

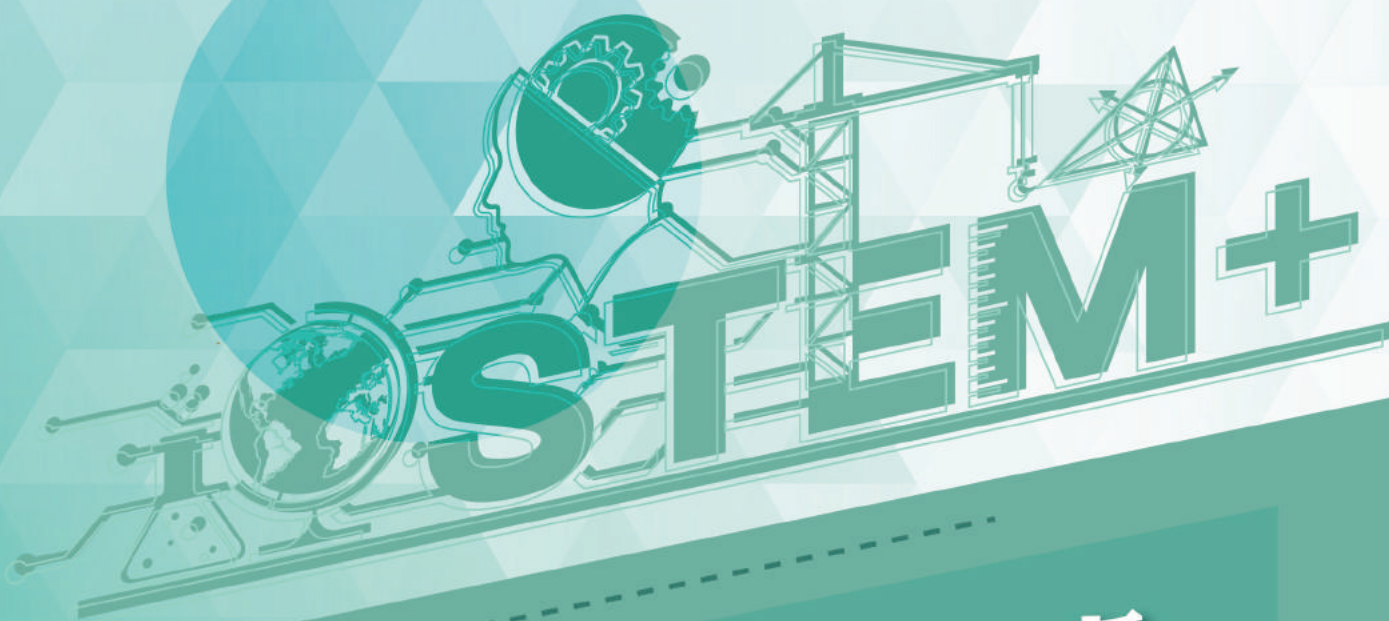


香港政策研究所
Hong Kong Policy Research Institute



香港
願
景

HONG KONG VISION



推動STEM+ 教育

STEM教育的在地化與頂層設計
Glocalization & Top-level Design of STEM Education

2017年9月
September 2017

香港願景計劃

召集人的話



今年是香港回歸二十週年，香港特別行政區已踏進了《基本法》所說「五十年不變」的中段。

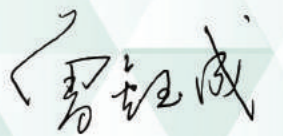
「一國兩制」在香港的實踐，整體上是成功的。然而我們也要看到：香港的政制發展要達到《基本法》規定的最終目標，仍有極具爭議的問題必須解決；「港人治港」要贏得香港市民和中央政府的信心，特區政府必須從多個方面改善管治；香港要維持長期繁榮穩定，必須研究如何提高經濟上的競爭力，同時要紓緩貧富差距擴大所造成的社會矛盾。

因此，我們必須認真總結特別行政區成立以來「一國兩制」實踐的豐富經驗，正視存在的問題和發生的矛盾，找出向前發展的正確方向。

「香港願景計劃」就政制發展和特區管治的主要問題，以及經濟、社會、文化、教育等範疇的公共政策進行研究，已發表了多份報告；接下來還有多項研究成果陸續發表。

我們會主動向特區政府和社會各界人士介紹我們的研究成果，歡迎各方面給我們提出寶貴的意見和建議。

香港願景召集人





香港願景計劃

推動STEM+ 教育

STEM教育的在地化與頂層設計
Glocalization & Top-level Design of STEM Education

總目錄 Content

我們的論述和主張	7
Our Discourse and Recommendations	17
研究報告	31



香港願景計劃

推動STEM+ 教育

STEM教育的在地化與頂層設計

我們的論述和主張

曾鈺成	召集人
馮可強	執行及研究總監
戴希立	名譽研究員
馮智政	研究員

我們的論述和主張

香港特區政府致力發展知識型經濟，創新科技更是箇中新興優勢產業。創新科技局和港科院的設立、以及河套區港深創科園的規劃，標誌著政府對創新及科技業的決心。政府對業界及研究界的投放不遺餘力。在資助方面，特區政府透過津貼及基金等在 2016 年投放了超過 180 億元推動創科¹。在土地規劃方面，政府調整工業邨政策，收回已停用的廠房，利用工業邨內的剩餘土地作為創科產業之用²。

經濟發展脫離不了人才供應。公營教育作為人才培訓的關鍵，需要配合未來知識型經濟及創新科技產業，故此 STEM 教育的推動對香港至為重要。

教育局於 2016 年 12 月公布《推動 STEM 教育－發揮創意潛能》報告，提出在中、小學推動 STEM（科學、科技、工程及數學）教育的初步建議。2015 年的《施政報告》首次提出 STEM 教育，2016 年《施政報告》進一步肯定對 STEM 教育的支持。STEM 教育旨在促進學生成為科學、科技及數學的終身學習者，使他們能夠應對二十一世紀的挑戰，同時有助培養與 STEM 相關範疇的多元人才，促進香港的發展。

STEM 概念最早在美國提出，是代表科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering) 及數學 (Mathematics) 的課程。推動 STEM 教育是配合全球知識型經濟帶來的教育趨勢，逐步由美國拓展至歐洲及亞洲。

縱觀歐美、新加坡等地的 STEM 政策文件，該課程在世界各地的設計都採用實用的課程邏輯 (pragmatist rationale)，期望為該地區未來的經濟需要培訓人才。不過，相比其他 STEM 地區，香港經濟結構狹窄，第二產業萎縮；加上華人教育一向著重課程科目明細分工，而學生及家長亦重視教育回饋；因此，海外課程經驗及設計未必完全配合香港。是次研究希望將 STEM 教育在地化 (localization)，推動恰當的 STEM 教育模式。

在地化的第一步，由STEM到STEM+ 課程

歐洲及美國發展 STEM 教育的初衷，除了為創新科技行業人才做準備，亦期望 STEM 教育解決整體學生的數學與科學水平及成績落後的問題。根據學生能力國際評估計劃 (PISA) 的報告，東方國家學生普遍的數理成績較西方國家為高。

1 Yang, Nicholas. "Diving Economy with Inno-Tech". Hong Kong's Information Services Department . N.p., 2016. Web. 14 Jun 2017.

2 楊偉雄，政府新聞處：〈推動再工業化促進經濟發展〉，香港政府新聞網，2016年6月16日，政府新聞處，2017年6月14日。

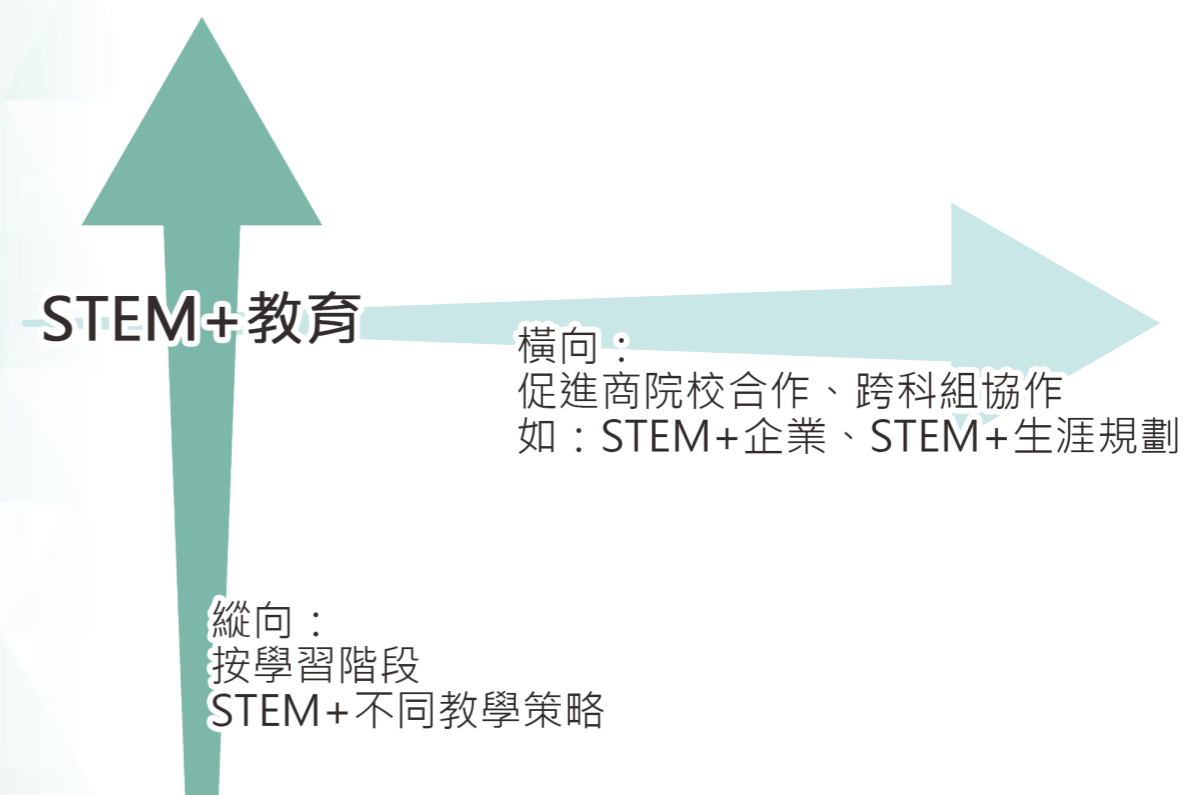
我們的論述和主張

香港的數理成績更在 PISA 中名列前茅，因此，我們應把 STEM 定位為創新科技的卓越追求、應用與發展，這個目標不是由學生在個別科目的努力可以達致。

2015 年 PISA 也顯示，相對其他地區，香港學生對數理的興趣不高，對入職相關行業的理想也較低。因此，我們對 STEM 教育的期望不是成績上的提升，而是態度、興趣的提升。這個目標亦不是從課本及單向教導中可以達致。

香港產業結構狹窄，創新科技業仍在起始階段。其他推行 STEM 教育的地區有大量工業、科技企業人才需求，家長普遍對 STEM 相關行業及出路有一定認識，但香港缺乏這方面的優勢，故此畢業生需要的 STEM 環境得依賴企業界與教育界共同營造。

STEM教育在香港需要在地化的改良，我們提出STEM+教育的政策建議如下：



建議一：創建「STEM+促進中心」

香港應參照其他國家發展 STEM 教育的做法。美國的科技政策辦公室 (OSTP) 成立委員會，專門協調與 STEM 有關的工作。英國成立教育慈善機構，支援 STEM 網絡連繫、諮詢等工作。新加坡成立 STEM INC，獨立處理 STEM 的推行。上海的 STEM 教育，同樣設立了上海市史坦默國際科學教育研究中心，以調配整合資源。

我們的論述和主張

自政府於 2015 年推行 STEM 教育及進行諮詢，民間一直對 STEM 發展遲緩的問題有熱烈討論。相比其他發達國家或城市，香港教育局在推行 STEM 教育的步伐的確起步較遲。美國在 2009 年已就 STEM 教育簽訂相關法案，為長遠教育發展投放充足的資源。新加坡也在 2013 年訂下支援 STEM 未來發展需要的基調。

事實上，香港無論是學界或商界，都早已具備一定的資源、經驗及技術發展 STEM。在早年電子教學的推動下，學界對資訊科技教學的認識充足，更有學校成立教育中心統一資源分配。根據香港中文大學的研究分析，現時學校的數理教師的教師主導教學 (teacher-directed science instruction)、調適教學 (adaptive instruction)、探究式教學 (inquiry-based science teaching and learning practices) 及對學生的回饋 (perceived feedback) 等四項教學策略均高於 OECD (經濟合作暨發展組織) 平均值³，反映教師在教學策略和執行能力並不遜色。學界對推動 STEM 教育有一定的準備。

香港已經在民間及商界有優秀條件，故此不需要由上而下重新規劃 STEM 教育。反之，我們建議教育局設立「STEM+ 促進中心」，以負責民間機構未能參與的部份，包括教師培訓、協調院校與商界資源等，使其在學校發揮正面作用。以「STEM+」為題，不單只進行課程促進，亦連結學校校本培訓、院校教師培訓、商界支持、外地經驗交流等。

「STEM+ 促進中心」主要工作

教育局一向有就個別學習範疇成立促進中心，例如國民教育中心、資訊科技教育卓越中心。「STEM+ 促進中心」主要工作為：

- 進行 STEM 教育的研究及教材發展；
- 向其他學校提供到校支援服務，就 STEM 教育的教學法、技術及管理作出支援；
- 就 STEM 教育的課程及教與學作研究及評估；
- 策劃及舉辦專業發展課程，分享和推廣通過實踐所得並具成效的教育經驗，並組織地區或全港的教師學習社群；
- 組織香港及外地的跨區教師交流及會議；
- 促進商院校 (Business-University-School) 協作，並整合社區、非政府組織、公營機構的資源；
- 協助向校長、學生及家長等持分者，傳遞相關的政府政策及措施。

3 何瑞珠、黃顯華、劉國智〈學生能力國際評估計劃 (PISA 2015) 研究結果〉，《香港中文大學 (中大) 香港教育研究所「學生能力國際評估計劃 (簡稱PISA) 香港中心」》，2016年12月6日。

我們的論述和主張

建議二：STEM+ 分階段的教學策略

我們認同教育局《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》⁴ 報告所說，香港的 STEM 教育應以「提升學生的學習興趣，以助他們日後在有關範疇升學和就業」為目標，進行手腦並用的教育活動以培養學生的興趣和好奇心。

在訪談中，不少校長及教育專家表示，因為要應付文憑試的壓力，學生多在高中階段難以繼續科技研究或相關活動。公開考試及晉升大學的條件限制了學校在 STEM 教育的嘗試。我們建議教育界應鼓勵小學及初中學生參與，在未有公開考試壓力之前，提升他們的學習興趣。

STEM+ 除了是課程拓展，也是教學策略的延伸。在不同的學習階段，學校應配合不同教學策略，以配合學生在本地課程的水平。

- 幼兒及初小階段的「STEM+ 遊戲」 (STEM+ Play)，即着重以活動、遊戲形式學習 STEM，讓學生在幼兒及小學階段對 STEM 有初步理解和認知，增加對 STEM 的接納程度和興趣。
- 高小至初中階段的「STEM+ 探究式學習」 (STEM+ Inquiry-based learning)，即以專題研習、報告形式加入課程單元。學生在研習的過程中運用課程知識，同時發展學生在溝通、創意及解難上的能力，培養科學素養。
- 高中階段的「STEM+ 就業及生涯規劃」 (STEM+ Career & Life Planning)，針對學生的務實思維，STEM 在高中階段可以考慮配合商界作生涯規劃，讓家長及學生瞭解到 STEM 的出路及就業的機遇，以及知識型經濟改革帶來的挑戰。

STEM+ 作為學生素養框架重要一環

課程是知識的合理化 (Legalization of Knowledge)⁵。社會將對普遍學生都存有的期望寫入核心課程，而將對部份有能力、有學習興趣的學生才存在的期望編入選修課程或課堂延伸的學習活動。就推動 STEM 教育而言，社會對 STEM 教育的討論，一時是針對部份數理尖子，一時泛指所有學生。

4 (香港)教育局：《推動STEM 教育—發揮創意潛能概覽》，2015年。

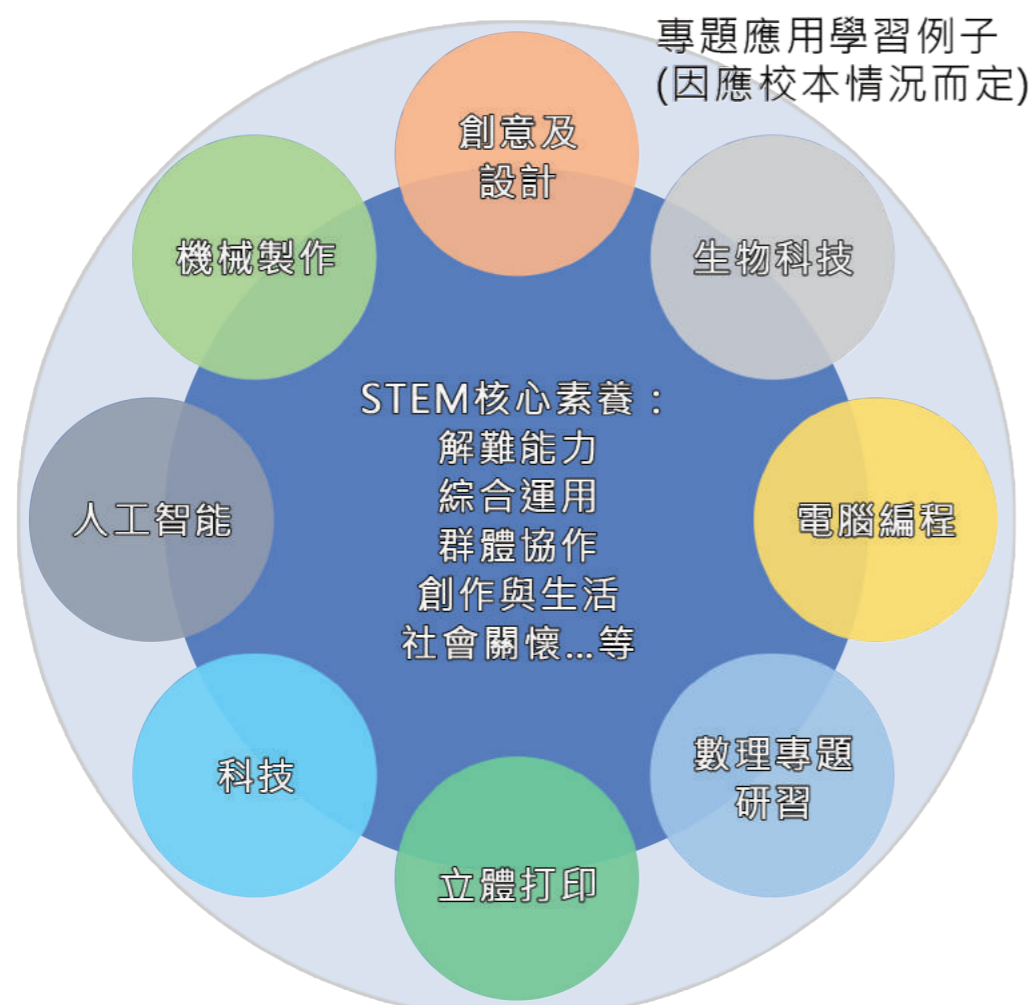
5 Scott, David. "Knowledge and the curriculum." The Curriculum Journal, 2014 25.1 (2014): 14-28. Web. 14 Jun 2017.

