

# 科技與人力教育季刊

107年6月號

第四卷第四期

- ◎ SCAMPER在國中生活科技課程之應用..... 01-19
  
- ◎ 高一學生空間能力之探討..... 20-33
  
- ◎ 應用虛擬實境與輔助學習軟體於高中橋樑結構設計  
概念之學習成效..... 34-66
  
- ◎ 臺灣高科技產業實習制度之發展現況初探  
—以L科技公司為例..... 67-87
  
- ◎ 國內科研人員參加學術倫理課程之學習動機  
對研究倫理態度及學習滿意度之研究..... 88-109

## SCAMPER 在國中生活科技課程之應用

### An Action Research of Applying SCAMPER Creative Thinking

### Method on Technology Education of Junior High School

林志軒、范斯淳

國立高雄師範大學工業科技教育學系

Chih-Hsuan Lin, Szu Chun Fan

Department of Industrial Technology Education, National Kaohsiung Normal University

#### 摘要

本研究之目的，在於深入剖析 SCAMPER 的七項思考構面策略應用於國中生活科技教學之成效，進而研提落實生活科技創意思考教學之具體策略。本研究運用 SCAMPER 策略，針對國中七年級學生進行兩週、共兩節之創意思考教學，透過課程實施過程之教師觀察省思及學習講義作業表現，探討學生創意發想展現與學習成效。其研究結果如下：(一) SCAMPER 思考策略能有效協助學生進行創意發想。(二) 國中生的創意發想大多來自於「覺察性」思考，僅有少數學生展現「創造性」思考。(三) 運用 SCAMPER 思考策略，以「結合、修改及代替」為學生容易使用之策略。(四) 教師在實施 SCAMPER 創意教學時，可多利用圖片、實物與動畫等教學輔具，搭配合適範例作品展示，協助學生釐清策略的使用。

**關鍵字：**創意發想、科技教育、SCAMPER

## 壹、前言

十二年國教課綱新增科技領域，將國中階段的生活科技課程從自然領域中獨立出來，並與資訊科技合併為科技領域，旨在培養學生的科技素養。而新課綱生活科技課程在國中階段注重「創意設計」，學生利用基本的手工具、材料與資源等，將自己的創意構想實體化，以培養學生設計與實作的能力（教育部，2016）。Mayer（1999）指出創造力涉及創造新而有用的產品，包括觀念與具體的產品。Osborn-Parnes（1950）創造性問題解決模式（creative problem solving）提到在創造性問題解決過程中，先運用擴散思考（divergent thinking）蒐集資料與發想各種可能，再利用聚斂思考（convergent thinking）選擇合適或有價值的構想，最後產生出解決問題的方案。Torrance（2003）認為創意思考乃是一種歷程，此歷程包含對於困境、問題、訊息落差與遺漏成份的覺知（sensing）；對於這些缺陷進行猜測或形成假設（making guesses or formulating hypotheses）；對於這些猜測與假設進行測試（testing）並盡可能修正與再測試；直至最後傳遞（communicating）該結果。朱耀明、林怡君、張美珍和王裕宏（2010）認為創意發想是一種創造力或是創意思考的運作方式，與發散性思惟相同。由此可見，學生要如何將自己的想法實踐產出，就必須仰賴創意發想去構思設計、尋找想法。科技教育除了培養科技素養外，如何培養學生具備「創意發想」與「創造力」，亦是推動科技教育的要點之一。

然而從九年一貫國中生活科技課程，各版本均有關於產品設計或是創造力單元，依現行國中版本，康軒版僅在傳達構想單元提及心智圖、魚骨圖等；翰林版則未提及；南一版在運用解決科技問題單元，提及五種創意設計能力（敏覺力、流暢力、變通力、獨創力與精進力）及腦力激盪法。但其教科書內容多流於概念式的介紹，鮮少有學生利用自身經驗、自我發揮的創造力課程。在即將推動之十二年國教課程綱要中，科技領域生活科技國中階段以創意設計為主軸，就更凸顯創意發想的重要性。「創意發想」為一個複雜且抽象的心智歷程，教師如何為學生建構思考的鷹架，使學生有效的進行創意發想，儼然成為創造力教學的重要課題。

本研究旨在探討 SCAMPER 融入國中生活科技課程活動的效果，以行動研究的角度探究國中學生在 SCAMPER 的教學活動中，學生的學習成效與表現，藉由教師觀察以及學習講義作業，分析學生利用 SCAMPER 創作的表現情形，以作為生活科技教師日後在創意設計教學之參考。

## 貳、文獻探討

### 一、創意發想：創新性思考和察覺性思考

創造為人類一連串複雜的心智活動，人類將習得的知識融合個體的創造力後，藉由重組、分解、堆積與切割，展現出全新的風貌與知識（吳明雄、朱珮好，2004）。教育部（2003）提出《創造力教育白皮書》更指出「創造力教育不僅為落實教改理念，其終極願景更以打造未來嶄新的創造力國度為目標。」足見創造力的重要性。

創造力的觀點隨著時代演進與社會變動，各學者有不同的詮釋與定義。Guilford（1959）在智力結構理論，將創造力視為一種「擴散式思考」（divergent thinking）的運作模式，即為人們利用多元用途，找尋出最佳的答案或解決問題的方法；Runco（1996）認為，實踐經驗轉換、動機性決策、個人主觀詮釋、知識與經驗的運用等因素，所展現的能力即為創造力；而Chamberlin 和 Moon（2005）認為創造力是一種特定領域的思考過程，涉及到非公式化的解決問題能力；Mitchell（2006）則認為創造力由積極性、開放性、靈活性、好奇心、自主性和發散性思考所組合而成。此外，尚有學者將創造力依據其思維的歷程、創造思考的面向或展現出的行為特徵，提出不同角度之定義，其整理內容如表 1 所示：

表 1

關於創造力理論與定義

學者	關於創造力理論與定義
Wallas (1926)	將創意思維分為四期： 1. 準備期：是創新思維的起點，此階段的工作在於發現問題、確定方向及蒐集資料。 2. 醞釀期：個體進行反覆思考，進行發散式思維。 3. 突破期：發現解決問題的新方法，展現出「頓悟」之感。 4. 驗證期：是對醞釀階段思維成果的整理和檢驗，且對突破階段產生的思想進行理論和實踐的驗證，以求符合邏輯。
Rhodes (1961)	創造力的四 P： 1. 創造的產品（Product）。 2. 個體的特質（Person）。 3. 創造思考的歷程（Process）。 4. 創造的環境（Press）。

(續下頁)

表 1

關於創造力理論與定義(續)

學者	關於創造力理論與定義
Torrance (1969)	創造力應包括： 1. 流暢性：思考靈活順暢，能提出多種可行想法。 2. 變通性：能觸類旁通，不墨守成規。 3. 獨創性：提出獨特的見解，富有創意。 4. 精進性：精密分析、深思熟慮，且能力求完善。
Boden (1992)	以經驗來分類創意： 1. 心理型創意：與先前的經驗相比較，個體每遇到新問題都能找出具有創意的解決方法。 2. 歷史型創意：被視為前者的一個「次群體」，不僅對個人，對所有的人而言都具有創新性，都能在日常生活裡找到的一些另類的解決方法。

資料來源：本研究自行整理。

針對創造力所涉及的認知能力或歷程，國內外學者對於創造力的切入論點與研究取向各有不同。為能使教學實驗得以聚焦，本研究所採 Guilford 智力結構論中的擴散性思考 (divergent thinking) 作為理論基礎。許多研究指稱擴散性思考 (divergent thinking) 與創造潛能相關 (Guilford, 1967)。何偉雲 (2004) 就創造力心理學派的觀點來看，擴散性思考 (divergent thinking) 已成為創造性思考的核心指標。詹志禹 (2005) 指出擴散性思考是根據既有的訊息，產生大量且多樣化的訊息。此觀點與研究者利用 SCAMPER 進行創意教學時前，請學生挑選創意策略在進行發想不謀而合。

綜上所述，本研究所指創意發想 (creative divergent thinking)，即是一種創造力，亦為一擴散性思考，具有高度的自主性與獨創性，可藉由自身的經驗轉換，解決人類所面臨到的新問題與挑戰，可謂是一種創新與覺察交互運用的能力。那什麼是「創新」和「察覺」呢？

「創新」是透過單一個體或其他單位所知覺到的一種新觀念或新想法、實務或物品 (Rogers, 1995)。而李金蓮 (2011) 整理各學者對於創新的觀點，認為創新是組織或個人具有創意點子或新穎性的理念、方法或結果。而「覺察」是人類認識世界最重要的能力，也是智慧最主要的功能，人們只有覺察到世界事物的客觀真實性，才能進而設計自己的行動 (閔勤民, 1994)。李仁芳 (2010) 提及覺察力就是創造力的根本前提。察覺和創意兩者具有著密不可分的关系。

本研究針對國中學生在參與 SCAMPER 創意思考之生活科技教學後，其創意發想之表現。為此，研究者將創意發想區分為「創新性」和「覺察性」兩個思考面向，用以評估學生是否能完整表達自我創意。「創新性」即為學生藉由 SCAMPER 發想創造出一個新奇獨特或尚未被發明的新產物；而「覺察性」則是學生利用自身覺察與生活經驗，觀察 SCAMPER 在日常生活周遭的運用，可能是早已被發明或是存在的產品。

## 二、SCAMPER：讓創意無限奔馳

美國心理學家 Eberle (1984) 參考 Osborn 的檢核表提出 SCAMPER，又名「奔馳法」，為一種創造力教學之策略。在面臨科技時代的挑戰，教師應揮別過往的傳統式教學，採用多元且創意的教學策略進行教學，而 SCAMPER 給予教育現場的教師一項新的選擇。SCAMPER 透過七個思考構面協助人們發展創造力與解決問題的方法，其目的在於改善製程與改良事物。而七項思考構面，分別為：代替 (substitute)、結合 (combine)、調整 (adapt)、修改 (modify)、利用 (put to other uses)、消除 (eliminate) 與重整 (rearrange)，內容如表 2 所示：

表 2

SCAMPER 檢核表

縮寫	構面	字義	說明
S	Substitute	代替	什麼被「取代」？誰代替？有無其他材料、程序或地點代替？
C	Combine	結合	什麼東西可以「結合」？有那些事物可以合併再一起？
A	Adapt	調整	有哪些地方需要「調整」？有沒有不協調的地方？過去可否有類似提議？
M	Modify	修改	可否「修改」？改變意義、顏色、聲音？可否擴大？加時間？更高、更大、更強？
P	Put to other uses	利用	「利用」在其他方面？使用新方法？使用新用途？其他場合使用？
E	Eliminate	消除	可否「取消」？取消什麼？減少什麼？省略某些部分？使其變得更完備、精緻？
R	Rearrange	重整	重新安排？交換組件？其他形式？轉換途徑與效果？改變順序與位置？

資料來源：修改自張玉成 (1991)。開發腦中金礦的教學策略。台北：心理。

教師在實施創意教學時，應抱持開放的態度，塑造情境讓學生練習創造力的展現，並給予回饋與支持，以提升學生創造力。蕭佳純（2012）認為教師創造力教學與學生創造力存在脈絡調節，在同樣的教學環境，每個學生所展現的創造力卻不盡相同，即使教師對同一班級的學生進行相同的創造力教學，學生創意表現仍有所差異。由此可知，學生的創意是可以藉由教師引導而有更多元的發想。

張雅富、陳冠吟（2015）研究以 SCAMPER 創意思考法應用於國小科技教學，利用「取代（S）」與「組合（C）」兩種方法引導學生進行創意思考與實作，其研究指出 SCAMPER 對於學生的創造力的教學引導有良好的效果；姜培仁（2017）研究指出 SCAMPER 創意思考法應用在國小生活科技，能增進學生之創意思考表現與提升學生作品的多樣性；陳慶帆、莊杏如（2007）的研究指出學生利用向量圖結合 SCAMPER，可以使繪畫技巧不足的學生，更容易將其構想表達出來；戴裕惠（2015）認為 SCAMPER 使學生更貼近音樂創作，體驗到學習創作高峰之經驗與成就感。

Starko（2000）指出，創造力教學目的在於培養學生創造力。本研究對象為國中七年級學生，正處於認知發展理論中的形式運思期，其假設—演繹、系統邏輯以及抽象思考等高層次的的能力正快速發展（Piaget, 1972）。是故，應透過多元化的創意思考訓練，以建構其高層次思考能力。有鑑於此，本研究嘗試以 SCAMPER 融入教學，並利用 SCAMPER 的七項思考構面協助學生進行創意發想；從而探討學生在運用 SCAMPER 七項策略時可能遭遇的問題及教師於教學過程中重要的引導策略，希冀能作為十二年國教課綱推動國中創意設計教學之參考。

## 參、教學活動設計

### 一、教學活動簡介

- (一) 活動名稱：「創意發想—我是發明家」。
- (二) 教學對象：國中七年級學生。
- (三) 班級總數：5 班，共計 131 位學生。
- (四) 教學地點：國中普通教室。
- (五) 教學時間：共兩週。每週一節課，一節課 45 分鐘，共計 90 分鐘。

## 二、教案設計說明

本研究之教學活動設計以 SCAMPER 七項創意構面幫助學生進行創意發想。藉由研究者自編生活科技學習講義為教材，評估教師實施 SCAMPER 創意思考教學後學生的創意表現，作為此次教學成果的討論與分析。

教學實施以學習講義解決問題方法單元中「創意發想－我是發明家」(如附件一)為教學內容，教師利用多媒體設備與學生進行互動，並於課堂中教導 SCAMPER 的定義與各構面運用，引導學生在課堂中舉出 SCAMPER 的例子，進行加分。而 SCAMPER 創意教學法發揮的要點，包含理論說明與具體舉例(姜培仁, 2017)。待 SCAMPER 創意教學活動結束後，再由學生從 SCAMPER 中挑選任一種思考策略，設計出一項產品，可以是創新發明亦或是生活中所觀察到的物品，以發想不設限的方式進行創作設計。最後，請學生將產品名稱與使用到的 SCAMPER 策略紀錄於學習講義中。以下整理本教案之教學活動與教學資源，如表 3 所示。

表 3  
每週教學活動內容

週次	教師活動	學生活動	教學資源
第一週	1. 教師說明活動內容	1. 專心聽講	PPT 教學投影片
	2. 介紹 SCAMPER (奔馳法) 運用的七項思考構面	2. 同上	生活科技學習講義
	3. 進行課程活動，由教師引導 SCAMPER 的七項思考構面所設計的產品，並鼓勵學生針對 S、C、A、M、P、E、R 舉例，由教師紀錄於黑板之上，並進行加分。	3. 積極參與討論	
	4. 預告下週進行創意發想練習	4. 專心聽講	
第二週	1. 教師複習上週活動內容，如 SCAMPER 的定義與應用	1. 專心聽講	PPT 教學投影片
	2. 教師開始講解如何填寫創意發想紀錄單	2. 同上	生活科技學習講義、鉛筆、橡皮擦、原子筆、立可帶(白)
	3. 由學生自己設計產品並從 SCAMPER 中挑選一個思考模式，進行繪製與說明	3. 開始進行發想與繪製，並試著將自己的想法，利用文字完整描述	



## 肆、資料收集與分析

### 一、資料蒐集方法

本研究為行動研究，在資料分析方面，採質量並行之研究法，將蒐集的質性資料輔以量化資料分析。質性資料為學生學習講義單元紀錄單，為了瞭解學生使用 SCAMPER 策略之情形，以簡單的描述性統計百分比分析。

### 二、資料編碼

為了有系統的分析本研究之質性資料，依照次序以「紀錄單-學生編碼-創意發想類型」之順序予以編碼。學生編碼為 S，依班級排列編成 S001、S002、S003.....S122；而創意發想類型分為「覺察性」編碼 A，「創新性」編碼 B。如：「S002-B」表示此紀錄單為編號 2 學生使用創新性思考。

## 伍、教學成果與觀察

本研究以筆者任教學校國中七年級學生為對象，從任教的 13 個班級中，隨機抽取 5 班，共收回 131 份學習講義，「扣除 4 位回答錯誤，2 位學習成就低落未作答的學生與 3 位請假未參與課程的學生」，有效紀錄單為 122 份。教學成果透過學習講義「創意發想—我是發明家」的創作展現進行分析，針對學生創意發想之展現，分為三個向度進行探討：(1) 學生能否正確的使用 SCAMPER 策略；(2) 學生之創意發想形式與來源；(3) 學生於 SCAMPER 思考構面之選擇與應用。

### 一、學生能否正確的使用 SCAMPER 策略

依據 SCAMPER 檢核表（表 1）七項思考策略定義，若學生若能選擇 SCAMPER 其中一項策略進行創意發想，並運用至自己觀察到物品或自己獨創的產品，即為正確使用。反之，無法完整詮釋產品策略或挑選錯誤策略，甚至空白，則為錯誤使用。

大多數的學生均可以將自己發想的產品或觀察到的物品，選擇正確的 SCAMPER 策略，並給予合適的命名，如表 4 所示，可以正確運用 SCAMPER 策略的學生高達 95.1%。

表 4

「學生能否正確使用 SCAMPER 策略」統計表 (n=122)

	人數	百分比 (%)
正確	116	95.1
錯誤	6	4.9
總和	122	100.0

透過 SCAMPER 發想，學生的創作表現有多元且豐富的特性。而學生對於 SCAMPER 的策略運用，也都能順利操作，僅有少部分學生未能完整理解使用。研究者分析其原因如下：

1. 學生的創意發想過於天馬行空，缺乏具體的描述與功能，以致無法界定使用何種方法。如以下學生的創作表現：

他是怪機器人，沒有任何作用。(S066-B)

2. 學生未看清楚題意，誤將創作產品的特性謄抄欄位中。如：學生發想了「便利貼」這項產品，依其選擇應為「利用 (P)」，但學生在選用 SCAMPER 的欄位，填上「ㄋ一ㄎ / 性」(S086-A)，明顯誤會題意。

3. 易將「調整 (A)」與「修改 (M)」兩者混淆，依研究者觀察可能是兩者定義過於相近，國中生無法有效分辨，導致學生選擇錯誤的策略選項。如：學生的發想產品「灶→瓦斯爐」，其文字說明：古時候用灶生火很麻煩，還得砍柴，現在有了瓦斯爐，就可以隨時叫瓦斯煮東西了 (S100-A)。學生界定為「修改 (M)」，但依據 SCAMPER 檢核，學生發現了不協調的地方，並加以調整、改善，宜改為「調整 (A)」。建議教師可以在進行 SCAMPER 教學活動時，可針對「調整 (A)」和「修改 (M)」做更明顯的區分與說明，多輔以圖片、實物與動畫講解說明，亦可以挑選合適的範例作品作為展示，以協助學生釐清兩種策略的混淆迷思。

## 二、學生之創意發想形式與來源

其次，本研究將學生之創意發想分為「創造性」與「覺察性」兩種思考面向，用以評估學生是否能完整表達自我創意。依前述文獻探討，研究者將「創新性」思考界定為學生使用 SCAMPER 發想創造出一個新奇獨特或尚未被發明的新產物；而「覺察性」思考則是學生觀察 SCAMPER 在日常生活周遭的運用，可能是早已被發明或是存在的產品。

如表 5 所示，依其學習講義的創作表現，有 72.1% 學生展現「覺察性」思考，藉由生活觀察與自身經驗轉換，紀錄並繪製於學習講義當中；僅有 27.9% 學生可以發展出「創造性」思考。由此可知，此階段的學生仍以蒐集資料或參考先前案例或為設計前提，僅有少數學生具有創新、新奇等能力。

表 5  
「學生創意發想來自何種思考」統計表 (n=122)

創意發想	學生使用次數	百分比 (%)
創造性思考	34	27.9
覺察性思考	88	72.1
總和	122	100.0

研究者觀察「覺察性」的學生創意發想大多取材於生活周遭較具體的生活用品，鮮少有獨創或是特別的創作（見圖 1、圖 2）。如：鉛筆盒中常見的擦擦筆、多功能筆、立可帶等文具，或是日常生活中的 3C 用品，MP3、智慧型手機、筆電或藍芽耳機等。

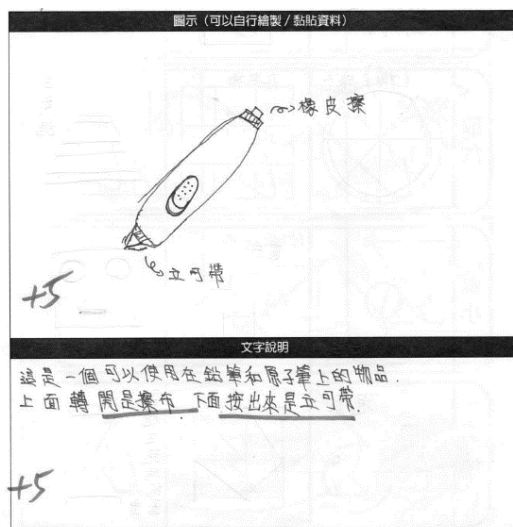


圖 1 立可帶橡皮擦 (S053-A)



圖 2 MP3 (S003-A)

而「創造性」學生的發想來源則是自身所面臨問題或是解決生活中的某一現象（見圖3、圖4），如：學生為了解決手動清理貓砂的問題，設計了「挖貓砂便便機」；有學生思考到當女性落單時，容易遭遇危險，於是設計一款抵禦歹徒的「電跟高跟鞋」；亦有學生希望利用聲控方式控制桌子移動，發明了「聲控桌」，解決傳統桌子搬運困難的問題；還有學生發現洗澡淋浴時水溫不易控制，進而設計的「語音水龍頭」，藉由語音的輸入調整水溫。

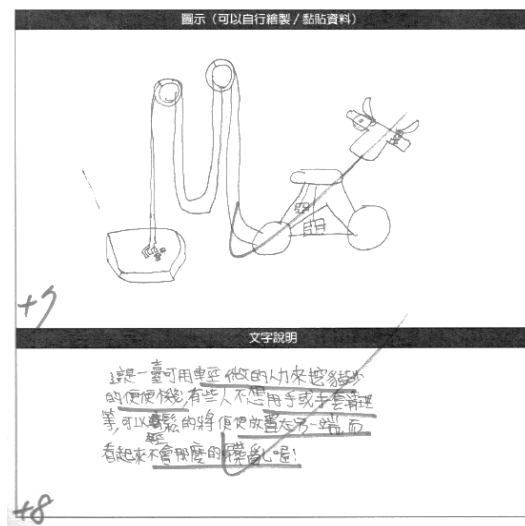


圖3 挖貓砂便便機 (S013-B)

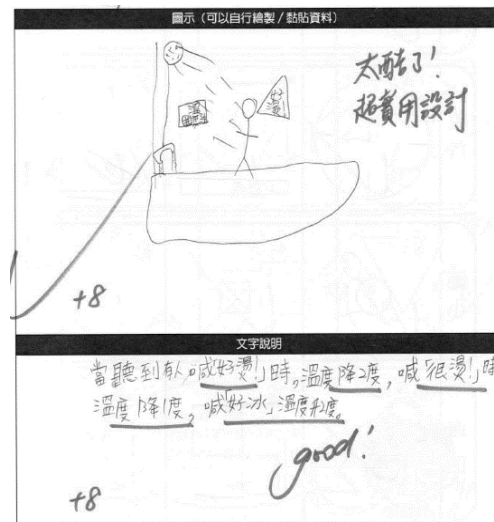


圖4 語音水龍頭 (S085-B)

「察覺性」與「創意性」兩類型的學生，在圖面表達上，還是習於利用繪畫的方式傳達創意構想；在文字描述方面，國中對於自行設計的產品描述仍過於精簡，缺乏完整性的概念描述。

研究者認為，此現象可能跟其認知發展階段有關，因研究對象為七年級學生，依據 Piaget 的認知發展理論正處於具體運思 (concrete operational stage) 到形式運思 (formal operational stage) 的過渡期。吳裕益 (1981) 研究指出國中階段到達形式運思期的學生比例僅 16%~40%，其餘學生幾乎仍處於具體運思期 (引自王家通、陳伯璋、吳裕益，1993)。此階段的學生大多以觀察仿模與腦中運思具體實物為主，缺乏較高層次的抽象能力與綜合創新的概念。范斯淳 (2009) 認為抽象思考的能力發展仍需要一段時間才能成熟，故此階段學生時常有具體運思與形式運思的特徵。而本研究的分析結果「創造性」思考人數偏低，可能源於此因。

### 三、學生於 SCAMPER 思考構面之選擇與應用

深入剖析 122 位學生所選擇 SCAMPER 模式，如表 6 所示，有 40.2%的學生選擇「結合 (C)」進行創意發想，表示國中學生對於「結合 (C)」的聯想與運用較能掌握。其次，選擇「修改 (M)」的學生占 22.1%；「代替 (S)」為 12.3%；「調整 (A)」為 10.7%；「消除 (E)」占 9%；而使用比例偏低的策略為「重整 (R)」與「利用 (P)」，僅有 3.3%與 2.5%的學生使用。

表 6  
「學生選擇何種 SCAMPER 思考構面進行思考」統計表 (n=122)

SCAMPER 思考構面	學生使用次數	百分比 (%)
S (代替)	15	12.3
C (結合)	49	40.2
A (調整)	13	10.7
M (修改)	27	22.1
P (利用)	3	2.5
E (消除)	11	9.0
R (重整)	4	3.3
總和	122	100.0

由此可知，SCAMPER 是一套可依照學生的特質引導其獨立進行創造性思維的方法，有助於學生和教師理解和創造力發展的歷程，而 SCAMPER 融入科技教學，國中學生最常使用的方法「結合 (C)」、「修改 (M)」及「代替 (S)」。然而，學生如何選定策略進行發想？如何運用在其創作思考？

研究者認為「結合 (C)」、「修改 (M)」及「代替 (S)」三項策略較為直觀，學生易從生活中取材，察覺產品的外觀變化和功能使用。然而，學生較少使用的「利用 (P)」與「重整 (R)」可能是因為其策略牽涉到較多背景知識，實際運用起來可能較為複雜困難。如：學生必須要對產品功能、材質或是特質有深入得瞭解，方能進行重組改變。另者，如前述所論，學生可能處於仍具體運思期，無法進行較高層次的抽象思考。建議教師可以將教學活動時間延長，並將課程內容設計為七項構面都需要一項發明物或是產品；或是將「利用 (P)」與「重

整 (R)」兩項策略設定為加分挑戰題，供學生嘗試發想，以激發學生進行更高層次的創意思考。

進一步探討「覺察性」與「創新性」兩類型的學生使用 SCAMPER 的應用情形，如表 7 所示。

表 7

「兩種創意來源對於 SCAMPER 使用情形」統計表 (n=122)

SCAMPER 思考構面	覺察性思考	創新性思考
S (代替)	11 (12.4%)	4 (12.1%)
C (結合)	30 (33.7%)	19 (57.6%)
A (調整)	11 (12.4%)	2 (6.1%)
M (修改)	21 (23.6%)	6 (18.2%)
P (利用)	2 (2.2%)	1 (3.0%)
E (消除)	11 (12.4%)	0 (0.0%)
R (重整)	3 (3.4%)	1 (3.0%)
總和	89 (100.0%)	33 (100.0%)

兩類型的學生在 SCAMPER 的應用上並無太大的差異，從表 7 可知，使用率較高的仍為「結合 (C)」策略，而其他面向的選用沒有太大的落差，僅在選用「消除 (E)」部分有不同的表現。覺察性思考有 12.4% 使用「消除 (E)」策略，而創新性思考無人選用。其原因為何？是否因為「消除 (E)」策略涉及複雜的背景知識？亦或是「消除 (E)」策略較難有創新性的發想？針對上述幾點，值得後續研究加以探討釐清。

針對本次行動研究的過程與結論，研究者提出下列省思及建議。在國中階段生活科技課程一周僅一節，對於將 SCAMPER 融入產品設計單元，研究者認為有助於學生對於創意學習：

