國立臺灣師範大學工業教育研究所 碩士論文

指導教授:李景峰博士

論文題目:高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵之規劃研究

The Curriculum Framework of Nano Technology Implemented for the In-service-Training Teachers of the Senior High School

研究生:黃保盛

中華民國九十七年六月

謝誌

時光匆匆，終於完成論文，到了說感謝的時刻，這代表許多時間所累積的努力成果，從開始到走完全程的這二年在職進修的日子，會是我一生中最難忘與珍貴的一段!

本論文得以如此順遂地大功告成，首要感謝的是指導教授李景峰教授、郭金國副教授及口試委員黃進和博士的指導，沒有他們的耐心、費力的溝通和指正，就不會在有限的時間內完成，其次，在研究所修業期間，感謝信正、呈寶等老師在課業知識的傳授，同窗伙伴兩年來的切磋討論與鼓勵，一同進修的同學同事，沒有他們在我工作繁忙時的協助提攜，可能早就放棄學業。

最後要感謝的是我的家人，在我事業學業最忙碌時，給我的包容及體諒，特別是我的內人，在進修期間全力給我支持與安慰，讓我在工作及學業兩頭燒之際，仍能享有家庭的關心。

謹以此論文獻給我的雙親，他們無怨無悔的養育與無時無刻的關懷照顧，讓我能專注於課業研究中，願以此與家人共享。僅以我這一點小小的研究成果與所有幫助我的人共同分享，也感謝所有參與者的辛苦，真的謝謝您們！

黃保盛謹誌於

台灣師範大學工業教育研究所

中華民國九十八年七月

摘 要

本研究透過文獻分析、專家會議和德懷術(Delphi Technique)等方法進行研究，主要目的在建構高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵綱要，以提供舉辦高中職教師奈米科技研習機構之參考。本研究以德懷術作為主要研究法，10 位專家經過三回合的德懷術問卷過程以達到共識。依據本研究的結果獲得以下結論：

一、我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵架構分成：

(一)電化學拋光製作；(二)氧化鋁奈米模板製作；(三)氧化鋁奈米薄膜製作；(四)奈米場發射顯示技術與檢測機台操作；(五)奈米光觸媒理論與實務；(六)電致變色技術原理與應用；(七) 掃描式顯微鏡理論與應用；(八)二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用；(九)微奈米教材編製與教法等九類教學課程，以及 25 項教學單元。

二、提出具體四點建議:

(一)「奈米科技」為創新課程，可參考列為校訂課程；(二)可作為奈米科技種子教師在職進修課程實施參考；(三)奈米科技在職進修課程實施具有彈性；(四)廣為宣導及舉辦教師在職進修活動。

關鍵字: 奈米科技、在職進修

The Curriculum Framework of Nano Technology Implemented for the In-service-Training Teachers of the Senior High School

Abstract

The main purpose of this study is to develop the curriculum framework of nano technology which can be implemented for the in-service-training teachers of high school. Ten Delphi committees by means of 3 rounds of questionnaires formed the same common consensus and the results of the study. The conclusions of this study were shown as follows:

1. The curriculum framework of nano technology for high school in-service-training teachers was developed as nine categories: (1)Electrochemical Polishing；(2) Anodic Alumina Oxide As A Template；(3) Anodic Alumina Oxide；(4) Field emission display technology and measuring machine platform are operated；(5) Nano photocatalyst theory and practice；(6) Technological principle and application of Electrochromic；(7) Scanning Electron Microscope theory and application；(8) Titania of oxidizing the titanium and enduring the nanomaterial are used；(9) Micro and Nano teaching material and work out it with the teaching method. The detailed contents in those categories above include twenty five unites.

2. Four recommendations were provided for educational administrator：

(1) the nano technology is a new created knowledge and can be considered as one of the courses in high school curriculum；

(2)nano technology courses can be provided to be a training coursework for high school teachers；

(3) nano technology courses are variety；

(4) proclamations and activities for high schools should be more administrated.

Key Words: in-service-training, nano technology

總目錄

表目錄

圖目錄

第一章 緒論

本章旨在說明本研究的背景與架構，全章共分為五節。第一節為問題背景與動機；第二節為研究目的與待答問題；第三節為研究方法與步驟；第四節為研究範圍與限制；第五節為名詞釋義。

第一節 問題背景與研究動機

奈米科技，是廿一世紀科技與產業發展最大的驅動力，因此，奈米科技正在創造新一波的技術革命與產業，它對人類生活的影響將是全面的，不僅將改變我們製作事物的方法，同時也會改變我們所能製作事物的本質。

目前把奈米科技列為重大國家發展目標的國家，包括澳洲、南韓、比利時、荷蘭、保加利亞、俄羅斯、中國大陸、新加坡、芬蘭、西班牙、法國、瑞典、德國、瑞士、印度、台灣、以色列、英國、日本等。1998 年，歐洲和日本對奈米科技的政府支出都分別超越美國政府。美國在人造合成、組合和高面域材料（high surface-area material）等方面領先；在生物方法、應用和傳播、覆層等方面則和歐洲不相上下。日本則在奈米設備和整合式奈米材料居領導地位(奈米創新網，2008)。整體來說，全球開始愈來愈注意奈米科技知識。台灣從民國 70 幾年來，積極投入半導體的研發與製造，成功帶動半導體產業躋身全球第三的

佳績。過去的矽導產業發展是從上而下（Top-down）、由大做到小，也就是線寬愈做愈細，往 0.1 微米以下的製程發展；而奈米科技則是由下往上（Bottom-up），改變過去的產業發展模式，也改變研發人員對物質材料結構的思維。因為當物質小到奈米尺寸時，會產生新特性，包括量子效應及表面效應等。由於奈米給所有物質新特性與新應用，因此對於傳統產業的轉型及科技產業創新技術都將產生革命性改變。市場預估未來 10~15 年，奈米產品市場年產值將高達美金 1 兆元；美國、日本及歐盟均已積極展開奈米研究，例如美國於 2004 年投入美金 5 億元、日本投入日圓 350 億元、中國大陸從 2001 年到 2005 年將投資人民幣 25 億元；而我國也預計從 2002 到 2007 年投入新台幣 192 億元進行奈米科技研發(奈米科技年鑑網，2008)。

綜觀國際目前奈米科技發展趨勢，美國在奈米結構與自組裝技術、奈米粉體、奈米管、奈米電子元件及奈米生物技術有顯著發展；德國則在奈米材料、奈米量測及奈米薄膜技術略有領先；而日本則在奈米電子元件、無機奈米材料領域較具優勢。因此這些奈米技術的發展勢必影響我國目前具競爭優勢的半導體、光電及資訊等高科技產業的未來發展。因此，我們應該快速的迎頭趕上世界研發趨勢，並利用我國高科技之既有優勢，營造並發展出更有前瞻性的奈米科技課程。

研究者從事技術職業教育工作，對技職校院的課程發展有深入的認識，為促進技職教育的健全發展，以下三點是進行本研究的動機。

一、奈米科技產業是我國積極發展的策略性產業

奈米科技產業是我國政府積極發展的策略性產業之一，舉凡通訊、消費性電子、半導體、數位電視、航太、精密機械與自動化等新世紀發展的新興產業，都是較適合缺乏天然資源的台灣發展的重點產業，這些產業一般而言，具有高科技、高附加價值及低能源、低污染的「二高二低」特色；欲永續發展此類奈米科技相關的產業，如何確保品質提昇、降低成本，俾與世界高科技國家一較高下，專業技術人力素質的提升是成敗的關鍵因素之一。

二、因應產業快速革新的需求

從民國六0年代以來，我國的技術及職業教育，成功的培育了各級專業技術實務人才，但由於產業結構的轉變，資訊科技的大量運用，高科技新興產業的出現等因素的衝擊，原本技職體系中，課程修訂不及產業的巨變，雖然甫於九十五學年度高職課程暫行綱要的開始實施，但其本質內涵，受限於主客觀因素的掣肘，對於奈米課程內容的設計、專業能力的層級分工與上下銜接等攸關專業技術人才師資培育的方針，仍有許多等待研究發展或規劃改進的空間。95課程暫行綱要關於奈米科技基礎課程實施科目及學分數如表1-1所示，

表1-1 95課程暫行綱要高中職奈米基礎課程實施科目

科目	單元數	單元名稱	參考節數	備註
高中基礎物理	2	物質的組成 現代科技 奈米科技	34.5	含實驗
高中基礎化學	1	化學與能源	6	
高中生活科技	2	製造科技 能源動力與運輸科技	36	
高中全民國防教育	1	當代軍事科技	18	
高職基礎物理	1	現代科技簡介	12(4)	
高職基礎化學	2	生活中的物質 生活中的能源	14(6)	
高職生活科技	1	科技世界	10	
高職環境科學概論	1	自然資源之利用與保護	4	
高職機械群機械製造	1	新興製造技術	4	
高職機械群機械材料	1	機械應用之特殊材料	10	
高職化工群基礎化工	1	界面現象與膠體	6	

資料來源:研究者自行整理

新課程實施內容將奈米科技相關基礎概念加入課程內，高中職教師並無相關教學及實驗經驗，奈米科技為我國積極發展的策略性產業之一，基礎人力的培養相對重要，奈米科技基礎人才養成需要具有專業的理論及實作能力的師資來達成，未來台灣高科技奈米產業的發展需要產業與教育課程相結合，因此更顯示出奈米科技種子教師在職進修的重要性，以達成種子教師有專業知能並能具有實作能力，來帶領未來學生配合政府規劃政策,結合產業投入奈米科技相關研究的領域。

三、回歸課程發展的本質，做好專業能力分析銜接分工的上游工作，

高職、專科及科技大學三級技職教育體系的學校，分別擔負培育基層、中級及高級技術人才的角色；教育目標的訂定、系科的設置、專業能力的需求及課程架構、科目及大綱的設計，必須與未來的就業市場接軌，以業界用人的需求為導向。有鑑於此，課程發展的上游工作，包含人力資源發展的趨勢分析、職業調查、職業分析，確認專業技術人員應具備之關鍵專業能力，就顯得格外的重要，但很可惜的是，這些課程發展的重要過程，一直被忽略，以致課程安排不當、相互重疊、未能連貫、不合邏輯及系科連接不良等現象。

具體而言，本研究主要建構高中職奈米科技種子教師在職進修課程之教材內涵，進而提出具體建議，作為提供教育主管機關及未來實施奈米科技種子教師在職進修課程教育及相關奈米基礎課程教材之參考。

第二節 研究目的與待答問題

一、 研究目的

分析國內奈米種子教師在職進修研習活動相關文獻發現，在國民教育階段的中小學校數最多，家長參與較熱心，所以針對國民中小學的環境教育課程及校園教學資源進行研究較多，相對高中職課程的奈米議題研究則屈指可數。實施「奈米科技」課程目的在藉教育方法使

學生能對奈米科技有正確的認識與瞭解，並能實際參與奈米研究工作。本研究主要目的在建構高中職奈米科技種子教師在職進修課程之內容綱要，提供給辦理相關養成訓練課程單位製定高中職奈米科技種子教師在職進修課程之參考及依據。具體而言，本研究的目的有三點：

(一) 建構高中職奈米科技種子教師在職進修課程類別。

(二) 建構高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵。

(三) 根據研究結論提供可行建議，以提供未來實施高中職奈米科技種子教師在職進修課程規畫之參考。

二、待答問題

依據前述研究目的，本研究擬探討下列問題：

問題(一)：高中職奈米科技種子教師在職進修課程內容「類別」及「課程規劃」項目為何？

問題(二)：高中職奈米科技種子教師在職進修課程綱要內涵包括那些單元主題及細項？

問題(三)：對於未來實施高中職奈米科技種子教師在職進修課程時，可提供那些具體可行建議？

第三節 研究方法與步驟

一、研究方法

為達上述研究目的，本研究主要採用文獻分析、專家座談和德懷術等方法進行研究，使用之研究法說明如下：

(一)文獻分析法

蒐集近年國內外有關奈米科技、課程、種子教師養成研習及奈米科技素養等有關之學術性期刊、研究報告及論著，作為本研究之理論依據，依據認知、情意及技能三大教學目標規準，以探討高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵單元主題之類項，作為研擬高中職奈米科技種子教師在職進修課程德懷術問卷之初稿。

(二)專家座談

本研究延請國內有關奈米科技教育教師、高中職校長和奈米科技業界專家學者進行座談，以確認德懷術研究調查問卷內容與實施方式。為能廣泛蒐集意見，本研究問卷專家小組成員涵蓋大學奈米科技課程相關教授、奈米科技產業界專家、奈米科技研究單位專家等三大研究相關領域。

(三)德懷術

德懷術(Delphi Technique)的基本原理為：在匿名的前提下，藉由反覆的書面資訊流通及修正回饋的控制，以期獲得專家一致性的意見。根據德懷術委員個人的專業認知、及知覺，表達看法或予以判斷，

進而達成共識（王文科，1999；胡俊鱷，2000）。

本研究德懷術問卷委員涵蓋大學奈米科技課程相關教授、奈米科技產業界專家、奈米科技研究單位專家等三大研究相關領域，藉匿名的三次書面方式溝通，表達對高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵建構的意見及看法，針對問卷調查所得資料進行整理分析，最後構建我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵。

具體而言，參與本研究的「德懷術委員」至少具備下列一種資歷：

1.本身為從事奈米科技相關教育或訓練之專業人士。

2.對奈米科技與相關產品研發具有專業的人士。

3.對奈米科技有深入研究且有興趣的專家或行政主管。

二、研究步驟

在界定主題將研究方向聚焦於高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵範疇後，逐漸縮小範圍，蒐集相關文獻，根據文獻探討歸納分析結果，建構本研究高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵層面及單元主題細項，據此作為設計高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵調查問卷初稿。召開專家會議，以修正本研究德懷術調查問卷內容，研究步驟如圖1-1：

(一)蒐集並閱讀相關文獻，確定研究題目、方向與進度，撰寫研究大綱。

(二)蒐集文獻加以探討，作為理論依據。

(三)初擬課程內涵大綱，據以發展德懷術調查問卷。

(四)召開專家審查會議，審視研究問卷初稿並給予建議。

(五)聘請專家組成德懷術委員小組，並依德懷術研究進行三次的問卷調查，蒐集小組成員的意見。

(六)整理調查結果，利用Spss for windows 17統計軟體進行統計與分析，確定教學目標、課程規劃與教學單元主題與細項。

(七)撰寫研究論文。

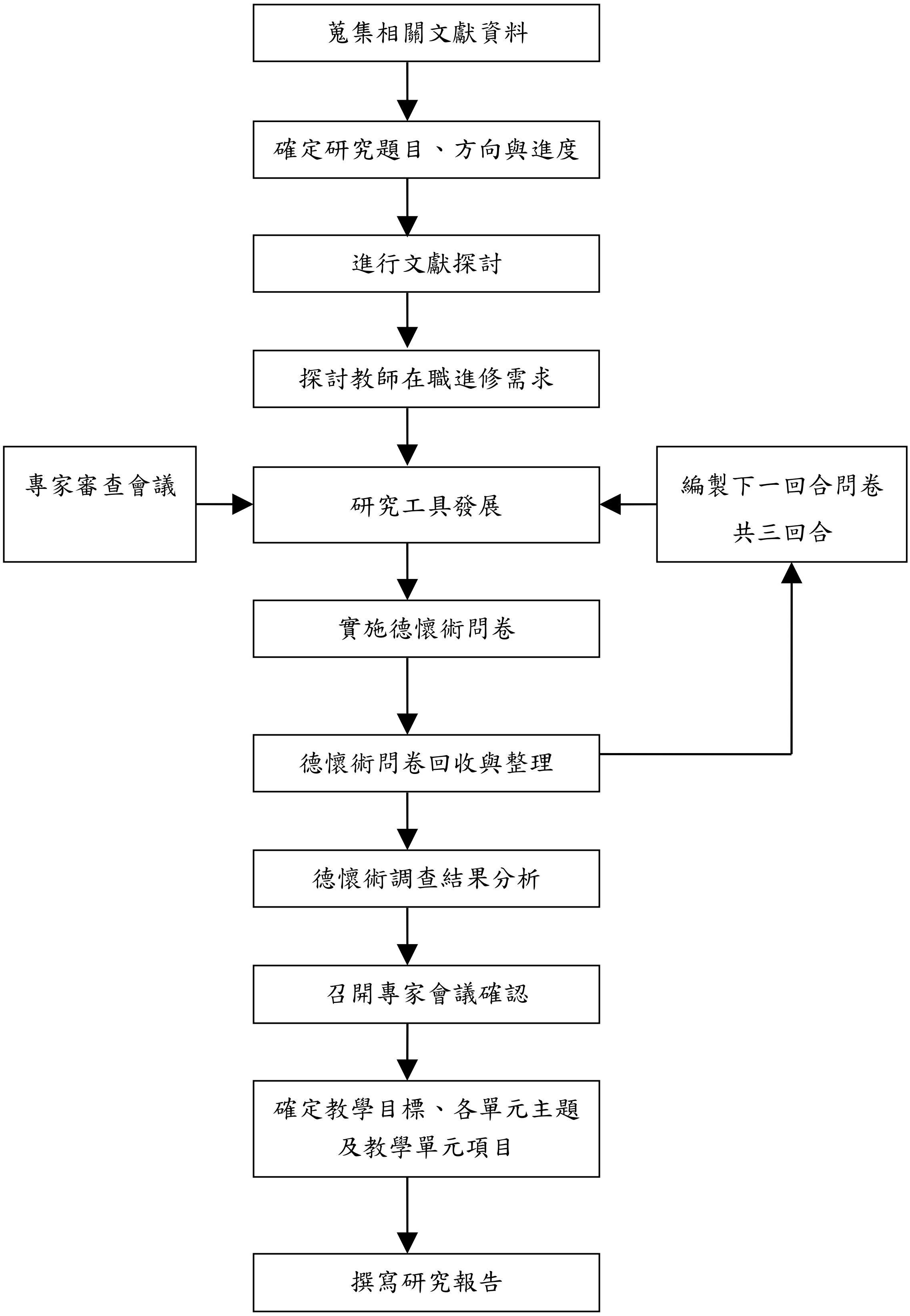
蒐集相關文獻資料
確定研究題目、方向與進度
進行文獻探討
探討教師在職進修需求
專家審查會議
研究工具發展
編製下一回合問卷
共三回合
實施德懷術問卷
德懷術問卷回收與整理
德懷術調查結果分析
召開專家會議確認
確定教學目標、各單元主題
及教學單元項目
撰寫研究報告

圖1-1　研究步驟

第四節 研究範圍與限制

一、研究範圍

(一)本研究採用「德懷術」為主要研究法，「德懷術小組」委員涵蓋大學奈米科技課程相關教授、奈米科技產業界專家、奈米科技研究單位專家等三大研究相關領域之專家學者。

(二)德懷術調查問卷為建構我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程教學內涵的主要研究方法，運用一連串的問卷調查來獲得「德懷術小組」委員對各議題的共同看法。

(三)本研究課程內涵架構主要以「奈米科技」課程為主，課程內容綱要焦點在教學目標、教學單元主題及內容綱要，詳細授課內容的編寫則不列入本研究探討範圍。

(四)研究目的是期望能透過學校經由實施奈米科技課程，培養學生正確的奈米科技知識與觀念，共同致力於研究發展奈米科技相關問題，其它課程類科則非本研究範圍。

二、研究限制

(一)本研究中高中職奈米科技種子教師在職進修課程建構，係參考國內外文獻及以專家座談並用，並經以統計分析，作為高中職奈米科技種子教師在職進修課程項目確認之依據。對於相關課程實施單位設備充足程度，囿於經費、設備及時間的限制，則不在本研究範圍內。

(二)本研究僅建構我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程教學內涵，並不包括評量標準。

(三)高中職奈米科技種子教師在職進修課程教學內涵僅適用於未來從事相關高中職奈米科技種子教師在職進修適用，對於其他類科師資在職進修並不適用。

第五節 名詞釋義

為達成本研究之目的，因此將本研究中之關鍵名詞的操作性定義分別界定如下：

一、奈米科技

奈米科技乃根據物質在奈米尺寸下之特殊物理、化學和物性質或現象，有效地將原子或分子組合成新的奈米結構(經濟部技術處，2008)。並以其為基礎，設計、製作、組裝成新材料、器件或系統，產生全新的功能，並加以利用的知識和技藝。有別於傳統由大縮小的製程，奈米科技乃由小作大。

二、奈米科技課程

本研究所指奈米科技課程，是以高中職及技專院校所設計實施奈米相關課程為範圍，作為本研究設計奈米科技在職進修課程內容為參

考。

三、種子教師

本研究所稱種子教師為參與奈米科技在職進修課程後能在未來學校課程中實施教學，而「學會教學」（learning to teach）的無止境的發展性活動。

四、在職進修課程

本研究所稱在職進修課程是參與奈米科技在職進修研習所有參與者，經由能力與目標之澄清，在特定的專業課程安排中，所接受的各種正式或非正式、預期或非預期的學習活動或經驗。

五、在職進修課程內涵

本研究所設計在職進修課程內涵以基礎奈米科技教育為主，內容包含奈米科技基礎理論、奈米科技基礎實驗、奈米科技相關產業參訪、奈米科技課程發展設計等四大範疇。

第二章 文獻探討

奈米科技已成為二十一世紀的發展趨勢，新興工業革命目前已隱然成形，奈米科技被視為 21 世紀的主流明星產業,其涵跨並影響許多產業和領域，包含化工、電子、光電、機電、生物及醫學等生活科技領域，都將結合奈米科技的創新技術，借重奈米科技的新知，開創出更快、更實用、更輕薄短小、前所未有的革命性新產品，舉凡生活中食、衣、住、行、育、樂的範圍，均將因奈米科技的貢獻而向上提升。近兩年，包括美、日、英、德、法等世界先進國家莫不投入大量經費，鼓勵奈米科技的研究與開發，台灣將奈米科技列入國家重點發展計劃。奈米領域的發展不僅是在學術研究方面，在實際應用層面上的發展也非常迅速，呈現出一種由市場競爭帶動科學研究的特殊現象。例如半導體產業不但在晶圓的尺寸上比「大」，同時也在導線上比「小」，半導體產業紛紛投入大量人力物力開發奈米製程；工研院與民間企業組成團隊，開發奈米碳管的生產與應用研究。人類的求知慾與夢想一直是科學發展的動力，但是在「奈米」這個新興的領域中，市場需求與企業甚至國家間的競爭，成為推動這項科技發展的主要動力。為了避免在這場科技世界競賽中落後，民間企業與國內大學等研究單位的合作正快速增加。

