

國內工程及科技教育認證制度實施之調查研究

Survey on the Implementation of Engineering Accreditation in Taiwan

林妙真、張佩芬*

國立中央大學學習與教學研究所

*國立中央大學學習與教學研究所

Miao-Chen Lin, *Pei-Fen Chang

Graduate Institute of Learning and Instruction, National Central University

*Graduate Institute of Learning and Instruction, National Central University

摘要

國內工程及科技教育認證制度實施至今已十年，但未有任何實徵研究探究認證所帶來的影響及實施成效。故，本研究以全國大學工學院與資電學院教師的觀點，探討其對於工程及科技教育認證的認知與實施現況。以問卷調查與深度訪談為資料蒐集方式，有效回收問卷共471份，受訪對象含院長、系主任與教師共20位。研究發現：工程及科技教育認證制度實施後教師能留意教學大綱需包含的要素、教學也較為多元；但老師們較少能依據評量結果，分析學生學習情形，這也讓老師們難以評估學生核心能力在認證實施前後有否改變。另外，教師們表示跨領域合作教學有實行上的困難。最後，根據本研究結果，提出協助工程相關系所建立評分規準的建議。

關鍵字：成果導向、工程及科技教育認證、課程與教學

Abstract

Engineering Accreditation in Taiwan has been implemented for ten years. But there have always been the absences of relevant researches to investigate the implementing effectiveness. Therefore, the aim of this study attempts to explore what condition, has the accreditation had on programs, faculties and students from the views of engineering faculty. The data were collected by questionnaire survey and in-depth interview. There are 471 valid questionnaires and 20 engineering faculties, program chairs and Deans participated in the study. The findings show that faculties could pay attention to the elements of the syllabus and teach more diversely after engineering accreditation. But faculties couldn't analyze students' learning based on the results of the assessment, which is also not easy for faculties to assess the changes of students' core competencies. In addition, faculties felled difficulty teaching interdisciplinary cooperation. Finally, according to the results of this study, recommendations are provided to establish the rubrics.

Keyword: outcomes-based, engineering accreditation, curriculum and teaching

壹、前言

「工程及科技教育認證規範」(Accreditation Criteria 2010)是以成果導向(outcomes-based)的精神,引導學系訂定合宜、具特色的教育目標,並藉以發展出合適的課程目標、教學策略、評量方式、與持續的自我改進機制,期能確實省視學系的教育價值。就提升台灣工程教育品質而言,工程及科技教育認證的最大優點在於可促使受認證學系依據自己的條件,建立起自己的定位與價值,進而提出切合市場需要的教育目標。

一、問題描述

然而,國內工程及科技教育認證實施近十年來,同時面臨以下兩個困境:

(一) 持續改進的自省機制逐漸鬆懈

雖然初次接受認證的學系,會希望有制式的表格,比較有方向感,可以節省他們準備的功夫,協助他們表達如何達成上述規範的要求,但就認證的真正意義而言,其目的在於各受認證學系能利用認證的準備過程,發揮創意與特色,建立屬於自己的「持續改善機制」,並依此擬定自主的教育品管模式和表格,而不是一味的沿用別人的表格。最令人擔心的是「形式主義」的出現,也就是說受認證系所在「格式上」或「表面上」與前人極為接近,所有的數字和圖表都有了,但實際上並沒有建立屬於自己的「自省機制」,也沒有落實「持續改善」的精神,這樣的作法是十分令人擔憂的(楊永斌、葛家豪、張佩芬、劉曼君,2005a)。

(二) 缺乏實徵研究探討工程及科技教育認證制度之現況與成效

工程及科技教育認證起源於1990年代美國工程教育界發現,其畢業生在校所習得的技能無法為工業界所用,故於1996年改革認證指標與程序,以學生的教育成果(outcomes)來評量各學系辦學的績效。而國內也於2003年成立了「中華工程教育學會」(Institute of Engineering Education Taiwan, 簡稱 IEET)推動國內工程及科技教育認證的工作,希望各學系能依據校院或學系本身的任務及特性,擬定出自我之教學目標(educational objectives),以及欲達到此一目標的學生核心能力,以進行各項教學品質的掌控,同時還可參酌社會的需求以及各項評量結果,作為學系持續改進的依據(楊永斌、葛家豪、張佩芬,2005b)。簡言之,校、院、系、教師及學生,甚至是雇主,在此革新中皆扮演著重要的角色。

國內工程及科技教育認證制度自2004年實施至今,不論是從學生、教師或是雇主角度的,尚未有任何相關研究探討其實施現況、影響。高等教育革新的評估重點在於瞭解革新的過程中,造成哪些影響,如:學生的能力、老師的教學是否有所提升與精進;接著可依循此結果決定下一步要怎麼做。倘若認證機制未能建立應有的評估,如何了解工程及科技教育認證的推行可促使工程相關科系之畢業生具備的應有知識、技能與態度?如何讓更多人願意相信工程及科技教育認證推行之意義及必要性?若要全面性瞭解工程及科技教育認證制度實施成效,需要探究所有利益關係人(stakeholders)的觀點。

目前國外針對工程及科技教育認證制度進行的實徵研究有:Koehn(1997;1999;2000;2004)針對是土木系的大學生、研究生及雇主,進行了四次有關「工程及技術教育認證委員會」(Accreditation Board for Engineering and Technology, 簡稱 ABET)對學生素質要求看法的問卷調查。研究結果皆顯示:ABET 的學生素質要求準則受到學生暨工程從業人員的肯定。美國國家科學基金會(National Science Foundation)曾經委託賓州大學(Pennsylvania State University's)協助進行「工程認證規範2000」(Engineering Criteria 2000, 簡稱 EC2000)實施的評估研究,名為「工程改革(Engineering Change)」(Lattuca, Terenzini, & Volkwein, 2006)。

此研究之目的在於提供全面的檢驗，以探討 EC 2000 對於工程教育課程、教學法、程序、政策、學生經驗以及學生學習成果之影響。調查對象包含：工學院院長、各系主任、教師、學生，以及業界的雇主。可說是相當完整的調查研究，且該評估研究乃是委託相關學者專家組成評估小組進行調查，不同於國內僅有的官方資料。**其他各國對於認證的現況調查也與國內類似，仍在初始階段。**故，本研究以 Lattuca 等人 (2006) 的研究為基礎，將研究焦點鎖定為工程相關學院教師，從院院長、系主任及教師的角度，深入探究工程及科技教育認證制度實施對他們的影響與改變。

二、研究目的

本研究目的在於探討國內工程及科技教育認證制度實施之現況。以成果導向為基礎的工程及科技教育認證是在於確保課程的品質、提升畢業生的核心能力，進而使工程相關系所達到續改善，課程與教學的改變則與教師專業成長息息相關。因此，本研究聚焦於課程與教學、學生核心能力與教師專業成長三方面。研究問題如下：

1. 瞭解國內工程及科技教育認證制度實施後，工學院與資電學院教師在課程與教學上有何改變？
2. 探討工學院與資電學院教師認為工程及科技教育認證對學生核心能力有何改變？
3. 瞭解國內工程及科技教育認證制度實施後，工學院與資電學院教師在專業成長情形為何？

貳、文獻探討

一、工程及科技教育認證制度之發展

世界各國對於工程教育的品質保證具有共識，大多國家多設有專門機構負責保障、監督該國高教品質，如美國 (Accreditation Board for Engineering and Technology)、德國 (ASIIN)、法國 (CTI)、加拿大 (The Canadian Engineering Accreditation Board)、英國 (Engineering Council) 等。而國際間更有廣泛相互認證的「華盛頓協議」(Washington Accord)，在 1989 年由美國、加拿大、愛爾蘭、紐西蘭、英國、及澳洲等六國所屬的非政府單位的工程及科技教育認證機構聯合聯署。其主要精神是在「實質相當」(substantially equivalent) 的前提下，讓各簽署會員國得以相互承認其認證過之學位，進而讓這些國家的畢業生得以在該協定中的會員國家工作或取得工程科技執業執照，達到國際互通的目標 (張佩芬、汪島軍、張淨怡，2008)。

