

台灣中小學數位學習之決定因素與成效分析

王光賢

銘傳大學經濟學系副教授

劉錦龍

國立中央大學產業經濟研究所教授

彭鈺娟

國立中央大學產業經濟研究所博士生

暨資訊工業策進會產業推動與服務處資深規劃師

摘要

不同於過去文獻針對學生與課程面之數位學習討論，本文利用 2009 年台灣學生數位學習及數位機會調查資料，以學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長等五個構面，對台灣國中與小學學生的數位作業與線上學習兩類數位學習行為之行為決定因素、對於數位學習成效與成效數位落差效果進行研析。在利用傾向分數配對法推估後，實證結果發現主要影響學生數位學習行為之決定因素包括學生資訊能力、網路使用密度、接觸電腦的初始年齡、性別、各式類別的資通訊工具與服務的使用、父母資訊能力、父母年齡、父母教育程度、電腦作業的派發密度、教師教育程度、教師年資、多媒體教材自製率、校園可上網電腦比率、校長教育程度、校長年齡等，另在不同學制與設校地理區位差異下，學生的數位學習行為將具不同決定因素組合之特徵差異。於數位學習成效的觀察上，學生進行數位學習後，將可提升 54.9%-63.3%的學習成效，相較於未具數位學習的學生，將具 6.1%-16.7%之成效數位落差，其仍會因為不同的學制與設校的地理區位而有所差異。最後，於數位學習策略的擬定上，數位作業行為將最有助於培育學生具獨立地自主完成教師所交付的數位作業學習之成效，而線上學習行為則將最具有提升學生學習興趣之成效；換言之，特定的數位學習成效將有賴於特定且特徵可相對應之數位學習行為執行後，始可達成。

關鍵詞：數位學習、數位學習成效、數位學習落差、數位作業、線上學習。

*本文蒙 2013 年行政院科技部研究計畫之經費補助(NSC 102-2410-H-130-002)，特此鳴謝。

Determinants and the effectiveness of digital learning in elementary and junior high schools in Taiwan

Kuang-Hsien Wang

Associate Professor, Department of Economics, Ming Chuan University

Jin-Long Liu

Professor, Graduate Institute of Industrial Economics, National Central University

Yu-Chuang Peng

Doctoral Student, Graduate Institute of Industrial Economics, National Central University

& Principal Planner, Industry Development Augmentation Division, Institute for Information Industry, Taiwan

Abstract

Unlike the previous literature to discuss student-level's or course-level's digital learning, the purpose of this paper is using 2009 Taiwan Digital Learning and Digital Opportunity Survey(TDLDOS) to examine five dimensions, which include students, parents, instructors, information teachers, and principals, to analyze the determinants, learning effectiveness and digital learning divide in Taiwan elementary and junior high schools. In this paper, digital learning refers to digital homework and online learning. After using propensity score matching method to estimate, the empirical results find that students' information skills, internet-using intensity, computer-using seniority, sex, multiple ICTs tools and internet service using, parents' information skills, parents' age, parents' education level, computer-homework intensity, instructors' education level, instructors' seniority, ratio of self-made content on multimedia teaching, ratio of online computers in the school, principals' education level and principals' age are important characteristics to construct digital learning. On observing the effectiveness and digital divide, digital learning will enhance 54.9%-63.3% learning effectiveness and have 6.1%-16.7% digital learning divide that relative to the students who did not have digital learning. However, determinants, learning effectiveness and digital learning divide will be different with different education systems and with different geographical locations. Finally, on the preparation of digital learning strategies, digital homework will help students to have a highest learning achievement to complete computer homework independently and online learning will give students a help to enhance highest interest in learning. In other words, when the characteristics of digital learning and predetermined to be achieved digital effectiveness are matched, digital learning will shape the highest value.

Keywords: digital learning, digital learning effectiveness, digital learning divide, digital homework, online learning.

壹、緒論

長久以來，由於台灣係世界主要資通訊工具之最主要生產國家，有鑑於該產品之產銷於台灣的發展成熟與豐富，且於摩爾定律¹(Moore's Law)的制約下，消費者所能取得之資通訊工具成本將隨時間而快速下降，導致國內民眾於資通訊工具之滲透率亦率全球之先，依行政院國家發展委員會於 2013 年²的調查，我國每一百戶家庭中，電腦擁有率與家戶連網率已分別達到 88.5%與 85.5%，若以檢視家戶中具學生族群之電腦擁有率，更是高達 98.4%，故在數位近用優勢條件下，民眾之消費與使用福利將會因為資通訊工具的導入與持有而出現大幅提升，也因此資通訊工具於社會中將開始呈現擴散³與多元嘗試性之體現發展，且數位社會與政策設計將可能會溯源回教育體系⁴，培育學生具資訊近用、資訊素養與資訊應用的能力，故本文係在此一背景下，探討資通訊工具對於教育面之影響，假以利用行政院研究考核委員會(以下簡稱研考會)所提供之 2009 年「學生數位學習及數位機會調查」資料庫，依學生、家長、授課教師、資訊系統建構教師與校長等五個面向建構台灣國中與小學學生數位學習之決定因素與成效分析。

台灣於校園推動資訊教育之時程係具連續之計畫性推動，其中最為核心之計畫屬 1997 年教育部所推動「資訊教育基礎建設計畫」，依政府資源強化資訊教學硬軟體資源與培育具資訊素養之教育人員，並在隨後年度將電腦課程正式列為國中之必修課程、追加預算建置校園中之電腦資訊教室、與將資訊內容融入國中與小學之九年一貫課程綱要內容中。觀察台灣政府所推動校園資訊教育之歷程，可以發現硬體建設先於軟體建構之前，在考量其使用進程點不同下，率先使用之學校，將可在傳統教學方式下，輔以數位多媒體教學，以立即獲取額外的學習成效；反之，因特定因素而落後引入數位教學的學校，將晚收數位學習之效果。有鑑於學生之學習歷程係為一不可回覆行為，且當學生教育為基本人權保障下，一國之政府⁵與社會若欲窮其可能地縮小數位學習

¹英特爾(Intel)公司創辦人之一的 Gordon Moore，於 1965 年 Electronics Magazine 中撰文認為積體電路的電晶體數量約為每 24 個月將會增加一倍。由於電晶體為組成電子相關產品之最重要構成元件，故即在相同之支出費用下，消費者所購買之電子產品效能將是 24 個月前的一倍，亦或是相同效能下，消費者將以較低之購買價格取得相同電子產品。

² 2013 年台灣個人/家戶數位機會調查報告 (<http://www.ndc.gov.tw/ml.aspx?sNo=0028380#.VDYG7mTLfjA>)。數位機會調查報告自 2002 年後係由行政院研究考核委員會進行調查與分析，而於 2013 年政府改組後，因研究考核委員會併入國家發展委員會，故改由國家發展委員會進行調查。

³於 2013 年世界經濟論壇(World Economic Forum)所發行之全球資訊科技報告(The Global Information Technology Report)中指出台灣於 1980 年代後成為全球重要之生產電子和高科技產品的國家，也因此資通訊工具除了對台灣電子產業與經濟發展有所助益外，尚已滲透入社會活動之中(p.16)。

⁴ 2013 年全球資訊科技報告中亦指出，在 144 個受調查的國家中，台灣於校園內的網路近用程度(Internet access in schools)排名全球第九名。

⁵ 這種數位學習落差並不必然需得由政府方來進行解決，原因在於數位學習系統之載具(如電腦、網路等資通訊工具和多媒體設備等)會因為受到摩爾定律的制約，在隨時間經過，出現生產成本與價格大幅降低的現象，故當數位學習系統之載具價格低廉到所有學習者無差別擁有時，當不存在數位學習之導入時間差異，然而這必須耗費時間始能達

落差以改善社會福利，勢當先行了解其決定因素，始可構成擬定相關之政府政策建議，本文即在此傳統與數位學習之轉換背景下，使用大規模之樣本資料，依建構統計計量模式論證台灣國中與小學學生數位學習之決定因素與其對學習成效之影響效果。進行此一議題之重要性除可檢視台灣國中與小學學生在不同類別之數位學習行為下之組成與效益外，尚可對於台灣數位學習生活形成更進一步的剖析和提供給未來相關政府政策形成時之參考。

本文除本節為緒論外，第二節為數位學習之相關文獻回顧，第三節為資料來源說明與樣本敘述性統計，第四節為實證模型設定，第五節為實證結果說明，最後，則為結論。

貳、數位學習之相關文獻回顧

數位學習(e-learning)一詞最早來自於 Morri (1997)對於企業員工教育訓練與網際網路工具之關聯分析；然由於數位學習係奠基於新興科技之現象，故於定義⁶上，將因學習對象不同而產生差異。Rosenberg (2001)認為數位學習必須滿足三個條件，包括：(1)數位學習係為一需要聯結網路的行為，因為聯網將可使其能夠即時更新、儲存、檢索、散佈與共享訊息；(2)數位學習可透過電腦與網路技術來將資訊內容傳遞給末端的使用者；(3)相較於傳統的教育學習方式，數位學習將提供更寬廣的學習視野與學習解決方案。因此，若概約而論，數位學習將泛指利用資通訊工具與數位媒體服務，使民眾得以在任何的時間、任何的地點，以進行標的內容之學習。

在過去的相關文獻研究中，經濟與商管學門具頗大比率係針對高等教育之數位課程學習內容進行解析，諸如 Agarwal and Day (1998)曾利用 40 位和 65 位分別修習個體經濟學與總體經濟學的學生，比較傳統與數位教學間之學生成績表現差異，其發現數位教學將因課程可以即時回饋與提高學習興趣，而使學生修課成績顯著高於傳統教學下之學習表現。這種利用將學生分群、施行不同教學方法，以評析學生學習表現的類似文獻亦可見於 Zhang, *et al.* (2006)在對 138 位美國大學生的研究中，其發現具互動型式之數位學習行為，學生學習滿意度將顯著地高於傳統教學方式所能達成的效果；Liaw, *et al.* (2007)則係利用台灣 30 位大學教師與 168 位大學生之資料，進行簡

