

動手做、自造到數位設計的融入應用 — 國中生活科技課程的實踐與創新作為

張美珍

國立高雄師範大學 工業科技教育學系 副教授

摘要

自造者運動或稱創客運動(Maker Movement)近年來蓬勃發展，而自造教育即以自造者運動的動手做、創造、學習及分享的精神融入教學體制內。目前台灣108新課綱實施在即，而新課綱最大的改變是將「生活科技」與「資訊科技」結合新增了「科技領域」課程。這一波教育變革中，新成立的科技領域課程提供中小學生哪些新的創新與學習的機會？如何讓學生從動手做中體驗自造的精神？從動手做活動、自造教育到新興科技融入的教學應用，新的科技課程將圍繞學生具體的生活情境，以學生的學習為中心，透過專題導向的教學策略，讓學生探究學習，體驗新興科技的具體應用，促使國中小學生的科技學習落實深耕與實踐。

本文以「藏寶不求人-創意機關盒」為案例，分享台灣中小學的科技課程的實踐與創新作為。在自造教育中，高科技工具(機器人、低成本電腦元件、3D列印機和其他數位科技產品)有時候會遮蔽了自造教育的本質，自造教育中最具價值之處在於使學習者透過動手實作，實際體驗；解決問題、設計思考，進而能主動的、熱情投入、接納失敗甚至冒險嘗試，乃至合作與分享。

「藏寶不求人-創意機關盒」教學活動的設計便立基於此，讓學生從科技史出發，進而發展出自己獨特的機關盒設計，從中有許多機構設計、解密的數學的融入教學，是STEAM課程的良好教學案例。本文透過教學模組規劃設計的分析，介紹台灣中小學的新課綱科技課程的實踐與創新作為，期作為未來中小學教師在科技課程教材研發上的重要參考。

壹、前言

因應自造教育 (maker Education) 的新浪潮，高雄師範大學工業科技教育學

系自 2016 年開始執行國中小學自造教育的推廣輔導計畫，於 2017 年度共輔導成立了 22 個中小學自造教育及科技中心，預定於 2020 年成立 100 個科技中心，將自造及科技教育的推廣遍及全國各中小學。自造及科技中心秉持自造教育(maker Education) 與科技教育(Technology Education)的核心理念，在中小學教育中納入動手實作、創新及體驗新興科技的教學內涵，透過專題導向的學習策略，讓學生們培養面對數位科技時代的各項核心素養。而科技中心所推展的各類課程或活動的內涵與新課綱「科技領域」的課程內涵須結合連動，以利於未來的永續推展。自造教育的精神在於讓自造者們可以感受到動手做的好玩與樂趣，也體驗到自造實物的實用價及個人的成長，而更重要的是能正向面對失敗以及學習如何團隊合作(Martin, 2015)。目前各自造中心的主題內容包含基本手作課程，如木作、陶藝、布料、編織創作等；數位自造，如運用 3D 列印、雷射切割等數位加工機具進行作品加工製作；機電整合的課程，如運用基本的電子與機構原理、各類模組化的自走車、機器人等，讓學生學習電子電路與機構整合、簡單的程式設計、認識機器人的各個組件與應用趨勢。

另外，科技領域的課程重點在於強調如何培養學生的科技素養，其課程目標包含了(1)讓學生們習得科技的基本知識與技能並培養正確的觀念、態度及工作習慣；(2)善用科技知能以進行創造、設計、批判、邏輯、運算等思考；(3)整合理論與實務以解決問題和滿足需求；(4)理解科技產業與職業及其未來發展趨勢；(5)啟發科技研究與發展的興趣，進而從事相關生涯試探與準備；(6)了解科技及其對個人、社會、環境與文化的互動與影響。

但何種課程可以呼應自造及科技教育的理念呢？在設計教材內容、辦理各類課程時，單純提供學生動手實作的機會就足夠了嗎？應該透過何種引導讓學生學習提出構想？如何訂定主題再進行設計製作？一般學生須透過仿作中學習技能，而後才能進行創作。這樣一連串的教學活動應如何設計，而課程教材的設計須與十二年課綱連結？本文從自造教育的核心精神、教學歷程及新課綱科技課程實踐等相關研究進行探討分析，分享「藏寶不求人-創意機關盒」教學活動教學方案的開發歷程為例，說明如何將自造與科技教育加以融合設計教材，供國中教師應

用。透過這個教學模組的分享，介紹台灣中小學的新課綱科技課程的實踐與創新作為，期作為未來中小學教師在科技課程教材研發上的重要參考。

貳、動手做、自造教育的核心精神

動手做(hands-on)其實是人類學習的本能，從對事物的觀察、好奇到動手、操作、實驗，一直以來都是人類累積知識經驗的方法。而在教育上因為知識層面、專業擴增，而採分科且要有效率的精熟學習，因而中小學許多學習領域中動手做的機會變少。唯有在「生活科技」課程中，動手實作是主要的學習方式與策略。雖然因科技的演進變化，「生活科技」科自「手工」到「工藝」而後的「自然與生活科技」等不同階段有不同的課程名稱，課程內容重點也不同，但是學習的方式大多是需要動手操作的活動，並強調具體的「作品」。而後因強調培養學生在科技社會中所需要的科技素養，採「解決問題」為主要的學習策略，但教師仍大多採用動手製作成品來傳遞「解決問題」的科技素養（朱耀明（朱耀明, 2011），2011）。中學課程中雖然有生活科技科，但對於「動手做」的核心精神，卻因升學考試的影響，長期以來未受重視，而形成未正常化教學的問題，直至近幾年來，因強調科技素養的養成及自造者運動（maker movement）的興起，才讓動手做有機會重返教育的舞台，成為一重要的角色。

