

課業壓力對高職機械科學生因應策略之關係：以認知評估為中介效果

**The Relationship of Academic Stress and Coping Strategies in the Mechanical Engineering of Vocational Senior High Schools:  
The Mediated of Cognitive Appraisal**

陳清檳、郭姿吟、陳佳姝、張仁家\*

國立彰化師範大學工業教育與技術學系

\*國立臺北科技大學技術及職業教育研究所

Chin-Pin Chen, Tzu-Yin Kuo, Chia-Wen Chen, Jen-Chia Chang\*

National Changhua University of Education Department of Industrial Education and Technology

\*National Taipei University of Technology Institute of Technological and Vocational Education

**摘要**

本研究旨在探討課業壓力和壓力因應策略的關係，並確定認知評估在課業壓力管理模式中的中介效果。為達研究目的，本研究採問卷調查法進行實證研究，並使用自編之課業壓力、認知評估與因應策略等量表進行研究，研究對象係以九十九學年度高職工業類機械科日間部一至三年級學生，共發放問卷 1,850 份，回收 1,719 份，刪除無效問卷 69 份，取得 1,650 份有效問卷，問卷回收率為 92.8%。資料回收後，採結構方程模式 (Structural Equation Model, SEM) 探討變項之間的關係。研究結果證實課業壓力與認知評估、認知評估與因應策略皆有直接效果影響，而課業壓力會透過認知評估對因應策略有部分中介效果。

**關鍵字：**課業壓力、認知評估、因應策略

**Abstract**

The purpose of this study was to explore the cognitive appraisal towards a model of academic stress management among mechanical students in vocational high schools. Through literature review and pre-test, a questionnaire was developed with sufficient reliability and validity. Out of 1,850 issued questionnaires, a total of 1,650 were returned valid, with a return rate of 92.8%. The analyses used were AMOS. The findings were (1) Academic stress and cognitive appraisal towards coping strategies as expressed by students are significantly different; (2) Academic stress towards cognitive appraisal and cognitive appraisal towards coping strategies as expressed by students are significantly different; (3) The effects of academic stress are mediated by cognitive appraisal.

**Keywords:** Academic stress, Cognitive appraisal, Coping strategies

## 壹、前言

青少年在心理發展上從追求安全感的兒童期進入獨立自主的成年期，處於自我認同與自我概念的統整階段，社會發展也開始扮演越來越多的角色（Ashford, Lecroy, & Lortie, 1997）。而許多教育制度的變革原本希望能減輕青少年的課業壓力，但卻使得青少年覺得更加無所適從，而引起青少年不快樂最主要的壓力源，都是來自學校的學習壓力（王蓁蓁，2000；李錫津，1998；林麗玉，2008）。面對父母的期望、自我的期許與學校課業及補習的增多，對青少年形成一股強大的壓力（吳明隆、陳昭彬，1995；林麗華，2002）。也由於心理、生理和社會方面的改變，使得青少年是最有壓力的時期（Wodarski & Harris, 1987）。

過去探討壓力時，多採取刺激取向與反應取向，忽略個體與環境間的互動關係，故Cox（1978）提出互動取向說明壓力是個體對壓力源做認知評估後所產生的主觀感受，壓力可說是個體與環境互動的結果，並不是所有個體在相同的刺激下，都會產生壓力反應（Ivancevich & Mattson, 1980）。而部份研究探討個體面臨壓力時所採用的因應策略，大部分都著重於壓力與因應間的關係，及壓力與評估的探討。Lazarus和Folkman（1984）的壓力因應模式，提到認知評估是一種評估壓力的心理歷程，影響因應策略採用的因素，但是對於在課業壓力中，認知評估的中介角色還尚未被提及，且許多實驗性的研究中發現，當個體對壓力的評估改變，會直接改變其因應反應（Holmes & Houston, 1974； Neufeld, 1976）。在王慧豐（2009）、梁恩慈（2009）、楊靖芸（2009）等人的研究中都證實，當個體依照評估越好的心理經驗，越能以正向積極的態度去面對壓力，因此探討面對課業壓力時心理困擾情形，會透過認知評估對後續因應行為產生部分影響是必要的。

本研究主要目的為探討課業壓力和壓力因應策略的關係，確定認知評估在壓力管理模式的中介效果。當個人感受到壓力刺激而引發一系列生理或心理反應時，若使用不良的因應策略，會造成個體功能上或組織結構上的損害，產生憂鬱、敵意甚至是自殺行為（Price, 1985；吳英璋，1994）。本研究從多方面的壓力源統整出課業壓力來源，經由發展與驗證壓力管理模式之理論，發展出課業壓力管理模式，協助青少年面對課業壓力時，運用認知評估，提升其因應能力，進而增進青少年族群抗壓能力，而青少年族群在校園中遭遇壓力時，通常會尋求教師、護理老師或輔導人員的協助，若教育工作者與相關輔導單位更清楚了解青少年的課業壓力來源、認知評估及課業壓力因應模式，定能彰顯相關人員的角色功能，提供適當與適時的協助，預防青少年採取負面消極的因應方式，而對研究者來說，本研究結果對於過去的壓力人格理論及壓力因應模式，經由實證探討，測試其對課業壓力的適配性，發展出更完備的壓力因應模式與理論架構。

## 貳、理論背景與研究假設

本研究旨在探討課業壓力和壓力因應策略的關係，並確定認知評估在壓力管理模式的中介效果。根據先前文獻，本研究建構出課業壓力管理模式，假設課業壓力與課業壓力因應策略、認知評估與課業壓力因應策略具有直接效果存在，且認知評估對課業壓力及課業壓力因應策略會產生中介效果。

## 一、課業壓力管理模式

針對壓力管理的研究主要有三大模式，一是Hill（1958）提出的ABC-X壓力管理模式，認為當個體在面臨壓力事件時，會將影響個體的內在及外在壓力源（A），依照個體所擁有的優勢或支持力量（B），提出個體對壓力事件的看法或詮釋（C），最後個體選擇採取不同的因應策略（X）以恢復個體原有的身心平衡。

其二為Ellis（1979）所提出A-B-C壓力人格理論，經由實證研究發現，壓力事件（A）的發生將會激化個體的情緒感知（B），而此情緒感知又會增加個體對壓力的知覺，進而影響個體所採取的因應策略（C）。

第三是Lazarus與Folkman（1984）的壓力因應模式，強調認知評估的歷程，即個人主觀知覺會影響其對壓力事件的詮釋，個體將根據認知評估之結果來擇定因應壓力的策略。

本研究主要探討認知評估在高職學生課業壓力管理模式中之作用，認知評估為學生心理困擾程度的知覺感測，因應策略為學生採取因應課業壓力之方式，探討以Hill（1958）的壓力管理模式為基礎，採用Ellis（1979）人格理論中個體對壓力事件詮釋的想法與觀點，以及Lazarus與Folkman（1984）壓力因應模式的認知評估構面，以「課業壓力」、「認知評估」與「課業壓力因應策略」三個變項合併成為本研究所指稱之「課業壓力管理模式」。

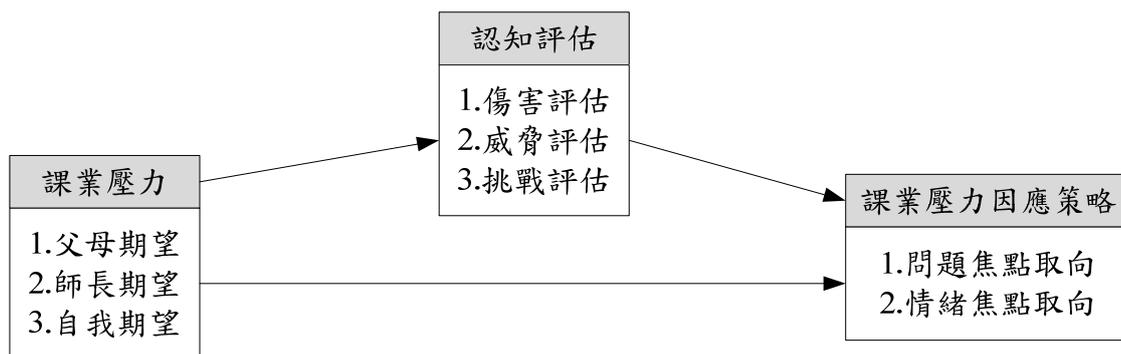


圖 1 研究架構圖

## 二、課業壓力因應策略

Lazarus & Folkman（1984）認為因應是個體面臨壓力時的反應，以及和環境互動過程中不斷評價、再評價，並調整認知和行為，以有效管理內外超過個人資源及負荷的要求，進而減緩壓力。而不同人格因素對壓力來源及因應方式亦有所不同（Kivimaki,1997；Vollrath,2001）。Gerrig & Zimbardo（2005）根據因應目標提出兩種壓力因應策略，一是問題焦點取向，當個體面對壓力情境時，會整合各項資源進行問題解決。其二是情緒焦點取向，個體會藉由情緒上的紓解，減輕心理的不適感，而非針對壓力事件進行處理（Folkman et al.,1986；黃惠惠，2002；陳珮娥、湯玉英，2005；王春展、潘婉瑜，2006）。個體會以自己的方式來調適因壓力出現所帶來的焦慮與不安，由於個體因應的壓力來源不同，便會有不同的因應策略。

## 三、課業壓力

壓力是指個體面對外在環境要求和環境變化時，在生理或心理上感受到威脅的緊張狀態，使人在情緒上產生不愉快的感受（張春興，2009）。而學生所感受到的壓力，大部分來自

於學校，包括個人自我期許及學校中同儕關係、家長及師長期望 (D'Aurora & Fimian,1988)。在面對課業壓力的情況中，學生因為自我期許過高或信心不足，而感受到課業壓力與挫折感，產生逃避想法 (Kaplan et al.,2005)。而家長在教導孩子學習過程中，則多責備少鼓勵，常拿子女成績與他人比較，子女便感受到過度的家長壓力 (劉寶，2003； Burnett & Fanshawe,1997)。最後，教師對於學生在課業學習及生活事務學習上都有極大影響力，當彼此互動不良，教與學需要磨合時，學生便會知覺到來自教師方面的壓力 (周巧芳，2005；Kaplan et al.,2005)。林峰聖 (2009) 針對國中生課業壓力及學習成就之相關研究中，將課業壓力定義為學生在學校課業學習上，因父母期望、師長期望與自我期許過高，而自己的課業成績無法表現符合他人與自身之期望時，所產生的心理壓力，故本研究以「父母期望」、「師長期望」及「自我期望」三個構面代表學生所感受到的課業壓力來源。

根據 Finn (1972) 對期望的定義，個體對他人或自己所形成的意識或潛意識評價，所導致個體視該評價為標準，期許自己的言行表現必須與他人及自身期望呈現一致的態度。當他人與自我對課業成績的期望越高，個體所感知到的壓力程度亦相對較高 (Rebecca & Vivien,2006)。且 Lazarus 與 Folkman (1984) 認為因應是個體面臨壓力時的反應，以及和環境互動過程中不斷評價、再評價，並調整認知和行為，以有效管理內外超過個人資源及負荷的要求，進而減緩壓力。而個體面臨不同來源與不同類型的壓力時，其情緒與行為反應也會有所不同 (Dunkel-Schetter,DeLongis & Gruen,1986)。故本研究推論課業壓力對課業壓力因應策略具有直接效果存在，因此研究假設為：

**H1.**課業壓力對課業壓力因應策略具有直接效果。

#### 四、課業壓力與認知評估

心理學家Ellis於1980年代提出情緒治療法，強調認知的重要性，他認為壓力及不好的情緒之所以產生，端賴於個體對壓力事件的解讀或想法所造成。Lazarus與Folkman (1984) 也認為壓力是一種個體與環境互動之後的結果，當評估此一關係對其所造成負荷，不是個體的內部資源所能應付，且危及個人福祉、身心健康，主張個體必須將認知、經驗與外在環境不斷地互動才能達到平衡，特別強調個體對壓力的認知評估會影響壓力的產生與否。而個體對於構成壓力的刺激情境，會由於個體對壓力的認知不同而有不同考量，進而產生殊異的因應方式 (Folkman, Lazarus, Greun,& DeLongis,1986；Lazarus & DeLongis,1983；Lazarus & Folkman,1984；Maureen,et al.,2011)。故本研究推論課業壓力對認知評估具有直接效果存在，因此研究假設為：

**H2.**課業壓力對認知評估具有直接效果。

#### 五、認知評估與課業壓力因應策略

Lazarus和Folkman (1984) 的壓力因應模式中提出個人因素與情境因素會影響個體的認知評估，且個體會依認知評估採取因應策略。認知評估對於因應策略而言，是一項重要的決定因素，即認知評估與許多因應策略的向度確實具有顯著相關存在 (Carver & Scheier, 1994；Ptacek, Smith & Dodge, 1994；Stone & Neale, 1984)。而個體在一個自覺可以控制的情境中，通常會採取問題焦點因應策略，在自覺無法控制的情境中，則使用較多的情緒焦點因應策略 (林頡翔、李思賢、范巧逸，2009；Moos,1984；Lerman,& Glanz,1997)。故因應策略經常發生於認知評估後，當個體發現對具有傷害性、威脅性、挑戰性的環境狀況易於改變時，便會

選擇問題焦點因應策略，針對問題尋找解決辦法；而當個體發現無法改變時，則會企圖減少壓力的衝擊、處理情緒上的痛苦，選擇情緒焦點因應策略（王慧豐，2009），當個體對壓力的評估改變時，會直接改變其因應策略（Holmes & Houston, 1974； Neufeld, 1976）。故本研究推論認知評估對課業壓力因應策略具有直接效果存在，因此研究假設為：

**H3.** 認知評估對課業壓力因應策略具有直接效果。

## 六、認知評估的中介效果

據Ellis（1979）提出的壓力人格理論，發現當壓力事件發生時，該事件本身是客觀的，並不能直接引發情緒，唯有個體對事件的主觀詮釋才是產生情緒的主要因素。Folkman與Lazarus（1984,1985）所提出的壓力理論，視壓力因應為一種不斷的在認知上改變或行為上努力的過程，主張壓力與因應皆是認知評估後的結果。認知評估是一種評估壓力的心理歷程，且對個體後續採用的因應策略將造成影響。個體會透過認知評估歷程，主動詮釋壓力事件對其影響，在心理層面判斷此壓力對自身的威脅性，再決定如何因應（徐儷瑜，2007；賴文璇，2007，Elisa & Karen,2008；Thomas,Marija & Norman, 2009）。而當個體面臨壓力事件時，會以壓力情境所造成的傷害作為心理評估的基礎，對此壓力事件產生初級知覺，包括：傷害評估、威脅評估及挑戰評估三種類型（Andrea & Anne, 2001； Lazarus,1993； Nicolas, et al., 2009； Tracy & Andrew, 2006）。

在課業壓力管理模式中，傷害評估指的是當個體面臨壓力事件時，對個體造成傷害，如權益被剝奪、疾病纏身等，將會引發個體的憤怒、厭惡、失望與消極難過等情緒。威脅評估則是傷害尚未發生，但個體預期傷害可能發生，並且此傷害發生與否都將造成個體在心理層面產生恐懼、焦慮與傷心情緒（Andrea & Anne, 2001； Lazarus,1993； Nicolas, et al. ,2009； Tracey & Andrew, 2006）。最後，挑戰評估指的是，當自己可以面對逆境，甚至將壓力事件視為一種挑戰，預想自己將能善用既有資源與人際網絡之支持系統，來降低壓力對自身造成的傷害、減少威脅，進而促進自身解決問題的能力（Nicolas, et al., 2009），當其對壓力源的評估越正向，越能積極正向的面對問題，則心理層面的困擾情形也會越少（李俊青，2007；楊荏婷，2008；王慧豐，2009；梁恩慈，2009）。這也意指在青少年面臨課業壓力時，認知評估的三個面向及兩種課業壓力因應策略間，分別具有中介效果存在，根據以上理由，故本研究假設為：

**H4.** 課業壓力會透過認知評估對課業壓力因應策略產生影響。

## 參、研究方法

### 一、研究對象

本研究架構的資料是從2011年4月至2011年6月間，採叢集抽樣方式，先算出樣本在母群中之比例，再依比例隨機抽取出北部2所、中部8所，南部4所，東部1所，共計15所學校之國立高職機械科日間部一至三年級學生作為受試對象，採紙本寄發問卷方式進行。

受試者會被問及他人對自己的課業期望情形、面臨課業成績低落的情形時的心理困擾狀態及用來因應課業壓力之策略的問題，針對每個問題，受試者都被要求選擇最適合的敘述，有效問卷共計1650份，受試者的背景分析結果如表1所示。

表1 正式樣本背景資料

背景變項	變項名稱	人數	百分比 (%)
性別	男	1,598	96.8
	女	52	3.1
年級	一	541	32.8
	二	585	35.4
	三	524	31.7
學校地區	北部	237	14.4
	中部	899	54.5
	南部	412	24.0
	東部	102	6.2
成績排名	前10%	354	21.4
	前25%	422	25.6
	前50%	411	24.9
	後50%	463	28.0
父母 教育程度	國中(含)以下	262	15.9
	高中(職)	881	53.4
父母職業	專科	273	16.5
	大學	170	10.3
	研究所(含)以上	64	3.9
	專業、主管人員	293	17.7
每月 家庭總收入	半專業人員	152	9.2
	事務性工作人員	263	15.9
	技術、半技術工 與服務人員	746	45.2
	農民與非技術工	196	11.9
每月 家庭總收入	每月五萬(含)以下	761	46.1
	每月五萬零一至十萬(含)	691	41.9
	每月十萬零一至二十萬(含)	140	8.5
	每月二十萬零一以上	58	3.5

## 二、信度與效度分析

選擇測量的題項須涵蓋欲測量之議題及概念，才具有內容效度 (Ranjit & Kumar, 2000)，故本研究的題項主要是採用先前的研究，「課業壓力量表」係參考Rebecca & Vivien (2006) 針對亞洲中等學校的學生所發展出來的「課業期望壓力量表 (AESI)」、洪文婷 (2009) 設計的「大學生知覺父母期望量表」、以及張雨子 (2007) 參考相關資料編製而成之「教師期望量表」。「認知評估量表」係以紀怡如 (2002) 針對國中生依附關係、壓力知覺與因應策略之相關研究中，參酌相關研究結果編製而成之「認知評估量表」，以及楊靖芸 (2009) 編製之「社交情境認知評估量表」。「因應策略量表」係參考Ward, Raymond & Verena (2000) 針對大學生

的學習動機、學習表現、課業壓力與因應之關係所編擬之“SCOPE scale”，以及Jennifer, Bruce, Martha, Alexandra & Heidi (2000)以青春學生為研究對象所發展之“Stress Questionnaire Scales”，並依據本研究之目的修訂，再進行專家效度審查而成。本研究對各題項使用李克特式量表（從1到5），代表完全不同意到完全同意。

本研究為瞭解問卷的效能，對新北市、南投縣與高雄市各一所，共計三所學校之機械科日間部一至三年級學生進行小規模的預試，共發出345份問卷，回收330份問卷，回收率達96%，完成後進行輸入電腦建檔，以SPSS18.0 FOR WINDOWS版的套裝軟體進行項目分析、信度分析，以及利用AMOS17.0版軟體進行驗證性因素分析。本研究經項目分析與因素分析後，將不適切的題項予以修正或刪除後，在「課業壓力」下「父母期望」、「師長期望」與「自我期望」之組和信度與平均變異抽取量分別為.7756、.7890、.8562及.4688、.4945、.5991；在「認知評估」下「傷害評估」、「威脅評估」與「挑戰評估」之組和信度與平均變異抽取量分別為.8520、.7139、.7822及.5933、.4549、.5647；而「因應策略」中「問題焦點」與「情緒焦點」之值分別為.8612、.5629及.5611、.3122，其觀察變數全數皆超過.50，且於t檢定時顯著，而組和信度及平均變異抽取量，多數亦大於.60及.50，表示觀察變項其能有效反應其潛在變項的特質，故整體而言，此三量表模式之聚斂效度尚可。

為求量表具有良好之內部一致性，本研究採Cronbach's alpha係數法，並依據Hair et al. (2006)提出之理論，認為Cronbach's alpha係數值應在.70以上方具有可靠性。將刪題後所剩之題項進行分量表與總量表之內部一致性信度分析，顯示「課業壓力」、「認知評估」及「因應策略」等變項的Cronbach's  $\alpha$ 值分別為.894、.810及.858，皆大於.70以上，表示具有良好信度。

## 肆、結果分析與討論

利用問卷調查所收集到的資料進行統計分析，首先對資料特性分析的部分，進行描述性統計分析，採用SPSS (Statistical Package for the Social Science) 18.0版本統計套裝軟體，以說明各聚合變數的平均數、標準差等分布情形，並進行常態性檢定與共同方法變異的分析。而在自變項、中介變項與依變項的關係分析上，將運用結構方程模式 (Structural Equation Model, 以下簡稱SEM) 分析，分析策略係運用模式生成策略 (Chin & Todd, 1995; Ting & Yu, 2010; Yu, Lu & Liu, 2010)，首先分別檢視課業壓力、認知評估與因應策略等主要效果的影響，再進一步檢視認知評估是否有中介課業壓力與因應策略之間的關係，最後以統合模式檢視整體之理論架構。

### 一、測量模型

測量模式之偏態及峰度摘要如表 2 所示，各量表觀察變項的偏態值介於-.190 到-.725 之間，峰度值則介於.318 到-.239 之間，依據 Kline (1998) 的意見，偏態絕對值均小於 3，峰度絕對值均小於 10，即可視為常態資料，顯示受試者在各題目反應的集中與分散趨勢頗為一致，並無特殊偏離值，顯示觀察變項之態勢與峰度對使用常態分配的估計法影響不大。

表2 各研究變項與構面之平均數與摘要

項目	平均數	標準差	偏態	峰度
課業壓力				
1 父母期望	13.318	3.307	-.411	.096
2 師長期望	14.344	3.688	-.725	.116
3 自我期望	13.984	3.480	-.626	.163
認知評估				
1 傷害評估	12.971	3.054	-.190	.008
2 威脅評估	10.108	2.397	-.260	.318
3 挑戰評估	9.739	3.039	-.301	-.239
因應策略				
1 問題焦點	17.591	4.368	-.474	.194
2 情緒焦點	10.166	2.620	-.234	.116

然而本研究已於預試樣本進行驗證性因素分析，因此在正式樣本分析部分，便直接進行正式樣本之整體題項的驗證性因素分析。在整體模式之內在品質，各潛在變項的因素負荷量介於.518~.883之間，因素負荷量皆大於.50（指標信度良好之標準），建構信度皆高於.60（建構信度良好之標準），故各潛在變項的觀察變項之解釋變異量非常理想。平均變異抽取量為.418~.665之間，除了自我期望與威脅評估小於.50之外，其餘的值皆高於判別標準之臨界值.50，故在整體模式下，觀察變項依舊能有效反應其潛在變項的特質，即聚斂效度良好，結果如表3所示。