成；換言之，政府是否要以政策介入數位學習落差的縮小，端視數位學習落差所能檢具之社會福利差異大小，若差異為大時，快速釐清數位學習之決定因素，以作為政策設計自當有其必要。

⁶ 依世界最大的專業學習組織—美國培訓與發展協會(The American Society for Training and Development, ASTD)對於數位學習的定義，其認為數位學習是一種基於電腦工具、網路、虛擬教室與數位化之教育應用與學習行為，其實體形式主要是透過網路、企業內部互聯網、影音工具、衛星廣播、互動電視等來進行。此一定義為當前最被廣為接受之數位學習定義。

單迴歸分析後發現當學生具自主數位學習取向、具數位媒體學習環境、教師願意建構數位學習環境時，將有效地提升學生之數位學習效果。

雖有上述數位學習所能達成之正向成效論證外，Navarro and Shoemaker (2000)以 200 位美國管理碩士生之學習歷程，在利用簡單統計檢定後發現傳統教學下之學生課堂成績顯著地高於線上學習下之學生表現，且在檢視每週隨堂測驗與期中考試成績時，則出現面對面傳統教學為確保學習成效之優勢教學方式；又傳統教學方式優於數位學習之文獻亦可見於 Brown and Liedholm (2002)，其利用 710 位修習個體經濟學課程的美國大學生資料，依面對面教學、數位教學、混合傳統和數位教學等三種不同教學方式，以檢視各別之成績表現與差異，在利用簡單迴歸分析後，發現若學生自數位線上教學轉移至面對面之傳統教學時，其成績將顯著地提升 5.79 分，而若轉至混合式教學，則將可提升 4.83 分的成績，故於大學部個體經濟學教學方式的選擇上，傳統面對面教學將是相對可提升學生學習成效的一種學習方式。

此外，亦有研究取得傳統與數位教學間不具顯著性差異之實證結果，Anstine and Skidmore (2005)在對美國 78 位碩士生的研究中得出傳統式教學雖可達成高於數位線上教學 5-6.5%的平均成績，然其結果並不具統計之顯著性；Figlio, *et al.* (2010)則以 1592 位修習個體經濟學之大學生為樣本對象，發現施以線上教學與傳統面對面教學兩類別下之學生成績表現並未具有顯著之差異，然若以學生之個體特徵以進行觀察，則發現傳統面對面教學方式對於西班牙裔、男性與過去學習表現不好的學生之成績助益較大。

綜合以上之目前經濟與商管學門相關之數位教學與學習文獻，可以發現施以數位教學下之成效結論並不一致，支持正向效果之文獻係立論於數位教學是一種在既有課程內容中，額外所引入的新興資通訊工具，除消費者對於新穎科技之專注偏好⁷外，對於既有之傳統教學而言，將呈現教學工具互補之作用，學生亦將可提升學習成效；反之，支持反向效果或是兩類別教學成效無明顯差異者，則是認為傳統教學歷程是一種面對面的教學方式，授課教師可即刻地了解與解決學生當下所體現出來的學習困難，亦可即時地調整教學內容，在這種情形下，傳統教學下的學習成效自然將會優於數位教學下之成果。

除對於高等教育之數位學習行為進行討論外，將研究對象鎖定在國中與小學之文獻多屬於教育學門之研究，對台灣國中與小學之數位學習行為於目前之經濟學門中尚未發現，方武昌(2003)以自行抽樣、共計 861 份澎湖地區國小學生問卷資料，對於該地區學生之資訊教育決定因素進行分析，在進行簡單統計檢定後，發現偏鄉地區、相對低年級、女性、學生母親相對高學歷、接觸

⁷ 廖俊雄等(2011)在對台灣行動電話之數位資通訊工具進行需求預測時，發現台灣的消費者十分在意新興資通訊工具之硬體特徵，尤其是當其所面對的是多元、高質量與新穎的硬體工具時，且會進而提升相關軟體之內容服務需求。

電腦年數較長與教師具資訊教學認知等特徵下，將會有助於學生進行與適應數位學習行為。趙貞怡(2003)則對 10 名國小二年級學童使用數位學習 Hyperbook 系統下之單一課程數位學習能力與相關學習策略之影響分析，其在利用焦點團體訪談法、觀察法與文件分析法後發現大部份學童係具有資通訊工具之基礎使用與辦知能力，且會在受數位教學課程以外，試圖發展額外的數位近用行為與思考在電腦學習下，對於被授課內容之看法。王奐敏(2005)則以台灣偏遠地區學校為研究對象，進行其不利於推動資訊教育的決定因素研析，其發現相對於都會地區學生之資訊應用多偏於課業內容的學習，偏遠地區學校由於學生的網路應用多以娛樂為主，且因該區學校資訊經費、硬體短缺、家長較未重視教育與學生基本資訊近用能力不足，而致使地區之數位學習落差日益擴大。陳台翎(2012)以家戶單位為衡量我國國中和小學之數位學習機會之特徵關聯，其發現學生之數位學習機會受家長之教育程度、家庭所得收入、性別、學生年級與所在地理區位之影響，並認為家長特徵所形成之資訊教育的認知態度將是學生數位學習行為之核心構成項目。

除目前文獻上所出現之對於數位和傳統教學不同成效之論點差異外，上述具實證分析之文獻均為利用如最小平方法之簡易統計迴歸、小樣本分析、集中在單一學校或課程、偏屬教師與學生面向討論的應用分析特徵，在如此樣本規模與統計工具使用下，所得之結果將可能具有偏誤性與不具一般性，而文獻上之所以如此使用的原因概因於樣本資料收集之困難，進而導致後續計量工具設計與使用之受限。不同於過去文獻之分析方式，本文將分別以學生、家長、授課教師、資訊專科教師、與校長等五個構面，橫跨台灣 124 家中小學學校，共計 12,517 筆觀察值之原始樣本資料，以進行兩階段之分析，第一階段為探究不同類別數位學習方式之決定因素；第二階段則是推估在不同類別數位學習方式下，對於學習成效之影響效果。此外，在考量學制與設校地理區域差異下，本文亦進一步分別檢視國中、小學、都會地區與偏遠地區之數位學習行為。

參、資料來源說明與敘述性統計

一、資料來源說明

本文為研究台灣國中與小學之數位學習行為之決定因素及其學習成效，其使用於實證分析之樣本資料係來自於行政院研考會所提供之 2009 年「學生數位學習及數位機會調查⁸」資料庫，該

⁸ 該調查為由行政院研考會採不定期方式進行，最近乙次之調查實施期間為 2009 年 5 月 20 日至 6 月 10 日。

調查旨在蒐集我國國中與小學學生之數位特徵資料，以了解其資訊能力與學習機會是否存在著數位落差⁹(digital divide)現象，在透過全國共計 124 所中小學抽樣調查下，分析數位學習落差之形成原因與其可能形具之數位機會差異。

於學生數位學習及數位機會調查中，認知要建構一完整之數位學習環境，需藉由學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長等五個面向相互配合，其間之聯結可詳參圖 1 之示意，其中學生為數位學習的主體，且所接受之數位學習雖是由校內授課教師對其施以數位教學，學生所使用數位學習下之工具與功能實則仍需由其他個體輔協配合，始可使學生之數位學習成效達到最大，其中學校校長所扮演的角色為數位學習之校園內最高決行者，其所擁有之認知特徵與可支配之校園資源將影響到一校之數位學習活動之進行與否；又一旦校長具數位教學認知下，學校之教師群將負責教學系統之執行，包括資訊專科教師將建構校內之軟硬體之電腦與網路環境與相關之多媒體學習系統，該系統將成為全校教師在數位教學上之共同平台，進而各個課程之授課教師可在教學平台上，自行建置或是引入校外之數位學習教材內容¹⁰；待學生返家後，家長與家庭特徵對於數位教學之認同度將間接地影響到學生數位學習之補強強度，諸如具認知之家長將可能提供愈多型式與數額的數位工具設備以協助學生進行數位學習活動。本文即是在此一多面向數位學習背景下，探討台灣國中與小學學生數位學習行為之決定因素與其對學習成效影響分析，其將會優於單方面對於學生與授課設計討論之過去相關文獻所能得到之實證結果，且可全面地檢視數位學習系統之構成。

於此文中，受限於學生數位學習及數位機會調查之既有訪查項目設計，對於數位學習之行為定義聚焦在(1)學生利用電腦寫作業與自網路上尋找所需資料(以下簡稱「數位作業」)，和(2)學生利用電腦進行線上學習(以下簡稱「線上學習」)，其中若以學生角度進行觀察，數位作業之運作難度將低於線上學習，原因在於線上學習必須於數位學習系統建置後始可進行，而數位作業僅為授課教師派予電腦或網路資料搜尋作業後，學生在校或是返家後，自行利用資通訊工具即可完成；此外數位作業很明顯地為學生利用電腦與網路進行單向之學習行為，而線上學習則是可能包含雙向互動之學習行為，因此，兩類數位學習行為將具迥異之本質特徵，故可預期不同學習行為將達成不同程度之學習成效差異。

⁹ 數位落差之研究最早起源於 Brown, *et al.* (1995)於美國商務部國家通信及資訊委員會所進行之研究案，認為在數位工具的擴散過程中，由於工具的近用時點不同，因而產生爾後之影響效果差異，且指出數位落差將會因所得、教育程度、種族與地區等個體特徵因素而產生不一而足之決定影響。