(一) 美國

認證制度是由非官方之專業團體，根據其訂定之評核標準與方式，以認證受評學校的各項教學設備與活動。「工程及技術教育認證委員會」(Accreditation Board for Engineering and Technology, 簡稱 ABET) 就是專業負責認證的機構，主要任務在於認證美國教育機構所申請的工程及科技相關之學系與學程課程，通過認證的該學系畢業生，即被認可其完成工程專業所需之基礎教育。ABET 於 1996 年公佈認證標準「工程認證規範 2000」(EC2000)；2011 年所公布新修正的「工程及科技教育認證規範」(Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2012 - 2013)，分別為：1) 學生 (Students)；2) 系所教育目標 (Program Educational Objectives)；3) 學生學習成效 (Student Outcomes)；4) 持續改善 (Continuous Improvement)；5) 課程 (Curriculum)；6) 教師 (Faculty)；7) 設備、設施 (Facilities)；8) 學校的支持及財務資源

(Institutional Support and Financial Resources)。

(二) 台灣

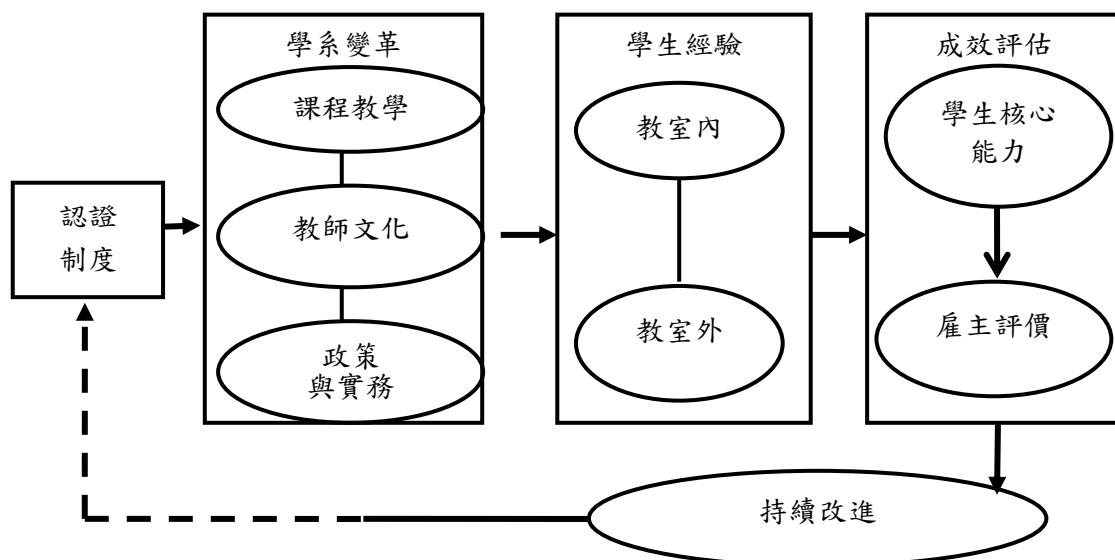
中華工程教育學會 (Institute of Engineering Education Taiwan, 簡稱 IEET) 在教育部及國科會共同支持與授權下, 於 2003 年 6 月成立, 為國內唯一「工程及科技教育認證」的國際聯絡單位, 負責對國內大專院校工程領域相關科系進行認證。教育部為鼓勵大專院校主動建立自我評鑑機制或參與類似 IEET 的國內外專業評鑑機構之評鑑工作, 以提昇教育品質、確保績效, 於 99 年起通過 IEET 認證的大專院校可免教育部系所評鑑; 101 年起通過 IEET 認證之科技大學及技術學院工程相關系所, 可免教育部之綜合評鑑。國內工程及科技教育認證制度自 2004 年實施以來, 至今已邁入第十年, 除了早期推動的工程及科技教育認證 (EAC), 100 年度起也新增設了資訊教育認證 (CAC)、技術教育認證 (TAC) 及建築教育認證 (AAC), 累計至 2013 年共 73 校 595 個系所通過認證。

「工程及科技教育認證規範」(Accreditation Criteria 2010) 內含八項: 「教育目標」、「學生」、「教學成效及評量」、「課程之組成」、「教師」、「設備及空間」、「行政支援與經費」、「學系認證規範」。其中第三項規範「教學成效及評量」, 即評量學系之教學成效及其自我評量、發展及改善計畫。

二、工程及科技教育認證制度之相關實徵研究

(一) 美國工程及科技教育認證成果評估

2002 年 ABET 委託賓州大學的高等教育研究中心 (The Center for the Study Higher Education) 檢視實施 EC2000 帶來什麼樣的影響與是否達到預期效果。Lattuca、Terenzini 以及 Volkwein 等人所組成的研究團隊為了探究工程及科技教育認證的影響, 並評估在 EC2000 實施前後學生表現的改變, 調查了美國 40 個學校七個工程領域的畢業生、教職員、系主任與雇主。圖一便是 Lattuca 研究團隊用以評估工程及科技教育認證實施的架構圖。



圖一 檢視工程及科技教育認證制度實施之研究架構圖 資料來源：出自 Lattuca et al. (2006: 4)

Lattuca、Terenzini 以及 Volkwein (2006) 的研究發現：在各系所的改變為在 EC2000 實

施後更加強調專業技能和主動學習、老師對於持續改善的支持度也有增加、教師的在教學方面獎勵制度也有所改善；2004年的畢業生比起1994年的畢業生更能主動學習、更能與老師互動、並給予回饋，也花較多的時間出國留學與國際交流、更能參與工程設計的比賽、對於不同的想法與人們能更開放。在學習成效方面，2004年畢業生的就業準備度較1994年畢業生佳、專業技能有所增加、實作技能則維持不變；從雇主觀點，全國性(national)企業雇主比地域(local)雇主看到了更多的改進、雇主皆認為核心能力(a-k)仍是重要的。

完成以上大型研究調查後，Lattuca後續發表的研究皆是以此為資料庫，進行一系列不同面向的實證分析，如：Volkwein、Lattuca、Harper與Domingo(2007)的研究以40所學校中203個工程系所為樣本，調查140多位系主任、1200位教師、2004年的畢業生4300位以及1994年畢業生5400位，探討不同時期系所認證標準改變所帶來的不同影響。結果發現：2004年資料顯示學生經驗與成果有著一致的水平，說明了工程及科技教育認證實現了品質保證的目標。Lambert、Terenzini與Lattuca(2007)研究發現：工程相關系所的學習不只影響學生學習經驗也影響系所的改變與教師的教學活動。學生教室內的經驗是重要的，在教室內團隊合作的經驗有助於學生發展團隊技能、分工合作以及彼此的互動；在課外活動經驗上的影響則對團隊合作經驗較小。Chen、Lattuca與Hamilton(2008)則將教師視為課程設計者，進一步探討教師在促進/維持學生參與上的角色。該研究提出：良好的教學是一個多向度的結構(multi-dimensional construct)；要讓能學生充分地參與教學活動是老師與學生雙方共同的責任；教師若能持續關注學生參與的情形是能吸引並留住學生的，特別是工學院中為數較少的女學生。

Lattuca歷年研究的主要面向主要在於探討工程及科技教育認證對「教與學」的影響，及系所改變與教師教學如何影響學生學習。近年來，Lattuca則依據這些研究結果，提出教師面對課程與教學改變時的建議，如：

提供學生生接觸創新教學方法(視導教學與反思的機會)的機會，請助教紀錄課程與教學發展的紀錄(Lattuca, 2011; Lattuca & Stark, 2009)。

透過教學發展中心、工作坊，提供教師專業發展的機會，如：教學、課程設計與學生學習成效(Lattuca & Stark, 2009)，以及持續的討論，並評估課程、教學與學習的評量方式(Lattuca & Stark, 2009; Merton et al., 2001)

專業學會或社群應提供教師、系主任與院長強調有效教學重要性之專業成長課程。(Lattuca, 2011)

由上可知，「教與學」乃是工程及科技認證改變之主軸。課程與教學之改變，同樣使得學生在核心能力之表現上有所改變；而課程與教學的改變，教師會被迫重新排定教育目標的優先順序，同時還要兼顧學生技能的學習與科目知識的教學。目前的工學院與資電學院教師雖然有時也會根據學生人數與學習能力來設計課程，但通常缺乏對課程設計與所欲培養核心能力間的明確認知，如此教師要如何定義適當的教材。因此教師專業成長在工程及科技教育認證推行的過程，亦是重要的一環。透過以上的文獻探討，同步再次支持本研究以「課程與教學」、「學生核心能力」以及「教師專業成長」為主要探究向度。

