

# 國民中小學數學教師專業成長數位課程之研發

劉君毅

國家教育研究院助理研究員

周筱亭

國家教育研究院研究員

## 摘要

近年來國民中小學教師紛紛透過各種途徑發展本身的專業能力，用來面對課程改革與教師專業提升的壓力，本研究以產出增進數學教師專業成長之數位資源為導向，並透過資料蒐集分析了解研究效益。計畫透過研究人員與大學教授及國民中小學教師共同組成研究團隊，以系統化教學設計概念作為建構數學教師專業成長資源的模式，進行了三個主要工作項目：（一）、發展專書與教學媒體等輔助資源；（二）、發展數位學習課程；（三）、評估教師專業發展的效益。團隊成員以此運作模式進行長期性、持續性的成果建構與產出。

本研究已完成以下結果：（一）、產出教師專業成長資源，包含：1.圖書與教學媒體：「國中小數學教師專業成長影集」6單元；「國中小數學教材與教學探討」圖書與媒體18單元。2.於「國民中小學數學教師專業成長網」已建置6門課程等。（二）、本研究利用數學教材（小數）測驗問卷，測量教師對小數教材內涵的了解程度，發現讓在職教師利用本研究產出資源學習後，他們的測驗分數都高於尚未學習之前，表示這套方案對數學教師的教學專業成長是有效果的。研究團隊將持續關注與發展這系列資源內容，並且實際應用於國民中小學數學教師研習。

關鍵字：教師專業發展、數學教育、教育科技、數位學習

## **Developing & Implementing of e-Learning Courses for Elementary & Secondary Math Teachers' Professional Development**

### **Abstract**

In recent years, both elementary and junior high school teachers of Taiwan try to enhance their professional ability via various paths in order to face pressures coming from curriculum reform and professional development. This project puts forward a proposal, combining instructional media with e-Learning, which enables teachers to do their professional development either at home or school.

The project was proposed by National Academy for Educational Research, Preparatory Office. Its research group is composed of researchers, math education professors and school teachers. The systematic design of instruction is adopted to construct a model for elementary and junior high school math teachers' professional development. Since the goal is set to be long-term and have continual products, it includes three main tasks:(1)to develop the auxiliary resources such as books and instructional media for teaching (2)to set an online environment for e-Learning(3)to evaluate its effects on math teachers' professional development.

So far, the products worked out are as follows:(1)resources for teachers' professional development including a) Video discs for math teaching in elementary and junior high schools, 6 units, b) Exploration of math teaching materials and strategies( books and video discs as a set), 18 sets , (2)an e-Learning curriculum built on website for math teachers' professional development consisting of 6 courses. On the other hand, a questionnaire about decimals has been used to measure teachers understanding upon concept and teaching of decimals , the result shows that in-service teachers have a better understanding on concept and teaching of decimals after taking the online course.

The research group will continue this project and implement its products in the pre-service and in-service math teachers training program. This paper will introduce how the project is run and its tentative results.

Key words: teachers' professional development, elementary & junior high math education, educational technology, e-Learning.

## 壹、緣起與目的

數位化學習已是現今個人進修的新趨勢，至於學習環境的建置、導入與應用、維護與更新、內容的呈現、學習程序編排、互動性處理、介面設計等都需要做精心有效的規劃才能達到使用者受益的目的，也才能提高使用者學習的動機與參與意願。因此本研究擬透過之前的研究經驗及所累積的重要教學資料，建立一個屬於在地化教師的教學資源數位課程，做為教師們增長實務經驗的參考資源；並透過教師們從實際教學情境的觀察、思維、反省、學習，結合理論與實務，從中發展出個人的教學特色與專業。並就系列數位課程陸續對國中小教師（使用者）專業成長之影響進行相關探討，並對此一數位學習環境進行有效性評鑑，以獲取發展經驗，提高研究效益。具體而言，本研究有二項主要目的：

- 一、建構國中小數學教師數位化學習環境以增進國中小數學教師專業素養。
- 二、評鑑「國民中小學數學教師專業成長網」數位學習課程，了解其對增進國中小教師專業成長的影響。

