

奈米科技前瞻人才產學合作訓練規劃與滿意度評估

A Study on Training Design and Trainee's Satisfaction of Talent Development in Nanotechnology Based on University-Industry Collaboration

沈弘俊、陳姿伶*、岳修平**、張勤煜***、江豐光****

國立臺灣大學應用力學研究所

*國立中興大學生物產業管理研究所

**國立臺灣大學生物產業傳播暨發展學系

***國立臺灣大學奈米機電系統研究中心

****北京師範大學教育技術學院

Horn-Jiunn Sheen, Tzy-Ling Chen*, Hsiu-Ping Yueh**, Chin-Yu Chang***, Feng-Kuang Chiang****

Institute of Applied Mechanics, National Taiwan University

*Graduate Institute of Bio-Industry Management, National Chung Hsing University

**Department of Bio-Industry Communication and Development, National Taiwan University

***Nano-Electro-Mechanical-Systems Research Center, National Taiwan University

****School of Educational Technology, Beijing Normal University

摘要

奈米科技近年來風靡於全球，各先進國家多在國家政策中推動奈米科技研究，並結合奈米科技的人才培育。臺灣大學奈米機電系統研究中心在 2009 及 2010 年進行跨領域奈米科技前瞻人才培育計畫，透過學術單位與產業界連結，規劃奈米科技理論與實務的一系列課程；學員除研究生外，亦包含學術研究機構及業界研發人員。本研究以探討此人才培育計畫為主，旨在透過教學滿意度問卷，就培訓學員對整體教師教學、課程偏好等教學滿意進行態度調查，研究對象為參與 2009 與 2010 年奈米機電系統基礎技術培訓班的學員共計 140 位。經由描述性統計、複選題分析、柯克蘭 Q 考驗等統計方法進行資料分析，並彙整歸納學員對課程與教學提出的建議與回饋。研究結果發現：(1) 不同年度課程學員在整體教學滿意度有所提高；(2) 學員課程偏好上以「未來新興產業」與「能源科技」等議題最為滿意；(3) 學員提出幾項建議，希冀能給未來主辦相關訓練課程之機構、教師教學與課程規劃之參考。

關鍵字：人才培育、奈米科技、教學滿意度、產學合作

Abstract

Nanotechnology has already been applied on all kinds of researches and industries and had a prominent influence in the world. The policies of many developed countries point out not only they are devoted to promoting the nanotechnology research but also combining nanotechnology educational programs with industries on talent development. In Taiwan, the government launched a national nanoscience and nanotechnology program in 2002 to promote and cultivate new talents

who are able to develop the potential of nanotechnology. The Nano-Electro-Mechanical-Systems (NEMS) research center of National Taiwan University marks out a series of training courses for talent development taking advantage of resources between universities and nanotechnology industries. The purpose of this study is to explore and analyze instructional satisfactions and course preference from these trainees in the nanotechnology training programs. The research subjects are 140 participants took part in the training programs. Data analysis methods are as follows: descriptive statistics, multiple response analysis, and Cochran Q test analysis. In addition, researchers summarized trainee's feedback and recommendations from open-ended questions in the questionnaires. Finally, this study provides some conclusions: (1) trainee's instructional satisfactions are improved in the second year; (2) "Emerging Industry" and "Energy Technology" topics have the highest trainee's instructional satisfaction; (3) trainees proposed some recommendations that will assist instructors and curriculum developers of the NEMS center to proceed with further development in university nanotechnology courses.

Keywords: Talent development, Nanotechnology, Instructional satisfactions, University-industry collaboration

壹、前言

一、研究背景

由於近年來奈米科技的發展，使得傳統科學物理、化學、工程等研究領域朝向奈米尺度應用，奈米科技不僅使科學與技術創新，在學術界與各產業界皆有重大突破與影響。奈米科技是二十一世紀重要的科技發展，將不斷引領科學研究與產業發展的躍進，學者甚至預言此一發展將掀起全球第四次工業革命 (Jotterand, 2006; Keiper, 2003)。隨著奈米科技大幅的創新發展，將會對各產業產生巨大的衝擊，世界先進國家均已陸續投下巨資，將奈米科技列為最優先發展領域。如美國聯邦政府於 2000 與 2001 年相繼投入 2 億 7 千萬美元與 4 億 9 千 5 百萬美元經費，致力於奈米技術研發；日本的經濟產業省 (Ministry of Economy, Trade and Industry) 每年投入研發經費為 6 千萬美元；又如德國的教育及研究部門 (Ministry of Education and Research) 每年投入 5 千萬美元於奈米工程的研發上，並於 1998 年建立 6 個競爭中心，以加速奈米科技的發展；在台灣，政府也於 2004 年投入 232 億新台幣的資金，推動為期 5 年的奈米國家型科技計畫，此外經濟部也於 2003 年起每年投入 231 億新台幣，致力發展奈米科技及其產業化應用，預估在 2012 年達兆元的產業年產值目標，同時配合相關基礎學術研究，促進奈米技術之商品化，期能藉產業優勢的挹注，成為世界奈米技術的先導地區之一。除了技術研發外，人才培育也是產業發展不可或缺的重點，Ernst (2009) 提出奈米科技除應重視政府研究與商業價值，同時也應著重在奈米科技教育。因此，為厚植臺灣未來的競爭力，培養國家未來的奈米科技人才，進而提昇科學教育與工程教育品質，以及培育具備奈米科技素養的國民等目標，行政院國家科學委員會於 2002 年底開始以跨部會型式推動第一期「奈米國家型科技計畫」，並於 2003 年起由經濟部、工研院、中研院、教育部科技顧問室等合作推動奈米國家型科技計畫，其中包括了四項分項計畫：學術卓越研究計畫、產業化計畫、核心設