表3 正式樣本量表所有觀察變項與潛在變項之信度與平均變異數抽取量表

潛在變項	觀察變項	因素負荷量	R <sup>2</sup>	建構信度	平均變異抽取量
家長期望	1	.832	.693	.810	.524
	2	.826	.682		
	3	.518	.268		
	4	.670	.449		
	5	.755	.569		
師長期望	6	.772	.596	.833	.556
	7	.690	.477		
	8	.773	.597		
	9	.839	.704		
自我期望	10	.742	.551	.786	.485
	11	.551	.304		
	12	.620	.384		

表3 正式樣本量表所有觀察變項與潛在變項之信度與平均變異數抽取量表

潛在變項	觀察變項	因素負荷量	R <sup>2</sup>	建構信度	平均變異抽取量
傷害評估	1	.766	.587	.870	.628
	2	.852	.726		
	3	.859	.738		
	4	.680	.462		
威脅評估	5	.660	.436	.683	.418
	6	.638	.407		
	7	.642	.412		
挑戰評估	8	.725	.526	.855	.665
	9	.865	.748		
	10	.849	.721		
問題焦點因應	1	.728	.530	.895	.633
	2	.783	.613		
	3	.697	.485		
	4	.873	.762		
情緒焦點因應	5	.883	.779	.775	.540
	6	.591	.349		
	7	.860	.739		
	8	.731	.534		

表4 正式樣本區辨效度表

研究變項	1	2	3	4	5	6	7	8
課業壓力								
1 父母期望	.524							
2 師長期望	.40	.556						
3 自我期望	.44	.64	.485					
認知評估								
4 傷害評估	.18	.21	.25	.628				
5 脅評估	.09	.06	.09	.37	.418			
6 挑戰評估	.18	.33	.30	.11	.01	.665		
因應策略								
7 問題焦點	.17	.28	.29	.10	.34	.06	.633	
8 情緒焦點	.14	.21	.20	.09	.26	.04	.59	.540

表4中，將正式樣本各量表的驗證性因素分析之平均變異抽取量填入此表，發現有部分構面與構面間之相關較高，Fornell與Larcker (1981) 提議檢查各構念內的AVE是否大於各構念間的決定係數，以檢驗區辨效度。假如構念間的決定係數 (R<sup>2</sup>) (i.e., 共同分享變異量) 小於個別構念的AVE (扣除獨特誤差的變異量)，即顯示出個別構念內部的相關大於個別構念間之

決定係數（較嚴苛）或相關係數，構念間就具有區辨性，即區辨效度良好。

## 二、結構模型

該結構模型包括非標準化參數、標準誤、t值、 $R^2$ 及標準化參數值，統計結果如下。表5顯示，課業壓力對因應策略具有直接效果，其係數為.623， $R^2$ 為.388，表示課業壓力可以解釋認知評估達38.8%的變異量，且課業壓力對認知評估之t值為21.349，表示課業壓力對因應策略之直接效果達顯著，因此，支持H1。

此結果顯示課業壓力對因應策略具有正向且直接的影響力，顯示課業壓力程度愈高，其採用因應策略的方式將愈趨向以問題解決為策略之因應方式，而當學生對自己的課業成績表現抱持著愈高度的期望時，其所知覺到的壓力程度亦相對較高。除此之外，在適度的自我期望壓力之下，有助於學生在課業成績表現的提升（Akbar, Ashutosh & Abid, 2008）。

課業壓力對認知評估具有直接效果，其係數為.702， $R^2$ 為.493，表示課業壓力可以解釋認知評估達49.3%的變異量，且課業壓力對認知評估之t值為25.151，表示課業壓力對認知評估之直接效果達顯著，正因為如此，H2獲得支持，如表6所示。

此結果證實課業壓力對認知評估具有直接效果，表示當青少年因他人與自身期望產生課業壓力知覺時，其所感知到的壓力程度將促使其心理評估依據自身之信念與價值觀產生不同的詮釋，其中以「自我期望」解釋「課業壓力」為最大部分（.92），「認知評估」部分，則以「傷害評估」（.84）為最大解釋量，即在承受著課業壓力時，青少年的認知評估會知覺因其而受到傷害的情緒困擾反應最為常見，當青少年無法達成自我要求卻容易使學生在心理方面產生受傷的感覺，進而影響其各方面的學習表現（Akbar, Ashutosh & Abid, 2008； Mahbobeh, Noriah & Amla, 2010； Maureen, Liliana, Anna, Anika, & Alissa, 2011； Thomas, Marija & Norman, 2009）。

表7顯示，認知評估對因應策略具有直接效果，其係數為.369， $R^2$ 為.136，表示課業壓力可以解釋認知評估達13.6%的變異量，且課業壓力對認知評估之t值為12.655，表示課業壓力對認知評估之直接效果達顯著，H3獲得支持。

經結構方程式分析顯示，以「傷害評估」解釋「認知評估」為最大部分（.85），「因應策略」部分，則以「問題焦點因應」（.93）為最大解釋量。當學生面臨課業壓力時，其對壓力事件的認知評估將會影響其選擇因應策略，由於課業成績低落，學生會感覺受到傷害的反應，為較普遍的心理困擾現象，而會覺得自己有信心能解決課業壓力困境的認知評估，則高於因課業壓力而感到威脅、進而害怕受到懲處的評估結果（Maureen, Liliana, Anna, Anika, & Alissa, 2011； Thomas, Marija & Norman, 2009），也就是說當個體對壓力的評估改變時，會直接改變其因應反應（Holmes & Houston, 1974； Neufeld, 1976）。

表5 課業壓力對因應策略直接效果模式參數估計摘要表

參數	非標準化參數	標準誤	t值	$R^2$	標準化參數值
父母期望	.738	.022	33.844***	.522	.878
師長期望	1.000	--	--	.771	.722
自我期望	.978	.022	44.923***	.828	.910
問題焦點因應	1.965	.065	30.315***	.909	.953

情緒焦點因應	1.000	--	--	.655	.809
課業壓力→因應策略	.408	.019	21.349***	.388	.623

\*\*\*p&lt;0.001

表6 課業壓力對認知評估直接效果模式參數估計摘要表

參數	非標準化參數	標準誤	t值	R <sup>2</sup>	標準化參數值
父母期望	.753	.022	34.296***	.532	.729
師長期望	1.000	--	--	.754	.869
自我期望	.995	.022	46.163***	.838	.916
傷害評估	1.074	.032	33.379***	.706	.840
威脅評估	.691	.026	26.151***	.474	.689
挑戰評估	1.000	--	--	.618	.786
課業壓力→認知評估	.524	.021	25.151***	.493	.702

\*\*\*p&lt;0.001

表7 認知評估對因應策略直接效果模式參數估計摘要表

參數	非標準化參數	標準誤	t值	R <sup>2</sup>	標準化參數值
傷害評估	1.000	--	--	.773	.879
威脅評估	.572	.024	24.233***	.411	.641
挑戰評估	.886	.033	26.952***	.613	.783
情緒焦點因應	1.000	--	--	.675	.821
問題焦點因應	1.906	.059	32.191***	.882	.939
認知評估→因應策略	.296	.023	12.655***	.136	.369

\*\*\*p&lt;0.001

由圖2及表8可得知，課業壓力透過認知評估對因應策略產生的間接影響，卻未達顯著水準（課業壓力→認知評估=.70；認知評估→因應策略=.01），其間接效果數值為.009，表示課業壓力透過認知評估影響因應策略的中介作用，係屬於部分中介的結果。本模式對因應策略的效果，大部分為課業壓力所解釋。故本模式並非完全中介模式，即課業壓力透過認知評估影響因應策略的中介作用，係屬於部分中介的結果。

如同預期，在課業壓力管理模式中，發現學生在面臨課業壓力時，由於課業成績低落而感覺受傷害的情緒反應，其決定採取針對問題進行解決的方式，係一課業壓力透過認知評估對因應策略產生影響的歷程，具有部分中介的效果（Carrie & Scott, 2011； Maureen, Liliana, Anna, Anika, & Alissa, 2011； Rebecca, Lionel, Christophe, Julien-Daniel & Serban, 2009； Ruby, Christy, Celeste & Janine, 2009），即在課業壓力管理模式中，學生對課業壓力的認知評估愈傾向有自信處理，則能減少課業壓力帶來的傷害與威脅，其所採取的因應策略亦將趨向於針對問題設法加以解決，而非以轉移目標或消極逃避的方式因應（Nicolas et al., 2009）。

表8 認知評估中介效果模式參數估計摘要表

參數	非標準化參數	標準誤	t值	R <sup>2</sup>	標準化參數值
自我期望	1.000	--	--	.837	.915
父母期望	.757	.021	35.509***	.531	.729
師長期望	1.008	.021	47.497***	.757	.870
傷害評估	1.000	--	--	.695	.834
威脅評估	.649	.024	27.191***	.475	.689
挑戰評估	.945	.028	33.652***	.627	.792
問題焦點因應	1.000	--	--	.892	.945
情緒焦點因應	.516	.014	36.128***	.650	.806
課業壓力→認知評估	.563	.021	27.365***	--	.704
課業壓力→因應策略	.724	.045	16.096***	--	.572
認知評估→因應策略	.021	.058	.354	--	.013

\*\*\*p<0.001

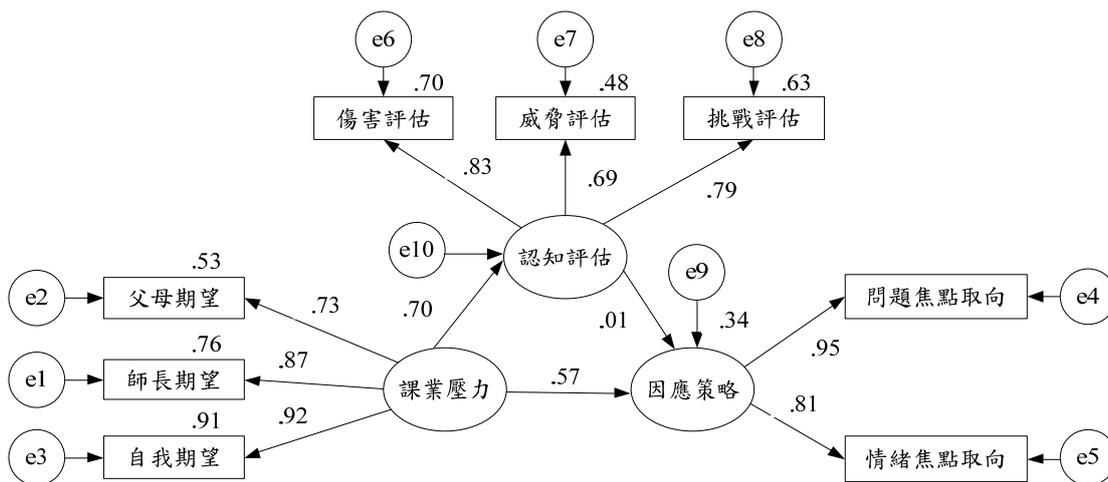


圖2 認知評估中介效果圖

## 伍、結論與建議

### 一、結論

研究結果發現在課業壓力及認知評估構面皆與因應策略具有直接效果存在，此點與過去文獻所述相同，驗證了Lazarus和Folkman (1984) 所提出的壓力管理模式之理論，且本研究也發展出課業壓力管理模式與適配的架構，該結果為壓力研究中的一個新發現。其中課業壓力對因應策略具有正向且直接的影響力，顯示對就學時期的青少年而言，給予適度的期望能影響其有良好的學習結果，若能夠達成此一目標，除了不致辜負重要他人的期望，青少年自己亦能因為良好的表現而達成預期中的目標( Grace, Yeung, & Daniel, 2010; Mahbobeh, Noriah,

& Amla, 2010; Rebecca, Vivien, & O.Randall, 2007; Vivien, See, Rebecca & Har, 2008)。而學校的老師或家中父母是此階段不可或缺的重要他人，應使其在各方面有更廣泛的表現與學習，避免給予過度的期望壓力。

而有關課業壓力對認知評估有顯著的結果，證實課業壓力是學生面對刺激事件時經由認知判斷所產生的，學生的認知評估便成為該事件是否構成壓力的關鍵因素（賴文璇，2007），因此，家長與師長都應該了解青少年的課業壓力刺激會對主觀認知感受有直接影響，當我們期待學生課業表現愈好，便會促使其做出不同認知詮釋，課業壓力的程度就會愈大。Collins和Onwuegbuzie（2003）指出可多鼓勵學生正向思考，或接受認知評估相關的訓練，當青少年能夠依自己的能力做出正確評估，對於課業壓力的感受就會變輕且較不受其影響。

認知評估對課業壓力因應策略具有直接效果存在，Karademas和Kalantzi-Azizi（2004）也指出認知評估可被視為學生選擇課業壓力因應策略的主要原因，因此，青少年輔導者及學生本身應該了解當自己對壓力的評估改變時，便會直接改變其後續的因應策略（Holmes&Houston,1974； Neufeld,1976）。若能知覺自己認知評估的方式，便能有效控制課業壓力因應的策略。

另一方面，本研究發現認知評估對課業壓力與課業壓力因應策略具有部分中介效果，即課業壓力會透過認知評估部份影響課業壓力因應策略的強度更會中介其中增加或降低二者關係強度（Valentiner, Holahan, & Moos,1994），也就是說當學生在面對課業壓力時，便促使其評估自己所受傷害，進而採取不同的因應策略以之應對，因此，根據本研究結果，教育工作者與相關輔導單位，應該培養學生自我覺察能力，鼓勵其以積極正面的態度來評估課業壓力，似乎是能提昇採取正確的因應策略的較佳策略。

過去研究較專注於個體面臨壓力時所採用的因應策略，討論壓力、評估與因應之間的關係，本研究則著重探討課業壓力管理模式、課業壓力和壓力因應策略的關係，以及在此模式中，課業壓力與因應策略之關係，且確定認知評估在課業壓力管理模式中的中介效果。上述結果與過去學者研究壓力因應模式文獻有些許不同，有助於發展出更完備的壓力因應模式與理論架構。

## 二、建議

根據本研究結論，茲提出下列建議，以作為教育實務與後續研究幾點相關建議，首先，本研究取樣自臺灣高職機械科學生，基於不同的性別與國情差異，討論出的結果與建議可推論至台灣青少年學生族群，因此未來研究需要能夠將本研究之樣本擴大至更多不同科系學生及國家，使其結果能夠推論到更完整的青少年族群。

其二，本研究的模型並未囊括所有課業壓力因應模式的潛在決定因素，因此，未來研究可再尋找能夠建構課業壓力模式的其他決定因素，包括學生人格特質、父母與教師的管教方式等，可檢視這些因素與課業壓力和認知評估如何互動而影響因應策略。

最後，本研究以問卷調查法為主，研究工具雖有良好信度與效度，但因採用自陳式的問卷量表，受訪者在填答問卷時，可能會受到心理防衛或無法明白題意的內容，而影響結果，若能增加訪談、實地觀察、他人評估等質性研究方法，以補充量化研究之不足，亦可加入時間因素，將研究期間拉長進行縱貫研究，應可獲得更嚴謹之結果。

## 參考文獻

- 王春展、潘婉瑜 (2006)。大學生的生活壓力與其因應策略。**嘉南學報**，**32**，469-483。
- 王慧豐 (2009)。國小高年級不同背景學童抗逆能力、因應策略與其學習適應表現關係之研究 (博士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號097NCYU5576020)
- 王齡竟、陳毓文 (2010)。家庭衝突、社會支持與青少年憂鬱情緒：檢視同儕、專業與家外成人支持的緩衝作用。**中華心理衛生學刊**，**23**，65-97。
- 吳明隆 (2007)。**結構方程模式—AMOS的操作與運用**。臺北：五南。
- 吳麗娟、陳淑芬 (2006)。國中生獨處能力與主觀生活壓力、身心健康之關係研究。**教育心理學報**，**38** (2)，85-104。
- 李金治、陳政友 (2004)。國立臺灣師範大學四年級學生生活壓力、因應方式、社會支持與其身心健康之相關研究。**學校衛生**，**44**，1-31。
- 李錫津 (1998)。學生學習挫折年齡漸降。**教育資料文摘**，**37** (4)，42-43。
- 汪美玲、李灝銘 (2010)。學校相關壓力對國中生學業成就之影響：內控信念之調節角色。**中華心理衛生學刊**，**23** (1)，1-33。
- 林英明 (2008)。**技專校院學生的課業壓力、壓力反應與壓力因應方式之相關研究** (博士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號096NCUE5037097)
- 林淑惠、黃韞臻 (2008)。研究生之生活壓力與因應策略現況分析。**臺中教育大學學報**，**22** (2)，61-84。
- 林麗玉 (2008)。**青少年煩惱多自殺死亡數增**。中廣新聞網，2008年07月10日，取自 <http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/080709/1/12uye.html>。
- 洪文婷 (2009)。**大學生知覺父母期望、完美主義傾向與生涯定向之相關研究** (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號097NCYU5464010)
- 張春興 (2009)。**現代心理學**。臺北：東華。
- 梁恩慈 (2009)。**大學生之社會支持、情緒調節與生活壓力之相關研究** (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號097TMTC5328014)
- 陳珮娥、湯玉英 (2005)。因應之概念分析。**護理雜誌**，**52** (2)，61-66。
- 馮觀富 (2005)。**情緒心理學**。臺北：心理出版社。
- 黃清如 (2000)。**大學運動員的目標取向、自覺能力與認知評估對競賽壓力因應策略的影響** (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號088NCPES567021)
- 黃惠惠 (2002)。**情緒與壓力管理**。臺北：張老師。
- 黃寶園、林世華 (2007)。人格特質與社會支持對壓力反應歷程影響之研究：結合統合分析與結構方程模式二計量方法。**教育心理學報**，**39** (2)，263-294。
- 楊靖芸 (2009)。**探討經驗逃避、認知評估、反芻式思考、後設認知覺察與社交焦慮的關聯** (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號097FJU00071006)
- 劉玉華 (2004)。**以全人教育觀來看大學生壓力源及壓力因應之模式**。**實踐通識論叢**，**2**，66-88。
- 賴文璇 (2007)。**中學運動員之社會支持、能力知覺與競賽壓力因應歷程中認知評估與因應策略的關係研究** (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。(系統編號095NTPTC567032)
- 賴文璇、黃英哲 (2008)。認知評估之中介效應在社會支持與能力知覺對競賽壓力因應策略的影響。**臺灣運動心理學報**，**12**，1-24。
- Akbar Hussain, Ashutosh Kumar and Abid Husain.(2008). Academic Stress and Adjustment

- Among High School Students. *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology*, 34, 70-73.
- Andrea, L. D., & Anne, L. C. (2001). Stress, self-efficacy, social support, and coping strategies in university students. *Canadian Journal of Counselling*, 35(3), 208-220.
- Carrie Sougnez, Scott L. Carter.(2011). The genomic complexity of primary human prostate cancer. *Nature International Weekly Journal of Science*, 470,214–220.
- Carver, C. S., Scheier, M. E., & Weintraub, J. K. (1989). Assessing coping strategies: A theoretically based approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56, 267-283.
- Collins, K. M. T.,& Onwuegbuzie, A. J. (2003). Study coping and examination taking coping strategies: The role of learning modalities among female graduate students. *Personality and Individual Difference*, 35(5),1021-1032.
- Cox,T. (1978). *Stress*. Baltimore: The University Park Press.
- D'Aurora, D. L., & Fimian, M. J. (1988). Dimensions of life and school stress experienced by young people. *Psychology in the School*, 44-53.
- Elisa, K., & Karen, D. R. (2008). Life Stress and the Accuracy of Cognitive Appraisals in Depressed Youth. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 37(2), 376-385.
- Ellis, A. (1994). *Reason and emotion in psycho therapy: A comprehensive method of treating human disturb ances revised and updated*. Secaucus, NJ: Carol Publishing Group.
- Erikson, E. H. (1968). *Identity: Youth and crisis*. New York: Norton.
- Finn, J. D. (1972). *Expectations and the educational environment*. *Review of Educational Research*, 42(3),398-410.
- Folkman, S., Lazarus, R. S., Dunkel-Schetter, C., DeLongis, A. & Gruen, R. J. (1986). Dynamics of a stressful encounter: Cognitive appraisal, coping, and encounter outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 992-1003.
- Gerrig, R. J. & Zimbardo, P. G.(2005). *Psychology and life (17th ed.)*. Boston: Allyn and Bacon.
- Grace S. M. Leung, K. C. Yeung, Daniel F. K. Wong.(2010). Academic Stressors and Anxiety in Children: The Role of Paternal Support. *Journal of Child and Family Studies*, 19(1), 90-100.
- Holmes, D. S., & Houston, B. K. (1974). Effectiveness of situational definition and effective is melatonin coping with stress.. *Journal of Personality and Social Psychology*, 29, 212-218.
- Hudek-Kenzevic, J.,& Kardum, I. (1996). A model of coping with conflicts between occupational and family roles: Structural analysis. *Personality and Individual Differences*, 21(3), 255-372.
- Ivancevich, J. M., & Matteson, M. T. (1980). Optimizing human resources: Organizational dynamics. *Journal of Human Research*, 19(3), 5-25.
- Jennifer, K. C., Bruce, E. C., Martha, E. W., Alexandra, H. T., & Heidi, S. (2000). Responses to stress in adolescence : Measurement of coping and involuntary stress responses. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68(6), 976-992.
- Joe, D. W. (2009). The abc-x model of family stress in the book of philippians. *Journal of Psychology and Theology*, 37(3), 155-162.
- Juan, Y., Shuqiao, Y., Xiongzhao, Z., Chenchen, Z., Yu, L., John, R.Z., Petra, G. E., & Chad, M. (2010). The impact of stress on depressive symptoms is moderated by social support in

- Chinese adolescents with subthreshold depression: A multi-wave longitudinal study. *Journal of Affective Disorders*, 127, 113-121.
- Kaplan, D. S., Liu, R. X., & Kaplan, H. B. (2005). School related stress in early adolescence and academic performance three years later: The conditional influence of self expectations. *Social Psychology of Education*, 8, 3-17.
- Karademas, E. C., & Kalantzi-Azizi, A. (2004). The stress process, self-efficacy expectations, and psychological health. *Personality and Individual Differences*, 37(5), 1033-1043.
- Kathleen, M. O., Josh, A. A., & Andrea, M. M. (2010). The prospect of negotiating: Stress, cognitive appraisal, and performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46, 729-735.
- Lazarus, R. S. (1993). *Coping theory and research: Past, present, and future*. *Psychosomatic Medicine*, 55, 234-347.
- Lazarus, R. S. (1993). From psychological stress to the emotional: A history of changing outlooks. *Annual Review of Psychology*, 44, 1-21.
- Lazarus, R. S., & Cohen, J. B., (1977). Environmental stress. In I. Altman and J. F. Wohlwill (Eds.). *Human behavior and the environment : Current theory and research*. New York : Plenum.
- Lazarus, R. S., & Folkman, R. S. (1984). *Stress, appraisal and coping*. New York: Springer Publishing Company.
- Lazarus, R. S., & Folkman, R. S. (1985). If it change sit must be a process: Study of emotion and coping during three stages of a college examination. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 150-170.
- Mahbobeh Chinaveh, Noriah Mohd Ishak, Amla Mohd Salleh. (2010). Improving Mental Health and Academic Performance through Multiple Stress Management Intervention: Implication For Diverse Learners. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.(7)311 - 316.
- Mannell, R. C. (2006). Health, Well-being and Leisure, *World Congress of Leisure*, China Zheuang Hangzhou, 65-74.
- Maureen, Z., Liliana, J. L., Anna, W., Anika, T., & Alissa, B. (2011). Associations of coping and appraisal styles with emotion regulation during preadolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 141-158.
- McKenry, P. C., & Price, S. J. (2005). Families coping with change: A conceptual overview. In P. C. McKenry & S. J. Price (Eds.), *Families & change: Coping with stressful events and transitions (3rd ed)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mitchell, I., Rees, T., Evans, L., & Hardy, L. (2005). The development of the social support inventory for injured athletes. In *Proceedings of the Association for the Advancement of Applied Sport Psychology*, Canada, 102.
- Neufeld, R. W. (1976). Evidence of stress as a function of experimentally altered appraisal of stimulus aversiveness and coping adequacy. *Journal of Personality and Social Psychology*, 33, 632-646.
- Nicolas, R., Patrick, W. C., Abigail, W., Patrick, M., Manfred, O., Sandra, W., & Karen, B. (2009). A stress-coping model of mental illness stigma: I. Predictors of cognitive stress appraisal.

