

科學師資培育的理念與實務設計

許榮富

STS 導向目標的共識

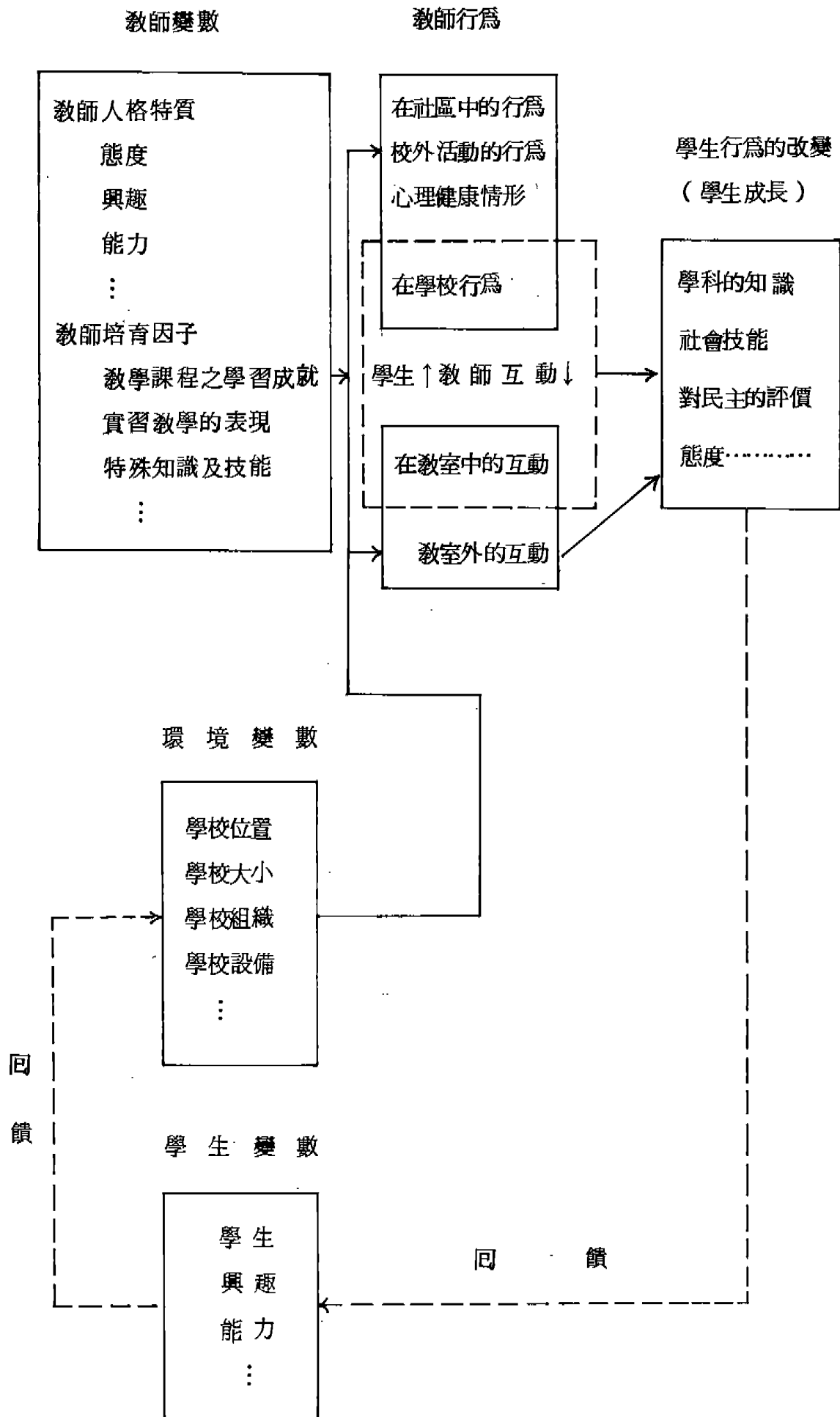
科學教師在科學教學中扮演重要的角色，科學教師更是科學教育的執行者之一。因此，科學教師養成過程之設計及其理念的重要性至為明確。然而，科學師資之培育究竟應該如何進行？欲明確回答這項問題，必須從科學教育目標為著眼點。於「科學教育目標之探討與展望」一文中，筆者已就科學的本質、社會及文化的層面，說明了科學教育目標乃是STS (Science-technology-society) 的導向。置言之，科學教育的目標除了科學學科知識系統的傳輸之外，科學方法（獲取知識的過程及對知識的認知過程）、科學態度、以及科學與社會、科學與技學等之互動的關係，都應是科學教育的範疇。針對此目標，科學教師必須具備那些基本能力呢？科學師資的培育又應如何進行呢？本文的目的即希望從科學教師之培育的基本理念，藉助文獻上的探討及分析，說明科學師資於科學教學、科學教育中的角色及其養成過程

科學師資培育的理念與實務設計

中所應注意的重點，並就我國之師資培育的現況，針對幾個熱門問題，提出筆者淺見。拋磚引玉，期能引起社會大眾的注意及科學教育界對科學師資培育之相關議題的關切。

科學教師角色的理念

由圖一的教室活動模型，我們可了解科學教師於科學教學中的角色。一般而言，教室學習的相關變因可以分為五大類：一為教師變數，包括教師的人格特質，諸如態度、興趣、能力……等等，以及教師之養成的因子，諸如教師培育的課程、實習的表現，……等等；二為環境變數；三為學生變數；四為教師的教學行為；五為學生的學習成果。其中第五項可以說是科學教育的目標的最終表現。而科學教師要能在教學行為中激發學生的學習，則他必須對於本身之特質及學生之學習科學的特性及學習之成果等等都有相當的了解之後，才能在師生之互動中，掌握其行為。總之，科學教師所需之基本素養牽涉甚廣，而且也不易於理解各項素養及其交互



圖一 教室活動的模型

作用對於達成科學教學目標的真正效應。然而，一般來說，仍然可由定性的角度來描述各項科學教師應具備的基本能力。

從圖一的模型可知，雖然就學習的過程而言，學生是整個學習活動的主角，但是就整個科學學習活動的進行而言，科學教師都是其導演。一般說來，科學教師在科學教學中所扮演的角色，至少有以下數則：

- 刺激者 (stimulator) ；
- 促進者 (facilitator) ；
- 人力資源 (resource person) ；
- 組織者 (organizer) ；
- 調解者 (moderator) ；
- 評鑑者 (evaluator) ；
- 仲裁者 (referee) ；
- 督導者 (supervisor) ；

