

體感創客在跨領域教學中的創作表現與其創作過程所扮演的合作角色評估

潘文福^{1,*} 謝金威²

¹國立東華大學 教育行政與管理學系(所)

²國立花蓮高工 製圖科

摘要

本研究的目的是在於設計與實施體感創客之跨領域教學，然後分析教學前後師生對創作表現的成效評價、評價的一致性，以及歸納創作過程中學生所扮演的合作角色。本研究採取行動研究法，將教學行動分成規劃、實踐、檢核等三個任務階段，最後歸納結論並提出修正行動，以作為未來規劃跨領域教學之參考。本研究參與對象有一所高職17名學生與4位跨域老師，實施時間為105學年度上學期10週20節課。研究工具有創作成效評估問卷、半結構討論大綱，分析方法為層級分析、等級相關、整體敏感度、次數歸納與卡方考驗。本研究所獲結論如下：一、全體師生對作品的評價結果高低依序為：預防近視、舞出音符、體感電風扇、氣功大師、電視遙控器；而品質評價依序為：互動性、應用性、功能性，作品的資訊品質(互動性)最受肯定；二、全體師生教學前後的評價並無顯著一致性($r = .600, p = .285$)，其中對品質的評價發現，服務品質屬於期望——確認理論之正失驗改變類型，可見師生對此品質的感受超乎教學前預期；而對作品的評價發現「預防近視」也屬於正失驗類型，亦即師生對該組作品之感受也超乎預期；三、參與學生願意主動扮演提出創意點子的合作角色，而不想扮演旁觀角色。最後，本研究亦提出一些建議供參考。

關鍵詞：合作角色、創客、資訊系統成功模式、跨領域、體感

壹、研究背景與目的

在20世紀末，澳洲、聯合國教科文組織、歐盟、美國等國家或組織先後都曾提出21世紀公民應該具備的關鍵能力研究(張鈿富、吳慧子、吳舒靜，2010；黃子璿，2010)。我國教育部亦在2014年提出未來十年

(2014 ~ 2023)的人才培育白皮書，其中指出創新力、跨域力、資訊力……等關鍵能力培養的重要性(教育部，2013)；而教育部在2014年發布的十二年國民基本教育課程綱要總綱亦強調，學生的學習應與生活情境結合，透過所學的跨域知能與素養來實踐其社會參與的行動，希望透過教育能讓學生成為一位自

*通訊作者：潘文福，s1210@gms.ndhu.edu.tw

(投稿日期：民國107年3月2日，修訂日期：民國107年9月4日，接受日期：民國107年9月7日)

發互動與追求共好的終身學習者(教育部，2014)。由此可見，設計跨領域主題整合的合作創作教學活動，已成為當前國內教育急需努力方向之一，身為不同階段的教育工作者，理應認清此一教育發展趨勢，突破傳統分科授課之藩籬，以學生為中心的觀點來設計學生在實踐創作過程所需學習的跨域整合素養知能，點亮學生未來就業或創業的能力與希望。

早在2005年，美國麻省理工學院N. A. Gershenfeld教授成立fabrication laboratory (Fab Labs)時，即倡導融合創新的概念，讓學生可利用所提供的空間與機具進行合作設計、製造與創作，並希望學生能成為一位創客(maker)，進行跨界主題知能的合作分享與探索(Gershenfeld, 2005)，截至2017年12月止，全世界約已成立1,205個Fab Labs創客自造基地(同濟大學，2018)；創客社群的迅速發展，反映了科技普及後所帶來的民主化風潮，這風潮讓創客有權力從社群空間的合作互動與分享中，展現個人風格與自我意識形態(Richards, 2017)。創客運動所引爆的第三次工業革命已經重新定義了學習的目的與方法，學習的目的不再只是分科知識的記憶理解，學習的方法不再只是被動吸收老師所給的教材，創客運動所強調的教育理念，正好讓我們找到實踐十二年國教之團隊合作、跨領域教學活動的一個設計方向與藍圖，的確值得我們加以重視。

Microsoft在2010年購買了以色列Prime-Sense公司有名的光編碼技術，隨後完成了Kinect這個3D景深的感測器硬體 (Wiki, 2015)，並在2012年對外開放3D景深感測技術的原始程式碼，同意各界以Kinect感測器搭配開放程式碼，來研發各種體感功能的生活應用(Pan, Chien, & Tu, 2012)，這一動作使得

Kinect整合Windows作業系統後，可以成為體感創作作品開發的基礎平臺，讓體感創客的應用創作有了可能性。而相較於傳統的創客教育僅以雷射雕刻、木作、3D列印、電子機具等作為自造工具，研究者認為以3D景深感測器做為創客創作工具會更具潛力，因為3D感測元件產業與商機正處於蓬勃發展階段，其在生活中有相當多種可能的應用型態，創客學生可以在跨領域教學過程中簡單上手並開發出新的體感應用發明專利，造福人類生活，這是傳統自造工具技能教學所無法做到的，然而這方面的實證應用研究尚付之闕如，先前尚未有人利用3D景深感測器研究其在跨領域教學上的效益，因此有其探討的必要性與重要性；且由於本次體感創客之跨領域教學，包含了統整所學技能、創新創造產出等元素，此與高職教育強調之應用所學技能產出創作成品的實務導向學習不謀而合，所以本研究結合高職的科學創意社團，規劃有別於一般常見的仿作式教學(例如：教學過程僅是模仿老師作品做木工玩具或3D列印仿作……等，缺乏創作引導與創作品)，乃成為研究者發展本次體感創客之跨領域教學的重要特色與價值所在。

誠如上述，本研究為了實踐體感創客之跨領域教學，因此與一所高工的科學創意社合作，發展一個跨領域的教學實踐行動(Plan-Do-Check-Action, PDCA)，針對高職社團學生實施合作創作學習與創作成果評估的活動，再以資訊系統成功模式(Information Systems Success Model, ISSM)為指標，由全體師生共同評估體感創客之專題創作成效，並且評估創客學生在合作創作過程中所扮演的角色，以作為發展具有創作產出跨領域教學之修正參考。此外，由於本研究參考創客教育所強調之動手做與產出作品之特性，故而研究者

規劃本次跨領域教學實踐行動時，並未針對教學的過程技能進行成效評估(例如本教學不評估數學座標之判讀與設定，但此技能創客學生學會，才有可能創作出作品)，而本教學的成效檢核是聚焦在合作創作產出成果作品的表現評估。過去關於統合技能之創作評估研究，大致可區分為過程取向與產出取向的成效評量，其中過程取向的評量有其難度，所以學者多從創作產出產品的觀點進行創作成效評估(邱皓政，2005)；而Amabile (1983)在其創作評估研究中也強調，產品或可觀察的反應才是創造力表現的最終證明。綜合上述即可明瞭，為何研究者對於本次體感創客之跨領域教學不針對學生學習(認知、情意、技能)成效進行評量，而是針對學生合作創作產出作品進行評估的原因了。基於前述整體研究背景之描述，本研究的研究目的如下：一、分析全體師生在體感創客之跨領域教學前、後對創作表現的整體評價；二、比較全體師生在體感創客之跨領域教學前、後對創作表現整體評價的一致性；三、歸納學生在體感創客跨領域教學之分組合作創作過程中所扮演的角色。

貳、文獻探討

一、資訊科技融入跨領域教學的重要性與相關研究

過去的升學主義只注重知識概念的傳遞，使得學生無法習得就業所需的職場知能，造成學校課程與職場需求的嚴重落差(廖年淼、劉玲慧，2012)。雖然政府近年來的政策也一直針對學用落差的問題規劃因應對策(許光華，2013)，然而教育乃百年大計，豈是僅以短期方案所能翻轉改變的。研究者認為，學用落差問題的根源，在於1990年代

教改後廣設高中大學，使得技職體系一直往大學的升學管道靠攏，而同時也使得高職或專科學校原本重視職場實習教育的優勢，受到升學主義的排擠而沒落。但是這幾年來，由於大學生就業不易，使得國人對文憑的迷思似乎也已經開始慢慢覺醒，學歷不等於能力，創造思考能力也逐漸受到重視(黃俊傑，2015)。

由於網路的崛起，也促成了一股下而上的跨域創新教學、合作分享社群與創新自造的風潮，諸如：學習共同體、翻轉教室、磨課師、創客……等理念社群的發展，此乃非正規教育促進學校教育創新的最佳證明。舉例來說，姜宏尚(2014)以個案研究法建構一所國小的學習共同體社群，扮演起支持與促發教師參與專業反思的溝通管道；胡文郁與張媚(2015)配合臺大醫學院推展之翻轉教室計劃，讓學生在職場學習並反思「安寧緩和護理課程」發展所遭遇之瓶頸與挑戰，藉此鼓勵社群發展多媒體e化輔助教材……等，皆是改變傳統教學型態的最佳事例。這股以網路社群為媒介的教育改革風潮，是一種教學者尊重學習主體而下放權力的覺醒，因此在各級學校的正規教育中，教學者也應當體認到對於學生學習參與權之主體意識的尊重。

