

師培生設計科技 融入數學教學活動表現之研究

陳致澄

教授

國立臺南大學應用數學系

E-mail: g110844004@grad.ntue.edu.tw



CACET
中華資訊與科技教育學會

摘要

本研究結合「案例評論」與「教學設計」理論與實務，規劃「設計先」與「評論先」等二種師培模式，期能培育 37 位國小師培生具備設計資訊科技融入數學教學活動能力。過程中，蒐集教學設計單、會議錄影轉錄語料、「縮放圖」測驗卷與案例評論單等資料並進行分析，探究二種模式運作中師培生的表現。研究結果發現：一、師培生設計的科技融入數學教學活動，大多適合高年級學生使用；科技大多來自他人開發的網路資源；科技在教學過程中大多扮演內容講授的功能；科技使用大多結合互動式教學策略。二、參加本研究的師培生中，理工學院師培生的解題表現優於文學院、教育學院與管理學院師培生的解題表現。三、師培生進行「案例評論」任務時，以「陳述性知識」所佔比例最大。

關鍵詞：培育模式、科技融入數學教學、師培生

壹、緒論

一、研究背景與動機

經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2008）提出未來人才需具備學習與創新、數位素養及生活與工作等關鍵能力。其中，數位素養即指未來公民應具備使用資訊、媒體與科技工具等素養（林珮萱，2013；OECD, 2008; Fadel, 2008）。許多國家推動教改時，都肯定科技對教育的影響力（NGSS, 2013），我國《十二年國教課程總綱》建議教師應將資訊議題適切融入課程設計（教育部，2014）；《數學領綱》（教育部，2016）更指出，應培養學生正確使用工具的素養、有效使用工具（含計算機、電腦、網路、行動工具…等）。許多研究也證實，資訊科技能提昇學習動機與學習成效（許一珍，2018；蔡浩軒、孟瑛如，2020；Ozdamli & Uzunboyly, 2015）；也能提升教學滿意度（劉光夏、周宛瑜，2016）。此外，經濟合作暨發展組織（OECD）每五年會針對世界各國進行一次「教學與學習國際調查」（Teaching and Learning International Survey, TALIS）；從2018年的調查報告顯示，臺灣教學現場中，科技使用普及率僅有15%，在全球參與受訪國家中，敬陪末座；而日本也只有27.3%的教師具備數位化教學的能力，在參與受訪國家中位居倒數第二名。並且，從該（2018）年度調查結果顯示：多數國家教師認為，他們較多時間使用傳統教學方法，來傳授教科書的知識；以學生需求為中心的教學方法，卻較為少見。並且，針對臺灣的各級教師提出「需落實資通科技融入教學」的設計與實踐（蘇永明，2021）。可見，將資訊科技工具融入數學領域進行課程設計與教學，是當前重要的議題。

再者，許多國家設定教育改革目標時，是以提升教師教學績效與學生學習成效為導向（黃嘉莉、謝傳崇，2022；Luyten & Bazo, 2019）。如何確保每位學生在學校受教育過程中獲益？這是教師須不斷考量與反思的課題（OECD, 2019）。因此，規劃結構化與長期性歷程的教師專業學習活動，對於教學與學習品質改善，才有較大的成效（Lumpe, Czerniak, Haney & Beltyukova, 2012）。此歷程性的活動，可培育教師的教學策略與實踐知識，也能改善學生的學習成效（Vangrieken, Meredith, Packer & Kyndt, 2017）。是故，面對當前科技飛快演變的時代，規劃一系列有關「設計、實踐科技融入教學活動」的任務，可提供師培生實踐、反思任務執行過程中的內涵，進而培育師培生「設計科技融入教學」的能力（Darling-Hammond, Hylar & Gardner, 2017）。

李佳蓉（2016）指出，師培系統是多數教師接觸教育科技與學習科技使用的啟蒙，也是內化「科技融入教學」價值的起點；師培課程應充實師培生有關科技使用的知識與技能，未來才能有效運用科技於教學之中。因此，葉子

明、周君芳（2020）建議，師培機構應針對「如何將科技融入教學」提出配套課程，讓教師具有足夠的資訊素養，能將資訊科技融入教學過程中進行，不僅能讓學生感受資訊科技設備的便利性和使用的安全性，也可以增進學習興趣，促進教師專業成長，提高教師教學效能。前面所提的這些因素，都是影響教師是否能有效運用數位科技於教學的關鍵因素（Young & Seibenhener, 2018）。

那麼，要培育師培生「設計科技融入教學」的能力，需引入那些元素？Shulman（1992）指出，「案例」（Case）可連結理論與實務；過往，有研究發現，以「教學影片」作為「案例」，引導師培者與師培生討論與反思教學相關議題，可豐厚師培生的教學實務經驗（姚如芬，2011；張民杰，2008；Alpi & Evans, 2019）。此外，Smith 與 Ragan（2005）也指出，「教學設計」（Instructional Design）是運用教學原則，將教材、活動、資源與評估納入規劃的系統性反思歷程；也有研究發現，教師參與「課程發展、設計」可促進專業成長（歐陽閻、尹玫君、張珏菁，2007；Sparks & Loucks-Horsley, 1989）。鑑此，本研究決定以「案例」與「教學設計」，作為培育師培生「設計科技融入教學」能力的兩個元素。然而，黃凱旻與金鈴（2003）讓一位中學數學實習教師，透過擬定、討論、實踐、反省與回饋特定單元教案的過程，發現個案教師更深入地自我反思「教學活動設計」；並且，輔導教授在「教學設計」過程中，加入「觀摩其他教師教學」的「案例評論」，因而更擴展個案教師教學反思的對象與內涵。可見，「案例評論」與「教學設計」存在密不可分、相輔相成的關係。

為了釐清師培生在「設計科技融入教學」能力養成的過程中，「案例評論」與「教學設計」兩項任務的順序，是否讓師培生有不同內涵的專業發展？本研究規劃了「設計先：教學設計→案例評論」（簡稱「設計先」）與「評論先：案例評論→教學設計」（簡稱「評論先」）兩種培育模式，並邀請兩群國小師培生分別參與其中一種模式。藉此，研究者分析他們參與的過程中，所產出的「科技融入教學活動」樣態；對於「案例評論」涉及的數學概念（縮放圖）之解題表現與「案例評論」的內涵。

二、研究目的

基於上述研究背景與動機的描述，提列研究目的如下：

- （一）比較師培生產出的「科技融入數學教學活動」樣態之差異。
- （二）探究師培生對「案例評論」涉及的「縮放圖」概念之解題表現。
- （三）比較師培生在「案例評論」過程中，所提評論觀點之差異。

貳、文獻探討

一、科技融入教學

(一) 科技融入教學的意涵

由於資訊與通訊技術 (Information and Communication Technology, ICT) 快速發展, 人類所有領域的常規工作方式, 都快速地在轉變 (Chakraborty, Dhara & Santra, 2018); 在教育領域, 無論是行政管理層級或是課堂教學與學習層級, 都受到極大的影響 (Schul, 2014)。ICT 對於社會的重要影響, 在於它促使我們進入雲端服務 (cloud-based services) (例如: 訊息儲存、Google 教室、電子帳戶、電子書…) 的生活型態; 也改變了教育領域教學與學習的過程 (Siddiquah & Salim, 2017)。因此, 教師試圖運用新興的科技技術於教學中, 期望能提供學生有感且有效的創新性體驗 (Hero, 2019); 科技讓學生的學習過程更具意義性與互動性。因此, 美國社會學科學會 (The National Council for the Social Studies, NCSS) 提醒師培者, 需設計「科技融入教學」的課程, 讓師培生擁有運用科技技術呈現課程內容的經驗, 有效促進教學表現並提升教學效能 (Frye, Trathen, & Koppenhaver, 2010)。

關於「科技融入教學」, Dias (1999) 認為, 這是將科技整合於課程設計之中, 讓學生獲得有意義的學習。Jonassen (1996) 則認為, 這是將資訊科技產品 (例如: 電腦、DVD 播放器、口袋型計算機…) 或技術 (例如: 虛擬實境 VR、擴增實境 AR…) 視為認知的工具, 藉此培養學生的批判思考能力, 建構自己的知識體系, 達成高層次學習。溫嘉榮 (2003) 認為, 這是將科技與教學方法整合於課程設計, 讓學生充分運用資訊科技解決問題、動手操作, 且不囿於時間與地點的限制。Frye 等人 (2010) 發現, 教學過程中, 師生運用科技設備與創新教學程序, 能促使師生都成為更有效率的課室成員。然而, 也有研究對於「科技融入教學」的助益抱持質疑的態度。Sheffield (2011) 指出, 教師認為「科技融入教學」有助於學生獲得成功的學習經驗; 但是, 學生的實作與表現卻無法反映出科技的重要性; 並且, Esposito (2013) 發現, 教師是否使用科技融入教學, 與他是否能成為符合《美國教育科技標準》(National Educational Technology Standard for Teachers, NETS- T) 的教師, 並無顯著性的關係。

再者, 美國國際科技教育學會 (International Society for Technology in Education, ISTE) 發展的《全國教育科技標準》(NETS- T), 分別為教育領域的學生、教師與管理者等三種成員, 提出符合時代需求的教育科技能力指標。其中, 有關「教師」的教育科技能力指標包括: 1. 促進、激發學生的學習動機與創造力; 2. 設計、開發數位時代的學習經驗與評量; 3. 塑造數位時代的工作與學習; 4. 促進、塑造數位公民權與責任; 5. 投入專業成長與領導力等五個面向 (溫嘉榮、施

文玲、林鳳釵，2004；ITEA, 2008）。本研究選擇「案例評論」任務，即期望師培生與師培生透過觀看與討論以「縮放圖」為核心概念的「科技融入數學教學」影片，思考教學過程中，如何以學生為中心？如何適當地提供數位化工具和資源，讓學生都擁有平等使用的機會？（符合「促進和塑造數位公民權和責任」面向之內涵）；也能增廣自己對於「科技融入教學」的視野以及濃厚對於「科技融入教學」內涵的理解（符合「投入專業成長與領導力」面向之內涵）。此外，本研究安排「教學設計」任務，也期待師培生能運用自己熟知的數位化工具或資源，設計以數學概念為核心的「科技融入教學」活動，讓學生透過活動的實踐，學習使用科技工具，也提升數學學習動機（符合「促進、激發學生的學習動機與創造力」面向之內涵）；促進其對於數學概念的理解或評估學習成效（符合「設計、開發數位時代的學習經驗與評量」面向之內涵）；也透過同儕分享設計成果的過程，溝通與交流彼此對於數位化工具使用的經驗（符合「塑造數位時代的工作與學習」面向之內涵）。由此看來，本研究規劃的「設計先」與「評論先」兩種模式，符合當前「將資訊議題適切融入課程設計」的思潮；也能藉此培育師培生具備符合時代需求的教育科技能力。

