

一個有生命的評量機制--電子歷程檔案在國小數學教材教法課程的應用

譚寧君^{*}

摘 要

本研究為一行動研究，期望在實際教學過程中，透過電子化學習歷程檔案的評量設計，了解師院生的成長過程與發現學習過程中可能遇見的問題，再利用此成長的訊息，調整教學策略，以探討利用電子歷程檔案是否能促進師院生的專業發展。

從歷程檔案分析發現，師院生的成長包括了（一）覺知教師角色，體會教學複雜。（二）察覺資源豐富，擴展教學應用。（三）豐富教師知識，促進教學彈性。（四）問題中心的設計，察覺可能的迷思。（五）科技融入教學，促進教學互動。（六）網路作業分享，提升作業品質。（七）數位環境設計，增進資訊素養。（八）小組作業規劃，落實合作學習。有待改進的問題，對師院生而言尊重智慧財產權的行為有待提昇，判斷資訊的能力需有效培養。對於電子歷程檔案評量的實施，基本上的困難有軟硬體設備的供應與資訊能力的增強，以及系統維護等相關人力的支援。行動研究過程中研究者發現電子歷程檔案評量值得推廣應用，其不僅是一個評量策略，也是促進專業發展的工具。

關鍵詞：電子歷程檔案、國小數學、師資培育、專業發展、行動研究

^{*} 譚寧君：國立臺北師範學院數理教育學系副教授

一個有生命的評量機制--電子歷程檔案在國小數學教材教法課程的應用

譚寧君*

壹、緒論

一、背景

（一）科技發展對教育的衝擊

隨著資訊時代的來臨，科技的快速發展與網路設備的普及化，如今每個人只有一塊網路卡、或一台高速的數據機，就可以利用自己的個人電腦，連上網際網路這個沒有國域，也幾乎提供了任何可能服務的世界，顯然的，網際網路熱正快速地席捲全球，影響人們的生活、工作、學習、經濟、通訊、傳播媒介及社會結構等各個層面（楊叔卿、周倩，民 88），近年來由於無線網路的發展更擴展了網路的應用；至於在教育方面亦處於徹底改變的轉捩點上，科技的進步已使傳統的學校教育模式面臨前所未有的衝擊，科技融入教學亦成為課程改革的重要議題，如何創造更有效的學習環境，以增進學習品質提昇，成為值得探討的主題。

（二）師資培育的兩難

因應科技的發展，課程改革亦成為全球性的趨勢，我國學校課程也有巨幅的改變，民國 82 年教育部公佈了國民小學課程標準，並於民國 85 年起全面實施新教材；民國 89 年又公佈了九年一貫課程綱要，並於民國 91 年起實施，預計四年完成國民中小學課程統整，此跨世紀的九年一貫課程，著重在基本能力的培養，人文、科技的整合與融入教學；然而，此與傳統的思維體系，如教師是知識的提供者，學生是知識的接受者等相衝突；面對外在環境如此急遽的改變，師資培育者除了需積極參與並掌握教育改革動向，以協助接受傳統教學模式的師院生能在職場存活，又能成為教育改革者，此等均造成師資培育者極大的挑戰；除此之外，

* 譚寧君：國立臺北師範學院數理教育學系副教授

師資培育者既被要求是理論的探討者，又被期望是教學的實踐者，此等又造成師資培育者極大的兩難(Jaworski, 2001)。

(三) 數學師資教育的挑戰

數學學習的內涵因科技的衝擊引起了對數學本質的探討，多功能且快速的計算器已衝擊了傳統數學計算的關鍵地位，數學學習的焦點已從結果的重視到過程的掌握，亦即成為關係性的網絡思維取代了機械性的線性思維，多元解題能力取代了快速運算能力，動態的溝通技巧取代了靜態的被動接受，邏輯性的推理能力取代了記憶式的運算規則，此種著重數學性思考的培養，已成為數學專業社群的共識(Schoenfeld, 1994)，數學教師的專業發展亦成為數學教育研究的重要課題；國外有關教師專業發展或教師改變的研究相當豐富，有的透過小組合作討論與反省改變信念(Frid, 2000)；有的透過主題探索增進知能(Ponte, 2001)；有的透過教學光碟分析，激發自我覺知能力(Mousley & Sullivan, 1997)；有的透過網路分享心得，交換經驗促進專業成長(Herrington, Herrington, & Omari, 2000)，其等均提供了教師成長與改變的證據。

反觀國內，為因應全球數學教育改革趨勢，倡導以「兒童為中心」的教學，著重在「兒童群體解題文化」的培養(教育部，民82)，緊接著又公佈九年一貫課程暫行綱要(教育部，民91)，強調數學性思維的溝通與課程統整的連結。事實上，教師是落實改革的關鍵因素，目前在培養未來師資的準備中，數學教材教法是屬於職前教師惟一學習教數學的課程，此課程為一學期2學分，面對如此巨幅且快速的改革，在有限的時間裡，要執行與自己學習經驗不同的教學模式，而成為一位以學生為中心的課程改革者是何等困難的事，除此之外，由於理論與實務的連結不足，溝通交流的機會有限，評量工具的發展有待增進，教師角色的認知有待澄清，此等均影響改革的成功；近來由於學生數學成就滑落的現象，引起極大的震撼與深切的討論，使數學師資教育面臨前所未有的挑戰，亦提供數學教學者深度省思的契機。

(四) 電子歷程檔案的潛在功能

學習歷程檔案(learning portfolio)是近年來推廣使用的變通性評量方式之一，其在師資培育課程中，有越來越受重視的趨勢，因研究顯示其不僅在師資養成階段使用，更有助於遷移應用在將來所教的學生身上，而檔案本身除了可以促發反省性的教學思考外，還可促進在職教師的相互切磋與專業成長，更可以成為求職面談的有效工具(陳聖謨，民87)。

隨著科技進步，利用一些技術或多媒體元件，將蒐集到的學生作品數位化成

為可行，亦促進了電子化學習歷程檔案(electronic portfolio, EP)的發展。許多研究均顯示了 EP 的潛在功能，認為 EP 可以促進以學生為中心的學習模式與建立成為一個學習資源庫供自己及他人觀摩學習(McNulty, 2002)，還可以是一個診斷工具，透過定格討論來增進診斷能力(Hallett, 2002)，除此之外，又可以促進師院生的自省(Polonoli, 2000)，此均顯示了 EP 在教育應用上的潛在能力，亦提供師資培育者思考如何從評量模式的更新以促進教師專業發展；Pierson (2001)強調社會已完全擁抱電腦，我們無法忽視電腦深度的滲入與創新，整合科技已成為教學不可分離的一部份，建議教師除應具備教學內容知識外，更應加入科技部分，而成為 TPACK (technology-pedagogical –content-knowledge)。

二、研究目的

研究者在參與了數學實驗課程的設計與執行過程中，深刻察覺教師角色的澄清與共識是落實改革的第一步，若教師無法掌握或認同改革理念，則其實施成效必受影響，益發覺得在師資準備上應扮演重要的角色。為了因應教育改革目標，培養學生「帶得走」的能力，嚐試透過科技輔具與教學活動設計，佈置一個需經常自省與實作的電子的學習環境，記錄師院生學習教數學的成長痕跡，一來可以激發師院生自省的習慣，二來提供合作學習的經驗，三來培養批判與尊重的態度，四來提供研究者調整教學策略的參考。

本研究期望在實際教學過程中探討利用電子學習歷程檔案促進教師專業成長的可能性，研究目的為透過電子化學習歷程檔案的評量設計，觀察師院生的成長過程與發現學習過程中可能遇見的問題，再利用此成長的訊息，調整教學策略，以探討是否能促進師院生的專業發展。

貳、文獻探討

教師的專業素質是有效教學的先決條件，亦是推動教育革新的動力來源，教育評量又成為掌握教學成效與改進教學策略的參考。歷程檔案(Portfolio)是近來教育界廣為推薦的變通性評量的一種工具，近幾年來由於科技的快速發展，電子歷程檔案也隨之興起。然而，何謂電子歷程檔案？其有何特性？功能又為何？對教育發展有何正向意義？是否能促進教師專業發展？均值得深入探討。