1. 在教學活動中，整體操作學生均能完整投入，踴躍發言，課堂氣氛愉悅。
2. 相較於過往創意單元以傳統方式講授，SCAMPER 提供學生有系統的方式進行發想。

3. 面對不同學生特質，SCAMPER 教學法提供了多元的思考向度，學生可以依照自身發想選擇思考策略。
4. 教師批閱作業時，發現學生展現多元且豐富的作品展現。

此外，教師亦在實施教學實驗的過程中發現，學生對於部分策略的使用不甚清楚，可以在增長教學活動時間，仍有可以調整及改善的空間。此外，本次教學實驗未設定主題，僅是讓學生自由發想產品。若未來能設計相關的主題，使學生利用 SCAMPER 進行思考，相信學生更懂得運用 SCAMPER 的各項策略，激盪更多創意想法。

## 陸、結論與建議

生活科技課程在新課綱中以「做、用、想」為三大核心理念，強調落實國中端創意設計與動手實作能力的培育。而 SCAMPER 的七項策略，有助於學生進行創意發想。若能善加應用，應能引導學生展現多元的創意，使學生體會如何將自己的想法轉為設計並加以實作。具體而言，本研究依據教學成果與分析，針對 SCAMPER 創意教學融入國中科技教育之問題，歸納出以下結論與建議，以提供未來生活科技教師在實施創意教學之參考：

### 一、SCAMPER 思考策略能有效協助國中生進行創意發想

本研究發現，學生進行完 SCAMPER 創意教學之後，有高達 94% 的學生可以正確選用 SCAMPER 進行創造力發想。雖然學生設計的產品差異性大，且端視學生個人喜好及生活經驗而定，但對於創造力的發想，研究者認為是有幫助的。而 SCAMPER 的七項策略運用於國中生活科技產品創意課程，提升了學生作品的豐富性與多樣性。

### 二、國中生的創意發想大多來自於「覺察性」思考，僅有少數學生展現「創造性」思考

本研究亦發現，學生的創意發想大多源自「覺察性」思考，研究者觀察可能因為國中生仍處於具體運思期，以具體表徵來理解環境的各個面向。因此，對於作品的發想與聯想多半來自於學生生活周遭所接觸的事物，如：立可帶、擦擦筆、多功能筆、筆記型電腦以及藍芽耳機等；而「創造性」思考僅占 27%，表示具有創新能力的學生占少數。值得注意的是，這

群展現創造性思考的學生，大多是為了解決自身問題或是處理生活中某一現象所發想的產物。由此可知，創造性思考的學生已懂得運用抽象符合邏輯思考的方式解決問題，展現較高層次的創造能力。

### 三、國中學生常使用 SCAMPER 策略為結合 (C)、修改 (M) 及代替 (S)

以學生的創意表現之結果，可以得知國中生使用較為廣泛且容易運用的策略為「結合 (C)」、「修改 (M)」及「代替 (S)」。在 SCAMPER 的相關研究中，張雅富、陳冠吟 (2015) 研究因應教學實施對象為國小學童，只取七個思考構面中的「代替 (S)」、「結合 (C)」融入國小科技教學。研究者建議國中教師若要將 SCAMPER 融入科技教學，可從這三個思考構面切入，設計相關課程與實作活動，讓學生由創意發想進而動手實作，以達成十二年國教生活科技之素養，落實培養科技素養的能力。

### 四、教師在實施 SCAMPER 創意教學時，可多利用圖片、實物與動畫等教學輔具，搭配合適範例作品展示，協助學生釐清策略的使用。

創造力思考受後天環境影響，因此教師應該具有使命感，在教學時妥善運用創造思考策略，使學生孕育創意思考，啟發學生創造潛能 (陳啟榮，2008)。而 SCAMPER 即是一項創造思考策略，教師在實施 SCAMPER 創意教學時，建議從理論與舉例出發，讓學生瞭解 SCAMPER 策略的各項定義與內涵之後，再實施創意發想。此外，教師可以針對易混淆的策略，如「調整 (A)」與「修改 (M)」兩者，結合圖片、實物與動畫等方式進行更明確的說明與區分，亦可以挑選合適的範例作品作為展示，以釐清學生的混淆迷思。



## 參考資料

- 王家通、陳伯璋、吳裕益 (1993)。中等教育。高雄：復文。
- 朱耀明、林怡君、張美珍、王裕宏 (2010)。科學現象下的科技創意發想情況與侷限之分析——以高中生高溫超導競賽為例，工業科技教育學刊，2，7-16。
- 何偉雲 (2004)：發散性思考測驗的同質性分析。科學教育學刊，12 (2)。
- 吳明雄、朱珮妤 (2004)。開闢創造力的學習空間：由學習理論談創造力教育。師說，178，42-45。
- 李仁芳 (2010，3月5日)。創造心靈的秘密。取自 <http://stn.eslite.com/Article.aspx?id=460>
- 李金蓮 (2011)。創新領導對國小校長的關聯性與應用之探討，銘傳教育電子期刊，3，118-133。
- 沈翠蓮 (2015)。創意課程設計與教學實踐之研究，課程與教學季刊，8 (3)，55-71。
- 姜培仁 (2017)。SCAMPER 創意思考法應用在生活科技之行動研究-以國小立體造型課程為例 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 范斯淳 (2009)。國高中實施環境與社會議題融入製造科技教學之差異性探討，生活科技教育月刊，42 (1)，14-25。
- 張玉成 (1991)。開發腦中金礦的教學策略。台北：心理。
- 張雅富、陳冠吟 (2015)。創意教學法在小學科技教育的應用——以組合與取代為例，科技與人力教育季刊，1 (3)，21-39。
- 教育部 (2003)。創造力教育白皮書。台北：教育部。
- 教育部 (2016)。十二年國民基本教育綱要科技領域 (草案)。台北：教育部。
- 閔勤民 (1994)。夢幻世界：《聊齋誌異》的變態心理與變形藝術。太原：山西教育出版社。
- 陳啟榮 (2008)。創造思考之內涵及其教學啟示，教育資料與研究雙月刊，84，167-184。
- 陳慶帆、莊杏如 (2007，10月)。應用向量圖實踐視覺創作策略——以兒童創作數位繪本為例。載於義守大學師資培育中心，「創意·課程與教學研討會」論文集 (p.1-17)，高雄：義守大學。

- 詹志禹 (2005)。人類的創造力從何而來。 *科學人雜誌中文版*, 38-41。台北：遠流。
- 蕭佳純 (2012)。國小學生內在動機、學科知識與創造力表現關聯之研究：教師創造力教學調節效果。 *特殊教育研究學刊*, 37 (3), 89-113。
- 戴裕惠 (2015)。應用創造力思考技法於國中音樂創作教學之行動研究 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 饒見維 (2005)。創造思考訓練－創造思考的心理策略與技巧。臺北：五南。
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. (2005). Model-eliciting activities: An introduction to gifted education. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17, 37-47.
- Eberle, B. (1984). *Help! In solving problems creatively at home and school*. Carthage, IL: Good Apple, Inc.
- Guilford, J. P. (1959). Three faces of intellect. *American Psychologist*, 14, 469-479.
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. *Journal of Creative Behavior*, 1, 3-13.
- Mayer, R. E. (1999). Fifty years of creativity research. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 449-460). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mitchell, A. (2006). Our future, our children's future. *YC Young Children*, 61(6), 6-7.
- Piaget, J. (1972). *The principles of genetic epistemology*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 47(2), 305-310.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations* (4th ed.). New York: The Free Press.
- Starko, A. J. (2000). *Creativity in the classroom: School in the curious delight*. Englewood Cliffs, NJ: LEA.
- Tierney, P., & Farmer, S. M. (2002). Creative self-efficacy: Its potential antecedents and relationship to creative performance. *Academy of Management Journal*, 45(6), 1137-1148.
- Torrance, E. P. (2003). The millennium: A time for looking forward and looking back. *The Journal of Secondary Gifted Education*, 15(1), 6-12.

## 附件一

### (二) 創意發想

創意思考與傳統的邏輯思考不同，一個問題並沒有所謂的對與錯，也沒有「唯一的正確答案」。而運用「創意」能有效的解決問題，底下和同學介紹 SCAMPER (奔馳法)，SCAMPER 是一種創意思考模式，可以運用在產品設計、創意發想上，說明如下：

方式	實例說明	圖示
代替 (S)	蓑衣 → 塑膠雨衣 (厚重) (輕薄)	
結合 (C)	咖啡 + 牛奶 = 咖啡牛奶 橡皮擦 + 鉛筆 = 自動鉛筆 智慧型手機 + 手錶 = 穿戴裝置手錶	
調整 (A)	氣墊 (擁有好的避震效果) 運用到鞋子上 變成 耐震的運動鞋	
改善 (M)	傳統辦公桌椅 ↓ (依個人需要調整) ↓ 人體工學座椅	
利用 (P)	(黏力不強) ↓ 便利貼	
消除 (E)	有線滑鼠 / 鍵盤 ↓ (去除線) ↓ 無線滑鼠 / 鍵盤	
重整 (R)	組合式收納櫃 (可以依照個人喜好與室內不同長、高、寬 自由搭配安置)	

## 🕒 換你動動腦

請你挑選 SCAMPER 思考模式，任一種模式設計一種產品；或是你從生活中所觀察到的物品，紀錄於下表當中：

我是發明家



產品名稱：\_\_\_\_\_（可自行發想或是找尋生活中所觀察到的物品）

它使用到了 SCAMPER 中的：\_\_\_\_\_ 方法

產品說明：

圖示（可以自行繪製 / 黏貼資料）

文字說明

## 高一學生空間能力之探討

# A Study on the Developmental Factors of Senior High School Students' Spatial Ability

鄭忠煌<sup>1</sup>、洪振方<sup>1</sup>、邱秀玲<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所

<sup>2</sup> 國立臺南第二高級中學

Chung-Huang Cheng<sup>1</sup>, Jeng-Fung Hung<sup>1</sup>, Hsiu-Ling Chiu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate Institute of Science Education and Environmental Education, National Kaohsiung  
Normal University.

<sup>2</sup>National Tainan Second Senior High School

### 摘要

空間能力是備受公認的重要心智技能之一，「大考中心學業性向測驗」分量有語文、數學與圖形等三個分量表，其中的「圖形分量表」視為「空間能力測驗」，為高中學生檢測性向的重要指標。Gardner (1983) 認為空間能力是人類智能的重要因素之一，並認為此能力的高低與抽象思考、數理、科學、繪圖能力等有密切關係。本研究的研究目的有：1. 了解高中生空間能力的發展趨勢。2. 了解不同性別高中生空間能力表現及差異。3. 探討高中生語文成績與數理成績對空間能力的關係。本研究之母群體以台南二中一年級普通班學生為研究對象共 18 班共 698 人。以方便抽樣的方式抽出數理適性班、績優普通班、普通班及語文適性班共 4 班學生為研究對象共 164 人，有效測驗有 137 人。研究方式將對樣本學生進行空間能力測驗，以樣本學生的高一數理及語文學年成績為觀察的自變項，來探討高中生的空間能力的發展及與學科能力的相關性。本研究之空間能力測驗，採用賴良助 (2010) 所發展的「空間能力測驗量表」為研究工具。空間能力的能力各向度定義為包含「空間知覺」、「空間辨識」、「空間旋轉」、「空間組織」及「空間切割」等五個向度，各 15 題每題以 1 分計，全量表共 75 題。資料處理為數據的統計與分析，包含變項的空間能力之差異比較。及樣本學生以數學、語文及自然科學期成績以 69% 為高分組，32%-68% 為中分組，後 31% 為低分組運用平均數、標準差、

t 考驗及單因子變異數分析檢驗樣本學生在空間能力的表現及差異。研究發現 1.高中生的空間能力的表現互有差異。2.男生在空間能力表現優於女生。3.數理學科表現與空間能力呈現正向發展。提出 1.鼓勵學生關注提升空間能力的多元智能學習。2.建議數理學科輔以空間能力教學相互強化等建議。

**關鍵字：**多元智能、空間能力、學業成績

## 壹、研究動機與目的

哈佛大學心理學家 Gardner (1983) 在「智力架構」書中，提出語文智慧、邏輯智慧（數學）、空間智慧、肢體智慧（動覺）、音樂智慧、人際智慧、內省智慧等七項基本智慧，1999年加入「自然觀察智慧」成為第八項。其中，空間智慧亦稱空間能力（spatial ability）或空間表徵，即在於能準確的感覺視覺空間，並將知覺到的色彩、線條、形狀、空間與彼此間關係的敏感性表現出來，空間能力中至少包括了知覺、想像、旋轉與操弄等各種心智運作。「大考中心學業性向測驗」分量有語文、數學與圖形等三個分量表，其中的「圖形分量表」視為「空間能力測驗」，為高中學生檢測性向的重要指標。大考中心歷經兩個研究專案的研發後，於2007年推出了三因素、七種題型的空間能力測驗，並建立起全國性的常模，就本土的標準化空間能力測驗而言，實屬創舉（陳偉民，2010；鄭海蓮、陳世玉，2007）。高中生空間能力的表現對於選擇升學進路具有重要的指引功能。本研究欲瞭解性別與數理成績與空間能力的關係，必先了解高中生空間能力的表現。

性別在空間能力方面的差異研究上不一而足，女性在語言類型的測驗表現上，確實常比男性表現好，而空間相關測驗則常比男性為差（Lemos, Abad, Almeida, & Colom, 2013；陳怡君，2016）。鄭海蓮、林建宏（2011）研究顯示臺灣高中一年級男生的空間視覺與空間定位能力均顯著地優於女生。卻也有研究指出男、女並無差異。基於以上研究；本研究目的之二想探討不同性別高中生在空間能力的表現差異。

眾多的認知能力當中，「空間能力」是被提及與科學學習有關的能力，是學生未來是否選擇科學、科技、工程和數學（STEM）作為主修或職業的主要心理特徵（Lubinski, 2010；Wai, Lubinski & Benbow, 2009；陳怡君，2016）。基於以上研究；本研究目的之三想探討高中生語文成績與數理成績對空間能力的關係。

## 貳、文獻探討

### 一、空間能力的內涵

空間能力與視覺能力形成有關，是一個複雜的心智處理過程，個體能依據所對空間圖像的感知、揣想或思考之圖像在心智上進行回憶、擷取、移動、旋轉、改變方位、展開、組合及抽象思考推理的能力，是一種具有組織及分解得上下架構及將物體與圖像能相互轉換的能力，

超越一般的認知能力，也被稱為空間認知、空間智慧、空間推理、空間感知（陳偉民，2010；賴良助，2010；蔣家唐，2001）。空間能力測驗屬於非語文智力測驗的一種，非語文智力測驗之編製原則大致是以受試者去界定各抽象圖形間之關係，從四至六個選項中找出最適當者，其圖形之特徵不同：形狀、方向、轉軸、連續、映象、大小、長度、移動和圖案組形（洪志盈，2004）。本研究採用賴良助（2010）所發展的「空間能力測驗量表」，包含對空間形狀的察覺、鏡射所形成影像的辨識、立體圖形的旋轉、三視圖的組合及剖視圖的辨識等五個向度為空間能力的內涵。

## 二、性別與空間能力

許多研究發現，空間能力存在性別差異，男生在某些程度中，空間感優於女生（左台益、梁勇能，2001；張麗芬，1988）。鄭海蓮、林建宏（2011）研究發現高中一年級男生的空間視覺與空間定位能力均顯著地優於女生。此外也有許多研究發現性別對空間能力並無影響（陳怡君，2003；馮雅慧，2006；歐瑞蘭，2010；賴良助，2000）。影響個體空間能力的相關因素中，研究顯示包含性向、過去的經驗、喜好等與空間能力有關。性別在空間能力方面的差異研究上不一而足，近幾年調查研究顯示，空間能力的男女差異，正逐漸減小中（Newcombe & Stieff, 2012；陳怡君，2016）。

## 三、數理成就與空間能力

空間能力的研究始於二十世紀初期，被許多智力理論學者認為是人類智能的重要因素之一。Gardner（1983）認為空間能力是人類智能的重要因素之一，並認為此能力的高低與抽象思考、數理、科學、繪圖能力等有密切關係。密切相關之餘，空間能力高的人在數學、科學及機械上有較佳的學習成效，與空間概念技能有關的領域，包括化學、數學都需要空間技能協助學生有效解決問題（陳婉如，1998；陳偉民，2010；賴良助，2010）。近代，研究焦點轉移至針對空間能力與學科學習成效間之相關進行深廣泛的探討。吳文如（2003）於國中生空間能力與數學成就相關因素之研究中亦發現國中生的空間能力與數學成就具相關性，馮雅慧（2006）針對國小學生進行研究顯示，數學幾何成就低、中、高組學生於空間能力表現具有差異性。



## 參、研究設計

### 一、研究對象與抽樣

本研究之母群體以台南二中一年級普通班學生為研究對象有 18 班共 698 人。以便利取樣的方式抽出 1 個數理適性班 (A 班)、1 個績優普通班 (B 班)、1 個普通班 (C 班) 及 1 個語文適性班 (D 班) 共 4 班學生為研究對象共 164 人，有效測驗為 137 人達 83.5%。

### 二、研究程序

本研究採調查研究方式進行，就 4 個班級進行施測，了解學生的空間能力表現。透過 SPSS 軟體進行國文、英文、數學及自然學科 (物理及化學) 高一學年成績以前 31% 為高分組，32%-68% 為中分組，後 31% 為低分組進行平均數、標準差、t 考驗統計法及單因子變異數分析，檢驗不同性別與班別樣本學生在空間能力與學科間的表現差異，進而撰寫研究報告。

### 三、研究工具

本研究之空間能力測驗，經研究者賴良助 (2010) 同意，採用其發展的「空間能力測驗量表」，旨在評量學生的空間能力的發展。空間能力的各向度定義為包含「空間知覺」、「空間辨識」、「空間旋轉」、「空間組織」及「空間切割」等五個向度，各 15 題每題以 1 分計，全量表共 75 題。內容包含 1. 空間知覺：個體具備察覺空間圖像而揣想其他方向之視覺影像的能力。2. 空間辨識：個體能辨識與擷取圖像並能將其形成影像的能力。3. 空間旋轉：個體對旋轉後之立體圖像，能保持立體圖像特徵清晰不亂的能力。4. 空間組織：個體能對不同方向觀察物體之影像予以組織並組合成立體影像的能力。5. 空間切割：個體能從不同觀點思考、轉換與處理圖像之特性或關係的能力，試題範例如附件。

## 肆、研究發現

### 一、高一學生空間能力表現

樣本學生在空間能力測驗得分表現如表 1 及圖 1 所示，空間能力表現依序為數理適性班、績優普通班、普通班及語文適性班。空間能力包含的各向度而言，空間辨識能力表現最佳，依序為空間組織、空間旋轉及空間切割。空間辨識為物體鏡射的判斷，為單一軸向辨識，得

分率為 77.6%。空間組織為三視圖的判斷，得分率為 64.2%。空間旋轉為三個軸向的旋轉辨識，得分率在 50.7%。

空間知覺雖得分最低，但此題型為計算填充方式作答與其他選擇題題型相異，因此得分較低故難以進行比較。

表 1  
不同班別空間能力測驗得分

	空間知覺	空間辨識	空間旋轉	空間組織	空間切割	空間能力總和
數理適性班	7.42	12.33	8.78	10.44	8.03	47.00
績優普通班	7.03	12.88	8.47	10.74	7.47	46.59
普通班	6.13	10.39	6.74	8.90	6.16	38.32
語文適性班	6.11	10.94	6.44	8.44	6.11	38.06
平均	6.67	11.64	7.61	9.63	6.94	

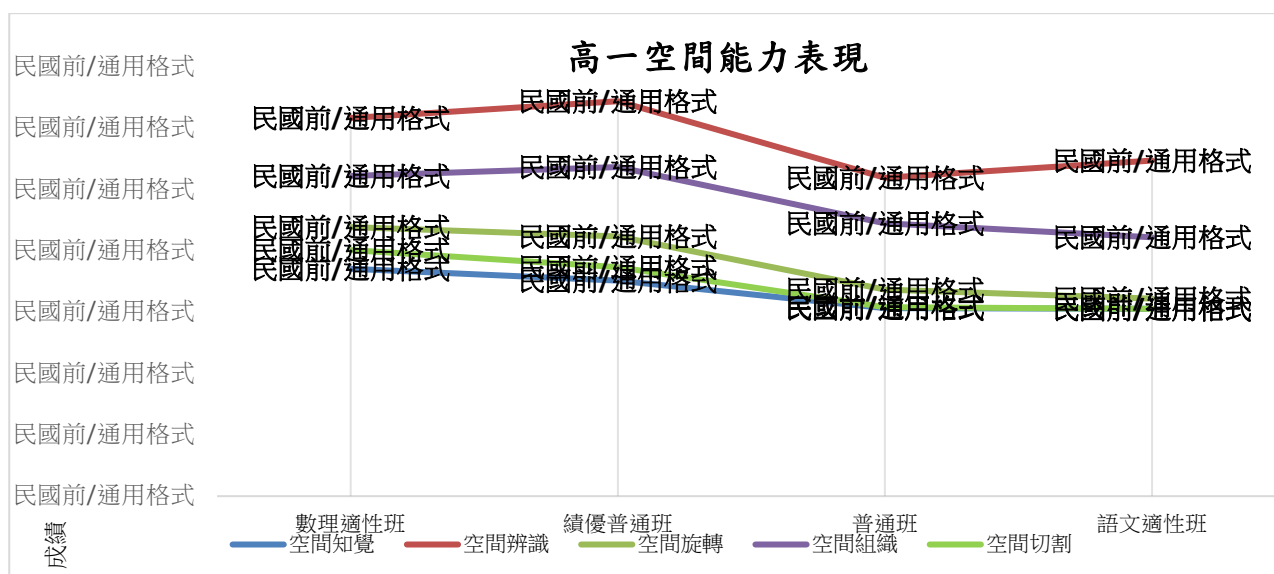


圖 1 高一學生空間能力表現

## 二、不同性別高中學生的空間能力表現

不同性別高中生的空間能力如表 2 所示：樣本高中男生空間能力 (M=44.02) 顯著高於高中女生空間能力 (M=36.16)。空間能力包含的各向度中，空間辨識能力、空間組織、空間旋轉及空間切割等男生表現高於女生達顯著。

表 2

樣本不同性別高中生的空間能力分析

	女生 N=25		男生 N=112		t 值
	M	SD	M	SD	
空間知覺	5.84	2.03	6.88	2.52	
空間辨識	10.48	2.80	11.93	3.33	-2.02*
空間旋轉	5.96	2.57	8.00	2.73	-3.41**
空間組織	8.28	2.85	9.95	2.74	-2.73**
空間切割	5.60	2.68	7.27	2.53	-2.95**
空間能力	36.16	7.96	44.02	8.92	-4.06***

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

三、不同班別與空間能力表現

不同班別高中生的空間能力如表 3 所示：數理適性班 (M=47.00) 與績優普班 (M=46.59) 的空間能力得分高於普通班 (M=38.32) 及語文適性班 (M=38.06)。也高於普通班及語文適性班達顯著水準。

表 3

不同班別的高中學生空間能力表現

	數理適性班 N=36		績優普通班 N=34		普通班 N=31		語文適性班 N=36		F 值	事後比較
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
	空間能力	47.00	8.75	46.59	8.21	38.32	7.93	38.06		

\*\*\*p<.001

四、不同學科成績與空間能力表現

樣本高中生各學科高、低分組在空間能力的表現如表 4 所示，數學學業成績高分學生的空間能力 (M=44.89) 顯著優於成績低分學生 (M=39.42)。自然學科學業成績高分學生的空間能力 (M=44.64) 顯著優於學科成績低分學生 (M=38.93)。英文科學業成績低分學生的空間能力 (M=44.93) 顯著優於學業成績高分學生 (M=40.05)。國文科目學業成績高分組與低分組的空間能力並無顯著差異。

表 4

樣本高中生不同學科的空間能力表現分析

空間能力	高分組 (69%)		低分組 (31%)		t 值	合計 (n=137)	
	M	SD	M	SD		M	SD
國文	41.22	8.06	42.44	10.30	-.66		
英文	40.05	8.37	44.93	9.66	-2.49*		
數學	44.89	9.69	39.42	8.59	2.82**	42.58	9.24
自然 (物理+化學)	44.64	9.35	38.93	8.15	2.99**		

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

## 伍、研究結論與建議

### 一、研究結論

#### (一) 高中生的空間能力的表現互有差異

本研究發現高中生在空間能力各向度的表現上以立體圖形方位改變之空間辨識向度表現極佳答對接近八成的答對率，三視圖的立體判斷之空間組織向度表現其次，顯示高中生在空間的組合及抽象思考的能力上有一定的表現。

#### (二) 男生在空間能力表現優於女生

本研究發現空間能力以男生較為高分，顯示空間能力也有性別差異。研究結果與左台益、梁勇能 (2001)，張麗芬 (1988) 相符。許多文獻已證明電腦輔助媒體對女性的效用相對於男性有更顯著的效果。因此後天的學習可以抵銷空間能力不佳者在心智上操作空間的弱勢。近年的調查研究也顯示，空間能力的男女差異跟早期比起來，正逐漸減小中 (陳怡君, 2016)。

#### (三) 數理學科表現與空間能力呈現正向關係

本研究發現空間能力測驗得分以為數理適性班及績優普通班表現優於普通班及語文班為最高。語文適性班在測驗分數較其他班級為低，顯示語文與數理能力有其空間智能上的差異特質。配合 108 新課綱之數學領域所著重的空間幾何概念的領綱內容，顯示空間能力在高中生的學習上逐漸受到重視。

在眾多的認知能力當中，「空間能力」是經常被提起與科學學習有關的能力，多篇長時間調查、大樣本的研究指稱，「空間能力」是學生未來是否選擇科學、科技、工程和數

學 (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM) 作為主修或職業的主要心理特徵 (陳怡君, 2016)。本研究顯示就學科而言, 數學及自然領域的成績表現與空間能力有正向關係, 成績越高的學生空間能力越好。符合 Gardner 多元智立論中的空間能力的高低與抽象思考、數理、科學、繪圖能力等具有密切關係。研究結果與陳婉如 (1998)、陳偉民 (2010) 及賴良助 (2010) 相符。然而國文及英文的語文領域對於空間能力關係有異於數理學科。

## 二、研究建議

### (一) 鼓勵學生關注提升空間能力的多元智能學習

研究發現學生過去的生活經驗、喜歡玩具類型、學習經驗、空間能力相關電玩遊戲等皆有可能影響個體空間能力。個體過去的經驗、動手操作、適當的空間教學策略, 重複練習皆可增強改進空間能力, 應鼓勵學生多參與空間的活動或教學課程, 提升空間知覺的概念及能力。我國大學入學考試中心亦將空間能力視為高中生選擇未來進路的重要指標, 綜觀普通高中課程內容, 生活科技課程的圖學教學實為強化學生空間能力的學習。以本校為例; 除了生活科技必修課程中的基礎製圖, 在一年級多元選修開設「工程圖學製圖與識圖」1 學分, 以電腦設計製圖及手繪技能為基礎。待 108 年新課綱實施, 在高二第一類組開「室內設計製圖與製作」、第二類組開「工程製圖與製作」等延伸多元選修課程。

### (二) 建議數理學科輔以空間能力教學相互強化

本研究發現數理能力與空間能力具有脈絡關係, 建議數理科目教學善用空間教學輔助, 可以提升學生對數理科目的興趣, 也能強化學生空間能力提升學生智能。邱秀玲、鄭忠煌 (2017) 研究顯示 3D 繪圖軟體實作教學有助於提升空間能力。用 3D 電腦繪圖軟體的特性在於工具的多樣化及製作的效率, 藉由軟體功能的複製、翻轉、位移、聯集、交集可以迅速製作外型。學生透過虛擬的實體將抽象概念轉化成實體呈現, 有助於學生數理的學習。Pallrand 和 Seeber (1984) 研究針對大學物理系學生進行空間能力與科學課程學習成效關係研究, 實驗研究發現物理課程若採用空間向量與圖形來教學, 可增強學習者的空間能力。以本校為例; 因應高中 108 新課綱中數學科空間概念的重要取向, 校內開設以數學探究實作的「多面體實作教學」多元選修課程, 若能與生活科技進行協同教學; 運用 3D 電腦繪圖軟體輔助實體模擬及展開圖繪製, 必能強化學習。

## 參考文獻

- 吳文如 (2004)。國中生空間能力與數學成就相關因素之研究 (未出版碩士論文)。國立臺北師範學院，台北市。
- 林芸宏 (2015)。國中生空間能力與數學幾何成就相關之研究—以台東市某國中為例 (未出版碩士論文)。國立臺東大學，台東縣。
- 邱秀玲、鄭忠煌 (2017)。3D繪圖軟體實作教學對高中學生空間能力的影響。2017教學改革與教師發展實證研究研討會論文集。上海：上海電機學院。
- 洪志盈 (2004)。國小學童空間力量表建構之研究 (未出版碩士論文)。國立彰化師範大學，彰化縣。
- 康鳳梅、簡慶郎、鍾怡慧、唐秉鈞、盧永昌 (2006)。高工學生空間能力常模及空間能力資源網建構之研究。師大學報，51 (2)，1-14。
- 張麗芬 (1988)。兒童空間認知發展之研究 (未出版碩士論文)。國立政治大學，台北市。
- 教育部 (2017)。十二年國民基本教育數學領域課程綱要。台北：教育部。
- 陳怡君 (2003)。國小高年級學生空間感特徵之探究 (未出版碩士論文)。國立臺南教育大學，台南市。
- 陳怡君 (2016)。淺談空間能力的性別差異與科學、科技、工程及數學類型的職業選擇。科學教育月刊，329，47-55。
- 陳偉民 (2010)。不同空間能力學生使用3D繪圖軟體對創意表現影響之研究 (未出版碩士論文)。國立臺灣師範大學，台北市。
- 馮雅慧 (2006)。空間能力與數學幾何成就相關之探究 (未出版碩士論文)。國立台中教育大學，台中市。
- 歐瑞蘭 (2010)。國小六年級學童空間能力與問題表徵之相關研究 (未出版碩士論文)。國立臺中教育大學，台中市。
- 鄭海蓮、林建宏 (2011)。具性別恆等測量基礎的空間能力性別差異。測驗學刊，69 (2)，303-327。
- 鄭海蓮、陳世玉 (2007)。標準化空間能力測驗之建模與驗證。測驗與評量，3 (4)，181-215。
- 賴良助 (2010)。電腦立體模型模擬動畫教學對國中學生空間能力提昇之研究 (未出版博士論文)。國立彰化師範大學，彰化縣。

- 戴文雄 (1994)。高工學生空間觀念對機械製圖學習成效與態度之研究。國科會專題研究計畫成果報告 (NSC84-2511-S-003-027TG)。台北市：國立台灣師範大學工業教育學系。
- 謝博仁 (2012)。3D電腦影像對機械製圖空間能力的影響 (未出版碩士論文)。逢甲大學，台中市。
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. N Y: Basic Books.
- Lemos, G. C., Abad, F. J., Almeida, L. S., & Colom, R. (2013). Sex differences on g and non-g intellectual performance reveal potential sources of STEM discrepancies. *Intelligence, 41*(1), 11-18.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development, 56* (6), 1479-1498.
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences, 49*(4), 344-351.
- Newcombe, N. S., & Stieff, M. (2012). Six myths about spatial thinking. *International Journal of Science Education, 34*(6), 955-971.
- Pallrand, G. J., & Seeber, F. (1984). Spatial ability and achievement in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching, 21*(5), 507-516.

