

科技與人力教育季刊

111年3月號 第八卷第三期

- ◎ 工作敬業心之統合分析研究.....1-25
- ◎ 應用田口方法於生活科技課程木材膠合參數最佳化之研究... 26-42
- ◎ 影響科技業外派人員留任意願因素之探討-以A公司為例..... 43-67
- ◎ 應用試誤學習於高中工程設計專題之預測分析..... 68-81

工作敬業心之統合分析研究

Meta-Analysis of Employee Engagement

陳殷哲¹、魏俊安²

國立清華大學教育心理與諮商學系¹

國立清華大學人力資源與數位學習科技研究所²

Yin-Che Chen¹, Chun-An Wei²

Department of Educational Psychology and Counseling¹,

National Tsing Hua University¹

Graduate Institute of Human Resource and eLearning Technology²,

National Tsing Hua University²

摘要

回顧過往組織管理研究，由注重員工外在表現逐漸轉換至瞭解員工個人內心狀態，工作敬業心係預測個人工作表現的重要因子。本研究彙整國內工作敬業心量化實證研究，以統合分析方法分析工作敬業心整體與各種變項間之關聯性。經蒐集篩選符合且達分析標準之論文與期刊，再整合工作敬業心實證研究，工作敬業心相關變項區分為工作面、正向行為、正向心理、領導與環境制度。接續計量性的比較、整合、評估及分析後，研究結果指出：工作敬業心與工作面、正向行為與領導間具有中度正相關，工作敬業心與正向心理及環境制度之間具有高度正相關。最後，依據研究結果提出實務與後續研究之建議。

關鍵詞：工作敬業心、正向心理、領導、環境制度、統合分析

壹、緒論

近年正向心理學於在組織管理中蓬勃發展，如何提升個人的正向心理特質受到廣泛的重視以及研究。Luthans (2002) 將正向心理學應用在組織中，並且提出了正向組織行為 (Positive Organizational Behavior, POB)，認為經由發展與管理，將能夠讓員工的工作表現提升。在POB之後，正向心理學發展成為正向組織學 (Positive Organizational Scholarship, POS)，研究的是如何經由組織管理制度來提升員工的正向心理因子 (Luthans & Youssef, 2007)。回顧過往組織管理的研究從注重員工的外在表現，漸漸轉變至注重員工個人的內心狀態，如滿意、投入，並藉由正向心理學之因子，員工的正向情緒、個人正向特質亦受到關注與研究，因有工作敬業心的員工對工作是積極主動的 (Bakker & Schaufeli, 2008)。

工作敬業心從一開始，原本是關注於個人對於工作角色在生理上、情感上以及認知上的付出 (Kahn, 1990)，進而轉向是一種個人特質，或者是比短暫狀態來得更長久的類狀態，受到環境條件、領導者的影響，而有超乎工作角色的優越表現與行為 (Macey & Schneider, 2008)。實證研究指出，工作敬業心是個人預測個人工作表現的重要因子 (Christian, Garza, & Slaughter, 2011)，對於顧客滿意、組織公民行為、工作績效等都有顯著影響 (Rich, Lepine, & Crawford, 2010)，有關工作敬業心之研究逐漸備受重視 (陳宗渝, 2015)。

綜觀國內工作敬業心範疇研究，個別研究已經累積至一定數量，漸趨成熟，然而卻尚無有關工作敬業心之統合分析。是以本研究蒐集國內學者有關工作敬業心之實證研究，希望能夠釐清其與各變項間較明確之關係，並試圖找出影響工作敬業心的因子，最後再對分析結果作相關的建議以及討論。

貳、文獻探討

一、工作敬業心

Kahn 在 1990 年提出個人敬業的概念，即工作敬業心 (Employee Engagement) 之起源。Kahn (1990) 指出敬業即組織成員將自我與工作的角色互相融合，在工作的角色中，在生理、認知、情感及表現行為上，表達及投入自我，完成工作任務及在工作當中表現自我的程度。敬業心是人們的一種工作動機，這些定義的共同點是，敬業是一種理想狀況，具有組織目的，

並且意味著承諾、熱情、專注的努力和精力，因此它既具有態度又具有行為成分，這種態度和行為的前提是工作條件，其後果被認為對組織有效具有價值（Erickson, 2005）。

Schaufeli 和 Bakker（2004）認為工作敬業心是一種心理狀態，具有正向、自我實現並與工作有關。陳淑玲和黃謙茹（2014）則認為工作敬業心是正向的，並且是充滿活力、奉獻及專注。

二、工作敬業心與工作面之關聯

工作面項係包含績效、工作要求與工作資源、個人工作適配與契合度，任何與工作有關的相關變數都屬此類。有部分學者認為敬業心是一種個人資源，不能長時間維持在一定的水平，並且會被消耗（Macey & Schneider, 2008）。

（一） 工作要求與資源

有關工作要求與資源模型（JD-R Model），以學者 Hobfoll（1989）所提出的資源保存理論（Conservation of resource theory, CRT）發展而來，該模型通常用於預測工作倦怠，如果工作資源與工作要求不均衡時，會造成員工工作倦怠以及績效不彰。工作要求包含工作環境、工作負荷，這些都會造成員工個人資源的消耗，如果不及時補充資源將會造成其工作倦怠。工作資源則包含工作保障、工作控制、成長發展、社會支持、薪資福利等。適當的工作資源則會提昇員工敬業心，讓員工想要投入工作。李匡（2015）研究顯示工作資源對工作敬業心呈正相關，周瑋軒（2012）研究亦指出，工作資源對工作敬業心有顯著的正向影響。

（二） 工作績效

工作績效是指員工在工作上的表現，其具有三個構面，即績效的量、質以及盡力於工作的程度（LAWLER III & Porter, 1967）。工作績效常常被用來當作衡量組織經營的成果，而員工的工作敬業心則是影響工作績效的其中一個原因。呂俊毅和陳麗玉（2020）研究顯示，工作敬業心對工作績效呈顯著正向影響。林美桃（2016）研究結果，工作敬業心對工作績效有顯著預測效果。

（三） 工作適配

工作適配包含個人—工作適配與個人—組織適配（Edwards, 1991），適配有些國內學者選

用契合一詞替代。引用林聖慧(2019)定義個人—工作適配,即個人(能力,包括知識、經驗等)提供工作所需,工作提供個人所需,被視為是交換的過程。

陳淑幸(2018)研究,個人工作適配對工作敬業心有正向影響。林聖慧(2019)研究個人工作契合度與其工作敬業度呈顯著正向關係。當組織的目標與個人的目標完全一致時,員工的敬業狀態會更高,並且可能會顯示出各種適應性行為(Macey & Schneider, 2008),個人與組織的互動對於員工敬業心至關重要,工作本身是敬業心所著重的焦點,是自我與工作間互相作動的一種屬性(Kahn, 1990)。故當員工的心理及實質上的需求在工作以及組織中獲得滿足,會更有動力投身於工作之中,進而提升工作敬業心。有鑑於此,本研究推論工作敬業心與工作面具有正向相關。

假說一：工作敬業心與工作面具有正向相關。

三、工作敬業心與正向心理面之關聯

心理面主要包含認知與情緒的感受,隨著正向心理學的興起,取而代之的是個人的正向心靈要素、心理力量與和此相關的心理優勢開始受到各界廣泛的關注與研究(Csikszentmihalyi & Seligman, 2000)。正向心理含括三大要素,即正向情緒、正向特質及正向(組織)制度(Seligman, 2002)。

工作敬業心是一種情感上的心理特徵,是一種對於工作的正向心理狀態,如工作滿意度,組織承諾及心理賦權等(Macey & Schneider, 2008)。當滿足員工心理,員工會產生工作敬業心(Kahn, 1990)。本研究在整理國內實證研究時,發現許多正向的工作情感,如滿意、知覺支持等,皆與工作敬業心有正向相關,符合學者Macey和Schneider(2008)所說論點。

歸納國內實證研究,工作敬業心與許多員工工作的心理相關變數有正相關,如工作及職涯滿意(許瑋真,2018;蔡家鴻,2019)、心理契約實踐及履行(呂婉慈,2015)、正向心理(含正向心理資本、正念、正向情感)(鄭登閔,2020)、信任(陳宗渝,2015)、幸福感(李怡樺,2017)、承諾(張瑋玲,2012)、支持(組織支持、主管支持)(蔡家鴻,2019)等。有鑑於此,本研究推論工作敬業心與正向心理面具有正向相關。

假說二：工作敬業心與正向心理面具有正向相關。

四、工作敬業心與正向行為之關聯

(一) 組織公民行為

組織公民行為是員工自動自發地行使超出工作角色義務該做的行為，並且該行為對組織有益，甚至扮演著關鍵性的角色 (Organ, 1988)，雖然並非受到規範，但該行為可以使組織和諧、提升組織績效。國內實證研究發現，工作敬業會對組織公民行為產生正向影響 (黃若梅, 2018)，林俊圻 (2016) 研究也發現工作敬業與組織公民行為彼此為正相關。

(二) 職場友誼

職場友誼即在同一工作環境中，人們之間互動關係以及友好的程度，這種關係非正式且是自願性的 (Wright, 1978)，彼此互相認同且依賴，且有提供社會支持的效果，自由且沒有壓力 (Harter, Schmidt, & Hayes, 2002)。職場友誼會直接影響員工的工作敬業程度 (Riordan & Griffeth, 1995)。國內實證研究發現，職場友誼和工作敬業呈正向關係 (羅鈞議, 2014；林玉惠, 2019)，而羅鈞議 (2014) 研究也發現職場友誼中介個人與組織契合度與工作敬業心。

(三) 組織承諾行為

組織承諾的對象以及形式是多元的，Porter 和 Smith (1970) 認為組織承諾係個人對某一特定組織的認同與投入 (identification and involvement) 之態度傾向的相對強度。連娟瓏 (2012) 研究發現，工作敬業心對組織承諾有正向影響。

綜合上述，本研究推論工作敬業心與正向行為具有正向相關。假說三：工作敬業心與正向行為具有正向相關。

五、工作敬業心與領導之關聯

(一) 服務 (僕人) 領導

服務領導強調領導者以服務部屬開始，不同於其他領導理論以領導以及被領導來做主體，服務領導著重的是服務者和被服務者 (林思伶, 2004)。實證研究證實，僕人 (服務) 領導對工作敬業心有顯著正向影響 (魏世芳, 2016)。經由主管的主動服務部屬，優先滿足屬下的需求，使部屬的工作敬業心提升。

(二) 雙構面 (關懷型與規範型) 領導行為

該領導理論於 1950 年代於俄亥俄大學的學者群針對領導行為描述問卷整理與分析過後，

發現領導行為可分為關懷型與規範型 (Stogdill & Coons, 1957)。「關懷型」的領導行為基於領導者給予領導者尊重與信任，規範型則是將被領導的工作角色、工作規則等明確訂定規章或程序。呂婉慈 (2015) 研究指出，關懷型與規範型的主管領導行為對部分工時員工之工作敬業心均具有顯著之正向影響。

(三) 家長領導

學者 Silin (1976) 針對華人企業研究，發現華人企業中的領導者常像一個家庭裡的家長般那樣地領導下屬，具有強烈的人治色彩，是華人組織文化中特有的領導方式(林龍和, 2005) 具有施恩與立威的特質。許瑋真 (2018) 研究發現，家長式領導對工作敬業有顯著正相關，如以各構面來看，僅威權領導與工作敬業心無顯著相關，仁慈與德行領導皆對工作敬業心有顯著正相關。方家茜 (2019) 研究顯示威權領導中的專權對人對工作敬業心呈現顯著的負向影響，而威嚴對事則對工作敬業心呈顯著正向影響。

(四) 轉換型與交易型領導

領導者透過魅力特質、價值觀、信念、態度、情感的傳遞與轉換以激勵部屬，用理想化的願景或理念，試著讓部屬激發其潛能，轉換型領導可分為理想化影響、個人關懷、智力激發及精神鼓舞 (Bass & Avolio, 1994)。學者劉東睿 (2019) 研究指出國軍志願役軍士官的工作敬業心會受轉換型領導的正向影響，個人適配部分中介轉換型領導與工作敬業心之間的關係。吳王良 (2013) 提出團隊轉換型領導會透過團隊心理資本正向影響團隊工作敬業心。蘇宜英 (2014) 研究發現個人轉換型領導對個人工作敬業心有顯著正向影響。

交易型領導藉由釐清工作要求以及界定角色中，利用物質的獎賞，促使員工達成組織目標，並且該領導者會依循現有組織文化，不會想要嘗試或突破去改變組織文化。駱貞臻(2014) 研究顯示轉換型領導與交易型領導對於員工工作敬業有正向影響。黃于真 (2013) 研究顯示領導風格對工作敬業心具有顯著影響。

(五) 真誠領導

真誠領導是包含正向心理資本、正向組織行為、道德理論的一種領導方式，會幫助員工正向發展，真誠領導者會不斷的透過自我省思與覺察、使用自身的正向心理資本面對現況、

利用道德力量，不斷內化以及平衡訊息，培養自己與組織的高度發展，與部屬的關係是透明的 (Avolio, Luthans & Walumbwa, 2004)。鄭勝文 (2016) 研究結果指出，觀光旅遊免稅商店主管真誠領導對員工工作敬業有顯著的正向影響。連娟瓏 (2012) 發現其對教師工作敬業有正向關係。

綜合上述，本研究推論工作敬業心與領導具有正向相關。

假說四：工作敬業心與領導具有正向相關。

六、工作敬業心與環境制度之關聯

(一) 企業社會責任

在環境制度面對工作敬業心影響的實證研究 (蔡秋菊, 2015; 陳勝發, 2019; 張瑞芸, 2019) 中，子變項為企業社會責任、員工體驗及員工協助方案。企業首要責任，須致力追求利潤及股東的利益最大化 (Friedman, 1971)，並達到持續經營。然而，在潮流的演變之下，企業變成不只是一個賺錢機器，更多學者與組織呼籲在上述目標下，企業在作決策的同時，應自發性地關懷即符合社會期望，保護環境 (Vilanova, Lozano, & Arenas, 2009)，並且同時維護員工人權、關心及照顧其家庭及生活，善盡關懷及保護責任。實證研究亦顯示，企業社會責任對員工之工作敬業心有顯著的正向影響 (陳勝發, 2019)。

(二) 員工體驗

員工體驗來自於行銷領域中使用多年的客戶體驗，透過設計過的環境，藉由環境中的不同媒介，原本是想透過員工體驗後，將其體驗經驗傳達給客戶，進而轉變成吸引優秀人才、培訓以及留才的一種新興管理方式。既然組織要傳達訊息的接收主體從顧客轉變為員工，員工可從組織中的有形環境及無形環境獲得體驗經驗。文化環境相較於上述兩者，較為抽象無實體，如組織氛圍，組織文化等 (Morgan, 2017)。張瑞芸 (2019) 實證研究指出，員工體驗對員工工作敬業心有正向影響。員工藉著優良的工作環境所獲得的良好體驗提升自身的工作敬業心。

(三) 員工協助方案

員工協助方案是組織為了人道地基於道德責任照顧員工的計畫，員工協助方案在台灣推

動的時間較晚，EAPs 旨在以非強制管理的方式，提供協助，讓員工能面對及處理各種壓力來源、增進健康，讓員工在工作中能夠維持甚至提升績效 (Ramanathan, 1992)。張瑋玲 (2012) 研究指出，員工協助方案與員工工作敬業心有顯著正相關。員工協助方案可視為工作職場中的福利，亦是工作資源的一種。由 JD-R 理論角度，當工作資源提升時，工作敬業心亦隨之提升。

綜合上述，本研究推論工作敬業心與環境制度具有正向相關。假說五：工作敬業心與環境制度具有正向相關。

參、研究方法

一、研究實施程序及架構

本研究實施程序依序為選定研究主題與範圍、檢索與蒐集相關實證研究、分類主題研究類別及取捨、分類編碼、分析所蒐集之相關研究並進行各變項之編碼登錄、效果量的計算，最後為統合研究結果。

(一) 檢索與蒐集相關實證研究

本研究蒐集的資料主要設定為國內過去有關「工作敬業心」的個別研究報告，在「臺灣博碩士論文加值系統」、「華藝線上圖書館資料庫」及「臺灣期刊論文索引系統」等資料庫搜尋，且出版年度為 2011 年至 2020 年的研究統。研究樣本須為實證量化研究並呈現完整數據，以利於將研究數據透過公式轉換，最後篩選出期刊 7 篇及碩博士論文 56 篇，共計 63 篇。

(二) 分類主題研究類別及取捨

計算所需為個別研究的中計量總成果，如樣本數、平均數、標準差、各變項之相關係數等才能求出效果量機率值 (Rosenthal, 1991)，研究者初步將資料做摘要性的歸納及分類，再根據研究目的，遴選標準如下：

1. 該研究主題須為「工作敬業心」之量化研究。
2. 為計算每篇樣本文獻的效果量，該研究報告含有足夠統計數據，如樣本數、平均數、標準差、F 值或 t 值等數據。
3. 公開、可找到且能取得全文之研究。

(三) 分類編碼

研究者依據個別性研究之描述性資料製作成資料譯碼本，內容包括：

1. 研究基本資料：如研究文獻號次、作者、研究主題、關鍵字、期刊、論文、年代等。
2. 研究樣本特性：對象、工作別等。
3. 研究方法特性：如抽樣方法、研究結果相關變項、研究設計等。
4. 描述性資料：自變項、依變項、中介變項所得的平均值與標準差以及 r 、 F 、 t 或 P 值。

(四) 分析所蒐集之相關研究並進行各變項之編碼登錄

研究者將篩選出的相關研究進行閱讀分析，將各篇研究報告的內容依研究變項依序編碼並登錄於相關表格中，並統整同質性之研究變項為相同之層次變項，包含以下之層次變項：

1. 工作面：工作表現、工作重塑、工作特性、工作資源等。
2. 正向心理面：如滿意、幸福感、信任、知覺支持感等。
3. 正向行為面：互動程度、員工建言、員工體驗、職場友誼等。
4. 領導面：威權領導、個人層次轉換型領導、家長式領導、真誠領導等。
5. 環境制度面：文化環境、企業社會責任、物理環境、員工協助方案等。

(五) 效果量的計算

統合分析係以數學與統計技術做「單位轉換」，將傳統高等統計值 (χ^2, t, F, P 值) 變換為「等值」的效果值 (Effect size, ES)，以彌補直覺思考上的盲點與謬誤 (張紹勳, 2014)。

對於每篇選入編碼的文章進行 Rosenthal (1991) 的統合分析研究方法之技術計算個別的效果量 r 值及研究結果合併後平均效果量做分析。藉由進行科學計量程式，運用 CMA 程式軟體進行分析，並解釋統合分析各項數據的意涵，以提供進一步研究之參考。

肆、研究結果

一、工作面

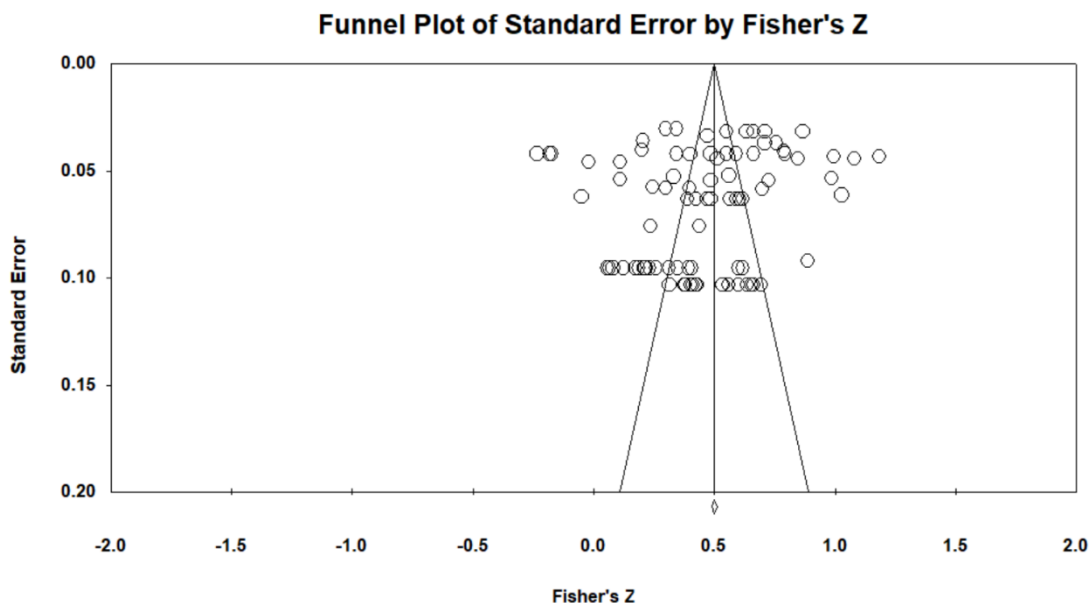
依據文獻篩選後投入 82 筆研究樣本後結果如表 1，在同質性檢定中， Q 值為 2864.666，且達顯著水準 ($p < .001$)，表示拒絕同質性的虛無假設，表示研究為異質性，故以隨機效果量 (Random Effects) 作為解釋。另外 I^2 值為 96.998，顯示異質性比例為高度的異質程度，故該

研究具高度異質程度，所得之平均值能解釋 96.998%之變異，亦即效果值的變異程度可能超過抽樣誤差範圍，代表有調節變項或中介變項的存在，使研究結果產生差異。而產生異質性的原因或許是不同研究所訂定的標準、研究時間、變異分析等的不同。工作敬業心與工作面之效果值為.431，其 95%信賴區間介於.377 至.482 之間，將估計值所得之效果值轉換成 Z 值為 13.946，並達顯著水準 ($p < .001$)，顯示工作敬業心與工作面具有正向相關。

另外在出版偏差分析中，考量研究文獻篇數不多或未被納入分析的文獻可能會受研究數量偏低的疑慮，故透過漏斗圖 (trim and fill funnel plot) 檢視，從漏斗圖中可看出文獻分析的缺口及建議文獻的分佈 (Cooper, 2010)，若圖形偏左或偏右，則須以 plot obs and imputed 檢視。而從圖 1 檢視，本研究之文獻分佈稍微偏左，但從 plot obs and imputed 檢視結果中並無出版偏差之存在。

