

高中創客教育推廣經驗分享

林湧順

國立臺灣師範大學附屬高級中學生活科技科教師兼任學務主任

國立台灣科技大學數位學習與教育研究所博士生

一、前言

「創客」一詞已流行了五、六年了，目前教育政策的走向也認為這是下一個學生必備的能力之一，因此在各地廣設自造教育中心及自造實驗室，推廣創客教育與動手實作課程，但是面對如海嘯般襲來的創客教育浪潮，你準備好的嗎？設備、課程都到位了嗎？有足夠的動能可以引導學生進行學習了嗎？不用太過擔心，更不必徬徨，先想好自己想給學生的是什麼，想要經營的特色是什麼，不要人云亦云，按部就班，踏實前進，你一定可以走出屬於自己團隊的創客教育之路。

我們常常聽到一句話「你不必很厲害才能開始，但你必須開始才會很厲害」，沒有開始，你就不知道到底創客教育到底有多好玩。兩年前有位七年級的學生來工坊找我們，他被指定一個作業，題目為我的消化系統，他

想要用數位製造的方式來進行作業，但是一來他不會畫線，二來他也不會用雷切機，但他說了一句話，「因為我覺得很好玩」，完全的觸動了我們的心靈，就這樣在幾次的來來回回，我們引導學生進行圖檔的修正，並讓學生實際操作雷切機，最後完成了作品，學生拿著作品在全班面前報告，剛剛好符合他的身材，直接告訴大家整個消化系統的位置、結構與功能，不僅對消化系統有深入的了解，更讓他學會了畫線、分層與雷切，這是他永遠可以帶得走的能力。

手動了，腦就會跟著動了，在各個學習階段中，創客教育都有其可以切入的領域，重點不在於要教出什麼樣的成績，最重要的是學生在這過程中，是不是自己想要的，再多的要求加諸在學生身上，都是被動的，唯有從學生自己的要求開始，激起學生主動學習的意願，才能真正深深烙印到學生的實質學習中。



學生利用數位製造，做成我的消化系統的報告

二、課程發展

目前臺灣各級學校均積極的在推行創客教育，但是資源取得不易，錢要花在刀口上，如何發展出屬於自己的特色，這得從課程開始著手，先評估學生想要的是什麼，我們可以提供的是什麼，然後再來談教室與設備的規劃，一旦規劃後就要放手執行，很多數位輸出設備都是昂貴的，將資源發揮到最大，讓學生充分使用才是最好的投資，不然機器放著不用，永遠都是教室裡的大型垃圾。

另外現在網路上太多免費下載的 3D 模型，但是個人認為在那些免費的 3D 模型網站中，是很好找尋靈感創作的地方，但不代表下載回來加上自己的名字，就是屬於自己的創作，這是不對的；臨摹是創作的開始，臨摹是你照著人家的創意，用自己的方法繪製一次，這樣你會有進步的空間，最後你就能畫出屬於自己風格的作品，這不是抄襲，但直接下載人家的東西，只是加上自己的名字，或是以甲作品上半部接乙作品下半部，這都只算是抄襲啊，久了其實就失去樂趣了。

