

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告(封面)

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PED1080012

學門專案分類/Division：教育學門

執行期間/Funding Period：108/8/1~109/7/31

整合數位概念構圖與實務案例問題解決導向學習策略對提升統計學學習的情意與認知
效果之研究

統計學

計畫主持人(Principal Investigator)：邱垂昌

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立彰化師範大學會計系

成果報告公開日期：2021/10/30

立即公開 延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：109/9/20

整合數位概念構圖與實務案例問題解決導向學習策略對提升統計學學習的情意與認知效果之研究

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

1. 說明申請人於課程教學現場試圖解決之問題及問題之重要性。

計畫申請人教授商用統計學已經有十餘年經驗。統計學之所以列為管理學院各科系必修科目，乃在於管理學院學生必須被訓練邏輯批判思維及解決問題能力，而統計學是訓練學生此兩項能力的必要科目，而且在大數據分析時代，統計學在實務界的應用更是不可或缺的學科。然而，由於申請人所服務科系為會計系，會計系學生主修會計，統計學雖被列為必修科目，但學生卻因為是副科而學習態度相當消極。根據申請人進行簡易調查及長久以來的教學經驗，學生在平常課後並不會花任何時間在複習統計學，考前平均花在統計學的讀書時間也僅有 4~5 小時，平常上課也有許多學生不用心聽課；無論教師如何規勸或告誡，學生仍是我行我素，被動式的教學似乎無法提高學生學習動機。因此，對於非本科系的學生而言，消極的單向式教學似乎不太適合應用在統計學課程中，以學生為學習中心的學習策略可能較適合。概念構圖(concept mapping)與問題導向學習(problem-based learning, PBL)皆是以學生為中心的教學策略，而且在科學與醫學教育領域已經被普遍認為是一項有效的教學策略。

為了有效地解決教師教授統計學之現場問題及提供給所有教授非本科系統計學的教師一個有效的教學策略，本研究旨在整合數位概念構圖與實務案例問題導向學習策略應用在非本科系的統計學教學上，並實證探究此一教學策略對提升非本科系學生學習統計學的情意與認知效果，是否有所助益。研究成果可有效減低申請人課程教學現場面臨之問題，也可藉由將研究成果改寫成論文發表於國際學術期刊，讓更多學者及教師了解此一教學策略對解決統計學教學現場面臨問題之助益，進而能協助教師改善教授非本科系學生統計學時，學生學習動機低落之問題。

在管理或商業教育領域，邏輯批判思維及問題解決能力被認為是學生必須被培養的基礎能力，而商用統計學則是一門訓練這些能力必備的基礎科目。統計之重要性可由統計方法被廣泛應用至學術領域與實務界表現出。在今日商業環境中，大數據(big data)分析儼然成為企業決策及提升競爭力的必要策略，而大數據分析的工具即是統計學。譬如，公司利用統計處理蒐集到之資料進行行銷研究，亦利用品質控制在生產產品上；投顧人員利用統計資訊作為投資建議的依據；審計人員利用統計抽樣程序進行審計工作；經濟學家亦利用統計資料進行未來經濟狀況之預測。教育領域亦廣泛應用教育統計學於教育研究與實務上，教育界研究人員則廣泛應用統計方法於實徵研究上。因此，愈來愈多不同背景的大學生甚至研究生已經被要求將統計學列為必修課程的一部份 (Mundfrom, Shaw, Thomas, Young, & Moore, 1998; Onwuegbuzie & Leech, 2003)；統計應用方法之知識對於商學院或管理學院學生也成為愈來愈重要的知識 (邱垂昌, 2018; Carlson, 1999)。

由上述可知統計學知識對大學生是相當重要的知識。然而，對於許多大學生甚至研究生，統計學常是他們修課計畫中最困難的學科之一 (Feinberg & Halperin, 1978; Onwuegbuzie & Leech, 2003; Schacht & Stewart, 1990)。另外，許多文獻亦指出當大學生碰到統計觀念、問題、個案、教學情境或測驗情境時，會有高度統計焦慮產生 (邱垂昌, 2018; Feinberg & Halperin, 1978; Onwuegbuzie, 1998a, 2000a; Onwuegbuzie & Daley, 1996; Onwuegbuzie & Leech, 2003; Onwuegbuzie & Seaman, 1995; Roberts & Bilderback, 1980; Zeidner, 1991)。Onwuegbuzie (1998a) 亦指出約有 80% 的研究生有經歷過統計焦慮。對統計之焦慮亦使得學生對統計產生負面知覺，甚至被視為是取得學位的主要威脅 (Onwuegbuzie, 1998a; Onwuegbuzie & Leech, 2003)。統計

焦慮亦時常促使學生盡可能延後修習統計學課程，甚至到最後一學年才修習，這對學生而言很明顯是非適當的行為 (Onweugbuzie, 1997; Roberts & Bilderback, 1980)。此外，亦有相當多非統計系之學生，將統計學視為是與其主修課程無關的次要科目，他們只把統計學當成為了畢業而必須克服的一個障礙(邱垂昌, 2018; Gal & Ginsberg, 1994; Onwuegbuzie & Leech, 2003)。這些研究結果明顯指出了統計焦慮對於現今大學生甚至研究生，是一個普遍存在且嚴重困擾著學生的問題。

上述問題也發生在申請人的應用統計學課程。申請人負責會計系應用統計學課程已有十餘年，長久以來，一直被如何激勵學生學習動機及降低學生統計焦慮所困擾，考試題目若有較多課外實務應用題目，學生的考試成績即普遍不佳，這些問題都是計畫申請人一直想要解決的問題。申請人歷經長久的上課經驗累積發現，主要問題約略幾項：1.統計學課程不能僅用單項講授式教學，學生學習動機普遍低落，故需要更積極的教學策略；2.對於非主修統計學科系的學生，統計學課程不能僅按照課本教材教授，需要學生主動接觸實務問題，才能讓學生發現統計學用途；3.學生在學習統計學普遍有統計焦慮問題，需要有積極的教學策略解決此問題。因此，如何降低學生學習統計學之統計焦慮，以及幫助學生提高學習統計學之學習動機，最終能提高學生學習統計學之學業成就及邏輯批判思考與問題解決能力，是統計學教師必須努力的目標。有鑑於此，本研究乃嘗試探討創新性整合兩種積極的學習策略(數位概念構圖策略與實務案例問題導向學習策略)，是否能提高學生學習統計學的情意效果(統計焦慮及學習動機)及認知效果(學業成績、批判思考能力及問題解決能力)。

在一般教學情境，大部分教師皆採用單向式的講授教學，學生則單向式的吸收知識。此一教學方法對於學習動機強的學生，可能是一個適合的方法；然而，對於學習動機弱的學生，則非一項適當的教學方法，因而有翻轉教學(flipped teaching)的崛起。然而，翻轉教學最大的問題在於課堂上進行的學習策略是否適當，也將影響著翻轉課程的成敗。翻轉教學之主要概念在於學生在課前利用教師預先錄製的數位教材進行自我學習，而在課堂上教師利用適當教學策略，以學生為學習中心進行教學，將學習主動權交給學生，教師則扮演引導者或協助者角色，故翻轉教學的成敗取決於課堂的教學設計是否能協助學生進行自主性學習，以及是否能從學習中學到課程知識及應用。翻轉課堂是以建構主義及社會學習理論為基礎(Moraros, Islam, Yu, Banow, & Schindelka, 2015)，此種學習概念類似1967年 Piaget 以及1978年 Vygotsky 的認知理論(郭靜姿、何榮桂, 2014)，認知理論的核心在於學生主動探究和解決問題之自主性學習 (Strayer, 2012)。如何利用適當的學習策略使學生能在課堂中自主性地主動探究和解決問題，將是決定翻轉課堂成敗的關鍵。本教學實踐計畫即在嘗試整合數位概念構圖及實務案例問題導向學習兩種學習策略，並探究此一整合性學習策略對學生學習應用統計學之情意與認知成效。

概念構圖(concept mapping)學習策略是一個以學生為中心的學習策略，由學生在建構概念圖過程中進行主動探究的建構式學習，係為建構主義的學習法，被稱為有意義的學習(Chiou, 2008, 2009)。所謂概念構圖(concept map)乃是確認所學習內容之概念，並將這些概念以從最具一般性、最具概括性之概念至最小一般性、最特殊性概念作階層性安排的一種程序(邱垂昌, 2006; Novak, 1981)。概念構圖之理論建基於 Ausubel(1968)之認知學習同化理論(assimilation theory for cognitive learning)。Ausubel 在其書中強調：“如果要我將教育心理學濃縮成一條法則，我將說：影響學習最重要且唯一的因素是學習者已知的知識，教學應確認此點之重要性並據以實施教學。” Ausubel(1968)的認知學習同化理論指出有意義的學習是高層次的學習，亦即由學生自行發現知識的意義。依據 Ausubel 的認知學習同化理論及有意義的學習，美國康乃爾大學學者 Novak 及其同僚在1972年提出概念構圖作為教學、學習及評量的工具(邱垂昌, 2006)。Schroeder、Nesbit、Anguiano 與 Adesope(2018)進行後設分析即指出無論在 STEM(science, technology, engineering, and math)或非 STEM 知識領域，利用概念圖學習比其他教學法都更有效果，創造概念圖又比研讀概念圖更佳。概念構圖雖被認為是可以幫助學生從粗糙的學習轉到進行概念性與批判性學習及使用問題解決方法學習的最有效學習策略，但卻被教育實務所

忽略(Garwood, Ahmed, & McComb, 2018; Ghोजazadeh et al., 2014)。因此，如何應用概念構圖來幫助提升統計教育的教學效果，是值得被重視的議題。隨著資訊科技發展及廣泛應用於教學上，概念構圖也與資訊科技結合而發展出如 Inspiration 及 Cmap 等數位概念構圖軟體，許多學者也驗證數位概念構圖比紙筆概念構圖更能促進學生學業成就(Chiou et al., 2017; Liu, 2011)。

問題導向學習(problem-based learning, 以下簡稱 PBL)則是在醫療領域極為盛行的協助學生結合理論與實務進行主動探究與解決問題的有效工具(Demiroren, Turan, & Oztuna, 2016)。PBL 的理論基礎本源於理性主義與認知心理學(Rankin, 1992; Schmidt, 1993)；理性主義強調知識是不能移轉的，而是學習者必須自己去精熟這些知識，才能獲得，而認知心理學則是強調學習者的學習主動性，學生必須了解自己要學些什麼與如何去學習，PBL 即是強調學習者主動參與學習的過程，並從中獲得知識。PBL 係指努力瞭解與解決實務問題的學習程序(Barrett & Moore, 2012; Barrows & Tamblyn, 1980)。在 PBL 學習過程中，學習係以學生為中心，教師僅當指導者角色，學生必須定義學習目標，對計畫與執行學習工作負責任，並評估自己的進步(Donner & Bickley, 1993)。PBL 鼓勵學生在老師的指導下以小組合作學習方式進行學習工作，並在小組成員之間自由分享自己的想法和觀點(Siew & Mapeala, 2017)，最後尋求實務情境或問題的解答(Kong, Qin, Zhou, Mou, & Gao, 2014; Rideout & Carpio, 2001)。以往諸多文獻皆指出 PBL 能幫助學生發展有效果的問題解決技能、能幫助學生積極建構知識、以及培養學生自主學習、批判性思考、解決問題和溝通的能力(Cooke & Moyle, 2002; Demiroren, Turan, & Oztuna, 2016; Kong et al., 2014; Levett-Jones, 2005; Loyens, Magda, & Rikers, 2008; Morales-Mann & Kaitell, 2001; Rideout et al., 2002)。因此，預期 PBL 在應用統計學教學上能發揮協助提高學生批判思考及問題解決能力。另外，Stallings(1993)、Thompson(1994)、Wilson(1998)及 Pan 與 Tang (2004) 皆指出運用統計到實務情境可以幫助降低統計課程之焦慮。因此，實務案例 PBL 乃係利用企業實務案例作為 PBL 小組討論的基礎，預期也能幫助學生瞭解應用統計學對其未來工作(管理學院學生未來的就業場所皆是企業)的重要性，因而能提升學生學習應用統計學的學習動機，進而降低學生學習統計學過程的統計焦慮及提高學生的學業成就。