施研究計畫及人才培育計畫。同年教育部亦統籌執行「全國奈米科技人才培育計畫」，設立計畫推動辦公室統籌全國奈米科技人才培育相關事務，其中以「奈米科技前瞻人才培育計畫」針對大學及研究所課程、教學等相關系所學生進行培訓；此外「奈米科技 K-12 人才培育計畫」，主要針對中小學生對於奈米科技的基礎教育與認識進行向下紮根。透過政府積極推動奈米科技人才培育的政策來看，人才培育乃為國家奈米科技學術研究與產業發展的重要基石。

目前在任何一個致力於奈米產業發展的國家中，無不汲汲營營致力此新興科技的人才培育，因為決斷哪一個國家能取得競爭優勢的關鍵，在於其所擁有的奈米產業人才之質與量。台灣政府為了搶攻人力先機，近年來業已先後投入將近 4 億新台幣的經費，進行奈米人才的培育，而當透過訓練進行的人才培育，適「才」適「地」的訓練規劃，亦即立基於產業「人力特質」與「環境特性」等考量，進行訓練課程設計與方案的發展，才能獲致人力提升目標之達成；同時為確保訓練辦理符合預設目標與彰顯訓練成效，實施評估是必要之舉。職故，本研究旨在探討應用產學合作或產學資源整合模式的奈米產業人才培訓規劃，以及透過檢測受訓學員的學習反應，進行渠等訓練的成效評估，以呈現依此整合模式獲致的人才培訓之總結性效果及反應出的價值。

二、研究目的

整體而言，本研究隸屬於「奈米科技前瞻人才培育計畫」之一部份，在此所呈現與探討之研究目的涵蓋：(1) 規劃與設計奈米科技產學培訓課程；(2) 評估受訓學員對授課講師的教學滿意度；(3) 調查受訓學員對課程主題的偏好情形；(4) 探討受訓學員對課程的整體意見與建議，俾作為未來奈米科技人才培訓課程的規劃、調整與改進之參考。

貳、文獻探討

一、奈米科技前瞻人才培育

人才培育應從教育著手，近年來許多學者紛紛提出奈米科技人才培育的重要性及學校應該重視跨領域學科結合奈米課程設計、規劃的教育觀點 (Fourez, 1997; Roco, 2002; Shelley, 2006)。國立臺灣大學奈米機電系統研究中心為培育奈米機電系統人才與基礎技術，以促進我國產業之發展，同時執行人才培育、技術研發與整合及促進產業發展等工作，2009 年與 2010 年分別邀請學術界與產業界之專業人士擔任訓練課程講師，兩年主題不盡相同，但主軸皆以奈米科技進行不同領域應用研發或創新的探討。

奈米科技為一門跨領域學科，且能運用在各研究領域及相關產業上，培育跨領域科技整合人才亦為國家型計畫發展的重點之一。因此，此培訓課程的訓練目的主要有三：(1) 透過奈米科技領域的專家、學者授課，讓學生能掌握奈米科技的理論與研究；(2) 透過業界的分享，讓學員能更清楚理論應用與產業發展趨勢；(3) 透過理論與實務課程，讓學員能從理論課程進入實驗室實際操作，並且藉由產學交流促進學術界與產業界的接軌。而如同所有的產業培訓，為確保教育訓練的課程設計與規劃有助人才培育目標之達成，完善的前置規劃與訓練後評估皆是必須，因此，本研究即著重在探討應用跨領域學科結合奈米之課程設計觀點所規劃的培訓方案，並藉檢視教學滿意度，呈現此訓練規劃的反應層次成效評估結果。