由於資訊科技的發展，使得資訊融入教學變得越來越被重視(Zin, Sakat, Ahmad, & Bhari, 2013)，過去的研究也證明了資訊科技對教育情境的貢獻，諸如：電腦支援合作學習(Kapur, 2011)、科技促進主動學習教室(Long, Logan, Waugh, & Cummins, 2013)等均屬之。在資訊融入高中職學生學習的研究方面，有一些研究(廖年淼、劉玲慧，2012；蔡明哲，2014；Salinitri, 2005)正朝向將資訊科技應用在高中職學生的實務技能學習上。舉例來說，Salinitri發展一個系統讓自願參加的

低成就高中生可監控自己將來升大學必需的技能與習得現況，研究結果發現參加實驗第二年的學生，技能習得表現高於第一年的學生。其次，廖年淼與劉玲慧曾發展一套高職汽車科職場導向教學，指導學生親赴職場觀察資深技工的實務操作，結果發現此教學能協助學生統整專業知能、有成就感。最後，蔡明哲從半結構問卷訪談發現，高職生餐旅產業專題課程之時間、教師專業與人力分配都需加強。

二、營造跨領域創客教學環境以培養學生創新自造的應用能力

雖然前述事例顯示高中職階段的教育可以運用資訊科技將其職場就業實務與教學加以跨域結合，然而在我國高中職的正式課程當中，讓學生統合所學、合作學習、動手操作的主題探究教學，都僅能算是少數點綴而已，並非大部分課程都願意採用，諸如合作競賽或創作等活動，常因上課時間或資源有限而作罷，實屬可惜。而Cira等(2015)卻認為：合作創作活動或競賽對於引發學生的學習動機特別有效，也對團隊合作、自主學習和溝通表達等都有所幫助，而這些都是傳統正規教育所欠缺的；此外，根據Belland, Walker, Kim與Lefler (2017)對近十年來的144件電腦輔助STEM跨領域教學之案例所進行的後設分析發現，教學過程的鷹架(scaffolding)策略，對不同特性的學習者而言，一直都具有較高的輔助學習效果。尤其在網路時代的今天，學校在發展跨領域教學過程中，的確需要安排鷹架引導的合作互動，並且需要強調如何營造學生運用資訊科技、合作分享、跨域主題探究的學習環境，諸如：共享社群、創客空間等環境(楊美華，2014)，讓學生多參與合作分享、跨域探究、動手實作與產

出學習成果，如此才能培養具有創意的前瞻人才(教育部國民及學前教育署，2015)。

自從2005年Gershenfeld成立Fab Labs實驗室以來，他運用雷射雕刻、切割機、3D列印機等工具資源與自造空間，倡導讓學生創客融合創新概念，進行跨界知識的探索(Gershenfeld, 2005)，自此形成一股風潮；此外，Boisvert與Adelstein (2015)認為，以3D列印為主軸的創客運動具有三項優勢：(一)可印製複雜造型的創作品；(二)有樣式倉儲可供挑選；(三)快速又低成本的客製化製造。上述這些優勢足以對傳統製造模式造成影響，全球約已成立1,205個Fab Labs創客自造基地(同濟大學，2018)。體驗操作的跨域主題活動是科學教育中常被提及的策略之一，Cira等(2015)也曾以此理念，設計一個生技遊戲主題方案，讓高中生管理時間、任務分組、提出預算等，開始合作學習，從學習後的自我陳述發現，此方案能引起學生的學習興趣並會更努力學習；彭增淇(2017)曾運用多評準決策模式評估教師參與創客教育意願不高之關鍵要素，結果發現主要原因是老師本身沒興趣，因此他建議學校應鼓勵老師多參與創客社群。此外，Ginger, McGrath, Barrett與McCreary (2012)在伊利諾大學建構了一個創客基地，整合領導見習課程來增加40名高中生的跨域知能，實踐創客構想，該研究提出一些創客學習成果，並建議未來應當重視培養創客責任感的議題。Smith等(2014)的研究，也建構一個高中生創客實務社群，教導學生整合3D列印跨域知能，分組體驗、合作學習，他們發現這種跨域活動能促進學生對科學的正向態度，培養創造力與跨域整合能力。

三、運用人體動作感測技術發展跨領域合作創作的創客教學活動

在臺灣，諸如：自造者空間、Maker Faire、Fun-Maker、Fablabs Taipei……等創客社群也都已陸續組成運作當中(李欣宜、蘇宇庭，2015)，讓一些想要動手做卻有畏懼感的人開始願意去學習、提出想法，並利用社群分享的開放原始碼、軟硬體資源……等開始來創作，這股創客運動對於相關產業也出現了新的商業模式，對相關的社會、經濟、教育、環境……等，都造成不小的衝擊(張倚瑄，2014)。吳清山(2015)曾在〈自造者運動〉一文中曾指出，創客運動具有動手做、客製化、分享性、創造性、下而上等特性，人人都能依照自己的創意進行各種設計，成為資訊時代中的新創客。2015年10月，教育部為強化技職教育的創新與扎根，宣布了「創意自造」五年計畫，2016年至2020年補助設置自造實驗室，讓各縣市至少有1所高中職建置自造實驗室(教育部國民及學前教育署，2015)；2016年8月起，為了讓創客教育能在國中小階段也有系統的長期規劃與推動，於是再提出創新自造教育三年計畫(2016～2018)，訂立試辦國中小自造教育示範中心作業要點，希望能提供創客自造空間、增進學生對創客精神之瞭解、培養學生具備創客精神之終身素養(教育部國民及學前教育署，2016)。從上述提及的高中職到國中小學階段之創新自造教育計畫可以發現，我國政府相當重視創新自造人才之培育，但是主要重點仍著重在3D列印設計自造方面。Blikstein (2013)則認為，學校校園雖然應該提供創客學習空間，以作為強化跨域知識統合實務、加速創新創作設計、深化合作學習分享的場所，然而創作工具、內容與範圍，可不只僅限於3D列印議題而已，諸如：軌道車專題設

計、景觀專題設計、自動演奏專題設計……等跨域整合的議題，也都可以是創客自造學習的主題範圍之一。

創造發明是人類進步的原動力，而具備創意潛能的人才培育，需從體驗與運用新興科技的互動經驗開始，如此一來，創客才有合作進行自造創作的可能性，當前新興科技除了3D列印議題之外，Kinect人體動作感測技術，也是近年來常被提及的新興科技之一，但是目前尚未有關於結合創客理念與Kinect體感技術整合創作的跨域主題創作教學出現，而Kinect體感技術又是一種免持載具(如手機或平板電腦……等載具)而能與Windows平臺溝通的互動技術，自從微軟在2012年起釋出Kinect感測器的原始程式碼(Software Development Kit, SDK)之後，有意在生活領域開發各種應用功能的創客或公司，便可開始藉此資源，開發Kinect的各種生活情境應用模式；這其中，雖然微軟早期主要將Kinect搭配於XBOX遊戲機來販售，但近年來也開發HoloLens擴增實境頭盔、Azure人工智慧套件等(李詩，2018)，可提供跨域統整主題的教育學習應用；也有其他公司將這種3D感測技術應用於手機的人臉辨識(Bud, 2018)、車用電子遙控(Naranjo-Hernández, Jiménez-Alonso, Clavijo-Jiménez, & Gómez-Casado, 2017)等用途；也有跨領域主題的科普展示活動(潘文福，2016)，運用這項技術來創造新奇的人機互動體驗。而這種免持載具的體感技術在教育領域的應用，也已經翻轉了過去必須攜帶載具才能進行行動學習設計的思維(Pan, Tu, Chien, & Zhang, 2013)，相較過去創客之跨領域教學實證研究(李賢哲、黃崇育、樊琳，2018；簡佑宏、朱柏穎、簡爾君，2017)所採用的工具媒介(如無人機或賽車組裝仿作……等)，若以3D景深感測器做為

創客創作工具，其優勢在於學生可以簡單上手，將創意轉換成生活中的各種應用發明，造福人類生活，此相關產業與商機也正在蓬勃發展中，這是傳統創客之跨領域教學所無法做到的，但是關於體感創客之跨領域教學的實證研究仍尚未發現。有鑑於此，如何結合創客精神與Kinect體感技術，設計體感創客之跨領域教學，以及如何評價產出的創作作品，這些都的確是值得我們加以嘗試與評估的。