圖 1

工作敬業心與工作面之出版偏差分析漏斗圖



進一步檢視整合分析的篩選樣本是否會因已發表的學術期刊而造成效果值的高估。透過公式計算可算出需要幾篇不顯著的樣本才能推翻整合分析中的顯著性結果。另外，若安全篇數大於 $5N+10$ (N 為整合分析研究中之所有樣本數)，表示未顯著的研究不會影響既有的顯著性結果。本研究中工作敬業心與工作面的出版偏差結果如表 1，可知工作敬業心與工作面之出版偏差需 139932 筆才能推翻該結果；且本研究之安全篇數為 445 筆，可知本研究所蒐集的研究對象不違反出版偏差錯誤。

二、正向心理面

依據文獻篩選後投入 134 筆研究樣本後結果如表 1，在同質性檢定中， Q 值為 3470.511，且達顯著水準 ($p < .001$)，表示拒絕同質性的虛無假設，表示研究為異質性，故以隨機效果量作為解釋。另外 I^2 值為 96.168，顯示異質性比例為高度的異質程度，故該研究具高度異質程度，所得之平均值能解釋 96.168% 之變異，亦即效果值的變異程度可能超過抽樣誤差範圍，代表有調節變項或中介變項的存在，使研究結果產生差異。而產生異質性的原因或許是不同研究所訂定的標準、研究時間、變異分析等的不同。

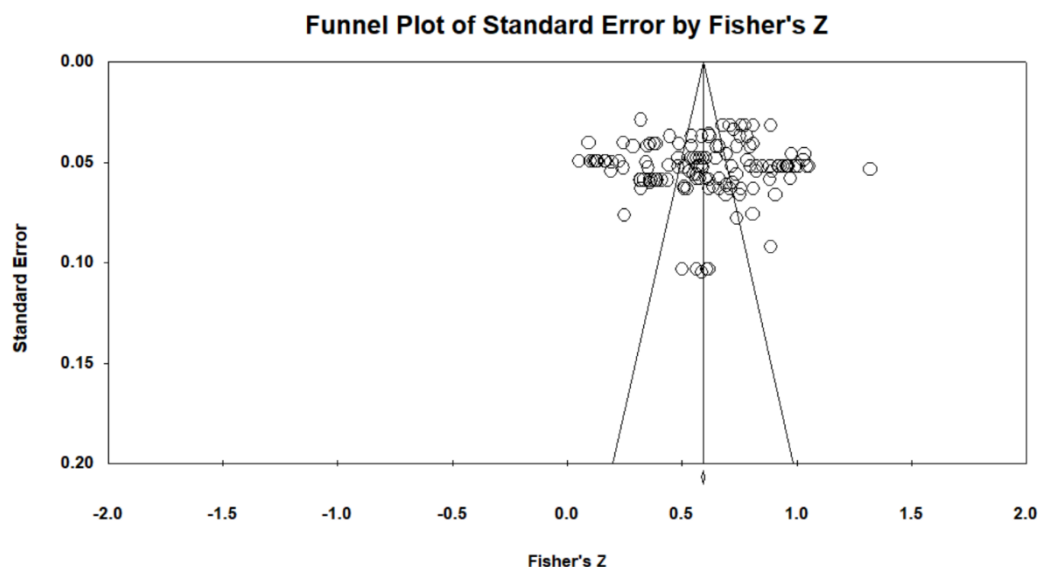
從表 1 可知，工作敬業心與正向心理面之效果值為 .532，其 95% 信賴區間介於 .501 至 .561 之間，將估計值所得之效果值轉換成 Z 值為 27.528，並達顯著水準 ($p < .001$)，顯示工作敬業

心與正向心理面具有正向相關。

另外在出版偏差分析中，從圖 2 檢視，本研究之文獻分佈偏左，但從 plot obs and imputed 檢視結果中並無出版偏差之存在。

圖 2

工作敬業心與正向心理面之出版偏差分析漏斗圖



本研究中工作敬業心與正向心理面的出版偏差結果如表 1，可知工作敬業心與正向心理面之出版偏差需 656745 筆才能推翻該結果；且本研究之安全篇數為 680 筆，可知本研究所蒐集的研究對象不違反出版偏差錯誤。

三、正向行為面

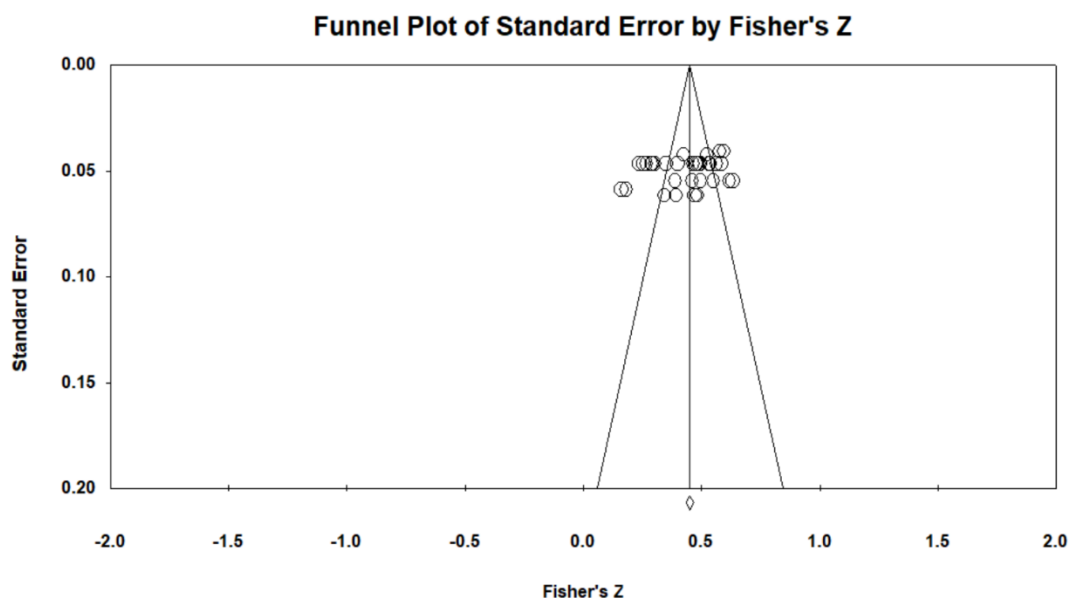
依據文獻篩選後投入 38 筆研究樣本後結果如表 1，在同質性檢定中，Q 值為 259.734，且達顯著水準 ($p < .001$)，表示拒絕同質性的虛無假設，表示研究為異質性，故以隨機效果量作為解釋。另外 I2 值為 85.755，顯示異質性比例為高度的異質程度，故該研究具高度異質程度，所得之平均值能解釋 85.755%之變異，亦即效果值的變異程度可能超過抽樣誤差範圍，代表有調節變項或中介變項的存在，使研究結果產生差異。而產生異質性的原因或許是不同研究所訂定的標準、研究時間、變異分析等的不同。

從表 1 可知，工作敬業心與正向行為面之效果值為.417，其 95%信賴區間介於.383 至.450 之間，將估計值所得之效果值轉換成 Z 值為 21.319，並達顯著水準 ($p < .001$)，顯示工作敬業心與正向行為面具有正向相關。

另外在出版偏差分析中，從圖 3 檢視，本研究之文獻分佈偏右，但從 plot obs and imputed 檢視結果中並無出版偏差之存在。

圖 3

工作敬業心與正向行為面之出版偏差分析漏斗圖



本研究中工作敬業心與正向行為面的出版偏差結果如表 1，可知工作敬業心與正向行為面之出版偏差需 31766 筆才能推翻該結果；且本研究之安全篇數為 200 筆，可知本研究所蒐集的研究對象不違反出版偏差錯誤。

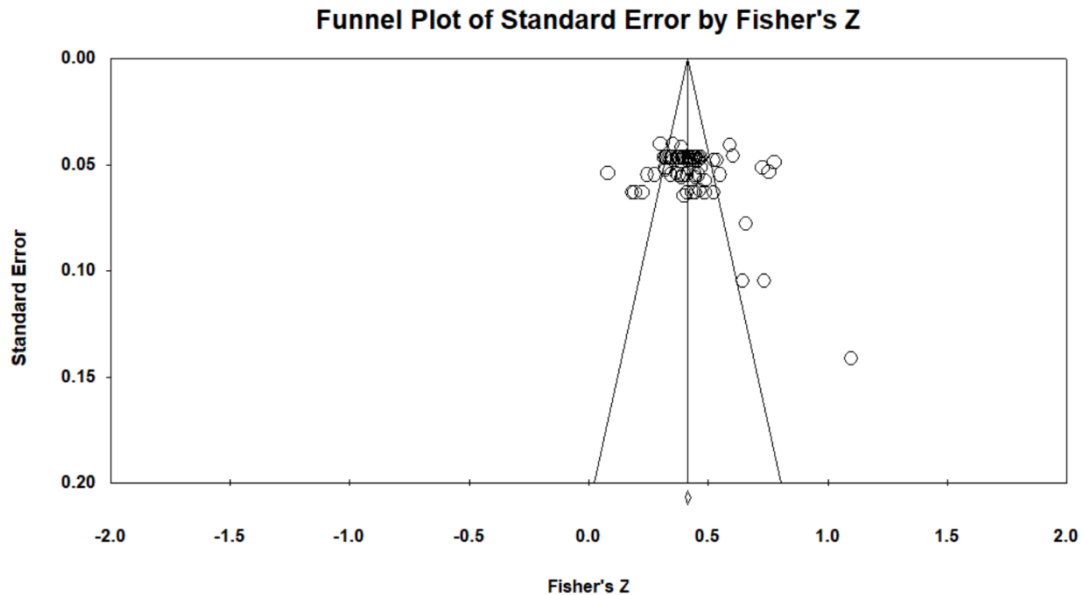
四、領導

依據文獻篩選後投入 83 研究樣本後結果如表 1，在同質性檢定中，Q 值為 392.388，且達顯著水準 ($p < .001$)，表示拒絕同質性的虛無假設，表示研究為異質性，故以隨機效果量作為解釋。另外 I² 值為 79.102，顯示異質性比例為高度的異質程度，故該研究具高度異質程度，所得之平均值能解釋 79.102%之變異，亦即效果值的變異程度可能超過抽樣誤差範圍，代表有調節變項或中介變項的存在，使研究結果產生差異。而產生異質性的原因或許是不同研究所訂定的標準、研究時間、變異分析等的不同。

從表 1 可知，工作敬業心與領導之效果值為.396，其 95%信賴區間介於.375 至.416 之間，將估計值所得之效果值轉換成 Z 值為 33.901，並達顯著水準 ($p < .001$)，顯示工作敬業心與領導具有正向相關。

另外在出版偏差分析中，從圖 4 檢視，本研究之文獻分佈偏左，但從 plot obs and imputed 檢視結果中並無出版偏差之存在。

圖 4
工作敬業心與領導之出版偏差分析漏斗圖



本研究中工作敬業心與領導的出版偏差結果如表 1，可知工作敬業心與領導之出版偏差需 7513 筆才能推翻該結果；且本研究之安全篇數為 425 筆，可知本研究所蒐集的研究對象不違反出版偏差錯誤。

五、環境制度

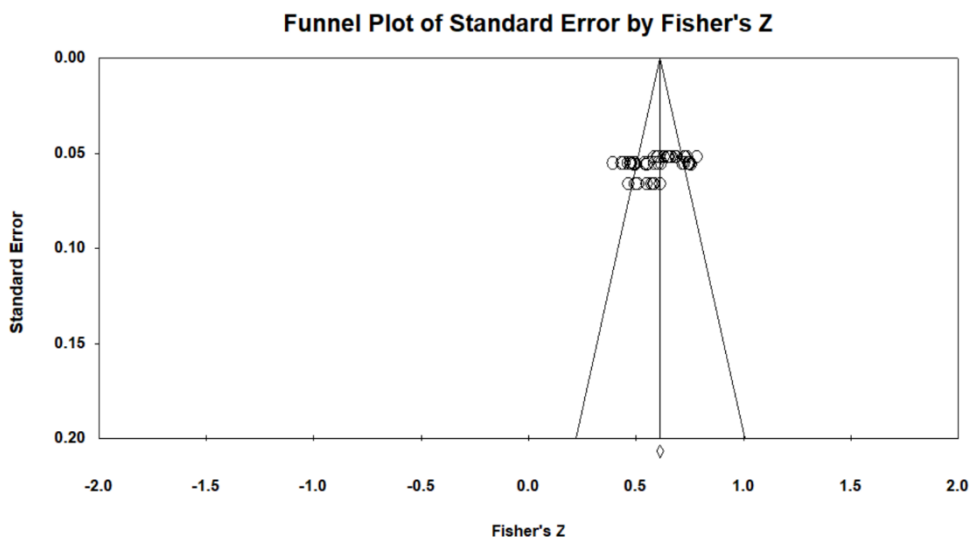
依據文獻篩選後投入 52 筆研究樣本後結果如表 1，在同質性檢定中，Q 值為 168.037，且達顯著水準 ($p < .001$)，表示拒絕同質性的虛無假設，表示研究為異質性，故以隨機效果量作為解釋。另外 I2 值為 69.650，顯示異質性比例為中度的異質程度，故該研究具中度異質程度，所得之平均值能解釋 69.650%之變異，亦即效果值的變異程度可能超過抽樣誤差範圍，代表有調節變項或中介變項的存在，使研究結果產生差異。而產生異質性的原因或許是不同研究所訂定的標準、研究時間、變異分析等的不同。

從表 1 可知，工作敬業心與環境制度之效果值為 .542，其 95%信賴區間介於 .523 至 .562 之間，將估計值所得之效果值轉換成 Z 值為 43.445，並達顯著水準 ($p < .001$)，顯示工作敬業心與環境制度具有正向相關。

另外在出版偏差分析中，而從圖 5 檢視，本研究之文獻分佈偏右，但從 plot obs and imputed 檢視結果中並無出版偏差之存在。

圖 5

工作敬業心與環境制度之出版偏差分析漏斗圖



本研究中工作敬業心與環境制度的出版偏差結果如表 1，可知工作敬業心與環境制度之出版偏差需 84418 筆才能推翻該結果；且本研究之安全篇數為 270 筆，可知本研究所蒐集的研究對象不違反出版偏差錯誤。

六、結論

本研究將國內工作敬業心相關的研究報告，蒐集彙整後，以統合分析技術方式加以檢定，結果彙整如下表 1 所示。

表 1

工作敬業心與各變項間比較表 (隨機效果)

變項	研究數	效果值	95%CI		Z 值	同質性考驗		5K+10
			LL	UL		Q 值	I ²	
工作面	87	.431	.377	.482	13.946***	2864.666***	96.998	445
正向心理	134	.532	.501	.561	27.528***	3470.511***	96.168	680
正向行為	38	.417	.383	.450	23.319***	259.734***	85.755	200
領導	83	.396	.375	.416	33.901***	392.388***	79.102	425
環境制度	52	.542	.523	.562	43.445***	168.037***	69.650	270

*** $p < .001$

註：CI=信賴區間；LL=下限；UL=上限

工作敬業心與工作面之相關性，其平均效果值 r 值為 .431，其 95% 信賴區間介於 .377 至 .482 之間，Z 值 13.946， $p < .001$ 達顯著水準，顯示效果值分配具有異質性，I² 值為 96.998，表示在觀察到的變異量中，有 96.998% 是來自研究間實際變異，僅約 3.002% 的變異係來自於隨機誤差。工作敬業心與工作面之間具有中度正相關，表示工作敬業心與工作面會雙向互相影響，當工作敬業心程度越高，工作面亦會越高；反之亦然。因此，本研究假說一獲得支持。

工作敬業心與正向心理面的分析結果，其平均效果值 r 值為 .532，其 95% 信賴區間介於 .501 至 .561 之間，Z 值 27.528， $p < .001$ 達顯著水準，顯示效果值分配具有異質性，I² 值為 96.168，表示在觀察到的變異量中，有 96.168% 是來自研究間實際變異，僅約 3.832% 的變異係來自於隨機誤差。工作敬業心與正向心理之間具有高度正相關，工作敬業心與正向心理面會高度雙向互相影響，假說二獲得支持。

工作敬業心與正向行為面的分析結果，發現其平均效果值 r 值為 .417，其 95% 信賴區間介於 .383 至 .450 之間，Z 值 21.319， $p < .001$ 達顯著水準，顯示效果值分配具有異質性，I² 值為 85.755，表示在觀察到的變異量中，有 85.755% 是來自研究間實際變異，約 14.245% 的變異係來自於隨機誤差。工作敬業心與正向行為之間具有中度正相關，彼此中度雙向互相影響，假說三獲得支持。

工作敬業心與領導的分析結果，發現其平均效果值 r 值為 .396，其 95% 信賴區間介於 .375

至.416 之間, Z 值 33.901, $p < .001$ 達顯著水準, 顯示效果值分配具有異質性, I^2 值為 79.102, 表示在觀察到的變異量中, 有 79.102% 是來自研究間實際變異, 約 21.898% 的變異係來自於隨機誤差。工作敬業心與領導間具有中度正相關, 彼此為中度雙向互相影響, 故假說四獲得支持。

工作敬業心與環境制度之間, 其平均效果值 r 值為 .542, 其 95% 信賴區間介於 .523 至 .562 之間, Z 值 43.445, $p < .001$ 達顯著水準, 顯示效果值分配具有異質性, I^2 值為 69.650, 表示在觀察到的變異量中, 有 69.650% 是來自研究間實際變異, 約 30.35% 的變異係來自於隨機誤差。工作敬業心與環境制度間具有高度正相關, 彼此為高度雙向互相影響, 故假說五亦獲得支持。

伍、討論與建議

一、討論

(一) 工作敬業心與工作面之間具有中度正向關聯性

過往實證研究中, 陳淑幸 (2018) 指出個人工作適配與工作敬業三個構面: 活力、奉獻及專注皆呈顯著正相關, 且個人工作適配調節樂觀與工作敬業心的關係; 李匡 (2015) 發現台南市國民中學教師之工作資源各向度與工作敬業心有顯著正相關; 工作資源會正向影響工作敬業心 (洪嘉宏, 2016)。工作敬業心會正向影響其工作績效 (陳麗英、張奕財和顏弘欽, 2016; 許瑋真, 2018)。

根據本研究結果顯示工作敬業心與工作面之平均效果值為 .431, 為顯著正相關, 根據 Cohen (1992) 所提出的標準, 得知工作敬業心與工作面間有正向中度效果。由上可知, 工作所能得到的資源或者是與員工的適配性越高, 越能提升員工的工作敬業心, 並且增進其工作績效與工作表現, 本研究所得之研究結果與過往國內實證研究相符, 且工作相關變數所得之效果值為五類中第三。

(二) 工作敬業心與正向心理面間具有高度正向關聯性

實證研究顯示呂婉慈 (2015) 研究指出心理契約履行 (實踐) 對部分工時人員之工作敬業心有顯著的正向影響; 陳麗英等人 (2016) 研究發現職業承諾與組織承諾對其工作敬業心

有正向影響；正向心理資本即自我效能、希望、樂觀與適應力亦正向影響工作敬業心（余明助、陳婉青和洪啟強，2013）。在知覺組織支持以及對組織滿意部份，羅鈞議（2014）研究結果代理代課教師對學校的知覺工作滿意越高，其工作敬業程度越高。蔡家鴻（2019）於其研究指出以某旅行社從業人員為例，知覺組織支持對工作敬業心具有正向影響，而工作敬業心對工作滿意具有顯著正向影響。

根據本研究統合分析結果，工作敬業心與正向心理之效果值為.532，根據 Cohen（1992）所提出的標準，得知工作敬業心與正向心理間有高度正向效果，與過往實證研究相符。正向心理類之研究筆數為五類中最多者，顯見國內學者所著重有關工作敬業心的實證研究為探討其前因或後果之心理，且該類為高度正向效果，可見得正向心理對於提升工作敬業心的影響甚鉅。

（三） 工作敬業心與正向行為間具有中度正向關聯性

工作敬業心亦影響或增加了工作的相關正向行為，如連娟瓏（2012）研究發現，工作敬業心對教師的組織承諾有正向影響；林玉惠（2019）等研究職場友誼，發現其與工作敬業呈正向關係。黃若梅（2018）研究也發現工作敬業亦會對組織公民行為產生正向影響。根據本研究整理及蒐集後分析結果效果值為.417，根據 Cohen（1992）所提出的標準，得知工作敬業心與正向行為間有中偏高的效果值，代表正向行為對工作敬業心有中度正向關聯。

（四） 工作敬業心與領導間具有中度正向關聯性

根據方家茜（2019）研究顯示，威權領導中的專權對人對工作敬業心呈現顯著的負向影響，而威嚴對事則對工作敬業心呈顯著正向影響。林曉萱（2015）研究發現，轉換型領導對工作敬業具有正向影響。僕人（服務）領導對工作敬業心有顯著正向影響（魏世芳，2016）。陳宗渝（2015）研究，家長式領導對工作敬業有正相關。吳王良（2013）以團隊層次建立心理資本前因後果，發現團隊轉換型領導與團隊工作敬業心彼此成正相關，並且團隊心理資本有中介效果。

本研究有關領導的研究，細項分類為家長領導、真誠領導、交易型領導與轉換型領導等效果值為.396，根據 Cohen（1992）所提出的標準，得知工作敬業心與領導間有中度效果，代

表領導對工作敬業心有中度正向關聯。

(五) 工作敬業心與環境制度之間具有高度正向關聯性

在環境制度分類中，過往研究陳勝發（2019）發現，對於不限職業的在職工作者，企業社會責任與組織認同會對其工作敬業心有顯著的正向影響，組織認同在企業社會責任與工作敬業心間具有中介效果；蔡秋菊（2015）研究結果，台南市補教業人員企業社會責任與工作滿意度對其工作敬業心均呈現顯著正相關；張瑋玲（2012）研究內容，員工協助方案與員工工作敬業心兩者間確實有顯著之關聯。

根據本研究統整過往工作敬業心之實證研究，與工作敬業心的效果值為.542，顯示與工作敬業心間亦為高度正相關。環境制度之效果值為五類中最高，略高於正向心理類之效果值（.532），依此數據來看，如提升環境制度如企業社會公民良好形象的建立、員工體驗的提升等將會對於提升工作敬業心最有幫助。

綜合而論實證研究結果，Kahn（1990）所稱工作敬業心來自於心理安全、心理意義以及心理資源可用性及 Macey 和 Schneider（2008）之工作敬業心關係模型：即正向人格特質、工作滿意、工作環境以及領導與信任等皆會影響工作敬業心大致相符。

