

美國推展自造者空間 (Makerspace) 對我國之啟示

王令宜，國家教育研究院教育制度及政策研究中心

技職教育組

壹、議題重要性

近幾年自造者教育是世界教育的重點議題，也是學習趨勢。「自造者」(maker) 又稱「創客」，是一群酷愛科技、熱衷實踐的人群，他們以分享技術、交流思想為樂，透過電腦相關設計程式，以數控工具機 (CNC Machine)、3D列印機、雷射切割機等工具，自己動手製造產品；自造者空間 (maker space) 則係指擁有製造工具的社群空間，此空間可提供自造者聚會，透過社群分享、教學和使用數位設備、製造工具、編程技術與技巧，結合不同自造者的能量，激發每個人的創造力 (維基百科，2015；趙珩宇，2015)。

吳清山 (2015) 指出自造者隨著社會發展，賦予不同的意義和價值，在數位化時代，自造教育具有動手做、創造性、分享性、客製化及由下而上等特色。其中動手做具有實踐行動的意涵，符合杜威 (John Dewey, 1859—1952) 所強調的「做中學」教育理念；而自造者運用創意的手法，透過社群分享設計或討論合作，製作出符合個人需求的產品；更重要的是，自造者最初發動力來自民間，是屬於由下而上的草根模式發展。

美國新媒體聯盟 (New Media Consortium, 簡稱NMC) 每年會針對科技創新的趨勢，發布《地平線年度報告》(Horizon Report)，介紹在未來五年內，有哪些新興科技或技術可能對教學、學習、研究或創意表現產生重大影響 (Johnson, Adams, Estrada, & Freeman, 2015)。最新發行的《地平線報告—基礎教育版》中，預測「自造者空間」與「3D印製」可能在未來三年內使各級教育在教師教學與學生學習都展現出新的思維與新風貌，原因在於為適應快速變化的社會及多元化的個別差異，越來越多人開始培養創新、設計、工藝等知識，並且學會如何運用3D列印機、線上3D模組應用程式、機器人自動裝置等自造技術，解決工作或生活上的各種需求。

教育部2016年起推動「創意自造」5年計畫，預計在2020年以前，每縣市至少有1所高中職能設置「自造者實驗室」；國中端也將推出「區域職業試探與體驗示範中心」計畫。教育部前部長吳思華強調，動手組裝設備符合自造者精神，有助於提升產業所需人才素質，臺灣重視技職教育，更應該培養學生擁有自造者精神，才能

讓十二年國教真正翻轉 (陳國維, 2015年10月23日)。

貳、主要國家具體作法與改革趨勢

美國是這波自造者運動 (Maker movement) 的發源地, 藉由網路資訊擴散, 快速發展成為全球性運動。美國白宮於2014年6月18日自造者日 (National Day of Making) 首次舉辦了自造者嘉年華 (Maker Faire), 總統歐巴馬並在活動上宣布了由白宮主導的推動自造者運動的整體措施, 例如: 支持由創客 (Maker) 創立的初創企業及新型僱傭關係、大幅提升學生成為創客的機會, 許多團體與企業都答應支持這個由各種形式推進創客的「美國製造業的民眾藝文復興」 (Make and Maker Faire, 2014)。

此外, 美國總統歐巴馬亦編列約新臺幣120億元的預算以培育教師, 在基礎教育系統中, 大力推動、導入「動手做的學習」, 美國教育部及5個機構將與150所以上的大學、130間以上的圖書館以及Intel、Disney、Lego等主要企業一同參與創立更多的創客空間, 增加教導創作的教育者, 使學生更容易找到管道接觸實現自己發想的工具或是指導 (DT時代舟刊, 2015年10月1日)。

