

自造者教育的理念與實踐：國際案例與我國經驗之分析

陳淑敏* 李文淵** 楊育修***

黃幼萱**** 吳志富*****



摘要

「自造者運動 (maker movement)」近年在國內外加速地傳播和開展，不論在教育業、產業界或是設計界，它都是大家所關注的焦點。對學習歷程增進學習者更寬廣和深刻之創新演練與產出具有貢獻，而高等教育機構之中，更延伸至後續商業模式的創發，進而涵蓋更多學科與成果，對於自造者教育作為新世紀的學習和人才養成之典範，其具有發展規模與效益之前景。邇來教育部更大力推動創新自造教育並提出整體規劃，促進各級學校自造教育的萌芽與發展，並且鼓勵串連民間與企業之自造資源，互惠互利。此波自造者教育發展，對教育的方法論和教學歷程之應用，帶來新觀點和轉變契機，成為世界各國競相掌握及擴大的學習新取徑。鑑此，本文即是從教育觀點剖析自造者教育的案例、思維及蘊義。

關鍵詞：自造者運動、做中學、學習革新、創新



壹、前言

面對二十一世紀的發展，人才需求已然和過往不同，因此在大學校院或者是基礎教育當中，皆戮力於探討嶄新的教學模式與型態，希望能夠藉此培養與連結到未來需求的基本能力與人才，而創新教育的需求也在這波的概念當中被加以關注，將特別著重於諸多創新教的模式之一：自造者教育，進行相關討論。

一、教育創新的興起與自造者教育的開展

我國教育部於2014年發布《人才培育白皮書》，在整體架構中，對於高等教育之挑戰的表述上，在平衡人力供需之目標，教育場域卻存在學用落差、基層產業人力不足的困境；當前一般大學教育和國際化之教育目標，旨在提高學生競爭力及大學自主性，但卻存在著課程教學不符合學生及社會需求、大學治理缺乏自主彈性、國際人才佈局及學生移動力不足等隱憂（教育部，2014）。顯而易見的是，無論技職教育或一般高等教育皆面臨如何活化學生的學習歷程與成果，以能夠促進其因應就業和國際嚴峻競爭環境；而活化教與學的規劃、實施和回饋之實踐系統，對此議題回應，日益迫切。

即使是標舉教育品質的美國，也面對學生學習成效遲滯的苦果，因此，美國總統歐巴馬於2010年便提出延伸教育至創新（Expanding educate to innovate）的宣言，意圖將視野置諸於十年後的人才培育目標，對焦於重振學生在科學探究、科技技

術、工程設計與數學分析等能力的綜合表現和成果。

我國教育基本法第13條研定：政府及民間得視需要進行教育實驗，並應加強教育研究及評鑑工作，以提昇教育品質，促進教育發展。對此，2015年臺灣教育革新的關鍵變化之一是立法院三讀通過的實驗教育三法。實驗教育三法包括《高級中等以下教育階段非學校型態實驗教育實施條例》、《學校型態實驗教育實施條例》以及《公立國民小學及國民中學委託私人辦理條例》等三條例為教育多元性、創新性與實驗性的全面開展建構法制條件。

在過去奮鬥爭取創新實驗教育的社會認同與法治地位階段，主要是民間團體與學術專業面對國家機器的保守防衛，《實驗教育三法》制定之後則是政府、私部門以及第三部門都可以有權辦理實驗教育，彼此可以既合作又競爭，充分體現「教育善求變異，另類催促演化」的實驗教育哲學。而這種教育創新變革的精神，不但是對高級中等以下學校的鼓舞，對於注重研究創新和開展新局的高等教育機構而言，亦是從法制上看到創新教育的紮根和延伸的契機。

二、教育歷程作為個體賦權與解放的實踐

藉由實作能力與創意精神之培養，鼓勵各級學校師生及社會大眾參與動手實做，激發創造力與夢想實踐力，並透過創意整合、跨界合作與商品化等輔導策略，培育學生具備創業家精神，為當前各級學校辦學效益的重要指標。除了教育界積極參與自造者運動之外，在經濟發展模式中，自造者運動也被視為以創意、創新的作為，推動經濟發展的新興力量。

那究竟自造者運動的內涵是什麼？「自造者（maker）」泛指願意動手做的一群人，不限定於特定族群；個人知能表徵上，自造者具有分享與開放的特質，並善用數位製造工具，以多元形式的硬體為基礎並與專業領域結合，透過知識分享與討論，衍生推動和執行團隊，並朝著少量、精緻、高價及客製化的產品邁進。因此，自造者空間就是為了滿足開放與分享的精神而生，且此一具有開放精神，但又能發揮共享資源效益和創意構思空間，運用其協作（co-working）的旨趣，讓自造者社群共築起想法的集結、技術的交流與互相學習的場域。以自造者的目的作為分類標準，則可將自造者分為三類：