*Schizophrenia Research*, 110, 59-64.

- Rebecca P. Ang, Vivien S. Huan, O. Randall Braman.(2007). Factorial Structure and Invariance of the Academic Expectations Stress Inventory Across Hispanic and Chinese Adolescent Samples. *Child Psychiatry and Human Development*, 38(1),73-87.
- Rebecca Shankland, Lionel Riou França, Christophe M. Genolini, Julien-Daniel Guelfi, Serban() Ionescu (2009). Preliminary study on the role of alternative educational pathways in promoting the use of problem-focused coping strategies. *European Journal of Psychology of Education*, 24(4), 499-512.
- Rebecca, P. A., & Vivien, S. H. (2006). Relationship between academic stress and suicidal ideation testing for depressionasa Mediator Using Multiple Regression. *Child Psychiatry HumDev*, 37, 133-143.
- Ruby R. Brougham, Christy M. Zail, Celeste M. Mendoza, Janine R. Miller.(2009).Stress, Sex Differences, and Coping Strategies Among College Students. *Current Psychology*, 28(2) , 85-97
- Thomas, F. D., Marija, S., & Norman, M. (2009). Cognitive Appraisals and Emotions Predict Cortisol and ImmuneResponses: A Meta-Analysis of Acute Laboratory Social Stressors and Emotion Inductions. *American Psychological Association*, 135(6), 823-853.
- Tracey, J. D., & Andrew, M. L. (2006). Cognitive appraisal of dissertation stress among under graduate students. *The Psychological Record*, 56, 259-266.
- Valentiner, D. P., Holahan, C. J., & Moos, R. H. (1994). Social support, appraisals of events controllability, and coping: Anintegrative model. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66(6), 1094-1102.
- Vivien S. Huan, Lay See Yeo, Rebecca P. Ang, Wan Har Chong, Choon Lang Quek.(2008). Teacher Efficacy In the Context of Teaching Low Achieving Students. *Current Psychology*, 27(3), 192-204.
- Ward, C. S., Raymond, P. P., & Verena, H. M. (2000). An examination of the relationship among academic stress, coping, motivation, and performance in college. *Research in Higher Education*, 41(5), 581-592.

## 融入式化學實驗對工科學生學習成效的正當性

**A Validity of Integrated Chemical Experiments for Engineering Students' Learning Performances**

蘇金豆

德霖技術學院餐旅管理系暨通識中心

King-Dow Su

Department of Hospitality Management &amp; Center for General Education,

De Lin Institute Technology

**摘要**

本研究目的旨在評量融入式教學對工科學生化學實驗學習之成效，並探討其成為實驗教材之正當性。本研究設計採用準實驗研究法對 49 位工科學生（實驗組 25 位；控制組 24 位）進行為期三週之分組教學實驗。應用 ANCOVA 統計方法進行數據處理，進而探究學生學習成就與學習態度。研究結果顯示，進行融入式教學策略在學習成就、成對比較、t 考驗、學習態度上皆有顯著的學習效益，且有大的實驗效果。顯示設計一個有效的「化學實驗教學策略」有助於提升工科學生的學習認知與積極學習態度，由此策略的效益可推論本研究所設計的融入式教材成為實驗內容有其必要性。研究結果與其他學者之教學策略相比較，皆有相當一致之正面結果，故此策略教學值得推廣。

**關鍵字：**工科學生、化學實驗、準實驗研究法、實驗效果

**Abstract**

The purpose of this study aims at estimating a validity of the integrated chemical experiment unit for 49 engineering students' learning performances. This study takes a quasi-experimental approach for two group students (25 students of the experimental group and 24 students of the control group) on a three-week learning syllabus. Aided by ANCOVA data, it probes into students' different learning achievements and attitudes in chemical process. All analyses and result verify that the integrated strategy of experimental learning has more significant and effective learning achievements, pairwise comparisons, learning attitude, and larger effect sizes on students' learning performances. Therefore, it is dynamic target to design an strategic approach for upgrading the engineering students' cognitive chemical learning. This tactic learning keeps up with other science researches for the same positive results to justify the validity experiments of learning module group.

**Keyword:** Engineering students, Chemical experiment, Quasi-experimental approach, Effect sizes

## 壹、前言

實驗是科學之母，但科學實驗在科學教育中所扮演的角色經常被忽視，科學課程中實驗活動有其必要之中心角色與獨特性，科學教育家（Hofstein & Lunetta, 2004）曾建言，實驗可強化學習者科學觀念與科學特質的了解，進行有意義的發現導向學習，因而科學實驗活動的重要性不言而喻。

Cracolice, Deming 和 Ehlert (2008) 指出許多學生在科學學習過程中為求及格而採取背誦式的學習模式，學習過程不是出自自己的需要，是故，無法真正了解科學課程的整體觀念，因而導致概念迷思或另有概念 (Mayer, 2011)。迷思概念已證明對傳統講述教學的學習產生阻力，若無適當處理將會抑制學生對更高層次問題的理解 (Lenaerts & van Zele, 1998; McDermott & Redish, 1999)。Fisher, Wandersee 和 Moody (2000) 指陳能改善學生高層次思考的教學中，教師應嘗試改變教學方法，並引入支援學生學習教學輔具。當學生面臨複雜的學習問題時，學校教育有必要提供學生由淺而深的漸進式學習指引 (van Merriënboer, Kirschner, & Kester, 2003)。West 和 Graham (2005) 提出科技是提昇教學與學習的有效途徑，科技可達成視覺表象 (visualization)，協助學生了解抽象的內容；科技具互動性 (interactions)，可促進學生與教師、學生與學生之間的互動；反思作用 (reflection) 是科技的特色，使學生進行有意義的反覆思索；科技有其真實性與參與性 (authenticity and engagement)，提供學生解決實際生活所遭遇問題的機會；科技可改善學生學習的質與量。在新世紀裡，數位科技對教與學影響的重要性與日俱增，為了提昇學生學習化學實驗的真實性、參與性、趣味性、創造性與安全性，將數位科技融入實驗教材並改良之，使其成為新世紀的重點工作。Kendal 和 Stacey (2000) 認為創新的電腦科學技術能提供更多的教學研究及教學與學習者之間更多更顯著的變化。Ardac 和 Akaygun (2004) 主張發揮電腦動畫空間能力，應用符號與分子表徵呈現化學反應的微小變化，有助於學生對抽象觀念與化學原理的進一步理解。Olympiou, Zacharias 和 deJong (2013) 建議應用多重展示連結數字、圖形與符號的功用，可強化學習觀念，提昇知識了解層次。因此，結合圖像、動畫、影片、聲效、文字和語音的多媒體技術發展，已是當前純熟的高科技整合產物。化學實驗課程是喚起學生學習化學新知與培育技能的知識平台，課程設計的良窳悠關學習者的學習動機與學習成效，因此實驗教材設計成為教師教學的重點關懷工作之一，技術媒體洞開的今日，設計引導性的資訊化、視覺化實驗學習教材，使科技化的教材具互動性、環保性、安全性與品管性，進而提升教學與學習成效。

基於上述，本研究希望能建構「取代反應化學實驗教學策略」並分析此策略教學對工科學生學習成效與學習態度，進而將此教材彙編成為正當性的實驗教材。本研究之問題與假設敘述如下：

一、實施「取代反應化學實驗教學策略」與否之二組學生，對此教學單元學習成就分數未達顯著差異。探討此策略教學對工科學生化學學習之成效與差異之原委？

二、實施「取代反應化學實驗教學策略」與否之二組學生，進行教學策略之學生，其各教學單元學習態度未達顯著差異。探討此策略教學對工科學生化學學習之學習態度變化之原委？

是以本研究的目的為：

一、建構「取代反應化學實驗教學策略」，並分析此策略教學之實施與否對工科學學習 之

學習成就與差異。

二、探討「取代反應化學實驗教學策略」之實施與否，對工科學生化學學習之學習態度與差異。

## 貳、文獻探討

成功的教材設計與教學整合應用在科學課程學習上，已有許多學者投入研究，領域觸及融入多媒體學習環境 (Su, 2008a, 2008b; Ardac & Akaygun, 2004)、網路科技融入課程學習 (Own, 2006)、動力圖融入化學學習 (Schultz, 2008; Selvaratnam & Canagaratna, 2008; Su, 2011, 2013) 等範疇，此不僅對學生學習動機與興趣造成衝擊，同時亦可增進學習成就與提昇學習態度，且師生互動關係也變得更加密切。發揮電腦動畫空間能力，應用符號與分子呈現化學反應的微小變化，有助於抽象觀念與化學原理進一步了解，結合圖像、動畫、影片、聲效、文字和語音的多媒體技術發展已是純熟的高科技整合產物 (Ardac & Akaygun, 2004)。Lin 和 Atkinson (2011) 則以提示信號和動畫輔助科學概念學習，探討學習成效。國內學者 (羅希哲、溫漢儒、曾國鴻, 2007) 將概念構圖融入電腦輔助教學，應用在高中化學氧化還原、溶液、物質等單元探究男女學生學習成效與學習路徑。蘇金豆 (2013) 應用概念圖引導與動畫融入教學有助於學生提昇分子化學解題能力。此種計畫性的融入教學對科學教育之貢獻越來越多，也越來越重要。

Ausbel (1968) 指出：「影響學習的最重要因素是學生已知的部分，教師應瞭解該點，並配合著教導他。」依此，學生以自我先備知識做為新知識的學習啟蒙，教師進行有意義的科學知識傳授之前，應先思考學生的知識背景與認知概念 (梁志平、余曉清, 2006)。認知學習理論初期主張學習是知識的獲得，學生是被動的知識接受者；進入成熟期的學習階段後，學生的學習角色已由被動的知識接收轉變成主動積極的參與者，學習是學生主動的知識建構，學生主動選擇有關的訊息，而教師則成為學生學習的教練與裁判，提供學生學習經驗與適當的教學媒體 (張春興, 1997)。認知學派對學習理論和教學設計，最大的貢獻在於建構解釋學習者如何接收、處理和運用新資訊的模式，將新資訊儲存在短期記憶庫，且不斷地覆誦 (rehearse)，因而能順理成章的進入長期記憶庫。

Paivio (1971, 1991) 所發展的二元編碼理論 (Dual Coding Theory, DCT) 強調記憶與認知的運行，需仰賴語文系統 (verbal system) 與視覺系統 (visual system) 等兩系統之間的相互鏈結，此一鏈結對資訊科技融入化學教學至為重要。Brown, Collins 和 Duguid (1989) 主張知識與技能的建構來自學習者與情境間的互動，知識意義的瞭解來自學習者與社會的互動，並協助學習者對知識的遷移與應用。學生在實際情境下主動積極地與情境產生互動學習，建構個體認知結構，近年來使用的 CAI (Chang, 2003)、ICT (Su, 2008a, 2008b) 教學方式，即是以情境學習來設計教材，讓學生主動操控學習活動，從做中學、學中玩到玩中覺，進而激發學生思考與解決問題能力的智慧實踐。

近二十年來建構主義對科學教學之重要性已受到科學家們的重視，他們 (Trumper, 1997; Yore & Treagust, 2006) 主張：「知識建構的方法，導因於學生的思考、從先備知識建構新觀念和社會文化背景中建構新觀念等途徑。」建構主義的精髓：「知識乃是建構在學習者的心智上。」Ausbel (1968) 認為：「建構主義教學的基本原理是先評估學生要什麼？再依據學生的需求進

行教學。」依據此種基本教學原理解釋發展出幾種建構主義，其範圍從資訊處理、互動式建構主義、社會建構主義到自由式的建構主義研究 (Yore, 2001)。沈中偉 (1995) 認為依據建構主義設計的多媒體學習環境，應該是豐富而且真實或虛擬的情境，鼓勵學習者主動詮釋知識，自行控制和操弄學習，以利知識的探索和重排。梁志平與余曉清 (2006) 研究顯示，使用建構主義式的網路科學學習模式，不論在學習成效或學習效果的保留上皆質優於傳統教學模式。

基於上述文獻探討，本研究設計出「取代反應化學實驗教學策略」，將化學實驗動畫融入實驗教學，探討工科學生化學實驗學習成效。

## 參、研究方法

### 一、研究對象

為了研究的方便性，本研究樣本採來自研究者任教之學校，五專部工科一年級學生一班共 49 人，作為研究對象。將此班學生隨機分成實驗組 (25 人) 和控制組 (24 人) 二組。

### 二、研究變項

#### (一) 控制變項

降低實驗造成之干擾對結果之判讀是非常重要的，為減少對實驗組與控制組之干擾，本研究採用同一位教師進行相同內容、相同時數之教學，且評量工具亦相同，如此，可控制教師教學特質、教學內容、教學時數和評量工具等變項。

#### (二) 依變項

教師在實驗教學完畢後，學生進行實驗報告之撰寫，問題討論與思考，並於隔週繳交實驗報告，並隨即以教師自編之試題進行測驗，所得之後測成績即為其學習成就；另一個依變項，學習態度則在完成成就後測，教師隨即以自編之學習態度問卷進行調查。

#### (三) 自變項

包含學生對電腦的喜歡程度及教師教學策略分組 (實驗組和控制組)。

#### (四) 共變項

教師在實驗教學前，以教師自編之試題進行測驗，所測得之前測成績，做為共變項

## 三、研究工具

### (一) 試題前後測測驗試卷發展

前後測測驗試卷乃根據教學目標(葉連祺、林淑萍, 2003)，就知識、理解、應用、分析、綜合等五個層面命題，試卷初稿經校內外五位資深化學教授進行邏輯審查，審查後經修訂而成測驗試題，前後測測驗試題共十題單一選擇題。

### (二) 學生學習態度問卷發展

本問卷初稿計三十題，採用 Likert 五等量表，選項包含「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」等五種。問卷初稿乃參考 Su (2008a, 2008b, 2011) 的問卷加以改編設計而成。在內容效度 (content validity) 方面，我們邀請二位科學教育家、二位科學哲學家和二位教育心理學家進行問卷審查，並依照提供之意見做修訂。在建構效度 (construct validity) 方面，將預試所得之問卷 269 份進行因素分析，第一次因素分析結果，KMO 值 0.906，且 Bartlett 球形檢定的  $\chi^2$  值為 3363.094 (自由度 435) 達顯著，表示適合進行因素分析；應用主成分分析共萃取出七個層面，其初始特徵值大於 1，累積解釋變異量為 58.017%，但第五個層面 2 題、第六個層面 1 題、第七個層面 1 題，此三個層面無法測出所代表層面之特質，因此考慮刪除四題 (即題 10、11、12、30)。剩餘 26 題進行第二次分析，第二次分析結果，KMO 值 0.915，Bartlett 球形考驗的  $\chi^2$  值為 3028.077 (自由度 325) 達顯著，表示適合進行因素分析，應用主成分分析共萃取出五個層面 (初始特徵值大於 1)，累積解釋變異量為 60.759%，此五個層面的特徵質差距較小，分別為 3.778 (9 題)、3.475 (6 題)、3.183 (5 題)、2.424 (3 題)、2.224 (3 題)。

表 1 各層面之平均值、標準差和 Cronbach's  $\alpha$  值

層面	平均值	標準差	Cronbach's $\alpha$
Q1	3.77	0.64	0.85
Q2	3.66	0.80	0.84
Q3	3.37	0.83	0.81
Q4	3.65	0.82	0.70
TA (整體量表)	3.62	0.77	0.92

應用 Cronbach's  $\alpha$  進行內部一致性檢視，得  $\alpha$  值分別為 0.85、0.84、0.81、0.58、0.70，整體信度  $\alpha$  值 0.925。依據 Gay (1992) 等人之觀點，任何量表之信度係數達 0.90 以上，表示其量表之信度甚佳；DeVellis (1991) 則認為信度係數在 0.70 以上是可接受之最小信度，因此刪除第四個層面共三題 (即題 5, 21, 22)。各題的 Corrected Item-Total correlation 皆大於 0.440，相關係數愈大表示該題與其它題目內部一致性愈高。整個問卷量表共 23 題，分四個層面，依序為層面 Q1：對學習化學實驗的態度、層面 Q2：對化學實驗教學的態度、層面 Q3：對參與化學實驗活動探討的態度、層面 Q4：對教師的態度。四個層面與整體量表 (TA) 之平均值 (M)、標準差 (SD) 和 Cronbach's  $\alpha$  值示於表 1。由表 1 顯示分量表及總量表之內部一致性信度依序為 0.85、0.84、0.81、0.70 和 0.92，皆達滿意程度 (Katerina & Tzougraki, 2004)。

### (三) 教材設計

本研究教材設計之主要理念為資源化、安定化、減量化與無害化的綠色化學實驗教材，為達成設計理念乃將學習單元以融入學習理論建立教學模組方式呈現。教材設計結合資訊技術，以動畫優先考量，靜態圖及文字敘述次之。將主題單元切成彼此有關聯且有意義的小單元，把需要學生學習以及老師教學的內容，細分成 5 個小單元，彈性連接在一起。這些小單元包括化學的認知、內容、教材設計、教學方法、教學情境、過程技能與科學態度等，在設

計上能靈活且有意義的彈性結合在一起，活化創新學習，反覆應用。

自製動畫透過連結可直接在 power point 中播放。以 Adobe Photoshop 7.01 版軟體將 Flash MX 動畫中之部份轉化成 word 檔，顯示其主要展示之小畫面，如圖 1，每個小畫面約停留二十秒，展示完畢後再由學生以實驗小組為單位練習十分鐘。

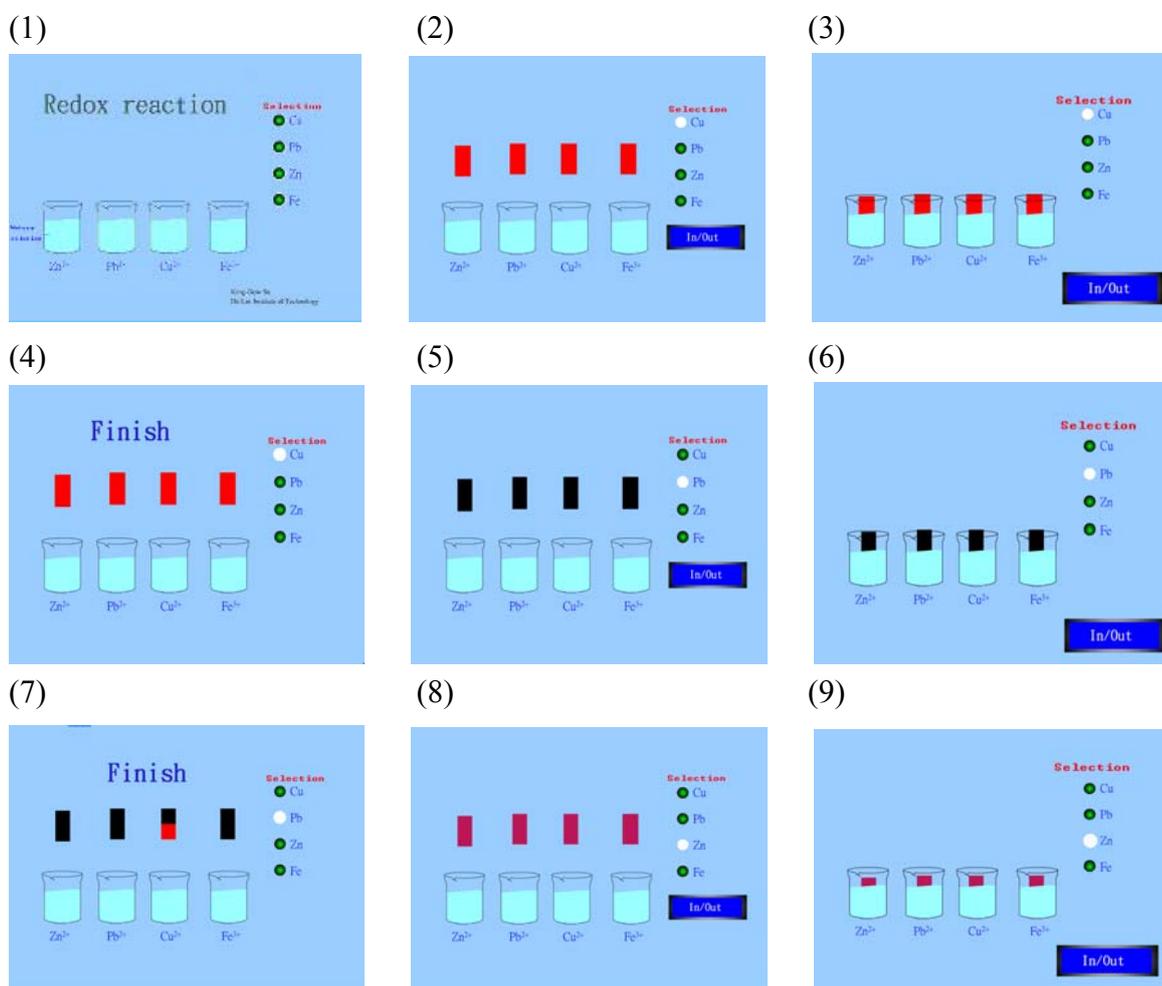


圖 1 經 Adobe Photoshop 7.01 版軟體處理過之金屬與金屬離子溶液間之取代反應動畫排列由 (1)到(9)展示順序圖

#### (四) 資料處理與分析

實驗教學前後所蒐集之資料，進行電腦編碼，並以 SPSS12.0 視窗軟體進行統計分析。

### 肆、研究結果與討論

#### 一、研究對象

學生學習成就後測成績之共變數分析 (ANCOVA)，以實驗組及控制組之前測成績為共變數，後測成績為依變項，組別為自變項進行統計分析。後測成績經迴歸斜率同質性檢定結果顯示，兩組在本單元中，自變項與共變項間的交互作用檢定結果皆無顯著差異，符合共變數

