

自造者運動對生活科技的啟示

趙珩宇

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

摘要

近年來自造者運動(Maker Movement)在全球各地掀起一道動手實作的旋風，在 2013 年間，全世界即舉辦了 100 場自造者嘉年華，2014 年更在美國總統歐巴馬的邀請下於美國白宮舉行自造者嘉年華，讓許多過去不了解實作活動的人，透過參與自造者嘉年華的方式，體驗實作活動的樂趣進而喜愛實作活動。而生活科技屬於國民基本義務教育中的實作活動課程，藉由課程中的實作活動，教師可培養學生於金工、木工、電路設計等技巧，並使學生了解設計與製作中的結構以及規劃等知識，在這樣的課程中，有許多與自造者運動中的相似之處。因此本文將進行自造者運動、自造者嘉年華以及自造者空間的介紹，並藉由自身觀察與體驗提出自造者運動對於生活科技課程可學習之部分，讓生活科技於這股自造風潮中也可以讓更多人了解生活科技課程之實作樂趣。

中文關鍵詞：自造者運動、自造者空間、自造者嘉年華、生活科技

近年來，一股動手實作的風潮正在席捲世界—Maker Movement(自造者運動)正漸漸的改變著我們的教育、經濟以及過去熟悉的製造模式。在今年年中，美國總統歐巴馬除了在白宮邀請並舉辦第一次的「白宮自造者嘉年華(White House Maker Faire)」，更在嘉年華上宣布將6月18日訂定為全國創客日(National Day of Making)。在活動致詞中，歐巴馬提到透過實作活動，除了可以培養學生在STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematic)的能力，更可以藉由這股創新能力帶動起美國國內的製造業。

“I am proud to host the first-ever White House Maker Faire. This event celebrates every maker — from students learning STEM skills to entrepreneurs launching new businesses to innovators powering the renaissance in American manufacturing. I am calling on people across the country to join us in sparking creativity and encouraging invention in their communities.”— President Obama on June 17, 2014

而生活科技與STEM課程，同樣講求實作活動的手作能力與生活中的問題解決能力，並透過實作活動與問題解決的過程，培養學生將理論與實務的結合能力與科際間的知識整合能力，與自造者運動在教育上的影響與內容不謀而合。本文將對生活科技與自造者運動進行介紹與分析，希望藉此提供未來生活科技與STEM課程的實作活動與空間規劃進行參考。

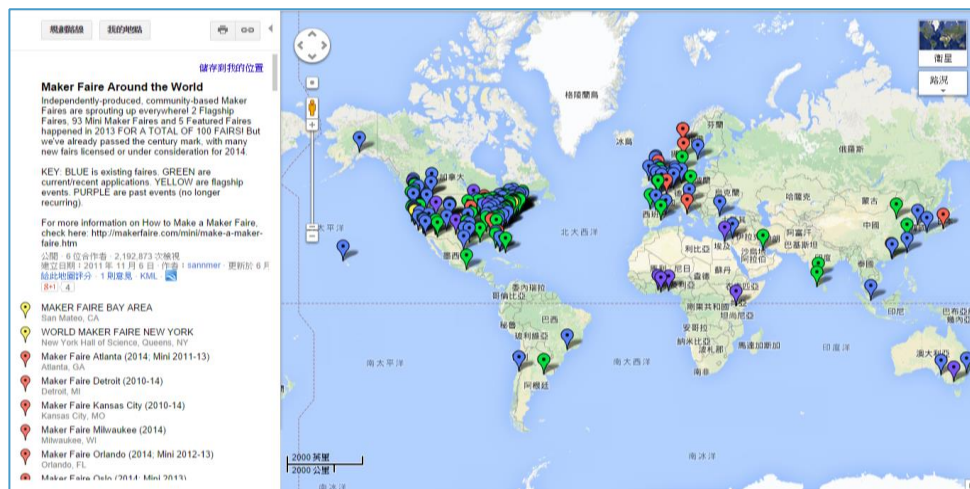


圖 1. 目前已經舉辦過自造者嘉年華的國家，橫跨五大洲

壹、Make 的歷史與在臺灣的發展

2005 年，Dale Dougherty 在美國成立了 MAKE 雜誌，為熱愛自己動手實作的人們提供了一個可進行發表的平台與聯繫管道，除了讓喜歡 DIY 的人可以發表自己引以為傲的作品外，更透過提供相關作法與設計，讓讀者可以學習並進行個人製作上的修正與改進。隔年，Dougherty 於舊金山舉行了第一屆的 Maker Faire(自造者嘉年華)，讓自造者能進行實際的展示與交流，並讓參觀者了解並親自體驗動手實作的趣味，使得更多人

對「自造」產生興趣，並投入自造的行列，而這股「Make」的風氣與力量就漸漸地成為目前眾人所知的「自造者運動 (The Maker Movement)」。

截止至 2014 年，全球已超過 35 個國家舉辦過 Maker Faire，在全球更有超過百間由自造者所發起並建置的 Maker Space (自造者空間)，提供世界各地對自造有興趣的人進行實作活動的空間。

臺灣的自造者運動則由一群旅外的青年開始。2008 年，剛從歐洲歸國的李駿、沈聖博、鄭鴻旗與其他好友在工研院與交通大學在 2008 年所舉辦的「玩趣創意工作坊 (playaround workshop)」中結識。在一個禮拜的活動中，引發了他們一個想法—「我們究竟要如何提供給我們和這些夥伴們一個共同聚會的地方呢？」(鄭鴻旗，民 103)。因此這群擁有共同理想的人便開始規劃，並在 2009 年於寶藏巖文化村成立自己的社群與自造者空間—OpenLab Taipei (圖 2)，不但提供這群熱愛自造的朋友一個聚會的場所，更吸引了其他的自造者紛紛參與其中。因此在這個製造者空間成立後，陸陸續續有了其他自造者空間建立，提供不同需求的自造者一個進行討論、分享與實作的空間。



圖 2. 藏身在臺北公館寶藏巖的自造者空間—OpenLab

而遍布全世界的自造者盛事—自造者嘉年華，台灣也不落人後。自 2013 年起在台北市華山文創中心舉辦台灣第一場 Maker Faire：Taipei，邀請台灣許多自造者參與與交流後，2014 年 5 月也同樣舉辦的 Maker Faire：Taipei (圖 3)，而 9 月時在新竹的「新竹市智慧城市博覽會暨智慧科技應用展」也為了 2015 年的正式嘉年華會而舉辦第零屆的 Maker Faire：Hsinchu，臺南在 2014 年年底也即將成大壓軸舉辦 Maker Faire：Tainan，讓臺灣各地的自造者都有展現各自創意的空間與機會(圖 4)。



圖 3. 2014 年 Maker Faire：Taipei 於華山文創中心舉行



圖 4. Maker Faire Taipei 2014 的活動攤位

說明：自造者嘉年華提供不同創意的社團進行展示的機會，圖為內壢高中創意科技社 (NLCT)，於 2014 Maker Faire：Taipei 展現它們利用木頭所製作的機構設計。

貳、自造者嘉年華(Maker faire)

自造者嘉年華屬於自造者運動中最有宣傳力的活動，在活動中除了提供自造者彼此交流的機會，更能讓有興趣的參觀民眾了解自造的樂趣以及如何自造？而在 2006 年舉辦第一場自造者嘉年華後，每年舉辦的自造者嘉年華場數就不斷的增加，到 2013 年更在一年內就舉辦了 100 場自造者嘉年華，達成紀錄性的指標(圖 5)。自造者嘉年華共分為三種規模：旗艦展覽(Flagship Faires)、特別舉辦或大規模合辦的自造者嘉年華

(Featured Faires)以及小規模，以社群為單位的迷你自造者嘉年華(Mini Maker Faire)，三者的
大小之區別分別如下表 1。

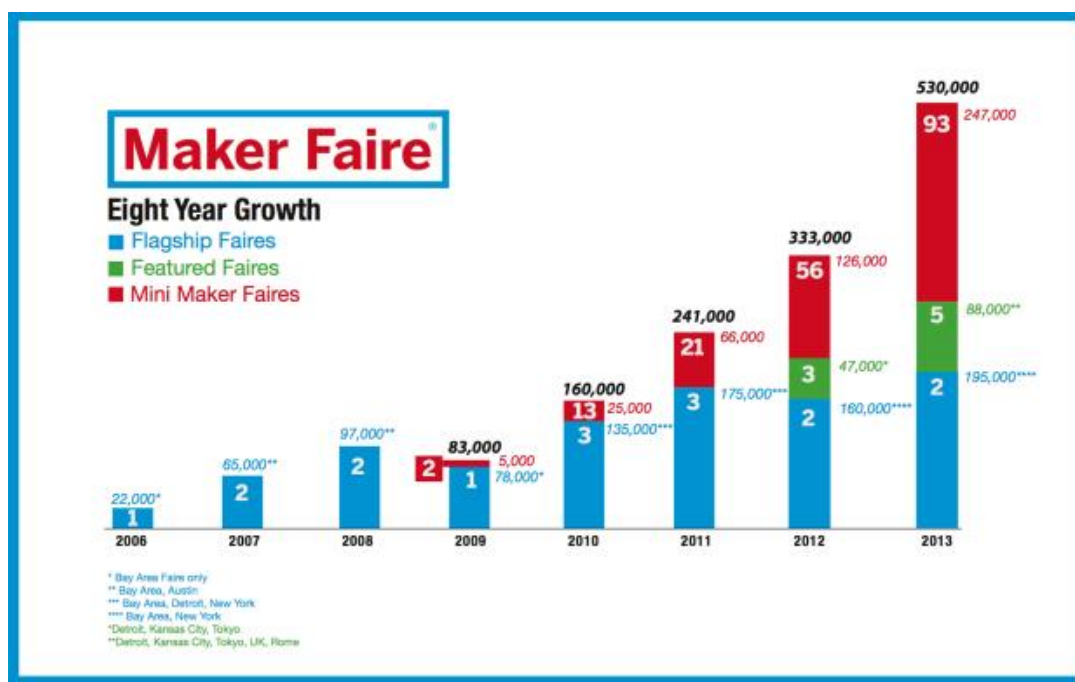


圖 5. 歷年全球 Maker Faire 舉辦場數

(取自：Make Magazine：The Year of 100 Maker Faires)

表 1. Maker Faires 分類標準 (譯自 MakerFaire.com)

	小型	中型	大型
自造者人數	10 到 30 人	35 到 70 人	75 到 150 人
場地大小	1 間房間的 大小	1 間建築或是 10 個 帳篷的大小	許多建築
參與人數	300-2000 人	500-3000 人	2500 to 6000 人
活動時間長度	2 到 3 小時	6 到 8 小時	8 小時或以上
核心組織團隊	1 組	2 組	3 至 5 組
參與組織的團隊	3 到 5 組	5 到 10 組	30 到 50 組以上
準備期	3 個月	6 個月	12 個月
預算(美金)	約一萬元	五千至兩萬五千元	兩萬至十萬元
市場行銷	有限	有，但大多透過一	大