一、電子歷程檔案

歷程檔案是以特定目的或用途來收集學習者學習過程中各面向的資料,以反映或顯現學習者的真實表現及進步或改變情形(張基成、童宜慧,2000),檔案內容顯示了個人知識、技巧或特長的統整性文件,是結合過程與結果的呈現,包含反省、選擇、評估(陳聖謨,民87)。Campbell(2001)則認為歷程檔案不只是一個課程計畫或作業檔,也不只是一個教學成果回顧的剪貼簿,歷程檔案代表的是在一個複雜的教學情境中,一個有組織且有目標導向的個人專業發展文件的整理,由於歷程檔案係由學生參與的活動過程,並紀錄其自我的反省,因此,不但可以用來展現學習者在某領域學習的努力與進步情形,亦可提供作為反省改進的參考。至於數位化的歷程檔案潛力更大,由於早期受科技技術的影響,檔案大多以文字資料為主,近年來由於溝通科技的發展,檔案以多媒體方式呈現已不是困難的事,更擴充了檔案的實質意義與實際成效。

二、電子歷程檔案在學習上的意義

歷程檔案既然是由學習者主動參與記錄自我的學習成果,因此發展的過程,無論是經由老師指導,或學生自我建構,皆是鼓勵學習者為自己的學習負責,其次,歷程檔案是兼顧了傳統的評量方式所不容易檢驗的學習過程,為「學習如何學習」的時代趨勢,提供了一種另類的評量方式。

傳統的歷程檔案提供了觀察學習者成長過程得機會,電子歷程檔案則由於其數位資料的特性,包括了個別性--檔案可以代表個別學生在某段時期的成長;發展性--檔案可以代表學生在某一段時期的成長;選擇性--檔案提供學生可以自我選擇的機會;與真實性--檔案顯示學生真實的作品;反省性---展現學生自我反省的確據;雙向價值性--檔案同時具有教師與學生兩者的應用價值;互動性---學生亦可藉助檔案的檢視和同儕教師間一起討論分享的機會,尋求教師與同學的指導與建議(陳聖謨,民87),而提供了彈性應用的可能,此均突顯了電子歷程檔案在應用上的多元性;教師若期望對教學成果得到更明確的印象,包括學生的態度與成就,學習的困難與盲點,自我成長的掌握等,均可於學生的學習歷程檔案中探索;故對於師院生是否具有掌握學習歷程的經驗是非常重要的。

三、電子歷程檔案對師資培育的重要性

韓愈云：「師者，傳道、授業、解惑也。」說明了在傳統教室中的教師角色，教師的責任為組織教材、傳授知識、解決學生疑惑，學生成了消極的接受者，聽講、做筆記成為學習模式，而評量又著重在結果的正確與否，而非在過程的適當與否，故更確定此模式的重要性。近二十餘年，教育的派典有了顯著的轉移，建構主義成為新的教育典範之一，此派典在科學教育與數學教育更是影響至深且廣，培養兒童主動思考與自我解決問題的能力成為教學的主要目標，教學模式從傳統上以教師為中心轉移到以學生為中心的教學，教學評量亦從對學習結果的關注，轉為對學習過程的了解。黃鴻博、郭重吉（民 88）研究顯示若教師要從接納一個新教育理念到注入實際教學，是一個漫長的歷程，其中涉及概念與技術性知識的獲得，個人信念的改變，自我設限的解放，與原有經驗的重構等複雜歷程，讓教師親身體驗所倡導的教育理念，才容易激發主動學習和改變動機，此等若非透過歷程檔案記錄，不易掌握學習的過程。除此之外，在師資培育過程中，「經驗本位」一直是師資培育關注的焦點；經驗權威來自三個向度，成長及旁觀習藝的經驗權威、口傳的經驗權威與實習的經驗權威（陳美玉，民 87）；隨著科技的發展，將經驗得以累積分享甚至傳承已不再是困難的工作，故如何在師資培育的課程中，將師院生所接觸到的經驗來源有系統的彙整，經過批判式的理性省析，以成為師院生建構個人專業實踐理論的重要依據，此或許可以成為師資培育的另一種有效模式，電子歷程檔案評量正可以進行類似此種有目的導向的設計。曾志朗（民 89）在「怎麼樣才是最好的老師呢？」一文中，將好老師分為三種，第一種好老師，花了很多時間準備課本的內容，上課很認真的教，「我教你學」，成效好不好我們不知道，但至少這是認真盡責的好老師。第二種老師是一般我們常常提到的好老師，他們自我充實、自己設計教材，鼓勵學生參與、鼓勵學生發問，甚至創造了一種新的教材、教法，在激發學生的潛能與發揮學生的長處等等各方面，這種老師都盡量做到了。這兩種好老師在二十一世紀都會繼續存在。但是，在二十一世紀時會有第三種好老師，他們能透過網路或其他的方式，將原來由老師去激發學生知識體的工作，經由前面我們所提到的方式讓學生自己去作，這種好老師與第二種不太一樣，他們只在一開始的時候去觸發、去輸入一些起始的資料，接下來的作業就由學生自己主動去完成，且能有效掌握學生學習的過程。這種老師可能是將來我們會看到的非常好的老師，因為學生本身就是個別化且有情感的，動態的活動往往能吸引學生全心的投入，可見融入科技於教學情境中，布

置一個能激發思考的學習環境，掌握學習成效的評量方式，機動調整教學策略的應用，是現代教師應有的思維，亦是未來要努力的方向。

四、電子歷程檔案在教育應用上的相關研究

歷程檔案評量的目的在自我了解與促進發展，電子歷程檔案則除了自我反省成長，更成為協助他人成長的一種有效工具，例如 McNulty (2002) 為高中英文課架設網站，提供網路對話與上傳作業，研究結果顯示，透過歷程檔案分析發現，學生寫作能力提昇，不只如此，電子歷程檔案還是一個學習資源庫，供自己及他人隨時瀏覽，故其最大的潛力是能促進以學生為中心的教學。Hallett (2002) 則認為科技的發展加速了社會的成長與改變，這些均會改變了未來教師角色，故教師必須有心理準備將過一個隨時調整與終身學習的生活，而學習過程變得比學習某種材料更重要，其進一步認為，因電子歷程檔案可以記錄了成長過程，故又是一個診斷工具，例如多媒體資料，即可以透過定格討論 (鎖定關鍵畫面來回撥放) 學習診斷能力。Siegle (2002) 亦認為電子歷程檔案評量比傳統歷程檔案評量有意義，因為學生多少能參與創意的活動，且在參與過程中，增進科技技巧，提高責任感，且若能精熟數位檔案處理，則對後續數位工作，包括多媒體的應用都可以持續進行，故建議此時此刻時機已到只管去做 (Just do it) 的時機，林碧珍 (民 89) 則協助教師透過國小學生的歷程檔案提昇數學教學知識。

五、結語

傳統的教學評量模式，較少考量到學生的思考與推理能力的評量，如今網路科技已成為表達「自我」的新世界，麻省理工學院社會學家特寇得：「網際網路已經變成自我解構與重構的實驗室，而自我結構與重構乃是後現代生活的特徵。」處於資訊爆炸的時代中，資訊快速地累積，被動接納已無法跟得上時代的脈動，因此，必須營造一個以學習者為主導的教學環境，讓學生能夠藉由彼此間的互動，產生合作式的學習模式，以應付這個資訊爆炸的年代。評量的目的在增進學習成效，歷程檔案評量方式或許能促進教師個體專業發展，然此屬於水平式的發展，電子歷程檔案評量，則由於數位資料的特性，除了水平的個人發展外，能使學習可以在前人學習的經驗基礎上，進行深入的探討，電子歷程檔案評量對教師專業發展的潛能是不容忽視的。

參、研究設計

一、研究方法

本研究採行動研究法方式進行。行動研究是一種方法，也是一種行動，其目的是透過行動中的批判與反省改善教學品質，而使問題獲得解決（Mills, 2000），故也是一種解決實際問題為導向的一種研究方法，此行動研究對教師研究者而言是非常重要的過程，可以探討教學現場所發現到的一些現象（Creswell, 2002）。Kemmis & McTaggart（1992）認為行動研究是一個循環的過程，包括了發展一個預期可以改善現況的計畫，落實計畫內涵的過程，觀察行動過程中所發現的問題與實施成效，反省發現到的問題與實施的成果，進一步調整計畫，並重新設計實施的方式與內容，如此以一個自我反省與檢視的方式，尋求一個較為理想的解決問題模式。

由於行動研究的目的即是在尋求進步，此可能是一個人，亦可能是一群人，一同透過溝通與自我反省的方式，探討與調適可能的問題解決模式。Miles（2000）將行動研究分為兩類，一類為實務性的行動研究（Practical action research），此種模式焦點在探討地方性的實務工作，參與者不一定在相同的位階上，可以以一特定目的加以設計；另一類為參與式的行動研究（Participatory action research），此種模式焦點在於探討社會性議題，故參與者是在一個完全平等的地位，共同合作協商改善現況，或制定較理想的政策。