根據研究者調查，目前針對Kinect感測器有提供開放原始碼的中介軟體中，功能指令定義的軟體(Flexible Action and Articulated Skeleton Toolkit, FFAST) (Suma et al., 2013)能將Kinect感測訊息轉換成Windows系統操控指令，至於需要產出何種應用功能，可由創客學生創意發想而設定，而這種工具軟體到底可用來發展哪些合作創作的體感應用教學活動呢？而高職學生在社團的體感合作創作學習活動中是否能扮演好合作任務中的角色呢？這些問題的確值得進一步深入探討，以作為發展體感創客之跨領域教學的參考。

參、研究方法與設計

一、研究架構

本研究採用質性與量化混合設計的行動研究法(action research)發展研究架構，整個架構如圖1所示。

在本研究中，體感創客學生的創作表現為依變項，師生都運用ISSM指標參與創作作品的教學前預估與教學後評價(作品名次排序)，期末座談則就教學過程學生扮演的合作角色與提出想法之能力，分別計次歸類，所蒐集資料再以層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)、整體敏感度、等級相關和卡方考驗(Chi-square Test, χ^2)進行分析與詮釋，希望能藉此符應本研究目的之探討重點，最後歸納出研究結論並提出跨領域教學規劃之修正建議，以作為未來十二年國教中發展跨領域統整主題教學之參考。

二、體感創客基地與社群成員之描述

本研究邀請一所國立高級工業職業學校作為體感創客之跨領域教學的合作學校，該校班級數有58班，學生總數約1,839人，平時相當重視透過整合計畫引進資源，爭取經費來輔導學生考取證照，來增加學生的升學與

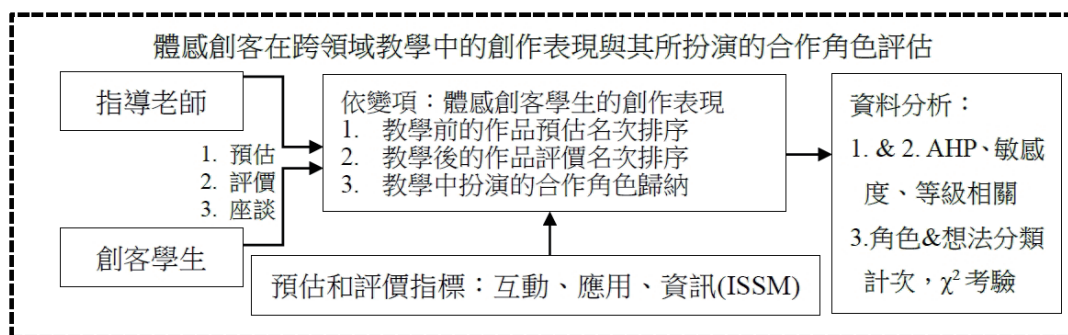


圖1：本研究架構圖

就業知能。自2015年起，該校的東區技術教學中心與教育部國教署合作，成立臺灣東區的自造實驗室(Fab Labs & Fab Truck)基地，負責東臺灣地區的3D列印、雷射雕刻等方面的自造創客巡迴推廣，針對3D掃描儀、列印機與軟體，讓學生學得產品開發的實務經驗與研創能力。研究者與該校的東區技術教學中心合作，由參加科學創意社(體感創客社群)的高職學生17名，透過學校每週三7~8節的社團時間，實施體感創客之跨領域教學，並引進4位跨域諮詢團隊(不包括研究者)，藉以建構優質體感創客之跨領域教學。然而因創客教室的場地空間有限，因此將17名學生分為5組進行合作創作活動。

三、研究工具設計

本研究的研究工具分為質、量兩部分，質的部分是在焦點座談時採用的半結構討論大綱，量的部分是以「體感資訊系統創作作品效益評估問卷」作為資料蒐集的工具，說明如下。

(一)體感資訊系統創作作品效益評估問卷

本研究自編的體感資訊系統創作作品效益評估問卷，其設計架構如表1。表1的評估指標乃依據Delone與McLean (2003)提出的ISSM模式(如圖2)而設計。由於此一ISSM模式能兼顧系統品質(功能性)、服務品質(應用性)與資訊品質(互動性)等三個構面指標的評

表1：Kinect體感資訊系統創作作品ISSM效益評估表(請在括弧中依符合敘述之程度，填入數字)

五件創作作品	如果整體來看，不看個別作品，請對全體作品在各指標表現的評價，填入1或2或3，最滿意的填1，數字不可重複。		若從三種指標來看作品表現，請排序其表現，填入1~5。	
	創作事前預估	創作事後評價		
1.舞出音符	指標一、系統品質*	指標一、系統品質*	系統事前預估*	系統事後評價*
2.預防近視	()	()	()	()
3.氣功大師			()	()
4.體感電風扇			()	()
5.電視遙控器			()	()
	指標二、服務品質*	指標二、服務品質*	服務事前預估*	服務事後評價*
	()	()	()	()
			()	()
			()	()
			()	()
	指標三、資訊品質*	指標三、資訊品質*	資訊事前預估*	資訊事後評價*
	()	()	()	()
			()	()
			()	()
			()	()
			()	()

*註：1.指標一：系統品質——創作作品功能完整，讓我有使用意願並能輕鬆操作，使用後會感到滿意，發現它具備完整的功能。

2.指標二：服務品質——創作作品具有生活實用性，讓我有嘗試使用的意願、實際體驗後因實用而滿意、發現它有生活應用價值。

3.指標三：資訊品質——創作作品能有良好的互動性，讓我有意願與其互動操作、互動後感到滿意、能展現人機互動的效益。

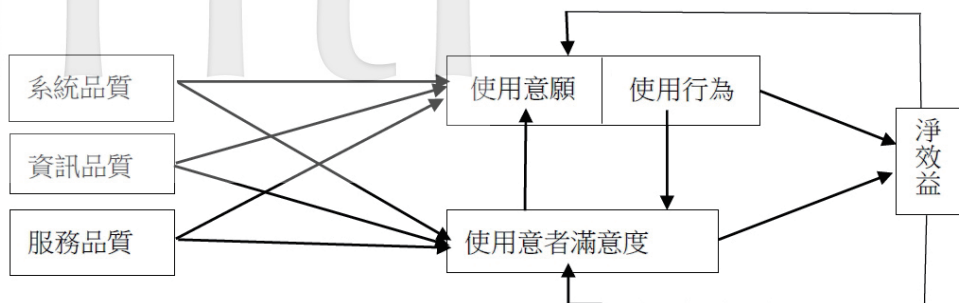


圖2：Delone與McLean 在2003年提出修正版資訊系統成功的評估模式

資料來源：修改自“The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update,” by W. H. Delone & E. R. McLean, 2003, *Journal of Management Information Systems*, 19(4), pp. 9-30.

估，故已具備建構效度(construct validity)，研究者認為適合用來評估體感创客創作作品的使用效益，評估範圍則可就使用意願、使用行為、使用滿意度、使用淨效益等內涵進行效益評估。

本問卷除了已具備Delone與McLean (2003)所提理論的建構效度外，在信度方面，則可透過Expert Choice 11.5軟體的AHP矩陣，分析每一位填答者的內部一致性，Incon值小於.1，該份問卷即具有內部一致性信度，若Incon值大於或等於.1，則該份問卷便是無效問卷。填答表1評估問卷時，全體師生可以分教學前預估與教學後評價兩部分進行，教學前部分可以先依照品質指標的表現進行1～3排序的預估，然後再依據單一指標進行五組作品可能表現的排序預估，並在表1適當空格填入1、2、3、4、5，最佳者填1，最不看者填5；教學後的評價填答方式與教學前預估類似。所蒐集的排序資料可轉換成適合輸入軟體的比值資料，輸入後再經過層級分析與合併矩陣運算，即可獲得每項評估指標與作品的交叉分析權重值，權重值越大，代表評估者越認同該指標與作品表現。

(二)焦點座談時採用的半結構討論大綱

團體動力學可以探討團體結構及團體成員間的互動關係，互動越多、越自發，越能瞭解成員互動關係與團體的實況(Yalom & Crouch, 1990)。因此，本研究依據團體動力學，在質性意見的蒐集與分析方面，希望能透過焦點座談，瞭解创客學生合作角色扮演與其提出想法之能力。座談時採用的半結構討論大綱有以下兩題：

1. 在分組合作創作過程，你主要扮演什麼角色？

研究者參考Newman-Carlson, Horne與Bartolomucci (2000)，以及Richmond與Striley (1996)的分類，於討論時提供的參考角色有：組長領導者、能提出創意點子的組員、能想辦法解決問題的組員、能口頭解說作品的組員、能分析別組優缺點並給建議的組員、很少參與的旁觀者等。

2. 在分組合作創作過程，你可以對你們那組提出哪些有幫助的意見想法？

研究者參考教育部人才培育白皮書中強調的關鍵能力(教育部，2013)，以及创客運動強調之跨域合作、動手做的精神(Gershenfeld, 2005)，於討論時提供參考的提出想法類型

