Bull. Nat'l Taiwan Nor. Univ.
Vol 40 pp.443-474 1995

師大學報
第40期 第443-474頁 民國84年

中等學校生物教師教學能力之研究

鄭 湧 涇

國立臺灣師範大學生物學系

摘 要

本研究以「生物教學能力測驗」(BTCI) 爲研究工具，探索職前及在職生物教師之生物教學能力素養。BTCI 與所含兩分測驗的內部均質性信度分別爲 0.81, 0.80, 和 0.64，略低於 BTCI 發展與效化時的信度值。

研究的結果顯示，職前生物教師的生物教學能力顯著優於在職之生物教師 ($p < 0.01$)。主修生物之在職生物教師，其 BTCI 整體測驗的分數顯著高於非主修生物之在職生物教師 ($p < 0.05$); 這種情形，在兩個分測驗的得分方面亦然。這個結果顯示，主修生物的教師，生物教學能力素養顯著優於非主修生物的教師。變異數分析的結果顯示，職前生物教師、主修生物的在職教師和非主修生物的在職教師三群樣本，生物教學能力素養有顯著差異，職前生物教師之生物教學能力顯著優於主修生物與非主修生物之在職教師。

此外，研究的結果亦顯示，生物教學能力與生物探討技能和對科學的本質的了解兩項教師特性之間，分別有中度至低度相關存在，即生物教學能力較佳的教師，其生物探討技能和對科學的本質的了解亦較佳。此外，生物教學能力與生物認知偏好的 Q (批判質疑) 型式之間亦有顯著的正相關，而與 R (記憶) 型式之間則有顯著之負相關存在。

關鍵詞：生物教學能力、生物教師、生物探討技能、對科學的本質的了解、生物認知偏好

壹、緒言

一、研究的背景

自「師資培育法」於民國八十三年公布施行之後，中等以下學校各科師資的培育便邁入多元化的時代，除師範校院外，各大學校院的師資教育學程，亦可以培育各科師資。但是，師資培育管道的多元化並不表示師資的素質就當然會提昇，相反的，職司師資培育與教師資格檢定的機構，假若無前瞻性的規畫，儘速在教師素質 (Quality) 和教學能力 (Teaching competency) 的檢定，以及教學表現的考評上，建立一套可信、可靠、有效的機制，來評鑑教師的素質，檢定教師的教學能力，則師資素質之無法確保，甚至更形低落，恐將是無可避免的結果。因此，如何儘速建立一套可信、可靠的教師資格檢定機制，以篩檢合格的 (Qualified) 教師，實爲師資教育學者所不可忽視，而亟待立即研究以求解決的議題。

爲確保教師的素質水準能達到有效能 (Effective) 教學的要求，理論上，一個理想的「中等學校生物師資教育學程」至少便應包括下列幾項機制：

㈠甄選具有教育熱忱及潛能的學生，進入職前教育學程。

㈡鑑別明確之「必備教學能力」，俾據以安排職前教育課程。

㈢安排有計畫的教育陶冶，提供教學實習經驗，以培養必備教學能力。

㈣根據經鑑別之「必備教學能力」，發展適切之評鑑工具以評鑑教學能力的發展情形。

㈤實施教育實習和教學表現考評。

㈥建立教師資格檢定機制，以篩檢合格教師。

這些機制，由圖 1 所示的理想之「中等學校生物師資教育的過程」可略知梗概。根據圖 1 所示之過程，經過甄選進入師資職前教育學程的學生可稱爲「職前教育學程學生」(Preservice student)。職前教育學程學生可包括兩類，一類爲大學部各學系的學

生，基本修業年限爲四年，教育內容包括大學共同必修課程、教育專業課程、生物教材教法課程和生物專門學科課程四類群。另一類爲各學系獲有學士學位，有志從事教育專業的學生，基本修業年限爲一年，主要教育內容爲教育專業課程和生物教材教法課程。這兩類學生於修畢上述課程通過初檢後，即可取得「實習教師」資格，可以從事教育實習。實習教師於實習一年，成績考評及格，即可參加複檢，複檢及格後，即可取得教師資格成爲「合格教師」(Qualified teacher)。一個理想的生物師資職前教育學程，必須要能提供這些過程，並嚴謹訂定教育實習考評以及教師檢定（包括初檢、複檢）的機制，其所培育的教師，素質方可無慮，教學的品質方能提昇。