我們的論述和主張

2015年，香港課程發展議會發表第一份STEM政策文件《推動STEM教育—發揮創意潛能》對STEM學習提出方向，但未有統一的素養架構。教育局早前甄選了四間專業發展學校，包括香港仔工業學校、嗇色園主辦可譽中學暨可譽小學、樂善堂余近卿中學、以及瑪利諾神父教會學校作為範本。從它們的經驗可見，學校在試驗STEM時會因應資源、師資、教師的志趣等個別情況，不同學校側重於不同的個別元素，如偏重生物探究、數理專題研習、或電腦程式編寫。

面對全球經濟改革及挑戰，STEM教育應有普及的部份，而因應學生的不同能力以及學校的資源分別，亦應有校本專長的部份。故此，推動STEM教育時，需要訂明「STEM核心素養」。「STEM核心素養」是對全體學校及學生的要求，並符合全球倡議的廿一世紀素養，讓學生可在畢業後應對未來經濟需要。另外，學校可以按其校本優勢去設計「專題應用學習」，讓學生培養個別專長。

STEM核心素養



我們的論述和主張

現時小學發展STEM教育著重數學科與常識科的課程更新，加強不同課題如「數據處理」、「概率」等的學與教，務求以專題研習、問題為本等形式加強學生的STEM發展。初中的STEM教育則主張規限最低課時，確保學生學習不同學科的比例。我們認為要確切發展STEM，應先建構STEM的核心素養框架，讓學校、教師有據可依，再因應學校情況彈性調整。參考國際發展STEM教育的經驗，我們應該著重STEM非認知素養，以及將研習過程視為指標。

建議三：訂立STEM+素養框架

綜合美國和中國在STEM教育發展的經驗，香港應同時訂立綜合素養及學科素養。美國近年公佈的兩份STEM相關課程檔案，分別是2011年的《K-12年級科學教育框架》⁶、2013年的《新一代科學教育標準》⁷提出了學生所應具備的綜合素養。中國在上海的試行上也編訂了相關的科學素養。

相對於其他地區，香港民間資源豐富、科學及數學能力良好，但工業產業滯後。我們參考了各地的STEM素養框架，並進行調適以符合本地情況，倡議香港的STEM+教育應具備以下素養：

科學及科技素養

即是指知識內容，例如科學原理、科技知識，同時要發展學生的實行能力，包括科學式詰問，清晰定義問題，設計並執行課題研究，分析並解讀數據，使用工具，進行學術論證，分享發現並給出評論。

綜合運用與創新素養

科目劃分是人為的。學生面對現實難題時，沒有單純的物理題、生物題等。學生應能夠將STEM範疇的知識互通作跨學科綜合能力的運用。科技發展日新月異，學生應具備創新及學習思維，以備傳統方法失效時去解決問題。

解難能力素養

例如如何將難題分拆，辨認難題與科學知識的關連等。科研工作強調利用科技為人類解決問題，STEM教育不應過分傾向學生在知識上的吸收，而要訓練學生的解難能力，以提升學生的競爭力，以免被社會發展淘汰。

⁶ A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2012. Print.

⁷ States, NGSS Lead. Next Generation Science Standards: For States, By States. N.p.: National Academies Press, 2013. Print.

我們的論述和主張

群體協作素養

在實際創科工作環境需要與多個部門及團隊協作，非如考卷般一人一份的個人考核。STEM 教育應提供機會，讓學生在群體協同中相互幫助、相互啟發，進行群體性知識建構。教師可利用現實情景提出問題，因為在現實環境離不開與其他人的合作。

社會關懷

STEM 的應用與創新有賴學生對社會的關懷。學習者透過觀察、解難及創新等過程，以科技推動人類社會進步，克服社會挑戰，讓科技正面地建設社會。與生活相關的問題亦能激發學習者內在的學習動機，問題解決時亦為學生帶來成就感。

促進商校合作

政府視學校及校本課程為 STEM 教育的重要管道。從四間專業發展學校的經驗可見，發展 STEM 需要更多校外機構以至社會各界的合作支援。現時 STEM 教育的發展仍局限於校內的課程編排、專題研習、興趣小組和學校之間的展覽會、比賽等。

要讓學生瞭解 STEM 的價值和前景，必需配合院校與商界合作，讓學生吸收到第一手資訊，加強學習興趣；教師亦可從學術研究、反饋及培訓中成長，而學校更可有足夠的社會網絡去支援其發展。

商界配合科技教育的發展的意願和條件已逐漸成熟。不少大型跨國企業研發適合學生的學習工具，如 Apple Distinguished Educators、香港科技園公司等。然而，這些零散但龐大的學習資源，需要一個統籌平台集中整合並有效運用。

建議四：創建STEM+商校大平台

除了政府出資，政府亦可以鼓勵商界支持。美國在發展 STEM 教育時，得到了蓋茨基金會和紐約卡內基公司支持，讓 100 多位企業 CEO 創建「變革方程」公益機構。通過利用資金、資源和影響力，促進 STEM 公益教育事業；激勵青少年學習 STEM；推動基於 STEM 的教育改革，當中包括可觀的獎學金及就業連繫。

香港的科技行業需要人才，就需要由上而下的企業連繫——(1) 在大型的博覽會、比賽加入企業參與，讓中學生的作品和發明有機會成為產品，延續創意；(2) 為中學生提供獎學金在海外或本地升學、進行相關科研工作，以改變家長和中學生對相關行業的既有印象；(3) 為有優異研究成果或潛能的中學生提供實習及僱用承諾，為他們提供穩定的出路。

我們的論述和主張

拓闊教育出路

2012 新高中課程實施後，香港中學文憑試成為大學收生的重要評估指標。大多數大學學科以四科主修科目及兩科選修科目（4+2）計算分數的方式錄取學生。因應華人社會「唯有讀書高」的傳統文化，學生選科長期受大學收生標準主導。根據香港考試及評核局的數據，修讀物理、化學、生物、綜合科學及組合科學等科學科目的學生人數，比以往修讀生物、化學、物理三科的學生人數大幅下降，由 2009 年的 40% 下跌至 2016 年的 4%。同時，修讀高等數學（即 M1 或 M2）的學生由首屆文憑試的 22.9%，大跌 9 個百分點至去年的 13.9%。情況反映綜合科學及高等數學等課程普遍排除在「4+2」的修讀科目之外。

另一方面，香港各大學理工學科收生考慮整體能力，包括語文能力強、四個核心科目成績平均地優秀。但在 STEM 發揮優異的尖子，如果不能達到以上的要求，就會被排除在升大學途徑外，需要重考香港中學文憑試達至各科均等地優秀，或考慮其他升學途徑。我們應該思考目前的 STEM 發展策略，優化大學升學制度，為人才提供學位及晉升機會，摒除學術障礙。

建議五：改善大學收生制度，推薦尖子升讀相關課程

經過教育改革，香港中學文憑試成為單一評核，並以四個核心科目作為升學的最低門檻，因而追求學術發展的科技人才需兼顧多個科目。我們認為政府應為有意向創科發展的優秀學生提供適合的晉升途徑。

我們參考個別院校的傑出運動員推薦計畫及香港體育學院的體育獎學金計畫，建議政府為優秀且有意升讀大學科學、工程及其他相關課程的學生提供資助，讓大學可以通過非大學聯合招生辦法（Non-JUPAS）取錄。受惠的學生只須經過院校發出有條件取錄（Conditional offer），就可符合大學的「最低取錄條件」升讀大學，確保人才受惠於大學教育，發揮所長。同時，大學以非大學聯合招生辦法取錄，不會影響其課程及大學的收生成績。

資助與硬件須以提升教學質素為目的

為促進學校推動 STEM 教育相關的校本計劃，政府於 2015/16 學年向所有小學發放港幣 100,000 元的一筆過撥款，並在 2016/17 學年向所有中學提供一筆過 200,000 元的額外津貼，作為資金援助。大部分學校使用這筆限制性的撥款時，傾向選擇添置新型的 3D 列印機、金屬雷射切割器、機械人等。表面上，學校新增的一批硬體有助推動 STEM 的校內發展。實際上，資金和硬件主導的發展忽略了教與學的軟件。

我們的論述和主張

我們的研究員在探訪學校的過程中，從每間學校的經驗中發現資源並非發展 STEM 教育最關鍵的因素。其一，學校可因應資金多寡選購不同類型的教材。教材邊際格價上升，不一定反映教學質素的邊際效益。其二，因應近年的優化班級計劃，學校校舍亦騰出課堂和空間用作各類活動及教學用途。

相反，要具體推動 STEM 素養和培養學生綜合能力，課程設計及教師團隊遠比硬體配備更為重要。教師及專家在與我們討論時，表示教師的學科知識、對 STEM 的熱衷、課程及教學法等軟件，才是 STEM 教育成功與否的關鍵。現時政府提供的每間學校一筆過撥款，難以持續發展課程內容，或開展教師培訓。這是有待改善的。

科技產品除了有購買成本外，亦有折舊及維護費用。學校在添置科技產品時，應考慮該產品對發展 STEM 的可持續性，該科技產品是否一時的熱潮，以及該科技產品是否需要高昂的維護費用。

建議六：提防本末倒置及過分迎合現今科技

STEM+ 教育是為未來經濟提供人才。由學生在學校接觸 STEM+ 教育到其畢業，相距可以超過十年。科技日新月異，今日在校內應用的技術必然成為畢業時的歷史。課程及課時若側重現今科技的運用，而非提升學生的學習興趣以及 STEM+ 核心素養，是捨本逐末。

香港政策研究所的「香港學生的 i 素養及其調查」結果（詳見第五章），顯示香港學生對現今科技及電子產品的認識不淺，過半學生對自己科技學習能力傾向較有信心，亦善於接觸新科技技能。學生無需要過分學習現有科技應用。

總結：官民合作發展創科人才

我們認為本港已有發展 STEM+ 教育的經驗及基礎。教育局可提供政策領導和課程資源、以及善用學界、社會及商界的零散的成果。政府一方面應由上而下進行教育統籌工作，另一方面應保留一定空間，透過半官方的「STEM+ 促進中心」，讓民間發揮創意去試驗不同的教學策略及教學計劃，在調動商校合作以外，促進與教育及志願團體、機構的合作，同時進行家長教育和教師培訓。在升學出路方面，政府應與大專院校制定方案，吸引有才華的學生入讀與 STEM 相關的大學本科課程。

最後，香港 STEM+ 教育能否成功，除了課程、教與學及升學之外，學生的就業出路亦是關鍵因素。香港教育界期望政府能促進本港產業多元化、落實創意、創新、創業的三創經濟，讓 STEM+ 學生可留港發展，貢獻社會。



Hong Kong Vision Project

STEM+

Glocalization & Top-level Design of STEM Education

Our Discourse and Recommendations

Jasper Tsang Yok-sing

Convenor

Andrew Fung Ho-keung

Executive & Research Director

Tai Hay-lap

Honorary Research Fellow

Jacky Fung Chi-ching

Researcher

Our Discourse and Recommendations

Innovation and technology is an emerging industry in the knowledge-based economy of Hong Kong. The establishment of the Innovation and Technology Bureau and of the Academy of Sciences of Hong Kong, as well as the planning of the InnoTech Park in Lok Ma Chau Loop, show the HKSAR Government's determination in developing innovation and technology industry. The Government has also been giving greater support to research and other relevant fields. In terms of subsidy, the Government invested \$18 billion in promoting innovation and technology in 2016 through subsidies and funds. In terms of land planning, the Government has revised its industrial estate policy to take back idle factories and to use excess land in industrial estates for innovation and technology development.

Economic development is always related to the supply of talents, and public education is the key to talent nurturing. To enhance the development of knowledge-based economy as well as the innovation and technology industry, the promotion of STEM education (Science, Technology, Engineering and Mathematics) is crucial to Hong Kong.

The Education Bureau released the "Report on Promotion of STEM Education - Unleashing Potential in Innovation" in December 2016, which provided preliminary suggestions on promoting STEM education in primary and secondary schools. STEM was first put forward in the 2015 Policy Address, and it was further addressed in the 2016 Policy Address. According to these documents, STEM education aims at helping students become life-learners of Science, Technology and Mathematics, enabling them to respond to the 21st century challenges, and nurturing diverse talents related to STEM so as to foster the development of Hong Kong.

The concept of STEM was first raised in the United States. The purpose of promoting STEM is to coordinate with the education trend brought about by the fast developing global knowledge-based economy. STEM education gradually expanded from the United States to Europe, and later to Asia.

With reference to the policy documents of European countries, the United States and Singapore, the design of STEM curricula is based on the pragmatic rationale to nurture talents for national economic needs. However, comparing with other STEM regions, the economic structure of Hong Kong is narrow in scope and secondary production has been suffering a decline. Moreover, because of the influence of the Chinese traditional education systems, local curricula and subjects are clearly defined and separate, while students and parents value the economic returns in education. Oversea STEM

Our Discourse and Recommendations

experiences and designs may not be totally applicable to Hong Kong. Our research findings show that we need to localize STEM education so as to promote a suitable STEM education system in Hong Kong.

First step of localization – from STEM to STEM+

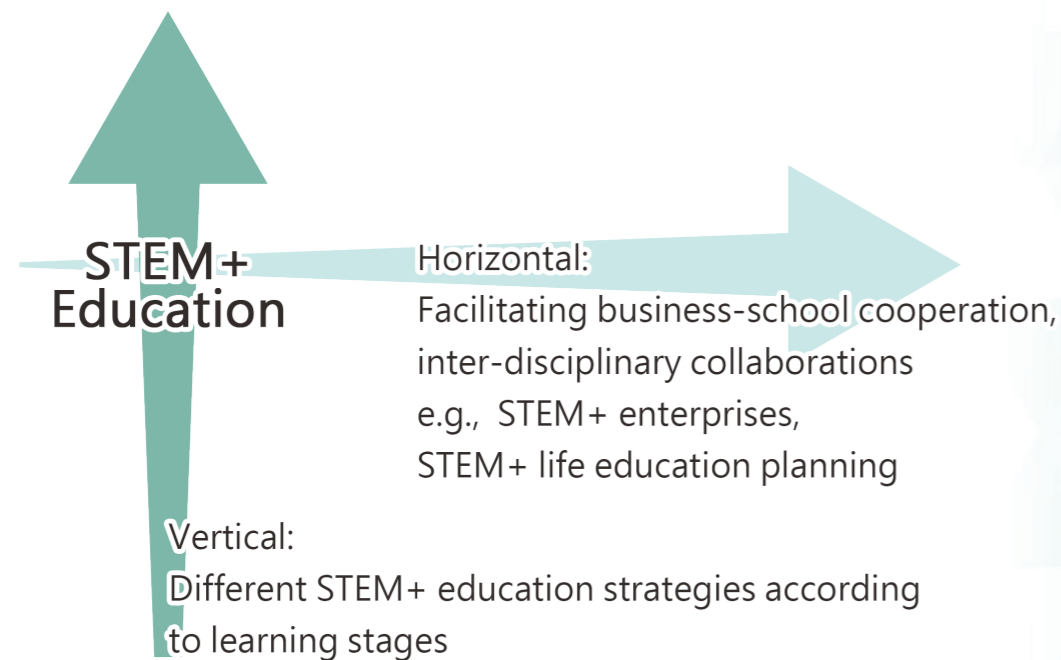
The original objectives in European countries and the United States to develop STEM education, apart from nurturing talents in preparation for the innovation and technology industry, are to raise the overall level of technological and scientific literacy of students and to improve their academic results. According to the reports of the Programme for International Student Assessment (PISA) over the past years and in general, students from Eastern countries performed better in science than students in Western countries. Hong Kong students' results in Mathematics and Science topped the charts in PISA. Therefore, we should position STEM education as striving for excellence, application and further development. This aim cannot be fulfilled by only developing some subjects.

According to the PISA results in 2015, comparing with other regions, Hong Kong students' interest in Mathematics and Science is not high, and there is also a low level of intention to enter related career fields. Hence our expectation for STEM education is not just for a rise in academic results, but also positive advancement in students' attitudes and interest. This purpose cannot be really fulfilled with textbooks and unidirectional teaching.

The industrial structure of Hong Kong is narrow and the development of innovation and technology industry is still in its start-up stage. In other regions which promote STEM education, there is huge demand for industrial and technological talents from enterprises, and parents generally have certain knowledge about STEM career pathways. Hong Kong, however, is lacking advantages in this respect. So the development of a positive environment is essential for local STEM graduates' career development, and its creation requires joint efforts of both the business/industrial sectors and the education sector.

Our Discourse and Recommendations

STEM education in Hong Kong requires localization, and we would like to put forward the idea of STEM+ education as follow.



Recommendation 1: Establish a “STEM+ Promotion Centre”

Let us make reference to how other countries and cities develop STEM education. The Office of Science and Technology Policy (OSTP) of the United States established a committee to coordinate work related to STEM. The United Kingdom has set up education charities to support STEM online connections and consultations. Singapore founded STEM INC as an independent institution to promote STEM. Shanghai also set up the Shanghai STEM+ Research Institute to coordinate STEM education resources.

Since the HKSAR Government started in 2015 to release documents and conduct consultations regarding STEM education, there has been heated public discussion concerning the sluggish development of STEM in schools. In the United State, bills related to STEM education were signed in 2009 to prepare sufficient resources for its long-term development. The European Union also established the Innovation Union to facilitate member states’ exchanges on innovation and technology, with over 80% of the member states taking STEM education as an integral element of their strategic development projects. In Singapore, STEM Incorporated was established to support future developmental needs of STEM.

Our Discourse and Recommendations

In fact, both the education and business sectors in Hong Kong are equipped with certain amount of resources, experiences and skills to develop STEM. In the early years when e-Learning was promoted, the education sector was familiar with the information technology education, and there was an education center for centralized resources allocation. According to a research conducted by The Chinese University of Hong Kong, the level of expertise of Mathematics and Science teachers in local schools using the four teaching strategies, including teacher-directed science instruction, adaptive instruction, inquiry-based science teaching and learning practices and perceived feedback, are higher than the average data of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). This reflects that school teachers are quite skillful at teaching strategies and execution ability. The education sector is to a certain extent prepared for the development of STEM education.

There are already favorable conditions for promoting STEM in the community and in the business sector in Hong Kong; thus there is no need to reconstruct the framework of STEM education. On the contrary, we suggest that the Education Bureau should establish a “STEM+ Promotion Centre” to take up responsibilities in areas such as teacher training and coordinating resources of both the education and business sectors, so that resources can be utilized to generate positive impact in schools. As the title “STEM+” suggests, the centre to be set up is not only for the purpose of facilitating the curriculum, but also for supporting school-based training and institutional teaching staff training, connecting with the business sector, and supplying experience exchange opportunities with various regions, and so forth.

The Education Bureau has already established other centers to support different areas of teaching and learning, for example, the National Education Centre and the Centre of Excellence.

The major tasks of “STEM+ Promotion Centre” will be to:

- Conduct STEM education research and teaching materials development;
- Provide on-site support to schools regarding teaching method, technology and management of STEM education;
- Conduct research on teaching and learning, curriculum and assessment of STEM education;
- Plan and hold professional development programmes to share and promote the positive outcomes of practical education experiences, and organize local or territory-wide teacher learning communities;

Our Discourse and Recommendations

- Organize cross-district and multi-national exchanges and meetings in Hong Kong and other areas;
- Facilitate business-university-school cooperation, and utilize resources from various sectors, NGOs and public organizations;
- Assist the Government in explaining and delivering related policies to stakeholders, such as principals, students and parents.

Recommendation 2: Different teaching strategies by stages

We agree with the “Report on Promotion of STEM Education - Unleashing Potential in Innovation” that the aim of STEM education in Hong Kong should be enhancing students’ interest in learning, so as to encourage them in pursuing further studies and careers in the related fields. STEM education should include hands-on and minds-on activities for students to cultivate their interest and curiosity.

During our interviews with secondary school principals, many of them reflected that it is difficult for students to continue science and technology research or related activities in senior secondary school years owing to heavy pressure from the Hong Kong Diploma of Secondary Education (HKDSE) Examination. Public examinations and the requirements for entering local universities also restricted schools’ attempts in promoting STEM education. The Report suggests that the education sector should encourage primary and junior secondary students to participate in STEM education before they face, in senior secondary years, pressure from public examinations.

