

香港教育工作者聯會

凝聚專業 服務同工

摘要

STEM 教育是在全球生產力踏入另一歷史階段的產物，各地均大力推動，全力迎戰。相對其他地區，香港起步明顯較遲，特區政府尚未就 STEM 教育制訂具體的實施及教學支援措施。本研究試圖參考美國、英國、南韓、中國、芬蘭及新加坡等地經驗，再根據香港前線 STEM 教師的教學情況，分析如何在港通過制訂政策措施，支援 STEM 教師有效地推行 STEM 教育。

本研究同時採用量化的問卷調查，以及講求資料深度及豐富度的深入訪談方法，了解（一）STEM 教育在港的開展情況；（二）STEM 教師在教學上遇到的挑戰；（三）支援 STEM 教師，有效地在港推動 STEM 教育的政策措施。

研究發現受訪中小學普遍採取多種形式進行 STEM 教育，由於課時得來不易，STEM 教師備課時間長，亦需絞盡腦汁；即使如此，為了達到所有學生都同樣能夠接觸 STEM 教育的教學目標，不少學校在全校推動 STEM 教育；惟在公開試影響下，暫時難於高中常規課程中加入 STEM 教育。

研究亦發現受訪教師反映遇到各種教學上的挑戰，包括：特區政府欠缺長遠政策規劃、教師專業發展支援不足、硬件設備有限、專家及與 STEM 有關企業支援較少、教學法與學科知識掌握和應用有難度、教材未能全面支援。進一步了解下，本研究指出特區政府推出的支援措施，教師根本未有知悉，即使有支援，亦未達廣泛化、實用性及專家級別化的程度，升學及就業前景尚未開拓，創科企業未有聯繫起來，最終形成整體支援未到位。

面對種種挑戰，雖然受訪教師自評能夠應付 STEM 的教學工作，惟表示有信心任教者明顯人數不多。絕大部分受訪教師反映會學習更多相關知識，亦願意付出更多時間於 STEM 教學，支持香港推動 STEM 教育。是次研究發現本身由前線教師成立的民間教育團體，最能為 STEM 教師提供具實效的支援。

研究報告建議應從「宏觀經濟發展政策層面」、「STEM 教育政策層面」及「教師培訓及教學支援政策層面」，全面支援 STEM 教師的教學

工作。各項具體建議包括：

1. 特區政府應加快開展創科產業政策，借助國家科學結合產業發展的大趨勢，把創科產業成為本港知識型經濟重要一員，為 STEM 人才提供發展前景，打通 STEM 教育的就業前景，同時確保香港在全球經濟模式轉變下，繼續成為最具競爭力的經濟體
2. 特區政府應明確 STEM 教育的長遠發展，聯繫教育專家、前線教師及 STEM 學者共同整合課程，促使跨學科教學，讓下一代學會融會貫通知識，並培養以科學求證的方法，達到有能力解決日常生活難題，促使教育為年青人裝備好迎接未來社會講求的創新思維和開拓能力
3. 特區政府應制訂政策支持民間教育團體舉辦各種支援 STEM 教師的活動，讓有豐富 STEM 教學經驗的教師／創科專家及企業／教材公司等為教師提供最新、由基礎至專家級別的教學支援；亦要聯繫各界，形成推動 STEM 教育的文化氛圍，全面提升本港 STEM 教育的質素
4. 本港大學應制訂更具彈性的收生入學要求，並開設「傑出 STEM 青年入學／推薦計劃」，鼓勵年青人投入 STEM 教育
5. 盡快在教師職前教育加入基礎科學知識、STEM 教學法及運算思維的編程課程，並對在職教師提供到校支援教學服務；整體要為教師進修完善配套政策，提供至少半年的帶薪進修機制，及為課程建立持續進修階梯，配合 STEM 知識日新月異的發展
6. 設立每年硬件設備津貼、STEM 教育支援人員津貼及 STEM 教材試用津貼，解決當前人力物力支援不足的挑戰

通過由特區政府、高等教育院校、民間教育團體、教育專家、STEM 教師同工、大學 STEM 教授、教材公司／科技教育支援公司、創科專家／企業及工程師和相關專業人士等，共 8 個各界支援 STEM 教師網絡，共同在全港學校，以至社區中心、大型購物商場、屋村／屋苑平台、科學館、文化中心等地方，大力推動 STEM 教育，共建科普教育氛圍。研究報告最後列出 18 項各界支援網絡的具體工作清單，期望香港 STEM 教育邁步向前發展。

目錄

研究背景.....	1
資料來源.....	1
STEM 教育對教師專業的重要意義.....	2
各地情況.....	4
美國：立法承諾推動 STEM 教育、重視 STEM 教師質素	4
英國：政府、企業及慈善組織共同持續支持 STEM 教育，推動終身科學學習文化.....	5
南韓：全面重整課程，為教師提供有系統培訓，數年間急速發展了一定數量的 STEAM 人才	6
中國：從零散化及多樣化，邁向有中國特色的普及 STEM 教育	7
芬蘭：打通網絡關係，建立由師生主導的 STEM 教育，提供多元化的學習形式.....	8
新加坡：為師生提供全面支援，建立人民熱愛科學科技發展的文化.....	8
小結.....	10
香港情況.....	12
政府機構、大學、教育組織的 STEM 教育工作	12
STEM 教育在港發展的報道及研究報告	14
政策研究報告	14
教聯會「STEM 教育問卷調查」數據分析及深入訪談意見	17
支援 STEM 教師的政策建議.....	28
附錄：問卷調查數據結果.....	34
附圖.....	41
附表.....	42
參考資料.....	44

研究背景

2008 年世界金融危機爆發以後，全球經濟發展進入新階段。國際上頂尖工程、科學及科技界專家提出，人類必須突破科學知識，解決 14 項重大挑戰¹，才可持續提升生活質素。就在全球經濟發展正式進入第四次工業革命²的年代，歐美以至亞洲等地，包括英國、美國、芬蘭、中國、新加坡、南韓、泰國，相繼大力推動 STEM 教育。各地開宗明義指出 STEM 教育的精髓在於培養科學及科技人才，打造國家在科學領域上的地位，確保國家能夠維持一定的競爭力，以免在各個產業出現巨大變化下，國民因知識技術不足，製造大量失業人口，經濟及社會發展陷入困境。2015 年特區政府宣布推動 STEM 教育，促進發展二十一世紀所需的創新思維和開拓與創新精神，以增強香港競爭力。

由此可見，STEM 教育是在全球生產力踏入另一歷史階段的產物，各地均大力推動，全力迎戰。相對其他地區，香港起步明顯較遲，特區政府尚未就 STEM 教育制訂具體的實施及教學支援措施，前線 STEM 教師只能各師各法，事倍功半。本研究試圖參考其他國家經驗，從香港教師的教學角度，分析如何在港支援 STEM 教師有效地推行 STEM 教育。研究問題包括：（一）STEM 教育在港的開展情況（二）STEM 教師在教學上遇到的挑戰（三）制訂政策措施支援 STEM 教師，有效地在港推動 STEM 教育。

資料來源

本研究首先搜集近年香港有關 STEM 教育的報道、政策研究報告、教育局文件、網上資源平台，以及進行第一輪中小學 STEM 教師及相關人士的深入訪談，嘗試了解香港 STEM 教育的發展進程，尤其是學校及前線教師在開展過程中遇到的挑戰。外國經驗部分，研究員從網上取得多份對多國 STEM 教育有仔細分析及比較的研究報告，再通過當中提及的機構及組織的網站，進一步了解更多具體的推動細節。經初步分析以上兩部分資料後，研究員參考相關外國文獻及考慮本港實際情況下，設

¹ 詳見 NAE Grand Challengers For Engineering (National Academy of Engineering, 2017)。

² 第一至第三次工業革命分別是由蒸汽機的出現引發動力生產、電力的使用帶動機械生產、半導體／電腦／網路的發明而促使高科技生產。第四次工業革命則由可植入技術、數位化身分、物聯網、3D 打印、無人駕駛、人工智慧、機器人、區塊鏈、大數據、智慧城市等技術變革的出現而為全人類帶來顛覆性的影響。詳見「第四次工業革命」（施瓦布, 2017）。

計了一份供前線教師填寫的結構性問卷，以收集香港教師推動 STEM 教育中遇到的挑戰數據。數據分析後，研究員開展第二輪中小學教師深入訪談³，通過與 STEM 教師的深入訪談，集中就教學法、教師團隊協作、有效政策建議等進行仔細探討，並審視教育專家／學者提出的意見。此外，研究員亦多次參加供教師學習 STEM 教學法及最新教材的講座、工作坊，及由教師帶領同學出席的 STEM 學習成果展覽會、競賽活動，希望透過觀察情況，了解前線教師的挑戰。

STEM 教育對教師專業的重要意義

STEM 教育是以一種跨學科的學習方法，把四個傳統獨立教授及學習的科目，包括科學、科技、工程、數學，融合在一個有連貫性的教與學範式中，應用結合了各學科的知識，並運用創意，與人溝通技巧，解決日常生活問題。STEM 教育的關鍵是培養學生具備一種科學思考的能力，要求動手反覆檢視結果，大膽嘗試，敢於從失敗中學習。除了 STEM 外，亦有人加入了藝術（Art）的元素，也就是 STEAM，更有提出加入閱讀（Reading）內容，即 STREAM，亦有加入社會（Social）範疇，即 STEAMS。

有分析⁴指出 STEM 教育的核心特質是跨學科、趣味性、體驗性、情境性、協作性、設計性、藝術性、實證性及技術增強性。為了達到上述特質，STEM 教育的課程模式有別於傳統，基本上可以運用兩種模式：（一）保留各學科的獨立性，但通過教師之間的仔細溝通，將相關學科教學內容有關連的部分組織起來，並安排於相近時間先後教授，強調相關課程的關連性，故稱為「相關課程模式」；（二）將所有學科內容整合起來，學科之間再沒有界限，通過活動形成連貫、有組織的課程結構，稱為「廣域課程模式」。

值得注意的是，不少討論指出 STEM 教育跳出了傳統背誦、操卷式、教師為中心的教學模式，轉為了教師扮演推動者（facilitator）的角色，通過以探究為基礎（discovery-based）、解難為本（problem-based）、學生為中心（student-centered）及專題式（project-based）的學習模式，讓學生感興趣地參與其中（engage），以至培養終身學習的態度。

³ 研究員共邀請了 35 位相關人士於兩輪深入訪談中提供寶貴意見，包括前線 STEM 教師（10 位小學、12 位中學）、校長（1 位小學、2 位中學）、教育專家／學者（5 位）、民間教育團體負責人（3 位）、教材供應商負責人（2 位）。在此感謝所有受訪者為本研究提供的寶貴意見。

⁴ 余勝泉（2015）就 STEM 教育的特質、模式、課程取向進行了比較有系統的分析。

綜合而言，STEM 教育的出現，對教育專業存在了 3 個重要意義：

- （一）STEM 教育是在全球經濟面臨重大轉變的歷史時刻中推出，從傳統教育各科獨立、接收式的學習模式，提升至跨學科、學習者為中心、講求注入創意並必需親自動手進行科學驗證，以尋求知識的模式。藉著發展這種教育模式，培育科學及科技人才，為國家裝備一定的競爭力，亦為人類持續改善生活作出貢獻。STEM 教育配合時代發展，對人民福祉、國家富強以至提高人類生活質素都有著重要的意義；
- （二）STEM 教育改變了教師在課堂的角色，由講解知識轉變為推動者，通過蘇格拉底式提問去帶領學生思考問題及尋求答案。教師之間的溝通和協作亦要全面提升，共同研究如何整合課程，事前做好規劃。STEM 教育對教師實踐範式轉移、課程統整的教學模式有著重要的意義；
- （三）STEM 教育是科學和科技的知識探究，性質上需要教師不斷學習，掌握日新月異的發展情況，才可用於教學上，突出了教師需要持續進修、獲取相關跨地域資訊及硬件支援的重要性。STEM 教育肯定了對教師培訓、專業發展等支援的重要意義。

各地情況

美國：立法承諾推動STEM教育、重視STEM教師質素

根據一份跨國比較研究報告指出⁵，美國政府⁶長時期以立法形式向STEM教育提供全國性及綜合性的支援，當中要求 Office of Science and Technology Policy (OSTP)總監成立一個專責委員會，協調全國與STEM教育有關的力量，制訂五年策略性計劃，具體要求各參與機構應扮演的角色及如何評估其成效，並須每年到國會進行工作匯報。該委員會獲授權項目包括：重新調配「美國太空總署」及「美國國家海洋暨大氣總署」資源，以增加學生對STEM教育的興趣；推動以網絡學習形式，培訓及再培訓從事與STEM行業的勞動人口；成立 National Centre for Science and Engineering Statistics 搜集及發放有關STEM教育的研究及發展。

美國政府深信教師質素對推動STEM教育的重要性，建議在10年間要聘請及培訓10萬名STEM教師，更提出成立STEM Master Teachers Corps，招募全國最優秀的科學及數學教師加入隊伍，成為領袖，接受與STEM教育的領導、導師及教學技巧的專門訓練，帶領其他STEM教師提升專業能力、尋找及分享校內／區內／國家內出色的教學經驗、於學校及社區承擔導師角色以協助學生取得卓越的STEM成就等。

雖然美國以政策驅動STEM教育，實際推行上仍然遇到不少挑戰，包括：聯邦政府欠缺足夠權力建立一個全國性的STEM教育課程及指標；財政撥款浮動大及對各參與機構角色出現改變，直接影響工作的長遠規劃；資料因保密機制未能互換互通，影響檢討後再調整政策的工作；STEM教師投身其他薪酬更理想的STEM行業等。

⁵ 報告由 Australia Council of Learned Academies(ACOLA) (2013)負責撰寫，比較了多國情況後，再就澳洲如何推動STEM教育提出政策建議。