中華資訊與科技教育學會

（二）科技融入教學之相關研究

Appiahene, Kesse 與 Ninfaakang（2016）指出，由於 ICT 快速發展以及普遍地被運用，對教學與學習產生顯著的影響。許多先進國家（例如：美國、英國）都投入大筆經費建置資訊基礎建設，企圖提昇教學革新（宋曜廷、張國恩、侯惠澤，2005；Brush, 2003）。過去，已有研究證實，教師將科技融入課程設計，能讓學生透過合作的方式，彼此溝通、在互動中完成任務、達成學習目標（王欽哲，2015；郭昱廷、尹玫君，2018；劉冠辰、柯志祥，2020）。

然而，宋曜廷等人（2005）彙整相關文獻，針對美國當時實施「資訊科技融入教學」（1999-2003 年推動之 Preparing Tomorrow's Teachers to Use Technology, PT3 計畫）的情形，提出三項特徵：**1. 高倡導，低準備**：雖然政府、機構全方位要求教師能夠運用資訊科技於教學情境之中，但多數（約 66%）教師僅具有低度使用科技的心理準備；探究其原因，可能源於他們不期待資訊科技能有效提升學生的學習成效。**2. 高普及率，低應用率**：雖然當時中小學可上網的電腦普及率已高，但僅有少數（小學約 35%，中學約 14.6%）教師每週會在課堂中使用一次電腦（Becker & Ravitz, 2001）；甚至，多數（約 67%）K-12 的教師每週使用電腦的時間不到 15 分鐘（Norris, Sullivan, Poirot & Soloway, 2003）。**3. 複雜科技，簡單應用**：在當時的環境中，教育領域感覺最為受用的，在於資訊科技的軟硬體能夠協助處理教學事務。其中，使用比例最多的是文書處理和試算表（約 61%）；其次，為網路軟體（約 51%）、資料分析與解題軟體（約 50%）（NCES, 2000）。上述現象與原先各界對於「科技融入教學」能讓教師以多元類型的資訊

科技工具，搭配合適的教學策略，以促進學生發展出高層次的思考」的期望，落差很大。

綜合來說，雖然有些研究發現，科技可正向發展學生學習意願與成效；但也有研究發現，「教師科技使用的意願」才是影響科技是否發揮其功效的重要因素。因此，師培者應考量如何營造教師將科技融入教學的需求感？並思考如何強化教師對相關理論的認知？如何厚植教師的電腦軟硬體操作能力、教學設計能力以及應用科技於教學的能力（歐陽閻、尹玫君、張珏菁，2007）？

再者，本文綜合過去關於「科技融入教學設計」之相關研究（王薈閔，2016；田珮甄，2018；洪駿命，2019；陳沚琪，2019；張國恩，2001；徐新逸、吳佩謹，2002；溫明正，2000；劉世雄，2000；錢富美，2017；薛曉琳、周保男，2017），將「教師運用科技融入教學設計」的探討面向整理如下：

表 1 科技融入教學設計之探討面向

面向	細項	舉例說明	
硬體	教學常用的儀器與設備	電腦、投影機、互動式電子白板、數位相機、攝影機、平板電腦、電子書包。	
	他人開發的數位教學媒材	一般商用或套裝軟體，包含電子書、視訊教材（例如：Flash 動畫、繪聲繪影、Power Point、CAI 軟體、MediaShow …等）、廠商光碟。	
科技資源與類型	自行研發的數位教學媒材		
	透過他人開發的網路平台，進行教學或學習相關活動		
網路資源	透過自行研發的網路平台，進行教學或學習相關活動	網路素材的運用、網頁設計、網路平臺、教學網站、部落格、Facebook、通訊軟體。	
	教學前	課前準備	教學前，運用資訊科技進行教學材料、彙整相關資源…準備（例如：Power Point、Word …等）。
資訊科技融入時機與功能	引起動機	教學初期，運用資訊科技引導學生對後續學習的意願與好奇（例如：Flash 動畫、Youtube 影片…等）。	
	教學中	內容講授	藉由資訊科技工具，說明或詮釋概念（例如：電子書、Geogebra、Power Point …等）。
		教學活動	以資訊科技工具設計成為教學活動的媒介（例如：Google Map …等）。
教學後	課後評量	將資訊科技工具作為評估學生學習成效的媒介（例如：萬用揭示板、Kahoot …等）。	

講授式	講授式的資訊傳遞（單向式）	教師以資訊科技作為傳遞知識的媒介，將知識教授給學生（例如：電子書、Power Point …等）。
	結合教學引導的資訊傳遞（單向式）	教師以資訊科技作為引導學思考與學習的媒介，促進學生學習（例如：Flash 動畫、電子書、Youtube 影片 …等）。
互動式	促進學生與教師互動的學習	資訊科技作為師生溝通的工具，促進師生對話與學習（例如：Flash 動畫、電子書、Youtube 影片 …等）。
資訊科技融入策略	善用學習理論、媒體特性，建立或使用教學網頁或學習網，作為發表意見或學習的共同平台	教師提供或指定學生線上學習的平台，促進學生學習（例如：學習吧、因材網、均一教育平台、互動式家教系統、…等）。
	自主學習 作為參與虛擬體驗、虛擬同伴及虛擬教師的媒介	學生可透過此資訊科技工具進行（例如：虛擬家教系統…等）。

過去探討有關「科技融入教學設計」之面向，包括「科技資源與類型」（分為硬體、軟體、網路資源）、「資訊科技融入時機與功能」（依教學先後順序包括教學前的課前準備；教學中扮演引起動機、內容講授、活動進行等功能的融入；教學後的課後評量）、「資訊科技融入策略」（包括講授式、互動式、自主學習）。當前各學習階段中，各學習領域都嘗試著將科技融入該領域的教學之中。而楊瑞明、曾璧光、鄭博元（2021）也指出，「科技融入教學設計」需考量教材內容、教學方法、資訊科技、融入時機…等因素。因此，本文以表 1 的「科技資源與類型」、「資訊科技融入時機與功能」、「資訊科技融入策略」以及「科技融入教學活動適用年段」等四個面向，作為分析師培生設計「科技融入數學教學」活動樣態之架構。

二、「科技融入數學教學活動設計能力」培育模式之規劃與有效性

Özmantar 等人（2010）建議，師培者應引導師培生透過設計「科技融入數學教學活動」之歷程，獲得教學實務相關經驗。Korthagen 與 Kessels（1999）提到，提供合適學習情境、鼓勵覺察與反思、從實務經驗中反思理論觀點以及專業行動與實踐，是促進師培生專業成長的四項機制。而本研究規劃師培生設計「科技融入數學教學活動」能力之培育所選擇的「案例評論」

任務，恰可讓師培生連結理論與實務（Shulman, 1992）；在「案例」提供的情境脈絡中，覺察與反思教學實務；並透過間接的實務經驗再次理解理論的內涵。並且，「教學設計」的任務，也讓師培生有機會運用教學原則，將教材、活動、資源與評估一併進行系統性的規劃與反思（Smith & Ragan, 2005）。這兩項任務，皆具有促進師培生專業成長的特色。

然而，本文透過黃凱旻與金鈴（2003）的研究結果發現，「案例評論」與「教學設計」存在著密不可分、相輔相成的關係。究竟要如何「案例評論」與「活動設計」兩項任務的順序？「評論先」與「設計先」可能分別產生「侷限創安安排意」與「缺乏經驗而無法設計精緻活動」的困境。因此，研究者決定邀請兩群國小師培生參與本研究：其中一群實施「設計先」模式（圖 1-1）；另一群則實施「評論先」模式（圖 1-2）。



圖 1-1：「設計先」模式運作圖

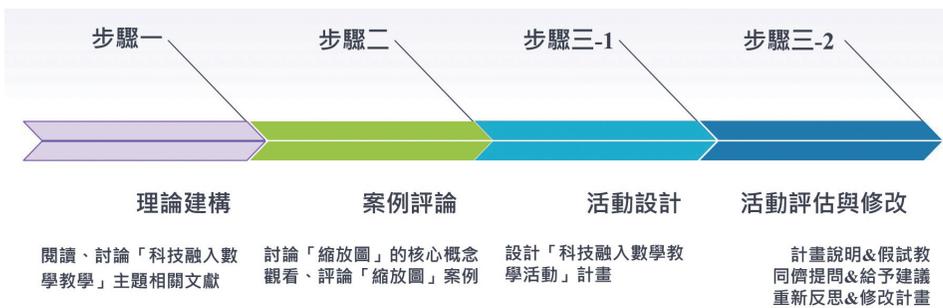


圖 1-2：「評論先」模式運作圖

圖 1 「科技融入數學教學活動設計能力」培育模式運作圖

袁媛、林意晨（2008）發現，教師若於近五年內曾接觸過「科技融入教學」之相關課程，其對於「科技融入教學」的態度則較為正向；其具備的資

訊科技專業知能較高；而且，在課室中使用的教學策略也較多元。並且，葉子明、周君芳（2020）也發現，教師對於「科技融入教學」的意願，也因為個人的資訊研習時數不同而有顯著性差異。此研究結果支持本研究規劃的「科技融入數學教學活動設計能力」培育模式之有效性，也意味著此培育模式可以促進師培生具備此能力。

三、科技融入數學教學之相關研究

早期，Behr, Lesh, Post 與 Silver（1983）提到，教師可運用「口語」、「圖像」、「符號」、「操作」與「情境」等不同的表徵方式進行數學教學，以協助學生理解抽象概念、提升學習成效。然而，隨著資訊科技的快速發展，投影機普遍存在每一間教室、電子白板觸控式操作技術成熟、行動載具（手機、平板電腦、電子書包）功能的提升、網際網路的普及化、…，資訊科技改變人類的生活方式，也改變了教學與學習的環境，更成為教學現場中重要的工具（林成嶽，2014）。過去，需耗時運算、描點，才能繪製完成的函數圖形；如今，透過「滑鼠」操作與「程式」多重表徵，即能讓學生觀察函數圖形與係數變化的關係（Lin & Olive, 1994; Kaput, 1999）。將「GeoGebra」導入數學教學，不僅快速化且精緻化教師的繪圖；圖像化的表徵也促進學生對抽象數學概念的理解（謝哲仁、蕭登仲，2005），並提升學生的學習興趣與成效（黃志敘，2005；薛曉琳、周保男，2017）。無論是教師或是學生，都體會到科技為數學教學與學習帶來的方便性（Gibbs & O’ Sullivan, 2005）。

隨著科技發展至今日，鐘敏綺（2019）以擴增實境（Augmented Reality, AR）表徵的方式，讓高先備知識組與低先備知識組等兩組學生，透過此表徵方式進行分數概念的學習，結果發現，兩組學生之間的差異呈現彌平的趨勢。許一珍、鄭竹君（2018）同樣以擴增實境應用於國小一年級「十以內數字加減法」之學習，僅顯著提升學生的學習興趣；對於學習成效則未能顯著性提升。科技工具是否因學習內容而有影響？有待進行後續探討。此外，黃順平（2020）應用 AutoTutor 的技術，結合問題解決策略，開發一對一對話式教學模組，形成「數學智慧家教系統」教學平台；接著，讓電腦代理人提出問題，系統隨即依據學生的回答內容，透過語意分析與分類的方法，判斷學生對於題意的理解程度，進而給予不同的對話類型提示，循序漸進地引導學生順利進行解題。這些現象再次證實，科技融入數學教學確實為學生的學習成效帶來正向的促動。