## 貳、文獻探討

### 一、數學教師專業成長之內涵

許多學者為數理師資之培育提供了設計課程的理論（例如：Dana, Campbell & Lunetta, 1997）。Shulman（1987）所提出的學科教學知識（pedagogical content knowledge）概念更廣為學界所推崇。Annetta 和 Shymansky（2006）亦指出，國小教師即使經過四年嚴格的大學師資培育學程，但卻經常在他們所表現的學科知識上顯得不夠，這是因為師資培育機構之課程偏重於教學知識（pedagogical knowledge）而不是科學的學科教學知識（pedagogical science-content knowledge）。第一次全國科學教育會議之後，國科會提出了具體的政策白皮書做為數理師資培育的依據，因此現階段數理師培問題主要不在於理論與方法的缺乏，而是在於如何有效的付諸實施與檢討改進。有鑑於此，目前世界上許多不同教育系統皆傾向設置適當的師資評鑑系統，以確保數學教師們能具備一定程度的學科內容知識（NCTM, 2000）。然而，任教數學所需的數學學科知識是一種特別的知識，並不是修過一定數學課程，或者是擁有一定數學學位的人就一定擁有的，即使一般的數學考試也不能保證通過的數學教師，真能具備所需用於數學教學的數學知識，一位優秀數學教師的能力在於他能有效地準備數學課程，及能有效地回應學生數學學習上的困難，而這些能力植基於數學教師對於數學主題的瞭解，其數學思考的能力，以及對於教學技巧的掌握與瞭解（French, 2003）；因此，各師資培育大學及區域教育機構所提供之教師專業發展課程，除了一般教學知識外，也開始著重於數學教師數學學科知識及教學內容知

識 (PCK) 的發展 (Carroll, 2006; NCTM, 2006)。DfEE (1998) 的報告也指出一位合格數學教師所需具備之學科知識，主要指的是他能有效地回答學生所提出與數學相關的問題。

Shulman (1986) 在他1985年AERA的主席演說中，定義了一種新型態的內容知識 (content knowledge)，這種內容知識，依其定義為 “the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others” (p. 9)，他給這種新類型的知識一個名稱為學科教學知識 (pedagogical content knowledge, PCK)，基本上說來，PCK為內容知識的一種，或者說是內容知識的一個子集，特別有助於教學的一種內容知識，尤其是在有助於學生學習課程的計畫與執行上。Shulman (1986b) 回顧有關教學研究典範 (paradigm) 時指出，以往教學研究深受行為主義影響，故主要結果偏重描寫教師行為如何影響學生學習，卻忽略了教學過程中教師和學生雙方在思考、能力和行動等方面的重要中介變項。他並在另篇文獻中 (Shulman, 1986a) 提出教師教學內涵的理論，討論「教師運用在課堂上教學的知識有哪些？」以及「這些知識是從何而來？」的問題。Shulman (1987) 則提出教師需具備的七種知識，包括：學科知識 (content knowledge)、學科教學知識 (PCK)、一般教學知識 (general pedagogical knowledge)、課程知識 (curriculum knowledge)、學習者知識 (knowledge of learners and their characteristics)、教育脈絡的知識 (knowledge of educational contexts)，以及教育的歷史與哲學知識。其中以學科教學知識 (PCK) 最為重要，而PCK 是指教師能根據自己對於學科內容和教學的理解，以最好的方式，例如：類比、說明、示範等，呈現學科內容，讓學生容易理解。換言之，「教師的PCK」可說是教師在考量教育理論、既有經驗、學生特質、教學情境等因素後，「如何教出教學內涵的學識」。

由前述關於教師知識內涵與本質的探討，可看出教師的知識是以全方位的角度統整學科與教學領域之知識，因此教師不僅要理解學科知識的本質，亦需對一般教學與特定學科教學知識有相當的理解。而此具有統整特質之學科教學知識涵蓋了傳統師資培育中所忽略的重要課題，如：了解學生對特定學科主題的學習障礙，與特定學科主題相關聯之課外資源之知識，教師對於學科本質的瞭解，與對於學科概念的各種不同的展現方式等教學知能。除此之外，傳統師資培育課程中強調學科知識與教學知識的分野，忽略教師在師資培育的學程中，應如何協助教師統整其學科與教學知識。有鑑於此，以「現場教學實錄」為架構，應可作為未來教師培育的取向之一。

## 二、透過屬實的「現場教學實錄」將實務知識融入師資培育之中

前面已簡單描述教師知識可能的面向，而在面臨如何協助教師成長之議題方面，可從數學課程研究以及教學文化之社會學部分來進行探討。就數學課程研究的

部分，應加強教師對課程之設計理念探討，學習評鑑課程之方法，課程間橫向（各學科之間）與縱向之連結（特定學科內概念的呈現階段）等議題之探討；在教學文化之社會學部分，則宜以實際的學校情境為探討之議題，使得教師能了解課室教學與學生的文化背景，社區的環境與文化，學校內部的行政文化與教學環境之關聯，並協助教師在面對這些環境中需如何的應對與如何的解決所面臨的問題。