為協助學校順利推動自造教育及設置自造者空間, 美國自造者團體於2013年編印了《自造者空間工作手冊—學校版》 (Makerspace Playbook: School Edition), 針對自造空間從籌備規劃到正式運作, 說明其所經歷的過程及各階段的注意要點, 內容包含自造運動的起源、自造者空間場地規劃、自造工具與素材、安全管理策略與規範、教職員生的角色、自造活動的實際操作、自造活動的年度計畫、自造專案的規劃與設計、自造者空間的開張、自造空間的文件紀錄、學校實例及相關資源等12個章節, 附錄並提供設立自造者空間所需經費預算、教師、學生及管理人員的工作說明、設立專案計畫、安全管理規範、工具採購清單等實用性資訊 (Maker Media, 2013)。

在《自造者空間工作手冊—學校版》中, 談到欲將自造運動引入教育的10種方式: (一) 創造一個能夠培養自造心態的環境, 這種不斷成長的自造心態能激勵學生相信自己可以學會去做任何事; (二) 設計能訓練大批自造者的教育體制; (三) 在多種多樣的社區環境中設計並發展自造者空間, 服務那些無法獲得相同自造資源的人群; (四) 以多元的工具和素材為基礎, 發展並分享能連結學生校內外興趣的項目與用品框架; (五) 設計並營運能讓學生、老師和社區間相互交流合作的網路社交平臺; (六) 以年輕人為主要對象, 設計出以他們為主導而能培養更多

自造者的方案；(七)為自造學生的展覽和策劃提供社區環境，製造新的機會讓更多的人來參與；(八)允許個人或團體建立一個自造社區的參與紀錄，這對學生個人學術和職業生涯的發展都有促進作用；(九)營造將實踐創作與正式概念理論聯繫起來的教育環境，支持發現與探索，同時在先進的設計中使用新工具，將自造活動的思考引入新方法；(十)培養每個學生全方位的能力、創造力和自信心，使他們成為改變自己人生和改變社區的推動者 (Maker Media, 2013)。

Graves (2015) 指出在學校開始運作一個自造者空間，大致可分為以下六步驟：首先就是要有發起人致力投身於自造者教育；第二是邀請同好加入；第三是添購自造者空間的資源設備；第四是成立自造者社群；第五是舉辦工作坊或規劃設計任務；第六是整合自造者教育及正式課程。創始的發起人扮演著舉足輕重的角色，這些人可以透過加入各種自造者團體或透過公共圖書館的自造活動，增進自己在開放原始碼單晶片微控制器 (Arduino) 或撰寫程式 (coding) 等方面的專業知能；而最後目標是將自造教育融入正式課程，目前美國已經有許多專案在學校推動，例如：「Makey Makey」將自造活動融入ELA (英文、語言與藝術)、科學、數學和音樂等課程中；「Sphero」將自造活動結合科學與物理；「littleBits」是為數學觀念的教學自造原型工具；「Design thinking」則是為高中社會科學習而設計的自造活動。

事實上，美國原本就具有 DIY 生活文化，成長過程中在家庭或學校內動手做是生活及學習的常態，故在美國的教育體制內，較不需要特別安排將自造活動納入的課程中；目前推動自造者運動是更多鼓勵學童發展創意與分享價值，美國在許多博物館、圖書館等公共開放空間，放置自造機具開放供民眾使用，據估計，僅美國本土就有大約 1.35 億名自造者，這個數字大概是美國人口的一半，這意味著參與到創造過程中的人群基數非常龐大 (INSIDE, 2016)。

參、我國現況概述

我國為強化技職教育，行政院自2013年至2017年實施「第二期技職教育再造計畫」，提出「課程活化」等三大面向以及「實務選才」等九大策略，其中「系科調整」、「實務選才」、「課程調整」、「設備更新」、「實務增能」、「就業接軌」、「創新創業」與「證能合一」等策略，其內涵及推動項目皆強調創新、實務、實作等能力，與創客 (自造) 理念與精神不謀而合 (教育部，2013)。