We suggest the following focus in different stages :

- STEM+ Play at kindergarten and junior primary levels focusing on playing games to enable students to have elementary ideas and understanding about STEM, which would help increase their acceptance level and interest towards STEM.
- STEM+ Inquiry-based learning at senior primary and junior secondary levels includes projects and presentations in its curriculum. Students have to utilize knowledge which they learn in lessons in their study projects. Their abilities in communication, creativity and problem-solving can simultaneously be developed. This cultivates students’ scientific literacy.
- STEM + Career & Life Education at senior secondary level accommodates to students’ pragmatic thinking. STEM in this level may include collaboration with the business sector for life and career planning purpose, allowing parents and students to discover

Our Discourse and Recommendations

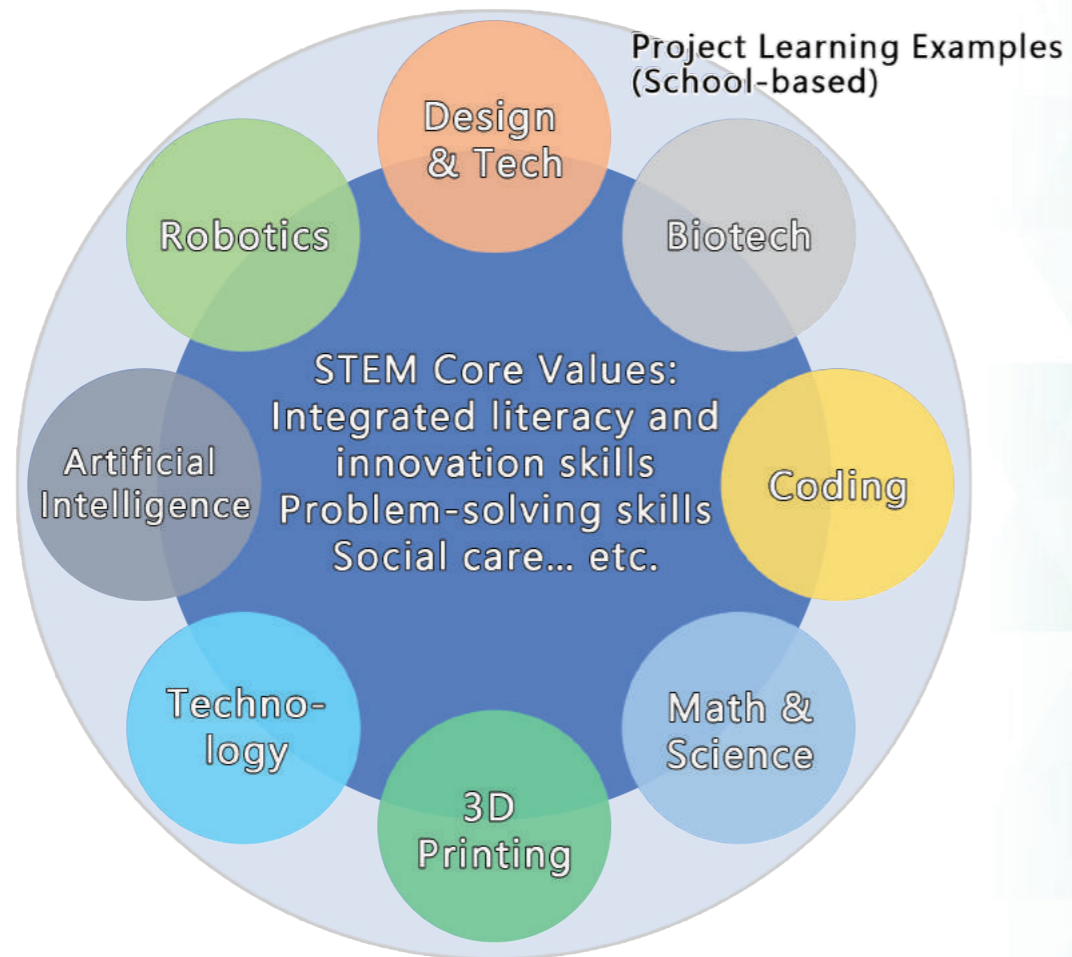
the career paths and opportunities of STEM, as well as the challenges brought by progress in the knowledge-based economy.

STEM+ as an integral part for student’s literacy framework

Curriculum is the legalization of knowledge. There is usually a general expectation that all students take a core STEM curriculum, and that brighter and motivated students may take elective courses or extended learning activities beyond the classroom. During the promotion of STEM education, we have to make clear when STEM education is a general expectation for all students, and when advancement opportunities are only given to top STEM students.

In 2015, the Curriculum Development Council of Hong Kong released the first STEM policy document: “Report on Promotion of STEM Education - Unleashing Potential in Innovation”, which indicates the direction of STEM education development, but it still does not provide a centralized literacy standard. The Education Bureau selected four “STEM Professional Development Schools”, including Aberdeen Technical School, Ho Yu College and Primary School (sponsored by Sik Sik Yuen), Lok Sin Tong Yu Kan Hing Secondary School, and Maryknoll Fathers’ School, and their curricula are adopted and promoted as models to other schools. It is apparent that the four schools have focused on individual elements in STEM education, for example, study of biology, mathematical projects, or programming, depending on their resources, quality of academic staff, the interest of teachers, etc. Learning activities are project-based or competition-based. The question of whether the aim of STEM education is to develop top students’ capabilities or to increase the competitiveness of all students remains unanswered.

Facing global economic challenges, STEM education in Hong Kong should include a universal part and a school-based expertise part, the latter of which is adjustable according to the capabilities of students and the available resources of different schools. Therefore, when implementing STEM education, “STEM core literacy” has to be clearly defined, which should be the 21st century literacy aligned with world standards, and it should be proposed to all schools and students to equip students for future economic demands after they graduate. Schools can also design “project-based applied learning” according to their own school-based advantage, so as to develop students’ individual talents.



At present, local primary school STEM education development focuses on updating the curricula of Mathematics and General Studies, and on strengthening teaching and learning of topics, such as “data processing” and “probability” by using project-based and inquiry-based learning to further develop students’ STEM literacy. STEM education in junior secondary advocates for complying with a minimum requirement of teaching hours to ensure students learn different subjects in proportions. However, to truly develop STEM, the authorities cannot merely make minor adjustments to individual related curricula. It should first construct the core literacy framework for STEM education for schools and teachers to make reference to, while modifying the framework flexibly on a case-by-case basis according to the individual situation in schools. With reference to international experiences in developing STEM education, we should focus on the non-cognitive literacy of STEM, and consider the research and study processes as the indicator of evaluating students’ performance.

Recommendation 3: Establish STEM+ literacy framework

Integrating the experiences of the United States and other cities in China in STEM education development, Hong Kong should simultaneously establish the frameworks for both integrated literacy and academic literacy. The United States Government published two documents related to STEM curriculum lately, which are “A Framework for K-12 Science Education” released in 2011, and “Next Generation Science Standards” released in 2013. Both of them provided insights to the integrated literacy that students should be equipped with. As for China, STEM education in Shanghai also included a related framework for scientific literacy.

Compared with other regions, Hong Kong has adequate private resources, and local students’ proficiencies in science and mathematics are high, but our industrial economy has been shrinking. We have studied the STEM frameworks of other regions, and we advocate the following framework of Hong Kong’s STEM + education:

Academic literacy

It refers to acquiring knowledge content, e.g., scientific principles, but at the same time developing students’ values and abilities in execution. It includes scientific interrogation, clearly defining the question, designing and executing a research topic, analyzing and explaining data, using tools, making academic arguments, sharing discovery and making value-judgments.

Integrated literacy and innovation skills

The division of subjects is man-made. When students face problems in their real lives, there is no pure physics, biology or mathematics problem. Students can make use of all their STEM-related knowledge and integrate their knowledge with their experiences to connect cross-cutting concepts and complete cross-discipline real-life application.

Problem-solving skills

These skills include the ability to identify and break down difficult questions, and to connect difficult problems to related science concepts. Technological innovation stresses making use of technology to solve problems. STEM education thus should not lean too much towards students’ knowledge acquisition, but should also train students’ problem-solving skills, so as to raise students’ competitiveness.

Our Discourse and Recommendations

Collaborative literacy

In real-life technological innovation working environment, people have to work with different departments and teams, unlike in an examination that people work on their own and are assessed individually. STEM education should provide opportunities for collaboration so that students can help and inspire each other in group learning. Teachers can also use real-life scenarios to ask students questions, because real-life problem-solving is always about collaboration with other people.

Social care

The application of STEM and innovation is based on students' care for the society. Through observation, problem-solving and innovation, students can promote social progress and tackle social challenges with technology. Students can also use technology to positively construct the society. Problems related to daily lives can stimulate learning incentives, and students can also gain a sense of success if they tackle a real-life issue.

Promote business-school cooperation

The Government see schools and their school-based curricula as an important channel to deliver STEM education. However, as seen from the experiences of the four "professional development schools", more support from other social sectors and institutions is required. The development of STEM education now is still constrained to curriculum design, projects, extra-curricular activities in schools, and inter-school exhibitions and competitions.

In order to let students understand the values and prospects of STEM, business-school cooperation is essential to allow students to receive first-hand information and develop their interest in learning. Teachers can also have more assistance in academic researches and more extensive trainings to get more feedback, while schools can have sufficient community connections to support their STEM development.

The business sector is well-prepared to support technological education. Many large multinational corporations have developed learning tools for the self-directed and interactive learning of students, for example, Apple Distinguished Educators, and Hong Kong Science and Technology Parks Corporations. But these learning resources are scattered in different corporations. Therefore, a centralized platform is required to manage these resources so that they can be effectively utilized.

Our Discourse and Recommendations

Recommendation 4: Establish a STEM+ business-school platform

Apart from providing funds, the Government can also encourage the business sector to support STEM education. In the United States, the Bill & Melinda Gates Foundation and the Carnegie Corporation of New York supported the development of STEM, which allowed approximately 100 CEOs of various corporations to establish the philanthropic organization "Change the Equation". Through utilizing funding, resources and their impact, the organization has facilitated philanthropic STEM education development, encouraged young people to learn STEM, promoted education reform based on STEM, and provided impressive amount of scholarships and career connections to students.

The technology industry in Hong Kong needs talents, and talents can be supplied by top-down corporation connections: (1) Including corporations' participation in large-scale exhibitions and competitions so that works and inventions of secondary school students can be turned into products, extending the creativity of students; (2) Providing scholarships to secondary school students for studying overseas, pursuing local further studies, or conducting related research and innovation projects, so as to change parents' and students' traditional mindset about the prospects of STEM related industries; and (3) Providing internship and employment guarantees to secondary school students who have great potentials in STEM or have conducted outstanding research projects, so that talents can have a stable pathway.

Broaden the education pathways

After the implementation of 2012 New Senior Secondary Curriculum, HKDSE Examination becomes an important evaluation indicator for university admissions. Most universities and most disciplines use students' results in the four core subjects and two elective subjects (4+2) for calculating admission scores. Owing to the traditional concepts of Chinese people, how students select university disciplines is often dominated by university admission standards and which kinds of future careers can bring in higher income. According to the data of The Hong Kong Examinations and Assessment Authority, after the introduction of HKDSE, the number of students simultaneously studying science subjects, such as Physics, Chemistry, Biology, Integrated Science and Combined Science, has dropped significantly, comparing with the number of students studying Biology, Chemistry and Physics before the introduction of HKDSE. The figure declined

Our Discourse and Recommendations

from 40% in 2009 to 4% in 2016. Moreover, the proportion of students studying Extended Mathematics (M1 or M2) fell 9%, from 22.9% in the first HKDSE examination, to 13.9% in 2016. This reflects that courses such as integrated science and extended mathematics are often excluded from the 4+2 subject choices of students in general.

Besides, the admissions to science and technology departments of local universities are based on the overall capabilities of students, including strong language skills and outstanding performance in all four core subjects. Students who only excel in STEM subjects but perform poorly in one or more of the four core subjects are excluded in the pathway to local university admissions. They need to retake the HKDSE examination to reach the standard of outstanding performance in all subjects to be admitted to local universities, or they have to consider other pathways for further studies. When we consider the current STEM development strategy, we should also improve the university admissions system in order to provide university places and further prospects to talents, and help them remove possible academic barriers.

Recommendation 5: Improve university admissions system by nominating talents to study related courses

As a result of local education reform, HKDSE becomes the one and only assessment for graduating secondary students, which sets results of the four core subjects as the lowest university admission threshold. Science and technology talents who want to pursue academic development thus have to take care of many subjects. We believe that the Government should provide suitable progression pathways for outstanding students who wish to further develop in the science and innovation fields.

With reference to the Outstanding Sportsmen Recommendation Scheme of individual institutions and the Sports Scholarship Scheme provided by the Hong Kong Sports Institute, we suggest that the Government should provide funding for outstanding students who wish to pursue a degree in science, engineering, or other related disciplines, and allow universities to admit these students through non-JUPAS application. Students under this scheme can enter universities with the lowest admission requirements once they receive a conditional offer from the institution. This would enable potential talents to enjoy university education and unleash their potentials. At the same time, as universities are admitting these talents through non-JUPAS, the design of the course and the admission scores would not be affected.

Our Discourse and Recommendations

Financial allowance and hardware support to raise teaching quality

To facilitate the promotion of school-based STEM education projects, the Government provided a lump-sum of \$100,000 to every local primary school in the academic year of 2015/16, and an additional subsidy of \$200,000 to every secondary school in the academic year of 2016/17. Most schools used this restrictive appropriation for buying new 3D printers, metal laser slicers, or robots. It seems that the hardware that schools bought should be beneficial to STEM development, but in reality the funding-and-hardware-oriented development of STEM education only reflects the short-sightedness in policy formulation and the inadequate attention to the software development of STEM education.

As observed during our school interviews and visits, the experience of each school reflects that resources such as funding and venues are not the essential elements of STEM education development. Schools can consume different teaching materials according to the funding available, thus the increase in the marginal price of teaching materials may not imply the marginal benefit in increase in teaching quality. Moreover, in response to the Optimization of Class Structure Scheme in recent years, school campuses have more classrooms and spaces for various activities and teaching purposes.

On the contrary, to effectively promote STEM literacy and cultivate integrated capabilities of students, the design of the curriculum and teaching staff is much more important than the hardware. Drawing on our observation during school visits and interviews with teachers and experts, software such as the knowledge of teachers of the subjects, their passion for STEM, and the curricula and teaching methods would be the keys to the success of STEM education. In current practice, the Government supplies lump-sum appropriation to each school, which is inadequate for designing the curriculum or persistent teacher training. The policy requires further improvement.

Technological products bring purchasing cost, as well as depreciation and maintenance costs to schools. As schools purchase technological products, they should consider factors such as the product sustainability in supporting STEM development, whether the product is just popular for a short time, and the related maintenance fees of the product.

Our Discourse and Recommendations

Recommendation 6: Avoid putting the cart before the horse and overly catering to the technology of nowadays

STEM education is also for the purpose of supplying talents for the future economy. The duration between students' first encounter with STEM education and their graduation can last up to ten years. As technology develops rapidly, the skills learnt today at school will likely become history when students graduate. If the curriculum of STEM education focuses on technological application of nowadays instead of raising students' interest in learning and cultivating their STEM literacy, STEM education will be attending to the trifles but neglecting the essentials.

Moreover, according to the results of the "Research on i-Literacy of Hong Kong Students" conducted by Hong Kong Policy Research Institute, Hong Kong students have quite an in-depth understanding of technology and gadgets nowadays. Over half of the students are confident about their ability in technological learning, and are skilled at picking up new technology. Therefore, there is no need for students to learn too extensively the technological applications of nowadays.

Conclusion: Co-Nurturing Innovation & Technology talents

We believe that Hong Kong has adequate experiences and solid foundation for STEM education. By the provision of policy leadership and curriculum resources, the Education Bureau can efficiently utilize the relevant experiences and implementation results from the academic, education, business and voluntary sectors. The Government should take the leadership role in STEM Education, and at the same time should encourage and support business, professional and community participation.

The proposed "STEM + Promotion Center" would be able to provide more opportunities for social innovation and experimentation in different teaching strategies and education projects. The Government and the tertiary institutions should also provide a special admission scheme for recruiting talented students to study STEM-related degree programmes in local universities.

On the other hand, the Government should foster the diversification of our industries, promote re-industrialization, and press ahead with our Innovation & Technology development, so that the graduates from STEM+ related programmes can have ample local career opportunities to contribute to the economic development of Hong Kong.

香港願景計劃
推動STEM+ 教育
STEM教育的在地化與頂層設計

研究報告

馮智政
朱 勉

研究員
助理研究員

目錄

第一章	香港的STEM教育發展 本港創科業的政策—重於產業資助，輕於人才發展 教育局就STEM的起動—先訂方向，未定內容	35
第二章	國際經驗的啟示 世界推動STEM的潮流 美國的STEM教育 新加坡的STEM教育 中國的STEM教育 綜合比較三國特色	41
第三章	STEM教育在香港試行的挑戰 STEM在校試行的期望與發現	57
第四章	疏理及總結對STEM的各項研究 各研究報告對STEM的爭議 提升學生普及競爭力，而非小眾科學尖子的教育 為人才提供升學出路，而非為大學提供學生 善用現有的配套及資源 師資發展為主，硬件添置為副 務實思維有助STEM+教育的推行 STEM+教育需要跨界別參與 STEM+為未來科技創作作準備	59
第五章	香港學生的科學能力	71
附錄	各項政策建議	81

第一章

香港的STEM教育發展

香港的 STEM 教育發展

1.1 為配合全球經濟向科學與科技邁進的環境，香港特區政府過去著力於創新科技業的配備和資源等發展，打造完善的創科平台。同時，隨著國際及本地對創科人才的渴求，政府期望透過推動全面的 STEM 教育，增強學生在創新思維和創新精神的培養，以應對二十一世紀經濟、科學及科技帶來的挑戰，保持國際競爭力。

1.2 政府首項政策目標就是營造本地創科生態系統，透過政府、業界、學術界及研究界（即「官產學研」）的協作，發展和應用創新及科技⁸。在資助、土地供應及建設研究方面着手，期望以「再工業化」引領經濟起飛⁹。

本港創科業的政策 — 重於產業資助，輕於人才發展

1.3 2015 是香港的「創科年」¹⁰。香港政府於該年成立了創新及科技局與港科院，又引入了瑞典卡羅琳醫學院的海外復修醫學中心與麻省理工學院的海外创新中心，提升本港研究機構的數量與水準。另外，香港現有 16 所「國家重點實驗室夥伴實驗室」，透過國家工程技術研究中心香港分中心的第一輪邀請工作，讓本港的大學及研發中心參與國家一系列的科學和技術範疇的研究。

1.4 在土地規劃方面，政府調整工業邨政策，收回已停用的廠房，利用工業邨內的剩餘土地於創科產業之用¹¹。今年 1 月，香港與深圳政府達成協議及簽署備忘錄，開發河套區八十七公頃土地作「港深創新及科技園」，交由科技園公司管理。「港深創新及科技園」是香港歷來面積最大的創科平台¹²。

1.5 資助方面，特區政府在 2016 年投放了超過 180 億元推動創科¹³。政府早於 1999 年以 50 億元設立創新及科技基金，以資助產業開發及其科技水準的提升，在 2015 年再額外注資 50 億元。該基金的六項計劃，包括創新及科技支援計劃、

8 楊偉雄，政府新聞處：〈營造有利環境促進創科發展〉，香港政府新聞網，2016年3月21日，政府新聞處，2017年6月14日。

9 楊偉雄，政府新聞處：〈再工業化促進經濟多元發展〉，香港政府新聞網，2016年6月16日，政府新聞處，2017年6月14日。

10 (香港)特區政府：《二零一六年施政報告》，2016年。

11 楊偉雄，政府新聞處：〈再工業化促進經濟多元發展〉，香港政府新聞網，2016年6月16日，政府新聞處，2017年6月14日。

12 (香港)政府新聞處：〈港深簽署發展河套地區備忘錄〉，香港政府新聞網，2017年1月3日，政府新聞處，2017年6月14日。

13 楊偉雄，政府新聞處：〈大力推動創科發展〉，香港政府新聞網，2016年4月7日，政府新聞處，2017年6月14日。

香港的 STEM 教育發展

大學與產業合作計劃、一般支援計劃、企業及小型企業支援計劃及投資研發現金回贈計劃，截至 2016 年 9 月底，共批出 5,606 個專案，涉及撥款 110 億元¹⁴。具發展潛力的數碼科技初創企業亦可以獲數碼港投資創業基金資助。數碼港承諾向該基金撥款 2 億元。

表一 創新及科技基金撥款概覽 (截至2016年9月30日)

計劃	核准項目	核准資助金額 (百萬元)
創新及科技支援計劃	2,233	9,350.0
一般支援計劃	2,498	987.4
大學與產業合作計劃	295	348.3
小型企業研究資助計劃	416	508.2
企業支援計劃	19	57.6
投資研發現金回贈計劃	145	35.0
總計	5,606	11,663.8 ¹⁵