荷蘭的MILE計畫，強調情境式的教學實務，師培階段學生或在職教師透過數位化的教學場景來將現實的教學場景轉化到學習的環境之中，透過進行反思的對話來建構本身的數學教學知識（2009）。本研究所提出的「現場教學實錄」，是利用攝影機將教室裡師生教學與學習活動過程加以記錄並適度處理，再製作成光碟或網路資源提供師資培育使用（本研究目的之一）。目的亦在於透過此種方式強化教師微觀學科教學知識的養成。授課之內容則宜強調對特定單元中學科知識的理解，例如，此單元中的重要概念，與其他單元（或學科）的連結，與前後課程的連貫等做一深入了解。另外對於相關的可供學生需要的課外參考資訊，其來源與對學生的適用性亦需探討，以便能收集合宜的教材輔助教學。最後則探討如何將特定單元的學科知識依各種不同的方式表徵出來使學生能理解，例如，合宜的比喻、隱喻、說明與呈現方式等，哪些概念改變策略可應用在此單元，如何診斷學生在此單元的迷思概念，或討論過去有關學生在此單元的迷思概念研究結果，探討解決學生學習困難之策略。

「現場教學實錄」是利用科技媒體完整記錄教師在教學活動中教學的脈絡及與學生互動的歷程，再透過經整理後的實錄影片及文本等媒介重現教學現場實況，以協助觀看的教師發展其教學相關的知識。本研究目的之一，即在建構一個方便的環境，將「現場教學實錄」轉化成數位課程並搭配教學媒體多元呈現，讓使用者方便取得及應用，而在教學實錄內涵的發展上，則提出了以下建議：

就學科領域部分，現行的師資培育學程中，雖然學科專業教授努力傳授新的學科知識，然而，由於職前學科教師過去對學科的學習方式，與專業課程中教授們的教導方式，使得他們並沒有概念化與意義化在專門學科中所習得的學科知識。如何加強職前數學教師體認其學科領域內的學科知識及學科教學知識，學科內的重要概念與對學科所擁有的信念，使教師們能對學科概念有深入的理解與體會，這些皆需要所有參與師資培育的學科教授通力合作，以協助教師建構有意義的與完整的學科領域知識。因此數學的師資培育在課堂中可強調與提醒職前教師有關數學本身的意義，數學學科內的重要原理，各種新的理論與學說觀點的探討。而透過「現場教學實錄」部分，教師能真正的親身體驗教學的實際內涵，參與研討與對照理論的過程，以真正了解學科知識的獲得過程。最後學科教授對於該學科領域在其他領域之間的應用之重視，亦可使教師具備廣闊的、統整的學科領域知識，以預備未來的教學使用。

教師學習教學之方式宜以實例的方式呈現，這也就是「現場教學實錄」的主要意涵。過去僅利用講述的方式傳達命題知識（Shulman, 1986），如原理、定則，較不易被教師作有意義的儲存並熟練的運用在教學情境中，造成過去教師們常認為與教育相關的科目的理論非常多但與實務不能相連。相對於此種方式，透過「現場教學實錄」，應有助於教師能全方位的建構與儲存學科教學知識於其教學庫中。誠如前面所述，如授課教授能以具體實例來講述相關學理，並讓教師能由實務的演示與討論中自行建構與體會一般之教學知識，相信對於教師轉移教學知識到特定的學科教學領域中有非常大的助益。

職前及生手教師的學科教學知識受教學情境的影響非常的大，因此若能提供「現場教學實錄」，不但能與有經驗的輔導教師相互切磋特定單元的教學表徵，亦可透過紀錄實際了解當前學生對特定單元的學習特質與困難，了解教學情境、學生與學校文化對教學之影響。相信這些經驗均有助於職前教師建構其學科教學知識。而師資培育者應提供機會使職前教師能反省與分享實習經驗，根據學科教學的內涵做深入的討論與分享，相信更能協助職前教師內化他們所實習得到的經驗。

知識對於在職進修之課程或研習活動的啟示：以國小數學教師而言，由於一般教師反應在學科知識的不足，因此可強調特定單元學科知識的教授、學生的學習困難、學科的表徵方式或策略，可使用之課外資源等議題的討論與傳授。另外亦應對課外相關資源之適用性、學生在特定單元上學習的困難與教學策略與表徵進行探討。相信這種統整學科與教學知識的在職進修活動，更能協助教師改善自身的教學，並能直接將所學應用在課室教學中。