動手做與自造的核心精神是什麼？為何需要教育領域再次努力推廣？而應該如何推展？哈佛教育研究所 Project Zero 的製造與設計(Making and Design)子計畫中一項名為 Agency by Design 的計畫，提出了以自造者中心的學習特色（maker-centered learning）。在該計畫的理念架構圖中提出了三個非常重要的學習歷程。在自造教育中，學生是被邀請來放慢腳步，對於發生在生活周遭，但我們也許不常注意的日常系統進行深度思考，進而開始注意到生活環境中的各式系統，啟發他們的好奇心，並帶領他們獲得新的思維模式，最後使他們擁有設計與創造的能力，並以以上主張整理出三要點(圖 1)：

1. 仔細觀察：仔細觀察生活周遭的物件或系統，並注意他們的構造及細節，進而有機會開始了解他們複雜的機構。
2. 探索複雜：探尋人與物件或系統中的各部分的互動方式，包含使用動機、價

值、優先順序。

3. 發現機會：根據觀察與探索來獲得建構、製造、設計、改造物件或系統的機會。

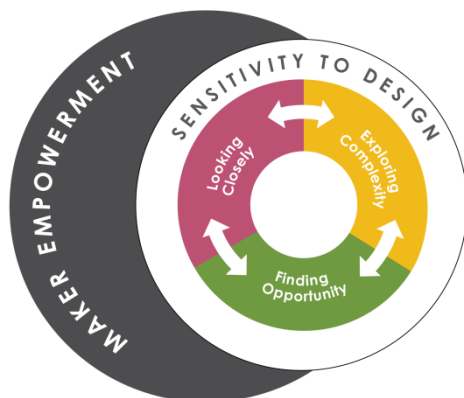


圖 1 Agency by Design 所提出的自造思考規準

(<http://www.agencybydesign.org/explore-the-framework>)

自造活動其實提供的是一個情境、機會、學習的歷程，學生在這歷程中，學習獨立或協同地發現問題、分析問題並利用多種工具與資訊創造產品。學生被鼓勵從事自發性的探索，須學習如何綜合多學科的知識尋找問題最佳解決策略。自造教育情境下的學生對自己的學習任務、策略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，更容易產生新的創意。因此有了：發現問題、分析問題與解決問題的能力，並更容易保持學習的激情、增強學習的信心(Kurti, Kurti, & Fleming, 2014)。

參、科技領域課綱的理念與實踐

108 年起台灣將全面實施十二年國民基本教育新課綱，其理念架構為：

“課程發展本於全人教育的精神，以「自發」、「互動」及「共好」為理念，強調學生是自發主動的學習者，學校教育應善誘學生的學習動機與熱情，引導學生妥善開展與自我、與他人、與社會、與自然的各種互動能力，協助學生應用及實踐所學、體驗生命意義，願意致力社會、自然與文化的永續發展，共同謀求彼此的互惠與共好。”(十二年國民基本教育課程綱要，p.1)

同時，以「成就每一個孩子—適性揚才、終身學習」為願景，重點在於培養學生具備基本素養，強調培養以人為本的「終身學習者」，而課程發展須以核心素養為導向，共分為三大面向，分別為：「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」。三大面向再細分為九大項目：「身心素質與自我精進」、「系統思考與解決問題」、「規劃執行與創新應變」、「符號運用與溝通表達」、「科技資訊與媒體素養」、「藝術涵養與美感素養」、「道德實踐與公民意識」、「人際關係與團隊合作」、「多元文化與國際理解」(教育部，2014)。圖2展現的就是核心素養中三面九項的滾動輪，以終身學習者為最終目標，而所有的課程應該圍繞在生活情境下，讓學生的學習更為具體可現。



資料來源：十二年國民基本教育課程綱要總綱—核心素養的滾動圓輪意象
台灣國際教育資源網學會 重繪

圖 2 核心素養滾動輪

架構在總綱之下，其中新增「科技領域」課程是這一波教考的重點項目。而新領域期待提供什麼樣的課程，要培養學生哪些能力及素養呢？在科技領域課程綱要中指出科技領域的核心理念是：

“透過營造適性與友善的學習環境，使每一位孩子都能具備基本的科技素養，並且在適性與支持的環境下，啟發與開展孩子的天賦，不受性別限制。...科技領域之課程旨在培養學生的科技素養，透過運用科技工具、材料、資源，進而培養學生動手實作，以及設計與創造科技工具及資訊系統的知能，同時也涵育探索、創造性思考、邏輯與運算思維、批判性思考、問題解決等高層次思考的能力。”(國民中學暨普通型高級中等學校-科技領域，p.3)