（一）以興趣為導向的自造者：單純熱衷於「動手做」的體驗，並與志同道合之自造者交流溝通的自造者。

(二) 以謀生為導向的自造者：具單一技能且以少量多樣生產模式營利或本身從事以手工為主的職業自造者。

(三) 以創業為導向的自造者：生產製造的標的物需結合不同專業且需尋求資金挹注，以將自造的商品加以銷售者。

人類「創造」、「創作」的心思和行為，不僅為本質之一且是人類文明的累進基礎，恢復人「創作」的本能，不僅只是增進一項「藝術」能力，更是恢復作為「人」的尊嚴，尤其現今大多數的人都已淪為經濟生產的一個工具，如何擁有「自我尊嚴」，需要從更激進的取徑來擴展教育新藍圖。鑑於自造者可以從動腦開始「想」、到動手「做」、然後「用心」完成，經歷完整的「創作」的歷程。從學習角度審視，自造者教育由於將學習權更大幅度地轉移至學習者自身，並且配合公共學習空間和學習資源的公益化、最大化，已然蔚為風潮，對大學校院的學習型態開啟嶄新風貌，有所啟迪。概言之，優良的教學既是藝術，也是科學，優良的教師擬定教學計畫，凝聚有效的教學力量，並引導學生達成教育目標。

貳、國際之自造者教育類型舉隅

Techshop的共同創辦人Hatch辦理了最早、最大而且最受歡迎的自造者空間，他提出創客的運動，是一個以根本的方式進行改革，而且將持續的進行中，乃是透過創造，以及從生活當中，尋找嶄新的創意，而得以漸漸地改變世界和學習的運作，自造者運動為什麼可以變成下一個創新和創意發想的重大來源？因為這個運動其實是讓手做各種物件的人，所需要的硬體和軟體、科技和工具，都能夠用非常低廉的費用而取得。這樣的一個創造的精神，其實是與人類存在的本質相互連結的，換言之，所有的人都應該可以是創造者，不管他是銀行家、法律者、教師、貿易者，或者是政治人物，在自造者社會當中，都可以實踐自我，開展根本的價值、理念及依據（Hatch, 2014）。

美國總統歐巴馬於2014年宣布6月18日為美國的自造日（National day of making）（The White House, Office of the Press Secretary, 2014），並於白宮舉辦Maker Faire（Wagner, 2015），揭示唯有創新能提振經濟，並改變世界。處於二十一世紀之製造工具與技術普及，讓發明與創造變得更加容易落實。因為科學、科技、工程與數學所聯合之「STEM（science, technology, engineering, and mathematics）」為創業的必需條件，而自造者運動即是整合STEM的最佳觸媒；政府鼓勵設計、研究單位、組織、企業、公務員、學術機構皆投入自造者運動，並為創投做出貢獻，以下有以美

國的發展案例來彰顯自造者運動的理念和實驗。

其後，美國進一步將自身定位為「創造者的國度（A Nation of Makers）」，在2014年6月舉辦的第一次「白宮自造者大會（White House Maker Faire）」上，美國歐巴馬總統在發言中指出：美國應該堅持走一條發現、實驗與創新之路。創新不但是人類進步的重要標誌，也是國家進步的指標，倡議要「充分釋放美國人民的想像力，以確保美國是一個創造者的國家、確保下一代技術革命發生在美國」，強調要讓美國學生成為世界的創造者（makers of things），而不僅僅是世界的消費者（not just consumers of things）（Fried & Wetstone, 2014），力求每個企業、每所大學、每個社區、每位公民都支持並參與各地之創造者運動。以下就相關空間打造與教育實作的案例，加以說明之。

一、自造者空間的打造

自造者空間TechShop為Maker Movement的領航者之一，乃是為了提供商業自造者空間而創立此標竿模式。該會員制機臺共用中心在2006年於矽谷成立，提供機臺設備、使用課程、軟體及工作空間，漸漸累積龐大的使用族群而在全美各地設點，並積極投入Maker Faire、手工市集（craft fair）及城市營造活動，為會員引進合作及商業化的機會，並與歐特克（Autodesk）等企業及大專院校合作，帶動創業及創新的嶄新型態。

私營的TechShop有兩位共同創辦人，其一為教師暨連續創業家 Jim Newton，他出於個人嗜好及教學需求而展開；Ridge McGhee則擔憂美國製造能力正流失，兩人集資2.5萬美金並預售會員，於2006年開張第一家共用工作室TechShop，快速吸引了工藝製造新手及老手，並提供機臺使用教學及安全教學。會員可以自由使用TechShop工廠裡的金工、木工、雷射加工、焊接、切割、CNC等機臺設施，TechShop亦支援新創工具儀器駐入示範、試用。

TechShop隨後募資500萬美金以成立舊金山灣區的舊金山及聖荷西駐點，2013年運用募資平臺Indiegogo集資27.4萬美金持續擴張（Newton, 2013），至今往歐亞發展也採取私人及群眾資的形式，全美共有8個據點。全美面積最大的TechShop為與福特和歐特克所合作的底特律據點（38,000平方英尺），另外與全美國最大DIY裝潢工程連鎖企業Lowe's合作的奧斯汀據點，亦作為大眾工作營之使用。