1.6 除了現有產業提升，2016 年的施政報告將預留 5 億元成立創科生活基金，資助應用創科以改善市民日常生活的項目，包括提升通訊、交通、醫療、教育、環境、治安、消費及食物安全等方面等生活質素¹⁶。

1.7 雖然香港於科研的投資只佔本地生產總值 0.74%¹⁷，比鄰近的地區低¹⁸，但本港的研究及發展於 2014 年的開支總額為 167 億元，比 2013 年提高百分之七。當中高等教育機構佔最多，提高的比例也最多。

表二 2013及14年香港於研究及發展的開支

年	研發開支(百萬港元)				相對本地生產總值的比率
	工商機構	高等教育機構	政府機構	總計	
2013	7,017.4	7,984.2	611.6	15,613.3	0.73%
2014	7,437.5	8,631.8	658.0	16,727.3	0.74%

14 (香港)創新科技署：《創新及科技基金撥款概覽》，香港政府一站通，2016年，香港創新科技署，2017年6月14日。

15 包括提供予國家重點實驗室夥伴實驗室，國家工程技術研究中。

16 (香港)特區政府：《二零一六年施政報告》，2016年。

17 (香港)政府統計處：《2014年香港創新活動統計》，2014年。

18 徐立之、倫嘉欣、張恩榮：《香港創新科技業概況研究報告》，香港團結基金，2016年2月25日，12-13。

香港的 STEM 教育發展

1.8 在這「創科年」政府對業界及研究界的投放不遺餘力，但發展產業脫離不了人才。在人力資本方面，政府只提出「實習研究員計劃」，資助大學畢業生參與創新及科技基金資助的研發項目¹⁹；在其他學習階段及人才培訓等問題上，政府則未有關注。

1.9 香港政府致力發展創新科技，無論資助、土地及研究院的建設都不遺餘力。創新科技局倡議的「官產學研」生態環境正逐步建立起來。惟整個生態環境，無論是在產業上、政治上都需要香港人才作為基礎。按現時的統計及評估，香港的基礎教育，由中學至大專都面對挑戰。人才的供應數量更是與港府發展創新科技的決定相背。

教育局就STEM的起動 — 先訂方向，未定內容

1.10 本港推行 STEM 教育的步伐較歐美地區遲。直至 2015 年 11 月，課程發展議會才發表第一份《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》諮詢文件，並舉辦了兩場諮詢研討會，向社會各界就推行 STEM 教育進行諮詢，當中提及推行的目標和需要主要有三：

- (a) 提升香港的國際競爭力，在不同層面需要具備不同能力的多元人才²⁰
為滿足現今世界在經濟、科學及科技發展上的需要、尤其在國家的主要發展策略下，香港可更好地抓緊作出貢獻的機遇，推動 STEM 教育能幫助香港人才更能在國際間嶄露頭角、保持競爭力。
- (b) 推行 STEM 教育成為課程發展框架下的持續發展重點²¹
提升學生的學習興趣，培養創造力和解決問題能力，讓學生裝備相關知識、共通能力、價值觀和態度，並能有效地終身學習。
- (c) 強化學生綜合和應用跨學科知識與技能的能力²²
香港學生在有關科學、科技及數學的國際研究如 PISA、國際數學與科學教育成就趨勢調查和國際比賽均有良好表現，但大多偏重學科學習，較少參與「動手」的學習活動。STEM 教育能增強他們在綜合和應用跨學科知識與技能的能力，讓他們解決日常生活的真實問題，以及使他們具備創新思維與企業家精神。

19 香港創新科技署：《創新及科技基金實習研究員計劃》，香港政府一站通，2004年，香港創新科技署，2017年6月14日。

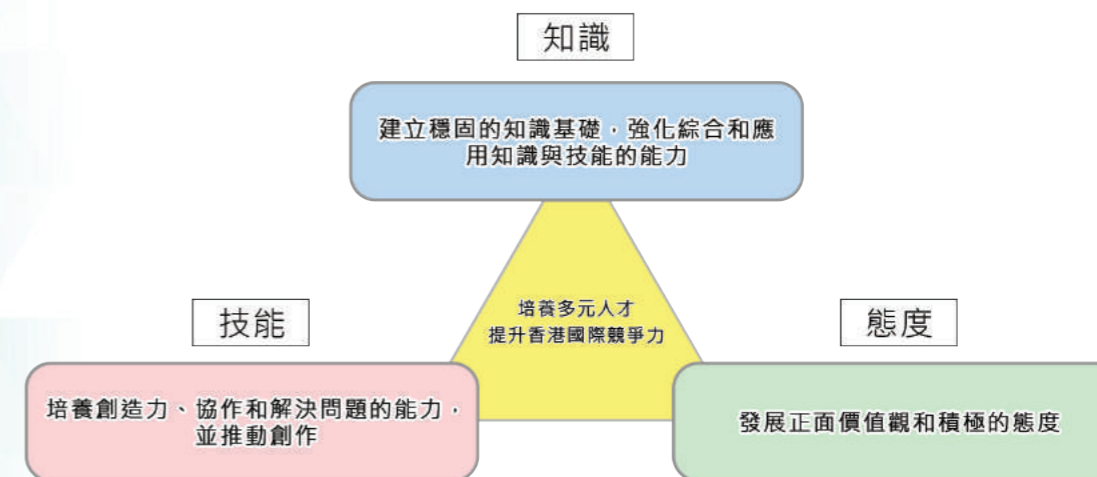
20 (香港)教育局：《推動STEM教育—發揮創意潛能概覽》，2015年，2。

21 (香港)教育局：《推動STEM教育—發揮創意潛能概覽》，2015年，2-4。

22 (香港)教育局：《推動STEM教育—發揮創意潛能概覽》，2015年，4-8。

香港的 STEM 教育發展

圖一 《推動STEM教育—發揮創意潛能》中提出的建議



1.11 其後，教育局在 2016 年 12 月發表了《推動 STEM 教育—發揮創意潛能報告》²³，為 STEM 教育的推行，訂下了五個主導原則²⁴：

- (a) 採取學習者為本的模式，著重通過切合學生需要和興趣的 STEM 相關學習活動、多元學習、教學與評估策略，讓學生掌握相關的技能，促進學習。
- (b) 增加與 STEM 相關的學習機會，包括在課堂以外的學習機會，作為學生重要學習經歷的一部分。
- (c) 平衡學生的興趣和需要、不同教師的意見，以及其他持份者的夥伴關係。
- (d) 建基於學校現有的優勢和其他有利的因素，推動 STEM 教育。
- (e) 推動 STEM 教育是一個持續及互動的優化過程。學校可先由小規模的課程發展計劃開始，暫且放下尚未明確的議題，留待日後進一步發展。

23 (香港)教育局，《推動STEM教育—發揮創意潛能概覽》，2016年，1-2。

24 (香港)教育局，《推動STEM教育—發揮創意潛能概覽》，2016年，7-8。

香港的 STEM 教育發展

1.12 根據這五大主導原則，我們可從報告中總結出教育局就推行 STEM 在學校的發展上的六個行動建議²⁵。

- (a) 更新小一至中六科學、科技和數學教育學習領域課程框架和內容
增加科技教育的知識範圍、檢視數學課程以及小學常識科。就學校在推行有關靈活運用課時、跨學習領域協作及照顧學習者多樣性等提供課程指引。政府建議在課程更新之中引入編程、學習和應用三維（3D）列印技術，並為此提供學與教示例。
- (b) 增潤學生的學習活動，為學生提供優質的學習經歷
教育局將主辦大型比賽、嘉年華，加強學校與不同 STEM 機構如港科院、香港科技園公司的協作；又鼓勵學校劃定課堂以外的全方位學習活動，為學生提供不同的 STEM 學習機會。
- (c) 提供 STEM 的學與教資源
教育局最終決定向學校發放一次性津貼。每所學校獲得金額為港幣 100,000 元，以購置設備或教材。同時也為 STEM 教育提供相關資訊網站和社區資源。
- (d) 加強校長、課程領導和教師專業能量
透過定期舉辦大型研討會，為學界提供一個協作平台，幫助發展校長和課程領導的專業能力。舉辦推動 STEM 教育的專業發展課程，又加強相關專業機構在教師培訓的合作。另外，設立專業發展學校並建立夥伴學習網絡，通過學校的互相交流分享及轉移知識。
- (e) 加強與社區夥伴的協作
一方面定期向本地的課程諮詢委員會和學界徵詢意見及滙報推動進展保持聯繫，以便規劃不同的策略；另一方面進一步加強與大專院校和專業團體（例如英國文化協會、香港青年協會和香港數理教育學會）的夥伴關係；加強與家長組織（例如家庭與學校合作事宜委員會）的聯繫，提高家長對 STEM 教育的瞭解，在不同推動策略方面尋求他們參與。
- (f) 持續進行檢視並分享良好示例
教育局將 STEM 教育納入優質教育基金「優先主題」項目，並通研究各個計劃所獲得的經驗，搜羅創新的教學方法和良好的學生專題研習。

²⁵ (香港)教育局，《推動STEM 教育—發揮創意潛能報告》，2016年，10-29。

第二章 國際經驗的啟示

世界推動STEM的潮流

2.1 國際對科學教育的關注意識，事實上早於二戰結束至冷戰期間已開始萌生。衛星升空的成就、科技與網絡社會時代的降臨，加上知識型經濟的發展趨勢，使我們重新思考科技於未來的地位。為迎接知識型社會的來臨，各國陸續視STEM為發展新興經濟產業，承托經濟轉型的重要基石。

2.2 各國亦逐步認識到，與STEM相關的課程需要在正規課程以上更進一步，從單一課程改革提升至政策、方案的落實，以至整全的理念和框架發展。九十年代，美國首先提出STEM教育，其後歐盟利用其優勢向成員國拓展STEM的聯盟計劃。與香港經濟發展相似的新加坡亦在2014開展，同時中國緊隨其後在各省的大城市試行。

2.3 是次研究透過比較美國、新加坡和中國在STEM的政策規劃，去反思香港的STEM教育。

美國的STEM教育

2.4 1990年代，美國國家科學基金會（National Science Foundation，簡稱NSF）首次提出以S、T、E、M作為與科學、科技、工程和數學有關的課程討論或政策推行時的通用縮寫²⁶。

2.5 美國第43任總統喬治·布殊於執政期間多次提出綱領，就創意及科技教育推動發展²⁷；美國國家科學委員會（United States National Research Council）於2007年發表《國家行動計劃》，就國內的科學、技術、工程和數學教育提出關注。但上述的計劃和意見主要針對美國在創新科技的學習模式上進行改革，尚未確立以「STEM」為統稱的教育架構。

2.6 2009年奧巴馬上任後簽訂《2009年美國復甦與再投資法案》，確切以「STEM教育」為總稱，落實教育方向和內容，長遠地為STEM教育與其他教育發展投放100億美元（Apple Inc, 2009）²⁸，並於2010年成立〈Change the

26 Bybee, Rodger W. "The Teaching of Science: 21st Century Perspectives", Arlington: National Science Teachers Association Press, 2010.

27 "President Bush's Technology Agenda", The White House. N. p, 2006. Web. 14 Jun 2017.

28 "Stimulus Opportunities for Integrating Technology with Education Goals". American Recovery and Reinvestment Act. California: Apple Inc, 2009 Print.

Equation〉平台培訓STEM教師、提供指標讓企業瞭解所屬社區推行STEM的情況與工作機會，以及重視創新科技企業於推行STEM教育的過程中所帶動的力量。

2.7 美國國家經濟委員會及國家科學和技術政策辦公室於2015年發表的《推展美國創新的策略》中提及，推動美國展開STEM教育工程的主因有三：

(a) 未來STEM相關的職位數量將大幅上升

按美國勞工部(2014)²⁹的統計，國內與STEM相關的職位會於2012至2022年增長約13%，超越其他類型職位11%的增幅，然而國內與STEM相關的學院畢業生數目不足以滿足行業所需，甚至較預期少100萬人，因此培養STEM人才以投入未來潛在的龐大市場屬當前的主要工作。

(b) 提升學生科學成績

美國學生在2015年PISA獲得的成績與2012年成績比較，雖然數學科成績與之前相約，仍然低於整體平均分³⁰，但科學科表現已有改善，排名由第20名升至15名。反映STEM教育的實施有一定的成效。面對國內學生在數學與科學的表現未達至滿意水準，而日後又一定要從外國引入STEM專才，美國於科研上的發展和國際實力將會大受影響³¹，因此積極推廣STEM教育有其實際需要及其必要性。

(c) 發揮美國國民的潛力

美國作為多元人口組成的國家，部份人種如西班牙人、拉丁裔、非裔美國人和美國原住民進入STEM行業的百份比一直低落，四者合共只得8.2%能在24歲前擁有第一個自然科學學位或工程學學位；此外，女性於美國現有勞動人口的比例有46%，但只有20%的女大學生取得電腦科學或工程學學位，以及只有28%的女性勞動人口進入STEM行業。若STEM教育能擴展所屬行業的就業空間，使上述人口於未來取得STEM職位，則能強化美國的科研發展，增添人才³²。

29 "Occupational Outlook Quarterly, Spring 2014". US: Bureau of Labor Statistics, 2014 Print.

30 PISA 2015 Results in Focus. Paris: OECD, 2016, p.5.

31 National Economic Council and Office of Science and Technology Policy. "A Strategy For American Innovation", Oct., 2015.

32 National Economic Council and Office of Science and Technology Policy. "A Strategy For American Innovation", Oct., 2015.

2.8 在全球性的資訊時代，仍有接近三分之一的美國人沒有與時代接軌。因此美國在推行 STEM 教育的同時，亦著重學生數碼素養 (Digital Literacy) 的發展。在美國前總統奧巴馬的指令下，國家電信和資訊局 (NITA) 成立網站 (Digital Literacy portal) 作為平台，把當地提供數碼素養訓練的團體資料集結，以供大眾查閱。

新加坡的STEM教育

2.9 新加坡政府為了配合未來需要，已開始發展 STEM 教育。STEM Incorporated 成立於 2014 年初，旨在推動中學生對 STEM 教育的熱誠。政府透過鼓勵專上教育 (post-secondary education) 有關 STEM 的課程提高收生率，以擴展科學家、技術專家、工程師與數學家的數目，去支援新加坡實現未來發展的願景。事實上，新加坡政府財政部經濟策略委員會對新加坡 2010-2020 年的經濟發展策略的規劃，以及其在 2016 年財政預算案對新加坡未來 50 年的規劃，目標都是透過推動創新，促進經濟轉型。政府教育部並與新加坡科學館合作，通過 STEM Incorporated 鼓勵民眾吸收有關科學、數學與科技的知識與技巧，以解決真實世界的問題。

2.10 新加坡總理李顯龍在 2015 年表示，新加坡已開展智慧國家計畫 (Smart Nation Programme)，讓科技與創新鞏固新加坡的社區與社會，以及使國民擁有具意義與充實的生活。新加坡將會提供 STEM 畢業生很多的機會，為塑造新加坡國民的生活、工作與休閒娛樂活動作出貢獻。而新加坡科學館館長林直明亦撰文列出了新加坡發展 STEM 的原因：

- (a) 國家經濟發展需要及提升競爭力：林直明 (LIM Tit-ming) 副教授 2016 年 7 月在新加坡商業時報撰文³³，指出快速的科技發展見證新加坡過去十年成為創新與現代化的領先者，因此持續聚焦 STEM 教育將會是新加坡維持全球競爭力的關鍵。林副教授希望新加坡的 STEM 能持續在正確的軌道上，主導新加坡的智慧國家計畫。
- (b) 發展成為智慧國家：林直明其後於 2016 年 10 月出席新加坡新躍大學 (SIM University, Singapore) 的會議時發表演講，指出 STEM 教育能使新加坡創造極具全球競爭力的經濟，對於發展成為金融中心以及完善新加坡的司法體系，STEM 的創新不可或缺。同時，STEM 教育為年輕一代創造不同的可

33 Ming Lim, T “Collaboration, Education Key to Singapore’s ‘Smart Nation’ Future”. The Business Times, 27 Jul 2006:N.pag. Web. 14 Jun 2017.

能性，並能夠在生活中作出明智的決定，特別是現時世界各地都重視發展 STEM。林副教授為此總結：若缺少 STEM，新加坡難言發展成為智慧國家。

- (c) 填補 STEM 專才的空缺：林直明副教授表示，新加坡現時普遍存在 STEM 專才的空缺，尤其工程師為甚。近年，新加坡的學生不願入讀工程學科。即使願意入讀，有很多畢業生均轉為從事銀行業或其他薪酬更高的行業。在 1970 至 1980 年代畢業的工程師已屆退休年齡，所騰出的空缺急需填補，造成 STEM 專才的不足。國際勞工組織 (International Labour Organisation, ILO) 的研究³⁴指出時至 2025 年，新加坡約 40% 的公司會面臨 STEM 高技術專才不足的威脅。
- (d) 李顯龍同樣指出新加坡的經濟發展，如果未能帶來更多就業選擇，就難以說服學生就讀 STEM 課程或是畢業生從事 STEM 工作。基於現時各行業的從業人員比例失衡，新加坡需要維持其比例的平衡，增加工程師的數目。

中國的STEM教育

2.11 2011 年國務院頒佈《全民科學素質行動計劃綱要實施方案》³⁵，以落實 2006 年所訂下的提升全國公民科學素質水準目標。部分地區隨即開展 STEM 教育的實踐工作，其中包括北京、上海。2016 年，中央政府頒佈《教育資訊化“十三五”規劃》³⁶，指出「在有條件的地區要積極探索資訊技術在眾創空間、跨學科學習、創客教育等新教育模式的應用，提升學生的資訊素養、創新意識和創新能力」。2017 年，教育部發佈《義務教育小學科學課程標準》³⁷，是 2001 年啟動一輪基礎教育課程改革後，確切在科學素養發展上的探索訂下方向。根據上述各官方文件，中國發展 STEM 的原因如下：

- (a) 提高公民的科學素質
鑑於中國公民科學素質水準與其他發達國家相比仍有一段距離，全民科學素質工作發展不平衡，未能滿足全面建成小康社會和建設創新型國家的需要。科學教育是立德樹人工作的重要組成部分，是提升全民科學素質、建設創新型國家的基礎。

34 Rechelle Tangcangco. “Technology Transforming Industries Critical for Growth and Jobs In ASEAN”. Control Engineering Asia. 07 Jul 2016.n.pag.Web.14 Jun 2017.