(二) 國內工程及科技教育認證之相關研究

國內關於認證實施成效之相關研究，相當有限。研究者將以許維蓉(2007)所進行之研

究加以探討。許維蓉(2007)曾以國內通過工程及科技教育認證的47個學系為範圍，分層隨機抽樣300位教師進行問卷調查，另以半結構深度訪談方式訪談5位教師，以了解影響教師參與認證態度的相關因素。其研究結果發現：1.「認證目的」、「認證之教學效益」、「獎勵措施」、「行政支援」、「學校類型」、「參與學系認證工作時間」與「教師參與認證態度」達顯著正相關。2.在半淨相關複迴歸分析中，前述六項因素共解釋了「教師參與態度」50%的變異量，其中「認證目的」、「獎勵措施」與「認證之教學效益」3項因素達顯著水準。3.在多元逐步複迴歸分析方面，「認證目的」、「獎勵措施」與「認證之教學效益」依序為預測「教師參與認證態度」的因子，此三項因子共解釋了49%的變異量。4.教師對於「認證目的」之認同程度差異大。5.教師對於「認證之教學效益」的認同程度分歧大。6.學校行政支援程度影響教師投入認證工作的意願。7.獎勵措施激勵教師更關注教學工作。8.不同學校類型的持續改進積極度有所差異。9.教學互助支援的風氣尚未見成效。

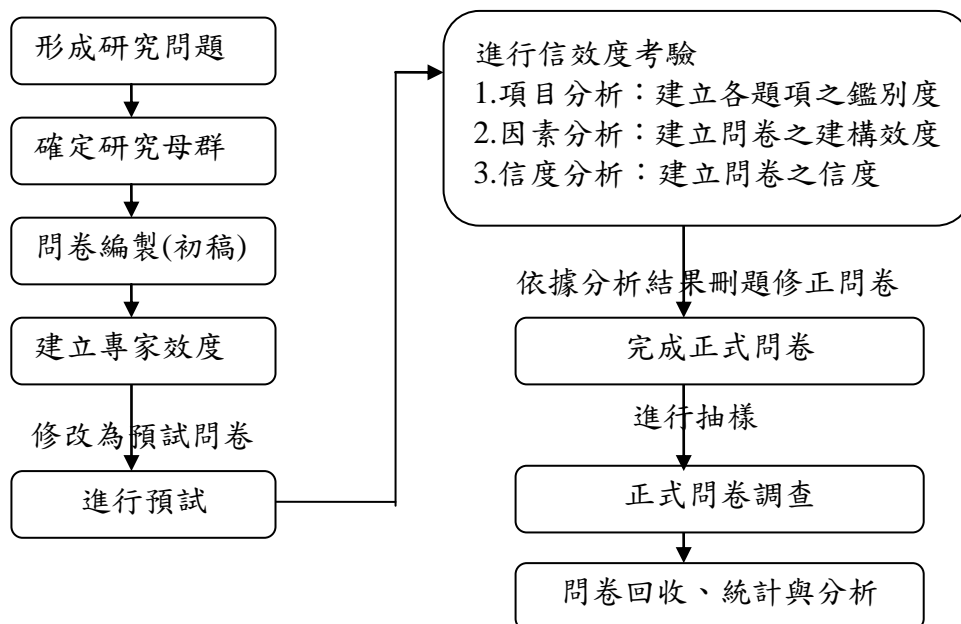
美國學者Lattuca團隊的研究是本研究重要的參考文獻。研究者以其研究成果為基礎，輔以許維蓉(2007)對國內工程及科技教育認證制度之初探為輔，以問卷調查與深度訪談並進的方法蒐集並分析院長、系所主管與教師對認證不同觀點的量化與質化資料相互比對與分析，進行深入的探討。

參、研究方法

本研究以問卷調查之量化取向探討教師對工程及科技教育認證制度實施所知覺之現況，以質性取向探究問卷調查未能得知的隱而不見部分，並將之統合應用形成研究結果。兩者的取向與目的不同，可對同一研究現象的重疊或不同的面向(facets)得到不同的理解，進而豐富、精緻了對現象的探究結果(宋曜廷、潘佩好，2010)。

一、問卷調查

本研究問卷調查進行之流程如圖二所示。分述如下：



圖二 問卷調查流程圖

(一) 問卷編制

本研究問卷主要在於瞭解國內工/資電學院教師在課程與教學上是否因工程及科技教育認證規範而有所改變，以及教師是否能依認證規範內容調整其教學，以培養具核心能力的畢業生。問卷題目參酌 Lattuca, L. R., Terenzini, P. T., and Volkwein, J. F. (2006)之「教師調查問卷」及許維蓉 (2007)「大學工科教師對實施『成果導向認證制度』之態度相關因素調查問卷」，以分析、綜合並歸納出問卷初稿共 49 題，再請指導教授審查，以做為問卷編製的依據。

(二) 建立專家效度

問卷初稿設計確定後，便進行專家意見調查，以建立專家效度。研究者將問卷分送 5 位學者專家檢視與修正。整理歸納專家、學者之意見對於問卷初稿中語意不清或用詞欠妥的句子進行修改，刪除兩題，共為 47 題。

(三) 進行預試

選取北部某一縣市通過工程及科技教育認證之系所教師為預試對象，進行問卷預試，並就預試所得資料進行統計分析，本研究預試問卷共發出 80 份，回收有效問卷為 48 份，可用率為 60%。為求本問卷之信效度，研究者透過因素、信度與項目分析，刪除不適宜之試題，修正後成為正式問卷。茲將本問卷發展過程題項刪除之歷程整理為表 1。

表 1 題項刪除歷程表

順序	統計分析	刪除題項
1.	項目分析	未刪任何題項，共 47 題
2.	因素分析	刪 2、3、6、8、12、17、21、23、26、27、33、43、47，共 34 題
3.	信度分析	未刪任何題項，共 34 題

本研究採取主成分分析 (principal component analysis) 來抽取因素，並利用最大變異法 (Varimax rotation) 進行因素旋轉，選擇負荷量大於 .54 的題項形成一個因素，得到六個特徵值大於 1 的因素，其解釋總變異量為 77.55%。在信度方面，本研究利用 Cronbach's α 值來衡量各構念的信度，所有信度係數皆高於 .70。本問卷的整體信度為 .966，達到 Cronbach (1951) 所建構的 .70 以上為高信度水準。

(四) 抽樣與正式調查

本研究係以全國通過工程及科技教育認證系所之教師為研究母群體，截至 2011 年 5 月止共有 447 個系所通過認證，共 7706 位老師。在尋找正式問卷調查的對象，為了提高回收率，研究者透過熟識的行政人員推薦學校，並引薦該校可洽詢的負責人。大多學校之聯絡人皆會協助回收，有三校則由校際聯絡人將問卷發給教師後，由教師用研究者所附回郵信封寄回。問卷共發出 1135 份，回收有效問卷 489 份，回收率為 43%。

(五) 問卷調查對象之基本資料

根據下表有效問卷之基本資料分析，需進一步說明者，分述如下：

1. 性別與職稱

問卷填答男性教師的比例約佔 90%，女性的比例約佔 10%；亦即反應國內工/資電學院教師以男性教師為多數。教師職稱分為「講師」、「助理教授」、「副教授」及「教授」，其中「副教授」人數為 178 人，佔 37.97%，比例最高；「講師」人數為 24 人，佔 5.06%，比例最低。

2. 目前是否擔任校內主管

填答教師「目前擔任校內主管」為 75 人，佔比例 15.82%；「目前未擔任校內主管」為 399 人，佔比例 84.18%。目前擔任校內主管的職位包含系主任、院長、組長、教務長、總務長、研發長等，其中以擔任系主任的比例最高、組長次之。