更廣闊的說，科學教師是整個科學學習的籌劃者。因此，科學教師是科學教學活動的核心，其於科學教學中之角色，至少包括了溝通者、模範、借鏡等三個主要角色，此外亦為科學教學活動的落實者，及局部課程的規劃者。更明確地分析，科學教師的角色任務，可歸納如下八項：

- 選擇科學教材。
- 組織科學教材。

科學師資培育的理念與實務設計

● 傳遞科學知識。

● 指導學生之科學學習活動。

● 增強學生學習科學動機。

● 分析學生學習科學的行為。

● 修正學生學習科學的行為。

● 評鑑科學學習成果。

科學教師的角色也可以從教師、學生、課程三方面之相互關係來分析。教師是學生認同之對象，在師生交互作用中，教師必需取得學生絕對的信賴。同時科學教師是學生學習科學歷程的診斷者，必須有診斷學生學習科學行為的技巧。科學教師不僅要熟練運用科學課程內容，還須應用教學藝術，指導學生學習科學課程內容。此外，教師對科學的態度及信念，也會影響學生學習科學的態度。

現代科學教師的複雜性日漸增加，科學教師已非單純的科學知識傳授者。在學生之科學學習活動中，科學教師必須擔負指導者，鼓勵者，診斷者……等等新角色。

科學教師特性的理念

一般而言，教師特性一般可分為兩類特性，一為專門學科特性，一為專業特性，前者強調科學科目的專門知識、技能，後者強調科學教學所應具備的知識技能，其涵蓋範圍至

少包括如下：

1. 專業特性：
 1. 科學教學策略運用。
 2. 教育（學習）心理。
 3. 科學教材教法。
 4. 科學教具製作和運用。
 5. 敬業精神。
 6. 教室秩序控制……等。
2. 專門學科特性：
 1. 科學專門學科知識。
 2. 科學專門學科技能。
 3. 科學專門學科之素養。

若由科學教師之行爲或表現的可視性來分，又可分爲外

顯特性及內隱特性：

- (1) 外顯特性：包括科學教師的年齡、性別、服務年資、學歷、服務地區接受之訓練等。
- (2) 內隱特性：包括科學教師的科學素養、科學態度、科學教學能力等。

至於科學教師專業精神的特性，可以由教師特性的哲學觀，進一步釐清。

一、科學教師專業精神的特性

教師是人類文化創造歷程中的重要角色。因爲人要求進步而有意義的生活則必須學習，古之學者必有師，於今更是

如此，近代生活方式日趨複雜，謀生途徑繁多，遠非昔日從一二師傅即能學而致用所可比擬，故有學校之設立，且有各級各類之學校，由衆多教師分別教授各種科目，期使學習者能獲得各種知識，以便在如此複雜的社會中，能以多種方式生活。

我國傳統中國教師是啓迪知能者，對學者而言，其後生活能力，都得自教師，故尊師遂成飲水思源之敦厚民風之一，無論成年後如何官高爵顯，仍對受業師門，執禮至恭，而一般人亦對教師寄以無上崇敬，教師之地位，可見一斑，而教師者雖疏食飲水，也以其所業爲榮，安於其業，且樂於其業。

中國的師道觀念，雖流傳已久，但到唐朝韓愈才爲教師下了比較明確的定義：「師者，所以傳道，授業，解惑也。」我國傳統最重視「道」，而將傳繼道統的責任加上教師身上，故也因重道而尊重傳道的教師。「天地君親師」，將師列爲五倫之一，尤表現出對於教師之崇敬。

我國對於教師的崇敬，不止於他的學識勝人，更重要的是因爲教師的崇高品格，所謂「經師」「人師」是我國教師之最佳寫照。但是近世由於教育發達，教師人數劇增，任教便成爲各行各業之一，教師遂被視同糊口者流，甚至爲其他行業所淘汰剩餘之人才擔任教師，加上教師人數衆多，流品不齊，少數不能自律者，成爲害群之馬，招致社會之非議，

因而教師之地位一落千丈，今非昔比。

「自行束脩以上，未嘗無誨焉」，教師收學生之束脩，是為維持其生活，但也因而定師生之禮，辨師生之名分，束脩因此成為酬謝教師之禮節，使教師成為一種職業，進而成為專業。

「專業」一辭，很難加以註釋，尤其難在專業（Profession）與職業（vocation）或行業（occupation）的區別。Car-Saunders(1933)曾勉強把專業和非專業做了一個區分：「專業一辭明顯的指某件事，這件事是多種特質的複合，經已承認的專業表現全部或大部分的特質，專業居於中央位置，環繞於其四週各處的是分類的職業，職業只表現一部分特質。」Lieberman(1956)以為專業是一種行業，所顯示的特質計有八種：

1. 是單獨，確定而主要的社會工作。
2. 工作中注重心智的技術（intellectual techniques）。
3. 曾經長期的專門訓練。
4. 個別從業者及行業團體皆有廣度的自律。
5. 從業者對其事業性的判斷與動作負有廣度的個人責任。
6. 從業者基於其行業團體乃代表社會工作的組織與作業，以盡義務為先，獲報酬居次。

科學師資培育的理念與實務設計

7. 係屬從業者綜合性的自律組織。

8. 訂有以具體事件廓清並解釋含混與疑似的道德規約。上述八項特質的要點指明一種專業，在於以盡義務為要義，是服務的性質而不計較報酬。要具備專業資格，必須經過相當時間的訓練，尤其以心智方面的方法為重，以便在執行業務時能勝任無誤。從業者應具備適當的品格，能夠為其職責而自律，更應為其行業的聲譽而自律。為充分實現自律的精神與能力，當有一完整的組織與明確的規章。

因此專業具有專門性與學術性，與一般職業或行業有所不同，專業精神可以說是專業知能訓練和專業道德的修養之綜合，專業精神所具有的特質，有下列幾項：（龔寶善，民七十一年）。

1. 須具有專門性與學術性，表現獨特的造詣。
2. 須接受專門訓練，具有純熟的技巧與才能，表現顯著的成就。
3. 須具有某一專業特殊的品德與修養，表現良好的風範。
4. 須對本門專業表現責任感與自律精神，以提高業務的價值。
5. 須視某一專業為畢生事業，而不輕易轉換工作崗位。
6. 須表現服務大眾的道德精神，而不斤斤計較實質的報酬。

