科學教育學刊
2012, 第二十卷第三期, 217-239

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(3), 217-239

國小數學教師專業標準之建構

鍾靜[1] **張淑怡**[1、*] **陳幸玫**[1] **陸昱任**[2] **戴坤邦**[1]

[1]國立臺北教育大學　數學暨資訊教育學系
[2]國立臺灣師範大學　科學教育研究所

(投稿日期：民國99年11月18日，修訂日期：民國101年4月16日，接受日期：民國101年5月4日)

摘要：本研究以五套國外國家層級之數學教師專業標準為基礎，並考量國內現況，期在橫向涵蓋上考量標準內容的全面性、重要性與可行性，縱向發展上作為國小數學教師專業發展之依據。研究過程包括三階段：階段一進行文獻內容分析以初步擬定標準，階段二徵詢專家學者及現場教師意見以修訂標準，階段三訂定標準內部各項指標的具備程度。主要採用內容分析、焦點座談以及調查研究等方法。本研究最後形塑出的「國小數學教師專業標準」包括3個層面、11項標準與26條指標，每一指標項下尚有說明內容及不同對象具備程度。本研究結果指出，職前教師應強調專業知能的養成；隨著生涯的發展，專業實踐會更加受到重視；至於專家教師應更加重視專業特質的要求。

關鍵詞：專業標準、數學教師

壹、緒論

隨著社會的變遷，國內小學教師的來源從過去完全仰賴師範院校或公立大學教育院系的培育，逐步走向師資管道來源的多元化，自1994年「師資培育法」公布後，一般公、私立大學皆可以申請設立教育學程(李園會，2001)。然而在此發展脈絡下，不同師資培育機構在師培課程的修業學分及內容上存有差異(李靜雯，2005)，致使部分師培生在職前師資培育過程中並未修習過數學或數學教育相關學分。除此之外，近來社會大眾亦不斷呼籲提升現場小學師資之數學與數學教學相關知能，並且強調應對數學教師教學專業進行把關，使得一套得以作為職前教師培育和在職教師專業發展參考依據的專業標準變得不可或缺。

根據曾憲政等(2007)以及潘慧玲、張德銳與張新仁(2008a，2008b)針對中小學教師專業評鑑所發展的標準，標準的結構概含三到四個層次，前者是依層面、規準與參考檢核重點結構整個標準，包括4個層面、18項規準及73項參考檢核重點；後者則以層面、標準、指標以及指標重要概念說明來組

*通訊作者：張淑怡

04-張淑怡.indd 217　2012/7/17 下午 12:41:06

織其結構，包括3個層面、10項標準、25條指標，並附有65項指標重要概念說明。此外，潘慧玲等透過文獻分析發現，國外不分科教師專業標準通常概含三至四個層次，指標數量上也有一定的限制，標準中若涉及教師職級或生涯發展，則多採四個階段之劃分。至於國小數學教師專業標準的部分，國內現有之相關研究與論述(李源順、呂玉琴，2006；李源順、林福來、呂玉琴、陳美芳，2008；林碧珍、蔡文煥，2007；劉曼麗，2008)在適用對象上多著眼於單一教師職級，標準與指標涵蓋的數量相對略多，可能影響現場實施的可行性。除此之外，上述國內現有之國小數學教師專業標準之概念架構所參酌的教師標準主要可分為不分科與數學學科兩類型的文件，澳洲數學教師學會(Australian Association of Mathematics Teachers [AAMT])、英國教師訓練局(Teacher Training Agency [TTA])、美國師資認證學會(National Council for Accreditation of Teacher Education [NCATE])、以及美國數學教師協會(National Council of Teachers of Mathematics [NCTM])等所擬定的國外標準是國內數學教師專業標準主要參酌之來源；其中，各研究參考的教師專業標準多僅一至二項針對數學學科。

鑑於上述國外相關標準(AAMT, 2006; NCATE, 2001; NCTM, 1998; TTA, 2003)在數學教師專業標準建構中的核心地位，以及國內在數學教師專業標準的建構與研究仍有極大的發展空間。因此本研究也擇定此三個機構針對數學教師所擬定之專業標準(AAMT; National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics [NCETM], 2007; NCATE & NCTM, 2003)，併Interstate New Teacher Assessment and Support Consortium (INTASC, 1995)之標準補足初任教師標準上的不足，輔以National Board for Professional Teaching Standards (NBPTS, 1998)之標準豐富專家教師標準的內涵，並考量國內現場情況，旨在建立一套可以提供國小數學教師培育與專業發展據以參酌之數學教師專業標準，期在橫向涵蓋上考量標準內容的全面性、重要性與可行性，縱向發展上可作為國小數學教師專業發展與生涯發展之依據。由是本研究之重點以發展標準的內容為主，但過程中亦同時兼顧標準之內容信度與效度。基於此，本研究具體研究目的有二：

一、探討國小數學教師專業標準應有的層面、標準與指標，並就每一項指標發展相關的內容說明。

二、探討從職前教師、初任教師、一般教師到專家教師的發展在國小數學教師專業標準具備程度的差異。

貳、理論架構

由於本研究企圖另行建構一新的國小數學教師專業標準，故以下針對現有之數學教師專業標準進行回顧，並針對數學教師專業知能構成之相關論述進行分析。

一、數學教師專業標準回顧

在學生的數學學習過程中，教師始終扮演重要角色，有關數學教師應有的專業，國內外的數學教師專業標準皆有所界定(李源順、呂玉琴，2006；李源順等，2008；林碧珍、蔡文煥，2007；劉曼麗，2008；AAMT, 2006; INTASC, 1995; NBPTS, 1998; NCETM, 2007; NCATE, 2008; NCATE & NCTM, 2003)。以下針對五套國外國家層級的數學教師專業標準，以及國內三套數學教師專業標準進行簡介、比較與討論。

首先，AAMT (2006)發展之卓越數學教學標準除了提供數學教師專業發展

方向外，亦可作為高成就數學教師(highly accomplished teachers of mathematics)認證參考，包括專業知識(professional knowledge)、專業特質(professional attributes)及專業實踐(professional practice)三個層面，其下合計有10條標準。其中，專業知識包括學生知識、數學知識與學生數學學習知識；專業特質包括個人特質、個人專業發展與社群責任；專業實踐包括學習環境、學習計畫、教學活動與評量。

NCATE與NCTM (2003)國小職前數學教師標準(standards for elementary mathematics specialists)，是NCATE與NCTM合作共同設計之國小職前數學教師方案的培育標準，標準分為過程(process)、教學(pedagogy)、內容(content)及場域經驗(field-based experiences)等四個層面，其下合計有14條標準，包括解題知識、數學教學知識、幾何知識等12種知識，以及態度與場域經驗。

INTASC (1995)初任數學教師模範標準(model standards for beginning teachers of mathematics)則分為數學知識(knowing mathematics)與數學教學(teaching mathematics)兩層面，其下合計有10條原則。特別地，數學教學層面下的9條原則中，一強調教師反思實踐者角色，一強調與同事、父母等社群間關係，其餘敘述多包括理解與實踐兩種意涵。

NBPTS (1998)發展之兒童中期至青少年前期數學標準(middle childhood through early adolescence/mathematics standards)有二，分別針對任教對象為14到18歲，以及7到15歲學生之專家數學教師，考慮使用對象為中小學教師，故在本文中以「中小學數學教師標準」稱之。其中，以後者為對象之標準包括創造有效益的學習環境(creating a productive learning environment)，以及促進學生學習(advancing student learning)兩個層面。第一個層面包括對於學生學習的基本信念，及學生、數學、教學等知識，共計4條標準。第二個層面則包括數學教學實踐的5條標準，如：學習環境、使用數學、評量等；以及專業發展的3條標準，如：反思與成長、家庭與社區、專業社群。

至於NCETM (2007)是從數學教育觀點詮釋英國學校培訓暨發展局(Training and Development Agency for Schools [TDA], 2007；TDA係2005年由TTA改制)之教師專業標準所進一步發展之數學教師專業標準(professional standards for mathematics teachers)，為顧及發展的一貫性並考量教師的生涯發展階段，其將適用對象區分為合格教師(qualified teacher)、核心教師(core teacher)、晉級教師(post threshold teacher)、優等教師(excellent teacher)以及高級教師(advanced skills teacher)；至於內容則分為專業特質(professional attribute)、專業知識與理解(professional knowledge and understanding)及專業技能(professional skill)三層面。該標準之設計是以合格教師的33條標準條文為基礎，其他適用對象再依此做進一步的精緻與延伸，本研究後續與此標準相關之討論主要針對數學合格教師之相關條文。其中，專業特質包括個人專業發展、以及與他人溝通合作等；專業知識與理解包括學科與課程、教與學的知識等；專業技能包括計畫、教學、評量、學習環境等。

