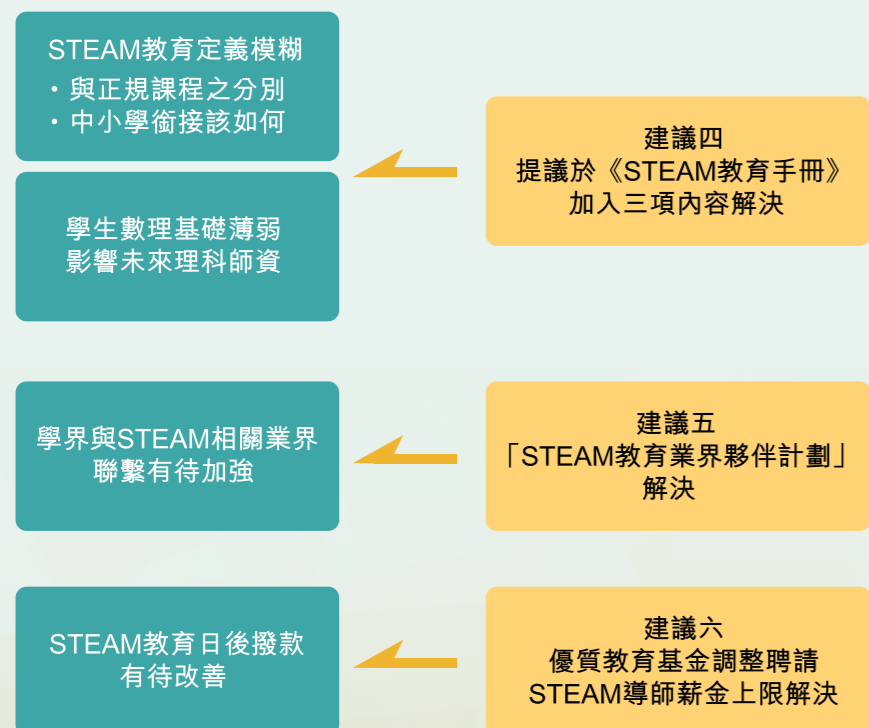
優質教育基金有關「員工培訓導師」的撥款，建議上調時薪金額，以貼近STEAM人才的市價，並鬆綁以學歷劃分導師薪金的限制。有關STEAM教育的政府資助撥款，建議多投放於STEAM相關的人力資源上。

現時優質教育基金就「員工培訓導師」的「價格標準」¹，以學歷劃分導師時薪，且上限脫離市價。這不利學校邀請STEAM相關專業人士到校做培訓講座。一來基金規定的時薪上限與市價有距離，二來STEAM甚少有證書考核，僅以講者的資歷經驗判斷其專業性，未必與其學歷高低掛鉤。建議提高聘請STEAM人才導師的時薪上限，以貼近市價，並放寬學歷限制，讓學校招聘專業人士，為教師作貼近STEAM潮流的校內培訓。此外，政府未來有關STEAM教育的撥款，可鼓勵多投放於STEAM相關的人力資源上。例如聘請具STEAM技術經驗人員協助學校設計STEAM教育活動或課程。

建議四至建議六解決之問題

STEAM教育培訓亦需要眾多配套配合。在定義與實行目標上，STEAM教育有定義模糊的特性，需要具體描述STEAM教育的實行方式，以便在職培訓能針對性提升教師技能。中學教育也關乎STEAM相關學科的師資質素，STEAM教育亦須確保能提升學生於數學學科的興趣與能力。因而報告建議於《STEAM教育手冊》釐清STEAM教育與正規課程之分別、中小學該如何銜接，並且以增加修讀數學學科的學生人數為STEAM教育的目標之一（建議四）。

圖II：建議四至建議六解決之問題



在業界聯繫上，各地推行STEAM教育的其中一個目的，便是冀望增加人才，以發展STEAM相關行業，教師也需要了解目前相關行業的發展情況。報告提議創新科技及工業局成立「STEAM教育業界夥伴計劃」，讓不同業界人士走入校園（建議五）。

在撥款上，來自基金會和政府的撥款是學校推行STEAM教育的重要資金，這些撥款於教師培訓上可再多改善。例如優質教育基金可上調員工培訓導師的時薪金額，以貼近STEAM人才市價（建議六）。

表I：本研究對香港STEAM教育教師培訓的政策建議總覽

STEAM教育教師培訓指引	<ul style="list-style-type: none"> ● 設基礎、中階、進階三個等級
STEAM數理中心	<ul style="list-style-type: none"> ● 半官方機構 ● 教材定期更新開發 ● STEAM創新大賽，設教學獎 ● 專家課程支援 ● 設計課外活動，培訓大學生為導師
STEAM教育統籌主任 STEAM教育技術員	<ul style="list-style-type: none"> ● 列明統籌主任的角色資歷、工作職責、專業培訓與推行細節，減少教學時數 ● 技術員協助統籌主任STEAM教育課程或活動設計、備課支援，以及帶領學生參與STEAM課外活動
《STEAM教育手冊》建議	<ul style="list-style-type: none"> ● 釐清STEAM教育與正規課程之分別 ● 詳述中小學STEAM教育銜接的最基本內容 ● 加入「增加高中生修讀高等數學與科學科」的目標
STEAM教育業界夥伴計劃	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立學校與香港STEAM相關行業聯繫 ● 為STEAM領域出色的中四級學生，提供企業實習 ● 提供學校參觀大灣區STEAM相關企業的機會
優質教育基金與其他撥款	<ul style="list-style-type: none"> ● 優質教育基金：「員工培訓導師」的撥款，上調STEAM教育導師時薪金額，並鬆綁以學歷劃分導師薪金的限制 ● 其他STEAM撥款：鼓勵多投放於STEAM相關的人力資源上，協助STEAM教育課程或活動設計

¹ 「員工培訓導師」的「價格標準」有兩類，第一類是講師或同等資歷，每小時820至1,030元；第二類是業內知名學者或專業人士，每小時1,030至1,540元。見優質教育基金秘書處：〈價格標準（僅供參考）〉，優質教育基金網頁，2023年4月，www.qef.org.hk/tc/application_guide/files/pricing_standards.pdf，2023年9月4日讀取。

第一章 文獻資料

1.1 STEAM教育與港府政策

STEAM代表科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)、藝術(the Arts)和數學(Mathematics)，是此五個學科英文名稱的首字母縮略詞。¹STEAM源自STEM。STEM的着重來自1980年代末美國國家科學基金會(National Science Foundation)，為挽救日漸少人修讀的大學理科教育而構思。至1990年代末美國國家科學基金會提出在大學學士教育融匯科學、科技、工程和數學此四個範疇，作出跨學科教學，這是STEM教育的開始。隨着STEM引起社會關注，美國社會開始建議在STEM加入藝術(the Arts)，因而有STEAM教育的出現。

香港特別行政區政府於2015年《施政報告》提出STEM教育，在香港中小學課程中，STEM教育以校本課程，「透過加強現行的科學、科技和數學教育學習領域的科目，以及小學常識科的教學來推行」。學校要以跨學科方式，把STEM教育的核心元素融入在課堂內外的跨學科「動手」、「動腦」學習活動，讓學生明白理科知識與日常生活息息相關，知識與應用不可割裂，以此培養學生的解難能力、協作能力和創意。²

2022年夏為配合新一屆政府的施政倡議，教育局將STEM教育易名為STEAM教育，有關STEAM教育的詳情還有待政府公布。³STEAM是以STEM為本，而香港的STEM教育政策推行自2015年至2022年，推行了7年，政府給予自由中小學，以校本課程各自嘗試，有百花爭鳴之勢。在易名為STEAM教育之際，本報告盼回顧過去7年香港STEM教育教師培訓的實踐成效，為未來STEAM教育教師培訓提出改善增進之政策建議。以下將簡述STEM與STEAM教育概念的發展、香港特區政府STEAM教育政策，以及香港學生的數理表現。

1.1.1 STEM與STEAM教育概念發展⁴

(a) 跨學科STEM成趨勢

STEM包含科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)、和數學(Mathematics)此四個學科的知識，STEM的英文字母排列，乃因其產生的歧義較少。⁵STEM教育推行方式多變，學界有不同詮釋。⁶STEM所指的四個學科有明確分界與各異的知識領域，難以融匯為一個科目、難以整合為一個知識體系，但學科間是有聯繫。故此STEM不是一個學科，而是授課方法(curricular approach)，用之教授STEM涉及的科學、科技、工程和數學，並以跨學科教學展示此四門學科間的相通。⁷

¹ STEAM的「A」代表的科目有兩種說法，一是純粹指視覺藝術的「Art」，另一是含義廣闊、概指藝術和文科的「Arts」。報告跟隨香港特區政府教育局的用法，以「the Arts」表述STEAM的「A」，見教育局：〈有關STEAM教育〉，STEAM教育網頁，stem.edb.hkedcity.net/zh-hant/about-steam/，2023年10月15日讀取。

² (香港)教育局：《立法會教育事務委員會：推動STEM教育工作進展及相關加強的支援措施(討論文件)》，2020年7月3日，頁1-5。另外，教育局推行STEM教育初期，甄選了四間專業發展學校，包括香港仔工業學校、舊色圍主辦可譽中學暨可譽小學、樂善堂余近鄉中學、以及瑪利諾神父教會學校作為範本，這些學校試驗STEM教育時，會因應資源和教師志趣，側重不同範疇，如有偏重生物探究、數理專題研習、或電腦程式編寫，見馮智政、朱勉：《推動STEM+教育：STEM教育的在地化與頂層設計》，香港：香港政策研究所有限公司，2017年，頁12。

³ STEM自2022年夏易名為「STEAM」，但還未有文件詳述STEAM教育推行方式，政府網頁在2022年底至2023年逐漸更改為STEAM教育。

⁴ 有關STEM概念的發展，詳細見「附錄1文獻資料：STEM與STEAM教育概念與發展」。

⁵ Rodger W. Bybee, *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities* (Virginia: National Science Teachers Association, 2013), 1-2.

⁶ Bybee, *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*, 74-79.

⁷ Valarie L. Akerson, et al., "Reflection on Part I: Natures of the Disciplines that Make up STEM," in *Critical Question in STEM Education*, ed. Valarie L. Akerson and Gayle A. Buck (Switzerland: Springer, 2022), 251.

相比傳統依書直說的授課⁸，STEM教育經過多年的發展，走向強調解決實際生活問題，綜合多於一門學科知識講授，發展學生的STEM素養（STEM Literacy）和21世紀技能（21st Century Skills），引起學生的好奇心，培養創意、協作能力和訓練批判性思考。此種趨勢文獻稱為「跨學科STEM」，又或「綜合性STEM」⁹（Interdisciplinary STEM, STEM Integration, Integrated STEM, Integrative STEM），其推行方式、如何綜合學科知識講授等，學界目前仍沒有統一而清晰的定義，但也可大致歸納「跨學科STEM」四個重點：

1. 解決生活問題，發展學生STEM素養和21世紀技能，引起學生好奇心，培養創意、協作能力和訓練批判性思考；
2. 以主題作連結，運用STEM涉及的四門學科知識；
3. 最少綜合兩門學科知識（即跨學科兩門或以上），不屬於STEM範疇的學科也可以；
4. 教學法普遍提及主動學習，以學生為中心的教學法，如問題或專題為本的學習法、設計為本的學習法、探究式學習等。¹⁰

STEM教育實踐方式多樣，學者發現工程學的知識可如膠水般，黏合STEM涉及的四門學科知識，形成跨學科教學。一些工程設計難題（Engineering design challenges）能讓學生運用科學與數學概念解決，增加學生的學習興趣，亦可令學生從失敗中學習。¹¹另一常見的方式是用科學和數學的概念步驟解難，但這些知識同樣也會應用於工程或科技中，即科學和數學部分向學生展示了知識基礎，工程和科技部分則展示了應用方法。¹²

(b) STEAM以STEM為本

STEM逐漸引起社會關注後，美國社會開始有另一提議，建議加入藝術（Art）或人文學科（Arts），促進學生創意思維發展，而推出「STEAM」的概念。「STEAM」也有定義模糊的特性，沒有統一而清晰的描述，含有多種詮釋。單是英文字母「A」所指的範疇，便已有兩種說法：可以狹義解作「藝術」，也能廣義解作「人文學科」。¹³學界就如何教授「STEAM」，也是沒有特定統一框架。Perignat綜合相關文獻後指出，STEAM常採用問題導向教學法（Problem-based approaches）、設計流程（Design-process）或提供實作經歷（Hands-on experiences）作授課方法。¹⁴

美國社會各界倡議將藝術加入STEM教育，整合為「STEAM」一詞，是希望藉由加入藝術元素，拓展接觸STEM教育的學生，例如傳統上較少接觸理科的文科生。另外，STEM教育有着重設計與應用的一面，而藝術可啟發學生創意，亦有助學生更好地表達STEM涉及的四門學科知識。¹⁵可以說，「STEAM」建基於STEM之上，「A」的加入是為了更好地表達「STEM」、讓更多人接觸「STEM」。

⁸ 香港教育工作者聯會：《前線STEM教師支援政策研究報告》，2018年，頁2-3。

⁹ Tamara J. Moore, Amanda C. Johnston, and Aran W. Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," in *Handbook of Research on STEM Education*, et al. Carla C. Johnson (New York: Routledge Taylor & Francis, 2020), 3. 此處「綜合性STEM」和「跨學科STEM」乃筆者自行翻譯，筆者為香港科技創新教育聯盟助理研究主任招淑英。

¹⁰ Moore, Johnston, and Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," 3-11.

¹¹ Moore, Johnston, and Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," 8-9.

¹² J. Michael Shaughnessy, "Mathematics in a STEM Context," *Mathematics Teaching in the Middle School* 18, no.6 (2013): 324.

¹³ Elaine Perignat and Jen Katz-Buonincontro, "STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review," *Thinking Skills and Creativity* 31(2019): 31,41, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>.

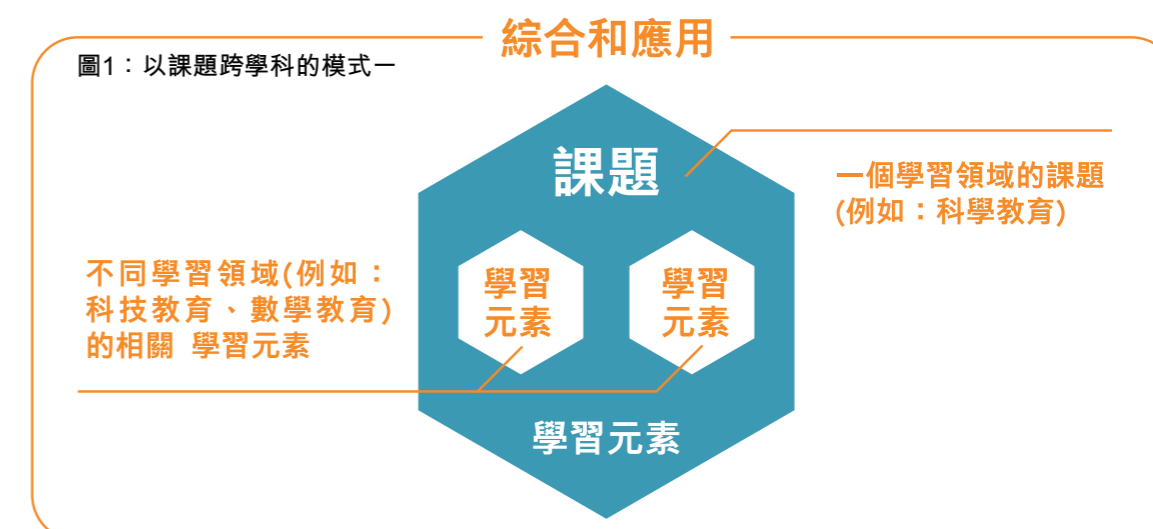
¹⁴ Perignat and Katz-Buonincontro, "STEAM in Practice and Research," 41.

¹⁵ Perignat and Katz-Buonincontro, "STEAM in Practice and Research," 32-34.

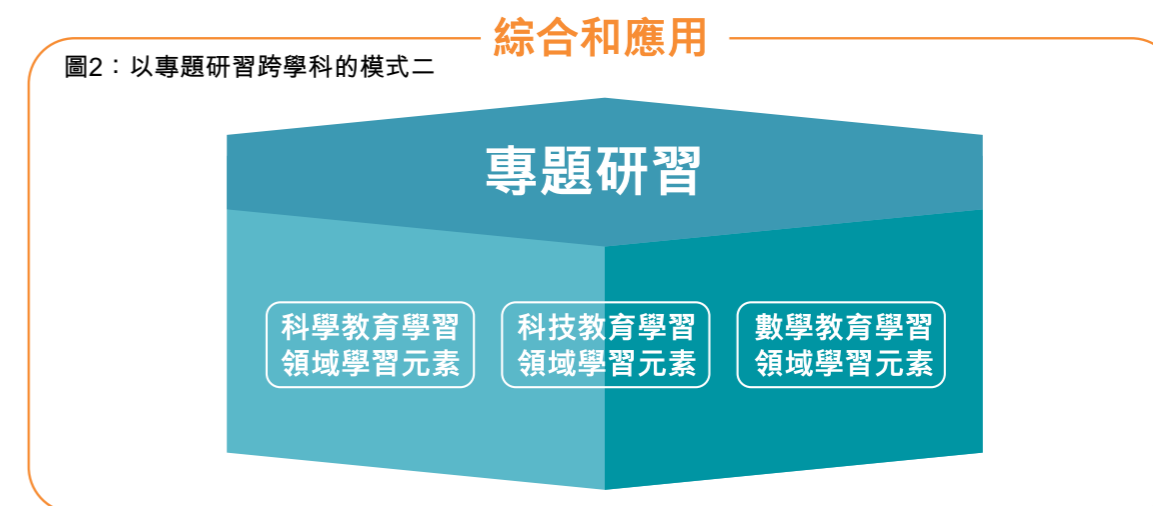
1.1.2 港府校本推STEM教育

(a) 校本課程自由發展

2015年香港特區政府推出STEM教育，以校本方式進行，學校有較大自由度，可按學校特色自行規劃STEM教育的學習活動。課程發展議會就STEM教育給予兩個參考模式：模式一是課題為本（Theme-based Learning），建基於某個學習領域課題，「讓學生綜合其他學習領域相關的學習元素」（見圖1）；模式二是專題為本（Project-based Learning），透過專題研習，「讓學生綜合不同領域的相關學習元素」（見圖2）。¹⁶學校也可自行探索其他推行方法。2022年夏改名為STEAM教育後，教育局STEAM教育網頁也仍以課題為本與專題為本模式介紹。¹⁷



圖片來源：（香港）課程發展議會：《推動STEM教育—發揮創意潛能（概覽）》，2015年11月，頁6。



圖片來源：（香港）課程發展議會：《推動STEM教育—發揮創意潛能（概覽）》，2015年11月，頁6。

¹⁶ （香港）課程發展議會：《推動STEM教育—發揮創意潛能（概覽）》，2015年11月，頁5-6；黃志堅：〈STEM教育X中國語文教育〉，香港教育大學「STEAM蒸蒸日上：生活中的數理人文」計劃專家學者講座網頁，2020年3月20日，www.eduhk.hk/steam/view.php?se-cid=53493，2023年8月30日讀取。

¹⁷ （香港）教育局：〈有關STEAM教育〉，STEAM教育網頁，stem.edb.hkedcity.net/zh-hant/about-steam/，2023年8月30日讀取。

(b) 措施傾向資訊科技

有關STEAM教育的新措施，政府多着重資訊科技。教育局強調中小學編程學習，2016年建議小學引入編程，發展學生計算思維。2020年，教育局更新高中資訊及通訊科技科（ICT）課程，倍增編程的必修課時至48小時，選修部分不乏編程的應用。¹⁸同一年，教育局亦公布《計算思維—編程教育：小學課程補充文件》，修訂學習元素，提及抽象化、算法、自動化和實物互動等。¹⁹2022年《施政報告》明確提及，於2024/25學年前，至少四分之三公帑資助學校於高小加強推行編程教育，並在初中課程加入創科元素，例如人工智能。

有關STEAM教育的特定津貼，政府多投放於資訊科技發展。²⁰中學設「中學IT創新實驗室」計劃，學校可因應需要，申請額外資源購置資訊科技設施和舉辦課外活動，每所公帑資助中學最高可得100萬元撥款。²¹小學推行「奇趣IT識多啲」計劃，用作舉辦資訊科技相關課外活動的開支，於2021/22至2023/24三個學年展開，每間公帑資助的小學可獲最多40萬元。²²另外，優質教育基金撥備5億元，在2021/22年推出「優質教育基金電子學習配套計劃」，支持電子學習所需的設備，配合STEAM教育。²³

(c) 檢討與普及STEAM教育

政府有定時檢討政策成效。2020年9月，學校課程檢討專責小組（簡稱「專責小組」）的《最後報告》，向政府提出6項改善建議，獲教育局接納。課程發展議會在2020年底成立STEM教育常務委員會（現稱：STEM教育常務委員會），督導中小學STEM教育範疇的長遠發展。²⁴專責小組的6項建議如下：

1. 成立專責委員會，督導中小學STEM教育的發展；
2. 清晰界定STEM教育，闡明對中小學階段的期望，提供校本STEM教育的具體例子；
3. 加強STEM相關的專業培訓，助教師緊貼創新科技最新發展；
4. 建議所有學校委派一名教師擔任STEM統籌人員，安排特定培訓，提升學校領導人員規劃校本STEM教育的能力；
5. 探討設立分區STEM資源中心，以及探討成立專家隊伍提供到校支援的可行性；
6. 加強與香港資優教育學苑合作，為STEM範疇資優生提供更多學習機會。²⁵

¹⁸ 星島日報：〈ICT課程新課綱出爐 編程必修課時倍增〉，星島教育網，2020年8月12日，stedu.stheadline.com/sec/article/23841/-教育要聞-ICT課程新課綱出爐-編程必修課時倍增%205，2023年5月19日讀取。

¹⁹ 〈香港〉課程發展議會：《計算思維——編程教育：小學課程補充文件》，2020年，頁6-7。

²⁰ 香港特區政府推行之初給予中小學一筆過的撥款，並由2019/20學年起，政府每年撥款9億元，向公營及直資學校發放「全方位學習津貼」，津貼可涉及STEAM相關學習活動的開支，以及STEAM教材的消耗。這是有關STEAM教育，但非着重資訊科技層面的學校資助。「全方位學習津貼」見〈立法會七題：推動STEAM教育〉，新聞公報網，2022年11月16日，www.info.gov.hk/gia/general/202211/16/P2022111600326p.htm，2023年12月28日讀取。

²¹ 中學IT創新實驗室計劃由2019/20年度的《財政預算案》建議撥款5億元，於兩學年內每所中學最高可得100萬元的資助。2023/24年度的《財政預算案》更建議增撥3億元，在2023/24至2025/26的三個學年，繼續向每所公帑資助中學，提供最多一百萬元的資助，見〈香港〉《財政預算案演講辭》，2019年2月27日，頁18；〈香港〉《財政預算案演講辭》，2023年2月22日，頁39。

²² 政府資訊科技總監辦公室：〈學校IT創新實驗室計劃申請程序：小學申請〉，2021年10月27日，www.it-lab.gov.hk/tc/application_guideline_know-it.php，2023年10月15日讀取。

²³ 〈香港〉《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日，頁8。

²⁴ 〈教育局接納學校課程檢討專責小組方向性建議〉，新聞公報網，2020年12月9日，www.info.gov.hk/gia/general/202012/09/P2020120900547.htm，2023年5月19日讀取。

²⁵ 〈香港〉學校課程檢討專責小組：《最後報告：優化課程迎接未來 培育圈人啟迪多元》，2020年9月，頁iv-v；〈香港〉《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日，頁2。

香港特區政府為普及STEM教育，於2022夏年加入藝術元素（the Arts），以「STEAM教育」稱之，教師能力也備受關注。2022年《施政報告》提及3個中小學STEAM教育發展方向：普及學習、加強領導和統籌、提升教師專業培訓。²⁶2023年《施政報告》亦關注STEAM教育：開設小學科學科、增潤初中科學學習、開展數學課程支援項目、推動學校建立校本學生人才庫，並加強教師STEAM相關的專業培訓。²⁷

為檢視STEAM教育政策實施進度，教育局自2022年12月開始，每學年進行兩次「學校STEAM教育實施問卷調查」，向中小學蒐集2022年施政報告提及的「STEAM教育績效指標」數據，即學校在「普及創科學習」、「加強領導和統籌」、「提升教師專業培訓」等範疇的推行情況。2023/24學年起，學校須每年蒐集「更新的學校表現評量」的數據，包括STEAM教育的相關資源運用、教師培訓和學生參與比賽的情況，遞交予教育局。現時，STEAM教育常務委員會正編訂《STEAM教育手冊》，提出中小學階段STEAM教育的重點和學習目標，內容涵蓋「STEAM教育的宗旨、不同學習階段的學習重點和學習進度」，並就校內STEAM教育整體規劃、教學安排等給學校提供建議和示例。²⁸

1.1.3 香港學生的數理表現

大學和中學教育是環環相扣，大學教育學系學生、在職的教師也是源於中學的基礎教育。儘管香港政府於2015年推出STEM教育，香港15歲學生在「學生能力國際評估計劃」（Programme for International Student Assessment）²⁹的數學與科學表現，改善甚少。在2018年的評估結果，香港學生的數學表現從2015年第2位，降至第4位；科學能力的表現更是急降，2012年仍是第2位，但2018年則第9位。最新的2022年評估結果，香港學生數學表現仍是第4位，科學表現則從2018年的第9位升至第7位，但整體仍遜於三三四高中學制推行前的表現，香港學生於2006年的數學表現是第3位，而科學表現更是第2位。³⁰

究其原因，與2009年香港三三四高中教育改革大有關係。學生選修科目不再文理分科，可以自由配搭科目，大學入學要求為至少修讀一門選修科目，學生不必讀滿三門選修科目，以致同時修讀3門科學科目的學生日漸減少。2019年中學文憑試報考三門科學科目的學生，僅有6.8%；而2012年第一屆中學文憑試的考生，報考三門科學科目者，有9.4%。再者，高等數學是新高中數學課程的「延伸部分」，僅供學生自行選修，報讀人數也是每況愈下。³¹中學生理工科基礎薄弱，對大學理工學院、STEAM相關學科的師資有影響。

有報道指，新高中學生數學基礎水平不一，理科須刪減數學計算內容遷就。新高中數學科改用模組（Module）設計，學校自由編排各年級數學科內容，加上修讀理科的學生未必有選修高等數學，學生數學基礎不一，不少理科須刪減運算內容遷就學生，如物理科過往着重數學公式計算，現在着重教授概念。學生數理能力下降，大學理科、工程科須為新生設入門班，教基礎數理知識。³²

²⁶ 〈香港〉《行政長官2022年施政報告》，2022年10月19日，頁45-46。

²⁷ 〈香港〉《行政長官2023年施政報告：政策措施》，2023年10月25日，頁61。

²⁸ 〈香港〉《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日，頁4，11。

²⁹ 該計劃由經濟合作與發展組織籌劃與設計，自2000年起，每三年評核15歲學生（相當於香港的中四學生），於科學、數學和閱讀能力之表現。2022年評核有81個國家及經濟體系參與。

³⁰ “Country Note PISA 2018 Results: Hong Kong (China).” Programme for International Student Assessment, OECD, last modified 2019, https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_HKG.pdf; 黃小冰：〈港生閱讀能力全球第11位創新高 科學排名回升至第7位〉，香港經濟日報網，2023年12月5日，topick.hket.com/article/3665593/【PISA】港生閱讀能力全球第11位創新高%3%80%80科學排名回升至第7位，2023年12月28日讀取。

³¹ 〈香港〉立法會秘書處資料研究組：《研究簡報2019-2020年度第3期：培育本地人才》，2020年6月1日，頁8-11。

³² 盧勁揚、蕭輝浩：〈資深校長李志文倡中學加強數學元素 小學設席專門統籌〉，香港01網，2022年11月4日，www.hk01.com/article/828789?utm_source=01articlecopy&utm_medium=referral，2023年9月4日讀取。

政府與大專學界近年着力改善中學生數理薄弱的問題。八所資助大學於2021年公布，修改2024年度的收生門檻，將高等數學「延伸部分」單元一或二（M1或M2）計作選修科，鼓勵學生多修讀。³³高中核心科目優化措施於2021/22學年中四級推行，四個核心科目課時不超過總課時一半。**大部分學校讓優化措施下第一屆中四生多選讀一個科目，多了學生修讀第三門選修科、數學延伸部分、應用學習課程、又或其他語言科目。**其中以三門選修科目升幅最多，與優化措施前相比新增25%，共有56.9%中四級學生修讀三門選修科。³⁴

表1：香港特別行政區政府STEM / STEAM教育政策演變 2015-2023

2015年	發表《推動STEM教育—發揮創意潛能》諮詢文件
2016年	<ul style="list-style-type: none"> 向公營小學一筆過撥款10萬元，推行STEM教育 發表《推動STEM教育—發揮創意潛能》報告，採取「學校為本」政策，建議兩種STEM教育學習活動的模式
2017年	<ul style="list-style-type: none"> 向公營中學提供一筆過20萬元額外津貼 發布《計算思維—編程教育：小學課程補充文件(擬訂稿)》 更新科學、科技和數學的學習領域安排 試行「在職中學教師帶薪境外進修計劃」 成立學校課程檢討專責小組，檢視中小學課程安排 於樂富「藝術與科技教育中心」內設「STEM教育中心」 更新香港科學館的常設展覽
2018年	優質教育基金撥30億元成立「公帑資助學校專項撥款計劃」，STEM教育校本課程與支援可申請，延長至2025/2026學年結束
2019年	<ul style="list-style-type: none"> 公營及直資學校發放「全方位學習津貼」，可作STEM活動開支 公布於接下來的3個學年，向公帑資助的中學推行「中學IT創新實驗室」計劃，最高可得100萬元 學校課程檢討專責小組完成公眾諮詢
2020年	<ul style="list-style-type: none"> 學校課程檢討專責小組出版《最後報告》，就STEM教育提出6個改善方向。 課程發展議會通過成立STEM教育常務委員會，籌備編寫STEM教育手冊（2022年夏改為STEAM教育常務委員會） 創新科技署推出「創科實習計劃」，為修讀STEM相關課程的大學生提供實習，每月10,500元津貼
2021年	<ul style="list-style-type: none"> 公帑資助小學推行「奇趣IT識多啲」計劃，每間最多40萬元 優質教育基金撥備5億元成立「優質教育基金電子學習配套計劃」，支持電子學習所需配套，配合STEM教育
2022年	<ul style="list-style-type: none"> 在STEM加入藝術元素，統合為STEAM教育 教育局向小學推出3年先導計劃，小學可因應需要聘請擁有STEAM相關科目學士學位，但未曾接受教師培訓者為STEAM教師 《施政報告》就STEAM教育提出4點：一、普及學習；二、加強領導和統籌；三、提升專業培訓；四、每年舉辦或參與STEM活動
2023年	<ul style="list-style-type: none"> 《財政預算案》建議繼續推行「中學IT創新實驗室」計劃，於未來3個學年內，每所公帑資助中學最多獲一百萬元資助 《施政報告》提出開設小學科學科、增潤初中科學學習和開展數學課程支援項目、加強教師STEAM培訓、推動學校設校本學生人才庫

³³ 馮琪雅：〈八大入學要求 M1或M2列選修科 學界歡迎 鼓勵修讀助推動STEM教育〉，《香港經濟日報》，2021年5月26日，頁A14。

³⁴ 〈立法會十七題：高中四個核心科目的優化措施〉，新聞公報網頁，2023年3月15日，www.info.gov.hk/gia/general/202303/15/P2023031500240.htm，2023年9月4日讀取。

1.2 香港STEAM教育培訓資源

於香港成為中小學老師，須有學歷要求。據《教育條例》第42條規定，「任何人士如在學校任教，必須為檢定教員或准用教員。故此，學校及教師在有關聘任確定後及教師任教前，必須從速提交教師註冊申請」。

成為教師的資格

成為教師最簡單的方式為准用教員（Permitted Teacher），即持有學歷但未接受師資培訓、又或未具備教學資格者。現時，任教於中小學或專上教育的准用教員最低學歷要求，是高級文憑、或副學士學位、或同等學歷。准用教員於學校教授的科目與班別，由學校自行決定。大部分中小學聘用「准用教員」，主要是教學助理、助理教師職位，協助教師處理教務、代課等。

持有教師資格者則可申請為檢定教員（Registered Teacher），能自由任教於香港正規課程的中小學校。持有本地教育榮譽學士學位（Bachelor of Education），或學位教師教育文憑（Postgraduate Diploma in Education, PGDE），即擁有香港教師資格。持有非本地學士學位者，須到香港學術及職業資歷評審局進行學歷評估，如學歷評估報告列明相關學歷已相等於本地教育學士資歷，便不須額外報讀學位教師教育文憑，已有香港教師資格，可自行到教育局申請為檢定教員。³⁵

在職培訓的要求

即使完成師資培訓課程，成為具有學位的檢定教員，教師仍須按教育局要求，完成指定的在職教師培訓時數。**按現行教師持續專業發展政策³⁶，在職教師須達每三年周期150小時培訓，不論級別及職務。該培訓時數為「軟指標」，以鼓勵教師按專業需要和期望，參與不同形式的持續專業發展活動。**2020/21學年起，教育局訂明在職教師培訓要求：教師須於每三年周期中，劃出不少於30小時參與有關「教師專業角色、價值觀及操守」和「本地、國家及國際教育議題」等兩大範疇的專業發展課程或活動，每範疇最少須佔6小時。「本地、國家及國際教育議題」可包括STEAM教育、資訊科技教育、自主學習、照顧學生多樣性、跨課程語文學習、國家和國際發展趨勢與教育研究等等。³⁷

³⁵ (香港) 教育局：〈教師註冊〉，教育局網頁，2022年10月13日，www.edb.gov.hk/tc/teacher/qualification-training-development/qualification/teacher-registration/index.html，2023年9月4日讀取；香港教育中心：〈如何才能成為香港註冊教師呢？〉，香港教育中心網頁，2021年，www.hk-edu.hk/index.php?route=journal3/blog/post&journal_blog_post_id=6，2023年9月4日讀取。

³⁶ 現行的在職教師持續專業發展政策，分為三類：新入職教師培訓課程，需在入職首三年完成；在職教師培訓，每三年週期150小時軟指標；晉升培訓課程，資助學校教師獲晉升更高級職級前，必須符合有關培訓要求，高級職級為高級學位教師、小學學位教師、首席學位教師及高級小學學位教師，見(香港) 教育局：《教育局通告第 6/2020 號：落實教師專業發展專責小組的建議》，2022年6月10日，頁4-5。

³⁷ (香港) 教育局：《教育局通告第 6/2020 號：落實教師專業發展專責小組的建議》，2022年6月10日，頁4。

就教師專業發展課程，教師可參加由教育局開辦的課程，在「教育局培訓行事曆系統」（EDB Training Calendar System）網頁查閱與報名。教師亦可參與坊間受認可的課程或活動，只要是有系統的學習，如由師資培訓大學、辦學團體或學校提供便可。這些包括碩士課程時數、本地/非本地舉行的會議、研討會、專題講座、工作坊、網上課程、境內外考察學習，與教學資歷相關的課程，以及教師專業發展日活動等等。³⁸

按制度規定，香港中小學教師的培訓途徑，可分為兩類：一是學位師資培訓，修讀教育榮譽學士學位，或學位教師教育文憑；二是在職教師培訓，按教育局要求，每三年周期最少完成150小時³⁹、受教育局認可的教師專業發展課程或活動，「STEAM教育」亦屬於在職培訓的其中一範疇。

於制度規定之外，坊間也有其他不同渠道，讓教師按自身需要，精進有關STEAM教育的知識與技能。例如透過帶學生參與坊間STEAM比賽或活動，了解學界發展；參與出版社、科創企業的培訓；任教學校的同儕交流；以及利用網上資源自學等。以下小節將會羅列與STEAM教育相關的教師培訓：

- 1.2.1 教育局資源與培訓；
- 1.2.2 優質教育基金網絡；
- 1.2.3 校外STEAM競賽資源；
- 1.2.4 大學課程與培訓。

表2：香港教師培訓途徑

制度規定	學位師資培訓	修讀教育榮譽學士學位，或學位教師教育文憑，申請成為「檢定教員」
	在職教師培訓	報讀教育局認可的教師專業發展課程或活動，每三年周期最少150小時
自由選擇	<ul style="list-style-type: none"> ● 帶學生參與坊間科創比賽或活動，了解學界發展； ● 出版社、科創企業的培訓； ● 任教學校的同儕交流； ● 網上自學資源等等 	

1.2.1 教育局培訓資源

(a) 教師專業發展課程

教育局設計一系列與STEAM教育相關的教師專業發展課程，涉及三項範疇：（甲）學與教和評估；（乙）知識增益；及（丙）課程規劃。⁴⁰教師可在「教育局培訓行事曆系統（EDB Training Calendar System）」網頁，輸入「STEAM」此關鍵字，搜尋相關課程。⁴¹

2017/18至2019/20學年，教育局為公營及直資中小學的領導人員提供「STEM教育進深培訓課程」。⁴²2017/18和2018/19學年，教育局推行「在職中學教師帶薪境外進修計劃」（i-Journey），舉辦8星期STEM教育的課程。⁴³近期教育局與數碼港合作，於2022/23學年為官津及直資中小學推出「學校STEAM統籌人員創新科技專業培訓課程」，設10個培訓課程，以一日工作坊形式進行，涵蓋不同科創主題，讓STEAM統籌人員了解最新發展，掌握創新科技學與教的應用，以便規劃STEAM學習活動。⁴⁴

(b) 校本支援服務

教育局為中小學提供多元化的校本支援服務，其中包括STEAM教育。校本支援服務一般為期一年，支援模式分為兩個方向：一為到校專業支援，按學校情況提供幫助；二為學習社群，就教師共同關注之課題組成學習社群，促進聯校協作。⁴⁵學校可按發展重點與學生需要申請不同種類的支援計劃。

教育局亦安排科學科技專家到校支援STEAM教育。如2022年12月公布「工程伴理行」，香港工程師學會和工程及科技學會香港分會安排工程師，和參與學校「一對一」配對。就特定STEAM教主題（如「生活中的工程」、「藝術及娛樂工程」、「智慧生活」），安排工程師到校與教師設計不同的學習活動。有見工程業界的STEAM教育活動深受歡迎，教育局在2023/24學年舉辦「中小學創新工程教育計劃」，讓配對的工程師為學校提供創新的工程教育意見和活動。⁴⁶

(c) 為資助小學提供聘任彈性以推動STEAM教育

2022年8月，教育局向官立及資助小學（包括特殊學校）發出通告，決定於2022/23學年起，在小學推行為期3年的先導計劃（2022/23學年至2024/25學年）。小學可因應需要，運用核准教學人員編制不超過10%的職位，聘請持有STEAM相關科目學士學位，但未曾接受小學教育教師培訓的人士（包括只接受中學教育教師培訓的人士）為STEAM教師。⁴⁷

⁴⁰ 教育局：〈專業發展課程〉，STEAM教育網頁，stem.edb.hkedcity.net/zh-hant/%e5%b0%88%e6%a5%ad%e7%99%b-c%e5%b1%95%e8%aa%b2%e7%a8%8b/，2023年9月4日讀取。

