

在香港幼稚園推行 STEM（科學、科技、工程及數學）教育的挑戰之初探

鄭德禮

香港專業教育學院（沙田） 幼兒、長者及社會服務系

摘要

隨著二零一五年《施政報告》發佈，香港教育業界開始關注 STEM（科學、科技、工程及數學）教育；然而，業界的討論主要聚焦於中小學教育，尚未觸及幼稚園處境。事實上，數學與自然科學是本地幼兒教育不可或缺的學習範疇，個別辦學團體及幼稚園已試行 STEM 教育活動，以培育幼兒的探索與科學精神。為了探討 STEM 在香港學前教育的出路，本文將運用質性研究方式，以五位幼兒教育工作者的個案訪談為基礎，透視在本地幼稚園推行 STEM 教育活動時的挑戰，並探討當中給予業界的啟示。

關鍵詞

幼兒教育、STEM、學前教育

前言

為了回應特區政府於 2015 年發表的施政報告（香港特別行政區政府，2015），教育局（2015）於同年發佈教育政策文件《推動 STEM 教育：發揮創意潛能》，率先策劃本港中、小學發展 STEM（科學、科技、工程及數學）教育，期望業界培養學生的創造力、協作和解決問題能力，回應現今社會在經濟、科學及科技領域發展的需要。翌年，教育局分階段向全港小學及中學發放一筆過津貼（小學 10 萬元、中學 20 萬元），以加強支援學校推行 STEM 教育活動、增添 STEM 的學習資源、及更新現有課程等等（教育局，2016；教育局，2017a）。在教育局的支持下，香港中、小學近年積極以校本形式推行 STEM 教育，例如製作電池車、以虛擬實境技術教授科學及數學理論、建立 STEM 教育資源閣等等（香港教師中心，2016）。

當香港教育業界積極發展 STEM 教育之時，相關討論卻未見學前教育的蹤影。雖然現階段的政策文件並未觸及學前教育範疇，但是為了解現今幼稚園推行幼兒科學與 STEM 教育的現況，香港專業教育學院（沙田）幼兒、長者及社會服務系於 2017 年 12 月，以問卷調查形式訪問了逾二百間本地幼稚園、超過一千位教師及校長（職訓局研究報告，未出版），結果發現少數本地的幼稚園已開始推行校本的 STEM 教學活動。事實上，本地有辦學團體統籌下超過二十所幼稚園暨幼兒園推行 STEM 教育，希望透過多樣性的活動讓幼童明白生活與科技息息相關；個別幼稚園亦推行 STEM 教學活動以啟發幼兒、創造和解難的精神，例如讓幼兒用不同組件製作圓球滾動裝置，並透過觀察圓球的滾動距離，探究背後的科學原則。縱然幼稚園的 STEM 教育仍處於發展階段，但幼稚園作為小學的銜接夥伴（教育局，2017b，p.67-73），其教育角色與處境卻不容忽視。有見及此，本研究旨在展開 STEM 在學前教育的討論，並整理現今港幼稚園推行 STEM 教育的挑戰。基於此研究目的，本文將先梳理近年有關 STEM 與幼兒教育的文獻，說明在幼兒階段推行 STEM 教育的正當性；然後運用質性個案研究方式，勾勒五位幼兒教育工作者實踐 STEM 教學活動的經驗，並進一步分析與討論 STEM 在香港學前教育的出路，供業界參考。

文獻回顧

STEM 教育：變革中的傳統科學教育

STEM 教育的源起，可追溯至美國國家科學基金會（National Science Foundation）於九十年代提出的縮略字「SMET」，不過其發音與字詞「SMUT」相近，因此進一步被修正為「STEM」（Bybee, 2013；English, 2016；Meghan, Amanda & Terri, 2014）。不論「SMET」或「STEM」，其四個英文字母同樣指涉一種跨越「科學、科技、工程及數學（Science, Technology, Engineering, Mathematics）」的學習範疇；而根據美國的研究報告顯示（例如：National Research Council, 2011；National Governors Association, 2007；National Science and Technology Council, 2013），這種跨科學範疇的學習不僅有助學生整合科學知識，甚至能發展學生於未來社會經濟和人力資源所需求的解難能力。

