



從設計觀點談教師專業成長 數位學習資源之製作

劉君毅／國家教育研究院籌備處教學資源中心助理研究員

一、前言

《禮記·學記》有云：「學然後知不足，教然後知困。知不足，然後能自反也；知困，然後能自強也。故曰：教學相長也」。這句話告訴我們，自古以來的教師，都有著共同的需求，那就是--專業成長，尤其處於現今資訊爆炸、知識遽增的時代，教師們更必須時時更新知識，充實自我，才能因應環境變革的挑戰。論語里仁篇孔子曾說：「見賢思齊焉，見不賢而內自省也」。教師若透過觀摩他人案例與自我省思，不斷更新與修訂教學知識，建構出教學重點與表徵，進而提升自己的教學能力，但學校教師往往在遭遇教學問題時，不便隨興進入他人的教室去觀摩教學，也不易立即就能尋求其他同儕的協助或進行相關教學探討，若需搜尋教學參考資源時，還要花時間特地到圖書館或上網大海撈針，這對想要立即獲得問題解決的當事人而言，可謂費事又耗時，間接阻隔了求知成長的意願。所幸，伴隨著科技的進步、網路的普及化，越來越多透過數位化學習（e-Learning）的方案被設計開發出來，讓教師專業成長也可以搭上這部便車，變得方便又可行。

「數位學習」的特色，是讓教學者與學習者突破傳統面對面授課的方式，不受限於固定時間與固定處所，可以因應自己的學習環境及狀態，選擇不同的學習型態、學習內容與學習時間，隨時隨地透過網路，依照自己的學習進度，達成學習的多樣化、彈性化

和自主化，是用以擴大學習對象、提升學習興趣與學習效果的學習環境規劃（吳清山、林天祐，2007），這對於平日忙於上課，不易專時從事進修，資訊近用卻相對方便的教師們而言，無非是一項非常適合的學習工具。

近年來數位學習在政府政策推動下蓬勃發展，相關技術與標準也漸趨成熟，應用層面也日益廣泛，公、私部門引進數位學習已不再遙不可及。然而建置網站容易，經營網站、發展優質的網站內容卻不簡單！原因在於優良的內容（content）必須經過事先周詳設計、知識鋪陳與精密製作，這往往是最費功夫的，也是最需投入人力、物力的部分，而這也是隱藏於成果背後，最不容易被外界所看發掘的歷程。本文基於國家教育研究院籌備處研究團隊多年來發展經驗，從製作觀點介紹建置數位學習資源的設計過程，期盼能為有志發展數位教育資源的同道，提供可資借鏡的參考。

二、數位學習資源環境設計的理念

近年來有關教師專業成長方面的研究，有許多議題關注在探討教學的知識內涵、提供教師訓練的課程以及專業活動中呈現教學複雜度的示例等（Reynolds, 1989）。荷蘭Freudenthal研究中心（FI）提出了：反思（reflection）敘事（narration）與建構（construction）同列為培育數學師資的三大重點。他們曾提出「多元互動學習環境」



(multiple interactive learning environment, MILE) 計畫構想，將小學教學實務的現場加以錄影記錄，經由後製處理，透過數位化介面，呈現多樣化的師生互動樣態，並以這種方式運用到師資培育上。這個MILE計畫的特點，是讓師培階段的職前教師，透過教學實務畫面的呈現，來學習教學理論並練習反思自己的教學觀，以培養自我的教學能力。該計畫除了提供一個學習的實務環境之外，同時也提供了教學實務的表徵，可作為職前教師建構實務知識基礎的參考(Goffree, R. & Oonk, W.,1999; Goffree, R. & Oonk, W.,2001)。

由美國密西根大學教育學院Pat Herbst教授與馬里蘭大學Dan Chazan教授合作，在國家科學基金會（NSF）支持下，著手進行「數學教學的思考實驗（ThEMaT）」計畫。該計畫設計了以電腦動畫模擬呈現，討論數學教室裡教師從事幾類幾何教學主題時，可能遇見的學生學習問題，以及研究教師在教導新定理及進行證明時所做的決策。目的在探究並呈現教師在進行幾何教學時的思考及決策，嘗試瞭解背後方法論的發展（Herbst, P.,2009）。