¹⁰ 所謂校外數位教材係指來自於學校指定教科書之出版商所提位之數位媒體教材。

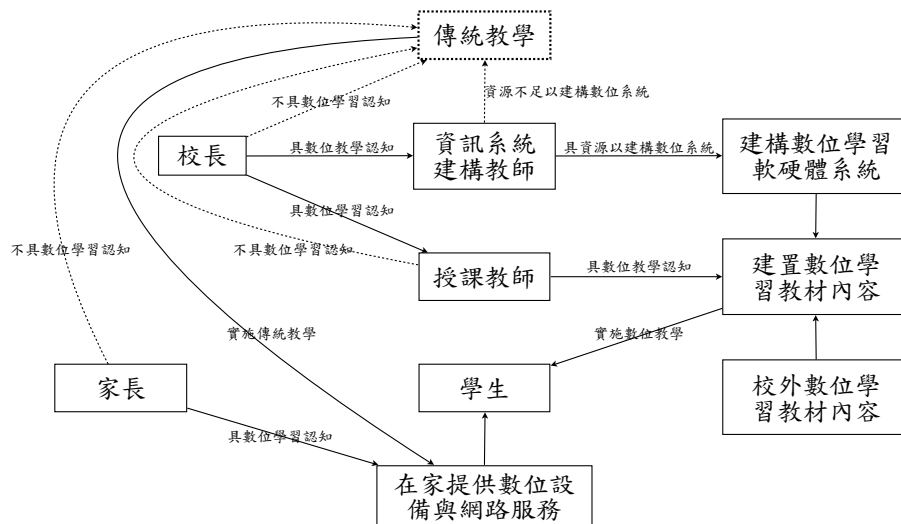


圖 1：數位學習系統建構示意圖

二、樣本資料描述性統計

於使用 2009 年學生數位學習及數位機會調查資料、且在本文所設定之台灣國中與小學數位學習分析議題設定下，表 1 為學生在各個學制與所屬地理區域下之數位學習行為比率統計。

檢視表 1 所統計之行為比率，就 5,401¹¹位台灣國中與小學學生樣本以觀察，具進行數位作業之平均行為比率為 60.692%，其高出進行線上學習的平均行為比率(15.497%)約為四倍，如此現象的可能解釋原因在於線上學習之執行困難度與技術複雜度高於數位作業，畢竟數位作業僅由學生利用電腦與網路等資通訊工具後便可進行，而線上學習則需先行建構線上平台、輔以教師設計之適宜教材下始可進行；又若以學制與地理區特徵以分別檢視，學制之課程內容設計與所屬地理區位將使不同類別之數位學習行為具不同程度之執行率，依學制而言，國中之課程內容之豐富性與複雜度均多於小學學制，對於授課教師而言，若要準備可對應之多媒體數位教材，則相較於

¹¹ 2009 年學生數位學習及數位機會調查所涵括之原始學生數為 12,517 位，然為符合本文之實證模型設計之變數所需與刪除資料遺漏值後，餘剩 5,401 位台灣國中與小學學生數供做實證分析。

表 1：學生具數位學習行為比率統計

	數位學習行為	
	學生具利用電腦進行寫作業與找資料 (數位作業)	利用電腦進行線上學習 (線上學習)
全體學生(N=5401)	60.692%	15.497%
國中學生(N=1818)	50.605%	8.085%
國小學生(N=3583)	65.810%	19.257%
都會區學生(N=1654)	65.840%	15.961%
非都會區學生(N=3747)	58.420%	15.292%
都會區的國中學生(N=558)	53.405%	9.498%
非都會區的國中學生(N=1260)	49.365%	7.460%
都會區的國小學生(N=1096)	72.171%	19.251%
非都會區的國小學生(N=2487)	63.007%	19.260%

註：括號中之樣本數為同時包括具數位學習行為者與未具數位學習行為者。

小學的授課內容，以較少的授課時數講授完整內容，則將成為一大挑戰；又對於國中學生來說，學測與升學壓力亦將可能侷限學生對於數位學習之進行意願；因此，於表 1 在對 1,818 位國中學生樣本的統計中，進行數位作業與線上學習之平均率(分別為 50.605%和 8.085%)，均低於 3,583 位小學學生樣本所得出之數位學習平均率(分別為 65.810%與 19.257%)。

在學校設校地理區位於數位學習行為的樣本統計上，可以發現都會區對於數位作業(65.840%)與線上學習(15.961%)之平均執行率均高於偏遠地區(分別為 58.420%與 15.292%)，這種因地理區位造成數位行為之差異遍見於過去文獻研究，Mills and Whitacre (2003)論證造成行為差異的主要原因在於地理區位內消費者特徵差異所造成，相較於偏遠地區，都會區之消費者多偏屬為相對高所得、高教育程度、高數位需求之工作取向等，故較具資訊近用行為之偏屬性；此外，資通訊技術在目前的佈建發展限制下，偏遠地區可能會因為地形地貌與人口密集程度的考量，若要近用資訊行為，則能要付出極高之成本代價，故而出現偏遠地區具低數位滲透的現象(Yuguchi, 2008)，其他提及地理區位需做為數位行為研究之考量因素尚包括 Moss and Mitra (1998)、Goolsbee and Klenow (2002)、Greenstein and Prince (2008)等文獻。

綜合在上述樣本統計分析時需考量的學生學制與設校地理區位下，若學生進行數位作業行為，最高之平均執行率為都會區的小學學生(72.171%)，且因都會區／偏遠地區之小學學生數位作業平均執行率(72.171%／63.007%)均高於都會區／偏遠地區之國中學生數位作業平均執行率(53.405%／49.365%)，故可發現學制所造成數位作業平均執行率的影響應為高於地理區位所能造

表 2、台灣國中與小學學生具進行數位學習行為下之數位學習成效達成認知比率

樣本	數位學習行為	數位學習成效之達成認知比率	
		具獨立地完成教師交付的數位作業之成效	電腦教材輔助上課可提升學習興趣之成效
全體學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=3278)	64.002%	55.399%
	利用電腦進行線上學習(N=837)	62.007%	60.692%
國中學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=920)	66.413%	48.586%
	利用電腦進行線上學習(N=147)	63.945%	51.020%
國小學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=2358)	63.061%	58.057%
	利用電腦進行線上學習(N=690)	61.594%	62.753%
都會區學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=1089)	70.523%	56.014%
	利用電腦進行線上學習(N=264)	68.181%	63.257%
非都會區學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=2189)	60.758%	55.093%
	利用電腦進行線上學習(N=573)	59.162%	59.511%
都會區的國中學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=298)	75.167%	49.664%
	利用電腦進行線上學習(N=53)	73.584%	58.490%
非都會地區的國中學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=622)	62.218%	48.070%
	利用電腦進行線上學習(N=94)	58.510%	46.808%
都會區的國小學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=791)	68.773%	58.407%
	利用電腦進行線上學習(N=211)	66.824%	64.454%
非都會地區的國小學生	學生具利用電腦進行寫作業與找資料(N=1567)	60.178%	57.881%
	利用電腦進行線上學習(N=479)	59.290%	62.004%

註：括號中之樣本數為學生具數位學習之行為者數量，未包括未具數位學習行為者。

成的影響；相類似的情形亦可顯見於線上學習部份，都會區／偏遠地區之小學學生線上學習平均執行率為兩倍餘高於都會區／偏遠地區之國中學生線上學習平均執行率。

學校教育環境對於學生之所以施以數位教學，無非是期待其可達成特定教育目標之數位學習

成效認知，於參照調查資料之可用性下，本文設立兩類別數位學習成效指標，分別為：(1)學生可獨立地完成教師所交付的數位作業成效；與(2)學生認知電腦教材輔助上課可提升學習興趣成效。表 2 為台灣國中與小學學生進行數位學習行為下之數位學習成效達成自主認知比率統計，觀察表中數值資訊可以發現在已具數位學習行為下，數位作業行為在大部份的樣本分類中，其數位學習成效係高於提升學習興趣之效果，其可能的解釋原因為在相對較線上學習，數位作業之於學生係屬一項較可簡易達成的數位學習行為，其突顯了數位學習背後之技術和內容特徵的易難對應，然仍有特殊群體之差異行為認知存在，對於小學學制與偏遠地區的學生而言，在進行線上學習時，所能達成之學習興趣提升成效均高於獨立完成數位作業成效。因此，在學生學制與設校地理區位的影響下，本文將於下節的實證模型設計與實證推估時，分別納入考量。

肆、實證模型設計

本文旨在探討台灣國中與小學學生進行數位學習之決定因素與其對學習成效之影響效果分析，不同於過去文獻之僅就學生單面向討論之研究方式，本文將利用包括學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長等五個構面，以全面地檢視學生之數位學習行為。假設 $elearning_i$ 為第 i 個學生進行數位學習行為之虛擬變數，為：

$$elearning_i = \begin{cases} 0 & \text{若 其他} \\ 1 & \text{學生具數位學習行為} \end{cases} \quad (1)$$

於本文中，受限於本文所使用的學生數位學習及數位機會調查資料之既有變數，數位學習行為將分別定義為(1)學生利用電腦寫作業與自網路上尋找所需資料(數位作業， $digitalhomework_i$)，和(2)學生利用電腦進行線上學習(線上學習， $onlinelearning_i$)。在考量系統組成構面下，學生進行數位學習行為之決定因素與行為機率可表示為：

$$\begin{aligned} &Pr(elearning_i) \\ &= f(student_i'\alpha + parents_i'\beta + teacher_i'\gamma + infoteacher_i'\delta + principals_i'\lambda) \end{aligned} \quad (2)$$

其中 $student_i$ 、 $parents_i$ 、 $teacher_i$ 、 $infoteacher_i$ 與 $principals_i$ 分別表學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長之特徵變數向量，其所包含之特徵變數向量分別為：

$$student_i = (iskill_i, internetsep_i, pccontactage_i, sex_i, pcnum_i, adsl_i, 3gwifi_i, openpc_i) \quad (3)$$

$$parents_i = (parentskill_i, parentage_i, parentedu_i) \quad (4)$$

$$teacher_i = (mediateachr_i, pchomeworkr_i, teacheredu_i, teacherage_i, teachyear_i, mediamaker_i, internetdepr_i) \quad (5)$$

$$infoteacher_i = (internetpcr_i, classpcr_i, iteacherenough_i) \quad (6)$$

$$principals_i = (principaledu_i, principalage_i, principalyear_i) \quad (7)$$

於學生之特徵向量中， $iskill_i$ 為學生之資訊能力指標變數，本文將依加總調查資料中之 31 項資訊近用行為後做為學生資訊能力代理變數之設定，當學生具較多之資訊使用能力時，則隱含學生是較具正向資訊近用認知，又若個體已積累特定量的資訊近用經驗，在未來面對新的資訊近用型態時，將較可平順地導入使用，因此預期學生資訊能力指標變數係數為正。 $internetusep_i$ 為學生每天使用網路小時數，即為學生對於網路使用密度，一般而言，當學生每天使用網路的頻率愈高，則愈可於其中習得愈多網路服務內容，這將對於同為資訊近用之數位學習行為的進行有所幫助，然而若對於網路使用頻率過度或使用態度已有網路成癮症¹² (Internet addiction disorder, IAD)之現象時，則將無助於數位學習行為，故學生之網路使用密度對於數位學習行為之影響係數將為不定。

