

科技與人力教育季刊

107年3月號

第四卷第三期

- ◎ 高科技產業人力資源專業人員情緒勞務與
員工協助方案之研究..... 01-28
- ◎ 應徵者對錄影面試之反應研究..... 29-45
- ◎ 國中科技教育的內容規劃..... 46-66
- ◎ 應用虛擬實境技術與6E教學模式於高中生活科技課程
之結構教學單元設計..... 67-89
- ◎ 植基STEM航空理念創客教材之設計與實踐..... 90-110

高科技產業人力資源專業人員情緒勞務與員工協助方案之研究

The Study on the Relationship between HR Employees' Emotional Labor and the Employee Assistance Problems in the Hi-Tech Industry

陳殷哲、呂美怡

國立清華大學教育心理與諮商學系、國立清華大學人力資源與數位學習科技研究所

Yin-Che Chen, Mei-Yi Lyu

Department of Educational Psychology and Counseling, National Tsing Hua University; Graduate Institute of Human Resource and eLearning Technology, National Tsing Hua University

摘 要

國內職場近期更出現多起工作超時、身心過勞及情緒壓力等案例，員工的相關議題逐漸受到社會大眾所重視。企業開始思索要如何運用各種人力資源管理制度來維持或平衡員工的情緒，並透過各種模式的員工協助方案，幫助員工解決因工作而產生的各種情緒勞務。本研究探討高科技產業人力資源專業人員情緒勞務與員工協助方案，先以量化研究之方式來探討人力資源專業人員之情緒勞務現況，後採質性研究方法，邀請十位人力資源領域工作者分別進行二次焦點團體訪談，透過焦點團體訪談的互動，使各工作者表達不同的觀點，相互討論與溝通，藉此獲得更多的想法與意見，以建構出專屬人力資源專業人員之員工協助方案。

關鍵字：高科技產業、人力資源專業人員、情緒勞務、員工協助方案

壹、前言

在遽變的二十一世紀，員工的自主意識與教育水準逐漸的提高，員工議題已是當今企業所面臨的最大挑戰。1980年行政院國家科學委員會（現為行政院科技部）設立我國第一個科學園區-新竹科學工業園區，不僅帶動國內傳統產業轉型，更激勵工業技術升級，並創造國內高科技產業的發展。在全球高科技產業的產品與技術競爭激烈情況下，造成工作壓力超載以致員工的情緒起伏不定。有鑒於此，員工因工作勞務而產生情緒議題日漸受到關注。員工是最有價值且重要的資產，愈來愈多的企業認知到員工的身心健康關係著企業的未來與發展，而政府也積極的協助企業進行員工協助方案的宣導與推動計畫，並透過獎勵方式，支持企業推動「員工協助方案」，使各企業將員工協助方案視為重要的福利制度，顯見企業對於員工協助方案之重視程度愈來愈高。

目前國內企業內專責員工協助方案主要部門或單位大部份是由人力資源部門單位負責。人力資源管理在企業中所被賦予的定位隨著高科技產業的發展與改變愈顯重要，從以往刻板印象中消極的行政工作已漸漸發展為人力資源開發的策略工作，以服務企業的員工為首要任務，將企業內部之員工視為內部顧客。研究指出，內部行銷就是把行銷運作運用在身為員工的內部顧客身上，以期能全面提升企業整體績效（蕭富峰，1997）。如以人力資源觀點來看，Berry與Parasurameny兩位學者在1991年提出，認為內部行銷是透過發展符合員工需求的產品，以吸引發展、激勵、以及留住組織所要的優秀人才，將員工視為顧客的概念，建立員工的忠誠度（沈進成與張延蓉，2002）。

綜合上述可知，人力資源專業人員在企業中扮演多重且重要的角色。現階段許多已導入員工協助方案企業多為人力資源人員擔任，可想而知人力資源人員在職場上所產生的情緒勞務會比起企業內部其他角色工作者高。本研究有別於以往之研究，焦點將集中在高科技產業企業中之人力資源人員層面，期許藉由研究結果，提供高科技產業參考，使其能正視現今人力資源人員情緒勞務之問題以及員工協助方案之重要性，使人力資源人員有最佳的情緒，服務企業內部員工並建立更友善及幸福的職場環境。

貳、文獻探討

一、情緒勞務

Hochschild (1983) 將情緒勞務定義為與顧客頻繁互動的員工，必須控制或壓抑自己的情緒，使顧客感受被關懷及重視，這種必須處於工作情況中的控制、壓抑或調整自我情感的勞務，就稱為情緒勞務；換言之，情緒勞務工作者需要做感覺的管理，此管理的用意是要創造公眾看得見的臉部與身體的表現；James (1989) 則將情緒勞務定義為以情緒調節為核心，其牽涉到與他人互動時，處理他人情感的工作心力付出。從工作中的情緒觀點來看，情緒勞務則是一種商品，促進以規範公共領域中的情緒表達；Morris (1995) 則認為情緒勞務可定義為組織設法管理員工如何對顧客展現他們的情緒，主要在於提升顧客滿意的目標。創造出一種符合雇主期望的工作角色要求與印象，而展現的合宜情緒 (Bailey, 1996)。Gosserand (2003) 所定義的情緒勞務是在工作場合的一種情緒管理，其主要目的是為了規範情緒管理，以協助組織達成目標。各學者及研究者對情緒勞務定義的觀點與看法略有不同，個人與工作的情緒是不容易劃分清楚 (Van Maanen 與 Kunda, 1989)，但都以 Hochschild 所定義的情緒勞務加以延伸探討，但整體對於情緒勞務的定義都包含一個觀點，員工在組織中自我調節、控制情緒的能力，壓抑負面的情緒反應，能在工作上有適當的情緒表現，表現出組織所期望的情緒，而員工的情緒表現亦成為組織衡量員工工作績效的重要因素 (Morris 與 Feldman, 1996)。

Hochschild (1983) 提出情緒勞務的工作者須具備以下三項特徵，首先必須是以聲音或身體語言與顧客接觸、在與顧客面對面時，所產生的情緒狀態必須是在組織的規範之內、最後管理者透過訓練及督導的方式，來對部屬的情緒活動進行某種程度的控制。為了更清楚定義出情緒勞務工作者，Hochschild (1983) 也將情緒勞務分為兩種不同的行為，分別是表層行為與深層行為。表層行為是一種情緒勞務工作者透過言語或是非言語方式來表現表現出非本身真實感受的情緒，這種表達的方式通常是依照組織的要求所表現出的，不一定是情緒勞務工作者內心真實的情況，也因為這樣容易使情緒勞務工作者情緒失調，進而影響工作表現；另一種深層行為則是指情緒勞務工作者自我調節內心真實情緒的情況，完成組織所要求的表現，使其相同或趨近，也因為這樣較一致性的情緒表達，

情緒勞務工作者較不易出現情緒失調的情況。Brotheridge 與 Grandey (2002) 則將情緒勞務分為二大類，第一類是員工焦點的情緒勞務，其中包含表層演出與深層演出，第二點是工作焦點的情緒勞務，則包含人際工作要求與情緒控制。國內學者認為須使組織人力資源能有更妥善的利用與發展，必須對員工在組織中所提供用以交換所得的勞務，加以詳盡分析，其中大致可分為三種：第一種稱為智能勞務 (Cognitive labor)，如程式設計師等在程式撰寫時所提供之勞務；第二種稱為體能勞務 (Physical labor)，以體能之付出作為換取工資之勞務；第三種即稱為情緒勞務 (Emotional labor)，這種勞務必須在組織服務過程中所需的情緒要求下，銷售公司的產品或是提供服務，也就是在員工執行工作時，透過管理或是控制自我的情緒，以符合組織所要求須表現出來的特定情緒 (林尚平、楊妮菁與張淑慧，2000)。

國內針對情緒勞務工作者的研究探討上，常因情緒勞務工作者所處的環境與組織所賦予的任務差異，而產生不同的研究結果，且大多數的研究都以員工對外部顧客的情緒勞務為主軸，如以最需要情緒勞務之工作類型來區分，實證研究目前多以第一類專業性、技術性及同類中特定的職業、第三類~第五類銷售人員、辦事員及同類工作者及服務性工作者最為居多。表達正向情緒的情緒勞務可能因為有助於增進成員間良好的人際互動與處理人際間尷尬的問題而帶來較佳的組織績效 (Ashforth 與 Humphrey, 1993)。而情緒勞務會因研究的對象或是產業的不同，產生出不同的研究結果，林尚平 (2000) 也指目前國內外探討情緒勞務的研究，多半著重在第一線服務工作人員，對於本研究之研究對象企業組織之專業人力資源人員仍缺乏探討，因現今的專業人力資源人員是代表企業組織為內部員工服務，將員工視為內部顧客，所以在工作過程中必須控制或是壓抑自我情緒，表現出企業組織要求的情緒規範，以提升內部顧客的滿意程度，為企業組織塑造良好的內部形象，故可將專業人員資源人員視高情緒勞務工作者，故將探討情緒勞務對企業組織中之專業人資人員之相關影響。無論是何種領域的行業，為樹立良好的企業形象與服務品質，皆紛紛不約而同的開始重視情緒勞務的議題。

二、員工協助方案 (EAPs)

員工協助方案最早源自於 1935 年美國工業戒酒方案，也由此經驗中發現員工的心理、家庭生

活狀態與工作、企業績效息息相關，使企業認知到照顧員工心理、家庭生活狀態也是責任與義務之一。Lewis (1986) 將員工協助方案廣泛的定義為員工協助方案不只是協助組織中，有困擾之團體，甚至亦用於協助組織的經營管理，以預防員工陷入需要協助的情境。Bohlander 與 Sherman (1992) 認為員工協助方案是企業透過為員工提供診斷、輔導、諮詢等服務，解決員工在社會、心理、經濟與健康等方面的問題，消除員工各方面的困擾，提升員工工作生活品質的目的；Dessler (1994) 認為員工協助方案，是企業內部正式的系統方案，經由方案實施與推動，為面臨情緒、壓力、酗酒、賭博等問題的員工提供諮詢、引導及有效的治療措施，幫助他們度過困境的過程。2000 年行政院勞工委員會發行的「員工協助方案」工作手冊中，將員工協助方案定義為是企業組織為了照顧員工及提昇生產力，所提供的一種計劃性活動，目的是在發現解決會影響生產力的個人問題；2004 年台灣成立的台灣員工協助專業協會 (TEAPA)，將員工協助方案定義為企業透過系統化的專業服務，規劃方案與提供資源，以預防及解決可能導致員工工作生產力下降的組織與個人議題，使員工能以健康的身心投入工作，讓企業提升競爭力，塑造勞資雙贏。綜合以上國內外相關文獻，在此本研究嘗試定義員工協助方案為企業為照顧及協助員工處理個人、家庭與工作上的困擾或問題及提升生產力，期望透過員工協助方案的推展，進行的一種有計劃並有系統的活動，進而提升員工工作績效及組織效能。

1980 年代起陸續有學者提出員工協助方案之模式。而國際性組織 EAPA 標準委員會也在 1998 年出版的 EAP 標準與專業手冊中提到，其核心技術是 EAP 的重要組成部分。是一種獨特的處理工作效率問題方式，還能解決影響員工工作表現和執行力的個人問題。國內發展方面，國內學者方隆彰 (1995) 則將 Lewis 的員工協助方案模式加以補充，分為七類並符合國內組織使用；范淑婷與葉長欣 (2008) 則依美國的員工協助方案路徑圖發展趨勢，並配合台灣事業單位及員工的特性，提出台灣版的員工協助方案路徑圖原型。行政院勞工委員會則依國內整體產業將員工協助方案的模式分為三大層面，撰寫至 2012 年發行的員工協助方案推動手冊中，分述如下：

(一) 工作面：係指員工引導、工作設計、職涯發展、離職轉業、工作適應、職位轉換、退休規劃、危機處理。

(二) 健康面：係指戒煙戒酒、健康飲食、壓力管理、憂慮焦慮、運動保健、心理衛生。

(三) 生活面：係指財務法律、家庭婚姻、生活管理、保險規劃、休閒娛樂、托兒養老、人際關係、生活協助。

以上三大層面可透過服務系統的建置及組織內外部資源的整合，達成協助員工解決問題，提升工作效率與生產力之目標，也是員工協助方案是否能在組織推行成功與永續發展的重要關鍵。

國內有關探討員工協助方案方面的研究並不多，直到 2000 年代後陸續有學者探討，有關員工協助方案與企業組織、工作負荷、離職率、員工問題等相關研究，雖各有不同的研究對象與結果意見的陳述，但可發現員工協助方案為企業或組織帶來的正面效益不計其數。企業冀望透過員工協助方案有效的策略，協助員工提升工作士氣及組織承諾，因此企業推行員工協助方案，不僅可減少人員的離職率，還能使企業提升組織的效能，又可降低組織變革的負向影響。不過企業與其絞盡腦汁籌劃更多福利制度，不如強化原本的福利制度面，提供較多元化並具體的方案也重視員工意見並有回覆制度，也會將員工提出的問題彙整給予回饋，且內部皆有設置專責部門及計劃性的推展員工協助方案之專案活動，反而能更使員工感受到企業雇主的用心，由此可知，企業導入員工協助方案是一種可以長期與企業永續發展及員工職涯發展的專案，是一種能影響員工對企業認同的感受程度，確實是值得企業推廣的（邵宜君，2002；華幸娟，2006；黃鼎晏，2008；林栢章，2008；張文慧，2011）。許多企業在不斷的在塑造以人為本的企業文化，希望建立友善職場的企業環境，藉由探討員工構面對於企業導入員工協助方案的滿意度及推行員工協助方案之成效，是否有達成推行員工協助方案之目的。亦更深入針對員工之人格特質高低程度及過勞情形高低程度，企業特性及工作投入的程度高低，影響員工對員工協助方案的需求程度；並以高科技產業特性與其他產業之不同，其高科技產業的不同背景的員工對協助方案的認知與離職傾向及工作過勞情形有所差異（向梅萍，2003；林慧姿，2006；黃思宇，2011；楊繡蓮，2013）。綜合上述文獻可以得知，企業推行員工協助方案目的不外乎是希望除了能有效解決員工生活或是工作上的各種問題，協助員工做好身心健康的管理，使員工能心無旁騖的投入工作中，以期發揮最好的工作效能，進而創造企業之生產力及績效，可見推行員工協助方案對企業是有正面助益的。

三、人力資源專業人員

人力資源早期普遍被稱為人事管理，起源於一開始的人事部門被賦予的工作，是舉辦員工旅遊、安排輪休及辦理員工健康、福利與退休相關事宜的一個單位，被稱之為人事管理部門（周瑛琪譯，2007）。發展至中期約 1920 年開始，人力資源管理一詞逐漸慢慢取代人事管理，這時期慢慢出現較有具體制度的人事管理活動，直到 1950-1960 年間開始有員工的績效評估、招募員工的遴選測驗、工作規則手冊等，更成熟完整的人事管理架構，而人事管理人員也從以往偏重行政人事的工作類別，漸漸的轉化專業的人力資源人員，為企業擔任招募徵選、教育訓練、員工任用、績效考核及員工留任的規劃與執行等工作。Ulrich 與 Brockbank 提出人力資源專業人員在企業中所扮演的四個角色，包括策略夥伴（Strategic Partner）、行政管理專家（Administrative Expert）、員工鬥士（Employee Champion）及變革代理人（Change Agent），由原本傳統人事行政的角色開始逐漸轉變為企業的策略夥伴，人力資源專業人員另外常見的八種角色，這八種角色包含諮詢者、服務者、積極變革者、調解者、稽核者、問題解決者、專家及通才及組織策略之制定與執行的參與者（吳復新，2003）。

現今的人力資源專業人員除了須扮演上列的角色外，其應具備的專業四項關鍵能力，第一項是目標與行管理、第二項是功能與組織的領導，第三項是影響力管理及第四項的企業知識與人力資源管理的技能（Lawson，1990），後續 Brockbank、Ulrich 與 Beatty（1999）提出人力資源專業人員應具備五項能力，包含企業經營知識、人力資源管理觀念、變革管理觀念、文化管理及個人信賴的特質，而國內學者康雅菁（2000）認為人力資源專業人員應從以往的管理人員發展成為企業的策略性夥伴前，應補強五項能力，包含獲得信賴、培養客戶導向、培養領導力、具備診斷的洞察力及發展多樣的技能。黃英忠（2003）則是認為人力資源專業人員要使企業邁向現代及國際化的前提之下，應具備的五項能力，包含專業管理的知識與能力、其他企業管理的知識與能力、協調與溝通的能力、國際化的能力及危機處理的能力。由此可知，人力資源專業人員的角色、能力及工作任務，會因應產業或環境的變化而有所調整。現今的人力資源專業人員在企業中開始有帶領變革的角色，由原先的執行面轉向規劃策略面，當人力資源邁入策略性層次，是會與組織績效有明顯的正相關係，使策略面將優於管理面及執行面（黃同圳，1998），亦可使組織內部的人員人盡其才，以達成組織目標的實現。

四、高科技產業人力資源專業人員

在二十世紀末，世界各先進國家無不以發展高科技產業為經濟成長的首要目標，高科技產業分為三類：第一類是對產業投入為基準，主要是以研究開發費用佔總產值或營業額的比重、科技人員佔總員工數比重、或以高科技佔產業的比重為指標；第二類的定義是以產品的性質為基準，主要以高科技產業的性質做為指標；第三類則是直接將高科技的產業明確的列出為基準（國改研究報告2007）。以高科技產業應具備的特性來看，除因應市場的需求變化快、產品的生產週期必須短外，更需要大量研發技術的投入與人才培養等。然而，全球的高科技產業皆面臨了人才的缺乏窘境，高科技產業為爭取所需的關鍵人才，無不大量投資人員與資金在人力資源部門中，以招募到各個領域的關鍵人才，並建立完善的制度與訓練，使人員在優質的環境中為企業創造更高價值，而是否可以為企業更高價值關鍵性的因素之一就是人力資源，這更可以證明人力資源專業人員在企業中扮演著舉足輕重的角色，影響著企業的興衰存亡，其重要性可以得知（李誠等，2001）。

綜合上述可知，高科技產業在人力素質的要求上相對比傳統或其他產業來得高的多，人力資源專業人員在組織中應所扮演多元化且矛盾的角色，也是所有角色中最特殊的，既要為組織制定規範、明訂獎懲，替僱主執行管理上各種作為，但同時一樣也受到規範與管理，在矛盾與衝突的角色裡經常須反覆考量僱主與員工的立場（翁珮雯，2006），由此可知人力資源專業人員所承受著高度的情緒勞務。

五、情緒勞務與員工協助方案之關聯研究

隨著時代發展，員工意識逐漸抬頭，員工權益也開始受到企業的重視。從國內企業已逐步開始實施員工協助方案的程度可知，從員工協助方案的四個構面包含輔導諮商、成長訓練、家庭協助、生活飲食中，由於國內企業員工對於工作及生活品質的要求越來越高，因此，企業在員工的成長訓練方面的協助與提供相對的較高，對於有設置職工福利委員會及勞資會議之企業，其員工協助方案實施程度較高（陳思潔，2000）。

研究以各產業推行員工協助方案可瞭解，企業對員工態度、組織績效、組織承諾、員工離職率、離職傾向等相關研究，其結果顯示推行員工協助方案有助於員工工作的穩定度。研究實證亦顯示國

內企業對員工生活與家庭關係上的協助，不如對員工工作與心理層面的協助。另外也發現實行內置式模式的企業，較偏向工作協助方案的實行；採外設辦理模式企業，較偏向施行家庭協助辦與健康協助方案；採整合辦理模式企業，較傾向執行健康協助方案與生活協助，企業實施員工協助方案傾向認同及員工協助方案可有效降低工作負荷對工作倦怠的影響，即員工協助方案對工作負荷及工作倦怠具有正向之影響；亦有發現員工協助方案中僅員工福利方案會對工作壓力與職業倦怠的關係產生顯著的調節效果（陳宗賢，2003；陳怡芳，2011；余維津，2012）。

國內近十年來對於員工協助方案的研究對象，都僅針對企業內部之員工探討，較少能聚焦研究科技產業之高情勞務工作者。但對於員工協助方案的探究卻已逐漸傾向從探討如何改善員工現況及問題的觀點，轉變到現在如何主動積極預防員工問題的產生，使其利於組織中主管的管理及如何提升組織之發展；也可看出部份研究中雖顯示認同員工協助方案對現代企業的重要性，惟大多數企業員工對員工協助方案的了解尚不夠深入，也不認為企業主基於成本考量會大力推展員工協助方案（徐西森，2010）。

不論是政府機構或是企業單位導入或推行員工協助方案的目的，大都希望透過員工協助方案的推行，解決或影響有關生產力相關問題，並藉此協助或降低員工情緒勞務。而員工協助方案及情緒勞務也會因對象或是產業的不同，產生出不同的結果，其研究對象大都傾向於教師、空服員及百貨業銷售人員，顯少針對人力資源專業人員之影響的研究。據此，建構人力資源專業人員員工協助方案，及對於人力資源專業人員情緒勞務之研究，進行綜觀而深入的分析。

參、研究方法

一、研究對象

本研究以新竹科學園區內之高科技產業人力資源專業人員為研究母體，並於 2014 年 10 月 01 日至 2014 年 11 月 30 日，郵寄發放問卷 516 份，共計回收 135 份，剔除資料遺漏者後，有效問卷為 134 份，問卷回收率為 26%，有效問卷占抽樣母群體比率達 25.9%。

本研究組織規模採直接填答方式，平均組織規模人數 1331 人，組織規模人數最少 10 人，組織

規模人數最多 40000 人；填答者中人資部門人數最少 1 人，部門人數最多 500 人，平均人資部門人數 12 人；在回收有效樣本中，負責單一職務有 46 人，負責二種職務以上的有 88 人，表示本次研究中二種職務以上之人力資源專業人員占居多；具有大學學歷者共有 66 人，占 49%；碩士學歷者共 58 人，占 43%；專科學歷者有 8 人，占 6%；博士學歷與高(中)職學歷各有 1 人，各占 1%，表示本次研究中人力資源專業人員絕大部分具有學歷大學以上學歷；平均工作總年資 12.97 年，工作年資最長的為 31 年，工作年資最短的為 0.33 年人；現職年資平均為 4.86 年，工作年資最長的為 18 年，工作年資最短的為 0.33 年人；薪資福利相當於同業平均水準為 97 人，占 72%；高於同業平均水準為 18 人，占 13%；低於同業平均水準為 19 人，占 14%。

二、情緒勞務量表

此部份參考自林尚平(2000)所發展之組織情緒勞務負擔量表，以 24 個題項所形成的情緒勞務負擔程度量表，分別由基本的情緒表達、深層的情緒偽裝、表層的情緒控制、情緒多樣性程度及互動程度五個構面所組成，共 24 個題項，以 Likert 五點尺度計分，從非常同意、同意、沒意見、不同意、非常不同意，分別給予五到一分，各題項均為正向計分題，得分愈高表示其情緒勞務負擔之程度愈高。如表 1 所示，五個構面累積解釋變異量達 73.5%，KMO 值為 0.9026，整體來說來對勞務負擔的程度分量表解釋力較高，Cronbach's α 值平均高於 0.80，符合學術研究之範圍；另外從區別函數混淆矩陣中亦可看出，整體正確預測率則為 90.23%，綜合上述，顯示出本量表信度相當良好。

表 1

情緒勞務負擔程度量表之信度

構面	衡量項目	α 值	解釋變異量	累積解釋變異量 (%)
基本的情緒表達	7 (1-5,9,10)	0.9137	6.6	6.6
深層的情緒偽裝	7 (18-24)	0.9212	52.3	58.9
表層的情緒控制	3 (6-8)	0.8581	4.9	63.8
情緒多樣性程度	4 (14-17)	0.8706	5.1	68.9
互動程度	3 (11-13)	0.7999	4.6	73.5

KMO 值=0.9026

資料來源：林尚平（2000）。組織情緒勞務負擔量表之發展。中山管理評論，8，427-447。

三、質性研究設計

在進行研究的過程中，研究者與研究對象在訪談過程中除須建立互信的關係外，也要能夠洞悉研究對象的內心世界與真實的想法，並適時的引導研究對象陳述內心的真實想法與感受，以獲得更多更深入的資訊，意謂著雙方良好的互動是影響研究成果是否成功的重要關鍵因素，其研究者本身的研究素養與事先的訪談準備則關係到研究成果品質的好壞，所以研究者本身應以客觀的態度來探討其研究之內容與結果，並避免將研究者本身的意見與想法去解釋研究對象所說明的或所遭遇到的情境，使研究成果呈現真實性與客觀性。

為深入瞭解人力資源專業人員之情緒勞務並建構專屬人力資源專業人員之員工協助方案，研究者邀請十位實際從事人力資源專業工作者，依據人力資源專業人員的教育程度、人力資源工作之年資、職稱、專長領域（管理、選、用、育、留等），選取在高科技產業擔任人力資源專業主管三名、資深專員（管理師）四名、一般專員（管理師）三名，共計十名進行焦點團體，與研究者一同探討並分享人力資源工作相關經驗，以獲取更深入的瞭解與觀點並給予建議。

為使研究對象能充份瞭解本研究之目的與訪談方式，在邀請每一位研究對象時，會詳加說明本

研究之目的與訪談方式，並提供訪談同意書閱讀，其內容載明研究對象願意接受訪談、同意訪談過程中以錄音與筆記方式同步記錄，及僅做為學術研究及後續資料分析使用，使研究對象充份瞭解後，始得進行訪談。

肆、研究資料分析與結果

一、人力資源專業人員情緒勞務現況

人力資源專業人員情緒勞務的五個構面之情緒多樣性程度其平均數為 4.00，是五個構面中分數最高，表示人力資源專業人員會需要依場合的不同、群體或對象的不同、背景情境的不同，所表現的不同的情緒反應，或是處於工作情境中必須表現出一種以上的情緒狀態，此種情緒狀態反應愈高時，人力資源專業人員情緒勞務的程度愈高。而分數最低的構面是互動程度，其平均數為 2.33，人力資源專業人員與顧客接觸的頻率及持續互動的期間及工作是否需要與顧客面對面或是以聲音來溝通，接觸頻繁的程度愈高，結果顯示並不會使人力資源專業人員的情緒勞務愈高。

二、人力資源專業人員情緒勞務之差異分析

(一) 不同教育程度的人力資源專業人員情緒勞務之差異分析

採用獨立樣本 t 檢定檢驗不同教育程度的人力資源專業人員，在情緒勞務上的差異分析，藉此瞭解不同教育程度的人力資源專業人員在情緒勞務上是否有存在顯著差異。如表 2 研究顯示，不同教育程度的人力資源專業人員僅在「深層的情緒偽裝」構面上存在著顯著差異 ($t=1.69$, $p<0.5$)，研究顯示深層的情緒偽裝上，大學(含)以上比專科(含)以下表現之情緒勞務較高。