⁴¹ 教育局：〈培訓行事曆〉，教育局網頁，tcs.edb.gov.hk/tcs/publicCalendar/start.htm，2023年9月4日讀取。

⁴² （香港）教育局：《立法會教育事務委員會：推動STEM教育工作進展及相關加強的支援措施（討論文件）》，2020年7月3日，頁4。

⁴³ （香港）教育局：《立法會教育事務委員會：推動STEM教育工作進展及相關加強的支援措施（討論文件）》，2020年7月3日，頁5。

⁴⁴ 數碼港新聞稿：〈數碼港與教育局協作推創新科技專業培訓課程〉，數碼港網頁，2022年9月22日，apbf.cyberport.hk/files/632d-2b1e892f5861509641/20220922_Cyberport_Train%20the%20Trainer_Press%20Release_TC_final.pdf，2023年9月4日讀取。

⁴⁵ （香港）教育局：《教育局通函19/2022號：校本支援服務（2022/23）中學、小學及特殊教育》，2022年4月20日，頁2-10。

⁴⁶ （香港）《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日，頁8；（香港）教育局：《教育局通函第177/2023號：中小學創新工程教育計劃（2023/24）》，2023年9月27日，頁1-2。

⁴⁷ （香港）教育局：《教育局通函第150/2022號：為資助小學提供聘任彈性以推動STEAM教育》，2022年8月25日。

³⁸ 專業發展及培訓分部：〈常見問題（供學校校長及老師參考）〉，教育局網頁，2002年9月，頁2-8，www.edb.gov.hk/attachment/tc/teacher/qualification-training-development/development/cpd-teachers/FAQs_EDBC20006C.pdf，2023年9月19日讀取。

³⁹ 私立學校的老師不受此限制。

(d) 編訂《教師資訊科技教育基本能力框架》

STEAM教育與資訊科技相關，教育局正編訂《教師資訊科技教育基本能力框架》，讓教師按教學和專業發展需要，參與相關培訓活動。該框架預計2023年發布，訂明教學上應用資訊科技所需的一般通用技能，如電子學習平台、翻轉教室和實時網上授課等，另包括資訊素養與STEAM教育的電子教學技能，協助教師了解和掌握電子教學的有效運用，促進不同學習領域或科目（包括STEAM範疇）的互動學習。⁴⁸

(e) STEAM教與學網上資源示例

教育局網頁設有教學資源示例，例如在「數學教育」下轄的「教學資源——STEAM教學活動示例」，羅列了中小學教案。⁴⁹2022年《施政報告》提出「普及STEAM教育」，定於2024/25學年前，至少四分之三公帑資助學校在高小推行強化編程教育，初中課程加入創新科技元素，例如人工智能。⁵⁰因而教育局在2023年6月，推出高小編程教育和初中人工智能課程單元。

在「創新科技教育」網頁，教育局新增「高小增潤編程教育課程單元」，配合2020年公布更新的《計算思維—編程教育：小學課程補充文件》設計，改編自香港賽馬會慈善信託基金策劃和捐助的「賽馬會運算思維教育」計劃的教材，該計劃由香港教育大學、美國麻省理工學院及香港城市大學聯合策劃。網頁亦新增「初中人工智能課程單元」，上載三套教師材料、學生課本、工作紙和簡報表，供學校採用。該教材改編自香港賽馬會慈善信託基金捐助，香港中文大學工程學院及教育學院聯合主辦「中大賽馬會『智』為未來計劃」。⁵¹

(g) STEAM網頁與設備支援

教育局設有「STEAM教育」網頁⁵²，羅列教育局就政策的信息、支援與培訓。「STEAM教育」網頁能一覽查閱政府相關的STEM教育活動與支援（見表3）。教育局在九龍樂富的藝術與科技教育中心設立「STEM教育中心」⁵³，於2017年10月26日開始提供服務，配置較先進的設備和工具，供老師預約使用，安排有關STEM教學之用。中心亦定期舉辦學生比賽，也舉辦各類到校工作坊與學生活動。⁵⁴

⁴⁸ (香港)《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日，頁5。

⁴⁹ 教育局：〈教學資源——STEAM示例〉，教育局網頁，2023年1月17日，www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/ma/res/STEMexamples.html，2023年10月6日讀取。

⁵⁰ (香港)《行政長官2022年施政報告》，2022年10月6日，頁45-46。

⁵¹ 教育局：〈創新科技教育〉，教育局網頁，2023年6月19日，www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/technology-edu/resources/InnovationAndTechnologyEducation/resources.html，2023年9月4日讀取；(香港)教育局：《教育局通函第86/2023號：創新科技教育課程單元——「高小增潤編程教育課程單元」及「初中人工智能課程單元」教師專業培訓》，2023年5月19日。

⁵² 2022年秋，「STEM教育」網頁名字更新為「STEAM教育」（STEAM Education），見〈STEAM教育〉，教育局網頁，2023年，stem.edb.hkedcity.net/zh-hant/home/，2023年9月4日讀取。

⁵³ 中心地址為九龍樂富聯合道145號藝術與科技教育中心1樓（樂富港鐵站B出口）。在本研究報告2023年10月上旬定稿與2024年3月第二次印刷之時，仍是稱為「STEM教育中心」。見STEM教育中心：〈STEM教育中心簡介〉，中心網頁，<https://web.archive.org/web/20240311085020/https://www.atec.edu.hk/stemcentre/>，2024年3月11日讀取。

⁵⁴ STEM教育中心：〈創客空間〉，STEM教育中心網頁，www.atec.edu.hk/stemcentre/index.html，2023年9月4日讀取。

表3：「STEAM教育」網頁——政府支援措施一覽

學與教資源		中小學STEAM教學計劃教案與學生工作紙供下載
支援措施	津貼	<ul style="list-style-type: none"> 優質教育基金-專項撥款計劃，STEAM教育為撥款優先考慮主題之一 全方位學習津貼，可用於STEAM學習活動
	支援服務	<ul style="list-style-type: none"> 學校IT創新實驗室計劃，即「中學IT創新實驗室」與「小學奇趣IT識多啲」計劃 資訊科技教育卓越中心計劃，借調老師，推廣資訊科技教育 校本支援服務，包括支援校本STEAM教育 教師專業發展課程，包括（甲）學與教和評估；（乙）知識增益及（丙）課程規劃 優質教育基金STEAM教育「主題網絡計劃」，該計劃的「統籌學校」及「大專院校」為參與計劃的中小學提供到校支援
	STEM教育中心	設於九龍樂富，為STEM教育提供設備與服務
刊物及參考資料		列出有關STEM教育的政府文件與課程更新，以及學界的研究書籍期刊

資料來源：教育局：〈支援措施〉，STEAM教育網頁，<https://stem.edb.hkedcity.net/zh-hant/%e6%b4%a5%e8%b2%bc/>，2023年10月6日讀取；(香港)《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日，頁1-9。

1.2.2 優質教育基金網絡**(a) 優質教育基金主題網絡計劃——學校**

主題網絡計劃自2006年開始實施，旨在連繫不同學校及教育團體，圍繞一個既定主題建立專業發展網絡，以推廣基金計劃的成功經驗，加強專業發展和交流。不少推行STEM或STEAM教育出色的中小學，已獲邀參加「優質教育基金主題網絡計劃」，成為統籌學校，利用計劃提供的額外資源舉辦學校網絡活動，就推行STEM或STEAM教育的不同主題與其他學校分享實踐經驗。⁵⁵例如2022/23學年，佛教何南金中學以統籌學校身份，推出「STEM機械人教育暨STEM教育資源站」網絡計劃，教授參與小學的教師掌握設計與製作機械人之知識技巧。佛教何南金中學亦會定期舉辦跨校交流與研討會，促進教師的專業發展。該機械人計劃已從2017年9月運作至今。⁵⁶

⁵⁵ 〈立法會十七題：推廣STEM教育〉，新聞公報網頁，2020年10月21日，www.info.gov.hk/gia/general/202010/21/P2020102100415.htm，2023年10月6日讀取。

⁵⁶ 優質教育基金：〈基金主題網絡〉，優質教育基金網上資源中心網頁，qrc.qef.org.hk/tc/fund/activity_detail.php?cate=4&id=464，2023年10月6日讀取。

(b) 優質教育基金主題網絡計劃——大專院校

計劃旨在推廣過往由教育發展基金資助的大學－學校支援計劃的成功經驗。在此計劃下，大專院校為中小學校提供多元化的支援服務，結合具研究基礎的教學法和課堂實踐，以照顧學校的發展需要。有關STEAM教育的課題，2023/24學年有三所大專院校參與，圍繞自主學習與STEAM教育，培養教師採用自主學習的教學法，綜合教授STEAM涉及的相關學科知識（見表4）。這三所大專院校的課題是持續性的，過往幾年一直參與優質教育基金主題網絡計劃。⁵⁷

表4：優質教育基金主題網絡計劃——大專院校（STEAM教育）

統籌單位	課題	年份
香港大學電機電子工程系電子學習發展實驗室	透過自主學習為策略推動STEAM教育	2023/24
香港教育大學科學與環境學系	透過STEAM教育自主及循序漸進學習以工程設計流程解難	2023/24
香港大學教育學院教育應用資訊科技發展研究中心 (CITE)	以全方位自主學習推展校本STEAM課程 (In-STEAM)	2023/24

1.2.3 校外STEAM競賽資源

教育局的「STEM教育中心」和坊間的非政府組織均會定期舉辦相關比賽，供中小學生參與。賽事主辦機構多會安排工作坊予學生，讓學生動手參與STEAM活動。例如香港青年協會2022/23年度舉辦的創意編程設計大賽，設有編程的熱門工具工作坊：micro:bit及Arduino體驗工作坊。⁵⁸另外，有些主辦機構也會就競賽提供教師培訓活動，讓帶隊老師深入了解比賽涉及的STEAM工具。這是另一個坊間渠道，讓老師接觸到STEAM教育資訊，並與同工交流。例如教聯會主辦的【科創·起·承】「青年科技創新教育計劃」，提供了機械人的教師培訓與學生工作坊。

⁵⁷ 優質教育基金：〈優質教育基金主題網絡計劃——大專院校「STEAM」搜尋結果〉，優質教育基金網上資源中心網頁，qrcr.qef.org.hk/tc/fund/activity.php?cate=7&query=STEAM&filter_submit=%E6%90%9C%E5%B0%8B，2023年12月28日讀取；優質教育基金：〈優質教育基金主題網絡計劃——大專院校「STEM」搜尋結果〉，優質教育基金網上資源中心網頁，qrcr.qef.org.hk/tc/fund/activity.php?cate=7&query=STEM&filter_submit=%E6%90%9C%E5%B0%8B&page=1，2023年12月28日讀取。

⁵⁸ 香港青年協會：〈創意編程設計大賽2022/23〉，青年協會網頁，2023年，ce.hkfyg.org.hk/teachers-zone/competition/ccc/，2023年10月7日讀取。

1.2.4 大學培訓與學習計劃

大學提供各種STEAM教育培訓，可簡單分為三類。第一類是準教師培訓，各院校教育學系開設STEAM教育選修課，讓學生自由選擇。中文大學於2022/23學年推出4年制「理學士（學習設計與科技）學位」新課程，由中大教育、工程和理學院共同開設，學生將學習教育、科技和科學方面的知識，STEM教育為本和多媒體教學結合的方法，畢業後可進修學位教師教育文憑課程，獲得從事科技或科學教育相關的專業資格。⁵⁹

第二類是教師培訓課程，大學開設STEAM教育碩士課程，教授跨學科課堂設計。如在職教師不願意花費大量時間完成一個學位課程，可選擇報讀大學STEAM教育短期課程。大學亦有開辦教師專業發展活動，邀請教師參觀了解前沿科研發展。

第三類是集研究、教學與培訓於一身的學習計劃，由大學設計STEAM教育活動，邀請中小學參加，教授學生亦同時培訓教師，當中的經驗可用於研究。這些學習計劃多耗時長而規模大，會獲得香港賽馬會慈善信託基金、優質教育基金⁶⁰、或其他慈善基金資助項目開支。以下會就第二類教師培訓課程，與第三類學習計劃，舉隅一些項目作參考。

(a) 教師培訓課程**i. 香港教育大學「STEM教育文學碩士」與「STEAM教師專業進修課程證書」**

2019年香港教育大學的科學與環境學系開辦「STEM教育文學碩士」課程，講解STEM教育、培養規劃和評核STEM教育課程的能力、學習科技與工程設計的重要知識、以及教授如何推行校本STEM教育活動等。此課程適合學校STEM教育統籌教師、STEM教育相關的專業人士、STEM 相關學科大學畢業生等。⁶¹

香港教育大學亦設有短期進修課程。第一個是「教師專業進修課程證書（小學STEAM教育的課程設計、教學法及評估）」，為期5星期，教授小學STEAM探究活動設計、應用現代科技輔助STEAM教學活動，以及如何在課程設計中加入培養學生創造力、解難能力與協作能力的元素。⁶²

第二個是「教師專業進修課程證書（資訊科技結合科學探究與STEAM教育）」，為期3個月，逢週六上課。課程發展中學科學教師以資訊科技設計科學探究活動的知識及技巧，教師將學到結合中學實驗室及資訊設備，設計適合中學的STEAM教學活動及科學科的探究活動。此課程適合初中與高中教授科學的教師報讀。⁶³

⁵⁹ 香港中文大學：〈課程一覽：學習設計與科技〉，香港中文大學網頁，2023年，admission.cuhk.edu.hk/tc/programme/ldten/，2023年12月18日讀取。

⁶⁰ 優質教育基金主題網絡計劃有三個大學統籌單位，獲資助推動STEAM教育活動，見表4。

⁶¹ “Master of Arts in STEM Education,” The Education University of Hong Kong, accessed January 10, 2024, mastem.eduhk.hk/; 〈香港教育大學創辦全港首個專注於STEM教育的文學碩士課程〉，明報JUMP網頁，2021年5月21日，jump.mingpao.com/career-news/market-trends/self-enhancement/香港教育大學創辦全港首個專注於STEM教育的文學碩士課程/，2023年10月6日讀取。

⁶² 香港教育大學：〈BWP129教師專業進修課程證書（小學STEAM教育的課程設計、教學法及評估）〉，香港教育大學網頁，2023年，www.apply.eduhk.hk/pdp/zh-hant/programmes/bwp129，2023年10月6日讀取。

⁶³ 香港教育大學：〈CWP008 教師專業進修課程證書（資訊科技結合科學探究）〉，香港教育大學網頁，2023年，www.apply.eduhk.hk/pdp/zh-hant/programmes/cwp008，2023年10月6日讀取。

(b) 集研究、教學與培訓的學習計劃

i. 賽馬會運算思維教育 (CoolThink@JC)

「賽馬會運算思維教育」計劃由香港賽馬會慈善信託基金策劃及捐助而成，共同策劃機構有香港教育大學、美國麻省理工學院及香港城市大學。計劃設計了小學生CoolThink運算思維教育課程，旨在普及運算思維教育，亦建立不同形式的教師專業發展，提高小學教師教授運算思維的信心與能力。CoolThink課程強調主動學習，鼓勵教師採用「以學生為中心」的教學法。團隊亦將課程成果分享至美國、新西蘭和杜拜等地實踐。⁶⁴

計劃從2016年開始，分有兩階段，共有400間小學參與，佔全港小學84%（全港小學數量為476間）。第一階段2016年9月至2020年8月，有32間小學參加，逾八成接受培訓的教師表示有信心教授運算思維教育。第二階段2020年9月至2024年8月，有368間小學參與。香港教育大學和美國麻省理工學院共同為小學高年級學生編制為期三年、每學年十四課時的課程，再為每個年級安排年終習作。⁶⁵計劃兩名主要學者亦出版相關研究，江紹祥教授與Harold Abelson編著了《運算思維教育》一書。此計劃所設計的教材，被教育局改編為「高小增潤編程教育課程單元」，於2023年6月上載至教育局「創新科技教育」網頁。⁶⁶

ii. 中大賽馬會「智」為未來計劃

「中大賽馬會『智』為未來計劃」獲香港賽馬會慈善信託基金捐助，由香港中文大學工程學院及教育學院聯合主辦。計劃為中學生引入人工智能課程，分有兩階段。第一階段（2019年至2022年）有63間參與學校，第二階段（2022年至2026年）有183間參與學校，至今惠及超過10,000名學生。參與計劃的學校每年要招募84名新生加入計劃，於課堂教授至少三課「『智』為未來計劃」的人工智能課程，安排至少一名教師參與「AI教學增值計劃」工作坊，另設有其他活動供師生參加。⁶⁷

計劃採用共建課程模式撰寫課程教材，於第一階段由6間先導學校與研究人員共同創建人工智能課程內容，並在30多間中學試教實踐，最後由4名資深電腦科老師顧問編纂修訂，製作全港首套大學及中學創建的人工智能教學資源套初版，名為《「智」為未來初中人工智能課程——教學資源套》，供教師教學使用。該教材由教育局改編為「初中人工智能課程單元」，於2023年6月上載至教育局「創新科技教育」網頁。⁶⁸

⁶⁴ 賽馬會運算思維：〈我們的使命〉，賽馬會運算思維教育網頁，www.coolthink.hk/about-us/，2023年10月6日讀取。

⁶⁵ 賽馬會運算思維：〈課程大綱〉，賽馬會運算思維教育網頁，www.coolthink.hk/our-curriculum/，2023年6月13日讀取；“Computational Thinking Education,” Springer Link, accessed June 13, 2023, link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-6528-7.

⁶⁶ 教育局：〈創新科技教育〉，教育局網頁，2023年6月19日，www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/technology-edu/resources/InnovationAndTechnologyEducation/resources.html，2023年10月6日讀取。

⁶⁷ 中大賽馬會智為未來計劃：〈關於我們〉，中大賽馬會智為未來計劃網頁，cuhkjc-ai4future.hk/index.php/about-us-2/，2023年10月6日讀取。

⁶⁸ 中大新聞中心：〈中大賽馬會「智」為未來計劃：首套中大與本地中學聯手共建的人工智能教學資源套即將面世〉，中大新聞中心網頁，2021年7月19日，www.cpr.cuhk.edu.hk/tc/press/cuhk_jockey_club_ai_for_the_future_project/，2023年10月6日讀取；教育局：〈創新科技教育〉，教育局網頁，2023年6月19日，www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/technology-edu/resources/InnovationAndTechnologyEducation/resources.html，2023年10月6日讀取。

1.3 STEAM教育和培訓的國際案例

師資培訓一向以某一學科知識的訓練為主，在職教師也是以學科分類，例如中文教師、數學教師、科學教師等。STEAM教育的定義有模糊性，詮釋多樣，且實行方式多變。即使如今STEAM教育強調「跨學科」(Interdisciplinary)、「綜合性」(Integration)，教師從大學至職場的培訓仍以學科為單位，甚少有「跨學科」教學培訓，並且STEAM教育提倡的探究式學習、以學生為中心教學法、「動手做」等，與傳統依書直說的授課方式不同。⁶⁹以下本報告列舉了四個國際案例，分別有美國、芬蘭、韓國和新加坡，詳列當地推行STEM或STEAM教育的方式，以及相應的教師培訓。

1.3.1 美國

美國是提出STEM教育理念的國家，於1980年代末提及，以應對經濟全球化、冷戰後科學技術普及化的巨變，挽救美國日益少人修讀的理科教育，提升學生興趣，增加STEM相關行業就業市場的人手。2000年後，美國政府陸續出台支援STEM教育的政策，奧巴馬政府時期尤為着重，發布多項重要法案。⁷⁰

STEM教育是美國的國家政策，目前由美國教育部和國家科學基金會(National Science Foundation)主導⁷¹，美國50個州份均有其教育部，可按自身情況，選擇實踐的最佳方式⁷²。在中小學至大專教育中，STEM教育沒有官方頒布的統一正規課程框架，其教學演繹方式由教育界自行探索。STEM教育涉及的四門科目知識，有國家教育標準作參考，如《K-12科學教育框架》(A Framework for K-12 Science Education)，不少州份會採納這些標準，用以設計STEM教育課程。⁷³

美國的教育學制是1年幼稚園，12年小學與中學教育(又名K-12)。公立小學一般採用「自給自足式教室」(self-contained classroom)，即一名教師教授一個班別的所有科目，中學才分開有專科專教的教師。美國有着重發展數學與科學教育的高中；亦有職業教育的高中學校，學生可接受STEM相關行業的技術培訓。⁷⁴簡單而言，STEM教育在美國的重要目標是增加未來行業的勞動人手，而實踐方式上各州份自由發揮，除了教師自行設計STEM教育的教案外，美國社會各界提供不同途徑予學生接觸STEM教育，例如非政府組織特意設計課程、課外活動等。

⁶⁹ Mary C. Enderson, Philip A. Reed and Melva R. Grant, "Secondary STEM Teacher Education," in *Handbook of Research on STEM Education*, et al. Carla C. Johnson (New York: Routledge Taylor & Francis, 2020), 349-51; Morris- Siu-Yung Jong et al. "Editorial Note: Teacher Professional Development in STEM Education," *Educational Technology & Society* 24, no.4 (2021): 81.

⁷⁰ Jo Handelsman and Megan Smith, "STEM for All," The White House President Barack Obama, last modified February 11, 2016, https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all.

⁷¹ President's Council of Advisors on Science and Technology, *Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) For America's Future*, September 2010, X, https://www.nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire-PCAST.pdf

⁷² Edward M. Reeve, "Status and Trends of STEM Education in the United States of America," in *Status and Trends of STEM Education in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*, ed. Yi-Fang Lee, Lung-Sheng Lee and Shan-Yuan Chuang (Taiwan: Technological and Vocational Education Research Center and K-12 Education Administration, 2022), 464.

⁷³ Reeve, "Status and Trends of STEM Education in the United States of America," 479; 高寶玉：〈香港STEM教育的挑戰及國際經驗的啟示〉，載高寶玉、賴明珠主編：《香港STEM教育：理論與課堂實踐》，香港：香港教育大學卓越教學發展中心，2020年，頁8-9。

⁷⁴ Reeve, "Status and Trends of STEM Education in the United States of America," 451-54.

(a) 美國STEM教育推行

i. 機構設計的課程 (Project Lead the Way)

學校除了自行設計STEM教育課程，也可購買校外機構提供的相關課程。在非政府組織籌辦的STEM課程中，引路工程計劃 (Project Lead the Way, PLTW) 是最大規模，於1997年成立，提供幼稚園至中學的STEM課程，亦有教師培訓。2022年錄得全美12,818間學校參與，教授了227萬名學生，培訓了98,462名教師。⁷⁵

PLTW課程以專題研習形式進行，為學生提供實作活動，聯繫課本知識與日常生活，解決日常生活問題。課程分為三個等級，基礎、初中與高中程度：

- (1) 基礎程度名為「PLTW起步」(PLTW Launch)，為學前班至小五學生設計，旨在讓學生探索，從中學習技能。
- (2) 初中程度名為「PLTW通路」(PLTW Gateway)，為小六至中二學生設計，讓學生接觸編程、機械、設計思維、科學課題等。
- (3) 高中程度分有三個課程選擇：電腦科學 (PLTW Computer Science)、工程 (PLTW Engineering) 和生物醫學 (PLTW Biomedical Science)，適合中三至中六學生。⁷⁶ 這三個課程較為深入專門，亦可作為大學理工學科的預備課程。

學校可按PLTW課程收費套餐選擇，年費套餐包含課程教案、教材、電腦軟件與線上學習資源。如要安排教師參與培訓 (PLTW Core Training)，學校須另繳專業發展套餐費用。教師在培訓中，會學習帶領活動教學、專題研習式教學和問題引導學習法的技巧，以及如何教授PLTW設計的課程。PLTW也設立教學設備與物料的購買渠道，學校可經由此選購合適的教學物資。⁷⁷ PLTW課程的教師，必須事前經PLTW培訓，才可授課，如完成為期兩周的暑期培訓課程。⁷⁸

美國一些綜合高中會將PLTW課程視為通識教育 (General Education) 的一部分，也有些高中視為選修科。⁷⁹ 部分州份由不同基金會資助PLTW課程，例如卡恩家族基金會 (The Kern Family Foundation)、康拉德基金會 (Conrad Foundation) 等。紐約、南卡羅萊納州、愛荷華州與印第安納州由政府資助。獲得資助的州份，該州學校能用統一價格參與計劃，該費用包括所有課程、軟件、技術支援和該校教師的培訓。⁸⁰

ii. STEM課外活動

《2015年STEM教育法案》將非正式課程的STEM教育活動納入資助的研究範疇，認可正規課程以外的STEM活動，能有效推動STEM教育，增加學生接觸STEM，例如興趣班、夏令營、比賽、短期課程等。資金用於研究與設計哪些非正式STEM學習模型、項目與資源，能增加中小學師生的參與。⁸¹

2010年肯塔基大學舉辦的「探索藍色STEM夏令營」(See Blue STEM Camp) 是一例，時長一星期，讓初中學生動手探索機械、生物學與編程。於2015年國家科學基金會 EPSCoR全國大會 (EPSCoR National Conference)，該夏令營被評為第五個成功推廣STEM模型。之後愛荷華州立大學和加州州立大學於2017年複製其模式，舉辦夏令營。⁸²

(b) 美國STEM教師培訓

美國STEM教師短缺，教師待遇難以吸引STEM相關學科的大學生畢業後投身教育界，加上不少教師在STEM相關學科上準備不足，令有經驗的STEM教師更為稀缺。⁸³ 為增加STEM教師人手，奧巴馬政府於2011年通過《總統2012預算要求和中小學教育改革藍圖法案》，是STEM教師培養最具權威性的政策，斥資2.06億美元推進STEM教育，計劃兩年內招聘10,000名STEM教師，並在10年內培養10萬名STEM教師。就STEM教師培養的方法，美國主要分為職前培訓和在職培訓兩類。⁸⁴

i. 增加理科老師 (職前培訓)

職前培訓旨在增加STEM涉及的相關科目老師，例如數學、科學老師。德州大學奧斯汀分校 (University of Texas at Austin) 1997年設立的UTeach計劃 (UTeach)，是最為成功而受歡迎的STEM相關學科師資培訓。2014年美國國家數學和科學倡議 (National Math and Science Initiative) 給予2,250萬美元資助，擴大UTeach計劃。至2018年，UTeach計劃在21個州份、共44所大學提供，包括加州大學柏克萊分校、佛羅里達大學和西維珍尼亞大學等州立著名大學，計劃預計2020年將培養出逾9,000名數學和科學教師。⁸⁵

UTeach計劃的特色是簡化取得主修學位與教師資格的程序，讓學生參與師資培訓時，亦能適時完成學業。該計劃吸納主修STEM相關學科 (科學、數學、科技和工程) 的學生，讓他們大學4年一邊攻讀主修科目，一邊接受師資培訓，畢業能同時獲得教師資格，以此提升理科教師的質素，並降低準老師的門檻。簡單而言，UTeach計劃有三項成功因素：一是招收大學一年級學生；二是教學法按課程特意設計；三是導師詳細指導，盡早提供密集的實習機會。⁸⁶

⁷⁵ "PLTW 2022 Annual Report," issuu, last modified December 9, 2022, https://issuu.com/pltworg/docs/2022_annual_report.

⁷⁶ "Explore Curriculum," Project Lead the Way, accessed May 19, 2023, <https://www.pltw.org/curriculum>.

⁷⁷ "Plan for a Lasting STEM Program with PLTW," Project Lead the Way, accessed May 19, 2023, <https://www.pltw.org/plan-for-pltw/investment?tab=biomedical>.

⁷⁸ 鄭葳：〈國際STEAM教育發展流脈〉，載鄭葳著：《中國STEM教育發展報告》(北京：科學出版社，2022年)，頁46。

⁷⁹ "Project Lead the Way," Polytechnic Institute (WPI), accessed May 19, 2023, <https://www.wpi.edu/academics/pre-collegiate/lead-the-way>.

⁸⁰ "What is Project Lead the Way?" Best College Reviews, last modified November 8, 2022, <https://web.archive.org/web/20240110093632/https://www.bestcollegereviews.org/faq/project-lead-way/>.

⁸¹ STEM Education Act of 2015, Pub. L. No. 114-59, 129 Stat. 540 (2015), <https://www.congress.gov/114/plaws/publ59/PLAW-114publ59.pdf>.

⁸² Thomas Roberts et al., "Students' Perceptions of STEM Learning after Participating in a Summer Informal Learning Experience," *International Journal of STEM Education* 5, no. 35 (November 2018): 2-3, <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0133-4>.

⁸³ Ben Backes et al., "Can UTeach? Assessing the Relative Effectiveness of STEM Teachers," *Economics of Education Review* 64 (2018): 184-98, <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2018.05.002>.

⁸⁴ 鄭葳：〈國際STEAM教育發展流脈〉，載鄭葳著：《中國STEM教育發展報告》，北京：科學出版社，2022年，頁42-44。

⁸⁵ Backes et al., "Can UTeach?" 184-98.

⁸⁶ Backes et al., "Can UTeach?" 184-98.

ii. 培訓綜合教學（在職培訓）

美國注重在職教師的專業發展，不少機構提供STEM教育培訓。⁸⁷前文提及的引路工程計劃（Project Lead the Way, PLTW）是一例，所有教授PLTW課程的老師，均需完成指定培訓，如兩星期的暑期培訓課程。由波士頓科學博物館課程部門開發的項目，「工程是基礎」（Engineering is Elementary, EiE）是另一例子。

EiE提供兩類STEM課程：電腦科學和工程學（學前班至初中），讓學生運用科學知識解決工程學問題。教師培訓則教授學生為中心、探究式學習的技巧，設到校培訓、線上培訓課程、個人培訓等。⁸⁸如學校選用EiE課程，學校教師會配對一名導師，導師提供教師專業發展培訓，展示如何實踐EiE課程。⁸⁹

1.3.2 芬蘭

芬蘭教育以平等和普及聞名，學生在「國際學生能力評估計劃」均表現優異，科學、數學和閱讀能力的分數均高於OECD國家的平均分。芬蘭的學制分有1年學前教育、6年小學和6年中學。高中時，學生可以選擇繼續報讀普通中學，或是修讀職業學校課程。在正規課程中，STEM教育的內容和技能滲入學科的課程願景，而校外則有多種活動推動STEM教育，如學生營、文化節目，科學中心和博物館的活動等。

芬蘭的中小學教育仍以科目為中心規劃正規課程。STEM並非獨立成科，而是在理工科目的課程願景，滲入STEM教育希望達致的「21世紀技能」（21st Century Skills）。STEM教育在芬蘭融入於中學的數學、科學和工藝科，而科學在中學又分拆為生物、物理和化學，科學和工藝科涉及STEM的工程和科技內容。有別於其他國家，芬蘭有悠久的工藝教育歷史，例如木工、鐵藝、編織等。最新的《基礎教育國家核心課程大綱》（The National Core Curriculum for Basic Education, 2014年修訂公布，課程大綱每十年作修訂檢討）加入科技與工程概念於工藝科，學生分組設計作品，並用工具製作實物。⁹⁰

(a) 芬蘭STEM教育推行

i. 「現象本位學習」有利STEM教育⁹¹

「現象本位學習」（Phenomenon-based Learning, PhenoBL）可以探索不同課題，如內容涉及STEM的跨學科學習，也是推行STEM教育。芬蘭於2014年公布《基礎教育國家核心課程大綱》，要求學校實行「現象本位學習」，打破以學科為本的教學，強調跨學科，鼓勵學生主動學習，以學生為中心教學。「現象本位學習」讓學生探索現實生活，選擇一個現象問題，運用各學科的知識解決。該核心課程大綱自2016年8月實行，7至16歲學生每年最少參與一個跨學科「現象本位學習」單元，這些單元以探索現實世界的現象設計，學生能多角度、跨學科探索思考。又或學生至少參與一個長期而有明確主題的研究項目，探索現實生活問題。⁹²

不過，以學科為本的教學仍是芬蘭教育傳統。「現象本位學習」僅要求不同學科教師合作，每年教授一個跨學科的單元。實行「現象本位學習」時，師生需要商議一個「現象」作分析，可以是時事新聞或本地議題，如德國飲食文化、歐洲藝術等。當選定「現象」後，教師可以用問題導向、或探究式教學，引導學生探索方向，促進跨學科學習。不過，「現象本位學習」亦有不少挑戰，老師須拿捏「現象本位學習」的研究題目設定，既符合學生目前的能力，亦可用多個學科知識探索。另一挑戰是「現象本位學習」以學生發問為主導，教師須平衡學生提出的方向與課程最終評核目標是否一致。⁹³

ii. 校外機構支援STEM教育

芬蘭教育是「去中心化」，地方、學校和老師有很大的自由度，政府不會干預，因而催生了不同的非政府組織機構，支援STEM教育服務。其中最為重要是「LUMA⁹⁴數理推廣中心」（LUMA Centre Finland，簡稱「LUMA中心」），聯繫芬蘭的大學推動數學、科學和科技教育。⁹⁵該中心是一個傘形機構（umbrella organization），下轄11間大學參與，設13個由大學主導的地區LUMA中心，最早的地區LUMA中心由赫爾辛基大學（University of Helsinki）於2003年成立，亦是LUMA中心的前身。⁹⁶

LUMA中心旨在建立全國STEM教育協作交流系統，讓大學、中小學、師生、家長和企業有效協作，令3至19歲學生參與數學、科學和科技活動。該中心最有名的活動是「Star-T計劃」（StarT-Programme），支援「現象本位學習」的跨學科專題學習。計劃分為三等級，「本地」是學校或課外活動中心參與「Star-T計劃」的活動；「地區」是LUMA分部連同地方合作夥伴，舉辦LUMA節；「國際」是頒獎予STEM表現出色的學生或團隊，外國人士也可參與，促進各國STEM教育活動設計的交流。⁹⁷

⁹¹ Boğar and Lavonen, "Status and Trends of STEM Education in Finland," 62-4.

⁹² Boğar and Lavonen, "Status and Trends of STEM Education in Finland," 62-3; Chris Drew, "What is Finland's Phenomenon-based Learning Approach?" last modified March 3, 2020, https://web.archive.org/web/2024011070138/https://www.teachermagazine.com/au_en/articles/what-is-finlands-phenomenon-based-learning-approach; Vasileios Symeonidis and Johanna F. Schwarz, "Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology: The Recent Curriculum Reform in Finland," *Forum Oświatowe* 28, no. 2: 34-35, http://www.edite.eu/wp-content/uploads/2017/11/Phenomenon-based-teaching-and-learning-through-the-pedagogical-lenses-of-phenomenology_The-recent-curriculum-reform-in-Finland.pdf.

⁹³ Drew, "What is Finland's Phenomenon-based Learning Approach?"

⁹⁴ LUMA是芬蘭語「自然科學」和「數學」兩詞的撮寫。

⁹⁵ Boğar and Lavonen, "Status and Trends of STEM Education in Finland," 79.

⁹⁶ "About Us," LUMA Centre Finland, accessed May 22, 2023, <https://www.luma.fi/en/centre/>.

⁹⁷ "StarT Finland," EU STEM Coalition, accessed May 22, 2023, <https://www.stemcoalition.eu/programmes/start-finland>; "About StarT," LUMA Centre Finland, accessed May 22, 2023, <https://start.luma.fi/en/about-start/>.

⁸⁷ 鄭威：〈國際STEAM教育發展流脈〉，載鄭威著：《中國STEM教育發展報告》，北京：科學出版社，2022年，頁51-55。

⁸⁸ "Professional Development," EiE, accessed May 20, 2023, <https://www.eie.org/professional-development>.

⁸⁹ Reeve, "Status and Trends of STEM Education in the United States of America," 481.

⁹⁰ Yurdağül Boğar and Jari Lavonen, "Status and Trends of STEM Education in Finland," in *Status and Trends of STEM Education in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*, ed. Yi-Fang Lee, Lung-Sheng Lee and Shan-Yuan Chuang (Taiwan: Technological and Vocational Education Research Center and K-12 Education Administration, 2022), 49-76.

(b) 芬蘭STEM教師培訓

i. 實踐教學法亦同時研究

「LUMA數理推廣中心」亦支援教師的研究與終身學習。芬蘭的師資培訓有一特色，便是強調「研究為本的教師教育」(Research-based teacher education)。教育學系學生須參加研討會或研究項目，鑽研能用於教學的各種研究方法，掌握其研究範疇的最新發展，撰寫學士與碩士論文，以完成5年的師資培訓。從中準教師能學習批判思維、獨立思考、知識的創新與發問技巧。芬蘭的教師終身學習強調「設計本位學習」(Design-based Learning)，教師在真實教學環境中，設計教學研究項目，一步步實行，於實踐中修改不足之處。

LUMA中心的活動為準教師與在職教師提供培訓場所。地區中心隸屬於大學，在大學學習的準教師可帶領小朋友與青少年參與中心的活動，從中運用學院所學的最新研究知識，設計教學材料，累積真實的STEM教育活動經驗。另外，LUMA中心亦會提供資源協助學校教師教學。例如赫爾辛基大學管轄的地區LUMA中心，歡迎學校教師帶領學生參觀大學研究室（位於學校附近），如此也提供機會予準教師接觸學生，教授參觀學生實驗室的知識，而學校教師則可與大學研究人員溝通，了解最新的教學法與教學資源，從而雙方獲益相輔相成。此外，在職教師也可運用「設計本位學習」適應新的教學環境與工具。如在LUMA中心的支援下，設計運用資訊科技工具教學的研究項目，並在真實活動實踐測試。⁹⁸除此之外，LUMA中心舉辦的活動也能成為大學的研究對象，探討教學法的創新，已有數篇論文成果發表。⁹⁹

ii. 課時誘因與外間支援

芬蘭的義務教育自2016年8月起，7至16歲學生每年最少參與一個跨學科「現象本位學習」單元，如「現象本位學習」內容涉及STEM知識，也是推行STEM教育。為增加教師合作跨學科教學的意願，芬蘭政府在2017至2022年間，每年給予教師100小時¹⁰⁰，作為教師協作規劃跨學科教學所用，推動教師投入跨學科合作的教學準備。教師實踐STEM教育，涉及的課堂知識多於一門學科，需要不同學科教師互相合作設計課程，工作量多而令不少老師卻步。因此，給予教師跨學科合作的辦公時數，可鼓勵更多教師投入跨學科教學。¹⁰¹

此外，有非政府組織提供教師STEM教育支援，「Innokas¹⁰²網絡」(The Innokas Network)是成功例子。此機構2004年由教師成立，向學校提供建議、舉辦活動與培訓，讓老師學習STEM教育的課堂技巧。Innokas現有600間學校參與，包括海外學校。參與學校可獲得Innokas有經驗的教師指導。另外，Innoka也和赫爾辛基大學合作，發展「創新教育」(Innovation Education)的教學方式，是Innokas是舉辦活動的方針，即支持學校將芬蘭手藝傳統、「STEM相關科目」與「創客文化」(Maker Culture)融合。¹⁰³

⁹⁸ Hannele Niemi, "Teacher Professional Development in Finland: Towards a More Holistic Approach," *Psychology, Society & Education* 7, no.3 (2015): 283-89, <https://www.researchgate.net/publication/301225639>.

⁹⁹ Božar and Lavonen, "Status and Trends of STEM Education in Finland," 53.