分析組內迴歸係數同質性之假定，繼續進行共變數分析。共變數分析之分析結果示於表 2，從表中顯示學生在後測成績上，本教學模組與控制組教學方式有顯著差異；由 Cohen (1988, 1994) 實驗效果 (effect size,  $f$ ) 得知， $f$  值為 0.591，顯示大以上 ( $f > 0.4$ ) 的實驗效果量。

表 2 實驗教學後測成績共變數分析摘要

實驗教學單元	來源	平方和	自由度(df)	平均平方和	F	p	$f$
取代反應	組間	2130.465	1	2130.465	14.308	0.0001***	0.591
	誤差	6104.717	41	148.896			

\*\*\* $p < 0.001$

由表 3 實驗組與控制組調整後後測成績平均數結果得知，實驗組學生後測成績明顯優於控制組後測成績，故知此「取代反應化學實驗教學策略」顯著優於控制組之教學。

表 3 實驗組與控制組調整後後測成績平均數摘要

教學單元	實驗組	控制組
取代反應	41.98	27.70

## 二、學生學習態度之資料統計分析

### (一) 實驗組和控制組學生學習態度之比較

基於研究限制，為減少實驗處理變數外尚有其他變數影響實驗效果，因此，本研究採共變數分析法來處理實驗組和控制組在實驗前既有之差異。做到完全隨機分組不易，故進行分析之前先行檢定組內迴歸係數同質性之假定，以考驗原分組自變項（後測）與共變項（前測）間是否有顯著交互作用。本研究以學生學習態度總量表之前測得分為共變數，後測得分為依變數，進行同質性考驗，結果如表 4 所示。由表 4 顯示實驗組和控制組在各教學單元學習態度總量表同質性考驗  $p > 0.05$  (0.662)，交互作用檢定結果未達顯著性，符合共變數分析中組內迴歸係數同質性假定。因此可以學生在此教學單元學習態度總量表之前測做共變數，以調整實驗前實驗組與控制組學生既有之差異，進行共變數分析。以學習態度總量表之前測做共變數，以後測得分為依變數，進行共變數分析結果如表 5 所示。經實驗處理後，實驗組與控制組在取代反應實驗分析結果達顯著差異 ( $p = 0.008$ )，可見學生之學習態度受到「取代反應化學實驗教學策略」之影響，實驗效果達大以上之實驗效果量， $f = 0.443$  ( $f > 0.4$ )。

### (二) 實驗組學生學習態度之比較分析

實驗組學生在取代反應學習態度後測總量表之再測信度 Cronbach' s  $\alpha$  值為 0.817，內部一致性佳。實驗組學生在此單元學習態度前後測之平均值、標準差與 t 檢定結果示於表 6。

表 4 實驗組和控制組在學習態度總量表組內迴歸係數同質性考驗分析摘要

實驗教學單元	來源	平方和	自由度(df)	平均平方和	F	p
取代反應	組別	15.036	1	15.036	0.281	0.599
	前測總表	2898.620	1	2898.620	54.115	0.000
	組別 x 前測總表	10.398	1	10.398	0.194	<b>0.662</b>
	誤差	2142.581	40	53.565		

表 5 實驗組和控制組在學習態度總量表共變數分析摘要

實驗教學單元	來源	平方和	自由度(df)	平均平方和	F	p	f
取代反應	對比(組間)	28.627	1	28.627	7.717	0.008**	0.433
	誤差(組內)	2152.979	41	52.515			

\*\*p&lt;0.01

表 6 實驗組學生學習態度總表前後之差異與 t 檢定分析結果

實驗教學單元	前測		後測		t	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
取代反應	3.00	0.30	3.47	0.17	-6.771	0.001**

\*\*p&lt;0.01

本研究假設實驗組學生之學習態度前後測差異乃因實施「取代反應化學實驗教學策略」所致。依據實驗設計，採獨立樣本 t 檢定，由 t 檢定分析結果，發現學生經實驗教學後，在各教學單元學習態度達顯著差異 ( $p < 0.05$ )，由此可知實施「取代反應化學實驗教學策略」對學生學習態度有且積極之影響。

以學習態度問卷之四個層面 (Q1、Q2、Q3、Q4) 做為依變數，學生的電腦喜歡程度 (1. 非常喜歡，2. 喜歡，3. 非常不喜歡) 做為自變數，進行單因子多變量統計分析，其中以 Wilks' Lambda 變數選擇法檢定多變量的顯著性。表 7 摘錄以 Wilks' Lambda 變數選擇法檢定多變量達顯著性之 F 檢定值、p 值和實驗效果 f 值。在取代反應實驗教學單元學習態度 Q2 中自變數「喜歡電腦程度」達顯著水準，Scheffé 事後比較發現：非常喜歡優於喜歡、非常喜歡優於非常不喜歡、喜歡優於非常不喜歡，而實驗效果 f 值達 0.727，顯現大以上的實驗效果；對化學實驗教學的態度。

### (三) 控制組學生在各教學單元學習態度之比較分析

本研究假定學生學習態度的改變造因於不同教學模式所致，是故理論上對於傳統教學的控制組學生學習態度前後測應無顯著差異。經由 t 檢定分析結果，示於表 8，表中發現經由傳統教學之控制組學生在學習態度總量表之前後測考驗 p 值大於 0.05。由此知實施傳統教學之控制組學生在學習態度之影響未達顯著水準，符合預期研究結果。

表 7 單因子多變量統計分析之 F 值、p 值和 *f* 值摘錄

教學單元	自變數	變異數 分析	依 變 數			
			Q1	Q2	Q3	Q4
取代反應	喜歡電腦程度 (非常喜歡、喜歡、 非常不喜歡)	<i>F</i> -ratio	1.037	6.091	3.046	0.188
		<i>p</i> -value	0.371	0.008*	0.067	0.830
	<i>f</i>	0.301	0.727	0.514	0.128	
	Scheffé		1>2, 1>3 2>3			

\**p* < 0.05

表 8 控制組學生在本教學單元學習態度前後測之差異

實驗教學單元	前測		後測		<i>t</i>	<i>p</i>
	平均值	標準差	平均值	標準差		
取代反應	3.15	0.31	3.16	0.36	-0.019	0.985

## 伍、結論

經實驗教學後，學生在成就後測成績上，本教學策略與一般講述教學方式有顯著差異 ( $p < 0.05$ )，成對比較 (pairwise comparisons) 發現實驗組學生後測成績明顯優於控制組後測成績 ( $p < 0.05$ )，Cohen 實驗效果 (effect size) 也顯示良好的實驗效果量 (*f* 值為 0.591)。綜合學生在化學實驗之學習，接受「取代反應化學實驗教學策略」的學生，其學習成就測驗後測成績顯著優於一般講述教學方式的學生。研究發現學生經實驗教學後，學習態度達顯著差異 ( $p < 0.05$ )，而一般講述教學之控制組學生在學習態度影響上並未達顯著差異 ( $p > 0.05$ )。由此可知實施「取代反應化學實驗教學策略」對學生學習態度之影響達顯著性，且學習態度呈現正面積極之特性。綜合工科學生在化學實驗學習上，接受「取代反應化學實驗教學策略」之學生，其學習態度顯著優於一般講述教學方式的學生。顯示實施「取代反應化學實驗教學策略」有助於改善學生學習態度。

研究結果與其他學者 (Yang & Andre, 2003; Liu, 2006; Calik, Ayas, & Coll, 2007, 蘇金豆, 2011) 的教學策略比較，皆有相當一致而正面之結果。故研究發現實施「取代反應化學實驗教學策略」可以提昇學生化學實驗之學習成就和增強學習態度，因此將此實驗教材發展為工科學生之化學實驗內容是值得且富正當性。

## 誌謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會提供經費補助，使計畫 (NSC95-2511-S-237-001, NSC101-2511-S-237-001) 得以順利完成，僅此誌謝。

## 參考文獻

- 沈中偉 (1995)。多媒體電腦輔助學習的學習論基礎研究。《視聽教育雙月刊》，6，12-15。
- 梁志平、余曉清 (2006)。建構主義式的網路科學學習對國中生力的概念學習之研究。《科學教育學刊》，14 (5)，493-516。
- 張春興 (1997)。《教育心理學》。台北：東華書局。
- 葉連祺、林淑萍 (2003)。布魯姆[B. S. Bloom]認知領域教育目標分類修訂版之探討。《教育研究月刊》，105，94-106。
- 羅希哲、溫漢儒、曾國鴻 (2007)。概念構圖融入電腦輔助教學法應用於綜合高中學生化學科之學習成效及態度之研究。《科學教育學刊》，15，169-194。
- 蘇金豆 (2011)。動力圖融入科學學習強化技專學生問題解決技巧。《技職教育期刊》，3，1-18。
- 蘇金豆 (2013)。應用概念圖引導與動畫輔助技專生化學問題解決能力之探究。《教育傳播與科技研究季刊》，103(1)，1-24。
- Ardac, D. & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- Calik, M., Ayas, A., & Coll, R. (2007). Enhancing pre-service elementary teachers' conceptual understanding of solution chemistry with conceptual change text. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 1-28.
- Chang, C. Y. (2003). Teaching earth sciences: Should we implement teacher-direct or student-controlled CAI in secondary classroom? *International Journal of Science Education*, 25, 427-438.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Cohen, J. (1994). The earth is round ( $p < .05$ ). *American Psychologist*, 49(12), 997-1003.
- Cracolice, M. C., Deming, J. C., & Ehlert, B. (2008). Concept learning versus problem solving: a cognitive difference. *Journal of Chemical Education*, 85, 873-878.
- DeVellis, R. F. (1991). *Scale development—Theory and applications*. Newbury Park, California: Sage Publications, Inc.
- Fisher, K. M., Wandersee, J. H., & Moody, D. E. (2000). *Mapping biology knowledge*. Boston: Kluwer Academic.
- Gay, L.R. (1992). *Educational research: Competencies for analysis and application* (4th Ed.), New York: Macmillan Publish Company.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Katerina, S. & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in

- high schools in Greece. *Science Education*, 88, 535–547.
- Kendal, M. & Stacey, K. (2000). Tracing learning of three representations of differentiation with the derivative competency framework. *Research in Computer Algebra Systems in Schools Collected Papers*. DSME Preprint 4/2000 20-38.
- Lenaerts, J. & Van Zele, E. (1998). Testing science and engineering students: the force concept inventory. *Physicalia Magazine*, 20(1), 49-68.
- Lin, L. & Atkinson, R. K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers & Education*, 56, 650–658.
- Liu, X. (2006). Effects of combined hands-on laboratory and computer modeling on student learning of gas laws: a quasi-experimental study. *Journal of Science Education and Technology*, 15, 89-100.
- Mayer, K. (2011). Addressing students' misconceptions about gases, mass, and composition. *Journal of Chemical Education*, 88(1), 111-115.
- McDermott, L. C. & Redish, E. F. (1999). Resource letter per-1: Physics education research. *American Journal of Physics*, 67, 755-767.
- Olympiou, G., Zacharias, Z., & deJong, T. (2013). Making the invisible visible: Enhancing students' conceptual understanding by introducing representations of abstract objects in a simulation. *Instructional Science*, 41(3), 575-596.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and Verbal Processes*. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 255-287.
- Schultz, E. (2008). Dynamic reaction figures: An integrative vehicle for understanding chemical reactions. *Journal of Chemical Education*, 85(3), 386-392.
- Selvaratnam, M. & Canagaratna, S. G. (2008). Using problem-solution maps to improve students' problem-solving skills. *Journal of Chemical Education*, 85, 381-385.
- Su, K. D. (2013). Validity of problem-solving skills: Exploring dynamic reaction figures in acid and base chemical learning. *Journal of Computer Engineering Informatics*, 1(1), 1-12.
- Su, K. D. (2011). An intensive ICT-integrated environmental learning strategy for enhancing student performance. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(1), 39-58.
- Su, K. D. (2008a). An integrated science course designed with information communication technologies to enhance university students' learning performance. *Computers & Education*, 51, 1365-1374.
- Su, K. D. (2008b). The effects of a chemistry course with integrated information communication technologies on university students' learning and attitudes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(2), 225-249.
- Trumper, R. (1997). Applying conceptual conflict strategies in the learning of the energy concept. *Research in Science and Technology Education*, 5, 1-19.
- van Merriënboer, J. J. G., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's

- mind: Instructional design for complex learning. *Educational psychologist*, 38, 5-13.
- West, R. E. & Graham, C. R. (2005). Five power ways technology can enhance teaching and learning in higher education. *Educational Technology*, 45(3), 20-27.
- Yang, E. M. & Andre, T. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal Science Education*, 25, 329-349.
- Yore, L. D. (2001). What is meant by constructivist science teaching and will the science education community stay the course for meaningful reform? *Electronic Journal of Science Education*, 5(4). Online journal: <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse>.
- Yore, L. D. & Treagust, D. F. (2006). Current realities and future possibilities: Language and science literacy—empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28, 291-314.

## 工程女性大學生學習歷程之質性研究：公立教學型大學為例

### A Qualitative Study on the Learning Process of Female College Engineering Students: An Example of a Teaching-Based University

周保男

國立臺南大學教育學系教學科技組

Pao-Nan Chou

Program of Instructional Technology, Department of Education, National University of Tainan

#### 摘要

本研究旨在利用質性訪談法，分析工程女性大學生的學習歷程。研究採立意取樣原則，針對南部地區一所公立教學型大學工程女性大學生進行訪談調查。研究對象總數為 15 名，主要來自電機工程學系與資訊工程學系的大四學生。本研究發展出半結構化訪談指南大綱，以引導 60 分鐘訪談過程。逐字稿共 225 頁，經由四階段的質性分析策略，獲得 17 項主題，入學動機類 5 個主題，求學經驗類 9 個主題，職涯發展類 3 個主題。

**關鍵字：**工程女性大學生、學習歷程、質性研究、教學型大學

#### Abstract

This study aims to analyze female engineering college students' learning process by using a qualitative-based interview method. A purposeful sampling is adopted to interview female engineering college students from a teaching-based university in the Southern Taiwan. Research participants are 15 senior students who major in electrical engineering or computer engineering. A semi-structured interview guide is developed to facilitate the 60-minute interview process. A four-stage qualitative analysis strategy is used to analyze 225-page transcripts, which in turn yield 15 research themes, including 5 themes in recruitment motivation, 9 themes in learning experience, and 3 themes in career development.

**Keyword:** Female engineering college students, Learning process, Qualitative research, Teaching-based university

#### 壹、前言

##### 一、研究背景與動機

根據教育部統計處最新一次的性別統計(教育部統計處, 2006), 從 1998 年至 2005 年間, 台灣女性大學生獲得學士學位以商業類及社會科學類為主(佔五成以上), 工程類別的女性大學畢業生僅維持百分比 13 上下, 相較於偏理工性質的科學學門(如自然科學), 工程女性大學畢業生人數為所有學門類別中最低。由此可知, 與其它學科類別相比, 從事工程技術學習

的女性大學生相當少，研究他們的學習歷程正是一項刻不容緩的議題。

潘慧玲(1998)認為傳統的教育思想與學說皆以男性為中心思考點，女性學生的學習觀點與經驗皆被排除在外。而在以男性學生為主導權的學習環境中，女性學習者的聲音常被忽略與消音，進而成為學習弱勢(楊巧玲, 2006)。Gallaher 與 Pearson(2000)的研究證實上述論點，此研究發現，因美國大學工程學習環境以男性學生為主體，在學習過程上，工程女性大學生常得不到男性同儕的協助與幫忙，亦少獲得男性教師的學習支持，工程男性大學生常視工程女性大學生為學習外來者(outsiders)。Stonyer(2002)的研究亦指出，工程女性大學生一直認為自我的專業能力不能被男性同儕肯定，即使她們表現的很傑出，她們在男性同儕的眼裡仍是女性弱勢的角色。台灣長久以來瀰漫男尊女卑的思想，在工程教學情境中，工程女性大學生是否也會產生學習無助感或遭受男性同儕忽略，則有待進一步研究觀察。

根據 Dick 與 Rallis(1991)所做發展的職涯選擇模式，高中學生主要是靠自己過往的學習經驗及他人的期待與態度選擇大學科系。Jawitz 等人(2000)訪談多位工程女性大學生，研究發現，父母親的認知態度為影響大學科系選擇的主要因素，其次為高中老師所扮演的教學角色。研究進一步指出，父母親如明確替下一代規劃未來職業，子女較傾向選擇父母親所嚮往的科系，再者，假使高中老師積極鼓勵女性學生從事工程職業，女性學生會將老師的影響力反映在大學科系選擇上。Gill 等人(2008)的研究亦得到類似的研究結果，但另發現影響工程女性大學生的職涯選擇為個人的專業能力素養，假使女性學生在高中時的數學與物理科目成績傑出，其選擇大學工程科系的機率也愈高。相較於歐美國家特有的文化，台灣工程女性大學生在傳統儒家思想與台灣文化影響下，其選擇工程科系的因素是否如同文獻所言，則有待進一步調查。

Baker 等人(2002)針對工程女性大學生的職涯發展進行調查，研究發現，多數工程女性大四學生對於攻讀工程研究所的意願相當低落，他們傾向畢業後直接就業；少數工程女性大四學生不想繼續留在工程相關科系，畢業後直接找非相關的職業。在 Trenor 等人(2007)的研究中，不同種族的工程女性大學生的生涯規劃不盡相同，但大致都為攻讀工程研究所或是成為工程師，仍以工程相關職業為職涯導向。Amelink 和 Creamer(2011)分析多所大學的工程女性大學生後發現，工程女性大學生雖然想獲得工程學士學位，但不代表他們畢業後會往工程界發展，工程女性大學生認為求學期間的系所氣氛文化與師生同儕互動會影響他們的工程職涯意願。在台灣，學校組織文化與教育輿情與西方世界不盡相同，工程女性大學生的職涯規劃受到何種因素影響？未來是否仍朝工程界發展，後續研究值得探討。

## 二、研究合理性及目的

在國外，Chou(in press)利用內容分析法分析三本國際工程教育期刊的論文(Journal of Engineering Education, International Journal of Engineering Education,及 European Journal of Engineering Education)，分析時間點為 2000 至 2009，研究結果發現，在過往十年間，並未有亞洲地區關於工程女性大學生的相關研究，東方元素下的工程女性議題尚未被探討。由此可知，本研究的執行可彌補過去文獻缺口，深入瞭解本土性的工程女性大學生。

在國內，根據陳昭君(2011)所做的調查，從 1999 年至 2009 年間，國內共有 30 篇學位論文從事女性主義相關研究。仔細分析其學位論文內容，研究對象大多為國中小或大學女教師及學生，完全無工程女性研究，在期刊論文上亦是如此發現。此外，針對國科會性別與科技研究近三年的計畫清單進行分析，可發現多數研究者仍將重點擺置女性科學學習、數學學習

或是醫學學習，目前尚未有研究者從工程教育的角度分析工程女性大學生的學習歷程。故此研究的執行，對其性別與工程教育的相結合，有其意義性。

基於以上所論，本研究主要利用質性研究法，針對普通大學工程女性大學生進行訪談，探究其入學動機、求學經驗及職涯發展等三構面的學習歷程。

## 貳、文獻探討

本研究所指的學習歷程為 Sulaiman 和 AlMuftah (2010) 所倡導 pipeline 研究分析模式，意謂將學習歷程細分成「入學動機」、「求學經驗」與「職涯發展」三類。Pipeline 中譯為水管(道)，入學動機即為水管的入水口，求學經驗為水管中流動的水，而職涯發展則為水管的出水口。以下分別針對入學動機、求學經驗及職涯發展三項構面進行文獻分析。

### 一、工程女性大學生的入學動機

Jawitz 等人 (2000) 利用質化訪談法探究南非工程女性大學生的入學動機，研究發現，父母親的認知態度為影響大學科系選擇的主要因素，其次為高中老師所扮演的教學角色及自我的數理能力。父母親如明確替下一代規劃未來職業，子女較傾向選擇父母親所嚮往的科系；高中老師如積極鼓勵女性學生從事工程職業，女性學生會將老師的影響力反映在大學科系選擇上；假使女性學生在高中時的數理能力達到一定水準，其選擇工程科系的機率也會提高。

Zengin-Arslan (2002) 訪談多位土耳其女性工程師、女性工程教授與工程女性大學生關於大學的學習歷程，研究發現，土耳其的工程女性(含上述三類)傾向選擇軟性的工程科系，她們認為軟性的工程科系較無機具實作課程。例如，許多工程女性於高中畢業後會選擇工業工程管理或是化學工程等軟性的工程科系，這些科系的專業科目較常使用電腦模擬，不像機械工程或是電機工程等硬性的工程科系涉及許多大型機具操作與電子零件組裝。

Gill 等人 (2008) 利用質化分析法訪談 41 位澳洲女性工程師，探究女性工程師從事工程職業的各種相關因素。研究結果發現，高中老師對於女性學生在科系選擇上扮演極重要角色，如老師積極鼓勵女性學生就讀工程科系，女性學生選擇工程科系的機率明顯提高。此外，女性學生個人的專業能力素養亦是職涯選擇的因素，假使女性學生在高中時的數學與物理科目成績傑出，其選擇大學工程科系的機率也愈高。

由以上實證研究可得知，父母親的家庭角色、高中教師的積極鼓勵及學生自我的數理能力為工程女性大學生最主要的入學動機。再者，假使考慮選擇工程科系時，軟性屬性的工程科系為工程女性大學生的首選。然而，上述的研究皆屬西方文化下的科學發現，深受中國傳統文化(儒家思想)的台灣工程女性大學生是否亦是如此，則有待此次的研究探討。

### 二、工程女性大學生的求學經驗

Gallaher 與 Pearson (2000) 利用問卷調查 100 名美國工程女性大學生，研究發現，在學習歷程上，工程女性大學生常得不到男性同儕的協助與幫忙，亦少獲得男性教師的學習支持，工程男性大學生常視工程女性大學生為學習外來者。此外，由於女性為工程弱勢族群，工程女性大學生認為學校的學習環境忽略他們的學習感受，學習環境完全是以男性的角度與思維來設計。

Stonyer (2002) 訪談兩所紐西蘭大學的工程女性大學生，研究指出，工程女性大學生一

直認為自我的專業能力不能被男性同儕肯定，即使她們表現的很傑出，她們在男性同儕的眼裡仍是女性弱勢的角色。然而，多數工程女性大學生則認為自己的專業能力可為男性為主的工程世界注入一股創意活水。

Shull 和 Weiner (2002) 以準實驗研究方法分析工程女性大學生的自我效能與教學策略的關連性。實驗的課程為電腦微修課程，實驗流程採前後測比較性評量，於課前與課後分別測量工程女性大學生的自我效能，實驗的主要獨立變數為教學策略，授課教師針對女性的學習型態設計一連串教學步驟（如於教學中多鼓勵女性學生）。研究結果發現，工程女性大學生的課前課後的自我效能差異極大，課後的自我效能提昇許多。Shull 和 Weiner 認為，如果工程科系的課程設計能針對女性學生而有所改變，工程女性大學生的專業表現或許能更好。

