

專題、問題與探究導向總整課程教學策略 對學習成效的影響

李隆盛* 孔心怡** 陳芊妤** 林坤誼***

兼容專題、問題和探究導向學習的總整課程，幾乎已成為工程（或科技）取向班制的必修畢業課程，且修課學生常分成多個組別、由多位教師帶領，因而引發「不同教師教學策略差異，對學生學習成效有何影響」的問題。為解答此一問題，本研究針對某大學已實施多年總整課程的科技系，透過教師深度訪談問卷、學生自評核心能力表現問卷及學生訪談問卷進行資料蒐集與分析。結果發現：一、教師的教學策略類型可分為著重學生經驗擴展、設計思考和同儕協作；二、第一類型（經驗擴展型）教學策略就學習動機、上課時間及學習成效三方面，在學生知覺與教師期望兩方面有明顯落差，其他兩類型策略在各方面則無教與學上的落差；三、不同類型教學策略的學生學習成效，由高而低序大致為第三、第二和第一類型，但採第一、三類型策略教師都強調學生主動學習態度高度影響學習成效。

關鍵字：總整課程、專題導向學習、問題導向學習、探究導向學習、教學策略、學習成效

* 作者現職：中臺科技大學文教事業經營研究所教授

** 作者現職：國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系博士班研究生

*** 作者現職：國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系教授

通訊作者：林坤誼，e-mail: linkuenyi@ntnu.edu.tw

壹、緒論

一、總整課程已普遍成為工程或科技取向科系檢視學生學習成果的工具性課程

基於績效重視成果的理念，學生學習成果愈來愈成為判定大學教育品質的主要指標。我國大學校院工程或科技取向科系常開設在高年級的總整課程（capstone course），又稱為畢業專題課程等，經大學評鑑專責機構之一中華工程教育學會（Institute of Engineering Education, Taiwan, R.O.C., IEET）在認證規範中要求參與認證班制（program）須將「總整課程」納入大學部課程之後，已普遍成為工程或科技取向科系檢視學生學習成果的工具性課程（呂良正, 2016）。總整課程須按各班制學生核心能力規劃，提供高年級學生整合與深化所學，以裨益繼續進修或職涯發展。對班制教師而言，總整課程之實施可提供回饋供教學與課程改善；對學生而言，總整課程能協助學生整合過去所學，產出具體成果（即作品），而增強能力、建立信心、接軌未來（國立臺灣師範大學教學發展中心，無日期）。

總整課程主要目的既在協助學生統整與深化大學所學，讓學習穩固完成，應包含整合、收尾、反思、過渡等四種功能（邱于真, 2014）。Miller和Olds（1994）認為總整課程應該提供學生學習在面對許多技術與非技術的限制下，處理複雜、開放問題的經驗。Noble（1998）則認為總整課程有許多不同的種類，以工程領域為例，有些總整課程著重在提供假設性的個案讓學生進行探討，有些總整課程則聚焦在讓學生學習解決真實工程問題的經驗。因此，Lee和Loton（2015）認為設計總整課程並不容易，其內涵必須包含學生與外部利害關係人的需求之連結、預算的限制等，都可能會造成總整課程設計的負擔；此外，由於許多總整課程的設計人員經常獨自作業，也較少具備與外在環境互動的經驗，也造成了總整課程設計的難度。

二、總整課程常兼容專題、問題和探究導向學習，重學習也重產出

如前述，總整課程又稱為畢業專題、專題製作課程等（張仁家、林癸妙、彭儀雯、周全鋒, 2017），通常開設在大三或大四，重視專題導向學習（project-based learning）；要求學生解決假設或真實性的問題，且常是複雜、開放性的問題，所以也重視問題導向學習（problem-based learning）和探究導向學習（inquiry-based learning），最後需產出專題作品。因此，適切透過不同策略，可協助學生培養21世紀所需關鍵技能（Bell, 2010）。就專題導向學習而言，Heitmann（1996）認為可以區分為專題取向學習（project-oriented studies）與專題組織課程（project-organized curriculum）。專題取向學習主要是指在最後一年的專題課程中所進行的小型專題計畫，此一類型的學習常會伴隨著傳統的教學

方法，且聚焦在整合先前的相關知識；專題組織課程則強調透過專題以整合重要的核心課程，學生必須組成專題小組，且邀請教師擔任指導者或諮詢者。針對Heitmann（1996）對於專題導向學習的分類，Mills和Treagust（2003）認為完整的專題組織課程並不容易落實，比較理想的狀況大概僅能透過專題組織課程組合75%的重要內涵，而無法完全整合先前的核心課程內涵。因此，雖然專題導向學習能夠培養學生21世紀所需的關鍵技能（Bell, 2010），但倘若其實施形式侷限在專題取向學習，而非專題組織課程，則未必能夠發揮專題導向學習的價值。

三、總整課程由於學生分多組由多名教師指導，引發不同指導教師教學策略差異對學生學習成效有何影響的問題

Maleki（2009）將兼容專題、問題和探究導向學習的總整課程定義為：強調學習者必須透過團隊合作，並應用知識、批判思考以完成學習任務的課程。但在實施此種課程時，是否會面臨教師仍採用傳統教學方法（Heitmann, 1996）、無法整合核心課程內涵（Mills & Treagust, 2003）、設計此一課程的人員缺乏外部經驗以及課程內涵未能與外部利害關係人連結（Lee & Loton, 2015）等問題。換句話說，由於總整課程學生分多組由多名教師指導，不同指導教師教學策略差異對學生學習成效有何影響的問題，十分值得加以探究。

緣上，本研究針對一所實施總整課程多年的個案大學科技系進行探究，並著重回答下列問題：一、不同指導教師的教學策略為何？彼此之間又有何差異？二、指導教師所認為的教學策略與學生所感受的教學策略有何差異？三、不同指導教師的教學策略導致學生學習成效有何差異？亦即，本研究目的在了解不同專題導向總整課程指導教師的教學策略類型，這幾類型的教師所運用教學策略與學生感受到的教學策略有什麼不同，以及這幾個類型的教學策略導致學生學習成效之差異。

