以專題作為統計學教學策略之研究

蘇明俊
樹德科技大學休閒事業管理系
issac@mail.stu.edu.tw

摘　要

我國政府要求各大學教師除了研究之外，應重視教學的成效，九十五年三月教育部具體提出計畫經費作為提升『卓越教學』的鼓勵措施。「卓越教學」就是各類各學科的教師在教學中，強調教學的表現與學生學習的成就，使大學教師對提升教學品質與教學成效的思考，成為重要的課題之一。

本研究採用假設－佐證的方式，藉由文獻探討與研究者的教學經驗提出研究假設，即應用專題教學作為統計學的教學策略；佐證部分則採用行動研究的方法，以高雄某科技大學二年來修習統計學的學生 341 人(男生 98 人、女生 243 人)為研究對象，持續教學計劃、教學實施、反省思考、修改教學策略，最終形成有效的教學模式。

研究結果顯示「專題教學」是科技大學統計學課程有效的教學策略，可以提升學生的學習成效與學習態度；由於專題教學策略的應用，教學歷程形成「5A 統計學教學模式」，包含五大教學階段：「教師問題敘述(Asking)」、「學生回答問題(Answer)」、「實作作業(Authentic Task)」、「評量(Assessment)」、「應用(Application)」等，可以提升學生學習統計學的興趣，以及學習成效，適用於科技大學的統計教學。

依據研究心得，建議科技大學統計學教師採用專題教學作為策略，並注意下列事項：

1.以推論統計作為教學進度，將概論、敘述統計及原理的內容包含在課程中；
2.強調實作的觀點，重視學生完成筆記的教學策略；
3.期末辦理小型的統計學應用研討會，提供學生發表的機會；
4.講究評量的技巧，讓學生認為學習目標是可以達成的，例如期中期末考的題型與教學範例相似，平時考的題目以教科書習題為範圍。

關鍵詞：教學策略、教學模式、統計專題教學

壹、前言

我國政府要求各大學教師除了研究之外，應重視教學的成效，九十五年三月教育部具體提出計畫經費作為提升『卓越教學』的鼓勵措施。但一般認為，大學教師擁有專業知識，是學科專家，鮮少講究教學技巧，認為學生的學習成就僅與認真程度有關，與教學者無關。某大學的資深教授在一項卓越教學的研討會中發言：講究教學技巧是國民中小學教師的事，大學是傳播專門知識的場所，沒有所謂教學技巧的問題？然而，同是教學行為，為什麼大學的教學就不用講究教學技巧呢？所有學習成效的責任由學生完全負

責，教師沒有責任，卻擁有評分的權利？「卓越教學」就是各類各學科的教師在教學中，強調教學的表現與學生學習的成就，使大學教師對提升教學品質與教學成效的思考，成為重要的課題之一。

研究者為科技大學管理學院的學生開設基礎統計學課程已經四個學期(另含暑期補修班一班)共六個班級(93、94 學年度日間部)，修習學生人數共 341 人(請參閱研究對象)。初期發現學生學習統計學的態度不佳且成效低落，其表現約可概括如下：(一)遲到與缺課嚴重；(二)學習態度不佳(例如不記筆記、睡覺等)；(三)學習成效不佳(例如考試交白卷、畢業專題重新學習統計技能等)。

教師(教科書)對統計學教學進度的覺知，一般認為先安排敘述統計與基本觀念的引導，期中過後再安排推論統計；在教學方法的覺知方面則認為：教師應運用電腦科技實施教學(幾乎每一本教科書都會提供幻燈片形式的輔助教材，以作為教科書行銷的競爭或服務)，教師運用單槍精彩地解說著統計學的歷史，邏輯地安排學習順序，豐富地運用各種符號說明統計學的功能，推導統計學公式的來源。但從學生的反應來看，有充分的理由相信：這是無效的教學方式，姑且稱之為「運用現代科技的傳統式教學法」。問題是：使用電腦和單槍的統計學教學，學生真的比較容易理解嗎？比較可以具備統計學的應用能力嗎？運用粉筆與黑板的教學方式對統計學的理解真的一無是處嗎？