35 (中國) 國務院:《全民科學素質行動計劃綱要實施方案(2011-2015年)》，2011年。

36 (中國) 教育部:《教育資訊化“十三五”規劃》，2016年。

37 (中國) 教育部:《義務教育:小學科學課程標準》，2017年。

(b) 配合未來的經濟需要

《全民科學素質行動計劃綱要實施方案》提到國家的科普技術手段相對落後，均衡化、精準化服務能力有待提升；而且科普投入不足，社會參與的激勵機制不完善，市場配置資源的作用發揮不夠；因此希望以全面的 STEM 教育提高新一代的科學素質以應對全球發展需求。

2.12 早在文件發佈以前，教育部就 STEM 的推行在各市曾經過多番試驗。中國的 STEM 初期發展主要在上海試行。2014 年，上海市市教委在該年批准成立史坦默國際科學教育研究中心，一個負責研究和開發 STEM 相關課程的民辦機構。

2.13 2015 年 6 月，上海科學教育中心聯合各個學會、中小學校、高校、企業、研究所、科普場館等資源，開設線上平台為國內外青少年提供便捷的線上及線下 STEM 學習機會及資源，為聯盟成員打造 STEM 教育交流分享平台，實現資源分享。例如，透過登錄上海 STEM 雲中心學習平台，師生可觀看國內外最新的 STEM 線上課程以便自主學習。另外，科學種子實驗服務平台集合了上海市各高校、研究所以及協會、企業等百餘個實驗室資源資訊為師生提供實驗室查詢、預約等服務。雲客創意市集資源分享平台則是面向全社會，徵集優秀科技創意為廣大 STEM 領域師生提供交流與展示的平台。

2.14 這個上海 STEM 雲中心借助上海市科協專業協會、學會及研究會支持，以半官方機構自負盈虧的形式，建立統合資源的 STEM 教育平台，負責主要的教研工作；一方面把 STEM 教育引入學校，為學校編制個性化教材，另一方面進行教師培訓，解決學校資源問題。

綜合比較三國特色

表三 各國STEM教育特色

	美國	新加坡	中國
學習指標	<ul style="list-style-type: none"> 練習、體驗的機會 跨學科概念 核心科目概念 喜愛、興趣、投入 	<ul style="list-style-type: none"> 實驗形式的學習經驗 連結學術與現今世界的需要及未來行業發展 跨學科能力 實際應用 	<ul style="list-style-type: none"> 八項科學工程指標 六項科技教育與綜合素養指標
師資培訓	<ul style="list-style-type: none"> 提供進修方向 要求相關學位 暑期學院 持續專業訓練 	<ul style="list-style-type: none"> STEM教育的認證 NISE校園STEM行動計畫 	<ul style="list-style-type: none"> 四級勳章體系
獨立機構	<ul style="list-style-type: none"> CoSTEM 	<ul style="list-style-type: none"> STEM Inc 	<ul style="list-style-type: none"> 上海市史坦默國際科學教育研究中心
學生進升	<ul style="list-style-type: none"> 專門學校 精英學校 	<ul style="list-style-type: none"> Smart Nation Singapore 計劃 	<ul style="list-style-type: none"> 暫時未有具體計劃

2.15 STEM 的課程設計在各國由不同機構實行，而各國政府在課程設計的基礎上，制訂一系列的學習指標或 STEM 素養，以表明 STEM 教育發展的具體能力、方向。

各國的學習指標

美國的四大學習指標

2.16 美國制訂了四大學習指標：

(a) 練習、體驗的機會³⁸

科學家的工作一般為研究、建立模型及理論，而工程師則是按著工程步驟，設計及建設系統。從以上可見，科學與工程的最終實踐方法為動手做出解決問題的方案。美國 STEM 教育的重點因此也是為學生提供練習與體驗的機會。體驗的過程以學生提出問題的形式為主 (inquiry-based)。學生透過想問題、提出方法並動手解決，可獲得第一手的知識。因此 STEM 教育的重點在於學生如何動手做，而非老師如何教授書本上的內容。The Community for Advancing

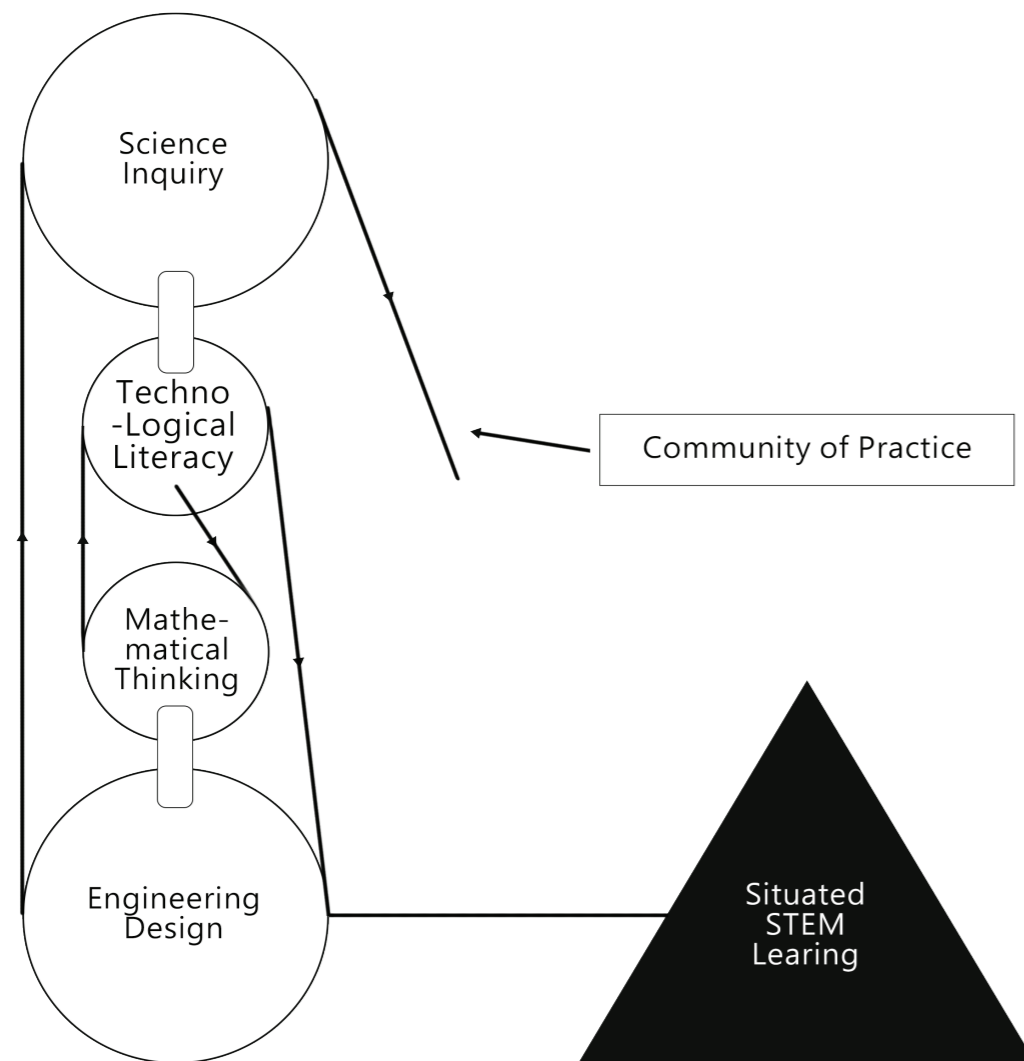
38 Bybee, R, Cooper, M, et al. "Next Generation Science Standards: For States, By State". 2vols. Washington, D.C: The National Academies Press, 2013 Print.

國際經驗的啟示

Discovery Research in Education (CADRE) 也提出，STEM 教育應以作業式學習為基礎 (project-based learning)，鼓勵學生解決世界真實問題。老師的角色是為學生設立討論的空間，並提供持續的意見回饋³⁹。

(b) 跨學科概念⁴⁰

圖二 A Conceptual Framework for Integrated Stem Education



39 US Indiana Department of Education “Indiana’s Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Initiation Plan”. Indiana: Government Printing Office,2013. Print.

40 Bybee. R, Cooper. M,et al. “Next Generation Science Standards: For States, By State”. 2vols. Washington, D.C: The National Academies Press,2013 Print.

國際經驗的啟示

STEM 教育強調 STEM 四個範疇之間的融合；如上圖所見，部分美國學者提出 STEM 教育應以科學探究及工程設計為主，數學理念及科技素養為輔，並以練習作為它們之間的連結。四個範疇並非獨立成科，而是在練習過程中同時接觸四類知識⁴¹。學生應該能夠將 STEM 的技能及知識轉移至其他非 STEM 學科，及在不同的實際情況和需要下使用 STEM 有關的能力⁴²。

(c) 核心科目概念⁴³

在現今資訊爆炸的世代，人們不可能一瞬間獲取世上所有資訊。STEM 教育的目的是要裝備學生具有基本科學及工程知識，讓他們在日後自行進行更深入學習時可以理解進階的科學和工程概念，並自己評估及選取可信賴的資訊來源搜集科學資訊。STEM 教育也希望培訓學生日後成為科學資訊的使用者，甚至是製造者。

(d) 喜愛、興趣、投入

興趣、投入、自我激勵、堅持、身分認同對於發展科學與工程的概念及技能有密切關係。STEM 教育除了有關於 STEM 四方面的學術知識，同時應該討論科學與工程概念的歷史、不同科學家或工程師的個人貢獻等，協助學生建立對 STEM 的興趣，並建立學生個人對 STEM 的身分認同⁴⁴。長遠而言，STEM 教育可透過建立學生對科學與工程的興趣，推動及啟發更多美國人加入 STEM 行列，在未來發展科學或工程類的職業⁴⁵。

新加坡的四個指標

2.17 新加坡推行 STEM 教育的方法為使用應用學習 (Applied Learning) 的教學法，以發展學生獲得 21 世紀所需要的技能及價值⁴⁶。新加坡主要以下列指標衡量應用學習是否有成功的推行⁴⁷：

41 Kelley, Todd R, and Geoff Knowles. “A Conceptual Framework for Integrated STEM Education”. International Journal of STEM Education 3.1 (2016): P.4. Web.

42 US. Indiana Department of Education “Indiana’s Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM)Initiation Plan”. Indiana: Government Printing Office,2013. Print.

43 Bybee. R, Cooper. M,et al. “Next Generation Science Standards: For States, By State”. 2vols. Washington, D.C: The National Academies Press,2013 Print.

44 Bybee. R, Cooper. M,et al. “Next Generation Science Standards: For States, By State”. 2vols. Washington, D.C: The National Academies Press,2013 Print.

45 National Research Council. “A Framework for K-12 Science Education: Practices, Cross cutting Concept and Core Ideas”. Washington, D.C: The National Academies Press, 2012 Print.

46 Singapore Ministry of Education. “Applied Learning Program (ALP)”. Singapore.2013: Web.14 Jun 2017.

47 Singapore Ministry of Education. “Applied Learning Program (ALP)”. Singapore.2013: Web.14 Jun 2017.

(a) 強調貼近現實，實驗形式的學習經驗

此項指標主要體驗於應用學習項目 (Applied Learning Programme)。透過應用學習項目訓練學生應用思考能力、跨學科學習、拓展聯想，以及與社會不同行業及持分者連結⁴⁸。範疇包括「工程設計與模型」、「飛行與宇航學」、「機械人課程」、「食品科學與科技」、「電玩設計」等多個方面，讓學生自己動手，邊實踐邊學習。應用學習項目不設考試⁴⁹。

(b) 連結學術與現今世界的需要及未來行業發展

透過基本教學範圍以外的中學選修單元 (Elective Modules)，包括進階選修單元 (AEM) 及選修單元 (EM)。學生分流到 AEM 學院或 EM 學院學習不同程度、範疇的 STEM 課程，注重學生的學習內容與職業及社會未來發展的互相扣連。

(c) 訓練跨學科學習的能力

推行與學校科目融合的應用學習法，訓練學生跨課題、跨學科學習的能力。在科學方面的教學模式變為將融合不同課題中的科學概念，讓學生深入思考並聯繫各科所學⁵⁰。

(d) 讓學生參與知識的實際應用

當局希望訓練學生使用知識和技能以解決真實世界的問題。因此，教育局著力於學生學習科學、科技及工程的知識及技能，進而實際應用至動手做的作業之中，拓展學生的解難及系統思維能力，讓學生參與知識的運用。

中國的指標

2.18 中國正在研究及制定全國科學學科素養階段，而上海的 STEM 教育已編訂了八項科學工程指標及六項科技教育與綜合素養指標以評估學生的 STEM 素養。八項科學工程指標包括：一、科學式詰問，清晰定義問題；二、建立並使用思維模型和概念模型；三、設計並執行課題研究；四、分析並解讀數據；五、使用數學工具和計算思維；六、組織科學解釋，設計解決方案；七、進行學術論證；八、分享發現並給出評論。六項科技教育與綜合素養指標：1) 創造與創新；2) 交流與合作；3) 研究與訊息流暢性；4) 批判性思維、問題解決與策略；5) 數碼公民；6) 技術操作與概念。⁵¹

48 Singapore Ministry of Education. "Applied Learning Program (ALP)". Singapore.2013: Web.14 Jun 2017.

49 許翔宇:〈強調動手實踐五成中學生修科技工數感用項目〉,聯合早報電子報,2017年1月9日,聯合早報,2017年6月13日。

50 Amelia,Teng."Applied learning in schools:Making lessons more in tune with real life". The Straits Times 11 Apr 2016: N.pag. Web. 13 Jun 2017.

51 韓孝述:〈STEM初探之三:何謂素養?〉,明報新聞網,2016年11月16日,明報,2017年6月13日。

從師資著手配合STEM教育

2.19 美國的 National Science Teachers Association 在科學方面建議小學老師進修有關生命、地球及物理科學的課程，而初中老師則進修有關生命、地球科學、物理及化學的課程，確保教室有足夠知識向學生進行 STEM 教育。National Council of Teachers of Mathematics 也建議在數學方面的初中老師進修有關數字、代數、幾何、機率及數據的專業課程。工程和科技方面，教師需要擁有科技教育或工業藝術的學士學位才可在學校裡進行 STEM 教育⁵²。

2.20 美國的 STEM 教師可透過不同的政府計劃接受支援及訓練，學習有關 STEM 科目的知識及教授學生技巧，例如 Investing in Innovation、Teach Incentive Fund、Math and Science Partnerships (MSP) 計劃等；其中 MSP 為老師提供暑期學院及持續專業訓練⁵³，提升它們的教學技巧，並讓教師和科學家、數學家、工程師進行交流，獲取更多有關 STEM 教學的知識。

2.21 新加坡國家教育研究院 (National Institute for Education) 的十二個負責教授的學術小組⁵⁴ (Academic Group) 中，有三個與 STEM 教育有關，分別是「科學與科技學習」(Learning Science and Technologies)、「數學與數學教育」(Mathematics and Mathematics Education) 及「自然科學與科學教育」(Natural Sciences and Science Education)。這些小組將有效地教授老師如何在課堂內教導學生 STEM 知識⁵⁵。除了基本的新加坡國家教育研究院資格，STEM 教師也可進一步獲取 STEM 教育的專門資格。National Institute for STEM Education (NISE) 是一所私人機構，教授 STEM 老師十五項 STEM 學習的老師技能，及後就老師在教育上的表現為 STEM 老師進行 STEM 教育的認證⁵⁶。NISE 同時也為校園進行 STEM 教育資格認證。要獲得認證，學校裡的科學老師必須完成 NISE STEM 教師認證、達到 NISE 校園 STEM 行動計畫 (STEM Action Plan) 的指標，並交上學校有關文件⁵⁷。

52 US. National Academy of Engineering and National Research. "STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research". 1st ed. Washington: The National Academies Press, 2014. Print.

53 US. Dept. of Education. Office of Academic Improvement. "Mathematics and Science Partnership". 2015. Washington: GPO. Web. 13 June 2017.

54 Singapore National Institute of Education. "Academic Groups". 2007. Singapore: National Institute of Education, Nanyang Technological University. Web. 13 June 2017.

55 Marginson, Simon, et al. "Consultant Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons". Australian: Australia Council of Learned Academies, 2013. Web. 13 June 2017.

56 "NISE Supporting Excellence in STEM Programs and Teaching". Singapore National Institute for STEM Education. N.p.,2017. Web 13 June 2017.

57 "National Certification for STEM Excellence". Singapore National Institute for STEM Education. N.p.,2017. Web 13 June 2017.

國際經驗的啟示

2.22 中國教育部在《關於「十三五」期間全面深入推進教育資訊化工作的指導意見（徵求意見稿）》⁵⁸中對培訓STEM教師提出，是要建立教師資訊技術應用能力標準，將資訊化數學能力納入培訓課程體系。此外，教師的資訊技術應用能力必須達標，作為其資格認定、資格定期註冊、職務評聘和考核條件的必備條件，並列入中小學辦學水準評估和校長考評的指標體系。教育部認為這能使信息化教學成為教學活動的常態，培養教師利用這種技術開展個性化的教學、分析學生情況，並擁有創新教學的能力。

2.23 上海市史坦默國際科學教育研究中心(STEM+)主任王懋功指出，目前上海建立了梯次遞進的四級勳章體系，並制定了《教師評級指南》。黃勳章是入門級別，藍勳章是實踐級別，綠勳章是創新級別，黑勳章是分享級別。而上海600餘名科學教師絕大多數還集中在黃勳章和藍勳章級別中。教師必須通過分級培訓以獲得相應級別的勳章。在學校選拔的基礎上，由研究中心實施5天40課時的入門基礎培訓，經培訓考核合格，由研究中心授予教師黃勳章。這部分教師再經歷一學期的開課實踐後，再實施五天40課時的實踐反思培訓，經培訓考核合格，才能獲頒藍勳章。此外，上海市中小學幼兒教師獎勵基金會還在STEM+項目實施三年基礎上，開展明星教師的評選，以此激勵教師們創新實踐⁵⁹。

設立獨立機構協調跨部門及跨界別合作

2.24 美國於2011年在the America COMPETES Reauthorization Act of 2010下成立The Committee on Science, Technology, Engineering, and Math Education (CoSTEM)，主要管理STEM教育的不同政策及活動。CoSTEM與13個夥伴合作推動STEM教育，主要包括多個政府部門，例如商務部、教育部、國家環境保護局、太空總署和National Science Foundation，及私營機構Smithsonian Institution，主要發展K-12 STEM教育⁶⁰。

58 中國教育部:《關於「十三五」期間全面深入推進教育信息化工作的指導意見（徵求意見稿）》，2015年。

59 復旦中學:《復旦中學圖書資料選編第32期》，復旦中學圖書館網頁，2017年3月20日。上海市復旦中學，2017年6月13日。

60 Elaine J.Hom.“What is STEM?”. Urban Tech Center. N.p., 11 Feb 2014. Web..13Jun,2017.

國際經驗的啟示

2.25 另外，美國也有不少私營機構推廣STEM教育，例如STEM Center USA⁶¹、STEM Education Coalition⁶²及Teaching Institute for Excellence in STEM⁶³。它們大多為學校提供STEM教育的教具支援及諮詢服務。

2.26 新加坡於2014年成立STEM Inc，以支援新加坡中學應用學習項目的運作，並透過「行業夥伴計畫」(Industrial Partnership Programme)提供機會給學生接觸真實世界裡的STEM行業及職業。STEM Inc的工作⁶⁴包括：為學校度身制定教材、尋找合作的STEM機構、提供教師的專業培訓，以及為學生舉辦工作坊及比賽等。STEM Inc屬下有五名課程編寫員，以及60多名派駐各中學長達三年的STEM教員⁶⁵。STEM Inc至今協助65所中學推展STEM應用學習項目，以及為自行實行STEM應用學習項目的中學提供諮詢服務。STEM Inc也與企業合作，為學生推出學習之旅，讓他們有機會同工程師等專業人士交流，了解STEM領域的工作性質和發展潛能⁶⁶。

2.27 中國目前沒有一個全國性的官方機構專門推動STEM教育，STEM課程可自由開發。不同於義務教育階段之教材，STEM教材不經統一編寫或審查⁶⁷。另一方面，國內有一系列的非官方機構組織專業人員設計課程。這些機構為STEM教育提供配套服務，包括師資培訓，網上課程，STEM評估等，如「上海STEM雲中心」和「賽爾教育雲」。賽爾教育雲由教育部和清華大學領導，致力開發新技術與國際教育課程和資源⁶⁸。STEM雲中心則教授官方授權的課程。

2.28 上海市教委於2014年批准成立「上海市史坦默國際科學教育研究中心」，作為上海教育綜合改革的試點專案，承擔為期十年的長週期實證教育研究

61 “Inspire The Next Generation Of STEM Leaders”.STEM Center USA, 2015.Web .13 Jun,2017.

62 “Our Purpose”. STEM Education Coalition. N.p.,2017. Web. 13 Jun 2017.

63 “TIES STEM Consulting for School Districts and Government”. Teaching Institute for Excellence in STEM. USA, 2016. Web. 13 Jun 2017.

64 Singapore Ministry of Education. “Continued Support for STEM APL Schools”. Singapore: Science Centre Singapore.2017. Print.

65 Choy, Eunice. “STEM Inc. Supports Singapore Secondary Schools’ Science, Technology, Engineering and Mathematics Applied Learning Programmes (STEM ALP)”. Singapore: Science Centre Singapore, 2014. Web.13 Jun 2017.

66 Choy, Eunice. “STEM Inc. Supports Singapore Secondary Schools’ Science, Technology, Engineering and Mathematics Applied Learning Programmes (STEM ALP)”. Singapore: Science Centre Singapore, 2014. Web.13 Jun 2017.