¹⁰⁰ 有關芬蘭教師制度與薪酬的英文期刊極少，Yurdagül Božar和Jari Lavonen在其英文文章僅提及，政府給予教師每年100小時作跨學科教學的協作準備之用，沒有提及這100小時與薪酬之確切對應關係，見原文Božar and Lavonen, "Status and Trends of STEM Education in Finland," 80。

¹⁰¹ Božar and Lavonen, "Status and Trends of STEM Education in Finland," 80.

¹⁰² Innokas為芬蘭語，意為「創新」。

¹⁰³ "Innovation in Finnish Schools," Innokas, last modified 2023, <https://www.innokas.fi/en/intro-activity/>.

1.3.3 韓國

韓國是科技強國之一，在2022年，其科創表現於132個經濟體中排名第六，高於新加坡和香港。¹⁰⁴2011年韓國政府宣布「第二個科技人力資源培育總體規劃」，STEM教育由此提出。與英美國家不同，韓國在政策之初，便將「藝術」(the Arts)加入STEM，直接推行STEM教育。韓國教育學制是1年幼兒園，6年小學和6年中學，大多數學校在小學與初中推行STEM教育。¹⁰⁵

韓國中小學教育以學科為本，中學教師專科專教，小學教師須教授全部科目。STEM教育沒有獨立成科，由學校與教師決定授課形式與時間，小學與高中教師多在科學課教授STEM。經2015年課程改革，資訊科技獨立成科，編程教育亦會在2025年成小學與初中生的必修課程。¹⁰⁶為給其他學校示範，韓國政府支持開辦了300所STEM學校，這些學校的教學大綱有20%為STEM內容。¹⁰⁷

(a) 韓國STEM教育推行

i. 自上而下統籌STEM

韓國是由政府領導，自上而下推行STEM教育，設有專責公營機構。韓國科學與創意促進基金會(Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, KOFAC)成立於1967年，是公帑資助組織，自2011年起負責全國的STEM教育事務推行，撰寫課程設計框架、統籌教師培訓和資助撥款事宜等（於下文「韓國STEM教師培訓」詳細說明）。

基金會也支援學生探索STEM相關領域。STEM研究與教育計劃(STEM Research and Education) 2015年推出，挑選逾百隊優秀的高中學生隊伍參與，模仿大學科學研究過程，讓學生觀察現實生活，選擇研究題目，進行實驗驗證，而基金會則支援學生研究的開支與行政事務等。¹⁰⁸STEM外展服務計劃(STEM Outreach Programs) 2013年開始，挑選10間專門機構（如大學、研究院和企業），利用機構自身特色與設備，制定與實行STEM教育項目，讓學生體驗STEM相關行業發展，協助他們規劃與科學相關的職業路向。¹⁰⁹

¹⁰⁴ "The Global Innovation Index 2022," World Intellectual Property Organization, last modified 2022, <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2022-section1-en-gii-2022-at-a-glance-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf>.

¹⁰⁵ Nam-Hwa Kang, "A Review of the Effect of Integrated STEM or STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Education in South Korea," *Asia-Pacific Science Education* 5, no.6 (2019):5,11, <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>.

¹⁰⁶ Kang, "A Review of the Effect of Integrated STEM or STEAM," 5; "Mandatory coding education for all students starts in 2025," The Dong-A ILBO, last modified August 23, 2022, <https://www.donga.com/en/article/all/20220823/3589636/1>.

¹⁰⁷ (香港)立法會秘書處資料研究組：《資料摘要：選定地方的STEM教育推廣措施》，2023年4月27日，頁8。

¹⁰⁸ Jiyeong Mun and Sung-Won Kim, "STEM Education in Korea: Enhancing Students' Abilities to Solve Real-World Problems," in *Concepts and Practices of STEM Education in Asia*, ed. M.M.H. Cheng, Cathy Bunting, and Alister Jones (Springer: Singapore, 2022), 201-2.

¹⁰⁹ Oksu Hong, "STEM Education in Korea: Current Policies and Future Directions," *Asian Research Policy* 8, no.2(2017), 97, https://www.researchgate.net/profile/Oksu-Hong/publication/328202165_pdf.

ii. 撥出自由內容課時

韓國的中小學設有「創意經歷」(Creative Experience)，屬於課程必修，由教師設計，提供職業探索以及學會活動，讓學生運用跨學科知識與技巧。一些教師會用「**創意經歷**」時間作**STEAM教學**。2015韓國國家課程修訂版要求中小學實踐「創意經歷」的課時，佔總課時9至13%。¹¹⁰

自由學期計劃(The Free Learning Semester Programme)於2016年在初中推行，讓學生探索適合自己的未來職業。在自由學期裏，學生不須考試，教師僅按學生課堂表現評核，評分不會影響正規課程的分數，學校可決定自由學期的內容安排。課時分配上，一周六成課時是正規課程教學，餘下四成課時是學生自由參與學校活動。**此時STEAM教育已推行5年，不少教師在自由學期採用設計完善STEAM教育課程，教授學生跨學科知識與STEAM相關行業資訊。**¹¹¹

(b) 韓國STEAM教師培訓

i. 設系統性在職培訓

韓國科學與創意促進基金會為中小學教師提供STEAM教育培訓課程，可分為兩類：(1) STEAM教師專業發展計劃(STEAM Professional Development)；(2) STEAM研究小組教師支援計劃(STEAM Research Group of Teachers)。前者培訓教師推行STEAM教育的能力；後者促進教師交流。韓國教師每5年建議修讀60小時專業發展課程，可獲4個專業發展學分，STEAM教育是其中選項。

STEAM教師專業發展計劃有三階段。(1) **網上入門課程**，佔15小時，1個專業發展學分，設有小學、初中與高中教師的網上培訓，介紹STEAM教育、政府政策、教學示例等，對STEAM有興趣的教師可參與。(2) **基礎混合課程**，佔45小時，共3個專業發展學分，培訓教師推行STEAM課堂。培訓涵蓋兩部分，一是參觀科學與工程實驗室，令教師得知前沿科技；二是讓教師按已設計好的STEAM課程授課。參觀部分在暑期進行，約有三日課程，接受專家講學。暑假後，教師須教授15節STEAM課堂，有網上輔導支援。學期尾聲教師須向其他參加者分享其實踐成果。此基礎混合課程須時約4個月，每年招收300名教師。(3) **進階培訓課程**，佔52小時，合共3.5個專業發展學分，STEAM教師、或已完成基礎混合課程者可參與，培訓教師設計STEAM教學內容的能力。完成此培訓，教師能領導其學校的STEAM教學方向。進階課程有四日暑期工作坊，隨後的秋季學期教師須實行其設計的STEAM教學，每年會招收300名教師。基礎課程教授如何推行STEAM教學，而進階課程則是着重如何設計STEAM課程。

STEAM研究小組教師支援計劃為鼓勵教師組織自助學習社群，研究STEAM教育的推行方式，與其他社群分享成果。韓國科學與創意促進基金會撥款予學習社群，資助出席會議、購買STEAM課堂物料的支出。在2011年計劃實施初期，有47個學習社群接受資助，至2018年增至230個學習社群。教師完成了STEAM教師專業發展計劃三階段的課程，普遍會申請STEAM研究小組教師支援計劃的資助。該支援計劃是教師STEAM專業發展的延伸。¹¹²

¹¹⁰ Kang, "A Review of the Effect of Integrated STEM or STEAM," 5

¹¹¹ "Korea: The Free Learning Semester Programme," accessed June 12, 2023, <https://www.oecd.org/education/career-readiness/Example%20of%20Practice,%20Korea,%20Free%20Semester%20Programme.pdf>.

¹¹² Kang, "A Review of the Effect of Integrated STEM or STEAM," 6-7.

ii. 設教學指引與資源

韓國科學與創意促進基金會對STEAM教育之目的、何為STEAM課程皆有清晰描述，課堂須按「STEAM學習標準框架」(STEAM Learning Standard Framework)設計。¹¹³該框架有三步驟。第一「情況描述」，連結現實世界與問題，讓學生有能力發現與解釋問題。第二「創意設計」，學生自行發現解決問題的方法，框架指出工程設計概念更為適合作學生解決問題的指引。第三「情感激勵」，教師成功引導學生解決問題後，學生會更有勇氣作新嘗試。¹¹⁴另外，教育部與基金會製作「STEAM課堂清單」(STEAM Class Checklist)，幫助教師判斷其設計的STEAM課堂，是否已包含每一個STEAM元素。¹¹⁵

基金會也撥款團體開發STEAM教材，分有四個主題：(1) STEAM綜合主題；(2) STEAM科技應用；(3) STEAM科學與藝術綜合；(4) STEAM相關未來行業。受資助團體須撰寫至少24節的課程材料，適合小學或中學使用，而課程材料應在學校測試可行性，收集回饋上報。截止2019年6月，共開發666個STEAM教學單元，可在基金會網站免費下載。¹¹⁶這些教學單元有學生版介紹手冊、教師版使用手冊，以及教師用的微軟投影片簡報，教師可直接用作教學¹¹⁷，可省卻教師準備教材的時間，亦可作教師STEAM課堂設計的參考材料。

1.3.4 新加坡

新加坡的創新產業出色，2022年有多達4,000家科技初創企業。新加坡被評為世界第七大創新經濟體，也是全球先進製造業基地，以附加值計算，是全球第四大高科技產品出口國。¹¹⁸新加坡的學制是6年小學，4年或5年中學。中學畢業後，學生可選擇入讀2年或3年的大學預科課程，又或於新加坡5所職業學校報讀3年的文憑課程。新加坡仍以學科教授為主，數學、科學、設計與科技、電腦科是以單一科目教授，學生也在科學和數學展現出色的能力。

新加坡的STEM教育是「應用學習計劃」(Applied Learning Programme, ALP)其中一項選擇範疇。這是新加坡於中小學普及STEM教育的方法，學校自由選擇是否實行STEM「應用學習計劃」(STEM ALP)。另外，**新加坡亦設立專門學校，培育數學和科學人才。**¹¹⁹可以說，新加坡的STEM以學科教授積累學生的學科基礎，**STEM ALP是普及STEM教育的項目，專門學校則培育STEM的精英，普及與精英教育並重。**

¹¹³ "About STEAM, STEAM Classes," Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, accessed June 9, 2023, <https://steam.kofac.re.kr/>.

¹¹⁴ "Learning Standards Framework of STEAM Classes," Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, accessed June 9, 2023, https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11269&langs=eng.

¹¹⁵ "STEAM Class Checklist-Is My Class a True STEAM Class?" Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, accessed June 9, 2023, https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11269&langs=eng.

¹¹⁶ Kang, "A Review of the Effect of Integrated STEM or STEAM," 8.

¹¹⁷ "학문분야 주제별 융합형," Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, accessed June 9, 2023, <https://steam.kofac.re.kr/?area=학문분야-주제별-융합형>.

¹¹⁸ (香港)立法會秘書處資料研究組：《資料摘要：選定地方的STEAM教育推廣措施》，2023年4月27日，頁11。

¹¹⁹ Aik-Ling Tan and Tang Wee Teo, "Status and Trends of STEM Education in Singapore," in *Status and Trends of STEM Education in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*, ed. Yi-Fang Lee, Lung-Sheng Lee and Shan-Yuan Chuang (Taiwan: Technological and Vocational Education Research Center and K-12 Education Administration, 2022), 263-70.

(a) 新加坡STEM教育推行

i. STEM「應用學習計劃」(STEM ALP)

新加坡教育部於2013年設立「應用學習計劃」，向中小學生（小一至小六；中一至中四）推廣以實作為主的學習經歷，不須考試，強調連結課本知識與現實生活，讓學生明白知識的實際應用，鼓勵他們自主學習。「應用學習計劃」並非課外活動，於指定課時進行，實行學校可獲得政府撥款資助。

「應用學習計劃」涵蓋8個範疇，學校可自行選擇，包括STEM、語言、人文學科、商業與創業精神、美學、跨學科等。**STEM只是其中一個範疇，STEM應用學習計劃(STEM ALP)系列涉及5個主題，有城市科技、新興科技、未來交通、健康與食品科學，以及可持續發展等。**¹²⁰STEM ALP以三層式設計，照顧不同能力和興趣的學生：

1. 第一層計劃（整體參與的活動）：中一和中二學生必須參與，學校籌備有趣創新的課堂與活動，向學生示範如何利用STEM相關學科知識，解決現實生活問題；
2. 第二層計劃（興趣小組）：供有興趣深入學習STEM的高中生自由參與，例如探討特定主題的STEM學會、參與新加坡科學節、從事專題研習等；
3. 第三層計劃（人才培育）：為少數學生而設，他們有志將來從事STEM相關行業，能自發和獨立學習。STEM Inc. 為學生提供所需設備和設施，幫助他們進階學習。¹²¹

STEM教育於新加坡仍可再加強推廣。STEM ALP僅是「應用學習計劃」其中一個範疇。從2003年實行計起，推行10年間，STEM ALP普及程度累計增長36.4%。2023年，有66所中學選擇STEM ALP，佔所有中學48.5%。小學自2023年全面推行「應用學習計劃」，三分之一小學選擇了STEM ALP。¹²²

ii. STEM專門學校

新加坡有兩間專精於數學和科學教育的中學，以培育STEM人才。第一間是新加坡國立大學附屬數理中學（National University of Singapore High School of Mathematics and Science），於2005年成立，提供6年制的直通車課程（Integrated Programme），培育科學和數學的精英學生，教授高階課程。學校設有「達芬奇計劃」（Da Vinci Programme），鼓勵學生運用各科知識，於學生的6年學習內進行，最後在高年班接受教師的指導，進行專題項目研究，成果會在學校的研究會議（NUS High School Research Congress）發表。第二間是新科技中學（School of Science and Technology, Singapore），於2010年成立，提供4年課程，學生最後須應考新加坡劍橋普通教育證書（普通水準）會考（GCE 'O' Level）。該學校着重資訊科技於教學的應用，設有「創客改革計劃」（ChangeMakers Programme），培養學生以企業家的創新思維，設計改善生活的產品，教授設計思維，並尋求企業夥伴向學生講解其行業知識與應用。¹²³

¹²⁰ "Subjects for Express Course: Applied Learning Programme," Ministry of Education Singapore, last modified March 29, 2023, [https://www.moe.gov.sg/secondary/courses/express/electives?term=Applied%20Learning%20Programme%20\(ALP\)](https://www.moe.gov.sg/secondary/courses/express/electives?term=Applied%20Learning%20Programme%20(ALP)).

¹²¹ Tit Meng Lim et al., "STEM Education in Singapore," *Journal of Youth Studies* 21, no.1 (January 2018):116-30.

¹²² (香港)立法會秘書處資料研究組：《資料摘要：選定地方的STEAM教育推廣措施》，2023年4月27日，頁13。

¹²³ Tan and Teo, "Status and Trends of STEM Education in Singapore," 270; Tang Wee Teo and Ban Heng Choy, "STEM Education in Singapore," in *Singapore Math and Science Education Innovation: Beyond PISA*, eds. Oon Seng Tan et al. (Singapore: Springer, 2021), 54-5.

(b) 新加坡STEM教師培訓

推動STEM ALP的機構是STEM Inc.，由教育部和新加坡科學中心於2014年共同成立，着重幫助中學發展STEM課程和活動。STEM Inc. 會提供相關教材，讓學校自由選擇有興趣的題目，包括嵌入式電子、工程設計和建模、機器人、食品科學技術、替代能源、城市設計和創新等。STEM Inc.亦主導了STEM教師培訓，例如派員到學校協助設計課程與培訓老師，也透過行業夥伴計劃(Industrial Partnership Programme)增加教師與STEM相關業界的接觸等。¹²⁴以下將會詳細說明。

i. 與老師共同教學

就教師培訓，STEM Inc.和教育部合作，於學校實行STEM ALP時協助設計課程，培訓教師，讓教師累積實際經驗。當一間學校推行STEM ALP，教育部一名官員和STEM Inc.一名課程專家將會提供諮詢，並按學校情況與學生能力，定制課程。STEM Inc. 會從學校以外聘請專家設計STEM ALP課程，其中成員包括退休教授、工程師和具有多年研發經驗的年輕專家。STEM Inc.課程專家和培訓人員將被分配到學校，為期三年。首先他們會負責課堂的教學工作，之後和該校教師於課堂共同授課，以此培養教師實戰的教學經驗，讓其熟習課程的課堂運作，目標為日後該校教師能獨自教授STEM ALP課程。約兩年後，學校便自行推行STEM ALP，而STEM Inc.擔任顧問角色，確保每間學校的課程能與時並進，配合當地與行業的發展趨勢。¹²⁵

ii. 企業參與STEM活動

其次，**STEM Inc.推出行業夥伴計劃(Industrial Partnership Programme)，歡迎公司或業界人士參與，增加學校與業界聯繫，也讓業界機構向教師提供STEM相關培訓與指導，令教師了解業界需求和趨勢，可為學生生涯規劃給予意見。**行業夥伴計劃提供的服務例子有：給予學校教學課程建議；學生配對一名工程師或科學家，進行影子工作實習(Job Shadowing)；舉辦工作坊，師生共同解決一個業界課題；給予學生企業實習，讓學生摸索職業志向；舉辦網上聊天活動STEMchat，學生可與3名STEM相關專家傾談30分鐘等。¹²⁶

¹²⁴ "About Us at STEM Inc.," Science Centre Singapore, accessed May 22, 2023, <https://www.science.edu.sg/stem-inc/about-us/about-stem-inc>.

¹²⁵ Teo and Choy, "STEM Education in Singapore," 52；(香港)立法會秘書處資料研究組：《研究簡報2019-2020年度第3期：培育本地人才》，2020年6月1日，頁13,15。

¹²⁶ "About our industrial Partnership Programme," Science Centre Singapore, accessed May 22, 2023, <https://www.science.edu.sg/stem-inc/industrial-partnership-programme/about-our-industrial-partnership-programme>; Teo and Choy, "STEM Education in Singapore," 52-3.

1.4 香港與國際STEAM案例比較

1.4.1 香港與多地推STEAM策略的特色

香港STEAM教育（2015至2022年夏為STEM教育）由教育局負責，以校本課程推行，學校自由決定實踐方式，教育局僅給予大方向建議，框架甚少。香港STEAM教育發展着重資訊科技，政府支援與撥款均集中資訊科技範疇。2022年《施政報告》明確提及加強中小學STEAM教育的發展方向：普及學習、加強領導和統籌、提升教師專業培訓。然而香港中學生數理表現不增反減，高等數學與科學基礎變弱，這與新高中學制改革有關。香港STEAM教育政策於此難起改善之效，而香港亦不像美國、新加坡般，特意設立專攻數理的中學。

在STEAM教育教師培訓上，香港的方式多元。有STEAM教育相關的教師專業發展課程，多為教育局與大學機構提供，例如工作坊、碩士或短期課程；亦有STEAM教育支援，多為優質教育基金、或慈善基金資助的項目計劃，由大學設計主持，教授學生STEAM課程時，亦一同培訓教師相關授課技巧；另有STEAM教學資源，由教育局編訂提供，放在網頁供下載；又或是坊間的交流學習機會，教師帶領學生出外參加STEM比賽，與其他學校師生交流經驗。

美國芬蘭民間發揮多

報告列舉的四個案例（美國、芬蘭、韓國和新加坡），其教師培訓各有特色。相比韓國和新加坡，美國和芬蘭推行STEM教育，其政策與教師培訓描述較少。美國由教育部和國家科學基金會主導，州份按其自身情況，選擇最佳的STEM教育實踐方式，學校有很大的自由度。美國STEM教育的特色是校外機構設計不少出色的STEM課程，供學校選擇，進而提供課程的教師培訓，例如引路工程計劃（Project Lead the Way）、「工程是基礎」（Engineering is Elementary）。

芬蘭把STEM教育的內容和技能滲入學科課程願景，「LUMA數理推廣中心」（LUMA Centre Finland）是推動STEM教育的主要機構，特色是LUMA中心與大學緊密聯繫，地區中心均有當地大學參與，集活動教學、教師培訓與研究於一身，學生、在職教師、準教師與教育研究者均能於此獲益。另外，芬蘭政府為鼓勵教師準備跨學科教學，在2017年至2022年間，每年劃出100小時予教師，作為教師間合作規劃跨學科教學所用的辦公時數。¹²⁷

韓國新加坡官方統籌

韓國和新加坡均有一個專責機構，韓國在推行方式與教師培訓上，是四個案例中指引最為詳細、最具系統性，自上而下推行。韓國自政策推行之初，便實行STEAM教育，由韓國科學與創意促進基金會專責處理，設有「STEAM學習標準框架」和「STEAM課堂清單」作指引，方便教師設計課程，而資助團體也可按指引開發教材，供全國教師下載使用。教師培訓則有三個循序漸進的階段，解決不同教學經驗的教師所需。可以說，韓國的「STEAM教育」較為標準化，學校與教師在官方設定的框架下，按自身特色與情況，推行STEAM教育。

新加坡雖有官方統籌STEM教育活動，但會派員到學校定制STEM課程，並在教學中培訓教師，可以說既有中央統籌，亦能讓學校按自身特色發展。新加坡以STEM「應用學習計劃」（STEM ALP）普及化STEM教育，STEM Inc.是統籌機構，類似STEM教育交流合作平台，聯繫相關各界。教育部和STEM Inc.會各派一員親身至學校了解情況，定制STEM課程，並且透過教學示範、共同授課等，培訓教師。另外，STEM Inc.會設行業夥伴計劃，聯繫企業，增加學校師生與業界的互動交流，這是其他三個案例少見的。

表5：香港和國際多地推動STEM / STEAM 教育與教師培訓之比較

國家/地區	香港	美國	芬蘭	韓國	新加坡
負責機構	教育局	● 教育部 ● 國家科學基金會	● 教育部 ● LUMA數理推廣中心	● 教育部 ● 韓國科學與創意促進基金會	● 教育部 ● STEM Inc.
開始年份	2015	1986	2003	2011	2013
實行方式	校本課程	學校自行決定	現象本位學習	學校根據框架安排	STEM應用學習計劃
推行特色	● 官方框架少 ● 學校多元發展	● 官方框架少 ● 校外機構課程出色，如「引路工程計劃」	● 官方框架少 ● LUMA數理推廣中心為主要機構，與大學聯繫緊密	● 官方框架詳細 ● 韓國科學與創意促進基金會專責處理	● 專人到校設計課程 ● STEM Inc. 專責處理
教師培訓特色	● 教師專業發展課程 ● 教學示例文件 ● 大學設計的STEM計劃，附教師培訓	● 機構設計STEM課程，附教師培訓	● LUMA數理推廣中心支援教師研究與終身學習 ● 每年劃出100小時作教師跨學科教學準備 ● 非政府組織提供STEM教育教師支援	● 設系統性在職培訓 ● 設學習標準框架與課堂清單 ● 撥款團體開發STEAM教材	● 派專家到校設計課程、培訓教師、為期三年 ● 行業夥伴計劃，增加企業與學界聯繫

註：此表根據「1.1 STEM教育與港府政策」至「1.3 STEM教育和培訓的國際案例」歸納而成。

¹²⁷ 有關芬蘭教師制度與薪酬的英文期刊匱乏，尚未有英文資料明確闡明這100小時與薪酬之確切對應關係，僅知道芬蘭政府每年劃出100小時予教師，作跨學科教學協作準備的辦公時間，見原文Boğar and Lavonen, "Status and Trends of STEM Education in Finland," 80。

1.4.2 香港與四個案例之不同

香港和四個案例均沒有將STEM或STEAM獨立成科。**推行方式上，香港與美國、芬蘭類似，官方框架指引相對較少，但是香港缺乏代表性的STEAM教育推廣機構**，例如類似芬蘭的「LUMA數理推廣中心」（LUMA Centre Finland），既是芬蘭STEM教育的代表性機構，也是統轄各參與大學的傘形組織。芬蘭「LUMA數理推廣中心」的架構和運作、以及新加坡的STEM Inc.均值得香港參考。

在STEAM教育教師培訓上，香港的大學會設計一些STEM或STEAM教育計劃，邀請中小學師生參與，教授學生亦同時培訓教師，其中的經驗可用於研究。這些由大學設計，獲基金會捐助，集研究、教學與培訓的STEAM教育學習計劃，是中小學生的重要STEAM學習活動，也是教師的培訓交流渠道。這些大學主導的計劃，與芬蘭LUMA中心的活動相似。LUMA的地區中心由大學主導，也是集教學、培訓與研究於一身，只是香港的大學STEM或STEAM教育計劃各自找基金捐助發展，沒有如芬蘭般設傘形機構統籌組織。

香港STEAM教育教師培訓仍有不少須改善之處。本節對比香港和四個案例於STEM或STEAM教育教師培訓措施之異同後，發現香港有兩處尤為缺乏，值得向本報告的案例學習，詳述如下。

(a) 較少成熟STEAM教育課程與相應的教師培訓

美國、新加坡和韓國均有就STEM或STEAM教育課程，提供相應的教師培訓，只是方式不同。美國政府雖沒有頒布統一的STEM教育正規課程框架，但一些組織機構會提供設計成熟的STEM教育課程與教師培訓，供學校使用，「引路工程計劃」（Project Lead the Way, PLTW）和「工程是基礎」（Engineering is Elementary, EiE）便是例子。教授PLTW課程的教師，須事前完成課程的培訓。學校選用EiE課程，教師會配對一名導師，由導師提供培訓，展示如何實踐EiE課程。這些機構提供的在職教師培訓，均以實踐其課程為目的。

新加坡以STEM「應用學習計劃」（STEM ALP）普及STEM教育，STEM Inc.與教育部向實行STEM ALP的學校派出專家，親身到校定制課程，並做教學示範和教師培訓，為期三年。STEM Inc.提供的教師培訓也基於其為學校定制的課程。韓國STEAM教育教師培訓最具標準化與系統化。設有「STEAM學習標準框架」和「STEAM課堂清單」，教師和資助團體明白課程設計最低限度須包含什麼元素。教師培訓設有三個循序漸進的階段，韓國政府主導教師培訓方向，確保不同資歷的教師均能明白與實行政府構思的STEAM教育藍圖。

香港的情況與美國類似，政府沒有就STEAM教育設詳細指引，學校有很大的自由度，但是坊間可供選擇的成熟STEAM課程、與相應的教師培訓較少。儘管教育局和大學提供很多STEAM教育教師專業發展課程，教師僅是按自身興趣選擇參與，沒有相對應的STEAM教育課程。由大學設計主導的STEAM教育計劃，則有課程提供與培訓教學，但是同時設有教學、培訓與教材編撰的大學STEAM教育計劃甚少。至今較為成功、影響較廣的例子有「賽馬會運算思維教育」和「中大賽馬會『智』為未來計劃」，這兩個計劃的教材與實踐成果，均被教育局改編，放至教育局「創新科技教育」網頁，供教師參考下載。另外，香港STEAM教育以校本課程推行，與新加坡的STEM「應用學習計劃」類似，均着重學校自身特色發展，唯香港沒有如新加坡般，提供定制課程與專家到校支援。香港特區政府亦意識到此點，學校課程檢討專責小組在2020年9月提交的《最後報告》，向教育局建議探討成立專家隊伍提供到校支援的可行性。

美國、新加坡和韓國案例可給予香港STEAM教育教師培訓改善的參考方向。以下羅列此三地值得參考之處。¹²⁸美國的坊間機構STEM教育課程出色，多以工程為主，香港的大學或非政府組織可多加參考，推行一些以工程為教學重點的STEM教育活動計劃，而非僅限資訊科技，增加STEAM教育計劃種類的多元性。新加坡STEM教育的特色是派專家到校定制課程與培訓，香港特區政府可參考，成立STEAM教育專家小組，親身到訪學校，為學校定制課程與教師培訓。可是，到校定制課程的執行成本是頗高的。若要降低成本，韓國的標準化值得參考，香港特區政府可訂立清晰的STEAM教育學習目標，STEAM教育活動設涉及的元素，並根據此列出循序漸進的STEAM教育培訓方向，能讓教師與坊間機構，在清晰的框架下推行STEAM教育，但缺點是或會減少各校STEAM教育活動的多元性。

(b) 缺乏誘因激勵教師投入STEAM教育

芬蘭政府2017年至2022年，每年撥給100小時予教師，作為教師間合作規劃跨學科教學的辦公時間。芬蘭的義務教育自2016年8月起，7至16歲學生每年最少參與一個跨學科「現象本位學習」單元，這是芬蘭學校實踐STEM教育的途徑之一。「現象本位學習」和STEM教育均強調跨學科學習，但跨學科教學增加教師備課時間，也需要和其他教師合作。因而芬蘭政府每年撥出用作跨學科教學規劃的辦公時間予教師，以增加教師投入跨學科協作的動力。

香港極少有激勵教師投入STEAM教學的政策，多是政府提供教學撥款，且多傾向資訊科技。過往有關調查發現教師的教學工作繁多，欠缺推動STEAM教育的空間。¹²⁹教師即使有機會接受進階而長期的STEAM教育培訓，但日常教學工作不減，壓力大增，難吸引其他老師加入推動學校STEAM教育。¹³⁰**因此芬蘭政府每年撥出特定跨學科教學準備的辦公時間予教師，值得香港特區政府參考。**

¹²⁸ 下文列出三地值得參考之處與顧慮，而「第三章：政策建議」的建議一「STEAM教育教師培訓指引」與建議二「STEAM數理中心」，部分建議內容源自此處的分析，在第三章不再贅述。

¹²⁹ 香港教育工作者聯會：《學校推行STEM教育的情況問卷調查》，2019年10月10日，頁4。

¹³⁰ 香港教育工作者聯會：《前線STEM教師支援政策研究報告》，2018年，頁19。

第二章 結果分析

2.1 報告的研究方法

目的與研究方法

是次研究目的乃探討如何改善香港中小學STEM教育的教師培訓。香港特區政府於2015年《施政報告》宣布推行STEM教育。2022年夏為配合新一屆政府的施政倡議，教育局正式將STEM教育易名為STEAM教育¹，有關STEAM教育的詳情有待政府陸續公布²。自2015年至2022年計起，香港推行STEM教育已有7年，STEAM教育是建基於STEM之上，是次研究回顧過去7年STEM教育教師培訓的實踐成效，探尋改進之處，為未來STEAM教育教師培訓提出改善增進之政策建議。

研究採用量化的問卷、質化的深入訪談和國際案例研究。報告採集問卷和訪問結果，會在本章「結果分析」詳細羅列。國際案例研究則在第一章「文獻資料」第三節（1.3），以美國、芬蘭、韓國和新加坡作案例研究，探討四地STEM或STEAM教育政策與相應的教師培訓，並於第一章第四節（1.4）指出此四案例值得香港教師培訓的參考與改善之處。

量化的問卷調查

是次報告的問卷調查由2022年7月26日至9月30日致函和電郵全港中小學，設有紙本和網上問卷。問卷調查分有兩部分，第一部分了解教師培訓（題1-11），第二部分探討政策配套（題12-14）。問卷收回352份，有效問卷349份，當中實行STEM教育的受訪教師有342人³。

在這342名實行STEM教育的教師中，有188名中學和154名小學教師，來自津貼、官立、直接資助和私立學校。其中，實行STEM教育的中學老師，教授「資訊科技/電腦」科目（23.74%）居多；而實行STEM教育的小學老師，教授「常識」科目（26.85%）居多。實行STEM教育的中小學老師逾半有1至10年的教學年資。⁴

質化的深入訪談

深入訪談分有教師訪問、學者與工程業界的訪問，以電話訪問一對一進行。教師訪問在2022年4月至12月間完成。待整理好教師的問卷結果和訪談意見後，學者與工程業界的訪問在2023年4月至5月進行。

¹（香港）課程發展議會：《小學教育課程指引（試行版）》，2022年，分章一，頁4。

² 教育局文件指STEAM教育是「透過在數理科技等範疇的課程，在課堂內外及跨課程的『動手動腦』學習活動推行，包括科學探究、設計與製作、專題研習等」。STEAM教育涉及的五個範疇如何跨學科實踐，還待教育局進一步說明。STEAM教育常務委員會正協助編訂《STEAM教育手冊》，詳細說明中小學STEAM教育的學習重點和元素，闡述不同學習階段的學習目標、建議和示例等，預計於2023/24學年完成，供學校參考，以進一步普及STEAM教育。見（香港）《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日，頁1,4；<立法會：教育局局長就「優化創科教育，加強培育本地創科人才」議員議案開場發言（只有中文）>，新聞公報網頁，2023年7月6日，www.info.gov.hk/gia/general/202307/06/P2023070600459.htm，2023年12月28日讀取。

³ 沒有實行STEM教育的受訪教師有7人，他們有填寫其任教學校推行STEM教育的情況（問卷題1至2，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」），但因非調查目標而不需繼續填寫問卷餘下部分。

⁴ 詳細數據見「附錄4：問卷數據補充」表2至表4。另外，雖然香港特區政府在2015年提出推行STEM教育，至2022年夏是次政策研究的問卷對外派發時，已推行7年，但STEM教育定義廣泛，就其涉及的內容沒有統一定義，香港政府推出STEM教育前，個別中小學已一直舉辦科學和科技教育的相關活動，這些活動內容也與後來STEM教育相關，因此部分學校教師實行STEM教育的時間，有可能早於香港特區政府的政策。

表6：深入訪談受訪者類別

類別	人數
教師	22人（15名中學教師，7名小學教師）
專家：大學教授	2人
專家：工程師	1人

是次教師的深入訪談，總共訪問22人，包括7名小學教師與15名中學教師。教師訪問進行時間較長，於問卷派發前（2022年4月至7月上旬）已訪問了13名中小學教師，了解教師推行STEM教育和教師培訓情況，以助問卷設計。問卷收集後，有部分教師願意留下聯絡資料，接受隨後的電話訪問。2022年10月至12月，訪問9名實行STEM教育的中小學教師。

研究的深入訪談採取半結構性訪談。教師訪談問題大致分為三部分：一是STEM教育推行情況；二是教師培訓；三是政策配套。⁵第一部分為了解受訪教師任教學校推行STEM教育的方式、教師對STEM教育的了解，此方面的資料會影響教師如何看待STEM教育培訓。第二部分問及教師對已有的STEM教育教師培訓的看法，了解有否改善之處。第三部分問及有否需要額外的政策配套，以支援STEM教育，例如增設人手協助STEM教育推行等。

學者與工程業界的訪問於2023年4月至5月進行，此部分的訪談大綱建基於教師的問卷數據和深入訪談結果。⁶此部分的訪談旨在了解（1）不同STEM教育資歷的教師，應接受何種程度的培訓；（2）政府可以提供怎樣的政策配套；（3）及工程業界能提供怎樣的幫助。是次訪談問及工程業界意見，因工程知識是過往香港中小學STEM教育較為缺乏的內容，是次研究期望能在此部分了解更多業界可提供的幫助。

章節的安排詳情

本章第二節（2.2）「推行特點與培訓現況」，列出教師如何了解STEM教育，以及教師培訓情況。第三節（2.3）「教師對培訓的期望」，是教師在問卷和訪談中，提及STEM教育培訓可增進改善之處。第四節（2.4）是學者和工程業界代表就教師培訓之意見。

⁵ 有關是次中小學教師的訪問大綱，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」。是次訪談問題參考了陳錦河、葉怡芬和許瑛珩的學術論文，見 Kennedy Kam Ho Chan, Yi-Fen Yeh and Ying-Shao Hsu, "A Framework for Examining Teachers' Practical Knowledge for STEM teaching," in *Asia-Pacific STEM Teaching Practices: From Theoretical Frameworks to Practices*, eds. Ying-Shao Hsu and Yi-Fen Yeh (Singapore: Springer, 2019), 46-47.