因此針對學要發展創客教育特色，我們提供這幾年來的心得讓大家參考，從中大家應該可以得到更多的創意發展，開創出極具學校特色的成果。

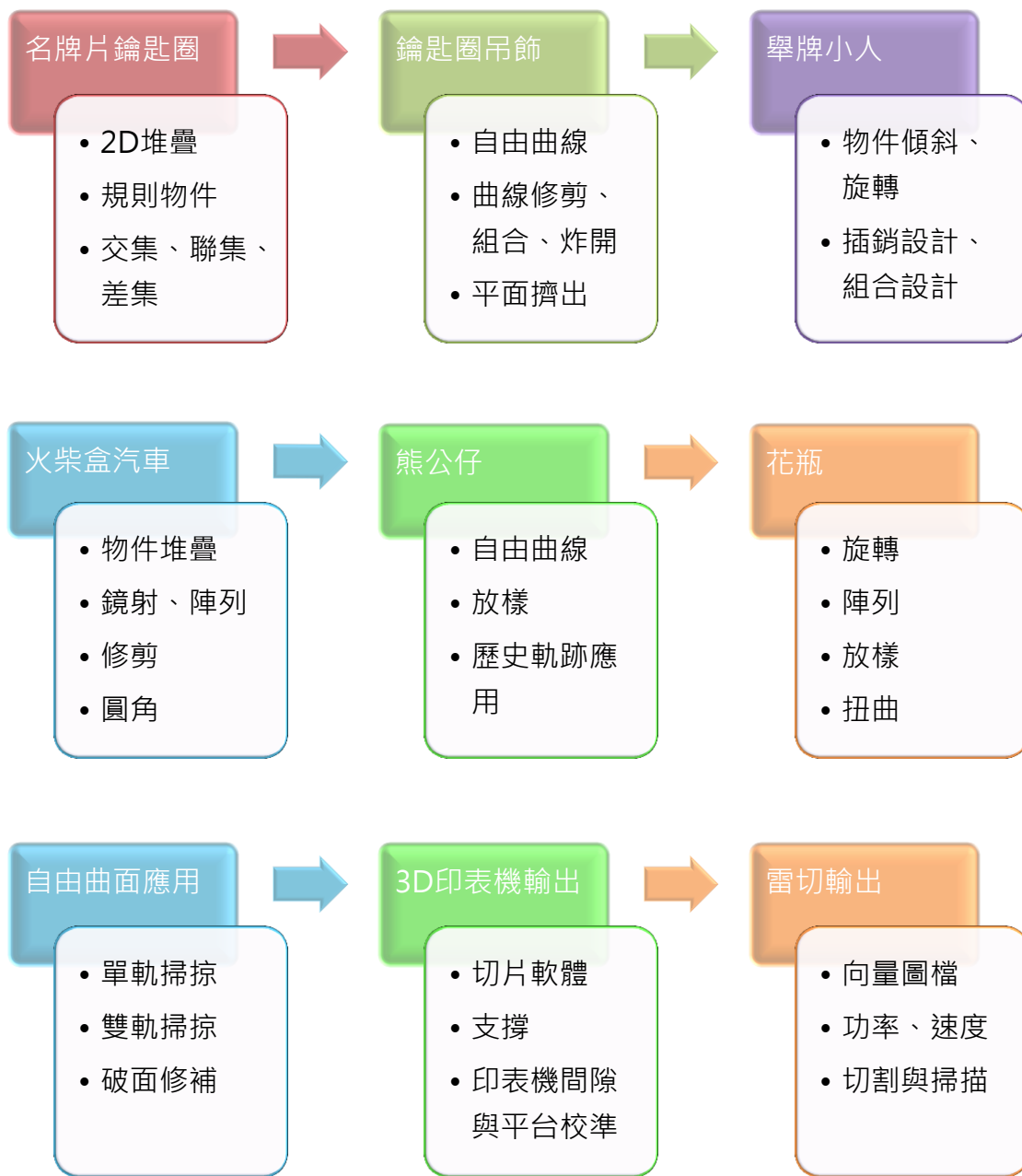
（一）3D 建模

3D 建模軟體很多，免費提供的也很多，但是在高中端我們認為學生的能力是可以培養的，自學的態度是可以培養的，但是絕對要選一套自己好上手，符合自己需求的軟體，我們在課程中以 RHINO 為準，主要因素包含軟體取得成本不高，好入門易上手，圖檔容易進行 2D、3D 輸出，甚至於對於模型建立與虛擬環境的建立，都是一個可以容易切入的軟體。