從科技領域課綱的基本理念，我們看到了幾個關鍵字，包含「運用科技工具」、「培養學生動手實作」、「設計與創造」、「運算思維」及「問題解決」...等等。另放眼國際，諸多先進國家為因應科技的發展，提出不同的策略，例如德國提出的「工業 4.0」概念；美國則提出了「先進製造」國家戰略，在教育方面更積極推動科際整合的「STEM」、「STEAM」教育，將科學、科技、工程、數學、藝術等學科知識進行整合學習。這波潮流加上自造者運動，讓全民對於科技領域課綱的實施有了更高的期待，而科技領域中的「生活科技」教育的課程便涵括了「運用科技工具」、「培養學生動手實作」、「設計與創造」及「問題解決」等重點內涵。圖 3 所指為生活科技科的學習重點，課程設計須從預估學生在學習後可測得的「學習表現」著眼，再談「學習內容」。學習表現作為課程設計時評量的向度，而學習內容則是教學的實質內容要項。

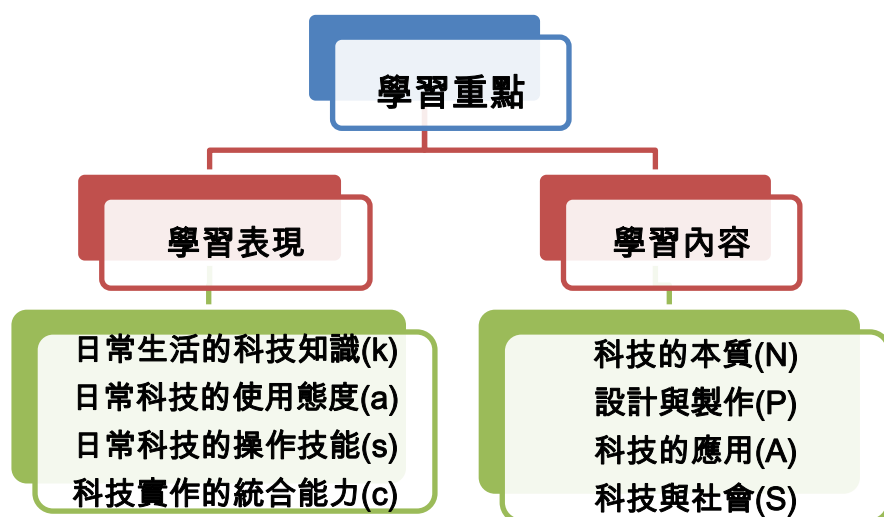


圖 3 科技領域-生活科技科學習重點

課綱提出了大方向及學習的重點，但課程如何具體實踐方能達到教育改革的

目的呢？上述的四大項學習表現及四大區塊的學習內容，例如：科技的本質、設計與製作，應該如何進行教學設計呢？透過哪些活動才能讓學生習得日常生活的科技知識、培養正確的使用態度、操作技能及統合的能力？「專題導向學習 (project-based learning)」策略，應該是最好的教學活動實踐的方法。

本文基於上述的文獻探討，從動手自造到國中生活科技課程的實踐，談「藏寶不求人-創意機關盒」教學活動教學方案的開發歷程，說明如何將自造與科技教育加以融合設計教材。

肆、 機關盒教學模組設計歷程

一、 選定主題並釐清動手做與自造教育的核心學習歷程

為什麼選用「機關盒」作為專題導向的教學活動設計呢？因為以課綱的核心精神應從「生活情境」中尋找學生有興趣也符合學生生活經驗的物件是最好的。尤其是有點知道，但又不全然明白的事物，應更具吸引力。研究者便以日常生活中隨處可見但大家又習以為常的生活機構物件為主軸，鎖定以鎖具、金庫、密碼鎖、機關盒……等相關機關連動為主題。蒐集了一些實體物件、科技史相關及網路上實作影片等資訊，最後以「藏寶不求人-創意機關盒」為主題開發了一系列的機關盒教具，同時發展了系列教學模組。而教材的發展歷程便體現了「自造」的歷程，從上述文獻可知自造活動可提供學生的學習歷程包含了：

1. 觀察與發現問題

觀察與發現問題可說是自造的開端，如上述文獻所提到的，自造源於生活中的大小事，我們需要讓孩子學會「放慢腳步，細心觀察」，培養學生擁有敏銳的觀察力。

2. 主動學習多領域知識，並應用於解決問題

有了動機以後，如何實踐便是重要的一環，解決問題中所需要的知識往往不是單一領域的，已學過的可以學以致用，未學過的則是能透過書本、網路...等各式資訊來源自主學習。

3. 動手做

動手做的精神不斷地在各式文件中被提及，美國知名教育學家杜威(J. Dewey)的做中學理論提到，知識為實行而起，因為在經驗中，觀念僅為解決困難的情境的一種工具，實行有了困難，才發生認知作用。知識經實行而得，因為一個觀念惟賴實際行動始得證明。在動手做的過程中，學生更有機會能發現問題的所在。因此要能發現問題，進而解決問題，動手做在自造教育中是不可或缺的。

