

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

「科學」是人類社會與生活發展的重要一環，國民科學能力的展現，往往成為國家國力強弱的研判標準，諸如現今最熱門的高科技產業、半導體、電子工業、生化科技、奈米工業、晶圓工業、醫藥科技...等等，均是科學的發展與延伸，科學教育儼然成為各個國家重要的發展方向。再者，國家除了要有優秀的科技研發專業人才外，國民也需具備基本的科學知識、正確的科學精神與態度，藉此適切的運用科學方法解決生活週遭的種種問題(郭允文，1999；陳美蓮，2004)。而不論是專業人才的養成或是厚植國民科學的素養，都需奠基於基礎的科學教育(郭允文，1999；管傑雄，2001)。

今日教師的水準，決定明日公民的素質(林清江，1995)。教育乃立國之根本，而教育的品質與成效，則是教師素質的反映，沒有好的教師，就不會有好的教育，唯有提高師資的素質，方能提升教學的成效，培養學生學習動機，帶領學生進行主動且有效的學習。Koran(1977)、Kahle與Boone(2000)等人的研究即指出，教師的表現與學生的學習有直接的相關，其所受過的培育內容，將會反映在學生學習的成效上，且教師在師資培育過程中所養成的信念、想法或行為，均為引導學生改善其科學學習的重要因素。

有鑒於科學教育的重要性，美國國家研究委員會(National Research Council)於1996年訂定國家科學教育標準(National Science Education Standards)，內容包含基本原理與定義、科學教學標準、科學教師專業發展標準、科學教育中的評量、科學教材內容的標準、科學教育課程(program)的標準、科學教育制度體系方面(system)的標準等七部份，明訂科學教育中的教師專業、教學、教材...等之標準，以提供各級學校科學教育與科學師資培育機構安排課程與培育師資之參考依

據，藉此奠定國民科學素養養成的重要基礎，以提升國民的科學能力與素養。

國內亦為提升教師的水準，進行師資培育制度開放的改革。民國八十三年所召開之第七次全國教育會議中，除將「師範教育法」修訂為「師資培育法」外，為提升師資的整體素質，推動終身學習與學習社會為重要措施，其中包括：建立師資培育多元制度因應中小學教育發展、成立師資培育審議委員會、研究訂定大學技院教育學程師資及設立標準、強化師範校院特色與研究功能、規劃實習學校與實習輔導制度、建立教師資格檢定制度、強化教師在職進修制度、落實教師終身教育的理念...等；且於師資培育法第十條中規定：「師資培育課程包括普通科目、教育專業科目及專門科目；其內容與教學方式，應著重道德品格之陶冶、民主法治之涵泳、專業精神及教學知能之培養。前項之專門科目，由各師資培育機構自行認定之。持國外學歷者，其專門科目之認定，由辦理初檢之單位送請培育機構認定」(教育部，1995a)，師資培育管道自此開放。林清江(1995)提醒道：「師資培育的多元化並不是改革的目的，而是達成目的的途徑，其真正的目的在於以更合理的師資培育制度，培育更開放、更高水準的未來教師。」可知，師資培育管道開放的目的在於，讓一般大專院校可依其文化與傳統設立師資培育機構，師資培育課程內之專門科目，可由師資培育機構自行認定，自由的研擬規劃培育優良科學師資之職前教育課程，藉以展現出多元化及自由化的特色，使整個師資培育體系更活絡(王秋絨，1997；沈慶揚等，1998)。林天佑(1997)即指出，由於一般大學性質與師範校院大不相同，除性質差異極大外，學生的背景、動機也有所不同，因此，透過中小學師資培育管道多元的開放，有助於一般大學所開設之教育系所或師資培育機構跳出現有師範教育體系框架，進而嘗試建立自己的風格與體系，依其不同大學之環境、文化與傳統，發展出各具特色的教學與培育方向(林生傳，1998a；林生傳，1998b)。

在課程方面也有多項的改革措施，其中影響甚鉅的是自八十八學年度試

辦，民國八十九年公佈暫行綱要，九十二年正式完成的國民中小學「九年一貫課程綱要」。九年一貫課程綱要結合了八十二、八十三年所公佈的國民中、小學課程標準，其課程規劃理念強調以生活為中心，將相近學科的知識統整為較大的學習領域，課程內容劃分為語文學習領域、健康與體育學習領域、數學學習領域、社會學習領域、藝術與人文學習領域、自然與生活科技學習領域、綜合活動學習領域等七大學習領域，並融入重大議題與生活課程等與生活相關的內容，且減少學科數及教學節數，避免課程太多、太難，以減輕學生負擔；課程綱要中另規定了百分之二十的彈性教學節數，讓學校與教師可依地方或學校的需要，進行課程彈性調整，提供多元化的課程內容。此外，改革中從過去的課程本位學習內容，轉為強調培養學生「帶著走的能力」取向，明定十大基本能力，並依階段別，設定分段能力指標，作為教師與教科書編者設計課程與教學的依據。綜觀上述改革措施，九年一貫課程的科學教師專業知能將有別於傳統的內涵，我國的教師專業知能亦應隨著九年一貫課程的「開放」、「一貫」、「統整」與「領域劃分」等特色作出彈性的調整(饒見維，2000；周甘逢、吳明隆，2001；蔡英妹，2002)，陳伯璋(1999a)即指出九年一貫課程改革的師資，需具備進行協同教學、判讀與選擇適合學生的教材版本、解讀九年一貫能力指標並轉化為設計課程的依據、以及融入學校本位與地域性的議題發展、設計、編寫教材融入教學。同樣的，科學教師專業知能亦應如此。

然而，前九年一貫課程專案小組召集人周麗玉卻指出，雖然九年一貫課程改革不斷進行，但師資培育機構開設的課程與規劃，近十年來卻幾乎沒有改變，顯示國內師資培育體系並未跟上教改的腳步；周祝瑛也認為教育改革的問題出自師資培育，由於教師所受的職前訓練不足，當然教學成效不如預期(聯合報，2006)。因此，本研究欲檢視一般大學中學科學師資培育的現況，並提出應有規劃之建議，以作為科學師資培育機構調整之依據。

第二節 研究目的與待答問題

基於上述的背景與動機，本研究將透過文獻、文件與訪談科學教育學者，探討一般大學辦理中學科學師資培育之現況與應有的規劃，作為一般大學科學師資培育機構調整之依據。據此，本研究之目的有以下兩點：

- 1 了解一般大學中學科學師資培育之現況。
- 2 歸納科學教育專家學者對一般大學辦理中學科學師資培育之建議。

據此，本研究之待答問題有三：

1. 一般大學辦理中學科學師資培育的現況為何？
2. 科學教育學者認為一般大學辦理中學科學師資培育在結構方面應如何規劃？
3. 科學教育學者認為一般大學辦理中學科學師資培育在科學教師專業知能養成方面應如何規劃？

第二章 文獻探討

今日教師的水準，決定明日公民的素質(林清江，1995)。教育乃立國之根本，而教育的品質與成效，則是教師素質最直接的反映。我國自民國八十三年起，將「師範教育法」改為「師資培育法」，師資培育管道開放，前者建立師資培育的「一元、閉鎖、管制、公費」的政策導向；而後者則突顯出「多元、開放、自由、自費」的政策態度(吳清山，2003)，自此，各校可依其不同之文化、傳統、教育理念、教學目標等，發展各具特色之師資培育機構，楊洲松(2003)指出，此一由一元到多元的師資培育模式的轉變，不僅是培育管道與方法的開放與多元化，隱於其後的是對師資培育理念的轉變，實應注意；此外，九年一貫課程改革亦於民國九十年開始施行，其重要特色除了以課程綱要取代課程標準、設立基本能力指標取代學科的知識外，並注重學校本位課程的設計，強調學習領域的統整與協同教學的規劃等。然而，課程改革不僅影響課程的規劃，亦使教師再教學中所扮演的角色有所改變，饒見維(2001)即指出課程改革後的教師角色，從原先的「官定課程的執行者」、「被動的學習者」、與「知識的傳授者」，轉換為「課程的設計者」、「主動的研究者」、以及「能力的引發者」，教師專業能力備受挑戰。由此可知，國內中學科學師資的養成不僅止於培育機構多元開放的結構轉變，亦應伴隨中學科學教學理念與課程的轉變，調整科學師資培育的規劃與教學，培育具備合於中學科學教育現場所需之科學教學專業知能之中學科學師資，以勝任未來的教學工作(張德銳，1999)。據此，本章分為兩節，分別探討一般大學辦理中學科學師資培育之現況，以及中學科學教師所需之專業知能。

第一節 師資培育之變革與現況

一、師資培育法規之修訂與變革

近年師資培育的修法過程主要可分為三個部分：第一、是民國68年的第一次訂法，其延續現行民國21年制訂之「師範教育法」、民國38年的「師範學院規程」、及同年的「大學法」進行修訂，而訂立現稱的「師範教育法」；第二、則是民國83年的第二次修法，在社會的變遷與多元化的影響下，基於提升教師水準與供需等問題，進行師資培育制度開放的改革，原本的「師範教育法」改修訂為「師資培育法」，師資培育管道自此開放，從單一模式轉為多元培育；第三、自民國83年師資培育開放後，有鑒於師資培育法在師資多元化培育設計、執行的配套措施與教師專業素養上可見的困難與問題(歐用生，1999)，因而於民國91年，特別針對教育實習與教師資格檢定等議題，進行第三次的修法。三次修法當中的第二與第三次修法規定，則泛稱為舊制與新制，現行的師資培育制度，即為舊制規定加上新制修法調整的綜合，為各教育學者與社會大眾所廣泛討論，因此以下就第二與第三次修法進行討論。

(一) 民國83年第二次修法

第二次修法之師資培育法與原本的師範教育法有多處不同，劉湘川(1997)與嚴育玲(1995)的研究中指出，師資培育法中修正的法條包括第四、六、七、十、十一、十三及十六條文，另增訂及修正十八之一條文。有關師資培育機構部份，於第三條指出，師資培育涵蓋師資及其他教育專業人員之職前教育、實習與在職進修三部份。而第六與第十五條則說明，開放普通大學可設置教育學院、系、所或教育學程，以提供教育學分及教師在職進修之用。

實習制度方面，條文中指出實習制度為外加制，且賦予師資培育機構辦理實習輔導的權責，凡修畢職前課程並通過教師初檢合格者，須外加實習一年，成績

及格，並經教師資格複檢合格，始取得合格教師資格。即教師資格檢定流程為，於師資職前課程修畢後，經由初檢 實習複檢之程序，取得教師資格，領取教師證書。

一般大學申辦各級教育學程(包括中等教育、國小、幼教、特教四類)則依循民國84年6月所公布的《大學校院教育學程師資及設立標準》，其主要規定摘錄如下(教育部，1995b；陳伯璋，1996)：

- 1、教育學程之設立以培育高級中等學校、國民中學、國民小學、幼稚園、特殊教育等師資為目的。
- 2、各校辦理教育學程得設立專責單位，各類教育學程至少應置三名以上與任教學科專長相符之專任教師。
- 3、各校設立教育學程至少需有教育類圖書一千種、教育專業期刊二十種，及教學、研究用之必須儀器設備。
- 4、各類教育學程應修學分數規定為(1)中等學校 - 二十六學分；(2)國民小學 - 四十學分；(3)幼稚園 - 二十六學分；(4)特殊教育 - 四十學分。各類教育學程之科目、學分數、每學期修習學分數之上限及修業期程由各校訂定，報請教育部核定後實施。此外，中等學校教育學程內容應包含教育基礎課程、教育方法學課程及教育實習課程。

(二) 民國91年第三次修法

民國91年7月通過師資培育法修正條文，其修正後之條文影響民國83年師資培育法的內容與精神甚鉅，其中有關教育實習與檢定的內容有(翁子雯，2006)：

- 1、實習方面：於修正條文第七條中規定，教育實習納入職前教育課程的一環，原訂一年的實習時間改為半年，且取消月領八千之實習津貼，並以一般課程視之，學生須繳納學分費。
- 2、檢定方面：因應實習時間減半，取消原有的初檢與複檢制度，改以教師

資格檢定考取代之。

因此，要想成為一名國中或國小教師，其主要流程如下圖2-1-1所示：

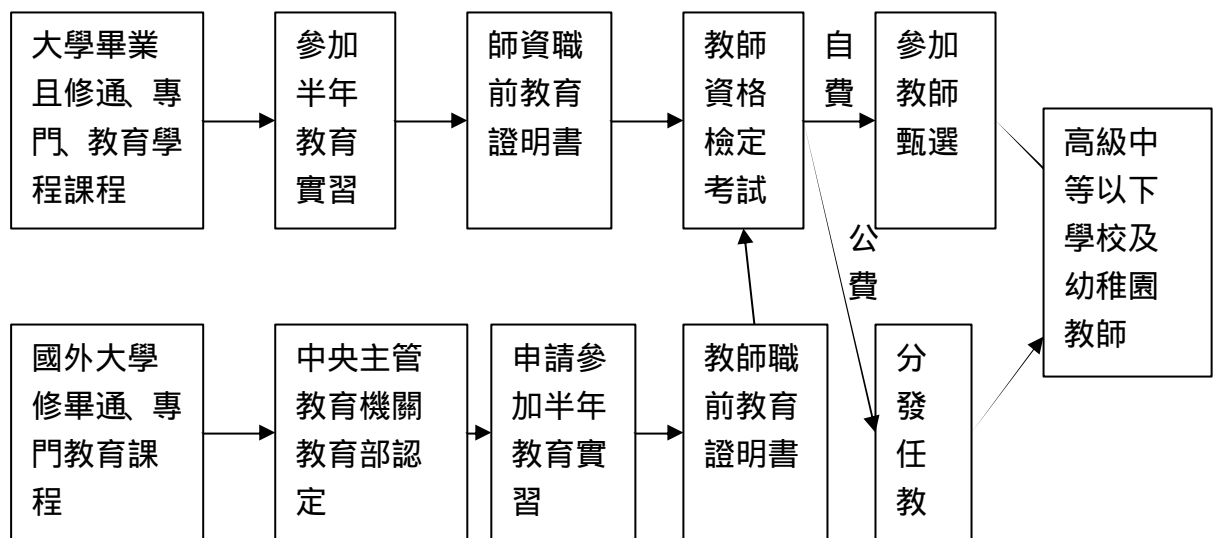


圖 2-1-1 師資培育流程圖

民國84年6月所公佈的《大學校院教育學程師資及設立標準》亦於民國92年8月修正發佈名稱為《大學設立師資培育中心辦法》，全文15條，並於九十二年八月一日施行，其主要法規摘錄如下(教育部，2003a)：

1、設立條件方面：各大學可依其發展特色及師資培育需要，並符合下列規定者，得填具申請書，並檢具證明文件，向中央主管機關申請，經師資培育審議委員會審議通過後，核准設立師資培育中心：

(1)教師員額：應置五名以上與任教學科專長相符之專任教師，其員額得由學校現有員額調配運用。

(2)圖書設備：應有教育類圖書一千種、教育專業期刊二十種以上及教學、研究用之必須儀器設備。

2、課程規劃與學分數方面：各類科教育學程之教育專業課程應修學分數為(1)中等學校 - 至少二十六學分；(2)國民小學 - 至少四十學分；(3)幼稚園 - 至少二十六學分；(4)特殊教育學校(班) - 至少四十學分；(5)中小學校 - 至少五十

學分。此外，中等學校師資教育專業課程應包括教育基礎課程、教育方法學課程、教材教法、教學實習及半年教育實習課程。每學期修習教育專業課程學分數之上限與修業期程等相關規定，則由各校擬定後，報中央主管機關核定。

從上述法規可知，新制規定與舊制規定的不同處，主要在於實習制度的改變(見表2-1-1)，分別為(1)實習年限由原本的一年制縮減為半年制。(2)原本每月給予的8000元實習津貼取消，並因實習階段納入職前師資培育課程的一環，因而需繳交4學分的學分費。(3)舊制實習一年，成績及格，經檢覈，即可取得教師資格；新制則於半年教育實習後，需再通過教師資格檢定考試，始可取得合格教師證。其他部份均大同小異。

表2-1-1：舊制與新制實習制度的比較

項目	舊制(民國83年至民國91年)	新制(民國91年以後)
教育實習機構	經遴選供教育實習學校之高中職、國中小、幼稚園、特殊教育學校或其他教育機構。	經遴選供教育實習學校之高中職、國中小、幼稚園、特殊教育學校或其他教育機構。
實習年限	一年制(每年七月一日至翌年六月三十日止)。	半年制(每年八月一日至翌年一月三十一日止，或每年二月一日至七月三十一日止)。
實習津貼	教育實習期間的實習津貼標準由教育部擬定，支領實習津貼，以一年為限。	納入職前師資培育課程，無月領八千之實習津貼。
教師資格取得	教育實習一年，成績及格，並經教師資格複檢合格者，取得合格教師資格。	教育實習半年，實習結束後，需再透過全國的教師資格檢定，才可取得合格教師證。

二、師資培育之現況

師資培育制度之變革，乃教育改革過程中極為重要的一環，許多有待開展的革新措施、教育文化、教學理念、教材教法...等，都有賴新的師資培育制度是否能依照理想確實的運作(邱素青，2005)。前教育部長林清江(1995)即指出，師資培育改革的目的是在於以更合理的制度，培育更開放、更高水準的未來教師，師資培育多元化不過是達成目的的途徑。因此，師資培育機構應以「為國家培養良師」為目標，以「中小學生利益為優先」，絕不能著眼於「幫大學生找工作、找出路」。因為師資培育機構若違反培育良師的目標，不僅是職前教師浪費時間與金錢，更甚者，可能培育出不適任教師，伐害下一代的成長，導致學生素質鉅幅滑落(林清江，1995)。

從前述師資培育法的變革，我國師資培育制度似乎已進入一個新的紀元；然而在其實施後，其實存在著不少問題與爭議。楊洲松(2003)便直指，自師資培育法實際施行後產生了若幹的問題，其中又以專業理想與實習檢定引起最多質疑。

研究者歸納多位學者的文獻後發現，師資培育法實施後產生的質疑，主要可從幾個方面討論之。

(一) 計畫式培育改為儲才式培育，師資培育市場化

就台灣近年來的教育改革而言，從行政院「教育改革審議委員會」所提出以教育「鬆綁」作為教育改革之基本理念，就可看出市場化的思考邏輯已滲入整個台灣教育改革當中，其中尤以高等教育的改革開放與師資培育機構的開放設立最為明顯，隨處可看出市場化邏輯運作的軌跡(戴曉霞，2000)。以修正後的「師資培育法」為例，第一條即接襲：「為培育高級中等學校以下及幼稚園師資，充裕教師來源，並增進其專業知能，特制訂本法」。揚洲松(2003)指出，一般而言法令的第一條都是明確揭示該法的目標，由此可見我國師資培育法所訂的目標有二，分別為充裕師資來源與增進教師專業知能。楊深坑(2002)更直指，此法制定

之主要目的似乎是著重在「充裕教師來源」，教師專業知能之增進反成為其附屬目標。吳武典(2006)說明道，師資培育制度開放的論點，似乎是企圖透過市場化的機制，增加工廠(師資培育機構)與產品(合格教師)，加強競爭，從而提升教師素質。換言之，師資培育制度的市場化，就是以師資來源多元的「儲備制」取代師資來源一元的「計畫制」精神(揚洲松，2003)。但是，從中卻看不到修法者對於國家社會究竟需要具備何種教師性格與特質(character traits)的期待，不去思考師資培育的理念為何、教師應有何圖像為何、教師專業應如何提升...等重要議題，而如此毫無縱深的淺碟式思考，便宜行事，突顯出了師資培育法的適切性不足(吳清山，2003)。

(二) 教育學程林立，師資培育過於浮濫

師資培育開放之後，教育學程如雨後春筍般紛紛成立，全國一百五十五所大學校院中，幾乎校校都有教育學程，甚至有些院校系所以可選讀教育學程為號召以招攬學生。根據鄭英耀(2002)引教育部學審會統計之製表顯示：九十一學年度修習中等教育學程共4,455人，國小學程約1,400人、幼教學程共820人、特教學程約180人；而自八十四學年度至九十一學年度已合計培養中等學程師資27290人、國小學程4570人、幼教學程3185人、特教學程420人，總計35490人。且至九十三學年度為止，六十所一般大學共開設九十四個教育學程，這九十四個教育學程一年約可培育出49740位教師，若再加上正統師範校院以及設有教育系所的大學，一年「生產」出來的教師人數更超過五萬名(陳曼玲，2004)。教育部「中小學師資供需與流浪教師問題」專案報告中亦指出，自師資培育新制實施以來，取得合格教師證書人數約十萬人，獲聘用約七萬人，相減後，流浪教師已多達三萬人，此三萬之數尚為保守估計(韓國棟，2004)，顯示儲備師資早已超過市場需求，此即教育部未有計畫及管制的「儲備」結果。

邱素青(2005)便指出，教育學程(師培中心)的設立標準不夠周全明確，審查

標準前後寬嚴不一，再加上教育學程(師培中心)的審核申請過程，師資培育審議委員會往往只做書面審查，缺乏對實際情況的了解，因此，准許各校盲目設立師資培育學程的結果，就是造成大量的合格教師失業。以師資培育機構中的師資為例，教育學程擔負著培養中小學師資的重責大任，學程教授即為「教師的教師」，責任重大(楊景堯，1996)；然而，一般大學師資培育學程師資的聘用，往往僅依循教育法規中的最低標準，僅聘用三或五位，既要開設各種教育學程科目，又要指導畢業生教育實習，且在課餘尚要進行專業研究，不僅疲於奔命，亦連帶影響到教學的成效(賴清標，2003)。

我們不可否認的，自師資培育開放後，讓許多一般大學中，優秀的、有熱忱的學生有機會投入教育的行列，其在教學現場的表現亦值得肯定；但隨著師資培育浮濫的擴張，過度的供應導致近幾年來爭取教師職缺愈見困難，僧多粥少、百中選一，為爭取正式教職之教師，每年自四月至八月往往南北奔波赴試，走後門、送紅包與攀關係等負面新聞亦多有所聞，影響教師專業形象；而未能考取正式職缺之教師，則成為所謂「流浪教師」，奔波各地尋求代課機會，或閉門苦讀以待來年再度投入甄選。如此，究竟是培育優良師資，提升教師素質，亦或造成優良師資苦苦未能尋得教職，最後黯然離開劣幣逐良幣的場景。賴清標(2003)形容，如此辛辛苦苦修讀教育學程，滿懷希望成為教師，東奔西跑參加教師甄試，屢敗屢戰、勞民傷財，最後卻仍落的一場空，嚴重傷害自尊與自信，形成師資人才的浪費。

此外，馮朝霖(2004)更指出，從教育部已核准設立的師資培育機構而言，由於中等教育學程只需開設26個學分，因此新設立的大多為「中學師資培育」機構；至於師資需求最為迫切的幼稚教育和特殊教育學程，反而因需開設課程要求高而「乏人問津」，也就是說，師資培育的多元化，恐怕只是「局部性」，而非「全面性」，不僅有儲備過剩的問題，且使師資「供需」不平衡的問題更形「惡化」。

(三) 師範精神、人師典範不能失落

從台灣教師的歷史文化脈絡來看，教師在台灣社會本享有較高之社會地位與道德圖像，其首重教育熱誠及承諾，應有一生奉獻教育的決心，將教育視為一生的志業，而非僅討生活的職業(康自立，2003)，因此長期以來，吸引許多優秀學子，有心投入這個志業而對國家社會有所貢獻。然而，檢視台灣修正後的「師資培育法」，雖然其中除前述的市場化需求外，也指出要強化專業知能與精神的培養，例如修正「師資培育法」第一條揭示：「...充裕教師來源，並增進其專業知能...」、第二條：「師資培育應著重教學知能及專業精神之培育...」，但26個學分再加半年的教育實習真能培養出專業知能與專業精神不無疑問。吳武典(2006)便指出，在83年以前的師範教育時代，師資培育強調的是「教育第一、師範為先，繼往開來、人師為貴」，教師的養成是一種「志業」，而非普通的行業；然而，隨著師資培育的改革，教師工作逐漸市場化、行業化，師範精神似乎隨著師資培育的開放而逐漸跟著走入歷史，令人感到無比的悲哀！

蘇永明(2002)曾以Amitai Etzioni的組織分類為本，指出學校是一種規範性的組織，教師是一種道德參與的工作，因此，具強化道德功能的師範院校體制最能培養成員對教育工作的認同，其次則是英國的「學士後師資班」，而認同度最低的則可能是台灣目前實施的教育學程。他指出從環境互動、專業認同與道德投入的角度而言，當前以一般大學教育學程為主的師資培育制度實難培育專業精神，而較偏向一種為經濟體制服務的「職業訓練」課程，而既然是職業訓練課程，就可以附加學分的方式辦理，以證照考試的方式進行檢定，發與合格證明，然後再交由市場機制進行篩選，其中則忽略了專業精神需經長時間在一個專業環境中經由「教化」養成的過程。而就「學士後師資班」而言，其法源在於「師資培育法」第九條第三項：「師資培育之大學，得視實際需要報請中央主管機關核定後，招收大學畢業生，修習師資職前教育課程至少一年，並另加教育實習課程半年。」

雖說其在專業認同上可能會高於教育學程，但將課程年限擠壓為一年，要在一年內安排26個學分的課程，勢必無法考量教育專業課程編排邏輯的順序性、銜接性與統整性，使課程內容趨於混雜、支離破碎而事倍功半，無法提供學生完整而紮實的教育專業知能訓練。因此，從學理上言，「師範體制」在教師專業精神與人師典範養成方面，仍有其優勢(蘇永明，2002)，此亦有待一般大學師資培育努力突破之處。

(四) 教育實習制度與師資檢定考

教育實習乃是源於歐洲傳統的學徒制，其基本功能是讓學生在實際的教育情境中體驗所學的教育理論，從而銜接理論與實際教學運用當中的落差，同時尋求調適(楊深坑、歐用生、王秋絨、湯維玲，1994)。因此，教育實習的主要功能為協助實習教師認識教育工作、體會教育工作及教師所扮演的角色，並透過「教、學、做」等實務經驗累積的過程，將所學理論與實務結合，從中累積教學的實務知識，進而靈活運用(賴清標，1997)。由此可知，教育實習對於教師素質之提昇，具有階段性的重要任務。

然而，張德銳(1998)卻指出，教育實習是我國師資教育中最弱、最受批評的一環，其主要問題有四個：(1)實習階段並無類似醫學系統的教學醫院實習場所。(2)實習學校的實習輔導教師無足夠的工作條件與專業訓練進行輔導。(3)師資培育機構之實習指導教師無法經常前往指導實習教師。(4)實習結果考核不夠公平客觀。而「師資培育法」修正後，教育實習改為半年，不但無法解決原有的問題，反而將使得這些問題更加嚴重。