⁶ 詳見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」。

2.2 推行特點與培訓現況

教師對STEM教育的理解

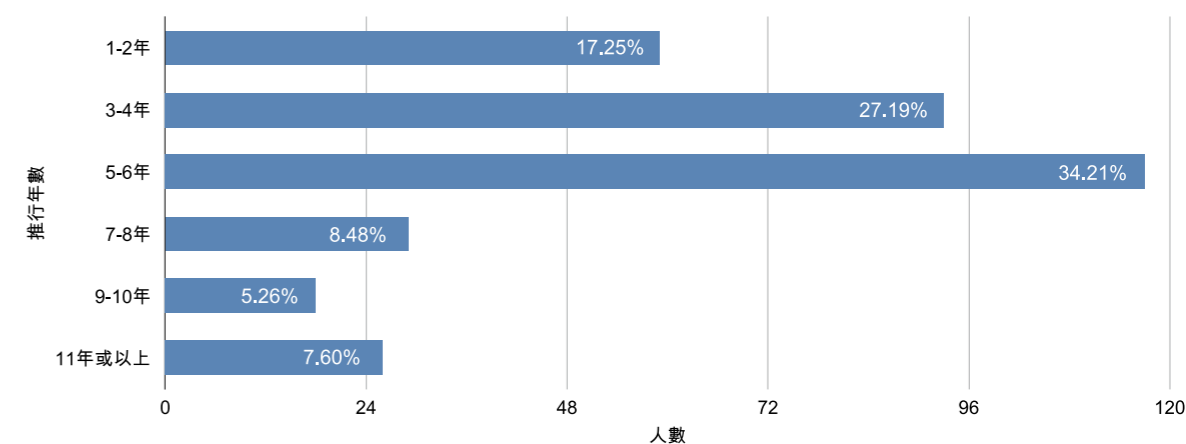
2.2.1

342名受訪教師有實踐STEM教育，六成受訪教師實行3至6年。實行STEM教育的教師最多人選擇「解決生活問題」、「綜合運用跨學科知識」、「啟發創意思維」和「觀察生活而發現問題」為STEM教育的重要內容。

按問卷結果（見表7），實行STEM教育的教師有342名⁷，若以2年為計算間距，最多老師有5至6年（34.21%）STEM教育經驗，其次為有3至4年STEM教育經驗的教師為27.19%。經驗較淺、實行2年或以下的教師有17.25%。經驗較豐富、推行STEM教育7至8年、9至10年與11年或以上的教師，分別為8.48%、5.26%和7.6%。

這些有實行STEM教育的教師，按自身經驗，於問卷中挑選STEM教育最為重要的三項內容（見表8）。結果發現有四個選項的百分比最高，分別是「解決生活問題」（61.70%）、「啟發創意思維」（52.34%）、「綜合運用跨學科知識」（50.88%），和「觀察生活而發現問題」（48.25%）。可見受訪教師着重教授學生如何發現與解決生活問題，運用跨學科知識，以啟發學生的創意思維。

表7：受訪教師實行STEM教育的年數



數據來自實行STEM教育的342名問卷受訪教師。

⁷ 有效問卷為349份，其中沒有實行STEM教育的受訪教師有7人，他們有填寫其任教學校推行STEM教育的情況（問卷樣本題1至2，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」），但因非問卷目標對象而不需繼續填寫問卷餘下部分。

表8：按自身教學經驗，受訪中小學教師認為STEM教育最重要的三項內容 N=342

STEM教育相關的內容	數字	百分比
解決生活問題	211	61.70%
啟發創意思維	179	52.34%
綜合運用跨學科知識	174	50.88%
觀察生活而發現問題	165	48.25%
動手應用課本知識	97	28.36%
數理邏輯	85	24.85%
計算思維與編程	67	19.59%
科學知識	65	19.01%
其他：運用科技的正確態度	1	0.29%

此題為「可多選」題目，受訪者只能選三項，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本題12。
此表每項的百分比是該選項佔回答總人數（342人）的百分比。

2.2.2

接受深入訪談的老師強調，STEM教育是教學法，不宜獨立成科，因STEM教育涉及的範圍甚廣，成科後應該要教什麼也是難題，反而作為教學法融入現時以單一學科教授的傳統課堂，更為相得益彰。

是次電話訪問了22名中小學老師。在7名受訪的小學老師中，有6名就「STEM教育是什麼」表達了看法，「跨學科」、「解難」、和「教學策略」是較多被提及的字眼。在15名受訪的中學老師中，有11名表達了「STEM教育是什麼」，全部都有提及STEM教育涉及「解難」，即解決生活問題，「跨學科」是第二多被提及的字眼。

從受訪的老師意見，可歸納以下結果：STEM教育是四個學科的跨學科教學法，學生融匯貫通學科知識，綜合運用於解難之中，解決日常生活問題；而STEM教育是教學法，不宜以獨立成科。以下摘錄部分老師的看法：

「首先STEM教育不是科目，是跨學科學習的教學策略，我覺得有些學校將STEM當作一個科目，是錯誤理解STEM。例如學校做跨學科學習，中文和常識科跨學科，那會否有一科叫中常科？不會。所以我理解STEM是教學策略，將我們以前比較零散的範疇，整合學習的一個方法，而不是一個科目。」

（小學老師2，實行STEM教育8年）

「我認為STEM教育有三個重點：跨學科、動手做、解決日常生活問題。涉及的範疇好廣闊，例如我們安排習作，可以有設計與應用、數學、資訊科技、科學、甚至英文……STEM教育理念包含以上說的三個重點，已經可以了，學生要做到解決日常生活問題，是不容易，很難教的。」

……至於STEM是獨立成科，還是作為教學法，我覺得現在STEM教育還未需要獨立成科，一旦成科便要面對不知道要放什麼東西進去科目中，STEM教育是將其他學科的知識融匯貫通而應用，獨立成科後，就要挑選其他科目的知識進去，會容易重複教學、重複課程，未必有效率……」

（中學老師6，實行STEM教育7年）

STEM教育潮流性與側重

2.2.3

STEM教育的課題有潮流性，約兩年便有轉變，多是與科技發展更新有關。相較傳統「學科」，STEM教育的課題變更頻密，學習工具亦隨之轉變。教師須定期學習新知識、更新課題，增加備課工作量。有教師指STEM教育的課題潮流性與工具變更，受商界宣傳影響居多。

在深入訪談裏，均有中小學老師表示STEM教育課題有潮流性，STEM課題變動頻密，令教師容易陷入了工作量難以減少的循環。有中學教師指，STEM教育的授課內容會應科技發展而衍生新課程。有些中小學受訪教師稱此跟隨科技的轉變為「潮流性」。教師須定期上課更新資訊，設計的STEM教育課題因潮流改變亦要短期內修改，增加備課工作量。有受訪小學教師以小學為例，指STEM教育推行初期流行科學探究，中期是電腦編程教育，而現在人工智能是大熱課題。另有小學教師指，STEM教育的課題潮流約2年就會有轉變，而理論上一個傳統課程教案大約6年才修改變化。

STEM教育課題的潮流也會改變STEM教育「動手做」的學習工具。現時流行資訊科技課題，學校所用工具多是電腦軟件，遇上更新或收費，教師便要重新準備學習活動的材料，且STEM教育以校本方式推行，未必適合用書商出版的教科書。有中學老師表示，儘管教學的核心知識和概念少有變化，但工具的更替較快。例如物聯網在幾年前是前沿科技，現在已成舊物，是基本知識，需要轉用更新的工具作教學。另有中學老師指，STEM教育的潮流性和工具更替，受商界宣傳影響居多，一有新產品推出學校多購買使用，但實際上核心知識與技巧相差不多，只是產品一變，教師便要討論如何更新或修改課題，增加工作量。以下是部分教師就STEM教育的潮流性，以及備課時間的看法：

「……普遍負責STEM教育的教師，常常晚上七點、八點才離校，他們要出外培訓，之後回校還要想課程與教學內容，這些都是要全新的。最要緊的是課程編好了，但過不久潮流有變又要更新，這些課程就變得落伍，又要再改。」

（小學老師5，實行STEM教育10年）

「STEM教育有潮流性，初期是科學探究，中期是編程，現在流行人工智能，老師要不斷更新教學內容。所以政府要釐定框架，學人工智能、編程不要緊，最重要讓老師清楚明白小學生要學到什麼程度，這樣老師也易處理。……STEM教育的課程準備時間視乎課題。一些已經運行幾年的課題，單計課堂準備，約半小時。舊課題，我們每級都有一名有經驗的老師，擔任級長，帶領同事有關課題要注意的地方，也有事後反思會。新課題，則每堂都要準備一個多小時，也要老師自己試行一次流程。至於課堂物資，視乎題目而變。」

（小學老師3，課程主任，統籌校內STEM教育事務）

「STEM教育的潮流性受商界宣傳影響，有新產品就買，用導師去教。其實學來學去都是那些，知識和技巧是差不多，只是產品轉變。潮流變是技術進步，但我覺得並非要跟潮流，老師是教知識，知識不會突然巨變……我們STEM課題，有些甚少改變，有些定期變動，形式視乎老師間討論。變動會增加老師備課時間，多會自學、聽工作坊，參考其他學校課程，從而改動教案。」

（中學老師15，實行STEM教育11年）

2.2.4

STEM教育過於偏重資訊科技知識，較少以工程和數學知識為主題設計學習活動。科學方面，有中學教師表示新高中的改制，令來自新學制的教師理科知識不完整，不利STEM教育在中學科學科推行。現時香港STEM教育熱潮在資訊科技，有受訪老師指這是不好的趨勢，容易忽略STEM其他的學習內容。

接受訪談的中小學教師描述其學校STEM教育學習活動，資訊科技和科學科的知識是中小學STEM教育學習活動的主要內容，其中以資訊科技知識居多，常被用於「動手做」環節。數學多被老師用作輔助的基礎知識或分析工具。是次深入訪談中，只有一名小學老師講述其發展的STEM教育課程以數學科知識為主，電腦科為「動手做」環節作輔助。⁸香港學校開辦有關工程知識的STEM教育活動或課程，成本會較高，一來動手做的工程工具較昂貴，二來學校較少有工程相關知識的教師，因甚少學校還保留講授工程知識的設計與應用科技科，普通的文化學校不會開設，這是甚少工程知識為主的STEM活動的原因。此外，新高中學制下成長的教師，在中學以科學為主題推行STEM教育，或許會遇到很大的挑戰。有中學教師認為新高中學制⁹令學生所學的理科知識範疇變窄了，不利在STEM教育中作跨學科的教學，也影響往後的師資。如「動手做」（非使用資訊科技工具）環節的知識理論，多屬於物理範疇，但是報考物理的高中生逐漸減少了。¹⁰

香港STEM教育潮流側重於資訊科技，教師用資訊科技的知識與工具，作為「動手做」的內容。有受訪教師表示，香港STEM教育過於集中在資訊科技這一範疇，缺失了跨學科的聚焦，可以多點關注科學、數學和工程的知識於STEM教育的綜合運用。另有老師表示明白為何資訊科技會是香港STEM教育的潮流，因用電腦進行「動手做」活動，成本是最低。科學的「動手做」需要實驗室和儀器，中學尚有實驗室但小學缺乏；涉及工程概念的「動手做」則需要坊間昂貴的機械人或積木等教材；而用資訊科技科作為「動手做」的環節，則簡單一部電腦，且網絡上有很多資源免費共享，老師容易獲取和自學。以下摘錄部分接受訪問的教師意見：

「現在STEM教育學習活動大多運用資訊科技，與電腦低成本與方便性有關。學校資源有限，動手做如加入『工程』相關工具，成本較高，要購買昂貴的教學零件，而且香港教育界少有工程學背景的教師。用科學科作動手做環節，要實驗室和實驗材料，在中學可以實行，但小學沒有資源。」

可是，資訊科技則不同，只需要一部電腦，網絡有很多公開免費的材料，只要教師願意學，便能掌握。加上時下流行資訊科技，例如大數據、人工智能等，這些都是最新的STEM教育主題，也是用一台電腦便能進行相關的教學活動。香港STEM教育以資訊科技為主，是大環境所致。」

（小學老師5，實行STEM教育10年）

⁸ 見「附錄5：訪問資料羅列」，「表4：受訪小學教師背景資料」，小學老師7的簡介。

⁹ 新高中學制下，選修科的數目變少，同時修讀傳統理科的化學、生物、物理學生人數較舊制少，高等數學亦甚少學生修讀，詳見「第一章：文獻資料」、「1.1.3香港學生數理表現」。

¹⁰ 按香港考試評核局數據，全體考生中，2012年選報物理的男生佔報考總人數30.1%，選物理的女生佔報考人數12.8%。2022年，全體考生中，選報物理的男生佔報考總人數28.3%，而物理不在女生最多人選報的十大科目中。詳細可查香港考試評核局統計數據，「表4：2012年香港中學文憑考試男女考生年齡和選科分析」和「表4：2022年香港中學文憑考試男女考生年齡和選科分析」，見香港考試及評核局：<考試統計資料>，考評局網頁，www.hkeaa.edu.hk/tc/hkdse/assessment/exam_reports/exam_stat/，2023年8月15日讀取。

「中學的STEM教育統籌多由電腦科教師做，而設計與應用科技只有很少學校開辦。電腦科教師做負責人，自然會以資訊科技為STEM教育的主題。當然我不同意STEM教育只是編程和電腦，現在偏向資訊科技的趨勢不是很健康全面。」

……新高中學制少了學生修讀理科，確實令理科老師青黃不接，見到學生理科知識範疇變窄，是惡性循環，這或能解釋為何那麼多學校以電腦科推行STEM教育。……物理和STEM教育『動手做』很緊密，涉及很多物理知識理論，但我記得每年報考物理的高中生越來越少，這也是弊病。」

（中學老師6，實行STEM教育7年）

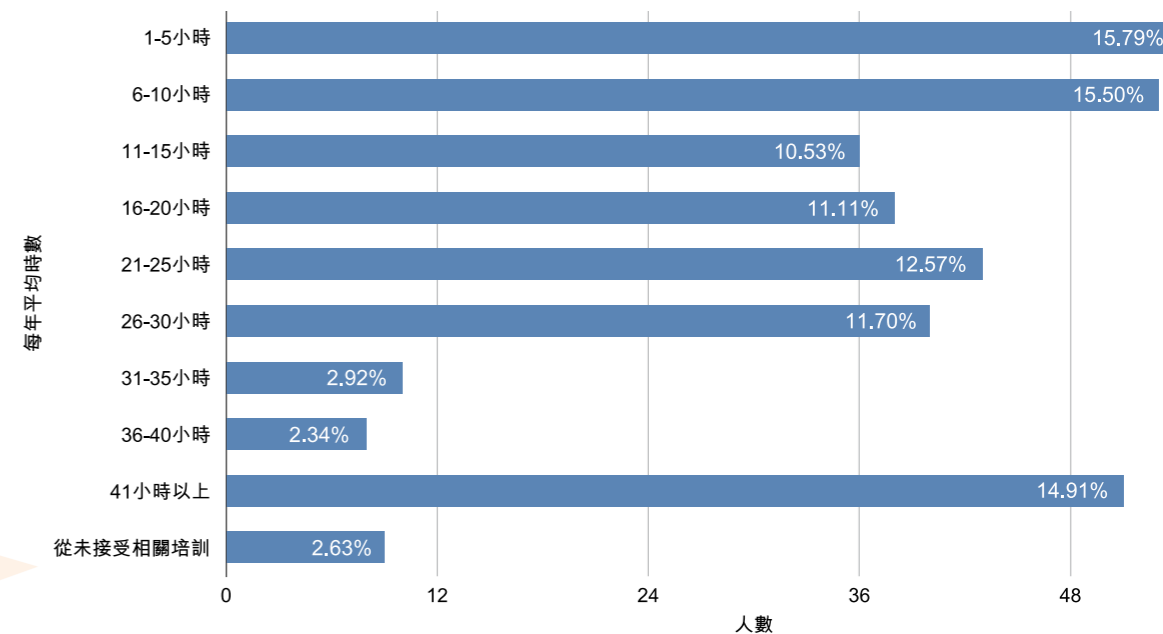
教師STEM教育在職培訓

2.2.5

教師願意投入時間和金錢接受培訓，準備STEM教育的教學。問卷結果顯示，逾六成教師樂意參與培訓，參加自費和免費培訓課程的受訪者相若。另有近六成受訪者每年向同儕提供STEM教育相關培訓。

按問卷結果（見表9），有342人實行STEM教育，其中333人曾接受STEM教育相關培訓，僅有9人沒有。在333名接受培訓的教師中，若以5小時為單位，每年平均用「1-5小時」培訓為最多人選擇，佔15.79%，緊隨其後有「6-10小時」（15.50%）和「41小時或以上」（14.91%），三個選項的百分比皆相若。每年平均用「1-5小時」與「6-10小時」接受STEM教育培訓的受訪教師有三成。

表9：受訪者接受STEM教育培訓*每年平均時數



*培訓包括校內外工作坊/分享/課程/研討會等數據來自342名實行STEM教育的受訪教師。

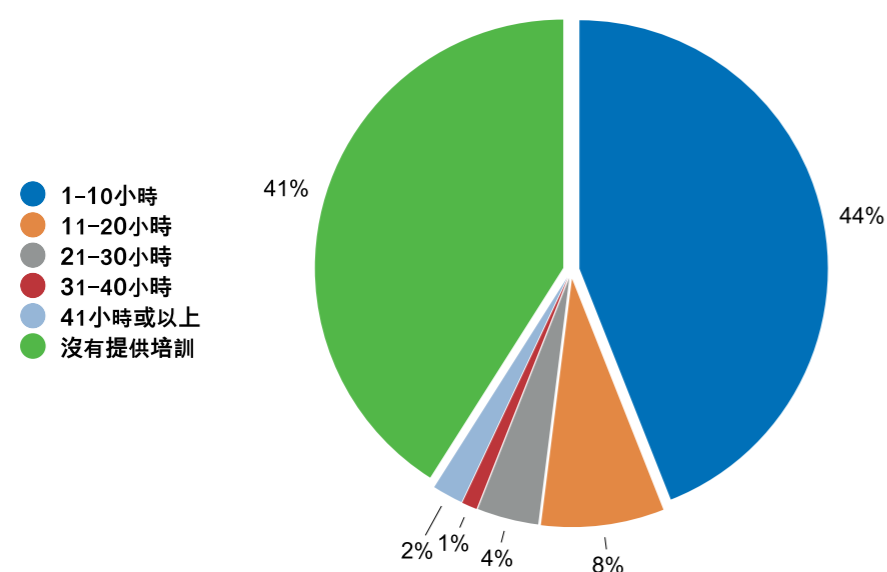
教師普遍對STEM教育抱有熱誠，願意花時間和金錢了解如何實踐STEM教育。在這333名曾接受培訓的教師中，逾六成教師表示「樂意參與」，近三成「沒有意見」，只有不足一成表示「不想參加」（見表10）。近五成教師曾參與自費的STEM教育培訓（見表10），他們除了願意花時間了解STEM教育，也願意參與自費的培訓課程。另外，教師間的經驗交流，也是STEM教育培訓的重要渠道。近六成受訪教師每年向同儕提供STEM教育培訓（見表11）。其中最多人選擇每年平均用「1至10小時」（44%），為其他教師提供培訓，包括校內外工作坊、分享、課程和研討會等。

表10：受訪者對STEM教育培訓之參與

N=333

參與態度	數字	百分比
樂意參與	216	64.86%
不想參與	27	8.11%
沒意見	90	27.03%
合計	333	100%
有否自費課程	數字	百分比
有	164	49.25%
沒有	153	45.95%
不清楚/忘記了	16	4.80%
合計	333	100%

表11：受訪者為其他教師提供STEM教育培訓*的每年平均時數



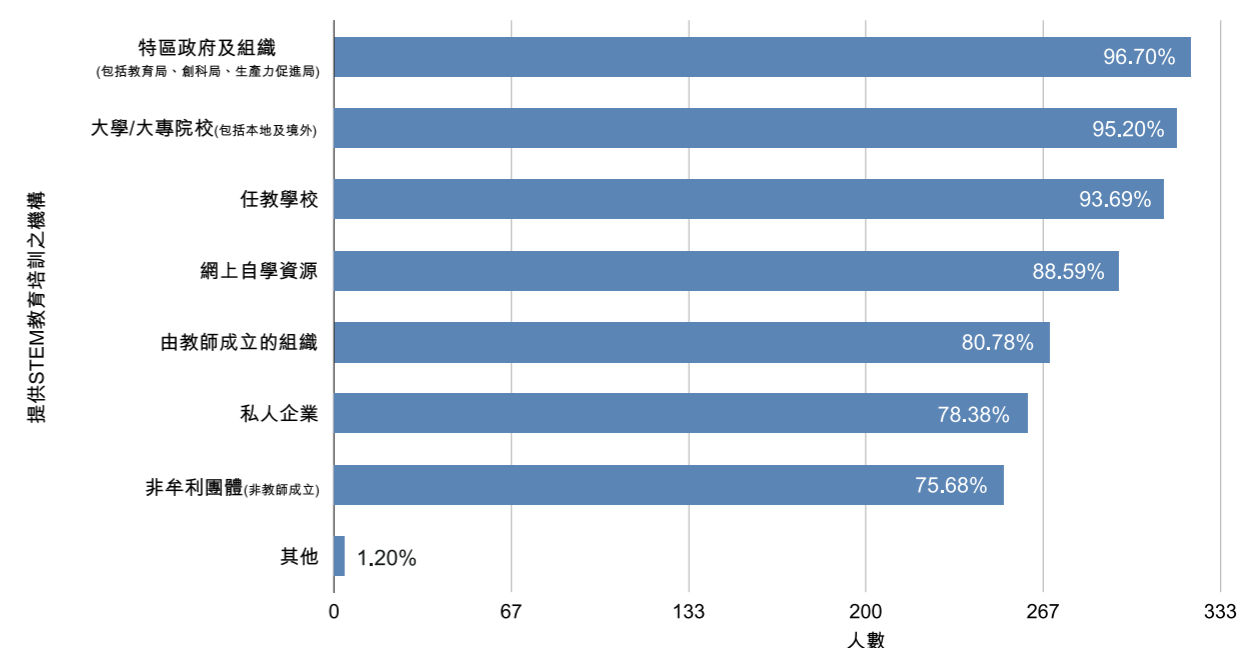
*培訓包括校內外工作坊、分享、課程和研討會等。
數據來自接受STEM教育培訓的333名受訪老師。

2.2.6

香港特區政府是STEM教育培訓的主要提供者，隨後為「大學/大專院校」和「任教學校」。「大學/大專院校」是問卷羅列的培訓機構中，最多獲受訪者評價「很好」和「好」，其次是香港特區政府提供的培訓。

實行STEM教育的老師均嘗試接觸不同途徑的培訓，多方裝備自己於STEM的授課能力。按問卷結果（見表12），333名曾接受STEM教育培訓的受訪教師中，九成七參與由「特區政府及組織」提供的培訓，例如教育局、生產力促進局等，其次為「大學/大專院校」（95.20%）和「任教學校」（93.69%）。

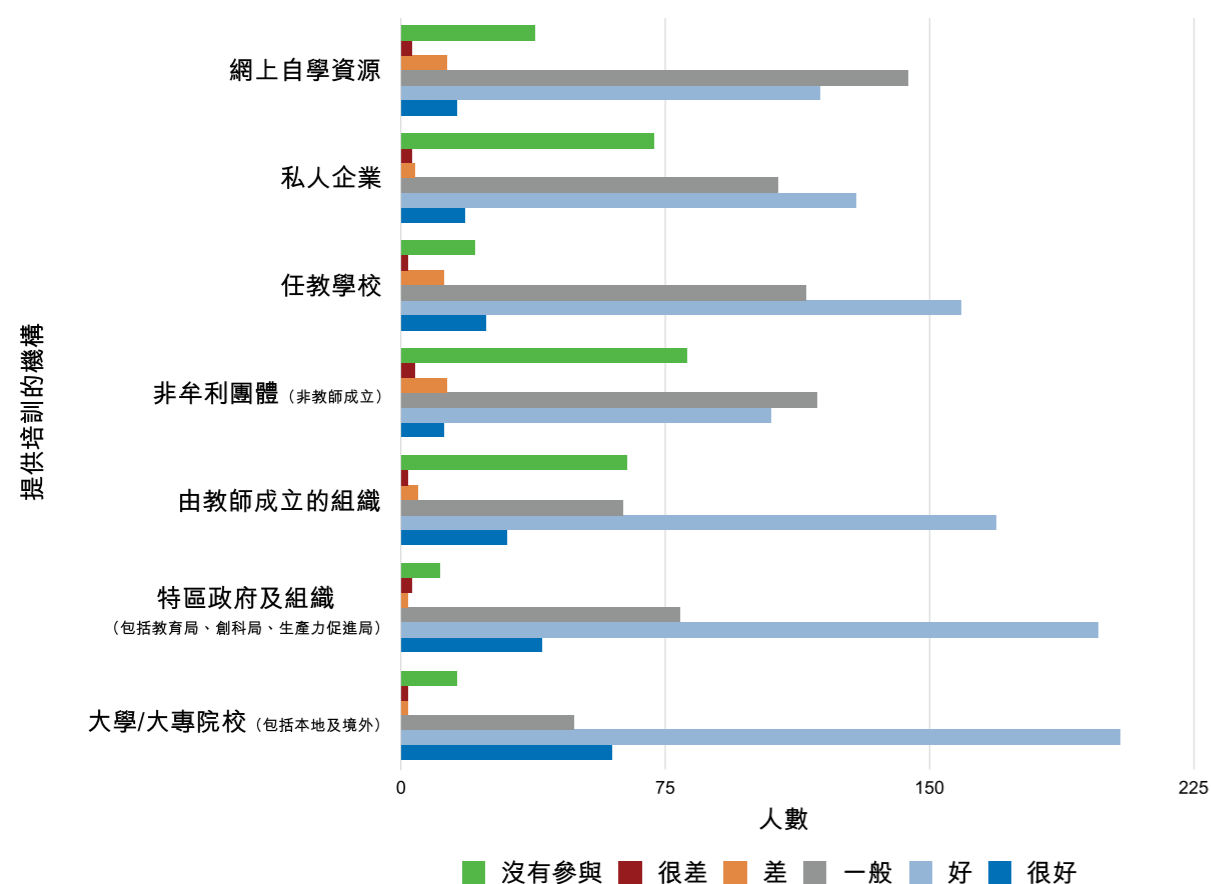
表12：參與以下機構提供STEM教育培訓的受訪者人數與百分比



接受STEM教育培訓的受訪教師共333人。此圖表顯示每個機構的結果，是這333名受訪教師中曾表示接受該機構STEM教育培訓的人數與百分比。

就機構培訓的質素評價（見表13），「大學/大專院校」提供的STEM教育培訓，最受教師認可，獲得「很好」和「好」的評價佔最多，有79.28%。緊隨其後有特區政府及組織（71.47%）、由教師成立的組織（59.76%）。

表13：受訪者就機構所提供的STEM教育培訓之評價



數據來自接受STEM教育培訓的333名問卷受訪教師。
此圖表選項的百分比顯示，見「附錄4：問卷數據補充」表5。
受訪者有羅列其他STEM教育培訓的機構與評價，見「附錄4：問卷數據補充」表6。
受訪者亦有舉例曾參與的STEM教育培訓機構名稱，見「附錄4：問卷數據補充」表7

2.2.7

就STEM知識的培訓內容，首三項最多問卷受訪者選擇為「計算思維及編程」、「跨學科課堂設計」和「人工智能」。教學法與工具技術的相關培訓，均各有逾四成人選擇。

就教師曾接受的STEM知識培訓，最多人選擇的首三項為「計算思維及編程」(68.77%)、「跨學科課堂設計」(61.56%)和「人工智能」(60.06%) (見表14)。與資訊科技相關的培訓內容佔了兩項，可見其在香港STEM教育範疇的炙手可熱。

STEM教育強調綜合科學、科技、工程和數學的學科知識，作跨學科教授。問卷調查的結果顯示，「跨學科課堂設計」居第二位，表示受訪教師沒有忽視跨學科在STEM的重要性。「教學理論」和「本地/境外教學經驗分享」是第四、第五多教師選擇的培訓內容，顯示受訪教師着重教學法，而教學經驗分享亦是受歡迎的培訓方法。

「電子工程」、「3D模型建立及打印」是第六、第七多教師選擇的培訓內容，這類培訓涉及學生「動手做」環節的工具。可見在STEM教育活動中，電子工程的零件（如電路板、馬達、傳感器、機械製作等）以及3D打印技術，是常用的學生動手做工具，教師認為有需要學習其使用方法，才有能力教授學生。

表14：中小學受訪教師曾接受的STEM知識培訓內容（節錄）

N=333

序列	培訓內容	數字	選擇該項佔回答總人數的百分比
1	計算思維及編程	229	68.77%
2	跨學科課堂設計	205	61.56%
3	人工智能	200	60.06%
4	教學理論	161	48.35%
5	本地/境外教學經驗分享	149	44.74%
6	電子工程 (電路板、馬達、傳感器、機械製作等)	148	44.44%
7	3D模型建立及打印	147	44.14%
8	無人機	135	40.54%
9	設計思維	135	40.54%
10	虛擬/擴增實境	126	37.84%

數據來自「可多選」題目，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本題8。
此表每項的百分比是該選項佔回答總人數（333人）的百分比。
培訓內容包括校內外工作坊、分享、課程和研討會等。
原表見「附錄4：問卷數據補充」表9：受訪者曾接受的STEM知識培訓內容（中小學教師）。

準教師的STEM教育培訓

2.2.8

就大學對準教師STEM教育培訓，問卷調查顯示選擇「足夠」和「一般」的受訪者有四成。深入訪談的教師多表示，準教師大多了解STEM教育的概念和含義，但香港以校本方式推行STEM教育，準教師入職後還須加強培訓學習。

按問卷調查結果，兩成受訪教師表示不了解大學課程對準教師STEM教育的培訓，表示「足夠」和「一般」的受訪者有四成，與認為「不足夠」的百分比相若。¹¹

有部分接受訪談的教師表示，準教師須明白STEM教育的概念，即了解STEM教育是強調跨學科、學生探究等。有教師指準教師對STEM教育認識之深淺，視乎其所讀的學科，通常修讀理科者會比文科者了解更多。另有教師表示準教師缺乏相關STEM教育的教學經驗，於引導學生探究思考上，有待學校加強培訓。

¹¹ 數據見「附錄4：問卷數據補充」表8：就大學準教師課程，受訪者認為有否足夠的STEM教育培訓。

香港STEM教育以校本課程推行，每間學校側重點不同。故準教師入職後，仍須視乎任教學校推行STEM教育的情況，接受相關培訓，累積相應的教學經驗。以下摘錄部分中小學老師的意見：

「大學有就STEM教育培訓準教師……我覺得大學的培訓更加要側重在精神上，並不是實際技巧，（教準老師）玩編程軟件沒意思，因每間學校的（STEM教育）設備都不同。準教師需要清楚被告知STEM教育是跨學科，他們畢業後到學校才做工具的培訓。」

（小學老師7，實行STEM教育6年）

「我知道有大學開辦STEM教育碩士課程，而學位教師教育文憑課程（Postgraduate Diploma in Education, PGED）以主流學科居多。新老師有STEM教育概念，大學應該有類似培訓。新老師對STEM教育有多了解，要看他讀什麼科。如是理工科出身，而有心入教育界，他會主動接觸STEM。如是文科老師，有可能沒有概念。」

（中學老師14，實行STEM教育10年）

另外，懂得工程知識的教師甚少。工程學院畢業的學生未必會進修學位教師教育文憑課程（PGDE）而投身教育界。設計與應用科技是中學課程涉及工程知識的科目，此科目的師資培訓曾有中斷。目前只有少部分學校仍保留該科，其教學內容涉及工程知識與動手做項目，也會有老師用該科目的課時推行STEM教育活動。有教授設計與應用科技科的老師指，相關師資培訓在學院暫停多年，近幾年才再開辦¹²，不像以前般有專用課室，不利培訓教師使用工具的動手能力：

「設計與應用科技的大學學位師資培訓已經停了很多年，直至2016年教育大學重開學位教師教育文憑（PGDE）。當年我修讀學士學位的设计與應用科技時，還有放硬件設備的工場。可是，現在據我所知，教育大學沒有這種工場了，學生就是出外參觀居多，回校做報告，學下用3D打印，（大學缺乏專用工場下）硬件動手能力訓練比過往差很多。」

另外，工程學院的畢業生不能等同於具有工程背景的準老師，工程學院並非訓練老師之處。當然，若有工程學院學生畢業後，修讀學位教師教育文憑課程（PGDE），是可以的，但這是該學生的選擇。」

（中學老師13，實行STEM教育10年）

2.3 教師對STEM教育培訓的期望

培訓內容與改進之處

2.3.1

就未來希望接受哪些STEM知識培訓，最多問卷受訪教師選擇的首三項是「人工智能」、「虛擬/擴增實境」、以及「跨學科課堂設計」，顯示了資訊科技在STEM教育的熱潮，以及教師着重跨學科教學技巧。

按問卷調查結果（見表15），就未來希望接受哪些STEM知識培訓內容，最多受訪者選擇的首三項是：「人工智能」（54.68%）、「虛擬/擴增實境」（45.91%）、以及「跨學科課堂設計」（42.11%）。

資訊科技課題很受歡迎。除了「人工智能」和「虛擬/擴張實境」，「計算思維及編程」（40.06%）、「物聯網」（37.72%）、「3D模型建立及打印」（35.38%）和「無人機」（33.04%）各自均有逾三成的受訪教師選擇。

教師也着重STEM教育強調的跨學科教學元素。除了「跨學科課堂設計」，「設計思維」也是排列得較前的培訓內容，位居第五，有近四成人選擇。「本地/境外教學經驗分享」亦有三成受訪者選擇，排列第九。

表15：受訪中小學教師希望接受的STEM知識培訓內容（節錄）

N=342

序列	培訓內容	數字	選擇該項佔回答總人數的百分比
1	人工智能	187	54.68%
2	虛擬/擴增實境	157	45.91%
3	跨學科課堂設計	144	42.11%
4	計算思維及編程	137	40.06%
5	設計思維	132	38.60%
6	物聯網	129	37.72%
7	3D模型建立及打印	121	35.38%
8	無人機	113	33.04%
9	本地/境外教學經驗分享	112	32.75%
10	教學理論	102	29.82%

此題為「可多選」題目，見「附件3：問卷樣本與訪談大綱」。題10此表每項的百分比是該選項佔回答總人數（342人）的百分比，由342名實行STEM教育的受訪者回答。培訓內容包括校外工作坊、分享、課程和研討會等。原表見「附錄4：問卷數據補充」「表10：受訪者希望接受的STEM知識培訓內容（中小學教師）」。

¹² 教育大學於2016年9月開辦全新名為設計與科技（DAT）的教師專業文憑（PGDE），為期一年，此師資培訓強調設計多於金工或木工，授課內容包含產品設計及利用科技推廣產品。見星島日報：〈教院新辦文憑課程培訓設計科技教師〉，雅虎新聞網頁，2016年2月17日，<https://reurl.cc/mD1bm9>，2023年10月6日讀取。

2.3.2

多數接受訪問的教師表示，跨學科課堂設計有待深入培訓，是可改善之處。現時培訓着重資訊科技相關工具，培訓的工具種類多而緊貼潮流，但甚少講解如何轉化為跨學科教學，非電腦科教師難運用於課堂。忽略教學法培訓，易令人誤解懂得用工具便等同推行STEM教育。

受訪教師認為跨學科教學的設計，應該講述包含什麼內容，但目前教育局和坊間機構的培訓課程較少提及，僅大學的訓練涉及。接受訪問的教師多表示，現時工具的培訓能緊貼潮流，種類也多，但培訓多強調如何使用該工具，容易令人誤解懂得該工具便等同了解STEM教育，是不太好的情況，應該加強STEM教育理念的培訓，即跨學科教學的課堂設計與教學技巧。

有小學老師希望能增加課程設計和學生評估的工作坊，而跨學科教學設計可詳述教案應該包含什麼元素。有中學老師指，工具培訓的知識難以讓老師即時轉化為授課技巧，「懂得如何用該工具」與「如何教授學生」是兩回事，並且現時的工具培訓多與資訊科技有關，非電腦科的老師甚少會在課堂用到，所以該教師期望培訓能多着墨在課堂設計和提供教學材料，讓老師容易在學校推行。以下摘錄部分中小學老師的意見：

「可以增加課程設計和學生評估的工作坊，現有培訓忽略評估，評估和課程設計是相關，設計課程、學生反應、能否達成目標，都要做一系列評估，評估學生，評估老師，也可以是老師間自評。」

課程設計上，教案設計可說明STEM教育活動教案應有的元素或參考框架，令老師更加容易上手。我見這方面的講座比較少，最多都是分享一些學校教案，但沒有細說教案應該包含或注意什麼元素與內容。我覺得教案設計上，可以說一下：定下STEM教育活動目標是什麼，學生會得到什麼跨學科知識或體驗，學生要探究什麼問題，學生會有什麼想法，預計活動達致怎樣成果。這樣老師在設計STEM教育活動的教案時，便能大致知道考慮什麼內容。現在我看不到有這樣的模式教老師寫STEM教育教案。」

（小學老師1，實行STEM教育年數不詳）

「現有的教師培訓較為着重技能，着重如何動手做一個產品，教師學懂後便同樣地教學生如何動手做一個產品，但是一些細緻的教學法，例如怎樣教導學生從錯誤中探討，如何修正改良產品，則是缺乏的。」

（小學老師4，實行STEM教育6年）

「我認為可以『再落地啲』，讓教師更易在學校推行STEM教育活動，多於教授編程、技術層面的知識。現時的培訓多着重編程和工具技術，但對化學、物理、又或數學科教師來說，他們學懂後又沒有機會在課堂講授，用處不大。反而是用在課外活動或者帶學生比賽，這是最容易看到成效。大學課程理論性多點，教的方式比較適合。」

技術的培訓現時已有很多，可增加多點教師如何於STEM教育主題中使用該工具。最好是教師聽完講座，能馬上拿到資源，回到學校修改一下就能於課堂實行，即是俗稱『即食麵』。現在很多人以為學了micro:bit，懂得教micro:bit便是STEM教育，在我看來，當然不是。」

（中學老師15，實行STEM教育11年）

2.3.3

培訓可設有初階與進階程度，作改良之處。尤其是富有STEM教育經驗的教師，他們已具備基礎知識，需要深入且連貫的進階課程，特別是工具如何應用於STEM教育的跨學科教學，亦需要給予教師更多課堂實踐應用的時間。

現時STEM教育相關的工具培訓種類豐富多元，就其改善之處，多為接受訪問的資訊科技科教師提供意見。有中學教師認為工具培訓可再作深入，設初階、進階課程，增加課堂內容的連貫性，讓教師有更多機會在課堂動手嘗試。因為現時工具培訓常受時間所限，兩三小時一個工作坊，教得倉促，也學得皮毛。

另有中學教師表示培訓課程散亂，機構間重複相同內容，且不同機構的課程內容淺白相近，深入講解較少，教學例子近乎一樣。該教師建議推出進階課程，機構間推出的課程和教學例子亦應多作變化，避免重複，並且應多說一些如何應用工具於STEM教育的跨學科教學。該教師指STEM教育政策推出多年，多數教師基礎知識已具備，現時有經驗的教師只願意參加進階內容的培訓，但目前進階培訓還是較少。以下摘錄接受訪問的中學教師意見：

「教育局的工具培訓通常兩三小時便完結，受時間所限，教得表面倉促，課堂動手做的機會不多，老師未必能短幾小時完全掌握。例如試過的Arduino培訓，學電腦板、收集室溫數據，但都在兩三小時內完成，做不到很多東西，教得快，學得皮毛。老師如對該工具有興趣鑽研，便要自學，沒有進階課程，缺乏連貫性。」

（中學老師5，實行STEM教育年數不詳）

「（受訪老師參與了特區政府機構、教師團體等提供的STEM培訓，以及自費電腦課程）我感覺培訓散亂，很多機構舉辦培訓，但多有重複，浪費資源，不同機構的培訓都重複說着基礎知識。……儘管各機構的工作坊名稱不同，但內容均淺白初階，教學例子相同。例如我曾參與很多寫應用程式的工作坊，差不多每一個都是寫同一功能的應用程式，舉例均是教計算身體質量指數（BMI）。」

工具培訓種類有太多選擇，但深入講解就較少，講及工具如何配合跨學科教學亦很少。……現在報名工作坊，都會先問是否進階課程，很多老師聽到進階才參加，畢竟STEM教育推行多年，基礎知識已經聽很多次。」

（中學老師7，實行STEM教育8年）

2.3.4

目前STEM教育培訓是教師按興趣報讀，缺乏方向性。有接受訪問的教師表示，可羅列一個培訓方向參考表，或培訓類型列表，說明教師最基礎應具備何種能力，教師可按表檢視現時參與的培訓是否足夠，有否改進空間。

有多名接受訪問的教師表示，現時STEM教育教師培訓缺乏方向指引，不論政府機構或坊間提供的課程，都是教師按自身興趣選擇報讀何種內容，零散而缺乏系統。教師即使完成培訓，也不清楚究竟要學習多少知識與技能，才能有足夠能力實踐STEM教育。

故此，有接受訪問的教師建議，政府或相關機構可搜集教師意見，總結推行STEM教育這數年的培訓情況，討論一個培訓框架，列出實行STEM教育需要的機器工具知識，又或理論知識，讓教師選擇培訓課程時，有一個層層遞進的方向參考。以下摘錄部分教師意見：

「目前教師按自己興趣隨意選擇培訓內容，缺乏培訓方向。STEM教育培訓已有一段時間了，教育局可歸納優劣，討論一個培訓方向框架，羅列各階段的培訓基礎知識與技能，供教師挑選培訓課程時參考。不然我們不知什麼是全面性培訓，究竟要學多少才有足夠資格？有個方向框架列表，讓教師清楚明白參與什麼種類的培訓，多少課堂的培訓，才能對STEM教育有了解。另外，建議教育局就STEM教育涉及的機器、工具，列出參考表，若該工具、機器須根據安全指引使用，教育局應給予授課教師一份證書，以證明該教師有能力教授學生，安全地使用該機械或工具，以保證安全與責任。」

（中學老師13，實行STEM教育10年）

「STEM教育培訓的種類上，教育局給予老師很多選擇。現時STEM教育沒有框架，培訓都是學習某一項技能的相關知識。教師沒有什麼培訓方向，想學什麼就學。對於實際上教師需要知道什麼，必須教學生什麼內容，教師對此是不清晰的。最好教育局能指明新接手STEM教育的教師，可以參加哪類型的培訓活動，完成後再參加哪些培訓，有基礎、進階、深造的程度之分。例如教師可以先學會STEM相關工具的使用，然後再學如何運用該工具組織STEM教育活動，進而還要培訓教師如何領導推行全校性的STEM教育活動。」