由於台灣可供開發的天然資源極為匱乏，唯一能使工業發展振衰起弊乃是人力資源的提升。由早期依賴充沛的廉價勞力從事加工出口生產到後來的工業發展雖仰賴出口擴張，但高級勞動力的提昇運用，與科技自主的研發趨勢將是台灣未來的主要方向。而尖端科技發展的成敗不在器材設備的有無，而在是否有足夠的高科技人才培育進而從事研發設計與製造的能力。隨著產業的升級及轉型與高科技產業的發展，昔日勞力密集的傳統產業已逐漸由知識密集、技術密集的高科技產業取代。

本研究在建構我國高職高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵，因此文獻探討範圍焦點在課程設計發展、奈米科技教育內涵、奈米科技相關人才培育辦理方式等相關文獻為主。

第一節 課程設計與發展

一、課程的本質與定義

(一)課程的本質

課程是一個使用廣泛而又含義多重的術語，對於不同的人，在不同的情境裏，課程可能意味著不同的事情。如果我們對周圍的人作一番簡單調查就會發現，幾乎所有的人都以為自己知道何謂課程，而對它的界定卻莫衷一是。在所有的教育術語中，課程是「用得最普遍而定義得最差的一個」（鄭三元、龐麗娟，2001）。「課程」一詞，定

義分歧。課程學者各因其所依據的哲學、心理學、社會學的理念及價值，以及知識概念的背景不同，對課程所下的定義也不同（田振榮，1990）。美國學者奧利佛(Oliva,1997)歸納總結出關於課程的定義有13種；而根據古德(Good, 1975)的統計，課程定義多達119種。課程研究者往往從自己對課程不同的理解出發去研究課程的問題，各自得出不同的結論。實際上，對課程的概念或定義，目前尚存在一些紛爭。這充分表明了課程這一概念在學術界仍處於未確定狀態，至今還沒有一個被廣泛接受的課程概念。反映了課程研究領域中學派林立、異說紛呈、莫衷一是的局面。這一切都源於對課程本質的不同認識（陳俠，1999）。

「課程」一詞的出現，在我國最早是唐宋時代，唐代孔穎達用過「課程」。南宋朱熹在「朱子全書·論學」中多次使用「課程」一詞，例如：「小立課程，大做功夫」，「寬著期限，緊著課程」（黃光雄、楊龍立，2001）。這裏的「課程」一詞，已有「課業及其進程」的含義，其中也包含著學習範圍的時限和進度的意思。

綜合中外古今對課程的理解，主要的課程本質分類敘述如下：

1.課程即學科（curriculum as subject matter）

我國「課程」一詞還沒有出現前就已經有禮、樂、射、禦、書、數六藝。中世紀的歐洲曾長期盛行文法、修辭、辯證法、算術、幾何、天文及音樂等七藝。而近代以來則出現了百科全書式的課程。這些課

程都從社會需要的角度出發設計教學科目，強調傳授學科的知識體系。其缺點是容易忽視學生的心智發展、情感陶冶、創造性表現、個性培養以及師生互動等對學生成長的重大影響的因素。

課程即學科觀點以赫欽斯(Hutchins)、貝斯特(Bestor)、費尼克斯(Phenix),席羅(Schiro)等學者為代表。貝斯特認為：「課程必須基本上由五種大範圍的學科學習組成」。課程本質觀，強調學科知識的系統化及其教育進程安排，課程內容的來源主要是人類長期積累的知識，教育的任務就是把經過選擇並系統化的知識傳遞給學生，這是傳統的課程本質觀。當然，它並非反自20年代學科或教材的課程本質觀與生俱來，得到了廣泛採納及發展。50 年代末、60 年代初，以布魯納(Bruner)、費尼克斯等為代表的結構主義課程論者，為解決知識激增與學習能力的侷限性，迅速提高美國學生的科學和教學層次，改善美國公民的科學素質，大力倡導以學科為中心，強調知識結構的獲得，發展學生思維能力的課程。他們主張知識學科化、結構化、專門化，提倡「探索教學」，認為「教學就是探索」，甚至「科學就是探索」。這將學科即課程的本質觀推上了更高水準。支援此時課程理論的是結構主義，結構主義既承認學科要素，但它注重要素之間和內在的結構關係，比要素主義前進了一步。因此，結構主義的學科課程論對課程本質的理解深入了。當今社會，以知識為中心，強調知識系統化的學科課程佔有主導地位，說明了學科課程論對課程本質把握的較大科學

性。斯賓塞最初把知識的系統組織定為課程的內涵，實質上是確立了課程即知識或系統化的知識的觀點。把有價值的知識系統化，形成一定科目或學科，將這些學科的知識傳授給學生，以達到教育目標。這種以知識為中心，以學科(科目)而構成形式，重視知識及其邏輯組織的課程，就是通常所說的學科課程。捷克名教育家康美紐斯（Comenius）的泛智主義課程論，斯賓塞（Spencer）、赫胥黎等人的功利主義課程論，赫爾巴特（Herbart）的主知主義課程論等無不是將課程視為學科內容。這種單一的課程觀一直到20世紀30年代後隨著課程研究的蓬勃開展才有所改變（石鎢弢，2001）。

2.課程即學習結果（curriculum as learning outcomes）

將預期的學習結果和目標視為課程，將內容或經驗看作課程的手段，博比特(F. Bobbit)、泰勒(R. W. Tyler)和葛聶(R. M. Gagne)等均是此種觀點的代表，他們認為課程是教育者企圖達成的絕對教學目標，或希望學生達到的學習結果。例如，波法和貝克(Popham & Baker)明確地指出課程就是目的，「課程是學校所有預期的學習結果」。基於這種觀點，他們重視預測、控制和效率，甚至把目標和學習結果視為最高原則。課程即學習結果以泰勒的直線目標模式較值得研究，泰勒（Tyler, 1949）在「課程與教學的基本原理」（basic principle of curriculum and instruction）書中說明什麼是合理的課程發展或是所謂的目標模式，泰勒描述課程發展收先需檢視學生、社會和學科等三個可能目標意見，

在教育的哲學和瞭解學習哲學兩大前提下仔細掃描每一個目標的焦點，泰勒主張學校是一所具有目的機構，教育是一種含有意圖的活動，他提出四個問題，即是所謂的「泰勒法則」作為課程編製的理論基礎（歐用生，1990；黃光雄、楊龍立，2001；施良方，2001），這四個問題是：

(1)什麼（What）是有價值的教育目標？

(2)什麼（What）活動始能完成那些教育目標？

(3)如何（How）組織那些活動？

(4)如何（How）知道是否已經完成了那些活動？

3.課程即生活經驗（curriculum as lived experience ）

這種課程觀視課程為經驗，認為課程就是是促進兒童自我實現的手段，強調活動在課程學習中的重要性。這種課程觀從人的本性出發，強調以人的內在天性為中心來組織課程。此種課程觀主要受美國大教育家杜威(J. Deway)的經驗主義哲學、完形心理學的影響。杜威認為「經驗具有生長的價值」，「經驗的不斷改造或改組」就是教育，亦即是教育即兒童經驗的不斷改組（廖哲勳，1991）。於是，「學生的學習取決於他自己做了些什麼，而不是教師做了些什麼」，教育中強調尊重兒童的興趣需要，發展兒童的個性，主張以兒童的生活經驗為課程。卡斯威爾(H. Z.Caswell)、安德遜(V. E. Anderson)、堪薩斯(Kansas)等人就持此種課程本質觀，卡斯威爾認為課程不是學科，而是兒童在教師

的指導下所獲得的所有經驗。他們把課程看作學生在教育環境中與教師、教材等相互作用的所有經驗。這種課程定義中，經驗一詞，實質上包含了活動、學習經驗和學習活動等教育及生活課程。分別強調教育者有意識提供的教育經驗和兒童習得的生活經驗。課程即經驗的課程有以下特徵：

(1)重視學習者的興趣、需要和個性。

(2)重視學習者與環境的交互作用。

(3)重視教育環境的設計與組織。

兼顧課程過程與結果，預期的與未預期的經驗。當然，這種定義也存在一些缺點：經驗有隨意性，可能會照顧不到系統化知識；經驗的傳遞有困難，且難於確定和達到教育目標；經驗的性質難以確定（石筠弢，2001）。

4.課程即有計畫的活動（curriculum as a program of planned actiivities）

美國新教育百科辭典對課程定義指出，課程係指在學校的教師指導下呈現的學習者學習活動的總體。視課程為教育計畫是20世紀50年代以來較為流行的觀點。其主要代表人物有麥克唐納(MacDonald)、伯歐夏普(Beachamp)、斯坦豪斯(Stenhouse)等。在此，計畫包含了目標、內容、活動和評價等。課程即教育計畫或教學大綱，強調課程的計畫性、目的性，不涉及教學途徑或方式。這種課程觀並不反對學科課程，只是考慮到學生在除了教學活動之外的其他活動中也能獲得某些知識、

經驗，而這些知識經驗又是傳統的學科課程所無法包容和理解的。於是把這部分活動也納入到課程含義之中。這樣就有課程是指有計畫的學科或其他活動之說。在奧利佛所列舉的課程觀中也有「課程是在學校所進行的各種活動，包括課外活動、輔導及人際交往」的類似觀點。

5.課程即社會重建議題（curriculum as an agenda for social reconstruction）

社會重建所關心的是學校課程和社會、政治、經濟發展的關連性。它們之間的關連性樂觀者認為，教育能夠影響社會的變遷；反之，悲觀者卻懷疑，學校的課程是否有能力去影響社會結構以振衰起弊？但是，兩者卻都深信透過學校課程，可以凝聚權力，定向社會。社會重建主義以盧格(Harold Rugg)及康茲(George Counts)為代表人物。盧格喚醒他的同僚注意到課程與文化的遲延差距(lag)，康茲則發表了一本鉅著：「學校敢建立起一個新的社會秩序嗎？」，他們兩人均主張學校應負起創造新而且更加平等的社會（饒達欽，1990）。因此社會重建主義者對課程內容之強調是奠基於理想社會的性質，強調的是社會、文化與人的一致性，理想的課程應是大家共同討論所共識者，而非學科專家的獨享權力。

6.課程即文化再生（curriculum as a culture reproduction）

在一些人看來，任何社會文化中的課程，事實上都是這種社會文化的反映，學校教育的職責是要再創造對下一代有用的知識和價值。

政府有關部門根據國家需要來規定所教的知識、技能等，專業教育者的任務是要考慮如何把它們轉換成可以傳遞給學生的課程。以為課程應該不加批判地再創造社會文化，實際上是假想現狀已達到完滿狀態了，即認為社會和文化的改進已不再需要了。然而，現實的社會文化遠非這些人所想象的那樣合理。英美一些學者在指出了他們社會中存在的大量偏見、不公正的現象後認為，倘若教育者以為課程無需關注社會文化的變革，那就會使現存的偏見永久化。當然問題不在於作為社會機構之一的學校，能否對社會的變革產生一定的影響（施良方，1994）。

二、課程的定義

課程是教學的內容，師生活動的依據也是師生達成教育目標最重要的一種手段和方法(王昭明,1990)。在西方教育史上,斯賓塞(H. Spencer)在其名著「什麼知識最有價值」中首先提出了課程(curriculum)這一術語。該詞源於拉丁語「currere」，原意是跑道(recourse)，規定賽馬者的行程，運用在學校的課程,即教學的內容和計劃（Todd，2001）。

關於課程的定義，從廣義到狹義，從詞語本意到申義、從要素到功能、從課程設計者到實施者和受施者、從靜態到動態、從過程到結果、從設計到評價，各專家對課程的看法見仁見智。課程定義的多樣性，表示每一種都有其特定的社會背景，而且都隱含著作者的一些基本假

設、價值取向和理論基礎。綜合國內外教育學者對課程的定義，歸納如表2-1和2-2 所示。

表 2-1 國內學者對課程之定義

學者姓名	定義
彭駕騂(1964)	學生在教育環境中，所接受有系統、有計畫的學習活動。
方炳林(1992)	學生在學校安排與教師指導之下，為達成教育目的所從事的一切有程序的學習活動與經驗。
孫邦正(1995)	學生在學校內循著一定的程序而進行的各種學習活動。
歐用生(1990)	課程是指學校提供的學科，或這些學科所欲達成之讀、寫、算等知識、技能的目標。
施良方(2001)	課程是學生與教師（who） 透過對目標的界定，以為對內容、教材和活動的安排（how），在特定的時空下（when、where），提供給特定受教者（whom）的一個有組織、有結構的學習計畫與經驗（what），以達到預定或潛在的學習結果（why）。

資料來源:研究者自行整理

表 2-2 國外學者對課程之定義

學者姓名	定義
Oliva(1997)	課程是學校指導下提供給學生各種經驗的計畫，總結共分為12項： 1.課程是在學校中所傳授的東西（that which is taught in school）。 2.課程是一系列的學科（a set of subjects）。 3.課程是教材內容（content）。 4.課程是學習計劃（a program of studies）。 5.課程是一套的教材（a set of materials）。 6.課程是學程順序（a sequence of courses）。 7.課程是一套的成果科目（ a set of performance objectives）。 8.課程是學習進程（a course of study）。 9.課程是在學校中所進行的各種活動，包括課外活動、輔導及人際交往（everything that goes on within the school, including extra-classactivities, guidance, and interpersonal relationships）。 10.課程是在學校指導下，在校內外所傳授的東西（that which is taughtboth inside and outside of school directed by the school）。 11.課程是學校全體所設計的任何事情（everything that is

	planned by school personnel）。 12.課程是個別學習者在學校教育中所獲得的經驗（that which an individual learner experiences as a result of schooling）。
Doll(1996)	課程是正式或非正式的內容或過程，是待探索的多面矩陣
Johnson(1967)	課程是一個設計學習結果的結構系統。
Custer(2000)	課程是學生在學校安排下，從事的學習活動與經驗的總合
Posner(1995)	課程是學校想要教和學生想學習的總合，是一套學習成果，課程主體包含： （1）生活課程(Lived Curriculum) （2）潛在課程(Hidden Curriculum) （3）空無課程(Null Curriculum) （4）附加課程(Extra Curriculum)
Todd(2001)	課程是指學校在任何時間任何地點提供給學生有計畫的教育經驗
UNESCO	課程是一系列結構化之預期學習結果和有關學習經驗，並常以有序的系列性單元、模組或學科組織而成的計畫

資料來源：研究者自行整理

總結國內外學者對課程定義的分類及概念，研究者依據課程之目標、計畫、性質、功能等面向，對課程定義為：「課程是教育所有參與者，經由能力與目標之澄清，在特定的時空下，所接受的各種正式或非正式、預期或非預期的學習活動或經驗」。

三、奈米科技課程設計與發展

目前我國教育體系分為普通大學、科技大學、技術學院、專科學校及高中、高職學校等層次，其科技教育實施成效之良窳直接影響國家經濟發展與社會安定。而課程為教育實施之內容、學生學習之經驗，其適切性尤為決定教育成敗的關鍵因素。根據現行教育法令，各階層教育體系學校之課程標準，由教育部訂定之；但是從橫向空間看，技職教育體系學校類科系所眾多，學制亦較多樣化，故其課程之制(修)

訂自較一般教育體系複雜;再從縱向時間看，由於科技知識爆炸和就業市場變遷急遽，技職教育體系學校的課程修訂與改進自較一般教育體系迫切。格林(Green, 1995)與伊凡斯(Evans, 1995)認為課程的四大要素是目標、內容、方法與評鑑，三大效標是社會需要、學生需要和教育哲學。但是隨著效標中社會環境的變遷、學生需求的改變和教育專業的發展，課程的要素不斷在變革，課程的概念也不斷在擴張。因應變革和擴張需要不斷地反應在課程發展的運作中。因此，分析、設計、實施和評鑑等課程發展的歷程必須是持續、動態的。

技職教育課程與普通教育課程之比較，芬奇(Finch)和克倫基通(Crunkilton)認為具有下列九項特質（Finch & Crunkilton, 1993; 王昭明，1986）:

(一)導向性(orientation): 技職教育的最終目的在於培養產業界所需的技術人才，因此，技職教育的主要課題是協助學生達成課程目標，而該項目標的達成與否，不僅需透過學生在校期間的學業表現，尚需擴及學生在未來工作領域的能力表現。

(二)適切性(justification): 技職教育既以培養產業界所需的技術人力為目標，因此，課程必須根據產業界的人力需求反應其就業需要，而非依照學校之意願盲目規畫。

(三)重點性(focus): 技職教育課程並不侷限於提供特定職業範圍的相關

知能，因此，凡是有助於畢業生就業能力的知識、技能與態度都應納入課程範圍。

(四)內效性(in-school success standards): 技職教育課程在校內的成效評估標準，必須密切地與就業市場所期望的工作水準一致。

(五)外效性(out-of school success standards): 技職教育課程的良窳，須以畢業生在就業市場工作環境中之適應與表現作為終結評鑑的標準，而不單以在校學習結果為限。

(六)關係性(school-community relationship): 學校與社會的合作關係，常是決定技職教育課程品質與成效的重要因素之一。

(七)反應性(responsiveness): 技職教育課程除須符合國家教育政策與要求之外，也應緊密因應產業發展的步調，適時反應產業技術的快速變遷而謀求改善。

(八)支援性(logistic): 技職教育課程的實施，要靠有關的設施、設備、器材、教學資源以及相關的人員密切配合，才能有效而成功的施行。

(九)花費(expense): 技職教育的投資成本比普通教育來得高，所以為使技職教育課程能正常有效地運作，非賴充裕之經費配合不可。我國向來對技職教育體系學校之課程修訂甚為重視，近年來除開放設立科技大學與技術學院外，亦開始全面修訂各類職業學校課程標準，使大部份學校的課程標準也都能配合科技之進步，縮短了

修訂時間。但是，限於人力與經費，修訂的成果與理想仍有些差距。

聯合國教科文組織支持的「國際技職教育計畫」(International Project on Technical and Vocational Education)技職教育專家則將課程設計與發展分為下列十一個階段：

(一)界定課程需求

(二)界定參與者

(三)資料準備

(四)工作分析

(五)任務分析

(六)評鑑規劃

(七)選擇教學內容

(八)規劃教學

(九)準備實施

(十)準備課程文件

(十一)試用與認可

綜合上述觀點可知，奈米科技教育課程特質具有：

(一)引導學員學習研習過程及教學成效的特性。

(二)應配合國家社會科技發展需要，傳授就業所需的知識、技能與態度。

(三)應符合國家政策，配合就業市場人力需求，並緊密因應科技進步，以謀求其投資的適切性。

(四)注重實作及應用的知能養成，以符合就業市場或研發單位所期望的工作水準。

三、課程教學目標探討

教學目標是預期的學生學習結果，教學目標在教學歷程中扮演十分重要的角色。老師在教學前訂定教學目標，以預期學生的學習結果或應有的行為表現。而建構教學目標的主要目的在於將學習結果加以分類，並藉此一分類系統改善測驗工作者以及其他關心教育研究及課程發展人士彼此觀念和資料的溝通（藍明智，1993）。

目前，最常被採用的教育目標分類方式，源於1956年以來，布魯姆(Bloom)所提出的教育目標分類，Bloom 將教育目標，分為認知(cognitive)、情意(affective)及技能(psychmotor)三個領域(A. E. Woolfolk,1990)。

(一)認知領域（cognitive domain）

認知是指知識的結果，Bloom將認知領域的教學目標從低到高分成六級，分別為知識、理解、應用、分析、綜合、評鑑等六個能力層次，分別說明如下：

1.知識（knowledge）

知識是認知領域中最基本的層次，這一層次涉及的目標包括：(1)特定知識，如術語和事實；(2)處理特殊問題的方法或途徑的知識，如序列、分類、標準和方法等；(3)一般或抽象的知識，如原理、理論或知識框架等。其所要求的心理過程主要是記憶。

2.理解(comprehension)

理解係指瞭解或領悟，指能把握教材的意義。可以利用三種形式來表明對教材的領會：一是轉換，即用自己的話或用與原先的表達方式不同的方式表達自己的思想；二是解釋，即對一項資訊加以說明或概述：三是推論，即估計將來的趨勢(預期的後果)。所以理解層次中包括轉換、解釋和推論等能力。

3.應用(application)

指能將學習的教材應用於新的具體情境，包括概念、規則、方法、規律和理論的應用。抽象事物的形式可能是一般的觀念、程序的法則或一般的方法等，也可能是必須加以記憶和應用的專門原理、觀念或理論。「應用」代表較高層次的理解，如預測在溫度變化後某一化學物可能出現的反應。

4.分析(analysis)

指分析一項訊息中所傳達的概念，使得概念的相對階層更為清楚，並且使得概念與概念間的關係更為明白，其目的在釐清所傳達的

訊息，指明訊息構成的方式、結果、基礎和安排等的方式。Bloom認為，理解所針對的是教材的內容，分析則同時討論教材的內容和形式。一個能理解訊息意義的人也許無法有效地分析，同時一個對教材分析很熟練的人也可能作出相當失敗的評鑑。

5.綜合(synthesis)

指能將部分各個片斷組成新的整體，以構成一種清楚的模型和結構。如發表一篇內容獨特的演說或文章，擬定一項操作計畫或概括出一套抽象關係。「綜合所強調的是創造能力，需要產生新的模式或結構。

6.評鑑(evaluation)

指對教材(論點的陳述、小說、詩歌、研究報告等)做價值判斷的能力，包括按教材內在的標準(如組織)或外在的標準(如目的適當性)進行價值判斷。這是最高水準的認知學習結果，因為它要求超越原先的學習內容，並需要基於明確標準的價值判斷，如認識到某一推論中的荒謬之處。

(二)情意領域(affective domain)

情意領域的教育目標依據價值內化的程度由低到高共分五級：

1.接受(receiving)

指學習者感知到外界刺激，瞭解或參與環境中某些事務，包括意識一事物的存在、願意接受、選擇性注意。它是低級的價值內化層次。

2.反應(responding)