⁶ 美國多屆政府對STEM教育都作出大力支援，惟在現任總統 Donald Trump 上任以後，情況有變。本文分析著重指出該國的經驗，政策最新變化不作詳細交待。

英國：政府、企業及慈善組織共同持續支持 STEM 教育，推動終身科學學習文化

英國政府以人才發展角度規劃 STEM 教育，制訂了長期的政策框架 Science & Innovation Investment Framework 2004-2014，促使政府不管經濟周期的起伏，依然持續為 STEM 教育提供撥款，與當地大企業、慈善信託基金一起，支持一系列與 STEM 教育有關的策略及計劃⁷。當地政府分別於約克大學及倫敦市中心設立 National STEM Learning Centre，並聯同由英國各地區具出色科學成就的學校及專家成立的 Science Learning Partnerships，為英國 STEM 教師在社區上提供廣泛高質素的教學資源、網上群組支援、教師持續專業發展。該國亦設立了專門教授科學、科技、工程、數學及電腦的學校，例如：成立 National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (NCETM)，通過在社區上為教師及學生提供 Maths Hubs Programme，匯聚數學精英為師生的學習需要提供支援，全面提升英國師生數學水平⁸。

英國政府亦大力營造全國人民學習 STEM 的氛圍，建立終身科學教育的文化，推出大量讓公眾投入科學參與及教育活動的 STEM 活動，包括在校園外、動物園、水族館、國家公園、科學中心／館舉辦科學節、科學講座及活動。當地更成立了一個教育慈善團體，名為 Science, Technology, Engineering and Mathematics Network (STEMNET)，推動 STEM 學生大使計劃(STEM Ambassadors)、協調 STEM 俱樂部網絡(STEM Clubs Network)及支援學校 STEM 顧問網絡(Schools STEM Advisory Network)。這些活動成功將青年人、家庭、公眾人士、學校、研究機構、企業及社區人士，在日常生活中共同參與 STEM 教育。

⁷ Hoyle(2016)指出不同團體一起參與，讓教師更多機會學習相關知識，並獲取最新 STEM 職業所需的知識，有利改善課程內容，及鼓勵更多畢業生從事 STEM 相關職業。

(http://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1280&context=research_conference)

⁸ 詳見 <http://www.mathshubs.org.uk/>。其他例子包括 Computing Hubs。

南韓：全面重整課程，為教師提供有系統培訓，數年間急速發展了一定數量的STEAM人才

為了改變學生「科學成績好，但對科學學習興趣低」的問題，南韓政府於「第二個培養及支援科學及科技人力資源基礎計劃(2011-2015)」中，提出了2012年重整課程，推行STEAM教育政策，強調要提升學生的想像力、藝術感及對科學理解的能力，培養學生學習及應用科學知識的興趣，將科學與其他範疇扣連起來，解決日常生活遇到的問題。當地教育局局長清晰地將STEAM教育的必要性及重要性寫入國家制訂的課程中，確保中小學教育將STEAM教育包括在課堂規劃內。政策落實後，STEAM模式學校及STEAM教師數量上有所增加，中小學課程中亦加入了2成相關於STEAM教育的內容，不少有關STEAM教育的教與學模式亦由國家層面發展完成，並安排於全國學校內推行。數年間製造了比例上相當多的學生，入讀STEAM學科的大學本科及博士生課程，體現了國家政策全面落實到教育制度內。

南韓政府特意每年撥款500萬美元設立了一個國家級機構 Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity(KOFAC)，支援STEAM教育的內容發展、研究、外展計劃及 Teacher Training Center for Cutting-edge Science 的日常運作管理。就STEAM教師的在職培訓，KOFAC設計了一個分為3個階段的課程：入門階段是一個15小時的網上培訓課程，介紹概念、政策及具代表性的STEAM教育內容，已有5萬名教師完成課程；基礎階段亦是一個15小時的線上培訓課程，主要介紹專門的行動計劃，如怎樣將STEAM教育扣連上課外活動、怎樣組織配合學校課程的STEAM教育；進階課程既包括一個10小時的線上訓練，亦需到 Teacher Training Center for Cutting-edge Science 進行一個40小時的集體離線訓練、5小時的田野訓練及5小時的分享實踐。至2014年止，已有1,592名教師完成了進階課程，他們可以參與在職培訓的導師工作。對於一些在STEAM教育上有出色表現的教師，當地更會安排他們到海外進行觀摩，提升他們在國際上的競爭力。

雖然國家推出大量有助開展STEAM教育的計劃，當地亦有教師仍然不願意推動STEAM教育，原因在於選擇STEAM教育的合適課題、發展教材上遇到困難。為了回應當地教師要求，南韓政府成立了STEAM-RGT，鼓勵STEAM教師社群自願性參與STEAM教育的研究，發展並於全國廣泛轉發教材。每年有超過180個教師社群申請撥款，每個社群每年可獲5千美元撥款。

中國：從零散化及多樣化，邁向有中國特色的普及STEM教育

根據中國教育科學研究院的報告，自 2001 年起，中國開始在科技教育領域中，引入 STEM 教育。國家並沒有將 STEM 教育寫入國家有關戰略中，但就特別在科技戰略政策中，融入 STEM 教育的理念；2016 年 STEM 和創客教育被寫入教育部教育信息化文件中，STEM 教育隨即進入蓬勃發展的階段。有關報告更分析，中國 STEM 教育的推動是在國家大政策趨勢下的草根行為，STEM 產品公司是主要推動者，社會上已形成一些有影響力的 STEM 教育機構，例如上海 STEM 雲中心，為 2 百多所學校提供課程授課及研發；柴火空間，計劃為數百所學校學生的創意轉為現實；鯊魚公園，為 2 千多所中小學提供創客教學及產品服務；中國教育學會成立的科創教育聯盟，旨在打造一個適合中國情況的綜合 STEAM 課程。STEM 教育在中國的實踐，整體呈現零散化及多樣化的發展趨勢。

報告亦指出當前中國實施 STEM 教育，最大的挑戰是缺乏具備技術與工程教育的教師。雖然現時一些 STEM 教育發展的相當好的學校，會配備專業的技術工程人員授課，而參與了科創教育聯盟的 60 所高中學校，更會設立「納米與化學可視化實驗室」、「自動化機械人實驗室」等高水平的實驗室。但整體而言，內地當務之急還是要培訓中小學教師，讓教師懂得如何自主設計及進行 STEM 教育，為教師的專業成長提供系統化的指引。因此，內地將成立 STEM 教師發展平台，吸引全國高校及地區教師培訓機構加入共同打造 STEM 師資培訓高地，擬以「大中小為核心，政府干預，協力廠商積極協助」的合作模式促進 STEM 教師的專業發展。

針對未來 STEM 教育的發展，該報告提出了《中國 STEM 教育 2029 創新行動計劃》，未來十年 STEM 教育參與機構邁向普及化，STEM 教育能夠惠及所有學生，通過注重學習及評估模式的轉變，培養學生的創新力量。國務院今年亦發出的《新一代人工智能發展規劃通知》，指出必須重點把握好人工智能發展的重大戰略機遇，實施全民智能教育項目，在中小學設置人工智能相關課程，逐步推廣編程。

芬蘭：打通網絡關係，建立由師生主導的STEM教育，提供多元化的學習形式

芬蘭於 2003 年創立國家科學教育中心 LUMA，通過緊密聯繫學校、大學、企業、教師等，讓學生、教師、研究員及合作伙伴形成互動關係，提倡自然科學、數學、電腦及科技的教與學，提升小學至高等教育學生對相關學科的興趣。LUMA 的活動由規劃到落實，主要是教師及學生意見主導，具體運作是由一個具備教師專業訓練的專家委員會負責，持續聆聽及吸納前線教師的意見，並沒有由上而下要求教師如何教授的指示，教師可以通過實踐去改善自己的教學方法。

LUMA 為教師提供終身學習的支援，舉辦工作坊、暑假課程、科學節、通過每月通訊（約有 1 萬師生、專家及企業註冊閱讀）及 5 份網上互動雜誌報道最新教材、近期活動及研究發現。中心亦在各小學設立數學學會、成立科學學會、舉辦暑假科學科技營、千禧青年訓練營，提升年青人對 STEM 的興趣。LUMA 亦在四所大學設立科學實驗室，並成立了 7 間專科支援中心（包括生物、物理及科技、地理、化學、數學及統計學等），供教師和學生教授及學習用途。LUMA 十分重視與國際及全國的相關機構及專家的合作關係，為師生打通學習 STEM 教育的重要途徑。

新加坡：為師生提供全面支援，建立人民熱愛科學科技發展的文化

新加坡教育部自 2014 年邀請新加坡科學館(Singapore Science Centre)，在中學推行 STEM 教育。該館隨即成立一個由具備研發經驗的工程師、科學家和創意無限的年青人組成的教學隊伍，為 70 多所參與學校提供 3 年 STEM 教育支援（首兩年由專家動手進入課室教學為主，第三年就由學校嘗試自己執教），更給予教師暫時離校，到科學館接受為期半年、兩年或四年的研習，以及將學校與當地企業建立伙伴關係，掌握社會需要的 STEM 人才。整個教學是以跨學科整合方式進行，物理、生物等學科都有一個部分由跨科統合處理，讓學生明白各科之間是互相關連，一步一步地將所有知識融會起來。

為了有效推動，新加坡的 STEM 教育在指定課時內進行，避免學生課餘仍須上課，形成壓力，更不設考試，考核前毋須溫習預備。要掌握學生表現，只需通過比較學習前後對相關概念和專門知識的認知有否提升，亦可從學生本科（例如：生物、化學、物理等）成績是否有進步，便可得到答案。當地中小學招生，以非考試成績入學的名額，亦可提升

至 2 成，接受包括在 STEM 上有出色表現的學生入學。這些一系列的安排，旨在明確 STEM 教育並不是為考試而學習，而是讓學生產生興趣，形成學習動機，享受過程，培養他們日後參與創新發明以改善生活問題的素養，並通過合作，學會人際關係技巧，配合未來社會發展所需。

新加坡科學館積極與新加坡科技研究局(Agency for Science, Technology and Research, A*STAR)合作，負責全國的 STEM 教育推動工作。活動包羅萬有，包括外展教育計劃 Discover Science Resources，提供體積較小的科學展覽品、教學工具套予學校舉行科學日、科學營等使用；自 1999 年已舉辦的 National Junior Robotics Competition，累積參加者達 4 萬人及支持者達 20 萬人，鼓勵學生發展解難能力、企業技巧、創意及團體協作精神；提倡以創新形式表達科學達到發展個人溝通技巧的 Science Buskers Festival，鼓勵 7 至 70 歲的參加者在街頭「展示及講述」科學，推動社區有趣學習科學；吸引家長連同子女一起動手製作科學實驗及活動的 Science in the Mall，每年舉行兩次，每次連續 3 天，累計超過 23 萬人參加；讓學生及公眾學習科學及人體奧秘的 National Science Challenge 及 DNA Learning Laboratory；還有慶祝科學及科技發展的 Singapore Science Festival、讓學生及訪客親身接觸科學家的講座 Meet the Scientist、學生參與競賽的 Singapore Science & Engineering Fair、Sony Creative Science Award、A*STAR Talent Search。

小結

1. 全國實施、長遠推行、貫通相關機構，共同推動的STEM教育

世界各國定性 STEM 教育，是以培訓人才發展科學和科技，維持國家競爭力，改善人類生活質素的角度出發。因此，STEM 教育的推行，會被置放到較高層次的政府機關內處理，通過立法（例如美國）或制訂政策（包括英國、南韓、中國），投放資源，成立或委派專責機構，結合國家級科學及科技相關機構，共同持續在國家內和國際間實施 STEM 教育。

2. 各式各樣的培訓課程、交流、學習支援中心及網絡，讓教師獲得有系統、不同層次的支援

各國在推動 STEM 教育過程中，為教師配備大量資源以作支援其教學工作，例如美國就成立 STEM Master Teachers Corps，招攬最優秀的科學及數學教師入伍，再由他們於社區及學校傳授 STEM 的教學要訣；英國及芬蘭政府就聯同專家、大學實驗室或是具出色科學成就的學校，為教師在社區上提供高質素的教學資源、網上群組支援及教育持續專業發展；南韓及新加坡政府分別為教師設計的多個階段的培訓課程，或是專家親自到校示範教學的培訓，讓教師得到不同層次及切實的教學支援。中國則將會成立教師發展平台，吸引全國高校及地區教師培訓機構加入，共同打造 STEM 師資培訓高地，促進 STEM 教師的專業發展。

3. 連繫整個社會，為學生／年青人提供各種形式的STEM教育，亦為大眾營造普及科學技術和知識追求的文化

英國、美國及芬蘭在推動 STEM 教育的過程中，廣泛地將該國的大學學者、科學及科技專家、企業、政府科學及文化機構、國家科學實驗室等，與學校、家長及社區建立起緊密的合作伙伴關係（中國則由民間機構自行積極聯繫起來），為學生／年青人提供基本以至專科課程外，更推出包羅萬有的 STEM 活動，例如英國的 STEM 學生大使計劃、新加坡的 Science Buskers Festival、芬蘭的千禧青年訓練營等，讓 STEM 教育滲透到不同年齡、階層及社區，獲得學生／年青人、家長、學校、專家、企業、政府機構、社區的認同，培養國民對科學及科技熱切追求的情操。

4. 國情不同促使各國成效存在差異

綜合而言，英國、芬蘭及新加坡發展 STEM 教育的成效相當理想，不單能夠聯繫起不同持分者共同參與，近年修讀相關學科的年青人數目明顯增長，成績亦呈現上升的趨勢。有分析指出這與英國和芬蘭兩地優秀的教育系統及出色的教育專業人員、新加坡家長大力參與子女教育及該國 STEM 教育成功取得家長支持有著重要的關係。美國則是最早推動 STEM 教育的國家，特色在於相當著重教師的訓練；惟當前最大挑戰是新政府上台後，令人憂慮政策能否繼續推行。南韓在政府相信科學及科技可以改善經濟發展的前提下，近年銳意推動 STEAM 教育，配備良好的師訓支援，但具體推行仍需前線教師的認同及積極參與。中國政府最近兩年明確發展全民智能教育項目，未來 STEM 教育是發展大勢所在。

香港情況

政府機構、大學、教育組織的 STEM 教育工作

2015 年 11 月課程發展議會推出《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》諮詢文件⁹，以及特區政府於 2016 年及 2017 年『施政報告』中，分別提出向每所小學發放 10 萬元、中學 20 萬元一筆過津貼作推動 STEM 教育後，有關培育學生數理創新思維的討論、教學活動，在港正式以 STEM 名義廣泛地出現。