本研究主要的目的是於行動中發現問題並解決問題，研究場域只限制在研究者的教學班級中，故屬於第一類的實務性行動研究，期望在教學行動過程中，隨時自我反省檢討，了解是否能激發師院生的自我覺知與促進小組互動學習，進而調整自我教學策略，以尋求更多問題的發現，一方面能從發現問題與解決問題的過程中促進自我的提升，另一方面又能從師院生的自我反省札記，了解現實場域中遇到的困境，與嘗試不同的教學策略以促進教師專業發展。

二、實施程序與步驟

本研究分兩年於四個不同的班級進行，第一階段於89學年度第一學期開始，教學兼採全班式的講述教學與小組式的討論分享，為激發小組互動討論，每小組採6-8人一組，教學評量採學習歷程檔案的活動設計，檔案包括了參與教學活動

個人反省紀錄與團體的教學活動設計，其中個人作業與小組作業均成為期末檔案的一部份，並提供網站連結，建立成為數位化的電子學習歷程檔案。

第二階段於 90 學年度第一學期開始實施，根據第一階段的作業檔案，原先預期的目標，均有具體的發現，然而，實施上的困難，如作業量的龐大，合作討論時間規劃上的困難，聯絡與觀摩現場教學所發現的問題等，均從師院生的期末省思與建議得到豐富的訊息，使研究者重新思考調整部份教學活動的設計。

為了解決學生作業量的負荷，前期自我反省的部分作業，調整成為小組口頭分享，作業的內容，從量的考量到質的提升；為解決課後討論小組整合困難，小組人數調整為 4-6 人，為解決多數人共同的疑難問題，於網路上建置作業觀摩區與問題解答區；為解決增加國小教學實務經驗的要求，建置關鍵教學影帶資料庫，作為教學討論的參考。

此兩階段的工作內容包括了第一階段的網站架設，提供師院生連結教學資源與上傳學習心得，彙整網路作業形成電子學習歷程檔案，透過電子學習歷程檔案的分析，了解師院生的成長；第二階段增加了的作業觀摩網區，提供學生觀摩研討，並針對已開發教學影帶進行分析，擷取關鍵教學事件，建立關鍵教學資料檔，作為激發師院生針對教學主題進行互動討論的教材。

三、研究工具

本研究進行初始提供伺服器一部，先委請電腦專業人士協助建置網頁與網路連結，並二十四小時開機供學生隨時上網觀摩與上傳作業，研究工具則為兩階段的師院生電子學習歷程檔案。

第一階段的行動過程中以教師佈置情境，激發學生反省思考為主，教學活動由研究者設計，師院生的學習反省即成為電子歷程檔案的一部份。教學活動設計分成三部分包括國小數學教材主題分析、數學教育中教學與學習的分享、教學實習。教學主題則依據國民小學數學課程標準領域目標分別探討數與計算、量與實測、圖形與空間等，師院生則於課後記錄學習心得；數學教育的教與學分享部分，包括數學學習心路歷程回顧、數學教育文獻解析、數學教學網路資源探索、教學觀摩心得分享；教學實習包括模擬試教與現場教學與檢討；每週教學活動後的反省均成為學習歷程檔案的一部份，期末反省則包括了針對一學期中不同的教學活動進行評鑑與排序，以瞭解那些活動是師院生心目中最有效的方式，並對教材教法的課程設計提出建議。

第二階段仍包括了第一階段的三個部份，然針對第一階段的排序與建議進行

調整，如師院生認為促進成長的最有效模式為教學觀摩討論及迷思概念探討，故教學活動設計的時間分配上則酌予修正，然而課程仍以主題教學為核心，但減少了個人自省作業，增加了小組合作學習、現場試教與討論的機會。

四、研究參與者

本研究係於研究者的教學課室內進行，依據課程規劃採班級式實施，活動參與者包括研究者與修習「數學科教材教法」課程的師院生共 168 名，研究者是擔任數學科教材教法的任課教師，亦是活動設計者與參與觀察者；配合服務學校的排課規劃，每階段均有兩個班級參與，教學評量採取變通式的歷程檔案評量，各班選取一小組的歷程檔案進行分析。89 學年度第一學期以語文教育系與數學教育系各一班為對象計 80 名；90 學年度第一學期則以國小師資班（即已取得學士學位正修習教育學程之學生）與數學教育系各一班計 86 名。

肆、結果與討論

面對外在環境的巨幅改變，師資培育教育應發展出一套向上提昇的教學策略，使師院生於培育過程，即掌握教育改革趨勢與就緒因應的準備，研究者係一名師資培育者，透過行動過程中的我看、我思、我做，不斷調整自我教學策略，透過電子歷程檔案評量的設計，瞭解學生的學習過程，再從檔案內容分析與學生的建議，重新規劃教學設計。從師院生的電子檔案中，可以察覺學習歷程紀錄，的確能激發學生自省，能參考前人經驗，更能加速學習的質與量，故如何配合教育改革動向，設計教學活動培養學生「帶得走」的能力是本研究的初衷，促進自我教學品質的改進，是本研究的最後目的。

本研究利用行動研究方式，於一般的課室內嘗試探討發現問題與解決問題的過程，在龐大的反省資料檔中，尋找共同的覺察，在各班遴選一組的檔案夾中，呈現個人的案例與洞見，在行動過程中教學者的自我調整亦成為本文分享的訊息。從教學過程中發現電子歷程檔案的潛能無限，不僅培養自省與記錄的習慣，又能隨時反思成長過程，更能成為同儕的協助與提供他人對自己的瞭解；雖然內心世界的公開分享，有實質上的限制與困難，然而教學主題的公開討論卻是值得鼓勵的，故作業的傳送允許較開放的策略，既可直接上傳亦可以郵件方式傳遞，教學策略的使用，是在不斷調整過程中逐漸形成共識。

在數學教材教法課程裡連續兩年的行動研究過程裡，有相同的教學活動設計，亦有因行動過程中的發現，調整了不同的教學策略，茲以五個改變活動舉例說明；「我是怎麼走過來的？」描述了學生的數學學習經驗，亦察覺到教師的關鍵；「網路世界知多少？」擴充了網路資源的應用與培養選擇資訊的能力；「數學的本質是什麼？」從不同的角度探討數學教育的教與學；「花花世界誰最美？」經驗如何在開放的教科書版本中選擇教學好伙伴；「你發現了什麼？」從教學實作中，體驗了可能的自我迷思概念。

一、「我是怎麼走過來的？」—數學學習心路歷程

這一份作業的目的是鼓勵師院生透過回溯性反省與描述數學的學習經驗，反省資料以學習者心中的感動與難以抹滅的經驗為主，一篇篇感動的詩篇躍然呈現於網上，仔細閱讀赫然發現在每一篇故事背後，都可察覺一雙大有力的手，可能是老師的手，亦可能是父母的手，隱約可見，這雙大手有時是學生建立安全感的扶持者，有時是痛苦回憶的製造者；透過成長曲線圖的設計，探討師院生學習數學的成長歷程；同時記錄最令人刻骨銘心的改變關鍵時刻與過程，此即表示對數學的喜好程度從高峰降至低谷，或從低谷升至高峰的關鍵時刻與關鍵事件，此時那雙隱形大手似乎即指向了老師。從眾多的心路歷程札記中發現，近乎九成的學生均陳述了自己的學習是受他人影響，可見傳統以成人為中心的教學模式深植於學生心中，亦容易形成忽略自我學習的反省。分析札記發現，有近乎七成札記顯示關鍵的改變均源自於數學老師，可見教師教學策略影響學生學習至深且鉅。如慧記載了從國一到高二的學習黑暗時期，並用「每況愈下」描述當時成長狀況，其關鍵因素即在於國一時的學習落差。

「上了國中，忽然覺得數學變的很複雜，什麼多元幾次方程式的，好多第一次接觸的觀念.....教我們數學的老師,雖然人還不錯，教的也不差，但聽他的課總有零零碎碎的感覺，抓不到重點，唸起來很吃力,覺得這一章都還沒沒吸收理解，就要到下一章了，壓力超大的，再加上考試成績不是很理想，長期下來對數學就變的興趣缺缺，而且很害怕了。」

然而，到了高二暑期，慧又用了「競速狂飆」來描述其改變。

「這一直是我覺得超幸運的一件事。高二升高三的那個暑假，一位王老師來我們班上暑期輔導的數學課程。由於是文組的緣故，數學在高二就幾乎

都教完了，高三只是再重複加強已學過的課程而已，所以王老師從頭開始幫我們複習，他用他自己整理過的講義上課，他發的講義真的是超讚的，每一章節都先摘錄學習重點，再配合一些基本、常考的題型做練習，一個暑假下來，兩年的教材通通都複習到了，許多以前模糊的觀念，再度被釐清，那種弄懂的感覺真好」~~^O^