應用統計學乃是一門教授學生如何應用統計工具解決企業實務問題的學科，如同醫療領域開創 PBL 的原始目標即是因為許多醫學教育學生無法瞭解一年級的基礎課程與未來醫師專業有何關係，學生期待能直接在臨床上學習並解決患者的問題，因而有 PBL 的開始。PBL 在醫療領域之方法在於使用反映醫師遭遇的實務醫療問題作為課程材料進行教學(Savin-Baden & Major, 2004)；同樣地，一般非統計本科系的大學生無法瞭解應用統計學對其未來有何幫助，若能使用實務案例 PBL，將企業實務上真正的案例問題作為課程材料進行教學，應該也能讓學生體會到統計工具的重要性，因而有機會提高學生的學習動機與意願，進而能降低學習過程的統計焦慮，以及提高學生的學習成效。

然而，Peterson(1997)指出 PBL 的成功有很大程度取決於學生如何能在小組解決問題工作上執行得多好。Peterson(1997)及 Siew 與 Mapeala(2017)皆指出學生在 PBL 合作學習環境中，若沒有一套嚴謹的思維工具協助小組學習，PBL 的效果將不容易發揮。Chularut 與 DeBacker(2004)及 Trifone(2006)也發現能精通使用思維工具作為一套思維程序，有潛力引發更高水準的自我效能。由此可知，PBL 要能發揮對上述學習效果的功能，取決於合作學習小組內的學生是否有一套強而有力的思維工具來協助他們執行 PBL(Siew & Mapeala, 2017)。而概念構圖則被認為是一套嚴謹的思維工具，可以協助學生提升其批判思考能力及問題解決能力(Kaddoura, Van-Dyke, & Yang, 2016; Novak, Gowin, & Johanson, 1983; Trowbridge & Wandersee, 1996)。Nancy 等人(2016)調查也指出 PBL 的成功，教師有效果的教學是不可或缺的，對學生的學習、動機及經驗也都有顯著的影響；故而教師必須有一套思維方法教授學生如何有效運用 PBL 學習，才能讓學生學習更有效果。本教學實踐研究之目的即在探討將數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 教學中相較於傳統實務案例 PBL 教學，是否更能提升學生學習統計學之情意與認知效果。具體而言，本研究之目的有以下幾項：

a. 探究學生運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例

PBL，是否更能提升其學習動機與降低其統計焦慮。

- b. 探究學生運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例 PBL，是否更能提升其批判思考能力及問題解決能力。
- c. 探究學生運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例 PBL，是否更能提高其學業成就。

2. 文獻探討(Literature Review)

(1)概念構圖與數位概念構圖

Ausubel(1968)的認知學習同化理論指出有意義的學習是高層次的學習，亦即由學生自行發現知識的意義。有意義的學習強調新的學習必須與個體大腦神經系統已有的認知結構之舊經驗相關聯，並能將新舊知識聯結，使新知識能在已存有的概念體系中紮根(邱垂昌，2006，2008；邱垂昌、官月緞，2003)。依據 Ausubel 的認知學習同化理論及有意義的學習，美國康乃爾大學學者 Novak 及其同僚在 1972 年提出概念構圖作為教學、學習及評量的工具，隨後由 Novak 等人(1983)及 Novak 與 Gowin(1984)繼續發展及推廣。Novak 與其同僚所開創的概念構圖最初被應用在科學教育上，爾後又發展到各個學科，各領域的研究文獻紛紛指出概念構圖是一種可以促進有意義的學習且能降低學生學習焦慮及提升學生學習動機、批判思考能力、學習成就與問題解決能力的教學策略。譬如生物(林達森，2005; Stanisavljević, Bunijevac, & Stanisavljević, 2017)、化學(羅希哲、溫漢儒、曾國鴻，2007；Novak & Gowin, 1984)、物理(Roth & Roychoudhury, 1993a, 1993b)、遺傳學與生態學(Okebukola, 1990; Okebukola & Jegede, 1988)、科學(于富雲、陳玉欣，2007；Hakan, 2017; Novak, 1990)、醫護(Anat, Chaya, & Efrat, 2017; Garwood, Ahmed, & McComb, 2018; Baig, Tariq, Rehman, Ali, & Gazzaz, 2016)、數學(Brakoniecki & Shah, 2017)、語言教學與閱讀理解力(Briscoe & LaMaster, 1991; Wang & Chen, 2018)、單字記憶(Hall & O'Donnell, 1996; Hall & Sidio-Hall, 1994)、小學(陳嘉成，1998；Huang et al., 2012; Roth & Roychoudhury, 1993b)、中學(Novak, 1990; Novak et al., 1983; Roth & Roychoudhury, 1993a)、商業會計(邱垂昌，2006，2008；邱垂昌、官月緞，2003; Chiou, 2008; Chiou et al., 2017)、統計(Chiou, 2009; Lavigne, 2005; Lavigne, Salkind, & Yan, 2008)等等。

以往許多文獻比較合作學習與個別學習概念構圖對學習成效之幫助，並認為合作學習概念構圖之學習成效較佳。如 Roth 與 Roychoudhury 等人曾對合作學習概念構圖 (collaborative concept mapping) 進行一系列的研究，以社會建構的知識論點來探究概念構圖在合作學習情境下的角色(Roth & Roychoudhury, 1992, 1993a, 1993b, 1994)。Okebukola 與 Jegede(1988)指出合作學習情境下的概念構圖比個別學習情境下的概念構圖，更能促進有意義的學習。Okebukola(1992)、Chiou(2008)、余民寧、潘雅芳與林偉文(1996)、邱垂昌與陳瑞斌(2000)及邱垂昌(2006)亦指出合作學習概念構圖的學習效果及學習滿意度，比個別學習概念構圖更好。因此，本教學實踐計畫各組在進行整合概念構圖與實務案例 PBL 學習時，將使用分組合作學習方式進行。

隨著資訊科技發展及廣泛應用於教學上，許多研究探討電腦輔助概念構圖對學習之助益。Chang、Sung 與 Chen(2001)比較自我建構(construct-by-self)與鷹架式建構(construct-on-scaffold)兩種電腦基礎概念構圖系統，結果顯示鷹架式建構的概念構圖系統之成效比較佳。Kaminski(2002)以質性分析方法探討四位不同學習風格之線上學習學生對於填充式概念構圖之看法。Chang、Sung 與 Chiou(2002)比較傳統導覽者(navigator)網路學習工具與結合概念圖及導覽者工具對學生學習成效之幫助，結果顯示結合兩者之成效較佳。Chang、Sung 與 Lee(2003)建立一個網路基礎合作探索學習系統(web-based collaborative inquiry learning system)，概念圖主要係用來作為探索過程中固定與呈現知識的工具。Tseng、Sue、Su、Weng 與 Tsai(2007)提出兩階段概念圖建構(two-phase concept map construction, TP-CMC)法，可藉由搜尋學習者歷史測驗記錄自動建構概念圖。Bai 與 Chen(2008)研究則批評 Tseng et al.(2007)所建構的概念圖，在問題間的權重影響過高，且效率不夠好，故進一步提出運用模糊法則、模糊推理技術及學

生的測驗記錄自動建構概念圖的方法。Lee、Lee 與 Leu(2008)應用演算法發展出智慧型概念診斷系統(intelligent concept diagnostic system, ICDS)，此系統可將學習者所建構的概念圖快速提供給教師，使老師能馬上診斷學習者的學習障礙與錯誤概念。Wang、Cheung、Lee 與 Kwok(2008)運用自我建構(self-construction)與自動解決問題(automatic problem solving)的方法到傳統概念構圖而開發自我關聯概念構圖(self-associated concept mapping)，此方法可自我建構概念圖及做動態修正。Kao、Chen 與 Sun(2010)使用整合概念構圖的 E-learning 系統提升學生對概念的自我知覺，實證顯示此系統可幫助學生瞭解課程內容概念。Wu 等人(2012)發展一個具有即時回饋機制的概念圖學習系統，並實證發現能提高學生學業成就及滿意度。Huang 等人(2012)指出使用超鏈結方法之多維度概念圖教材比傳統 Novak 概念圖教材，更有助於提高學生學習成績及滿意度。Chiou、Tien 與 Lee(2015)則加入動畫改進 Huang 等人(2012)之多維度概念圖，實證並指出更能幫助學生學習及提高其滿意度。Tien、Chiou 與 Lee(2018)進一步探討學生使用動畫多維度概念圖，對其學習幸福感及學業成就之影響，結果顯示使用動畫多維度概念圖教材可以協助學生提高學習幸福感，進而提高其學業成就。田麗珠、邱垂昌與廖錦文(2018)則發現學生使用動畫多維度概念圖可以協助降低其認知負載，進而提高其學業成就。Atapattu、Falkner 與 Falkner(2017)開發一套自然語言處理演算法用以產生概念-關聯-概念三重抽取以形成概念圖，並使用結構及圖形基礎特徵作為概念重要性的排序方法。此自動產生概念圖方法可協助教師從線性教材中自動產生概念圖，藉以降低教師自行建構概念圖教材的負擔。Andreas、Christian 與 Matthias(2017)指出形成性回饋是學生寫作時整合本文的重要支撐，實證並指出具體的概念圖回饋是學生寫作時提供整合連貫的解釋一個有效率的支撐方法。在運用科技軟體輔助概念構圖方面，以往最常被使用於教育上的科技軟體為 Inspiration，如 Liu(2011)及 Chiou、Lee 與 Liu(2013)及 Harrison 與 Gibbons(2013)等建議使用 Inspiration 科技軟體進行概念構圖，其實證結果也都證明使用此科技軟體進行概念構圖對學生學習成效之提升皆優於紙筆概念構圖。因此，本教學實踐計畫將使用 Inspiration 數位概念構圖軟體進行概念構圖。

(2)問題導向學習(PBL)

