

國民小學教師資格檢定加考 「數學教學專業知能」之研究

林宜臻

國家教育研究院助理研究員

摘要

本研究旨在探討「國小教師資格檢定考試加考數學教學專業知能」之適切性，以及數學教學專業知能考科之實質內涵（考試範圍、內容及題型等），以為提供教育部制訂國小教檢政策及相關單位之參考。本研究經由文件分析與專家諮詢會議，剖析美國、日本、中國、芬蘭、新加坡以及香港等地之小學教師證照取得管道，探討如何確保小學教師具有數學教學專業知能，以及教師資格考試體系相關測驗，理出測驗內容與題型等；並透過問卷調查，蒐集並分析1,812份有效問卷，瞭解教育相關人員對國小教檢加考數學教學專業知能及其內涵的看法。研究發現：（1）國小教師資格檢定考試加考數學教學專業知能具適切性；（2）數學教學專業涵蓋「學科內容知識」、「學科教學知識」、「專業責任」、「專業實務」；（3）國外數學知識體系範圍以中小學數學為主；（4）數學紙筆測驗涵蓋具深度的「選擇題」與「申論題」。建議：（1）現階段國小教檢宜加考「數學教學專業知能」；（2）數學考科內容宜涵蓋「學科內容知識」與「學科教學知識」；（3）數學考科題型宜涵蓋「選擇題」與「申論題」；（4）數學知識體系範圍宜以中小學數學為主；（5）國小教檢宜實施「教學現場評鑑」。

關鍵詞：教師資格檢定、師資培育制度、國小數學教學專業知能

A research on the content of mathematical teaching knowledge for elementary school teacher qualification evaluation

Abstract

This study aimed: (1) To investigate the propriety of testing “mathematical knowledge for teaching” in elementary school teacher qualification evaluation . (2) What’s content (e.g., domains, contents, forms) of “mathematics teaching professional knowledge” should be tested. The methods used include literature analysis, expert consultation, and questionnaire survey: (1) To analyze the teacher qualification evaluation in United States, Japan, China, Finland, Singapore and Hong Kong , to understand their systems how to ensure their preservice primary school teachers with professional knowledge of mathematics teaching; (2) By exploring the tests of teacher qualification examination, sort out the test material and the format of questions; (3) Analyze the 1,812 valid questionnaires to understand testing professional knowledge of mathematics teaching in primary school teacher qualification is propriety or not. Results indicate that: (1) It’s appropriate to test “mathematics teaching professional knowledge” in the elementary school teacher qualification evaluation. (2) The content of mathematics teaching profession includes “ mathematics subject matter knowledge” “mathematics pedagogical content knowledge” “professional responsibility”, “professional practice”; (3) The scope of mathematical subject matter knowledge is almost under senior high school mathematics; (4) Use the multiple choice questions and essay question as the types of mathematical test; (5) To implement teacher performance assessments. And the suggest as follows: (1) At this stage, to test “mathematics teaching professional knowledge” is appropriate; (2) The content of mathematics test should cover “subject matter knowledge “and” pedagogical content knowledge “; (3) The formats of mathematical test should include both “multiple choice questions” and “essay question”; (4) To test the primary and secondary school mathematics as the scope of mathematical subject matter knowledge; (5) It should be to implement the “teacher performance assessment” in the teacher qualification evaluation for elementary school.

Key words: teacher qualification evaluation 、teacher education system 、professional knowledge of mathematics teaching

壹、緒論

一、研究背景

師資是教育品質的核心，師資素質的良窳攸關教育改革的成敗關鍵，「高級中等以下學校及幼稚園教師資格檢定考試」是我國中小學師資培育制度的重大變革之一，其目的在於透過該考試機制對準教師的「教育基本能力」進行篩選，進而促進專業素質之提升。我國《師資培育法》（1994年）第4條指出「師資及其他教育專業人員之培育，由師範校院、設有教育院、系、所或教育學程之大學校院實施之」，自此，師資培育機構不僅是師範院校，只要符合條件的各公私立大學亦可開設；學士後40學分班也成為師資的來源（第6條）；只要通過修畢教師職前教育課程，經由教育學分證明書的初檢及一年的教育實習後的成績證明書的複檢，即可成為合格教師（第8條）。2002年修訂的《師資培育法》，將教育實習期程由一年縮短為半年，並併入師資職前教育課程（第8條）；應試者取得職前教育證書之後，須通過教師資格檢定考試，方能取得教師證書（第11條）；通過各縣市教師甄選考試後，方能取得教師職。2003年7月31日《高級中等以下學校及幼稚園教師資格檢定辦法》公佈後，凡2003年8月1日以後開始修習師資職前教育課程者，必需通過每年辦理一次的教師資格檢定考試。

目前的教師資格檢定考試，只檢測「國語文能力測驗」、「教育原理與制度」、「兒童發展與輔導」、「國民小學課程與教學」等四個科目（高級中等以下學校及幼稚園教師資格檢定辦法，2005），所以無法得知他們所具備的數學教學知能，是否足以成為合格教師。有鑑於此，教育部於98年5月5日及15日分別召開「高級中等以下學校及幼稚園教師資格檢定考試」加考專門領域/學科科目會議，決議如下：「（1）考量國民小學、中等學校、特殊教育及幼稚園等各教育階段別師資素質，因受教對象及修習課程等有所不同，爰各教育階段別教師專業標準有所差異，故有關本檢定考試加考專門科目乙節，第1階段為國民小學師資類科，第2階段為中等學校師資類科，其中有關國民小學師資類科考試科目及內容調整，於民國101年3月實施。（2）本檢定考試天數維持1天，考試科目以不超過4科為原則。爰國民小學師資類科考試科目初步規劃為國語文能力測驗、2科教育專業課程（「教育原理與制度」及「課程教學與輔導」）及1科專門課程（數學教學應具專業知能）之考試模式，相關之題型及命題內容則由國家教育研究院籌備處邀集相關專家學者討論後，再提會討論（教育部98年5月19日台（三）字第0980086168號函）。

為了確保國民小學數學教育品質，教師檢定考試加考數學實有其必要性且責無旁貸，本總計畫主持人陳伯璋於98年11月24-25日教育部所主辦之「98年度師資培育之大學主管聯席會議」引言時，針對確保國民小學數學教育品質，指出現況的問

題癥結，引起共鳴（陳智華，2009）。為深入探討教學現場教師及師資培育大學對於國小教師檢定考試加考數學教學專業知能及其內涵的看法，故成立本專案小組，針對國小教師檢定考試加考數學教學專業知能及內涵進行研究，廣納意見以凝聚共識。本研究在加考「數學教學專業知能」的前提下，探討該考科之實質內涵（數學教學專業知能範圍、題型等），冀盼由國小準教師的數學教學專業知能之確保，進而提升國小數學教學品質。

二、研究目的

根據上述本研究目的如下：

- （一）探討「國小教師資格檢定考試加考數學教學專業知能」之適切性。
- （二）探討加考之數學教學專業知能的實質內涵（考試範圍、內容及題型等）。
- （三）提供教育部制訂國小教檢政策及相關單位之參考。

貳、文獻探討

本文獻探討經由文件分析與專家諮詢會議，剖析美國、日本、中國、芬蘭、新加坡以及香港等地之小學教師證照取得管道，探討如何確保小學教師具有數學教學專業知能，以及教師資格考試體系相關測驗，理出測驗內容與題型等。

一、數學教學專業知能內涵

教學前的準備、教學中的教學環境營造、教學後的反省等架構良好的教學模式，但因學科本質的不同，各學科的教學方法、教學重點等學科教學知識並不盡然相同，究竟一位教師需擁有哪些知能才能勝任於數學教學呢？本節針對「哪些數學知識是教師幫助學生學習數學所必需的？」，彙整分析數學教師專業標準等之相關文獻，理出職前培訓階段完成後，小學數學教師的數學教學專業知能的要素。

（一）教師的專業知能

Shulman（1986）將教師專業知能內涵分成（1）學科內容知識（Content knowledge, CK）：學科領域中的概念及架構；（2）一般教學知識（General pedagogical knowledge, PK）：教學技巧、原理、策略及對學生學習的瞭解等；（3）學科教學知識（Pedagogical Content Knowledge, PCK）：將學科知識轉變成學生真正能夠理解、學習的知識。Shulman於1987年再納入（4）課程知識（Curriculum knowledge）：對教材與課程的瞭解；（5）學習者認知知識（Knowledge of learners and their characteristics）：對學生既有知識與概念的瞭解；（6）教育情境脈絡知

識 (Knowledge of educational contexts)：對融入教學活動的社區文化等資源的瞭解；(7) 教育目的與價值及其哲學與歷史背景等的知識 (Knowledge of educational ends, purposes, and values, and their philosophical and historical grounds) (Shulman, 1987)。

(二) 數學教學的專業知能

Hill、Schilling與Ball (2004) 以及Ball、Thames與Phelps (2008) 將Shulman對於教師知識的分類，以數學教學的觀點，進一步闡釋，形成數學教學知識內涵如下：如圖 1所示，Ball et al. (2008) 將「數學教學知識 (Domains of Mathematical Knowledge for Teaching)」分成「學科內容知識 (Subject matter knowledge)」與學科教學知識 (Pedagogical content knowledge)。

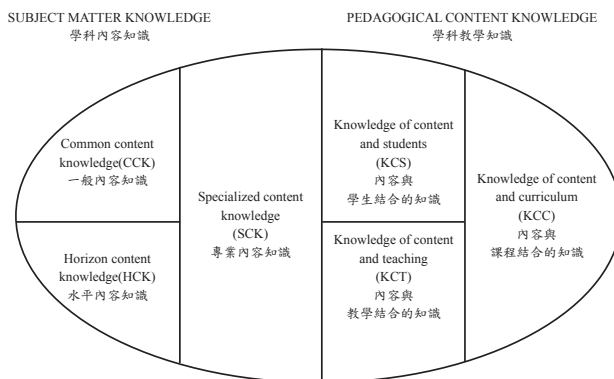


圖1 數學教學知識

資料來源：Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G.(2008). Content knowledge for teaching: What makes it special?. *Journal of Teacher Education*, 59 (5), 403.

「學科內容知識」涵蓋：「一般內容知識 (Common content knowledge, CCK)」、「水平內容知識 (Horizon content knowledge, HCK)」及「專業的內容知識 (specialized content knowledge, SCK)」。其中「一般內容知識」指的是教師具備的數學知識和技能，必須能夠分辨學生或教科書定義的錯誤等，以及能正確使用專有名詞和符號 (Ball et al., 2008, p. 399)；「水平的內容知識」指的是教師能察覺數學課程中的各項數學主題如何連結，例如：一年級教師須知所教的數學如何與三年級所學的，甚至與日後的數學相關概念連結 (Ball et al., 2008, p. 403)；「專業的內容知識」指用於教學用的數學各主題（如代數、分數、小數……等）的專門知識，如減法的「拿走 (take away) 型」和「比較 (comparison) 型」等 (Ball et al., 2008, p. 400)。

「學科教學知識」則涵蓋：「內容與課程結合的知識（Knowledge of content and curriculum, KCC）」、「內容與學生結合的知識（knowledge of content and students, KCS）」、「內容與教學結合的知識（knowledge of content and teaching, KCT）」。

其中「內容知識與課程結合的知識」包括各主題的知識及其組織架構的「內容知識」與特定年級主題的課程規劃的「課程知識」（Ball et al., 2008, p. 391）；「內容知識與學生結合的知識」指的是教師必須能預期：學生可能的想法以及困惑；所舉的例子能引起學生什麼樣的興趣與動機；所安排作業學生可能如何完成，會覺得容易還是困難，此外，必須能聽懂及解釋學生不能完整表達的語言。這些都需要對數學的熟悉，並瞭解學生及其數學的思維。「內容知識與教學結合的知識」指的是教師須具備數學教學設計的知識，能循序教學，選擇由哪些例子開始，以及哪些例子是用來讓學生深入內容；能評估使用某些特殊想法進行教學的優缺點，並能辨別不同的教學方法能否提供充分的教學。這些都需對數學以及對影響學生學習的教學法的瞭解（Ball et al., 2008, p. 391）。

姚如芬（2006）將數學教學專業內涵界定為（1）數學知識：數學專業知識、數學知識體系、數學與生活或其他領域的連結與應用；（2）數學課程知識：數學課程的目標/精神/內涵、數學課程教材地位之關聯性；（3）數學教學的認知：數學教學的主張、以有效形式表徵學科內容知識；（4）對學生學習數學的理解：對學生學習數學的認識與看法等；（5）教育情境的認知：對數學教學資源的覺知與應用。以此作為分析、歸類「數學教學成長團體」成員之數學教學專業發展的依據及其數學教學專業內涵的變化情形（姚如芬，2006，頁314）。

（三）數學教師專業知能指標

本節主要針對國內有關國小職前教師數學專業標準、小學教師數學教學發展標準等，以及監控美國三階段師資專業的機構，所提的數學教學相關準則、澳洲的卓越數學教師標準，探討數學教師專業知能指標。

1.國內數學教學標準

林碧珍與蔡文煥（2006，2007）對國小輔導教師專業發展訂定指標包括：（1）數學專業素養：專業信念、專業發展、反思能力；（2）數學教學知能：數學課程與教學規劃、數學學科、數學教學、掌握學生學習數學認知、數學學習評量、數學課程與教學評鑑，以及（3）實習輔導知能等三個向度，其中「（3）實習輔導知能」不在本研究討論範圍。

劉曼麗（2006a，2006b，2008）發展的國小教師數學教學專業基準共包含（1）基本理念：教育改革理念、學習理論、課程理論；（2）內容知識：數學知識和能力以及數學思維；（3）學科教學知識：課程、教學與學習以及評量；（4）教師專業成長：反思和進修等四個向度為其架構，另基於解題是數學教育的核心，因此將佈題、解題與溝通做為數學教學的主要過程。

李源順、林福來、呂玉琴、陳美芳（2008，頁648）整合了國內外機構或學者數學教學專業知能相關文獻，發展出6個國小教師數學教學專業知能面向：（1）數學知識（Mathematics Knowledge）：對數學教學的學科知識；（2）學生認知（Student Cognition）：對學生認知的知識；（3）教學方法（Teaching Method）：對教學法的知識；（4）教學實務（Teaching Practice）：對教學實務的知識；（5）教學評量（Teaching Assessment）：對數學教學評量的知識；（6）專業責任（Professional Accountability）：包含情意、信念等的專業責任。

2. 國外數學教學標準

（1）美國數學教師標準

以下就監控美國三階段師資專業的機構：「全美師資培育認證協會（National Council for Accreditation of Teacher Education, NCATE）」、「全美州教育行政首長協會（Council of Chief State School Officers, CCSSO）」、「全美專業教學標準委員會（National Board for Professional Teaching Standards, NBPTS）」所提數學教學相關準則，陳述於後：