專題本位的學習(Project-Based Learning, PBL)在近代科學教育理論中扮演重要的角色，在科技大學管理學院的課程中(尤其是基礎統計學課程)，能否應用 PBL 的教學策略來改善學生的學習態度與成效，應是值得探討的問題。

基於上述的看法，研究者開始規劃改善教學的研究，並在文獻探討之後提出初步的假設：「在學習態度與學習成效上，教師採用 PBL 的觀點應能改善學生的學習情況。」作為後續「佐證假說」的依據。問題則是「統計專題教學策略能否提升學生的學習態度與成效？」

貳、文獻探討

本研究結合文獻探討心得與研究者的教學經驗，先提出研究假說，再以實徵性的研究結果佐證假說，因此，有必要針對專題教學與統計教學的策略作探討。

一、專題本位的學習是什麼?

專題本位的學習(Project-based Learning, PBL)是什麼呢？喬治魯卡斯教育基金會(The George Lucas Educational Foundation)在他們的網站上特別開闢了一個 PBL 的單元，整理出四大重點，

(一) PBL 是一種被激發的課程，以標準為本位的教學；

(二) PBL 的課程要求必須要有問題，或是教師提出每一位學生都能得到答案的問題；

(三) PBL 要求學生去研究一個議題或是專題，這些問題必須來自於實際生活之中，並且是跨學科領域的專題；

(四) 為了探索複雜性的議題，PBL 是培養抽象化思考、提昇智力的實作作業。

本研究亦整理「專題本位學習」的要點如下：

(一) 專題本位的學習是以學生為中心的;專題學習是一種以學習者為中心的教學方法，以引導學生完成學習目標與結果的路徑來代替死板的課程規劃，專題學習可以讓學生學到更廣泛的內容，且作較具深度的研究(Harris & Katz, 2001)(NRC,2005)。

(二) 專題本位的學習是動手操作的；學習者透過親自操作且完成一項有意義的作品，例如蒐集資料解決一個問題、或完成一個專題的若干活動，來呈現他所學習到的內容(Harel & Papert, 1991; Kafai & Resnick, 1996)。

(三) 專題本位的學習是學生主動的學習；學習者對於他們所學的有更多的自主性，保持興趣與動機，學習者對於自己的學習負有更大的責任(Tassinari, 1996; Wolk, 1994; Worthy, 2000)，意味著專題學習是達成學生主動學習的教學策略之一。學生擁有更多的自主性，可以將自己的作品具體化成為適合自己的興趣與能力(Moursund, 1998)，因此，PBL 和作品能使學習者作發散性的表現，像興趣、能力與學習風格。

二、統計學應強調實例與實作的教學

統計學的教學改革強調：1.學生的主動學習、2.基礎統計學的概念理解、3.真實資料的應用、4.學生溝通技能的發展，為此，Rossman 和 Chance(1999)提出四大向度的十項教學原則，四大向度是：1.將推論性的推理聚焦在研究與發現、2.推論結果的適當詮釋、3.注意學生過度使用或誤用推論過程、4.要求學生建立連結與有效的溝通結果。

Rossman 和 Chance(1999)在教育改革的理念之下，提出統計學教學的原則：應著重於思考、聚焦在研究與發現的推論、盡量應用真實數據、強調概念理解、且盡量少做理論推導的教學、促進學生主動學習、學生傳達技能的發展。針對實體的應用以及有趣的實例來刺激學生學習統計學概念的興趣，Kvam 和 Sokol(2004)就極力提倡以不同領域的實例作為統計教學的例子，例如管理學院的學生以管理學門的數據學習統計學，工學院的學生就以機器的數據來處理(Hayter，2002)，但全部的學生幾乎都適合採用棒球比賽的數據來學習統計數據的處理(Albert，2002；Simonoff，1998；Reiter，2004；Morics，2004)，Gordon(1998)則主張教學內容應當與日常生活中的事件密切連繫。