7. 須有政府許可及社會公認的專門資格。

故由此可知，專業精神的特質是由專業特質所發揚出來的。

教師既為一種專業，自有其專業的精神，其所涵蓋的素質如下：

1. 專業修養方面：

- a 身心健全，絕不情感衝動，任意體罰學生。
 - b 思想正確，絕不發表詭辯的言論和文字，誤導學生走入歧途。
 - c 生活規律，絕不行動乖異，給予學生邪惡的影響。
 - d 操作勤奮，絕不敷衍塞責，耽誤學生的課業。
 - e 教誨不倦，多方激勵學生勤學。
 - f 性情溫和，積極誘導學生向善。
 - g 態度公正，對任何學生一律平等看待。
 - h 處事合作，盡力協助學校推行一切行政服務。
 - i 情趣高尚，具有優美的生活習性及嗜好。
 - j 心胸曠達，只問耕耘，不計成敗及得失。
 - k 自強不息，經常參加研究進修活動。
 - l 志向堅定，以努力教學為畢生事業。
2. 專業知能方面：
- a 致力專攻教育的基本學識。
 - b 吸收有助教導的相關學識。

- c 精研表達意思的語言及文字。
- d 編訂教學計畫的能力。
- e 運用教科書及編輯教材的能力。
- f 研討及改進各種教學方法的能力。
- g 指導各種實驗技藝的能力。
- h 運用及製作教具的能力。
- i 維持教室常規的能力。
- j 實施實習，升學及就業指導的能力。
- k 領導學生參加各項集會及活動的能力。
- l 指導學生參與社會服務的能力。
- m 處理各項教學事務的能力。
- n 處理擔任某一學級級務的能力。
- o 處理文書及各項事務的能力。
- p 保管圖書，教具及器材的能力。
- q 處理偶發事項的能力。
- r 代表出席各項會議的能力。(龔寶善，民七十一年)。

而科學教師的專業精神，除了應包含上述的所有特質之外，應兼具科學專門學識及科學的素養，瞭解科學的本質，科學知識的本質不同於一般知識，它有其獨特的成分，科學教師必須對於科學的成分有深入的了解，方能從容有效地從事科學教學的專業工作。

二、科學教師必備的基本知能之特性

科學教師既為專業人員，則至少需具備三項基本知能，且需不斷地充實：

1. 學科專業知識：對於所擔任教學的科學科目，如物理、化學、生物等之專門學識，需有深厚之基礎，以期能對該學科教材之內容，能應付裕如、得心應手。同時科學教師亦應具有該學科專家學者之風範，此風範亦只能由具有該學科之精神與學識時，才能表現出來。
2. 教學專業知識：包括各種教學方法，學生學習心理，教學理論，學生認知發展等等有關教學方面所需的各種基本知識。
3. 教室教學能力：即實際在教室裏從事教學活動所需的各種能力，如教材編選，教室管理，教學媒體的使用，學生問題的處理，教學活動的進行等等能力，亦即教學技術方面之能力。

今日世界社會變遷迅速，科技發展日新月異，一日千里，身為一位科學教師，必須不斷地學習，以應付教學之需要，充實教學之內容。

綜合以上分析，可清楚地看出作為一個科學教師，起碼應具備下列條件：

a 豐富的科學素養，科學新知及科技成就的重要應用

科學師資培育的理念與實務設計

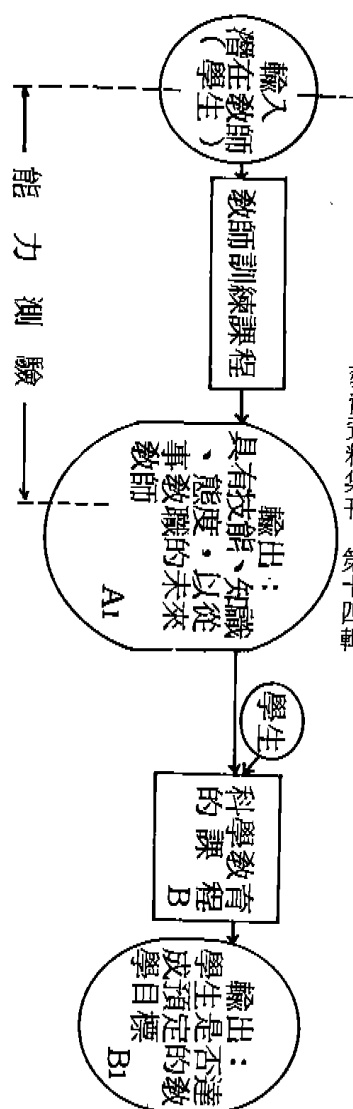
。

- b 引用新的科學教學策略，創新教學氣氛。
- c 具有科學研究能力，能指導學生科學研習活動。
- d 端正人格，熱心科學教育。
- e 具有電腦素養。

科學師資培育之規劃

甲、科學師資培育的基本過程規劃

科學師資之培育的過程，一般而言，如圖二之模型所示。藉著科學教師之徵選的設計，選取可能成為未來教師之潛在教師（potential teachers），施以教師訓練的課程之後，即成為具有教師所應具備之基本技能、知識及態度的未來教師，隨後給予實際教學的練習，使之介入科學教育的實務之中，並檢定受其教學之學生是否達成教育的目標。基本上，圖二的模型是相當粗略的，尤其在師資訓練的課程、師資之檢覈（certification），及師資之在職教育等之內含規劃上，都存在相當大的爭議。這種情形，在國內現行的師資培育系統中，尤為明顯。以下即就國內的現況中所存在之師資培育的重要議題、課程及評鑑等三方面加以剖述。



圖二 師資培育的示意圖

一、科學師資培育之重要議題

對於科學師資的培育，仍有很多主題受到各方面的熱烈討論，略舉如下：

1. 專業教育與博雅教育之爭

科學教師一般人認為是一項專業，科學教師本身也是這樣認為，但也有人認為科學教師的專業與一般如律師、醫師等的專業並不盡相同，如教師具有固定薪水而律師、醫師則否，律師、醫師有很嚴格的資格限制，而科學教師則未如此嚴格等等，另外科學教師是否需要博雅教育？或者只是部分需要或完全不需要？這些都尚需研討的問題。

2. 科學師資培育一元化或多元化之爭

目前科學師資之培育，在我國是一元化，即由師大師院

之理學院新系培育，但此種機構培育出的每一位科學教師是不是都是有效 (effective) 之教師資格？在目前社會各方面之壓力下，師資培育可能在不久之將來走向多元化之途，即一般大學院校亦可兼具培育師資之責，但如此是否與原來大學之設立目標相背，因為大學理科之教育目標為培育科學之專門人才，而非培育師資，究竟師範院校與各大學之間如何在師資培育上如何折衝，是需加研究的。