教育局目前主要通過四個有關 STEM 教育的學習領域注入 STEM 教育的內容，包括「數學教育」、「科學教育」、「科技教育」、「個人、社會及人文教育」。2017 年課程發展議會分別編訂相關的課程指引¹⁰，陳述了課程理念、結構、領導、評估等，部分內容指出了 STEM 教育應如何推動。另外，教育局亦利用「專業發展學校計劃」，將具有優良實踐 STEM 教育經驗的學校，組織成為專業發展學校，透過不同學校教師間的共同備課、集體觀課、評課、教學經驗分享、教學資源共享以及聯校教師專業發展等互動活動，提升參與者的專業能量，優化課堂教學效能，同時促進校內外的協作交流文化，使學校成為學習型組織。此外，教育局亦在「大學—學校支援計劃」中，委託具 STEM 教育相關往績的大專院校，向學校提供多元化的校本支援服務，結合金研究基礎的教學法和課堂實踐，以照顧學校的發展需要¹¹。除了上述計劃外，教育局亦舉辦教師培訓講座／課程¹²，並在網上設立專頁¹³，支援 STEM 教育。

⁹ 2016 年 12 月教育局公布有關推動 STEM 教育的報告，列出六點諮詢後的建議概要：包括（1）更新科學、科技及數學教育學習領域的課程；（2）支援學校在整體課程規劃和相關組織協作；（3）為學校提供學習領域為本和跨學習領域的資源；（4）加強學校和教師的專業能量、知識轉移，以及促進不同學校和教師間的交流，以建立 STEM 教育的實踐社群；（5）促進社區不同持份者的參與；（6）持續檢視推動 STEM 教育的發展、總結和分享良好示例，促進知識轉移。
(http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM_Education_Report_Chi_20170303.pdf)

¹⁰ 包括：「科學教育學習領域課程指引補充文件—科學（中一至中三）」、「小學常識科課程指引（小一至小六）」、「數學教育學習領域課程指引（小一至中六）」、「科技教育學習領域課程指引（小一至中六）」。
最新一份是「計算思維－編程教育（中學課程補充文件）」。

¹¹ 例子包括：由香港大學教育學院教育應用資訊科技發展研究中心的「促進以自主學習開展 STEM 教學創新的多層領導網絡（2017-2019）」；香港大學電機電子工程系電子學習發展實驗室的「透過自主學習為策略推動 STEM 教育（2017-2019）」；香港教育大學科學與環境學系的「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略（2017-2019）」。

¹² 由 2017/18 學年起，教育局推出為中學校長及 STEM 相關學習領域的統籌主任／科主任的進深培訓課程，以講座、工作坊與經驗分享，支援學校推行 STEM 教育。

¹³ 相關網站：(<http://stem.edb.hkedcity.net/zh-hant/home/>)

教育局又通過「優質教育基金」，於 2000 年資助成立香港資訊教育城網站，近年網站上提供了 STEM 教育的相關資訊，包括「教師專業交流月 2016—STEM 教育」的影片，教師可隨時瀏覽，了解已有豐富 STEM 教育經驗的同工的分享。為了繼續配合政府的施政重點，「優質教育基金」把 STEM 教育列入 2016/17 年度的優先主題，學校可以申請撥款，發展 STEM 教育。2017 年 9 月政府資訊科技總監辦公室推出的「資訊科技增潤活動計劃」，亦選定虛擬實境（VR）和擴增實境（AR）技術為申請主題，成功申請中學可獲一筆過 5 萬元津貼。

本地大學就 STEM 教育，更提供了多元化的教師及學生課程。教育大學、香港資優教育學苑近年籌辦大型 STEM 教育研討會¹⁴，讓香港以至國際間的專家、各持份者分享經驗，思考未來的發展方向。前者更成立了 STEM 教育發展小組，並設立「編碼教育中心」及「STEM 教育實驗室」，為教師提供一般培訓外，亦開辦為期五星期、全日整段時間給假制的 STEM 教育專業進修證書課程，教導教師 STEM 教育的設計、教學法、評估、編寫流動應用程式、發展運算思維的編程教學等。中文大學理學院及工程學院、科技大學暑期學院亦會為中學生提供有關 STEM 教育的暑期課程，以跨學科手法加強學生對 STEM 的認識¹⁵。城市大學的「應用程式實驗室」專注在全港推動編程教學，走入社區，免費為教師及學生提供編程教學服務¹⁶。

除了政府、大學外，香港多間民間教育組織在協助前線教師推動 STEM 教育上，做了不少工作。例如：香港電腦教育學會、香港數理教育學會、資訊科技教育領袖協會、iSTEM 教育協會等，每年均為教師及學生舉行多項資訊科技的講座、工作坊、比賽、展覽、交流團，出席教師及學生人數眾多，內容包括 Micro:bit、火箭車、沙壺、虛擬實境技術（VR）／擴增實境（AR）、編程、機械人、Autodesk 等 STEM 教育的最新範圍，日常亦通過 Whatsapp 群組，讓教育同工之間隨時提出問題及給予同工支援。這些民間教育團體為前線 STEM 教師提供了最應急的幫助。

¹⁴ 教育大學早前舉行「STEM 教育工作會議暨嘉年華 2016」，重點是提出一系列富有創意的 STEM 教育意念，使 STEM 納入學校的正規和非正規課程之內，並探討如何在學校內有效推廣 STEM 教育。香港資優教育學苑亦特別籌辦一連兩日的「香港資優教育峰會及展覽——STEM 之政策與實踐」，讓不同國家、地區的 STEM 教育工作者及政策制訂者從政策及實踐的層面，討論如何透過 STEM 教育促進資優教育的發展。

¹⁵ 中大課程內容包括人工智能、大數據和機器學習等（東網，5/6/2017）。科大自 2011 年起為中學生提供機械人知識等的課程（<https://summer.ust.hk/2017/index.php>）。

¹⁶ 該實驗室自 2014 年積極於本土推廣編程教育，透過基礎課程讓教師、學生、家長、大眾認識電腦科學，並鼓勵完成課程的人士在本網站註冊成為香港青年編碼員。計劃會定期為這些年輕的編程員提供培訓和輔導，使他們能持續獲得適當的指導，輔導和參與競爭。他們也可將相關技能應用於現實生活中的工作項目，以回饋社會（<http://appslab.hk/>）。

STEM 教育在港發展的報道及研究報告

事實上，特區政府推出 STEM 教育前，本港個別中小學過去一直已有舉辦與科學、發明有關的活動，例如：機械人／無人機製作、編程、環保創意發明、太空火箭製作等，推動與否關鍵在於學校校長、教師本身對數理科學的認識及認同感¹⁷。不過，STEM 教育經特區政府推動後，實確不少中小學都將 STEM 教育納入開展範圍內。綜合近年報章、雜誌的報道，不少中小學亦已推出與 STEM 有關的教學活動，包括：（一）具環保知識的魚菜共生、風力發電電風扇、推土車的省力搬運、泥土發電；（二）與物理學槓桿、結構原理有關的紙飛機、水火箭設計及製作、積木迷宮；（三）與齒輪、滑輪等機械原理有關的四驅車製作、機械人／水底機械人製作；（四）涉及電路知識的智能垃圾桶、視障人士手杖；（五）講求創意、科技的 3D 打印、航拍、虛擬實境技術（VR）／擴增實境（AR）、自攜裝置（BYOD）；（六）使用運算、邏輯思維的紙製手槍、編程、手機程式設計。各類活動要求學生進行科學探究，設計及製作過程要求手眼協調、運用小肌肉、動腦筋、激發創意、注入美學等元素，測試及評估以至改良及優化作品過程則鍛鍊學生從失敗中學習、解決困難的能力。

政策研究報告

裘槎基金會就曾搜集數據¹⁸，統計出 2015 年及 2016 年香港分別共有 144 及 350 家機構（包括學校、非牟利團體、私人機構），舉辦共 1,074 及 1,894 項包括比賽、展覽、講座、工作坊、課程、考察及學習營等校外 STEM 活動。2015 年的研究訪問了中小學代表¹⁹，了解到中小學推動 STEM 教育的主要限制都是來自教師的知識不足，小學由於普遍由欠缺理科知識的通識科老師任教 STEM 課程，而中學老師雖有理科背景但仍缺乏 STEM 課程的專門知識，如機械人製作、編程等。再加上本港教師工作量已十分沉重，難以再分配時間準備 STEM 教育要求的動手做實驗、參與校外活動。研究報告同時指出了在港推動 STEM 教育的各種挑戰，包括：傳統灌輸式教育有礙達到 STEM 教育主張的引起學生好奇心

¹⁷ 例如：佛教大雄中學一直在校內推動數理活動，數年前已開始教授機械人製作（星島日報，16/5/2017）。大埔舊墟公立學校亦多年來推動科學探究活動，經常參與科學發明大賽（大公報，5/9/2011）。廠商會中學則大力發展資訊科技教育，支持學生到海外參加水底機械人大賽（明報，28/4/2014）。

¹⁸ 數據主要分別來自 2015 年 6 月至 2016 年 5 月、2016 年 6 月至 2017 年 5 月期間的網頁、廣告、報章雜誌，後者數據同時包括邀請其他學校參加的校內 STEM 活動。

¹⁹ 包括 2 所小學及 5 所中學的代表。

及獨立思考的能力、考試為重的教育制度和缺乏家長及政府等的社會支持，都不利 STEM 活動的推展。2016 年的報告就特別指出了高達 6 成受訪學生沒有參加任何 STEM 的校外活動，惟超過 9 成受訪家長支持子女參加有關活動，並依賴學校為子女選擇合適的活動。研究建議學校及家長各自扮演不同的角色，共同推動 STEM 教育。

港科院發表的研究報告則指出，本港約半數高中生沒有選修任何科學或科技的學科、修讀高等數學科人數大幅下跌、跨學科科學訓練明顯不足、新高中課程聚焦語文但犧牲 STEM 教育，整體 STEM 教育的推行困難重重。報告建議在港推動全民 STEM 普及教育，投放資源為學生提供更多科目選擇，應付學生多樣的學習潛質和興趣。大學收生要求，亦要加入科學、科技和數學科的成績。STEM 教學課程及教學方法應具創新性、教師及學生都要多透過課室外的活動突破自我；教師專業發展要更全面更廣泛，讓 STEM 教師裝備自己，並與業界建立夥伴關係²⁰。

青年創研庫亦針對小學推動 STEM 教育，進行了一項小學創科教育的調查研究²¹。研究發現老師是最能啟發學童學習 STEM 的興趣。不過，只有少部分學生經常參加校內 STEM 活動，而他們接觸的 STEM 活動類型亦有局限。有關研究進一步與專家、教育工作者進行深入訪談²²，指出小學老師在欠缺支援及清晰教學框架下，容易受本身非理科畢業的背景影響，難有足夠信心及抱有開放態度施教。研究建議當局應研究如何解決小學師資結構性問題及給予學校所需支援，學校亦要持續開創學生的創科學習空間，社會整體氛圍亦要有所提升。

香港願景就根據香港當前推動 STEM 教育的情況，提出了創建「STEM+促進中心」、STEM+分階段教學策略、訂立 STEM+ 素養框架、創建 STEM+ 商校大平台、改善大學收生制度以助尖子升讀相關課程、提防本末倒置及過分迎合現今科技等六大建議。研究報告指出香港已經在民間及商界有優秀條件，毋須由上而下重新規劃 STEM 教育，建議教育局通過設立「STEM+促進中心」，負責教師培訓、協調院校與商界資源，便可補充現時民間團體的不足。

²⁰ 不過，教育家程介明教授就對報告提出一些疑問，提出 STEM 教育的發展會不會有另類的藍圖，就是主張學生表現「豐富的創意、客觀原理的掌握、絞盡腦汁的過程、嘗試成敗的經歷、工作中的專注和毅力」，而非只依傳統學習科學科目的模式去走，最終傳統科學高材生考試成績好，但就欠缺運用科學知識的經歷和能力（程介明，2017 年 1 月 13 日）。

²¹ 研究訪問了 520 名就讀小四至小六的學生。

²² 深入訪談受訪專家、教育工作者共 15 人。

全球 STEM 聯盟的研究²³就訪問了香港中學生及教師，受訪學生表示教師的質素對 STEM 教育尤為重要，普遍學生認為多樣化的親身體驗活動能夠增加 STEM 教育的吸引力；而受訪教師就反映 STEM 教育在港不受重視，教師的專業發展沒有獲得足夠的支持，惟不少教師表示有興趣參加培訓。

綜合而言，有關本港 STEM 教育的研究及報道，已就 STEM 教育的種類、舉辦次數及地區等進行統計及具體教案介紹，亦就推行時遇到的高中生選修數理科目人數及程度不足、社會整體支持不足等提出了建議方法。不過，至今尚未有研究質量並重地從前線中小學 STEM 教師實際經驗角度出發，探討他們在教學法、課堂安排、設計教材、教師培訓、購買及獲取資源、校方支持、照顧不同學生能力、家長支持等各方面遇到的挑戰，繼而提出有效在港支援 STEM 教師的政策建議。本研究就是以此作為切入點，從關顧教師教學需要為主軸，向特區政府提出有效支援 STEM 教學的具體政策建議。

²³ 該項研究訪問了 152 名中學生及 50 名教師。（明報，2017 年 11 月 24 日）

教聯會「STEM 教育問卷調查」數據分析及深入訪談意見

為了掌握前線 STEM 教師在推動過程中遇到的挑戰，教聯會向全港中小學發出問卷調查²⁴，內容包括（一）STEM 教育在學校的推動安排（二）STEM 教育遇到的挑戰（三）各種支援方法及各持份者對於幫助推動 STEM 教育的有效程度（四）教師對 STEM 教育的支持度。問卷主要發現如下²⁵，當中會運用前線教師、相關人士於深入訪談時的回應作為解釋：

1. 8 成受訪中小學採取多種形式進行 STEM 教育，當中半數學校已安排於常規課程中授課，7 成安排於課外活動中進行，課時得來不易，STEM 教師備課時間長，亦需絞盡腦汁；半數中小學在全校推動 STEM 教育，旨在照顧學習差異及達到讓所有學生先接觸再發展的教學目標，惟公開試影響下，難以於高中常規課程中加入 STEM 教育