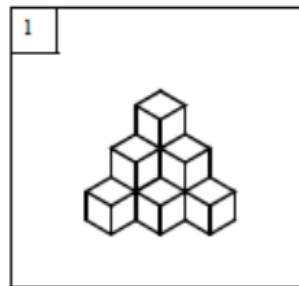
## 附錄：空間能力測驗題型及測驗說明

### 一、空間知覺能力測驗：

#### (一) 作答說明：

1. 本項測驗全部以圖形顯示。
2. 請你數一數每一個圖形中各由幾個小立方塊組成。
3. 請將答案填入答案紙中。

#### (二) 例題：



說明：在上列之例題中，所示之圖形總共由 10 塊小立方所組成，故答案為 10，並將 10 填入答案紙中。

#### (三) 此部份共有 15 個題目

#### (四) 作答時間 4 分鐘

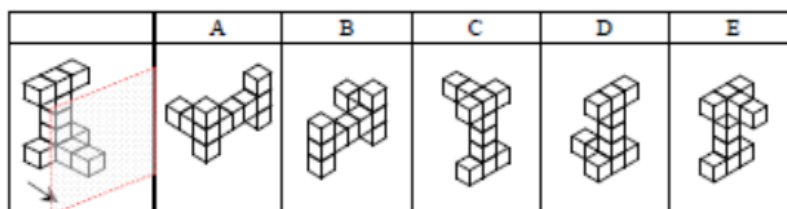
### 二、空間辨識能力：

#### (一) 作答說明：

1. 本項測驗全部以圖形顯示。
2. 一以箭頭方向向右鏡面（紅框網底平面）做鏡射不經任何旋轉的圖形，請在 A、B、C、D、E 五個答案選項找出鏡面呈現的圖形。
3. 並將正確答案填入答案卡內注意。

#### (二) 例題：

如下圖所示，左邊圖形向右鏡面（紅框網底平面）做鏡射，答案 D，將答案 D 填入答案紙中。



#### (三) 此部份試題共計 15 題。

#### (四) 作答時間為 3 分鐘。



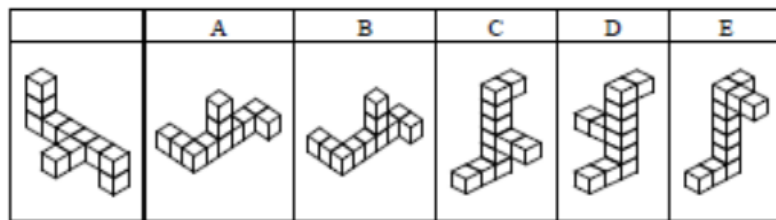
### 三、空間旋轉能力：

#### (一) 作答說明：

1. 本項測驗全部以圖形顯示。
2. 圖形（題目左方）經自由旋轉後，在 A、B、C、D、E 五個答案選項中能找出與左方題目完全一樣之圖形。
3. 將正確答案填入答案紙內。
4. 請注意，試卷不得做翻轉及鏡射觀察。

#### (二) 例題：

如下圖所示，A 為物體經平面旋轉後，其圖形與左方題目完全相同，因此將答案 D 填入答案紙中。



(三) 此部份試題共計 15 題。

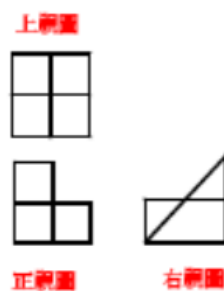
(四) 作答時間為 3 分鐘。

### 四、空間組織能力：

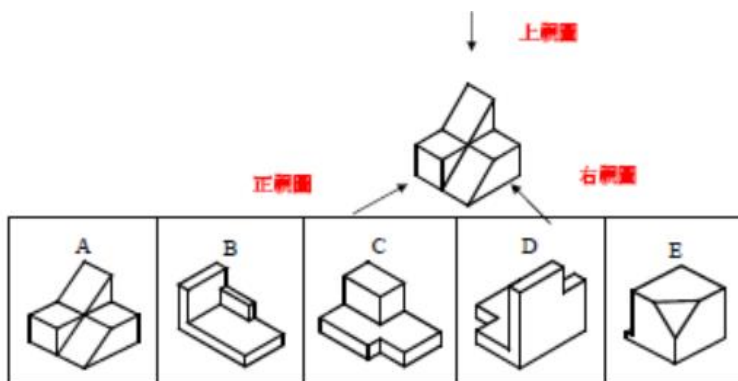
#### (一) 作答說明：

1. 本項測驗皆以圖形顯示。
2. 題目中標有正視圖、右視圖、上視圖三個視圖能形成一個立體圖，請於答案選項中選出最有可能的圖形。並將正確填入答案紙中。

#### (二) 例題：



在上列之例題中，下圖為上列各視圖組合之立體圖，將其答案填入答案紙中。



(三) 此部份共有 15 個題目

(四) 作答時間 4 分鐘

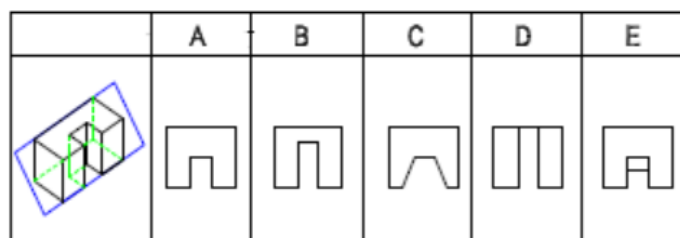
五、空間思考能力：

(一) 作答說明：

1. 本項測驗全部以圖形顯示。
2. 有一物體經一切面斜切後，請在 A、B、C、D、E 五個答案選項選出截面顯示之圖形。
3. 並將您所選擇之答案填入答案紙中。

(二) 例題：

如下圖所示，A 為物體經對角斜切後於截面顯示之圖形，因此將答案 A 填入答案紙中。



(三) 此部份試題共計15 題。

(四) 作答時間3 分鐘

## 應用虛擬實境與輔助學習軟體於高中橋樑結構設計概念之學習成效

# The Study of Applying Virtual Reality and Learning Software in Conceptual Learning of Bridge Construction Design in High School Living Technology Class

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

本文為因應十二年國民基本教育課程綱要—科技領域草案之課程核心「工程設計」，因此規劃一套橋樑結構設計教學活動，並採用不同的教學方法，欲探討施以何種教學方法於橋樑結構設計課程之於高一學生的概念學習最有助益，且課程規劃是否有助於高一學生在橋樑設計與製作能力的提升，並於實施三週課程後分析、整理其研究結果、結論與建議。具體而言，本文最終提出三點建議：(1)開發多元的虛擬實境教材並適當地應用於橋樑結構設計教學活動；(2)採用合適的教學方法與規則使輔助學習軟體有效地應用於橋樑結構設計教學活動；(3)規劃合宜的教學活動使實體教具有效地應用於橋樑結構設計教學活動。

**關鍵字：**虛擬實境、輔助學習軟體、結構設計教學活動

## 壹、前言

由於科技快速發展，網際網路、大數據等普及，為了讓每位學生能在未來成為一位可以因應社會變遷迅速的資訊公民，因此教育部頒定十二年國民基本教育課程綱要—科技領域草案，目的即為培養學生的科技素養，進而培養學生具備能夠使用科技工具進行設計與製作的能力（國家教育研究院，2016）。

根據新課綱對於高中生活科技課程的規劃，未來將著重在「工程設計」，即是期望學生能透過工程設計進行專題製作，而從學習內容的規劃中，也可發現未來課程將以機構與結構的設計與應用作為學習主軸（國家教育研究院，2016），然根據目前高中生活科技教師的授課狀況，甚少實施結構設計課程，且現行也較少有研究著墨於結構設計，因此本研究選定結構設計課程作為本文探討主題。

過去在九年一貫課程時期，雖然有需多生活科技教師願意實施結構設計課程，並以橋樑結構設計作為課程主題，然最終多流於橋樑外觀的設計，且未完善的講授結構力學的概念（林珍瑩，2001；林財世，2004；郭家銘，2005），但對於新課綱來說，結構力學分析教學將會是實施工程設計的一大重點，學生需理解材料抗拉、抗壓的程度，才能夠設計出一座穩固的橋樑。因此本研究欲規劃一套橋樑結構設計教學活動，以探討學生在學習課程後，是否對於學習結構設計的概念知識有所助益，並且幫助學生日後順利地設計與製作出一座結構穩固的橋樑。

本研究規劃的橋樑結構設計教學活動共分為三個課程主題：結構型態與橋樑結構、結構力學與力學分析、橋樑設計與製作，主要期望學生能夠通過基本的結構認識，再進入較為深奧的力學分析，最後產出橋樑設計圖。由於過去橋樑結構設計教學活動較為著重在創意設計（林珍瑩，2001；林財世，2004；郭家銘，2005），而非傳遞結構力學的概念，進而無法讓學生清楚知道橋樑結構變形的原因，因此本研究欲透過兩種不同的教學方式，以探討採用何種形式有助於高一學生在力學概念上的學習，並對於學生在橋樑設計與製作時有所助益，而本研究選擇的兩種教學方式分別為：(1)使用輔助學習軟體—Bridge Constructor FREE、West Point Bridge Designer (WPBD) 來進行結構力學與力學分析課程，並善用近幾年興起的虛擬實境技術，透過兩項虛擬實境設備—zSpace、VR CASE，讓學生有機會運用到科技工具，並運用新科技建立結構型態的基本概念，以及探討橋樑結構型態；(2)使用實體教具—智高結構密碼，讓學生透過組裝結構、橋樑模型以探討橋樑結構型態，並建立結構型態的基本概念與結構力學分析的能力。

綜上所述，本研究的目的為：

1. 建構橋樑工程設計的概念知識。
2. 探討不同教學策略對於橋樑結構設計的教學成效。

## 貳、文獻探討

本節將根據本研究在橋樑結構設計教學活動上所採用的虛擬實境設備、輔助學習軟體與實體教具以及其在教學上的應用進行介紹，並針對虛擬實境與輔助學習軟體應用於教育上的相關研究進行整理。

### 一、虛擬實境設備在教學的應用

以下針對橋樑結構設計教學活動所採用的虛擬實境設備進行整理，並說明其在教學上的應用。

#### (一) 虛擬實境桌上型設備—zSpace

zSpace 為一台桌上型虛擬實境設備，除了有一台一體成型的電腦系統 zSpace 外，其配件包含虛擬互動筆、滑鼠、鍵盤、3D 追蹤眼鏡、2D 眼鏡、追蹤攝影鏡頭與網路攝影機，如圖 1 所示（嘉穎科技，2017a）。



圖 1 zSpace 配件

以下針對 zSpace 的配件進行介紹：

1. 虛擬互動筆：使用者可藉由虛擬互動筆與虛擬物件互動，並可在六個自由度中隨意操弄物件。
2. 3D 與 2D 眼鏡：當使用者配戴 3D 眼鏡時，可感受虛擬場景中物件的立體效果，而眼鏡上設有反射器，因此追蹤攝影鏡頭可以藉由反射器捕捉使用者頭部位置，物件視角也會因為使用者頭部的轉動而有變化；2D 眼鏡由於未設有反射器，因此觀察者可配戴該副眼鏡進行觀察。

3. 追蹤攝影鏡頭：追蹤攝影鏡頭的設置主要是與 3D 眼鏡配合，追蹤系統可以追蹤 3D 眼鏡上的反射器來判斷使用者頭部的位位置，使得物件視角可以隨使用者頭部轉動而有變化，讓使用者能夠有身歷其境的感受。
4. 網路攝影機：網路攝影機設置的目的主要是能夠進行視訊會議或聊天。

虛擬實境設備 zSpace 主要透過虛擬實境技術將 2D 影像轉為 3D 立體成像，使學生在操作過程中能夠體驗擬真的虛擬世界。而該設備的問世主要為因應 STEAM 教育（Science 科學、Technology 科技、Engineering 工程、Art 藝術、Math 數學）的興起，因此 zSpace 規劃了數項 STEAM 課程，如：物理科學、生命科學、生態學、機械工程、歷史文化等，以打破過去傳統教學的時空限制，讓學生能夠在操作設備中親身體驗，像是歷史文物探索，此外，由於該設備能夠進行實驗，因此也能夠降低的危險性，並能反覆練習實驗內容（嘉穎科技，2017b）。

由於 zSpace 所提供的課程內容有限，因此本研究將善用該設備以將 2D 影像轉為 3D 立體成像的特性，讓學生在進入橋樑結構設計課程前，提供學生一個引起動機的探索活動，藉由展示數個 3D 橋樑模型，讓學生能夠在操弄模型的過程中思考不同型態的橋樑間存在哪些差異，以及思考橋樑如何建構而成。

## （二）虛擬實境頭戴式設備—VR CASE

VR CASE 為一台虛擬實境頭戴式裝置，該裝置除了設有手機卡板外，亦有目距、瞳距調節的功能，讓使用者可根據自己眼距及畫面進行調整，如圖 2 所示。而虛擬實境頭戴式裝置的問世，主要是讓使用者能夠進行虛擬實境遊戲、虛擬實境影片觀賞等，或是體驗 360 度環景效果，如：不受時空限制的欣賞世界各地的建築、自然景觀。



圖 2 VR CASE

以下針對 VR CASE 的主要功能進行介紹：

1. 手機卡板：此功能設立的目的是放置使用者的手機，使用者可事先設定好欲觀賞的虛擬實境影片、虛擬實境遊戲、360 度影像等，並手機放在卡板上，即可體驗擬真的虛擬實境活動。
2. 目距、瞳距調節：此功能設立目的是防止使用者在觀看中產生暈眩感，使用者可以根據自己的眼距進行調節，調節完畢後即可舒適的觀看。

本研究在橋樑結構設計教學活動上採用 VR CASE 的目的，主要是幫助學生能夠順利地繪製橋樑設計圖。在開始設計前，將會先安排一場體驗活動，透過讓學生下載 Google 街景服務 app，並找尋他們欲觀賞的橋樑，接著再搭配 VR CASE，學生將可以不受時空限制，體驗擬真的各國橋樑。

### (三) 360 度環景攝影機

360 度環景攝影機為一球型環景相機，該相機具備二個廣角鏡頭，可拍攝 360 度環景影像或影片，而此台 360 度環景攝影機可搭配原廠公司所提供的手機 app 軟體—360 CAM 管理員應用程式，手機將可與相機連動，除了能夠藉由手機操縱相機外，亦能及時觀看所拍攝的影像內容 (LG, 2016)。360 度環景攝影機如圖 3 所示。



圖 3 360 度環景攝影機

本研究在橋樑結構設計教學活動上採用 360 度環景攝影機的目的，主要是能夠記錄橋樑承重測試的過程。由於學生在橋樑製作完畢後，將會進行橋樑承重測試，勢必測試完畢後，橋樑將會受到破壞、斷裂，因此本研究期望在進行承重測試時，教師能透過 360 度環景攝影機拍攝、記錄各組橋樑承重過程，讓學生藉由 360 度環景畫面，回顧橋樑斷裂過程，以助於學生思考橋樑如何進一步改善，才能夠承受更大的力量。

## 二、輔助學習軟體與實體教具在教學的應用

以下針對橋樑結構設計教學活動所採用的輔助學習軟體與教具進行整理，並說明其在教學上的應用。

### (一) 西點大橋設計師(West Point Bridge Designer, WPBD)

西點大橋設計師為一套橋樑設計模擬軟體，該套軟體可以建造不同型態的橋樑，並能夠實際模擬當車子駛過橋樑時，橋樑各個桿件的受力狀況，且可以再進一步根據受力情形改善橋樑的設計，如：降低成本、更換桿件材料等，此外，該套軟體甚至能提供以人或車的視角，觀看車子駛過橋樑的畫面，使學生在操作該軟體上，更為擬真(Engineering Encounters, 2016)。

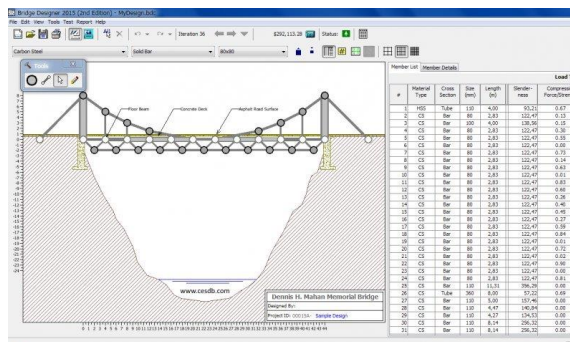


圖 4 西點大橋設計師 (WPBD) 介面

本研究在實驗組的結構力學課程使用 WPBD 的目的，除了該軟體能夠讓學生體驗工程設計流程，最重要的是可以讓學生根據橋樑模擬實驗，以瞭解橋樑負載情況並改善橋樑設計。

### (二) 智高結構密碼—橋樑與摩天大樓

智高結構密碼—橋樑與摩天大樓為一套橋樑模組，該套模組提供了 24 種不同的零件，其中像是：結合鍵、扳手、固定鍵、繩索等，使用者可以根據該套模組提供的零件組裝不同類型的橋樑模型，並依據使用手冊上所設定的問題進行實驗，讓學生在實驗中瞭解工程設計與力學的概念，如：組裝一個簡單的立體結構，透過雙手擠壓、拉扯結構，以探索結構的穩定度及如何強化結構 (智高實業, 2017)。



圖 5 智高結構密碼—橋樑與摩天大樓



本研究在控制組的結構力學課程使用智高結構密碼—橋樑與摩天大樓的目的，主要是希望在不給使用手冊、橋樑組裝流程圖的前提下，學生能分組討論、研究如何組裝出教師所規定的橋樑模型，並在組裝完畢後進行壓力與拉力的測試，以讓學生認識結構力學的概念知識。

### (三) Bridge Constructor FREE

Bridge Constructor FREE 為一款手機 app，該遊戲與 WPBD 的內容類似，使用者可以嘗試以不同種類的材料搭建橋樑，並進行橋樑承重測試。該遊戲設計了數個關卡，每個關卡都會是以不同類型的橋樑讓使用者搭建，此外，當進入承重測試階段時，使用者也可以選擇不同種類的車輛，如：小客車或卡車進行測試，以確認橋樑使否能承受車的重量而不會斷裂，當車輛順利通過時，該關卡即過關，並會提供一個過關分數。

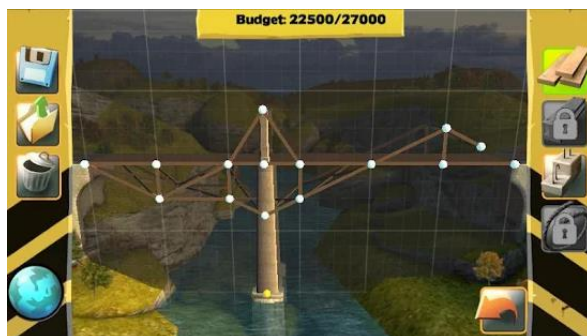


圖 6 Bridge Constructor FREE 介面

本研究在實驗組的結構型態與橋樑結構課程使用該遊戲軟體，以競賽的方式讓學生玩這款遊戲，且讓學生思考各個關卡如何提升過關分數，並在學習單記錄下每一關最高的分數，最後教師會透過一些問題來讓學生進行遊戲反思，如：各個關卡如何提高分數？而該競賽活動的設計目的主要是讓學生在挑戰如何讓各個關卡分數提高時，同時能思考建造一座結構穩固的橋樑須考量到選材、結構設計、安全性等要素，並讓學生能瞭解結構力學與力學分析課程對於建造橋樑之重要性。

### (四) Google 街景服務

Google 街景服務為一款手機 app，該款手機軟體提供各個國家的建築、風景等 360 度內外部實景，使用者可透過配戴虛擬實境頭戴式設備，欣賞並沉浸在世界各地的景色。

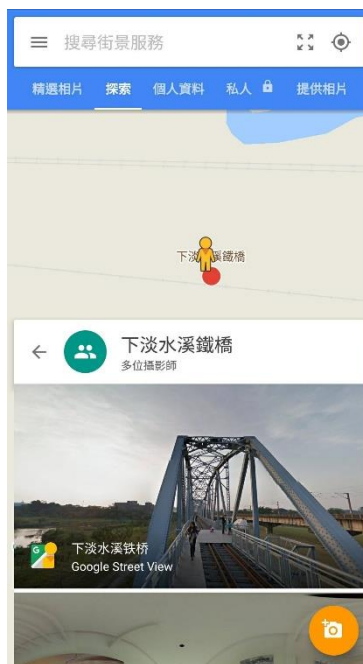


圖 7 Google 街景服務

本研究在實驗組實施橋樑設計與製作課程時，使用了 Google 街景服務，並搭配 VR CASE 讓學生能進行一個虛擬實境活動，透過讓學生查詢欲欣賞的橋樑，並配戴 VR CASE 進行觀看，讓學生能在進行橋樑設計前，去實際瞭解真實的橋樑結構，並激發學生設計的想像力。

### 三、虛擬實境、輔助學習軟體應用於教育上的相關研究

以下針對虛擬實境與輔助學習軟體應用於教育上的相關研究進行整理與說明。

Sampaio 和 Martins (2014) 的研究利用虛擬實境技術開發兩項常用於橋樑建造技術中的模型，分別為橋面興建工程的懸臂工法(cantilever method)與節塊推進工法(incremental launching method)，並將兩項模型應用到工程學系的教學上，而模型的開發主要利用 AutoCAD、3ds Max、EON studio 等 3D 建模軟體。此外，該模型的開發可幫助學生在學習的過程中瞭解整個施工程序，且使師生都能在課程中與虛擬物件進行互動，而該研究的研究結果也顯示有助於學生瞭解橋樑建造技術，教師亦認為該虛擬模型可有效地作為教學輔助。

周芯瑋 (2014) 的研究利用虛擬實境與擴增實境技術開發虛擬教材，並結合實體教具對國小三年級的學生施以風光互補發電系統課程，而該研究者主要利用以下軟體開發虛擬教材：(1)使用 3ds Max 與 Edius 剪接軟體開發虛擬實境教學影片；(2)使用 Adobe Flash 設計擴增實境教材；(3)使用 3D 列印技術印製 3ds Max 建好的模型，並作為課程的實體教具。該研究的研究結果顯示，當施以虛實整合教學時，學生對於擴增實境教材的興趣極高、觀看虛擬實境

影片則很投入，且在操作實體教具時，會連結到虛擬實境影片的內容題出問題，並將知識做整合，此外，研究結果亦顯示虛實整合教學有助於提升學生的學習興趣、專注力與課堂參與度。

呂美惠（2010）的研究利用電腦輔助軟體 Autodesk Inventor 對國小五年級學生實施工程設計課程—文具座設計與製作。而該研究的教學活動分為兩個部分，分別為「電腦輔助軟體—Autodesk Inventor 教學練習課程」、「應用電腦輔助繪圖設計與製作—文具座專案式學習課程」，並探討學生的設計與製作能力。該研究的研究結果顯示，在實施 Autodesk Inventor 軟體教學後，學生以能夠建構設計程序，而在實施文具座專案式學習課程後，學生的設計能力則逐漸成熟，且並能設計出具有美觀、功能且合理尺寸的作品。

綜上所述，現今已有將虛擬實境技術融入工程設計課程的研究，且虛擬實境技術有助於提升學生在學習上的興趣、專注力與參與度，再者，該技術應用在工程設計課程上將有良好的學習成效，像是課程知識的理解以及設計能力的提升。

惟目前文獻資料未有將虛擬實境技術結合輔助學習軟體應用至工程設計課程的相關文獻，因此本研究欲探討應用虛擬實境技術結合輔助學習軟體於橋樑結構設計課程，並探討其概念知識之學習成效。

## 參、研究方法

由於本研究欲實施的橋樑結構教學，以探討該課程規劃是否能滿足十二年國民基本教育課程綱要—科技領域草案所著重的工程設計，以及改善過去教師在實施生活科技結構設計課程的困難，如：結構力學過於抽象，學生無法理解等問題，期望透過本次教學實驗的實施，以瞭解高中生對於本研究所規劃的橋樑結構教學活動，是否能有助於他們在概念知識的理解，以及對於此概念知識是否能提升學生在後續橋樑設計製作的的能力，因此本節將針對本研究欲實施的橋樑結構教學進行實驗設計說明。

### 一、橋樑結構教學實驗設計

#### （一）教學目標

本研究應用虛擬實境與輔助學習軟體於橋樑結構設計教學活動設計之目的為二：(1) 規劃橋樑工程設計教學活動；(2) 改善橋樑結構設計課程過去在結構力學教學上過於抽象的問題，為達成上述目的，本研究的實驗組藉由虛擬實境搭配輔助學習軟體規劃橋樑結構設計課程，而控制組則採用實體教具規劃課程，以觀察實驗組與控制組在橋樑結構設