$pccontactage_i$ 為首次接觸電腦年齡，其藉以推估學生對於電腦工具之學習效果，不同於網路使用可能對學生產生資訊沉迷現象，電腦因為同時具有軟硬體型態之特徵，較早接觸電腦之學生，將可能具有較多之功能與技巧學習，其將會有助於數位學習行為，故預期變數係數符號為負。 sex_i 為學生性別，性別為長期以來文獻上慣以評估數位行為之特徵變數，然由於本文之樣本對象為國中與小學學生，不為文獻上可能出現職場上因個體性別而限制使用數位工具的情形¹³ (Rice and Katz, 2003; Losh, 2010)，故不另行對於變數係數進行方向預估。最後， $pcnum_i$ 、 $adsl_i$ 、 $3gwifi_i$ 與 $openpc_i$ 分別為學生家中擁有電腦設備數、家中網路是否為寬頻技術服務、家中網路是否為 3.5G 與 Wi-Fi 之無線上網技術服務、與學生是否可於放學後使用學校之開放式電腦，由於數位學習為一軟性之學習和智識傳輸，其有賴於電腦與網路等資通訊工具間之相互配合，故當學生具豐富多元之工具使用下，將有助於數位學習行為之進行，因此，本文將預期上述變數符號均為正向。

¹²所謂網路成癮症係指個體已具過度網路使用情形，一旦暫停高度的上網行為，將產生數位焦慮(digital anxiety)現象，這類網路成癮症的網路使用目的除了耗費大量時間於網路瀏覽與玩線上遊戲外，多為沉迷於網路社群(如 Facebook)或是線上聊天軟體(如 Line)，故在網路使用後並無法增加個體之網路使用能力，而是多於利用網路以尋求虛擬人際關係之補強(吳佳輝，2004)。

¹³ 於過去文獻討論性別對數位行為之影響上，認為相對於女性，男性在職場上多為偏向專業管理與技術複雜之工作內容取向，故將具有較高之數位近用行為。

於家長的特徵向量部份，家長對於數位學習之認知態度將會左右學生數位學習是否可以持續進行，亦或是否可輔協學生在家數位學習行為完成之關鍵，因此構成家長對數位學習認知態度之個體特徵，將引入對學生數位學習行為決定因素之分析。 $parentskill_i$ 、 $parentage_i$ 與 $parentedu_i$ 分別為家長之資訊能力、年齡與教育程度，前者為本文利用學生數位學習及數位機會調查資料中，針對訪查家長具 23 項資訊近用行為進行加總後，設立一指標變數，加總數值高者，表該家長曾進行多元之資訊近用行為，故當學生在家進行數位學習行為時，家長可將自身資訊近用經驗分享、助益或解決學生之數位學習歷程，故預期家長資訊能力愈高。將有助於學生進行數位學習行為；另因數位工具普於社會使用係屬近年來之新穎科技現象，家長年齡少者，則可能於其在學期間¹⁴便接觸到相關電子產品與網路之使用，又 Rice and Katz (2003)提及年輕民眾具資通訊工具之高度近用傾向，因此，若學生家長年齡愈少者，則表示可能具有資訊近用經驗深化，將正向導引學生數位學習行為，因而預期家長年齡變數係數為負向。最後，教育程度為過去文獻¹⁵所慣以評析資訊近用之重要決定因素，其使用原因在於資訊近用對於消費者而言，為一新穎且具特定複雜度之技術工具，初始使用者若要發揮其該有的效用與效能，則進入門檻將相對為高，故若曾具有使用經驗或是教育智識為高者，將較可平順地導入生活與工作使用；再者，教育程度相對高者亦較可能在其受教育時期，因課程相關而習得使用數位工具之技能；最後，教育程度相對高者因可將所受教育內容，精確地將資通訊工具統合運用於生活與工作中，故將可能產生較高之消費效用與使用效益，綜合以上，且基於家長為學生學習之重要輔協者，因此將預期家長教育程度愈高，將愈可能引導學生進行數位學習行為，變數係數預期為正向。

授課教師為數位學習之實際執行者，於本文所置入之解釋變數包括多媒體教學密度度 ($mediateachr_i$)、派發電腦作業頻率 ($pchomeworkr_i$)、教師教育程度 ($teacheredu_i$)、教師年齡 ($teacherage_i$)、教師服務年資 ($teachyear_i$)、教師自製多媒體教材比率¹⁶ ($mediamaker_i$)與教師教學依賴網路之比率 ($internetdepr_i$)，其中前兩變數為推估教師數位教學傾向對於學生數位學習之行為影響，教師教育程度、年齡與服務年資則為教師之個體特徵所構成之教師授以學生數位學習之認知態度衡量；另由於現今甫處於傳統教學與數位學習之交疊時期，數位學習並不為一般性之教育目的，傳統教學亦可達成學生所應具備之教育核心能力，故若授課教師具有如出版社所提供之多媒體教材與可自網路擷取有用之教學教材等外部數位學習教材輔助，授課教師將會具有較高之執行

¹⁴有鑑於資訊科技於未來社會之重要性，自 1997 年開始，教育部啟動資訊教育基礎建設計畫，依政府投入並以強化校園資訊教學軟體設備，並予培育具資訊素養之教育人員；於 1998 年後，更將資訊教育定為校園正式課程，且導向課綱內容為資訊多媒體教學定位。

¹⁵使用個體教育程度以討論數位工具使用之相關文獻可見 Hargittai (2003)、Mills and Whitacre (2003)、Quibria, et al. (2003)、Rice and Katz (2003)、Losh (2004)、Kraemer, et al. (2005)、Losh (2010)、廖俊雄等 (2011)。

¹⁶於 2009 年學生數位學習及數位機會調查資料中，並不具授課教師自製多媒體教材比率變數，本文以 100%減去調查資料所提供之出版社提供多媒體教材比率變數為計算。

數位學習傾向，故預期自製多媒體教材比率變數係數為負向，且教學依賴網路比率變數係數為正向。

資訊專科教師為校園中資訊環境的主要建構執行者，其所部署之資訊硬體(如電腦)與軟體(如網路和教學平台)完善與否，將直接影響授課教師數位教學與學生數位學習之進行，因此，本文將利用調查資料中既有可供使用變數，以進行實證分析，包括：可供學生上網之電腦密度($internetpcr_i$)、一般教室之電腦配置率($classpcr_i$)與具資訊專長教師數量否足夠($iteacherenough_i$)等三個變數，且預期三個變數之係數符號為正向，隱含友善的校園資訊環境，將更有助於學生進行數位學習。

最後，於校長構面部份，由於校園中之資源分配的最終決策者為校長，校長的數位認知態度將決定有限資源是否投注在校園的數位環境建置、數位教學與數位學習是否被支持的關鍵，而校長的數位認知態度將與校長教育程度($principaledu_i$)、年齡($principalage_i$)與於現任學校之校長服務年資($principalyear_i$)等個體特徵相關，在回顧過去文獻對於資訊近用行為之慣用決定因素，本文將分別預期變數係數為正向、負向與正向。

於實證程序的進行上，考量上述學生數位學習行為於調查資料的資料型態受限於行政院研考會的調查項目設計而僅能呈現二分變數(binary variable)之資料性質，又在本文之實證目標除了研析學生數位學習行為決定因素外，尚冀期以推估行為進行後對於學習成效之影響效果，故在考量得以兼具資料特性和兩階段之估計目標，本文將利用傾向分數配對法(propensity score matching method)以進行分析，在該計量方法中，主張未具數位學習之學生群可進一步分為兩類群體，一部份是毫無數位學習傾向意識的學生，這類學生所存在的校園可能是授課教師無意數位教學、學校與資訊專科教師之資訊特徵薄弱、校長較為無意投注資源於數位教育上，亦可能是學生本身較無具數位學習之特徵傾向、亦或是家長本身資訊特徵與意向較無法支持學生進行數位學習的現象；另一類未具數位學習學生亦可能是包括學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長等均具數位學習的特徵特性下，後因某種因素使得數位學習行為未被進行，然需注意的是這類學生已有數位學習之認知意識，且為數位學習之潛在族群。因此，在實際實證的推估設計上，必須試圖將毫無數位學習傾向意識的學生先予以排除，僅保留已具數位學習行為的學生、和具數位學習認知意識又暫未進行數位學習行為的學生，故本文在傾向分數配對法的第一階段利用 probit model 對於第(2)式進行推估，求得在學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長等五個構面所塑成之學生數位學習行為之傾向機率分數(propensity score)；再者，於第二階段，以第一階段所得之傾向機率分數以 caliper matching method¹⁷進行配對後，即可以評析數位學習行為選擇對學習成效之影響

¹⁷ Caliper matching method 的實證操作原理在於先行設立一個微小寬度—閘(caliper)，當已具數位學習行為學生、與未進行數位學習行為學生之傾向機率分數差異小於閘的數值，則隱含塑成兩類別學生之學生、家長、授課教師、資

效果，其可表示為：

$$elearningeffect_i = elearning_i elearningeffect_{1i} + (1 - elearning_i) elearningeffect_{0i} \quad (8)$$

其中為 $elearningeffect_i$ 學生之數位學習成效，本文所稱數位學習成效指標有二，分別為學生可獨立地完成教師所交付的數位作業成效 ($elearningeffect_{1i}$) 與學生認知電腦教材輔助上課可提升學習興趣成效 ($elearningeffect_{2i}$)。又 $elearningeffect_{1i}$ 與 $elearningeffect_{0i}$ 分別為有進行與未進行數位學習之學習成效，兩者之間的差異即構成數位學習行為下之數位落差，即 Rosenbaum and Rubin (1983) 一文中，定義為 average treatment effect on the treated (ATT)，亦可表示為：

$$\begin{aligned} & E(elearningeffect_{1i} - elearningeffect_{0i} | elearning_i = 1) \\ & = E(elearningeffect_{1i} | elearning_i = 1) - E(elearningeffect_{0i} | elearning_i = 1) \end{aligned} \quad (9)$$