我們在設計課程時主要的考量就是要能夠產出，因此在進行繪圖的過程中，必須針對輸出、結構與組合進行縝密的設計，期能利用最節省的材料、最少的輸出時間，完成作品，這是整個建模課程中，個人認為最重要的概念。

3D 建模課程的設計，著重於繪圖的技巧與建模能力的應用，課程由簡入深，不以指令操作為課程設計，利用實例的繪製，了解繪製過程中的所需要的指令使用與技巧。畫圖是需要有策略的，如果只是老師示範學生練習，這樣永遠只是學老師的繪圖技巧，無法更加精進，因此，課程中著重於學生對物件建立的過程，與表現的方式，透過與老師的對話，精進繪圖的能力，學生在繪圖過程中卡關了，最佳的方式就是跟同儕互相研究，這樣進步最快，但是萬一真的遇到難關，跟老師相互討論，會激起更多的火花。

我們的課程設計如下：





建模能力的培養是一條漫長又枯燥的路，我們以五年來的課程推廣經驗，設計簡單容易上手的作業，進行能力培養，但是所學指令還是有限，為了讓學生可以更加投入，我們會利用一些獎勵的方式，讓學生可以在過程中得到更多的樂趣。例如：每個學生只要他的作品可以被切片軟體接受，那就可以自己上印表機，列印出自己的作品，但必須是自己操作。另外在作業練習中，我們會嚐試挑一至兩個極具難度，又有風格的作品，以中階的光固化印表機輸出，當成學生認真創作的獎勵，激發學生持續努力學習的態度。

最後對於 3D 建模稍微做一個小結，在我們的教學經驗中，畫線是一切數位創作的根本，從最基本的自動切割機，是以畫線為準，再到雷射切割機的使用，而後來的 3D 印表機輸出立體作品，都得從縝密的劃線開始，由點到線，由線到面，再由面到體，沒有精準的線條，就無法成就好的作品。

(二) 雷射切割機的應用

相較於 3D 列印作品往往都要好幾個小時以上才能獲得成品，雷切機反而是迅速可以獲得成品的數位輸出方式，而且因為是減法加工，成品的結構性比較強，只是利用雷切機進行作品輸出，需要的是精確的製圖，精

準的尺寸與公差，以及正確的卡榫設計，這部分剛好是個人任教生活科技科的強項，因此可以提供正確且實用的課程。

雷射切割其實就是一個工具，他只是透過雷射的高能量，對工作物進行氣化切割的動作，由於切割的鋸路寬度僅 0.3mm，且作動的馬達精密度極高，因此尺寸精準度夠高，製作出來的成品多能符合設計。

但是要使用雷射切割機就要有良好的製圖概念，尤其是公差的導入與卡榫的設計，畫線本身反而不會是門檻。為了讓學生可以快速熟悉畫線的方式及了解雷射切割機的操作，利用幾個建議快速的作業設計，讓學生投入在設計與創作之中，減少工具及軟體對學生創作造成的限制。

作業設計如下：



鑰匙圈製作



造型動物



收藏箱



摩天輪



筆記本製作



LED 造型燈

雷切機在教室使用，最重要的是要注意廢氣的排放，畢竟材料經過雷射氣化，產生很多廢氣，因此除了雷切機內部排風設備要夠強外，還要經過認證過的過濾設備，對焦油、PM2.5 及異味進行過濾，有效的過濾設備可以濾除 90% 以上的有害物質，畢竟教師在教室操作，一天至少 4-5 小時，直接會影響健康。再來就是慎選工作材料，避免使用來源不明的密集板或是壓克力，也不要對會產生嚴重煙塵或是焦油的材料進行加工(例如:橡膠、小牛皮)，除了影響健康外，也會傷害雷切機內的聚焦鏡或是折射鏡。

(三) 傳統加工法與數位結合

因為個人的主要教學科目為生活科技科，對於傳統加工法有一定的堅持，所以在課程學習中很重要的一部分是手工具跟電動機器的操作，但上機操作有一定的危險性，因此我們在課程中不斷的強調工作再忙、安全不忘，沒有安全就沒有好的作品，這點要不斷的向學生宣導。