面對未來社會的預警，美國政府積極探討 STEM 教育的出路，改革基礎教育中長期分立的科學學科，希望從學前教育階段統整優質的科學教育，以培養美國國內人材，保持國家日後的國際地位與競爭力（National Research Council, 2000；2001；2007）。隨著時任美國總統奧巴馬上任並推行《Educate to Innovate》教育計劃（The White House President Barack Obama, 2013），美國政府進一步落實與發展 STEM 教育，例如建立 STEM 人材庫、提升 STEM 教育的師資、甚至訂定 STEM 為國家程度的課程改革焦點（National Research Council, 2013；2014）。

雖然美國政府在過去十年致力提倡 STEM 教育與改革科學教育，但是現階段學界對 STEM 仍有不同理解：Vasquez（2015）認為 STEM 教育是一種學習導向，目的是移除傳統科學教育以科目劃分所帶來的教學障礙，為學生提供切合世界與生活的學習經驗；Bybee（2013, p.5）認為 STEM 教育是為了促進學生應用不同科學範疇的理論與實踐，以面對複雜的生活處境。綜合而言，STEM 仍沒有明確而統一的定義（例如：Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012；Burke, Francis, & Shanahan, 2014；Bybee, 2013；English, 2016；Meghan, Amanda, & Terri, 2014；范 & 游, 2016）；話雖如此，以上討論都認同 STEM 教育並非是全新而獨立的學科科目，它而是一種以科學為主軸、統整性高的教育理念與策略，指涉跨科學、科技、工程和數學範疇之間的綜合與應用。

STEM 教育與幼兒教育

雖然學界難以定義 STEM 教育，不過從歷史脈絡來看，它可算是傳統科學教育的變革。Yager (2015) 便指出 STEM 與傳統科學教育的兩項主要區別：首先，STEM 教育比傳統科學教育更重視學生動手「做科學」，希望學生可仿效科學家透過發問問題、估算預計答案、搜集證據、決定答案的有效性等過程理解世界自然現象；其次，縱然科學教育被劃分成不同傳統科目（例如生物學、化學、物理學、地球科學），具備各自的學習內容及目標，STEM 教育卻強調學生能否應用跨範疇的科學概念，探索四周感興趣的事物與現象。

作為傳統科學教育的變革，STEM 教育並不限於中、小學學習階段。相反，學前教育更是實踐 STEM 的重要起點：就課程規劃而言，美國國家研究委員會 (National Research Council) 於 2013 年發表的全國性 K-12 班的科學教育課程綱領《Next Generation Science Standards: For States, By States》涵蓋學前至高中教育，希望學生能夠於幼兒階段探求四周的事物，以在往後的學習階段持續深化跨科學範疇的要義與概念；就教學實踐而言，Moomaw (2015) 規劃了多元化而切合幼兒需要的教學活動，例如以方案、戶外學習等形式推行 STEM 教育，展示了在學前教育實踐 STEM 教育的可行性。

事實上，STEM 教育並不排斥幼稚園的角色。反過來說，於學前階段推行統整而適切的科學教育都能使幼兒獲益 (Wang, Kinzie, Mcguire, & Pan, 2009)。早於二千年初，在美國國家科學基金會與美國教育部的支持下，羅徹斯特大學 (University of Rochester) 嘗試於紐約市幼稚園試行統整性的科學教育項目，French (2004) 從中發現整合性的科學性教育有助幼兒內化科學知識，並嘗試以問答方式探索世界的運作原則；Mantzicopoulos, Samarapungavan, & Patrick (2009) 曾分階段比對伊利諾伊州 193 位幼兒的學習情況，他們發現統整的科學活動能促使幼兒自視為科學的學習者，並嘗試以科學知識與過程解釋生活經驗；近年，學界從 STEM 教學活動個案發現，幼兒透過程式控制機械人行為，能夠促使幼兒認識「速度」概念 (Ioannou & Bratitsis, 2017)，並培養其排序能力 (Kazakoff, Sullivan, & Bers, 2012)。