有：(1)過程如何分工合作(團隊合作能力)？(2)如何改善創意點子的發想(創意思考能力)？(3)雛型設計時如何克服問題(問題解決能力)？(4)成果發表要多準備哪些(溝通表達能力)？(5)如何給別組創作與發表的建議與評論(批判評價能力)？

座談討論時會在學生同意下錄音，蒐集學生角色扮演與提出有利合作想法的自述發言，由研究團隊將學生的紙本描述、現場發言錄音加以比對，透過師生雙方共同確認、語音與紙本雙重事證之檢驗，以避免研究團隊在評估歸納時，造成主觀的偏誤，增加三角驗證的信實度。

四、體感創客之跨領域教學的規劃

本研究組成跨領域的教學指導團隊共4名(不含第一作者)，第一作者的專業背景為教育科技與課程教學，第一作者也邀請個案學校製圖科主任謝老師(第二作者)，擔任體感創客社群的共同指導老師，謝老師同時兼任技術教學中心(創客基地)的種子教師，平時已利用「科學創意社」社團時間，指導學生進行許多科學跨域創作活動，並帶隊參加過各種技藝競賽，過去也有不錯的成績，本研究將聘其為協同研究人員，共同帶領體感創客社群的社團成員17名，一起發展體感創客之跨領域教學。此外，若創客學生分組創作時，有需要其他額外的系統客製化技術，某大學資工專業背景的涂教授(曾為鴻海工程師)、林老師(曾為威盛電子工程師)，以及電子科高老師(創客基地種子教師)，亦會協助開發諮詢與指導。

圖3呈現了本研究教學流程中規劃、實踐與檢核的三個主要發展任務，循序完成行動研究的PDCA行動環，而本研究體感創客之跨領域教學實施時間，是利用105學年度上學

期個案學校社團時間——每週三的下午7～8節，進行為期10週共20節的活動，前面2週4節課主要進行如何將Kinect體感資訊系統融入創作的環境建置教學，教學過程牽涉到體感科技的軟硬體、程式設定、數學座標等跨領域知能的學習，此階段屬於PDCA跨領域行動教學的規劃階段；接續的6週12節開始進行分組合作創作與指導、測試修正與成果發表的活動，此階段屬於實踐階段，學生在接受Kinect體感資訊系統操作基礎技能培訓課程後，指導老師會先給予一些體感創作案例作為示範(諸如研究者過去發表關於體感足球教具、學習步道看板、節能教室、行人號誌、輪椅防撞感測……等的應用案例)，引發學生的創意思考，接著希望學生同儕能發揮團隊合作精神，並結合所學的跨領域知能，在合作創作時能激盪出新的創意想像與適合應用的主題場域，而指導團隊老師則隨時在各組旁給予鷹架引導，希望能產出雛型並進行滾動測試與修正；最後2週4節課則進行成果發表、創作前後的作品評估與焦點座談，此階段屬於檢核階段，由指導老師與創客學生針對產出作品共同進行評價，座談時讓學生再次確認互評結果，並針對角色扮演與合作過程提出想法之能力等大綱進行討論。到了行動階段，則會根據全體師生在合作創作前後對產出作品之評價、角色扮演與提出想法的歸納結論，提出對未來規劃跨領域PDCA行動教學之修正建議。

至於體感創客培訓教材方面，本研究已成立FB的體感創客網路社群作為溝通分享的平臺(<https://goo.gl/qNmWbt>)，另外建置Moodle課程管理專區，與FB整合以補足無法將教材清晰呈現之問題，而置於Moodle系統的教材，諸如：相關軟體、素材、說明檔、案例……等教材，均依教學週次安排呈現，

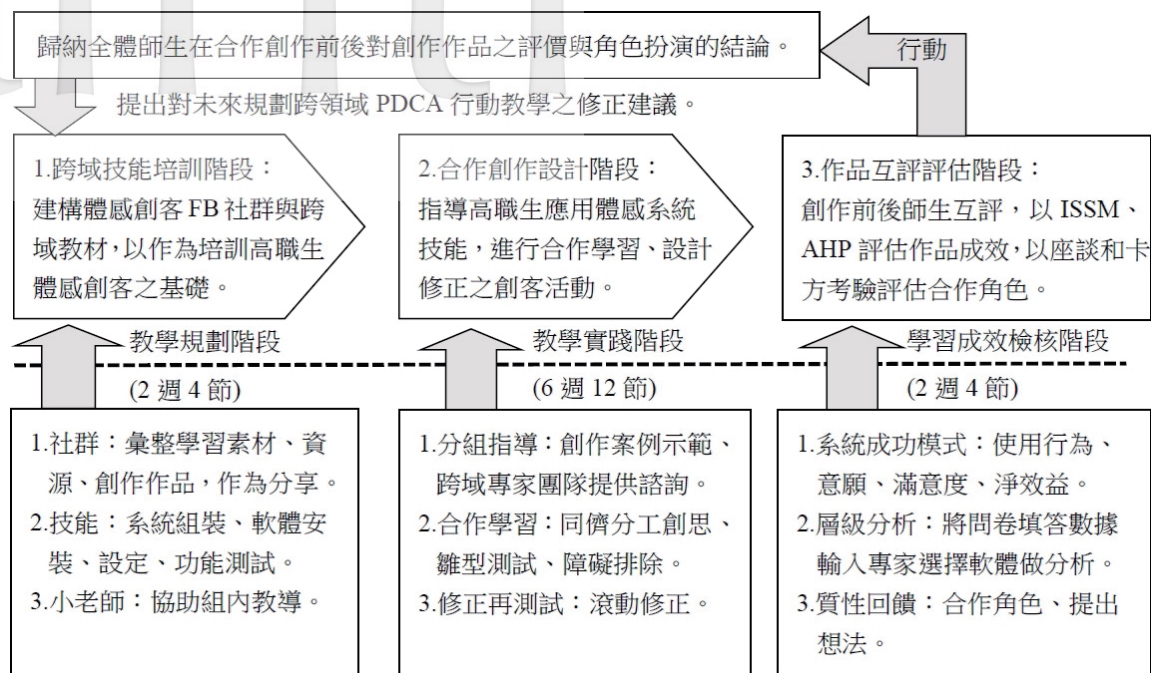


圖3：本研究教學流程中的三個主要發展任務

讓學生可於技能訓練課程前預覽、上課時下載安裝，或是課後觀看。

所需的各種操作排程，創造出新的生活應用功能。

五、Kinect體感資訊系統的相關軟體說明

Kinect體感資訊系統的架構方面，除了Kinect感測器硬體與個人電腦硬體外，還包含了Microsoft三種軟體，一是Windows 7作業系統，另兩種是Kinect中介軟體(WiX Toolset Bootstrapper, Microsoft XNA Framework Redistributable 4.0 Installer)，若將前述兩種中介軟體安裝在Windows 7作業系統，並將Kinect感測器連上個人電腦，即可完成Kinect體感創客創作的基礎平臺。此外，有了研發的基礎平臺之後，仍需安裝Suma等(2013)提供的Kinect應用軟體(FAAST)，FAAST軟體能將Kinect感測訊息轉換成Windows系統操控指令，但需先作Window指令對應的體感功能定義，創客學生可應用FAAST來自行定義創作

圖4可以看見FAAST軟體的動作設定介面，截圖畫面由三個視窗組成，畫面右上方視窗(FAAST Viewer)可看見人體在感測區內的追蹤骨架，左上方視窗分別有：Kinect感測器仰角調整(sensor)、人體追蹤定義(server)、顯示框架組合(display)、姿勢動作設定與其相對應的指令(gestures)等四個切換選單；而左上方視窗中間有四個按鈕，分別具有：Kinect感測器連結(disconnect)、模擬啟動或關閉(start emulator)、載入先前設定檔(load)、儲存動作設定檔(save)等功能；而下方視窗(FAAST console)則是顯示感測當下的動態訊息記錄檔。透過FAAST設定軟體，可以建構各種自訂動作與對應指令的體感互動功能。