計的概念知識學習上是否存在差異，並瞭解何種教學策略對學生在橋樑結構設計的概念知識學習上是最有助益，並幫助學生設計與製作出結構完善的橋樑。

綜上所述，本研究的教學目標如下：

- 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。

## (二) 教學對象

本研究的教學實驗實施於台北市某市立高中，並採立意抽樣的方式，選擇該校高中一年級，並有選修生活科技課程的四個班級，其中一班 38 人，另外三個班級各 37 人，共計 149 人進行實驗。受試者以班級為單位，採隨機分派，其中二個班級作為實驗組，接受「虛擬實境+輔助學習軟體」教學，另外二個班級分派為控制組，接受「實體教具」教學，透過實驗組與控制組的分派，以探討何種教學方法對於高一學生在橋樑結構設計的概念學習學習成效最佳。

## (三) 教學時數

本研究的教學實驗將為期三週，每週生活科技課程為 2 節連堂，每節課約 50 分鐘，共計 300 分鐘，但該實驗在三週的概念知識課程結束後，仍會接續進行橋樑設計與製作的課程，因此本研究的橋樑結構設計教學共規劃 6 週的課程內容。

## (四) 教學設備

由於本研究欲探討採行「虛擬實境+輔助學習軟體」教學或「實體教具」教學，以探討學生在橋樑結構設計概念知識的學習成效，以及能否有助於提升橋樑設計與製作能力，因此本次教學實驗分為實驗組（虛擬實境+輔助學習軟體）與控制組（實體教具）兩組。而本研究為達教學上的差異，因而在結構力學的教學上，安排實驗組與控制組兩組採行不同方式進行教學：實驗組採用 WPBD 橋樑結構力學分析軟體實施課程；控制組則採用智高結構密碼—橋樑與摩天大樓來進行教學。

## (五) 教學流程

本研究的實驗組藉由虛擬實境並搭配輔助學習軟體 WPBD 及相關手機 app，控制組則藉由傳統教學模式搭配學習教具智高結構密碼，以規劃教學實驗之教學流程。由於本

研究教學實驗的目的是為了探討採取哪一種教學策略對學生在橋樑結構設計的概念學習上是最有助益，並期望該課程能幫助學生設計與製作出結構完善的橋樑，因此教學流程的規劃主要著重在前三週橋樑結構設計知識概念的安排，並根據實際教學實驗的教學流程進行課程教學說明，然為了使教學流程具備一定的完整性，因此本研究亦規劃後三週橋樑設計與製作的課程。以下本研究將整理出橋樑結構設計之教學流程，如表 1 所示。

表 1  
橋樑結構設計課程之教學流程

週次	課程主題	實驗對象	課程說明
第一週	結構型態與橋樑結構	實驗組	<b>教學內容：</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 結構的定義</li><li>2. 結構的組成與橋樑結構</li></ol> <b>教學說明：</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 以虛擬實境設備 zSpace 引起學生動機，藉由讓學生操弄橋樑模型，引導他們認識各種結構型態。</li><li>2. 安排橋樑模擬遊戲競賽，讓學生從競賽結果反思建構橋樑虛考量哪些要素。</li><li>3. 透過前 2 點教學活動安排，讓學生配合活動填寫結構型態學習單，並藉由讓學生自行蒐集資料或與同儕討論的方式進行填寫，以達到探究目的。</li></ol>
		控制組	<b>教學內容：</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 結構的定義</li><li>2. 結構的組成與橋樑結構</li></ol> <b>教學說明：</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 教師先根據本週課程主題提出相關問題，並請學生思考後填寫結構型態學習單第一大題。</li><li>2. 以智高橋樑模組進行教學活動，透過由簡入深的橋樑模型組裝，並配合結構型態學習單第二、三大題讓學生進行思考與填答。</li><li>3. 最後讓學生分享所見過的橋樑，將其繪製在結構型態學習單第四大題，並與同儕互相討論彼此分享出的橋樑有何差異，並將其填寫在結構型態學習單第五大題，以作為課程的結束。</li></ol>

(續下頁)

表 1

橋樑結構設計課程之教學流程(續)

週次	課程主題	實驗對象	課程說明
第 二 週	結構力學 與力學分 析	實驗組	<p><b>教學內容：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 認識結構力學</li><li>2. 認識內力、外力、反力</li><li>3. 認識內力的種類</li><li>4. 認識內力、應力與應變</li></ol> <p><b>教學說明：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 藉由上週橋樑模擬遊戲競賽，以複習上週課程內容。</li><li>2. 教師根據本週課程主題提出相關問題，並請學生思考後填寫結構力學與力學分析學習單第一大題。</li><li>3. 課程內容開始進行時，教師先以提問的方式，與學生互動，幫助學生回想以前學過的基本力學概念，接著再以講述法幫學生建構以下知識：(1)內力、外力、反力；(2)內力、應力與應變的關係；(3)簡單力學分析。</li><li>4. 讓學生嘗試分析簡單力學以填寫結構力學與力學分析學習單第二大題。</li><li>5. 教師教導學生操作橋樑結構模擬軟體 WPBD，讓學生開始嘗試分析不同橋樑種類的受力情形，並讓學生思考如何改善橋樑結構，以填寫結構力學與力學分析學習單第三、四大題。</li></ol>
		控制組	<p><b>教學內容：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 認識結構力學</li><li>2. 認識內力、外力、反力</li><li>3. 認識內力的種類</li><li>4. 認識內力、應力與應變</li></ol> <p><b>教學說明：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 教師複習上週課程。</li><li>2. 教師根據本週課程主題提出問題：何謂結構力學？教師請學生思考後回答，並統整學生的答案，再向學生說明之。</li><li>3. 教師透過複習基本力學概念開啟本週課程主題：結構力學。講授過程中，教師適時提出與課程相關問題，以增進師生互動。</li><li>4. 本週課程知識講授完畢後，發放學習單與智高橋樑模組，讓學生分組按照學習單要求的橋樑型態組裝橋樑模型，並在組裝過程中探索、思考學習單的問題，並填寫。</li><li>5. 教師將學習單收回後，進行檢討。</li></ol>

表 1

橋樑結構設計課程之教學流程(續)

週次	課程主題	實驗對象	課程說明
第 三 週	橋樑設計 與製作	實驗組	<b>教學內容：</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 桁架的接點模式</li><li>2. 材料的抗壓與抗拉</li></ol> <b>教學說明：</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 教師複習上週課程—桁架分析。</li><li>2. 教師講授本週課程主題，並適時提出相關問題以增加師生互動。</li><li>3. 本週課程知識講授完畢後，開始讓學生分組(6人一組)進行虛擬實境活動—橋樑欣賞，透過 VR CASE 搭配 Goggle 街景服務 app，讓學生能夠欣賞世界各國橋樑，以激發學生在橋樑設計上的想像力。</li><li>4. 虛擬實境活動結束後，請學生再次分組(3-4人一組)，並發放橋樑設計與製作學習單、方格圖，讓學生開始小組討論、規劃、設計橋樑，並填寫學習單。</li><li>5. 教師將小組學習單收回後，發放課程反思單讓學生針對前三週課程進行一個課程回饋，另外，方格圖則請學生帶回家繼續繪製，並要求學生下次上課前要繪製完成，並將方格圖帶來學校。</li></ol>
		控制組	<b>教學內容：</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 桁架的接點模式</li><li>2. 材料的抗壓與抗拉</li></ol> <b>教學說明：</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 教師複習上週課程—桁架分析。</li><li>2. 教師講授本週課程主題，並適時提出相關問題以增加師生互動。</li><li>3. 本週課程主題講授完畢後，請學生分組(3-4人一組)，並發放橋樑設計與製作學習單、方格圖，讓學生開始小組討論、規劃、設計橋樑，並填寫學習單。</li><li>4. 教師將小組學習單收回後，發放課程反思單讓學生針對前三週課程進行一個課程回饋，另外，方格圖則請學生帶回家繼續繪製，並要求學生下次上課前要繪製完成，並將方格圖帶來學校。</li></ol>

(續下頁)

表 1

橋樑結構設計課程之教學流程(續)

週次	課程主題	實驗對象	課程說明
第 四 週 ~ 第 六 週	橋樑設計 與製作	實驗組	<p><b>教學內容：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 橋樑製作</li> <li>2. 作品分享</li> </ol> <p><b>教學說明：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 教師複習橋樑設計與製作活動要點。</li> <li>2. 教師請學生分組(3~4 人一組)，且發放橋樑設計與製作學習單以及方格圖，讓學生分組討論設計方案，並填寫橋樑設計與製作學習單，以及將設計好的橋樑繪製在方格圖上。</li> <li>3. 教師發放材料與工具，讓學生進行製作。</li> <li>4. 橋樑製作完畢後，進行橋樑承重測試，並在承重測試過程中使用 360 度環景攝影機拍攝紀錄。</li> <li>5. 橋樑承重測試完畢後，教師根據測試結果給予學生回饋。</li> <li>6. 教師將 360 度環景攝影機拍攝紀錄的內容上傳至 YouTube，並請學生至 YouTube 搜尋影片且配戴 VR CASE 觀看橋樑承重測試過程，以思考如何再進一步地強化橋樑結構。</li> <li>7. 教師發放橋樑設計與製作反思單，讓學生針對製作橋樑的過程進行反思並填寫，填寫完畢後，教師再將反思單收回。</li> </ol>
		控制組	<p><b>教學內容：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 橋樑製作</li> <li>2. 作品分享</li> </ol> <p><b>教學說明：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 教師複習橋樑設計與製作活動要點。</li> <li>2. 教師請學生分組(3~4 人一組)，且發放橋樑設計與製作學習單以及方格圖，讓學生分組討論設計方案，並填寫橋樑設計與製作學習單，以及將設計好的橋樑繪製在方格圖上。</li> <li>3. 教師發放材料與工具，讓學生進行製作。</li> <li>4. 橋樑製作完畢後，開始進行橋樑承重測試，並在測試完畢後，教師先針對測試結果進行回饋，並發放樑設計與製作反思單，讓學生針對製作橋樑的過程進行反思並填寫，填寫完畢後，教師再將反思單收回。</li> </ol>

資料來源：本研究整理。



## 二、研究工具

本研究應用虛擬實境與傳統教學模式，並搭配不同的輔助學習軟體或教具於高中橋樑結構設計教學活動，欲探討高一學生在結構設計概念知識的學習成效，因此本研究規劃了學習單與課程反思單，以作為探討的依據。以下針對學習單與課程反思單設計說明如下：

### (一) 學習單

由於本研究實施橋樑結構設計教學活動的目的即是為了瞭解使用不同的教學方法，哪一種方式對於學生在學習橋樑結構設計課程的概念知識成效最佳，並有助於提升學生橋樑設計與製作能力，因此本研究根據每週實驗組與控制組的課程內容規劃，設計不同問題的學習單，以探討實驗組與控制組在概念知識學習上的差異。本研究最終根據前三週概念知識學習主題—結構型態與橋樑結構、結構力學與力學分析、橋樑設計，規劃實驗組與控制組各兩份，共四份學習單，而實驗組與控制組會依據不同的課程內容規劃而設計不同類型的題目，如：結構力學課程，由於實驗組以 WPBD 軟體進行，控制組則以智高結構密碼—橋樑與摩天大樓進行，因此即使是相同的題目概念，也會以不同的方式呈現。舉例來說，結構力學課程規劃了讓學生針對普特拉、華威、華倫三種桁架進行桁架分析，因此實驗組的題目將會設計為「請利用 WPBD 設計普特拉桁架(Pratt truss)、華威桁架(Howe truss)、華倫桁架(Warren truss)，並繪製三種桁架每根桿件的受力情形（拉力或壓力）」，控制組的題目則是設計為「三種桁架組裝完成後，請試著給予模型穩定的力道，並標示每根桿件的受力情形（拉力或壓力）」。學習單內容請詳見附錄一。

### (二) 課程反思單

本研究除了透過學習單的設計以探討高一學生在學習橋樑結構設計課程的成效差異，同時也設計一份課程反思單，在實施三週概念知識課程後，發放給學生填寫。而課程反思單的設計目的即是為了降低教學實驗時，研究者觀察學生學習過程的結果與學生認為自身學習狀況上的誤差，如：教學實驗時，研究者發現有一個班級上課狀況一直以來都比其他班級差，因此研究者即無法判斷學生是否瞭解教師的上課內容，且由於學生在填寫學習單時有互相抄襲的狀況，因此單靠學習單也將無法全面了解學生是否真正理解概念知識，所以本研究為能夠全面地瞭解學生學習狀況，除了根據研究者在教學實驗時的觀察、學生填寫的學習單外，亦設計了課程反思單，透過讓學生回答「寫下你最喜歡的課程內容，以及你覺得學習有困難的學習內容？」、「上課老師的教學方式是否有效幫助你學習？老師的那些教學方法你比較聽不懂？」等問題，以瞭解學生對於哪些知識較難

以理解，同時也能根據學生提出的建議，改善教師的教學方式。反思單內容請詳見附錄二。

## 肆、研究結果與討論

本研究在實施橋樑結構設計教學後，統整每週課程的學習單、實施三週課程後的反思單以及研究者的教學紀錄，並根據學習單的評分結果進行平均數、標準差以及  $t$  檢定之統計分析，同時對照學習單各活動所採用的教學設備、學生填寫的反思單與研究者的教學紀錄提出各概念知識之學習成效。學習單概念知識內容與其相對應的問題之對照表如表 2 所示。學習單概念知識學習結果之差異分析如表 3 所示、課程活動搭配之學習設備如表 4 所示。

表 2

概念知識內容與學習單題目對照表

橋樑設計概念	實驗組	控制組
活動學習單一		
概念 1：引起學習動機	第一、二大題	第二、三大題
概念 2：結構的定義與內涵	第三、四大題	第一大題
概念 3：認識各種橋樑結構型態	第五、六大題	第四、五大題
活動學習單二		
概念 4：設計橋樑的概念	第一大題	
概念 5：桁架受力分析	第二大題	
概念 6：不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析	第三大題的第 1、2 小題	
概念 7：正確選擇橋樑設計桿件	第三大題的第 3 小題	

表 3

概念知識學習結果之差異分析

橋樑設計概念	組別	個數	平均數	標準差	t 值
活動學習單一	實驗組	70	82.75	8.330	2.603**
	控制組	70	79.81	4.446	
概念 1：引起學習動機	實驗組	70	81.84	3.697	2.867**
	控制組	70	79.59	5.452	
概念 2：結構的定義與內涵	實驗組	70	84.53	13.013	2.720**
	控制組	70	79.90	5.779	
概念 3：認識各種橋樑結構型態	實驗組	70	81.87	13.325	1.000
	控制組	70	79.94	9.103	
活動學習單二	實驗組	70	63.43	15.641	2.101*
	控制組	72	57.52	17.777	
概念 4：設計橋樑的概念	實驗組	70	85.94	3.844	5.022***
	控制組	72	63.81	37.197	
概念 5：桁架受力分析	實驗組	70	44.71	23.947	-1.428
	控制組	72	51.21	29.986	
概念 6：不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析	實驗組	70	75.19	27.653	6.268***
	控制組	72	52.51	12.464	
概念 7：正確選擇橋樑設計桿件	實驗組	70	47.87	41.868	-2.261*
	控制組	72	62.54	35.048	

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

表 4

橋樑設計與製作教學課程使用的虛擬實境設備、輔助學習軟體/教具規畫

橋樑設計概念	實驗組	控制組
活動學習單一		
概念 1：引起學習動機	zSpace、 Bridge Constructor FREE	智高結構密碼
概念 2：結構的定義與內涵	投影片(講述)	無(探究)
概念 3：認識各種橋樑結構型態	投影片(講述)	無(探究)
活動學習單二		
概念 4：設計橋樑的概念	投影片(講述)	投影片(講述)
概念 5：桁架受力分析	投影片(講述)	投影片(講述)
概念 6：不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析	WPBD	智高結構密碼

以下就本課程的各項概念知識學習結果討論教學中所使用的虛擬實境設備、輔助學習軟體/教具之教學效果。

### 一、概念 1：引起學習動機

本研究規劃引起學習動機之目的為引起學生對該課程的學習動機與興趣，使學生迅速投入並初步瞭解課程主題，而根據研究結果發現，實驗組與控制組在引起動機上有顯著差異，且實驗組的表現比控制組好（如表 3）。

引起動機有顯著差異的原因主要在於實驗組與控制組採用不同的教學設備。根據研究者的觀察，雖然實驗組與控制組學生分別對 zSpace、Bridge Constructor FREE 以及智高結構密碼皆有極大的興趣，也都願意使用這些設備投入教學活動中，然由於智高結構密碼在組裝及拆卸模型上相當耗時，相對來說，學生對於 zSpace 與 Bridge Constructor FREE 的興趣持久度及投入的時間會更長。首先，zSpace 之於學生為一項新穎的設備，因此會引起學生的好奇心，並透過虛擬互動筆操弄畫面中的橋樑 3D 模型，以觀察各種橋樑的結構型態，其次為利用 Bridge Constructor FREE 安排遊戲競賽，由於學生好勝心強，因此學生會不斷嘗試提高各個關卡的分數以勝過同儕，而在提高分數過程中，學生即必須思考橋樑的桿件需更換為何種材料、調整結構、選擇承重測試的車輛種類等，進而建立橋樑結構設計的基本概念。

綜上所述，實驗組相較於控制組所採用的教學設備較能維持學生的興趣，此外，實驗組藉由 zSpace 與 Bridge Constructor FREE 的教學活動安排使學生更能全面的認識當週課程主題——結構型態，如：何謂結構、結構設計的要點、各種結構種類等，再者，由於 Bridge Constructor FREE 遊戲軟體為三者軟硬體設備中最具挑戰性，因此 Bridge Constructor FREE 最能激起學生的學習動機。

### 二、概念 2：結構的定義與內涵

本研究規劃結構的定義與內涵之目的為讓學生瞭解結構的定義與應用、結構設計的要點、結構的勁度與材料的強度、各種結構種類，以建構學生對結構的概念知識，而根據研究結果發現，實驗組與控制組在結構的定義與內涵上有顯著差異，且實驗組的表現比控制組好（如表 3）。

結構的定義與內涵有顯著差異的主要在於實驗組與控制組在教學方式上有所差異。實驗組的教學方式為講述式，學生能夠同時聽課並搭配投影片的知識內容填寫學習單，因此學生在填答上表現不錯，多數會將課程內容完善的記錄下來，像是學生在學習單上會填寫出：(1) 結構是由樑、桿、柱組合而成，(2) 結構能穩定支撐物體，(3) 結構是一個沿著不同方向承受載

種的物體等答案；而控制組的教學方式則是讓學生探究「何謂結構」，因此學生會透過智高結構密碼教學活動的經驗填寫結構的定義，進而填答結果都較為侷限在「組合」的概念上，像是學生在學習單上會填寫出：(1)結構為將零件組裝在一起，(2)結構為物體內、外部的框架，(3)結構為物體組成的基本架構等答案。

綜上所述，由於實驗組與控制組的教學方式有所差異，因此使得在該概念知識的回答上實驗組表現較控制組好，且實驗組對於結構的認識較控制組深入，考量到的面向也較多元，像是包含組成方式、承重、力的傳遞等，而控制組則較侷限於組成方式。

### 三、概念 3：認識各種橋樑結構型態

本研究規劃認識各種橋樑結構型態之目的為讓學生將課程知識應用到生活上，學生除了能夠在課堂上學習結構的定義與內涵、橋樑結構型態等，亦能聯想到在生活中各地區的橋樑是屬於何種結構型態，而根據研究結果發現，實驗組與控制組在認識各種橋樑結構型態並無顯著差異（如表 3）。

認識各種橋樑結構型態無顯著差異的原因主要在於該概念知識題目的設計上，著重在讓學生「分享」在生活中遇過的橋樑型態，並將其記錄下來以探討該座橋樑屬於何種橋樑結構型態。從學習單的填寫結果發現，實驗組與控制組學生皆願意分享在生活中或自己喜歡的橋樑結構型態，並舉出實例，不過實驗組與控制組學生所填寫的答案卻有些不同，由於實驗組採講述式教學，所以學生能夠同時聽課並搭配投影片的知識內容填寫學習單，因此多數學生分享的橋樑種類都會是投影片提過的案例；而控制組因為採探究式教學，學生需自行探索、思考、蒐集相關資料，因此在橋樑結構型態分享上，都會以他們自身生活區域常見的橋樑作為分享的對象。

綜上所述，雖然實驗組與控制組採用不同的教學方式來進行各種橋樑結構型態的教學，但由於該概念知識題目的設計上，著重於讓學生「分享」在生活中遇過的或喜歡的橋樑結構型態，因此兩組在認識各種橋樑結構型態上並無顯著差異。

### 四、概念 4：設計橋樑的概念

本研究規劃設計橋樑的概念之目的為讓學生在進入當週課程主題—結構力學與力學分析前，能夠先釐清設計橋樑需考量的要素，以達到複習前一週課程的目的，再進一步讓學生體悟到力學分析在設計橋樑時的重要性，因為力學將會影響到橋樑是否能夠穩固、承重，而根據研究結果發現，實驗組與控制組在設計橋樑的概念上有顯著差異，且實驗組的表現比控制組佳（如表 3）。

設計橋樑的概念有顯著差異的原因主要在於實驗組與控制組採用不同方式探究該概念知識題目，以及部分控制組學生的填答存在知識認知上的差異。

首先，實驗組在探究概念知識時，主要採以科技工具進行，而控制組則是以實體教具進行，因此兩種探究方式相互比較下，實驗組能透過電腦獲取相當多的資訊，控制組則只能透過模型組裝進而思考問題。

其次，實驗組與控制組是以不同思維進行填答。雖然兩組學生在知識概念填答上幾乎具備正確的概念，在「設計橋樑須考量的要素」上皆會提到有關成本、結構、材料、穩固等答案，然研究者卻發現控制組約有 1/6 的學生對於該題的填答卻是「每個支點的力是否平均」，顯然這群學生獲取的概念有所不同，且本研究認為該答案在知識概念理解上有些錯誤，主要在於設計橋樑時需考量力學在結構上的作用應為：「如何將力量均勻傳播到兩個支點上」。而學生會填寫該概念的原因有 2 點：其一，根據研究者與授課教師的觀察，發現該群學生可能在填寫學習單的順序上異於其他學生，由於該週的結構力學課程教師安排智高結構密碼競賽活動，並提出先組完桁架橋模型的前七組有加分獎勵，以助於學生積極投入教學活動及進行橋樑結構力學分析，因此促使該群學生選擇先進行活動、得到加分後，再回頭填寫學習單第一題題目—「設計橋樑須考量的要素」，所以學生在該題的填答上會以「力學」的思維思考、探究，也因此學生的填答結果出現「每個支點的力是否平均」的答案；其二，由於實驗組在教學上採用 WPBD 軟體，因此學生能夠從承重測試模擬實驗中，觀察到車輛的行經過程是將力從一端傳遞到另一端的歷程，而控制組在教學上則採用智高結構密碼，然該教具無法進行承重測試模擬實驗，在力的傳遞上並無法呈現在學生的眼前，以致於學生將概念理解成為「每個支點的力是否平均」。

綜上所述，雖然實驗組與控制組在當週課程實施前，教師皆有複習前一週課程知識，然實驗組與控制組採行不同工具探究概念知識，且部分控制組的學生對教師教授的概念知識存在誤解，以致於兩組學生在設計橋樑的概念上有顯著差異。

## 五、概念 5：桁架受力分析

本研究規劃桁架受力分析之目的為讓學生在進入橋樑力學分析前，先建立基本桁架力學分析的概念，透過由簡入深的方式，如：內力、外力、反力的判斷、簡易的力學分析，以減緩學生的認知負荷，而根據研究結果發現，實驗組與控制組在設計橋樑的概念上無顯著差異，但控制組的表現卻優於實驗組（如表 3）。

桁架受力分析無顯著差異的原因主要在於該概念知識對於學生來說過於深入，使得兩組

學生無法完全吸收課程內容，然控制組的表現卻優於實驗組主要在於教師採用不同的教學內容講授桁架受力分析。

首先，根據反思單統整結果可以發現，不管是實驗組或控制組皆認為最為困難的課程為結構力學與力學分析，像是兩組學生在反思單上皆提到：(1)結構力學與力學分析的課程很困難，(2)內力、外力、反力的判斷很難，(3)無法分辨桿件承受的是拉力或壓力，而導致該結果的主要原因，本研究認為是教師的教材呈現方式影響學生的學習成效。由於教師在講授桁架受力分析時，完全依靠投影片進行力學分析的解說，學生來說在學習該知識時過於抽象，也因此在此教學過程中，研究者發現曾有學生在課堂中向教師反應「內力的概念太難」、「需要一點吸收新概念的時間」。

其次，控制組的表現優於實驗組的原因在於教師在桁架受力分析的教學上，所提供的教材有些差異。由於實驗組在實施桁架受力分析的課程時，教師所提供的「力的分析」的解說圖過於簡略，且分析上有些問題，以致於教師後續在控制組講授桁架受力分析時，對於該圖進行了更動，並將力的分析結果繪製的更為仔細，以致於兩組學生在學習桁架受力分析時，接收到的知識內容有些差異，因此使得控制組的學生在理解桁架受力分析時，比實驗組的學生更為清晰。

綜上所述，由於桁架受力分析課程內容過於深入、抽象，且教師只透過投影片進行教學，以致於學生須花費一些時間吸收、理解，因此實驗組與控制組在桁架受力分析上並無顯著差異，然由於教師在實驗組與控制組的課程所提供的教材在細膩度上有些差異，使得控制組在該概念知識學習上優於實驗組。

## 六、概念 6：不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析

本研究規劃不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析之目的為讓學生學習橋樑力學分析，以應用到橋樑設計與製作上，使學生能製作出承重能力不錯的橋樑，而根據研究結果發現，實驗組與控制組在設計橋樑的概念上有顯著差異，且實驗組的表現比控制組佳（如表 3）。

不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析有顯著差異的原因主要在於實驗組與控制組透過不同教學設備學習橋樑力學分析。由於實驗組採用 WPBD 進行力學分析，該軟體對於橋樑力學分析具有相當的助益，因為 WPBD 即是可以透過簡單的 2D 平面橋樑繪製，轉化為 3D 虛擬橋樑，並實際進行承重測試，以瞭解每根桿件的受力情形（拉力或壓力），且從繪製橋樑到承重測試的歷程相當直覺式，因此學生可以輕易地掌握橋樑力學分析結果；而控制組則是採用智高結構密碼，藉由組裝橋樑嘗試用手拉扯或擠壓模型，以思考、分析並判斷橋樑各個桿件的受力情形（拉力或壓力）。

綜上所述，由於實驗組採用 WPBD 進行橋樑力學分析，而 WPBD 在力學分析上比起智高結構密碼相對便利，可直接幫助學生將各個桿件的受力情形分析呈現出來，因此實驗組學生並不需要像控制組需自行分析桿件受力情形，而在 WPBD 發揮了輔助學習的狀況下，使得實驗組與控制組在不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析上有顯著差異。

### 七、概念 7：正確選擇橋樑設計桿件

本研究規劃正確選擇橋樑設計桿件之目的為讓學生瞭解材料抗拉與抗壓的強度，以利於學生在製作橋樑時材料的選擇，進而強化橋樑的承重能力，而根據研究結果發現，實驗組與控制組在設計橋樑的概念上有顯著差異，且控制組的表現比實驗組佳（如表 3）。

正確選擇橋樑設計桿件有顯著差異的原因主要在於實驗組的學生採用 WPBD 軟體，而控制組的學生則採用智高結構密碼學習材料抗拉與抗壓的強度。

首先，雖然實驗組的學生進行該概念知識的學習是透過便於橋樑結構力學分析的 WPBD 軟體，然由於學生第一次使用該軟體，且該軟體並未提供中文版，軟體介面皆以英文呈現，因此學生在操作上不容易快速上手，此外，研究者在觀課的過程中，也發現教師講授完 WPBD 的操作時，學生即不斷詢問操作的問題，顯然學生對於 WPBD 軟體尚未熟悉，也因此學生雖然能夠順利地瞭解橋樑承重測試結果，但欲更換桿件材質或材料尺寸時卻無從下手，且從學生的反思單也能反應出前述狀況，並對於教師的教學提出以下回饋：(1)軟體操作講解可更為詳細，(2)軟體操作講解速度可再慢一點，(3)軟體操作講解是否能一步步教，而非一口氣講完再操作。