二、教學滿意度

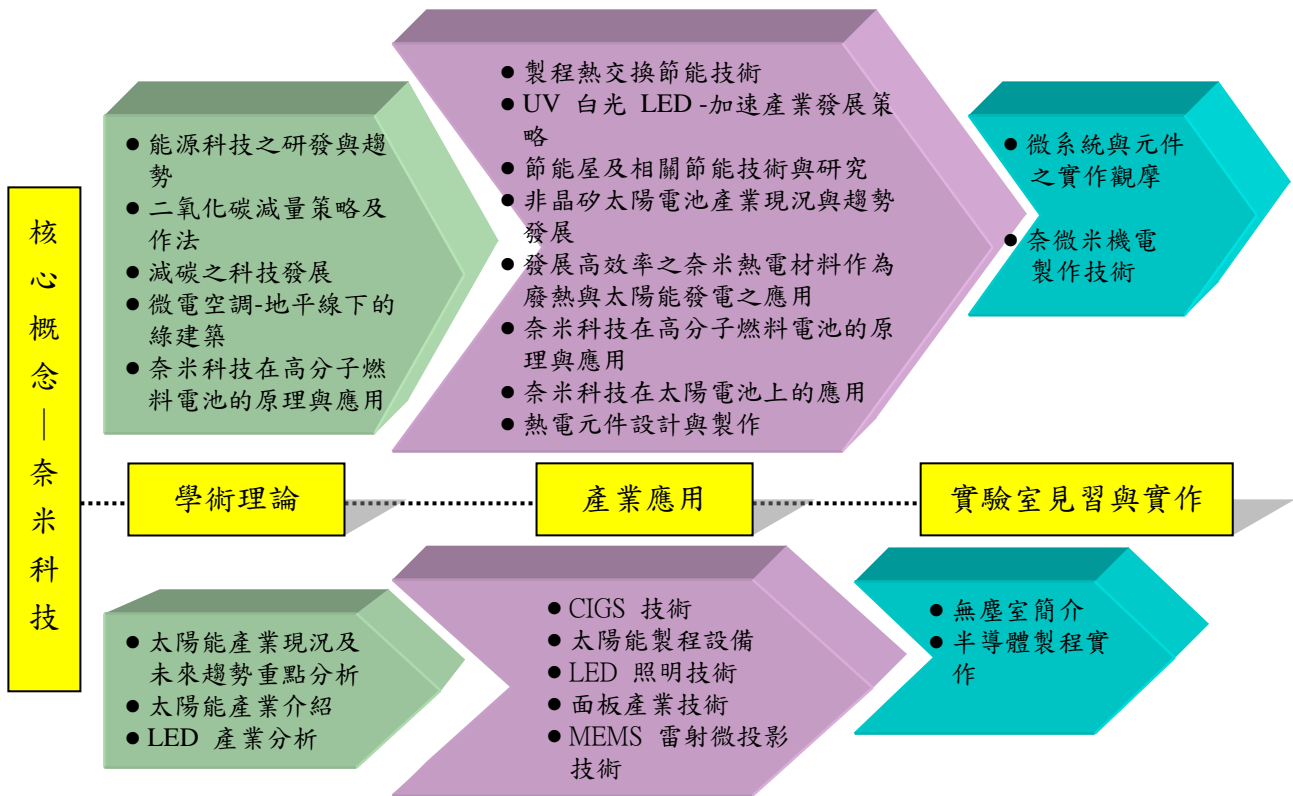
Goldstein (1986) 指出，訓練成效評估係指針對特定的訓練課程，進行系統性的資料蒐集，經分析後給予適當的評價，以裨益訓練管理者瞭解整體培訓成效與價值，並作為後續採用、篩選課程與修改方案規劃等相關決策擬定之參考依據。另 Baldwin 和 Ford (1988) 以及 Noe (2001) 等強調，訓練課程設計為攸關訓練遷移產生的重要影響因素之一；換言之，參訓學習者對訓練課程設計及課堂教學滿意度的反應，會對他們未來運用所學在實際工作行為上的遷移成效具顯著影響，故在此所探討之奈米科技前瞻人才培訓成效評估，主要以參與學員對課程的教學滿意度為研析重點。

Francken 與 Van Raaij (1981) 認為滿意度是一種相對性的指標，通常在界定自我期待與實際情況之差距情形，當自我期待未被滿足時，自我會產生不滿的感覺，當自我期待滿足時，則會產生滿意的感覺。Martin (1988) 指出，滿意是指個人在獲得經驗之期望，以及個人感受到該經驗與實際結果之間的一致性與否，當個人所感受到的情況為等於或超越所預期的，就會覺得滿意；反之，則感到不滿意。基此說法，Domer、Carswell 和 Spreckelmeyer (1983) 將心理學的差異理論應用在學生學習滿意度方面，認為學生學習滿意度取決於個人的「期望水準」與「實際所得的結果」互相比較之後所得的差異程度。「期望水準」與「實際所得的結果」之間的差異越小，則學生越感到滿意；反之，則越不滿意。於教學過程，若學生對學習活動過程感到愉快，就會產生滿意的態度 (Long, 1985)。綜合上述學者觀點可知，教學滿意度是指學生對於教學活動的內容、方式、過程、教學環境安排、學習成效等綜合評估，若符合學生的期望為「滿意」，若不符合學生期望則為「不滿意」。Harnash-Glezer 和 Meyer (1991) 認為教師為影響課程教學滿意度的主要關鍵因素，因為教師為教學最主要的貢獻者，故為影響課堂教學滿意度最重要的影響因素。此外 Marsh (1987) 的研究發現，不管課程的難易與否，學生給予正面評價的意願並不受其影響。另滿意度仍是目前最廣泛運用於評估訓練效果的檢核指標之一 (Noe, 2001)，因此透過教學滿意度的評估，除可獲知學員對培訓所持態度看法外，更有助瞭解所提供的課程經驗符合學習者期望水準的情形，藉以評估訓練成效。

