

STEAM Maker 跨域整合，實踐 12 年國教

張玉山

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展系教授兼系主任

一、創客運動與創客教育

英國的 NESTA(2015)協會調查了境內 97 個創客空間(Maker space)，所設置的設備包含一般手工具、一般鋸鑽等機器、木工、金工、珠寶精緻加工、陶藝、塑膠工、玻璃、圖文、攝影暗房、科學生化、電子、影音多媒體、雕塑、其它等，種類相當多樣。使用者包含訪客、業餘愛好者、創業者、微型業者、中小企業、大企業或組織、學生、老師、及其他。在這些創客空間中，八成以上都是以業餘愛好者及創業者為主要的使用者。以學生及教師為主要使用者的創客空間，只佔一至兩成，例如 Imperial College Advanced Hackspace – ICAH (https://www.facebook.com/pg/advancedHackspace/photos/?ref=page_internal)、FabLab NI (https://www.facebook.com/pg/fablab.nervecentre/about/?ref=page_internal)、makersCAFE (<https://www.facebook.com/MakersCafeLondon/>)、Tiree Tech Wave (https://www.facebook.com/pg/tireetechwave/about/?ref=page_internal)、以及 Uni Kent The Shed (<https://www.facebook.com/unikentshed/>)。這些教育導向創客空間多由大學、學會協會(非營利機構)所設置，少數由商業團體創立。和其他國家相較之下，臺灣的創客空間能在教育部的重視下，從大學到中小學，計劃性地設置，確實很值得肯定。

創客活動具有教育的意義和價值。從福祿貝爾、佩斯塔洛其、凱欣斯泰奈、杜威等學者強調實作的價值，到過度強調考科、紙筆測驗、知識記憶背誦、知識片段破碎等問題嚴重後，創客自然而然就踏進了教育，踏進了校園內外，成為創客教育。基本上，創客教育的價值包括：

- (一) 實作的成就感，建立自信：在製作過程中，訓練學生的專注與堅持度；透過作品的完成，提供成就感與自信。
- (二) 體驗學習，深化學習、主動學習：從實際體驗中(Kolb 體驗學習理論)，學生和外界的工具材料與物品，有充分互動，再透過分析歸納省思等思維能力，建構經驗、獲得知識(杜威)。這樣的知識學習是最深刻的(Dale 經驗塔理論)。
- (三) 創意創業，厚植人力素質：創客最終期望，除了業餘嗜好，更希望培養學生的創意思考、創新能力，啟發創業的種子。即便將來不是創業者，也對自身從事的工作，保持創新能力與動力，解決產業界創造性問題解決能力的急切需求。

創客教育的實踐，有玩、做、想、創四個步驟，如圖 1：

- (一) 玩：玩一玩，動一動，組一組。玩一玩的目的是在提起興趣，進而引起學習動機。也有學者認為，在 ARCS 的動機理論下，組一組成品，可以建立成就感，這也會有助於學習的動機。至於動一動，則是透過碰觸與操作，提供感官的直接經驗，以建構學習體驗，成為經驗學習的第一環。
- (二) 做：從材料做出成品。將材料製作成成品，需要先有製作規劃與工作規劃的能力；在製作過程中，需要觀察與細膩動手的敏銳能力；直到成品製作出來，則需要有堅持與毅力，誠如德國的勞作教育所強調「培養堅毅的公民品格」。至於成品製作出來後，學生獲得成就感，則可以大大增進自信心與自我效能。
- (三) 想：想想看，產品在材料、工具、加工、作動原理等的相關問題。在過程中，學生可以發現問題、發現知識，思考採用這種材料、加工方法、加工工具的原因，並可以印證以前所學到的知識，在歸納成新的學習經驗，達到 POE/POEC (預測-觀察-解釋)/ (預測-觀察-解釋-比較) 的體驗探究學習效果。
- (四) 創：創新、改變、延伸、擴充等，在創新性上面，有更多變化。創新創意是創作的核心，是科技研發的主軸，也是發現新知的動力，更是創客創業的基礎。創客教育在玩、做、想之後，還必須引導學生利用創意思考技法，在既有的事物及知識上面，做更多的創新變化。