在實習年限方面，據「高級中等以下學校及幼稚園教師資格檢定及教育實習辦法」第十八條規定：「實習教師之教育實習事項如下：一、教學實習。二、導師(級務)實習。三、行政實習。四、研習活動。實習期間以教學實習及導師(級務)

實習為主，行政實習及研習活動為輔。」可知，實習的內容龐雜，僅僅半年的實習時間，是否能夠完整且深入地完成這些實習活動以整備準教師的教育專業知能，實令人憂心存疑(揚洲松，2003；翁子雯，2006；邱素青，2005；謝紫菱，2005)。

吳武典(2006)更痛批：「教育實習課程由原來的一年改變為半年，根本實習不了什麼，形成了另一項『台灣奇蹟』，因為沒有一個稍為先進的國家是這樣搞的(至少都是一年)！且在實務面上，也造成了實習學校的極大困擾，甚至許多中小學因此拒絕接受實習生。當初政府為了權宜(解決實習教師身分問題)與省錢(省掉「實習津貼」)今天付出了『省除實習品質』的極大代價！」。

此外，師資生進入實習學校後，需要有一段適應的時間，以實習期間八月到隔年一月為例，八月師資生雖至實習學校報到，尚須等候單位的分發，而此時適逢開學前的暑期準備期間，行政單位正是兵荒馬亂時期，根本無暇顧及師資生的實習權利與義務，也難以安排實習輔導教師從旁指導，須等至九月開學以後，師資生才正式實行所謂的教育實習，再等到師資生適應學校的生態，實習的時間可能已過了一半，原訂半年的實習年限更顯拮据，在這過程中，尚要實習包括「教學」、「行政」、「導師」及「研習」等四部分，對於所剩不多的時間，只能採用「有效率」但「不專業」方式進行，再且尚有教師資格檢定考試的壓力，能否專注於實習的準備，尚在未定之數，最後實習階段大概就只是「走馬看花」走一遭，缺乏實務操作的經驗，這對教育實習規劃的基本意涵而言，似乎大相逕庭(翁子雯，2006)。

在教師資格取得方面。師資培育多元化以後，教育部原規劃透過嚴格的檢覈過程，以管制、維持師資的品質，所以設計了初檢、實習和複檢的制度，但實際運作上，初檢與複檢多流於形式，只要實習成績合格，就能取得合格教師證書(歐

用生,1996)。新制實施後,凡自九十二學年度以後進入師資培育系統的師資生,改為實習半年,實習結束後需參加教育部舉辦的「師資檢定考」,考試通過始取得教師證。徐永誠(2006)指出,自94年4月首度舉行之教師資格檢定考試,所有考科內容方式幾乎以「選擇題」型式呈現,佔全部的70%,雖有30%為簡答題,但整體而言偏重學生的記憶,用選擇題篩選教師,會造成教師只學些零碎記憶性知識,無法有效地統整教育專業知識,且記憶背誦的測驗題型太多,此與教育現場重創意啟發教學的現實不符,應多增加問答題與作文等申論性題型,促進準教師結合理論與實務進行反思,才有實質的助益,此外,教育的重點之一,在於「人格陶冶」與「為人師表」典範,此絕非選擇題所能檢測得知,且用選擇題篩選「教師資格」,似乎有引導未來教師用「考試領導教學」模式以教育下一代之嫌。

該如何健全我們的教育實習制度與檢定,以提昇優質教師素質之教育實習核心策略,分以下五點說明之(鄧鈞文,2003;吳武典,2005;吳武典,2006;邱素青,2005;劉妙真,2005;翁子雯,2006;謝紫菱,2005):

1. 實習的時程恢復為一年制

雖然將教育實習的時程恢復為一年制或更長的時間,並不代表就能否解決舊制實習過程不夠嚴謹的舊有問題,但一年制的實習至少提供實習教師較充足的時間進行調適與學習,且其經歷的是一整個學年的學校運作與教學,不僅提供實習教師較完整的行政實習經驗與對所有教材的教學認識,同時亦減低師培機構和實習學校行政作業上的困擾;此外,教育實習應與師資培育課程中之分科(或各領域)教材教法和教學實習(試教)緊密結合;且在師培機構的教學實習課程中,應該給予學生更多實地試教與實作的機會。

2. 教師資格檢定「兩階段篩檢」制度

新制的實習輔導制度中,除實習年限減為半年外,並增設教師檢定考,作為實習年限減半的配套措施。由於是「先實習,再檢定」,因此師資生在修畢師資

培育所規定的課程後，不論素質優劣，都須進入教學現場實習，如此不僅師資生負擔沉重、學校難以負荷，實習成效亦難以預料；再者，師資生完成實習後，未必能通過教師檢定考試及取得教職，將平添師資生不必要的挫折。鄧怡勳與蔡碧蓮(2004)便指出，實習教師對於進入實習學校後一方面要適應不同的環境，另一方面則經歷教育理論與實際教學間的磨合驗證，因而往往會感到焦慮，故經由實習的歷程，可檢視自己是否真正願意、適合在教學的領域中繼續前行。符碧真(1999)亦指出沒有經過導入教育的初任教師，可能會導致師資生無法培養有效率的教學能力、對職前所學教育理論產生質疑，教學方式回到傳統風格難以創新、進入教學現場後耗損率高及離職率高、並易遭受個人及專業上的創傷(引自 謝紫菱，2005)。

薛梨真(民83)則指出，良好的實習經驗有助於將來任教時能增加留任比率、增進教學表現、協助個人成長、以及減少工作困擾，可知良好的實習經驗，不僅能培養師資生實際教學的知能，亦有助於教師日後的專業發展，而其成效則有賴教師實習制度的良好規劃。而所謂的「兩階段篩檢」則基於此，意指師培生修完師培課程後，先參加「師資檢定考」，通過考試的人，才能到學校實習；實習完成後，由師培機構及實習學校共同考覈，類似舊制的考覈制度，考覈及格就可取得教師證，不必再參加考試，即所謂「先考試，後實習」。「先考試，後實習」較之「先實習，後考試」實較符合實際的需要與思考邏輯，一方面師資生修習課程時正是對教育理論最熟悉的時期，修完課程後檢核其教師的理論素養實屬合理，亦藉此篩檢進入實習階段所需的基礎教育專業知能，畢竟實習階段的重點是理論與實務的結合，若沒有理論為基礎，那又如何談到與實務結合，徒增實習學校與實習輔導教師的困擾；另一方面，由於檢定考試已過，實習階段無須憂心與準備檢定考試，因而能專心致力於實習階段的學習，有效提升實習的品質，且亦可避免通過實習卻未能通過師資檢定考，浪費師資生先前所付出時間與心血，徒增師資生的挫折。

3. 建立「師傅教師」(master teacher)制度

所謂「師傅教師」,乃是對於合格、資深(至少三年)且優良的實習指導教師(包括現職和退休教師)授予的一種永久性榮銜(吳武典, 2005)。

長期以來,實習學校對實習過程擁有極大的自主權,師資生在實習階段淪為「打雜」的現象時有所聞;而所謂的實習輔導教師,常常只是實習學校臨時指派「匆忙成軍」、「掛名義」,因為多數資深教師缺乏意願指導實習教師,其原因除了不願意背負額外的責任、增加教學的負擔外,另一原因就是誘因不足,成為實習輔導教師,對資深教師而言,不僅未能獲得實質上的獎勵,還增加了自己的負擔,無怪乎興趣缺缺。因此,應透過訂定相關的獎勵措施或辦法(例如實施教師分級制),建立「師傅教師」制度,以激起資深教師的意願。近年開始討論教師分級制度的實施,此制度對師傅教師的推行而言有其助益,一方面讓資深教師有生涯晉升的機會,增加動機,另一方面則鼓勵優秀資深教師擔任實習輔導教師,培育後進,讓師資生有個可以請教及學習之對象,以達一石兩鳥之效。

4. 規劃教育專業發展學校制度

張德銳(1998)指出,教育實習制度對能有效發揮的原因之一,就是沒有類似醫學系統的教學醫院實習場所。而教育專業發展學校的規劃,就如同是醫學系統的教學醫院,兼具了醫療服務、醫學研究及醫師實習的功能;教育專業發展學校,除了從事教育研究發展與服務外,亦可提供教育實習,藉由資源的集中,讓師資生獲得有系統、有規劃的實習機會,從其中吸取經驗,內化成個人知能,這會比師資生沒系統的散落至個別學校,在無規劃的實習環境下學習來得有意義。傳統師範校院有些設有附屬的中學或小學,即有此一考量,而現行各師資培育機構,則應與鄰近的國中、小建立良好的互動與合作關係,不僅提升教育實習階段的規劃與成效,也有助於師資職前教育階段教學觀摩、見習等教學活動的進行。

5. 強化教育實習的夥伴關係

教育實習雖以師資生為主角，但須透過相關的配套措施相輔之，教育政策本就是上行下效、一以貫之，上至教育行政機關，下至師資培育機構、實習學校及教育工作者，都應相互合作，建立夥伴關係，共同擬定合適的實習策略，輔導師資生能夠順利成為一位優質的教師。

第二節 科學教師專業知能

隨著社會的變遷，科學教育的教學理念亦不斷調整，以我國九年一貫課程改革為例，在自然與生活科技領域的教學上，便一改過去科學精英式的教學理念，轉而強調培養科學素養、學習問題解決等「帶著走的能力」(教育部，1998；蘇麗春，2005)，故中學科學教師應具備哪些專業知能，以符應科學教學的需要，亦極需釐清。因此，本節將針對教師所需的專業知能、美國國家科學教育標準、以及當前台灣科學教育的理念進行了解，最後歸納作為本研究訪談分析之參考依據。

一、教師專業知能

教師能否配合教育改革的政策、是否了解教育的內涵、以及是否具備進行教學所需的專業知能等，皆為教育改革成功與否的關鍵。中學科學教師在教學現場所扮演的角色，並不僅止於科學知識的傳授者，而是擔負教授科學知識的「教師」，此亦韓愈所云：「師者，傳道、授業、解惑也。」之意涵，因此，在探討科學教師專業知能的同時，應先了解究竟教師應具備哪些專業知能。

美國國家專業教學標準委員會 (National Board for Professional Teaching

Standards , NBPTS) 認為二十一世紀的教師應具備五項核心知能 (What Teachers Should Know And Be Able To Do)(NBPTS , 1989):

1. 教師應關懷學生以及他們的學習狀況

教師應盡力將知識轉化為學生容易懂的方式教學，而假設每一位學生都有能力學習。且教師在教學進行中應考量每位學生的興趣、能力、技巧、知識、家庭背景、同儕關係等個別差異，並據以調整其教學方式，平等的對待每一位學生。

教師應瞭解學生的身心如何發展與學習，並將主要的認知理論與智能發展理論運用於實際教學中。教師同時也要察覺情境脈絡與文化背景對學生行為的影響，從而拓展他們的認知潛能和提昇他們的學習態度。同樣重要的，教師應促進學生建立自尊、提高學習的動機、培養個人的品格、建立關懷社會的責任感，並塑造學生尊重個人、文化、宗教、和種族的差異。

2. 教師應具備學科知識以及學科教學知識

教師應充分瞭解所教授的科目，並覺知該學科知識是如何被創造、組織、與其它學科連結、以及如何運用於生活中。同時，教師應忠實的呈現文化的智慧以及學科知識的真正價值，並藉以增進學生的批判能力和分析能力。

教師應具備將學科知識的內容轉化並呈現給學生的能力，並能覺知學生學習前的先備概念與背景知識，以及運用何種教學策略和教學媒體能幫助學生學習此知識。同時，教師應瞭解學生可能遭遇的學習困難，並據以修正其教學活動；另外，教師在撰寫教案時應針對不同的學生設計不同的學習途徑，並教導學生在實際問題情境中如何進行擬題和解題。

3. 教師應負起管理與監督學生學習狀況的責任

教師應藉由創新、充實、支持、或調整原先的教學環境，以引起並維持學生的學習興趣，並更有效的使用教學時間。教師應善於讓學生和成人去協助他們的教學，同時教師也應瞭解同儕的專業知識和技能，藉以補足個人能力之不足。另

外，教師應具備基本的教學技巧，了解使用的時機，並能在需要的時候運用出來。同樣的，也要能分辨哪些時候使用無效，甚至造成反效果。

教師應知道如何讓學生投入學科學習情境中，也應知道如何組織該情境才能讓學生達到學校預訂的教育目標。同時，教師應具備建立學生與學生、學生與教師之間的社交互動之規範。此外，教師要能適時的刺激學生學習，即使學生遭遇暫時的失敗，教師也要能鼓舞並維持學生的學習興趣。

教師應能深切了解學生個人以及全班的學習進度，而且能使用多種不同的評量方法來測量學生的學習成長及理解之情形，並能適當的表達讓家長了解學生的學習情形。

4. 教師應能有系統的檢視個人的教學實踐，並能從教學經驗中反思學習

教師應為知識份子的楷模，能展露出好奇心、寬容心、誠實、處事公正、尊重差異、和欣賞文化的異同等特質，並促使學生潛移默化；同時教師也應具備智力成長所需的能力：如推理能力、創意能力、冒險精神、以及採取實驗與問題解決為導向的處理方式。

教師應能運用他們有關人類發展、教學題材、以及對學生的瞭解的知識為基礎，作為評鑑優良教學的準則，使他們的決定不僅奠基於理論的基礎，亦有他們的經驗做支持。此外，教師應鼓勵學生培養終身學習的態度，並身體力行從自身做起。

教師應努力加強教學效能，嚴格檢視教學成果，據以擴充教學技巧、深化教學知識、使判斷力更敏銳，而且能配合新的教學發現、教育理念和學習理論來調整教學設計。

5. 教師應為學校課程發展委員會的成員

教師應與同儕及其他專家學者合作，共同擬定教學策略、設計課程發展、及組織相關委員會，藉以提昇學校的教育功能。他們也應深切的瞭解國家及地方的

教育目標，據以評定學校的教學進度和資源的再分配。教師應對周圍專業學校或社群所能提供對學生有利的資源有所了解，並能依照學生的需要尋求資源的幫助。最後，教師應結家家長的協助及創意，共同提昇學校教育的效率。

另外，美國師範教育學院學會（American Association of Colleges for Teacher Education, AACTE）所發展的「標準取向的師資培育計畫」（Standards-based Teacher Education Project, STEP），目標在建立一系列的職前教師課程標準，提供各校改善有關職前教師培育的制度、課程、發展方向與評量等，且STEP亦幫助各校建立多元的評量規劃，用以評估職前教師的素質與準備狀態，作為鑑別何謂適任優良教師的標準。STEP的基本理念是基於下列三項原則：(1)教師必須瞭解所教授的學科知識；(2)教師必須瞭解如何實施合適的教學法，以利學生學習；(3)教師必須瞭解如何評量與督導學生的學習情形。此與美國國家專業教學標準委員會的見解相似。

除了教育決策當局所重視並訂定的教師專業知能外，亦有許多專家學者對於教師的專業知能進行相關研究。其中Shulman(1986；1987)所提之學科教學知識(pedagogical content knowledge)的概念備受重視，Shulman依據在職教師的個案研究，從身為教師要達成應有的教學能力或教學行為表現所需的知識與能力進行分類，認為教師應具備下述七種知識：

1. 學科內容知識(content knowledge)：泛指教師所具備的專門領域內容知識，即教學過程中所教授的專門內容。
2. 一般教學知識(general pedagogical knowledge)：指的是一般教學方面的理論與知識，如教學方法、教學策略等知識。
3. 課程知識(curriculum knowledge)：融合教師對於教學目標、教材內容和教學計畫等知識。
4. 關於學習者的知識(knowledge of learner)：教師對學習者的特質、學習動

機與興趣、先備概念的認識、可能的迷思概念、學習的心理反應等方面的了解。

5. 教育情境的知識(knowledge of educational context)：教師對學習環境的認識，包括班級、學校、社區文化與學生次文化等有關環境與文化的認識。
6. 有關教育目標的知識(knowledge of educational aims)：教師對教育目的、教育價值、與教育史哲方面的認識。
7. 學科教學知識(pedagogical content knowledge)：是指如何將學科內容知識與24. 教學知識結合，透過適當的表徵，將學科知識有效的傳達給學生，並能為學生所接受吸收的知識，Shulman(1987)指出學科教學知識可說是教學中最重要的，亦是優良教師所具備的。

Grossman和Richert (1988)的研究中則是將教師專業知識分一般教學知識、學科知識、學科教學知識、學習者知識、情境環境的知識五類。饒見維(1997)則指出中小學教師所需要的教育專業知能應包含教育目標與教育價值的知識、課程與教學知能、心理與輔導知能、班級經營知能、以及教育環境脈絡的知識等。另外，Parkay和Stanford(2000)則強調，教師專業知能應建立在反思和問題解決的基礎下，因此主張教師專業知能應包含必要知識、反思和解決問題、與必要技能三部份，其中必要知識涵蓋自我和學生的知識、學科的知識、教育理論和研究的知識，而必要技能則有教學的技巧和技術、以及人際互動的能力等。檢視前述之主張可發現，僅饒見維(1997)所提「心理與輔導知能的需求」與Parkay和Stanford(2000)的「反思和解決問題」兩點與Shulman的七種知識略有不同，但進一步思考，即可發現心理與輔導知能需奠基於對學習者心理反應的認識；而反思和解決問題能力，亦需要奠基於Shulman的七種知識作為反省與解決問題的基礎，可知Shulman所提教師所需之七種知識已頗為完備。

段曉林(1996)研究多位學者對學科教學知識內涵的看法歸納後指出，學科教

學知識可由微觀或巨觀視之，但無論是微觀或巨觀，均是以教師的學科知識、一般教學知識、課程知識、評量知識、學生知識、學校情境與文化之知識為基礎(參閱圖2-2-1)，當教師在師資培育學程中學習上述領域之知識時，其心智中已不斷的將數種領域知識融合，並以全方位的角度，思考學科教學時的運用方式，學科教學知識即逐漸發展，且當教師不斷思考特定單元的學科教學知識時，也會自行建構此學科領域之教學法。換言之，由微觀學科教學知識發展成巨觀的學科教學知識，甚至以此為基礎，鑽研與擴充特定領域(如，學科、課程、教材、教室文化等)之知識。圖2-1-1中的雙向箭號表示，巨觀的學科教學知識可由特定單元中之學科教學知識發展出，亦能由各種知識領域融合而成。

簡言之，學科教學知識泛指教師如何將其對專業學科上的瞭解，透過各種方式或技巧，以學生容易學習、理解的方式呈現出來的知識，以科學教師為例，其學科教學知識的呈現就是在於如何將抽象的科學理論、概念，透過圖解、類比...等方式傳達給學生，並讓學生容易了解。正如Wilsor與Richert(1987)的說明，教師學科教學知識主要的價值，是能以學生可了解的方式將學科知識傳達給學生(引自段曉林，1996)。而其內涵則涉及教師、學生與社會文化，涵蓋課程知識、學科知識、教學知識、學生知識、評量知識情境與文化知識等部份。不僅需具備教學知識與學科專業知識，且要能靈活運用兩者並有效呈現於複雜的學科教學課室當中，此即教師與教育學家或學科研究專家最大的不同。

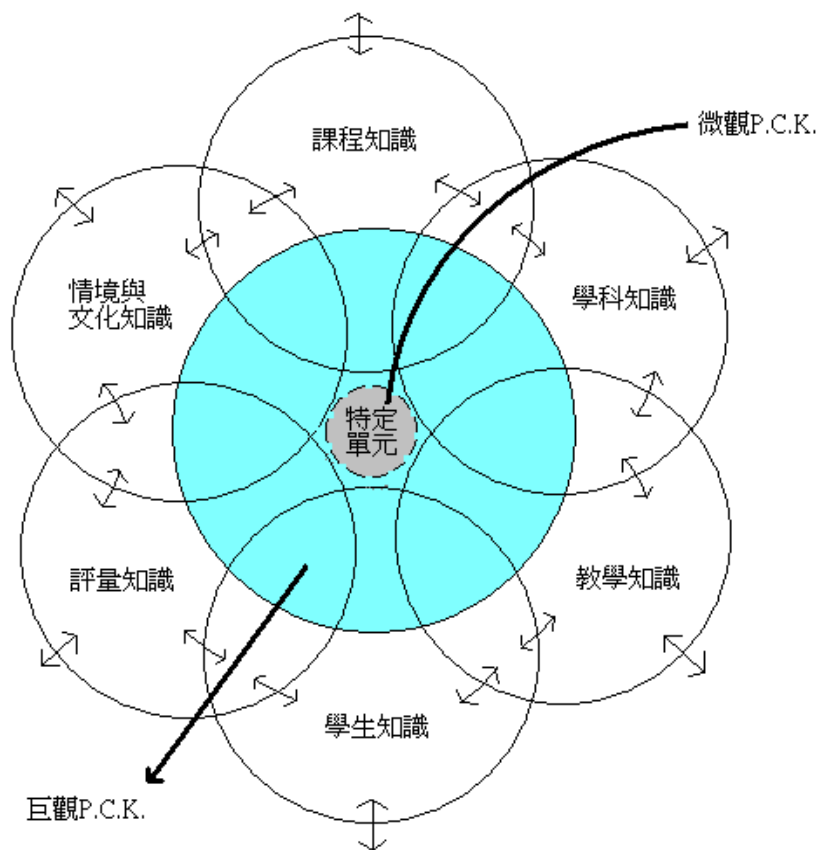


圖2-2-1 學科教學知識圖(段曉林, 1996)

二、美國國家科學教育標準

美國國家研究委員會(National Research Council)有感於科學教育的重要性與發展趨勢，於1996年訂定國家科學教育標準(National Science Education Standards)，內容包含基本原理與定義、科學教學標準、科學教師專業發展標準、科學教育中的評量、科學教材內容的標準、科學教育課程(program)的標準、科學教育制度體系方面(system)的標準等七部份，明訂科學教育中的教師專業、教學、教材...等之標準，以提供各級學校科學教育安排與科學師資培育機構培育師資之參考依據。在其「基本原理與定義」中便開宗明義的指出「學生的科學學習是學生主動學習的動態過程，應讓學生自行決定目標、對象、提出問題、取得知識、詮釋自然現象的結構、嘗試用許多不同的方式驗證這些現象、並與他人分享自己的看法」，因此在科學的教學中，「教師須引導學生主動的將其原有的科學知識與科學課程內容做連結，學生應用既有的科學知識連結到新的問題上，然後進行問

題解決、計畫、做決定、與團體討論」，其目的在於「透過科學的學習，培養學生建立正確的科學觀、了解何謂科學、科學方法、邏輯思辯、懷疑的態度、科學的範疇與限制、以及科學如何影響文化等科學素養」。因此，在科學教學標準中主張，科學教學的內涵有以下五個重點：

1.在教學規劃上，應重視學生個人的興趣、經驗與需求。科學教師應平衡與結合學生立即的需要與一整個學年的教學目標，選取適用的科學內容，並設計課程以符合學生之興趣、知識、了解、能力和經驗選擇並調整課程的規劃，使其有助於學生理解能力的發展，並營造一個科學學習的團體氛圍。

2.在教學活動方面，強調探究式的科學活動。教師應規劃探究式的科學活動，帶動學生進行積極的、延伸的科學探究活動，主持、提供學生機會進行科學想法之探討與辯論，並鼓勵學生接受並分擔學習的責任，使學生了解學習是自己的事。

3.科學教師在教學過程中，應持續評估個人的教學與學生學習的狀況。教師應透過學生的資料、教學觀察、同僚間之交流等多種方法和有系統的資料，以知悉學生之理解狀況和能力，以茲反應並改良教學。

4.科學教師應設計並營造良好的學習環境，此環境提供學生時間、空間、以及充足的支持與資源。科學教學應鼓勵學生進行科學活動的延伸與探究，因此教師一方面需刻意空出時間，讓學生能夠進一步的進行探究，另一方面，則營造一個有彈性且支持學生學習科學的環境，提供學生可獲得的科學工具、材料、媒體、科技資源、以及校外資源等，以利科學的學習。

5.教學的成效則專注於學生是否能了解並運用科學知識、想法和探究之過程。科學學習之目的在於培養學生建立正確的科學觀、了解何謂科學、科學方法、邏輯思辯、懷疑的態度、科學的範疇與限制、以及科學如何影響文化等科學素養，因此教學的成效應重視其所展現的科學學習探究過程中所需的知能、態度、與社會價值觀。

從科學教學標準的內涵，可知科學教學的新趨勢有別於傳統的科學教學，科學教學的目的在於提升學生的科學素養，課程內容著重學生的生活經驗，並與學生生活週遭的科學議題做連結，引導學生運用所學解決問題；教學過程強調以學生為中心，學習是學生主動探究的過程；而教學成效則重視學生於科學學習探究過程中所展現的知能、態度、與社會價值觀等。除此之外，於科學教師專業發展標準中特別提到，發展科學教師的專業知能須透過幾個方面來進行：

1.科學教師專業發展需要透過實作經驗的累積。科學教師的專業能力須從實作中提升，教師們應累積科學學習的經驗，這些經驗包括(1)積極從事科學研究，這些研究主題需要能被進行科學詮釋、歸納結果、並且理解後得到與現在科學所公認的科學內容一致的結果。(2)廣泛接觸與科學相關之議題、事件、問題、或者科學上有意義的且令參與者有興趣的主題。(3)教師要對科學的作品、媒體、技術資源(有助於開展個人的科學知識與技能的資源)有廣泛的了解。並將前述之學習經驗，建立在教師對科學的認識、能力與態度上，伴隨科學探究的過程與成果，不斷的成長。(4)對科學教材進行詮釋與教學方法的探究。

2.科學教師專業發展需要整合科學知識、學習知識、教學法、以及學生知識，建構學科教學知識，並將這些知識運用於科學教學中。一個有效的科學教學，教師除了需要對科學知識與理論有廣博的認識外，也要能了解班級狀況、學生的學習情形、學生的思考方式、特徵、能力、經驗、先備知識等，才能依照不同的需要，進行課程的調整。因此，教師需要整合個人對科學、學習、教學法、教學、評量等能力與知識，建立個人對科學內容、教學、與學習的知識的了解，發展個人的學科教學知識，才能有效的決定學習的目標、教學策略、評量工作、以及課程材料，進行有效的教學。

3.科學教師專業發展需要建立終身學習領會與能力。當一個人成為教師，他便步上終生學習的過程，科學教師要先能自我省察，檢視個人的能力、態度、信

念、知識、教學、經驗等，充分了解自己，找出問題，才能對症下藥，針對不足之處進行學習。在檢視自我與專業發展過程中需要教學日誌、教學錄影檢視、自我反省機制、教學檔案的建立、組織共同成長組織、尋求專業發展的管道、尋求他人的回饋與教學資源等技巧、能力、與資源取得等能力，不僅藉此了解自己，亦可記錄下成長的過程與監督自己成長的進度與每個步驟，以發展個人的教學技能、充實科學新知、分析個人的教學需要、評量需要、教學需要、使用工具的需要、建立個人的教學信念等，並透過實作、反省、他人的回饋、檢視自己的教學行為等來省察自己的實際表現與需要改進的地方，充實不足之處、調整自己的教學，提升自己的能力。

