

美國當前的科技師資培育標準

張玉山

花蓮師範學院美勞教育系副教授

壹、前言

美國「全國師資培育認可審議會」(The National Council for Accreditation of Teacher Education, NCATE)是美國教育部核可,負責審查全美中小學師資培育課程的機構。NCATE 是一個非官方的、非營利的專業機構,成員來全國各地,包括師資培育者、中小學教師、地方教育主官機關人員、學者專家等。從 2000 年開始,NCATE 就陸續發佈有關師資培育的相關標準。例如單位認可委員會(Unit Accreditation Board) 在 2000 所採用的「培育單位標準」([Unit Standards](#)),並經 NCATE 執行委員會所批准,至 2003 年間陸續修訂與最後的檢驗認可。至此,全美師資培育的機構與學術團體都以這個標準為依據,訂定各學科領域的師資培育標準。

國際科技教育學會(International Technology Education Association, ITEA) 和科技師資教育委員會(Council on Technology Teacher Education, CTTE) 在美國具有引導全美中小學科技師資培育的重要地位。兩大機構也在 NCATE 所訂頒的規範下,從 1997 到 2003 陸續制定與修正科技師資培育的標準。因為臺灣的科技教育發展向來與美國科技教育的發展,有著緊密的關連,因此,本文進一步探討 NCATE 及 ITEA/CTTE 所發展的師資培育標準及科技師資培育標準,希望能從中獲得可資借鏡的經驗。

貳、科技師資培育標準的內容

一、培育單位標準

根據 NCATE 最新版的培育單位標準(NCATE Unit Standards :Conceptual Framework),師資培育單位的基本要求包括以下六項(前兩項為準教師的績效標準,後四項為機構的能力標準):

標準一、準教師(teacher candidates)的知識、技能及情意態度:就學者(是指

準教師或將來準備從事教育相關工作者，如校長、學校諮商師或圖書媒體專業者)必須瞭解並指出教學相關的教材內容、教學方法、及領域專業知識、技能、及情意態度，以因應教學的需要。

標準二、評鑑系統與培育單位的評量：培育單位必須建立一套評鑑系統，蒐集有關入學標準、準教師與畢業生的表現、以及評鑑程序，來評量與改進課程及機構本身的運作。

標準三、實務經驗：培育單位及協同機構設計、執行、及評鑑實務經驗與實習經驗，增進準教師的教學知識、技能與情意態度。

標準四、多樣性：培育單位將課程與經驗，加以設計、施教與評量，讓準教師有能力教導其學生。這些經驗包括與多樣的高等教育人員、多樣的學校職員、與多樣的同仁、以及多樣化的中小學學生相處。

標準五、教職員的資格、績效與發展：教職員必須具備基本資格，並且在學術、服務、與教學方面，堪為準教師的表率。同時，教職員必須與同行或同事合作。培育單位必須有系統地評鑑教職員的表現，並增進其專業發展。

標準六、培育單位的管理與資源：培育單位必須善用其領導、權力、預算、人事、設施、資源、資訊科技資源，使準教師可以達到專業標準、州政府標準、以及法規的標準。

二、科技師資課程標準

根據 NCATE(2003)整合 NCATE/ITEA/CTTE 三個單位共同提出的科技師資培育課程標準(NCATE/ITEA/CTTE Program Standards 2003, Programs for the Preparation of Technology Education Teachers)指出，美國中小科技教師的培育課程，係以傑克森坊工藝課程理論(Jackson 's Mill Curriculum Theory)、科技教育的概念架構(Conceptual Framework for Technology Education)、以及全美科技教育計畫(The Technology for All Americans Project)為理念基礎及知識基礎。該課程標準中，包括教材內容標準及有效教學標準兩類。