指學習者主動注意或參與某一活動，如默認、自願反應和反應的滿足。處在這一層次的學生，不僅注意某種現象，而且以某種方式對它做出反應(如自願閱讀規定範圍外的教材)以及反應的滿足(如以愉快的心情閱讀)。這類目標與教師通常所說的「興趣」類似，強調對特殊活動的選擇與滿足。

3.價值判斷(valuing)

指學生將特殊的物件、現象或行? 與一定的價值標準相聯繫，包括接受某種價值標準(如願意改進與團體交往的技能)，偏愛某種價值標準和為某種價值標準做奉獻(如:為發揮集體的有效作用而承擔義務)。這一階段的學習結果所涉及的行為一致性和穩定性，使得這種價值標準清晰可辨。價值化與教師通常所說的「態度」和「欣賞」類似。

4.組織(organization)

組織層次涉及價值的概念化和價值系統的組織化。經由將許多不同的價值標準整合，克服它們之間的矛盾、衝突，學生開始建立內在一致的價值體系。這一層次的重點是將許多價值標準進行比較、關聯和系統化。學習的結果可能涉及某一價值系統的組織。與人生哲學有關的教學目標屬於這一級層次。

5.價值觀的個性化(characterization by value)

指個人具有長期控制自己的行為以致發展了性格化「生活方式」的價值體系，其行為是普遍的、一致的和可以預期的。這一層次的學習結果包括範圍廣泛的活動，但強調學生行為的典型性和性格化。這階段的教學目標著重學生的一般適應模式(包括個人的、社會的和情緒的)。

(三)技能領域(psychomotor domain)

技能領域的教育目標由低級到高級可以分成六級，其中由於反射動作和基礎性的基本動作是隨身體發育自然形成的，不是習得的技能，所以教學中不設定這兩方面的學習目標，這裏主要介紹四個較高層次的學習目標：

1.反應動作(reflex movements)

指經由外在的刺激所產生的非自願性(involuntarily)反射動作。

2.基本動作(basic fundamental movements)

從反射動作所組合形成的很自然、天生的動作形態。

3.知覺能力(perceptual abilities)

指對所處環境中的刺激所做的觀察和理解，並做出相應調節動作的能力，包括動覺、視覺、聽覺、觸覺和協調能力等，如踢球、平衡、旋轉等。

4.生理能力(physical abilities)

包括動作的耐力、力量、靈活性和敏捷性，這些是學習高難度技術動作的基礎，構成體育技能訓練中的基本功訓練，如長時間運動的耐力訓練。

5.技能動作(skilled movements)

指熟練完成比較複雜動作的能力，需要某種程度的熟練性，例如，彈拉樂器、藝術表演、調整機器等。

6.協調活動(non-discursive movements)

指傳遞感情的體態動作，亦稱身體語言，涉及姿勢、手勢、面部表情和即時活動等，如舞蹈、配合動作改變臉部表情等。

對於環境教育的目標，張子超認為包含覺醒、知識、態度、技能、評鑑與參與等六個項目（張子超，1998），分別說明如下：

(一)覺醒(awareness)：協助個人及社會團體獲得整體環境(total environment)教育與其相關問題的認識與敏感度。

(二)知識(knowledge)：協助個人及社會團體瞭解整個環境及其相關問題，以及人類在環境中所負的責任與扮演的角色。

(三)態度(attitude)：協助個人及社會團體獲得社會價值，對環境強烈的關切感和主動參與保護環境與改進的動機。

(四)技能(skill)：協助個人及社會團體獲得解決問題的能力。

(五)評鑑能力(evaluation ability)：協助個人及社會團體從生態的、政治的、經濟的、社會的、美學的和教育的因子評鑑環境措施與教育計畫。

(六)參與(participation)：協助個人及社會團體獲得環境問題有關的責任感迫切感，並保證採取適當的行動去解決問題。

第二節 奈米科技相關人才培育

一、國內教師專業進修需求

有好的教師，才有好的教學品質，才有好的教學效果。教師是教育改革的第一線執行者，在教育改革中扮演相當重要的關鍵性角色。而徒有良好的職前教育，仍無法培育良師。要能將職前教育、實習、在職繼續教育、生涯晉升等過程貫串統整，才有可能培育優良的教師（林清江，1995）。為提高教師素質以落實教育品質，世界各國均致力於師資培育的改革，而其重點則在職前的師資養成教育及在職進修。職前教育只能培養出半個教師（half-teacher），有關教師教學技巧的成熟與社會化往往是從事實際教學工作後才逐步形成塑而成（孫國華、蔡培村，1995）。

梁恆正（1995）指出：「真正的教師在職進修教育活動，應該是以學校為基地（school based）、以教師個人的成長以及整個學校文化的變革為目標，而進行的教職員工專業發展」。

(一)教師進修的內涵

教師最重要的任務之一是實施教學，而「學會教學」（learningto teach）是無止境的發展性活動。社會急遽變遷，教師角色日趨複雜，無論從教師的生涯發展或教學的素質提升來看，教師的「在職進修」（in-service education）均屬必要（吳明清，1997）。

1.教師進修的意義

對於教師在職進修的意義，國內外學者討論眾多，各有看法。其中大部分學者認為教師進修的目的是在提昇教師專業觀念和能力（Pierce，1963；Stoops，1967；何福田，1982；劉文通，1987；黃炳煌，1994），是一種在擔任教師工作之後的再教育。

西方學者皮爾斯（E.A.Pierce，1963）指出教師在職進修的目的，係在促進教師教育專業觀念的發展及幫助教學技能的成長。司徒士（E.Stoops，1967）則提出「在職進修係指由學校或其他機構所提供的研習活動，其目的在幫助在職教師增進教學專業與技能」的看法。高強華（1996）認為教師在職進修有下列十一項目的：

（1）維持適當的教學水平和教師品質；（2）具備充分的教學能力；（3）革新與創造的能力；（4）擴充知識領域；（5）促進課程與教學革新；（6）協助對學生需要及學習經驗的了解；（7）加強對組織與行政事務的了解；（8）增進人際關係；（9）增進個人成長與滿足；（10）增進生涯發展；（11）鼓勵定期自我反省等。

林新發（1981）提到教師進修是在特定時空下所進行的一種有計劃、有系統、有組織的教育活動。何福田（1982）認為教師在職進修是指現職教師為增進或改善現在與未來之教學工作所進行的專業養成。蔡保田（1983）則認為促進教學專業知識與成長的一切活動都稱為教師進修。李俊湖（1992）指出在職教育係指為能指導教師成長及教學改進的正式或非正式進修活動。黃炳煌（1994）提到教師在職進修係指「凡是增進在職教師之專業知能而進行的一切有計畫的學習活動或經驗」。

劉文通（1987）由六方面來詮釋教師在職進修的意義：

(1) 對象：合格教師。

(2) 方式、途徑：多元方式，多軌途徑。

(3) 性質：有計畫、有系統而非急就章，是教育而非訓練。

(4) 內涵：進德與修業並重。

(5) 目的：增進教育知能，提升教育專業精神。

(6) 本質：係屬教師專業成長活動。

吳清基（1989）則以教師個人及參加校內外進修活動來看教師在職進修：

(1) 教師個人的自我教育或自我成長。

(2) 教師參加學校舉辦的教學研究或教師進修活動。

(3) 教師參加校外長期或短期的在職進修教育活動。

綜合以上國內外學者對教師進修的定義和看法，研究者將教師進修的意義歸納為：「在職教師為增進其教育專業知能、提升教育專業素質、改善教學技能及有效解決教育問題所進行之有計畫、有系統、有目標的繼續學習活動」。其主要之目的為協助教師獲取新知、充實專業知識與專門知識、適應社會的變遷、強化專業精神以提昇教師之專業地位、擴展人際關係及促進教育事業的專業發展以達教育目標。

（二）教師進修的重要性和必要性

知識的傳授是教育工作的主要任務之一，「知識爆炸」已無法形容知識生產的快速和質量。在「知識經濟」的新世紀中，唯有時刻充實自己，才能立於不被時代淘汰之境地。尤其身為教師，若未能有效進行教師在職進修，將難以遂行教學任務並達到教育目的。當一個人的知識能力在他到達工作領域的某一階段時，如果想在工作上有所突破或升任更高的職位，非經進修或訓練不可。

林清江（1999）在一九九九年全國教育改革檢討會議中特別提出教育改革應提升教師素質，他指出教師們須透過研習、進修等方式不斷自我提升，始能發揮教師應有的教育專業精神。經由不斷的自我充實，將有助於了解教育制度的變革、掌握新教材、改進新教法，並與家長及社區人士保持良好的互動關係，彼此共同成長，落實教育效果。各國的教育工作者均努力朝專業化的目標而努力，並注重社會變遷的體現，促使教師自我充實，吸收新知。楊國賜（1994）指出，教師之

職前教育和在職教育在師資培育上佔同等重要之地位。唯有實施在職進修教育，才能鞏固職前教育的基礎，進而發揮職前教育的成效，其重要性展現在：（1）補充職前教育的不足，提高師資水準；(2）解決當前的教育問題，謀求教法的改進；(3）配合科學知識的進步，適應時代潮流；(4）激發教育研究興趣，培育專業精神。

劉文通（1987）認為要提高教師素質當重視教師在職進修，他分別從知識爆發、教育專業立場、師資培育制度及終生教育理念四方面探討在職進修的必要性和重要性，他指出現代教師為適應社會變遷及發揮專業精神，消除無力感並創造成就感，應該重視在職進修。同時，不斷的在職進修，是提高師資素質的不二法門，也是教師追求自我實現的重要途徑。教師是專業人員，唯有不斷進修，才能確保教學品質。

吳清基（1989）指出教師在職進修的必要性在於：

(1)教師社會角色的變異：社會不斷變遷，教育功能也隨之擴增，教師的角色亦有所調適，而這非持續的在職進修不可。

(2)教育專業化的要求：教育活動錯綜複雜、經緯萬端，非具有教育專業不可。而在教育活動中，無論是對學生的輔導，教材選擇，班級經營，乃至學習成果的評量，其觀念日有所變，非賴有效的在職進修不可。

(3)科技知識爆增：由於知識是幾何級數式的急速累積，教育學術日新月異，教育事業不斷進步。教育從業人員要依靠職前教育的知識來

遂行教育任務已不可能，其因應之道，即是在職進修。

(4)師資養成教育的不足：前已述及，師資養成教育僅能培養半個教師，須賴不斷的在職進修，才能勝任教職。

鄭吉泉（1999）則在此四點外又提出，民智不斷提高，大眾傳媒發達，學生接觸新事物、學習新知識的機會大增，教師為贏得學生的信賴，需加強在職進修。

陳嘉彌（1997）由教學相長的觀念來看進修活動，他認為在職進修的重要表現在三個理由：

(1)學校教育因社會急遽的變遷而加速改變，教師除自我調適外，也應因應整個社會的改變做準備。

(2)家長為給予孩子更好的教育，對教師與學校的要求也愈高。

(3) 教師對在職進修需求的自我覺醒，認為在職進修確實可以改善其教學效能，並幫助其生涯成長。

教育工作是一項需要繼續不斷成長的專業工作，而成長並不是憑空發生。伍振鷟、高強華（1999）指出，成長是有賴不斷的計畫和追尋，教師要能不斷的把握種種能夠增進專業成長與發展的機會。

上述文獻資料顯示，由於社會快速變遷，知識急速發展，教師要能在這種多元多變的環境中有效教學，就必須不斷繼續在職進修。更且，僅由職前教育所學的知識，實不足應付真正教學環境之需要，為能將所學盡用，當然需要加以重視在職進修。換句話說，由教師社會角色的改變、終身學習的理念以及教師專業成長的需求等方面來看教師之在職進修，都有肯定的結論。誠如 Yager（1982）所說：「只要是關心子女教育的民眾，都會注意到老師是否符合任用資格，而更重要的是，老師是否有足夠的能力，以便勝任大眾所付與的教育責任」。

(三)教師進修的管道

蔡培村（1999）指出，教師在職進修的提供者並不一定是大學校院，在終身學習思潮影響下，工作場所本身就是在職進修的最好地點。以學校本位的進修制度，不僅有助於教師解決所面臨的實務問題，更能就各校的特殊情況，以具彈性的方式來進修。

歐用生（1995）指出大部分的進修是由上而下（top-down）、政策導向的、權威決定的、零散的、應景的，缺少整體制度的設計，教師沒有選擇的自主權，進修內容偏於治療性的、處方性的，遠離教室生活的實際。而參加進修的教師只是學生而非研究夥伴，只當觀眾，沒有參與賽程。

楊思偉（1996）認為目前的在職進修，除可晉級加薪外，教師主動參加其他進修的意願並不高。而進修課程大部分是由專家設計，以大學教授講授為主，導致內容過於理論而缺乏實用價值和實作課程，降低了教師研習的實踐效果。

陳俐君（2006）認為目前國內教師進修，常是由一些不知教師日常教學情形的人來開處方，把「最佳的實務方法」加以包裝後，告訴教師該如何直接去將所學授與學生。

許志賢（2000）則指出進修機構分布不均，影響教育人員進修意願。他認為這些機構大部分集中在都市地區，致使參加進修人員必須舟車勞頓，導致基層教育人員參與進修意願低落。事實上，教師進修應考量個人需求及符合學校和國家之教育發展。

如前所述，我國以往之在職進修大抵是由政府主導，由上而下，教師

缺少自主性，其內容亦不甚符合教師之需要。鑑於傳統教師進修活動無法有效落實進修成效，世界各先進國家，包括美國、英國、澳大利亞、加拿大、紐西蘭、法國等國家，這些年來許多學校教育系統已朝向「學校本位」途徑發展（吳清山，1995）。

丁志仁（1997）提列教師進修大致有四個趨勢，一是安排型態、內容多；二是數量大；三是更新快；四是動機強。他接著提出「以學校群為進修單位，增加教師進修的機會和效果，改善研習中心為主流的型態。」

所以，教師在職進修須改變傳統由上而下，或僅由主辦機構片面安排進修規劃或實施。

上述文獻顯示，由教師自主參與在職進修，已是國內目前最普遍的專業成長方式之一，也是國內許多學者專家所大力倡導，也是教師進修之主要發展趨勢。

(四)教師進修實施的問題

教師在職進修已是現今教師進修的趨勢，我國對此也相當重視並大力推展。在實施的經驗中，發現不論在觀念或實務上，均有諸多問題尚待解決。

吳明清（1997）認為學校的進修功能一向受到重視，可是並未充分發揮。其問題可能在於：

(1) 領導者觀念有誤，以為學校教育的重點不在於教師的進修。

(2) 校內的進修沒有學分也不授學位，缺少吸引教師進修的誘因。

(3) 辦理單位本身專業水準不足，無法滿足教師進修需求。

(4) 學校資源有限，舉辦教師進修活動不易。

(5) 學校主事者雖有心辦理教師進修活動，卻未掌握重點，以致效果不彰。

李奉儒（1997）指出學校本位在職進修之弊端，如：

(1) 若在職進修完全以學校為本位，則可能產生學術上和專業上的孤立。

(2) 在職進修繁重的行政工作和實務配合措施等，對於學校都是不輕的負擔。

(3)教師的需求和訓練者實際提供的課程之間難免出現嚴重差距，使得參與教師提出不少的問題和面對許多的不確定性。

王聖銘（1996）在分析學校本位教師進修的課程設計之後指出，其問題在於：

(1)進修課程設計偏於專家模式。

(2)進修需求評估不夠落實。

(3)校長與教師之進修課程大多未分開設計。

蔡芸（1997）對教師在職進修提升專業發展則提出下列數點有待改進的地方：

(1)進修的時數、辦理頻率、參加頻率等均嫌不足。

(2)進修的內容、辦理方式尚待改進。

(3)辦理進修之後的檢討及回饋仍嫌不足。

(4)教師仍缺乏自我進修及研究的風氣。

(5)進修需求尚須規劃改進。在實施過程中，以需求評估及評鑑二階段最需要加強。

綜合以上資料，研究者歸納教師進修之問題為：

（一） 學校方面

1. 受限學校設備、場地限制。
2. 受限經費不足。
3. 專業師資不易延攬。
4. 教師需求評估未落實。
5. 教師雜務過多、工作壓力大。
6. 研習課程設計未和需求相符。
7. 未能於進修後施予評鑑，也未能加以檢討成效。

（二） 教師個人方面

1. 誘因不足、意願不高。
2. 進修時間不易配合。

3. 教師研究風氣未開。

4. 教師未建立生涯發展及終生學習觀念。

教師在職進修的成效要能展現，有賴於得宜的進修計劃和執行，而進修計畫要能契合參與者的需要，則必須落實需求評估。從以往的經驗可以知道，教師之在職進修甚少做進修前的需求評估，以致進修內容及其他相關安排並不合於進修者的需要，甚至有些進修參與者必須到達進修現場才知道進修內容。據此，當然進修是難以發揮效果的。教師必須經由需求評估自我專業能力的進行，可以幫助組織及教師確實掌握在職進修的需要。當進修的內容可以和進修者的需求結合，則進修的效果必能彰顯，並能激勵士氣，提振績效，促進教師個人及教學的正向發展。

二、國內辦理奈米科技種子師資在職進修的現況

奈米科技早已成為各國爭相較勁的科技領域，鑒於教育為科技與學術研究之根本，而科技與學術為一國國力之具體表徵，面臨知識經濟及全球化時代來臨之際，科技與學術之優質化嚴然成為一國最佳之國際競爭利器。一國之科技研究可利用金字塔結構來分析，基礎越深厚則越容易拔尖，我國身為亞太經濟板塊之重要成員，加諸我國產業正迅速由追隨者逐漸轉型為創新者，甚至是領導者之角色，面對產業典範之轉移現象，教育身為此一知識供應鍊之源頭，勢必面對了整體

目標之修正及牽引。

(一)奈米人才培育辦理情形

鑒於國民教育及科普教育為銜接高等教育及學術研究最重要之根基，以〝K-12〞及〝大學研究所〞兩大主軸平行推動。在〝K-12〞的規劃上，率先在民國 91 年於北區試行「奈米科技〝K-12〞人才培育計畫」，而大學研究所的部份則利用各區多所大學聯盟合作之方式，於北區、中北區、中南區、南區、東區形成區域性奈米科技人才培育五項子計畫，同時推動人才資源庫計畫及奈米科技數位學習平台進行奈米科技人才之搜集及資源庫之建立。

前瞻人才培育計畫由台灣大學、清華大學、中興大學、成功大學、東華大學成立五區前瞻人才培育區域聯盟中心，推動奈米科技跨領域學程、多元化人才培育課程、操作實作訓練、及數位多媒體教材製作等人才培育重點工作。同時間，策劃推動北區 K-12 教育發展試行計畫，邀集了七所召集學校將奈米知識轉化為深入淺出之科普常識，開發首批可以引起高、國中、國小學生興趣並適合吸收的奈米教案及教材，並於 92 年 3 月所舉辦之奈米教師研習營上發表，引起廣大的迴響及討論，鑒於北區 K-12 試行計畫深獲好評，並期望能有效將此一計畫之成功試行模式能於全國逐步擴展，教育部顧問室於 92 年 6 月召集清華大學、中興大學、成功大學、東華大學四位奈米相關專長領域並對科學教育深具經驗之教授擔任各區 K-12（中北區、中南區、南區、

東區）之計畫主持人，包含原奈米人才培育計畫轉型的北區奈米科技 K-12 人才培育計畫，於全國亦成立五個奈米科技 K-12 教育發展中心，利用此棋盤式之組織運作方式，企圖逐步向下延伸並向外擴展。民國 93 年 1 月原奈米人才培育計畫正式改設為奈米科技人才培育推動計畫辦公室，統籌、鼓舞各區之間聯盟及鍵結並建立完整之行政體系機制，目標以散佈更多奈米科技人才種籽，以期最終能風行草偃並達成全民科學素養教育提昇之效，並促使奈米科技專門教育得有源源不絕之後繼人才滿足社會經濟發展之需。以 2008 年 K-12 奈米人才培育計畫之成果如表 2-3 所示。

表 2-3 國內奈米科技〝K-12〞人才培育計畫實施相關統計

	前瞻教材講義	K-12 教案教材	種子教師	夥伴合作學校	培育活動	奈米學程	期刊論文
北區 K-12	0	103	135	34	24	0	0
中北區 K-12	0	61	169	9	64	0	0
中南區 K-12	0	47	63	24	102	0	0
南區 K-12	0	91	197	30	149	0	0
東區 K-12	0	51	141	28	35	0	0
北區前瞻	41	0	0	18	185	64	7
中北區前瞻	45	0	0	14	119	255	24
中南區前瞻	79	0	0	14	104	67	19
南區前瞻	101	0	0	18	207	51	272
東區前瞻	33	0	0	3	56	184	5
小計	299	353	705	192	1045	621	327

資料來源:北區奈米科技人才培育中心(2008)

針對奈米人才培育計畫中種子教師在職進修活動中部分發現，大多數的參與在職進修課程的教師以國小、國中教師為主，高中職師資

只有少部份高中教師為代表，目前奈米科技師資在職進修針對高中職教師為對象並無特別進修計畫或進修單位。

(二)高中職教師奈米科技專業研習辦理情形

行政院國家科學委員會科學教育發展處為將奈米科技知識自學術機構、學校、專業領域向下紮根普及於中等學校教育，使高中職教師可以有接觸尖端科技研究之經驗，近年來積極補助各大專院校奈米相關系所發展高中職教師研習活動，培育教師奈米科技知能，進而研發教學活動，融入學校課程教學中，因此規劃由奈米科技之教育、研究機構發展高中職教師專業研習活動，增進教師奈米科技知能。以 2008 年高中職教師辦理奈米科技專業研習場次計畫之成果如表 2-4 所示。