貳、文獻探討

本研究著重在探討兼容專題、問題和探究導向學習的總整課程之教學策略，並透過個案研究分析不同的指導教師，在運用教學策略方面是否有差異，以及其對於學生學習成效的可能影響。針對此一研究目的，以下先探討總整課程的目的與特色，進而探討總整課程的教學策略與相關研究成果，做為本研究的立論基礎。

一、總整課程的目的與特色

陳毓凱和洪振方（2007）透過文獻探討，分析專題和問題導向兩種教學模式之異同後，指出兩者均同屬探究導向教學法，兩者差異主要在問題導向學習教學模式著重於培養學習者界定問題並發展解決真實情境問題的知能；而專題導向學習教學模式則著重在培養學習者進行研究發展之能力，藉以了解現象背後（或作品創發）之機制與意義並獲致知能。亦即，專題、問題和探究導向學習均借重探究程序，但專題導向特重研究發展，問題導向特重問題解決。在過去的相關研究中，分就專題、問題和探究導向學習、總整課程的相關研究較為常見，但是有關兼容專題、問題和探究導向學習的總整課程之相關研究則較少有研究觸及。就目的方面而言，專題、問題和探究導向學習著重在培養學生對學習內容的責任感，並建立與人合作的學習方式（Bilgin, Karakuyu, & Ay, 2015），學生在小組討論的過程中得到回饋，或由分工的角色中得到認同，建立自身對學習內容正面的態度。總整課程則著重在整合大學階段所學，讓學生能夠反思過去經驗，進而檢核與強化核心能力與成果，以順利銜接升學或就業（邱于真，2014；Leu & Liu, 2015）。專題、問題和探究導向總整課程的目的則結合專題、問題和探究導向學習與總整課程產出作品的重點，例如，Dutson、Todd、Magleby 和 Sorensen（1997）便認為專題、問題和探究導向總整課程的目的可能會因為不同領域而有所差異，但主要目的大多著重在提供學生真實生活的工程設計經驗，並培養學生人際互動與溝通能力、強化學生自信以及增加與產業互動的經驗等。

就特色方面而言，專題、問題和探究導向學習的特色主要包含：學習是經過設計的、學習者是主動的、學習過程是透過知識分享及團隊合作（Kokotsaki, Menzies, & Wiggins, 2016; Blumenfeld et al., 1991）。因此，專題、問題和探究導向活動的學習內容編排需要經過良好的規劃，同時能配合實際情況做出調整，使學生在活動過程中展現主動參與、積極討論的表現，而透過同儕間的對話，讓學生可以獲得回饋，而使知識、情意及行為上產生改變（Han, Capraro, & Capraro, 2015）。總整課程的特色則與專題、問題和探究導向學習的特色接近，例如，Todd、Magleby、Sorensen、Swan 和 Anthony（1995）曾針對北美 173 所學校、360 個系的總整課程進行調查，並歸納出總整課程的特色包含：必須能夠突顯科系特色、必須有教師參與指導、以及強調產業參與等。綜合前述，專題、問題和探究導向總整課程的特色應包含：能突顯科系特色、設計有強調主動學習解決問題的學習過程、著重知識分享與團隊合作、有教師參與指導、產出解決問題的作品、以及強調產業或市場連結等。

二、總整課程的教學策略

教學策略是指教師為使學生經歷預期學習經驗，針對學生與課程等之不同屬性而採行的教學規劃、實施和評估方法之統稱（李隆盛，1996）。在兼容專題、問題和探究導向學習中，岳修平和鐘婉莉（2005）認為這種學習著重在以學生為中心，讓學生透過團隊合作的方式，構思研究主題、進行資料搜集與分析，並在專題進行過程中學習解決問題，進而實際設計與製作出專題作品，以做為評估其學習成效的重要關鍵。因此，教師的角色轉為學習促進者（*facilitator*），常善用合作學習方式以引導學生進行小組合作，以共同探索真實情境中的問題，並據此激發與維持學生的學習動機。此外，為了引導學生解決其專題主題所設定的問題，教師也會應用問題解決策略，以引導學生進行設計與製作，進而據此完成專題成品，展現其整合學習的效益（Luo, Liu, Shih, & Tseng, 2011）。透過前述合作學習、問題解決、探究等教學策略的融入，專題、問題和探究導向學習強調以教師為促進者的角色，會比以教師為中心的教學方式，更有助於激發學生的學習動機，且能協助學生展現綜合能力（Al-Balushi, & Al-Aamri, 2014; Kokotsaki et al., 2016）。

總整課程的實施方式可能十分多元，但其教學的重要聚焦在提供整合、收尾、反思、過渡等功能（邱于真，2014）。依據此四項主要的功能，教師在教學過程中便需要與產業連結，並設立以產業為背景的情境學習方法，讓學生能夠應用工程設計流程以解決問題；此外，教師在進行評量的過程中，也應該以學生的核心能力為主，讓學生了解與強化自己的核心能力，也可做為教師反思課程規劃的重要依據（邱于真，2014；Leu & Liu, 2015）。因此，總整課程的教學策略除了強調產業取向、工程設計等重點之外，更強調透過此一總整課程進行學生核心能力的評量，可以採過程審查、學生自我評估、外部考官模式（Heitmann, 1996），外部考官通常是校外教師或訓練有素之評估人員擔任（Oscarson, 1989），使學生一方面了解自己在核心能力方面的表現情形，另一方面也可掌握應用核心能力在解決產業導向問題時的技巧與方法。

綜合前述專題、問題和探究導向學習與總整課程的教學策略之特點，不同的領域可能會有多元的變化，但依據Dutson等人（1997）的看法，進行專題、問題和探究導向總整課程時，應設立以真實生活情境為基礎的環境，並與產業連結，以增加與產業的互動經驗，且透過工程設計教學的融入，培養學生應用核心能力以解決真實生活情境的問題。此外，在此一總整課程的進行過程中，教師也應該善用合作學習方法以培養學生人際互動與溝通能力，藉此強化學生的學習自信，並使其能夠掌握未來進入產業就業的契機。