雖然學界發現於學前階段推行整合而適切的科學教育有助幼兒成長，不過 STEM 於學前教育仍處於起步階段，尚待不同的實徵研究推動其實踐與發展 (Tippett

& Milford, 2017)。更重要的是，在僅有的相關文獻中，其研究成果並不是針對香港的教育處境。那麼，當我們嘗試探索 STEM 在本地學前教育的發展方向之先，必須釐清現今幼兒教育工作者推行 STEM 教育的處境；否則，對於教育研究者或幼兒教育工作者而言，所有討論都會失去焦點，亦無助於支援前線教學實踐，更遑論本地幼稚園如何匯合 STEM 元素於科學教育之中。有見及此，本研究旨在開拓本地學界與業界的討論，以前線幼兒教育工作者的實踐經驗為基礎，展示在本地幼稚園推行 STEM 教學活動時的挑戰。希望喚起教育業界關注同時，可從幼兒教育工作者刻下所面對的挑戰中，探索 STEM 教育在本地學前教育的可行性與出路。

研究方法

STEM 教育實踐的成效本身無可避免地受制於不同因素（Rinke, Gladstone-Brown, Kinlaw, & Cappiello, 2016），例如任教老師的教育背景與取向（Allen, Webb & Matthews, 2016; Nadelson, Callahan, Pyke, Hay, Dance & Pfister, 2013; Radloff & Guzey, 2016; Wang, Moore, Roehrig & Park, 2011）、其事業發展前景（Kirchhoff & Lawrenz, 2011）、課程設計（Sias, Nadelson, Juth & Seifert, 2016）、教師教育培訓（Teo & Ke, 2014）等等。有見及此，本研究運用質性個案研究，嘗試捕捉本地幼兒教育工作者推行 STEM 教育活動的處境與挑戰，因為此研究方法能協助研究者刻劃受訪者的經驗和感覺（Cohen, Manion, & Morrison, 2007, p. 254），以及其工作處境的細節與脈絡（Patton, 2002 p. 227）。

與此同時，本研究採用立意抽樣法，以具代表性的個案促進我們對於整體狀況的深刻理解。進一步而言，為了聚焦於幼兒教育工作者在幼稚園推行 STEM 教育的經驗，研究員以同質性抽樣（Homogeneous Sample）方式於 2017 年 11 月至 12 月，邀請五位幼兒教育工作者進行訪談，所有受訪者都是註冊幼兒教育工作者，並同樣於 2017/18 上學年在所屬的本地幼稚園推行 STEM 教學活動。為了使研究員與受訪者雙方能更聚焦於研究議程，整個訪談以半結構性問題為主（附錄一），目的是在研究員的主導過程中亦能讓受訪者表達個人想法和經驗（Creswell, 2008）。由於現階段 STEM 教育在並沒有明確而統一的定義，為免把 STEM 教育限制於概念上的討論，因此本研究集中搜集教育工作者相關的教學經驗。引申而言，訪問內容主要圍繞受訪者在幼稚園實踐 STEM 活動時的情況，例如對 STEM 教育與科學教育的理解、