表 2-4 國內針對高中職教師辦理奈米科技專業研習場次

主辦單位	課程內容	辦理時間	辦理方式	課程對象人數
臺北市私立景文高中	奈米尺寸與奈米科技講座	2008/11/4	半日次	高中教師（20 名）。
國立蘭陽女中	奈米科技與應用	2008/10/14	一日次	高中職化學科教師、自然科領域教師（30 名）。
國立高雄師範大學	97 年度中學教師 奈米科技研習活動	2008/8/4 至 2008/8/5	二日次	高中職與國中之教師。(100 名)
臺市立和平高中	奈米科技、太陽能電池與化學	2007/10/23	一日次	高中職與國中之教師（30 名）。
國立東華大學	東區奈米科技教材教法分區研習	2008/3/19	一日次	公私立幼稚園及中小學教師（60 名）。
臺北市 市立大安高工	奈米科技、液晶顯示器製程研習	2007/12/21	半日次	高中職教師（20 名）。
南區奈米科技 K-12 教育發展中心	2007 澎湖奈米科技 K-12 教師研習營	2007/11/17	一日次	高中與國中、小之教師（60 名）。
南區奈米科技 K-12 教育發展中心	奈米科技 K-12 教師研習	2007/11/28-29	二日次	高中與國中、小之教師（30 名）。
東區奈米科技 K-12 教育發展中心	第五屆全國奈米科技 K-12 教師教學研討會	2007/11/9-10	二日次	高中與國中、小之教師（30 名）。
台北市立教育大學	奈米科技 K-12 教師研習	2007/9/26	一日次	高中職與國中、小之教師（18 名）。
國立東華大學	東區奈米科技教學教法分區研習	2007/5/17	半日次	高中職與國中、小之教師（50 名）。

資料來源:全國在職教師進修網(2008)。

由上述表中辦理方式發現，目前針對高中職教師進行奈米科技專業相關研習活動多半以短期制辦理，對於奈米科技專業部分想完整進修的教師並無法滿足需求，因此規劃利用暑期長時間進行的進修課程

需求便油然而生，進修計劃課程須能配合教師時間，採用一連串相關連續的課程內容，讓高中職教師有機會接受奈米科技知識，經由實驗、實作並參與相關研究。

第三節 奈米科技教育內涵

奈米科技早已成為各國爭相較勁的科技領域，鑒於教育為科技與學術研究之根本，而科技與學術為一國國力之具體表徵，面臨知識經濟及全球化時代來臨之際，科技與學術之優質化嚴然成為一國最佳之國際競爭利器(奈米人才培育網，2008)。一國之科技研究可利用金字塔結構來分析，基礎越深厚則越容易拔尖，我國身為亞太經濟板塊之重要成員，加諸我國產業正迅速由追隨者逐漸轉型為創新者，甚至是領導者之角色，面對產業典範之轉移現象，教育身為此一知識供應鍊之源頭，勢必面對了整體目標之修正及牽引。

一、奈米科技教育的發展

目前包含我國在內之各先進國家目前盡皆努力推動終身學習教育，其主要理念均包含〝出生到老 (From Cradle to Grave) 〞及〝跨領域整合〞兩個基本想法。教育部顧問室執行我國奈米國家型科技人才培育分項計畫其目標即在著重在從科普教育的素質培養及永續逐步推演到尖端研究人才之培育，其推動目標包含建構具跨領域、創造力、國際觀、智財權觀等之學習主體，藉由自小學、中學（ K-12 ）、大學、研究所、在職進修縱向之串聯以至終身學習（ life long learning ）

之最終目標，同時在橫向面連結，結合學界與產業界來形成一知識供應鏈，由於此一做法同時兼顧終身學習之縱深與橫切面，勢必需要長期之深耕及綿密之佈局，才能達到提昇國家競爭力之目的。

奈米科技人才訓練實行的具體目標：

(一)推動建立奈米科技教育之終身學習的願景及目的。

(二)藉由奈米科技教育之普及，奠基科學普及教育之基礎，建構具跨領域、創造力、國際觀、智財權觀等之學習主體。

(三)藉由奈米科技人才訓練，促進前瞻人才專門教育、 K-12 及一般大眾之科學素養教育之提昇。

(三)藉由全國實施奈米科技種子教師在職進修，縮小城鄉師資能力差距，減少資源分配不均之現象。

(五)建立全國奈米科技人才訓練推動計畫之行政支援體系，統籌協調資源之調度，避免資源重覆使用之浪費。

二、奈米科技師資訓練的重要性

近年來，奈米尺度與工程的快速成長，可望帶動眾多研究領域和產業的根本變革。許多科學領域和產業應用正在積極進行有關奈米科技長期基礎研究和短期研發。奈米科技發展速度之快、規模之大，使得研究人員必須了解不同實驗室、公司、產業和國家間所發表的奈米相關報告與專利。

奈米科技專利數量最多的前十名國家分別為美國、日本、法國、

英國、台灣、韓國、荷蘭、瑞士、義大利和澳洲。美國、法國、日本、英國、瑞士、荷蘭和義大利自一九七○年代開始發表奈米技術專利，到一九九○年代初期，韓國和台灣陸續跟進。最近五年成長最快的領域則是化學和製藥業，其次便是半導體元件。1976 年到 2002 年申請最多專利的前十四個國家資料，詳見表 2-5 及表 2-6。

從民國 80 年以來，奈米科技專利的成長率驚人。在美國奈米科技先導計畫 NNI 所公布的 22,608 項奈米科技專利中(2000 年一月至 2003 年四月)，有 79%屬於美國發明者，12.4%屬於日本，3%屬於法國，1.1%屬於英國，1%屬於台灣，韓國與荷蘭各占 0.9%，瑞士 0.7%，義大利和澳洲各占 0.5%。過去十年間的領先技術主題有大幅改變，2001 年至 2002 年間，最重要的主題是「核酸」、「製藥成份」、「雷射光束」、「半導體元件」和「光學系統」。

表 2-5 奈米科技專利權人國家（Assignee country）

排名	專利權人國家	專利數
1	United States(美國)	56828
2	Japan(日本)	7574
3	France(法國)	2087
4	United Kingdom(英國)	817
5	Switzerland(瑞士)	419
6	Taiwan(台灣)	382
7	Italy(義大利)	377
8	Republic of Korea(韓國)	368
9	Netherlands(荷蘭)	308
10	Australia(澳洲)	307
11	Sweden(瑞典)	264
12	Belgium(比利時)	193
13	Finland(芬蘭)	125
14	Denmark(丹麥)	104

資料來源：羅於陵、鄭凱安編譯，2003。

表 2-6　奈米科技專利權人國家的專利數目

年份	美國	日本	法國	英國	瑞士	台灣	義大利	韓國	荷蘭	澳洲
1977	670	21	19	0	6	0	6	0	0	5
1978	670	35	34	5	8	0	1	0	4	8
1979	516	27	20	3	9	0	4	0	2	2
1980	718	39	24	15	6	0	5	0	1	2
1981	806	53	20	13	8	0	12	0	4	5
1982	724	43	29	17	3	0	5	0	2	2
1983	874	57	41	10	7	0	7	0	2	5
1984	975	65	25	21	12	0	5	0	4	2
1985	1,005	64	56	16	2	0	7	0	4	4
1986	1,104	93	44	14	9	0	8	0	1	6
1987	1,376	112	51	24	5	0	14	0	4	4
1988	1,263	129	52	22	10	0	8	0	1	5
1989	1,647	172	59	30	13	0	13	0	5	6
1990	1,666	179	65	33	11	2	12	1	5	8

表 2-6　奈米科技專利權人國家的專利數目(續)

年份	美國	日本	法國	英國	瑞士	台灣	義大利	韓國	荷蘭	澳洲
1991	1,824	214	60	45	12	4	9	4	4	3
1992	2,072	280	68	24	16	6	10	2	5	13
1993	2,289	312	67	38	10	5	18	3	6	11
1994	2,049	373	73	29	9	2	12	7	4	16
1996	2,519	423	75	40	11	17	15	14	5	13
1997	3,623	513	146	56	15	16	26	18	8	19
1998	4,731	643	164	82	27	36	28	51	12	25
1999	4,883	694	182	84	37	60	28	56	18	22
2000	5,181	820	182	68	45	65	33	43	21	28
2001	6,254	923	256	74	63	80	38	76	114	25
2002	6,425	1,050	245	100	55	86	44	87	66	61

資料來源：羅於陵、鄭凱安編譯，2003。

根據上述資料顯示台灣在奈米科技專利部分比起高科技先進國家明顯不足，國內相關研究教育單位還有很大的進步空間，因此基礎奈米科技教育與科學普及教育更須向下扎根，教育為十年樹木、百年樹人工作並非一蹴可及，教育能有豐富成果必須由根做起，基層種子教師在職進修工作更顯重要，奈米科技教育實施需有奈米科技相關專業教師經過有系統實施方能養成。

第三章 研究設計與實施

本研究旨在建構我國高職高中職奈米科技種子教師在職進修課程之內涵。研究者首先參考課程設計理論基礎和奈米科技等相關文獻，作為發展調查問卷初稿的依據，接著召開專家會議，審視調查問卷初稿，以提高本調查研究之內容效度，最後始發展出正式德懷術調查問卷。本章共分為三節：第一節為研究架構；第二節為德懷術調查研究設計與實施；第三節為資料處理與分析。

第一節 研究架構

本研究透過「文獻探討」和「專家會議」，依據「奈米科技」內涵，發展調查問卷，研究方法使用「德懷術」，依「教學目標」、「課程規劃」及「課程教材內涵」等三項課程發展向度建構高中職奈米科技種子教師在職進修課程綱要，本研究之研究架構如圖 3-1 所示。

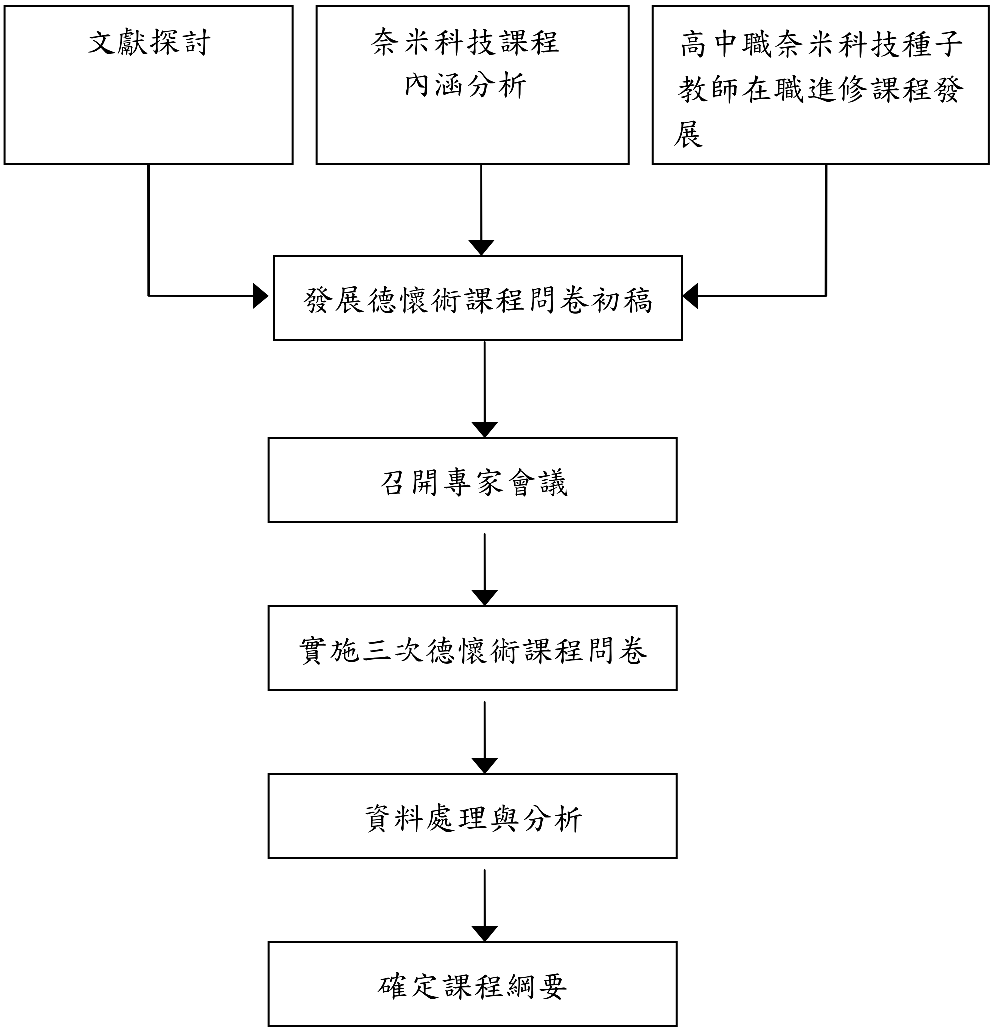

圖 3-1 研究架構圖

第二節 德懷術調查研究設計與實施

一、德懷術問卷之設計與編製

由於我國缺乏有關高中職奈米科技種子教師在職進修課程教材內涵之研究，也沒有實施之經驗，而國外的研究，由於文化背景及社會環境之差異，也未必能適用於國內。故本研究德懷術問卷是依據課程設計理論和奈米科技教育等文獻，及 1995 年至 2008 年間有關奈米科技人才培育的研究和期刊雜誌、網路訊息等相關文獻，自編我國高中

職奈米科技種子教師在職進修課程內涵研究問卷，問卷初稿內容共有九個教學單元主題，如表 3-1 所示，三十個教學細項，如表 3-2 所示。本研究召開專家會議，就研究者所發展的調查問卷初稿予以審視，以提高本調查研究之內容效度，最後始發展出本研究正式德懷術調查問卷。

表 3-1 問卷初稿教學單元主題

編號	單元主題
1	電化學拋光製作
2	氧化鋁奈米模板製作
3	氧化鋁奈米薄膜製作
4	pH 儀與比重儀檢測機台操作
5	氧化鈦奈米模板製作
6	電致變色技術之製作
7	掃瞄式電子顯微鏡操作
8	二氧化鈦自我清潔實驗
9	微奈米教材編製與教法

表 3-2 問卷初稿教學單元細項

編號	單元細項	編號	單元細項
1	奈米科技導論	16	太陽能光電與和成公司參訪
2	奈米材料與結構	17	奈米組裝與操控
3	南亞科技及 NDL 參訪	18	物理氣相沉積製備奈米材料
4	奈米科技應用與發展	19	化學氣相沉積製備奈米材料
5	奈米材料與結構	20	太陽能光電與和成公司參訪
6	奈米製造與量測技術	21	掃瞄式電子顯微鏡操作
7	中研院及北區奈米中心參訪	22	原子力顯微鏡技術
8	奈米科技應用與發展	23	奈米場發射顯示技術
9	奈米科技產業化	24	中研院及北區奈米中心參訪
10	奈米元件製作與應用	25	奈米材料化學特性與製作
11	奈米製造與量測技術	26	微奈米機電系統產品與應用
12	奈米場發射顯示技術	27	奈米材料在太陽能電池應用與發展

表3-2問卷初稿教學單元細項(續)

13	工研院奈米中心參訪	28	太陽能光電與和成公司參訪
14	奈米光觸媒的認識	29	高中職奈米科技課程教材與多媒體編製
15	奈米材料化學特性與製作	30	高中職奈米科技課程教學活動規劃

二、德懷術小組委員

德懷術是尋求群體共識而無須面對面溝通的過程,利用多次的問卷調查方式,以獲得所有專家學者對問題的共同意見,可以將分散各地的所有專家學者,經由結構化的溝通程序,統合其意見,表達出整體的意見。本研究專家主要是界定研究和評估研習課程教學內涵,在選擇參與德懷術專家時,除了考量專家的專業知識外,成員對於研究的支持與熱忱也是十分重要的。參與本研究的「德懷術委員」至少具備下列一種資歷:

(一)本身為從事奈米科技相關教育或訓練之專業人士。

(二)對奈米科技與相關產品研發具有專業的人士。

(三)對奈米科技有深入研究且有興趣的專家或行政主管。

(四)本身為研習培育課程規劃專家。

本研究德懷術小組委員涵蓋大學奈米科技課程相關教授、奈米科技產業界專家、奈米科技研究單位專家等三大研究相關領域,專家背景簡單分類如表3-3 所示,所有德懷術委員詳細名單如附錄一。

表 3-3 德懷術小組背景分析表

項目	類別		
	大專院校奈米科技相關系所教授	奈米科技產業界代表	奈米科技發展研發單位
人數	7	1	2
合計	10		

三、召開專家會議實施過程與結果

本研究召開專家會議會議議程(如附錄二)其主要目的在審視「德懷術調查問卷初稿」(如附錄三)，並彙整專家對於發展高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵的具體意見及實施方式。本研究專家會議實施過程與結果如下：

（一）實施過程

本研究召開專家會議，地點為國立台灣師範大學科技學院二樓研討室。專家會議之目的為審視調查問卷初稿，提高本調查研究之內容效度，最後發展出正式德懷術調查問卷。本研究邀請二十位專家參加問卷審查專家會議，如表3-4所示。

表 3-4 專家會議出席名單表

編號	姓名	職稱	服務單位
1	沈弘俊	教授	台灣大學
2	朝春光	教授	交通大學
3	徐開鴻	教授	台北科技大學
4	陳貞光	教授	台北科技大學
5	丁錕	院長	龍華科技大學
6	蔡定侃	教授	虎尾科技大學
7	孫志麟	教授	台北教育大學
8	陳天寶	校長	南港高工
9	陳偉泓	校長	麗山高中
10	黃文振	校長	內湖高工
11	陳清誥	校長	大安高工
12	楊萬和	校長	木柵高工
13	黃郁宜	校長	中山女高
14	張添洲	校長	海山高工
15	許振輝	校長	松山工農
16	陳仁君	經理	南亞科技
17	羅聖全	研究員	工研院
18	李秉彰	研究員	工研院
19	陳建仲	研究員	交通大學
20	林琴珠	林琴珠	教育部中部辦公室

（二）實施結果討論重點

1.國內目前高中職奈米科技種子教師在職進修相關研究很少，是值得研究議題，先將奈米科技趨勢確定，再找出和課程內容相關的範疇。

2.因為參與研習教師都沒有學習過相關課程，預計參加研習學員部分可以不需要問卷調查。

3.問卷共有2個層面， 9個項目主題，30個子項目單元主題，建議以一個暑假四週實施。

4.課程問卷專家應涵蓋奈米科技產業界及教育學校機關代表。

5.因為高中職沒有實施「奈米科技」課程之經驗，全國問卷調查不適合課程研究，建議使用德懷術或焦點團體法(focus group)等研究法建構該課程比較適當。

6.課程目標、教材單元應包含認知、情意和技能三方面。

7.教學內容應是教師可教、研習學員可做的為範圍。

8.應考慮生命週期，從製造到末端使用有關的奈米科技實施問題皆應列入。

9.配合國家科技發展政策的實施，如奈米科技人才培育等。

10.文獻來源為：現有大學教科書、產業界產品製程、教育課程規劃單位及國外做法等。

11.減少類項，降低填答者的厭倦。

12.填答時須注意「填答說明」之說明，給予填答者詳細的了解。

四、調查問卷架構與內容

本問卷內容的結構依據「奈米科技課程發展」內涵，分為填表說明、課程規劃與教學單元主題等三個部分。

（一）填表說明

問卷是調查研究用以蒐集資料的工具，問卷內容的設計，直接影響研究成果。為使德懷術小組成員對本研究問卷充分了解內容意涵，本研究在問卷的卷頭處，誠懇說明問卷如何填答，請德懷術小組成員

按照同意程度填答，同時表示感謝填答之意。

（二）基本資料

本研究基本資料有四個變項：

1.任職機構：分為大專院校、高職、政府或企業單位和學術研究單位。

2.最高學歷：分為博士、碩士、大學和專科四等級。

3.研究專長：分為奈米科技學術專家、奈米科技產業界專家、教育課程規劃專家。

4.研究著作：分為奈米科技專業著作、奈米科技專利。

（三）課程目標

依「知識」、「技能」及「情意」三方面規劃教學目標，其填答項為「非常適切」、「適切」、「無意見」、「需修改」、「需刪除」，由填答者對各項「課程內涵評項」之同意程度的看法，從「非常適切」到「需刪除」中五個選項選擇一個與自己看法的答案。

（四）課程的分類

本項重點包括：1.科目名稱確定、2.建議實施方式、3.課程安排是否需要有修訂。其填答方式與「課程內涵」相同，不再贅述。

（五）教學單元主題

本研究編製我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程問卷，第一回合教學單元共有九大項目共30題，如表3-5 所示

表3-5 第一回合問卷內容結構表

指標構面	項目	題數
教學單元主題	電化學拋光製作	3
	氧化鋁奈米模板製作	4
	氧化鋁奈米薄膜製作	3
	pH 儀與比重儀檢測機台操作	3
	氧化鈦奈米模板製作	3
	電致變色技術之製作	4
	掃瞄式電子顯微鏡操作	4
	二氧化鈦自我清潔實驗	4
	微奈米教材編製與教法	2

五、德懷術調查問卷的實施

本研究邀請二十位專家參加問卷審查專家會議，德懷術問卷調查以十位不同領域奈米相關專家，如表3-6所示。調查問卷實施三回合，實施方式採電子郵件、傳真及信函三種方式辦理。研究者於民國98年3月5日發出第一回合問卷，至民國98年4月第三次問卷回收完畢。專家們對本研究認同感相當高，願意全程配合調查問卷之實施，對於本研究之信度和效度具有強化效果。

綜合上述，本研究之高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵建構，透過多位學者專家，經過多次反覆的德懷術調查問卷、回饋修正、結果分析與討論確認，最後完成建構未來高中職奈米科技種子教師在職進修課程之教學綱要內涵。

表 3-6 德懷術問卷專家名單表

編號	姓名	職稱	服務單位
1	沈弘俊	教授	台灣大學
2	朝春光	教授	交通大學
3	徐開鴻	副教授	台北科技大學
4	陳貞光	助理教授	台北科技大學
5	丁鯤	工程學院院長	龍華科技大學
6	蔡定侃	副教授	虎尾科技大學
7	陳建仲	助理教授	聯合大學
8	羅聖全	研究員	工研院
9	李秉彰	研究員	工研院
10	陳仁君	經理	南亞科技

三次問卷實施進度如表3-7所示。全部三回合的實施過程說明如下：

表3-7 德懷術問卷實施進度表

回合編號	寄發日期	回收日期	發出份數	回收份數	回收率
第一回合	98年3月 5日	98年3月15日	10	10	100%
第二回合	98年3月20日	98年3月30日	10	10	100%
第三回合	98年4月 5日	98年4月15日	10	10	100%