三、專題、問題和探究導向總整課程的相關研究成果

在過去的相關研究中，已有許多學者採用專題、問題和探究導向學習的方式來培養學生的核心能力。例如：在 DeWaters 和 Powers (2011) 的研究中採用以能源為主題的專題導向學習活動，而依據其研究的分析結果，學生不僅能夠廣泛地學習與日常生活中相關的能源知識，且在有關能源使用及節約能源等議題上，能夠進行更深入的反思。Lee、Lin、Guu、Chang 和 Lai (2013) 以節能屋 (energy-saving house) 為主題進行專題實作活動，其研究結果也同樣發現對於學生的能源知識、能源態度與節能行為有助益。Karpudewan、Ponniah 和 Zain (2016) 的研究中以太陽爐、生質燃料為主題進行專題、問題和探究導向學習活動，依據其質性資料的分析結果顯示，學生在能源知識、能源態度與節能行為上有正向的改變。Du 和 Han (2016) 的研究中也發現，專題、問題和探究導向學習能夠有效促進學生主動學習態度及學習成效。Verbič、Keerthisinghe 和 Chapman (2017) 則以永續能源系統為主題進行專題、問題和探究導向學習活動，其研究結果也發現學生對於專題、問題和探究導向活動的實施方式十分滿意，也能夠有較佳的能源態度。

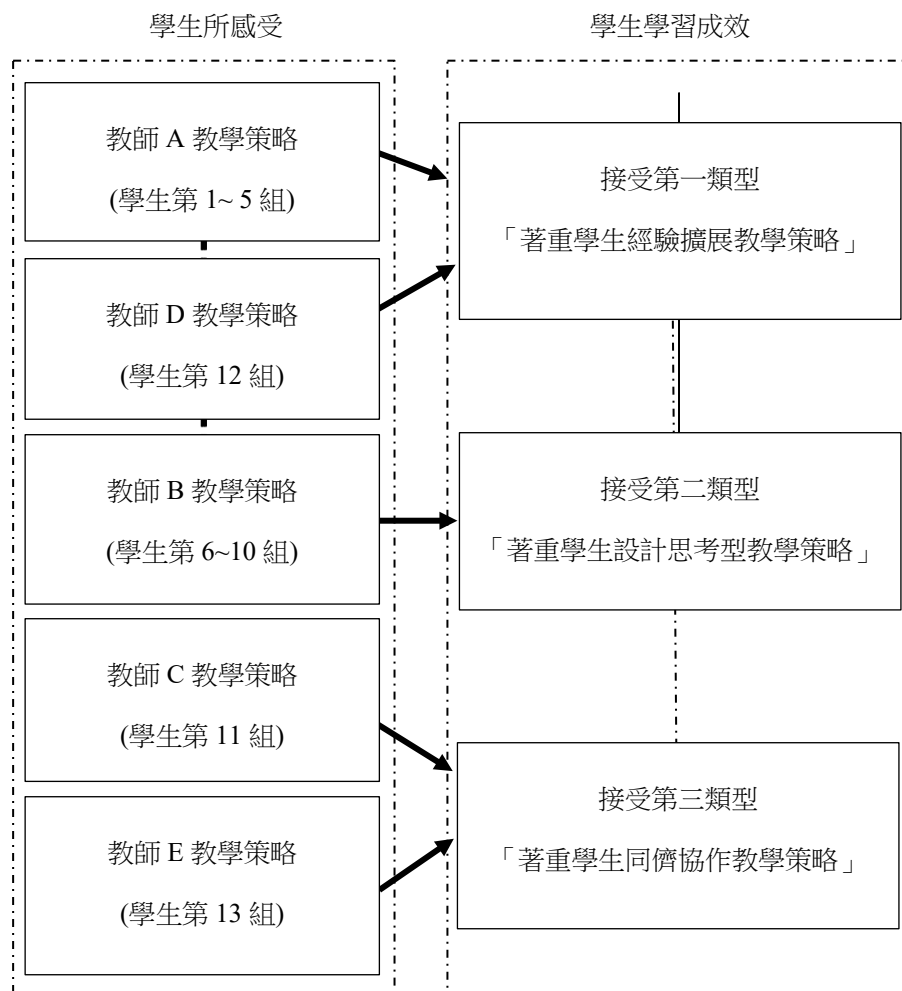
在總整課程的相關研究中，許多學者針對總整課程的效益進行探究，例如 Hotaling、Fasse、Bost、Hermann 和 Forest (2012) 針對跨領域的工程總整課程進行量化分析後，指出總整課程有助於提升學生在創新能力、分析能力、溝通技能等方面的表現，也能夠增加其未來就業的機會。Pratt 和 Hahn (2015) 的研究中也點出總整課程有助於提升學生的學習滿意度，而 Pierrakos (2016) 針對工程總整課程進行分析與探討之後，提出總整課程有助於提升學生的自我效能、掌控工程方法的能力等。除此之外，Todd 和 Magleby (2007) 曾針對總整課程進行個案研究，發現在此一個案中提供了超過 300 個產業資助的實例，且學生能夠依據不同專長組成合作團隊，因此能否在總整課程中考量利害關係人的需求，應是值得關切的重點。

就專題、問題和探究導向總整課程的相關研究而言，Dutson 等人 (1997) 在針對透過總整課程以培養學生工程設計能力的文獻分析研究中，指出目前多數的研究著重在發展課程內涵、如何與產業結合等重要課題；至於有關實際針對專題、問題和探究導向總整課程的成效，仍有待進一步的探究。因此，本研究依據此一文獻缺口，便著重在針對一個實施專題、問題和探究導向總整課程的個案學系進行研究，以探討專題、問題和探究導向總整課程的成效，並提出具體的改善建議與策略。