Bell 等人 (2003) 分析其它領域的文獻資料，發現性別刻板印象與測驗設計有絕對的直接關係，Bell 等人認為目前的工程測驗明顯帶有性別刻板印象威脅。Bell 等人設計一份含有 18 題工程基礎問題的測驗卷及三種不同類型的測驗說明頁。第一類型的說明頁暗示學生此測驗題目可區別有能力及無能力的工程師（性別刻板印象威脅強烈）；第二類型的說明頁暗示學生此測驗題目不能評論學生的工程能力（性別刻板印象威脅較小）；第三類型的說明頁暗示學生此測驗題目無法比較男女生的能力優劣（無性別刻板印象威脅）。Bell 等人利用實驗設計法將 83 位工程男性與女性大學生隨機分配於上述三種測驗類型（題目一致，僅測驗說明頁不同）。研究結果指出，在第一類型的測驗中，女性大學生的測驗成績明顯輸於男性同儕，但在第二類與第三類的測驗中，男女生的測驗成績無顯著差異。Bell 等人建議工程教育學者應正視工程測驗與性別刻板印象威脅的關係。

Dana-Picard 等人 (2005) 分析以色列工程男性與女性大學生在不同教學情境下的學習成效。研究觀察對象為三個校區的工程男性與女性大學生，其中，兩個校區的教學環境皆為工程女性大學生（無男性），另一個校區皆為工程男性大學生（無女性）。研究結果指出，在許多學習科目上，如微積分或是計算機概論，工程女性大學生的學期總成績明顯優於工程男性大學生。Dana-Picard 等人認為單性別教學或許是使工程女性大學生成績優異的主要原因。

Schafer (2006) 設計許多工程性別的議題，並融入大四某必修課程中，目的在使工程男性大學生察覺性別平等的重要性。在此研究中，研究對象分別在課前與課後填寫一份工程性別察覺性的問卷。研究結果發現，工程男性大學生在接受性別議題教學後，其性別察覺性明顯提昇不少。Schafer 認為工程男性大學生在潛意識中已認為工程學習是個男性為主的教學環境，而常忽略工程女性大學生的學習感受，性別議題導入工程教學有其必要性。

Du (2006) 利用質化分析法觀察丹麥電機工程男性與女性大學生的專題合作學習情形。研究結果發現，工程女性大學生喜歡團體合作學習的模式，他們認為電機工程的專業科目非常艱深，男性同儕可適時教導他們，但在團體學習中，工程男性大學生通常忽略工程女性大學生所表達的意見。此外，因女性屬於工程少數族群，工程女性大學生認為如果在學習上有多位女性同學互相支援，其學習精神層面（如避免學習孤獨感）會更加美好。

Varma 和 Hahn (2007) 利用問卷調查法分析美國電腦工程男性與女性大學生在課程設計、教師教學滿意度、學術指導老師滿意度與課堂教學助理滿意度四層面上差異性。研究發現，在課程設計、教師教學滿意度與學術指導老師滿意度三層面上，工程男性與女性大學生間有顯著差異性存在，工程女性大學生明顯不喜歡現階段的專業科目教學設計且不滿意男性老師的教學方法，然而，工程女性大學生比工程男性大學生更滿意學術指導老師的協助（研究推論為工程女性大學生較常找學術指導老師詢問問題）。

Marra 等人 (2009) 利用問卷調查法分析五所美國大學工程女性大學生的工程自我效能 (self-efficacy) 與課程設計的關係。研究對象約 200 名, 研究期間為二年 (每一學年施測一次), 工程自我效能問卷包含五大變項: 工程職涯期待 (engineering career expectations)、工程自我效能 (engineering self-efficacy)、工程歸屬感 (feeling of inclusion)、克服困難的自我效能 (efficacy in coping with difficulties) 與數學能力的自我效能 (math outcomes efficacy)。研究結果發現, 工程女性大學生的工程歸屬感的平均值會逐年顯著下降, 其它四種變項的平均值則明顯上升。Marra 等人認為工程課程設計為影響問卷變項值逐年不一致的主要原因。

Schreuders 等人 (2009) 利用問卷調查法分析美國多所工程男性與女性大學生的學習傾向。研究發現, 工程男性與女性大學生在學術準備度上沒有顯著差異; 在工程學習活動上, 工程女性大學生明顯比男性同儕更喜歡靜態的教學活動 (如工程寫作), 而工程男性大學生明顯比女性同儕更喜歡實務性的操作活動。Schreuders 認為工程女性大學生的專業能力不比男性同儕差, 或許是過往的教育經驗影響 (女性被認為應從事靜態學習的刻板印象), 工程女性大學生比較不擅長實務性操作的教學活動。

由以上實證研究可發現, 工程女性大學生在男性為主的教學環境中皆獲得許多學習不平等的對待, 工程科系的課程設計與組織文化嚴重影響工程女性大學生的學習滿意度。審視現階段的文獻資料可發現, 以純質化方法研究工程女性大學生的求學經驗仍屬少數, 較少文章著墨於工程女性大學生的專業科目學習、工程女性大學生與男性同儕或男性教師的互動關係及工程女性大學生的合作學習模式。

### 三、工程女性大學生的職涯發展

Baker 等人 (2002) 利用問卷調查法與質化訪談法分析加拿大工程男性與女性大四學生的升學意向。研究發現, 相較於同儕 (工程男性大四學生), 工程女性大四學生對於攻讀工程研究所的意願相當低落, 他們傾向畢業後直接就業。工程女性大四學生不想唸工程研究所的主要原因為: 1. 與同儕相比, 工程女性大四學生難獲得獎學金資助; 2. 工程女性大四學生苦惱如何向男性教師索取推薦函; 3. 在大學四年的求學經驗裡, 工程教學環境一直不利於工程女性學習發展, 工程研究所可能也是如此; 4. 不想繼續留在工程相關科系, 畢業後直接找非相關的職業。

Trenor 等人 (2007) 利用問卷調查法與質化訪談法分析美國不同種族的工程女性大學生。問卷調查法主要利用一份含有五個變項 (41 題項) 的問卷調查 160 位工程女性大學生; 質化訪談法則訪談參與第一次問卷調查的 37 位研究對象。問卷量化研究發現, 美國不同種族的工程女性大學生在社會支持 (social support)、學習困難 (barriers)、工程歸屬感 (sense of belonging in the college of engineering) 及持續學習目標 (persistence goals) 四項變項沒有顯著差異, 但在工程印象上 (impression of engineering) 則有顯著差異, 亞裔的美國工程女性大學生對工程比較少有正向印象。此外, 問卷分析亦發現, 大多數的工程女性大學生選擇工程科系的背後推手為父母親。質化研究發現, 不同種族的工程女性大學生的生涯規劃不盡相同, 但大致都為攻讀研究所或是成為工程師。不同種族的工程女性大學生皆異口同聲認為大學裡的某些學術政策 (如 Women in Engineering Learning Community) 的確使他們的工程歸屬感提昇不少。不同種族的工程女性大學生亦認為缺乏學術準備能力會阻礙學習工程專業科目。

Hahn 和 Varma (2008) 利用問卷調查法分析 150 位美國電腦工程大學生的國高中職涯規劃與大學畢業後的職涯規劃情形。研究結果發現, 在國小、國中及高中階段, 男女生對於理

工相關的職業興趣沒有明顯差異，男女學生在國中後對於理工的職業興趣皆比國小時來的高。然而，針對大學畢業後的職涯規劃，工程男性與女性大學生兩者則有顯著差異，多數工程男性大學生以直接就業為主要目標，其次為攻讀研究所；多數工程女性大學生則尚未決定未來的畢業去向。

Amelink 和 Creamer (2011) 利用問卷調查法及質化訪談法分析五所美國學校工程大學生的學習滿意度及職涯發展，研象對象人數包含工程男性大學生 1132 名，工程女性大學生 484 名。研究結果指出，工程女性大學生雖然想獲得工程學士學位，但不代表他們畢業後會往工程界發展，工程女性大學生認為求學期間的系所氣氛文化與師生同儕互動會影響他們的工程職涯意願。工程女性大學生如果求學期間無法適應工程教學環境，他們會有想轉系的念頭。此外，假使工程科系裡有女性師長可當學習楷模 (role model) 或教學導師 (mentor)，工程女性大學生的學習滿意度與工程職涯意願會顯著提昇。

由以上實證研究可發現，大學四年求學期間的經驗會影響工程女性大學生未來的職涯發展，工程女性大學生的工程職涯意願明顯比男性同儕低，對於攻讀工程研究所的意願亦相當低。相較於西方文化，台灣社會瀰漫升學文憑主義，工程女性大學生在此背景下，是否如同文獻所述，仍以就業為考量，則有待分析調查。此外，台灣工程科技產業相當發達 (如竹科、中科或南科產業)，工程女性大學生是否會被此就業潮流所影響而投入工程產業，亦有待探究。

## 參、研究方法

### 一、研究設計

Creswell (2007) 認為質性研究可針對尚未被探索的主題提供初步方向與理論架構。而針對本研究所列舉的研究目的而言，國內及亞太地區尚無實質的實微研究，因此本研究採用質性訪談法釐清待求問題。

根據文獻分析所得到的研究構面與研究者個人的求學經驗，本研究發展出半結構化 (semi-structured) 訪談指南大綱，以引導整個訪談過程，如表 1 所示。為確保訪談方向能反應研究問題，本研究邀請二位女性理論研究專家進行內容效度檢視。

表 1 本研究半結構化訪談指南大綱

構面	訪談大綱
入學動機	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高中畢業後，妳為何選擇工程科系？</li> <li>2. 妳如何定義「工程師」？</li> <li>3. 從小到大，妳對「工程」的認知為何？</li> </ol>
大學四年求學經驗	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請妳敘述目前就讀科系的性質。</li> <li>2. 請妳敘述目前所修習的專業科目。</li> <li>3. 請妳敘述目前上課 (專業科目) 的學習環境。</li> <li>4. 與男性同儕相比，妳學習專業科目的學習策略為何</li> <li>5. 妳如何與男性同儕進行合作學習</li> <li>6. 妳如何與男性師長進行師生互動</li> </ol>

表 1 本研究半結構化訪談指南大綱 (續)

構面	訪談大綱
職涯發展	1. 經過大學四年洗禮，妳未來的生涯規劃為何 2. 妳對於職場工程師的期待與憧憬為何

訪談由研究者與事先訓練之學校碩士助理一同進行，事先徵得受訪者同意後，依約定時間、地點前往訪談，訪談時間約 60 分鐘，全程利用數位錄音裝置錄製訪談內容。

## 二、研究對象

本研究採立意取樣原則 (purposeful sampling) 針對南部地區一所公立教學型大學工程女性大學生進行訪談調查。Hatch (2002) 與 Sediman (2008) 皆認為質化訪談樣本數可自由選取，但需達到資料飽和度，亦即訪談資料已不能得到新的研究概念。因此，本研究先以 15 名為初步原則，視資料飽和度增減，學生主要來自電機工程學系與資訊工程學系，以大四學生為主體。

## 三、質性資料信度

本研究主要採用以下四種策略確保質性資料的信實度：

1. 訪談資料確認 (data checking during interview)：在進行深度訪談時，研究人員會要求研究對象展示相關資料，例如：課程作業或學業成績，以驗證口語表達的可靠性。
2. 逐字稿確認 (transcript checking)：待將訪談錄音資料逐句謄錄後，請二位碩士級研究助理先後核對逐字稿資料與數位錄音內容，以求一致性。
3. 訪談對象確認 (member checking)：將逐字稿內容寄給訪談對象，請訪談對象再次確認逐字稿內容是否與當初訪談內容一致。
4. 類別歸納一致性 (category consistency)：因質化分析均會受到分析者主觀意識的影響，為求質料客觀性與一致性，研究者與研究助理針對逐字稿內容進行類別 (單元) 歸納時，亦求取評分者一致性係數，信度值為 0.90，不一致的分類則由研究者再進行深度探索。

## 四、質性資料分析方法

本研究利用 Moustakas (1994) 所發展的四階段質化分析策略解讀訪談後的逐字稿：

1. 初步歸納 (preliminary grouping)：在逐字稿中尋找關鍵詞句。
2. 集群意義單元 (clustering of invariant meaning units)：將相關的關鍵詞句組合起來，形成有意義的單元。
3. 尋找主題 (searching themes)：重組相關的意義單元，形成主題。
4. 複合式字詞結構化描述 (composite textural-structural descriptions)：針對每個主題，以文字敘述其情境，並解讀訪談對象的重要觀點。

## 肆、結果與討論

15 位質性訪談共產生約 225 頁逐字稿資料，約一位學生 15 頁逐字稿，所分析的質性主

題 (theme) 共 17 類，入學動機 5 個主題，求學經驗 9 個主題，職涯發展 3 個主題。以下分別針對各項主題進行字詞結構描述，並輔以部份學生的引言為例證：

## 一、入學動機

### (一) 數理能力影響入學動機

受訪的 15 位女學生都是高中第二及第三類組的學生，認為優異的數理成績是支撐他們就讀工程科系的最大動力，她們覺得自我的數理能力優於一般學生的平均水準，如以平均分配來看，她們大約屬於大於 50% 或是大於 75% 以上的數學能力區間。例如，T2 同學以比較性的方式來說明自己的數理能力，她說，「當初選二類組就是因為不太喜歡背誦的科目，社會科的成績相當差，相對而言，數理我就比較有興趣，而且成績也比較好。」此研究結果呼應 Jawitz 等人 (2000) 及 Gill 等人 (2008) 所得到的研究發現，西方的工程女性學生亦是將數學相關能力列為入學的動機之一。

### (二) 父母親不干預選填志願

在受訪的女學生中，超過一半女學生認為家庭成員不會干預她們當初高中選填的入學志願，家長都是以支持的角色尊重她們的選擇，但是父親會以「警告」的口氣告誡他們就讀工程科系的困難處，希望女學生們能持之以恆下去，母親則會憂慮她們是否能順利讀完大學。例如，T12 同學說，「我爸媽就是給我們自由，讓我們自由去選(科系)，不干涉」。T13 同學說，「我爸會覺得說那(電機系)是偏累的科系，課業比較重」。T7 同學則說，「我媽說這一個(電機系)不好讀，不好好讀會被電死。」此研究發現與西方文獻大不相同，在 Gill 等人 (2008) 所做的研究之中，父母親的家庭角色會影響他們選擇就讀工程科系。

### (三) 家庭成員及成長經驗影響就讀意願

少數的受訪女學生認為家中的成員背景或是小時候的經驗會趨使他們就讀工程科系。一位女學生(T10)的家中是從事電機材料事業(雷射雕刻)，從小到大耳濡目染父母親經營電機工程，長大後就有偏向往工程就讀的意願。二位女學生的長兄及姐為工程相關科系畢業，家中的成員會說服她們就讀工程科系的好處，以致於她們想選填工程科系。例如，T1 同學說，「我姐本身也是唸資工的，所以以後如果有問題就可以問她，才會選擇唸資工」。T4 同學則說，「因為我有兩個哥哥，我是問年紀跟我比較接近的哥哥，因為他本身也是唸理工科系，他就問我說你喜歡什麼，不喜歡什麼，最後他就問我要不要填資工」。此研究結果與 Bucak 和 Madirgan (2011) 所做的問卷研究一致，家庭成員對於工程的口頭講解會影響女學生的就讀意願。

### (四) 未來出路考量：工程師為較穩定的職業

另有少數女學生將工程科系與「賺錢行業」畫上等號，這些女學生長期受到「科技園區」的賺錢印象所影響(例如台積電領取高額股票的工程師)，認為就讀工程科系的出路大於一般純學術科系(如數學系)，工程師的頭銜對未來就業比較有保障，且能獲取不錯的薪水待遇。例如，T3 同學說，「因為我覺得台灣高科技產業比較發達，所以覺得這一塊應該未來工作比較有保障」。T10 同學則說，「電機是蠻賺錢的行業，賺錢賺的很快，肝也爆的很快」。

### (五) 高職不是就讀選項

全部受訪學生都認為國中時期對於「工程」的概念尚屬萌芽階段，只知道「工程」是與「實作」相連結，都是「動手操作」的認知概念。她們在國中畢業時，曾經考慮就讀高職的工程科別（如資訊科或是電腦資料處理科），但是家中的父母親會強力反對他們就讀高職，父母親普遍認為高職是屬於「不好」且「不入流」的學校，高職是給成績不好的學生就讀的學校，會嚴重影響未來生涯發展。例如，T12 同學說，「*那時候的刻板印象就是，上一輩的人好像都還是會覺得說讀高中會比讀高職好*」。

## 二、求學經驗

### （一）與高中學習環境不同，造成學習不適應感

許多女學生都是女校畢業，她們已經熟悉與女性友人合作學習的方式，一踏入男性為主的學習環境，會造成她們學習上的壓力，她們在大一時要開始學習如何與男性同學相處，學習與男性同儕一起學習專業科目，而女學生的學習環境不適應感要到大二以上時才會慢慢退去。T2 同學說，「*我是女校畢業的，不太習慣旁邊從女同學然後全部變成男同學*」。

### （二）男性師長對於女學生的期待有其極端點

在大學的學習環境中，所有的女學生的專業科目師長皆是男性，無女性師長的存在。在男性師長的眼中，她們是屬於少數認真的族群，但師長對於她們的專業印象則有極端的差異。一派的男性師長（資工領域）認為女性學生雖然認真，但其專業能力還是比不上男性學生，在男性師長眼中，男性學生對於專業科目的掌握度較佳；也許是受到前幾屆女學生的傑出表現影響，另一派的男性師長（電機領域）認為女學生除了學習態度佳之外，在專業能力表現上不輸男性同儕，甚至有超越的趨勢與傾向。例如，T4 同學說，「*因為我們前幾屆學姐的表現真的很好，系上老師普遍認為女生比較認真，功課也比較好，男生相對比起來，就比較會裝皮皮的*」。T1 同學則說，「*在專題製作課中，老師就會把難的部份交給男同學做，老師知道女同學真的比較弱*」。

### （三）男性師長的關懷間接產生學習壓力

因為是班上的少數民族，女學生認為她們上課出席有其重要性，如無故缺席，很容易讓師長查覺其課堂存在性，這種現象讓少數女學生很不能適應，間接造成她們的隱藏壓力。也由於女學生為少數的學習者，男性師長會對她們投射額外的學習關懷，時常會問她們的學習需求及感受。例如，T10 同學說，「*男老師蠻優惠女同學的，他們會覺得女生念起來比較辛苦，很同情我們*」。此研究發現和 Gallaher 與 Pearson (2000) 所得到的研究結果相異，在 Gallaher 與 Pearson 的研究中，女學生普遍認為被師長冷落。然而，過多關懷也會造成少數女學生的不滿，專業科目強的女學生解讀老師的額外關懷為弱化女性的專業能力。

### （四）工程女學生愛好同儕學習的模式

雖然女學生為少數學習群，她們並不會時常聚在一起討論功課，女學生喜歡找專業能力強的男性或女性同儕研究課業，性別不是絕對指標，能力值才是學習的標竿。此外，絕大多數的女學生不會主動向男性師長請教問題，她們愛好同儕學習的方式。例如，T4 同學說，「*課業上有問題比較不會直接找老師，都會問比較強的同學*」。此研究結果與 Du (2006) 的研究

發現相同。

#### (五) 女性師長或學姐的存在能消除學生的學習孤獨感

工程女大學生相當重視自我的專業精神層面，她們希望有工程女性師長的存在，她們認為女性師長比較能瞭解她們的思維，可以跟師長進行精神層面的學習分享。再者，如果有同系學姐的學習帶領，她們比較不會有學習孤獨感的存在。例如，T7 同學說，「有女老師會更好，女生跟女生在聊天會比較清鬆，談一些問題也不會尷尬」。T9 同學則說，「女老師比較清楚女學生在想什麼」。此研究結果和 Du (2006) 及 Amelink 和 Creamer (2011) 的研究發現相同，女性友人間的學習關懷會影響學生間的專業精神層面。

#### (六) 專業能力高低造就不同種類偏好的分組學習

在專業科目的分組學習上，女學生喜歡跟男性同儕同一組，較不喜歡跟同性別同學共事，主要原因有二。第一，專業能力強的女學生認為跟男性同儕同一組較能學習更多自我不懂的概念，而跟同性別同學在一組須額外教導她們既有的概念，阻礙自己的學習深度；第二，專業能力弱的女學生跟男性同儕一組較能得到學習保護感，男性同儕會照顧他們的學習需求，教導她們欠缺的專業知識。例如，T10 同學說，「女生同一組比較不好，每個人專業的基礎都不那麼好，同組工作起來會很累.....跟男同學一組，男同學會把難的搶去做，照顧女生」。T11 同學則說，「跟男同學一組有互補的作用，合作起來比較有默契，互相學習不會的部份」。

#### (七) 男性學生具有工程專業上的學習優勢

不論是專業能力強或是弱的女學生，她們一致認為男性較擁有工程學習上的天賦，如不考慮學生的學習背景（男女生起點為一致），男學生在工程科目的學習上較有爆發力。以資工領域的程式設計為例，男學生在程式撰寫上較能體現邏輯能力，換言之，男同學對於專業科目的實作學習較具「學習感覺」，以某一位女學生的比喻為例，男同學較能「嗅」出工程學習的概念。T10 同學斬釘截鐵地說，「程式設計來說，男生的邏輯真的比較好」。

#### (八) 專業能力高低產生不同學習效果

專業能力強的女學生在專業科目學習上較無阻力，這些學生僅佔女學生的十分之一，人數相當少，她們評定自我能力比班上的男性同儕還要好，只要稍做努力，即可趕上前五名的男性同學。然而，大多數的女學生在學習上常遇到挫折，以資工系的程式設計為例，她們對此科目表達濃厚的學習興趣，但在實際學習上不能融會貫通，撰寫出來的程式就是比男性同儕差，她們常會有放棄學習的想法。T1 同學說，「直接高中碰到的是簡單的程式設計，進到大學後，感覺程式設計愈來愈難，愈難理解，現在覺得寫程式就是麻煩，能避掉就避掉」。T3 同學則說，「程式設計要的是邏輯，我邏輯會有點卡住，曾經想放棄」。

#### (九) 男性同儕主導學習的過程

在個人學習上，專業能力強的男同學不能理解女學生的思考邏輯，多數女學生反應，當她們向男性同儕請教問題時，男同學都以驚訝的表情表達他們對女性同學的學習能力。而在團體分組學習上，專業能力強的男同學會主導一切的學習權，常忽略同組女同學的學習感受。例如，T1 同學說，「實驗課都跟男生一組，遇到任何學習困難都是他先解決，我只能事後問