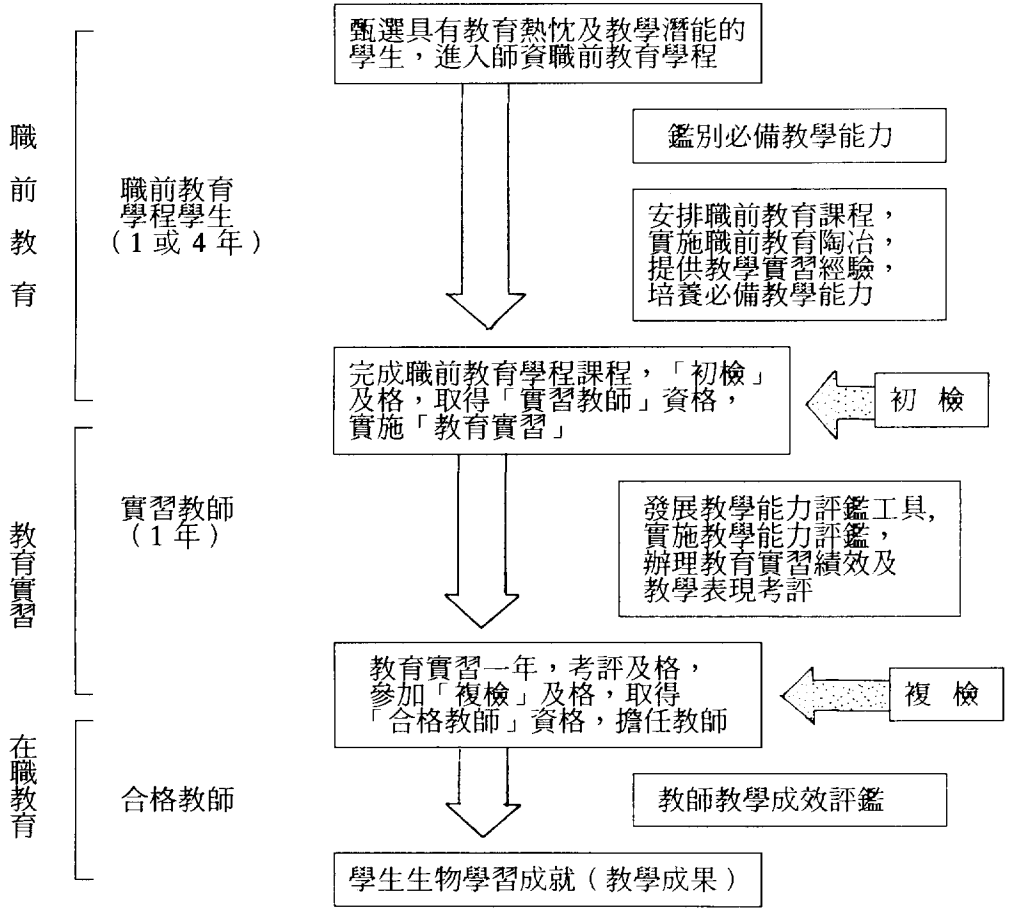

圖1：中等學校生物師資教育的過程

根據上述的過程，來審視今日中等學校生物師資教育的過程，吾人便可發現，有幾個問題頗值得深思。這些問題包括：

㈠師資教育機構是否有可靠有效的機制，以甄選適當學生進入師資教育學程？換言之，師資教育機構如何確保進入師資教育學程的學生均具有從事教育事業的志趣與潛能？

㈡就國內的教育情境言，師資教育機構是否知道有那些教學能力與生物學習有關，而爲生物教師所必須具備？

㈢現行生物師資教育學程的課程，是否能有效培養必備的教學能力？

㈣是否有適切的工具或機制，來評鑑學生在職前教育階段，教學能力的發展情形及其成就水準？

㈤是否已建立了可信、可靠的初檢機制，以檢定完成師資職前教育學程的學生，是否已經具備了必備教學能力，而可以成爲合格的實習教師。

㈥實習教師的教育實習制度是否健全？有無完善的機制來監督或視導實習教師的教育實習，以及診斷、修正並考評其教學能力和教學表現？

㈦是否已建立了可信、可靠的複檢機制，以檢定「實習教師」於完成教育實習後，是否已經具備了基本教學知能，而可以登記爲「合格教師」。

顯然的，就目前我國中等學校師資培育的現況言，上述問題均尚未受到應有的重視，以致在師資教育的過程中，應有的各種「品管」機制，均尚未建立。這個缺失，在師資培育管道開放多元化後，尤其必須正視，並設法改善，方能確保將來完成師資教育學程的教師，均能具備必備的教學能力。而欲改善上述缺失,其根本之計，當在建立一套適切完善的評鑑機制，以評鑑教師的教學能力，考核實習教師的教育實習表現，使師資教育學程所培育的生物教師均能達到期望的素質水準(Blank, 1988; Champagne & Horing, 1987; Mechling, 1975; Mechling *et al.*, 1982; National Commission for Excellence in Teacher Education, 1985)。

中等學校生物教育的目的是在培養全民使具備基本的生物學素養，並能表現睿智

的行爲 (Intelligent behavior)，生物師資教育的目標則在培養具有卓越教學知能的生物教師，俾營造適切的教學環境，使學生能發展期望的生物學素養。故生物教育的良窳，繫乎教學品質的優劣，而在影響教學品質優劣之諸因素中，教師的素質水準則爲關鍵因素 (DeRose *et al.*, 1979)。因此，欲提昇生物教育的績效，首要之務當在提昇生物教師的素質 (Champagne & Horing, 1987)。然而「素質」一詞殊爲抽象，究竟有那些要素是「教師素質」的成分，至目前爲止，學者們的研究仍未有定論，故本文擬以較爲具體之「教學能力」一詞做爲界定教師素質水準的主要指標。然而，有關「教學能力」的界定亦人言人殊，意見頗不一致，本文乃將之定義爲：「教師在從事教學活動時，欲成功的發揮教學績效所必須具備之知識、能力、了解、信念和態度等」。

生物教學績效的具體指標是學生學習成就和能力的成長，因此，一位合格的教師，必須具備基本的教學能力，方能促進學生學習的增長。事實上，近年來的研究顯示，的確有某些教學能力與學生的學習有十分密切的相關（鄭湧涇，1987）。通常我們將教師經由教學的過程所產生的學習增長，稱爲「教師教學績效」(Teacher effectiveness); 具有卓越教學能力素養的教師，產生的教學績效必然較佳。而教師是否具備卓越的教學能力素養則需藉教學能力評鑑來得知（鄭湧涇等，1988a; 鄭湧涇、黃璧祈，1992）。故教學能力評鑑的實施，實爲邁向提昇教學能力素養的第一步 (Bethel, 1985; Blank, 1988; Kerr, 1983)。

二、研究的理念和重要性

影響科學教育績效是否彰顯的因素很多，除了課程、設備之外，師資素質的良窳實爲最主要的因素 (DeRose *et al.*, 1979)。而教師的教學能力水準，則又是界定教師素質的最主要指標，因此，美國國家科學基金會(NSF)於評估科學教育實施績效時，曾明確的指出，科學教師應具備之各項教學能力，必須以適當的工具或機制，定期加以考評，方能鑑別缺失，並及時補正，以提昇其教學能力水準 (DeRose *et al.*, 1979; NSB,

1983)。近年來，我國的科學教育興革，雖然在課程、設備和教學評量的改進方面，已略具成效，不過在影響科學教育績效最著的師資素質，諸如：教師教學能力、教學策略以及教師所具有之教學的內容知識(Pedagogical content knowledge, PCK)等方面的研究，則仍未給予應有的重視。尤其在師資培育及教學能力評鑑模式方面的研究，更屬缺如，以致各種與科學教學績效有密切關係的基本資料，如：教學能力和教學的內容知識、教學策略運用偏好(Preferences)、教師一般素質……等，仍極爲缺乏。以致師資教育學者與職司師資教育和檢定的機構，均對中等學校的師資素質水準，以及如何評鑑師資的素質和教學能力等，竟無最基本的了解。這種情況，不但使得師資教育機構無從確保進而提昇所培育的師資之素質水準，而且，亦使得教育決策機構，於制定師資教育政策時，因基本資料的缺乏而無所依據，甚至難免於缺失。因此，如何以適當的機制或工具，研究職前及在職教師的教學能力水準，以積極建立上述的基本資料，實爲刻不容緩的急務。

此外，許多研究亦指出，師資教育機構應該在其所培育的教師進入教學行業之前，就以適當的工具評鑑其各項教學能力的成就狀況，俾了解其是否已經具備師資教育與教師檢定和任用機構所期望的基本教學能力，並供釐訂或改進師資職前及在職教育學程之依據(AACTE, 1969; Quirk *et al.*, 1973)。就中等學校生物師資的培育言，生物教學能力的培養是生物教師所應具備的各項特性中，最基本也是最重要的一項，而必須優先加以評鑑和檢定，俾定期監測(Monitor)生物師資職前教育學程學生以及在職生物教師之教學能力的發展概況，並藉以提昇生物教師之教學能力水準。

在師資教育的各項品管機制中，教學能力的評鑑是相當困難的一項，其困難之處在於我們至今仍缺乏具體的証據來認定，到底那些教學能力與學生的學習績效有關，所以每一位生物教師均應具備，而且其精熟程度必須加以評鑑。甚至雖然我們確知某一教學能力與學生的學習有關，但是教學能力這種屬性(Attribute)的發展並非有或無，而是精熟程度的問題，而欲評鑑某一教學能力的精熟程度是否能夠影響學生的學習成效，則又是另一項更爲困難的問題。因此，美國國家研究委員會(National Research

Council, NRC)在 1985 年的「數學、科學和技術教師素質研究」研討會中，所提出之六項迫切需要研究的領域，其中第一項領域便是「教師教學能力測驗」的研究 (Blank, 1988)，研究內容包括必備教學能力的鑑別及評鑑。故教學能力評鑑研究方面的困難，中外皆然。不過，話雖如此，近十餘年來，師資教育學者們也曾提出諸多教師素質評鑑的方案和策略，嘗試解決這項困難。整體而言，有關教師教學能力的評鑑方案或策略可約略歸納爲下列五大類，現分別評述于后 (Champagne & Horing, 1987)：

㈠第一類策略是以科學師資教育學程所安排的課程內容，來評鑑科學教師的教學能力。例如：必須修習那些科目？科目內容爲何？總共修習多少學分？授予何種學位等。

理論上，師資教育學程的課程內容應可代表師資素質的「最低水準」。因此，只要修畢師資教育學程所安排之課程，經考試及格，便應該具備了基本的知能。不過，就教學能力的素養言，是否修畢必修的課程和學分，就可具備「合格的」教學能力則仍頗值得懷疑。事實上，研究的結果也顯示，不見得選修的科目愈多，教學能力便愈佳。而且，知曉專門學科知識及應如何教學，並不一定就能進行有效的教學活動。是以我們很難假設，學生在經過師資教育學程課程的「浸潤」(Imbibition) 之後，就一定能夠發展出「合格的」教學能力。也因此，這種評鑑方式在客觀上有其實際上的缺陷。