三、產學合作教育訓練規劃

(一) 產學合作之理論與實務整合設計

奈米科技的教學與學習無法只侷限於單一的科技領域，也不能只是簡單地將傳統各科技領域進行多領域整合，而是需建立一種新的跨領域 (cross-disciplinary) 課程與教學機制，在教學、學習或訓練體系中，培養學生具備跨領域與整合學習之能力。而在課程規劃與發展方面，也應仔細釐清既有學門之學科領域知識與能力、以及跨領域與學科整合間的連結關係，讓學生可循序漸進並有統整之學習。如同 Hersam、Luna 和 Light (2004) 提出奈米科技的研究必須從跨領域的問題脈絡範疇中，連結他們的專業知識與專家觀點。工程教育無法自外於產業發展，因此在課程規劃設計的層面，往往會考慮產學的連結或合作，包括學校課程如何與產業合作 (Alford, Catati & Binks, 2007)，或者如何幫助產業進行在職訓練 (Koehler & Koehler-Jones, 2006)。下圖一為 2009 年與 2010 年培訓研習課程設計之整體概念呈現，該研習課程最大特色乃是以奈米科技為核心概念，先充實學術理論基礎，再透過業界專業人員的產業應用分享，最後進行實驗室見習與實作，此為工程教育著重的理論與實務並行，透過產學合作課程讓學生能對業界發展與理論之實際應用能有所掌握。



圖一 奈米機電系統研習課程規劃

(二) 2009 年節能減碳與奈米科技培訓課程

近年來油價高漲及碳排放導致氣候異常等問題，引發大家對於能源短缺、降低碳排放等問題的重視，2009 年中心特別以「節能減碳與奈米科技」為主題開設培訓課程，課程規劃主要針對節能減碳科技趨勢與發展、奈米光電節能技術、綠色能源科技等三大主題，下表 1 為「2009 年奈米機電系統基礎技術培訓班—節能減碳與奈米科技課程」相關資訊，此培訓課程主要邀請國內產業專家與學界教授進行理論與實務分享，並安排學員進入奈米機電系統研究中心的無塵室進行觀摩實作，課程針對奈米技術對於節能減碳之理論原理、應用面、技術面及發展現況與趨勢等，進行全面且系統化地學習；希冀學員能在培訓課程中，建立對奈米科技的基本認識。

表 1 2009 年奈米機電系統基礎技術培訓班-節能減碳與奈米科技課程

產業類別	課程名稱/講員	內容概述	產學
8/17	能源科技之研發與趨勢 國立臺灣大學機械工程學系教授	介紹能源科技之研發過程與趨勢。	學界
節能減碳科 技趨勢與發 展	二氧化碳減量策略及作法 國立清華大學化工系教授 減碳之科技發展 國立臺灣大學環境工程學研究所教授 微電空調-地平線下的綠建築 國立臺灣大學機械工程學系教授	提出現行二氧化碳減量策略及具體作法。 簡介減碳科技的理論實務與發展。 微電空調的設計與運用在地平線下的綠建 築。	學界 學界 學界
8/18	製程熱交換節能技術 奈米光電節 能技術	製程熱交換理論與實驗研究,與運用在節能 議題。 UV 白光 LED 的運用與產業發展與策略運 用。 介紹節能技術之理論與實務,並運用在節能 省電屋的概念設計。 非晶矽太陽電池的理論應用與產業發展現 況與未來發展趨勢。	學界 學界 學界 業界
8/19	發展高效率之奈米熱電材料作為廢熱與太陽 綠色能源科 技	高效率之奈米熱電材料之發展介紹並運用 在廢熱與太陽能發電之介紹。 奈米科技運用在分子燃料電池的理論、實 驗研究與應用 奈米科技運用在太陽能電池上的理論、實驗 與應用。 熱電元件設計原理與製作技術介紹。	學界 學界 學界 學界
8/19	奈微米機電製作技術 實務課程	奈微米機電中心實驗室簡介。 奈微米機電製作技術實務課程。	學界 學界

※備註：2009 年奈米機電系統基礎技術培訓班課名使用中文。

(三) 2010 年綠色奈米科技培訓課程

由於環保意識高漲及能源短缺的問題日益嚴重，太陽光電產業因為上述問題變得更為熱門，為提升國人的知識素養，並協助國家推動太陽光電產業發展，希望藉由「綠色奈米科技」的技術促進綠色能源、環保節能等研究方向與產業發展。因此，2010 年訓練課程針對太陽能產業、LED、新型顯示技術等新興科技，提供最新產業技術與市場發展趨勢，同時課程內容編排由淺入深，希望讓不同領域的學員們也能夠了解最新奈米科技相關產業的趨勢發展，達

到跨領域奈米科技人才培育的目標。鑑於 2009 年課程教學規劃以學界教師授課為主，2010 年則改採納入產業界專業人士授課為主，以更強化理論與實務連結，課程主要針對奈米科技之應用面、技術面及發展現況等作一完整闡述，同時安排學員進入無塵室進行觀摩實作，使得學員能在最短的時間內，建立對微奈米科技之完整認識。下表 2 為「2010 年奈米機電系統研究中心培訓班-太陽能產業課程」相關資訊。