至於國內有關數學教師專業標準研究的部分，劉曼麗(2008)將職前教師數學教學專業基準分為基本理念(含教育理念、學習理論與課程理論)、內容知識(含數學知識與能力及數學思維)、學科教學知識(含課程、教學與學習及評量)，以及教師專業成長(反思及進修)四大類，共計有18條指標。

林碧珍與蔡文煥(2007)則認為，輔導教師的數學教學輔導知能專業標準應包含專業信念、專業發展、反思能力、數學課程與教學規劃、數學學科知識、數學教學、學生學習數學特性、數學學習評量、數學課程與教學評鑑、實習教師專業發展輔導及數學課程與教學輔導等11個子向度共86條指標。

李源順與呂玉琴(2006)以及李源順等(2008)將國小教師數學教學專業知能標準分為數學知識、學生認知、教學方法、教學實務、教學評量和專業責任六個主題，共計47條標準。

綜上所述，研究者發現：儘管不同專業標準所採用的分類方式與用詞不盡相同，但主要多涵蓋知識、技能、實踐與特質等面向。其中，知識與技能面向多包括學生、數學、解題、教學等知識；實踐多包括學習環境、計畫、教學與評量等，即使是針對職前數學教師亦會強調場域觀察及參與經驗之重要性(NCATE & NCTM, 2003)；至於特質則包括正向態度、反思與專業發展、與社群互動合作之關係等。由是，從上位概念而言，「專業知能」、「專業實踐」以及「專業特質」是描述國小數學教師專業表現之可行架構。在本研究中，專業知能是指足以支持數學教學實踐的知識與技能；專業實踐則指數學教學場域的實踐行為；專業特質則指數學教學實踐的態度與發展。另外，研究者將上述不同數學教師專業標準之適用對象及內含標準數量整理如表1後發現：若專業標準的設計在於同時滿足不同數學教師發展階段的需求，則標準的條目數量相對而言會有較多的趨勢；且國內之標準在條目數量上較國外為多，此部分可能對於標準的實際可行性有所阻礙，是故專業標準建構時條目數量的限制亦是必須加以考量的。

此外，為瞭解國外標準對於不同階段數學教師在專業知能、專業實踐以及專業特質上是否有不同的強調重點，研究者進一步針對適用對象分別為職前教師、初任教師與專家教師之NCATE與NCTM (2003)、INTASC (1995)、NBPTS (1998)與AAMT (2006)等四套數學教師專業標準進行分析。雖然每條標準(或原則)在每套專業標準中被賦予之原始比重未必相同，但因未能獲取進一步之資料，故僅能將每條標準之比重視為相同，以瞭解大致之分布趨勢。首先，將每套專業標準中之標準(或原則)就專業知能、專業實踐與專業特質三層面進行意義歸屬，並統計條目數；當同一標準(或原則)可分屬兩個層面時，該項標準條目數以0.5計；最後再以百分比的方式呈現各層面條目數在全部條目數

表1：不同數學教師專業標準之適用對象及內含數量

來源	作者	適用對象	內容數量
國外	NCATE與NCTM (2003)	職前教師	14條標準
	INTASC (1995)	初任教師	10條原則
	NBPTS (1998)	專家教師	12條標準
	AAMT (2006)	專家教師	10條標準
	NCETM (2007)	合格教師等五級教師	33條標準*
國內	劉曼麗(2008)	職前教師	18條指標
	林碧珍與蔡文煥(2007)	輔導教師	86條指標
	李源順等(2008)	實習教師等四級教師	47條標準

註：「*」以合格教師(qualified teacher)標準數目計之，因其他適用對象皆以此為基礎進一步精緻與延伸。

中所占比重，結果如表2。由該表可發現，職前數學教師之培育重點比較偏重在專業知識的養成；初任數學教師雖在專業知能層面仍占有較大比例，但專業實踐比重較職前教師明顯提升許多；至於專家教師儘管在專業實踐層面依舊占有較大比例，但專業特質比重也較初任教師有所提升。

二、數學教師專業知能構成回顧

為了闡釋「教師要進行有效數學教學所應具備的專業知能為何？」，各種不同分析架構被廣泛提出，研究者將二十年來之相關分類整理如表3。一般而言，數學內容知識、一般教學知識、數學教學知識、數學課程知識、學習者數學認知知識、情境脈絡知識、教學評量知識，以及數學教師信念等是常見的數學教師專業知能架構類別；至於其中的數學內容知識、一般教學知識、數學教學知識，以及學習者數學認知知識則是多數學者認同的知能類別。

除了表3所提供的數學教師專業知能架構類別外，近來Delaney, Ball, Hill, Schilling與Zopf (2008)以及Hill, Ball與Schilling (2008)亦提出數學教學知識(mathematical knowledge for teaching)模型(見圖1)，其包含學科知識(subject matter knowledge)與教學內容知識(pedagogical content knowledge)兩大類。其中，學科知識又包含一般內容知識(common content knowledge)、數學水平知識(knowledge at the mathematical horizon)、及特定內容知識(specialized content knowledge)；至於教學內容知識則包含內容與學生知識(knowledge of content and students)、內容與教學知識(knowledge of content and teaching)，以及課程知識(knowledge of curriculum)。所謂一般內容知識指的是任何受過良好教育的成年人被期待具有的數學知識與技能；數學水平知識使得

表2：國外四套專業標準在三個層面呈現的比重

標準 / 層面	NCATE與NCTM (2003) 職前數學教師	INTASC (1995) 初任數學教師	NBPTS (1998) 專家數學教師	AAMT (2006) 專家數學教師
專業知能	85.71% (12/14)	45.00% (4.5/10)	20.83% (2.5/12)	30.00% (3/10)
專業實踐	7.14% (1/14)	35.00% (3.5/10)	45.83% (5.5/12)	40.00% (4/10)
專業特質	7.14% (1/14)	20.00% (2/10)	33.33% (4/12)	30.00% (3/10)

表3：不同學者之數學教師專業知能架構

	數學內容知識	一般教學知識	數學教學知識	數學課程知識	數學認知知識學習者	情境脈絡知識	教學評量知識	數學教師信念
Fennema與Franke (1992)	✓	✓	✓		✓			✓
Thompson (1992)								✓
Cochran, DeRuiter與King (1993)	✓	✓			✓	✓		
Kilpatrick, Swafford與Findell (2001)			✓		✓			
林碧珍(2000)	✓		✓		✓			
吳明崇(2003)	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
許德田與張英傑(2004)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
劉曼麗(2006)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

教師能夠連結不同主題的數學；而特定內容知識則是指教導數學所需的數學知識與技能。

相較於表3其他學者所做分類，Delaney等(2008)及Hill等(2008)所建構的數學教學知識模型將教師所應具備的數學學科知識做出更細緻的分類，強調教師除須具備受過良好教育的成年人所被期待具有的數學知識與技能外，其數學知識與技能更須能支持其進行數學教學，且能進行不同主題間的連結。此外，圖1模型中的內容與學生知識、課程知識分別可對應於表3的學習者數學認知知識、數學課程知識；內容與教學知識某種程度而言可視為包含表3的一般教學知識、數學教學知識、情境脈絡知識等。至於表3的教學評量知識、數學教師信念則是圖1的模型所缺乏的，由於研究者認為此二類別亦是數學教師所應具備的，故於後續建構數學教師專業標準時，擬於適當處納入此二者。

整合上述分析，本研究將足以支持數學教學的數學知識與技能、學生學習數學的知識、數學課程以及數學教學知識等視為數學教師需具備的重要專業知能類別。

參、研究設計

本研究主要採用內容分析、焦點團體座談以及調查研究等方法，分別針對國小數學教師專業標準所應包含之內容以及適用對象之具備程度進行探討。研究過程歷經標準初擬、條文修正與適用對象設定等三個階段，各階段的任務重點簡述如下。