4. 合作與分享

雖然這點較少被提到，但筆者認為是重要且不可或缺的。每個人因為家庭背景、生活習慣...等等的因素使得思考方式有所不同，創意靈感來源也就不同，在製作過程，或是完成作品後，與他人討論與分享常常能得到不同的靈感來源，也能藉此產生不同的創作火花，這也正是自造嘉年華及創客博覽會等近年來會如此盛行的原因之一，因而「合作與分享」應可視是自造教育中學生學習歷程的重要項目。

二、 教具研究開發與實驗歷程

而教學模組設計的歷程參考了多篇文獻與專家學者研究(Agency by Design , 2016 ; Gerstein , 2016 ; 朱耀明 , 2011)綜合為模仿、進階、改良、創新及潤色等五大階段。這五大階段同時也是未來教師可引導學生進行自造學習的五個歷程。以下分別從五個階段說明教材開發及實驗的歷程。

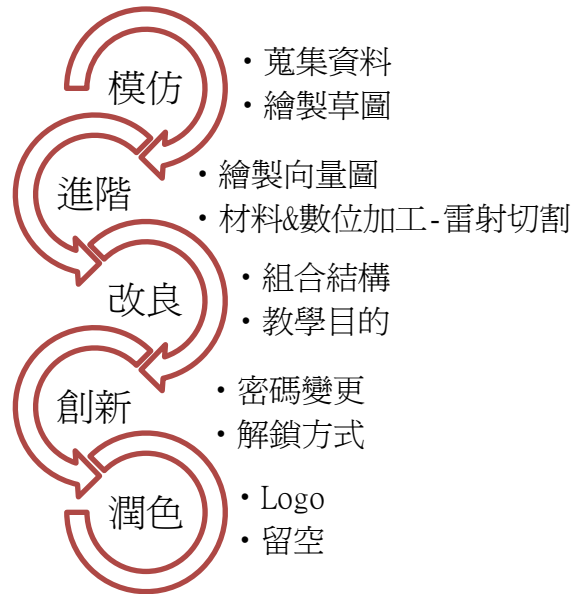


圖 4 機關盒教學模組開發的五個階段

1. 模

仿

機關盒型的樣式種類繁多，有些需要鎖具，有些則需要設定密碼，而有些則以簡單的物理原理即可開鎖。在設計之初，蒐集很多資訊，決定了「凸凹凸凹機關盒」為第一個教具。因為其中除了簡單的機構設計外，還包含數學的二進位轉換等內涵。第一次看到這項作品是參考了日本一段影片，但其製作時是用紙盒，精緻度較差，且材質不夠堅固，作為機關盒尚有許多改進空間。第一階段即以影片中的作品進行模仿，繪製設計圖，材料改為木板，完成第一個仿作的作品。

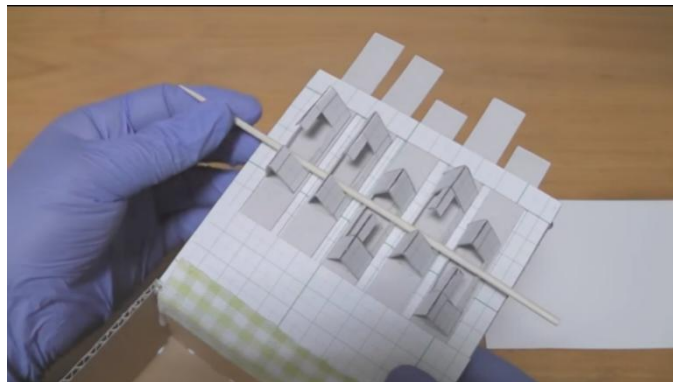


圖 5 參考興趣的生活相關作品。

擷取自 <https://youtu.be/B232ZjuNAoM?t=31s>

2. 進階

為了讓機關盒的設計更為精密細緻，先列出凸凹凸凹機關鎖開發條件目標與限制：

1. 掀蓋式機構
2. 卡扣機構
3. 可更換密碼
4. 結合雷射機操作，以中小學好取得之木板材料進行規劃及開發製作

繪製 CAD 向量圖，並加以驗證機構條件限制，且輸出至雷射機控制程式，設定好所需切割/雕刻的參數，進行雷射加工作業。

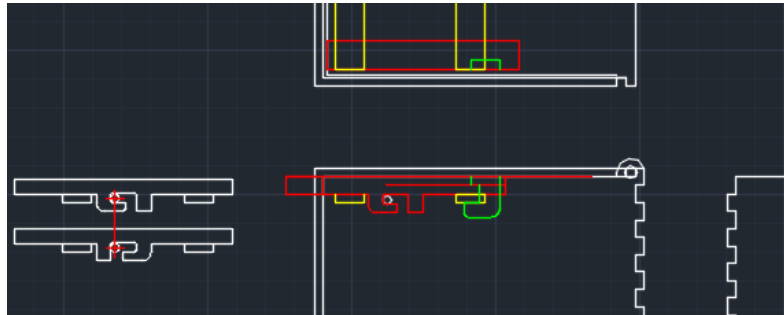


圖 6 繪製向量圖便於輸出至雷射機切割(張國興繪)