其次，由於實驗組在正確選擇橋樑設計桿件課程上所採用的 WPBD 軟體是以「模擬」的方式來進行承重測試，並探討橋樑桿件受力情況，因此學生無法實際觸碰到真正的橋樑桿件，只能以「抽象」的方式思考材料抗拉與抗壓的強度，然控制組則是採用智高結構密碼來學習正確選擇橋樑設計桿件的課程，學生可以實際觸摸到該產品所提供的各式長度的零件與繩索，因此較能以「具體」的方式思考材料抗拉與抗壓的強度。

綜上所述，由於實驗組的學生對於輔助學習軟體—WPBD 的介面尚未熟悉，且透過 WPBD 理解材料抗拉與抗壓的強度過於抽象，以致於實驗組與控制組在正確選擇橋樑設計桿件上有顯著差異，且控制組的表現優於實驗組。



## 伍、結論

本研究利用虛擬實境、輔助學習軟體與教具實施橋樑結構設計教學，並在分析完學習單、課程反思單與研究者教學觀察的紀錄後，提出以下結論。

### 一、虛擬實境與輔助學習軟體於橋樑結構設計教學活動有助於建構橋樑設計概念

本研究實施橋樑結構設計教學活動的目的即是欲建立學生橋樑工程設計的概念，因此本研究將課程規劃為 7 個概念，分別為：引起學習動機、結構的定義與內涵、認識各種橋樑結構型態、設計橋樑的概念、桁架受力分析、不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析、正確選擇橋樑設計桿件，透過 7 個概念知識的學習以建立學生橋樑設計的概念，並探討使用不同教學策略下的學習成效。以下整理出橋樑結構設計教學活動之研究結果並提出結論：

1. 「引起學習動機」具有顯著差異，且實驗組優於控制組。
2. 「結構的定義與內涵」具有顯著差異，且實驗組優於控制組。
3. 「認識各種橋樑結構型態」無顯著差異。
4. 「設計橋樑的概念」具有顯著差異，且實驗組優於控制組。
5. 「桁架受力分析」無顯著差異。
6. 「不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析」具有顯著差異，且實驗組優於控制組。
7. 「正確選擇橋樑設計桿件」具有顯著差異，且控制組優於實驗組。

綜合上述研究結果可以發現，除了「認識各種橋樑結構型態」與「桁架受力分析」的概念無顯著外，其餘五個概念皆顯著，且其中有四個概念知識實驗組的表現優於控制組，分別為「引起學習動機」、「結構的定義與內涵」、「設計橋樑的概念」與「不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析」，顯然橋樑結構設計教學活動融入虛擬實境與輔助學習軟體教實體教具有更好的學習成效，再者，在整體的表現上，從活動學習單一、二的分析結果可發現，實驗組在該課程的學習效果上優於控制組。

此外，根據學習單的分析數據（如表 3）亦發現實驗組與控制組在活動學習單一的表現較活動學習單二佳，實驗組的平均數落在 82.75 分，控制組則是 79.81 分，且各概念知識的分數實驗組皆有 80 分以上，控制組則是接近 80 分，而活動學習單二的部分，實驗組的平均數落在 63.43，控制組則是 57.57，且由於各概念知識分數落差相當大，以致於拉低整體的平均數。

有鑑於上述結果，可以瞭解該教學活動的規劃有助於學生建立橋樑結構的基本概念，如：結構的定義與內涵、認識橋樑結構型態，然對於結構力學分析課程各概念的教學上，只有在「設計橋樑的概念」、「不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析」與「正確選擇橋樑設計桿件」三

個概念知識，且於不同組出現較好的學習效果，分別為：「設計橋樑的概念」與「不同橋樑桿件抗拉與抗壓情形分析」實驗組表現較好，平均數各別落在 85.94 分與 75.19 分，「正確選擇橋樑設計桿件」則是控制組表現較好，平均數落在 62.54 分，由此可見，結構力學分析課程的規劃，須透過不同教學策略才能夠幫助學生建立設計橋樑的概念、分析橋樑各桿件受力情形，以及根據橋樑受力結果選擇合適的桿件材料等知識，以利於學生未來在橋樑設計與製作時，能設計出一座結構穩固橋樑。

## 二、zSpace 與 Bridge Constuction FREE 有助於引起學習動機

本研究採用 zSpace 與 Bridge Constuction FREE 的目的是為了讓實驗組學生在操作虛擬實境設備與進行橋樑建造遊戲競賽中引起學習動機，並根據研究結果提出以下教學成效：

1. 虛擬實境設備有助於橋樑結構設計教學中的引起學習動機。
2. 虛擬實境設備相較於過去 3D 建模軟體來說，橋樑模型具有遠近之分且更為真實，因此能提升學生的學習興趣。
3. 虛擬實境教材開發不易，開發者須對於 3D 建模、模擬的開發技術非常純熟，因此目前的虛擬實境課程較侷限於橋樑 3D 模型的展示。
4. 由於 zSpace 為一項新穎的虛擬實境設備，學生認為在操作上並不容易，且有少部分學生在操作過程感到暈眩不適。
5. 由於 Bridge Constructor FREE 遊戲內容具有挑戰性，因此有助於提升學生的學習動機。
6. 由於 Bridge Constructor FREE 遊戲在進行橋樑建造時，提供玩家選材、承重、成本等遊戲元素，因此有助於學生建構橋樑結構設計的基本概念。

## 三、WPBD 有助於建立橋樑結構力學分析的概念

本研究採用 WPBD 的目的是為了讓實驗組學生能夠在橋樑結構設計課程中，學習橋樑結構力學分析以及材料抗拉與抗壓之強度，以助於學生在設計與製作橋樑時，能正確選擇橋樑桿件以強化橋樑的承重能力，並根據研究結果提出以下教學成效：

1. WPBD 能夠有效地進行橋樑結構力學分析，並能夠瞭解每根桿件的受力情形（拉力或壓力），進而根據分析結果更換材料的材質與尺寸，因此有助於實現工程設計流程。
2. 由於 WPBD 以模擬的方式進行橋樑承重分析及瞭解各桿件受力情形，因此在學生無法實際觸摸到橋樑桿的情況下，使得學生只能以較抽象的方式思考材料抗拉與抗壓的強度，以致於不利於正確選擇橋樑設計桿件的教學。

#### 四、智高結構密碼有助於學生正確選擇橋樑桿件

本研究採用實體教具的目的是為了讓控制組學生能夠在橋樑結構設計課程中引起學習動機，並學習橋樑結構力學分析以及材料抗拉與抗壓之強度，以助於學生在設計與製作橋樑時，能正確選擇橋樑桿件以強化橋樑的承重能力，因此本研究在教學上安排一項實體教具—智高結構密碼，並根據研究結果提出以下教學成效：

- 1.智高結構密碼的模型組裝雖然具有挑戰性，因此能引起學生的學習動機，但由於組裝與拆卸模型較為費時，因此學生的興趣會逐漸下降。
- 2.智高結構密碼的模型組裝有助於結構穩固程度的測試。
- 3.智高結構密碼可讓學生嘗試組裝各種橋樑結構型態，以認識橋樑結構的組成，然卻步利於橋樑結構力學分析，學生需自行分析才能夠瞭解每根桿件的受力情形(拉力或壓力)。
- 4.智高結構密碼提供各種尺寸的零件與繩索，使學生能以較具體的方式思考材料抗拉與抗壓的強度，因此有利於正確選擇橋樑設計桿件的教學。

#### 陸、建議

由於十二年國民基本教育課程綱要—科技領域草案強調工程設計的重要性，因此在橋樑結構設計教學活動的規劃上，結構力學分析課程將不可或缺，此外，為使學生能夠學習橋樑結構設計課程的概念知識，以助於日後學生在橋樑的設計發想與製作，所以本研究認為在橋樑結構設計概念知識課程上應規劃結構型態與橋樑結構、結構力學與力學分析二個部分進行教學，且本研究根據教學成效發現不同的課程概念搭配不同的教學輔助工具，將有助於教學目標的達成。因此，本研究針對虛擬實境、輔助學習軟體與實體教具應用於橋樑結構設計教學活動提出以下建議：

##### 一、善用虛擬實境與輔助學習軟體於橋樑結構設計教學活動

根據研究結果顯示，不管是建立橋樑結構的基本概念或是結構力學分析的概念，若能融入虛擬實境與輔助學習軟體，將能夠使學生的學習成效表現更為突出。

首先，由於虛擬實境技術具有沉浸、互動等特性，且虛擬實境對於學生來說是一項新穎的科技，因此透過虛擬實境設備—zSpace 規劃教學活動能夠引起學生的好奇心，並使學生投入操作、探索並比較各種橋樑型態的差異，有助於引起學生的學習動機。

其次，輔助學習軟體—Bridge Constuction FREE 為一遊戲軟體，可藉由遊戲競賽讓學生挑戰各種橋樑結構的建造，進而使學生體驗橋樑工程設計流程，而由於該遊戲競賽具有挑戰

性，學生為提高各遊戲關卡的分數須了解設計橋樑的基本概念，如：選材、調整結構、選擇承重測試的車輛種類等。

最後，輔助學習軟體—WPBD 為一款橋樑承重模擬之學習軟體，透過操作 WPBD 可讓學生體驗橋樑工程設計歷程，並模擬橋樑各桿件之受力情形，以調整桿件材料、尺寸等，進而強化橋樑結構的穩固性，因此有助於學生學習橋樑桿件抗拉與抗壓的分析，並從中建立選材的重要性。

綜上所述，由於虛擬實境與輔助學習軟體有助於引起學生的學習動機，並建立設計橋樑的基本概念，以及橋樑桿件抗拉與抗壓的分析，進而瞭解桿件材料對橋樑結構穩固性的影響，因此本研究認為若橋樑結構設計教學活動能夠融入虛擬實境與輔助學習軟體，將有利於學生學習橋樑結構設計的概念知識，並有助於培養學生在橋樑設計與製作的能力。

## 二、開發多元的虛擬實境教材並適當地應用於橋樑結構設計教學活動

根據研究結論顯示，虛擬實境設備有助於引起學生在橋樑結構設計教學活動中的學習動機與興趣，主要在於虛擬實境設備之於學生為項新穎的設備，能夠激發學生的好奇心而促使學生使用該設備，然由於虛擬實境教材開發不易，因此本研究認為若要有效地將虛擬實境設備融入到橋樑結構設計教學活動，研究者必須先培養虛擬實境開發技術，如：學習 3D 建模、程式語言等，以全面發揮虛擬實境融入感、互動性及想像力的特性，使課程內容更加多元，像是能夠增加虛擬結構力學模擬課程。此外，由於本研究在實施虛擬實境的教學活動時，發現有少數學生在使用虛擬實境設備的時候出現暈眩、眼壓高等不適感，因此若未來教師欲採用虛擬實境設備實施教學活動時，需將該因素納入考量，以避免喪失學生的學習權益。

## 三、採用合適的教學策略使輔助學習軟體有效地應用於橋樑結構設計教學活動

根據研究結論顯示，輔助學習軟體—Bridge Constructor FREE 與 WPBD 有助於提升學生在橋樑結構設計教學活動中的學習動機與興趣，以及橋樑結構力學分析，因此本研究根據研究結論分別針對 Bridge Constructor FREE 與 WPBD 提出以下建議。

Bridge Constructor FREE 雖為一項遊戲軟體，但由於該軟體設計的核心是讓學生能夠從遊戲中建構橋樑設計須考量的要素，因此遊戲元素包含選材、承重、成本等概念，有助於學生建立橋樑設計的基本知識，但也因為該軟體為一項「遊戲軟體」，因此學生可能會偏離教師希望學生建構橋樑設計基本知識的目的，進而開始嘗試各種偷工減料的方法，以提升每關遊戲的分數，有鑑於此，未來教師若要將 Bridge Constructor FREE 融入橋樑結構設計教學活動

中，教師必須制定相關規則以避免學生脫離教學主題，例如：教師可利用本研究在學習單中所設計的遊戲計分表，並搭配一個雲端資料夾，讓學生將每關所建造的橋樑截圖上傳至雲端，教師利用這兩項資料作為學習單評分的依據。

WPBD 該項軟體的開發原先即為幫助學生建立並體驗工程設計流程，因此學生能夠在該軟體中學習工程設計的相關歷程，如：設計各種橋樑型態、橋樑桿件的選擇、承重測試等，而根據研究結論發現，學生透過 WPBD 能夠有效地進行各種橋樑結構的力學分析，有鑑於此，未來教師若欲實施橋樑結構設計教學活動時，將可善用 WPBD 於橋樑結構力學分析教學中，而該教學同時又能滿足十二年國教新課綱在生活科技課程中所強調的「工程設計」，然為了能夠有效地將 WPBD 融入至課程中，教師可採用練習教學法講授 WPBD 軟體操作，以幫助學生熟悉 WPBD 的介面與各項功能。

#### 四、掌握教學活動數量使實體教具有效地應用於橋樑結構設計教學活動

根據研究結論顯示，實體教具—智高結構密碼有助於提升學生的學習動機，且能有效地幫助學生在橋樑設計時選擇適當的桿件材料，以強化橋樑的結構，因此本研究根據研究結論針對智高結構密碼提出以下建議。

首先，智高結構密碼有助於提升學生的學習動機主要在於該產品具有挑戰性，能夠讓學生嘗試組裝各種橋樑模型，因此有助於引起學生的學習動機，促使學生進一步的認識結構型態，然由於橋樑模型的組裝過於繁瑣且拆卸耗時，因此使得學生對智高結構密碼的興趣會逐漸降低，有鑑於此，未來若教師欲使用智高結構密碼應用於橋樑結構設計教學活動，應掌握教學活動的數量，像是只規劃幾種簡單的結構組裝，如：正方形、三角形等，或安排少量且簡單的橋樑模型組裝活動，讓學生組裝完畢後，能夠比較不同結構的穩定性以及思考如何進一步強化結構。

其次，教師可以善用智高結構密碼講授材料抗拉與抗壓的強度，以助於學生在橋樑設計與製作階段時，正確選擇合適的橋樑桿件、強化橋樑結構。由於智高結構密碼有別於橋樑模擬軟體，如：本研究所採用的 WPBD，該產品為一件實體教具，能使學生實際碰觸到橋樑桿件，並有助於學生「具體」地想像材料抗拉與抗壓的強度，而非模擬軟體「看的到，卻摸不到」的特性，這之於學生在學習材料抗拉與抗壓的強度時會過於「抽象」，因此教師可善用實體教具能實際「摸的到」的特性，講授材料抗拉與抗壓的強度之課程，將有助於提升學生在橋樑設計與製作時，正確選擇合適橋樑桿件的能力。

## 參考文獻

LG (2016, 6月5日)。LG 360° 環景攝影機。取自 <http://www.lg.com/tw/lg-friends/lg-LGR105ATWNTS>

呂美惠 (2010)。國小生活科技課程應用電腦輔助繪圖之成效研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學, 高雄市。

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, 臺北市。

林珍瑩 (2001)。營建科技活動單元—懸索橋。生活科技教育, 34 (9), 18-28。

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。

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>

郭家銘 (2005)。營建科技學習活動之探討—認識斜張橋。生活科技教育, 38 (7), 37-59。

智高實業 (2017)。結構密碼—橋樑與摩天大樓。取自 [https://issuu.com/gigotoys/docs/\\_7410-cn](https://issuu.com/gigotoys/docs/_7410-cn)

嘉穎科技 (2017a, 11月28日)。zSpace 300 操作手冊。取自 [http://www.carwin.com.tw/file/pd/UsersGuide\\_zSpace300.pdf](http://www.carwin.com.tw/file/pd/UsersGuide_zSpace300.pdf)

嘉穎科技 (2017b, 12月7日)。VR 科技教室解決方案。取自 [http://www.carwin.com.tw/file/pd/VR\\_Edu\\_Solutions.pdf](http://www.carwin.com.tw/file/pd/VR_Edu_Solutions.pdf)

Engineering Encounters. (2016). West Point Bridge Designer. [Software]. Retrieved from <https://www.cesdb.com/west-point-bridge-designer.html>

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.

## 附錄一

### 第一週橋樑結構設計學習單(實驗組)

**結構型態** \_\_\_\_\_年\_\_\_\_班 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ (日期：\_\_\_\_月\_\_\_\_日)

一、請試玩 Bridge Constructor(free)這款遊戲，並完成下列題目。

1. 請把你的分數及預算紀錄在下表。

關卡	橋樑 1	橋樑 2	橋樑 3	橋樑 4	橋樑 5	橋樑 6	橋樑 7	橋樑 8
預算								
分數								

2. 試問在那種形狀的結構最為穩固？

3. 請問要如何把分數提高？

二、請問在 zSpace 中你看到的畫面與一般螢幕上有何不同？你比較喜歡哪種模式？

三、請簡述何謂結構？

四、生活中常見的結構有哪些？（請註明生活中的實際例子）

五、框架、桁架、拱形、纜索結構有何不同？分別有哪些不同的特色？

六、請分享你最喜歡的結構，並舉出實際案例。

第一週橋樑結構設計學習單(控制組)

**結構型態** \_\_\_\_\_年\_\_\_\_班 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ (日期：\_\_\_\_月\_\_\_\_日)

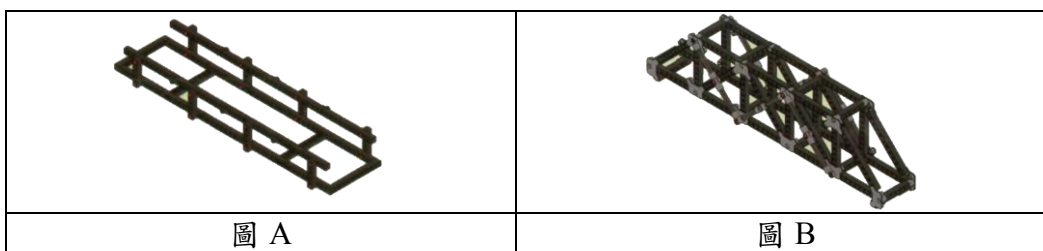
一、你覺得什麼是結構？結構的好壞又會帶來什麼影響呢？

二、請用智高橋樑模組組成平面四方模型（如圖一），並回答以下問題。（請注意：零件請愛惜使用，不要弄丟。）你覺得這樣的結構穩固嗎？可以用何種方式加強呢？並請說明理由。



圖一

三、請依照老師給的組裝圖 A 和 B，組裝兩座橋，並回答以下問題。（請注意：零件請愛惜使用，不要弄丟。）



1. 你覺得這兩座橋有什麼差異？並說明其優缺點。

2. 在設計一座橋樑中，你需要考慮那些要素？

四、請你畫下你印象中見過的橋樑，再分組討論你們這組繪製出那些橋樑種類。

五、承上題，根據你們所繪出的橋樑種類，試說明這些橋樑與其他組有何不同？而你比較喜歡哪一種呢？

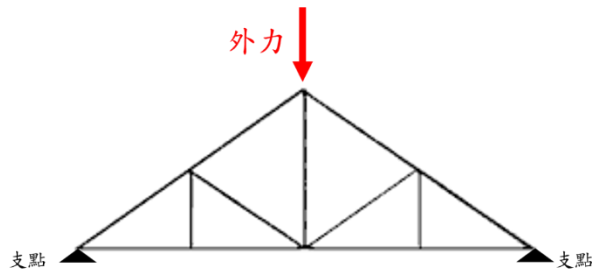


第二週橋樑結構設計學習單(實驗組)

**結構力學與力學分析** \_\_\_\_\_年\_\_\_\_班 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ (日期：\_\_\_\_月\_\_\_\_日)

一、設計橋樑時，你會考量到哪些因素呢？

二、請根據下面的桁架圖，標示出該桁架圖的受力情形，並說明分別是什麼種類的內力？



三、請在操作 WPBD 後，試回答下列問題。

1. 請問 WPBD 中，橋樑紅色和藍色的部份各代表什麼意義？
2. 請利用 WPBD 設計普特拉桁架(Pratt truss)、華威桁架(Howe truss)、華倫桁架(Warren truss)，並繪製三種桁架每根桿件的受力情形(拉力或壓力)。

種類	表示
普特拉桁架 (Pratt truss)	
華威桁架 (Howe truss)	
華倫桁架 (Warren truss)	

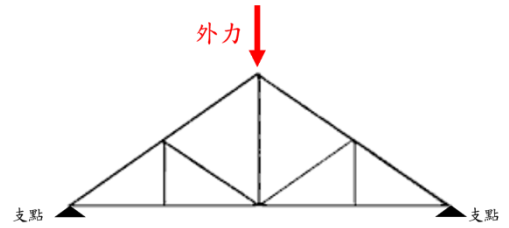
3. 承上題，當你使用 WPBD 設計一座桁架橋時，抗拉和抗壓材料的選擇需考慮什麼？

第二週橋樑結構設計學習單(控制組)

**結構力學與力學分析**      年 班 座號：      姓名：      (日期： 月 日)

一、設計橋樑時，你會考量到哪些因素呢？

二、請根據右邊的桁架圖，標示出該桁架圖的受力情形，並說明分別是什麼種類的內力？



三、請依照老師給的模型分別組裝三個結構體，並完成下列題目。

1. 分別組裝完成後，請寫下所使用的零件與數量。

種類	圖示	所用零件名稱與數量
普特拉桁架 (Pratt truss)		
華威桁架 (Howe truss)		
華倫桁架 (Warren truss)		

2. 三種桁架組裝完成後，請試著給予模型穩定的力道，並標示每根桿件的受力情形(拉力或壓力)？

種類	表示
普特拉桁架 (Pratt truss)	
華威桁架 (Howe truss)	
華倫桁架 (Warren truss)	

3. 承上題，當你設計一座桁架橋時，抗拉和抗壓材料的選擇需考慮什麼？

## 附錄二

### 橋樑結構設計課程反思單

**結構設計課程反思** \_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_班 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ (日期：\_\_\_\_月\_\_\_\_日)

各位同學好，在接受三週結構設計課程後，各位對於結構設計概念是否有進一步的認識呢？為了瞭解各位同學對於本課程的理解程度，麻煩請各位同學回答下列問題，以利我們瞭解同學們是否有掌握結構設計的相關知識，謝謝！

以下是這三週的教學主題，請同學們參考。

週次	課程主題	課程說明
第 1 週	結構型態	認識各種橋樑結構型態
第 2 週	結構力學與靜力分析	1.認識結構力學 2.認識內力、外力、反力 3.認識內力的種類 4.認識內力、應力與應變
第 3 週	橋樑設計與製作	1.桁架的接點模式 2.材料的抗壓與抗拉

一、請你根據這三週的課程主題，分別寫下你最喜歡的課程內容，以及你覺得學習有困難的學習內容？

二、請想一想，這三週的教學課程中，上課老師的教學方式是否有效幫助你學習？老師的那些教學方法你比較聽不懂？

三、請問你會建議老師如何調整上課方式比較能夠幫助你的學習呢？(如：如何能夠幫助你了解課程的內容)。

## 臺灣高科技產業實習制度之發展現況初探—以 L 科技公司為例

### An Investigation into Current Internship Development of Taiwan's High-Tech Industries: A Case of L Technology Company

張靜怡、林弘昌

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Ching-Yi Chang, Hung-Chang Lin

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

#### 摘要

鑒於新竹科學園區近年受惠市場的智慧型手持行動裝置和雲端網絡需求增加，帶動了晶圓代工相關半導體業接單量激增，讓出口額及從業人員數成長高速提升，因其環境特性並因應國家發展策略重點，進駐不少大廠及外資企業投資。國內企業單位為了留住高端人才，除了常見的招聘管道，產學間的實習制度方式也逐漸受到重視，可為培養和優先招募人才管道之一。本文透過個案公司於培育人才上的實習制度進行初步的探討，以了解目前高科技產業實習制度實施現況，並提出高科技產業公司未來在檢討實習制度可能之建議。為達研究目的，本文以新竹科學園區的一家外商企業為例，透過文件分析與訪談資料方式，對研究主題進行探討，了解個案公司聘用實習生的特色及理念，包括在聘用實習生內部的工作內容、組織參與程度、員工發展層面。最後，本研究結果發現實習生是可培養成正式員工的管理技能及能將技術含量較低之工作分攤，而將多出之時間投入更有附加價值的工作。而個案公司認同長期培育合作比短期招募更為重要，與美國矽谷企業對於實習的開放態度及認知，有著相似的作法，最後對臺灣高科技產業在實習制度發展上，提出參考建議。

**關鍵字：**實習制度、新竹科學園區、外商企業

## 壹、前言

在高科技產業鏈，除快速發展的產品技術，人員也是最重要的資產，而符合產業所需的人才，除培育上需要長時間的訓練及經驗累積外，也會因其他因素如薪資水平、企業文化適應、管理制度問題等，漸而流失當中的關鍵人才，因此近年來產學間的實習合作方式漸被企業單位所重視，認為可能為培養和優先招募人才之管道，連手機大廠蘋果也開始前進瑞士飯店管理學校祭出誘人獎學金，希望透過實習，網羅第一流的服務人才（今周刊，2016）。

臺灣從一九八零年代設立新竹科學工業園區以來，利用高科技產業帶動地方區域的發展，在科學園區內因應國家發展策略和其環境特性，吸引不少本土大廠及外資企業進駐。園區內主要產業有半導體、電腦業、通訊業、光電業等，是半導體製造業最密集的地方，約有十二萬人在園區工作，新竹科技園區已是重要的產業中心，從成立以來進駐超過 520 家廠商，近期三年營業額突破 1 兆元，而根據科技部（2017）的資料顯示，一零五年新竹科學園區出口額達 8,039 億元，受惠於近年市場的智慧型手持行動裝置需求和網路升級需求增加關係，帶動晶圓代工、封測等半導體產業供應鏈接單量提升，因此在創造就業機會、帶動地方發展相當顯著。如表 1 可看出新竹科學園區從業人員成長數。

表 1

科學園區從業員工數

年度	竹科	中科	南科	合計	105 年較 104 年增加人數
104 年 12 月	152,196	33,018	79,877	265,091	
105 年 12 月	150,653	39,956	78,432	269,041	3,950

資料來源：出自科技部（2017）。

### 一、產業人力需求現況

依據經濟部工業局 2018-2020 年重點產業人才需求調查報告指出，我國科技產業人力需求現況，在通訊暨物聯網裝置與設備產業領域，整體產業趨勢因為物聯網應用多元化影響，產能增加對於人才的需求有所成長，帶動相關產能及供應鏈，但也發現近期流失的人力無法即時因應產能狀況且有缺口擴大趨向，故每年人才需求上升，也影響了職缺成長關鍵因素（經濟部工業局，2017）。針對未來三年人力的需求狀況，工研院產業經濟與趨勢研究中心 IEK 將 2017 年此領域的產值和從業人口，分別約為新台幣 3 兆 2 千萬元和從業人口 4,450 人，進行未來 3 年內量化資料推估，如表 2：

表 2

通訊暨物聯網裝置與設備產業人才需求之量化推估表

年度	2018 年			2019			2020		
	樂觀	持平	保守	樂觀	持平	保守	樂觀	持平	保守
景氣情境									
新增人才需求 (人)	4900	4500	4000	5400	4900	4400	5900	5400	4900
景氣定義	(1) 樂觀=持平推估人數*1.1 (2) 持平=依據人均產值計算 (3) 保守=持平推估人數*0.9								

資料來源：出自經濟部 (2017)。

## 二、產業培育人才遇到的瓶頸

近年來受到產業的快速腳步、科技技術水準提升和資訊流通之故，即使每年有許多相關理工系所畢業的人才，但卻可能不符合企業所需的目標水準，或與實際能力及技術需求有所差距。國內相關科技人才來源大多來自各大專院、技職體系相關的理工系所畢業學士、碩士、博士生，依據教育部統計處針對每年度各大專系所畢業人數，近三年產業相關系所畢業人數，整理如表 3：