他原因」。此研究結應 Gallaher 與 Pearson (2000) 及 Shull 和 Weiner (2002) 的研究。

### 三、職涯發展

#### (一) 專業能力高低對於職涯發展有其差異性

在職涯發展選擇上，女學生的專業能力高低有其差異性。專業能力佳的女學生表達直接攻讀研究所的意願，這些學生認為研究所的專業學程會使她們的專業技能更加成熟；而專業能力弱的女學生會想放棄大學所學習的專業知識，欲從事與科系無直接相關的行業，這些學生認為在大學四年間的專業學習挫折感是造成她們出走的主要原因。例如，T1 同學說，「我不適合走這條路，因為我對程式設計的理解沒有那麼的高，而且還要想一些效率問題或演算法，我覺得我對寫程式比較不行」。T2 同學則說，「我已經甄試上研究所了，有問蠻多哥哥姐姐，他們說職場很多職位無法往上升就是因為卡在學歷，所以我想要繼續唸下去」上述研究結果與過往文獻相當吻合 (Baker et al, 2002; Trenor et al, 2007; Hahn & Varma, 2008; Amelink & Creamer, 2011)。

#### (二) 工程傳統印象仍停留在男性上

所有女學生對於「工程師」的印象都停留在男性的傳統角色，她們的「工程師」認知就是身體強壯且動作熟練的男性，從小到大完全沒看過女性工程師，這些經驗會額外造成她們未來身為「女性工程師」的不安。女學生普遍認為，由於職場沒有明確的榜樣 (role model) 存在，她們對未來的職場會產生惶恐及憂慮，深怕大學中的學習環境又與現實的職場生活不一樣。T12 同學說，「從小到大對於工程的概念就是做黑手.....目前在業界所看到的工程師也是男性為主，未來就業是有點怕怕的」。

#### (三) 大學前後對於未來發展的態度相差甚大

絕大多數的女學生在就讀大學前對其未來發展都有相當美滿的期待，專業能力強的女學生在大學前後的期待差異最小，專業能力弱的女學生期待差異最大，就後者而言，她們明顯認為工程學習超出她們高中時期的想像，艱深工程專業科目澆熄她們的學習興趣，現實的學習挫折感為壓垮她們生涯發展的最後一根稻草。例如，T4 同學說，「唸完資工系後，好像有一部份跟我想得不太一樣.....現在後悔也來不及了」。T11 同學則說，「從高中決定唸電機以來，就是準備朝電機領域邁進，目前唸的很有興趣，未來也是考研究所」。

### 伍、結論

本研究旨在分析工程女性大學生的學習歷程，利用質性訪談方式，求得 15 位女學生的大學學習生活的經驗，經由質性分析方法，獲得 17 項研究主題，部份主題可由西方文獻獲得合理解釋，多數主題也許是為東方文化下的產物，尚無可驗證的文獻資料，本研究持續找尋文化相關文獻，以支撐研究發現。

如以 pipeline 取向劃分，17 項研究主題，可細分為入學動機 5 個主題，求學經驗 9 個主題，職涯發展 3 個主題。入學動機中的初步理論變數為：數學能力的影響、父母親的角色、家庭成員及成長經驗、未來出路的考量及高職不是選項。求學經驗的變數為：學習環境不適

應感、男性師長的期待、男性師長的關懷、愛好同儕學習、盼望女性師長或學姐的存在、專業科目的分組學習偏好、男性的學習優勢、專業科目的學習能力取向及男性同儕的態度。職涯發展的變數為：專業能力高低的走向、工程傳統的印象及大學前後的期待差異。

從本研究的結果可發現，台灣女性工程大學生的入學動機與職涯發展與西方大學的工程女學生較相似，其大學的求學經驗較不能與西方學生直接對應，再者，台灣女學生在校學習感受被忽略感較不強烈，是否因華人女性較具壓抑個性使然，有待後續分析。

本研究主要以質性研究為研究主體，主要探求工程女性大學生在其學習歷程中的關鍵變數，研究所獲得的結果並不適合研究推論，未來研究可就研究型大學或是技職體系大學進行不同取向的分析及調查，驗證本研究的發現。

## 參考文獻

- 教育部統計處 (2006)。台美兩國女性獲得學位及大學教職性別結構變動分析。2010年10月30日，取自於 [http://www.edu.tw/statistics/content.aspxsite\\_content\\_sn=7857](http://www.edu.tw/statistics/content.aspxsite_content_sn=7857)。
- 陳昭君(2011)。師資培育大學女性主義教師之教學實踐。國立台南大學課程與教學碩士班碩士論文，未出版，台南市。
- 楊巧玲 (2006)。女性主義教育學。載於楊巧玲著，不一樣的教學原理：從自我認識到社會參與，155-159。台北：心理。
- 潘慧玲 (1998)。檢視教育中的性別議題。教育研究集刊，41，1-15。
- Amelink, C. T., & Creamer, E. C. (2011). Gender differences in elements of the undergraduate experience that influence satisfaction with the engineering major and the intent to pursue engineering as a career. *Journal of Engineering Education*, 100(3), 81-92.
- Baker, S., Tancred, P., & Whitesides, S. (2002). Gender and graduate school: Engineering students confront life after the B. Eng.. *Journal of Engineering Education*, 91(1), 41-47.
- Bell, A., Spencer, S. J., Iserman, E., & Logel, C. (2003). Stereotype threat and women's performance in engineering. *Journal of Engineering Education*, 92(4), 307-312.
- Chou, P. -N. (in press). Women studies in engineering education: content analysis in three refereed journals. *American Journal of Engineering Education*, 4(2).
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (2<sup>nd</sup> ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Dana-Picard, T., Kidron, I., Komar, M., & Steiner, J. (2005). Undergraduate engineering- a comparative study of first year performance in single gender campuses. *European Journal of Engineering Education*, 30(4), 469-476.
- Dick, T. P., & Rallis, S. F. (1991). Factors and influences on high school students' career choices. *Journal of Research in Mathematics Education*, 22(4), 281-292.
- Du, X. Y. (2006). Gendered practices of constructing an engineering identity in a problem-based learning environment. *European Journal of Engineering Education*, 31(1), 35-42.
- Gallaher, J., & Pearson, F. (2000). Women's perceptions of the climate in engineering technology programs. *Journal of Engineering Education*, 89(3), 309-313.
- Gill, J., Sharp, R., Mills, J., & Franzway, S. (2008). I still wanna be an engineer! Women, education

- and the engineering profession. *European Journal of Engineering Education*, 33(4), 391-402.
- Hatch, J. A. (2002). *Doing Qualitative research in education settings*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Jawitz, J., Case, J., & Tshabalala, M. (2000). Why not engineering The process of career choice amongst South African female students. *International Journal of Engineering Education*, 16(6), 470-475.
- Marra, R. M., Rodgers, K. A., Shen, D., & Bogue, B. (2009). Women engineering students and self-efficacy: A multi-year, multi-institution study of women engineering student self-efficacy. *Journal of Engineering Education*, 98(1), 27-38.
- Moustakas, C. (1994). *Phenomenological research methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Schafer, A. I. (2006). A new approach to increasing diversity in engineering at the example of women in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 31(6), 661-671.
- Schreuders, P. D., Mannon, S. E., & Rutherford, B. (2009). Pipeline or personal preference: Women in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 34(1), 97-112.
- Sedman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences* (3rd edition). New York, NY: Teachers College Press.
- Stonyer, H. (2002). Making engineering students-making women: The discursive context of engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 18(4), 392-399.
- Shull, P. J., & Weiner, M. (2002). Thinking inside the Box: Self-efficacy of women in engineering. *International Journal of Engineering Education*, 18(4), 438-446.
- Sulaiman, N. F. & AlMuftah, H. (2010). A Qatari perspective on women in the engineering pipeline: An exploratory study. *European Journal of Engineering Education*, 35(5), 507-517.
- Trenor, J. M., Yu, S. L., Waight, C. L., Zerda, K. S., & Sha, T. L. (2008). The relations of ethnicity to female engineering students' educational experiences and college and career plans in an ethnically diverse learning environment. *Journal of Engineering Education*, 97(4), 449-465.
- Varma, R., & Hahn, H. (2007). Gender differences in students' experiences in computing education in the United States. *International Journal of Engineering Education*, 23(2), 361-367.
- Zengin-Arslan, B. (2002). Women in engineering education in Turkey: Understanding the gendered distribution. *International Journal of Engineering Education*, 18(4), 400-408.

建構臺灣技職大學土木結合節能減碳科技跨領域基本知能指標之實證研究

**The Construction and Empirical Research on the Indicators of Taiwan Technological and Vocational College Students' Basic Ability for Employability in CE for the ESCR Technology**

陳信助、張建成、賴正義\*、謝宗榮\*\*、吳旻謙\*\*

中國文化大學教育系

\*國立臺灣科技大學研究發展處

\*\*中華科技大學土木工程系

Hsin-Tzu (Tommy) Chen, Chien-Cheng Chang,

Cheng-I Lai \*, Tsung-Jung Hsieh\*\*, Min-Chien Wu\*\*

Department of Education, Chinese Culture University, Taiwan

\* Office of R&D, National Taiwan University of Science and Technology

\*\* Dept. of Civil Engineering, China University of Science and Technology

**摘要**

本研究以推動科學教育的角度，檢視臺灣技職大學土木工程教育與節能減碳科技教育的推行，了解現在土木工程教育的推展狀況，以及產業界對此類跨領域人才工作能力的期望，從而建立土木結合節能減碳科技跨領域人才核心能力指標。計畫為國科會能源國家型科技計畫--節能減碳科技土木領域人才培育先導計畫之研究。

**關鍵字：**技職教育、土木工程教育、節能減碳科技、人才培育、能力指標

**Abstract**

This empirical research attempts to understand the ability of Taiwan Technological and Vocational college students of Civil Engineering (CE) for the technology in terms of Energy Saving and Carbon Reduction (ESCR) and what kind of employment knowledge and ability of college students should have in the future and to construct the Indicators of Technological and Vocational college students' basic ability for employability in CE for the ESCR technology. It's a 3-year project, sponsored by the National Science Council (NSC), Taiwan, ROC, under Contracts No. NSC100-3113-S-011-002 and NSC101-3113-S-011-002.

**Keyword:** Technological and vocational education, Civil engineering, ESCR, Employability, Indicators

## 壹、前言

高速變遷社會的現代教育，應確保能為所有學生，妥善地準備面對當下或未來職場上就業和發展所需能力，並擁有終身學習所需的知能與決心。傳統的土木營造工程教育下，強調訓練學生專精並培養學生一技之長，在課程上又多以力學結構為主流，訓練少數分析等知識類的「硬」技能，大部分的「軟」能力與特質，要靠學生自身去涉獵，以補足現行學校教育的分工專業，對學生的多元發展潛力及技能之培養，是略顯不足。面對社會的多元化、資訊科技的進步、市場需求的改變和教育環境的衝擊，土木營造教育的推動與改革，已經不得不正視未來社會的需求，以及土木工程師所延伸的角色：土木領域人才不但需要強化自身領域的專業，更需具備「跨領域」的知識與技能；同時課程應著眼於發展兼具土木傳統與及產業變遷發展之科技特色，培育未來現代化「永續工程師」為目標。也因此，改變現有課程，規劃跨領域全方位教育的技職課程，已成為當務之急。

以「節能減碳」促成環境的永續發展，已不再只是能源高科技專業人才的責任與使命，而是全民都必需關注、了解與學習的核心議題，更應進一步將節能減碳的概念，落實每個人的生活中，應用於各個領域上。配合國家永續發展及綠色能源政策，探討土木工程領域與能源科技的整合應用，是潮流趨勢，從教育著手，「發展良善的跨領域課程」以培育人才，更是具有潛力與前瞻性的作為。

本研究為國科會能源國家型科技計畫--節能減碳科技土木領域人才培育先導計畫，對於有潛力的技職教育新興領域--能源科技與土木「跨領域」的知識與技能，以三年的計畫期進行研究。任務為以推動科學教育的角度，檢視現行土木工程教育與節能減碳科技教育的推行，建立土木工程與節能減碳科技跨領域人才核心能力指標，從而設計規劃結合節能減碳科技與土木工程教育的相關課程、教材與活動，並實施評鑑。整體研究計畫目的如下：

1. 了解現在結合節能減碳科技的土木工程教育的推展狀況，以及產業界對此類跨領域人才工作能力的期望；
2. 建立人才核心能力指標，據以對規劃設計的課程、教材與活動，實施評鑑，提出如何保持課程設計的連貫性、如何調整課程內容的開設方式、以及如何配合社會實務環境的未來課程方向，可供參考的作法；
3. 提出關於節能減碳融入式課程教材與教具設計、土木人員節能減碳推廣教育教材設計、活動設計、志工教材設計等的應用原則與有效的執行與實踐方式；
4. 讓學生對節能減碳概念的土木課程有學習興趣，進一步培養正確的態度與行為，讓學生在校所學，得以與社會實務連結發揮。

第一年研究，對上述目的之第一點與第二點，列為執行重點，特別由節能減碳科技的土木工程教育的推展現況，及產業界對此類跨領域人才能力的現實期望，建立起人才核心能力指標。

## 貳、文獻探討

### 一、創新的人才培育

臺灣地狹人稠，天然資源貧乏，科技的創新與研發遂成為左右國家競爭力的重要關鍵，

而大專校院是科技研發與人才培育的重鎮，故能深深地影響國家競爭力的良窳。近年來我國營造業產值約僅佔整體產值的 4.84%（內政部營建署，2007），低於美、日、韓等主要國家，這也意謂著相對他國營建業，我國營建業生存較難。國內重大工程建設雖已漸趨飽和，但隨著地球暖化引發的氣候變遷問題，在災害防治、環境永續、建築節能與智慧化，以及老舊橋樑與建物之延壽、監測、補強、改建等問題，仍有許多展現的空間，土木工程師應該還有很多發展機會。土木工程應該「永續發展」（陳振川，2002）。土木營造產業之教育應著眼於發展兼具土木傳統與及產業變遷發展之科技特色，培育未來「新世紀永續工程師」為目標（行政院國家永續發展委員會，2010）。2008 年為因應全球氣候變遷之挑戰，行政院提出「節能減碳政策白皮書」，公共工程委員會將「生態工程」提昇為「永續公共工程」（sustainable public infrastructure），期望國內公共相關工程建設能達到人本、優質、永續之標準，並讓未來公共工程建設得以取得經濟發展、環境保育以及社會正義等三方面之均衡，營造國人優質之生活空間（行政院公共工程委員會，2008）。因此，身為產業火車頭的營建產業，在面對國際能源與資材價格的大幅升漲、與全球節能減碳共識下，更應以全球氣候變遷與減少溫室氣體為著眼點，積極投入相關研發落實與相關節能科技之人才培育工作，持續促進社會經濟發展，並提升營建產業之競爭力。

能源國家型科技計畫為政府發展重點，且許多能源科技相關產業正蓬勃發展，亟需一般與高端人才，土木人員應重視再生能源之開發，投入更多心力與時間，研習精進與推廣再生能源相關技術，使土木專業技術得以發揚光大（臺灣省土木技師公會，2009）。透過人才培育與推廣，將新的綠色節能思維與節能科技，導入工程規劃、設計、施工與維護營運工作中，是土木工程未來的重要課題。

本研究設計探討傳統的土木技術結合至新興熱門的節能減碳領域，可擴展土木師生的教學、研究與就業範圍，尤其是高端人力需求量的增加將會促進土木相關系所的成長，跳脫目前土木工程給人勞力密集、實務經驗勝過學術培養的印象，也會提升學生的成就感。未來也有可能因此計畫的引導而讓土木擴大至結合環保、能源、社會等跨領域議題，從單純之工程發展演變至科技、人文之整合系統。此外，過去節能減碳人才培育大都依節能減碳技術辦理不特定對象的培育工作，其效果比較單一片面。本研究著重於特定產業聚焦式節能減碳科技人才培育與推廣工作，較能彰顯人才培育與推廣工作的成效。

## 二、土木與能源

依據國科會學門專長分類表（國科會，2012），土木學門包括結構、材料、營建、水利、大地、生態工程、交通、測量、建築等專長，在大專校院中分屬於土木、營建、水利、運輸、交通、測量、建築等系。土木學門師生人數眾多，單以土木或營建科系所為例，從教育部 98 學年度的大專校院概況統計（教育部，2010）可查知，我國目前有 37 所大專院校設有土木或營建研究系所，計有專任教師 732 人，博士生 849 人，碩士生 3750 人，大學生 15249 人。

不過，土木學門師生從事能源相關研發者並不多，以關鍵字「能源」輸入國家圖書館臺灣博碩士論文知識加值系統中，此關鍵字出現於摘要中，年份自 2001 年至 2010 年，系統顯示共有 5032 篇學位論文，再輔以科系名稱「土木」做為蒐尋條件時，只出現 92 篇學位論文，另以科系名稱「營建」做為蒐尋條件時，則只有 34 篇。另由國科會的政府研究資

訊系統 (Government Research Bulletin, GRB) 搜尋土木建築之人才培育相關計畫, 搜尋結果顯示, 國內政府機關並未執行過此類計畫, 之後搜尋在土木建築之能源相關計畫, 搜尋結果也只有寥寥數篇。

節能減碳工作並非短期執行即可坐收成果的活動, 對於缺乏能源的我國而言, 為求競爭力的維繫, 政府各部會及機關已積極推動節能減碳活動, 也積極推動能源科技人才培育與培訓計畫。

2009年我國開始推動能源國家型計畫, 規劃主軸為能源科技政策、能源計畫、節能減碳、人才培育及輔導等四項, 能源研究經費於4年內將由每年50億元倍增至100億元, 以提升科技研發能量, 能源國家型計畫提出3+1規劃主軸, 即能源科技政策、能源計畫、節能減碳、人才培育及輔導等四項, 期能達成能源、環保與經濟三贏之政策目標。教育部也依據能源國家型科技人才培育計畫暨教育部補助推動人文及科技教育先導型計畫要點, 於2010年在全國補助大專校院成立6個大專能源科技人才培育資源中心。其目標為結合夥伴學校, 串聯合作資源形成區域聯盟, 除能源通識教育推廣外, 強調其能源領域發展專精特色, 並建立特色教學實驗室, 配合資源中心聯盟之專業課程及實作訓練, 規劃實作及實驗相關課程, 加強學生能源科技實務能力。並推動大專校院相關能源及節能減碳通識課程, 提升非能源領域學生之能源素養, 將其概念擴展至各專業領域, 包括理工、政策、經濟、管理及法律等面向, 強化基礎跨領域人才培育。

### 三、建立人才核心能力指標之依據

學生自我評核其學習經驗與成果的「能力指標」模式是教育品質評鑑的最佳指標 (葉紹國、何英奇、陳舜芬, 2007), 有助提升教學品質以及績效責任。近年學術界已快速凝聚共識, 將大學生「核心能力」視為探討大學教育品質的重要議題 (吳清山、王令宜, 2007), 許多學者 (Astin, 1985; Banta, 1988; Boyer, 1987; Jocobi, Astin & Ayala, 1987; Kuh, 2005; Palomba & Banta, 1999) 呼籲, 大學應以學生學習成果做為指標, 瞭解大學生各種能力的強弱及學校對發展學生能力的投注, 以作為各校修正教學、輔導的參考。大學中各領域學門要培養學生成為專業人才、若能定義需具備哪些基本素養與核心能力指標、便能據以發展設計課程以培養其素養與能力、並建立評量機制以檢視畢業生素養與能力的達成, 以及協助對於未能達成者 (王保進, 2010)。

查閱探討大學生之能力指標的相關文獻報告可發現, 國內外許多學者都曾對「能力」提出定義與分類。國外有 Spencer 和 Spencer 將能力的定義為: 個人所具有的基本特質。這些特質不僅與其工作上的角色和職務有關, 更可藉此瞭解或預期個人的實際反應, 以及可能的影響與績效表現。Spencer 和 Spencer 並提出著名的冰山模式以具體說明能力的內涵: 如同冰山包括水面上可見與水面下不可見的兩個層面, 個人的能力也分成技能與知識的可見層面, 和態度、價值觀、動機等不可見的層面 (Spencer & Spencer, 1993)。Guggenheimer 和 Szulc (1998) 則將眾多研究者對能力 (competency) 的觀點歸納成主要三類: 第一類與工作有關, 如任務、結果 (results) 和成果 (outputs); 第二類與執行工作的特徵相關, 如知識、技能、價值觀與承諾; 第三類則綜合前兩類, 為知識、技能與態度的集合體, 也是 Guggenheimer 和 Szulc 認為較周全的觀點。Weinert (1999) 從實際應用的角度將能力分為一般能力 (generic competency) 與專業能力 (professional competency), 前者是指聽說讀寫、

運用科技、問題解決等能力，為所有工作場所共同需要的能力；後者則是在特定工作中，完成工作所需要的知識、技術等能力，不同工作需要不同的專業能力。相較於國外學者的各自表述，國內學者（如李隆盛，2001；黃政傑，1990；楊思偉，2002）則大致同意，能力是指為有效執行某一工作，所須知道的知識、操作的技能和具備的態度。

經濟學家 Joseph Schumpeter 說過，21 世紀知識經濟時代的特色是充滿不確定性與革命性的大變革（董安琪，2002）。現代青年面對種種前所未見的考驗，所需具備的能力，絕非僅侷限於某個專門領域的知識和技能而已，而必須具備跨領域、多面向的能力（Ducatel，1998）。為因應新時代的挑戰，世界各國政府皆對青年應具備的能力進行探討，提出內容架構，以引導教育體系培養能夠支持國家永續發展的人才。美國「國家成人素養研究院」（The National Institute for Literacy）於 1994 年調查美國 34 個州，151 個成人教育課程的 1500 位成人學習者，以探討二十一世紀成人在擔任公民、家長、就業者等不同角色時，必須具備共通、可遷移的核心能力，最後提出「未來成人素養和終身學習標準」（The Equipped for Future Standards for Adult Literacy and Lifelong Learning, EFF）並將其轉化為下列包含四大構面、16 項指標的能力指標（陳伯璋等，2007）：

- (一) 溝通技能 (communication skills)：閱讀理解、透過寫作傳達觀點、說的清楚使他人瞭解、積極的傾聽、批判的觀察。
- (二) 決策技能 (decision-making skills)：解決問題和作決定、計畫、使用數學解決問題並與他人溝通。
- (三) 人際技能 (interpersonal skills)：與他人合作、引導他人、提倡和影響、解決衝突和協商。
- (四) 終身學習技能 (lifelong learning skills)：擔負學習的責任、透過研究來學習、反省和評鑑、使用資訊和溝通科技。

有鑑於就業力已成為當前大專青年就業之關鍵議題，臺灣行政院青年輔導委員會特於 2006 年辦理「大專畢業生就業力調查」，以對目前大專畢業生之就業力與就業狀況有更清楚的瞭解，並做為政府制定青年就業與教育相關政策之依據。在蒐集各方意見後，調查報告總結，當今大專畢業生的核心就業力包含三大構面、16 項技能，其內容如下：

- (一) 工作態度與合作能力：良好工作態度、穩定度及抗壓性、團隊合作能力、瞭解並遵守專業倫理及道德。
- (二) 職涯規劃與學習進取：學習意願及可塑性、職涯規劃能力、瞭解產業環境及發展、求職及自我行銷能力、創新能力、領導能力。
- (三) 專業知識運用能力：表達溝通能力、發掘及解決問題的能力、專業知識與技術、基礎電腦應用技能、外語能力、能將理論應用到實務。