3. 教師資格之檢定

目前科學教師資格之檢定，尚不成為問題，將來師資培育多元化以後，檢定之標準如何訂定？檢定方式如何訂定？檢定機構為何？由何人來進行檢定？行政人員，學者專家或教育專業團體？檢定之標準設立之前必須先訂立科學教師基本能力之項目，對這方面研究的結果目前如何？科學教師資格之再檢定如何辦理？等等。

4. 師資培育機構之組織

師資培育多元化之後，師資培育機構至少應該具有何種組織，方能勝任師資之培育工作。對科學教師而言，一般認為至少應有三種組織：

- (1) 科學專業學系；
- (2) 教育科系；
- (3) 實習學校。

那麼目前國內有那些學校具備此等組織？將來各大專院

校如何因應之道？

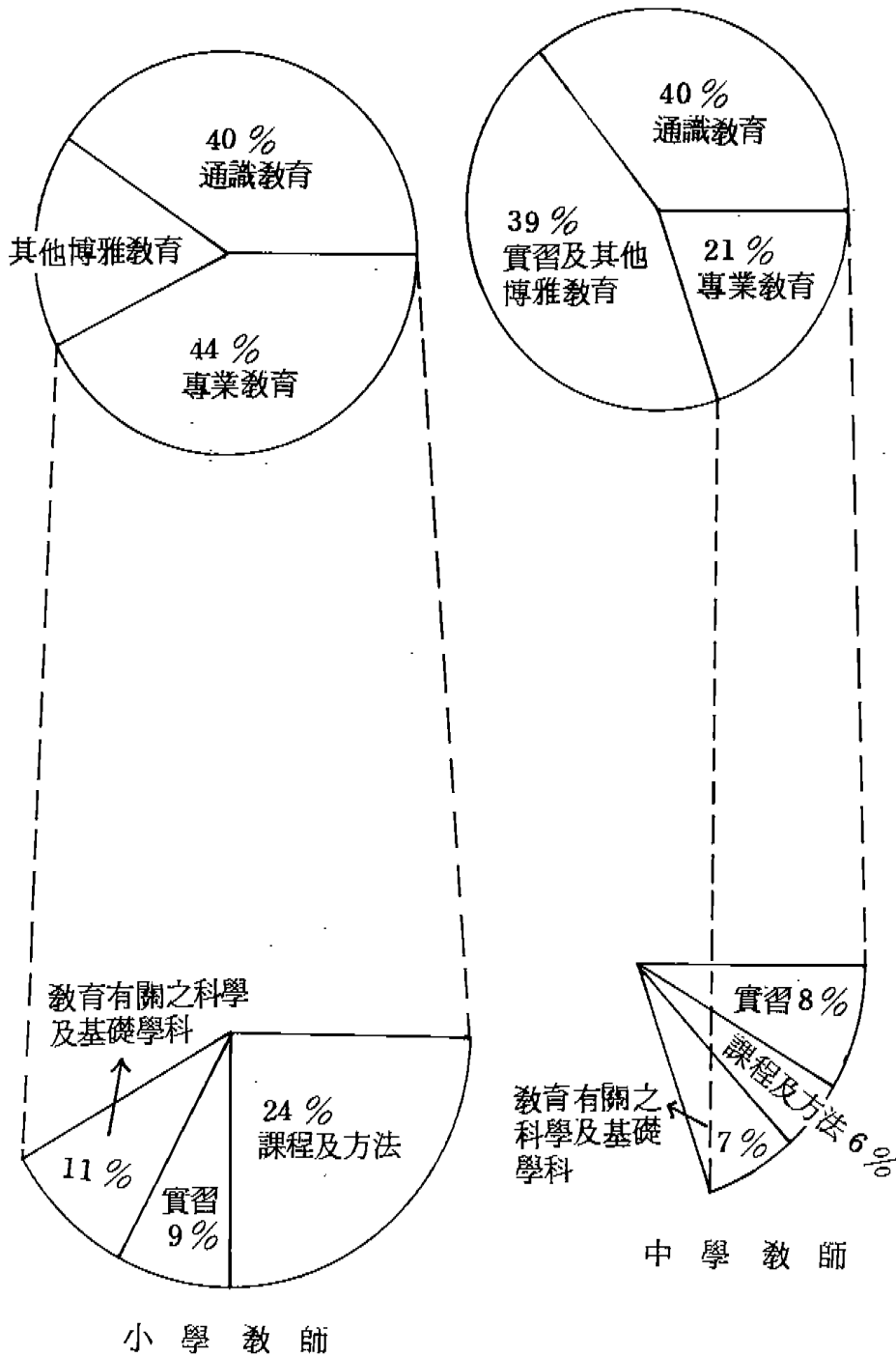
5. 科學師資培育課程

科學師資培育之課程安排，如教育專業科目學分數與科學科目學分數之比率應該為何？科學師資培育年限應為五年

或六年，抑或四年即足夠？一般大學科學科系畢業生取得科學教師資格，應再修習何種課程等等。

6. 在職教育之實施方式

如何增進科學教師在職教育之成效？如何鼓勵科學教師踴躍參加在職教育？如何舉辦在職教育？內容、期限、學分



如何訂定？

7. 科學教師之特性

科學教師之特性與一般教師有何不同？

8. 科學教師的教育者

科學教師的教育者是師資的培育者，何人可以勝任？

大學教授一定夠資格嗎？科學教育研究者夠資格嗎？科學教師教育者本身如何培育？目前這項問題，在於教師教育者，有本身沒有太多的教學經驗，有對研究比對教學更有興趣，以及發表論文少於一般大學的教授等。

二、科學教師培育的課程

職前教育的科學師資培育課程，可以分成一般教育（即博雅教育），學科教育和專業教育（含實習）等三部分，但學者和教師教育者之間意見有點不同，學者認為一般教育和學科教育就足夠擔任教職，而教師教育者認為需要加上專業課程。Egbsrt(1985) 統計結果，中小學師資培育的課程比率如上圖：

一般教育通常稱為博雅教育，包括數學，自然科學，社會科學、人類學、美術、作文、演講、體育等等，此部分與一般大學生所修的相似，大約佔40%，中小學教師所修的一般教育相同，中學教師被認為是學科專家及教師，所以在學科方面的比重較大。

專業教育課程，包括人類及行為研究，教學與學習理論、教學實習等。人類及行為研究通常被認為是教育的基礎研究，當作一般教育與教學法的橋樑，它發展教師本身的哲學體系，以使應用在學校教學上，有人認為此方面的課程需由哲學教授來教，也有人認為不必要，因為此時學生太年輕，無法接受此課程，此即被認為是基礎課程，教授此科目者必須有豐富的哲學知識和科學背景方能勝任。