數據反映受訪中小學已廣泛地以包括常規課程（52.1%）、定期（19.8%）／特別（50.9%）課程、課外（70.8%）／特別活動（53.8%）等不同形式推動 STEM 教育。根據深入訪談資料，安排於常規課程中授課的學校，通過重新編排課時，例如將每個課節由 40 分鐘減至 30 至 35 分鐘、延遲放學等方法，加入 STEM 課程。中學大多具體安排平均每周 2 課節的初中 STEM 課程，再以課外活動形式培養對 STEM 課程有興趣的高中學生參賽；小學主要安排 1 至 2 課節 STEM 課程於高小課程中，亦有學校在全校推行小息 15 分鐘的 STEM 課程。

相關學校教師表示，香港中小學課節相當緊張，重新編排或運用小息時段都要得到校方大力支持，通過了後，教師亦要事前做足準備工夫，如何在 15 分鐘或有限課節教授 STEM 知識，有教師就表示：

「真的是台上一分鐘，台下十年功。我是花了每日 2-3 小時，共 10 日去做初步教案，再進行測試及改良，我也沒有計算過共用了多少時

²⁴ 問卷調查於 2017 年 10 月 18 日至 27 日進行，問卷通過傳真、電郵發送到本地官立、資助、按位津貼、直資及私立中小學校，邀請負責 STEM 的教師填寫，每校填寫一份，收回完成問卷 446 份，剔除有問題問卷後，有效問卷 426 份（小學 210 份；中學 216 份）。以全港本地中小學共 1,007 間（小學 532 間；中學 475 間）計算，有效問卷覆蓋 44.3%（小學 39.5%；中學 45.5%）。問卷設計參考了外國文獻（當中尤其參考了美國一項就實施 STEM 教育評估教師專業發展需要的研究，及南韓一項有關 STEAM 小學教師遇到的困難的研究），以及研究員從首階段資料搜集回來的意見（詳見前文「資料來源」）。問卷初稿經 35 名前線 STEM 教師測試後，再按他們提供的意見進行修訂。

²⁵ 詳細數據，可參考附錄。

間去準備。」

有以課外活動、特別課程／活動形式授課的教師，亦提及到為了配合課堂安排，只能增加備課時間的經驗：

「高中學生因為要備試，我不能要求他們每日都來，畢竟高中生是以課外活動形式參與。每次準備參賽，我每日放學都留在這裡（該校 STEM 實驗室），周六日都在，維持 1-2 個月左右。」

「學校上一年舉行科學探究日，今年亦安排了 5 節科學探究的課時，最大難題是如何在短時間內令學生由零到明白有關知識，與同事不斷開會討論應如何達到目標。」

即使課時不足，甚至只能以非常規課程形式推動 STEM 教育，半數（51%）受訪中小學校依然在全校實施 STEM 教育，分別有小學及中學教師指出原因：

「學校堅持給每一位學生從小一開始接觸，即使他們所能學到的不多，甚至到了小五才學懂 3D 打印，製作一個小相架，我相信都要做，3D 打印可以令所有學生都有一個製成品，同學會因為有自己的作品而引起學習興趣，日後再決定自己會否對 STEM 有更多的知識追求。這個亦是我們應付大班教學需要的一種方法。」

「我們做教育的都盡量能夠照顧學習差異，STEM 若只拔尖，會剝削大部分同學的學習機會。只要我們能夠從課程設計上入手，例如設計成 3 個程度，一般同學全部都可以做到 Level 1 的要求，能力高一些的，就可以完成 Level 2，而 Level 3 就基本上是最難，同學難做得到，就由老師來示範，藉以鼓勵同學不斷挑戰自己能力。」

不過，香港教育始終受制於公開考試，中學 STEM 教師亦表示難於在高中課程加入 STEM 教學：

「即使辦得 STEM 最好的學校，現時都未能於高中課程中加入，學生始終要應付 DSE，所以只能安排以課外活動形式去做。除非有人能改變本港的考試制度，但這個相信不會有人做到。」

2. 超過 8 成受訪教師反映遇到長遠政策規劃、教師專業發展支援及硬件設備不足的挑戰、高達 7 成受訪者認為專家及相關企業支援不足；特區政府推出的支援措施，教師未有知悉，支援未達廣泛化、實用性及專家級別化的程度，升學及就業前景尚未開拓，創科企業未有聯繫起來，整體支援未到位

普遍受訪教師表示教育局對 STEM 教育的長遠規劃不足（87.6%）。政府角色往往是前線教師在分享經驗過程中，經常被提及到的。研究員發現一些對 STEM 教育已有發展領會的教師及專家，認為教育局不應亦毋需多做，不過最基本的明確發展目標，以取得資源踏出第一步，卻是大家認同的，目前學校仍對教育局推動 STEM 教育的決心半信半疑：

「政府只要有政策說要做 STEM 教育已足夠，放手讓學校設計出具校本特色的 STEM 教育，否則就變得千篇一律，不是 STEM 教育的原意。教育局再可以做的，就是繼續提供類似優質教育基金這類資源。」

「教育局是不是長遠做 STEM 教育？這個必須清晰。否則學校是不會起步、不會給資源。」

普遍受訪教師亦認為相關培訓有所不足（83.3%）。不過，就算有受訓機會，不等同於就能解決 STEM 教師的困難。受訪教師反映了前線教師不僅需要持續進修，更需要有相關配套，當局更要特別關注小學 STEM 教師的培訓支援：

「我接受過教育大學 5 星期的編程培訓課程，是一個 *intensive course*，連續 5 星期不需回校教書，全程受訓，我覺得非常有用，因為課程很深入，不過完成返回學校後，我就要追回課堂，這個很辛苦，一般老師都不願意去接受。即使有機會進修，也要想清楚是否值得。」

「我知道最近教育局可以讓教師進修 STEM，但應該要 5 年經驗的教師才可以，我只有 3 年經驗。教育局沒有再給培訓前線教師，特別小學非理科出身的教師，我本身是理科出身，簡單的機械人及 3D 打印，我都可以自學，但現在小學 STEM 有中學化的情況，即是將中學做的實驗放入小學中，應只做科學探究，因為小學生根本未有相關知識，老師本身亦要接受培訓。所以 STEM 到底要教到幾深？這與教師培訓有著密切關係。」

研究員就是次研究走訪了不少已設立(或正在裝修)的中小學 STEM 實驗室／教室。一些較有規模的實驗室，連同 STEM 教材需花上數十萬至接近二百萬元不等，主要由辦學團體、優質教育基金等提供撥款，不過，大部分學校只能將原來的教室（如電腦室）更改為 STEM 教室，運用政府分別為小學及中學提供的 10 萬元及 20 萬元撥款購買相關教材，供學生使用，受訪教師不少（81.6%）就遇到硬件設備不足的挑戰。雖然硬件完善的學校不一定保證 STEM 教學有出色的表現，亦有受訪學者提醒硬件購買了而不懂使用，就是錯放資源，學生根本沒有得著，惟前線老師明顯對硬件有一定的期望：

「有硬件做教學效果一定好好，因為學生日常接觸的手機、Apps、網上遊戲都是高科技產品，若教學上追不上，難以引起學習興趣。機械人、智能家居這一類產品，可以將以往不可能做到的變得可能。」

「學校只是將電腦室的門牌除下，改為 STEM 教室，我有朋友學校因沒有教室，情況更差，只能在電腦室門牌下加一個 STEM LAB 門牌。但這一科不可能唔花錢，學校買了機械人及 3D 打印機後，就無再給錢，令我好頭痛。」

有受訪教師提到教育局為學校提供的「大學－學校支援計劃」存在不足，亦有對教育研究有數十年經驗的專家指出特區政府必須處理 STEM 教育的升學及就業出路，前線教師直指須檢討大學收生標準，更有教師描述相關創科企業在 STEM 教育中「缺席」：

「STEM 這個教育其實教師最需要專家支援，我曾聽過教育局可以為學校安排與大學教授作支援。不過，一般這些計劃受惠學校只有好少數，對於近年愈來愈多學校推行 STEM 教育，其實一定不足夠。」

「香港創新產業市場未有發展，大學收生亦不考慮學生的 STEM 發展。STEM 教育的終點，即升學及就業市場沒有打通，政府一定要先做好這一點，STEM 教育才会有出路。」

「有研究已指出 DSE 考生在通識及中文科的表現，相關系數達 0.9，即考其中一科已可以說明考生的相關能力，有需要兩科都列為入大學的必修科嗎？為何不多考慮考生的理科能力？」

「外國是大企業合力參與，香港，我會用缺席參與去形容有關企業，可能香港根本沒有創科企業，即使有，政府沒有去做聯繫，只有我們教育界自己去做。」

與其說特區政府欠缺各方面的支援，是次深入訪問發現即使教育局就 STEM 教育進行了相關課程指引的編訂工作，亦推出了教師培訓講座等支援²⁶，然而每當受訪老師被要求表達對這方面的意見時，大都反映不太清楚，個別表示聽聞較早前有諮詢報告，一些就知道有學校參與先導計劃，較多能提及教育局為前線教師舉辦的教學分享會。以下是兩位資深教育工作者及一位小學資訊主任的意見：

「課程更新是以各學習領域為單位出文件，這類文件，老師會覺得太遙遠，不及各學科課程改動那麼「埋身」，通常不會太重視，也比較少去認真閱讀。教育局把課程更新，強調了課程整合，也舉了很多例子，我認為這是合適的，老師如果認真看及實踐，我覺得有幫助。」

「教育局推出的支援主要是慢，無辦法，他們要過不同的程序，最終出來的支援都不及民間教育團體自發做的快及實用，教師因此亦不會太著意他們的支援。」

「香港教師工作繁重，根本沒有時間理會教育局的政策文件，最多只會留意教育局舉辦的培訓，現時是放在 E-services，老師要到培訓行事曆中了解，但一般老師都不會查閱，只會從學校內聯網中接受資訊。我是學校的資訊主任，我打算今個學年開始，將教育局的培訓訊息轉發給老師，現時情況是，除非老師相當主動，否則不會知道教育局的政策發展。例如電腦科是有一個課程指引的，內容包括如何教授 STEM，但放在網頁的增潤元素中，即是可以不教的部分，老師大多不會主動去了解。」

特區政府今年 10 月公布的『施政報告』，確立了科普教育的重要性，教育局設立的 STEM 教育中心亦正式啟用²⁷，說明當局亦確認硬件不足對前線 STEM 教師教學造成挑戰。惟按照上述教師的意見，特區政府顯然要將 STEM 教育的支援工作，做得更能回應教師的實際需要，既要在「量」上做到人人皆知悉及可以獲得，亦要在「質」上提供實用以至專

²⁶ 見本研究「香港情況－政府機構、大學、教育組織的 STEM 教育工作」，當中有就教育局推動 STEM 教育的工作有仔細介紹。

²⁷ 詳見 <http://www.atec.edu.hk/stemcentre/>。

家級水平的支援，更重要的關鍵是，打通升學及就業之門，取得創科企業的共同參與。

3. 超過 7 成受訪教師表示在 STEM 教學法、學科知識及坊間教材支援上遇到挑戰；實際教學環境限制了 STEM 教學法的應用，跨學科教學有賴教育局的推動；中小學教師對工程學知識不足、準備教材需要額外付出金錢與時間

STEM 教育要求教師扮演推動者角色，過程中運用蘇格拉底式提問去帶領學生思考問題及尋求答案，有教育專家表示香港教師有能力勝任：

「師訓已教了教師怎樣通過 *Question and Feedback* 去教學，不再與學生說他們對與錯，即是教師本身已掌握這種技巧。」

然而，是次不少教師表示對教學法掌握不足（74.9%）。當受訪教師回應研究員有關教學法的問題時，回應千變萬化，有教師表示實在不懂，亦有教師指出了有限課時、學生參與競賽等實際情況，都對教學法的應用有所影響，：

「我已不記得有學過這種教學法。我今年開始負責 STEM 課程，都是自己摸索，沒有支援的課程。」

「我也想讓學生自己思考問題，但課時有限，一班要照顧 30 人，即使分成 4 組，我要每組去引導他們思考答案，待他們自己解決了一個問題後，下一個問題已無時間去解決。」

「初中學生基本上有能力通過教師的問題啟發下去解決問題，高中學生在參賽過程中，明顯更能做得到，我亦會要求他們在家先思考。當然，一些真得較困難的問題，始終需要我們給答案。我本人都掙扎過應否為了學生獲獎而幫他們解決問題，初期我都有妥協，但後來我認為學生能力高應該獲獎，能力不夠就沒有獎項是合理不過的。」

STEM 教育亦是跨學科的教與學實踐，受訪教師的經驗說明了當中的複雜性，教師付出大，又或是即使以跨學科形式推行，效果仍未達到。不過，他們普遍認為目前這種跨學科的實踐模式，遠較將所有課程重新通過整合來得實際：

「我邀請了幾位都對 STEM 教育不抗拒的老師思考如何整合學科，我們發現機械人的操作涉及物理科及科學科的知識，而 3D 打印做的義肢，又發現科學科有教授的肌肉及滑輪結構，於是我們循這個方向去整合學科。我們在 D & T 課堂中推出 Hologram（全息投影），以手作形式教授，再安排在 ICT 教授剪片的課堂上使用 Hologram，後來物理老師又發覺當中有折射及反射原理，於是又在物理課上使用 Hologram 去講解，數學科老師亦發現 Hologram 即平射球體，可以用來教面積。過程中同事之間溝通增加了不少，所以工作量亦多了不少。」

「最早期時，因為我感覺到數學老師不想（推動 STEM 教育），我於是找來 Physics 老師，因為 STEM 講求跨學科合作。不過，我明白現時只有電腦同 Physics 兩科去配合，效果不是最好。」

「若將所有課程混合在一起，重新安排，我相信實際香港的教師是做不到的，因為這是將整個制度改變，教育局才可以做得到，做到當然令 STEM 教育更理想，做不到只是為了適應現實。」

兩位資深教育工作者及一位對香港教育有研究的學者就亦指出，跨學科教學有賴教育局的推動，否則香港 STEM 教育難以取得成效：

「教育局推出的課程修訂指引我都有看過，科學科、數學科都有，但我認為未必能夠有效推動 STEM 教育，因為自學科各自做的感覺好強烈，沒有跨學科，我認為教師看了也不能好好推動 STEM 教育。」