表 2 有效問卷之基本資料分析表

變項	組別	人數	百分比
性別	男	426	89.87%
	女	48	10.13%
職稱	講師	24	5.06%
	助理教授	115	24.26%
	副教授	180	37.97%
	教授	155	32.70%
年資	5 年以下	70	14.77%
	6-12 年	154	32.49%
	12-24 年	172	36.29%
	25 年以上	78	16.46%
任教系所	土木工程領域	44	9.28%
	化學工程領域	71	14.98%
	機械工程領域	101	21.31%
	電機/電子工程領域	178	37.55%
	資訊工程領域	57	12.03%
	其他工程相關領域	23	4.85%
目前是否擔任校內主管	是	75	15.82%
	否	399	84.18%
是否曾(現)任校外評鑑或認證委員	是	73	15.40%
	否	401	84.60%
學校屬性	國立一般大學	117	24.68%
	私立一般大學	123	25.95%
	國立科技大學	105	22.15%
	私立科技大學	129	27.22%

3. 是否曾擔任或現任校外評鑑或認證委員

受試教師「曾擔任或現任校外評鑑、認證委員」者為 73 人，佔比例 15.40%；未曾擔任或現任者為 401 人，佔比例 84.60%。

二、深度訪談

深度訪談 (in-depth interviews) 是蒐集資料的一種基本策略，以開放式反應的問題作深入的訪談，獲取「參與意義」的資料；所謂「參與意義」係指在社會環境中的個人，構思其

世界的方式，以及解釋生活中的重要事件或「賦予意義」的方式。

本研究共訪談 20 位願意主動分享、且願意據實以告的工學院教師。為真正充分瞭解教師們對認證之感受，研究者特別訪談在該系所中推動工程及科技教育認證或曾/現任系主任之教師（這些教師也多有有可能同時身兼認證訪評委員、工學院院長或校內其他行政職）。受訪教師之資料如表 3 所示：

表3 受訪對象資料表

領域	職稱	代碼	曾任系主任	曾任該系認證小組成員	曾任認證團成員	校內其他職位
	教授	01	○			
土木工程	特聘教授	14	○		○	
	教授	15	○		○	
	副教授	16		○		
化學工程	教授	02	○		○	
	教授	04	○			
機械工程	教授	03				前教務長
	教授	05	○			
	教授	06	○		○	
	助理教授	18				
電機/電子	教授	08	○		○	院長
	副教授	07	○			
	教授	09	○			
	副教授	10		○		
資訊工程	教授	11	○			
	副教授	12	○			
其他	教授	13		○		前副教務長
	副教授	17		○		
	教授	19	○			

訪談大綱係由研究者參考 Lattuca 等人 (2006) 之成果報告所擬定，希冀藉由大學教師對工程及科技教育認證經歷的充分描述，以利本研究歸納、分析大學教師對工程及科技教育認證之真實想法，研究者試圖運用此資料以探討問卷數據無法了解之背後意涵與全貌。訪談大綱方向為：

- 工程及科技教育認證制度造成了哪些（如：課程、教學、教師本身）改變？
- 學生核心能力的改變？
- 工程及科技教育認證制度帶來的優缺點
- 對工程及科技教育認證制度之建議

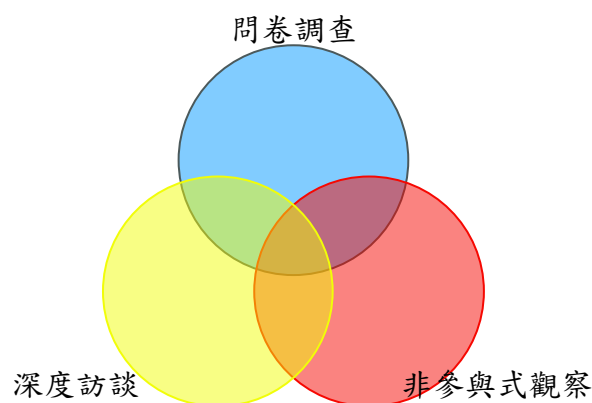
在研究者訪談 20 位工程相關系所教師後，訪談內容出現類似的情形，研究者認為已能掌握了大多數工學院與資電學院教師們的觀點，在資料的蒐集方面已達理論性飽和 (theoretical saturated)。故，本研究以 20 位教師意見為訪談資料。

三、文件資料蒐集

研究者將廣泛蒐集各種文件資料供研究資料之用。這些材料主要用來檢核和加強其他資料來源的證據，提供和研究問題有關之過去事件的佐證，如果發現文件和觀察或訪談所得的資料有所矛盾，研究者將進一步探究。包含：系所規劃、相關政策、課程架構、教師授課之課程綱要等。

四、資料蒐集與校正

為提高本研究的可信度 (truth worthiness)，本研究以多重方法蒐集資料，除了問卷調查、深度訪談，研究者也透過親身的參與，以瞭解各受認證系所的情形，因此從研究的角度是「非參與式的觀察 (non-participatory observation)」，並沒有干擾與介入任何受認證系所原有的活動。



圖三 資料蒐集之三角檢證圖 (triangulation)

將所有蒐集到的資料以三角檢證法 (triangulation) 進行資料的檢證工作，互相比較，如圖三所示；也從多角度、不同的受訪對象探究同一現象，使研究更為詳細和精緻，以及分析各項資料的分歧性，加深了解，引發新的研究層面與方向。兩兩相互的比對是為了「確保對現象的深度瞭解」，希望在問卷調查量化結果之餘，能在觀察中尋求額外的意義與詮釋。

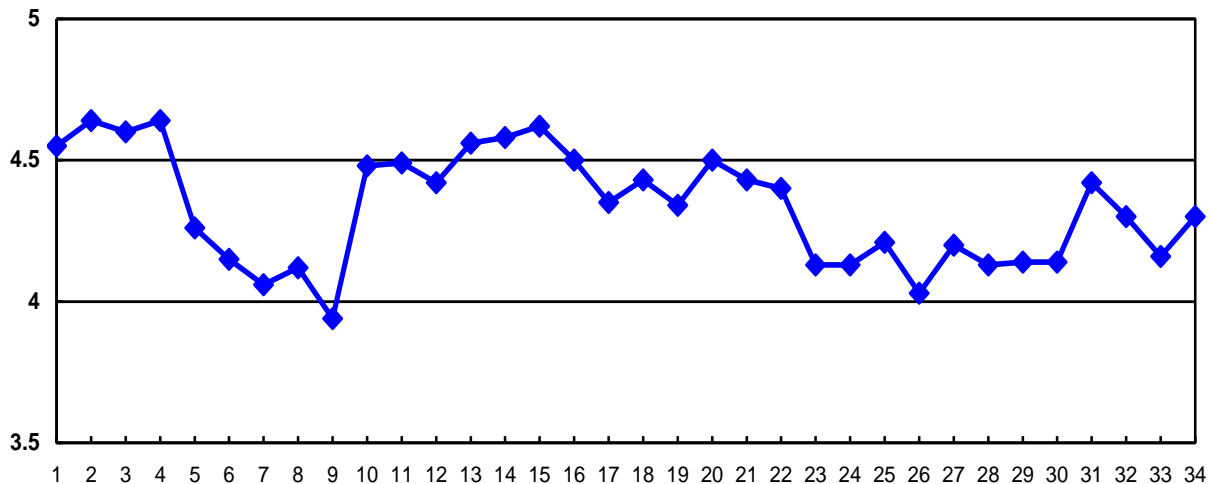
五、研究限制

Lattuca 等人 (2006) 分別調查 1994 年及 2004 年的畢業生來比較美國工程教育認證實施前、後的差異。本研究以教師為研究對象，探究工程及科技教育認證實施之現況，問卷題目所提到：「我更能...」，乃是請填答教師對比未實施認證之前的情況。主要因為國內目前通過工程教育認證共有 73 校 595 個系所，換言之，大部分的系所皆已參與認證，若要找到尚未參與認證的系所來對照，實屬困難。再者，大部分的教師皆是從認證實施前任教至今，因而採只能以追溯的方式進行資料之蒐集。故，缺乏對照組是本研究最大之限制。