(一)、教材內容的標準

1.科技的本質

(1)知識指標：解釋科技的特性與範疇；比較科技與其它領域的關連

(2)表現指標：在教室或實驗室中進行科技教學時，會利用科技的概念與原理。

(3)情意指標：會從科技的利弊，去理解科技的本質。

2.科技與社會

(1)知識指標：比較科技與社會、文化、政治、及經濟系統的關係；評鑑社會在科技發展中的角色；評鑑人類歷史中重要科技創新的重要性。

(2)表現指標：判斷科技對環境的影響；針對科技與社會制度(如家庭、宗教、教育、政府、及人力市場)的關係，加以評價。

(3)情意指標：針對科技的適切與不適切應用，及其對社會與環境的效應，展現敏感度；根據科技對社會與環境所產生預期的與非預期的效應，做出決策。

3.設計

(1)知識指標：解釋設計在人造環境中的重要性。描述設計的特質。分析工程設計的程序與原則。

(2)表現指標：應用解難(troubleshooting)、研究與發展、發明、創新、及實驗，來發展設計問題的解決方案。

(3)情意指標：探究產品設計與產品對環境、經濟、社會產生影響的關係。

4.科技世界所需的能力

(1)知識指標：選擇設計的問題，並指出每一個問題的適切標準與限制。對設計方案進行評價，指出其成功之處，並提出改進之道。分析一件設計產品，並確認其運作的關鍵點與製作方法。操作與維護科技產品與科技系統。

(2)表現指標：發展與建立一個設計方案。完整評鑑設計方案的優點。操作一項科技裝置或系統。診察一個故障的系統，修復並維護該系統。探究產品與系統對個人、環境與社會的衝擊。

(3)情意指標：評鑑產品與系統所產生的衝擊。遵照機具設備的安全操作程序。從消費者觀點判斷設計品的優缺點。尊崇機具設備的設計原意。設計一些教學活動，來強調真實世界中開放性問題的解決。

5.經過設計的世界(The Designed World)

(1)知識指標：分析設計世界中的醫療科技原理。分析不同的農業與相關的生物科技原理。分析動力能源的原理、概念與應用。分析資訊與傳播的原理、概念與應用。分析不同的運輸科技原理。分析製造科技的原理、

概念、與應用。分析營建科技的原理、概念與應用。

(2)表現指標：在不同的背景下，選用適當的科技，包括醫療、農業與相關生物科技、能源與動力應用、資訊與傳播、運輸、製造及營建。

(3)情意指標：在不同背景下，有效率地使用及改善科技，包括醫療、農業與相關生物科技、能源與動力應用、資訊與傳播、運輸、製造及營建。

(二)有效教學的標準

1.課程

(1)知識指標：根據學生的不同年級，確認適合的科技學習內容。將其他學科領域內容，與科技課程整合起來。確認課程、教材及資源在科技教學活動中，能提供學生有效的學習。

(2)表現指標：根據科技素養標準(Standards for Technological Literacy)建立一套串接式(類似單元串接)的中小學科技課程。整合其他學科的內容，設計成科技課程。透過多重資料來源，做出明智的決策，以改善科技課程。將最新的科技發展融入課程中。進行科技課程，以擴展學生的科技能力。

(3)情意指標：在選擇、設計、評鑑課程與教材時，表現出文化敏感、倫理多元、特殊需要、及性別議題。

2.教學策略

(1)知識指標：善用當代教學策略，呼應科技素養標準的要求。在教學中充份應用學習原理，並考量學生多樣性。比較多種教學策略，以擴增學生的科技學習。能根據教材的不同，指出多種評鑑方法。