藉由「現場教學實錄」提供教師多向度的反省參照架構，生手教師參觀「現場教學實錄」的教學之後，也可透過研習時小組或群體的討論，交換彼此的教學心得，以加強區辨各種教學要素間的差異，或是藉由開放式的教學建構方略，分析自己的教學信念系統。必要時可以鼓勵生手教師與資深優良的專家教師常常討論，以幫助自己獲得更多元的反省參照架構。

利用「現場教學實錄」微觀教學方式改進生手教師的實際教學技巧：微觀教學（micro-teaching）的主旨是協助未來教師或正在進修的現職教師習得教學技巧，其基本作法是在嚴密的督導之下，把教學的知能，分析為獨立的教學技巧，若能逐一針對這些技巧加以演練，則能有效地完成教學工作（李詠吟，1997）。教師能藉由現實教學紀錄與反省教學的刺激，澄清其教學信念，並進而改善其教學行為。

藉由「現場教學實錄」反省思考釐清教學行為所根據的教學信念：反省思考是一種高層次的認知技能，其思考模式可藉由同儕練習、實驗、分享、探究教學經驗等，達到充分溝通與對話，以開展認知上的自我調適，進而激發教師的敏感深思。

## 參、研究方法與程序

本研究的執行策略採取了成果產出、評估效益並重的雙軌策略，研究團隊除了致力開發「新產品」之外，也對學校教師使用本研究產出（已建置為「國民中小學數學教師專業成長網」及相關出版媒體、專書等）的效果進行評估分析。關於研究產品的產出歷程偏屬教學科技應用範圍，不在本文詳述，以下將說明本研究產出之實際應用效果評估方式：

### 一、研究設計

本研究的主要研究架構將以數學中的重要主題作為主軸，透過設計的系統化模式（或稱ADDIE模式），區分為「分析（analysis）、設計（design）、發展（development）、執行（implementation）、評鑑（evaluation）」等五個階段循序分階段實施，透過發展出來的研究工具--「國民中小學數學教師專業成長網站」及發展數位課程與相關教學媒體等，來達成國中小數學教師專業成長的主要目的。另外，為檢視「國民中小學數學教師專業成長網」的數位資源對於在職教師專業成長之效益，本研究之第二年執行期間，試圖以深度訪談及問卷等方式，分別探究本研究成果對參與者（參與研發教師群）及網站資源使用者（研習教師）之專業成長影響。

在探究參與者效益方面，研究者考量參與研發教師群對本研究產出資源已十分熟悉，若就網站內容或相關資源測試其專業成長情形並無意義，乃決定就其個人參與研發計畫過程之感受與成長省思進行深度訪談，並加以記錄討論。

在網站資源使用者方面，研究者就97年8月參與「國小數學教師運用網路資源研習班」的46名教師為對象，以「小數篇」數位課程為初步試驗內涵，進行對使用者影響的效益探討。研究依準實驗教學研究之精神，採單一樣本的前後測設計進行處理，測驗題目屬於開放式型態，在教師觀看數位課程前進行前測問卷的資訊蒐集，觀看之後，則請教師填寫後測問卷，檢視教師觀看數位課程前後改變的方式，進行結果比較，以了解教師們對於小數教材相關概念的改變情形，以初步推論本數位課程對教師專業知識的協助效益。前測與後測問題內涵均相同，但題目次序不同。有關研究設計模式，請參見表1，本研究問卷回收有效樣本44份，基本資料請參照表2。

表1 實驗設計模式

前測	影片觀看	後測
$O_1$	$X_1$	$O_2$

$X_1$ ：表示本研究的實驗處理，即「接受小數教材的數位課程」

$O_1$ ：指實驗處理前所實施的前測，即「小數測驗」前測

$O_2$ ：指實驗處理後所實施的後測，即「小數測驗」後測

表2 參與研究之教師的基本資料摘要表

性別	年齡						教學年資			
	26~35		36~45		46~55		平均數	標準差	最小值	最大值
	人數	%	人數	%	人數	%				
男 (n=15)	9	60.0	6	40.0			8.53	6.31	1	23
女 (n=29)	16	55.2	10	34.5	3	10.3	11.07	7.23	1	29

### 三、研究工具

本研究設計了開放式的「小數教材測驗」問卷，工具之設計著重在了解教師之「數學學科知識」(CK)與「數學教學知識」(PCK)，因為其他的知識具有「內隱性」，獲得較為困難。在數學內涵上，小數教材測驗包含了小數概念、小數加減、小數乘法、及小數除法四項內涵，其中，小數概念包含了3個問題，小數加減和小數乘法各包含了2個問題，小數除法則有4個問題。