表 2

不同教育程度的人力資源專業人員情緒勞務之 t 檢定分析摘要表

變項		(1)大學(含)以上	(2)專科(含)以下
N		125	9
基本的情緒表達	M(S)	2.32(.86)	1.97(.56)
	t 值		1.19
深層的情緒偽裝	M(S)	2.8(.78)	2.35(.54)
	t 值		1.69*
表層的情緒控制	M(S)	2.42(.89)	2.30(.81)
	t 值		0.41
情緒多樣性	M(S)	4.0(1.28)	3.97(1.48)
	t 值		0.07
互動程度	M(S)	2.31(1.0)	2.67(1.12)
	t 值		-1.02
整體	M(S)	2.77(.70)	2.65(.56)
	t 值		0.5

* $p < .05$

(二) 不同薪資福利的人力資源專業人員情緒勞務之差異分析

採用 ANOVA 檢驗不同薪資福利的人力資源專業人員，在情緒勞務上的差異分析，藉此瞭解不同薪資福利的人力資源專業人員在情緒勞務上是否有存在顯著差異。如表 3 顯示，不同薪資福利的人力資源專業人員在情緒勞務上存在著顯著差異 ($F=1.82, p<0.5$)，其中又以相當於同業平均水準又比其他高於及低於同業平均水準之情緒勞務較高。

表 3

不同薪資福利的人力資源專業人員情緒勞務之差異分析摘要表

變項		(1) 高於同業 平均水準	(2) 相當於同 業平均水準	(3) 低於同業 平均水準
N		18	97	19
基本的情緒表達	<i>M(S)</i>	2.21(.81)	2.29(.90)	2.38(.65)
	<i>F</i> 值		.18	
	多重比較 (Scheffe)		-	
深層的情緒偽裝	<i>M(S)</i>	2.51(.62)	2.79(.82)	2.92(.67)
	<i>F</i> 值		1.40	
	多重比較 (Scheffe)		-	
表層的情緒控制	<i>M(S)</i>	2.30(.63)	2.46(.95)	2.28(.71)
	<i>F</i> 值		.51	
	多重比較 (Scheffe)		-	
情緒多樣性	<i>M(S)</i>	3.28(1.27)	4.13(1.24)	4.03(1.38)
	<i>F</i> 值		3.43*	
	多重比較 (Scheffe)		(1) < (2)	
互動程度	<i>M(S)</i>	2.11(.86)	2.41(1.09)	2.18(.68)
	<i>F</i> 值		.91	
	多重比較 (Scheffe)		-	
整體情緒勞務	<i>M(S)</i>	2.48(2.82)	2.82(.72)	2.76(.53)
	<i>F</i> 值		1.83	
	多重比較 (Scheffe)		-	

* $p < .05$

(三) 不同組織規模的人力資源專業人員情緒勞務之差異分析

採用獨立樣本 *t* 檢定檢驗不同組織規模的人力資源專業人員，在情緒勞務上的差異分析，藉此瞭解不同組織規模的人力資源專業人員在情緒勞務上是否有存在顯著差異。如表 4 顯示，不同組織規模的人力資源專業人員僅在「深層的情緒偽裝」構面上存在著顯著差異 ($t = -2.27$, $p < 0.5$)，研究顯示深層的情緒偽裝上，組織規模在 1001 以上比 1000 人以下表現之情緒勞務較高。

表 4

不同組織規模的人力資源專業人員情緒勞務之差異分析摘要表

變項		(1)1000 人以下	(2) 1001 人以上
N		107	27
基本的情緒表達	M(S)	2.24(.81)	2.51(.99)
	t 值		-1.48
深層的情緒偽裝	M(S)	2.69(.72)	3.01(.92)
	t 值		-2.27*
表層的情緒控制	M(S)	2.35(.83)	2.67(1.05)
	t 值		-1.68
情緒多樣性	M(S)	3.97(1.3)	4.13(1.26)
	t 值		-.58
互動程度	M(S)	2.37(.97)	2.20(1.12)
	t 值		.78
整體	M(S)	2.72(.65)	2.91(.80)
	t 值		-1.29

* $p < .05$

(四) 不同工作年資的人力資源專業人員情緒勞務之差異分析

採用 ANOVA 檢驗不同工作年資的人力資源專業人員，在情緒勞務上的差異分析，藉此瞭解不同工作年資的人力資源專業人員在情緒勞務上是否有存在顯著差異。如表 5 及表 6 顯示，不論是現職年資或工作總年資，不同工作年資的人力資源專業人員在情緒勞務上並無存在顯著差異。

表 5

不同現職年資的人力資源專業人員情緒勞務之差異分析摘要表

變項		(1) 2 年以下	(2) 3-9 年	(3) 10 年以上
N		52	59	23
基本的情緒表達	<i>M(S)</i>	2.3(.90)	2.37(.84)	2.06(.75)
	<i>F</i> 值		1.16	
	多重比較 (Scheffe)		-	
深層的情緒偽裝	<i>M(S)</i>	2.89(.81)	2.77(.77)	2.51(.68)
	<i>F</i> 值		1.91	
	多重比較 (Scheffe)		-	
表層的情緒控制	<i>M(S)</i>	2.53(.93)	2.33(.82)	2.33(.94)
	<i>F</i> 值		.86	
	多重比較 (Scheffe)		-	
情緒多樣性	<i>M(S)</i>	3.90(1.29)	4.14(1.22)	3.88(1.47)
	<i>F</i> 值		.58	
	多重比較 (Scheffe)		-	
互動程度	<i>M(S)</i>	2.32(1.15)	2.39(.96)	2.21(.83)
	<i>F</i> 值		.25	
	多重比較 (Scheffe)		-	
整體情緒勞務	<i>M(S)</i>	2.79(.74)	2.80(.65)	2.60(.66)
	<i>F</i> 值		.78	
	多重比較 (Scheffe)		-	

表 6

不同總年資的人力資源專業人員情緒勞務之差異分析摘要表

變項	(1) 2 年以下	(2) 3-9 年	(3) 10 年以上	
N	10	38	86	
基本的情緒表達	<i>M(S)</i>	2.17(.65)	2.38(.91)	2.27(.85)
	<i>F</i> 值		.34	
	多重比較 (Scheffe)		-	
深層的情緒偽裝	<i>M(S)</i>	3.1(.90)	2.84(.85)	2.70(.72)
	<i>F</i> 值		1.43	
	多重比較 (Scheffe)		-	
表層的情緒控制	<i>M(S)</i>	2.5(.67)	2.49(.96)	2.37(.88)
	<i>F</i> 值		.31	
	多重比較 (Scheffe)		-	
情緒多樣性	<i>M(S)</i>	4.25(1.45)	3.89(.95)	4.02(1.40)
	<i>F</i> 值		.34	
	多重比較 (Scheffe)		-	
互動程度	<i>M(S)</i>	1.93(.97)	2.46(1.07)	2.32(.99)
	<i>F</i> 值		1.11	
	多重比較 (Scheffe)		-	
整體情緒勞務	<i>M(S)</i>	2.79(.60)	2.81(.68)	2.74(.70)
	<i>F</i> 值		.18	
	多重比較 (Scheffe)		-	

三、訪談資料分析

針對本研究採焦點座談所蒐集之資料，依序整理受訪者的回答紀錄並與量化資料分析之結果做對照與驗證，並說明其相關性與差異性，根據各受訪者所回答的內容，彙整說明如下：

(一) 您認為人力資源專業人員的職務屬性是否與情緒勞務有關?

C 受訪者認為人力資源專業人員的職務屬性，無論是在溝通或是表達，都較於其他職務要來的與情緒勞務有關；A 受訪者認為職務屬性為招募者，對於情緒勞務程度相較職務屬性是員

工關係者強，並提出與人接觸的頻率與情緒勞務偽裝程度更有正相關的看法，當人力資源專業人員的職務屬性與人接觸的頻率愈高，情緒勞務程度愈高。A 受訪者舉例：人力資源專業人員的職務屬性為薪酬者，因與人接觸的頻率較低，情緒勞務程度愈低；反之，人力資源專業人員的職務屬性為招募、訓練或員工關係者，情緒勞務須程度高。

我是認為我們 HR 在表達或溝通的程度上、跟職務屬性控制、還有你說的偽裝之間是有正相關，一般來說，做 HR 當特質無非是擅長表達與溝通，我們隨時都有跟員工或是主管們溝通對話，就我們的職務屬性，我認為無論是在溝通或是表達，都較於其他職務要來的與情緒勞務有關。(C130)

我們工作屬性的話我是覺得應該是以跟人接觸的頻率有差異。譬如說招募任用跟教育訓練和員工關係跟人接觸的頻率是比較高的，那我覺得他們在情緒勞務程度表達控制在由下對上就會需要比較高的情緒控制。那像薪酬跟人接觸的頻率不那麼高的話，那可能在情緒勞務程度可能就不需要這麼高。(A093)

(二) 您認為人力資源專業人員的教育程度高低是否與情緒勞務有關?

D 受訪者認為跟教育程度不相關，許多人力資源專業人員不一定是高學歷，且也不一定是人力資源畢業的。C 受訪者表示人力資源專業人員的教育程度高低與情緒勞務無相關，但認為與工作經驗或是工作年資有關。僅有二位受訪者認為人力資源專業人員的教育程度高低與情緒勞務有相關，E 受訪者認為人力資源專業人員的教育程度愈高，情緒勞務在表達及控制情緒勞務的程度愈好，接受教育的時間較長，學習性較佳；A 受訪者雖認為人力資源專業人員的教育程度與情緒勞務相關，但不認為是因為接受教育的時間較長或學習性較佳的原因，A 受訪者認為此相關指的是教育程度上的差異，會有影響，但不認為教育程度愈高，就表示與情緒勞務程度較好。

我是覺得跟教育程度不會相關，很多當 HR 的也不見得一定是高學歷，且也不一定是本科系的。(D179)

我覺得跟教育程度沒那麼直接有關，我覺得跟工作經驗或是工作年資有關，不過，看大綱後面好像會問到工作經驗還是工作年資，這部分我留到後面再提。(C176)

就教育程度來說我是認為如果說越高的人其實有一些自理、自學或者是說他會有比較學習性會比較佳，既然學習性比較佳，那這教育程度就是一個加分的效果。(E153)

我會認為應該是跟教育程度沒有直接相關，這是我概念性的觀念。但如果用自身的經驗說來，進修之後我對情緒勞務上覺得有點差異，但也可能與我進修的課程也有關係吧！所以教育程度愈高，是不是情緒勞務程度愈好，

我是覺得相關啦，但是不是一定愈好，這還有待討論吧！對於所有人不是所有人念到碩士就一定情緒勞務比較好，那這裡指的是說 HR，那如果對於我個人來講，因為剛好我修的課程是跟相關系的，是修心理諮商相關的，所以會有相對性高的程度。(A158)

(三) 您認為是否會因為工作需求而產生一種以上的不同的情緒狀態？是否會因為面對不同階層及不同群體的員工而有不同的情緒反應？

因多數受訪者皆認為人力資源專業人員的職務屬性是與情緒勞務有關，且也認為人力資源專業人員會因為工作需求而產生一種以上的不同的情緒狀態，也會因為面對不同階層及不同群體的員工而有不同的情緒反應。

我們都已經在職場上一段時間，有時候我們可能因為工作的需要會產生很多種的情緒狀態，舉例來說這個人可能對我不滿，我對這個人可能也不喜歡，或是說我對這個人有一些偏見都有可能，我們工作可能會面臨到不同階層或不同群體的、不同部門的員工，那就會有一些不同的反應。(G201)

HR 的工作本來就是有點像內部服務的角色，所以每天要面對到不同部門或是不同員工的諮詢，情緒反應一定不會是單一或是一樣的，我是這樣覺得的。(C260)

(四) 您認為人力資源專業人員的工作年資長短是否與情緒勞務表達程度與控制情緒勞務的程度有關？

受訪者一致都認為人力資源專業人員的工作年資長短與情緒勞務表達程度與控制情緒勞務程度有關，情緒勞務表達程度與控制情緒勞務的程度隨著工作年資的增長，工作實務上的累積，會增進人力資源專業人員在情緒勞務表達程度與控制情緒勞務愈好。

因為工作年資愈久，看的人自然也多了，處理各式各樣的事情次數也多，工作經驗愈來愈豐富，要控制情緒或是偽裝情緒，也會一般人要來的容易吧！加上 hr 本來就是要跟形形色色的人面試或是溝通，如果不擅長控制情緒或是偽裝情緒，那應該很難成為 hr 吧！(H275)

hr 工作年資長短我認為與控制或是表達的程度有著很大的關係，年資比較淺經驗比較少，很多事情的反應上自然也沒年資較深的人來的反應好，自我的調適或是控制當然就會有差。(C278)

(五) 您認為員工協助方案是否能照顧及協助員工或是您處理個人、家庭與工作上的問題，是否能提升員工或您的生產力？

從受訪結果可以知道，多數的受訪者一致認為員工協助方案是能照顧及協助員工或是處理

個人、家庭與工作上的問題，使員工更樂意與願意為企業業貢獻心力，進而提升企業生產力。

我覺得是的!譬如說像之前我有一個同事他母親往生，然後好像就是意志消沉沒辦法工作，那當然我們 hr 除了去關懷他之外，我們先與內部主管討論讓他工作上能夠有一些空間或是彈性，雖然碩士畢業剛進來，工作經驗度上也不是很夠，工作表現也沒有到非常好，更談不上甚麼貢獻或是績效，但透過 hr 進行溝通就先讓他有一些假去休息或是處理喪事。那後來發現這個部分，他在工作上的表現就會覺順利，愈來愈得心應手，感覺上他是有感謝公司的，所以他工作上的部份有就越來越好，那現在目前的一個工作上他比較能夠掌握，所以我覺得剛剛講的這個部分我們就是幫助到他，我個人覺得像這種也是員工協助方案的一種，只是沒像大公司那樣，條列或是有規則性的作法，但目的都是一樣的，希望透過這樣有形或是無形的協助來幫助員工。(A363)

就是用這樣非形式或制式的方式員工協助方案，傳達公司照顧員工的心意，可以透過類似這樣案例可以讓其他的同仁或是其他員工了解到就是其實公司對同仁是有用心照顧這個部分，那間接會影響員工對公司的行為或是想法。(G374)

(六) 您認為透過員工協助方案是否能為企業或組織帶來正面效益?

多數的受訪者認為員工協助方案是能為企業或組織帶來正面效益，當人產生外在壓力超過身體可以承受的程度時，會直接反映在身體健康上，較容易發生失眠或是憂鬱等情況，而這些精神健康及身體方面的影響，不但會降低個人的工作表現，對同事間關係、人際相處上也會產生影響，進而會對整個企業或是組織的運作與績效造成影響擊，透過員工協助方案的措施，是能為企業或組織帶來正面效益。

絕對是正面效益的啊!因為人力資源專業人員去處理任何員工的協助方案時，代表的是公司、資方，照顧員工的心裏、感受、或是家人甚至是家庭，讓他減少負面情緒或是降低家庭所帶來的壓力，自然就比較不會受私事影響，工作品質或是生產力就會比較好，我個人是認為照顧員工這整個發展方向絕對是好的，就整個企業來講。(H430)

(七) 您認為人力資源專業人員是否需要透過員工協助方案來降低或減緩工作中所產生的情緒?

多數受訪者認為人力資源專業人員是需要透過員工協助方案來降低或減緩工作中所產生的情緒，其中七位受訪者認為人力資源專業人員是需透過員工協助方案來降低或是減緩工作中所產生的情緒。其中受訪者 H 提到，人力資源專業人員情緒轉換的能力比一般職務轉換情緒的能力較佳，但這種轉換能力，有可能因為 HR 個人因素而有不同，也有可能因為公司環境或是

組織情況不同，HR 若有有專屬的員工協助方案來協助時，受訪者 H 認為是可以降低或是減緩人力資源專業人員在工作中產生的情緒，另受訪者 F 也表示，她認為員工協助方案可以來協助或是幫助人力資源專業人員降低或減緩工作中所產生的情緒。

因為就我自己來講，我會覺得說因為我同時也是 HR 的角色，在我這部分我覺得不會沒有情緒，可是一定會有情緒，可是我覺得我們的轉換能力，就我自己在觀察我覺得轉換能力好像要會比一般職務的一般要來的好，在當下的收斂、釋放跟表達程度來講，我覺得會比一般人要來的強烈一些，我們可能當下會有一些表情，可能 maybe 別人需要大於 5 分鐘，我們可能大概 3 分鐘就恢復成原本的角色這樣子，但這種轉換能力，有可能因為 HR 個人因素而有不同，也有可能因為公司環境或是組織情況不同，如果 HR 可以有專屬的員工協助方案來協助時，我想應該是可以降低或是減緩我們在工作中產生的情緒。(H521)

我是認為 hr 是需要透過員工協助方案來降低或減緩工作中所產生的情緒的，我們雖然比一般職務要來的會控制自我情緒，也比一般職務要會調適，但不可避免的也會跟大家一樣面臨生活或是工作上的問題，加上員工一有問題也是會先來諮詢 HR，我們也不是萬能的，不可能事事都能處理或是解決，所以如果能有員工協助方案來協助或是幫助我們降低或減緩工作中所產生的情緒，對於 HR 自身來說，我認為是更好的。(F536)

(八) 您認為是否需要建構人力資源專業人員之員工協助方案?建議建構之內容為何?

多數受訪者認為人力資源專業人員是需要建構人力資源專業人員之員工協助方案，D 受訪者認為人力資源專業人員在執行職務時，常會處於角色混亂情境中，當有建構屬於人力資源專業人員之員工協助方案，較能減緩或是解決人力資源專業人員的問題，也建議建構人力資源專業人員員工協助方案，應朝向關於法令、稅務及保險，或是提供社會資源等相關事項的諮詢或轉介，及處理危機或是壓力事件的能力，此兩部分；A 受訪者也認同這兩個建構的方向，同時提出應也建構強健人力資源專業人員身心健康方面之員工協助方案，她認為人力資源專業人員是需要被重視與尊重，應要與員工相同都是需要員工協助方案。

我覺得建構是需要的，對於 HR 來講，我覺得也是需要被重視與尊重的，能夠被公司 或是組織支持或是認同，其實是有很多壓力，對員工來說，HR 常常被視為雙面人，在推行制度時感覺像資方，但在執行員工關係關懷員工時，又像是勞方，我覺得像這樣對於多數的 HR 來說，應該常常處於角色混亂的情境中吧~這時如果有屬於 HR 的員工協助方案，那不是很好?如果要建構，我是認為至少要建構 HR 關於法令、稅務及保險，或是提供社會資源等相關事項的諮詢或轉介，及如果能有建構 HR 處理危機或是壓力事件的能力，這兩個是我認為 HR 至少需要建構專屬的部分。(D778)

一般企業都不太重視 HR，我必須老實說 HR 必須要被重視感受的一群人，因為大家常好像都把 HR 當作是一個完人，HR 是最堅強的，HR 是情緒是要最好的，HR 是要照顧別人，所以沒有去關心過我們的感受....所以我認為我們也有需要為自己建構 EAP，至於建構的方式我也認同前面一位的看法，另外我覺得我們 HR 的健康也需要受到重視的，如果可以建構 HR 專屬的身心健康方面的員工協助方案，我覺得這個也滿需要的，對來 HR 說。(A790)

伍、研究結論與建議

一、結論

問卷調查數據顯示組織規模的大小會需要人力資源專業人員依場合、群體、對象等不同，表現出不同的情緒反應，往往需要表現一種以上的情緒狀態，但情緒反應程度愈高時，人力資源專業人員情緒勞務的負擔程度也愈高；透過調查結果顯示不同教育程度人力資源專業人員，得知教育程度較高較能透過理性思考及偽裝在情緒反應上，有可能是因為每段教育學習的過程中，培養出學習的習慣及較易接受新的資訊能力，以致情緒任務比較不會產生衝擊；但透過調查結果顯示工作年資的累積並不會使人力資源專業人員情緒表達，展現出較合宜的情緒反應；綜合上面問卷調查結果可得知，人力資源專業人員不同的背景變項，對於情緒勞務存在著部份顯著差異。

訪談資料顯示全數受訪者認為人力資源專業人員的情緒勞務，個人與工作的情緒不容易切割開來，人力資源專業人員在組織中自我調節、控制情緒的能力及壓抑負面情緒反應，也是為使能在工作中表現出適當並合宜的情緒態度，以完成組織給予的任務，驗證了 Hochschild (1983) 定義的人力資源專業人員的情緒勞務是屬於高情緒勞務工作者，並透過訪談結果得知受訪者皆認為人力資源專業人員是需要透過員工協助方案來降低或減緩工作中所產生的情緒，人力資源專業人員可藉由職務屬性之便，可更快速更多元的選擇專屬人力資源專業人員的員工協助方案。

訪談結果得知多數受訪者認為，人力資源專業人員的情緒勞務會受組織規模大小、職務屬性的不同及工作年資的長短而有強弱程度上的不同，在本研究中焦點座談邀請的十位受訪者中，就有七位受訪者屬於全方位的人力資源專業人員，亦指此七位受訪者工作屬性包含招募、訓練、薪酬、員工關係及其它，其他三位受訪者，也都負責二種以上職務屬性的工作，上述各職務屬性工作都需要與人力資源相關的知識，並須具備擅長溝通的技巧，由此可知，人力資源專業人員工作份量多與長期承受壓力之大，如又在 1000 人以上組織規模之中就職的人力資源專業人員，所應對的組織及人數，較 1000 人以下更是屬於高情緒勞務，但人力資源專業人員工作年資的長短亦會影響情緒勞務

強弱程度上的差異，訪談結果顯示人力資源專業人員工作年資較長，隨著工作實務經驗上的累積，處理危機能力及溝通反應能力都較好。

透過問卷調查及焦點訪談結果得知，人力資源專業人員屬於高情緒勞務工作類型之工作者，因為職務屬性的原因經常會處於角色混亂情境中，同樣身為員工的人力資源專業人員，有時又必須是扮演員工與組織間的橋梁，執行工作時情緒勞務往往容易高低起伏，認為建構人力資源專業人員專屬的員工協助方案是必要的，綜合本研究問卷調查、焦點訪談結果及文獻顯示，員工協助方案之推行與導入可有助於減緩人員之情緒勞務情況，並能有效提升個人及企業之生產力，使兩者互惠，不論是用何種方式建構或是採用何種服務模式之員工協助方案，都是能有效解決或降低人力資源專業人員之情緒勞務。

二、討論

人力資源專業人員的職務屬性無論是透過問卷或是焦點座談結果得知，無疑是與情緒勞務有關的，但透過焦點座談更清楚知道人力資源專業人員的職務屬性的不同，對於情緒勞務程度的強弱而有所差別；而人力資源專業人員教育程度在問卷結果中顯示大學(含)以上最為顯著，在訪談資料多數受訪者則認為人力資源專業人員的教育程度高低與情緒勞務無相關；對於不同薪資福利的人力資源專業人員在問卷中顯示，不同薪資福利的人力資源專業人員在情緒勞務上存在著顯著差異，其中又以相當於同業平均水準又比其他高於及低於同業平均水準之情緒勞務較高。不同工作年資的人力資源專業人員在情緒勞務上無顯著差異，但藉由訪談過程得知，多數受訪者認為情緒勞務表達或是控制情緒勞務的程度，會隨著工作年資的增長累積實務上的經驗。

問卷結果顯示不同組織規模的人力資源專業人員在情緒勞務上存在著顯著差異，其中以組織規模在 1000 人以上之情緒勞務較高，經由訪談過程得知，多數受訪者認為在較具規模企業服務之人力資源專業人員，職務屬性多為單一職務，工作內容上較聚焦，但也因如此需要更多專業的工作職能與更多的諮詢或是學習管道。

綜合研究結論可知人力資源專業人員，在企業中扮演多重且重要的角色，符合企業需求同時必須服務內部員工，參與受訪的人力資源專業人員認為無論職務屬性類別，都一直秉持企業所賦予的任務為使命。因人力資源專業人員與員工所處的位置和角色不同，同時具有勞方與資方的角色，須從各方面去檢視企業與員工的需求，為此建構人力資源專業人員之員工協助方案，為服務企業內部員工及自身建立更友善及幸福的職場環境。

三、建構實務建議

針對企業為了處理員工的健康、心理或家庭問題，勞動部協助企業內部推行並透過企業服務系統之建置及提供專業的相關服務，以預防或解決影響個人工作適應、人際、婚姻、家庭照顧、健康等問題。顯見政府機關對員工協助方案之議題重視，建議以整合式服務模式以內部專業人員結合外部專業機構，不僅能兼顧企業組織文化及內部發展，同時亦能保障並提升人力資源專業人員能力，建構專屬人力資源專業人員的員工協助方案如下：

- (一) 近年為落實勞工週休二日，主管機關進行勞動基準法部分條例的修法，一例一休新制的上路，卻也造成了新制爭議不斷的議題，除了衝擊到企業與勞工外，負責執行及同樣身為勞工的人力資源專業人員，更是一大挑戰。因此建議建構屬於人力資源人員專業法令相關領域、稅務及社會保險制度，或是提供社會資源等相關事項的諮詢或轉介法令諮詢平台，充分提供人力資源專業人員資源，才能兼顧企業策略與勞工權益。
- (二) 危機就是轉機。人力資源專業人員因經常需處理雇主與員工或部門與部門之間的大小問題，如能為雇主或是員工做好的處置或判斷，相對危機的風險會有相當程度的降低，而人力資源專業人員對於危機處理的能力程度，端視是否有系統並定期地給予提升能力訓練的支持，如能每年度針對人力資源專業人員規劃危機管理相關系列課程，可安排如何預防危機、危機問題分析技巧、情境研判與決策技巧、企業常見之個案分享、危機管理作法與應變等訓練課程，不僅可解決或紓緩人力資源專業人員情緒勞務上之問題，更可化解雇主及員工或部門與部門間的問題。
- (三) 壓力是引起疾病來源之一，要真正維護人力資源專業人員之身心健康營造減壓工作環境是關鍵。企業組織必須認同工作與生活平衡的重要性，建議可定期邀請專業諮商心理師，舉辦抒壓講座，強健人力資源專業人員身心健康方面之員工協助方案，除了定期抒壓講座，更可規劃包括彈性工時、貼心給假制度、尊重工作自主、避免超時加班等，才能使人力資源專業人員的工作與生活平衡。