（中學老師14，實行STEM教育10年）

2.3.5

缺乏教學材料輔助，教師設計STEM教育活動時須自行找資料撰寫教材，難以普及STEM教育。與傳統學科課程相比，STEM教育以校本推行，課題有潮流性，變更頻繁，難選用書商教材。教育局的培訓工作坊或課程亦甚少提供教學材料，新手STEM教育教師、小學文科教師缺乏參考資料，更難上手推行STEM教育。

STEM教育以校本方式推行，課題有潮流性，定期轉變，教師較難完全依靠書商出版的教科書，進行STEM教育活動。教育局舉辦的培訓工作坊，較少提供教學材料（如教案、工作紙、作業等）予教師參考。有中學教師表示，教育局雖找了不同範疇的專家為教師上課培訓，但沒有足夠的金錢誘因下，負責培訓的專家甚少準備教師用的教學材料。

有小學教師指教材撰寫是重要的一環，因適用的教材是普及STEM教育的關鍵，其他學科的教師能藉着教材的輔助，實踐STEM教育的學習活動。可是教師不專精於獨自編撰和出版教材，這是需要協助的。有數名受訪教師指出書商於傳統學科課程的重要性，書商能確切了解教師的授課需要，其提供的教材可即時用於課堂教學，教師能專注於學生學習上。有中學教師指，如有適用的STEM教科書，有利剛接觸STEM教育的新手教師，教師可依靠書商的材料設計教學活動，而不須自行四處找資料設計教材，減輕備課負擔。有中學和小學教師表示，如有適合的教案與教材，小學文科教師是有能力依據教材，進行STEM教育活動，教案與教材比現時的教師專業發展課程更為有需要。以下摘錄部分受訪教師意見：

「寫教材很重要，寫一本書，給予其他老師用，普及某一STEM教育學習活動。可是，我是老師，只懂用Microsoft Word，Google document簡單寫下教材內容，沒有卡通，沒有設計，難以讓其他人馬上用於教學。教材是很需要一個團隊去做的。」

（小學老師7，實行STEM教育6年）

「如有教案和教材，小學文科老師也會懂得教STEM。可是，設計校本課程教材，且能貼合校情與學生程度，是最困難。如果有一個課程，一套教科書，適用於大部分學校，那教師可根據課程與教材，按學生程度調整難度與教學策略，小學文科老師是有能力做到。……以推行全校課程來說，教科書書商很重要，教材做得好，可解決課堂教學的教師培訓。……教師通常知道教育局網站有教學資源，但內容不易用於校本活動，過深或是過淺，教師瀏覽教育局網頁主要是看指引。拿教學資源是常到書商網頁，因書商知道教師授課實際情況，能馬上使用書商教材。」

（中學老師15，實行STEM教育11年）

「培訓工作坊的導師多來自科學院、數碼港，是某個研究、科技範疇專家，如果初創機構不是賺教育界的錢，不會規劃整個教案。培訓時，教師即使對新事物感到有趣開心，但如何將知識帶入課堂教授，培訓工作坊沒有支援。……其實教師要花好多功夫，才能將所學的STEM新知識帶入課程，例如要自己出工作紙。教師不是書商，書商會準備好教材並靠這個賺錢。教育局開辦的工作坊雖有找科技機構做教師培訓，但是沒有足夠金錢誘因，科技機構不會做教案、工作紙、作業等。」

（中學老師12，實行STEM教育5年）

2.3.6

小學多在常識科和電腦科推行STEM教育，小學教師採兼教制，文科教師也會參與推行STEM教育，他們有需要補足資訊科技和科學探究的相關知識。

按教育局文件描述，香港小學是在常識科推行STEM教育。教師的深入訪談結果顯示，多數小學教師在常識和電腦科推行STEM教育。小學教師非專科專教，採用兼教制度，文科教師也可以兼教常識科，因非理工科出身，他們教授STEM涉及的理科知識，會遇到困難。小學電腦科隸屬常識科之下，甚少常識科教師可以兼教電腦科，學校通常會找熟悉資訊科技的教師兼教。

另外，現時STEM教育着重培訓如何使用工具，但該些工具如何用於跨學科課堂教學，則甚少提及，需要教師自行吸納轉化於STEM教學中，這對文科教師來說，是比較困難的。為改善文科教師推行STEM教育的能力，有接受訪問的小學教師表示，小學文科教師需要有基礎的科學探究知識，以及懂得編程技巧，這需要小學文科教師在職培訓時學習。以下是部分受訪教師的意見摘錄：

「STEM多是全校性活動，小學老師身兼多個科目和工作，如果不是專科專教STEM，是吃力的。「社科健」（即社會、科學和健康教育）合併為常識科後¹³，很多主導常識科的老師是文科出身，……文科老師缺乏理科根基，難以兼顧到STEM，也未必懂科學探究的意義。」

（小學老師4，實行STEM教育6年）

「STEM多涉及人工智能、編程、科學探究的知識，負責STEM教育的教師須懂得基礎的編程。現在坊間培訓是水過鴨背，介紹工具如何使用，但實際如何用於教學則甚少提及，都是靠老師本身自己來。這對文科老師來說是比較困難的。……有系統的科學探究培訓也是需要的，很多老師不清楚對照實驗的概念，不明白科學探究的嚴謹，僅着重學科知識的教授，……這也是文科老師缺乏的。」

（小學老師5，實行STEM教育10年）

¹³ 1996年教育署把「社科健」合併為「常識科」。2022年教育局推出「加強高小科學與科技學習」先導計劃，提出「探討長遠於高小設立『科學科』的可行性」。2023年《施政報告》指將在小學開設科學科，教育局表示小學常識科將分拆為科學科和人文科，2024/25學年起逐步推展至各級。見明報新聞網：〈20小學常識科率先試教增潤科學 教育局視乎反應探討高小設科學科〉，明報網頁，2022年11月2日，news.mingpao.com/pns/%E6%95%99%E8%82%B2/article/20221102/s00011/1667323826019/教局先導計劃-探討高小設科學科，2023年10月6日讀取；陳鶴安：〈香港小學常識科新課程的來龍去脈〉，現代教育研究社網頁，www.mers.hk/platform/prigs/resources/sec01_bk02/index.html，2023年10月6日讀取；（香港）《行政長官2023年施政報告》，2023年10月25日，頁63；香港電台：〈常識科分拆為科學科和人文科 科學科分4大範疇共15個主題〉，香港電台網站，2023年11月8日，news.rthk.hk/rthk/ch/component/k2/1726935-20231108.htm，2023年12月28日讀取。

2.3.7

剛接觸STEM教育的新手教師¹⁴和非負責STEM教育的教師，均需要STEM教育的培訓。新手教師須了解STEM教育的理念、參考成功案例。非負責STEM教育的教師須了解「什麼是STEM教育」，減少排斥，增加跨學科合作的機會。

有接受訪問的小學教師指，剛畢業的新入職年輕教師之培訓很重要，他們多會被分配負責STEM教育的工作。如前所述（見2.2.8），STEM教育以校本政策推行，每間學校情況不同，且剛畢業的新入職老師經驗不足，未必能馬上帶領學生做STEM教育課題，故到校後有需要再作培訓。有中學教師指，剛接觸STEM教育的新手教師，應了解教育局推行目的，尋找成功的教學例子參考學習，而非盲目追逐新科技作STEM教育的課題。

另有中小學老師提及教師發展日，認為是一個良好機會讓全校老師接觸並了解STEM教育，減少非負責STEM教育教師的抗拒和陌生感，增加將來跨學科合作的機會，以便在校內普及化STEM。以下摘錄部分中小學老師的意見：

「……新入職年輕老師的培訓很重要，他們多被派到STEM教育的團隊，但未必有相關資歷。他們在大學有否修讀STEM教育的選修課程，也是因人而異。有些新老師說玩過比賽、上過培訓班，但不能以此判斷他們的能力，因此新入職老師STEM資歷是不清楚。」

……以我所知，有社會企業培訓STEM教育的導師，有一間機構會到香港專業教育學院、社會機構等做講座，招攬有興趣投身STEM教育的工作者，培訓他們成為導師，之後再派到學校帶班。如果學校認為導師表現出色且願意栽培，可以聘請他們做教學助理，待他們完成師資培訓再聘為教師。我現在也是靠此社會企業的培訓幫忙，培養學校新一批STEM教育教師。」

（小學老師7，實行STEM教育6年）

「現時教師培訓是個別發展居多，例如負責主導的一、兩個教師。如果學校管理層不鼓勵，則較難在全校普及化。在普及化方面，可以利用全校式教師培訓的時間，講解STEM教育，例如教師發展日，給全校教師接觸一下，始終若其他學科教師未接觸過，不了解之下，難以接受認同STEM教育的理念，也難以協助作跨學科教學。」

（小學老師6，實行STEM教育10年）

¹⁴ 此處「剛接觸STEM教育的新手教師」，是指（1）新入職而無教學經驗的教師被調往負責STEM教育；以及（2）有教學經驗的教師而被調往負責STEM教育。

2.3.8

接受訪問的教師多表示，期望能與企業多作交流，以了解STEM相關行業的最新發展，彌補香港教育界較少有工程背景的教師，並且幫助學生更好地做STEM相關的職業規劃。

企業交流有助教師了解行業最新的技術發展，並且得知業界需要哪類人才，讓教師協助學生建立STEM相關的職業規劃。再者，香港教育界較少有工程背景的教師，與工程業界多作聯繫，能彌補STEM教育工程教學發展較少的不足。以下摘錄部分中小學老師的意見：

「去到最新的技術，不是一般教學機構能做到，一般要和公司做些連結，現在比較少這類型。學校缺乏人脈與STEM相關業界聯繫，萬一遇到技術問題，教師不知道要問誰，因而與商界的合作很緊要。外國做得好，也是教學機構和商界合作聯繫。」

（小學老師5，實行STEM教育10年）

「需要多點商界與學校的聯繫，例如社創、初創公司，又或涉及STEM其中一方面的公司。亦需要增加工程界與學校的聯繫，現時科技方面學校已有很多資源，工程方面則缺乏，香港的工程師不多走教育界路線，所以學校欠缺工程背景的教師。」

（中學老師12，實行STEM教育5年）

更新STEM教育指引

2.3.9

近五成接受問卷調查的教師，贊成界定STEM教育的定義和學習目標。就設立中學STEM教育學習目標，過半受訪者認為應「提及中學生須提升哪些能力」。就小學STEM教育學習目標，近四成認為應「提及學生須學習哪些知識」。有受訪教師認為現時適合回顧多年STEM教育實行成效，為學校STEM教育訂立一個發展階段表，讓學校明白發展道路如何。

按問卷調查結果，實行STEM教育的受訪教師中，多數傾向界定STEM教育定義和學習目標。贊成者有六成，近三成沒有意見，僅約一成受訪者反對定義STEM教育和學習目標（見表16）。

表16：受訪者就界定STEM教育的定義與學習目標之看法

N=342

界定STEM教育定義與學習目標	數字	百分比
贊成	156	45.61%
僅贊成界定STEM教育的學習目標	35	10.23%
僅贊成界定STEM教育的定義	20	5.85%
不贊成	43	12.57%
沒意見	88	25.73%
合計	342	100.00%

就訂立STEM教育學習目標，問卷只讓受訪者選一個準則，以顯示在他們心目中，哪項準則最為重要。有關中學STEM教育的學習目標（見表17），受訪教師最多選擇「提及學生須提升哪些能力」（53.93%）。有關小學STEM教育的學習目標（見表18），受訪教師最多選擇「提及學生須學習哪些知識」（36.13%）。此可作為教育局撰寫STEM教育相關指引的參考。

表17：就中學STEM教育學習目標，受訪者認為應以哪一準則設立

N=191

中學STEM教育學習目標設立準則	人數	百分比
提及學生須提升哪些能力	103	53.93%
沒意見	38	19.90%
提及學生須學習哪些知識	28	14.66%
提及學生須學習哪些工具	21	10.99%
其他：為何只可選一項！	1	0.52%
合計	191	100.00%

此題是選擇「贊成」界定STEM教育的定義和學習目標、「僅贊成界定STEM教育的學習目標」之受訪者作答，共191人。見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本題13A。

表18：就小學STEM教育的學習目標，受訪者認為應以哪一準則設立

N=191

小學STEM教育的學習目標設立準則	數字	百分比
提及學生須學習哪些知識	69	36.13%
提及學生須提升哪些能力	63	32.98%
提及學生須學習哪些工具	40	20.94%
沒意見	17	8.90%
其他：提昇興趣	1	0.52%
其他：為何只選一項！	1	0.52%
總計	191	100.00%

此題是選擇「贊成」界定STEM教育的定義和學習目標、「僅贊成界定STEM教育的學習目標」之受訪者作答，共191人。見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本題13B。

有接受深入訪談的中學老師就STEM教育的目標，學生應以學習知識為導向，或是能力為導向，表達了想法，可作問卷結果的參考：

「中學的學習目標以『提升學生技能』為導向較好。我覺得香港STEM教育是特別的，多數在初中推行，高中則專心準備公開考試。可是，初中生知識點未到，要他們應用出來，是很困難的，即使教深入的理論，他們也未必明白。反而在初中教學生解難思路、思維方式、如何讀書、尋找資料，裝備初中生這些能力，對學生更有幫助。當他們在高中掌握更高階的知識時，初中培養的技巧便能幫助他們高中的學習。」

（中學老師2，實行STEM教育5年）

另外，亦有接受訪談的中學教師提及，應總結多年STEM教育的發展經驗，為學校STEM教育發展訂立一個發展階段表，讓學校有更多資料參考，摸索自身STEM教育發展模式，而非胡亂拼砌教學內容：

「STEM教育發展多年，學校漸有成熟方案，教育局應為學校STEM發展訂立一個評估說明（rubric），作為參考文件，列出學校STEM教育發展的階段表，包括學校擁有的硬件設備、STEM學習活動設計、以及能否連接到學生的職業路向，從初階到完善階段都有描述，讓學校知道自己在什麼階段，以及還可以如何做到更好。此處可參考西班牙當局方案¹⁵。」

（中學老師13，實行STEM教育10年）

2.3.10

香港STEM教育還未清晰界定中小學銜接內容。接受訪問的中小學教師均有提及中小學銜接問題，尤其因STEM教育而興起的編程教育，中小學生的能力分界教育局目前尚未清晰定明，中小學步調不一，銜接較為困難。

資訊科技是現時STEM教育的潮流，接受深入訪談的中小學教師均有提及資訊科技教育的中小學銜接問題，尤其是自STEM教育興起後，很多學校注重編程教育，中小學生的編程能力該到什麼程度，教師指目前尚未有明確分界。儘管課程發展議會2020年編訂《計算思維-編程教育：小學課程補充文件》，提及高小編程的學習元素，但小學是為中學教育打基礎，小學教育會看中學課程教多深，而拿捏小學課堂的深淺，唯目前中學的編程學習程度如何，尚未有清晰文件指出。故此，有部分接受訪談的中小學教師希望，就STEM教育會涉及的教學內容，設一個清晰的中小學銜接指引，寫明最基本要學到什麼程度。以下摘錄部分教師的意見：

「我覺得中小學課程分界目前不清晰。現時只有好空泛的大框架，小學中學各自校本推行。如果小學老師的培訓多點，準備得好點，進度可能比中學快。可是也有相反情況，有些中學預計小學教了某些知識，卻發現部分小學實行得慢沒有教。我常聽到中學老師說中小學銜接得很淒涼，小學差異太大，例如編程。……2020年《計算思維-編程教育：小學課程補充文件》有提及高小編程的學習元素，小學是看中學會教多深入，但目前尚未看到中學的編程學習程度如何，小學也是自己摸索拿捏。」

（小學老師3，課程主任，統籌校內STEM教育事務）

「中小學的銜接不清晰，尤其電腦科，小學未必有電腦科，學校可自行決定是否開設，是校本決定。即使小學有電腦科教授編程，每間小學的課程深淺不一。中學是須要設立電腦科的，電腦科教師就很難兼顧程度參差的中一學生，不知道學生的編程能力究竟到什麼水平，最好能列明小學電腦編程的學習能力到什麼程度，以便STEM教育學習活動在電腦科推行。」

（中學老師5，實行STEM教育年數不詳）

增配套減備課負擔

2.3.11

按問卷調查，八成受訪者贊成增設STEM教育統籌主任，約五成受訪者贊成增設STEM教育統籌專員。就統籌主任一職，接受深入訪談的教師多關注工作範疇，建議減少課堂教學時數。STEM教育沒有規定課時，負責教師要拿自身空堂時間設計活動或課程，工作量大，容易加班。就統籌專員，教師表示其能減輕老師的行政工作，彌補部分科目沒有技術員協助的漏洞。

按問卷調查結果（見表19），八成受訪教師贊成增設STEM教育統籌主任（教師職級），約五成贊成設STEM教育統籌專員（非教師職級）。接受訪談的中小學老師均傾向設立統籌主任和統籌專員，尤其就「STEM教育統籌主任」給予更多的意見。

表19：受訪者就增設人手協助推行STEM教育的意見

N=342

增設人手政策	數字	百分比
增設STEM教育統籌主任（教師職級）	276	80.70%
增設STEM教育統籌專員（非教師職級）	182	53.22%
沒意見	30	8.77%
不需要	13	3.80%

此題為「可多選」題目，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本題14。此表每項的百分比是該選項佔回答總人數（342人）的百分比。

就「STEM教育統籌主任」，有教師認為須列出清晰目標和工作範圍，不然形同虛設，統籌主任亦須有團隊協作輔助，不然一人負責，工作量會過多。有教師建議參考特殊教育需要統籌主任的規格，減少STEM教育統籌主任的教學時數要求，並下設教學助理輔助。

另有教師指STEM教育是校本課程，要教師特意設計，且沒有規定的課時，變相負責教師犧牲自己的空堂時間設計課程，既要完成日常教學備課與課業批改，也要特為STEM教育設計活動或課程，花費時間巨大而加班不斷。他認為這是不健康的現象，建議應增撥資源請多一人，該人士負責日常正規課程的教學作分擔，令負責STEM教育的教師能有更多空堂時間，專注於課程或活動設計。

就「STEM教育統籌專員」，接受深入訪談的教師多表示統籌專員能減輕教師行政工作，能搜尋和購買合適的教材、準備教學材料、查找資料，亦可從技術物資分析設計STEM教育活動可行性，角色類似中學的實驗室技術員。STEM教育的課題內容常轉變更新，統籌專員可減輕教師行政負擔，讓教師專注於課程設計。

有些學校會用學校資源聘請教學助理，協助教師推行STEM教育。有些學校則要教師自行負責教學物資的挑選、採購和課堂準備，沒有非教師職級的人員幫助，此方面以教授資訊科技科的中小學教師居多，而中學的科學科教師則有實驗室技術員輔助。另有學校讓資訊科技助理幫忙STEM教育活動的準備，但按職務範疇，資訊科技助理是處理學校網絡和電腦設備等硬件為主，不屬於STEM教育範疇。以下為深入訪談中小學教師意見的摘錄：

¹⁵ Laura Estévez-Mauriz and Roberto Baelo, "How to Evaluate the STEM Curriculum in Spain?" *Mathematics* 9, no.236 (2021):1-17, <https://doi.org/10.3390/math9030236>.

「贊成設立（STEM教育統籌主任），有一名專責教師，但也擔心會否變相全部STEM教育事務由他負責，令工作量過多。STEM教育的籌備最重要是有團隊，設立統籌主任後，會否有團隊輔助呢？例如STEM教育統籌主任下有常識、電腦和數學的panel。一名教教師負責統籌，下面有團隊協助。」

（小學老師7，實行STEM教育6年）

「如果（STEM教育統籌主任）沒有列明工作範圍，沒有相應支援，單純開一個職位，是沒用的。特殊教育需要統籌主任會減堂數，有『主任』職級，還有教學助理。會不會參考特殊教育主任的規格，來設立STEM教育統籌主任呢？這樣便能激勵教師執行統籌主任的職務。」

（中學老師13，實行STEM教育10年）

「STEM是校本課程……設計課程需要錢，錢最主要用在請人回來負責正規課程教學，讓負責STEM教育的教師抽出真正用於STEM教育的空堂時間，專注設計活動或課程。這是很重要的一環，不然STEM教育課程或活動永遠都是犧牲負責教師加班完成，這不健康，亦非推動STEM教育的狀態。」

現時教師沒有特定STEM教育備課時間，只能用自己的空堂時間做活動或課程設計。可是，教師自身的空堂時間本來也有教學工作，要改作業，出測驗卷，如果在這些時間之中抽出來做STEM教育活動或課程設計，就變相不夠時間做平時課堂的教務，就是要加班完成。現在的情況是有心的教師想寫好課程，不斷加班，有時週末都要回來做。」

（小學老師7，實行STEM教育6年）

「認同增設STEM教育統籌專員，因STEM課程約兩年就會有轉變，短期內要更新教學內容，過程最為辛苦，要花時間測試課堂的工具，考慮很多因素。中學科學科有實驗室技術員協助，教師可以花多點時間思考課程設計和教學內容，資訊科技科則無有技術員協助。」

（中學老師2，實行STEM教育5年）

改良STEM教育資助

2.3.12

優質教育基金就員工培訓導師的資助，可鬆綁以學歷劃分薪金的限制，並更新導師時薪以貼近市價。另有教師認為，STEM教育撥款的花費，應着重協助教師STEM教育活動或課程設計上，而非花費在硬件裝修與設計。此外，有助理教師建議，需要檢討協助STEM教育推行的技術員待遇，以吸引專業技術員投身教育界。

有接受訪談的教師指，優質教育基金的聘請資助宜鬆綁學歷限制，並上調時薪，以貼近聘請STEM相關專業人士的市價。基金就聘請人員設立「價格標準」，「員工培訓導師」具講師或同等資歷，每小時有820至1,030元，「業內知名學者或專業人士」則每小時1,030至1,540元。¹⁶該受訪教師指聘請STEM教育講師的基金撥款宜多加彈性，因STEM沒有考核證書，僅以講者的資歷經驗評估，且未必和其學歷高低掛鉤，希望能鬆綁學歷的限制。再者，基金現時的「價格標準」脫離市價，學校若要聘請「員工培訓導師」，難以用資助上限時薪1,540元招聘專業人士。該教師舉例疫情前學校曾請了一名專精創意教育的專業人士，為教師作培訓三小時，收費8,000多元。他希望優質教育基金就聘請導師的「價格標準」，能再作上調，以貼近市價。

¹⁶ 優質教育基金秘書處：〈價格標準（僅供參考）〉，優質教育基金網頁，2023年4月，www.qef.org.hk/tc/application_guide/files/pricing_standards.pdf，2023年8月25日讀取。

另外，有教師表示政府STEM教育的撥款應多用在課程或活動設計上，於學生和教師才是最大益處。他指現時很多學校會用撥款翻新設立STEM課室，但其中涉及的設計與裝修費用，可能佔一筆撥款的大部分開支，隨後學校只需再添一些昂貴器材，便花費餘下的該筆撥款費用。可是如此開銷方式，於學生的STEM學習上，用處不多，而昂貴的教學設備套裝也難以普及化至全校使用。

此外，有助理教師表示，現時學界制度不利挽留專精某一技術的人才，於學校教授STEM相關技術。因技術員的薪酬低、福利缺、又無晉升階梯，技術人才都走向商界而不考慮教育界。他支持教育局2022年8月批准小學彈性聘請未接受小學師資培訓、但有STEAM相關技術的人，享有教師同等人工福利¹⁷，希望能推展到中學。

以下摘錄深入訪談中小學教師的意見：

「希望優質教育基金能上調員工培訓的導師時薪上限，以貼近市價，並鬆綁導師的學歷限制。現時有關STEM教育的證書很缺乏，判斷員工培訓導師是否專業，多看其資歷經驗。但要請具經驗的STEM教育講者，基金給予的最高時薪待遇，是請不到的。舉例來說，疫情前學校請了一名專精創意教育的講者，為教師作培訓三小時，講授用一張紙作不同造型的教學，他沒有博士學位，但據知都收費8,000多元，且還是友情價。」

（中學老師13，實行STEM教育10年）

「政府就STEM教育的撥款，絕大部分撥給公帑資助學校……。很多公帑資助學校用撥款設立STEM課室，STEM課室的設計與裝修費可能已佔該筆撥款大部分金額了，餘下的撥款便買數套貴價教學設備，如虛擬實境眼鏡。STEM課室裝潢（如假天花設計、訂造傢俬、氣氛燈等）對學習STEM不見得有實際幫助，而昂貴的教學設備通常訂購數量不多，難普及化，最後都是菁英學生使用。我認為如果能將錢直接用作設計STEM教育活動或課程，才是對學生、教師最大的幫助。」

（小學老師7，實行STEM教育6年）

「專業的技術員協助STEM教育推行，能教授學生最新技術，是有價值的，技術員比教師更為熟悉最新技術發展。可是，技術員在學校得不到應有待遇，反而在商界發展得更好，這樣如何挽留技術人才於學校發展？」

現在很多大學研究生很有經驗，讀完大學做初創。現時技術員待遇差，如何吸引這些人才進入校園？即使他們在學校任教，遲早會發現不對勁而離開，轉投商界做STEM教育產業。技術員要改善待遇，除了加人工，還要有福利和晉升階梯，讓技術員明白在校推行STEM教育會有怎樣的未來。很支持教育局2022年8月批准小學彈性聘請未接受小學師資培訓、但有STEAM相關技術的人，享有教師同等人工福利，希望能推展到中學。」

（中學老師11，助理教師，實行STEM教育1年3個月）

¹⁷ （香港）教育局：《教育局通函第150/2022號：為資助小學提供聘任彈性以推動STEAM教育》，2022年8月25日。

2.4 學者、業界對教師培訓的意見

STEM教育與培訓

2.4.1

香港STEM教育發展多元，有很多不同方向，視乎教學目標而變。教師理解STEM教育的基本概念與政策推行目的最為重要，之後才是參考成功教學案例。就STEM教育政策的描述，教育局可具體釐清STEM教育與正規課程的關係與不同，以便教師透過STEM教育鞏固學生在正規課程所學。

在學者訪問中，有學者強調保留STEM教育多元發展。因STEM的跨學科性質，有多重組合展現方式，視乎教師着重哪一科目知識，以及教學目標是什麼，單一的框架會扼殺STEM教育的多元性。香港中小學以校本課程實施STEM教育，各校多元發展，教師可按其教學目的而有不同的着重點，例如強調推廣科學教育，與推廣資訊科技教育的STEM教育活動，便有所不同。

另有學者表示，教育局對STEM教育的描述未有統一框架，成功的教學案例分享固然重要，但首要是釐清STEM教育基本概念與學生學習STEM教育的目標。就STEM教育政策的描述¹⁸，他建議教育局釐清STEM教育與正規課程之關連與不同之處，例如教育局的文件提及透過STEM教育培養學生創意、協作、解難能力等¹⁹，這些屬於「共通能力」，正規課程如小學常識科也有提及，可讓教師多了解兩者之間的關係與不同，及如何透過STEM教育鞏固學生在正規課程中學到的知識及能力。以下為受訪學者的意見摘錄：

「香港STEM教育已推行多年，有很多持份者參與。如果要設計一個STEM框架，主修科學（生物、化學、物理）的持份者可能會設計一個推動普及科學的STEM框架，主修資訊科技的持份者，亦會有另一個框架。我相信框架會相當多元，而不會只有一個框架。STEM教育可以有很多發展的方向，視乎你的目標。如果是為了推動科學普及，便有科普的STEM框架。我從事資訊科技教育工作多年，我推動STEM教育的目標很清晰，是為了參與第四次工業革命。因此，我設計的STEM教育框架，就是推動STEM教育讓學生明白電腦與STEM的關係，與學生參與第四次工業革命。」

（江紹祥教授，香港教育大學電子學習與數碼能力研究講座教授、人工智能及數碼能力教育中心總監）

「教育局可考慮更具體描述STEM教育（如什麼是STEM教育，推行目的是什麼，學生透過STEM教育學到什麼），建議多加描述STEM教育是什麼，推行目的是什麼，學生能從中能學到什麼（如學習目標），STEM教育與正規課程之分別等。……說到教育局文件有寫希望STEM教育能培養學生的創意、協作、解難能力等，這是「共通能力」，常識科也有提及。STEM教育和正規課程的分別、關係，可再多加具體描述。例如透過工程設計、科學探究發展學生解難能力，這是STEM教育的特點。正規課程甚少提及工程設計概念，而STEM教育下的科學探究是讓學生自行探索工具解決問題，不是如正規課程般讓學生跟隨課本步驟達致標準的實驗結果。從科學探究這一點便能看到正規課程與STEM教育的要求不同，這兩者的分別與關係可在推行STEM教育政策時更具體說明。而在兩者的關係上，教師亦可透過STEM教育鞏固學生在正規課程中學到的知識及能力，一些成功案例可更具體展現兩者的關係。總括而言，教師首要多加了解STEM教育的基本概念與政策推行目標，其次是參考一些成功案例，這樣便不會忽略STEM教育的根本和宗旨，使校本STEM教育有趣之餘亦能達到其中心目標。」

（楊志豪博士，香港教育大學副教授、博文及社會科學學院署理副院長{學術質素保證及提升}；科學與環境學系副系主任{研究及研究課程}）

¹⁸ STEAM教育常務委員會正編訂《STEAM教育手冊》，提出中小學階段STEAM教育的重點和學習目標，內容涵蓋「STEAM教育的宗旨、不同學習階段的學習重點和學習進程，並就校內STEAM教育整體規劃、教學安排等給學校提供建議和示例」。是次學者訪問於2023年4月至5月進行，《STEAM教育手冊》未公布，未知《STEAM教育手冊》確切內容，故此學者訪問中亦談及了相關教育政策的描述如何可再多加改進，以助教師培訓。至本研究報告第二次印刷時，《STEAM教育手冊》還未公布。

¹⁹ （香港）教育局：《立法會教育事務委員會：推動STEM教育工作進展及相關加強的支援措施（討論文件）》，2020年7月3日，頁1。

2.4.2

新手教師、有經驗的教師、以及不負責STEM教育的教師，所涉及的STEM教育教師培訓範疇均不同。準教師的培訓，有學者建議在大學教育學系學士學位課程增設STEM教育為第二主修科，建立更有系統的培訓。

香港推行STEM教育政策已有7年，教師可按STEM教育經驗年資粗略分為：新手教師、有經驗的教師，以及不負責STEM教育的教師。綜合受訪學者的意見，剛負責STEM教育的新手教師可接受6至12小時的培訓，上一些基本課程，了解什麼是STEM教育、學生學習目標、推行方式與實踐工具。之後新手教師在學校與有經驗的教師合作，例如統籌教師，學習STEM教育活動的實際推行。

有經驗的教師，他們或是已有數年統籌STEM教育的經驗，或有帶領STEM課外活動的經歷，可接受20至30小時的培訓，鑽研某一STEM教育領域的活動設計。如教師是屬於管理層、負責規劃全校的STEM教育活動與發展方向，可再進一步，於大學修讀STEM教育碩士學位課程。因香港以校本課程推行，STEM教育活動由教師自行設計，因而教師須了解課程設計的元素，以免STEM教學最後僅流於形式。

至於不負責STEM教育的教師，則要對STEM教育有基本的了解，參與一場簡介講座即可。而大學準教師的師資培訓，現時院校有提供一些STEM教育課程，供教育系學生作副修之用。如要加強師資培訓，可考慮增設STEM教育為教育學系學生的第二主修科，供有興趣者修讀，以便在大學設立有系統的跨學科訓練。以下摘錄受訪學者的意見：

「現時負責STEM教育的教師，可以分為四類：初階入門的教師、中層的統籌教師、學校管理層級的統籌教師、以及有豐富經驗的優質教育基金『主題網絡統籌學校』的負責教師。……關於培訓，初階新手教師的訓練，可以有若6至12小時的培訓，之後在學校與有經驗的教師合作，例如統籌教師，學習STEM教育活動的實際推行。中層的統籌教師最好有20至30小時的培訓，鑽研某一個領域的STEM活動設計，因為STEM教育有很多組合與可能性。學校管理層級的統籌教師培訓，可以是報讀大學的專業培訓課程，如STEM教育的碩士課程，這些學校管理層級的教師可於完成課程後，回校與校長一起規劃學校的STEM教育。」

（江紹祥教授，香港教育大學電子學習與數碼能力研究講座教授、人工智能及數碼能力教育中心總監）

「剛接手STEM教育的教師，他們需要了解STEM教育的中心目標、學生能透過STEM教育學到什麼、推行形式與實踐工具，明白這些最基礎的概念，不然往後教授STEM時可能會着重形式多於教學目標。……至於不教STEM的老師，他們可考慮對STEM教育有基本的了解，上一個簡介講座便足夠，這對他們自己的學科教學也有幫助。」

……有經驗的教師可考慮學習STEM教育的課程設計，現時STEM教育並沒有統一課程跟從，STEM活動的安排屬校本及教師自行設計，這便需要注意STEM教育的縱向發展。以小學為例，每個年級的STEM教育目標有什麼不同，如何循序漸進發展學生的能力。如沒有縱向發展的思維，課程設計未必有一個宏觀計劃，學生的學習可能較為零碎，不利發展學生的深層次能力。STEM教育活動設計的相關培訓，可以報讀大學課程學習，現時有收費，亦有免費的。

……準教師的培訓，現時院校有提供一些STEM教育課堂作副修，建議可考慮將STEM教育列為教育學系學生第二主修科（second major），讓學生選讀，以設立更有系統的訓練。STEM教育強調跨學科課堂設計，目前師資培訓以科本訓練為主，跨學科訓練較少，STEM教育作為第二主修科讓學生選擇，能提供機會讓準老師體驗跨科教學及設計。……可是，STEM教育可考慮作為第二主修科選讀，教育學系學生也應該有科本教育訓練，例如化學、數學、物理等。」

（楊志豪博士，香港教育大學副教授、博文及社會科學學院署理副院長{學術質素保證及提升}；科學與環境學系副系主任{研究及研究課程}）

STEM教育政策配套

2.4.3

如要建立一個統籌全港STEM教育的機構，新加坡的STEM Inc.可作為參考例子。另外，投入資金籌備該機構是其次，最重要是人才，如何留住人才規劃運作方向才是該機構運作的成敗關鍵。

新加坡的STEM Inc.是STEM「應用學習計劃」(STEM ALP)的推廣機構，會派專家到校定制STEM ALP的課程，期間參與教學與觀課，給予意見培訓教師，為期三年。另外，STEM Inc.設有行業夥伴計劃(Industrial Partnership Programme)，建立業界與學校聯繫，讓業界也可參與學校的STEM教育課程，給予意見。

有受訪學者指，以上兩點是新加坡推行STEM教育的特色之處，值得參考仿效。另有學者表示，了解新加坡投入大量資金、招聘博士後參與學校STEM教育活動的設計，指出設立統籌STEM教育活動機構的關鍵因素——人才。如缺乏STEM人才統籌主持該機構的發展方向，以及STEM教育活動的設計，則有多少資金，最後也是會流於形式。以下摘錄受訪學者的意見：

「新加坡的STEM教育是可以參考的，以我所知，新加坡投入了資金，並找來博士後設計STEM教育活動，服務學校。若在香港推行需要資金及找到相關人才起動才能成事。我相信在香港籌募資金沒有很大問題，但是人才招募才是關鍵。……香港有沒有優勢，與其他地方競爭，留住STEM教育人才，又或吸引海外STEM教育人才在港發展，服務中小學的STEM教育呢？這是一大難題，就算有錢而沒有人才，或者缺乏認真的策劃領導，就難以有成果。」

(江紹祥教授，香港教育大學電子學習與數碼能力研究講座教授、人工智能及數碼能力教育中心總監)

「目前沒有國家的STEM教育教師培訓表現特別出色……(被問及新加坡的STEM Inc.)新加坡有兩個比較優秀的地方值得參考，一是派專人到學校，協助設計STEM教育課程，第一年就和教師一起教學，第二年便是觀課。二是新加坡亦有建立與業界的渠道，推出行業夥伴計劃，讓STEM相關行業的專業人士，參與學校的STEM教育活動，提供業界更為專業的意見。除了這兩點外，新加坡STEM教育的情況與香港大致類似。」

(楊志豪博士，香港教育大學副教授、博文及社會科學學院署理副院長[學術質素保證及提升]；科學與環境學系副系主任[研究及研究課程])

2.4.4

教師職責是教學，不能強求教師如專家般專精某一技術。教師需要技術員協助推行STEM教育，以減輕備課負擔。

如2.2.3所述，STEM教育課題有潮流性而轉變頻繁，增加教師備課工作量。有受訪學者表示，聘請技術員能減輕教師的備課負擔，而技術員亦能帶領學校的課外活動，以課外形式教授學生STEM相關學科的技術。

STEM教育儘管強調學生應用技術動手做的能力，但這不要求教師精專某一技術，也不是要教師追逐尖端的科技，而是跨學科的教學，教師的強項仍是在教育學生。有受訪業界代表指，要求教師有如工程師般，懂得工程學深奧知識，進而教學生，是很難做到，並且不實際。業界是希望能提供資訊渠道，讓教師得知，有疑難時可詢問。以下為受訪者的意見摘錄：

「實踐STEM教育，教師需要技術員協助，減輕教師備課的負擔，而技術員也可帶領STEM教育相關的課外活動。現時有些學校流行上午教學，下午進行課外活動的模式，這可有利STEM教育的推行。……明白現時學校技術員的薪酬待遇，是難以聘請到合適的技術人員擔任，因外界的待遇可能更好。」

(江紹祥教授，香港教育大學電子學習與數碼能力研究講座教授、人工智能及數碼能力教育中心總監)

「要訓練老師等同於工程師般教授STEM，我覺得很難。老師的強項在教育，如何教一班學生，而不是要他們領悟工程學的深奧知識。從實際出發，工程業界可提供資訊渠道，例如有關工程師的入行資訊，工程界就STEM教育的相關支援等等。最重要是讓教師知道，他們有疑難時，可以向我們學會或業界代表詢問。」

(梁敏儀女士，工程師、香港工程師學會公共事務委員會主席)

STEM教育與工程業界

2.4.5

工程業界樂意推動STEM教育發展，最重要是讓教師知悉聯繫業界的渠道，業界也願意提供資源或支援渠道予學校舉辦活動。有工程師學會一直與教育局合作，亦期待未來能從工程業界的角度，幫助教師設計STEM教育教案。

香港STEM教育的工程學部分，相對較弱，一來甚少中學開設涉及工程知識的「設計與應用科技」，二來工程學院畢業的大學生較少投身教育。因而工程業界的參與，對推動香港STEM教育及極為重要。香港工程師學會的受訪代表表示，學會一直與教育局合作，致力推廣STEM教育。

受訪者指最重要讓學校教師知悉聯繫學會與業界的渠道，如此便能提供相應的資源或支援渠道予學校舉辦活動。就有關STEM教育涉及工程部分的活動或課程設計，學會有提供意見予教育局，也期待未來能有機會幫助教師設計相關教案。以下摘錄受訪者意見：

「我們有『Train the trainer』的理念，教育局亦很認同。……去年學會與教育局合作舉辦一些網上活動(因疫情關係)，請了業界代表到學校，向學生介紹不同種類工程師的工作範疇，學校反應很好，之後便有『工程伴理行』計劃。該計劃配對工程師與學校，工程師就學校舉辦的活動，提供相關的資源渠道，讓學生深入了解工程行業。……學會亦就STEM教育中工程相關的活動或課程設計，向教育局提供業界意見，因工程學着重應用，業界的意見尤為重要。……學會下轄有多個支部，會各自舉辦一些比賽，讓中小學生組隊參賽，展現應用知識的成果。」