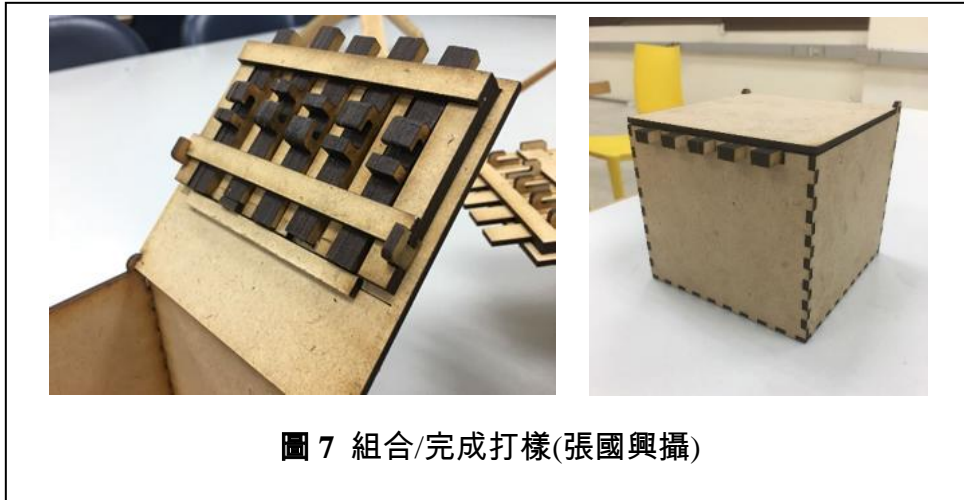


圖 7 組合/完成打樣(張國興攝)

3. 改良

依據初次簡易模型的優缺進行修改工程草圖，調整正確尺寸，進行精確的雷射加工，組合成二次模型。根據前次的修改模型，進行改良原本預計增加厚度來改善手握的觸感，但是蓋子會變得比原先更重，使得開啟後整個空盒會因頭重腳輕的狀況而傾倒。只好先依據前述的成功與失敗的經驗，退而求其次改調整成先將加工誤差抓出、以及精確配合的尺寸作微調。



圖 8 修改現有模式將細部尺寸做精確正確微調(張國興攝)

4. 創造

依據前次精確尺寸與關鍵經驗再改良成輕量化與平衡版本，而最終跳脫原來

的思惟，除了再度修改結構外，去除餘件，讓掀蓋更輕量精簡，成為一件新的創作作品。

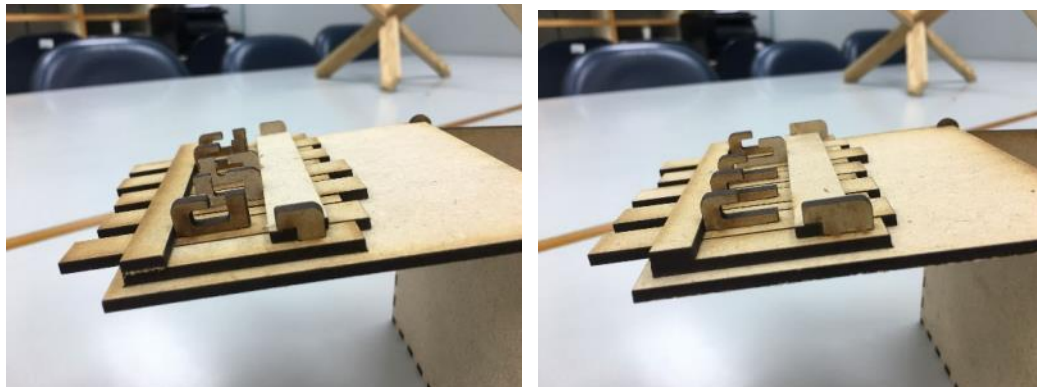


圖 9 內部機構改良後重新創作的成品(張國興攝)

5. 潤色

潤色應讓作品更完整、彰顯作品的特色，甚至有一本作品的說明書。在這份教具中研究團隊將學系及自造輔導中心的 LOGO 加上，而後留下許多空白，可作為學生的創意發想園地，例如，加上密碼提示、自己喜歡的裝飾或色彩。