㈡第二類策略是根據學生的學習成果來評鑑教師的教學能力。

教學成效最具體的指標應是學生學習成就的增長，因此，用學生的學習成就來評鑑教師的教學能力似乎頗爲合理、可靠。不過實際上由於學生的學習也同時受到許多因素，包括：學生的資賦、努力的程度、學習的環境以及其他課外活動因素等的影響，而這些因素又是教師所無法掌握的，因此學生的學習成就是否可以完全認定爲教師教學的直接影響，實頗有疑問。故以學生的學習成就來界定教師的教學能力，也有其極限。

㈢第三類策略是依據教師所具有的特性和成就，如 IQ、學業分數等來界定教師的教學能力。

此種評鑑教師教學能力的策略，著重在教師個人的天賦特性與一般成就，而較不重視師資教育學程擬培養的教學能力。事實上 IQ、學業分數等特性並非進行有效教學的必要條件，用來做爲甄選學生是否可以接受師資教育尚可考慮，以之做爲教學能力評鑑的依據，可靠性則頗值得懷疑。

㈣第四類策略是以各項教學能力測驗的結果來評鑑教師的教學能力。

這類測驗在國外運用較廣者爲「國家教師測驗」(National Teacher Examinations, NTE)，測驗內容包括「通識教育」(General Education)，「專業教育」(Professional Education)和「學科專門領域」(Subject Field Specialization)三大類(Benderson, 1982)。這種評鑑教學能力的方式，主要是針對教師在師資教育學程課程中所習得之知識、能力、技能、了解、信念和態度等來評測，由於其結果頗能反映教師於教學活動中，必須純熟運用來教學的知能，對教學專業表現的預測力亦差強人意，尚能適合教育行政機構篩檢「合格」教師的需求。

㈤第五類策略是根據教師的專業表現(Professional practice)來評鑑教師的教學能力。

這種評鑑方式是依據教師是否具備並表現某些特定教學行爲來評鑑教師的教學能力。這些教學行爲包括教學策略、發問技巧、個別化教學能力等。由於近十餘年來，許多有關科學教師教學行爲的研究顯示，某些教學行爲確實與學生的學習成就有密切關係存在 (Penick *et al.*, 1976; Shymansky, 1978)，尤其是，假若能於教師的檢定和登記要求中，建立「試用教師 (Provisional teacher)」的制度，讓實習教師於教學實習考評及格後，先行取得「試用教師」資格，可以試用（任教）一定期間，試用期滿經過考核後，才可登記爲「合格教師」(Davis & Zaret, 1984)。我們便可依據其在試用期間的專業表現來評鑑其教學能力。因此，這種評鑑方法乃頗得師資教育學者們的青睞。

雖然，在生物師資教育的過程中，教學能力的評鑑是不可或缺的一項機制，但是，無庸諱言的，欲評鑑教師所具備的教學能力之成就水準，首先必須要有可信、可靠的工具可資應用。在我國，相關的研究仍極缺乏，就生物教學能力的評鑑言，除鄭湧

涇等 (1988a) 所發展的「生物教學能力測驗」(Biology Teaching Competency Inventory, BTCI) 外，幾無任何適當工具可資應用。至於國外方面，雖然有識之士多年來即大聲急呼，需要儘速發展新而有效的教學能力和教學表現考評方法，以供教師資格檢定之用 (Haertel, 1991; Millman, 1991)，但是，迄目前爲止，較爲大衆接受並廣爲應用的工具仍不多，僅有美國教育測驗服務社(Educational Testing Service, ETS) 發展之國家教師測驗 (National Teacher Examination, NTE) 可供評鑑教師之通識及專業教學能力之用 (McDaniel, 1977; Mitchell, 1978)。因此，生物教師「教學能力」評鑑工具的缺乏，中外皆然。雖然在美國目前使用 NTE 的州，爲數不少，不過研究的報告卻也顯示，NTE 的「預測效度」(Predictive Ualidity) 並不理想，其可信性乃值得懷疑 (McDaniel, 1977; Mitchell, 1978; Quirk *et al.*, 1973)。上述的結果說明了下列幾項論點：

㈠欲提昇生物教學的品質，職前和在職生物教師教學能力的評鑑是一項必須的手段。

㈡可信、可靠的生物教學能力評鑑和檢定的工具或機制，是研究教師素質與實施教師資格檢定不可或缺的一環。

㈢適當、可靠的生物教學能力評鑑工具十分缺乏，有待投注更多人力、物力積極研究發展。

㈣有關教師素質及教學能力評鑑和檢定方面的研究資料極爲缺乏，亟待積極研究。

三、研究的目的

本研究的目的在以「生物教學能力測驗」(Biology Teaching Competency Inventory, BTCI)，研究職前及在職生物教師之「生物教學能力」的發展情形及素質水準，並探討生物教學能力與其他生物教師特性之間的關係。

貳、文獻評述

「教學」是一項非常複雜的活動，包括師與生、學生和學生以及師生和課程以及各項教育設施之間的交互作用，因此，欲鑑別那些知識、能力、行爲或態度等，是構成「有效的教學」(Effective teaching) 之要件，乃極爲困難。事實上，至目前爲止，雖然歷經數十年的研究，我們甚至對於究竟有那些「教學能力」爲成功的教學所必需，仍未有定論 (Broudy, 1969; Johnson, 1969)。師資教育學者 Biddle 和 Ellena (1964) 即指出：「做爲師資教育工作者的我們，至目前爲止，仍不知如何來界定、培養以及評鑑教師的教學能力」。然而，師資教育機構於設計師資教育學程時，所須面對的急務之一，卻是必須具體的鑑別基本的「教學能力」，以做爲安排職前及在職教育學程的依據，並且設法根據教育學程的內容來發展可靠的評鑑工具，以評鑑這些基本教學能力的成就狀況。

鑑於上述的需求，近年來，乃有許多師資教育研究學者，試圖研究某些特定的教學行爲或教學能力，是否會影響以及如何影響學生的學習 (Babikian, 1971; Martin, 1979; Ramsey & Howe, 1969; Shymansky & Penick, 1981)。根據這些研究結果，我們便可鑑別對促進學生的學習活動和學習成果較具成效的教學行爲或教學能力，而將這些教學行爲或教學能力稱爲「必備教學能力」（鄭湧涇，1987; Rosenshine & Furst, 1971）。在師資培育的過程中，假若我們要有效的幫助職前教育學程的學生發展這些「必備教學能力」，則首先便要能鑑別這些「必備教學能力」，並且發展出一套客觀可靠的方法，來考評這些「必備教學能力」的成就水準。

近數十年來，如何評鑑和檢定教師的必備教學能力，便一直是師資教育學者們的一大挑戰。由於學者們對於評鑑教學能力的基準，看法不盡相同，界定教學能力成就狀況的方式乃迴異，因此至目前爲止，在國外，除 NTE 外，尚無一廣爲師資教育機構和學者所接受的教學能力評鑑和檢定工具存在。這種情形在國內亦然。

