

# 技術面向下創客教育推動之探析

新北市政府教育局技職教育科科长 劉金山

創客教育近期在校園興起，相關推動多以普及為主，惟創客發展實有其深化之必要與歷程。本文旨在透過創客概念分析、技術下的創客學習進行分析後，提出技術面下的推動策略，朝向更全面及深層實施。

## 壹、發現創客

任何新事物產生都可從其時代發展脈絡中嗅出端倪，創客興起亦不例外，與工業革命緊密連結。從1780年到20世紀末，人類共經歷了四次重大的工業革命，即蒸汽機、運輸、科技和雲端技術。另從三級產業製造業觀之，在科技及雲端技術的工業革命進程下，工業原材料的物理與化學屬性得以科技化改變，讓製造業從少量定制、少量標準化生產、大批量標準化生產、大批量定制化後，邁向客製化量產的新階段，為製造業創造前所未有的發展規模，亦稱之為「工業民主與個性化時代」（Marsh, 2103；王佑鎂，2015）。

另從名詞觀之，創客一詞來源於英文Maker和Hacker兩詞綜合釋義，係指一群酷愛科技、熱衷實踐的人群，他們以分享技術、交流思想為樂，而以其為主體的社區（Hackerspace）則成了實踐載體（維基百科，2016）。國際創客空間Techshop2013年發佈的「創客運動宣言」（The Maker Movement Manifesto）闡釋了創客行為的八大內涵，分別是創意製造、分享、給予、學習、善用工具、玩中學、參與、系統支援和變革。學者王佑鎂（2015）將其歸類為「追求創變」、「樂於分享」、「使用工具」及「融合玩學」；創新發明學會（2015）認為，創客就是「透過動手去主動學習，把自己的點子實現出來，能清楚解釋作品的原創思考，不用考試成績來定義自己，而是用動手實做展現自己解決問題的能力和自信。創客對每件新事物做出的過程都

充滿好奇，對新的人事物及交流分享會有一種滿足與成就感。新北市政府為全國首先投入創客之縣市，並提出創客教育123口號，強調「一個好點子，二人合作動手試看看，三五好友齊分享」，並以「整合」、「自學」、「實作」及「創意」作為核心概念（圖1）。

創客從其與工業革命發展脈絡的時代背景，並從「名詞」及相關內涵的文獻得知，其精神具有1. 「DIY」動手基因、2. 現有技術下創新基因、3. 技術分享及空間開放的分享基因及4. 互聯與物聯網下社會關懷基因。是以，在此脈絡下「新技術的運用」及「問題導向的跨域思考與創新」除了是創客延續的價值外，更將是教育學習的重要趨向。



圖1 新北市創客教育理念

## 貳、技術下的創客學習

### 一、技術、創造與全人發展

學者Shapiro（2014）提出，人類的學習方式雖然多種多樣，但基於創造的學習是人類自身最需要、最偏好亦是最人性化學習方式。蔡崇建與高翠霞（2005）認為學習、適應與創新被視為人類學習三大層次，而教育之極致在於知識創新同時培養人的創造力，進一步聚合成為團體創造動力，以適應變動社會。故在基於創造的學習過程

中，學生不應為被動資訊與知識的接受者和消費者，而應是主動的知識應用者與創造者，教師需要思考不以傳遞知識為主，改以系統性、思考性或主題性教學與思維方式，開發學生的創造力，提升學生利用技術工具與方法創造產品與工具以解決問題的潛力（Stager & Martinez, 2014）。Allen與Yokana（2014）對於「創造的學習」提出四階段論，分別為1.「準備階段」，即學生對自己的創造目標與過程有初步設計，願意投入時間思考、分析不明的問題情境，並且具有一定的判斷力，同時採開放思維去設想問題解決的多種途徑，並在過程中保持興趣與熱情；2.「實驗階段」，即學生透過實驗操作進以判斷創造設計的合理性，從歷程反思將思緒清晰脈絡化；3.「原型製作階段」，即透過實驗階段後，各種變數關係中找到問題解決的可能性，並檢視所學及所知創造材料設計創造出原型產品及4.「整合回饋階段」，即學生評估、反思、分享自己的作品，提出改進建議等。