教學與學習理論方面的課程，此等理論的來源為教學實際經驗，社會學及行為研究的結果，師資培育機構所訂出來的及研究中小學教育所得的結果。但通常為專業的實際經驗來主導。因為教師的主要功能為幫助學生學習，教室經營及作專業之決定，此方面課程包括一般及特殊教學法課程、學習理論等。一般教學法對小學較為重要，而特殊教學法是指某學科的教學，學習理論在師資培育課程中是較弱一環，有人認為它與一般心理學教育心理學重複。

教學實習是培養教師成為專業的重要課程，它愈來愈受重視，有的師資培育計畫延長至六年，即加重在此方面之訓練。臨床的經驗使得教師在教學時，能很輕鬆自如地教導學生，處理一切事物。

科學師資培育課程的規劃，目前尚無定論，尚需進一步的研究，但是基本的要求是對於一般教育方面要求廣，對於學科方面要求深，對於教學法與學習理論方面要求實用。培

育具有高深科學素養和熟練教學能力的科學師資是相當困難的，科學教師在經歷科學師資培育的年限後，並不一定能成為好的教師，任何教學行為的培養和改變，必須以態度的改變為基礎，而態度的改變則又必須要有適當的臨床經驗方能奏效。

三、科學教師的評鑑

良好的師資勝於宏偉的建築與現代化的學校設備，任何學校都想要聘請優良的教師，對於師資能力檢定的基本理念應包括下列六項要素（Hyman, 1984）：

1. 爲了能完成科學學科的教學，科學教師必須對所教學之學科內容有深入的了解；
2. 應當設計合適的測量工具以測驗科學教師的知識背景（例如，通識知識、學科知識、及工業知識等）；
3. 科學教育學者在測量工具的內容上應取得共識，即，對於科學教師應知道什麼，應做什麼具有一致性的看法；
4. 測驗的結果表示受試者在教學時之所知的知識；
5. 通過測驗者較未通過測驗者爲更有效（effective）的教師；
6. 當所有教師都是檢覈及格的教師，則整個教學的品質將會提昇，社會大眾也會對教師具有信心，所以才能

吸引更多有才能者進入教職。

我國科學教師之評鑑研究工作，其基礎十分薄弱，因爲對於教師之特性，科學教學之基本能力方面的基本資料等於一片空白。將來師資培育多元化之後，跟隨而來的就是師資評鑑工作，其檢定之標準如何訂定，實爲極重要之課題。

乙、科學師資培育基本模式回顧

一、職前科學教師的培育模式

我國對於科學師資的培育是採取師範教育政策，中小學科學師資的主要來源是師範院校的學生，中學科學師資由師大、師院培養，小學以前由師專負責，但自七十六年起改由新制師院的數理教育系負責。因小學的教學以級任教師的包班制教學爲主，僅在高年級才由數理科教師擔任數學及自然科學科目之教學，以前的師專生，不論那一科的畢業生，因爲包班的關係，都要教數學及自然科，以致大多無法勝任，目前新制師院的數理教育系，其所修的科學課目仍很有限，將來畢業後能否勝任小學自然科之教學，仍是問題，至於師大、師院科學系學生素質都相當不錯，且近年來有逐漸提高之趨勢，但新制師院學生素質則遠較以前師專學生爲差，此點值得注意，尤其是具科學性向之師資來源可能會大幅降低，此將從根本上影響未來國家科技發展的人才，不可不慎。

師大師院學生共同必修科目，除了一般大學共同必修科目外，尚需修習二十六學分之教育專業科目，另外另四書與國音兩門無學分之課程，而專門科目（科學科目）與一般大學相同。教育專業科目除了教材教法與教學實習外，由教育學院之科系開課，偏重理論，且擔任教學者，本身並無適當之科學素養，對學生實際從事科學之教學能力的培養，似難發揮作用。師範院校採取「科學」與「教育」分開的教育，然後再予以合併的制度，誠屬不當，此為將來科學師資培養規劃的重要課題之一。另教學實習集中在一個月內實施及第五年的試教課程，其實施方式及效果都應加檢討，科學教育不等於「科學」加「教育」，科學教師亦不等於「科學學分」加上「教育專業學分」，所以科學師資的培育，為師大師院理學科系應仔細加探討的主題。

美國的師範教育，因政治、經濟、社會、文化等因素之變遷，大概可分三個時期。第一為師範學校時期，此為一九〇〇年以前之時期，第二為師範學院時期，第三為大學教育院系時期，其間，師範學院，技術學院，初級學校亦曾負有師資訓練責任，但今日這些學校已是昨日黃花。美國師範教育之一大特色，為實施中小學師資合併培育制度，中小學師資同在師範學院，大學教育學院或文理學院教育系培育。此類大學或學院招收高中畢業生，修業四年，授與學士學位，但現在師資培育重心已移轉到大學和文理學院，因此使中小學

教師職前教育之養成機構趨於一致。

美國教師證書係由州教育廳發給，各州對於中小學教師之任用資格皆有明確之規定，惟各州寬嚴不一，近年來美國為改善教師之素質，各州對教師證書所要求之條件普遍提高。證書之有效期限，各州規定不一，其規定期限之用意，在鼓勵教師繼續接受在職教育。

英國師資主要培育機構，包括大學教育系及師範學院兩種。前者除從事學術研究工作外，並負責為大學文理學院畢業，具有學士學位，準備從事教育工作者，提供為期一年之大學教育證書課程，期滿成績及格者，由大學授與教育文憑或教育研究證書，並取得擔任中學教師資格。後者則招收文法中學畢業生，施予三年專門及專業性綜合教育，期滿成績及格者，可獲教育證書，只能執教於小學或現代中學。師範學院多係公立。

英國小學證書由分設各地之區域性師資訓練組織頒發，師範學院學生修完規定之課程後，先經區域性師資訓練組織審查在學成績及格，再通過由區域性師資訓練組織主辦之校外考試後，即可獲頒教育證書，並由當地地方教育當局聘用。在任教之第一年稱為實習教師，此期間每一位新任教師由一位有經驗之教師擔任導師，指導其教學工作，同時須利用下午或晚上參加一連串之教學研究會，研討有關教學上遭遇到之問題。經一年實習期滿，成績考核及格，由區域性師資