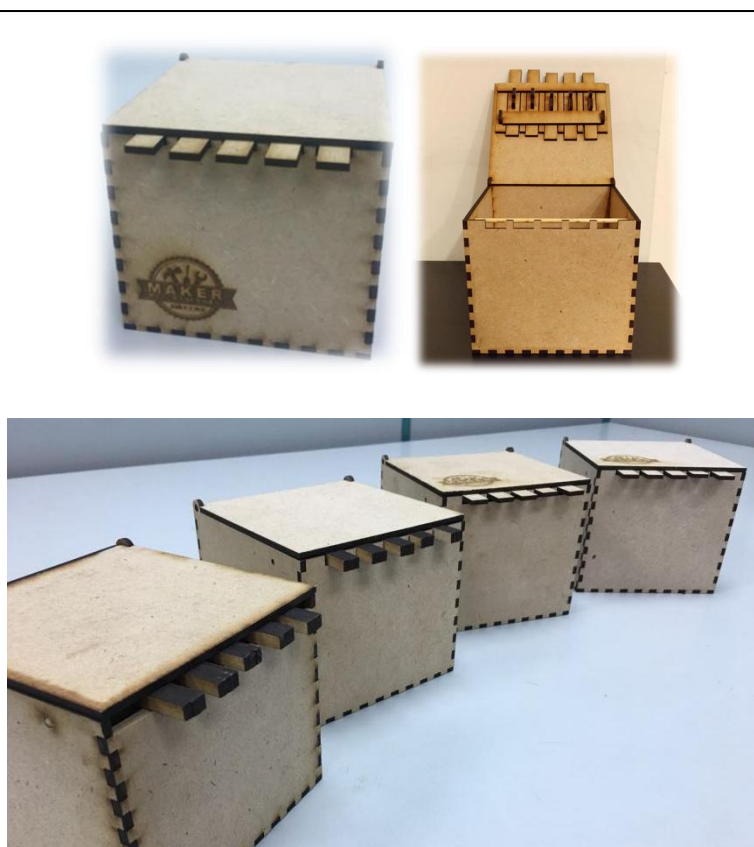


圖 10 從發想到完成作品並加上 LOGO(張國興攝)

三、 教學活動設計

本研究所設計的教材是以國中七年級學生為對象，課程內容以生活科技新課綱中的「設計與製作—製圖與識圖」以及「科技的應用—機構與結構的設計」兩項學習內容。因數位加工的設備雷射切割機不是學校必備的教學設備，仍有些限制。完整機關盒課程應可分為三個階段，分別為初階「門都沒有」七節、中階「凸凹凸凹」七節、高階「金庫轉轉轉」七節，受限篇幅，本文僅以其中一個專題「凸凹凸凹」機關盒的課程設計為例，加以說明。

表 1 呈現為期 8 節課的教學活動設計，因課程的探究內容可多可少，本課程設計提供一個可行方式，但教師仍可依自己學校學生的先備知識及學習型態的不同而加以調整。這個專題從引導學生以上述自造的五大階段：模仿、進階、改良、創新到最後的潤色，而這個教具獨特之處在於可以設定密碼且隨時可以更改密碼，更可以結合數學機率衍伸「二進位」轉化及創意密碼的設定。

表 1 凸凹凸凹機關盒教學活動流程

節次/課程單元	學習內容
課前準備	蒐集相關資料，準備工具、材料及學習單
第 1-2 節 (模仿)	1. 連接生活情境、引起動機並介紹專題內容，確認學習任務內容(目標、學習資源、評量)。 2. 從科技史的角度切入 (提供影片)，讓學生認識鎖的發明及其應用，而最新的保密科技有哪些？

-
3. 引導學生從上述的介紹與影片觀賞，發表自己的創意發想。
 4. 進入簡單的具體可設計操作的機關盒設計。提供一個已完成的教具，供學生操弄並嘗試進行解構，以了解機關盒的機構與結構原理。

-
- 第 3-5 節 (進階、改良)
1. 引導學生思考 (以心智圖方式) 分析機關盒設計、製作上的隱藏的關鍵因素，例如立體盒子尺寸的規劃須考量木板的厚度，各樁接間的尺寸與間距設計等等。
 2. 先學習以手繪進行機關盒草圖繪製。
 3. 可以厚紙的切割，先行測試草圖是否可行。
 4. 使用電腦輔助繪圖軟體，並利用電腦將構件模仿繪製。
 5. 解構後再進行建構，學生學習自行設計創意作品

-
- 第 6-8 節 (創新與潤色)
1. 使用雷射機將圖面數值加工於材料上。
 2. 測試與修正，找出問題並改善修正。
 3. 試算與運用機關盒密碼設定的組合，並提出自己的密碼設定 (encode) 的機制，而其他同學練習解密 (decode)。
 4. 提出完整作品，並說明作品的特色。
 5. 分享發表製作的心得與想法
-

伍、 教學模組實驗測試與討論

本研究透過教師研習工作坊的辦理進行推廣交流並取得老師們的回饋意見。另外，研究團隊的檢討與反思也可作為教學策略運用及課程內容的修正。在教師研習工作坊後發放問卷進行調查統計。問卷共 21 題分三部分，第一部分為基本資料，共 5 題；第二部分為研習內容與課程安排的滿意度，共 10 題；第三部分為開放式的回饋與建議題目，共 6 題。第二部分前八題採用李克特(Likert)五點量表方式進行第九題為排序評比，的十題為開放題。第三部分採用加入新課綱三面九項的核心素養「身心素質與自我精進」、「系統思考與解決問題」、「規劃執行與創新應變」、「符號運用與溝通表達」、「科技資訊與媒體素養」、「藝術涵養與美感素養」、「道德實踐與公民意識」、「人際關係與團隊合作」、「多元文化與國際理解」等項度填答，以作為本研究教學模組之回饋修正依據。

一、 基本資料

本研究的調查樣本共 38 人，其相關背景資料分析整理如表 2 所示。女性比例略多於男性；年齡主要在 31-50 歲間，服務單位以國中最多國小居次；有兼任行政職的教師占 34.2%，普通教師占比 42.1%，其餘 21.1% 為各學校代表或各自造教育及科技中心之助理，而具有碩士學歷的人員占為多數，有 60.5%，較大學學歷比例 34.2% 多。