4.科學教師專業發展計畫必須協調且一致。教師專業成長是持續且漫長的過程，因此需要整合並協調整個專業發展計畫的組成與安排，以便在專業發展過程中能無時不刻的進行學習與能力的養成 持續的增強 並在許多情境中不斷實踐。

三、課程改革對中學科學教師專業知能的影響

「九年一貫課程改革」是我國國民教育繼1968年實施「九年國教」之後最重大的改革措施，自九十學年度開始在國小一年級實施，九十一學年度擴及國小一、二、四年級與國中一年級實施後，截至2006已滿四年，每年將有三百萬以上的學生接受「九年一貫課程」的教學(黃淑苓，2003a)。「九年一貫課程」的成敗關係著國家每年數以百萬計的學生的學習發展，面對此一國家跨世紀的國民教育階段課程改革，師資培育機構有無可迴避的責任與義務。這些課程變革及其衍生而來的教學改變，對國內教師的專業知能需求，必然引起重大的衝擊，其中又以國中教師所受的影響最大。相對於國內課程改革的衝擊，師資培育機構勢必需要有所因應，培養具備符合此一革新所需專業知能之優良教師。畢竟，任何教育改革的成功，都需良好的教師來配合，如何提升師資合宜的能力，師資培育機構責無旁貸。以下分別探討課程改革的規劃與科學教育理念對中學科學教師專業知能

養成的影響。

(一) 課程改革與規劃方面

「九年一貫課程」主要是承行政院教育改革審議委員會「教育改革諮議總告書」之改革建議進行擬定。於「國民教育階段課程總綱綱要」中即已指出，「九年一貫課程」的基本理念「在本質上，教育是開展學生潛能、培養學生適應與改善生活環境的歷程。因此，跨世紀的九年一貫新課程應該具備人本情懷、統整能力、民主素養、鄉土與國際意識，以及能進行終身學習之健全國民」(教育部，1998)。前教育部長林清江亦在記者會上宣示：未來的國民教育新課程，要培養學生具備「帶著走的基本能力，拋掉背不動的書包與學習繁雜的知識教材」(蘇麗春，2005)。「九年一貫課程」無論在內容、形式和精神上，都與過去的課程標準有相當大的突破與進步，展現了新的風貌與特色(歐用生，2000a)。

「九年一貫課程」的內容除了說明修訂源起外，主要分為六個部份：基本理念、課程目標、基本能力、學習領域、實施要點、各學習領域綱要。「九年一貫課程」與83年版課程標準最大的不同在於陳述「基本理念」，增加「基本能力」指標，並把過去的分科整編為「學習領域」。總括而言，九年一貫課程主要的改革內涵，在於強調能力本位、課程一貫、課程鬆綁與學校本位課程、統整課程等(林生傳，2004；符碧真，2003；陳清溪，2003；蘇麗春，2005；黃淑苓，2003b；黃淑苓，2005；歐用生，2000b)。

首先，九年一貫課程目標以培養學生十大基本能力為目標。九年一貫課程於基本理念中指出：「跨世紀的九年一貫新課程應該培養具備人本情懷、統整能力、民主素養、鄉土與國際意識，以及能進行終身學習之健全國民」(教育部，2003b)，並於課程目標與基本能力強調能力本位，以培養學生帶著走的能力為目的，提出十項課程目標與相呼應之十項基本能力指標，作為國民教育引導學生達成的教學

目的，分別為：增進自我了解，發展個人潛能；培養欣賞、表現、審美及創作能力；提升生涯規劃與終身學習能力；培養表達、溝通和分享的知能；發展尊重他人、關懷社會、增進團隊合作；促進文化學習與國際了解；增進規劃、組織與實踐的知能；運用科技與資訊的能力；激發主動探索和研究的的精神；培養獨立思考與解決問題的能力等十大基本能力(教育部，2003b)，以此設定分段能力指標，作為教學設計的依據，其後教科書的評鑑與選購、教師課程設計、學生學習內容與評量，都需參照十大基本能力與能力指標之規定。此外，教育部(2003b)更指出九年一貫的課程目標是以「個人」和個體發展、社會文化、自然環境三者的關係為主軸來培養各項能力，與過去以學科知識為重心的課程教學內容有很大的不同，可知九年一貫課程是「以學生為主體，以生活經驗為重心」(教育部，2003b)，強調個人的能力發展，因此，「學生本位」與「能力本位」可視為九年一貫課程的核心概念(蘇麗春，2005)。

其次、九年一貫課程強調「課程一貫」。傳統國中、小課程標準分開明定，並設各組課程標準委員會(許德便，2004)；九年一貫課程綱要強調前六年的國小課程與後三年的國中教育課程要連貫，上下要連接，以減少不必要的重複，其策略之一便是藉由前述之十大基本能力與分段能力指標進行串聯，貫穿各年的課程，讓國中、小課程一體成形，遵循相同之能力指標為規範，繼而形成同一結構(林生傳，2004)。

第三、課程鬆綁與學校本位課程。以往學校課程大都依照中央課程標準的規定來實施，學校及教師自主的空間有限，課程與教材難以因地制宜，適應各校的個別差異。而九年一貫課程強調學校本位的課程發展，於其實施要點(教育部，2003b)中規定，每學年的授課時數為200天，每學期上課20週，每週授課5天，各領域學習節數應排定百分之十到百分之十五，作為「彈性學習節數」之用，「學校課程發展委員會應充分考量學校條件、社區特性、家長期望、學生需要等相關

因素，結合全體教師及社區資源，發展學校本位課程，並審慎規劃全校課程計畫」(教育部，2003b)，全校課程計畫範疇包含各領域課程計畫及彈性學習節數課程計畫，強調學校本位課程的發展，學校可依其個別情況與需求進行調度，激發學校內在專業，結合教師的專業能力，建構以學校為中心的課程內涵，使教學活動更具彈性空間，反應空白課程之精神與特色，落實多元化的課程理念(陳清溪，2003；符碧真，2003)。

第四、課程統整。教育部過去的學科過於分化，學生學習時數太多、課程太多太雜，學生負擔太重，九年一貫課程在結構上，改變傳統的分科課程，將以往國小的十一科、國中二十一科的學科課程，依學科知識之相近程度統整為較大的七大學習領域，除了語文學習領域與數學學習領域與原有專科相似之外，社會學習領域、自然與生活科技學習領域、藝術與人文學習領域、健康與體育學習領域及總合學習領域等五個學習領域，各以能力的指標界定學習的內容範疇，完全模糊了原有的學科界線各學習領域涵蓋了數科的內容，例如自然與生活科技學習領域即包含了生物、物理、化學(原為理化)、地球科學、及生活科技等科目內涵。其目的即在於減少學科數及教學節數，解決課程太多太雜的問題，以減輕學生課業負擔，且透過「統整」的過程，將相關學科之間的經驗與知識內容統整起來，使其組成有意義的整體。符碧真(2003)便指出課程統整有四項功能：(1)意義化(signification)：很多東西個別的學習看不出什麼意義，但是如果把幾個不同但相關的東西排在一起學習，可使學習意義化；(2)內化(internalization)：有意義的學習較容易消化、儲存在個人的認知架構裡，變成整體的一部分，也就是具備了基本能力；(3)類化(generalization)：已經內化的基本能力，當再遇到類似環境時，容易啟發個人觸類旁通，加以應用；(4)簡化(simplification)：統整可以消除無謂的重複，節省學習的時間與體力。九年一貫課程統整，亦促使統整課程與協同教學成為課程教學特色之一。

從上述有關課程改革方面的調整可知其對教學規劃的影響甚鉅，自民國八十七年教育部公佈「國民教育階段課程總綱綱要」以來，對於國內課程改革的規劃各界褒貶不一，部分學者認為其反映了時代的精神(陳伯璋，1999a；陳伯璋，1999b)、符合世界教育潮流(林生傳，2004)，可以使學生學得解決問題的實用能力(歐用生，1999)；亦有學者持不同的意見，認為此改革缺乏理論基礎及實證研究的支持(余安邦，1999)，其中尤以學習領域統整課程及課程綱要等取代過去傳統的分科教學與課程標準的作法對教師的角色衝擊甚大(郭丁熒，2000；黃玉幸，1999)，此外，針對學習領域教學，社會上亦有幾點疑慮，例如學習領域的合併是否合理、在職教師與職前教師的養成是否有足夠的訓練與素養來實施統整課程、統整課程是否會影響到基礎教育的教學品質等(黃譯瑩，1999)。儘管課程改革的爭議不斷，但師資培育機構培養具備充分專業知能的教師，以符合實際教學對教師專業知能的需求，是無可避免的責任。

因此，有鑒於國內課程改革的規劃，陳清溪(2003)認為師資培育機構應培養教師具備規劃學校本位課程的能力、統整課程的能力、協同教學的能力、培養行動研究的能力、及培養終身學習的能力，因此，師資培育機構應提升教師能選擇教材、進行課程發展、設計、教材編寫、解讀能力指標之內涵等技巧；此外，學校本位課程、統整課程與協同教學部份往往須與其他領域、不同專長的人共同討論、合作、配搭，如何在團隊中與人溝通、合作，規劃組織架構，進行教學設計，讓學生體驗到協同、統整過的課程與教學(甄曉蘭，2002；陳清溪，2003)。

饒見維(1999，2000)亦指出，教師在此際課程改革過程中，需提升對課程改革的了解，包括能理解或詮釋各學習領域之內涵與目標、了解階段性能力指標之意義、能選擇教材、組織教材，並決定主題與教學目標、能根據主題決定課程內容的範圍與順序、能選擇或設計適當的教學活動、能選擇或設計適當的教學評量方式、能研擬並執行課程評鑑、評估與檢討課程與教學之實施成效，並做適當的

調整。

潘慧玲等(2004)多位學者針對國民中小學教師教學專業能力指標之發展的研究中，則將教學專業能力指標分為五個層面：規劃能力、教學能力、管理能力、評鑑能力、專業發展能力。前四個層面的能力與教師的教學工作直接相關，規劃能力是指教師在授課前的所有規劃準備工作，這點在學校本位課程的脈絡下特別重要，教師不能只是照表操課，依賴統一的教科書完成教學的工作，而必須根據學生的起點行為、學校的願景與特色、學習能力指標的規定，完成教學工作的規劃。教學能力則是教師的重要關鍵能力，考驗教師如何能在教學現場完整清楚地將學習內容轉化為學生能夠理解吸收的知識與能力。管理能力與教學的脈絡經營有關，包括可見(如學習材料、經費、時間)與不可見(如班級文化、師生互動、親師關係)的資源經營，經營的好，教學工作可以事半功倍，經營不好則有礙教學。評鑑能力是指教師根據某些規準進行價值判斷的能力，教師必須知道如何對自己的教學進行評鑑，以協助學生改進，同時也應知道如何參與課程評鑑協助自身以及學校進行改進。專業發展能力一般而言較受忽視，比較指涉教師教學的情意層面，也就是對專業的要求、投入與認同。

呂文惠(2003)整合多位學者(游家政，1999；陳伯璋，1999；張德銳，1999；彭森明、李虎雄、簡茂發，1998；彭筠芝，1999；饒見維，1999；饒見維，2000)的見解後指出，要達到課程改革中的課程統整及讓課程縱向與橫向的一貫，教師必須具有設計統整課程、主題教學、及協同教學的能力；而教師的專業知能則包括教學、輔導、行政、溝通及研究等能力。再者，使教師得以設計課程所需的專業能力，則可劃分為一般知能、核心知能、及課程設計專業態度三部份。其中，一般知能是指能與他人協調合作、具備創造思考的能力、具備反省批判的能力、具備問題解決的能力、具備操作電腦及上網的知能、能了解課程發展的過程、熟悉課程理論、及熟悉教學原理等基礎。

而核心知能部份，則分為教師能夠訂定教學目標、選擇課程、組織課程、實施課程、以及評鑑課程等五方面的知能。首先、教學目標的訂定需考量學校與社區發展的需求、學生學習的心理反應、身心發展與文化背景的特性、理解各學習領域所欲達成的目標及學生應學習之認知、技能、與情意等內容；第二、教師如何選擇合宜的課程，需考量許多要素，如教師需對其任教領域有既深且廣的認識、了解各學科知識之間的共通性與相容性、解讀課程目標並依據課程目標來選擇內容、訂定學習主題、及根據學習主題選擇學習內容和學習活動。第三、組織課程所需的知能則涉及學科概念發展的邏輯與學習者心智發展的學習內容順序編排、需掌握各單元學習內容之關聯、整合各學習領域之間相關的學習內容、並結合學習內容與學生生活經驗。第四、課程實施的知能，則涵蓋教學計畫的擬定、設計以學習者導向的教學活動、靈活運用教學方法與策略、編排適當的學習作業、並清楚了解學生實際學習成果與教師預期成果之間的差異，然後依個別差異調整教學。第五、課程評鑑的知能，則包括能評鑑教學實施的過程、確立評量學生學習成就的標準與方式、利用評鑑結果改進教材內容、及解讀學生的學習成果，以作為教師自我評鑑的依據。

教師課程設計的專業態度，則是指教師能以開放的態度，依照需要參酌不同的課程設計與理念，並積極的接觸課程設計的新知，以精益求精的態度從事課程設計，虛心接受他人的批評與建議，並反省檢討自己設計的課程，勇於接受課程趨勢與挑戰，且樂於與人分享自己的設計成果。

除此之外，陳雪麗(2003)則指出，九年一貫課程改革中，隨著彈性課程、學校本位課程等的增加，提供教師更多專業自主的空間，因此，更突顯教師專業倫理與專業承諾的重要。專業承諾是指個體對其所從事之專業工作的專業規範、信條倫理和價值認同，具有導向性、目標性及一致性的心理特質，即個人對特定專

業的認同與投入的程度，包括對專業具有堅定的信仰、接受所從事專業的目標與價值、願為專業主動付出更多心力等(劉春榮，1997)，故師資培育者在培養職前教師技術與能力時，亦須教師專業承諾的形塑。因此，陳雪麗(2003)認為，在職前養成階段，師資培育機構宜採「包裹式」的方式，營造一種教育氛圍，使師資的培育不僅止於教育學程的課程教學內容與授課時間，而是大學全面性的氛圍營造，引導未來教師嚮往教育事業，對教育充滿希望，對自己充滿信心，願意為教育發自內心的奉獻，使職前教師帶著強壯、健康的心靈，面對爾後多變的教育環境。簡而言之，師資培育並非僅止於教學「技術」的養成，而是一個全人塑造的過程，不僅成為經師，更要有入師的胸懷與特質。

總括而言，在現行課程改革的推行下，教師所扮演的角色丕變，教師所需具備的專業知能亦有所調整，現行規劃下的教師應提升規劃學校本位課程、進行統整課程與協同教學、培養行動研究、培養終身學習、團隊與人際互動合作等能力，並要能了解現行改革目標與內涵，選擇與設計合宜的教材，配合課程的規劃，設計或安排適當的教學活動與評量方式...等。最後，則是教師專業倫理與承諾的養成，教育是良心事業，唯有形塑教師好的教學信念，才能從心而發，既為經師，亦為人師。

(二) 科學教育理念方面

科學與科技是國家經濟的命脈，伴隨著社會的變遷與國家社會的發展，科學教育的目標與理念也有所不同。近年來，科學教育課程的設計理念，逐漸跳脫傳統以培養科學家為目的的科學課程(莊奇勳，1997)，除教授學生理解所學之學科內容外，轉而強調能運用所學於日常生活中，學習的重點不再是以量取勝，而是著重於培養學生應有的科學素養與能力(邱美虹，2000；教育部，2003c)。

回應此一國民科學素養養成的趨勢，美國國家科學教育標準(National

Science Education Standards)(National Research Council, 1996)在科學內容標準中，明定統整性的概念過程、科學是探索的過程、物質科學、生活科學、地球與太空科學、科學與科技、個人與社會對科學的觀點，以及科學史和科學本質等在各年級教學中所應達成的目標；日本中小學分別於2002年(國中小學)與2003年(高中)使用根據於1998年完成之新的課程標準而設計的教科書，其中在科學課程方面，強調科學學習中能力的培養，如科學創造力、問題解決能力、科學態度、科學觀點與思考能力的培養等(邱美虹，2000)。我國教育部亦推行九年一貫課程改革回應此一趨勢，於「自然與生活科技學習領域」的「基本理念」與「課程目標」中即明確指出，自然與生活科技之學習重點在於培養國民科學與技術的精神與素養(教育部，2003c)，除培養探索科學的興趣與熱忱、學習科學與技術的探究方法和基本知能外，更要培養獨立思考與解決問題的能力，將所學應用於當前及未來的生活(教育部，2003c)，「自然與生活科技學習領域的主要目標，可說在於提昇國民的科學與科技素養」(教育部，2003c)。

「教育之目的以培養人民健全人格、民主素養、法治觀念、人文涵養、強健體魄及思考、判斷與創造能力，使其成為具有國家意識與國際視野之現代國民」(教育部，2003c)，「為培養國民應具備之基本能力，國民教育階段之課程應以個體發展、社會文化及自然環境等三個面向，提供語文、健康與體育、社會、藝術與人文、數學、自然與生活科技及綜合活動等七大學習領域」(教育部，2003c)。其中，「自然與生活科技領域」涵蓋過去的物理、化學、生物、地球科學、以及生活科技五個範疇，依據九年一貫課程總綱與「自然與生活科技」學習領域課程綱要的內容與特質，「自然與生活科技」學習領域課程設計可歸納為幾個要點(教育部，2003c；陳文典，2000；陳文典，2003)：

1. 教學目標以「分段能力指標」呈現

總綱課程中所提出之十項「基本能力」，在「自然與生活科技領域」中轉以「科學素養」來陳述，依其屬性和層次分為八項(教育部，2003c)：(1)過程

技能 - 科學探究過程之心智運作能力的增進；(2)科學與技術認知 - 科學概念與技術的培養訓練；(3)科學本質 - 對科學本質之認識；(4)科技的發展 - 了解科技如何創生與發展的過程；(5)科學態度 - 處事求真求實、感受科學之美與威力及喜愛探究等之科學精神與態度；(6)思考智能 - 資訊統整、對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力；(7)科學應用 - 應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力；(8)設計與製作 - 如何運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品。並指出教學活動應以學生為學習的主體，並依解決問題(problem-solving)流程設計與製作「科學性的探索活動」的專題，引導學生做科學探究，以達成教學之目標。

2. 「學習階段」的劃分

「分段能力指標」的擬定，考量學生身心與認知發展的成熟度，將九年的基礎教育分為一二、三四、五六、七八九等四個學習階段來訂立。

3. 「自然與生活科技」學習領域之教材內容

於附錄一之「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項規範出國民所應學習之學科知識包含自然界的組成與特性、自然界的作用、演化與延續、生活與環境、永續發展等五個向度，其下再訂出主題與次主題，並依據學生認知的發展，做有層次的安排(附錄二)，用以作為教師編選教材時的參考依據。

4. 教師自主與教學設計

在課程綱要上，分段能力指標（即教學目標）的「科學與技術認知」部份只列出應學習的「核心概念」，對於教材編寫的形式、教學活動模式均無硬性的規定，以便教師可應學生的需要、專業的考量、因應地方的需要，調整教學內容與活動，安排其教學與發展學校本位課程。

5. 教學評量

教學評量應以課程目標為依歸，伴隨教學活動進行之；評量方式不宜侷限於同一種方式，可運用如觀察、口頭詢問、實驗報告、成品展示、專案報

告、紙筆測驗、操作、設計實驗及學習歷程檔案等多種方式；評量的層面應包括認知、技能與情意，並兼顧形成性評量與總結性評量；評量的主要目的除幫助教師了解學生學習實況，做為改進教學、促進學習的參考外，亦提供學生反省思考的參酌，引導學生珍惜自我心智的成長、持平的面對自己的學習成就、察覺自己學習方式之優缺點，使學生相信只要自己努力或更加專注，定能獲得更好的學習成效。

有鑒於科學教育理念的潮流與國內科學教學的規劃，有學者指出此一科學教育理念的轉變在教學理念與成效上與「科學、技學與社會」(Science-Technology-Society, 簡稱STS)的科學教學有其相似之處(鐘敏綺、張世忠, 2002; 洪志明、陳穎慧, 2003; 陳文典, 1997a; 陳文典, 1997b; 陳文典, 1998; 王美芬、熊召弟, 2005; Yager, 1996; Yager & McCormack, 1989)。如鐘敏綺與張世忠(2002)的研究中顯示，九年一貫自然科領域中的六項科學素養(過程技能、科學認知、科學本質、科學態度、思考智能、科學應用)與STS「科學、技學與社會」教學中所培養的五項內涵(科學概念、科學過程技能、科學態度、創造力、及應用能力)有密切的關聯(見圖2-4-2)；而洪志明與陳穎慧(2003)的研究中，亦指出以STS所設計之教學模組，將有效培養學生學習「自然與生活科技」所規劃的八項科學與科技素養。因此，認為當代科學師資培育應培養科學教師具備規劃與進行STS教學的知能(許榮富, 1989; 許榮富, 1991; 王澄霞, 1997; 陳文典, 1998; 陳美蓮, 2004)。國外許多學者已對STS科學師資的培養與STS教學運用進行許多相關研究，如Yager與Abd-Hamid與Akçay(2005)、Krajcik與Penick(1989)、Penick與Yager(1988)、Henning與King(2005)、Hollenbeck(2003)、Mbajirgu與Ali(2003)、Meyer與James(2002)、Gaskell(2001)、Kumar與Chubin(2000)、Carroll (1999)等人的研究；國內發展STS教學、課程、及模組與STS科學師資培育的研究亦逐步累積，如林東充與洪志明(2006)、施惠(2000)、靳知勤(2000)、許春峰(1998)、莊奇勳與王嘉田(1997)、莊奇勳(1997)、盧玉玲與連

啟瑞(1997)等人的研究。

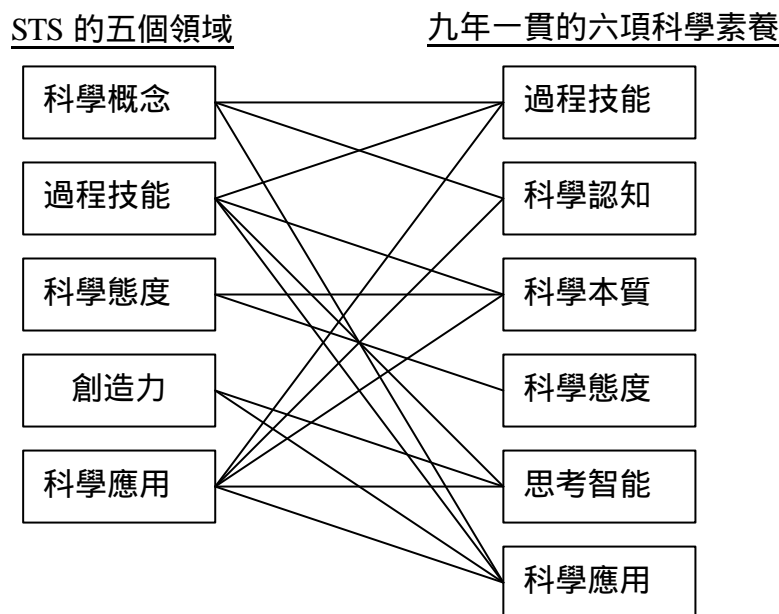


圖2-2-2 STS的五個領域與九年一貫課程科學素養之關連(鐘敏綺 張世忠,2002)

王澄霞(1996；1997)亦針對科學教師進行STS教學的專業需要，主張科學教師須培養一般教師專業知能、學科專業知能、STS教學相關知能、以及STS內涵教學知能(PCK)四方面的知能，以提升STS教學的能力，其內涵分述如下：

1. 一般教師專業知能

一般教師專業能力是為師者進行教學的基本知能，包含(1)資料蒐集、分析及整理；(2)情境開發與媒體製作；(3)班級經營、運用問題為中心合作學習法；(4)提問技巧；(5)設計鷹架策略；(6)發展評量工具；(7)促進師生及學習者間的互動；(8)教學活動設計；(9)教學中能做選擇的監控教學進展而調整教學策略等均屬之。

2. 學科專業知能

科學領域教師與其他領域教師最大的不同在於實驗的操作，因此在學科專業知能上包含(1)學科概念和知識，例如化學教師要有豐富的化學專業知能，如控制變因、酸鹼觀念、氧化還原...等；(2)實驗概念與技術，例如化學實驗的教學

策略、化學實驗室之管理、實驗藥材與器材的管理、實驗安全...等。

3. STS教學相關知能

教師應具備的STS相關知能包括(1)了解科學與社會的關係；(2)了解最近科學的發展；(3)了解科學本質及科學史；(4)具備道德觀、價值觀、社會觀及世界觀；(5)STS相關知能。

4. STS內涵教學知能(PCK)

STS教師除需要教學技能、充分的科學學科背景知能、STS教學相關知能和後設認知知能作為教學的基礎外，亦須具備能將這些知能整合融入STS教學策略，發揮鷹架策略，有效的引導STS教學活動的進行，即教師需了解如何教、學習者如何學、學習者有哪些常見的迷思概念及困難等，並視學生學習之進展調整教學的進度與策略，以促進學生建構STS素養之能力。

總括而言，從「自然與生活科技領域」課程綱要顯示出，國內經歷課程改革後，科學教育的特色是強調科學素養與解決問題能力的養成，除納入基本的科學概念、認知活動、過程技能、與科學態度的培養外，並強調人類與自然環境的關係、科學發展與科技發明對人類生活的影響，以及對科學本質、科學倫理、科學與人文等素養的重視(蘇育任，2000；邱美虹，2000)。此外，課程的設計與歸劃強調以學生為主體，教學的主要工作不僅是知識的傳達，更重要的是「教」學生怎麼「學」(陳文典，2003)。課程內容重視自然、科學、技術三者的一脈相連(教育部，2003c)，融入學生日常生活與社會環境所面臨的相關議題作為探討與解決的對象，教師有權因應學生、學校、教學等不同之需求，自行調整、設計課程，並鼓勵發展學校本位課程。此外，課程進行強調經由科學性的探究活動，使學生獲得相關的知識與技能，同時透過科學方法從事反覆的探討與論證，以養成科學的思考習慣和運用科學知識與技能來解決問題的能力(教育部，2003c)。

第三章 研究設計

本章主要在說明本研究「一般大學辦理中學科學師資培育之實然與應然 - 科學教育學者之觀點」的研究設計，共分為四節，分別為研究流程與流程圖、研究方法、研究對象、以及研究工具與資料分析。茲說明如下：