詳細問題內容及評分規範如表3所示。為求本研究前後測的評分之一致性，本研究的所有樣本答題均由一名數學教育的專家進行批改。

表3 小數教材測驗之問題內涵及評分規範

內容	問題	評分規範
小數的數概念	(1) 為什麼小數的記數系統是整數記數系統的延伸？	(0分) 沒有作答。 (1分) 能回答都是十進位結構。 (2分) 能回答都是十進位結構，並較詳細說出正確的理由。
	(2) 123.45；23.67；45.678；1.7；234.567。上面這些小數中，那些小數的位名左右對稱？你是怎麼判斷的？	(0分) 沒有作答。 (1分) 能說出123.45的位名左右對稱。 (2分) 能說出如何判斷123.45位名左右對稱的理由。
	(3) 10個白色積木合起來還是10個白色積木，不會變成1條橘色積木。 1條橘色積木平分成10份中的1份是1/10條橘色積木，不會變成1個白色積木。 為什麼可以用1條橘色積木代表10個白色積木，或用1個白色積木代1/10條橘色積木？	(0分) 沒有作答。 (1分) 能說出1個白色積木和1/10條橘色積木等長，10個白色積木接起來和1條橘色積木等長。 (2分) -能說出以1個白色積木為單位，1條橘色積木和10個白色積木接起來等長，以能夠以1條橘色積木代表10個白色積木。 -以1條橘色積木為單位，1個白色積木和1/10條橘色積木等長，所以能夠以1個白色積木代表1/10個橘色積木。

小數的加減	(4) 使用直式記錄小數加減問題的解題活動時，要求小數點位置對齊，或要求位值對齊？為什麼？	(0分) 沒有作答。 (1分) 只回答要求位值對齊。 (2分) 能回答要求位值對齊（或小數點對齊），並說出正確理由。
	(5) 以「 $2.5+3.8=?$ 」為例，學童可能有哪些解題策略？	(0分) 沒有作答。 (1分) -只說明一種解題策略。 -能說明兩種解題策略（不含多單位策略）。 (2分) -能說明兩種解題策略（含多單位策略）。 -能說明兩種以上解題策略的名稱，但是沒有說明。 (3分) 能說明兩種以上解題策略。
小數乘法	(6) 以「 $3.9\times 2.46=?$ 」為例，說明為什麼一位小數乘以二位小數的積是三位小數？	(0分) 沒有作答。 (1分) 只說明一種解題策略。 (2分) -能說明兩種解題策略。 -能說明兩種以上解題策略的名稱，但是沒有說明。 (3分) 能說明兩種以上解題策略。
	(7) 以「 $1.42\times 7=?$ 」為例，學童可能有哪些解題策略？	(0分) 沒有作答。 (1分) 只說明一種解題策略。 (1分) 只說明二種解題策略（不含多單位策略）。 (2分) -能說明兩種解題策略（含多單位策略）。 -能說明兩種以上解題策略的名稱，但是沒有說明。 (3分) 能說明兩種以上解題策略。
小數除法	(8) 成人求「 $23.6\div 1.4$ 」的商數及餘數時，都先將原問題化為「 $236\div 14$ 」來計算：為什麼「 $236\div 14$ 」的餘數是「12」，而「 $23.6\div 1.4$ 」的餘數是「1.2」？為什麼「 $236\div 14$ 」與「 $23.6\div 1.4$ 」的商數都是「16」？	(0分) 沒有作答。 (1分) 只說明一種解題策略。 (2分) -能說明兩種解題策略。 -能說明兩種以上解題策略的名稱，但是沒有說明。 (3分) 能說明兩種以上解題策略。
	(9) 以『有14.4公斤的綠豆，每包裝3.2公斤，最多可以裝滿幾包？剩下多少公斤？』為例，學童可能有哪些解題策略？	(0分) 沒有作答。 (1分) 只說明一種解題策略。 (1分) 能說明二種解題策略（不含同時換單位策略）。 (2分) 能說明二種解題策略（含同時換單位策略）。 (3分) 能說明兩種以上（含兩種）解題策略。
	(10) 試以『5983公升果汁，平分裝成72瓶，儘量分完，每瓶裝幾公升？剩下多少公升？』及『59.83公升果汁，平分裝成72瓶，每瓶裝幾公升？剩下多少公升？商數算到小數第二位，並寫出餘數』為例，說明解題的異同。	(0分) 沒有作答。 (1分) 能說明其中一種解法的意義。 (2分) 能說明兩種解法的意義。 (3分) 能說明兩種解法的意義及其異同。