簡單而言，在推廣STEM教育上，工程業界可告訴教師行業資訊，例如執業、考牌制度，這些學會到校講座會提及。其次，透過工程師的網絡與渠道，支援學校工程相關的STEM教育活動，『工程伴理行』計劃可以做到。學會希望藉着這些進校活動，學校能知道與業界溝通的渠道，萬一教師遇到不熟悉的地方，或缺乏活動的網絡支援，亦知道有效渠道向我們聯繫。再者，是更進一步，學會向教育局就相關課程或活動設計提供意見，未來亦希望能做到幫助教師設計工程學相關的STEM教育教案。」

(梁敏儀女士，工程師、香港工程師學會公共事務委員會主席)

- I. 建議教育局主導編撰「STEAM教育教師培訓指引」，作為STEAM教育培訓的方向，讓教師清晰得知最基本須具備何種能力和知識，亦可供坊間機構與大學作培訓內容規劃參考，以解決現時培訓方向不清、跨學科課堂設計欠深入，過於側重資訊科技工具培訓等問題。

STEAM教育以校本課程推行，無教學大綱，且有定義模糊而傳釋多變的特性，須靠教師自行按學生情況設計活動。研究結果顯示，現時教師培訓缺乏方向指引，零散而欠系統，教師僅憑興趣自行選擇培訓課程。培訓亦較少有初階、進階之分，經驗豐富的教師可選擇的培訓較少，而新手教師也未必能在短促的培訓課堂掌握全新的工具使用方式或教學法。目前跨學科課堂設計的教師培訓仍然不足，政府與坊間均看重培訓工具的使用方法，但甚少提及該如何將工具轉化為跨學科教學內容。這對非資訊科技科的教師而言，工具培訓難以用在課堂教學上，且容易令新手教師誤以為懂得用某一工具，便是懂得STEAM教育，因而STEAM教育的理念與政府政策仍有待加強推廣。

報告建議由教育局主導編撰「STEAM教育教師培訓指引」，參考韓國科學與創意促進基金會（Korean Foundation for the Advancement of Science and Creativity, KOFAC）提供的STEAM教師專業發展計劃¹，為教師培訓描繪一個清晰方向，讓不同STEAM教育資歷的教師，均能明白其是否了解STEAM教育概念與具備基本的知識技能。儘管教育局正編訂《教師資訊科技教育基本能力框架》，預計於2023年發布²，但此能力框架僅為資訊科技教育，而非強調跨學科教學的STEAM教育。因而「STEAM教育教師培訓指引」是值得設立的，可為教師設立了最低要求，也是一個不過度干預校本STEAM教育活動或課程設計的指引，統領本研究報告建議二「STEAM數理中心」和建議三STEAM教育統籌主任。

「STEAM教育教師培訓指引」應回顧過往7年（2015年至2022年）香港STEM教育教師培訓的成效，在此基礎上編撰而成，可供培訓機構與大學教育學院，作未來STEAM教育培訓內容的規劃參考。指引將教師培訓內容，分為三個級別：基礎、中階、進階，詳述每個級別培訓的建議時數與涵蓋範疇。待指引公布後，教育局應於培訓工作坊或課程的簡介，標示屬於指引哪個級別，如基礎STEAM教育概念、中階教學法培訓、進階STEAM課程設計等。教師可按指引按圖索驥，評估自己在哪個階段，尋找合適的培訓。在教育局的示範下，坊間機構亦多會參考或跟從指引內容，規劃培訓課程，標示培訓所屬級別。這便能給予教師較為清晰的培訓方向，亦能確保教師明白政府政策下STEAM教育所指之意。

第三章 政策建議

¹ 韓國設有STEAM教師專業發展計劃，分有三階段：網上入門課程、基礎混合課程、進階培訓課程，每個階段均有清晰的要求：網上入門課程是介紹STEAM教育政策與教育示例；基礎混合課程培訓教師推行STEAM課程的技巧；進階課程是培訓教師設計STEAM教學內容。詳見「第一章：文獻資料」、「1.3 STEAM教育和培訓的國際案例」、「1.3.3 韓國 (b) 韓國STEAM教師培訓」、「i. 設系統性在職培訓」。

² (香港)《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日，頁5。

培訓的基礎級別建議6至12小時，涉及三項內容：STEAM教育概念介紹、STEAM教育政策現況、以及STEAM教育相關知識。教師上畢基礎階段的培訓，應了解何為STEAM教育、明白政府政策目的、政策要求的中小學生學習重點與進程，掌握STEAM教育的政策現況。另外，因STEAM涉及五門學科知識，教師未必均熟悉五門學科的核心範疇，因而有需要在基礎階段，簡介「工程設計」、「科學探究」、「運算思維」和「設計思維」等重要概念，須以教學示例作說明。尤其是文科教師，應多加補充工程、科學與資訊科技的知識。小學採兼教制，很多國家也是用此方式，文科出身的小學教師須面對教授STEAM而相關知識不足的情況。政府於2022年夏加入藝術元素，推展「STEAM」教育，未來香港中小學將會有更多文科教師加入其中。按「賽馬會運算思維教育」計劃在小學推廣編程教育的經驗，文科教師是有能力學習新知，並教授予學生，教師培訓有需要在「基礎階段」照顧文理科教師之知識差別。

中階級別建議20至30小時的培訓有三大方向，一是工具培訓，二是教學法培訓，三是企業參觀聯繫。研究顯示目前工具培訓時間較少而緊迫，教師多在兩三小時學習工具使用方法，課堂動手做的機會不多，難以短時間內掌握，須事後自學。故此，工具培訓應多於一堂，建議設兩至四堂，先教授工具的使用方式，進而給予動手做的課堂時間，察看教師能否掌握，最後必須講授如何將該工具應用至課堂教學中，並給予教學例子作參考。這能確保教師掌握工具的使用方法，並懂得怎樣轉化該工具為支援STEAM教育，如培訓能提供相關教材則更佳。另外，如工具、機器須根據安全指引使用，培訓應給予授課教師一份證書，以證明教師有能力教授學生安全地使用該工具或機械，以保證安全和責任。

工具僅為輔助，教學法才是STEAM教育的核心。教學法培訓分三方面，第一須加強跨學科教學設計，以教案設計為培訓方式，教授教師如何結合多於一門學科，設計一節跨學科課堂的STEAM教育學習活動。培訓應詳述教案包含的內容，以及評估學生的方法，例如活動目標、探究問題、學生會得到怎樣的跨學科知識和體驗，並講授事後如何評估學生的學習成效，是否符合教案預期，以及如何進一步調節等。

教學法第二方面為如何引導學生解決生活問題。除了跨學科，是次研究結果顯示教師亦看重教授學生怎樣解決生活問題。因而教學法的培訓上，建議以「工程設計流程」(Engineering Design Process)，講授如何透過STEAM教育學習活動，引導學生觀察生活、發現問題、並教導學生如何從錯誤中修正方案，達致解決問題。

教學法第三方面為以學生為中心教學法(Student-centered Pedagogies)。學界文獻普遍提及主動學習、以及學生為中心的教學法，為STEAM教育的教學法，如問題或專題為本學習法、設計為本學習法、探究式學習等，亦以提供實作經歷作授課方法。在學生為中心教學法培訓上，需講解以上教學方式的特點，如何備課，如何實際用於教學，並輔以成功教案作例子講解。至於中階等級「企業參觀聯繫」，則是培訓機構與商界合作，提供短期工作坊或企業參觀，讓教師了解業界最新發展與潮流。

進階級別建議40-50小時，旨在培訓教師設計全校STEAM教學內容的能力，例如怎樣設計跨學科課程、如何規劃全校的STEAM教育活動。完成此培訓，教師有能力領導其學校的STEAM教學方向。現時STEAM教育並非正規課程，沒有教學大綱跟循，學校自行設計教學內容，因而教師有需要學習STEAM教育的全校課程規劃。培訓須教授STEAM教育的學校縱向發展設計，如每年級的教學目標有何不同，如何循序漸進發展學生能力等。如忽略學校的縱向發展，課程設計便會流於形式，學生的學習所得也變得零碎。進階級別建議由大學開辦碩士課程、或短期課程提供培訓，且教師須於學習時落實其設計的STEAM教學內容，並得到導師的反饋。

表20：「STEAM教育教師培訓指引」建議涵蓋範疇

基礎（建議6-12小時）	<ul style="list-style-type: none"> ✓ STEAM教育概念介紹 ✓ STEAM教育政策現況 ✓ STEAM教育相關知識 工程設計、科學探究、運算思維、設計思維； 照顧文理科教師之知識差別
中階（建議20-30小時）	工具培訓 講解工具如何使用，如何用於教學，多於一堂，給予課堂動手做時間
	教學法培訓 <ul style="list-style-type: none"> ● 跨學科教學設計，以教案設計為培訓方式 ● 教授學生解難方法，以「工程設計流程」作為設計作品解難的學習工具 ● 以學生為中心教學法，講解問題或專題為本的學習法、設計為本學習法、探究式學習
進階（建議40-50小時）	企業參觀聯繫 與商界企業合作，提供短期工作坊或企業參觀。
	STEAM教育課程設計 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 多於一堂，教師須在學習期間落實其設計的STEAM教學內容，並接受教學指導
建議培訓機構按指引，標示提供的培訓是屬於以上哪個階段。	

II. 建議設立「STEAM數理中心」，作為香港推廣STEAM教育的專責機構，其運作與架構參考芬蘭的「LUMA數理推廣中心」。於教師培訓上，中心負責（1）教材定期更新開發，上載至網絡供教師使用，減輕教師設計教材的壓力；（2）舉辦STEAM創新大賽，設教學獎，推廣跨學科教學；（3）設專家課程支援，給予學校改善建議，並定制進階課程；（4）大學生STEAM教育培訓，設計STEAM教育主題的課外活動，讓STEAM教育主題多元化發展，聘請與培訓大學生作導師，為未來負責STEAM教育的準教師作準備。

比較香港與四個國際案例，美國、芬蘭、韓國和新加坡除了教育部外，還下設機構，負責STEM或STEAM教育發展，唯香港僅有教育局。香港缺少成熟的STEAM教育課程與相應的教師培訓。美國有一些組織機構提供設計完備的課程與教師培訓，例如引路工程計劃(Project Lead the Way)。新加坡是派專家到校定制課程，於課程教學中培訓教師。韓國則從上而下主導課程與培訓，設有「STEAM學習標準框架」、「STEAM課堂清單」，並於「STEAM教師專業發展計劃」規定了教師培訓循序漸進的方向。³

³ 詳見「第一章：文獻資料」、「1.3 STEAM教育和培訓的國際案例」資料，以及「1.4香港與國際STEAM案例比較」的分析。

研究結果顯示，STEM教育在香港推行的7年間（2015年至2022年），負責教師的難處是課程設計支援甚少。香港STEM課題有潮流性，有接受深入訪談的小學老師指，STEM教育的課題潮流約2年就會有轉變，而理論上一個傳統課程教案大約6年才修改變化。⁴STEM教育的課題變更頻繁，老師須不斷學習新知與更新教材，容易陷入工作量難減的循環往復中。加上，現有教師培訓多着重教授如何使用工具，但該工具怎樣應用於跨學科教學則甚少提及。缺乏教材支援下，教師上畢培訓還需自行消化所學，設計教學材料，潮流稍有改變便要更新課程或活動。即使現時政府將STEM易名為STEAM，教師面對的這些難題仍是存在。

因而政府有需要設立一個統領與推廣STEAM教育的半官方機構，舉辦STEAM比賽與相關課外活動予學生參與，並支援教師STEAM課題設計與培訓。**報告建議參考芬蘭「LUMA數理推廣中心」（LUMA Centre Finland，簡稱「LUMA中心」）的運作與架構⁵，設立「STEAM數理中心」，作為香港推廣STEAM教育的專責機構。**中心的命名將「STEAM」與「數理」並列，旨在強調以數理為基礎，綜合STEAM涉及的五個學科範疇，作跨學科教學。

報告建議「STEAM數理中心」運作資金來自香港特區政府，由教育局監管開支，決策營運則另聘人才主持。香港已發展STEM教育一段時間，現時易名為STEAM，一些致力推動STEM或STEAM教育的機構與團體⁶不容忽視。香港推行方式與芬蘭相似，沒有過多規範，給予空間教育界自由探索，因而「STEAM數理中心」可參考芬蘭LUMA中心的傘形機構方式，吸納一些經營STEM或STEAM教育有聲有色的大學院系團隊、非政府組織機構，給予撥款資源，讓這些機構於其所在地區建立地區中心，按其自身特色，提供教學資源予鄰近中小學。如大學院系可開放科學實驗室，一些以工程為主的非政府組織可開放工場予學校做實作活動等。現時樂富聯合道「STEM教育中心」⁷的服務，將會撥入「STEAM數理中心」架構，樂富的場地將作為STEAM教育的地區中心營運。

「STEAM數理中心」於STEAM教育教師培訓上，提供（1）教材的定期更新開發、（2）STEAM教學比賽「STEAM創新大賽」、（3）專家課程支援、（4）大學生STEAM教育培訓。關於第一點STEAM教育教材定期更新開發，乃因課題有潮流性，教材須頻密更改，但現有教師培訓未能提供適合教材，令教師備課工作量難以減少。此處建議參考韓國科學與創意促進基金會資助團體開發教材的方式⁸，由「STEAM數理中心」負責採集具參考價值的中小學STEAM教育教案與教材，將其改編為適合教學用的版本，如教師用書、學生用書、工作紙、作業和課堂簡報等，上載至中心網頁，每年暑假更新教材，供公眾下載閱覽。⁹現時教育局在「創新科技教育」網頁新增了高小編程單元教材，以及初中人工智能單元教材。可是，若非定時更新，教師也難以長久利用，而初中人工智能單元着重介紹人工智能的基礎知識，其如何用於STEAM跨學科與動手做教學，還有很大發揮空間。

⁴ 詳見「第二章：結果分析」、「2.2推行特點與培訓現況」、2.2.3的分析。

⁵ Administration of the LUMA Centre Finland, "LUMA Centre Finland, accessed August 24, 2023, <https://web.archive.org/web/20240223024607/https://www.luma.fi/en/centre/administration/>.

⁶ STEM自2022年夏易名為「STEAM」，但教育局還未有文件詳述增加藝術元素的STEAM教育推行方式，政府網頁在2022年底至2023年逐漸將「STEM教育」更改為STEAM教育。不過一些團體的活動仍會用STEM稱呼，例如香港青年協會、香港大學電機電子工程系合辦的創意編程設計大賽，是「為推動STEM教育發展，激發年青人對編程及作品設計的興趣，以及提升科技應用技能」，見香港青年協會：〈創意編程設計大賽2023/2024〉，青年協會網頁，2024年，web.archive.org/web/20240223040852/https://ce.hkfyg.org.hk/teachers-zone/competition/ccc/，2024年2月23日讀取。

⁷ 現有設於樂富聯合道的STEM教育中心，在本研究報告第二次印刷時，仍是稱為「STEM教育中心」。見STEM教育中心：〈STEM教育中心簡介〉，中心網頁，web.archive.org/web/20240223041314/https://www.atec.edu.hk/stemcentre/，2024年2月23日讀取。

⁸ 詳見「第一章：文獻資料」、「1.3 STEAM教育和培訓的國際案例」、「1.3.3韓國（b）韓國STEAM教師培訓」、「ii. 設教學指引與資源」。

⁹ 教育局：〈創新科技教育〉，教育局網頁，2024年1月24日，www.edb.gov.hk/curriculum-development/kla/technology-edu/resources/InnovationAndTechnologyEducation/resources.html，2024年2月26日讀取。

教材的來源建議兩處，第一處是來自大學籌辦而集研究、教學與培訓於一身的STEAM學習計劃。這些計劃多耗時長而規模大，常獲得香港賽馬會慈善信託基金、優質教育基金，或其他慈善基金資助項目開支，部分學習計劃會編撰課程與教材，供師生使用。「STEAM數理中心」可物色一些具參考價值的大學STEAM學習計劃，給予教材開發撥款予該大學團體，撰寫供香港學校使用的教材。教材採集的第二來源是STEAM創新大賽，由「STEAM數理中心」每兩年舉辦。這是參考芬蘭LUMA中心的「Star-T計劃」，該計劃設有國際StarT比賽，旨在推廣跨學科合作的專題式學習（Project-based Learning）¹⁰。

「STEAM數理中心」舉辦的STEAM創新大賽，旨在建立平台讓各校師生切磋交流，比賽方式參考芬蘭LUMA中心的國際StarT比賽，設兩大評核類別：學生的專題研習獎，以及教師的教學獎，藉此推廣STEAM教育的跨學科教學，減少新手教師將STEAM等同於工具學習的誤解。獲得教學獎的教師，其教材由「STEAM數理中心」編撰，放至網頁供大眾免費下載。如此，教師便能獲得大量定期更新的教學材料，作校本STEAM教育活動與課程設計的參考，而且「STEAM數理中心」提供的教材經專人編撰，亦能減少錯誤。另外，「STEAM數理中心」亦可舉辦教學獎分享會，邀請教學獎三甲的教師作講者，講解其STEAM活動或課程的設計過程、學生學習成效，以及教案與教材必備內容等。此可屬於政策建議一「STEAM教育教師培訓指引」基礎或中階等級的培訓。

關於專家課程支援，「STEAM數理中心」可招攬大專學界、教育界和STEAM相關業界的專家，成立專家團隊，任務有三項。一項為教師發展日推薦STEAM教育的講者，鼓勵學校以STEAM教育為教師發展日主題，增加全校教師對STEAM教育的認識，減少教師跨學科合作的抗拒感。¹¹學校可向中心提交心儀的培訓範疇，中心將之詢問專家團體，讓其列出數個適合的講者，隨後中心協助配對。此服務能確保學校知道尋找專業背景STEAM教育講者的渠道，例如工程、科技與科學等範疇的專家學者，協助學校的教師培訓。

專家課程支援的第二項是校本課程支援服務，香港SETAM教育以校本方式進行，學校自行規劃學習活動，專家團隊按申請學校已發展的課程，給予改善建議，並基於學校已有的成果，定制進階課程或活動，且有兩年的事後跟進，支援服務合共兩個學年。這是參考新加坡STEM Inc.派專家到校定制課程的形式，以解決上文所述香港缺少成熟STEAM教育課程與相應教師培訓之問題，而且此類專家到校支援與定制課程、有長期觀察跟進的服務，香港特區政府機構尚未有提供。第三項是教學法分享會，此為輔助政策建議一「STEAM教育教師培訓指引」中階級別的教學法培訓。「STEAM數理中心」於每學期舉辦一次分享會，邀請專家團體成員為講者，參與教師須互相分享其實踐的STEAM教育教案，與同儕交流，而專家講者則給予實踐改善建議。這是參考了韓國的「STEAM教師專業發展計劃」中階段二基礎混合課程設有輔導的方式。¹²

另外，「STEAM數理中心」會設計一些STEAM教育課外活動課程，供有興趣的學校選購，培訓大學生為導師，增加準教師STEAM教育的授課經驗。現時資訊科技已是香港中小學STEAM教育活動的主流，較少有工程、科學、或數學為主題的STEAM教育活動。數學科知識甚少作為STEAM教育活動的主題。香港中小學教師普遍對工程學認識不多，因工程學院的畢業生較少從事教育界，而現時只有少部分中學保留涉及工程學的設計與應用科技科目。該科的師資培訓曾有中斷，雖有大學重開該科的教師教育文憑課程（Postgraduate Diploma in Education, PGDE），但缺少擺放硬件設備的工場，師資動手能力的培訓難及從前。藝術元素是2022年夏香港特區政府新加入，坊間以藝術為主題的STEAM教育活動較少，還有待各界進一步發展。

¹⁰ "The International StartT Competition," LUMA Centre Finland, accessed August 22, 2023, <https://web.archive.org/web/20240223042430/https://start.luma.fi/en/start-programme/start-competition/>.

¹¹ 詳見「第二章：結果分析」、「2.2推行特點與培訓現況」、2.3.7的分析，有受訪教師提及教師發展日是一個好機會，讓全校教師接觸STEM或STEAM，減少教師間跨學科合作的抗拒感。

¹² 韓國設STEAM教師專業發展計劃，分三階段：網上入門課程、基礎混合課程、進階培訓課程。此處「教學法分享會」參考了韓國的「基礎混合課程」方式，韓國教師於暑假接受培訓後，按已設計的STEAM課程於下一學期授課，在該學期尾聲與其他教師分享。詳見「第一章：文獻資料」、「1.3 STEAM教育和培訓的國際案例」、「1.3.3韓國（b）韓國STEAM教師培訓」、「i. 設系統性在職培訓」。

因而「STEAM數理中心」分別以工程、科學、數學與藝術範疇，設計四個不同主題的STEAM教育課外活動課程，可讓教師有更多選擇，展示STEAM教育活動並非只限資訊科技元素，工程、科學與數學範疇也可以是STEAM教育跨學科的主題方向，鼓勵學生多元探索，藉此增加學生對數學、科學學科的興趣，以助學生於高中修讀高等數學與科學科目。「STEAM數理中心」課外活動導師是招聘與培訓大學生擔任，讓有意投身教育界的大學生作更好的準備。如在教學中，學校滿意導師的表現，可提早物色具STEAM教育經驗的準教師。

表21：「STEAM數理中心」提供的教師培訓與協助

教材的定期更新開發	<ul style="list-style-type: none"> 採集中小學STEAM教育教案與教材，編撰後放至網上免費下載，定期更新 教案與教材來源： <ol style="list-style-type: none"> 大學籌辦的STEAM教育學習計劃 STEAM數理中心舉辦的STEAM創新大賽
STEAM創新大賽	<ul style="list-style-type: none"> 推廣STEAM教育跨學科教學，設教師組教學獎 編撰獲獎學校教師的教材，可免費下載
專家課程支援	<ul style="list-style-type: none"> 為教師發展日STEAM教育主題提供資訊渠道 校本課程支援服務，專家到校定制進階課程與跟進 教學法分享會，協助本報告政策建議一的中階級別教學法培訓
大學生STEAM教育培訓	<ul style="list-style-type: none"> 設計四個不同主題的STEAM教育課外活動：工程、科學、數學與藝術 招聘與培訓大學生擔任課外活動導師，培訓準教師

III. 參考特殊教育需要統籌主任的規格，設立STEAM教育統籌主任和技術員，列明工作範疇。統籌主任可減少課堂任教時數，讓他專注於STEAM教育的校本規劃。技術員須負責STEAM教育活動的技術與備課支援，以及帶領學生參與STEAM相關的課外活動。

負責STEAM教育的教師工作量大，須不斷學習新知、設計與更新課程，難免有超時工作。現時香港STEAM教育的配套支援甚少，亦缺乏誘因激勵其他教師投入。2022年政府雖於《施政報告》提出加強領導和統籌，從2022/23學年起「所有公帑資助中小學須委派統籌人員，整體規劃課堂內外的STEAM教育」¹³，但是「統籌人員」須負責什麼職務，有否規定專業培訓，有否減少統籌人員授課時數而專注於STEAM教育統籌，有否教學助理或技術員作配套支援等，2022年《施政報告》均沒有提及。因而STEAM教育統籌的事務與配套仍有改進空間。

研究顯示，大部分受訪教師贊成增設STEAM教育統籌主任（教師職級），以及統籌專員（非教師職級）或技術員。就統籌主任一職，教師較為關注涉及的工作範疇，下設團隊協助，以及減少統籌主任的授課時數等。就統籌專員或技術員，贊成的受訪教師與學者多表示此職位能減輕教師備課負擔，可提供技術協助，亦可帶領學生的課外活動。¹⁴在是次研究的國際案例上，芬蘭政府在2017至2022年間，每年撥出100小時給予教師，作跨學科合作與規劃的辦公時間。此案例可作為參考，因現時香港的STEAM教育不是正規課程，沒有規定的課時，負責教師要自行調撥時間備課，未必能吸引更多老師自願加入STEAM教育的跨學科教學。

¹³ (香港)《行政長官2022年施政報告》，2022年10月19日，頁46。

¹⁴ 見「第二章：結果分析」、「2.3 教師對STEAM教育培訓的期望」、2.3.11講述統籌主任（教師職級）與統籌專員（非教師職級）、以及2.3.12講述技術員；以及「2.4 學者、業界對教師培訓的意見」，2.4.4提及技術員帶領課外活動。

因此，報告建議教育局參考特殊教育需要統籌主任的規格，設立STEAM教育統籌主任和技術員，減輕教師的備課量，輔有技術員協助，能解決教師在特定技術專業不足的問題。就STEAM教育統籌主任，建議列明統籌主任的角色與資歷、工作職責、專業培訓與推行細節。參考特殊教育需要統籌主任規格¹⁵，STEAM教育統籌主任應帶領學校「STEAM教育小組」，協助校長和副校長推行校內STEAM教育學習活動，小組成員應包括課程統籌主任或學務主任、STEAM涉及的科目主任、以及負責在課堂實踐STEAM教育的教師。統籌主任的資歷，建議最少有5年推行STEM或STEAM教育經驗¹⁶，最低要求為完成本研究報告政策建議一「STEAM教育教師培訓指引」中階級別的培訓內容。

統籌主任的工作職責，主要為規劃全校的STEAM教育學習活動，下有「STEAM教育小組」各科教師協助合作，推行校內STEAM教育學習活動。統籌主任是規劃與帶領角色，全校各級的課堂STEAM教育學習活動由負責的學科教師實行。統籌主任的教學時數有必要減少，以給予充足的備課與規劃課程時間，其負責統籌STEAM教育的工作應佔整體工作時間50%，統籌主任亦有需要教學，以從教學中檢視其設計活動或課程是否可行。有關統籌主任的教師培訓，按政策建議一「STEAM教育教師培訓指引」，最終須完成進階級別的培訓，學習設計與規劃全校STEM教育活動或課程的技巧。

為協助學校推行STEAM教育，建議設立STEAM教育技術員，隸屬於STEAM教育統籌主任，應以專精一項STEAM相關技術為聘請條件，在技術層面協助STEAM教育統籌主任設計課程或活動，並帶領學校STEAM相關的課外活動。STEAM教育涉及5門學科範疇，知識面廣闊，且要求跨學科教學，並加入動手做元素，以單一學科訓練出身的教師未必有能力應付。尤其是現時香港STEAM教育熱潮在創新科技，資訊科技工具日新月異，教師單是學習新知也疲於奔命，且目前只有中學科學科有實驗室技術員，但其他學科沒有，跨學科教學更是甚少配套支援。因而，有需要具某一專業知識的技術員協助，包括準備教材、查找資料、評估課程或活動所涉及的技術可行性。如有需要，技術員亦須於課堂協助教師推行STEAM教育，例如在動手做的課堂，技術員協助老師解答學生疑問。為吸引技術人員應徵，STEAM教育技術員的待遇應提升，並給予晉升階梯。

另外，STEAM教育技術員須運用其知識，帶領學生參與課外活動，例如帶領學生參加校外比賽、進行STEAM相關課外教學、又或設計課外課程內容。課外活動是課堂STEAM教育的延伸或靈感來源。研究深入訪談發現，有些教師會從自身帶領的課外活動中，構思適用於課堂的STEAM教育學習活動¹⁷，因而課外活動於STEAM教育活動設計與推行是不可獲缺的。現時學校也着重從課外活動開拓學生眼界，有些學校流行上午教學、下午課外活動為主。技術員可透過帶領學生參與課外活動，如校外比賽，或籌辦STEAM相關技術的課外課程，利用技術員的專業優勢，教授STEAM有興趣的學生更深入的知識。

¹⁵ 特殊教育需要統籌主任有詳細的角色與資歷、職責、推行細節與專業培訓要求。例如領導學生支援組、至少有三年相關經驗且接受特殊教育培訓，亦有列明職責範疇與推行細節。見(香港)《教育局通告第8/2019號：特殊教育需要統籌主任》，2019年3月29日，頁2-6。

¹⁶ 5年資歷是按問卷結果而提議，問卷受訪教師任教學校推行STEM教育的中位數和眾數，自2022年計起，都是5年，平均數為5.94年。見「附錄2背景資料：香港STEM教育推行情況」、「表1：受訪者任教學校推行STEM教育年數統計」。

¹⁷ 詳見「附錄2 背景資料：香港STEM教育推行情況」、第三點提及帶領課外活動是設計STEM或STEAM教育學習活動的靈感來源。

IV. 建議《STEAM教育手冊》釐清STEAM教育與正規課程之分別；詳述中小學STEAM教育銜接的最基本內容，尤其是編程教育方面；以及於STEAM教育宗旨，加入增加高中修讀高等數學或科學科目的人數，以解決目前香港高中生數理偏弱的問題，避免損及未來師資。

STEAM教育常務委員會正編訂《STEAM教育手冊》，涵蓋「STEAM教育的宗旨、不同學習階段的學習重點和學習進程，並就校內STEAM教育整體規劃、教學安排等給學校提供建議和示例」。這切合報告多數受訪教師期望的STEM教育清晰與具體的政策描述、學生學習目標與學校STEM教育發展路向。¹⁸

不過，有三項內容報告認為適宜加入《STEAM教育手冊》，以清晰STEAM教育的政策描述與推行目的，分別有（1）SETAM教育與正規課程的分別；（2）中小學STEAM教育銜接的最基本內容，尤其是編程方面；以及（3）於STEAM教育宗旨，加入增加高中學生修讀高等數學或科學學科的願景，以解決目前香港高中生數理偏弱的問題。

報告建議從教學法區分STEAM教育與正規課程的差別，強調STEAM教育以學生為中心教學法，讓學生自主探索解難，而非直接講解解題過程。STEAM教育涉及的知識與正規課程的授課內容有重疊，兩者的分別應是如何，有待《STEAM教育手冊》詳細區別。例如科學探究在中小學均是正規課程內容，STEAM教育的科學探究應是讓學生自行查找資料，尋找合適的工具解決問題，而非如正規課程般按課本步驟達致標準的實驗結果。這是兩者的不同之處，要清晰列明。另須提及兩者是相輔相成的關係，STEAM教育的教學法建基於正規課程的基礎知識，若學生數理知識基礎不穩，則難以跨學科摸索解難。¹⁹

就中小學STEAM教育的銜接，建議手冊在「不同學習階段的學習重點」列明，尤其是編程部分。中小學編程教育於STEAM教育熱潮中興起，2022年《施政報告》提及「在2024/25學年前，至少四分之三公帑資助學校於高小推行強化編程教育」，可見編程的重要性。課程發展議會在2020年編訂了《計算思維-編程教育：小學課程補充文件》，有提及高小編程的學習元素，但中學的編程學習程度如何，尚未有清晰文件指出。因而有需要在《STEAM教育手冊》多加補充初中的編程教育應學至什麼程度，以清晰中小學STEAM教育銜接。現時中學多在初中進行STEAM教育學習活動，如有清晰的中小學STEAM教育學習重點，亦有利STEAM教育的課題於初中的推行，因學生已有小學的基礎。

另外，現時香港的數理學科於高中面對一大難題，便是高中生數理基礎薄弱，選擇修讀高等數學的學生逐漸減少，而同時修讀三門科學科目的學生也較少，不利將來這一批從新高中學制畢業的教師，於科學與數學範疇推展STEAM教育。報告建議在《STEAM教育手冊》STEAM教育宗旨，加入「STEAM教育推行目的之一，為增加學生於數理學科的興趣，促使更多學生於高中選修高等數學與科學科目」。1980年代末美國推出STEM概念之目的，也是為了提升學生興趣，增加學生修讀STEM涉及的四門學科，挽救當時大學日益少人修讀的理科教育，補充未來相關行業就業市場的人手，進而發展至現今STEM與STEAM教育。²⁰

V. 建議創新科技及工業局成立「STEAM教育業界夥伴計劃」，聯繫學校與香港STEAM相關行業，建立行業配對，讓師生更多了解STEAM的職業路向，為生涯規劃作準備。同時亦可將規模擴至大灣區STEAM相關的大企業，配合國家「十四五」規劃，以及香港「八大中心」的國際創新科技中心之發展。

各地推行STEAM教育的其中一個目標，是增加學生對STEAM相關學科的興趣，令學生畢業後願意投身STEAM相關行業，故此STEAM教育也需要業界支援。建議參考新加坡STEM Inc.「行業夥伴計劃」（Industrial Partnership Programme），由創新科技及工業局成立「STEAM教育業界夥伴計劃」，聯繫學校與香港STEAM相關行業，讓不同業界人士走入校園，提供行業最新入行資訊與發展，令師生更多了解STEAM的職業路向，避免與業界脫節，為生涯規劃作更好的準備。

另外，「STEAM教育業界夥伴計劃」可以挑選在STEAM領域表現出色的中四級學生，在夥伴計劃的企業實習，體驗業界情況。與此同時，夥伴計劃可擴展至大灣區STEAM相關的大企業，邀請大灣區知名STEAM相關企業加入，讓師生有機會到該企業瀏覽參觀，了解大灣區的STEAM相關領域發展，增廣師生見聞。

VI. 優質教育基金有關「員工培訓導師」的撥款，建議上調時薪金額，以貼近市價，並且鬆綁以學歷劃分導師薪金的限制。另外，有關STEAM教育的政府資助撥款，鼓勵多投放於STEAM相關的人力資源上。

現時優質教育基金就「員工培訓導師」的「價格標準」²¹，以學歷劃分導師時薪，且上限脫離市價。這不利學校邀請STEAM教育相關專業人士到校做培訓講座。一來基金規定的時薪上限與市價有距離，二來STEAM教育甚少有證書考核，僅以講者的資歷經驗判斷其專業性，未必與其學歷高低掛勾。因此建議提高時薪上限，以貼近市價，並放寬學歷限制，讓學校招聘專業人士，為教師作貼近STEAM潮流的校內培訓。

另外，政府未來有關STEAM教育的撥款，可鼓勵多投放於STEAM相關的人力資源上。例如聘請具STEAM技術經驗人員協助學校設計跨學科的STEAM教育活動或課程。政府持續就STEAM教育相關範疇給予撥款，例如「中學IT創新實驗室」計劃將會繼續推行3年，中學可獲得最高100萬元資助。這些資助可用於購置和維修保養切合學校及學生需要的資訊科技設備，以及舉辦與資訊科技相關的活動。目前就跨學科的STEAM教育活動或課程設計資助撥款較少。

¹⁸ 詳見「第二章：結果分析」、「2.3 教師對STEM教育培訓的期望」、2.3.9 STEM教育定義與學習目標。

¹⁹ 深入訪談中，有中學教師提及STEM教育要與正規課程的學科學習取得平衡，不能挪用過多正規課程的時間，不然會減少理科基礎知識的教學時間，見「附錄2 背景資料：香港STEM教育推行情況」第4點有關STEM教育與學科學習。另外，有中學教師表示，香港STEM教育於中學，多在初中推行，但初中生的知識點未到，難以自行應用知識於日常生活解難，見「第二章：結果分析」、「2.3 教師對STEM教育培訓的期望」、2.3.9有關STEM教育定義與學習目標。

²⁰ 有關美國提出STEM教育的背景，見「附錄1 文獻綜述：STEM與STEAM教育概念發展」。

²¹ 「員工培訓導師」的「價格標準」有兩類，第一類是講師或同等資歷，每小時820至1030元；第二類是業內知名學者或專業人士，每小時1030至1540元。見優質教育基金秘書處：〈價格標準（僅供參考）〉，優質教育基金網頁，2023年4月，www.qef.org.hk/tc/application_guide/files/pricing_standards.pdf，2023年9月4日讀取。

詞組從SMET到STEM

美國國家科學基金會 (National Science Foundation) 在1986年《科學、數學和工程的學士教育》指出美國理科教育漸漸不濟而撰寫改善方案，隨後於1996年將科學 (Science)、數學 (Mathematics)、工程 (Engineering) 和科技 (Technology) 的首英文字母整合，於學士課程提出 SMET 教育，着重講授科學家和工程師做研究時，所用的方法與過程，讓大學生懂得如何在技術層面作有見識的判斷、如何與團隊合作溝通解決問題等。此等概念的倡議，是為了應對經濟全球化、冷戰後科學技術普及化的巨變，增加學生修讀 SMET 涉及的學科範疇之興趣，挽救美國日益少人修讀的理科教育，從而增加未來相關行業的人手。

基金會認為 SMET 教育成效非僅在學士課程。中小學教育為大學提供理工科學生，理工科學士課程是研究生課程的根基，接受 SMET 教育的準老師，將來亦會投身中小學教育，這是環環相扣的過程。基金會建議大學管理層減少陳規，鼓勵跨學科合作、多部門合作培訓中小學老師、研究大學生學習成效等。¹

科學與數學列於 SMET 較前的位置，顯示美國國家科學基金會重視的科目。可是，英文字母 SMET 的排列，難免另人聯想相似的貶義詞「smut」。² 2001年，時任美國國家科學基金會教育與人類資源理事會副主席的 Judith A. Ramaley，重新整理字母排序，提出 STEM，消除字母組合的歧義。自此 STEM 這一詞便概指科學、科技、工程與數學等四科。³

成教學法且定義模糊

STEM 並非僅限於單一學科，推行方式與組合多變，目前沒有統一而清晰的定義，有多種詮釋。⁴ 美國科學教育專家 Rodger W. Bybee 列舉 9 個就他於研討會、文章、報告和研究所見「何為 STEM」的觀點。例如美國教育長久着重科學與數學，教師容易會將 STEM 等同科學與數學；有些科學老師將工程和科技知識，放入科學課堂，科學作為主要課題，而工程、科技和數學的知識輔佐科學課題講授；有些認為 STEM 是跨學科課題，以全球暖化、健康問題、能源應用為課題，運用 STEM 四科學科的知識講解。⁵

¹ National Science Foundation, *Undergraduate Science, Mathematics and Engineering Education* (Washington: National Science Board, 1986), 1-7, <https://www.nsf.gov/nsb/publications/1986/nsb0386.pdf>; National Science Foundation, *Shaping the Future: New Expectations for Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology* (Washington: Directorate for Education and Human Resources, 1996), i-viii, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED404158.pdf>.

² Rodger W. Bybee, *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities* (Virginia: National Science Teachers Association, 2013), 1-2.

³ Russell Tytler, "STEM Education for the Twenty-First Century," in *Integrated Approaches to STEM Education: An international Perspective*, ed. Judy Anderson and Yeping Li (Switzerland: Springer, 2020) 21-22.

⁴ David Aguilera and Jiro Ortiz-Revilla, "STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review," *Education Science* 11, no.7(2021): 332, <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>.

⁵ Bybee, *The Case for STEM Education*, 74-79.