參、研究方法

一、研究設計

為探討總整課程不同指導教師所運用教學策略有何差異、教師運用與學生感受之策略有何落差、以及各類策略對學生學習成效有何影響，本研究主要採用個案研究法，借重文件分析、訪談和問卷調查等資料蒐集程序，以獲致教師教學策略與學生學習成效表現之相關資料，研究架構如圖1。



註： 差異/落差；→影響

圖1 研究架構

主題文章

二、研究對象

本研究之研究對象以臺北市某國立大學的科技系為個案，其實施多年的總整課程名稱為「專題製作」，課程概要為：「專題製作的過程中，學生需要整合三年來在系內所學各科目之知識與技能並加以運用，以檢視求學時期的學習成效，與探索未來適合發展的職涯方向。課程的進行需要與指導教師密集討論，從專題主題的尋找與篩選、訂定專題製作的進度與檢核計畫，並鼓勵學生參與國際與國內的大型比賽。專題製作的成果，並需先通過初審與口頭提報，然後參與規劃專題製作展覽，並完成書面的專題成果報告書。此外，學生在此一課程中的學習成效，也將做為檢視學系的教學成效、改善課程規劃的重要參考依據」（國立臺灣師範大學教務處，2018）。除了前述的課程內容之外，此一課程強調培養學生溝通協調、團隊合作的能力，且專題內容也必須與產業趨勢及新興議題結合。

此一「專題製作」為大三下學期及大四上學期的必修課程，連續兩學期的專題製作課，每學期學分數為一學分，每一學分每周課程時數為二小時。依據該系所訂的「學生實施專題製作辦法」，學生須在大三下學期開學前找好團隊成員組成小組，並取得系上教師同意指導。大三下學期會舉辦期中審查，通過期中審查團隊才能修大四上學期的專題製作；大四上學期舉辦成果發表會，由3位校外專家委員進行評審，評審成績占大四上學期總成績60%，指導教師則依每組學生情況評定剩餘的40%。

本研究以2016-17學年度專題製作的師生為研究對象。指導教師共5位，由指導教師以自身專業規劃教學策略與內涵，引導所指導的小組設定主題、完成專題。修習2016-17學年度專題製作課程的學生總計有54名，團隊每組成員至少2人，至多5人，總共有13個小組。文件分析對象則為學生專題成果報告書和評審成績。

三、研究工具

本研究的研究工具主要包含以下三項：

（一）教師訪談問卷

本研究在進行教師訪談時，採用以下問題，問題主要歸納自前述文獻探討和文件分析所得，並邀請該系2位教授進行內容效度審查，以確保此一研究工具能夠協助解決本研究擬探討的重要問題。

1. 請問您在指導專題製作課程的過程中，您主要採用那些教學策略或方法？

2. 請問針對您前述所提及的教學策略或方法，您具體採用的實施步驟為何？
3. 請問針對您前述所提及的實施步驟，主要的重點與內涵為何？
4. 請問您認為您所指導的組別，那一組最能依據您的前述理念進行專題製作課程？請說明您認為他們的優點與待改善之處（請針對您的前述具體實施步驟進行說明）為何？（若您只有指導一組的話，請針對此一組別說明您認為他們的優點與待改善之處為何？）
5. 請問您認為貴系所實施的專題製作課程有待改善之處為何？該如何更進一步地提升學生的學習成效？

(二) 學生自評核心能力表現問卷

個案學系學生核心能力如表 1 所列。本研究以「學生自評核心能力表現問卷」為研究工具，主要是依據表 1 課程目標與核心能力發展，並採用李克特四點量表的型式設計，由受訪學生就自我感覺到的「本專題製作課程提供（機會、資源），讓我……」及「我實際上的感覺是……」分項依序填覆。有關此一個案的核心能力如表 1 所示。

表 1 個案學系課程目標與核心能力對照表

課程目標	系核心能力
1. 為增進本系學生實務經驗，提高學習效果以利職涯發展	1-1 具有理解科技產業發展現況之知能 1-2 具有運用科技以解決問題之能力 1-3 具有與人合作及溝通之能力 1-4 具有分析、整合、創新與實踐能力 2-4 具有科技相關機具與材料的運用之能力 3-1 對新科技具有好奇心且勇於嘗試與接觸 3-2 具有熱愛動手作的習慣 3-3 對新科技的發展具有高度敏銳性 4-1 具有尊重他人隱私及保密的倫理 4-2 具有尊重智慧財產權的認知與態度
2. 整合系內所學各科目之知識與技能加以運用	1-1 具有理解科技產業發展現況之知能 1-2 具有運用科技以解決問題之能力 1-3 具有與人合作及溝通之能力 1-4 具有分析、整合、創新與實踐能力 2-4 具有科技相關機具與材料的運用之能力

課程目標	系核心能力
	3-1 對新科技具有好奇心且勇於嘗試與接觸 3-2 具有熱愛動手作的習慣 3-3 對新科技的發展具有高度敏銳性 4-1 具有尊重他人隱私及保密的倫理 4-2 具有尊重智慧財產權的認知與態度
3.檢視求學時期的學習成效感	2-4 具有科技相關機具與材料的運用之能力 3-1 對新科技具有好奇心且勇於嘗試與接觸 3-2 具有熱愛動手作的習慣 3-3 對新科技的發展具有高度敏銳性
4.探索未來適合發展的職涯方向	1-1 具有理解科技產業發展現況之知能 3-3 對新科技的發展具有高度敏銳性

資料來源：國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系（無日期）。

在評估學生的學習成效時，除了採用「學生自評核心能力表現問卷」之外，本研究也採用「專題製作學年課的最後一學期期末成績」、「校外專家評審的成績」，做為總整課程的學習成效。

（三）學生訪談問卷

經訪談所有專題指導教師後，將訪談結果與文獻探討相關研究匯整、歸納，建構出學生訪談問卷，並邀請該系 2 位教授進行內容效度審查，確保研究工具能協助解決本研究擬探討的重要問題。訪談問卷包含課程安排、課程教學、以及學習成效等 3 個面向，其中課程安排與課程教學 2 個面向著重在回應研究問題（1）和（2），而學習成效則著重在回應研究問題（3）。具體的訪談問卷內涵如下：