表 2 2010 年奈米機電系統研究中心培訓班-太陽能產業課程

產業類別	課程名稱/講員	內容概述	產學
8/16 太陽能產業	PV Market Overview ISuppliCorporation 資深顧問	太陽能產業的市場概況與發展趨勢。	業界
	Solar energy and sustainable operation 茂迪股份有限公司總經理	太陽能源的發展與永續經營的理念與市場現況。	業界
	Thin-film Cu(InGa)Se ₂ Solar Cells 工研院綠能所研究員	銅銦鎳二硒薄膜太陽能電池的研發與應用。	學界
	Technical Development of Crystalline Solar Cell in Process and Equipment 均豪精密工業股份有限公司副總經理	結晶太陽能電池的技術發展理論與應用及設備介紹。	業界
8/17 LED 產業& 顯示投影技 術	The Future Star of LED Industry 第一金證券投資顧問股份有限公司產業研究員	明日之星-發光二極體(LED)的產業發展現況與趨勢分析	業界
	Key Issues of Solid State Lighting 億光電子工業股份有限公司研發處處長	介紹固態照明在產業研發上的關鍵議題	業界
	Future and Novel Display Technologics 國立交通大學電子工程系教授	介紹未來與新型顯示器的實驗研究與發展趨勢。	學界
	MEMS Laser Pico-Projection 先進微系統科技股份有限公司總經理	為奈米機電系統原理運用在激光微型投影之發展與產業現況。	業界
8/18 半導體製程 實作	無塵室簡介與參觀 臺大奈米機電系統研究中心研究員	奈米機電系統研究中心之無塵室簡介。	學界
	半導體製程實作 臺大奈米機電系統研究中心研究員	半導體製程實作課程。	學界

※備註：2010 年奈米機電系統基礎技術培訓班課名使用英文。

因此，本研究探討的奈米科技前瞻人才產學合作教育訓練計畫，2009 年課程主題為節能減碳與奈米科技，2010 年為綠色奈米科技領域的太陽能、LED 及顯示技術。課程設計規劃除邀請學術界、產業界專家來授課，並針對主題授予基礎理論知識、進行產業介紹與分析和討論技術發展與應用等之外，最後以實驗室見習與實驗實作，做為培訓課程整體學習成果之檢驗。

參、研究方法

一、研究對象

本研究對象設定為參加 2009 與 2010 年臺灣大學奈米機電系統研究中心培訓班的學員。2009 年參加學員人數為 70 人，填答教學滿意度問卷者有 57 人，其中大學部學生 2 人(3.5%)、碩士班學生 45 人(78.9%)、博士班學生 4 人(7%)、其他學術單位研究人員 3 人(5.3%)與研究助理 3 人(5.3%)。2010 年的學員共 70 人，填答教學滿意度問卷有 47 人，其中大學部學生 4 人(8.5%)、碩士班學生 39 人(83.0%)、博士班學生 3 人(6.4%)、來自其他學術單位研究人員 1 人(2.1%)，填答問卷學員的資料詳見下表 3。

表 3 填答問卷之學員資料分析

身分	2009 年		2010 年	
	人數	百分比	人數	百分比
大學部學生	2	3.5%	4	8.5%
碩士班學生	45	78.9%	39	83.0%
博士班學生	4	7.0%	3	6.4%
其他學術單位	3	5.3%	1	2.1%
研究助理	3	5.3%	0	0%
總計	57	100%	47	100%

二、研究工具

為探討研習學員對培訓班的課程與教學滿意情形，由奈米機電系統研究中心成員組成跨領域研究小組，包含課程專家、教學專家、教學科技專家、工程教育專家、奈米科技專家等學者共同設計「奈米機電系統基礎技術培訓班課後教學滿意度調查表」。該調查表為五等量表，讓學員依據自己的上課感受填答，分數越高則代表越滿意；反之，則代表越不滿意。問卷設計包含三部份，分別為（一）個人基本資料共有三題、（二）總體教學效果與課程偏好共有十一題、（三）開放式問題共有三題。2009 年與 2010 年問卷教學滿意度 Cronbach's Alpha 值分別為 0.78 與 0.86，均為可接受的信度值。

三、實施方法

學員教學滿意度問卷施測時間均為研習課程的最後一堂，學員可依照個人教學滿意情形、課程偏好與回饋建議等不記名填答。最後所取得的有效問卷再透過 SPSS 統計軟體進行資料整理與分析；量化資料的分析採用描述性統計、複選題分析，以及檢驗重複測量之類別資料差異性的柯克蘭 Q 考驗 (Cochran Q-test) 等統計方法 (Sheskin, 2004)，其中柯克蘭 Q 考驗用以分析受訪學員對課程組成類型偏好的差異，旨在探討學員對課程類型所持偏好情形。至於開放題的回饋意見則透過編碼、分類、歸納等策略進行分析。

肆、研究結果

一、學員課程教學滿意度評估

表 4 彙整兩個年度學員針對受訓課程的教學滿意度評估情形，由表中可得知兩年度的教學評估各題目得分均為 3.7 以上，其中在 2009 年整體的教學滿意度平均為 3.89，2010 年整體教學滿意度平均為 4.11，顯示學員對這兩年培訓課程的教學，皆持正向滿意的看法；此外，當中涉及教師準備與表現的 6 個題項（表 4 中第 3~8 題）滿意度部份，2010 年平均數為 4.14，超過 4.0 且高於當年度的整體教學滿意度平均數，由此可推論增加業界師資比例實屬可行之策略。而兩年度均以「老師對課程本身的專業知識與經驗甚為勝任」為最滿意，反應培訓課程所邀請的講師均具備有專業知識與經驗。此外，兩年度教學滿意度達 4.0 以上的項目，除了老師對課程本身的專業知識與經驗甚為勝任之外，另有老師在上課前顯然有充分的準備與老師上課的態度非常熱誠、認真、負責，顯示邀請來的授課講師教學態度良好且事前準備均非常用心，而受到學員肯定。