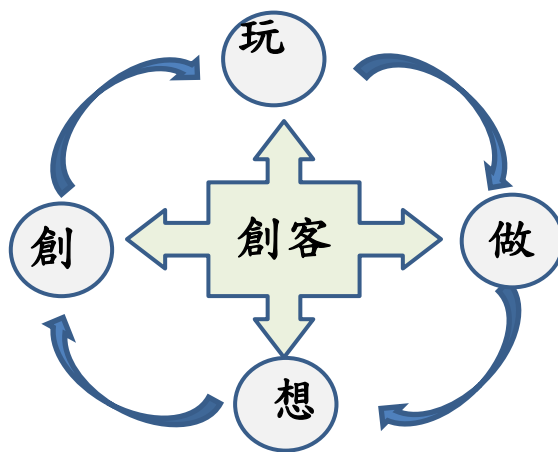


圖 1 創客教育的實踐模式

二、STEAM 與創客教育

從美國的學者提出 STEM 的口號，加上美國總統歐巴馬將之納入重點政策，STEM 受到國際各界廣泛的注意。STEM 的主要背景包括：科學科

技人才不足、生的學習動機不足、學習知識片段及整合性不足、知識實用性不足等。其後，陸續有人認為 STEM 應該將藝術設計(Art)納入，使成品的製作更具有設計感及美感，就成了 STEAM。之後，更有學者認為設計與製作應該將

社會人文 Humanity 納進來，因此，Art 就不只是藝術這一個學科，而是多個人文與藝術學科，就成了 Arts。

但是如果我們從設計思考的角度切入就會發現，從人的需要及想要為出發點，發現問題與解決問題，從「同理心」、「需求定義」、「創意動腦」、「製作原型」、「實際測試」的歷程，達到以人為本、跨域團隊合作、做中學學習、同理心、快速原型製作與修正等目標，不也正是 12 年國教「自動好」的自主、互動、共好精神，也整合 STEAM 的跨科學習，也能將所學應用到實際的情境，達到素養提升的目的。因此，STEAM 課程的重要性包括：

(一) 與現實世界的聯繫

教材從生活出發，也用於生活。STEAM 課程的內容設計，多以單元或主題式編製，也適合從問題或情境為出發點，結合真實的生活情境。學生獲得的方案及問題解決的能力，也可以應用在生活上相同或不同的情境上。

(二) 注重學習的過程

除了知識的傳遞、動手實作、創新的思維，更重要的學習過程的深度參與及學習興趣的提升。

(三) 強調實作

不論是設計創新或探究實作，STEAM 學習活動都強調跨學科、動手做、嘗試錯誤、團隊合作、問題解決、以及實踐應用。

(四) 整合藝術人文的學習

設計創新的主軸，強調設計思考，也就是以人為出發點，在 STEAM 的整合特性下，有關藝術、社會、人文等學習，也會有意義地融入到活動中。

(五) 培養問題解決的設計思考能力

從真實問題發現、小組研究、蒐集資料、分析數據、設計、測試、改進製作出來的方案，讓學生在設計思考過程中，習得設計思考能力，在問題解決過程中，習得問題解決能力。

STEAM 教育已逐漸受到許多國家的重視，例如美國國際科技與工程教育學會(ITEEA)透過設計活動的教育(Education by Design)、6E 學習(6E Learning by DeSIGN)的 STEM 課程，以及 NASA 所推動的機器人 STEAM 課程(Quigley, Herro, & Jamil, 2017)，以及南韓更大幅度推動 STEAM 教育(例如 Incheon 大學)提出車輪課程模式(Wheel Model, STEAM & HUG)(Kim, 2016)。綜整來看，當前推動的 STEAM Maker 的課程與教材的策略包括：

(一) 單元式融入

把設計實作，融到各個科目。音樂科，可以做烏克麗麗；數學科可以做翻滾玩具，算角度，算角度偏差；化學科可以做火箭燃料、導電粉筆畫電路圖；物理科可以研究重力玩具、斜坡玩具、槓桿玩具等；地理科可以研究不同溫溼度感測的恆溫恆濕系統開發、不同地形的機器人或載具、地質探勘器具開發；