67 趙興龍、許林〈STEM教育我五大爭議及回應〉，《中國電化教育》第357期，(2016)，62-65。

68 “What makes Cernet Education a Better Choice”. Cernet Education. N.p., 2015.Web. 13 Jun 2017

專案⁶⁹。研究中心從徐匯區的 7 所小學開始課堂實踐，逐漸覆蓋 10 個區、涉及 96 所學校，學段貫穿幼稚園至高中⁷⁰。

為學生拓展進修空間

2.29 美國對於學生晉升的途徑，設立了為 STEM 而設的專門學校，如中學程度的 High Technology High School⁷¹ 和大學程度的 Florida Polytechnic University⁷²。這些院校課程只提供或集中於 STEM 教育，讓學生專注於學習工程、數學及科學等有關知識。美國有約 90 所 STEM 的精英學校 (Elective STEM Schools)⁷³。Elective STEM Schools 分多個種類⁷⁴，包括州份的寄宿學校 (state residential school)、獨立運作的學校 (stand-alone school)、學校內的學校 (schools-within-a-school) 及提供半日課程的地區中心 (regional centres with half-day courses)。這些學校為一項或多於一項的 STEM 專業而設，並設有嚴謹的收生條件。Elective STEM School 大多為收取少量具有學習動力的精英學生的高中學校，具備專業老師、進階的教學範圍、細緻的實驗室及於科學家合作的學徒計畫，向學生提供專業而優質的 STEM 教育，協助學生預備就讀 STEM degree 並進入 STEM 的行業。

2.30 新加坡方面，迎合 STEM 課程的畢業生職業前途，新加坡也正開展 Smart Nation Singapore⁷⁵ 計劃，期望透過數碼科技發展新加坡為更宜居的城市，並且以科技解決國內的困難和挑戰。就此計劃，新加坡總理李顯龍肯定 STEM 畢業生的前途出路⁷⁶，指 Smart Nation 計劃需要 STEM 畢業生的貢獻，設計更綠色的家居、擴展公眾運輸網絡，以及開始大型工程，例如連結裕廊東及吉隆坡的高速鐵路。以上均需要 STEM 畢業生在工程、科技與設計方面的技能。新加坡學生

69 李志文〈2016十大關鍵詞〉，《中國教育網絡：信息化創造教育將來》，2017年1月刊，33-35。

70 復旦中學：《復旦中學圖書資料選編第32期》，復旦中學圖書館網頁，2017年3月20日。上海市復旦中學，2017年6月13日。

71 “Courses”. High Technology High School. Lincroft,2011. Web.13 Jun 2017.

72 “Florida’s Heart Of High Tech™: Where We Lead The Charge In STEM Education Curriculum”. Florida: Florida Polytechnic University, 2016. Web. 13 June 2017.

73 US. National Academy of Engineering and National Research. “STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research”. 1st ed. Washington: The National Academies Press, 2014. Print.

74 National Academy of Engineering and National Research. “STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research”. 1st ed. Washington: The National Academies Press, 2014. Print.

75 “Smart Nation Fellowship Programme”. Singapore: Smart Nation Singapore. 2016.Web.13 Jun 2017.

76 Lee, Hsien Loong. “STEM Education Continued to Be Important”. 2015 Speech

在完成中學教育後，有很大比例的學生都選擇修讀 STEM 有關課程。2015 年在新加坡六所大學的畢業生中，有 51% 都是就讀與 STEM 有關的學位⁷⁷。而在 2006 至 2015 年間，新加坡五所理工學院的畢業生人數從 16,638 名升至 24,631 名⁷⁸。

香港缺乏的基本因素

2.31 STEM 有寰球趨勢的一面，無論東、西方政府都對創新經濟有著相近的期望及判斷。STEM 也有地區情勢的一面，各地政府落實 STEM 課程時，都針對各地問題及經濟基礎作出調適。香港特區教育局則建議推動國際社會倡議的 STEM 課程作為創新科技產業的配套。

2.32 香港 STEM 教育缺乏明確的學習目標。雖然教育局就 STEM 更新科學、科技及數學教育學習領域的課程，但內容多關注知識範疇的更新，少提及整體的 STEM 素養或指標。STEM 相關的知識範疇日新月異，唯核心的學習指標才能確保 STEM 教育的長遠發展不偏離軌道。

2.33 香港 STEM 教育缺乏整合。目前 STEM 教育的推展多數由教育局的短期單一政策主導，如提供資助撥款。缺乏類似內地、新加坡、和美國的整體計劃和獨立機構去落實 STEM，使香港的 STEM 教育視野狹窄，各界支援、資源未有充分掌握以至運用，經驗分享、成效檢視未有延續，使 STEM 發展顯得有點混亂。

2.34 香港 STEM 教育缺乏產業連結。香港經濟缺乏第二產業，根據 2016 年政府統計處香港統計月刊⁷⁹ 報告，香港四個傳統主要行業，包括金融服務、旅遊、貿易及物流和專業及工商業支援服務，生產總值佔全港生產總值的 57.5%。在生產總值當中，創科產業佔的比例未為顯著。然而，香港近年的科技創新應用於傳統優勢之上，如金融科技，服務業支援等，以提升生產效率及競爭優勢。這些好處未能反映在現時的生產總值統計之內。創新科技產業在 2014 年於本港的附加值為 158 億港元，在 2013 年則為 147 億港元，按年亦有顯著的上升，升幅為 7.1%，反映嶄新科技和創意產物的前瞻性將融入各行各業，在推動社會和經濟發展中有相當的影響力⁸⁰。單靠香港本地經濟難以支持 STEM 教育的出路。

77 Singapore. Ministry of Education. Management Information Branch Research and Management Information Division. “Education Statistics Digest 2016”. :20-22. Statistics Singapore. Web. 14 Jun 2017.

78 Singapore. Ministry of Education. Management Information Branch Research and Management Information Division. “Education Statistics Digest 2016”. :39-40. Statistics Singapore. Web. 14 Jun 2017.

79 《香港統計月刊》，政府統計處，2016. Web. 11 Dec. 2016.

80 Klaus.Schwab. “The Global Competitiveness Report 2016-2017”. Swiss: World Economic Forum, 2016.

第三章 STEM教育在香港試行的挑戰

STEM 教育在香港試行的挑戰

3.1 教育局基於本地學校在科學、科技和數學教育的基礎，加上學生在學生能力國際評估計劃、國際數學與科學教育成就趨勢調查等方面取得的經驗和良好表現、以及香港一直以來的創科發展，表示對 STEM 教育的試行充滿信心。然而，經過接近兩個學年的實踐，社會對 STEM 教育在香港的長遠發展，仍存在不少爭議和討論。

STEM 在校試行的期望與問題

3.2 教育局課程發展議會在 2015 年發表的報告書中，提到 STEM 教育的三個目的⁸¹，與學界提出的意見有相同的考慮。然而，STEM 試行兩年，結果卻出現偏差。本研究觀察到以下的問題。

(a) 問題一：科目偏好由校長教師主導

在教育局甄選的四間專業發展學校中，每間學校對於 STEM 的校本發展的理解不同。而基於教師資源的限制，各間學校在推動 STEM 教育時，出現對某個範疇的偏好。如香港仔工業學校傾向工程、科技的研習，樂善堂余近卿中學著重生物、科技的應用。校長教師依據自身專長主導 STEM 在校發展，反映他們對未來香港創新科技的發展、STEM 教育專業發展抱有不同的期望。

(b) 問題二：校本經驗難以廣泛應用

教育局在報告中建議學校可採取兩種模式，一是建基於一個學習領域課題的學習活動，讓學生綜合其他學習領域的相關學習元素；二是通過專題研習，讓學生綜合不同學習領域的相關學習元素。這種理解充份表現在四間專業發展學校的實行之中。四間專業發展學校的原意，是作為 STEM 的校本試驗點；透過學校實踐的經驗，調整 STEM 教育的廣泛推行，並與其他學校分享。然而，部份學校以課堂形式變更課程內容以配合 STEM，另一些以課外學習推動 STEM。自由度高的校本推行缺乏一致性，甚至取決於學校的特有條件，對於能否為其他學校提供一套全面的參考存疑。

(c) 問題三：學校資源運用不平均

雖然教育局對專業發展學校發放一筆過同等的撥款，然而每間學校在實際推行上用於師資、教材、工具等資源的開支相差甚大。部分學校因得到私人機構的資助，在 STEM 的花費超出當局資助額。資源運用的差異，令人質疑 STEM 的教育質素是否與投資有直接關係。

81 (香港)教育局，《推動STEM 教育—發揮創意潛能概覽》，2015年。

第四章 疏理及總結對STEM各項研究

疏理及總結對 STEM 的各項研究

4.1 STEM 初期的在校試行，一方面反映教育局與社會對 STEM 的期望與實質效果有一定落差。這些落差某程度刻劃了 STEM 教育目前面對的各項問題，社會以及當局需在這個 STEM 的十字路口，認真考慮去向，以決定 STEM 的長遠發展。

各研究報告對STEM的爭議

4.2 STEM 教育的推行，意味著香港教育政策的重大調適。教育理念、教學方法、學習方式等的改變都對學校、教師和學生帶來影響。然而 STEM 推行了兩年，綜合各種報告及文章，發現學界對 STEM 教育應如何發展未有共識。

4.3 團結香港基金在 2015 年 12 月發表的《香港創新科技業概況研究報告》⁸²，是第一份就 STEM 發展作出回應的相關研究。報告列舉大量數據，指出創新科技業的發展欠缺就職前景，使 STEM 學系難以吸引學生修讀。STEM 研究畢業生轉化成 STEM 專才的人數更少，香港科研人員所佔的人口比例偏低。報告另又檢視了香港的創科資源的投入、營商環境以及政府政策因素，總結香港創新科技業的不足。

4.4 《香港創新科技業概況研究報告》針對的是創新科技業的整體發展，當中對 STEM 的回應僅限於基本數據的回顧，未有確切提出有關 STEM 教育的校本推行或人才培養的建議。

4.5 其後，港科院院長徐立之教授在 2016 年發表的《科學、科技和數學教育—與香港創新科技的發展》報告⁸³，才回應了 STEM 教育。報告就學生的選修意願作深入調查、對香港科學教育以及學制有徹底的資料搜集和分析。強調 STEM 教育在目前學制的局限下，出現 STEM 人才斷層，即學生於高中報讀 STEM 相關學科的比率不理想。斷層的原因主要與現時中學文憑試的學制有關。由於學制過份偏重核心科目，理科未獲得足夠的重視；高等數學科的重要性下降；4+2 的選修方式局限了學生的知識根基，以致跨學科訓練減少。因此，港科院提倡藉課程內的調整，如必修科目加入 STEM，以延續人才培訓。

82 徐立之、倫嘉欣、張恩榮〈香港創新科技業概況研究報告〉，《香港團結基金》，2016年2月25日，第十二至十三頁。

83 徐立之、黃乃正、倫嘉欣〈科學、科技和數學教育與香港創新科技的發展研究報告〉，《港科院》，2017年1月5日，第二頁。

疏理及總結對 STEM 的各項研究

4.6 前香港大學教育學院首席教授程介明在回應港科院的報告時，提出了兩點疑問⁸⁴。第一，STEM 教育的發展是否需要重回科學分科的系統學習模式？第二，STEM 作為二十一世紀的科學學習，主要培養什麼能力？程介明提出 STEM 非製造數理分數高的學生，而是擁有 STEM 綜合能力的社會人才。他並強調培養 STEM 能力的重要性、知識的綜合性與實踐運用。

4.7 教育學者韓孝述也分別就 STEM 的目的、特徵、素養等發表文章⁸⁵，當中強調對 STEM 教育的理解不能停留在培養科學、科技、工程和數學四種能力的層面，更應著重四方面的共通能力的提升。

4.8 綜合而言，社會對於 STEM 教育的回應、模式、核心概念、支援等仍欠缺深度和廣度的討論和共識。

提升學生普及競爭力，而非少數科學尖子的教育

4.9 課程是知識的合理化 (legalization of knowledge)。社會將普遍學生的期望寫入核心課程，還是著重把部份有能力、有學習興趣的學生的期望編入選修課程或課堂延伸的學習活動？就推動 STEM 教育而言，STEM 教育是香港社會對所有學生的期望，還是給予部份尖子的機遇呢？

4.10 教育局的 STEM 政策顯示，它對 STEM 學習有方向但未有統一的素養架構。教育局早前甄選的四間 STEM「專業發展學校」的經驗，也反映它們在試驗 STEM 時會因應自己的資源、師資、教師的志趣等個別情況，側重於個別元素，如偏重生物探究、數理專題研習、或電腦程式編寫。學習活動又以項目式或比賽主導形式為主；就 STEM 應是發展尖子能力或是普遍學生的競爭力的方向並不清楚。

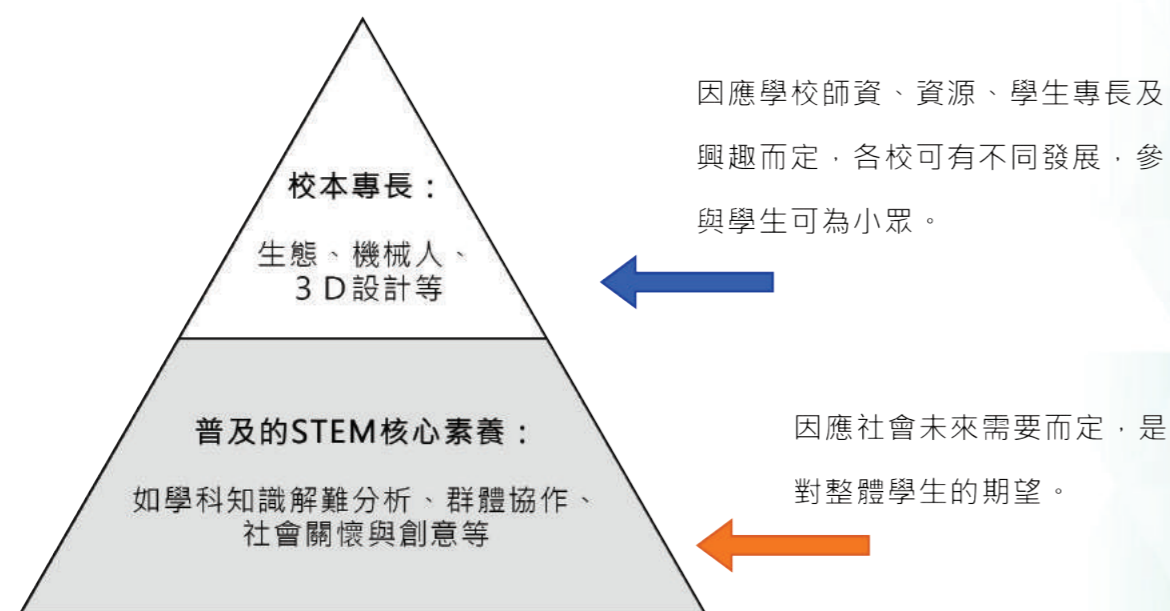
4.11 面對全球急速發展，包括香港要面對的社會和經濟挑戰，STEM 教育應有普及的部份，而因應學生的不同能力以及學校的資源分別，亦應有校本專長的部份。故此，推動 STEM 教育時，需要訂明「STEM 核心素養」，是對全體學校及學生要求的，以符合全球倡議的廿一世紀素養，讓學生可在畢業後面對未來社會經濟的需要。另外，學校可以按其校本優勢去設計「專題應用學習」，讓學生培養個別專長。

84 程介明〈STEM教育：未解之結〉，信報網站，2017年1月13日，信報財經新聞，2017年6月14日。

85 韓孝述〈STEM素養〉，明報新聞網，2016年6月5日。明報報業。2017年6月14日。

疏理及總結對 STEM 的各項研究

圖三 STEM課程設計



為人才提供升學出路，而非為大學提供學生

4.12 2012年新高中課程實施後，香港中學文憑試成為大學收生的重要評估指標。大多數大學學科以四科主修科目及兩科選修科目(4+2)計算分數的方式錄取學生。因應華人社會「唯有讀書高」的傳統文化，學生選科長期受大學收生標準主導。

4.13 根據各大院校2016/17學年的收生成績，不難發現無論是數學或是理科，錄取學生的分數不低。從下表可見，大部份院校在STEM相關學科的收生成績在20分或以上。香港大學、香港科技大學等理科較強的大學更要求平均27分或以上才可考入。按照考評局的說法，若在某科學學科成功而其餘主科取得3-3-2-2的最低入學要求，在實際情況中根本無法入讀大學。香港各大學理工學科收生考慮整體能力，包括語文能力強、四個核心科目成績平均地優秀。唯獨在STEM發揮優異的尖子，被排除在升大學途徑外，需要重考香港中學文憑試直至各科整體地優秀，或考慮其他升學途徑。

疏理及總結對 STEM 的各項研究

表四 香港各大院校2016/17學年收生成績

	Science 科學 (Bachelor of Science)	分數	Technology & Engineering 科技與工程 (Bachelor of Engineering)	分數	Mathematics 數學 (Bachelor of Science)	分數
	香港大學	理學士 (包括數學主修)	30	工程科學	27	理學士 (包括數學主修)
	生物醫學	32	工學	25		
香港中文大學	理學士	23	工程學	22	數學精研	30
	生物醫學	32				
	理論物理精研	29				
香港科技大學	理學士	26	工程學	23	數學及經濟	24
	生物科技及商學	25	國際科研	34		
香港城市大學	生物及化學	21	建築學及土木工程學	23	計量數學	20
			機械及生物醫學工程學	20		
			系統工程及工程管理	20		
	生物醫學	21	能源及環境學院	20		
			電腦科學	20		
			物理及材料科學	20		
香港理工大學	生物醫學工程	25.2	工程學廣泛學科	21.8	不適用	
			電機工程學	23.3		
			土木工程學	25.1		
			機械工程學	20.6		
	工程物理學	20.5	產品及工業工程	20.8		
			屋宇設備工程學	23.4		
			電子計算廣泛學科	20.9		
			電子及資訊工程學	20.8		
			應用生物兼生物科技	22.7		
			環境工程與可持續發展學	21.6		
			運輸系統工程學	21.1		
香港浸會大學	理學士	22	不適用		不適用	
	中醫學及生物醫學	27				
嶺南大學	不適用					
香港公開大學	不適用		電子及電腦工程學	18	不適用	
			互聯網科技	17		

疏理及總結對 STEM 各項研究

4.14 學生為求升上大學，在高中修讀科目時顯得實際。根據考評局公佈文憑試報考統計資料，學生選修科目越來越傾向兩個選修科目。在 2012 年有超過四分之一考生報考三科選修科，到了 2016 年只有約百份之十六的考生會報考三科選修科，因此未必能廣泛涉獵科學教育或科技教育。

表五 2012至16年文憑試報考科目組合的考生人數與比率⁸⁶

		2012	2013	2014	2015	2016
4個核心科目+ 1個選修科目	人數	5,480	8,659	10,158	9,410	6,958
	比率	7.5%	10.5%	12.8%	12.7%	12.2%
4個核心科目+ 2個選修科目	人數	46,215	50,591	47,167	44,471	39,472
	比率	63.2%	61.5%	59.3%	60.0%	69.1%
4個核心科目+ 3個選修科目	人數	19,362	14,220	12,156	10,512	9,341
	比率	26.5%	17.3%	15.3%	14.2%	16.3%
4個核心科目+ 4個選修科目	人數	159	150	100	116	68
	比率	0.2%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%

4.15 高中學生文憑試的科學學科及科技學科之中，傾向報考生物及化學；報考物理，資訊及通訊科技的考生近年較少。報考組合科學的考生由五年前的佔總人數一成減少到百份之二。設計與應用科技、綜合科學、科技與生活每年約只有 1% 報考，不夠一千人⁸⁷。可見學生選擇慢慢傾斜去傳統科學課程中的兩科。

⁸⁶ (香港)考試及評核局:〈香港中學文憑考試報考統計資料(2012, 2013, 2014, 2015, 2016)〉. 香港考評局網站, 2017年2月5日, 香港考試及評核局, 2017年6月14日。

⁸⁷ (香港)考試及評核局:〈香港中學文憑考試報考統計資料(2012, 2013, 2014, 2015, 2016)〉. 香港考評局網站, 2017年2月5日, 香港考試及評核局, 2017年6月14日。

疏理及總結對 STEM 的各項研究

表六 2012至16年報考文憑試科學學科及科技學科的人數與比率

	2012		2013		2014		2015		2016	
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
生物	17,151	24%	18,441	22%	18,085	23%	17,462	24%	16,072	24%
化學	17,379	24%	17,863	22%	17,456	22%	16,855	23%	15,437	23%
設計與應用 科技	800	1%	840	1%	717	1%	728	1%	703	1%
資訊及通訊 科技	8,092	11%	8,093	10%	7,553	10%	6,791	9%	6,408	9%
物理	15,491	21%	15,804	19%	14,850	19%	13,784	19%	12,763	19%
組合科學	7,854	11%	6,702	8%	4,476	6%	2,723	4%	1,565	2%
綜合科學	301	<1%	339	<1%	211	<1%	193	<1%	169	<1%
科技與生活	342	<1%	408	<1%	390	<1%	364	<1%	290	<1%
總報考人數	72,884		82,198		79,456		74,052		68,034	