第一節 研究流程與流程圖

本研究旨在透過文獻探討與科教學者的觀點，探討一般大學中學科學師資培育之現況與應有之規劃，作為一般大學科學師資培育機構調整之依據。據此，本研究先透過文獻探討檢視台灣一般大學辦理師資培育的現況以及台灣社會環境與國際科學教育潮流下之中學科學教師專業知能之需求，以此為基礎，根據研究目的、待答問題與文獻分析的結果設計半結構式訪談大綱與提供分析類目之參酌，以進行半結構式的訪談與分析。圖3-1-1為本研究之研究流程。

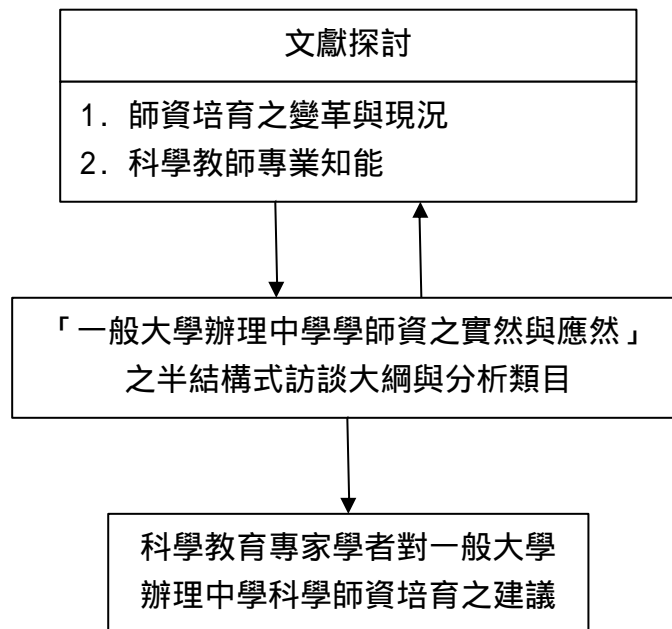


圖3-1-1 本研究之研究流程圖

第二節 研究方法

本研究根據研究目的、待答問題與文獻探討的結果設計訪談大綱，採半結構式訪談方法，以6位任教於一般性？合大學之科學教育專家學者，及6位任教於國內三所師範大學之科教學者，共12位為樣本，徵詢其對中學科學師資培育之意見。

劉世閔(2006)指出，半結構式訪談是質性資料研究的資料蒐集方式之一，訪談過程中研究者應事先準備好預計要進一步了解的議題，這些提綱挈領的訪談大綱具有提示的作用，訪談問題多採開放式(open-ended)的問題來蒐集完整的資料，訪談過程中，研究者鼓勵受訪者依其興趣隨意發表意見，研究者再針對某些受訪者主動提到的議題加以深入提問探討，大綱則視訪談情境需要做適度調整與追問，如此可留下較大彈性與空間讓受訪者表達更多想法與意見。

潘淑滿(2003)則指出，半結構式訪談介於結構式與非結構式訪談之間，研究者在訪談行前須根據研究的問題與目的，設計訪談大綱，作為訪談的引導方針。但在訪談過程中，研究者不必侷限於訪談大綱的順序來進行訪談，可以依照當下實際互動的狀況，對訪談的問題作彈性的調整。

引此，本研究採半結構式訪談法，所擬之半結構式訪談大綱，以較開放的發問方式擬定，其目的在於讓受訪者不致因問題的陳述而侷限其思考，或產生先入為主的觀念；然而，開放式的問題亦容易使受訪者不知從何答起，因此，訪談過程中，研究者會依不同之對談情形，進行問題之調整與詮釋，讓受訪者在開放性的問題下，仍能了解研究者所要詢問的內涵，依其不同之生活經驗、教學經歷、教學信念等，暢所欲言的分享其理念、想法，並透過研究者之追問，釐清受訪者所言之細節、內涵與內在感受，並適時的針對研究問題進行更深一層的探究。

本研究所擬之半結構式訪談大綱主要是提供研究者訪談過程的參考，訪談問題以第一題為訪談主軸，直接詢問受訪者對一般大學辦理中學科學師資培育的了解、看法與建議，再依其回答逐步追問與澄清；但考量問題的開放性與研究者可能的疏忽或遺漏，因而另設計題目二到五，以不同的發問方式擬定，並列出可能提到的關鍵字，作為訪談過程中對談與追問受訪者時的提醒與參酌。

半結構式訪談大綱如下：

1. 您認為當前台灣一般性大學辦理中學科學師資培育，是否正面臨哪些問題是急需去調整、改進的？(尤其是有關教育學程的)
2. 您認為中學科學師資培育學程應該具備(達成)哪些目標？能否具體說明。期望所培育之科學職前教師具備哪些特質或專業能力呢？(教學信念、教育理想與目標、課程規劃與教學、態度、科學素養、學科專業能力、獨立教學、班級經營、師生互動...)
3. 您認為中學科學師資培育學程應如何設計課程或培育機制，來達到這樣的果效呢？應在哪些方面進行規劃呢？
4. 由於上課過程中多混合領域一同上課，貴校在實際課程運作上，曾進行哪些調整以幫助科學職前教師從事專業的養成，以因應其專業上的需要呢？(基於現行體制與課程，如何調整或安排課程，以兼顧科學職前教師的需要，如教育心理學、課程設計、不同學科有不同學科的班級經營、教學設計等能否與科學課程現場連結)
5. 您認為一個好的中學科學師資培育學程，應該具備哪些基本要件呢？如：教育理想與目標、師資生遴選與淘汰機制、學程設備、資源與人力、課程規劃與教學、教育實習規劃及輔導、畢業生所養成的態度及能力、自我評鑑機制、畢業生就業輔導、不定時活動的舉辦...等方面，以便有助於提昇科學職前教師養成專業能力的可能性。請透過這些向度進行說明，目標為何?? 什麼? 如何執行? 有何標準?

第三節 研究對象

本研究之半結構式訪談對象採立意抽樣選取樣本，邀請符合條件之科學教育專家學者，以確保受訪者所提供建議之代表性，並分別從一般性大學師資培育機構與三所師範大學兩體系中，選取相同之樣本數，以減低意見之偏頗誤差，且有利於提供更豐富的資料以供參酌，引此，有助於提升外在信度，樣本包括6位任教於一般性大學師資培育機構之科學教育專家學者，及6位任教於國內三所師範大學之科學教育專家學者，共計12人為樣本。為提升樣本選取之代表性，本研究之受訪者均符合以下三方面的基本條件，以確保其對一般大學辦理科學師資培育有足夠的認識：

1. 學經歷方面：需具科學領域學位，在博士階段，或為科學教育專長，或是科學領域博士，而後從事科學師資培育工作。
2. 任教資歷方面：均為從事科學師資培育工作五年以上之科學教育學者，甚有多達二十年以上者。
3. 研究專長方面：須從事科學教育、科學教學、科學課程或科學師資培育等相關方面。

以下為訪談對象基本資料分析，分別以「年資」、「學科專長」與「性別」歸納訪談對象之背景資料：

表3-3-1：訪談對象背景資料統計表

年資	人數	學科專長	人數	性別	人數
5-10年	3	物理	4	男性	8
10-20年	5	化學	3	女性	4
20~年以上	4	生物	5		

為求訪談的成效與資料的豐富，本研究研究對象邀請過程，先以電子郵件方式寄發邀請函，文中詳述本研究之研究內涵、目標、與對象；然後，在接獲回信答應後，再以電話聯繫進行研究說明、確認、與確定訪談時間，讓受訪科學教育

學者對整個研究的內涵與所要訪談的議題有清楚的了解與思考、準備的時間；最後，訪談過程各科學教育專家學者無不主動熱心參與、竭盡能的回應研究主題，並提出建議。受訪時間少則1.5小時，甚有多位超過2小時以上，並主動提出樂於接受後續訪談或研究的意願。

第四節 研究工具與分析

本研究的資料來源是透過半結構式訪談取得，在編碼完成後，以質性資料分析方法進行研究分析。本研究的「第四章 研究結果與討論」共分為三節，前兩節採質性資料分析法進行資料分析，第三節則為計次分析，對前兩節之研究結果進行計次，研究分析過程與方法分述如下：

一、訪談資料編碼

本研究中編碼的主要功能是幫助研究者在研究分析過程中可迅速找出引文之原出處，因此並不複雜的編排，主要是依受訪者代號與訪談逐字稿所在之列數予以編號，如以下所示，其為B4受訪者受訪資料中的一段，本研究會在其左側依序加入每一列的號碼，在逐字稿擷取引用時，則依其所在之起始位置為基準，賦予其編碼，故若擷取下述這一段落，則其編碼為B4-331，其中B4為受訪者代號，而331則表示此段引文在逐字稿中的起始位置是在第331列，因而可以迅速尋得原出處。另外受訪者代表號英文部分有A與B兩種，分別代表任教於不同單位之科教學者，A為一般大學，B為師範大學。

331	B: 其實我們剛剛有談到啦, 你如何去培養這些東西... 今天不是師資培育學程或者是師培中心
332	有辦法去處理的, 師培中心的角色絕對不是只有授課而已, 它要有規劃, 那在大學裡面喔,
333	它會有一個蠻麻煩的就是科系之間很多都是一個分離的狀況, 就是我這個系根本不會去影
334	響其他系的開課情形, 基本上都不會, 所以你就知道它不設師資培育系, 而設師資培育中
335	心的觀念就在這裡, 你如果設師資培育系的話那就死了, 就我這個系其他都不要來干涉,
336	那為什麼要設中心, 中心就是說它基本上來講, 它是取各種不同系的專長來符合我中心的

337	目標, 所以中心是一個目標導向的一個單位, 那目標導向的單位它如果變成一個單獨的行政單位的時候會沒有人甩它, 所以如果學校不支持它的時候, 它怎麼可能像我們剛剛講的去要求生物系去開...我們剛剛講的比較廣的課或者比較soft science 的課。
-----	--

此段落之編碼為B4-331

二、質性資料分析法

潘淑滿(2003)指出, 質性資料分析是由資料化約、展現、與結論所組成, 研究者從資料分析中, 將一般性概念逐步發展出具體的概念或主題, 進而運用對照、歸納、比較方式, 將這些概念逐步發展成主軸概念, 作為理論建構之基礎, 分析過程則可視為一種概念化的過程。

而在質性資料概念化的過程中, 研究者可運用編碼登錄(coding)的技巧, 逐步將概念發展成主軸概念, 編碼登錄過程依序包含開放譯碼(open coding)、主軸譯碼(axial coding)、與選擇性譯碼(selective coding)三個步驟。

開放譯碼(open coding) – 開放譯碼是質性資料分析的第一步, 研究者須從質性資料中找出關鍵字、關鍵事件、或主題, 然後加以標記, 此階段所建立的符碼是一種暫時性的概念, 具有彈性調整的空間。Nenman(1997)提出連續逼近法、彰顯法、主題分析法、分析性比較、理想型分析法五種編碼登錄的方法(引自 潘淑滿, 2003), 作為開放譯碼分析使用。

主軸譯碼(axial coding) – 質性資料分析的第二步是主軸譯碼, 其目的在於綜合歸納或比較不同資料之間的符碼, 從中建構出主軸概念。換句話說, 主軸譯碼的目的在於比較不同資料中的概念或主題, 以找出共同或相異之處, 以便更深層次的檢視概念與概念之間的關聯性。

選擇性譯碼(selective coding) – 資料分析的最後階段稱為選擇性譯碼, 當研究者收集完資料, 並對資料進行分析之後, 研究者開始選擇可以彰顯研究主題的主軸概念, 作為研究問題詮釋的根據。

Bauer與Arats(2000)認為, 若要建構完整的資料分析, 在分析與詮釋過程宜採系統漸進步驟, 其包含選擇、分析和資料飽和三部份, 其中, 資料的選擇則應

依循相關性(relevance) 同質性(homogeneity) 與一致性(synchronicity)的原則 (引自 潘淑滿, 2003), 反覆進行資料選擇與分析, 直到資料飽和為止。

三、研究分析類目

本研究根據研究目的、待答問題與文獻探討, 擬定研究分析類目, 以作為研究分析結果類目呈現之主軸, 其目的在於透過類目的建立, 一方面, 有助於研究分析過程歸納譯碼, 另一方面, 讓研究結果能更清楚符應本研究之研究目的與待答問題。

首先, 依據研究目的與待答問題, 研究分析分為「一般大學中學科學師資培育的結構方面」與「科學教師專業知能養成之規劃」兩部份; 然後, 根據文獻探討之結果發現, 於科學教師所需的專業知能方面, 雖然各家學者在有關教師或科學教師需要哪些專業知能等問題上論述不盡相同, 但主要仍奠基於Shulman所提出的七種專業教師所需的知識, 因此, 本研究中原欲採用Shulman所提出的七種教師所需的專業知識為「科學教師專業知能養成之規劃」底下的次類目, 即於「科學教師專業知能養成之規劃」底下細分為學科內容知識、一般教學知識、課程知識、關於學習者的知識、教育情境的知識、有關教育目標的知識、以及學科教學知識七個部份。

然而, 研究者於訪談與研究分析過程中發現, 科教學者在發表有關「科學教師專業知能養成之規劃」的議題時, 並不以Shulman所提出的七種教師所需的專業知識做回應, 而以涵蓋面更廣的一般教育專業知識、學科專門知識、學科教學知識、以及教師專業態度四個方面來進行陳述。究其原因, 研究者認為, 此一現象主要是受到我國師資培育制度現行法規的影響, 在教育部所擬定之法規中, 將我國師資培育的課程規劃劃分為教育專業科目與學科專門科目兩部份, 其中教育專業科目涵蓋了教學法、教育心理學、教育哲學、課程設計、教學實習、分科教材教法、教育實習等與教育相關的課程, 總計需修滿26學分以上; 而學科專門科目部份, 採認證的方式, 由各系所規劃專業所需課程明細, 於系所中培養專門知

識。以Shulman的七種教師專業知識檢視之，教育專業科目的內容即涵蓋除學科內容知識外的六種教師專業知識；而學科專門科目認證方面，則屬於學科內容知識的部份。再者，教師專業表現是教師所具備所有知能的整體表現，即便有所偏重，但仍非單一教師專業知識的反映，例如設計課程一事，就不僅須有課程知識，亦須考量教師的教育目標、學習者知識、教學知識、情境知識...等多項知識，因此，教育專業科目的課程細目安排，並未刻意依循其所涵蓋Shulman的六種教師專業知識進行區隔來分別開課，以致科教學者們在我國現行師資培育環境的影響下，於受訪過程中，多以涵蓋面更廣的一般教育專業知識、學科專門知識、學科教學知識、以及教師專業態度四方面回應「科學教師專業知能養成之規劃」，其中(1)一般教育專業知識方面，包含了Shulman七種教師專業知識中的一般教學知識、課程知識、關於學習者的知識、與教育情境的知識四個向度；(2)學科專門知識方面，則與Shulman的學科內容知識相符；(3)學科教學知識方面，亦與Shulman的學科教學知識相同；最後(4)教師專業態度方面，研究者認為其養成涉及層面較廣，但主要仍奠基於Shulman的有關教育目標的知識，透過對教育、教育目標、教育價值的體認，來養成、建立教師的專業態度(如下圖4-4-1)。據此，研究者修訂原擬訂之分析類目，將原本列於「科學教師專業知能養成之規劃」底下Shulman的七種知識，修訂為一般教育專業知識、學科專門知識、學科教學知識、以及教師專業態度四方面，以之作為研究分析結果的分析類目(如下圖4-4-1粗體字部份)，此類目用於「第四章 研究結果與討論」的第二節。

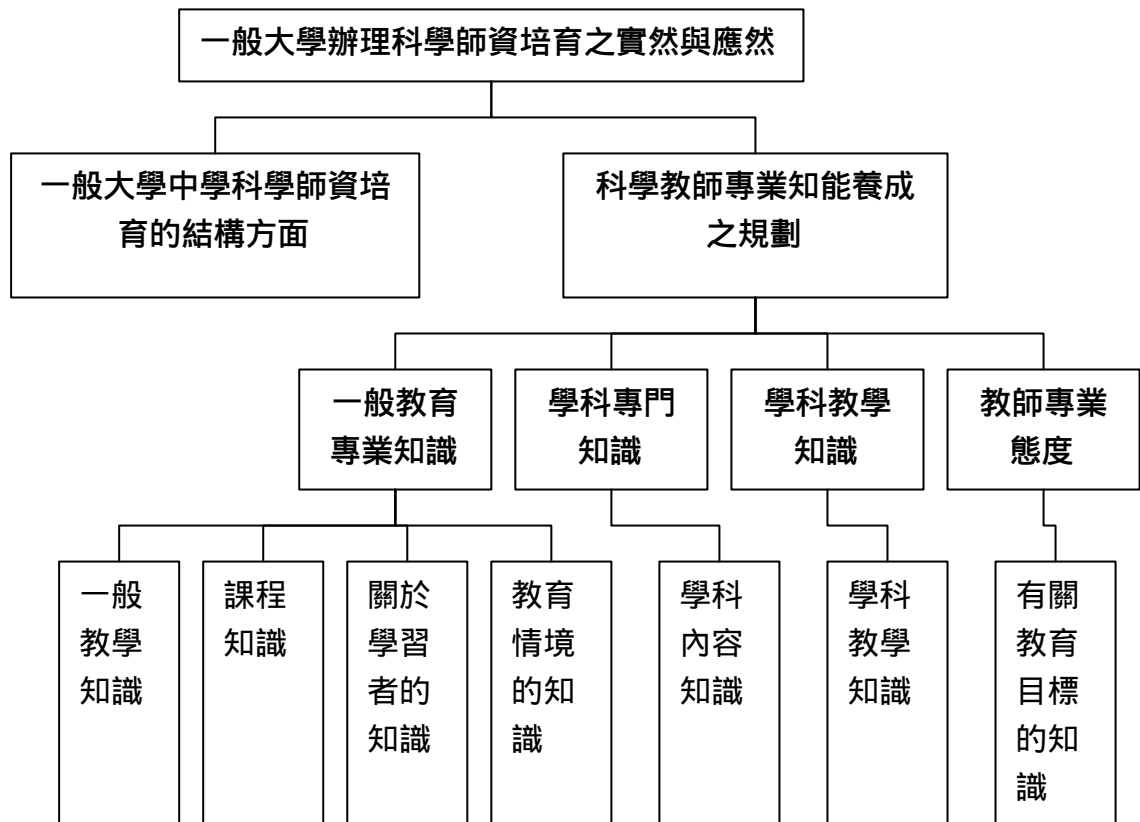


圖3-4-1 分析大綱修訂前、後關係圖

四、研究分析

本研究之研究分析主要分為兩部份，分別為第四章第一、二節的「質性資料分析」與第四章第三節的「計次分析與討論」。其分析過程與方法分述如下：

(一) 「質性資料分析」部份

本研究於訪談逐字稿轉錄與編碼(編碼方式詳述於前述「訪談資料編碼」)完成後，將依循前述質性分析法譯碼登錄方法的開放譯碼(open coding)、主軸譯碼(axial coding)、與選擇性譯碼(selective coding)三個步驟進行質性分析，並依研究分析類目進行歸納呈現。

首先、研究者先對逐字稿進行開放譯碼的分析，從逐字稿中找出關鍵字、關鍵事件、或主題，然後加以標記，並予以一個暫時性的概念或說明作為暫時性的符碼。

其次、將暫時性的符碼依循研究分析類目進行分類，以便把混亂的暫時性符

碼作有次序的歸納，有助於其後主軸譯碼與選擇性譯碼的執行。

第三、在完成數份逐字稿的開放譯碼分析與類目分類後，研究者透過比較與綜合歸納，於分類好的暫時性符碼中找出共通或相異之處，以建立主軸譯碼，讓研究者能更深一層的檢視不同受訪者所提意見之異同與關聯性。

最後、選擇性譯碼階段，研究者開始選擇可以彰顯研究主題的主軸概念，作為研究分析詮釋的根據。

研究分析過程，採用系統漸進的步驟，依循相關性、同質性、與一致性的原則，反覆進行資料選擇與分析，直到資料飽和為止。

以前述「壹、訪談資料編碼」中的逐字稿資料為例。首先，研究者分析至此會考量前後文義，擷取其中一段進行標記(如下擷取之段落)，然後依其內容所述之重點予以暫時性的概念或說明(如下*處)。

* 此段說明，一般大學中師資培育課程規劃與各系所脫離，以致未能有效規劃培養師資，師資培育機構應依其教育理念與需要，主動進行規劃，以強化學科專門知能養成的不足。

師培中心的角色絕對不是只有授課而已，它要有規劃，那在大學裡面喔，它會有一個蠻麻煩的就是科系之間很多都是一個分離的狀況，就是我這個系根本不會去影響其他系的開課情形，基本上都不會，所以你就知道它不設師資培育系，而設師資培育中心的觀念就在這裡，你如果設師資培育系的話那就死了，就我這個系其他都不要來干涉，那為什麼要設中心，中心就是說它基本上來講，它是取各種不同系的專長來符合我中心的目標，所以中心是一個目標導向的一個單位，那目標導向的單位它如果變成一個單獨的行政單位的時候會沒有人用它，所以如果學校不支持它的時候，它怎麼可能像我們剛剛講的去要求生物系去開...我們剛剛講的比較廣的課或者比較soft science 的課。(B4-332)

其次，依此暫時性符碼之特性，參酌其前後文之意涵，歸類於分析類目「科學教師專業知能養成之規劃」底下的「學科專門知識」；然後透過恆常比較，與

其他質性資料中作結合，建立主軸譯碼；最後，選擇性譯碼階段，成為形成「二、學科內容知識方面」底下「(二) 師資培育機構宜與科學專門系所溝通，共同規劃完整科學素養養成相關課程，教學過程建議可透過分組報告、討論的方式相互論證，溝通思考」的其中一環。

(二) 「計次分析與討論」部份

第四章第三節的「計次分析與討論」，主要是針對第四章第一節與第二節的「質性資料分析」部份所得結果進行計次分析，分析表格中包含「主類目與次類目」、「任教單位」、「計次」以及「科教學者代碼」四欄(詳請參閱86頁表4-3-1)，用以清楚呈現認同某項意見之次數分佈與其特質，並藉此觀察其中之異同進行討論。

五、信效度考量

在本研究過程中，為提升所取得之訪談資料的信效度，除建立受訪者篩選門檻慎選訪談對象外，在半結構式訪談過程中，將針對受訪者所提出認為重要之處進行確認，並透過追問要求受訪者說明其提出的原因、重要性、調整建議或可行方案；另外，在研究分析過程中，亦審慎處理資料，不做過度的引用與解讀，本研究之目的並不僅止於提出哪些部份是一般大學辦理科學師資培育要重視的，更重要的是針對這些要點提出建議與改善方案，因此，研究分析過程將檢視受訪者在提出某論點後，是否針對此論點提出更進一步的說明與建議，以此確認其為該受訪者所認定重要的議題。

第四章 研究結果與討論

本研究採用半結構式訪談法，訪談12位科學教育專家學者之建議，以了解科學教育學者對一般大學中學科學師資培育的實然與應然的看法。根據研究目的、待答問題、文獻探討、與訪談內容，前兩節將從兩方面探討一般大學中學科學師資培育的實然與應然，第一部分，為「一般大學中學科學師資培育的結構方面」，依據訪談內容之分析，分為「師資培育開放理想與實際運作有落差，未能發揮師資培育開放的特色」、「科學教育專長師資不足」、以及「規劃培育科學師資的完整機制」三個方面；第二部份，為「中學科學教師專業知能養成之規劃」，原欲以Shulman所提出的七種專業教師所需的知能為分析類目，經參酌訪談過程與訪談資料所得，將分析類目修訂為「一般教育專業知識」、「學科專門知識」、「學科教學知識」以及「教師專業態度」四個方面；第三節則為「計次分析與討論」，以計次方式，針對前兩節所得結果進行計次分析，分析表格中包含「主類目與次類目」、「任教單位」、「計次」、「以及「科教學者代碼」四欄，分析內容如下。

第一節 一般大學中學科學師資培育的結構方面

一、師資培育開放理想與實際運作有落差，未能發揮師資培育開放的特色

自民國83年制訂「師資培育法」後，各一般大學可依其教育理念、學校文化與發展特色進行規劃，向主管機關提出申請，經師資培育審議委員會審議通過後，核准設立師資培育中心。林生傳(1998a；1998b)指出此一開放有助於一般大學跳脫現有師範教育體系之框架，依其不同大學之環境、文化與傳統，建構自己的師資培育理念，發展自己的風格與體系，使師資的專業能力更多元，提升教師專業素養。

(一) 教育行政部門審核不嚴，師資培育機構設立浮濫，未能發揮師資培育開放的理想

然而，整體的大環境，似乎未能如期發展。十二位科教學者中有六位(A5、A6、B2、B3、B4、B6)指出，師資培育機構之所以未能發展健全，主要的原因並非出於現有之教育理念與教學研究成果不足，從現有的文獻與研究成果要規劃理想的科學師資培育並非遙不可及，A6教授更明白指出，以日前李遠哲教改白皮書的內容為例，其內容與規劃中即論及許多科學師資培育應有之培育理念與規劃方向；而世界各國有關科學教育理念與規劃的研究與資料，亦唾手可得。科教學者指出，當前科學師資培育的問題，是源自於未能好好的實踐師資培育開放的理想，自開放辦理師資培育機構之後，一般大學紛紛提出申請，其中部分學校的動機，是欲透過師資培育的辦理作為招生的誘因之一，故在規劃過程中即未做妥善的規劃；再者，原本教育部應對師資培育機構的申辦做好嚴格的審核，以確保師資培育的品質，但其並未盡到監督之責，草率敷衍。以致短短數年，師資培育機構設立浮濫，品質參差，師資培育開放成為廉價提供教育學分、快速製造教師資格的管道，因而偏離師資培育開放多元、落實教育理想、培育優良科學師資的美意。

再者，由於教育部在師資培育開放之初，將師資培育規劃定位為外加式的26學分教育學程，其導致師資培育課程常被師資生視為專業科目(各系所專業課程)外的外加課程，而以通識課程視之，減低師資生對師資培育課程的重視。

以下引述其中兩位科教學者之論述：

我是認為，你們要辦理一個好的師資的理念；事實上，所有的paper work都夠，台灣的所有paper work都夠了，你看李遠哲的那些師資訓練，夠了，他也講到那個pck的 pk，他也講到ck，李遠哲的那個全方位的師資的訓練的教材白皮書裡面，也都講到pck也講到ck，講到pk，都已經講到非常完整，問題就是，我的問題在哪裡？就是說，根本沒有落實，要落實呢，要相當有...這些執行者，包括教授，上課的，要相當有社會責任。(B6-0408)

我過去看各個學校成立教育學程的話，都沒有很好的規劃，沒有很好的規劃，反正就說學

生要求嘛，然後呢，弄了就開，開了就報部，那部裡面當時的原則就是說，反正你申請...差不多...就過了。(A5-085)