「目前教育局推行的 STEM 教育，只是個別學科學習內容的改動，只是根據各學習領域的文件去寫，難在學科層面有甚麼大動作。」

「STEM 是跨學科的，教育局一日未能打破學科之間的框框，一般學校教學上無彈性，面對考試是教育核心的問題下，STEM 教育在港一定不會成功。直資學校會好一點，課程上可以有一點改動，但到了高中要面對公開試，亦難以改變。所以香港要將學科之間的獨立性鬆綁，考試方法亦要改變，否則，STEM 教育一定有別於英美的 STEM 教育。」

即使 STEM 教育涉及的學科知識，亦有不少教師反映有所不足（70.4%）。深入訪談中，有教師表示同工普遍對於工程知識明顯有所不足，一位大學教授指出了教師在知識上遇到的挑戰：

「我們做科學探究是可以的，數學亦無問題，但是說要做科技，我們就要學習現時最新的發明，而工程，就真的比較難學習到。」

「中學教師現時只能做到將科學、科技及數學扣連一起，但工程的知識就存在困難，尤其是如何將工程學的知識與科技一起授課，這一點是我遇到的中學老師較多反映的問題。」

教材是前線教師教學的重要工具，前線教育認為目前支援出現不足（70.5%）。受訪 STEM 教師表示由於目前坊間出版社及教學工具不能完全滿足自己的教學需求，例如一些內容思路做得好的教材，可能配套未如理想；而一些職員跟進完善的出版社，教材資料卻未見足夠，所以老師都要了解不同教材，再選取合適的章節，經自行修訂後，才可使用。有受訪老師表示這種情況在各科都會出現，不過，STEM 教師遇到的困難是更大：

「STEM 涉及科技，科技是日新月異的，這與中英文科不同。我們除了要花時間去認識不同科技知識外，亦要花錢試用相關教材，這些教材不是一百幾十元的書本，而是可以過千元，甚至過萬元的科技新發明，現時學校是沒有資源給我們申請的，這個真需要急切處理。」

「STEM 不是一個獨立學科，我們要與相關學科老師合作，即是教材不是自己一個人可以準備，需要大家事前開會，經討論後，各自準備好，再檢討當中的不足。時間比起我準備其他科目起碼多出一倍。」

4. 受訪教師中 5 成多自評應付 STEM 能力屬於一般、3 成表示能夠或完全能夠應付、1 成多反映未能應付；只有 3 成多受訪教師表示有信心教授 STEM 教育，高達 6 成信心不足；惟 9 成多受訪者表示會學習更多相關知識，8 成多則願意付出更多時間於 STEM 教學，支持香港推動 STEM 教育的亦高達 9 成

受訪 STEM 教師中，理科畢業生與文科和商科畢業生比較，明顯表示能夠應付到 STEM 的教學工作²⁸。不過，即使具備理科背景，他們同樣與文科和商科畢業的教師一樣，較少人表示有信心任教 STEM 教育²⁹。

²⁸ 文科、商科畢業生教師中，18.2%表示能夠或完全能夠應付，67.6%表示一般，14.2%表示未能或完全未能應付 STEM 教育工作；而理科畢業生教師中，則有 40.2%表示能夠或完全能夠應付，48.8%表示一般，10.9%表示未能或完全未能應付 STEM 教育工作。經卡方測試（chi-square test），達到統計學的顯著相關度（ $p=0.000$ ）

²⁹ 文科、商科畢業生教師中，29.6%表示同意或完全同意「我有信心任教 STEM 教育」，70.4%表

兩位教師亦在深入訪談中提到教師信心不足的限制：

「現階段關鍵是教師普遍信心不足，欠缺安全感，所以大家盡可能待教育局真正要推動時，才開始了解。」

「教師有一種習慣，自己要有十足認識的科目才會去教學生。STEM 實在太新，涉及的知識並不簡單，不是很多老師有信心去教。」

儘管普遍 STEM 教師信心不足、應付教學需要只屬一般水平，研究員觀察到受訪教師都會設法裝備自己以應付教學需要，一些熱愛科學的教師更會義助同工解決 STEM 教學上遇到的問題：

「我現在與幾位都是 STEM 的教師，都有定期開會，自發去了解如何做好 STEM 的教材，這個支援網很重要，大家是同行，給予的意見都很有用。另外，其實現在都有幾個由老師組成的 Whatsapp 群組，大家有問題就發問，其他同工都會幫忙。」

「我有參加坊間由教師組成的學會，見到一些同工不懂怎樣做，我都會幫他們，尤其一些小學常識科老師，大都以女性為主，她們真的對掌握較複雜的零件有困難。」

就研究員出席由民間教育團體、教材供應商、出版社為前線 STEM 教師提供的工作坊／講座／培訓課程／展銷會觀察所得，不少 STEM 教師都付出了寶貴的私人時間，了解最新的 STEM 教育發展，較為投入的教師，甚至通過網上社交群組、手機即時訊息、假日的講座等，為同工解答教學上遇到的問題。香港 STEM 教師具備投入教學的熱誠，敢於承擔，支持推動 STEM 教育。

示不同意或完全不同意；而理科畢業生教師中，則有 41.4% 表示同意或完全同意「我有信心任教 STEM 教育」，58.6% 表示不同意或完全不同意。經卡方測試 (chi-square test)，未能達到統計學的顯著相關度。

5. 受訪教師對不同支援STEM教學方法評價甚高；各種支援更是增強教師信心的來源

是次問卷調查要求受訪教師就各類型的STEM教育支援方法進行評分³⁰，各項方法都獲高於平均值的得分，評分結果是：校方支持（4.09）、參與工作坊（3.94）、修讀課程（3.82）、校內同事之間的協作（3.78）及參加研討會（3.61）、購買校外機構到校服務（3.45）、網上教師交流平台（3.33）、出席教材及產品展銷（3.28）、自行研習（3.27）、參加境外交流團（3.17）。深入訪談中，亦有教師按照個人經驗評價不同支援方法，這些支援更是增強他們對STEM教學的信心來源：

「整個STEM推動，一定要學校支持，學校支持下，教師才有信心做得到。校長能夠在行政安排上支持，已好重要，包括安排課時及讓我們出去上課。」

「我上過一些工作坊，幾個小時學會（一種教材），回到學校就可以教學生了，非常幫到我。」

「同事之間合作很重要，大家一起檢討，才可不斷改善教學質素，信心亦因此而建立。」

6. 7成受訪教師認為具有推動STEM經驗的教師、校方、民間教育組織是最能幫助前線教師推動STEM教學的持份者；亦有6成認為特區政府、專家／學者支援重要

STEM教育既與傳統學科本質不同，亦是在學界新推動，前線STEM教師對不同持份者的支援有以下分享：

「始終我們要動手去學，同工的經驗一定是最有參考價值。若有豐富經驗的同工能夠來觀課，再就我的學校情況給予建議，我相信這是最有用的支援。」

「我們學校一直有做跨學科協作，這種由校方建立的一種教學方法，學校本身支持，我認為是成功推動STEM教育的關鍵。」

³⁰ 最高5分，最低1分。

「我們法團校董會是大力支持推動 STEM 教育，個別校董更捐款用作購置教材，所以校長十分重視，當我再在全校推動時，就會較易辦到。」

「STEM 這幾年來香港是民間熱，政府慢，我認為這是因為由教師組成的教育團體，發揮了幫助教師面對教學需要的功能。教育局未必懂得做最能支援教師的工作，他們都是官，做事一層到一層，反應自然慢，就由這些團體去做，效果更好。」

「我們學校發展 STEM 教育已有一段時間，不是為 EDB 的政策而做，現階段我們希望突破，這方面要有專家、教授級人馬幫忙才可以。」

「政府一定要清晰 STEM 教育是會長遠設立，集合大學教授、教育大學的教育家、前線教師、教育學會等，一同為 STEM 教育規劃課程、制訂成效指標、設計教材。只是一方面的力量是不足夠的。」

支援 STEM 教師的政策建議

宏觀經濟發展政策層面

1. 特區政府應加快開展創科產業政策，借助國家科學結合產業發展的大趨勢，把創科產業成為本港知識型經濟重要一員，為 STEM 人才提供發展前景，打通 STEM 教育的就業前景，同時確保香港在全球經濟模式轉變下，繼續成為最具競爭力的經濟體

全球經濟發展進入了以運用高端科學、頂尖科技，突破人類面對重大挑戰的轉折年代。各地教育界積極通過立法（例如美國）或制訂政策（包括英國、南韓、中國），投放資源，成立或委派專責機構，並結合國家級科研機構，共同推動相適應的 STEM 教育，裝備人才，確保國家競爭力，亦為全人類改善生活作出貢獻。

香港政府自回歸以後，一直沿著知識型經濟方向發展，四大支柱產業以商業為主，近年提出的六大優勢產業當中雖然包括創新科技產業，惟在面對欠缺科研人才、本地投資者鍾情投資商業項目的文化、外地企業來港成立公司的土地及資金政策支援等問題，始終未能在高增值的金融服務業外，將同樣屬高產值的高端科學及科技創新產業，亦一併發展成為本港知識型經濟的結構中。是次研究受訪教育專家亦指出，宏觀經濟發展必須將創科產業做好，才可製造良好的客觀條件，吸引企業負責人、專家、學者、中小學師生走在一起，讓有志年青人開拓創科事業，才是最有效推動 STEM 教育的元素。創科產業發展，明顯意義重大。

特區政府最新一份『施政報告』指出會循 8 大方面加強創科發展，並由特首親自主持一個「創新及科技督導委員會」，確保資源到位。對此，建議「創新及科技督導委員會」應率領相關部門制訂政策及措施，投放資源，加快推動創科產業，借助國家制定的粵港澳大灣區發展規劃，運用香港國際優勢，與區內城市群形成更大規模的互補效益，突破香港地價高昂、市場規模小、科學發明長時間停滯發展的困局。盡快讓創科產業發展，能夠打通 STEM 教育讓年青人投身創科產業的終極目標，促使建立一個由特區政府、慈善教育基金、創科企業及專家、大學學者、民間教育團體、中小學甚至幼稚園師生組成的 STEM 教與學社會團隊，共同讓年青一代掌握新經濟發展要求的基本創科知識，亦培養一批對創科感興趣、表現出色的年青人，為目前及未來香港多元的高增值經濟發展提供人才，確保香港在全球急速轉變的生產模式下，維持競爭力。

STEM 教育政策層面

2. 特區政府應明確 STEM 教育的長遠發展，聯繫教育專家、前線教師及 STEM 學者共同整合課程，促使跨學科教學，讓下一代學會融會貫通知識，並培養以科學求證的方法，達到有能力解決日常生活難題，促使教育為年青人裝備好迎接未來社會講求的創新思維和開拓能力

綜觀近年南韓、新加坡政府通過課程改革、派出專家協助前線 STEM 教學、為教師提供持續專業培訓等大力推動下，短短幾年間都在 STEM 教育取得突破成績。以香港實際情況而言，是次受訪的專家及教師均不約而同認為特區政府最重要的責任，是要確立長遠推動 STEM 教育、做好升學及相關產業發展。顯然而見，當前教師眼中的香港 STEM 教育，政策仍未到位，學校甚至仍在質疑教育局是否會認真長遠推動，直接影響各學校對 STEM 教育的調配資源。本研究建議特區政府應明確 STEM 教育是一項長期及持續推動的教育範疇，「創新及科技督導委員會」要監督及指導教育局推動科普教育的工作，特別要針對現時前線 STEM 教師對教育局相關工作根本未有知悉，或是批評有關支援受惠學校有限，專家級別支援不足等問題。

更重要的是，受訪專家及教師均反映教育局最需要承擔的責任，是要設法推動 STEM 教育的跨學科教學。否則，香港的 STEM 教育，只能繼續依賴學校的老師自發進行協調，由於不同學校協作文化的差異，香港 STEM 教育難有突破性發展。本研究建議教育局於「課程發展處」中成立「跨學科 STEM 教育小組」，由首席助理秘書長（課程發展）親自負責，找來教育專家、前線教師及 STEM 學者，共同研究為適應時代轉變而發展一套跨學科的課程內容，為前線教師提供一個整全的跨學科教學指引，第一階段先就小學至初中的 STEM 教育課程進行整合。由於高中課程涉及公開考試，相信要讓持份者有充分共識下才可對課程進行改動，故暫時不宜處理。

3. 特區政府應制訂政策支持民間教育團體舉辦各種支援 STEM 教師的活動，讓有豐富 STEM 教學經驗的教師／創科專家及企業／教材公司等為教師提供最新、由基礎至專家級別的教學支援；亦要聯繫各界，形成推動 STEM 教育的文化氛圍，全面提升本港 STEM 教育的質素

英國、芬蘭及新加坡等地在推動 STEM 教育過程中，除了政府全力參與外，亦鼓勵相關企業、團體甚至社區投入參與。STEM 教育不止在教育界中推動，而是將整個社會都聯繫在一起，從社會文化中培育。綜合是次研究資料，香港 STEM 教育目前主要由教育界推動，由前線教師自發成立的民間教育團體更是關鍵的推動者，出版社及教材服務提供機構亦有參與其中。相反，創科企業的參與被前線教師形容為「缺席」者。教育局在官僚體制下，推出的工作根本未能追趕 STEM 教育急速發展的步伐。雖然情況如此，香港情況相當獨特，受訪教師及專家不約而同地認為，教育局只要清楚說明 STEM 教育長遠推行，在課程整合上發揮領軍角色外，其他有關支援教師的活動，教育局毋須參與太多，反正民間教育團體自發籌辦的工作坊／研討會等活動，能夠聯繫專家、教材公司及有豐富 STEM 教學經驗教師，更能切合前線教師的需要。

對此，本研究建議教育局大力支持民間教育團體籌辦的 STEM 教學支援活動，這包括資助相關活動的開支，尤其跨境觀摩團可津貼參加教師及團體義務理事部分費用，又或是對教師培訓及學生學習及競賽涉及的場地租金及報名費提供津貼；亦包括為相關活動提供行政支援，例如，向學校推薦甚至協助將活動上載至教育局教師培訓行事曆上，讓教師易於獲得校方批准假期參與有關活動。過程中，教育局應與有關團體保持密切溝通，盡力提供所需支援，讓民間團體補充現時教育局在官僚制度下，步伐難以趕上 STEM 教育日新月異發展特性的不足。