TechShop的設施主要為金屬加工及木工，以及金工、雷射加工、焊接、切

割、CNC、水刀、裁縫等機臺，以及多媒體室、會議室、軟體程式及電路板等數為製造資源，每間工作室平均為15,000平方英尺（約1,400平方公尺），每處雇用5至15名全職員工，會員自由使用整個TechShop提供的資源，彼此可互相交流協助。

初期TechShop會員以自身需要工具的工藝嗜好者居多，而後許多新創事業在此誕生，諸如小型品牌DODOCase、Embrace、Oru獨木舟，或是演變為金流企業的Square等。其執行長Mark Hatch稱TechShop及會員們在舊金山灣區促進了20億美金收益、100億美金股東價值等經濟效益（Network Society Project, 2014）。

二、教育實作的實施

2012年五月，因應歐巴馬「Educate to Innovate」政策，Maker Media 創辦人Dale Dougherty 正式發起 Maker Education Initiative，將成人、科技及業餘取向的Maker帶進公眾議題，企圖普及化兒童及青少年取向的自造者教育和空間，國際企業如Intel、Pixar、Cognizant均成為創始贊助者（O'Reilly Media, 2012）。

Maker Education Initiative（Maker Ed, 2015）第一年的主要企劃為Maker Corps，於美國各州招募數理科方面學有專精的大學生及年輕志工，進入城鎮社區與學生、老師甚至社區群眾進行實作工作坊，合作對象包括圖書館、博物館、及各種兒童及青少年導向非營利組織。例如，由自造者義工領導兒童自造營隊，藉由平常鮮少接觸的電線、電路板、LED 燈等設備，群力完成某一裝置，改善社區環境、促進社區意識，該計劃第一年便接觸超過九萬名孩童，甚具規模。隨後，Maker Ed增加了Young Makers、Maker America Corps VISTA、Open Portfolio Project等更多企劃，Young Makers協助6至20歲的孩童及青少年，自發性的探索其關注議題，透過一位隊輔的協助，使專案落實為可供人參觀或參與的形式，及領導合作及實踐性更為顯著。Maker America Corps VISTA乃與美國境內的貧窮區域的青少年組織合作，VISTA會員會投入了解其社區生活，帶領低收入戶的青少年從事教育性的自造活動，並觀察記錄社區如何透過「自造」來「自助」；Open Portfolio Project 則為長期性的研究計畫，與印第安納大學（Indiana University）的Creativity Labs、兒童非營利組織 National Working Group及帕洛阿圖的戈登和貝蒂·摩爾基金會（Gordon and Betty Moore Foundation）合作，企圖為開放性的創作及合作（Open portfolio creation and sharing），建立一套實行準則，並集結各種文獻、自造者活動、自造空間、田野調查及會議內容，據以彙整公佈。

Maker Ed與政府及企業高層合作獲得背書，並深入全國各處當地組織在地執行，同時記錄過程並進行高階方案措施的研究，為全國性的多方企劃。其模式為藉由與大型企業合作拓展工具資源，並且透過人力循環讓青少年也成為教育的原動力。

除了前述的案例之外，亦有其他主題和模式的自造者運動之興起，例如類數位自造空間及資源在全美各地社區機構呈現爆炸性成長，俄亥俄州一所高中（MC2STEM High School）曾率先於2009年設立校內數位製造工作室，2011年Maker Media 與美國國防高等研究計劃署（DARPA）合作欲將 Makerspace 帶進美國1,000所高中（Blikstein, 2013）。又如，舊金山貝克海灘（Baker Beach）之雜音會的各種創造性及實驗性活動遊走於合法、非法及創造新規則之間，為持續進行活動而成立黑石市公司（Black Rock City LLC，現已轉為非營利組織）。於火人祭產生的巨型藝術亦會作為舊金山或奧克蘭等鄰近城市的公共藝術裝置（Burning Man, 2014），等等案例凸顯了自造者運動具有的跨媒材、跨領域和跨主題的多元面貌。

概言之，創造的過程是學生獨立或協同地發現問題、分析問題並利用多種工具與資源創造產品解決問題的過程，是學生基於自驅動、綜合多學科的知識尋找問題解決最佳路徑的過程。創客教育情境下的學生對自己的學習任務、路徑與資源選擇有自主權，帶著問題學習的同時又為了解決問題，深度捲入學習過程之中，更容易生成新的創意。學生因此不但發展了發現問題、分析問題與解決問題的能力，而且更容易保持學習的激情、增強學習的信心（Kurti, Kurti & Fleming, 2014），該模式與現今臺灣工業設計教育模式是較為接近的，以下以我國工業設計領域人才養成的因應談起。