四、案例評論之相關研究

早期，「案例教學」(Case Study) 就已被美國法學院、商學院運用於「促進學生討論與思考未來可能面對的困境或挑戰」之能力培育。後來，案例教學也被運用於師資培育。以真實、具體的教學作為案例，提供師生討論案例中面臨的問題、影響情境的因素；反思可能的處理方式或策略 (Gldblatt & Smith, 2005; McNergney, Ducharme, Ducharme, 1999)。案例教學是讓學習者參與探索並自行發現知識，屬於學習者為中心的教學方式 (Ridley & Byrom, 2018)；是理論與實務連結的橋樑，也是理論如何運用的證據 (Miller & Kantrov, 1998)。林玟君 (2005) 建議，案例教學可作為教師專業發展的活動。

沈羿成、劉佩雲 (2013) 發現，國小教師社群運用教學案例進行評論，可提升教師的一般教學知識、學科內容知識、學習者特質知識與學科教學知識。劉佩雲、沈羿成 (2013) 也發現，以教學案例作為教師社群討論的議題，可發展教師的陳述性知識 (教學內容、教學目標)、程序性知識 (教學表徵、概念發展順序) 與條件性知識 (學生特性、教學環境條件、特定議題知識)。徐賢琪 (2020) 也發現，國小教師社群運用「比與比值」教學案例進行案例討論，發展出數學知識、學習者數學認知知識以及教學知識。綜合上述有關「運用數學教學案例，促進數學教師專業發展」的研究發現，研究者彙整數學教師專業發展的面向如下圖 2：

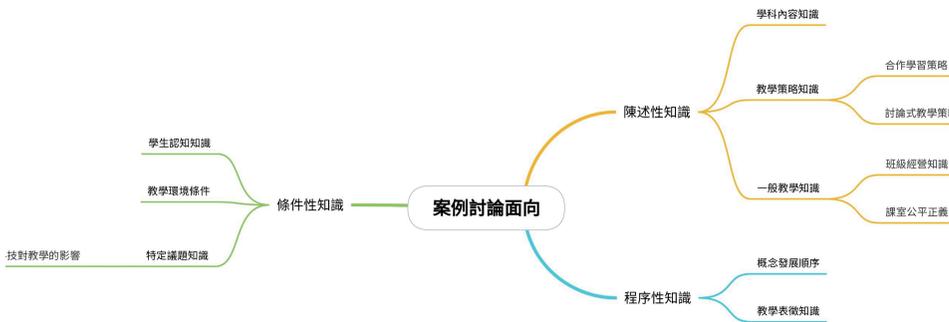


圖 2 運用數學案例評論促進教師專業發展架構圖

參、研究設計與實施

一、研究方法

鑑於本研究分別將「設計先」與「評論先」兩種模式各自視為一個個案，故屬「個案研究」(Creswell, 2013)。然而，本研究資料分析的方式，是採

「準混合之單一流程設計」(quasi-mixed monostrand designs)。研究者透過師培生所撰寫的「科技融入數學教學活動」計畫，將每份計畫中提及的科技資源與類型、資訊科技融入時機與功能、資訊科技融入策略與科技融入教學活動適用年段等內容加以編碼，並進行量化的次數計算；再以「會議錄影語料」加以佐證，形成兩種模式師培生設計「科技融入數學教學活動」的樣態。研究者亦採相同方法，分析兩種模式師培生撰寫的「縮放圖」測驗卷，探究兩群師培生展現對「縮放圖」特定概念的理解情形；分析兩種模式師培生撰寫的「影片評論單」，梳理出他們對本研究提供的教學案例之評論內涵。

二、研究歷程設計

本研究參酌 Wilson、Shulman 與 Richert (1987) 所提的「教學推理與行動模式」(該模式將教師進行教學推理的過程分為理解、轉化、教學、評估、反思、新理解等六個階段，是一個不斷循環的歷程)，選擇「案例評論」與「活動設計」兩項任務，規劃成為「設計先」與「評論先」兩種培育模式(此兩種模式運作歷程的各次會議內容參見作者，2021)。每一種模式包括的運作說明如下：

中華資訊與科技教育學會

(一)「設計先」模式

第 1 次會議，研究者提供師培生「科技融入數學教學」之相關文獻進行研讀、討論，以理解「科技融入數學教學」的意涵；也瞭解科技可運用在學習的不同階段；科技在學習歷程中具有不同的功能…等(理解)。

由於師培生對小學數學課程尚未熟稔，考量其經驗不足，因此，研究者於會議後，要求每位師培生挑選一個印象最深刻或他曾經經驗過的主題，作為其設計「科技融入數學教學」的主題(稱為「最有感覺」的主題)，並設計一份 30 分鐘的教學計畫(轉化)。

第 2~7 次會議，是由師培生輪流報告其設計的活動，並進行教學演示(教學)。演示過程以 15 分鐘為限，重點在說明設計的想法與示範「如何在教學中使用科技」。接續，由同儕提出問題、釐清想法、給予建議(評估)；會議後，師培生再重新反思、修改教學計畫(反思、新理解)。

最後，是「案例評論」階段。首先，師培生進行「縮放圖」測驗卷施測；接著，透過討論，釐清概念(例如，為何平面上任一點都可作為縮放中心？)(反思、新理解)；最後，觀看、評論「縮放圖」教學影片，透過師生討論，釐清教學相關概念(例如，為何使用手機的「放大」與「縮小」動作即為『縮放圖』概念？)(反思、新理解)。教學影片的內容與任務如下：

1. 有一隻貓咪走失了。
2. 貓咪的主人須提供警察一張貓咪的「圖片」（引出製作「縮放圖」的需求）。
3. 學生須複製一張貓咪的「圖片」。
4. 教師請學生以「尺」測量「原圖」與「縮放圖」對應線段的比值。
5. 請學生在「平板電腦（pad）」做出「放大」與「縮小」動作，並說明這些動作的共通性。
6. 教師綜合彙整「放大」與「縮小」的核心概念。

綜合來說，「設計先」模式共運行 14 週。研究者以「參與式觀察」的方式，引領師培生進行「活動設計」與「案例評論」等任務。

（二）「評論先」模式

此模式是將「設計先」模式中，「活動設計」與「案例評論」的實施順序互換。運行期程也是 14 週。

三、研究對象

本研究對象的選擇，是由研究者在任教大學中，招募有意願進行「科技融入數學教學活動」設計的師培生參加，屬立意取樣。由於本校師培中心是以「學院」為單位開設課程，因此，便出現參與「設計先」的（22 位）師培生（簡稱「設計先」組）屬文學院、教育學院與管理學院；參與「評論先」的（15 位）師培生（簡稱「評論先」組）則屬理工學院的情形。

由於教育學院的師培生習讀較多教育相關課程，他們對於「課程與教學」相關議題涉獵較廣，因此，「設計先」組可能在「案例評論」時，產生較多元的評論觀點；而理工學院的師培生，原先就擁有較豐富的「數學內容知識」，在「縮放圖」的解題表現可能較佳。這是研究取樣的限制，故本文不針對這兩種模式進行優劣比較，只據實呈現兩群師培生在研究過程中的表現。

四、資料蒐集與分析

（一）資料蒐集

本文蒐集師培生設計的「教學活動設計單」（共 $22 + 15 = 37$ 份）、「會議錄影語料」（共 16 份）；「縮放圖」測驗卷（共 $22 + 15 = 37$ 份）與「影片評論單」（共 $22 + 15 = 37$ 份）等四項資料。每次會議皆全程錄影，目的在重建現場的原貌、記錄特殊事件的歷程。除可作為資料分析的證據外，也能在資料

分析過程中，對於相關事件有疑義時，提供精準的佐證。

(二) 資料編碼與分析

表 2 是各類資料的編碼與編碼代表的意義說明：

表 2 各類資料的編碼與編碼代表的意義說明：

資料類別	編碼	代表之意義
教學活動設計單	設 - 教學 -S13	「設計先」模式 S13 設計之教學活動
會議錄影語料	評 - 會 4-012-S05	「評論先」模式第 4 次會議的第 12 段語料，由 S05 提出
「縮放圖」測驗卷	設 - 測 -S05	「設計先」模式 S05 撰寫的測驗卷
影片評論單	評 - 影評 -S09	「評論先」模式 S09 提出的影片評論

而資料分析的方式，首先，研究者以「教學活動設計單」為主要分析素材，基於表 1 的架構，再以「會議錄影語料」為佐證，分析兩群師培生設計的「教學活動設計單」所呈現樣態的異同性。接續，研究者再以「縮放圖」測驗卷為主要分析素材，分析兩群師培生在每道題目的通過率；也透過持續比較、歸納，獲得師培生在每題的錯誤情形。最後，以「影片評論單」為主要分析素材，再利用「會議錄影語料」為佐證，植基於文獻探討獲致的「案例討論促進教師專業發展架構」（圖 2），分析兩群師培生在「案例評論」階段評論的觀點與內涵。關於師培生評論的觀點與內涵分析；接著，再將師培生對教學影片提出「優點與理由」的內容歸類為「正向評論」；提出「缺點與理由」的內容歸類為「負向評論」。

五、研究的多重檢核

本研究從「資料的多重檢核」（Data Triangulation）觀點，進行資料分析與比對，並隨時檢視研究目的與資料間的關聯性，期望建立本研究資料分析的信度。本研究也從「研究者的多重檢核」（Investigator Triangulation）觀點，另外邀請一位數學教育博士（R2）擔任協同研究者，R2 則依據研究目的，檢視研究者分析的結果，兩人對於首次資料分析結果的相互同意度達 .92；至於兩人意見不一致的部分，則由研究者與 R2 一同重新檢視資料，務求彼此的意見一致。

肆、研究結果與討論

本文以「設計先」的運作脈絡，作為研究結果呈現的軸線。本研究同時呈現兩種模式的相關數據與資料，再針對這些數據與資料闡釋研究結果。

一、科技融入數學教學活動的樣態

(一) 教學活動的「科技資源與類型」

兩群師培生設計的「教學活動」，使用的「科技資源與類型」分析如圖3。兩群師培生分別產出22件（「設計先」組）與15件（「評論先」組）教學活動計畫。這37件教學活動計畫，都會使用「硬體」（電腦、投影機、互動式電子白板…等）設備；此外，「設計先」組有2件（9.1%）是應用「他人開發的軟體」（Kahoot 應用程式與 Google Map），再調整內容或賦予意義，將修改後的成果融入活動設計；有2件（9.1%）是運用「自行研發的軟體」（PowerPoint、Flash 動畫）融入活動設計；有18件（81.8%）將「他人開發的網路資源」（Scratch 平台、YouTube、NLVM 資源…等）融入數學教學活動設計。「評論先」組也有2件（13.33%）是應用「他人開發的軟體」（電子書、Flash 動畫）融入活動設計；有12件（80%）是利用「他人開發的網路資源」（Facebook 網站、YouTube、NLVM 資源…等）融入活動設計；還有1件（6.67%）是運用「自行研發」的「10的乘法」概念Flash 動畫，再透過此動畫設計評量活動（如圖4）。