特區政府亦應聯繫本地、內地以至全球的創科企業、專業及相關團體，邀請他們派員到本港學校及社區共同推動科普教育。參考新加坡安排工程師、科學家進入課室協助 STEM 教師的做法，以及日常在社區舉辦老少皆宜的 STEM 教育活動，特區政府可以廣泛邀請教育專家、工程師、科學家進入校園，一方面通過觀課及與教師一起進行課程設計及教授方法，真正為 STEM 教師提供到位的支援，尤其現時前線教師反映同工普遍工程知識不足，加快提升 STEM 教育質素；另一方面在科學館、海洋公園、文化中心，以至各區大型商場、文康場地、公共屋村平台經常舉辦科普活動，例如讓在港成立已超過 10 年的 16 所「國家重點實驗室香港伙伴實驗室」及 6 所「國家工程技術研究中心」多到社區中舉辦

講座，讓市民了解科學家的研究，攜手築起 STEM 教育文化氛圍，突破目前 STEM 教育主要依賴中小學教師推動的框框。

4. 本港大學應制訂更具彈性的收生入學要求，並開設「傑出 STEM 青年入學／推薦計劃」，鼓勵年青人投入 STEM 教育

新加坡經驗引證了在中學推行 STEM 教育，必須讓學生能夠入讀大學，才可吸引學生及家長支持。故大學亦有一定收生名額，供 STEM 競賽有優秀表現的學生入學。是次受訪專家及教師亦指出了本港 STEM 教育未有打通升讀大學的路徑，直接影響 STEM 教育的推動。去年「港科院」就科學、科技和數學教育的研究報告，指出了本港大學應吸引學生修讀更多科學、科技和數學科目，糾正現時中學生缺乏均衡的知識基礎。報告建議大學檢討現時統一的 3322 最低入學要求，按個別學位課程需要訂立入學要求，旨在減少核心科目的比重，從而可以選擇多些選修科，大學最低入學要求可以更具彈性，從現時的 5 至 6 科減至例如 3 科，同時將學生包括課外活動的表現一併考慮。

本研究支持「港科院」就大學收生最低要求的建議，促請香港高等教育院校修訂收生要求，因應課程性質，例如與 STEM 有關的學科，收生計分方法可較著重數理科目之餘，更可以減少現時的 5 至 6 科的最低入學要求，讓一些在部分核心科目或選修科目考試失手、但數理表現出色或是在 STEM 競賽中成績卓越的學生，亦有機會進入大學入讀與 STEM 教育有關的心儀學科。本研究亦建議參考現時「傑出運動員入學／推薦計劃」，推出「傑出 STEM 青年入學／推薦計劃」，由多間有開設與 STEM 相關課程的大學設立，供有出色 STEM 競賽表現的學生循專門途徑報讀大學，鼓勵年青人向 STEM 教育發展。

教師培訓及教學支援政策層面

5. 盡快在教師職前教育加入基礎科學知識、STEM 教學法及運算思維的編程課程，並對在職教師提供到校支援教學服務；整體要為教師進修完善配套政策，提供至少半年的帶薪進修機制，及為課程建立持續進修階梯，配合 STEM 知識日新月異的發展

世界各地推動 STEM 教育的經驗中，教師可以獲得不同形式、不同層次及有系統的職前及在職持續培訓，各地政府為培訓教師調撥大量資源，動用國家級專家、大學教授、具備相關教學經驗教師，在國家內、城市中以至社區上，為教師提供有助教與學的支援。惟是次研究發現香港普遍 STEM 教師認為相關培訓不足，具體情況包括：有關教師未能掌握教育局的培訓資訊；教育局主要舉辦的教師分享會內容未能應用到不同學校；有初入行教師因年資不足而未能參加較深度的培訓課程；即使有機會參加深度課程的 STEM 教師，亦表示進修未有相關政策配套，完成課程後，要接手處理受訓期間的教務工作並不容易；最終導致目前普遍教師選擇由民間教育團體舉辦、培訓時間較彈性的工作坊／講座，再通過自發建立的 Whatsapp 群組即時支援，形成獲取 STEM 教學最新、最基礎知識的主要來源，對於具實效的深度培訓只能猶豫卻步。是次研究同時發現普遍 STEM 教師感到本身學科知識不足、表示有信心任教的教師屬少數、幾乎所有人認同個人會學習更多相關知識。由此可見，特區政府必須就 STEM 教師的培訓制訂更具實效的政策。

本研究建議本港為 STEM 教師提供職前培訓，主要從課程方面著手，因應普遍小學 STEM 教師缺乏理科知識的背景，盡快在本港師訓加入相關的科學知識基礎課程和運算思維的編程課程，裝備更廣闊的學科知識，讓有意教授小學 STEM 教育的未來教師，能夠補充基礎的理科知識，日後進入校園，培養小學生對 STEM 教育的興趣。此外，STEM 教學法亦應加入小學及中學的教師職前訓練的課程中，讓所有準教師都能掌握如何從傳統教育各科獨立、接收式的學習模式，提升至跨學科、學習者為中心、講求注入創意並必須親自動手進行科學驗證的 STEM 教育。中學課程亦要加入 STEM 專門知識，協助準備入職的中學老師對 STEM 有更深入的认识。

至於在職 STEM 教師的培訓工作，建議提升目前教育局「資訊科技教育卓越中心」有關教師借調計劃，由現時每所參與學校提名 2 位現職教師擔任兼職借調教師，向其他學校提供到校支援服務，升級至加入教育專家、大學學者、工程師、科學家的支援團隊，為參與學校提供到校

STEM 教育的教學法、課程設計、技術及管理支援，實際地解決小學 STEM 教師遇到的挑戰。建議該中心改名為「STEM 教育卓越中心」，將原來只限於資訊科技教育支援，擴大至 STEM 教育，按需要支援的學校需要分配合適的專家到校服務。

為了鼓勵 STEM 教師參加深度的培訓課程，建議教育局制訂完善的進修配套政策，最急切推出的是一個為期至少半年的帶薪進修機制，讓有意接受深度培訓的 STEM 教師，能夠在免除進修後處理大量教務工作的壓力下，除了只能倉卒參加周末的工作坊外，亦可以參加對教學有較大回饋的深度培訓課程。建議有關深度培訓亦應建立學習階梯，每個課程清晰區別不同程度，讓教師逐級完成並取得相關資歷，掌握相關的教學知識。STEM 教育涉及的知識日新月異，必須為教師提供持續培訓，才可有效推動本港的 STEM 教育。

6. 設立每年硬件設備津貼、STEM 教育支援人員津貼及 STEM 教材試用津貼，解決當前人力物力支援不足的挑戰

是次研究了解到愈來愈多香港的中小學設立 STEM 教室，惟普遍教師反映遇到硬件設備不足的挑戰。即使資源較充足的學校亦反映，STEM 教材長期使用需要添置配件，教材在一段時間後亦會過時，而每星期亦要花上不少時間去管理教材，涉及不少人力物力。更有教師表示備課前需要試用不同教材，教師亦要自掏腰包，價錢由數百至數千元不等。

本研究建議特區政府應每年每所中小學校，提供十萬元「STEM 硬件設備津貼」，讓 STEM 教師安排購置全新硬件教材，或為已購硬件添置配件或更新。為照顧一些學校 STEM 教室空間不足，寧願選擇租用硬件的需要，建議上述津貼亦可用於租借 STEM 教學硬件及相關服務的用途，以便學校在市場上選擇合適的供應商，於教學期內，租借數量一定的有關硬件，例如一人一機械人，既可滿足教學需求，亦可免除管理硬件所需的人力物力資源。此外，建議為各中小學提供津貼，以聘用 STEM 教育支援人員，協助 STEM 教師課堂前準備教材，及課堂後妥善管理 STEM 教室的教材等工作。最後，當局亦應為每所學校設立每年 5 萬元「STEM 教材試用津貼」，只要提供試用後報告，供其他教師分享，便可申請，解決目前 STEM 教師為了準備教材而需自行支付費用的問題。

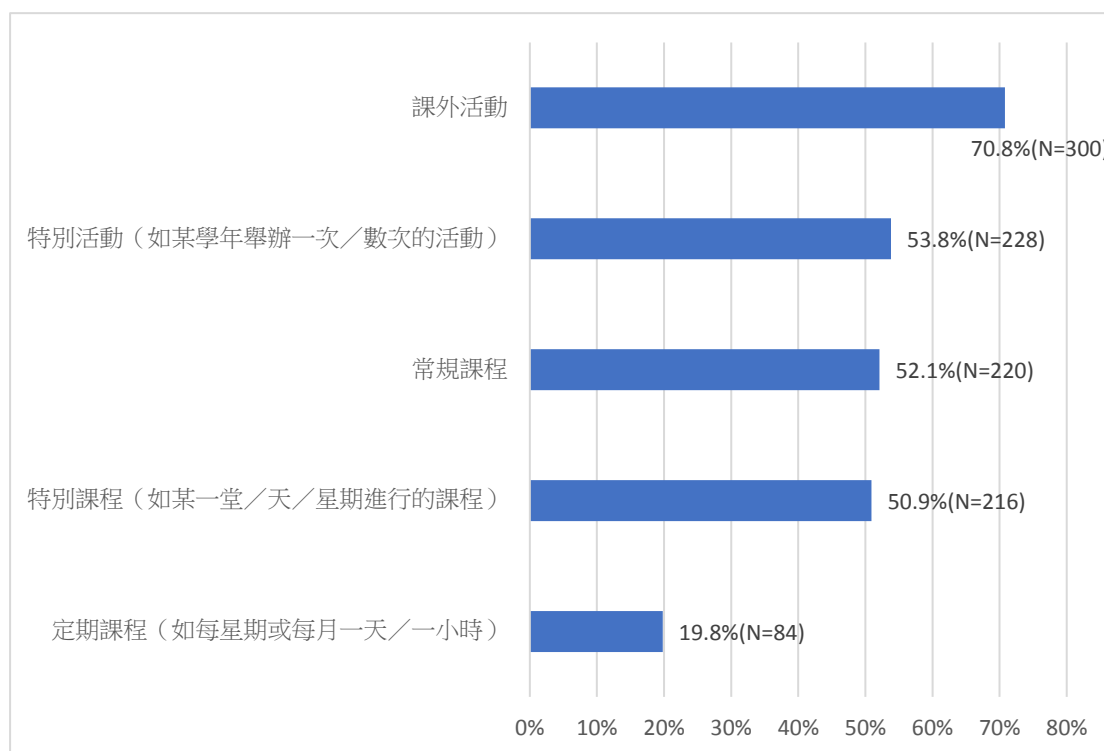
附錄：問卷調查數據結果

第一部分：受訪者背景

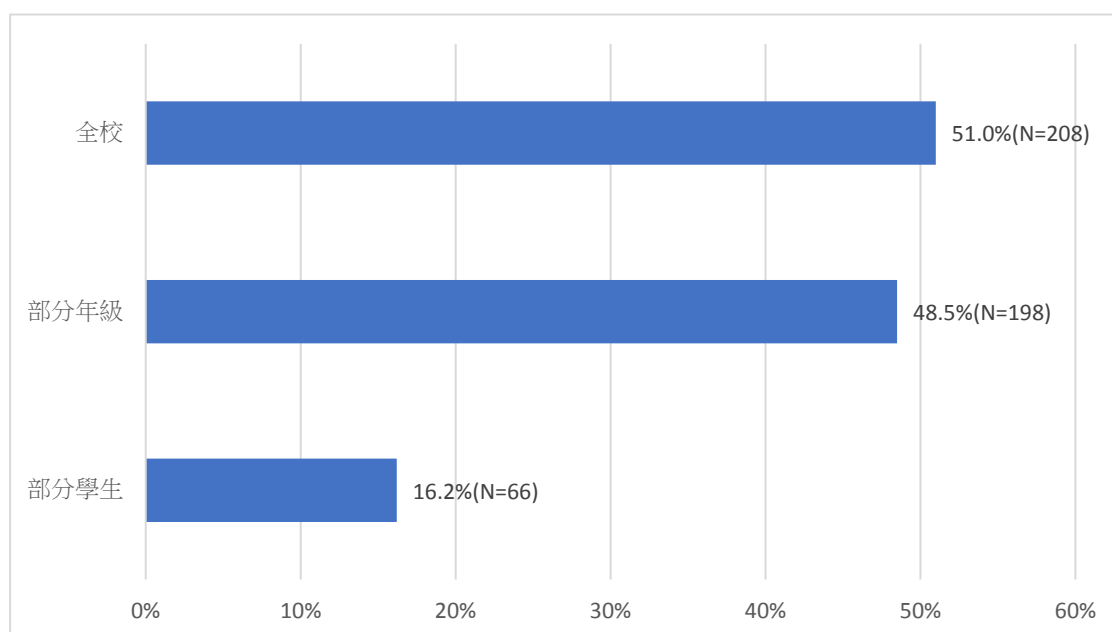
性別	男 (60.8%,N=259)		女 (39.2%,N=167)	
教育背景	文科畢業生 (29.7%,N=121)		理科畢業生 (63.7%,N=260)	商科畢業生 (6.6%,N=27)
	平均數	中位數	眾數	標準誤差
教學年資	16.4	17.0	20	7.8
任職目前 學校年資	12.9	12.5	20	8.0
推動 STEM 教育年資	2.6	2.0	2.0	3.8
任教程度及 科目	小學 (49.3%,N=210)		中學 (50.7%,N=216)	
	常識 (66.7%,N=140)		數學 (34.5%,N=60)	生物 (8%,N=14)
	數學 (52.4%,N=110)		資訊與通訊科技 (21.8%,N=38)	中文 (8%,N=14)
	電腦 (47.6%,N=100)		科學 (20.7%,N=36)	設計與科技 (5.7%,N=10)
	英文 (18.1%,N=38)		物理 (18.4%,N=32)	英文 (1.1%,N=2)
	中文 (18.1%,N=38)		化學 (13.8%,N=24)	