		些主要活動	
舞台/演出	無	或許有	有
景點	無	無	有
研討會	無	可能	有

雖然這些製造者嘉年華在不同地區，以不同規格舉辦著，但是這些自造者嘉年華卻都抱持著相同的理念，並且希望在每一場活動中都能將這些想法帶給參與的每個人：

1. Maker Faire 的精神是開放、包容、鼓勵及慷慨的。
2. Maker Faire 的慶祝，是為了自造者們所製造的東西、他們製作的過程還有他們的激情與熱情而慶祝。
3. Maker Faire 的範圍是廣泛的，在其中不單單只有技術的層面，更結合了創意、創新、實驗，更橫跨了科學、工程、藝術、效率與工藝。
4. Maker Faire 是一個互動性質的活動，孩子和大人可在活動中擁有 DIY 的機會。雖然有時候會場會看起來有些雜亂或是帶有刺激性的活動，但這些都是 OK 的。
5. Maker Faire 是一個展出的機會，而非競爭的場所。我們不希望個個自造者對彼此產生競爭，而是希望能對他們的行為得到回饋，而這些回饋對這些自造者會有助益。
6. 每個來到 Maker Faire 的人都希望能感到有趣、驚訝且高興，在其中嘗試新的東西，並留下啟發。
7. 每場 Maker Faire 都應該對於推廣以及發展自造者運動帶來助益。藉由這個活動連接這些帶有創造力與技術的人們，我們看到超過 Maker Faire 這個活動所帶出更高的價值。

(譯自 Makerfaire.com)

在這樣的理念下，提供了許許多多的創意與設計能自由地在自造者嘉年華中進行展示與分享，並提供其他人觀摩與討論的空間。如 2014 年於華山文創中心所舉辦的 2014 Maker Faire: Taipei，即可看見許許多多的創意與設計在會場中不斷的激盪著，並吸引各界人士參與，同時提供親子同樂進行實作的機會。



圖 6. Maker Faire：Taipei 1

說明：小朋友於自造者嘉年華中，透過自造者的介紹了解該戰車的結構與製作方式。



圖 7. Maker Faire：Taipei 2

說明：自造者的作品不一定要有實質上的意義，可以是為了有趣、好玩或是自我實現。圖中為一自造者所設計，利用太陽能板作成的旋轉馬達。



圖 8. Maker Faire：Taipei 3

說明：在自造者嘉年華中也能見到許多實用的設計。圖中為一自造者所設計之小園藝組，可提供室內栽種。

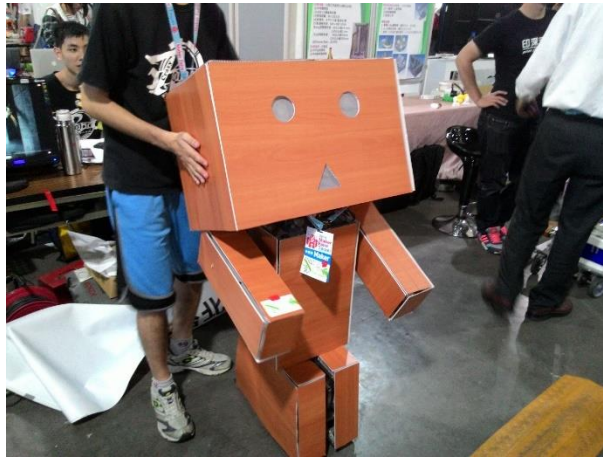


圖 9. Maker Faire：Taipei 4

說明：自造者運動絕非社會人士的專利，台科大使用紙箱與開發板自製的「阿愣機器人」在會場上也造成不小騷動。



圖 10. Maker Faire：Taipei 5

說明：同樣的材料，我們是否能使用不同的加工方式進行製作與設計？這個設計採用雷射切割並進行黏合，使用不同生產方式，但還是擁有同樣強度。



圖 11. Maker Faire：Taipei 6

說明：透過回收寶特瓶生產 3D 列印之原料的腳踏車，出自自造空間 MakerBar 的共同研發。



圖 12. Maker Faire：Taipei 7

說明：自造者嘉年華是一個可以透過親子共同 DIY 以拉近親子關係的環境。



圖 13. Maker Faire：Taipei 8

說明：柯 P 也來到 2014 Maker Faire：Taipei 參與本場嘉年華。

參、自造者空間(Maker space)

自造者空間(Maker Space)是一種擁有製造工具的社群空間，在這空間裡參與者可以使用該空間的資源進行製造、教學與交流，並透過社團的模式，讓人們可以以繳交少許的會費或是活動費即能在這空間中使用萬元以上的機具，同時與其他人進行創意的製作與發想，降低設計與製造的成本。並藉由不斷的溝通與交流使創作的東西更精緻、更有特色。如同在《自造者時代》一書中引用「曼徹斯特製造實驗室」主任所說：「這裡要給人有製造、改良任何東西，尤其是改良的能力。這裡的每個人都有點子，我們只是想辦法讓點子更容易實現。重點在設計，不在製造本身。」

“It’s about the ability for individuals to make and, more importantly, modify anything. Everyone here has an idea, we’re trying to make it easier for them to realize it. What becomes important is the designs, not the fabrication.”— Haydn Insley 《Makers: The New Industrial Revolution》

在臺灣，目前於台北、台中、台南、嘉義等地都有不同類型的自造者空間，藉由不同的活動方向、機具發展出各個自造者空間的特色。而自造者空間的規劃則可分為三個討論方向：資金來源、空間目標與空間及設備規劃。

1. 資金來源：

由於自造者空間裡最重要的則為自造設備，因此無論傳統的立式鑽床、線鋸機、砂輪機或是新式機具如雷射切割機、3D 印表機、小型 CNC 加工床等等，都需要定期維修或是添購機器以維持自造者空間的順暢運作。在這樣的需求下，資金的挹注是維持自造

者空間持續營運的一項很重要的元素。因此在不同的自造者空間皆會有不同的方法維持自身資金的來源，如「FabLab Taipei」即以會費繳交的方式籌措資金(圖 14)，或是「科學 Maker」由希望取得該空間所製作之成品之成員於取得成品時進行劃撥贊助，還有像「FabCafe」與「享實做樂」等自造者空間，透過販售餐點與咖啡提供空間之經費。



ACCUPASS 找活動 辦活動 登入 註冊

TAIPEI

Fablab.Taipei 入會申請

活動介紹 票券資訊 討論區

開始時間: 2014-08-03 19:12
結束時間: 2014-10-31 23:59
活動時區: GMT+8
地點: 台北市中正區重慶南路三段15巷9號1F (Fablab Taipei) (Fablab Taipei)
主辦單位: 社團法人台灣自造者協會
相關網址: <https://www.facebook.com/FablabTPE>

活動介紹

會員權益包含Fablab Taipei所有數位製造機具之教學課程 (雷射切割機 Universal VLS4.60, 3D印表機 Prusa i3, Prusa Air 2, CNC Roland Modela MDX-540, MDX-20) 及使用權利, Fablab Taipei 全區實施會員制, 除免費open day(每星期日晚上6~10點)外, 所有機具僅供會員使用

一般會員入會費1680元, 年費1000元

※本活動委託活動通代為處理退票退款事宜, 依退票退款規則(<http://www.accupass.com/Home/Refund>)辦理, 如需申請退票退款請於活動結束前8日辦理, 逾期恕不受理; 將酌收票價10%退票手續費用。

圖 14. FabLab Taipei 以年費的方式提供資金，維持自造者空間的運作

2. 空間目標風格：

空間目標與風格是作為一空間成立時的重要條件，透過能產生共鳴的目標或是風格，可以吸引到該地區有興趣的自造者，藉此提供該空間新的想法與活血。空間目標大致上可分為三類：有的空間目標以設計一樣東西並完成開始，如「科學 Maker」即以手機顯微鏡的設計、製造與推廣開始，逐漸完成該空間之規劃；有的目標是以推廣某種技術或是方法為訴求，如 FabLab Taipei 的成立則是希望讓台灣的創作能量能夠因為懂得使用數位工具而有更好的發揮(洪堯泰，民 102)；或是因為該地區沒有類似的空間而成立的自造者空間，透過群眾的力量而集結，如 2014 年九月，因為臺中並沒有如臺北如此多類型的自造空間，因此在 FabLab Taipei 以及臺中的享實做樂等自造者空間的催生下，透過群眾的力量進行網路募資，並在月中達到募資門檻，將在享實做樂的空間重新進行規劃並增加新的木工以及金工等機具，以提供中部的自造者更多元的自造空間。

3. 空間與設備規劃：

不同的自造者空間因為不同的需求以及環境而會有不同的工具供該空間的參與者使用。在空間方面則會有討論區、加工機具區與部分空間有展場區供活動的辦理，有些以咖啡廳為收入來源的自造者空間則會有相對應的空間以供相關飲食。在機具的部分，目前主流的自造者空間所使用的機具大多為可結合電腦使用的機具，如 3D 印表機、雷射切割機、CNC 加工機具，並結合簡單的手工具進行設計與製作(圖 15)。但其中也有如上面所提到的自造者空間——「享實作樂」則因為希望結合較多元的東西而添購木工、金工等加工機具。而近來較受注意的則為大同大學所成立的 Maker Space——「未來產房」，透過校方與網路募資的方式，建立一個三百坪的自造者空間，同時擁有數位加工、電子實驗室、木工、金工等等空間，並安排相關夜間課程，提供有興趣的人可於課後或是下班後參與。



圖 15. FabLab Taipei 1

說明：在 FabLab Taipei 中，所自製的工具掛版以及 3D 印表機房間

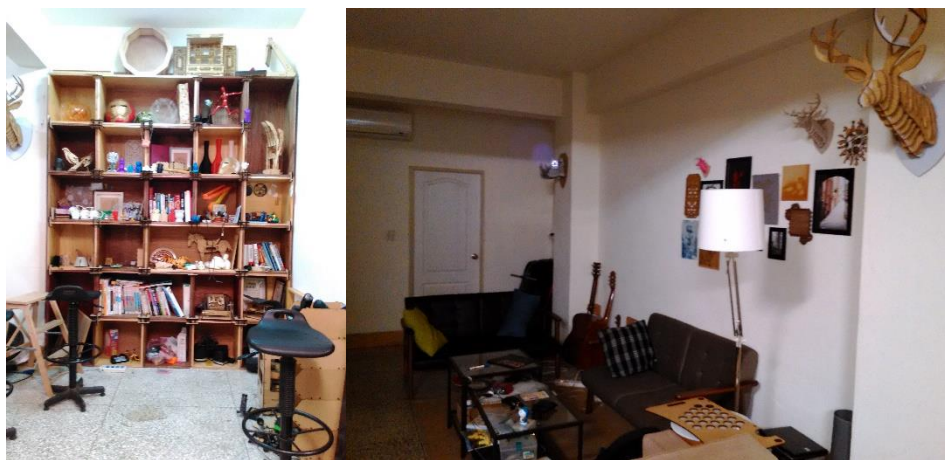


圖 16. FabLab Taipei 2

說明：在 FabLab Taipei 中，提供他人所設計之作品以及書籍以進行發想，並有休息的空間
可讓參與者使用



圖 17. FabLab Taipei 3

說明：在自造者空間中還是有相關規範，參與者需要共同的愛護與維護該空間。

肆、自造者運動對生活科技活動之啟示

今年5月，師大舉辦了第28屆的社團成果發表會——師大黃金雨季，在師大科技應用與人力資源發展學系的攤位，展出了學生們平時設計與製作的作品與成果，並提供胸章製作的機具與教學，讓來參觀的同學與師長除了了解師大科技系在實作教學以及生活科技課程中能帶給學生學習到的內容，也能親身體驗自己動手實作的樂趣。在這樣的活動中，我們能看見自造者與自造者嘉年華的影子，在科技系的環境與設備中，我們則能看到自造者空間的樣板，而事實上，生活科技本身就可以是自造者的養成課程。