1) NCATE委由NCTM制定的職前教師數學相關素養標準

1950年之後，美國教師教育主要由綜合大學和一般大學的教育學院（系）負責培育。教育經費與資源的競爭下，「全美師資培育認證委員會」應運而生，制定反應教師培育機構實況的評鑑標準。1954年得到認可，是全美國第一個教師教育認證機構。師培機構向NCATE申請評鑑，可證明辦學能力的同時，且須努力辦學，以達NCATE制定的標準。為培育更具有競爭力的教師，NCATE自2001年採用以表現為基礎的認證系統。為確保職前教師的數學相關素養，委由美國數學教師協會（National Council of Teachers of Mathematics, NCTM）制訂教師候選人有關知識、能力，以及素養的標準，該標準分為「過程標準（Procedure standards）」、「內容標準（Content standards）」、「教學標準（Pedagogy standards）」、「實地經驗標準（Field-based experience standards）」（NCTM, 2003）。共制定「初等數學專家標準（elementary mathematics specialist standards）」、「中等數學標準（middle grades

mathematics standards)」、「中學數學標準 (secondary mathematics standards)」等三套。其中「初等數學專家標準」用於培育PK-8階段師資；「中等數學專家標準」用於培育5-8年級階段師資；「中學數學專家標準¹」用於培育5-12年級的中學或高中數學教師師資 (NCATE, 2008)。

「過程標準」涵蓋 (1) 解決問題 (problem solving)：能認識、理解，以及應用數學問題的過程；(2) 推理和證明 (reasoning and proof)：能推理、建構與評估數學的論辯，並基於數學的嚴謹與深究發展評析的論述；(3) 數學溝通 (mathematical communication)：能以口頭與書寫方式溝通數學想法；(4) 數學連結 (mathematical connections)：能辨識與使用，以及進行數學概念內、外及情境中的連結，建立數學的理解；(5) 數學表徵 (mathematical representation)：以數學概念的不同表徵方式，來支援和加深學生對數學的理解；(6) 科技 (technology)：將科技技術作為教學和學習數學的重要工具；(7) 配置 (dispositions)：支持有建設性的數學過程和數學學習 (NCATE, 2008, p. 62; NCTM, 2003, p. 2-3)。

「內容標準」涵蓋 (1) 數與計算；(2) 代數；(3) 幾何；(4) 資料分析、統計及機率；(5) 測量。

「教學標準」涵蓋 (1) 教學策略 (instructional strategies)；(2) 班級組織模式 (classroom organizational models)；(3) 數學概念和過程的表達方式 (ways to represent mathematical concepts and procedures)；(4) 教材與資源 (instructional materials and resources)；(5) 提升論述方式 (ways to promote discourse)；(6) 評量學生理解的工具 (means of assessing student understanding) 等能深入瞭解學生如何學習數學，以及教與學的教學知識 (NCATE, 2008, p. 62；NCTM, 2003, pp.3-4)。

「實地經驗標準」指數學師培生應有機會：(1) 檢核數學本質如何教及學生如何學；(2) 觀察與分析一系列數學的教與學：聚焦於作業 (tasks)、論述 (discourse)、環境 (environment) 和評量 (assessment)；(3) 於個別、小組、大班的不同班級型態進行教學；(4) 參與跨級的數學學習課程。實習之際，能有更具水準的老師與具有該年段教學經驗的大學院校教授，予以監督與指導 (NCATE, 2008, p. 62)。

¹NCTM課程標準中最常被使用的一套。

2) INTASC (CCSSO) 的數學新手教師10項準則

CCSSO主要探討並形成K-12教育主要政策的共識，引領美國新手教師資格認證。「新進教師評鑑及支援聯盟（Interstate New Teacher Assessment and Support Consortium, INTASC）」是CCSSO的計畫之一，主要探討有關新進教師應具什麼樣的知識與專業素養，方能有效教學，其中數學新手教師相關內容知識及教學知識的10項準則（Principle）如下（The Interstate Teacher Assessment and Support Consortium[INTASC], 1995）：

- **準則1：**擔任任何年級的數學教師，須瞭解數學的關鍵概念及程序（procedures），並且對K-12的數學課程擁有廣泛瞭解。他們處理數學及數學的學習多於程序性的知識。他們瞭解學科架構、數學的來龍去脈，以及科技和學科間的相互影響（INTASC, 1995, p. 13）
- **準則2：**擔任任何年級的數學教師，應瞭解孩童如何學習與發展，並能提供支援孩童智力、社交和個人發展的學習機會（INTASC, 1995, p. 39）。
- **準則3：**擔任任何年級的數學教師，應瞭解學生學習的差異，並能創造適應不同學習者的教學機會（INTASC, 1995, p. 39）。
- **準則4：**擔任任何年級的數學教師，應瞭解與使用多種的教學策略，鼓勵學生發展批判思考、解決問題與表達技巧（INTASC, 1995, p. 40）。
- **準則5：**擔任任何年級的數學教師，應利用對個人與團體的動機與行為的理解，創造鼓勵正向的社會互動、積極的學習參，以及自我動機的學習環境（INTASC, 1995, p. 40）。
- **準則6：**擔任任何年級的數學教師，應利用有效的口頭、非口頭，以及媒體傳播技術知識，促進教室內的積極提問、合作與支援性的互動（INTASC, 1995, p. 41）。
- **準則7：**擔任任何年級的數學教師，應以學科內容知識、學生、社群，以及課程目標為基礎規劃教學（INTASC, 1995, p. 41）。
- **準則8：**擔任任何年級的數學教師，應瞭解並使用正式與非正式的評量策略，確保學習者的智力、社交，以及身體的持續發展（INTASC, 1995, p. 41）。
- **準則9：**數學教師是反思的實踐者，他們能持續評鑑他們的選擇，以及施於他人（學生、家長和其他學習社群的專家）的效果，並能主動尋求專業成長的機會（INTASC, 1995, p. 41）。

■**準則10**：數學教師能促進學校同仁、家長以及社區服務機構間的關係，以支持學生的學習和良好行為（INTASC, 1995, p. 42）。

3) NBPTS的數學教師專業標準

成立於1987年的「全美專業教學標準委員會（National Board for Professional Teaching Standards, NBPTS）」提供全國性教學標準認證系統的教師評鑑（NBPTS, 2009）。數學教師專業標準如下（National Board for Professional Teaching Standards, 1998）：

■標準1：對公平與接納的承諾

有素養的數學教師，承認每位學生的獨特性與價值，他們相信所有的學生都可以學習，也應該接受所有的數學課程；他們將此信念付諸於行動，有系統地提供所有學生公平且完整的數學（NBPTS, 1998, p. 13）。

■標準2：學生的知識

有素養的數學教師，明白學生是經由多樣化的教育、社會、文化背景等型塑而成。他們利用自己對學生如何學習與發展的知識，指導課程及做教學決定（NBPTS, 1998, p. 15）。

■標準3：數學的知識

有素養的數學教師，理解數學概念與數學、他科，以及校外世界的有效連結（significant connections），並應用這些概念。他們將擁有的數學概念、原理、技術、推理等豐富知識，用於設定課程的目標與教學（NBPTS, 1998, p. 19）。

■標準4：教學的知識

有素養的數學教師，將其廣泛的教學知識，用於決定課程、選擇適當教學策略、訂定教學與評量計畫（NBPTS, 1998, p. 25）。

■標準5：教學的藝術

有素養的數學教師，以優雅（elegant）且有力的方法挑戰教學。他們的實踐反映他們高度綜合個人對學生的關懷、對數學與教學的熱愛、對數學內容的理解與應用的能力，以及既有且創新的豐富教育實踐知識等（NBPTS, 1998, p. 29）。

■標準6：學習環境

有素養的數學教師，創造刺激、關懷與包容的環境。他們營造共同體（communities），使參與其中的學生，願意承擔學習的責任；從事智慧型冒險；發揮自信、自尊、獨立及合作進行工作，以及重視數學（NBPTS, 1998, p. 33）。

■標準7：使用數學

有素養的數學教師，幫助學生建立積極面對數學的性格，並促使所有學生具有將數學成為瞭解周遭世界的方法能力。他們將教學聚焦於培養學生對數學的理解，提供學生調查、探索、發現結構與關係，並展現解決問題的靈活度與毅力；創造與使用數學模型；形成自己的問題，證明與溝通他們的結論等的學習機會（NBPTS, 1998, p. 35）。

■標準8：科技與教學資源

有素養的數學教師，知道並盡可能使用最新的技術與資源，促進學生的數學學習。他們選擇、適應並創造具有魅力的教材，並利用學校和社區的人力資源，以提高學生對數學的理解和運用（NBPTS, 1998, p. 39）。

■標準9：評量

有素養的數學教師，將評量結合於教學，以促進全體學生的學習。他們設計、選擇和運用一系列正式與非正式而符合他們教育目標的評量工具，幫助學生發展自我評量，鼓勵他們反映自己的表現（NBPTS, 1998, p. 41）。

■標準10：反思與成長

有素養的數學教師，經常反省教與學。他們跟得上數學與數學教學的變化，不斷充實他們的知識與改進他們的教學（NBPTS, 1998, p. 43）。

■標準11：家庭與社區

有素養的數學教師，將家庭納入孩童的教育，並幫助社區瞭解數學與數學教學在現今世界的角色，盡可能讓社區支持教學（NBPTS, 1998, p. 45）。

■標準12：專業團隊（Professional Community）

有素養的數學教師，能和同行及其他教育專業人員合作，加強學校課程，提升課程質量，以及年級間一貫性，精進數學教育領域的知識，並改善教學（NBPTS, 1998, p. 47）。

（2）澳洲卓越數學教學標準

澳洲數學教師協會將卓越數學教學標準分為「專業知識（Professional knowledge）」、「專業特質（Professional attributes）」、「專業實務（Professional practice）」三個向度（The Australian Association of Mathematics Teachers[AAMT], 2006）。

「專業知識」涵蓋（1）對學生的知識：瞭解學生的社會與文化的背景、學生所認知與使用的數學、學生喜歡的學習方式，以及學生對數學學習的信心。（2）對數學的知識：能將數學恰如其分給予不同層級學生；知道數學如何呈現與表達；知道為何要教數學；知道數學內與數學間，以及數學與他科及社會的連結；具備信心與能力。（3）對學生數學學習的知識：瞭解目前數學學習的相關理論，以及一系列有效的策略和技巧，包括：數學的教與學、如何提升數學學習的樂趣與正面態度、訊息利用與溝通技術、如何鼓勵家長參與（AAMT, 2006, p. 2）。

「專業特質」涵蓋（1）個人特質（Personal attributes）：幫助學生學習的特質；（2）個人專業的精進（Personal professional development）：致力於教學實務的不斷改進與個人專業的精進；（3）社群責任（Community responsibilities）：積極貢獻數學教學專業於教室外的家庭學校與社區（AAMT, 2006, p. 3）。

「專業實務」促使學生的認知（指數學內容）與情感（指學習數學的感受）有正面的效果差異，涵蓋（1）學習環境：極大化學生學習機會的環境；（2）規劃學習：有條理組織讓學生得以自發性學習的經驗；（3）教學行動化：引發學生的好奇心，挑戰他們的思維，並激發他們的積極學習；（4）評量：定期評量並報告學生在認知（指數學內容）與情感（指數學學習的感受）層面，包含能力、內容、過程與態度的狀況（AAMT, 2006, p. 4）。

二、師資培育課程中的數學教學專業知能

本節探討日本、中國、芬蘭、新加坡、香港等之小學師資培育課程，進而探討其如何確保小學教師具有數學教學專業知能。

（一）我國

我國國民小學教師師資職前教育課程至少需修四十學分教育專業課程科目，但只須從17科「國民小學教師教學基本學科課程」至少選5科即可，在此規範下，學生可以不修2學分的「普通數學」亦可通過「國民小學教師教學基本學科課程」的門檻。此外，國民小學只須從7領域的國民小學教材教法必修3-4領域至少8學分即可，同樣地，學生可以不修2學分的「國民小學數學教材教法」亦可通過「國民小學教材教法」的門檻「（中等學校、國民小學教師師資職前教育課程教育專業課程科目及學分，2003）」。我國參加由國際教育成就調查委員會（The International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA）主辦之有關中小學的數學職前師資培育的「數學教師培育跨國研究（Teacher Education and Development Study in Mathematics 2008, TEDS-M 2008）」的結果顯示，我國小學數學職前教師的數學成

績排名第1，數學教學知識雖排名第2，但與排名第一的新加坡沒有顯著的差異。值得正視的是：小學受調查者成績差異較大。而且我國小學職前教師修習「大學層級數學科目」的機會排名第10、「中小學層級數學科目」第9、「數學教育科目」第13及「一般教育科目」第13，師資培育課程修習數學教育科目的機會在15個參與國之中的排名明顯落後（林碧珍等人，2011；中等教育司，2010a）。

教育部針對「數學教師培育跨國研究」調查，國小教師在師培課程修習數學科目的機會排名明顯落後，吳清基有鑑於師資培育為教育之母、是教育品質的核心、更是教育改革的成敗關鍵，宣示：（1）設置師資規劃及培育司，就師資培育政策的3個主要核心：職前教育養成、教育實習檢定暨在職教師進修發展等有效統合師資培育業務，帶動師資培育制度專業及永續發展，提升教育品質；（2）增強與落實數學師資培育課程中之數學學習理論、數學教材教法與數學教學實習課程；（3）提升師資培育大學教師具有實際教學相關經驗之比率，將抽象學理與實際教學整合等（中等教育司，2010a）。此外，基於國小採包班制教學以及數學是國小生必修之課程，為避免現階段仍有部分師資培育大學僅將數學教材教法列為師資培育選修課程，教育部要求所有的師資培育大學，自99學年度起，全面落實將數學教材教法列為師資生必修之課程，教師資格檢定考試規劃加考數學教學專業知能，以全面有效提升國民小學教師數學教學知能（中等教育司，2010b）。

（二）日本

如表1所示，日本只要在其教育部所承認設置教職課程的短大²、大學、研究所，修畢教職必要科目者，就可向各都道府縣申請教師證照—專修證照、一級證照、二級證照（教育職員免許法，2008）。

表1 日本不同證照別修習教職課程學分數之比較

證照別	學位別	學分數		
		學科科目	教職科目	學科或教職科目
專修證照 (專修免許狀)	碩士學位者	8	41	34
一級證照 (一種免許狀)	學士學位者	8	41	10
二級證照 (二種免許狀)	短大學位者	4	31	2