PBL 係從 1960 年代中期發展出來有別於傳統教學法的有用教學工具。PBL 係從醫學教育發跡，因為很多醫學教育學生無法了解一年級的基礎課程(如解剖學、生理學或生物化學)與未來的醫師專業有何關係。學生們期待與真正的患者一起工作，並試圖解決他們的問題，這通常在實習之前不會發生。這導致了學生們的失望和融合不同醫學學科的困難(Barrows & Tamblyn, 1980; Loyens, Magda, & Rikers, 2008)。後來，加拿大 McMaster 大學醫學院開始設計教學模式，使用反映醫師遭遇的實務醫療問題作為課程材料進行教學，因此才有 PBL 的名詞(Savin-Baden & Major, 2004)。

PBL 是一種以學生為中心的學習方式，使學生能夠以小組形式合作尋求解決問題的方案(Rideout & Carpio, 2001)。PBL 向學生提出了應用以前的知識和獲取新知識的問題或情況。在 PBL 模型中，學生以小組形式遇到問題解決情況。這些小組必須決定需要哪些信息來確定問題的情況或問題，嘗試理解它，並將它傳達給小組中的其他人，然後重新制定解決問題的方式(Yuan, Williams, & Fan, 2008)。PBL 使學習有意義，並幫助學習者發展批判性思考的能力(Kammanee, 2008)。以往許多研究調查 PBL 作為一種教學方法來加強批判性思維的作用，實證結果顯示 PBL 為學生帶來了明顯的好處，如提昇自主學習、批判性思維能力、解決問題能力和溝通能力(Cook & Moyle, 2002; Dehkordi & Heydarbejad, 2008; Jones, 2008; Morales-Mann & Kaitell, 2001; Ozturk, Muslu, & Dicle, 2008; Tiwari et al., 2006)。

Savery(2006)指出 PBL 乃是教學係以學生為學習中心，在一個面臨真實世界需要解決的實務問題為情境下，授權學生能自己經由研究、整合理論與實務及應用知識去探究及解決實務問題。Peterson(2004)指出 PBL 與傳統單向式講授教學法最大的差異在於經由使用真實世界面臨的個案問題讓學生能積極地參與探究及解決問題，進而學到課程知識及其應用，而非像

傳統講授法讓學生消極地接受知識。Newman(2005)及 Carriger(2016)指出 PBL 通常有五個關鍵特徵：(1)教師擔任學習的推動者而不是內容的傳遞者；(2)解決非結構性的現實世界問題之過程必須遵循設計的腳本；(3)使用非結構性的現實世界問題，將學習情境化，並允許整合學習；(4)非結構性的現實世界問題的性質是：學習必須合作；(5)在非結構性的現實世界問題的背景下進行學習，必須根據學習的目的或目標進行評估。長期以來，企業界對於學術界訓練的人才無法直接應用的問題一直持續發生，主要歸究於管理教育的理論與實務一直存在著缺口，對於發展批判思考能力及問題解決能力的訓練也甚少(Carriger, 2016)。應用統計學則是訓練學生批判思考及問題解決能力的重要課程，因而教師應該將應用統計學視為訓練學生批判思考及問題解決能力的課程，而非僅是消極地單向式給予統計知識的課程。以往大部分文獻探討 PBL 對管理教育的影響，皆僅是理論性說明，或是實徵性文獻卻沒有直接比較 PBL 與傳統講授式教學法之學習成效(Carriger, 2015, 2016)。邱垂昌(2018)則實證比較實務案例 PBL 與傳統講授式教學法之學習成效。然而，在認知心理學家提倡「學習如何學習」之有意義的學習下(Ausubel, 1968; Novak & Gowin, 1984)，概念構圖與 PBL 學習策略皆是好的學習策略，但是否整合兩種學習策略更能幫助提升學生之情意與認知成效，並無任何文獻進行實證探究。因此，本研究旨在比較整合數位概念構圖及實務案例 PBL 之學習策略與傳統實務案例 PBL 之學習策略，對提升學習商用統計學學生的情意與認知成就是否有顯著差異效果。

3. 研究問題(Research Question)

根據上述研究動機與目的，本研究嘗試探究以下幾項問題：

- a. 學生運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例 PBL，是否更能提升其學習動機與降低其統計焦慮？
- b. 學生運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例 PBL，是否更能提升其批判思考能力及問題解決能力？
- c. 學生運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例 PBL，是否更能提高其學業成就？

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

A. 實驗設計與對象

本研究參考 Chiou (2008, 2009)，採用前後測準實驗設計(pretest-posttest quasi-experimental design)。實驗對象為國立彰化師範大學會計系二年級修習統計學的學生共兩個班級，實驗班有效樣本共 40 人，控制班有效樣本共 34 人。實驗班學生使用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習環境教學策略，控制班學生使用傳統實務案例 PBL 學習環境教學策略。在實驗進行前，所有學生皆實施學習動機、統計焦慮、批判思考能力、問題解決能力、學業成就等測驗工具之前測。在實驗進行後，所有學生皆實施前述五項測驗工具之後測(上下學期各一次)。實驗課程為統計學，兩班學生為同一教師授課，教師具有十餘年統計學課程的教學經驗，課程教材為教師著作出版的商用統計學。

B. 教學課程說明

本研究教學實踐課程為管理學院會計系統計學課程。會計系學生在二年級必修統計學包含上下學期，上學期的統計學為較基礎的統計工具，下學期的統計學為較進階複雜的統計工具。上學期正式實驗前兩班皆使用單向式教學法教授教材第 1~3 章；在正式實驗開始，實驗班接受整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學，控制班接受傳統實務案例 PBL 教學，教授教材第 4~6 章；下學期實驗班仍接受整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學，控制班仍接受傳統實務案例 PBL 教學，教授教材第 7~11 章。表 1 為針對教學實驗主題的具體設計說明。

表1 教學實驗主題的具體設計

時間	流程	教學目標	單元主題	教學方法	成績考核方式	學習成效評量工具
第一週	課程簡					

	介					
第二~三週	實驗前教學	使學生瞭解及學習基本統計概念及統計用途、瞭解資料的意義與類型	統計學導論	傳統講授式教學	出席率 10% 上課互動 10%	
第四~五週	實驗前教學	使學生瞭解及學習敘述統計之表格與圖形法的做法與其在實務上的應用	敘述統計-表格與圖形法	傳統講授式教學	出席率 10% 上課互動 10%	
第六~八週	實驗前教學	使學生瞭解及學習敘述統計之數值法的做法與其在實務上的應用	敘述統計-數值法	傳統講授式教學	出席率 10% 上課互動 10%	
第九週	前測				期中考試(30%): 1.理解測驗 20 題: 測試學生對統計學學習教材的關鍵統計概念與知識之理解程度 2.轉換測驗 6 題: 測試學生是否有能力應用學到的統計概念與知識去解決統計實務問題	學習動機量表 統計焦慮量表 批判思考量表 問題解決量表 學習成就測驗卷
第十~十一週	正式實驗教學	使學生瞭解及學習統計推論之基礎--機率基礎、條件機率及貝氏定理，以及了解機率在實務上之應用	機率	實驗班:整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學 控制班:傳統實務案例 PBL 教學	分組 PBL 討論及競賽成績 20%	
第十二~十四週	正式實驗教學	使學生瞭解及學習隨機變數之概念與機率分配之理論、做法及實務應用	隨機變數與機率分配	實驗班:整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學 控制班:傳統實務案例 PBL 教學	分組 PBL 討論及競賽成績 20%	
第十五~十七週	正式實驗教學	使學生瞭解及學習各種實務上常用之機率分配的理論、做法與實務應用	機率分配之應用	實驗班:整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學 控制班:傳統實務案例 PBL 教學	分組 PBL 討論及競賽成績 20%	
第十八週	後測一				期末考試(30%): 1.理解測驗 20 題: 測試學生對統計學學習教材的關鍵統計概念與知識之理解程度 2.轉換測驗 6 題: 測試學生是否有能力應用學到的統計概念與知識去解決統	學習動機量表 統計焦慮量表 批判思考量表 問題解決量表 學習成就測驗卷

					計實務問題	
下學期 第二~ 八週	正式實 驗教學	使學生瞭解及學習 各種實務上常用之 抽樣、估計與假設 檢定的理論、做法 與實務應用	抽樣、抽 樣分配與 點估計 信賴區間 假設檢定	實驗班:整合數 位概念構圖與 實務案例 PBL 教學 控制班:傳統實 務案例 PBL 教 學	分組 PBL 討論及競 賽成績 20%	
第九週	後測二				期中考試(30%): 1.理解測驗 20 題: 測試學生對統計學 學習教材的關鍵統 計概念與知識之理 解程度 2.轉換測驗 6 題: 測 試學生是否有能力 應用學到的統計概 念與知識去解決統 計實務問題	學習成就測驗卷
第十~ 十六週	正式實 驗教學	使學生瞭解及學習 各種實務上常用之 假設檢定、兩個與 多個母體之統計推 論的理論、做法與 實務應用	假設檢定 兩個母體 參數之統 計推論 變異數分 析	實驗班:整合數 位概念構圖與 實務案例 PBL 教學 控制班:傳統實 務案例 PBL 教 學	分組 PBL 討論及競 賽成績 20%	
第十七 週	填答問 卷					學習動機量表 統計焦慮量表 批判思考量表 問題解決量表

以下為一個實務案例 PBL 的個案案例舉例：

「史倍夏玩具公司銷售許多新奇的兒童玩具。管理者認為聖誕假期之前的假日是推出新玩具的最佳時機，因為許多家庭都利用這段時間搜尋新產品以為聖誕假期做準備。史倍夏公司發現一款深具市場潛力的新玩具，預計在 10 月上市。為了讓玩具能及時在 10 月鋪貨，史倍夏公司在每年的 6 月或 7 月會下單給製造商。兒童玩具的市場需求千變萬化，一項玩具若大受歡迎，會造成消費者的搶購，進而創造更大的需求。但是，新玩具也可能不受歡迎，使得史倍夏公司必須降價出清。所以，對管理者而言，最大的問題是決定向製造商訂貨的數量。若訂購量不足而造成缺貨，會對公司造成損失。但若訂購量太多，也會因為降價出清而侵蝕利潤。史倍夏預計在這一季推出的是氣象泰迪熊，這是一款會說話的泰迪熊，由台灣廠商製造。當小朋友按泰迪熊的手，泰迪熊就會說話。內建的溼度計讓泰迪熊可以根據溼度狀況在五種回答中擇一作答。例如「看起來是個好天氣喲!祝你有快樂的一天!」或者是「我想今天會下雨，別忘了帶傘哦!」產品的測試顯示，即使預則結果不是完全準確，但也八九不離十。幾位史倍夏的經理認為，氣象泰迪熊的預測準確度與地方電視台的氣象報告有同樣水準。一如往常的是，史倍夏必須決定到底要訂購多少數量。經理建議的數量有 15,000 個、18,000 個、24,000 個或 28,000 個。訂購數量的分歧表示經理對市場潛力的看法相當不同。管理者要求你分析，在不同的訂購數量下降價出清的機率，估計獲利的可能性，並提出訂購數量的建議。史倍夏希望以定價\$24 來販賣成本\$16 的氣象泰迪熊。如果過了聖誕假期仍有存貨，史倍夏將以\$5 的價格出清所有庫存。檢視過去相同產品的銷售紀錄，史倍夏的資深業務員預估市場預期需求為 20,000 個，需求介於 10,000 個至 30,000 個的機率是 0.95。請準備管理報告以說明下列議題，並建議氣象泰迪熊的訂購數量。