就國內的研究言，雖然，近年來與師資教育有關的論文已爲數不少，但是與教學能力研究有關之論著，爲數仍極有限。在生物教師教學能力的研究方面，爲了解生物教師必須具備那些教學能力，方能成爲有效能的教師，鄭湧涇 (1987) 乃以「大慧調查法」(Delphi survey)，鑑別中等學校生物教師必備之教學能力共 29 項，同時並探討了這些必備之教學能力，是於師資教育學程中之那些課程中養成。至於在有關生物教學能力評鑑的研究方面， Cheng (1986) 曾發展一項 Teaching Competency Evaluation Battery (TCEB) 以評鑑職前生物教師之生物教學能力。以後陸續有幾項研究，根據上述經鑑別之生物教師必備教學能力，分別以職前或 / 和在職國中生物教師爲對象，發展了一些教學能力評鑑工具，並以之探討各項教學能力屬性的發展情形與成就概況，這些屬性包括生物教學能力（鄭湧涇等， 1988a ）、生物教材能力（鄭湧涇、黃璧祈， 1992; 鄭湧涇等， 1988b ）、對科學的本質的了解（鄭湧涇等， 1989 ）、科學態度（鄭湧涇， 1994; 鄭湧涇、周雪美， 1990 ）、生物探討技能（鄭湧涇、周雪美， 1991 ）和生物認知偏好（ Cheng, 1991 ）等。就生物教學能力的研究言，除前述一項研究曾探索生物教師職前教育學程學生的生物教學能力發展情形外，對於在職生物教師之教學能力，迄今則仍未有深入研究，而亟待積極探討。

在國外的研究方面， Barr (1961) 提出三種考核教師教學能力的方式，即：

㈠教學行爲效率評估 (Efficiency ratings)，

㈡學生的成長和成就評估 (Measures of pupil growth and achievement)，

㈢職前教育的畢業標準 (Preservice graduation criteria)。

Rosenshine & Furst (1973) 的研究則強調，評鑑教師教學能力的一項重要基準是「條理清晰」，也就是能有系統而且清晰的講解教材，並能清楚的說明教材中的重要概念，這個看法在理念上，與近年來多位學者所提出之「教學的內容知識」(PCK) 的概念 (Haertel, 1991; Shulman, 1986; 1987) 頗爲相符。 McNeil 和 Popham (1973) 則分析各項研究中所發展之評鑑教學能力的工具，結果發現各項評鑑工具，雖有其長處，但也均有其極限。惟當吾人由簡執繁來審視各種教學能力的評鑑工具或機制時，大體上

教學能力的評鑑工具可分爲兩大類，即：

㈠系統觀察及教室教學表現分析法 (Systematic observation and analysis of classroom performance approach);

㈡過程 - 成果分析法 (Process-product approach)。

「系統觀察及教室教學表現分析法」是藉教室內的實地觀察或錄音、錄影的方式，來分析、評鑑教師的「教學表現」。許多學者均認爲，就評估某些特定教學行爲的表現及純熟程度而言，這是頗爲可靠且有效的評鑑方式 (Campbell, 1977; Penick *et al.*, 1976)。在過去二十餘年來所發展的各種「教室互動分析」(Classroom interaction analysis) 工具即屬此類。此類評鑑教師教學能力的方法，事實上係針對教師的教學表現中，某些較易觀察及評估的教學行爲，加以評鑑。這種評鑑的機制，需要有實際的教學活動配合方能實施，故對於職前教育學程的學生，並不適用，這也說明了這種評鑑方式，雖然有其優點，但亦有其極限，因而有待發展其他評鑑方式，供師資職前教育和教師檢定機構評鑑及檢定教學能力之需。

「過程 - 成果分析法」則是以學生的學習成果來評鑑教師的教學表現，這種評鑑教學能力的方法，近年來頗引人注目。假若某一項教學能力或行爲與學生學習成就的增進，有特定的相關存在，則能純熟表現這種教學能力或行爲的教師，就可被認定爲具有較佳的教學能力 (Medley, 1979; Rosenshine & Furst, 1971)。這種評鑑教學能力的方式表面上看起來不但合理、具體，而且可行性頗高，但是，實際上執行起來卻相當困難，因爲學生的學習成就，並非單純的某一項教學行爲表現的結果，學生個人的課外學習、自我成長、家庭教育、社交活動以及智力等因素，皆可能與學習成就有關。此外，學生學習成就的評量，亦常因測驗工具的不同而有所差異。教學是一項整體的教育過程，目標在增進學生知識、情意及態度等各方面的成長，而一般學習成就的評量卻往往只注意到知識成就的評量，因此，這種評鑑教師教學能力的方式，在實用上也有其難以克服的極限 (Popham, 1975)。

近年來，許多學者則強調，應發展「新的」評測教學能力和教學表現的方法，供

師資教育與任用機構檢定合格師資之需 (Haertel, 1911; Millman, 1991)。在這些研究中，試圖藉非選擇題測驗的方式，例如：教學表現評測 (Performance assessment)、測驗組套 (Portfolios)、模擬 (Simulations) 等，來做爲教師教學能力評測以及教師資格檢定 (Licensing) 的機制 (Anderson & Mitchener, 1994; Collins, 1993)。

由前述的分析可知，教學能力的評鑑是師資教育過程中，十分重要且不可或缺的機制，不但與師資的職前及在職教育的品質有極爲密切的關係，而且，也直接影響教師的素質和科學教育品質的良窳。而發展教學能力評鑑工具，並研究當前職前與在職生物教師的教學能力素養，則是實施教學能力評鑑的第一步。

叁、研究方法

本研究採用描述研究法 (Descriptive research) 的研究設計，以「生物教學能力測驗 (BTCI)」爲工具，探索職前與在職生物教師之生物教學能力的發展情形和成就概況。這種研究設計對研究某一特定對象族群的特性、屬性及能力最爲適當 (Isaac & Michael, 1983)。因爲，這種研究設計能夠讓研究者，就所蒐集的資料，分析比較所研究之屬性或能力的發展狀況，並做成合理的解釋和推論。

一、研究的樣本

本研究以國立台灣師範大學生物學系四年級學生（代表職前生物教師），及自民國 78 年至 82 年教育行政單位抽調至國立台灣師範大學，參加三至四星期研習班課程之在職國中生物教師爲研究對象。實際用於資料分析之職前生物教師有 151 位，在職生物教師共有 67 位。由於 BTCI 含兩個可以分開獨立施測的分測驗，且整體測驗所需時間較長，因此，部分樣本僅測某一項分測驗。這些爲教育行政機構所調訓參加研習的在職教師，並非隨機樣本，因此，本研究結果之推論應審慎考慮此項因素。

二、研究工具

本研究應用之「生物教學能力測驗」(Biology Teaching Competency Inventory, BTCI) 爲鄭湧涇等 (1988a) 所發展之教學能力評測工具，適用於評測職前及在職生物教師之生物教學能力。BTCI 是以經鑑別之生物教師必備教學能力表 (鄭湧涇，1987) 爲構念基礎所發展，試題採「簡答題」的方式設計，以求能眞正評測教師是否能於特定教學情境下，採取適當的教學行爲。BTCI 共含 23題，分爲兩個部分（分測驗），整體測驗所需測驗時間約爲三小時。第一部分共 15題，主要內容是「假設情節」(Scenarios)，要求受試者根據假設之教學狀況，回答擬採取的教學措施；測驗主題在評測生物教師於面對假設之教學情境時，如何採行最適當的教學策略和教學行爲來實施教學活動。第二部分共 8 題，均爲簡答題的方式，要求受試者因應各種教學、學生活動與學習狀況，提出應付之方；測驗主題在評測生物教師在面對學生發問或特殊教學狀況時，應如何妥適因應。在發展和效化 (Validation) 時，BTCI 整體測驗之信度 (Feldt's reliability coefficient) 爲 0.88，至於第一和第二部分「分測驗」的內部均質性信度 (Cronbach α) 則分別爲 0.84 和 0.75。整體測驗與兩個分測驗的穩定信度則分別爲 0.78, 0.87，和 0.69，效度的考驗亦稱滿意。於進行信度考驗時，因爲 BTCI 是由兩個長度不等的分測驗所組成，故其整體測驗的信度是以 Feldt's Coefficient (Feldt, 1975; Sedere & Feldt, 1976) 來表示，而兩個分測驗的信度則以 Cronbach α Coefficient 來表示 (Cronbach, 1951)。