圖 18. 2014 師大黃金雨季 1

說明：在黃金雨季中，師大科技系的攤位將平時於系上所學之電子、木工、金工、塑膠工或是繪圖等成果展現給參觀者，讓他們了解科技系平時所做及所學的內容。



圖 19. 2014 師大黃金雨季 2

說明：就算是不同領域，自造與實作的樂趣還是可以傳染的。在社團博覽會中，旁邊的美術系學生即對於徽章製作的工具感到有興趣，大家不由得都各拿一組材料，在攤位上創作自己的獨特徽章。

在生活科技的師資培育課程中，大致可分為「基礎加工」、「基礎圖學與電腦製圖」、「平面、立體與美感設計」以及「大量加工與製造」四個區塊，基礎加工中包含了金屬、木材、塑膠加工等基礎課程，藉由基礎加工的學習、了解材料特性以利於後續製造上的規畫；電腦製圖與基礎圖學則包含了圖學、電腦 CAD 繪圖、電腦 3D 繪圖等內容，透過以上教學內容，學習如何與他人分享個人設計，讓想法能夠延續並修改；第三類，平面、立體與美感設計則包含色彩學、基本設計、產品設計、電腦多媒體製作、圖文傳播、網頁設計等課程，在這區塊中，將學習從平面設計到立體設計、從靜物設計到影片動畫等具有動感的設計，因此須具備過去的手繪能力與現今較風行的 illustrator、Photoshop 等繪圖軟體應用之能力，在動畫與影片製作上則需要腳本設計與拍攝運鏡、攝影構圖等能力，並在以上課程學習期間輔以網頁設計進行呈現與展示；最後一類則為大量加工與製造，透過產品設計、專題製作到製造科技的課程，以實際生產產品並進行包裝、行銷，使其他三類所學能進行更精熟的操作。因此，生活科技課程中不但可以涵括自造者運動中可能使用到的機具與相關製作概念，更能了

解學生於其他學科所學之科學、數學知識，使學生可以如歐巴馬所說與期許的整合 STEM 的知識與技能。

但對生活科技的課程或是發展中，自造者運動中還是有許多新的概念以及新的想法可供生活科技課程與環境進行參考，以下則依照個人淺見進行條列說明：

1. 專題式課程的安排：

自造者空間不時會舉辦一些實作研習，參加者除了可以從中學習相關實作知識並製作有趣的個人作品外，在研習後更可透過自行製作的實作作品進行後續的研究與討論。在此一過程中，參與的成員先透過研習講師所規畫好的設計圖或是整理好的材料進行 DIY，建立其初級經驗，再於活動後結合個人知識或是社群間的討論，藉由相關機構、材料或是電路的內容之修正，將所製作的東西修改成更好的成品。

而生活科技課程由於目前課程時數較少，因此學生在課堂時因為較趕的課程而無法進行較深入的思考，同時實作活動彼此的結合度較低，如前半學期教授木工，後半學期電路，彼此之間並無可將其整合之活動，或是同樣木工的課程以不同的科學知識或是創意設計進行修改，則內容會稍顯單調，教師也必須在不同活動間不斷引起學生之學習動機。但若能提供專題式課程，整合先前所學，讓學生在基礎技術學習時即能了解後續專題活動所要應用之方向以及現在所學之重要性，並搭配有趣、新穎、可保存且能讓學生於課後還能進行利用、改造的實作活動，則能延續學生於生活科技課程之學習時間，如台大電機系教授葉丙成於 TEDxTaipei 所說的 “Starve them, don't stuff them.” (讓他們餓，不要填塞他們)。

2. 生活科技教師對於 6S 的要求：

自造者空間給人的第一印象多為乾淨的工作室，這樣對於工作環境的要求在過去即以 5S 的方式進行討論，對於生活科技教室來說，5S 運動包含「整理、整頓、清掃、清潔及修身」(李隆盛，民 89)，而 6S 則是增加了「安全(Safety)」這個要素。在自造者空間中，我們可以見到 5S 的落實，但在安全的要求則因使用電腦化機具而較少被重視，因此生活科技教室除了須對學生進行 5S 的要求外，更須著重於安全上的要求，而非只是機具的操作、設計或認知的培養，以確保學生於校外或是畢業後能有正確的態度及使用方法面對科技產品與相關工具。

3. 機具的使用與需求的轉變：

過去在機具的選擇上，生活科技課程多以立式或是大型加工機具為主，在這樣的選擇下，教師或是校方必須準備較多的經費與較大的空間以存放相關機具。但在這股自造

者運動裡，我們見到許多小型的桌上機具或是手持式的電動加工機具的實際運用上較大型機具更為方便與安全，而相關價格除了較大型機具來的低廉，也適合學生在日常生活中進行運用。因此在未來相關空間的安排時，教師們或許可以購買較輕便的如手電鑽、手線鋸等手持電動機具為主，除了可以使學生在課堂上的學習更貼近生活，並於課後於學校或是家中自行使用相關機具進行修正與創作，更能減少生活科技的空間尺寸以及經費需求，讓生活科技課程的空間安排能更沒有壓力。

4. 社群的知識資源共享：

在自造者空間或是自造者自造者社群中，大家將各自的設計與想法進行分享，除了設計產品外，更有相關平台如 Instructables (圖 20)、Maker 雜誌等可提供相關製作程序，這樣的社群概念可提供生活科技課程進行的實作活動的更新，更甚者希望可以由教師們建立平台以分享已規劃的教案與教材(圖 21)，讓參與者一同修改，以提升生活科技課程內容與品質。

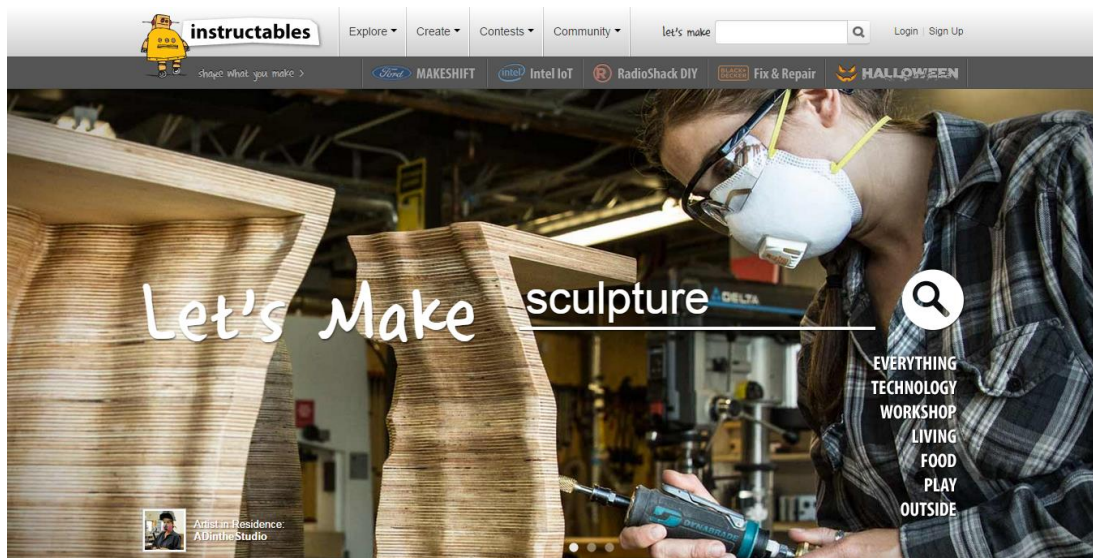


圖 20. Instructables 網站有提供許多類型的實作活動資訊與做法。



圖 21. 筆者透過 blogger 所架設之簡單的教案分享平台

5. 透過自造者活動，讓更多人了解生活科技之特色：

生活科技課程是極富特色的一門課程，縱使我們有課程的課綱與教材，但在每個老師不同的專長下，學生與生活科技課程可以發展出其特色，而在自造者活動下，生活科技課程將擁有展現的空間與舞台。如參與 2014 Maker Faire：Taipei 的內壢高中創意科技社，在自造者嘉年華中展現他們透過木工所製作之機構作品，讓更多人了解他們的特色。

綜上所述，在社群與網路的催化下，這股自造者運動的影響勢必將持續且無可避免，人們將在這股自造者運動中擁有更多機會接觸實作活動，並體會到實作活動的重要性。生活科技作為臺灣國民基本教育唯一的科技實作課程，希望透過本文對於自造者運動的介紹，能提供大家對於生活科技與自造者運動的連結，透過相關活動讓大家了解生活科技對於學生的重要性，並藉由自造者社群的資源，提供適合當地的實作活動，或在實作活動缺乏的鄉鎮創造需求，讓大家熱愛實作並動手實作。



圖 22. 自造者空間研習

說明：颱風天的周末假日，在 Fablab Taipei 還是有家長樂於帶孩子參與自造者研習，希望有朝一日生活科技課程也能讓家長與孩子願意於課後一同進行實作，一同享受實作的樂趣。

歡迎您加入 **Maker Faire Taipei 2015** 參展 Maker 的行列！
請大家先詳閱以下參展說明後再點選下方“參展報名”的按鈕填寫線上申請表

中文版
Chinese

英文版
English

Maker Faire Taipei

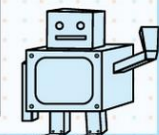
2015 5/30-31

華山1914文創園區

東2館、東3館、中4B、藝術大街



參展
申請中



參展
報名

參展手冊
下載

聯絡
我們

 **Maker Faire 活動主旨**

為了讓有趣的Maker和他們新奇的作品們不只在書上刊載，更實際出現在大家面前，Maker Faire也因此誕生。
Maker Faire是一個平台，讓來自各地的Maker有機會將自己的創意與創作展現在世人面前的；更藉由這個機會，觀摩其

圖 23. Maker Faire Taipei 2015 參展徵求

說明：Maker Faire Taipei 2015 參展徵求中，希望有興趣的生活科技教師或是社團都可共襄盛舉，提升生活科技之可見度。[\(http://www.makerfaire.com.tw/\)](http://www.makerfaire.com.tw/)

參考資料：

李隆盛 (民 89)。生活科技教室須要的運動。生活科技教育月刊 33 卷，7，1-1。

鄭鴻旗 (民 103)。不要想，做就對了！。Make 國際中文版，12，86-88。

洪堯泰 (民 102)。PanSci 點子對撞機 PanSci MIC -機巧台南加強版。取自

<http://www.tdcp.org.tw/index.php?option=module&lang=cht&task=pageinfo&id=107&index=3>

連育德(譯)(民 102)。自造者時代(原作者：Chris Anderson)。臺北市：天下文化。(原著出版年：2012)

The White House Office of the Press Secretary. (2014). Presidential Proclamation -- National Day of Making. Retrieved from <http://www.whitehouse.gov>

Sabrina Merlo. (2014). The Year of 100 Maker Faires. *Make Magazine*. Retrieved from <http://makezine.com>

創意教學法在小學科技教育的應用 – 以組合與取代為例

Applying SCAMPER to Creation Instruction of Elementary Technology Education - Substitute and Combine

張雅富 陳冠吟

國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系 研究生

Ya-Fu Chang, Kuan-Yin Chen

National Taiwan Normal University

Department of Technology Application and Human Resource Development

摘要

本文將 SCAMPER 創意思考法中的組合與取代應用於小學的科技教學，以此兩種方法引導學生，分別將創意與機械裝置的連動性整合於作品中。除發展教學活動之外，更在台北市一所國小的三年級某班進行教學實驗，並透過學習單、教師觀察、學生作品與回饋單探討學生的學習表現與成效。主要的研究結果如下：(1) 實作課程會提升大多數學生學習興趣，進而培養其主動性。(2) SCAMPER 中的取代及結合，使用在國小階段的科技教育，對學生的創造力及創意上的教學引導有良好的效果。