訓練組織若請教育部長承認其合格教師身分，即成正式教師，並獲永久聘約之保障，直到六十五歲退休為止。

日本在二次世界大戰以後，師資培育制度仿效美國，採中小學教師混合培養制，凡經文部省認可之公私立大學都可設置教育科目，培養中小學教師。但實際上，小學教師多由國立大學及短期大學培養。國立大學內設教育學部或學藝學部，招收高等學校畢業生，修業四年，期滿授與學士學位。此外短期大學亦可開設教育課程，招收高等學校畢業生修業二年，但無學位，目前國立大學教育學部（院）畢業生半數以上被錄用為教師，不過，多數教師在教育學院以外的學院接受師資訓練教育，這些非教育學院畢業生被錄用的比率隨學校層次的升高而遞增，要取得各級學校的教師證書（免許狀），其法定條件各不相同。要取得幼稚園、小學及中學的一級免許狀，基本條件是學士學位，二級免許狀的基本條件是大學二年或高中後的二年訓練。高等學校的免許狀基本條件是碩士學位，二級免許狀則是學士學位。其特色為教師可藉在職教育方式取得上一級之免許狀。目前各階段都盡量採用具有一級免許狀資格者。除了修業年限及學位要求之外，科學教師必須修讀一定學分數的教育專業科目及科學科目，尤其是要更多學分的科學科目。

綜合上述，可以看出目前美國中小學教師之培養機構為普通大學及文理學院，絕大多數為大學畢業，獲有學士以上

學位，其教育程度之高，冠於世界各國。英國小學教師大多未獲學士學位，因為三年制師範學院之畢業生，但近年來已增設教育學士學位，以求逐漸提高小學教師之地位與教育水準。日本高中科學師資已逐漸提升至碩士程度，且小學師資亦逐漸提高到大學程度。我國的師資培育，不論中小學，已朝學士以上的程度邁進。

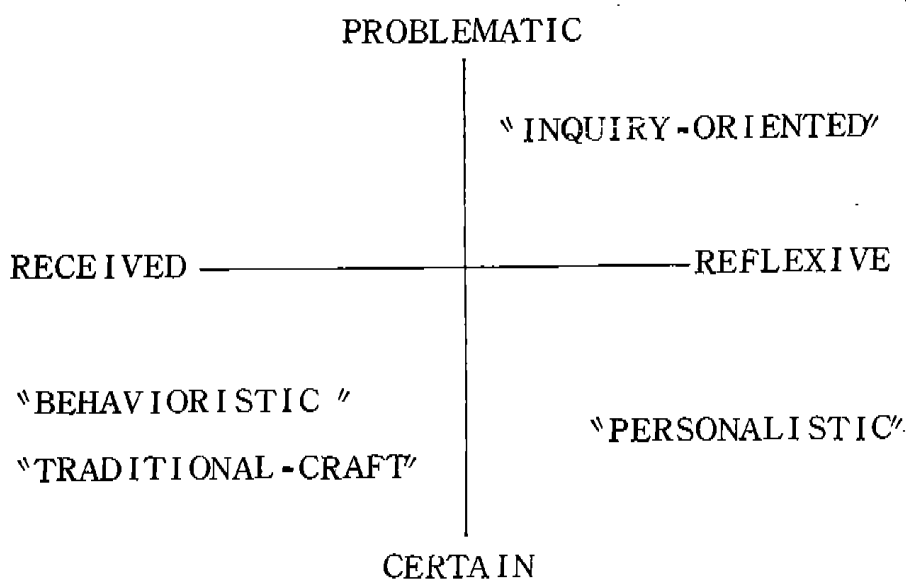
至於教師證書，美國訂有有效期限，為求符合更新證書之條件，須不斷選修大學研究所學分或取得碩士以上高級教育學位。英國是終生證書，但也朝向期限限制邁進，日本則分成好幾個等級，我國也是終生證書，分級審定制。

Zeichner (1983) 提出了師資訓練的另外四種模式 (alternative paradigms)：「behavioristic」，「personalistic」，「traditional-craft」，及「inquiry-oriented」等四種。Behavioristic 是基於 positivistic epistemology 和行為心理學，強調特殊和可觀察的教學技能之發展，且此等教學技能和學生的學習是有關連的。Personalistic 即人性師資培育 (humanistic teacher education)，是基於現象認識論 (phenomenological epistemology)，強調個體的「成長」，即師資培育是一種 adult development 是一種使人知道如何去教學的「變化」過程而不是「教育」過程。Traditional-craft 是認為教學是一種技巧 (craft)，教師是有技巧的人 (craft-

ftsperson)，主要認為師資培育是一種學徒的過程。

Inquiry-oriented，其基本概念則為：培育教師的個體潛能，使能面對日常生活的思與行中，探究知識的認知，道德、倫理甚至政治性課題等的內涵，並進而採取最好的對策。

這四種模式可以如下圖來界定之（仍沿用原文較為傳神



總之，科學師資職前教育的過程，是一種複雜且多變化的，依不同的理念，有不同的師資培育計畫。

二、在職科學教師的教育模式

再完善的師資養成教育，也無法培養出教師在漫長職業生涯中所需的知識，技巧與態度，教師的教育專業修養需與時俱進，尤其是科學教師，處於科學之進步一日千里，科學知識爆發的時代，更需隨時補充新知，同時職前養成教育中的缺點，也賴在職教育來加以補救。教師在職教育的目的有三（美國全國教育研究學會，一九五七）。

- a 促進學校全體專業人員的進步；
- b 彌補師資培育中的缺點與不足；
- c 協助新任教師解決日常教學問題。

傳統的在職教育強調教學缺點的補救，事實上這是消極性的功能，在職教育與其改正缺點，不如促進教師之專業發展。在職教育應該是積極的，有創造性的，如果只在改善教師弱點，則在職教育註定要失敗。因此在職教育應該兼具補救功能和發展功能，亦即應促進教師專業能力之繼續進步，並發展教育領域內某方面之專長。