經由前述創造與學習的關聯及創造力學習階段分析後，應逐步探討如何打造有意義、有目標的創造學習，其中「技術」導入格外關鍵，正如美國中小學创客運動中，特別關注在科學、科技、工程、數學等學科學習的提升，此等學科都是技術導向下的本質學能。技術與教育的連結，近期美國及德國均高度關注，如美國自2010年提出《重塑美國教育：技術驅動下的學習》、2015年公布《為未來而準備的學習—重塑技術在教育中的作用》及的2016國家教育技術計劃（NETP），重點關注如何利用技術讓已有的最有效的學習原則發揮出強大的力量，改變學生原有的學習體驗，增加基於項目的探究式學習、混合式學習等新型學習體驗，培養積極主動、富有創造力、知識淵博且品德高尚的一代公民。

接續上述，隨著技術門檻降低與取得便利，將更有助於創造的學習，如Maker Bar Taipei專案經理劉家豪所提，現行在公共圖書館、學校、社區等附設创客空間，透過數位軟體及數位自造工具如3D列印機、鐳射切割機與CNC等工具，加上網路的傳播，不但使得自造的門檻大幅降低，也讓创客社群在世界各地發展的同時，創造出各種實體與虛擬平台。在技術的學習上，若需更精密、更智慧的製造能力，如需要某些感測技術，現今也有許多開源的硬體技術可供參考，這些技術不但可以很方便的蒐集到相關資訊，由於這些技術採用開源方式，各地的创客在回饋設計或應用的心得後，還可以讓這些硬體不斷的進化，而且可以對應不一樣的產品，使用不同的硬體技術。

## 二、创客教育與高職教育

美國學者Edgar Dale提出「學習金字塔」理論（圖2），針對多種學習方式，測試學習者2周後對已學習內容的平均留存率，結果顯示小組討論、做中學、教授他人這幾種主動、實踐和團隊型的學習方式，其學習效果都較靜態式學習好，此正可以反應「创客教育」的價值性。強調實作概念外，尚有創新元素，而在創新歷程中需有技術的認識、深化及跨域。是以國內MakerBar Taipei專案經理劉家豪對於创客發展階段，認為有三，分別是如何運用手邊的知識及工具成為创客（Zero to maker）；第二個階



圖2 學習金字塔

## 焦點話題 >>>

段則是Maker to Maker，利用創客打造的社群網站或是實體世界的創客空間，相互學習及交流，掌握更多成為創客的知識及技巧；第三個階段是Maker to Market，也是認為最困難的階段，如何讓創客的作品能夠商品化。

從我國創客教育發展觀之，新北市自2014年起推動創客教育，陸續成立6所創客中心學校，除積穗國小外作為國小試辦基地外，其餘5所皆為高中職學校，分別為「鶯歌工商」、「板橋高中」、「金山高中」、「中和高中」及「新北高工」，其中板橋及中和高中的設立及空間，多以創意發想與文創實作；另鶯歌、金山及新北則依其職業學校特殊性，分別在陶瓷金工、資訊與電路、木工與機械部分進行技術深化與創意實驗連結。前教育部長吳思華在2015年視察新北市創客教育推展概況，同時宣布從高中開始推動「創意自造」5年計畫，自105年至109年逐年增建創客實驗室（自由時報，2015），從其《105年度教育部國民及學前署自造實驗室（Fab Lab）建置、營運及實施計畫》所設立自造實驗室，亦定位為高中職，而以學校類型比例分析，仍以高職學校比例較高（圖3）。此外，教育部於103年11月28日臺