在 caliper matching method 設定下，本文將依循 Rosenbaum and Rubin (1983) 與 Dehejia and Wahba (2002) 之實證程序建議，設立閾之數值為 0.001 之微小數，進行樣本配對之篩選，以推估最終之數位學習成效和所形成數位學習之數位落差。最後，實證模型設定中使用變數之定義和基本統計值可詳見表 3。

伍、實證結果說明

在使用傾向分數配對法對本文的分析標的進行實證推估後，實證結果可見於表 4 與表 5，於全體學生樣本部份，影響數位作業之學生數位學習行為的學生層面決定因素包括有學生資訊能力(正向)、網路使用密度(負向)、接觸電腦的初始年齡(負向)、性別(負向)、ADSL 的網路服務使用(正向)；而影響線上學習之決定因素則是包括學生資訊能力(正向)、接觸電腦的初始年齡(負向)與學校是否具開放式電腦供學生使用(正向)。其除了網路使用密度變數外，他餘解釋變數之實證係數符號均符合預期；換言之，當學生具愈高的資訊能力、愈早使用電腦、女性和具成熟技術且相對高速之寬頻服務使用時，將會有助於台灣國中與小學學生進行數位作業行為，亦在學生具愈高的資訊能力、愈早使用電腦且校園中具提供開放式電腦供學生使用時，將趨使學生偏向使用線上學習之數位學習行為。而在網路使用密度部份，負向係數則表偏向網路成癮之可能解釋，亦即學生

訊專科教師與校長之個體特徵十分相近，此時，閾內之未進行數位學習行為學生即為已具數位學習意識但礙於某種因素而暫未進行的學生；反之，若兩類別學生之傾向機率分數落差大於閾的數值，則表示未具數位學習的學生群體部份，係屬於未具任何數位學習意識的學生，故將在實證程序中，將其剔除於最終樣本之外。

表 3：變數定義與基本統計值

變數名稱	變數定義	平均值(標準差)
數位學習成效		
<i>learningindep</i>	虛擬變數，等於 1 時，表學生具獨立地完成教師交付的數位作業之成效。	0.558(0.49)
<i>Interestlearning</i>	虛擬變數，等於 1 時，表學生認知電腦教材輔助上課可提升學習興趣成效。	0.514(0.49)
數位學習行為		
<i>digitalhomework</i>	數位作業之虛擬變數，等於 1 時，表學生具利用電腦進行寫作業與找資料之數位學習行為。	0.606(0.48)
<i>onlinelearning</i>	線上學習之虛擬變數，等於 1 時，表學生具利用電腦進行線上學習之數位學習行為。	0.154(0.36)
學生特徵		
<i>iskill</i>	學生具有資訊能力變數，以開關電腦、中英文輸入、檔案複製、資料夾建立、系統程式開啟、文件列印、電腦週邊設備連接、應用軟體安裝、繪圖軟體使用、文書處理軟體編輯、試算表軟體計算與繪圖、簡報軟體製作、自由軟體使用、數位影像處理、網路連線上網、網路資料搜尋、音樂與軟體下載、電子郵件收發、電子郵件附檔、單機電腦遊戲、線上遊戲、線上聊天、網路電話、網路視訊、網頁製作、部落格建置、線上影音傳輸、光碟燒錄、程式撰寫、電腦硬體安裝與維修、伺服器建置與管理之使用能力加總數為計算。	21.192(0.50)
<i>internetusep</i>	學生每天使用網路之小時數。	0.552(1.10)
<i>pcontactage</i>	學生首次接觸電腦年齡。	7.752(2.07)
<i>sex</i>	學生性別之虛擬變數，等於 1 時，表學生為男性。	0.460(0.49)
<i>pcnum</i>	學生家中擁有電腦設備數。	1.675(0.86)
<i>adsl</i>	學生家中網路設備為寬頻，以虛擬變數設定。	0.511(0.49)
<i>3gwifi</i>	學生家中網路設備為 3.5G 與 Wi-Fi 之無線上網，以虛擬變數設定。	0.070(0.25)
<i>openpc</i>	學生可於放學後於學校使用開放電腦之虛擬變數。	0.067(0.25)
授課教師特徵		
<i>mediateachr</i>	教師平均每天進行多媒體教學之小時數。	0.230(0.17)
<i>pchomeworkr</i>	教師派發電腦作業之比率。	0.071(0.04)
<i>teacheredu</i>	教師教育程度之虛擬變數，等於 1 時，表教師具研究所(含)以上之教育程度。	0.262(0.14)
<i>teacherage</i>	教師年齡。	36.311(3.58)
<i>teachyear</i>	教師服務年資。	11.603(3.14)
<i>mediamaker</i>	教師自製多媒體教材比率。	0.693(0.18)
<i>internetdepr</i>	教師於教學中依賴網路之比率。	0.207(0.06)
家長特徵		
<i>parentskill</i>	家長之資訊能力變數，以電腦開關、中英文輸入、操作作業系統、組裝電腦週邊設備、安裝應用軟體、使用文書處理軟體、使用試算表軟體、使用簡報軟體、操作自由軟體、數位影像處理、網路連線、網路資料搜尋、網路下載、收發電子郵件、線上通訊視訊、網頁製作、部落格建置、影音傳輸分享、光碟燒錄、處理電腦中毒當機問題、程式撰寫、硬體安裝和維修、伺服器建置管理之使用能力加總數為計算。	10.527(2.74)
<i>parentage</i>	家長年齡。	41.338(1.76)
<i>parentedu</i>	家長教育程度之虛擬變數，等於 1 時，表家長具研究所(含)以上之教育程度。	0.039(0.06)
資訊專科教師特徵		
<i>internetpcr</i>	平均每位學生享可上網之電腦數，以(全校可上網之電腦數/全校總學生人數)為計算。	0.088(0.13)
<i>classpcr</i>	一般教室之電腦配置率。	0.034(0.12)
<i>iteacherenough</i>	具資訊專長教師數是否足夠之虛擬變數，等於 1 時，表學校擁有適當之資訊專長教師人數。	0.739(0.43)
校長特徵		
<i>principaledu</i>	校長教育程度之虛擬變數，等於 1 時，表校長具研究所(含)以上之教育程度。	0.519(0.49)
<i>principalage</i>	校長年齡。	52.978(5.73)
<i>principalyear</i>	校長於現任學校之服務年資。	4.552(3.28)