國際教育局（I.B.E.）在一九六二年認為在職教育的目的包括下列各項：

- a 協助教師順利解決複雜的學校教育問題；

b 協助教師瞭解現代科學的發展以及教育理論與實際的進步情形；

c 使教師在工作中不斷擴大眼界，加深普通文化基礎；

d 使教師獲得較高文憑或證書；

e 使教師有機會修習教育學科之專門課程或取得教育行政人員資格。

f 對資格不足或不合格教師提供充分的普通和專業訓練。

Purdy (一九六六)列出六項教師在職教育之目的：

a 擴展一般之知識背景；

b 熟悉新知識之發展情形；

c 了解急速變遷之社會；

d 了解最近學習性質和學習歷程研究的結果；

e 熟悉教學新技術和新設備；

f 培養教學新領域和準備擔任新職務。

Finnegan 則提出較新之觀點，認為在職教育之目的

有下列幾項：

a 獲取新知識；

b 了解時代變遷；

c 提供繼續學習機會；

d 發展特殊教學技巧；

e 增加教學工作效率；

f 改變教師行為和態度；

g 發展人羣關係技巧。

總之，教師在職教育之目的，在提高教學能力，改善教學行為，增進教學效率，如再細分，可歸納如下：

a 擴展教育專業知識與一般文化基礎；

b 熟悉教學理論與學習歷程研究結果；

c 改進教學方法與技術；

d 改善教學觀念和態度；

e 發展人羣關係的技巧；

f 培養教學專長與教育研究能力；

g 提高教師專業資格與地位。

在實施在職教育的活動時，應注意下列原則：

a 根據教師之需要；

b 適應教師之個別差異；

c 教師參與活動之設計；

d 運用團體歷程技巧；

e 培育自由，輕鬆和創造之氣氛；

f 內容須具實用之價值；

g 獲得行政人員熱心支持；

h 提供充足的時間和資源；

i 結束後有評鑑工作。

在職教育之實施機構，美、英、日有教育行政機關、師資訓練機構，在職教育中心和教育專業組織等，美、英兩國以師資訓練機構為主，不過教育行政機關經常以經費補助或合作方式，參與在職教育活動，日本以教育行政機關和在職教育中心為主，有時教育行政機關也與師資訓練機構合作開設各種在職教育課程。日本以文部省對在職教育之態度最積極，不僅經常自辦各種活動，而且每年以鉅額經費補助其他機構舉辦各項有關在職教育之活動，我國在職教育之實施機構以師資訓練機構為主，近年來由於省市教師中心之設立，經常舉辦各項在職教師之短期研習活動，但長期及學分之取得仍以師資訓練機構辦理。

在職教育之實施方式，美國以大學研究所課程為主，實施學分制，學分累計達到某種程度時，可作為獲取大學碩士學位或申請加薪之用。英國以教育高級文憑課程及補習課程為主，惟近年來教育學士學位課程發展迅速，今後將形成以大學學位為主之趨勢。日本教師在職教育之目的，原不在大學學位或加薪，不過近年來各有關方面所提出之改革計劃案，都建議在職教育之結果應與大學學位和加薪發生連帶關係，因此今後日本也將以大學學位課程為主。此外，各國皆已全國普遍或部分實施定期休假進修一學期或一年之辦法，教師參加長期在職教育課程，可以全時學習方式或部分時間學習方式取得學位或文憑證書。在短期在職教育活動方面，各

國實施方式甚有變化，大多注重當地實際教育問題之解決，並為適應教師之需要與興趣起見，活動種類繁多，教師可自由選擇參加。我國長期在職進修以研究所暑期進修班，師專暑期部或夜間部為主，也採學分制，在短期方面，師大師院亦有短期之各種研習班，以各種不同主題作為研習之主要內容。

各國在職教育之內容，大部分都延續職前教育之課程內容，不過在程度上較職前階段為高，同時偏重於教育專業課程和學科專業課程，普通教育的分量較少。

近年來，各國都在從事師資培育之改革工作，在各項改革計畫中，對教師在職教育之重要性皆加強調，歸納各國今後在職教育發展之趨勢，可得下列幾項：

- a 延長師資訓練時間，消除中小學師資培養之差距；
- b 加強師資職前養成教育與在職教育之連繫；
- c 重視實習教師之教學輔導與專業訓練；
- d 教師在職教育體系化；
- e 實施積極上的鼓勵在職教育辦法；
- f 建立在職教育專門機構；
- g 在職教育方式力求有彈性；
- h 擴大在職教育課程的選修範圍；
- i 設立全國性或地區性之在職教育協調機構；
- j 加強大學與中小學在實施教師在職教育中之合作關係。

係。

革新解決科學師資培育問題的理念

「良師興國」這句話不但說明了教師在教育的過程中所應有的地位，也說明了國家的未來有賴教育的落實。事實上，教育是屬於未來學的範疇，因為今日的教育對象將是明日的主人翁。因此，國家的科學教育政策不僅是應以未來的發展為導向，而且，科學教育的目標也應該是未來之社會或國家或個體之發展的規劃。科學教師在落實這個規劃的過程中，實具決定性的角色。因之，科學教師的培育與養成，都應具有前瞻性與未來觀。所以，在科學教師之培育中，應注意到：

(1) 科學教師對於科學教育之目標的感受必須是強烈而具有未來觀。從科學文明昌明以降，科學的價值與人類之固有生活型態之間，時而相輔相成，時而對立難以相容！就科學的本質而言，科學應是超道德的（amoral），但就科學教育而言，它應以一種充滿價值（Value-laden）的方式在文化體系中予以調和，如此方式免除二文化（two-culture）的悲劇。所以，在師資之培育的系統中，如何確定職前科學教師或在職科學教師對科學教育目標的了解與感受，將是整個師資培育規劃的首要任務。而單純地將科學師資培育的

課程劃分為科學學科及教育專業學科的方法，所造成的將不是能統合科學與教育的良好師資。另一方面，所謂的博雅教育或通識教育之課程的規劃，更應該朝著統合學科的方向來規劃，但是，所謂統合並非混合。正如科學教育並非科學與教育的混合而已。如何統合科學教師培育的課程，有賴科學教師教育者的努力。

(2) 科學教師教育者的界定與要求：事實上，科學教師的培育成效取決於科學教師教育者（teacher's educator）的素養、想要有好的科學教師，則教師的教師當然是不得不考慮的因素。如何定位科學教師教育者，是未來科學教師培育的關鍵之一。

(3) 在職進修的課程：身為一個科學教師，終生的教育（continuing education）是非常必要的。當前之科學教師研習、進修等課程的規劃及其成效，都沒有良好的了解。在職進修之專門學科與專業學科的比率及進修課程之品質控制等問題，也是科學教師培育系統中的變數之一。

(4) 科學教師資格的檢覈：這個問題涉及一個層次，一為科學教師之必備能力的認定，以及科學教師資格檢覈的程序問題。前者涉及專業及專門知識，實際教學能力等內容的定義，檢覈之標準的設定等，後者則屬於實施檢定資格時的技術問題，此二者都事關重大，但至今仍無良策。