中華資訊與科技教育學會

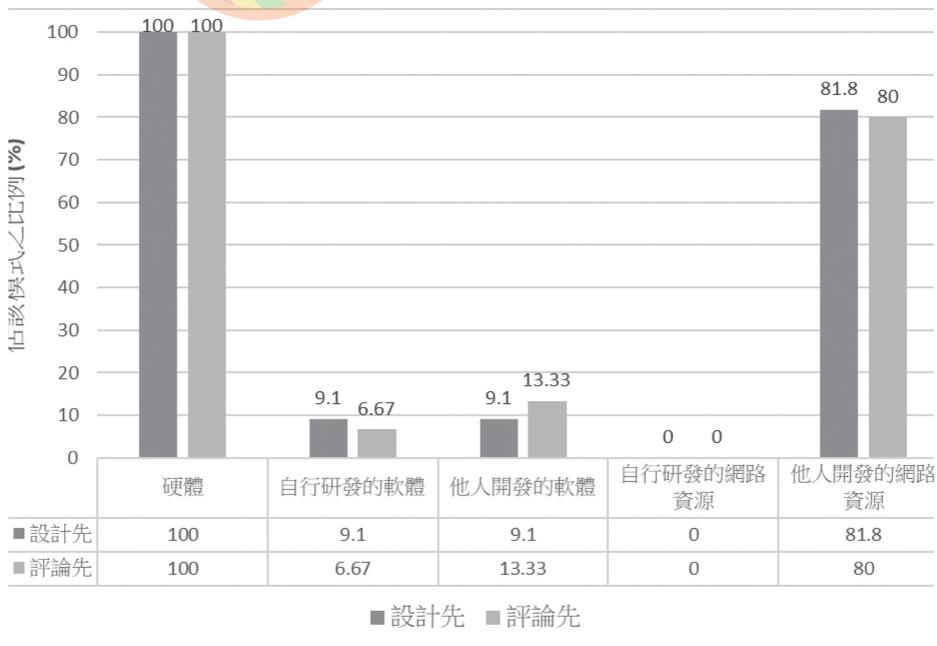


圖3 教學活動使用的「科技資源與類型」分析

數學主題：10的乘法		預期學生的反應	科技產品在此段教學活動中能發揮的功能
預估實施時間 (分鐘數)	學習目標 (例如，引入什麼主題、介紹什麼概念、培養什麼能力)		
15	引入10的乘法的概念	1. 能理解10的乘法 2. 能複習10以下的乘法	
15	學生能更精熟10以內乘法的運算	1. 很開心的玩遊戲 2. 逐漸的能夠將運算變成反映	1.快速出題 2.讓學生想追求更好的成績
10	將算式扣回到應用問題	能理解簡單的數學式	

圖 4 師培生設計的「10的乘法」科技融入教學活動 (評-教學-S05)

回顧美國推動「資訊科技融入教學」(1999-2003) PT3 計畫的情形，有一項特徵為「複雜科技，簡單應用」。此特徵即指出：教育領域感覺最受用的就是「資訊科技硬體」(宋曜廷等人，2005)。其中，約有 50% 以上教師能使用資訊科技軟硬體，協助處理教學事務 (NCES, 2000)。反觀本研究的兩群師培生，約有 10% 師培生會運用「他人開發的軟體」融入教學活動中。因此，師培者提供一些與教學相關的軟體讓師培生認識、使用；應有助提升師培生將「科技融入教學」的意願。

研究者進一步探究師培生使用「科技」的理由包括：1. 過去經驗的影響：有師培生表示「這是第一次設計科技融入的經驗，回憶我以前看過的案例，就會受其影響，讓我直覺想到可以使用這類型的科技工具(設-會 2-027-S03)」；另一位師培生也提到「我複製過去印象最深刻的科技融入的案例在我的設計中…(設-會 4-036-S11)」。2. 自行研發困難度高：兩種模式的師培生都認為「我不熟悉科技，要自己開發科技產物融入教學，太難了(設-會 6-018-S07)」，甚至「我原本想要自行發展科技，但發現腦袋一片空白…(評-會 4-025-S10)」。可見，「經驗」與「獨創科技困難度高」是師培生選擇「將現有科技資源融入教學活動設計」的主要理由。

(二) 教學活動中「資訊科技融入時機與功能」

下圖 5 呈現兩群師培生設計的科技融入數學教學活動，其「資訊科技融入時機與功能」之分析。「設計先」組產出的 22 件教學活動，總計有 29 次資訊科技工具或技術融入教學活動設計(平均每件活動蘊含 1.32 次科技融入)。其中，無人(0%)將科技應用在教學前；多數(75.86%)將科技應用在教學過程中；也有一些(24.14%)將科技應用在教學之後。而上述 29 次科技融入教學活動設計，有 4 次(13.79%)扮演「引起動機」功能；有 15 次(13.79%)扮演「內容講授」功能；有 3 次(10.34%)扮演「教學活動」的功能(例如：複習、倒數計時器、旋轉輪盤等)；有 7 次(24.14%)扮演「評量」的功能。

「評論先」組產出的 15 件教學活動，總計有 19 次資訊科技工具或技術融入教學活動設計（平均每件教學活動蘊含 1.27 次科技融入）。其中，無人（0%）將科技應用在教學前；多數（94.74%）將科技應用在教學過程中；也有少部分（5.26%）將科技應用在教學之後。而上述 19 次科技融入教學活動設計，有 3 次（15.79%）扮演「引起動機」功能；有 13 次（68.42%）扮演「內容講授」功能；有 2 次（10.53%）扮演「教學活動」功能（例如：投擲骰子、旋轉輪盤等）；只有 1 次（5.26%）扮演「評量」功能。

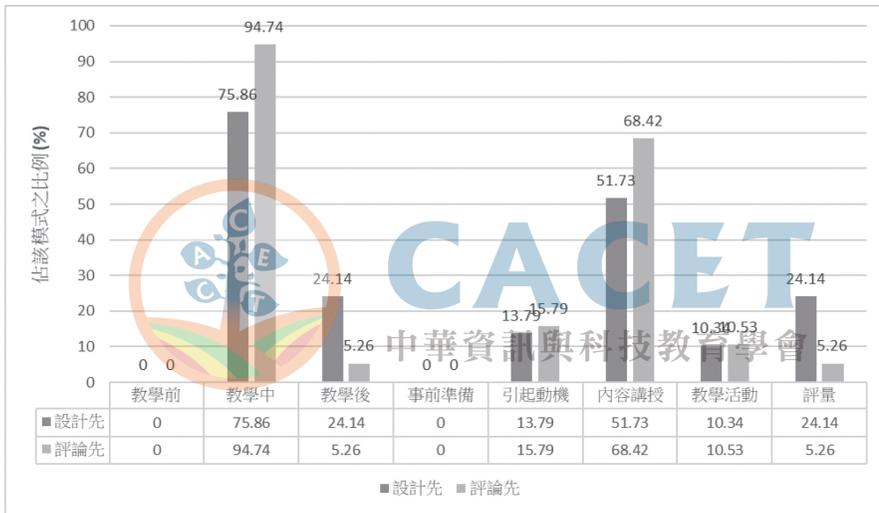


圖 5 師培生使用的「資訊科技融入時機與功能」分析

綜合來說，兩群師培生設計的教學活動，其科技融入的時機大多落於教學過程中；並且，科技主要扮演的功能為「內容講授」，呼應 Sprague 與 Dede (1999) 所述：科技融入是將科技視為課程中的一項工具，用來讓學生對知識有更深層的理解。可見，參與研究的師培生對於「設計科技融入教學活動」都抱持較正確的觀點。

接續，研究者探討師培生考量「科技融入時機與功能」的理由：1. **科技是概念表徵的工具**：兩群師培生都認為「將抽象的概念表徵成學生容易懂的方式，是數學教學的核心。所以，我在選擇科技的時候，就會思考：可以用來解釋概念的科技有哪些…（設-會 3-039-S21）」，甚至，「我從影片感受到，科技是要讓學生更容易理解數學概念，所以我優先考慮能夠促進學生概念理解的科技（評-會 5-018-S01）」；2. **受限於經驗匱乏**：有師培生表示「由於我蒐集到的科技類型，只能朝向評量的方向去設計（設-會 5-017-S18）」；或是「我看過網路上的學習資源，很多都是利用科技讓學生玩一個小遊戲，作為引起動機的設計，所以我

也將此想法放入我的設計中（評-會 5-032-S15）」。可見，在師培課程中適時引入正確的「科技融入教學活動」觀點，可形塑未來教師的正向教學觀；提供師培生機會去經驗較多的教學實務，豐富未來教師的教學想像。

（三）教學活動的「資訊科技融入策略」

師培生設計的科技融入教學活動中，「資訊科技融入策略」之分析如圖 6。「設計先」組產出的 22 件教學活動中，有 1 件（4.55%）教學活動是師培生利用自製的 Power Point 進行教學（如圖 7）。教學過程中，「由於我沒什麼教學經驗，也很少上台講話，所以就忘了要注意台下學生的反應（設-會 6-027-S21）」，屬於「以 Power Point 作為傳遞知識的媒介，單向式地將知識教授給學生」之「講授式-單向」策略。也有 3 件（13.64%）教學活動是師培生將自行研發或他人開發的軟體（Flash 動畫、Google Map…）融入教學，他們多以提問問題、引導學生回答的方式，讓學生循著教師搭建的鷹架學習，屬於「以軟體作為傳遞知識的媒介，單向式地引導學生建構知識」之「講授式-引導」策略。此外，有 1 位師培生（4.55%）「因為我姑姑是國小老師，我看她都使用因材網在做補救教學，所以我就用這個來設計（設-會 6-059-S19）」，讓學生透過該平台的「教師指派任務」進行學習，屬於「教師指定學生進行線上學習的平台，促進學生自學」的「自主學習」策略。其他，則有 17 件（77.26%）教學活動，都是透過師生互動或生生互動的方式進行教學，屬於「將科技當作師生溝通的工具，藉此促進學生學習」之「互動式」策略。