一、標準初擬階段

此階段的任務主要針對數套數學教師專業標準進行內容分析，並佐以數學教師知識相關文獻，以形成「國小數學教師專業標準初稿」。初步所蒐集之數學教師專業標準計有國內三套與國外五套，但於考量標準內容的重要性、完整性與可行性後，以其中五套國外國家層級之數學教師專業標準為主要參酌對象，即AAMT (2006)之卓越數學教學標準、NCATE與NCTM (2003)之國小職前數學教師標準、INTASC (1995)之初任數學教師模範標準、NBPTS (1998)之中小學數學

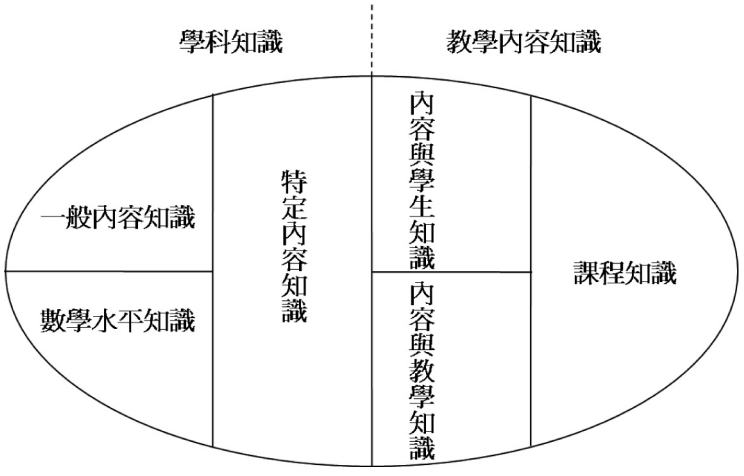

圖1：數學教學知識模型

資料來源：“Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers’ topic-specific knowledge of students,” by H. C. Hill, D. L. Ball, & S. G. Schilling, 2008, *Journal for Research in Mathematics Education*, *39*(4), p. 377.

教師標準，以及NCETM (2007)之數學教師專業標準。研究小組在經過文獻分析與小組討論後即著手研擬專業標準草案，草案指標再經與主要參酌的五套專業標準之最小內容單位依陳述意涵進行比對，在確認所研擬之指標與修正後之項目都能涵蓋主要參酌的專業標準後，即形成「國小數學教師專業標準初稿」。

二、條文修正階段

本階段目的在使所建構國小數學教師專業標準反應在地化觀點，並克服內容分析研究方法本身所存在的可能缺失，以修正「國小數學教師專業標準初稿」。實施過程分為兩個子階段，分別反應來自學者專家以及現場教師的聲音。

(一)專家意見調查與焦點座談

採用意見調查與焦點座談方式，蒐集數學教育專家學者意見。參與委員計有數理教育學者6位、數學專家1位、國民小學校長1位以及國小數學領域輔導員2位，合計10位專家學者。意見調查是在焦點座談召開之前預先蒐集委員意見，主要針對專業標準分層結構的妥當性以及標準與指標內容的合適性等問題，依合適、不合適與建議修改三個選項併意見的陳述進行審查，審查格式如表4。至於焦點座談的實施則在於進一步澄清相關意見與陳述，使專業標準的修正更加妥適。經過上述修正過程，再經與主要參酌的五套專業標準進行比對、修正後，即形成「國小數學教師專業標準定稿」。

(二)現場教師意見調查

採用調查研究法蒐集現場教師意見。調查對象為2009年就讀於國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系在職進修碩士學位班的五十位現場教師，其來源廣泛，具有學歷背景、地域、年資上的多元。例如：大學學歷背景包括數學教育相關科系及非數學教育科系，任教學校有都市與偏遠地區之不同，年資亦有資深與資淺之分，故亦具有某種程度之代表性。本研究提供問卷，邀請審查教師就指標條文說明內容部分的適當性、可讀性等逐條提供相關意見，並依合適、建議修改，以及意見等項目進行填寫，以修訂「國小數學教師專業標準定稿」。最後再就定稿之層面、標準、指標與主要參酌之五套專業

表4：學者專家審查格式舉例

項目	審查意見
分為層面、標準、指標等三層。	□合適 □不合適，理由：_____ □建議修改：_____
層面分為專業知能、專業實踐、專業特質等三部分。	□合適 □不合適，理由：_____ □建議修改：_____
專業知能分為A-1、A-2、A-3、A-4等4項標準。	□合適 □不合適，理由：_____ □建議修改：_____
指標A-1-1屬於標準A-1範圍，且指標說明(內容、對象)妥適。	□合適 □不合適，理由：_____ □建議修改：_____

標準進行比對、修正，在確認各項皆能涵蓋各國重要標準內容後，即形成「國小數學教師專業標準確定版」。

三、不同對象具備程度設定階段

本研究除了擬定國小數學教師專業標準所需包含之層面、標準、指標及其內容說明外，並希冀探討從職前教師、初任教師、一般教師到專家教師的發展反映在國小數學教師專業標準下各指標所應具備程度的問題，置入一般教師的考量有二，其一是潘慧玲等(2008a)之文獻分析指出，國外重要教師標準若涉及教師職級或生涯發展，多採四個階段之劃分；其二是就實際考量而言，將專家教師視為初任教師之下一個生涯發展階段是不合理的配置。因此，基於學界對職前教師、初任教師、專家教師等語詞之認知有共識，本研究僅界定一般教師為非職前教師、初任教師也非專家教師者之泛稱。此階段邀請審查教師就每個指標說明內容分別對四種對象作勾選。最後則採用集群分析的方式來分析五十位現場教師之勾選結果，並將指標說明內容對應四種對象進行分群，以此訂定各指標對不同對象之具備程度。

肆、結果形塑

以下分別就初稿的萌芽與訂定、專業標準的修訂與發展，以及不同對象具備程度三階段來說明本研究建構「國小數學教師專業標準」之形塑。

一、專業標準初稿的萌芽與訂定

本研究的主要目的之一是在建構國小數學教師專業標準所應有之層面、標準與指標，並就每一項指標發展相關的內容說明。本階段依理論架構一節中，對數學教師專業標準回顧之發現，將「專業知能」、「專業實踐」與「專業特質」三個層面作為組成的上位概念；另外，依對數學教師專業知能構成回顧之發現，將足以支持數學教學的數學知識與技能、學生學習數學的知識、數學課程以及數學教學知識等作為「專業知能」此一層面下的重要標準類別。至於「專業實踐」與「專業特質」此兩層面下的標準類別則源自主要參酌的五套專業標準，前者包括學習環境、計畫、教學與評量；後者則包括正向態度、反思與專業發展、參與專業社群。依此過程，研究小組逐步發展出專業標準草案。為檢核所擬定草案指標的內容效度，研究小組進一步將其與主要參酌之五套國外標準進行比對，結果如表5。

由表5可看出，本研究所建構專業標準草案之各項指標多能與五套國外標準加以對應，唯一例外是表格中未出現Q21指標，此乃因TDA教師專業標準Q21是指向教師對促進兒童與年輕人健康與幸福之政策等有所察覺且知道如何去做，NCETM (2007)本身並未對該指標進行數學上之詮釋。最後，研究小組針對各標準、指標之文字與內容逐條確認，第一階段產物——「國小數學教師專業標準初稿」正式產生，此初稿包含專業知能、專業實踐、專業特質等三層面，共有11項標準、26條指標。

二、專業標準的修訂與發展

本階段主要透過調查與焦點座談彙整來自學者專家的聲音，以及透過意見調查蒐集來自現場教師的聲音，以修正階段一建構之「國小數學教師專業標準初稿」，期使最後確定版本能反應在地化觀點。