參、高等校院對自造者運動的回應：以工業設計教育為例

國際高等校院將自造者運動迅速且大量地植基於高等教育的學習環境和方案上，獲得高度的重視。例如2014年10月亞利桑那州立大學主辦全美高等教育創客高峰論壇，討論美國高校如何更好地參與創客行動，並在會上推介值得借鑒與學習的高校創客行動案例，研討內容包括：探索如何將創客行動整合於現有的高校學位課程中；如何開發或支援當地創客空間的建設；如何在高校招生過程中將學生的創客經歷、創造能力納入入學考核內容；如何拓展、深化高校與本地創客的交流；如何更有效地支持本地K-12社區更好地參與創客行動（Arizona State University, 2014）。

由於創客時代與微型創業的風行草偃之下，對於教育體系的人才養成之方向與

效果，產生某些挑戰，而對此趨勢，教育部（2016）旋即宣布，將在2016年5月5日從教育行政機關啟動「自造X教育週」，期望結合民間、學校的創客空間，將創客的精神與實踐導入校園，提供學生「手·創自己的世代」。自造者教育由於秉持對於動手做的熱忱，成為他們不斷在製作過程中尋求創新並勇於嘗試各種不同的製作手法，在這樣的過程中使得學習者得以體會和實作所有學習歷程。因此，在大學校院當中，對於強化學生的跨領域和實務運作能力上，便指出了一條嶄新的學習與培養人才的模式。在各種不同的專業領域之中，工業設計教育課程中，注重以專案為導向的學習模式，重視學生的概念具體化，主要在於設計專案中強調美學、操作與功能三面向，往解決問題的目標邁進，換言之，過程中除了美感的要求與不同之外，操作與功能的改善面向是與自造者運動一致的，而自造者運動與設計教育對問題解決的決心也是相同的。因此自造者教育與工業設計教育，兩者的結合可讓設計教育更全面與充實。以下以大同大學工業設計學系人才養成進行說明並討論。

一、工業設計師角色的轉變

2015年國際工業設計協會ICSID（International Council of Societies of Industrial Design）（ICSID, 2015）於韓國光州舉辦第29屆大會，揭示了工業設計教育目標與作法的嶄新定義：「工業設計是一個戰略性的問題解決過程，推動創新、創業的成功，並透過創新的產品、系統、服務和經驗，引領更好的生活品質」。

在此前瞻的戰略視角下，進而從工業設計的社會價值、經濟潛力、工業設計師定位以及對增進整體生活品質的貢獻等，亦加以說明之，指出：（一）工業設計旨在對「這是什麼」與「什麼是可能的」之間建立起連結的橋梁。這是跨領域的專業，運用創造力解決問題，共同創造解決方案，擁有讓產品、系統、服務、經驗或企業更好的意圖。（二）工業設計的核心在於運用解構問題點成為機會點的樂觀方式看待未來，連結了創新、技術、研究、企業與客戶，它提供了跨越經濟、社會和環境一個新的價值和競爭優勢。（三）工業設計師在以人為本的設計過程中，以同理心與務實的考量深入了解使用者的需求，以使用者為中心解決問題，設計產品，系統，服務和體驗。（四）設計師是創新過程中的戰略夥伴並且立足在一個獨特的位置融合跨領域學科與商業利益。（五）工業設計師重視自己的工作對經濟、社會和環境影響的價值以及對於共同創造良好的生活品質之貢獻。」

工業設計師的專業表現內容逐漸轉變的過程中，設計師的核心能力該如何調整更是設計教育人員需要面對的議題，學者Moggridge（2007）所提出的設計師五大核

心能力：（一）從所有的相關限制條件中，整合出一個解決方案。了解全貌，並進而讓成果與眾不同；（二）建構或重新建構問題點與設計目標；（三）創作與想像替代方案；（四）從所有方案裡挑選出最好的解決方案；（五）利用視覺與原型的方式呈現預期的解決方案。

盱衡當前自造者運動和教育應用的風潮，大學校院的工業設計人才養成，需要朝向更加整合、跨領域並且從教育連結至職業（from education to career）的實踐與成果展現能力。對此，大同大學工業設計系亦有相當地回應並對焦教育理念在：

（一）實務與理論並重：學生從實務中驗證理論，實際體驗設計過程；（二）小組分組教學及充分個別指導：師生互動教學，全程參與解決設計問題，整體學習成效高；（三）多元之學習領域：教師專長領域寬廣，學生可配合個人興趣發展具有特色之學習方向；（四）配合業界需求之職能教育：與業界同步之軟硬體設施，訓練學生將來就業時應具備之基本技術能力。

二、大學校院的基礎與轉進

近幾年美國的手作風潮開始復甦，越來越多不論大人小孩都開始重拾對於手作的那份熱忱。自造者的興趣主要集中在以工程為導向的主題上，例如電子、機械、機器人、3D列印等，也包括相關工具的熟練使用，如CNC、雷射切割機等，還包括傳統的金屬加工、木工及藝術創作，例如鑄造、手工藝品等。因為在工業設計教育當中「手做」的概念紮根於工業設計系課程規劃當中，大部分臺灣工業設計科系皆擁有豐富的加工機具，並開設與機器設備操作有關之學習課程。以台灣最早成立設計科系之大同大學工業設計系為例，規劃與實施的課程架構中，可以清楚地看到清晰的脈絡，基礎課程、核心課程到總整課程此完整的學習途徑，如表1所示。