Rossman 和 Chance(2000)、Schafer 和 Ramsey(2003)都認為統計學的教學應當強調數據分析的過程、結果的傳達、和證據的積聚，因為它們會提供所有數據分析狀況的明確教學，給學生技能與信心去應用統計技巧。Radke-Sharpe(1991)則認為統計結果的傳達與其分析的過程同等重要，又因為統計學的跨學科任務使得生活中處理實際的例子，並且運用清楚簡明的方式將結果傳達給非統計學家，則更為重要。

三、統計教學應讓學生做專題報告

專題教學是讓學生達成主動學習的重要教學策略(Tassinari, 1996; Wolk, 1994; Worthy, 2000)。Fillebrown(1994)運用專題本位學習(PBL)的理念於非理工科系的統計學教學，採用的教學方法是整學期讓學生針對一個專題設計、實施、分析統計學的研究，成效非常良好，因此大力倡導 PBL 的統計學教學策略。而促進統計學的教學，最常見的建議就是(1)採用真實且開放的專題(Hunter,1977; Roberts, 1992)，以及(2)採用真實的數

據作為統計分析的材料，這些建議已經成功地融入非理工學生的基礎統計學教學中(Fillebrown, 1994；Hoaglin & Moore, 1992；Moore, 1996)。Watson(2002)以「信賴區間(confidence intervals)」的教學為例，說明教師有好的教學點子，應該融入到個案研究或實驗設計的「專題」之中。美國 St. Joseph 大學、澳洲 Canberra 大學(Prvan & Ascione, 2005)與成功大學(陳順宇，2005)統計相關的課程中，學生習慣地被要求做統計學專題的期末報告；主修社會學與心理學的學生在修習統計學的時候，也必須做完整的專題報告；Canberra 大學「變遷的世界」課程則要求學生建立網站與口頭報告，以有效傳達統計學的結果，使「專題報告」成為基礎統計學課程最有用的經驗(Fillebrown, 1994)。因為在專題報告中必須有效的呈現數據，便包含了運用電腦進行圖表與數據分析的作業，此外，許多教師都相信讓學生不用電腦和固定的公式去計算平均數、變異數、相關係數等，是很重要的教學方法(Fillebrown，1994)。

此外，Fillebrown(1994)提到許多專題教學的注意事項與發現，例如：開學第一週就要告訴學生專題報告的規定與細節；雖然鼓勵學生合作學習做專題報告，但卻很少人合作完成(30 位同學做出 27 個專題，也就是說只有三組實施合作學習)；雖然專題製作耗費時間，但研究過程卻極為重要；學生會將專題報告視為有用的經驗，而不只是成績的表現。

然而，Mackisack 和 Petocz(2002)卻在實施大四學生開放式專題製作的教學後，提出若干困難：專題脈絡與難度的拿捏、教師扮演的角色、技能與人際關係的發展、專題題目的選擇、挫折與混亂、轉換為統計學家的角色等都存在相當的困難，但其研究結果指出：專題製作的課程能夠提供有價值的經驗，而這些經驗不是模擬、提供腳本、或嚴密的安排課程所能達成的。

綜上所述，統計學的教學應讓學生做專題報告，讓學生有機會自行設定問題、蒐集數據、決定解決問題的方法、以及解釋與傳達結果。

參、研究方法

本研究旨在改善科技大學管理學院學生學習統計學的態度與成效，採用「假設－佐證」的研究模式，先針對統計學的教學問題進行文獻探討，依據研究者的教學經驗，以及研究群的討論初步形成「研究假設」；佐證的工作乃是規劃教學實驗，經由觀察取得有效的資料進行分析，以行動研究為主要方法，具體步驟為四個流動循環(four moments of action research)：計畫、行動、觀察、反思，藉以有效達成教學方式的改進(Kemmis & McTaggart, 1982，郭重吉，2000) 。