（一）第一回合問卷調查（如附錄二）

第一回合問卷於民國98年3月5日發出，共計10份，回收日期為3月15日，回收10份，回收率100%；本回合問卷計有三大部分，分別為：「填答說明」、「基本資料」及「課程教材內涵」。問卷回收完畢後，即著手統計各結構項次的次數分配、平均數、標準差及眾數等描述性統計量，同時進行開放式意見的彙整及編製第二次調查問卷。

（二）第二回合問卷調查（如附錄三）

第二回合問卷於民國98年3月20日發出，共計10份，原預計3月30日前回收，經電話催促，實際回收日期為3月31日，回收10份，回收率100%；第二回合問卷係研究者將第一回合的描述性統計結果加註於問卷結構性答案欄後面，作為德懷術委員第二回合填答參考，第一回合教學單元主題共有九項，30個教學細項，經由第一回合德懷術研究法的問卷分析後，如果第二次填答結果還是差異很大，則請填答者敘述理由。第二回合回收後，即刻進行統計各結構項次的次數分配、平均數、標準差、眾數等描述性統計量，同時進行開放式意見的彙整及編製第三次調查問卷。

（三）第三回合問卷調查（如附錄四）

第三回合問卷於民國98年4月5日發出，共計10份，回收日期為4月15日，回收10份，回收率100%；第三回合問卷係本研究者最後一回合問卷，實施方式和前二回合大同小異，焦點在本回合意見須能夠收斂，問卷回收後，即進行統計各結構項次的次數分配、平均數、標準差、眾數等描述性統計量。

綜合上述，本研究之高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵建構，係透過多位學者專家，經過多次反覆的德懷術調查問卷、回饋修正、結果分析與討論確認，以期建構未來我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程之教學綱要內涵。

第三節 資料處理與分析

德懷術問卷採結構式與開放式問題同時並用的方式，分析方法著重質與量的分析，有關開放式書面意見，使用質的分析法，即內容分析法，德懷術小組回饋的意見，經與指導教授共同討論後，將相同或類似的意見歸併，不同的意見予以分析其內涵，對於德懷術三次問卷調查中，各填答者所提列不同於其他填答者意見陳述，進行內容分析，所得結果作為下一回合問卷之依據。有關結構式問卷部分，則將獲得的德懷術小組成員填答問卷結果等實證資料，以SPSS for Windows 17統計軟體分析，所採用的統計方法扼要說明如下:

一、眾數(mode)

在德懷術調查中，計算各回合德懷術小組成員回饋資料次數最多的選項，了解專家樣本反應的集中情形，作為項目取捨的參考。

二、平均數(mean)與標準差(standard deviation)

計算各回合德懷術調查問卷中課程層面、課程規劃單元主題各分項的集中量數和離散程度，便於進一步比較。

三、次數分配

計算德懷術小組成員基本資料及高中職奈米科技種子教師在職進修課程綱要的課程層面、課程規劃單元主題各分項的分佈情形。

第四章 研究結果與討論

本研究採用德懷術問卷調查為主要研究法，利用三次反覆的德懷術問卷調查結果進行分析與討論。德懷術是以一研究主題，對於受訪對象(參與研究之學者、專家)進行反覆多次的調查，並將每次調查的結果與其變動情形告知參與研究的學者、專家，並觀察其意見之收斂情形，藉之獲得解決問題之途徑。也就是利用一系列問卷調查的方式來獲得專家們對於研究問題的共同看法。此方法一方面具有團體腦力激盪法的效果，另一方面更兼具了問卷調查的隱密性(謝文全，1989)。

本章共分為五節，第一節為德懷術小組成員背景分析；第二節為第一回合調查結果之分析與討論；第三節為第二回合調查結果之分析與討論；第四節為第三回合調查結果之分析與討論；第五節為綜合分析與討論。

第一節 德懷術小組成員背景分析

本節首先分析德懷術小組成員背景，本研究德懷術調查問卷的基本資料，分為「任職機構」、「最高學歷」和「服務年資」等三部分。本研究德懷術的實施從98年3月寄出第一回合問卷，至98年4月15日完成第三回合調查問卷之回收。德懷術小組成員共有10位，背景分析及基本資料統計如表3-3和4-1所示。

表4-1 德懷術小組成員基本資料統計表

分 類 項 目	類 別	人 數	百 分 比
任職機構	大專院校奈米科技相關系所教授	7	70%
	奈米科技發展研發單位	2	20%
	奈米科技產業界代表	1	10%
最高學歷	博士	10	100%
	碩士	0	0%
	大學	0	0%
服務年資	5年以下	2	20%
	6-15 年	6	60%
	15年以上	2	20%
樣本合計		10	100%

第二節 第一回合結果之分析與討論

本節將高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵問卷分為課程分為兩大主題第一大主題分析與討論，第二主題為各類相關課程內容分析與討論。德懷術委員問卷填答結果分析在同意程度上的統計數量，以5代表「非常適切」；4代表「適切」；3代表「無意見」；2代表「需修改」；1代表「需刪除」調查問卷以五點式量表呈現。本回合之統計方法採用次數分配、平均數、標準差及眾數。平均數（M）屬於集中量數，代表德懷術委員成員意見的集中趨勢；標準差（SD）則是表示一組數據離散程度的指標，值愈大代表離散程度愈大；值愈小代表該數據比較集中。

第一回合高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵問卷(如附錄四)，第一回合開放性的填答結果，在需修改題意共有16題，需刪除題目共有1題，足見德懷術委員對本研究之關心程度。本回合問卷調查結果分析和討論如下：

一、對課程分類規畫的分析與討論

本題項在課程分類共有九題，分別為：

(一) 電化學拋光製作。

(二) 氧化鋁奈米模板製作。

(三) 氧化鋁奈米薄膜製作。

(四) pH儀與比重儀檢測機台操作。

(五) 氧化鈦奈米模板製作。

(六) 電致變色技術之製作。

(七) 掃瞄式電子顯微鏡操作。

(八) 二氧化鈦自我清潔實驗。

(九) 微奈米教材編製與教法。

1.就課程分類規畫分析

（1）對「電化學拋光製作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「無意見」者有1位。

（2）對「氧化鋁奈米模板製作」的意見，填答「非常適切」者有10位。

（3）對「氧化鋁奈米薄膜製作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「無意見」者有1位。

（4）對「pH儀與比重儀檢測機台操作」的意見，填答「非常適切」和「無意見」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為1.08。

（5）對「氧化鈦奈米模板製作」的意見填答「非常適切」者有8位，填答「需修改」者有2位，其標準差為1.26。

（6）對「電致變色技術之製作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

（7）對「掃瞄式電子顯微鏡操作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

（8）對「二氧化鈦自我清潔實驗」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

（9）對「微奈米教材編製與教法」的意見，填答「非常適切」者有10位。

根據表4-2的統計結果，本研究所列我國「高中職奈米科技種子教師在職進修課程」的九項分類課程，其平均數值介於4.40-5.00間，總平均值更高達4.73，九項分類課程項目中「2.氧化鋁奈米模板製作」和「9.微奈米教材編製與教法」10位德懷術委員的意見完全一致。其中「1. 電化學拋光製作」、「3. 氧化鋁奈米薄膜製作」、「4. pH儀與比重儀檢測機台操作」、「5. 氧化鈦奈米模板製作」、「6. 電致變色技術之製

作」、「7. 掃瞄式電子顯微鏡操作」、「8. 二氧化鈦自我清潔實驗」，德懷術少數委員認為課程分類安排有不同之意見，需將整體統計量數計入下一回合問卷中直到所有委員意見一致為止。

表4-2 第一回合課程分類統計分析表

項目	次數分配					統計數		
	非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除	平均數	眾數	標準差
課程分類								
項目 1.電化學拋光製作	9		1			4.80	5	.63
項目 2.氧化鋁奈米模板製作	10					5.00	5	.00
項目 3.氧化鋁奈米薄膜製作	9		1			4.80	5	.63
項目 4.pH 儀與比重儀檢測機台操作	8		1	1		4.50	5	.08
項目 5.氧化鈦奈米模板製作	8			2		4.40	5	.26
項目 6.電致變色技術之製作	9			1		4.70	5	.94
項目 7.掃瞄式電子顯微鏡操作	9			1		4.70	5	.94
項目 8.二氧化鈦自我清潔實驗	9			1		4.70	5	.94
項目 9.微奈米教材編製與教法	10					5.00	5	.00

2.對「課程分類」課程教材內涵開放性意見

(1) 建議刪除項目 4，更正為奈米場發射顯示技術與檢測機台操作。

(2) 原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列) 。

(3) 與項目2使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目。

(4) 建議刪除項目6，更正為電致變色技術原理與應用。

(5) 建議8項目刪除，更正為二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用。

二、對各類課程內容規畫的分析與討論

本題項在各類課程內容共有三十題，分別為：

1.子項目 1-1 奈米科技導論
2.子項目 1-2 奈米材料與結構
3.子項目 1-3 南亞科技及 NDL 參訪
4.子項目 2-1 奈米科技應用與發展
5.子項目 2-2 奈米材料與結構
6.子項目 2-3 奈米製造與量測技術
7.子項目 2-4 中研院及北區奈米中心參訪
8.子項目 3-1 奈米科技應用與發展
9.子項目 3-2 奈米科技產業化
10.子項目 3-3 奈米元件製作與應用
11.子項目 4-1 奈米製造與量測技術
12.子項目 4-2 奈米場發射顯示技術
13.子項目 4-3 工研院奈米中心參訪
14.子項目 5-1 奈米光觸媒的認識
15.子項目 5-2 奈米材料化學特性與製作
16.子項目 5-3 太陽能光電與和成公司參訪
17.子項目 6-1 奈米組裝與操控
18.子項目 6-2 物理氣相沉積製備奈米材料
19.子項目 6-3 化學氣相沉積製備奈米材料
20.子項目 6-4 太陽能光電與和成公司參訪
21.子項目 7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作
22.子項目 7-2 原子力顯微鏡技術
23.子項目 7-3 奈米場發射顯示技術
24.子項目 7-4 中研院及北區奈米中心參訪
25.子項目 8-1 奈米材料化學特性與製作
26.子項目 8-2 微奈米機電系統產品與應用
27.子項目 8-3 奈米材料在太陽能電池應用與發展
28.子項目 8-4 太陽能光電與和成公司參訪
29.子項目 9-1 高中職奈米科技課程教材與多媒體編製
30.子項目 9-2 高中職奈米科技課程教學活動規劃

(一)就各類課程內容分析

1.對「子項目1-1 奈米科技導論」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

2.對「子項目1-2奈米材料與結構」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位。

3.對「子項目1-3 南亞科技及NDL參訪」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位。

4.對「子項目2-1 奈米科技應用與發展」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

5.對「子項目2-2 奈米材料與結構」的意見，填答「非常適切」者有10位。

6.對「子項目2-3 奈米製造與量測技術」的意見，填答「非常適切」者有10位。

7.對「子項目2-4 中研院及北區奈米中心參訪」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「無意見」者有1位。

8.對「子項目3-1 奈米科技應用與發展」的意見填答「非常適切」者有8位，填答「需修改」者有2位，其標準差為1.26。

9.對「子項目3-2 奈米科技產業化」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

10.對「子項目3-3 奈米元件製作與應用」的意見，填答「非常適切」者有10位。

11.對「子項目4-1 奈米製造與量測技術」的意見，填答「非常適切」者有10位。

12.對「子項目4-2 奈米場發射顯示技術」的意見，填答「非常適切」者有10位。

13.對「子項目4-3 工研院奈米中心參訪」的意見，填答「非常適切」者有10位。

14.對「子項目5-1 奈米光觸媒的認識」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

15.對「子項目5-2 奈米材料化學特性與製作」的意見，填答「非常適切」者有10位。

16.對「子項目5-3 太陽能光電與和成公司參訪」的意見，填答「非常適切」者有10位。

17.對「子項目6-1 奈米組裝與操控」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

18.對「子項目6-2 物理氣相沉積製備奈米材料」的意見，填答「非常適切」者有10位。

19.對「子項目6-3 化學氣相沉積製備奈米材料」的意見，填答「非常適切」者有10位。

20.對「子項目6-4 太陽能光電與和成公司參訪」的意見，填答「非常適切」者有10位。

21.對「子項目7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

22.對「子項目7-2 原子力顯微鏡技術」的意見，填答「非常適切」者有10位。

23.對「子項目7-3 奈米場發射顯示技術」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

24.對「子項目 7-4 中研院及北區奈米中心參訪」的意見，填答「非常適切」者有 9 位，填答「無意見」者有 1 位。

25.對「子項目8-1 奈米材料化學特性與製作」的意見，填答「非常適切」者有10位。

26.對「子項目8-2 微奈米機電系統產品與應用」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需刪除」者有1位，其標準差為1.26。

27.對「子項目8−3 奈米材料在太陽能電池應用與發展」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

28.對「子項目8-4 太陽能光電與和成公司參訪」的意見，填答「非常適切」者有10位。

29.對「子項目9-1 高中職奈米科技課程教材與多媒體編製」的意見，填答「非常適切」者有10位。

30.對「子項目9-2 高中職奈米科技課程教學活動規劃」的意見，填答「非常適切」者有10位。

根據表 4-3 的統計結果，本研究所列我國高中職奈米科技種子教師在職進修各類課程內容的三十項課程，其平均數值介於 4.40-5.00 間，總平均值更高達 4.85，三十項課程內容項目中，顯示「子項目 2-2 奈米材料與結構」、「子項目 2-3 奈米製造與量測技術」、「子項目 3-3 奈米元件製作與應用」、「子項目 4-1 奈米製造與量測技術」、「子項目 4-2 奈米場發射顯示技術」、「子項目 4-3 工研院奈米中心參訪」、「子項目 5-2 奈米材料化學特性與製作」、「子項目 5-3 太陽能光電與和成公司參訪」、「子項目 6-2 物理氣相沉積製備奈米材料」、「子項目 6-3 化學氣相沉積製備奈米材料」、「子項目 6-4 太陽能光電與和成公司參訪」、「子項目 7-2 原子力顯微鏡技術」、「子項目 8-1 奈米材料化學特性與製作」、「子項目 8-4 太陽能光電與和成公司參訪」、「子項目 9-1 高中職奈米科技課程教材與多媒體編製」、「子項目 9-2 高中職奈米科技課程教學活動規劃」等十六項課程項目 10 位德懷術委員的意見趨向一致，故下一回合問卷中除有特殊意見外不再填答。其它「子項目 1-1 奈米科技導論」、「子項目 1-2 奈米材料與結構」、「子項目 1-3 南亞科技及 NDL 參訪」、「子項目 2-1 奈

米科技應用與發展」、「子項目 2-4 中研院及北區奈米中心參訪」、「子項目 3-1 奈米科技應用與發展」、「子項目 3-2 奈米科技產業化」、「子項目 5-1 奈米光觸媒的認識」、「子項目 6-1 奈米組裝與操控」、「子項目 7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作」、「子項目 7-3 奈米場發射顯示技術」、「子項目 7-4 中研院及北區奈米中心參訪」、「子項目 8-2 微奈米機電系統產品與應用」、「子項目 8-3 奈米材料在太陽能電池應用與發展」等十四項項目中，有少數德懷術委員認為課程內容安排有不同之意見，需將整體統計量數計入下一回合問卷中直到所有委員意見一致為止。

表4-3 第一回合各類課程內容統計分析表

項目	次數分配					統計數		
	非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除	平均數	眾數	標準差
課程內容分類								
子項目 1-1 奈米科技導論	9			1		4.70	5	.94
子項目 1-2 奈米材料與結構	9			1		4.70	5	.94
子項目 1-3 南亞科技及 NDL 參訪	9			1		4.70	5	.94
子項目 2-1 奈米科技應用與發展	9			1		4.70	5	.94
子項目 2-2 奈米材料與結構	10					5.00	5	.00
子項目 2-3 奈米製造與量測技術	10					5.00	5	.00
子項目 2-4 中研院及北區奈米中心參訪	9		1			4.80	5	.63
子項目 3-1 奈米科技應用與發展	8			2		4.40	5	1.26
子項目 3-2 奈米科技產業化	9			1		4.70	5	.94
子項目 3-3 奈米元件製作與應用	10					5.00	5	.00
子項目 4-1 奈米製造與量測技術	10					5.00	5	.00
子項目 4-2 奈米場發射顯示技術	10					5.00	5	.00
子項目 4-3 工研院奈米中心參訪	10					5.00	5	.00
子項目 5-1 奈米光觸媒的認識	9			1		4.70	5	.94
子項目 5-2 奈米材料化學特性與製作	10					5.00	5	.00
子項目 5-3 太陽能光電與和成公司參訪	10					5.00	5	.00
子項目 6-1 奈米組裝與操控	9			1		4.70	5	.94
子項目 6-2 物理氣相沉積製備奈米材料	10					5.00	5	.00
子項目 6-3 化學氣相沉積製備奈米材料	10					5.00	5	.00
子項目 6-4 太陽能光電與和成公司參訪	10					5.00	5	.00
子項目 7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作	9			1		4.70	5	.94
子項目 7-2 原子力顯微鏡技術	10					5.00	5	.00
子項目 7-3 奈米場發射顯示技術	9			1		4.70	5	.94
子項目 7-4 中研院及北區奈米中心參訪	9		1			4.80	5	.63
子項目 8-1 奈米材料化學特性與製作	10					5.00	5	.00
子項目 8-2 微奈米機電系統產品與應用	9				1	4.60	5	1.26

表4-3 第一回合各類課程內容統計分析表(續)

子項目 8-3 奈米材料在太陽能電池應用與發展	**9**			**1**		**4.70**	**5**	**.94**
子項目 8-4 太陽能光電與和成公司參訪	**10**					**5.00**	**5**	**.00**
子項目 9-1 高中職奈米科技課程教材與多媒體編製	**10**					**5.00**	**5**	**.00**
子項目 9-2 高中職奈米科技課程教學活動規劃	**10**					**5.00**	**5**	**.00**

(二)對「各類課程內容」開放性意見

1. 建議子項目1-2併入1-1(增列)電化學拋光導論。
2. 建議子項目3-1更正為奈米科技應用與發展產業化。
3. 建議刪除子項目3-2(增列)奈米薄膜製作技術。
4. 建議增列奈米材料電子場發射技術。
5. 建議增列子項目8-3更正為TiO_2奈米材料在太陽能電池應用與發展。

第三節 第二回合結果之分析與討論

第二回合課程內涵問卷(如附錄五) 所示分為兩大主題第一大主題以課程分類分析與討論，第二主題為各類相關課程內容分析與討論，調查問卷以五點式量表呈現。

第二回合德懷術調查工具中加註第一回合原始各類項目的全體次數分配百分比，在問卷填答上研究者將全部同意之項目標註，請委員們除有特別意見外一律不必重新填答，只針對意見相異之項目做表達，

據此作為類項之取捨，使專家意見逐漸收斂，同時作為第三回合問卷調查之依據。

第二回合參加人員共有 10 位，統計結果如表 4-4，經第一次專家 Delphi 調查，有專家學者建議再增列 1 個項目，6 個子項目。

本回合問卷調查結果分析和討論如下：

一、對課程分類規畫的分析與討論

本題項在課程分類共有14題，其中，項目2氧化鋁奈米模板製作與項目9微奈米教材編製與教法等兩項，因委員意見一致同意，項目確定，故此回合不再分析與討論，針對第二回合問卷關於課程分類其餘十二項分別為：

(一)項目1 電化學拋光製作。

(二)項目3 氧化鋁奈米薄膜製作。

(三)項目4 pH儀與比重儀檢測機台操作。

(四)項目4-1 建議刪除項目 4，更正為奈米場發射顯示技術與檢測機台操作。

(五)項目5 氧化鈦奈米模板製作。

(六)項目 5-1 原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列)。

(七)項目 5-2 與項目 2 使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目。

(八)項目6 電致變色技術之製作。

(九)項目6-1 建議刪除項目 6，更正為電致變色技術原理與應用。

(十)項目7 掃瞄式電子顯微鏡操作。

(十一)項目8 二氧化鈦自我清潔實驗。

(十二)項目8-1 建議項目8刪除，更正為二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用。

1. 就課程分類規畫分析

（1）對「電化學拋光製作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「無意見」者有1位。

（2）對「氧化鋁奈米薄膜製作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為.94。

（3）對「pH儀與比重儀檢測機台操作」的意見，填答「需刪除」有10位。

（4）對「建議刪除項目 4，更正為奈米場發射顯示技術與檢測機台操作」的意見，填答「非常適切」者有10位。

（5）對「氧化鈦奈米模板製作」的意見，填答「非常適切」者有6位，填答「需修改」者有2位，填答「需刪除」有2位，其標準差為1.83。

（6）對「項目 5-1 原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列)」的意見，填答「非常適切」者有 5 位，填答「需刪除」者有 5 位，其標準差為 2.10。

（7）對「項目 5-2 與項目 2 使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目」的意見，填答「非常適切」者有 6 位，填答「需修改」者有 1 位，填答「需刪除」有 3 位，其標準差為 1.95。

（8）對「電致變色技術之製作」的意見，填答「非常適切」者有 2 位，填答「需修改」者有 2 位，填答「需刪除」有 6 位，其標準差為 1.63。

（9）對「建議刪除項目 6，更正為電致變色技術原理與應用」的意見，填答「非常適切」者有 9 位，填答「需刪除」者有 1 位，其標準差為 1.26。

（10）對「掃瞄式電子顯微鏡操作」的意見，填答「非常適切」者有 6 位，填答「需修改」者有 4 位，其標準差為 1.54。

（11）對「二氧化鈦自我清潔實驗」的意見，填答「需刪除」者有10位。

（12）對「建議8項目刪除，更正為二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用」的意見，填答「非常適切」者有10位。

表4-4 第二回合問卷課程分類統計分析表

項目	次數分配					統計數		
	非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除	平均數	眾數	標準差
課程分類								
項目 1 電化學拋光製作	9		1			4.8	5	.62
項目 3 氧化鋁奈米薄膜製作	9			1		4.7	5	.94
項目 4 pH 儀與比重儀檢測機台操作					10	1	1	.00
項目 4-1 建議刪除項目 4，更正為奈米場發射顯示技術與檢測機台操作	10					5.0	5	.00
項目 5 氧化鈦奈米模板製作	6			2	2	3.6	5	1.83
項目 5-1 原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列)	5				5	3.0	1	2.10
項目 5-2 與項目 2 使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目	6			1	3	3.5	5	1.95
項目 6 電致變色技術之製作	2			2	6	2.0	1	1.63
項目 6-1 建議刪除項目 6，更正為電致變色技術原理與應用	9				1	4.6	5	1.26
項目 7 掃瞄式電子顯微鏡操作	6			4		3.8	5	1.54
項目 8 二氧化鈦自我清潔實驗					10	1.0	1	.00
項目 8-1 建議 8 項目刪除，更正為二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用	10					5.0	5	.00