參考文獻

- 方隆彰 (1995)。員工協助策略 (一) — 諮商及教育性服務，員工協助方案實務手冊。臺北：張老師文化。
- 向梅萍 (2003)。職場員工對員工協助方案滿意度與相關因素之研究—以某電器集團為例 (未出版之碩士論文)。靜宜大學，臺中市。
- 余維津 (2012)。工作負荷及情緒勞務對工作倦怠之影響：以員工協助方案為調節變項 (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號 100KUAS8007026)
- 吳復新 (2003)。人力資源管理－理論分析與實務應用 (初版)。臺北：華泰文化。
- 李誠主編 (2001)。知識經濟的迷思與省思。臺北：天下文化。
- 沈進成、張延蓉 (2002)。內部行銷、組織承諾、工作滿足與顧客導向服務關係之研究—以主題遊樂園為例。旅遊管理研究，2 (2)，79-99。
- 周瑛琪譯 (2007)。人力資源管理，Raymond A. Noe, John R. Hollenbeck, Barry Gerhart, Patrick M. Wright 原著。臺北：東華書局。
- 林尚平 (2000)。組織情緒勞務負擔量表之發展。中山管理評論，8，427-447。
- 林尚平、楊妮菁、張淑慧 (2000)。情緒規則、社會化歷程及相關情緒勞務管理議題之個案探討。商管科技季刊，1，67-86。
- 林栢章 (2009)。員工協助方案與社會支持對員工困擾事件與幸福感的干擾效果研究 (未出版之碩士論文)。國立雲林科技大學，雲林縣。
- 林慧姿 (2006)。學童自尊、情緒調節與友誼。教育心理學報，38 (2)，177-193。
- 邵宜君 (2002)。企業領導者更迭下的員工協助策略研究—以金融服務業為例 (未出版之碩士論文)。朝陽科技大學，臺中市。
- 范淑婷、葉長欣 (2008)。員工協助方案多元服務構面初探-臺、美模式整合探討。行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所 IOSH97-M506。
- 徐西森 (2010)。員工協助方案運作模式相關因素之分析研究。高應科大人文社會科學學報，7(1)，111-132。

- 翁珮雯 (2006)。人力資源專業人員角色、角色壓力與工作價值觀對工作投入之影響 (碩士論文)。
取自全國博碩士論文資訊網。(系統編號 094NSYS5007085)
- 翁珮雯 (2006)。人力資源專業人員角色、角色壓力與工作價值觀對工作投入之影響 (碩士論文)。
取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號 094NSYS5007085)
- 康雅菁 (2000)。企業人力資源發展專業人員擔任內部顧問專業能力之研究 (未出版之碩士論文)。
國立臺灣師範大學，臺北市。
- 張文慧 (2011)。企業導入員工協助方案之影響因素研究-以憂鬱防治方案為個案 (未出版之碩士論文)。
逢甲大學，臺中市。
- 陳宗賢 (2003)。員工協助方案 與組織氣候對工作士氣、組織承諾與離職傾向之關聯性研究-以上
市公司為例 (未出版之碩士論文)。南華大學，嘉義縣。
- 陳怡芳 (2011)。員工協助方案對工作壓力與職業倦怠之調節效果研究 (未出版之碩士論文)。銘傳
大學，桃園市。
- 陳思潔 (2000)。員工協助方案與員工問題之關聯性之研究 (未出版之碩士論文)。靜宜大學，臺中
市。
- 華幸娟 (2006)。企業推動員工協助方案與組織文化、組織承諾關聯性之研究 (未出版之碩士論文)。
中國文化大學，臺北市。
- 黃同圳 (1998)。人力資源管理策略與組織績效關係探討：權變觀點在台灣企業之檢證，**香港工商管
理學報**，15，79-100。
- 黃思宇 (2011)。台灣地區企業員工協助方案之需求分析：以元大證券為例 (未出版之碩士論文)。
東華大學，花蓮縣。
- 黃英忠 (2003)。人力資源管理。臺北：三民書局。
- 黃鼎晏 (2008)。從福利觀點看員工協助方案：福利滿意度、知覺組織支持與組織承諾的關係 (未出
版之碩士論文)。國立中山大學，高雄市。
- 楊繡蓮 (2013)。高科技業員工對協助方案之認知與離職傾向之關聯：以工作過勞為中介變項 (未出
版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。

蕭富峰 (1997)。內部行銷。臺北：天下文化。

Ashforth, B. E., & Humphrey, R. H. (1993). Emotional labor in service roles: The influence of identity. *The Academy of Management Review*, 18, 88- 115.

Bailey, J. J. (1996). *Service agents, emotional labor, and costs to overall customer service*. Poster Presented at the 11th Annual Conference of the Society for industrial and Organizational Psychology, San Diego, CA.

Brockbank, W., Ulrich, D. & Beatty, R. W. (1999). HR professional development: Creating the future creators at the University of Michigan Business School. *Human Resource Management*, 38, 111–117.

Brotheridge, C. M., & Grandey, A. A. (2002). Emotional labor and burnout: Comparing two perspectives of “people work”. *Journal of Vocational Behavior*, 60(1), 17-39.

Dessler, G. (1994). *Human resources management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Gosserand, R. H. (2003). *An examination of individual and organizational factors related to emotional labor*. Unpublished doctoral dissertation, Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College, Louisiana.

Hochschild, A. R. (1983). *The managed heart: Commercialization of human feeling*. Berkeley : University of California Press.

James, N. (1989). Emotional labor: Skill and work in the regulation of feelings. *Sociological Review*, 37, 15-42.

Lawson, T. E. (1990). *The Competency initiative: Studies for excellence for human resource executives*. Minneapolis, MN: Golle & Holmes Custom Education.

Lewis, C. (1986). *Becoming a Father*. Milton Keynes, England: Open University Press.

Morris, J. A. (1995). *Predictors and consequences of emotional labor service organization doctoral dissertation abstract*. The University of South Carolina.

Morris, J. A., & Feldman, D. C. (1996). The dimensions, antecedents, and consequences of emotional labor. *Academy of Management Review*, 21, (4), 986-1010.

Sherman, A.W., & Bohlander, G.W. (1992). *Managing human resources* (9th ed). Ohio, OH: South-Western Publishing Co.

Van Maanen, J., & Kunda, G. (1989). Real feelings: Emotional expression and organizational culture. In L. L. Cummings, & B. M. Staw. (Eds.), *research in organizational behavior*, (pp. 43-103). Greenwich, CT: JAI Press.

應徵者對錄影面試之反應研究

A Study on Applicant Response to Recorded Job Interview

孫弘岳、陳瑛瑜

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Hung-Yue Suen, Ying-Yu Chen

Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan
Normal University

摘要

隨著錄影面試普及化，本研究旨在探討應徵者在實際使用該面試工具後的公平知覺反應與接受性，以及影響接受性的個人因子。透過 137 位曾經或正在求職的應徵者實際參與錄影面試並完成問卷調查，經由階層迴歸分析發現，應徵者對於錄影面試的公平知覺，來自於認知有用性，而認知有用性來自當事人對該科技使用的自我效能。應徵者的人格特質與性別或年齡，對於公平知覺或認知有用性並未產生顯著的影響；而應徵者的認知易用性對公平知覺則無顯著關係。本研究根據分析結果，提供實務建議，作為應徵者與雇主使用錄影面試的教育訓練指南，與日後使用錄影面試系統的改善或強化方向。同時，提供後續研究建議，期望提升科技應用與人力資源的相關理論與實證發展。

關鍵字：錄影面試、面試自我效能、認知有用性、公平知覺

壹、緒論

在過去，因為地理因素，應徵者經常必須長途跋涉參加面試，而雇主也必須安排面試場地、協調面試者與應徵者的行程，花費大量時間與成本。隨著科技發展，許多企業會採用同步視訊面試(Synchronous Video Interview)工具，例如 Skype 或 WebEx，直接遠距面試應徵者。這個方法解決了地理限制，但仍然受限不同時區，且雙方仍需要在約時間進行面試(Torres & Mejia, 2017)。近幾年，有愈來愈多企業採用非同步視訊面試(Asynchronous Video Interview)工具，又稱作錄影面試(Recorded Interview)，應徵者得在指定時間內，隨時隨地使用智能手機或個人電腦，透過網際網路和視訊介面，上線回答雇主預設的面談問題，同時系統會自動側錄應徵者的回答過程。之後雇主得根據側錄內容，評估應徵者是否符合用人需求，作為是否進入下一階段真人面試或其他甄選程序的決策依據(Brenner, Ortner, & Fay, 2016)。此外，錄影面試還可以直接作為結構式面談以及溝通技巧的有效甄選工具，加快任用效率、降低成本，並能提升甄選的預測效度(Rasipuram, Pooja Rao, & Jayagopi, 2016)。

但在獲取人才日漸困難的世代，企業導入新的甄選工具，除了考慮時效與成本外，也必須考量應徵者的知覺與接受度(Haan, Ongena, Vannieuwenhuyze, & Glopper, 2017)，因為以自動化軟體側錄取代真人面試，有可能會對應徵者造成不良的觀感。當應徵者的負面感受可能會影響接受雇用的傾向和雇主品牌的口碑 (Gilliland, 1993)。有鑑於此，McCarthy 等學者(2017)透過上百份相關研究回顧建議，招募甄選工具的評估，除了信/效度與成本效益外，應徵者反應也必須納入未來的實證研究中。

誠然，本研究將以 Gilliland(1993)應徵者反應模型為基礎，結合使用者科技接受模式(Davis, 1989)，透過實證分析，探討應徵者在實際錄影面試後的知覺反應。研究結果將作為應徵者與雇主使用錄影面試的教育訓練指南，同時作為日後使用錄影面試系統的改善或強化方向。

貳、文獻探討與假設

一、自我效能與公平知覺

關於應徵者反應的研究，大多數都是基於 Gilliland(1993)提出的應徵者程序公平的反應模型，意即應徵者對招募甄選流程看法取決於公平的知覺，而應徵者是否感受到公平，又會因個人條件而有所不同(Steiner & Gilliland, 1996)。Ryan 和 Ployhart(2000)研究指出，應徵者的態度會影響對招募甄選流程是否公平的認知，且反之亦然(Marcus, 2003)。因此，本研究以應徵者對錄影面試過程的公平知覺，作為解釋應徵者對選擇使用錄影面試的態度。

過去研究發現，應徵者的公平知覺會受到其自我認知的影響，特別是自我效能(Gilliland, 1993)。所謂自我效能係指個體自信其有能力可以完成某項任務，即當事人對於自己有能力克服障礙已執行某行為的自我評估(Bandura, 1997)。應用在面試情境中，面試者對於自身能否利用所擁有的技能去完成面試的自信程度，就稱為面試自我效能。Zibarras 與 Patterson (2015)研究發現，應徵者對公平的感受會受到自我效能的影響，當應徵者覺得能掌握自己在甄選過程表現的程度愈高，會覺得該流程愈公平。本研究提出假設如下：

假設一 *H1*：面試自我效能對公平知覺具顯著的正相關。

二、科技接受與公平知覺

根據 Davis(1989)的科技接受模式，使用者對新科技接受度源自於認知有用性和認知易用性。認知有用性是指個人對系統使用的主觀感覺是有用的；認知易用性指的是個人認為使用某個特定系統無需付出太多努力的程度。認知有用性和認知易用性會決定使用者對新科技接受的態度。許多研究皆證實，這種積極的態度會影響使用者的行為意圖和未來系統的實際使用(Davis et al., 1989; King & He, 2006; Venkatesh, 1999; Venkatesh & Davis, 2000)。

Brenner、Ortner 和 Fay(2016)指出，應徵者若覺得面試系統具有一定程度的有用性，例如更容易的應用與節省更高的時間效率，或允許應徵者更真實地呈現自己或表現水準，則對於該系統有更正面的態度。因此，本研究提出以下假設：

假設二 *H2*：認知有用性對公平知覺具顯著的正相關。

假設三 *H3*：認知易用性對公平知覺具顯著的正相關。

三、自我效能與科技接受

在過去研究中，Venkatesh 和 Davis (1996) 的研究指出，自我效能對於科技接受模式中的認知有用性與認知易用性有顯著的正向影響。這可能就代表了當應徵者對於自身認為能夠完成面試的自信程度越高，即面試自我效能越高，就會覺得面試系統具有一定程度的有用性，則對於該系統會有更正面的態度。另外，也有研究指出，自我效能會間接透過認知有用性來影響使用意圖(Grandon, Alshare, & Kwan, 2005)。而在本研究的情境下，則應徵者的面試自我效能也可能會透過其對錄影面試系統的認知有用性，間接影響公平知覺，因此，本研究提出以下假設：

假設四 H4：面試自我效能對認知有用性具顯著的正相關。

假設五 H5：面試自我效能對認知易用性具顯著的正相關。

四、人格特質與科技接受

應徵者的個人特質在過去研究中，經常被當作對新科技接受度的重要預測因子，Chan 和 Schmitt(2004)的研究中就發現，個人特質對新技術的反應有高度的相關。另外，Barrick 等人(2001)也發現個人的經驗開放性和學習新事物之間存在正相關關係。因為開放性較高的個體，較傾向嘗試新事物，也較能夠更容易地適應新技術的引入。換之，經驗開放性較高的人，較容易感受到科技的有用性。運用在本研究情境，經驗開放性較高的應徵者較容易感到錄影面試對他們的有用性。

此外，在科技接受模式下，Devaraj 等人(2008)認為，勤勉審慎性的性格反映了進一步工作成就的內在動機，因此與認知有用性和系統使用意圖有關。因為高勤勉審慎性較傾向從新科技中找機會，以實現其成就動機，因此較易產生有用性的積極態度 (Brenner, Ortner, & Fay, 2016)。因此本研究假設，勤勉謹慎性較高的人，對錄影面試的認知有用性也會較高。

縱上，本研究假設應徵者對錄影面試的公平知覺來自對該科技應用的認知有用性與認知易用性；而應徵者對認知有用性與認知易用性的態度受到其個人自我效能、經驗開放性、勤勉審慎性的影響。故本研究提出以下假設：

假設六 H6：經驗開放性對認知有用性具顯著的正相關。

假設七 H7：勤勉審慎性對認知有用性具顯著的正相關。

參、研究方法

一、研究架構

根據以上文獻探討，本研究架構如圖 1 所示。

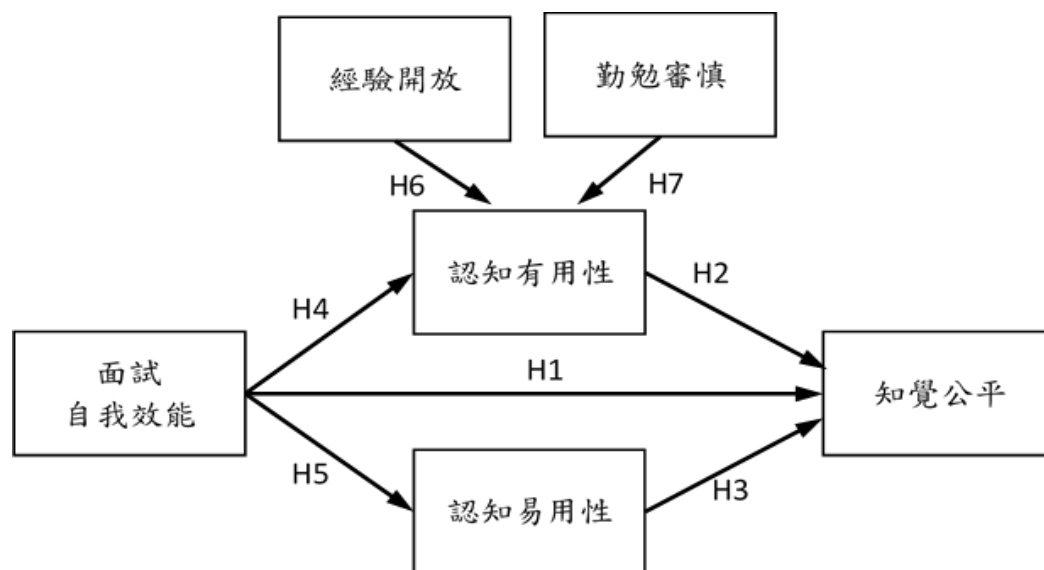


圖 1 研究架構圖

二、研究對象

本研究資料收集方法採滾雪球抽樣法，以年齡 18 至 35 歲間，有意求職或轉職的人為主要研究對象。於 2018 年 1 月份起開始發放問卷，先以社群通訊軟體聯繫，並透過網路問卷做發放，共回收 137 份問卷。研究樣本中，男性占 69 位，女性則有 68 位。另外，平均年齡為 24 歲，18~22 歲有 25 位，23~29 歲有 105 位，30~35 歲有 7 位，其中樣本年齡以 23~29 歲的人為最多。而學歷為大學有 96 位，碩士有 41 位，其中 125 位樣本在過去擁有面試或工作經驗者。

三、研究程序

首先，研究對象在被引導到錄影面試平台前需要閱讀以下文字：「您於近日申請了一個外國企業的優質工作，之後該企業透過電子郵件邀請參加線上錄影面試。請注意，這個程序是屬於初選的一部分，因為這是一個競爭非常激烈的工作，通過此錄影面試方可進入第二階段面試。而這個錄影面試的主要目的是為輔助公司做最後決定到內部進行當面面試的名單。」

之後研究對象被引導進入錄影面試平台，並需要完成模擬錄影面試，其中包括模擬的三道面試題目。最後研究對象完成填答線上問卷，其中包括個人資本資料、人格特質、面試自我效能、認知有用性、認知易用性、公平知覺的量表。

四、研究工具

(一) 錄影面試工具

本研究採用臺灣師範大學科技應用與人力資源發展系產學合作開發的錄影面試系統，命名為 HRDA (Human Resource Digital Assistant, HRDA; www.hrda.pro)，結合大數據雲端資料同步存取，提供電腦、與手機應用程式等多元平台操作介面，如圖 2。本系統目前提供自動邀請應徵者在線上進行錄影面試，側錄面試過程，並將面試者的回答轉換成文字。其主要功能如下：



圖 2 HRDA 錄影面試介面

1. 影音壓縮

運用資料壓縮技術將數位視訊資料中的冗餘資訊去除，降低表示原始視訊所需的資料量，以便視訊資料的傳輸與儲存。

2. 影音串流

將一連串的媒體資料壓縮後，經過網路分段傳送資料，在網路上即時傳輸影音以供觀賞的一種技術與過程，此技術使得資料封包得以像流水一樣發送；如果不使用此技術，就必須在使用前下載整個媒體檔，導致使用者須等待長時間的下載。

3. 語音識別

利用電腦自動將人類的語音內容轉換為相應的文字，該技術所涉及的領域包括：信號處理、模式識別、概率論和資訊理論、發聲機理和聽覺機理、人工智慧等等。

(二) 面試自我效能衡量工具

本研究引用 Tay、Ang 與 Van(2006)參考 Wanberg、Kanfer 與 Rotundo(1999)之面試自我效能量表，作為本研究問卷面試自我效能變項之量表，共計 5 題，並採 Likert 五點尺度量表計分，即分為非常不同意(1 分)到非常同意(五分)。Cronbach's α 為 0.93。

(三) 經驗開放性、勤勉審慎性人格特質衡量工具

本研究依據 Costa 與 McCrae(1992)所發展出之五大人格特質分類法之大架構下所編製的人格特質量表 NEO-PI-R，並參考吳彥德(2008)之問卷，編制成本問卷經驗開放性與勤勉審慎性人格特質變項之量表，分別為 5 題、3 題，並以 Likert 五點尺度量表計分，即分為非常不同意(1 分)到非常同意(五分)。經驗開放性與勤勉審慎性。Cronbach's α 分別為 0.84 和 0.81。

(四) 認知有用性、認知易用性衡量工具

本研究問卷中認知有用性與認知易用性變項之量表，主要依據 Davis(1989)，並參考龔宜珣(2012)之問卷編製而成，各計 4 題，並以 Likert 五點尺度量表計分，即分為非常不同意(1 分)到非常同意(五分)。認知有用性與認知易用性的 Cronbach's α 分別為 0.87 和 0.9。

(五) 公平知覺衡量工具

本研究引用 Guchait 等人(2014)參考 Gilliland(1993)之問卷中程序正義構面的題項，作為本研究問卷公平知覺變項之量表，共計 4 題，並採 Likert 五點尺度量表計分，即分為非常不同意(1 分)到非常同意(五分)。Cronbach's α 為 0.88。

肆、研究分析與結果

一、因素分析

本研究問卷於因素分析程序前，先檢定 KMO 指標值為 0.85，指標統計量大於 0.80，表示題項之間具有共同因素的存在，題項適合進行因素分析。此外從 Bartlett 球型檢定的近似卡方分配值為 2423.12，自由度為 300，顯著性機率值為 $p=0.000 (< .05)$ ，達到顯著水準，表示拒絕母體中各變數為單位矩陣之虛無假設，代表題項的相關構面之間具有共同因素存在，表示研究的量表題項適合進行因素分析。

而本研究問卷中因引用國外文獻之概有量表，考量題項經過翻譯後，以及文化與研究對象間的差異之緣故，採驗證式驗證分析，以「主成分分析法」進行斜交轉軸抽取因素，考驗各指標之因素負荷量及對所屬構面的解釋變異量。其分析結果顯示各構念的因素負荷量皆大於 0.7，可解釋變異量達 75.03%。變異數膨脹因子(Variance Inflation Factor, VIF)共線性檢驗也都低於 3，顯示本研究各構面應具有一定的構念效度。

此外，本研究採用 Podsakoff 等人(2003)建議的 Harman's 單因子檢定法來進行共同方法變異(Common Method Variance; CMV)檢驗，強制進行歸納成單一因子的解釋力 $>50%$ ，顯示共同方法偏差的嚴重性並不高。

二、相關分析

根據表 1 所示，面試自我效能與公平知覺有顯著的正相關，此與本研究假設一相同，也就是應徵者對自身的面試自我效能越高，對錄影面試的公平知覺就會越高。進一步分析，認知有用性和認知易用性也與面試自我效能也有顯著的相關，此與本研究假設四、五相同。而經驗開放性與勤勉審慎性與認知有用性皆有顯著正相關，此也與本研究假設六、七相同，也就是應徵者自身經驗開放性和勤勉審慎性得分越高，其對錄影面試系統的認知有用性將越高。再認知有用性與認知易用性與公平知覺有顯著正相關，此也與本研究假設二、三一致，也就是應徵者對錄影面試系統的認知有用性與認知易用性越高，其對錄影面試過程的公平知覺也就越高。

表 1

相關分析摘要表

	M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8
1 性別	1.50	0.50	1							
2 年齡	24.07	2.65	-0.20**	1						
3 面試自我效能	3.44	0.95	-0.02	0.09	1					
4 經驗開放性	3.80	0.72	-0.24**	0.25***	0.21**	1				
5 勤勉審慎性	3.90	0.73	-0.01	0.08	0.25***	0.38***	1			
6 認知有用性	3.55	0.82	0.17*	0.10	0.68***	0.19*	0.19*	1		
7 認知易用性	3.96	0.83	-0.02	-0.02	0.62***	0.09	0.19*	0.53***	1	
8 公平知覺	3.30	0.85	0.03	0.08	0.23**	-0.08	0.02	0.36***	0.22**	1

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

三、階層迴歸分析

本研究比照 Torres 和 Mejia (2017)，利用階層迴歸分析探討面試自我效能、經驗開放性、勤勉審慎性、認知有用性、認知易用性對應徵者對錄影面試過程的公平知覺的影響情形。研究顯示，個人對錄影面試的公平知覺會因個人性別與年齡而異(Brenner, Ortner, & Fay, 2016)，故本研究將性別與年齡當作控制變項放進迴歸模型中。

根據表 2 所示，在模型一，二個控制變項對依變項公平知覺皆無顯著影響。從模型二可知面試自我效能對公平知覺的 F 值為 3.21，p 值 <0.05 ，表示面試自我效能對公平知覺存在預測效果，而其標準化 β 係數為 0.25，呈正向關係，整體解釋力為 7.6%，表示當應徵者的面試自我效能增加時，應徵者對錄影面試的公平知覺也會增加。但經驗開放性與勤勉審慎性對公平知覺沒有顯著的影響。從模型三可知認知有用性對公平知覺 p 值 <0.01 ，表示認知有用性對公平知覺存在預測效果，其標準化 β 係數為 0.40，呈正向關係，整體解釋力提升為 16%，表示當應徵者對錄影面試系統的認知有用性增加時，應徵者對錄影面試的公平知覺也會隨著增加。然而，認知易用性對公平知覺則無顯著的預測效果。

表 2

迴歸分析摘要表

	模型一	模型二	模型三
性別	0.05	0.02	-0.06
年齡	0.09	0.10	0.08
面試自我效能		0.25**	-0.05
經驗開放性		-0.15	-0.19
勤勉審慎性		0.01	0.02
認知有用性			0.40***
認知易用性			0.05
R^2	-0.01	0.08	0.16
ΔR^2	0.01	0.04	0.11
F	0.55	3.21*	6.41**

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

四、中介效果分析

根據 Baron 與 Kenny(1986)的研究建議，本研究運用三個階層回歸的步驟檢驗中介效果，如表 3，且必須要達到以下條件皆成立：

1. 自變項會影響中介變項；
2. 模式一中，自變項會影響依變項；
3. 模式二中，中介變項會影響依變項；
4. 上述條件均成立，且自變項對依變項的影響力，在模式三之中需小於模式一當中的影響。

當上述條件均成立時，則可以宣稱具有中介效果，若自變項對依變項的影響效果不再顯著，則為完全中介(Full mediation)；若自變項對依變項的影響效果下降，但仍具顯著性，則為部分中介(Partial mediation)。以下將依照此方法，進之中介效果分析。

首先，由表 1 的相關分析可得知，面試自我效能會影響認知有用性，因此第一項條件成立。由表 3 的迴歸分析表中，模型一的面試自我效能對公平知覺的解釋力達統計顯著，表示面試自我效能會影響公平知覺，第二項條件成立。表 3 的模型二僅考慮認知有用性時，發現認知有用性對公平知覺的解釋力亦達顯著水準，第三項條件成立。而模型三中同時考慮面試自我效能與認知有用性對公平知覺時，面試自我效能沒有達顯著，認知有用性達顯著水準，因此判定認知有用性存在完全中介效果。

表 3
中介效果迴歸分析摘要表

	模型一	模型二	模型三
面試自我效能	0.23**		-0.03
認知有用性		0.36***	0.37***
R^2	0.05	0.13	0.13
ΔR^2	0.05	0.12	0.11
F	7.36**	19.47***	9.70***

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

伍、研究討論與建議

一、研究討論

在相關分析中，本研究發現面試自我效能對認知有用性、認知易用性、和公平知覺有顯著的正相關，在迴歸分析中，暫不考慮認知有用性、認知易用性，面試自我效能對公平知覺的影響達顯著正向影響，此結果與本研究之假設相互呼應。也就是說當應徵者對其進行錄影面試時的面試自我效能越高，對錄影面試過程的公平知覺就會隨著越高，此結果和 Gilliland(1993)研究中提出的個人對公平的感受會受到其過去經驗和招聘後的結果(例如：表現)，以及他們的自我認知(例如：自我效能)的影響相同。