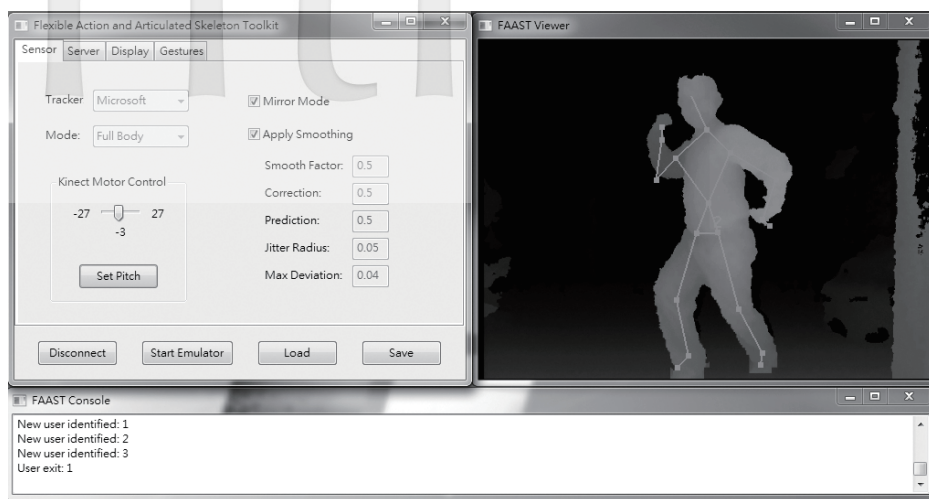


圖4：FAAST動作設定介面之畫面截圖

六、資料蒐集與分析

(一)師生在教學前、後對作品表現的評價

1.資料蒐集

在10週教學的第9週，以表1之ISSM指標的評估問卷，開始蒐集師生教學前、後評價作品表現的名次排序資料。

2.資料分析

將排序資料的比值輸入軟體Expert Choice 11.5進行AHP矩陣運算，並產出教學前後整體敏感度(performance sensitivity)分析圖(如圖5)，從圖5中可對照比較教學前後全體作品的品質表現(柱狀圖搭配左側縱軸的權重刻度)、個別作品的表現(折線圖搭配右側縱軸的權重刻度，折線在越上方名次越前面)，以及兩者的交叉關係(品質與作品表現會因權重交互影響而變動)；採用AHP分析法比德懷術有更佳的信效度(黃金成，2001)，而分析所得的Incon值與常被提及的內部一致性信度相似(榮泰生，2011)；本問卷根據Expert Choice軟體產出的Incon值為.00018，小於.1的門檻甚多，顯示本問卷具有頗佳的一致性信度。

(二)比較教學前、後對作品表現評價的一致性

1.資料蒐集

根據第9週問卷所蒐集之教學前、後的作品排序資料，作為分析依據。

2.資料分析

以Spearman等級相關分析教學前後的作品評價是否具有顯著一致性；此外，比對教學前後的作品得分百分比時，研究者採用期望—確認理論(Expectation-Confirmation Theory, ECT)作分析，當評估者對某作品的預估高過教學後評價時，稱為負失驗(negatively disconfirmed)，預估與教學後評價相當時，即所謂確認(confirmed)，而教學後評價超出預估時，則為正失驗(positively disconfirmed)，正失驗表示對作品的實際感受超乎預期(Oliver, 1980)。

(三)歸納學生在合作創作過程中所扮演的角色

1.資料蒐集

17位學生(代碼S01 ~ S17)在最後一週參

與座談並檢視前週統計結果，學生關於扮演角色、提出想法的發言與書面陳述，會被記錄建檔並歸類成次數分布數據。

2. 資料分析

所蒐集的次數分布資料，接著以卡方考驗進行分析，以瞭解學生在合作過程中所扮演的角色，以及與其提出想法之能力的關聯性。

肆、研究結果與討論

一、全體師生對創作作品的整體評價結果

本研究建置了體感創客合作創作社群Moodle平臺與教材，網站位址在：<http://phpan.ndhu.edu.tw/moodle/course/view.php?id=9>，經過105學年度上學期20節課體感創客之跨領域教學，也已完成5項創作作品，主題名稱與內涵說明如下。

(一) 舞出音符

由鋼琴鍵盤軟體連結FAAST軟體與Kinect硬體設定而成，屬於整合音樂、舞蹈、數學座標、資訊等跨領域知能的應用，執行時可透過設定的動作來彈奏某音階音符。

(二) 預防近視

由影音剪接播放軟體連結FAAST軟體與Kinect硬體設定而成，屬於整合健康、數學座標、資訊等跨領域知能的應用，執行時可透過設定的動作來啟動警示太靠近螢幕的影音檔。

(三) 氣功大師

由影音剪接播放軟體連結FAAST軟體、水舞喇叭與Kinect硬體設定而成，屬於整合體育、數學座標、資訊等跨領域知能的應用，執行時可透過設定的出拳動作快慢來啟動轟

隆音效與水舞強弱的回饋影音檔。

(四) 體感電風扇

由Arduino軟硬體連結FAAST軟體、USB電風扇與Kinect硬體設定而成，屬於整合生活科技、數學座標、資訊等跨領域知能的應用，執行時可透過設定的不同動作來控制風速段速的強弱變化。

(五) 電視遙控器

由網路YouTube頻道連結FAAST軟體與Kinect硬體設定而成，屬於整合藝文休閒、數學座標、資訊等跨領域知能的應用，執行時可透過設定的不同動作來達成如同遙控器控制播放與選臺的功能。

Smith等(2014)的研究指出，建構高中生的創客社群並教導他們整合跨域的知能，能促進學生對科學的正向態度，培養出創造力與跨域整合能力；本研究亦秉持相同理念，希望學生能從這次合作創作的過程，培養出創造力、跨域整合能力，以及為人類生活謀福利的正向態度。

全體21位師生(老師4位，學生17位)個別對5件作品進行名次的排序，最優的作品第一名，其次第二名，再透過Expert Choice軟體將排序的數據矩陣，轉換成各作品的權重百分比，在體感創客之跨領域教學前、後對5組體感創作作品的評價結果摘要表如表2所示。從表2活動前、後的評價可發現，全體師生在活動前對各組創作表現預估結果依序為：體感電風扇(22.0%)、舞出音符(20.2%)、預防近視(20.1%)、氣功大師(19.1%)、電視遙控器(18.6%)，活動後對各組創作表現評價結果依序為：預防近視(22.0%)、舞出音符(21.7%)、體感電風扇(19.8%)、氣功大師(19.2%)、電視遙控器(17.3%)，可見全體師生在活動前最看

好「體感電風扇」這組的表現，而活動後變成給予「預防近視」這組最高的評價。

這5項創作作品已於2017年5月20日在花蓮文創園區舉辦成果發表會，全體師生參與作品評估後，「體感預防近視系統」所受的評價最高，研究者將此優秀作品向經濟部提出發明專利的申請，也已取得我國新型發明專利證書，並已啟動國際專利媒合，此作品參加第八屆國際發明創新競賽(International Innovation and Invention Competition [IIIC])也榮獲銀牌獎，可見本次的跨域教學的確能如Belland等(2017)對跨領域教學的後設分析發現所言，一步步以引導鷹架的方式，輔助創客學生應用跨域統合知能，產出實際能應用於日常生活情境的發明產物。

二、全體師生在體感創客之跨領域教學前、後的評價一致性分析

此外，從活動前後的Spearman等級相關考驗可發現，等級相關值為.600 ($p = .285 > .05$)，並無顯著，顯示全體師生在體感創客之跨領域教學前後的評價並無顯著一致性，因此本研究以全體師生在活動後對作品表現的評價，作為各組創作表現評價之主要依據。

接著本研究採用Expert Choice軟體的層級分析法，進行ISSM三項品質表現與五組創作作品評價的整體敏感度交叉分析，結果

如圖5所示，從圖中可發現全體師生在教學前、後對創作作品的三項品質表現的滿意程度中，以作品的資訊品質(互動性)表現最滿意(前42.3%、後40.9%)，服務品質(應用性)的表現在活動後(34.5%)反而高於系統品質(24.5%)(功能性)(請參見圖5三條柱狀圖的高低轉變)；另一方面，全體師生對創作作品的評價排序在活動前、後也有所改變，「體感電風扇」這組作品在活動前最被看好、評價最高(22.0%)，而活動後的評價結果換成是對「預防近視」這組作品的評價最高(22.0%) (請參見圖5右方各作品的高低排序)。

根據期望—確認理論，消費者在體驗產品之前通常會有特定的期待，而消費者在使用體驗後，也會比較體驗前的期待與體驗後的實際感受，如果期望過高於實際感受，就會形成所謂的負失驗，期望與實際感受相當時，即所謂確認，而實際感受超乎預期時，則是形成所謂的正失驗(Oliver, 1980)。若以期望—確認理論的觀點來檢視全體師生在活動前、後對全部創作品質表現之評估結果，以「資訊」互動性表現屬於期望與實際感受兩者相當之「確認」類型(前後同為滿意度最高，參見圖5橫軸之品質類別)，而「系統」功能性表現屬於期望過高於實際感受的「負失驗」類型(教學後滿意度名次降一級)，而「服務」應用性表現則屬於實際感受超乎預

表2：全體師生對5組體感創作作品的評價分析表($N = 21$)

評價對象	創作前	創作後
1.舞出音符	20.2%	21.7%
2.預防近視	20.1%	22.0%
3.氣功大師	19.1%	19.2%
4.體感電風扇	22.0%	19.8%
5.電視遙控器	18.6%	17.3%
等級相關值	.600 ($p = .285$)	