- ★ 如果需求是常態機率分配，請以銷售預測來建立需求的分配。繪出分配的形狀，並標示出平均數及標準差。
- ★ 請計算在管理團隊提出的不同訂購量下，必須出清庫存的機率。
- ★ 請計算在管理團隊提出的不同訂購量下的預期利潤。考慮以下的情況:最差的情況是銷售10,000個；最可能的情況是銷售20,000個；最好的情況是銷售30,000個。
- ★ 一名史倍夏的經理認為泰迪熊的前景看好，因此她的訂購數量應該有70%的機會可以銷售一空，只有30%的機會變成降價出清存貨。請問這個訂購量是多少?在上述三種不同的需求狀況下的預期利潤是多少?
- ★ 請提出你的建議訂購量，並說明相關的利潤預測。請說明你的建議所根據的理由。」

(2) 研究步驟說明

A. 研究架構

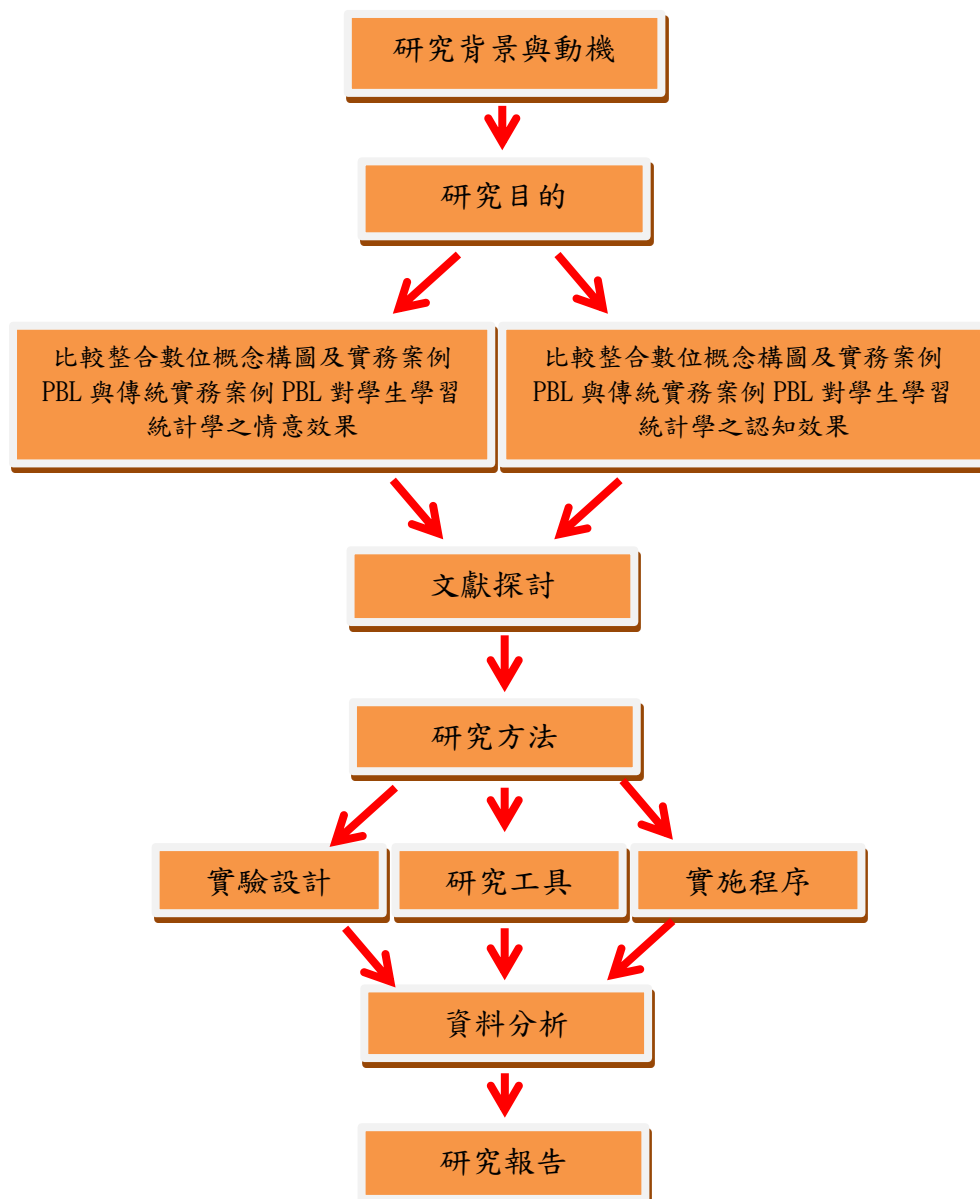


圖 1 研究架構圖

B.研究假設

根據上述研究動機及相關文獻探討之說明，以及本研究預達成之目標及目的，本研究設立以下研究假說：

假說一：運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例 PBL 教學法，更能提高學生學習動機與降低學生統計焦慮

假說二：運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例 PBL 教學法，更能提升學生批判思考能力及問題解決能力

假說三：運用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 學習統計學相較於運用傳統實務案例 PBL 教學法，更能提高學生學業成就

C.研究範圍

本研究課程為統計學，教學對象為管理學院會計系的兩班學生。統計學為會計系必修的一門課程，分上下兩學期。每週課程時間為三小時(三學分)，此課程為計畫申請人全權負責教學，申請人教授此門課程已經有十餘年經驗。課程範疇、教學資源及評量方式如表 2 所示。

表 2 課程範疇、課程教材與教學資源及評量方式

課程範疇	教授學生如何應用統計學所學的知識解決商業實務問題。課程範疇為上學期一班學生使用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學策略，一班學生使用傳統實務案例 PBL 教學策略；下學期兩班學生皆使用整合概念構圖與實務案例 PBL 教學策略(若整合概念構圖與實務案例 PBL 教學策略較佳)。上學期教授範圍為課本教材的 1~6 章，下學期為 7~12 章。
課程教材與教學資源	課程教材為應用統計學(2017, 邱垂昌著) 教師預先錄製的數位教材(掛在彰化師大雲端學院數位平台 https://dlearn.ncue.edu.tw/learn/index.php) 上課用 PowerPoint 概念構圖方法與範例 PBL 實務案例
評量方式	自我評量：學習動機量表、統計焦慮量表、批判思考量表、問題解決量表 學習成就評量：學業成就測驗卷(包含理解測驗與轉換測驗)

D.研究對象

本教學實踐研究計畫之研究對象為國立彰化師範大學會計系二年級兩班修習統計學的學生，根據正規學制下，有效樣本包含實驗班為 40 人、控制班為 34 人。兩班學生皆經由高中體系升大學管道進入彰化師大會計系，大一皆修習過商業數學。由於為同一系同年級的學生，因此在統計先備特質及學習經驗的起始行為應該不會有太大差異。另外，本研究在正式教學實驗前，會使用同一種教學方法進行教學後，再實施前測，以控制兩班學生在先備特質及統計相關知識起始行為上的些許差異，再利用統計技術(共變異數分析)控制兩班學生的差異，因此不致於會影響到教學實驗成果的分析。

E.研究方法及工具

a.研究方法

本研究參考 Chiou (2008, 2009) 之做法，採用前後測準實驗設計。實驗對象為國立彰化師範大學會計系二年級修習統計學的學生共兩個班級，實驗班為 40 人、控制班為 34 人，其中實驗班學生使用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學策略，控制班學生使用傳統實務案例 PBL 教學策略。在實驗進行前，所有學生皆實施學習動機、統計焦慮、批判思考能力、問

題解決能力、學業成就等測驗工具之前測。在實驗進行後，所有學生皆實施前述五項測驗工具之後測(兩次後測)。實驗課程為統計學，兩班學生為同一教師授課，教師具有十餘年統計學課程的教學經驗。

b.教授概念構圖

實驗班在運用實務案例 PBL 教學策略時，將以數位概念構圖做為思維工具；而如何教授與訓練學生進行概念構圖，可能會直接影響概念構圖策略之成效與學生對此項學習策略之態度或使用意願（邱垂昌，2006；林達森，2005；Santhanam, Leach & Dawson, 1998）。因此，本研究參考 Novak 與 Gowin (1984, p.32-34) 之建議標準程序，設計統計學概念構圖教學程序如下：

- (一) 教授”概念”一詞。所謂概念乃是具有一般標準的屬性，且可用一些可接受的符號或記號表示之物體或事件。教授”物體”或”事件”名詞。要求學生從學過的教材中選擇重要的概念，諸如資料、資料集、敘述統計、統計推論...等等。將學生所選擇的概念列在黑板上。
- (二) 教授”聯結語”一詞。聯結語係用來將概念聯結以建構出有意義的句子。要求學生想出一些可將統計概念聯結成有意義的句子的一些聯結語，諸如組成、是、包含...等等。將學生所想出的聯結語列在黑板上。
- (三) 要求學生找出兩兩相關的概念，並用適當的聯結語聯結起來以形成”命題”。例如使用”組成”的聯結語聯結”資料”與”資料集”等兩個相關的概念，以形成一個命題。依此方法可形成許多有意義的命題，並列於黑板上。
- (四) 教授概念圖的”階層”屬性。所謂階層屬性乃是概念圖之組織方式為最具一般性或概括性之概念在圖形之最上層位置，愈不具概括性或愈特殊性之概念則在下層位置。要求學生使用階層屬性將黑板上的一群概念做排列。例如，”資料”、”資料集”、”母體”、”樣本”等為一組使用階層屬性排列後的概念。
- (五) 開始建構概念圖。使用已經依照階層屬性排列過的概念作為建立概念階層的基準。在建構概念圖過程中，要求學生幫忙選擇聯結概念的聯結語，以及建立概念圖各個階層。最後完成具有階層特性的概念圖。
- (六) 教授”橫向聯結”一詞。所謂橫向聯結係指兩個不同概念階層之間的跨聯結。要求學生在建構好的概念圖中各個不同階層之間尋找橫向聯結，並給予適當的聯結語。例如，”二項分配”與”超幾何分配”具有橫向聯結，其聯結語可為”試驗間獨立 vs. 不獨立”。當橫向聯結完成後，概念圖即建構完成。
- (七) 為完成的 concept 圖進行評分，使學生瞭解如何評分。使用 Novak 與 Gowin(1984)之評分方法進行評分。亦即每一個有效的命題給 1 分；每一個有效的階層給 5 分；每一個有效且重要的橫向聯結給 10 分，而不重要或沒有在聯結線上標示適當的聯結語則給 2 分。
- (八) 討論評分標準，並對上述概念圖進行評分。
- (九) 選擇教材內之另一單元，要求學生依上述步驟練習繪製概念圖。
- (十) 教師批改完概念圖後，將部分學生建構完成之概念圖呈現於黑板上，並進行檢討與討論。檢討後，可請學生以同一單元為內容，重新繪製一份新的概念圖。並讓學生自我比較新舊概念圖是否有所差異，此為學生認知結構改變之處。

c.研究工具

(a)統計焦慮量表

Onwuegbuzie、DaRos 與 Ryan (1997) 指出「統計焦慮」係涉及一系列複雜的情感反應。為衡量出這些複雜的情感反應，使得統計焦慮應是由多面向所構成。過去文獻即指出統計焦慮是一個多面向的構念 (a multidimensional construct) (Cruise, Cash, & Bolton, 1985; Cruise & Wilkins, 1980; Onwuegbuzie, 2004; Onwuegbuzie, DaRos, & Ryan, 1997)。雖然以往也有一些統計焦慮量表被發展出來，然而，STARS (Statistical Anxiety Rating Scale) 是目前唯一以多面向衡量統計焦慮的量表 (Onwuegbuzie, 2000b)。另外，Mji 與 Onwuegbuzie (2004) 亦指出為確