## 肆、研究結果與討論

以下分別討論參與者個人參與研發計畫過程之感受與成長省思之訪談發現；及透過問卷方式，了解網站資源使用者在使用本研究產出資源前後對於小數教材相關概念的改變情形等。

### 一、團隊參與者的專業成長

由於研發團隊的工作目標在幫助國中小數學教師專業成長，而受邀參與的教師也均是國中小現場第一線的教育工作者，本文稱他們為參與者，以有別於其他未參與這個團隊的現職國中小教師。對於多年來持續參與研究團隊工作，參與者都表示自己在參與的過程中獲得很大的成長，以下將就態度、情意、知能三方面來討論：

#### （一）態度方面

參與這個團隊的現職教師，幾乎都對國中小數學教育與教學有著濃厚的興趣，並有積極學習的態度與專業成長的需求，這在與他們的訪談中，可以獲得很明顯的感受。多數參與的教師一開始加入這個團隊時，都擔心自己無法勝任交付的任務，因此每個人都非常認真的投入每個階段的工作，期待在這個團隊中從做中學，同時提升個人教學效能。甚至有教師是抱著經驗傳承的想法，來為數學教育貢獻己力。這些參與者都具有豐富的實務經驗，從工作中體認到提昇專業能力的重要，因此都具有強烈的學習動機，加上他們也清楚這是一個工作團隊，所以都早已做好心理準備，要面對長期又辛苦的研究工作，採取參與發展的專業發展模式（Jones et al., 1994）。他們也常感恩有機會參加這個團隊，所以對於幫助其他同樣想要專業成長的教師，他們總是不遺餘力。

#### （二）情意方面

教師們參與團隊後，在情感上，會感覺自己是加入了一個被支持的成長團體，同儕間還能有教學技巧的分享與交流，讓他們經常可以省思自己的數學教學，而有新的發現，也感覺到有一大群夥伴在協助自己改進教學。顯而易見，團隊的互動氛圍和能否有所收穫，是影響教師是否願意繼續參與的重要因素。即使是已經擔任教職的教師，當發現自己的不足與遭遇困難時，都還是需要被鼓勵與肯定；參加研究團隊，雖然是學校工作以外的額外負擔，但當這些付出對個人的成長、對學校的教學、對數學教育的推展，具有相當的意義和價值時，就算辛苦也值得。

### (三) 知能方面

在知能方面，參與研發教師也具體的說出他們獲得的成長，可以分成教學設計（含教學實錄影片拍攝）階段和教師專業成長影集影片腳本撰寫階段。在教學設計和教學實錄影片拍攝階段，每一位參與的現職教師不得不勇於面對自己的教學被記錄成影片，並和大家一起討論自己的教學；當教師們在討論的過程中，學到教材的結構、脈絡與學童的認知，能夠從觀看別人的教學，學會檢視自己的教學，進而能有所修正，也能慢慢察覺自己的改變，這就是專業的成長。

在影集光碟腳本撰寫階段，教師們面臨的是一項從未經驗過的挑戰。寫腳本要考慮的面向比教學更複雜，包括指定主題的教材重點和脈絡，如小數教材的重點依序包含數概念、加減乘除、直式算則等，必須從理論面的教材分析，結合實務面的教學實況來進行說明，還要同步考慮聲部所要搭配的視部畫面，和必須使用觀眾能接受的口語字詞。這樣的訓練，讓教師們在多次的修改過程中，澄清數學概念，對數學知識有更深入的了解。

## 二、網站資源使用者的專業成長

為了解本研究產出對於教師實際專業成長之影響效果，研究群經由上一章之研究設計，對在職教師群進行實驗，透過資料分析受試教師在小數教材測驗的前後測總分表現、逐題得分差異比較等比較結果，以了解「小數篇」數位課程對使用者之「小數」教學相關知識的影響。討論如下：

### (一) 在職教師在小數教材測驗的前後測總分表現的差異比較

表4呈現的是在職教師在觀看數位課程前後的小數教材測驗得分對照，表5呈現的是前後測表現的t檢定摘要表。以總分來看，在職教師的前測平均分數為6.05，後測平均分數則為13.70，前後測的差異達顯著（ $t(1,43) = 10.55, p < .01$ ），顯示觀看之後的表現的確有助於其在測驗上的表現。

表4 教師在接受前後測的小數教材測驗得分對照

	人數	平均數	標準差
前測	44	6.05	3.57
後測	44	13.70	4.35

表5 在職教師在觀看數位課程前後的測驗得分t檢定摘要表

	Paired Differences					t	df	Sig.
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
前測-後測	-7.66	4.82	.73	-9.12	-6.19	-10.55	43	.000