二、建議

在工作敬業心與工作方面，因工作資源、個人工作適配程度越高，員工的工作敬業心程度也越高，繼而會為企業或公司帶來良好的工作績效與成果。建議組織應建立明確的績效賞酬、實行職務輪調以及定期盤點員工所具職能是否符合工作所需。

在工作敬業心與正向心理方面，研究指出，工作敬業心亦是一種人格特質（Macey & Schneider, 2008），招募及訓練員工正向心理資本、提高其情緒調節能力及自我評估價值提升，打造正向工作氛圍，增進員工幸福感、對組織及工作的承諾與信任，提昇工作敬業心。

在工作敬業心與正向行為方面，建議應利用本節所述之方法，提高員工之工作敬業心，以增進及引發員工相對提升其組織公民行為、組織承諾行為等。

在工作敬業心與領導方面，經本研究結果發現，無論是家長領導、轉換型領導、交易型領導、真誠領導與僕人領導等，都會對工作敬業心有正面影響，故建議組織應重視中低階主管的選用，並對其定期進行領導者培訓。未來也可針對領導這個變項細分出其中之類別進行

分析，即能了解工作敬業心與哪種領導類型之間更有影響力。

在工作敬業心與環境制度方面，本研究建議組織應善盡企業社會責任，並提供員工工作所使用軟硬體設備的完善與齊全、引入或外包員工協助方案，以增進員工工作敬業心。組織應保持自身的永續發展，在經濟層面上需要保持營收及獲利，更應該是良好的社會公民的一份子，為環境以及生態多盡一份心力。本研究環境制度之效果值為五類中最高，未來也可從此方向去著手，探討工作敬業心與環境制度之間的實際影響因素。

陸、參考文獻

- 方家茜 (2019)。威權領導對工作績效、工作滿意及組織承諾之影響—以工作敬業為中介變項 (未出版之碩士論文)。中國科技大學，台北市。
- 余明助、陳婉青、洪啟強 (2014)。正向心理資本、工作敬業心、服務氣候與服務導向組織公民行為之研究—以電信產業門市人員為例。服務業管理評論，11，25-42。
- 吳王良 (2013)。團隊轉換型領導對團隊績效影響之探討—團隊心理資本與團隊工作敬業心中介角色 (未出版之碩士論文)。國立東華大學，花蓮縣。
- 呂俊毅、陳麗玉 (2020)。工作重塑對工作敬業與工作績效影響之研究—尋求回饋行為的中介調節效果。企業管理學報，45 (1)，91-119。
- 呂婉慈 (2015)。主管領導行為對部分工時員工工作敬業心影響之研究—以心理契約履行及高績效人力資源實務為中介變項 (未出版之碩士論文)。國立高雄應用科技大學，高雄市。
- 李匡 (2015)。工作資源對國中教師工作滿意度影響之研究—以工作敬業為中介變項 (未出版之碩士論文)。南臺科技大學，台南市。
- 李怡樺 (2017)。職場霸凌、樂觀、工作敬業心與幸福感關聯性之研究—以國民小學教師為例 (未出版之碩士論文)。輔仁大學，新北市。
- 周瑋軒 (2012)。工作要求-資源模式、專業承諾與工作敬業心關係之研究—以南科及高科之高科技產業人員為例 (未出版之碩士論文)。國立高雄應用科技大學，高雄市。
- 林玉惠 (2019)。學校行政人員工作不安全感、職場友誼與工作敬業心之研究 (未出版之碩士論文)。南台科技大學，台南市。

- 林俊圻 (2016)。不當督導對於組織公民行為的影響，以工作敬業度為調節變項 (未出版之碩士論文)。國立中山大學，高雄市。
- 林思伶 (2004)。析論僕人式/服務領導的概念發展與研究。高雄師大學報，16，39-57。
- 林美桃 (2016)。保險從業人員專業承諾、工作敬業心對工作績效影響之研究 (未出版之碩士論文)。環球科技大學，雲林縣。
- 林聖慧 (2019)。個人-工作契合度、知覺組織支持與工作敬業度之研究—以派遣工作者為例 (未出版之碩士論文)。中國文化大學，臺北市。
- 林曉萱 (2015)。轉換型領導對員工工作滿意及工作敬業之影響—以職場幸福感為中介變數 (未出版之碩士論文)。國立臺北大學，台北市。
- 林龍和 (2005)。高雄市國民小學校長家長式領導與教師服務士氣關係之研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 洪嘉宏 (2016)。航餐代表人員工作要求-資源模式、工作敬業心與工作績效之關聯性研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄海洋科技大學，高雄市。
- 張紹勳 (2014)。Meta 分析實作：使用 Excel 與 CMA 程式。台北市：五南書局。
- 張瑋玲 (2012)。高承諾型人力資源管理系統、員工協助方案與工作敬業心關係之研究：以情感性承諾為中介變項 (未出版之碩士論文)。國立中山大學，高雄市。
- 張瑞芸 (2019)。員工體驗與工作敬業心關係之研究—以關係型心理契約為中介變項 (未出版之碩士論文)。國立中央大學，桃園市。
- 許瑋真 (2018)。家長式領導對營造業勞工工作績效之影響—以工作滿意度、工作敬業為中介變項 (未出版之碩士論文)。國立高雄應用科技大學，高雄市。
- 連娟瓏 (2012)。大專院校校長真誠領導與教師組織承諾關係之研究—以教師工作敬業為中介變項。服務業管理評論，10，67-98。
- 陳宗渝 (2015)。家長式領導對工作敬業奉獻之影響—以信任為中介變項 (未出版之碩士論文)。國立臺灣科技大學，臺北市。
- 陳淑幸 (2018)。樂觀、工作敬業與個人工作適配關係之研究 (未出版之碩士論文)。國立中山大學，高雄市。

- 陳淑玲、黃讌茹 (2014)。轉換型領導對工作敬業心的影響歷程：心理資本與服務氣候之跨層次中介觀點。《臺大管理論叢》，25 (1)，129-155。
- 陳勝發 (2019)。企業社會責任知覺、員工組織認同與工作敬業心之相關研究 (未出版之碩士論文)。國立中正大學，嘉義縣。
- 陳麗英、張奕財、顏弘欽 (2016)。承諾感、工作敬業心與工作表現之關聯性：臺灣地區國小教師的實證研究。《教師專業研究期刊》，12，1-32。
- 黃于真 (2013)。領導風格、知覺組織支持與工作敬業心關係之研究—傳統製造業為例 (未出版之碩士論文)。國立高雄應用科技大學，高雄市。
- 黃若梅 (2018)。工作敬業、調節焦點、團隊凝聚力與組織公民行為之跨層次關係研究 (未出版之碩士論文)。國立臺南大學，台南市。
- 劉東睿 (2019)。轉換型領導對國軍工作敬業與幸福感之影響：工作適配之中介效果 (未出版之碩士論文)。國防大學政治作戰學院，台北市。
- 蔡秋菊 (2015)。補救企業社會責任對人員工作敬業影響—以工作滿意度為中介變項 (未出版之碩士論文)。南台科技大學，台南市。
- 蔡家鴻 (2019)。知覺組織支持、工作重塑、工作敬業心與工作滿意度關聯性之研究 (未出版之碩士論文)。淡江大學，新北市。
- 鄭勝文 (2017)。真誠領導與工作敬業之關聯性研究—以觀光旅遊免稅商店工作人員為例 (未出版之碩士論文)。健行科技大學，桃園市。
- 鄭登閔 (2020)。主管毒性情緒對員工工作敬業之影響：以正向心理資本為調節變項 (未出版之碩士論文)。中國文化大學，臺北市。
- 駱貞臻 (2014)。領導、知覺組織支持與工作敬業關係之研究 (未出版之碩士論文)。國立臺北大學，台北市。
- 魏世芳 (2016)。僕人領導、人力資源管理系統與工作敬業之關係 (未出版之碩士論文)。國立中興大學，台中市。
- 羅鈞議 (2014)。個人與組織契合度、職場友誼與工作敬業—代理代課教師之探討 (未出版之碩士論文)。大葉大學，彰化縣。

蘇宜英 (2014)。轉換型領導、工作敬業心與工作績效關係之研究—個人與團隊層次分析 (未出版之碩士論文)。國立東華大學，花蓮縣。

Avolio, B. J., Luthans, F., & Walumbwa, F. O. (2004). *Authentic leadership: Theory building for veritable sustained performance*. Working paper: Gallup Leadership Institute, University of Nebraska-Lincoln.

Bakker, A. B., & Schaufeli, W. B. (2008). Positive organizational behavior: Engaged employees in flourishing organizations. *Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior*, 29(2), 147-154.

Bass, B. M., & Avolio, B. J. (1994). *Improving organization effectiveness through transformational leadership*. Thousand Oaks, CA: Sage Publication.

Christian, M. S., Garza, A. S., & Slaughter, J. E. (2011). Work engagement: A quantitative review & test of its relations with task & contextual performance. *Personnel Psychology*, 64(1), 89-136.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.

Cooper, H. M. (2010). *Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach (4th ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Csikszentmihalyi, M., & Seligman, M. E. (2000). Positive psychology: An introduction. *American Psychologist*, 55(1), 5-14.

Edwards, J. R. (1991). *Person-job fit: A conceptual integration, literature review, and methodological critique*. John Wiley & Sons.

Erickson, R. J. (2005). Why emotion work matters: Sex, gender, & the division of household labor. *Journal of Marriage & Family*, 67(2), 337-351.

Friedman, M. (1971). A Doctrine: The social responsibility of business is to increase its profit. *The New York Times Magazine*, September, 13, 32-33.

Harter, J. K., Schmidt, F. L., & Hayes, T. L. (2002). Business-unit-level relationship between employee satisfaction, employee engagement, and business outcomes: a meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 87(2), 268-279.

- Hobfoll, S. E. (1989). Conservation of resources: a new attempt at conceptualizing stress. *American Psychologist*, 44(3), 513-524.
- Kahn, W. A. (1990). Psychological conditions of personal engagement & disengagement at work. *Academy of Management Journal*, 33(4), 692-724.
- LAWLER III, E. E., & Porter, L. W. (1967). The effect of performance on job satisfaction. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 7(1), 20-28.
- Luthans, F. (2002). Positive organizational behavior: Developing & managing psychological strengths. *Academy of Management Perspectives*, 16(1), 57-72.
- Luthans, F., & Youssef, C. M. (2007). Emerging positive organizational behavior. *Journal of Management*, 33 (3), 321-349.
- Macey, W. H., & Schneider, B. (2008). The meaning of employee engagement. *Industrial & Organizational Psychology*, 1(1), 3-30.
- Morgan, J. (2017). *The employee experience advantage: How to win the war for talent by giving employees the workspaces they want, the tools they need, and a culture they can celebrate*. John Wiley & Sons.
- Organ, D. W. (1988). *Organizational citizenship behavior: The good soldier syndrome*. Lexington books/DC heath and com.
- Porter, L. W., & Smith, F. J. (1970). The etiology of organizational commitment. *Unpublished manuscript, University of California, Irvine*.
- Ramanathan, C. S. (1992). EAPs response to personal stress and productivity: Implications for occupational social work. *Social Work*, 37(3), 234-240.
- Rich, B. L., Lepine, J. A., & Crawford, E. R. (2010). Job engagement: Antecedents & effects on job performance. *Academy of Management Journal*, 53(3), 617-635.
- Riordan, C. M., & Griffeth, R. W. (1995). The opportunity for friendship in the workplace: An underexplored construct. *Journal of Business and Psychology*, 10(2), 141-154.
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research (Rev. ed.)*. Beverly Hills, CA:

Sage.

- Schaufeli, W. B., & Bakker, A. B. (2004). Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: A multi-sample study. *Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior*, 25(3), 293-315.
- Seligman, M. E. (2002). Positive psychology, positive prevention, & positive therapy. *Handbook of Positive Psychology*, 2(2002), 3-12.
- Silin, R. H. (1976). *Leadership and values: The organization of large-scale Taiwanese enterprises* (No. 62). Harvard Univ Asia Center.
- Stogdill, R. M., & Coons, A. E. (1957). *Leader behavior: Its description and measurement*. Ohio State Univer., Bureau of Busin.
- Vilanova, M., Lozano, J. M., & Arenas, D. (2009). Exploring the Nature of the Relationship between CSR and competitiveness. *Journal of Business Ethics*, 87, 57-69.
- Wright, P. H. (1978). Toward a theory of friendship based on a conception of self. *Human Communication Research*, 4(3), 196-207.

應用田口方法於生活科技課程木材膠合參數最佳化之研究

Optimization of the Wood Bonding Process using the Taguchi Method in the Living Technology Course

鄭宇帆¹、林玄良²、范斯淳³

國立高雄師範大學工業科技教育學系

Yu-Fan Cheng¹, Hsuan-Liang Lin², Szu-Chun Fan³

Department of Industrial Technology Education, National Kaohsiung Normal University

摘要

國中生活科技課程中最常使用的實作材料為木材，膠合製程為木材常見的接合方法，本研究以目前生活科技教學現場為研究場域，應用產業界致力於製程參數最佳化採用的「田口方法(Taguchi method)」，以擷取木材膠合製程中的最佳參數組合，並探討製程中各項參數對製程品質特性的影響程度，製程參數包括木材試片的夾持力、膠合時間、膠合劑的塗敷量，及開放堆積時間等。本研究首先使用「魚骨圖」分析並選擇木材膠合製程中主要的控制因子，並透過文獻資料蒐集及膠合劑廠商建議的參數，進行篩選實驗以設定各控制因子的水準值，選用 $L_9(3^4)$ 直交表配置實驗參數，每一組參數經過4次的實驗後，量測試片接合強度並計算其望大特性的訊號雜音比(Signal-to-noise ratio, SN比)，經由「因子效果圖」選擇木材膠合製程的最適參數組合，使用變異數分析(ANOVA)計算各控制因子的貢獻率。由實驗結果可知，膠合劑的塗敷量對於木材試片的接合品質影響最大，其貢獻率高達60.78%，其中又以塗敷量最少者(0.07g)為最適參數水準。本研究的確認實驗結果均落在95%信賴區間之內，顯示此實驗具備再現性，可提供國內生活科技教師之參考，提升其教學效率及降低耗材成本。

關鍵詞：田口方法、直交表、生活科技教學、木材膠合

壹、緒論

回顧台灣中等學校生活科技課程的演進，從 1962 年到 1983 年的工藝課程，木工實作皆為主要的課程內容之一。教育部於 2019 年正式推動「十二年國民基本教育」，其中生活科技課程脫離「自然與生活科技」領域，與資訊科技共同成為科技領域，其「做、用、想」之課程內涵，仍然圍繞在動手實作，於科技領域的領綱也提到，實作活動的時數宜佔整體課程時數的二分之一至三分之二（教育部，2018）。從工藝到生活科技，不同時期之名稱與學習內涵雖略有不同，但「設計與創作」的學習一直是科技教育課程之核心（洪國峰，2010），目前正推動的「十二年國民基本教育課程綱要」（簡稱為「108 課綱」）的生活科技課程中，其學習內容即明確寫出「設計與製作」的範疇，主要是讓學生能將想法轉化為設計圖，並能依照設計圖選用各式材料進行加工，最終產出預期的作品。根據學者 Keller（1987）所提出的 ARCS (Attention、Relevance、Confidence、Satisfaction) 動機模式，要能讓學生提升學習動機，以達到有效的教學目標，教師必須提供符合教學活動的適當材料，使學生有信心完成作品。因此在各種常見材料中，木材不但能讓學生有信心能夠完成加工，且完成的作品較瓦楞板、風扣板、珍珠板等材料更具堅固、耐用及美觀等，可使學生在課程活動中獲得成就感，以提升學習成效。

由生活科技教師的專業發展需求訪談可發現，木工機具操作與基礎木工能力為多數受訪教師認為需要發展的教學專業能力（林弘昌、陳彥綸，2019），且以目前國中生活科技常見的實作課程而言，如：「創意木偶、魯班鎖、木音箱、木盒製作」等，都能發現木材加工技術對於生活科技課程的重要性。學生採用木材進行加工，其加工流程包括鋸切、膠合、砂磨及塗裝等，其中的膠合製程，教學現場大部分使用白膠、乳膠及太棒膠(Titebond)等膠合劑進行木材膠合。太棒膠相較於其他膠合劑，其木材的膠合強度較高、待乾時間短、具防水性等特質，是目前教學現場中教師經常採用的膠合劑。依據研究者於國中生活科技課程的教學經驗發現，許多學生在進行木材膠合時，往往不知如何掌握膠合劑塗佈的份量，有時塗佈過量的膠合劑，必須花費心力清除多餘的膠合劑；或是塗數量太少，使得作品的膠合強度不足，需拆開作品後再次塗敷膠合劑，造成耗材的浪費，並影響作品加工的品質及時間。目前生活科技常見的實作課程而言，不僅需要木材「面接」的膠合，更需要木材「端接」的膠合應用，例如書架、橋梁、桌椅等作品的加工，不管是面膠接或是端膠接，其膠合性受木材本身所具有各種性質、膠合劑之種類、特性及膠合操作等因子影響甚大（黃耀富，1984）。在教學現場為避免過多種類的材料與耗材，造成學生混淆，生活科技教師大部分以兩種材料，與其搭配的加工耗材供學生使用、學習，在材料及耗材（膠合劑）已確定的情況下，木材膠合製程時的參數，便是最主要的控制因子。因此，本研究欲探討在生活科技的實作課程

中，學生進行木材膠合時，其加工操作的參數應當如何選擇，方能達到省時、節省膠合劑耗材，且兼顧木材加工作品的膠合強度。

具體而言，本研究透過田口方法的應用，探討在教學現場可控制之「膠合操作」參數，期望擷取木材膠合操作時的最佳參數，並藉由拉伸測試以木材膠合面之接合強度。本研究的主要目的如下：

- (一) 應用田口方法擷取木材膠合製程之最佳參數條件。
- (二) 應用田口方法中的變異數分析，探討膠合製程中各項參數的影響程度。
- (三) 提供生活科技教師在實作課程時，木材膠合的參數條件。

貳、文獻回顧

木材膠合為兩種或以上木材使用膠合劑接合的方法，可將木料接長、增厚、變寬，甚至能將廢料重新組成一塊可以使用的材料，在木材加工中，具有極為重要的作用，影響木材的黏合性包括木材密度、含水率、組織、孔隙率、表面品質及操作的參數，例如夾緊壓力、膠合劑類型、塗佈速度和固化溫度等(Yusoh et al., 2021)，因此，本研究將影響木材膠合的因素大致分為三個，包括木材性質、膠合劑及膠合操作。

一、木材性質

比起其他常見的材料，例如金屬、塑膠、石材等，木材屬於不均質的複雜材料，其中密度、含水率、表面粗糙、纖維方向、樹脂及油脂均會對木材有膠合產生影響(黃耀富, 1984)，因此，本研究使用整塊的松木進行試片的製作，因其來自於同一塊材料，能盡量避免有關於木材性質之雜音因子。

二、膠合劑

膠合劑的種類繁多，從早期的天然膠，例如動物膠(Animal glue)、酪素膠(Casein glue)、天然橡膠(Natural rubber)等，到現階段木材加工大量採用之福馬林系統及 PVAc 膠(劉正宇, 1982)，PVAc 膠就是俗稱的木工膠、白膠，在教學現場並不少見，聚醋酸乙烯(PVA, PVAc)因其膠黏時間很短，強度高，除木材加工常用外，也非常適用於教學現場，各種常見的膠合劑參數，如表 1 所示。膠合劑製作技術的進步，由美國製膠-Titebond 公司所生產之太棒膠二代，其主要成分即為聚醋酸乙烯(PVA)，並再加以改良，根據其原廠參數可得知，其成分類型為 Crossing-linking PVA，這種版本的膠合劑增強防潮和耐高溫的性能(Tout, 2000)。由此可知，比起一般的白膠，太棒膠其膠合強度高、膠合時間短、防水性優、易於操作等特性，使其成為現今生活科技課程現場最常見的膠合劑，因本次實驗著重探討如何縮短製程的時間成本，及能符合教學現場常用的膠合劑種類，故選用太棒膠二代為本次實驗所使用的膠合劑。

表 1

常見各種膠合劑的性質比較

	皮膠 Hide	酪素膠 Casein	尿素甲醛膠 UF resin	聚醋酸乙烯 PVA	環氧樹脂 Epoxy	填充劑 Impact
儲藏壽命	無期限	長	糊狀 3 個月 粉狀 1 年	長	長	長
製備	用水加熱 混合	用水冷混 合	硬化劑冷混 合	不用混合	用硬化劑冷 混合	不用混合
再用	可	不可	不可	不可	不可	不可
適用期	無限	短	短	很短	很長	—
膠黏時間	很短	短	短	很短	很長	長
吸收	頗佳	即使有也 很少	沒有	稍有	很少	很多
所需壓力	手壓或夾 壓	夾壓	夾壓	夾壓	手壓或夾壓	手壓
蠕變	無	無	無	稍有	無	稍有
強度和耐 久性	很好	很好	最佳	很好	最佳	好
彈性	好	很少	即使有也很 少	少	無	很多
刀口弄鈍	中等	中等	顯著	中等	顯著	—
通用性	最佳	好	好	好	最佳	有限
防潮	無	好	最佳	少	最佳	很好

資料來源：陳鐵君、梨佐治（1988）。傢俱製作大全。南天。

三、 膠合操作

膠合過程中的調膠、布膠、加壓方法、壓力、時間、溫度、都會影響到木材膠合的成敗（國立嘉義大學木質材料與設計學系、臺灣區家具工業同業公會越南分會，2017），除此之外，因木材本身的多孔性，膠合劑若能適當地滲透於木材孔隙中，能增加其黏合強度，此稱為「開放堆積時間」，生產太棒膠二代的原廠建議數據也載明，開放堆積時間約為 3 至 5 分鐘，故本研究以膠合操作中之佈膠、壓力、膠合時間及開放堆積時間作為本次試驗之控制因子。