2.對「課程分類」課程教材內涵開放性意見

(1)主題與細部內容無法吻合所以選擇項目4-1課程。

(2) 課程內容包含理論與實務所以選擇項目6-1課程。

(3)因該子項目包含SEM與AFM故主題修改成掃瞄式顯微鏡較為廣泛。

(4) 建議項目7掃瞄式電子顯微鏡操作更改為場發射掃瞄式電子顯微鏡操作，因為傳統掃瞄式電子顯微鏡觀察奈米尺度微觀影像並不適用。

(5) 選擇項目8-1課程較為廣泛。

二、對各類課程內容規畫的分析與討論

第二回合問卷題項在各類課程內容共有十九題，分別為：

1.子項目 1-1	奈米科技導論
2.子項目 1-2	奈米材料與結構
3.子項目 1-3	南亞科技及 NDL 參訪
4.子項目 1-4	建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論
5.子項目 2-1	奈米科技應用與發展
6.子項目 2-4	中研院及北區奈米中心參訪
7.子項目 3-1	奈米科技應用與發展
8.子項目 3-2	奈米科技產業化
9.子項目 3-4	建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化
10.子項目 3-5	建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術
11.子項目 5-1	奈米光觸媒的認識
12.子項目 6-1	奈米組裝與操控
13.子項目 7-1	掃瞄式電子顯微鏡操作
14.子項目 7-3	奈米場發射顯示技術
15.子項目 7-4	中研院及北區奈米中心參訪
16.子項目 7-5	奈米材料電子場發射技術
17.子項目 8-2	微奈米機電系統產品與應用
18.子項目 8-3	奈米材料化學特性與製作
19.子項目 8-5	建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)

(一)第二回合問卷就各類課程內容分析

1.對「子項目1-1 奈米科技導論」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

2.對「子項目1-2奈米材料與結構」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

3.對「子項目1-3 南亞科技及NDL參訪」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「非常適切」者有10位。

4.對「子項目 1-4 建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論」的意見，填答「非常適切」者有 8 位，填答「無意見」者有 1 位，填答「需修改」者有 1 位，其標準差為 1.08。

5.對「子項目2-1奈米科技應用與發展」的意見，填答「非常適切」者有10位。

6.對「子項目2-4 中研院及北區奈米中心參訪」的意見，填答「非常適切」者有10位。

7.對「子項目3-1 奈米科技應用與發展」的意見填答「非常適切」者有8位，填答「需修改」者有1位，填答「需刪除」者有1位，其標準差為1.49。

8.對「子項目3-2 奈米科技產業化」的意見，填答「非常適切」者有8位，填答「需刪除」者有1位，其標準差為1.68。

9.對「子項目 3-4 建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化」的意見，填答「非常適切」者有2位，填答「無意見」者有1位，填答「需修改」者有1位，填答「需刪除」者有6位，其標準差為1.66。

10.對「子項目 3-5 建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術」的意見，填答「非常適切」者有3位，填答「無意見」者有1位，填答「需刪除」者有6位，其標準差為1.89。

11.對「子項目 5-1 奈米光觸媒的認識」的意見，填答「非常適切」者有10位。

12.對「子項目6-1 奈米組裝與操控」的意見，填答「非常適切」者有10位。

13.對「子項目7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需修改」者有1位，其標準差為0.94。

14.對「子項目7-3 奈米場發射顯示技術」的意見，填答「非常適切」者有10位。

15.對「子項目7-4 中研院及北區奈米中心參訪」的意見，填答「非常適切」者有10位。

16.對「子項目7-5奈米材料電子場發射技術」的意見，填答「非常適切」者有10位。

17.對「子項目8-2微奈米機電系統產品與應用」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需刪除」者有1位，其標準差為1.26。

18.對「子項目8-3奈米材料化學特性與製作」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「需刪除」者有1位，其標準差為1.26。

19.對「子項目 8-5 建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)」的意見，填答「非常適切」者有2位，填答「無意見」者有1位，填答「需修改」者有1位，填答「需刪除」者有6位，其標準差為1.66。

根據表 4-5 的統計結果，本研究所列第二回合「高中職奈米科技種子教師在職進修課程」各類課程內容的十九項課程內容項目中，顯示「子項目 1-3 南亞科技及 NDL 參訪」、「子項目 2-1 奈米科技應用與發展」、「子項目 2-4 中研院及北區奈米中心參訪」、「子項目 5-1 奈米光觸媒的認識」、「子項目 6-1 奈米組裝與操控」、「子項目 7-3 奈米場發射顯示技術」、「子項目 7-4 中研院及北區奈米中心參訪」、「子項目 7-5 奈米材料電子場發射技術」等八項課程項目 10 位德懷術委員的意見趨向一致，故第三回合問卷除有特殊意見外不再填答。其它「子項目 1-1 奈米科技導論」、「子項目 1-2 奈米材料與結構」、「子項目 1-4 建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論」、「子項目 3-1 奈米科技應用與發展」、「子項目 3-2 奈米科技產業化」、「子項目 3-4 建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化」、「子

項目 3-5 建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術」、「子項目 7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作」、「子項目 8-2 微奈米機電系統產品與應用」、「子項目 8-3 奈米材料化學特性與製作」、「子項目 8-5 建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)」等十一項項目中，仍有少數德懷術委員認為課程內容安排有不同之意見，需將整體統計量數計入下一回合問卷中直到所有委員意見一致為止。

表4-5 第二回合各類課程內容統計分析表

項　　目	次數分配					統計數		
	非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除	平均數	眾數	標準差
課程內容分類								
子項目 1-1 奈米科技導論	9			1		4.7	5	.94
子項目 1-2 奈米材料與結構	9			1		4.7	5	.94
子項目 1-3 南亞科技及 NDL 參訪	10					5	5	.00
子項目 1-4 建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論	8		1	1		4.5	5	1.08
子項目 2-1 奈米科技應用與發展	10					5	5	.00
子項目 2-4 中研院及北區奈米中心參訪	10					5	5	.00
子項目 3-1 奈米科技應用與發展	8			1	1	4.3	5	1.49
子項目 3-2 奈米科技產業化	8				2	4.2	5	1.68
子項目 3-4 建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化	2		1	1	6	2.1	1	1.66
子項目 3-5 建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術	3		1		6	2.4	1	1.89
子項目 5-1 奈米光觸媒的認識	10					5	5	.00
子項目 6-1 奈米組裝與操控	10					5	5	.00
子項目 7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作	9			1		4.7	5	.94
子項目 7-3 奈米場發射顯示技術	10					5	5	.00
子項目 7-4 中研院及北區奈米中心參訪	10					5	5	.00
子項目 7-5 奈米材料電子場發射技術	10					5	5	.00
子項目 8-2 微奈米機電系統產品與應用	9				1	4.6	5	1.26
子項目 8-3 奈米材料化學特性與製作	9				1	4.6	5	1.26
子項目 8-5 建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)	2		1	1	6	2.1	1	1.66

(二)第二回合問卷對「各類課程內容」開放性意見

1.子項目1-4不同意合併，導論與結構課程不易合併。

2.建議項目如更改為場發射掃描式電子顯微鏡子項目7-1更改為場發射顯微鏡操作。

第四節 第三回合結果之分析與討論

第三回合高中職奈米科技種子教師在職進修課程課程內涵問卷(如附錄六) 所示分為兩大主題第一大主題以課程分類分析與討論，第二主題為各類相關課程內容分析與討論，調查問卷以五點式量表呈現。

第三回合德懷術調查工具中加註第二回合原始各類項目的全體次數分配百分比，在問卷填答上研究者將全部同意之項目標註，請委員們除有特別意見外一律不必重新填答，只針對意見相異之項目做表達，此次作答將確定適合課程才做圈選例如:(項目5、5-1、5-2、5-3四項只圈選其中一項為適合其餘課程為不適合，問卷中黑粗體項目與子項目都須作選擇確認圈選)。據此作為類項之取捨，使專家意見逐漸收斂，同時作為最後問卷調查之依據。

第三回合參加人員共有 10 位，統計結果如表 4-6，經第二次專家 Delphi 調查，有專家學者建議再修改 3 個項目，1 個子項目。

本回合問卷調查結果分析和討論如下：

一、對課程分類規畫的分析與討論

本題項在課程分類共有15題，其中，項目2氧化鋁奈米模板製作、項目4奈米場發射顯示技術與檢測機台操作、項目8二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用、項目9微奈米教材編製與教法等四項，因委員意見一致同意，項目確定，故此回合不再分析與討論，針對第三回合問卷關於課程分類其餘十一項分別為：

(一)項目1 電化學拋光製作。

(二)項目3 氧化鋁奈米薄膜製作。

(三)項目5 氧化鈦奈米模板製作。

(四)項目 5-1 原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列) 。

(五)項目 5-2 與項目 2 使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目。

(六)項目 5-3 建議將項目 5 修改為奈米光觸媒理論與實務。

(七)項目 6 電致變色技術之製作。

(八)項目6-1 建議刪除項目 6，更正為電致變色技術原理與應用。

(九)項目7 掃瞄式電子顯微鏡操作。

(十)項目7-1 建議將項目7修改為掃描式顯微鏡理論與應用。

(十一)項目7-2 建議將項目7修改為場發射掃描式電子顯微鏡。

1.就課程分類規畫分析

（1）對「電化學拋光製作」的意見，填答「非常適切」者有10位。

（2）對「氧化鋁奈米薄膜製作」的意見，填答「非常適切」者有10位。

（3）對「氧化鈦奈米模板製作」的意見，無人填答。

（4）對「原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列)」的意見，無人填答。

（5）對「 與項目 2 使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目」的意見，無人填答。

（6）對「建議將項目 5 修改為奈米光觸媒理論與實務」的意見，填答「非常適切」者有 8 位，填答「適切」者有 1 位，填答「無意見」者有 1 位，其標準差為 0.67。

（7）對「電致變色技術之製作」的意見，無人填答。

（8）對「建議刪除項目 6，更正為電致變色技術原理與應用」的意見，填答「非常適切」者有 8 位，填答「適切」者有 2 位，其標準差為 0.42。

（9）對「掃瞄式電子顯微鏡操作」的意見，無人填答。

（10）對「建議將項目 7 修改為掃描式顯微鏡理論與應用」的意見，填答「非常適切」者有 10 位。

（11）對「建議將項目7修改為場發射掃描式電子顯微鏡」的意見，

無人填答。

表4-6 第三回合問卷課程分類統計分析表

項　　目	次數分配					統計數		
	非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除	平均數	眾數	標準差
課程分類								
項目 1 電化學拋光製作	10	0				5	5	.00
項目 3 氧化鋁奈米薄膜製作	10	0				5	5	.00
項目 5 氧化鈦奈米模板製作	0					0	0	.00
項目 5-1 原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列)	0					0	0	.00
項目 5-2 與項目 2 使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目	0					0	0	.00
項目 5-3 建議將項目 5 修改為奈米光觸媒理論與實務	8	1	1			4.7	5	.67
項目 6 電致變色技術之製作	0					0	0	.00
項目 6-1 建議刪除項目 6，更正為電致變色技術原理與應用	8	2				4.8	5	.42
項目 7 掃瞄式電子顯微鏡操作	0					0	0	.00
項目 7-1 建議將項目 7 修改為掃描式顯微鏡理論與應用	10					5	5	.00
項目 7-2 建議將項目 5 修改為場發射掃描式電子顯微鏡	0					0	0	.00

二、對各類課程內容規畫的分析與討論

第三回合問卷題項在各類課程內容共有十二題，分別為：

1.子項目 1-1 奈米科技導論
2.子項目 1-2 奈米材料與結構
3.子項目 1-4 建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論
4.子項目 3-1 奈米科技應用與發展
5.子項目 3-2 奈米科技產業化
6.子項目 3-4 建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化
7.子項目 3-5 建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術
8.子項目 7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作
9.子項目 7-5 建議項目如更改為場發射掃描式電子顯微鏡子項目 7-1 更改為場發射顯微鏡操作
10.子項目 8-2 微奈米機電系統產品與應用
11.子項目 8-3 奈米材料化學特性與製作
12.子項目 8-5 建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)

(一)第三回合問卷就各類課程內容分析

1.對「子項目1-1 奈米科技導論」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「適切」者有1位。

2.對「子項目1-2奈米材料與結構」的意見，填答「非常適切」者有9位，填答「適切」者有1位。

3.對「子項目1-4 建議子項目1-2併入1-1(增列)電化學拋光導論」的意見，無人填答。

4.對「子項目 3-1 奈米科技應用與發展」的意見，填答「非常適切」者有 9 位，填答「適切」者有 1 位。

5.對「子項目3-2 奈米科技產業化」的意見，填答「非常適切」者有10位。

6.對「子項目 3-4 建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化」的意見，無人填答。

7.對「子項目3-5建議刪除子項目3-2(增列)奈米薄膜製作技術」的意見，無人填答。

8.對「子項目7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作」的意見，填答「非常適切」者有10位。

9.對「子項目 7-5 建議項目如更改為場發射掃描式電子顯微鏡子項目7-1更改為場發射顯微鏡操作」的意見，無人填答。

10.對「子項目8-2 微奈米機電系統產品與應用」的意見，填答「非常適切」者有10位。

11.對「子項目8-3 奈米材料化學特性與製作」的意見，填答「非常適切」者有10位。

12.對「子項目 8-5 建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)」的意見，無人填答。

根據表 4-6 的統計結果，本研究所列第三回合「高中職奈米科技種子教師在職進修課程」各類課程內容的十二項課程內容項目中，顯示「子項目 1-1 奈米科技導論」、「子項目 1-2 奈米材料與結構」、「子項目 3-1 奈米科技應用與發展」、「子項目 3-2 奈米科技產業化」、「子項目 7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作」、「子項目 8-2 微奈米機電系統產品與應用」、「子項目 8-3 奈米材料化學特性與製作」等七項項課程項目 10 位德懷術委員的意見趨向一致，其餘項目如「子項目 1-4 建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論」、「子項目 3-4 建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化」、「子項目 3-5 建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術」、「子項目 7-5 建議項目如更改為場發射掃描式電子顯微鏡子項目 7-1 更改為場發射顯微鏡操作」、「子項目 8-5 建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)」等五項因無人圈選所以放棄選取。本研究共實施三回合問卷，其中針對課程分類「項目 5-3 建議將項目 5 修改為奈米光觸媒理論與實務」因有一位委員填達無意見，為使得委員們能確認課程，於 98 年 5 月經電話確認說明其他委員選取意見後，修改為適切選項，高中職奈米科技種子教師在職進修課程經過與德懷術委員們無數溝通與回饋終於取得一致共識，確認所有課程項目與內容。

表4-7 第三回合各類課程內容統計分析表

項　　目	次數分配					統計數		
	非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除	平均數	眾數	標準差
課程內容分類								
子項目 1-1 奈米科技導論	9	1				4.9	5	.31
子項目 1-2 奈米材料與結構	9	1				4.9	5	.31
子項目 1-4 建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論	0					0	0	.00
子項目 3-1 奈米科技應用與發展	9	1				4.9	5	.31
子項目 3-2 奈米科技產業化	10					5	5	.00
子項目 3-4 建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化	0					0	0	.00
子項目 3-5 建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術	0					0	0	.00
子項目 7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作	10					5	5	.00
子項目 7-5 建議項目如更改為場發射掃描式電子顯微鏡子項目 7–1 更改為場發射顯微鏡操作	0					0	0	.00
子項目 8-2 微奈米機電系統產品與應用	10					5	5	.00
子項目 8-3 奈米材料化學特性與製作	10					5	5	.00
子項目 8-5 建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)	0						0	0

第五節 綜合分析與討論

本研究經過三回合的「德懷術」問卷調查，並利用電子郵件、電話及傳真徵詢德懷小組成員的個別意見，再綜合各回合調查結果的分析和討論，歸納說明如下：

一、研習課程九項分類確認

(一)電化學拋光製作。

(二)氧化鋁奈米模板製作。

(三)氧化鋁奈米薄膜製作。

(四)奈米場發射顯示技術與檢測機台操作。

(五)奈米光觸媒理論與實務。

(六)電致變色技術原理與應用。

(七)掃描式顯微鏡理論與應用。

(八)二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用。

(九)微奈米教材編製與教法。

二、研習課程內容二十五項確認

(一)奈米科技導論。(電化學拋光製作)

(二)奈米材料與結構。(電化學拋光製作、氧化鋁奈米模板製作)

(三)南亞科技及NDL參訪。(電化學拋光製作)

(四)奈米科技應用與發展。(氧化鋁奈米模板製作、氧化鋁奈米薄膜製作)

(五)奈米製造與量測技術。(氧化鋁奈米模板製作)

(六)中研院及北區奈米中心參訪。(氧化鋁奈米模板製作、掃描式顯微鏡理論與應用)

(七)奈米科技產業化。(氧化鋁奈米薄膜製作)

(八)奈米元件製作與應用。(氧化鋁奈米薄膜製作)

(九)奈米製造與量測技術。(奈米場發射顯示技術與檢測機台操作)

(十)奈米場發射顯示技術。(奈米場發射顯示技術與檢測機台操作)

(十一)工研院奈米中心參訪。(奈米場發射顯示技術與檢測機台操作)

(十二)奈米光觸媒的認識。(奈米光觸媒理論與實務)

(十三)奈米材料化學特性與製作。(奈米光觸媒理論與實務、二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用)

(十四)太陽能光電與和成公司參訪。(奈米光觸媒理論與實務、電致變色技術原理與應用二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用)

(十五)奈米組裝與操控。(電致變色技術原理與應用)

(十六)物理氣相沉積製備奈米材料。(電致變色技術原理與應用)

(十七)化學氣相沉積製備奈米材料。(電致變色技術原理與應用)

(十八)掃瞄式電子顯微鏡操作。(掃描式顯微鏡理論與應用)

(十九)原子力顯微鏡技術。(掃描式顯微鏡理論與應用)

(二十)奈米場發射顯示技術。(掃描式顯微鏡理論與應用)

(二十一)奈米材料電子場發射技術。(掃描式顯微鏡理論與應用)

(二十二)微奈米機電系統產品與應用。(二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用)

(二十三)奈米材料在太陽能電池應用與發展。(二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用)

(二十四)高中職奈米科技課程教材與多媒體編製。(微奈米教材編製與教法)

(二十五) 高中職奈米科技課程教學活動規劃。(微奈米教材編製與教法)

三、本研究所建構的我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵

本研究已建構完成我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵，課程規劃以理論基礎，結合實驗印證，配合實務業界參訪等三大領域概念以發展出各類課程分類及相關課程內容詳細如表4-7所示。本課程內涵包括教學課程分類目標、各類課程內容規劃和詳細的教學單元，如下簡述：

（一）課程分類部份：包含九大類別。

（二）課程內容分類部份：包含二十五項。

表4-8 我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵一覽表

課程分類	課程內容
1.電化學拋光製作	1-1 奈米科技導論 1-2 電化學拋光奈米材料與結構 1-3 南亞科技及 NDL 參訪
2.氧化鋁奈米模板製作	2-1 氧化鋁奈米科技應用與發展 2-2 氧化鋁奈米材料與結構 2-3 奈米製造與量測技術 2-4 中研院及北區奈米中心參訪
3.氧化鋁奈米薄膜製作	3-1 氧化鋁奈米薄膜科技應用與發展 3-2 奈米科技產業化 3-3 奈米元件製作與應用
4.奈米場發射顯示技術與檢測機台操作	4-1 奈米製造與量測技術 4-2 奈米場發射顯示技術 4-3 工研院奈米中心參訪
5.奈米光觸媒理論與實務	5-1 奈米光觸媒的認識 5-2 奈米光觸媒理化學特性與製作 5-3 太陽能光電與和成公司參訪
6.電致變色技術原理與應用	6-1 奈米組裝與操控 6-2 物理氣相沉積製備奈米材料 6-3 化學氣相沉積製備奈米材料 6-4 太陽能光電與和成公司參訪
7.掃描式顯微鏡理論與應用	7-1 掃瞄式電子顯微鏡操作 7-2 原子力顯微鏡技術 7-3 奈米場發射顯示技術 7-4 奈米材料電子場發射技術 7-5 中研院及北區奈米中心參訪
8.二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用	8-1 二氧化鈦奈米材料化學特性與製作 8-2 微奈米機電系統產品與應用 8-3 奈米材料在太陽能電池應用與發展 8-4 太陽能光電與和成公司參訪
9.微奈米教材編制與教法	9-1 高中職奈米科技課程教材與多媒體編製 9-2 高中職奈米科技課程教學活動規劃

第五章 結論與建議

本研究主要目的在建構我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵，依據研究的課程結構結論，建議未來實施高中職奈米科技種子教師在職進修提供短期進修的課程規劃。在台灣，奈米科技產業是我國政府積極發展的策略性產業之一，舉凡通訊、消費性電子、半導體、數位電視、航太、精密機械與自動化等新世紀發展的新興產業，都是較適合缺乏天然資源的台灣發展的重點產業，這些產業一般而言，具有高科技、高附加價值及低能源、低污染的「二高二低」特色；欲永續發展此類奈米科技相關的產業，如何確保品質提昇、降低成本，俾與世界高科技國家一較高下，專業技術人力素質的提升是成敗的關鍵因素之一。

本研究希冀以嚴謹的課程發展模式與研究方法，建構一套我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵。本研究採德懷術問卷調查為主要研究法，利用三次往返的德懷術問卷調查結果進行課程內涵分析與討論，藉之獲得解決問題之途徑。

本章分為三節，第一節依據研究統計分析結果，提出本章結論；第二節則根據研究結論提出建議；第三節則對後續相關研究提出建議。

第一節 結論

本節根據研究目的、待答問題和問卷調查之發現，歸納本研究的結論如下：

一、 奈米科技種子教師在職進修課程實施共有五項原則

本研究實施專家會議針對奈米科技種子教師在職進修課程提出課程實施的五項原則如下:

1. 國內目前奈米科技種子教師在職進修課程相關研究很少，是值得研究議題，先將奈米科技趨勢確定，待課程實施時可加入以前測、後測問卷驗證課程實施成效。

2.奈米科技專業養成是需要長期密集式的實施課程，因此為增進教師進修的意願選擇暑期四週密集式實施是較適合的方式。

3.因為參與研習教師都沒有學習過奈米科技相關課程，教學內容應是未來學校教師可教、參與研習學員可做的為課程範圍。

4.課程實施師資聘認應涵蓋奈米科技產業界、學術界及研究發展單位等代表。

5.因為高中職沒有實施「奈米科技」課程之經驗，高中職教師對奈米科技領域也不甚了解，因此在職進修課程招生實施時應多宣傳吸引教師們踴躍參加。

二、奈米科技種子教師在職進修課程內涵包含九大類別25個單元

本研究以德懷術研究法探討奈米科技種子教師在職進修課程內涵，經過三回合的問卷調查研究後，確認其課程內涵的結果如下:

(一)在各項分類課程方面共九大類別：

1. 電化學拋光製作。
2. 氧化鋁奈米模板製作。
3. 氧化鋁奈米薄膜製作。
4. 奈米場發射顯示技術與檢測機台操作。
5. 奈米光觸媒理論與實務。
6. 電致變色技術原理與應用。
7. 掃描式顯微鏡理論與應用。
8. 二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用。
9. 微奈米教材編製與教法。

(二)在各類課程內容方面再細分出二十五教學單元：

1. 電化學拋光製作:(1)奈米科技導論、(2) 電化學拋光奈米材料與結構、(3)南亞科技及NDL參訪。
2. 氧化鋁奈米模板製作:(1) 氧化鋁奈米模板科技應用與發展、(2) 氧化鋁奈米材料與結構、(3)奈米製造與量測技術、(4)中研院及北區奈米中心參訪。

3. 氧化鋁奈米薄膜製作:(1) 氧化鋁奈米薄膜科技應用與發展、(2) 奈米科技產業化、(3)奈米元件製作與應用。
4. 奈米場發射顯示技術與檢測機台操作:(1)奈米製造與量測技術、(2)奈米場發射顯示技術、(3)工研院奈米中心參訪。
5. 奈米光觸媒理論與實務:(1)奈米光觸媒的認識、(2) 奈米光觸媒化學特性與製作、(3)太陽能光電與和成公司參訪。
6. 電致變色技術原理與應用:(1)奈米組裝與操控、(2)物理氣相沉積製備奈米材料、(3)化學氣相沉積製備奈米材料、(4)太陽能光電與和成公司參訪。
7. 掃描式顯微鏡理論與應用:(1)掃瞄式電子顯微鏡操作、(2)原子力顯微鏡技術、(3)奈米場發射顯示技術、(4)中研院及北區奈米中心參訪、(5)奈米材料電子場發射技術。
8. 二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用:(1) 二氧化鈦奈米材料化學特性與製作、(2)微奈米機電系統產品與應用、(3)奈米材料在太陽能電池應用與發展、(4)太陽能光電與和成公司參訪。
9. 微奈米教材編製與教法:(1)高中職奈米科技課程教材與多媒體編製、(2)高中職奈米科技課程教學活動規劃。

第二節 建議

本節根據研究目的、研究結果及研究過程心得，研究者針對高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵架構、學校、教育行政機關及奈米科技產業界提出下列四點建議，以供相關單位或後續研究之參考。

一、「奈米科技」為創新課程，可參考列為高中職校訂課程

奈米科技教育屬於科學教育之一環，回顧高職過去十幾年來的學校科普教育推動下，一直無法跳脫傳統科學、傳統實驗等範圍，同時在升學壓力下，非四技二專考科絕對無法獲得學生及家長之青睞，使得奈米科技教育在高職階段仍然是一個不受重視的學科知識。雖然宣導融入式的教學方式，期望能將奈米科技教育的內容放入教學課程中，卻無法真正落實。即使部份學科已經加入一些奈米科技的知識，但礙於師資的提昇卻也缺乏橫面的多科性聯繫和縱面的認知發展連貫性，也忽略了奈米科技教育從認知、知識、態度、行動能力及行動經驗一貫性的教學模式。奈米科技為我國未來發展之關鍵因素，在課程規劃能考慮專業性問題，實屬創新性之課程，未來建議高中職可將「奈米科技」列為校訂課程。

二、 可作為奈米科技在職進修課程實施參考

以本研究所建構的高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵，作為未來實施教師奈米科技在職進修活動課程分類科目內容之參考，奈米科技為新興科技許多舉辦相關學術單位都沒有實施之經驗，本

研究所規劃的高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵發展格式，透過文獻探討、專家會議及三回合的德懷術調查，實施嚴謹的研究方式，建構出高中職奈米科技種子教師在職進修課程九項課程類別，25個教學單元細項，課程設計以密集四週為準，實施研習時數認證及頒發結業證書，完全符合現行教師進修研習課程設計原理原則。一方面作為未來奈米科技教師在職進修之課程發展範例，另一方面，可作為未來研習承辦單位實施「奈米科技人才養成」教學課程之依據。

三、奈米科技在職進修課程實施具有彈性

當學員們具備一些有關奈米科技基礎的理論與實務課程後，再修習此課程，對課程的理解度會較高，建議在課程實施後提供後續研究機會給予學員繼續從事研究的機制，教師們也可將後續研究導入學生專題製作或科學展覽將奈米科技種子向下紮根，課程實施完全由各辦理單位與學員相互支援實施，課程具有相當彈性。

四、廣為宣導及舉辦教師在職進修活動

奈米科技為未來台灣重點產業發展策略，建議在這段期間內，應多利用各種場合或相關單位如各類科課程中心廣為宣傳奈米科技課程，同時，配合辦理教師奈米科技專業在職進修研習活動，充實教師之科學與奈米科技素養與教學方法。

第三節 對後續研究建議

奈米科技涵蓋範圍相當廣泛，課程設計與建構仍處發展階段，然而，從製造製程到終端都有密切關係，本研究在奈米科技研究領域中僅屬初步探索，希冀國內未來實施奈米科技種子教師在職進修各類科教師和學生皆能經由這一小步的成果，領略奈米科技教育的整體性、知識性與永續性。最後，根據本研究之發現，提出下列幾點方向與重點，作為對後續研究者之參考:

一、拓展研究領域，建構從小學到大學的奈米科技課程

本研究主要的適用對象為未來實施高中職奈米科技種子教師在職進修之教師，雖然「九年一貫」課程已將科學教育列入六大議題，採取多科融入式的教學模式，本研究為科學類科課程設計。依據教育部科學課程規劃結果顯示，在高中職並沒有專門和奈米科技相關的課程，因此，為求強化「奈米科技」課程上下銜接的問題，建議後續研究者能夠研究一套適合我國高中職相關科系和奈米科技相關的課程。在教學內涵上加深加廣，達到科學教育的認知、知識、態度、技能、評鑑能力和參與等目標。

二、擴大規模建構其他類群奈米科技課程

奈米科技涵蓋範圍甚廣其重要地位是毋庸置疑的，期望能透過建構完整的奈米科技在職進修課程內涵，培養教師正確的奈米科技理論與觀念，共同致力於未來奈米科技發展所需基礎人力培育，建議後續

研究者，對於其他類群也能建構該科適合的相關奈米科技在職進修課程。

三、行動研究與建立成效評鑑指標

對於我國未曾實施高中職奈米科技種子教師在職進修課程課程，建議舉辦單位可以先利用本研究所建構的課程內涵實施教學，分為實驗組和控制組，比較教師在學習前後之差異性，作為奈米科技在職進修課程實施後之參考。

本研究僅建構我國高中職奈米科技種子教師在職進修課程教學內涵，不並包括評量標準，所以未來實施後的成效指標建構，協助改進研習單位實施高中職奈米科技種子教師在職進修課程之品質，未來的後續研究者應可就此方面努力。

參考文獻

中文

丁志仁（1997）。師資培育與教師進修制度的檢討。台北：行政院教改會。

王文科（1999）。教育研究法。台北：五南。

王昭明 (1986)。我國工業職業教育課程發展之研究。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文，未出版。

王聖銘（1996）。國民小學教師在職進修課程設計之研究。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文，未出版。

毛蓮塭（1990）。對教育部推動教育改革意見調查研究。台北：國立教育資料館。

方炳林（1992）。教學原理。台北：教育文物出版社。

伍振鷟、高強華（1999）。新教育概論。台北：五南。

田振榮（1990）。技職教育實用性課程評鑑模式之研究，載於中國工業職業教育學會年刊：工業職業教育課程發展。台北：全華。

石鋙弢（2001）。課程的本質。北京：人民教育出版社。

李柏園（1994）。有效的教師在職進修初探。教師天地，68，45－48。

李奉儒（1997）。英國教師在職進修制度的回顧與展望。載於國立花蓮師院進修推廣部主編，進修推廣教育的挑戰與展望。台北：師大書苑。

李俊湖（1992）。國小教師專業成長與教師效能之研究。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文，未出版。

何福田（1982）。我國台灣地區中小學教師進修制度之研究。國立政治大學教育研究所博士論文。

林新發（1981）。中英中小學教師在職進修課程之比較。今日教育，40，28。

施良方（1994）。課程定義辨析。載於教育評論文集。

施良方（2001）。課程理論。北京：教育科學出版社。

吳曉亮（1993）。高工工藝群專業教育人員環境教育研習課程內涵規畫之研究。國立臺灣師範大學工業教育研究所碩士論文，未出版。

吳清基（1987）。國內目前教師進修問題面面觀。國教之友，40（1），36－41。

吳清基（1988）。教師與進修。台北：師大書苑。

吳清山（1995）。教師法基本精神與重要內涵之探析。國民教育，36(2)，10-16。

吳明清（1997）。營造學習型教育專業社群：教師進修的政策目標與制度規劃。載於國立花蓮師院進修推廣部主編，進修推廣教育的挑戰與展望。台北：師大書苑。

吳政達（1998）。國小教師在職進修教育的需求評估與績效評鑑方法。國教月刊，44。

林清江（1999）。與教師在一起進行教育改革。教育資料與研究，26，2-3。

林煌（2000）。教師終身進修制度的理念與規劃。教育實習輔導，6（1），1-6。

周談輝、洪榮昭(1993)。高工專業教師環境教育研習課程內涵研究。台北：國科會科教處研究報告。

徐昊杲（2002）。技職教育研究教戰手冊-SPSS 基礎篇。台北：師大書苑。

張子超(1998)。國民教育九年一貫課程與多科性融入環境教育，載於環境教育活動簡訊。教育部。

張子超(2001)。環境教育課程設計。台北：台灣師大。

陳俠（1989）。課程論。北京：人民教育出版社。

陳俐君(2006)。國民小學在職教師專業成長需求研究。國立花蓮教育大學行政與領導研究所碩士論文，未出版。

許志賢（2000）。教育人員的進修現況與未來走向。教育資料與研究，34，18－21。

郭丁熒（1998）。教師進修教育的理論與實踐。載於中華民國師範教育學會主編，教師專業成長－－理想與實踐。台北：師大書苑。

陳嘉彌（1997）。教師參與在職進修動機取向與其接受創新程度間之關係研究。八十五學年度師範學院教育學術論文發表會論文集（1），

臺東師院。

高強華（1996）。變遷社會中的教師在職進修。比較教育的挑戰與展望。中國教育學會、中華民國比較教育學會、中華民國師範教育學會主編，205-215，台北：師大書苑。

黃炳煌（1994）。我對國內中小學教師在職進修的一些期盼。教師天地，68，16-18。

黃光雄、楊龍立（2001）。課程設計：理念與實務。台北：師大書苑。

黃進和(1992)。高工機械群專業教育人員環境教育研習課程內涵研究。國立臺灣師範大學工業教育研究所碩士論文，未出版。

梁恆正（1995）。中小學教師在職進修研究專案報告。台北：教育部。

梁恆正（1997）。教師進修問題。載於高強華主編，願景與革新：學校教育革新座談會實錄。台北：台灣師大。

彭駕騂（1964）。協同教學。教學與生活，14-23。

楊國賜（1994）。我國教師在職在職進修制度改進芻議。教師天地，68，13-16。

楊思偉（1996）。在職進修教育的趨勢與做法。研習資訊，13，24-30。

蔡 芸（1997）。學校本位教師專業展之研究－以臺灣省國民中學教師為例。國立高雄師範大學教育研究所博士論文，未出版。

蔡保田（1983）。教師在職進修問題。師友月刊，187，9。

鄭吉泉（1999）。高級工業職業學校專業科目教師學校本位在職進修需

求之研究，國立臺灣師範大學工業教育研究所碩士論文，未出版。

蔡培村（1999）。終身學習教師的發展與培育。載於教育資料集刊，24。台北：教育資料館。

歐用生（1990）。課程發展的基本原理。高雄：復文。

歐用生（1995）。教師即師資培育者。研習資訊，13(6)，10-15。

廖哲勳（1991）。課程學。華中師範大學出版社。

謝文全（1989）。德懷術在教育研究上的應用，教育行政論文集。台北：文景。

饒達欽（1990）。社會重建主義理念對技術職業教育課程之啟示，載於中國工業職業教育學會年刊：工業職業教育課程發展。台北：全華。

藍明智（1993）。認知領域目標分類比較，中等教育 44(3)，58。

孫邦正（1995）。普通教學法，課程教材教法通論。台北：台灣商務印書館。

鄭三元、龐麗娟（2001）。論課程的本質。2008 年 9 月 5 日取自:http://www.pep.com.cn/kechjcjf/kcyj-kcgg.htm。

劉文通（1987）。新竹市國民小學教師在職進修之研究。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文，未出版。

國科會(2008) 。奈米科技年鑑網。2008 年 9 月 5 日取自:http://nano.nsc.gov.tw/。

葛林・費雪班（Glenn Fishbine）著／劉世平譯(2003) 。奈米商機，p.81 82。台北：培生教育。

國科會。羅於陵、鄭凱安編譯(2003)，全球奈米技術專利趨勢分析。

國科會(2008) 。奈米創新網。2008 年 9 月 20 日取自: http://www.nano.com.tw。

經濟部(1992) 。奈米科技市場與發展概況。2008 年 10 月 20 日取自:http://doit.moea.gov.tw/09webs/tech-link.asp。

教育部(2008) 。奈米人才培育網。2008 年 10 月 28 日取自:http://www.nano.edu.tw/about_us/about/about-01.html。

台灣大學(2008) 。北區奈米科技人才培育中心。2008 年 11 月 1 日取自: http://inservice.nknu.edu.tw/index2-2.aspx。

教育部 (2008) 。全國在職教師進修網。2008 年 11 月 5 日取自: http://inservice.nknu.edu.tw/index2-2.aspx。

英文

Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives, The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. Toronto: Longmans, Green.

Beane, J .A.（1998）.Curriculum Integration: Designing the Core of Democratic Education. New York : Teachers College Press.

Custer, R. L. (2000). Journal of Vocational and Technical Education Volume 15, Number 2. The odified Delphi Technique A Rotational Modification.

Doll, R. (1996). Curriculum improvement: Decision making and process(9th ed.). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.

Finch, C. R. & Crunkilton, J. R. (1993). Curriculum development in Vocational and Technical Education(4th ed). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.

Good, C.V. (1973). Dictionary of education(3rd ed.). NY: McGraw-Hill.

Green, A. (1995) Core skills, participation and progresson in post-compul-sory education and training in England and france, Comparative Education, 30(1).

Goodlad, J. S. (1984). A place called school: Prospects for the future.NewYork:McGraw-Hill.

Hirst, P. H. (1974). Knowledge and curriculum. London: RKP.

Johnson, M. (1967). Definitions and models in curriculum theory. International Review of Education, 19, 15-32.

Oliva, P. F. (1997). Developing the curriculum (4th ed.). New York: Longman.

Orr, D. W. (1992). Ecological Literacy. NY: State University of New York Press.Posner, G. J. (1995). Analyzing the curriculum, 2nd ed. New York: McGraw-Hill.

Rockwell Kay(2002). Research and Evaluation Needs for Distance Education: A Delphi Study. Journal of Distance Learning Administration, 3(3).

Tyler, R. W. (1949). Basic principles of curriculum and instruction. Chicago: University of Chicago Press.

Todd, E. A.(2001). A Curriculum Definition and Approach. Retrieved January 10, 2007 from the World Wide Web: http://bielefeldts .de/eb_curde.html Tiles, J. E. (1994/5).

United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization（UNESCO）, (1980). Environmental Education in the Light of the Tbilisi Conference.

Yager, R. E. & McCormack, A. J.（1982）：Assessing Teaching/Learning Successes in Multiple Domains of Science and Science Education. Science Education, 73(1),45-58.

附錄

附錄一 德懷術委員詳細名單

編號	姓名	職稱	服務單位
1	沈弘俊	教授	台灣大學
2	朝春光	教授	交通大學
3	徐開鴻	副教授	台北科技大學
4	陳貞光	助理教授	台北科技大學
5	丁鯤	工程學院院長	龍華科技大學
6	蔡定侃	副教授	虎尾科技大學
7	陳建仲	助理教授	聯合大學
8	羅聖全	研究員	工研院
9	李秉彰	研究員	工研院
10	陳仁君	經理	南亞科技

附錄二

高中職奈米科技種子教師在職進修課程專家會議資料

專家會議資料

指導教授：李景峰博士

國立台灣師範大學工業教育學系教授

郭金國博士

國立台灣師範大學工業教育學系副教授

研　究　生：黃保盛

國立台灣師範大學工業教育學系研究生

會議時間：民國 ９８年 ２月２４日(星期二)上午九時

會議地點：國立台灣師範大學科技學院大樓三樓會議室

一、研究背景與目的

本研究為教師在職進修--高中職奈米科技種子教師在職進修課程規畫，主要以高中職科學及科技教師為對象，透過文獻分析、小組討論及專家諮詢等方法，規劃與發展奈米科技教師訓練課程及教學活動。本研究課程規劃為奈米科技種子教師在職進修課程研習，每梯次以一年為期，擬規劃四週的研習活動，研習內容包含：奈米科技之基本理論探討、奈米材料之特性分析、奈米材料研究機構參訪、奈米材料之實作、奈米材料之技術應用及檢測等，並持續參與學習奈米科技相關新知與技能。

本研究規劃預計每梯次訓練 30 名高中職教師。其目標在授予高中職教師具備尖端科技學習與研究的知能，進而發展出奈米科技融入高中職教學課程中，以利高中職教學能夠結合最新科技之發展，讓尖端科技與科學知識向下紮根。

奈米科技課程實施需要專業人員指導，在專業的實驗室透過精密的儀器設備進行研究，所以必須依賴經驗傳承，結合指導教師各自的專業領域，發展各種產業所需的奈米材料或產品。本研究課程規劃即是希望透過專業的師資，應用大學現有的設備設施，以及完整的課程規劃，發展奈米科技研習活動，規劃以一年的時間，培育高中職科學與科技教師具備奈米科技基礎知能，再鼓勵教師繼續參與相關奈米科技進修研究，養成持續進修、研究奈米科技的興趣與能力。

二、會議目的

本研究依據課程規劃的程序，經以文獻蒐集與分析、課程發展研討等方式，已規劃完成高中職教師奈米科技教育的課程理論基礎，分別從奈米基礎理論、奈米材料之實作、奈米材料之特性分析、奈米材料研究機構之參訪等基礎理論，探討出高中職教師實施奈米科技教育的必要性與教育規劃的方向。目前正根據本研究基礎理論探討的結果，以及國內外有關種子教師培育

之文獻，研擬出「高中職奈米科技種子教師在職進修課程」之初步內涵。預期再透過專家會議討論，以確認課程之完整性與可行性。換言之，本次專家會議之目的，乃是要藉助各學者專家，提供下列研究者研擬之課程草案修訂、增刪之建議。

三、討論題綱

(一)研習課程實施方式與時程？請討論。

說明：

1.針對辦理時程與方式提出兩種不同實施方式請討論。

例如:(方案一)集中式研習或(方案二)分散式研習。

方案一：自 年7月7日(星期一)至8月1日(星期五)止，週一至週五，上午9:00至下午5:00，計四週140小時。

方案二：

1.第一階段：自 年7月7日(星期一)至7月18日(星期五)止，週一至週五，上午9:00至下午5:00，計二週70小時。

2.第二階段：自 年7月25日(星期五)至9月26日(星期五)止，每週五上午9:00至下午5:00，計10週70小時。

2.本案經討論確認，擬再結合訓練課程內涵發展成研習課表，。

(二)本研究訓練課程內涵規畫擬採Delphi問卷(如附錄二)，Delphi問卷內容安排請討論。

說明：

1.針對研習課程內容安排是否適切？請討論。

2.Delphi問卷草案內容是否完整、適切，敬請提供增刪補正意見。

(三)本研究訓練課程預計實施對象，請討論。

說明：

1. 全國公私立高中或高職(含綜合高中)現職科學或科技教師。

2. 全國公私立高中或高職校內科學展覽計畫指導教師。

3. 獲國科會「高瞻計畫」補助學校之課程研發參與教師。

4. 以上研習對象，合計以 30 人為限。

四、其他建議事項

五、散會

附錄三 高中職奈米科技種子教師在職訓練課程內涵問卷草稿

教授鈞鑒

本研究旨在設計高中職奈米科技種子教師在職進修之課程內涵，以作為後續發展高中職奈米科技種子教師在職進修課程之依據。夙仰台端在奈米科技方面學養、經驗俱優，特邀請您參與和協助本研究之 Delphi 調查。本研究期望藉助此 Delphi 調查，獲取各專家學者之共識，以更完整且適切地完成高中職奈米科技種子教師在職進修課程之建構。

感謝您同意在百忙中撥冗接受本研究 Delphi 調查，此調查預計至少進行三次，直到專家學者之意見趨於一致為止。您所填答的內容，僅作為本研究之學術用途，絕不移作他用，且絕對保密，敬請安心填答。再次謝謝您的鼎力協助。請在問卷填寫完成後將個人資料明細、領據及完成問卷裝入回郵信封中前寄回。