關鍵字：SCAMPER、小學、科技教育、實作

壹、前言

在現代人的生活中，除民生、文化、經濟外，「科技」也是重要的生活層面，因此，科技教育在臺灣越來越受到重視（李隆盛等人，2004）。科技教育除了培養科技素養外，創造力也一直受到重視。在 2003 年教育部所發表的《創造力教育白皮書》當中提到：「科技化國家推動方案」、「知識經濟發展方案」、「新世紀人力發展方案」、與「第六次全國科技會議」中，創造力與創新能力均為重要議題，這也顯示了創造力在提升國家競爭力方面擁有一定的影響力，然而，目前臺灣在國民小學階段尚未有科技教育的部分，因此如何從基礎教育就落實科技教育也是要點之一。

我國科技教育大多師法美國（余鑑，2003），在美國的小學科技教育中，多半已「科技覺知」為核心，以整合或綜合的方式來呈現，主要目的在促進學生利用科技的能力，對科技相關問題做出明智的判斷（張玉山，1999）。本文旨在探討創造力教學法融入小學科技教育教學活動中的成效，透過教學互動與觀察個案作品及學習記錄，探究國小學生在 SCAMPER 中「組合」與「取代」的科技教學下，創作表現的情形，以提供教師在教學設計與進行教學的參考，並期望能從基礎教育中開始培養創造力。

本研究旨在探討 SCAMPER 融入生活科技創意教學活動的效果，透過個案研究法的研究設計，以觀察及訪談為主要的資料蒐集方法，探究國小學生在 SCAMPER 的生活科技教學下，創作表現的情形，以提供教師在教學設計與進行教學的參考。

貳、文獻探討

一、臺灣的小學科技教育

國際科技教育學會（International Technology Education Association, ITEA）在 2000 年將其定義為：「提供學生機會學習所需之問題解決能力與擴展人類知能之相

關科技的過程與知識。」教育部（2008）在《九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域》中，將分段能力指標列出(1)過程技能、(2)科學與技術認知、(3)科學與技術本質、(4)科技的發展、(5)科學態度、(6)思考智能、(7)科學應用及(8)設計與製作，其中以科學與技術認知、科學與技術本質、科學應用及設計與製作跟科技教育實作活動較為相關，其內含目標分別為：「科學概念與技術的培養與訓練」、「科學是可驗證的、技術是可操作的」、「應用科學知識以及探究方法以處理問題的能力」及「能夠運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品」。由前述可知小學科技教育實作活動是學生應用科學知識、探究方法、技術操作以解決問題，與發揮創意製作產品的過程。

德國教育學家凱欣斯泰納（G.M. Kerschensteiner, 1854~1932）認為勞作的教育價值與目的在獲取經驗的知識和生產的技能（周鴻騰，2011）。杜威（John Dewey, 1859~1952）也認為教學應該以兒童為主體，並強調「做中學」，藉由動手做的過程進而學習得到經驗，亦可培養學習的主動性（吳木崑，2009）。

因此，小學階段的科技教育活動，應配合學生能力，讓學生透過動手做的活動發揮創意與習得相關經驗。而本文將以「迷你動態舞台」作為實作教學活動。

二、SCAMPER 的意涵

SCAMPER 又稱為「奔馳法」，是一種幫助學生和教師理解和發展創造性解決問題的方法，主要用於改善製程與改良事物（Eberle, 1984）。SCAMPER 是由美國心理學家 Robert Eberle 在 1997 年所提出創意思考方法，其中包含七種思考構面，分別為：替換（substitute）、結合（combine）、調整（adapt）、修改（modify）、其他應用（put to other uses）、消除（eliminate）與重整（rearrange），將每個變項的字首組合起來便成為

「SAMPER」，陳龍安教授（1997）更用了「代、合、調、改、用、消、排」七個中文單字來作代表。

表 1 SCAMPER 創意思考方法的概要及內容

S	替換 (substitute)	何物可被「取代」？
C	結合 (combine)	可與何物合併而成為一體？
A	調整 (adapt)	原物可否有需要調整的地方？
M	修改 (modify)	可否改變原物的某些特質，如意義、顏色、聲音、形式等？
P	其他應用 (put to other uses)	可有其他非傳統的用途？
E	消除 (eliminate)	可否將原物變小？濃縮？或省略某些部分？使其變得更完備、精緻？
R	重整 (rearrange)	重組或重新安排原物的排序？或把相對的位置對調？

資料來源：修改自陳龍安（1997）。創造思考教學的理論與實際（頁 144-145）。台北市：心理。

藉由 SCAMPER 創意思考法融入教學中，學生慢慢將 SCAMPER 融入其生活中，可提高學生創造力（李奇展，2010）。為激發學生的創造力，因此利用了 SCAMPER 創意思考方法來幫助學生思考。本教案實施對象為國小三年級學生，正處於認知教學理論中的具體運思期，雖具有可逆性及守恆的道理，但還無法抽象思考（Piaget, 1972）。為因應教學實施對象的吸收能力，故只取七個思考構面中的兩個，讓學生正確的吸收且運用。

本文所提及的「替代」與「組合」便為 SCAMPER 當中的「S (substitute)」與「C (combine)」，其中替代為為因應教學實施對象的吸收能力，故只取七個思考構面中的兩個，讓學生正確的吸收且運用。

在應用「替換」及「組合」引導學生時，應注意不宜給予太多範例，可以利用現有的舞台劇照來進行引導，或者運用運動型態來引導學生的想像。圓盤與連桿的部分需要更多的引導，可以提出幾個不同的運動方式，像是追逐、視覺佔留等，讓學生去思考。最重要的在於不要否認學生的創意，讓學生多去發想。

參、教學活動設計

一、教學活動背景

1. 單元名稱：迷你動態舞台。
2. 教學對象：台北市某國小三年級學童共 30 位。
3. 教學地點：國小普通教室。
4. 教學時間：共三週，每週兩節課，一節課40分鐘，共計240分鐘。

二、教學活動設計：

以學習單（如附件一）與完成作品為主要評量項目，並在課後發放不記名課程回饋單請學生填寫，以做此次教學成果之分析。

本單元之教學流程分為三週進行，每週教學進度內容、零件清單與工具材料清單如表2、表3、表4。

表2 每週教學活動進度內容

週次	教學活動	教學資源
第一週	講解上課規則及注意事項。	投影機、電腦、PPT
	介紹作品、解釋舞台的配置以及底板、前景、背景與主角的概念。	PPT、作品範例（如表 5 完成圖）
	介紹零件、同偏心圓的機構及原理，並以範例教具讓學生實際體驗，親自發現同心圓與偏心圓、偏心圓圓心距離之差異。	PPT、作品範例（如表 5 完成圖）、大小機構範例（如附件三）
	利用 SCAMPER 中的「替代」及「組合」引導學生發想與設計舞台，並繪製於設計學習單上。	PPT、作品範例（如表 5 完成圖）、學習單（如附件一）
	將大卡對折，分成地板及背景後將圓盤模板畫至背景上欲放置圓盤處，定位後描上圓及圓心，再利用圓盤模板（兩人一張）畫圓及圓心並剪下。	圓盤模板、奶瓶卡、大卡、剪刀、鉛筆
第二週	在連桿、圓盤及背景的圓心上打洞，等待時的學生可將前景預留的黏貼處向後折，接著開始彩繪前景及背景、地板。 而圓盤打好洞的學生也可開始彩繪圓盤。	沖孔器、橡皮錘、橡皮墊、大卡、圓盤、塑膠連桿、前景、著色用品
	利用雙腳釘固定連桿與圓盤，並用膠帶固定雙腳釘的腳。	連桿、圓盤、雙腳釘、膠帶
	彩繪移動物，繪製完成後剪下。	奶瓶卡、著色品、剪刀
	將木塊 1 及圓盤用白膠黏住，再將長圓棒穿過背景上的洞後固定於木塊 1 的圓洞中，最後將木塊 2 於背景後方穿過長圓棒。	木塊 x2、圓盤、背景、白膠、長圓棒
第三週	將前景黏貼於地板上，且將固定條黏貼於圓盤上方，再將移動物黏貼於連桿上端。	前景、塑膠固定條、白膠、膠帶
	待白膠乾後，將長圓棒一端固定於木條其中一個洞內，再將短圓棒固定於木條另一個洞中。	短圓棒、木條、白膠

支撐架依摺痕摺好後，用膠帶固定，並固定於背景後，需垂直於桌面。	支撐架、膠帶
作品發表及分享	

表3 零件組清單

			
木條 50mm*10mm*5mm (圓心離兩側 10mm 各穿 6mm 圓孔)	大卡 8K、A4 2mm 奶瓶 紙	25mm*25mm*10mm 木塊 (中心穿 6mm 圓孔)	長、短圓棒 5cm、3cm， 直徑 6mm 圓木棒
			
支撐架 26cm*2cm 2mm 奶瓶 紙	前景 21cm*7.8cm 2mm 奶瓶紙	固定條	連桿

表4 工具材料清單

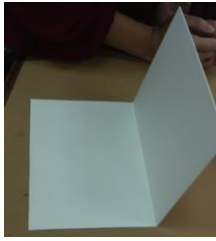
教師準備	數量	學生準備	數量
設計學習單	1/人	著色用品	不限
大機構範例 (同心圓、偏心圓、偏心距 離)	各一	剪刀	1
小機構範例	各六	白膠	1
奶瓶卡	1/人	鉛筆	1
零件組	1/人		
圓盤模板	1/兩人		

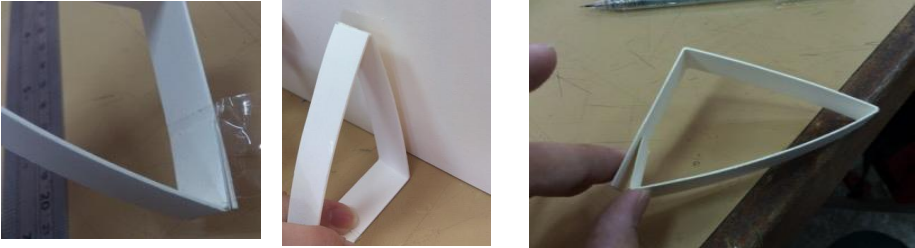
雙腳釘	1/人	
投影片(連桿、固定片)	1/人	
膠帶	數捲	
沖孔器、橡皮錘、橡皮墊	4 組	

三、製作步驟

本單元作品「迷你動態舞台」的製作流程及圖示，如表5所示。

表5 製作流程及圖示

圓盤製作與定位	  
打洞及固定連桿與圓盤	  
彩繪、移動物的製作及前景黏貼	  
圓盤固定及木把手製作	   

固定條 及移動物固定	
支撐架製作	
完成	

肆、教學成果與觀察

一、學生作品與學習單（如附件一）

- （一）利用取代的引導方式，僅能引導學生從老師介紹的主題，將上面的物體取代為自己的想法。主題的構思需要配合其他教學方法，大部分學生的作品皆是以其喜好與生活經驗而定。圖 1-1、1-2 為一學生學習單與作品；圖 2-1、2-2 為一學生學習單與作品：



圖 1-1 學習單 (怪獸)



圖 1-2 作品 (怪獸)