教授國部字第1030135678A號函訂定「十二年國民基本教育課程綱要總綱」（以下簡稱十二年國教課綱），並自107學年度，依照不同教育階段（國民小學、國民中學及高級中等學校一年級起）逐年實施。其中，在技術型高中部分，在過去「教師本位」、「考試領導教學」、「實作課程減少」及「務實致用能力弱化」下，高職特色逐漸消失，未來在十二年國教課綱推動下，將以深化學習與就業競爭力為主軸，特別提出「技能領域」概念，強化科與科之間共同性技術能力之培養，做為跨領域學習之前導；另原「專題製作」課程轉為「專題實作」，並增訂專題實作教學指引，大幅落實技術型高中專題實作。是以，從上述發展脈絡，再對應創客三階段「Zero to maker」、「Maker to Maker」及「Maker to Market」，筆者認為在教育普及上，適合在中小學教育進行概念引導、技術認識與實作，進而以專題方式進行問題探究與解決。但以創客的深化層次，則適宜在高職階段為之。而中國北京師範大學3D技術與學生創新能力發展研究中心於《2016新北市創客教育月-兩岸創客論壇》以「創客教育、創客空間與職業教育」為題，說明中國在創客教育深化發展上，以高職為主要核心，更指出在2015年5月8日公佈《中國製造2025》強調以高層次、急需緊缺專業技術人才和創新型人才為重點，實施專業技術人才知識更新工程和先進製造卓越工程師培養計畫，而創客教育將會扮演核心角色，正與筆者論述觀點趨近。

教育部國民及學前教育署 高級中等學校自造實驗室學校一覽表

序號	直轄市、(縣)市區域	Fab Lab校數 (擬定數)	已設立 Fab Lab校數	尚待設立數	已設立 Fab Lab學校	啟用日期
1	臺北市	2	1	1	國立仰光附中	105.3.24
2	新北市	2	2	—	新北市三湖北 新北市三湖北	104.5.9
3	桃園市	2	1	1	國立竹塹高中	105.6.7
4	新竹縣	1	0	1		
5	新竹市	1	0	1		
6	苗栗縣	1	1	—	國立苗栗農工	105.5.30
7	臺中市	2	4	—	國立臺中高中 國立臺中家商 國立臺中女中 國立清水高中	104.5.26 105.6.23 105.6.27 105.4.7
8	彰化縣	1	0	1		
9	南投縣	1	0	1		
10	雲林縣	1	0	1		
11	嘉義縣	1	0	1		
12	嘉義市	1	0	1		
13	臺南市	2	2	—	國立臺南二中 國立臺南海軍	105.3.2 105.5.13
14	高雄市	2	1	1	國立鳳山高中	104.5.5
15	屏東縣	1	0	1		
16	基隆市	1	0	1		
17	宜蘭縣	1	0	1		
18	花蓮縣	1	1	—	國立花蓮高工	104.4.29
19	台東縣	1	0	1		
20	連江縣	1	0	1		
21	金門縣	1	0	1		
22	澎湖縣	1	0	1		
	合計	28	13	17		

圖3 國教署自造實驗學校

### 參、技術面向下的創客教育推動

以下茲就政策、教學及空間等面向下，探討技術面向下的創客教育推動策略：

#### 一、政策面

技術及職業教育法於104年1月4日發布，將技職教育之實施訂為「職業試探教

育」、「職業準備教育」及「職業繼續教育」，從技術面向角度觀之，職業準備教育係屬技術面向最為扎根與實作階段。而新北市為落實「職業試探教育」，引領國小高年級學生學習，在試探與體驗課程設計上，將職業教育體驗課程概分為工業、商業、農業、家事、海事水產及藝術等六大類，以建立學生的職業類群之概念與認知，並自103學年度首創成立「職業試探暨體驗教育中心」（以下簡稱職探中心），提供區域內中小學生進行職業試探與體驗教育，讓職業教育向下延伸到國小高年級教育階段，六大職類核心內容均訂有課程節數與單元主題數。未來，創客教育推動上，可以職探中心作為創客教育的基礎認識，從認識中找到自己未來可「主題式深化領域」，進入創客（Zero to maker）階段；國中部分，對應107課綱新設「科技領域」，包含生活科技與資訊科技，可以引入技術研究及社群互動，達到創客Maker to Maker階段；若學習性向已確定進入技術型高中之學生，在此階段可透過「國民中學技藝教育實施辦法」參與專班，並可藉由校內職業試探社團開設，豐富其創客所需技術面向；在高職教育階段，則透過就讀學科的技术精進、實作課程結合技藝競賽等歷程，並輔以校內融入創客教育核心概念「設計思考」及「商品化歷程」，逐步進入Maker to Market階段。