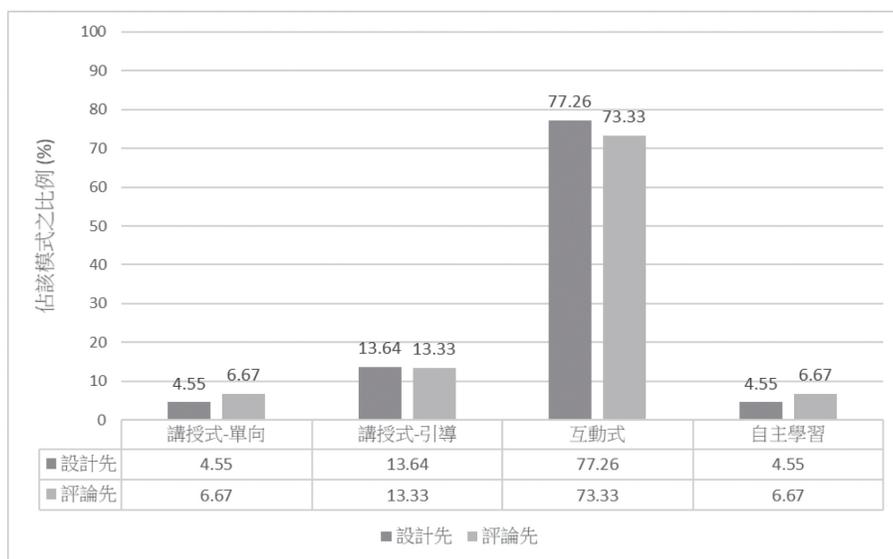


圖 6 師培生使用的「資訊科技融入策略」分析

活動 3 簡單複合形體的表面積 學中即時評量 重點複習

1 右邊這個形體的表面積是多少平方公分？ (附件卷)

解題動畫 補充活動 解題分段教

學中即時評量 重點複習

腦力激盪

下面是用 8 個邊長 1cm 白色積木堆成的形體。它的表面積是多少？

互動解題

上層的表面積是 6cm^2 ，下面也是：
前層的表面積是 5cm^2 ，後面也是：
左、右的表面積都是……

2 下面這個形體的表面積是多少平方公分？ (附件卷)

解題動畫 解題分段教 補充活動

曉琪用積木堆成如圖，要怎麼計算它的表面積是多少平方公分？

$(9 \times 9) \times 2 = 162$ } 長方體的表面積
 $(9 \times 6) \times 4 = 216$ }
 $(3 \times 3) \times 6 = 54$ 正方體的表面積
 $(3 \times 3) \times 2 = 18$ 疊在一起的地方有兩個正方形的面積
 $162 + 216 + 54 - 18 = 414$
 $162 + 216 + 54 - 18 = 414$

上下、左右、前後觀察，再計算 **策略1、策略2**

圖 7 師培生設計「複合形體表面積」科技融入教學活動 (設-教學-S21)

然而，「評論先」組產出的 15 件教學活動中，有 1 件 (6.67%) 屬於「講授式-單向」策略；有 2 件 (13.33%) 屬於「講授式-引導」策略；有 1 件 (6.67%) 屬於「自主學習」策略；大多數 (73.33%) 教學活動設計屬於「互動式」策略。

(四) 教學活動「適用年段」分析

本研究再針對兩種模式產出的教學活動，檢視其中的核心概念是屬於「哪一個年段」？即判定該教學活動的「適用年段」。結果如圖 8 所示。兩種模式產出的教學活動，其「適用年段」多屬高年級 (設計-49.98%；評論-66.67%)；其他，也有四年級 (設計-22.73%；評論-13.33%)、三年級 (設計-4.55%；評論-13.33%)、二年級 (設計-9.10%；評論-6.67%) 與一年級 (設計-13.64%) 的教學活動。

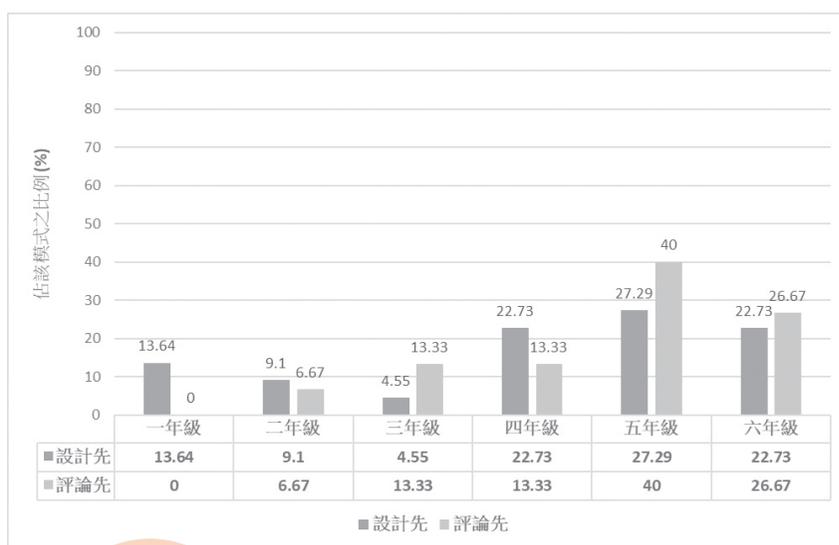


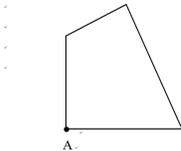
圖 8 教學活動適用年段分析

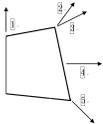
研究者進一步探究師培生選擇此概念為主題的原因：**1. 低年級學生需要更多操作性活動**：師培生提到「由於低年級學生剛進入 Piaget 的『具體運思期』，教學應提供較多的操作活動，來幫助他們理解概念，因此，我就朝向低年級思考（設-會 3-055-S08）」，也有人考慮「低年級的教材，大多提供學生雪花片、畫圈圈、錢幣…等較具體的操作式教具，所以，我著手思考低年級的單元（評-會 3-055-S07）」；**2. 高年級蘊含較多且複雜的概念**：也有師培生表示「一開始我就聯想到圓面積是利用平行四邊形的面積公式往上發展，我也在網路上找到有圓面積公式推導的 Flash，這個概念比較複雜，利用科技剛好可解決裁切的問題（評-會 7-015-S04）」，也有人認為「有些高年級的概念，在教學上會遇到不容易在黑板上畫圖的困難，我利用 google map 設計活動，就是因為它可以解決老師不易在課堂上畫出複雜的放大或縮小比例地圖的困難（設-會 7-009-S14）」。可見，師培生會從「數學概念」的特性去思考「科技」在數學教學中的功能，也會考量不同階段學生適合使用的科技工具。

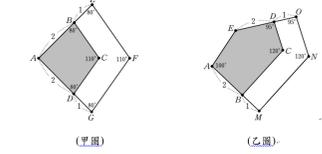
二、師培生在「縮放圖」測驗卷的解題表現

Willoughby (2000) 指出，教師若無法理解數學知識，就不能真正掌握學生學習此概念前應具備的先備知識與經驗，也無法設計合適的學習活動。因此，本研究編製一份包含「縮放中心可以是任意點」（第 1, 2 題）、「縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線」（第 4, 5 題）、「放大縮小圖任意對應長度成比例」（第 3, 6 題）等三個有關「縮放圖」核心概念的測驗卷，讓師培生進行施測，以探討師培生的解題表現。

表 3 師培生的解題表現

題號	核心概念	題幹	解題表現			
			設計先		評論先	
			通過率	錯誤情形	通過率	錯誤情形
1		<p>下列哪些圖形可以放大或縮小？請圈選。(答案可能不只有一個)。</p> 	15/22 68.18%	<p>1. 有 6 位 (27.27%) 認為  無法放大或縮小。</p> <p>2. 有 4 位 (18.8%) 認為  無法放大或縮小。</p>	14/15 93.33%	<p>1. 有 1 位 (6.67%) 認為  無法放大或縮小。</p> <p>2. 有 1 位 (6.67%) 認為  無法放大或縮小。</p>
2	縮放中心可以是任意點	 <p>下列哪些點可以當成下圖的縮放中心？_____。(答案可能不只一個)</p> 	10/22 45.45%	<p>1. 有 2 位 (9.10%) 認為 A 不能作為縮放中心。</p> <p>2. 有 6 位 (27.27%) 認為 B 不能作為縮放中心。</p> <p>3. 有 12 位 (54.55%) 認為 C 不能作為縮放中心。</p> <p>4. 有 8 位 (36.36%) 認為 D 不能作為縮放中心。</p> <p>5. 有 7 位 (31.82%) 認為 E 不能作為縮放中心。</p>	12/15 80%	<p>1. 有 1 位 (6.67%) 認為 A 不能作為縮放中心。</p> <p>2. 有 1 位 (6.67%) 認為 B 不能作為縮放中心。</p> <p>3. 有 1 位 (6.67%) 認為 C 不能作為縮放中心。</p> <p>4. 有 2 位 (13.33%) 認為 D 不能作為縮放中心。</p> <p>5. 有 2 位 (13.33%) 認為 E 不能作為縮放中心。</p>
3	放大縮小圖任意對應長度成比例	<p>請根據下圖的縮放中心畫出縮放倍率為 $\frac{1}{2}$ 的圖。</p> 	7/22 31.82%	<p>多數師培生無法掌握「繪製縮小圖」要訣：</p> <p>1. 以「定點 A」為縮放中心，連結「定點 A」與圖形其他頂點連線</p> <p>2. 尺規作圖，取這些連線的中點，並將這些中點一一連線，即為所求。</p>	3/15 20%	<p>多數師培生無法掌握「繪製縮小圖」要訣：</p> <p>1. 以「定點 A」為縮放中心，連結「定點 A」與圖形其他頂點連線</p> <p>2. 尺規作圖，取這些連線的中點，並將這些中點一一連線，即為所求。</p>

題號	核心概念	題幹	解題表現			
			設計先		評論先	
			通過率	錯誤情形	通過率	錯誤情形
4		<p>下列哪些選項中的兩個圖形是相似形？_____（答案可能不只一個）。</p> <p>(A)  (B)  (C)  (D) </p>	6/22 27.27%	<p>1. 有 10 位 (45.45%) 認為 A 選項中的兩個圖形是相似形。</p> <p>2. 有 1 位 (4.55%) 認為 B 選項中的兩個圖形不是相似形。</p> <p>3. 有 10 位 (45.45%) 認為 C 選項中的兩個圖形是相似形。</p> <p>4. 有 6 位 (27.27%) 認為 D 選項中的兩個圖形不是相似形。</p>	6/15 40%	<p>1. 有 4 位 (26.67%) 認為 A 選項中的兩個圖形是相似形。</p> <p>2. 有 2 位 (13.33%) 認為 B 選項中的兩個圖形不是相似形。</p> <p>3. 有 5 位 (33.33%) 認為 C 選項中的兩個圖形是相似形。</p> <p>4. 有 6 位 (40%) 認為 D 選項中的兩個圖形不是相似形。</p>
5	縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線	<p>拉動下列哪些編號可以做出下圖的放大縮小圖？_____（答案可能不只一個）。</p> 	6/22 27.27%	<p>1. 有 8 位 (36.36%) 認為 [1] 不能作為放大縮小的路徑。</p> <p>2. 有 6 位 (27.27%) 認為 [2] 不能作為放大縮小的路徑。</p> <p>3. 有 7 位 (31.82%) 認為 [3] 不能作為放大縮小的路徑。</p> <p>4. 有 13 位 (59.09%) 認為 [4] 不能作為放大縮小的路徑。</p> <p>5. 有 4 位 (18.18%) 認為 [5] 不能作為放大縮小的路徑。</p>	3/15 20%	<p>1. 有 7 位 (46.67%) 認為 [1] 不能作為放大縮小路徑。</p> <p>2. 有 3 位 (20%) 認為 [2] 不能作為放大縮小路徑。</p> <p>3. 有 11 位 (73.33%) 認為 [3] 不能作為放大縮小路徑。</p> <p>4. 有 10 位 (66.67%) 認為 [4] 不能作為放大縮小路徑。</p> <p>5. 有 6 位 (40%) 認為 [5] 不能作為放大縮小路徑。</p>