然而，當考慮認知有用性、認知易用性時，會發現自我效能對公平知覺則沒有顯著影響。

代表應徵者對公平知覺的知覺，主要來自認知有用性。而自我效能是先影響認知有用性，再間接影響其對錄影面試的公平知覺。此結果和 Brenner、Ortner 和 Fay(2016)提出，面試系統若在一定程度上有助於個人對實用意義上的有用性的感知，例如更容易的應用與節省更高的時間效率；或更廣泛的意義上，如允許應徵者更真實地呈現自己，它將與應徵者對錄影面試的積極態度有相關相同。

面試自我效能指的是應徵者對其在進行錄影面試所具有的能力判斷或把握與感受，僅能透過其自身過去親歷經驗或是觀察他人的結果，亦或是來自他人的鼓勵、建議而提高。然而透過應徵者對錄影面試系統的認知有用性提高，需要讓應徵者感受到錄影面試為其帶來的益處，例如節省更多的時間效率，可以找到更多求職機會等等，以及透過錄影面試更能夠展現自我，增加被錄取機率，進而提高應徵者對錄影面試過程的公平知覺，更能達到提升應徵者選擇使用錄影面試的態度。

此外，透過相關分析，發現經驗開放性、勤勉審慎性與認知有用性具正向的顯著關係，但只有勤勉審慎性與認知易用性有顯著相關。這表示喜歡嘗試新事物且成就動機較強的應徵者，會認為錄影面試這個新工具較可能為自己帶來價值。此外，勤勉審慎性有較高的動機去克服困難，因此會提高對錄影面試易用性的評價。但對於新喜求新求變的人，跟新事物本身是否容易克服，可能不必然有相關性。

至於認知易用性無法顯著預測公平知覺的原因，可能反應在求職者對於錄影面試是否符合程序公平的感知，與讓工具是否容易使用沒有太大的關係。可能因為錄影面試的使用者介面都非常符合人性的操作直覺，這從該構面平均 3.96 (SD=.83)，位居所有構面最高分證實。

二、實務建議

(一) 更多體驗錄影面試機會

本研究發現應徵者的面試自我效能對公平知覺有正相關的存在，也就是說當求職者對於其在進行錄影面試時有所把握，會增加其對錄影面試過程的公平知覺，進而可能對錄影面試有更高的選擇態度。而自我效能僅能透過其自身過去親歷經驗或是觀察他人的結果，亦或是來自他人的鼓勵、建議而提高。所以本研究建議雇主或求職者本身皆應增

加錄影面試的機會，無論透過校園徵才、電子招募系統，或提供面試系統網站上的免費試用，來增加求職者對錄影面試的自我效能。

(二) 對於錄影面試的教育訓練

本研究也發現求職者對錄影面試系統的認知有用性對公平知覺有正相關的存在，也就是說讓應徵者感受到錄影面試為其帶來的益處，例如節省更多的時間效率，可以找到更多求職機會等等，以及透過錄影面試更能夠展現自我，增加被錄取機率，進而提高應徵者對錄影面試過程的公平知覺，更能達到提升應徵者選擇使用錄影面試的態度。因此本研究建議雇主或辦理職業訓練之機構，應強化訓練求職者正確使用錄影面試，強化透過該工具自我呈現的好處與技巧，便能提升其的認知有用性。

(三) 以行為事例法作為面試題型

呈上述，求職者的認知有用性對公平知覺有正相關的存在，也就是說讓應徵者感受到錄影面試為其帶來的益處，會增加其的公平知覺。而為了讓求職者透過錄影面試能夠更充分的展現自我的真正實力。本研究認為面試的題型非常重要，若透過行為事例法對求職者進行面試問答，求職者更能透過過去經驗回答展現自身能力，增加其被錄取的機會。

(四) 考慮工作性質選擇面試工具

Torres 和 Mejia(2017)的研究中提到企業選擇錄影面試時需要考慮到工作本身的性質和組織層次的結構。例如，錄影面試可能只適合公司內的某些職位，像是需要展現個人魅力的業務，或是代表企業形象的服務人員等。所以在企業導入錄影面試同時，也需要考慮到應用於何處，更能達到其效益的問題。

三、研究限制與未來研究建議

(一) 因果關係的推論

本研究要求參與者同時回答所有變項的問題，仍然會有共同方法變異和因果關係推論的潛在問題。縱然本研究在問卷編排設計上運用答卷者資訊隱匿法與題項隨機配置

法，其目的在於減少研究對象不經心作答或潛在的一致性動機，以減低構念間相關性膨脹或是縮減的共同方法變異(common method variance, CMV)的問題。未來研究可進行縱慣性分析，進行因果關係的論證。

(二) 實證範圍

本研究主要針對 18~35 歲有意求職或轉職的人為研究對象，但研究結果不見得能夠適用於其他年齡層。另外，因研究對象沒有產業別之分，建議後續研究者可以擴大實證範圍到其他的年齡層和產業。

(三) 研究變項

影響應徵者反應的因素眾多，本研究僅以面試自我效能、經驗開放性、勤勉審慎性、認知有用性、認知易用性來探討應徵者對錄影面試過程的公平知覺。建議後續研究者可以增加其他變項或探討應徵者的使用意圖、好感度等，進一步研究影響應徵者反應的其他因素。

參考文獻

- 吳彥德 (2008)。校長人格特質與領導風格之調查研究-以台北縣國民小學為例 (未出版之碩士論文)。國立台北教育大學, 台北市。
- 龔宜珣 (2012)。使用者對雲端醫療接受度之探討-以關係品質為干擾效果 (未出版之碩士論文)。國立臺中科技大學, 台中市。
- Barrick, M. R., Mount, M. K., & Judge, T. A. (2001). Personality and performance at the beginning of the new millennium: what do we know and where do we go next? *International Journal of Selection and Assessment*, 9, 9–30.
- Brenner, F.S., Ortner, T. M., & Fay, D. (2016). Asynchronous video interviewing as a new technology in personnel selection: the applicant's point of view. *Frontiers in Psychology*, 7, 863.
- Chan, D., & Schmitt, N. (2004). An agenda for future research on applicant reactions to selection procedures: a construct-oriented approach. *International Journal of Selection and Assessment*, 12, 9–23.
- Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1992). *Revised NEO personality inventory (NEOPI-R) and NEO five-factor (NEO-FFI) inventory professional manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *Mis Quart*, 13, 319–340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer-technology: a comparison of 2 theoretical models. *Management Science*, 35, 982–1003.
- Devaraj, S., Easley, R. E., & Crant, J. M. (2008). How does personality matter? Relating the five-factor model to technology acceptance and use. *Information Systems Research*, 19, 93–105.
- Gilliland, S. W. (1993). The perceived fairness of selection systems: an organizational justice perspective. *Academy of Management Review*, 18, 694–734.

- Gilliland, S. W. (1994). Effects of procedural and distributive justice on reactions to a selection system. *Journal of Applied Psychology, 79*, 691–701.
- Haan, M., Ongena, Y., Vannieuwenhuyze, J., & de Glopper, K. (2017). Response behavior in a video-web survey: A mode comparison study. *Journal of Survey Statistics and Methodology, 5*(1), 48-69.
- King, W. R., & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information and Management, 43*, 740–755.
- Marcus, B. (2003). Attitudes towards personnel selection methods: a partial replication and extension in a German sample. *Applied Psychology An International Review, 52*, 515–532.
- McCarthy, L. M., Bauer, T. N., Truxillo, D. M., Anderson, N. R., Costa, A. C., & Ahmed, S. (2017). Applicant perspectives during selection: A review addressing “So What?”, “What’s New?” and “Where to Next?”. *Journal of Management, 43*(6), 1693–1725.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y. & Podsakoff, N. P. (2003). Common method viases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies, *Journal of Applied Psychology, 88*(5), 879-903.
- Rasipuram, S., Pooja Rao, S. B., & Jayagopi, D. B. (2016). Asynchronous video interviews vs. face-to-face interviews for communication skill measurement: a systematic study. Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimodal Interaction, November 12-16, 2016, Tokyo, Japan.
- Ryan, A. M., & Ployhart, R. E. (2000). Applicants’ perceptions of selection procedures and decisions: a critical review and agenda for the future. *Journal of Management, 26*, 565–606.
- Steiner, D. D., & Gilliland, S. W. (1996). Fairness reactions to personnel selection techniques in France and the United States. *Journal of Applied Psychology, 81*, 134–141.
- Torres, E.N., & Mejia, C. (2017). Asynchronous video interviews in the hospitality industry: Considerations for virtual employee selection. *International Journal of Healthcare Management, 61*, 4-13.

- Venkatesh, V. (1999). Creation of favorable user perceptions: exploring the role of intrinsic motivation. *Mis Quart*, *23*, 239–260.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science*, *46*, 186–204.
- Zibarras, L. D., & Patterson, F. (2015). The role of job relatedness and self-efficacy in applicant perceptions of fairness in a high-stakes selection setting. *International Journal of Selection and Assessment*, *23*(4), 332–344.

國中科技教育的內容規劃

Teaching Content for Technology Education in Junior High Schools

李姿儀

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Tzu-Yi Li

Department of Technology Application and Human Resource Development,

National Taiwan Normal University

摘要

108 新課綱即將上路，科技領域備受關注，因此本文以美國、日本、英國的科技教育作為借鏡，提出國中科技教育內容規畫之建議。臺灣的科技教育多以實作為導向，但是教師對科技教育的教學內容無共識，導致教學各行其是，以致學生從北到南，所學習到的課程內容不盡相同。因此從釐清科技、科技教育之意涵、科技教育之目標，及探討科技教育之特色，並比較美國、英國、日本、臺灣之科技教育內容作為討論，最後提出對國中科技內容規劃之建議，期盼作為未來教育實施參考。

本文比較美國、英國、日本及本國的科技教育內容後，發現各國無異是強調動手設計製造能力、問題解決能力、創新能力及科技的知識等，因此擷取各國適合我國之內容，提出兩點對我國科技教育之建議，應有(一)明確核心目標(二)明定學習內容，以便讓教師可依循，並讓學生可以獲得系統性的知識。

關鍵字：科技教育、教學內容、課程和教學

壹、前言

身處於科技日新月異的社會中，科技在生活中扮演著不可或缺的角色，也是改變與增加生活新層面之重要力量(Dugger, 1994)。科技是人類運用資源來滿足需求和慾望，也是人類創新的行動，我們可藉由科技來擴增能力(ITEA, 2007)。顯然科技有其重要性，每位國民皆應正確使用科技，而該如何培養學生正確使用科技，則成為校園裡重要的教育目的。而值得思考的是我國的科技教育課程，是否有培養學生具備正確使用科技的能力呢？

綜觀實際教學現場，科技的教學內容分歧，造成教學各行其是。教師們授予之內容不盡相同，顯然對科技的教學內容尚未達成共識，使得學生在學習並沒有一個統一規範，造成學生有很大的落差。李隆盛(2004)就曾提及科技教育的教學系統不協調，欠缺妥當教學內容。因此，針對科技教育之定義與其內容，需有系統性規劃及明確的教育目標及內容，方使學生獲得完整科技課程知識，也不會再受到各方的挑戰。

日前許多先進國家皆把科技教育納入中小學課程，如美國、英國等，設計與科技課程及日本技術課程等，其中共同理念大多於強調培養學生科技素質、創意設計及解決問題等能力(日本文部科學省，2009; Department for Education[DfE]，2013; International Technology Education Association [ITEEA]，2017)。顯然，各國皆認為科技教育有其重要及必要性，且已具備明確的教學目標及內容。但是回頭檢視我國，是否有跟上世界的腳步呢？我國的生活科技應該有系統化之知識，以便讓老師及學生皆有教學目標及學習內容可參考。

本文探討科技教育之特色，其次為比較我國、美國、英國、日本之科技教育內容，最後提出國中科技教材內容之建議，期盼作為未來教育實施參考。

貳、科技教育之意涵

本段將先釐清何謂科技及何謂科技教育，以利後續規劃國中科技教育的教學內容。

一、科技之定義

美國國際科技教育協會將科技定義:科技是人類創新的行動，是人們用來擴展能力和滿足需求和渴望的過程和知識(ITEEA, 2017);美國總統 Obama (2011)提到科技是經濟增長和創

造就業的重要組成部分；美國教育部長 Arne Duncan(2013)提及科技可以擴展對知識，創新，教學和專業發展的使用，另外科技可以推動公平性和對卓越的關注；美國教育部 U.S. Department of Education[ED] (2016)認為科技是改變教學和學習的工具，科技可以為教育提供合作和分享最佳實踐的機會，並為學生提供個性化學習，以滿足學生的獨特需求和興趣，包括可能處於不利地位或地理位置孤立的學生。

英國認為科技為使學生能夠理解和應用於生活中，創造和使用反覆的設計過程來評估一系列結果(DfE, 2015)。英國人 Ramey(2013)則認為科技是一個創造工具，處理行為和提取材料的知識體系。日常生活中，我們使用科技來完成各種任務，科技可以被描述為產品，流程或組織，科技可以使我們擴展自己的能力，使人類成為各科技系統中最重要的部分。日本人 Hays(2012)提及科技是改善人們生活條件的行動，因此日本人喜歡沉迷於最新的科技。

綜合美國各方所述，他們認為科技可以是人類創新的行動、經濟增長的重要組成之一、擴展能力和知識，最後也是改變教學和學習的工具。英國認為科技是一個創造的工具，讓學生能夠理解知識和應用於生活。日本認為科技是改善生活條件的行動。其中我們可以看到，三國皆認為科技是人類文明進步的原動力，是一種讓人類用來解決生活中各種不便事情，及改善人類生活的工具。因此，科技對我們生活的影響日趨廣泛，妥善的運用科技可以讓世界進步更迅速，並解決我們各種需求。面對科技的普及，科技教育的價值和必要性不言而喻，應讓每位公民擁有正確使用科技的態度。

二、科技教育之定義及目標

(一) 科技教育之定義

當「科技」和「教育」分開時，大家都了解各別的意思，但是當他們結合變成科技教育時，大家對於科技教育定義眾說紛紜，出現各種不同的認知。尤其是在教學現場的老師們，對於科技教育若沒有一個共同的共識，便會造成教學內容琳琅滿目。因此我們要先釐清定義，以凝聚對科技教育的共識。

科技教育主要在協助學生了解科技世界中所需的知識，其可區分為科技素養教育和科技專業教育兩大類別，科技素養教育在培養全民科技素養，主要在中小學階段實施；

科技專業教育則在培養科技領域之專業人員，主要在職業學校或大專院校實施(李隆盛，2009)。ITEEA(2017)提及科技教育為教授科技做為內容的教育領域，關注的是廣泛的科技，即自然環境的任何創新，改變或修改，以滿足人們感知的需求和需求，以及技術如何通過數學，科學，工程等相互關聯的學科來實現。

K-12 年級技術教育的主要目標是發展所有學生的技術素養。而科技素養則為：「使學生學習了解、使用、管理、及評鑑科技之能力。」日本文部科學省(2009)認為科技教育為「實踐性的教學活動」，強調「做中學」的課程特色。英國的教育部則認為高品質的科技教育可以為國家的創造力、文化、財富和福祉做出重要貢獻(DfE, 2013)。

綜合以上各國所述，科技教育就是有關科技的教育，透過教育的歷程，了解科技相關知識及科技的發展，並透過動手實踐的過程，展現創造力。科技教育的本質為(1)認識科技(2)使學生在教學活動中，運用材料、發揮自身的創意，並透過動手做實踐自己的想法。從中學習到認知、情意、技能的部分，而最後的目標(3)使每個人皆可將所學應用於生活當中及具有科技素養，以適應未來生活。

(二) 科技教育之目標

各個國家的科技教育有不同的發展歷程，及不同的科技教育目標。本節將先介紹我國科技教育發展之歷程，藉此了解我國過往的科技教育目標及內容，並進一步比較以往與現在的差異。

1. 台灣科技教育之發展

回顧臺灣科技教育之發展，整個工藝教育發展的歷程，經歷了手工訓練教育期、手工藝教育期、工藝教育期、工業科技素養教育期與科技素養教育期等五個階段之演進。(1)手工訓練教育期:此時期將教學與手工勞動做結合，手工教育被納為一個科目；(2)手工藝教育期:強調手工藝對於整體教育之價值，而不同於前一階段較重視技能的養成；(3)工藝教育期:工藝是與材料改變有關的科目或技藝，能將材料製成產品，使之更有用與美觀，以滿足人的需要；(4)工業科技素養教育:科技課程範圍包含製造科技、營建科技、傳播科技、運輸科技等內容；(5) 科技素養教育:主要目標為培養科技素養 (余鑑，2003)。

台灣科技教育發展經歷了上述五個階段之歷程，可以發現每個階段的科技教育，皆受當時社會背景之影響。隨著時代和社會的變遷，課程名稱從「勞作」到「工藝」，最後到現今的「生活科技」，由於名稱不同，所教內容一定不相同，從最初的手工訓練教育期到目前的科技素養教育，課程內容不斷與時俱進，目標也從手工訓練、職業教育、了解工業社會至現今培養科技素養。換言之，科技教育之內容並不是一成不變，而是隨著社會變遷、社會背景及科技進步而有所改變。

2. 台灣科技教育之目標

依社會背景之不同，各個階段科技教育內容和目標不盡相同，然而科技教育的教學內容應包含所要傳授之核心目標。我國於九年一貫課程綱要中，生活科技被歸類於「自然與生活科技」中，其課程目標如下：(1)培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。(2)學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。(3)培養愛護環境、珍惜資源、尊重生命的知能與態度，以及熱愛本土生態環境與科技的情操。(4)培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。(5)培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。(6)察覺和試探人與科技的互動關係(教育部，2003)。

台灣在 108 年即將實施的新課綱中，將生活科技與資訊科技合併成為科技領域，國中階段的核心理念為「設計與製作」，以創意設計出發，課程目標為：(1)理解科技的本質、演進、科技相關產業及其未來發展趨勢(2)培養正確使用科技及動手實做的能力(3)培養設計與製作的能力(4)培養整合科際知識以進行創意思考及解決問題的能力、(5)使用科技的態度及正確的工作習慣。而其課程理念則在培養學生以「做、用、想」為主，亦即培養學生動手「做」的能力，使「用」科技產品的能力，分析、設計、及批判思考等「想」的能力，如圖一所表示(教育部，2015)。

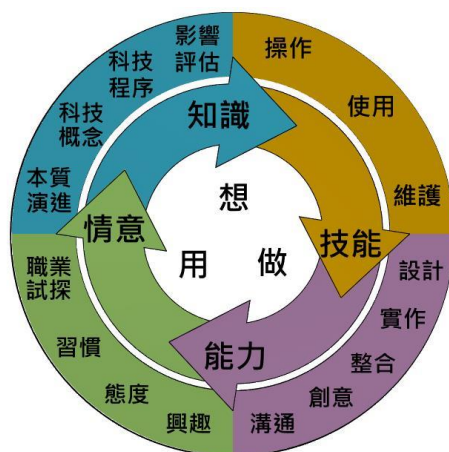


圖1 生活科技的課程理念架構

資料來源：教育部（2015）。

由上面我們可以看出，為了符合國際潮流及學生未來生活必備能力，我國從九年一貫至 108 新課綱，我們可以發現所要強調的核心目標不同，從基本能力的養成至科技素養，強調多面向的學習及跨領域，最後將所學應用於生活中。

參、科技教育之內容

科技教育目標是科技教育內容規劃之最高指導原則。各國均會依國家未來走向及想要培養什麼樣的人才，訂定教育目標並妥善規劃課程內容。本節將就各國之科技教育內容進行探討，以作為後續在科技課程內容規劃之參考。

一、各國科技教育內容之比較

(一) 美國

美國的科技教育目標強調 STEM 教育，培養學生科際知識整合之能力，藉以培養科學、技術、工程、數學方面的人才，提升國家競爭力 (Mette Mo & Roy, 2015)。美國的科技教育課程是有順序性的，從 K(幼稚園)開始規劃至十二年級，因此從幼兒園到大學，科技教育已經從各方面影響了美國學生的教育，從他們的學習方式到教師的教學方式 (Wood, 2002)。而科技課程內容部分主要從三大面向延伸，分別為 Process、Knowledge、Context(如圖二所表示)。另外延伸出五大主題(如科技的本質、科技與社會、設計、科技世界的的能力、設計的世界等)，共包含 20 個標準，作為課程規劃之參考。

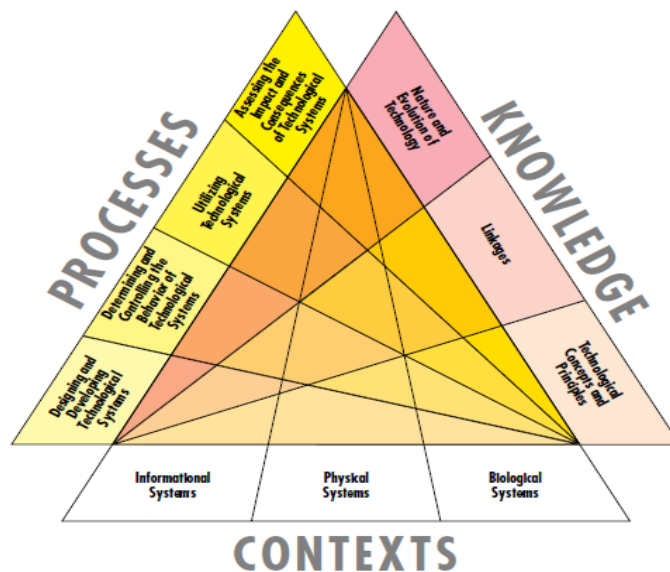


圖 2 科技課程三大面向

資料來源：ITEA (1996)。

K(幼稚園)至十二年級，每個階段皆包含五大主題共 20 個標準，以下將以表 1 呈現 (ITEA, 1996)：

表 1

美國科技課程主題及標準

主題	標準
科技的本質	① 了解科技的特點和範圍。 ② 了解科技的核心概念。 ③ 了解科技與其他領域之間的關聯性。
科技與社會	④ 了解文化、社會、經濟和政治對科技的影響。 ⑤ 了解科技對環境的影響。 ⑥ 了解社會對於科技的發展和使用扮演的角色。 ⑦ 了解科技對歷史的影響。
設計	⑧ 了解設計的屬性 ⑨ 了解工程設計。 ⑩ 培養故障排除、研究和開發、發明、創新和問題解決的能力。
科技世界的 能力	⑪ 了解應用設計的過程 ⑫ 使用和維護技術產品和系統。 ⑬ 評估產品和系統的影響。

(續下頁)

表 1

美國科技課程主題及標準(續)

主題	標準
設計的世界	⑭醫療科技。 ⑮農業和生物科技 ⑯能源和電力科技。 ⑰通信科技。 ⑱運輸科技。 ⑲製造科技。 ⑳營建科技。

資料來源：ITEA（1996）。

由上面的標準，可以知道美國認為學生應從認識科技的本質開始，再來是設計製作，最後到了解科技和社會之間的關係。另外也可發現，標準中出現工程設計，和美國的STEM教育息息相關，科技人才的缺乏，及學生所學習到的知識為分段知識，並無法將所學應用於生活中，因此推行STEM教育。透過科學、科技、工程及數學多面向跨領域的整合性學習，讓學生獲得完整的知識，與生活做連結，主動發現問題，培養他們思考及問題解決的能力、激發更多的創造力，進而培育更多的科技人才，加速經濟進步(Anbumozhi & Kalirajan, 2017)。他們亦希望透過推動STEM教育，提升學生這個世紀的知能(Keefe, 2010)。

五大主題 20 個標準，教師怎麼在有限時間教的完呢?美國 2011 年至 2012 年全國性科技教育的現況調查報告中指出，美國參考表一的科技課程主題及標準的有 33 州 (Dugger & Starkweather, 2012)。美國幅員廣闊，各州文化及背景不全然相同，各洲可以依各洲本身之發展背景，從中選取合適自己的課程內容來實施，因此各州的課程內容還是有很大的差異(陳志嘉、謝淑惠，2008)。但是此種方法較不適合我國，台灣地狹人稠，適合明確及統一的教學目標及內容，否則會步入九年一貫的後塵，一國卻有多種不同版本的教學內容，但是美國的科技教育內容還是有值得作為我國參考的地方，像是科技的本質(科技的核心概念)、設計(創新能力)等。

(二) 日本

日本的科技教育從國小到高中都有課程標準，他們保持統一的學校教育水平以確保平等的教育機會(Nakayasu, 2016)。他們的教育課程以文部科學省編制指南為主，其中包含日本學校所教科目的基本綱要以及每個年級的教學目標和內容，大約每十年，就會修訂一次新的標準課程，這是一套詳細的指導方針(Hays, 2013)。在中學階段是將科技課程與家政課程歸屬於「技術・家庭」領域，其課程綱要目標為經由實踐與體驗式的製造學習活動，了解並習得「材料的加工」、「能源的轉換」、「生物的培育」、以及「資訊科技」相關基本知識與技能，對於社會環境之間的互動關係有更深入的認識，並養成能夠正確使用、評估科技的能力和態度。上述五大主題所延伸出來日本科技教育的教學內容如表 2 (文部科學省，2008)。

表 2

日本科技教育教學內容

主題	次主題	內容
材料與加工	日常生活與產業中所使用的技術	1. 思考科技對於提升人類生活與產業發展中所扮演的角色。 2. 了解科技發展和環境的關係
	材料與加工方式	1. 了解材料的特徵和使用方法。 2. 了解適合的加工方法、能安全使用機器。 3. 能夠適切的評估和選用各種材料和加工技術。
	利用材料與加工技術進行產品之設計與製作	1. 思考關於產品之使用目的、條件、以及相關的機能與構造。 2. 了解如何傳達自身想法，能繪製產品設計圖。 3. 能利用零件的加工、組合和完成產品製造。
能源轉換	能源轉換機器之組合與保養	1. 了解能源的轉換方式和動力的傳達架構。 2. 了解機器的基本架構、能進行保養、檢修並預防意外事故的發生。 3. 能夠適切的評估與選用能源轉換相關之技術。
	利用能源轉換技術進行產品之設計與製作	1. 能設計和選用產品所必備之能源轉換相關功能和構造。 2. 能進行產品內部電路之組裝、配線、調整與檢查。

(續下頁)

表 2

日本科技教育教學內容(續)

