

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) 搜尋土木工程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, 之後搜尋在土木工程之能源相關計畫, 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

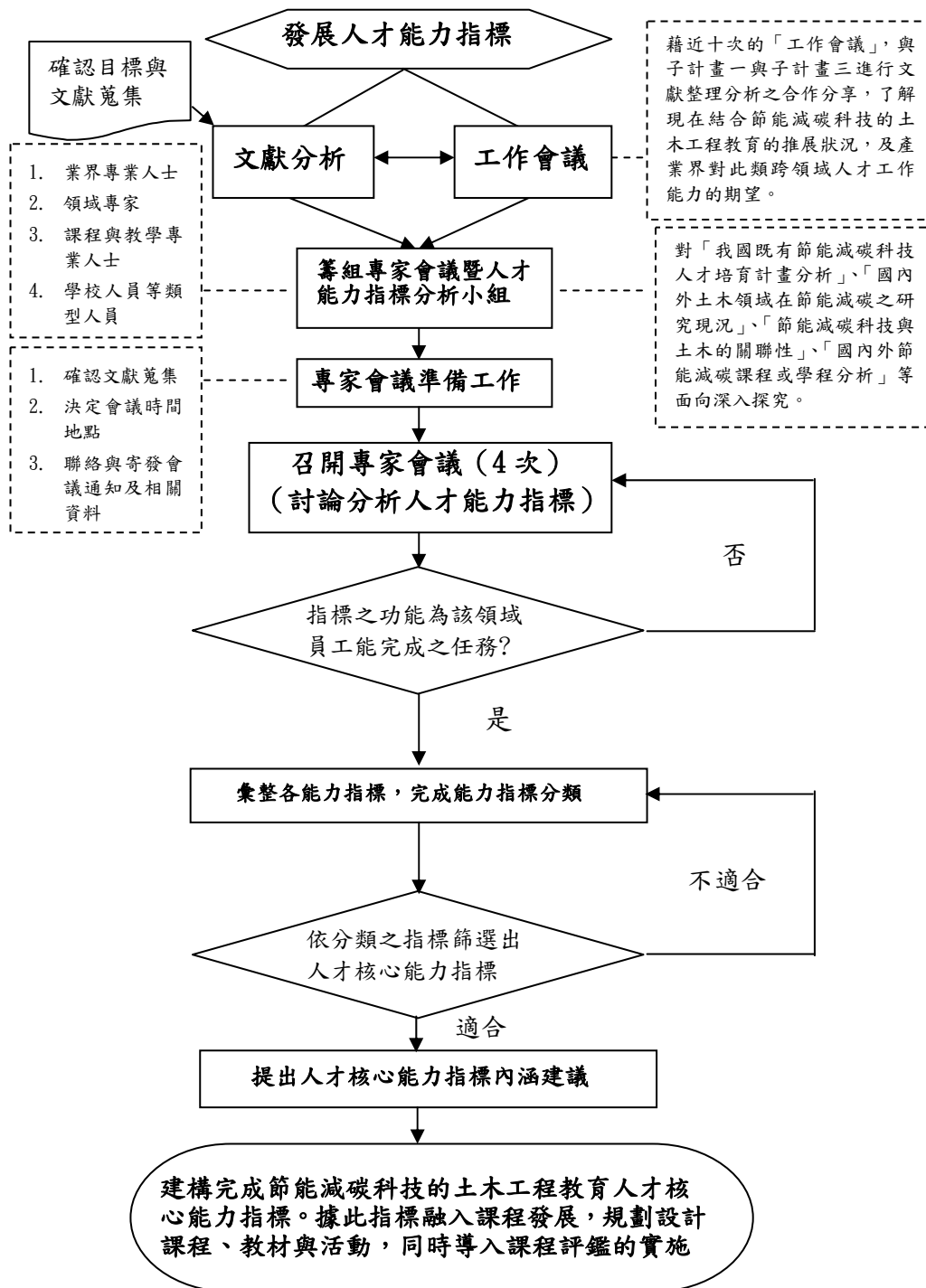


圖1 研究實施程序圖

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）。

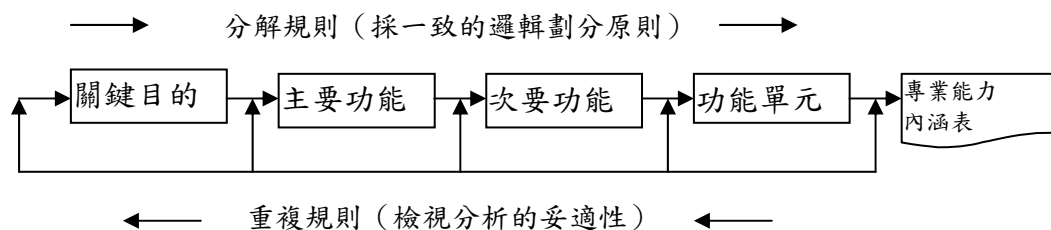


圖 2 能力指標分析模式的二大規則

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。

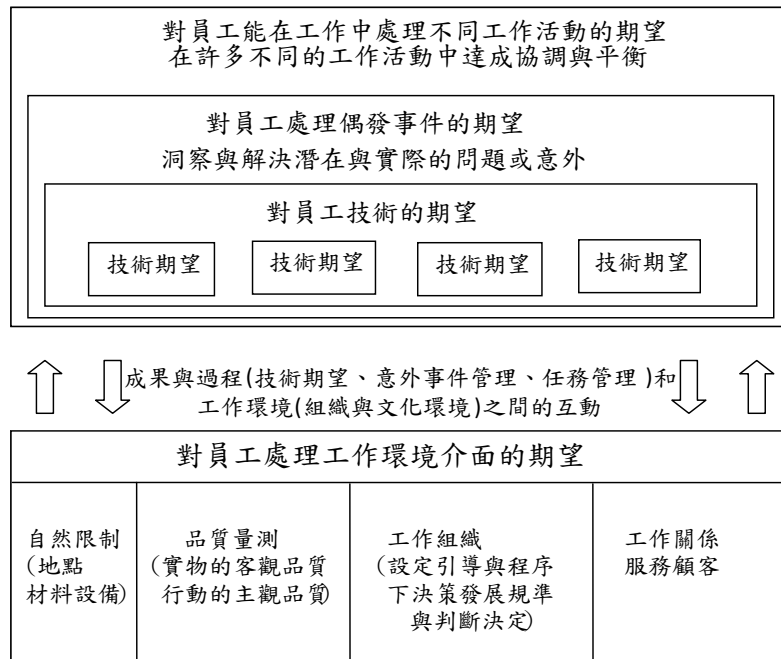


圖 3 能力指標分析模式理論架構  
資料來源：Mansfield & Mitchell (1996)

## 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/規劃、組織及領導(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、超尋常的創意、藝術	12	M15	N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/	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	執行工程實務所需技術/技巧及使用	2	A2	團隊合作/規劃、組織及領導	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	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、超尋常的	創造力, 如: 發明、創新、超尋常的	12	M15	N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.