題號	核心概念	題幹	解題表現			
			設計先		評論先	
			通過率	錯誤情形	通過率	錯誤情形
6	放大縮小圖任意對應長度成比例	<p>甲圖左兩個四邊形 $ABCD$ 與 $AEFG$，其中 $B、D$ 分別在 \overline{AE}、\overline{AG} 上。</p> <p>乙圖左兩個五邊形 $ABCDE$ 與 $AMNOE$，其中 $B、D$ 分別在 \overline{AM}、\overline{EO} 上。</p>  <p>(甲圖) (乙圖)</p> <p>依據圖中的數據，請判斷(1)甲圖的兩個四邊形是否相似？_____。</p> <p>(2)乙圖的兩個五邊形是否相似？_____。</p>	<p>(1) 22/22 100%</p> <p>(2) 11/22 50%</p>	<p>有 11 位 (50%) 誤認為乙圖中的兩圖形是相似形。</p>	<p>(1) 15/15 100%</p> <p>(2) 13/15 86.67%</p>	<p>有 2 位 (13.33%) 誤認為乙圖中的兩圖形是相似形。</p>

由表 4 觀之，師培生在「縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線」的通過率最差（設計 - 27.27%；評論 - 30%）；並且，在「放大縮小圖任意對應長度成比例」的通過率也不佳（設計 - 31.82%；評論 - 20%）。

中華資訊與科技教育學會

表 4 師培生的解題通過率

核心概念	放大縮小圖任意對應長度成比例				縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線	
	縮放中心可以是任意點	第 1 題	第 2 題	第 3 題	第 4 題	第 5 題
設計先	68.18%	45.45%	31.82%	75%	27.27%	27.27%
評論先	93.33%	80%	20%	93.33%	40%	20%

小學階段與「縮放圖」對應的概念，是六年級「縮圖、放大圖與比例尺」單元，分年細目為「6-s-02 能認識平面圖形放大、縮小對長度、角度的影響，並認識比例尺」。多數教師對此概念的理解包括「兩（放大或縮小）相似圖形的對應邊長成比例」及「對應角相等」。兩群師培生在屬於「放大縮小圖任意對應長度成比例」概念的第 6 題通過率最佳（設計 - 75%；評論 - 93.33%）；雖然第 3 題的「作圖題」也檢測相同概念，不過，兩群師培生的通過率卻都不佳（設計 - 31.82%；評論 - 20%）。多數師培生出現「僅由『縮放中心』沿著原圖的兩邊出發，各自取這兩條邊長的中點；卻忽略『縮放中心』與原圖另外頂點的連線，也要取其中點，才算完成」之錯誤（見圖 9）。也就是說，他們忽略「與『縮放中心』連線未與原圖邊長重疊的『頂點』，也需找到對應頂點的位置」之關鍵。以圖 9-1 為例，「評論先」S03 提到「我知道將原來的圖縮小為 1/2 時，縮圖的邊長都是原來圖

邊長的一半。但是，我當時沒想到，如果我把『縮放中心』和原圖右上角的頂點先連線，那其實利用三角形的『中線定理』，就能完成答案了（評-會 2-022-S03）」；「設計先」S03 也回想「我知道 1/2 縮圖的邊長都是原來圖邊長的一半，但我真的不知道最後一個頂點要怎麼找到，所以只好隨便大概畫一個點了（設-會 8-018-S03）」（圖 9-2）。

研究者透過「逐題討論」，並「重現」影片內容解說後，師培生表示「透過重新檢視影片中老師示範如何在手機上做『縮放圖』的動作，以及老師將這動作換成紙上的作圖後（圖 10），我終於了解如何以『任一點』為縮放中心，做某一圖的『縮放圖』（評-影評-S11）」。師培生對「縮放圖」相關概念產生「新理解」。

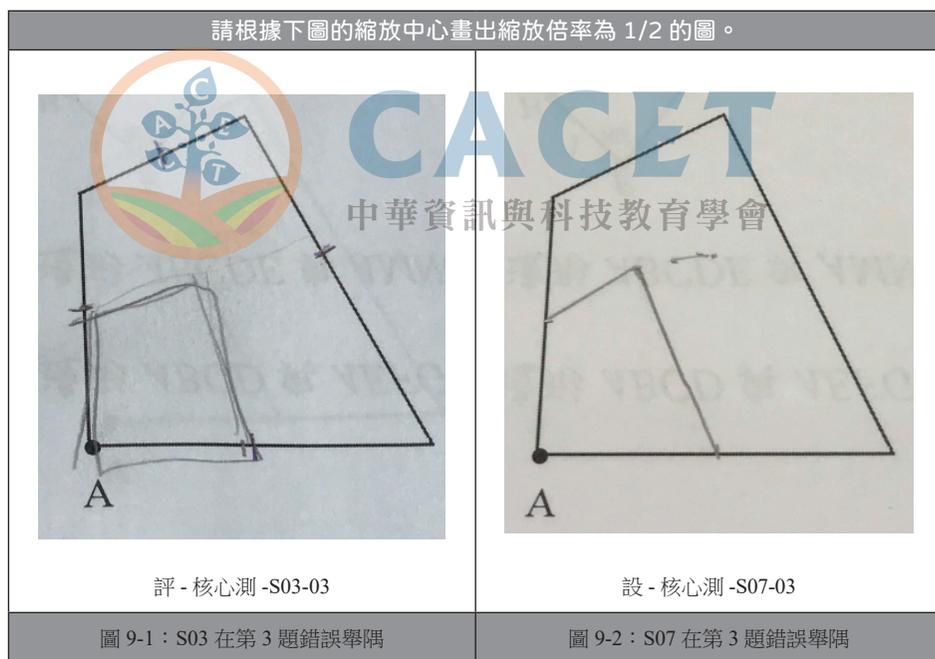


圖 9 師培生在第 3 題的錯誤情形

關於本研究兩組師培生的解題表現，屬於「評論先」組別的理工學院師培生，其解題表現優於屬於「設計先」組的文學院、教育學院與管理學院師培生。此結果和研究者初期的臆測一致：師培生就讀的系所屬性可能影響其解題表現。「評論先」組別的理工學院師培生數理知識較佳，應是影響此結果的主要原因。

培育 模式	評論類別	陳述性知識				程序性 知識	條件性 知識
		教學策略 知識		一般教學 知識		教學表徵 知識	特定議題 知識
		教學策略	學習動機	班級經營	學習成效	多元表徵	科技 便利性
評論先	正向評論	1 (4.55%)	4 (18.18%)	1 (4.55%)	3 (13.64%)	3 (13.64%)	5 (22.73%)
	負向評論	1 (4.55%)	0	2 (9.09%)	0	0	2 (9.09%)

表 5 顯示，兩群師培生對於教學案例的評論內容，都以「陳述性知識」最多（設計 -57.69 %；評論 -54.56%）。並且，正向評論的比例高於負向評論的比例（設計 -84.61% > 15.39%；評論 -77.23% > 22.71%）。

其中，「設計先」組肯定「科技便利性」（6 人次，23.08%）；有 1 人（3.85%）提到「大部分國小學生都沒有手機，可能限制了運用手機上網學習的機會。但現在實施『生生用平板，班班有網路』政策，應該可解決這個問題（評-影評-S27）」。其次，多數師培生提到「科技對數學教學的影響」：包括「可強化學習動機」（5 人次，19.23%）；「多元表徵」有助學理解概念（4 人次，15.38%）；讚許影片中，學生僅透過一堂課的操作、發表與討論，就能掌握「縮放圖」概念，「學習成效」良好（4 人次，15.38%），但是，有 1 位師培生（3.85%）提到「由於教室中尚未達到人手一機的狀態，可能造成部分學生因為較少操作，而對此概念一知半解（評-影評-S01）」。也有師培生從「教學策略」觀點，肯定影片中教師經營「課室討論」的氛圍，營造學生願意發表、分享的空間，有助於學生學到同儕的解題策略。

「評論先」組也肯定「科技便利性」（5 人次，22.71%）；但有 2 人次（9.09%）提到「手機螢幕較小，建議以平板替代（評-影評-S09）；手機會被學生拿來隨意上網…（評-影評-S15）」的負向影響。多數師培生關注「科技對數學教學的影響」：包括「可提升學習動機」（4 人次，18.18%）；「多元表徵」有助理解概念（3 人次，13.64%）；也能提升「學習成效」（3 人次，13.64%）。再者，師培生也從「教學策略」觀點肯定「課室討論」的功能；但建議教師講解時，應將手機畫面投影出來，提供全班觀看（1 人次，4.55%）。最後，從「班級經營」觀點，認為教師進行說明時，應要求全班停止操作；也需注意器材使用的公平性（2 人次，9.09%）。

以下，彙整師培生在「活動設計」、「解題表現」與「案例評論」的整體表現如表 6：

表 6 兩種模式的師培生整體表現彙整

培育模式	科技融入數學教學活動設計											解題與案例評論								
	科技資源與類型			科技融入時機與功能			資訊科技融入策略			適合年段			解題表現			評論類別				
	硬體	軟體	網路	教學中	教學後	講授式	互動式	自主學習	高年級	中年級	低年級	概念 1	概念 2	概念 3	正向評論	負向評論				
	現有	自行	他人														他人	引起	內容	教學
設計先	100	9.1	9.1	81.8	13.8	51.7	10.3	24.1	4.6	13.6	77	4.6	50	27	23	57	54	27	85	15
評論先	100	6.7	13.3	80	15.8	68.4	10.5	5.3	6.7	13.3	73	6.7	67	27	6	87	55	30	77	23

註 1：單位 %

註 2：概念 1- 縮放中心可以是任意點。

概念 2- 放大縮小圖任意對應長度成比例。

概念 3- 縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線。

然而，本文僅以描述性統計的方式呈現結果，並未針對文中的數據進行統計考驗。因此，上表 6 呈現兩組師培生整體表現的數據差異，相差最大的是「科技融入時機與功能 - 評量」（4 人次 /18.8%）一項，故研究者只據實報導兩組呈現的比例與人次。此外，陳國泰（2006）指出，初任教師關注於使用的教學知識包括：「班級經營」、「一般教學法知識」及「學科教學法知識」。研究者回顧參與研究的師培生，他們進行「案例評論」時，其內涵跳脫上述的表層論述，而深入思考「科技對數學教學與學生學習」的真正影響。可見，他們逐漸具備「科技融入數學教學」之能力。