1. 課程安排

- （1）你覺得專題製作以和指導教師約時間會談的方式進行，對學習有幫助嗎？若有機會再上次專題製作，你希望的上課方式是什麼？怎麼樣的課程安排會對你的學習更有幫助呢？
- （2）就你所知，系上還有其他「運用在大學所學，做出作品或實習」的課嗎？你覺得專題製作這門課程開在3下及4上的時間好嗎？
- （3）你覺得專題製作課程有什麼要改善的地方嗎？系上能提供什麼樣

的幫助嗎？

2. 課程教學

- (1) 你覺得老師在這堂課的教學策略/步驟/方法是什麼（老師是怎麼引導你們做專題的呢）？你覺得在老師的教學策略/步驟/方法之中，最重要的是那個環節？你覺得老師的教學策略/步驟/方法之中，那個環節讓你學習收穫最大、最有幫助？
- (2) 小組多久和老師互動一次？你覺得這個頻率夠嗎？為什麼？
- (3) 你覺得老師帶專題的方式對你幫助最大的是什麼？是什麼帶的方式讓你覺得很有幫助？為什麼？
- (4) 你覺得老師的引導會有不足的地方嗎？為什麼？如何可以更好呢？

3. 學習成效

- (1) 你覺得你在專題投入的心力多嗎？是什麼原因讓你願意花時間投入時間在專題製作上呢？
- (2) 能讓你更投入在專題製作課程的動機有什麼？
- (3) 你覺得在專題製作時，有應用到那些以前曾上過的課程所學？你有應用到那些核心課程能力？又，有那些核心能力是你在這門課才學習到的？
- (4) 你們通常用什麼方式跟老師連絡？多久連繫一次呢？多久討論專題一次呢？
- (5) 在和老師的互動上，你有遇到困難嗎？這些困難是什麼？你都怎麼解決呢？

四、資料分析與詮釋

本研究將13個小組依序由1至13編號，取得各組校外專家評審成績，以及專題製作組別在最後一學期之期末成績進行分析，專題製作學習成效包括專題製作最後一學期的期末成績、校外專家評審的成績及學生自評。將接受訪談的5位指導教師依序編號為A至E，同時抽取9名學生進行自評與訪談補充，以就老師及學生間不同的觀點，進行圖1所示總整課程教師教學策略與學習成效探討。

交叉分析教師與學生的訪談內容，對事實進行搜集，採取以教學策略模式

主題文章

比較方式，將訪談內容拆解為字句及片斷，進而歸納出「教學策略」、「教學策略引導重點」、「教學策略執行內涵」、「教學策略改善建議」、「學生學習成效」、「學生對教學策略的回饋」、「運用教學策略與學生感受之落差」等模塊，反覆歸納與描述事實，進而瞭解個案的脈絡情境及代表意義。

對學生自評核心能力表現問卷結果進行分析，主要將「本專題製作課程提供（機會、資源），讓我……」及「我實際上的感覺是……」分項計分，四點量表中，選擇非常不同意1分、不同意2分、同意3分、非常同意4分；同一個課程目標裡有10個核心能力，總分即為40分；以此計算每項核心能力「在理論上應讓學生學習到的」及「學生實際感受」到的差異表現。而在歸納「應讓學生學習到的」及「學生實際感受」表示同意該項核心能力的人數時，「同意」與「非常同意」均歸屬至「同意」範疇，以利資料分析與詮釋。

肆、結果與討論

針對對應本研究目的的三項待答問題，本研究之結果與討論如下：

一、不同專題導向總整課程指導教師的教學策略及彼此之間的差異

本研究中5位專題指導教師，在教學策略中引導學生自提主題，專題主題必須能解決真實世界中的科技問題，學生提出專題的主題或設計想法後，小組內成員同時間不斷溝通與合作，隨時諮詢指導教師，持續修改設計，與產業界聯繫演示作品，透過實務人員的回饋意見，最後完成作品。符合整合大學所學經驗、為大學學習經驗收尾、反思大學學習經驗、順利從大學過渡到下一階段等4個功能（邱于真，2014），與 Maleki（2009）總整課程的概念相符，且可歸納為下列三類型：

第一類型為「著重學生經驗擴展型」，其重點在「引導學生依據以往所學基礎課程及核心專業課程能力訂定專題主題，並給予技術指導及提供外部合作資源，以使其在校的學習經驗能擴展至與日常生活經驗結合，進而深化其學習經驗」，A與D教師的教學策略屬此一類型。此類型教學策略在引導學生選擇專題主題時，會採用以學生為主、教師為輔的方式，因此學生在專題初期花費在思考專題選題時間較多，而教師則會適時提供時事相關議題或方向，透過提問和回饋給予修正及調整。選題時，提醒學生要能「解決真實生活中的問題」，且「有能力可解決這個問題」才可成為專題題目，並依據系所制定的「學生實施專題製作辦法」，以此為審查進度，依據學生對專題製作之熱忱度及主動性，關心並給予專題指導，不定期主動以社群通訊軟體（例如 LINE）或在課堂碰到

時隨時詢問進度。

第二類型為「著重學生設計思考型」，其重點在採用「工程設計思考教學策略」以進行教學引導，期望專題學生能夠按照此一完整的程序，以逐步找出專題主題，並設計和製作出具備創意、可行性且有價值的專題成品」，B 教師屬於此類型，且 B 教師引用 Dutson 等人（1997）的看法，認為在專題導向的總整課程中，強調工程設計思考是重要的關鍵，因此，B 教師在進行專題導向總整課程初期，會依據 Atman 等人（2007）所提出工程設計思考的 11 個步驟，進行專題導向總整課程的說明，此 11 個步驟包含：界定問題、辨識規準與限制、產生構想、探究可行方案、選擇設計構想、發展詳細設計、建構模型、預測分析與評估、改善設計與最佳化、實踐以及溝通過程與結果。在介紹完工程設計思考的 11 個步驟後，B 教師會請各個小組依據此一工程設計思考步驟進行設計和製作，並依照個別的進度與 B 教師進行互動討論。在 B 教師所指導的 5 組小組中，有 1 組大致符合上開教學策略及步驟，該組專題製作歷程符合工程設計思考流程，並具有自主學習的能力，有些工程設計思考的流程並不需要教師引導，學生就能主動善用這些流程。需要加強部分為小組成員，僅部分了解教學策略思考程序，另較需再強化的步驟為「溝通過程與結果」。