(此處慧畫了一個非常開心的符號，顯然回憶起來仍是滿心歡喜)

「之後，王老師繼續教我們三年級的課程，在他條理清晰的講解，和幽默風趣的上課風格下，我找回了對數學的自信和快樂。回想起來是王老師又引起了我們的興趣，興趣越高分數越高分數越高興趣也越高引起學生學習動機」

慧的經驗，透露了一件訊息，教師是教學的關鍵，學生有心學習但若缺乏適當的教學方法，亦無法成為有力的協助，儘管低潮期長達五年，且幾乎是數學學習的黃金階段，然而一旦疑惑解開，學習數學成為一件愉快的經驗。從第一年的札記發現教師的角色是影響學生學習的關鍵因素，為探索學生心目中優質教師的特質，故於第二年調整作業方式，採小組進行，先分享彼此經驗，進而探索教師角色特質，那些是令人感到溫馨懷念，哪些造成負面學習的影響，並以此作為借鏡，優點則學之，缺點則勉之，課後的自我反省心得又成為歷程檔案評量的一部份。貞小組提出了數學好老師的特質，包括了專業的數學學科知識、能引導由淺入深的教學技巧、認真負責且鼓勵學生建立自信心的教學態度，亦建議了老師不宜的態度，包括了覺得教完課本就已經盡到做老師的職責、忽略學生的學習起點、言語上冷嘲熱諷，打擊學生信心等。貞的個人自省記錄著

「在討論過程中，同學們赫然發現大部份令人印象深刻「不妥」的數學老師通常並不是那些打混度日、不關心學生的老師，相反的，他們態度往往都非常認真，但在教學方式上則無法為學生所接受，常常將學生學習的成敗視為老師的責任，有強烈的「教不嚴，師之情」的使命，並以過於嚴苛的方式和態度來責求學生，讓學生對學習產生負面的情緒，像是恐懼、挫折與排斥；或是一昧以老師主觀的立場，來設定學生的認知發展、身心狀況、學習起點…，而忽略了學生真正的需求與感受。」

貞的札記顯露了傳統思維體系應因應時代的改變而有所調整，亦提供研究者深度

的反省，教學應以學生為中心，並提供學生參與作主的機會，教學若能考慮學生的學習經驗與認知能力，學習的成效才會提昇，教師知識不只應包含數學專業知識，更應兼顧教學策略知識與學生學習的知識。

二、「網路世界知多少？」—網站資源收尋與分享

今日的社會已完全擁抱了科技，我們無法躲避，更不能逃避，資源的檢索與利用已成為學習過程中相當重要的一環，資源的分析與判斷能力，亦成為現代人不可或缺的基本能力，本項作業中企圖培養九年一貫揭櫫的「主動探索與研究」、「運用科技與資訊」等能力。尤其根據根據Point-Topic調查發現，台灣、南韓與香港已成為網路普及率最高的國家(<http://find.org.tw>, 2002, Sep. 08)。然而，儘管學生上網經驗相當普遍，若無目的漫遊，網上交友、網上聊天即成為上網的主要目的。本活動設計目標即為鼓勵學生有目的的探索有關數學教學與學習的網路資源，並分享搜尋心得，從實作活動中經驗網路資源的潛力，並培養其終身學習需具備的資訊素養。會的記錄說明了有目的的探索，有如尋到寶的喜悅。

「怎都想不到，有關數學的網站居然有那麼多個，每站不但是內容豐富、多彩多姿，也讓人不覺得數學是一件枯燥的事情，教學上也有這麼多資源，如果不是老師指定的作業，還真沒想到數學可以這麼有趣呢。這也讓我們警覺到了在未來的數學教學中，我們更應該多用點心，來扭轉一般學生對數學的害怕感，讓數學成為一種既實用又好玩的學科。在這一次的衝擊下，也使原本對於建構式數學不甚具有信心的我，開始轉向支援這樣的新式教學策略，一種有別於傳統填鴨式的數學教法，讓孩子建立一套不同但活用的思考模式，讓孩子對於數學充滿了期待與熱愛，才是在數學教育上，我們真正要賦予孩子的東西，不是嗎？」

網路的功能即在於其不受時空的限制，隨著科技的發展與網路的普及應用虛擬的學習環境，在合作的協尋下，擴大了學習的內涵，資料的評鑑與選擇已成為科技時代應有的基本素養，第二年的教學活動則除了持續搜尋新開發網站外，並針對已知的數學教學網站進行等級評鑑，且必須提出具體理由，藉以培養學生批判與評析能力，或提出網站設計的具體建議以作為未來架設班級網站的參考。江的搜尋網站心得，突顯了合作力量大與分析批判能力的重要。

「在準備這份作業以前，我幾乎沒有注意到數學網站的存在，經過這一兩

個星期以來的搜尋，與觀摩學長姊已找到的網站，終於對目前的數學網站有了一個粗淺的瞭解。『昌爸工作坊』是一個屢獲大獎肯定的優質網站，內容豐富多樣，涵蓋國小高年級和國中的數學；包括數學故事、趣味數學、生活數學、數學實驗、數學 CAI、數學講義、數學書籍……等等，其最大特色為〔1〕作者運用許多巧思，透過動畫式的呈現方式，將抽象難懂的數學變成容易理解，並且很有趣的型式；〔2〕內容豐富，巨細靡遺：舉凡國小高年級和國中的數學教材內容，不論是基本觀念、公式證明以及應用題型都說明的非常清楚，還有一些課外題材的介紹，例如數學家的故事、古文明的數學、著名的數學難題等等，不僅能激發學生的興趣，也可以供作教學的參考，值得獲得五星獎。然而若能設計一些具有競賽性的題目類型或是遊戲，以增加趣味性的話會更好。」

三、「數學的本質是什麼？」—數學哲學探討

建構的數學教學觀目前在教學現場引起極大的爭議，其實建構主義是一種理念的探討而非教學方法的規範，未經過思維的辯證即成為執行的策略，容易形成各唱各的戲，各演各的角色，最不公平的即是被實驗的白老鼠，如鄭章華（民 90）研究亦發現落實的困難，研究個案自稱認同建構理念，但實際教學時有明顯落差，可見落實的困難。其實，近十年來探討有關數學教育專業知識的文獻相當豐富，學生透過文獻閱讀心得的分享，往往能跳出原有對數學自我認知的框架，尤其針對數學哲學的討論，從實際經驗出發，則更掌握數學教學內涵，故數學哲學的討論即成為學習教數學前必須澄清的課題，而從學生的自省札記中可以察覺，澄清數學教育的本質可能是學習教數學的第一步，文獻閱讀的心得分享可能是促進專業發展的一種策略。銘的自省透露了應對不同數學哲學觀的尊重，無論是認為數學乃絕對精準無誤不可犯錯的絕對論，或是一種思維推理過程且可以有彈性詮釋空間的易誤論，都應有其時代背景脈絡的考量，勉強的策略性引導往往會造成另一種偏差。

「數學哲學文獻的討論的確讓我們有了更深入體察事情皆有應然與實然的不同面向，應然是理想的層面，是人們努力的最終目標；而實然則是現實、實際的表現，受到時空及各項因素的影響，通常現實與理想有不同程度的落差，如何拉近理想的目標與現實的表現之間的距離，是我們努力的目標。由於絕對論普遍影響著台灣整體社會對數學教育的認知，同時也導引了一

般教師對數學的教學態度與方法。由於把數學視為先驗的、精確無誤的、與社會經驗無關的真理，嚴謹的數學知識需藉由教師傳遞給學生，忽略了學生的個人與社會因素，減少了學生主動參與和創造新知的機會。雖然在認真的老師們的指導下，仍然造就了許多的人才，但也有許多可能的人才和可能創造新知的機會被淹沒在這洪流中，我們無法得知，否則這又是過度偏執於絕對論所造成的流弊。易誤論的思想的確解放了長久以來嚴肅的數學教育，活潑了每個學習數學者的心靈，當此關頭，我們一面樂見孩子卸除了學習數學的心理壓力，一方面我們是否也要省思，我們的孩子學習數學是不是真的很快樂，更重要的一點是：「我們的孩子是不是真的學會了？」。我們如果一昧的認為今是昨非，完全肯定易誤論而否定絕對論，將再次走入偏鋒，身為教學者的我們不可不慎數學哲學問題才是教改之前首要討論的。」