就 STEM 形式多變與定義模糊，Rodger W. Bybee 指可理解與接受，他認為施政者最重要設想推行 STEM 後對科學、科技、工程和數學此四個學科的影響。⁶ 在論文集《STEM 教育之關鍵問題》，Akerson 等人認為 STEM 所指的四個學科，有明確分界與各異的知識領域，難以融匯為一個科目、難以整合為一個知識體系，但學科間有聯繫。故此 STEM 不是一個學科，反而是授課方法 (curricular approach)，用之教授 STEM 涉及的四門學科，並以跨學科教學展示四門學科間的相通。⁷

跨學科 STEM 教學趨勢

STEM 的定義雖模糊，但教育界致力探究其推行方式。⁸ 經過 20 多年發展，STEM 逐漸走向以綜合和跨學科方式，教授知識與技能，讓學生解決現實生活問題。這改變始於美國，隨後變成全球 STEM 課程的倡議。⁹ 於文獻上，此強調跨學科學習的形式，多稱為「綜合性 STEM」(STEM Integration, Integrated STEM, Integrative STEM) 或「跨學科 STEM」(Interdisciplinary STEM)。¹⁰

Moore 等人整理文獻後概括「跨學科 STEM」的四個重點。第一、是解決生活問題，課室的教學活動須涉及現實世界的問題，甚至是學生生活的社區問題。用 STEM 涉及的四個學科知識研究探討，提升學生對數學學科的興趣，讓學生了解 STEM 相關行業。「跨學科 STEM」常被描述為較現代的教學方法，以真實世界情況為課題，發展學生的 STEM 素養 (STEM Literacy) 和 21 世紀技能 (21st century skills)，引起學生的好奇心，培養創意、協作能力和訓練批判性思考。¹¹

第二、STEM 涉及的四門學科，能以主題連結。學生在一個主題下，運用四門學科知識，有別傳統教學只限單一學科。綜合學習讓學生有新嘗試，解決更複雜的問題。STEM 四個範疇以外的學科，也可作為跨學科的內容。在現實世界中，STEM 涉及的四門學科知識是混合於一起，應用解難。有學者認為綜合學科知識的 STEM 教育，可訓練學生的團隊合作和溝通技巧；亦有學者認為學生應用數學和科學知識，才是真正視為「跨學科 STEM」的活動。¹²

⁶ Bybee, *The Case for STEM Education*, 73.

⁷ Valarie L. Akerson et al., eds., "Reflection on Part I: Natures of the Disciplines that Make up STEM," in *Critical Question in STEM Education*, ed. Valarie L. Akerson and Gayle A. Buck (Switzerland: Springer, 2022), 251.

⁸ Blackley 和 Howell 有一文講解 STEM 概念的演變：STEM 概念初始由美國提出，旨在增加修讀涉及 STEM 四門學科 (科學、科技、工程、數學) 的學生人數，提升相關行業的就業率。隨後 STEM 加上「教育」二字，有「STEM 教育」之稱，以強調教育界對此概念的主導。教育界嘗試以教學法發展 STEM 教育，逐漸跳出課本框架，探尋如何運用該四門學科解說課本以外的知識或現象，因而有「綜合性 STEM 教育」(Integrated STEM Education)，見 Susan Blackley and Jennifer Howell, "A STEM Narrative: 15 Years in the Making," *Australian Journal of Teacher Education* 40, no.7 (2015): 102-9, <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2015v40n7.8>。關於 STEM 的推行方式，另一重要例子有 Mark Sanders 的發現：Sanders 所在的學系於 2005 年秋成立「STEM 教育研究生課程」(STEM Education Graduate Program)，發現 STEM 定義有模糊性，且不能避免，於是 2007 年該課程改為「綜合性 STEM 教育」(Integrative STEM Education)，結合多於一門 STEM 相關學科作教與學，例如結合科技設計和科學探究，將科學探究的精髓和數學運算應用於科技問題解難，見 Mark Sanders, "STEM, STEM Education, STEMmania," *The Technology Teacher* 68, no.4 (2009): 20-21。

⁹ Tytler, "STEM Education for the Twenty-First Century," 31.

¹⁰ Tamara J. Moore, Amanda C. Johnston, and Aran W. Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," in *Handbook of Research on STEM Education*, et al. Carla C. Johnson (New York: Routledge Taylor & Francis, 2020), 3。此處「綜合性 STEM」和「跨學科 STEM」乃筆者自行翻譯，筆者為香港科技創新教育聯盟助理研究主任招淑英。

¹¹ Moore, Johnston, and Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," 5.

¹² Moore, Johnston, and Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," 5-6.

第三、怎樣做才被視為「跨學科STEM」呢？就STEM教學應涉及多少門學科，學界有不同看法，一般定義為最少綜合兩門學科知識。不同學科教師的合作，能減輕單一學科教師備課的壓力。在英語學界的文獻，最常見的學科組合是科學與工程。然而，一些學者不會定義「跨學科STEM」應涉及多少門學科，反而着重綜合不同學科知識的程度與種類，以分類「跨學科STEM」。例如Moore等人辨別了三種跨學科的方式：背景整合（Context Integration），即一個學科為主，加入其他學科知識宏觀講解，達到該單一學科的學習目標；內容綜合（Content Integration）與前者差不多，但加入其他學科內容旨在達到眾多學科均相關的學習目標；而工具綜合（Tool or Application Integration）即是課堂運用了其他學科的工具。教師實際推行跨學科教學上，也可多人合作。Roehrig的個案研究顯示，於班房內作跨學科教授STEM，可以有其他學科教師參與的合作教學（Co-teaching）；又或教案由團隊籌備，再由一名教師獨自於班房教授等多種合作方式。¹³

最後，綜合STEM的四門學科知識有沒有特定體系呢？在教學法上，學界普遍提及主動學習、學生為中心教學法（Student-centered Pedagogies），包括問題或專題為本的學習法（Problem- or project-based Learning）、設計為本的學習法（Design-based Learning）、探究式學習（Inquiry-based Learning）等。在學科上，Moore等人綜合文獻論述時發現，工程學可如膠水般，黏合STEM各科成跨學科教學，一些工程設計難題（Engineering Design Challenges）能讓學生運用科學與數學概念解決，增加學生興趣，亦可體驗從失敗中學習的重要性。¹⁴另一常見方式是科學和數學向學生展示知識基礎，工程和科技展示應用方法。¹⁵不過學界目前沒有就STEM跨學科教學有共識，有學者反對一開始將STEM涉及的四科作跨學科教學，認為應該首先將四門學科分開教授，待學生有基礎知識後，才整合一起融會貫通，建立技能。¹⁶

以上是「跨學科STEM」的四個重點，綜合理工科知識作跨學科教學，是現在STEM教育的趨勢。可是，有些學者回顧STEM跨學科教學成效時，發現未能促進數學科更深入的學習，質疑STEM活動能否有效教授數學知識。在跨學科教學設計上，數學科容易遇到兩個問題：一是淪為「輔助」，如普通計算和統計圖表，甚少作為主要科目深究數學解難；二是中小學數學課程體系獨立，相比科學和科技，數學融入跨學科教學所得的學生學習成效，遠比單獨教授少。¹⁷

¹³ Moore, Johnston, and Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," 7-8.

¹⁴ Moore, Johnston, and Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," 8-10.

¹⁵ J. Michael Shaughnessy. "Mathematics in a STEM Context." *Mathematics Teaching in the Middle School* 18, no.6 (2013): 324, <https://doi.org/10.5951/mathteacmiddscho.18.6.0324>.

¹⁶ Moore, Johnston, and Glancy, "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions," 9-11.

¹⁷ Tytler, "STEM Education for the Twenty-First Century," 32-33.

加入藝術成STEAM

隨着STEM逐漸引起社會關注，美國社會亦有另一提議，建議在STEM加入藝術（Art）或文科（Arts），促進學生創意思維發展，而推出STEAM概念。¹⁸實證研究已證明藝術能提升學生創意、批判思考、團隊合作和溝通技巧，近期研究也發現藝術能提升學生的空間推理、抽象思維、擴散性思考與好奇心。¹⁹

美國學界提出「STEAM」，是為了平衡理科與藝術科目的發展，避免側重一方，拓展接觸STEM教育的學生。例如傳統上較少接觸理科的文科生，可藉由加入「藝術」而增加接觸STEM教育的契機。此外，STEAM教育有着重設計與應用的一面，藝術可啟發學生創意，亦有助學生表達STEM相關學科的知識概念。²⁰概括而言，STEAM是建基於STEM之上，「A」的加入是為了更好地表達「STEM」、讓更多人接觸「STEM」。

然而，STEAM也有定義模糊的特性，沒有統一而清晰的描述，有多種詮釋。單是英文字母「A」所指的範疇，已有兩種說法：一是英文單數名詞「Art」，可純粹指為視覺藝術，以視覺為創作重點的作品，如素描、繪畫、攝影、雕塑、設計和媒體藝術等；二是英文複數名詞的「Arts」，定義更為廣闊，除了視覺藝術，亦包含表演藝術、手工藝、美學，甚至擴展至博藝學科（Liberal Arts）和人文學科（Humanities）。²¹

學界就如何教授STEAM，也是沒有特定統一框架，Perignat綜合相關文獻後指出，STEAM常採用問題導向教學法（Problem-based Approaches）、設計過程（Design-process）或提供實作經歷（Hands-on Experiences）作授課方法。²²就STEAM的概念論述，Aguilera和Ortiz-Revilla整理文獻後，概括了三大方向：一是STEAM意指綜合教授藝術（Art）和科技（Technology）；二是STEAM綜合教授藝術（Art）和科學（Science）；三是STEAM綜合五個科目（科學、科技、工程、藝術與數學）內容教授。²³

¹⁸ Aguilera and Ortiz-Revilla, "STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review," 331-32; Michael K. Daugherty, "The Prospect of an 'A' in STEM Education," *Journal of STEM Education* 14, no.2 (2013): 10-11.

¹⁹ Elaine Perignat and Jen Katz-Buonincontro, "STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature review," *Thinking Skills and Creativity* 31(2019): 32, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>.

²⁰ Perignat and Katz-Buonincontro, "STEAM in Practice and Research," 32-34.

²¹ Perignat and Katz-Buonincontro, "STEAM in Practice and Research," 38..

²² Perignat and Katz-Buonincontro, "STEAM in Practice and Research," 41.

²³ Aguilera and Ortiz-Revilla, "STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review," 338.

STEM教育的推行方式

1. STEM教育普遍推行於受訪老師的任教學校。學校大部分以普及化方式實行，最多為全校推行，其次在高小或初中推行。

STEM教育自2015年香港特區政府提出，至2022年夏改為STEAM教育，已推行7年。¹問卷受訪教師任教學校推行STEM教育的中位數和眾數（見表1），都是5年，平均數為5.94年，可見學校已普遍推行STEM教育一段時間。有些教師的任教學校更早於港府政策，推行STEM教育9年或以上，佔13.47%。有些教師的任教學校才剛起步，填寫1至2年有近7.74%（見表2）。

表1：受訪者任教學校推行STEM教育年數統計 N=349

計算方式	年數
最小值	1
最大值	27*
平均數	5.94
中位數	5
眾數	5

*STEM教育定義廣泛，就其涉及的內容沒有統一定義，香港特區政府推出STEM教育前，個別中小學已舉辦科學和科技教育的相關活動，這些活動內容也與後來STEM教育相關，因此部分學校實行STEM教育的時間，有可能早於政府政策。

表2：受訪者任教學校推行STEM教育年數 N=349

任教學校推行STEM教育年數	人數	百分比
不清楚	4	1.15%
1-2年	27	7.74%
3-4年	58	16.62%
5-6年	164	46.99%
7-8年	49	14.04%
9年或以上	47	13.47%
合計	349	100.00%

¹ 是次問卷調查於2022年7月26日至9月30日進行。

受訪教師任教學校大部分已普及化STEM教育（見表3），逾五成全校推行，「僅限拔尖學生」只有1.72%。如非全校推行，則多在中一至中三（20.92%）或小四至小六（13.75%）實踐STEM教育。較少學校於中四至中六（5.16%）和小一至小三（4.87%）實行STEM教育，這可能因為高中課程受制於中學文憑試，難以抽課時以STEM教學方式推行。初小則可能學生年紀太小和基礎知識不多，部分學校不便於小學低年班推行STEM教育。

表3：受訪者任教學校實行STEM教育的年級 N=349

任教學校推行STEM教育的年級	數字	百分比
全校	179	51.29%
小一至小三	17	4.87%
小四至小六	48	13.75%
中一至中三	73	20.92%
中四至中六	18	5.16%
僅限拔尖學生	6	1.72%
其他：少於三個年級推行	6	1.72%
其他：多於三個年級推行	2	0.57%
合計	349	100.00%

2. 學校推行STEM教育可以粗略為三類²：一是跨學科合作、二是課外活動或活動周；三是調整課時獨立成科。跨學科合作須老師互相協調，要有統籌者；活動周可集中時間完成學習活動；獨立成科則教師自行編排撰寫課程，易感迷茫，不知加入什麼內容組合課程才適合。

深入訪談的教師有描述其任教學校推行STEM教育的方式，大致分為三類：

- (1) 跨學科合作，中學是部分學科講授知識，部分學科讓學生「動手做」，應用層面多落在科學和資訊科技科，數學科多負責講授基礎知識，小學多在常識和電腦科進行跨學科授課；
- (2) 課外活動或STEM活動周推行，不會影響傳統課程的課時，STEM活動周推行多數設一年一次，或一學期一次，學校訂立主題，以專題研習、動手做的方式，讓學生研究探索STEM活動周主題；
- (3) 學校調整課時獨立成科，教師按校本情況，自行撰寫課程，多以專題研習方式進行。

² 此處三個分類：「跨學科合作」、「課外活動或活動周」、「獨立成科」，來自22名教師深入訪談的結果，詳見「附錄5：訪問資料羅列」、受訪中小學教師背景資料。這三個分類沒有用問卷作抽樣調查統計，因而無法確知哪項方式佔香港中小學STEM教育的主流。

按教育局文件對STEM教育的描述，STEM教育「非以獨立課程推行，而是透過加強現行的科學、科技和數學教育學習領域的科目，以及小學常識科的教學來推行；並了解要把STEM教育的核心元素融入在課堂內外的跨學科的『動手』、『動腦』學習活動。」獨立成科此一方式，並非教育局建議與推薦的，見（香港）教育局：《立法會教育事務委員會：推動STEM教育工作進展及相關加強的支援措施（討論文件）》，2020年7月3日，頁1-2。

受訪教師也透露此三種方式推行的特點：

- (1) 跨學科合作，須不同學科的教師參與。受訪教師認為協調眾多科目的教學內容，安排教學先後次序，是甚為困難，花費很多時間，也需要更高層級的教師統籌，例如副校長，以調動不同學科的老師合作；
- (2) STEM活動周，能集中時間與主題，以一周或兩周的時間完成STEM教育課題，具連貫性，學生能較為集中學習；
- (3) STEM獨立成科，STEM課程由教師慢慢探索編撰而成，而一些剛剛將STEM獨立成科的學校，教師多為新手，缺乏經驗，容易感到迷茫，不知從什麼方向入手，不知自己所做是否正確。

以上三種方式比較下，以活動周形式推行STEM教育，所遇到的困難相對較少。

接受深入訪談的教師描述其任教學校推行STEM教育的形式，有學校會結合「跨學科」和「課外活動/STEM活動周」，亦有結合「課外活動/STEM活動周」與「獨立成科」。只有極小部分受訪老師表示，其任教學校會以「跨學科」、「課外活動/STEM活動周」，以及「獨立成科」的方式，推行STEM教育³。以下摘錄部分受訪者的意見：

「學校會撥出一周時間，進行STEM專題研習周，一年一次，每個年級主題不同，有編程活動，也有科學實驗的元素，例如做自動搓手液機……我們在STEM專題研習周用了很久時間，有些學校會將STEM活動在一年內分開好幾堂進行，但我們是連貫的，整個星期，星期一至五推行，完成一整年要做的目標，效果是理想的。」

(小學老師6，實行STEM教育10年)

「STEM的教學簡單可分有兩面：一是自己教的學科，是STEM涉及的四門學科之一，例如電腦科，可以老師自己加入STEM教育元素。二是整個學校的層面，統整歸納STEM涉及的學科，權力和問責就要高層一些，可能是副校級或者課程主任級，才有能力推行。這要看學校是想限於某個科目做STEM教育，還是全校推廣的方式，形成學校文化。如是全校推廣，牽頭的教師對STEM教育要有理解和相關知識。可是，小學麻煩地方是負責統籌的教師大多缺乏理科背景，在全校推行上相對來說困難，容易變成科本老師負責，但是科本老師在行政上是推不動其他學科老師一起合作。」

(小學老師5，實行STEM教育10年)

3. 教師籌備STEM教育活動或課程，以團隊合作為主。教學內容設計上，有受訪中小學教師表示，帶領STEM課外活動是設計STEM課堂教學的靈感來源。另外，有受訪教師表示優質教育基金主題網絡統籌學校舉辦的STEM教育計劃成效不錯。

教師會組成團隊，負責校內STEM教育事務。有受訪教師據與其他學校教師交流所得，表示STEM團隊裏有經驗豐富教師，也有剛入行年資淺的新教師。新教師容易接受轉變，多了解最新科技走勢，可提供新意見；經驗豐富的教師則在STEM教育學習活動的實際推行，給予意見和方向。

帶領課外課外活動可以是教師設計STEM教育活動的靈感來源。有受訪小學教師表示，其現時STEM教育課堂設計的指導原則，源自其設計的課外興趣班，慢慢從中探索而成。另有受訪中學教師表示，他在任職教學助理時期，有很多時間與學生於學校的海洋中心探索，從而發展了往後以海洋生物知識為主題的STEM教育活動。他亦表示資深教師在教學實踐上給予了很多有用的意見，幫助了STEM教育活動的實際推行。

另外，優質教育基金「主題網絡計劃」統籌學校舉辦的STEM教育活動或課程，於教師間評價不俗。有受訪教師表示，能成為統籌學校都是有實力，甚至是該STEM領域的強校，因「主題網絡計劃」統籌學校是獲得優質教育基金審批撥款，向其他學校推廣統籌學校的STEM教育活動，負責教師均有實力與經驗豐富。

「關於設計STEM教育的課程，最初我得到一個機會，（除了日常教學外）可以開一個收教材費的興趣班，我便嘗試在坊間找些有趣事物，放進興趣班教學生。從中摸索到教學方法，也試驗了一些STEM教育課程的可行性。『從2D到3D、手作到機作、無電腦的編程到運用電腦』是我現在推行STEM教育課程的三條指導準則，都是從那個興趣班慢慢摸索而成。」

(小學老師7，實行STEM教育6年)

「我認為團隊很重要，會問其他中學教師，他們的STEM教育團隊如何組成，資深教師與新入行的教師比例如何。按我聽回來的情況，有些學校由教學經驗0至5年的教師組成，因新入行教師容易接受轉變。目前我們學校的STEM教育團隊，也是0至5年教學經驗較多，而我是教學資歷比較久的。我認為年輕教師很熟悉新科技，對新事物很容易上手，容易接受轉變，而資歷深的教師有豐富教學經驗，於決策上能給予有用的意見，大家互相合作是不錯的。我任教學校老師不多，約40人，暫時有約6名教師負責STEM教育。」

(中學老師8，實行STEM教育1年)

「（關於優質教育基金「主題網絡計劃」統籌學校）按統籌學校舉辦的活動來說，我覺得是挺好的。因為經優質教育基金篩選，能成為統籌學校，算是STEM教育中的強校。這些學校要推行一個中型約百萬的項目，而且優質教育基金認為統籌學校的項目是值得向其他學校推廣。例如佛教何南金中學教授小學高年班機械人製作，做了好幾年，評價都不錯。」

(中學老師13，實行STEM教育10年)

³ 此處STEM教育教學的組合方式來自22名教師深入訪談的結果，詳見「附錄5：訪問資料羅列」、受訪中小學教師背景資料。

STEM教育與學科學習

4. 多數接受深入訪談的教師表示，抽調課時進行STEM教育活動，不會減少學生學習理科基礎知識。唯少數中學老師表示抽調課時，多少會影響理科基礎知識教授，關鍵是學校STEM教育的課程設計，能否與正規課程的內容取得平衡。

現時香港STEM教育不納入正規課程的課時，學校按自身條件安排校本STEM教育學習活動。假若學校以課外活動、或活動周實踐STEM教育，正規課程課時便不受影響，但以跨學科合作和獨立成科的方式則不然。

多數接受訪問的教師表示，STEM教育不會減少學生理科的基礎知識，反而因STEM教育綜合多個學科知識，採用「學生為中心」教學法，鼓勵學生主動學習與發問，學生能學習課本外的理科知識。小學多以常識科、或常識結合電腦科推行，常識科有很多範疇內容，科學與科技教育只是佔其中一部分，以常識科推行STEM教育活動，不會減少小學生學習理科的基礎知識。

然而，有受訪中學教師表示，STEM教育與學科學習的時間分配要取得平衡，不能挪用過多正規課程課時。不然會減少理科基礎知識的教學時間，因STEM教育是強調學生自主探究學習，而非基礎知識吸收。以下為部分接受訪問的教師意見：

「有可能會減少教授理科基礎知識，視乎學校如何協調和平衡課時。我認為STEM是教學法，如果多了時間做學習活動，相對便會少了時間學習更多知識，這是教學法的分別。即是，STEM的教學方式與正規課程相比，需要用更多時間，STEM是廣而不深地讓學生去探究，傳統方法是快而深入地讓學生去記，所以課時的調動和平衡要看學校技巧。例如科學老師願意讓出課時，用STEM教育的教學法進行跨學科實驗，而非傳統授課般跟從課本指示達致標準實驗結果，學生能學習到更多，但如要用6至8堂時間進行STEM教育活動，則會有不好影響，畢竟堂數是有限固定。」

(中學老師15，實行STEM教育11年)

「學生反而學多了理科知識，我們學校STEM教育走專題研習路線，一些數學或科學的問題學生一時想不到解決方法，反而激起學生求知慾，會找更多資料，和老師討論，期間能學到傳統教學正規課程外的技能，學生所涉及的知識也可能是高中程度，視乎學生專題研習範疇與深淺。」

(中學老師12，實行STEM教育5年)

STEM教育教師培訓問卷樣本

問卷旨在探討香港STEM教育的教師培訓與相關政策配套，採用不記名方式，需時約5分鐘，數據僅作本聯盟政策研究之用，擬定政策建議。

1. 您目前任教的學校推行STEM教育多少年？ _____年
2. 您目前任教的學校在哪些年級推行STEM教育？
 小一至小三 小四至小六 中一至中三 中四至中六
 全校 僅限拔尖學生 其他（請註明）： _____
3. 您教學上實行STEM教育多少年？
 1-2年 3-4年 5-6年 7-8年 9-10年
 11年或以上 沒有實行STEM教育 → 問卷完，謝謝
4. 就STEM教育，您接受培訓（包括校內外的工作坊/分享/課程/研討會等）每年平均時數是：
 1-5小時 6-10小時 11-15小時 16-20小時 21-25小時 26-30小時
 31-35小時 36-40小時 41小時或以上 從未接受相關培訓 → 跳至 Q10
5. 您曾參與的STEM教育培訓（包括校內外的工作坊/分享/課程/研討會等），有沒有自費項目？
 有 沒有 不清楚/忘記了
6. 以下機構提供的STEM教育培訓（包括校內外的工作坊/分享/課程/研討會等），您有沒有參與？質素如何？

	曾參與請☑	質素評價				
		很好	好	一般	差	很差
大學/大專院校（包括本地及境外）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
政府及組織（包括教育局、創科局、生產力促進局）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
由教師成立的組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
非牟利團體（非教師成立）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
任教學校	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
私人企業	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
網上自學資源	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
其他（請註明）： _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. 您曾參與STEM教育培訓(包括校內外工作坊/分享/課程/研討會等)，總體來說您參與態度是：
 不想參與 樂意參與 沒意見

8. 您曾接受STEM知識的培訓(包括校內外工作坊/分享/課程/研討會等)，內容包括：(可選多項)

<input type="checkbox"/> 人工智能	<input type="checkbox"/> 無人機	<input type="checkbox"/> 3D模型建立及打印	<input type="checkbox"/> 教學理論
<input type="checkbox"/> 物聯網	<input type="checkbox"/> 雲端計算	<input type="checkbox"/> 鐳射切割	<input type="checkbox"/> 本地/境外教學經驗分享
<input type="checkbox"/> 計算思維及編程	<input type="checkbox"/> 虛擬/擴增實境	<input type="checkbox"/> 設計思維	<input type="checkbox"/> 工程
<input type="checkbox"/> 電腦輔助設計 (CAD)	<input type="checkbox"/> 網絡安全	<input type="checkbox"/> 跨學科課堂設計	<input type="checkbox"/> 數學
<input type="checkbox"/> 電子工程 (電路板傳感器、機械製作等)	<input type="checkbox"/> 多媒體設計 (插畫設計、影片剪輯等)	<input type="checkbox"/> 工藝設計及製作 (木工、金屬設計等)	<input type="checkbox"/> 綜合科學 (科學實驗設計、水耕和魚菜共生等)
<input type="checkbox"/> 其他 (請註明) : _____			

9. 就STEM教育，您為其他教師提供的培訓 (包括校內外的工作坊/分享/課程/研討會等)，每年平均時數是：

- 沒提供培訓 1-10小時 11-20小時 21-30小時 31-40小時 41小時或以上

10. 您希望接受哪些STEM知識培訓 (包括校內外工作坊/分享/課程/研討會等) 內容：(可選多項)

<input type="checkbox"/> 人工智能	<input type="checkbox"/> 無人機	<input type="checkbox"/> 3D模型建立及打印	<input type="checkbox"/> 教學理論
<input type="checkbox"/> 物聯網	<input type="checkbox"/> 雲端計算	<input type="checkbox"/> 鐳射切割	<input type="checkbox"/> 本地/境外教學經驗分享
<input type="checkbox"/> 計算思維及編程	<input type="checkbox"/> 虛擬/擴增實境	<input type="checkbox"/> 設計思維	<input type="checkbox"/> 工程
<input type="checkbox"/> 電腦輔助設計	<input type="checkbox"/> 網絡安全	<input type="checkbox"/> 跨學科課堂設計	<input type="checkbox"/> 數學
<input type="checkbox"/> 電子工程 (電路板傳感器、機械製作等)	<input type="checkbox"/> 多媒體設計 (插畫設計、影片剪輯等)	<input type="checkbox"/> 工藝設計及製作 (木工、金屬設計等)	<input type="checkbox"/> 綜合科學 (科學實驗設計、水耕和魚菜共生等)
<input type="checkbox"/> 目前已有足夠培訓項目		<input type="checkbox"/> 無意參與培訓	
<input type="checkbox"/> 其他 (請註明) : _____			

11. 目前香港的STEM教育，是透過現有的科學、科技和數學科，以及小學常識科推行。就大學培訓該些科目準老師的課程，您認為有提供足夠的STEM教育培訓嗎？

- 足夠 不足夠 一般 不了解

12. 按教育局2020年立法會討論文件的描述，香港中小學的STEM教育「是透過現有的科學、科技和數學教育學習領域和小學常識科推行」，提及跨學科、動手應用和解決日常生活問題等內容。

就您教學經驗，您認為STEM教育有哪三項內容最為重要？(只可選三項)

- 綜合運用跨學科知識 觀察生活而發現問題 解決生活問題 動手應用課本知識
 啟發創意思維 數理邏輯 科學知識 計算思維與編程 其他：_____

13. 學校課程檢討專責小組於2020年發表《最後報告》，向教育局建議「**清晰界定中小學階段STEM教育的定義和學習目標**」，對此您贊成嗎？

- 贊成 僅贊成界定STEM教育的學習目標
 僅贊成界定STEM教育的定義 → 跳至Q14 不贊成 → 跳至Q14 沒有意見 → 跳至Q14

A. 就**中學STEM教育**的學習目標，您認為應以哪一準則設立？

- 提及學生須提升哪些能力 提及學生須學習哪些工具 提及學生須學習哪些知識
 其他 (請註明) : _____ 沒意見

B. 另外，就**小學STEM教育**的學習目標，您認為應以哪一準則設立？

- 提及學生須提升哪些能力 提及學生須學習哪些工具 提及學生須學習哪些知識
 其他 (請註明) : _____ 沒意見

14. 您是否贊成學校增設以下人手，協助推行STEM教育工作？(可選多項)

- 增設STEM教育統籌主任 (教師職級) 增設STEM教育統籌專員 (非教師職級)
 不需要 沒意見

個人資料

1. 教學年資

- 1-5年 6-10年 11-15年 16-20年 21-25年 26-30年
 31-35年 36年或以上

2. 您教授甚麼科目？(可選多項)

- 中國語文 英國語文 數學 通識/公民與社會發展科 科學 常識
 資訊科技/電腦 個人、社會及人文教育 藝術 設計與應用科技
 STEM科 (學校獨立成科) 其他 (請註明) : _____

3. 任教學校類型：

- 官立學校 津貼學校 直接資助學校 私立學校

4. 任教學校屬於：

- 小學 中學

5. 研究隨後設一對一深入訪談，約需時20分鐘，問及STEM教育教學情況與教師培訓。如老師有興趣，可留下聯繫電郵。

~問卷完，謝謝！~

中小學教師的深入訪談問題大綱

以下問題視乎受訪者背景、以及回答內容挑選提問。深入訪談採取半結構性訪談方式。

第一部分：STEM教育概況

1. 貴校何時推行STEM教育？怎樣推行？如獨立成科，是如何教STEM？
2. 貴校STEM教育的課題是恆常固定，還是定期有變動？會否增加備課時間？
3. 按教育局2020年文件對STEM教育的描述，「在本港的中小學課程中，STEM教育是透過科學、科技和數學教育學習領域和小學常識科推行」，強調跨學科、動手應用、協作能力和解決日常生活問題。¹就你的教學經驗，你認為STEM教育是什麼？
4. 你認為目前教育局就中小學STEM教育的學習目標界定清晰嗎？為什麼？
5. 學校抽調課時教授STEM，會否因而減少教授理科基礎知識？

第二部分：教師培訓

6. 你主要教授什麼科目？實行STEM教育多久？你總教學年資多久？清不清楚教育局就STEM教育的政策？知道教育局的STEM教育資源嗎？
7. 你參加哪些教師培訓（即教師專業發展活動）？你認為現時教師培訓有什麼需要改善的地方？
8. 【小學教師作答】你認為小學教師推行STEM時有什麼困難？目前政府或坊間提供的培訓，能解決上述的困難嗎？
9. 【小學教師作答】貴校是否主要派理科背景的教師推行STEM教育？小學在常識科推行STEM教育，你認為政府能提供怎樣的培訓課程給文科教師，幫助他們？
10. 你了解新入職教師的STEM教育資歷嗎？你認為大學對準老師STEM教育的師資培訓足夠嗎？

第三部分：政策配套

11. 你是否贊成中小學派一名教師擔任STEM統籌主任嗎？為什麼？
12. 你是否贊成中小學設一名STEM教育統籌專員（非教師職級）？為什麼？

¹（香港）教育局：《立法會教育事務委員會：推動STEM教育工作進展及相關加強的支援措施（討論文件）》，2020年7月3日，頁1-2。

STEM教育培訓學者、業界訪問大綱

以下問題視乎受訪者背景、以及回答內容挑選提問。深入訪談採取半結構性訪談方式。

1. 香港推行STEM教育，應否設立框架以助教師培訓？如要，怎樣的框架能有助教師培訓？
2. 就剛接手STEM教育的教師、不負責STEM（非科學、科技、工程、數學科）教育的教師、有經驗的STEM教育教師，你認為培訓着重點應該如何？
3. 小學教師推行STEM教育時會遇上什麼困難？現有的培訓能幫到他們嗎？有否需要改善之處？
4. 教授STEM教育的教師，需要知道最新的科技技術嗎？還是需要專業技術員協助？
5. 香港STEM教育教師培訓可參考新加坡嗎？例如設立專門的STEM教育機構，統籌全港的STEM教育教案資料、教師培訓和提供教材。
6. 工程業界可如何協助中小學推廣STEM教育？
7. 香港中小學STEM教育以資訊科技為主，涉及工程知識的科目甚少，設計與應用科技科較少學校開辦。除了參觀企業和聽講座外，工程業界還可以做什麼，幫助STEM教育的教師培訓？

是次問卷收回352份，有效問卷為349份。實行STEM教育的受訪老師有342人，其中有188名中學和154名小學教師填寫問卷。另有7名受訪者沒有實行STEM教育，此7名受訪者只需回答任教學校推行STEM教育年數、學校推行年級，以及學校有否實踐STEM教育等問卷首三條問題，便完成問卷。

實行STEM教育的342名老師中，有333名老師曾接受STEM教育的教師培訓，9人沒有接受相關培訓。這9名教師不需要回答有關教師培訓的問卷問題，直接跳至問卷題10繼續作答。

表1：問卷數據統計

收回問卷	352份
有效問卷	349份
實行STEM教育的教師	342人
接受STEM教育培訓的教師	333人

附錄4作第二章結果分析的問卷數據補充。表2至表4是實行STEM教育的受訪者背景資料，補充了第二章「2.1報告的研究方法」問卷受訪者背景資料的統計結果。

表5至表7補充了第二章2.2.6的數據，是問卷題6的結果，提及受訪者對培訓機構的STEM教育服務之評價，以及部分受訪者填寫的其他培訓機構與相應之評價。

表8補充了第二章2.2.8有關準教師STEM教育培訓的數據。

表9是第二章2.2.7統計節錄的原表，展示中小學受訪教師曾接受的STEM知識培訓內容。

表10是第二章2.3.1統計節錄的原表，展示中小學受訪教師希望接受的STEM教育知識培訓內容。

補充「2.1報告的研究方法」問卷受訪者背景資料¹

表2：實行STEM教育的受訪者資料

N=342

教學年資	數字	百分比
6-10年	102	29.82%
1-5年	78	22.81%
11-15年	49	14.33%
16-20年	42	12.28%
21-25年	39	11.40%
26-30年	18	5.26%
31-35年	11	3.22%
36年或以上	3	0.88%
合計	342	100.00%

¹ 見第二章「2.1報告的研究方法」，「量化的問卷調查」。

續表2：實行STEM教育的受訪者資料

N=342

任教學校類型	數字	百分比
津貼學校	192	56.14%
直接資助學校	67	19.59%
官立學校	46	13.45%
私立學校	37	10.82%
合計	342	100.00%

任教學校屬於	數字	百分比
小學	154	45.03%
中學	188	54.97%
合計	342	100%

表3：實行STEM教育的受訪中學教師教授之科目

N=188

科目	數字	百分比
資訊科技/電腦	80	23.74%
科學	63	18.69%
數學	52	15.43%
設計與應用科技	43	12.76%
STEM科（學校獨立成科）	39	11.57%
通識/公民與社會發展科	20	5.93%
個人、社會及人文教育	13	3.86%
中國語文	11	3.26%
英國語文	10	2.97%
藝術	6	1.78%
合計	337	100.00%

數據來自「可多選」題目，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本個人資料部分題2。

表4：實行STEM教育的受訪小學教師教授之科目

N=154

科目	數字	百分比
常識	105	26.85%
資訊科技/電腦	79	20.20%
數學	78	19.95%
STEM科（學校獨立成科）	27	6.91%
科學	24	6.14%
英國語文	22	5.63%
藝術	18	4.60%
中國語文	17	4.35%
設計與應用科技	9	2.30%
通識/公民與社會發展科	7	1.79%
個人、社會及人文教育	3	0.77%
體育	1	0.26%
普通話	1	0.26%
合計	391	100.00%

數據來自「可多選」題目，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本個人資料部分題2。

補充第二章2.2.6教師培訓機構的評價數據²

表5：受訪者就機構所提供的STEM教育培訓之評價（百分比展示）

N=333

評價	大學/大專院校	特區政府及組織	由教師成立的組織	非牟利團體	任教學校	私人企業	網上自學資源
很好	18.02%	12.01%	9.01%	3.60%	7.21%	5.41%	4.80%
好	61.26%	59.46%	50.75%	31.53%	47.75%	38.74%	35.74%
一般	14.71%	23.72%	18.92%	35.44%	34.53%	32.13%	43.24%
差	0.60%	0.60%	1.50%	3.90%	3.60%	1.20%	3.90%
很差	0.60%	0.90%	0.60%	1.20%	0.60%	0.90%	0.90%
沒有參與	4.80%	3.30%	19.22%	24.32%	6.31%	21.62%	11.41%
合計	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

² 見第二章「2.2推行特點與培訓現況」，2.2.6的分析。

表6：受訪者提供的其他STEM教育培訓機構與評價

受訪者羅列的其他機構	質素評價
境外，台灣的培訓	很好
書籍	很好
Many STEM Service providers (眾多STEM教育服務的提供者)	一般
通常參加比賽由主辦單位提供培訓及自學	好

表7：部分受訪者填寫曾參與的STEM教育培訓機構名稱

分類	部分受訪者填寫的機構
大學/大專院校	香港大學、香港中文大學、香港浸會大學、香港教育大學、職業訓練局
特區政府及組織	教育局、香港生產力促進局
由教師成立的組織	資訊科技教育領袖協會 (AiTLE)、香港教育電腦學會 (HKACE)
非牟利團體（非教師成立）	香港青年協會、蒲窩青少年中心、香港新一代文化協會科學創意中心、香港科技創新教育聯盟、Hour of Code Hong Kong Meetup
私人企業	香港電訊 (HKT)、蘋果公司 (Apple)、尊科 (Trumpteck)、出版社
網上自學資源	Coursera, Mooc, Eclass
社會企業	人工智能及社會智慧教育機構 (AISIA)

補充第二章2.2.8準教師STEM教育培訓數據³

表8：就大學準教師課程，受訪者認為有否足夠的STEM教育培訓

N=342

有否足夠	數字	百分比
不了解	72	21.05%
一般	115	33.63%
足夠	21	6.14%
不足夠	134	39.18%
合計	342	100.00%

³ 見第二章「2.2推行特點與培訓現況」，2.2.8的分析。

第二章2.2.7曾接受的STEM知識培訓內容統計結果原表⁴

表9：受訪者曾接受的STEM知識培訓內容（中小學教師） N=333

培訓內容	數字	選擇該項佔回答總人數的百分比
計算思維及編程	229	68.77%
跨學科課堂設計	205	61.56%
人工智能	200	60.06%
教學理論	161	48.35%
本地/境外教學經驗分享	149	44.74%
電子工程（電路板、馬達、傳感器、機械製作等）	148	44.44%
3D模型建立及打印	147	44.14%
無人機	135	40.54%
設計思維	135	40.54%
虛擬/擴增實境	126	37.84%
物聯網	121	36.34%
綜合科學（科學實驗設計、水耕和魚菜共生等）	115	34.53%
鐳射切割	84	25.23%
數學	77	23.12%
多媒體設計（插畫設計、影片剪輯等）	73	21.92%
網絡安全	68	20.42%
電腦輔助設計（CAD）	57	17.12%
工程	53	15.92%
工藝設計及製作（木工、金屬設計等）	52	15.62%
雲端計算	44	13.21%
其他：天文，古代科技	1	0.30%
其他：電子商貿及企業家創業	1	0.30%

數據來自「可多選」題目，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本題8。
此表每項的百分比是該選項佔回答總人數（333人）的百分比。
培訓內容包括校內外工作坊、分享、課程和研討會等。