第三類型為「著重學生同儕協作型」（協作/collaboration 強調合力），其重點在「透過學生間同儕力量相互影響，正面提升團隊合作與專題進度，配合學校專題制度執行期程，鼓勵或規定專題小組應參與外部競賽、申請專利或申請科技部大專生研究計畫等教學目標」，C 與 E 教師屬此一類，善用合作學習方法培養學生人際互動與溝通能力（Dutson et al., 1997），且為保障專題小組指導品質及成效，C 教師每年僅收 1 組專題小組，每周固定 1 小時進行小組進度報告及討論，E 教師每年至多僅收 2 組專題小組，不論教師是否在場，每周固定 2 小時進行小組進度及問題討論，小組討論須繳交出席情況與會議紀錄給 E 教師，以為期末成績評分依據之一。本類型教學策略下受訪學生表示，由於指導老師與小組互動頻繁規律，除了主題和技術面由小組學生自己思考，在報名競賽、製作成果報告書、專題進度表、發放問卷、模型製作等，教師都給予很多指導，讓其逐步思考改良並督促自己的專題進度。部分學生表示這門專題課程對其個人最大幫助，是學習如何有效率地撰寫成果報告書，有利後續升學及申請計畫的基礎；也有學生認為這門課的作品，能將大學四年所學做總整展現。

二、專題導向總整課程指導教師所運用的教學策略與學生感受到的教學策略之落差

依據 Dutson 等人（1997）認為，進行總整課程，在培養學生應用核心能力以解決真實生活情境問題的能力；教師在進行課程評量的過程中，以學生的核心能力為主（邱于真，2014；Leu & Liu, 2015）。本研究將「教師評量以學生核

主題文章

心能力為主」與「教學策略為達成課程目標」相應分析如下：

(一) 「核心能力」對應「課程目標」

經依表 1 製作的「學生自評核心能力表現問卷」調查，學生自評有 85.5% 同意達到總整課程的教學目標。

(二) 進一步觀察下列四個預定課程目標達成率

1. 「整合系內所學各科目之知識與技能加以運用」有 85.5% 同意。
2. 「為增進本系學生實務經驗，提高學習成效以利職涯發展」有 85.5% 同意。
3. 「檢視求學時期的成效感」有 86.1% 同意。
4. 「未來適合發展的職涯方向」有 83.3% 同意。

(三) 就核心能力的分析發現

1. 「教師認為學生在課程中應學到的」以及「學生自己認為有學到的」的兩個層面存在落差，落差較大是教師認為學生/學生認為自己：「具有運用科技以解決問題之能力」分別為 77.5% / 67.5%、「具有與人合作及溝通之能力」分別為 75% / 65%、「具有尊重智慧財產權的認知與態度」分別為 72.5% / 60%，各項百分比差距都超過 10%。
2. 「具有尊重他人隱私及保密的倫理」核心能力之學生感受超越教師認為達 2.5%，為唯一學生感受高於教師認為的核心能力，受訪學生在實際感受上表達不同意，理由為「大家都或多或少會知道其他組在做什麼」及「沒有教到這個」。

就教師與學生訪談的回應，歸屬在第一類型教學策略學生感受與教師認為的落差，分布在「學習動機」、「上課時間」及「學習成效」；「學習動機」表現在教師認為應提高學分數，以提高學生投入程度，學生認為學分數不影響投入的心力；「上課時間」因學生普遍認為時間彈性很重要，教師則認為定期討論非常有助專題執行；「學習成效」則表示在教師認為學生的主動學習不夠，學生則陳述「若主題沒有換，我的動力可能會高一點」。第二、三類型教學策略學生感受與教師認為無落差，其中歸屬於第三類的學生直言：「專題製作的課，如果自己不夠主動或是解決能力不足，就造成不好的學習效果，學生自己本來就應該養成積極主動學習的態度」。

三、不同指導教師的教學策略導致學生的學習成效差異

本研究發現不同教學策略的學習成效如下：

第一類型運用「著重學生經驗擴展教學策略」重點為「引導學生依據過去所學基礎課程及核心專業課程能力訂定專題主題，並給予技術指導及提供外部合作資源」，表現在學習成效上：1.於此教學策略模式指導之專題小組計六組，校外評審對於各小組分數差異大（跨4個等第B、B+、A-、A）；2. Du 和 Han（2016）的研究，認為專題導向學習能夠有效促進學生主動學習態度及學習成效。本研究中第一類型指導教師認為各小組學習成效，與其小組本身主動學習及專題製作熱忱非常有關，能否有效促進主動學習與製作熱忱，「還是要看學生自己態度」。部分學生則認為投入心力多，但因專業技術不足，以致影響主題選擇及製作能力，也有部分學生認為課程所學太理論，導致專題製作無法全心投入。值得關切的是，A老師同時指導5個小組，相同教學策略所呈現的學習成效表現差異大，具有重大代表意義。

第二類型運用「著重工程設計思考教學策略」以進行教學引導，期望專題學生按照此完整程序，逐步找出專題主題，並設計和製作出具備創意、可行性且有價值的專題成品。」，在學習成效上的表現：1.以此教學策略模式指導之專題小組計5組，校外評審對於各小組分數差異大（跨5等第B、B+、A-、A、A+）；2.依據教師訪談表示，同樣教學策略下，其中有1組獲得校外評審特優獎勵，該小組之專題製作歷程，大致符合工程設計思考流程；3.指導教師認為各小組學習成效，與其小組主動學習及是否落實教學策略所提各步驟有關。