上述兩個計畫，都是試圖以科技的方式，記錄並還原數學教室中各種可能發生的教學事件，前者記錄了屬實(authentic)的過程，後者則以模擬的方式，呈現了接近真實的情境；前者傳達了真實教學現場景況，後者則可較精準地呈現問題與教學表徵，目的都是為了能提出一個有利於教師進行專業成長的支援環境。

國家教育研究院籌備處研究團隊結合數學教育學者、教學科技專家和現職國民中小學教師，以多年累積的研究經驗及發展的教學資料為基礎，試圖建構一個數學教師專業成長學習環境，提供教師實務學習與研討的相關素材資源，促使學習者從觀察其他教

師的實際教學達到自我反思的效果，並可結合理論與實務，發展出個人的教學專業。研究團隊曾實地到多所學校拍攝了200小時以上的教學影片，並試著將這些影片及蒐集來的資料作後設整理並系統化呈現，最後製成網路數位資源流通。作法可分為三階段：第一階段從設計並蒐集教師第一手教學資料做起，等資料累積達到一定數量，足夠第二階段進行時，便著手進行資料的後續處理，編製專輯節目腳本，製作成主題式教學影集；第三階段是一個新的開始，研究團隊整合前兩階段所產出的資料，編製主題式數位課程，將實體文本、影音資料轉化為數位內容，製成多門數位課程，並配合相關推廣活動，促進教師專業成長社群發展。

三、教學內涵的設計

蒐集教師第一手教學資料之前，為了確保資料的有效性、可用性與保存價值，研究團隊訂出了三個基本原則，第一、教學資料必須為真實情境的紀錄，教學活動必須為既定的進度範圍；第二、教學活動必須經過教師事先的設計，以貼近既定的教學目標；第三、教學紀錄必須以專業技術錄製保存，在錄影畫質及錄音品質上都必須盡量清晰。研究團隊非常重視教師教學前的教學設計，因為有好的教學設計才能確保好的教學品質，所以在每次教學活動錄影之前，一定先要求教師完成教學活動設計，為了幫助教師設計思考、掌握方向，在此提供一些「分析」與「設計」的方法，依此方式進行應可完成一份清楚理想的教學活動設計：

（一）教學分析

這些是教師預先自行準備的教學評估事項，通常自己就可獨立完成。

1.需求評估（needs assessment）：教學前的準備是否充分往往決定當次教學的效果，教師可在教學前先思考有什麼事情是一



定要預先準備好的？例如：所要教的單元內容與進度有哪些？預想學生該學會的能力會有哪些？有哪些教材、教具或媒體可以派得上用場的？還有要如何安排整個教學活動流程等。

2. 學習者評估 (target audience assessment)：透過檢視課程綱要及能力指標等資料，找出學生可能已經具備的先備知識與先備能力；或從先前的學習評量與學生作業中了解學生的程度；再依據課程目標與學期授課進度決定教學的範圍；最後再根據自己的教學經驗，評估一下學生可能的反應等。

3. 教學流程評估 (tasks assessment)：當前面的步驟完成後再來想一想：在教學活動中，要進行的步驟會有哪些？要一項一項的列舉出來，愈詳細愈好，項目包含要進行的活動（數學布題）、教學步驟、提問（學生試做）的問題等，再將這些步驟畫成一個流程圖或寫成教學活動設計表中，以利於掌握教學時間，也方便日後繼續沿用參考。在製作教學活動設計表時，要包含預定的教學目標，而且要求自己盡全力去達成，至於是否應用教材、教具等也應該在表中註明，學生應該使用什麼能力、以什麼方式、透過什麼活動去達成，也可以列上去。

4. 預期結果評估 (outcomes assessment)：前三個步驟都做了，最後再來一次整體的評估，想一想當課程進行完畢以後，預期的教學目標是否可以達成？自己的教學設計方式是否能幫助學生學得更好？而學生們的學習成就是否能夠獲得進步與提升？假如遇到學生提出問題或遇到困難時，有什麼方法解決？