(二) 師資培育課程規劃制度僵硬，未能發揮多元發展的特質

科教學者們也指出(A1、A2、A3、A4、B1、B3)，教育部針對師資培育課程的規定限制頗多，制度過於僵化，增開新課程的程序規定繁瑣，不易因應需要或特色的發展進行調整與突破，因此，即使師資培育中心有心要發展其教育理念與理想，亦感到有志難伸；再者，教師需要面對教師資格檢定考，因此師資培育課程的規劃亦難免受到影響。此亦導致無法達到師資培育多元化發展之目的的重要因素之一。

以下引述其中兩位科教學者之論述：

課程規劃這個教育部已經定得很死，所以其實沒有多少可以變化的啦，我覺得教育部應該要鬆綁，才能讓各個師資培育學程有特色，如果他肯鬆綁的話，其實有一些課，有一些...不過他現在要鬆綁很難耶，因為他現在要考試，那些都配在一起，假設它鬆綁的話，其實你選修課才會有很多人來修啊，不然現在大家都是去修一些會考試的課啊，現在選修課的人數很少，那他們也是為了考試而去讀，所以說如果要跟科學教學的實際現象結合就更難了。(A2-298)

如何設計課程或培育機制，我的想法是...課程設計...這個部份那是沒辦法動，因為這是教育部規定的26學分在那裡。(B3-324)

由此可知，國內師資培育若要提升，實應從根本做起，重新檢視各師資培育的教育理念、執行狀況、師資培育規劃等，調整體質，確實落實師資培育的理想，並調整師資培育課程的法規，確實的授與師資培育機構有更自主空間，依其教育理念與實際發展需要，進行課程的調整與規劃。

二、科學教育專長師資不足

陳伯璋(1996)與劉妙真(2005)指出，師資培育機構的設立，主要條件有二：其一、在教師員額方面，應置三(民國84年的「大學校院教育學程師資及設立標準」)到五位(民國92年的「大學設立師資培育中心辦法」)與任教學科專長相符之專任教師；其二、在圖書設備方面，應有教育類圖書一千種、教育專業期刊二十種以上及教學、研究用之必須儀器設備。其中，圖書與設備方面的要求，對一般大學的圖書館藏而言並不困難。也就是說，從客觀條件而言，一般大學僅需聘用三至五位與任教學科專長相符之專任教師，以便有能力開設中等學程所需的26個教育專業課程應修學分數，即可向主管機關提出申請設立師資培育中心之要求。

(一) 科學教育專長師資不足及其因素

科教學者們指出，在前述教育部對師資培育機構設立的基本要求下，一般大學中普遍存在科學教育專長師資缺乏的問題，其原因在於師資培育開放後，「中學師資培育中心」的設立是採混合領域培養的方式，而非專屬培育單一領域教師，如「科學師資培育中心」，即師資生的招生與遴選非以單一領域學生為對象，同時招收各領域系所的學生，以九年一貫的分類，即為七大領域師資同時進行培育。檢視師資生的系所組成，除以理、工科掛帥的學校外，因受市場化經濟的影響，理、工學生畢業的出路較廣，收入亦較豐，影響學生投入師培之意願，一般來說自然科領域師資生佔整體比例偏低。因此，師資培育中心在籌措規劃聘任師資時，在考量師資員額有限(3至5位)及師資培育中心資源分配等整體考量下，攸關科學師資養成的科學教育專業師資的聘任、資源規劃以及科學師資培育的個別需要上，往往遭到忽略，甚至連最基本的科學教育師資，亦因基於「功能」的考量加與師資培育機構普遍認為科學教育師資在師培課程中只能教授有關科學教育的課程，因此師資培育機構在聘任過程中，雖然學程本身有科學師資的養成，但科學教育專長師資的聘任往往遭到忽略，更遑論建立科學師資培育欲達成的目標，僅少數聘有科學教育師資的師資培育機構，才會注意到科學師資知能養

成的需求。

十二位科教學者中就有九位(A1、A2、A3、A4、A5、A6、B1、B2、B4)提到此一問題，可知其問題的嚴重性。以下引述起中兩位之論述：

他學程的設計並不是專門為了科學教師，所以他在設計上會有這些問題...，也許他主要人是國英...國英數的老師嘛，(噁)，所以我們...我們只是附加學習，那意謂...那我想這個很大的問題，你可以從一般的學程很少科教的人，就可以看到這個問題.....一般的學程真的沒有，我們找工作的時候也很訝異，一般的學程不會要我們科教的，因為我們的功用不大，我們能夠開的課都太...太專注是科教了，他們想要的可能是教育心理學啊，那測驗啊，或是說...一般的，甚至連課程都還ok，那科教的人不太能夠教團體經營，然後不太能夠教...一些必修課，所以有的他們寧願聘特教的人，不會聘科教的人，所以從這裡就可以看到說，他們的看法跟他們的需求。(A2-001)

為什麼現在的學程會有一些的問題，就是它是包所有的科目在上，也就是說中等師資培育學程包所有的科目來上，對學校來講，它當然花最少的錢，聘到最general的老師，就是教育的老師，然後來開各個科目的科，他可以提供數學老師上課，可以提供科學老師，提供國文、英文、社會科，甚至於工藝什麼的這樣子，對一個學校來講，它只要找到四個老師，它可以去處理這些事情，學校是賺錢的，但是事實上這樣培養出來的學生就會有問題。(B4-047)

科學教育師資的不足除影響科學師資培育相關規劃與課程開設外，亦影響自然科教材教法或教學實習等相關課程的教學成效。A1與A3科教學者提醒道，雖然有些一般大學師資培育機構正視到科學師資養成的可能需要，在教育部規定的分科(自然科)教材教法課程或教學實習課程，會商請科學相關科系教授來進行教學，希望彌補科學教育師資的不足，但科學與科學教育畢竟不可等同而言，懂科學並不代表懂得如何教科學，而授課的教師對學生的影響深遠。教育實習階段的

指導亦是一大隱憂，教育實習的實習階段向來是科學師資培育的重要一環，科學教育師資的不足連帶的影響到科學職前教師在教育實習階段的指導，只得分由非科學教育專長教授來指導，因非科教專業，當實習生遇到科學教學的課室問題，僅能於一般教學知能、班級管理或輔導等角度與以解答，即便商請理工科系教授支援，亦只能於專門課程教學內容予以指導，但遇到科學教育的相關問題時，就沒有辦法解決，對科學師資實習的幫助相當有限。

他們通常會找，他們理學院的老師來教，可是他問題是他並沒有科學教育的背景，他有科學的背景，科學的背景跟科學教育的背景是很不一樣的東西，對，沒有錯，所以像...大家都以為懂得科學就一定懂得怎麼教科學，這是很不一樣的，那我覺得科學教育最大的問題就是那個科學師資培育者。(A3-099)

像實習來講的話，那就跟老師比較有關係啦，因為我們本身科學教育背景的老師很少啦，所以假如我是數學系修完學程，我要去實習，我的老師不一定是數學的啦，(嗯)，不一定是科學的啦，搞不好是一般教育的，那沒辦法，因為他是專任老師，他必須要帶實習，可是他對實習老師的幫助就相當有限，就變成這樣，只能夠在一般的教學知能，譬如說班級管理或者輔導啊，可是你要遇到科學教育的問題，沒有辦法解決啊。(A1-040)

綜觀上述可知，師資培育機構普遍缺乏科學教育專長師資，其因素不外乎，主觀方面：教師員額有限，師資培育機構考量教育部課程規定的需要，以延聘一般教育相關科目師資為主；客觀方面：教育部課程規劃限制嚴格，科學教育相關課程開設不易，且總括式的師資培育機構規劃，科學職前教師的學生數不足，科學教育相關科系不易開成，此亦影響科學教育專長師資延聘之因。

(二) 科學教育專長師資不足的調整與應變措施

從上可知，科學教育專長師資不足的問題有待調整，師資培育機構受限於教師員額限制、課程規劃考量、科學職前教師比例偏低等因素，減低聘任科學教育專長師資的意願，以致不足，影響科學師資的養成，對此科教學者們提出以下幾點建議：

1. 透過立法，設定科學教育專長師資聘用原則

A1科教學者認為，可以透過師資培育法法規的規範來解決這個問題。透過調整法規，以規範科學教育專業師資的師生比例，例如師資培育機構若欲招收科學職前教師，則須聘有一位科學教育專長師資，且當科學職前教師超過一定人數、比率，則需再增聘一名等，此為最直接而有效的方式。

譬如說你可以要求說，只要你的學程裡面，只要有多少的是科學背景的老師，你就要在聘老師的時候，你要有一個是...是學科學教育...譬如說我們五十個裡面，我們很明顯啊，五十個裡面有二十五個以上是數學跟科學的，來讀我們學程的部份...四十五個裡面大概就有二十個到二十五個以上都是科學或是數學，所以我們就有一個科學老師。(A1-057)

2. 透過校內教師聘用的整體規劃，突破師資員額限制

科學教育專長師資的聘用考量中，主要是受制於師資培育機構師資員額限制與資源分配的困難，當所需規劃的課程多，而師資聘任少時，產生棄保的考量。科教學者(A1、A4、A5)指出，教師員額有限的問題，其實可透過校內教師聘任整體的規劃來突破，例如可透過通識課程師資聘任的部份來延聘科學教育專長師資，科學教育師資不僅只於師資培育開課，也可規劃於通識課程中，如此不僅能有效支援師資培育機構開設有關於科學師資專業知能養成的課程或規劃，更可依其專業，在通識課程中開設科普方面的課程或者與教育有關的相關通識，如此一來，不僅能達到強化科學師資培育的目的，亦能提供大學部學生有更多認識基礎教育與科學教育的機會，普及對教育的認識，吸引更多有志投入教育工作行列之

優秀學生，進入師資培育學習。

我認為可以...可以調整的話，就是說...，各校都有開通識教育的課，(嗯，通識教育的課)，所以說，各校若有心要把科學師資培育好的話，那麼可以...從通識那邊聘人，也就是說，絕大部份的課是在通識上，對，像我現在就是絕大部分的課都在通識上，當學程需要我的時候，我去協助它，(意思是說，我們聘用科學老師，那...)，科學教育的老師...，(科學教育的老師，那也就可以請他來開通識的課程，因為以你說的...學程的部份學生其實不多，開的課有限，那就可以請他開通識的課，以補足這個部份)，對啊，對，這是可以...可以想的方向。(A5-063)

據我所知，我的其他的同學在別的學程...也不見得是學程，就說有時在通識中心。(A1-010)

3. 尋求理工科系教授的支援，強化科學師資的養成

雖然科學教育專長師資不足，但一般大學師資培育機構亦可從理工科系中徵求支援。科教學者(A2、B2、B5)指出，在一般大學中，或多或少都有從師範大專院校教育體系畢業的教授，或是對國、高中教材有認識，甚至編撰教材者，這一部分的教授雖非科學教育本科系所出身，對科學教育的專業內容沒有很深入的鑽研，但卻有一定的認識與基礎，師資培育機構可在這當中尋找有意願的、願意為提升國內科學師資培育盡一分力的教授共同合作，協助指導或開授科學職前教師專業知能養成課程，經過一段時間的配合，想必亦能達到科學教育師資的成效；此外，當科學職前教師有科學專門內容上的迷思概念時，亦有助於其修正。

此外，即便是沒有師範背景的教授，只要其願意投注心力，亦可透過聯合教學(co-teaching)的方式，安排一般教育師資與科學專業師資合作授課，一同進行教學，但要注意的是，在這過程中兩位教師並非分開授課，而是彼此觀摩學習，並針對彼此教學的過程從其專業觀點提出建議，透過彼此深入的意見討論、交流與磨合，彼此學習成長，同時提升兩者對科學教育課程與科學職前教師指導的能

力。

所以你假如說，你科學教育的，你至少要有一個學科學又學教育的人，他有這個素養的人去帶這方面的東西，那語文教育，那就有一個語文專才又教育專才的去帶這個東西，對不對，即使教學法或評量也是一樣，對不對，所以這個目前的師資，你說學程裡面的師資要怎麼結構，你要自己考慮啊，不是要這樣嗎，那你說：糟糕，我這個學程裡面只有教育的東西，好，那可以，你一定要結合各學院，裡面的某一個教授，這個教授願意對教育本身有一點關連。(B2-469)

那個美國有一位教授，他談到一個觀念是co-teaching還有co-generation dialogue就是共同深層的那種對話，還有co-teaching就是...當然我們有一個問題就像你說的問題，它其實是一個領域，可是我們每一個人都不足，那他可以把不同背景的人加在一起，共同來教這個課，你說這個會永遠這樣教嗎？不會。可是當我們都沒有辦法突破的時候，我們可以用合作的方式先協同合作來面對這個問題，然後在這個過程當中彼此繼續的成長，也許有一天要分開教，我們都可以有能力...所以我覺得co-teaching這種策略可能是突破一個我們大家都不知道的什麼是最好的方式，可是我們都願意成長突破的一種方式，所以我自己在這次這個教授來感受到這是一個國內可用的方式。(B5-242)

二、規劃培育科學師資的完整機制

依據教育部「師資培育法」之相關規定指出，一般大學設立之中等師資培育機構，所培育師資認證採課程學分專業認證方式，培育範圍涵蓋九年一貫七大領域教師及各專科、職業學校等所需師資。然而這樣的師資培育規劃，是否能達到培養科學師資的教學專業，值得思考。

科教學者們指出，在這樣的一般大學師資培育大環境下，「沒有」專為培育中學科學師資而規劃的「中學科學師資培育學程」是個重要的議題，究其原因即在於師資培育的教師資格學分認證制，使各校中學師資培育機構設立之初的規

劃，均採不分領域的方式，雖培養科學師資，但又未針對科學師資養成的需要進行思考規劃，且礙於學生數不多、師資員額不足、增開課程不易通過等主客觀因素，在師資培育機構的人力與資源有限，但卻需要顧及到所有科系、領域師資的需要，顧此失彼下，因而難以兼顧。共有九位科教學者(A1、A2、A4、A5、A6、B1、B4、B5、B6)對此提出觀點，在此引述其中兩位的論述：

在大學裡頭只有教育學程，根本沒有科學師資的培育學程，這是最重要的...一個最嚴重重要面臨的問題，是說針對培養科學教師而言，根本沒有所謂的科學師資培育，只有一般的師資培育學程，原因是學程的老師有限，他的員額編制有限，他必需涵蓋各個領域的老師，所以不可能只有這個學程都是...，這裡頭的...中心裡頭的老師都是科學教育的老師或科學的老師，因此一個學程他也不可能去安排一個特定學科領域的一個師資培育學程。(B1-002)

我們在講科學方面的課程，一定需要有科學方面的老師去設計這樣的課程，然後去挑選這方面的老師來上，而且課程是要跟領域有結合，來設計這個課程。(A6-0240)

然而，因應培育科學師資的需要以進行規劃，卻是師資培育機構應擔負的責任，科教學者提出以下幾點建議：

(一) 根據學校情形，發展專門領域的科學師資培育機構

科教學者(A4、A5、B1、B4)認為，一般大學的師資培育機構其實可以考量調整發展方向，不採同時培育所有師資的方式，而選擇專注於培育單一或某幾領域的師資，如發展科學師資培育機構，專注於培育科學師資，如此即可排除科學教育專長師資聘任、學生數與開課等現有問題，師資培育機構方面亦能透入所有資源，針對自然科領域師資的培育進行深入的規劃，徹底展現科學教育師資培育的理念，規劃完整的師資培育課程，全力提升科學職前教師的品質。然而，B5教授也提醒道，在思考是否發展單一領域師資培育的過程中，應該考量到各校中

不同領域系所的組成、學生數、以及學生參與師資培育的意願等，作為發展的方向與依據，並非每個學校都適合發展單一領域的師資培育機構。

整個混合的領域要混到什麼程度，就是一個學校必須要去處理的，我們剛剛講，如果這個學校它真的分配的非常平均，那它可能混合的比較好，但是如果這個學校有它想強調的一個特色的時候，它可能專精一點好。(B4-598)

你就配合著每一個課程的屬性啊，比方國中階段它需要些怎麼樣的專業素養、專業能力啊，那你就在那個地方著手去進行，他效果自然就好啦，那...所以說還是根本上的那個學分數的問題，還有就是師資的問題，像一般大學的話，如果分開來...當然就需要更多的師資嘛，可是一般大學它的...它都是在專業上面的師資嘛，它在科學教學上面的師資可以說是嚴重的不足，一個學程也許是屬於科學教學師資的頂多是一位或者是兩位，它的領域一定也是侷限在某一個科目上面，所以他不可能涵蓋很多，所以這邊就是包括學程課程與學分數去作調整之外，師資也是同時要去考量的。(A4-148)

(二) 在現行結構下，強化自然科教材教法與教學實習等課程，並盡可能增開科學教育相關課程

在現行結構下，針對科學師資培育的課程規劃極少，因此，有三位科教學者(A1、B1、B5)特別指出，師資培育機構應特別強化自然科教材教法與教學實習兩門由教育部所規定與科學教育有直接相關的必修課程，為強化科學師資專業知能，可從此兩門課程著手，最重要的就是延請科學教育專業的師資，透過此類僅有的課程，在有限的時間與資源下，發揮最大的教學成效，幫助科學職前教師提升專業知能，以補其他教育類科之不足。另外，在師資與資源可行的情況下，增開「科學教育」等相關類科，用以強化、提升科學職前教師的知能，使其建立充足基本能力，為未來發展奠定基礎。

那還有就是不可能包括所有的東西，因為時空一定有限，所以那個老師的話，他一定會抓那個領域裡頭最核心的是哪幾個重要的理論或概念，然後把那幾個東西擴張來用，因為它如果是最核心最重要，它一定可以吸附很多其他周邊的東西，所以在我們所說的八十、二十的原則，你一定在有限的時間抓那最有價值的，因為那最有價值的抓完，也許你只用了那二十的時間，可是你抓到了八十個效果，所以那個老師一定要是那個領域的專家，他才知什麼東西是真正核心最重要的，所以他可能會把那個東西重組，重組...重新解構再重新建構起來，然後來作最重要的一個觀念的運作和教學。(B5-315)

所以選課的人數少，最重要的是就是帶教材教法跟帶教學實習的課的老師，對不對，縱然我們沒有一個學程，這種科學師資學程...沒關係，但是帶這個課的老師...，我的意思說，沒有這樣的課程培養他什麼是科學的本質、什麼科學教學的本質、什麼是科學評量、還有一個什麼...忘了，(...反省)，哦...就是轉化...(轉化能力...)，評量...反正是這些課，雖然沒有足夠的課，但是有這樣的專業的老師，專業的教授，我想大概教學教法和教學實習的過程，他就會把相關的...我剛講過的那些科學教育專業的內容帶進來，他就會適時的帶進來，讓學生在設計教材教法、教學活動的時候，或者是說自己在實際進行教學的時候，能夠實際去了解課程，科學的本質、科學學習的本質、科學教學的本質。(B1-335)

(三) 課程彈性整合，共同規劃，有效運用

考量師資培育機構中難以開設較多有關科學師資培育的課程，科教學者們(A1、A2、A6、B5)主張，為求能更有效規劃與運用僅有的課程，師資培育機構可透過彈性規劃，整合少數幾門既定的課程與學分數，如自然科教材教法與教學實習，再外加科學教育等，讓這三門、四門課程的六到八學分交由科學教育專長師資(原有師資或外聘)彈性規劃，讓其有更大的空間彈性運用，將僅有的課程時數做更有效的運用，調整授課內容與時數規劃，有效利用時間，得到最大的教學成效。

我覺得可用跨校聯合課程一起去教...，譬如說...嗯...如果東海沒有科教的人，然後理工系的人對這方面其實也不熟，那你們就去別的學校修，這樣其實也很好，那像我們這邊，我們這邊我們可以自己教，再來我們有時候會請師院的四位老師來？，請他來教一學期之類的，所以就是要整合他的資源，如果他自己沒有辦法具備科教的人。(A2-138)

就是我們等於說要有幾個科目給我們，然後一起去設計，所以就是說要加重我們的比重，要增加比重...那我們剛剛講的說，要把教學實習...教育實習等課程合起來由一個老師包起來，全包了，他整個再去設計這樣的課程，這是達得到的說一個老師包起來，全包了，他整個再，就像我剛剛講的，它是從歷史(科學史)，然後再去分化，然後整個在進行的方式。

(A6-0351)

(四) 透過跨校選修機制，結合鄰近學校開課資源，發展具有個別特色之科學師資培育規劃

跨校修課的方式在校際之間存在已久，當有修課之需要，而原校系未能提供此課程開設時，可透過跨校選課來達成修課目標。以科學師資培育為例，依教育部規定，分科(自然科)教材教法為自然科領域教師所必修，當原師資培育因缺乏科學教育專長師資或因選修學生數不足以達到開課人數下限時，科學職前教師只得透過跨校選課的方式，以補其必修課程的缺漏。

科教學者指出，師資培育機構可善加利用此一機制，囊括鄰近校院所開設的課程，作為其規劃科學師資養成的基礎，依其所欲發展之科學師資培育理念，進行統籌規劃，發展完善具特色的科學師資培育規劃。例如師資培育機構依其科學教育理念，規劃科學史哲課程為科學職前教師所必修，雖然本身無師資可以開課，但鄰近學校中有此課程，因此即可把這樣的課程納入科學師資培育的規劃當中，讓科學職前教師專業知能的養成，不因師資培育機構本身的結構問題而受限制，能接受更完善的專業知能養成規劃。

跨校選修機制的運作上，通常被選修的學校都不會拒絕，只要能將全體人數掌控在不影響教學品質、人數過多的情形下，任何他校學生有心選修，願意配合教學方針，校方都會樂意接受。但欲往他校修課之學生，大多會受到原屬學校的限制，許多學校會設下各種門檻來限制本校學生到他校選課，以避免原校會招不到學生，而這樣的限制將會限制跨校選修課程的可行性，因此，在執行此一規劃的過程中，師資培育機構應與學校行政單位進行良好的互動，取得學校的支持，更甚，與鄰近學校協商，建立合作互信機制，減低科學職前教師在選修過程中可能遇到的攔阻與行政往返的繁複。

有五位科教學者(A2、A4、A5、B1、B4)提出此建議，以下引用其中兩位之論述：

那還有可能現在就是透過這個跨校的...跨校共同來培養科學師資這個模式，恐怕就可以...可以稍微解決各個學校去獨立培養科學師資這樣的不足，那個是技術上的問題啦，那如果可以去作這樣的調整也許還有點可能性。...跨校就是有不同的學科專長的老師嘛，也許可以從這方面去考量，如果是在單獨學校裡面，這部分是很難去達到我們想要的理想。

(A4-165)

所以是強調我這個中興裡面去規劃而不是去強調說我跟中興要有什麼配合，因為我是去取中興的課，那我的觀念跟中興學程中心的教授可能不一樣，東海的觀念可能跟中興的一樣，那我不需要去遷就它，它也不需要去遷就我，而是我發展出我的，所以將來就會有一個東海品牌的生物教師，中興品牌的生物教師、中興品牌的物理教師，所以前幾年我就開始喊出師大品牌的生物教師，因為我的觀念就是這樣子，所以我們學生一定要有這樣，我們在系都還好，都好做事，因為系就能要求系上去開這一類的課，但是你們不是生物系，一個師培中心不是生物系的時候它就不敢去要求生物系，不敢去要求物理系，所以中心要

有足夠的philosophy的背景, 然後去要求學校, 去接受, 我要培養一個好的老師就是這個樣子, 不然就...我們是一般的老師而已。(B4-419)

(五) 聯合鄰近師資培育機構, 合作規劃科學師資的培育

考量科學教育專長師資與科學職前教師學生數不足為多數師資培育機構所受之限制, 師資培育機構可聯合相鄰近之師資培育機構, 共同針對科學師資培育來進行規劃開課。如此, 一來科學教育師資聘任問題教得以解決, 且能發揮現有師資的最大效能; 二來各校學生數分別不足的問題, 亦可透過整合得已滿足學生數條件。授課的方式則類似跨校修課的方式, 授課教師在各校分別開課, 而修讀學生則自行到各校修課, 此外, 亦可發展遠距教學, 結合視訊授課, 解決科學職前教師於各校間的往返問題。此法能有效解決師資與學生數的開課問題, 亦不會造成科學教育師資過重的負擔, 但有關各校學生教育實習時的指導問題, 以及整合過程中相關行政與執行的劃分等, 仍有許多討論的空間。例如, 在行政方面, 各校必須彼此承認科學教育專長師資於各校所開課程的學分數, 也就是說科教授在此體制下開的課, 即使是在其他學校所開, 也可併入原學校的開課學分數中, 進行基本開課學分數抵扣, 否則將加重科教授開課的負擔, 減低其聯合開課的意願。而實習方面, 則仍需要科學教育專長師資帶領, 但師資可能在其他學校, 安排與指導上的困難有待克服。

提出此意見的有A4、A6、B1三位學者, 以下引用兩位之論述:

所以如果面臨這樣的窘境的話, 其實可以跟其他學校一起解決這個問題, 例如跟我們學校一起解決這個問題, 然後就是跟逢甲我們三個學校一起解決這個問題, 我們一起在哪裡上課, 聘請什麼樣的老師, 一起上, 一起接下這些學生, 因為你們比例不多, 我們比例也很少, 我們兩班而已, 而且我們沒有物理系, 也沒有生物系, 所以就是要希望可以這個樣子, 如果要做的話可以整合在一起。(A6-0334)

結合附近所有的有關科教的教授，或者教育學程裡頭的科教教授，這些教授來跨校開課，學校能夠承認他的學分數，上課的時數，再來就是說，譬如說，我在中興大學教育學程任教，但是我在東海大學的教育學程開課，我的學分數中興大學承認，那我開九小時的課，三...假設每...每一門課都三學分，那假設每一門課都是專門課，那專門課呢，都是科教的課，那麼哪有那麼多科教的課？有啊，中興大學的教育學程跟東海大學的教育學程，理工科的學生都很多，所以我們就可以開一個科學師資培育的學程，(噁)，那就科學師資培育學程代表裡面的教育學分都是科學教育的學分，那代表說有很多科學教育的課，代表需要有很多科學教育的教授來上，但是學程裡頭一個老師不夠，你會發現結合其他大學裡面的老師，附近的大學的教育學程的科教老師，共同來上這種課，那這些老師因為他的時數，跨校的時數都算，所以他們也不會負擔過重，如果跨校時數不算，那代表到校外兼課，那另外...那在學校九小時，那另外學校再兼啦，對他負荷太重，那他也不願意。(B1-026)