主題	次主題	內容
生物 培育	生物的生長環境 和培養技術	1. 了解適合培育生物的條件和生物培育環境的管理方法。 2. 能夠適切的評估與選用生物培育相關技術。
	利用生物培育相 關技術進行栽培 或飼養	1. 能針對生物的栽培或飼養，規劃合適的、有目的培育計畫
資訊 相關 技術	傳播科技、網路資 訊與和資訊倫理	1. 了解電腦的組成和基本的訊息處理架構。 2. 了解網路通訊方面基本的資訊使用架構。 3. 了解著作權之概念以及訊息發送的責任、思考關於資訊倫理相關議題。 4. 能夠適切的評估與選用資訊相關技術
	數位化作品的設 計與製作	1. 知道媒體的特徵和使用方式、能進行產品之設計 2. 能結合並透過多樣化的媒體、表達自己的想法。
	程式語言的規劃 與控制	1. 了解電腦執行程式語言之規劃與控制基本架構。 2. 能考慮訊息處理的次序、撰寫簡單的程式語言。

資料來源：文部科學省（2008）。

日本的科技教育是根據年齡和年級來進行，近年主要以技術和資訊課程為主，特別著重於技術教育方面(Maesako, 2015)。其中技術課程強調設計方面的能力，但更重視技術能力的培養，類似像我國早期的「工藝」課，著重實務操作方面的能力，以期可培養學生動手做的習慣。另外，CEC(Central Education Council, 2014)認為學生能夠設定自己的挑戰，適應社會變化，嘗試解決未解決的問題，對學生來說十分重要，並能將他們所學的生活知識和科技能力應用於現實生活中。此觀點與我國生活科技課程，運用知能解決實務問題，培養學生「帶著走的能力」不謀而合。

(三) 英國

英國的科技教育方面主要是「設計與科技」，分為四個關鍵期，不同的關鍵期有不同能力指標。英國設計與科技組織的執行長 Richard Green(2015)曾提及設計和科技對英國來說十分重要。設計和科技(D&T)是一門嚴謹而實用的課程，鼓勵學生在設計過程中使用想像力和創造力，來設計和製造產品(DfE, 2015)。D&T 課程內涵，是以設計的過程為

主的課程模式，著重於如何培養學生「創造科技」，採取設計與問題解決的教學方法。教導學生運用知能解決實務問題，強調實務導向，亦重視科際整合的觀念，即強調手腦並用，加強學生解決問題的能力和設計能力的培養。以下我們將 Key stage 3(7-9 年級)的科技教育課程內容整理成表 3:

表 3

Key stage 3 課程內容

教學主軸	能力指標
設計	<ul style="list-style-type: none">● 利用研究和探索，如不同文化的學習，來辨別和了解客戶的需求。● 確定並解決自己設計的問題，了解如何重新解決老師給他們的問題。● 制定規範，設計出能夠滿足各種情況需求的創新，功能性，吸引人的產品。● 使用各種方法，例如仿生學和以客戶為中心的設計，去產生創造性的想法和避免刻板印象。● 使用具有註釋的草圖、詳細的計劃、3D 和數學模型、口頭和數字演示來發展和交流設計理念。
製作	<ul style="list-style-type: none">● 精確選擇和使用專業工具，科技、工藝、設備和機械(包括計算機輔助製造)。● 選擇並考慮到它們的性能，使用範圍更廣及更複雜的材料、組件和成分。
評估	<ul style="list-style-type: none">● 分析過去和現在的專業人員和其他人的工作，來發展和擴增對此領域的了解。● 研究新興技術。● 測試，評估和改進自己的想法和產品，同時考慮到預期用戶和其他感興趣的人的觀點。● 了解設計和技術的發展，對個人、社會和環境的影響，以及設計師，工程師和技術人員的責任。
科技知識	<ul style="list-style-type: none">● 了解並應用材料的特性、以及結構元件的特性，達成預期產生的運作功能。● 了解更先進的電氣和電子系統如何在其產品中通電和使用，例如具有熱，光，聲音和運動作為輸入和輸出的電路。● 運用計算和使用電子技術，將智能嵌入到使用可編程組件，例如微控制器對輸入，例如傳感器、和控制輸出，例如執行器進行響應的產品中。

資料來源: Department for Education of England (2013)。

學習設計與科技包括使用廣泛的知識、技能和理解，並應用到各式各樣的活動，學生在設計與製作產品過程中，培養能夠解決生活中的問題和發展相關產品，並對日常生活中的影響進行批判性的思考(The Design and Technology Association, 2014)。以上可看出，英國除了像其他國一樣重視問題解決能力以外，更重視的是設計能力與製作能力的培養。英國的四個關鍵期中，包含像我國所謂之教學內容，為設計、製作、評估和科技知識四大主軸，每一階段為前一階段之延伸，讓學習有順序性及系統性地進行，但是他們並不限定老師所教授內容，只要可以包含上述四項中的能力指標即可，這是一項與我國很大的地方。

(四) 台灣

台灣科技教育課程之實施，主要分階段進行，分別為國中、高中，而有不同的學習表現和學習內容。學習內容主要分為四大項：「科技的本質」、「設計與製作」、「科技的應用」、「科技與社會」。

1. 科技的本質

本科目名稱為生活科技，應先讓學生了解何謂科技，再來介紹科技的起源和演進、科技的系統、最後是科技與科學和工程之間的關係。

2. 設計與製作

設計與製作為新課綱的中心理念，主要內容為介紹創意思考的方法、設計圖的繪製、手工機具的操作，希望學生透過動手實作的過程中，培養問題解決的能力。另外，也期望學生加入自己獨一無二的想法，激發更多的創意，讓產品有特色，而不是只會複製老師的教具。

3. 科技的應用

在教學過程中，除了傳授基本的科技知識以外，教師應將知識融入生活，變成生活化的應用，讓學生有所共鳴，也使教學內容更豐富，否則最後會淪為因為為非考科，而受學生忽視。科技的應用這個學習內容，呼應了新課綱中所強調的素養導向，即是將所學應用於生活中，教導學生的知識，應能讓他們統合並應用，而非片段知識。

4. 科技與社會

「水能載舟，亦能覆舟」，科技對社會經濟的發展息息相關，但是在大眾皆稱許科技所帶來的方便及應用時，我們亦不能忽視科技對環境所帶來的影響，因此應讓學生了解使用科技產品時，也應重視永續發展之環保議題。以下表 4 為將上述整理成各年級對照之學習內容(教育部，2015)。

表 4
學習內容

學習內容	七年級	八年級	九年級
科技的 本質	<ul style="list-style-type: none"> ● 科技的起源與演進 ● 科技的系統 	<ul style="list-style-type: none"> ● 科技與科學的關係 	<ul style="list-style-type: none"> ● 科技與工程的關係
設計與 製作	<ul style="list-style-type: none"> ● 創意思考的方法 ● 設計圖的繪製 ● 手工具的操作與使用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計的流程 ● 材料的選用與加工處理 ● 常用的機具操作與使用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 產品的設計與發展
科技的 應用	<ul style="list-style-type: none"> ● 日常科技產品的選用 ● 機構與結構的應用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 日常科技產品的保養與維護 ● 能源與動力力的應用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 電與控制的應用 ● 新興科技的應用
科技與 社會	<ul style="list-style-type: none"> ● 科技與社會的互動關係 	<ul style="list-style-type: none"> ● 科技對社會與環境的影響 	<ul style="list-style-type: none"> ● 科技議題的探究 ● 科技與職涯的發展 ● 科技與工程產業的發展

資料來源: 教育部 (2015)。

在新課綱中，國高中的學習表現與學習內容有連貫，而學習內容雖然分為四大項，但是教師們不同於以往，不再是以教科書內容為主題，每一章節的分開敘述，而是以專題式方式進行，將「科技的本質」和「科技與社會」，融入「設計與製作」和「科技的應用」中。並透過設計一個主題式活動，讓學生能從中獲取科技知識，正確使用材料，設計與製作並解決生活中所產生之問題，接著在設計與製作中，學習到科技的知識及反思科技對社會造成之影響。

針對以上四個國家的科技教育的基本理念和教學內容，筆者將之整理成下列表 5。

表 5

各國家科技教育課程之比較

國家	基本理念	教學內容/目標
美國	整合性知識能力	1.科技的本質 2.科技與社會 3.設計 4.科技世界的的能力 5.設計的世界
日本	技術能力	1.材料的加工 2.能源的轉換 3.生物的培育 4.資訊科技
英國	設計與科技	1.設計 2.製作 3.評估 4.科技知識
台灣	設計與製作	1.科技的本質 2.設計與製作 3.科技的應用 4.科技與社會

由上表可看出美、日、英三個國家，科技教育的核心理念基本上類似我國的「設計與製作」，各國的科技教育課程，目前主要方向為動手實作、整合能力、設計能力等。但是在內容上還是不太一樣，如美國強調跨領域整合性學習，透過工程設計的課程，培養學生整合知識的能力；日本的技术課程，強調專業能力的養成及技術的培養，並聚焦於「生活上的應用」，培養學生生活中的技能；英國的內容除了設計與製作以外，值得注意的還有評估，提高了整個學習的層次，希望學生不是只有知識的吸收，還要有會省思、評估的能力；我國則是希望透過主題式的引導，培養學生帶著走的能力，正所謂給他魚吃不如教他釣魚的概念。

各國家的科技教育各有優點。而如前所述，科技教育的本質為(1)認識科技(2)讓學生發揮創意，透過實作實現(3)具有科技素養。因此認為我國可採納的科技教育課程，可包含(1)美國的整合性知識，培養學生問題解決及應用於生活上的能力(2)日本的技术專業，

透過一步一步的引導，在實作能力上的扎根，培養學生動手做的習慣(3)學習英國的創新設計能力，培養學生表達自己的想法，激盪出更多創意並且可以付諸實行。

肆、對於我國國中科技教育之建議

了解了各國科技教育目標及內容，可以發現，雖然內容不相同，但是目標大同小異，無異是強調動手設計製造能力、問題解決能力、創新能力及科技的知識等。我國科技課程目標包含了上節所述各國之能力，對國中課程之建議為(1)要有明確之核心目標及教學內容，讓教師們可以依循，否則會像九年一貫課程 10 多年來，沒有共同共識，而導致所教內容從北至南不盡相同。(2)明定學習內容，讓學生們可以獲得系統性知識，學習可以進行統合，而非零碎知識。要從基本的手作能力開始培養，以實作歷程為引導，藉由具體之技能學習及生活化的應用，培養創意設計之基礎知能。以下就筆者所提的兩點建議，更進一步說明。

一、明確之核心目標

科技教育是透過教育的歷程，了解科技相關知識，而最後的核心目標為使每個人具有科技素養。即讓學生自行發想、設計，培養他們的「創造力」，再來透過動手實作將產品做出來，培養「設計與製作」，而在這過程中，要讓學生自行發現問題，也培養他們「問題解決能力」。

二、明訂學習內容

科技的進步一日千里，科技教育也應與時俱進，我們不應該用過去的知識，來教導學生去適應未來的生活。學習內容應該符合社會背景及國家未來發展之期待。科技課程自古以來的核心概念就是「動手做」，透過手做，讓學生能察覺需要，將知識連結到生活，也能藉此培養孩子的自信心。若只是空想無法實踐，這樣只是天馬行空，並無法形成創意、實踐、創新、創業，此對台灣未來的發展與競爭力有很大的影響(朱耀明，2017)。生活科技從古至今核心概念就是動手實作，筆者認為 108 課綱中的核心概念「設計與製作」，是一個很好的理念。

我們看到日本的課程規劃，主要著重於技術，我國在技術方面可能較不紮實，所以希望透過製作能力的養成，讓技術更紮實，也培養學生動手實作的能力；而在美國方面，則包含了科技與社會及 STEM 科技知識的統合，科技教育應教導學生具備跨領域整合知識的能力，否則就只是像一般學科只教學生知識，而沒提供學生應用之機會。目前我國較少強調生活中要是沒有了科技會怎麼樣、及在生活中的重要性，因此將之放在內容規劃；英國則強調手腦並用的設計與科技，培養學生問題解決能力和設計能力，而在設計能力方面，更強調學生做出有創意並符合需求的作品，這是我國所欠缺的，我們大多為模仿教師的作品，學生並沒有將創意融入產品中；而在問題解決能力方面，教材內容應從最貼切的生活方面為出發點，像是生活中科技產品的選用、維護和檢查，還有平常自己住家的建築結構等等，來引起學生的學習動機，進而應培養一個可以將所學應用於生活中，並適應未來社會的學生。

綜合以上各國，認為國中的科技教育學習內容應包含設計與製作、科技的本質、科技的應用三點，並分別對應設計製造能力及創新能力、科技的知識、問題解決能力。學習內容、對應能力及內容規畫部分將以表 6 來呈現：

表 6

國中科技教育學習內容規畫

學習內容	對應能力	內容規劃
設計與製作	設計製造能力 創新能力	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計圖的繪製，包含手繪及電腦繪圖。 ● 能正確及安全使用手工具及機具。 ● 評估和選用各種材料和加工技術。 ● 培養創新能力，設計出符合需求的產品。
科技的本質	科技的知識	<ul style="list-style-type: none"> ● 科技的發展演進。 ● 學習科技的原因。 ● 科技與生活間的關係及重要性。
科技的應用	問題解決能力	<ul style="list-style-type: none"> ● 生活中科技產品的選用。 ● 生活中科技產品的維護和檢查。 ● 生活中建築結構的設計、建築結構的強度、力的形式與使用、力矩。 ● 電子控制與電子學(基本電學、電子零件認識、電力系統、電路設計)。

將上述三點科技教育應有的內容呈現於下圖 3。其中，「科技的應用」佔比較大的比例，是因為認為所有教學內容，最後都應教導學生應用於哪裡，否則只是為了學而學，而非融會貫通，應該培養學生應用於生活當中。另外兩點也很重要，如果學生沒有設計與製作及科技的本質的先備知識，根本無法學會應用，所以少了其中一個科技教育內容就不完整，因此缺一不可。

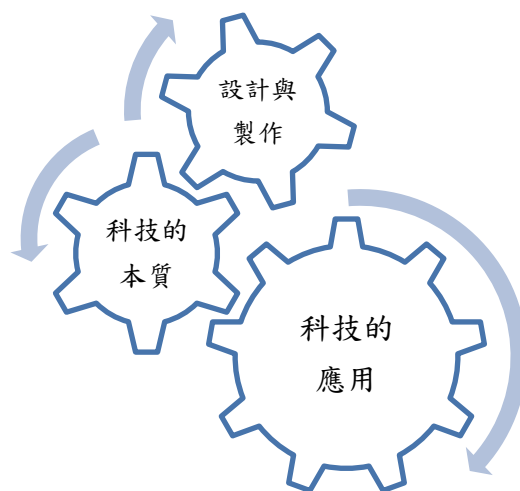


圖 3 科技教育內容

伍、結論

科技在現今社會重要性已不言而喻，而科技教育之實施，與一個國家未來發展及國際競爭力有很大的關係。許多國家皆把科技教育納入中小學課程，在探討了各國科技教育課程內容，可得知各國皆以實作為導向，在比較了各國的科技教育課程內容，及釐清科技教育的目標。筆者認為美國的整合性知識、日本的技術專業，及英國的創新設計，可納入我國的科技教育課程內容規劃。因此，筆者對科技教育課程內容規畫提出了兩點建議(1)科技教育要有明確目標(2)科技教育要明訂學習內容，而在內容上則要包含三大項:設計與製作、科技的本質、科技的應用。相信科技教育有了明確目標及內容規畫，可以凝聚老師們的共識，讓學生學習到系統性知識，亦讓大眾了解科技教育，而不再因為為非考科而受到忽視。

我國十幾年來，科技教育教學未能正常落實，已在起跑點落後其他國家，藉由即將實行的新課綱，生活科技與資訊科技被合併成為一個新領域-科技領域，且列為必修學分，顯現科技教育正逐漸受到重視，若能把握此次機會展現亮點，相信科技教育人員的努力必會被看見。國中科技教育屬於未來人才紮根階段，若能正常落實，相信未來會為國家帶來進步，且使下一代的學生更具備競爭力。本文期盼藉由前述之探討及建議，能夠作為未來我國國中科技教育課程規劃教育實施之參考。

參考文獻

- 文部科學省 (2008)。中學校學習指導要領。東京都：作者。
- 文部科學省 (2009)。高等學校學習指導要領。東京都：作者。
- 朱耀明 (2017, 8月)。【投書】別再幫孩子做作業了！自造教育培養軟實力。獨立評論@天下。取自 <https://opinion.cw.com.tw/blog/profile/52/article/5957>
- 余鑑 (2003)。工藝教育思想的流變。生活科技教育月刊, 38(8), 3-11。
- 李隆盛 (2004)。科技教育的課題與展望。生活科技教育月刊, 37(7), 26-29。
- 李隆盛 (2009)。生活科技概論概論。臺北市：心理出版社。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。
- 教育部 (2015)。十二年國民基本教育科技領域課程綱要草案。
- 陳志嘉、謝淑惠 (2008)。美國近代科技教育發展與現況。生活科技教育月刊, 41(6), 18-36。
- Anbumozhi, V., & Kalirajan, K.(Eds.). (2017). *Globalization of low-carbon technologies*. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-981-10-4901-9.pdf>
- Obama, B (2011). *President Obama recognizes that technology is an essential ingredient of economic growth and job creation*. Retrieved September 16, 2011, from <https://obamawhitehouse.archives.gov/issues/technology>
- Central Education Council (2014). *Consultation document on the standard of curriculum in primary and secondary schools* [in Japanese]. Tokyo: CEC. Retrieved September 30, 2015, from http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm
- Wood, C. (2002). *Though technology in education has sparked a nationwide debate, one thing is clear: To succeed in the workforce, you need technical skills*. [online forum comment]. Retrieved from <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,15154,00.asp>
- Department for Education of England (2013). *National curriculum in England: Design and technology programmes of study*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-design-and-technology-programmes-of-study>.

Department for Education of England (2015). *Design and technology GCSE subject content*.

Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/gcse-design-and-technology>

Dugger, W. E. (1994). The relationship between technology, science, engineering, and mathematics.

The Technology Teacher, 52(7), 5-23.

Fujikawa, S., & Maesako, T. (2015) Present situation and problems of technology education in

Japan: With focusing on technology education as general education. *International Research in Education*, 3(2), 173-182.

Hays, J. (2013). *School curriculum in Japan*. Retrieved from

<http://factsanddetails.com/japan/cat23/sub150/item2789.html#chapter-0>

International Technology and Engineering Educators Association (2017). *Technology education v.s. educational technology*. Retrieved from

https://www.iteea.org/Activities/2142/Technological_Literacy_Standards/45979/51801.aspx?source=generalSearch

International Technology Education Association (1996). *Standards for technological literacy:*

Content for the Study of Technology. Reston, VA : Author.

International Technology Education Association (2007). *Standards for technological literacy:*

Content for the Study of Technology. Reston, VA: Author.

Ramey, K. (2013). What is technology – Meaning of technology and its use. *Educational technology*, 19-32.

Keefe, B. (2010). The perception of STEM: Analysis, issues, and future directions. Survey.

Entertainment and Media Communication Institute.

Moye, J. J., Dugger, W. E., Jr., & Starkweather, K. N. (2012). The status of technology and engineering education in the United States: A fourth report of the findings from the States (2011-12). *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 25-31.

Nakayasu, C. (2016). School curriculum in Japan: *The Curriculum Journal*, 27(1), 134-150.

The Design and Technology Association (2014). *Design and technology national curriculum for england 2014*. Retrieved from <https://www.data.org.uk/for-education/curriculum/>

U.S. Department of Education (2016). Back-to-School Bus Tour Highlights Importance of Connecting America's Classrooms to the Future and Supporting STEM Teacher Leadership and Education.

Duncan, A. (2013, October 31). *The new narrative of rural education*. [online forum comment]. Retrieved from <https://www.ed.gov/news/speeches/new-narrative-rural-education>

Mette Mo, J., & Roy, A. (2015, June). *A scientific approach to teaching – to reach innovative pedagogical approaches*. Proceedings of the 43rd SEFI Conference, Orléans-France. Abstract from <https://lup.lub.lu.se/search/publication/cba36985-ee3b-4488-bd66-8344eda43db2>

應用虛擬實境技術與6E教學模式於高中生活科技課程之結構教學單

元設計

Applying Virtual Reality Application with 6E Instructional Model in Living Technology at High School: A Case Study of Construction Design

周惠柔、林弘昌

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Hui-Jou Chou, Hung-Chang Lin

Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University

摘要

本文針對十二年國民基本教育科技領域課綱初稿在高中階段生活科技課程的學習內容、以往中學階段在實施結構課程教學的問題，和應用虛擬實境於教學的相關文獻，設計應用虛擬實境技術於高中生活科技課程的結構教學單元，並於文末提出課程教案及相關建議。具體而言，本文最終提出三點建議：(1)應善用虛擬實境三大特性：融入感、互動性及想像力，將結構教學中較為抽象且難以理解的知識具體化，幫助學生理解課程知識；(2)課程策略採用 6E 教學模式，將有利於 STEM 教育及工程設計課程的實施；(3)高中生活科技之結構教學內容應強化工程設計的教學，透過結構力學概念的簡易計算，讓學生理解結構穩定或產生形變的原因，以與普通高級中學必修科目生活科技課程綱要的結構設計課程做出區別。

關鍵字：虛擬實境、結構教學、6E 教學模式、科技領域、生活科技

壹、前言

由於科技發展快速，教育部為因應這個科技時代於 105 年所頒定的《十二年國民基本教育》科技領域課綱初稿中提到，期望每位學生都能夠培養科技素養以及高層次思考能力，進而學會分析、運用科技，以適應這個快速變遷的世代。十二年國教新設立的科技領域中，生活科技科的部分主要採「做、用、想」的課程理念，並結合 STEM 教育來實施，以培養學生設計與實作能力，且在高中階段進一步強調「工程設計」，透過專題製作的安排讓學生能夠學習跨學科知識整合，並發展高層次思考能力（國家教育研究院，2016）。

另外，十二年國教課綱在高中階段的學習內容中規劃了「機構與結構的設計與應用」，機構與結構的課程內容成為高中生活科技課程的一個教學重點（國家教育研究院，2016）。結構設計對我們的生活與環境型態具有一定的影響，然現行高中生活科技在結構相關的教學設計與研究的著墨尚少，因此本文選定結構教學單元作為探討的主題。

傳統的結構教學活動中，基於對結構的簡單認知，學生的結構設計大多偏向創意造型設計（林財世，2004），結構作品完成後雖有進行評量活動，如：載重測試，但學生和教師卻無法說明結構中的力學作用。由於結構力學較為抽象，學生較難以了解力的變化，對於程度不高的學生來說，更是難以理解課程內容，以致於結構力學的教學出現困難。

近年虛擬實境技術興起，從過去的文獻中可發現虛擬實境技術已常應用於軍事訓練、醫學、工程等教育訓練中（Mazuryk & Gervautz, 1996），再者，從中可進一步發現虛擬實境大多應用在較難以理解的抽象知識與需要進行實作課程的學科，主要是因為虛擬實境具備三大特性：融入感（Immersion）、互動性（Interaction）及想像力（Imagination）（Burdea & Coiffet, 2003），當我們善用這些特性來發展課程時，將可能克服以往結構教學上的困難。由於結構設計為工程教育的一環，而科技的探究是新課綱中學習的重點（國家教育研究院，2016），因此本文欲探討虛擬實境技術於高中生活科技之結構教學單元的課程設計，在課程的規畫上採用了 STEM 科際整合課程設計提供學生實作探究的機會，並以工程教育中常用的 6E 教學模式實施教學（Barry, 2014），期望本課程的設計能夠改善以往結構教學課程中，學生不易理解結構體受力變形的抽象概念等教學問題，同時也期望本課程的規畫能提供未來實施十二年國教科技領域教學之參考。

貳、高中生活科技之結構設計與應用教學

以下將歸納高中生活科技課程之結構設計課程教學的教學內容，並探討課程所採用的各種教學方法及其優、缺點，以分析出適用於結構設計課程教學的教學方法。

一、高中階段結構的設計與應用教學內容

結構設計顧名思義即是工程師針對欲設計的結構物分析其結構力學、規劃其所需的材料，並創造令使用者滿意的物品（The Institution of Structural Engineers, 2007）。此外，一個好的結構設計需考量結構的使用性、經濟性及安全性。使用性意旨工程師能夠規劃出符合使用者需求的結構型態，並展現出結構物的功能性及美觀度；而經濟性意旨在製作的過程中避免造成資源的過度浪費；最後安全性則是三者中最為重要的考量因素，工程師必須確切地計算結構力學，並保證結構物的強度、韌度等以確保使用者在使用結構物的過程中不危及生命安全（張簡長倫，2015）。

根據上述結構設計的定義可以發現結構對於我們的生活極其重要，它創造出人類對生活空間的需求，並使人類的生活更加舒適便利。然而隨著時代的進步，愈加趨於完善的交通及公共設施開始間接地破壞地球環境，為了使人類能與自然生態共存以達到永續發展，結構設計課程的安排極其重要，透過結構設計的認識與結構物的製造過程，除了讓學習者能夠瞭解到材料的特性、製作方法，並在學習的過程中喚起學習者對環境議題的重視。

本文整理目前市面上高中生活科技教科書之營建科技課程規畫（如表 1），發現現有的高中生活科技教科書主要將結構設計課程納入營建科技教學單元之中，但在營建科技課程內容的編排上主要是介紹營建科技的認識、營建材料的分類、營建科技的施工流程與營建科技的未來趨勢等四個範疇（王明政，2013；余鑑、上官百祥、簡佑宏、陳勇安，2016；張彤萱、林湧順、劉馨儀，2016；黃玉鷹、曾昭銘、華光永，2015），顯然教材的規畫是以一個較廣的概念介紹營建科技，並未特別強調結構設計的內涵。

表 1
各出版社營建科技課程單元內容的規畫

出版社	課程單元	課程規畫
泰宇	營建科技	1. 營建科技的材料 2. 營建科技的施工方法及流程 3. 營建科技對生活與環境的影響
全華	營建科技	1. 認識營建科技 2. 營建材料的類別 3. 營建的施工程序與方法 4. 營建科技的未來
謳馨	營建科技	1. 營建科技的材料 2. 營建科技的施工流程 3. 營建科技的現況 4. 營建工程未來的展望
華興	營建科技	1. 營建的分類 2. 營建工程的施工 3. 建築結構的種類 4. 營建科技與生活環境的關係 5. 營建科技的發展

資料來源：整理自王明政（2013）。**生活科技**。新北市：謳馨；余鑑、上官百祥、簡佑宏與陳勇安（2016）。**生活科技**。新北市：全華；張彤萱、林湧順與劉馨儀（2016）。**生活科技**。臺北市：華興；黃玉鷹、曾昭銘與華光永（2015）。**生活科技**。新北市：泰宇。