表 3

103 年度至 105 年度大專院校與科技產業有關之系所畢業人數

	105 學年度			104 學年度			103 學年度		
	合計	男	女	合計	男	女	合計	男	女
物理、化學及地球科學學門	5,327	3,777	1,550	3,467	2,244	1,223	3,377	2,131	1,246
數學及統計學門	3,239	2,110	1,129	15,954	10,337	5,617	16,872	10,820	6,052
資訊通訊科技學門	20,829	14,565	6,264	65,001	55,579	9,422	67,110	57,467	9,643
工程及工程業學門	53,874	46,193	7,681	3,057	1,512	1,545	3,111	1,578	1,533
製造及加工學門	2,350	932	1,418	6,077	2,890	3,187	5,985	2,786	3,199
環境學門	831	493	338	5,685	4,103	1,582	5,550	4,005	1,545
運輸服務學門	2,465	1,215	1,250	121,773	45,411	76,362	119,946	43,585	76,361
合計	88,915	69,285	19,630	221,014	122,076	98,938	221,951	122,372	99,579

資料來源：出自教育部 (2017)。

依表 3 顯示，每年相關科技系所畢業人數比是高的，但實際上產業真正所需要的人才量還是大於供給，且臺灣薪資水準持續長期沒有變化，取得和留置產業關鍵人才越來越行困難。

根據 2021 全球人才報告 (Oxford Economics, 2013)，到了 2021 年，包括美國、英國、加拿大等成熟市場，都有人才短缺的困擾，但令人驚訝的是，臺灣赫然是其中最為嚴重的國家，其人口老化、相關預算不足、人才培育方向與未來市場需求不相符，都是人才短缺的原因 (洪懿妍, 2014)。而在戴肇洋、邱秀玲 (2005) 的研究報告中也提及我國產產業面臨的問題狀況有幾點如下：

1. 正規教育體系所培育的人才水準參差不齊，以致難符產業所需。
2. 高薪、入股誘因，以致出國留學人數趨減。
3. 產學合作不足，以致學校培育與產業實際之需求有所脫節。
4. 社會價值觀改變，以致技職教育推動方向逐漸偏差。
5. 外在環境條件不足，以致延攬海外科技人才成長有限。

鑒於新竹科學園區需求人員數成長趨高比例，招聘進來的員工對於公司組織文化的認同、薪資成長幅度、升遷制度等問題，產生相對性比較，造成園區常見的跳槽、留才不易情形發生。除常見的招聘管道，能彌補此需求成長外，產學間的實習制度應是一個可以發展作為公司培育人才的策略之一，以縮小學用落差，並讓人才需求正向循環 (趙自強, 2018)。所以本文將透過實習制度於培育人才上作初步探討，了解目前高科技產業實習制度發展現況，並提出高科技產業公司未來在實施實習制度可能之建議。圖 1 為本研究的研究架構簡圖，呈現企業實際調查之關連性。

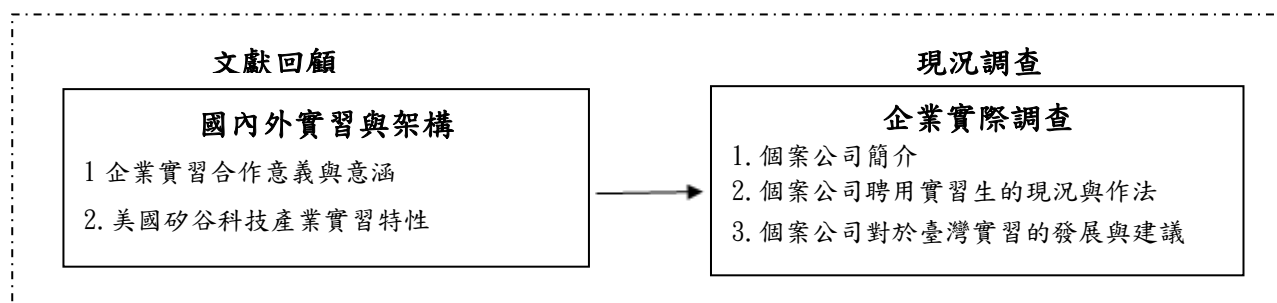


圖 1 本計畫研究架構簡圖

## 貳、文獻探討

實習計畫可提高高等教育在人力資源的品質與質量，研究顯示對實習經歷提高自我發展和創業能力是有效的（Knouse & Fontenot, 2008）。歐美等國家，已在實習合作發展上行之數十年，因應知識經濟的社會，教室中的學習比起工作場域中的學習更加有價值的觀念逐漸重視，現今更加重視職業教育以及高等教育與職業的連結。產業間流動及轉換加速的更新，產學彼此間的溝通與聯繫顯得更為重要。

通過整合大學的資源，跨學科課程計劃和相關活動可能以更有效的方式為高科技產業提供更有效的人力資源開發。而藉由企業學習方法，評估實習可以增加理論和實踐相結合的學生學習成果的反映價值，研究的結果提供了證據表明，在通過在專業實踐中使用創業學習方法，學生們報告了對學習成果和理論—實踐差距的反思性理解，發展了識別機會的能力，並建立了專業認同和就業能力的紮根感（Ramsgaard & Østergaard, 2017）。文獻將分別從企業實習意涵、美國加州矽谷企業實習作風進行探討。

### 一、企業實習的意義與內涵

企業實習泛指學校為培養學生務實致用的觀念與能力並體驗職場工作，在學生修習專業課程至相當程度後，於在學期間由學校安排或學生自行找尋系所相關領域之企業或機構實習，以增加其職場的適應力與競爭力。在互惠的基礎下，企業單位提供職場訓練，學校協助學生完成高等教育的課程修習，企業與學校維持密切聯繫並連結產業間資訊交流。據范逸承(2014)針對學生至企業實習的成效調查顯示：1.不同的企業實習制度對學生的工作與合作的態度有顯著的差異；2.不同的企業實習制度對學生的職業規劃與學習的能力有顯著的差異；3.不同的企業實習制度對學生的專業知識運用的能力有顯著的差異。而教育部於民國 102 年提出「第二期技職教育再造計畫」，結合國家產業的發展方向，在落實培育技術人才角色、強化務實正用特色兩項定位發展下，藉於能提升國家優秀人才，期縮短大學於產業市場間的落差（教育部技術及職業教育司，2016）。對於學校而言，可拓展實務教學並建立產業間的資源連結。對於參與的企業而言，透過此機會可以選擇適合企業所需的人力，儲存人力資本。



目前大專校院所推動的多為多元化的實習方案，例如暑期實習、學期中實習（搭配3~9學分）、全學期實習（9學分以上）（吳淑媛，2015），在就業市場愈趨競爭的今日更顯重要，也列為目前教育部推動各項獎勵型專案的重點工作。為落實實習課程推動與成效，教育部於民國104年訂定「專科以上學校實習課程績效評量辦法」（教育部，2015），引導大專校院推動實習課程，落實相關機制，必同時保障實習學生權益。實習成效若佳，將有助於縮短學用落差、提升教學品質，教育部抱持鼓勵立場，但同時也希望學校能做好配套規劃，不要讓實習變成在業界打零工、空有其名，接下來教育部將計畫研擬全球人才移動力方案，希望能透過經費補助學生到海外實習，提升國際競爭力（張明華，2015）。

## 二、美國矽谷科技企業實習探討

### （一）美國加州矽谷

美國《商業內幕》網站根據城市創新研究機構 2thinknow 的分析評出全球 85 座高科技城市，排名第一的是矽谷所在地美國舊金山，評分標準是與科技進步相關的 10 個因素，包括人均提交專利申請數量、初創公司和科技風投資本家數量，智慧型手機使用水平，以及其他創新數據等（雷鷗然科技，2017）。矽谷是高科技雲集的美國加州聖塔克拉拉谷的別稱，當時是美國海軍一個工作站點，後來許多科技公司的商店都圍繞著海軍的研究基地而建立起來，而後有矽谷之父之稱的 Frederick Terman 以創新為導向開啟了矽谷發展。矽谷引導著全球科技的潮流與導向，不只是美國內部的頂尖人才嚮往積極投入，且美國擁有許多一流名校，每年吸引成千上萬頂尖青年進入美國的理工教育體系，在矽谷得到良好的訓練與校友網路，再成為創業者或是投身科技產業，也為矽谷帶來源源不絕的一流人才供給（林之晨，2014）。

### （二）美國加州矽谷企業實習特性

除附近知名頂尖大學提供了充沛的科技業人力之外，加州政府採取十分開放的高科技移民政策，讓各國頂尖人物紛紛進駐矽谷也是主因之一，再加上加州政府的開放、多元、包容態度，讓矽谷匯集了來自不同文化背景的優秀科技人員，帶入無限創意，以下探討目前美國加州矽谷企業聘用實習生作法：

### 1. 提供高薪實習機會

作為先驅的經濟市場與高等教育重要發展的美國，於 2009 年面對金融海嘯與就業市場全球化的競爭時，美國政府便開始不斷強化其大學畢業生的就業能力。根據「2016 年矽谷指數」(Silicon Valley Institute Regional Studies, 2016) 說明，矽谷的工作機會成長是 2000 年後未曾有過的，帶來史上最低的失業率與最高的薪資，矽谷的創新能量也蓬勃發展，專利數目、創投資金、新創公司家數都創下歷史新高。許多學生會利用假期或其他課餘時間，找尋相關打工或實習機會，而矽谷的高科技公司是大學生趨之求職的目標，除可以獲得豐厚的薪資、擁有實務經驗外，更重要可藉此拓展人際關係，為日後邁出校園路上打下基礎。表 4 為矽谷部份巨頭企業實習生參考月薪薪資表。

表 4

2016 年矽谷部份巨頭企業實習生參考月薪薪資 (單位：美元)

企業單位	薪資情形 (月薪)	備註
Snapchat	10,500	9,000 美元+1500 美元住房津貼
亞馬遜	10,100	7,600 美元+2500 美元住房津貼
Google	9,600	6,600 美元+3000 美元住房津貼
Yelp	9,100	7,600 美元+1,500 美元住房津貼
Facebook	9,000	8,000 美元+1000 美元住房津貼
微軟	8,500	7,200 美元+1300 美元住房津貼
Twitter	8,500	6,500 美元+2000 美元住房津貼
UBER	8,500	7,500 美元+1000 美元住房津貼
Quora	8,300	8,300 美元
LinkedIn	7,800	7,800 美元
蘋果	7,600	6,600 美元+1000 美元住房津貼

資料來源：出自黃曉郁 (2016)。

## 2. 企業國際化多元化理念

目前美國的大學實習制度並未採取中央直接成立單位組織進行推動，而是採取多元化實習機會的方式進行。過去提供實習機會的有美國的私人企業以及學術社群提供的實習機會與實習獎助學金（教育部高等教育司，2012）。冬季實習通常在11月或12月開始，春天一般在1月或2月開始實習，夏季會在5、6月開始。雖然實習大多是一次性體驗，但學生在同一家公司實習多次也不是不常見的。在這種情況下，實習可能連續兩學期甚至連續兩個夏天。

像 Google、Facebook 等企業，每年都會招收超過 1000 名實習生，儘管以招收美國大學就讀的學生居多，但由於國際化現象在矽谷是比較普遍的，所以這些國際企業更樂於招收世界來自各地的員工。這其中不僅體現了企業本身多元化的理念，也凸顯了自身的人文關懷（科技報橘，2016）。

## 3. 企業對待實習生的心態獨立自主

在矽谷的企業公司裡，端茶倒水的實習生是沒有任何意義，因為瑣碎的工作對於公司的核心業務貢獻並不大，絕大部分實習生都能親自接觸到項目由開發到推出的過程（科技報橘，2016）。實習生都被視為正職員工，需要像正式的員工一樣思考，但無疑給了實習生的工作增加了挑戰性和難度。在 Facebook 公司，每個實習生入職後馬上可以參與公司的主要業務發展，一名曾負責產品設計的實習生透露在內的工作情況，有如一個初創企業的大聯盟，每個實習生都會被編進一個個小組，負責正式的項目，而成果更會直接應用到業務上（關鍵評論網，2017）。在矽谷不是一個地方，重要的也是人，在於它聚集了一群樂於分享、相信自己能和別人合作，共同讓世界變得更好的人才所，形成正向且能量充沛的創業氛圍（張翔一、郭姿辰、王子文、郭姿辰，2017）。

## 4. 教育制度無法及時配合有勞動力短缺問題

實習生高薪的現象背後，也有人力資源分配的結構性因素。急速發展的科網行業，加上未能及時轉型配合的科技教育制度，一直面對勞動力短缺的問題。美國勞

動統計局在 2013 年預測，2020 年將會出現 140 萬個與電腦科學相關的職位，但只有 40 萬名相關科系的畢業生可以填補空缺。另外在申請外來人才的限制未有放寬的情況下，就造就了科網行業從業員的榮景。在矽谷裏轉工頻仍，不少公司都需要高薪留人，對於有能力的人才更是千方百計討好（關鍵評論網，2017）。在現在一個高度市場競爭、優秀人才互相爭奪的時代下，聘僱實習生於企業而言是有利的，可提早找到有發展潛力且充滿創新想法的年輕人。當實習生與企業間聘僱關係結束後，或許可藉由他們就讀的系所、學校等找尋另一群優秀實習人才。

### 三、小結

隨著產業結構和科技產品的升級，對於從業人員能力要求越來越高，尤其是科技產業更加重視專業能力養成，因此職業教育或高等教育與職業的連結，對於補足學校至產業的落差，是相當重要的一環，除產學合作專班，實習制度也成為最有效的產學合作方式之一，由國外相關實習評估研究顯示，實習是高等教育學術課程的重要組成部分，有利於學生，雇主和大學三方（Thomas, Stephen, & Anthony, 2009）。以下將透過我國新竹科學園區的個案公司，深入了解實習生計畫於企業培育人才的發展情形，供相關高科技企業之參考。

### 參、個案調查

本研究將探討新竹科學園區內一家企業公司任用實習生職務之作法，個案公司曾獲美國商業周刊評鑑為百大 IT 產業之第 42 名（台灣新創產業網，2000），並其在全球有四座設計中心：美國矽谷、瑞士洛桑、愛爾蘭科克及臺灣新竹，彼此互相連結分工，過去曾與瑞士洛桑聯邦理工學院（EPFL）產學合作，並研發出第一支滑鼠（洪美秀，2015）。在這樣的外資經營，並以科學、創新的思維體系運作，藉由文件分析和問題訪談探討，瞭解該企業在臺灣聘用實習生的發展與培育情形，創造的雙贏機會，可為其他企業在培育人才方面之參考。

#### 一、研究對象

研究個案為跨國型企業，全球員工數達 6,300 人，橫跨南北美、歐洲、中東、非洲和亞太地區（中國、臺灣、日本、澳大利亞）等五大地區、六十個據點，從成立到現在，擴展到

電腦滑鼠以外的產品設計，以多種介面裝置產品大量縮短使用者與電腦、遊戲主機、數位滑鼠或家庭娛樂系統間的距離。其一優點為高度知名的跨國企業，並擁有廣闊資源及為數眾多辦事據點，但因研究限制，僅針對個案公司在臺灣新竹的據點進行探討。個案公司基本資料請參見表 5。

表 5  
臺灣新竹 L 科技公司 2018 年資料表

項目	內容
產業類別	研發製造產業
員工人數	385 人
主要產品	消費性電子產品
任用實習學生人數	25 位
實習部門單位	皆任職研發部門
合作學校科系	清華大學電機科系、交通大學電機科系
實習職務名稱	研發工讀生

資料來源：本研究整理。

## 二、研究情境

個案公司於每年都釋出近 30 個實習生職缺名額，主要對象為大三以上學生，實習時間以每週三至五天為主，對於實習生目標：1.提供學生實習機會，讓學生有機會獲得有價值的行業知識和經驗，同時開展有意義且具有挑戰性的項目並替企業注入創新思維；2.對於公司電子的產品和人員相關文化能感到興奮，並讓學生成為公司大使；3.建立自己的專業網絡。

## 三、研究方法

本研究透過文件分析及問題訪談方式，針對個案公司進行相關探討，綜合調查結果提出建議。研究工具分別說明如下：

### (一) 文件分析

透過下列幾個主要來源：(1) 政府機關的文件與記錄；(2) 個案公司官方公開文件；(3) 大眾傳播媒體資訊，以蒐集研究所需資料。

## (二) 訪談問題

依據實務發生之問題，讓受訪者可訴已見，過程中若有臨時決定的問題，可視情況追問、反覆釐清。本研究訪談問題，主要收集的資料為下列四項部份：

### 1. 企業單位之基本資料：

- 事業單位名稱、人員數及資本額。
- 事業單位目前（曾）聘用實習生人數。
- 事業單位提供的實習部門單位、職務別，以及合作的學校及科系。

### 2. 企業單位提供實習職務的任用情形：

- 實習職務名稱、實習時間、工作內容。
- 實習結束後之留任情形及平均每年留任人數。
- 事業單位在任用實習學生是否曾遭遇困難或阻礙，並可能導致實習成效不彰原因。

### 3. 企業單位在管理實習學生的方式：

- 針對實習生就職前（後）公司是否安排相關訓練。
- 是否有其機制與合作校方老師定期保持密切聯繫。
- 公司其他形式福利是對實習生有正向吸引力。

### 4. 企業單位針對長期培育人才發展有何期望與想法：

- 聘用實習學生於任用單位的影響或意義。
- 對於（政府）目前推動實習制度或產學相關合作有何建議或想法。

## 肆、研究結果與討論

本研究整理了個案公司在實習生制度發展的意涵與理念，以下說明個案公司的實習制度及實施現況提出說明與討論，就綜合文獻、文件分析、訪談問題，整理個案公司聘用實習生途徑、實習生職務訓練與實習津貼、實習生在組織參與程度、實習生發展部份先說明，再歸納其企業特色。本文透過個案公司於培育人才上的實習制度進行初步的探討，以了解目前高科技產業實習制度實施現況，並提出高科技產業公司未來在檢討實習制度可能之建議。

## 一、個案公司任用實習生的現況說明

### (一) 聘用途徑方式

透過與附近的知名研究型大學合作長期實習計畫，其作法刊登相關實習內容與專案工作於公開公司官方資訊網站，欲申請的學生須先填寫書面資料，包括個人履歷、自傳、選擇實習的專案主題、及相關學期成績和欲申請專案經驗內容，以電子郵件遞送先進行書審篩選，待確認後企業通知進行實際面談作業，而進行錄取等後續程序。

### (二) 實習生工作職務與實習津貼

個案公司依據實習生學程狀況於學生課餘時間排班，以三至五天為主，主要工作內容為在研發單位協助新開發之產品，針對實習職務的學生所給予的薪資採月薪制及時薪制並行。在承擔職務前會先接受充實的職前訓練，在工作期間因應工作所需技能去提升相對應技術，主要由其表現評估是否需增加技能訓練，若實習工作超過三個月，會被要求提升技能，另外安排相關教育協助實習生。

### (三) 實習生在組織參與程度

實習生在個案公司內有充沛的機會去拓展他（她）們的才能，公司並重視發展實習生的技能，但工作目標主要由公司或需求單位部門設定，對於單位執行事務上同意實習生具有表達意見的權利。

### (四) 實習生發展及留任情形

重視訓練及發展實習生的技能，單位主管願意與校方老師保持密切聯繫，並定期依實習生狀況進行協助，但過程中有時會發現學生能力與工作所需技能銜接不上，導致效率不彰；抑或學生不是該部門所需人力，導致適應不良轉單位等情發生，與前提及（戴肇洋、邱秀玲，2005）在實習目前面臨的狀況有相符原因：正規教育體系所培育的人才水準可能難符產業所需。而在實習結束後，實習生無留任原因其出國留學或繼續升學之故，而留任原因為對公司文化感興趣且符合單位之需求及個人專長領域。待各別實習期滿，若有意願留任且符合單位技術需求，就會轉投履歷依照公司正常流程面試後錄取，

故錄取後將可能會與原實習部門單位不同。實際上每年平均有四位實習生在實習期滿後留下，透過正式錄用流程轉為正式員工。

## 二、個案公司實施實習的特色

### (一) 明確的實習專案規劃

個案公司目前在臺灣無參與或申請政府相關實習補助計畫及專案，皆由公司獨立與學校進行和做實習合作交流事宜，實習生在任職時會先根據所申請的專案計畫，並依據專長分發至該研發單位，確實接觸到專案項目，而不是要製作影印本或咖啡，是要捲起袖子，分享想法，與員工合作以及開展真正有意義的項目 (Logitech, 2018a)。實習生可培養成正式員工的管理技能及能將技術含量較低之工作分攤，而將多出之時間投入更有附加價值的工作。

### (二) 企業開放空間的理念

公司領導者與團隊一起在開放空間工作，沒有層級或官僚作風，當層級數越少就越容易發言和辯論，能思考並迅速行動。藉由認識公司的一些領導者，向他們提供有關公司的坦率見解，並使員工在工作中尋找的屬性以及他們團隊的工作 (Logitech, 2018b)。任何人和每個人都可以接觸，相信發言能夠推動更好的決策。在這樣的經營理念下，學生可藉此了解業界的需要，個案公司也會從學生的研發創意中，得到不同的創新能量。這也是一直以來個案公司不間斷培養實習生之原因。

### (三) 個案公司知名度高

個案公司啟用產學合作相關計畫時間已有多年時間，其目的為吸收人才以利公司發展，新竹科學園區為臺灣目前高端科技產業重鎮，吸引了鄰近幾家知名研究型國立大學許多學生，希望能有搶先的機會，進入知名或有興趣的企業學習及任職，確保畢業後能繼續任職，縮短尋找工作時間。而外商企業相對的福利及薪資幅度原比台資企業來的優渥和高度吸引力。根據 1111 人力銀行在 2018 年調查結果顯示，目前任職於外商的上班族平均月薪為新台幣 5 萬 7729 元，高出本土企業約 1.9 萬元，說明外商給薪優渥，極具



吸才誘因（中央社，2018）。個案公司是高度知名的跨國企業，並擁有廣闊資源及為數眾多辦事據點，有跨國的交流及連結性，人員未來可能有至其他國外據點工作機會，也因此對優秀人才有高度吸引力。

#### （四）個案公司組織彈性高且為發展中企業

個案公司總裁戴洛（Bracken Darrell）在 2017 年接受中央社專訪時表示，公司創立 5 年後，於 1986 年來台設立製造中心，當成非常重要的生產據點。近年個案公司致力轉型成為一家以設計為導向的科技公司，臺灣據點扮演非常重要的角色，目前新竹總部定期都有來自瑞士的高層主管輪調（中央社，2017）。雖個案公司在臺灣據點屬於相對較小的規模，但組織架構保有彈性、能快速溝通、運作效率快速。在未來發展上，個案公司總裁戴洛分析，從公司創立的 1981 年到 2008 年，成長動能來自電腦週邊；但是 2008 年以後雲端運算崛起，推動串流音樂、視訊會議、電競等應用，也拓展相關產品，現在雲端已成為公司成長的主要動能之一（T 客邦，2011），並可由近幾年外部財務報告，可看出個案公司為一家成長及獲利中的公司。

#### （五）小結

綜合以上實際資料調查，個案公司對於實習的管理及計畫，是高度重視實習學生發展及保持較大正向心態，期望透過學生的創新能力、學術思維注入一股活力，但未來面臨的挑戰，將會是如何彌補產學間的實際落差，學生能力與技術需求之差異。

## 伍、結論與建議

專業領域人才一直是產業界需求若渴和引頸期盼，在面對快速變遷的環境下，科技技術高端發展、產品生命週期縮短、市場策略等因素，都是各家企業必須面臨的挑戰與機會，因此找尋適合的人才不容易，長期培養人才更是需要投資。企業對外招募合適的人力同時，若能藉由實習相關等產學合作方式，從學生在學期間向下扎根，培養優秀人力，藉由職場訓練經驗相輔相成，培養未來的即戰力，縱使當中仍有許多執行複雜性或詬病之處待需克服。然

而在擁有經驗的學習加上能認同組織文化下，企業優秀人員的流失比重或許會減少許多。本文透過個案公司於培育人才上的實習制度進行初步的探討及反思，了解目前高科技產業實習制度發展現況，並提出高科技產業公司未來在檢討實習制度可能之建議。歸納為以下四點結論：

## 一、結論

### (一) 實習生甄選流程審慎，任用時間較長

在美國矽谷可能常見學生實習大多是一次性體驗，或者在同一家公司實習多次情況，同時連續兩學期甚至連續兩個夏天等，但個案公司在臺灣以專案方式在甄選上傾向長期一年時間，其為內部對人才及技術的需求量大，讓學生加入研究團隊，藉此獲得不同的創新能量。在甄選上，大學在校生、碩士生、博士生均可參加，仍需經過書面申請與面試等甄選程序，專業度要求不減，但學業成績較受重視，再進行分發到合適的研發單位，減少彼此間認知不一狀況或技術程度上差異落差太大。

### (二) 個案公司重視培育人才觀念與自主性

個案公司與美國矽谷內企業都存在重視實習生為獨立個體，也是公司的一份子，須善盡自己的責任與負責項目，並不因學生身分而隨意交辦事項，同時與公司員工或客戶建立長期合作關係觀念。不論身分別，公司每位成員都會無私分享自己的知識，共同為產品研發做努力。讓大專院學學生創新的思維與能力，能為企業注入新的活力，也讓學生們未來工作的企業更有清楚的認知，培養獨立思考的精神。對於個案公司講求是對產品領域的熱情、能樂在其中並富有創新能力是最為重要，不論是內部資深員工、踏入的新鮮人及在學學生，並透過與彼此間的合作開展及創造出真正有意義的項目與機會。

### (三) 利用職務訓練培養實習生真實工作經驗與能力

在矽谷，從第一天開始就是實戰，並沒有訓練期，可尋求導師和團隊的支持，實習生投入會被認真對待，但犯錯同時也須獨力解決，但企業也會主動提供進修機會給實習生，例：雅虎會為實習生提供實用的軟件課程，並由行業內的權威專家教授；

Facebook公司每周都會舉行答問會，由創辦人朱克伯格親身回答所有人的提問，女性員工更有特設的會議應付她們的特別需求。英特爾則會為員工舉辦訓練課程教導商業管理，甚至如何寫好履歷等等（關鍵評論網，2017）。而個案公司則在就職前會先接受職前訓練，在工作期間因應工作所需技能去提升相對應技術，主要由其表現評估是否需增加技能訓練，若實習工作超過三個月，會被要求提升技能，並提供相關協助。

#### （四）個案公司具有吸引實習生任職的誘因

個案公司是跨國性企業，在全球擁有許多設計及研發據點，且公司所生產的產品為領先其他相關類別企業，並擁有高度市占率及優勢，國際間相關設計獎項獲得無數肯定，例德國IF產品設計獎連續多年奪得獎項，並在2018年度囊括16項大獎(TechRitual, 2018)。因智慧型相關消費電子及個人穿戴設備的發展趨勢影響，個案公司生產的產品符合市場目前所需求，發展前景看好，而在薪資幅度上具有競爭力及全善的健康保健、社交活動、產品折扣等福利措施，這些都是具有正向拉力和吸引條件。

## 二、建議

臺灣的高科技產業人才來源，目前皆為以國內人員居多，尤其在高科技產業更需要跨領域、創新人才的注入，而現今少子化及人口老化趨勢越見明顯，未來高科技產業吸納優秀人員、培育人才的方向，在透過企業實習方式率先招募合適的年輕學子下，提出以下四項之建議。

#### （一）加強建立學校與企業雙向互動的機制

為因應社會日趨多元及產業快速變遷，除學校必須推動相關調整計劃，企業也必須保持開放心態，加強雙向的溝通及交流，透過實習計畫使學生將學校習得的知識轉化至企業的創新及動力，雙方須在互相尊重及平等互惠的原則之下，建立誠信跟支持關係。在加強互動的機制上，例學校專責老師定期至企業訪視學生狀況，並利用實習滿意度問卷等方式蒐集企業的意見及看法，調整未來合作的方式；企業與校方溝通討論，明確告知實務需求狀況和學生在職工作情形。在此之下學校可透過合作在專業知識發展上獲得