(二) 教學活動設計

這是在實際編寫教學活動設計時，可供參考的架構系統，經由教學目標的釐清與分層訂定，有助於教師掌握教學重點及進行學

生學習成效評估。

1. 分析課程目標：國民中小學九年一貫課程綱要由教育部定頒，包含了整體課程的教學總目標以及各學習領域（重大議題）的領域學習目標，教師透過分析課程目標，可以更明確掌握教學主題或各單元的教學設計重心。因為這些目標所規範的層次較高，較適合做為教育方針指引，教師在設計教學時，必須參照各學習領域所規範的領域學習目標，才能擬定更確切的教學計畫。領域目標一般包含了認知、情意與技能各層面，敘寫方式或有不同，教師在設計教學單元時，需儘量兼顧這三種層面的學習，並試著將教學單元與上層次的目標產生連結，讓學生在學習完一系列單元後，明白整個領域目標的要求。領域目標涵攝的範圍通常較廣泛，很難在單次的教學活動中落實，教師可透過以下兩項「單元目標」及「具體目標」的設計來體現領域目標。

2. 設計單元目標：「單元目標」是比較大範圍的目標，也可以說是當次教學的最終目的，這些目標架構了這整個學習活動，學生在學完以後，就應該獲得這些被期望的知識或能力，這些學習成果常會包含認知、技能與情意等三種層面。由於單元目標範圍有時候還是偏向廣泛，這時教師可以透過細分的方法，以許多更細的小目標來陳述教學做法，這便是再下一層要設計的「具體目標」。

3. 撰寫具體目標：具體目標是達成單元目標的要件，它是單元目標更細緻的劃分，屬於行為能力的描述，敘述學生要達成單元目標應該具備什麼樣的知識或能力？每一個具體目標都要能找到它所對應的上層單元目標，並且更具體地描述出學生學習時應該有的學習程序或行為表現。具體目標的敘寫相當重要，因為它既是單元目標的構成細目，



也是接下來在設計教學活動時的指引。

4.安排教學活動：教學活動是學生們實際會參與到的學習過程，可當作是教師教學時的「腳本」，假如教學活動設計縝密、內容豐富，教師教學成功的機會就會提高許多，學生也容易獲得具體的學習成果。

5.選擇教具媒體：適度的運用教具與媒體，可以讓教學活動達到事半功倍的效果，也有助於提高學生的學習動機，舉凡有助於教學歷程的印刷資料、圖片、相片、錄影帶、光碟、電腦影音資料、投影片、模型、實物等都可以適度用來當作教具或媒體。

四、呈現資源的設計

教師經由苦心設計後的教學活動，必須透過實際教學來實現，並從中驗證效果，對於整個教學活動的記錄與保存，是研究團隊主要工作重點之一，記錄的內容包含先前的教學活動設計、教學後的省思敘述等文本資料，以及實際教學過程的影像紀錄，為了確保錄影效果，茲以「教學前的教學設計階段」、「教學日的教學實施階段」與「教學後的教學評估階段」來區分各階段工作內容，以下簡述後二階段的工作項目。

（一）教學影片錄製

教學錄影採用了影視紀錄片製作的方式進行。由負責該單元教學的教師進行課前教學設計、教學日教學錄影、教學日課後教學回顧錄影與課後教學分析的撰寫等工作。其他研究團隊成員則依參與的任務屬性不同，分為負責內容指導的「內容小組」與負責媒體記錄的「媒體小組」兩大類。兩組人員平日各司其職，會議時一起研討，並保持密切聯繫支援。

1.參加錄影教師之準備：與一般日常上課作息相同，教師再次預想教學流程與學生可能反應，並將事先備妥之教具媒材按使用順序整理妥當。教師衣著以素色單色為原

則，避免穿著條紋或花紋服裝，因為斑紋容易造成攝影畫面紛亂不利視覺效果。

2.參加錄影學生之準備：與一般日常上課相同，毋須特別準備事項。惟教學錄影儘量安排於上午進行，因為上午時間學生精神與體力狀態較佳，服裝儀容亦較為整潔。

3.攝影器材之準備：為了傳達教室內真實情景，並記錄學生於黑板、作業紙、小白板之作答流程，攝影機必須儘量採用高畫質攝錄，並特別注意對焦、色溫校調、反差補正等細節，若條件允許，可適量以燈光打光，因為教室多為日光燈具，所以打光之基礎亦應以白色光為主（或於燈具前加藍色玻璃紙）；同時為了能清楚錄下師生間對答、學生間互動的聲音，除了於教室中央與各角落佈置隱藏式麥克風之外，並機動架設一至二具指向性麥克風（shotgun）針對發言學生現場收音。