4.16 在數學教育課程，文憑試的統計資料反映學生更傾向只考必修部份，單元一及單元二的報考人數皆下降，2016 年只有百份之六至九數學科考生報考⁸⁸，反映較少學生修讀程度較深的數學課程。

表七 2012至16年報考文憑試數學教育科的人數與比率

	2012		2013		2014		2015		2016	
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
只考必修部分	69,299	82%	62,800	81%	62,244	84%	58,815	85%	54,068	86%
必修部分+ 單元一	7,347	9%	6,654	9%	5,249	7%	4,217	6%	3,614	6%
必修部分+ 單元二	8,091	10%	7,798	10%	6,680	9%	6,145	9%	5,433	9%
總報考人數	84,737		77,252		74,173		69,177		63,115	

4.17 綜合高中學生的選修數據，不難發現一個趨勢－在務實主義下，學生選修科目的取向決定於大學的錄取制度（五科成績最高或 4+2 的整體最高成績）和未來職業收入，以至選修數理科目的學生數量遞減。在目前的學制下，STEM 教育為大學提供人才的成效，仍然存疑。

⁸⁸ (香港)考試及評核局:〈香港中學文憑考試報考統計資料2016〉. 香港考評局網站, 2016年2月11日, 香港考試及評核局, 2017年6月14日。

疏理及總結對 STEM 的各項研究

4.18 我們應該在思考目前的 STEM 發展策略同時，優化大學升學制度，摒除學術障礙，為人才提供學位及晉升機會，而非為大學提供人才。

善用現有的配套及資源

4.19 自政府於 2015 年推出 STEM 教育文件和進行諮詢以來，民間一直關注 STEM 發展遲緩的問題。相比起國際其他發達國家或城市，香港教育局在推行 STEM 教育的步伐的確起步較遲。美國在 2009 年就 STEM 教育簽訂相關法案，為長遠教育發展投放充足的資源。歐盟亦成立「創新聯盟」推動成員國之間的創新科技研究交流，當中有超過 80% 成員國把 STEM 教育視作國家發展策略項目的重要元素。新加坡就 STEM 教育成立了 STEM Incorporated，支援 STEM 未來發展需要。

4.20 事實上，無論是學界或商界，都早已具備一定的資源、經驗及技術去發展 STEM。在早年電子教學的推動下，學界對資訊科技教學的認識充足，更有學校成立教育中心統一資源分配。根據香港中文大學的研究分析，現時學校的數理教師的教師主導教學 (teacher-directed science instruction)、調適教學 (adaptive instruction)、探究式教學 (inquiry-based science teaching and learning practices) 及對學生的回饋 (perceived feedback) 等 4 項教學策略均高於 OECD「經濟合作暨發展組織」平均值，反映教師在教學策略和執行能力並不遜色。學界對推動 STEM 教育有一定的準備。

4.21 同時，商界在配合科技教育的發展成熟，不少大型跨國企業為自主學習、互動學習等研發適合學生的學習工具，如 Apple Distinguished Educators、香港科技園公司。然而，這些零散但龐大的學習資源，正需要一個統籌平台去集中整合並有效運用。

4.22 香港教材也有市場參與，例如 STEMA Robot Coding School 早在十年前已開辦機械人編程班，KidsCode IT Education Centre、Smart Kiddo 等坊間教育中心又開辦各類型有關機械人原理、編寫程式、遊戲程式設計、應用程式設計等課程，提供大量教材資源，市場具競爭力。

疏理及總結對 STEM 的各項研究

師資發展為主，硬件添置為副

4.23 為促進學校推動 STEM 教育相關的校本計劃，政府於 2015/16 學年向所有小學發放港幣 100,000 元的一筆過撥款，並在 2016/17 學年向所有中學提供一筆過 200,000 元的額外津貼，作為資金援助。大部分學校對於這筆限制性的撥款傾向選擇以添置新型的 3D 列印機、金屬雷射切割器、機械人等形式回應政府。表面上，學校新增的一批硬體有助推動 STEM 的校內發展。實際上，資金和硬體主導的發展顯露了政策的短視及軟件的缺欠。

4.24 在我們探訪學校的過程中，每間學校的經驗反映出，資金或場地等資源並非發展 STEM 教育最關鍵的因素。首先，學校可因應資金多寡選購不同類型的教材。教材邊際格價上升、價錢不一等反映教學質素的邊際效益。其次，因應近年的優化班級計劃，學校校舍亦騰出課堂和空間用作各類活動及教學用途。

4.25 相反，要具體推動 STEM 素養和培養學生綜合能力，課程設計及教師團隊遠比硬體配備更為重要。教師及專家在訪談時表示教師學科知識、對 STEM 的熱衷、課程及教學法等軟件，才是 STEM 教育成功與否的關鍵。現時政府提供的每間學校一筆過撥款，不足以設計課程內容，又無法開展持續教師培訓，有待改善。

4.26 STEM 教育推行初期，政府主要採取放任自由的策略鼓勵多元發展。在一筆過撥款的資金支援下，學校可基於自己的優勢，配合學生興趣，採用資源採購服務安排與 STEM 相關的機械人製作、探究生物工程和模型車裝嵌課程等。這種以資金而非課程師資為先的推行模式，讓學校傾向購買科技產品及教材。

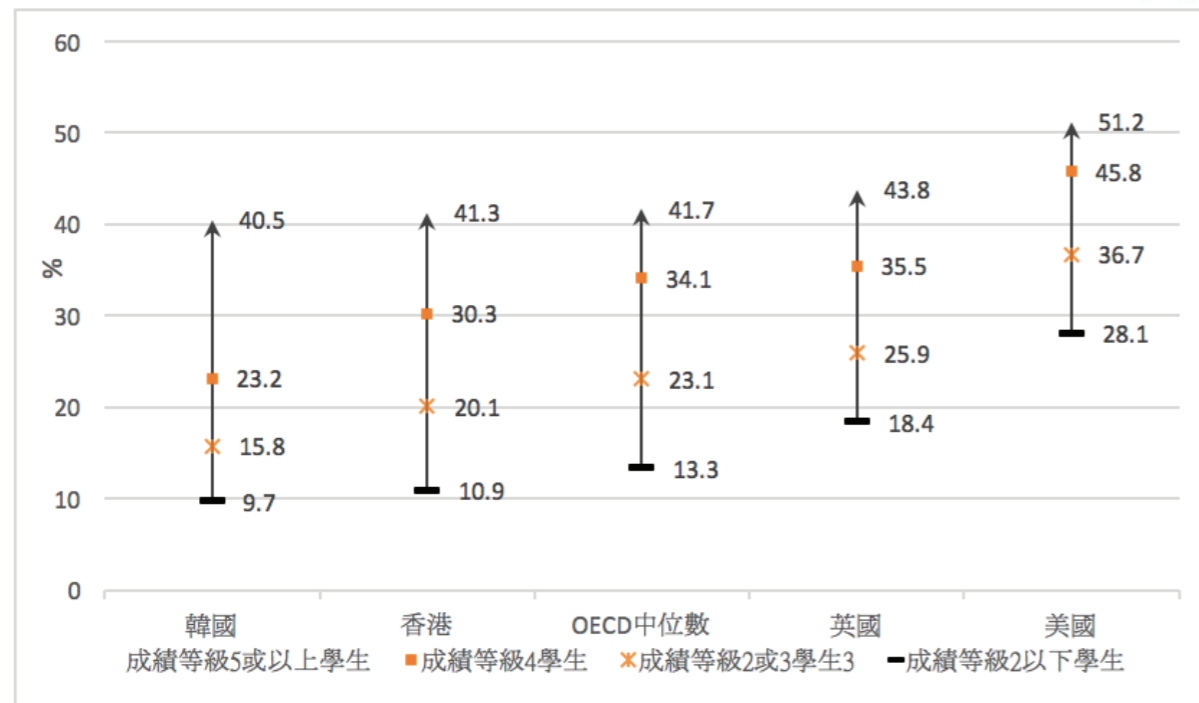
4.27 科技產品除了有購買成本外，亦有折舊及維護費用。學校在添置科技產品時，應考慮該產品對發展 STEM 的可持續性，該件科技產品是否一時熱潮，該件科技產品是否需要高昂的維護費用。

務實思維有助 STEM+教育的推行

4.28 根據 2015 年學生能力國際評估計劃 (PISA)，香港學生修讀科學的學生相對其他地區較無興趣入職相關行業，比較 OECD 的平均值更低⁸⁹。

89 “Students’ Attitude Towards Science and Expectations of Science-Related Careers”. PISA 2015 Results. 1st ed. Paris: OECD, 2016. Print

圖四 修讀科學的學生對未來入職相關行職的想法



4.29 此外，學生對科學的喜愛程度也降低，表示學生對科學知識的追求及興趣減低。有評論認為，在應試教育下香港學生務實思維要考慮未來升學及就業的出路，而香港產業結構狹窄，因此不傾向追求科學知識。

4.30 然而，STEM 教育的課程邏輯以實用邏輯的思路，為未來經濟需要培訓人才，應該十分配合香港學生及家長的務實思維；其中的差異應該是資訊落差而成。STEM 教育可以考慮配合商界進行生涯規劃，讓家長及學生瞭解到 STEM 的出路及就業的機遇，以及知識型經濟改革帶來的挑戰。

STEM+教育需要跨界別參與

4.31 政府視學校及校本課程為 STEM 教育的重要管道。然而，從四間專業發展學校的經驗可見，發展 STEM 需要更多校外機構以至社會各界的合作支援。現時 STEM 教育的發展仍局限於校內的課程編排、專題研習、興趣小組和學校之間的展覽會、比賽等。

4.32 要讓學生瞭解 STEM 的價值和前景，必需配合院校與商界合作，讓學生吸收到第一手資訊、加強學習興趣、教師配合到學術研究、反饋及培訓，而學校有足夠的社會網絡去支援其發展。

STEM+ 為未來科技創作作準備

4.33 STEM 教育是為未來經濟提供人才。由學生於學校接觸 STEM 教育到其畢業，相距可以超過十年。科技日新月異，今日在校內所應用的技術必然成為畢業生的歷史。課程及課時若側重在現今科技的運用，而非提升學生的學習興趣以及 STEM 核心素養，是捨本逐末。

4.34 香港政策研究所的「香港學生的 i 素養及其調查」結果（詳見第五章）顯示，香港學生對現今科技及電子產品的認識不淺，過半學生對自己科技學習能力傾向較有信心，亦善於接觸新科技技能。學生無需要過分學習現有科技應用。

第五章

香港學生的科學能力

香港學生的科學能力

5.1 無論是中國內地「互聯網+」，或是香港本地資訊與創新科技，都反映了香港學生未來機遇。香港普遍學生在此的表現值得探究。香港政策研究所於2016年5至7月邀請全港中學進行「核心素養：全港中學生非認知能力評估」，就全港中五學生於自我管理素養、i 素養、溝通合作素養、寰球素養以及公民素養的發展進行調查，瞭解學生的非認知能力發展概況，瞭解學生的社經地位與出生等因素會否影響其個人發展。這次報告是針對中五學生的 i 素養進行探討。

5.2 是次調查向 2008 名中學生提問以下四條問題，以瞭解學生於網上學習的習慣：(i) 在網上學習新的生活技能，如烹飪、學習樂器和樂譜、找尋遊戲資訊等；(ii) 在網上學習新的實用技能，如語言、軟件應用等；(iii) 在網上獲取協助完成功課的資訊，如維基百科、參考文章等；(iv) 在網上與素未謀面的人獲取資訊，如討論區問答、Facebook 以動態問答等。

- 學生掌握到現有的科技，未必需要在課堂中花時間教授。
- 調查發現，學生經常於網上學習，善用網上資源，表現良好。絕大部分學生皆會「在網上學習新的生活技能，如烹飪、學習樂器和樂譜、找尋遊戲資訊等」(95%)、「在網上學習新的實用技能，如語言、軟件應用等」(93%)和「在網上獲取協助完成功課的資訊，如維基百科、參考文章等」(98%)。亦有約八成學生會「在網上與素未謀面的人獲取資訊，如討論區問答、Facebook 以動態問答等」。
- 學生的社經地位與其網上學習的習慣並無顯著關聯。

5.3 絕大部分學生週一至週五間在校內上網的時間不超過一個小時(86%)；大部分學生週一至週五間在校外上網的時間超過兩個小時(77%)。

5.4 學生普遍曾面對或見過網絡上的虛假資訊。過半學生曾在網上銷售商品(52%)，以及因為社交媒體及網上被同輩批評，以致自己不開心(54%)。大部分學生曾在社交媒體及網上見過同輩發出失實及帶有歧視性的言論(61%)。極大部分學生曾誤信網上不實資料、假新聞、圖片(94%)。有過半學生曾與意見不相同的朋友拒絕聯絡(如 Unfriend, Unfollow)(52%)。

5.5 學生經常進行網絡買賣行為，但較少得知有關網絡安全的知識。大部分學生在 10 歲之後才開始接觸有關版權及版權法例的知識(71%)；少數學生從未接觸過相關知識(11%)。大部分受訪者在 10 歲之後才開始接觸有關私隱的知識及個人資料法例知識(73%)；少數從未接觸過相關知識(10%)。大部分學生在 10 歲之後開始在網上購買或銷售用品(78%)；少數學生從未接觸過相關知識(16%)。

香港學生的科學能力

5.6 是次調查亦觀察學生的科技學習能力，並向學生提問對以下六種程式及軟件學習信心：(i) 使用未曾學過的圖表及統計程式(類似 Excel, Number)；(ii) 使用有內容管理系統(CMS)網站，類似 Wordpress, blogspot, Wix；(iii) 使用未曾學過的圖片編輯程式(類似 Photoshop)；(iv) 使用影像編輯程式(類似 iMovie, Final Cut)；(v) 理解未曾學過的軟件編寫語言(類似 Java)；(vi) 理解未曾學過的機械元件(類似摩打、太陽能板)。

(a) 過半學生對自己科技學習能力傾向較有信心，亦善於接觸新科技技能。大部分學生對使用未曾學過的圖表及統計程式(類似 Excel, Number)較有信心(73%)；大部分學生對使用未曾學過的圖片編輯程式(類似 Photoshop)較有信心(72%)；亦有大部分學生對使用影像編輯程式(類似 iMovie, Final Cut)較有信心(64%)；然而只有過半學生對使用有內容管理系統(CMS)網站(類似 Wordpress, blogspot, Wix)較有信心(52%)；過半學生對理解未曾學過的軟件編寫語言(類似 Java)較有信心(51%)；僅近半學生對理解未曾學過的機械元件(類似摩打、太陽能板)較有信心(48%)。

(b) 學生的社經地位與使用未曾學過的圖表及統計程式(類似 Excel, Number)、使用有內容管理系統(CMS)網站(類似 Wordpress, blogspot, Wix)、使用未曾學過的影像編輯程式(類似 iMovie, Final Cut)和使用未曾學過的機械元件(類似摩打、太陽能板)皆呈現顯著相關，而社經地位較低的學生得分均稍低於整體學生得分。

5.7 接近所有學生於 13 歲或以上的年紀已接觸電腦和互聯網。學生亦被問及(i) 電腦；(ii) 互聯網；(iii) 智能電話(可上網)；(iv) 3D 列印機；(v) 設計或修改圖片；(vi) 簡單程式編寫或修改；(vii) 電子貨幣系統(例如 iTunes, Google Play, 支付寶)；(viii) 簡單的機械製作；(ix) 數據處理軟件(例如 Excel, Number)合共九項科技電子設備與軟體的接觸年齡。

(a) 絕大部分學生皆曾接觸電腦、互聯網、智能電話(可上網)、設計或修改圖片和數據處理軟件(例如 Excel, Number)；只有接近半數學生曾有接觸 3D 列印機(41%)；有約七成學生曾接觸簡單的機械製作(71%)；接近八成學生曾接觸簡單程式編寫或修改(78%)和電子貨幣系統(例如 iTunes, Google Play, 支付寶)(79%)。

(b) 學生的社經地位與他們接觸科技產品的比例及年紀並無顯著關聯。

香港學生的科學能力

5.8 是次調查亦瞭解學生使用互聯網進行以下十項活動的比例：(i) 使用短訊溝通，如 WhatsApp、微訊；(ii) 參與社交網絡，如 Facebook, Instagram；(iii) 瀏覽新聞；(iv) 獲取生活資訊，如聚會地點等；(v) 與其他朋友協作做功課、報告、校外活動等；(vi) 與教師及學校聯絡；(vii) 網上發表不多於 30 字的中文動態；(viii) 網上發表不少於 650 字的中文資訊；(ix) 以製作或修改的圖片於網上發表自己意見；(x) 以製作或修改的錄像或音樂於網上發表自己意見。

(a) 學生使用互聯網進行不同活動已是極為普遍。接近所有的學生曾使用短訊溝通，如 WhatsApp、微訊 (99%)、參與社交網絡，如 Facebook, Instagram (98%)、瀏覽新聞 (98%)、獲取生活資訊，如聚會地點等 (96%)、與其他朋友協作做功課、報告、校外活動等 (97%)。大部分學生曾與教師及學校聯絡 (84%)、網上發表不多於 30 字的中文動態 (79%)。有六成學生曾以製作或修改的圖片於網上發表自己意見 (60%)。接近半數學生曾網上發表不少於 650 字的中文資訊 (46%) 和以製作或修改的錄像或音樂於網上發表自己意見 (47%)。

(b) 學生的社經地位與學生使用互聯網進行不同活動的比例與次數並無顯著關聯。

問卷調查詳細數表

表八 學生會在網上學習的比例

選項	整體學生 (%)	社經地位較低的學生 (%)
在網上學習新的生活技能，如烹飪、學習樂器和樂譜、找尋遊戲資訊等	95	95
在網上學習新的實用技能，如語言、軟件應用等	93	無顯著相關
在網上獲取協助完成功課的資訊，如維基百科、參考文章等	98	97
在網上與素未謀面的人獲取資訊，如討論區問答、Facebook 以動態問答等	83	無顯著相關

香港學生的科學能力

表九 學生會在網上學習的次數

選項	學生分類	從來沒有 (%)	少於每年一次 (%)	每年一至兩次 (%)	每月一至兩次 (%)	每月多於一次 (%)
在網上學習新的生活技能，如烹飪、學習樂器和樂譜、找尋遊戲資訊等	整體學生	5	12	23	24	36
	社經地位較低的學生	5	13	22	27	33
在網上學習新的實用技能，如語言、軟件應用等	整體學生	7	16	30	26	20
	社經地位較低的學生	無顯著相關				
在網上獲取協助完成功課的資訊，如維基百科、參考文章等	整體學生	2	5	13	31	50
	社經地位較低的學生	3	5	14	33	46
在網上與素未謀面的人獲取資訊，如討論區問答、Facebook 以動態問答等	整體學生	17	19	19	21	25
	社經地位較低的學生	無顯著相關				