教學活動內容設計及其原則、其活動對於 3-5 歲幼童的適切性等等。

訪談題目已通過職業訓練局的倫理委員會審批。訪談開始前，受訪者皆簽署同意書並知悉是次研究目的。整個訪談約一個小時，以廣東話進行，因為以母語進行訪談，能夠讓受訪者更確切表達其感受與想法。及後，研究員逐字轉錄訪問內容以便進行資料分析。整個分析設置於疊代 (iterative) 與遞迴 (recursive) 的過程；換句話說，研究員在整個分析過程中需要不斷檢視所搜集的資料、文獻與研究題目 (Strauss & Corbin, 1998)，以便有效分析資料並作出討論。研究員根據 Creswell (2008, p. 250-253) 的質性研究分析步驟，先反覆翻閱謄錄並初步撰寫資料備忘錄。接著，根據訪問內容的段落與文字進行編碼。然後，就當中 28 項編碼進行分類及組成主題，並重新檢視所有謄錄與節錄相關的訪談內容。整個分析過程設置於 2017 年 12 月至 1 月，經過持續的遞迴過程，本文得歸納以下三項發現與討論，嘗試初步呈現現今幼兒教育工作者在推行 STEM 教育活動時的處境與挑戰。

發現與討論

透過個案訪談，雖然我們發現受訪者對於 STEM 的理解有所差異，而在幼稚園內所推行的 STEM 教學活動模式與內容亦有所不同，但是所有受訪者都表示所推行的教學活動必須連繫幼兒的生活經驗，涵蓋科學、科技、工程及數學學習領域，且以幼兒動手做及探索科學原理為原則。基於研究道德之考慮，以下討論將會以代號「教師 A 至 E」代替受訪老師的身份。下表 1 是五位受訪者的背景，以及她們對於 STEM 的理解與活動推行情況：

表 1 受訪者背景，以及對於 STEM 的理解與活動推行情況

受訪者	年資	任教班級	對 STEM 的理解	推行情況
教師 A	約 10 年	K3	STEM 是一個課程統稱，與幼兒科學教育分別不大，最重要是活動需要共通「科學、科技、工程及數學」四個學科知識	主要把 STEM 元素融入校內的科學綜合課程，以幼童動手做為主
教師 B	約 20 年	K1	STEM 是具明確目標的科學教育，主要目標是引發幼童對科學的興趣	較著重於幼兒數學，並且以專題形式進行 STEM 活動

教師 C	約 15 年	K1、K2	除了是教學元素，STEM 更是一種教學方向和老師的教學取向	把工程及科技元素融入現有的數學同科學活動，帶領幼童進行簡單的研習與實驗
教師 D	約 3 年	K2	STEM 是一種讓幼童從玩中學的策略，從實質操作中認識不同的科學概念、認知	以課外活動的方式進行，主要應用外購的積木玩具、陀螺等，為幼童親身進行不同的科學活動。
教師 E	約 3 年	K1 至 K3	STEM 是一種切合幼童需要、生活經驗的學習模式	為興趣班形式進行，每星期一次，以主題與方案教學進行，配合不同自製與外購教材，設定不同的科學活動。

基於取樣的限制下，本研究的發現與討論旨反映部份教師自身經驗所歸納的個人觀感，以嘗試展開相關討論，因此未能推論至全港幼稚園推行 STEM 活動情況。綜合而言，受訪幼兒教育工作者在幼稚園實踐 STEM 教學活動時，主要面對三項挑戰：1. 有待發展的教師專業培訓；2. 落實與確立適切的教學內容；3. 製作或添置相應 STEM 教育活動的教材。以上的三項挑戰並不是獨立存在，反之是相互地交錯於受訪者的教學處境之中。以下我們將會展示每項挑戰並進行討論：

1. 教師專業培訓尚待發展

STEM 教育強調的是學生學習跨範疇的科學原則，並應用於日常生活之中，探索四周感興趣的事物與現象。那麼，幼兒教育工作者對於 STEM 教育的認識便顯得特別重要，因為其取向直接影響幼兒探索與解難問題的過程。然而，大部份的受訪者卻表示需要進一步認識 STEM 教育，以便修正所推行的教學活動：

「最困難的地方就是我們並不熟悉 STEM，因為幼稚園老師的知識立足在幼兒教育，而並非科學教育…如果要推行 STEM 教育，就需要加強教師培訓，（幼稚園老師）需要有 STEM 的知識基礎。」（教師 A，第一次訪談，2018/12/5，受訪者學校。）