²指修業2-3年的短期大學

自1872年近代教育制度以來，日本小學一直以包班制為原則，東京都等教育委員會³對於技能專業性高的音樂科、美勞科、家政科採用科任制，也有些地方教育委員會，將體育及理科⁴也納入科任。為因應包班的課程，日本的小學師資培育階段，安排各學科的教學法，而所需的學分數，則依證照別而有不同要求。有些大學為培育優秀師資，提高教育相關學分數，學生須修各2學分的小學數學科教材教法、國語（含書寫）、社會、理科、生活、家庭、音樂、圖畫工作⁵、體育、道德、特別活動、小學教育內容與方法、學生指導與進路指導⁶、教育諮詢、日本教育史、教職入門、教育的理念與歷史、教育心理學、障礙兒的發育與教育、教育組織論、綜合演練、教育實習等。學科知識的修習與否，因校而有所不同，例如東京學藝大學必須修各2學分的國語、社會、理科、數學、生活、家庭、音樂、圖畫工作、體育等共計18學分的學科知識。玉川大學等則從國語、社會、理科、數學中挑修2學分；從家庭、音樂、美勞、體育挑修2學分，合計只要4學分的學科知識即可（小島宏，電子郵件，2009年9月11日）。

（三）中國

1998年，中國基於國家現代化的考量，為確保師資能擔負科技人才的培育，以及支援自1986年啟動的9年義務教育，決定建立優秀的中小學師資團隊以及改善師資訓練。根據《教師法》只要具備中等師範學校畢業及其以上學歷，便能取得小學教師資格⁷；其中師範專業的學生，須16歲以上具高中畢業資格，先參加含中文、數學、英文、物理的入學考試，再經3~4年修習：必修科目以及教學法/教育學的課程（methodology/pedagogy courses）、支持當地發展需要的選修課、以學校為主的活動、課外活動（Extra-curricular activities）等培訓課程即可取得學士文憑，並同時獲得教師培訓證書（Wang, 2008）。

由《教師資格條例》第十二條可以得知中國取得教師資格⁸管道除了具備教師法規定的學歷外，在一般大學教育學院修畢師資職前教育課程者，必須參加教師資格檢定考試合格者才能取得教師資格⁹，確保非師範體系具有師範專業。經「國標省考縣聘」過程，方能受聘為教師。由國家制定教師資格考試標準¹⁰，省一級教育行政部

³指教育局/處

⁴指自然學科

⁵指美勞

⁶指未來出路指導

⁷根據《教師法》「應當具備中等師範學校畢業及其以上學歷（第十一條第二款）」就可取得小學教師資格（詳見：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=695>）

⁸詳見：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=696>

⁹詳見：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=696>

¹⁰無指定教材，須以國家的考試綱要為基準，檢定內容亦須範圍內。

門統一組織教師資格考試和教師資格認證，縣一級教育行政部門組織教師公開招聘¹¹（教育部教師資格認定指導中心，2010）。以2010年考科為例，上海市：須先接受培訓¹²方能受試，考科為教育學、心理學、教育方法¹³；重慶市：教育學、教育心理學、教育法律法規、教師職業道德、學科專業素質和綜合實踐能力¹⁴；天津市：須先接受天津市高等學校師資培訓中心的培訓，才能考試，考教育學、教育心理學，通過者方能取得合格證書¹⁵；廣西壯族自治區：小學教育學、小學心理學、小學學科教學論¹⁶；湖北省：考湖北人民出版社2010年版資格考的教育學、心理學¹⁷。整體而言，教育學、心理學、普通話及說課指導¹⁸等四大類都必須具備一定標準，始能取得教師資格。考試時間由省級人民政府教育行政部門統一規定，教育學、心理學這兩科必須先通過標準之後，才能考最後一關的教育技能考試，通過者方能取得教師證書，才能到欲任教地區參加入職考試（指縣市教師甄試），通過入職考試始能在學校任教。中國國小階段強調分科教學，數學教師入職考試內容以高中數學程度大約占70%–80%，其餘基本教學概念占20%–30%，該關卡確保師資具有足夠的數學學科知識及教材教法技能，能擔任分科教學（郝京華，個人訪談，2009年8月1日；李星云，個人訪談，2009年8月2日）。

（四）芬蘭

2005年，芬蘭履行1999年簽訂的波隆納宣言（Bologna declaration）¹⁹，對小學師資培訓沒有重大改變，惟班級教師學分數從160轉變為必須修滿歐盟學分互認體系（European Credit Transfer System, ECTS）²⁰的300學分，包括3年學士的180學分以及2年教育學專修（major in pedagogy）碩士的120學分，才能完成教育課程，其中至少須60ECTS學分涵蓋原理與實務的教育學研究（pedagogical studies）、20學分的教學實務訓練（practical training）（FNBE, 2010b）。科任教師則須主修其任教科目（FNBE, 2010a），班級教師主要教小學1~6年級，而科任教師是教國中7–9年

¹¹《教師資格條例》第九條

教師資格考試科目、標準和考試大綱由國務院教育行政部門審定。

教師資格考試試卷的編制、考務工作和考試成績證明的發放，屬於幼稚園、小學、初級中學、高級中學、中等職業學校教師資格考試和中等職業學校實習指導教師資格考試的，由縣級以上人民政府教育行政部門組織實施；屬於高等學校教師資格考試的，由國務院教育行政部門或者省、自治區、直轄市人民政府教育行政部門委託的高等學校組織實施。

¹²指定用華東師範大學出版社出版的培訓教材。

¹³詳見：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=2335>

¹⁴詳見：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=2333>

¹⁵詳見：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=2332>

¹⁶詳見：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=2308>

¹⁷詳見：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=2305>

¹⁸指說某一教學課題打算怎樣上，以及為什麼打算這樣上的教學分析

¹⁹由歐洲29個國家於1999年共同簽署，此宣言特別強調應在2010年創建一個整合之「歐洲高等教育區」。

²⁰學分的計算，以ECTS為計算單位。不僅計算傳統上學生在課堂的上課時數（contact hours），也將學生實際學習的時數（workload）計算在內，1ECTS相當於25~30小時的學習時數。

級，也可以教高中、職業學校和成人培訓教育。芬蘭能夠確保所培育的教師具備良好素質，在於師資培育入學總量管制、嚴格的入學篩選機制，以及嚴謹的課程內容規劃（陳之華，網路個人訪談，2009年8月20日）。班級教師的4或5年師資培育²¹由大學教育系所（faculties of education）或其他同等的教師培育單位（teacher education units）提供。

（五）新加坡

所有的新加坡小學老師，除了母語、藝術、音樂和體育專任外，必須要教英語、數學、科學和社會（Gopinathan & Chuan, 2001）。欲擔任教學者，首先須具有大學學位者、或具理工學院文憑並且須含英文與數學的5個普通教育會考通過的「普通層級證書²²」或「高級證書²³」或綜合課程者²⁴、或國際學士學位²⁵等之持有者，方可提出申請。申請通過者才具有進入國立教育機構（National Institute of Education, NIE）接受一年培訓的資格²⁶，修習學士後教師教育文憑（Postgraduate Diploma in Education, PGDE）²⁷（National Institute of Education[NIE], n.d.-c）。若未具此資格者，則須先通過「專業入學考試（Entrance Proficiency Test, EPT）」，方能接受NIE兩年的培訓，而後獲得教育文憑（Diploma in Education, DipEd）（NIE, n.d.-b）。除此管道外，具理工學院文憑、高級證書、綜合課程、國際學士學位等持有者，亦可直接申請四年的教育文學士或教育理學士課程（NIE, n.d.-a）。培訓前，在申請資格業已嚴格把關，培訓後即可獲得教育文憑（Ministry of Education/Singapore, n.d.）。

新加坡因應不同管道開設多種教師培育課程，國小數學相關的選修科目不但多且多樣化。例如學士文憑課程中的數學相關選修課程，包括：9學分的「課程研究」²⁸、4學分的「數學學科知識」²⁹、15學分的「教學法內容知識與（或）教育」³⁰（NIE, n.d.-a, n.d.-b, n.d.-c）。

²¹芬蘭的課程是以課程與學分架構基於時間（organised around courses and points rather than tim）

²²General Certificate of Education Ordinary Level, GCE O-Level

²³General Certificate of Education Advanced Level, GCE A-Level

²⁴Integrated Programme ,IP。成績優異生可選初高中一貫的6年制文理綜合課程，跳過普通水準考試（GCE 'O' Level），6年教育之後，直接參加高級水準考試（GCE 'A' Level）。詳見：

<http://www.moe.gov.sg/education/secondary/other/integrated-programme/>

²⁵International Baccalaureate, IB

²⁶培訓費用由教育部支付，受訓者亦可領月薪。

²⁷PGDE課程主要用於任教中學。

²⁸1-3年級可選修每年級各3學分的「小學數學的教與學（The Teaching and Learning of Primary Mathematics）」共9學分。

²⁹數與幾何主題相關各2學分的「數學學科知識」共4學分。

³⁰各3學分的「小學數學課程現今主流（Current Initiatives in the Primary Maths Curriculum）」、「數學課程發展（Mathematics Curriculum Development）」、「數學教學評鑑（Assessing Teaching and Learning of Mathematics）」、「數與數據的教學內容知識（Pedagogical Content Knowledge for Numbers and Data）」、「測量與幾何教學內容知識（Pedagogical Content Knowledge for Measurement and Geometry）」共15學分。

（六）香港

早期香港受英管制多年，受西方想法之影響，如不用公帑，在法律容許下，可自由辦學，早期有不少「不合資格」的教師（例如來自大陸或台灣的大學畢業者）在私校任教，他們可先申請作「暫准教師」，獲得正式學位及教育文憑者，便可成為「註冊教師」。在八〇年代時只要是大學畢業或本科畢業就可到中學任教，進入小學任教甚至不必具備大學文憑，但到了九〇年代中期，大部分的中小學教師都具有大學學位（無論學科或教育學士）或教育文憑。香港特首董建華宣布：自2006年後所有新入職教師必須持有學位和受過師資訓練。直至今日，仍無法完全落實，但基本上落實，係因一些成績好的大學畢業生，一畢業就會受聘，當時沒有教育文憑，但會於夜間補足相關課程，一般在任教後3-4年仍沒有教育文憑極少。

現行制度的香港小學老師，大部分由香港教育學院以「4」模式培訓，於大學聯考，考進教育學院讀4年，內容有學科及教學法，即傳統之師範大學模式；此外，亦有「3+1」模式，即前三年讀本科，以數學為例，進入大學數學系念三年，然後進入大學（如香港中文大學）就讀一年的學位教育文憑；近年亦有其他模式，如香港中文大學教育學院與中文系（亦曾與數學系及英文教學單位合作）合辦四年之課程，將「3+1」做更佳之整合。

目前香港有三所大學開設教育專業課程，分別是香港中文大學、香港大學以及浸會大學。以香港中文大學教育學院為例，主要規劃三類課程，包括：（1）各類碩博士高級學位課程；（2）學士後教育文憑課程（PGDE）：該課程主要分兩類，第一類為基礎教師培訓課程（以此為主），分中學和小學組別；另一類課程對象則是已持有教師教育文憑學位人士，攻讀另一主科的學科知識及教學法，以獲取第二個教育文憑資格（只屬少數）。修讀方式包括一年全日制（full time）及二年兼讀制（part time）學士學位課程，亦即所謂「3+1」及「3+2」，「3」指的是大學3年所修讀的本科，「3+1」指的是修讀完3年的本科後再以全時的方式修習1年的教育理論和教學法，「3+2」指的是修讀完3年的本科後再以兼讀的方式修習2年的另一主科的教育理論和教學法。而3年的本科並不限定於香港中文大學的文憑，其他學校的學位亦可；（3）全日制學士學位課程（Full-time Undergraduate Program），培訓對象是完成中學預科課程而有志於從事教育工作的人士（黃毅英，個人訪談，2009年8月3日）。

三、教檢內容與題型

本節探討美國與日本教師資格考試體系相關測驗，其數學測驗的內容與題型等。

(一) 美國

美國教育測驗中心（Educational Testing Service, ETS）主導的「Praxis Series」始於1992年，被視為客觀公正的教師資格考試體系，引領教師資格考試，該體系包括Praxis I、Praxis II與Praxis III三個系列。如表2所示，美國教師資格考試大多數採用「Praxis Series」測驗系統，或是州獨自開發，無論何者都將數學納為考科。

表2 美國各州資格考數學相關測驗

州名	Praxis數學相關資格考測驗			州自行開發測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
Alabama (AL)	未採用	0014 ³² 或5014 ³³	Early Childhood Education-Early Childhood Education(P-3)	APTTTP ³⁴
			Elementary Education-Elementary Education(K-6, 1-6 or 1-9)	
			Special Education-Collaborative Teacher(K-6)	
			Special Education-Early Childhood Education Multiple Abilities(Nursery-K or P-3)	
			Special Education-Early Childhood Special Education(Nursery-K or P-3)	
			Special Education-Elementary Education	
			Multiple Abilities(K-6)	
		0069 ³⁵	Middle School Education-Mathematics(4-8)	
		0061 ³⁶	Secondary Education-Mathematics(6-12)	

³¹指前專業技能測驗（Pre-Professional Skills Tests, PPST）決定其能否進入教師培養課程。
³²0014指「小學教育：內容知識測驗（Elementary Education: Content Knowledge）」，測驗內容包括：「閱讀/語言藝術」、「數學」、「社會研究」以及「科學」等四個主要學科。
³³5014為0014的電腦化測驗版。
³⁴APTTTP（Alabama prospective teacher testing）含基礎技能測驗與Praxis II的學科測驗。
³⁵0069指「初中數學（Middle School Mathematics）」測驗。
³⁶0061指「數學：內容知識（Mathematics: Content Knowledge）」測驗。

州名	Praxis數學相關資格考測驗			州自行開發測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
Alaska (AK)	0730 ³⁷ 或5730 ³⁸	0014或5014	Elementary Developmental K-8	無
		0011 ³⁹ 或 5011 ⁴⁰		
		0061		
		0063 ⁴¹	Mathematics	
		0069	Middle School Mathematics 6-8	
Arkansas (AS)	0730或5730	0061	Secondary Education- Mathematics	無
		0063		
		0065 ⁴²		
		0069	Middle School Education-Algebra I Endorsement to a Middle School license ⁴³	
California (CA)	未採用	0068 ⁴⁴	Teaching Foundations-Single Subject Teaching Credential in Mathematics CBEST ⁴⁵ , CSET ⁴⁶ 等	
Colorado (CO)	未採用	0014或5014	Elementary Education	PLACE ⁴⁷
		0061	Secondary Education-Mathematics	
Connecticut (CT)	0730或5730	0011或5011	Elementary Education (Grades K-6)	無
		0012 ⁴⁸		
		0069	Middle School Education (Grades 4-8)-Middle Grades: Mathematics	
		0061	Secondary Education (Grades 7-12)-Mathematics	

³⁷0730指「職前數學技能（Pre-Professional Skills Tests: Mathematics）」測驗。

³⁸5730為0730的電腦化測驗版。

³⁹0011指「小學教育：課程、教學與評量」（Elementary Education: Curriculum, Instruction, and Assessment）」測驗。主要評量對於教材廣度、課程規劃、教學設計，以及學生學習評量等的基礎瞭解程度。