參、實驗方法

一、 實驗設備與試片

(一)實驗設備

本研究選定之控制因子為木材試片夾持力、膠合時間、膠合劑塗佈量與開放堆積時間，並以拉伸試驗檯量測試片抗拉強度之數據，使用的設備說明如下：

1. 試片夾持力:夾具使用自製之鋁合金虎鉗，如圖 1 所示。螺桿使用的是 M10 的六角螺桿，藉此可使用範圍 5 至 25 N-M 的扭力扳手，以進行夾持扭力值的控制，如圖 2 所示。
2. 膠合劑塗敷量:本研究塗敷量的控制，為使用最小精度為 0.01 g 的電子秤進行量測，如圖 3 所示。
3. 膠合時間與開放堆積時間:使用碼錶計時。
4. 拉伸試驗檯:使用自製測試架，如圖 4 所示。並且使用量測範圍為 0.01 kg 至 50.00 kg 的吊秤，藉以量測每一組木材試片的膠合強度值。

圖 1

自製可控制試片夾持力之虎鉗

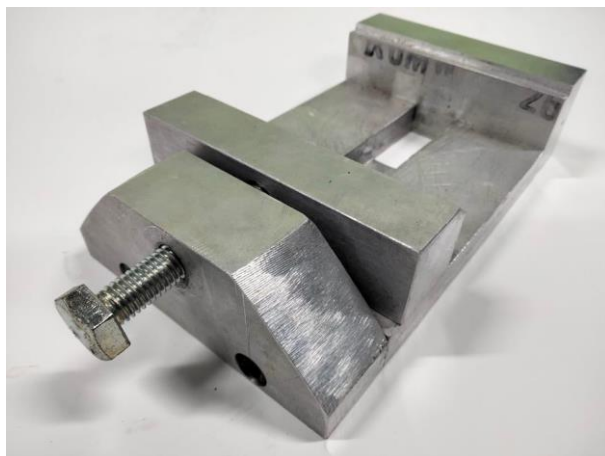


圖 2

扭力扳手(5-25 N·M)



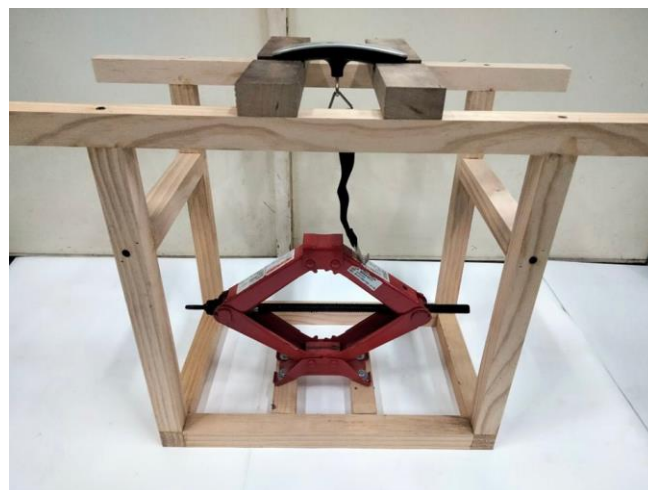
圖 3

精密電子秤



圖 4

自製試片拉伸強度試驗設備



(二) 試片及接合品質測試

依據文獻所述，木材本身因其複雜且不均勻的特性，即使採用同一材種的材料，但若非出於同一塊材料，可能會造成實驗誤差，因此研究者選用同塊的松木板材，進行試片的鋸

切，且因實驗設備的限制，所以，將試片的寬度及厚度設定為 12 mm，長度則為 45 mm，且為確保試片的一致性，寬、厚，皆使用數值控制的砂帶機進行精加工，而長度則用特殊治具輔助鋸切，使之誤差控制在 ± 0.05 mm 的範圍之內，如圖 5 所示。

圖 5

木材試片準備及其接合強度測試



a. 木材試片及測試鉤

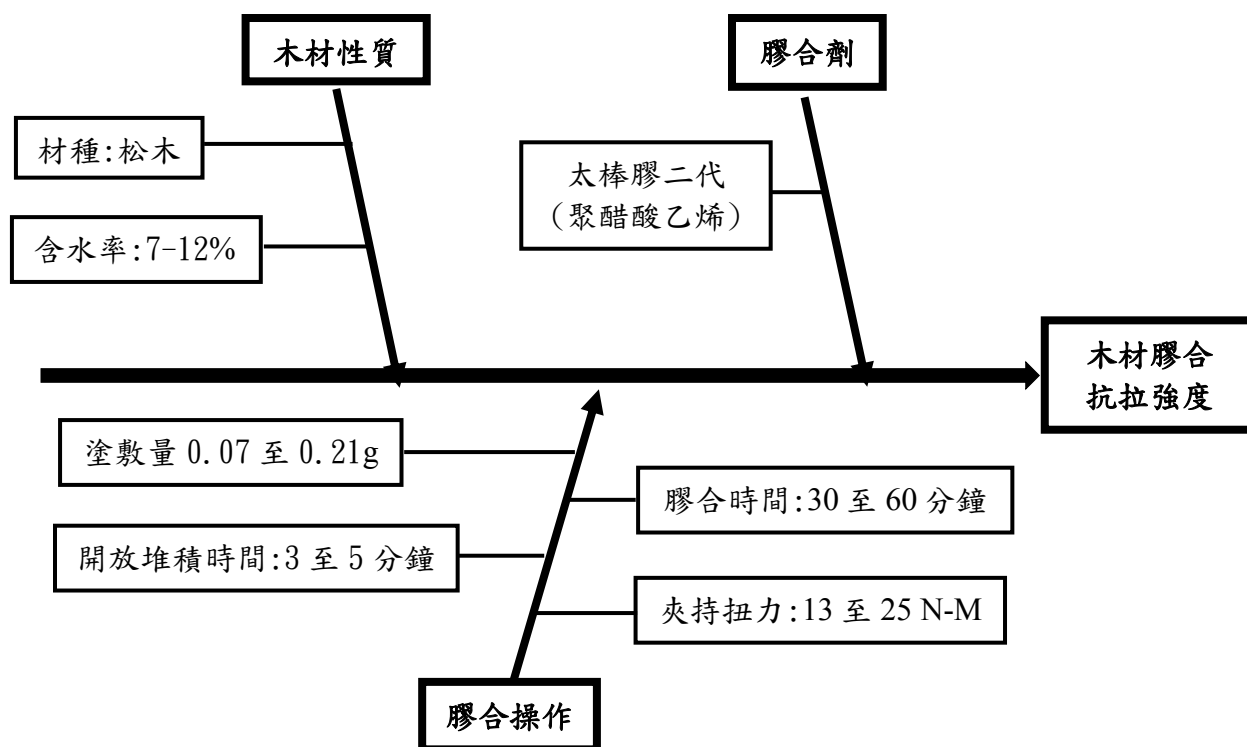


b. 木材試片的接合強度測試

二、製程條件、品質特性及其影響因子

木材的膠合結果影響的因子極為繁多，主要分為木材性質、膠合劑、膠合操作，研究者將製程條件與品質特性及其影響因子繪製成魚骨圖，如圖 6 所示。本研究以膠合操作為控制因子，進行實驗操作，又因適用於教學現場，故木材性質與膠合劑使用教學現場常見之松木及太棒膠二代，而膠合操作則選用教學現場可控制之試片夾持力、膠合時間、膠合劑塗數量、開放堆積時間進行探討。

圖 6
品質特性之魚骨圖



三、 控制因子及其水準值之選擇

因本實驗著重於教學現場之應用，考量到木材有太多複雜的因素存在，故選用教學現場常見之松木，膠合劑則選用教學現場常用之太棒膠二代，作為本研究的實驗固定參數。至於控制因子的選擇，則因應生活科技教學現場較容易控制的膠合操作因素，包括木材試片的夾持力、膠合時間、堆積時間及膠合劑塗數量等。

(一)木材試片的夾持力

根據文獻所述及太棒膠二代之原廠參數，此種膠（聚醋酸乙烯）應須進行夾壓，參數為軟木 100 至 150 psi、中間硬度 125 至 175 psi、硬木為 175 至 250 psi，根據教學現場之夾具所限制，一般學校無精確之壓力數據可做參考，因此，本研究採用扭力扳手進行實驗，經由 3 位具備木材加工經驗的教師所測試之扭力約為 19 N-M，故將水準值訂為 25 N-M、19 N-M 及 13 N-M。

(二)膠合時間

太棒膠二代（聚醋酸乙烯）此種膠在 21 °C 溫度下，一小時即可凝固（梅錫，1979），並且太棒膠二代之原廠參數所示，膠合時間最少須夾持 30 至 60 分鐘，且符合教學現場之 1

節課 45 分鐘的時間限制，因本研究目的，為找出最佳時間成本，並讓夾具使用率最大化，故將水準值訂為 30 分鐘、45 分鐘及 60 分鐘。

(三)堆積時間

適當的堆積時間可使材面的膠液增加適當的黏度，並對木材產生適當的滲透（國立嘉義大學木質材料與設計學系、臺灣區家具工業同業公會越南分會，2017），根據太棒膠二代原廠數據記載開放堆積時間為 3 至 5 分鐘，故將水準值訂定為 1 分鐘、3 分鐘及 5 分鐘。

(四)膠合劑的塗敷量

一般膠合劑的使用量應視木材表面的吸收能力及其平滑程度而定，通常是 150 至 300 g/m²，本次實驗之試片欲膠合面積為 144 mm²，經由換算可得知，膠量需約為 0.045 g，因此次實驗是端面膠合，根據文獻指出，端接時的膠合困難，常見的問題之一為過度滲透（國立嘉義大學木質材料與設計學系、臺灣區家具工業同業公會越南分會，2017），故研究者根據文獻將膠量提升約 1.5 倍，也就是 0.07 g 進行實驗。由研究者在教學現場的觀察可知，學生為避免木材膠合製程中「欠膠」而導致接合失敗，大部分的學生會塗佈較多的膠合劑，因此，將實驗水準值訂定為 0.07、0.14 及 0.21 g，以測試不同膠合劑的塗敷量對於木材試片接合品質的影響，如圖 7 所示。如表 2 所示，為本研究的控制因子及其水準值。

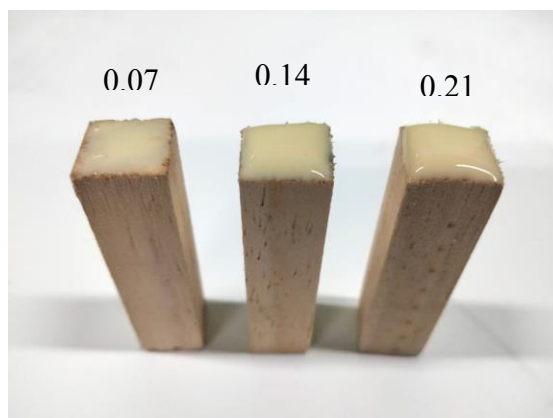
表 2

控制因子及其水準

控制因子	說明	水準一	水準二	水準三
A	試片夾持力	13 N-M	19 N-M	25 N-M
B	乾燥時間	30 分鐘	45 分鐘	60 分鐘
C	塗敷量	0.07 g	0.14 g	0.21 g
D	堆積時間	1 分鐘	3 分鐘	5 分鐘

圖 7

三種水準值之塗敷量



四、應用直交表的實驗配置

本研究將表 2 的控制因子及其水準參數，導入田口方法 $L_9(3^4)$ 直交表，如表 3 所示。

表 3

田口方法 $L_9(3^4)$ 直交表實驗配置

編號	控制因子及其水準值			
	夾持扭力	膠合時間	塗敷量	堆積時間
1	13 N-M	30 分鐘	0.07 g	1 分鐘
2	13 N-M	45 分鐘	0.14 g	3 分鐘
3	13 N-M	60 分鐘	0.21 g	5 分鐘
4	19 N-M	30 分鐘	0.14 g	5 分鐘
5	19 N-M	45 分鐘	0.21 g	1 分鐘
6	19 N-M	60 分鐘	0.07 g	3 分鐘
7	25 N-M	30 分鐘	0.21 g	3 分鐘
8	25 N-M	45 分鐘	0.07 g	5 分鐘
9	25 N-M	60 分鐘	0.14 g	1 分鐘

五、研究條件及限制

本研究主要是探討教學現場可控的「膠合操作」作為實驗的控制因子，期能對應教學現場的真實情境，但由於缺乏精密的實驗設備，而使本研究有所侷限，說明如下。

(一)控制試片的夾持力

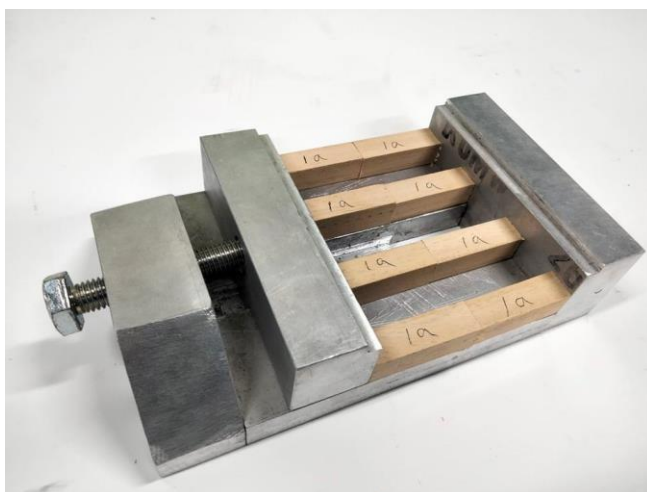
透過膠合劑原廠參數可知夾持壓力範圍，軟木為 100 至 150 psi、中間硬度木材為 125 至 175 psi、硬木為 175 至 250 psi，但因教學現場無法隨時測量夾持壓力，一般學校生活科技教室夾具均採用轉動螺紋鎖緊的形式，因此，研究者透過扭力扳手，邀請 3 位具備木材加工經驗之教師協助測試出平均扭力值，而非文獻提到的以 psi 為單位的壓力值。

(二)試片的夾具

為使用扭力扳手進行測量，研究者設計及製造一具鋁合金虎鉗，並選用六角頭螺桿，使扭力扳手的套筒可以順利套上，但此虎鉗若只夾單一試片會造成活動邊歪曲，造成應力偏移因而失準，因此，本實驗以 1 次夾 4 組試片的方式，防止應力偏移，以有效控制試片的夾持壓力，如圖 8 所示。

圖 8

試片夾持方式



肆、實驗結果與分析

一、實驗數據

依據 L9(34)直交表的四個控制因子三水準的實驗配置，進行 9 組實驗參數組合，每組實驗重複 4 次共 36 次的實驗，得到木材膠合實驗的拉伸強度測試的數據，如表 4 所示。

表 4

本研究的木材膠合強度拉伸實驗數據

編號	控制因子及其水準值				重量(Kg)			
	夾持扭力	膠合時間	塗數量	堆積時間	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄
1	13 N-M	30 分鐘	0.07 g	1 分鐘	10.58	4.68	21.59	4.21
2	13 N-M	45 分鐘	0.14 g	3 分鐘	2.83	1.94	3.30	4.51
3	13 N-M	60 分鐘	0.21 g	5 分鐘	1.99	3.17	1.41	2.38
4	19 N-M	30 分鐘	0.14 g	5 分鐘	1.82	0.89	0.89	0.25
5	19 N-M	45 分鐘	0.21 g	1 分鐘	1.03	2.27	1.00	2.82
6	19 N-M	60 分鐘	0.07 g	3 分鐘	4.02	8.37	8.98	5.19
7	25 N-M	30 分鐘	0.21 g	3 分鐘	2.48	3.74	0.96	4.04
8	25 N-M	45 分鐘	0.07 g	5 分鐘	10.53	14.07	26.33	11.06
9	25 N-M	60 分鐘	0.14 g	1 分鐘	4.14	2.00	7.32	4.14

二、望大特性 SN 比之計算

因本實驗的品質特性是木材膠合後的抗拉強度，期望試片抗拉強度越大越好，所以使用的是望大特性 SN 比，根據蘇朝墩（2013）在〈品質工程-線外方法與應用〉一書提出的望大 SN 比定義，如下公式(1)。

$$\eta_{LTB} = -10 \times \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \quad (1)$$

本研究實驗後，每組實驗配置得到 4 個觀測值，因此帶入公式如下：

$$SN = -10 \times \log_{10} \left[\frac{1}{4} \left(\frac{1}{y_1^2} + \frac{1}{y_2^2} + \frac{1}{y_3^2} + \frac{1}{y_4^2} \right) \right]$$

經由公式(1)計算而得各實驗配置之 SN 比，如表 5 所示。

表 5

本研究實驗結果之 SN 比

編號	各因子之水準				荷重(Kg)				SN 比(dB)
	A	B	C	D	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	η
1	1	1	1	1	10.58	4.68	21.59	4.21	15.48
2	1	2	2	2	2.83	1.94	3.30	4.51	8.77
3	1	3	3	3	1.99	3.17	1.41	2.38	5.89
4	2	1	2	3	1.82	0.89	0.89	0.25	-6.73
5	2	2	3	1	1.03	2.27	1.00	2.82	2.47
6	2	3	1	2	4.02	8.37	8.98	5.19	15.02
7	3	1	3	2	2.48	3.74	0.96	4.04	4.62
8	3	2	1	3	10.53	14.07	26.33	11.06	22.28
9	3	3	2	1	4.14	2.00	7.32	4.14	10.16

三、變異數分析

經由變異數分析對控制因子解析出其貢獻率結果，如表 6 所示。

表 6

變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	淨平方和	貢獻率
A	2	123.717	61.859	11.91	113.33	19.75 %
B	2	80.527	40.263	7.75	28.84	12.22 %
C	2	351.162	179.581	34.57	245.48	60.78 %
D	2	10.319				
(合併誤差)	(2)	(10.319)	(5.195)		41.56	7.24 %
總和	8	573.80			573.80	100 %

從變異數分析表可得知，本研究的控制因子 D (堆積時間)的平方和最低，故將該因子合併至誤差項，控制因子 C(塗敷量)對於實驗的貢獻率高達 60.78%最為顯著，總計合併誤差項小於 30%，由此可推斷本研究屬於可信之品質工程實驗。

四、最適參數與確認實驗

計算出各因子水準之平均 SN 值，如表 7 所示，可瞭解各因子及其不同水準對於此製程之效果影響，控制因子 C 對本實驗之影響顯著度最高。

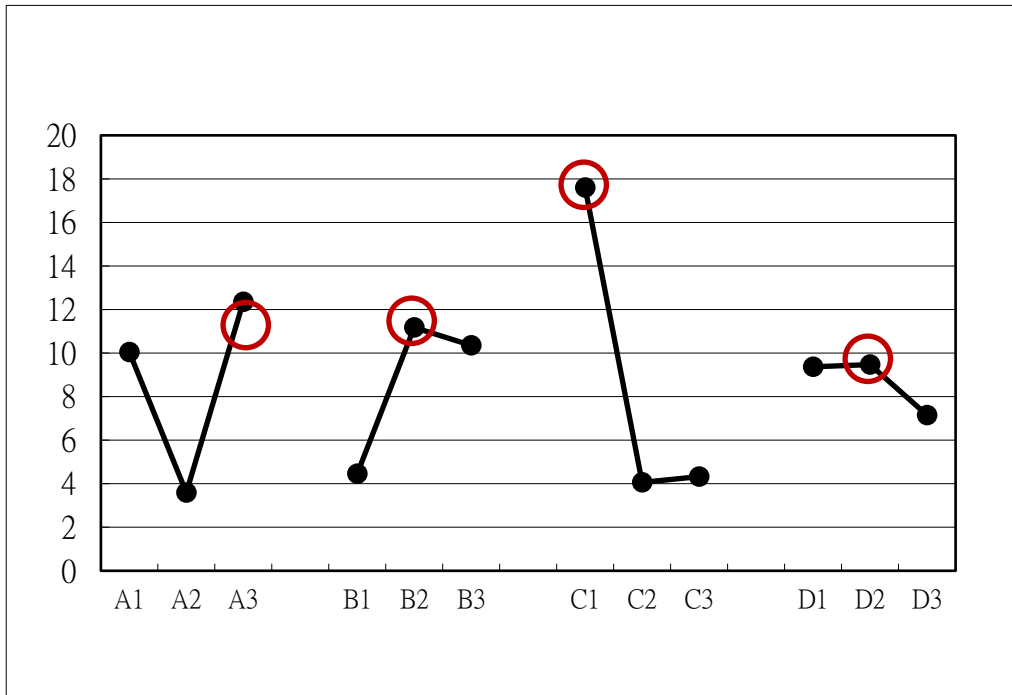
表 7

各因子水準之平均 SN 值(dB)

	A 夾持扭力	B 膠合時間	C 塗敷量	D 推積時間
水準一	10.04	4.45	17.60	9.37
水準二	3.59	11.17	4.07	9.47
水準三	12.35	10.36	4.33	7.14

據此繪製出因子效果圖，如圖 9 所示，可得知最佳之控制因子水準，其最適參數條件為試片夾持扭力 25 N-M、膠合時間 45 分鐘、塗敷量 0.07 g、開放堆積時間 3 分鐘，如圖 9 所示。

圖 9
因子效果圖



將此最適實驗參數進行兩次確認實驗，本研究之確認實驗結果，如表 8 所示。經過兩次的確認實驗得到的結果 SN 比為 27.18(dB)及 26.97(dB)，為瞭解此確認實驗是否落於 95%的信賴區間，先透過以下公式(2)可求得預測之 SN_{PRE} 值，再由表 5 的實驗結果，可得知 9 組實驗 SN_{PRE} 值為:21.82(dB)

$$SN_{PRE} = \bar{T} + (\bar{A}_3 - \bar{T}) + (\bar{C}_1 - \bar{T}) \tag{2}$$

$$= 8.13 + (12.35 - 8.13) + (17.60 - 8.13) = 21.82$$

另外，根據田口博士建議，將較弱的因子效果從預測方程式刪除，故，研究者未將 D 因子放入方程式中。

為了有效估計確認實驗的結果，必須計算信賴區間(confidence interval) (蘇朝墩，2013)，利用信賴區間公式(3)計算最適參數下之 SN 值 95%信賴區間，本實驗 $F_{0.05}(1,2)=18.51$ ， $ve=5.195$ ， $n_{eff}=1.29$

$$CI = \sqrt{F_{\alpha}(v_1, v_2) \times v_e \times \frac{1}{n_{eff}}} \tag{3}$$

導入公式後計算得到， $CI=8.63$ (dB)，因此，由表 8 得知，確認實驗的平均 SN 比為 27.1(dB)，落在對應的信賴區間 21.82 ± 8.63 (dB)之內，可表示此實驗再現性良好。