我們設計幾個有趣的作業，讓學生可以學習到機器的操作，作業的工序以及精準度的要求，這在創客教育中是很重要的一環。



魯班鎖



自走玩具



壓克力彎折



凸輪玩具



自己的餐具自己做



鋼筆車製

我們也可以利用數位設計的優勢，對作品進行放樣，再將放樣的圖

案貼到木材上進行加工，減少作圖的時間，更增加精準度，提供作品如下：



動物鑰匙圈



平衡鳥製作

手作有一定的魅力，學生容易在其中獲得成就感，但是很多時候往往因為怕學生受傷，而改變課程設計，避免讓學生進行操作課程，個人認為對於機器的選擇，一定要能夠耐用且具安全性的機器，沒有好的機器，就

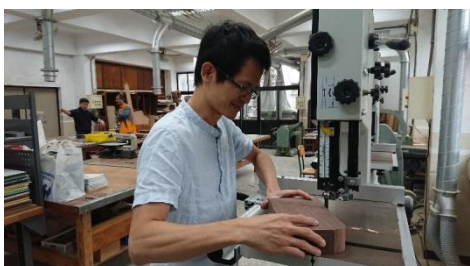
很難有準確的施工，容易故障的機器，會對學生心理造成壓力，但是不能讓學生有破壞的心態，這非常重要，就算是不小心使用故障，也要讓學生知道為何會故障，然後成為案例，以後避免。



線鋸機，最基本的操作機器，可以鋸切彎曲的形狀，適合學生學習。



鑽床，好用的工具，用於鑽孔加工，但扭力大，要小心長髮及袖子，避免被鑽頭絞進，發生危害。



帶鋸機，很好讓學生做直線的鋸切，注意轉彎的角度，其實危險性不大。



砂磨機，修飾作品鋸切痕跡的好工具，同時也是讓修整形狀的利器，但要注意砂磨方向及手持位置，避免工作物飛濺或是手磨破皮。



圓鋸機，雖然很危險，但只要確實遵守安全規範，他是很好備料的機器，為了安全，操作時還是要老師在旁協助為佳。此機台在危害發生時，可以即時潰縮，將傷害降到最低。

(四) 機電整合

ARDUINO 微機電整合課程目前是很熱門的一個領域，透過簡單的程式編寫，即可控制電路裡的燈光、聲音跟馬達，學生似乎對會亮、會動、會發出聲音的東西特別有興趣。另外現在機器人成為各校發展創客時好像都要著墨的特色，但是回歸到學生學習本身，我們要引導學生的是什麼，機器人模組其實是很昂貴的，有些還是封閉式系統，程式編寫的方式跟其他的不相容，如果無法瞭解自己的需求，而一味的跟風，那很容易就會變成科技垃圾了，而且目前這些模組汰換率高，加上零組件容易損壞，各校

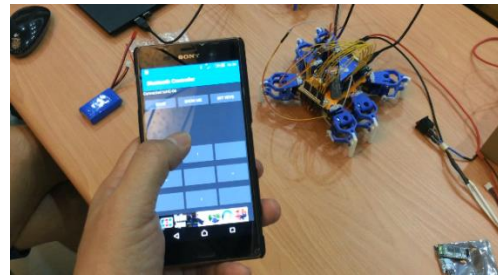
在投資時，必須多加評估考量，避免資源的浪費。

我們在學校盡可能使用容易替換零件的模組，而且不綁規格，零件可以自行設計，馬達容易在市場上買到，相關電子組件也都可以輕鬆獲得，這樣的方式，讓學生可以在較沒負擔的情形下進行大膽的改裝與設計，就算有損壞，也都在可控制的範圍內，而學生的給予我們的成果，才是最重要的資產。