的確，正如銘所云，當我們在否定現況時，可曾思考過可能又掉入另一個危機，不得不慎。從歷程檔案分析中發現，站在巨人的肩膀上，的確能加速學習質與量，在此文獻閱讀心得分享中最為明顯；累積數學教育文獻與閱讀心得，透過彼此觀摩分享，能加深加廣數學教學知識，為鼓勵學生探究數學發展的過程，研究者第二年即又加入兒童數學讀物的閱讀心得，這是另一個嚐試，由於師院生的數學學習經歷往往是以教科書為核心，潛在的學習往往以為教師的責任即是傳遞教科書的知識，故鼓勵認識坊間出版之兒童讀物，以作為未來覺知如何培養兒童閱讀習慣的能力，這對於教學者與學習者均為初次嘗試，從學生欣喜討論的表情與自省札記觀之，可以發覺瞭解數學概念的根源，如進位系統的發展、符號的緣起等是何等喜悅的事。會的兒童讀物閱讀心得說明了數學演算與邏輯推理的差異，更體驗到數學學習的動機往往源自於與生活連結的問題。

「古嘎的綠扇子這本書介紹的是相當基本卻也相當重要的數學「分類」概念，把同類的東西歸併在一起，也可以說是把一個大集合分成一個一個的小集合。整本書化繁為簡，如此以相當活潑可愛的方式介紹了分類的概念，很適合低年級的學生閱讀。」

此次由於閱讀兒童數學讀物，突然間覺得數學是如此的有趣，小時候從未接觸過這類的書，真可惜。數學可以非常生活化來學習，由日常生活中所知道的知識及經驗學習、探索，孩子們會覺得非常熟悉，也提高了對數學的興趣。」

四、「花花世界誰最美？」哪本教科書最理想呢？

傳統上國民小學教科書由國立編譯館統一編訂，教師在別無選擇的機會下，學習到依據國訂本教科書的教學流程，認真教完表示盡責，對教學評鑑的能力，亦因「唯一」的版本，而呈現「統一」的思想體系，即認為教學應一步驟一步驟的帶領。自民國 85 年起，教科書全面開放，一時之間，教師被賦予遴選教科書的重責大任，在沒有任何學習的舊經驗，觀察書籍的物理性資訊即成為唯一參考性指標，畫面美、頁數薄、紙張好、教具多、服務佳往往成為遴選優先條件，企圖培養缺乏教學經驗的師院生此項能力，更是一件相當困難的事，乃配合教學試教的單元，鼓勵學生參考不同版本教科書，即教案設計規定不宜只根據試教學校採用的版本，而需配合教學單元，參考與比較各版本設計架構自編教案，以作為試教的依據，試教後的反省即成為修改教案的參考。這是一份艱鉅的工作，但卻也是最與教學實務連結的一份作業；此份作業採小組方式進行，透過團體的分工與合作，建立評鑑的共識。第二年的教學活動，則依據試教單元決定，若教學單元已於第一年實施，則採取參考前人評鑑資料進行二度評鑑，反之則如第一年設計模式進行。偉的自省心得顯示了課程設計往往是個人主觀的判斷，其實教學的困難即在此，沒有絕對的好壞，只有相對的適切與否。為呈現第一年與第二年在教科書評鑑的關連性，及前人的分析資料又如何成為後進的參考，偉小組的小組作業透露了站在前人分析資料的基礎上進一步探討。

「看完學長姐的報告，覺得他們很用心。針對「長度」這個單元他們就比較了國編、康軒、南一、牛頓和明倫五個版本，而且比較得詳細且深入。他們分了編輯理念和單元目標、佈題方式、教學時間與教材分析、環境佈置和教具使用四個部分來探討。在編輯理念和單元目標中，學長姐提到幾個很重要的觀念例如：康軒版的課程設計透過兒童的生活情境來發展概念，使兒童覺得數字是有意義的、不預設解題過程和答案。南一尊重孩子的自然想法，讓孩子有自我思考。他們在比較每一版本的特色後才做出結論，如哪一版本的開放性比較大、哪些版本有什麼相同之處、有什麼不同之處。他們也會提出自己的見解，並利用圖式的方式（以星的多寡）來評定五本教科書的各個部分，清楚易懂。尤其對於學長姐在最後提出的「老師的教學才是影響學習效果好壞的重要因素」有同感。我們也認為除了要能善選教科書，老師的教學方式和引導方式對於學生更重要，畢竟書是死的，老師是活的，沒有適當的教學，用寫得再詳細的教科書也是枉然。」

小組的意見透露出認知到師資角色的重要性，也進一步覺察到教學思維的可能差異，針對試教單元，偉小組則提出與學長不同的看法。

「事實上，雖然透過分析，的確讓我們很快掌握各版本特色，然而亦發現會有先入為主的觀念，是我們一直在提醒自己的，如「分繩子」的單元來看，我們即不贊同單元混合編排是優點，因為我們認為國編本的布題順序容易混淆學生學習，在分數概念的學習上還沒有很清楚，就又被引導到別的概念去。康軒版裡有連續量與分離量，雖然較難，但對於分數概念的學習卻較有系統。究竟教材呈現是一致性較佳，還是多元性較妥，或許沒有絕對的真理，而應以學生學習情形判斷。透過此次評析國編版與康軒版分數教材的教科書，從中獲得許多經驗，在面對九年一貫課程，教師應具備的編織教材及設計教學活動的能力，此次經由實地操作、沙盤演練深覺獲益良多。」

五、「你發現了什麼？」——教學事件的分享

教學是一種藝術，評鑑藝術品是需要心靈體會，教學何其不然，指導式的教學有其加速學習的價值，但往往只是知其然不知其所以然，如果不認同則採取淡忘策略，無法嵌入內心深處；建構主義教學觀，即期望學生培養自我覺知能力，能整合既有知識，透過嘗試錯誤、發現問題與辨証討論等過程，發展新的知識，故施教者如何從布題與解題的教學活動設計中，診斷學生的迷思概念，並適時加以引導校正，是師資培育過程中關鍵的一環，「你發現了什麼？」即是提供師院生從自己實作中發現問題。由於數學教育研究發現，分數相除的解題策略往往流於記憶的方式，如顛倒相乘；為瞭解師院生解題過程，研究者嘗試佈置一個以分數解題活動為中心的學習環境，其中包含了學生熟悉的文字題與計算題，提供師院生從參與活動中發現可能的迷思概念，從學生自省札記中發現，師院生能透過解題活動發現問題，從交互討論中澄清概念，從解題成功的成就感中得到滿足，一位同學的自白正說明了成長的喜悅。

「這節課，老師出三個題目要同學做，其中一題計算題我也被叫上臺做 96

$\frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2}$ ，這題，沒想到私底下驗算了幾次，答案還是錯的，可見我連驗

算時都還沒發現自己錯在哪裡，最後還靠同學來點醒我，當時只覺得真丟臉！這麼大了還會粗心算錯。沒想到老師後來說一句話竟改變了可能困擾

我一生的觀念，老師說犯錯不是什麼丟臉的事，「曝露自己的缺點才是學習的起點」。相信這句話很多同學都印象深刻，我覺得自己就是那位當事者，自然會有更深的體驗。真是感謝老師醍醐灌頂的一句話，讓我改變了對自己的看法。

當天上課內容令我印象最深刻的部分是分配律，老師所舉的題目都和分配律的應用有關。記得以前曾學過四則運算，對分配律的封閉性和開放性亦曾聽過，但當時的老師只是告訴我們這個屬性，沒有舉例子讓我們去算，因此很快就忘了。但此次經過同學的討論，我相信我一輩子都忘不了除法有左、右分配律的考慮，一直以為分配律的關係與乘法相同，沒想到 $a \div (b+c) \neq a \div b + a \div c$ 這個事實，而老師所出的三個題目中，第三題

96 $\frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2}$ 看到同學有最多的做法，例如：

$$(a) 96 \frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2} = \frac{289}{3} \times \frac{2}{7} = \frac{578}{21} = 27 \frac{11}{21}$$

$$(b) 96 \frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2} = 6(96 \frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2}) = (576+2) \div (18+3) = \frac{578}{21} = 27 \frac{11}{21}$$

$$(c) 96 \frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2} = 96 \frac{2}{6} \div 3 \frac{3}{6} = \frac{578}{6} \div \frac{21}{6} = 578 \div 21 = \frac{578}{21} = 27 \frac{11}{21}$$

$$(d) 96 \frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2} = (96 \div 3 \frac{1}{2}) + (\frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2})$$

$$= (96 \div 7/2) + (\frac{1}{3} \div 7/21) = (192/7 + 2/21) = 27 \frac{3}{7} + 2/21 = 27 + \frac{11}{21} = 27 \frac{11}{21}$$

$$(e) 96 \frac{1}{3} \div 3 \frac{1}{2} = 96 \frac{2}{6} \div 3 \frac{3}{6} = (96 \div 3) + (\frac{2}{6} \div \frac{3}{6}) = 32 + \frac{2}{3} = 32 \frac{2}{3}$$