表 4、台灣國中與小學學生進行數位學習之決定因素與對學習成效影響之實證結果

		學生進行數位學習行為之決定因素 (probit model-propensity score)																		
全體學生		以學制區分學生				以地理區區分學生														
		國中學生		國小學生		都會區學生		偏遠地區學生												
		數位作業	線上學習	數位作業	線上學習	數位作業	線上學習	數位作業	線上學習	數位作業	線上學習									
學生特徵																				
<i>iskill</i>	0.011 (3.28)***	0.012 (2.94)***	0.028 (3.74)***	0.021 (1.85)*	0.009 (2.44)**	0.013 (3.03)***	0.010 (1.54)	0.007 (0.97)	0.012 (3.03)***	0.016 (3.30)***										
<i>internetusep</i>	-0.036 (-2.23)**	0.018 (1.00)	-0.061 (-2.44)**	0.053 (1.63)	0.001 (0.05)	0.013 (0.57)	-0.029 (-0.90)	0.044 (1.19)	-0.037 (-1.98)**	0.014 (0.65)										
<i>pccontactage</i>	-0.024 (-2.64)***	-0.039 (-3.49)***	-0.034 (-2.18)**	-0.030 (-1.30)	-0.003 (-0.32)	-0.029 (-2.25)**	-0.035 (-2.00)**	-0.030 (-1.48)	-0.022 (-1.97)**	-0.040 (-2.98)***										
<i>sex</i>	-0.274 (-7.56)***	-0.050 (-1.17)	-0.158 (-2.53)**	-0.080 (-0.86)	-0.335 (-7.45)***	-0.049 (-1.00)	-0.262 (-3.87)***	-0.011 (-0.15)	-0.272 (-6.28)***	-0.057 (-1.09)										
<i>pcnum</i>	-0.017 (-0.80)	0.032 (1.27)	-0.034 (-0.87)	0.057 (1.01)	-0.017 (-0.64)	0.025 (0.88)	-0.063 (-1.53)	-0.022 (-0.45)	0.001 (0.05)	0.051 (1.65)*										
<i>adsl</i>	0.110 (2.83)***	-0.048 (-1.05)	0.070 (1.04)	-0.047 (-0.47)	0.167 (3.47)***	-0.003 (-0.06)	0.054 (0.76)	-0.032 (-0.39)	0.130 (2.81)***	-0.047 (-0.86)										
<i>3gwifi</i>	0.017 (0.26)	-0.025 (-0.30)	0.045 (0.38)	0.129 (0.77)	-0.008 (-0.10)	-0.066 (-0.69)	0.056 (0.48)	0.054 (0.40)	0.0005 (0.01)	-0.059 (-0.56)										
<i>openpc</i>	-0.075 (-1.07)	0.179 (2.27)**	0.239 (1.53)	-0.038 (-0.18)	-0.214 (-2.67)***	0.176 (2.03)**	-0.039 (-0.28)	0.471 (3.22)***	-0.080 (-0.99)	0.057 (0.59)										
家長特徵																				
<i>parentskill</i>	0.059 (6.09)***	0.031 (2.64)***	0.031 (1.76)*	-0.002 (-0.09)	0.058 (4.20)***	0.021 (1.40)	-0.009 (-0.36)	0.083 (2.57)***	0.076 (6.23)***	0.029 (1.97)**										
<i>parentage</i>	-0.020 (-1.64)*	-0.086 (-5.75)***	0.00006 (0.00)	-0.065 (-1.69)	0.032 (1.61)	-0.012 (-0.58)	-0.022 (-0.84)	-0.109 (-3.35)***	0.008 (0.56)	-0.079 (-4.05)***										
<i>parentedu</i>	1.261 (3.04)***	0.399 (0.89)	0.626 (0.70)	2.119 (1.81)*	1.212 (2.39)**	-0.530 (-1.02)	2.751 (3.90)***	-0.719 (-0.91)	0.571 (0.76)	2.830 (3.33)***										
任課教師特徵																				
<i>mediateachr</i>	-0.227 (-1.50)	0.054 (0.32)	-0.925 (-2.86)***	-0.112 (-0.25)	-0.332 (-1.77)*	0.012 (0.06)	-0.283 (-1.00)	-0.077 (-0.24)	-0.287 (-1.48)	0.301 (1.30)										
<i>pchomeworkr</i>	1.136 (2.27)**	-0.259 (-0.44)	1.748 (1.60)	2.663 (1.72)*	0.873 (1.44)	-0.996 (-1.48)	0.546 (0.37)	1.834 (1.10)	0.797 (1.41)	-0.768 (-1.14)										
<i>teacheredu</i>	0.231 (1.82)*	0.340 (2.19)**	-0.057 (-0.23)	0.042 (0.11)	0.149 (0.85)	0.270 (1.37)	0.827 (2.14)**	0.698 (1.35)	0.136 (0.88)	0.050 (0.27)										
<i>teacheraage</i>	0.010 (1.23)	0.0004 (0.04)	0.0004 (0.03)	-0.010 (-0.51)	0.020 (1.53)	0.003 (0.22)	0.001 (0.06)	-0.023 (-1.08)	0.002 (0.25)	0.019 (1.50)										
<i>teachyear</i>	-0.003 (-0.34)	0.027 (2.26)**	-0.027 (-1.52)	0.032 (1.21)	-0.002 (-0.21)	0.010 (0.81)	0.028 (0.96)	0.069 (2.02)**	-0.001 (-0.11)	0.005 (0.38)										
<i>mediamaker</i>	-0.510 (-3.27)***	-0.312 (-1.73)*	-0.507 (-1.41)	0.710 (1.29)	-0.509 (-2.42)**	-0.027 (-0.12)	-0.635 (-1.72)*	-0.264 (-0.62)	-0.699 (-3.71)***	-0.278 (-1.21)										
<i>internetdepr</i>	-0.036 (-0.13)	-0.057 (-0.16)	0.702 (1.36)	0.362 (0.49)	-0.043 (-0.11)	0.205 (0.48)	-2.096 (-3.07)	0.938 (1.13)	0.516 (1.43)	-0.189 (-0.45)										
學校資訊特徵																				
<i>internetpcr</i>	0.291 (1.87)*	-0.078 (-0.45)	-0.610 (-0.79)	1.183 (1.01)	0.302 (1.72)*	-0.165 (-0.87)	-0.746 (-0.79)	0.044 (0.04)	0.400 (2.44)**	0.077 (0.41)										
<i>classpcr</i>	0.140 (0.95)	-0.181 (-0.96)	-0.285 (-0.94)	-1.274 (-1.63)	0.211 (1.16)	-0.159 (-0.77)	0.052 (0.18)	-0.081 (-0.24)	0.355 (1.81)*	-0.024 (-0.09)										
<i>iteacherenough</i>	0.067 (1.58)	0.071 (1.36)	0.251 (3.49)***	0.052 (0.47)	-0.051 (-0.90)	0.052 (0.81)	0.084 (0.68)	0.486 (2.61)***	0.019 (0.40)	0.031 (0.53)										
校長特徵																				
<i>principaledu</i>	0.051 (1.27)	0.118 (2.38)**	0.140 (2.01)	0.396 (3.42)***	0.054 (1.00)	0.114 (1.90)*	0.394 (4.30)***	0.310 (2.75)***	-0.026(-0.54)	0.064 (1.07)										
<i>principalage</i>	-0.007 (-2.14)**	-0.001 (-0.28)	0.005 (0.74)	0.027 (2.49)**	-0.009 (-1.94)*	0.0002 (0.05)	-0.026 (-2.57)***	0.012 (1.07)	-0.006(-1.57)	-0.003 (-0.77)										
<i>principalyear</i>	0.008 (1.34)	-0.0009 (-0.14)	-0.006 (-0.42)	0.026 (1.23)	-0.002 (-0.28)	-0.010 (-1.29)	0.030 (2.25)**	-0.028 (-1.81)*	0.007(0.99)	0.012 (1.40)										
數位學習行為對學習成效之影響 (caliper matching method)																				
具獨立地完成 教師交付的電 腦作業之成效	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control		
	0.633	0.465	0.619	0.613	0.646	0.464	0.607	0.614	0.625	0.485	0.616	0.566	0.701	0.495	0.673	0.706	0.604	0.452	0.592	0.541
	0.167 (8.69)***		0.005 (0.23)		0.182 (5.71)***		-0.007 (-0.12)		0.139 (5.86)***		0.049 (1.70)*		0.206 (5.93)***		-0.032 (-0.70)		0.152 (6.64)***		0.051 (1.61)	
電腦教材輔助 上課具提升學 習興趣之成效	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control
	0.549	0.486	0.607	0.546	0.485	0.392	0.474	0.437	0.576	0.511	0.627	0.531	0.546	0.475	0.636	0.530	0.548	0.461	0.594	0.497
	0.062 (3.21)***		0.061 (2.32)**		0.093 (2.94)***		0.037 (0.59)		0.065 (2.74)***		0.096 (3.30)***		0.071 (2.02)**		0.106 (2.16)**		0.087 (3.79)***		0.097 (3.06)***	
樣本數(配對前- 後)	5401-5246		5401-5201		1818-1647		1818-1371		3583-3439		3583-3476		1654-1374		1654-1240		3747-3637		3747-3412	

註：所有迴歸式均包含常數項。括號中數字為 z 值。***表 1% 的統計顯著水準；**表 5% 的統計顯著水準；*表 10% 的統計顯著水準。

的過度運用網路於人際溝通主要媒介與成為休閒娛樂的管道時，將相對排擠對數位學習之行為近用。

於家長、授課教師、資訊專科教師和校長特徵對數位作業之行為影響部份，實證結果發現父母資訊能力愈高、父母年齡愈輕、父母的教育程度愈高、授課教師派發電腦作業密集度愈高、授課教師教育程度愈高，授課教師自製教材率愈低、資訊專科教師所建置之可上網電腦密集度愈高、和校長年齡愈輕時，將影響學生成為數位作業之高度行為傾向；而觀察線上學習之非學生層面決定因素，則係當父母資訊能力愈高、父母的年齡較輕、授課教師的教育程度愈高、授課教師的服務年資愈久、授課教師自製教材率愈低與校長的教育程度愈高時，將愈使學生進行線上學習之數位學習行為。

綜合兩者，可以發現共同影響數位學習之影響因素為學生資訊能力、接觸電腦年齡、家長資訊能力、家長年齡、教師教育程度、自製教材程度，其中年齡、教育程度變數為過去研究數位行為之慣用變數且係數符號方向相符；又父母之資訊能力愈高，表父母將愈有能力去解決學生所可能面對數位層面之問題，且亦表示父母將愈可能傳輸學生對於數位學習行為之認知，並在學生資訊能力相對充足以配合家長認知態度時，這將使學生在家獲得正面態度去從事數位學習行為。然而，若欲教師授予相關之數位教學，教師便必須在其校內之教學、服務與研究時間以外，另行撥出時間以準備多元教學內容，由實證結果可以得知授課教師多是以仰賴出版商所提供之外部來源多媒體教材。

在對樣本依學制和設校地理區位分群之數位學習行為決定因素的實證結果觀察上，可以發現國中學生之數位學習行為決定因素¹⁸組合不同於小學學生¹⁹，同時可發現都會區²⁰設校之學生數位學習決定因素組合亦不同於偏遠地區²¹；換言之，數位學習行為在不同學生學制與不同設校地理

¹⁸ 影響國中學生在數位作業上的偏向使用決定因素主要為較高學生資訊能力、較低網路使用密度、較早接觸電腦年齡、女性、愈高家長資訊能力、校內具足夠資訊專長教師數與較低多媒體教學密度；影響國中學生在線上學習行為之決定因素包括較高學生資訊能力、愈高的父母教育程度、愈高的電腦作業派發密度、愈高的校長教育程度和校長年齡較為年長。

¹⁹ 影響小學學生在數位作業上的影響因素主要為學生具較高資訊能力、女性、使用 ADSL 寬頻網路、校園較未具開放式電腦環境、較高的父母資訊能力、愈高的父母教育程度、可上網之電腦密度愈高、較低的多媒體教學密度、教師多媒體自製教材愈低；影響小學學生在線上學習之影響因素主要為學生資訊能力愈高、接觸電腦時間愈早、學校具開放式電腦提供、與校長教育程度愈高。

²⁰ 設校於都會區之數位作業行為決定因素為愈早接觸電腦年齡、女性、家長教育程度愈高、授課教師的教育程度愈高、校長的教育程度愈高、校長年齡愈低、校長於該校的年資愈長；觀察都會區線上學習行為之決定因素，則係包括校園具提供開放式電腦使用、家長的教育程度愈高、家長年齡愈輕、具足夠資訊專科教師、授課教師之教育年資愈長、校長的教育程度愈高與校長在該校的年資愈少。

²¹ 偏遠地區之數位作業決定因素包括學生資訊能力愈高、愈少網路使用時間、愈早接觸電腦、女性、使用 ADSL 網路服務、家長的資訊能力愈高、學校可上網之電腦密度愈高、教室中配置電腦率愈高與依賴於出版商所提供之多媒體教材；偏遠地區之線上學習決定因素則係包括學生資訊能力愈高、接觸電腦時間愈早、家長資訊能力愈高、家長年齡愈輕、家長教育程度愈高。