近年因為國外自造者運動風氣漸盛，傳入國內後自造者精神逐漸受到重視，教育部門及學校也投注相當巨額的經費，規劃空間及購置設備。行政院於2014年啟動

vMaker計畫，三階段打造自造者力，首先是尋找vMaker，讓高中職學生從校園起就開始接觸動手實作的文化；第二階段是「Make for All」數位製造競賽，鼓勵國內自造者從日常生活中發想創意好點子，動手解決問題；最後則以Fab Lab亞洲年會做結，邀請亞洲各國自造者團體參與，並展出國內自造者的作品，提升臺灣自造者的能見度（李欣宜，2015）。

教育部配合行政院推動vMaker計畫，2014年度執行重點包含普及各高級中等學校建置3D列印設備、重點補助科技教學中心學校購置3D相關設備、成立4間區域性的Fab Lab自造實驗中心學校、規劃行動實驗室（Fab Truck）、以及推動3D列印種子教師專業師資培訓等。

2016年起，因受惠於整體教育經費比例增加，教育部得以編列近九億元的專案經費，執行「高級中等學校創意自造推動計畫」五年計畫，預計增設自造實驗室、強化各校3D數位自造設備、以及活化技術教學中心。在高中職階段除了六部Fab Truck行動實驗車巡迴各校外，未來會在每一縣市選定一個高中當作基地，提供附近學校使用；在國中小階段，則需要透過師培系統建立，所以選定六所師培大學當作基地，建置自造者課程內容與設備，讓國中小老師了解，培養種子教師（教育部，2015）。

肆、對我國的啟示與建議

在翻轉教室的風潮之下，自造者教育強調讓學生「動手做」，正可以培養學生創新、批判、解決問題、合作溝通的二十一世紀關鍵能力（劉明洲，2016）。

教育部所描繪的自造者藍圖，是幫助學生實現創意、依照自己的設計做出成品，並增強學生自造的心態與技能；關鍵問題在於如何改造和重塑教室環境，以因應教學和學習的需求。因此，除了硬體設備的添置與充實之外，更重要的是軟體部分，誰來教？教什麼？誰來使用？什麼時候使用？怎麼使用？如何讓這些空間與設備發揮最大的使用效益？更需要從課程、教學與學習等軟體面來思考。

換言之，設置自造者空間不只是教學生怎麼去動手做出一個東西來，更重要的是學生能否在學習中或生活中發現問題，然後會思考如何解決問題，或是和別人討論解決問題的方法，最後是能發揮創意、設計製作、由個人或團隊動手做出能解決問題的工具或物品。謹依據前揭美國「自造者空間」之發展及具體作為，提出相關建議如下：

一、設立自造教育推動委員會

自造運動雖起源於民間，屬於由下而上自發性的擴展模式；然欲使自造教育能在各級教育順利推展，逐年達成「高級中等學校創意自造推動計畫」之目標，建議教育主管機關邀集相關學者專家、民間企業與自造運動團體，共同組成自造教育推動委員會，整體規劃實施細則及相關配套措施，提升學校自造者空間的品質、政策執行績效以及推動的永續性及有效性。此外，為掌握自造者空間推動與執行之效益，建議委託學者專家研訂相關績效評核機制，或進行實地訪視，以確保政策執行之品質。

二、編印自造者空間工作手冊

對我國而言，自造教育與自造者空間屬於教育創新議題，教育界及一般大眾對此名稱及意涵仍相當陌生，行政機關亦尚缺相關法令規範；建議主管機關參酌自造運動的核心理念，配合我國國情，編印官方版的《自造者空間工作手冊》，闡明相關理念規範、具體作為及參考實例，做為主管機關推動自造者教育、學校發展自造者空間以及相關設備和人力管理運用之參考。

三、廣設公共自造者空間

為使學生在學校、家庭、社區至社會，都可以銜接自造學習與體驗，建議教育主管機關於各地區圖書館、博物館，文化創意園區或運動中心等公立機構廣設自造者空間。此外，目前教育主管機關對自造者空間的經費投入與設備添置，多以學校為主，為發揮自造者空間設施與器材設備最大效益，除了課堂教學與學習使用外，建議學校多開放社團活動使用，或結合社區及自造者團體，共同經營自造者空間。