認統計焦慮，統計焦慮量表之心理計量特性（psychometric properties）（亦即信度與效度）必須被測試；然而，目前之統計焦慮量表僅有 STARS 有被進行效度測試（Baloglu, 2002；Cruise, Cash, & Bolton, 1985；Mji & Onwuegbuzie, 2004）。因此，本研究使用 STARS 作為衡量學生統計焦慮之量表。

STARS 是由 Cruise 與 Wilkins（1980）發展出的量表，此量表共有 51 道題目，使用七點李克特式評量分數，填答總分愈高者表示統計焦慮愈高。Cruise、Cash 與 Bolton（1985）以 1,150 位學生為樣本，並運用因素分析法確認出統計焦慮的六項因素，亦即統計價值（worth of statistics）、解釋焦慮（interpretation anxiety）、測驗與上課焦慮（test and class anxiety）、計算之自我知覺（computational self-concept）、害怕尋求幫忙（fear of asking for help）與害怕統計教師（fear of statistic teachers）等，其因素分數介於 0.48 至 0.86，Cronbach's Alpha 係數介於 0.68 至 0.94。Cruise、Cash 與 Bolton（1985）另使用 161 位學生為樣本執行五週之再測信度（test-retest reliability）係數介於 0.67 至 0.83。Onwuegbuzie（2000b）使用 146 位教育背景修習研究方法論課程之學生為對象，測試此量表之 Cronbach's Alpha 係數介於 0.8 至 0.94。Baloglu（2002）報導此量表之 Cronbach's Alpha 係數介於 0.62 至 0.94。Mji 與 Onwuegbuzie（2004）使用 65 位主修成本與管理會計之學生為對象，報導此量表之 Cronbach's Alpha 係數介於 0.69 至 0.93。本研究以本研究對象為基礎，測試此量表在本研究之信度介於 0.73 至 0.92。

(b)學習動機量表

本研究採用 Pintrich、Smith 與 McKeachie(1989)編製的學習動機策略量表 MSLQ(Motivated Strategies for Learning Questionnaire)中的動機量表為基礎，進行統計學習動機量表之發展與驗證。Pintrich 與 De Groot（1990）以七年級科學及英語學生為對象，使用因素分析驗證建構效度，並在各構面獲得良好的 Cronbach's Alpha 信度之值（0.74~0.89）。Pintrich、Smith、Garcia 與 McKeachie(1991)以大學生為對象，使用因素分析驗證建構效度，並在動機量表獲得良好的 Cronbach's Alpha 信度之值（0.62~0.93）。動機量表共有 26 道題目，使用七點李克特量表，得分愈高表示學習動機愈強，反之則愈弱。本研究以本研究對象為基礎，測試此量表在本研究之信度介於 0.72 至 0.90。

(c)批判思考量表

本研究採用 Pintrich、Smith 與 McKeachie(1989)編製的學習動機策略量表 MSLQ(Motivated Strategies for Learning Questionnaire)中的批判思考子量表為基礎，進行統計批判思考量表之發展與驗證。Pintrich 與 De Groot（1990）以七年級科學及英語學生為對象，使用因素分析驗證建構效度，並在各構面獲得良好的 Cronbach's Alpha 信度之值（0.74~0.89）。Pintrich、Smith、Garcia 與 McKeachie(1991)以大學生為對象，使用因素分析驗證建構效度，並在此一子量表獲得良好的 Cronbach's Alpha 信度之值（0.80）。此量表有 5 道題目，使用七點李克特量表，得分愈高表示自我評估批判思考能力愈高，反之則愈低。本研究將以本研究對象為基礎，測試此量表在本研究之信度為 0.84。

(d)問題解決量表

本研究採用 Heppner 與 Petersen(1982)的問題解決量表(problem solving inventory, 簡稱 PSI)為基礎，進行統計問題解決量表之發展與驗證。Heppner 與 Petersen(1982)使用 150 位大學生進行測試，使用因素分析驗證建構效度，並將量表分為三個因素：問題解決信心、接近或逃避作風、個人管控。總量表 Cronbach's Alpha 信度為 0.9，問題解決信心的信度為 0.85，接近或逃避作風的信度為 0.84，個人管控的信度為 0.72。此量表共有 32 道題目，量表使用六點李克特量表，1 為強烈同意，6 為強烈不同意，分數愈低表示自我知覺問題解決能力愈高，反之則愈低。本研究以本研究對象為基礎，測試此量表在本研究之信度為 0.88。

(e)統計成就測驗

統計成就測驗分為前測與後測。前測主要目的係瞭解各組學生統計先備知識程度是否一致，並做為統計分析控制變數之用。後測之目的係比較整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學法及傳統實務案例 PBL 教學法對學生學習成效之幫助是否有差異。本研究參考 Um 等人 (2012) 及 Plass 等人 (2014) 之做法，測驗內容包含理解測驗 (comprehension test) 及轉換測驗 (transfer test)。理解測驗測試學習者對統計學學習教材的關鍵統計概念與知識之理解程度，前後測預計各包含 20 道選擇題，每題 2 分，分數範圍介於 0-40 分。轉換測驗測試學習者是否有能力應用學到的統計概念與知識去解決統計實務問題，前後測預計各包含 6 道題目，每題 10 分，分數範圍介於 0-60 分。測驗工具為教師參考教材題庫自編而成，測驗工具將在實驗前請某大學管理學院一班學過統計學的學生進行預試，並經過雙項細目表效度、K-R 20 信度、難易度及鑑別度 (Ebel & Frisbie, 1991) 之測試及篩選題目。K-R 20 信度為 0.82、0.8、0.85。

F. 資料處理與分析

本研究使用前後測控制組準實驗設計，實驗組使用整合數位概念構圖與實務案例 PBL 教學法，控制組使用傳統實務案例 PBL 教學法，在實驗前兩班學生皆先實施相同教學方法後進行前測，以測試兩班學生的統計先備能力，再進行正式教學實驗，再完成後測。資料分析方法包含 Cronbach's Alpha 信度分析、K-R 20 信度分析、雙向細目表效度分析、敘述統計分析及單因子共變異數分析。資料處理工具為 SPSS 及 SAS 統計軟體。

G. 實施程序

本研究實驗程序參考 Chiou (2009) 之作法，共分為四個階段：1. 準備階段；2. 前測階段；3. 正式實驗階段；4. 後測階段。

1. 準備階段

在暑假期間計畫進行前，研究計畫主持人與助理準備計畫所需要的工具，包含教學教材 (統計學課程)、實務案例 PBL 的實務案例問題內容、事先製作教授學生學習概念構圖 (包含構圖步驟及範例) 及如何使用 PBL 之教學程序教材、教學實驗 (實驗班與控制班) 進行方式及流程與時間等等，以便在開學後開始實驗時，能將一切實驗資源準備就緒。

2. 前測階段

在正式教學實驗實施之前，為檢視兩班學生之統計學的先備知識、學習動機、統計焦慮、批判思考能力及問題解決能力是否相似，必須先施行前測，以免干擾實驗處理效果。在前測實施之前，教師先以相同教學方法對兩班所有學生教授教材統計學導論、敘述統計-表格與圖形法、敘述統計-數值法等三章，在教完此三章後的隔週即進行前測，測驗時間為三小時，由學生在指定時間內完成成就測驗，並填答學習動機、統計焦慮、批判思考及問題解決等量表。量表以具名方式填答，並告知學生問卷之目的係為了解學生學習前後之學習動機、統計焦慮、批判思考及問題解決能力之差異，學生並被保證填答結果與其成績無任何關係。

3. 正式實驗階段

在前測實施完畢後，正式實施比較整合數位概念構圖及實務案例 PBL 教學策略與傳統實務案例 PBL 教學策略之教學實驗。參與實驗之學生共兩個班級，其中一班被指派到實驗班，使用整合數位概念構圖與實務案例融入 PBL 學習環境進行學習統計學知識；另一班被指派到控制班，使用傳統實務案例融入 PBL 學習環境進行學習統計學知識。兩班學生皆以小組合作學習方式進行實務案例 PBL 學習，分組皆採用隨機方式進行，各組學生將問題的定義、解決方法、運用的統計知識、問題的解答與管理意涵及建議等等先進行討論與架構，最後統整問題的解答，並要求小組必須將討論解決問題的架構及方法與問題答案一起交給教師；實驗班與控制班之差異在於實驗班學生學會數位概念構圖後，被要求在 PBL 進行過程先利用數位概念構圖架構問題再解答問題，最後就討論的問題定義、程序、方法、使用的統計知識、問

題的解答與管理意涵等繪製成數位概念圖交給老師；而控制班則是使用傳統 PBL 流程，由各組自由進行討論，最後以各自自由整理方式將討論問題定義、程序、方法、使用統計知識、問題解答與管理意涵之書面報告交給老師。

在前測實施完畢後開始正式實施教學實驗，兩班隨即開放彰化師大雲端學院數位教學平台，此教學平台有教師已經事先錄製好教學實驗範圍的影音數位教材(包含機率、隨機變數與機率分配、機率分配之應用等三章)，要求學生在上課前必須自我學習統計學。在第一次上課時先接受教師說明如何使用 PBL 方法，包含介紹 PBL 學習策略、教授如何使用 PBL、進行隨機分組、教授 PBL 組內討論的原則等等，實驗班則再教授如何繪製數位概念構圖(使用 Inspiration)，包含概念構圖程序、如何使用 Inspiration 軟體、評分方式、範例說明等等。接下來，將實務案例發給各組學生，讓各組學生運用 PBL 進行小組討論與學習，各組學生最後除了繳交實務案例問題解答與管理意涵及建議(包含詳細解答流程)外，也需要繳交小組統整後的定義問題、解答程序、解決方法、運用的統計學知識等等書面架構給教師，控制班使用各組各自整理方式繳交書面，實驗班各組則被要求繳交各自繪製的數位概念圖。教師則在課後檢視小組的問題解決方法、流程及答案(實驗班各組則是針對所繪製概念圖之內容)，以便下次上課檢討及給學生回饋。各組採用競賽方式進行，除了報告分數作為期末成績之一外，期末每班各取最優的三組頒發獎品獎勵(第一名三千元等值獎品、第二名兩千元等值獎品、第三名一千元等值)，藉以激勵各組能認真參與問題導向學習。學生運用上述實務案例 PBL 學習策略進行學習(實驗班使用數位概念構圖融入實務案例 PBL，控制班使用傳統實務案例 PBL)，反覆執行至學期結束。在學期結束時進行後測。