#### 四、傳統土木工程領域的人才能力指標

2009 年，美國土木工程學會(ASCE)再次以「The Role of the Civil Engineer in Sustainable Development」(ASCE, 2001) 指出，認為現代土木工程師應該提升成長為「永續發展工程師」。近年來美國的工程教育學會更對工程教育訂出目標，希望在 2020 年時，所教育的工程師應具備下列九點特質：

- (一) 強的分析技巧 (strong analytical skills)。

- (二) 實務才能-規劃、結合及適應的技巧 (practical ingenuity-skill in planning, combining, and adapting)。
- (三) 創造力, 如發明、創新、框架外的思考、藝術 (creativity, invention, innovation, thinking outside of the box, art)。
- (四) 好的溝通 (good communication)。
- (五) 掌握企業與管理的原則 (master the principles of business and management)。
- (六) 了解領導能力 (understanding the principles of leadership)。
- (七) 高的倫理標準 (high ethical standards)。
- (八) 動態、敏捷、回彈、彈性 (dynamism, agility, resilience, and flexibility)。
- (九) 終生學習 (lifelong learner)。

國內 IEET/AC2004 引用美國 ABET/EC2000 規範 (工程及科技教育認證規範), 要求學生的學習成效能達成以下八項核心能力:

- (一) 運用數學、科學及工程知識的能力。
- (二) 設計與執行實驗, 以及分析與解釋數據的能力。
- (三) 執行工程實務所需技術、技巧及使用工具之能力。
- (四) 設計工程系統、元件或製程能力。
- (五) 有效溝通與團隊合作的能力。
- (六) 發掘、分析與處理問題的能力。
- (七) 認識時事議題, 瞭解工程技術對環境、社會及全球的影響, 並培養持續學習的習慣與能力。
- (八) 理解專業倫理及社會責任。

觀察以上報告發現, 可歸納出許多能力構面與能力指標, 本研究計畫將透過德懷術, 由這些能力構面, 先發展出專屬「節能減碳科技土木領域人才」能力構面, 並繼續往下建構出能力面向與核心能力指標, 據以設計規劃結合節能減碳科技與土木工程教育的相關課程、教材與活動, 並實施評鑑。

## 參、研究方法

本研究第一年先採文獻分析方式, 對「我國既有節能減碳科技人才培育計畫分析」、「國內外土木領域在節能減碳之研究現況」、「節能減碳科技與土木的關聯性」、「國內外節能減碳課程或學程分析」等面向的探究, 了解現在結合節能減碳科技的土木工程教育的推展狀況, 及產業界對此類跨領域人才工作能力的期望; 再以專家座談、德懷術問卷法、功能分析法與統計分析技術, 來探究領域專家對人才能力指標的看法, 尋求一致性, 以建構人才核心能力指標。

第二、三年將據此指標融入課程發展, 規劃設計課程、教材與活動, 同時導入課程評鑑的實施; 最後實施評鑑的結果, 會再次以專家研討與問卷分析, 來評估各領域專家對此跨領域課程評鑑的成效, 從而提出關於節能減碳融入式課程教材與教具設計、土木人員節能減碳推廣教育教材設計、活動設計、志工教材設計等跨領域課程的評鑑方法、應用原則與促進有效學習的執行與實踐方式。以下對第一年研究分別就研究架構與實施程序、研究

工具與步驟分述於下。

一、研究實施程序

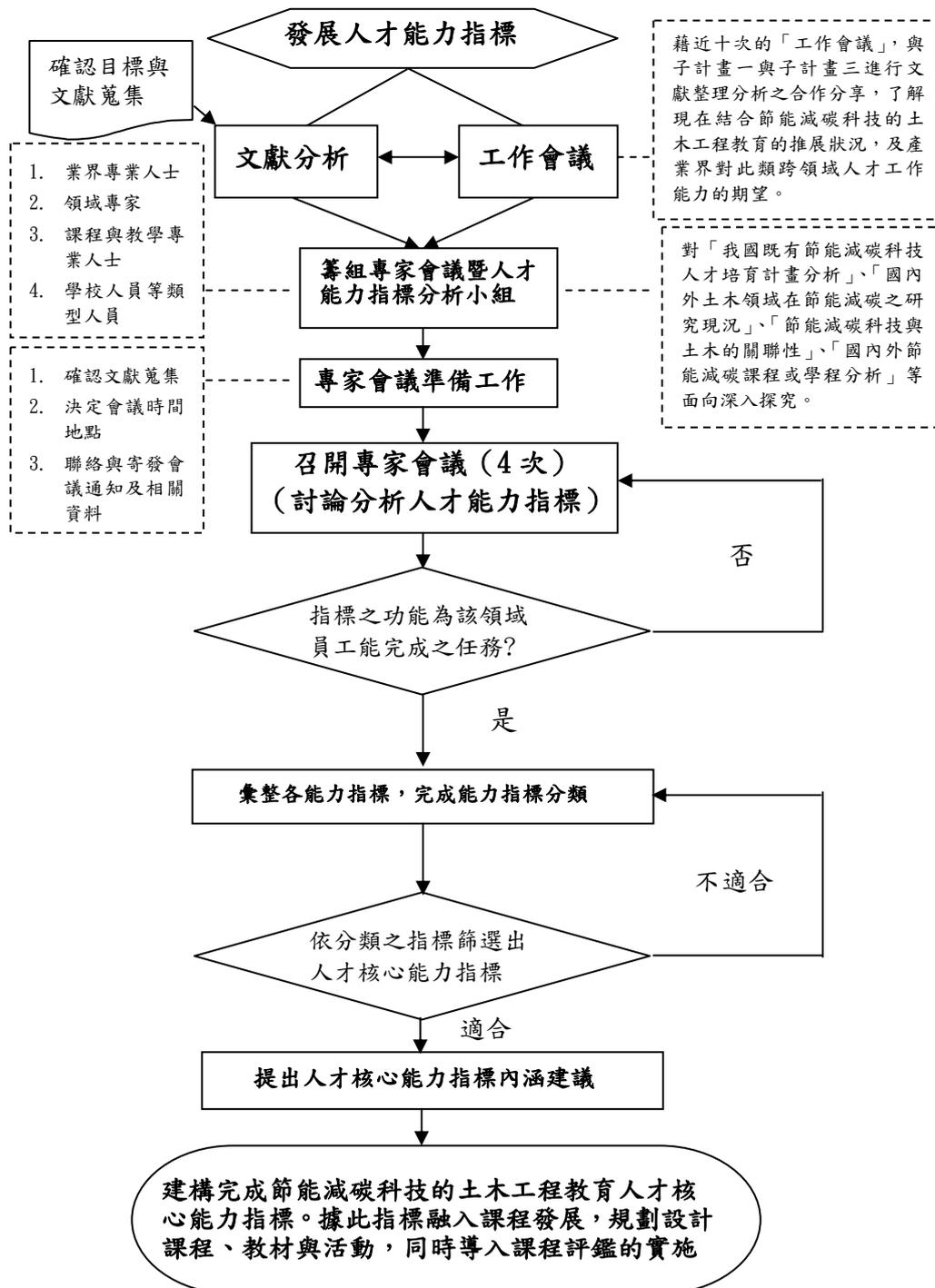


圖1 研究實施程序圖

本計畫第一年所採用之研究方法主要包括：文獻分析、專家座談、核心能力問卷調查、功能分析法與統計分析技術等階段，最後建構出人才核心能力指標。以專家座談為主，各階段互相搭配。

研究實施程序如圖 1 所示。首先，本研究採文獻分析方式，並藉近十次的「工作會議」，

與子計畫一與子計畫三進行文獻整理分析之合作分享，對「我國既有節能減碳科技人才培育計畫分析」、「國內外土木領域在節能減碳之研究現況」、「節能減碳科技與土木的關聯性」、「國內外節能減碳課程或學程分析」等面向深入探究，了解現在結合節能減碳科技的土木工程教育的推展狀況，及產業界對此類跨領域人才工作能力的期望。同時，以四次的「專家座談會議」，對工作會議的整合資料進行再分析，並帶入主題討論，專家座談中亦使用問卷調查（德懷術問卷法）。研究者再參照專家座談的產出，利用功能分析法與統計分析技術，建構出節能減碳科技的土木工程教育人才核心能力指標。

## 二、研究工具與步驟

### （一）專家座談

本研究有數次專家座談。藉由彙整文件（文獻）分析、預先組織整理資料等方法所蒐集到的資料，提出本研究認為可行之節能減碳科技的土木工程教育人才能力指標分類方式與定義，舉辦專家座談會議，於會中徵詢各專家學者意見（含業界專業人士、領域專家、課程與教學專業人士、學校人員等類型人員），俾凝聚理論上的共識，並作為修正原有模式之依據，以利後續研究任務之進行。

本研究專家座談之舉行，乃是由本研究之計畫主持人擔任會議主席，座談會由主席先說明本研究之目的與內容，其次再由主席引導所有參與人員充分討論與發言，並將討論過程與內容加以錄音錄影，以為後續分析與問卷建構之參考。

### （二）德懷術

本研究實施德懷術問卷，採用下列四個步驟：

1. 進行專家會議與第一次調查：針對議題，邀請議題相關的專家學者擔任樣本，第一次調查多半採用開放的形式，請專家學者針對問題，提供意見，讓參與的專家學者自由地反應，以取得更廣泛的資料，作為設計第二次調查的基礎。此專家會議的主要目的是減低專家學者個別判斷上的差異，對名詞的界定、觀念的溝通及填答者的共同立場，均要在此階段之專家會議進行。
2. 進行第二次調查：依第一次調查上的反應及其他相關文獻，加以設計結構式的問卷，進行第二次調查，要求專家樣本針對每一項目，評定其優先次序或重要性，可採取三至五等量尺。
3. 進行第三次調查：第二次調查之後，經整理分析，計算每一項目評定的平均數、中數、眾數。連同第二次問卷調查原專家樣本個人對每一題項的反應，一起納入第三次調查中，進行第三次調查，對樣本再予評定。須請專家樣本參考所提供的資料，改變或不改變原本的評定，如果堅持與多數人不同的意見，須請專家樣本說明理由。
4. 進行第四次調查：第四次調查與第三次調查的程序類似，須提供第三次評定的平均數、中數、眾數。及連同第三次調查評鑑樣本原個人對每一題項的反應，一起納入第四次問卷中，進行第四次問卷調查，如果堅持與多數人不同的意見，須請專家樣本說明理由。對資料的分析，以最後一次問卷的反應為主，計算每個項目的評定結果，排列優先次序，此外尚須指出一致與不一致的項目，並列出不一致

的理由，亦分析後三次的問卷，找出評鑑樣本堅持不改變的程度。

### (三) 能力指標分析模式

本研究採用 Mansfield & Mitchell 能力分析指標模式 (1996)，該模式可經由文獻探討、訪談、團體法等技巧，蒐集全盤且多元的資訊，主要為描述工作活動的結果或產出，而非工作活動的過程。能力指標分析結果以「專業能力內涵表」來描述功能架構與連結關係，所有後續的專業能力指標、工作描述、學習與訓練需求、評量規準等，都可以由專業能力內涵表再行分析而得。專業能力內涵表可以採用四階層或三階層呈現，如果職業領域寬廣，可以採用四階層呈現；如果是較單純的職業或工作，則可以使用三階層呈現，雖然有階層上的差異，但其程序與方法則相同。能力指標分析的結果陳述應包含：「動詞＋受詞＋條件」，受詞表示成果或輸出；而動詞表示完成此成果或輸出所應採取的活動；而條件則是指相關的環境，如果沒有條件則可以省略。能力指標分析的程序是動態的，如果在某一個階層的分析中，發覺前一階層的功能不完全，無法涵蓋這一階層的功能時，可以回到前一階層，進行更嚴謹的分析。以能力指標分析模式進行能力指標分析是一種結構化的分析，由上而下採用分解規則，依次演繹出完整的專業能力內涵表，由下而上則是利用重複規則，持續檢查分析的適切性（如圖 2）。

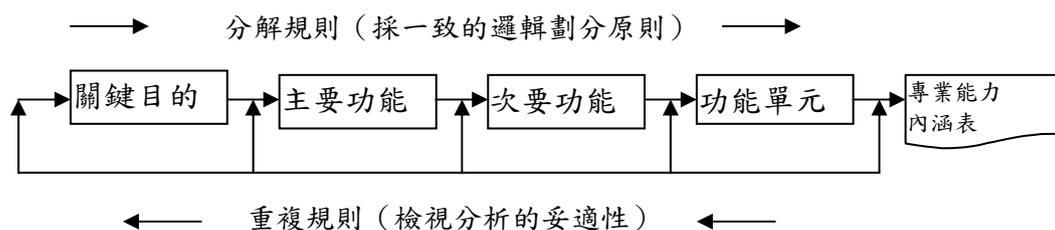


圖 2 能力指標分析模式的二大規則

資料來源：Mansfield & Mitchell (1996)

該能力指標分析模式之理論架構，如圖 3 所示，模式中包括四組成要素：

1. 對員工技術的期望：員工在各種工作活動中所需要的各項技術能力，以達成該職業屬性工作角色之期望。在能力分析模式中技術能力的期望是很重要，但在專業能力內涵表中並非是全部，因為它只是整個專業能力內涵表的一部分。
2. 對員工處理偶發事件的期望：處理偶發事件或處理緊急事件是一種隨機應變的能力，在工作中應認知並解決潛在及實際發生之狀況。處理偶發事件的期望包括計畫工作程序、問題的解決、工作方式的決定，以及做選擇、評估結果和判斷何時需要其他同事的協助。
3. 對員工能在工作中處理不同工作活動的期望：在工作現場中員工很少只有單一工作活動，員工應該具有多重能力，能夠在不同的工作活動或相互衝突的工作活動中，同一個時間內可以做數件事情，達成協調及平衡，成功的達成目標，這就是處理不同工作活動的期望。
4. 對員工處理工作環境介面的期望：員工在工作場所、材料設備、品質管制、客戶

關係及組織文化的限制下，仍能達成工作期望。



圖 3 能力指標分析模式理論架構

資料來源：Mansfield & Mitchell (1996)

## 肆、結果與討論

為實踐上述之研究設計概念，本研究首先以文獻探討蒐集包括國內外相關期刊、專書、網站中關於「土木領域學生能力指標」主題，藉由歷次的計畫「工作會議」，與子計畫一與子計畫三進行文獻整理分析之合作分享，對「我國既有節能減碳科技人才培育計畫分析」、「國內外土木領域在節能減碳之研究現況」、「節能減碳科技與土木的關聯性」、「國內外節能減碳課程或學程分析」等面向深入探究，對節能減碳科技與土木的人力指標意義、功能、特性、類型、發展模式、建構原則及項目架構等進行逐一分析，並做第一波的組織與歸納。

### 一、第一次專家座談

第一次「專家座談」(08/29/2011)隨後展開，邀請業界專業人士、領域專家、課程與教學專業人士與學校人員等，共計 11 位專家與會，主要目的乃在於對「能源科技土木領域人才培育計畫」項目及重點說明，並報告第一波文獻整理中，關於「節能減碳科技與土木的關聯性」、「能源科技的土木工程教育推展狀況」的分析，進一步討論產業界對此類跨領域人才工作能力的期望。該次會議中亦有討論一些前瞻性主題，如：如何建立人才核心能力指標，據以對規劃設計的課程、教材與活動，實施評鑑，提出如何保持課程設計的連貫性、如何調整課程內容的開設方式、以及如何配合社會實務環境的未來課程方向，可供參考的作法。或有提出關於節能減碳融入式課程教材與教具設計、土木人員節能減碳推廣教育教材設計、活動設計、志工教材設計等的應用原則與有效的執行與實踐方式、如何讓學生對節能減碳概念的土木課程有學習興趣，進一步培養正確的態度與行為，讓學生在校所學，得以與社會實務連結發揮。

該次座談的重要決議乃為確立人力指標之建構，應以「土木工程」領域既有之人才能力指標為本，再搭配新領域「節能減碳」概念的融入，發展綜合性指標。並具體建議以美國土木工程學會(ASCE)與美國工程及科技教育認證規範(ABET/EC2000)，所提出的「人才特質」與「核心能力」，為指標發展之基礎，再依據會議逐字稿進行內容分析，增訂新指標。

2009年，美國土木工程學會在「The Role of the Civil Engineer in Sustainable Development」指出，強調土木工程師應該提升成長為「永續發展工程師」。近年來美國的工程教育學會更對工程教育訂出目標，希望在2020年時，所教育的土木工程師人才應具備下列九點特質：

- (一) 強的分析技巧 (strong analytical skills)。
- (二) 實務才能-規劃、結合及適應的技巧 (practical ingenuity-skill in planning, combining, and adapting)。
- (三) 創造力，如發明、創新、框架外的思考、藝術 (creativity, invention, innovation, thinking outside of the box, art)。
- (四) 好的溝通 (good communication)。
- (五) 掌握企業與管理的原則 (master the principles of business and management)。
- (六) 了解領導能力 (understanding the principles of leadership)。
- (七) 高的倫理標準 (high ethical standards)。
- (八) 動態、敏捷、回彈、彈性 (dynamism, agility, resilience, and flexibility)。
- (九) 終生學習 (lifelong learner)。

國內 IEET/AC2004 引用美國 ABET/EC2000 規範 (工程及科技教育認證規範)，要求學生的學習成效能達成以下八項核心能力：

- (一) 運用數學、科學及工程知識的能力。
- (二) 設計與執行實驗，以及分析與解釋數據的能力。
- (三) 執行工程實務所需技術、技巧及使用工具之能力。
- (四) 設計工程系統、元件或製程能力。
- (五) 有效溝通與團隊合作的能力。
- (六) 發掘、分析與處理問題的能力。
- (七) 認識時事議題，瞭解工程技術對環境、社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力。
- (八) 理解專業倫理及社會責任。

## 二、第二次專家座談與德懷術問卷調查

第二次「專家座談」(09/30/2011)，計有 10 位專家與會，依據第一次座談的建議，提出「融入節能減碳科技之土木工程教育學生能力參照指標」(如表 1)，共計 60 項指標，經篩選後 (需達認同該指標之專家數至少 2 位)，共計 40 項指標。

該參照指標以「ASCE 土木工程師人才特質」(9 項, A1-A9) 與「IEET/AC2004 要求學習成效能達成的核心能力」(8 項, I1-I9)，共 17 項指標為本，再納入第一次專家座談的內容分析後，所增列之 23 項(M1-M23)指標。專家座談增列指標，再以 Mansfield & Mitchell

「能力分析指標模式」進行討論分析，將新增指標歸為三類：第一類，專業知識運用能力（12 項，M1-M12）、第二類，職涯規劃與學習進取（6 項，M13-M18），以及第三類，工作態度與合作能力（5 項，M19-M23）。

表 1 融入節能減碳科技之土木工程教育學生能力參照指標表

ASCE 土木工程師人才特質		認同該指標之專家數
A1	強的分析技巧(I2+I6)	4
A2	實務才能-規劃、結合及適應的技巧	8
A3	創造力，如發明、創新、框架外的思考、藝術	6
A4	好的溝通(I5)	3
A5	掌握企業與管理的原則	4
A6	了解領導能力(I5)	2
A7	高的倫理標準(I8)	2
A8	動態、敏捷、回彈、彈性	3
A9	終生學習(I7)	4
<b>IEET/AC2004 要求學習成效能達成的核心能力</b>		
I1	運用數學、科學及工程知識的能力	3
I2	設計/執行實驗，及分析/解釋數據的能力(A1)	4
I3	執行工程實務所需技術/技巧及使用工具能力	7
I4	設計工程系統、元件或製程能力	3
I5	有效溝通與團隊合作的能力(A4+A6)	3
I6	發掘、分析與處理問題的能力(A1)	5
I7	認識時事議題，瞭解工程技術對環境/社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力(A9)	4
I8	理解專業倫理及社會責任(A7)	2
<b>專家會議討論或增列之跨領域（就業技能）</b>		
M1	表達溝通能力	3
M2	發掘及解決問題的能力	5
M3	N 綠能及土木之專業知識與技術	8
M4	N 基礎電腦應用技能	5
M5	N 外語能力	4
M6	能將理論應用到實務	8
M7	N 永續經營/水土保持知識及觀念	2
M8	N 使用者端的整合能力（風險概念決策評估）	4
M9	N 統計與資料分析能力	2
M10	N 跨領域之基礎知能（建築/地質/物理/海洋/氣候/水文）	5
M11	N 瞭解綠能及土木相關之法規政策	3
M12	N 志工或義工之培養與訓練	2
M13	N 職涯規劃能力	4
M14	N 求職及自我行銷能力	3
M15	創新能力	6
M16	N 瞭解綠能產業環境及發展	6
M17	土木領域之學習意願及可塑性	4
M18	領導能力	2
M19	瞭解並遵守專業倫理及道德	2
M20	N 穩定度及抗壓性（嚴格的訓練）	5
M21	N 良好工作態度	4
M22	團隊合作能力	2
M23	N 對工作的忠誠度	2
A:ASCE 土木工程師人才特質 I: IEET/AC2004 要求學習成效能達成的核心能力 M:專家會議討論或增列之跨領域（就業技能） N:表示為新定義之核心能力指標		

第二次專家座談中，在以「能力分析指標模式」討論分析，並對「新增」指標分類後，隨即實施德懷術問卷，針對全部 40 項參照指標的「重複規則」與「分解規則」，採開放形式，依其歸納結果再依序往下分解出下一層之構面，並針對構面主題設計指標項目。透過一層接一層、逐步產出的指標建構過程，研究團隊得以篩選出本領域之人才「核心能力指標」，更詳細更具體地描述指標的內涵與範疇。同時請專家學者針對問題，提供意見，讓參

與的專家學者自由地反應，以取得更廣泛的資料，作為設計第二次調查的基礎，同時在名詞的界定、觀念的溝通上，降低專家學者個別判斷上的差異，凝聚共同立場。

### 三、第二次問卷調查

表 2 能源科技土木人才能力指標關係對應表

ASCE 土木工程師人才特質		以「重複規則」與「分解規則」，尋得指標性質相近或相同者
A1	強的分析技巧	I2+I6+M2
A2	實務才能-規劃、結合及適應的技巧	
A3	創造力，如發明、創新、框架外的思考、藝術	M15
A4	好的溝通	I5+M1
A5	掌握企業與管理的原則	
A6	了解領導能力	I5+M18
A7	高的倫理標準	I8+M19
A8	動態、敏捷、回彈、彈性	
A9	終生學習	I7
<b>IEET/AC2004 要求學習成效能達成的核心能力</b>		
I1	運用數學、科學及工程知識的能力	
I2	設計/執行實驗，及分析/解釋數據的能力	A1
I3	執行工程實務所需技術/技巧及使用工具能力	M6
I4	設計工程系統、元件或製程能力	
I5	有效溝通與團隊合作的能力	A4+A6+M1+M18+M22
I6	發掘、分析與處理問題的能力	A1+M2
I7	認識時事議題，瞭解工程技術對環境/社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力	A9
I8	理解專業倫理及社會責任	A7+M19
<b>專家會議討論或增列之跨領域（就業技能）</b>		
M1	表達溝通能力	A4+I5
M2	發掘及解決問題的能力	A1+I6
M3	N 綠能及土木之專業知識與技術	New
M4	N 基礎電腦應用技能	New
M5	N 外語能力	New
M6	能將理論應用到實務	I3
M7	N 永續經營/水土保持知識及觀念	New
M8	N 使用者端的整合能力（風險概念決策評估）	New
M9	N 統計與資料分析能力	New
M10	N 跨領域之基礎知能（建築/地質/物理/海洋/氣候/水文）	New
M11	N 瞭解綠能及土木相關之法規政策	New
M12	N 志工或義工之培養與訓練	New
M13	N 職涯規劃能力	New
M14	N 求職及自我行銷能力	New
M15	創新能力	A3
M16	N 瞭解綠能產業環境及發展	New
M17	N 土木領域之學習意願及可塑性	New
M18	領導能力	A6+I5
M19	瞭解並遵守專業倫理及道德	A7+I8
M20	N 穩定度及抗壓性（嚴格的訓練）	New
M21	N 良好工作態度	New
M22	團隊合作能力	I5
M23	N 對工作的忠誠度	New
A:ASCE 土木工程師人才特質 I: IEET/AC2004 要求學習成效能達成的核心能力 M:專家會議討論或增列之跨領域（就業技能） N:表示為新定義之核心能力指標		