表 4 學員教學滿意度評估

教學滿意度題目	2009 年	2010 年
	平均數	平均數
1.總體而言，課程的內容及範圍有適當的計畫及安排	3.82	4.15
2.總體而言，課程的進度及時數安排有適當的規劃	3.79	4.09
3.總體而言，老師在上課前顯然有充分的準備	4.18	4.26
4.總體而言，老師對課程本身的專業知識與經驗甚為勝任	4.39	4.38
5.總體而言，老師講解的表達方式很好，解釋清楚又生動	3.74	4.09
6.總體而言，老師上課的態度非常熱誠、認真、負責	4.28	4.21
7.總體而言，老師在課堂上的講解激發了我的興趣並促使我認真學習	3.64	4.02
8.總體而言，老師所指定或提供之教材、參考文獻等閱讀資料十分有幫助	3.73	3.85
9.總體而言，此培訓課程對於我進入此專業(當年主題)領域的幫助很大	3.65	4.00
10.總體而言，我認為此培訓課程的教學效果非常好	3.72	4.02
全部	3.89	4.11

二、學員偏好課程

本研究進一步分析學員們是否有特別偏好的課程，採複選題選項問答。首先透過柯克蘭 Q 考驗，Q 的檢驗值為 72.800(a)、自由度 11、 $p < 0.05$ ，達顯著水準；表示學員對課程偏好有顯著差異。下表 5 為 2009 年奈米機電系統培訓課程最滿意的課程評選結果，因 57 位學員中有 2 位學員並未填答，故以所有課程學員圈選次數的總和(N=233)除以答題的學員數(n=55)，可得每個學員平均選了 4.236 的課程為最滿意的課程。由表 5 中可看出學員最為滿意的課程類別為「綠色能源科技」課程、共有 96 次 (41.2%)，其次為「奈米光電節能技術」類、共有

79 次 (33.9%)，「節能減碳科技趨勢與發展」類、共有 58 次 (24.9%)。其中又以「非晶矽太陽電池產業現況與趨勢發展」為 2009 年最受學生滿意的課程。

表 5 2009 年培訓課程最滿意的課程評選

類 別	課 程	各類別累計	學員	佔總	佔總
			圈選 次數	回答 次數	回答 人數
			百分比	百分比	百分比
節能減碳	1.能源科技之研發與趨勢		17	7.3	30.9
科技趨勢	2.二氧化碳減量策略及作法	58	13	5.6	23.6
與發展	3.減碳之科技發展	(24.9%)	7	3.0	12.7
	4.微電空調—地平線下的綠建築		21	9.0	38.2
奈米光電	5.製程熱交換節能技術		14	6.0	24.5
節能技術	6.UV 白光 LED—加速產業發展策略	79	18	7.7	32.7
	7.節能屋及相關節能技術與研究	(33.9%)	14	6.0	25.5
	8.非晶矽太陽電池產業現況與趨勢發展		33	14.2	60.0
	9.發展高效率之奈米熱電材料做為廢熱與太陽能發電之應用		32	13.7	58.2
綠色能源	10.奈米科技在分子燃料電池的原理與應用	96	32	13.7	58.2
科技	11.奈米科技在太陽電池上的應用	(41.1%)	10	4.3	18.2
	12.熱電元件設計與製作		22	9.4	40.0
總計			233	100	423.6

柯克蘭 Q 的檢驗值為 72.800(a)、自由度為 11、 $p < 0.05$

表 6 為 2010 年學員們是否有特別偏好課程的複選題分析結果，透過柯克蘭 Q 考驗，Q 的檢驗值為 27.087(a)、自由度 7、 $p < 0.05$ ，達顯著水準；表示學員對課程偏好有顯著差異。繼續採用複選題分析結果，由於 47 位學員中有 1 位學員並未填答，故以所有課程學員圈選次數的總和 (N=141) 除以答題的學員數 (n=46)，可得出每個學員平均選了 3.065 的課程為最滿意的課程，而其中最為滿意的課程類別為「太陽能產業」課程、共有 73 次 (51.8%)，其次為「LED」類、共有 41 次 (29.1%)，「新型顯示技術」類、共有 27 次 (19.1%)。其中又以「Solar Energy and Sustainable Operation」為 2010 年最受學員滿意的課程。

表 6 2010 年奈米機電系統培訓課程最滿意的課程評選

類 別	課 程	各類別累計	學員圈 選次數	佔總回 答次數 百分比	佔總回 答人數 百分比
太陽能產業	1. PV Market Overview - iSuppli Corporation		12	8.5	26.1
	2. Solar Energy and Sustainable Operation	73	29	20.6	63.0
	3. Thin-film Cu(InGa)Se 2 Solar Cells	(51.8%)	15	10.6	32.6
	4. Technical Development of Crystalline Solar Cell in Process and Equipment		17	12.1	37.0
發光二極體(LED)	5. The Future Star of LED Industry	41	17	12.1	37.0
	6. Key Issues of Solid State Lighting	(29.1%)	24	17.0	52.2
新型顯示技術	7. Future and Novel Display Technologies	27	11	7.8	23.9
	8. MEMS Laser Pico-Projection	(19.1%)	16	11.3	34.8
總計			141	100	306.5