肆、結果與討論

一、教師知覺工程及科技教育認證制度實施之現況分析

為了瞭解工學院教師工程及科技教育認證實施後在課程規劃與說明上的情形，研究團隊設計了三個面向、34 個題目，問卷使用的量表為：1「完全不同意」、2「不同意」、3「不太同意」、4「有點同意」、5「同意」、6「完全同意」。圖四是將各題平均數以圖示之，顯示結果得知：各題之平均數介於 4-4.7 之間，惟「9.我會採用額外測驗方式來加強學生工程圖面的閱讀能力」例外，此題同為「課程與教學」向度最低分，於下節一併討論。



圖四 各題之平均數示意圖

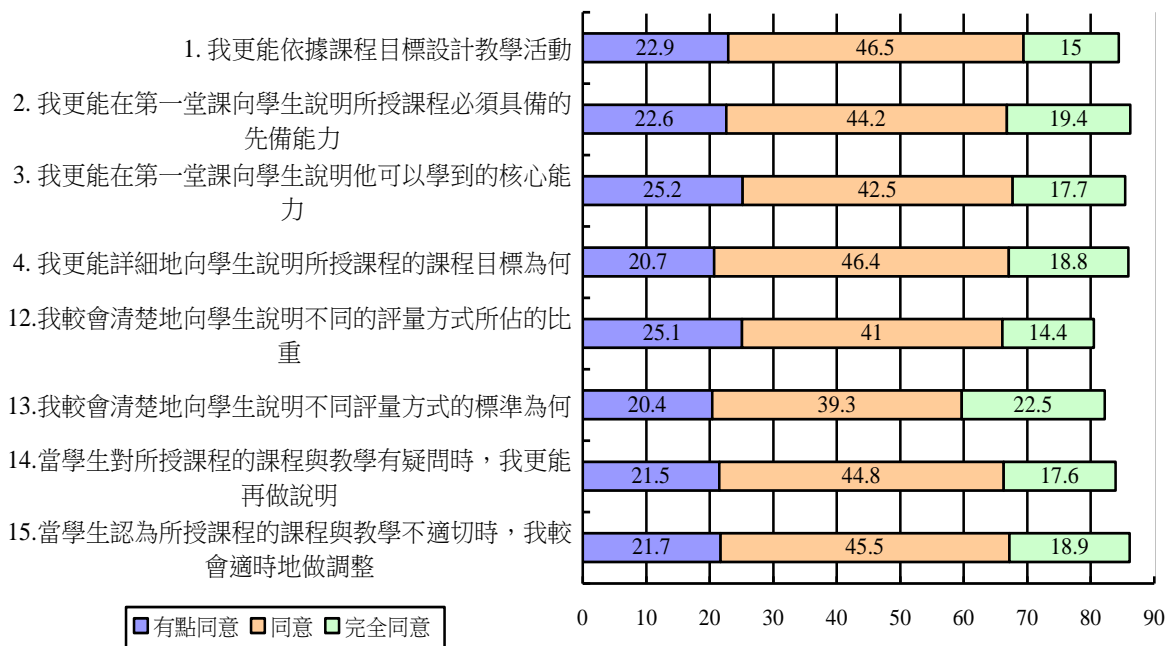
本問卷共分為三大向度分別為「課程與教學」、「學生核心能力」以及「教師專業成長」。以下詳述之：

(一) 教師知覺工程及科技教育認證制度中「課程與教學」之分析

課程與教學向度最高分為中「2.我更能在第一堂課向學生說明所授課程必須具備的先備能力 (m=4.64)」與「4.我更詳細地向學生說明所授課程的課程目標為何 (m=4.64)」；最低分是「9.我較會採用額外測驗方式來加強學生工程圖表的閱讀能力 (m=3.96)」。顯示：工程相關系所的教師多能掌握在第一堂課中向學生詳細說明該課程之目標與先備能力，對該門課有清楚的介紹；但卻較少會在課程進行時加強學生對圖表閱讀能力。研究者從受訪教師的言談中發現：儘管教師們認為圖表閱讀是項重要的能力，教師們較少採用其他教學或評量方式來加強學生此項的能力。

本向度又可細分為下列三部分：

1. 課程規劃與說明



圖五 教師在「課程規劃與說明」向度表示同意之比例圖

圖五的問題主要在於了解工程相關系所的教師們是否能持續進行規劃課程活動與討論，以及教師將課程計畫視為持續改進過程的程度。從圖五所示，約 60% 以上的教師在課程的設計與規劃上，都清楚地讓學生了解相關資訊。再者，教師也多能依據學生在課程中的情形予以調整教學。

從訪談中顯示：教師大多皆會上課前都會準備教學大綱，教學大綱都有既定的格式與內容，也都需要勾選該門課所需的核心能力。有些系所的課程大綱需要課程委員會看過。

我會去注意到核心能力要放在課程大綱裡面給學生看到...各系的課程委員會還要對各科所做的這些課程大綱內容審查。(01)

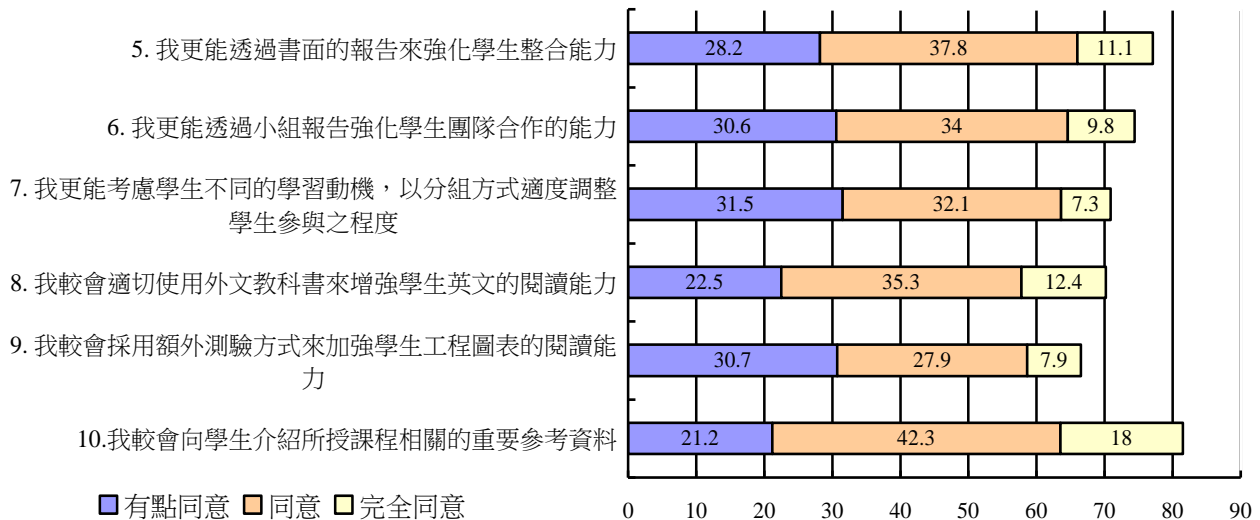
課程大綱他會在課程委員會裡面稍微討論一下...核心能力的對照就是[老師]自己檢視這樣...大綱只是說這個課程跟上下游的課程能不能接的起來 (11)

課程大綱在撰寫上跟認證以後差不了多少，就是目的，內容...一定非要寫的，對...現在又多一個跟核心能力的一個對照 (12)

更有教師提到過去可能在課程目標之設定、教材蒐集方面較為隨性，並不會留意兩者是否相互調準 (align)，但因工程及科技教育認證的實施提醒了他們更注意這個部分。如果沒有 IEET 認證的時候，大概比較不會說去很 care 就是說你原來的目標是哪些，我想教材蒐集的方向可能比較不會針對某個教育目標的需求去設計、比較會隨性，但是你如果是有 IEET 認證的話，就變成會 focus 在那塊上 (08)

2. 運用多元教學方法

圖六中，約有 70% 左右的教師表示會運用不同的方法進行教學。如：透過書面報告來增加學生的整合能力（77.9%）、透過小組報告增加團隊合作的能力（74.2%）、運用外文書增加英文閱讀能力（69.9%）、利用額外的測驗增加學生閱讀工程圖表的能力（66.6%）。有 70% 左右的老師會考量學生不同的學習動機予以分組，約有 80% 的老師會向學生介紹課程重要的參考資料。