表1

大同大學工業設計系課程實施架構表

學習目標	大一上	大一下	大二上	大二下	大三上	大三下	大四上	大四下
設計思考	設計基礎(一)	設計基礎(二)						
手繪	素描	設計素描	表現技法(一)	表現技法(二)				

設計本質	手做與製造	工程圖學	工程畫 (AutoCAD)	電腦繪圖	電腦繪圖進階	電輔工設 CAD/CAM整合概論			
		工廠實習	模型製作	草模製作	模型製作實務	3D列印與CNC實作	電腦繪圖應用CAD/CAM整合實務 自造者運動 衍生設計		
				機構學	機構設計				
材料與製造	塑品實物								
設計實務				產品設計一 (核心)	產品設計二 (核心)	產品開發一 (核心)	產品開發二 (核心)	專題設計一 (核心)	專題設計二 (核心)
				時尚配件設計 家具設計 現成物件設計		室內基礎設計 包裝設計 汽車設計 智慧生活建築	汽車造型研究 設計專案研究	產學設計實務	設計科技與經營
設計支援	攝影學	商業攝影	色彩學	設計倫理	職場實習	產學實務	作品集設計	設計創業與就業	
		電腦輔助平面設計							
		平面設計		造型心理	企業識別設計				
藝術欣賞	設計鑑賞	設計史	設計記號論	設計方法	人因設計 設計行銷	使用者介面設計 專利設計 消費者行為	智慧財產權與管理		
		產品分析		設計分析	劇本引導設計				
		造型設計	設計美學 生態環境設計	綠色設計	永續文化設計				

資料來源：研究者繪。

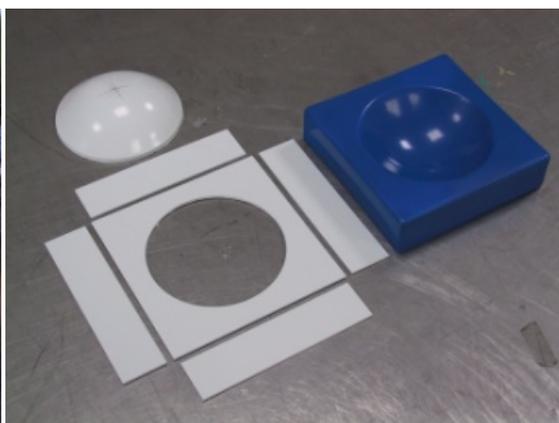
在基礎課程強調「手做」與「手繪」為主，與「手做」相關的課程包含「工廠實習」、「模型製作」、「設計基礎（一）」與「設計基礎（二）」；在必修與選修的課程中包含草模製作、3D列印實務等課程，皆是以訓練手做為主要目的，而強調「手做」的概念也正是工業設計教育裡所強調的「做中學」，讓學生透過實體的接觸，培養學生對材料的敏銳度與對製程的掌握。在「做中學」的教育精神之下，如何讓學生具備自造的技法是為此課程的核心價值，亦即，從機器設備的使用開始訓練，經由工程組立圖的理解與拆解，至最後模型的組裝，促進學生充分理解造物之精神與過程，自造技法的學習記錄，如下圖1所示。

圖1 自造技法的訓練過程

(a) 機器設備的使用



(b) 工程組立圖的理解與拆解



資料來源：研究者攝於自造者相關課程設備

而這一波自造者浪潮中帶給設計教育的主要衝擊之一為數位製造觀念的興起，在正統的工業設計教育裡「手做」包含木工、金工、陶瓷、塑膠等加工方式。從初期發想及造形設計到模型製作，過程中所需花費的時間較長，也容易喪失造形與操作層面討論的機會。數位製造所帶來的不僅止於電腦模型可以被製造，更是讓產品造形在設計初期即可透過實品進行探討，對於重視手感操作的產品更是有顯著之助益。在3D列印技術的推波助瀾，讓原本「手做」非常困難的物件，轉變成為運用電腦模型檢視完成的作品，並利用3D列印完成實體化。也藉由這項技術，讓產品設計在初期不僅大幅度縮短草模製作的時間，同時在造形上能有多元的變化與突破，讓學生們可以短時間的找出產品造形與操作的問題點並且加以修正。這對設計的討論和深化而言，打開了更多的可能性讓設計團隊可以更精準地描述設計問題點，並能

以實體模型呈現之。可以說自造者運動為設計教育帶來更大的討論空間；數位製造為設計教育帶來執行上的方便性。

三、人才養成模式的遞嬗

自造者的學習內容偏向以專案為基礎的科學（project-based science），自造者的學習型態則是屬於以問題導向的學習（problem-based learning），這樣的學習內容與型態乃為典型的「做中學（learning through making）」的學習方式。而「做中學」的方式與現今教育體系內按部就班（step by step）的教育方式完全不同。「做中學」與按部就班（step by step）最明顯的差異在於按部就班的學習，無法評量學習產出的差異，導致思考過程一致，無法開展創意；「做中學」讓學習產出（outcome）出現差異化，當能將自造者精神融入教學中，則促進重新思索課程規劃，逐步轉變成問題導向的學習。