柯克蘭 Q 的檢驗值為 27.087(a)、自由度 7、 $p < 0.05$

三、學員課程綜合建議

最後針對學員參加培訓課程的開放題回饋建議進行分析彙整，分別歸納得到關於課程方面、希望聽到主題與其他建議等三方面的議題。綜合 2009 年的學員在課程方面建議可得 (1) 課程內容宜增加技術實務，且內容勿重複與過多；受訪者提出如下佐證：「除基礎理論及製程技術、設備介紹外，增加技術上的實務內容；避免課程內容重複；避免教學內容過多時，講師無法教完所有內容。」(2) 同質性的課程宜安排在同一天，並多提供實例以提升學習效果；受訪者提出如下佐證：「將同質性高的課程安排在同一天；期望未來講師能提供教學實務的短片為實例，如此學習效果將會更佳。」(3) 講師宜強化教學互動，另建議以中文輔助說明科技專業英文詞彙，以提高學生理解程度；受訪者提出如下佐證：「師生互動可再加強；課程內容資料豐富，然講解到最後有些匆促；講師使用科技專業英文用語時，建議可用中文輔助說明。」其中，關於「科技專業英文詞彙使用」的建議為最多學員所提及。

在未來課程主題方面的建議如下：希望聽到的主題有核能及風力發電介紹、相關製程技術精解說明、奈米科技在各產業的技術應用、產業發展現況及未來重點、綠建築相關資訊、科技法律的應用與實例、機器人自動化的課程、熱電材料和最新燃料電池等。在其他建議方面，教學環境之座位可照亂數編號順序安排，以增進互動；主辦單位很用心，希望下次可擴大舉辦。

另一方面，2010 年學員在課程方面的建議包含 (1) 課程內容宜增加基礎理論與產業實務，且內容勿過多；受訪者提出如下佐證：「多一點基礎理論及產業面向介紹；避免內容重複性；避免課程內容過多時，講師無法教完所有內容。」(2) 一天的課程時數安排不宜過多，且應增加產品實例的介紹；受訪者提出如下佐證：「一天時數過多；希望有實際樣品或產品可看。」(3) 講師教學應對專有名詞詳加說明，且講解速度宜再調整並增加上課時間；受訪者提出如下佐證：「希望教師提到的專有名詞能更深入解說；針對某位教師的教材資料太多，導致上課講解速度較快，學員不容易吸收；希望能增加上課時間。」在未來課程主題方面：希

望聽到主題有燃料電池、生醫感測、機電整合、有機半導體及半導體封測等五個大方向。在其他建議方面，學員希冀能多舉辦此類的學術性課程，或於每季舉辦一次以有利於產學交流。當中以「避免研習內容之重複性」為較多學員提出的回饋。

綜合這兩年的研習學員皆提到的共同建議包括：(1) 在課程內容與主題：希望能多增加理論與實務技術上的課程內容，且均提到「燃料電池」、「機電整合」兩課程的增設；(2) 課程安排：希望同一天課程時數不宜過多，且若能提供研究領域或研發過程的教學實務短片為實例輔助，學習效果將會更佳；(3) 講師教學：當提到專有名詞時，要能更深入解說詳細，另教材準備應適量，以讓學員能吸收理解為主；(4) 未來應多舉辦此類的研習課程，將有利於產學交流。綜觀兩年研習學員的建議，前述意見回饋對未來培訓課程規劃皆有重要的參考價值。

伍、結論與建議

透過產學合作教學運用在跨領域奈米科技前瞻人才培育之教育訓練課程，讓學員不僅能擁有學術理論知識以為基礎，更能讓受訓學員掌握產業界最新的動態與未來發展，而依本研究評估所得發現，兩年的培訓學員反應在課程上的整體教學滿意度於第二年有所提高，其中「老師在上課前顯然有充分的準備」、「教師專業知識與經驗」、「老師上課的態度非常熱誠、認真、負責」等三項，在這兩次培訓課程中均被學員高度肯定、教學滿意度皆為最高的前三名；此外，在學員表達出的課程偏好方面，2009年最為滿意的課程類別為「綠色能源科技」課程，2010年學員最為滿意的課程類別為「太陽能產業」，顯示學員對學習內容的偏好在未來新興產業、能源科技等議題的學習上有極大興趣。此外，當就學員的不同背景特性，進行培訓課程的教學滿意度與類型偏好之差異分析時，應可提供更深入的課程規劃相關資訊以作為決策訂定之依據，但因本研究目前受到所得資料與樣本之限宥，故建議未來在執行相關訓練評估研究時，可深加考量參訓學習者的背景因素，進一步瞭解學員背景影響教學滿意度與課程偏好之情形，以作為未來課程規劃是否依背景採分流教學之參考。此外在評估方法上，雖本研究調查已納入開放題的回饋意見進行探討，所得結果仍相當有限，因此，建議爾後類似的評估研究設計，除可佐以學員的深度訪談，彌補問卷調查可能產生的限制外；在訪談大綱的規劃，亦應考量與問卷調查內容相互對應一致，以利後續的比較分析，藉此強化研究結果的廣度與深度。