因此，主要工作乃先從文獻獲得專題教學的研究假設，再在四個學期的教學中，不斷觀察教學成效，反省思考並改進教學方式，如此不斷地循環，最終並試圖形成有效的統計學教學模式。

一、研究對象

研究對象主要是四個學期以來修習研究者開設統計學課程的學生，二年級必修統計學，並於三年級必修「畢業專題製作」，因此，強調統計專題教學的目的是希望能夠促進學生做畢業專題報告的經驗。其資料分析表如下表一：

表 1：研究對象資料分析表

學期	課程名稱	人數	性別分析	說明欄
93 學年上學期	統計學(院必修 3 學分)	66 人	男：29；女：37	均為本系學生
93 學年下學期		68 人	男：20；女：48	跨系選修 8 人
94 學年上學期		69 人	男：17；女：52	跨系選修 6 人
94 學年下學期		125 人	男：28；女：97	兩班，跨系選修 7 人
95 學年暑期		14 人	男：5；女：9	5 個系，2 人跨校
合計		342 人	男：99；女：243	

二、資料來源與分析方法

本研究採用質性資料分析的方法，其來源如下：

1. 教師(研究者)觀察紀錄表共五份(編碼例：RO1-01)。研究者在教學期間不斷地記錄所觀察到的學生反應、教師教學的情形、以及二者之間的關聯性。
2. 學生點數評鑑表共五份(SE1-01)。學生在學期結束後，均可上網評鑑教師教學的情況，評鑑題目由學校統一設計(例如第 3 題為「這門課所使用的教材難易適中」)，以 Likert 五等第量表的方式評分。結果由教務長整理並個別分寄給任課教師酌參。
3. 學生質性資料評鑑表五份(SE6-01)：學生在學期結束後，除可上網以量化的成績評鑑教師教學的情況外，問卷末附有質性的評量方式，學生就學習心得或對教師的看法以文字敘述意見。
4. 研究者晤談的質性資料共五份(RI1-01)。本項晤談內容採用隨機問題獲得質性資料，例如：(在上課告一段落時問學生)你覺得統計學困難嗎？你聽得懂(統計學)嗎？你會算(統計學)嗎？
5. 學生在期末報告時撰寫的學習心得共 56 份(SR1-01)。課程規定學生分組(4-6 人一組自行分組)自行選擇一個問題，並運用統計學的方法獲得答案的「統計學應用」之小型研討會，報告內容明定：問題或故事敘述、資料獲得的過程、解題過程、資料的詮釋與傳達、學習心得；報告方式以幻燈片向全班報告，並接受詢問。
6. 學生學習成效：採用研究對象統計學的期末總成績作為分析的標準。

資料分析採用編碼的方法，先將質性資料編譯成文字稿，並賦予適當編碼，研究者反思教學模式時重複搜尋使用，並作為論文撰寫時佐證的資料。

三、統計專題教學概述：「統計專題教學」是指依據推論統計學的基本內容(假設檢定、變異數分析、卡方檢定、回歸分析)，設定四大專題(Projects)，分別以商業應用的實例作為問題，逐步引導學生解決問題，例如某賣場貨品實際與標示重量的「假設檢定」，並將統計學原理及概論、敘述統計、基礎統計量等內容融入教學之中的教學歷程。

肆、研究結果

本研究在歷經四個學期的計畫、行動與反思之後，初步獲得若干結果：

一、5A 統計教學模式：本研究採用行動研究的方法，初步形成 5A 統計學教學模式，包含五大教學階段：「教師問題敘述(Asking)」、「學生回答問題(Answer)」、「實作作業(Authentic Task)」、「評量(Assessment)」、「應用(Application)」等(如圖一)。本模式以「解決專題問題」貫穿教學的主軸，學期末要求學生分組自行選擇專題製作的題目，並應用統計方法做成專題報告。