設計教育中本重視「創新」、「實作」與「具體化」，而新版的工業設計定義與自造者運動皆揭示跨領域與商業模式的素養為教育上不可或缺的元素，與過往對於工業設計的界定和價值之分析相較而言，有關工業設計作為某種目標導向的問題解決的活動之本質維持不變，設計標的物也維持產品、系統、服務和經驗四項。不過，對工業設計的未來性，則更加強調跨領域與人本設計的特色，不再強調設計的任務內容。在這前瞻之工業設計定義的變遷下，亦可預見未來工業設計師本身的專業界線將會模糊化，工業設計師的角色將會轉變成為創新過程中的戰略夥伴，並且以協調者的角色融合跨領域學科與商業利益，此也此精神亦恰如在自造者運動及教育歷程中，對於新一代未來人才培育的綜整觀點，相互契合。

四、大同大學發展經驗與國際歷程之異同

當前自造者運動（maker movements）的興起和形式相當地多元、多樣，無論從參與對象、工具和領域、學習管道、學習方針、作品使用與分享的方式等，迭有差異，大同大學的發展經驗也有自身的和新理念和推動脈絡，為了增進讀者對於自造者異同的體會，以下乃特別以位於美國威斯康辛州（Wisconsin）的麥迪遜

（Madison）此佔地約8,500平方英尺的「Sector67」自造者空間為例，進行初步比較。此自造者空間係以製作產品原型為目的，其提供之工具也較為多元化，木工、金工、電子及數位多媒體及數位製造的設備都是該空間所具備之器材，其自造者空間的參與成員大多為對「手做」具高度興趣和熱忱之成年人。

美國Sector67與大同大學自造者空間之比較

項目	美國辦理之Sector67（位於麥迪遜區）	大同大學自造者空間
參與者	具有專業技術或有興趣的成人 家人陪伴或同班級的年輕人	大學生、研究生 開放對自造有興趣的民眾
常用工具與自造領域	電子、多媒體設計與數位製造、金工（鑄鐵、焊接）、視覺藝術、電動車	3D列印、雷射雕刻與切割、 金工、木工
學習管道	個人專案、團隊合作專案、討論專案的論壇、工作營	學校教師與課程、廠長、個人專案、團隊合作專案、工作營
學習方針	學習專業技術與設備、實作技巧、以新的方式延伸與應用新知識	以實現設計案為目標
作品使用與分享方式	作品經由網路資源、比賽、展覽、社區活動或販賣與外部的人交流	參與設計競賽與校內外展覽、 Maker Faire

資料來源：研究者整理。

肆、自造者教育此學習型態之討論與分析

從前述國際案例、本土經驗的運作與實施歷程來看，自造者教育確實有不同以往教育和學習模型的操作之處，而自造者教育對於教育型態其實引發了相當深刻的變革，而其中有幾個精神值得加以討論和分析，說明如後。

一、對於體驗學習的實踐和深耕

學者Halverson與Sheridan（2014）指出自造者運動對教育的影響可分三個面向討論，自造（making）、自造者空間（maker space）以及自造者（maker）。自造（making）指涉一個具有明確學習目標的學習過程，以建構性的設計工作聚焦於學習的內容與程序，學習內容涵蓋了電腦科學、設計、藝術與工程。而教育人員最需要確保學生「學習了什麼」以及「如何轉化為學生的專業知識與專門領域」此兩大

問題，在自造的過程中都可直接經由觀察其學習歷程，而掌握或評估學生是否具備了核心能力（core competencies）（Executive Office of the President, 2014）。在自造者空間（maker space）上，由於自造者空間為一實作社群的學習場域，在這場域裡，社群的組成人員最為關鍵，如何讓自造者互動並協同作業（co-working），需要透過一些活動讓學習自然發生；而自造者（maker）本身就是一種新型態自我學習的身分識別，更明確的說，即是希望透過自造者身分的認同，提供學生正式跨入專業領域的演練機會及平臺。

學者Peppler與Bender（2013）則將自造者空間視為一實作社群的學習場域，以紐約科學館（New York Hall of Science）與匹茲堡兒童博物館（Children's Museum of Pittsburgh）所設立的自造者空間為例，探討自造者空間讓課堂外的教育環境更能學習到STEM（science, technology, engineering, and mathematics）與創意，甚至創業的知識與技能。而類似的作法也出現在大同大學的未來產房與臺北科技大學的Fablab Taipei（TAF），提供學生一個課堂外的自學空間，而這自學空間充滿自造者活動與各式機具，讓自造者得以延伸其想像力與創意，亦即產學合作的推展和運作，促使學生在學期間便大量提供其模擬和見識產學、創學者的實踐歷程，更特別的是，學生與自造者間之關係沒有距離且長時間的互動經驗，充分獲得激盪和滋養成長之交流和對話。