⁴⁰5011為0011的電腦化測驗版。

⁴¹0063指「數學證明、模型及問題（Mathematics: Proofs, Models, & Problems, Part I）」測驗。

⁴²0065指「數學：教學法（Mathematics: Pedagogy）」測驗。

⁴³8年級證照用。

⁴⁴0068指「教學基礎：數學（Teaching Foundations: Mathematics）」測驗。

⁴⁵CBEST（California Basic Educational Skills Test）屬於師資培育課程的入學考試，詳見：
http://www.cbest.nesinc.com/CA16_overview.asp

⁴⁶CSET（California Subject Examinations for Teachers）詳見：http://www.cset.nesinc.com/CS16_overview.asp

⁴⁷PLACE（Program for Licensing Assessments for Colorado Educators）詳見：<http://www.place.nesinc.com/>

⁴⁸0012指「小學教育：內容領域演練（Elementary Education: Content Area Exercises）」測驗，呈現具體的教學情境，要求應試者提出教學方法、或建立教學目標、或解決一個教學問題與概述這些步驟、或針對目標的達成與解決問題進行必要的抉擇，應試者必須植基於他對課程、教學與評量議題的瞭解而加以論述。

子題一
國民小學教師資格檢定加考「數學教學專業知能」之研究

州名	Praxis 數學相關資格考測驗			州自行開發 測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
Delaware (DE)	0730 或5730	0014 或5014	Elementary Education (Grades K-6)	無
		0069	Middle School Education (Grades 6-8)-Middle Level -Mathematics	
		0061	Secondary Education (Grades 9-12 ⁴⁹)-Mathematics	
District of Columbia (DC)	0730 或5730	0014 或5014	Early Childhood Education (PK–3) Elementary Education 1-6	無
		0012	Elementary Education 1-6	
		0061	Secondary Education- Mathematics	
		0065		
Georgia (GA)		未採用Praxis數學相關的教檢資格考試 ⁵⁰		GACE ⁵¹
Guam (GU)	0730 或5730	0014 或5014	Elementary Education K-5	無
		0061	Secondary Education, Grades 6-12-Mathematics	
Hawaii (HI)	0730 或5730	0014 或5014	Elementary Education	無
		0069	Middle School Education-Middle Level Mathematics 5-9	
		0061	Secondary Education-Mathematics	
Idaho (ID)	未採用	0014 或5014	Elementary Education (Grades K-8)	無
		0061	Secondary Education (Grades 6-12) OR (Grades K-12)-Mathematics 6-12	
		0069	Secondary Education (Grades 6–12) OR (Grades K-12)-Mathematics, Basic 6-12	
Indiana (IN)	0730 或5730	0011 或5011	Elementary Education	無
		0069	Middle School Education-Early Adolescent Generalist 5-9 ⁵²	
		0061	Secondary Education-Mathematics	

⁴⁹任教6-8年級有效

⁵⁰採用0030 (Communication Disorders)

⁵¹GACE (Georgia Assessments for the Certification of Educators) 詳見：http://www.gace.nesinc.com/GA5_overview.asp

⁵²4選2的其中一科。

州名	Praxis 數學相關資格考測驗			州自行開發 測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
Iowa (IA)	無	0011 或 5011 或 0014 或 5014	Endorsement 100: PreK-Grade 3, including Special Education Endorsement 102: Elementary Classroom K-6 Endorsement 106: PreK-Grade 3	無
Kansas (KS)	未採用	0011 或 5011 0069 0061	Elementary Education Middle School Education-Mathematics 5-8 Secondary Education-Mathematics 6-12	無
Kentucky (KY)	0730 或 5730	0014 或 5014 0069 0061 0063	Elementary Education Middle School Education-Middle School : Mathematics Secondary Education-Mathematics (8-12)	無
Louisiana (LA)	0730 或 5730	0014 或 5014 0069 0061	Early Childhood PK-3 Elementary Education 1-5 Special Education: Early Interventionist (Birth-5 years) Special Education: Hearing Impaired K-12 Special Education: Significant Disabilities 1-12 Special Education: Visual Impairments/Blind K-12 Middle School Education Grades 4-8-Middle School Mathematics Secondary Education Grades 6-12-Mathematics	無
Maine (ME)	0730 或 5730	0014 或 5014 0069 0061	General Elementary (K-8) Middle School Education (5-8)-Middle School Mathematics Secondary Education-Secondary Mathematics	無

子題一

國民小學教師資格檢定加考「數學教學專業知能」之研究

州名	Praxis 數學相關資格考測驗			州自行開發測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
Maryland (MD)	0730 或 5730	0014 或 5014	Elementary Education (1-6)	無 MTLE ⁵³
		0012		
		0012	Middle School Education (4-9)-Middle School Mathematics	
		0061		
		0065	Secondary Education(7-12)-Mathematics	
Minnesota (MN)		未採用Prxis數學相關的教檢資格考試		
Mississippi (MS)	0730 或 5730	0011 或 5011	Elementary (K-3, K-6)	無
		0069	Middle Grades Education- Middle Grade Mathematics 7-8	
		0061	Secondary Education-Mathematics 7-12	
Missouri (MO)	未採用	0011 或 5011	Elementary Education (1-6)	無
		0069	Middle School Education – Grades 5-9-Middle School Mathematics (5-9)	
		0061	Secondary Education – Grades 9-12-Mathematics (9-12)	
Montana (MT)	未採用	0014 或 5014	Elementary Education: applies to new-to-the-profession and teachers who hold a Class 5 Alternative License.	無
		0061	Secondary Education-Mathematics	
Nebraska (NE)	0730 或 5730	0011 或 5011	Elementary Education and Special Education (K-8) 無	
Nevada (NV)	0730 或 5730	0011 或 5011	Elementary (K-8)	無
		0012		
		0069	Middle School Education-Middle School Mathematics	
		0061		
		0065	Secondary Education-Mathematics ⁵⁴	

⁵³MTLE (Minnesota Teacher Licensure Examinations) 詳見：<http://www.mtle.nesinc.com>

⁵⁴要取得此認證須考0061 及0065 (或 0524的Principles of Learning and Teaching: Grades 7–12)

州名	Praxis 數學相關資格考測驗			州自行開發測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
New Hampshire (NH)	0730 或 5730	0014 或 5014	Elementary Education	無
		0069	Middle School Education-Middle School Mathematics	
		0061	Secondary Education-Mathematics, Secondary	
		0063		
New Jersey (NJ)	0730 或 5730 ⁵⁵	0014 或 5014	Elementary K-5	無
		0069	Middle School Education-Elementary School with Subject Matter Preparation: Mathematics (5-8)	
		0061	All Grades-Mathematics	
New Mexico (NM)		未採用Praxis 資格考試 NMTA		
New York (NY)		未採用Praxis 資格考試 NYSTCE ⁵⁶ , NYSATAS ⁵⁷		
North Carolina	0730 或 5730	0011 或 5011	Elementary (K-6)	無
		0012		
		0069	Middle School Education-Mathematics (Middle Grades)	
		0061	Secondary Education-Mathematics (Secondary)	
		0065		
North Dakota	0730 或 5730	0011 或 5011	Elementary Education	無
		0069	Middle School Education-Middle School Mathematics	
		0061	Secondary Education-Mathematics (All secondary licenses require successful completion of the Principles of Learning and Teaching 7-12 test in conjunction with a Praxis II® subject area assessment.)	

⁵⁵New Jersey的0730或5730測驗用於認證技職教育（Career and Technical Education）。

⁵⁶NYSTCE（New York State Teacher Certification Examinations）詳見：<http://www.nystce.nesinc.com>

⁵⁷NYSATAS（New York State Assessment of Teaching Assistant Skills）詳見：<http://www.nysatas.nesinc.com>

子題一
國民小學教師資格檢定加考「數學教學專業知能」之研究

州名	Praxis 數學相關資格考測驗			州自行開發測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
Ohio	未採用	0014 或 5014	Early Childhood Generalist (4-5) (Limited to Early Childhood Pre-kindergarten through grade 3 license holders.)	無
			Middle Childhood Generalist (4-6)(Limited to Middle Childhood license with two areas.)	
		0069	Middle Childhood (Grades 4-9)-Mathematics Endorsements-Mathematics (4-6)	
		0061	Adolescence to Young Adult (Grades 7-12)-Integrated Mathematics	
Oklahoma	0730 或 5730	未採用 Praxis II 資格考試 無		
Oregon	0730 或 5730	未採用 Praxis II 資格考試 ORELA ⁵⁸		
Pennsylvania	0730 或 5730	0011 或 5011	Elementary Education K-6	無
		0069	Middle Level (Grades 7-9)-Middle Level Mathematics 7-9	
		0061	Secondary Education (Grades 7-12)-Mathematics 7-12	
Rhode Island	未採用	0014 或 5014	Early Childhood – Nursery-Grade 2	無
			Elementary Education	
			Elementary-Middle Special Education	
			Special Education – Severe/Profound	
		0012	Elementary Education	
			Elementary-Middle Special Education	
		0069	Special Education – Severe/Profound	
South Carolina	0730 或 5730	0011 或 5011	Middle School Education-Middle School Mathematics	無
			Elementary Education	
		0012	Elementary Education	
		0069	Middle School Education-Middle Level Mathematics	
		0061	Secondary Education-Mathematics	
		0063		

⁵⁸ORELA (Oregon Educator Licensure Assessments) 詳見：<http://www.orela.nesinc.com>

州名	Praxis 數學相關資格考測驗			州自行開發測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
South Dakota	未採用	0014 或 5014	Elementary Education K-8	無
			Elementary Education K-8 with 5-8 Middle Level	
		0069	Middle School Education-Middle Level-Mathematics 5-8	
		0061	Secondary Education (Grades 7-12)-Mathematics Education 7-12	
Tennessee	0730 或 5730	0014 或 5014	Early Childhood Education PreK-3	無
			Early Development and Learning PreK-K (Dual Discipline Endorsement)	
			Elementary Education K-6	
		0011 或 5011	Elementary Education K-6	
		0061	Secondary Education-Mathematics 7-12	
Texas	未採用	0061	if the tests you wish to take are not offered through the TExES program or you do not live in an area where TExES tests are offered, certain Praxis II® tests can be taken	
		0069	TEXES ⁵⁹ , PACT ⁶⁰	
US Virgin Islands	0730 或 5730	0014 或 5014	Elementary Education	無
		0061	Secondary Education-Secondary Mathematics	
Utah	未採用	0012 或 0014 或 5014	Early Childhood Education (K-3)	無
			Elementary Education (K-6)	
			Elementary Education (1-8)	
		0069 或 0061	Secondary Licensure Grades (6-12) and Specialized Endorsements-Mathematics Endorsement: Level 2	
Vermont	0730 或 5730	0061	Secondary Licensure Grades (6-12) and Specialized Endorsements-Mathematics Endorsement: Levels 3 or 4	無
		0014 或 5014	Elementary Education (K-6)	
		0069	Middle Grades (5-9)-Middle Grades – Mathematics	
		0061 或 0063	Secondary Education (7-12)-Mathematics	

⁵⁹TExES (Texas Examinations of Educator Standards) 詳見：<http://www.texas.ets.org/texas>

⁶⁰PACT (Pre-Admission Content Tests) 屬於師資培育課程的入學考試，詳見：<http://www.ets.org/praxis/tx/pact>

子題一
國民小學教師資格檢定加考「數學教學專業知能」之研究

州名	Praxis 數學相關資格考測驗			州自行開發測驗
	Praxis I (PPST ³¹)	Praxis II	認證範圍(To Be Certified in)	
Virginia	0730或5730	0014或5014	Early/Primary Education PreK-3	無
			Elementary Education PreK-6	
		0069	Middle School Education-Middle Education Grade 6-8, Mathematics	
		0061	Secondary Education-Mathematics	
Washington			未採用Praxis資格考試 WEST-B ⁶¹ 、WEST-E ⁶² 、PPA ⁶³	
West Virginia	0730或5730	0011或5011	Elementary Education (K-6)	無
		0069	Middle School Education – General Math through Algebra 1 Mathematics (5-9)	
		0061	Secondary Education/Content Endorsements-Mathematics (5-Adult)	
Wisconsin	0730或5730	0014或5014	Early Childhood – Regular Education	無
			Early Childhood – Middle Childhood – Regular Education	
			Early Childhood – Special Education	
		0061	Early Adolescence – Adolescence- Mathematics	
Wyoming	未採用	0011或5011	Elementary Education K-6	無

Praxis I：學術技能測驗（Academic Skills Assessments）用於評估申請就讀師資培育課程者，是否具有當教師的閱讀、寫作及數學等最基本素質，決定其能否進入教師培養課程，尚未涉及教學本身，所以又稱「前專業技能測驗（Pre-Professional Skills Tests, PPST）」。有紙筆及電腦測驗兩種方式可供應試者自行選擇，測驗題型分為選擇題（multiple-choice question）與作文題的寫作測試（essay question on the Writing test）（ETS, 2011d）；Praxis II：專業學科測驗（Subject Assessments）主要評量K-12年級授課學科的知識，以及一般與特殊主題（subject-specific）的教學技能與知識，用以考查不同學習階段與不同學科的专业知識及教學基礎知識與技能。內含3個主要測驗型態：（1）專業學科測驗：評量一般與特殊主題的教學技能與知

⁶¹WEST-B（Washington Educator Skills Tests）屬於師資培育課程的入學考試，詳見：<http://www.pesb.wa.gov>

⁶²WEST-E（Washington Educator Skills Tests-Endorsements）詳見：<http://www.pesb.wa.gov>

⁶³PPA（Performance-Based Pedagogy Assessment）詳見：<http://www.k12.wa.us/certification/profed/PPA.aspx>

識；（2）教與學原理測驗：評量一般教與學原理（分幼兒級、幼稚園-6年級、5-9年級、7-12年級等四個層級）；（3）教學基礎測驗（Teaching Foundations Tests）：評量英語、語言、數學、科學與社會科學等五個領域的教學法，小學階段採多學科評量方式（ETS, 2011e, 2011f）；Praxis III：教師表現評量（Teacher Performance Assessments）」主要用於評量新任教師的教學實踐能力，以為州或地方代辦處辦理教師證照的發照與否，而非用於能否續聘。重視教室評量，意味著承認教學脈絡（teaching context），以及不同的教學形式。Praxis III以課堂的直接觀察、課前準備資料的審查，以及結構式的訪談等三種交叉方式（three-pronged method）評量教學表現。要求準教師候選人（1）分析隨機抽取的課堂教學錄影資料後，接受評鑑者評分；（2）限時設計教學計畫並於課堂中實際講授乙節後，接受評鑑者現場評分。評鑑者以教學計畫、教學環境、教學指導及教師責任等4個向度19項評量標準進行考查（ETS, 2011c）。以下就Praxis Series之數學相關測驗，分述如下：

1. Praxis I：學術技能評量—數學職前技能測驗

「數學職前技能測驗（Pre-Professional Skills Test：Mathematics）」可利用電腦作答，內容大致相同，都著重於數學核心概念，以及在量的情境中解決問題與推理的能力，多數的問題要求結合多種技能解決。如表3所示：試題主要分成「數與計算」、「代數」、「幾何與測量」，以及「資料分析與機率」四個類別（ETS, 2009）。