敬祝

教安

國立台灣師大工業教育研究所　　李景峰博士

郭金國博士

聯絡人:國立台灣師範大學工業教育研究所研究生　黃保盛

填表說明

一、高中職奈米科技種子教師在職進修課程係研究小組透過文獻分析及專家會議討論後彙整的結果，將高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵分為二個層面，9 個項目，30 個子項目，問卷中層面 2 各子項目為層面 1 各項目之關係課程，例如:層面二子項目 1-1 為層面 1 項目 1 之相關課程，層面 1 課程主項目已確定，請針對層面 2 子項目與層面 1 主項目課程相關做圈選。

二、本次為第一次 Delphi 調查，請針對各層面、項目與子項目分別檢視其完整性及適切性。

三、本調查中每一問題均有「非常適切」、「適切」、「無意見」、「需修改」、「需刪除」、等五個評項，敬請在適當的評項中劃「○」。如果您圈選「需修改」評項，且能提供修正內涵者，敬請直接將待修正的部分劃除，並利用空白處書寫修正的內容。

四、除了本調查提供的層面、項目及內涵外，如果您認為仍有需要增添的內容，敬請利用各個層面後面的空白欄位書寫您的建議，並請註明隸屬的類別係層面、項目。

五、請您在填答完成後，利用所附的回郵信封寄回研究小組，我們會在彙整及統計完成全部專家學者意見後，再寄送第二次的 Delphi 調查問卷。

問卷內容

類別	訓練課程內涵	評 項				
		非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除
層面 1	**課程的分類**					
項目 1	電化學拋光製作					
項目 2	氧化鋁奈米模板製作					
項目 3	氧化鋁奈米薄膜製作					
項目 4	pH 儀與比重儀檢測機台操作					
項目 5	氧化鈦奈米模板製作					
項目 6	電致變色技術之製作					
項目 7	掃瞄式電子顯微鏡操作					
項目 8	二氧化鈦自我清潔實驗					
項目 9	微奈米教材編製與教法					

《下頁還有題目，請繼續作答》

類別	訓練課程內涵	評項				
		非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除
層面 2	**各類課程內容**					
子項目 1-1	奈米科技導論					
子項目 1-2	奈米材料與結構					
子項目 1-3	南亞科技及 NDL 參訪					
子項目 2-1	奈米科技應用與發展					
子項目 2-2	奈米材料與結構					
子項目 2-3	奈米製造與量測技術					
子項目 2-4	中研院及北區奈米中心參訪					
子項目 3-1	奈米科技應用與發展					
子項目 3-2	奈米科技產業化					
子項目 3-3	奈米元件製作與應用					
子項目 4-1	奈米製造與量測技術					
子項目 4-2	奈米場發射顯示技術					
子項目 4-3	工研院奈米中心參訪					
子項目 5-1	奈米光觸媒的認識					
子項目 5-2	奈米材料化學特性與製作					
子項目 5-3	太陽能光電與和成公司參訪					
子項目 6-1	奈米組裝與操控					
子項目 6-2	物理氣相沉積製備奈米材料					
子項目 6-3	化學氣相沉積製備奈米材料					
子項目 6-4	太陽能光電與和成公司參訪					
子項目 7-1	掃瞄式電子顯微鏡操作					
子項目 7-2	原子力顯微鏡技術					
子項目 7-3	奈米場發射顯示技術					
子項目 7-4	中研院及北區奈米中心參訪					
子項目 8-1	奈米材料化學特性與製作					
子項目 8-2	微奈米機電系統產品與應用					
子項目 8-3	奈米材料在太陽能電池應用與發展					
子項目 8-4	太陽能光電與和成公司參訪					
子項目 9-1	高中職奈米科技課程教材與多媒體編製					
子項目 9-2	高中職奈米科技課程教學活動規劃					

專家簽名:

高中職奈米科技種子教師訓練課程專家資料表

姓　　名		最高學歷	
服務單位		服務年資	
通訊地址	□□□		
聯絡電話	（H）：　　　FAX： （O）：　　　（手機）：		
郵件信箱 (e-mail)			
經　　歷			
研究專長或專業專長			
研究著作或專業專利			

附錄四 高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵

第一回合問卷

教授鈞鑒

本研究旨在設計高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵，以作為後續發展高中職奈米科技種子教師在職進修課程之依據。夙仰台端在奈米科技方面學養、經驗俱優，特邀請您參與和協助本研究之 Delphi 調查。本研究期望藉助此 Delphi 調查，獲取各專家學者之共識，以更完整且適切地完成高中職奈米科技種子教師訓練課程之建構。

感謝您同意在百忙中撥冗接受本研究 Delphi 調查，此調查預計至少進行三次，直到專家學者之意見趨於一致為止。您所填答的內容，僅作為本研究之學術用途，絕不移作他用，且絕對保密，敬請安心填答。再次謝謝您的鼎力協助。請在問卷填寫完成後將個人資料明細、領據及完成問卷裝入回郵信封中並於 98.3.15 前寄回。

敬祝

教安

國立台灣師大工業教育研究所　　李景峰博士

郭金國博士

聯絡人:國立台灣師範大學工業教育研究所研究生　黃保盛

填表說明

一、高中職奈米科技種子教師在職進修課程係研究小組透過文獻分析及專家會議討論後彙整的結果，將高中職奈米科技種子教師訓練之課程內涵分為二個層面，9 個項目，30 個子項目，問卷中層面 2 各子項目為層面 1 各項目之關係課程，例如:層面二子項目 1-1 為層面 1 項目 1 之相關課程，層面 1 課程主項目已確定，請針對層面 2 子項目與層面 1 主項目課程相關做圈選。

二、本次為第一次 Delphi 調查，請針對各層面、項目與子項目分別檢視其完整性及適切性。

三、本調查中每一問題均有「非常適切」、「適切」、「無意見」、「需修改」、「需刪除」、等五個評項，敬請在適當的評項中劃「○」。如果您圈選「需修改」評項，且能提供修正內涵者，敬請直接將待修正的部分劃除，並利用空白處書寫修正的內容。

四、除了本調查提供的層面、項目及內涵外，如果您認為仍有需要增添的內容，敬請利用各個層面後面的空白欄位書寫您的建議，並請註明隸屬的類別係層面、項目。

五、請您在填答完成後，利用所附的回郵信封寄回研究小組，我們會在彙整及統計完成全部專家學者意見後，再寄送第二次的 Delphi 調查問卷。

問卷內容

類別	訓練課程內涵	評　項				
		非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除
層面 1	**課程的分類**					
項目 1	電化學拋光製作					
項目 2	氧化鋁奈米模板製作					
項目 3	氧化鋁奈米薄膜製作					
項目 4	pH 儀與比重儀檢測機台操作					
項目 5	氧化鈦奈米模板製作					
項目 6	電致變色技術之製作					
項目 7	掃瞄式電子顯微鏡操作					
項目 8	二氧化鈦自我清潔實驗					
項目 9	微奈米教材編製與教法					

《下頁還有題目，請繼續作答》

類別	訓練課程內涵	評項				
		非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除
層面 2	**各類課程內容**					
子項目 1-1	奈米科技導論					
子項目 1-2	奈米材料與結構					
子項目 1-3	南亞科技及 NDL 參訪					
子項目 2-1	奈米科技應用與發展					
子項目 2-2	奈米材料與結構					
子項目 2-3	奈米製造與量測技術					
子項目 2-4	中研院及北區奈米中心參訪					
子項目 3-1	奈米科技應用與發展					
子項目 3-2	奈米科技產業化					
子項目 3-3	奈米元件製作與應用					
子項目 4-1	奈米製造與量測技術					
子項目 4-2	奈米場發射顯示技術					
子項目 4-3	工研院奈米中心參訪					
子項目 5-1	奈米光觸媒的認識					
子項目 5-2	奈米材料化學特性與製作					
子項目 5-3	太陽能光電與和成公司參訪					
子項目 6-1	奈米組裝與操控					
子項目 6-2	物理氣相沉積製備奈米材料					
子項目 6-3	化學氣相沉積製備奈米材料					
子項目 6-4	太陽能光電與和成公司參訪					
子項目 7-1	掃瞄式電子顯微鏡操作					
子項目 7-2	原子力顯微鏡技術					
子項目 7-3	奈米場發射顯示技術					
子項目 7-4	中研院及北區奈米中心參訪					
子項目 8-1	奈米材料化學特性與製作					
子項目 8-2	微奈米機電系統產品與應用					
子項目 8-3	奈米材料在太陽能電池應用與發展					
子項目 8-4	太陽能光電與和成公司參訪					
子項目 9-1	高中職奈米科技課程教材與多媒體編製					
子項目 9-2	高中職奈米科技課程教學活動規劃					

專家簽名:

附錄五 高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵

第二回合問卷

教授鈞鑒

本研究旨在設計高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵，以作為後續發展高中職奈米科技種子教師在職進修課程之依據。謝謝您對第一次問卷的費心填答和貢獻。隨函附上本研究第二次 Delphi 調查問卷，敬請再撥冗填答。

在這一次問卷表中，除含有上次的問卷內容之外，又增加下列數種資料：

（一）上一次全體填答專家意見的百分率統計資料。

（二）增列專家建議的項目課程或子項目課程。

（三）選擇離群值之原因簡述表（紅色紙)。

請您在問卷填寫完成後,將問卷裝入回郵信封中,並於 98.3.30 前寄回。再次謝謝您的鼎力協助。

敬頌　　道安

國立台灣師大工業教育系　　李景峰博士

郭金國博士

98.3.20

聯絡人:國立台灣師範大學工業教育學系研究生 黃保盛

電　話:0955993556

E-MAIL:h9811@yahoo.com.tw

填表說明：

一、 高中職奈米科技種子教師在職進修課程係研究小組透過文獻分析及專家會議討論後彙整的結果，將高中職奈米科技種子教師研習之課 程內涵分為二個層面，9 個項目，30 個子項目。經第一次專家 Delphi 調查，有專家學者建議再增列 1 個項目，6 個子項目。

二、本次為第二次 Delphi 調查，在各項層面的評項欄下數據為第一次全體專家填答意見的百分比統計，欄上空格為第二次 Delphi 調查「勾選」位置，請針對各層面、項目與子項目分別檢視其完整性及適切性。

三、凡是第一次 Delphi 調查中專家學者意見已趨一致的指標(已加上灰色網底者)，本次問卷只呈現全體專家填答意見的百分比統計，且本次調查不需再填答。若仍有修訂意見者，可逕行在題目上修改。

四、第一次 Delphi 調查專家學者建議修訂的項目或子項目，已分別標註於原來的題項下，敬請參考後在原來題項或建議修訂的題項上作答。

五、本調查中每一問題均有「非常適切」、「適切」、「無意見」、「需修改」、「需刪除」、等五個評項，敬請在適當的評項中劃「○」。如果您圈選「需修改」評項，且能提供修正內涵者，敬請直接將待修正的部分劃除，並利用空白處書寫修正的內容。

六、除了本調查提供的層面、項目及子項目之內涵外，如果您認為仍有需要增添的內容，敬請利用各個層面後面的空白欄位書寫您的建議，並請註明隸屬的類別係層面、項目或子項目。

七、請您在填答完成後，利用所附的回郵信封寄回研究小組，我們會在彙整及統計完成全部專家學者意見後，再寄送第三次的 Delphi 調查問卷。

問卷內容

類別	訓練課程內涵	評項				
		非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除
層面 1	**課程的分類**					
項目 1	電化學拋光製作	90		10		
項目 2	氧化鋁奈米模板製作	100				
項目 3	氧化鋁奈米薄膜製作	90		10		
項目 4	pH 儀與比重儀檢測機台操作	80		10	10	
項目 4-1	建議刪除項目 4，更正為奈米場發射顯示技術與檢測機台操作					
項目 5	氧化鈦奈米模板製作	80			20	
項目 5-1	原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列)					
項目 5-2	與項目 2 使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目。					
項目 6	電致變色技術之製作	90			10	
項目 6-1	建議刪除項目 6，更正為電致變色技術原理與應用					
項目 7	掃瞄式電子顯微鏡操作	90			10	
項目 8	二氧化鈦自我清潔實驗	90			10	
項目 9	微奈米教材編制與教法	100				

《下頁還有題目，請繼續作答》

類別	訓練課程內涵	評項				
		非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除
層面 2	**各類課程內容**					
子項目 1-1	奈米科技導論					
		90			10	
子項目 1-2	奈米材料與結構					
		90			10	
子項目 1-3	南亞科技及 NDL 參訪					
		90			10	
子項目 1-4	建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論					
子項目 2-1	奈米科技應用與發展					
		90			10	
子項目 2-2	奈米材料與結構	100				
子項目 2-3	奈米製造與量測技術	100				
子項目 2-4	中研院及北區奈米中心參訪					
		90		10		
子項目 3-1	奈米科技應用與發展					
		80			20	
子項目 3-2	奈米科技產業化					
		90			10	
子項目 3-3	奈米元件製作與應用	100				
子項目 3-4	建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化					
子項目 3-5	建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術					
子項目 4-1	奈米製造與量測技術	100				
子項目 4-2	奈米場發射顯示技術	100				
子項目 4-3	工研院奈米中心參訪	100				
子項目 5-1	奈米光觸媒的認識					
		90			10	
子項目 5-2	奈米材料化學特性與製作	100				
子項目 5-3	太陽能光電與和成公司參訪	100				
子項目 6-1	奈米組裝與操控					

		90			10	
子項目 6-2	物理氣相沉積製備奈米材料	100				
子項目 6-3	化學氣相沉積製備奈米材料	100				
子項目 6-4	太陽能光電與和成公司參訪	100				
子項目 7-1	掃瞄式電子顯微鏡操作					
		90			10	
子項目 7-2	原子力顯微鏡技術	100				
子項目 7-3	奈米場發射顯示技術					
		90			10	
子項目 7-4	中研院及北區奈米中心參訪					
		90		10		
子項目 7-5	增列奈米材料電子場發射技術					
子項目 8-1	奈米材料化學特性與製作	100				
子項目 8-2	微奈米機電系統產品與應用					
		90				10
子項目 8-3	奈米材料在太陽能電池應用與發展	90			10	
子項目 8-4	太陽能光電與和成公司參訪	100				
子項目 8-5	建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)					
子項目 9-1	高中職奈米科技課程教材與多媒體編製	100				
子項目 9-2	高中職奈米科技課程教學活動規劃	100				

專家簽名:

《您辛苦了，再次謝謝您的協助》

選擇離群值之原因簡述表

類　別	選擇離群值研習課程內涵原因

附錄六 高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵

第三回合問卷

教授鈞鑒

本研究旨在設計高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵，以作為後續發展高中職奈米科技種子教師在職進修課程之依據。謝謝您對第二次問卷的費心填答和貢獻。隨函附上本研究第三次 Delphi 調查問卷，敬請再撥冗填答。

在這一次問卷表中，除含有上次的問卷內容之外，又增加下列數種資料：

（一）上一次全體填答專家意見的百分率統計資料。

（二）增列專家建議的項目課程或子項目課程。

（三）選擇離群值之原因簡述表。

請您在問卷填寫完成後，將問卷裝入回郵信封中，並於 98.4.15 前寄回。

再次謝謝您的鼎力協助。

敬頌　　道安

國立台灣師大工業教育系　　李景峰博士

郭金國博士

98.4.5

聯絡人:國立台灣師範大學工業教育學系研究生 黃保盛

電　話:0955993556

E-MAIL:h9811@yahoo.com.tw

填表說明：

一、 高中職奈米科技種子教師在職進修課程係研究小組透過文獻分析及專家會議討論後彙整的結果，將高中職奈米科技種子教師在職進修課程內涵分為二個層面，9 個項目，30 個子項目。經第二次專家 Delphi 調查，有專家學者建議再修改 3 個項目，1 個子項目。

二、本次為第三次 Delphi 調查，在各項層面的評項欄下數據為第二次全體專家填答意見的百分比統計，欄上空格為第三次 Delphi 調查「勾選」位置，請針對各層面、項目與子項目分別檢視其完整性及適切性。

三、凡是第二次 Delphi 調查中專家學者意見已趨一致的指標(已加上灰色網底者)，本次問卷只呈現全體專家填答意見的百分比統計，且本次調查不需再填答。若仍有修訂意見者，可逕行在題目上修改。

四、第二次 Delphi 調查專家學者建議修訂的項目或子項目，已分別標註於原來的題項下，其修改後綜合意見如附件一，敬請參考後在原來題項或建議修訂的題項上作答，此次作答請將確定適合課程才做圈選例如:(**項目 5、5-1、5-2、5-3 四項只圈選其中一項為適合其餘課程為不適合，問卷中黑粗體項目與子項目都須作選擇確認圈選**)。

五、本調查中每一問題均有「適切」、「需修改」、「需刪除」、「無意見」等四個評項，敬請在適當的評項中劃「○」。如果您圈選「需修改」評項，且能提供修正內涵者，敬請直接將待修正的部分劃除，並利用空白處書寫修正的內容。

六、 除了本調查提供的層面、項目及子項目之內涵外，如果您認為仍有需要增添的內容，敬請利用各個層面後面的空白欄位書寫您的建議，並請註明隸屬的類別係層面、項目或子項目。

七、請您在填答完成後，利用所附的回郵信封寄回研究小組。

附件一

專家意見彙整表

類　別	選擇離群值研習課程內涵原因
項目 4	主題與細部內容無法吻合所以選擇項目 4-1 課程。
項目 6	課程內容包含理論與實務所以選擇項目 6-1 課程。
項目 7	因該子項目包含 SEM 與 AFM 故主題修改成掃瞄式顯微鏡較為廣泛。
項目 7	建議項目 7 掃瞄式電子顯微鏡操作更改為場發射掃瞄式電子顯微鏡操作，因為傳統掃瞄式電子顯微鏡觀察奈米尺度微觀影像並不適用。
項目 8	選擇項目 8-1 課程較為廣泛。
子項目 1-4	不同意合併，導論與結構課程不易合併。
子項目 7-1	如項目 7 有更改子項目 7-1 應更改為場發射掃瞄式電子顯微鏡操作。

問卷內容

類別	訓練課程內涵	評項				
		非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除
層面 1	**課程的分類**					
項目 1	電化學拋光製作	90		10		
項目 2	氧化鋁奈米模板製作	100				
項目 3	氧化鋁奈米薄膜製作	90			10	
項目 4	奈米場發射顯示技術與檢測機台操作	100				
項目 5	**氧化鈦奈米模板製作**	60			20	20
項目 5-1	**原項目 2 課程與項目 5 課程合併 Sol gel 法製作奈米顆粒實驗(增列)**	50				50
項目 5-2	**與項目 2 使用不同材料若無很大差異，合併或更換其他項目。**	60			10	30
項目 5-3	**建議將項目 5 修改為奈米光觸媒理論與實務**					
項目 6	**電致變色技術之製作**	20			20	60
項目 6-1	**建議刪除項目 6，更正為電致變色技術原理與應用**	90				10
項目 7	**掃瞄式電子顯微鏡操作**	60			40	
項目 7-1	**建議將項目 7 修改為掃描式顯微鏡理論與應用**					
項目 7-2	**建議將項目 7 修改為場發射掃描式電子顯微鏡**					
項目 8	二氧化鈦奈米材料之理論與實務運用	100				
項目 9	微奈米教材編制與教法	100				

《下頁還有題目，請繼續作答》

類別	訓練課程內涵	評項				
		非常適切	適切	無意見	需修改	需刪除
層面 2	**各類課程內容**					
子項目 1-1	**奈米科技導論**	**90**			**10**	
子項目 1-2	**奈米材料與結構**	**90**			**10**	
子項目 1-3	南亞科技及 NDL 參訪	**100**				
子項目 1-4	**建議子項目 1-2 併入 1-1(增列)電化學拋光導論**	**80**		**10**	**10**	
子項目 2-1	奈米科技應用與發展	**100**				
子項目 2-2	奈米材料與結構	**100**				
子項目 2-3	奈米製造與量測技術	**100**				
子項目 2-4	中研院及北區奈米中心參訪	**100**				
子項目 3-1	**奈米科技應用與發展**	**80**			**10**	**10**
子項目 3-2	**奈米科技產業化**	**80**				**20**
子項目 3-3	奈米元件製作與應用	**100**				
子項目 3-4	**建議子項目 3-1 更正為奈米科技應用與發展產業化**	**20**		**10**	**10**	**60**
子項目 3-5	**建議刪除子項目 3-2(增列)奈米薄膜製作技術**	**30**		**10**		**60**
子項目 4-1	奈米製造與量測技術	**100**				
子項目 4-2	奈米場發射顯示技術	**100**				
子項目 4-3	工研院奈米中心參訪	**100**				
子項目 5-1	奈米光觸媒的認識	**100**				
子項目 5-2	奈米材料化學特性與製作	**100**				
子項目 5-3	太陽能光電與和成公司參訪	**100**				
子項目 6-1	奈米組裝與操控	**100**				
子項目 6-2	物理氣相沉積製備奈米材料	**100**				
子項目 6-3	化學氣相沉積製備奈米材料	**100**				

子項目 6-4	太陽能光電與和成公司參訪	100				
子項目 7-1	**掃瞄式電子顯微鏡操作**	90				10
子項目 7-2	原子力顯微鏡技術	100				
子項目 7-3	奈米場發射顯示技術	100				
子項目 7-4	中研院及北區奈米中心參訪	100				
子項目 7-5	奈米材料電子場發射技術	100				
子項目 7-6	**建議項目如更改為場發射掃描式電子顯微鏡子項目 7-1 更改為場發射顯微鏡操作**					
子項目 8-1	奈米材料化學特性與製作	100				
子項目 8-2	微奈米機電系統產品與應用	90				10
子項目 8-3	**奈米材料在太陽能電池應用與發展**	90				10
子項目 8-4	太陽能光電與和成公司參訪	100				
子項目 8-5	**建議子項目 8-3 更正為 TiO_2 奈米材料在太陽能電池應用與發展(增列)**	20		10	10	60
子項目 9-1	高中職奈米科技課程教材與多媒體編製	100				
子項目 9-2	高中職奈米科技課程教學活動規劃	100				

專家簽名:

《您辛苦了，再次謝謝您的協助》

選擇離群值之原因簡述表

類　別	選擇離群值研習課程內涵原因