第二節 科學教師專業知能養成之規劃

有關教師或科學教師需要哪些專業知能，學者們多針對不同的觀點、角度、教學環境等而有不同的論述，但其仍奠基於Shulman所提出的七種專業教師所需的知能，僅為依不同情境或教學環境需要而有不同的融會、變通與強調，因此，原欲以Shulman所提出的七種專業教師所需的知能為分析類目；然而，經參酌訪談過程與訪談資料所得發現，科教學者因受我國師資培育課程規劃法規與現行制度的影響，在思考與回應科學教師專業知能養成規劃之相關議題時，普遍採用涵蓋面較廣的一般教育專業知識、學科專門知識、學科教學知識、以及教師專業態度四個方面來進行說明。有鑑於此，本研究依循所取得之訪談資料，將分析類目修訂為「一般教育專業知識」、「學科專門知識」、「學科教學知識」、以及「教師專業態度」四個方面，分析如下。

一、一般教育專業知識方面

(一) 一般教育專業知能養成課程中與科學實務相關性高的課程，最好仍由科學教育專業教師授課

師資培育機構的課程規劃中，一般教育專業知能的養成課程佔了大部分，為師資培育課程的主軸。科教學者(A5、B1、B3、B4、B5)指出，雖然一般教育專業知能大部分都是不分領域、不分科系，凡為師者都適用，但是其中如教學評量、教材分析、課程發展、及教學方法、教學設計之類的課程，涉及較多科學教學實務運用的相關內容，不同的領域會有不同的授課方式、評量方法、與課程鋪陳，例如科學課程中會有的實驗教學、數理課程中廣泛利用版書與數學推斷論證等教學方式，即非其他領域專業會有之訓練。因此，此類涉及較多科學教學實務運用的課程，雖歸類於一般教育專業知能方面，但考量科學教師專業知能的養成，此類與學科關聯性較深的課程，實應交由科學教育專業師資授課為佳。

pk本身它是教育科目，那教育科目有一般教育跟科學教育，我的建議就是你要適當的作一些分野，跟content有關係的一些教育科目，評量是跟content有關係，課程與材料的發展是跟內容有關係，甚至於教學法，都跟科學的、science的有關係，那像這一類的pk的，應該找科學教育的人來上，而像教心啊，或者是教概，這個應該是傳統的教育領域，所以在pk裡面應該有一點的分開就是說，把一般的科學跟科學教育的...一般的教育跟科學教育應該有點適當的區隔，這個是有關於pk方面的，但是這個牽涉到就是人力的問題。(B4-363)

因為會有學科，譬如說以科教背景來講，科教背景對於一個科學概念的詮釋是很重要的，我們舉個例子，譬如牛頓三大運動定律，學生會背 $F = MA$ ，慣性定律學生會背，靜者恆靜，動者作等速直線運動，可是如果你問他說等速圓周運動，如果學生沒有去了解那個實際背景的因素，只看表面，靜者恆靜，動者恆動的話，他會以為那是慣性，所以對於一個物理意義，他背後所隱含那個詮釋，你要怎麼讓學生了解那個專業部份，這在教學部份是一個蠻重要的部份，那那個部份我們都全部會考慮到，那因為沒辦法，像你講的，如果一班五十個，而且科學背景就可能是其中的一小部份，那個老師就可能很難，然後...針對那個學科特質的部份來加以來詮釋、來訓練，那這個部份...這樣講的話，這部分我們可以討論，怎麼去跟學科背景做結合，來引導他們來教學。(B3-089)

提出此項建議的五位教授中，只有一位(A5)是任教於一般大學師資培育機構，其中四位(B1、B3、B4、B5)則是師範大學的教授，研究者認為這樣的差異並不表示一般大學中的科教學者不認同一般教育科目與科學教學的關係，而是體認到一般大學中科學教育專業師資與資源不足現實考量，在有限的人力與物力下，與其讓有限的科學教育師資來進行一般教育專業科目的教學，不如致力於其他科學教育相關課程的開設與規劃。

(二) 因應科學教學活動與實驗知能養成的需求，應提供相關硬體與知能養成

科教學者(A2、A3、A5、B1、B3、B4)指出，科學師資的養成與其他領域最不同之處，就在於實驗相關知能的養成。科學師資培育過程，科學實驗的進行是科學教學的重要一環，師資培育機構應規劃進行實驗教學的相關知能，如實驗的教學策略、實驗室之管理、實驗藥材與器材的管理、實驗安全等的培養。因此，配合實驗的需要，師資培育機構應提供科學職前教師進行、驗證實驗的場所，畢竟諸如課程設計、教材分析、教學實習等舉凡涉及實際演練與試教的課程，大多需要實驗器材、實驗教室的配合運用。此外，許多科學素養中的相關內涵，如科學過程技能等，亦需要透過實驗讓科學職前教師實際體會。至於實驗教室所需的規模與配備，若可行，當然所提供的資源愈多愈好，但最重要的是在於模擬中學的實驗室情境，而科學職前教師則培養利用最簡單的儀器與方式，來達到實驗的目的與效果的知能。再者，於教學的實驗，如今多已由活動所取代，其意涵在於表示科學的實驗並非僅只是儀器、藥品等實驗的操作，而是一個科學探究活動的過程，因此，師資培育機構應設置一個可供運用的科學活動空間，其可結合教室模擬、教學模擬等攝影教學器材以及科學活動、實驗儀器等，讓科學職前教師運用此環境，進行教學的模擬、活動與實驗等。

那是空間，那不是設備的問題，那是空間的問題，你想我們應該讓學生學到，怎麼用最簡單的東西，最便宜的東西，最好是廚房就能拿到的東西，去把一個科學概念教出來。(A3-358)

科學的班級經營跟一般的班級經營，大同小異，我們最重要的是，怎麼安排實驗室的問題，多了個實驗室的問題，你要用到實驗室的時候，你怎樣引導學生進入實驗室，怎麼用實驗室，怎麼用怎麼用，就是說...就是這樣子而已，對啊，所以那個...那個...那個班級經營的課也是一樣，對不對，班級經營的課，好了，你有科學老師，你有科學背景的學生，那你就找一個...某一個時段裡面，你就排一個..科學那邊的教授跟他說明一下，實驗室的規則怎麼樣怎麼樣，怎麼樣訂立、怎麼做、怎麼做，就這樣子而已，對不對，你們自己進實驗室...你們每一門課的實驗老師...教授一定有規定，或是助教帶一定有規定，那個規定修正

以後，就可以讓國中高中以後...這不是大問題，哈...，那主要是上課教授設計的問題。

(A5-508)

除此之外，有幾位科教學者們指出，師資培育機構應加強培養以下三方面的能力：

(三) 領導與人際溝通能力

A1、A3、B5教授指出，教學就是人與人的互動，教學中如何管理學生、領導班級、帶領學生等都是教學中重要的一環。教師專業的知能的養成中，應強化有關領導與人際溝通的知能，其中涉及心理學、教師經營管理、領導學等內涵，教師與學生的互動中，要能了解他的想法、組織學生、鼓勵並引導他們，領導與溝通能力為教師所需的重要知能。

班級經營就牽涉到人際的溝通，對不對，人際的溝通的能力，這個就很重要！(A3-179)

因為我覺得教學其實就是跟人的互動，其實兩個條件很重要，你會鼓勵他、會引導他、會帶他，其實那是領導學，怎麼樣作leadership把學生都變成...能建立起來，所以我覺得那根領導滿有關係的。(B5-161)

(四) 評量標準與評量能力的建立

「評量」是教學中重要的一環，職前教師除了要學習怎麼在未來的教學中進行學習評量外，更重要的是學習如何對自己的設計的課程與教學進行評量。B1與B5教授指出，評量相關知能的養成中，最重要的部份就是評量標準的建立，在師資培育的過程中，有許多課程設計與教學的機會，評量標準的建立，有助於職前教師設計演練過程中的參考依據，不僅是規劃前的參考標準，亦是事後成效評估的對照依據，這對尚處於培育階段，觀摩與實作經驗不足的職前教師而言，甚為重要。此外，專業知能成長過程中最重要的就是要能反思，建立有效的評量

標準，才能對自己的教學與規劃以及對學生的學習成效做有效的評量，針對自己的優點與不足，進行調整。

評量包括我們剛剛講的，包括...就是說學習的評量，其實我們應當還要講一個，就是對課程的評量，我想評量應該不只是談學習評量而已，也要談對課程、對教學的評量，我如何評量我的課程設計好不好，我教學活動這樣設計好不好，這種評量也是在這個課程裡頭應當要有，所以如果有的話，在教材教法我強調是說，這個上課應當是說，讓學生能夠去設計他的教材跟教學活動，可是這個設計...教材跟教學活動，我如果還沒有透過實際的教學，如何去看我課程設計的教學成效好不好來評量他呢？我當然可以看實際的成果來評量他們，但我還沒有作，那就要從一般的教學活動的一般標準是怎麼樣？好的教學活動標準應當怎麼樣？好的課程設計或教學設計應當怎麼樣？我應當可以從這些標準來評量你我的設計是不是好的？所以我根據這樣的評量，這個評量都是一個參考指標或參考架構，這個參考架構就像一面鏡子，這鏡子可以讓我反思，我照到鏡子裡頭我這裡有一顆痘痘，那我當然不要熬夜了嘛，一樣的我一個參考架構、參考坐標就像一面鏡子，讓我看我設計的教材跟教學活動有那些是還沒有符合我的理想？有這樣的參考架構，我就可以有一個比對，我就知道我的差距在那裡？(B1-224)

第三部分我提的就是說，學生應該能夠把第二部分或第一部分給他的一些的東西活用在他的真正的教學裡頭，引導他開始看得懂他的教學，好或不好，或怎麼調整，所以他有這種實際上，應用理論，活用教學，然後引導他的教學看得懂，以及每一次教完都會繼續再調整的這種能力，所以這是第三部分我在說的。(B5-206)

(五) 培養佈局、佈題，引導學生進行問題解決、探究學習的能力

九年一貫科學課程教學，強調教師應以探究的方式，引導學生進行問題解決。A6、B1、B6教授指出，科學教師應學習如何安排合宜的情境鋪陳，佈局、佈題，讓學生透過問題解決的過程，進行科學的探究與學習。

課程裡頭講到的佈題跟佈局，你要以問題為導向、要以探究為導向。那你就一定要有個情境，這情境跟學生他日常生活的情境類似，是比...這個情境...是他熟悉的情境，從他熟悉的情境去引出一個問題，讓他們探討，為什麼要這個樣子，因為我們過去都是用學科的情境，學科的情境學生是不熟悉的，你用學科情境的問題，要讓學生思考...我們過去的老師沒有這種能力，很簡單，因為我們習慣先講理論，先講經驗，接下來再用課本的例題來讓學生練習，也不去尋找日常生活的問題，那現在如果強調以問題導向，或是以探究為導向，那老師就必須要有佈局佈題的能力。(B1-256)

我是認為我們這樣的一個訓練，生物系的學生都比較一個實務上，非常投入在教學上，學生的教學比較會照顧整個全景，這個全景如果把學生引起動機、學生的知覺、上課裡面的 interesting，興趣都引動起來，然後就開始來提供這個科學概念，互相溝通，大概學生如果已經引動了這個興趣，來學習這個科學概念。(B6-0770)

二、學科專門知識方面

師資培育中心在過去稱之為教育學程，顧名思義就是在專門科目之外，再外加26學分的教育學分，作為培育師資的過程，其後雖修正為師資培育中心，但這樣的觀念仍多少被延續至今，其中的一部分就反應在科學專門知能的養成上。目前的師資培育機構的規劃，著重在一般教育專業知能的養成，26個教育學分，限於教育專業課程安排，而輕忽了科學專門知能的養成。師資培育機構在科學專門知能方面的養成，多採認證方式，仰賴原系所的科學專門課程教學，科學專門課程即為原系所中的專家訓練。如此一來，表面上似乎已顧及了科學教師所需的一般教育知能，與科學專門知能，但是卻未深思，身為科學教師所需的科學專門知識，與一般大學中以培養科學專家或研究學者為目的所養成的科學專門知識是否相同？

(一) 科學教師所需的科學學科內容知識與一般科學系所的養成在本質上並不相同，應加強科學教師在對科學知識、科學本質、科學史哲等科學素養養成方面之規劃

對此，十二位科教學者中有十位(A1、A2、A4、A5、A6、B1、B3、B4、B5、B6)提出其見解指出，以中學科學教師(現在稱為自然科領域教師)而論，其教學職責涵蓋物理、化學、生物、地科、以及生活科技等內涵，但於大學各系所的專業訓練中除本領域的專門知識外，會去顧及到科學教師需要其他方面的認識嗎？答案是否定的；物理系的專業訓練不會、也不可能以培養科學師資為出發點去規劃物理的專門知識，甚至為顧及其他科目，而補充安排其他科目的相關課程。再者，科學系所所要培育的目標乃是科學專家，而科學專家所需的專門知識與科學教師所需的專門知識亦有所差別，科學家的專業訓練，強調的是深度，重視廣泛科學知識中某一部分專精知識的能力養成，愈往上念，所學愈是專精；反觀科學教師所需的科學專門知識，則是重視廣泛的認識與應用，對科學內容、歷史脈絡有整體的概念，不僅了解科學知識的本身，且要了解這些科學知識是如何運用在我們的週遭，與學生的日常生活做結合，以及科學與其他學科的關聯性等。此外，科學教師所需的專門知識，還涉及到國高中課程內容規劃的特色、偏重與邏輯性等考量。畢竟，科學家的目的是做研究，而科學教師則是要進行教學。因此，師資培育機構實應針對科學師資所需的科學專門知能進行規劃，即便校內系所無法配合的專門，也應要求職前教師透過跨校選課進行學習。

科教學者強調，目前在科學專門知能方面，科學職前教師最迫切需要，也最不足即為科學素養的養成。科學專門課程除培養科學職前教師具備深厚的科學知識外，亦須重視科學職前教師科學素養的養成，教師本身需要對科學知識、科學本質、科學史哲等有宏觀而完整的認識。師資培育機構應規劃相關課程，有系統的幫助科學職前教師建立科學素養的基礎，其包含科學的發展、科學知識、科學態度、對科學本質的了解、科學的應用、邏輯思考能力等內涵。

content還有另外一個問題，就是，我當然這樣講就對這些人很不好意思，就叫soft science 或叫 hard science，這邊呢，全部是在那邊拼，比較advance比較special的科學的時候，我把它叫做hard science，很難讀的，但是做科學老師不是只有要hard science，而且要有一些soft science，包括一些...最簡單的像科學史這個東西，或者是像社會議題的科學STS這些的科學，這些的東西不是修完hard science 那些人修完就會這些東西，所以你當科學老師不僅要整個的科學的某個領域要非常的complete，它整個的深度也要非常夠，也就是說你十字架畫起來一個座標來看，這邊是要整個很完整的一個，那這邊深度也要夠，淺度也要夠，一般的學校它不去考慮這個問題，因為培養師資跟培養科學家是不一樣的東西。(B4-166)

你就是從基本的...科學是什麼？這個地方開始，那科學的意義在哪裡啊？然後科學對人類的意義與影響啊？然後科學是如何演進的啊？這個大概，其實你談科學哲學主要談的面向就是這些嘛，那你作為一個科學教師，你如果沒有一個這樣清楚的認知的話，你很難把整個科學課程這件事情喔，很完整地教給學習者嘛，學習者恐怕學的就是我們一般的解題能力而以啊，那不是一個科學教學的真正目的啊。... 我想這個是一個根本的問題啦，這個地方能夠解決的話，其實很多東西就迎刃而解了，就是科學老師他本身對於科學的認識的理解會，會深深地影響他教學的模式啦，所以說把這件事情解決了，就是其它的就不是很，... 就其他的東西就可以順利的解決。(A-4060)

(二) 師資培育機構宜與科學專門系所溝通，共同規劃完整科學素養養成相關課程，教學過程建議可透過分組報告、討論的方式相互論證，溝通思考

在培養的方式上，A1、A2、A6、B4科教學者建議，此類規劃需要透過師資培育中心與科學專門系所的溝通合作，針對科學素養養成進行有系統的規劃，通常這樣的課程需要最優秀而資深的教授才有能力有效結合科學與教育內涵，透視科學師資培育在科學專門知能方面的需求，達到良好的成效。培育策略，主要是透過科學史哲等相關課程做有系統的規劃教學，教學方式不一定單由教師講授，畢竟，此類素養的養成並不是要學生對科學發展的內容進行背誦，而是要去感受

當中發展的過程與內涵，加深對科學發展的體會，因此，教學方式宜採分組報告的方式，教師透過有系統的規劃，讓學生收集資料鑽研後依序分組報告，重要的不是學生能背誦多少內容，而是去體會從古至今科學發展的信念與內涵，對科學有更深入而整體的了解，這才是科學特別而有趣之處，亦是中學科學教育的重要目的。另一方面，當然在資源可行且學生願意參與的情形下可舉辦許多的競賽活動。但是最主要的還是透過課程、報告與作業等方式的效果最好。

所以我覺得剛開始最重要的就是從科學史談起啦。而這個，老師不是去用？的，而是讓學生去發現，去發現原來這個就是科學，再來才是學科方面的，就好像你學物理，你知道你和化學之間什麼關係？我相信當你學的越深時，你真的忘了原來他們是一體的。(A6-025)

你可以舉辦一些類似科學教學活動的競賽，讓他們自己設計，然後上台來對外發表，然後可以頒獎啦等等，這是一種做法，我想會提昇啦，當然沒有問題；那另外一個，像我們目前的做法就是說，是透過他的作業啦，課程上的作業，那即使沒有競賽，那他們為了成績也會好好去設計，那你只要願意設計這種作業的話，相信學生都會好好去做，因為這是關係到他們成績嘛，這是一個最直接有效的方法，因為透過競賽這個經費的問題，不見得每個學校都有辦法做到，但是老師設計一些課後的作業，讓學生去經歷這個過程，我想這是比較容易掌控，那如果說學生能夠真的願意好好去把作業完成的話，他們應該...多多少少都會學到一些科學方面的東西...這個課後作業我們上台報告，那上台報告後，我們就會有討論的時間，有人就要提出質疑嘛，讓他們從這個過程當中觀察到就是說，其實...我們認為對的東西，經過大家討論之後，你還是有修正的空間，只能夠類似這樣的東西，讓他們去經歷一下，當然沒辦法說每種本質都經歷到，那像我們說...要像這種比較是建構取向的觀念，就比較會進來，那就是答案是可以做修正的，還有就是大家都可以有不同的看法，那你必需要去透過同儕的互動、透過社會建構的歷程，形成最後的...你比較確定客觀的知識，那類似這樣的是比較有辦法。(A1-180)

三、學科教學知識方面

學科教學知識的定義，泛指教師如何將其對專業學科上的瞭解，深入淺出，透過各種方式或技巧，以學生容易學習、理解的方式呈現出來的知識，其發展則奠基於教師對學科知識、一般教學知識、課程知識、評量知識、學生知識、學校情境與文化知識(段曉林，1996)。教師之所以為教師，其專業能力的展現，在於能將科學課程專業內容做有效的教學規劃，佈局、佈題，以學生能理解、能學習的方式進行教學，將教學內容貼近學生生活，引導學生思考問題、解決問題，引發學生學習動機等，將學科知識與教學知識作有效的結合，將教學內容用學生能接受、吸收的方式帶給學生，規劃並進行有效的教學。

(一) 學科教學知識方面的養成普遍不足

受訪的十二位科教學者都指出，學科教學知能的養成是師資培育過程中非常重要的一環，但是，往往也是最不足的部份。B5教授指出，師資培育課程的授課內容常常與實際的教學實務脫節，過於抽象，未能在課程教學中有效的與實務結合說明。A1、A6、B1、B5、B6五位教授亦指出，在其個人訪查的經驗中，觀察到許多不甚成功的教學案例，顯示出科學教師的科學專業(系上專業訓練)足夠，課程內容能夠不斷深入延伸，教學中引用很多深奧的內容與專有名詞，但是，卻未能與國高中的學生學習做結合，引入其他相關元素，其原因即與未能將科學專門知識與一般教育知識連結發展出學科教學知識有很大的關係。

我覺得最大的問題是說，一般中學是分科訓練的專業，所以有的時候我覺得教學的最大問題是老師都教得太專門了，所以對中學生來說不親切，就是說，他會覺得這個東西很枯燥，跟我生活沒有關係，講一些我聽不懂的東西，所以不太想學，所以我會覺得中學的師資培育的學程裡頭，比較大的問題比較不是專業，因為老師的背景都是大學或研究所的專業，專業他是絕對不差，他差的是，他不知道這個專業他怎麼樣用學生喜歡、聽得懂的形式，

然後願意學的形式去教，我覺得這比較是中學的科學學程的問題。... 那原因的話，因為它大部分的訓練都是科學家的訓練，它已經變成科學家的思考方式，他已經不知道一般人是怎麼看這個科目，或者詮釋這個科目，他都完全用比較科學上的東西來詮釋，什麼東西是最重要的，要把學生訓練成一樣的，所以我自己會覺得中學的最大問題是，怎麼樣讓科學能夠用中學生的需要去作詮釋。(B5-081)

具備那個把學科知識轉換成那個，可以讓中小學學生了解的那種能力，(能力)，要轉換，... 轉換還包括詮釋。(A3-171)

(二) 師資培育機構應提供科學職前教師更多與實務接觸的機會，強化科學職前教師在學科教學知識方面的養成

科教學者(A1、A2、A3、A4、B1、B5、B6)建議，要提升科學職前教師的學科教學知能，最主要的方法就是提升其對實務的認識，主要可以透過教材分析、觀摩與實作等方面入手，如師資培育者在教學中分享實務經驗，職前教師多設計、多模擬試教，師資培育機構與鄰近中學合作，讓職前教師進行教學觀摩、教師訪談、甚至實際的教學等。一方面增加科學職前教師對課程的熟悉、內涵以及擴充的內容，一方面增加實際的經驗，有助連結。除此之外，應透過教材教法等課程，讓科學職前教師認識各種不同的教學方法，以便在未來的教學中能依其所需運用於教學當中。

教學觀摩，我們都會去跟...就我們最近來講的話，我們會跟幾所學校，小學中學幾所學校，我們會去跟他們的學校接洽，特別是理化科的教學，或生物科的教學的時候，我們會去看，然後讓學生寫報告，當然這些課都是比較跟科學設計啦或是教學原理結合，然後去看，或跟教材教學結合去看，看完之後回來，大家分享心得...，大概就是這樣，那另外一個做法就是跟...我們買的錄影帶，我們會結合，這當然教學錄影帶來講的話都是試探性的，就是我們有很多...什麼探究取向，什麼科學演示的教學法，自然科的什麼創造式的教學法等等，

放給學生看，還有很多九年一貫，教育部送給我們的光碟，教學創新模式，放給學生看，然後我們再討論，(噁)，那也是提供他們一些跟課程結合的機會，跟現場結合那樣子。

(A1-237)

然後另外一個就是說，跟power-teacher合作，我如果固定跟他們這樣子合作，那...因為power-teacher很特別，他也不是什麼都通的啦，但是他就是會有幾招，他非常拿手，然後就可以把學生弄得服服貼貼的，那我覺得那幾招，如果我們學生能學到他那幾招，對學生算是非常、非常好的，所以我每年都會固定跟兩三個power-teacher合作，然後把他們的精華給學生看。(A2-143)

四、教師專業態度方面

「師者，傳道、授業、解惑也。」雖然時代不同，對教師的專業要求亦有所調整，但對教師角色的基本要求，絕非僅為「經師」販售知識以求溫飽。一位適任的教師不僅要成為經師，亦要為人師，師資培育的過程並非只是訓練教學技巧的職前訓練，更重要的是全人的、從心而發的形塑，此即教師專業態度的養成。簡茂發等多位學者(1997)認為，教師專業態度包括了教育信念與態度，意指教師對教育之責任感、教育熱忱、奉獻精神、以及時時學習與改進的胸懷。

(一) 一般大學師資培育機構在教師教育信念與態度的養成上較弱，師資培育機構應重視此方面的陶冶，強化教師對教育有責任感與奉獻精神

受訪的科教學者中有十一位(A1、A2、A3、A5、A6、B1、B2、B3、B4、B5、B6)，同聲強調此一方面養成的重要。並指出教師應行塑個人的教育信念與態度，對教育要有責任感、願意付出奉獻的教育熱誠、並能檢視自己的教學進行調整等，教師教學上的表現往往都與教師個人的態度與信念息息相關。此與簡茂發等多位學者(1997)的研究不謀而合。以下引述其中兩位的論述：

我們不能要求他像以前古代的一樣，傳道、授業、解惑，我們沒有要求到那個樣子，時代不同，但是你也不能變成一個商人，是不是，我說現在工商社會啊，我說變成商人就是說，我講話技巧很好，所以...我好像推銷員，然後我把知識推銷給你，然後你收、得到、然後買賣，那你...因為我推銷很好，所以你就給我pay，然後...然後我就講給你聽，那這就叫買賣式的，補習班式的做法。(B2-101)

你提到這個態度，attitude for teaching的話，就是...那個...你對那個教學的信念、教學的想法，那我個人的看法就是，必需從知識是怎麼來的，你假如認為知識...科學知識可以用背的，可以背得起來，那你就用背的，那是你教學的策略，你如果認為...知識...是小朋友...學生、學習者自己去建構的話，那你採取的策略又不一樣...。(A5-281)

而教師專業態度應如何養成呢？科教學者(A6、B2、B3、B4)指出，這方面的養成並非如知識的學習般，單靠課程的講述就可以學會，而是在過師資培育過程中，環境潛移默化的進行影響。以師範院校為例，雖然近年來師資培育的風氣不如往昔，但選擇進入師範院校就讀學生，自大一開始，便有了未來要為人師的自覺，自然而然由內而外，行思坐臥都圍繞著未來為人師的思維，逐漸做好為人師的心理準備，這是環境的影響。反觀一般大學的師資培育，由於學生多來自於各系，除少數師資培育課程的修課時間外，其他時間仍是回到各自的學群，彼此分散各處，師資培育的課程很容易被視為另外一種附加的通識課程，而非專業的養成過程，或許在知識或技巧的養成上沒有太大的差異，但對形塑一位「教師」的教師專業態度上則略顯不足。

很多的師資培育，根本是把教育當作是一門通識課程在上，沒有把他的特色彰顯出來，沒有把它的各領域的特色彰顯出來，等於是在培養那種通識教育人才而已，這是一個很大的隱憂。(A6-0235)

那這我想這個部份，就像剛剛你講的，可能在我們一般的大學中，他比較困難，能做到的
一點，或是去認同，他自己本身就是要當一個老師，或者說，一個好老師該具備的條件是
什麼？他會...他不是由我們去告訴，他會在這四年中間會去思考，...，那這就是第一個部
份嘛！（B3-129）