圖六 教師在「運用多元教學方法」向度表示同意之比例圖

訪談資料中，老師們更具體地談出：他們所運用哪些不同的教學方法，如在實務或操作課程中，老師們會注意安排較多的小組合作。

實驗課後來參與認證之後也可以改變成小班上課，小班上課就可以變成分組，變成三個人一組，以前要六個人一組，所以學生就有更多的機會去動手操作，這樣子他們其實也滿多同學都有口頭反應說就是他們這樣覺得比較好，比較有趣，他們也喜歡動手（01）

看你開的是什麼課，我們化工裡面有一些課程，像一些設計的課程，你一個人做不來，就是要一個小組，一個小組就是三、四個學生合力做，需要這樣子，那有些就不必要這樣子，有些確實是（02）

甚至在大一時就有實作的課程，讓學生在實際操作的過程中更有興趣、並從中發現問題。或是安排業界的教師進入課堂，讓課程更能與現場結合。

這學期我就埋了兩門實習，學生一進來，就有兩門實習課你就先動手。我希望是你可不可以從動手裡面找到有興趣？也許在二年級上到相關科目的時候，你會說原來那時候用到，在這邊會上到，那你更認真去看，我期待希望有這樣的結果（07）

就是鼓勵譬如說我們現在的一個目標之一就是可以跟業界能夠實務上多有一些接觸業界的經驗，增加自己課程的實務性，這部分其實非常多課程都有邀請業界的老師...

(12)

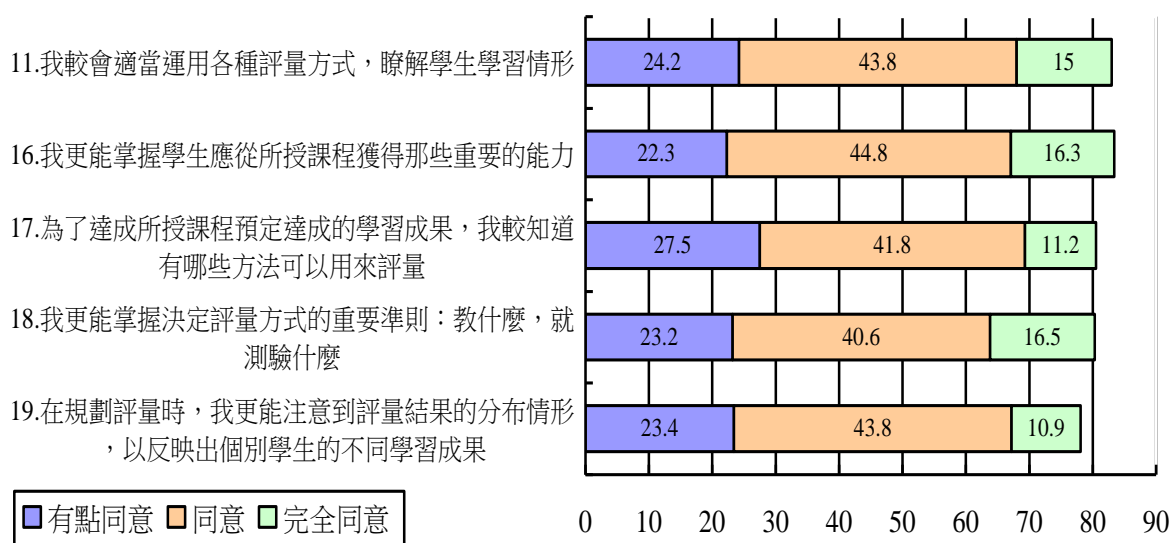
為了引發學生學習的專注，老師們也會自己想辦法改變原有的上課型態，如：每次教學前先出題目讓學生動動腦，而這樣的題目也是連接上堂課所學與這堂課的內容。有的老師則是參與問題導向學習（PBL）的工作坊，將之融入教學。

我現在每一堂課一開始都會準備個...我叫思索題，準備個小題目，對應上星期上課的內容，然後我整理一下弄一個問題出來，讓同學在這次上課的時候先想一想，再來討論，一開始我會解釋題目，然後就問同學有誰願意回答的就加分...其實是今年開始的，以前沒有...我討論的時候就跟同學說這樣的題目是滿實務的... (01)

PBL...在教學上有些調整，要分組討論...講一些實際的問題的情境，讓學生去討論...要從他們的 team work 裡面去看，評量他們成員差別程度還有 present 的能力，就不是只有傳統就是只有紙本而已，考考試就決定他們的分數...比較多元。(08)

3. 評量的使用與結果應用

圖七可看出：約 80%左右的教師，在評量的使用及結果應用上，皆回應「同意」的選項，由此顯示出教師對於運用多元的評量及對結果應用已有相當的認識，表示教師在評量的掌握與拿捏較為熟稔。其中所佔比例較低的是「19.在規劃評量時，我更能注意到評量結果的分布情形，以反映出個別學生的不同學習成果」，老師們似乎較難依據評量的結果，進一步地分析學生的學習情況。



圖七 教師在「評量的使用與結果應用」向度表示同意之比例圖

訪談資料則顯示：教師們認為自己在評量上的改變不大，受訪的教師們大多表示要視課程屬性而定，該運用紙筆測驗的課程，他們還是會採用，尤其是基礎的理論課。但仍有老師會採用以創意競賽的方式代替期末總評量。

[Q：紙筆測驗比較減少？]沒有，也沒有，因為課的屬性可能也不會 (02)

[Q：評量上的差別]我不會，別人應該也不會有什麼很大的差別吧...像我的課程大概

就是兩次期中考、一次期末考，類似這樣子... (12)

當然是看課程屬性，不過這確實我們有那個手機創意競賽，然後有那個有些實驗他們期末也有 demo，以前實驗課比較不會拿出來 demo，可是他們現在就...做得很紅紅綠綠...只是說還是要有一個比較紙筆測驗能知道學生基礎... (09)

在老師應用評量結果方面反映了問卷的結果，對於工程及科技教育認證，大多數系所的老師們僅是提供考卷、成績單等資料給認證委員，並未進一步分析與解釋學生的學習情形與核心能力之間的達成程度。

怎麼證明你培養了你的學生有這些核心能力？那老師就只好提供他們講義，對，講義可以證明說老師是有教這些，還有考卷，你考卷也可以證明說你對學生的要求是什麼樣子的，那考卷學生考完了，那些答案紙我們都會留下來... (02)

那個部分我們沒有去對它去做一些分析，就是我們只有做...其實應該是說它要求裡面的、要作的我們大概都有做，但是後面那塊的分析其實我們是沒有作的。...其實應該是說有些東西其實我們也沒有人力做，也就是說我們只能作最基本的 (07)

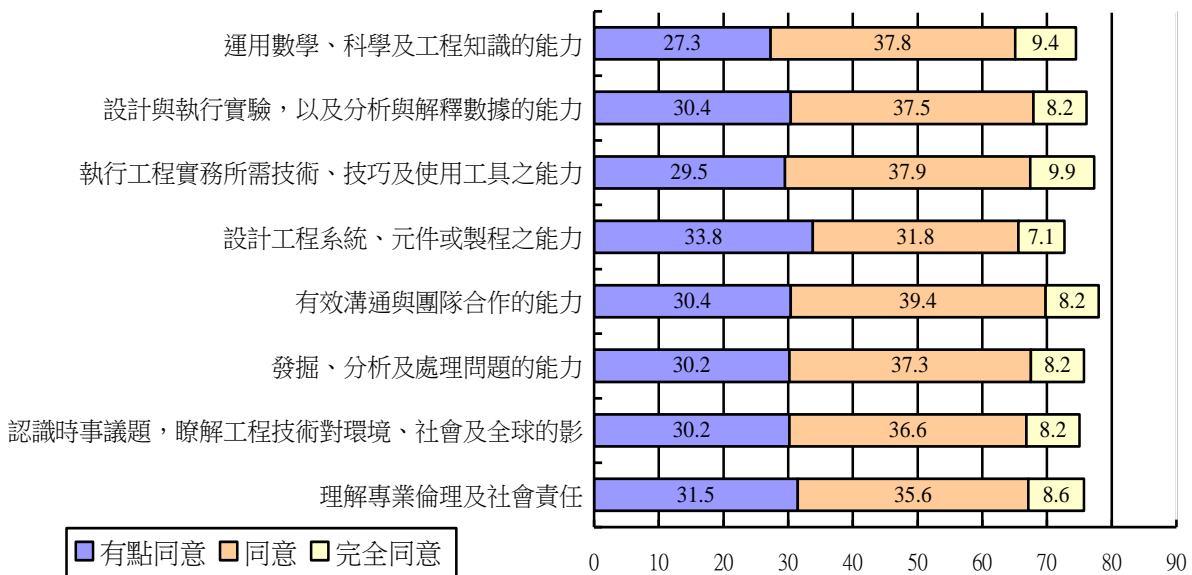
在「課程與教學向度」中，本研究與 Lattuca 等人 (2006) 的調查之不同在於更細緻地區分課程規劃、教學方法與多元評量的使用，但兩者的研究有著相似的結果，Lattuca 等人 (2006) 研究發現：超過 3/4 的系主任反應已適度或明顯的在其課程中加強了溝通、團隊合作、科技寫作、使用現代化工具、終身學習及工程設計等內容。另外，有 1/2 到 2/3 的教師表示在日常的教學中，他們增加了讓學生主動學習的方法，如團隊合作、深度訪談及專題實作等；Lattuca、Yin 與 McHale (2010) 老師運用主動學習的教學策略上有顯著的增加。