歷史科可以研究不同年代武器發展、不同年代船舶設計等。

(二) 跨科連絡式教學：

當生活科技介紹運輸機構時，歷史可以介紹該時代的運輸載具；當生活科技介紹機構玩具時，也可以提醒學生在物理科曾教到的力矩、槓桿、扭力、輪軸等概念。

(三) 多科統整：

以共同主題的單元教學，讓多個科目配合教學。例如生活科技講到文創商品的設計與製作，美術可以教視覺設計與商業設計，用於產品外觀與商品包裝上面。

(四) 主題式課程

以一個大主題，例如能源問題、空氣汙染問題、溫室效應問題、交通壅塞問題等，作為各科教材設計的主軸，各科都環繞這個主軸來設計教材。例如在溫室效應主題下，生活科技可以研發無燃燒排放的動力機(風力、太陽能等)；地理科研究溫室與氣流的關係；化學研究不同燃油的熱排放與溫室效應關聯；生物科研究溫室效應對物種生存與生態的影響。

因此，STEAM Maker 課程結合設計思考與探究學習，是以探究實作及設計創新為主軸，整合 STEAM 的學科知能，讓學生進行主動的、深度的、應用的、整合的學習，如圖 2。

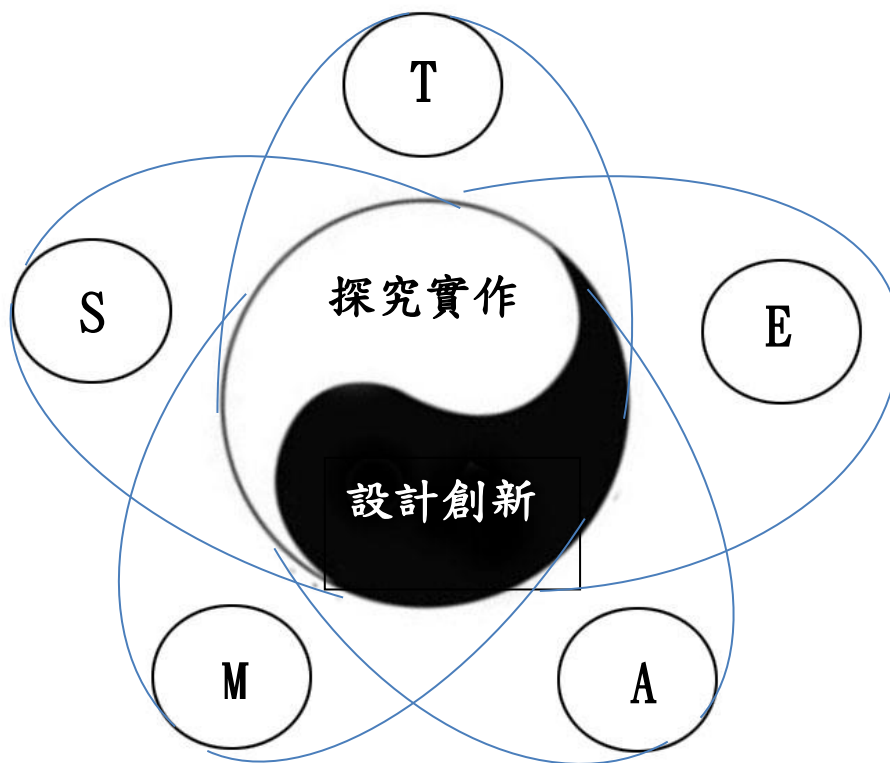


圖 2 STEAM Maker 課程的理念

三、教師培訓是 STEAM Maker 的成功關鍵

STEAM Maker 的核心是設計思考與探究學習，主軸是探究實作及設計創新，策略是「玩做想創」，目的是培養「自動好」的問題解決能力之實踐應用。除了設備到位與教材發展，STEAM Maker 教師的培訓，更是教育落實的關鍵。在 STEAM Maker 教師專業能力培訓上，又以「做」最重要，先讓老師們有足夠的實作經驗，體驗過足夠的實作單元，才能有融入的空間基礎，來發展融入式教材。

參考文獻

- Kim, P. W. (2016). The wheel model of STEAM education based on traditional Korean scientific contents. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2353-2371. doi: 10.12973/eurasia.2016.1263a
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117, 1-12. DOI: 10.1111/ssm.12201
- NESTA. (2015). UK makerspaces: the data. Retrieved from <https://www.nesta.org.uk/uk-makerspace-s-data>