區位下，將受不同之學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長等個體特徵之差異組合影響。

在學習成效的觀察上，本文關心實證結果中兩類別數值，分別為學生在數位學習行為進行後，所能達成之學習成效認知，即為表格中 **Treated** 之數值；另一重點觀察數值則為有和沒有數位學習行為之學習成效認知差異，為表格中 **Treated** 數值減去 **Control** 數值之差額，亦即為數位學習成效之數位落差。以表 4 中全體學生樣本所達成之學習成效實證結果為例，學生進行數位作業行為後，可具獨立完成教師交付數位作業之成效機率和提升學習興趣之成效機率分別為 63.3%與 54.9%，未具數位作業行為之學生，僅有 46.5%和 48.6%的學生認知可獨立完成教師交付的數位作業和可提升學習興趣，數位學習成效落差值分別為 16.7%與 6.2%，其具高度之統計顯著性；在相同觀察實證結果的邏輯下，當學生具線上學習行為時，將可達成獨立完成數位作業成效和提升學習興趣成效將分別為 61.9%與 60.7%，其數位學習落差值則分別為 0.5%與 6.1%；換言之，數位學習之成效達成將具有數位學習之行為專屬性，亦即若學生或校方對於教育目的之擬定在於可自主獨立地使學生完成數位作業時，派發數位作業之效果將優於進行線上學習，然若學生與校方之教育目標係為了提高學習興趣，則進行線上學習之教育策略將優於派發數位作業。

此外，未具數位學習行為之成效認知可被視為雖在實際行為上未進行數位學習，但在意測的情景下，若改為進行行為，應該可能達成的成效比率，觀察表 4 全體學生樣本中的未具數位學習行為之成效值(即 **Control** 數值)，可以發現均是以線上學習所能達成之成效認知為最大，其可能的解釋原因有二，第一，線上學習行為較數位作業具時間新穎性，為後期始被使用之相對高技術複雜之學習行為，故對於學生而言，成效之想像空間自然較數位作業行為為大；第二，亦因為線上學習所需建構的背後平台技術較為高，在執行上也將較具困難度，這將使得學生認知一旦擁有線上學習行為，將享有相對較多的學習功能與具較大的學習成效。

在以分學制之學習成效實證結果中，國中學生在數位作業行為下，對於獨立地完成教師所交付的數位作業與提升學習興趣之學習成效認知影響，分別達 64.6%與 48.5%，同於線上學習行為所能造成的影響(分別為 60.7%與 47.4%)，換言之，對於國中學生而言，不論何種學習成效之教育目的，數位作業將是一種有效率的數位教學做法。然而，反觀小學學生部份，數位作業行為對於兩類別的成效認知影響(分別為 62.5%與 57.6%)與線上學習行為所能達成之成效認知影響(分別為 61.6%與 62.7%)不同，亦即對於小學學生而言，若教育目的在於可獨立地完成教師交付的數位作業成效時，派發數位作業將較為有效，而若教育目的在於提升學習興趣成效，則利用線上學習行為將是一種相對有優勢的教學策略。

若改以設校地理區位觀察，都會區學生在數位作業行為下所達成之學生可獨立地完成教師交付之數位作業成效(70.1%)優於線上學習行為(67.3%)，而在提升學生學習興趣成效下，線上學習

行為之正面成效貢獻(63.6%)則係高於數位作業行為下所能達成(54.6%)；相類似的現象亦可見於偏遠地區樣本所得實證結果，學生可獨立地完成教師交付數位作業之成效達成以數位作業行為(60.4%)為佳，若以達成提升學生學習興趣成效，則以線上學習行為(59.4%)為好。

對於數位學習成效落差的觀察上，在全部學生樣本之實證結果顯示較大之成效落差均形成於數位作業行為，其可能的解釋原因由表 3 的數位作業行為之派發均值為 60.6%之高派發率可以得知，若學生仍未具有數位作業之學習行為，其成效之認知落差感受將會十分明顯；反觀線上學習之低進行比率，代表了大部份學生均未進行過線上學習行為，落差感知將相對不明顯。在依學制和地理區位觀察下，可以發現國中學生之數位學習成效落差深受數位作業行為的影響，而小學、都會區與偏遠地區的學生則是視所欲達成的學習成效，對應特定數位學習行為而來造成最大的數位學習成效落差，即在獨立完成教師交付的數位作業之學習成效落差上係主要因數位作業行為所引起，而提升學習興趣之學習成效落差則是因線上學習行為所導致。

為確認表 4 所得之實證結果係具有一致之穩定性，表 5 為進一步將全體樣本資料分為都會區國中學生、偏遠地區國中學生、都會區小學學生與偏遠地區小學學生等四種類別，觀察數位行為之決定因素，可以發現表 5 中具統計顯著變數之變數係數符號與表 4 相同，然顯著之變數群體略約有所不同，概因樣本已同時納括學生學制與設校地理區位之兩大類別特徵，故所分類的四個樣本將不同的數位學習行為上，具不同之各式特徵影響因子。

在比較表 5 中不同數位學習行為對數位學習成效之影響數值，可以發現無論係四類型樣本中均呈現若實證數位教學的目的在於訓練台灣國中與小學學生之可以獨立地完成教師所交付之數位作業之學習成效時，則數位作業行為將是台灣國中與小學學校所應進行之優先策略，而若所設立之數位教育目標在於可以達成提升學生學習興趣之學習成效時，則線上學習行為當為最應優先被執行之教育作為。在改為觀察數位學習成效落差之實證結果時，國中學生之數位作業行為將塑成最大之數位成效落差，而小學學生在各地地理區位所得最大數位成效落差均為線上學習行為所形成，因此驗證了特定的數位學習行為將會構成特定對應之數位學習成效。

陸、結論

本文係對台灣國中與小學學生數位學習行為之決定因素與其對數位學習成效影響進行分

表 5、區分學制與設校地理區位下之學生進行數位學習之決定因素與對學習成效影響實證結果

	學生進行數位學習行為之決定因素 (probit model-propensity score)															
	國中學生				國小學生											
	都會區		偏遠地區		都會區		偏遠地區									
	數位作業	線上學習	數位作業	線上學習	數位作業	線上學習	數位作業	線上學習								
學生特徵																
<i>iskill</i>	0.014 (2.79)***	0.007 (1.18)	0.013 (3.41)***	0.015 (3.27)***	0.009 (2.56)***	0.012 (2.86)***	0.011 (3.01)***	0.012 (2.86)***								
<i>internetusep</i>	-0.039 (-1.84)*	0.042 (1.62)	-0.049 (-2.86)***	0.017 (0.82)	-0.024 (-1.21)	0.014 (0.66)	-0.024 (-1.41)	0.016 (0.80)								
<i>pccontactage</i>	-0.035 (-2.82)***	-0.039 (-2.41)**	-0.027 (-2.70)***	-0.040 (-3.19)***	-0.018 (-1.71)*	-0.033 (-2.70)***	-0.018 (-1.89)*	-0.040 (-3.41)***								
<i>sex</i>	-0.225 (-4.50)***	-0.014 (-0.23)	-0.258 (-6.41)***	-0.068 (-1.37)	-0.303(-7.30)***	-0.058 (-1.23)	-0.289 (-7.52)***	-0.042 (-0.95)								
<i>pcnum</i>	-0.045 (-1.45)	0.031 (0.81)	-0.004 (-0.19)	0.037 (1.26)	-0.019 (-0.77)	0.016 (0.60)	-0.015 (-0.67)	0.044 (1.66)*								
<i>adsl</i>	0.074 (1.38)	-0.070 (-1.03)	0.105 (2.45)**	-0.041 (-0.79)	0.118 (2.66)**	-0.017 (-0.34)	0.131 (3.20)***	-0.055 (-1.16)								
<i>3gwifi</i>	0.050 (0.55)	0.033 (0.29)	0.016 (0.21)	-0.022 (-0.23)	0.015 (0.19)	-0.034 (-0.38)	0.0009 (0.01)	-0.052 (-0.59)								
<i>openpc</i>	0.092 (0.86)	0.289 (2.42)**	-0.056 (-0.71)	0.075 (0.80)	-0.181 (-2.32)**	0.194 (2.28)**	-0.097 (-1.35)	0.173 (2.16)**								
家長特徵																
<i>parentskill</i>	0.044 (3.19)***	0.046 (2.48)**	0.061 (5.57)***	0.020 (1.44)	0.052 (4.25)***	0.023 (1.64)*	0.070 (6.73)***	0.037 (3.01)***								
<i>parentage</i>	-0.021 (-1.13)	-0.103 (-4.07)***	-0.013 (-0.95)	-0.092 (-5.35)***	-0.018 (-1.26)	-0.069 (-4.20)***	-0.002 (-0.14)	-0.075 (-4.54)***								
<i>parentedu</i>	1.801 (3.44)***	0.180 (0.30)	0.462 (0.75)	2.378 (3.42)***	1.380 (3.02)***	0.065 (0.13)	1.241 (2.75)***	0.118 (0.25)								
任課教師特徵																
<i>mediateachr</i>	-0.347 (-1.65)*	-0.009 (-0.04)	-0.304 (-1.66)*	0.205 (0.93)	-0.217 (-1.25)	0.020 (0.11)	-0.280 (-1.75)*	0.141 (0.78)								
<i>pchomeworkr</i>	1.787 (2.01)**	1.856 (1.64)*	0.866 (1.61)	-0.261 (-0.41)	1.058 (1.88)**	-0.370 (-0.59)	1.093 (2.10)**	-0.821 (-1.34)								
<i>teacheredu</i>	0.363 (1.70)*	0.634 (2.14)**	0.145 (1.06)	0.137 (0.81)	0.231 (1.60)	0.301 (1.77)*	0.222 (1.58)	0.311 (1.85)*								
<i>teachera</i>	0.019 (1.64)*	-0.012 (-0.80)	-0.001 (-0.15)	0.001 (0.10)	0.013 (1.30)	-0.002 (-0.18)	0.014 (1.56)	0.011 (1.04)								
<i>teachyear</i>	-0.027 (-1.82)*	0.038 (2.02)**	0.004 (0.42)	0.022 (1.69)*	0.008 (0.69)	0.028 (2.11)**	-0.008 (-0.76)	0.015 (1.24)								
<i>mediamaker</i>	-0.270 (-1.14)	-0.018 (-0.06)	-0.713 (-3.88)***	-0.306 (-1.36)	-0.626 (-3.23)***	-0.264 (-1.23)	-0.488 (-3.05)***	-0.285 (-1.55)								
<i>internetdepr</i>	-0.352 (-0.82)	-0.038 (-0.69)	0.285 (0.92)	-0.028 (-0.08)	-0.184 (-0.56)	-0.012 (-0.03)	0.159 (0.48)	-0.093 (-0.24)								
資訊專科教師特徵																
<i>internetpcr</i>	-0.806 (-1.26)	0.666 (0.76)	0.346 (2.16)**	-0.025 (-0.14)	0.244 (1.46)	-0.202 (-1.10)	0.339 (2.14)**	-0.022 (-0.13)								
<i>classpcr</i>	0.026 (0.13)	-0.063 (-0.22)	0.248 (1.33)	-0.108 (-0.43)	0.184 (1.06)	-0.196 (-0.98)	0.194 (1.26)	-0.151 (-0.79)								
<i>iteacherenought</i>	0.255 (3.83)***	0.206 (2.09)**	0.040 (0.91)	0.049 (0.88)	-0.003 (-0.08)	0.090 (1.51)	0.049 (1.08)	0.041 (0.74)								
校長特徵																
<i>principaledu</i>	0.208 (3.76)***	0.308 (3.87)***	-0.022 (-0.49)	0.067 (1.19)	0.038 (0.78)	0.101 (1.81)*	0.055 (1.28)	0.108 (2.09)**								
<i>principalage</i>	-0.006 (-1.21)	0.016 (2.10)**	-0.005 (-1.36)	-0.003 (-0.77)	-0.011 (-2.74)***	-0.005 (-1.08)	-0.007 (-2.08)**	-0.00002 (-0.01)								
<i>principalyear</i>	0.007 (0.77)	-0.015 (-1.29)	0.008 (1.13)	0.015 (1.85)*	0.005 (0.75)	-0.003 (-0.44)	0.006 (0.95)	-0.005 (-0.74)								
數位學習行為對學習成效之影響 (caliper matching method-average treatment effect on the treated)																
培育學生具獨立地 完成教師交付的數 位作業之學習成效	<u>Treated</u> 0.662	<u>Control</u> 0.473	<u>Treated</u> 0.656	<u>Control</u> 0.607	<u>Treated</u> 0.624	<u>Control</u> 0.485	<u>Treated</u> 0.603	<u>Control</u> 0.566	<u>Treated</u> 0.637	<u>Control</u> 0.511	<u>Treated</u> 0.625	<u>Control</u> 0.591	<u>Treated</u> 0.623	<u>Control</u> 0.478	<u>Treated</u> 0.614	<u>Control</u> 0.562
	0.189 (7.43)***		0.048 (1.23)		0.139(6.65)***		0.036 (1.24)		0.126 (5.81)***		0.033 (1.22)		0.144 (7.08)***		0.051 (1.91)*	
使學生具提升學習 興趣之學習成效	<u>Treated</u> 0.516	<u>Control</u> 0.452	<u>Treated</u> 0.587	<u>Control</u> 0.527	<u>Treated</u> 0.545	<u>Control</u> 0.440	<u>Treated</u> 0.595	<u>Control</u> 0.556	<u>Treated</u> 0.565	<u>Control</u> 0.527	<u>Treated</u> 0.624	<u>Control</u> 0.532	<u>Treated</u> 0.556	<u>Control</u> 0.482	<u>Treated</u> 0.607	<u>Control</u> 0.530
	0.064 (2.48)**		0.060 (1.48)		0.104(4.95)***		0.038 (1.29)		0.037 (1.71)*		0.091 (3.31)***		0.074 (3.59)***		0.076 (2.85)***	
樣本數(配對前-後)	2914-2682		2914-2483		4305-4227		4305-4113		4141-3983		4141-3983		4843-4666		4843-4606	