協助，企業可透過學校建立人才網絡，培育產業界人才，彼此間成為夥伴關係，為共同的目標努力。

(二) 重視實習學生的自主性並保持開放的心態，可為企業激盪出更多創新火花普遍性對於在學學生可能有既定觀念存在，認為獨立性不足、認知不足、因學制而學習並給予固定的框架。透過工作任務上的交辦，鼓勵及引導學生可提出想法或建議，企業並提供傾聽管道，雖然不見得意見是具有可行性，但實習生會認為被視為企業內的一份子，被受重視的感覺，也對組織具有凝聚力，藉由實習經驗達到獨立管理自己的意涵。實習生對於在工作執行上也會對內部員工帶來激勵感、提升士氣，更專注投入激盪出其他創新想法。

(三) 制定明確的實習計畫，企業與實習生能夠建立合作共識

企業單位在實施實習合作上，可能受限於政府單位的法令、制度的架構、公司高階主管觀念不同等因素，往往造成實習合作上產生認知差異問題，例學生發現工作的現實與自己憧憬的不同，企業發現學生與工作任務所需技能銜接不上，導致效率不彰，因故在挑選和面談時必須具體與明確的確認實質內涵、執行方式、技術能力方面的測驗，個別分配至適合的單位領域發展，並在實習期間凝聚共識、連結關係，因應工作實際狀況協助實習生增加技能訓練，減少彼此間摩擦及認知不一情況發生。

(四) 加強企業延攬優秀人才的誘因並可多與國際相關研究機構進行合作

除長期培育及短期招募並行外，能夠提出其他激勵誘因或福利措施，其也在內部鼓勵員工推薦科技人才，並借由推動創新、產品導向的研究專案或主題，吸引學生高度興趣投入研究。而對於外可透過與國際間的機構或學校，進行專案研發等合作，彼此間人才交流，互相吸取產業經驗和資源的流通，並制訂有效留才措施。除產業彼此間的努力，政府相關政策也是很重，讓企業能有條件及策略吸引其他國外優秀學子加入，去年政府提出了「外國人專業人才延攬及雇用法」草擬，希望開啟吸引國際人才來台的門，將延攬人才之對象目標範圍向下延伸至外籍畢業生，採取從「實習」到「就業」一條有效

率吸引人才之做法，讓更多有意願來臺灣工作的外籍社會新鮮人能夠在進入僱傭關係前，能有一段實習期間來熟悉工作及臺灣社會文化（陳梅英，2017），此法已於今年二月份經由行政核定施行，期望提高外籍優秀人才留臺工作意願，並透過配合未來的產業發展政策，調整大專院校的人才培育策略，其將是未來發展關鍵所在。

## 參考文獻

TechRitual (2018)。Logitech 破紀錄囊括 16 項 iF 設計獎。取自

<https://www.techritual.com/2018/03/20/156184/>

T 客邦 (2011)。羅技 30 年，專訪創辦人談創新、超 PC 時代、雲端音樂。取自

<https://www.techbang.com/posts/7340-30th-anniversary-t-off-logitech-logitech-co-founder-of-the-state-interview>

中央社 (2017, 02 月 02 日)。【台灣 No.1】羅技總裁瘋寶島，想來台定居只怕一件事。取

自 <https://buzzorange.com/techorange/2017/02/02/logitech-taiwan-no1/>

中央社 (2018, 04 月 23 日)。調查：外商平均月薪 57K 53%上班族曾遞履歷。取自

<https://money.udn.com/money/story/5641/3101884>

今周刊 (2016)。學歷不值錢 「即戰力」更重要。取自

<http://www.businesstoday.com.tw/article/category/80409/post/201610270032/%E5%AD%B8%E6%AD%B7%E4%B8%8D%E5%80%BC%E9%8C%A2%20%E3%80%8C%E5%8D%B3%E6%88%B0%E5%8A%9B%E3%80%8D%E6%9B%B4%E9%87%8D%E8%A6%81>

台灣新創產業網 (2000)。羅技電子獲美商周評百大 IT 廠第 42 名。取自

[http://www.kcc668.com/NewsInto.asp?News\\_id=64100&action=assign&CompanyName=%C3%B9%A7%DE%B9q%A4I](http://www.kcc668.com/NewsInto.asp?News_id=64100&action=assign&CompanyName=%C3%B9%A7%DE%B9q%A4I)

吳淑媛 (2015)。建構完善實習制度有效提升學生就業力。評鑑雙月刊, (54), 9-13。

林之晨 (2014)。美國科技產業復甦的關鍵：理工名校不間斷供給人才。取自

<https://www.businessweekly.com.tw/article.aspx?id=5886&type=Blog&p=1>

洪美秀 (2015)。羅技公司訪清華大學 談產學合作計畫。取自

<http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/1503951>

洪懿妍 (2014)。全球人才大戰！5 大關鍵報告解密。取自

<http://www.cheers.com.tw/article/article.action?id=5063463&eturec=1>

科技部 (2017)。科技部新聞稿\_科學園區 105 年營業額創下歷史新高。取自

<https://www.most.gov.tw/most/attachments/0c9a6d68-03db-4af3-bc70-5746f037a963>

科技報橘 (2016)。【矽谷企業喜歡怎樣的實習生】Google、FB、微軟用人標準：能否獨立

解決問題？。取自 <https://buzzorange.com/techorange/2016/08/23/silicon-valley-interns/>

范逸承 (2014)。企業實習制度對實習成效之影響-以中央大學管理學院畢業學生為例 (未出版之碩士論文)。中央大學人力資源管理研究所，桃園市。

張明華 (2015)。大學多管齊下實習成效不卡關。評鑑雙月刊，(54)。取自

<http://epaper.heeact.edu.tw/archive/2015/03/01/6313.aspx>

張翔一、郭姿辰、王子文、郭姿辰 (2017)。「矽谷只是一個地方，更重要的是人，」——

Unicorn 執行長施凱鈞：「溫良恭儉讓」的環境不會讓台灣進步。取自

<https://crossing.cw.com.tw/blogTopic.action?id=707&nid=7957>

教育部 (2015)。落實實習課程推動與成效培養技職教育務實致用人才訂定專科以上學校實習課程績效評量辦法。取自

[https://www.edu.tw/news\\_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=2E1D208EA80C7A24](https://www.edu.tw/news_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=2E1D208EA80C7A24)

教育部技術及職業教育司 (2016)。產學攜手合作資訊網。取自

[iacp.me.ntnu.edu.tw/page.php?pid=502](http://iacp.me.ntnu.edu.tw/page.php?pid=502)

教育部高等教育司 (2012)。各國大學實習制度之調查分析。取自

[https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/4/RelFile/7840/40212/2012%20%E5%90%84%E5%9C%8B%E5%A4%A7%E5%AD%B8%E5%AF%A6%E7%BF%92%E5%88%B6%E5%BA%A6%E8%AA%BF%E6%9F%A5%E5%88%86%E6%9E%90%20%E6%9C%9F%E6%9C%AB%E5%A0%B1%E5%91%8A\(Final\).pdf](https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/4/RelFile/7840/40212/2012%20%E5%90%84%E5%9C%8B%E5%A4%A7%E5%AD%B8%E5%AF%A6%E7%BF%92%E5%88%B6%E5%BA%A6%E8%AA%BF%E6%9F%A5%E5%88%86%E6%9E%90%20%E6%9C%9F%E6%9C%AB%E5%A0%B1%E5%91%8A(Final).pdf)

陳梅英 (2017)。外籍生實習延至 2 年國發會：將總量管制、嚴審資格。取自

<http://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2084316>

黃曉郁 (2016)。猜猜看：蘋果給實習生/應屆畢業生多少薪水。取自

[http://www.feng.com/iPhone/news/2016-12-08/Guess-what-apple-to-intern-salaryfresh-graduates\\_664231.shtml](http://www.feng.com/iPhone/news/2016-12-08/Guess-what-apple-to-intern-salaryfresh-graduates_664231.shtml)

經濟部工業局 (2017)。2018-2020 年重點產業人才需求調查報告。台北市：經濟部工業局。

雷鷗然科技 (2017)。高科技全球城市排行榜，看看有你所在的地方沒。取自

<https://kknews.cc/tech/2m59zpr.html>

趙自強 (2018)。企業育才／產學合作導入實習制。取自

<https://money.udn.com/money/story/8944/3122504>

戴肇洋、邱秀玲 (2005)。台灣產業科技人才供需問題與解決之道。科技發展政策報導，

SR9401，17-30。

關鍵評論網 (2017)。矽谷巨企出手闊綽，實習生月入五萬。取自

<https://hk.thenewslens.com/article/62666>

Knouse, S. B., & Fontenot, G. (2008). Benefits of the business college internship: A research review. *Journal of Employment Counseling*, 45(2), 61-66.

Logitech. (2018a). *College graduate & internship opportunities*. Retrieved from

<https://jobs.jobvite.com/logitech/p/students>

Logitech. (2018b). *Life at logitech*. Retrieved from <https://jobs.jobvite.com/logitech/p/leaders>

OxfordEconomics. (2013). *Global Talent 2021*。Retrieved from

<https://www.oxfordeconomics.com/Media/Default/Thought%20Leadership/global-talent-2021.pdf>

Ramsgaard, M. B., & Østergaard, S. J. (2017). *An entrepreneurial learning approach to assessment of internships*. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/ET-11-2016-0164>

SiliconValleyInstituteRegionalStudies. (2016, June 15). 2016 Silicon Valley Index [PDF document].

Retrieved from <https://jointventure.org/publications/institute-publications/1393-2016-silicon-valley-index>

Thomas P., Stephen J., & Anthony S. (2009). Enhancing the Reliability of Internship Evaluations.

*Journal of Applied Business and Economics*, 9(1), 22-33.



# 國內科研人員參加學術倫理課程之學習動機對研究倫理態度及學習滿意度之研究

## A Study of Scientific Research Personnel in the Learning Motivation of the Academic Ethics Learning on the Research Ethical Attitude and Learning Satisfaction

陳怡華、林弘昌

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

I-Hua Chen, Hung-Chang Lin

Department of Technology Application and Human Resource Development,

National Taiwan Normal University

### 摘要

國家級研究單位為使科技研究人員正視學術倫理的重要性，引入「臺灣學術倫理教育資源中心」提供之學術倫理課程，經由數位學習模式，精進科技研究人員之學術倫理知能。為了解人員的學習情形是否因學習動機而有不同，本研究目的為探究科技研究人員參加學術倫理課程之研究倫理態度與學習滿意度對學習動機之關聯性，以研究個案之 250 位科技研究人員為調查對象，並以研究者經彙整相關變項後所自編的「國內科研人員參加學術倫理課程之學習動機對研究倫理態度及學習滿意度之調查」問卷(含學習動機量表、研究倫理態度量表、學習滿意度量表)為研究工具，透過問卷調查法蒐集研究所需之資料。本研究共計發放 250 份問卷，有效回收問卷為 233 份，有效回收率 93%。回收的資料經彙整後，分別以描述性統計、信度分析、變異數分析及迴歸分析等統計方法進行資料分析。本研究結果發現：(1)研究倫理態度與學習動機有關係；(2)學習滿意度與學習動機有關係。本研究根據結果進一步提出相關建議，期以提供國內科研等相關單位作為未來實施教育訓練及數位平台課程安排之參考，進而達到雙贏的局面。

**關鍵字：**科技研究人員、學術倫理課程、研究倫理態度

## 壹、前言

由於組織機構面臨全球化的競爭及快速變化，在職同仁必須不斷充實個人核心職能以適應競爭環境，組織機構不斷開發新產品，並改善作業流程，卻無法即時更新人員腦中的知識或觀念，傳統的實體培訓模式速度難以跟進人員的學習需求，組織機構的實體訓練已無法滿足企業對教育訓練的需求，因此數位學習也成為創新的學習方式。蕭雅云（2008）指出數位學習為自主性較高的學習方式，讓在職同仁透過數位學習模式以減少時間與空間的限制，隨時隨地自我充實，建立核心職能免於被環境淘汰。

本研究的學術倫理課程係以「臺灣學術倫理教育資源中心」所提供，係因近年世界各地有關學術倫理案件頻傳，其中美國聯邦科研誠實辦公室（Office of Research Integrity, ORI）估計全美每年共有 2,325 件學術造假案；從新聞媒體報導我們也得知荷蘭的心臟學術研究案因有嚴重瑕疵，導致全歐洲 80 萬名患者死亡；就連學術氛圍嚴謹的德國近年都曾連環報出高官論文抄襲的案例，部分官員因而被撤銷博士學位並下台負責。

在亞洲部分，韓國首爾大學研究者黃禹錫於 2004 年和 2005 年，在《科學》期刊發表 2 篇論文，聲稱利用體細胞的細胞核轉植，製造出胚胎幹細胞，一度被《時代雜誌》評選為 2005 年最令人讚嘆的發明，甚至被譽為諾貝爾獎新星，最後卻被揭發多項研究結果造假、挪用政府巨額研究經費。而日本學術界最令人吃驚的學術造假，莫過於日本理化學研究所發育再生科學綜合研究中心的小保方晴子，在 STAP 新型萬能細胞論文中竄改、捏造等不當行為。

世界各地顯現的學術醜聞和危機，讓台灣引以為戒，政府與學校單位必須及時透過教育模式加以匡正，否則後果不堪設想。李振清（2017）指出在國家積極倡導與規劃人才培育的過程中，此種全面培養學術倫理的策略與作為，是邁向教育國際化與提升學術研究品質不可或缺的全民共識。

有鑑於此，國家級研究單位為使科研人員正視學術倫理的重要性，除擬定「學術研究倫理規範」、「學術倫理案件處理及審議要點」、並著手定訂「學術倫理教育課程實施要點」，並加入「臺灣學術倫理教育資源中心」提供之學術倫理課程。課程在民國 106 年第四季導入為科技研究人員之教育訓練，藉由數位平台這類型的訓練課程，使科研人員在自己專門的項目之外，更能不受時間及地點之限制的參與課程，進而對學術倫理有所重視。

此課程雖為政府單位極力推廣，有礙於本研究單位以往採取實體課程為主，藉由此網路平台的學術倫理課程導入，組織機構想從中瞭解科技研究人員的研究倫理態度和學習滿意度是否因學習動機的不同而有影響，對於參加學術倫理課程的學習動機關鍵因素，包括外界

期望、求知興趣與職業進展，是否為影響人員持續學習的動機，藉此調整並加強學術倫理課程的學習策略與方向，提高學習者的研究倫理態度與學習滿意度，並為日後本研究單位規劃數位課程實施之參考。

根據上述研究背景及架構，本研究之目的為：

- (一) 了解不同背景變項的科研人員其學習動機、研究倫理態度及學習滿意度是否具有差異。
- (二) 國內科研人員參加學術倫理課程之學習動機與研究倫理態度的關係。
- (三) 國內科研人員參加學術倫理課程之學習動機與學習滿意度的關係。

## 貳、文獻探討

### 一、數位學術倫理課程

本研究提出之科技研究人員數位學術倫理課程，乃依據科技部（2017）建立學術倫理教育機制作業要點，採取加入「臺灣學術倫理教育資源中心」之現有課程教育資源，該中心課程各單位閱讀時間為 20 分鐘，通過總測驗可取得註記學習時數之修課證明。學術倫理課程涵蓋之教材可分為五大主題，分別為：研究倫理、不當研究行為、學術寫作技巧、個人著作隱私權、利益衝突及相關規範，五大主題共細分為 20 個單元，詳細內容分述如表 1：

表 1

五大主題及子單元列表

主題名稱	子單元名稱
一、研究倫理	1. 研究倫理定義與內涵 2. 研究倫理專業規範與個人責任 3. 研究倫理的政府規範與政策
二、不當研究行為	4. 定義與類型 5. 捏造與篡改資料 6. 抄襲與剽竊 7. 自我抄襲
三、學術寫作技巧	8. 引述 9. 改寫與摘寫 10. 引用著作 11. 作者定義與掛名原則
四、個人著作隱私權	12. 著作權基本概念 13. 個人資料保護法基本概念 14. 隱私權基本概念 15. 受試者保護原則與實務

（續下頁）

表 1

五大主題及子單元列表 (續)

主題名稱	子單元名稱
五、利益衝突及相關規範	16. 研究中的利益衝突
	17. 科技部對學術倫理的相關規範
	18. 適當的使用研究經費
	19. 利益衝突案例探討
	20. 研究資料處理案例探討

資料來源：出自臺灣學術倫理教育資源中心 (2017)。

有別於國內近年陸續開始重視學術倫理之教育，並倡導相關研究組織及學校實施學術倫理課程以提升學術研究品質，世界各地也對相關對象及機構辦理相關學術倫理課程，其課程內容依學校專業性的不同而設計，詳細內容分述如表 2：

表 2

各國主要大學研究倫理資訊

校名	國家	適用對象	內容
史丹佛大學	美國	研究人員	史丹佛大學生物醫學倫理中心 (Center for Biomedical Ethics) 在研究倫理的領域中，開設兩堂教導負責任的研究行為 (responsible conduct of research) 之課程。課程目標為讓學生藉由案例了解常見的倫理議題，最後讓學生了解相關法規。課堂上提供許多的討論議題，幫助學生深入了解各議題內涵。其中一堂課是以實驗室研究員 (bench researcher) 為對象所開設，其主題包括著作權 (Authorship)、資料收集 (Data Collection)、運用、分享與擁有、利益衝突 (Conflict of Interest)、研究偏見、人體試驗 (Human Subject Research) 以及社會責任等議題的探討。另一課程是以臨床實驗研究員 (clinical researcher) 為對象所開設，故涉及較多臨床事宜，如保護人類受試者和臨床上的照顧等。
哈佛大學	美國	研究人員	哈佛大學各學院皆提供該行為及研究操守之課程。各個領域包含藝術和自然科學方面，設計相關領域以及公共衛生方面等，皆有提供與其相對應的學術倫理課程及規範。其中，在自然科學方面，哈佛大學對於幹細胞研究領域也有完善的倫理及審查制度。透過哈佛大學幹細胞機構 (Harvard Stem Cell Institute) 以及哈佛幹細胞研究委員會，提供研究人員許多醫學研究倫理的資訊以及監管相關研究行為。
倫敦帝國學院	英國	科學與科技研究人員	結合院內外研究專家說明現今與未來科技所面臨的挑戰，並引用科技資訊委員會 (Council for Science and Technology) 的規章，要求研究人員嚴格遵守，倫敦帝國學院亦提供許多研習機會給予相關人員了解學術倫理精神。該校各學院學術操守的資訊，共彙整出十三個面向，包含倫理 (ethics)、健康與安全、研究不當行為 (research misconduct)、動物試驗研究 (animal subject research)、智慧財產、開放平台、資料蒐集與保留、利益衝突 (conflict of interest)、分享器具、公開性、同儕審查、著作權、以及校方責任。此外，該校在動物試驗研究方面，除了要求研究員遵守英國及歐盟訂立之法律，也成立校內辦公室 (Home Office) 監督動物研究事宜。

(續下頁)

表 2

各國主要大學研究倫理資訊 (續)

校名	國家	適用對象	內容
蘇黎世聯邦理工學院	瑞士	研究人員	蘇黎世聯邦理工大學之研究倫理 (Research Ethics) 兩大焦點—研究倫理及動物福祉 (Animal Welfare)。研究倫理方面, 該校設有研究倫理委員, 管理使用人類受試者之實驗, 並且提供規章和中介人員加強對研究倫理的落實。在動物福祉方面, 蘇黎世聯邦理工大學有大篇幅介紹, 可讓讀者清楚明白以動物進行研究時, 研究者需要注意的合法事項及事前人員訓練。
新加坡國立大學	新加坡	研究人員	新加坡國立大學的研究與科技中心對於研究誠信 (Research Integrity) 的聲明、相關注意事項、研究經費、資料管理政策說明以及校內與站外資源。在研究方面, 列出進行動物及人體試驗研究 (Animal/Human Subject Research) 時應該注意之法令與規範, 透過國家顧問委員會實驗動物研究組所提出的動物試驗相關規範, 明定研究人員需考量動物保護條令, 且不得對動物造成傷害。進行人體試驗時, 也須遵守相關法規, 達到負責任的研究行為 (Responsible Conduct of Research)。
魯汶大學	比利時	研究人員	魯汶大學在校內定期舉辦學術誠信的工作坊與研討會, 對所有博士班新生進行學術誠信的課程訓練。除了課程訓練之外, 學校亦成立多個委員會, 包括了醫療倫理委員會、動物實驗倫理委員會 (Ethical Committee for Animal Experiments)、社會倫理委員會 (Social and Societal Ethics Committee) 等, 以提供研究者資訊與諮詢, 而對於所有研究中的個人資料數據, 魯汶大學必須呈報給聯邦隱私委員會 (Federal Privacy Committee)。
赫爾辛基大學	芬蘭	研究人員	該校對於學術倫理方面, 謹遵相關政府機構之政策, 如芬蘭研究誠信顧問委員會 (Finnish Advisory Board on Research Integrity)、國家研究倫理顧問委員會 (National Advisory Board on Research Ethics)、芬蘭國家生科顧問委員會 (Finnish National Advisory Board on Biotechnology) 等, 若有需要, 任何研究計畫皆可由芬蘭研究誠信顧問委員會進行審查。此外, 該校對於負責任的研究行為 (Responsible Conduct of Research, RCR)、倫理審查 (Ethical Review) 和不當行為通報程序皆有詳細說明。
雪梨大學	澳洲	研究人員	雪梨大學的研究操守團隊 (Research Integrity Group) 成立於 2009 年, 致力於提倡負責任的研究行為 (responsible conduct of research), 並協助辦理人體試驗研究委員會 (Human Research Ethics Committee) 與動物研究委員會 (Animal Ethics Committee)、處理研究不當行為 (Research Misconduct), 以及推行學術研究中的動物福祉項目、管理臨床實驗等。校方訂定相關的研究倫理條令, 特別針對在地的澳洲國家研究執行方式, 提出保護基本人權與維護人文風氣的規章, 該校之動物及人體試驗研究委員會詳細說明相關研究之申請程序及政策。此外, 本網站針對研究不當行為, 提供澳洲負責任研究行為守則 (Australian Code of Responsible Conduct of Research)、相關舉報程序與線上課程, 如臨床實驗與動物試驗研究等課程供研究人員參考。

資料來源: 出自臺灣學術倫理教育資源中心 (2017)。

綜合上述，不論是國外知名大學或「臺灣學術倫理教育資源中心」，其辦理學術倫理課程的目的係以相關研究人員能避免不當的學術行為。其課程內容方向一致，主要為教導負責任的研究行為。本研究為使國內科研人員了解學術倫理重要性，透過課程提升學員之學術倫理思維、普世價值、法律規範等倫理知能，增進對於學術倫理與研究倫理意涵與實務面之理解，並落實誠信。

## 二、學習動機

張春興（2003）指出學習動機的定義是引起學生學習活動，維持學習活動，並使其學習活動趨向教師所設定之目標之心理歷程，學習動機雖是潛在的心理歷程，但往往是決定學生遇到困難時，是否願意投注心力，排除困難的關鍵。

學習動機分為「內在動機」和「外在動機」，前者指的是學習者內心感覺需要或對學習目的有領悟而自發的動機，後者指的是學習者因外力驅迫而引發的動機（張文彥，2003）。

蕭雅云（2008）將學習動機分成內在動機和外在動機，內在動機是由於內在心理需求的影響，而產生接受課程培訓的意願；而外在動機則是由於外在環境因素產生的影響，進而接受課程培訓的意願；本研究據此探討國內科研人員的學習動機層面，包括求知興趣、職業進展及外界期望等構面，從中瞭解學習者的研究倫理態度與學習滿意度是否因學習動機的不同而有所影響，並採用此觀點來討論相關論述。

## 三、研究倫理態度

本研究所指的研究倫理態度係指所有研究者在投入研究工作時，都應落實「負責任的研究行為」（Responsible Conduct of Research，簡稱RCR）。負責任的研究行為係指研究者必須遵守誠實（honesty）、正確（accuracy）、效率（efficiency）及客觀（objectivity）等原則，例如：據實地蒐集和處理研究資料、精確地報告研究發現、適當地運用研究資源並避免浪費社會成本、致力於使科學事實能正確呈現、避免不當的偏差詮釋等（Steneck, 2007）。

根據「臺灣學術倫理教育資源中心」（2017）的核心課程內容，現今網路的發達，研究者能透過網路迅速獲得所需要的資訊，故利用網路蒐集資料也已成爲重要的研究方法。研究者以網路上的資料作為撰寫文章之內容，必須注意「著作權」的相關規定，以避免侵害他人的著作權；而隱私（Privacy）是基本人權的一部分，並受到法律保護；研究者在進行研究時，經常會涉及研究對象的隱私議題，特別是以人爲研究對象時，都必須謹慎爲之，以免侵犯研究對象的隱私。

余智誠（2011）主張網路倫理態度包含著作權及隱私權層面；網路著作權問題是伴隨網路上資訊使用的行為而生的，而網路隱私權問題在於個人資料之傳遞與個人資料之使用需要尊重與信賴來達成。

綜合上述，本研究的研究倫理態度其構面採用多位專家學者的論點，分別從其相對重視的研究倫理態度、隱私權及著作權等，來探討國內科研人員的研究倫理態度與學習動機之間的關係。

#### 四、學習滿意度

Tough（1982）主張的學習滿意度是指對學習活動感覺或是態度，此感覺或態度可以讓學習者喜歡學習活動，在學習過程中得到學習的願望並獲得滿足，因此學習滿意度可以解釋學習者參與活動的動機與結果。

學習滿意度是衡量學習成果的主要項目之一，影響學生學習滿意度的因素很多，除了學生的個人因素外，教師、課程與學習環境等因素都可能有所影響（王秋華，2001）。其中像是學生之背景（如性別、年齡、學歷等）、教師的教學行為及方法、學習環境及教學設備等，也會影響學生學習之滿意度。

學習滿意度是衡量數位學習效能成功與否的重要指標，保有高的學習滿意度可以降低科研人員中輟學習率、人員願意引薦更多人來學習、學習滿意度高相對學習成效也好，本研究採用學習滿意度因素包含：學習環境、學習支持及課程內容，來探討國內科研人員的學習滿意度與學習動機之間的關係。

#### 五、相關研究

##### （一）學習動機與研究倫理態度

賴政安（2015）其研究報告中學生的學習動機與學習態度呈現顯著有相關性，當學習態度傾向程度愈高時，學生的學習動機也隨之提高。葉水通（2016）的研究報告指出學員的學習動機對學習態度有顯著影響，在學習中擁有良好的學習動機，在學習當下的學習態度也就愈正向。綜合上述研究者的研究結果，學習動機與學習態度具有相關，且學習態度的差異將影響學習動機，當學習態度愈高時，學習動機也會愈高。同理可證，我們將上述研究者探討之學習態度轉換成研究倫理態度來加以研究，當國內科研人員在參加學術倫理課程時，其研究倫理態度的提升更能反應出學習動機的程度。綜合上述的文獻探討結果，本研究推論國內科研人員的學習動機與研究倫理態度有關係。

## (二)學習動機與學習滿意度

蕭雅云（2008）以在職人員為對象進行研究，發現學習滿意度對學習動機呈現顯著有相關性。劉昱辰（2017）其研究報告指出學習動機的三個構面（求知興趣、職業進展及外界期望）皆可顯著預測學習滿意度，亦表示在學習動機的求知興趣、職業進展及外界期望，有助於提升學習滿意度。因此當組織機構在推動新的學習策略或網路平台時，需考量受訓者的學習動機，方能順利推展訓練課程達到高學習滿意度。綜合上述的文獻探討結果，本研究推論國內科研人員的學習動機與學習滿意度有關係。