(一)來自學者專家的聲音

為從理論的高度檢視國小數學教師專業標準應包含的內容，此子階段蒐集來自學者

表5：國小數學教師專業標準草案／初稿與各國專業標準比對

本研究		澳洲	美國	美國	美國	英國
標準	指標	AAMT (2006)	NCATE與NCTM (2003)	INTASC (1995)	NBPTS (1998)	NCETM (2007)
A-1	A-1-1	1.2	S4、S9、S10、S11、S12、S13	P1	S III	Q14、Q16、Q22
	A-1-2		S9、S10、S11、S12、S13	P1	S III	Q14、Q16、Q22
	A-1-3		S1、S9、S10、S11、S12、S13	P1	S III	Q14、Q16、Q22
A-2	A-2-1		S2		S III	Q14、Q16、Q22
	A-2-2	1.2	S3	P6		Q4
	A-2-3	1.2	S5、S9、S10、S11、S12、S13		S III	Q17
	A-2-4		S1、S4、S5		S III	
A-3	A-3-1	1.3	S8	P2	S II	Q18
	A-3-2	1.1	S8	P3	S II	Q18、Q19、Q20
A-4	A-4-1	1.2	S8、S9、S10、S11、S12、S13	P1	S IV	Q15、Q22
	A-4-2	1.3	S6、S8	P4、P7	S IV	Q10、Q17、Q23
	A-4-3		S8	P8	S IV	Q11、Q12
B-1	B-1-1	3.1	S14	P2、P3		Q19、Q25
	B-1-2	3.1		P5	S VI	Q30、Q31
B-2	B-2-1	3.2		P7	S IV	Q25
	B-2-2	3.2				
B-3	B-3-1	3.3		P4、P6	S IV、S V、S VII	Q24
	B-3-2	3.2*			S VIII	Q24
B-4	B-4-1	3.4		P8	S IV、S IX	Q13、Q26、Q27、Q28
	B-4-2	3.4				Q13、Q26、Q29
C-1	C-1-1	2.1	S7			Q1、Q2、Q3
	C-1-2	2.1			S I	Q1、Q2、Q6
C-2	C-2-1	2.2		P9		Q7
	C-2-2	2.2		P9	S X	Q7、Q8
C-3	C-3-1	2.3		P10	S XI	Q4、Q5
	C-3-2	2.3			S XII	Q6、Q9、Q32、Q33

註：1. 標準／指標A指專業知能、標準／指標B指專業實踐、標準／指標C指專業特質。
2. 國外標準之S代表標準(Standard)、P代表原則(Principle)、Q代表合格教師(Qualified teacher status)。
3. *表示本研究擬定之指標意涵隱含在該項目。

專家的聲音。在彙整與分析來自學者專家觀點的過程中發現，學者專家主要關注的重點在於專業標準的層面、標準、指標及其之間的關係，並對整體標準的結構提供建議。整體而言，十位專家學者皆未針對層面與標準的部分提出不合適之意見；至於指標內容的部分，則有84.62%勾選同意選項，10.38%勾選建議修改選項，5.00%勾選不合適選項，而不合適選項則分散在不同的指標項目，表6是對學者專家意見調查之部分結果。

針對學者專家建議，「國小數學教師專業標準初稿」主要做了下述修訂：在專業知能層面將專業知識與專業能力的指標做了更清楚的切分，如將數學解題指標由A-1-3教師具有與數學課程相關的解題性知識，移動至A-2-1教師具有數學解題的能力；融合原A-2-2與A-2-3為新指標A-2-3教師具有表徵與溝通的能力；另外亦將學生的迷思概念從A-3-1有關學生數學學習發展知識中獨立出，新增指標A-3-3教師理解學生數學學習上常見的迷思類型和原因。在專業實踐層面則是將部分指標的遣詞用字以強調實踐的方式呈現，並將指標B-1-2修正為營造正向積極的學習氛圍。在專業特質層面則是在指標C-2-2強調以增進教學實務為依歸。限於篇幅，以下僅以指標B-2-1與B-2-2為例，說明研究小組針對學者專家意見修改指標之歷程。就初稿指標B-2-1「教師考量教學目標、教材性質及學生特性以發展數學教學計畫」而言，學者專家之意見有三：(1)「考量」是一種思考而非實踐、(2) 建議修改「學生特性」成「學生特質」、(3) 較冗長，建議修改為「考量教材目標、學生特性發展教學」；至於初稿指標B-2-2「教師發展的教學計畫以組織學生完善的數學學習經驗為意圖」學者專家之意見則有：(1) 較冗長，建議修改為「發展符應學生學習經驗的教學」、(2)「意圖」是否即行動？配合B-2修改，不宜使用「……為『意圖』」。針對上述意見，研究小組內部討論時，除同意改以強調實踐之方式敘寫外，亦希望所用文字儘量精簡，故在不違背原指標內涵下，使用標準B-2中設計數學教學計畫的兩種主要依據，即課程目標與學生經驗，來組織指標，而將B-2-1修改為「教師依據課程目標設計數學教學計畫」，至於教材性質等則納入該指標說明的內容部分。另外則將學生特質等併入B-2-2之指標說明連同原學生學習經驗，而將B-2-2改為「教師依據學生經驗設計數學教學計畫」。最後，再將初稿修正後條文與五套國外國家層級之數學教師專業標準進行內容比對，發現國外數學教師專業標

表6：學者專家對於「國小數學教師專業標準」初稿意見調查結果舉例

問卷項目	合適	建議修改	不合適
分為層面、標準、指標等三層。	10	0	0
層面分為專業知識、專業實踐、專業特質等三部分。	10	0	0
專業知識分為A-1、A-2、A-3、A-4等4項標準。	8	2	0
專業實踐分為B-1、B-2、B-3、B-4等4項標準。	9	1	0
專業特質分為C-1、C-2、C-3等3項標準。	10	0	0
指標B-1-1屬於標準B-1範圍，且指標說明(內容、對象)妥適。	8	2	0
指標B-1-2屬於標準B-1範圍，且指標說明(內容、對象)妥適。	9	1	0
指標B-2-1屬於標準B-2範圍，且指標說明(內容、對象)妥適。	7	2	1
指標B-2-2屬於標準B-2範圍，且指標說明(內容、對象)妥適。	8	2	0

04-張淑怡.indd 226 2012/7/17 下午 12:41:08

準並未強調學生的迷思概念，多以學生知識視之，由於其為與會學者專家所強調，故研究小組最後仍保留新增指標A-3-3，而此子階段產物——「國小數學教師專業標準定稿」亦正式產出，雖然過程中指標有所移動、融合、新增，但最後指標數仍維持26條。

(二)來自現場教師的聲音

為使所建構之專業標準符合可行性的需求，在教學現場能加以落實，此子階段蒐集來自現場五十位教師的聲音，主要修正「國小數學教師專業標準定稿」之句子流暢度與用字遣詞，期使之能為第一線教育人員所掌握。針對現場教師建議，「國小數學教師專業標準定稿」主要就專業知能層面的四條指標，以及不同指標下的內容部分進行修訂。四條指標分別修訂為A-1-2教師具有數學教學所需的程序性知識；A-3-1教師具有學生數學學習與認知發展的知識；A-3-2教師具有學生數學學習與認知發展存在個別差異的知識；A-3-3教師具有學生學習數學存在錯誤和迷思的知識。最後，再將定稿修正後條文與五套國外國家層級之數學教師專業標準進行內容比對，由於定稿修正過程主要針對文句，而非內容，故不影響先前與國外標準比對結果。至此，包含三大層面，11項標準、26條指標及其內容說明之「國小數學教師專業標準確定版」正式成型，限於篇幅，完整的指標說明，請詳附錄一。

三、不同對象指標具備程度之探討

本研究有關指標在不同對象具備程度之訂定，主要源自對現場教師意見進行集群分析之結果。以50位教師在每個指標說明內容項下對每個對象是否需具備進行勾選，打勾者表示應具備，編碼為1；未打勾者表示不需具備，編碼為0，故每一指標之內容說明在不同對象下之資料其值介於0 ~ 50之間，數值越大表示有越多教師同意該對象需具備該指標所闡釋之內容；因共有82個指標說明內容、4種適用對象，總計82 x 4 = 328筆資料。本研究以50人整體認同需具備此細項的程度為資料來源，故以連續量做統計分析。將此人數作為「認同需具備程度」，簡稱「具備程度」。經過每一個對象對每一個指標內容說明所給予的權重的分群得知，三至六個群組分組的F考驗皆達顯著水準，其中三個群組的F = 2,290.94、四個群組的F = 2,497.36、五個群組的F = 2,526.87、六個群組的F = 2,096.92，由於五個群組的F值最大，並考量四種對象應當有所差異，再加上「不需具備」及「場域經驗」等層次設定之思考，因此選定五個群組以訂定指標適用對象具備程度。至於五個群組之中心點、範圍、個數以及ANOVA F值則如表7所示。

選定五個群組來區分適用對象及指標說明內容之具備程度後，第一群組的變數範圍0 ~ 7，其中0代表不需具備，以「—」表示，1 ~ 7代表須具備「場域經驗」；第

表7：五群組之中心點、範圍、個數及ANOVA

	第一群組	第二群組	第三群組	第四群組	第五群組
中心點	1.93	11.83	23.27	35.56	48.20
變數範圍	0 ~ 7	9 ~ 22	23 ~ 35	36 ~ 44	45 ~ 50
資料個數	28	23	15	59	203
F值			2,526.87***		