註：1.權重百分比是由21位師生評價作品排序後以AHP法分析而得。

2.等級相關值未達.05顯著水準(n.s.)。

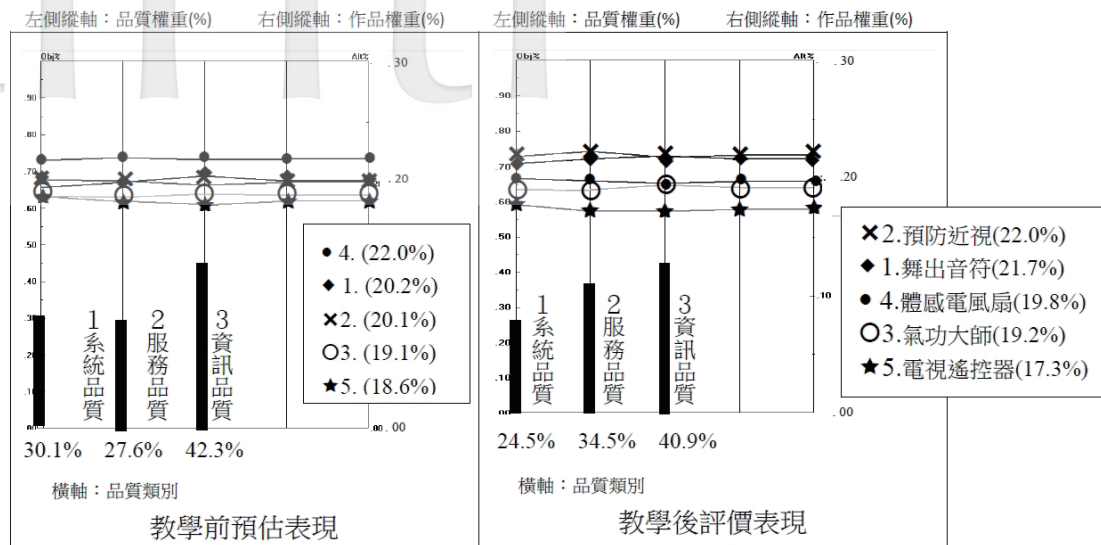


圖5：全體師生在教學前後對品質指標表現與創作作品評價的交叉分析對照圖

期的「正失驗」類型(教學後滿意度名次升一級)。由此可見，全體師生最肯定作品人機介面的互動設計之表現；對作品的系統功能則較為失望，此可能是部分作品的系統靈敏度與穩定性不足所致；對作品的生活應用之可行性則是實際感受超乎預期，顯示作品在生活中實踐應用的可行性是比想像中好的。

另一方面，若以期望—確認理論的觀點來檢視全體師生在活動前、後對五組創作作品表現之評估結果，其中屬於實際感受超乎預期的「正失驗」類型者僅有「預防近視」這組(教學前20.1%第三名，教學後22.0%第一名，參見圖5中「×2.」符號在左右圖之上下排序的改變)，顯示此作品有較高的創作成效表現，而其中屬於實際感受不如預期的「負失驗」類型者僅有「體感電風扇」這組，顯示這組產出的作品表現不如預期的那麼高，其他三組如：舞出音符(第二名)、氣功大師(第四名)、電視遙控器(第五名)，在創作前後都維持相同的評價名次(同屬「確認」類型)，顯示全體師生的預估與實際感受兩者差

不多，其中「舞出音符」這組都前後維持較好的創作成效評價。相較於Cira等(2015)的跨域教學僅以教學後學生的質性自陳報告作為評量學習成效之依據，或是單純以發展跨領域力量表作為成效檢核工具(陳俐淇、王子華、邱富源、沈欣宜、曾敏，2017；湯堯、徐慧芝、蘇建洲，2016)，本研究於教學前後兼採質性回饋與AHP量化分析佐證之作法，亦可作為跨域教學成效評量分析的另一種參考依據。

三、體感創客在創作過程扮演的合作角色分析

本研究以半結構式討論大綱蒐集學生扮演的合作角色與其能否提出有利於合作創作想法的陳述資料，在可複選的情形下，每位學生可以表達同時扮演的多種角色，或是可提出多種有利合作創作表現的想法，座談後蒐集的資料由研究者歸納後，17名社團成員總共累積139次合作角色的發言或提出想法的發言，經過適合度與獨立性卡方考驗的結果，整理如表3所示。

從表3之考驗結果可發現，創客學生自認為能扮演分組合作中的「組長領導」角色者占14.4%，自認為扮演「能提出創意點子組員」的有24.5%，自認為扮演「能想辦法解決問題組員」的有17.3%，自認為扮演「能口頭解說作品組員」的有20.1%，自認為扮演「能分析別組優缺點並給建議之組員」的有20.1%，自認為扮演「很少參與的旁觀者」的僅有3.6%。其中自認為扮演「能提出創意點子組員」者相對較多，而自認為扮演「很少參與的旁觀者」相對較少，此兩項參與合作的角色在適合度卡方考驗中均達到.01的顯著水準($\chi^2 = 21.791$)，顯示其比例明顯偏高或偏低於其他合作創作過程中扮演的角色。誠如Newman-Carlson等所言，一個好的教學設計，要能引導學生積極參與教室裡的學習互動，盡可能減少旁觀者；而Richmond與Striley (1996)也曾經將分組合作學習的參與角色分為領導者、協助者、主動無貢獻者與被動無貢獻者四類，其中被動無貢獻者正如本研究所稱的旁觀者，在本研究中旁觀者的比例明顯較低，可見本研究的活動設計似乎如Newman-Carlson等(2000)所言，降低了旁觀者，並能引導學生積極參與合作創作的學習活動。

此外，在能否提出想法方面，經研究者歸納如下：(一)能提出如何分工合作的成員有23.7%；(二)能提出如何改善創意點子發想的成員有20.1%；(三)能提出雛型設計時如何克服問題的成員有17.3%；(四)能提出成果發表要多準備哪些內容者有23.0%；(五)能提出如何給別組創作發表之建議與評論者有15.8%。從前述5種能被提出之想法間的適合度考驗結果發現，5種想法彼此間並未達到顯著水準($\chi^2 = 3.338, p > .05$)，可見創客學生所提出有利合作表現的5種想法數量之間，並未有顯著差異，進一步檢視提出想法與角色扮演之關係發現，雖然有較多創客學生自認為是扮演「能提出創意點子組員」的角色，但是實際所能提出的創意點子想法，並沒有因此而相對較多與充實。由此可見，從「找尋點子」到形成「創意想法」，甚至到實際能「創造產出作品」的學習歷程，此過程中的創新能力培養確實是有難度的。Hill, Brandeau, Truelove與Lineback (2014)曾指出，創新的口號往往是響亮有活力的，但現實的創新工作則是艱苦而且不舒服的，因為團隊合作的領導者必須從組員的分歧想法與衝突辯論中，協商出具有新奇創意的方案，並不斷反覆地試驗其可行性。

表3：體感創客合作學習扮演角色與其提出想法的卡方考驗交叉分析表($N = 17$)

角色扮演 提出想法	1.組長領導者	2.能提創意 點子者	3.能想辦法 解決問題者	4.能口頭解 說報告者	5.能評價優 缺點建議	6.很少參與 的旁觀者	總和
1.能提分工合作想法	5	8	5	8	6	1	33(23.7%)
2.能提創意發想點子	4	7	5	6	6	0	28(20.1%)
3.能提問題解決想法	3	6	4	4	5	2	24(17.3%)
4.能提成果發表點子	5	7	6	6	6	2	32(23.0%)
5.能提評價建議想法	3	6	4	4	5	0	22(15.8%)
總和	20 (14.4%)	34 (24.5%)	24 (17.3%)	28 (20.1%)	28 (20.1%)	5 (3.6%)	139 (100.0%)

註：1.角色扮演的適合度考驗結果， $\chi^2 = 21.791, p < .01$ 。

2.提出5種想法的適合度考驗， $\chi^2 = 3.338, p > .05$ 。

3.角色扮演與其提出想法的獨立性考驗結果， $\chi^2 = 5.090, p > .05$ ，兩因素可視為彼此獨立、互不影響。

儘管如此不容易，培養學生的創造力依然是教師在發展跨領域教學時所必須努力的方向，而本研究體感创客之跨領域教學亦是秉持這樣的理念來規劃，所以在設計座談討論大綱時，才會針對分工合作、創意發想、問題解決、成果發表、評價建議等能力的學習表現加以討論與蒐集，並進行卡方考驗的評估，只是評估後發現，雖然各組都能產出創作作品，但在這些重要能力的表現上，可能還是需要更長時間的跨域合作創作之學習引導與能力培養，创客學生才能有實質參與後的成效展現，根據這項分析後的回饋訊息，可作為本研究未來修正體感创客之跨領域教學活動設計的參考。