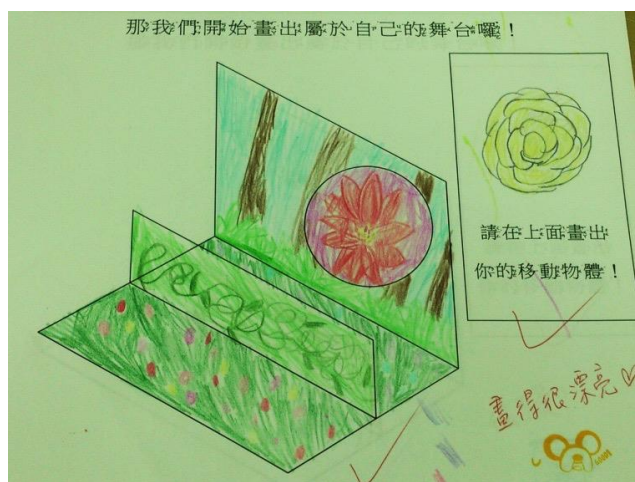


圖 2-1 學習單 (花園)



圖 2-2 作品 (花園)

(二) 利用組合的引導方式，讓學生能使其設計與機制運作結合。圖 3-1、3-2 為一學生學習單與作品，透過圓盤轉動與上方物體擺動，營造飛碟放出外星人之畫面；圖 4-1、4-2 為一學生學習單與作品，透過圓盤轉動與上方物體擺動，形成天空太陽炫目與雲朵飄動之畫面：



圖 3-1 學習單（外星人與飛碟）



圖 3-2 作品（外星人與飛碟）



圖 4-1 學習單（太陽）



圖 4-2 作品（太陽）

二、教學訪談記錄

（一）在進行同心圓概念教學時，以大型同、偏心圓圓盤教具在台上講解，小型同、偏心圓圓盤教具發給學生實際操作，並在教學中詢問同學是否發現差異，記錄如下：

（1） A 生（拿著連桿在圓心的同心圓範例）：「老師！這個不會動阿！」

B 生（拿著連桿在圓上且較靠近大圓圓心的偏心圓範例）：「我的這個就會。」——教室訪談紀錄

學生能在實際操作範例中，理解偏、同心圓的概念，並說出偏心圓與同心圓間的差異。

(2) 老師：「請同學再觀察看看，連桿靠近圓心的距離，跟他擺動的大小有關係嗎？」

學生（拿著連桿在圓上且較遠離大圓圓心的偏心圓範例）：「這個比較高！」——**教室訪談紀錄**

學生雖然無法第一時間就觀察出連桿距離圓心的位置與擺動幅度的關係，但透過教師的引導，還是能說出兩者的差異。

(二) 以舞台劇台面擺置引導學生將範例物品以自我經驗取代成自己的想法，且瞭解要在圓盤上放上有主體性的東西。

老師：「舞台上有什麼東西可以放進圓盤內呢？」

學生：「風車！」

老師：「那風車，可以換成什麼呢？」

生：「太陽！」、「房子！」、「花！」——**教室訪談紀錄**

(三) 引導學生能將機構原理與物品特性組合。如：擺動物體、圓盤轉動……等。

(1) 老師：「連桿上面的物體會擺動，可以放上哪些東西呢？」

學生：「火箭！」、「飛碟！」、「雲！」——**教室訪談紀錄**

透過引導讓學生將連桿的擺動與學生生活經驗組合。

(2) 老師：「轉動的圓盤，可以放上哪些東西呢？」

學生：「太極！」、「太陽！」、「花！」

老師：「轉動的圓盤上不僅僅是同一個東西的轉動，也可以讓兩個東西交替出現，想想看，還可

以做出什麼變化呢？」

學生：「狗追人！」、「很多星星！」、「雲跟飛機！」——**教室訪談紀錄**

透過引導讓學生將圓盤的轉動與生活經驗組合。

(3) 老師：「那麼如果圓盤上是很多星星的話，你的連桿上面可以畫甚麼？」

學生：「太陽！」、「星球！」、「太空梭！」

老師：「為什麼要畫太陽呢？」

學生：「因為太陽回升起來，也會降下去。」

老師：「那為什麼要畫太空梭呢？」

學生：「太空梭會飛來飛去的！」——**教室訪談紀錄**

最後連結上述兩者，透過不斷的師生問答，讓學生能連結與理解圓盤的轉動與連桿的擺動。

三、課後課程回饋單

以不記名方式，最後一堂課發課後回饋單（如附件二）給全班填寫，回收回饋單 30 份，其中一名學生未作答，故有效回饋單為 29 份，統計結果如表 6，（）內為票數與比例：

表 6 回饋單統計結果

你喜歡迷你動態舞台講解偏心圓原理的課程嗎？	喜歡 (17, 59%)	普通 (9, 31%)	不喜歡 (3, 10%)
你喜歡迷你動態舞台講解動手做作品的課程嗎？	喜歡 (24, 83%)	普通 (5, 17%)	不喜歡 (0, 0%)
老師在教偏心圓原理講的很清楚，我都聽的懂。	同意 (19, 66%)	沒意見 (9, 31%)	不同意 (1, 3%)
老師在教作品實作步驟講的很清楚，我都聽的懂。	同意 (23, 80%)	沒意見 (3, 10%)	不同意 (3, 10%)

覺得這堂課的課程對你會不會太難呢？	太難 (2, 7%)	剛剛好 (25, 86%)	太簡單 (2, 7%)
你有沒有更喜歡動手做的課程呢？	有 (23, 80%)	沒有差 (3, 10%)	沒有 (3, 10%)

根據上表可以發現：

1. 比起知識講述類課程，學生更傾向於實際動手操作。
2. 比起知識講述類課程，學生比較容易理解操作的單元。
3. 讓學生體驗過實作課程之後，會對動手做的課程更有興趣。

伍、 結語與建議

一、建議

教師在使用 SCAMPER 教學時，除了讓學生自行思考外，應透過不斷的師生問答，特別是國小階段的學童，因仍處於具體運思期階段，較不易進行抽象思考，因此教師的引導就顯得更為重要。而在利用取代技法時，應確實讓學生理解指機械舞台上的每個零件與真正舞台上的角色之間的關係，這樣在接下來的組合時才能使角色間更有關聯；組合運用時則應多引導學生圓盤與移動物之間的關係，使學生能理解動態舞台上的角色與角色之間是有關連的。

二、結語

根據本教學實驗成果，也發現教學引導中結合 SCAMPER 創意思考方法中的取代與結合，有助於大部分學生在設計作品時的創意表現。學生先是會從生活經驗所見的人、

事、物來取代迷你動態舞台中的角色，接著經過老師的引導，會將圓盤及連桿的運動狀態與角色進行組合，進而讓學生製作出更具創意及更精緻的作品。

經過課後課程回饋單的調查，雖然國小階段的實作課程並不多，但發現學生大多數認為這樣的引導以及作品製作並不會太困難。另一方面實作課程也會提升大部分學生對學習的興趣，藉由做中學培養學生的學習主動性。綜上所述，筆者認為 SCAMPER 中的取代及結合，可以使用在國小階段的科技教育，相信對學生的創造力及創意上的教學引導會有很大的效果。

參考文獻

- 余 鑑 (2003)。工藝教育思想的流變。生活科技教育，36 (8)，3-11。
- 吳木崑 (2009)。杜威經驗哲學對課程與教學之啟示。臺北市立教育大學學報，40(1)，35-54。
- 李奇展 (2010)。奔馳法 (SCAMPER) 創造思考教學方案對國小學生創造力之影響 (未出版之碩士論文)。台北教育大學特殊教育系，台北市。
- 李隆盛、王詩婷、王保堤、柯景耀、王景祥、何啟君…黃 炯 (2004)。中小學科技教育簡介【閱讀軟體版別】。取自 <http://lee.ite.ntnu.edu.tw/>
- 周鴻騰 (2001)。國立臺灣科學教育館推動戶外體驗學習的意義與實例。科教館學刊，2，44-74。
- 張玉山 (1999)。美國中小學科技教育課程現況及其啟示。生活科技教育，32(7)，1-11。
- 教育部 (2008)。國民中小學九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要。台北:教育部。
- 陳龍安 (1997)。創造思考教學的理論與實際。台北市：心理。
- Buser, J. K., Buser, T. J., Gladding, S. T., & Wilkerson, J. (2011)The creative counselor: Using the

SCAMPER model in counselor training. *Journal of Creativity in Mental Health*, 6(4), 256-273.

Eberle, B. (1984). *Help! In solving problems creatively at home and school*. Carthage, IL: Good

Apple, Inc

Glenn, Robert E. (1997). SCAMPER for Student Creativity. *Education Digest*. 62, 67-68.

International Technology Education Association.(2000). *Standards for technological literacy:*

Content for the study of technology: Reston, VA: author.

Piaget, J. (1972). *The principles of genetic istemology*. London: Routledge & Kegan Paul.

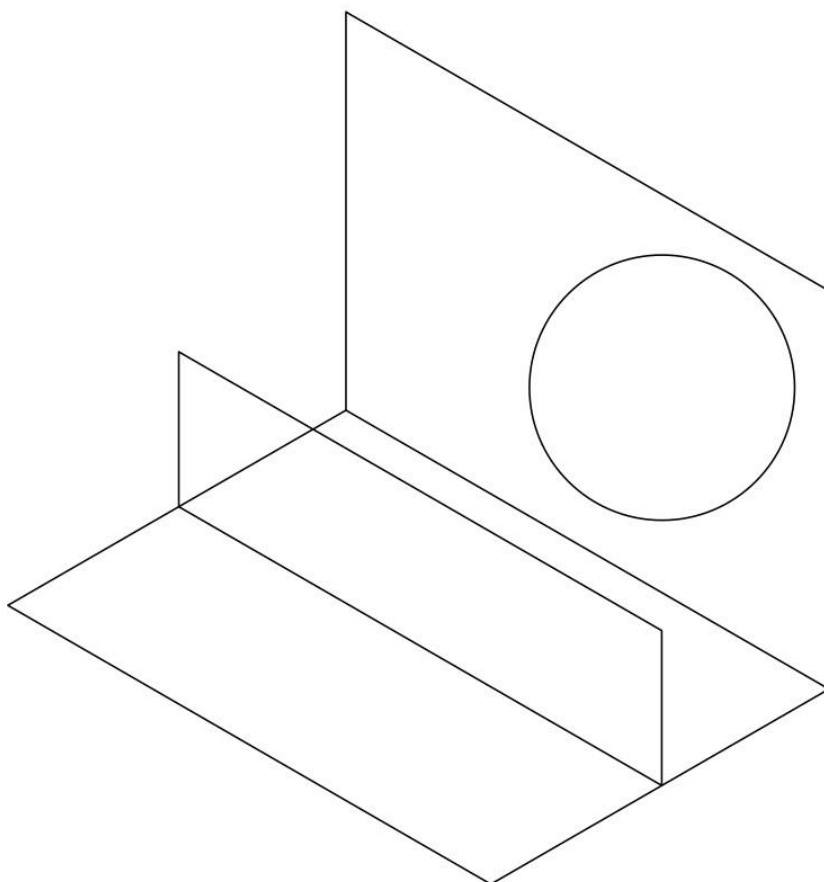
附件一 魔幻舞台設計學習單

魔幻舞臺

小朋友，經過老師的講解之後，
你已經想好要怎麼讓自己的角色上台表演了嗎？
請將你的想法畫在這個魔幻舞臺上，
再動手把他變成真的小舞臺喔！

我是_____年_____班_____號，我叫_____。

那我們開始畫出屬於自己的舞臺囉！



請在上面畫出
你的移動物體！

附件二 課後課程回饋單

我覺得.....