表3 電腦化數學職前技能測驗

測驗代號	5730	
測驗時間	75分鐘	
測驗題數	46題	
測驗題型	選擇題（禁用計算機）	
	內容分類	題數
	數與運用	15
	代數	9
	幾何與測量	10
	統計與機率	12
		比例
		32.5%
		20%
		22.5%
		25%

資料來源：Educational Testing Service[ETS](2009). *Computerized pre-professional skills test: Mathematics(5730)*. Retrieved from <http://www.ets.org/Media/Tests/PRAXIS/pdf/5730.pdf>

其例題如下 (ETS, 2010b)：

(1) 假如 $P \div 5 = Q$ 那麼 $P \div 10 = ?$ (ETS, 2010b, p. 8) (ETS, 2010a, p. 8)

(1) $10Q$ (2) $2Q$ (3) $Q \div 2$ (4) $Q \div 10$ (5) $Q \div 20$

(2) 下列哪一個方程式能表達下表中 x 與 y 的關係？ (ETS, 2010b, p.10)

x	y
0	5
2	11
6	23
7	26
10	35

(1) $y = x + 5$

(2) $y = x + 6$

(3) $y = 3x + 5$

(4) $y = 4x - 1$

(5) $y = 4x - 5$

2. Praxis II：專業學科評量——「小學教育：內容知識」測驗

「小學教育：內容知識測驗 (Elementary Education: Content Knowledge)」測驗內容包括：「閱讀/語言藝術」、「數學」、「社會研究」以及「科學」等四個主要學科，共計120題選擇題，四個學科各佔25%，以學科別分置於測驗的題本中。數學學科測驗內容包括：(1) 數學程序 (Mathematical Processes)；(2) 數感與數 (Number Sense and Numeration)；(3) 代數概念 (Algebraic Concepts)；(4) 非正式幾何與測量 (Informal Geometry and Measurement)；(5) 數據的組織與解釋 (Data Organization and Interpretation) (ETS, 2010a, p. 2-3)。

表4 「小學教育：內容知識」測驗

測驗代號	0014	
測驗時間	120分鐘	
測驗題數	120題	
測驗題型	選擇題 (可使用計算機)	
	內容分類	題數
	閱讀/語言藝術	30
	數學	30
	社會研究	30
	科學	30
		比例
		25%
		25%
		25%
		25%

資料來源：Educational Testing Service(2010a). *Elementary Education: Content Knowledge(0014)*. Retrieved from <http://www.ets.org/Media/Tests/PRAXIS/pdf/0014.pdf>

其例題如下：

- (1) [數學程序]例題 (ETS, 2010a, p. 2-3)

校車上有20位9年級生、10位10年級生、9位11年級生以及7位12年級生，9年級生人數佔校車上所有學生人數的百分之多少？(1) 23% (2) 43% (3) 46% (4) 76%

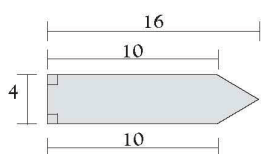
- (2) [數感與數字讀法]例題 (ETS, 2010a, p. 6)

下列何者等於 8^4 ？(1) 4,032 (2) 4,064 (3) 4,096 (4) 4,128

- (3) [代數概念] 例題 (ETS, 2010a, p. 6)

$x = 10y$ ，若 y 為正數，當 y 乘以2時，則 x 的值為？(1) 除以10 (2) 乘以10 (3) 一半 (4) 兩倍

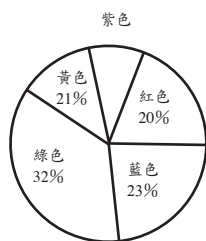
- (4) [非正式幾何與測量]例題 (ETS, 2010a, p. 6)



左圖陰影區域的面積為何？

- (1) 30 (2) 52 (3) 64 (4) 116

- (5) [數據的組織與解釋]例題 (ETS, 2010a, p. 6)



左邊的圓形圖為各種顏色寶石的比例分布圖，若寶石一共50個，請問紫色寶石有幾個？(1) 2 (2) 3 (3) 4 (4) 5

3. Praxis II：專業學科評量—「小學教育：內容領域演練」測驗

「小學教育：內容領域演練 (Elementary Education: Content Area Exercises)」測驗主要評量小學準教師的縝密思考及寫作，演練題內容強調須具有挑戰性、安全性與有效性，讓應試者於分析與解題中，展現深入理解的知能。申論題4題各自針對「閱讀/語言藝術」、「數學」、「科學與社會研究」、「跨學科教學」學科領域（或綜合學科），呈現具體教學情境，要求應試者提出教學方法、或建立教學目標、或解決一個教學問題與概述這些步驟、或針對目標的達成與解決問題進行必要的抉擇，應試者必須證明這些步驟或抉擇植基於他對課程、教學與評量議題的瞭解而加以論述 (ETS, 2011b, p. 1)。

表5 「小學教育：內容領域演練」

測驗代號	0012		
測驗時間	120分鐘		
測驗題數	4題		
測驗題型	申論題		
	內容分類	題數	比例
	閱讀/語言藝術	1	25%
	數學	1	25%
	科學與社會研究	1	25%
	跨學科教學	1	25%

資料來源：Educational Testing Service(2011b). *Elementary Education: Content Area Exercises*. Retrieved from
<http://www.ets.org/Media/Tests/PRAXIS/pdf/0012.pdf>

4. Praxis II：專業學科評量——「小學教育：課程、教學與評量」測驗

「小學教育：課程、教學與評量（Elementary Education: Curriculum, Instruction, and Assessment）」主要評量小學準教師對於教材廣度⁶⁴、課程規劃、教學設計，以及學生學習評量等的基礎瞭解程度。大多數的評量問題，主要是針對課堂上經常時常發生在學生的實際特殊問題，有些試題關注一般性的議題，但大多數的問題，是以小學授課學科為背景。

表6 「小學教育：課程、教學與評量」測驗

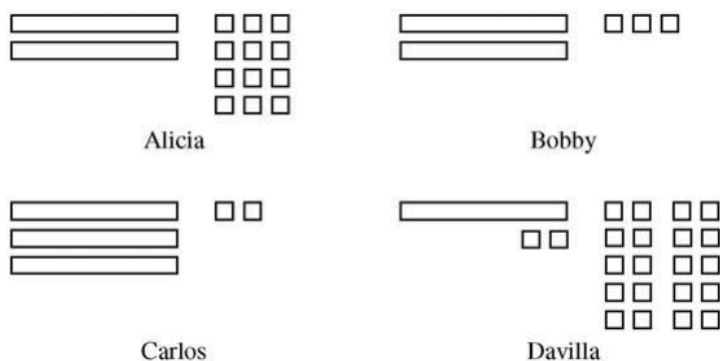
測驗代號	0011		
測驗時間	120分鐘		
測驗題數	110題		
測驗題型	選擇題		
	內容分類	題數	比例
	閱讀/語言藝術的課程、教學與評量	38	35%
	數學的課程、教學與評量	22	20%
	科學的課程、教學與評量	11	10%
	社會研究的課程、教學與評量	11	10%
	藝術和體育教育的課程、教學與評量	11	10%
	有關課程、教學與評量的一般資訊	17	15%

⁶⁴內容包括原則與過程的知識。

資料來源：Educational Testing Service (2011a). *Curriculum, Instruction, and Assessment (0011)*. Retrieved from <http://www.ets.org/s/praxis/pdf/5011.pdf>

數學的測驗內容中，「課程」包括：（1）數的運算（2）準代數（pre-algebra）與代數；（3）幾何與測量；（4）概率、統計和數據分析。「教學」包括：（1）教學方法；（2）解題；（3）教具、教材與科技；（4）教學方法、策略、修正、調整（5）不同學生的需求。「評量」包括：（1）非正式與（或）真實（authentic）評量；（2）數學教學效能與學生進步的評量。例題如下（ETS, 2011a, p.11-12）：

A. 下列插圖中顯示 Alicia、Bobby、Carlos 與 Davilla 4 位學生，如何運用 10 個一組的積木來表示 32。下列哪個學生並非以 10 為計數單位？（1）Alicia（2）Bobby（3）Carlos（4）Davilla



B. 請由學生以下的呈現方式

$$\begin{array}{r} \frac{4}{16} \\ - \frac{1}{8} \\ \hline \frac{3}{8} \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{5}{9} \\ - \frac{1}{2} \\ \hline \frac{4}{7} \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{7}{16} \\ - \frac{1}{5} \\ \hline \frac{6}{11} \end{array}$$

試想若學生仍然犯相同的錯誤類型時，針對 $\frac{9}{11} \div \frac{1}{7}$ 的問題，他們會回答

$$(1) \frac{9}{18} \quad (2) \frac{8}{7} \quad (3) \frac{8}{4} \quad (4) \frac{10}{4}$$

C. 教師提出如下數學問題時，

校車上有20位1年級生、10位2年級生、9位3年級生以及7位4年級生。1年級生人數佔校車上所有學生人數的百分比為多少？

哪位學生回答為正確答案

(1) 學生A：26% (2) 學生B：43% (3) 學生C：46% (4) 學生D：73%

D. 五年級教師提供每位學生公分方格紙 (centimeter grid paper) 與剪刀，探討如何將兩維的平面圖 (shapes) 折成三維的立體圖 (figures)。請問該活動主要讓學生探討以下何者概念？

(1) 旋轉 (Rotations) (2) 翻轉 (Reflections) (3) 展開圖 (Nets) (4) 棋盤鑲嵌式摺紙 (Tessellations)

5. Praxis III：教師表現評量

美國Praxis III要求應試者分析隨機抽取的課堂教學錄影資料；或於時間內設計教學計畫，並於課堂中實際講授乙節。採課堂的直接觀察、審查課前的準備資料，以及結構式訪談，考察教學計畫、教學環境、教學指導及教師責任等 (ETS, 2011c)。

(二) 日本

日本的教師資格檢定考試，用於拔擢足以擔任教學的優秀人才。共分3次測試，第1次測試合格才能考第2次測試，第2次測試過了才能考第3次測試，3次測試全部通過後方可取得教師證，測試內容如下 (文部科学省初等中等教育局教職員課，2010c)：

1. 第一次測試

以平成22年⁶⁵教師資格檢定考試為例，第1次考試於9月4-5日辦理，於9月下旬通知本人測試的結果，第1次測試主要內容如表7：

⁶⁵西元2010年

表7 日本的教師資格檢定考試第一次測試內容

科目	內容	形式
一般教養科目	人文科學、社會科學、自然科學、外國語（英語）等	紙筆 選擇題（20題）
教職相關科目 （Ⅰ）	教育原理、教育心理學、特別活動、學生指導等教職相關之專業	紙筆 選擇題（20題）
教職相關科目 （Ⅱ）	小學各學科（國語、社會、算數、理科、生活、音樂、美勞、家庭、體育）指導法及其附帶之基礎學科內容 ※考試之際，可由9個學科中選6科，但須包括音樂、美勞及體育2科以上	紙筆 選擇題（20題/學科）

資料來源：文部科学省初等中等教育局教職員課（2010a）。平成22年度小学校教員資格認定試験の案内，2。出手先

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/04/22/1292863_2_1.pdf

「一般教養」科目主要測試：人文科學、社會科學、自然科學、英語等。題目全都是選擇型，一共20題，總分的6成是及格分數，其中數學佔2題包括數學內容知識1題⁶⁶，另1題有關小學學習指導要領的數學指導內容⁶⁷。（文部科学省初等中等教育局教職員課，2010c）。

「教職相關科目Ⅰ」主要測試：教育原理、教育心理、特別活動⁶⁸、學生指導等教職相關相關之專業，題目全都是選擇型，一共20題，及格分數同樣是該科總分的6成。「教職相關科目Ⅱ」主要測試：小學所有學科⁶⁹的相關指導法及其相關基礎學科內容，受測時，只要從9學科中挑選6學科，其中必須包含2科以上的音樂、美勞及體育，每學科各20題選擇題，及格分數是挑選的6學科總分的6成。數學科的20題中的前10題以小學學習指導要領⁷⁰算數篇及其解說為主的指導法試題，測試是否瞭

⁶⁶例如給圓錐求圓錐內接球的半徑。

⁶⁷例如有關分數除法指導的相關問題，讓受試者解題，並說明為何如此解是正確的解法。

⁶⁸「特別活動」指各級學校正規教育課程實施的活動，包括班級活動（含班級及學校生活問題的解決、班級組織及工作的分擔處理等以及日常生活及學習的適應及健康安全等的班級討論。中學另含未來的生活方式及出路的適切選擇、決定等的指導）、兒童會活動（中學稱學生會、大學稱學生自治會）、社團活動、學校行事（包括：儀式的行事[入學典禮、畢業典禮、開學典禮、朝會等]、學藝行事（園遊會、學藝會[戲劇表演、音樂等發表會]、學習發表會、合唱比賽等）、健康安全/體育行事（運動會、游泳比賽等指）等。

⁶⁹指國語、社會、算數、理科、生活、音樂、美勞、家庭、體育。

⁷⁰「學習指導要領」相當於我國的課程標準。

解小學學習指導要領算數篇的解說；後10題是數學知識為主的試題，評量小學高年級與中學的基礎指導內容之相關數學知識（文部科学省初等中等教育局教職員課，2010a，2010b，2010c）。

2. 第二次測試

第2次考試主要針對第1次測試合格者以及具有第1次測試免試資格者為對象，於10月16-17日測試，11月上旬通知本人測試的結果，第2次測試主要內容如表8：

表8 日本的教師資格檢定考試第二次測試內容

科目	內容	形式
學科相關科目	小學各學科相關之專業（從9學科中事先挑選1科受測）	紙筆 申論題
教職相關科目 （Ⅲ）	音樂、美勞及體育（第1次測試從音樂、美勞及體育所選的其中2科科目受測）	實作評量
口試	身為小學教師所必要的能力等相關事項	口試

資料來源：文部科学省初等中等教育局教職員課（2010a）。平成22年度小学校教員資格認定試験の案内。出手先
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/04/22/1292863_2_1.pdf

「學科相關科目」只要從小學9學科中事先挑選1科受測即可，採紙筆式的申論題，其中數學科包括兩題的申論題，其中一題是高中程度的試題，另一題則是針對兒童的實際指導案例，提出問題解決，測試是否瞭解實際指導理論與方法等；教職相關科目（Ⅲ）主要考音樂、美勞及體育，須從1次測試中所選的其中2科科目，進行實作評量；口試主要針對身為小學教師所必要的能力等相關事項。