## 二、教學面

Basnage（2014）提出基於創造下的全人學習概念，應包含6項要素，分別為1. 學科知識，即學習者能有效地建構內容性知識並應用這些知識，從陳述性知識道程式性知識的轉變程；2. 創新與創造，即學習者能通過實驗、實踐與創造，產生新的創意與問題解決辦法；3. 自我認知，即學習者能認識到自我各項發展，透過調適保持最佳學習狀態；4. 合作，即學習者能與他人共用及共享

資源，形成互助與互賴關係；5. 溝通，聽過傾聽與訊息回饋歷程，建立對話機制及6. 責任感，即學習者能對自己的行為負責培養承擔責任的熱情並採取積極行動。本市創客教育以「整合」、「自學」、「實作」及「創意」為主軸，與上述全人學習概念符應，未來在技術面向下的教學強化，可朝下述方式努力：

- （一）創客增強教學（Maker-enhanced Instruction）：可透過現有的創客空間、網路資源、創客活動引領，做為導入性策略，包括現行的手作包、自造包、DIY工具箱，都是引入創客教育領域可用的動機。惟若以技術面觀之，則宜在現行課程架構中，採行STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics，簡稱STEM）模式作為起步，在各項領域課程朝跨域結合，並於彈性課程或社團時間以主題式統整方式進行探究。
- （二）創客融合課程（Maker-infused Course）：從教學導入到課程，可從基本的認識工具進行，若以技術面而言，可以開始透過模組課程，讓基本技術原理、技術內涵與技術功能融入課程，在此過程中，可以引入業界與技術專精人員，協助技術課程的帶動。此外，模組課程導入後，可以逐步以設計思考角度，融入創意思考及問題探究等課程。
- （三）創客變革學習（Maker-centered learning）：接續教學與課程範疇，創客運動發起者及《Make》雜誌創始人Dougherty認為，創客運動可以給教育帶來好的甚至是顛覆性的變化，故對於「創客學習」應有更積極性的思考，例如學習場域的多元化，因應技術取向之不同，選擇教學場域；教師組成的多樣化，創客學習面向豐富且多樣，老師則

## 焦點話題 >>>

各有專精，因此對於創客教育在技術深化上，可以透過校內社群、跨校社群、全市社群、創客技術社群等擴展，豐富技術人力協助面向，讓創客學習不受限。

### 三、空間面

在技術面向下的創客空間，可從實體與虛擬空間進行規劃，在1. 創客實體空間，一般設有創客個人學習區、小組交流討論區、發明製造空間、作品展示區，屬於帶狀空間（如一層樓），而非單一空間。其中「個人學習區」是一個獨立的空間，在空間內配備有桌椅、電腦、無線網路。「小組交流討論區」可配備圓桌、沙發、白板、投影儀等設備。「發明製造空間」建議納入Arduino（開源硬體平臺）、3D掃描、印表機、小型焊台、雷射雕刻機、雷射切割機等傳統的機械工具和新興的數位元製造工具。「作品展示區」則展示在創客空間製作的成品及設計概念。至於2. 創客虛擬空間，主要為共用技術和資源平臺，學校可以通過購買、整合圖書館線上資源，彙整創客所需的資料庫及工具書籍，另透過網路平臺建置分享區，甚至作為與企業媒體或產品募資平臺。通過這種深層次的交流與互動，學生創作不斷受到啟發，原型不斷修正以臻完善。

我國創客教育推動，從地方政府的試辦至中央部會的鼓勵推動，逐步獲得關注。惟創客教育除理念外，更重要的是其背後更深具意義之「技術面向」，期盼透過本文之分析，提供各教育階段推動之實踐策略，讓其理念及實踐在教育場域真正帶動真學習，再創教育「新視界」。