第二部分：有關 STEM 教育

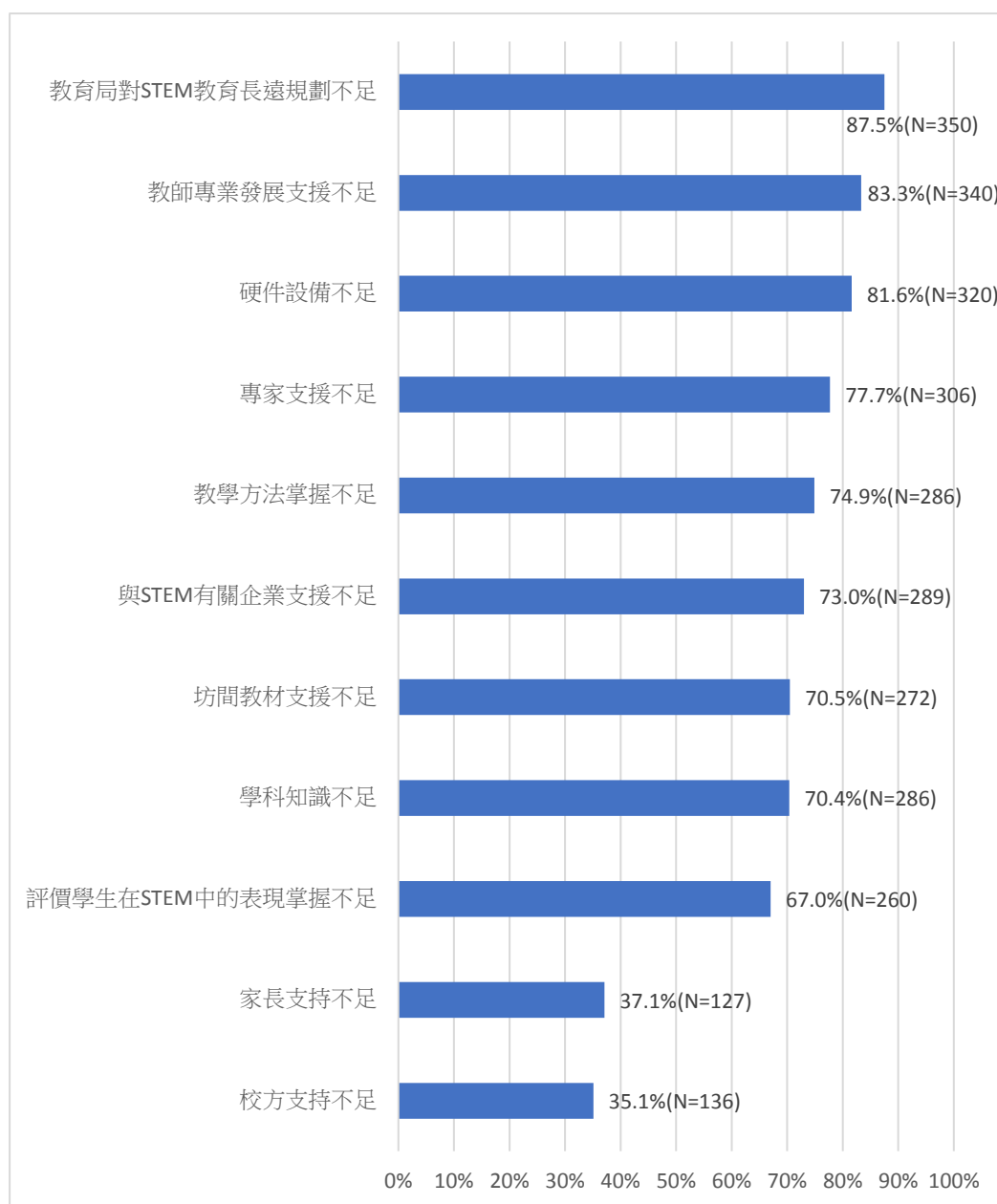
1. 推動 STEM 教育的安排（可選擇多項）：



2. 目前 STEM 教育推行範圍（可選擇多項）：

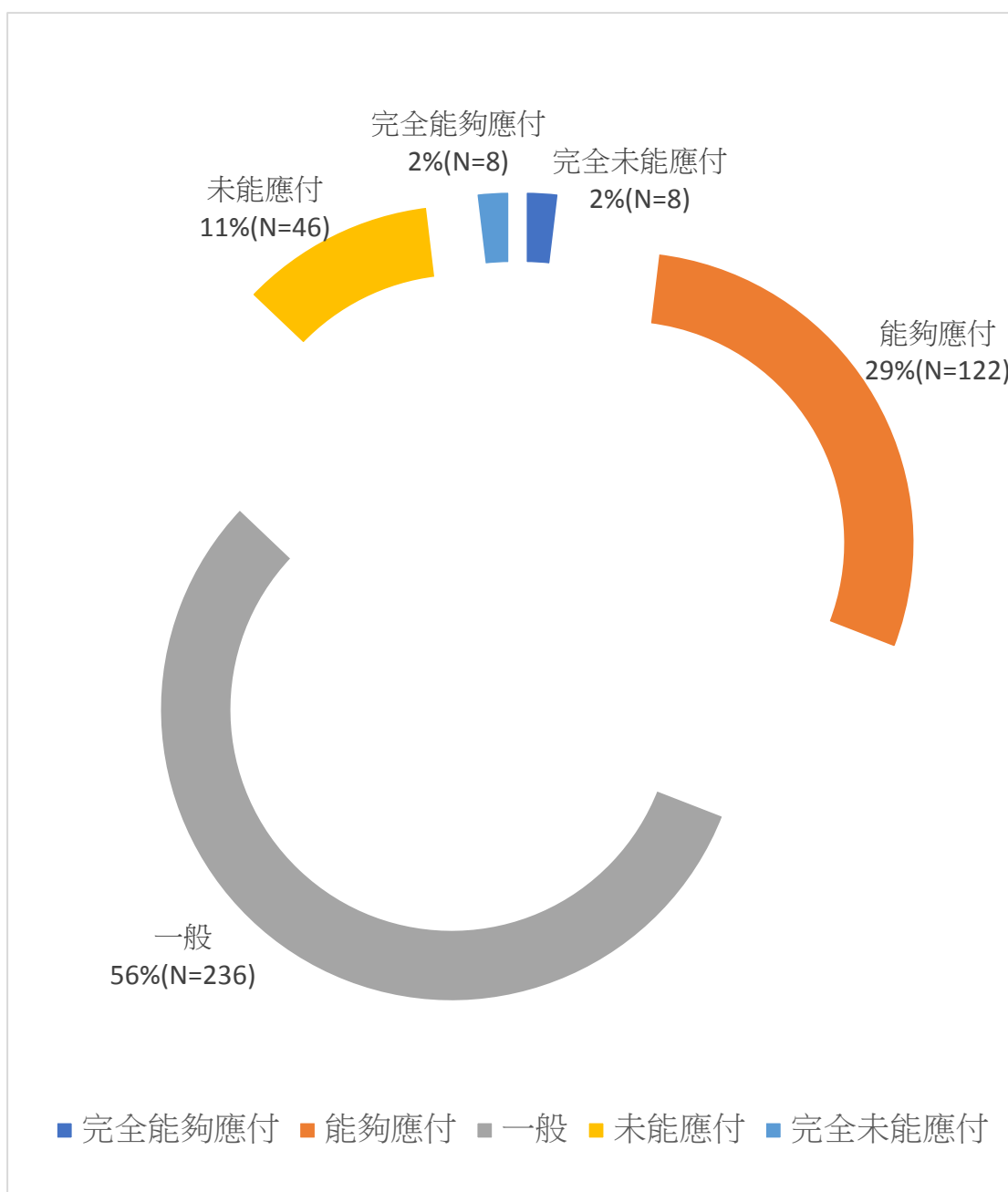


3. 推動 STEM 教育遇到的挑戰：

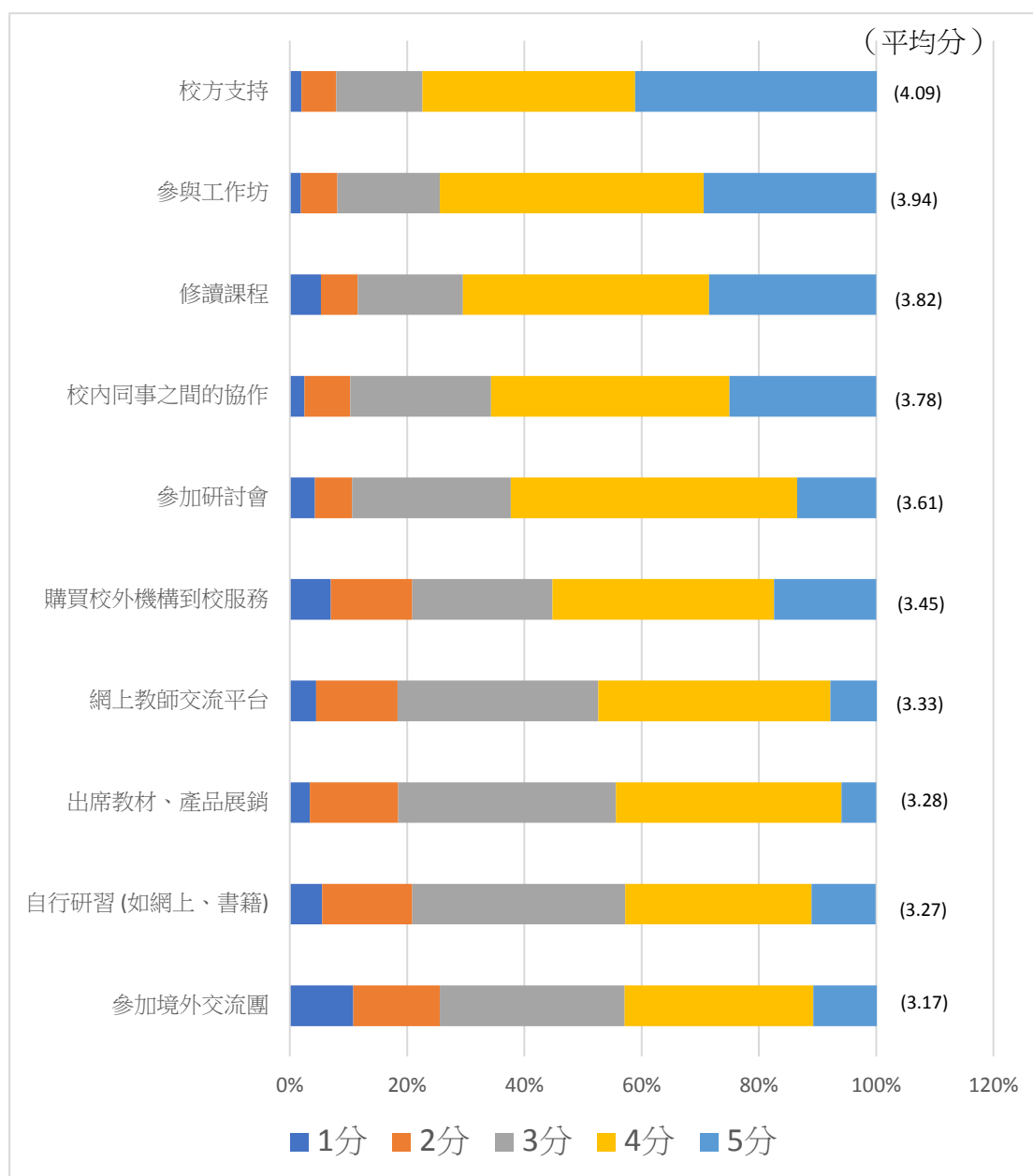


註：由於受訪者可選擇回答「有」、「沒有」、「不適用」，再加上各項推動 STEM 教育遇到的挑戰沒有回答的受訪者人數介乎 4-26 位不等，故在基數不一的情況下，即使選擇人數較多的挑戰，其選擇百分比會有機會低於其他推動 STEM 教育遇到的挑戰。