***p < .001

二群組到第五群組分別以「1」、「2」、「3」、「4」命名，表示不同具備程度，分別為少部分具備、部分具備、大部分具備，以及完全具備。換言之，「—」表示沒有任何教師同意該適用對象需具備該指標內容，其主要反映在職前教師和初任教師於C-3-2指標所有說明內容之具備程度上，以及職前教師於B-3-2與C-3-1指標最後一點說明內容之具備程度上。「場域經驗」表示有1 ~ 7位教師同意該適用對象需具備該指標說明內容，其強調對於數學教師現場工作之觀摩與初步嘗試，其主要落在職前教師和初任教師於B專業實踐及C專業特質之指標說明內容上。研究小組為聚焦於指標之具備程度，進一步將同一指標項下每一說明內容之具備程度取其最小值與最大值方法來註記，表示該指標之說明內容的具備範圍，結果如表8。

爲探究現場教師意見對於不同對象所強調之專業表現所具備程度有著何種差異，研究小組再進一步針對四種不同對象，分別就專業知能、專業實踐以及專業特質等三層面原始之指標說明內容具備程度求取平均值作為相對參照；在加總過程中，指標說明內容為「場域經驗」或「—」者皆以0代入，結果如表9。

由表9現場教師意見調查分析所得數據可看出，專業知能、專業實踐與專業特質三個層面的具備程度，皆隨著職前教師到專家教師的生涯發展而逐步提升；且專業特質隨著生涯發展之上升幅度最高，專業知能之上升幅度最小。例如：現場教師認為職前教師的專業知能應為2.36，即介於「部分具備」與「大部分具備」之間，至於專家教師則須提升至4.00，即「完全具備」。又如：現場教師認為職前教師的專業特質僅為0.47，即「場域經驗」，至於專家教師則須提升至「完全具備」，相較之下，後者之上升幅度較大。此外，當分別檢視四類教師在三個層面之具備程度，可發現除了專家教師在三層面皆被賦予最高之具備程度外，現場教師賦予另三類教師的專業知能較高之具備程度，而專業特質之具備程度最低。如職前教師的專業知能具備程度須介於「部分具備」與「大部分具備」之間，然而專業特質之具備程度僅需為場域經驗。

伍、討論與建議

本研究透過文獻分析、學者專家意見調查與焦點座談，以及現場教師意見調查來訂定國小數學教師專業標準。在文獻的取樣上主要參酌五套國外國家層級之數學教師專業標準，強調數學教師專業標準之訂定應直接參考數學教師專業標準的條文。本研究所擬訂的國小數學教師專業標準主要依層面、標準與指標三個階層來組織整體架構，包含專業知能、專業實踐以及專業特質等三個層面，下分11項標準與26條指標。根據研究小組的討論，本研究發展出之國小數學教師專業標準有以下五點的相關討論與建議：

一、國小數學教師不同階段專業發展之脈絡

從在職教師觀點，本研究所建構之「國小數學教師專業標準」，對職前、初任、一般及專家教師在專業知能、專業實踐以及專業特質三個層面在具備程度上有重點上的差異(詳表9)。此一現象與前述表2針對職前教師、初任教師與專家教師之NCATE與NCTM (2003)、INTASC (1995)、NBPTS (1998)與AAMT (2006)等四套數學教師專業標準所做分析之結果相呼應。綜合上述研究結果，本研究建議數學教師的職前培育應提供包含學科知識與教學內容知識等的專業知能，以作為未來發展的基礎；而初任教師應特別強調

表8：「國小數學教師專業標準」(含具備程度)

面向	標準	指標	指標說明對象			
			職前教師	初任教師	一般教師	專家教師
A. 專業知能	A-1教師具有數學教學所需的數學知識。	A-1-1教師具有數學教學所需的數學概念性知識。	3～4	4	4	4
		A-1-2教師具有數學教學所需的數學程序性知識。	3	4	4	4
	A-2教師具有數學教學所需的數學過程能力。	A-2-1教師具有數學解題的能力。	1～3	2～4	4	4
		A-2-2教師具有數學推理與論證的能力。	2～3	2～4	3～4	4
		A-2-3教師具有數學表徵與溝通的能力。	2～3	3～4	4	4
		A-2-4教師具有數學與非數學情境連結的能力。	2	3	4	4
	A-3教師具有學生學習數學的知識。	A-3-1教師具有學生數學學習與認知發展的知識。	2	3	4	4
		A-3-2教師具有學生數學學習與認知發展存在個別差異的知識。	3	4	4	4
		A-3-3教師具有學生學習數學存在錯誤和迷思的知識。	2	3	4	4
	A-4教師具有數學課程與教學的知識。	A-4-1教師理解數學課程的內容脈絡與發展。	2	3	3～4	4
		A-4-2教師具有數學教學的知識。	2～3	3～4	4	4
		A-4-3教師具有數學學習評量的知識。	2～3	3～4	4	4
B. 專業實踐	B-1教師營造有助於數學學習的環境。	B-1-1教師因應學生個別差異適性教學。	1	3	4	4
		B-1-2教師營造正向積極的學習氛圍。	1	4	4	4
	B-2教師設計符合課程目標與學生經驗的數學教學計畫。	B-2-1教師依據課程目標設計數學教學計畫。	1	3	4	4
		B-2-2教師依據學生經驗設計數學教學計畫。	1	3	4	4
	B-3教師運用教學策略與科技資源協助學生數學學習。	B-3-1教師選用適當教學策略，協助學生數學學習。	1	2～3	4	4
		B-3-2教師利用科技媒體資源，擴展學生數學學習。	場域經驗	場域經驗～1	4	4
	B-4教師多元評量學生學習並據以調整數學教學。	B-4-1教師運用多元評量，檢視學生數學學習。	1	2～4	4	4
		B-4-2教師根據評量結果，調整數學教學。	場域經驗	1	1	4
C. 專業特質	C-1教師對於數學教學與學生學習保持正向積極的態度。	C-1-1教師對數學教學具有熱情，並對學生關心與尊重。	2～3	4	4	4
		C-1-2教師具有所有學生都能學習數學的信念，並致力增加學生學習數學的機會。	場域經驗～1	1	4	4
	C-2教師對其數學教學實務反思並主動追求專業發展機會以增進新知。	C-2-1教師有目標的追求個人在數學教學知識、技能、情意上的專業成長。	場域經驗	2～3	3～4	4
		C-2-2教師透過專業閱讀、實務反思、與學者互動等增進新知，並掌握數學課程改革重點，以增進數學教學的實務。	場域經驗	場域經驗	2～3	4
	C-3教師參與專業工作相關社群，並對促進數學教學知能的提升與實踐有貢獻。	C-3-1教師在同儕或家長社群中，積極提供數學教學與學生學習的經驗或新觀念。	場域經驗	2～3	4	4
		C-3-2教師和同儕及數學教育專家合作，以促進學校數學課程設計，提升各年級的數學教學實務品質。	—	—	場域經驗	4

註：1.「一般教師」係指非職前教師、初任教師也非專家教師者，其他則依學界的認定。
2. 具備程度1：少部分具備。2：部分具備。3：大部分具備。4：完全具備。

表9：四類對象於不同層面具備程度平均值

層面＼對象	職前教師	初任教師	一般教師	專家教師
專業知能	2.36	3.41	3.95	4.00
專業實踐	0.81	2.54	3.77	4.00
專業特質	0.47	1.65	3.00	4.00

註：「一般教師」係指非職前教師、初任教師也非專家教師者，其他則依學界的認定。

專業實踐。另外，就一般教師專業成長而言，則應釐清所針對之培育對象在發展階段中的位置與經驗，以提供適當的內容與方式上的協助。至於專家教師之發展則須逐步側重專業特質上的要求，服務對象應不侷限於學生，而應擴及學校其他同仁，反映在國內現場環境即如數學領域輔導員的培育，此種專業特質的培育絕不可能在短時間內達成，需有連續專業且適當的環境以涵養其應具備的特質。