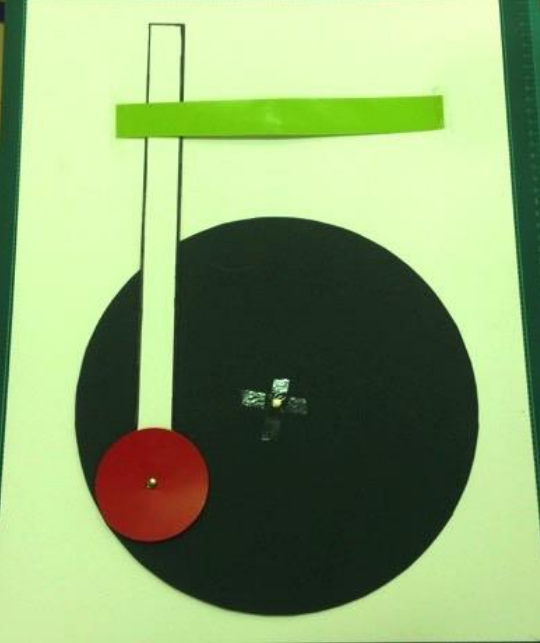
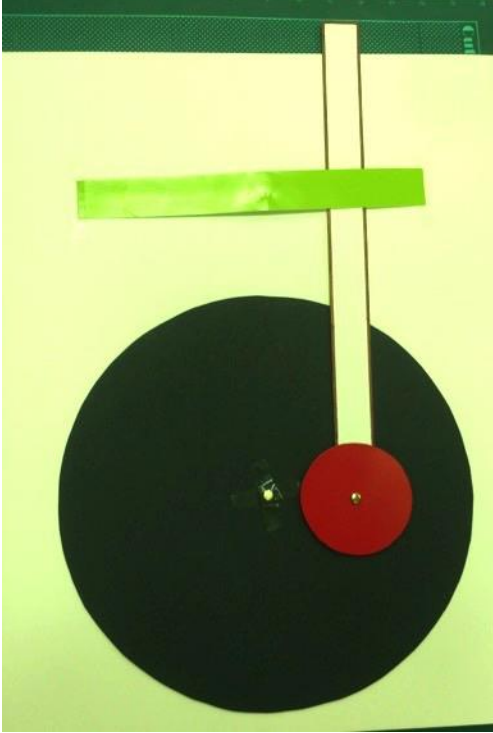


下面符合你想法的選項，就在口裡面打個v啫！

1. 你喜歡迷你動態舞台講解 <u>偏心圓原理</u> 的課程嗎？	☐ 喜歡	☐ 普通	☐ 不喜歡
2. 你喜歡迷你動態舞台講解 <u>動手做作品</u> 的課程嗎？	☐ 喜歡	☐ 普通	☐ 不喜歡
3. 老師在教 <u>偏心圓原理</u> 講 的很清楚，我都聽的懂。	☐ 同意	☐ 沒意見	☐ 不同意
4. 老師在教 <u>作品實作步驟</u> 講的很清楚，我都聽的懂。	☐ 同意	☐ 沒意見	☐ 不同意
5. 覺得這堂課的課程對你會 不會太難呢？	☐ 太難	☐ 剛剛好	☐ 太簡單
6. 你有沒有更喜歡動手做的 課程呢？	☐ 有	☐ 沒有差	☐ 沒有

你想要對雅富老師跟冠吟老師說什麼呢？

附件三 同偏心圓教具

	
機構範例 - 同心圓	
	
機構範例 - 偏心圓 (兩圓圓心距離較近)	機構範例 - 偏心圓 (兩圓圓心距離較近)

創造性問題解決導向的國小機器人教學設計

翁偉誠

臺北市立金華國民中學

摘要

創造力與機器人為近年熱門的主題，對於人類的未來發展可以說是非常重要的兩項關鍵因素。因此，本文以樂高機器人為教材，設計一適合國小的教學活動，並以創造性問題解決(CPS)模式為設計方向，以達到培育創造力與機器人教育的目的。教學活動主要以研習營隊的方式進行設計，安排 3 天共 18 小時的教學內容，從基礎知識的建立到運用 CPS 模式進行闖關任務。

關鍵詞：創造性問題解決、樂高機器人、EV3

壹、前言

隨著科技進步，機器人的發展在近年突飛猛進，常常可以看到新聞報導上出現相關的訊息，無論是企業界或是一般生活，機器人都開始漸漸代替人類完成一些特定任務，例如：生產線上的機械手臂代替人工作業、幫助家庭主婦完成掃地工作的掃地機器人、目前在正積極研發的自動駕駛車...等，這些都可以使我們不管在工作上或是生活上更便利，因為如此，現代人要在這樣的環境下生存，具備機器人的知識可以說是必要條件之一，所以相關的機器人教育便可以凸顯出它的重要性（施能木，2007）。

除了機器人教育之外，創造力也是現代教育著重的一個項目（教育部，2003），創造力推動人類的文明促使科技不斷進步，而創造力的培育也應從小做起。在過去的研究發現，「促進創造思考的訓練」是最被大家所接受並用於培育創造力的方法，且如此的訓練不僅有助於促進擴散性思考，亦能提升問題解決的表現（鄭英耀、劉昆夏、張川木，2007），而這樣的訓練模式在 1953 年由 Osborn 首次提出，透過創造性問題解決(Creative Problem Solving, CPS)的教學策略能有效提升創造力（邱仁佑，2008），往後又有許多學者紛紛投入研究，不斷將模式改進，使 CPS 更趨近於完整。

因此，本文結合上述最重要的兩項教育主題，先探討從過去一路修正至今的 CPS 模式，再以此為教學策略設計機器人教學，並提出相關的建議與省思。

貳、創造性問題解決

創造性問題解決(Creative Problem Solving, CPS)為一種分階段的問題解決模式，且隨著年代改變，不斷有各種不同的版本發表。

最初的版本為 Osborn 於 1953 年提出的七階段創造過程，包含：

- 一、定位(orientation)
- 二、準備(preparation)
- 三、分析(analysis)
- 四、假設(hypothesis)
- 五、醞釀(incubation)
- 六、綜合(synthesis)
- 七、確認(verification)

此版本的過程較為詳細，不過也是最複雜的，因此 Parnes 便於 1966 年提出修正過後的 CPS 五階段模式：

- 一、發現事實(fact finding)
- 二、發現問題(problem finding)
- 三、發現點子(idea finding)
- 四、發現解答(solution finding)
- 五、尋求接受(acceptance finding)

而 Isaksen 和 Treffinger 則在 1985 年進一步將 Parnes 的五階段模式增為六階段，加入了「發現困惑(mess finding)」為第一階段，也將原本的「發現事實(fact finding)」更改為「發現資料(data finding)」，另外強調了擴散性思考與聚斂性思考在問題解決中的應用。

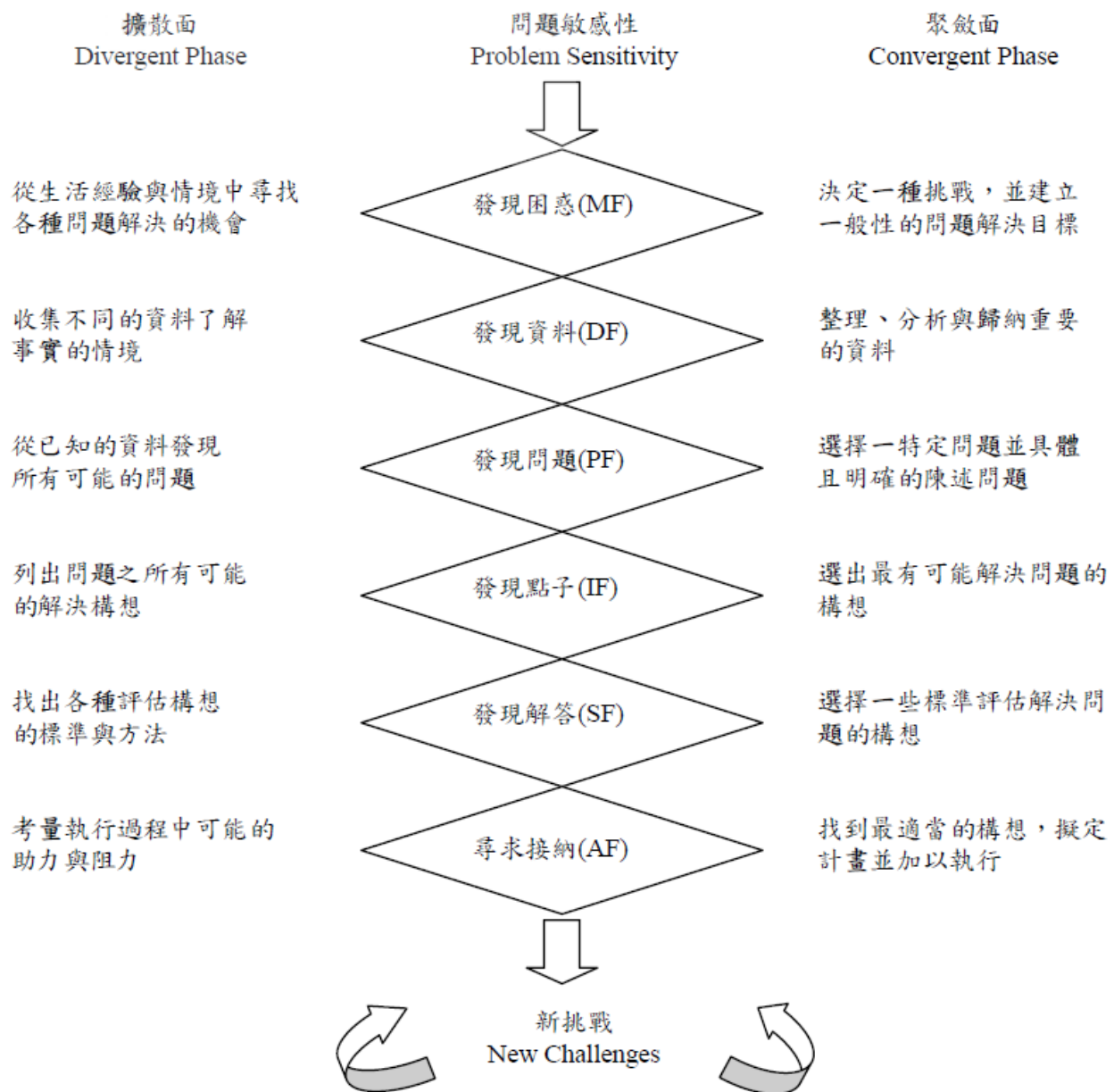


圖 1 Isaksen 和 Treffinger 六階段創造性問題解決模式

資料來源：鄭英耀、劉昆夏、張川木(2007)。國小自然科創造性問題解決教學效果之研究。科學教育月刊，15(5)，571。

自六階段模式被提出後，開始被廣為運用在教學研究之中，在經過一段時間的修正之後，Isaksen 和 Treffinger 又於 1992 年將六階段模型分類為三大問題解決的成分，分別為前三階段的瞭解問題、第四階段的產出點子以及後兩階段的計畫行動。