茲就兩個課程分享給大家，供大家參考：



機械手臂-進行程式操控訓練，也了解機構結構與運動模式的控制

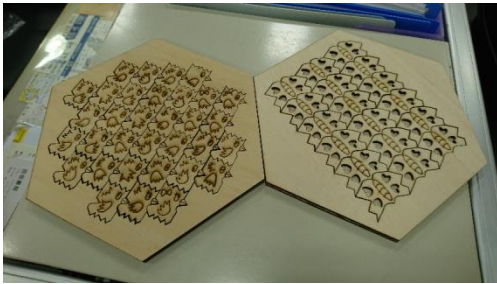


六足機器人-程式、機構皆以開源，主要在於六足機器人的運動模式

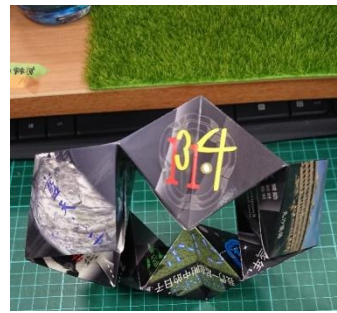
三、與學科結合

這兩年來，我們開始嚐試與學科課程結合，融入主科的學習中，希望利用創客教育的精神，讓老師、學生可以應用在課堂上，製作自己專屬的教材、教具或教案，提升學生的學習興趣。

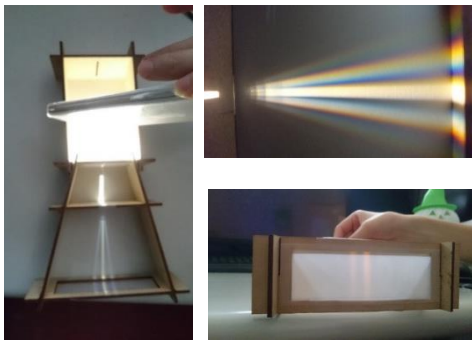
分享幾個成功的案例，引發大家的創意，讓創客教育不僅僅是生活科技科或是資訊科的，而是每個科目都可以一起來玩的一個專業技術。



艾雪式拼圖-數學



藝術摺紙-數學



光譜儀-物理



壓力計-物理



書法與印章-國文



巴克球-化學

四、團隊經營

各校的創客教室絕大部分都是結合生活科技教室，但是我們一直強調，創客教育絕對不是生活科技科或是資訊科的事，而是各科都可以一起來共創未來的一個有趣的領域，我們廣邀各科老師加入課程的研發，我瞞可以提供技術，學科老師可以提供創意，學生在做專題時，更可以直接找到對應的師長，給予適當的建議，這樣才能發揮最大的動能。

目前 12 年國教一直強調跨科跨領域學習的重要性，創客教育正是最佳的媒合方式之一，但是有一點很重要的就是各科要敞開心胸，摒棄學科本

位，我們真的看到成果慢慢的發酵了，一旦有些許成果出來了，能見度變高了，其他的科目也就會持續靠攏了，這樣的力量就夠大了，在爭取維持自造實驗室的經費上，就更有立基點了，這才是可長可久的一條道路，不然整個自造實驗室的維持，需要太多經費支撐了。

目前師大附中的附製工坊，整個創意設計與製作教師專業社群，成員已有 23 位，不僅跨校，更是跨科，還有業界的師資跟大學端的師資支援，一路走來，堅定踏實，還是老話一句，採取開放的模式，我們會看到更多意想不到的火花。



創意設計與製作教師專業社群活動以每兩週一次為原則，活動方式包含研習、實作、專家諮詢及教學分享

五、總結

創客教育在各級學校目前都如火如荼的融入相關課程，目前也多以 3D 列印、雷射切割機及 Arduino 機電整合為主，這些都是容易上手又可以迅速獲得成果的切入點，但是不論如何，工具永遠只是工具，它是創意表現中的一個助力，設計與製作才是最重要的表現，如何訓練學生的創意，訓練