3. 第三次測試

內容	形式
身為小學教師所必備指導實踐相關事項	教學觀察、指導案等之設計、討論等

資料來源：文部科学省初等中等教育局教職員課(2010a)。平成22年度小学校教員資格認定試験の案内。出手先

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/04/22/1292863_2_1.pdf

第3次測試僅針對第1、2次測試合格者進行教學的觀察，以及教學活動設計的討論等，檢視應試者是否真正具備教學指導能力。

參、研究方法

本研究除了採取文件分析外，兼採質的諮詢會議及量的問卷調查法，廣泛蒐集各方意見，以達研究的廣度及深度，茲將研究方法簡要說明如下：

一、文件分析

從回顧「教師專業知能」、「數學教學專業知能」、「數學專業教師知能標準」等相關文獻之分析，理出「數學教學專業知能」要素；從剖析美國、日本、中國、芬蘭以及香港等之小學教師證照取得管道，進而探討如何確保小學教師具有數學教學專業知能；由教師資格考試體系相關測驗，理出測驗內容與題型等，考科命題內容之參考。

二、專家諮詢會議

採用質的諮詢會議⁷¹，諮詢國內外相關學者以為檢核美國、日本、中國、芬蘭以及香港等之文獻；請第一線國中教師分析92-98年度各縣市國民小學教師甄試數學試題（1111教職網，2009）的內容範圍及認知層次，以為瞭解各縣市教甄之數學試題現況。

三、問卷調查

採用問卷調查，蒐集並分析1,812份回收問卷，瞭解教育相關人員對國小教檢加考數學教學專業知能及其內涵的看法

⁷¹議題包括：（1）該國採取何種制度培育師資？（2）該國國小階段是否採包班制？（3）該國如何確保國小師資能擔任數學教學？（4）是否有國小教師資格考試？核發時，國小師資是否針對數學學科知識及數學教材教法等把關？（5）該國採取何種教師任用制度？任用國小教師時，是否辦理甄試並針對數學學科知識及數學教材教法等把關？（6）若（4）及（5）採考試把關，其考試題型、命題內容及數學學科知識程度如何？

(一) 研究工具

1. 研究工具編製

本研究採自編之「國小教師資格檢定加考數學教學專業知能及其內涵之研究問卷」作為研究工具。問卷於初稿完成後，召開專家諮詢會議，對問卷內容與文句進行審視，修改後，再經由前來本處研習的縣市數學輔導團團員檢視，以確保問卷具有良好的表面效度與內容效度。問卷如附錄1：國小教師資格檢定加考數學教學專業知能及其內涵之研究問卷，共分為三部份，第一部份：填答者的基本資料（性別、身分、取得國小教師證途徑、國小教學年資、最高學歷、修習科系）；第二部份：對於國小教師檢定考試加考數學教學專業知能的看法；第三部份：國小教師檢定考試若加考數學教學專業知能，針對考科內容及範圍之看法。

2. 研究工具量尺

基於偶數尺度較具穩定，且問卷對象為實習業務相關人員以及熟悉國小數學教育的相關人員，對於填答事項具有足夠之辨別力，亦不至於有心理負擔，因此，採用Likert 四點量尺，讓受試者選邊，依個人實際感受，在各滿意度的選項中加以勾選，依同意程度分為「非常同意」、「同意」、「不同意」、「非常不同意」。

3. 信度與效度分析

(1) 信度分析

本研究採用Cronbach α 內部一致性考驗，「對於國小教師檢定考試加考數學教學專業知能的看法」的部分，Cronbach α 值為.87，各子題項Cronbach α 值介於0.80~0.87，顯示本研究之工具具有良好的信度。

(2) 效度分析

本研究採用採用主成分分析法（Principle component analysis）抽取共同因素，並保留特徵值大於1的共同因素，再以最大變異法（Varimax）進行正交旋轉，以探索各題目與共同因素間之關係。首先以探索性因素分析法（Exploratory Factor Analysis）進行因素的萃取，確立因素個數及其所屬向度，進而確認各層面的因素分類是否適當以及因素能否對總體變異量做最大的解釋。因素分析前，首先採用KMO & Bartlett 球型檢定，發現KMO=.807，Bartlett's球型檢定，得到卡方值為3984.794，相對應的p值為0.000<0.05達顯著，顯示題項間的相關矩陣具有共同因素存在，問卷內容資料適合進行因素分析。由表9轉軸後的成分矩陣，可以得知「因素1」與「因素2」分屬於「題型範圍」與「加考看法」。

表 9 轉軸後的成分矩陣

	因素	
	1	2
考試範圍應以何者為宜？	-.273	.766
何種測驗題型為宜？	-.351	.609
國小包班制度下，應加考數學教學專業知能	.892	.078
加考數學教學專業知能，對國小數學教學有幫助	.894	.100
數學知識以可勝任國小數學課程內容為宜	.753	.261
國小數學任課教師應通過數學教學專業認證	.799	.084

表10 量表因素分析結果

名稱	題目	共同性	萃取順序	特徵值	解釋變異量%	累計解釋變異量%
加考看法	國小包班制度下，應加考數學教學專業知能	.892	1	2.999	49.985	49.985
	加考數學教學專業知能，對國小數學教學有幫助	.894				
	數學知識以可勝任國小數學課程內容為宜	.753				
	國小數學任課教師應通過數學教學專業認證	.799				
題型範圍	考試範圍應以何者為宜？	.766	2	1.049	17.478	67.463
	何種測驗題型為宜？	.609				

(二) 問卷對象與抽樣實施

1.問卷對象

本研究問卷對象包括：師培中心主任/實習輔導處處長、實習輔導教授、教務（導）主任（主管實習業務）、現（曾）任數學領域召集人、正式教師且曾任實習輔導教師等。未將師培生列入對象，主要是因其為受檢定者，他們可能選擇對自己有利的考試題型、範圍等請他們填問卷，結果恐有失偏頗，另因尚為「師培生」，對實際教學情況不夠瞭解。未將家長會代表列入，則因其未必具備教育背景、數學教學，對教學現場的看法恐不夠客觀。

2.抽樣設計與實施

(1) 學校抽樣設計

本計畫抽樣設計主要分為二個步驟，分別說明如下：

步驟一：計算學校規模層級之抽樣數

本研究以全國2,659所母群學校數中的10%為樣本，共抽取266所學校，再依據「6班以下」、「7~24班」、「25班以上」三個學校規模層級的學校百分比，進行抽樣。

表11 學校規模層級的學校抽樣數

學校規模	2009年國小校數（校）	百分比（%）	抽樣數（校）
6班以下	863	32.46	86
7~24班	901	33.88	90
25班以上	895	33.66	90
	2659	100	266

如表11所示：6班以下的學校抽樣數為86所，7~24班的學校抽樣數為90所，25班以上的學校抽樣數為90所，再依各層級抽樣數進行如圖2之隨機抽樣。

步驟二：進行分層隨機抽樣

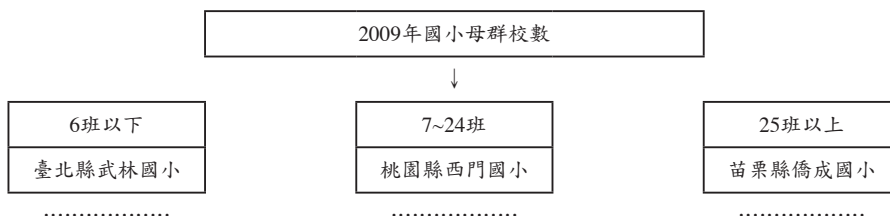


圖2 分層隨機抽樣設計圖

(2) 問卷實施

本研究於民國99年6月18日至8月13日進行問卷調查，本研究經由以下管道發送問卷，①數學學習領域輔導團問卷：經由縣市政府教育局（處）轉發其所屬數學學習領域輔導團所有團員；②師培中心主任/實習輔導處處長以及實習輔導教授問卷：經由小學師資培育機構的大學轉發；③學校問卷：由本處直接寄送抽樣學校，由該校的「教務（導）主任（主管實習業務）」、「現（曾）任數學領域召集人」以及「正式教師且曾任實習輔導教師」填寫。

(3) 問卷回收

總共蒐集 1816 份問卷，去除填答不確實者（4份廢卷），回收有效問卷共1812份。回收情形如表 12，其中學校回收率為70.56%；縣市政府教育局處回收率為100%；師培大學回收率為84.21%。

表12 問卷回收一覽表

問卷對象	實發數	回收數	回收率
國民小學	265校	187校	70.56%
縣市政府教育局（處）	25縣市	25縣市	100%
師培大學（國小教育學程）	19校	16校	84.21%

(三) 資料處理與分析

本研究採問卷調查法，問卷於施測回收後，刪除無效問卷，以SPSS12.0 for Windows 套裝軟體進行統計分析，主要統計方法如下：

1. 描述性統計

描述研究對象對加考數學教學專業知能以及考科內容與範圍的看法。

2. 百分比同質性考驗

瞭解是否因身分別、國小教師證取得途徑、國小教學年資、最高學歷、修習科系的不同，反應而有所不同。

肆、結果與討論

一、教師資格檢定考試加考數學的適切性

小學階段同樣採用包班制的日本、新加坡或是美國，都針對進入師培課程門檻把關。日本將「數學」列為進入國立大學教育學部的基本考科；新加坡須符合申請資格，方能進入國立教育機構（NIE）接受師資培訓，未具資格者，則須先通過「專業入學考試（EPT）」；美國大多數的州採用「學術技能測驗」或獨自開發測驗⁷²，以評估申請就讀師資培育課程者，是否具有當教師的閱讀、寫作及數學等最基本素養，決定其能否進入教師資培育課程。採用分科教學的中國、香港，數學教師須主修數學或相關科系（如統計等）。

⁷²如加州的CBEST（California Basic Educational Skills Test）、德州的PACT（Pre-Admission Content Tests）、華盛頓州的WEST-B（Washington Educator Skills Tests）。

我國、日本、芬蘭、新加坡的國小師培課程數學相關科目比較表，如表13所示：

表13 我國、日、芬、新、美、中、港國小師培課程數學相關科目比較表

國/地區別	師培課程數學相關科目
我國	■ 17科「國民小學教師教學基本學科課程」至少選5科 ■ 7領域「國民小學教材教法」必修3-4領域至少8學分
日本	■ 一級證照至少必修2學分的「數學科教材教法」及選修2學分的「數學」 ■ 「數學」是日本進入國立大學教育學部的基本考科
芬蘭	■ 6ECTS學分的「數學科教材教法」及「數學學科知識」 ■ 可選修6ECTS學分數學 輔系修數學25ECTS學分或60ECTS學分
新加坡 ⁷³	■ 9學分的「課程研究」 ■ 4學分的「學科知識」 ■ 15學分的「教學法內容知識與（或）教育」

日本、新加坡、芬蘭，視完成師資培育過程就具有教師資格，直接核發教師資格證書，但其課程針對數學教育的專門性把關。芬蘭的小學班級教師學分數包括3年學士的180學分以及2年碩士的120學分共300ECTS學分才能完成教育課程，必修的數學相關課程占6學分，也有6學分的數學選修，亦可輔修數學25或60學分（Burghes, 2008），原理與實務的教學研究60學分以上，教學實務訓練20學分（FNBE,2010b）。日本一級證照者必修2學分的「數學科教材教法」，以及選修2學分的「數學」（教育職員免許法，2008）。新加坡學士文憑課程包括9學分的「課程研究」⁷⁴、4學分的「數學學科知識」⁷⁵、15學分的「教學法內容知識與（或）教育」⁷⁶等數學相關課程（NIE, n.d.-a, n.d.-b, n.d.-c）。

美國與我國將教師資格檢定考試視為能否取得教師資格證書的關卡，美國將數學列為資格考的重要考科內容。多數州採用的Praxis Series教師資格考，無論是職前的「學術技能測驗」，或是師資培訓後的「小學教育：內容知識」測驗、「小學教育：內容領域演練」測驗、「小學教育：課程、教學與評量」測驗，「數學」都是必考科目。反觀我國未設師培的入學門檻，而且師培課程可以不修各2學分的「普通數學」及「國民小學數學教材教法」。

⁷³ 以學士文憑課程中的數學相關選修課程為例。

⁷⁴ 1-3年級可選修每年級各3學分的「小學數學的教與學（The Teaching and Learning of Primary Mathematics）」共9學分。

⁷⁵ 數與幾何主題相關各2學分的「數學學科知識」共4學分。

⁷⁶ 各3學分的「小學數學課程現今主流（Current Initiatives in the Primary Maths Curriculum）」、「數學課程發展（Mathematics Curriculum Development）」、「數學教學評鑑（Assessing Teaching and Learning of Mathematics）」、「數與數據的教學內容知識（Pedagogical Content Knowledge for Numbers and Data）」、「測量與幾何教學內容知識（Pedagogical Content Knowledge for Measurement and Geometry）」共15學分。

而師師培中心主任/實習輔導處處長、實習輔導教授、教務（導）主任（主管實習業務）、現（曾）任數學領域召集人、正式教師且曾任實習輔導教師等教育相關人員，對加考數學教學專業知能的看法，如表14所示：

表14 對「國小教師檢定考試加考數學教學專業知能」之看法

	非常同意	同意	不同意	非常不同意	總和
國小小班制度下，教師檢定應加考數學教學專業知能	516 28.54%	1039 57.47%	221 12.22%	32 1.77%	1808 100.00%
教學專業知能應對國小數學教學有幫助	486 26.90%	1047 57.94%	240 13.28%	34 1.88%	1807 100.00%
數學知識以可勝任國小數學課程內容為宜	566 31.51%	1055 58.74%	152 8.46%	23 1.28%	1796 100.00%
擔任國小數學領域任課教師應通過數學教學專業認證	384 21.32%	980 54.41%	395 21.93%	42 2.33%	1801 100.00%

※共回收1,812份問卷，總和所列數字，為實際填答該項人數

在國小小班制度下的前提下，86%同意國小教師檢定應加考數學教學專業知能佔；84%認為加考數學教學專業知能，對國小數學教學有幫助；90%認為加考的數學知識，以可勝任國小數學課程內容為宜；76%認為擔任國小數學領域的任課教師，應通過數學教學專業認證。多數實習輔導相關人員重視數學教學的專業性，並肯定國小教檢加考數學教學專業知能。我國師培制度未能確保師培生具有數學教學專業知能，國小教師資格檢定考試加考數學教學專業知能，有其適切性。

二、數學教學專業知能考科內涵

比較國內外學者對數學教學專業內涵見解，如表15所示。Ball et al.（2008）將「數學教學知識」分成「學科內容知識」與「學科教學知識」，其「學科教學知識」涵蓋：「內容知識與課程結合的知識」⁷⁷、「內容知識與學生結合的知識」⁷⁸、「內容知識與教學結合的知識」⁷⁹（Ball et al., 2008, p. 401），與國內外學者見解一致（李源順等人，2008；林碧珍等，2006，2007；姚如芬，2006；劉曼麗，2008；AAMT, 2006；INTASC, 1995；NBPTS, 2009；NCATE, 2008）。其「學科內容知識」包括：一般內容知識⁸⁰、水平內容知識⁸¹、專業的內容知識⁸²，相當於姚如芬（2006）「數學知識：數學知識體系、數學與生活或其他領域的連結與應用、數學