「我認為其中思考模式最簡單的是(c)，(a)則是簡化(c)之後便捷的演算法，其中所用的「顛倒相乘」的做法，是為了便捷而發展出來的公式，相信多數人都會被指導這樣做。而(b)整數化的策略又牽涉到另一個概念，就是除數與被除數同乘以一數再相除，其值不變，例如 $10 \div 2 = 2(10 \div 2) = 20 \div 4 = 5$ ，看似正確實則有誤，譬如我當時不懂做(b)的同學為何要這樣做，後來經同學提醒才明白，但其表達方式容易讓人誤會。(d)則是用了當天上課

的重點分配律，這也是一個獨立的概念，而且層次較高，(e)則算錯了仍不自知。一個題目可以有這麼多演算法，而且每個演算法用到的概念都不同，我覺得並不一定某一個演算法就是最高明的，而是要看題目最適合用哪種演算法，可以將題目簡化，正確性高又自然是最好不過，分配律雖然層次較高，但數字的變化有時也會使分配律窒礙難行。倒過來相乘雖然快，但數字太大時相對的也容易出錯。反倒是這麼多種演算法出現在同一個題目裡，是個有趣而能令人思考的問題，每個同學解題的切入角度都不同，則觀點有異，若是換成處理非數學的問題時，也一樣可以有這麼多不同的觀點，人的眼界便因此而開拓。這也是數學的功能之一呢！或許這就是所謂的建構教學，作法各自表述，結果確有共識，真是有趣的學習經驗。」

從解題活動過程中，師院生的確發現了自我的迷思概念，且經驗到了自我建構知識的過程，但在有限的教學時數裏，如何提供更多機會察覺概念的不完備，則需要更多教學活動的經驗，故於第二年的教學活動設計整合多媒體資源，除了延續第一年自我解題的活動經驗，更將同意提供參考的第一年教學影帶提供學生借閱，擷取相關關鍵影片作為激發教學事件討論的題材，多媒體的溝通遠比單純文字溝通更具震撼效果，學生能細微分析教師對話，透過小組分享，分析教學能力得以培養。此種數位化資源庫，不受時空的限制，又能激發學生自省成長。茲以兩件關鍵影片自省札記為例。

第一個案例為「平均數」，關鍵影片全長 12 分鐘，此為實習教師的國小五年級教學影帶。教師於黑板上寫出數學問題：「五年甲班有 34 人，全班數學平均成績是 65 分，但是老師發現二個題目沒有寫清楚，所以全班每個人再送 10 分，現在全班平均是多少分？」

隨後即要求各組討論並指派一名學童上台解說。四種不同作法記錄如下：

甲生	$10 \times 34 = 340$	$65 \times 34 = 2210$
	$340 + 2210 = 2550$	$2550 \div 34 = 75$
乙生	$(10 \times 34) + (65 \times 34) = 75 \times 34 = 2550$ $2550 \div 34 = 75$	
丙生	$10 \times 34 = 340$	$340 \div 34 = 10$ $65 + 10 = 75$
丁生	$65 + 10 = 75$	

關鍵影帶結束即進行討論，課後則撰寫自省札記。珍記錄了其對教學的覺知。

「看到學生堅持必需先求總合，再求平均數的線性思維時真感到驚訝，六

組中居然五組都認為必須先算出原先全班的總分，再加上送分的總分後，才求出最後的平均數，即使老師將 $65+10=75$ 的同學在最後一組報告，而該生說道「何必這麼麻煩！原來平均成績是 65 分，後來老師是每一個人都加 10 分，又不是少數加 10 分，所以不必再算出總分，直接 $65+10=75$ 即可」，看到此生的作法，大夥兒(即師院生)忍不住拍掌叫好，熟料小學生卻認為，該生沒有講清楚說明白，天啊！我們怎麼會培養出這些沒有判斷能力的學生呢？我們是應該加把勁了。」

第二個教學案例為「扇形」，三段只有八分鐘，教學重點為扇形的定義，教師透過辨認扇形圖卡的活動討論扇形的條件。華的自省顯示出教學不在時間長短，概念的呈現才是重點，教師的引領更是關鍵。

「這三段影片雖然不長，但可以確信上此堂課的學生必定學到很多。先由學生歸納出扇形的條件、定義，老師一再的重複，學生很清楚的知道扇形就是要 1.以圓心為頂點 2.圓的半徑為兩邊 3.弧必須是圓周的一部份。接著呈現一個頂點在圓周上的圖形，這樣的確很容易讓觀念不清的學生誤認為是扇形，老師再加以澄清。我覺得從錯誤中學習是很寶貴、很重要的，常常老師在臺上教得口沫橫飛，學生也拼命的說懂，我想並不是學生說謊，在學習過程中的確常常覺得會了，到了測驗時才發現是似懂非懂，所以在教學時若能設計一些"陷阱"讓學生討論看看，應較能釐清觀念，本來事情就有多面，試著從不同的角度去思考是必要的。

尤其在第三段影片中，那位女學生提出「如果以圓周上的頂點為圓心，邊為半徑，那不也是扇形媽？」.聽起來好像對耶！我想這是教學者始料未及的，不過有人提出這樣的疑惑正是學習的好機會，老師馬上拿出圓規，照著學生說的做做看看，如此一來，很清楚的發現弧不再圓周上，學生的疑惑輕鬆解開！問這樣問題的學生不僅為自己也為別人創造了一個美好的學習機會。所以老師應該是「不怕學生問問題，只怕學生沒問題吧！」

短短不到十分鐘的關鍵影片，激發了師院生的熱烈討論，原來有不少同學赫然發現自己迷思概念的存在，顯然關鍵性事件的討論能促進自省，亦察覺到專業知識的重要；科技的確提供了有效的學習環境。

兩年的行動研究過程，察覺到電子歷程檔案的極大潛能，不僅提供教學者掌握學生學習過程，以機動調整教學策略，亦能提供學習者對自我反省的再反省，

還能成為同儕的協助與後進的參考，透過科技融入的教學設計，即能促進落實以學生為中心的學習環境。

伍、結論與建議

本研究為因應九年一貫的教育目標，培養師院生「帶得走」的能力，故以活動設計為中心，網站連結為工具，規劃學習自省作業為策略，提昇數學科教材教法的品質為目的，透過電子歷程檔案設計，觀察師院生的成長。

自我反省是促進成長的一種有效策略，研究者亦是教學者，採用電子歷程檔案評量機制，以參與活動後的自省札記為歷程檔案的主要內容，既可提供教學者掌握學生學習過程，又能促進師院生養成自省的習慣，在行動研究過程中，數量龐大的學生學習歷程檔案，時時可以覺察到師院生反省成長的軌跡，雖未針對個案進行追蹤分析，但從各班小組成果發表，在認知層面提供了成長的資訊與應改善的現象，至於在實踐層面則需繼續的追蹤。茲分析歷程檔案內容，發現了師院生的成長，亦經驗到待改進的問題，研究者的自省札記則提供了實施電子歷程檔案評量機制的潛能與障礙。

一、師院生成長的發現

（一）覺知教師角色，體會教學複雜。

從學習數學心路歷程的自省，察覺到家長與教師是影響學生數學態度與學習成就的因素，然而進一步分析關鍵事件，最主要影響的因素則指向了數學老師，此時不論是學校數學老師或補習班數學老師均可能成為激發改變的觸媒，若從不同系別探討，則可察覺文科生有較高的不愉快學習經驗，甚至有的表示含著眼淚敘述一段不想回憶的往事，可見教師角色的關鍵，此亦促使研究者反思如何引導學生面對過去、改善現況、憧憬未來，以建造積極的數學教學態度；反之，理科生則顯然是教學的受益者，不論來自外在的指導，或自我的努力，其成就感往往是促進學習理科的動力，可見愉快的學習經驗可以促進成功的學習。

（二）察覺資源豐富，擴展教學應用。

傳統上的數學學習由國家規劃的統一數學課程，全國學生有統一的進度與相同的教科用書，數十年的統一模式，教師已被塑造成極度依賴教科書的教學思維，教學的創意與搜尋教學資源的需求均在無形中弱化，由於科技的快速發展，教學資源的逐步擴充，加速促進了教育的創新，從「網路世界知多少？」的指定作業，