表 8

本研究之確認實驗

編號	最適參數				重量(Kg)				SN 比(dB)
	夾持 扭力	膠合 時間	塗數量	堆積 時間	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	
1	25N-M	45 分鐘	0.07g	3 分鐘	21.56	37.63	15.58	38.16	27.18
2	25N-M	45 分鐘	0.07g	3 分鐘	26.83	19.56	20.76	24.18	26.97

五、最適參數對於生活科技教學現場膠合製程之分析

根據實驗結果表 7 可得知，各因子對品質特性的顯著度大小為 $C > A > B > D$ ，C 因子(塗數量)對此製程品質影響顯著度最高，因此，選用 0.07g 的塗數量，不但能得到理想之品質特性，且能降低膠合劑成本。

B 因子(膠合時間)對於品質特性之顯著度不明顯，因此教師可依循最適參數的 45 分鐘做為參考依據，正好符應生活科技教學現場之環境，教師可於一節課程結束後，命學生拆卸夾具，供下一個班級學生使用，是合理的時間成本。

A 因子(夾持扭力)的參數是根據三位生活科技教師的測試扭力平均值而訂出 19 N-M，對生活科技現場的學生而言，雖最適參數值為 25 N-M，但考量學生力量不足，且從表 7 可得知 13 N-M、25 N-M 之平均 SN 值變異不大，故可將夾持扭力訂為 13 N-M 之即可，對品質特性影響不致太大。

D 因子(堆積時間)根據變異數分析表可得知，此因子對於品質特性影響最低，為避免高估此因子對實驗的影響，已將此併入誤差項中，所以僅須考量時間成本，故可將堆積時間降至 1 分鐘。

綜合上述，研究者將膠合製程的因子分類為:影響品質特性及時間、膠合劑成本，如表 9 所示，本膠合製程如應用於教學現場中，塗數量可選用符合最適參數之 0.07g 之水準，不但能有良好的膠合品質，更可節省膠合劑的成本;膠合時間選定 45 分鐘、堆積時間 1 分鐘，這樣的參數選用，能使時間成本落在合理範圍，又不致影響品質特性;最後夾持扭力，因教學對象的限制，可選擇低於三位教師所測試平均扭力的水準值，即 13 N-M，根據上節實驗結果，13 N-M 與最適參數 25 N-M 效果是接近的。

表 9

控制因子分類

類別	控制因子	影響程度
影響品質特性	A、B、C	$C > A > B$
時間成本	B、D	$B > D$
膠合劑成本	C	

伍、結論

本研究採用「太棒膠二代」於松木的膠合製程中，擷取最適參數條件為夾持扭力 25 N-M、膠合時間 45 分鐘、塗敷量 0.07 g 及開放堆積時間 3 分鐘。膠合劑的塗敷量對於松木的膠合強度具有顯著差異，貢獻率高達 60.78%，本研究擷取的最適塗敷量接近參考文獻建議的實驗數據，由此可印證本研究的實驗結果符合家具木工產業，於木材膠合製程實務的技術條件。

為配合生活科技課程的實作時間的規劃，建議教師可指導學生將膠合時間設定為 45 分鐘，堆積時間設定為 1 分鐘以下，以節省膠合製程的時間成本。夾持扭力可設定為 13 N-M，以避免加壓不足或過當。膠合劑塗敷量 0.07g 為膠合製程中的重要影響因子，教師應指導學生塗敷適量的膠合劑，以節約成本，並得良好膠合品質。根據上述，研究者認為，生活科技教學現場利用太棒膠進行膠合的情況多元，若以七年級的機構與結構-製作橋樑課程為例，桿件的黏合會利用到端接與面接，且接合面積甚小，與本研究相呼應。因此，在指導學生在進行膠合時，教師根據實際膠合面積，參考本研究之 0.07g 的塗敷量照片進行示範，以供學生參考，並於膠合後使用夾具加壓，經 45 分鐘後統一由教師代為拆卸，夾具可供下個班級使用，以提升夾具使用率，且能兼顧膠合品質強度。

陸、參考文獻

林弘昌、陳彥綸(2019)。十二年國教生活科技教師專業發展途徑與現況之探討—以桃園市生活科技教師為例。《科技與人力教育季刊》，6(2)，60-80。

洪國峰(2010)。臺灣國中階段生活科技課程發展之探討。《生活科技教育》，43(1)，3-18。

國立嘉義大學木質材料與設計學系、臺灣區家具工業同業公會越南分會(2017)。《膠合基礎知識與技術》。財團法人海外台灣木業教育基金會。

教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校-科技領域。

梅錫 (1979)。木工學。薛瑜。

陳鐵君、黎佐治 (1988)。傢俱製作大全。南天。

黃耀富 (1984)。木材性質與膠合。林產工業, 3 (1), 64-78。

劉正宇 (1982)。木材膠合劑發展之趨向。林產工業, 1 (1), 85-91。

蘇朝墩(2013)。品質工程-線外方法與應用。前程。

Keller, J. M. (1987). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance Improvement*, 26(8),1-7. doi:10.1002/pfi.4160260802

Tout, R. (2000). A review of adhesives for furniture. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 20(4), 269-272. doi:10.1016/S0143-7496(00)00002-6

Yusoh, A. S., Tahir, P. M., Uyup, M. K. A., Lee, S. H., Husain, H., & Khaidzir, M. O. (2021). Effect of wood species, clamping pressure and glue spread rate on the bonding properties of cross-laminated timber (CLT) manufactured from tropical hardwoods. *Construction and Building Materials*, 273. doi:10.1016/j.conbuildmat.2020.121721

影響科技業外派人員留任意願因素之初探—以 A 公司為例

A Preliminary Study on the Factors Influencing the Intention to Stay of Expatriate

張妤甄¹、林弘昌²

臺灣師範大學科技應用與人力資源發展系研究生¹

臺灣師範大學科技應用與人力資源發展系副教授²

Yu-Chen Chang¹, Hung-Chang Lin²

Graduate student, Dept. of Technology Application & HRD, National Taiwan Normal University¹

Associate professor, Dept. of Technology Application & HRD, National Taiwan Normal University²

摘要

隨著企業營運的擴大與成長，在全球化潮流趨勢下企業逐漸往跨國經營規模的方向發展，為了掌握海外據點的經營並培養公司所需具有國際化管理經驗的員工，企業多半會選擇指派母國員工派往海外據點服務，外派人員的任務成功意味著公司在全球化之下擴大營運的成敗，因此是公司十分重要且不可或缺關鍵角色。因此本研究期望藉由找出不同人口背景變項下影響外派人員留任意願的相關因素，並希望研究結果能提供個案公司協助加強員工留任意願的建議。本研究以個案公司123位外派人員為研究對象進行普查，總計回收有效問卷共93份，回收率75%。本研究透過文獻探討以及調查個案公司外派人員不同人口背景變項下的留任意願因素進行比對與分析，提出人口背景變項與個人留任因素、工作留任因素、環境留任因素的影響。並根據研究結果提出建議，作為個案公司以及改善加強外派人員留任意願相關政策之參考。

關鍵詞：科技業、外派人員、留任意願

壹、前言

外派人員係為當公司經營已經擴大至國際化規模的情形下，為了易於掌握海外據點的經營狀況，或將具有特殊性的技術或管理經驗傳授至海外據點，選擇優秀且合適的員工派往海外據點任職，並進一步培養公司所需具有國際化管理經驗的員工。跨國公司提供的外派職位，對於員工個人的職業生涯來說，是一個具有吸引力、發展潛力的工作機會。根據我國行政院主計總處統計資料顯示，我國國人赴海外工作者，在98年至108年間共增加7萬7千人，平均年增率1.1%；而統計108年國人赴海外工作人數計73萬9千人（行政院主計總處，2020），顯現出我國國人在海外工作的人數持續增加。

但是一個好的外派體驗，必須建立在工作職位上安排了合適的人選、人選對於外派工作有正確與充分的認知，以及公司亦提供外派人員在海外工作充分的支持（陸洛，2012）。如此一來，一個好的外派任務，不僅為員工帶來工作能力的提升，也讓公司在國際化的發展上具有更好的競爭力。外派人員的管理是國際人力資源管理的一項相當重要的議題。在前期，如何選擇合適的外派人員為首要進行討論的項目；隨著相關議題廣泛的討論後，增加了人力資源的其他議題，如外派人員如何培訓、對外派人員具激勵性的薪酬制度、為外派人員進行績效管理等；以及後續如何協助外派人員適應海外的工作環境，發揮最好的工作績效，以符合公司中長期規畫，讓外派人員能穩定發展與留任（Pudelko, Reiche, & Carr, 2015）。

本研究之對象與範圍係調查我國A科技公司的外派人員留任意願。個案公司主要營業項目為3C資訊產品之設計、研發及銷售，產品行銷全球70多國，是我國最重要的品牌公司之一。個案公司營運據點分布於50多個國家，其全球化的經營規模亦是我國少有。根據個案公司內部統計資料顯示，自2016年起平均外派任務失敗的人數比例約在19%~24%，相比於總公司任職員工同期離職率約16%~18%比例明顯較高，而公司聘僱一位外派人員的人事成本更是本國員工至少兩倍以上。因此派駐在全球各地的外派人員的留任意願是否有所不同，以及如何提升外派人員的留任意願，進而穩定外派人員的工作對公司的全球化發展有關鍵影響。故本研究之目的旨在：(1)調查影響外派人員的留任意願因素、(2)分析不同人口背景變項下的外派人員的留任意願是否有顯著差異？以提供個案公司檢討與加強外派人員留任意願相關政策，以及跨國規模的公司欲將母國員工派往海外發展時制定相關政策之參考。

貳、文獻探討

一、留任意願

留任係指員工與雇主兩者之間長期保持僱傭關係的一種狀態 (Johari, Yean, Adnan, Yahya, & Ahmad, 2012)。而留任又可以進一步的分為自願性的留任與非自願性的留任 (Robbins, 2002)，相關說明如下：

(一) 自願性的留任：員工憑藉著自我意志而決定繼續於原職位或公司提供服務。

(二) 非自願性的留任：員工因外在其他因素所影響與限制，而必須繼續於原職位或公司提供服務。

如果組織能夠設計好的人力資源措施，將員工對於組織的認同感提高，員工對組織產生正向的評價，就會增加員工留任意願 (Mitchell, Holtom, & Lee, 2001)。

Johari et al. (2012) 指出，留任意願相對於離職傾向，是以正向的態度思考，在組織裡面員工長期的發展意願。Kim 和 Jogaratnam (2010) 提出，透過給予員工激勵並鼓勵員工可以積極的在工作上參與決策的過程，能夠使得員工具有被組織重視的感受，進而有效提高員工的留任意願。

綜合以上說明，學者提出對於留任意願的不同看法，本研究將留任意願定義為員工具有繼續留在組織服務的意願，並且發揮正向的工作態度。

二、影響外派人員留任意願因素之探討

林文晟、楊東育和黃國瑜 (2020) 研究在越南之管理者、外派人員、學者等共 15 名專家學者的意見，提出影響外派人員留任的因素，共有三點：外派薪酬制度、回任的安排、派駐地的就醫水準及便利性。

Cole 和 Nesbeth (2014) 則，針對位在加拿大的 64 位外派人員及其家庭成員進行調查後，提出影響外派人員留任意願的因素，共有四個構面：工作內容與工作環境因素、家庭因素、組織支持因素、派駐地背景因素。

Siers, B. (2007) 以美國外派人員為對象的研究中，指出外派人員性別、家庭的意見、組織的公平性、組織承諾、工作績效、工作滿意度、外派適應程度等都是影響外派人員是否留

任的重要因素。

Pinto、Cardoso、Werther Jr (2017) 以美國來自八間跨國企業的 166 位外派人員為對象的研究中，指出各種文化的差異影響外派人員的留任意願，其中包含了外派人員與母國公司的文化契合度、母國與派駐國之間的文化差異、外派人員與派駐的公司員工以及當地社會的互動、外派人員與當地社會互動等。

Schuster、Ambrosius 和 Bader (2017) 以 334 名外派人員為對象之研究，指出外派人員外向、認真以及情緒穩定的人格特質、跟母國公司間的溝通、來自公司的支援、公司指派在當地幫助外派人員適應的輔導者，強化了外派人員在海外工作的心理素質，而影響到外派人員加強他們的留任意願

陳彰儀、張裕隆、王榮春和李文銓 (2001) 之研究，訪談自台灣派駐於中國大陸的 20 名外派人員，提出對派駐地的政經社會情勢了解越高，以及家庭經濟狀況、婚姻滿意度、心理負擔較佳的外派人員其整體工作表現與適應的情況越佳，因此有較好的留任意願。

從以上的研究結果發現，影響外派人員的留任因素可大致分類為個人因素、工作因素、環境因素。因此本研究將進一步探討相關因素與留任意願之間的影響。

(一) 影響外派人員個人留任意願相關研究

陸洛 (2012) 指出，外派人員對外派任務的看法與前往外派的意願，包含外派任務是否符合外派人員的職業意向、公司評估外派人員的能力與外派任務的契合度等，會是外派任務能否成功的關鍵因素。特別是重視職業生涯發展與事業前景的員工以及工作滿意度較高對組織向心力較強的員工。而這些員工因為積極度佳的特性，容易產生好的績效表現，因此有較好的外派適應能力與留任的意願。

Black 和 Stephens (1989) 指出，配偶在海外生活無法適應是外派人員提早從外派任務返回母國的主要原因之一。其研究結果指出派駐地的文化差異性、配偶海外適應程度兩項因素與外派人員不願繼續留任海外工作而提前結束外派任務返回母國的意願呈正相關。

胡昕昫、王偉安和范錚強 (2012) 針對外派在中國大陸工作的 148 位外派員工調查，提出外派任務使得員工在工作與家庭之間產生衝突。例如因為外派任務的工作特性而影響到負擔家庭需求的展現，導致外派責任與家庭生活之間難以取得平衡等。因此當公司在他們的設

定外派任務的同時，也應該要考量到同仁的家庭現狀，並根據其家庭的需求進一步設計出好的外派任務與制度，進而提高員工家人對外派任務的支持，進一步提高外派同仁在海外工作的留任意願。

綜合以上文獻探討的結果，公司在指派外派任務時，應該要審慎評估如何指派一個合適的人選，才能產生好的績效表現，包含外派人選的職業意向、人選對工作的期待、對長期派外工作的意願、人選的個人特質、人選與工作的契合程度等。另外也必須協助員工面對來自家庭成員的意見、家屬是否能夠適應海外生活，以及外派工作與家庭生活之間的平衡，以提高同仁留任的意願，避免外派任務提前失敗。

(二) 影響外派人員工作留任意願相關研究

Chung 和 Ho (2012) 以在越南的 50 多個外派主管進行研究，結果發現：公司提供的組織支持會帶給外派員工良好的海外適應，會對於外派人員的在海外工作的留任意願有顯著的正向影響。因此公司應該要能夠了解到外派人員在海外適應的需求，進一步提供充足的資源、並給予組織的支持，將是外派人員成功留任的關鍵因素。

蔡明田 (2000) 以國內 196 位駐外經理為受測對象進行調查後發現，公司應將外派員工的績效表現與當地據點的營運表現作連結，並依照實際的表現給予匹配的報酬與晉升機會，藉此激勵外派人員在公司的海外事業發展上爭取更好的成果。另外除了薪酬報償的控制之外，在福利津貼的制度設計方面也是十分重要，公司應重視給予外派人員海外工作加給、辛苦津貼、搬遷、租屋、醫療保險、子女教育等等的支援。而具有吸引力的海外薪酬設計，以及提供海外員工在生活差異、海外適應上的福利政策或津貼補助，將會提高外派人員留任外派任務的意願，有效降低外派任務失敗的機率。

陳淑貞 (2012) 以國內 135 位具有外派經驗的人員為受測對象蒐集意見後指出，公司應該要健全外派人員與母國之間的溝通管道，以及設計完善的回任管理制度，給予外派人員在公司集團的未來發展有良好的規劃，外派人員就會以更強的留任意願作為回報。公司亦可以考量給予外派人員在職位或職權的提升，對於正在外派或是已經回任的員工都具有激勵的效果，可以加強員工留任或未來能夠再次派駐的意願，更有助於公司跨國發展的目標。

綜合以上文獻探討的結果，由於員工在海外工作的歷程之中，相較於任職於母公司的員

工，受到來自公司政策與組織支援的影響更為廣泛，例如外派人員居住的地點、生活的安全性、教育的環境等，都與公司所制定的政策內容息息相關。因此公司應該設計具有吸引力與激勵性的薪酬政策，並且要給予外派人員額外管理與支援機制，例如津貼加給、往返機票、海外醫療保險等，用以幫助外派員工盡早適應派駐生活；而完善的回任管理制度，可以給員工帶來良好的心理期待，讓員工可以放心的留在公司，為公司發揮所學，在海外的業務拓展上爭取更好的成果。

(三) 影響外派人員環境留任意願相關研究

Giorgi、Montani、Fiz-Perez、Arcangeli 和 Mucci (2016) 以義大利一間跨國公司的 265 位外派員工為受測對象進行調查後指出，一般而言公司將員工派往海外地區服務至少一~兩年以上為一個任期，長時間的外派任務將為外派人員帶來更大的醫療風險與人身安全的疑慮。在外派工作期間可能會有水土不服、個人健康情形、當地衛生條件不佳、人身安全的挑戰或是發生意外等等無法預知的醫療及緊急需求發生，因此外派人員在海外服務的期間需要面對是否有足夠的醫療資源、醫療費用是否能夠負擔、以及安全問題的保障等等情形。為此公司應該在事前審慎評估派駐國家的醫療資源與治安風險，並為外派人員提供足夠的醫療保險及緊急安全協助計畫，降低外派人員在海外工作期間的醫療與人身風險，避免因為各種無法預知的醫療與安全需求而影響外派任務的成功，而公司給予員工充分的醫療與安全的保障，也能加強外派員工在海外工作的信心，進而提高留任意願。

Haile 和 White (2019) 指出，外派人員前往一個陌生的地區工作需要面對不同的國家、區域以及族群有著與母國不一樣的生活習慣、物價水準、法令規定、價值觀、文化風俗等，此時外派人員會害怕因為不了解而產生生活上的不適應、觸犯禁忌、冒犯等不適當的行為而感到焦慮等心理上的不適應。因此對外派人員而言適應新的生活與工作會是一個很大的挑戰，此時也會影響到外派人員的工作態度與行為，公司應該要提供相關的培訓與引入當地資源協助外派人員去面對新的文化差異調整，降低文化環境適應的困難度與克服跨文化為外派人員帶來的衝擊，避免因為適應不良而提早結束外派任務，影響到員工的留任意願。

綜合以上文獻探討的結果，可以發現外派人員面臨到的環境適應問題，往往比一般在母國工作的員工要嚴重許多，例如因文化差異產生與當地員工溝通的問題、醫療水準與資源的

差異導致就醫的風險、或生活環境的差距產生食衣住行上面的不便利等。因此外派人員在適應新的工作角色與生活樣態的同時，也需要公司提供資源幫助外派人員融入當地文化與生活型態，才能順利的完成外派任務。

(四) 小結

綜合以上的國內外研究文獻，歸納整理如表 1。並參考此彙整結果後決定使用個人因素、工作因素、環境因素三個面向的量測，作為本研究發展影響外派人員留任意願因素之衡量指標。

表 1
影響外派人員留任因素之彙整

構面	留任因素
個人因素	其中包含外派人員的職業意向、人選與工作內容的契合度、外派生活滿意度、家庭成員的看法、家庭成員對海外生活的適應度等因素。
工作因素	其中包含薪酬福利政策、溝通管道、職涯發展、晉升機會、回任機會、組織支持等因素。
環境因素	其中包含當地醫療資源、居住環境、生活品質、環境治安、文化適應程度等因素。

資料來源：本研究整理。

參、研究方法

一、研究架構

本研究透過文獻探討瞭解影響外派人員留任意願之相關因素，以問卷調查個案公司外派人員影響其留任意願之因素，再針對個案公司外派人員的不同人口背景變項，包括年齡、派駐年資、婚姻狀況、派駐地區等，以分析不同人口背景變項情形下影響個案公司外派人員留任意願的主要因素。本研究之研究架構如圖 1 所示。

圖 1

本研究架構簡圖



二、研究對象

本研究以個案公司外派在全球 31 個國家，具有外派人員資格的 123 位外派人員為研究對象，主要任職於業務、行銷、產品管理相關職務。外派人員依地區分布，派駐於亞太地區者（包含日本、韓國、香港、馬來西亞、越南、泰國、新加坡、印度、菲律賓等）共 61 名（49.6%）、派駐於非亞太地區者（包含美國、巴西、智利、哥倫比亞、土耳其、杜拜、英國、法國、德國、荷蘭、捷克、西班牙、俄羅斯、南非等）共 62 名（50.4%）。故本研究以線上方式針對個案公司全體外派人員發放問卷進行調查，共計發出 123 份調查問卷，主要探討影響個案公司外派人員留任意願的因素。經刪除填答不全以及無效問卷，最後回收有效問卷共 93 份，有效回收率 75.6%。

三、研究工具

本研究採用自編的「影響外派人員留任意願之因素調查問卷」為研究工具。問卷分為二大部分，第一部份針對個案公司之外派人員的個人背景進行調查，包括年齡、派駐年資、婚姻狀況、派駐地區。第二部份針對影響個案公司之外派人員留任意願的因素進行調查，此調查表總共設計三項複選題，係以本研究綜合歸納國內外研究文獻中影響外派人員的留任意願因素，進一步自行發展以調查影響本研究外派人員留任意願的因素。這些因素包括個人留任因素、工作留任因素、環境留任因素等。調查表初步編製完成後，為提升問卷的內容效度，本研究邀請了 1 位個案公司的人力資源主管、3 位海外各地區管理外派人員主管，針對問卷題目的適切性加以審視並提供修正建議，經修正後始完成正式問卷。

四、資料分析方法

本研究採用統計軟體 IBM SPSS Statistics 23 版執行資料分析。本研究依據研究目的之需要，採用複選題分析影響外派人員留任因素、採用敘述性統計分析外派人員人口背景變項，不同人口背景變項情形下影響個案公司外派人員留任意願的情況，最後使用卡方檢定了解不同人口背景變項對於各項留任意願的因素是否有顯著差異。