學生動手做的能力，是創客教育中最重要課題，避免眼高手低。

創意的來源來自於視覺經驗的累積，沒有它法，就是多看、多聽、多動手，自己嘗試過了就會激發更多屬於自己的靈感，或許現在並不適用，但卻能累積實戰經驗，為可能的將來做準備。

學生學會了更多的加工方式，才能夠有足夠的經驗可以進行設計，完成自己的創意，設計的一開始，往往就已經決定作品的成敗了，因此要讓學生認識不同的加工法，同時是正確的加工法，才能有效地完成自己的作品。我們不害怕學生做操作過程中進行錯誤嘗試，但是比較擔心的是無謂的浪費，這浪費包含時間、材料與機器，給學生一定的支持，學生會給你正向的回應的。

在機器的使用上，要讓學生知道，機器不會無緣無故莫名其妙地待在那裏好好工作，一定是有一群人不間斷的進行維護與保養，機器才能順利的運作，一定要愛惜使用，一旦故障不只是金錢的浪費，還要造成他人不能使用，這才是最大的影響。

創客教育的投入，需要很多的材料費及維護費支應，不論是 3D 列印或是雷射切割，都不便宜，因此要養成學生節省材料的觀念。

個人給要推行創客教育的先進三個衷心的建議：

(一) 亂搞是創作的開始

不要害怕天馬行空的想像，因為有想像才会有創意，但是亂搞不是胡搞瞎搞，是要認真的思考，而且像不

像要有七分樣，要求自己做出來就是要像個東西，這樣才不至於浪費材料、浪費時間。

(二) 不滿足現況才能讓自己進步

在創客教育中最大的阻礙就是故步自封，認為創作就是有成形就好，但是往往經過跟同儕跟老師的討論與淬鍊後，可以獲得更好的成果，對於成果時時保持著精益求精的態度。

(三) 挑戰極限才能知道自己的能耐

我們一直希望學生可以踏出舒適圈，挑戰自己，唯有讓自己多多參與不同領域的學習或比賽，才能激發更多自己的潛能，適度的壓力是可以讓自己成長的。另外藉由對外比賽或參展中的觀摩學習，也可以讓自己快速知道他人的長處跟自己的不足。

不要被上面眼花撩亂的作品給迷惑了，我們是走了近六年，才有這的一點點小小成果，你可以選擇最適合的方式切入，用最符合學校特色的方式發展，創客教育真的很容易激起學生的學習慾望，不做不會怎樣，做了很不一樣，從好玩開始著手，讓學生在創客教育中獲得學習的樂趣，其實這不就正好呼應目前 12 年國教中的適性揚才嗎，讓每位學生都能在學習中找到自己的興趣與目標。

參考文獻

- 周立倫(2008)。推薦一個適合於中學生活科技課程學習及使用的3D繪圖軟體 — Rhinoceros 4.0。生活科技月刊，41-1，2-11。
- Cole, P. (2016)Measuring the Effectiveness of Software Based Training to Improve the Spatial Visualization Skills of Students in STEM Disciplines in Higher Education Institution. Submitted in partial fulfilment of the requirements of Dublin Institute of Technology for the degree of MSc. in Computing (Advanced Software Development) January 2016.
- Kapil Kadam. & Sridhar Iyer.(2014),Improvement of Problem Solving Skills in Engineering Drawing Using Blender Based Mental Rotation Training, 2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies,401-402.
- Mayer, R. E. & Moreno, R.(2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.
- Michael Chaua, Ada Wongb, Minhong Wangc, Songnia Laia, Kristal W.Y. Chana, Tim M.H. Lid, Debbie Chua, Ian K.W. Chana & Wai-ki Sunge(2013),Using 3D virtual environments to facilitate students in constructivist learning,*Decision Support Systems, Volume 56*, 115–121.