(2)表現指標：利用適合的教學科技、機具、設備及程序，強化學生的學習。利用自我反省、學生學習成果、及其它的評鑑技術，評量教學策略的好壞，以增進科技教室中的教學。

(3)情意指標：熱衷於開發有意義的、具挑戰性的科技學習經驗，帶給學生正面的科技態度。

3.學習環境

(1)知識指標：瞭解到豐富的科技學習環境，可以更多樣的科技學習經驗。確認學習環境會鼓勵、激勵、及支持學生的學習、創新、設計、與冒險犯難。

(2)表現指標：設計學習環境，建立學生的學習慾望，增進學習效率。設計一個將來也可以用的學習環境。

(3)情意指標：設計、管理、維護安全的科技實驗室。

4.學生

(1)知識指標：為不同族群、社經背景、性別、年齡、興趣、及特殊的學生，設計科技學習經驗。透過現有研究的整合，瞭解學生學習科技操作與科技內容最有效率的方法。

(2)表現指標：針對不同能力、興趣及年齡的學生，設計科技學習經驗。

(3)情意指標：發展學生積極的人際關係，使其主動學習科技，並促進人格成長與發展。

5.專業成長

(1)知識指標：瞭解最新的科技方法。能持續在教學實務中，增長學生的科技素養。

(2)表現指標：利用不同的行銷原理與概念，來改善科技教育及科技的學習。與其他準教師及專業者一同促進專業的成長，以及舉辦專業發展的活動。主動加入專業組織，參與專業發展活動，以增進科技教學的能力。針對科技教育的課程與教學專業，研擬一套自己的專業成長計畫。

(3)情意指標：透過參與許多專業發展活動，衡鑑自己的專業成長。推銷學生科技教育組織，展現出對於專業性的重視。仔細反省教學作為，以促進與強化學生的學習。

參、特色與討論

美國科技教育從傑克森坊工藝課程理論、科技教育概念架構到全美科技教育計畫，具有一脈相承的特色，同時，科技師資培育的制度也逐次地調整因應。針對本文所引介的科技教師培育標準內容，提出以下七項特色，加以分析。

1.包括學習目標的三大領域：前述標準包括知識指標(Knowledge Indicators)、技能表現指標(Performance Indicators) 以及情意態度指標(Disposition Indicators) 三大領域，相當完整。

2.將醫療科技、農業科技強調列出：不論是美國還是臺灣，從整個工藝教育、工業科技教育、到科技教育的發展歷程中，生物科技(Bio-related Technology)向來

是個爭議的焦點。除了 1991 年的「科技教育的概念架構」中提出生物科技課程的規劃開始，學者專家一直強調生物科技的重要性。但是，真正地教授生物科技的學校卻少之又少。即使有學校將生物科技納入課程中，卻又面臨不易開發教學活動的窘境。因此，這次將醫療與農業等生物科技納入師資培育的標準中，頗有強力宣示的意味。

3.有評分指引(RUBRIC)：在前述課程標準中，針對每一項指標均列有理想目標(target)、及格(Acceptable)、不及格(Unacceptable)三個等級的評分說明。例如在標準一的「科技本質」中，理想目標為「修習科技師資課程的準教師，必須具備本標準所列深度的本科學科知識，並且透過學科知識的探究、批判分析、及評鑑活動，表現出本質學能」。及格水準為「修習科技師資課程的準教師，瞭解即將任教的本科知識，並且能解釋本標準所列的重要原理與概念」。至於不及格水準則為「修習科技師資課程的準教師，所具備即將任教的本科知識不甚充份，對本標準所提列的重要原理與概念，無法提出實例」。

4.欠缺對實作技術的要求：從 1990 年代的科技教育觀念盛行以後，科技素養一詞就常只被定位在知識性的學習，對於技術操作的部份較為忽略。根據 George E. Rogers (1996)的調查，科技師資或工業科技師資教育的課程應該有 50 學分以上的技術課程，但是許多科技(或工業科技)師資課程的內涵，和實際教學所需的技術內容，相去甚遠。儘管 [Depew \(1991\)](#)、[Dan Brown\(1993\)](#)在多年前即已提出建言，但是在後續的科技教育課程規劃，乃至於本文所提到的科技師資培育標準中，也未特別加以標示與強調。雖然 [Marc J. de Vries \(1996\)](#)從理念來建立科技與科學的區別，以免科技被科學所吞沒，但是，事實上還是有很多人認為科技是科學的應用。因此，予其從理念層面來辯析，倒不如從外顯層面來強化，也就是從實作的特色，由材料應用與機具操作來強調其差異。在科技師資培育中加以強調，自然就容易辨明科學教師與科技教師的差別了。