二、標準中專業知能與專業實踐層面之差異

由上述論述可知，職前教師階段應強調專業知能，即「知」的部分，而初任教師階段則需強調專業實踐，即「行」的部分。然而研究小組於分析現場教師意見調查資料時發現，部分教師於詮釋專業知能及專業實踐時可能有混淆的現象。例如：有些教師認為在專業知能層面應強調「能理解並運用於數學的解題歷程中與課程教學中」、「教師能將數學的推理與論證融入數學教學課程中」，以及「教師應能鼓勵學童發表他的想法重述問題、重述解題策略或者補充說明讓學童學習聚焦」等陳述。就本研究所建構之「國小數學教師專業標準」而言，專業知能層面強調教師對所任教之數學內容、過程與本質應有廣泛的認識與瞭解；專業實踐層面強調的則是教師能整合課程、教學、評量及學生學習的知能，並於教學現場中加以實踐，兩者間之不同主要在於「知」與「行」間之差異。由是建議未來推廣本研究所建構之「國小數學教師專業標準」時，對於「專業知能及專業實踐所指分別為何？」是必須特別注意的向度。此外，由於實習輔導階段是協助職前教師逐漸符合初任教師資格之重要過渡，故本研究建議應於實習輔導階段強調「知」與「行」間的融合。

三、職前數學教師專業知能之養成

當檢視現場教師意見調查所得不同對象指標說明內容具備程度，可發現在職前教師階段即被期待應「完全具備」之指標說明內容部分，如指標A-1-1的第一個內容「理解國小數學課程綱要每個主題所牽涉或隱含的概念性知識」。研究小組並不將此一現象解讀為在職教師對此知能即不需終身學習，而是與其他指標相較之下，數學教學所需的概念性知識更被視為在職前階段即應妥善具備。此外，尚有部分專業知能指標說明於職前階段即被期待應「大部分具備」，如「理解評量在數學教學中的功能與優缺點」等等。由於目前職前師資培育課程規畫中與數學相關科目至多僅有普通數學與數學教材教法這兩科，故建議將上述被高度期待的指標內容適度的納入課程中。如：普通數學可強調「具備數學教學所需的數學概念性與程序性知識」、「理解國小數學課程綱要每個主題之能力指標所牽涉的數學問題，並能運用數學概念性知識和程序性知識解決問題」、

「理解並掌握與數學課程相關之推理和證明」、「知道各種用來表達數學概念的表徵方法，並能選擇適合的表徵以溝通數學概念」等教學目標。至於數學教材教法則可強調「具有數學教學法的知識」、「具有依據數學教學目標設計數學教學活動的知能」、「知道多種鼓勵學生發展批判思考、問題解決和發表能力的教學策略和技術」、「理解評量在數學教學中的功能與優缺點」等教學目標。進一步，若以Delaney等(2008)及Hill等(2008)所建構的數學教學知識模型來思考：為了協助職前教師能勝任國小數學教學的需求，目前國小學程至多僅普通數學與數學教材教法兩科的課程規畫是否足夠？普通數學的教授內容是否較傾向於一般內容知識與數學水平知識？較少強調上述有關教導數學所需之數學知識與技能的特定內容知識。

四、專業實踐指標躍升之深層意涵

從現場教師意見調查所得不同對象指標具備程度(如表8)亦可發現，部分專業實踐指標之具備程度由「少部分具備」直接躍升至「完全具備」，以下針對此一躍升現象進一步討論：

(一)職前至初任教師階段具備程度之躍升

就專業實踐面向而言，職前教師階段指標之具備程度多僅被期待為「少部分具備」，指標B-1-2於職前教師至初任教師階段由1躍升至4，即「少部分具備」躍至「完全具備」，此一現象可視為是在初任教師階段，相較於其他指標，「B-1-2教師營造正向積極的學習氛圍」是更被高度期待的，包括「鼓勵學生成為主動的學習者，協助其建立信心與自尊，且發展對數學的興趣與學習動機」，以及「鼓勵學生進行正向的社會互動與彼此合作」。由是，上述指標內容可視為實習輔導階段應更被強調之師培重點。

(二)初任至一般教師階段具備程度之躍升

就專業實踐面向而言，一般教師階段指標之具備程度多被期待為「完全具備」，指標B-3-2於初任教師至一般教師階段由場域經驗與「少部分具備」之範圍躍至「完全具備」。此一現象可視為是在初任教師階段，相較於其他指標，「B-3-2教師利用科技媒體資源，擴展學生數學學習」是較不被期待的，包括「善用網際網路搜尋合適的參考資訊與補充教材，並應用於教學中」、「選用或發展合適的科技與媒體資源，以擴展學生學習的廣度與深度」、「善用適宜的校內與社區資源，以增進教學內容的豐富性」。由是，實習輔導階段之師培重點應在於學習設計符合課程目標與學生經驗的數學教學計畫並據以進行教學，而非學習使用科技媒體擴展學生數學學習的廣度與深度。

(三)一般至專家教師階段具備程度之躍升

就專業實踐面向而言，專家教師階段指標之具備程度皆被期待為「完全具備」，指標B-4-2於一般教師至專家教師階段由1躍升至4，即由「少部分具備」躍至「完全具備」。此一現象可視為是在一般教師階段，相較於其他指標，「B-4-2教師根據評量結果，調整數學教學」是較不被期待的，包括「根據多元評量結果，分析學生的學習成效」、「隨時檢視學習成效，作為是否進行補救教學或調整教學的依據」。換言之，考量個別學生特殊需求的優質補救教學是具高難度的，是從一般教師進階至專家教師須面對之挑戰。

五、專業特質指標對專家教師之意涵

除了專業實踐面向之指標具備程度有躍

升現象外，專業特質面向之指標C-3-2亦於一般教師至專家教師階段由「場域經驗」躍升至「完全具備」，該指標內容主要涉及教師和同儕及數學教育專家合作，以促進學校數學課程設計，提升各年級的數學教學實務品質。有關此一現象之詮釋或可從Australian Institute for Teaching and School Leadership (AITSL, 2011)教師專業標準得到啟發，AITSL標準中專家教師之上尚有領導教師層級，所謂領導教師指的是在教師的生涯發展最後階段除了應當展現知識、實踐與認同上的專業外，更應能夠引領同儕進行專業成長，且是校內外專業、合乎倫理(ethical)以及備受尊重的個體。由於本研究教師發展之最高層級是專家教師，一般教師至專家教師間之躍升現象或許反映出原先的生涯發展分類是不足的，將領導教師視為專家教師生涯發展的下一階段或許是可行的方向，亦即不僅強調課堂上專精的數學教學，更進一步將範疇跨越到能領導與協助其他教師專業成長。換言之，從數學專家教師生涯發展的脈絡而言，除了應在數學教學上展現專業外，更應擔當不同層級數學領域的教師領導者，打破教室的藩籬，帶領學科領域的教師專業發展。

數學師資品質一直是我國引以為傲之處，然而隨著師資培育法的公布，師資來源與培育逐步走向開放與多元，部分師培生在職前階段甚至並未修習過數學或數學教育相關學分，從本研究所訂定的標準來看，職前教師應由師資培育機構加強數學相關之專業知能，而實習輔導階段則應加強教學現場之專業實踐部分，才能達到本標準對初任教師之期望。再就在職教師發展的部分來看，隨著九年一貫數學課程的實施與各縣市國民教育輔導團的建立，專家教師的需求更勝以往，從本研究結果可發現，專家教師不僅在專業實踐上應是出色的，專業特質的要求與展現更是其被關注的面向，此一部分在未來也需要有更多研究與資源的投入，才能建構一完整的數學師資培育與成長體系。

參考文獻

1. 吳明崇(2003)。**國中數學專家教師教學專業知識內涵之個案研究**。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學教育研究所，臺北市。
2. 李園會(2001)。**臺灣師範教育史**。臺北市：南天。
3. 李源順、呂玉琴(2006，11月)。**國小教師數學教學專業知能初探：學者的觀點**。發表於優質數理師資培育國際學術研討會。屏東市：國立屏東教育大學。
4. 李源順、林福來、呂玉琴、陳美芳(2008)。小學教師數學教學發展標準之探究：學者的觀點。**科學教育學刊**，**16**(6)，627-650。
5. 李靜雯(2005)。**多元師資培育之國小職前教師的分數教學知識之研究**。未出版之碩士論文，國立屏東師範學院數理教育研究所，屏東市。
6. 林碧珍(2000)。在職教師數學專業發展方案的協同行動研究。**新竹師範學院學報**，**13**，115-147。
7. 林碧珍、蔡文煥(2007)。數學領域實習輔導教師專業標準指標的發展與建立之初探。**新竹教育大學教育學報**，**24**(2)，61-91。
8. 許德田、張英傑(2004)。二位國小實習教師數學教學專業發展之研究。**國立臺北師範學院學報：數理科技教育類**，**17**(1)，25-56。
9. 曾憲政、張新仁、張德銳、許玉齡、馮莉雅、陳順和等(2007)。**中小學教師專**