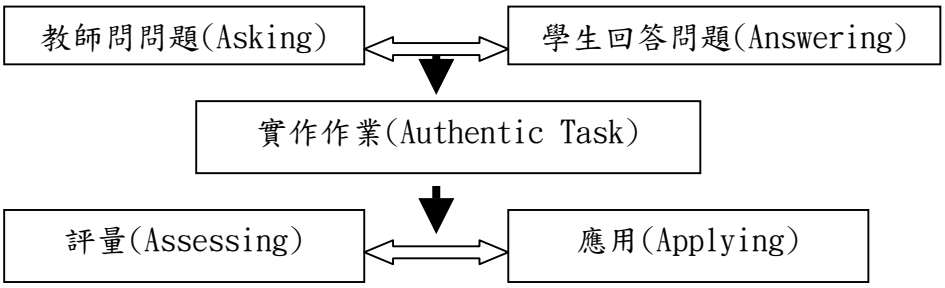


圖 1、5A 統計學教學模式圖

二、提昇學生學習統計學的成效與興趣：依據學生的學期成績(平均成績如下表二)來看，學習成效已有相當的成效；又依據學生對教師的評量情形(含質性與量化，如下表三)來看，學生能夠找回學習統計學的信心，並且已經提升學習興趣。評量情形說明如下：

(一) 成績評量比例：成績評量的比例分配情形：1.平時考試二次的平均占 20%；2.期中期末考試的平均成績占 30%；3.期末專題報告的成績占 30%；4.課堂筆記與作業占 20%。

(二) 命題情形：整學期共考試四次，命題範圍及說明如下表二。

表 2：考試命題說明表

考試名稱	考試時間	考試範圍	命題形式
第一次平時考	第 5 週	單母數與雙母數假設檢定各一題	提供樣本資料，要求完整呈現檢定過程
期中考試	第 9 週	假設檢定與變異數分析各一題	提供樣本資料，要求完整呈現檢定過程
第二次平時考	第 13 週	變異數分析與卡方檢定各一題	提供樣本資料，要求完整呈現檢定過程
專題報告一	第 16 週	專題題目由學生分組自選，運用統計方法獲得問題的答案，上台報告全部過程及本學期的學習心得。	
專題報告二	第 17 週		
期末考試	第 18 週	卡方檢定及回歸分析各一題	提供樣本資料，要求完整呈現檢定過程

(三) 專題報告情形：

觀察學生分組專題報告的情形：1.題材的選擇呈現創意，例如：抽樣同學的頭圍資料來迴歸同學的體重；2.學生重視專題報告，例如：同組同學穿著相同服裝上台報告、報告時做適當的分工；3.專題製作心得成效良好，例如：因為同組同學討論的互動，增進同學感情、釐清統計學的觀念、熟練統計的方法；4.重拾學習的信心，同學說：「我從來數學都沒有及格過！」、「我終於知道什麼叫統計學了！」、「老師，你

把統計學變簡單了！」5.提昇學習的興趣，同學說：「老師的比喻真是貼切、幽默又有趣！」、「我可以自己求出答案！」、「我發現統計學可以應用到日常生活中！」。從以上的分析及整體的觀察，專題報告教學的策略良好。

(四) 課堂上課情形：

關於課堂上課的情形摘要如下：1.教師講解統計學檢定的事件，提示應解決的問題；2.要求學生在解決問題的過程中全程參與實作，及當場完成筆記，必要時下課前收回批閱；3.採用比喻的策略講解檢定過程的意義，並插入統計量意義的討論。發現學生均能努力完成目標，因為同學說：「我們知道要做什麼，就會去做！」，所以在學生的能力基礎上設定能夠達成的教學目標，也是提升學生學習興趣的策略。基於以上各項策略的實施，使學生學習態度明顯改變。