5.欠缺對創新的陳述：Scott A. Warner 及 Laura L. Morford (2004)從設計甚至是創意設計的角度，來闡釋科技師資培育課程的特色。在前述師資培育課程標準中，雖有提及創新與設計，但是並未將之視為核心的重點。尤其在國內，國人對「設計」的刻板印象往往停留在平面設計或美術設計上面，如果處理不當，反而會令科技教育跳出「應用科學」的框框，卻又跌入「應用美術」的泥淖。因此，創新與發明應該是科技的核心之一，加上前項所提的「實作」，應該可以成為科

技師資培育的兩大重點。

6.標準中未更具體列出課程內容的示例：前述十項科技師資培育標準的描述，屬於比較抽象的概念陳述，其優點是具有彈性，比較可長可久。例如標準五之 b 所陳述的「表現指標：在不同的背景下，選用適當的科技，包括醫療、農業與相關生物科技、能源與動力應用、資訊與傳播、運輸、製造及營建」，以「在不同的背景下，選用科技」來作為能力指標的陳述，確實可以因應到不同時代與不同環境的特性，但是缺點是，各個科技系統如此廣泛，如何取決，便又形成評鑑者的困難。如果能夠示例性地提列一些「必備的」、「代表性的」科技項目，應該更能使前述標準更具體可行。

7.評分指引不夠具體：Rubric 是一套評估指引，清楚列明表現標準及評分等級，以及所要評估的特點及範疇。當中包括既定的等級，以及列明有關等級上每一點的表現要求(鄭美紅，2004)。此外，根據筆者本身的教學與研究經驗發現，如果評分指引能夠包含簡述的範例，會使評量更加有效率，同時，也會增進前後的一致性。

肆、結語

從以上有關美國科技師資培育標準的分析結果，發現美國從準教師的知能、自我評鑑系統的建立、教學實務經驗、多樣性考量、教職員的資格與績效、管理與資源六個方面建構師資培育單位的評鑑項目，同時又從科技的學科內容及有效教學兩方面來建構科技師資培育課程的評量標準，從中央級的 NCATE、ITEA、CTTE 到地方的科技教育學會，形成一個評鑑體系，是一項重要的成就。在當前的臺灣，可以參照其模式，建立一套科技師資培育的評鑑標準，但是應該特別注意到生物科技的列入、具體評分指引的建立、實作技術的強調、創新方法的要求、具體課程內容與示例等設計原則。相信從訂定師資培育標準著手，也可以為臺灣科技教育的發展，帶來更不一樣的未來。

參考文獻

鄭美紅(2004). 設計多元化科學習作. 下載於 2004/11/23, 網址

www.ied.edu.hk/cric/saw/overview/science%20assessment.ppt

NCATE (2000). Professional standards accreditation of schools, colleges, and departments

of education national council for accreditation of teacher education.

NCATE (2002). The standard of excellence in teacher preparation for the 2002 edition.

Retrieved 2004/11/21, from http://www.ncate.org/2000/unit_stnds_2002.pdf.

NCATE(2003). NCATE/ITEA/CTTE program standards (2003): programs for the

preparation of technology education teachers. Retrieved 2004/11/21, from

[http://www.ncate.org/standard/new%20program%20standards/Program%20Report%20Templates%20\(2004\)/ITEA/ITEA%20Standards.doc](http://www.ncate.org/standard/new%20program%20standards/Program%20Report%20Templates%20(2004)/ITEA/ITEA%20Standards.doc).

Depew, D. R. (1991). Relationships between industrial technology programs and teacher education programs. In Householder, D. L., (Ed.), Technology Education and Technology Teacher Education, Papers presented at the Mississippi Valley Industrial Teacher Education Conference, (pp. 57-60). Nashville TN. November 7-8, 1991.

Brown, D. (1993). A study of three for teaching technical content to pre-service technology education teachers. Journal of Technology Education, 5(1). Retrieved 2004/11/23, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v5n1/brown.jte-v5n1.html>

De Vries, M. J. (1996). Technology education: beyond the "technology is applied science" paradigm. Journal of Technology Education, 8(1). Retrieved 2004/11/23, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v8n1/deVries.html>

Rogers, G. E. (1996). The technical content of industrial/technology teacher education. Journal of Technology Education, 8(1). Retrieved 2004/11/23, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v8n1/Rogers.html>