（二）師資培育機構可透過環境教育氛圍的營造，提升職前教師對教育的認同與 向心力

科教學者(A5、B1、B2、B3、B5、B6)建議，可從教育氛圍的營造著手。首先，師資培育機構應規劃出一個可茲運用的空間，讓參與師資培育課程的學生，
能夠自由的運用、討論與聚集，就好像社團的活動教室一樣，但空間只是基本的
硬體設施，更重要的是師資培育機構要能在此引導、營造出一個「教育」的情境，
使學生在此駐留，並彼此針對教育的問題開始對話，例如舉辦競賽活動、議題討
論、教學研討等相關活動，甚至舉辦與教育無關的戶外活動，如烤肉、踏青、郊
遊等，有助於將整個師資培育的師生營造為一個社群、團隊，提升對教育的認同
與向心力。如此，讓師資培育歷程不僅只於教學技巧的訓練，而是將「成為教師」
視為生活與生命的一部分。

我們叫做潛在課程，或者一個心理準備課程的東西，所以...例如說以前我假如進了師大，
那不管怎麼樣，我就準備以後出來當老師，那我就...你不要以為說，上的課都一樣啊，可
是那種心理準備啊，你心裡有那個傾向以後，你就會對這一方面的問題，無形中一直注意
他，那我們再回來談這個教育學程的事情，那教育學程就是那平常就是說，我就修這些課，
其實就是...修這些課，假如你能夠形成一種心理的準備，好，例如說我修教育學程的同學，
或者學教育的同學他常常有機會談教育的問題，談科學教育的問題等等這樣，這時候你這
個心理上的準備的話，也許報章雜誌啦，或者是碰到學生啦，聯想到這些問題，這樣的話
你再去讀那些理論啦，這也是師範的功能，這叫做一個教育的氣氛！（B2-004）

四年的反思時間跟我畢業之後碰到的才開始，... (嗯)，所以我們常常要求學生說，教書是一輩子的志業，你不能把他當職業，即使今天環境再差，假設啦，環境再差，或是說你薪水整個都很不好很低，如果你今天職志在當老師，你一輩子就是在這個地方，而不是因為我哪裡工作好，就換那個工作，那是完全不一樣的考驗，所以我強調的就是，那大學四年對一個師資培育來講，重要的是氣質的培養，(嗯)，那個氣質的培養也就是把你自己準備在最佳狀態，知道我怎麼...，起碼知道最終我要成為一個專家教師，我要怎麼樣做才合格，重點在這個地方，所以我要求他們到大五實習，你一站在那個台上，就是一個老師。

(B3-257)

(三) 師資培育機構應培養職前教師對教育的熱忱

除此之外，有六位科教學者(A1、A3、A6、B1、B3、B5)指出，教師專業態度中，以教師的教育熱忱最為重要。隨著師資培育市場的萎縮與教師檢定制度等的檢核，致使願意進入學程，投入師資培育的職前教師，大都對教育有一定程度的教育熱誠，對教育有熱忱的學生，會自行尋找機會磨練自己的教學，也願意於課程外多花時間鑽研教育相關知能。

一個就是說，當然啊，我經常說，常常說，一定要熱情嘛，他對教學沒有熱情，那其他就不用講了。(B1-123)

我是覺得職前儲備教師特別需要具備的事實上是「愛心！」，我想一個沒有愛心的老師，我想後面所有的學科專業知識那些都有問題，因為你的對象是「人！」，你本身沒有辦法有同理心，跟學生站在同一個線上。(B3-244)

但除師資生原有的熱忱外，科教學者建議可從幾個方面培養學生對教育的熱忱：

1. 建立預警機制，讓師資生出於熱忱投入師資培育行列

A1與B3教授建議，師資培育機構可於大學通識課程中開設教育現況探討相關課程，藉此讓有心申請師資培育學程之學生，藉由課程的進行，討論當今的教育問題、教師的困擾與挫折等議題，藉此讓學生重新思考自己是否適合從事教職。並於師資生的篩選過程中，清楚告知教育的現況，與未來求職市場的艱難，讓學生經過仔細衡量後，真正有心投入教育行列的學生再進行申請。

在進來的時候，我們就跟他們講了，你們進來修完學程，不見得當老師哦，你們自己要考慮清楚才來，你們不要到時候說我們騙你，我們沒有騙你，我們都是甄試，甄試就是說，你願意你才來，你不願意你大可不用來，所以他們都很清楚，所以他們只要考慮完之後，他們來了，他們就會心甘情願，一定會有興趣的人才來。(A1-362)

我是認為各大學的科學師資培育學程，就是想要當老師的那個部份啦，我是覺得應該是要...有可能從一年級就讓學生能夠體認到當一個老師他的責任、的特性，然後他應該具備的條件，這些全部都要讓他了解，也就是說當一個老師他...我剛剛說的那些部份，如果他都知道的話，他從他的專業課程中間他就會去體會，從一開始他就體會，到底我當老師，這個東西我該這樣做，還是不該這樣做，我上課常跟學生講，你不要認為這個老師不好，不好的也是你的老師，那這個老師很好，很好也是你的老師，不好我們以後不要犯，好的我們以後可以模仿。(B3-326)

2. 師資培育者本身要有熱忱，以身作則

科教學者(A3、A6、B1、B5)指出，師資培育者所扮演的角色極為重要，其在師資培育課程教學過程的表現，會深深影響學生對教育的態度，一位願意投入時間心力在學生身上的師資培育者，其學生亦會受其影響，與以熱情的回應，用行動來帶領，以生命影響生命。

追溯到源頭就是...當然大學教授帶這種的大學教授本身也要對這個課有很高的熱情，(就老

師影響學生，學生再影響他的學生)，對，對啊，不然怎麼可能呢！對啊，你說的很好啊，這些老師要是他有熱情的話，他教出來的學生才有熱情，以後去當老師也會去感染學生對學習科學課目也有熱情，有熱情就學習動機阿，我想這是互相感染的。(B1-218)

那還是培育者阿，你自己要有熱情，你怎麼讓學生感受到熱情，你要讓學生有被愛的感覺，(被愛的感覺！)對啊，師資培育者要去愛他的學生，要真的關心他的學生，該罵的時候罵，該...該安慰的時候安慰，你要讓他感受到愛啊，因為一個從來不曾愛的人叫他去愛別人，開玩笑，什麼，所以我們師資培育者要關心學生，要跟學生在一起，不過說回來，這會累死人，我就是這樣累死的，對啊，(所以你這麼多學生，然後...)，對啊，就是我們要有自己的教學信念嘛，(對)，也就是要愛學生，對學生好，要跟學生在一起啊，歡笑跟悲傷都在一起啊，所以師資培育者跟一般其他系所是非常不一樣。(A3-216)

3. 透過課程的規劃，引起學生參與教育學習的興趣

A1、B1、B5三位教授認為課程設計與教學過程是培養師資生學習興趣與熱情的好管道，例如設計科學遊戲、進行創意教學等，讓學生體會到教學也可以很有趣，而透過課程設計與反覆修改、演練的過程，讓學生體會其中的苦與樂，在實作中經歷教學與設計的樂趣，亦為培養學生熱情，建立學生成就感的利器。

以我增加他們熱誠的方法，就說...我會叫他們設計科學的遊戲，像這個單元是設計科學的遊戲，那你就會融入一些跟科學本質有關係的東西，他們在設計科學遊戲，創意教學的時候，他們在過程當中，像我的經驗就是，？，他們一方面會覺得好玩，所以他們自己也會覺得這跟我學科學的經驗不一樣，因為我是透過遊戲嘛，(對)，或是透過教學，對，教學是遊戲啊，哦，趣味科學，他們就會覺得，這樣很有趣啊，所以他們自己也會對說，我以前覺得科學很難教，因為科學都是理論，透過這個之後，他們就會有興趣，所以你說這個東西有沒有辦法激發呢？當然我相信一定有辦法，他們會對教學比較不會那麼恐懼，而且他們會覺得說，他能夠透過教學，能玩一玩也不錯啊。(A1-633)

你真的要培養學生的熱情...從設計過程啊，他都是要...事實上都是會遇到很多的挫折，可是從這挫折他們願意...這個挫折之下，再去重新思考如何設計的更好！這要有熱情啊！有熱情！那...那在這個過程就讓學生去培養熱情...他...他...他對這份工作，那怎樣培養他的熱情？是學生在這個設計過程裡頭，他如何感受到這是一種...樂在其中的...一個...一個...痛苦，我說痛苦是因為挫折嘛，是因為要設計嘛，但他樂在其中，這當然要有任這門課的老師去引導，讓他們如何去體會到，其實這樣的過程很辛苦，但是這裡面的一個...一個...苦盡甘來的一個...一個感受。(B1-194)

第三節 計次分析與討論

本節採計次方式，分別對前兩節訪談分析中的主要議題進行計次，欲藉此觀察任教於不同單位之科教學者對同一議題所提之意見有何異同。以下分為「一般大學中學科學師資培育的結構方面」與「科學教師專業知能養成之規劃」兩部份，依序對每個主類目進行計次與討論，計次分析表格依序呈現「主類目與次類目」、「任教單位」、「計次」、「科教學者代碼」四欄，用以清楚呈現認同某項意見之次數分布與其特質，並藉此觀察其中之異同進行討論。

一、「一般大學中學科學師資培育的結構方面」計次分析與討論

(一) 師資培育開放理想與實際運作有落差，未能發揮師資培育開放的特色

表4-3-1：「師資培育開放理想與實際運作有落差，未能發揮師資培育開放的特色」計次分析表

主類目與次類目	任教單位	計次	科教學者代碼
(一) 師資培育開放理想與實際運作有落差，未能發揮師資培育開放的特色	一般	6	A1、A2、A3、A4、A5、A6
	師大	5	B1、B2、B3、B4、B6
1. 教育行政部門審核不嚴，師資培育機構設立浮濫，未能發揮師資培育開放的理想	一般	2(6)	A5、A6
	師大	4(5)	B2、B3、B4、B6
2. 師資培育課程規劃制度僵硬，未能發揮多元發展的特質	一般	4	A1、A2、A3、A4
	師大	2	B1、B3

從表4-3-1的計次可發現，在主類目「(一) 師資培育開放理想與實際運作有落差，未能發揮師資培育開放的特色」的部份，僅一位科教學者未對此發表意見，顯示無論是任教於一般大學或師大的科教學者，都認為自師資培育開放後，一般大學辦理師資培育並未能發揮師資培育多元開放的目的，可見此問題之嚴重性。

師資培育開放理想與實際運作有落差，未能發揮師資培育開放特色的問題存在已久，從文獻探討中可見，大都認為其問題出在師資培育機構本身，包括申請之初的規劃不良，以及教育行政機關的未盡把關之責。透過次類目「1. 教育行政部門審核不嚴，師資培育機構設立浮濫，未能發揮師資培育開放的理想」的「計次」結果證實了此點，研究結果中顯示認為未能發揮師資培育開放的特色，問題是出在師資培育機構本身規劃不良，於申請設立之初就未能建立並秉持其教育理念，好好的去進行規劃，以致無法發揮師資培育開放的理想與特色的有6位，其中一般大學科教學者與師大科教學者分別為2位與4位。另外，「2. 師資培育課程規劃制度僵硬，未能發揮多元發展的特質」的「計次」則顯示，除贊同前項的科教學者外，另一半的學者則認為，未能發揮師資培育開放特色的問題是出在教育部所訂師資培育課程規劃的規定過於僵化，才導致一般大學的師資培育機構未能有效規劃、發揮特色，此項贊成者分別為4位一般大學科教學者與2位師大科教學者。研究者認為提出師資培育課程規劃僵化者，亦間接贊同了前項之問題，畢竟因為有問題，才會想要調整突破，而正因為欲進行調整突破，才會遭遇到制度僵化的侷限。因此，研究者依據研究結果認為，許多師資培育機構已體認其自身之不足，然雖企圖進行改善調整，欲有所作為，但卻往往受制於師資培育規劃法規制度的僵化限制，以致最終仍未能發揮師資培育開放的特色；且「1. 教育行政部門審核不嚴，師資培育機構設立浮濫，未能發揮師資培育開放的理想」的計次實可涵蓋「2. 師資培育課程規劃制度僵硬，未能發揮多元發展的特質」的計次，合計一般6與師大5(表格中以括弧表示處)，教育行政部門審核不嚴，師資培育機構設立浮濫，以致品質參差是所有師資培育者普遍的共識。

另外，師資培育課程規劃的限制並非僅一般大學辦理科學師資培育需要遵守，師範大學亦受到相同之規範，但在次類目「2. 師資培育課程規劃制度僵硬，未能發揮多元發展的特質」部份，一般大學科教學者提出者有4位，而師大科教學者僅2位，對此差異，研究者認為其原因在於資源與教師員額所造成的影響。

一般大學所辦理師資培育機構所能提供的師資與資源都遠不如師範大學，以師資為例，一般大學師資培育機構中普遍缺乏科學教育專長師資(於本研究所得)，因此在課程規劃上，倘若要強化科學教師專業知能的養成，勢必需要量身訂作，在原有的課程上，另為科學師資的養成規劃專屬的課程(如科學教育或科學教學方法等)，才能據此作為聘用科學教育專長師資或另尋科學教育專長師資開班授課的依據，若依原有之課程名稱(如教學方法)，則多僅由一般教育專長師資授課；反觀師範大學，在科學教育專長師資的供給上不虞匱乏，因而能因應科學教師專業能養成的需要進行調配授課，課程規劃限制對科學師資養成所造成的影響並不明顯，此亦為何一般大學科教學者比師大科教學者更能感受到課程規劃限制所造成影響的原因。

(二) 科學教育專長師資不足

表4-3-2：「科學教育專長師資不足」計次分析表

主類目與次類目	任教單位	計次	提出者代碼
(二) 科學教育專長師資不足	一般	6	A1、A2、A3、A4、A5、A6
	師大	4	B1、B2、B4、B5
1. 科學教育專長師資不足及其因素	一般	6	A1、A2、A3、A4、A5、A6
	師大	3	B1、B2、B4
2. 科學教育專長師資不足的調整與應變措施			
(1) 透過立法，設定科學教育專長師資聘用原則	一般	1	A1
	師大	0	
(2) 透過校內教師聘用的整體規劃，突破師資員額限制	一般	3	A1、A4、A5
	師大	0	
(3) 尋求理工科系教授的支援，強化科學師資的	一般	1	A2

養成	師大	2	B2、B5
----	----	---	-------

在主類目「(二) 科學教育專長師資不足」的部份，總計有10位科教學者指出科學教師專長師資不足，可知缺少科學教育專長師資是一般大學師資培育機構中普遍存在的問題，對此科教學者們則提出三種應變方式，觀察三種應變方式的計次，研究者認為科教學者們在提出意見時，應變方式的可行性問題是最主要的考量因素。

如「(1) 透過立法，設定科學教育專長師資聘用原則」雖是最一勞永逸的方式，透過立法能有效「確保」學校或師資培育機構會聘用科學教育專長師資，但其執行需要教育部等教育法規單位的配合，因此執行的可能性不高，且易受到其他因素的攪擾(如其他科目亦作此要求、學校不願負擔多出的教師員額等)，而增加執行困難度，因此僅一位科教學者提出。

而「(2) 透過校內教師聘用的整體規劃，突破師資員額限制」則是一般大學科教學者認為比較可行的解決方式，此法所影響的層面較小，對學校的運作亦不造成負擔，只要能取得學校的支持，執行起來並不困難，故有3位一般大學科教學者認為此法可行。

「(3) 尋求理工科系教授的支援，強化科學師資的養成」的建議亦有3位科教學者提出，分別為一般大學的1位、師範大學2位，研究者認為此方法基本上亦是可行的方式，在專門系所中符合條件的對象並不難尋，但是其困難之處在於要對方有意願配合師資培育的需要，並取得科學專門系所行政單位的認同與支援，此為其限制之一。

(三) 規劃培育科學師資的完整機制

表4-3-3：「規劃培育科學師資的完整機制」計次分析表

(三) 規劃培育科學師資的完整機制	一般	5	A1、A2、A4、A5、A6
	師大	4	B1、B4、B5、B6
1. 根據學校情形，發展專門領域的科學師資培育機構	一般	2	A4、A5
	師大	2	B1、B4
2. 在現行結構下，強化自然科教材教法與教學實習等課程，並盡可能增開科學教育相關課程	一般	1	A1
	師大	2	B1、B5
3. 課程彈性整合，共同規劃，有效運用	一般	3	A1、A2、A6
	師大	1	B5
4. 透過跨校選修機制，結合鄰近學校開課資源，發展具有個別特色之科學師資培育規劃	一般	3	A2、A4、A5
	師大	2	B1、B4
5. 聯合鄰近師資培育機構，合作規劃科學師資的培育	一般	2	A4、A6
	師大	1	B1

在12位科教學者中，有9位提出有關「(三) 規劃培育科學師資的完整機制」的建議，分別為一般大學科教學者5位、師大科教學者4位，顯示一般大學辦理科學師資培育的現況，確實有其不足之處，即需進行有系統的規劃。本研究所得之五項次類目的建議中，「2. 在現行結構下，強化自然科教材教法與教學實習等課程，並盡可能增開科學教育相關課程」與「3. 課程彈性整合，共同規劃，有效運用」屬於對現行規劃的補強，其中尤以「3. 課程彈性整合，共同規劃，有效運用」受到一般大學科教學者所重視，研究者認為，其原因在於涉及層面小，只要師資培育機構有意願，委由科學教育專長師資規劃授課即可；相較於「2. 在現行結構下，強化自然科教材教法與教學實習等課程，並盡可能增開科學教育相關課程」的部份，強化自然科教材教法與教學實習等課程本就是現有的實施現況，而增開課程則須克服整體規劃、行政運作與教育部師資培育課程規劃規定等

問題，相較之下「2. 在現行結構下，強化自然科教材教法與教學實習等課程，並盡可能增開科學教育相關課程」比「3. 課程彈性整合，共同規劃，有效運用」的困難度要高，也因此，有較多科教學者提出「3. 課程彈性整合，共同規劃，有效運用」的建議，尤其是任教於一般大學的科教學者。

次類目「1. 根據學校情形，發展專門領域的科學師資培育機構」、「4. 透過跨校選修機制，結合鄰近學校開課資源，發展具有個別特色之科學師資培育規劃」、「5. 聯合鄰近師資培育機構，合作規劃科學師資的培育」三項建議，則是以調整師資培育整體規劃為目標，從計次的高低亦顯示出技術面可行性的考量。

「4. 透過跨校選修機制，結合鄰近學校開課資源，發展具有個別特色之科學師資培育規劃」的計次最高，有一般大學3位、師範大學2位，共計5位科教學者提出，研究者認為此法的可行性最高，透過網路要取的鄰近各校的開課明細與課程簡介並不困難，即便有疑問，透過電話詢問即可獲得解答，只要取的學校的支持，在跨校選課部份獲的諒解，要實施並不困難。其次，「1. 根據學校情形，發展專門領域的科學師資培育機構」部份則有一般大學與師範大學各2位提出，此項建議在執行面上則有幾點需考量克服，如B5教授便提醒並不是所有一般大學都適合辦理專門領域的科學師資培育機構，需要考量學校本身的特質與師資生的特質合宜於否，此外，發展專門領域的科學師資培育機構對剛要申請辦理的一般大學並不困難，但是若是欲從原有的統包式的規劃進行調整，則可能引起其他系所學生對修讀教育學分權益被剝奪的責難與不公平的質疑，此反彈聲浪不容忽視。最後，「5. 聯合鄰近師資培育機構，合作規劃科學師資的培育」的部份雖有有一般大學2位、師範大學1位科教學者提出，但其執行上所面臨的問題最複雜，除須取得學校的配合外，各師資培育機構的教育理念與所欲達成的教育目標亦有所不同，參與的幾個師資培育機構勢必需要進行協調，且合作規劃亦會導致各科學師資培育的「統一」，與原本師資培育多元開放的理想略有出入。

二、「科學教師專業知能養成之規劃」計次分析與討論

(一) 一般教育專業知識方面

表4-3-4：「一般教育專業知識方面」計次分析表

主類目與次類目	任教單位	計次	受訪者代碼
(一) 一般教育專業知識方面			
1. 一般教育專業知能養成課程中與科學實務相關性高的課程，最好仍由科學教育專業教師授課	一般	1	A5
	師大	4	B1、B3、B4、B5
2. 因應科學教學活動與實驗知能養成的需求，應提供相關硬體與知能養成	一般	3	A2、A3、A5
	師大	3	B1、B3、B4
3. 領導與人際溝通能力	一般	2	A1、A3
	師大	1	B5
4. 評量標準與評量能力的建立	一般	0	
	師大	2	B1、B5
5. 培養佈局、佈題，引導學生進行問題解決、探究學習的能力	一般	1	A6
	師大	2	B1、B6

一般教育專業知能養成方面，科教學者們提出了五點建議，以下為研究者對此部份計次結果所提出的幾點看法。

「1. 一般教育專業知能養成課程中與科學實務相關性高的課程，最好仍由科學教育專業教師授課」的計次結果很特殊，一般大學與師範大學提出此建議的人數相差懸殊，分別為1位與4位。研究者認為此一差異是能理解的，其剛好回應到上一節「(二)科學教育專長師資不足」的問題，也就是說，一般大學科教學者提出此一需要只有1位的原因，並不是他們未意識到這部份課程需要由科學教育專長師資授課，而是因為他們身處一般大學師資培育機構中，深刻體認師資培育機構缺乏科學教育專長師資的問題，因而在無師可用、人力有限的情況下，全權

交由一般教育專長師資授課是唯一的選擇，因此才會有1位與4位的落差。

而「2. 因應科學教學活動與實驗知能養成的需求，應提供相關硬體與知能養成」部份則有一般大學與師範大學各3位提出，總計6位達到半數，可知科學教學活動與實驗的知能養成是科學師資養成過程中不容忽視的一環，師資培育機構應重視此一需要。

(二) 學科專門知識方面

表4-3-5：「學科專門知識方面」計次分析表

主類目與次類目	任教單位	計次	受訪者代碼
(二) 學科內容知識方面			
1. 科學教師所需的科學學科內容知識與一般科學系所的養成在本質上並不相同，應加強科學教師在對科學知識、科學本質、科學史哲等科學素養養成方面之規劃	一般	5	A1、A2、A4、A5、A6
	師大	5	B1、B3、B4、B5、B6
2. 師資培育機構宜與科學專門系所溝通，共同規劃完整科學素養養成相關課程，教學過程建議可透過分組報告、討論的方式相互論證，溝通思考	一般	3	A1、A2、A6
	師大	1	B4

從文獻探討中可知，當前科學教育的思潮有別於過去傳統培養科學研究精英的教學目的，轉而重視國民科學素養的養成，此在「1. 科學教師所需的科學學科內容知識與一般科學系所的養成在本質上並不相同，應加強科學教師在對科學知識、科學本質、科學史哲等科學素養養成方面之規劃」的建議得到應證，有一般大學與師範大學各5位、總計10位的科教學者認為科學素養的養成在科學師資

培育過程中很重要，但他們亦指出，在一般大學辦理的科學師資養成規劃中，卻往往付之闕如，此需師資培育機構多加重視。

(三) 學科教學知識方面

表4-3-6：「學科教學知識方面」計次分析表

主類目與次類目	任教單位	計次	受訪者代碼
(三) 學科教學知識方面	一般	(5)	
	師大	(3)	
1. 學科教學知識方面的養成普遍不足	一般	2	A1、A6
	師大	3	B1、B5、B6
2. 師資培育機構應提供科學職前教師更多與實務接觸的機會，強化科學職前教師在學科教學知識方面的養成	一般	4	A1、A2、A3、A4
	師大	3	B1、B5、B6

上述兩項建議，除「1. 學科教學知識方面的養成普遍不足」有5位科教學者直指一般大學辦理學師資培育在科學的學科教學知識方面培訓不足外，研究者認為第二項的「2. 師資培育機構應提供科學職前教師更多與實務接觸的機會，強化科學職前教師在學科教學知識方面的養成」亦間接點出一般大學師資培育中的科學學科教學知識不足，換言之，認為一般大學辦理科學師資培育規劃中的科學學科教學知識普遍不足，提出此意見者分別有一般大學5位、師範大學3位科教學者，總計8位，比例達三分之二，此問題亟需調整改善。

(四) 教師專業態度方面

表4-3-7：「教師專業態度方面」計次分析表

主類目與次類目	任教 單位	計次	受訪者代碼
(四) 教師專業態度方面	一般		
	師大		
1. 一般大學師資培育機構在教師教育信念與態度的養成上較弱，師資培育機構應重視此方面的陶冶，強化教師對教育有責任感與奉獻精神	一般	5	A1、A2、A3、A5、A6
	師大	6	B1、B2、B3、B4、B5、B6
2. 師資培育機構可透過環境教育氛圍的營造，提升職前教師對教育的認同與向心力	一般	1	A5
	師大	5	B1、B2、B3、B5、B6
3. 師資培育機構應培養職前教師對教育的熱忱	一般	3	A1、A3、A6
	師大	3	B1、B3、B5
(1) 建立預警機制，讓師資生出於熱忱投入師資培育行列	一般	1	A1
	師大	1	B3
(2) 師資培育者本身要有熱忱，以身作則	一般	2	A3、A6
	師大	2	B1、B5
(3) 透過課程的規劃，引起學生參與教育學習的興趣	一般	1	A1
	師大	2	B1、B5

在「教師專業態度方面」，在次類目「1. 一般大學師資培育機構在教師教育信念與態度的養成上較弱，師資培育機構應重視此方面的陶冶，強化教師對教育有責任感與奉獻精神」的計次中認同此點者有一般大學與師範大學科教學者各5位與6位，總計11位，顯示一般大學師資培育機構在教師專業態度方面的養成普遍不足，而「2. 師資培育機構可透過環境教育氛圍的營造，提升職前教師對教育的認同與向心力」則指出，若要提升此方面的素養則應從教育環境的營造著

手，但檢視其計次，卻可發現，認為可從環境營造著手的一般大學科教學者僅有1位，較之前項認為有此問題需解決者少了4位之多，研究者認為此正顯示出一般大學師資培育機構在養成教師專業態度方面的困境，正如蘇永明(2002)的研究指出，台灣現行開放後的一般大學師資培育機構易淪為一種偏向「職業訓練」的課程，忽略了「教化」的過程，因而難以培養師資生對教育的專業認同與道德投入，導致教師專業態度養成困難，由此可知，雖然科教學者普遍意識到教師專業態度養成的不足與環境教育氛圍營造的重要性，但是卻因現行結構與環境的限制(如教育學分為主修外的附加課程、師資生來自各系不易聚集、空間與資源有限、活動推動困難等)以致施行困難，此即為何提出「2. 師資培育機構可透過環境教育氛圍的營造，提升職前教師對教育的認同與向心力」的一般大學科教學者人數驟減之因。

此外，提出有關次類目「3. 師資培育機構應培養職前教師對教育的熱忱」相關建議的科教學者有6位達半數，一般大學與師範大學科教學者各3位，顯示教師的教育熱忱普遍被認為是教育專業態度中的重要一環。