業發展評鑑規準之研究。新竹市：國立新竹教育大學。

10. 劉曼麗(2006)。**國小職前教師數學專業基準與發展之研究(含實習)(2/3)**(NSC94-2522-S-153-004)。臺北市：行政院國家科學委員會。
11. 劉曼麗(2008，12月)。**國小教師數學教學專業基準發展之研究**。發表於中華民國第二十四屆科學教育研討會。彰化市：國立彰化師範大學。
12. 潘慧玲、張德銳、張新仁(2008a)。臺灣中小學教師評鑑／專業標準之建構：歷程篇。收錄於潘慧玲(編著)，**教師評鑑理論與實務**(頁229-280)。臺北市：國立臺灣師範大學教育評鑑與發展研究中心。
13. 潘慧玲、張德銳、張新仁(2008b)。臺灣中小學教師評鑑／專業標準之建構：成果篇。收錄於潘慧玲(編著)，**教師評鑑理論與實務**(頁281-298)。臺北市：國立臺灣師範大學教育評鑑與發展研究中心。
14. Australian Association of Mathematics Teachers. (2006). *Standards for excellence in teaching mathematics in Australian schools (2006 edition)*. Retrieved December 21, 2007, from http://www.aamt.edu.au/Activities-and-projects/Standards/Standards-document
15. Australian Institute for Teaching and School Leadership. (2011). *National professional standards for Teachers*. Retrieved June 10, 2011, from http://www.teacherstandards.aitsl.edu.au/Static/docs/aitsl_national_professional_standards_for_teachers_240611.pdf
16. Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, *44*(4), 263-272.
17. Delaney, S., Ball, D. L., Hill, H. C., Schilling, S. G., & Zopf, D. (2008). "Mathematical knowledge for teaching": Adapting U.S. measures for use in Ireland. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *11*(3), 171-197.
18. Fennema, E., & Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 147-164). New York: Macmillan.
19. Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, *39*(4), 372-400.
20. Interstate New Teacher Assessment and Support Consortium. (1995). *Model standards in mathematics for beginning teacher licensing & development: A resource for state dialogue*. Washington, DC: CCSSO.
21. National Board for Professional Teaching Standards. (1998). *Middle childhood through early adolescence/mathematics standards (for teachers of students ages 7-15)*. Arlington, VA: Author.
22. National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics. (2007). *The NCETM exemplification of the TDA professional standards*. Retrieved November 8, 2008, from http://www.ncetm.org.uk/Default.aspx?page=13&module=res&mode=1

00&resid=6586

23. National Council for Accreditation of Teacher Education. (2001). *Professional standard for the accreditation of schools, colleges, and departments of education*. Washington, DC: Author.
24. National Council for Accreditation of Teacher Education. (2008). *Program report for the preparation of elementary mathematics specialist teachers*. Retrieved March 10, 2008, from http://www.ncate.org/ProgramStandards/NCTM/NCTMELEMWebReport-May18.doc
25. National Council for Accreditation of Teacher Education, & National Council of Teachers of Mathematics. (2003). *Programs for initial preparation of mathematics teachers*. Retrieved March 10, 2008, from http://www.ncate.org/ProgramStandards/NCTM/NCTMELEMStandards.pdf
26. National Council of Teachers of Mathematics. (1998). *NCATE program standards: Program for initial preparation of K-4 teachers with an emphasis in mathematics, 5-8 mathematics teachers, 7-12 mathematics teachers*. Reston, VA: Author.
27. Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
28. Teacher Training Agency. (2003). *Qualifying to teach: Handbook of guidance summer 2003*. London: Portland House.
29. Thompson, A. G. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). New York: Macmillan.
30. Training and Development Agency for Schools. (2007). *Professional standards for teachers*. Retrieved November 22, 2008, from http://www.merton.gov.uk/learning/training-development/professional_standards_for_teachers.pdf

附錄一：「國小數學教師專業標準」確定版(含指標說明)

面向	標準	指標	指標說明內容
A.專業知能	A-1教師具有數學教學所需的數學知識。	A-1-1教師具有數學教學所需的數學概念性知識。	• 教師理解國小數學課程綱要每個主題所牽涉或隱含的概念性知識，例如不同數系之間的關係，位值制的概念；數量之間的關係；歐式幾何圖形的結構和性質；資料整理和呈現等。 • 教師能察覺、理解和形成數學概念內的連結和數學概念之間的連結，掌握它們之間上下階層的關係，使其產生具一致性的整體概念。例如從正整數概念至分數概念，至小數概念，最後形成數系的概念；從集合概念、等量概念、不等量概念、最後形成邏輯關係的概念；從三角形的性質、四邊形的性質、……、多邊形的性質、最後歸納比較各種幾何圖形共有和特殊的結構。
		A-1-2教師具有數學教學所需的數學程序性知識。	• 教師理解國小數學課程綱要每個主題之能力指標所牽涉的程序性知識。例如整數、分數、小數的四則運算；幾何圖形的平移、旋轉和翻轉；製作統計圖表；測量各種幾何圖的長度和面積等。 • 教師熟悉各種具體表徵和教具，例如符號、圖形、模型、工具等，的操作程序，用以呈現數學概念的結果，例如使用數字和運算符號列出計算式；用統計圖呈現資料的分布；使用幾何模型展示幾何結構；用數線或座標標明位置和描述空間的關係；用尺測量長度等。
	A-2教師具有數學教學所需的數學過程能力。	A-2-1教師具有數學解題的能力。	• 教師理解國小數學課程綱要每個主題之能力指標所牽涉的數學問題，並能運用數學概念性知識和程序性知識解決問題。 • 教師理解多種不同且適當的問題解決策略，並能運用於數學的解題歷程中。 • 教師能反思、監控、管理和調整自我的數學解題策略和歷程，能從解題的歷程中欣賞數學知識的美感，發現數學知識的重要。
		A-2-2教師具有數學推理與論證的能力。	• 教師能理解並掌握與數學課程相關之推理和證明。 • 教師知道與數學課程相關之推理和論證的策略和方法。 • 教師能理解並評估學生的數學推理和論證。
		A-2-3教師具有數學表徵與溝通的能力。	• 教師知道各種用來表達數學概念的表徵方法，例如口語、符號、圖形、模型等，並能選擇適合的表徵以溝通數學概念。 • 教師能針對數學課程中不同的主題，運用適當的數學表徵溝通數學概念，以協助和深化學生的數學理解。 • 教師能理解和釐清生活語言與數學語言的差異性，並能在課堂中精確地使用數學語言表達概念，協助學生有效的連結並使用數學語言。 • 教師能理解、欣賞和評論他人使用數學表徵來表達數學概念和思維，且樂於分享。 • 教師能依數學課程的內容使用適當的數學表徵與他人溝通。 • 教師能以適當的數學表徵來整理和紀錄數學概念和思維。