「師資是一個大問題…真正的 STEM 教育其實有甚麼元素？幼兒需要學懂甚麼？這些問題都是非常重要，老師其實需要先認識 STEM 教育方能教導幼兒。」（教師 B，第一次訪談，2018/12/6，受訪者學校。）

事實上，學前教育的教師培訓尚未涉及 STEM 教育。在此背景下，受訪老師在推行 STEM 教學活動之前都會搜集相關的資料，或是透過幼稚園或坊間所舉行的工作坊認識 STEM 教育。然而，這些工作坊並不是完全對應幼兒教育實踐。反過來說，與 STEM 教育相關的教師專業發展，必須以學前教育中的實踐經驗為基礎：

「我們其實非常需要參考其他人的做法…始終有些工作坊或講座比較理論性；但實際上，我們需要參考別人的做法，才可以改善到 STEM 教學活動的質素。」（教師 C，第一次訪談，2018/12/6，受訪者學校。）

「…不論活動型式、內容、教案，我們都需要多一些實踐方面的例子。」
（教師 D，第一次訪談，2018/12/8，受訪者學校。）

現有的學前教育教師課程即使涵蓋幼兒數學與科學教育，但與 STEM 教育的教學策略與理念有所差距。為了進一步促進幼兒教育工作者認識 STEM，除了 STEM 教育的理論基礎，相關的教師專業培訓或工作坊必須涉及幼稚園的實踐經驗交流分享，以便幼兒教育工作者更全面地掌握 STEM 教育，發展適合所屬幼稚園的 STEM 教學活動。

2. 難以落實與確立適切的教學內容

雖然所有受訪者正在所屬的幼稚園推行 STEM 教學活動，但是他們同樣強調幼兒教育工作者並非專修科學教育，因此在落實與確立適切的教學內容方面，相對於中、小學老師而言是比較困難。特別是，他們表示 K1 至 K3 幼兒的學習能力有明顯差異，那麼幼兒教育工作者如何選取適切教學主題與活動內容，有系統地貫穿各階段幼兒的學習能力與需要，本身已是一項挑戰：

「如果把科技、科學、工程、數學放進幼兒科學是比較困難。例如 K1 幼童很難學會科技與工程方面的內容，對他們而是太深奧，我們需要不

斷修正並花時間把內容簡化至適合 K1 幼兒的程度…」（教師 B，第一次訪談，2018/12/6，受訪者學校。）

「相對於高班，K1、2 的幼兒比較難明白科技與工程範疇的教學內容…現在的課程活動仍不斷在修正中，看看有哪些範疇可讓幼兒進一步觀察與動手做…」（教師 C，第一次訪談，2018/12/6，受訪者學校。）

要有效實踐 STEM 教學活動，幼兒教育工作者必須訂定適合 K1 至 K3 幼兒的教學主題與活動內容。然而，部份受訪老師表示他們同時需要顧及小學 STEM 教育發展：

「問題是，規劃 STEM 教學活動同時，主題與教學內容一方面需要家長明白為何我們需要推行 STEM，另一方面我們亦需要銜接小學的內容。」（教師 C，第一次訪談，2018/12/6，受訪者學校。）

「當幼稚園開始推行 STEM 教育，但小學卻銜接不到，幼兒就會忘記幼稚園所學習的知識，所以幼稚園所教的 STEM 應該盡量能夠銜接小學課程（反之亦然）…」（教師 D，第一次訪談，2018/12/8，受訪者學校。）

大部份受訪者都表示他們曾參考小學的實踐經驗，以修正與訂定適合的教學內容。可是，基於 STEM 於小學教育在香港同樣處於起步階段，當中可參考的教學實踐有限。因此受訪教師只能嘗試把 STEM 元素融滲於現行的幼兒數學與科學課程，或持續修正坊間的教材套，難以落實與確立 STEM 教育活動的適切性。