第三類型運用「著重學生同儕協作教學策略」，係「透過學生間同儕力量相互影響，正面提升團隊合作與專題進度，配合學校專題制度執行期程，鼓勵或規定專題小組應參與外部競賽、申請專利或申請科技部大專生研究計畫等教學目標。」，在學習成效上：1.以此教學策略模式指導之專題小組計2組，校外評審對於此類教學策略模式小組分數無差異（都是A+）；其中一組申請到科技部大專生研究計畫經費補助，另一組獲得校外評審特優獎勵及獲得中部某大專院校設計競賽等獎項。2.指導教師認為其所指導之小組係經過評估符合其指導領域專長，透過小組成員充分溝通及分工，並聽從教師引導，定期討論進度並參與相關競賽，符合其教學策略。

伍、結論與建議

本研究旨在透過多元回饋（教師、學生、文件、問卷、訪談等）回答下列對應研究目的的三個待答問題「不同指導教師的教學策略為何，彼此之間有何

主題文章

差異？」、「指導教師所認為的教學策略與學生感受到的教學策略有何差異？」、「不同指導教師的教學策略導致學生的學習成效有何落差？」。如前三小節之結果與討論，待答問題均已獲得解答而達成研究目的。所獲致之結論如下：

一、三類型教學策略均能達成總整課程目標，但著重學生同儕協作教學策略導致學生有較佳學習成效

本研究發現「著重學生經驗擴展型」、「著重工程設計思考教學策略」和「著重學生同儕協作型」三種教學策略，都以植基於真實生活情境（Dutson et al., 1997），並有Bell（2010）所主張的使專題有不同的複雜性，將學過的基本理論和技術相連，整合大學中所有學習的領域；訓練學生深入分析、將知識運用於實踐、組織和管理工作、創造性地解決問題以及有效溝通的能力，並通過專題發展與製作（Lee et al., 2015）。三類教學策略亦符合Maleki（2009）之專題導向總整課程（project-based capstone course）的理念：學習者經團隊合作，應用知識與思考，完成學習任務，僅在實際執行上，引導重點而各有不同；例如第一類型的引導重點強調以學生經驗為基礎並給予引導修正，第二類型的引導重點強調培養學生透過工程設計思考以進行設計與製作，第三類型的引導重點則強調同儕協作，並透過競賽目標強化小組成員合作成效等。三類型教學策略亦符合本研究前述專題導向總整課程的特色：突顯學系特色、設計學習過程、強調主動學習、知識分享與團體合作、有教師參與指導與強調產業參與。

就此三個類型教學策略的學生學習表現來看，接受第三類型教學策略的2組學生中，校外評審對於此類教學策略模式小組分數差異小（都是A+）；此外，其中1組申請到科技部大專生研究計畫經費補助，另1組獲得校外評審特優獎勵及獲得中部某大專院校設計競賽等獎項。因此，依據此一資料分析的結果，接受著重學生同儕協作教學策略導致學生有較佳學習成效。換言之，教師在進行專題導向總整課程時，若能強調同儕協作，其在學習成效方面的表現可能會優於著重學生經驗擴展或著重設計思考型的教學策略。然而，此一分析結果僅侷限於本研究分析的個案，可能會因為研究樣本較少的緣故，導致可能的偏誤，故不宜進行過度的推論。

二、鼓勵和促成學生主動學習是提升學習成效的關鍵

本研究探究的總整課程之學習成效採過程審查、學生自我評估、外部考官模式（Heitmann, 1996），與教師訪談綜合分析，發現教師不存在沒有足夠的準備和經驗來處理開放和複雜的學習情況（Heitmann, 1996），同一教學策略下不同組學生的學習成效差異大，主要在學生是否自主學習、是否對專題製作有熱忱，亦如 Heitmann（1996）指出學生的興趣更有利於產品及內容取向。

根據前述結論，本研究建議在總整課程之教學實務方面，三類型教學策略均可參採 以便因材施教，並需特重視學生同儕協作及主動學習。在總整課程之後續研究方面，則建議可以針對如何設計專題、問題與探究導向總整課程的歷程與成果進行更深入的探討。

參考文獻

- 呂良正（2016）。透過 Capstone 課程評量「應屆畢業生核心能力」。取自 [https://www.icet.org.tw/text/Capstone/20160617_1/20160617_IEET_成果導向教學與評量策略研討會\(I\)_Capstone_檢視核心能力.pdf](https://www.icet.org.tw/text/Capstone/20160617_1/20160617_IEET_成果導向教學與評量策略研討會(I)_Capstone_檢視核心能力.pdf)
- 李隆盛（1996）。工藝科教材教法新趨勢：模組化的課程設計與解決問題的教學策略。**科技與技職教育的課題**。臺北市：師大書苑。
- 岳修平、鐘婉莉（2005）。專題式學習小組網路溝通互動之研究。**國立高雄師範大學教育學系教育學刊**，25，1-23。
- 邱于真（2014）。教與學的合頂石—總整課程（Capstone Course）。**評鑑雙月刊**，49。取自<http://epaper.heeact.edu.tw/archive/2014/05/01/6153.aspx>
- 陳毓凱、洪振方（2007）。兩種探究取向教學模式之分析與比較。**科學教育月刊**，305，4-19。
- 張仁家、林癸妙、彭儀雯、周全鋒（2017）。實務專題課程應用探究式教學對電資相關系科大學生探究能力與創造思考能力之影響。**科技與工程教育學刊**，48（2），17-43
- 國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系（無日期）。**科技系專業核心能力指標與課程對應表**。取自 http://coursemap.itc.ntnu.edu.tw/course_map_all/relations.php?code=HU71
- 國立臺灣師範大學教務處（2018）。**特色與教育目標**。取自 http://www.aa.ntnu.edu.tw/files/archive/686_2d73b468.pdf
- 國立臺灣師範大學教學發展中心（無日期）。**總整課程**。取自 <https://www.ctld.ntnu.edu.tw/%E6%95%99%E5%B8%AB%E5%B0%88%E6%A5%AD%E7%99%BC%E5%B1%95%E7%B8%BD%E6%95%B4%E8%AA%B2%E7%A8%8B>