面向	標準	指標	指標說明內容
A. 專業知能		A-2-4教師具有數學與非數學情境連結的能力。	• 教師能適當地將數學概念連結至真實生活情境、其他學習領域等，以引起學生學習的興趣和強化概念的理解。 • 教師能使用合適的數學知識解決真實生活情境和其他學習領域的問題。 • 教師能在真實生活情境和其他學習領域中使用適合的數學語言和表徵與他人溝通。
	A-3教師具有學生學習數學的知識。	A-3-1教師具有學生數學學習與認知發展的知識。	• 教師理解學生學習數學的歷程，熟悉數學學習的認知發展理論和概念形成的過程，能掌握學生在各年齡階段會使用的數學表徵、解題策略、學習動機和行為等。 • 教師理解並掌握學生在數學課程綱要各主題之數學認知發展順序及概念的層次表現。
		A-3-2教師具有學生數學學習與認知發展存在個別差異的知識。	• 教師理解學生在數學潛能、學習信心和學習方法上具有個別差異。 • 教師理解學生不同的先備知識會影響數學學習與認知發展。 • 教師理解學生個人智力、經驗、教育、社會、文化等背景的差異會影響學生數學學習與認知發展。
		A-3-3教師具有學生學習數學存在錯誤和迷思的知識。	• 教師知道學生學習數學時產生的錯誤迷思類型。 • 教師瞭解學生學習數學時可能產生錯誤和迷思的原因，且知道協助學生澄清錯誤迷思的策略。
	A-4教師具有數學課程與教學的知識。	A-4-1教師理解數學課程的內容脈絡與發展。	• 教師能對數學課程綱要之能力指標進行合適的解讀。 • 教師能掌握數學課程的內涵及其理論架構。 • 教師能掌握數學教材設計與數學課程之間的關係。 • 教師能認識數學課程發展及其心理、哲學和社會等背景的影響。
		A-4-2教師具有數學教學的知識。	• 教師具有數學教學法的知識。 • 教師具有依據數學教學目標設計數學教學活動的知能。 • 教師知道多種鼓勵學生發展批判思考、問題解決和發表能力的教學策略和技術。 • 教師具有依據學生數學學習差異、錯誤或迷思調整數學教學的知能。 • 教師知道資訊與通訊科技(ICT)的應用對數學教學的影響。
		A-4-3教師具有數學學習評量的知識。	• 教師能理解評量在數學教學中的功能與優缺點。 • 教師具有能依據數學教學目標設計與發展評量任務的知能。 • 教師具有解讀與分析數學評量結果的知能。 • 教師能理解數學多元評量的策略與適用性。
B. 專業實踐	B-1教師營造有助於數學學習的環境。	B-1-1教師因應學生個別差異適性教學。	• 教師能察覺學生在潛能與學習方法上之個別差異，以及心理與情感上之個別需求。 • 教師對學生之個別差異與需求能有所回應，且協助其智力與個人發展。
		B-1-2教師營造正向積極的學習氛圍。	• 教師鼓勵學生成為主動的學習者，協助其建立信心與自尊，且發展對數學的興趣與學習動機。 • 教師鼓勵學生進行正向的社會互動與彼此合作。

面向	標準	指標	指標說明內容
B.專業實踐	B-2教師設計符合課程目標與學生經驗的數學教學計畫。	B-2-1教師依據課程目標設計數學教學計畫。	• 教師能綜合數學知識、數學學習知識，及數學課程與教學知識等專業知識發展數學教學計畫。 • 教師發展數學教學計畫時，能考量各單元教學目標與教材性質。 • 教師設計數學教學計畫時，能考量教材間的邏輯順序。 • 教師設計數學教學計畫時，能選擇合適之教科書並據以調整。
		B-2-2教師依據學生經驗設計數學教學計畫。	• 教師為學生布置的學習經驗應能使學生以原有知識為基礎發展新的數學理解。 • 教師發展數學教學計畫時，能考量學生多元文化背景等特質。 • 教師發展數學教學計畫時，能考量學生的各種可能解法與問題。 • 教師為學生布置的學習經驗應納入各種合適的教學策略與資源。
	B-3教師運用教學策略與科技資源協助學生數學學習。	B-3-1教師選用適當教學策略，協助學生數學學習。	• 教師能綜合數學知識、數學學習知識，及數學課程與教學知識等專業知識進行數學教學。 • 教師能使用多元且適當的教學策略，鼓勵學生發展批判性思考與解題技巧。 • 教師能選用有效的口語與非口語溝通技巧，促進教室內之主動探索、合作與互動。 • 教師能提供學生探索、推理與論證、表徵與溝通、將數學與非數學情境連結之機會。 • 教師能掌握適當的時機或題材，進行教學深究與協助學生。
		B-3-2教師利用科技媒體資源，擴展學生數學學習。	• 教師善用網際網路搜尋合適的參考資訊與補充教材，並應用於教學中。 • 教師能選用或發展合適的科技與媒體資源，以擴展學生學習的廣度與深度。 • 教師善用適宜的校內與社區資源，以增進教學內容的豐富性。
	B-4教師多元評量學生學習並據以調整數學教學。	B-4-1教師運用多元評量，檢視學生數學學習。	• 教師定期評量且紀錄學生於技能、內容、過程、態度等認知與情意方面的學習成果。 • 教師能設計與選擇各種符合教學目標的正式與非正式評量工具。 • 教師所使用的評量策略應公平，且適於學生與學習情境。 • 教師能綜合數學知識、數學學習知識，及數學課程與教學知識等專業知識訂定評量計畫。
		B-4-2教師根據評量結果，調整數學教學。	• 教師能根據多元評量結果，分析學生的學習成效。 • 教師能隨時檢視學習成效，作為是否進行補救教學或調整教學的依據。

面向	標準	指標	指標說明內容
C. 專業特質	C-1教師對於數學教學與學生學習保持正向積極的態度。	C-1-1教師對數學教學具有熱情，並對學生關心與尊重。	• 教師本身展現積極、熱忱的數學教學態度，重視學生對數學學習興趣的培養。 • 教師能與學生建立公平、尊重、信任、支持與有建設性的關係，並重視學生學習的特性。 • 教師關心學生在數學學習上的個別需求並且樂於提供協助與支持。
		C-1-2教師具有所有學生都能學習數學的信念，並致力增加學生學習數學的機會。	• 教師相信學生都有學好數學的能力與機會，認同學生在教育上的潛能，並承認個別學生的個性與價值。 • 教師能發展適合學生學習的數學環境，重視學生的主動學習，培養學生的溝通技巧，鼓勵學生合作學習。
	C-2教師對其數學教學實務反思並主動追求專業發展機會以增進新知。	C-2-1教師有目標的追求個人在數學教學知識、技能、情意上的專業成長。	• 教師能體會教學的日新月異並追求新知，在態度與情意上樂於且主動瞭解課程改革背後的社會因素與理論基礎。 • 教師致力於教學實務的改進，瞭解現行數學教學之相關資源，進而改善數學課程。 • 教師在數學、教學與數學學習的知識、理解及技能上的專業發展是長久且有目標的。 • 教師持續評價數學教學活動的選擇與有效性，並主動積極尋求專業成長的機會。
		C-2-2教師透過專業閱讀、實務反思、與學者互動等增進新知，並掌握數學課程改革重點，以增進數學教學的實務。	• 教師從自身教學經驗、專業閱讀及新教學法的探索中，進行實務反思並獲取新知識。 • 教師需持續瞭解數學課程的變革，以增加專業知識及改進教學實務。 • 教師能從多元的管道增進新知，並對數學教學的落實具有創意與建設性的想法。
	C-3教師參與專業工作相關社群，並對促進數學教學知能的提升與實踐有貢獻。	C-3-1教師在同儕或家長社群中，積極提供數學教學與學生學習的經驗或新觀念。	• 教師透過同儕互相學習、分享觀點，以改進數學教學；並與家長有良好的互動，適時提供學生學習的相關訊息。 • 教師能幫助同儕、家長瞭解並拓展數學及數學教學，讓同儕與家長能支持數學教學。
		C-3-2教師和同儕及數學教育專家合作，以促進學校數學課程設計，提升各年級的數學教學實務品質。	• 教師能與同儕或學者專家共同加強學校的課程設計，促進數學教育知識的提升，改善並連貫各個年級數學教學的實踐。 • 教師具有穩當的數學知識並掌握相關的教學法，瞭解不同年級與不同能力之正式與非正式數學課程，進而協助同儕進行有效教學。 • 教師能與同儕或學者專家合作進行數學教學相關之行動研究，致力於實務的改進。

科學教育學刊
2012, 第二十卷第三期, 217-239

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(3), 217-239

The Development of Professional Standards for Elementary Mathematics Teachers

Jing Chung[1], Shu-I Chang[1,*], Hsing-Me Chen[1], Yu-Jen Lu[2] and Kun-Pang Tai[1]

[1]Department of Mathematics and Information Education, National Taipei University of Education
[2]Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

Abstract

This study reports the development of "Professional Standards for Elementary Mathematics Teachers" (PSEMT). Based on national standards used in other countries, the proposed PSEMT were developed in three steps: (1) a complete analysis of literature was conducted to form a draft of the standards; (2) opinions of experts and teachers were consulted to modify the standards; and (3) the level expected to meet the goals of each standard was set. The PSEMT development utilized content analysis, focus group discussions and survey data. The resulting standards contain three domains, eleven standards and twenty-six indexes including detailed information and expected achievement levels for different subjects on each index. In developing the PSEMT we found that teacher candidates must strengthen their professional knowledge because, as their career developed, how to put their knowledge into practice is considered more importantly. As for excellent teachers of mathematics, they may need to emphasize on their professional attributes.

Key words: Professional Standards, Mathematics Teacher

* Corresponding author: Shu-I Chang

04-張淑怡.indd 239 2012/7/17 下午 12:41:09