4. 後測階段

後測在期末進行，測驗時間為三小時，由學生在指定時間內完成成就測驗，並填答學習動機、統計焦慮、批判思考及問題解決等量表。各量表皆為具名填答，學生並被保證填答結果與其成績無任何關係。

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

A. 敘述統計

本教學實踐研究主要目的係探討將數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 教學中相較於傳統實務案例 PBL 教學，是否更能提升學生學習統計學之情意與認知效果。教學實驗過程為，首先兩個參與教學實驗班級皆接受相同的單向講授式教學法，範圍為統計學教材第一至三章。完成前三章教學後，兩班進行相同的前測(包含情意與認知測驗)。接下來，進行正式教學實驗，其中一班接受數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 教學法，另一班接受傳統實務案例 PBL 教學法。最後，兩班接受相同的後測。

實驗結果如表 3 顯示，在統計焦慮上，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 班級的前測分數為 125.75 分，後測一分數為 118.30 分，後測二分數為 116.18 分；傳統實務案例 PBL 班級的前測分數為 128.97 分，後測一分數為 127.97 分，後測二分數為 129.74 分。在學習動機上，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 班級的前測分數為 106.18 分，後測一分數為 126.15 分，後測二分數為 123.83 分；傳統實務案例 PBL 班級的前測分數為 101.56 分，後測一分數為 111.74 分，後測二分數為 105.74 分。在批判思考能力上，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 班級的前測分數為 18.73 分，後測一分數為 26.98 分，後測二分數為 29.00 分；傳統實務案例 PBL 班級的前測分數為 17.71 分，後測一分數為 21.71 分，後測二分數為 21.15 分。在問題解決能力上，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 班級的前測分數為 118.00 分，後測一分數為 137.48 分，後測二分數為 140.45 分；傳統實務案例 PBL 班級的前測分數為 117.06 分，後測一分數為 129.12 分，後測二分數為 129.18 分。在學業成績上，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 班級的前測分數為 74.92 分，後測一分數為 53.51 分，後測二分數為 67.08 分；傳統實務案例 PBL 班級的前測分數為 78.16

分，後測一分數為 50.47 分，後測二分數為 51.09 分。

表 3 統計焦慮、學習動機、批判思考能力、問題解決能力及學業成績之敘述統計

	樣本數	平均數	標準差
數位概念構圖融入實務案例 PBL			
統計焦慮前測	40	125.75	20.09
統計焦慮後測一	40	118.30	19.35
統計焦慮後測二	40	116.18	24.51
學習動機前測	40	106.18	24.51
學習動機後測一	40	126.15	20.32
學習動機後測二	40	123.83	24.35
批判思考前測	40	18.73	5.71
批判思考後測一	40	26.98	5.83
批判思考後測二	40	29.00	4.63
解決問題前測	40	118.00	12.20
解決問題後測一	40	137.48	13.18
解決問題後測二	40	140.45	13.17
學業成績前測	39	74.92	11.41
學業成績後測一	39	53.51	17.07
學業成績後測二	39	67.08	18.83
傳統實務案例 PBL			
統計焦慮前測	34	128.97	19.29
統計焦慮後測一	34	127.97	22.37
統計焦慮後測二	34	129.74	23.49
學習動機前測	34	101.56	18.86
學習動機後測一	34	111.74	20.46
學習動機後測二	34	105.74	21.20
批判思考前測	34	17.71	4.46
批判思考後測一	34	21.71	6.53
批判思考後測二	34	21.15	5.65

解決問題前測	34	117.06	10.74
解決問題後測一	34	129.12	12.23
解決問題後測二	34	129.18	11.00
學業成績前測	34	78.16	10.94
學業成績後測一	34	50.47	17.84
學業成績後測二	34	51.09	24.05

B. 實驗結果

(A) 認知效果

本研究上學期使用傳統單向式教學法教完前三章後，要求學生填答前測批判思考量表與問題解決量表；再利用數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例與傳統實務案例等兩種 PBL 教學法教授四至六章後，再要求學生填答後測一批判思考量表與問題解決量表。下學期教完七至十一章後，再要求學生填答後測二批判思考量表與問題解決量表。依此比較數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法對提高學生的批判思考與問題解決等認知效果是否有差異。

由表 4 結果可發現，在批判思考能力方面，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法的後測一差異性共變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,71) = 19.97, p < .01, \eta^2 = 0.22$ ，達統計顯著水準。在後測二的差異性變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,71) = 52.62, p < .01, \eta^2 = 0.43$ ，達統計顯著水準。上述結果整體顯示數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 相較於傳統實務案例 PBL 教學法，對提升學生在學習統計學時的批判思考能力較有助益。

由表 5 結果可發現，在問題解決能力方面，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法的後測一差異性共變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,71) = 23.98, p < .01, \eta^2 = 0.25$ ，達統計顯著水準。在後測二的差異性變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,71) = 19.45, p < .01, \eta^2 = 0.22$ ，達統計顯著水準。上述結果整體顯示數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 相較於傳統實務案例 PBL 教學法，對提升學生在學習統計學時的問題解決能力較有助益。

由表 6 結果可發現，在學業成就方面，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法的後測一差異性共變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,70) = 2.84, p = .097, \eta^2 = 0.04$ ，未達統計顯著水準。在後測二的差異性變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,70) = 18.75, p < .01, \eta^2 = 0.21$ ，達統計顯著水準。上述結果顯示實驗與對照組在上學期期末後測一的學業成就表現未有顯著差異存在，顯示數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 的成效還未發揮，但在下學期期中後測二時，兩組的學業成就即存在有顯著差異；此結果顯示數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 相較於傳統實務案例 PBL 教學法，對提升學生在學習統計學時的學業成就，需要更多次的個案討論練習後，才能發揮更大的效益。

表 4 數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法批判思考能力比較之共變異數分析

後測一						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	2006.06	2	1003.03	57.61	.00**	0.62
批判思考前測	1495.81	1	1495.81	85.91	.00**	0.55

組別	347.73	1	347.73	19.97	.00**	0.22
誤差	1236.23	71	17.41			
後測二						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	1715.86	2	857.93	46.65	.00**	0.57
批判思考前測	582.49	1	582.49	31.67	.00**	0.31
組別	967.82	1	967.82	52.62	.00**	0.43
誤差	1305.78	71	18.39			

* < .05 ** < .01

表 5 數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法問題解決能力比較之共變異數分析

後測一						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	9964.98	2	4982.49	116.90	.00**	0.77
問題解決前測	8681.33	1	8681.33	85.91	.00**	0.74
組別	1021.85	1	347.73	23.98	.00**	0.25
誤差	3026.17	71	42.62			
後測二						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	5363.49	2	2681.74	24.62	.00**	0.41
問題解決前測	3027.72	1	3027.73	27.79	.00**	0.28
組別	2118.41	1	2118.41	19.45	.00**	0.22
誤差	7735.11	71	108.95			

* < .05 ** < .01

表 6 數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法學業成就比較之共變異數分析

後測一						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	6792.25	2	3396.12	15.90	.00**	0.31
學業成就前測	6624.13	1	6624.13	31.01	.00**	0.31
組別	605.78	1	605.78	2.84	.097	0.04
誤差	14953.21	70	213.62			
後測二						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	13269.33	2	6634.66	19.16	.00**	0.35
學業成就前測	8670.39	1	8670.39	25.04	.00**	0.26
組別	6493.47	1	6493.47	18.75	.00**	0.21
誤差	24239.85	70	346.28			

* < .05 ** < .01

(B)情意效果

本研究上學期使用傳統單向式教學法教完前三章後，要求學生填答前測學習動機量表與統計焦慮量表；再利用數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例與傳統實務案例等兩種 PBL 教學法教授四至六章後，再要求學生填答後測一學習動機量表與統計焦慮量表。下學期教完

七至十一章後，再要求學生填答後測二學習動機量表與統計焦慮量表。依此比較數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法對提高學生的學習動機與統計焦慮等情意效果是否有差異。

由表 7 結果可發現，在學習動機方面，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法的後測一差異性共變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,71)=8.22$ ， $p<.01$ ， $\eta^2=0.10$ ，達統計顯著水準。在後測二的差異性變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,71)=11.56$ ， $p<.01$ ， $\eta^2=0.14$ ，達統計顯著水準。上述結果整體顯示數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 相較於傳統實務案例 PBL 教學法，對提升學生在學習統計學時的學習動機較有助益。

由表 8 結果可發現，在統計焦慮方面，數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法的後測一差異性共變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,71)=4.06$ ， $p<.05$ ， $\eta^2=0.05$ ，達統計顯著水準。在後測二的差異性變異數分析結果顯示，兩組別學生平均分數差異性 $F(1,71)=5.25$ ， $p<.05$ ， $\eta^2=0.07$ ，達統計顯著水準。上述結果整體顯示數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 相較於傳統實務案例 PBL 教學法，對降低學生在學習統計學時的統計焦慮較有助益。

表 7 數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法學習動機比較之共變異數分析

後測一						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	5462.32	2	2731.16	6.86	.00**	0.16
學習動機前測	1643.59	1	1643.59	4.13	.046*	0.06
組別	3271.87	1	3271.87	8.22	.00**	0.10
誤差	28266.13	71	398.11			
後測二						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	6170.68	2	3085.34	5.80	.00**	0.14
學習動機前測	156.59	1	156.59	0.29	.59	0.004
組別	6152.14	1	6152.14	11.56	.00**	0.14
誤差	37801.81	71	532.42			

* < .05 ** < .01

表 8 數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 與傳統實務案例 PBL 教學法統計焦慮比較之共變異數分析

後測一						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	15170.56	2	7585.28	30.48	.00**	0.46
統計焦慮前測	13451.81	1	13451.81	54.06	.00**	0.43
組別	1010.25	1	1010.25	4.06	.48*	0.05
誤差	17667.56	71	248.84			
後測二						
變異來源	總平方和	自由度	均方和	F 值	p 值	η^2
校正後模式	7118.52	2	3559.26	6.67	.00**	0.16
統計焦慮前測	3739.08	1	3739.08	7.01	.01*	0.09
組別	2799.49	1	2799.49	5.25	.03*	0.07
誤差	37895.32	71	533.74			

* < .05 ** < .01

(2) 教師教學反思

教師以往使用單向式教學，雖然學生大致能用心聽講，但是仍有一些學生學習態度消極，上課不專心。多年來，教師嘗試用各種方式引發學生學習興趣，但效果不彰。主持人先前的教學實踐研究計畫導入結合實務個案與 PBL 方法於統計學教學中，學生的積極度確實顯現在各組討論過程；在學校教學評鑑回饋及教師開放式問題回饋中，學生也明顯表示此種教學方法結合生活實務，更加有趣。這似乎說明了結合實務個案與 PBL 教學法對提升非統計本科學生在學習統計學的學習動機是有幫助的。但對於降低學生學習統計學的統計焦慮，似乎還沒有顯著效果。因此，本次教學實踐研究計畫嘗試整合數位科技軟體輔助概念構圖進入實務案例 PBL 學習環境，再與傳統實務案例 PBL 進行比較，結果發現非但在批判思考能力、問題解決能力與學業成就等認知效果更有助益，在包含學習動機與統計焦慮等情意效果也較有助益。因此，建議教師若要實施實務案例 PBL 於統計學教學現場，在進行實務案例 PBL 時，先要求學生針對實務案例使用數位科技軟體輔助概念構圖進行構思 PBL 問題與解答，對於教學效果會更有助益。