根據十二年國民基本教育科技領域課程綱要初稿的規畫，高中階段的生活科技課程應強調「工程設計」，並透過專題製作以發展學生設計、創新等高層次思考能力。在高中階段生活科技科的「結構設計與應用」學習內容中所規劃之教學內容包括：(1)結構定義、種類與功能的介紹、(2)力學概念在結構設計上的應用、(3)結構的模擬與分析、(4)結構的工程應用等（國家教育研究院，2016），從中可以看出十二年國民教育新課綱中的「結構設計與應用」學習內容比過去普通高級中學必修科目生活科技課綱，也就是現行的高中生活科技教科書增加了「力學概念」和「結構的模擬與分析」等內容。因此未來高中階段的結構設計課程可進一步規劃基本的結構力學介紹以及增加結構的模擬分析，以符膺十二年國教所提出的工程設計之內涵。

二、結構設計課程教學的問題

目前在生活科技課程中，不管是結構設計課程或是機構設計等課程主題，教學方式主要是結合知識與實作來進行，因此教學上通常採講述法及問題導向學習為主（孫仲山、鄧佳茜，2006；高頌洲，2002；陳龔聲，2003；蔡釋鋒，2016）。

由於講述法能夠有效率地將課程知識傳遞給學生，且教學較為彈性，因此可根據現場狀

況來調整講課的內容。然講述法是以教師為主的單向式教學，因此學生多屬於被動式學習，且教學過程中教師無法立即瞭解學生的學習狀況，再者，因為課程進度一致，因此在介紹知識內容時比較無法根據學生的能力、興趣和需要實施適性化教學（教育大辭書，2000）。

另外，過去實施結構設計教學中常常利用問題導向學習方式進行結構的實作活動，以各種材料如冰棒棍等作為結構的桿件進行結構的設計與承重測試。如此的學習活動可以增加師生互動、促進學生自我導向學習、提升學生的學習動機和問題解決能力，但是教師可能需要利用很多的時間備課和準備實作材料，此外，製作結構體需要很多時間進行切削、組裝、黏合，學生可能會因為活動時間拖太長了而失去了學習的熱情（Finucane, Johnson, & Prideaux, 1998）。

最後，由於結構力學的概念較為抽象，學生無法親眼看見作用於結構上的應力等力量，因此常造成學生在結構力學學習上的困難，一旦學生程度不足時，便無法理解課程內容，亦無法瞭解結構的設計是如何影響結構的強度。此外，傳統的結構設計活動所使用的接合材料和接合技巧也都會影響結構的強度，增加了結構的不穩定性，再者，過去的結構設計活動較為注重創意設計而非工程設計，因此使得學生從未真正瞭解影響結構強度的原因（林財世，2004）。

綜上所述，過往在實施結構設計課程時可能遭遇的問題與困難主要包括：(1)知識概念的學習、(2)實作活動實施，以及(3)結構概念的學習等三方面。在知識概念學習的部分，建議應該以為學生為主、多增加師生間的互動，並能夠根據學生的需要實施適性化教學。在實作活動設計方面，建議能夠簡化結構學習活動的材料，以減少教師備料的時間，另外，也希望製作結構體的時間縮短，以免削減學生對課程的熱情。最後在結構概念學習方面，結構的概念應具體化，使學生容易理解抽象的力學知識，另外，也應思考並改進結構結合的方法，避免因個人製作的技術和接合的材料影響結構的強度。以上將是在思考結構教學活動時都需加以注意並克服的問題。

參、虛擬實境技術在教育上的應用

以下將歸納虛擬實境技術與設備以及在教育上的應用，並探討虛擬實境技術在教育上的優勢與限制。

一、虛擬實境技術及設備

所謂的虛擬實境意指透過電腦模擬出 3D 立體動態影像及虛擬場景，使用者在操作虛擬實境設備的過程中，將有如置身在真實世界般，與場景的物件進行互動，同時虛擬實境設備亦能提供各種感知功能，如：視覺、聽覺等，以達到沉浸式的效果，增加使用者的感知經驗（Wickens, 1992）。

虛擬實境設備最早出現於 1960 年代，當時一位電腦科學家 Ivan Sutherland 開始製造第一台頭戴式虛擬實境設備—達摩克利斯之劍，而該設備可謂人類史上第一台虛擬實境設備，它不僅能展現立體效果、虛擬畫面，且在頭部設置了追蹤器以追蹤頭部運動，亦可與虛擬世界進行互動（才華有限實驗室，2016）。

而虛擬實境主要是因為具備融入感、互動性及想像力三大特性，因此才能夠讓使用者在操作的過程中藉由多重感官體驗有如在真實世界般的虛擬場景，並和透過虛擬實境的周邊設備與場景互動讓使用者感受到逼真、生動的畫面（Burdea & Coiffet, 2003）。

現今由於虛擬實境技術不斷進步，因此出現了各式各樣的虛擬實境設備，例如 3D 立體眼鏡、立體頭盔顯示器、感應手套等，而目前市面上販售的虛擬實境設備，基本上可分為四種型態，茲分別說明如下（林志勇、黃維信、宋文旭、許峻嘉，2005）：

1. 桌上型（Desktop VR）：以桌上型電腦為主要設備，並利用滑鼠、鍵盤等輸入設備與場景互動。此系統因成本低，常用於電玩遊戲、個人化的教育訓練上。
2. 模擬型（Simulation VR）：讓使用者在特定的環境中，操作與真實世界相同的設備，並與模擬場景進行互動，如：飛行模擬器、駕駛模擬器等。
3. 投射型（Project VR）：透過投影設備將影像投影至螢幕上，使用者則戴上 3D 眼鏡觀看影像，該設備常見於電影院、展覽等。
4. 融入型（Immersion VR）：使用者穿戴虛擬實境的周邊裝備進入虛擬世界，由於使用者是完全置身在模擬的虛擬世界中，因此該系統最能達到沉浸式效果。

綜合上述，虛擬實境即是一個可以提供擬真場景，並能與使用者互動的一項設備，且虛擬實境的特性即是可模擬出抽象事物，因此本研究的結構設計課程將會善用虛擬實境設備，以幫助學生在抽象的結構力學概念之吸收，而該課程預計採用適合進行教學的桌上型虛擬實境設備—zSpace，並搭配其他虛擬實境產品，如：VR Box、3D 立體眼鏡、虛擬實境相關手機軟體等，以增加虛擬實境課程的豐富度，並幫助學生學習。

二、虛擬實境在教育上的應用

虛擬實境技術在教育層面上的應用最早可追溯到 1950 年代晚期，當時主要將虛擬實境作為軍事用的飛行訓練模擬器 (Mazuryk & Gervautz, 1996)。然由於虛擬實境技術發展初期時，各項設備複雜且價格昂貴，因此無法普遍應用在教育訓練上 (Ausburn & Ausburn, 2004, p.3)。但近年來，由於設備的軟硬體設備價格、操作技術門檻下降，以及虛擬實境愈趨普及，造就了該技術在教育上的可行性 (Ausburn & Ausburn, 2004, p.3; Lee, Wong, & Fung, 2009, p.832)。

虛擬實境技術最大的特點即是可不受地點、時間限制地重現學習或訓練環境及感受，其不僅可改善傳統學習方法的限制，更藉著虛擬實境的互動與擬真之特性，加強了教育訓練內容訊息的傳達 (許嘉宏, 2005, p.1)，也因此虛擬實境技術是目前最吸引人的一項教學科技應用趨勢。Freina 與 Ott (2015) 的一項研究即指出，虛擬實境可應用在電腦科學、工程、數學、社會科學、醫學、物理等多種科目上，其中又以電腦科學居多，次之則是工程。

再者，虛擬實境技術在教學方面可以設計情境式教學以模擬各種實作的情境 (Ausburn & Ausburn, 2004, p.1)，因此該技術具有高安全、低成本的特色，並且能提供臨場感、趣味性、沉浸效果、探索、操作性、動態互動性和即時的視覺回饋 (阮氏惠, 2010)，此外，也可以提供學習者探索和進行差異化教學，亦能夠提供以學生為中心的學習模式 (Lee, Wong, & Fung, 2009, p.833)，因此是一項很實用的教學工具。

根據過去虛擬實境相關的文獻，可發現應用於教育層面的研究，研究者多將虛擬實境作為實施較為抽象或實作層面之課程內容時的教學工具 (Dunne & McDonald, 2010; Kilmon, Brown, Ghosh, & Mikiitiuk, 2010; Sampaio & Martins, 2014; Ting, 2015)，主要是因為虛擬實境具備融入感、互動性及想像力三大特性，讓學習者在學習的過程中有如在真實情境一般，能透過虛擬實境的周邊設備和虛擬的場景進行互動 (Burdea & Coiffet, 2003)。

而虛擬實境技術實施於工程教育具有其優勢，像是提供嘗試錯誤的機會和提升學生的參與度等。例如 Häfne、Häfner 與 Ovtcharova (2013) 的研究針對研究生與本科生規劃了一套與工程教育相關的虛擬實境實驗課程，文中提到這套課程提供學生進行實驗且嘗試錯誤的機會，並確保學生能夠更好地為他們未來的職涯做準備。另外，Abulrub、Attridge 與 Williams (2011) 也是針對研究生與本科生規劃一套與工程教育相關的虛擬實境課程實驗，其中特別提到採用虛擬實境實施課程的幾項理由，像是提升學生的學習動機與態度、可提供體驗式學習、提供學生實際探索科技的機會、能夠提升課程參與度並加強學生之間的互動等。而 Sampaio 與 Martins (2014) 的研究則是針對工程科系的本科生規劃一套橋樑建造的虛擬實境課程，文中

提到學生透過虛擬實境教材可與虛擬物件進行互動，以觀察、瞭解建造橋樑的施工程序。其研究結果顯示虛擬實境教學對於學生來說，可讓他們清楚地看見橋樑的結構，並幫助他們理解課程主題；對於教師來說，則認為虛擬實境可以有效地作為教學輔助，且設備容易掌握，教材也具有正確性，並提升學生對課程的理解力及專注力。

從以上的相關研究可以看出，當教師善用虛擬實境的特性時，在教學上即能幫助學生將抽象的知識概念轉為具體化，有利於學生學習、提升學生的專注力、理解力與參與度，且能讓學生主動地探索課程，並在實作中有嘗試錯誤的機會。因此本研究在規劃虛擬實境於結構設計課程時，將會多加善用虛擬實境的特性，以幫助學生學習課程知識。

三、虛擬實境技術在教育上的優勢與限制

由於虛擬實境技術具備三大特性：融入感、互動性及想像力 (Burdea & Coiffet, 2003)，因此在課程實施上將有助於學生學習較為抽象的知識概念，此外，因虛擬實境能達到互動的效果，使得學生能較為沉浸於課程中，再者，虛擬實境亦可用於實作課程，讓學生身歷其境，並在操作的過程中立即得到回饋，且能夠不斷地反覆練習 (梁朝雲、李恩東，1998)。以下整理虛擬實境技術在教學上所具備的優勢 (Morel, Bideau, Lardy, & Kulpa, 2015; Rose, 1995)，作為發展虛擬實境教學活動的參考：

1. 虛擬實境的互動性及沉浸性可提高學生的學習興趣、加深所學知識。
2. 虛擬實境提供如真實世界般的場景，並能讓學生在學習中身歷其境。
3. 虛擬實境能使學生透過不同角度看事物，以激發學生的想法。
4. 虛擬實境能使抽象的知識概念轉為具體，利於理解抽象知識。
5. 虛擬實境設備能讓學生不斷練習、嘗試錯誤，利於學生解決問題。

除了上述虛擬實境技術在教育上的應用之優勢，虛擬實境也存在一些缺點，如：虛擬實境技術雖然能展現出良好的人機互動效果，但學生有可能過於投入在操作設備中，而降低師生雙方課程上的互動。此外，虛擬實境亦存在一些限制，以下整理了虛擬實境技術在教學上的限制 (Burdea & Coiffet, 2003；周芯瑋，2014；賴崇閔、黃秀美、廖述盛、黃雯雯，2009)，作為發展虛擬實境教學活動的參考：

1. 虛擬實境設備的購置成本高。
2. 需開發大量的3D模型，因此教材設計費時、費成本
3. 課程若未適時搭配實體教具，除了會降低學生的課程參與度外，專注力也會逐漸下降。

- 4.操作虛擬實境設備的過程中，可能會產生影響健康的副作用，如：眼睛疲勞、方向知覺喪失（disorientation）、姿勢保持反射障礙（postural instability）、盜汗、臉色蒼白、產生睡意、噁心、嘔吐等症狀。

綜上所述，虛擬實境技術能夠讓學習者在學習的過程中有如在真實情境一般，並且能透過虛擬實境的周邊設備與場景互動，增加學生對於抽象概念的理解能力。由於本研究欲將虛擬實境技術應用於結構設計課程中，而虛擬實境技術應用在教育上的層面共可包括：模擬、互動、學習抽象概念等，因此當教師在傳遞結構力學的知識時，將能善用以上層面以幫助學生理解較為抽象的力學概念，協助學生有效地學習。

肆、6E 教學模式在工程教育上的應用

以下將介紹 6E 教學模式，並歸納在教育上的應用及相關研究。

一、6E 教學模式的起源

6E 教學模式的發展是基於欲發展一套以學生為中心並結合設計與探究的教學模式，而該模式的前身即為 5E 教學模式（Barry, 2014）。由於 20 世紀起科學的突飛猛進，美國開始意識到科技教育的不足將引起人才短缺的問題（張玉山、楊雅茹，2014），因此美國國家科學委員會（National Science Board, NSB）即提出 STEM 的概念，也就是集結科學、科技、工程及數學等學科內容，成為未來在實施教育上的建議（楊亞平，2015）。此外，Bybee（2010）亦提出 STEM 教育的發展，可培養學生跨學科知識整合、問題解決、批判性思考、邏輯思維等能力，並解決人才短缺問題。然 5E 教學模式行之有年，卻無法助於 STEM 教育的實施，主因即為該教學模式的「設計」內涵無法徹底地展現在課程中（Barry, 2014），因此 Barry 即提出由原本 5E 教學模式的 5 個階段增加了「工程」層面，並將其命名為 6E 教學模式，以利於 STEM 教育的實施。

二、6E 教學模式的教學重點

Barry 所提出的 6E 教學模式包括投入（Engage）、探索（Explore）、解釋（Explain）、工程（Engineer）、豐富化（Enrich）、評鑑（Evaluate）等階段，他並根據各階段所欲達成的教學目的，整理出教師與學生在教學中應有的行為表現。以下針對 6E 教學模式的 6 個階段說明如表 2 所示（Barry, 2014）：

表 2

6E 教學模式各階段的目的及教學重點

階段	目的	教師行為	學生行為
投入 (engage)	激起學生興趣，提升學生對課程的好奇心，並協助學生將過去與現在所學的先備知識相連結。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提出問題。 2. 收集教學素材。 3. 研究及提出課程概要。 4. 協助學生將過去的經驗、知識與學習內容連結。 5. 描述設計流程。 6. 監督課程的安全性以及技能教學。 7. 評估學生能夠理解多少課程內容。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 熟悉並檢視課程概念。 2. 闡述想法，並將想法與理解內容作連結。 3. 確認先備知識與欲學習的知識。 4. 學習行為有助於學習目標的確認與發展。 5. 進行研究。 6. 使用教材及設備。
探索 (explore)	提供學生建構學習的機會、探討新的觀念，並與同儕分享、相互交流。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹限制、最佳化及預測分析 (COPA) 的概念。 2. 重申設計流程。 3. 鼓勵學生參與討論、團隊合作。 4. 使用詰問法，讓學生思考、理解問題。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 概括課程概要。 2. 分組討論。 3. 根據小組收集的資料、效標及限制進行建模的預測分析。
解釋 (explain)	學生基於過去的先備知識，對所學的內容做出合理的解釋，教師從旁引導，協助學生將新的觀念與課程內容相關的專業字彙相連結，並澄清學生的概念。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹工程設計中系統的概念，以及如何與系統互動。 2. 重申設計流程。 3. 使用詰問法，讓學生思考、理解問題。 4. 帶領班級討論。 5. 改正學生錯誤的觀念。 6. 提供適當的資源。 7. 確保學生的概念能與其他情境做連結。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 應用在工程設計中與系統有關的概念、原則、理論。 2. 使用工程設計概念發展出解決方案。 3. 使用設計流程形成解釋。 4. 使用多樣化的資訊、傳播科技與技術。
工程 (engineer)	藉由概念、實作、態度的應用，讓學生對主題有更深入的了解。此外，學生能將在自然世界所學習的概念應用到人造世界。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹工程設計的概念，並描述如何進行工程設計。 2. 重申設計流程。 3. 引導學生在探究及設計中學習。 4. 向學生說明設計失敗的原因。 5. 提供學生資源，以進行工程的解決方案。 6. 引導學生進行品質控制。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 應用與工程設計相關的概念、原則、理論，以及了解如何使用資源做出決策。 2. 透過工程設計概念發展出解決方案。 3. 使用創造力進行設計並建立解決方案。 4. 使用設計流程測試並改良解決方案。 5. 確認問題並使用建模預測改良的解決方案。 6. 控制解決方案的品質。

(續下頁)

表 2

6E 教學模式各階段的教學要點(續)

階段	目的	教師行為	學生行為
豐富化 (enrich)	提供學生機會更深入的探索他們所學的內容，並將概念應用在更複雜的問題上。	<ol style="list-style-type: none"> 1.提供學生資源，讓學生能夠將設計概念作新的應用。 2.確保學生的概念能做更廣的應用。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.瞭解設計流程如何應用到新的情境。 2.能夠將工程設計概念應用到不同的情境。 3.執行研究。 4.編寫發明家日誌。 5.延伸原本的設計。
評鑑 (evaluate)	讓老師及學生皆能瞭解學生的學習成效，其中包含理解多少概念或知識。	<ol style="list-style-type: none"> 1.使用前測工具確認學生學習需求及不足之處。 2.在學習過程，讓學生能夠理解工程設計概念。 3.確保學生的學習符合各項課程標準，如：科技素養標準(Standards for Technological Literacy, STL)、各州共同核心標準(Common Core States Standards, CCSS)、新世代科學標準(The Next Generation Science Standards, NGSS)。 4.六個階段皆使用形成性評鑑，並解釋如何評分。 5.針對形成性評鑑或其他評鑑工具給予回饋。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.理解工程設計概念，並能夠藉由工程設計解決問題。 2.使用自我評估來瞭解自己是否學習到解決問題的方法，並重複檢驗學習過程是否六個階段皆有達到。 3.完成形成性評鑑及總結性評鑑。

資料來源：整理自”The ITEEA 6E Learning ByDesign™ model: Maximizing informed design and inquiry in the integrative STEM classroom,” by B. N. Burke, 2014, *Technology and Engineering Teacher*, 73(6), pp.18-19.

綜合上述，6E 教學模式即是一種強調「工程設計」及「以學生為中心」的教學模式，而教師則是一個協助的角色。在教學過程中，教師透過詰問法適時向學生提出問題，並鼓勵學生進行團體討論，激盪彼此想法，以引導學生思考並探索課程主題以建構知識，此外，教師應讓學生有機會將所學應用到實作上。再者，在作品實作過程中，學生應與小組進行討論以提出設計方案，並在後續針對作品的測試結果提出改善方案，以使作品更加完備。

本研究欲實施的結構設計課程即是涵蓋在工程設計的範疇內，因此根據 6E 教學模式的定義可瞭解到該教學模式將有助於結構設計課程的實施，並欲根據上述內容來進行結構設計課程的教學規畫，以滿足 6E 教學模式之核心。

三、6E 教學模式的相關研究

根據 6E 教學模式的文獻，可以發現目前該教學模式已有應用在工程設計範疇的實例。姚經政、林呈彥（2016）的研究以機器人教學為主軸，採 6E 教學模式結合 STEM 教育，並以差異化教學觀點實施課程。該課程採用 6E 教學模式的目的是在於可使學生在課程中不斷思考，適合 STEM 教育的教學流程。而該研究運用 6E 教學模式於教學設計上，主要安排在樂高機器人感應器應用介紹的課程上，最後的研究結果發現學生在教師所設計的主題式關卡表現上由於思考變廣，使得解題動力有所提升，另外，當學生遇到問題時，也更願意尋求教師或同儕的協助。

張玉山、簡爾君（2016）的研究則是以平衡鳥單元為主軸，採 6E 教學模式結合 STEM 教育，並融入 ARCS 動機理論以提升學生學習動機。該研究採用 6E 教學模式目的是使教師在 STEM 教育的工程範疇上有所依循。研究結果發現學生在工程設計上，投入階段皆能掌握教學主題；探索階段建議以範例來提供具體經驗；解釋階段教師提出的問題須明確，能引導學生思考；工程階段建議先教導學生如何使用工具、設備操作；豐富化與評鑑階段則是建議建立明確的評量指標，才能使學生有所依循。

綜合上述研究可以發現，6E 教學模式將有助於工程設計課程的實施，除了能夠幫助學生掌握課程主題外，亦引導學生思考課程問題以建構知識，並提升學生問題解決能力。

伍、應用虛擬實境技術與 6E 教學模式於高中結構單元教學設計

從以上對於結構設計的探討，可以發現結構設計課程屬於工程教育的一環。由於結構力學和模擬的概念較為抽象，常常造成學生學習上的困難，因此在教學上將可善用虛擬實境技術於課程中，以幫助學生在結構設計課程中學習結構力學的抽象概念。

此外，由於十二年國教的實施，在課程規畫上亦須考量十二年國教在科技領域課綱初稿中所提到學生的科技素養之培養，並藉由 STEM 教育的實施，以培養學生跨學科知識運用以及設計、創新、批判性思考等高層次思考和探究的能力（國家教育研究院，2016）。

而在課程的教學策略上，由於 6E 教學模式是近年來為因應 STEM 教育的興起而發展出的一套教學模式，其目的即是改善 5E 教學模式的不足，用以強化 STEM 教育中的「工程」內涵，並以學生為中心，強調設計與探究並行的一種教學方法（Barry, 2014），因此本文考慮選擇 6E 教學模式進行教學以提高學生探究的能力。

綜上所述，本文認為結構設計課程規畫時應該考量：(1)應用虛擬實境將結構力學的概

念具體化、(2) STEM 科際整合課程設計提供學生實作探究的機會、(3)以工程教育中常用的 6E 教學模式實施教學。同時將虛擬實境技術在教學上的優勢與限制納入考量，以規劃虛擬實境技術應用於結構設計課程之中，並達成十二年國教科技領域之課程目標。根據以上的探討結果，本研究規劃一套結構設計課程教案，請參見附錄一。

陸、結論

本文針對十二年國教對於結構設計課程的實施要點之整理，探討過去實施結構設計教學的困難，並參考應用虛擬實境技術於教學的相關文獻後，規劃了應用虛擬實境技術實施於高中生活科技之結構設計課程的教案，並提出以下幾點結論，提供未來發展虛擬實境結構設計課程之參考。

一、善用虛擬實境技術的特性幫助學生學習結構設計課程的抽象概念

由於虛擬實境具備融入感、互動性及想像力的特性，因此在結構設計課程的設計上可善用這三大特性。如：過去的橋樑結構課程，當教師在教導學生橋樑桿件的受力情形時，由於力學的概念較為抽象，學生可能直到進行橋樑的破壞性測試時才能夠對此概念豁然開朗，因此虛擬實境技術應用於結構設計課程將能從這些方面下手，設計出不同於過去教學時所採用的教材內容，如：設計出 3D 立體的橋樑結構，讓學生以 360 度的方式觀察橋樑，亦或是設計虛擬實境動畫，讓學生感受不同的施力大小對於橋樑桿件所造成的形變。

二、6E 教學模式有助於實施 STEM 教育中「工程」的課程內涵

由於 6E 教學模式是為因應 STEM 教育興起而發展的一套教學模式，該模式強調的即是「探究」與「設計」的結合，並有助於實施 STEM 教育中「工程」的課程內涵，本研究的結構設計課程即屬於工程設計的一環。而為達十二年國教課程目標，STEM 教育也將是課程實施的重點之一，目的即為有助於培養學生跨學科知識整合的能力，並提升多元的高層次思考能力，因此 6E 教學模式將是有助於課程實施的教學方式。

三、高中階段之結構設計課程可以融入簡單的結構力學分析

目前高中的結構設計課程規畫最大的重點在於如何與普通高級中學必修科目生活科技課綱的教學內容作區別，而根據十二年國教在科技領域的課綱初稿中提到高中階段應強調「工程設計」，因此在課程的規畫上除了可以融入結構力學的概念外，也能夠嘗試讓學生進行橋樑的力學分析，簡單計算橋樑桿件所承受的應力，這樣的課程規畫除了能與舊課綱的課程做出區別外，亦能展現十二年國教所提出的工程設計之內涵。

參考文獻

才華有限實驗室 (2016)。VR 來了！：第一本虛擬實境專書 VR 發展史、當紅產品介紹、未來應用解析。臺北市：寫樂文化。

王明政 (2013)。生活科技。新北市：謳馨。

余鑑、上官百祥、簡佑宏、陳勇安 (2016)。生活科技。新北市：全華。

阮氏惠 (2010)。設計透過立體互動的虛擬實境教學遊戲系統 (未出版之碩士論文)。國立中央大學資訊工程研究所，桃園縣。

周芯瑋 (2014)。虛擬教材結合實體教具之虛實整合教學研究—以風光互補發電系統為例 (未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學數位科技設計學系，臺北市。

林志勇、黃維信、宋文旭、許峻嘉 (2005)。認識虛擬實境。台灣：全華。取自 www.airitibooks.com/Detail/Detail?PublicationID=P201103301290

林財世 (2004)。營建科技學活動設計-橋樑構造教學示例。生活科技教育，37 (5)，47-59。

姚經政、林呈彥 (2016)。STEM 教育應用於機器人教學—以 6E 教學模式結合差異化教學。科技與人力教育，3 (1)，53-75。取自 http://www.tahrd.ntnu.edu.tw/files/recruit/91_51ba9296.pdf

孫仲山、鄧佳茜 (2006)。創造思考教學與問題解決模式之教學活動設計-以「刷刷車」為例。生活科技教育，39 (3)，175-188。

高頌洲 (2002)。問題導向學習(PBL)導入生活科技教學活動之初探。生活科技教育，35 (8)，12-19。

國家教育研究院 (2016)。十二年國民基本教育課程綱要科技領域(草案)。取自 <http://www.naer.edu.tw/files/15-1000-10471,c639-1.php?Lang=zh-tw>

張玉山、楊雅茹 (2014)。STEM 教學設計之探討：以液壓手臂單元為例。科技與人力教育，1 (1)，2-17。取自 http://www.tahrd.ntnu.edu.tw/files/recruit/79_b905820c.pdf

張玉山、簡爾君 (2016)。透過 ARCS 理論提高學習動機的 STEM 教學設計—生活科技的平衡鳥單元。科學研習，55 (4)，32-41。

- 張彤萱、林湧順、劉馨儀 (2016)。生活科技。臺北市：華興。
- 張簡長倫 (2015)。BIM 於建築結構設計之整合應用-力學導向設計策略 (未出版之碩士論文)。成功大學建築研究所，臺南。
- 教育大辭書 (2000, 12 月)。講述教學法。取自 <http://terms.naer.edu.tw/detail/1315014/>
- 梁朝雲、李恩東 (1998)。虛擬實境之教學運用。資訊傳播與圖書館學, 5 (1), 72-87。
- 許嘉宏 (2005)。虛擬實境技術於工程教育訓練之應用—以橋梁工法為例 (未出版之碩士論文)。國立臺灣科技大學營建工程系，台北市。
- 陳龔聲 (2003)。高中生活科技教師使用之教學策略及其相關因素之研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。
- 黃玉鷹、曾昭銘、華光永 (2015)。生活科技。新北市：泰宇。
- 楊亞平 (2015)。美國、德國與日本中小學 STEM 教育比較研究。外國中小學教育, 8, 23-30。
- 蔡釋鋒 (2016)。STEAM 課程統整模式運用於國中生活科技教學對於學生知識整合應用之研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。
- 賴崇閔、黃秀美、廖述盛、黃雯雯 (2009)。3D 虛擬實境應用於醫學教育接受度之研究。教育心理, 40 (3), 341-361。
- Abulrub, A. H. G., Attridge, A. N., & Williams, M. A. (2011). Virtual reality in engineering education: The future of creative learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 6(4), 4-11.
- Ausburn, L. J., & Ausburn, F. B. (2004). Desktop virtual reality: A powerful new technology for teaching and research in industrial teacher education.
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology* (2nd ed., Vol. 1). New Jersey, NJ: John Wiley & Sons.
- Burke, B. N. (2014). The ITEEA 6E Learning ByDesign™ model: Maximizing informed design and inquiry in the integrative STEM classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 73(6), 14-19.

- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
doi:10.1126/science.1194998
- Dunne, J. R., & McDonald, C. L. (2010). Pulse!!: A model for research and development of virtual-reality learning in military medical education and training. *Military Medicine*, 175, 25-27.
- Finucane, P. M., Johnson, S. M., & Prideaux, D. J. (1998). Problem-based learning: Its rationale and efficacy. *Medical Journal of Australia*, 168(9), 445-447. Retrieved from
<http://www.huso.buu.ac.th/file/2559/ActiveLearning/Document/9.PBL-Rationale.pdf>
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *Proceedings of the 11th International Scientific Conference "eLearning and Software for Education"* 1, 133-141. doi: 10.12753/2066-026X-17-020.
- Häfner, P., Häfner, V., & Ovtcharova, J. (2013). Teaching methodology for virtual reality practical course in engineering education. *Procedia Computer Science*, 25, 251-260.
- Kilmon, C. A., Brown, L., Ghosh, S., & Mikitiuk, A. (2010). Immersive virtual reality simulations in nursing education. *Nursing Education Perspectives*, 31(5), 314-317.
- Lee, E.-L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2009). Learning effectiveness in a desktop virtual reality-based learning environment. In S.C. Kong, H. Ogata, H.C. Arnseth, C.K.K.Chan, T. Hirashima, F. Klett...S.J.H. Yang (Eds.), *Proceedings of the 17th international conference on computers in education [CDROM]*. Hong Kong: Asia-Pacific Society for Computers in Education. Retrieved from
<https://pdfs.semanticscholar.org/6d07/cc7c54af35023c897d8c8acfa7ab4560597d.pdf>
- Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1996). *Virtual reality-history, applications, technology and future* (TR-186-2-96-06). Retrieved from
<https://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/1996/mazuryk-1996-VRH/TR-186-2-96-06Paper.pdf>
- Morel, M., Bideau, B., Lardy, J., & Kulpa, R. (2015). Advantages and limitations of virtual reality for balance assessment and rehabilitation. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 45(4), 315-326.

- Rose, H. (1995). *Assessing learning in VR: Towards developing a paradigm. Virtual reality roving vehicles (VRRV) project* (Technical Report TR-95-1). Retrieved from University of Washington, Human Interface Technology Laboratory website:
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED392826.pdf>.
- Sampaio, A. Z., & Martins, O. P. (2014). The application of virtual reality technology in the construction of bridge: The cantilever and incremental launching methods. *Automation in Construction*, 37, 58-67.
- The Institution of Structural Engineers. (2007, September 29). *What is a structural engineer*. Retrieved from
<https://web.archive.org/web/20070929161132/http://www.istructe.org/structuralengineers/db/35.asp>
- Ting, L. (2015). Application of virtual reality technology to sports. *Proceedings of the International Conference on Circuits and Systems*, 311-313. doi: 10.2991/cas-15.2015.74
- Wickens, C. D. (1992). Virtual reality and education. *Proceedings of IEEE International Conference on 841, 842-847*. doi: 10.1109/ICSMC.1992.271688.

附錄一

橋樑結構設計課程教案規畫

單元名稱	橋樑結構設計	教學對象	高一	教學時間	每節 50 分鐘， 6 週共 12 節
核心素養	<p>科 S-U-A2：具備系統思考與分析探索的能力，並能運用科技工具與策略有效處理並解決人生各種問題。</p> <p>科 S-U-B1：具體精確掌握各類科技符號與運算思維表達的能力，能有效進行思想與經驗的表達，與他人溝通並解決問題。</p> <p>科 S-U-C2：具備利用科技以妥善組織工作團隊與溝通協調，以進行合作共創的能力。</p>				
學習表現	<p>生 k-V-1：能了解工程與工程設計的基本知識，如：工程設計流程、動力機構、結構設計、工程材料、機電控制等。</p> <p>生 a-V-2 能從關懷自然生態與社會人文的角度，思考科技的選用及永續發展議題。</p> <p>生 s-V-2：能針對實作需求，有效活用材料、工具並進行精確加工處理。</p> <p>生 c-V-2：能運用科技知能及創新思考以設計並實際製作科技產品。</p>				
學習內容	<p>生 N-V-1：工程的概述。</p> <p>生 P-V-1：工程設計與實作。</p> <p>生 A-V-1：機構與結構的設計與應用。</p> <p>生 S-V-1：工程科技議題的探究。</p>				
學習要點	<ol style="list-style-type: none"> 1.橋樑的型態 2.橋樑的構成 3.結構設計的內涵(結構的構造、應力與應變、結構的接合方式) 4.橋樑的設計 				
教材與資源	<ol style="list-style-type: none"> 1.投影設備 2.學習單 3.方格圖 4.zSpace 5.VR Box 6.VR 相機 7.承重測試載具 8.3D 列印機 9.竹籤 				
課程說明	<p>結構常出現在我們的日常生活中，小到蜂巢、大到建築，若生活中沒有結構的存在，可能就無法展現出井然有序的自然面貌，因此本單元期望學生能夠了解結構在生活中的重要性，並透過實作的過程強化學生對結構知識的認識。第一到三週課程會先介紹結構的構造、應力與應變及接合方式。第四到六週課程則是以小組合作的方式，讓學生嘗試搭建出一座橋，進而讓學生主動思考、探究，並培養問題解決、設計與空間能力。</p>				

課程核心問題	<p>1.橋樑有哪些型態? 2.橋樑如何構成? 3.結構的構造、應力、應變、接合方式的內容為何? 4.設計橋樑時，需考量哪些要素?</p>	
教學目標	單元目標	具體目標
	<p>一、認知面向 1.學習者能夠描述各種橋樑的型態。 2.學習者能夠描述橋樑構成的方式。 3.學習者能夠了解結構設計的內涵。</p> <p>二、技能面向 4.學習者能夠應用軟體設計出一座具備良好載重能力的橋樑。</p> <p>三、情意面向 5.學習者能夠省思工程、科技、自然生態、文化間的關係。</p>	<p>1-1 學習者能夠分辨各種型態的橋樑。 2-1 學習者能夠說明橋樑的構成要素。 3-1 學習者能夠分辨各種結構構造，並了解各種構造的實際應用。 3-2 學習者能夠瞭解結構力學的概念，以及結構力學與橋樑結構的關係。 3-3 學習者能夠針對橋樑構造進行力學分析，以搭出一座能夠承重的橋樑。 3-4 學習者能夠評估結構的接合方法以搭出一座橋樑。 4-1 學習者能夠透過軟體繪製設計圖，規劃、設計出一座能夠承重的橋樑。 4-2 學習者能夠利用竹籤與連接端子，並安全的使用接合工具製作出一座橋樑。 4-3 學習者能夠完成一座具備載重能力的橋樑。 5-1 學習者能夠在學習結構設計的過程中，思考工程對自然環境生態、科技、文化的影響。</p>
學習者需具備的先備知識	每位同學具備基本的繪圖能力。	

週次 (教學主題)	具體 目標	主要教學活動	教學資源	評量方式
第一週 (結構型態與橋樑結構之教學)	1-1 2-1 3-1 5-1	<p>準備活動： 預習該單元教材</p> <p>【教師準備】 1.蒐集教學相關資料 2.佈置虛擬實境教學環境 3.準備學習活動單</p> <p>發展階段： 【教師】 1.透過 zSpace 展示各種結構，如：建築、橋樑等。 2.引導學生分享看過哪些奇特的結構，並讓學生進一步思考這些結構是如何組成。 3.操作 zSpace 向學生展示並教導各種結構型態以及橋樑結構，其中結構型態包含：框架結構、桁架結構、拱結構、纜索結構、薄殼結構；橋樑結構則包含：樑式橋、桁架橋、拱式橋、斜張橋、吊橋。 4.讓學生進行 3D 橋樑建模遊戲(Bridge Free app)15 分鐘，比賽誰在時間內破解最多關卡，並讓學生進行反思橋樑能保持穩定原因。</p> <p>【學生】 1.觀看 zSpace。 2.分享看過的奇特結構，並思考結構是如何組成。 3.分組操作 zSpace，近距離觀察各種結構型態及橋樑結構，且嘗試重新拆解、組裝結構。 4.進行 3D 橋樑建模遊戲比賽，並反思橋樑為何能穩定。</p> <p>評量階段： 學生填寫個人學習單，以加深本週學習內容。</p>	電腦、 投影片、 zSpace、 Bridge Free app	學習單
第二週 (結構力學之教學)	3-2 5-1	<p>準備活動： 【學生準備】 預習該單元教材</p> <p>【教師準備】 1.蒐集教學相關資料 2.佈置虛擬實境教學環境 3.準備學習活動單</p> <p>發展階段：</p>	電腦、 投影片、 zSpace	學習單

		<p>【教師】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.向學生提出問題：為什麼橋樑能夠承受多台車子的重量？房屋可承受人、家具等物品的重量？ 2.引導學生思考上述問題，並請學生分享想法。 3.操作 zSpace 向學生展示並教導結構力學的概念，像是各種應力種類，以及應變的概念，其中應力包含：壓力、張力、剪力、扭力、彎矩；應變則包含：軸向應變、橫向應變、剪應變。 <p>【學生】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.思考並分享橋樑、房屋為何能承重。 2.分組操作 zSpace，近距離觀察各種應力種類及其產生的應變。 <p>評量階段： 學生填寫個人學習單，以加深本週學習內容。</p>		
<p>第三週 (力學分析與接合方法之教學)</p>	<p>3-2 3-3 3-4 4-1 5-1</p>	<p>準備活動：</p> <p>【學生準備】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.預習該單元教材 2.帶學習活動單 <p>【教師準備】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.蒐集教學相關資料 2.佈置虛擬實境教學環境 3.準備學習活動單、方格圖 <p>發展階段：</p> <p>【教師】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.延續上週課程，讓學生思考並分享橋樑結構與結構力學間的關係，以及有哪些方式能夠強化結構的承重能力。 2.教導且讓學生計算力學分析，以讓學生瞭解橋樑受力情形，並進一步讓學生知道選擇適切的接合方式能夠強化結構整體的韌性。 3.教導學生使用 Bridge Designer 了解橋樑實際受力情形。 4.教導學生使用 RoundMe app，讓學生藉由觀察各國橋樑，激發橋樑設計想像力。 <p>【學生】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.分享橋樑結構與結構力學間的關係，以及強化結構承重能力的方法。 2.力學例題計算。 3.使用 Bridge Designer 觀察橋樑實際受力 	<p>電腦、 投影片、 VR Box、 RoundMe app、 Bridge Designer</p>	<p>學習單</p>

		<p>情形。</p> <p>4.使用 RoundMe app，觀察各國橋樑，思考橋樑的設計。</p> <p>評量階段：</p> <p>1.學生填寫個人學習單，以加深本週學習內容。</p> <p>2.個人作業(設計圖):使用方格圖繪製一座橋樑，且進一步思考如何強化橋樑結構，以設計出更穩固的橋。</p>		
<p>第四週 (橋樑製作 I 及工具操作安全 注意事項)</p>	<p>4-2 4-3 5-1</p>	<p>準備活動：</p> <p>【學生準備】</p> <p>1.預習該單元教材</p> <p>2.帶學習活動單</p> <p>3.帶橋樑設計圖</p> <p>4.帶白膠或熱熔膠</p> <p>【教師準備】</p> <p>1.蒐集教學相關資料</p> <p>2.佈置教學環境</p> <p>3.準備竹籤</p> <p>發展階段：</p> <p>【教師】</p> <p>1.請學生分組，並請每組成員進行表決，決定一張最佳橋樑設計圖。</p> <p>2.使用 AutoCAD 教導學生將橋樑設計圖繪製到軟體上，並分析樑長與角度。</p> <p>3.使用 AutoCAD 教導學生設計連接端子，並決定孔位，並透過 3D 列印機製出。</p> <p>4.針對橋樑的設計提出限制：利用 40 根竹籤，要求學生搭建出可橫跨兩張桌子(約 40 公分長)，且高度至少為 20 公分的桁架橋。</p> <p>【學生】</p> <p>1.進行分組，每組表決一張最佳桁架橋設計圖。</p> <p>2.小組分工，將橋樑設計圖繪製到軟體上，並分析樑長與角度，以及設計連接端子，並決定孔位，再使用 3D 列印機列印出連接端子。</p> <p>3.組裝橋樑。</p> <p>評量階段：</p> <p>學生填寫小組學習單。</p>	<p>電腦、 投影片、 3D 列印 機、 AutoCAD</p>	<p>學習單</p>
<p>第五週 (橋樑製作)</p>	<p>4-2 4-3</p>	<p>準備活動：</p> <p>【學生準備】</p>	<p>無</p>	<p>學習單</p>

II)	5-1	<p>1.預習該單元教材 2.帶學習活動單 3.帶白膠或熱熔膠</p> <p>【教師準備】 1.蒐集教學相關資料 2.佈置教學環境 3.準備竹籤</p> <p>發展階段： 【教師】 提醒學生橋樑設計的限制：利用 40 根竹籤，要求學生搭建出可橫跨兩張桌子(約 40 公分長)，且高度至少為 20 公分的橋樑。 【學生】 完成橋樑製作。</p> <p>評量階段： 學生填寫小組學習單。</p>		
第六週 (橋樑作品觀摩及破壞性測試)	5-1	<p>準備活動： 【學生準備】 1.預習該單元教材 2.帶學習活動單</p> <p>【教師準備】 1.蒐集教學相關資料 2.佈置教學環境</p> <p>發展階段： 【教師】 1.透過 VR 相機拍攝記錄各組作品。 2.針對橋樑破壞性測試後的結果，給予學生回饋。 【學生】 1.配戴 VR Box 欣賞各組橋樑作品影片。 2.進行破壞性測試。</p> <p>評量階段： 1.各組橋樑進行破壞性測試。 2.學生填寫小組學習單，並進行反思如何加強橋樑的承重強度。</p>	VR 相機、VR Box、承重測試載具	學習單、破壞性測試

植基 STEM 航空理念創客教材之設計與實踐

Aeronautical Conception Embedded STEM Curriculum Design and Practice for Makers

李賢哲¹、黃崇育²、樊琳¹

¹ 國立屏東大學應用化學系、² 屏東縣麟洛國中

Sian-Jhe Li, Chong-Yu Huang, Lin Fan

Department of Applied Chemistry, National Pingtung University;

Pintung Linluo Junior High School

摘要

隨著當代科技的進步與發展，無人機 (UAV) 已蔚為風潮而且其應用之範疇也有逐漸擴大之趨勢。鑑於一般之遙控無人機展幅尺寸較為龐大，技術門檻與經費相當高，且又安全考量，對於一般國小學童創客與教學實驗，往往負擔過重而怯步。爰此，我們融入 STEM 動手做科學學習之發展理念，規劃設計的室內無人機飛行教材-量子一號，以容易取得材料加上相關遙控設備，提供國小學童階段動手做教學與師資培育課程使用。其中內容以基本航空力學為出發點，使用當代創客雷射切割與熱熔膠接著機體嵌入設計，呈現簡易十字結構增加機體強度，機翼以滾壓方式型塑伯努利之昇力原理，使得整體具自造之形貌；俟珍珠板架構初步完成，微型馬達動力上樑、遙控裝置定裝、機體重心校正、試飛、練飛和單飛訓練，更能符合典型遙控飛行訓練之流程。本設計提供基礎航空理論與實務之搭配，並得以自造驗證創客的成果，期能激發學員對航空機構與飛行之興趣與創意。

關鍵字：STEM、航空理念、教材設計、創客、量子一號。

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要，首先闡述科學源起於人類對生活周圍的好奇或需要，略以科學在文明演進過程中持續累積，而現代之生活，周遭充滿著持續創新的科技產品與各項資訊。因此我們的國民更需要具備科學素養，才能以理性積極的態度與創新的思維，面對各種與科學有關的問題；同時，教育也需要培養未來的科學人才，為人類文明與社會經濟發展奠下堅實的基礎，有效的學習方法，應當從激發學生對科學的好奇心與主動學習的意願為起點，探究實作的精神與方法，並提供學生統整的學習經驗（國家教育研究院，2015）。若再就九年一貫課程綱要的闡述，自然與生活科技學習領域的教學目的在於提昇學生的科學與科技素養。所謂「素養」在內為知識、見解及概念；在外為能力、技術和態度（教育部，2003）。故自然與生活科技學習領域的教學不能僅限於知識及技能的教學，還要兼顧科學應用的能力及科學態度的學習。邱炳勳（2009）認為目前學校的教學及教科書缺乏真實情境的體驗，使學生僅習得僵化的知識和技能，而無法積極應用所學來解決生活中實際問題。由上窺見，如何以統整方式進行當代之科學教育提升國民科學與科技之素養，應是自然科學教育之重要任務之一，而科學、技學、工程和數學（STEM）之整合，或許是當代進行整合科技教育的濫觴。

壹、發展源起

關於STEM與動手做學習相互的影響，國內學者林坤誼（2014）認為，透過動手做（hands on）活動可以培養學生整合理論與實務的能力，而動手做教學與學習之研究顯示，在國中小學生的動手做活動過程發現，多數學生在設計解決問題方案時，常依其直覺進行規劃，加入個人的想像（fancy）（Lee & Farh, 2016），較未能運用所學習之科學與數學等學科知識進行理論導向的設計；爰此，若以推動STEM科際整合教育，應該提早在中小學階段（DeJarnette, 2012），強調動手做課程（李賢哲等人，2016），並融入理論導向的規劃設計與探究策略（林坤誼，2014）。以下謹先就STEM與自造者運動發展分成兩部分敘述：

一、STEM之發展

（一）緣起

關於STEM的起源與發展，張玉山等人（2014）提及，1980年代美國意識到科技教育人才不足的問題相當嚴重（National Commission on Excellence in Education, 1983），2001年美國國家科學委員會（National Science Foundation, NSF）教育與人文資源處處長Judith

A. Ramaley, 揭櫫以科學 (science)、科技 (technology)、工程 (engineer) 和數學 (mathematics) 整合的 STEM 教育 (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012)。從此 STEM 受到各教育學界相當的矚目，且推薦 STEM 的教育推動的範疇為：(1)藉由 K-12 科學與數學的教育提升人力素質；(2)永續並增加對於經濟、安全與生活素質之基本基礎研究；(3)提升美國在人力招募的吸引力，且維持全世界最好與最聰明的科學家與工程師；(4)增加創新的資源並鼓勵創新 (Committee on Preparing in the Global Economy of the 21st Century, 2007)；期此，藉由聯邦、州際和各階層級的資源投入，培養學生科學、科技、工程與數學之間科際整合多元的能力，並期培養出來的優秀人才，能夠在 21 世紀作為人資主力，確實提升國家競爭力 (Breiner, et al., 2012)。

(二) 何謂 STEM

STEM 課程在諸多 K-12 的教學現場，一般而言只是科學科技工程與數學各傳統學習科目 (disciplinary)，缺乏各個學習科際之間的整合 (integration approach)，遑論運用各學科的理論基礎做為解決問題的依據 (Labov, Reid, & Yamamoto, 2010; Sanders, 2009)；因此，當代符合 STEM 教學/學習理念，強調各科際之間進行有目標的整合 (purposeful integration)。STEM 科際整合學習的理念，不僅適合於一般的學生，甚至於也應該就相對弱勢與身心障礙之學習者，運用資源進行可能之規劃，提供友善之學習資源，以激發所有學生 (all students)，如何就利用這學科間的整合知識，實際應用在日常生活或學習過程中所面臨的問題 (Basham, Isreal, & Maynard, 2010)，繼而持續為養成適應二十一世紀之技能 (21st Century Skills, Rotherham, & Willingham, 2010)而努力。

(三) STEM 對於教學與學習的改變

當教育現場論及 STEM，往往聚焦於科技或技職教育之應用與改變，而美國與日本的科技教育在面對二十一世紀科技發展日新月異之勢，科技教育也常被質疑其學科知識 (content knowledge) 是否對學生具有實用性與必要性？近 30 年來國際間的教育改革與呼聲中，STEM 的確扮演相當重要的角色 (Williams, 2011)。由於較高就學層級階段的科技教育，例如大學至研究所，應溯及小學國中至高中 (K-12) 的課程對於科技的學習與規劃，

以形成縱貫的學習鏈。若先就我們臺灣高中之科技教育為「生活科技」課程，國中則為「自然與生活科技」為例，兩者課程強調的重點皆在於培養學生科技素養、了解當代科技發展並具有解決問題和設計與製作等能力（范斯淳、楊錦心，2014）；而國小階段的自然與生活科技課程，強調藉由有效的教學活動，促進學生學習以增進知識及培養解決問題的能力，並使學生獲得相關的知識與技能，提升國民的科學與科技素養（教育部，2006）。

爰此，許多關於 STEM 的教學理論與實際教學設計，是否適合國小階段學童的學習呢？美國學者 Cotabish 等人的研究結果顯示（Cotabish, Dailey, Robinson, & Hughes, 2013），著眼於強調激發好奇、探究與實作的 STEM 課程的設計；其課程經實施一個學期後，結果發現各實驗組的學生在科學過程技能（science process skills）、科學概念（science concepts）和科學內容知識（science content knowledge）有明顯的進步；且就參與實驗教學的教師也受到相當的鼓舞與振奮（significant impact）。許多的研究報告亦強調 STEM 的課程設計與對學生學習和教師教學的正面影響，並提出許多的課程規劃設計理念與成果（例如 Sanders, 2009；Yager, 2014）。在一篇收集了 28 個關於 STEM 整合學習方法（integrative approaches）的後設分析（meta-analysis）的研究（Becker, & Park, 2011）發現，STEM 科際整合教學的過程，若以配對的學習領域呈現，例如 S-T 或 S-M 或 M-S-T，有其互相消長之學習成果表現，但整體而言，STEM 整合教學方法確實對學生的學習造成正面影響（positive effects）。然而，在學校中究竟應該如何來實施 STEM 的課程設計與教學呢？以國小學童為例，Nadelson 等人認為，學生對於 STEM 的基本知識是由國小學習過程中累積而成，但是自相矛盾地（paradoxically），許多國小教師在學習培育的歷程，對於 STEM 各學科間的內容知識有所約束（constrain）、信心不足造成教學效率不彰，影響到真正實施 STEM 科際整合的教學與學習。因此，對於 K-5 年級的教師，設計了一系列的專業成長課程，希望對國小教師實施 STEM 教學有所幫助，結果發現教師經過 STEM 的專業成長課程後對於教學課程內容、教學的信心與效率（efficacy）有明顯的提升（Bissaker, 2014；Nadelson, et al., 2013；Murphy, & Mancini-Samuelson, 2012）。

回顧國內外多年來關於 STEM 的研究結果顯示，這教育改革對學生動手做的能力、解決問題的能力、以及創意開發等，具有正向的成效；如何融入國小階段，其成效仍可再確認，因此，也值得再投入，況且各階段教育的良莠，首重於師資職前的培育與在職專業進修訓練，唯有在師資培育（職前與在職）融入 STEM 的理念與教學/學習模式，並確實推展至每一位學生身上，方能日起有功；如何落實，仍須透過地方與中央全力的合作，方底於成。

二、自造者運動

（一）源起

始於 2005 年，Dale Dougherty 在美國成立 MAKE 雜誌，為熱愛自己動手實作 (do it yourself, DIY) 的人們，提供一個可進行發表的平台與聯繫管道，除了讓喜歡 DIY 的族群可以發表自己引以為傲的作品，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。2006 年 Dougherty 於美國舊金山 (San Francisco)，舉行第一屆的自造者嘉年華 (Maker Faire)，提供自造者們能進行實際的展示與交流，並與參觀者介紹了解分享體驗動手實作的趣味，激發更多人對「自造」產生興趣，並投入自造的行列。

我們臺灣的自造者運動則由一群旅外的青年開始 (趙珩宇，2015)，2008 年李駿、沈聖博、鄭鴻旗與其他友人，由工業技術研究院與國立交通大學舉辦「玩趣創意工作坊 (play around workshop)」活動中觸發想法，略以「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，2014)。因此這具有共同理念的族群開始籌設規劃，並於 2009 年在台北寶藏巖文化村成立所屬的社群與自造者空間—OpenLab Taipei，提供醉心自造的同好一個聚會場所，也藉此吸引其他之自造者響應參與，交流與分享彼此之經驗。

（二）特色

有別於傳統之 DIY，當前自造者運動所響應之特色 (趙珩宇，2015；Maker Culture, 2018) 為：

1. 以應用當代科技為基礎的 DIY 運動；
2. 引領當代科技發展，例如電子、機器人、3D 列印機，雷射切割等；

3. 融入傳統領域之技術與能力，例如金工、木工與文創等；
4. 自造者運用新穎科技與獨特之應用，且鼓勵研究創新原型 (prototype)，強調學習實用技術並開創巧思運用；
5. 落實由做中學、學中做；
6. 所謂工欲善其事必先利其器，鼓勵自造環境 (maker space)的建置，例如 3D 列印與雷射切割；
7. 提供即時原型自造機制；
8. 分享學習地球村 (Global Village)。