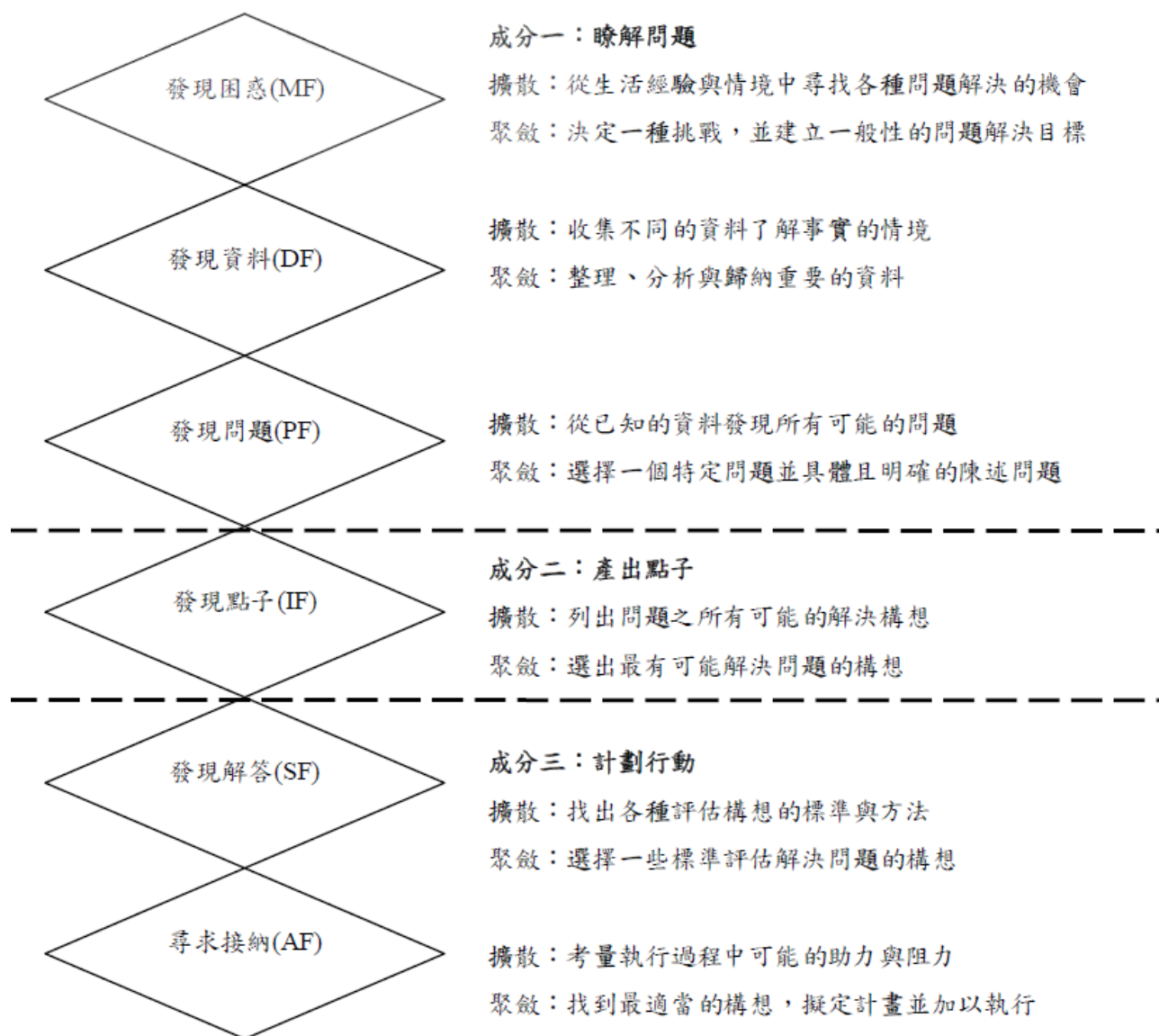


圖 2 Isaksen 和 Treffinger 三成分六階段創造性問題解決模式

資料來源：鄭英耀、劉昆夏、張川木(2007)。國小自然科創造性問題解決教學效果之研究。科學教育月刊，15(5)，572。

綜觀以上各種 CPS 模式，從最初的七階段過程一路發展，共歷經約 40 年的修正得到三成分六階段模式，且從文字描述的方式漸漸變為圖示說明，也在各階段中加入擴散性與聚斂性的思考方式，各方面發展已趨近完整。因此，本文決定依據最完整的 Isaksen 和 Treffinger 之三成分六階段創造性問題解決模式進行教學活動設計，以達到教學成效。

參、教學活動設計

本教學活動運用「樂高 Mindstorms EV3 45544 教育版機器人」為教材，並搭配「Green City 綠能城市地圖」設計一連串的闖關活動。

樂高機器人的運作主要是透過「超音波、顏色、陀螺儀、觸碰」四種感應器，將所接收到的資訊傳送給 EV3 主機，再輸出給伺服馬達進行操作，搭配不同機構組裝便能達成各種目標。

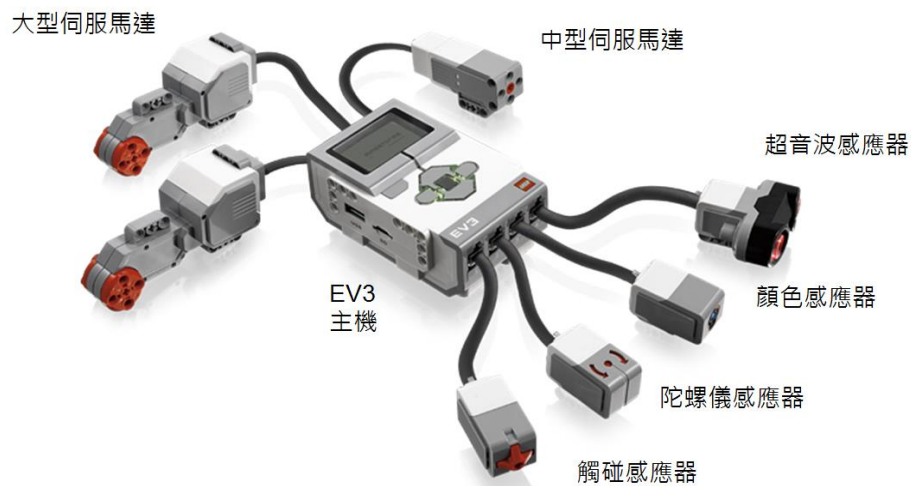


圖 3 樂高 EV3 各部位

Green City 是一組以綠色能源為主題包裝的任務地圖，每個任務皆必須使用不同的方式與感測器進行解題，任務包含：工廠煙囪、水壩維修、太陽能板安裝、風力發電及資源回收站，蒐集從中獲得的能量球，再將之放回地圖中間的綠能建築以完成整組任務。

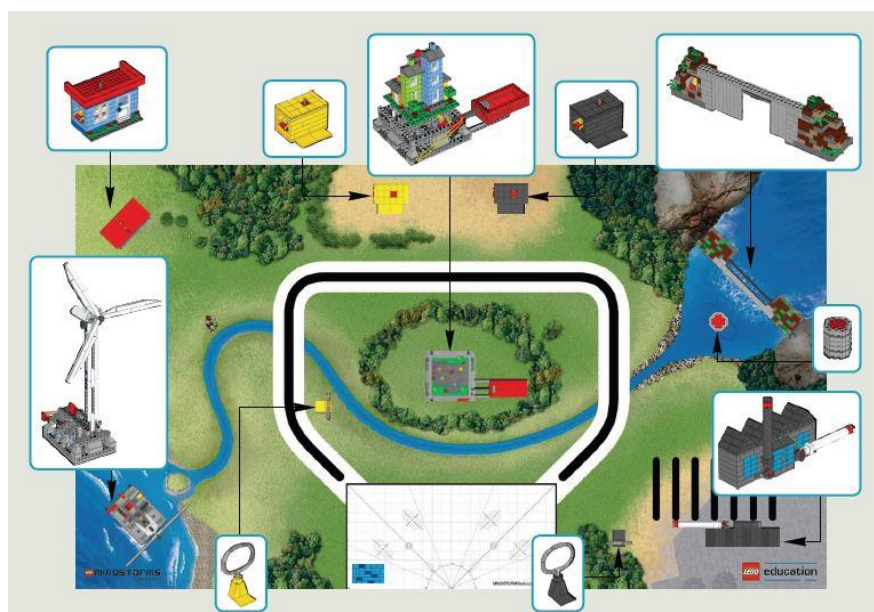


圖 4 Green City 地圖

- 一、教學時間：本教學活動屬於研習營隊的非正式課程，故時間分為 3 天，共 18 小時。
- 二、教學對象：國小四至六年級的學生，有無接觸過樂高機器人的經驗皆可。
- 三、教學設備：樂高機器人 1 至 2 人一套進行兩人的分組，另外，由於要使樂高機器人運作需要電腦輸入程式，因此必須在電腦專科教室，且有足夠的電腦數量給每位學生使用。



圖 5 教學設備使用情況

- 四、教學活動設計：本教學活動共分兩大部分，第一部分為建立基礎知識，由於樂高機器人對於尚未接觸過的學生為陌生的設備，需先熟悉樂高的組裝方式及特性，才能順利操作樂高機器人。第二部分則為機器人教學，搭配 Green City 地圖建立情境，依照不同的任務講解感應器使用，再讓學生自行設計機器人測試與調整，找出最適合的方式完成任務，並於教學活動最後進行綜合闖關，將之前所學整合，要求學生在時限內從頭挑戰 Green City 的每項任務，完成越多者則分數越高。

表 1 教學活動設計

教學順序	教學內容	三成分六階段 CPS
第一部分	樂高積木介紹	成分一：瞭解問題
	積木為樂高的最基本單位，每種積木的功能都有所不同，且有些外型看似相同的積木，組裝起來也可能會有不一樣的效果。因此，除了認識積木的種類與名稱外，也要引導學生發現不同的地方，進而觀察其細部的差別。	階段一：發現困惑
	樂高積木基礎組裝	成分一：瞭解問題
	透過組裝練習可以增加對積木的熟悉度，由教師提出特殊的組裝要求讓學生嘗試組裝，透過如此反覆練習能更快的在之後的闖關任務找出適當的組裝方式完成挑戰。	階段二：發現資料 階段三：發現問題
第二部分	樂高機器人基礎操作	成分一：瞭解問題
	從此開始便進入機器人的部分，講解樂高機器人基本任務車的組裝，以及認識感應器與其組裝方式，還有最重要的樂高程式寫法，並搭配簡單的練習，例如：量測距離、各種轉彎練習、感應器使用...等，讓學生能夠更熟悉且靈活運用各個功能。	階段二：發現資料 階段三：發現問題
	Green City 地圖任務講解	成分一：瞭解問題
	Green City 地圖任務包含：工廠煙囪、水壩維修、太陽能板安裝、風力發電及資源回收站。每個任務的目的都相同，皆為將達成需求後從設施裡面掉出的能量球積木帶回出發區，但由於場地與機構的需求不同，因此每個任務能使用的感應器與組裝方式都有變化。在進行完任務說明後，即可讓學生開始嘗試解題，並引導學生列出有可能解決方式，鼓勵其多嘗試。	階段三：發現問題 成分二：產出點子 階段四：發現點子
	綜合闖關	成分三：計畫行動
	介紹完並練習過每項任務後則可開始進行綜合闖關，在任務講解的部分雖然皆已練習過相同的題目，但都	階段五：發現解答 階段六：尋求接納

是分開進行的，在此需要增加限制，於限制 15 分鐘內進行所有任務，能挑戰越多任務的學生則分數越高，途中必須進行機構更改，以符合不同的任務需求。在此考驗的是學生對於之前學習的熟悉度，以及對於問題的解決能力。