(3) 學生學習回饋

教師過去統計學兩班五年平均教學滿意度為 3.997 分，先前實施結合實務個案與 PBL 教學法，平均滿意度大幅提升到 4.415，其中包含教師從事統計學教學以來最高的滿意度分數 4.6 分。學生並反應學術結合生活應用題目讓學生討論非常有用。所有學生都認為結合實務個案與 PBL 教學法比傳統單向式教學法更有幫助。而在此次教學實踐計畫進一步整合數位科技輔助概念構圖與實務案例 PBL，雖然由前面實驗結果，確實顯示此教學法相較於傳統實務案例 PBL 教學法，對學習統計學之認知與情意效果都有較佳的助益；然而，學生在學校教學評鑑的教學滿意度卻有比上學期降低的情況，此現象應該與教師與學生的關係有關，每屆學生對學習的態度與自我主義都有差異，此屆教師明顯發現使用傳統實務案例 PBL 的班級學生，在學習態度上明顯表現較差，因此在教學滿意度分數明顯低很多，而在整合數位科技輔助概念構圖與實務案例 PBL 之教學滿意度則明顯高很多。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

本次教學實踐研究計畫嘗試整合數位科技軟體輔助概念構圖進入實務案例 PBL 學習環境，再與傳統實務案例 PBL 進行比較，結果發現非但在批判思考能力、問題解決能力與學業成就等認知效果更有助益，在包含學習動機與統計焦慮等情意效果也較有助益。因此，建議教師若要實施實務案例 PBL 於統計學教學現場，在進行實務案例 PBL 時，先要求學生針對實務案例使用數位科技軟體輔助概念構圖進行構思 PBL 問題與解答，對於教學效果會更有助益。

主持人研究概念構圖教學法已經有二十餘年，藉由科技部計畫的補助，也已將相關研究成果發表於數十篇國內外知名學術期刊，目前也快完成相關書籍準備出版。主持人多年研究結果發現圖形學習法對於教師教學與學生學習真的有非常大的幫助，也嘗試利用各種機會宣傳與尋求教育與科教領域較資深的教授合作，希望能集結力量影響教育部高教司及國教數等重視，能將此好的方法推廣到台灣教育實務界，只可惜多年努力一直無法實現理想，但仍持續不斷地努力。本教學實踐研究計畫將概念構圖與 PBL 整合，進行教學現場實驗，也是因為 PBL 長久來也是被認為是一個訓練學生邏輯思考與問題解決的好方法，結合兩種好的教學法到現場，發現確實對學生的學習有幫助。若能有更多有力量的教育學者重視這兩種教學法，並將此推廣到中等教育，相信對學生會有很大的幫助。真心期待能有朝一日讓好的教學法普及於台灣教育實務界。

二. 參考文獻(References)

田麗珠、邱垂昌、廖錦文(2018)。結合多媒體與概念圖數位教材設計對認知學習效果之研究-以認知負荷為中介變項。數位學習科技期刊，10(1)，57-94。

- 邱垂昌(2018)。實務案例問題導向學習對提升統計學學習的情意與認知效果之研究。教育部教學實踐計畫。
- 邱垂昌(2006)。應用概念構圖學習策略於商業會計學之研究-合作學習抑或個別學習。**高雄師大學報**，**21**，87-104。
- 林達森(2005)。不同導入訓練歷程之「概念構圖教學法」對國小階段生物能量概念學習與態度影響之實徵研究。**高雄師大學報**，**19**，105-122。
- 郭靜姿、何榮桂(2014)。翻轉吧教學！。**台灣教育**，**684**，9-15。
- 張春興(1992)。張氏心理學辭典。台北：東華書局。
- 張春興(2001)。教育心理學：三化取向的理論與實際(修訂版)。台北：東華。
- 蔡文標、許天威、蕭金土(2003)。影響國小數學低成就學生數學成就的相關因素之研究。**特殊教育學報**，**17**，1-37。
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Baig, M., Tariq, S., Rehman, R., Ali, S., & Gazzaz, Z. J. (2016). Concept mapping improves academic performance in problem solving questions in Biochemistry subject. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, *32*(1), 1-5.
- Baloglu, M. (2002). Psychometric properties of the Statistical Anxiety Rating Scale. *Psychological Reports*, *90*, 315-327.
- Barrett, E., & Moore, S. (2012). An introduction to problem-based learning. In Barret, E., & Moore, S. (Eds.). *New approaches to problem-based learning: Revitalizing your practice in higher education* (pp. 3-17). New York: Routledge.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer.
- Carlson, W. L. (1999). A case method for teaching statistics. *Journal of Economic Education*, *30*(1), 52-58.
- Carriger, M. S. (2015). Problem-based learning and management development: empirical and theoretical considerations. *International Journal of Management Education*, *13*(3), 249-259.
- Carriger, M. S. (2016). What is the best way to develop new managers? Problem-base learning vs. lecture-based instruction. *The International Journal of Management Education*, *14*, 92-101.
- Chiou, C. C. (2008). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests. *Innovations in Education and Teaching International*, *45*(4), 375-387.
- Chiou, C. C. (2009). Effects of concept mapping strategy on learning performance in business and economics statistics. *Teaching in Higher Education*, *14*(1), 55-69.
- Chiou, C. C., Lee, L. T., Tien, L. C., & Wang, Y. M. (2017). Analyzing the effects of various concept mapping techniques on learning achievement under different learning styles. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *13*(7), 3687-3708.
- Chiou, C. C., Wang, Y. M., & Lee, L. T. (2014). Reducing statistics anxiety and enhancing statistics learning achievement: Effectiveness of a one-minute paper strategy. *Psychological Reports*, *115*(1), 297-310.
- Cooke, M., & Moyle, K. (2002). Students' evaluation of problem-based learning. *Nurse Education Today*, *22*, 330-339.
- Cruise, R. J., Cash, R. W., & Bolton, L. D. (1985). Development and validation of an instrument to measure statistical anxiety. *Proceedings of the Section on Statistical Education*, 92-98.
- Cruise, R. J. & Wilkins, E. M. (1980). *STARS: Statistical anxiety rating scale*. Unpublished manuscript, Andrews University, Berrien Springs, MI.
- Dehkordi, A.H., Heydarbejad, M.S., 2008. The effects of problem-based learning and lecturing on the development of Iranian nursing students' critical thinking. *Pakistan Journal of Medical Science*, *24*(5), 740-743.
- Demiroren, M., Turan, S., & Oztuna, D. (2016). Medical students' self-efficacy in problem-based learning and its relationship with self-regulated learning. *Medical Education Online*, *21*: 300049, 1-9.

- Donner, R. S., & Bickley, H. (1993). Problem-based learning in American medical education: An overview. *Bulletin of the Medical Library Association*, 81(3), 294-298.
- Feinberg, L., & Halperin, S. (1978). Affective and cognitive correlates of course performance in introductory statistics. *Journal of Experimental Education*, 46(4), 11-18.
- Gal, I., & Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: Towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education* (on-line serial), 2(2), Available by e-mail: archive@jse.stat.ncsu.edu. Message: send jse/v2n2/gal.
- Garwood, L. K., Ahmed, A. H., & McComb, S. A. (2018). The effect of concept maps on undergraduate nursing students' critical thinking. *Nursing Education Perspectives*, 39(4), 208-214.
- Ghojzadeh, M., Aghaei, M. H., Naghavi-Behzad, M., Piri, R., Hazrati, H., & Azami-Aghdash, S. (2014). Using concept maps for nursing education in Iran: A systematic review. *Research and Development in Medical Education*, 3(1), 67-72.
- Hall, R. H. & O'Donnell, A. M. (1996). Cognitive and affective outcomes of learning from knowledge maps. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 94-101.
- Hall, R. H., & Sidio-Hall, M. A. (1994). The effect of student color coding of knowledge maps and test anxiety on student learning. *Journal of Experimental Education*, 62(4), 291-302.
- Heppner, P. P., & Petersen, C. H. (1982). The development and implications of a personal problem-solving inventory. *Journal of counseling Psychology*, 29(1), 66-75.
- Jones, M. (2008). Developing clinically savvy nursing students: an evaluation of problem-based learning in an associate degree program. *Nursing Education Perspectives*, 29(5), 278-283
- Kammanee, T. (2008). *Science of teaching knowledge for effectiveness of teaching and learning process*, 8th ed. Bangkok: Chulalongkorn Printing.
- Kong, L. N., Qin, B., Zhou, Y. Q., Mou, S. Y., & Gao, H. M. (2014). The effectiveness of problem-based learning on development of nursing students' critical thinking: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 51, 458-469.
- Levett-Jones T. L. (2005). Self-directed learning: implications and limitations for undergraduate nursing education. *Nurse Education Today*, 25, 363-368.
- Liu, P. L. (2011). A study on the use of computized concept mapping to assist ESL learners' writing. *Computers & Education*, 57, 2548-2558.
- Loyens, S. M. M., Magda, J., & Rikers, R. M. J. P. (2008). Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 20, 411-427.
- Mji, A., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Evidence of score reliability and validity of the Statistical Anxiety Rating Scale among technikon students in South Africa. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 36, 238-251.
- Morales-Mann, E. T., & Kaitell, C. A. (2001). Problem-based learning in a new Canadian curriculum. *Journal of Advanced Nursing*, 33, 13-19.
- Moraros, J., Islam, A., Yu, S., Banow, R., & Schindelka, B. (2015). Flipping for success: Evaluating the effectiveness of a novel teaching approach in graduate level setting. *BMC Medical Education*, 15(1), 27-27
- Mundfrom, D. J., Shaw, D. G., Thomas, A., Young, S., & Moore, A. D. (1998). *Introductory graduate research courses: An examination of the knowledge base*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA, April.
- Newman, M. J. (2005). Problem based learning: an introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32(1), 12-20.
- Novak, J. D. (1981). Applying learning psychology and philosophy of science to biology teaching. *The American Biology Teacher*, 43(1), 12-20.
- Onwuegbuzie, A. J. (1997). Writing a research proposal: Te role of library anxiety, statistics anxiety, and composition anxiety. *Library & Information Science Research*, 19, 5-33.
- Onwuegbuzie, A. J. (1998a). The dimensions of statistics anxiety: A comparison of prevalence rates among mid-southern university students. *Louisiana Educational Research Journal*, 23, 23-40.