經驗到了教學資源的豐富與多變化，察覺到教科書並非唯一的知識來源，而省思到教學的核心不是單一知識的傳遞而是探索知識形成的過程，從自省札記分析亦可察覺到教師對教科書的過度依賴，往往源自於對教學資源資訊的閉塞。

（三）豐富教師知識，促進教學彈性

數學哲學的教育文獻探討提供了不同方向的思維，部分札記呈現了「數學本來就是絕對的真理，老師有責任講清楚明白」的單一思維，到「原來數學可以有不同的要求，不同的說法」彈性思維，可見閱讀與討論能促進教師成長。

（四）問題中心的設計，察覺可能的迷思

以問題為核心的教學活動設計，提供師院生參與與分享解題策略的機會，進而察覺解題策略的多元性與數學迷思概念的可能性，體驗到每個人都有學習的盲點，尤其參與了「你發現了什麼？」的活動，經驗到知識知其然與知其所以然的差距，反省札記透露了師院生能從認知衝突中建構數學概念知識。

（五）科技融入教學，促進教學互動。

科技的發展已衝擊到教學的設計，電子歷程檔案評量的實施，提供研究者清晰的看見學習者成長的過程，亦提供研究者彈性調整教學策略的最佳依據，電子歷程檔案的應用，不僅提供學習者持續的省思，又能促進以學生為中心的教學模式，其潛在的威力是不容忽視的，尤其關鍵教學影帶的撥放，提供了教學現場的感覺，促進了師院生的互動與討論。

（六）網路作業分享，提升作業品質。

由於網路作業具有公開性與競爭性，師院生可以不受時空限制，透過網路彼此觀摩學習，在第一年的檔案資料中，發現個別與班級間作業品質差距極大，反省的品質亦因學科間有差異；由於各班有自屬的網頁，彼此無法觀摩；第二年即有作業觀摩區的提供，師院生顯然較能掌握指定作業的重點。此時文科學生較深入的反省能力，已影響到理科生的反省品質；理科學生解決數學問題能力顯然較高較多元，透過作業觀摩與分享，反省品質得以提昇。

（七）數位環境設計，增進資訊素養

資訊檢索能力已成為現代人必備的基本能力，由於網路作業的需求，迫使師院生必須經常性的與電腦為伍，資訊素養即在潛移默化中培養；又由於科技的協助，作業繳交的次數與日期均可詳實記錄，作業的時效性均能依計畫執行，由於網頁設計有檢索查詢功能，學生可自行檢查學期作業繳交時間與份數，避免有作業遺失之慮，科技輔具的協助，亦使班級規劃能更有效率進行。

（八）小組作業規劃，落實合作學習

在知識經濟的時代裡，知識的統整需要團隊的合作，為培養師院生尊重、關懷與團隊合作的能力，故於行動研究過程中，多項活動採取合作學習模式。為促進團隊合作的落實，為有效進行教學討論，教學前的小組教學影帶觀摩即成為整組表現的先備條件。如真小組所云：「過去團體作業只有分工沒有合作，由於工作量與成績的計較，合作即是分裂的開始，討論教學影帶確有三個臭皮匠勝過一個諸葛亮的感覺，真好耶！」，從學生自省紀錄中發現分工合作與合作學習的差異，前者著重任務分工，往往形成分裂不易合作；後者著重學習，透過腦力激盪的合作學習確實發生。

二、有待改進的問題

（一）尊重智慧財產權的行為有待提昇

資訊融入教學提供彈性教學的機會，電子歷程檔案增加了教學的廣度與深度；科技的確帶給學校教育極大的改變，然而因科技而引發的教學問題亦是值得探討的。網路作業雖有即時性、公開性等優點，既可觀摩學習，又方便作業管理；然而正由於其複製的方便，造成投機取巧的學生有機可乘，易造成部份同學反映不願將作業公開上網，而透過電子郵件直接繳交，以避免被他人抄襲；其實尊重與關心亦是學習過程中應培養的基本能力，正如碧寫著

「網路優點是迅速、立即，可以隨時閱讀同學的作業，至於同學抄襲的情形，真的是防不勝防，但我很支援老師在課堂上給同學這樣的教育，畢竟工具本身沒有錯，使用著的良知才是重點，適時給同學這些想法和激盪，如果能激起其內在的意識，教學的真諦應即已達成，不是嗎？！」

（二）判斷資訊的能力需有效培養

豐富的資訊亦代表著沈重的負荷。由於科技的便利性，資料的累積已不是一件困難的事，然而資料愈多負荷愈重，失去探討的意願。教學過程中發現，教師期望提供較多教學資源供師院生分析使用，然而工作量的沈重壓力，反而影響學習動機，最後，由研究者選取部分資訊建立觀摩區，以作為共同討論的焦點。資訊判斷能力應是資訊爆炸時代應具備的基本能力。

（三）軟硬體設備的供應與資訊素養的建立

學習是透過不斷的反省與行動，科技融入教學固然是時代需求，但相關基本能力的培養，確是需要有效規劃。進行網路作業收集初期，的確形成師院生的不適應，由於鍵入資料的能力與速度，覺得耗力費時困擾太多，電腦與網路使用的

方便與否，亦影響實施的意願；然而，隨著學校資訊設備的更新，社區網路咖啡店的林立，科技輔具已逐漸普及，軟硬體設備的供應才逐漸獲得改善，鍵檔技術問題才逐漸獲得解決，資訊素養在無形中獲得提昇，此時才逐漸獲得共識，然而軟硬體設備的普遍供應，才能加速資訊素養的建立。

（四）系統維護與相關人力的支援

建置網路伺服器與維護系統正常運作，均需要科技專業技術人員的協助，龐大的資料量亦需要人力的管理，雖然科技的方便性能促進教學的改變，但相關的資源確是不可少的。研究期間經常需尋求外援，若能穩定建立團隊合作，科技確實能促進教學的提昇。

三、研究者的自省

研究者在參與行動研究的過程中，察覺到了電子歷程檔的潛能，不僅發現到師院生成長的痕跡，亦增進教學者自我的了解，除此之外，最大的潛力是能促進以學生為中心的教學與有系統的建立數學教學資源；然而，亦經驗到實施上的困難，唯有團隊合作才有徹底落實的可能，故提出以下建議供師資培育單位參考。

（一）鼓勵並協助建置電子歷程檔案評量機制

教師專業教學知識不足已是許多研究探討發現的事實，如何提昇教師專業素養正是數學教育社群積極探討的主題，面對外在環境快速的變遷，與內在數學教學課程時數的壓縮，已造成培育數學師資的兩難，目前師院生往往只需 2 學分數學教材教法課程，甚至完全不用學習（因部分班級採自然科學與數學擇一即可）即成為國小教師，而小學數學科由級任教師擔任，如此龐大的數學教學師資，若無一有效的協助在職教師成長機制，往往最終受影響的即是國小學童，亦即國家未來發展的人力資源；目前雖有網站協助教師認識教育改革動向及教學與評量教材提供教師下載使用，然而當材料豐富而教師無法慎選適合自己學生能力的資源，只會徒增教學的困難度，唯有在師資培育學習歷程中，培養批判、分享、辨証的能力，正如 Cole, Ryan, Kick, and Mathies (2000) 所云電子歷程檔案評量費時費力，故若能提供適當的資源，較能吸引更多人的投入。

（二）製作典範教學錄影帶，提供教師進行專業成長

教學雖沒有絕對的典範，但高品質的教學仍是有相當的共識，從「學生的數學學習心路歷程心得」發現，數學學習過程中顯著的呈現有三雙推動搖籃的手，一雙是家長的手、一雙是學校的數學老師的手、另一雙是補習班的數學老師的手，可見數學課後補習的普及；然而，值得深思的是，前二雙手往往是被描寫成令人恐懼的大手，權威、處罰、要求、偏心、說些聽不懂得話，雖然能理解其出發點

是愛與期許，然而卻是不容易承受的愛，後一雙手卻被形容成愛的小手，親切、有結構有方法；教師是教育改革成功與否的關鍵因素，如何促進教師知覺到教學需要改變，能留意學習者的心情感受，兼顧學習過程與結果，此已是刻不容緩的事，政策的宣導、理論的推廣、教學信念的呼籲，是重要的卻也是較潛在的，不易立即有效，反有抗拒之憂，研究發現現場教學影響的討論，關鍵教學問題的辯證，是學習者感受最為深刻、改變最為落實的事；然而，可供分享的資源仍然有限，願意公開分享的態度有待培養，研究顯示教學資源庫雖能增進教師專業成長，但資源庫的建立需集眾人的合作與分享。