## (二) 在職教師在小數教材測驗的前後測逐題得分的差異比較

表6呈現的是教師在觀看數位課程前後的小數教材逐題得分描述摘要。表7呈現的是前後測逐題表現的t檢定摘要表。整體而言，教師在各題的表現均呈現後測高於前測的現象。顯示本數位課程對於教師的數學教學專業成長的協助，有明顯的成效。

表6 在職教師在觀看數位課程前後的小數教材測驗逐題得分對照 (n=44)

題號	前測		後測	
	平均數	標準差	平均數	標準差
A1	.48	.55	1.11	.65
A2	.80	.76	1.52	.73
A3	.45	.50	.82	.39
B1	.86	.55	1.32	.64
B2	.75	.72	2.16	.94
C1	.36	.57	.93	.85
C2	.84	.78	2.32	.83
D1	.50	.55	.86	.41
D2	.75	.65	2.05	.99
D3	.25	.53	.61	.89

表7 在職教師在觀看數位課程前後的逐題得分t檢定摘要表

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
前測1-後測1	-.64	.72	.11	-.85	-.42	-5.88	43	.000
前測2-後測2	-.73	.76	.11	-.96	-.50	-6.36	43	.000
前測3-後測3	-.36	.49	.07	-.51	-.22	-4.96	43	.000
前測4-後測4	-.45	.73	.11	-.68	-.23	-4.13	43	.000
前測5-後測5	-1.41	1.09	.16	-1.74	-1.08	-8.61	43	.000
前測6-後測6	-.57	.73	.11	-.79	-.35	-5.18	43	.000
前測7-後測7	-1.48	1.02	.15	-1.79	-1.17	-9.58	43	.000
前測8-後測8	-.36	.49	.07	-.51	-.22	-4.96	43	.000
前測9-後測9	-1.30	1.00	.15	-1.60	-.99	-8.58	43	.000
前測10-後測10	-.36	.75	.11	-.59	-.14	-3.22	43	.002

### (三) 研究發現

本研究以參與研習的46名在職教師為研究樣本，有效樣本為44名。在觀看「小數篇」數位課程前（含影片及教學實錄文本資料），先進行「小數教材測驗」前測，了解教師對小數教材的既有概念，觀看數位課程後，再接受「小數教材測驗」後測，透過這樣前後的比較，了解教師對於小數教材相關概念，是否因為觀看本數位課程後有所改變？結果顯示：受測教師在後測總分、逐題的成績均較前測有所提升，且前後測的平均差異達顯著水準，顯示教師在觀看數位課程後，的確有助於其在測驗上的表現，得知本數位課程對於教師數學教學專業成長的協助，有顯著的成效。當前，我們自期在追求更高品質的數學教育之時，對教師的專業素養提升是刻不容緩的，本研究初步顯示教師透過觀看「小數篇」數位課程，對於專業知識的提升有正面影響，尚此，本系列相關數位課程後續的擴充與發展，對數學教師專業成長應可發揮更多支持效果。

#### (四) 使用者的回饋與建議

研發團隊利用辦理運用網路資源推廣研習的機會，同時也在問卷上設計了少數題目，蒐集參與研習教師們對使用「國民中小學數學教師專業成長網」的回饋意見，諸如：1.您覺得這個網站最能幫助您回答（解決）上列問題的是哪一項內容？2.就您使用的經驗，說出這個網站最大的特色是什麼？最需要改善的又是什麼？3.請說出您對這個網站直接的感覺？及對它的內容與功能在未來發展上的建議。

其中教師們認為這個網站的最大特色，主要包括呈現教學實況、提供教學參考資源和可立即學習的特性。得知這些教師給予這個網站的正面肯定，是對研究團隊莫大的鼓舞，因為結合理論和實際教學是團隊成員一直以來努力想做到的；讓教師可隨時上網立即學習，也是研發數位學習課程的目的；透過觀看實際教學過程，確實可使教師具有較高的學習動機，這更是讓研究團隊感到雀躍和安慰的事，顯示這多年來的努力方向確實符合教師們的需求，這麼長時間的投入努力是很值得的。

這些建議都是研究團隊後繼努力的重要參考，不過，多數教師喜歡看真實的教學，也覺得數位學習課程不夠豐富，因此提出希望充實內容的建議，但影集的研發和製作相當費力耗時，加上研究團隊都是利用課餘和假日時間工作，一點一滴逐漸堆砌成現在的成果，要使網站更加完善，絕對是研究團隊持續努力而且指日可待的目標，不過，仍需要經年累月時間的醞釀。