肆、研究結果與討論

一、影響外派人員留任意願的個人留任因素

本研究以複選題分析影響外派人員留任意願的個人留任因素，結果如表 2。而最影響的因素為「發揮專業的空間」(18.1%)，其次依序為「家人的支持」(15.2%)、「想要轉換其他職業領域」(14.5%)、「個人健康因素」(12.7%)、「興趣與工作內容不符」(11.3%)、「家人在海外生活的適應」(10.2%)、「家人對外派工作的意見」(9.2%)、「想要自行創業」(8.8%)。

表 2

影響外派人員留任意願的個人留任因素分析表 (N=93)

題項	個數	百分比
家人的支持	43	15.2%
個人健康因素	36	12.7%
興趣與工作內容不符	32	11.3%
想要自行創業	25	8.8%
想要轉換其他職業領域	41	14.5%
家人在海外生活的適應	29	10.2%
家人對外派工作的意見	26	9.2%
發揮專業的空間	51	18.1%
合計	283	100.0%

二、影響外派人員留任意願的工作留任因素

本研究以複選題分析影響外派人員留任意願的工作留任因素，結果如表 3。而最影響的因素為「薪資成長的幅度」(15.5%)，其次依序為「職涯發展規劃與前景」(14.8%)、「升遷機會」(13.2%)、「公司提供的外派福利」(13.0%)、「工作成長的機會」(12.3%)、「獎金激勵性」(11.6%)、「主管的支援與協助」(11.2%)、「回任母國的機會」(8.4%)。

表 3

影響外派人員留任意願的工作留任因素分析表 (N=93)

題項	個數	百分比
獎金激勵性	65	11.6%
公司提供的外派福利	73	13.0%
薪資成長的幅度	87	15.5%
主管的支援與協助	63	11.2%
回任母國的機會	47	8.4%
職涯發展規劃與前景	83	14.8%
工作成長的機會	69	12.3%
升遷機會	75	13.2%
合計	562	100.0%

三、影響外派人員留任意願的環境留任因素

本研究以複選題分析影響外派人員留任意願的環境留任因素，結果如表 4。而最影響的因素為「派駐地區的居住環境」(17.3%)，其次依序為「派駐地的醫療環境」(15.9%)、「派駐地區的治安風險」(15.3%)、「派駐地區的物價水準」(15.3%)、「在派駐地的醫療保險計畫」(12.5%)、「派駐地區的文化環境適應」(7.5%)、「派駐地區的同事互動」(5.9%)。

表 4

影響外派人員留任意願的環境留任因素分析表 (N=93)

題項	個數	百分比
派駐地的醫療環境	57	15.9%
在派駐地的醫療保險計畫	45	12.5%
派駐地區的居住環境	62	17.3%
派駐地區的治安風險	55	15.3%
派駐地區的文化環境適應	27	7.5%
派駐地區的子女就學環境	37	10.3%
派駐地區的物價水準	55	15.3%
派駐地區的同事互動	21	5.9%
合計	359	

四、外派人員的年齡影響留任意願之差異性分析

本研究進行外派人員年齡影響留任意願是否有顯著差異之探討，並以卡方檢定進行分析

結果如表 5。

在個人留任因素構面中，以卡方檢定進行分析後發現，「家人的支持」對於 31 歲（含）以上的影響（57.4%）顯著大於對 30 歲（含）以下的影響（25.0%），「想要轉換其他職業領域」對於 30 歲（含）以下的影響（65.6%）顯著大於對 31 歲（含）以上的影響（32.8%），「家人在海外生活的適應」對於 31 歲（含）以上的影響（39.3%）顯著大於對 30 歲（含）以下的影響（15.6%）。

在工作留任因素構面中，以卡方檢定進行分析後發現，「回任母國的機會」對於 30 歲（含）以下的影響（65.6%）顯著大於對 31 歲（含）以上的影響（42.6%），「工作成長的機會」對於 30 歲（含）以下的影響（87.5%）顯著大於對 31 歲（含）以上的影響（67.2%），「升遷機會」對於 30 歲（含）以下的影響（93.8%）顯著大於對 31 歲（含）以上的影響（73.8%）。

在環境留任因素構面中，以卡方檢定進行分析後發現，「派駐地區的子孫就學環境」對於 31 歲（含）以上的影響（49.2%）顯著大於對 30 歲（含）以下的影響（21.9%），「派駐地區的物價水準」對於 30 歲（含）以下的影響（78.1%）顯著大於對 31 歲（含）以上的影響（49.2%），「派駐地區的同事互動」對於 30 歲（含）以下的影響（37.5%）顯著大於對 31 歲（含）以上的影響（14.8%）。

表 5

不同年齡族群的留任影響因素差異分析彙整表 (N=93)

題項	30 歲(含)以下% (n=32, 34.4%)		31 歲(含)以上% (n=61, 65.6%)		卡方值	顯著性
個人留任影響因素						
家人的支持	8	25.0%	35	57.4%	8.851**	.003
個人健康因素	10	31.3%	26	42.6%	1.144	.285
興趣與工作內容不符	15	46.9%	17	27.9%	3.359	.067
想要自行創業	10	31.3%	15	24.6%	.474	.491
想要轉換其他職業領域	21	65.6%	20	32.8%	9.182**	.002
家人在海外生活的適應	5	15.6%	24	39.3%	5.503*	.019
家人對外派工作的意見	10	31.3%	16	26.2%	.263	.608
發揮專業的空間	19	59.4%	32	52.5%	.405	.524
工作留任影響因素						
獎金激勵性	22	68.8%	43	70.5%	.03	.862
公司提供的外派福利	27	84.4%	46	75.4%	.999	.317
薪資成長的幅度	31	96.9%	56	91.8%	.895	.660
主管的支援與協助	25	78.1%	38	62.3%	2.407	.121
回任母國的機會	21	65.6%	26	42.6%	4.443*	.035
職涯發展規劃與前景	31	96.9%	52	85.2%	2.958	.156

表 6

不同年齡族群的留任影響因素差異分析彙整表 (N=93) (續)

題項	30 歲(含)以下% (n=32, 34.4%)		31 歲(含)以上% (n=61, 65.6%)		卡方值	顯著性
工作成長的機會	28	87.5%	41	67.2%	4.512*	.046
升遷機會	30	93.8%	45	73.8%	5.368*	.026
環境留任影響因素						
派駐地的醫療環境	19	59.4%	38	62.3%	.075	.784
在派駐地的醫療保險計畫	17	53.1%	28	45.9%	.439	.508
派駐地區的居住環境	25	78.1%	37	60.7%	2.882	.090
派駐地區的治安風險	20	62.5%	35	57.4%	.228	.633
派駐地區的文化環境適應	13	40.6%	14	23.0%	3.182	.074
派駐地區的子午就學環境	7	21.9%	30	49.2%	6.532*	.011
派駐地區的物價水準	25	78.1%	30	49.2%	7.277**	.007
派駐地區的同事互動	12	37.5%	9	14.8%	6.212*	.013

* $p < .05$. ** $p < .01$.

從表 2 可以得知，比較能夠影響年齡 31 歲(含)以上的外派人員的留任意願的因素包括：(1)家人的支持、(2)家人在海外生活的適應，以及(3)派駐地區的子午就學環境。其中家人的支持與胡昕昀、王偉安和范錚強 (2012) 研究指出公司應考量員工家庭需求並提供協助以提高家人的支持增加員工留任意願之結果一致。以及家人在海外生活的適應與 Black 和 Stephens (1989) 研究指出家屬在海外生活無法適應是外派任務失敗主因之一的研究結果一致。而個案公司已經針對外派人員的家屬隨同赴任給予不同協助與福利，包括協助辦理家屬居留簽證、協助尋找住房、針對不同的家庭組成給予不同等級的住房津貼、提供眷屬生活補助、提供子女就學補助。惟在子女就學補助項目，個案公司給予的是一體適用的固定金額，建議應另行考量地區差異性。

另外，比較能夠影響年齡 30 歲(含)以下的外派人員留任意願的因素包括：(1)想要轉換其他職業領域、(2)回任母國的機會、(3)工作成長的機會、(4)升遷機會、(5)派駐地區的物價水準，以及(6)派駐地區的同事互動。其中回任母國的機會、工作成長的機會、升遷機會等幾項因素，與陳淑貞 (2012) 指出公司應透過健全外派人員的回任管理、以及工作職權或職位的提升，對於外派中或回任的員工都有激勵效果並加強員工留任意願之研究結果一致。而派駐地區的物價水準、派駐地區的同事互動等因素，則與 Haile 和 White (2019) 的研究發現：公司應提供相關資源協助員工面對不同國家的生活習慣、物價水準、社會互動等差異調整，避免因為

不適應而影響留任意願之研究結果一致。

個案公司目前的外派人員政策有提供了明確的職業發展路徑，包含從派駐地內產品銷售管理、派駐地公司管理、跨區域公司營運等，並以此進行個案公司海外營運管理的人才培養，惟針對外派人員回任母國的機會較為缺乏，資訊也較不透明。最後針對外派人員在海外的生活適應，公司有提供派駐生活津貼，用以平衡因派駐地物價水準導致生活水準與收入不一致的差異，同時也透過行前訓練及在派駐地的主管與人資人員引導，給予外派人員文化適應上的培訓，協助外派人員面對與不同文化的同事共事時，所產生相處上的差異。

五、外派人員的派駐年資影響留任意願之差異性分析

本研究進行外派人員派駐年資影響留任意願是否有顯著差異之探討，並以卡方檢定進行分析結果如表 6。

在個人留任因素構面中，以卡方檢定進行分析後發現，個人留任因素構面與派駐年資皆沒有顯著差異。

在工作留任因素構面中，以卡方檢定進行分析後發現，「獎金激勵性」對於派駐年資 5 年（含）以上的影響（82.9%）顯著大於對派駐年資 4 年（含）以下的影響（59.6%）。

在環境留任因素構面中，以卡方檢定進行分析後發現，「派駐地區的子女就學環境」對於派駐年資 5 年（含）以上的影響（53.7%）顯著大於對派駐年資 4 年（含）以下的影響（28.8%）。

表 7

不同派駐年資的留任影響因素差異分析彙整表 (N=93)

題項	4 年(含)以下 (n=52, 55.9%)		5 年(含)以上 (n=41, 44.1%)		卡方值	顯著性
個人留任因素						
家人的支持	20	38.5%	23	56.1%	2.868	.090
個人健康因素	16	30.8%	20	48.8%	3.135	.077
興趣與工作內容不符	19	36.5%	13	31.7%	.237	.626
想要自行創業	15	28.8%	10	24.4%	.232	.630
想要轉換其他職業領域	27	51.9%	14	34.1%	2.939	.086
家人在海外生活的適應	12	23.1%	17	41.5%	3.612	.057
家人對外派工作的意見	16	30.8%	10	24.4%	.463	.496
發揮專業的空間	30	57.7%	21	51.2%	.388	.533
工作留任因素						
獎金激勵性	31	59.6%	34	82.9%	5.92*	.015
公司提供的外派福利	41	78.8%	32	78.0%	.009	.926
薪資成長的幅度	48	92.3%	39	95.1%	.301	.691

表 8

不同派駐年資的留任影響因素差異分析彙整表 (N=93) (續)

題項	4 年(含)以下 (n=52, 55.9%)		5 年(含)以上 (n=41, 44.1%)		卡方值	顯著性
主管的支援與協助	37	71.2%	26	63.4%	.628	.428
回任母國的機會	28	53.8%	19	46.3%	.517	.472
職涯發展規劃與前景	46	88.5%	37	90.2%	.076	1.000
工作成長的機會	41	78.8%	28	68.3%	1.334	.248
升遷機會	41	78.8%	34	82.9%	.245	.621
環境留任因素						
派駐地的醫療環境	31	59.6%	26	63.4%	.139	.709
在派駐地的醫療保險計畫	24	46.2%	21	51.2%	.236	.627
派駐地區的居住環境	39	75.0%	23	56.1%	3.686	.055
派駐地區的治安風險	32	61.5%	23	56.1%	.281	.596
派駐地區的文化環境適應	17	32.7%	10	24.4%	.767	.381
派駐地區的子孫就學環境	15	28.8%	22	53.7%	5.891*	.015
派駐地區的物價水準	33	63.5%	22	53.7%	.912	.340
派駐地區的同事互動	15	28.8%	6	14.6%	2.649	.104

* $p < .05$.

從表 3 可以得知，比較能夠影響年資 5 年(含)以上的外派人員的留任意願的因素包括：

(1)獎金激勵性，以及(2)派駐地區的子孫就學環境。其中獎金激勵性與蔡明田（2000）指出應加強員工與當地公司績效、以及獎金之間的連結，藉此激勵外派人員的結果一致。目前個案公司已經針對外派人員的績效獎金制度進行特殊設計，獎金的多寡與派駐國家的營運績效高低有所連結，藉此激勵外派人員在派駐地產品銷售有更好的成果，惟須進一步考量外派人員的獎金或薪資水準是否足以在國際市場競爭，以避免其他跨國公司挖角影響外派人員的留任意願。而派駐地區的子孫就學環境的留任因素，也呼應了年齡 31 歲(含)以上的外派人員對與家人相關留任意願的看法，個案公司針對子孫在派駐地就學給予津貼補助。

六、外派人員的婚姻狀況影響留任意願之差異性分析

本研究進行外派人員婚姻狀況影響留任意願是否有顯著差異之探討，並以卡方檢定進行分析結果如表 7。

在個人留任因素構面中，進一步以卡方檢定進行分析後發現，「家人的支持」對於已婚的影響（69.8%）顯著大於對未婚的影響（26.0%），「個人健康因素」對於已婚的影響（53.5%）顯著大於對未婚的影響（26.0%），「興趣與工作內容不符」對於未婚的影響（46.0%）顯著大於對已婚的影響（20.9%），「想要轉換其他職業領域」對於未婚的影響（60.0%）顯著大於對

已婚的影響 (25.6%)，「家人在海外生活的適應」對於已婚的影響 (51.2%) 顯著大於對未婚的影響 (14.0%)。

在工作留任因素構面中，以卡方檢定進行分析後發現，工作留任因素構面與婚姻狀況皆沒有顯著差異。

在環境留任因素構面中，以卡方檢定進行分析後發現，「派駐地區的文化環境適應」對於未婚的影響 (38.0%) 顯著大於對已婚的影響 (18.6%)，「派駐地區的子孫就學環境」對於已婚的影響 (65.1%) 顯著大於對未婚的影響 (18.0%)，「派駐地區的同事互動」對於未婚的影響 (32.0%) 顯著大於對已婚的影響 (11.6%)。

表 9

不同婚姻情形的留任影響因素差異分析彙整表 (N=93)

題項	未婚 (n=50, 53.8%)		已婚 (n=43, 46.2%)		卡方值	顯著性
個人留任因素						
家人的支持	13	26.0%	30	69.8%	17.815***	.000
個人健康因素	13	26.0%	23	53.5%	7.363**	.007
興趣與工作內容不符	23	46.0%	9	20.9%	6.438*	.011
想要自行創業	14	28.0%	11	25.6%	.069	.793
想要轉換其他職業領域	30	60.0%	11	25.6%	11.11***	.001
家人在海外生活的適應	7	14.0%	22	51.2%	14.879***	.000
家人對外派工作的意見	11	22.0%	15	34.9%	1.905	.167
發揮專業的空間	29	58.0%	22	51.2%	.436	.509
工作留任因素						
獎金激勵性	37	74.0%	28	65.1%	.867	.352
公司提供的外派福利	37	74.0%	36	83.7%	1.294	.255
薪資成長的幅度	47	94.0%	40	93.0%	.037	1.000
主管的支援與協助	37	74.0%	26	60.5%	1.938	.164
回任母國的機會	29	58.0%	18	41.9%	2.409	.121
職涯發展規劃與前景	45	90.0%	38	88.4%	.064	.801
工作成長的機會	40	80.0%	29	67.4%	1.904	.168
升遷機會	42	84.0%	33	76.7%	.78	.377
環境留任因素						
派駐地的醫療環境	27	54.0%	30	69.8%	2.423	.120
在派駐地的醫療保險計畫	22	44.0%	23	53.5%	.833	.361
派駐地區的居住環境	34	68.0%	28	65.1%	.087	.769
派駐地區的治安風險	27	54.0%	28	65.1%	1.182	.277
派駐地區的文化環境適應	19	38.0%	8	18.6%	4.221*	.040
派駐地區的子孫就學環境	9	18.0%	28	65.1%	21.423***	.000
派駐地區的物價水準	34	68.0%	21	48.8%	3.513	.061
派駐地區的同事互動	16	32.0%	5	11.6%	5.488*	.019

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

從表 4 可以得知，比較能夠影響已婚的外派人員留任意願的因素包括：(1)家人的支持、

(2)個人健康因素、(3)家人在海外生活的適應，以及(4)派駐地區的子孫就學環境。此一結果呼應了年齡31歲(含)以上的外派人員對與家人相關留任意願的看法。而個人健康因素與 Giorgi、Montani、Fiz-Perez、Arcangeli 和 Mucci (2016) 的研究發現：長時間的外派任務將使外派人員因個人健康影響而產生醫療需求，因此公司應給予員工充分的醫療協助與保障加強員工外派信心以提高留任意願之結果一致。目前個案公司有關外派人員的人力資源政策中，已經針對外派人員的家屬隨同赴任給予協助在當地生活適應的各項津貼及福利。個案公司透過給予外派人員海外醫療保險，以及每年安排回台的健康檢查，以藉此維護同仁的健康。

另一方面，比較能夠影響未婚的外派人員留任意願的因素包括：(1)興趣與工作內容不符、(2)想要轉換其他職業領域、(3)派駐地區的文化環境適應，以及(4)派駐地區的同事互動。此一結果呼應了年齡30歲(含)以下的外派人員對留任意願的看法。目前個案公司針對外派人員給予的不同職業發展的路徑，可以讓外派人員依照個人的專長與興趣，在個案公司內部有不同的發展。另外也透過派駐前後的不同訓練，協助同仁在面對文化差異導致的溝通或適應問題。

七、外派人員的派駐地區影響留任意願之差異性分析

本研究進行外派人員派駐地區影響留任意願是否有顯著差異之探討，並以卡方檢定進行分析結果如表 8。

在個人留任因素中，進一步以卡方檢定進行分析後發現，個人留任因素與派駐地區沒有顯著差異。

在工作留任因素構面中，進一步以卡方檢定進行分析後發現，工作留任因素與派駐地區沒有顯著差異。

在環境留任因素構面中，進一步以卡方檢定進行分析後發現，「派駐地區的同事互動」對於派駐亞太地區者的影響 (29.8%) 顯著大於對派駐非亞太地區者的影響 (11.1%)。

表 10

不同派駐地區的留任影響因素差異分析彙整表 (N=93)

題項	亞太地區 (n=57, 61.3%)		非亞太地區 (n=36, 38.7%)		卡方值	顯著性
個人留任因素						
家人的支持	26	45.6%	17	47.2%	.023	.880
個人健康因素	21	36.8%	15	41.7%	.216	.642
興趣與工作內容不符	20	35.1%	12	33.3%	.030	.862

表 11

不同派駐地區的留任影響因素差異分析彙整表 (N=93) (續)

題項	亞太地區 (n=57, 61.3%)		非亞太地區 (n=36, 38.7%)		卡方值	顯著性
想要轉換其他職業領域	28	49.1%	13	36.1%	1.515	.218
家人在海外生活的適應	18	31.6%	11	30.6%	.011	.917
家人對外派工作的意見	17	29.8%	9	25.0%	.255	.614
發揮專業的空間	32	56.1%	19	52.8%	.101	.751
工作留任因素						
獎金激勵性	38	66.7%	27	75.0%	.728	.393
公司提供的外派福利	43	75.4%	30	83.3%	.815	.367
薪資成長的幅度	53	93.0%	34	94.4%	.078	1.000
主管的支援與協助	39	68.4%	24	66.7%	.031	.860
回任母國的機會	30	52.6%	17	47.2%	.258	.611
職涯發展規劃與前景	50	87.7%	33	91.7%	.358	.735
工作成長的機會	39	68.4%	30	83.3%	2.563	.109
升遷機會	43	75.4%	32	88.9%	2.557	.177
環境留任因素						
派駐地的醫療環境	38	66.7%	19	52.8%	1.794	.180
在派駐地的醫療保險計畫	31	54.4%	14	38.9%	2.122	.145
派駐地區的居住環境	40	70.2%	22	61.1%	.816	.366
派駐地區的治安風險	31	54.4%	24	66.7%	1.377	.241
派駐地區的文化環境適應	19	33.3%	8	22.2%	1.322	.250
派駐地區的子就學環境	23	40.4%	14	38.9%	.020	.888
派駐地區的物價水準	33	57.9%	22	61.1%	.094	.759
派駐地區的同事互動	17	29.8%	4	11.1%	4.42*	.043

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

從表 5 可以得知，比較能夠影響派駐亞太地區的外派人員留任意願的因素為派駐地區的同事互動，呼應了年齡 30 歲(含)以下、未婚者的外派人員對留任意願的看法。建議個案公司應透過給予外派人員文化適應上的培訓，協助外派人員適應與不同文化的同事共事時，所面臨相處上的文化差異。

五、小結

不同外派人員的人口背景變項影響留任意願具有顯著差異的題項彙整如表 9。

表 12

不同人口背景變項中影響留任意願因素之差異顯著性結果彙整表

人口背景變項	構面	題項	是否有顯著差異	說明
年齡	個人留任因素	家人的支持	是	31 歲(含)以上>30 歲(含)以下
		想要轉換其他職業領域	是	30 歲(含)以下>31 歲(含)以上
		家人在海外生活的適應	是	31 歲(含)以上>30 歲(含)以下
	工作留任因素	回任母國的機會	是	30 歲(含)以下>31 歲(含)以上
		工作成長的機會	是	30 歲(含)以下>31 歲(含)以上
		升遷機會	是	30 歲(含)以下>31 歲(含)以上

表 13

不同人口背景變項中影響留任意願因素之差異顯著性結果彙整表 (續)