二、自造者教育對於傳統學習體制和型態的挑戰

自造者空間在教育上的意義，學者Sheridan等人（2014）觀察三個不同風格的自造者空間，其以質性研究，與在自造者空間裡的自造者進行訪談，並觀察其活動與學習狀況。以學習的角度來看，歸納出自造者空間具有下列優點：可以接觸到多樣的工具、材料與加工方式；發現問題，並試著以專案的方式解決；反覆操作；成為社群的一份子；如果專案需要，擔當領導者與教學者的角色；分享創意與技術至真實的社會實踐層面。自造者運動與設計教育本質上都具有跨領域的特質，同樣是以追求創新與創作為目標，也同樣是屬於以目標為導向的教學模式；此外，自造者運動利用自造者空間作為跨領域學習的平臺，且自造者與設計師相比較，自造者連結了市場和商業考量。對於設計教育來說，當能汲取自造者運動的精髓融入設計教育，其效益將有所拓展學習者的眼光。

自造者運動已經為設計教育帶來原型製作的變革，數位加工機具的導入是設計教育迫不容緩的進程。設計教育導入更多種類的技術與製程，目的不在於操作機

具，而在於應用技術作為創新的跳板，並且在設計目標的制定，不只局限於產品，而以系統、服務與經驗作為解決方案的框架。增進不同領域的專家加入設計團隊，運用自造者空間的特性，讓設計師產出的解決方案能更具整合的特質。

三、從教育至職涯的有效銜接

自造者浪潮所帶來的，除了數位製造的觀念以外，更對創業模式產生衝擊。一般來說，創業需要「技術」、「通路」與「資金」三種要素皆到位。藉由自造者浪潮加深創新環境與技術的支援，有關「通路」與「資金」則在網路普及與募資平臺成立的情形下，具有高度流通性，彼此匯流及在自造者浪潮的推動之下，創業所需的要素觸手可及。

這種由自造者運動所引發的創業模式，對設計教育人才養成的縱深程度產生明顯影響。亦即以往的設計教育，受限於實際製造的門檻不易跨越，使得學生創意總停駐於概念設計，如今，製造門檻的下降，設計師們的創意與創造、實作和創業的距離，從想像至落實的距離，得以大幅縮短。

易言之，在自造者浪潮之下，設計師的創意的確擁有另一條路去實現，不用再依靠企業組織的生產力與資金的挹注，這樣的循環對於大眾的需求絕對是有利的。復以，若自造者的創業模式能變成任務導向，每位設計師或自造者以其專長投入有需求的團隊裡，待產品成功開發後，團隊隨即解散，這種模式保持設計的創新與靈活度，且滿足產品開發所需的跨領域特質，將有更大的能量，落實從教育／學習至職涯的有效銜接，大同大學自造者空間中，學生進行團隊激盪與創業投資模擬活動，如下圖2所示。

圖2 大同大學自造者空間學習及創業活動之剪影





資料來源：研究者攝於大同大學媒客松工作營

伍、結語

有鑑於學生往往需要完成從規劃到設計再到開發製作產品的完整過程，因此，創造的學習的關鍵是，對學生學習的主體性、實踐性、深度參與性、連續性與完整性之充分尊重。學生在基於創造的學習過程中需要主動發現、自主探究，在發現問題、分析問題與解決問題的反復過程中創生、驗證、發展自己的創想，提升自己的問題解決能力同時又保持創造的激情與信心，而這些正是創造與創新能力的核心品質（Hatch, 2014），凸顯了當代人才培養理論與教學論革新的關鍵變遷。

基於此，大同大學於2013年打造了亞洲最大的Maker Space（自造者空間），引進創新、創意、創業的三創團隊進駐，活用未來產房舉辦研習課程與教學營，開放校內外學生、教師、設計工作者等對象參與，除了工業設計系之外，廣納全校跨領域系所參與其中，透過多元的設備及跨領域之專業人士，帶來產業新觀點，學生在校期間即可近距離看到創新市場現況，甚至在校期間就可有機會加入創意創業的行列。大同大學更於2015年舉辦媒客松工作營，利用跨學院團隊合作的方式讓不同專業背景的學生聚集在大同大學未來產房進行模擬創業，同時藉由全校師生擔任創投公司的角色來評選學生所創的虛擬公司，讓學生透過跨領域的交流與互動，碰撞出令人意想不到的想法與創意，並實際體驗了解整個創業的過程與開發。大同大學自造者教育推動落實至學生的學習發展，並吸引各界關注。至今到訪人數將近兩萬人，廣及產、官、學各界，並獲天下雜誌、遠見雜誌、聯合報、中央社等多家媒體採訪報導，蔚為風潮。

邁入二十一世紀人才養成有了不同的教育型態與內涵，而優秀人才的定義也和上各世紀有所差異，眼前著重能夠面對瞬息萬變的社會及產業變遷，並且具備創新、創意與創業的知能，以能夠在高度的國際人才競爭中脫穎而出。自造者教育及運動的興起也與此番革新演變歷程有所呼應。讓教育的主體性與主導權更為直接地