4.進行教學錄影：因本計畫之基本理念為錄製教學「實錄」，故錄影過程均要求與學校正常作息相同，不做任何更動，以符合「真實」要件；攝影小組亦配合以客觀角度從旁側錄，儘量減低對教學過程之干擾。為尊重被錄影師生權益，事先亦需請參加錄影人員簽署相關（家長）同意書。

5.攝影機運動與取景：本教學錄影作業採取「雙單機」錄影模式，於教室後方及教室側方各配置一部攝影機，上課時全程拍攝以求完整。配置於教室後方之攝影機以拍攝教室全景（full shot）、中景（medium shot）及黑板上的紀錄為主；教室側方攝影機以拍攝學生反應、小組練習、師生互動等較細微動作為主，必要時攝影師須以旁觀者之觀點鏡頭（point-of-view shot）進行拍攝。

6.進行教師教學回顧錄影：繼預定教學流程進行後，教師將單獨錄製「課後教學回顧」，作為本次課程之簡介與自我省思。教



師簡要說明本次課程主題與教學目標，並趁著記憶鮮明之際，回顧在本次教學過程中值得述說的片段，展示並解說輔助教具媒材用法目的，討論學生的解題狀況等。

7.其他：工作人員及師生一起回復因錄影需求而調整的教室狀態；攝影師此時並視需要補拍相關教材、教具、媒體及學校環境設施等參考畫面。現場研究團隊人員適時拍攝相關「劇照」及記錄教學歷程（場記），可作為日後影片剪輯參照之用。

（二）影片與文本資料的整理與呈現

1.實錄影片的呈現：為了保存已經製作的教學紀錄並利於流通，研究團隊設計以「文本」搭配「影音光碟」的方式進行各主題「實錄」的出版，至今已出版了有：「國中小數學教材與教學探討」--「長度篇」、「比例篇」與「時間篇」等系列套書，這些內容是將「長度」、「比例」、「時間」等主題各單元之「活動設計」、「教學實錄」和參與錄影教師事後所做的「教學後的反思」等文字資料輯印成書，書後並附上該單元教學實錄DVD光碟，方便使用者透過電腦或家用影碟機來點選觀賞，並可隨時參閱相關原始第一手資料，以最接近現場教學的情況呈現。

2.主題影集：「教學實錄」是完整記錄整節課教學的過程，這對於想完整觀察整節課進行的教師或研究者而言，這樣的內容保留是必須的，但對一般使用者，似乎顯得較為冗長與瑣碎，且不容易抓住重點。為此，研究團隊又展開了另外一項以「教材脈絡」為主軸的「教學實錄精華篇」影片製作計畫，這是由參與的資深教師群擔任腳本設計者，由教授群擔任教學設計指導，並配合教學媒體專家的協助，共同開發「國中小數學教師專業成長影集」系列影片。這些系列影片規劃的主題包含了國民中小學主要的數學教材主題，例如：1.長度；2.整數概念與加

減運算；3.小數；4.比和比值；5.時間等。研究小組積極目的乃希望透過這些節目的製作，為數學教材及教學脈絡進行「知識管理」。以下簡介節目的設計過程：

1.由負責該主題的教師（腳本設計者）研讀相關文獻並蒐集資料。

2.訂出該主題節目「腳本大綱」，在大綱裡勾勒出整個節目即將呈現的知識內容結構，也就是該主題在國民中小學數學教材裡呈現的邏輯順序與學習重點。

3.在定期聚會的「腳本設計會議」中，透過參與教授、教師們的集思廣益與反覆討論，使這個大綱愈趨於成熟與精緻。

4.大綱定案後，腳本設計者開始撰寫腳本內容，並選擇「現場教學實錄」影片中適合的教學片段作為示例，以「理論」對照「實務」的方式增強觀眾對內容的理解與印象，為觀看影片的教師們，傳達最接近於真實的現場經驗。

這些節目勾勒出相關教學主題的知識脈絡，並標出了學生在學習時容易迷失的概念，以提醒教學者注意，觀看此系列節目，對於協助職前教師了解教學知識以及在職教師進行專業成長，都能提供實質幫助。

（三）影片與文本資料的整合應用—數位課程

上述介紹部分多屬出版品性質，以下接續介紹將資料轉化為數位資源的構想及作法。

1.系統設計：研究團隊認為設計教師專業成長數位資源，應考量以使用者需求為導向，並配合現場教學需要，宜採主題單元方式呈現（如小數、比和比值）。在數位課程內容設計方面，宜採取主學習搭配延伸學習的設計方式，既可引導使用者在短時間內有效率地完成主題課程的學習，獲得該單元的基礎教學知識，也可以進一步讓使用者在延伸學習的各項目裡，進行更深入的教學知識