依據第一次問卷調查上的反應，以及第二次專家座談記錄進行內容分析後，針對全部 40 項參照指標的「重複規則」與「分解規則」，設計以結構式的問卷，進行了第二次德懷術問卷調查，要求專家樣本針對每一項目，評定指標的重複性，以及合併或分解的次序及重要性。對原「能力參照指標」提出「人才能力參照指標關係對應表」（如表 2）。定義為「具重複性」者，有 19 個指標，「獨立無重複性」者，有 21 個指標，其中有 5 個為舊指標，16 個為新指標。

## 四、第三次專家座談與德懷術問卷調查

表 3 能源科技土木人才能力指標第三次問卷調查結果

ASCE 土木工程師人才特質		以 Likerts 五等量尺，計算每一項目評定的平均數	
A1	強的分析技巧	3.5	
A2	實務才能-規劃、結合及適應的技巧	4.5	
A3	創造力，如發明、創新、框架外的思考、藝術	4.3	
A4	好的溝通	3.3	
A5	掌握企業與管理的原則	2.4	
A6	了解領導能力	2.1	
A7	高的倫理標準	2.1	
A8	動態、敏捷、回彈、彈性	2.3	
A9	終生學習	4.0	
IEET/AC2004 要求學習成效能達成的核心能力			
I1	運用數學、科學及工程知識的能力	4.1	
I2	設計/執行實驗，及分析/解釋數據的能力	4.4	
I3	執行工程實務所需技術/技巧及使用工具能力	4.6	
I4	設計工程系統、元件或製程能力	3.8	
I5	有效溝通與團隊合作的能力	3.9	
I6	發掘、分析與處理問題的能力	4.8	
I7	認識時事議題，瞭解工程技術對環境/社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力	4.5	
I8	理解專業倫理及社會責任	3.6	
專家會議討論或增列之跨領域（就業技能）			
專業知識運用能力	M1	表達溝通能力	3.3
	M2	發掘及解決問題的能力	4.4
	M3	N 綠能及土木之專業知識與技術	4.6
	M4	N 基礎電腦應用技能	3.0
	M5	N 外語能力	3.0
	M6	能將理論應用到實務	4.4
	M7	N 永續經營/水土保持知識及觀念	3.8
	M8	N 使用者端的整合能力（風險概念決策評估）	4.3
	M9	N 統計與資料分析能力	2.9
	M10	N 跨領域之基礎知能（建築/地質/物理/海洋/氣候/水文）	4.4
	M11	N 瞭解綠能及土木相關之法規政策	4.4
	M12	N 志工或義工之培養與訓練	2.0
	M13	N 職涯規劃能力	2.9
職涯規劃與學業進步	M14	N 求職及自我行銷能力	2.4
	M15	創新能力	4.3
	M16	N 瞭解綠能產業環境及發展	4.4
	M17	N 土木領域之學習意願及可塑性	3.8
	M18	領導能力	2.9
	M19	瞭解並遵守專業倫理及道德	2.6
工作態度與合作能力	M20	N 穩定度及抗壓性（嚴格的訓練）	3.4
	M21	N 良好工作態度	3.5
	M22	團隊合作能力	4.0
	M23	N 對工作的忠誠度	3.8

A:ASCE 土木工程師人才特質 I: IEET/AC2004 要求學習成效能達成的核心能力  
M:專家會議討論或增列之跨領域（就業技能） N:表示為新定義之核心能力指標

第三次「專家座談」(02/24/2012)，計有 10 位專家與會，其主要目的乃在針對初擬之「能源科技土木人才能力參照指標表」與「能力指標關係對應表」，進行第三次問卷調查，將第二次問卷調查之資料整理分析。連同第二次問卷調查原專家樣本個人對每一題項的反應，一起納入第三次調查中，進行第三次調查，以 Likerts 五等量尺，計算每一項目評定的平均數、中數、眾數，對樣本再予評定。操作時請專家參考所提供的資料同步進行討論，決定改變或不改變原本的評定，如果堅持與多數人不同的意見，須請專家樣本說明理由。

經文獻分析與兩次專家會議之討論，指標已經從 60 個篩選至 40 個(ASCE 9 個+IEET8 個+第一次專家會議分析整理 23 個)，本次會議將從此 40 個，依專家選填「人才能力指標第三次問卷調查」之結果（如表 3），藉此完成分類與收斂，再篩選出本領域之人才「核心

能力指標」。

### 五、第四次專家座談與德懷術問卷調查

第四次「專家座談」(03/16/2012)，計有 10 位專家與會，依據第二次專家座談記錄，進行第四次調查，該次調查與第三次調查的程序類似，除了提供第三次評定的統計數據，亦連同第三次調查評鑑樣本，將每位專家對每一題項的反應，一起納入第四次問卷中，以進行第四次問卷調查，如果堅持與多數人不同的意見，須請專家樣本說明理由。

表 4 能源科技土木人才能力指標第三次問卷排序

id	average	index key	index description	rank
15	4.75	I6	發掘、分析與處理問題的能力(A1)	1
12	4.63	I3	執行工程實務所需技術/技巧及使用工具能力	2
20	4.63	M3	N 綠能及土木之專業知識與技術	3
2	4.50	A2	實務才能-規劃、結合及適應的技巧	4
16	4.50	I7	認識時事議題，瞭解工程技術對環境/社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力(A9)	5
11	4.38	I2	設計/執行實驗，及分析/解釋數據的能力(A1)	6
19	4.38	M2	發掘及解決問題的能力	7
23	4.38	M6	能將理論應用到實務	8
27	4.38	M10	N 跨領域之基礎知能 (建築/地質/物理/海洋/氣候/水文)	9
28	4.38	M11	N 瞭解綠能及土木相關之法規政策	10
33	4.38	M16	N 瞭解綠能產業環境及發展	11
3	4.25	A3	創造力，如發明、創新、框架外的思考、藝術	12
25	4.25	M8	N 使用者端的整合能力 (風險概念決策評估)	13
32	4.25	M15	創新能力	14
10	4.13	I1	運用數學、科學及工程知識的能力	15
9	4.00	A9	終生學習(I7)	16
39	4.00	M22	團隊合作能力	17
14	3.88	I5	有效溝通與團隊合作的能力(A4+A6)	18
13	3.75	I4	設計工程系統、元件或製程能力	19
24	3.75	M7	N 永續經營/水土保持知識及觀念	20
34	3.75	M17	土木領域之學習意願及可塑性	21
40	3.75	M23	N 對工作的忠誠度	22
17	3.63	I8	理解專業倫理及社會責任(A7)	23
1	3.50	A1	強的分析技巧(I2+I6)	24
38	3.50	M21	N 良好工作態度	25
37	3.38	M20	N 穩定度及抗壓性 (嚴格的訓練)	26
4	3.25	A4	好的溝通(I5)	27
18	3.25	M1	表達溝通能力	28
21	3.00	M4	N 基礎電腦應用技能	29
22	3.00	M5	N 外語能力	30
26	2.88	M9	N 統計與資料分析能力	31
30	2.88	M13	N 職涯規劃能力	32
35	2.88	M18	領導能力	33
36	2.63	M19	瞭解並遵守專業倫理及道德	34
5	2.38	A5	掌握企業與管理的原則	35
31	2.38	M14	N 求職及自我行銷能力	36
8	2.25	A8	動態、敏捷、回彈、彈性	37
6	2.13	A6	了解領導能力(I5)	38
7	2.13	A7	高的倫理標準(I8)	39
29	2.00	M12	N 志工或義工之培養與訓練	40

A:ASCE 土木工程師人才特質 I: IEET/AC2004 要求學習成效能達成的核心能力  
M:專家會議討論或增列之跨領域 (就業技能) N:表示為新定義之核心能力指標

對資料的分析，以最後一次問卷的反應為主，計算每個項目的評定結果，排列優先次序 (如表 4)，此外尚須指出一致與不一致的項目，並列出不一致的理由，亦分析後三次的問卷，找出評鑑樣本堅持不改變的程度。

表 5 能源科技土木人才能力指標合併與彙整

cate	description	rank	cate	description	rank	cate	description	rank	cate	description	rank
I1	通用數學、科學及工程知識的能力	15	M10	N持續成長之基礎知識 (邏輯/地質/物理/海洋/氣候)	9						
I2	設計/執行實驗, 及分析/解釋數據的能力(A1)	6	M4	N基礎電腦應用技能(I2)	29	M9	N統計與資料分析能力(I)	31	A1	設計分析能力(I2-A)	24
I3	執行工程實務所需技術/技巧及使用工具能力	2	A2	團隊合作/溝通、協商及適應(I8/I5/I6)	4	M6	結合理論與應用知識	8			
I4	設計工程系統、元件或製程能力	19									
I5	有效溝通與團隊合作的能力(A4+A6)	18	A6	了解領導能力(I5)	38	A4	好的溝通(I5)	27	M1	表達溝通能力(I5)	28
						M18	領導能力(I5)	33	M22	團隊合作能力(I5)	17
I6	發掘、分析與處理問題的能力(A1)	1	A8	動態、敏捷、回應、彈性(I6)	37	M2	發掘及解決問題的能力	7			
I7	瞭解時事議題、瞭解工程技術對環境/社會及全球的影響	5	A9	終生學習(I7)	16	M17	土木工程或專業學習	21			
I8	理解專業倫理及社會責任(A7)	23	M23	N對工作的忠誠度(I8)	22	A7	高的倫理標準(I8)	39	M19	瞭解並遵守專業倫理	34
A3	創造力, 如: 發明、創新、超常的創意、藝術	12	M15	創新能力(A3)	14						
A5	掌握企業與管理的原則	35	M16	N瞭解綠能產業環境及發展(A5)	11						
M3	N綠能及土木之專業知識與技術	3	M7	N永續經營/水土保持知識及觀念	20						
M5	N外語能力	30									
M8	N使用者端的整合能力 (風險概念決策)	13	刪除完全重複及部分重複								
M11	N瞭解綠能及土木相關之法規政策	10									
M12	N志工或義工之培養與訓練	40									
M13	N職涯規劃能力	32	M20	N穩定度及抗壓性 (嚴格的訓練)	26	M21	N良好工作態度	25	M14	N求職及自我行銷能力	36
M13A	節能減碳土木科技職前實務之專業訓練	41									

cate	merged	original description	rank	cate	description	rank	cate	description	rank	cate	description	rank
I1	通用數學、科學、工程及跨領域知識	通用數學、科學及工程知識的能力	15	M10	N持續成長之基礎知識 (邏輯/地質/物	9						
I2	設計/執行實驗, 及電腦統計分析/解釋資料數據的能力	設計/執行實驗, 及分析/解釋數據的	6	M4	N基礎電腦應用技能(I2)	29	M9	N統計與資料分析能力(I)	31	A1	設計分析能力(I2-A)	24
I3	執行工程實務所需技術/技巧及使用工具能力	執行工程實務所需技術/技巧及使用	2	A2	團隊合作/溝通、協商及適應	4	M6	結合理論與應用的實踐	8			
I4	設計工程系統、元件或製程能力	設計工程系統、元件或製程能力	19									
I5	有效溝通、領導能力與團隊合作	有效溝通與團隊合作的能力(A4+A6)	18	A6	了解領導能力(I5)	38	A4	好的溝通(I5)	27	M1	表達溝通能力(I5)	28
							M18	領導能力(I5)	33	M22	團隊合作能力(I5)	17
I6	發掘、分析與處理問題的能力	發掘、分析與處理問題的能力(A1)	1	A8	動態、敏捷、回應、彈性(I6)	37	M2	發掘及解決問題的能力	7			
I7	瞭解時事議題、瞭解工程技術對環境/社會及全球的影響	瞭解時事議題、瞭解工程技術對環境/社會及全球	5	A9	終生學習(I7)	16	M17	土木工程或專業學習	21			
I8	理解專業倫理及社會責任	理解專業倫理及社會責任(A7)	23	M23	N對工作的忠誠度(I8)	22	A7	高的倫理標準(I8)	39	M19	瞭解並遵守專業倫理	34
A3	創造力, 如: 發明、創新、超常的	創造力, 如: 發明、創新、超常的	12	M15	創新能力(A3)	14						
A5	掌握企業與管理的原則	掌握企業與管理的原則	35									
M3	綠能及土木之專業知識與環境永續	N綠能及土木之專業知識與技術	3	M7	N永續經營/水土保持知識及	20						
M5	外語能力	N外語能力	30									
M8	決斷力, 如: 風險概念、決策評估	N使用者端的整合能力 (風險概念決	13	合併及潤飾								
M11	瞭解綠能及土木產業環境、發展與	N瞭解綠能及土木相關之法規政策	10	M16	N瞭解綠能產業環境及發展	11						
M12	職前服務經驗, 如: 志工或義工之	N志工或義工之培養與訓練	40									
M13	對工作的穩定度、抗壓性及忠誠度	N職涯規劃能力	32	M20	N穩定度及抗壓性 (嚴格的)	26	M21	N良好工作態度	25	M14	N求職及自我行銷能力	36
M13A	職前實務之專業訓練經驗	N splitted from M13	41									

經充分討論與排序後，與會專家開始將「演繹取向」的建構模式及「由上而下」的分析架構，轉成「歸納取向」模式，「由下而上」的分析架構，進行指標最後之合併與彙整。以「刪除完全重複及部分重複」與「合併後潤飾」為原則，考量核心能力指標之設置與檢核重點之適切性，將原 40 項「人才能力指標」，收斂為 17 項「人才核心能力指標」(如表 5)。

17 項「能源科技土木人才核心能力指標」於是產出，分別為：

- (一) 運用數學、科學、工程及跨領域知識的能力
- (二) 設計/執行實驗，及電腦統計分析/解釋資料數據的能力
- (三) 執行工程實務所需技術/技巧及使用工具能力
- (四) 設計工程系統、元件或製程能力
- (五) 有效溝通、領導能力與團隊合作
- (六) 發掘、分析與處理問題的能力
- (七) 認識時事議題，瞭解工程技術對環境/社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力

- (八) 理解專業倫理及社會責任
- (九) 創造力，如：發明、創新、框架外的思考、藝術之能力
- (十) 掌握企業與管理的原則
- (十一) 綠能及土木之專業知識與環境永續/水土保持的觀念
- (十二) 外語能力
- (十三) 決斷力，如：風險概念、決策評估與整合之能力
- (十四) 瞭解綠能及土木產業環境、發展與相關之法規政策
- (十五) 職前服務經驗，如：志工或義工之培養與訓練
- (十六) 對工作的穩定度、抗壓性及忠誠度
- (十七) 職前實務之專業訓練經驗

第四次專家座談會議，除產出人才核心能力指標外，亦對第二年計畫執行的重點項目提出討論，包含：

- (一) 討論具「核心能力指標」的節能減碳「融入式課程」，其課程革新過程應注意之事項；
- (二) 討論教師在節能減碳「融入式課程」中，其操課方式與教學策略之調整重點，以確保教學品質；
- (三) 討論節能減碳「融入式課程」之內容規劃，如何能對應「核心能力指標」，又能夠為學生鋪陳未來永續的職涯進路規劃，以能因應現代社會的生存發展；
- (四) 討論學生問卷的發展。

## 伍、結論

課程在發展的過程中，需先建立指標，且應該經由適當的方式不斷的進行評鑑、回饋與修正，才能維持課程的品質，也使課程評鑑工作具有相當的客觀性。本研究先採文獻分析方式，對「我國既有節能減碳科技人才培育計畫分析」、「國內外土木領域在節能減碳之研究現況」、「節能減碳科技與土木的關聯性」、「國內外節能減碳課程或學程分析」等面向的探究，了解現在結合節能減碳科技的土木工程教育的推展狀況，及產業界對此類跨領域人才工作能力的期望；再以專家座談、德懷術問卷法、功能分析法與統計分析技術，來探究領域專家對人才能力指標的看法，尋求一致性，以建構人才核心能力指標。

研究設計以「演繹取向」為建構指標之主要模式，參考研究文獻及實際案例，以四次「專家座談」邀集 10 位業界與學術界的專家或學者，初步以傳統「土木工程」領域的人才能力指標進行發散，擬訂核心能力指標草案；接著輔以「歸納取向」，請專家修正「能源科技土木人才核心能力指標」，以符合理論和實務的需求。

此次指標建構過程，因座談主題設計與事先預定的目標契合，乃先利用「演繹取向」的建構模式，採用「由上而下」的分析架構，先確定目標主題，再從目標主題演繹出主要的向度，進而依各向度設計指標，逐步形成階層的指標體系。接續利用「歸納取向」模式，「由下而上」的分析架構，彙整現有的資料，逐漸將之歸納成接近理論模式的體系。本研究建構之「能源科技土木人才核心能力指標」題目的一致性頗高，專家學者對各項指標重要程度的認知也很集中。

然而，本研究建構之「能源科技土木人才核心能力指標」，第一年僅以業界與學術界的專家或學者的觀點，無法以一概全涵蓋社會其他觀點，尤其是與大學學生端、指標融入課程與操作端等，執行面與實務的觀點，並未納入。

期盼本研究能對節能減碳的推廣與人才培育盡上一分心力，並對於學術研究、國家發展及其他應用方面，產生以下功能與作用：

- 一、了解現在結合綠能科技的土木工程教育的推展狀況、學生學習成效，及產業界對此類跨領域人才工作能力的期望；
- 二、建立人才核心能力指標，據以對規劃設計的課程、教材與活動，實施評鑑，提出如何保持課程設計的連貫性、如何調整課程內容的開設方式、以及如何配合社會實務環境的未來課程方向，可供參考的作法；
- 三、在近期與未來，根據人才核心能力指標，提出關於節能減碳融入式課程教材與教具設計、土木人員節能減碳推廣教育教材設計、活動設計、志工教材設計等的應用原則與有效的執行與實踐方式；
- 四、讓學生對節能減碳概念的土木課程有學習興趣，進一步培養正確的態度與行為，讓學生在校所學，得以與社會實務連結發揮。

## 誌謝

本研究獲國科會補助，為能源國家型科技計畫--節能減碳科技土木領域人才培育先導計畫之研究 (NSC100-3113-S-011-002/NSC101-3113-S-011-002)，特別感謝。

## 參考文獻

- 王保進(2010)。導入品質保證內涵與重視學生學習成果之大學校務評鑑。**評鑑雙月刊**，24，54-58。
- 內政部營建署(2007)。**我國營造業經濟概況深入研析計畫**。財團法人臺灣營建研究報告。
- 行政院公共工程委員會(2008)。**永續公共工程一節能減碳政策白皮書**。臺北：行政院。
- 行政院國家永續發展委員會(2010)。**2010 永續發展指標評量報告書**。臺北：行政院。
- 行政院國家科學委員會(2012)。**國科會學門專長分類表**。2013年01月28日，取自：  
[http://aao.sinica.edu.tw/download/regulation/pro\\_honours\\_recruit\\_categoryform.pdf](http://aao.sinica.edu.tw/download/regulation/pro_honours_recruit_categoryform.pdf)
- 臺灣省土木技師公會(2009)。**談再生能源發展中土木人的角色**。**技師報**，657。
- 李隆盛(2001)。**美國能力本位課程發展模式**。**就業與訓練**，19(3)，37-45。
- 吳清山、王令宜(2007)。**我國大學評鑑：挑戰、因應策略與發展方向**。**課程與教學**，1(4)，15-30。
- 教育部統計處(2011)。**大專校院概況統計**。臺北：教育部。
- 黃政傑(1990)。**課程評鑑**。臺北：師大書苑。
- 陳伯璋、張新仁、潘慧玲、蔡清田(2007)。**國民核心素養之研究：教育學觀點**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。2011年01月13日，取自：  
<http://mli.ym.edu.tw/competence/key%20competencies%20-%20Taiwan.pdf>
- 陳振川(2002)。**土木工程師就是二十一世紀的永續發展工程師**。**土木水利半月刊**，39。
- 董安琪(2002)。**知識經濟與知識創業家**。**科學發展**，353，62-68。
- 葉紹國、何英奇、陳舜芬(2007)。**大一學生的校園參與經驗與收穫自評—以淡江、清華、**

- 師大三校為例。師大學報, 52(3), 91-114。
- 楊思偉(2002)。基本能力指標之建構與落實。教育研究月刊, 96, 17-22。
- American Society of Civil Engineers (ASCE)(2001). The role of the civil engineer in sustainable development, ASCE Policy Statement 418, ASCE, Reston, Va.
- Astin, A.W. (1985). *Achieving educational excellence: A critical assessment of priorities and practices in higher education*. San Francisco: Jossey & Bass.
- Banta, T.W. (1988). *Implementing outcomes assessment: Promise and perils*. San Francisco: Jossey & Bass.
- Boyer, E. L. (1987). *College: The undergraduate experience in America*. New York: Harper & Row.
- Ducatel, K. (1998). Learning and skills in the knowledge economy, DRUID Working Paper No. 98-2.
- Guggenheimer, P., & Szulc, M. D. (1998). *Understanding leadership competencies: Creating tomorrow's leaders today*. Menlo Park, CA: Crisp Publications.
- Jacobi, M., Astin, A., & Ayala, F., Jr. (1987). *College student outcome assessment: A talent development perspective*. Washington, DC: The association for the study of higher education.
- Kuh, G. D. (2005). *Imagine asking the client?* In J. C. Burke & Associates (Eds.), *Achieving accountability in higher education* (pp. 148-172). San Francisco: Jossey & Bass.
- Mansfield, B. and Mitchell, L. (1996). *Towards a competent workforce*. London: Gower.
- Palomba, C. A., & Banta, T. W. (1999). *Assessment essentials: Planning, implementing, and improving assessment in higher education*. San Francisco: Jossey & Bass.
- Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (1993). *Competence at work-models for superior performance*. New York: John Wiley & Sons.
- Weinert, F.E. (1999). Definition and selection of competencies: Concepts of competence. Organization for Economic Co-operation and Development.