伍、結論與建議

一、結論

（一）「案例評論」與「教學設計」為本的培育模式培養師培生與時俱進的專業知能

單維彰（2018）指出「好的課程，應能讓規畫者、教學執行者與學習者，都了解整體課程設計與實踐的方向，順利銜接整體課程與實際執行。…也就是，除了「知道」與「能做」之外，還能區分出認識、辨識與見識等較高層次的認知」。回顧本研究規劃的兩種師培模式，都蘊含「活動設計」與「影片評論」兩項任務，目的在培養師培生「設計科技融入教學活動」的能力。結果發現，兩群師培生設計的「科技融入教學活動」，有較高比例（超過 90%）是仰賴他人開發的軟體及網路平台資源，較低比例（低於 10%）是運用「自行研發的軟體」；但是，從兩群師培生所設計的活動檢視他們使用

的「科技資源與類型」是多元且豐富的；兩群師培生都知道：教學過程中處處是「科技融入的時機」，科技會因為「融入時機」不同，而扮演不同的功能。經過 14 週長期的師生與同儕對話、互動、討論與反思，兩群師培生顯現「知道」且「能做」科技融入數學教學活動設計；也能在「案例評論」中「辨識」好的「科技融入教學活動」可能的圖像。由此可見，本研究規劃的「設計先」與「評論先」培育模式，能讓師培生在經驗「科技融入數學教學活動設計」的過程中，逐步建構出與時俱進的課程設計能力。此外，結果也發現，影響師培生是否願意將「數位科技」融入數學教學活動進行設計？或是師培生會選擇哪一類型的「資訊科技」融入數學教學活動進行設計？有一個影響甚鉅的因素，即是師培生個人的「經驗」。此結果和袁媛、林意晨（2008）所指「教師若於近期曾接觸過科技融入教學的相關課程，他對於科技融入教學的態度會較為正向；也具備較高的資訊科技專業知能」一致。對此，研究者建議師培生未來可積極參與有關「科技融入教學」議題的研習，積累自己對於此議題理論與實務的連結，提升自身對於科技融入教學理解的廣度與深度。這樣，才不會導致如 Hew 與 Brush（2007）所述：教師因為自身的師培課程訓練不足，造成對科技抱持質疑態度而未能有效設計科技融入教學活動。

（二）數學概念特性是影響「科技融入數學教學活動設計」的核心因素

本研究發現，當師培生面臨「要選擇哪一類型的科技資源融入教學設計？」時，他們會想到「科技，是表徵數學概念的一種工具」；也會考量「數學概念」的複雜性以及「數學概念」所屬年段學生的學習特性。上述三項考量的觀點，其共同的核心因素，即為「數學概念的特性」。因此，教師在規畫教學前，須完全地理解所要教授的數學概念，才能構思與設計後續的數學學習任務（Willoughby, 2000）。本研究分析師培生在「縮放圖」測驗卷的解題表現時發現，兩群師培生並未完全理解「縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線」與「放大縮小圖任意對應長度成比例」等兩個「縮放圖」的核心概念。對此，Fennema 與 Franke（1992）認為，教師若無法理解數學內容知識，將會影響其在教室中的教學行為，也會間接影響學生的數學學習。故，研究者認為，要培育師培生具備當前數學教育趨勢下的相關知能時，師培者應留意師培生對於數學內容知識是否真正理解與深化？未來，建議師培機構能有效提升師培生的數學教學專業知能，這樣才能讓師培生在進行後續科技融入課程設計時，不致因為數學專業知能不足，而影響其表現。

二、建議

參與本研究的兩群師培生，由於修讀的系所並不相同，專業知識的背景堪稱迥異。故研究者臆測，這可能是兩群師培生在「縮放圖」測驗卷中，於某些問題的解題表現存在差異的主要原因。建議未來研究若能控制師培生的專業知識背景，或許能解決本研究面臨的限制。此外，回顧這二群師培生在培育模式運作過程中的表現，研究者發現：「設計先」組設計的教學活動，每件活動平均蘊含的科技融入次數，略高於「評論先」組設計的教學活動（設計 -1.32 次；評論 -1.27 次）；運用自行研發的科技軟體，融入教學活動設計的比例也較高（設計 -9.1%；評論 -6.7%）。並且，兩種模式的師培生其設計的教學活動，科技融入時機分佈在「教學中」（設計 -75.9%；評論 -94.7%）與「教學後」（設計 -24.1%；評論 -5.3%），此結果顯示，「評論先」組設計的教學活動更重視「教師是否能藉由科技作為媒介或工具，讓數學內容知識透過資訊科技的傳達，促進學生更深入理解相關概念」（設計 -51.7%；評論 -68.4%）。

總的來說，「設計先」組設計的教學活動，在創新性（將自行研發的軟體融入課程設計的比例）、多元性（使用的科技類型）以及對於科技融入的正向支持度（正向評論類別的比例）都略佳於「評論先」組。未來若要重新實踐這兩種培育模式，建議先考慮實施「設計先」模式。此外，也建議後續研究能以量化的取向，設計更嚴謹的判準或評估原則，甚至將相關數據進一步以卡方檢定或其他統計方式進行分析，針對這兩種培育模式再做優劣之比較。

參考文獻

- 王欽哲 (2015)。資訊科技融入教學。師友月刊, 574, 21-25。
- 王薔閔 (2016)。國小特殊教育教師資訊科技融入教學現況與教學效能之研究—以臺南市為例。未出版之碩士論文, 康寧大學, 臺北市。
- 田珮甄 (2018)。從資訊科技融入高中體育素養導向課程教學—以臺北市景美女中為例。學校體育, 28 (6), 32-43。
- 李佳蓉 (2016)。推動資訊科技融入教學的進階改變—從師資培育課程談起。臺灣教育評論月刊, 5 (1), 150-153。
- 沈羿成、劉佩雲 (2013)。教學案例討論提升教師學科教學知識之研究—以數學科為例。教育與多元文化研究, 9, 145-180。
- 宋曜廷、張國恩、侯惠澤 (2005)。資訊科技融入教學：借鏡美國經驗，反思臺灣發展。教育研究集刊, 51 (1), 31-62。
- 林成嶽 (2014)。資訊科技對教學的改變與迷思。臺灣教育評論月刊, 3 (7), 45-47。
- 林珮萱 (2013)。21 世紀人才必備的 8 大素養 3 大關鍵能力。上網日期：2020 年 1 月 20 日，檢自：<https://www.gvm.com.tw/article.html?id=17667>。
- 徐新逸、吳佩謹 (2002)。資訊融入教學的現代意義與具體作為。教學科技與媒體, 59, 63-73。
- 徐賢琪 (2020)。透過數學教學案例提昇教師比與比值教學的專業知識。未出版之碩士論文, 國立清華大學, 新竹市。
- 姚如芬 (2011)。緣「案例研討」之路徑學習教數學 -- 以職前教師為例。科學教育學刊, 19 (4), 283-308。
- 范斯淳、楊錦心 (2012)。美日科技教育課程及其啟示。教育資料集刊, 55。上網日期：2019 年 11 月 19 日，檢自：https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/36/pta_6022_5422426_16881.pdf。
- 洪駿命 (2019)。翻轉學習對國小學生自然科學學習成效之影響。教育研究月刊, 301, 20-35。
- 袁媛、林意晨 (2008)。桃園縣國民中學數學教師使用資訊融入教學之現況研究。科學教育學刊, 16 (5), 543-561。
- 許一珍 (2018)。學童使用擴增實境之學習動機與學習成效研究—以八大行星學習為例。國際數位媒體設計學刊 (IJDMD), 10 (1), 32-38。
- 許一珍、鄭竹君 (2018)。應用擴增實境於數學教材之學習成效研究—以十以內數字加減法為例。教育科技與學習, 6 (2), 73-98。
- 教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要：總綱。臺北市：作者。

- 教育部 (2016)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校數學領域。臺北市：作者。
- 陳沚琪 (2019)。桃園市多媒體資訊科技融入閱讀教學研究—以 97 至 107 年度「閱讀新桃園」及其閱讀教學設計得獎教案為例。國立臺灣戲曲學院通識教育學報，7，101-123。
- 蘇永明 (2021)。解讀 2018 國際教與學調查 (TALIS) 調查結果報告書：以臺灣與英格蘭為主。臺灣教育研究期刊，2 (1)，257-274。
- 黃志敘 (2005)。資訊融入等值分數教學。國教天地，160，49-55。
- 黃昭銘、汪光懿、鄭文玄 (2017)。行動科技融入體育教學之研究—以 FABRIC 架構進行樂樂棒揮棒教學為例。教育科技與學習，5 (2)，117-138。
- 黃凱旻、金鈴 (2003)。一個輔導中學數學實習教師教學概念轉變的行動研究。師大學報：科學教育類，48 (1)，23-46。
- 黃順平 (2020)。一對一題意理解對話式數學智慧家教系統於植樹問題之成效探討。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學，臺中市。
- 黃嘉莉、謝傳崇 (2022)。為何教師專業發展活動不有效？TALIS 2018 臺灣國中教師調查結果之羅吉斯驗證。中華資訊與科技教育學會
- 郭昱廷、尹汝君 (2018)。南部地區中小學教師使用磨課師融入教學之現況、實施意願與實施需求之研究。在國立中央大學主辦，2018 臺灣網際網路研討會，桃園市。
- 張民杰 (2008)。以案例教學法增進實習教師班級經營知能之研究。國民教育研究學報，20，147-176。
- 張國恩 (2001)。從學習科技的發展看資訊融入教學的內涵。在教育部主辦，新世紀課程教學九年一貫課程議題教育研討會論文集 (頁 21-34)。臺北市：編者。
- 張繼寧 (2010)。教學與學習國際調查 (TALIS) 及其首次調查結果。臺灣師資培育電子報，6，1-4。
- 單維彰 (2018)。論知行識作為素養培育的課程架構—以數學為例。臺灣教育評論月刊，7 (2)，101-106。
- 葉子明、周君芳 (2020)。資訊素養、資訊科技融入教學對國小教師專業成長及教學效能影響之研究。全球科技管理與教育期刊，9 (1)，20-41。
- 楊瑞明、曾璧光、鄭博元 (2021)。技術型高中資訊科技融入教學之實踐。臺灣教育研究期刊，2 (2)，101-123。
- 溫明正 (2000)。E 世代資訊變革的校園生態，師友，400，11-17。
- 溫嘉榮 (2003)。教師如何將資訊融入學科成為教學工具。教育研究月刊，105，75-81。