- Onwuegbuzie, A. J. (2000a). Attitudes toward statistics assessments. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 25, 321-339.
- Onwuegbuzie, A. J. (2000b). Statistics anxiety and the role of self-perceptions. *Journal of Educational Research*, 93(5), 323-330.
- Onwuegbuzie, A. J. (2004). Academic procrastination and statistics anxiety. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(1), 3-19.
- Onwuegbuzie, A. J., & Daley, C. E. (1996). The relative contributions of examination-taking coping strategies and study coping strategies on test anxiety: A concurrent analysis. *Cognitive Therapy and Research*, 20, 287-303.
- Onwuegbuzie, A. J., DaRos, D., & Ryan, J. (1997). The components of statistics anxiety: A phenomenological study. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 19(4), 11-35.
- Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2003). Assessment in statistics courses: More than a tool for evaluation. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(2), 115-127.
- Onwuegbuzie, A. J., & Seaman, M. (1995). The effect of time and anxiety on statistics achievement. *Journal of Experimental Psychology*, 63, 115-124.
- Ozturk, C., Muslu, G. K., & Dicle, A. (2008). A comparison of problem-based and traditional education on nursing students' critical thinking dispositions. *Nurse Education Today*, 28(5), 627-632.
- Pan, W., & Tang, M. (2004). Examining the effectiveness of innovative instructional methods on reducing statistics anxiety for graduate students in the social sciences. *Journal of Instructional Psychology*, 31(2), 149-159.
- Pan, W., & Tang, M. (2005). Students' perceptions on factors of statistics anxiety and instructional strategies. *Journal of Instructional Psychology*, 32(3), 205-214.
- Peterson, M. (1997). Skills to enhance problem-based learning. *Medical Education Online*, 2(3), 1-8. Retrieved from <https://msu.edu/~dsolomon/f0000009.pdf>
- Peterson, T. O. (2004). So you're thinking of trying problem based learning? Three critical success factors for implementation. *Journal of Management Education*, 28(5), 630-647.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991), *A Manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor, Michigan: National Center for Research to Improve Teaching and Learning, School of Education, the University of Michigan.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A., & McKeachie, W. J. (1989). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire*. Michigan: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning, School of Education, the University of Michigan.
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128-140.
- Rankin, J. (1992). Problem-based medical education: Effect on library use. *Bulletin of the Medical Library Association*, 80(1), 36-43.
- Rideout, E., England-Oxford, V., Brown, B., Fothergill-Bourbonnais, F., Ingram, C, Benson, G., Ross, M., & Coates, A. (2002). A comparison of problem-based and conventional curricula in nursing education. *Advances in Health Sciences Education*, 7, 3-17.
- Rideout, W., & Carpio, B. (2001). *The problem-based learning model of nursing education*. Mississauga: Jones and Bartlett Publishers.
- Roberts, D. M., & Bilderback, E. W. (1980). Reliability and validity of a statistics attitude survey. *Educational and Psychological Measurement*, 40, 235-238.
- Santhanam, E., Leach, C., & Dawson, C. (1998). Concept mapping: how should it be introduced, and is there evidence for long term benefit? *Higher Education*, 35, 317-328.
- Savin-Baden, M., & Major, C. H. (2004). *Foundations of problem-based learning*. Berkshire: SRHE & Open University Press.

- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1), 9-20.
- Schacht, S., & Stewart, B. J. (1990). What's funny about statistics? A technique for reducing student anxiety. *Teaching Sociology*, 18, 52-56.
- Schmidt, H. G. (1993). Foundations of problem-based learning: Some explanatory notes. *Medical Education*, 27(5), 422-432.
- Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J. & Adesope, O. O. (2018). Studying and constructing concept maps; A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30(2), 431-455.
- Siew, N. M., & Mapeala, R. (2017). The effects of thinking maps-aided problem-based learning on motivation towards science learning among fifth graders. *Journal of Baltic Science Education*, 16(3), 379-394.
- Stallings, W. M. (1993). Return to our roots: Raising radishes to teach experimental design. *Teaching of Psychology*, 20(3), 165-167.
- Strayer, J. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task Orientation. *Learning Environments*, 15(2), 171.
- Thompson, W. B. (1994). Making data analysis realistic: Incorporating research into statistics courses. *Teaching of Psychology*, 21(1), 41-43.
- Tiwari, A., Lai, P., So, M., & Yuen, K. (2006). A comparison of the effects of problem-based learning and lecturing on the development of students' critical thinking. *Medical Education*, 40(6), 547-554.
- Tien, L. C., Chiou, C. C., & Lee, Y. S. (2018). Emotional design in multimedia learning: Effects of multidimensional concept maps and animation on affect and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12).
- Um, E., Plass, J. L., Hayward, E. O., & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 104, 485-498.
- Wang, S. P., & Chen, Y. L. (2018). Effects of multimodal learning analytics with concept maps on college students' vocabulary and reading performance. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(4), 12-25.
- Wilson, V. A. (1998). *A study of reduction of anxiety in graduate students in an introductory educational research course*. Paper presented at the annual meeting of Mid-South Educational Research Association, New Orleans, LA, November.
- Yuan, H., Williams, B. A., & Fan, L. A. (2008). Systematic review of selected evidence on developing nursing students' critical thinking through problem-based learning. *Nurse Education Today*, 28(6), 657-663.
- Zeidner, M. (1991). Statistics and mathematics anxiety in social science students: Some interesting parallels. *British Journal of Educational Psychology*, 61, 319-328.

三. 附件(Appendix)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

數位科技軟體輔助概念構圖融入實務案例 PBL 教學法班級學校教學評量

平均	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)完全不同意 (2)不同意 (3)普通 (4)同意 (5)完全同意
4.56	0	0	2	7	16	教師能依教學大綱授課，讓學生瞭解學習重點。
4.56	0	0	0	11	14	教師教學內容具學習價值。
4.40	0	0	3	9	13	教師關心學生學習狀況，能適時與學生討論給予回饋。
4.60	0	0	0	10	15	老師很少無故缺課或遲到早退。
4.48	0	0	2	9	14	教師於教學時能尊重性別平等，不會有性別差異或性別歧視之言語、舉止、態度。
4.52	0	0	1	10	14	教師對學生的成績評分標準有依據且合理。
4.40	0	0	3	9	13	教師的講解示範條理分明、清晰流暢。
4.64	0	0	0	9	16	教師具備教授本課程之專業知識。
4.52	0	0	0	12	13	本課程有助於我知識或專業能力之提升。
4.44	0	0	2	10	13	整體而言，我修習本課程獲益良多。
總平均： 4.51						

[其他具體建議]註：對於教學評量中之性別差異題，若回答1(完全不同意)，亦請補充說明之

- 1、彰師數一數二好的老師。
- 2、老師好棒！
- 3、板書寫的看不懂，希望不要寫太草
然後我覺得考試的非選題改得太主觀了，感覺一定要照著課本寫的一樣詳細才可以

平均	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)完全不同意 (2)不同意 (3)普通 (4)同意 (5)完全同意
4.18	0	1	1	4	5	教師能依教學大綱授課，讓學生瞭解學習重點。
4.27	0	0	1	6	4	教師教學內容具學習價值。
4.00	0	0	4	3	4	教師關心學生學習狀況，能適時與學生討論給予回饋。
4.36	0	0	1	5	5	老師很少無故缺課或遲到早退。
4.27	0	0	2	4	5	教師於教學時能尊重性別平等，不會有性別差異或性別歧視之言語、舉止、態度。
4.27	0	0	1	6	4	教師對學生的成績評分標準有依據且合理。
4.00	0	0	5	1	5	教師的講解示範條理分明、清晰流暢。
4.36	0	0	1	5	5	教師具備教授本課程之專業知識。
4.27	0	0	2	4	5	本課程有助於我知識或專業能力之提升。
4.09	0	0	4	2	5	整體而言，我修習本課程獲益良多。
總平均： 4.21						

[其他具體建議]註：對於教學評量中之性別差異題，若回答1(完全不同意)，亦請補充說明之

- 1、希望老師可以提高解答和課本的正確性，還有希望能附上解答的詳解，謝謝老師。
- 2、我覺得老師應該要修改一下網路上的解答，確認是正確答案再上傳，詳解也麻煩寫的詳細一些，希望至少要有過程，而不是只有答案而已。然後課本內容錯誤太多，希望可以重新校正，把錯誤的內容改一下，這樣讀起來比較容易看得懂，謝謝！！
- 3、邱垂昌老師大概是全校最好、最專業的統計學老師，除了用心教導統計學外，也十分在意學生的學習成效，甚至做了好多表單來關心同學。除此之外，還為了讓我們覺得統計學是有實用且很有趣的，還特別請了有實務經驗的講師為我們做演講。我也要在此謝謝邱老師。

傳統實務案例 PBL 教學法班級學校教學評量

教學評量

平均	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)完全不同意 (2)不同意 (3)普通 (4)同意 (5)完全同意
3.94	1	1	3	6	7	教師能依教學大綱授課，讓學生瞭解學習重點。
3.78	2	0	3	8	5	教師教學內容具學習價值。
3.67	1	1	4	9	3	教師關心學生學習狀況，能適時與學生討論給予回饋。
4.11	0	1	4	5	8	老師很少無故缺課或遲到早退。
3.89	1	0	5	6	6	教師於教學時能尊重性別平等，不會有性別差異或性別歧視之言語、舉止、態度。
3.61	1	1	5	8	3	教師對學生的成績評分標準有依據且合理。
3.72	2	0	4	7	5	教師的講解示範條理分明、清晰流暢。
3.94	1	0	4	7	6	教師具備教授本課程之專業知識。
3.78	2	0	3	8	5	本課程有助於我知識或專業能力之提升。
3.78	0	2	4	8	4	整體而言，我修習本課程獲益良多。
總平均： 3.82						

[其他具體建議]註：對於教學評量中之性別差異題，若回答1(完全不同意)，亦請補充說明之

- 1、希望老師在需要用到積分的時候可以講一下怎麼積分，雖然我們一年級上過了，但是到了二年級已經忘了。
- 2、希望可以放慢一點，常常還在理解就到下一章節。
- 3、上課做的專題討論，做完也沒給我們結果或是評論，完全不知道做這個的意義是什麼，沒什麼收穫，因為不知道的不清楚的最後也沒有講解。很喜歡跟別班說我們班多不好，期中期末要考很難什麼的，這樣是不是有失公平的疑慮

理性與客觀的態度填答此份問卷，以智慧與尊重對課程及教學提出中肯的建議，並對為教育和學習而努力的人表示敬意，不使用可能毀謗他人名譽之文辭。

教學評量

平均	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)完全不同意 (2)不同意 (3)普通 (4)同意 (5)完全同意
4.19	0	1	1	8	6	教師能依教學大綱授課，讓學生瞭解學習重點。
3.88	1	0	2	10	3	教師教學內容具學習價值。
3.69	1	0	3	11	1	教師關心學生學習狀況，能適時與學生討論給予回饋。
4.19	0	0	2	9	5	老師很少無故缺課或遲到早退。
4.06	0	0	4	7	5	教師於教學時能尊重性別平等，不會有性別差異或性別歧視之言語、舉止、態度。
4.06	0	1	1	10	4	教師對學生的成績評分標準有依據且合理。
3.75	1	0	3	10	2	教師的講解示範條理分明、清晰流暢。
4.06	1	0	1	9	5	教師具備教授本課程之專業知識。
3.94	1	0	1	11	3	本課程有助於我知識或專業能力之提升。
3.94	1	0	1	11	3	整體而言，我修習本課程獲益良多。
總平均： 3.98						

[其他具體建議]註：對於教學評量中之性別差異題，若回答1(完全不同意)，亦請補充說明之

- 1、希望老師可以一上課就點名，上完課才點名對於準時到教室的人不公平。