⁷⁷將「內容知識」結合主題規劃的「課程知識」。

⁷⁸將學生對於課程可能的想法與困惑，以及能引起學生學習興趣與動機的例子等與「內容知識」結合。

⁷⁹將數學概念呈現順序及影響學生學習不同主題的教學法等與「內容知識」結合。

⁸⁰指數學知識體系。

⁸¹指察覺數學課程中的各項數學主題與數學相關概念連結，以及數學與生活或其他領域的連結與應用。

⁸²如減法的「拿走型」與「比較型」等，除法的「包含除」與「等分除」等。

專業知識」。若其內涵呈現方式，以此代之將更能掌握「學科內容知識」的內涵。另值得注意的是多位國內外學者指出，數學教學專業內涵，除了「數學教學知識」外，尚須具備「專業責任」⁸³與「專業實務」⁸⁴。

表15 數學教學專業內涵之比較

AAMT (2006)	NCATE (2008)	NBPTS (1998)	Ball, Thames, & Phelps (2008)	林碧珍、蔡文煥 (2006, 2007)	姚如芬 (2006)	劉曼麗 (2008)	李源順、 林福來、 呂玉琴、 陳美芳 (2008)
1.專業知識 ■對學生的知識 ■對數學的知識 ■對學生數學學習的知識 2.專業特質 ■個人特質 ■個人專業精進 ■社群責任 3.專業實務 ■學習環境 ■學習計畫 ■教學行動 ■評量	1.過程標準 ■解決問題 ■推理和證明 ■數學溝通 ■數學關係 ■數學表徵 ■科技 ■配置 2.內容標準 ■數與計算 ■代數 ■幾何 ■資料分析、統計及機率 ■測量 3.教學標準 ■教學策略 ■班級組織模式 ■表達方式 ■教材和資源 ■論述方式 ■評量 4.實地經驗標準 ■檢核本質如何教與學 ■觀察分析教學 ■教不同班級型態 ■跨級學習	1.對公平與接納的承諾 2.學生的知識 3.數學的知識 4.教學的知識 5.教學的藝術 6.學習環境 7.使用數學 8.科技與教學資源 9.評量 10.反思與成長 11.家庭與社區 12.專業團隊	1.學科內容知識 ■一般內容知識 ■水平的內容知識 ■專業的內容知識 2.學科教學知識 ■內容與課程結合的知識 ■內容與學生結合的知識 ■內容與教學結合的知識	1.數學專業素養 ■專業信念 ■專業發展 ■反思能力 2.數學教學知能 ■數學課程與教學規劃知能 ■數學學科知能 ■掌握學生學習數學認知知能 ■數學學習評量知能 ■數學課程與教學評鑑知能	1.數學知識： ■數學專業知識 ■數學知識體系 ■數學與生活或其他領域的連結與應用 2.數學課程知識 ■數學課程的目標/精神/內涵 ■數學課程教材地位之關聯性 3.數學教學的認知 ■數學教學的主張 ■以有效形式表徵學科內容知識 4.對學生學習數學的理解 ■對學生學習數學的認識與看法等 5.教育情境的認知 ■對數學教學資源的覺知與應用	1.基本理念 ■教育改革理念 ■課程理論 ■學習理論 2.內容知識 ■數學知識與能力數學思維 3.學科教學知識 ■課程 ■教學與學習 ■評量 4.教師專業成長 ■反思 ■進修	1.數學知識： 對數學教學的學科知識 2.學生認知： 對學生認知的知識 3.教學方法： 對教學法的知識 4.教學實務： 對教學實務的知識 5.教學評量： 對數學教學評量的知識 6.專業責任： 包含情意、信念等的專業責任

⁸³「專業責任」指相信所有的學生都可以學習，也應該接受所有的數學課程，須能創造適應不同學習者的教學機會；並能「反思與成長」不斷充實知識與改進教學的專業精進。

⁸⁴「專業實務」指營造正向數學學習環境，促使學生的認知（指數學內容）與情感（指學習數學的感受）有正面的效果差異。

三、教檢數學考科之數學知識體系範圍

分析「國小教師檢定考試若加考數學教學專業知能，您何者為宜，以符應小學教學現場需求？」問卷之提問，其結果如表16所示：

表16 數學體系知識範圍

考試範圍	次數	有效百分比
小學數學	863	47.81%
國中數學	664	36.79%
高中數學	205	11.36%
大一數學	73	4.04%

由表16可以得知：認為數學體系知識範圍，應以「小學數學」為宜者佔48%；認為應以「國中數學」為宜者37%；只有15%認為應以「高中以上數學」為宜。為瞭解是否因身分別、國小教師證取得途徑、國小教學年資、最高學歷、修習科系的不同，反應有所不同，進一步進行分析，其結果如下：

表17 不同身分別對數學體系知識範圍之看法

身分別	統計值	小學數學	國中數學	高中數學	大一數學
師培中心主任/ 實習輔導處處長	個數	4	6	5	0
	身分內 (%)	26.67%	40.00%	33.33%	0.00%
實習輔導教授	個數	41	32	21	7
	身分內 (%)	40.59%	31.68%	20.79%	6.93%
現(曾)任數學 學習領域輔導團 員	個數	55	66	33	7
	身分內 (%)	34.16%	40.99%	20.50%	4.35%
教務/導主任 (主管實習業 務)	個數	75	63	21	10
	身分內 (%)	44.38%	37.28%	12.43%	5.92%
現(曾)任數學 領域召集人	個數	109	88	27	16
	身分內 (%)	45.42%	36.67%	11.25%	6.67%
現(曾)任實習 輔導教師	個數	489	332	84	28
	身分內 (%)	52.41%	35.58%	9.00%	3.00%

由表17可以得知：認為「高中以上數學」為宜，以師培中心主任/實習輔導處處長的33%最多；而以現(曾)任實習輔導教師的12%最少。認為「小學數學」為宜，以現(曾)任實習輔導教師的52%最多；師培中心主任(實習輔導處處長)的27%最少。認為「國中數學」為宜，以現(曾)任數學學習領域輔導團團員的42%最多。

表18 不同教學年資別對數學體系知識範圍之看法

年資別	統計值	小學數學	國中數學	高中數學	大一數學
未任教	個數	27	23	16	2
	身分內 (%)	39.71%	33.82%	23.53%	2.94%
未滿3年	個數	36	22	4	2
	身分內 (%)	56.25%	34.38%	6.25%	3.13%
3年以上～未滿5年	個數	35	34	11	2
	身分內 (%)	42.68%	41.46%	13.41%	2.44%
5年以上～未滿10年	個數	197	160	35	12
	身分內 (%)	48.76%	39.60%	8.66%	2.97%
10年以上～未滿20年	個數	349	297	95	33
	身分內 (%)	45.09%	38.37%	12.27%	4.26%
20年以上	個數	218	128	44	22
	身分內 (%)	52.91%	31.07%	10.68%	5.34%

由表18可以得知：認為「高中以上數學」為宜，以完全沒有教學經驗者的26%最多；而以「未滿3年」的9%最少。具「未滿3年」及「20年以上」的教學經驗者，一半以上認為應以「小學數學」為宜者，相較於以「國中數學」為宜者的差距達22%。

表19 不同學歷別對數學體系知識範圍之看法

學歷別	統計值	小學數學	國中數學	高中數學	大一數學
博士	個數	41	37	26	8
	學歷內 (%)	36.61%	33.04%	23.21%	7.14%
碩士	個數	297	218	82	35
	學歷內 (%)	46.99%	34.49%	12.97%	5.54%
學士	個數	510	398	93	30
	學歷內 (%)	49.47%	38.60%	9.02%	2.91%
專科	個數	10	5	3	0
	學歷內 (%)	55.56%	27.78%	16.67%	0.00%

由表19可以得知：認為「小學數學」為宜，以具學士學位者最多佔50%；認為「高中以上數學」為宜，以具博士學位者最多，佔30%，而以具學士學位者的12%最少。

表20 不同修習科系別對數學體系知識範圍之看法

修習科系	統計值	小學數學	國中數學	高中數學	大一數學
數學相關科系	個數	109	104	62	21
	科系內 (%)	36.82%	35.14%	20.95%	7.09%
理科相關科系	個數	85	83	26	18
	科系內 (%)	40.09%	39.15%	12.26%	8.49%
一般科系	個數	665	473	115	34
	科系內 (%)	51.67%	36.75%	8.94%	2.64%

由表20可以得知：認為「小學數學」為宜，以一般科系背景者最多佔52%；認為應以「高中以上數學」為宜者，以數學相關科系背景的28%最多，以一般科系背景的3%最少，只有一成左右認為應以「高中數學」為宜。

由以上分析結果，發現：認為「小學數學」為宜，以現（曾）任實習輔導教師的52%最多，師培中心主任（實習輔導處處長）的27%最少；「未滿3年」的56%及「20年以上」的53%居多；以具學士學位者的50%最多，博士學位者的37%最少；以一般科系背景者的52%最多，數學相關科系背景的37%最少。認為「國中數學」為宜，以現（曾）任數學學習領域輔導團團員的42%最多。認為以「高中以上數學」為宜，以師培中心主任/實習輔導處處長的33%，以完全沒有教學經驗者的26%，具博士學位者的30%，以及數學相關科系背景的28%最多。

研究者結合國中教師團隊，共同分析九五-九八年度各縣市國民小學教師甄試的數學試題內容，以為瞭解各縣市教甄之數學試題現況，分析結果如表21所示：

表21 九五-九八年度各縣市國民小學教師甄試數學試題內容分析

年度	試題內容 (%)			
	國小數學	國中數學	高中數學	教材教法
95年度	6	55	25	14
96年度	12	43	37	7
97年度	14	55	27	3
98年度	10	58	29	2

結果發現：各縣市國小教甄的數學試題內容，主要以國高中數學為主，佔八成至八成七，其中高中數學約佔三成；教材教法的題數，則逐年下降，95年度佔一成四，98年度只有2%。

各縣市教甄之數學試題現況與高達85%的實習輔導相關人員認為數學體系知識範圍應以「國中小數學」為宜，兩者之間存有落差。採用分科教學的中國與香港，數學教師的主修科必須是數學或相關科系，可以確保數學體系知識。同樣採用包班制的日本，其東京都教師甄選的數學考題以義務教育段的數學為其出題範圍，而且內含教材教法試題；美國CBEST⁸⁵中的50題選擇題也是初中程度，用於非本科畢業者的數學專科CSET⁸⁶，試題分成代數、幾何和微積分等三部份，教中學者僅須通過代數和幾何，微積分則是教高中必須合格的項目（California Basic Educational Skills Test, 2009；洛杉磯文化組，無日期）。再對照日本教師資格檢定考試，「一般教養科目」的數學測試內容，一題是數學內容知識，另一題是教材教法試題；「教職相關科目Ⅱ」的數學科20題試題中，教材教法試題與數學知識試題各佔一半，由於可以從9學科中挑選6學科，及格分數是挑選的6學科總分的6成，非數學擅長而具有其他專長的優秀人才，可以不選難度相對高的數學學科，可避免這些人才因難度相對高的數學，被屏除於教職之外。相對於此，我國95-98年度各縣市國民小學教師甄試數學試題屬高中範圍試題約高達三成。我國採包班制，倘若小學教師資格考試的數學試題內容也侷限於高中範圍，是否會將非數學擅長而具有其他專長的優秀人才，囿於無法取得教師證照而被屏除，讓學童的多元學習無法真正受其惠。

四、教師資格檢定考試測驗題型

日本的教師資格檢定考的「一般教養科目」及「教職相關科目Ⅱ」中的數學考題都是選擇題，「學科相關科目」則採用申論題方式，針對第1、2次測試合格者，再進行教學觀察與教學活動設計的討論等，檢視應試者是否真正具備教學指導能力，決定能否取照。

美國「學術技能測驗」考40題⁸⁷數學選擇題，其評量重點在於數學的核心概念，以及在量的情境中的解決問題及推理能力，大多數試題要求結合多種技能解決；「小學教育：內容知識測驗」考30題數學選擇題；「小學教育：內容領域演練」中的數學申論題設定於學科領域的課堂情境脈絡中，以具體教學情境呈現，要求應試者提出教學方法，或建立教學目標，或解決一個教學問題並概述解決步驟，或針對目標的達成與問題的解決進行必要的抉擇，應試者必須證明這些步驟或抉擇，係根據他對課程、教學與評量議題的瞭解，而加以論述；「小學教育：課程、教學與評

⁸⁵指加州基本教育能力考試（California Basic Educational Skills Test, CBEST）

⁸⁶指加州任教專門科目檢定考試（California Subject Exam for Teachers, CSET）

⁸⁷電腦方式75分鐘考46題。

量」中的「數學課程、教學與評量」共20題的選擇題，「課程」包括：（1）數的運算；（2）准代數與代數；（3）幾何與測量；（4）概率、統計和數據分析。「教學」包括：（1）教學方法；（2）解題；（3）教具、教材與科技；（4）教學方法、策略、修正、調整；（5）不同學生的需求。「評量」包括：（1）非正式與/或真實評量；（2）數學教學效能與學生進步的評鑑。

分析「國小教師檢定考試若加考數學教學專業知能，您認為何種測驗題型為宜？」問卷之提問，其結果如表22所示：

表22 國小教檢數學教學專業知能測驗題型之看法

選擇題	簡答題	次數	有效百分比
100%	0%	432	23.97%
80%	20%	349	19.37%
70%	30%	407	22.59%
60%	40%	471	26.14%
0%	100%	72	4.00%
其	他	71	3.94%
總計		1802	100%

由表22可以得知：我國教育實習輔導相關人員認為測驗題型以「選擇題60%簡答題40%」為宜者最多，佔26%；「全部選擇題」次之，佔23.97%；「選擇題70%簡答題30%」佔22.59%；「選擇題80%簡答題20%」，佔19.37%。其結果與美日測試方式相近。

我國國小教檢數學考科題型，除以選擇題與簡答題呈現外，宜實施「教學現場評鑑」落實「專業責任」與「專業實務」的精神。

伍、結論與建議

一、結論

（一）國小教師資格檢定考試加考數學教學專業知能具適切性

教育部為強化各師資培育大學國小教師的數學教學知能，公布自九十九學年度起，業已將「數學教材教法」納為國小師培生的必修課程。但基於包班制、師培入學篩選機制、師培課程的數學教育專門科目規劃，以及教師的數學教學專業性，尚有努力空間，現階段國小教師資格檢定考試宜加考數學教學專業知能。