從刻板的課室型態，轉進至實體和實驗精神並重的學習者自動、自發與自覺的探索歷程。更重要的是，運用資訊科技所開展的便利性、親近性，營造出可以即時相互交流甚至支援的學用串連與銜接之創新教育體系，大幅縮短了學用落差與從學校至業界的接軌成本及時間。若能讓教學場域朝著以自主自發性學習方針的自學空間為目標改善，讓自造者空間發揮以環境培養學生的本質，相信對現今教育有正面的助益。且在這樣的教學場域中，微型課程也會是培養學生團隊合作的必要手段，讓學生於密集的時間內培養專業激發潛能及創意。

而工業設計相關領域，在此波浪潮中，因為其學科原本即具備跨領域統整的屬性，更能善用此觀念、人員、技術與展現成果的彙整平臺，讓自造者教育、運動與空間，在短時間透過團隊合作的聯合，產生極大的推動和發展效益。目前國內大學校院甚至高中職學校也漸漸掌握此自造者運動的深情，當屬可期！

參考文獻

教育部（2014）。教育部人才培育白皮書。臺北市：教育部。

教育部（2015）。推動創新自造教育北部大學基地盛大開幕。教育部電子報，取自

http://depart.moe.edu.tw/ED2300/News_Content.aspx?n=5D06F8190A65710E&s=64B2F937B84B76EF.

教育部（2016）。「自造 X 教育週-手・創自己的世代」暨「玩創春遊趣」起跑記者會。教育部即時新聞網，取自

http://depart.moe.edu.tw/ED2400/News_Content.aspx?n=E8E2E9E3E4EAE332&s=19506BCA523858E9

Arizona State University (ASU). (2014). *Higher education maker summit*. Arizona, ASU: ASU Chandler Innovation Center.

Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers.

Burning Man. (2014, December 17). *A Statement from Jim Tananbaum*. Retrieved from <http://journal.burningman.org/2014/12/news/brc-news/a-statement-from-jim-tananbaum/>

[m-tananbaum/](#)

Executive Office of the President. (2014). *Building a nation of makers: Universities and colleges pledge to expand opportunities to make*. Washington, D. C.: The White House.

Fried, B., & Wetstone, K. (2014). *The White House Maker Faire: "Today's D.I.Y. Is Tomorrow's 'Made in America'"* [White House blog post]. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/blog/2014/06/18/president-obama-white-house-maker-faire-today-s-diy-tomorrow-s-made-america>

Halverson, E. R., Sheridan, K. M. (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Education Review*, 84(4), 495-504.

Hatch, M. (2014). *The maker movement manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. New York, NY: McGraw-Hill.

ICSID. (2015). *Definition of Industrial Design*. Retrieved from <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>.

Kurti, R. S., Kurti, D. L., & Fleming, L. (2014). The Philosophy of Educational Makerspaces: Part 1 of making an educational makerspace. *Teacher Librarian*, 41(5), 8-11.

Maker Ed. (2015). *Help create conditions that empower youth to learn and reinforce the opportunity to achieve*. Retrieved from <http://makered.org/maker-vista/>.

Moggridge, B. (2007). *Designing interactions*. Cambridge, Mass: MIT Press.

Network Society Project. (Producer). (2014, September 19). *Mark Hatch: Your Own Personal Industrial Revolution* [Video]. Retrieved from <https://youtu.be/FrXP4U3nqRE>.

Newton, J. (2013, September). *TechShop Menlo Park: Move & Rebuild*. Retrieved from https://www.indiegogo.com/projects/techshop-menlo-park-move-rebuild#.

O'Reilly Media. (2012, May 17). *Maker Education Initiative Launches at Maker Faire*. Retrieved from <http://www.oreilly.com/pub/pr/3046>.

Peppler, K., & Bender, S. (2013). Maker Movement Spreads Innovation One Project at a Time. *Phi Delta Kappan*, 95(3), 22-27.

Sheridan, K. M., Halverson, E.R., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., & Owens, T. (2014). Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educational Review*, 84(4), 505-531.

The White House, Office of the Press Secretary. (2014, June 17). *Presidential Proclamation -- National Day of Making, 2014*. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/06/17/presidential-proclamation-national-day-making-2014>.

Wagner, K. (2015). *Part disneyland, part burning man: Maker Faire turns 10 years old*. Retrieved from <http://recode.net/2015/05/17/part-disneyland-part-burning-man-maker-faire-turns-10-years-old-qa/>.

* 陳淑敏，大同大學通識教育中心教授兼教學發展中心主任（通訊作者）

** 李文淵，大同大學工業設計系主任

*** 楊育修，大同大學工業設計系兼任講師

**** 黃幼萱，Pinkoi設計誌編輯

***** 吳志富，大同大學設計學院院長

電子郵件：amyshumin@gmail.com（通訊作者）；wylee@ttu.edu.tw；yuhsiu2000@me.com；melrose1208@gmail.com；wcf@ttu.edu.tw

來稿日期：2016年1月25日；修訂日期：2016年4月13日；採用日期：2016年4月20日