(5) 科學師資培育之多元化與培育機構：多元化頗具教育

未來觀，但是，師資培育多元化不等於品質的提昇。

總之，科學師資之培育，不僅涉及科學之學科的教育及其內容的傳輸，以及教育學科之修習，更重要的是對於科學、社會及技學三者之互動關係肯定確認之後，所形成之科學教育目標的落實。在設定科學教育目標時，必須顧及傳統文化與科學之間的關係，科學與社會的互動，而給予科學教育的目標充滿未來的前瞻性；而於科學師資培育的過程中，健全師資培育的機構，強化師資教育者的素養，擬定能配合科學教育目標之科學師資培育的課程等等，雖非一朝一夕可得定論，但却是極為迫切的議題。

筆者最後要懇切地指出，在今日價值觀多元、多向化的紛雜取向下，要做一位好的科學教師（effective science teacher），可能是要先做好一個人，由養成責任感、合作及及熱心等修身、養性的情意素養做起，進而孕育具倫理道德、敬業亦敬重同事，使自己成為深具明辨是非、又具教育道德感，並有未來觀的使命感者。

誌謝：本文承師大科學教育研究所研究生洪志明、楊文金二位先生整理，特此誌謝。

參考書目

1. An NSTA Position Statement, 一九八三，

Recommended Standards for the Preparation and Certification of Teachers of Science at the Elementary and Middle-Junior High School Levels, Science Preparation for Preservice Elementary Teachers, JCST, Nov., PP. 1111~1117。

2. An NSTA Position Statement, 一九八四，Recommended Standards for the Preparation and Certification of Secondary School Teachers of Science, High School Science Teacher Preparation, the Science Teacher, Dec., PP. 571-611。

3. Carr-Saunders, A. M. and P. A. Wilson, 1933 The Profession, Oxford, P. 1184。

4. Champagne, A. B. and L. E. Hornig, 1987, Issues of Science Teacher Quality, Supply, and Demand, Science Education, 71(1), PP. 53-76。

5. Cruickshank, D. R., 1984, Models for the Preparation of America's Teachers, Phi Delta Kappa Educational Foundation, Bloomington, Indiana。

6. Davis, M. D. and E. Zaret, 1984, Needed in Teacher Education: A Developmental Model for Evaluation of Teachers, Preservice to Inservice,

Journal of Teacher Education, Sept.-Oct., Vol. XXXV, NO. 4, P.P., 18-22。

17 Egbert, R.L., 1984, The Practice of Pre-service Teacher Education, Jan.-Feb., Vol. XXXVI, NO. 1 P.P. 14-22。

18 Finnegan, 1971, Theory Into Practice, Vol. 11, NO. 4. Ohio State University, Ohio, p. 22。

19 Harris, B.M., 1980, Improving Staff Performance Through In-service Education, Allyn and Bacon, Inc., Boston, London, Sydney, Toronto.

20 Hermann, G. D. and R. Willings, 1980, Evaluation of Science Teacher Education Programs, Science Education, 64(11), P.P. 144-183。

21 Hlyman, R.T., 1984, Testing for Teacher Competence: The Logic, The Law, and The Implications, Journal of Teacher Education, March-April, Vol. XXXV, NO. 1, P.P. 18-20。

22 International Bureau of Education, 1970, Educational Trends in 1970: An International Survey, Paris; UNESCO, P. 14。

23 Joyce, B.R., 1968, The Teacher-innovator: A Program to prepare Teacher I and II, Office of Education, Washington, DC.

24 Lanier, J.E. and J.W. Little, Research on Teacher Education。

25 Liberman, M., 1984, Education as a Profession, Prentice-Hall, N.J. P.P. 1-4。

26 National Society for the Study of Education, (NSSE), 1974, In-service Education, University of Chicago Press, P. 14。

27 Katterns, R.W., 1974, The Relative Effectiveness of Different Forms of Microteaching Incorporating a Sensitisation Approach, Unpublished doctoral dissertation, University of Waikato, Hamilton, New Zealand。

28 Okazawa-Rey, M., J. Anderson, and R. Traver, 1974, Teaching, Teachers, and Teacher Education, President and Fellows of Harvard College。

29 Purdy, R.J., et.al., 1984, Getting the Most out of In-service Education, in Teacher's Encyclopedia. Prentice-Hall, Inc., P. 704。

30 Schuttenberg, B.M., 1984, Preparing the

Educated Teacher for the 21st Century, Journal of Teacher Education, July-August, Vol. XXXIV, NO. 四, PP. 四 - 一六。

21. Shearron, G.F., 一九七八, Developing and Improving Instruments for Measuring Competence, Journal of Teacher Education, March-April, Vol. XXXIX, PP. 一八 - 二〇。

22. Troyer, M.B., 一九八六, A Synthesis of Research on the Characteristics of Teacher Educator, Journal of Teacher Education, Sept-Oct., PP. 六一 - 一一。

23. Zeichner, K.M., 一九八三, Alternative Paradigms of Teacher Education, Journal of Teacher Education, May-June, Vol. XXXIV, NO. 三, PP. 三 - 九。

24. 行政院國科會，學門規劃資料，物理教育，民國七十五年十二月。

25. 行政院國科會，學門規劃資料，生物教育，民國七十五年十二月。

26. 謝文全，各國教師在職進修教育之現況及趨勢，中國教育的展望，五南圖書出版公司，民國七十三年七月。

27. 孫邦正，中小學師資訓練制度的比較研究，國民教育

論叢，台灣商務印書館，民國七十二年十一月三版。

28. 龔寶善，教師專業精神的培育與宏揚，教師組織與專業精神，中國教育學會主編，華欣文化事業中心，民國七十一年十二月。

29. 黃政傑，教育與進步，文景書局，民國七十四年六月。

30. 林本、方炎明，各國師範教育，台灣書店，民國五十六年十一月。

31. 國立台灣師範大學學術研究委員會主編，明日的師範教育，幼獅文化事業公司，民國六十九年六月。

32. 國立台灣師範大學學術研究委員會主編，明日的科學教育，幼獅文化事業公司，民國七十三年六月。

33. 教育部教育研究委員會，今日的日本教育，民國七十六年七月。

34. 教育部教育研究委員會，日本當前教育改革研討資料，民國七十六年七月再版。

35. 賈馥茗，教師專業道德規範，教師素質研究，中國教育學會主編，台灣商務印書館，民國六十年九月。

36. 楊文雄，國民小學教師在職教育之改進途徑，師大教研所碩士論文，民國六十三年七月。

37. 趙金祁，自然科學原理在科學教育上的意義，刊於文獻三十一。

38. 許榮富，自然科學教育，刊於文獻三十一。

【作者簡介】

許榮富先生，台灣省嘉義市人，美國賓州州立大學科學教育哲學博士，現任國立台灣師範大學物理研究所所長暨系主任。