(二) 數學教學專業涵蓋「學科內容知識」、「學科教學知識」、「專業責任」、「專業實務」

我國95-98年度各縣市國民小學教師甄試數學試題，只有6%的「數學教學知識」，而且該類型題數，逐年下降，95年度佔14%，96年7%，97年3%，98年度下降至只有2%。無論美國或日本的教檢數學考科，同時重視「學科內容知識」與「學科教學知識」。「學科內容知識」包括：「一般內容知識」⁸⁸、「水平內容知識」⁸⁹、「專業內容知識」⁹⁰；「學科教學知識」包括：「內容知識與課程結合的知識」、「內容知識與學生結合的知識」、「內容知識與教學結合的知識」等。

數學教學專業內涵，除了「學科內容知識」與「學科教學知識」的「數學教學知識」外，尚須納入「專業責任」與「專業實務」，但不易以選擇題與申論題方式呈現，美日兩國採用教學現場評鑑，進行教學觀察與教學活動設計的討論等，檢視應試者是否真正具備教學指導能力，決定能否取得證照，打破了侷限於紙筆評量的方式。

(三) 國外數學知識體系範圍以中小學數學為主

我國95-98年度各縣市國民小學教師甄試數學試題屬高中範圍試題約高達三成。各縣市教甄之數學試題現況與高達85%的實習輔導相關人員認為數學體系知識範圍應以「國中小數學」為宜，兩者之間存有落差。同樣採用包班制的美國與日本，其教師資格檢定考試的數學考題以義務教育段的數學為其出題範圍。我國採包班制，倘若小學教師資格考試的數學試題內容也侷限於高中範圍，易於將非數學擅長而具有其他專長的優秀人才，囿於無法取得教師證照而被屏除於教職之外。

(四) 數學紙筆測驗涵蓋具深度的「選擇題」與「申論題」

我國教育實習輔導相關人員認為測驗題型以「選擇題60%簡答題40%」為宜者最多，佔26%；「全部選擇題」次之，佔23.97%；「選擇題70% 簡答題30%」佔22.59%；「選擇題80% 簡答題20%」，佔19.37%。

⁸⁸ 指的是教師具備的數學知識和技能，必須能夠分辨學生或教科書定義的錯誤等，以及能正確使用專有名詞和符號。

⁸⁹ 數學與生活或其他領域的連結與應用、數學專業知識。

⁹⁰ 指用於教學用的數學各主題（如代數、分數、小數……等）的專門知識，如減法的「拿走（take away）型」和「比較（comparison）型」等。

美日教檢的題型以選擇題與申論題為主，其選擇題的評量重點在於數學的核心概念，以及在量的情境中的問題解決及推理的能力；其申論題設定於學科領域的課堂情境脈絡中，或要求應試者提出教學方法，或建立教學目標，或解決一個教學問題並概述解決步驟，或針對目標的達成與問題的解決進行必要的抉擇，命題方式具深度值得借鏡。

二、建議

- (一) 現階段國小教檢宜加考「數學教學專業知能」
- (二) 數學考科內容宜涵蓋「學科內容知識」與「學科教學知識」
- (三) 數學考科題型宜涵蓋具深度的「選擇題」與「申論題」
- (四) 數學考科宜以數學知識體系範圍以中小學數學為主
- (五) 國小教檢宜實施「教學現場評鑑」

參考文獻

- 師資培育法（2005年12月28日）。
- 中等學校、國民小學教師師資職前教育課程教育專業課程科目及學分（2003年10月2日）。
- 高級中等以下學校及幼稚園教師資格檢定辦法（2005年10月3日）。
- 教育職員免許法（2008年6月18日）。
- 1111教職網（2009）。95~98各縣市國民小學教師聯合甄選數學考題。取自
<http://202.153.190.193/forum/forumdisplay.php?fid=9>
- 中等教育司（2010a）。中小學數學師資培育國際評比-數學師資培育跨國研究（teds-m 2008）初步結果。取自http://www.edu.tw/news.aspx?news_sn=3340
- 中等教育司（2010b）。學生要學、老師也要學-國民小學教師應具備數學教學專業知能。取自http://www.edu.tw/news.aspx?news_sn=3489
- 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。
- 林宜臻（2009）。高級中等以下學校及幼稚園教師資格檢定考試國民小學類科加考「數學教學應具專業知能」之研究。（編號：NAER-98-02-B-1-01-03-1-03。臺北縣：國家教育研究院籌備處。
- 林碧珍、張宇樑、游自達、楊德清、蔡文煥、謝豐瑞、譚寧君（2011）。臺灣小學數學職前教師培育研究。取自
http://www.dorise.info/DER/download_TEDS-M/1000601bookpublication.pdf

- 林碧珍、蔡文煥（2006）。國小實習輔導教師數學輔導知能與實習教師數學教學知能專業發展之研究（1/3）。NSC93-2522-S-134-002。新竹市：國立新竹教育大學數學教育研究中心。
- 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），57-88。
- 姚如芬（2006）。成長團體之「成長」——小學教師數學教學專業之探究。科學教育學刊，14（3），309-331。
- 洛杉磯文化組（無日期）。加州教師檢定問答集。取自<http://www.tw.org/cbest/faq.htm>
- 教育部教師資格認定指導中心（2010）。教育部：近期將試點教師資格准入制度。取自：<http://www.jszg.edu.cn/showArticle.jsp?id=2337>
- 陳智華（2009年11月25日）。國小師檢擬加考數學。聯合新聞網。取自：http://mag.udn.com/mag/campus/storypage.jsp?f_MAIN_ID=13&f_SUB_ID=104&f_ART_ID=223365
- 劉曼麗（2006a）。國小職前教師數學專業基準與發展之研究（含實習）（2/3）。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（編號：NSC-2522-S-153-004）。屏東市：國立屏東教育大學數理教育研究所。
- 劉曼麗（2006b）。國小職前教師數學專業基準與發展之研究。「數學與科學實習與輔導教師專業發展研討會」發表之論文，國立新竹教育大學。
- 劉曼麗（2008）。國小教師數學教學專業基準發展之研究。「中華民國第二十四屆科學教育學術研討會」發表之論文，國立彰化師範大學。
- 文部科学省初等中等教育局教職員課（2010a）。平成22年度小学校教員資格認定試験 第1次試験正答。出手先
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/09/06/1292863_14_1.pdf
- 文部科学省初等中等教育局教職員課（2010b）。平成22年度小学校教員資格認定試験の合格判定基準。出手先
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/04/22/1292863_5_1.pdf
- 文部科学省初等中等教育局教職員課（2010c）。平成22年度小学校教員資格認定試験の案内。出手先
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/04/22/1292863_2_1.pdf

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Burghes, D. (2008). International comparative study in Mathematics teacher training. Retrieved from [http://www.cfbt.com/evidenceforeducation/pdf/MathsTeachTrain_reportFINAL%20\(WEB\)_v5\).pdf](http://www.cfbt.com/evidenceforeducation/pdf/MathsTeachTrain_reportFINAL%20(WEB)_v5).pdf)
- California Basic Educational Skills Test (2009). CBEST TEST SPECIFICATIONS. Retrieved from http://www.cbest.nesinc.com/CA_testspecs.asp
- Educational Testing Service[ETS] (2009). Computerized Pre-Professional Skills Test: Mathematics (5730). Retrieved from <http://www.ets.org/Media/Tests/PRAXIS/pdf/5730.pdf>
- Educational Testing Service[ETS] (2010a). Elementary Education: Content Knowledge (0014). Retrieved from <http://www.ets.org/Media/Tests/PRAXIS/pdf/0014.pdf>
- Educational Testing Service[ETS].(2010b). Pre-Professional Skills Test: Mathematics (0730). Retrieved from <http://www.ets.org/Media/Tests/PRAXIS/pdf/0730.pdf>
- Educational Testing Service[ETS] (2011a). Curriculum, Instruction, and Assessment (0011). Retrieved from <http://www.ets.org/s/praxis/pdf/5011.pdf>
- Educational Testing Service[ETS] (2011b). Elementary Education: Content Area Exercises(0012). Retrieved from <http://www.ets.org/Media/Tests/PRAXIS/pdf/0012.pdf>
- Educational Testing Service[ETS] (2011c). Praxis III Assessments. Retrieved from http://www.ets.org/praxis/institutions/praxis_iii/
- Educational Testing Service[ETS] (2011d). Praxis I Overview. Retrieved from <http://www.ets.org/praxis/about/praxisi/>
- Educational Testing Service[ETS] (2011e). Praxis II Overview. Retrieved from <http://www.ets.org/praxis/about/praxisii/>
- Educational Testing Service[ETS] (2011f). Praxis II Test Content and Structure. Retrieved from <http://www.ets.org/praxis/about/praxisii/content/>
- Finnish National Board of Education[FNBE] (2010a). Teachers and educational staff. Retrieved from <http://www.oph.fi/english/education/teachers>

- Finnish National Board of Education[FNBE] (2010b). Teachers in General Education.
Retrieved from
http://www.oph.fi/english/education/teachers/teachers_in_general_education
- Gopinathan, S., & Chuan, G. (2001). *Recent changes in primary teacher education in Singapore: Beyond design and implementation*. Paper presented at the the International Educational Research Conference, University of Notre Dame, Fremantle, Western Australia.
<http://www.aare.edu.au/01pap/goh01512.htm>
- Hill, H. C., Schilling, S. G., & Ball, D. L. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal*, 105, 11-30.
- Ministry of Education/Singapore. (n.d.). Applying to be a Teacher. Retrieved from
<http://www.moe.gov.sg/careers/teach/applying/>
- National Board for Professional Teaching Standards (1998). Middle Childhood through Early Adolescence/Mathematics STANDARDS (for teachers of students ages 7–15).
Retrieved from
http://www.nbpts.org/userfiles/File/ea_math_standards.pdf
- National Council for Accreditation of Teacher Education (2008). *Professional standards Accreditation of Teacher Preparation Institutions*. Washington, DC: National Council for Accreditation of Teacher Education.
- National Council of Teachers of Mathematics[NCTM] (2003). *NCATE/NCTM Program Standards. Programs for Initial Preparation of Mathematics Teachers*. Washington, DC: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Institute of Education[NIE] (n.d.-a). Bachelor of Education (B Ed) 2010 - 2011.
Retrieved from
<http://www.nie.edu.sg/files/fpo/itpp/BEdHandbookPri2010-2011.pdf>
- National Institute of Education[NIE] (n.d.-b). Diploma Programmes 2010 – 2011.
Retrieved from <http://www.nie.edu.sg/files/fpo/itpp/DiplomaHandbook2010-2011.pdf>
- National Institute of Education[NIE] (n.d.-c). Postgraduate Diploma in Education Jan - Dec 2011. Retrieved from
http://www.nie.edu.sg/files/ote/PGDE_Handbook_Jan2011.pdf
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- The Australian Association of Mathematics Teachers[AAMT] (2006). The AAMT standards for excellence in teaching mathematics in Australian schools. Retrieved from
<http://www.aamt.edu.au/Activities-and-projects/Standards/Standards-document>

- The Interstate Teacher Assessment and Support Consortium[INTASC] (1995). Model Standards in Mathematics for Beginning Teacher Licensing & Development: A Resource for State Dialogue. Retrieved from <http://www.ccsso.org/content/pdfs/INTASCMathStandards.pdf>
- Wang, Y. (2008). Mathematics Teacher Training in China. In D. Burghes (Ed.), *International comparative study in Mathematics teacher training* (pp. 7-9). Berkshire, England: CfBT Education Trust.

【致謝】

本文改寫自林宜臻主持的教育部委託研究專案「國小教師資格檢定考試加考數學教學專業知能及其內涵之研究」。研究期間承蒙小島宏研究部長、黃毅英教授、郝京華教授、李星云教授、陳之華女士、Dr. Jeremy Sykes提供的諮議及資料，讓本研究得以更精準且適切地闡述觀點；感謝林姮君、李晃昇兩位得力助手在資料的蒐集，給予全力而有效的協助。

附錄

附錄1：國小教師資格檢定加考數學教學專業知能及其內涵之研究問卷

各位教育先進：您好！

考量國民小學教學採包班制，國民小學師資類科資格檢定考試擬加考、數學教學專業知能]，請您針對加考該考科以及該考科的命題內容及範圍等提供寶貴意見，由於您的填答將影響本方案的未來走向及考科內涵，煩請您審慎考量後填答本問卷，感恩您對師培教育的貢獻！

國家教育研究院籌備處「國小教師資格檢定加考數學教學專業知能及其內涵之研究」

計畫主持人：林宜臻 敬啟

計畫聯絡人：李晃昇先生（02）8671-1472 林姮君小姐（02）8671-1489 九十九年六月

■第一部份：基本資料

1.性別：

☐女

☐男

2.身分【可複選】：

☐師培中心主任/實習輔導處處長

☐實習輔導教授

☐現（曾）任數學學習領域輔導團團員

☐教務（導）主任（主管實習業務）

☐現（曾）任數學領域召集人

☐正式教師且曾任實習輔導教師

3.取得國小教師證途徑：

☐未取得

☐師範院校教育學程

☐一般大學教育學程

程

☐師資班/教育學分班

☐師專 / 師院/師範大學 ☐其它：_____

4.國小教學年資：

☐未任教

☐未滿3年

☐3年以上~未滿5年

☐5年以上~未滿10年

☐10年以上~未滿20年

☐20年以上

5.最高學歷：

☐博士 ☐碩士 ☐學士 ☐專科

6.修習科系：【可複選】

專科階段：☐數學組 ☐自然組 ☐其他：

學士階段：☐數學系 ☐理工相關科系 ☐數學教育系

☐數理教育相關科系（數學教育組）

☐數理教育相關科系（自然教育組）

☐教育相關科系 ☐其他：_____

碩博士階段：☐數學教育相關研究所 ☐數理相關研究所

☐教育相關研究所 ☐其他：_____

請翻頁接續作答

■第二部份：對國小教師檢定考試加考數學教學專業知能之看法

	非常 同意	同 意	不 同 意	非 常 不 同 意
1.國小小班制度下，教師檢定應加考數學教學專業知能	☐	☐	☐	☐
2.國小教師檢定考試若加考數學教學專業知能，對國小數學教學有幫助	☐	☐	☐	☐
3.教師檢定若加考數學教學專業知能，其中涉及的數學知識以可勝任國小數學課程內容為宜	☐	☐	☐	☐
4.擔任國小數學領域任課教師應通過數學教學專業認證	☐	☐	☐	☐

■第三部份：國小教師檢定考試若加考數學教學專業知能，針對考科內容及範圍之看法

1.國小教師檢定考試若加考數學教學專業知能，您認為數學學科內容知識的考試範圍應以何者為宜，以符應小學教學現場需求？

☐小學數學 ☐國中數學 ☐高中數學 ☐大一數學

子題一

國民小學教師資格檢定加考「數學教學專業知能」之研究

2. 國小教師檢定考試若加考數學教學專業知能，您認為何種測驗題型為宜？

☐全部選擇題

☐全部簡答題

☐選擇題80%簡答題20%

☐選擇題70%簡答題30%

☐選擇題60%簡答題40%

☐其他：選擇題_____ % 簡答題_____ %

感恩您對師培教育的貢獻！