註：所有迴歸式均包含常數項。括號中數字為 z 值。***表 1% 的統計顯著水準；**表 5% 的統計顯著水準；*表 10% 的統計顯著水準。

析，並以在不同的學生學制和設校地理區位下之數位學習成效落差予以研析。在使用傾向機率配對方法實證分析後，發現學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長等五個構面之特徵決定因素，會因為不同學制、不同地理區位與包括學生數位作業與線上學習之不同數位學習行為而有所不同。

在對數位學習成效的影響上，當教育單位所設定之學生數位教育目的在於培育學生具獨立地完成教育所交付的數位作業之學習成效時，則無論如何分類學生樣本，均可以發現進行數位作業行為係最佳之學習行為策略；然若數位教學成效係鎖定在提升學生之學習興趣時，則在小學樣本、都會區樣本、偏遠地區樣本、都會區國中學生樣本、偏遠地區國中學生樣本、都會區小學學生樣本與偏遠地區小學學生樣本中的實證結果均可以發現線上學習行為係相對優勢之數位教育策略，而在國中學生樣本中仍是依數位作業行為相對有效；換言之，特定的數位學習成效將有依賴於特定且特徵可相對應之數位學習行為執行後，始可達成。

最後，於數位學習成效之數位落差觀察上，實證結果亦呈現在數位作業所構成之較大數位落差歸屬於具獨立地完成教育所交付的數位作業之學習成效，而提升學生之學習興趣下之最大數位落差為屬線上學習行為。故在本文所得之實證結果，將可具體建議教育部門，若為建構我國國中與小學學校為數位學習環境，不同僅偏注於學生或是教師層面，必須同時對學生、家長、授課教師、資訊專科教師與校長等五個構面誘使其具資訊近用之顯性特徵，而在建構有效數位學習環境後，則必須視所視所欲達成之數位學習成效，執行有效且相對應之數位學習行為。

參考文獻

- 方武昌（2003）。**國小學童資訊學習適應之相關因素研究－以澎湖地區為例**（未出版碩士論文）。國立臺南大學國民教育研究所，臺南市。
- 趙貞怡（2003）。國小二年級學童數位學習能力與策略之研究。**師大學報：科學教育類**，48（2），197-224。
- 吳佳輝（2004）。社會支持對網路成癮的影響。**資訊社會研究**，7，173-189。
- 王奐敏（2005）。不利偏遠地區學校資訊素養教育推動因素之研究（未出版碩士論文）。國立交通大學傳播研究所。

- 廖俊雄、陳俊偉、張湄萱 (2011)。國內第三代行動電話服務之需求預測。 *電子商務學報*, 13 (1), 169-196。
- 陳台翎 (2012)。 *國中小學生數位學習機會關係模式之研究* (未出版碩士論文)。國立宜蘭大學應用經濟與管理研究所。
- Agarwal, R., & Day, A.E. (1998). The impact of the Internet on economic education. *The Journal of Economic Education*, 29, 99-110.
- Anstine, J., & Skidmore, M. (2005). A small sample study of traditional and online courses with sample selection adjustment. *The Journal of Economic Education*, 36, 107-127.
- Brown, R.H., Barram, D.J., & Irving, L. (1995). Falling through the Net: A survey of the “have nots” in rural and urban America. Retrieved from the <http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/fallingthru.html>
- Brown, B.W., & Liedholm, C.E. (2002). Can web courses replace the classroom in principles of microeconomics? *American Economic Review*, 92, 444-448.
- Dehejia, R.H., & Wahba, S. (2002). Propensity score matching methods for nonexperimental causal studies. *Review of Economics and Statistics*, 84, 151-161.
- Figlio, D.N., Rush, M., & Yin, L. (2010). Is it live or is it internet? Experimental estimates of the effects of online instruction on student learning. *The National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 16089*.
- Goolsbee, A., & Klenow, P.J. (2002). Evidence on learning and network externalities in the diffusion of home computers. *Journal of Law and Economics*, 45, 317-343.
- Greenstein, S., & Prince, J. (2006). The diffusion of the internet and the geography of the digital divide in the United States. *The National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 12182*.
- Hargittai, E. (2003). The digital divide and what to do about it. In D.C. Jones (Eds.), *New Economy Handbook* (pp. 822-841). CA: Academic Press.

- Kraemer, K.L., Ganley, D., & Dewan, S. (2005). Across the digital divide: A cross country multi-technology analysis of the determinants of IT penetration. *Journal of the Association for Information Systems*, 6, 409-432.
- Liaw, S.S., Huang, H.M., & Chen, G.D. (2007). Surveying instructor and learner attitudes toward e-learning. *Computers & Education*, 49, 1066-1080.
- Losh, S.C. (2004). Gender, educational and occupational digital gap. *Social Science Computer Review*, 22, 152-166.
- Losh, S.C. (2010). Gender, education, gender, and ethnicity in American digital divides. In E. Ferro, Y.K. Dwivedi, J.R. Gil-Garcia, & M.D. Williams (Eds.), *Handbook of research on overcoming digital divide: Constructing an equitable and competitive information society* (pp. 196-222). Hershey: IGI Global.
- Mills, B.E., & Whitacre, B.E. (2003). Understanding the non-metropolitan-metropolitan digital divide. *Growth and Change*, 34, 219-243.
- Morri, A. (1997). A bright future for distance learning: One touch/hughes alliance promotes interactive "e-learning" service. *Telephony Online*.
- Moss, M., & Mitra, S. (1998). Net equity: A report on income and internet access. *Journal of Urban Technology*, 5, 23-32.
- Navarro, P., & Shoemaker, J. (2000). Policy issues in the teaching of economics in cyberspace: Research design, course design, and research results. *Contemporary Economic Policy*, 18, 359-366.
- Quibria, M.G., Ahmed, S.N., Tschang, T., & Macasaquit, M.R. (2003). Digital divide determinants and policies with special reference to Asia. *Journal of Asian Economics*, 28, 811-825.
- Rice, R.E., & Katz, J.E. (2003). Comparing internet and mobile phone usage: digital divides of usage, adoption, and dropouts. *Telecommunications Policy*, 27, 597-623.
- Rosenbaum, P.R., & Rubin, D.B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70, 41-55.
- Rosenberg, M.J. (2001). *e-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*. McGraw-Hill Co: US.

Yuguchi, K. (2008). The digital divide problem: An economic interpretation of the Japanese experience. *Telecommunications Policy*, 32, 340-348.

Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R.O., & Nuamaker, J.F. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information & Management*, 43, 15-27.