三、「生物教學能力測驗 (BTCI)」的施測與閱卷

BTCI 於施測時，職前教師部分是於第二學期期末測驗時實施，在職教師部分則在調訓期間最後一星期之期末測驗時間實施。

由於 BTCI 採簡答題的方式設計，爲求試卷之評閱能儘可能公正客觀，故於工具發展之初，即曾製作「閱卷準則」，該準則並經專家群審閱，以建立內容效度。閱卷

時採用「計點分析法」(Analytical procedure) (Coffman & Kurfman, 1968)，以不記名分題方式評閱，以減少 Halo Effect (Coffman, 1971)。每題配分相同，滿分爲 6 分，總分爲 138 分，第一部分總分爲 90 分，第二部分總分爲 48 分，若有部分答對者則給部分分數。

四、其他生物教師特性之評測

在本研究中，生物探討技能是以「生物探討技能調查表」(Biology Inquiry Skills Inventory, BISI)(鄭湧涇、周雪美， 1991)來評測；對科學的本質的了解是以「了解科學調查表」(Understanding Nature of Science Inventory, UNSI)(鄭湧涇等， 1989)來評測；生物認知偏好則以「生物認知偏好調查表」(Biology Cognitive Preference Inventory, BCPI)(Cheng, 1991)來評測。

肆、結果與討論

一、「生物教學能力測驗 (BTCI) 」的信度

測驗工具所產生的分數，必須經過適當的解釋才有意義，而測驗分數的解釋是否可信、可靠，則端視該測驗工具是否具有滿意之信度而定 (Cronbach, 1951)。由於 BTCI 於發展與效化時之研究樣本與本研究之樣本不同，因此， BTCI 之信度如何，頗值得再加以考驗。

本研究的樣本包括即將完成職前教育學程之四年級學生 (Seniors, SR)(代表職前生物教師)和在職之生物教師 (Biology teachers, BT)，在職生物教師包括「主修生物」(Biology-majors, BM)和「非主修生物」(Nonbiology-majors, NBM)兩類群。主修生物之教師指大學主修學科爲生物、博物、動物和植物系者，而非主修生物之教師則指大

學主修學科爲非上述科系者。全體樣本和職前、在職生物教師 BTCI 分數之內部均質性信度值如表 1 所示，全體樣本之 BTCI 整體測驗分數的 Feldt's 信度係數爲 0.81，分測驗 I 和分測驗 II 的 Cronbach α 信度係數則分別爲 0.80 和 0.64。職前生物教師之 BTCI 整體測驗和兩分測驗之信度係數值分別爲 0.72, 0.60 和 0.63；至於在職生物教師之 BTCI 整體測驗和兩分測驗之信度係數值，則分別爲 0.76, 0.75 和 0.51（表 1）。上述的信度值較該測驗於發展和效化時所得之信度值略低，由於 BTCI 與兩個分測驗之試題數僅分別爲 23, 15 和 8 題，一般而言，題數少時，信度值亦較低。上述之信度值如欲做爲鑑別教師個人間生物教學能力素養差異的工具，雖略顯不足，惟做爲課程評鑑 (Curriculum evaluation) 的工具則尚稱滿意。

就全體樣本言，BTCI 整體測驗與兩分測驗分數相互間的積差相關值如表 2 所示。分測驗 I 和分測驗 II 的得分與整體測驗分數之間的相關分別爲 0.93 和 0.80，雖然這是一種「部分 - 整體」的相關，相關值乃有誇大效應，但這個相關值仍屬十分恰當。此外，兩個分測驗得分之間的相關則爲 0.51，爲中度相關，亦屬適當。因爲，若相關值太高，則表示兩分測驗所評測的構念 (Construct) 相同，而應合而爲一；相關值太低，則表示兩分測驗所評測之構念沒有相關，應分爲兩個不同的測驗，而不應放在一起。上述的結果亦提供了 BTCI 之內部均質性信度堪稱滿意的證據。

二、職前和在職生物教師之生物教學能力

「教學能力」一詞，廣義而言，應包括一位教師於進行教學活動時，所需具備之知識、能力、了解、信念和態度等，其範圍和內涵至爲廣泛，已如前述。就生物教學能力的範圍和內涵言，鄭湧涇 (1987) 曾以 29 項「教學能力項目」來加以界定，而稱之爲「必備教學能力」。因此，欲發展一項工具來評測所有之 29 項必備教學能力顯然頗不容易，在實用上，較爲可行之方是，發展數項教學能力評測工具，分別評測各項「教學能力」。而 BTCI 就是在這個理念下所發展出來，用來評測與教學策略、教學

的內容知識 (PCK)，以及和教學過程有關的知識和能力之工具 (鄭湧涇， 1988a)。

表　1：BTCI 和兩分測驗分數的內部均質性信度

Table 1：Internal-consistency Reliability of Scores of BTCI and Two Subtests

	BTCI*	分測驗 I ** Subtest I	分測驗 II ** Subtest II
試題數	23	15	8
全體樣本 Total Subjects	N = 169 0.81	218 0.80	172 0.64
四年級學生 Seniors	N = 127 0.72	151 0.60	128 0.63
在職生物教師 Biology Teachers	N = 42 0.76	67 0.75	44 0.51

* Feldt's Reliability Coefficient.
** Cronbach α Coefficient.

表　2：BTCI 和兩分測驗分數之間的積差相關

Table 2：Pearson Product-moment Correlations Among Scores of BTCI and Two Subtests (N=169)

	BTCI	分測驗 I
分測驗 I Subtest I	0.93	
分測驗 II Subtest II	0.80	0.51

就 BTCI 所評測之教學能力言，職前及在職國中生物教師之生物教學能力素養如表 3 所示，全體樣本 BTCI 得分的平均數爲 94.36，爲滿分之 68.38%，分測驗 I 和 II 得分之平均數則分別爲 59.33 和 31.58，均約爲滿分之 66%，就「標準參照測驗」

(Criterion-referenced test)之標準言，生物教學能力之素養並不理想。假若將全體樣本分爲職前生物教師和在職生物教師兩群來分析時，則表3 的資料亦顯示，兩群樣本之 BTCI 和兩分測驗之得分，有顯著差異，職前生物教師之得分顯著優於在職生物教師 ($p<0.01$)。職前生物教師之 BTCI 和兩個分測驗的得分之平均數，均約達滿分之 70～74%，生物教學能力素養尚稱理想。而在職生物教師之 BTCI 和兩分測驗的得分之平均數，則僅達滿分之約 48～55%，生物教學能力素養顯然不佳。雖然本研究的在職生物教師並非隨機取樣所得之樣本，惟一般而言，參加在職研習的教師多屬有意願進修的教師。有關教師特性的研究亦顯示，「有效能的」(Most effective)科學教師與「無效能的」(Least effective)科學教師，其最主要的區別是，「有效能的」教師通常參加在職進修研習的次數較「無效能的」教師多，進修的意願亦較「無效能的」教師強 (Yager *et al.*, 1988)。故本研究的在職教師樣本至少亦可代表在職生物教師的一般素質。因此，由上述的結果來看，目前我國的在職國中生物教師之生物教學能力素養頗不理想，亟待儘速改進。師資教育機構及教育行政單位如欲積極提昇生物教師之教學能力，進而提昇生物科教學的品質，便應正視並針對這個現象，儘速規畫有效的生物師資在職教育方案，以提昇在職生物教師之教學能力素養。