伍、研究結論與建議

一、研究結論

(一)全體師生在體感创客之跨領域教學前後對作品創作成效的整體評價

從全體師生在活動前後對5組體感创客「創作作品」的評價結果發現，活動前對各組創作表現預估結果依序為：體感電風扇(22.0%)、舞出音符(20.2%)、預防近視(20.1%)、氣功大師(19.1%)、電視遙控器(18.6%)，活動後對各組創作表現之實際感受評價結果依序為：預防近視(22.0%)、舞出音符(21.7%)、體感電風扇(19.8%)、氣功大師(19.2%)、電視遙控器(17.3%)，可見全體師生在活動前最看好「體感電風扇」這組的表現，而活動後變成給予「預防近視」這組最高的評價，此作品屬於實際感受超乎預期的「正失驗」類型，亦已取得經濟部新型發明專利證書，並已啟動國際專利媒合，參加第八屆IIIC國際發明創新競賽亦榮獲銀牌獎肯

定，可見此作品具有較高的創作成效。另外在作品的ISSM三項品質表現方面，從AHP的整體敏感度交叉分析圖可發現，全體師生在活動前、後對創作作品的三項品質表現的滿意度中，對於全體作品的資訊品質(互動性)表現最滿意，而服務品質(應用性)的表現在活動後反而高於系統品質(功能性)；由此可見，全體師生最肯定作品人機介面的互動設計之表現，對作品的系統功能則較為失望，對作品在生活中實踐應用的可行性是比想像中好的。

(二)全體師生在體感创客之跨領域教學前後對創作作品評價的一致性分析

根據體感创客之跨領域教學前後對創作作品評價排序的等級相關分析結果顯示，全體師生在活動前、活動後，對體感创客創作作品的評價並無顯著的一致性($r = .600, p = .285 > .05$)，由此可見，全體師生雖然活動前已先對創作作品的表現做預估，但活動後並不會受到先前預估所影響，依然會就創作作品的實際表現，而給予不同的評價，因此本研究以全體師生在活動後對創作作品的實際感受評價，作為各組跨域創作成效表現之主要依據。另一方面，從AHP整體敏感度交叉分析圖可發現，全體師生對創作作品的評價排序在活動前後的確有所改變，「體感電風扇」這組作品在活動前的預估中最被看好、評價最高；而從活動後的實際感受評價結果來看，換成是對「預防近視」這組作品的評價最高。

(三)體感创客在跨領域教學中的創作過程扮演的合作角色分析結果

從參與焦點座談者的回饋所進行的卡方考驗可發現，在體感创客之跨領域教學的分組合作參與過程中，每組的體感创客學生都

願意積極扮演不同的參與合作角色，但這並不能代表他們能提出較多有利跨域合作創作表現的想法，因為在獨立性卡方考驗中，6種角色扮演與5種所提出想法之間，並無顯著關係存在($\chi^2 = 5.090, p > .05$)，兩因素可視為彼此獨立、互不影響。而創作合作學習的參與過程中，創客學生5種所提出想法之間，諸如：團隊合作、創造思考、問題解決、口語溝通表達、批判思考與評價等5種想法，並沒有哪一方面的想法較為充實與豐富，因為在適合度卡方考驗中，5種所提出想法之間並無達到顯著差異存在($\chi^2 = 3.338, p > .05$)。

此外，在參與合作創作的過程中，創客學生自述認為是扮演能提出創意點子的角色者，明顯高於扮演其他角色者；相反的，創客學生自述認為是扮演旁觀者組員角色的比例，明顯低於其他角色($\chi^2 = 21.791, p < .01$)。由此觀之，本研究體感創客之跨領域教學設計，似乎可看出其已符合前述觀點之引導學生積極參與合作學習的活動設計成效。

二、研究建議

(一)對未來規劃體感創客跨域合作創作空間之學校機構的建議

創客教育是培養學生創意思考、創新自造、創業探索的新興教育議題，各級學校機構可以善加利用少子化導致的校園閒置空間，轉型成體感創客跨域合作創作的活動基地，提供包括二手的3D感測器與整修待報廢的一般電腦，教導學生自己動手來規劃學校閒置空間，此行動除了符應創客動手自造的精神之外，也可以規劃成學生參與自營運管理的常設實習基地，而本研究採用的資訊系統成功模式(ISSM)評估指標，也可以作為評估創客空間基地與創作品質表現的參考依據。

(二)對未來規劃體感創客跨領域教學之指導老師的建議

本研究在體感創客之跨領域教學後，各組已順利產出創作作品、成果發表，並在全體師生的評選下，由「預防近視」這組獲得全體師生的最高評價，研究者後續將此作品向經濟部申請新型發明專利——「體感預防近視系統」，並已獲得經濟部新型發明專利證書與啟動國際專利媒合，參賽國際發明競賽亦獲得銀牌獎肯定；因此建議其他有意發展創客之跨領域教學的老師，能夠在活動中安排成果發表，並由指導老師與創客學生共同對作品評價，並將優秀作品導入大型競賽或申請成為發明專利，讓此一學習歷程成為有助於創客學生職涯就業、創業發展的資本。

此外，本研究體感創客之跨領域教學，針對分工合作、創意發想、問題解決、成果發表、評價建議等能力，透過焦點座談的口頭陳述加以蒐集，分析後發現，雖然各組都能產出創作作品，但在這些能力的表現上，可能還是需要更長時間的合作學習引導與能力培養，才能有跨域合作創作後的長期成效，根據這項分析後的回饋訊息，可作為設計體感創客之跨領域教學修正的參考。

(三)對未來體感創客之跨領域教學應用研究者的建議

由於本研究中有4位跨域指導老師與17位創客學生參與創作作品的評選，如果採用傳統的加總平均數記分方法，則老師部分會因為人數較少，其評分容易被學生的評分所牽動，無法呈現老師這角色的評價分數，因此建議未來研究者可參考本研究對於創客作品的評價分析方法，針對老師與學生分別給予不同權重計分，或是採取像本研究的層級分

析法(透過Expert Choice軟體)，針對不同評分者角色，將其等級排序轉換成權重值，再搭配卡方考驗與相關分析，以瞭解不同評分者的重要性與評分者的內部一致性信度。另一方面，也建議未來應用研究者在設計跨領域

或創客教學的評分架構時，可招收更多社團學生或增加受測者，用以建立評分架構的量化信效度，並可作為十二年國教新課綱中關於創作產出型跨領域教學的評分參考。

參考文獻

1. 同濟大學(2018年1月1日)。中國智造學術冬訓營。查詢日期：2018年5月10日，檢自http://www.sohu.com/a/214090814_756452
2. 李欣宜、蘇宇庭(2015年6月1日)。臺灣Maker來了(上)。查詢日期：2018年6月2日，檢自<http://www.bnext.com.tw/article/view/id/36406>
3. 李詩(2018年5月8日)。Kinect 復活了！微軟推出 Project Kinect For Azure 感測器套件。查詢日期：2018年6月15日，檢自<https://www.leiphone.com/news/201805/FesVbqwWf5xiXSUO.html>
4. 李賢哲、黃崇育、樊琳(2018)。植基STEM航空理念創客教材之設計與實踐。科技與人力教育季刊，4(3)，90-110。
5. 吳清山(2015)。自造者運動。教育研究月刊，255，109-110。
6. 邱皓政(2005)。創造力的測量與共識衡鑑。教育資料集刊，30，267-298。
7. 胡文郁、張媚(2015)。安寧緩和護理之教育觀。護理雜誌，62(2)，25-33。
8. 姜宏尚(2014)。學校發展學習共同體歷程之個案研究——以臺南市一所國小為例。未出版之碩士論文，國立臺南大學教育學系課程與教學碩士班，臺南市。
9. 許光華(2013)。產學合作發展方向之研析。朝陽學報，18，1-16。
10. 教育部(2013年12月4日)。教育部人才培育白皮書。查詢日期：2018年6月8日，檢自https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/5/pta_2189_2524507_39227.pdf
11. 教育部(2014年11月)。十二國民基本教育課程綱要總綱(臺教授國部字第1030135678A號函)。臺北市：教育部。
12. 教育部國民及學前教育署(2015年2月26日)。104年度教育部國民及學前教育署推動高級中等學校3D列印普及培育計畫(臺教國署高字第1040022496號函)。臺北市：教育部。
13. 教育部國民及學前教育署(2016年6月2日)。教育部國民及學前教育署補助試辦國民中小學自造教育示範中心作業要點(臺教國署國字第1050062042B號函)。臺北市：教育部。
14. 陳俐淇、王子華、邱富源、沈欣宜、曾敏(2017)。「跨領域整合核心力量表」的編製——以母嬰生活服務為例。科學教育學刊，25(2)，143-168。
15. 張倚瑄(2014)。3D列印之發展及相關智慧財產權問題研究。未出版之碩士論文，國立政治大學科技管理與智慧財產研究所，臺北市。