綜觀前述兩節的計次分析內容可知，科教學者們針對一般大學辦理科學師資培育所提出的問題與建議大致相符，計次分析顯示沒有明顯的差異，其中幾項計次差異較大者，主要是受到一般大學科教學者會依其經驗，考量一般大學中有限的人力、物力、行政交流等的結構現實，在眾多限制與可行性的考量下，對某些建議提出者會減少許多(如前述「1. 一般教育專業知能養成課程中與科學實務相關性高的課程，最好仍由科學教育專業教師授課」就是其中一例)，顯示此類建議在一般大學科學師資培育的規劃中，在執行的技術層面上，其需要克服的困難度較高，有此計次之差。可知，對於一般大學辦理科學師資培育所應有之規劃，無論是一般大學或師範大學科教學者的意見普遍相同，唯因兩者所處環境所能提供的資源、人力、物力與行政支援等並不同，因此在對某些建議是否可行的判斷上會有落差，此亦某些議題計次上形成差異的主要因素。

第五章 結論與建議

本章共分為兩節，第一節主要綜合第四章來自受訪科學教育專家學者對一般大學辦理中學科學師資培育的現況描述所提出之建議，作為本研究之結論；第二節為未來研究之建議。

第一節 結論

本研究旨在探討科學教育學者針對一般大學辦理中學科學師資培育現況的見解，並提出其對一般大學中學科學師資培育應有規劃之主張與建議。依據上述研究目的，本節依研究結果分為兩部份作結論。

一、一般大學中學科學師資培育的結構現況與調整建議

(一) 師資培育開放的理想與實際運作有落差，教育部主管機關除應確實進行師資培育機構申請檢核機制、有效評鑑、設立進退場機制外，並應對師資培育規劃之規定進行鬆綁，鼓勵師資培育機構多元發展

師資培育開放後，各大專院校師資培育機構紛紛申請設立，於設立之初，教育部主管單位，未能做好嚴格把關，以致師資培育中心設立浮濫，未能有效控管師資培育之品質，儲備教師過多，流浪教師充斥。再者，師資培育課程規劃法規過於繁複、缺乏彈性、且增開課程不易，以致師資培育機構未能發揮師資培育多元開放之特性，因應各校不同理念、環境、與所需進行規劃與調整。

教育部主管機關實應確實進行有效的師資培育機構評鑑機制，避免劣幣逐良幣，為師資培育機構的進退場嚴格把關，但評鑑過程應保持彈性而不制式化，減低各師資培育機構為迎合評鑑，而侷限了師資培育機構多元發展的可能性。此外，近年開始實施的教師資格檢定考，應建立有效的檢覈機制，避免成為僵化的「教師聯考」，及形成「考試領導教學」的後續影響，以致師資培育規劃為配合檢定考科而受限，同時降低了職前教師應付考試心態下多元學習的意願。

教育法規部分則應進行鬆綁，減低對師資培育課程規劃的制式要求與開課限制，鼓勵各師資培育機構依其教育理念與實際需要，得彈性調整規劃課程，以發揮師資培育多元開放的特性，提升師資培育的成效。

(二) 科學教育專長師資聘任普遍不足，影響科學師資培育規劃與科學教師專業知能的養成甚鉅，師資培育機構應採取相關措施，解決科學教育專長師資不足所造成的影響

一般大學師資培育中心，往往受限於教師員額的規定、科學職前教師人數較少、以及師資培育開課需要等因素，影響科學教育專業師資的聘任。

科學教育學者建議可參酌以下四種措施，改善科學教育專業師資不足之影響：

1. 透過立法，設定科學教育專長師資聘用原則：透過師資培育法規的修訂，要求有培育科學師資之中等師資培育機構，需聘任科學教育專長師資，並隨科學職前教師人數調整。
2. 透過校內整體規劃，突破師資員額限制：藉由校內師資聘任的整體調配，從其他單位(如通識教育)進行科學教育專長師資的聘任。
3. 尋求理工科系教授的支援，強化科學師資的養成：徵詢專門科系中有意願投入師資培育的教授支援，對象可分為兩部份，其一、各專門領域教授有些是由師範校院背景畢業、或曾參與教育研究、又或者從事國高中教材編纂者，其對國高中的教育有一定的經驗與認識，能提供有效的支援。另外，即便沒有前述經驗，亦可透過合作教學(co-teaching)的方式，安排一般教育師資與科學專業師資共同授課，同時提升兩者指導科學職前教師的能力。

(三) 規劃培育科學師資的完整機制

依據現行中學師資培育機構組成，並非針對科學師資培育而設立，因而其師資培育規劃，不免未能符合科學師資教學專業知能養成之需求，因此，科學教育

學者指出可透過以下六項措施，改善師資培育機構依其教育理念有效規劃科學師資培育的完整機制：

1. 發展專門領域的科學師資培育機構：鼓勵師資培育機構考量各校職前教師來源組成與學校環境條件，調整發展單一領域或少數領域師資培育規劃，集中有限人力、物力與資源，提升科學師資培育規劃之成效。
2. 於現行結構下，強化自然科教材教法與教學實習等課程，並盡可能增開科學教育相關課程：自然科教材教法與教學實習為現有師資培育規劃中，少數專屬於科學師資培育之課程，在先天不足的結構下，應透過僅有的課程有效運用，並嘗試增開課程，以符應科學師資養成的需求。
3. 課程彈性整合，共同規劃，有效運用：師資培育機構可將有限之科學師資培育課程(如自然科教材教法、教學實習)進行整合，委由科學教育專長師資進行彈性規劃，有效運用有限課程時數，進行科學教師專業需求的教學規劃。
4. 透過跨校選修機制，結合鄰近學校開課資源，發展具有各別特色之科學師資培育規劃：師資培育機構應依其師資培育理念，發展別具特色之師資培育規劃，規劃過程可考量鄰近校院所規劃之課程內容，將其納入各自的規劃可行範疇，使其師資培育課程規劃更趨完整。
5. 聯合鄰近師資培育機構，合作規劃科學師資的培育：有鑒於資源、師資與科學職前教師學生數不足等問題，師資培育機構可聯合鄰近之師資培育機構，共同針對科學師資培育的需要進行規劃與授課，有效運用有限的科學教育專業師資。

二、科學教師專業知能養成應有之規劃

根據本研究之分析類目，將「科學教師專業知能養成應有之規劃」分為「一般教育專業知識」、「學科專門知識」、「學科教學知識」、以及「教師專業態度」四個方面進行說明。

(一) 一般教育專業知識方面

1. 一般教育專業知能養成課程中與科學教學實務相關性高的課程，師資培育機構宜安排科學教育專業教師進行教學。
2. 因應科學教學活動與實驗知能養成的需求，師資培育機構應提供相關硬體並進行知能養成之規劃。
3. 培養領導與人際溝通能力：教學現場就是人與人的互動，教學中如何管理學生、領導班級、帶領學生，教師同儕間如何溝通、合作、彼此配合都是教學現場的重點。教師專業的知能的養成中，應強化有關領導與人際溝通的知能。
4. 評量標準與評量能力的建立：師資培育機構應培養職前教師具備建立評量標準與進行評量的能力，有助於職前教師進行學生學習評量、個人課程前後教學評量、與教學反省。
5. 培養佈局、佈題，引導學生進行問題解決、探究學習的能力：九年一貫科學課程教學，強調教師應以探究的方式，引導學生進行問題解決。因此，科學教師應學習如何安排合宜的情境鋪陳，佈局、佈題，讓學生透過問題解決的過程，進行科學的探究與學習。

(二) 學科專門知識方面

在科學專門知能養成方面，師資培育機構僅擔負科學專門科目的認證。科學教育學者指出，科學系所培養科學家的訓練方式與科學教師所需的科學專門知識並不一致，前者要求專精，後者著重廣博與生活連結。因此，師資培育機構應加強科學教師在對科學知識、科學本質、科學史哲等科學素養養成方面之規劃，主

動與各專門系所合作，規劃培養完整素養的相關課程。課程進行宜透過分組報告、討論的方式相互論證，溝通思考。

(三) 學科教學知識方面

科學教育學者指出，學科教學知識的養成是師資培育過程中最重要、也最令人憂心的部份。其大部份的養成理應融入在科學專門科目與教育科目中，但在科學專門科目方面，所接受的是科學的專門訓練而非科學教育訓練；教育科目方面，則因科學教育專長師資不足，未能將科學教學知識的訓練融入在平時教學中，僅仰賴自然科教材教法(分科教材教法)與教學實習等課程，並不足夠。

師資培育機構應提供科學職前教師更多接觸實務的機會，如多設計、多模擬試教、與鄰近學校合作進行觀摩、教師訪談、實際試教、延請優秀教師分享實務經驗等，都是很好的方式。

(四) 教師專業態度方面

教師專業態度包括了教育信念與態度等，意指教師對教育之責任感、教育熱忱、奉獻精神等內涵，此多需透過環境潛移默化來形塑。科學教育學者指出，在此方面的養成，一般師資培育機構較之師範院校略顯不足。師資培育機構宜從環境營造著手，規劃一個可茲運用的空間，讓參與師資培育課程的學生，能夠自由的運用、討論與聚集，並輔以舉辦活動等方式，營造出一個「教育」的情境，建立教育社群、團隊的氛圍，提升對教育的認同與向心力。

此外，科學教育學者更指出，教師的教育熱忱是身為教師應有的重要特質，有助師資生在教育專業上的發展。師資培育機構可從三方面著手：

1. 建立預警機制，讓師資生出於熱忱投入師資培育行列。
2. 師資培育者本身要有熱忱，以身作則，以生命影響生命。
3. 透過課程的規劃，引起學生參與教育學習的興趣。

第二節 未來研究建議

一、研究架構方面

本研究之設計是透過訪談科學教育專家學者，歸納一般大學辦理中學科學師資培育現況與規劃的重要面向，在本研究中，受訪科學教育專家學者所提之內容與意見，多針對一般大學辦理中學科學師資培育過程大方向上應有的規劃與作為進行討論，因此所提出的意見多較廣泛而整體。因此，建議後續研究可延續本研究之研究成果，針對本研究中所提出之各有關師資培育規劃之重要向度進行更深入的研究，探討各師資培育機構在各個面向上規劃、細部作為、與實施成效等。

二、研究方法方面

本研究以訪談科學教育專家學者對科學師資培育現況與規劃的觀點進行探究，研究結果多反應出一般大學辦理科學師資培育廣義問題的呈現，而無法呈現師資培育機構規劃過程中，因應許多複雜條件需要的細部考量與妥協因素。因此，建議後續研究可針對單一或少數幾個師資培育機構進行深入研究，探討其在師資培育理想與規劃過程中所需顧及的各項因素，並進行歸納分析與比較。

三、相關研究方面

- (一) 有鑒於科教學者的建議與推動，教育部已開始著手規劃相關建立科學師資培育機構的辦理事宜，未來可能出現培養單一或少數領域師資的培育機構，因此，可針對包領域與單一領域兩者所培育之科學師資進行比較，探究其特質與培育成果。
- (二) 師資培育機構進退場機制的評鑑於94學年度已進行第一次檢覈，並依檢覈結果逐年降低師資培育人數，建議後續研究可針對評鑑過程與檢覈內容進行研究與分析，有助於提升師資培育之信效度。

參考文獻

中文部份

- 王秋絨(1997)。我國國中師資培育學程之建構。台北：師大書苑。
- 王美芬、熊召弟(2005)。國小階段自然與生活科技教材教法。台北：心理。
- 王澄霞(1996)。化學領域之 STS 師資培育課程架構，*化學*，54(2)，103-114。
- 王澄霞(1997)。科學教師培育：科學、技學與社會之連結。*科學發展月刊*，25(3)，167-174 頁。
- 沈慶揚等(主編)(1998)。師資培育與教育研究-王家通老師祝壽文集。高雄：復文。
- 余安邦(1999)。夢中情人：九年一貫課程。*教育資料與研究*，26，19-22。
- 呂文惠(2003)。師資培育機構如何因應九年一貫課程改革--以靜宜大學為例。載於師資培育發展促進會主編 - 九年一貫與師資培育。台北：五南。
- 林天佑(1997)。我國師資培育機構之組織與行政。*教育資料集刊*，22，119-131 頁。
- 林生傳(1998a)。教育學程的類型與其教學效能之分析研究。*教育學刊*，14，1-39 頁。
- 林生傳(1998b)。大學文化與教育學程的教學研析。*教育研究資訊*，6(5)，1-20 頁。
- 林生傳(2004)。台灣近期教育改革的透視與省思。*教育學刊*，23，1-36。
- 林清江(1995)。多元與卓越。載於國立台北師範學院主編 - 挑戰與前瞻，65-76。台北：編者。
- 林東充、洪志明(2006)。STS 教學模組之開發設計與研究「保養聖品--乳霜」。*科學教育*，287，38-48。
- 洪志明、陳穎慧(2003)。「九年一貫」後現代課程之 STS 模組教學研究。*科學教育*，259，2-20。
- 邱素青(2005)。師資培育制度的理論與實際。*台灣教育*，631，54-62。
- 邱美虹(2000)。國民教育階段九年一貫課程綱要「自然與科技」領域中「自然科

- 學」課程綱要之評介。科學教育，231，20-27。
- 吳清山(2003)。師資培育法 – 過去、現在與未來。教育研究月刊，105，27-43。
- 吳武典(2005)。我國師資培育的困境與突破。研習資訊，22(6)，37-46。
- 吳武典(2006)。師資培育的正思與迷思。台灣教育，638，2-6。
- 周甘逢、吳明隆(2001)。新時代教師角色的再定位。公教資訊，5(4)，30-43。
- 段曉林(1996)。學科教學知識對未來科教師資培育上的啟示。載於第一屆數理教學及師資培育學術研討會論文彙編，118-143 頁。
- 施惠(2000)。STS 教學模組對國小教師教學專業知能成長的探究。科學教育學刊，8(4)，335-355。
- 徐永誠(2006)。師資培育專業標準的質疑和重要議題 – 教師是社會正義的象徵。台灣教育，638，12-21。
- 符碧真(2003)。九年一貫課程的教師專業成長 - 從第三次國際數理科調查報告「The Teaching Gap」談起。載於師資培育發展促進會主編：九年一貫與師資培育。台北：五南。
- 康自立(2003)。師範教育何去何從？。教育研究月刊，105，5-7。
- 郭丁熒(2000)。從九年一貫課程的實施談教師角色的更新。載於九年一貫課程 - 從理論、政策到執行。高雄：復文。
- 郭允文(1999)。提升科學教師素質研究之規劃與推動。科學發展月刊，27(8)，866-888 頁。
- 莊奇勳(1997)。師院環境科學 STS 教學模組之開發研究。嘉義師院學報，11，273-306。
- 莊奇勳、王嘉田(1997)。國小自然科 STS 教學模組之探討：豆漿製作。國民教育研究學報，3，75-98。
- 翁子雯(2006)。師資培育法變革對提升優質師資素質之教育實習核心策略探討。學校行政，41，176-187。
- 陳雪麗(2003)。師資培育機構面臨九年一貫課程的挑戰與因應策略 - 兼論華梵大

- 學教育學程經驗。載於師資培育發展促進會主編：九年一貫與師資培育。
台北：五南。
- 陳清溪(2003)。課程改革與師資培育。研習資訊，20(2)，62-68。
- 陳伯璋(1996)。師範校院之定位發展與教育學程設置之檢討。教改通訊，17(1)，
12-18。
- 陳伯璋(1999a)。九年一貫新課程綱要修訂的背景及內涵。教育研究資訊，7(1)，
1-13。
- 陳伯璋(1999b)。九年一貫課程的理念與理論分析。九年一貫課程系列研討會，
中華民國教材研究發展學會和國立台北師範學院主辦。
- 陳美蓮(2004)。順應自然科學課程的變革--談科學教師專業成長的需求。蘭女學
報，9，43-48。
- 陳曼玲(2004)。師資培育過剩，明年起減招縮班。中央日報，2004年3月15日。
- 陳文典(1997a)。STS 教學教師所需具備之專業準備。科學教育學刊，5(2)，167-189
頁。
- 陳文典(1997b)。STS 理念下之教學策略。物理教育，1(2)，85-95。
- 陳文典(1998)。STS 理念下之教學。台灣教育，575，10-19。
- 陳文典(2000)。由國民中小學課程目標看--「自然與生活科技」學習領域之教學
與教材。科學教育，231，40-42。
- 陳文典(2003)。「自然與生活科技」學習領域之課程及其實施。中等教育，54(3)，
4-19。
- 許德便(2004)。九年一貫新課程，能力增強壓力輕。台灣教育，630，54-56。
- 許榮富(1989)。科學師資培育的理念與實務設計。教育資料集刊，14，241-261。
- 許榮富(1991)。從科學、技學與社會的整合談科學教育的未來發展。教師天地，
52，24-31。
- 許春峰(1998)。師院普通化學實驗 STS 教學模組。新竹師院學報，11，157-186。
- 黃譯瑩(1999)。從課程統整的意義與模式探究九年一貫新課程之結構。九年一貫

- 課程系列研討會，中華民國教材研究發展學會和國立台北師範學院主辦。
- 黃玉幸(1999)。九年一貫課程中的教師專業成長。《*公教資訊*》，3(3)，29-35。
- 黃淑苓(2003a)。「盲」、「茫」、「忙」-「九年一貫課程」改革對師資培育機構之衝擊。載於師資培育發展促進會主編：九年一貫與師資培育。台北：五南。
- 黃淑苓(2003b)。「九年一貫課程」學習領域教學與師資培育。《*教育科學期刊*》，3(2)，111-123。
- 黃淑苓(2005)。教師專業發展的應然與實然。《*教育科學期刊*》，5(2)，154-169。
- 張德銳(1998)。師資培育與教育革新研究。台北：五南。
- 張德銳(1999)。從九年一貫課程改革談師資培育機構因應策略。《*教育研究資訊*》，7(1)，33-38。
- 靳知勤(2000)。兩位科學教師發展以科學博物館情境資源為核心之 STS 教學模組的啟示。《*Proceedings of the National Science Council (Part D : Mathematics, Science, and Technology Education)*》，10(3)，115-125。
- 楊景堯(1996)。我國未來的師資素質會更好嗎?--從師範院校八十四學年大學聯考排行變化談起。《*政策月刊*》，19，2-3。
- 楊洲松(2003)。修正「師資培育法」的檢視。《*中大社會文化學報*》，16，23-39。
- 楊深坑(2002)。從專業理念的新發展論我國師資培育法之修訂。《*教育研究月刊*》，98，79-90。
- 楊深坑、歐用生、王秋絨、湯維玲(1994)。各國實習教師制度比較。台北：師大書苑。
- 鄧怡勳 蔡碧蓮(2004)。教學實習中的專業學習。《*Education Journal*》，32(2)，61-86。
- 管傑雄(2001)。教改後對科學教育應有的概念。《*科學月刊*》，32(9)，738-739 頁。
- 蔡英姝(2002)。九年一貫課程教師專業能力之相關研究。國立成功大學教育研究所碩士論文。
- 薛梨真(1994)。國民中小學實習教師任教狀況與實習輔導之研究。國立高雄師範大學。教育研究所博士論文。

- 潘淑滿(2003)。質性研究：理論與應用。臺北市：心理。
- 潘慧玲、王麗雲、簡茂發、孫志麟、張素真、張錫勳、陳順和、陳淑敏、孫濱如
(2004)。國民中小學教師教學專業能力指標之發展。教育研究資訊，12(4)，
129-168。
- 饒見維(1997)。師資培育的理念取向與典範之評析。教育資料集刊，22，59-84。
- 饒見維(1999)。如何培養教師之課程設計能力以因應九年一貫課程。現代教育論
壇，12，1-17。
- 饒見維(2000)。如何培養教師之課程設計能力以因應九年一貫課程。教育資訊與
研究，34(5)，1-17。
- 饒見維(2001)。九年一貫課程與教師專業角色的省思。教師天地，113，7-13。
- 盧玉玲、連啟瑞(1997)。STS教學模組開發模式之建立及其實際教學成效評估。
科學教育學刊，5(2)，219-243。
- 嚴育玲(1995)。我國師資培育變革的社會背景分析。國立台灣師範大學，未出版，
台北市。
- 劉妙真(2005)。我國師資培育之現況與檢討。學校行政，39，201-212。
- 鄧鈞文(2003)。教師專業素養與師資培育制度變革。台灣教育，623，13-19。
- 劉春榮(1997)。師資培育與教師專業承諾研究。教育資料集刊，22，85-95。
- 劉世閔(2006)。質性研究資料分析與文獻格式之運用——以 QSR N6 與 EndNote 8
為例。臺北市：心理。
- 劉湘川(1997)。師資培育法對師範校院的衝擊及因應之道。國教輔導，36(6)，3-5。
- 歐用生(1996)。新教育實習制度的盲點與突破。載於中國教育學會主編 - 師資培
育制度的新課題，103-116。台北：師大書苑。
- 歐用生(1999)。從「課程統整」的概念評九年一貫課程。教育研究資訊，7(1)，
22-32。
- 歐用生(2000a)。新學校的建立 - 九年一貫課程的展望。學校行政，7，3-7。
- 歐用生(2000b)。課程改革。台北：師大書苑。

- 鄭英耀(2002)。教師檢定制度核心概念之探討--專訪中山大學社會科學院鄭英耀院長。教育研究月刊, 103, 24-30。
- 戴曉霞(2000)。高等教育的大眾化與市場化。台北：楊智。
- 賴清標(1997)。教育實習。台北：五南。
- 賴清標(2003)。師資培育開放十年回顧與前瞻。師友, 435, 8-17。
- 韓國棟(2004)。教師供過於求, 教育減招。中國時報, 2004年9月22日。
- 蘇育任(2000)。自然科教師因應九年一貫課程所需之基本能力。國教輔導, 40(1), 2-9。
- 蘇永明(2002)。市場導向下教師工作的倫理動機。學生輔導雙月刊, 28, 40-49。
- 蘇麗春(2005)。論九年一貫課程政策的歷史基礎。花蓮教育大學學報, 21, 1-26。
- 謝紫菱(2005)。變革與挑戰: 新制教育實習輔導制度評析, 學校行政, 40, 226-238。
- 簡茂發、李虎雄、黃長司、彭森明、吳清山、吳明清、毛連塏、林來發、黃瑞榮、張敏雪(1997)。中小學教師應具備的基本素質。教育研究資訊, 5(3), 1-13。
- 鐘敏綺、張世忠(2002)。奠基於建構主義的 STS 於自然與生活科技領域之應用。科學教育, 254, 2-15。
- 甄曉蘭(2002)。中小學課程改革與教學創新。台北：高等教育文化。

英文部分

- Carroll, T. M. (1999). *Developing Partnerships: Teacher Beliefs and Practices and the STS Classroom*. Full Text from ERIC. ED443669.
- Gaskell, J. (2001). STS in a Time of Economic Change: What's Love Got To Do with It?. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(4), 385-398.
- Grossman, P. L. & Richert, A. E. (1988). Unacknowledged Knowledge Growth: A Re-examination of the Effects of Teacher Education. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 4(1). 53-62.
- Henning, M. B. & King, K. P. (2005). Implementing STS Curriculum: From University Courses to Elementary Classrooms. *Bulletin of Science Technology and Society*, 25(3), 254-259.
- Hollenbeck, J. E. (2003). *Using a Constructivist Strategy and STS Methodology To Teach Science with the Humanities*. Full Text from ERIC. ED476698.
- Kahle, J. B. & Boone, W. (2000). Strategies To Improve Student Science Learning: Implications for Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 11(2), 93-107.
- Koran, J. J. (1997). Application of Science Education Research to the Classroom: Validating Science Teacher Training Through Student Performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(1), 89-96.
- Krajcik, J. S. & Penick, J. E. (1989). Evaluation of a Model Science Teacher Education Program. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(9), 795-810.
- Kumar, D. D. & Chubin, D. E. (2000). STS: Adding Value To Research and Practice. *Journal of Science Education and Technology*, 9(2), 135-139.
- Mbajorgu, N. M. & Ali, A. (2003). Relationship between STS Approach, Scientific

- Literacy, and Achievement in Biology. *Science Education*, 87(1), 31-39.
- Meyer, J. D. & James, R. K. (2002). *STS for Pre-Service Teachers: Does It Translate in the Classroom?*. Full Text from ERIC. ED465506.
- Parkay, F. W. & Stanford, B. H. (2000). *Becoming a teacher*. Boston : Allyn and Bacon.
- Penick, J. E. & Yager, R. E. (1998). Science teacher education: a program with a theoretical and pragmatic rationale. *Journal of Teacher Education*, 39(6), 59-64.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand : Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher : A Publication of the American Educational Research Association*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S.(1987). Knowledge and teaching : Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Yager, R. E. (1996). Science / Technology / Society as reform in Science Education.*History of Science / Technology / Society as reform in the United States*, 1,3-15. New York University Press.
- Yager, R. E. & McCormack, A. J. (1989). Assessing Teaching/Learning Successes in Multiple Domains of Science and Science Education. *Science Education*, 73(1), 45-58.
- Yager, R. E. & Abd-Hamid, N. H. & Akcay, H. (2005). The Effects of Varied Inquiry Experiences on Teacher and Student Questions and Actions in STS Classrooms. *Bulletin of Science Technology and Society*, 25(5), 426-434.

網路資料

教育部(1995a)。師資培育法。2007年5月10日，取自

<http://140.111.1.192/high-school/rules/rules2.htm>

教育部(1995b)。大專校院教育學程師資及設立標準。2007年5月28日，取自

<http://www.education.ntu.edu.tw/EDU11/edu11no2.htm>

教育部(1998)。國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。2007年5月10日，取自

<http://www.isst.edu.tw/s5/cum-1.htm>

教育部(2003a)。大學設立師資培育中心辦法。2007年5月28日，取自

<http://law.moj.gov.tw/Scripts/Query4A.asp?FullDoc=all&Fcode=H0030030>。

教育部(2003b)。國民中小學九年一貫課程綱要。2007年5月10日，取自

<http://teach.eje.edu.tw/data/kunda/200010222331/>。

教育部(2003c)。國民中學九年一貫課程七大學習領域任教專門科目認定參考原則及內涵。取自

<http://edu.thu.edu.tw/edupage/html/Students/classing/educredti.php>。

馮朝霖(2004)。教育學程發展檢討。2007年5月10日，取自

http://72.14.235.104/search?q=cache:OmwCplQaziAJ:www.inpr.org.tw/publish/pdf/127_3.pdf+%E6%95%99%E8%82%B2%E5%AD%B8%E7%A8%8B+%E7%99%BC%E5%B1%95%E6%AA%A2%E8%A8%8E&hl=zh-TW&ct=clnk&cd=1&gl=tw。

American Association of Colleges for Teacher Education(AACTE). (2002).

Standards-based teacher education project (STEP). 2007年5月10日，取自

<http://www.aacte.org>.

National Research Council(1996)。 *National Science Education Standards*。 2007年5

月10日，取自 <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309053269>。

National Board for Professional Teaching Standards (NBPTS). (1989). *What teachers*

should know and be able to do. 2007年5月10日，取自<http://www.nbpts.org>。