圖 6 使用電腦輸入程式



圖 7 Green City 挑戰任務

五、三成分六階段 CPS 在教學中的應用

1. 發現困惑：此階段主要是讓學生對他所接觸到的樂高產生疑惑，而非全盤接受教師所傳達給他們的訊息。從擴散思考的層面來看，必須從生活經驗中尋找各種解決問題的機會，例如：學生現在使用的桌子，若要使用樂高來製作的話會需要哪些材料？藉此發現樂高特殊零件，再回到聚斂思考的層面，給學生挑戰，該如何運用這些零件組裝出教師所要求的結構。
2. 發現資料：此階段讓學生練習使用零件盤上的各種零件，用擴散思考的方式蒐集各種資料，除了讓學生自行嘗試外，教師也可以適時的給予引導，將各種樂高零件分門別類，最後將之整理歸納出比較常用的零件，形成重要的資料，可讓往後的問題解決過程更順利。
3. 發現問題：此階段開始進入組裝任務基本車以及挑戰任務，挑戰任務共有 5 個不同的關卡，學生要運用之前蒐集到的資料去發現每個關卡的主要關鍵問題在哪，再從所有可能的問題聚斂至一個主要的問題點上，教師在此也必須要注意學生關注的問題點是否為任務關卡的關鍵點，應適時的提出引導，不要讓學生演變成使用試誤法進行嘗試再修正。
4. 發現點子：掌握任務關卡的問題點後便可以開始嘗試解決問題，在此階段可以開放時間進行討論，讓學生說說看可以用那些方式達成任務目標，透過討論可以讓學生發現自己的盲點，進而修正構想選出最有可能解決問題的方式，同時教師也可以提供一些想法讓學生參考，避免學生在沒有經驗的狀況下空討論而找不出適合的方案。
5. 發現解答：此階段開始進入最後的步驟，將之前所整理得到的構想加以評估，確認是最好的解決方案。
6. 尋求接納：經過一連串的過程之後，最終將要擬定計畫並加以執行，把組裝完成的任務車直接放上地圖開始闖關，確認構想是否可行，若無法達成目標則必須回到前幾個步驟，重新尋找適合的構想，再次闖關，直到挑戰成功為止，在此教師要特別注意學生是否有確實進行測試並思考修正的方案，以達到問題解決的效果。

肆、教學成果

本教學活動依據創造性問題解決模式進行設計，以觀察的方式深入記錄學生在教學活動中的表現，並由作者擔任教師親自進行教學，在教學的過程中，透過與學生互動，並請助教協助觀察，於教學活動後進行會談，以更深入了解學生的表現。詳細的教學成果如下：

一、機 器 人 組 裝 的 創 意 表 現

創造性問題解決模式將教學分成六階段，能幫助學生在思考問題的時候有更多的機會進行反思，且在發現點子的階段鼓勵學生盡量提出不同的構想，可以發現不同組別的組裝方式皆有不同的表現，例如：盛裝能量球積木的籃子。雖然同一任務關卡能量球的掉落位置相同，但是學生們還可以是創造出不同於其他同學籃子結構。或者例如：擊倒過關條件的撥桿。學生同樣能創造出各種不同形式的結構，儘管可能不是最省力的解法，但可以發現其組裝的創意性。



圖 8 學生們互相觀摩各自的籃子

二、解 決 任 務 問 題 的 表 現

透過六階段教學模式的引導，學生在面對任務問題的時候可以有較完整的思路，可以從頭開始去探究問題的根源為何，接著再提出構想並且實行。經由觀察以及與助教的會談得知，學生若第一時間有依循教師的導引進行解題，在完成任務的時間上能耗費較少的時間，反之，若是無專心上課或是自行開始解題的話，將會耗費較多

的時間甚至解決不了問題，需要教師或是助教再介入引導。另外，除了結構的組裝之外，要使樂高機器人順利運作還需要搭配程式的編寫，但是學生在程式邏輯方面的表現稍微不佳，需要教師協助較能完成編寫。



圖 9 教師引導學生編寫程式

伍、結論與建議

本教學活動在以創造性問題解決的方式進行設計，以及經過兩個梯次的教學後，主要結論如下：

- 一、學生在 CPS 模式的引導下，機器人的組裝能發揮多種不同結構，不會僅追求解決任務的正確答案，能表現出不同的組裝創意。
- 二、相較於一般的機器人教學，透過 CPS 模式的引導能讓學生更容易解決任務問題，在六階段模式的操作下，學生有較完整的問題解決歷程，有助於達成任務目標。
- 三、國小學生對於樂高的組裝能有好的表現，但在程式的寫作邏輯上還略顯不足，往往需要多次的嘗試才能達成任務的需求，或是無法將程式簡化，同時也需要教師的指導才能完成。

另外，在教學內容的規劃與實施上仍有值得改進的地方，針對未來的機器人教學提出以下建議：

一、現場編制助教協助教學進行

由於本教學活動屬於研習營隊，因此建議可以依照學生的多寡，編制適當的助教人數從旁輔助，約 4 至 5 名學生搭配一名助教最為洽當。助教不僅可以協助教學活動進行，且樂高機器人的零件多較為細小，組裝的部分需要當場指導才能有良好的教學效果，因此除了教師的講解與示範外，助教在實作時的輔助也非常的重要，能使教學活動在進行上更加順利。

二、教學場地有夠大的工作平台

樂高機器人在運作的時候，不管是教師或學生都需要隨時注意它的行進，確認是否有依照預想的路徑執行程式，以便進行後續的修正。因此，最好能有夠大的工作平台能放得下任務地圖，如此能使觀察更便利，亦可以減輕反覆站立與蹲下造成的疲累，且相較於放置在地上，也不會產生因踩踏而造成的任務地圖損壞，除此之外，也建議於工作平台邊緣加裝防護板，不僅能保護樂高機器人不會摔落地面，也可以限制機器人確實在場地內運行，而不會產生出界違反任務規定的情況。

三、機器人教育的未來發展

機器人隨著科技發展開始慢慢的普及化，不僅大企業將機器人投入到生產線內，也有許多事情現在可以交由機器人代勞便可輕鬆完成，例如：機械手臂、掃地機器人、自動駕駛車...等，都是從基礎機器人發展出來的應用，這些發展只會越來越進步，未來可以說是機器人的時代。因此，相關的教育應從基礎教育就開始進行，而非等到大學或是研究所後才開始分化、鑽研，且近年也有越來越多的相關競賽，可以激發學生學習的欲望。機器人教育不只讓學生學習機器人知識，也能培養學生的創造力與問題解決能力，透過有系統的教學更能發揮效果，期望透過本教學活動能對機器人教育的未來發展上能有所貢獻。

參考文獻

- 邱仁佑 (2008)。創造性問題解決策略之科技教學活動設計－「框」不住的絕妙創意。生活科技教育月刊，41(5)，49-60。
- 施能木 (2007)。應用機器人於國小學童「自然與生活科技」領域創意學習之課程設計與實施。生活科技教育月刊，40(2)，18-31。
- 教育部 (2003)。創造力教育白皮書。台北：作者。
- 鄭英耀、劉昆夏、張川木 (2007)。國小自然科創造性問題解決教學效果之研究。科學教育月刊，15(5)，565-591。
- Isaksen, S. G. & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving: The basic course*. Buffalo, New York: Bearly.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking*. New York, NY: Charles Scribner's Sons.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook*. New York: Scribner.
- Treffinger, D. J. & Isaksen, S. G. (1992). *Creative problem solving: An Introduction*. Center of creative learning, Inc.

臺北市 103 學年度公私立國民中學生活科技學藝競賽

周家卉

台北市石牌國中

令人期待的 103 學年度臺北市生活科技學藝競賽於十二月九日臺北市私立滬江高中圓滿落幕，本次學藝競賽創作競賽組共有來自臺北市 46 所公私立國中的學生組成 55 隊參加，今年的創作競賽題目延續去年學藝競賽題目『可樂了一正中目標的軌道運輸』，將貨物精準直立放置於卸貨區進階改版為『乾坤大挪移，巧計移泰山』—利用大會規定的材料，製作一個軌道運輸裝置，裝置在軌道運行通過觸控時門，利用觸控機構與載貨機構將貨物『飲料罐』帶走，並繼續前進至運送區。觀摩競賽組則有 22 所公私立國中的學生參加，主題為去年學藝競賽創作競賽組的題目進行製作與改良。無論是競賽組或是觀摩組的學生無不賣力的將自己的作品設計、製作與改良到最佳狀況，在作品測試時，同學們個個聚精會神，心情隨著貨物在軌道移動而起伏，無論成績結果如何，在一整天的活動中和同隊的伙伴們一起享受分工合作、解決問題的樂趣就是最大的收穫。本次競賽名次如下表。

擔任裁判之一的張玉山教授指出，這是台北市每年的盛會，今年邀請到泰山企業的贊助，希望能營造產學合作的氛圍與機會，讓生活科技和產業界有更多接軌。而今年選手的表現也相當傑出，有八組隊伍的機能實測拿到滿分，這也顯示帶隊老師花很多心力在指導上面，值得大家效法。



帶隊的教師們在學生絞盡腦汁進行競賽的同時，也一同進入領會運用科技設計製作的樂趣中。一天的研習主題為『翻轉你的 3D 想像』—從 3D 設計應用介紹、個人化名牌設計到 3D 印表機設定與操作，讓帶隊教師們激發想像力與創造力，運用拼接方式設計自己獨特的名牌。蕭顯勝主任指出，這次的教師研習是由簡佑宏教授聯絡廠商來進行活動，希望能把最新的產品與技術，帶給我們生活科技老師，來帶動專業成長與發展。



103 台北市生科競賽成績排名						
組別	學校名稱	指導老師	參賽學生			排名
30	士林國中	林志坤	李雨浩	劉昀昇	林智瀚	第一名
51	北投國中	任建安	黃湘濤	林洺菱	李梓維	第一名
50	天母國中	魏嘉新	王柏洸	何杰謙	吳詳基	第二名
6	敦化國中	蘇香諭	呂承翰	夏瀚廷	林宏祥	第三名
21	天母國中	魏嘉新	洪健哲	林建良	鄭宇恆	第三名
34	南港高中國中部	蔡良炫	潘奕亘	王辰旭	陳品翔	第三名
49	金華國中	翁偉誠	翁浥雯	蔡昭信	方東華	第四名
36	重慶國中	黃昭信	夏傳凱	李承維	顏伯勳	第四名
14	興雅國中	黃惠琳	呂昕騏	黃品賀	謝明園	第四名
9	萬華國中	林東茂	曾義軒	陳昱齊	張期	第五名
26	雙園國中	黃榮洪	朱祐生	許嘉棟	蕭子滕	第五名
40	蘭雅國中	魏秀恬	施瑋庭	莊雅婷	余曜年	第五名
20	金華國中	翁偉誠	邱祥慈	凌肇陽	高偉堯	第六名
38	南門國中	游美莉	洪翊軒	呂柏儀	郭立安	第六名
47	明湖國中	徐嘉蔚	吳洪澤	林奕綸	林哲宇	第六名

103 台北市生科競賽觀摩賽成績排名						
組別	學校名稱	指導老師	參賽學生			排名
13	東湖國中	黃日新	曾憲駿	董岱華	黃少遠	第一名
7	金華國中	翁偉誠	吳宗頤	陳亞宜	陳韋蓉	第二名

1	敦化國中	黃國斌	顏麒罡	沈士祐	陳瑞璇	第三名
2	景文高中國中部	連世勇	陳昱澤	郭緯祐	邱永瀚	第四名
21	五常國中	陳滢如	吳明紘	林昱璇	段柏元	第四名
4	弘道國中	李祚季	張文戢	楊光翔	張佑齊	第五名
9	北投國中	張瑞村	謝承翰	姜傳晏	白儀婕	第五名
8	龍門國中	李紀箴	黃昱翔	楊景富	郭芝穎	第六名
17	蘭雅國中	楊景良	呂欣恬	林欣穎	黃筱芸	第六名