16. 張鈿富、吳慧子、吳舒靜(2010)。歐盟、美、澳「公民關鍵能力」發展及其啟示。教育資料集刊，48，273-299。
17. 黃子璿(2010年11月15日)。從3R到4C：淺談21世紀能力的發展與趨勢。數位典藏與學習電子報，9(11)。查詢日期：2018年3月21日，檢自<http://newsletter.teldap.tw/news/InsightReportContent.php?nid=4112&lid=466>
18. 黃金成(2001)。科學園區資源投入產出效率和產業引進策略之研究——以DEA和AHP方法分析。未出版之碩士論文，國立成功大學國際企業研究所，臺南市。
19. 黃俊傑(2015)。大學通識教育探索：臺灣經驗與啟示。臺北市：國立臺灣大學出版中心。
20. 湯堯、徐慧芝、蘇建洲(2016)。大學院校理工科系跨領域課程品質評估量表發展之研究。教育科學研究期刊，61(1)，91-113。
21. 彭增淇(2017)。運用多評準決策模式評估教師參與自造者教育關鍵因子之研究——以新北市小學為例。未出版之碩士論文，國立臺北教育大學社會與區域發展學系碩士班，臺北市。
22. 楊美華(2014，7月)。大趨勢、微觀察：大學圖書館的轉型與超越。發表於2014年中文數字出版與數字圖書館國際研討會。濟南市：山東大學圖書館。
23. 廖年淼、劉玲慧(2012)。高職「專題製作」職場導向教學——以觀察學習為例。科技與工程教育學刊，45(2)，1-19。
24. 榮泰生(2011)。Expert Choice在分析層級程序法(AHP)之應用。臺北市：五南。
25. 潘文福(2016)。社會大眾參與石墨烯主題科普活動之認知與感受分析研究。科技博物，20(1)，139-170。
26. 蔡明哲(2014)。以個案研究法介入高職餐旅群專題製作課程之行動研究。未出版之碩士論文，國立高雄餐旅大學餐旅教育研究所，高雄市。
27. 簡佑宏、朱柏穎、簡爾君(2017)。STEAM取向之Maker教學。中等教育，68(2)，12-28。
28. Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer-Verlag.
29. Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309-344.
30. Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and “making” in education: The democratization of invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büchling (Eds.), *FabLabs: Of machines, makers and inventors* (pp. 203-222). Bielefeld, Germany: Transcript.
31. Boisvert, S., & Adelstein, M. (2015). DigiFab conference explores how 3D printing and digital fabrication impact the world. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 2(1), 2-4.
32. Bud, A. (2018). Facing the future: The impact of Apple face ID. *Biometric Technology Today*,

2018(1), 5-7.

33. Cira, N. J., Chung, A. M., Denisin, A. K., Rensi, S., Sanchez, G. N., Quake, S. R., et al. (2015). A biotic game design project for integrated life science and engineering education. *PLoS Biology*, 13(3). Retrieved February 1, 2018, from <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002110>
34. Delone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9-30.
35. Gershenfeld, N. A. (2005). *Fab: The coming revolution on your desktop—From personal computers to personal fabrication*. New York: Basic Books.
36. Ginger, J., McGrath, R., Barrett, B., & McCreary, V. (2012, August). *Mini labs: Building capacity for innovation through a local community Fab Lab network*. Paper presented at the Fab8: The Eighth International Fab Lab Forum and Symposium on Digital Fabrication. Wellington, New Zealand.
37. Hill, L. A., Brandeau, G., Truelove, E., & Lineback, K. (2014). Collective genius. *Harvard Business Review*, 92(6), 94-102.
38. Kapur, M. (2011). Temporality matters: Advancing a method for analyzing problem-solving processes in a computer-supported collaborative environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 6(1), 39-56.
39. Long, T., Logan, J., Waugh, M., & Cummins, J. (2013, March). The flipped classroom instructional model with a technology-enabled active learning (TEAL) classroom: How does it work? In R. McBride & M. Searson (Eds.), *SITE 2013—Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2220-2221). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education.
40. Naranjo-Hernández, J. E., Jiménez-Alonso, F., Clavijo-Jiménez, M., & Gómez-Casado, Ó. (2017). Reference element guidance of autonomous vehicles using 3D laser scanner. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 92(3), 1-10.
41. Newman-Carlson, D., Horne, A. M., & Bartolomucci, C. L. (2000). *Bully busters: A teacher's manual for helping bullies, victims, and bystanders*. Champaign, IL: Research Press.
42. Oliver, R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of marketing research*, 17(4), 460-469.
43. Pan, W.-F., Chien, M.-Y., & Tu, S.-C. (2012, September). The feasibility assessment of using a Kinect-Tablet Integrated System to improve electric wheelchair reversing safety. *International Proceedings of Computer Science and Information Technology*, 49, 121-125.
44. Pan, W.-F., Tu, S.-C., Chien, M.-Y., & Zhang, Y.-M. (2013). Feasibility assessment of using the KIP system to achieve an energy-savings potential for an electronic marquee. *The Journal of Technology Studies*, 39(1-2), 80-90.

45. Richards, J. (2017). DIY and maker communities in electronic music. In N. Collins & J. d'Esquivan (Eds.), *The Cambridge companion to electronic music* (pp. 238-257). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
46. Richmond, G., & Striley, J. (1996). Making meaning in classroom: Social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.
47. Salinitri, G. (2005). The effects of formal mentoring on the retention rates for first-year, low achieving students. *Canadian Journal of Education*, 28(4), 853-873.
48. Smith, S., Tillman, D., Mishra, P., Slykhuis, D., Alexander, C., Henriksen, D., et al. (2014). Building multidisciplinary connections: Intersections of content, creativity, and digital fabrication technologies. In M. Searson & M. Ochoa (Eds.), *Society for information technology & teacher education international conference 2014* (pp. 2506-2510). Chesapeake, VA: AACE.
49. Suma, E. A., Krum, D. M., Lange, B., Koenig, S., Rizzo, A., & Bolas, M. (2013). Adapting user interfaces for gestural interaction with the flexible action and articulated skeleton toolkit. *Computers & Graphics*, 37(3), 193-201.
50. Wiki. (2015, January 14). *PrimeSense*. Retrieved June 23, 2017, from <http://en.wikipedia.org/wiki/PrimeSense>
51. Yalom, I. D., & Crouch, E. C. (1990). The theory and practice of group psychotherapy. *The British Journal of Psychiatry*, 157(2), 304-306.
52. Zin, M. Z. M., Sakat, A. A., Ahmad, N. A., & Bhari, A. (2013). Relationship between the multimedia technology and education in improving learning quality. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 351-355.

Assessing the Performance of Creative Works and Collaborative Roles Played by Motion-Sensing Makers in an Interdisciplinary Teaching Activity

Wen-Fu Pan^{1,*} and Jin-Wei Shieh²

¹Department of Educational and Administration Management, National Dong-Hwa University

²Department of Drafting, National Hualien Industrial Vocational Senior High School

Abstract

This study aimed to plan and implement interdisciplinary teaching with motion-sensing makers, and to check the performance of makers' works. Then the evaluation consistencies before and after teaching were compared, and the cooperative roles in process were also analyzed. This study adopted an action research method. The teaching action was divided into planning, implementing, and checking tasks. Finally, the researcher proposed revision action served as references for planning interdisciplinary teaching. The participants were 17 students in a senior high school, and 4 interdisciplinary supervisors. The duration of activity was the first semester of the 105th academic year, total 20 lessons for 10 weeks. Research tools included the questionnaire for assessing performance and the semi-structured outline for discussion. The statistical methods were adopted including analytic hierarchy process, spearman's rank correlation and performance sensitivity. The discussion results were inducted with frequency percentage and chi-square test. The conclusions were as follows: (1) the works evaluated by all the teachers and students were ranked as follows: prevention of myopia, playing the piano by dancing, gesture fan-controller, qigong master, and TV remote controller. The evaluation rankings of creation quality were interactivity, applicability, and functionality. (2) There was no significant consistency in the evaluation before and after teaching ($r = .600, p = .285$). For all works' quality, this study found that service quality was the positively disconfirmed type based on Expectation-Confirmation Theory. That is, this quality was better than the expected applicability after teaching. For work performance, the "prevention of myopia" was also the positively disconfirmed type. That is, this work was considered better than the expected performance. (3) During teaching process, students were willing actively to play the role of proposing creative ideas but didn't want to play the role of bystanders. Finally, the researcher proposed some suggestions for references.

Key words: Collaborative Role, Maker, Information System Success Model, Interdisciplinary, Motion-Sensing

* Corresponding author: Wen-Fu Pan, s1210@gms.ndhu.edu.tw