然而兩個研究中有所差異的是：Lattuca 等人 (2006) 研究發現 90% 的教師回應他們努力改進評量方法，及超過 1/2 教師自評個人在此部份有顯著的改善，以及 Lattuca、Yin 與 McHale (2010) 教師運用活動導向的評量方式 (activity-based assessments) 有顯著的增加；但本研究中問卷結果雖顯示教師在評量方法上的有不錯的掌握，但在訪談資料中，老師們則表示某些科目可以有不同的評量，但是某些科目仍是維持必須的紙筆測驗或期中考與期末考。

(二) 教師知覺工程及科技教育認證制度中「學生核心能力」之分析

在學生核心能力的部分，平均數最高分為「25.學生更具備設計工程系統、元件或製程之能力 (m=4.21)」；最低分則是「26.學生更具備執行工程實務所需技術、技巧及使用工具之能力 (m=4.03)」。顯示：教師們認為學生具備設計的能力，但缺乏執行的能力。

從圖八可看出：約有 70% 的教師在課程中能強調工程及科技教育認證規範三所重視的核心能力。其中有 78% 的教師在「有效溝通與團隊合作的能力」上增加較多，其次為「執行工程實務所需技術、技巧及使用工具之能力」(77.4%)。相對地，在「設計工程系統、元件或製程之能力」(73.1%) 相對之下是最低的。整體來看，教師對於學生在核心能力上具有中上的滿意度，從表 8 平均數為 4 以上，可知：在專業知識上，教師認為學生在修習該領域課程後皆具備基本的知識與能力，表示在此部份是符合認證規範之要求的。但在實務經驗教學上 (如：設計工程系統、元件或製程之能力) 稍微偏低 (m=4.05)。



圖八 教師在「學生核心能力之表現」向度表示同意之比例圖

從訪談資料來看，老師們對於學生在核心能力之表現並不認為認證前後有太大差異。原因可能為老師們課程內容變動不大、教學亦無太大改變，因此學生在表現上也無太大差異。

可是你說有一個很突出的這個學生能力的不一樣，我覺得沒有，至少大概沒有變差，我們學校現在也滿注重英文能力的，可是英文能力你說...嘖！他有沒有變好我也不確定（01）

（Q：認證實施之後，那學生的能力上面有什麼樣的改變？就您的教學經驗來看。）
其實我不認為，...我其實以我的立場來看，我覺得我不認為。（07）

應該沒什麼差別吧！我看，學生也沒有多大的影響，或許他會覺得多有些業師來一起上課，類似這些啦！進階的吧（12）

Lattuca 等人（2006）分別以問卷調查 1994 年與 2004 年畢業生，與本研究中以教師的觀點來探討學生核心能力的情形不同，因此在結果上亦有所差異。Lattuca 等人（2006）的研究結果為：2004 年畢業生較 1994 年的更能：1) 了解自己可影響或被影響的社會及全球性工程決策、2) 應用工程技巧、3) 團隊合作技巧、4) 了解專業倫理與職業精神等；兩者間最小的差距則在於應用數學與科學的能力。而本研究在問卷結果上老師們雖認為學生有不錯的表現（六點量表中平均數皆大於 4），但訪談中老師們則認為學生核心能力在工程及科技教育認證前後並未有太大改變。

研究者在前面發現，大多數系所的教師對於課程的評量結果未能進一步分析學生的學習情形，如此教師要如何評斷學生在核心能力上有哪些改變呢？研究者認為建立評分規準（Rubric）是能評估學生核心能力的最佳方式。評分規準可以用來評估學生在作業上的表現、反應，以瞭解學生的程度，與是否達成教師原先預期的目標。學生當然也可以透過此一歷程，進行自我調整而改善其表現（Arter & McTighe, 2001; Wiggins, 1998）。然而，研究者從訪談

中發現：各學系評估學生核心能力的方式，不外乎將各個核心能力當作問卷之題項，運用五等量表讓學生自行評量。

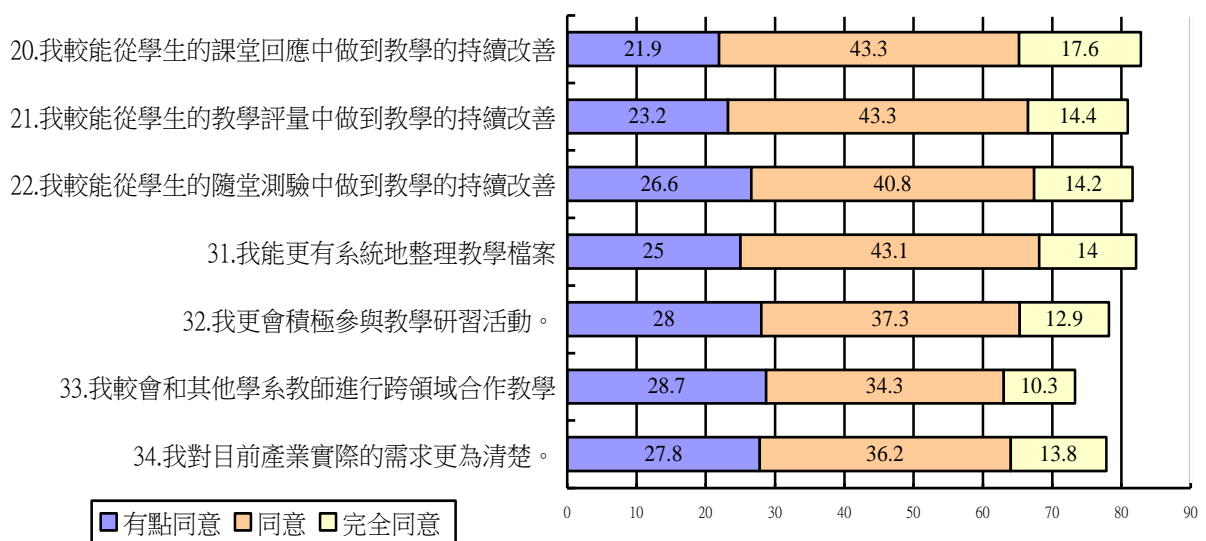
除了說有教學問卷以外...就是專門為 IEET，做了叫 IEET 問卷，所以他不是針對老師什麼教得認不認真。只是針對那個 IEET 的那個核心能力，或是說課程的目標這樣子。...IEET 的問卷就會說你覺得你數學能力有沒有學到？因為我們前面可能寫說這一門課是要加強數學能力，就說數學能力你有沒有學到，或是說這門課你覺得你英語能力有沒有增加？學生就勾很同意或什麼不同意這樣，但是看起來那個最後結果也只能這樣子。(13)

相較於認證未實施之前沒有任何評量與資料蒐集，這樣的問卷的確可提供些許的資訊，但值得深思的是這樣的方式究竟能達成多少功效。研究者認為：評量結果能正確反應學生的學習狀況，提供老師作為瞭解教學成效與調整教學內容的重要參考，才能達到評量的真正功能，亦是工程及科技教育認證的宗旨「落實持續改善」。