表 2 『凸凹凸凹』機關盒-教師基本資料統計表 n=38

背景項目	項目	人數	百分比%
性別	男	18	47.4%
	女	20	52.6%
年齡	21-30 歲	5	13.2%
	31-40 歲	13	34.2%
	41-50 歲	16	42.1%
	51 歲以上	4	10.5%
服務單位	國小	12	31.6%
	國中	21	55.3%
	高中	4	10.5%
學校擔任職務	校長	1	2.6%
	主任	5	13.2%
	組長	7	18.4%
	級任老師	3	7.9%
	科任老師	13	34.2%
	其他 (專任助理)	8	21.1%
教育程度	專科	0	0.0%
	大學	13	34.2%
	碩士	23	60.5%

二、 研習內容與課程安排

研習教師對於研習內容與課程安排方面，表 3 呈現完整的調查分析統計。其中，「您願意嘗試運用這些教學理念/技巧於教學」、「研習內容我會回校推廣或分享給其他老師」、「我很願意再參與相關的研習課程」均獲教師同意的比例達 94.7%，有助於教師接受此教學模組；而對於「這次示範教學/專業對話切合您教學實務需求」、「研習所提供的資訊與服務有助於日後教學參考」、「這次輔導員教學演示有助於教學現場的應用」的項次也沒有【不同意】、【很不同意】的給予正面的支持肯定本次教學模組有助於日後教學參考與應用。

表 3 『凸凹凸凹』機關盒-研習內容與課程安排統計表 n=38

題項	很同意 (%)	同意 (%)	普通 (%)	不同意 (%)	很不同意 (%)
B1 這次示範教學/專業對話切合 您教學實務需求。	26 68.4%	8 21.1%	2 5.3%	0 0.0%	0 0.0%
B2 研習所提供的資訊與服務有 助於日後教學參考。	24 63.2%	11 28.9%	1 2.6%	0 0.0%	0 0.0%
B3 這次輔導員教學演示有助於 教學現場的應用。	26 68.4%	8 21.1%	2 5.3%	0 0.0%	0 0.0%
B4 您願意嘗試運用這些教學理 念/技巧於教學	28 73.7%	8 21.1%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
D5 研習內容我會回校推廣或分	30	6	0	0	0

題項	很同意 (%)	同意 (%)	普通 (%)	不同意 (%)	很不同意 (%)
享給其他老師	78.9%	15.8%	0.0%	0.0%	0.0%
B6 我很願意再參與相關的研習課程	33 86.8%	3 7.9%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
B7 研習時間與日期的安排相當得宜	26 68.4%	6 15.8%	2 5.3%	0 0.0%	0 0.0%

在跨領域結合科目部分，參加本次研習的教師，有 9 人認為與藝術(美術)領域結合為佳，有 8 人認為可以與數學領域的課程結合和 3 人覺得可以與資訊科技(電腦繪圖)課程，3 人覺得可以與生活科技課程來結合應用，甚至有教師覺得可以與國文課程結合，多數教師認為可以與數學及美術領域來做結合。研究者對於結合國文科領域課程亦感興趣。

三、 核心素養的連結

本教學模組與十二年新課綱科三面九項核心素養的連結如何？從表 4 可看出，教師們多數認為這個課程的實施有助於培養學生「系統思考與解決問題」核心素養，其比例高達 82.8%。而「規劃執行與創新應變」核心素養也有 62.1%，顯示本教案在實施時可引導學生進行規劃、執行，並提供其創新的機會。而有近五成的教師認同在「科技資訊與媒體素養」、「藝術涵養與美感素養」也有連結，因二進位的應用在資訊科技是重要的概念，而作品的精良美化也是這個專題的重

點項目之一，未來應可於課程中再增強。

表 4 『凸凹凸凹』機關盒-生活科技核心素養統計表 n=38

核心素養項目	人數	百分比%
身心素質與自我精進	11	28.9%
系統思考與解決問題	33	86.8%
規劃執行與創新應變	23	60.5%
符號運用與溝通表達	13	34.2%
科技資訊與媒體素養	18	47.4%
藝術涵養與美感素養	17	44.7%
道德實踐與公民意識	0	0.0%
人際關係與團隊合作	11	28.9%
多元文化與國際理解	1	2.6%

四、 合適的學習內容—開放性問題的回饋

在開放性問題中取得的回饋尚稱踴躍，表 5 可看出教師們的回饋資訊。教師們認為在本教學模組屬生活科技中的「結構與機構」、「材料的認識」、「設計」。而有部份認為「數學與機率」、「鎖的知識」，其餘回答「工具介紹」、「組裝順序」、「黏著技巧」，顯示本教學模組機關盒的概念符合生活科技新課綱中「機構與結構」的學習內容，並有整合其他領域科目之知識。

表 5 『凸凹凸凹』機關盒-課程學習知識回饋

學得的知識	人數	回饋意見
結構與機構	10	結構與機構、機構結構、結構機構的思考、結構設計、結構原理和機關構思、結構、木樺應用
材料的認識	6	材料認識、部分輕材料的認識、木板
設計	6	密碼設置、設計密碼、空間概念、思考解決問題、機關設計
數學與機率	4	數學、機率、都有、幾何學
鎖的知識	4	鎖的歷史、鎖的原理、密碼鎖的應用、鎖勾概念
工具介紹	1	工具介紹
組裝順序	1	組裝順序
黏著技巧	1	使用白膠要如何黏牢