四、培訓自造專業師資

自造教育結合傳統的手做工藝以及現代的網路科技，對教師而言，需以其自身學科領域為基礎，培養新的教學專業。自造專業師資來源應分為兩方面，其一是從師資培育大學著手，培育種子教師；其二則應善用民間資源，所謂高手在民間，自造者運動起源於民間，故建議補助相關團體舉辦自造者工作坊，並鼓勵在職教師參與，訓練課程應包含相關理念與實用技術的知識與技能，以及藉適當活動來促進教師建立正確的自造心態。

五、鼓勵學校規劃自造專題課程

十二年國民基本教育課程綱要以核心素養為基礎，其「自發、互動、共好」的理念與自造運動重視共享共創的精神不謀而合。目前正在進行各領域課程綱要之研訂，在自然領域強調探究實作 (learning by doing)，生活科技領域與資訊領域亦強調學習與生活之結合，建議未來能將自造教育融入跨領域學科，各級學校可善用自造者空間，於校本課程中規劃自造專題課程，建立學校特色並鼓勵學生培養自造專長。

六、與企業簽訂自造合作協定

推動自造教育需長期規劃與資源投入，自造者空間的營運也希望能維持永續性。除教育主管機關持續編列預算外，建議參考美國的作法，由政府與大型企業簽訂合作協定，充實各級教育及公共場所自造者空間設施與工具設備，並共同培育專業師資，使學生的自造能力得與產業接軌。

自造者的精神在於開放、共享、共創，自造者空間應該是適合所有年齡層，建立在開放與實驗的基礎上，為自造者提供工具和學習經驗，期盼未來社會都能充滿自造者氛圍。

參考文獻

DT時代舟刊 (2015年10月1日)。歐巴馬推動美國創客運動不遺餘力。取自

<http://www.haixiaol.com/n619282.html>

INSIDE (2016)。自造精神人人愛，美國已被「創客運動」攻陷。取自

<http://www.inside.com.tw/2016/01/22/he-diy-maker-movement-survives-by-doing-the-opposite-of-whats-smart>

吳清山 (2015)。自造者運動。教育研究月刊，255，109-110。

李欣宜 (2015)。行政院啟動vMaker計畫，三階段打造創客力。取自

<http://www.bnext.com.tw/article/view/id/35888>

教育部 (2013)。第二期技職教育再造計畫 (行政院102年8月30日核定版)。臺北：作者。

教育部 (2015)。高級中等學校創意自造推動計畫。臺北：作者。

陳國維 (2015年10月23日)。技職強化 教部宣布普設「創客實驗室」。取自中央

廣播電臺<http://news.rti.org.tw/news/detail/?recordId=229630>

維基百科 (2015)。自造者。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%88%9B%E5%AE%A2>

趙珩宇 (2015) 自造者運動對生活科技的啟示。科技與人力教育季刊, 1 (3), 1-20。

劉明洲 (2016)。創客教育的理念與實踐—應該被關注的配套設計。臺灣教育評論月刊, 5 (1), 158-159。

Graves, C. (2015). *Starting a School Makerspace from Scratch*. Retrieved from <http://www.edutopia.org/blog/starting-school-makerspace-from-scratch-colleen-graves>

Johnson, L., Adams B.S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Maker Media (2013)。 *Makerspace Playbook : School Edition*. Retrieved from <http://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf>

Make and Maker Faire (2014). *FACT SHEET: President Obama to Host First-Ever White House Maker Faire: A Nation of Makers: Empowering America's Students and Entrepreneurs to Invent the Future*. Retrieved from <http://makezine.com/2014/06/18/white-house-maker-faire-fact-sheet-has-been-released/>