人口背景變項	構面	題項	是否有顯著差異	說明
	環境留任因素	派駐地區的子女就學環境	是	31 歲(含)以上>30 歲(含)以下
		派駐地區的物價水準	是	30 歲(含)以下>31 歲(含)以上
		派駐地區的同事互動	是	30 歲(含)以下>31 歲(含)以上
派駐年資	工作留任因素	獎金激勵性	是	5 年(含)以上>4 年(含)以下
	環境留任因素	派駐地區的子女就學環境	是	5 年(含)以上>4 年(含)以下
婚姻狀況	個人留任因素	家人的支持	是	已婚>未婚
		個人健康因素	是	已婚>未婚
		興趣與工作內容不符	是	未婚>已婚
		想要轉換其他職業領域	是	未婚>已婚
		家人在海外生活的適應	是	已婚>未婚
	環境留任因素	派駐地區的文化環境適應	是	未婚>已婚
		派駐地區的子女就學環境	是	已婚>未婚
		派駐地區的同事互動	是	未婚>已婚
派駐地區	環境留任因素	派駐地區的同事互動	是	亞太地區>非亞太地區

伍、結論與建議

一、結論

根據研究目的以及本研究調查與分析之結果，得出結論如下：

(一)影響外派人員留任意願的最主要個人留任因素為能夠發揮工作上的專業

本研究結果顯示，在個人留任因素層面影響的重要因素包括：發揮專業的空間、家人的支持、想要轉換其他職業領域等。因此推測個案公司外派人員更為在乎工作的專業性且公司是否給予發揮的空間，另外多數外派人員也將家人對於海外工作是否支持列入考量的因素。

(二)影響外派人員留任意願的最主要工作留任因素為薪資的成長幅度

本研究結果顯示，在工作留任因素層面影響的重要因素包括：薪資成長的幅度、職涯發展規劃與前景、升遷機會等。因此推測個案公司外派人員更為在乎公司能給予的職位與薪資成長幅度、職業發展是否完善並且具有前景等因素。

(三)影響外派人員留任意願的最主要環境留任因素為派駐地區的居住環境

本研究結果顯示，在環境留任因素層面影響的重要因素包括：派駐地區的居住環境、派駐地的醫療環境、派駐地區的治安風險等。因此推測個案公司外派人員更為在乎公司在派駐地安排的住房環境是否良好、附近的治安風險以及醫療保健措施是否完善等因素。

(四)影響不同年齡的外派人員的個人留任因素、工作留任因素以及環境留任因素有部分顯著差異

本研究結果顯示，個案公司的外派人員在不同年齡階層時對於個人留任因素、工作留任因素以及環境留任因素的看法皆有顯著的差異，因此個案公司應注意外派人員年齡在 31 歲(含)以上的外派人員的家庭組成、是否偕同赴任、以及來自家庭的需求。另審視個案公司提供家屬的各項補助中，子女教育補助並未針對派駐地區差異性評估給予不同金額，因此建議進一步審慎評估。另外，針對外派對象在年齡 30 歲(含)以下時，會更關注於自身在公司的發展的可能性與機會，公司應注意外派人員對於外派任務的工作內容、工作環境等是否符合自身的期待。另審視個案公司針對外派人員的職業生涯規劃中，惟在回任母國的機會與資訊上較為缺乏，因此建議進一步完善相關制度。

(五)影響不同派駐年資的外派人員的工作留任因素以及環境留任因素有部分顯著差異

本研究結果顯示，個案公司的外派人員在不同派駐年資時對於工作留任因素以及環境留任因素的看法具有顯著的差異，因此個案公司應注意外派人員年資 5 年(含)以上時，外派人員對薪資的期待與獎金制度的激勵性。此一階段外派人員通常在派駐工作中具有豐富經驗或一定的成就，更需要有激勵性獎金制度，才能避免其他公司的高薪挖角。而年資 5 年(含)以上者也呼應了年齡 31 歲(含)以上者對留任意願的看法，子女就學環境成為特別關注的議題。

(六)影響不同婚姻情形的外派人員的個人留任因素以及環境留任因素有部分顯著差異

本研究結果顯示，個案公司的外派人員在不同婚姻情形時對於個人留任因素以及環境留任因素的看法皆有顯著的差異，因此針對外派對象已婚時，公司應注意外派人員對家人適應長時間的異地生活的特殊考量、以及注意個人健康問題的需求。另外，針對外派對象未婚時，外派人員由於沒有眷屬在派駐地需要特殊照顧，因此可以更關注於個人職涯發展與派駐任務的關係，也對於融入當地文化與同事相處間有更多的期待，此一結果呼應了年齡 30 歲(含)以下的外派人員對留任意願的看法。

(七)影響不同派駐地區的外派人員的環境留任因素有部分顯著差異

本研究結果顯示，個案公司的外派人員在派駐不同地區時對於環境留任因素的看法皆有

顯著的差異，由於個案公司在海外的布局，通常會將剛畢業較無工作經驗的外派人員，派駐於亞太地區進行各項外派任務的歷練，之後再進一步派往非亞太地區，因此本研究發現年齡 30 歲(含)以下、未婚、派駐於亞太地區的外派人員，更為在意與派駐地區的同事互動。

二、建議

(一)對公司管理之建議

1. 建立外派人員回任母國的機制

透過本研究發現外派人員除了重視在海外的職業生涯發展，未來是否有回任母國的機會，也是外派人員重視的項目之一。另一方面，具有國際化管理經驗的員工能夠回到母國任職，將海外經營管理經驗傳授給母國任職的員工，也是很重要的才發展資源。因此建議跨國規模的公司在為外派人員規劃職涯的發展方向時，應建立好外派人員回任母國的機制，對於母國的職缺與職涯發展的資訊應該更透明，並建立良好的溝通管道，除了加強外派人員在公司發展的留任意願，更能幫助到公司在跨國管理經驗的傳承與人才培養。

2. 給予不同派駐地區差異化的子女教育補助

由於外派人員必須遠赴他國工作型態，使得家庭生活更容易受到外派任務的影響，因此公司除了照顧外派人員本身的需求，也應該重視如何協助外派人員維繫家庭生活。透過本研究發現尤其是年齡 31 歲(含)以上、派駐年資 5 年(含)以上、已婚等，此一類型的外派人員特別在意與家人相關的留任意願。個案公司現行的人力資源政策提供了許多與家人相關的協助與津貼補助，進一步審視發現，在子女教育補助的項目，提供的是固定金額的補助，但由於派駐地區的差異性，子女教育所需要的經費相差甚鉅，津貼的多寡也會影響到子女就學的水準，因此建議個案公司評估將子女教育補助依地區劃分，給予不同級距的津貼補助，優化對於外派人員家庭協助的政策，可以有效的提升外派人員的留任意願。

3. 確保外派人員薪資水準具備市場競爭力

透過本研究發現派駐年資 5 年(含)以上的外派人員更為重視外派薪酬的獎金激勵性，由於具有跨國管理經驗的員工培養不易，具有豐富駐外經驗的外派人員更是許多競爭對手極力爭取挖角的對象。因此建議具有跨國規模的公司在建立薪酬政策時，除了重視獎金的激勵性，更需要進一步參與國際性的薪酬市場調查，審慎的評估給予外派人員的薪酬是否維持在一定

的市場水準，並且與時俱進的進行調整，確保外派人員薪資水準具備市場競爭力，才能避免因競爭對手的挖角導致影響到外派人員的留任意願，更能避免重要人才的流失造成公司在跨國經營的莫大損失。

(二)對後續研究建議

具有跨國規模經營的公司可以透過本文研究結果了解到不同個人背景變項的外派人員對留任意願的看法的差異，但透過相關文獻研究可以發現，影響留任意願的不僅是外派人員的看法，亦受到公司外派政策實施的結果、外派人員家人的看法等影響。建議後續可以透過不同受測對象的看法進行研究，發掘更多影響留任意願的因子與相關性。

陸、參考文獻

行政院主計總處 (2020)。108 年國人赴海外工作人數統計結果。

<https://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=46643&ctNode=5624&mp=1>

林文晟、楊東育、黃國瑜 (2020)。新南向政策下企業外派人員因素之研究。《東吳經濟商學學報》，100，1-30。

胡昕昀、王偉安、范錚強 (2012)。兩岸直航影響外派人員離職傾向研究。《人力資源管理學報》，12 (2)，25-48。

陳淑貞 (2012)。心理契約實現知覺與回任人員組織承諾，離職意圖關係之研究：以組織信任為中介變數。《人力資源管理學報》，12 (3)，1-22。

陳彰儀、張裕隆、王榮春、李文銓 (2001)。應用傳記式問卷預測駐派大陸員工之外派適應。《應用心理研究》(10)，135-166。

陸洛 (2012)。海外派遣與全球職涯發展之新挑戰。《T&D 飛訊》，144，1-29。

蔡明田 (2000)。我國駐外經理人報償管理、派外意願、工作態度關係之研究 (NSC89-2416-011)。台南市：國立成功大學企業管理研究所行政院科學委員會專題研究計畫成果報告。

Black, J. S., & Stephens, G. K. (1989). The influence of the spouse on american expatriate adjustment and intent to stay in pacific rim overseas assignments. *Journal of Management*,

15(4), 529-544.

- Chung, Y.-T., & Ho, C. (2012). The overseas expatriates of human resource management practices in taiwan - Vietnam cross country enterprises. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 57, 432-439. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1208>
- Cole, N., & Nesbeth, K. (2014). Why do international assignments fail? Expatriate families speak. *International Studies of Management & Organization*, 44(3), 66-79. doi:10.2753/IMO0020-8825440304
- Giorgi, G., Montani, F., Fiz-Perez, J., Arcangeli, G., & Mucci, N. (2016). Expatriates' multiple fears, from terrorism to working conditions: development of a model. *Frontiers in Psychology*, 7, 1571.
- Haile, S., & White, D. (2019). Expatriate failure is a common challenge for multinational corporations: Turn expatriate failure to expatriate success. *International Journal of Business & Public Administration*, 16(1), 27-40.
- Johari, J., Yean, T., Adnan, Z., Yahya, K. K., & Ahmad, M. N. (2012). Promoting employee intention to stay: Do human resource management practices matter. *International Journal of Economics and Management*, 6(2), 396-416.
- Kim, K., & Jogaratnam, G. (2010). Effects of individual and organizational factors on job satisfaction and intent to stay in the hotel and restaurant industry. *Journal of Human Resources in Hospitality & Tourism*, 9, 318-339. doi:10.1080/15332845.2010.487043
- Mitchell, T. R., Holtom, B. C., & Lee, T. W. (2001). How to keep your best employees: Developing an effective retention policy. *Academy of Management Perspectives*, 15(4), 96-108.
- Pinto, L. H., Cardoso, C. C., & Werther Jr, W. B. (2017). Expatriates' withdrawal intentions: the influence of organizational culture and satisfaction with the assignment. *Personnel Review*.46(8), 1852-1869.
- Pudelko, M., Reiche, B. S., & Carr, C. (2015). Recent developments and emerging challenges in international human resource management. *International Journal of Human Resource*

Management, 26(2), 127-135. doi:10.1080/09585192.2015.964928

Robbins, S. P. (2002). *Organizational behaviour: Concepts, controversies, applications*. Toronto: Pearson Prentice Hall.

Schuster, T., Ambrosius, J., & Bader, B. (2017). Mentoring in international assignments: a personality traits perspective. *Employee Relations*.39(7), 1100-1130.

Siers, B. (2007). Relationships among organisational justice perceptions, adjustment, and turnover of United States-based expatriates. *Applied Psychology*. 56(3), 437-459.

附件

外派人員留任意願之調查研究問卷

親愛的同仁，您好：

感謝您在百忙之中撥冗填答此份問卷，這是一份純粹學術性研究的問卷，目的是為了瞭解外派人員留任意願之關聯性的影響研究。本問卷採不記名方式，請以您個人的實際感受及看法填寫，您所提供的資料僅供學術研究之用，不會對外公開，也絕不將資料提供公司參考，請放心填答。

您寶貴的資料，對本研究具有決定性的幫助，懇請您能真實填答，並請務必確定每題都有填寫到，盡量別留下空白，並且於4月15日前完成您的填答。在此由衷感謝您的幫忙與支持，至上最誠摯的謝意，謝謝您！

敬祝 身體健康、順心如意

國立臺灣師範大學
科技應用與人力資源發展學系
指導教授：林弘昌 博士
研究生：張好甄 敬啟
中華民國一一〇年四月十二日

第一部份：個人背景基本資料

【說明】請在最適當的選擇□中打✓

1.年齡：	<input type="checkbox"/> 30歲(含)以下 <input type="checkbox"/> 31歲(含)以上
2.派駐年資：	<input type="checkbox"/> 4年(含)以下 <input type="checkbox"/> 5年(含)以上
3.婚姻狀況：	<input type="checkbox"/> 未婚 <input type="checkbox"/> 已婚
4.派駐地區：	<input type="checkbox"/> 亞太地區 <input type="checkbox"/> 非亞太地區

第二部份：影響外派人員留任意願因素調查表

請您根據您實際感受，勾選具影響您留任意願之選項。 (可複選)	是	否
個人留任因素		
1.家人的支持		
2.健康因素		
3.興趣與工作內容不符		
4.想要轉換其他職業領域		
5.家人在海外生活的適應		
6.家人對外派工作的意見		
7.發揮專業的空間		

8.想要自行創業		
工作留任因素		
1.獎金激勵性		
2.公司提供的外派福利		
3.薪資成長的幅度		
4.主管的支援與協助		
5.職涯發展規劃與前景		
6.工作成長的機會		
7.升遷機會		
8.回任母國的機會		
環境留任因素		
1.派駐地的醫療環境		
2.派駐地的醫療保險計畫		
3.派駐地區的居住環境		
4.派駐地區的治安風險		
5.派駐地區的文化環境適應		
6.派駐地區的子午就學環境		
7.派駐地區的物價水準		
8.派駐地區的同事互動		

應用試誤學習於高中工程設計專題之預測分析

Applying Trial and Error Learning in Predictive Analysis of High School's Engineering Design Projects

張錡

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Chi, Chang

Department of Technology Application and Human Resource Development

National Taiwan Normal University

摘要

為了培養高中學生跨學科整合能力，教育部（2018）將「工程設計」定為高級中學科技教育的主軸。在工程設計專題的預測分析階段，藉由軟體模擬或建模來應用科學、數學等相關領域知識，進行設計方案的預測與分析。但實務上，高中學生並無法將所學之科學與數學等相關領域之概念性知識，根據專題情境或設計限制來進行應用。本文認為高中工程設計專題中的預測分析階段，「試誤學習」可以作為增進學生知識應用的教學方法，此方法讓學生嘗試應用所學知識於設計方案的測試中，當無法達到設計限制而失敗時，進行失敗經驗之反思，並區分、整理與重組之前所學之數學、科學等相關領域知識，讓學生有機會深入理解所學之概念性知識。本文最後提出一個工程設計試誤學習模式，並以手擲機專題為實例來說明如何應用此模式在高中進行「試誤學習」，給予一線教師教學之參考。

關鍵詞：高中工程設計專題、預測分析、試誤學習

壹、前言

工程設計為一個重複 (iterative) 及系統性 (systematic) 解決問題的過程，涉及創造力和經驗累積的學科知識 (National Assessment Governing Board, 2018)。教育部 (2018, 頁11) 提到在高級中學的科技教育，「應著重在工程設計，強調藉由工程設計的專題製作活動，提供學生跨學科知識整合的學習 (如科學、科技、工程及數學)，並藉此培養設計、創新、批判思考等高層次思考能力」。因此工程設計需要應用跨學科的知識來解決問題，注重各科的知識整合。

工程設計的專題活動內容，主要引導學生運用工程設計流程，進行專案之規劃與執行，以提升其解決真實世界問題的能力 (教育部, 2018, 頁18)。其中工程設計流程為在工程設計專題中，有關設計與製作的過程，此流程需要應用科學、數學等相關領域概念來開發最佳解決方案以滿足既定目標 (Mangold & Robinson, 2013)。關於工程設計流程，不同學者有不同的步驟與定義，如Atman等 (2007)、Hynes等 (2011)、Baker等 (2018) 與University of Colorado Boulder (2020) 等。上述文獻皆有共同之關鍵步驟，包含界定問題、發展方案、預測分析、實踐與最佳化等。此外，高中學生於工程設計中，需要學習三個重要的工程設計核心概念 (Merrill et al., 2008)：限制 (Constraints)、最佳化 (Optimization) 及預測分析 (Predictive Analysis)，簡稱COPA (Constraints, Optimization, Predictive Analysis, COPA)。理論上，學生在工程設計專題活動中，透過工程設計流程的關鍵步驟，可以有效的學習工程設計三大核心概念，並在進行預測分析時，應用本身所學之科學、數學等相關領域知識，進行發想、驗證與確認所想的設計解決方案，是否能符合設計的需求或限制。

然而，實務上，高中學生在進行預測分析時，並無法將所學之科學與數學的概念性知識，依據情境或設計限制加以應用。舉例而言，學生在製作手擲機時，學生雖然都清楚白努利定律，但卻製作不出符合專題限制的成品。細究其原因，高中學生對於這些抽象的概念性知識無法全然了解，導致無法將相關知識應用在專題設計上。誠如Mentzer等 (2014) 提到，在整個工程設計流程中，讓高中學生應用與整合科學和數學知識於發展解決方案及分析、建模和測試中，在實務上是相對較困難的，學生還是習慣直接發想方案，並憑藉運氣、偶然的方式來製作成品，這種方式不僅缺乏系統性，與先前的設計經驗也無法連結，缺乏應用知識來解

決問題。

為了改善上述情況，本文認為可以應用試誤學習（Trial and error learning）來幫助學生進行知識理解與應用。教育部（2018，頁18）在科技領域課綱中的教學實施要點中提到，國民中學實作活動的設計原則為「引導學生分析設計方案的可行性，並透過有意義的試誤學習，以解決設計與製作過程中的可能問題。」，因此「有意義」的失敗可以視為問題解決教學中的策略。Kapur（2011）觀察到在數學課堂上進行「有意義」的失敗，可以讓學生有更好的概念理解，藉由讓學生經歷失敗，刺激學生去反思失敗的原因，藉此將知識了解得更完整。國中學生在發展方案之後，經過簡單的設計，學生就直接進行製作，如果遇到失敗，老師會跟學生討論，進行失敗經驗的反思，之後便請學生更改方案，再進行製作，這種教學方法很符合學生在實務上設計與製作的行為模式。由於國中學生對於科學和數學等相關領域的知識並不純熟，教師應用這種教學方法可以讓學生先進行實作，並在失敗後進行反思，深化對科學、數學知識的理解，爾後更改設計，再進行製作，直到製作成功為止，這是國中教師將試誤學習應用於製作階段。然而，到了高中階段，學生對於數學、科學等相關領域知識已有了一些基本概念，高中老師必然不能再採取相同的模式，不能再讓學生想到設計方案就直接進行製作，而是要經過科學與數學的預測分析後才再開始製作。本文認為高中教師在工程設計專題也可以應用試誤學習的方式，提升學生的知識理解與應用。但不同於國中階段，高中老師將試誤學習應用於學生進行工程設計預測分析的階段。當學生在測試他們的設計解決方案時，因達不到工程設計專題的需求或限制，導致測試失敗，此時的失敗經驗，能讓學生有機會深入理解與整合一些關於工程問題的複雜概念性知識，並讓學生反思與再次進行建模與測試，持續讓學生驗證與整合這些知識，直到測試成功為止。

本文首先說明工程設計專題中的預測分析，以及實務上的一些教學方法，並提出在工程設計專題中可以提升學生的知識理解與應用的教學方法-試誤學習，並說明如何應用此方法在高中工程設計專題課程中實行。

貳、工程設計專題中的預測分析

一、 預測分析之定義與內涵

美國國家工程與科技教育中心 (National Center for Engineering and Technology Education, 簡稱NCETE) 提出在K-12科技教育中, 有三個重要的工程設計核心概念 (Merrill et al., 2008): (1) 限制 (Constraints); (2) 最佳化 (Optimization); (3) 預測分析 (Predictive Analysis), 簡稱COPA (Constraints, Optimization, Predictive Analysis, COPA), 其詳細含義與對應的工程設計流程中的關鍵步驟如表1所示。

表 1
工程設計重要概念涵義與對應的工程設計流程步驟

概念	涵義	對應到工程設計流程之關鍵步驟
限制	舉凡設計必有限制, 在工程設計專題活動中, 學生須考慮設計成本、可行性、時間、材料和環境影響, 限制也可以幫助學生在開發可行的解決方案時, 聚集於特定問題, 並依此來挑選解決方案。	界定問題
最佳化	目的為達到在現實條件的標準或限制下的「最佳設計」, 通常在設計與製作期間或之後進行, 過程中, 需盡可能地去修改成最佳設計。	實踐、最佳化
預測分析	工程設計需要應用科學與數學的知識來預測與分析解決方案是否可行、符合設計限制與使用者需求, 預測分析的方式為製作模型, 並進行實驗與測試, 藉此驗證設計方案。	發展方案、預測分析

資料來源: Merrill et al., 2008; 作者整理

學生在發想完他們的設計解決方案時, 需要驗證他們的設計方案是否符合設計的限制與使用者需求, 在這過程中, 學生將他們的經驗與現有的科學、數學等知識, 進行重組與整合, 以建立知識聯結並創立新的知識理解 (Linn & Eylon, 2011)。同時讓學生將已有的知識進行驗證, 也可以讓學生提供比較、對比、批判和區分這些知識以及與他們蒐集的新知識進行整

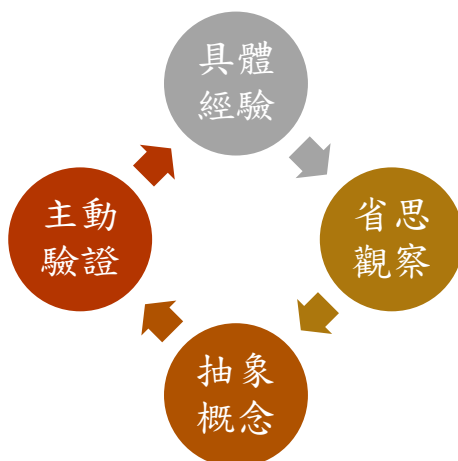
合 (Chiu & Linn, 2011)。其不只著重於增加新知識，亦幫助學生整合本身所學與蒐集而來的知識。