表十 學生在學校內及學校外上網的比例

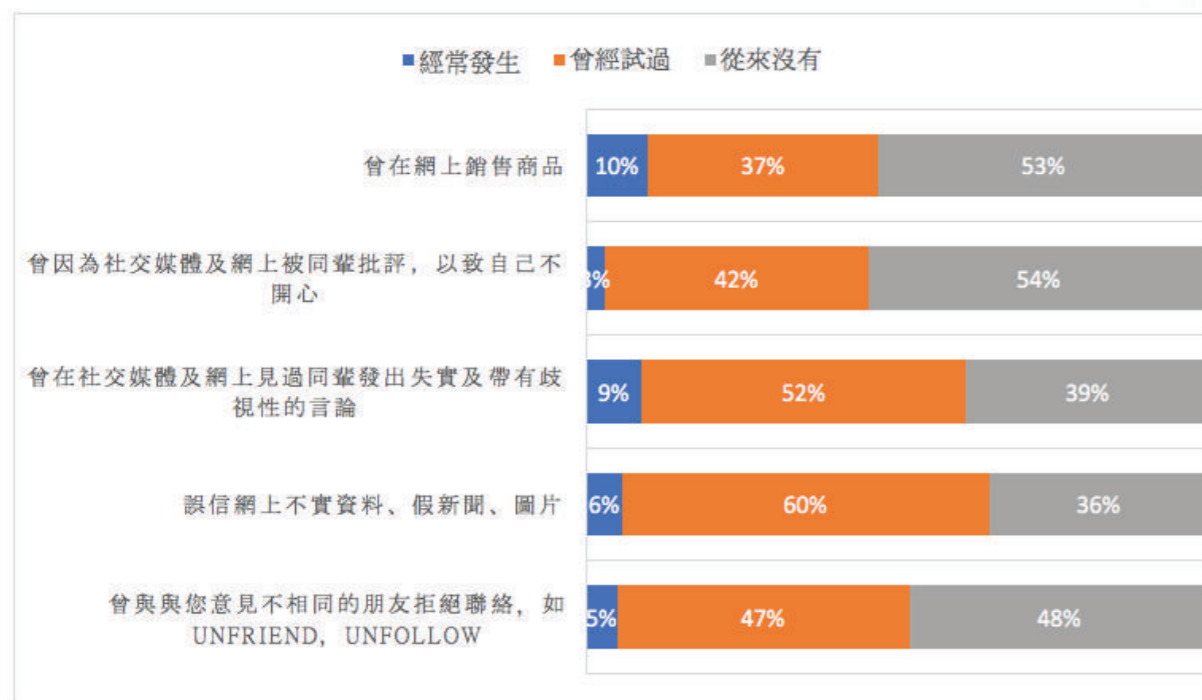
選項	整體學生 (%)
在學校內上網	58
在學校外上網	98

表十一 學生在學校內及學校外上網的時間

選項	每天少於30分鐘 (%)	30分鐘至1小時 (%)	1小時至2小時 (%)	2小時至4小時 (%)	4小時至6小時 (%)	多於6小時 (%)
在學校內上網	32	12	8	3	1	3
在學校外上網	2	5	16	32	20	25

香港學生的科學能力

圖五 學生的網上進行上述網絡活動的比例



表十二 學生接觸網絡安全知識的比例

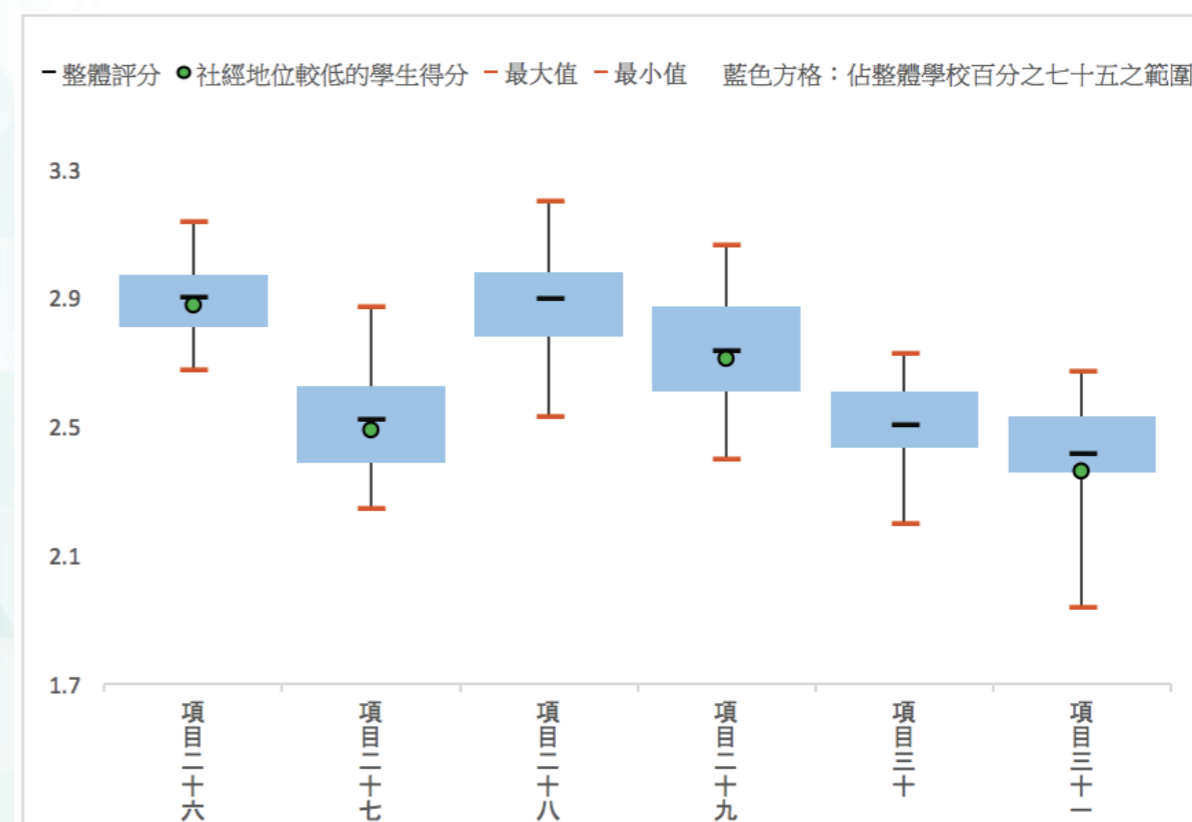
選項	整體學生 (%)	社經地位較低的學生 (%)
有關私隱的知識及個人資料法例知識	90	90
有關私隱的知識及個人資料法例知識	90	90
在網上購買或銷售用品	84	84

表十三 學生接觸網絡安全知識的年齡比例

選項	6歲或以下 (%)	7-9歲 (%)	10-12歲 (%)	13歲以上 (%)
有關版權及版權法例的知識	3	14	32	39
有關私隱的知識及個人資料法例知識	3	14	33	40
在網上購買或銷售用品	2	4	17	61

香港學生的科學能力

表十四 學生的科技學習能力



項目二十六：使用未曾學過的圖表及統計程式，類似 Excel, Number

項目二十七：使用有內容管理系統 (CMS) 網站，類似 Wordpress, blogspot, Wix

項目二十八：使用未曾學過的圖片編輯程式，類似 Photoshop

項目二十九：使用未曾學過的影像編輯程式，類似 iMovie, Final Cut

項目三十：理解未曾學過的軟件編寫語言，類似 Java

項目三十一：使用未曾學過的機械元件，類似摩打、太陽能板

表十五 學生擁有的科技產品及帳戶比例

選項	整體學生 (%)	社經地位較低的學生 (%)
電腦	99	98
家中能上網	99	98
智能電話 (可上網)	98	97
社交媒體帳戶，例 Facebook, Twitter, IG	99	97

香港學生的科學能力

表十六 學生接觸上述科技產品的比例

選項	整體學生 (%)	社經地位較低的學生 (%)
電腦	99	99
互聯網	100	99
智能電話 (可上網)	98	98
3D列印機	41	無顯著相關
設計或修改圖片	92	92
簡單程式編寫或修改	78	無顯著相關
電子貨幣系統 (例如iTunes, Google Play, 支付寶)	79	無顯著相關
簡單的機械製作	71	70
數據處理軟件 (例如 Excel, Number)	94	93

表十七 學生接觸科技產品的年齡比例

選項	6歲或以下 (%)	7-9歲 (%)	10-12歲 (%)	13歲以上 (%)
電腦	32	46	19	3
互聯網	26	46	22	5
智能電話 (可上網)	3	10	41	45
3D列印機	2	5	8	27
設計或修改圖片	3	12	32	46
簡單程式編寫或修改	2	8	22	46
電子貨幣系統 (例如iTunes, Google Play, 支付寶)	2	4	14	59
簡單的機械製作	4	11	23	33
數據處理軟件 (例如 Excel, Number)	4	26	38	27

香港學生的科學能力

表十八 學生使用互聯網進行不同活動的比例

選項	整體學生 (%)
使用短訊溝通, 如WhatsApp、微訊	99
參與社交網絡, 如Facebook, Instagram	98
瀏覽新聞	98
獲取生活資訊, 如聚會地點等	96
與其他朋友協作做功課、報告、校外活動等	97
與教師及學校聯絡	84
網上發表不多於30字的中文動態	79
網上發表不少於650字的中文資訊	46
以製作或修改的圖片於網上發表自己意見	60
以製作或修改的錄像或音樂於網上發表自己意見	47

表十九 學生使用互聯網進行不同活動的次數與評分

選項	每月少於一次 (%)	每月一至兩次 (%)	每週一至兩次 (%)	近乎每日 (%)	每日 (%)
使用短訊溝通, 如WhatsApp、微訊	1	3	4	20	71
參與社交網絡, 如Facebook, Instagram	3	4	6	19	66
瀏覽新聞	4	6	24	29	36
獲取生活資訊, 如聚會地點等	8	14	26	23	25
與其他朋友協作做功課、報告、校外活動等	12	25	28	18	14
與教師及學校聯絡	32	20	18	7	7
網上發表不多於30字的中文動態	26	19	18	8	7
網上發表不少於650字的中文資訊	26	8	6	2	3
以製作或修改的圖片於網上發表自己意見	24	14	12	5	5
以製作或修改的錄像或音樂於網上發表自己意見	22	10	8	4	4
	整體學生	社經地位較低的學生	香港出世的學生	非香港出世的學生	
所有問題的評分	3.33	3.21	3.37	3.17	

附 錄
各項政策建議

政策建議一：創建「STEM+ 促進中心」

參照其他國家發展 STEM 教育的做法，美國的科技政策辦公室（OSTP）成立委員會，專門協調與 STEM 有關的工作；英國成立教育慈善機構，支援 STEM 網絡連繫、諮詢等工作；新加坡成立 STEM INC，獨立處理 STEM 推行。上海的 STEM 教育，同樣設立了上海市史坦默國際科學教育研究中心調配整合資源。

自政府於 2015 年推行 STEM 教育發表檔和進行諮詢，民間一直對 STEM 發展遲緩的問題有熱烈討論。相比起國際其他發達國家或城市，香港教育局在推行 STEM 教育的步伐的確起步較遲。美國在 2009 年已就 STEM 教育簽訂相關法案，為長遠教育發展投放充足的資源。新加坡也在 2013 年訂下支援 STEM 未來發展需要的基調。

事實上，香港無論是學界或商界，都早已具備一定的資源、經驗及技術發展 STEM。在早年電子教學的推動下，學界對資訊科技教學的認識充足，更有學校成立教育中心統一資源分配。根據香港中文大學的研究分析，現時學校的數理教師的教師主導教學（teacher-directed science instruction）、調適教學（adaptive instruction）、探究式教學（inquiry-based science teaching and learning practices）及對學生的回饋（perceived feedback）等四項教學策略均高於 OECD（經濟合作暨發展組織）平均值⁹⁰，反映教師在教學策略和執行能力並不遜色。學界對推動 STEM 教育有一定的準備。

香港已經在民間及商界有優秀條件，故此不需要由上而下重新規劃 STEM 教育。反之，我們建議教育局設立「STEM+ 促進中心」，以負責民間機構未能參與的部份，包括教師培訓、協調院校與商界資源等，使其在學校發揮正面作用。以「STEM+」為題，不單只進行課程促進，亦連結學校校本培訓、院校教師培訓、商界支持、外地經驗交流等。

參考教育局政策經驗，亦有官方就個別學習範疇成立促進中心，例如國民教育中心、資訊科技教育卓越中心。「STEM+ 促進中心」主要工作為：

- 進行 STEM 教育的研究及教材發展；
- 向其他學校提供到校支援服務，就 STEM 教育的教學法、技術及管理作出支援；
- 策劃及舉辦專業發展課程，分享和推廣通過實踐所得並具成效的教育經驗，並組織地區或全港的教師學習社群；
- 組織香港及外地的跨區教師交流及會議；

90 何瑞珠、黃顯華、劉國智〈學生能力國際評估計劃 (PISA 2015) 研究結果〉，《香港中文大學 (中大) 香港教育研究所「學生能力國際評估計劃 (簡稱PISA) 香港中心」》，2016年12月6日。

- 促進商院校（Business-University-School）協作；
- 協助向校長、學生及家長等持分者，傳遞相關的政府政策及措施。

政策建議二：STEM+分階段的教學策略

我們認同教育局《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》⁹¹ 報告，香港的 STEM 教育應以「提升學生的學習興趣，以助他們日後在有關範疇升學和就業」為目標，進行手腦並用的教育活動以培養學生的興趣和好奇心。

在探訪中，不少校長及教育專家表示，礙於應付文憑試的壓力，學生多在高中階段難以繼續科技研究或相關活動。公開考試及晉升大學的條件限制了學校在 STEM 教育的嘗試。報告建議教育界鼓勵小學及初中學生參與，未有公開考試壓力前，提升他們的學習興趣。

- 幼兒及初小的 STEM+ Play，即着重以玩樂、遊戲形式學習 STEM，讓學生在幼兒及小學階段對 STEM 有初步理解和認知，增加對 STEM 的接納程度和興趣。
- 高小至初中的 STEM+ Investigative & Inquiry Learning，以專題研習、報告形式加入課程單元。學生在研習的過程中運用課程知識，同時發展學生在溝通、創意及解難上的能力，培養科學素養。
- 高中的 STEM+ Career & Life Planning，針對學生的務實思維，STEM 在高中階段可以考慮配合商界作生涯規劃，讓家長及學生瞭解到 STEM 的出路及就業的機遇，以及知識型經濟改革帶來的挑戰。

政策建議三：訂立STEM+素養框架

綜合美國和中國在 STEM 教育發展的經驗，香港應同時訂立綜合素養及學科素養。美國近年公佈的兩份 STEM 相關課程檔案，分別是 2011 年的《K-12 年級科學教育框架》⁹²、2013 年的《新一代科學教育標準》⁹³ 提出了學生所應具備的綜合素養。中國在上海的試行上也編訂了相關的科學素養。

91 (香港)教育局：《推動STEM 教育—發揮創意潛能概覽》，2015年。

92 States, NGSS Lead. Next Generation Science Standards: For States, By States. N.p.: National Academies Press, 2013. Print.

93 A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2012. Print.

各項政策建議

因此，參考各地 STEM 素養框架，我們倡議香港的 STEM + 教育應具備以下素養：

(a) 科學素養

即指知識內容例如科學原理，同時要發展學生的實行能力和價值觀。包括：科學式詰問；清晰定義問題；設計並執行課題研究；分析並解讀數據；使用工具；進行學術論證；分享發現並給出評論。

(b) 綜合運用素養

科目劃分是人為的。學生面對現實難題時，沒有單純的物理題、生物題、數學題等。學生應能夠將 STEM 範疇的知識、經驗互通、交融，作跨學科處理實踐與綜合能力的運用。

(c) 解難能力素養

例如如何將難題分拆，辨認難題與科學知識關連等。科研工作強調利用科技為人類解決問題，STEM 教育不應過分傾向學生在知識上的吸收，而要訓練學生解難能力，以提升學生競爭力而難以被淘汰。

(d) 群體協作素養

在實際創科工作環境需要與多個部門及團隊協作，非如考卷般一人一份的個人考核。STEM 教育應提供機會，讓學生在群體協同中相互幫助、相互啟發，進行群體性知識建構。教師可利用真實情景提出問題，因為真實任務的離不開與其他同學、教師或專家的合作。

(e) 社會關懷與創意

STEM 的應用與創新有賴學生對社會關懷。學習者透過觀察、解難及創新等過程，以科技推動人類社會進步，克服社會挑戰，讓科技正面地建設社會。與生活相關的問題亦能激發學習者內在的學習動機，問題解決時亦為學生帶來成就感。

政策建議四：創建STEM+商校大平台

除了政府出資，政府亦可以鼓勵商界支持。美國在發展 STEM 教育時，得到了蓋茨基金會和紐約卡內基公司支持，讓 100 多位企業 CEO 創建「變革方程」公益機構。通過利用資金、資源和影響力，促進 STEM 公益教育事業；激勵青少年學習 STEM；推動基於 STEM 的教育改革，當中包括可觀的獎學金及就業連繫。

香港的科技行業需要人才，就需要由上而下的企業連繫——(1) 在大型的博覽會、比賽加入企業參與，讓中學生的作品和發明有機會成為產品，延續創意；

各項政策建議

(2) 為中學生提供獎學金作海外或本地升學、相關科研工作，改變家長和中學生對相關行業的既有印象；(3) 為有優異研究成果或潛能的中學生提供實習及僱用承諾，為他們提供穩定的出路。

政策建議五：改善大學收生制度，推薦尖子升讀相關課程

教育改革後，香港中學文憑試成為單一評核，並以四個核心科目作為升學的最低門檻，因而追求學術發展的科技人才需兼顧多個科目。我們認為政府應為有意向創科發展的優秀學生提供適合的晉升途徑。

參考個別院校的傑出運動員推薦計畫及香港體育學院的體育獎學金計畫，建議政府為優秀且有意升讀大學科學、工程及其他相關課程的學生提供資金，讓大學可以以非大學聯合招生辦法 (Non-JUPAS) 取錄。受惠的學生只經過院校發出有條件取錄 (Conditional offer)，則可以乎合大學的「最低取錄條件」升讀大學，確保人才受惠於大學教育以發揮所長。同時，大學以非大學聯合招生辦法取錄，所以不會影響其課程及大學的收生成績。

政策建議六：提防本末倒置及過分迎合現今科技

STEM+ 教育是為未來經濟提供人才。由學生在學校接觸 STEM+ 教育到其畢業，相距可以超過十年。科技日新月異，今日在校內應用的技術必然成為畢業生的歷史。課程及課時若側重現今科技的運用，而非提升學生的學習興趣以及 STEM+ 核心素養，是捨本逐末。

加上，本所的「香港學生的 i 素養及其調查」結果（詳見第五章）顯示香港學生對現今科技及電子產品的認識不淺，過半學生對自己科技學習能力傾向較有信心，亦善於接觸新科技技能。學生無需要過分學習現有科技應用。

鳴謝

本研究報告由衷感謝曾鈺成先生、馮可強先生、戴希立校長、韓孝述校長的指導和意見。並感謝多間學校、團體的懇切建議，以及大學實習生李佩如、張芊穗、趙晉尉的貢獻，謹此致以衷心感謝。

聲明Disclaimer

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, Internet or otherwise, without the prior written permission of Hong Kong Policy Research Institute.

版權所有，翻印必究。

Any opinions, findings, conclusions or recommendations expressed in this material are solely those of the author(s). Every effort has been made to acknowledge the origin of all cited information with reference to copyright material, both illustrative and quoted. We apologise for any omissions in this respect and will be pleased to make the appropriate acknowledgements in any future printed and online edition.

本報告所表達的任何意見、研究成果、結論或建議，只反映作者的立場及觀點。如有遺漏或錯誤，歡迎聯絡香港政策研究所作出更正。

Although the authors and the Institute have made every effort to ensure that the information in this material was correct at press time, the author(s) and the Institute do not assume and hereby disclaim any liability to any party for any loss, damage, or disruption caused by errors or omissions, whether such errors or omissions result from negligence, accident, or any other cause.

刊物內容及資料只供參考，讀者需自行評估及承擔有可能的損失，作者及香港政策研究所概不負責。

In the case of any inconsistency or ambiguity in this disclaimer between the English version and the Chinese version, the English version shall prevail.

本聲明以英文版本為準。



香港願景計劃

推動STEM+ 教育

STEM教育的在地化與頂層設計

研究員/ 作者： 馮智政

研究助理： 朱勉

出版： 香港政策研究所有限公司

地址： 香港上環文咸東街40 - 44號泰基商業大廈26樓

電話： (852) 3920 0688

傳真： (852) 2648 4303

電郵： info@hongkongvision.org.hk (香港願景)

hkpri@hkpri.org.hk (香港政策研究所)

2017年9月

ISBN： 978-962-8240-16-6


聯絡我們 Contact Us

 www.facebook.com/hongkongvision

 [hongkongvision](https://www.instagram.com/hongkongvision)

 (852) 3920 0688

 info@hongkongvision.org.hk

 <http://hongkongvision.org.hk/>

 香港上環文咸東街40 - 44號泰基商業大廈26樓

26/F, Bonham Circus, 40-44 Bonham Strand, Sheung Wan, Hong Kong



9 789628 240166
香港政策研究所有限公司出版