自造者運動透過實作可展現出動手做能力與問題解決能力，透過自造者實作活動融入教學現場，培養學習者將理論與實務的結合，展現科際間知識整合的能力。對當代與未來科技教育於科學、技學、工程、數學 (STEM)的課程發展，恰與自造者運動對翻轉教育的影響相輔相成，若再結合創意之發想與落實，同時也為創意教育注入一劑強心針與提供另一面貌。

三、自造者的無人機

(一) 發展理念

本自造者無人機 (unmanned aerial vehicle, UAV)教材設計搭配運用相關學習理論之鷹架，結合科學教育學者、國中小科學教師與具備實際經驗之航空模型設計專業人員，規劃實施適合國中小學生階段之航空自造學習模組—建造並運用當代輕、薄、短、小之電子元件，完成能以無人機方式即時進行遠距操控之輕量化航空模型機體，並可由學習者自行製造完成，如圖 1 所示。

期以此建立實境飛行訓練系統，培養學習者在 3D 空間翱翔操控的能力，並為無人載具飛行世代，提供一個可能持續發展的平臺。



圖 1 自造超輕型室內遙控無人機之定裝照

(二) 預期功能

我們規劃設計之實境飛行訓練平臺，著重學生對飛行知識的瞭解與實踐，搭配自造者基地所能提供之軟硬體，增長學生對工具使用之技能並激發其對航空科學學習之興趣，期能進一步設計發展屬於自己特色的機型，深入拓展其飛行知識與科學技能。尤其近來數位科技發展快速，透過網際網路的搜尋，下載相關之飛行模擬軟體，亦可於自造教育應用部分，利用教學科技設備（如電腦、單槍與飛行模擬軟體）搭配，使飛行訓練更加具體的呈現。

自造者運用當代科技的實踐，我們室內輕型無人機實作之課程，亦可融入電腦模擬飛行操作訓練，在有限的人力與物力資源，使學習者能體驗以飛行理論為基礎的操控界面，俾利實境放飛訓練時，能提昇對航空器具結構與運作的瞭解，並於規劃的時程，獲取最佳的單飛成功之經驗。

貳、UAV 創客教材之設計

一、STEM 之室內輕型機

鑒於目前飛行科目於國小階段多屬學校本位課程，爰此，我們首就設計之室內輕型無人機之學習內容設計與 STEM 項目之搭配，分析歸納說明如表 1。

表 1

結合 STEM 與創客飛行課程設計內容之分析。

STEM 項目	設計內容
科學 (S)	<ol style="list-style-type: none">1. 機翼伯努利定律，說明機翼產生浮力的原理2. 推動空氣作用與反作用力，提供機體飛行動力的來源與產生後續的效應3. 氣體流體力學，考量機體結構流暢程度，降低阻力4. 材料受熱產生型變，有利於加工與塑型
科技 (T)	<ol style="list-style-type: none">1. 螺旋槳機體與噴射機的差異，說明獲取飛行速度與動力關係2. 多元材料紙、保利龍、巴爾沙飛機輕木 (Balsa)、玻璃纖維與碳纖維強化結構的應用，選擇合適之材料3. 遙控與無人飛行載具的演進，加入自動控制的元件，運用層面更廣
工程 (E)	<ol style="list-style-type: none">1. 船舶漂浮與飛機升空的基本原理，材料整體密度差異與機體空速使機翼產生浮力2. 傳統機翼結構進化至飛翼的蛻變，展現提升酬載的努力3. 滑行到垂直起降的戰略，提升飛行器運動性能提供多元的飛行選擇4. 單翼至多旋翼的消長與操控，展望短程空中運輸的實現
數學 (M)	<ol style="list-style-type: none">1. 重心的測量與計算，槓桿原理之應用2. 精確全球定位系統 (GPS) 飛行軌跡與運用於自動飛行系統3. 動力系統的控制量與加成，推動力道之計算對於機體飛行速度之影響

二、設計目標

為使整組自造套件符合經濟實惠，又能擔任實境遙控飛行訓練之任務的原則，我們擬定設計應達成目標如下：

- (一) 整套自造組件之經費應控制於新臺幣 (NTD)\$1,000 元以下
- (二) 機體飛行總重量控制在 40 公克 (gram) 以下
- (三) 自造材料取得容易且操控方便
- (四) 機體飛行速度得以觀察操控面之角度變化
- (五) 機體構型流暢並具美感

三、自造輕型室內機之命名

命名能就研發之結果附予精神與期待，我們對此室內輕型機之命名說明如下：

- (一) 具有質量輕盈但仍具有相當運動能量之類量子特性。
- (二) 如量子般可以於 3D 空間中自由運動。
- (三) 正式命名為「量子一號，Quantum One (Q1)」。

四、主要運用材料與工具

整體研發與建造 Q1 過程，使用之材料、工具與功能說明如下：

- (一) 2.4 GHz 遙控控制系統 (含三通道接收機與伺服馬達)，作為 Q1 操控系統，分別控制馬達動力、升降高度和左右方向。
- (二) 厚度 2 mm 珍珠板之主翼與尾翼和厚度 5 mm 珍珠板作為插入式機身使用。
- (三) 厚度 1 mm 類信用卡之塑膠片，作為 Q1 升降舵與方向舵之控制舵片。
- (四) 直徑 0.8 mm 硬鐵絲，以為伺服機與舵片之拉桿。
- (五) 電壓 4.2 伏特 (V, 1S)、電容量 200 毫安培 (mA) 鋰聚合 (Li-Polymer) 充電電池 (含專用充電器)，作為 Q1 之馬達動力來源。
- (六) 微型馬達與 55 mm 螺旋槳動力組件。
- (七) 保利龍膠、熱熔槍與熱熔膠條，接著各機體零件。
- (八) 100 瓦特 (W) 二氧化碳 (CO₂) 雷射切割系統，以切割保利龍材料之各版模。

參、結果與討論

一、研發歷程

我們先於網路搜尋 (例如 <http://www.facebook.com/100011203087757> 和 STEM curriculum) 可能提供之材料與相關之設計，首依購得之圖樣建造之第一版 (V1)，再依設計原則改良至第三版 (V3) 之機型，如圖 2。這些由手工裁切完成再進行電子控制元件裝配與試飛後，發現其展弦比 (即飛機翼展與機翼平均寬度之比, aspect ratio) 應可再加大，以免產生之機翼昇力不足而須以機體增加飛行速度來彌補，如此不僅增加初學者飛行操控之困難，而且動力系統使用減速齒輪搭配長度 14 cm 之螺旋槳，容易造成機體飛行扭曲，須即時修正與改善，逐步修定從第一版 (V1) 至第六版 (V6) 定型，研發歷程之紀錄如附錄一所示。



圖 2 V1 至 V3 之外型與機體結構相關之搭配

經過各版本機體之修正、調整與試飛後，結果顯示提升展弦比至 5.7，並就教材設計與實施進行部分修正，應能符合前述 STEM 自造課程模組設計目標，圖 3 表示修正後的第六版並再經多次測試，確認其性能與可靠度，正式命名為量子一號的設計圖樣。

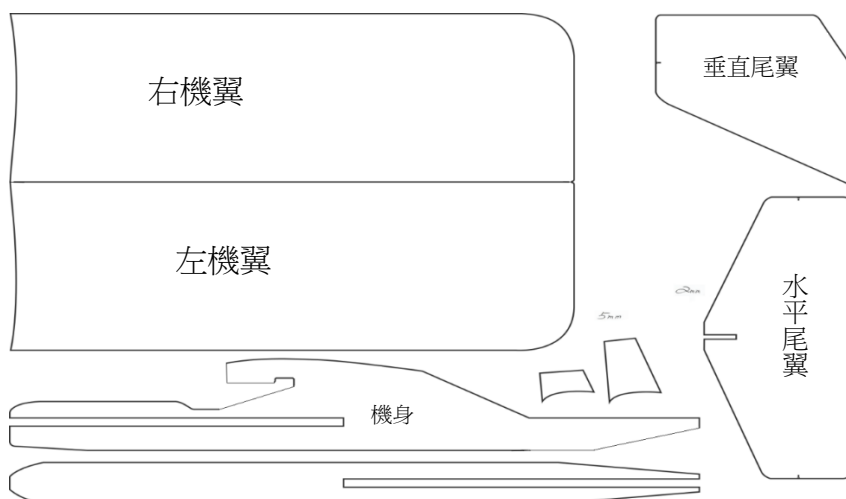


圖 3 正式命名為量子一號之設計圖樣

為提昇機翼飛行之恢復平衡能力，左右兩片機翼之接合需要有上反角 (約 15 度) 之設計，且於圖樣中分別標示左機翼、右機翼、水平尾翼含升降舵、垂直尾翼含方向舵和垂直及水平嵌入式機身各一片，兩小片之馬達固定座，提供選擇作為調整放置動力系統高度之運用。此設計圖檔案亦可作為雷射切割機使用，方便於數量較多時爭取時效；或可就訓練學員切割工具作為模板使用，代以手持式保利龍板切割器具，逐步切割接著建造校正完成。

一般而言，若考量雷射切割之能量吸收程度，白色保利龍板較為常見與運用，經嘗試使用不同顏色保利龍板，分別作為量子一號各部位元件搭配後，完成自造作品展現如圖 4，因其色彩繽紛，於展示飛行與教學使用過程，頗能添增可看性，亦可作為藝術飛行天空的意向展現，吸引學習者之關注與提供藝術 (art)教育後續之運用。



圖 4 量子一號之雙色完成機體構型。

二、初步教學推廣之應用

截至 106 學年度第一學期，量子 1 號提供為教學與推廣，已使用之人數大於 70 位，任務對象分國中小學生與在職教師兩部份說明。

(一)國中小學生

國中小學生營隊之年級分佈於國中 1-3 與國小 5-6 年級部分，進行時以兩人為一組混齡編組，並就材料之準備提供以雷射切割完成之組件與學員使用，機體結構使用熱熔膠與保利龍膠進行接合，而機翼浮力產生以長約 100 公分、直徑 2 公分圓型木棍壓擠方式，直接進行比例調整並確認伯努利翼型塑造呈現。2017 年 11 月 18 至 19 日於澎湖縣某國小 3D 自造飛行教學體驗營，學員自造成果照片如圖 5。結果顯示，參與學員皆能在 3 個小時內，由組員合力完成一台量子 1 號之機體結構；而位於該校之體育館提供室內實境飛行訓練絕佳的場域。

實地飛行訓練採種子教師方式進行，首先就學員完成的 Q1 機體挑選兩架準確性較高之個案，進行機體電子遙控設備之裝配與校正調整，由於電子元件已預先銲接並配上電動微型馬達與 55 釐米(mm)螺旋槳作為動力來源，如圖四。在裝配完成之量子一號真

正升空飛行前，這幾位個案機體結構之自造學員再接受密集電腦數位模擬飛行之訓練，並於該校室內體育館先由飛行教師進行試飛與空中校正調整，再由各自造學員（種子教師）進行單通道控制之實境飛行體驗，亦即控制方向舵轉彎或升降舵高度，訓練平飛繞行數圈並維持空中飛行之穩定。結果顯示，於電腦飛行模擬訓練表現較好之學員，於實境飛行 Q1 過程，有較好操控表現，且其飛行之平穩度亦相對較佳，但更熟練之飛行表現仍需興趣與時間的投入。



圖 5 國中小學生自造量子一號成果展示

(二)在職教師部分

Q1 曾作為國中與國小在職教師作為增進動手做教學能力之教材，例如於屏東縣某國中進行了以保利龍切割器作為裁切工具之自造教材課程，由於裁切與接合過程較為耗時，前後共進行 6 小時；另也曾於澎湖縣白沙鄉某國小辦理在職教師進修推廣課程，使用二氧化碳雷射切割之機體配件，作為活動之主要材料，此活動參與師長 13 位（其中兩位共造），皆能於 3 小時內完成其 Q1 機體建造，如圖 6，並與其中各組分別挑選三台準確度較高之機體，進行預先銲接線路完成之電子遙控設備裝配，並於該學校之室內體育館進行試飛與調整，俟飛行教師試飛，每位自造者亦能在初步電腦模擬飛行訓練後，達到至少三圈平飛於其室內體育館之展現。教師完成機體結構之準確程度明顯高於國中小學員完成之 Q1，然飛行表現並未有顯著之差異。如此亦可鼓勵學員自造與飛行，若能從小即進行培養與訓練，更能有卓越之表現。



圖 6 參與製作量子一號教師與其成果之展示

肆、結論

我們規劃自造無人載具飛行教材之設計融入了科教學者、在職教師與實務無人載具專門人員，完成輕型室內遙控無人機-量子一號 (Q1)之研發與課程教學模組，例如機體建造、遙控模組銲接與裝配、試飛與調整等，並就其實務推廣於國中小學生與在職教師，分別提供手工電熱切割機體版模與雷射切割機體套件之課程設計，透過在職教師們實作累積之經驗，建議可運用認知師徒制之展示、示範、協助、嘗試與回饋等策略，提供教學與學習使用，以適合多元能力之訓練與課程運用。結果顯示，Q1 確實可以於有限時間達成自造無人機與訓練國中小學員遙控飛行天際之目標，並且就飛行理論與整體搭配架構，融入 STEM 之理念，以為當前自造教育與 STEM 課程之選擇，並發揮自造者運動精神，藉此與各層面之自造者與相關教育單位共享，以為國民航空興趣與素養提升之參考。

伍、致謝

本 STEM 自造教材之研發與推廣得以順利進行，作者衷心感謝國立屏東大學申請教育部補助推動創新自造教育-師資培育大學設置推展基地第一年與第二年計畫「動手 fun 科學」之經費支持。

參考文獻

- 李賢哲、陳皇州、陳存仁、林曉雯、李文仁、許華書和賴豈俊 (2016)。動手做科學教育中心之設計與實踐，*科學教育月刊*，39，40-51。
- 邱炳勳 (2009)。不同教學法融入科學實作課程對國小學生科學態度之研究 (未出版碩士論文)。國立屏東教育大學，屏東縣。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
- 林坤誼 (2014)。STEM 科際整合教育培養理論與實務的技人才。*科技與人力教育季刊*，1 (1)，1。
- 張玉山、楊雅茹 (2014)。STEM 教學設計之探討：以液壓手臂單元為例，*科技與人力教育季刊*，1 (1)，2-17。
- 范斯淳、楊錦心 (2014)。美日科技教育課程及其啟示。*教育資料集刊*，55，71-102。
- 教育部 (2006)。九年一貫課程自然與生活科技學習領域課程綱要 (中英對照)，教育部及國立臺灣師範大學編印。
- 鄭鴻旗 (2014)。不要想，做就對了！。*Make 國際中文版*，12，86-88。
- 趙珩宇 (2015)。自造者運動對生活科技的啟示，*科技與人力教育季刊*，1 (3)，1-20
- 國家教育研究院 (2015)。十二年國民基本教育課程綱要。2017 年 12 月 25 日，取自 <https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-10469,c1174-1.php?Lang=zh-tw>
- Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 9-19.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23.
- Bissaker, K. (2014). Transforming STEM education in an innovative Australian school: The role of teachers' and Academics' professional partnerships, *Theory into practice*, 53(1), 55-63
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.

- Committee on Science, Engineering, and Public Policy. (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and empowering America for brighter economic future*. Washington, DC: National Academies Press. Retrieved from <https://www.nap.edu/download/11463> on January 10, 2017.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics, 113*(5), 215-226.
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (Science, Technology, Engineering and Math) Initiatives. *Education, 133*(1), 77-84.
- Labov, J. B., Reid, A. H., & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: a new biology education for the twenty first century? *CBE Life Science Education, 9*, 10–16.
- Lee, S. J., & Farh, L. (2016). DIY vs. Maker on elementary pupils' flying camp: A preliminary approach, short paper presented in the *32nd ASET Annual International Conference*, Taichung, Taiwan.
- Maker Culture (n.d.). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Maker_culture, on March 28, 2018.
- Murphy, T. P., & Mancini-Samuelson, G. J. (2012). Graduating STEM competent and confident teachers: The creation of a STEM certificate for elementary education majors. *Journal of College Science Teaching, 42*(2), 18-23.
- National Commission on Excellence in Education (1983). *A nation at risk: The imperative for educational reform*. Washington, DC.
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research, 106*(2), 157-168.

- Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. (2010). “21st Century” Skills : Not new, but a worthy challenge. *American Educator*, Spring, 17-20. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ889143.pdf>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- STEM Curriculum (n.d.). Retrieved from <http://education.wm.edu/centers/cfge/curriculum/science/materials/index.php>
- Williams, J. (2011). STEM Education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: an International Journal*, 16 (1), 26-35.
- Yager, R. E., & Brunkhorst, H. (2014). *Exemplary STEM programs: Designs for success*. NSTA Press Book.

附錄一 量子一號研發過程表

	日期	版本	改良修正與目的	實測與檢討	總重 (公克)
1	2017 3/27	V1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依照網路戶外小型機圖版與電裝製作，測試其動力與飛行姿態以驗證並評估改良成室內機的可行性 2. 前拉減速組 3. 主翼翼展為 33.2cm，展弦比 3.5，左右翼端呈上反角 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 飛行動力足，但姿態不穩定 2. 裝載電池大小與穩定性呈正相關，但對升力為負相關 3. 滑翔能力不佳，穩定性待改進 4. 尾翼舵面反應不佳 	43
2	0414	V2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主翼仍沿用 5 mm 珍珠板，翼展增為 44 cm，展弦比 4.6，以降低翼面負荷 2. 改為 V 型翼之上反角以增加穩定性 3. 尾翼改型，增大舵面以提升操控能力 	浮力增加，飛行穩定性良好，但易受室外風力影響	40
3	0419	V2-2	動力組件改至主翼中心上端	推力線可行，首度在室內飛行，機體飛行速度因改用較輕量電池已降低，故再考量如何減輕機體總重量並再加大機翼面積	40
4	0421	V3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 翼展增長為單邊 27 cm，展弦比 5.7 2. 機身減重為單片，並加片狀碳棒補強 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 翼面積增大，相對飛行速度已降低，但使用減速組馬達作為飛行動力雖出力較大，但不利於初學者學習 2. 出現機身之強度不足，易扭曲 	44
5	0426	V4	恢復為三片十字機身，動力分為減速組 A 型與直驅馬達 B 型，進行比較	<ol style="list-style-type: none"> 1. V4B 及 V5 兩型皆配用直驅馬達，飛行姿態與飛行速度較低，故逕以直驅馬達作為標準配備 	V4B:4 4
6	0503	V5	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改良機身施工方法為對插十字型來簡化製程與提升準確度 2. 機頭改型以減輕重量 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 使用對插十字機身工法以與機身重量降至 40 公克以下 3. 因應輕量化，機身前緣以電池調配重心仍呈不足而需外加配重，應可加長機前緣長度以利配重及整體造型之流暢美觀 	39

7	0505	V6	加長機身前緣 3 cm 使全長為 32.8 cm，並以電腦繪圖為數位化量產製作準備	V6 版仍使用 5 mm 厚度主翼版，室內飛行顯示強度足以承受，整體重量可再朝更輕量化測試	42
8	0522	V6B	<ol style="list-style-type: none"> 1. 利用雷射切割產出圖板模板 2. 因應再輕量化的測試，將主翼的材料由原 5 mm 改用 2 mm 做測試為 B 版，整架全備機體重量降至 35g 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 經測試螺旋槳由 75 mm 減至 60 mm，再減至 55 mm，動力表現更加適當 2. B 版之準確度再提升，飛行姿態更穩定，動力搭配之表現亦佳 3. 正式命名為量子一號 (Quantum 1, Q1) 	35g

附錄二 量子一號施作步驟與注意事項

一、材料：

5 mm (B4 以上/2)及 2 或 3 mm (B4 以上)珍珠板 (彩色佳) (註:全開珍珠板可切 8 組機身或 4 組機翼)、V911 主板、V911 電池、8520 空心杯馬達、55 mm 槳、接電池線 (JST 2.0 mm 2Pin)、V911 遙控器、V911 電池專用 USB 充電器、0.8 mm 拉桿、舵片 (硬卡)、膠帶 (或貼紙;2 cm 或 1")

二、工具：

保利龍膠、珠針、鋼尺 (30~45 cm)、美工刀、圓棍、小尖嘴鉗、小十字起子、尖鑽、剪刀、熱熔膠及槍、烙鐵及焊錫、保利龍切割器 (版模版紙、山型圖夾 6~10 只)

三、施作步驟：(以時間管理為主，讓機體黏合組裝時部件盡可能不易滑動變型)

- 1.尾翼、馬達座、舵片切割處置
- 2.機身切割膠合並與尾翼結合
- 3.主翼切割、滾塑翼型與 V 翼結合
- 4.主板線材焊接、動作測試
- 5.主翼與機身結合、主板固定
- 6.舵角片與拉桿之處理
- 7.接電調整測試

四、施作說明

1.尾翼、馬達座、舵片切割處置：

(1)以尾翼板模在 2 mm 珍珠板上略畫記，以美工刀大部切割後以圖夾夾好，以保利龍切割器沿外框熱割，切割時手勢與板模垂直且靠沿板模邊緣順暢移動，切勿停留。

(2)將水平尾翼轉成機頭 (缺口)朝右，以鋼尺對準並壓住上下兩個小缺口右緣處，以美工刀左靠鋼尺右傾 45 度斜下切升降舵，之後將水平尾翼轉成朝左，以鋼尺沿斜口近上緣，以美工刀垂直切除斜面。再將水平尾翼左右兩片靠準，以膠帶由上往下貼合。

備註：若是使用彩色珍珠板製作尾翼，遇透明膠帶黏著效果不佳時，可改使用玻纖膠帶剪成細條或用貼紙來替代鉸鏈活頁。

(3)將垂直尾翼平轉 180 度 (底部朝上)，以鋼尺對準上轉折點與下缺口，以美工刀右傾 45 度左靠鋼尺斜下切，之後將垂直尾翼轉正，以鋼尺沿斜口近上緣，以美工刀垂直切除左片斜面，再將垂直尾翼左右兩片靠準，以膠帶由上往下貼合。

(4)將垂直尾翼與水平尾翼先假組合後，將接觸面塗保利龍膠後結合，交接處垂直凹角填少量膠，以珠針維持固定垂直角度。

(5)將兩片馬達座畫記在 5 mm 珍珠板後割下，合併以保利龍膠黏合。

2.機身切割膠合並與尾翼結合：

- (1)以機身板模在 5 mm 珍珠板上略畫記，以美工刀大部切割後以圖夾夾好，以保利龍切割器沿外框熱割，切割時手勢與板模垂直且靠沿板模邊緣順暢移動，切勿停留。
- (2)將垂直水平兩機身對插接觸處塗膠，交接處垂直凹角填少量膠，以珠針維持固定垂直角度。
- (3)將已結合的尾翼與機身先假組合，接觸面塗膠後黏合、補膠，並以珠針固定 (注意直線與垂直)。

3.主翼切割、滾塑翼型與 V 翼結合：

- (1)以主翼板模在 2 mm 珍珠板上沿周邊精確描畫，以美工刀沿線切割。
- (2)將主翼翻面平置在軟墊上，以圓棍平行翼橫面，輕輕壓滾出弧度，中間往前部分略加點力量，使成為較機身主翼接合弧線略彎些的內凹翼。
- (3)將主翼中央接合弧線處以小熱融膠槍上膠，左右主翼立即接合成 20~30 度 V 角 (即左右各 10~15 度上反角)，待接合定型後凹缺口略補熱熔膠。

4.主板線材焊接、動作測試：

- (1)將 JST 2.0 mm 電源線紅黑頭沾些焊錫，小心的焊上 V911 主板頂端的接點，左紅 (+)，右黑 (-)
- (2)將空心杯馬達的+(白或紅)、-(黑或藍)線頭沾些焊錫，依序細心的焊上主板左下角天線上面的"+"、"- "接點。
- (3)小心的將螺旋槳 (注意正反槳)壓上馬達軸上。
- (4)接上鋰電池後發射機開機測試，接電後注意主板伺服臂角度、方向及馬達轉向，讓伺服臂於發射機歸零時盡量垂直。

5.主翼與機身結合、主板固定：

- (1)將 V 主翼下端接縫線處上熱熔膠，立即對準機身上端弧線，切齊前緣黏合，並與中心線對正、與 V 翼前視角度與水平尾翼平行對稱。
- (2)將主板伺服器朝下，電源線朝前，在主板上部中央線塗熱熔膠 (晶片上勿塗膠)壓黏上主翼下端機身的溝槽，在機身與主板接觸處微量填膠，使主板穩固在機身上。
- (3)將馬達座下部 (弧度大端)填些熱熔膠，切齊主翼接縫處前端上翼面，壓黏固定。
- (4)將馬達座中央線塗少量熱熔膠，將馬達軸朝前，對準線，切齊邊緣壓黏於馬達座上，下壓時注意讓馬達頭略下傾，完成後前、後端黏著處略填點膠。

6. 舵角片與拉桿之處理：

- (1)將硬卡剪成約 2X1.5 cm 的長方形，在兩 1.5 cm 對邊對稱畫記分成 1 及 0.5 cm，以剪刀斜剪成兩片梯型的舵角片。
- (2)在舵片尖端內角處 (約 2 mm)以尖鑽鑽出約 0.8mm 的拉桿孔 (孔勿過大)。
- (3)在左水平尾翼與右垂直尾翼，距離機身 2cm 處畫記，讓舵片孔於折線位置，套量割出舵片固定上尾翼的位置，穿入舵片並以少量熱熔膠固定。
- (4)將拉桿一端以小尖嘴鉗彎折成 90 度的 Z 字型，穿入主板伺服臂孔，之後拉往後尾

翼之舵片處，在距舵片前 3~5 cm 處上折個山型來供拉桿之長短調節，之後，量至舵片孔處向內 (下)折 90 度，並於 1 cm 處剪斷。穿入臂孔後向後 Z 折 90 度。。

7.接電調整測試：

(1)機身接電後開發射機配對，之後調整拉桿長度使水平、垂直尾翼皆歸零 (成一直線)。

註:1.發射機之微調皆應歸零。

2.若使用精準控，首次配對後主機即會記住該接收機，爾後開機就請先開遙控器後再接飛機電池。

(2)輕柔的推油門，注意槳的轉向與轉速，看風向與推力是否正常。

8. 試飛與空中校正

(1) 由助手持 Q1 面向風飛行並輕推油門，似感覺產生向前之推力，再請助手輕輕向前推送升空，並再稍加油門保持高度向前飛去，俟高度得宜後轉彎迴旋，需補升舵防止機體螺旋墜落。

(2) 盡量保持機體飛行平穩，並於同一平面迴旋飛行為宜。降落前先對正航道並逆風而下，緩降油門保持空速，俟離地面約五十公分高度即可保持飛行方向再降低油門直至機體落地，並檢視各機體部位是否完好堅固。