爲了解本研究的樣本中，職前生物教師 (SR)、主修生物 (BM)的教師和非主修生物 (NBM)的教師，其 BTCI 得分是否有所不同，乃以單因子異數分析 (ANOVA)考驗三群樣本 BTCI 及兩分測驗得分的差異。結果如表 4 所示。三群樣本之 BTCI 整體測驗的分數有顯著差異 ($p<0.01$)，經以 Duncan 法進行事後考驗後，結果進一步顯示，SR (代表職前生物教師)的分數顯著高於 BM 和 NBM 在職生物教師，BM 在職生物教師之分數，亦顯著高於 NBM 生物教師 ($p<0.05$)。這個結果顯示，就 BTCI 所評測之生物教學能力言，職前生物教師之素養顯著優於在職生物教師，而主修生物 (BM)之在職教師亦顯著優於非主修生物 (NBM)之在職教師。

其次，再就 BTCI 所含之兩分測驗的分數言，變異數分析的結果顯示，四年級學生 (SR)、主修生物 (BM)教師和非主修生物 (NBM)教師三群樣本之間，有顯著差異

($p<0.01$)(表 5)。Duncan 法事後考驗的結果顯示，在分測驗 I 部分，SR 的得分顯著高於 BM 和 NBM 教師，BM 教師的得分顯著高於 NBM 教師。在分測驗 II 部分，SR 的得分亦顯著高於 BM 和 NBM 教師 ($p<0.05$)，惟 BM 和 NBM 教師的分數則無顯著不同。上述的結果似乎顯示，現職的國中生物教師的教學能力並非理想，教學的品質堪慮。爲何於國中任教多年之生物教師，其生物教學能力會較職前生物教師爲差，頗值得師資教育機構和教育行政單位審慎思考。

由有關生物師資結構及背景特性的分析研究資料可知(國立台灣師範大學科學教育中心，1987)，雖然主修生物 (BM) 教師絕大多數均爲接受過正式師資職前教育學程並主修生物之教師，不過，由於其年齡大小分布很廣，任教年資之長短差異很大，任教年資較久之教師於畢業後若未再繼續進修，以吸收與生物教學有關的新知，則其所學難免落伍，因此，其生物教學能力素養之差異也很大，BTCI 之得分低於職前生物教師乃所預見。至於非主修生物 (NBM) 教師則多爲當年實施九年國民義務教育，師資嚴重不足時所進用之教師，任教年資普遍較 BM 教師爲長，其在大專階段之主修專長及背景亦十分紛歧，且均未接受正式之師資職前教育。雖然在任教期間，NBM 教師均已補修教育專業及生物專門科目之學分，取得「合格」生物教師資格，惟在未接受正式職前教育學程之陶冶，於在職期間，又鮮有機會接受有系統之在職教育的情況下，NBM 教師之生物教學能力遠較職前生物教師及 BM 教師爲差，亦乃所預期。鑑於教學的品質繫於教師的素質甚鉅，而教師的素質則以教學能力爲根基，因此，教育行政單位與師資教育機構如欲提昇生物教師的素質，進而提昇生物教育的品質，必須審慎考量上述的研究結果，儘速有系統的規畫適當的師資在職教育方案，安排適切的教育內涵，普遍性調訓急需接受在職教育之在職生物教師，尤其是佔生物教師總數約有一半之非主修生物 NBM 教師，以提昇其生物教學能力及素質。

表 3：BTCI 和兩分測驗分數的平均數和標準差

Table 3：Means and Standard Deviations(SD) of Scores of BTCI and Two Subtests

	全體樣本 Total Subjects		生物教師 BT		職前生物教師 SR		t 值
	Mean (SD)	M/T[b]	Mean (SD)	M/T[b]	Mean (SD)	M/T[b]	(BT:SR)
N =	169		42		127		
BTCI(138)[a]	94.36 (19.81)	68.38%	75.38 (18.82)	54.62%	100.63 (15.76)	72.92%	8.57**
N =	218		67		151		
分測驗 I (90) Subtest I	59.33 (15.80)	65.92%	43.64 (13.79)	48.49%	66.30 (10.89)	73.67%	13.03**
N =	172		44		128		
分測驗 II (48) SubtestII	31.58 (8.67)	65.79%	26.43 (7.76)	55.06%	33.35 (8.28)	69.48%	4.86**

BT：在職生物教師(Biology teachers)

SR：四年級學生(Seniors)

a 滿分(Total possible score).

b M/T：平均數/滿分(Mean/Total possible score).

** 達 0.01 顯著水準(Significant at the 0.01 level).

表　4：三群樣本 BTCI 分數之變異數分析

Table 4：ANOVA of BTCI Scores of Three Groups of Subjects

變異來源 Source	自由度 df	平方和 SS	均方 MS	F	F prob.
組間(Between Groups)	2	22650.91	11325.46	43.44	0.000
組內(Within Groups)	166	43273.79	260.69		
合計(Total)	168	65924.70			

各對平均數的比較
Comparisons Between Each Pair of Means

組別 Groups	N	平均數 Mean	標準差 SD	1	2
1　四年級學生(SR)	127	100.63	15.76		
2　主修生物教師(BM)	23	82.43	19.39	*	
3　非主修生物教師(NBM)	19	66.84	14.36	*	*

* 達 0.05 顯著水準 (Significant at the 0.05 level).

表　5：三群樣本之 BTCI 兩分測驗得分的比較

Table 5：Comparisons of Two Subtests Scores of the BTCI Among Three Groups of Subjects

		SR	BM	NBM	F Prob.	MRT*
分測驗 I	N	151	34	33	0.000	SR：BM
	Mean	66.30	48.21	38.94	(df=2,217)	SR：NBM
	SD	10.89	15.02	10.70		BM：NBM
分測驗 II	N	128	25	19	0.000	SR：BM
	Mean	33.35	28.44	23.79	(df=2,171)	SR：NBM
	SD	8.28	7.84	6.99		

SR：四年級學生；BM：主修生物之教師；NBM：非主修生物之教師.
* 在 MRT 中，僅列出差異達 0.05 顯著水準者.
In MRT(Multiple Range Test), only pairs of groups significantly different at the 0.05 level are reported.

三、生物教學能力與其他教師特性之間的關係

近年來，有關生物教師教學能力的系列研究顯示，一位有效能的生物教師，除了

需要具備優秀的生物教學能力之外，還需要具備各項與生物教學活動有關的知識、技能、了解和信念等特性 (鄭湧涇， 1987)。這些特性中，已有適當的工具發展出來，可以加以評測者，包括：生物探討技能 (Biology inquiry skills)、對科學的本質的了解和生物認知偏好 (Biology cognitive preferences) 等。教師所具有之這些與生物教學有關的特性，與生物教學能力素養之間，究竟有何關係存在，乃頗值得深入探討。

當以「生物探討技能調查表」(BISI)、「了解科學調查表」(UNSI)、「生物認知偏好調查表」(BCPI) 三項生物教師特性評測工具，來評測生物教師所具備之「生物探討技能」、「對科學的本質的了解」和「生物認知偏好」，並探究這三項教師特性與生物教學能力的關係時，研究的結果如表 6 所示， BTCI 分數與 BISI 分數 (代表生物探討技能素養) 之間的相關爲 0.45，屬中度相關，亦即，生物教學能力較佳的生物教師，其所具備之生物探討技亦較佳。爲進一步印証上述的論點，乃將本研究之樣本，依 BISI 的得分，以正負 0.5 個標準差 (± 0.5 SD) 爲畫分點，分爲「低分群 (L)」（BISI 得分在 -0.5 SD 以下者）、「中分群 (M)」（ BISI 得分介於 ± 0.5 SD 之間者），和「高分群 (H)」（ BISI 得分在 +0.5 SD 以上者）三類群，並以單因子變異數分析比較三類群樣本 BTCI 分數的差異。結果如表 7 所示，三群樣本之 BTCI 與兩分測驗分數均有顯著差異 ($p<0.05$)，高分群和中分群教師的 BTCI 整體測驗分數顯著高於低分群教師，至於高、中分群教師之間則無顯著差異。在兩分測驗的得分方面，高分群教師顯著優於低分群教師，至於中分群教師與高、低分群教師之間則無顯著不同。由於過去的研究顯示，科學教師之探討技能和科學過程技能素養，與設計適切之教學活動，以促進學生之探討技能和科學過程技能有密切關係 (Strawitz & Malone, 1987; Sunal, 1978)，故生物探討技能較佳之生物教師，其生物教學能力亦理應較佳。