#### 伍、結論

依據研究目的，本研究過程中順利產出相關數學教師專業發展參考資源，並經由教學實徵研究，獲得相關的支持，對此研究團隊依循系統化（ADDIE）模式運作，帶動教師專業發展的經驗，可資作為未來其他領域教師專業發展之參考。

基於研究團隊成員在參與過程獲得的專業成長，和很多使用網站的教師得到的收穫，都表示教師可以透過不同的專業成長途徑—參與者從做中學、使用者上網自學。因應教育革新與時代潮流，教師必須透過不斷地專業成長來滿足教學需要，「國民中小學數學教師專業成長網」適度地提供了數學教師此方面的資源，期望教師們能善加利用。但徒賴教師本身的自覺與孤軍奮鬥，不易發揮最大的學習與成長潛能，若能透過組成專業成長的學習社群切入，凝聚教師們彼此的力量，更可確保教師專業發展的持續性與成效（周啟華，2006）。組成學習社群的教師們，可以先利用觀看教學影片、研讀數學結構和認知結構等資料的方式，產生出專業對話的主題，再共同研討、交換意見，使這個網站資源發揮最大的功效，這樣的作法也符合了Glatthorn（1987）提出的「合作發展模式」。

研究團隊後續仍會致力於關心國中小數學教師的實務需求，以幫助所有想要在數學的教材與教學方面有所精進的現職老師、職前教師，都能透過這個網站學習與成長，尤其本研究產出之數位課程將自99年起上載於教育研究院e-Learning平台，應用流通將更為方便，建議相關師資培育單位及縣市輔導團，在未來辦理數學教師研習時，能善用本網站的數位學習課程，推廣此網站的應用，使成為日後國中小教師專業成長的增能途徑。

## 參考文獻

- 李咏吟（1997）。*教學原理*。臺北：遠流。
- 周啟華（2006）。以「學習社群」促進教師專業發展之分析。*中等教育*，57（5），94-113。
- Annetta, L. A. & Shymansky, J. A.（2006）。Investigating science learning for rural elementary school teachers in a professional-development project through three distance-education strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43（10），1019-1039.
- Carroll, J.（2006）。*Primary School Teachers' Views of Mathematics and Mathematics Teaching and How They Change: Teachers' Views of Knowledge*. Retrieved September 6, 2006, from <http://www.aare.edu.au/95pap/carrj95033.txt>
- Dana, T. M., Campbell, L. M. & Lunetta, V. N.（1997）。Theoretical bases for reform of science teacher education. *The Elementary School Journal*, 97（4），419-432.
- French, D.（2003）。*Subject knowledge and pedagogical knowledge*. Retrieved September 6, 2006, from <http://www.itemaths.org.uk/issueslearning/subjectknowledge.pdf>
- Freudenthal Institute.（2009）。*Multimedia interactive learning environment, (MILE)*. Retrieved January 31, 2009, from <http://www.fi.uu.nl/en/welcome.html>
- Glatthorn, A.A.（1987）。Cooperative professional development：Peer-centered options for teacher growth. *Educational Leadership*, 45（3），31-35.
- Goffree, R. & Oonk, W.（1999）。When real teaching practice can be（digitally）presented in colleges of education: The MILE project. In F. L. Lin（Ed.）. *Proceedings of the 1999 International Conference of Mathematics Teacher Education*（pp.34-75）. Department of Mathematics, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.
- Goffree, R. & Oonk, W.（2001）。Digitizing real teaching practice for teacher education programme: The MILE approach. In F. L. Lin, & T. J. Cooney（Eds.）. *Making sense of mathematics teacher education*（pp.111-145）. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Jones, G. A., Lubinski, C. A., Swafford, J. O., & Thornton, C. A. (1994). A framework for the professional development of K-12 mathematics teachers. In Aichele, D. B., & Coxford, A.F. (Eds.), *Professional development for teachers of mathematics* (pp.23-36). 1994 Yearbook. VA: NCTM.
- National Commission on Mathematics and Science Teaching (2000). Before it's too late. Retrieved September 6, 2006, from <http://www.ed.gov/inits/Math/glenn/report.pdf>
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.
- Shulman, L. S. (1986a). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In Wittrock, M. C. (Ed.) *Handbook of research on teaching 3<sup>rd</sup> Edition*, New York : Macmillan.
- Shulman, L. S. (1986b). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 14 (2), 4-14.