二、實務上進行的預測分析活動

實務上，於工程設計專題活動中，教師經常使用軟體模擬或建造模型（或稱建模）的教學方法，進行預測分析。Kolb（1984；2015）的經驗學習圈，如圖1所示，提到可以用軟體模擬或建模的方式進行抽象知識之驗證與應用。從圖1得知，經驗學習圈原先是從生活具體經驗開始進行，不過張玉山等（2016）認為此學習模式應是一個動態的模式，透過四階段交互循環，可描述人、團體與組織環境之間的學習發展模式，而起點不一定是「具體經驗」，可以從任一階段開始進行循環。因此當學生要驗證抽象概念時，就需要主動驗證，方式可以是軟體模擬或建造模型來驗證所學或蒐集到的抽象概念。透過實驗驗證，學生可以先驗證其所學，從而獲得具體的經驗，再透過省思觀察，學生對學習的內容深入理解、觀察、反思與概念化，藉此深入理解與整合他們新學到的知識，最後形成新的抽象概念。Farrell與Cavanagh（2014）發現藉由在工程設計課程中應用建模的教學，學生在數學、科學和工程原理應用及設計、進行實驗、分析與解釋實驗數據和解決工程問題的能力都有顯著的提升。然在實務上，學生經常依照直覺去設計解決方案，並依據這些方案進行建模，雖然有應用理論或模仿現有物件去設計與製作模型並進行測試，不過卻經常發現模型無法符合設計要求或限制，代表學生仍無法真正的瞭解這些概念性的知識，並依據情況作應用。鑑於如此，本文認為可以在高中工程設計專題活動中的預測分析階段，在測試模型時，可藉由當學生於測試失敗時，反思失敗經驗，據以深入了解這些抽象的概念性知識。

圖 1

Kolb 經驗學習圈



資料來源：Kolb (1984；2015)

參、試誤學習

一、 IDEO設計思考

試誤學習是一種問題解決的教學方法，主要為學生在製作解決方案時遭遇失敗，並針對這次的失敗經驗進行反思，使學生能夠確認所學與蒐集而來的知識，並藉由多次的測試，製作出符合設計限制的成品 (Medwell & Wray, 2014)。在工程設計專題活動中，當學生經歷失敗，這些失敗經驗會提供一些線索及內容，讓學生了解到材料、結構、設計的限制，提醒設計者應該考量的設計方向與面向 (Petroski, 1985)。Ryoo 等 (2015) 也提到在設計、建模與修正是一個反覆進行的過程，其中失敗是設計週期的預期部分，代表在進行設計與製作時，失敗或錯誤是經常發生的。IDEO 公司提出的設計思考 (Design Thinking) 也有提到類似概念，設計思考為一個以人為本的解決問題的方式，透過從人的需求出發，為各種議題尋求創新解決方案，並創造更多的可能性。其設計思考流程包含同理 (Empathy)、定義 (Define)、發想 (Ideate)、原型 (Prototype)、測試 (Test)，與工程設計流程有相類似之處。此外，IDEO 的設計思考也提出一個精神：及早失敗 (Early Failure)，認為在進行設計時，及早的失敗可以及早看到設計的缺失，並減少後續設計失敗的機會。Lawson (2004) 和 Cross (2011) 認為繪製草圖、製作原型的過程，可以用來探索問題與解決方案，同時在製作原型中，藉由使用簡單的材料製作原型，可以把想法具象化 (Visualization) 與測試解決方案，研究指出設計師經常通過重複測試他們的設計與解決方案 (Ahmed et al., 2003)。而在這個過程中，可能會遭遇失敗，此

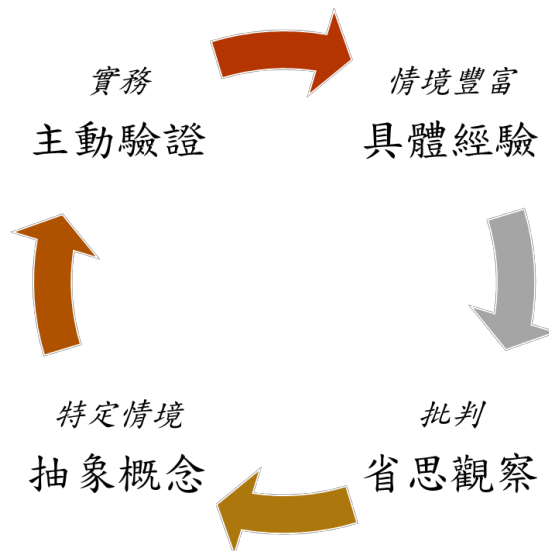
時就可以發現解決方案中的錯誤部分，同時也可以在極小成本的狀態下，找到設計的錯誤，如此可以在最低的損失下，評估、驗證他們的解決方案，並做即時的修正 (Tschimmel, 2012)。

二、 經驗學習

Morris (2019) 綜合Kolb經驗學習理論相關研究，增訂了Kolb的經驗學習圈，如圖2所示。

圖2

Morris (2019) 增訂之經驗學習圈



資料來源：Morris (2019)

Morris (2019) 將Kolb的經驗學習圈進行更深入的說明。學習者的具體經驗通常是在情境豐富 (contextually-rich) 的學習環境中產生的，並且記憶較長久。學生在進行省思觀察他們所擁有的具體經驗時，需要經過批判 (critical) 思考來學習，這時就會產生一些抽象概念，此時產生的抽象概念都是有特定情境 (contextual-specific)，也就是當下能適用的抽象概念，但這些概念並不能應用到其他地方或情境，因此需要下一步的主動驗證，來驗證這些抽象概念。在主動驗證階段，在抽象概念之後進行實務 (Pragmatic) 的驗證，透過實驗、建模、測試等方式，來驗證所學到的抽象知識，同時由於經驗學習有時要面對較陌生的抽象知識，因此在進行主動驗證時，會涉及風險 (Risk)，涉及風險的結果代表極有可能會在實驗驗證時產生錯誤與失敗。如果學習者在驗證時失敗，這時學習者在這個情境中就有失敗的具體經驗，此時教學者適時的和學習者進行討論、反思觀察與批判，並評估他們的新知識 (失敗反思後的知識) 與舊知識 (本身所學與蒐集的知識)，整合形成新的抽象概念性知識，進而進入他們的

長期記憶中。此時如要再次繼續進行建模、測試與實驗，又是一個循環，如此學生可以在失敗經驗中學習，並進行知識的整合。

綜合以上的敘述，可以發現在IDEO設計思考與Morris (2019) 增訂的經驗學習圈之中，都有提到關於失敗經驗的部分，兩者均希望學生可以即早的失敗並且藉由失敗的經驗，了解自己所學之抽象概念性知識不足之處，藉由不斷的反思和測試，在新舊知識之間建立了牢固的聯繫，從而進入並鞏固在長期記憶中 (Phillips et al., 2018)。

肆、試誤學習在高中工程設計專題之應用

以下以手擲機專題來說明如何在工程設計專題中應用試誤學習。

一、手擲機專題簡介

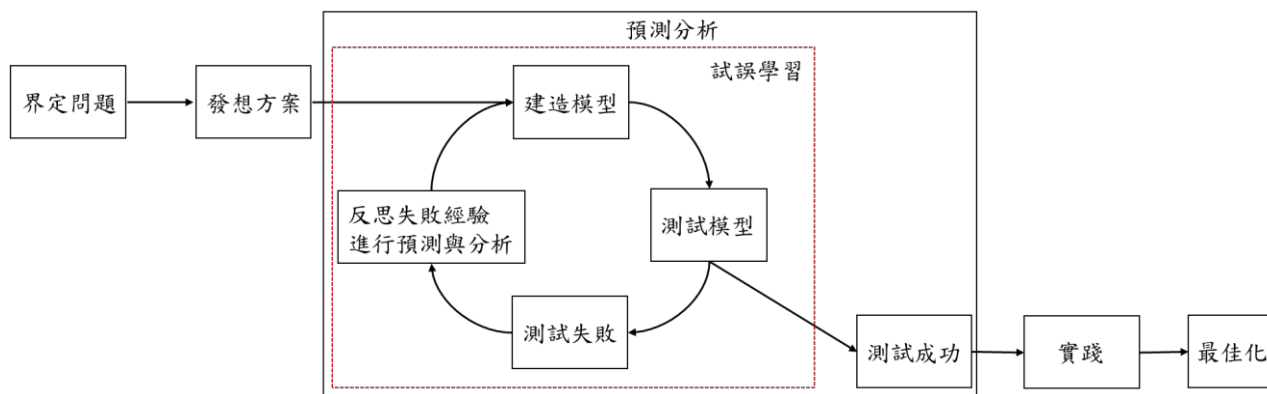
專題的目標為設計與製作出一台能飛行且飛行至少一分鐘的手擲機，專題以兩至三人小組進行，並利用工程設計流程，引導學生進行專題活動，同時教師也要營造一個安全與支持的環境，讓學生可以安全的設計與製作。在進行工程設計流程時，教師需要讓學生理解，工程設計流程是一種重複性的過程，而不是線性的過程，亦即，當學生在進行預測分析時，如果他們對於設計需求或限制不了解、蒐集的資料不足，或是設計方案有缺失需要修正，學生隨時都可以回到前面的步驟修正他們的設計方案。同時McCormick (2004) 指出，如果教師沒有在專題活動中解釋和強調科學和數學知識之間的各種聯繫與連結，那麼工程設計的教學極有可能會失敗，因此，教師在專題活動中需要注意這些知識的連結，以幫助學生理解與整合這些知識。

二、專題活動流程

本文參考圖 2 Morris (2019) 增訂之經驗學習圈，將試誤學習加入於工程設計流程之關鍵步驟，設計出工程設計試誤學習模式，如圖 3 所示。首先針對發想方案進行建造模型，接下來對於所建造的模型進行測試或實驗，若測試成功，則進行專題實踐與最佳化；若測試失敗，學生進行失敗經驗的省思觀察，並進行預測分析來整合成新的抽象概念。根據上述的活動流程，不論測試成功或失敗，學生皆會獲得具體經驗。以下依據此模式的步驟來進行專題活動之說明。

圖 3

工程設計試誤學習模式



資料來源：作者自編

(一) 界定問題與發展方案

專題活動中，教師先請學生界定問題、需求以及設計的限制，並讓學生蒐集相關手擲機機翼資料以及相關科學、數學等相關領域所需知識（如白努利定律），然後請學生依照蒐集到的資料與本身的知識，發想與設計他們的解決方案。教師可要求學生發想三種以上的設計方案，如此可以讓學生有多種方案可以做選擇。

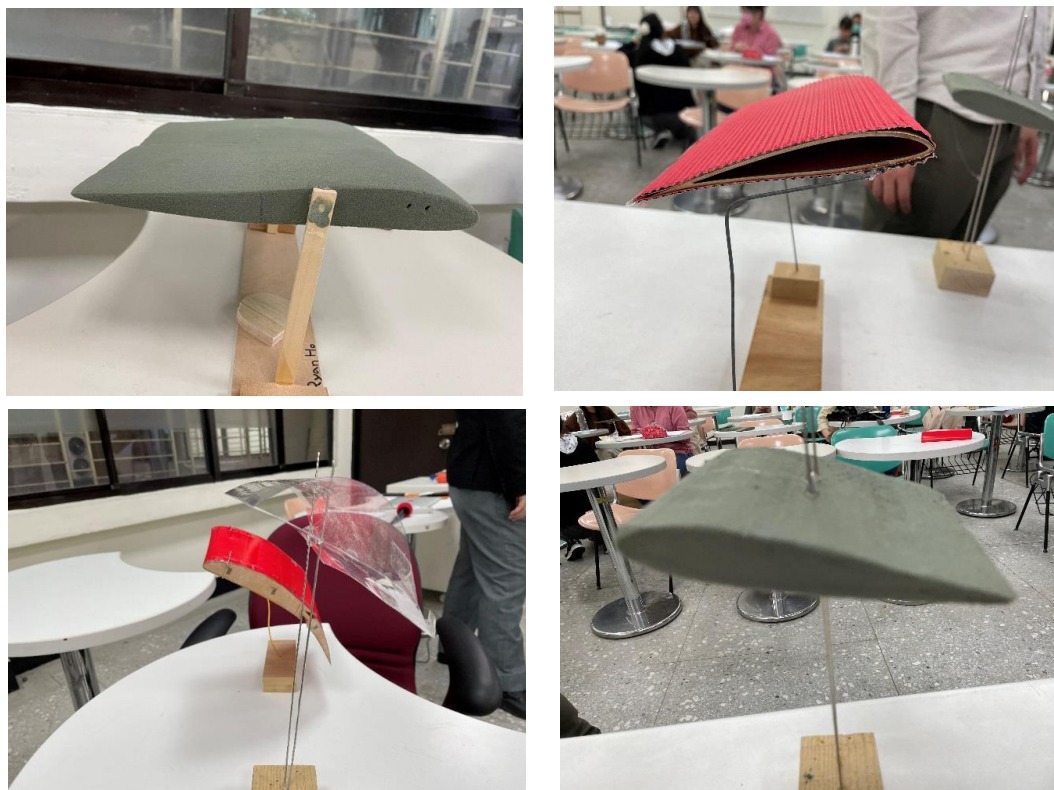
(二) 預測分析

在預測分析階段，學生使用簡單的材料來建造簡單的機翼模型。此時教師不用提供任何材料，讓學生藉由自己本身的知識或蒐集到的資料去挑選符合他們設計方案的材料，如此讓學生能夠了解材料的特性，並在建模完成後進行測試或實驗。

手擲機專題的模型測試為使用電風扇來模擬機翼受風的情況。測試時，學生將機翼模型放在電子秤上，並將電子秤歸零，之後打開電風扇，測試機翼是否可以在受風的情況下減輕自己本身的重量。教師在學生做測試與實驗時，須制定一個測試標準，例如機翼至少可以減輕自身重量20公克，其機翼範例如圖4所示。藉由學生製作機翼模型來進行測試，學生在這個過程就有機會驗證自己本身所擁有以及前面步驟所蒐集的科學、數學等相關領域知識，過程中教師也可以適時做些引導。不過當教師發現學生的問題時，並不能直接點出問題與告訴學生如何解決，而是要讓學生自己發現，並且嘗試與思考如何解決所遇到的問題。

圖4

機翼模型範例



資料來源：作者課堂紀錄

在進行機翼模型測試時，教師先請學生依序進行測試，並依照全班的實驗結果，與學生討論。如果有一次就測試成功的學生，就請他們觀察、反思、分析他們為何可以成功，並跟同學分享他們的經驗。而測試失敗的學生，代表他們對於相關知識的應用仍不了解，此時他們就有一次的失敗經驗，這時就可以進行試誤學習，讓學生進行失敗經驗反思，分析它們失敗的經驗，藉此將他們仍不太理解的知識作驗證。反思過後，讓學生再做一次模型，不斷循環建模與反思，直到學生測試成功為止。

(三) 實踐與最佳化

學生在測試模型成功後，即可進入的實作手擲機成品的階段，此專題主要的材料為巴爾沙木或飛機木等材料，由於學生在前面預測分析的部分已測試過設計方案，因此學生就按照設計方案進行製作，製作出符合設計限制與需求的手擲機，並進行手擲機成品的測試，考驗學生的手擲機是否真的可以飛一分鐘以上。在完成手擲機之後，教師可以用一節課的時間讓學生分享他們整個專題設計與製作的經驗，並請學生去思考如何提升自己的成品，做設計成

品的最佳化。

三、 預測分析時可能發生的情況與解決方案

學生模型測試失敗後，當他們嘗試去解決失敗產生的問題時，通過失敗經驗的反思，將會有更深入的學習和知識理解 (Phillips et al., 2018)。然學生遇到測試失敗時，不會有這種認知。學生遇到失敗會有許多反應，分為正向與負向反應。正向反應如重新測試方案、分析失敗原因、尋求老師或別組幫助或刪除失敗的設計，而負向反應包括放棄設計與製作、隨意的更改設計、忽略失敗信息或複製別組成功的模型 (Jackson et al., 2021)，負向反應在高中階段非常常見，因此教師需要去鼓勵、激勵學生不要放棄以及禁止他們抄襲別組的設計，同時引導學生去進行思考為何測試失敗以及適時的給予鼓勵與幫助。由於學生在測試失敗後，還是會傾向依照直覺來做修正，教師首先應要求學生不要急著去修正，而是要先觀察、分析自己的失敗經驗，並據此去測試、修正，如果第二次依然失敗，一樣做同樣的步驟，直到測試成功為止。不過當教學時間與進度的關係，沒辦法讓學生持續進行測試時，教師可以在學生測試失敗超過三次的時候，介入了解學生原因，是否是學生對於概念還是不了解，還是純粹上課不專心或因其他因素而導致持續的測試失敗，教師在了解情況後即進行處理並給予協助，讓學生達成成功的測試。

學生在做失敗經驗的反思時，教師除了要鼓勵學生從失敗中學習，也要引導學生進行數學的分析與科學知識的驗證，例如為何白努利定律的論述和實際製作出來的成品有差距？怎樣的形狀、機翼角度最能減輕重量？經過這種反思思考，學生慢慢去區分與整理自己本身與蒐集到的知識。

四、 專題活動的評量

在手擲機評量方面，教師能以建模、最終成品與學習單來評測學生。建模可以看出學生的思考呈現，最終成品可以了解學生的設計與製作能力，而學習單可以看出學生的知識整合歷程，它能引導學生進行反思，學生也可以應用學習單來整理所遇到的失敗，以及紀錄如何解決，在進行多次的測試與失敗後，學生慢慢的將本身所學與蒐集的資訊進行區分與整理，融入自己本身的長期記憶中。

伍、 結論

教育部（2018，頁14）在高級中學階段提到工程設計專題「應著重在科際整合概念與探究思考能力的建構，強調務實的專題導向實作學習，讓學生深入體驗工程導向的設計與製作。」因此在高中階段應注重學生跨領域整合的能力。為了讓學生能夠理解與應用跨領域的知識，本文提出在工程設計流程中的預測分析階段，教師可應用試誤學習來幫助學生理解與應用科學、數學等相關領域知識。試誤學習主要的施行階段為國中，且主要是在製作階段進行。不過這並不代表試誤學習在高中階段不可實行。當學生測試失敗時，他們針對這些失敗經驗進行省思觀察與分析，據此對這些概念性知識有更深入的理解。

本文參考Morris（2019）增訂之經驗學習圈，提出一個工程設計試誤學習模式，以手擲機專題為例，說明如何在工程設計專題中應用試誤學習。依據此模式，教師可以在學生測試失敗後，引導學生進行試誤學習，藉此深化學生的理解。教師在應用時，應支持學生從失敗經驗中學習，讓學生知道失敗不是最終狀態，而是潛在的獲取知識、發展技能和參與創造性過程的機會(Maltese et al., 2018)，並藉由測試模型及實驗等活動，讓學生來探索、試驗與驗證科學、數學等相關領域之抽象概念性知識，進而達到知識整合。

陸、 參考文獻

- 張玉山、張雅富、陳冠吟（2016）。Kolb 經驗學習理論於國中機器人活動之教學應用。 *科技與人力教育季刊*，2（4），1-16。
- 教育部（2018）。十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校：科技領域。台北市：教育部。
- Ahmed, S., Wallace, K. M., & Blessing, L. T. (2003). Understanding the differences between how novice and experienced designers approach design tasks. *Research in Engineering Design*, 14(1), 1-11.
- Atman, C.J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J.J. (2007). Engineering design processes: a comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.
- Baker, D., Ganesh, A., Ganesh, T. G., Krause, S., Morrell, D., Roberts, C., & White-Taylor, J. (2018). *Engineering: An introduction for high school*. <https://www.ck12.org/book/engineering->

an-introduction-for-high-school/

- Chiu, J. L., & Linn, M. C. (2011). Knowledge integration and wise engineering. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(1), 1-14.
- Cross, N. (2011). *Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work*. Berg.
- Farrell, S., & Cavanagh, E. (2014). Biodiesel production, characterization, and performance: a hands-on project for first-year students. *Education for Chemical Engineers*, 9(2), 21–31.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. <https://0-www.proquest.com.opac.lib.ntnu.edu.tw/reports/infusing-engineering-design-into-high-school-stem/docview/1312421648/se-2?accountid=14228>
- Jackson, A., Godwin, A., Bartholomew, S., & Mentzer, N. (2021). Learning from failure: a systematized review. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-21.
- Kapur, M. (2011). A further study of productive failure in mathematical problem solving: unpacking the design components. *Instructional Science*, 39(4), 561-579.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Pearson.
- Lawson, B. (2004). *How designers know*. The Architectural Press
- Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2011). *Science learning and Instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration*. Routledge.
- Maltese, A. V., Simpson, A., & Anderson, A. (2018). Failing to learn: the impact of failures during making activities. *Thinking Skills and Creativity*, 30, 116-124.
- Mangold, J., & Robinson, S. (2013). *The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms*. American Society for Engineering Education-ASEE.
- McCormick, R. (2004). Issues of learning and knowledge in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 14(1), 21–44.
- Medwell, J., & Wray, D. (2014). Pre-service teachers undertaking classroom research: developing reflection and enquiry skills. *Journal of Education for Teaching*, 40(1), 65-77.
- Mentzer, N., Huffman, T., & Thayer, H. (2014). High school student modeling in the engineering design process. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(3), 293–316.
- Merrill, C., Custer, R. L., Daugherty, J. L., Westrick, M., & Zeng, Y. (2008). Delivering core

engineering concepts to secondary level students. *Journal of Technology Education*, 20(1), 48-64.

Morris, T. H. (2019). Experiential learning—a systematic review and revision of Kolb’s model. *Interactive Learning Environments*, 28(8), 1064-1077.

National Assessment Governing Board (NAGB). (2018). *Technology and engineering literacy framework for the 2018 national assessment of educational progress*. Washington, DC.

Petroski, H. (1985). *To engineer is human: The role of failure in successful design*. St. Martin's Press

Phillips, S. J., Giesinger, K., Al-Hammoud, R., Walbridge, S., & Carroll, C. (2018). *Enhancing student learning by providing a failure risk-free environment and experiential learning opportunities*. In 2018 ASEE Annual Conference & Exposition.

Ryoo, J. J., Bulalacao, N., Kekelis, L., McLeod, E., & Henriquez, B. (2015). *Tinkering with “Failure”: Equity, learning, and the iterative design process*. FabLearn 2015 Conference at Stanford University, September 2015.

Tschimmel, K. (2012). *Design Thinking as an effective Toolkit for Innovation*. In ISPIM Conference Proceedings (p.1). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).

University of Colorado Boulder (UCB). (2020). Engineering Design Process. *Teach Engineering*. <https://www.teachengineering.org/k12engineering/designprocess>