透過教師研習的安排，讓這個教案取得教師們的回饋資訊，所有與會教師對於研習內容與課程安排均表示認同並給予正面的支持，肯定本次教學模組有助於日後教學參考與應用。而本教學模組與跨領域結合科目部分，多數教師認為可以與藝術及數學領域來做結合。在十二年新課綱核心素養部份則認為有助於提升學生的「系統思考與解決問題」與「規劃執行與創新應變」核心素養。而本教學模組符合生活科技科目中「機構與結構」的學習內容，有助於國中階段學生的學習。

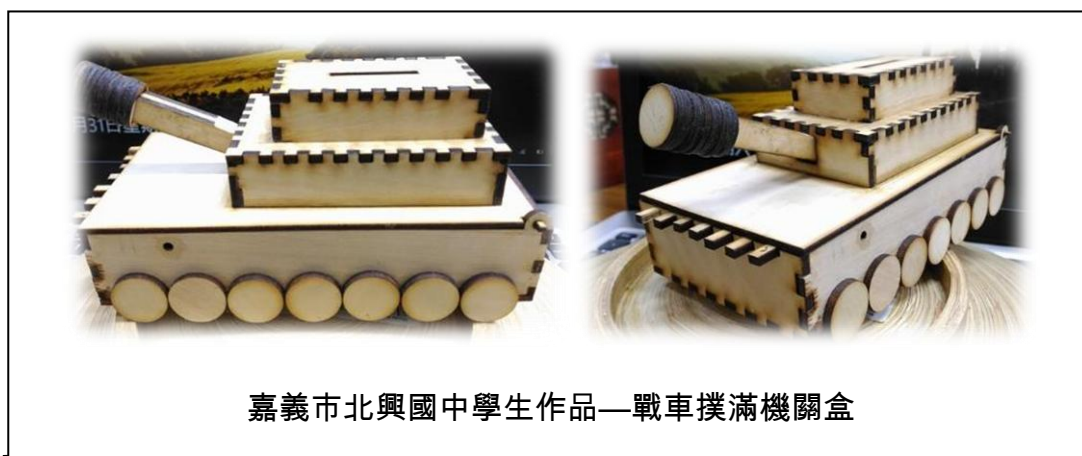
陸、 結語

如同前言指出的重點，動手做(hands-on)是人類學習的本能，從對事物的觀察、好奇到動手、操作、實驗，一直以來都是人類累積知識經驗的方法。而在教育上因為知識層面、專業擴增，而採分科且要有效率的精熟學習，使許多學習淪為背誦與記憶，但因網路科技的發展讓知識的散布、取得已變得非常容易。學生們面對的未來有些工作根本還未出現，而他精熟學習的技能則可能很快的就被一片電子晶片所取代。而「自造」、「動手做」之所再次浮上教育舞台，即因應這樣的變化潮流，學生們必須在自造或動手做專題活動中，透過自己探索、解構、建構再創作的歷程，才能培養各種因應未來世界的關鍵能加。世界各國近幾年來進行的教育改革即在於如何以「學生發展」的角度切入，進行創新與變革，讓學生具備面對新科技社會的基本學力、技能、態度與統合的能力——也就是核心素養。

本文除討論動手做與自造的教育意涵之外，另介紹台灣 108 科技領域新課綱的設計理念，並以機關盒設計為案例，分享教具從無到有的自造開發、教學的活動設計到辦理教師研習取得回饋建議，以作為台灣國中科技課程的實踐與創新的完整案例。自造活動其實提供的是一個情境、機會、學習的歷程，學生在這歷程中，學習獨立或協同地發現問題、分析問題並利用多種工具與資訊創造產品。其價值與核心理念與科技領域的目的相同。學生在課堂中應能從事自發性的探索，學習如何綜合多學科的知識尋找問題最佳解決策略。本文提出在課程中包含了模

仿、進階、改良、創新與潤色等五個自造的步驟，而其中更蘊涵了自造教育與生技教育的核心精神：(1)觀察與發現問題、(2)主動學習多領域知識，並應用於解決問題、(3)動手做及(4)合作與分享等。

展現的機關盒課程，在教學內容中以「機構結構」、「製圖與識圖」為主，但融入了「數位製造」，讓學生以新的科技工具進行設計，解決問題。呼應新課綱，在核心素養部份有助於提升學生的「系統思考與解決問題」與「規劃執行與創新應變」。文末以嘉義市國中教師參加研習後，回學校授課，學生自主完成的創新作品，應可清楚看到學生在其中規劃創新與執行的能力！



參考文獻

- Gerstein, J. (2016). Becoming a Maker Educator. *Techniques: Connecting Education & Careers*, 91(7), 14-19.
- Halverson & Sheridan (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review Vol. 84 No. 4 Winter 2014*
- 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.
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 4.
- 朱耀明 (2011) 。 [動手做] 的學習意涵分析，生活科技教育月刊，44(2)，32-43。

行政院公報 第 024 卷 第 180 期 20180920 教育科技文化篇第 024 卷第 180 期

<https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=101525&log=detailLog>

國家教育研究院(2017)。十二年國民基本教育科技領域課程綱要國民中小學暨普

通型高級中等學校科技領域課程手冊。取自

<https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/67/837222797.pdf>