## 參、研究設計

### 一、研究架構

根據本研究文獻探討的結果，本研究以學習動機、研究倫理態度及學習滿意度三大構面建立架構，如圖 1 所示。

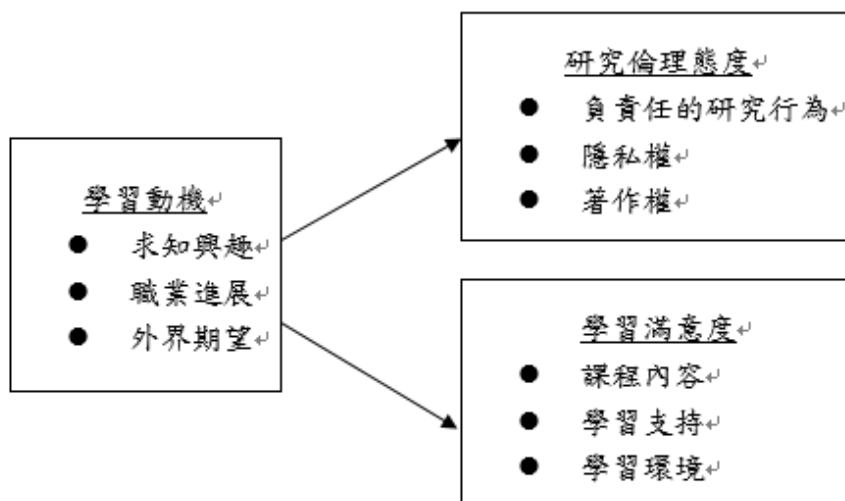


圖 1 研究架構圖

### 二、研究方法

本研究以問卷調查法進行研究，依據研究主題蒐集國內外相關之期刊、研究報告與論文等資料，藉由其理論與研究文獻的探討來做為本研究參考應用的理論基礎，並依據彙整的相關變項設計調查問卷，以該個案單位科技研究人員為調查的對象，探討人員在不同的個人變項背景之下，對於參加學術倫理課程之學習動機對研究倫理態度及學習滿意度的研究。



### 三、研究工具

本研究所使用的研究工具為「國內科研人員參加學術倫理課程之學習動機對研究倫理態度及學習滿意度之調查問卷」，內含「學習動機量表」、「研究倫理態度量表」及「學習滿意度量表」。

在「學習動機量表」及「學習滿意度量表」部分，係參考劉昱辰(2017)的「在職訓練的學習動機量表」與「在職訓練的學習滿意度量表」的問卷內容加以修改，原調查問卷之學習動機信度為 0.712，學習滿意度的信度為 0.733；效度則以專家學者進行問卷之內容效度檢核，整體來說，是具有可接受的信、效度。

而「研究倫理態度量表」則是參考余智誠(2011)「臺北市國中生網路倫理態度與網路倫理行為調查問卷」修改，原調查問卷之網路倫理態度的信度為 0.973，效度為 0.939，表示問卷有良好的一致性，具有良好的信、效度。

### 四、研究對象及問卷發放方式

本研究對象所指之國內科研人員，係以國家級研究單位內部有參與學術倫理課程之科研人員為探討對象，分別從事研究、工程技術開發、生命科學研究、社會調查研究等，基於時間與人員配合度考量，採取委託轉發及便利抽樣方式進行。正式問卷調查期間為民國 107 年 4 月 11 日至 4 月 17 日為止，總計發出 250 份問卷，問卷回收份數為 235 份，經過檢查刪除 2 份無效問卷，總計回收有效問卷為 233 份，有效回收率為 93%，以此做為研究樣本進行後續分析。

### 五、資料的處理與分析

本研究將問卷調查所蒐集到的資料輸入電腦並建檔編號，利用 SPSS 軟體逐步進行資料分析，包括：

1. 進行信效度分析，以確認量表各構面的內部一致性。
2. 利用敘述性統計分析，以了解科研人員背景變項的樣本分布情形。
3. 利用 *t* 檢定和 ANOVA 分析，以了解不同背景變項的國內科研人員的學習動機、研究倫理態度、學習滿意度是否有差異。
4. 進行迴歸分析，以了解學習動機對於研究倫理態度及學習滿意度的關係。

## 肆、研究結果

### 一、樣本結構分析

本研究將研究對象的基本資料分別探討其性別、年齡、教育程度和研究學科領域等變數，透過 SPSS 第 23 版統計軟體進行敘述統計之次數分配與百分比分析，以了解研究樣本各項基本資料的分布情形。有效樣本基本資料結構分析結果如表 3 所示：

表 3  
有效樣本之基本資料結構分析 (n=233)

類別項目	研究變項	樣本數	百分比(%)
性別	男	142	60.94
	女	91	39.06
年齡	25 歲以下	0	0
	26 歲~30 歲	20	8.59
	31 歲~35 歲	59	25.32
	36 歲~40 歲	96	41.20
	41 歲以上	58	24.89
教育程度	專科(含)以下	0	0
	大學	21	9.01
	碩士	113	48.50
	博士	99	42.49
研究學科領域	教育	19	8.15
	人文及藝術	29	12.45
	社會科學、商業及法律	35	15.02
	科學	44	18.89
	農學	13	5.58
	工程、製造及營造	47	20.17
	醫藥衛生及社福	46	19.74
	其他	0	0

資料來源：本研究整理。

### 二、信度、效度分析

本研究問卷在信度方面，採用 SPSS 軟體進行正式問卷之信度分析，包含：學習動機 (Cronbach's  $\alpha=0.74$ )、研究倫理態度 (Cronbach's  $\alpha=0.60$ ) 及學習滿意度 (Cronbach's  $\alpha=0.70$ ) (如表 4)，故依照 Cronbach (1951) 提出信度的判斷準則，本研究問卷之信度皆在合理範圍內。

在效度部分，本文之 KMO 取樣適合性檢定及 Bartlett 球形檢定法(Bartlett's test of Sphericity)的實證分析結果，刪除解釋能力較低的題項，保留 KMO 值大於 0.6 以上與因素負荷量 (Factor Loading) 大於 0.5 因子為探索性因素分析的方式。最後本文以內容效度且參考以往學者類似問卷內容加以修正，並與實務專家討論過。因此，本文採用驗證性因素分析，並獲得變數的標準化因素負荷量(Standardized Factor Loading)，各採標準化因素負荷量大部份高於 0.7。本研究針對有效的問卷量表，以各變數之量表為輸入變數，利用主成分分析法進行因素分析，並以最大變異數法 (Varimax) 進行直交轉軸，萃取特徵值 (Eigen Value) 大於 1 之因素後，再參考組成題項之相關內容加以命名，茲分為就學習動機、研究倫理態度、學習滿意度等三個主要變數的量表。

表 4  
測量變數信度分析

變項	構面	Cronbach's $\alpha$	整體
學習動機	外界期望	.734	0.74
	求知興趣	.670	
	職業進展	.786	
研究倫理態度	負責任的研究行為	.712	0.60
	隱私權	.537	
	著作權	.572	
學習滿意度	學習支持	.720	0.70
	學習環境	.594	
	課程內容	.707	

資料來源：本研究整理。

### 三、各構面資料分析

針對各構面進行描述性統計分析。各構面採 Likert 五點量表衡量，受測者根據其自身狀況填答，分數分別為：回答「非常不同意」為 1 分、回答「不同意」為 2 分、回答「普通」為 3 分、回答「同意」為 4 分、回答「非常同意」為 5 分。

#### (一)學習動機

由表 5 可知，受測者對於學習動機表示的意見之平均分數介於 3.80 分至 3.97 分之間，顯示受測者對於求知興趣在學習動機的在意程度的感受稍高。而其中以「我參加學術倫理課程是為了能在專業領域有足夠的成就感」這題分數最高，顯示大多數人認為在自己學習時可否獲得足夠的成就感非常在意；而「我參加學術倫理課程是因觀察他人學習後的好處」標準差最大，表示受測者對此問項看法異較高。

表 5

學習動機各問項的平均表現

變項	題項	平均數	標準差
外界期望	1. 我參加學術倫理課程是因觀察他人學習後的好處	3.944	.8717
	2. 我參加學術倫理課程是因受新聞媒體報導所影響	3.863	.8449
	3. 我參加學術倫理課程是因為工作上的要求	3.854	.7741
	4. 我參加學術倫理課程是因受他人學習後成效的影響	3.867	.7395
	5. 我參加學術倫理課程是為了謀求更好的職位與工作	3.841	.7632
求知興趣	6. 我參加學術倫理課程是因對該課程感到興趣	3.880	.7151
	7. 我參加學術倫理課程是希望增進對社會時事的認識	3.828	.7285
	8. 我參加學術倫理課程是為了滿足自身求知慾望	3.811	.7242
	9. 我參加學術倫理課程是為了充實自身的專業素質	3.957	.7298
	10. 我參加學術倫理課程是為了能在專業領域有足夠的成就感	3.979	.7511
職業進展	11. 我參加學術倫理課程是為了彌補過去所學的不足	3.893	.7996
	12. 我參加學術倫理課程是為了晉級、加薪	3.807	.7609
	13. 我參加學術倫理課程是為了能學會新的學術倫理知識	3.961	.6906

註：表中各題項的編號與正式問卷中的題號一致。

(二)研究倫理態度

由表 6 可知，受測者對於研究倫理態度的意見之平均分數介於 4.33 分至 4.73 分之間，顯示受測者對於隱私權在研究倫理態度的在意程度的感受稍高。而其中以「參加學術倫理課程後，我不會未經研究對象的同意便隨意蒐集，侵害他人的隱私權」這題分數最高，顯示大多數人認為在自己學習時其蒐集資料是否侵害他人隱私權非常在意；而「參加學術倫理課程後，在進行學術研究時我會避免重覆發表與出版等不當研究行為」標準差最大，表示受測者對此問項看法異較高。

表 6

研究倫理態度各問項的平均表現

變項	題項	平均數	標準差
負責任 研究行為	1. 參加學術倫理課程後，在進行學術研究時我會避免重覆發表與出版等不當研究行為	4.429	.5764
	2. 參加學術倫理課程後，在進行學術研究時我會避免不當掛名等研究行為	4.464	.5331
	3. 參加學術倫理課程後，我更知道憲法、民法、刑法與隱私權的相關規定	4.506	.5262
	4. 參加學術倫理課程後，我更知道所有的研究對象都是受隱私權保護	4.562	.5058
	5. 參加學術倫理課程後，在進行學術研究時我會更注意學術寫作技巧，避免抄襲等不當研究行為	4.601	.5080
隱私權	6. 參加學術倫理課程後，我不會未經研究對象的同意便隨意蒐集，侵害他人的隱私權	4.730	.4451
	7. 參加學術倫理課程後，我更瞭解隱私權的規範與重要性	4.536	.5250
	8. 參加學術倫理課程後，我更知道通訊保障和隱私權的關係	4.335	.5329
著作權	9. 參加學術倫理課程後，我更瞭解著作權法的規範與重要性	4.438	.5546
	10. 參加學術倫理課程後，我不會未經作者的同意便複製文章，侵害他人的著作權。	4.515	.5577
	11. 參加學術倫理課程後，在進行學術研究時我會避免研究資料的剽竊等不當研究行為。	4.468	.5648

註：表中各題項的編號與正式問卷中的題號一致。

### (三)學習滿意度

由表 7 可知，受測者對於學習滿意度的意見之平均分數介於 3.91 分至 4.46 分之間，顯示受測者對於課程內容在學習滿意度的在意程度的感受稍高。而其中以「學術倫理課程的內容與品質符合我的期待」這題分數最高，顯示大多數人認為在自己學習時之課程內容及品質非常在意；而「學術倫理課程的公告訊息即時又明確，使我感到滿意」標準差最大，表示受測者對此問項看法異較高。

表 7

學習滿意度各問項的平均表現

變項	題項	平均數	標準差
學習支持	1. 學術倫理課程的資訊分享程度，使我感到滿意	4.039	.7030
	2. 學術倫理課程的公告訊息即時又明確，使我感到滿意	3.918	.7235
	3. 學術倫理課程客服人員所提供的協助，使我能順利學習	3.970	.7095
	4. 學術倫理課程的網路教學使資訊分享與取得更容易	4.009	.6948
	5. 整體而言，我對學術倫理課程所提供的各項協助功能感到滿意	4.232	.6415
學習環境	6. 修習學術倫理課程後，提升我對網路教學的接受度	4.215	.6475
	7. 學術倫理課程的網路影音教學內容順暢又清楚	4.073	.7124
	8. 學術倫理課程的整體數位學習教學環境使我感到滿意	3.923	.6967
	9. 學術倫理課程的教學網站速度使我覺得暢通無阻	4.090	.7225
	10. 整體來說，我對學術倫理課程的網路教學感到滿意	4.202	.6680
課程內容	11. 參加學術倫理課程可以提升我的工作專業能力	4.292	.6764
	12. 參加學術倫理課程後，我學到了許多新的學倫知識	4.386	.6407
	13. 學術倫理課程內容兼具豐富性及趣味性，使我感到滿意	4.386	.6132
	14. 學術倫理課程的內容與品質符合我的期待	4.468	.5724

註：表中各題項的編號與正式問卷中的題號一致。

#### 四、個人屬性對各構面之差異性分析

本研究分別以性別、年齡、教育程度、學科領域為背景變項，檢測國內科研人員在學習動機、研究倫理態度及學習滿意度上是否存在差異。

##### (一)性別對各構面之差異性分析

性別對各構面之差異性以獨立樣本 *t* 檢定進行分析的結果如表 8 所示，結果發現：不同性別狀況僅於著作權有顯著差異。男性填答者其著作權顯著高於女性填答者。

表 8

不同性別受試者對各構面之差異性分析

構面	平均值		t 值	p 值
	男性 (n=142)	女性 (n=91)		
學習動機	3.899	3.860	.765	.445
外界期望	3.925	3.793	1.772	.078
求知興趣	3.887	3.897	-.145	.884
職業進展	3.873	3.908	-.416	.678
研究倫理態度	4.503	4.515	-.369	.712
負責任的研究行為	4.521	4.499	.502	.616
隱私權	4.547	4.513	.870	.385
著作權	4.430	4.542	-2.169*	.031
學習滿意度	4.171	4.136	.851	.396
學習支持	4.080	3.960	1.879	.061
學習環境	4.085	4.125	-.737	.462
課程內容	4.393	4.368	.398	.691

\* $p < .05$

(二)不同年齡階段對各構面之差異性分析

年齡對各構面之差異性以單因子變異數分析進行分析的結果如表 9 所示，顯示不同年齡對於求知興趣、著作權及學習環境變項影響具有顯著差異性。從整體的學習動機以 26 歲至 30 歲填答者得分最高；研究倫理態度方面，以 31 歲至 35 歲填答者得分最高；而學習滿意度方面，以 41 歲以上填答者得分最高。綜合來看，年齡對於求知興趣、著作權及學習環境等構面有顯著性差異存在 ( $p < .05$ )，進一步利用 Tukey HSD 法進行事後檢定，無顯著性差異。

表 9

年齡對各構面之差異性分析

構面	平均值					F 值	p 值
	25 歲以下 (n=0)	26 歲至 30 歲 (n=20)	31 歲至 35 歲 (n=59)	36 歲至 40 歲 (n=96)	41 歲以上 (n=58)		
學習動機	-	4.054	3.871	3.856	3.883	1.548	.203
外界期望	-	3.800	3.878	3.871	3.900	.160	.923
求知興趣	-	4.210	3.868	3.846	3.880	3.399*	.019
職業進展	-	4.217	3.864	3.847	3.862	2.042	.109
研究倫理態度	-	4.409	4.558	4.501	4.492	2.340	.074
負責任的 研究行為	-	4.360	4.570	4.517	4.500	2.086	.103
隱私權	-	4.500	4.525	4.510	4.592	1.080	.359
著作權	-	4.400	4.571	4.486	4.379	2.681*	.048
學習滿意度	-	4.229	4.119	4.117	4.240	2.696*	.047
學習支持	-	4.170	3.976	4.013	4.079	1.068	.363
學習環境	-	4.260	4.048	4.042	4.197	2.903*	.036
課程內容	-	4.263	4.386	4.339	4.496	1.965	.120

\*  $p < .05$

### (三)不同教育程度的受試者對各構面之差異性分析

教育程度對各構面之差異性以單因子變異數分析進行分析的結果如表 10 所示，顯示不同教育程度對於求知興趣及職業進展變項影響具有顯著差異性。從整體的學習動機以大學學歷之填答者得分最高；而研究倫理態度方面，以博士學歷之填答者得分最高；學習滿意度方面，以大學學歷之填答者得分最高。綜合來看，教育程度的不同對於求知興趣及職業進展等構面有顯著性差異存在 ( $p < .05$ )，進一步利用 Tukey HSD 法進行事後檢定，結果顯示大學學歷之受訪者的求知興趣顯著高於博士學歷，並且大學學歷之訪者的職業進展顯著高於碩士學歷。



表 10

教育程度對各構面之差異性分析

構面	平均值				F 值	p 值
	專科(含)以下 (n=0)	大學 (n=21)	碩士 (n=113)	博士 (n=99)		
學習動機	-	4.037	3.892	3.842	2.373	.095
外界期望	-	3.829	3.899	3.855	.243	.784
求知興趣	-	4.133	3.910	3.818	4.017*	.019
職業進展	-	4.222	3.850	3.859	3.350*	.037
研究倫理態度	-	4.429	4.508	4.523	1.516	.222
負責任的研究行為	-	4.419	4.512	4.533	1.047	.353
隱私權	-	4.476	4.528	4.552	.626	.536
著作權	-	4.397	4.484	4.478	.451	.638
學習滿意度	-	4.252	4.136	4.162	1.271	.282
學習支持	-	4.229	4.018	4.010	1.949	.145
學習`環境	-	4.229	4.053	4.127	1.858	.158
課程內容	-	4.310	4.387	4.394	.302	.739

\*  $p < .05$

(四)學科領域對各構面之差異性分析

學科領域的不同對外界期望之變項影響具有顯著差異性。在學習動機上，外界期望以農學領域的填答者得分最高，而在研究倫理態度方面，隱私權以工程類領域之填答者得分最高；在學習滿意度方面，課程內容以教育領域的填答者得分最高。綜合來看，學科領域對於外界期望構面有顯著性差異存在 ( $p < .05$ )，進一步利用 Tukey HSD 法進行事後檢定，無顯著性差異。

表 11

學科領域對各構面之差異性分析

構面	`平均值								F 值	p 值
	教育 (n=19)	人文及藝術 (n=29)	社科等 (n=35)	科學 (n=44)	農學 (n=13)	工程等 (n=47)	醫藥等 (n=46)	其他 (n=0)		
學習動機	3.907	3.862	3.776	3.869	3.941	3.951	3.898	-	.813	.561
外界期望	3.800	3.848	3.691	3.886	4.092	3.962	3.896	-	2.893*	.043
求知興趣	3.979	3.869	3.914	3.841	3.831	3.957	3.848	-	.451	.844
職業進展	3.965	3.874	3.686	3.886	3.872	3.922	3.986	-	.858	.526
研究倫理態度	4.555	4.436	4.520	4.523	4.525	4.516	4.496	-	.707	.644
負責任的研 究行為	4.579	4.386	4.509	4.573	4.554	4.494	4.517	-	1.155	.331
隱私權	4.491	4.552	4.533	4.530	4.462	4.610	4.486	-	.961	.452
著作權	4.579	4.402	4.524	4.432	4.539	4.461	4.471	-	.638	.700
學習滿意度	4.218	4.106	4.133	4.180	4.110	4.201	4.130	-	.594	.735
學習支持	4.042	3.986	3.937	4.023	4.169	4.149	3.987	-	.995	.429
學習環境	4.179	4.041	4.189	4.146	3.908	4.115	4.035	-	1.172	.322
課程內容	4.487	4.336	4.307	4.421	4.289	4.372	4.429	-	.593	.736

\*  $p < .05$

(五)討論

由上述可知，國內科研人員在不同年齡、學歷的受試者在求知興趣上具有顯著差異，顯示 26 歲至 30 歲、大學學歷之受試者其求知興趣較高，因求知興趣是對學習動機的反應之一，當國內科研人員求知興趣高，代表對於學習學術倫理課程的接受度及積極度相對提高。

並且在不同性別狀況下其研究倫理態度的著作權構面具有顯著性差異。男性受試者整體的研究倫理態度其平均值高於女性受試者，表示在男性的國內科研人員對於著作權的課程興趣較高。

五、迴歸分析(regression analysis)

本研究透過迴歸分析在於尋求影響依變項之重要因素，並利用各因素構面之平均數值進行分析，以檢驗國內科研人員之學習動機各構面對研究倫理態度及學習滿意度之影響程度。

(一) 學習動機與研究倫理態度之簡單線性迴歸

以迴歸分析檢驗研究倫理態度的構面負責任的研究行為、隱私權、著作權與學習動

機之關係，結果如表 12。結果顯示，迴歸係數  $\beta$  為正數且具有顯著性，驗證了假設學習動機與研究倫理態度呈正相關。負責任的研究行為  $\beta = -.053, p = .255$ ，以及隱私權  $\beta = -.013, p = .812$ ，兩者和學習動機無顯著關係；而著作權  $\beta = -.121, p = .004$ ，顯示和學習動機有顯著關係，當學習動機愈高，人員對於著作權態度的認同度愈好。

以迴歸分析檢驗學習滿意度的構面學習支持、學習環境、課程內容與學習動機之關係，結果如表 13。結果顯示，迴歸係數  $\beta$  為正數且具有顯著性，驗證了假設學習動機與學習滿意度呈正相關。學習支持  $\beta = .065, p = .077$ ，以及課程內容  $\beta = .031, p = .346$ ，兩者和學習動機無顯著關係；而學習環境  $\beta = .101, p = .022$ ，顯示和學習動機有顯著關係，當學習動機愈高，人員對於學習環境的接受度及實際操作情形愈好。

表 12  
學習動機對研究倫理態度及學習滿意度之簡單線性迴歸分析結果

投入變項	未標準化係數		標準化係數 $\beta$	R 平方	調整後 R 平方	F
	$\beta$	估計標準誤				
負責任的研究行為	-.053	.046	-.076			
隱私權	-.013	.055	-.016	.052	.040	4.198**
著作權	-.121**	.042	-.195**			
學習支持	.065	.037	.117			
學習環境	.101*	.044	.157*	.058	.046	4.721**
課程內容	.031	.033	.064			

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

## (二) 討論

根據表 12 之數據顯示結果表示：

1、研究倫理態度中的著作權對學習動機有預測力，此結果與賴政安（2015）研究十二年國民基本教育技術型高中免試入學設計群學生學習動機、學習態度與學業成就關係之結果相近，其結果顯示學習動機可以預測國內科研人員其研究倫理態度中的著作權構面，表示學習動機與研究倫理態度具有關聯性。本研究探討之學術倫理課程為近年學術科研界所關心之議題，科研人員其研究倫理態度之基本觀念養成於學校教育或工作領域上，當人員其負責任的研究行為、隱私權及著作權態度提高時，在其論文發表或工作上便能發揮得到較好的成效。透過此研究發現，學習動機與研究倫理態度中的著作權構面有相關，因此本研究國內科研人員的學習動機與研究倫理態度有關係。

2、學習滿意度中的學習環境對學習動機有預測力，表示學習支持之客服協助和資訊分享等情形，以及課程內容並非為學員優先考量的因素，所以與學習動機呈現無顯著關係。而學習動機和學習環境具有顯著關係，表示學習的便利性為學員所重視及考量，透過網路平台訓練課程的網路教學模式，使得學員對於參加學術倫理課程的接受度高，因此學習動機愈高，學習滿意度也愈好。此研究結果與文獻中研究學者蕭雅云（2008）相同，學習動機與學習滿意度中的學習環境有相關，因此本研究國內科研人員的學習動機與學習滿意度有關係。

## 伍、結論與建議

### 一、研究結論

綜合以上所述，本研究提出的研究目的，綜觀其驗證結果：

#### （一）年紀較輕、具大學學歷的國內科研人員其求知興趣較高

國內科研人員在不同年齡、學歷的受試者在求知興趣上具有顯著差異，顯示 26 歲至 30 歲、大學學歷之受試者其求知興趣較高，因求知興趣是對學習動機的反應之一，當國內科研人員求知興趣高，代表對於學習學術倫理課程的接受度及積極度相對提高。

#### （二）年紀較輕的男性國內科研人員對著作權的課程較有興趣

國內科研人員在不同性別狀況下其研究倫理態度的著作權構面具有顯著性差異。而男性受試者整體的研究倫理態度其平均值高於女性受試者，表示在男性的國內科研人員對於著作權的課程興趣較高。

#### （三）學習動機與研究倫理態度有關係

結果顯示學習動機可以預測國內科研人員其研究倫理態度中的著作權構面，表示學習動機與研究倫理態度具有關聯性。本研究探討之學術倫理課程為近年學術科研界所關心之議題，科研人員其研究倫理態度之基本觀念養成於學校教育或工作領域上，當人員其負責任的研究行為、隱私權及著作權態度提高時，在其論文發表或工作上便能發揮得到較好的成效。本實驗結果符合研究文獻上之論述，學習動機對於研究倫理態度具有正向影響，當人員的學習動機增加，對著作權態度的認同愈高。

#### (四) 學習動機與學習滿意度有關係

國內科研人員在學術倫理課程之學習的便利性為學員所重視及考量，透過網路平台訓練課程的網路教學模式，使得學員對於參加學術倫理課程的接受度高，當人員的學習動機提高時，其學習滿意度也將有所提升，本實驗結果符合研究文獻上之論述，學習動機對於學習滿意度具有正向影響，當人員的學習動機增加，在學習環境中得到較好的教學品質，在學習上就會積極持續的進行，對學習滿意度的感受愈好。

## 二、實務管理意涵與建議

本研究關注的是國內科研人員學習動機與研究倫理態度、學習滿意度的關聯性，證實了科研人員研究倫理態度與學習滿意度的提升，有助於學習動機的增加。本研究根據研究結果提出以下二點建議。

### (一) 學習環境的教學品質提升

關於學習動機與學習滿意度的部分，在學習環境時的狀態對人員來說最為重視，透過網路影音教學的品質進而提升人員的學習參與程度，並達成個人的學習成就感。有鑑於此，建議組織機構日後在辦理數位課程時，不論是自架網路平台、或與坊間網路課程合作，都應多加注意學習環境的部分，有助於增加科研人員對於網路平台課程之學習動機。

### (二) 教導著作權態度的重要性

國內科研人員除了研究上的挑戰，也需跟著時代的不同，學習及接受新的事物，以符合時下工作環境及改革之需求。根據研究結果，研究倫理態度中的著作權為科研人員重視，因此建議組織機構日後在學術倫理課程的部分，若將改版或修訂內容時，可以增加著作權態度的層面，有助於增加科研人員對於學術倫理課程之學習動機。

## 參考文獻

- 王秋華 (2001)。網路教學之學生學習行為與學習滿意度及學習績效的關係 (未出版之碩士論文)。大葉大學，彰化縣。
- 余智誠 (2011)。臺北市國中生網路倫理態度與網路倫理行為關係之研究 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，台北市。
- 李振清 (2017)。落實研究方法與學術倫理素養重建高等教育品質。台灣教育，703，2-14。
- 科技部 (2017)。「修正科技部補助專題研究計畫作業要點第二十六點」函文 (科部綜字第 1060000525 號)。台北市：作者。
- 教育部臺灣學術倫理教育資源中心 (2017)。臺灣學術倫理教育資源中心。取自 <http://ethics.nctu.edu.tw/>
- 張春興 (2003)。教育心理學-三化取向的理論與實踐。台北市：東華。
- 張文彥 (2003)。受訓動機與社會網路在訓練活動中的角色探討-以壽險外勤人員為例 (未出版之碩士論文)。淡江大學，新北市。
- 葉水通 (2016)。學習動機、學習態度、學習滿意度與學習成效關係之研究-以美睫課程學員為例 (未出版之碩士論文)。南華大學，嘉義縣。
- 劉昱辰 (2017)。社會支持、學習動機對數位學習滿意度相關之研究-企業員工使用數位學習為例 (未出版之碩士論文)。淡江大學，台北市。
- 賴政安 (2015)。十二年國民基本教育技術型高中免試入學設計群學生學習動機、學習態度與學業成就關係之研究 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，台北市。
- 蕭雅云 (2008)。在職人員數位學習動機與學習滿意度之探討-以中小企業網路大專學校為例 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，台北市。
- Steneck, N. H. (2007). *ORI Introduction to the responsible conduct of research*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Tough, A. (1982). *Some major reasons for learning*. (Eric Document Reproduction Service No. ED 033251)