主題文章

- Al-Balushi, S. M., & Al-Aamri, S. S. (2014). The effect of environmental science projects on students' environmental knowledge and science attitudes. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(3), 213-227.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.
- Bilgin, I., Karakuyu, Y., & Ay, Y. (2015). The effects of project based learning on undergraduate students' achievement and self-efficacy beliefs towards science teaching. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(3), 469-477.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdiaz, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychology*, 26(3&4), 369-398.
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy policy*, 39(3), 1699-1710.
- Du, X. M., & Han, J. (2016). A literature review on the definition and process of project-based learning and other relative studies. *Creative Education*, 7, 1079-1083.
- Dutson, A. J., Todd, R. H., Magleby, S. P., Sorensen, C. D. (1997). A review of literature on teaching engineering design through project-oriented capstone courses. *Journal of Engineering Education*, 86(1), 17-28.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Heitmann, G. (1996). Project-oriented study and project-organized curricula: A brief review of intentions and solutions. *European Journal of Engineering Education*,

21(2), 121-131.

- Hotaling, N., Fasse, B. B., Bost, L. F., Hermann, C. D., & Forest, C. R. (2012). A quantitative analysis of the effects of a multidisciplinary engineering capstone design course. *Journal of Engineering Education, 101*(4), 630-656.
- Karpudewan, M., Ponniah, J., & Zain, A. N. Md. (2016). Project-based learning: An approach to promote energy literacy among secondary school students. *The Asia-Pacific Education Researcher, 25*(2), 229-237.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving schools, 19*(3), 267-77.
- Lee, L. S., Lin, K. Y., Guu, Y. H., Chang, L. T., & Lai, C. C. (2013). The effect of hands-on 'energy-saving house' learning activities on elementary school students' knowledge, attitudes, and behavior regarding energy saving and carbon-emissions reduction. *Environmental Education Research, 19*(5), 610-638.
- Lee, N., & Loton, D. J. (2015). *Capstone curriculum across disciplines: Synthesising theory, practice and policy to provide practical tools for curriculum design*. Sydney, Australia: Office for Learning and Teaching, Department of Education and Training.
- Leu, L. J., & Liu, M. (2015). Summary of developments in the civil engineering capstone course in Taiwan. *2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*. doi:10.1109/ICL.2015.7318181
- Luo, S. J., Liu, Y. H., Shih, R. C., & Tseng, K. H. (2011). The senior high school students' learning behavioral model of STEM in PBL. *International Journal of Technology and Design Education, 21*(2), 161-183.
- Maleki, R. A. (2009). Business and industry project-based capstone courses: A reflection on the performance of student teams. *Industry and Higher Education, 23*(2), 103-110.
- Miller, R. L., & Olds, B. M. (1994). A model curriculum for a capstone course in multidisciplinary engineering design. *Journal of Engineering Education, 83*(4), 311-316.
- Mills, J. E., & Treagust, D. F. (2003). Engineering education – Is problem-based or projected-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering*

主題文章

Education, 3(2), 2-16.

Noble, J. S. (1998). An approach for engineering curriculum integration in capstone design courses. *International Journal of Engineering Education*, 14(3), 197-203.

Oscarson, M. (1989). Self-assessment of language proficiency: Rationale and applications. *Language Testing*, 6(1), 1-13.

Pierrakos, O. (2016). *Building strong academic mindsets focusing on grit, mastery orientation, belonging, and self-efficacy via an effort contingent learning environment in a senior engineering capstone design course*. Retrieved from <http://capstoneconf.org/resources/2016%20Proceedings/Papers/0051.pdf>

Pratt, M. A., & Hahn, S. (2015). Effects of simulation on student satisfaction with a capstone course. *Journal of Hospitality & Tourism Education*, 27(1), 39-46.

Todd, R. H., & Magleby, S. P. (2007). Elements of a successful capstone course considering the needs of stakeholders. *European Journal of Engineering Education*, 30(2), 203-214.

Todd, R. H., Magleby, S. P., Sorensen, B. R., Swan, B. R., Anthony, D. K. (1995). A survey of capstone engineering courses in North America. *Journal of Engineering Education*, 84(2), 165-174.

Verbič, G., Keerthisinghe, C., & Chapman, A. C. (2017). A project-based cooperative approach to teaching sustainable energy systems. *IEEE Transactions on Education*, 60(3), 221-228.

The Influence of Teaching Strategies on Learning Effectiveness in the Project-, Problem- and Inquiry-Based Capstone Course

Lung-Sheng Lee* Hsin-Yi Kung**
Chian-Yu Chen** Kuen-Yi Lin***

The capstone course including project-, problem- and inquiry-based learning has become a required graduation course for engineering- or technology-rich programs. The students in this course are often divided into groups and supervised by multiple teachers. What are the influence of teaching strategies on learning effectiveness? In order to answer this question, this study interviewed the teacher and the students, and surveyed the students' self-assessed core competence. The results showed that: (1) The teaching strategies of the group supervisors can be divided into three types: Type I--student experience expansion, Type II--student design thinking and Type III--student peer collaboration; (2) Only Type I strategy showed gap between student's perception and teacher expectation in terms of learning motivation, class time and learning effectiveness; and (3) The learning effectiveness of students with different types of teaching strategies can be roughly ranked, in descending order, as: Type III, II and I. However, the teachers adopting Types I or II strategy claimed that students' active learning attitudes had high impact on learning effectiveness.

Keywords: capstone course, project-based learning, problem-based learning, inquiry-based learning, teaching strategy, learning effectiveness

* Lung-Sheng Lee, Professor, Graduate Institute of Cultural and Educational Management, Central Taiwan University of Science and Technology

** Hsin-Yi Kung, Chian-Yu Chen, PhD Student, Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University

*** Kuen-Yi Lin, Professor, Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University

主題文章

Corresponding Author: Kuen-Yi Lin, e-mail: linkuenyi@ntnu.edu.tw