- 溫嘉榮、施文玲、林鳳釵（2004）。中小學教師應具備之資訊素養能力指標之研究。高雄師大學報，17，97-113。
- 蔡浩軒、孟瑛如（2020）。擴增實境（AR）之比與比值數學教材對國小六年級學習障礙學生學習及課堂注意力成效提升之探討。特殊教育學報，51，65-100。
- 劉世雄（2000）。國小教師運用資訊科技融入教學策略之探討。資訊與教育，78，60-66。
- 劉光夏、周宛瑜（2016）。翻轉教學融入國小高年級自然與生活科技領域課程學習成效之探討。教育傳播與科技研究，113，39-62。
- 劉冠辰、柯志祥（2020）。以資訊科技融入 eduScrum 教學模式之課程設計及實施。數位學習科技期刊，12（1），23-53。
- 劉佩雲、沈羿成（2013）。案例討論與教學實作促進教學後設認知改變之研究。師資培育與教師專業發展期刊，6（2），21-44。
- 錢富美（2017）。數位式問題導向教學應用於國小社會領域協作學習之研究。區域與社會發展研究，8，81-111。
- 薛曉琳、周保男（2017）。動態幾何軟體 GeoGebra 導入國中數學教學之實驗研究：以二元一次方程式圖形為例。教育傳播與科技研究，117，31-46。
- 謝哲仁、蕭登仲（2005）。動態視覺化等值分數電腦活動補救教學設計。教學科技與媒體，72，49-59。
- 歐陽閻、尹玫君、張珏菁（2007）。從理論到實作—談職前教師資訊科技融入教學的課程設計及其實施成效。課程與教學，10（1），97-110。
- 鐘敏綺（2019）。以擴增實境表徵學習數學分數概念對學生學習理解之影響。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學，臺北市。
- Alpi, K. M., & Evans, J. J. (2019). Distinguishing case study as a research method from case reports as a publication type. *Journal of the Medical Library Association*, 107(1), 1-5.
- Appiahene, P., Kesse, B. Y., & Ninfaakang, C. B. (2016). Cloud computing technology model for teaching and learning of ICT. *International Journal of Computer Applications*, 142(5), 22-26.
- Becker, J. H., & Ravitz (2001). *Computer use by teachers: Are Cuban's predictions still correct?* Paper presented at the 2001 Annual Meeting of American Educational Research Association, Seattle, WA.
- Behr, M. J., Lesh, R., Post, T. R., & Silver, E. A. (1983). Rational-Number Concepts. In R. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes*(pp. 91-126). New York, NY.

- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences, 2*, 141-178.
- Brush, T. (2003). Introduction to the special issue on preparing tomorrow's teachers to use technology (PT3). *Educational Technology Research and Development, 51*, 39-40.
- Chakraborty, D., Dhara, S. K., & Santra, A. (2018). Effectiveness of ICT in strengthening the process of higher education system in India. *Amity Journal of Management Research, 3*(1), 40-53.
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. In E. Scanlon and T. O'Shea (eds), *New Directions in Educational Technology* (pp.15-22). Berlin: Springer.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. California: Sage.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute.
- Dias, L. B. (1999). Integrating technology: some things you should know. *Learning & Leading with Technology, 27*(3), 10-13.
- Esposito, M. C. (2013). *An examination of secondary school teachers' technology integration recommended by ISTE's National Educational Technology Standards for teachers and school principal support for teacher technology efforts*. ProQuest LLC, Ed. D., Dowling Collge.
- Fadel, C. (2008). *21st Century Skills: How can you prepare students for the new Global Economy?* Retrieved from: <https://www.oecd.org/site/educeri21st/40756908.pdf>
- Fennema, E., & Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.147-162). National Council of Teachers of Mathematics, Macmillan Publishing Company, New York.
- Frye, E. M., Trathen, W., & Koppenhaver, D. A. (2010). Internet workshop and blog publishing: meeting student (and teacher) learning needs to achieve best practice in the twenty-first-century social studies classroom. *The Social Studies, 101*(2), 46-53.
- Gibbs, D., & O'Sullivan, K. A. (2005). Outside the square: Using LAMS to teach a Concept. *Curriculum and Teaching, 20*(2), 41-57.
- Gldblatt, P. F., & Smith, D. (2005). *Cases for teacher development: Preparing for the classroom*. Thousand Oaks: Sage Publication.
- Guba, E. G. & Lincoln, Y. S. (1981). *Effective evaluation: Improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches*. San Francisco:

- Jossey-Bass.
- Hero, J. L. (2019). The Impact of Technology Integration in Teaching Performance. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 48(1), 101-114.
- Hew, K., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223-252
- International Society for Technology in Education (2000). *National Educational Technology Standards for Teachers: Preparing teachers to use technology*. Eugene, OR: Author.
- ITEA (2008). *NETS for Teachers*. Retrieved May 03, 2022. From http://www.iste.org/Libraries/PDFs/NETS-T_Standards.sflb.ashx
- Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kansanen, P. (2006). Constructing a research-based program in teacher education. In F. K. Oser, F. Achtenhagen, & U. Renold (Eds.), *Competence oriented teacher training: Old research demands and new pathways* (pp. 11-22). Rotterdam, the Netherlands: Sense.
- Kaput, J. (1999). Teaching and learning a new algebra. In E. Fennema & T. Romberg (Eds.), *Mathematics classrooms that promote understanding* (pp.133-155). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kelly, A. E. (2003). Research as design. *Educational Researcher*, 32(1), 3-4.
- Korthagen, F. A. J., & Kessels, J. P. A. M. (1999). Linking theory and practice: Changing the pedagogy of teacher education. *Educational Researcher*, 28(4), 4-17.
- Korthagen, F. A. J., Kessels, J., Koster, B., Lagerwerf, B., & Wubbels, T. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lin, P. P. & Olive, J. (1994). *Dynamic, Linked, Multiple Representation Environments Using the Geometer's Sketchpad*. The Proceeding of the 9th Science Education Conference of The Republic of China, 714-744.
- Lumpe, A., Czerniak, C., Haney, J., & Belyukova, S. (2012). Beliefs about teaching science: The relationship between elementary teachers' participation in professional development and student achievement. *International Journal of Science Education*, 34(2), 153-166.
- Luyten, H., & Bazo, M. (2019). Transformational leadership, professional learning

- communities, teacher learning and learner centred teaching practices: Evidence on their interrelations in Mozambican primary education. *Studies in Educational Evaluation*, 60, 14-31.
- McNergney, R. F., Ducharme, E. R. & Ducharme, M. K. (1999). *Educating for democracy: Case-method teaching and learning*. London: Routledge.
- Miriam Ben-Peretz & Irit Kupferberg (2007). Does teachers' negotiation of personal cases in an interactive cyber forum contribute to their professional learning? *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 13(2), 125-143.
- National Center for Educational Statistics (2000). *Teachers' tools for the 21st century*. U. S. Department of Education.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Norris, C., Sullivan, T., Poirot, J., & Soloway, E. (2003). No Access, No Use, No Impact: Snapshot Surveys of Educational Technology in K-12. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(1), 15-28.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2008). *21st Century Learning: Research, Innovation and Policy Directions from recent OECD analyses*. Retrieved July 20, 2019, from <http://www.oecd.org/site/educeri21st/40554299.pdf>
- Ozdamlı, F., & Uzunboylu, H. (2015). M-learning adequacy and perceptions of students and teachers in secondary schools. *British Journal of Educational Technology*, 46(1), 159-172.
- Özmantar, M. F., Akkoç, H., Bingölbali, E., Demir, S., & Ergene, B. (2010). Pre-Service mathematics teachers' use of multiple representations in technology-rich environments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), 19-36
- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. V. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 86-109). London: Routledge.
- Ridley, N., & Byrom, A. (2018). Developing a case based learning curriculum with a salutogenic perspective. *Midwifery*, 64, 124-127.
- Schul, J. E. (2014). Film Pedagogy in the History Classroom: Desktop Documentary Making Skills for History Teachers and Students. *Social Studies*, 105(1), 15-22.
- Seels, B., & Glasgow, Z. (1990). *Exercises in instructional design*. Columbus, OR: Merrill Shattuck, G. (2007). *The historical development of instructional technology integration in*

- K-12 education*. The University of Georgia. Unpublished manuscript.
- Sheffield, C. C. (2011). Navigating access and maintaining established practice: Social studies teachers' technology integration at three Florida middle schools. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 11(3), 282-312.
- Shulman, L. S. (1992). Toward a pedagogy of cases, In J. Shulman (Eds.), *Case methods in teacher education*, 1-30, NY: Teachers College Press.
- Siddiquah, A., & Salim, Z. (2017). The ICT facilities, skills, usage, and the problems faced by the students of higher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4987-4994.
- Smith, P. L., & Ragan, T. J. (2005). *Instructional design* (3rd ed.). NY: John Wiley & Sons, Inc.
- So, H. J., Seah, L. H., & Toh-Heng, H. L. (2010). Designing collaborative knowledge building environments accessible to all learners: Impacts and design challenges. *Computers & Education*, 54(2), 479-490.
- Sparks, D., & Loucks-Horsley, S. (1989). Models of staff development. *Journal of Staff Development*, 10(4), 40-59.
- Sprague, D. & Dede, C. (1999). If I teach this way, am I doing my job? Constructivism in the classroom. *Learning & Leading with Technology*, 27(1), 6-9, 16-17.
- Sudzina, M. R. & Kilbane, C. R. (1992). *Applications of a case study text to undergraduate teacher preparation*. Paper presented at the International Conference of the World Association for Case Method Research and Application, Limerick, Ireland.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *TALIS 2018 results: Teachers and school leaders as lifelong learners* (Volume 1). Author.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2009). *OECD Teaching and Learning International Survey*. Retrieved January 22, 2010, from <http://www.oecd.org/document/0/0,3343,en264939263231380521601111,00.html>
- Vangrieken, K., Meredith, C., Packer, T., & Kyndt, E. (2017). Teacher communities as a context for professional development: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 61, 47-59.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A. E. (1987). 150 different ways of knowing: Representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead(Ed.). *Exploring teachers' thinking* (p.104-124). London: Cassell Educational Limited.

- Willoughby, S. S. (2000). Perspectives on mathematics education. In M. J. Burke & F. R. Curcio (Eds.), *Learning mathematics for a new century* (pp. 1-15). VA: Reston
- Young, D., & Seibenhener, S. (2018). Preferred teaching strategies for students in an associate of science nursing program. *Teaching and Learning in Nursing, 13*(1), 41-45.



CACET

中華資訊與科技教育學會

Research on Preservice Elementary Teacher Training for Information Tech- nology - Integrated Mathematics Instruction

Jhieh-Cheng Chen

Professor

Department of Applied Mathematics

National University of Tainan

E-mail: jcchennutn@gmail.com



CACET
中華資訊與科技教育學會

Abstract

This study combined “Case Study” & “Instructional Design” theory and practice to construct “design-first” and “review-first” teacher education models. The study aimed to nurture 37 preservice teachers having the ability of designing Information technology-integrated mathematics instruction. This study collected and analyzed teaching plans designed by the preservice teachers, video transcription data from meetings, “similar figure” tests writted by the preservice teachers, and teaching video discussions. The results indicated that: Firstly, the information technology integrated in mathematics instructions mostly comes from online resources developed by others, the information technology mostly plays the role of constructing mathematical content knowledge, preservice teachers used information technology with interactive strategy, and the information technology-integrated mathematics instructions mostly suitable for senior students. Secondly, the preservice teachers from the Institute of Technology had beter problem-solving performance than that Institute of Liberal Arts, Education and Management. Thirdly, the preservice teachers proposed more “declarative knowledge” comments than other comments.

Keywords: teacher education models, information technology-integrated mathematics instruction, pre-service teachers



CACET
中華資訊與科技教育學會