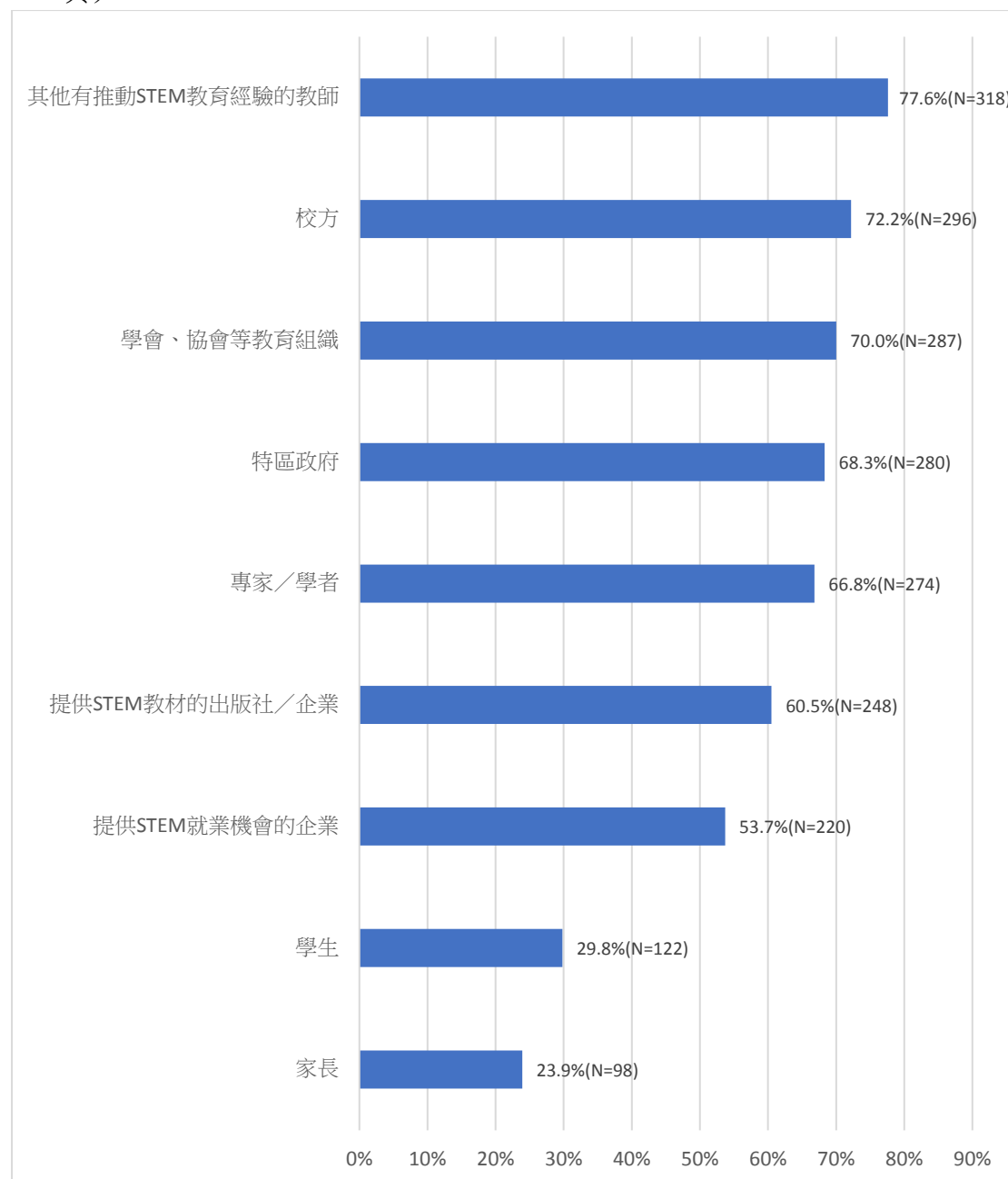
4. 整體而言，能否應付 STEM 教育：



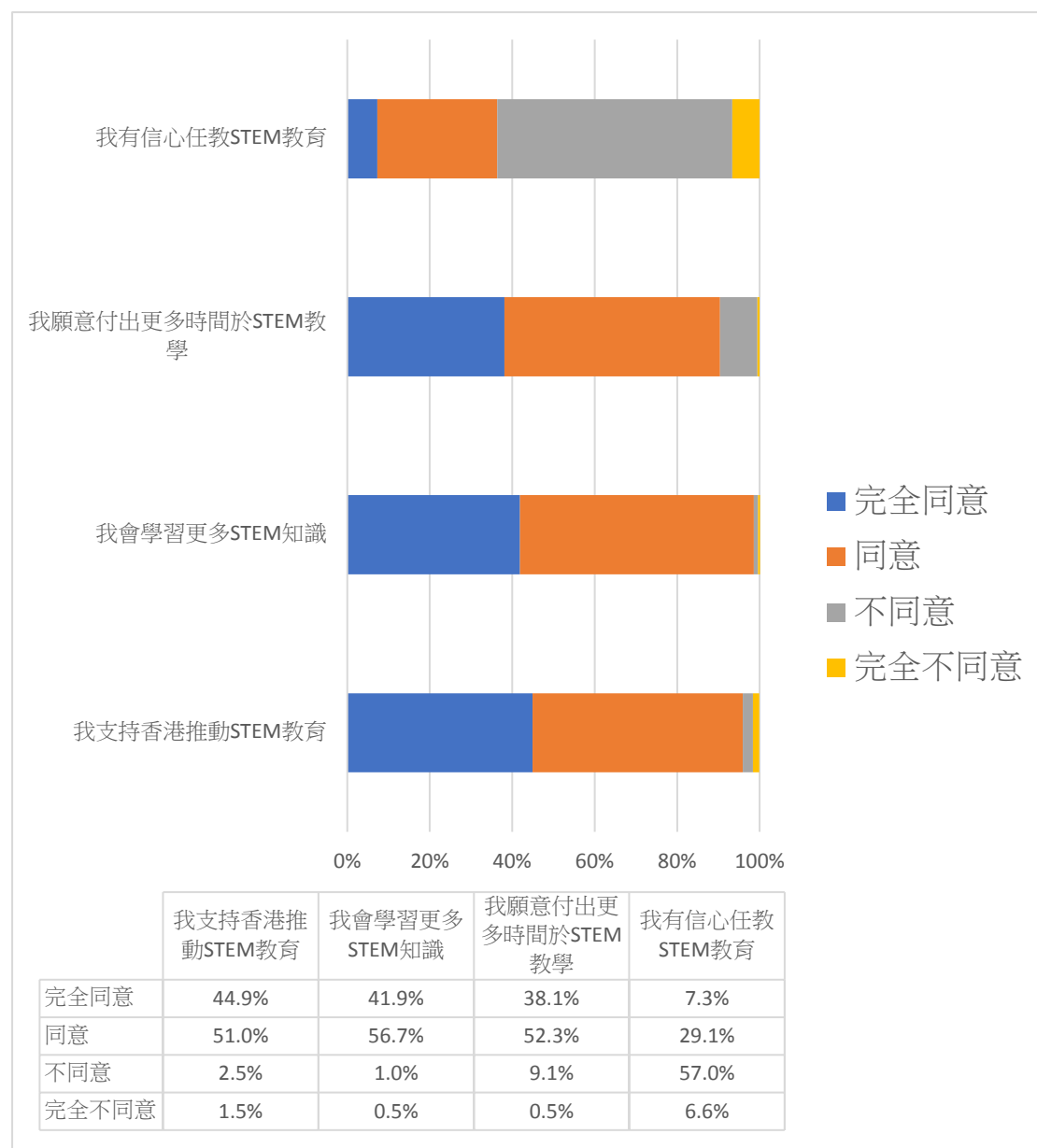
5. 各種支援方法，有多大程度上能夠幫助推行 STEM 教育（5 分＝最高程度，1 分＝最低程度）：



6. 最能夠幫助本港前線教師推行 STEM 教育的持份者（可選擇多項）：



7. 您有多大程度同意以下句子：



附圖

各界支援STEM教師網絡



附表

各支援網絡的具體工作清單³¹

特區政府	• 「創新及科技督導委員會」應加快推動創科產業政策，亦要監督及指導教育局推動科普教育的工作，確保政策到位，明確 STEM 教育長期及持續推動 • 建立一個由特區政府、慈善教育基金、創科企業及專家、大學學者、民間教育團體、中小學甚至幼稚園師生組成的 STEM 教與學社會團隊 • 應聯繫本地、內地以至全球的創科企業、專業及相關團體，邀請他們派員到本港學校及社區共同推動科普教育 • 設立 STEM 硬件設備津貼、STEM 教育支援人員及 STEM 教材試用津貼 • 教育局「課程發展處」中成立「跨學科 STEM 教育小組」，找來教育專家、前線教師及 STEM 學者，共同就小學至初中的 STEM 教育課程提供跨學科教學指引，推動跨學科教學 • 教育局大力支持民間教育團體籌辦的 STEM 教學支援活動，包括資助相關活動的開支及為相關活動提供行政支援 • 教育局成立具 STEM 經驗教師、教育專家、大學學者、工程師、科學家的到校支援團隊 • 教育局推出為期至少半年的帶薪進修機制
------	---

³¹ 支援網絡共 8 個，由於教育專家、大學 STEM 教授同屬高等教育院校體系，故被編入上述高等教育院校具體工作清單中。

高等教育 院校	• 修訂收生要求，因應課程性質，例如與 STEM 有關的學科，收生計分方法可較著重數理科目之餘，更可以減少現時的 5 至 6 科的最低入學要求 • 推出「傑出 STEM 青年入學／推薦計劃」 • 職前師訓課程加入相關的科學知識基礎課程、運算思維的編程課程，教學法及 STEM 專業課程 • 教育專家、大學 STEM 教授協助課程整合及參與到校支援 STEM 教師服務
民間教育 團體	• 繼續大力推動各類型支援 STEM 教師的工作坊／研討會／教材介紹及展銷／境外考察／社交網絡及即時通訊支援，並與當局保持密切聯繫，向局方提出具實效的支援 STEM 教師建議
STEM 教師 同工	• 參與到校服務，及為同工提供即時及具實效的支援
教材公司/科 技教育支援 公司	• 與民間教育團體一起，為前線教師製作實用的教材 • 參與社區 STEM 教育活動，共建科普教育氛圍
創科專家／ 企業、工程 師及相關專 業人士	• 參與到校支援 STEM 教師服務 • 參與社區 STEM 教育活動，共建科普教育氛圍

參考資料

英文部分

Australia Council of Learned Academies(ACOLA). (2013). STEM: Country Comparisons: International Comparisons of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education. Final Report.
(http://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/SAF02_STEM_%20FINAL.pdf)

Change the Equation. (8/7/2012). A Corps of STEM Master Teacher.
(<http://changetheequation.org/blog/corps-stem-master-teachers>)

Croucher Foundation. (2017). *The Out-of-School STEM Ecosystem in Hong Kong: An Exploratory and Investigative Study 2015/16*.
(<https://projects.croucher.org.hk/news/geektropolis-science-learning-outside-the-hong-kong-classroom>)

Croucher Foundation. (2017). The Out-of-School STEM Ecosystem in Hong Kong Second Report 2016-2017.
(https://croucher.org.hk/wp-content/uploads/2017/02/CF_STEM_study2016-17-1.pdf)

Dato, D. N. I., Mohd, F. D., Chew, C. M. and Leong, K. E. (2013). Consultant Report Securing Australia’s Future STEM: Country Comparisons. Country Report Singapore STEM.
(<http://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Singapore.pdf>)

Dobson, I. (no publication year). Consultant Report Securing Australian’s Future STEM: Country Comparison. Country report: Finland.
(<http://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Finland.pdf>)

Ejiwale, J. (2013). “Barriers to Successful Implementation of STEM Education” *Journal of Education and Learning* Vol.7(2):63-74.

Freeman, B. (no publication year). Consultant Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparison.

(<http://acola.org.au/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Snapshots.docx.pdf>)

Hoyle, P. (2016). Must try harder: an evaluation of the UK government's policy directions in STEM education. Australian Council for Education Research. (http://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1280&context=research_conference)

Jho, H., Hong, O. and Song, J. (2016). "An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from a Community of Practice Perspective" *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7): 1843-1862.

National Academy of Engineering, 2017. NAE Grand Challengers For Engineering. (<http://www.engineeringchallenges.org/File.aspx?id=11574&v=34765dff>)

Park, H., Byun, S. Y., Sim J., Han, H and Baek, Y. (2015). "Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea" *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7): 1739-1753.

STEM Learning Limited. (2016). *Annual Report and Financial Statements for the year ended 31 July 2016*. (<https://www.stem.org.uk/sites/default/files/pages/downloads/STEM-Learning-annual-report.pdf>)

White House Office of Science and Technology Policy. (February 2016). STEM for All: Ensuring High-Quality STEM Education Opportunities for All Students. (https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_fact_sheet_2017_budget_final.pdf)

中文部分

研究報告、政府文件、書籍

中國教育科學研究院（2017）。《中國 STEM 教育白皮書》。

中華人民共和國中央人民政府國務院（2017 年 7 月）。《國務院關於印發新一代人工智能發展規劃的通知》。（http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm）

余勝泉（2015 年 8 月）。STEM 教育理念與跨學科整合模式，載於《開放教育研究》，第 21 卷第 4 期。（<http://lcell.bnu.edu.cn/academicPub/72.pdf>）

克勞斯·施瓦布（Klaus Schwab）著、世界經濟論壇北京代表處譯（2017）。《第四次工業革命》。台灣：天下文化。

青年創研庫（2017）。《小學創科教育的狀況與啟示》。（http://yrc.hkfyg.org.hk/files/yrc/Youth%20IDEAS/Education_Innovation/YouthIDEAS020_STEM%20Education%20in%20Primary%20Schools/YI020EI_FullReport.pdf）

香港願景（2017）。《推動 STEM+教育：STEM 教育的在地化與頂層設計》。（<http://www.hkpri.org.hk/researchreport/>）

港科院（2016）。《科學、科技和數學教育：與香港創新科技的發展》。（http://www.ashk.org.hk/extensions/fileman/Uploads/FULL_report_Chi_28_12.16%20v1.pdf）

課程發展議會（2017）。「小學常識科課程指引（小一至小六）」。（http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/cross-kla-studies/gs-primary/GS%20curriculum%20guide%202017_chi_draft_Jul.pdf）

課程發展議會（2017）。「計算思維－編程教育（小學課程補充文件）」。（http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/CT/supplement_CT_chi_draft.pdf）

課程發展議會（2017）。「科技教育學習領域課程指引（小一至中六）」。（<http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum->）

development/renewal/TE/TE_KLACG_eng_draft_2017_05.pdf)

課程發展議會 (2017)。「科學教育學習領域課程指引補充文件－科學 (中一至中三)」。

([http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/science-edu/Science\(S1-3\)_supp_c_20170228_prov_final_draft.pdf](http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/science-edu/Science(S1-3)_supp_c_20170228_prov_final_draft.pdf))

課程發展議會 (2017)。「數學教育學習領域課程指引 (小一至中六)」。

(http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/kla/ma/curr/ME_KLACG_eng_draft_2017_04.pdf)

報章、雜誌

大公報 (5/9/2011)。「大埔舊墟公立學校小六生何汶謙 密碼「轉」出全國賽一等獎」。C05。

明報 (28/4/2014)。「領軍參加水底機械人大賽 學生做地盤掙旅費征美」。A26。

明報 (24/11/2017)。「四成受訪教師：STEM 不受重視」。A26。

明報教育出版有限公司 (2017 年 4 月)。《STEM 教育特刊》。
(http://www.openschool.hk/stem_201704.pdf)

東網 (6/5/2017)。「中大暑假率先辦 STEM 學堂 100 名額免費參加」。

星島日報 (16/5/2017)。「全港校際無人機賽佛教大雄中學奪總冠中五生研交通史勝出專題報道賽」。F01。

星島日報 (19/6/2017)。「保良局幼稚園推 STEAM 從生活探索科學邀「星之子」設計教具」。F01。

程介明 (13/1/2017)。《STEM 教育：未解之結》，載於信報。A22。

葉賜添 (沒有出版年份資料)。《在傳統教學與網上教學發展過程中教師角色的轉變》。(<http://www.me.icac.hk/upload/doc/j304.htm>)

香港教育工作者聯會

香港教育工作者聯會成立於 1975 年，當年本地教育尚未普及，教師權益有待改善。初期以「團結同工、推動教育改革」、「為教師、為教育」的基本理念發展會務；多年來堅守以理性和務實的態度，促進本地教育事業發展。隨著教育改革的啟動和香港與內地交流頻繁，近年將會務發展方向聚焦為「凝聚專業、服務同工」，加強教育工作者專業發展，並為會員提供優質服務。

出版：香港教育工作者聯會

日期：2017 年 12 月

地址：香港九龍旺角道 33 號凱途發展大廈 17 樓

電話：(852) 2770 3918

傳真：(852) 2770 5442

網址：www.hkfew.org.hk

電郵：hkfew@hkfew.org.hk

聲明

研究報告內容只反映研究得來的分析結果，並不代表教聯會立場。