科學教師對科學的本質的了解與對科學知識結構的概念，不但是塑造其教學行爲的最主要因素，同時亦影響學生對科學的學習 (Robinson, 1969)，故廣義而言，對科學的本質的了解亦屬生物教學能力之內涵，殆無疑問。在本研究中，生物教學能力與對科學的本質的了解之間的相關爲 0.30 (表 6)，雖達 0.05 顯著水準，惟僅屬低度相關。

由於 UNSI 的得分相當低，變異量不大，這種情形可能使 UNSI 與 BTCI 的分數之間的相關不若預期之大。另外，近年來的研究結果亦顯示，職前與在職生物教師對科學的本質的了解均明顯不足（鄭湧涇等,1989），本研究的樣本對科學的本質之了解亦顯然並不理想，故如何於提昇生物教師的教學能力時，亦設法增進對科學的本質的了解，實爲師資教育機構必須立即加以正視的議題。

另外，生物教師之生物教學能力與生物認知偏好型式 (Cognitive preference modes) 之間的相關亦如表 6 所示，BTCI 分數與 R 認知偏好型式的分數呈顯著之負相關 ($p<0.01$)，而與 Q 認知偏好型式的分數呈顯著之正相關 ($p<0.01$)，與 P 和 A 兩種認知偏好型式的分數則無顯著相關存在，這個結果究竟代表何種意義，仍有待更進一步研究。由於教師之生物認知偏好取向對學生之認知偏好型式可能有所影響 (Tamir，1977)，因此，假若我們希望學生能培養出課程或教師期望的認知偏好型式，則師資教育機構必須正視上述的結果，並採取有效的對策，於培養並精煉教師的生物教學能力時，同時亦能塑成期望之生物認知偏好。

表　6：BTCI 分數與三項生物教師特性測驗分數之間的相關

Table 6：Correlations Between BTCI Scores and Three Biology Teacher Characteristics Measures

	N	平均數 Mean	標準差 SD	BTCI 平均數 Mean	BTCI 標準差 SD	r
BISI	105	48.39	8.41	95.58	20.01	0.45**
UNSI	49	36.25	4.32	85.02	22.22	0.30*
BCPI				101.53	11.49	
R 型式	66	2.52	0.85			-0.44**
P 型式	66	2.49	0.42			-0.18
Q 型式	66	2.53	0.81			0.46**
A 型式	66	2.47	0.47			0.18

* 達 0.05 顯著水準(Significant at the 0.05 level).
** 達 0.01 顯著水準(Significant at the 0.01 level).

表 7：BISI 分數爲低分 (L)、中分 (M) 和高分 (H) 之三群樣本，BTCI 和兩分測驗分數之比較

Table 7：Comparisons of Scores of BTCI and Two Subtests Among Three Groups of SubjectsCategorized by BISI Scores

		BISI 分數組群 # BISI Score Category			F Prob. (df=2,104)	MRT*
		L	M	H		
	N	30	37	38		
BTCI	平均數 Mean	86.10	95.73	102.92	0.002	L：M
	標準差 SD	20.83	21.02	15.05		L：H
BTCI I	平均數 Mean	56.43	62.73	68.54	0.002	L：H
	標準差 SD	15.28	14.60	10.38		
BTCII	平均數 Mean	29.48	33.00	34.40	0.027	L：H
	標準差 SD	7.84	8.02	6.84		
BTSI	平均數 Mean	38.23	48.24	56.55		
	標準差 SD	6.32	2.28	3.24		

L、H 和 M 分別代表 BISI 分數在 -0.5 SD 以下、+0.5 SD 以上和± 0.5 SD 之間的三群樣本。
L, H and M represent below -0.5 SD, above +0.5 SD and in between respectively.

* MRT 差異達 0.05 顯著水準者方列出。
In MRT (Multiple range test), only pairs of groups sigificantly different at the 0.05 level are reported.

伍、參考文獻

國立台灣師範大學科學教育中心. (1987). **中學科學師資人力結構研究報告**.

鄭湧涇. (1987). 生物教師必備教學能力研究. **中華民國 75 年度科學教育學術研討會論文彙編**, 第 1-25 頁, 國科會.

鄭湧涇. (1994). 職前與在職生物教師科學態度之研究. **國立臺灣師範大學學報**, *39*, 381-407.

鄭湧涇, 黃璧祈. (1992). 職前和在職生物教師的生物教材有關能力研究. **國立臺灣師範大學學報**, *37*, 483-504.

鄭湧涇, 周雪美. (1990). 職前生物教師科學態度的研究. **國立臺灣師範大學學報**, *35*, 249-270.

鄭湧涇, 周雪美. (1991). 職前生物教師的生物探討技能. **國立臺灣師範大學學報**, *36*, 239-265.

鄭湧涇, 傅慧鳳, 周雪美. (1988a). 生物教學能力測驗的發展與效化. **中華民國第三屆科學教育學術研討會論文彙編**, 第 391-424 頁, 國科會.

鄭湧涇, 周雪美, 傅慧鳳. (1988b). 生物教材能力測驗的發展與效化. **中華民國第三屆科學教育學術研討會論文彙編**, 第 425-454 頁, 國科會.

鄭湧涇, 周雪美, 張麗珠. (1989). 職前與在職生物教師對科學的本質的了解. **中華民國第四屆科學教育學術研討會論文彙編**, 第 257-283 頁, 國科會.

American Association of Colleges for Teacher Education (AACTE). (1969). *Recommended Standards for Teacher Education: The Accreditation of Basic and Advanced Preparation Programs for Professional School Personel.* AACTE, Washington, D.C..

Anderson, R. D., & Mitchener, C.P. (1994). Research on science teacher education. In D.L. Gabel, Ed. *Handbook of Research on Science Teaching and Learning.* pp. 3-44.

MacMillan Publishing Company, NY.

Babikian, Y. (1971). An empirical investigation to determine the relative effectiveness of discovery, laboratory, and expository methods of teaching science concepts. *JRST, 8* (3), 201-209.

Barr, A. S. (1961). Wisconsin studies of the measurement and prediction of teacher effectiveness: A summary of investigations. *Journal of Experimental Education, 30* (1), 1-155.

Benderson, A. (1982). *Teacher Competence: Focus 10.* Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Bethel, L. J. (1985). Science teacher preparation and professional development. In D. Holdzkom & P. B. Lutz, Eds., *Research Within Reach: Science Education.* pp. 143-157. NSTA. Washington, D.C..

Biddle, B. J., & Ellena, N.J. Eds. (1964). *Contemporary Research on Teacher Effectiveness.* NY: Holt, Rinehart & Winston.

Blank, R. K. (1988). Improving research on teacher quality in science and mathematics: Report of a symposium of scientists, educators, and researchers. *JRST, 25* (3), 217-224.

Broudy, H. S. (1969). Can we define good teaching? *Teachers College Record, 70* (7), 583-592.

Campbell, J. R. (1977). Science teachers' flexibility. *JRST, 14* (6), 525-532.

Champagne, A. B., & Hornig, L.E. (1987). Issues of science teacher quality, supply, and demand. *Science Education, 71* (1), 57-76.