(三) 教師知覺工程及科技教育認證制度中「教師專業成長」之分析

在教師專業成長方面，平均數最高分為「31.我能更有系統地整理教學檔案 (m=4.42)」；最低分為「33.我較會和其他學系教師進行跨領域合作教學 (m=4.16)」。顯示：工程及科技教育認證制度的實施需要完整的佐證資料，教師多能配合蒐集與整理，但在跨領域合作教學上對教師而言，仍有難度。

依據 Lattuca 等人 (2006) 的研究發現：教師在專業發展的投入上對於學生在課程投入及學習參與有正面的影響，因此本問卷假設教師們對要符應工程及科技教育認證規範之要求，本身勢必要做一些調整。本研究發現：約有 80% 以上的教師能從教學中找到持續改善的依據。在教學檔案的整理也有不錯的表現 (m=4.42；81.2% 表示同意)，研究者推想：此可能是為了因應認證，受認證系所都必須準備許多的檔案資訊所致。



圖九 教師在「教師之自我教學改進與專業成長」向度表示同意之比例圖

在其他方面，如積極參與教學研習或對目前實務的需求的結果似乎未如 Lattuca 等人 (2006) 的研究結果：超過 2/3 的教師回應他們在過去一年中，閱讀許多有關教學的書；1/2

的教師參與正式專業發展的活動，如參加相關的研討會、工作坊，或加入某些計畫等以改進工程教育。然而，本研究發現教師們與其他教師之跨領域教學上較低，研究者認為：除了認證規範中未明確規定，在現實面中似乎也有相當的困難度。訪談中老師們亦表明：儘管他們知道工程及科技教育認證中「跨領域」是重要的項目，但是實際上並不是那麼容易實行的，能做的僅是邀請業界教師一同參與。

我們四個要去做跨領域的課程，但是沒有那麼容易，沒有那麼容易，那我們能做的就是引進外界比較有實務經驗的老師來開具有實務應用價值的一些課程，我們大概能做這樣補充（15）

整體而言，本研究之受訪教師們認為實施認證對其專業發展未有太大影響，過去也少有相關研究針對此點加以探討，研究者認為工程及科技教育認證對於教師專業成長的影響需要進一步之探討與釐清。

伍、結論與建議

本研究主要目的是以大學工學院與資電學院教師觀點，探討工程及科技教育認證制度實施之現況。透過問卷調查與深入訪談，分析並探討目前國內工程及科技教育認證實施的現況。

一、結論

問卷結果顯示：多數教師對於工程及科技教育認證制度的實施偏向正面的看法。在「課程與教學」方面，因為認證的實施，工程及科技教育認證制度的實施使得各受認證學程對於不同老師教授同一門課時，有了一致性的教學大綱。另外，許多學程也開始留意老師們教學大綱需包含的要素（如：目標、核心能力對應、評量...等），老師們較能留意教學目標與課程內容之間是否調準（alignment）。教學方面，多數老師們皆表示因為認證的原故，他們會多安排實務或實作方面的課程，並在教學中有較多的小組合作。然而受限於課程屬性，老師們仍會有講述性及紙筆測驗等傳統的方式。而老師們較為不足的是依據評量結果，分析學生學習情形。在「學生核心能力」方面，相較於問卷平均數偏高，受訪教師認為學生各項核心能力的表現在認證前後未有太大改變。這與教師未能分析學生學習情形是一體兩面的問題。「教師專業成長」方面，訪談發現：教師們對於跨領域合作教學表示有實行上的困難，工程及科技教育認證制度對於教師專業成長的影響，則需要更進一步的探討。

二、建議

本研究發現目前工程及科技教育認證最大的問題，在於大多數系所與教師僅是呈現提供考卷、成績單等資料，並未進一步分析與解釋學生的學習情形與核心能力之間的達成程度；換言之，只是檢視整體受教過程的品質，缺乏在課程上的深度檢視、探究、評量及討論等的工作。若能協助工程相關系所建立評分規準（rubrics），將欲評量的項目系統化及指標化，每項核心能力皆具備明確操作型定義、內涵說明，如此方能確保學生在畢業時皆能達到該系訂定之核心能力。

參考文獻

- 宋曜廷、潘佩妤（2010）。混合研究在教育研究的應用。*教育科學研究*，55(4)，97-130。
- 許維蓉（2007）。大學工科教師對成果導向認證制度之態度研究。國立中央大學學習與教學所，

碩士論文，未出版。

楊永斌、葛家豪、張佩芬、劉曼君 (2005a)。我國工程及科技教育認證制度現況及其未來發展。國家菁英季刊，1(3)，111-126。

楊永斌、葛家豪、張佩芬 (2005b)。我國工程及科技教育認證制度之推動現況。論文發表於「94 年度考選制度研討會系列一：建築師、技師之教育、考試、訓練、職業管理與國際接軌」研討會，台北：台灣大學應用力學所國際會議廳。

Arreola, R.A. (2007). *Developing a comprehensive Faculty Evaluation System* (3rd ed.). Bolton, MA: Anker

Chen, H. L., Lattuca, L.R., and Hamilton, E. A. (2008). Conceptualizing Engagement: Contribution of Faculty to Student Engagement in Engineering. *Journal of Engineering Education*, 97 (3), 339-53.

Dabney Creighton, S., Johnson, R. L., Penny, J., & Ernst, E. (2001). A comprehensive system for student and program assessment: Lessons learned. *International Journal of Engineering Education*, 17(1), 81-88.

Harper, B. J. & Lattuca, L. R. (2010). Tightening Curricular Connections: CQI and Effective Curriculum Planning. *Research in Higher Education*, 51 (6), 505-527. DOI 10.1007/s11162-010-9167-2.

Koehn, E. (1997). Engineering perceptions of ABET accreditation criteria. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 123(2), 66-70.

Koehn, E. (1999). Engineering design component for civil engineering curriculum. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 125(2), 35-39.

Koehn, E. (2000). Professional program criteria for civil engineering curriculum. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 126(4), 174-179.

Lambert, A. D., Terenzini, P. T., & Lattuca, L. R. (2007). More than meets the eye: Curricular and programmatic effects on student learning. *Research in Higher Education*, 48 (2), 141-168.

Lattuca, L. R., & Stark, J. S. (2009). *Shaping the college curriculum: Academic plans in context*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Lattuca, L. R., Terenzini, P. T., Harper, B. J., & Yin, A. C. (2010). Academic Environments in Detail: Holland's Theory at the Subdiscipline Level. *Research in Higher Education*, 51 (1), 21-39. DOI 10.1007/s11162-009-9144-9.

Lattuca, L. R., Yin, A. C., & McHale, I. M. (2010, November 18). Influences on Engineering Faculty Members' Teaching and Beliefs about Teaching. Research paper presented at the 2010 Annual Conference of The Association for the Study of Higher Education, Indianapolis, IN.

Lattuca, L.R. (2011) Influences of Engineering Faculty Members' Decisions about Educational Innovations: A Systems View of Curricular and Instructional Change. Retrieved April 16, 2011 from <http://www.nae.edu/File.aspx?id=36674>.

McGourty, J., Sebastian, C., & Swart, W. (1998). Developing a comprehensive assessment program for engineering education. *Journal of Engineering Education*, 87(4), 355-361.

McGourty, J., Shuman, L., Besterfield-Scare, M., Atman, C., Miller, R., Olds, B., Rogers, G. and Wolfe, H. (2002). Preparing for ABET EC2000: Research-Based Assessment Methods and

- Processes. *The International Journal of Engineering Education*, 18(2), 157-167.
- Miller, R. L., & Olds, B. M. (2002). Lessons learned in developing and implementing a program assessment plan. *International Journal of Engineering Education*, 18(2), 217-224.
- Soundarajan, N. (2002). Preparing for accreditation under EC 2000: An experience report. *Journal of Engineering Education*, 91(1), 117-123.
- Volkwein, J. F., Lattuca, L. R., Harper, B. J., & Domingo, R. J. (2007). Measuring the Impact of Professional Accreditation on Student Experiences and Learning Outcomes. *Research in Higher Education*, 48 (2), 251-282.