（三）加強對數學迷思概念的探討

學習教數學最重要的即是「數學感」與「數學教學診斷能力」(林福來,1999)，數學感的建立是透過學習數學相關活動中逐漸培養，然而教學診斷能力，沒有豐富的教學經驗不易掌握；但經驗的察覺往往需要較長時間的學習，加強對學生與教師數學迷思概念的探討，並利用科技累積教學研究與教學實務的教材資源，提供作為學習教數學的教學資源，應能促進教學提昇。

（四）舉辦優良教學活動設計比賽，鼓勵有創意的教學設計

教改的列車已於九十學年度正式起動，教學活動開放、教師專業自主、教學時數亦有部份彈性的空間，然而，期望學生朝向十大基本能力方向成長的同時，教師亦應自覺知識與能力導向是未來的趨勢，如何培養教師擁有課程目標之十大基本能力，是未來師資培育努力的方向；國小創意教師，將由於教育改革開放有了較大的揮灑空間，但是創意的尊重，才能激發更多的創意。從部份師院生不願將教學活動設計掛上網，為了避免被他人瓢竊的態度觀之，創意的展現需要有適宜的鼓勵，若能透過競賽，有系統規劃收集創意的教材，既能豐富教學資源，又能達到共用與推廣的目的；從期末感想中敘述了建立一個評鑑機制的重要性，數位時代的來臨，必須重視社會的公平、公義，媒體的資源不在霸權的獲得，而在溫馨的分享，華寫出了她對網路資源的感想。

「國內並沒有完善的『知識共用』的一套系統與信念，因而造成許多人力浪費，另外，還有一種遺憾的感覺：國內雖然有高科技，然而卻發現是利用高科技走回頭路。我們看到原封不動的將課本、參考書的內容，搬到網路上，將傳統解題方式做一個整理，列出更大篇幅的公式，告訴小朋友，看到「共有」就要用加的，看到「還剩」就要用減的。而死板長篇的文字敘述，連成年人都沒耐心看完，更何況是小朋友。空有媒體管道，確行負

向學習真可惜！」。

網際網路已成為現代人不可或缺的工具，然而教學資訊的不足與負面資料充斥，往往形成負向教材，如何擴充網路資源的提供與利用是值得深入探討的。

參考文獻

- 林福來、李源順(民 89)。**數學教學診斷能力之培育**。未發表。
- 林碧珍、施又齡、陳姿靜(民 89)。**透明化教師實施學生數學歷程檔案評量的行動策略**。
- 八十九學年度師範院校教育學術論文集** (頁 225-250)。國立新竹師範學院。
- 陳美玉(民 87)。**經驗權威與師資生學習之研究**，**研習資訊**，15(3)，40-55。
- 陳聖謨 (民 87)。「檔案」在師資培育上的應用，**教育研究資訊**，6(2)，150-156。
- 黃鴻博、郭重吉 (民 88)。**STS 理念的接納與實踐-----一個國小教師的個案研究**，**科學教育月刊**，7(1)，1-15。
- 張美玉 (民 85)。**歷程檔案評量在建構教學之應用：一個科學的實徵研究**。**教學科技與媒體**，27，31-46。
- 教育部 (民 82)。**國民小學課程標準**。台北。
- 教育部 (民 91)。**國民中小學九年一貫課程暫行綱要**。台北。
- 曾志朗 (民 86)。**網路上的科學教育**。**建構與教學**，10。民 91 年 2 月 23 日，取自：
<http://scied.ncue.edu.tw/ct/v10-2.htm>
- 曾志朗 (民 89 年 1 月 5 日)。**新世紀教育風貌：網路人、創意人、文人**。**聯合報**，15 版。
- 張基成 童宜慧 (民 89)。**網路化學習歷程檔案系統之與效果分析之研究**。**遠距教育**，10，26-32。
- 鄭章華 (民 90)。**協助國中數學教師改變教學初探--以數學哲學為媒介**。**科學教育研究與發展**，23，57-81。
- 楊叔卿、周倩(民 88)。**中小學教師與網際網路教學推行之研究**。**遠距教育**，10，41-46。
- Campbell, D. M. (2001). *How to Develop a Professional Portfolio-A Manual for Teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- Cole, D. J., Ryan, C. W., Kick, F., & Mathies, B. K. (2000). *Portfolios across the curriculum and beyond*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Cooper, S. (2001). The development of a technology committee in undergraduate teacher education courses: is this an effective strategy? *Journal of Technology and Teacher Education*, 9(1), 75-81.
- Ellsworth, J. Z. (2002). Using student portfolios to increase reflective practice among elementary teachers. *Journal of Teacher Education*. 53(4), 342-355.

- Frid , S. (2000). Constructivism and reflective practice in practice: Challenges and dilemmas of a math teacher education. *Mathematics teacher education and development*, 2, 75-92.
- Hallett, T. L. (2002). The impact of technology on teaching, clinical practice, and research. *ASHA Leader*, 7(11), 4-6.
- Herrington, A., Herrington, J., & Omari, A. (2000). Online support for preservice mathematics teachers in schools. *Mathematics Teacher Education and Development*, 2, 62-74.
- Hallett, T. L.(2002) The impact of technology on teaching, clinical practice, and research. *A S H A Leader*, 7(11), 4-6.
- Heath, M. (2002). Electronic portfolios for reflective self-assessment. *Teacher Librarian*, 30(1), 19-23.
- Jaworski B. (2001). Developing mathematics teaching: Teachers, teacher educators, and researchers as co-learners. In F. L. Lin & T. J. Cooney (Eds.), *Making Sense of Mathematics Teacher Education* (pp.9-31). Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1992). *The action research planner*. Deakin University, Victoria, Australia.
- McNulty, K. T. (2002). Fostering the student-centered classroom online. *T H E Journal (Technological Horizons In Education)*, 29(7), 16-21.
- Mills, G. E. (2000). *Action research: A guide for the teacher researcher*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Mousley, J., & Sullivan, P. (1997). Dilemmas in the professional education of mathematics teachers. In E. Pekhonnen (Ed.), *Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1 (pp.31-47). Lahti, Finland.
- Pierson, M. E. (2001). Technology integration practice as a function of pedagogical expertise. *Journal of Research on Technology in Education*, 33(4) ,413-423.
- Polonoli, K. E. (2000). Defining the role of the digital portfolio in teacher education. Paper presented at *the annual meeting of the West Virginia Network*. Morgantown, WV. (ERIC Document No. ED 447 806)
- Ponte J. P. (2001). Investigating mathematics and learning to teach mathematics. In F. L. Lin & T. J. Cooney (Eds.) *Making sense of mathematics teacher education* (pp.9-31). Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Resta, P. (2000). The internet and university teaching: Will networking technologies change the teaching-learning process? *Symposium on the Effects of the Internet on Education, office of Research and Development*, National Taiwan Normal University.
- Schoenfeld, A. H. (1994). Problem solving in context(s). In R. I. Charles & E. A. Silver (Eds.), *The teaching and assessing of mathematical thinking and problem solving* (pp.53-70). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Siegle, D. (2002). Creating a living portfolio: documenting student growth with electronic portfolios. *Gifted Child Today*, 25(3), 60-64.

Wright, V. H., & Stallworth, B. J. (2002). Changes of electronic portfolios: Student perceptions and experiences. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(2), 49-61.

A Sustainable Assessment Strategy-- Using the Electronic Portfolio in an Elementary Mathematics Teaching Materials and Methods Class

Ning-chun Tan *

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore preservice teachers' professional development through electronic portfolio assessment. The study was conducted for two years. Researcher created a tool, based on the data from the portfolios written by the junior college students who participate in the first-year research period, to facilitate the social interactions for junior college students next year. All data were collected and analyzed according to the content of portfolios. Findings showing that the awareness of the preservice teachers on mathematics teaching and learning were listed as following: (1) to aware of the complexity of teaching and the key role of teacher; (2) to expand application in teaching by exploring the web-based resources; (3) to promote teaching flexibility by providing mathematics teaching knowledge; (4) to find the misconceptions by practicing a problem-based teaching; (5) to facilitate the social interaction by infusing technology into teaching; (6) to promote the quality of document by sharing experience; (7) to improve computer competency by providing digital environment; (8) to implement cooperative learning by providing assignments in groups; Some questions were also found that the intellectual property rights should

* Ning-chun Tan: Associate Professor, Department of Mathematics Education, National Taipei Teachers College

be respected, the computer literature should be cultivated. Through the reflections of the preservice teachers, some suggestions were provided.

Key words: action research, electronic portfolio, elementary mathematics, teacher education, professional development