3. 製作或添置相應 STEM 教學活動教材具困難

為了促進幼兒進行科學探究活動，受訪者表示需要製作或添置相應的教材讓幼兒動手做與操弄，甚至進行簡單的實驗活動，致使幼兒在活動過程中明白背後的科學原則。不過，基於對 STEM 的認識不足（可參考第一點討論），受訪者表示他們難以製作合適的教材進行 STEM 活動：

「其實我們不知道如何融合工程元素於教材之中…例如如何利用一隻光碟、一個氣球、膠樽蓋與幼兒組裝氣墊船…」（教師 C，第一次訪談，

2018/12/6，受訪者學校。)

「…製作教材需要花很多時間，同時間老師未必有充足的知識可以做到。」(教師 D，第一次訪談，2018/12/8，受訪者學校。)

「我覺得於教育層面，如教材、人手比例，比較主導到課堂好壞…我覺得自己設計，就主題去做教材，就會對老師造成很大的工作量…中小學會有助學助理，可以幫手做，但幼稚園沒有。」(教師 E，第一次訪談，2018/12/8，受訪者學校。)

事件上，受訪者表示 STEM 教學活動涉及抽象的科學概念，一些涉及工程或科技元素的裝置(如積木、機械人等)非幼兒教育工作者能夠自行製作，只能過校方撥款添置坊間的教材套與裝置。然而，由於教材套與裝置都是由公司研發，所以基於財政的考慮，幼稚園未必能夠添置足夠的 STEM 教材。如教師 D 表示：

「每次大概 15 至 20 位幼童參與活動。可是，學校只有五套教材，所以教材未必能夠完全適合每位 K1 至 K3 的幼兒。縱使我們會分組進行活動，不過教材數量有限下，幼兒未必能完成整個活動。」(教師 D，第一次訪談，2018/12/8，受訪者學校。)

從深度訪談的過程中，所有受訪者認同合適的教材套與裝置能促進 STEM 教學實踐。不過，由於幼兒教育工作者難以自行製作合適的教材，坊間現存的教材套亦價格昂貴，因此在添置活動教材的限制下，往往阻礙了 STEM 教育在幼稚園的教學實踐。

總結與啟示

隨著政策性文件發佈，STEM 教育頓然成為本地教育業界焦點；在香港政府支援下，本地中、小學亦積極發展校本 STEM 教育活動。然而，作為小學的重要銜接夥伴，相關的討論與政策文件卻從未觸及幼稚園的角色。事實上，回顧 STEM 教育發展脈絡，學前教育從來都是其重要一環，香港個別幼稚園亦開始推行 STEM 教育。換言之，教育當局及業界必須以整全而宏觀的視野，重新檢視幼稚園在推動 STEM 教育的處境與應有位置。因此，本研究採用質性個案研究方法，深入訪問正在所屬

的幼稚園推行 STEM 教育活動的幼兒教育工作者，以了解其教學處境以及當中挑戰。透過個案訪談，我們發現幼稚園現行 STEM 教育的其中一項挑戰，在於幼兒教育工作者對 STEM 理解不足，而同時缺乏適切的專業發展機會與支援下，致使難以落實與確立適切的教學內容。另一方面，部份 STEM 教學活動建基於坊間涉及工程或科技元素的裝置（如積木、機械人等），幼稚園財政未必能夠添置充足的教材，為 K1 至 K3 幼兒各推行最合適的教學活動。