Cheng, Y. J. (1986). The evaluation of biology teaching competency. **中華民國** *74* **年度科學教育學術研討會論文彙編**，第 151-183 頁，國科會。

Cheng, Y. J. (1991). Biology cognitive preferences of preservice biology teachers. *Pro-*

ceedings of National Science Council, Part D. 1 (1), 32-40.

Coffman, W. E. (1971). Essay examinations. In R.L. Thorndike, Ed., *Educational Measurement,* 2nd ed. American Council on Education, Washington, D.C..

Coffman, W. E., & Kurfman, D. (1968). A comparison of two methods of reading essay examinations. *American Educational Research Journal, 5* (1), 99-107.

Collins, A. (1993). Performance-based assessment of biology teachers: Promises and pitfalls. *JRST, 30* (9), 1103-1120.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika, 16,* 297-334.

Davis, M. D., & Zaret, E. (1984). Needed in teacher education: A developmental model for evaluation of teachers, preservice to inservice. *Journal of Teacher Education, 35* (5). 18-22.

DeRose, J. V., Lockard, J.D., & Paddy, L.G. (1979). The teacher is the key: A report on three NSF studies. *The Science Teacher, 46* (4), 31-37.

Feldt, L. S. (1975). Estimation of the reliability of a test divided into two parts of unequal length. *Psychometrika, 40,* 557-61.

Haertel, E. H. (1991). New forms of teacher assessment. *Review of Research in Education, 17,* 3-29.

Isaac, S., & Michael, W.B. (1983). *Handbook in Research and Evaluation for Education and Behavioral Sciences,* 2nd ed., SanDiego, California: EdITS Publishers.

Johnson, D. W. (1969). Influences on teachers' acceptance of change. *Elementary School Journal, 70* (3), 142-153.

Kerr, D. H. (1983). Teaching competence and teacher education in the United States. *Teachers College Record, 84* (3), 525-552.

McDaniel, T. R. (1977). The NTE and teacher certification. *Phi Delta Kappan, 59* (3),

186-188.

Martin, J. (1979). Effects of teacher high-order questions on student process and product variables in a single-classroom study. *Journal of Educational Research, 72* (4), 183 - 187.

Mechling, K. R. (1975). The preparation of junior high science teachers: By default or by design? *School Science & Math, 75,* 395-398.

Mechling, K. R., Stedman, C.H., & Donnellan, K.M. (1982). Preparing and certifying science teachers: An NSTA report. *Science & Children, 20* (2), 9-14.

Medley, D. M. (1979). The effectiveness of teachers. In P.L. Peterson & H.J. Walberg, Eds. *Research on Teaching: Concepts, Findings and Implications.* CA: McCutchan Publishing Corp..

MeNeil, J. D., & Popham, W.J. (1973). The assessment of teacher competence. In R.M.W. Travers, Ed., *The Second Handbook of Research in Teaching.* Chicage, Illinois: Rnad McNally.

Millman, J. (1991). Teacher licensing and the new assessment methodologies. *Applied Measurement in Education, 4* (4), 363-370.

Mitchell, J. V. Jr. (1978). National Teacher Examination. In O.K. Buros, Ed., *The Eight Mental Measurements Yearbook,* v.I, pp.516- 518. Highland Park, NJ: The Gryphon Press.

National Commission for Excellence in Teacher Education. (1985). *A Call for Change in Teacher Education.* Washingtion, D.C. American Association of Colleges for Teacher Education.

National Science Board, Commission on Pre-college Education in Math, Science and Technology, (1983). *Educating American for the 21st century: A plan of action for improving math, science and technology education for all American elementary and*

secondary students so that their achievements is the best in the world by 1995. A Report to the American People and the National Science Board. Washington, D.C..

Penick, J. E., Shymansky, J.A., Matthews, C.C., & Good, R.G. (1976). Studying the effects of two quantitative defined teaching strategies on student behavior in elementary school science using macroanalytical techniques. *JRST, 13* (4), 289-296.

Popham, W. J. (1975). Performance test of teaching proficiency: Rationale, development, validation. In M. Mohan & R.E. Hull, Eds., *Teaching Effectiveness: Its Meaning, Assessment, and Improvement.* Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

Quirk, T. J., Witten, B.J. & Weinberg, S.F. (1973). Review of studies of the National Teacher Examinations. *Review of Educational Research, 43* (1), 89-113.

Ramsey, G. A., & Howe, R.W. (1969). An analysis of research on instructional procedures in secondary school science. Part I: Outcomes of instruction. *The Science Teacher, 36* (3), 62-70.

Robinson, J. T. (1969). Philosophy of science: Implication for teacher education. *JRST, 6,* 99-104.

Rosenshine, B., & Furst, N. (1971). Research on teacher performance. In B.O. Smith, Ed., *Research in Teacher Education: A Symposium.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc..

Rosenshine, B., & Furst, N. (1973). The use of direct observation to study teaching. In R.M.W. Travers, Editor, *The Second Handbook of Research in Teaching.* Chicago, Illinois: Rand McNally Company.

Sedere, M. U., & Feldt, L.S. (1976). The sampling distributions of the Kristof reliability coefficient, the Feldt coefficient, and Guttman's lambda-2. *Journal of Educational Measurement, 14* (1), 53-62.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15,* 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57,* 1-22.

Shymansky, J. A. (1978). Assessing teacher performance in the classroom: Pattern analysis applied to interaction data. *Studies in Educational Evaluation, 4* (2), 99-106.

Shymansky, J. A. & Penick, J.E. (1981). Teacher behavior does make a difference in hands-on science classrooms. *School Science & Math, 81* (5), 412-422.

Strawitz, B. M., & Malone, M.R. (1987). Preservice teachers' acquisition and retention of integrated science process skills: A comparison of teacher-directed and self-instructional strategies. *JRST, 24* (1), 53-60.

Sunal, D. W. (1978). Relationship of science skill performance to preservice teaching behavior. *Science Education, 62* (2), 187-194.

Tamir, P. (1977). The relationship between cognitive preferences of students and their teachers. *Journal of Curriculum Studies,* 9 (1), 67-74.

Yager, R. E., Hidayat, E. M., & Penick, J. E. (1988). Features which separate least effective from most effective science teachers. *JRST, 25* (3), 165-177.

A Study on Teaching Competency of Secondary School Biology Teachers

Yeong-Jing Cheng

Department of Biology
National Taiwan Normal Univerisity

Abstract

In this study, the Biology Teaching Competency Inventory (BTCI) is used to investigate the biology teaching competencies of pre- and in-service biology teachers. The internal-consistency reliabilities of the BTCI and two subtests are 0.81, 0.80, and 0.64, respectively. The values are slightly lower than those reported in the development and validation study.

Data analysis reveals that preservice biology teachers score significantly higher on BTCI than inservice biology teachers ($p<0.01$). Biology teachers who were biology major during their undergraduate study score significantly higher on BTCI than nonbiology majors ($p<0.05$). These findings are also true for the two BTCI subtests. These results indicate that the biology teaching competencies of biology-major teachers are better than those of non-biology-majors. Oneway ANOVA shows that there are significant differences of the BTCI scores among three groups of subjects, namely, preservice teachers, biology-major and non-biology-major teachers. The biology teaching competencies of preservice biology teachers are better than those of biology- and non-biology-major biology teachers.

The results of the study further indicate that moderate to low correlations exist between biology teaching competency and biology inquiry skills and understanding of the nature of science, respectively. That is, subjects who possess better biology teaching competencies also show better biology inquiry skills and better understanding of the nature of science. In addition, the BTCI scores correlate positively with Q preference mode scores, and negatively with R preference mode scores in a biology cognitive preference assessment.

Keywords: *Biology Teaching Competency, Biology Teachers, Biology Inquiry Skills, Understanding Nature of Science, Biology Cognitive Preferences*