⁴ 見第二章「2.2推行特點與培訓現況」，2.2.7的分析。

第二章 2.3.1 希望接受的STEM知識培訓內容統計結果原表⁵

表10：受訪者希望接受的STEM知識培訓內容（中小學教師） N=342

培訓內容	數字	選擇該項佔回答總人數的百分比
人工智能	187	54.68%
虛擬/擴增實境	157	45.91%
跨學科課堂設計	144	42.11%
計算思維及編程	137	40.06%
設計思維	132	38.60%
物聯網	129	37.72%
3D模型建立及打印	121	35.38%
無人機	113	33.04%
本地/境外教學經驗分享	112	32.75%
教學理論	102	29.82%
電子工程（電路板、馬達、傳感器、機械製作等）	99	28.95%
綜合科學（科學實驗設計、水耕和魚菜共生等）	98	28.65%
鐳射切割	92	26.90%
多媒體設計（插畫設計、影片剪輯等）	80	23.39%
工程	76	22.22%
工藝設計及製作（木工、金屬設計等）	73	21.35%
雲端計算	67	19.59%
電腦輔助設計（CAD）	58	16.96%
網絡安全	55	16.08%
數學	55	16.08%
目前已有足夠培訓項目	35	10.23%
無意參與培訓	13	3.80%
其他：電子商貿，企業家創業及知識產權	1	0.29%
其他：元宇宙	1	0.29%
其他：apps如何應用於教學，如測量溶液顏色深淺	1	0.29%

數據來自「可多選」題目，見「附錄3：問卷樣本與訪談大綱」問卷樣本題10。
此表每項的百分比是該選項佔回答總人數（342人）的百分比。
培訓內容包括校內外工作坊、分享、課程和研討會等。

⁵ 見第二章「2.3培訓內容與改進之處」，2.3.1的分析。

表1：受訪學者與業界代表背景資料

江紹祥教授	香港教育大學電子學習與數碼能力研究講座教授、人工智能及數碼能力教育中心總監 ● 現正主持一個自2016年開展的國際研究項目，名為「賽馬會運算思維教育」計劃 (CoolThink@JC)，推動運算思維發展和編程教育。
楊志豪博士	香港教育大學副教授、博文及社會科學學院署理副院長（學術質素保證及提升）； 科學與環境學系副系主任（研究及研究課程） ● 負責香港教育大學「STEM教育文學碩士」課程、短期的STEM教育進修課程
梁敏儀女士	工程師、香港工程師學會公共事務委員會主席

表2：受訪小學教師任教學校

學校類型	數量（間）
資助小學	5
私立小學	2
合計	7

表3：受訪中學教師任教學校

學校類型	數量（間）
資助中學	10
直資中學	2
合計	12

表4：受訪小學教師背景資料

受訪編號	任教科目	教學年資	學校推行STEM情況
小學老師1	電腦科	不詳	推行STEM教育約9年 獨立成科 ● 全校推行。電腦科改名超學科，進行STEM教育，每星期兩堂，結合常識、數學和其他科目的知識內容。
小學老師2	常識	總教學年資不詳； 實行STEM教育8年； 科主任	推行STEM教育約12年 跨學科+活動周 ● 全校推行，在常識科和電腦進行STEM教育。 ● 小五小六有科學創作課程，學生自訂題目研究。 ● 課外有STEM周，每年主題不同。
小學老師3	中文、 普通話	總教學年資26年； 課程主任，統籌校內 STEM教育事務	推行STEM教育約7年 跨學科+獨立成科+活動日 ● 全校推行，常識和電腦科進行STEM教育，常識科教材用三年時間重新編寫與試驗，諮詢大學教授意見。 ● 有Young Maker課程，每星期一堂，延伸常識或電腦科課題。 ● 課外有科技日（STEM Day），學生用常識、電腦科的知識，設計作品解難。
小學老師4	不詳	總教學年資10年； 實行STEM教育6年	推行年數不詳 獨立成科+跨學科+課外活動 ● 全校推行。小一小二有森林學校課程。小三每週一堂STEM課，以專題研習探索科技課題。 ● STEM融入小四至小六其他科目，常識科主要實行。 ● 課外活動設「STEAM創科小組」。
小學老師5	電腦科； 數學；常識	總教學年資15年； 實行STEM教育10年	推行年數不詳 獨立成科+跨學科 ● 全校推行。將電腦科改為STEM科，以電腦科技為主要內容，小三至小六會有STEM科。 ● 常識科加入STEM教育元素。
小學老師6	常識； 電腦科	總教學年資14年； 實行STEM教育10年	推行年數不詳 活動周 ● 設STEM專題演習周，一年一次全校進行，一周內完成專題研究，每年主題不同，涉及編程、科學、動手製作等。
小學老師7	數學；常識； 創意科技科 (STEM獨立 成科)	總教學年資8年； 實行STEM教育6年	推行STEM教育約5年 獨立成科 ● 一開始便獨立成科，將電腦科改為創意科技科。STEM課程以數學知識為核心設計，電腦知識作「動手做」技能，摸索出課程方向：由二維到三維，由手作到機作。

(此表顯示受訪時間2022年的資料)

表5：受訪中學教師背景資料

受訪編號	任教科目	教學年資	學校推行STEM情況
中學老師1	物理、數學、電腦科	總教學年資不詳； 實行STEM教育6年	香港首四間「STEM實驗學校」之一 跨學科+課外活動 ● 初中科學科、創客科（原為電腦科）進行，有跨學科合作，共同完成教學主題。 ● 高中以課外活動進行。
中學老師2	初中科學	總教學年資不詳； 實行STEM教育5年	
中學老師3	數學	總教學年資不詳； 實行年數不詳	推行STEM教育約7年 跨學科+課外活動 ● 主要在科學科進行，中四級設計了涉及科學、數學、經濟、資訊科技的校本課程。 ● 課外設STEM話劇，不限年級，有興趣者可參與。
中學老師4	科學	總教學年資不詳； 實行年數不詳	
中學老師5	電腦	總教學年資不詳； 實行年數不詳	在推行STEM教育約6年 跨學科 ● 在初中推行，有跨學科合作。如數學和科學科教授知識理論，電腦和設計與應用科動手實踐。
中學老師6	科學、數學、電腦、設計與科技	總教學年資逾20年； 實行STEM教育7年	
中學老師7	電腦科、高中資訊及通訊科技	總教學年資18年； 實行STEM教育8年	推行年數不詳，政策前已實踐STEM相關的教學理念 跨學科+獨立成科+課外活動 ● 中一至中五視乎學生能力和社會議題，設計跨學科教案。 ● 中五每循環周有一堂STEM課，做STEM有關專題研習。 ● 有STEM相關的課外活動
中學老師8	英文、初中電腦科	總教學年資17年； 實行STEM教育1年	推行年數不詳 獨立成科 ● 於初中以專題研習形式推行，各科教師合作準備不同主題的教學。
中學老師9	電腦	總教學年資不詳； 實行年數不詳	推行年數不詳 獨立成科 ● 初中推行，剛將STEM獨立成科，學校自行編排課程。
中學老師10	科學	總教學年資不詳； 實行年數不詳	推行年數不詳 課外活動 ● 自2018年起參加校外STEM比賽。

(此表顯示受訪時間2022年的資料，部份教師來自同一學校)

續表5：受訪中學教師背景資料

受訪編號	任教科目	教學年資	學校推行STEM情況
中學老師11	初中電腦；中三STEM獨立成科	總教學年資1年3個月； 實行STEM教育1年3個月； 助理教師	推行STEM教育約3年 跨學科+獨立成科 ● 初中推行，中一至中二在電腦科教授知識與動手做。 ● 中三獨立成科，以專題研習教授產品製作和企業家精神。
中學老師12	化學	總教學年資12年； 實行STEM教育5年	推行STEM教育約4年 獨立成科+課外活動 ● 中三設STEM專題研習作跨學科教學。 ● 課外活動有創科學會，着重科學。
中學老師13	設計與應用科技	總教學年資11年； 實行STEM教育10年	推行年數不詳 跨學科+活動周+課外活動 ● 正規課程加入STEM元素，以專題研習作跨學科教學。 ● 設有「數理科技周」，全校參與。 ● 課外活動有STEM學會，砌機械人為主；與外間機構合作舉辦STEM活動予社區的小學。
中學老師14	初中綜合科學；高中生物科；獨立成科的STEM	總教學年資14年； 實行STEM教育10年	推行STEM教育約10年 獨立成科 ● 跨學科專題研習方式全校推行；高中生非選修三科，可選讀STEM科，製作產品。
中學老師15	電腦科	總教學年資11年； 實行STEM教育11年	推行年數不詳 跨學科+課外活動 ● 初中科學科、電腦科跨科協作，科學以動手實驗為主，電腦科教授編程技巧。 ● 挑選優秀學生參加校外比賽。

(此表顯示受訪時間2022年的資料)

中文文獻

香港特區政府

- 《行政長官2022年施政報告》，2022年10月19日。
- 《行政長官2023年施政報告》，2023年10月25日。
- 《行政長官2023年施政報告：政策措施》，2023年10月25日。
- 《財政預算案演講辭》，2019年2月27日。
- 《財政預算案演講辭》，2023年2月22日。
- 香港考試及評核局：〈考試統計資料〉，考評局網頁，www.hkeaa.edu.hk/tc/hkdse/assessment/exam_reports/exam_stat/，2023年8月15日讀取。
- 香港電台：〈常識科分拆為科學科和人文科 科學科分4大範疇共15個主題〉，香港電台網站，2023年11月8日，news.rthk.hk/rthk/ch/component/k2/1726935-20231108.htm，2023年12月28日讀取。
- 教育局：《立法會教育事務委員會：推動 STEM 教育工作進展及相關加強的支援措施（討論文件）》，2020年7月3日。
- 教育局：《立法會教育事務委員會：於中小學推動STEAM教育（討論文件）》，2023年2月3日。
- 教育局：《教育局通告第8/2019號：特殊教育需要統籌主任》，2019年3月29日。
- 教育局：《教育局通函19/2022號：校本支援服務（2022/23）中學、小學及特殊教育》，2022年4月20日。
- 教育局：《教育局通告第 6/2020 號：落實教師專業發展專責小組的建議》，2022年6月10日。
- 教育局：《教育局通函第150/2022號：為資助小學提供聘任彈性以推動STEAM教育》，2022年8月25日。
- 教育局：《教育局通函第 177/2023 號：中小學創新工程教育計劃（2023/24）》，2023年9月27日。
- 教育局：《教育局通函第 86/2023 號：創新科技教育課程單元—「高小增潤編程教育課程單元」及「初中人工智能課程單元」教師專業培訓》，2023年5月19日。
- 教育局：〈培訓行事曆〉，教育局網頁，tcs.edb.gov.hk/tcs/publicCalendar/start.htm，2023年9月4日讀取。
- 教育局：〈教師註冊〉，教育局網頁，2022年10月13日，www.edb.gov.hk/tc/teacher/qualification-training-development/qualification/teacher-registration/index.html，2023年9月4日讀取。
- 教育局：〈創新科技教育〉，教育局網頁，2023年6月19日，www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/technology-edu/resources/InnovationAndTechnologyEducation/resources.html，2023年9月4日讀取。
- 教育局：〈有關STEAM教育〉，STEAM教育網頁，stem.edb.hkedcity.net/zh-hant/about-steam/，2023年10月15日讀取。
- 〈教育局接納學校課程檢討專責小組方向性建議〉，新聞公報網頁，2020年12月9日，www.info.gov.hk/gia/general/202012/09/P2020120900547.htm，2023年5月19日讀取。
- 課程發展議會：《推動STEM教育—發揮創意潛能（概覽）》，2015年11月。
- 課程發展議會：《計算思維——編程教育：小學課程補充文件》，2020年。
- 課程發展議會：《小學教育課程指引（試行版）》，2022年。
- 學校課程檢討專責小組：《最後報告：優化課程迎接未來 培育圈人啟迪多元》，2020年9月。
- 政府資訊科技總監辦公室：〈學校IT創新實驗室計劃申請程序：小學申請〉，2021年10月27日，www.it-lab.gov.hk/tc/application_guideline_know-it.php，2023年10月15日讀取。
- STEM教育中心：〈STEM教育中心簡介〉，中心網頁，web.archive.org/web/20240223041314/https://www.atec.edu.hk/stemcentre/，2024年2月23日讀取。

香港立法會

- 立法會秘書處資料研究組：《研究簡報2019-2020年度第3期：培育本地人才》，2020年6月1日。
- 立法會秘書處資料研究組：《資料摘要：選定地方的STEAM教育推廣措施》，2023年4月27日。
- 〈立法會十七題：推廣STEM教育〉，新聞公報網頁，2020年10月21日，www.info.gov.hk/gia/general/202010/21/P2020102100415.htm，2023年10月6日讀取。
- 〈立法會七題：推動STEAM教育〉，新聞公報網頁，2022年11月16日，www.info.gov.hk/gia/general/202211/16/P2022111600326p.htm，2023年12月28日讀取。
- 〈立法會十七題：高中四個核心科目優化措施〉，新聞公報網頁，2023年3月15日，www.info.gov.hk/gia/general/202303/15/P2023031500240.htm，2023年9月4日讀取。
- 〈立法會：教育局局長就「優化創科教育，加強培育本地創科人才」議員議案開場發言（只有中文）〉，新聞公報網頁，2023年7月6日，www.info.gov.hk/gia/general/202307/06/P2023070600459.htm，2023年12月28日讀取。

書籍與報告

- 香港教育工作者聯會：《學校推行STEM教育的情況問卷調查》，2019年10月10日。
- 香港教育工作者聯會：《前線STEM教師支援政策研究報告》，2018年。
- 高寶玉：〈香港STEM教育的挑戰及國際經驗的啟示〉，載高寶玉、賴明珠主編：《香港STEM教育：理論與課堂實踐》，香港：香港教育大學卓越教學發展中心，2020年。
- 馮智政、朱勉：《推動STEM+教育：STEM教育的在地化與頂層設計》，香港：香港政策研究所有限公司，2017年。
- 鄭葳：〈國際STEAM教育發展流脈〉，載鄭葳著：《中國STEM教育發展報告》，北京：科學出版社，2022年。

報紙

- 明報新聞網：〈20小學常識科率先試教增潤科學教育局視乎反應探討高小設科學科〉，明報網頁，2022年11月2日，news.mingpao.com/pns/%E6%95%99%E8%82%B2/article/20221102/s00011/1667323826019/教局先導計劃-探討高小設科學科，2023年10月6日讀取。
- 星島日報：〈教院新辦文憑課程培訓設計科技教師〉，雅虎新聞網頁，2016年2月17日，web.archive.org/web/20240304095004/https://hk.news.yahoo.com/%E6%95%99%E9%99%A2%E6%96%B0%E8%BE%A6%E6%96%87%E6%86%91%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E5%9F%B9%E8%A8%93%E8%A8%AD%E8%A8%88%E7%A7%91%E6%8A%80%E6%95%99%E5%B8%AB-215523598.html?guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xILmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAABaYVox021VbZgKi3wZ4ow_yZjhmXWcuAtOslZr-SG2AwIVoe8jY-cZcbRnxdd0CX-08xfQtrEdVLf4FH1GVOrih91Z-tOIVofzSECXBCrdgeLnVFC4srNcku0FAN-y4KrzC2THVXqU4AUF7JEqYvnSu3YiuG-clD5pzAbNjNLUc2Z&guccounter=2，2023年10月6日讀取。
- 星島日報：〈ICT課程新課綱出爐 編程必修課時倍增〉，星島教育網頁，2020年8月12日，stedu.stheadline.com/sec/article/23841/-教育要聞-ICT課程新課綱出爐-編程必修課時倍增%205，2023年5月19日讀取。
- 〈香港教育大學創辦全港首個專注於 STEM教育的文學碩士課程〉，明報JUMP網頁，2021年5月21日，web.archive.org/web/20240227023646/https://jump.mingpao.com/career-news/market-trends/self-enhancement/%E9%A6%99%E6%B8%AF%E6%95%99%E8%82%B2%E5%A4%A7%E5%AD%B8%E5%89%B5%E8%BE%A6%E5%85%A8%E6%B8%AF%E9%A6%96%E5%80%8B%E5%B0%88%E6%B3%A8%E6%96%BC-stem%E6%95%99%E8%82%B2%E7%9A%84%E6%96%87%E5%AD%B8%E7%A2%A9/，2023年8月29日讀取。

黃小冰：〈港生閱讀能力全球第11位創新低 科學排名回升至第7位〉，香港經濟日報網頁。2023年12月5日，topick.hket.com/article/3665593/【PISA】港生閱讀能力全球第11位創新低%E3%80%80科學排名回升至第7位，2023年12月28日讀取。

馮琪雅：〈八大入學要求 M1或M2列選修科 學界歡迎 鼓勵修讀助推動STEM教育〉，《香港經濟日報》，2021年5月26日，頁A14。

盧勁揚、蕭輝浩：〈資深校長李志文倡中學加強數學元素小學設教席專門統籌〉，香港01網頁，2022年11月4日，www.hk01.com/article/828789?utm_source=01articlecopy&utm_medium=referral，2023年9月4日讀取。

其他

中大賽馬會智為未來計劃：〈關於我們〉，中大賽馬會智為未來計劃網頁，cuhkjc-aiforfuture.hk/index.php/about-us-2/，2023年6月29日讀取。

香港中文大學：〈課程一覽：學習設計與科技〉，香港中文大學網頁，2023年，<https://admission.cuhk.edu.hk/tc/programme/ldten/>，2023年12月18日讀取。

香港教育大學：〈BWP129 教師專業進修課程證書 (小學STEM教育的課程設計、教學法及評估)〉，香港教育大學網頁，2023年，www.apply.eduhk.hk/pdp/zh-hant/programmes/bwp129，2023年10月6日讀取。

香港教育大學：〈CWP008 教師專業進修課程證書 (資訊科技結合科學探究)〉，香港教育大學網頁，2023年，www.apply.eduhk.hk/pdp/zh-hant/programmes/cwp008，2023年10月6日讀取。

香港青年協會：〈創意編程設計大賽2023/2024〉，青年協會網頁，2024年，web.archive.org/web/20240223040852/https://ce.hkfyg.org.hk/teachers-zone/competition/ccc/，2024年2月23日讀取。

陳鶴安：〈香港小學常識科新課程的來龍去脈〉，現代教育研究社網頁，web.archive.org/web/20240304094010/https://www.mers.hk/platform/prigs/resources/sec01_bk02/index.html，2023年10月6日讀取。

黃志堅：〈STEM教育X中國語文教育〉，香港教育大學「STEAM蒸蒸日上：生活中的數理人文」計劃專家學者講座網頁，2020年3月20日，www.eduhk.hk/steam/view.php?secid=53493，2023年8月30日讀取。

數碼港：〈數碼港與教育局協作 推創新科技專業培訓課程〉，數碼港網頁，2022年9月22日，web.archive.org/web/20240227030038/https://cyberport.hk/files/632d2b1e892f5861509641/20220922_Cyberport_Train%20the%20Trainer_Press%20Release_TC_final.pdf，2023年9月4日讀取。

賽馬會運算思維：〈我們的使命〉，賽馬會運算思維教育網頁，www.coolthink.hk/about-us/，2023年10月6日讀取。

優質教育基金：〈基金主題網絡〉，優質教育基金網上資源中心，qcrc.qef.org.hk/tc/fund/activity_detail.php?cate=4&id=464，2023年10月6日讀取。

優質教育基金：〈優質教育基金主題網絡計劃——大專院校「STEAM」搜尋結果〉，優質教育基金網上資源中心，qcrc.qef.org.hk/tc/fund/activity.php?cate=7&query=STEAM&filter_submit=%E6%90%9C%E5%B0%8B，2023年12月28日讀取。

優質教育基金秘書處：〈價格標準 (僅供參考)〉，優質教育基金網頁，2023年4月，www.qef.org.hk/tc/application_guide/files/pricing_standards.pdf，2023年9月4日讀取。

英文文獻

Aguilera, David, and Jiro Ortiz-Revilla. "STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review." *Education Science* 11(2021): 331-44. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>.

Akerson, Valarie L., Angela Burgess, Alex Gerber, Meize Guo, Taufiq Kahn, and Steven Newman, eds. "Reflection on Part I: Natures of the Disciplines that Make up STEM." In *Critical Question in STEM Education*, edited by Valarie L. Akerson and Gayle A. Buck, 251-52. Switzerland: Springer, 2022.

Backes, Ben, Dan Goldhaber, Whitney Cade, Kate Sullivan, and Melissa Dodson, eds. "Can UTeach? Assessing the Relative Effectiveness of STEM Teachers." *Economics of Education Review* 64 (2018): 184-98. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2018.05.002>.

Best College Reviews. "What is Project Lead the Way?" Last modified November 8, 2022. <https://web.archive.org/web/20240110093632/https://www.bestcollegereviews.org/faq/project-lead-way/>.

Blackley, Susan, and Jennifer Howell. "A STEM Narrative: 15 Years in the Making." *Australian Journal of Teacher Education* 40, no.7 (2015):102-12. <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2015v40n7.8>.

Boğar, Yurdagül, and Jari Lavonen. "Status and Trends of STEM Education in Finland." In *Status and Trends of STEM Education in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*, edited by Yi-Fang Lee, Lung-Sheng Lee and Shan-Yuan Chuang, 45-95. Taiwan: Technological and Vocational Education Research Center and K-12 Education Administration, 2022.

Bybee, Rodger W. *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Virginia: National Science Teachers Association, 2013.

Chan, Kennedy Kam Ho, Yi-Fen Yeh, and Ying-Shao Hsu. "A Framework for Examining Teachers' Practical Knowledge for STEM teaching." In *Asia-Pacific STEM Teaching Practices: From Theoretical Frameworks to Practices*, edited by Ying-Shao Hsu and Yi-Fen Yeh, 39-50. Singapore: Springer, 2019.

Daugherty, Michael K. "The Prospect of an 'A' in STEM Education." *Journal of STEM Education* 14, no.2 (2013): 10-15.

Drew, Chris. "What is Finland's Phenomenon-based Learning Approach?" Last modified March 3, 2020. https://web.archive.org/web/20240111070138/https://www.teachermagazine.com/au_en/articles/what-is-finlands-phenomenon-based-learning-approach.

EiE. "Professional Development." Accessed May 20, 2023. <https://www.eie.org/professional-development>.

Enderson, Mary C., Philip A. Reed, and Melva R. Grant. "Secondary STEM Teacher Education." In *Handbook of Research on STEM Education*, edited by Carla C. Johnson, Margaret J. Mohr-Schroeder, Tamara J. Moore and Lyn D. English, 349-60. New York: Routledge Taylor & Francis, 2020.

Estévez-Mauriz, Laura, and Roberto Baelo, "How to Evaluate the STEM Curriculum in Spain?" *Mathematics* 9, no.236 (2021):1-17. <https://doi.org/10.3390/math9030236>.

Handelsman, Jo, and Megan Smith. "STEM for All." Last modified February 11, 2016. <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all>.

Hong, Oksu. "STEAM Education in Korea: Current Policies and Future Directions." *Asian Research Policy* 8, no.2 (2017): 92-102. https://www.researchgate.net/profile/Oksu-Hong/publication/328202165_pdf.

Innokas. "Innovation in Finnish Schools." Last modified 2023. <https://www.innokas.fi/en/intro-activity/>.

Issuu. "PLTW 2022 Annual Report." Last modified December 9, 2022. https://issuu.com/pltworg/docs/2022_annual_report.

- Jong, Morris- Siu-Yung, Yanjie Song, Elliot Soloway, and Cathleen Norris. "Editorial Note: Teacher Professional Development in STEM Education." *Educational Technology & Society* 24, no.4 (2021): 81-85.
- Kang, Nam-Hwa. "A Review of the Effect of Integrated STEM or STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Education in South Korea." *Asia-Pacific Science Education* 5, no.6 (2019):1-22. <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. "Learning Standards Framework of STEAM Classes." Accessed June 9, 2023. https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11269&langs=eng.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. "STEAM Class Checklist-Is My Class a True STEAM Class?" Accessed June 9, 2023. https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11269&langs=eng.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. "교수학습자료." Accessed March 13, 2024. <https://web.archive.org/web/20240313044430/https://steam.kofac.re.kr/learning/curriculum/list/menu/219>.
- Lim, Tit Meng, Chester Y. T. Ong, Vincent C. H. Ng, Cindy L. P. Tiong, Yew Hock Tan, and Me Lan Ong. "STEM Education in Singapore." *Journal of Youth Studies* 21, no.1 (January 2018):116-30
- LUMA Centre Finland. "About Us." Accessed May 22, 2023. <https://www.luma.fi/en/centre/>.
- LUMA Centre Finland. "About StarT." Accessed May 22, 2023. <https://start.luma.fi/en/about-start/>.
- LUMA Centre Finland. "The International StartT Competition." Accessed August 22, 2023. <https://web.archive.org/web/20240223042430/https://start.luma.fi/en/start-programme/start-competition/>.
- LUMA Centre Finland. "Administration of the LUMA Centre Finland." Accessed August 24, 2023. <https://web.archive.org/web/20240223024607/https://www.luma.fi/en/centre/administration/>.
- Ministry of Education Singapore. "Subjects for Express Course: Applied Learning Programme." Last modified March 13, 2024. [https://www.moe.gov.sg/secondary/courses/express/electives?term=Applied%20Learning%20Programme%20\(ALP\)](https://www.moe.gov.sg/secondary/courses/express/electives?term=Applied%20Learning%20Programme%20(ALP)).
- Moore, Tamara J., Amanda C. Johnston, and Aran W. Glancy. "STEM Integration: A Synthesis of Conceptual Frameworks and Definitions." In *Handbook of Research on STEM Education*, edited by Carla C. Johnson, Margaret J. Mohr-Schroeder, Tamara J. Moore and Lyn D. English, 3-16. New York: Routledge Taylor & Francis, 2020.
- Mun, Jiyeong, and Sung-Won Kim. "STEAM Education in Korea: Enhancing Students' Abilities to Solve Real-World Problems." In *Concepts and Practices of STEM Education in Asia*, edited by M.M.H. Cheng, Cathy Bunting and Alister Jones, 199-215. Springer: Singapore, 2022. <https://www.researchgate.net/publication/364472509>.
- National Science Foundation. *Undergraduate Science, Mathematics and Engineering Education*. 1986. <https://www.nsf.gov/nsb/publications/1986/nsb0386.pdf>
- National Science Foundation. *Shaping the Future: New Expectations for Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology*. 1996. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED404158.pdf>.
- Niemi, Hannele. "Teacher Professional Development in Finland: Towards a More Holistic Approach." *Psychology, Society & Education* 7, no.3 (2015): 279-294 <https://www.researchgate.net/publication/301225639>.
- OECD. "Country Note PISA 2018 Results: Hong Kong (China)." Last modified 2019. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_HKG.pdf.

- Perignat, Elaine, and Jen Katz-Buonincontro, "STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review." *Thinking Skills and Creativity* 31(2019): 31-43. doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002.
- President's Council of Advisors on Science and Technology. *Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) For America's Future*. September 2010. https://www.nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire--PCAST.pdf.
- Project Lead the Way. "Explore Curriculum." Accessed May 19, 2023. <https://www.pltw.org/curriculum>.
- Polytechnic Institute (WPI). "Project Lead the Way." Accessed May 19, 2023. <https://www.wpi.edu/academics/pre-collegiate/lead-the-way>.
- Reeve, Edward M. "Status and Trends of STEM Education in the United States of America." In *Status and Trends of STEM Education in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*, edited by Yi-Fang Lee, Lung-Sheng Lee and Shan-Yuan Chuang, 447-95. Taiwan: Technological and Vocational Education Research Center and K-12 Education Administration, 2022.
- Roberts, Thomas, Christa Jackson, Margaret J Mohr-Schroeder, Sarah B Bush, Cathrine Maiorca, Maureen Cavalcanti, D Craig Schroeder, Ashley Delaney, Lydia Putnam, and Chaise Cremeans, eds. "Students' Perceptions of STEM Learning after Participating in a Summer Informal Learning Experience." *International Journal of STEM Education* 5, no. 1 (November 2018): 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0133-4>.
- Sanders, Mark. "STEM, STEM Education, STEMmania." *The Technology Teacher* 68, no.4 (2009): 20-7. <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf>.
- Science Centre Singapore. "About Us at STEM Inc." Accessed May 22, 2023. <https://www.science.edu.sg/stem-inc/about-us/about-stem-inc>.
- Shaughnessy, J. Michael. "Mathematics in a STEM Context." *Mathematics Teaching in the Middle School* 18, no.6 (2013): 324-26. <https://doi.org/10.5951/mathteachmidscho.18.6.0324>.
- Symeonidis, Vasileios, and Johanna F. Schwarz. "Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology: The Recent Curriculum Reform in Finland." *Forum Oświatowe* 28, no.2 (2016): 31-47. http://www.edite.eu/wp-content/uploads/2017/11/Phenomenon-based-teaching-and-learning-through-the-pedagogical-lenses-of-phenomenology_The-recent-curriculum-reform-in-Finland.pdf.
- Tan, Aik-Ling and Tang Wee Teo. "Status and Trends of STEM Education in Singapore." In *Status and Trends of STEM Education in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*, edited by Yi-Fang Lee, Lung-Sheng Lee and Shan-Yuan Chuang, 259-304. Taiwan: Technological and Vocational Education Research Center and K-12 Education Administration, 2022.
- Teo, Tang Wee, and Ban Heng Choy. "STEM Education in Singapore." In *Singapore Math and Science Education Innovation: Beyond PISA*, edited by Oon Seng Tan, Ee Ling Low, Eng Guan Tay and Yaw Kai Yan, 43-59. Singapore: Springer, 2021.
- The Education University of Hong Kong. "Master of Arts in STEM Education." Accessed January 10, 2024. <https://mastem.eduhk.hk/>.
- Tytler, Russell. "STEM Education for the Twenty-First Century." In *Integrated Approaches to STEM Education: An international Perspective*, edited by Judy Anderson and Yeping Li, 21-43. Switzerland: Springer, 2020.
- World Intellectual Property Organization. "The Global Innovation Index 2022." Last modified 2022. <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2022-section1-en-gii-2022-at-a-glance-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf>.

香港科技創新教育聯盟簡介

香港科技創新教育聯盟（簡稱「聯盟」）成立於2018年，致力推動香港科技創新教育（STEM教育）發展，培養中小學生科學素養，鞏固學生科學知識，為香港未來發展成國際科創中心培育人才。聯盟定期舉辦科普講座和科創比賽，推行政策研究，以及加強聯繫中小學校師生，期望協助中小學普及STEM教育。

科普講座

聯盟致力建立中國科學專家與香港學校的聯繫平台，推廣科普教育。自2019年起，聯盟與中國科學院合辦「科創大講堂」，邀請中國科學院專家向香港中小學生進行科普講座，提升學生對科學技術的興趣。為加強科學專家與香港學校的交流，2022年「科創大講堂」設立香港學校「科學教育榮譽講師計劃」，計劃為期三年，邀請24位中國科學院院士，一對一配對24所香港中學，就學校科學與STEM教育的發展給予建議，並定期為學校開講科普講座。2023年聯盟舉辦首屆「未來香江」國際科創教育論壇，邀請了中國內地、香港、新加坡與以色列學者，於論壇作科創教育主題報告。同年亦有12位中國科學院院士專家來港，親身到35間香港中小學，為師生講解其研究範疇的科普知識，增進學生的科學素養。

科創比賽

聯盟自2019年起舉辦未來工程師大賽，鼓勵中小學生動手創作產品，以工程師的設計思維，解決生活問題。比賽邀香港三大工程師學會成員為評審，讓參賽學生有機會與工程師業界交流。2022年第四屆未來工程師大賽，聯盟與新鴻基地產新聞會聯合主辦，賽事以「改善生活的科創點子」為題，鼓勵中小學生發揮創意，以科技創新思維改善生活。2023年7月舉辦的第五屆未來工程師大賽，聯盟繼續與新鴻基地產新聞會合作，設立「綠色創科」、「藝術科技」與「智慧生活」三大主題，收到近300份作品，創歷屆新高。

政策研究

聯盟定期進行STEM教育的政策研究，向相關機構建言獻策，以推動本港的STEM教育發展。已出版的研究報告有2020年5月《培養香港青少年科技創新素養政策研究報告》，以及2021年12月《「融入灣區·裝備自我」：青年科創技能政策研究報告》。2023年10月發布了是次研究結果《「香港STEAM教育：中小學教師培訓」政策研究報告》。

學校聯繫

聯盟致力聯繫香港中小學，定期向學校會員寄送聯盟採訪編撰的《科學素養》季刊。現時《科學素養》特設「院士專訪」專題，專訪中國科學院院士，了解院士的學術之路，以及對STEM教育的看法。疫情後，聯盟定期舉辦STEM教育教師內地研習團。2023年10月，聯盟舉辦了「聯盟理事及校長上海訪問團」，為促進港滬兩地STEM教育交流。

聯盟官網：
<https://stem-alliance.org.hk>

聯盟Facebook：
<https://www.facebook.com/hkstemalliance>

聯盟YouTube：
<https://www.youtube.com/@hongkongstemeducationallia6521>



聯盟Facebook
二維碼



聯盟Youtube
二維碼

香港科技創新教育聯盟成員名單 第二屆理事會成員

榮譽會長	徐立之教授	香港科學院創院院長
會長	任詠華教授	香港大學化學系講座教授、中國科學院院士
副會長	陳漢夫教授	香港城市大學副校長（學生事務）
	黃錦輝教授	香港中文大學工程學院副院長、立法會議員
	鍾國輝工程師	香港工程師學會前會長
常務委員會主席	張澤松教授	香港城市大學協理學務副校長（數碼學習）、電機工程學系教授
常務委員會副主席	伍煥杰先生	香港教育工作者聯會副會長、培僑中學校長
	周文港博士	香港教育大學協理副校長（大學拓展）、立法會議員
	姜煒博士	香港城市大學電腦科學系副教授
	莊紹勇教授	香港中文大學學習科學與科技中心總監
	黃錦良先生	港區全國人大代表、香港教育工作者聯會主席、香港教育工作者聯會黃楚標學校校長
	鄧飛先生	香港教育工作者聯會副會長、立法會議員、將軍澳香島中學前校長
	蔡詩贊博士	香港理工大學設計學系助理教授
理事	方奕展先生	家庭與學校合作事宜委員會主席
	江紹祥教授	香港教育大學電子學習與數碼能力研究講座教授、人工智能及數碼能力教育中心總監
	朱嘉添先生	沙田培英中學校長、香港電腦教育學會主席
	李志文先生	東華三院辛亥年總理中學校長、香港數理教育學會主席
	李安迪先生	天主教領島學校校長
	林森博士	港專學院協理副校長
	郭永強先生	羅定邦中學校長
	陳偉佳博士	香港浸會大學附屬學校黃錦輝中小學總校長
	許振隆先生	香港教育工作者聯會黃楚標中學校長
	黃仲翹博士	香港電腦學會院士
	黃健威先生	資訊科技教育領袖協會主席
	湯修齊先生	香港道教聯合會副主席
	葉賜添博士	九龍城浸信會禧年（恩平）小學校監、香港培正中學前校長
	楊定邦先生	香港資優教育教師協會主席
	廖萬里先生	佛教茂峰法師紀念中學校長
劉振鴻先生	香港津貼中學議會主席	
劉鐵梅女士	樂善堂梁銜琚學校(分校)校長	
蕭觀明先生	香港科技大學創業中心主管	
鄭永榮先生	宣道會陳朱素華紀念中學校長	

(按姓氏筆劃序排列)

顧問委員會成員

支志明教授	中國科學院院士
沈祖堯教授	中國工程院院士
李焯芬教授	中國工程院院士
林家禮博士	香港數碼港管理有限公司董事局主席
陳新滋教授	中國科學院院士
楊振寧教授	諾貝爾獎物理學家

(按姓氏筆劃序排列)

企業專家顧問

郭基泓先生	新鴻基地產執行董事
-------	-----------

專家委員會

于常海教授	香港生物科技協會主席、香港測試和認證局主席
王素教授	中國教育科學研究院、中國STEM教育研究中心主任
李克東教授	中國教育技術協會、粵港澳促進STEM教育聯盟主席、華南師範大學教育技術研究所所長
李惠光先生	香港城市大學副校長 (行政)
余錫萬工程師	香港工程師學會前會長
姜冬梅博士	香港青少年科學院終身榮譽院長
韋東慶先生	港珠澳大橋管理局行政總監
馬紹良先生	鳳溪公立學校資深顧問

(按姓氏筆劃序排列)

香港教育工作者聯會（簡稱「教聯會」）成立於1975年4月，一直堅持「愛國愛港」立場，本着「凝聚專業，服務同工」精神，以理性務實態度促進香港教育事業發展，由吳康民校長創會。本會第二十屆理事會會長為劉智鵬教授，主席為黃錦良校長，服務對象是全港教育工作者及學校，目前會員人數已超過55,000人，涵蓋2,000多間大專院校、中學、小學、幼稚園及特殊學校。

未來本會將會爭取更多高等院校教師、中小學及幼稚園校長和教師加入教聯會，務求令會員光譜更闊。多年來，本會積極開展香港與內地的教育交流與合作，與國家教育部及內地各省、市的教育部門、工會等也建立了良好關係。本會亦繼續承辦教育局「姊妹學校締結計劃」，為參與締結的學校提供專業支援，目前經本會締結的姊妹學校已超過1,200對。

教聯會會員服務中心，於2022年年中遷往旺角上海街698號美觀文化薈，分別在四樓及五樓設立「教師生活館」與「教育培訓交流中心」。四樓的「教師生活館」為HK購會員服務中心，以優惠價售賣各類型產品，支援教師日常生活所需，提供多元購物體驗。五樓為「教育培訓交流中心」，為準教師、新入職教師、現職教師、中層管理人員、校長及校董提供教育講座和專業認證課程，提供全方位專業支援。

為了加強支援教育界推動愛國及國家安全教育，本會於2022年1月獲香港特別行政區政府支持，成立「愛國教育支援中心」，現已投入服務。除接待全港中小學及幼稚園教師和學生參訪外，中心還定期舉辦不同類型的學生學習活動及教師培訓課程，支援全港學校的愛國教育工作。

政策倡議方面，教聯會密切關注香港教育發展，經常就教育議題進行調查研究及提出政策倡議。過去成功爭取的項目包括：落實中小學教師全面學位化、推行「一校一行政主任」、增加小學中層人手、改善中小學班師比例等。本會三位立法會議員劉智鵬教授（選舉委員會）、鄧飛校長（選委會界別）和朱國強校長（教育界），在議會反映業界的意見，努力維護教育專業。同時，本會多位理事擔任政府諮詢委員會委員，從專業角度推動政府有效施政。本會亦重視同工意見，積極為同工爭取權益，並通過「香港教育工作者工會」，向廣大會員教師提供所需的支援和服務。

教聯會官網：
<https://hkfew.org.hk/>

教聯會Facebook：
https://www.facebook.com/hkfew/?locale=zh_HK

教聯會YouTube：
<https://www.youtube.com/@HKFEWvideo>



教聯會Facebook
二維碼



教聯會Youtube
二維碼

請掃描二維碼
參閱聯盟官網



☎ (852) 3707 1149

📞 (852) 2152 9984


✉ admin@stem-alliance.org.hk

📍 九龍旺角道 33 號凱途發展大廈 17 樓
17/F, Bright Way Tower, 33 Mongkok Road, Kowloon, Hong Kong

 香港科技創新教育聯盟
@hkstemalliance

 香港科技創新教育聯盟
Hong Kong STEM Education Alliance

 香港教育工作者聯會
@hkfew

 香港教育工作者聯會 @hkfewhk