探究、觀摩其他教師教學案例、動腦思考挑戰問題等。在視覺效果上，系統採取文本資料與影像資料同步呈現的方式，讓使用者既能滿足觀看影片的真实感，也可以掌握畫面裡呈現的師生互動內涵，另外，人性化的「所見即所得」介面設計，使用者可以取得系統中所呈現的完整文本資料，任意下載檔案或列印，以方便進行相關研討。系統提供的學習紀錄保持功能，可以協助使用者記憶自己的學習歷程，以掌握學習進度。

2.主學習內容：數位課程裡「主學習」的內容在呈現該主題單元的教學脈絡架構，以「整數概念與加減運算」主題為例，課程內容將依次序介紹整數概念教學時，會先後遇上的個別教學子題，如：介紹溝通數量的方式、印阿記數法與位值概念、整數的命名活動、整數的說讀聽寫做等，及進行加減運算教學時，會先後進行的：加法問題（加法問題的類型、加法問題的解題策略）、減法問題（減法問題的類型、減法問題的解題策略、比較型問題）、加減互逆（加減互逆的意義、追加型問題）、加減問題的紀錄格式（解題記錄與問題記錄、橫式與直式算則），使用者透過這樣的教學引導脈絡，將可對整數概念與加減運算教學主題，產生更深入的瞭解。在主學習課程中，經常穿插教學現場實例解說，並對學生可能的迷思問題進行提示，最後並將該主題與數學領域中其他教學主題進行統整連結說明，這些作法目的也都在促使主學習的內容更符合現場教師需求。

3.延伸學習內容：「延伸學習」是選擇性的學習單元，使用者可視自己的學習狀況

適度利用，內容以補充與主學習相關的知識為目的（如提供課程地圖、教材分析等）、提供相關的教學實務案例觀摩、動動腦（自我評量問題）、相關參考資源（參考文獻、網路資源）。教學實錄案例是廣受歡迎的延伸學習資源，保留了參與接受採集第一手教學資料教師的完整教學紀錄，如：當次教學活動設計、完整課堂教學實錄影片、師生對話內容文字稿、教師課後的教學說明、教師教學後的自我省思等，透過系統分段重點整理，使用者可輕易的點選觀看教學過程中任一片段影片，對師生間的對話內容更可以見到逐字稿，這種設計，對使用者進行教學觀摩與自我省思，提供了十分便利的方式。

五、結語

要建造一座傳世久遠的建築，能為後人傳誦稱道者，往往不僅是建造者，建築設計師可能居於更重要的地位！同理，欲製作優質的資源內容，各階段的設計細節都是不可或缺的一環，本文所揭經過系統化設計的教師專業成長網路數位資源，提供了良善便利的環境，依主題分類適度引導教學知識，又提供豐富詳盡的案例觀摩，可以「隨時就教、不厭其煩」，又能「無遠弗屆、內容一致」，非常適合教師用來從事個人、小團體或以學校為本位的在職進修活動，若能透過這樣的途徑來建構支援教師提升專業能力的學習環境，並將此模式推及各級學校、各類學習領域的教師專業成長活動中，相信可為教師們所歡迎，也可以讓教育發展的腳步隨著數位化科技發展而更有效率。

致謝：本文為國家教育研究院籌備處專案研究計畫「『現實教學紀錄』對於數學教師專業成長影響之探討」及「數位學習對於中小學教師專業成長影響之探討--以數學教師為例」之部分研究成果。感謝所有參與研究的學者專家及教師，使研究得以順利完成。文揭研究成果已陸續建置於「國民中小學數學教師專業成長網」(<http://math.naer.edu.tw/>)。



參考文獻

- 吳清山、林天祐（2007）。教育e辭書。臺北市：高等教育。
- 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.
- Herbst, P. (2009, October). The many functions of proof in mathematics classroom. Proceedings of the Conference on Professional Development : Mathematics teachers' Knowledge, Decisions, Actions, and Reflections, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan.
- Reynolds, M. C. (1989). Knowledge base for the beginning teacher. Oxford: Pergamon.



專 論