可預期，於學前教育階段開展 STEM 教育將充滿挑戰。然而，當業界尚在摸索 STEM 教育的出路，政府與教育局可順應業界的需要和趨勢，在專業發展培訓及資源配套上積極承擔，並研究以提升 STEM 教學效能和質素為目標的政策性舉措，例如推動大專院校研發合適的教材套、從速進行 STEM 教育的教師培訓、協助業界建立專業社群交流經驗、研究資助幼稚園添置 STEM 教材的可行性；長遠而言，當局亦需要持續檢視 STEM 教育的發展，甚至規劃與製定訂 STEM 教育在基礎教育各階段的活動綱領，帶領業界從小培養幼兒解決問題能力和對科學範疇的興趣，以滿足未來社會發展的人材需要。總結而言，本文並非從 STEM 教育理論分析香港幼稚園現行教學實踐的成效，而是旨在以幼兒教育工作者的實踐經驗為基礎，展示個別處境與挑戰，以便業界借鑒並進一步發展校本的 STEM 教育。事實上，現階段 STEM 教育的討論在本地學前業界並不熱切；還期待日後更多 STEM 教育研究以此為基調，進一步檢視 STEM 教育在香港學前教育的應用實踐及其適切性，延展討論並建立專業社群，以回饋學前教育業界，造福莘莘學子。

鳴謝

本文得以順利完成，筆者藉此機會感謝學系與同事的支持。

參考文獻

- 范斯淳、游光昭 (2016)：科技教育融入 STEM 課程的核心價值與實踐方式，《教育科學研究期刊》，61 卷 2 期，153 至 183 頁。
- 香港教師中心 (2016)：STEM 教育，《教師中心傳真》，92 期。
- 香港特別行政區政府 (2015)。《施政報告：重法治，掌機遇，作抉擇，推進民主，發展經濟，改善民生》。取自 <https://www.policyaddress.gov.hk/2015/chi/pdf/PA2015.pdf>。
- 教育局 (2015)。《推動 STEM 教育——發揮創意潛能》，於 2017 年 9 月 14 日，取自 http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM/STEM%20Overview_c.pdf
- 教育局 (2016)。《教育局通函第 31/2016 號——在小學推動 STEM 教育的一筆過津貼》。取自 <http://applications.edb.gov.hk/circular/upload/EDBCM/EDBCM16031C.pdf>。
- 教育局 (2017a)。《教育局通函第 68/2017 號——向中學發放一筆過津貼以推動科學、科技、工程和數學 (STEM) 教育》。取自 <http://applications.edb.gov.hk/circular/upload/EDBCM/EDBCM17068C.pdf>。
- 教育局 (2017b)。《幼稚園教育課程指引》，於 2017 年 9 月 14 日，取自 <http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/major-level-of-edu/preprimary/KGECG-TC-2017.pdf>。
- 鄭德禮、李小湖、吳嘉儀、周穎婷 (2018)。《香港學前 STEM (科學、科技、工程和數學) 教育現況研究》。職業訓練局研究調查報告，未出版。
- 課程發展議會 (2015)。《推動 STEM 教育：發揮創意潛能》。取自 http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM/STEM%20Overview_c.pdf。
- Allen, M., Webb, A. W., & Matthews, C. E. (2016). Adaptive Teaching in STEM: Characteristics for Effectiveness. *Theory Into Practice*, 55, 217-224. doi:10.1080/00405841.2016.1173994
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012), What Is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112, 3-11.
- Burke, L., Francis, K., & Shanahan, M. (2014). A horizon of possibilities: a definition of STEM education. Paper presented at the STEM 2014 Conference, Vancouver, July 12-15.

- Bybee, R. W. 2013. *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington: National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Creswell, J. (2008). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3. doi:10.1186/s40594-016-0036-1
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149. doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.004
- Ioannou, M., & Bratitsis, T. (2017). Teaching the Notion of Speed in Kindergarten Using the Sphero SPRK Robot. 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). doi:10.1109/icalt.2017.70
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2012). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41, 245-255. doi:10.1007/s10643-012-0554-5
- Kirchhoff, A., & Lawrenz, F. (2011). The Use of Grounded Theory to Investigate the Role of Teacher Education on STEM Teachers' Career Paths in High-Need Schools. *Journal of Teacher Education*, 62, 246-259. doi:10.1177/0022487110397840
- Mantzicopoulos, P., Samarapungavan, A., & Patrick, H. (2009). "We Learn How to Predict and be a Scientist": Early Science Experiences and Kindergarten Children's Social Meanings About Science. *Cognition and Instruction*, 27, 312-369. doi:10.1080/07370000903221726
- Meghan M. M., Amanda E. G. & Terri G. W. (2014). What is STEM education? *Global Education Review*, 1, 1-6
- Moomaw, S (2015) *Teaching STEM in the early years: activities for integrating science, technology, engineering and mathematics*. U.S.A. Redleaf Press.
- National Governors Association [NGA] (2007). Building a Science, Technology, Engineering and Math Agenda. Retrieved from <https://www.asee.org/member-resources/councils-and-chapters/corporate-member-council/special-interest-group/building-national-science-math-agenda.pdf>

- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2001). *Eager to learn: Educating our preschoolers*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K–8*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2011) *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: The National Academies
- National Research Council (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press
- National Research Council (2014). *STEM Learning is everywhere: Summary of a convocation on building learning systems*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science and Technology Council (2013). *Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: 5-year strategic plan – A report from the Committee on STEM Education*. Washington DC: Executive Office of the President of the United States.
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfister, J. (2013). Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teachers. *The Journal of Educational Research*, 106, 157-168. doi:10.1080/00220671.2012.667014
- Patton, M.Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R., & Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM Teacher Education: Affordances and Constraints of Explicit STEM Preparation for Elementary Teachers. *School Science and Mathematics*, 116, 300-309. doi:10.1111/ssm.12185
- Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating Preservice STEM Teacher Conceptions of STEM Education. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 759-774. doi:10.1007/s10956-016-9633-5

- Sias, C. M., Nadelson, L. S., Juth, S. M., & Seifert, A. L. (2016). The best laid plans: Educational innovation in elementary teacher generated integrated STEM lesson plans. *The Journal of Educational Research*, 110, 227-238. doi:10.1080/00220671.2016.1253539
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Teo, T. W., & Ke, K. J. (2014). Challenges in STEM Teaching: Implication for Preservice and Inservice Teacher Education Program. *Theory Into Practice*, 53, 18-24. doi:10.1080/00405841.2014.862116
- Tippett, C. D., & Milford, T. M. (2017). Findings from a Pre-kindergarten Classroom: Making the Case for STEM in Early Childhood Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 67-86. doi:10.1007/s10763-017-9812-8
- The White House President Barack Obama (2013). *Educate to Innovate*. Retrieved November 15, 2017 from <https://obamawhitehouse.archives.gov/issues/education/k-12/educate-innovate>
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. & Park, M. S (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1, 1-13. doi: 10.5703/1288284314636
- Wang, F., Kinzie, M. B., Mcguire, P., & Pan, E. (2009). Applying Technology to Inquiry-Based Learning in Early Childhood Education. *Early Childhood Education Journal*, 37, 381-389. doi:10.1007/s10643-009-0364-6
- Vasquez, J. (2015). STEM: beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72, 10-15.
- Yager, R. (2015). STEM: A Focus for Current Science Education Reforms. *K-12 STEM Education*, 1, 1-4. doi: <http://dx.doi.org/10.14456/k12stemed.2015.15>

A preliminary study on the challenges of implementing STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education in Hong Kong's kindergartens

Cheng Tak-lai

Department of Childcare, Elderly and Community Services, The Hong Kong Institute of Vocational Education (Sha Tin)

Abstract

Following the 2015 Policy Address, Hong Kong educators started expressing concern about the development of STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education. Nevertheless, related discussions mainly focus on the field of primary and secondary education but yet the early childhood education – indeed mathematics and nature science are the irreplaceable leaning areas in early childhood education in Hong Kong, and even specific sponsoring body and kindergarten have already attempted STEM education to foster children's exploratory and scientific spirit in further. In order to explore the pathways of STEM in Hong Kong's early-childhood education, the study is going to employ qualitative research method, where bases on the in-depth case interviews by five kindergarten teachers, to prospect the challenges of implementing STEM education in local kindergartens, and to discuss its revelation which gives to the educators.

Keywords

STEM, early-childhood education, kindergarten education