至於在課程建議方面，學員希望能多增加理論與實務技術上的課程，避免課程內容重複，且同一天課程時數不宜過多，且若教師能提供教學實務影片或實務樣品可供觀摩，將可提升學習效果。此外，針對授課講師進行講解時，希望能清楚解釋英文專業用語，而於課程主題方面，未來可增加規劃令學生更感興趣的議題，並期望主辦單位能繼續舉辦此類研習訓練課程。

綜合上述，本研究提出若干建議如下，希冀能提供給相關機構在從事跨領域、跨學科的科技人才培訓時之參考。

一、跨領域的科技人才培訓，講師遴聘應產學並重。奈米科技為跨領域議題，因此在課程設計與規劃上，除了考量跨學科、領域相關背景的學界專業講師之外，所邀請的產業界講師比例亦應並重，讓此類培訓課程兼具基礎理論與產業實務，以彰顯產學合作教學的培訓特色。

二、「燃料電池」、「機電整合」兩大議題最為受訓學員所關注與偏好。兩年度的研習學員均一致地提出，希望未來的相關培訓能增加此兩個議題。因此，未來在課程主題規劃上，建議應可考量增加此類課程。

三、課程內容應確保理論與實務並重，並加強實驗室的訓練等學習活動設計。在課程內容規劃方面，事先商請授課講師在教學內容的規劃、安排與設計上，能充份整合基礎理論內容與實務經驗，以進行研究分享，並搭配實驗室的實務訓練課程，以確保理論與實務並重的培訓特色。

四、授課過程中，當使用專業術語或工程英文時，需進一步清楚解釋以讓學員易懂。兩年度的受訓學員均提到，授課過程中講師會使用專業學科的英語詞彙與工程用語，有時導致非相關領域背景的學員無法理解，因此建議在未來研習授課前，應事先與授課講師溝通，當使用專有工程英文與詞彙時，應適時地補充說明，讓學員能充份理解並掌握授課內容。

五、課程的教材內容應適量，讓學員能充份吸收學習。鑑於部份講師準備的課程教材、講義等資料內容過多，導致講師無法於課堂講解完畢所提供之內容，或僅能採快速瀏覽教材內容的方式進行教學。因此，未來課程規劃上，建議應就此點與講師進行商討溝通，在教材內容的準備上能適量即可，有助於提高教學效率與學員吸收能力。

參考文獻

- Alford, K., Calati, F., & Binks, P. (2007). *An integrated, industry-linked approach to developing a nanotechnology curriculum for secondary students in Australia*. Paper presented at the NSTI Nanotechnology Conference. Retrieved November 03, 2009, from <http://www.nsti.org/Nanotech2007/symposia/>
- Baldwin, T. T., & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: A review and direction for future research. *Personal Psychology, 41*, 63-105.
- Domer, D. E., Carswell, J. W., & Spreckelmeyer, K. F. (1983). *Understanding Educational Satisfaction*. The University of Kansas School of Architecture and Urban Design. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 232600)
- Ernst, J. V. (2009). Nanotechnology education: Contemporary content and approaches. *Journal of Technology Studies, 35*(1), 3-8.
- Fourez, G. (1997). Scientific and technological literacy as a social practice. *Social Studies of Science, 27*, 903-936.
- Francken, D. A., & Van Raaij, W. F. (1981). Satisfaction with leisure time activities. *Journal of Leisure Research, 13*, 337-352.
- Goldstein, L. L. (1986). *Training in organization: Needs assessment, development and evaluation* (2nd ed.). Monterey, CA: Brooks/Cole.
- Harnash-Glezer, M., & Meyer, J. (1991). Dimensions of satisfaction with collegiate education. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 16*(2), 95-107.
- Hersam, M. C., Luna, M., & Light, G. (2004). Implementation of interdisciplinary group learning and peer assessment in a nanotechnology engineering course. *Journal of Engineering Education, 93*(1), 49-57.

- Jotterand, F. (2006). The politicization of science and technology: Its implications for nanotechnology. *The Journal of Law, Medicine & Ethics*, 34(4), 658-666.
- Keiper, A. (2003). The Nanotechnology revolution. *The New Atlantis*, 17-34.
- Koehler, G., & Koehler-Jones, V. (2006). *Training California's new workforce for 21st century nanotechnology: MEMS, and advanced manufacturing jobs* (California Community Colleges). Retrieved November 03, 2009, from <http://website.cccco.edu/Home/tabid/189/Default.aspx>
- Long, H. B. (1985). Contradictory expectations? Achievement and satisfaction in adult learning. *Journal of Continuing Higher Education*, 33(3), 10-12.
- Marsh, H. W. (1987). Students' evaluations of university teaching: Research findings, methodological issues and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 11(3), 253-388.
- Martin, C. L. (1988). Enhancing children's satisfaction and participation using a predictive regression model of bowling performance norms. *The Physical Educator*, 45(4), 196-209.
- Noe, R. A. (2001). *Employee training and development* (2nd ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Roco, M. C. (2002). Nanoscale science and engineering education activities in the United States. *Journal of Nanoparticle Research*, 4, 271-274.
- Shelley, T. (2006). *Nanotechnology: New promises, new dangers*. New York, NY: Zed Books.
- Sheskin, D. J. (2004). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures* (3rd ed.). Boca Raton, FL: Chapman & Hall.