(五) 學生對教師教學的評量：

學期結束後，學校以固定格式的問卷進行學生對自己與對教師的評鑑作業，研究期間的評鑑情形如下表三所示：

評鑑的結果與全校其他教師相比較，位居前百分之 25 的成績(未有更明確的排名)。

三、統計專題教學的其他主張：(一)要求學生勤做筆記：督促學生勤做筆記，除了記載解題歷程之外，更要求記載上課獲得的心得，並回收檢察與登記，創造完全筆記簿；(二)指派作業的要求：指定教科書中的習題，以題型類似者為原則，且每週以二題為原則，可以促進學生相互請教與討論；(三)考題的命題策略：平時考以教科書的習題為命題原則，而期中、期末考的題型與平日教學的範例相似為佳；(四)教學內容的選擇應視學生的基礎而定：讓學生感覺存在達成目標的希望；(五)性別差異：女生統計學的成績比男生高(請參閱表三)，本研究依據上課情形觀察，認為與女生的上課情形比較認真有關，但仍就需進一步探討。

表 3：學生期末成績性別差異 t 考驗表(含學生對教學的評鑑)

	班級 A	班級 B	班級 C	班級 D	班級 E	班級 F	總人數
人數(男)	29	20	17	8	19	5	98
人數(女)	37	48	52	45	52	9	243
平均(男)	78.38	70.7	80.412	64.75	66.0	82	73.837
平均(女)	81.11	81.125	85.577	81.044	78.635	78.333	81.424
標準差(男)	10.133	21.670	12.006	21.124	19.689	13.038	17.164
標準差(女)	10.839	13.003	18.386	15.088	14.214	13.919	14.906
t 值	0.980	2.450**	1.082	2.646**	2.978**	0.472	4.068***
學生對教學的評鑑	4.32 (0.69)	4.28 (0.92)	4.42 (0.59)	4.41 (0.61)	4.29 (0.56)	4.73 (0.51)	左方括弧內為標準差

**p<0.01　　***p<0.005

伍、結論

藉由專題本位學習文獻的探討，形成教學策略的假設：「統計專題教學能有效提升學生學習統計學的成效，及學習興趣。」，據此規劃行動研究可以進行驗證的工作，最終得到正面的結果，並能逐步形成 5A 統計教學模式，是應用於科技大學統計教學有效的模式。

參考資料：

Bland, J.M.(2004). Teaching Statistics to Medical Students using Problem-based Learning: the Australian experience. BMC Medical Education, 4,31.

Fillebrown, S.(1994). Using Projects in an Elementary Statistics Course for Non-Science Majors. ***Journal of Statistics Education,*** v.2, n.2.

Harel, I., & Papert, S. (Eds.). (1991). Constructionism. Norwood, NJ: Ablex. Harris, J. H., & Katz, L. G. (2001). ***Young investigators: The project approach in the early years.*** New York.

Hoaglin, D. C. and Moore, D. S. (eds.) (1992), ***Perspectives on Contemporary Statistics,*** MAA Notes No. 21, Washington, DC: Mathematical Association of America.

Kvam, P.H.& Sokol, J.(2004). Teaching Statistics with Sports Examples. ***Informs Transactions on Education,*** v.5. n.1.

Mackisack, M.& Petocz, P.(2002). Projects for Advanced Undergraduates. ICOTS6, 2002.

NRC(2005). ***How Students Learn: History, Mathematics, and Science in the Classroom .*** The National Academies Press, Washington, D.C..

Prvan, T., Ascione, J.(2005).***Enabling Students to Communicate Statistical Findings.*** IASE / ISI Satellite, 2005:

Rossman, A.J., Chance, B.L.(1999). Teaching the Reasoning of Statistics Inference: A “Top ten list”. ***College Mathematics Journal,*** 30(4), pp. 297-305.

Worthy, J. (2000). Conducting research on topics of student interest. ***Reading Teacher***, 54(3), 298-299.