

H·EDU

數位學習系列

宋曜廷、張國恩 總主編

數位學習研究方法

Research Methodology for e-Learning

宋曜廷 主編

宋曜廷、吳昭容、劉子鍵、廖遠光、洪煌堯、吳心楷、藍玉如、
周 倩、廖楷民、辛靜婷、潘佩妤 合著



1010 1010
101010 101010
1010101010101
10101010101
10101010
10101
10
1

數位學習系列叢書 1

數位學習 研究方法

宋曜廷 主編

宋曜廷、吳昭容、劉子鍵、廖遠光、洪煌堯、吳心楷、
籃玉如、周 倩、廖楷民、辛靜婷、潘佩好 合著

*Research
Methodology for
e-Learning*

高等教育出版

作者簡介（依章次排列）

宋曜廷

現職：

臺灣師範大學教育心理與輔導學系研究講座教授

臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心主任

臺灣師範大學研究發展處研發長

研究方向與成果：

宋教授的研究方向為教育心理學、教育測驗與評量、電腦輔助學習、電腦輔助測驗與評量、職涯資訊系統等。目前已發表相關國際期刊論文五十餘篇，其所研發的電腦化教學、學習和評量等系統，每年皆有數十萬的教師和學生使用。宋教授的研究成果，獲得許多研究獎勵，包括兩次行政院國科會的傑出研究獎。

廖楷民

現職：

臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心助理研究員

吳昭容

現職：

臺灣師範大學教育心理與輔導學系副教授

研究方向與成果：

吳副教授的研究專長為數學認知，主題以數學推理與數學文本的眼動研究為主，常用實驗法的方式操弄材料來觀察學生表現的變化，據此推論其數學思維或閱讀過程的認知歷程。在數位學習領域則參與促進推理能力的數位介面設計，期能透過實徵研究發展出能提升幾何臆測與樣式發現能力的輔具。

劉子鍵

現職：

中央大學學習與教學研究所／師資培育中心教授

中央大學學習與教學研究所所長

研究方向與成果：

劉教授的研究方向為教學與學習科學、數位學習之認知歷程、創新科技之教育應用、數位學習與評量等。目前已發表二十多篇與研究主題有關之國際學術期刊論文，其中有多篇論文廣被研究同好引用。劉教授深耕學術研究，研究表現屢獲肯定。他連續多年榮獲中央大學研究傑出獎，曾於 98 年榮獲國科會「傑出學者養成計畫」的獎勵（三年期），並於 100 年獲得國科會「優秀年輕學者研究計畫」的獎勵（三年期）。

廖遠光

現職：

臺灣師範大學教育學系教授

臺灣師範大學教育評鑑與研究中心主任

研究方向與成果：

廖教授的研究方向為數位學習研究、多媒體教學設計、科技與性別研究、後設分析研究等。目前已發表之相關期刊論文及研討會論文凡數十篇。廖教授的研究成果，獲得許多研究獎勵，包括國際資訊科技與師範教育學會頒發之「科技與師範教育量化研究生涯貢獻獎」、全國教育年會之「木鐸獎」與「服務獎」各乙次及行政院國科會的甲種研究獎勵 13 次。

洪煌堯

現職：

政治大學教育學系副教授

研究方向與成果：

洪副教授的研究方向為學習科學（learning sciences）、電腦輔助合作學習（computer supported collaborative learning）、知識創新（knowledge

creation) 等。目前已發表 10 餘篇文章於相關國際期刊 (如 Journal of Educational Psychology, Journal of the Learning Sciences, Instructional Science, and Educational Technology Research and Development 等)。

吳心楷

現職：

臺灣師範大學科學教育研究所研究講座教授

研究方向與成果：

吳教授的研究聚焦於學習科技、探究能力、及科學建模等主題。過去數年已累積了超過 20 篇的中英文期刊論文，並擔任國內外多本學術期刊的編輯及審查委員。吳教授的研究成果及其對科教領域的貢獻，獲頒 97 年度國家科學委員會傑出研究獎，並於 2008 年受到美國科教學會年輕學者獎 (NARST Early Career Award) 的肯定，成為第一位亞洲的獲獎學者。

辛靜婷

現職：

美國威斯康辛大學麥迪遜分校課程與教學所博士候選人

研究方向：

主要在於社會文化理論與多元讀寫學習、質性研究法及分析軟體、幼兒科學教育等。目前已發表研究成果於國際期刊，並榮獲教育部留學獎學金及時報文化基金會青年學者獎的肯定。

潘佩好

現職：

臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心研究員

籃玉如

現職：

臺灣師範大學應用華語文學系助理教授

研究方向與成果：

藍助理教授的研究方向為科技輔助語言學習、虛擬情境語言學習、行動語言學習、語言教師資訊素養培訓等。目前已發表相關研究論文四十餘篇，其所研發的閱讀平台，已經在臺灣以及新加坡多所小學實際使用與推廣；華人文化學習平台從 2010 年 6 月啟用，至 2011 年 9 月，已有來自 53 個國家／地區的華語教師與學習者超過 3700 次的使用。

周倩

現職：

交通大學講座教授

交通大學教育研究所教授兼所長

交通大學師資培育中心主任

研究方向與成果：

周教授的研究方向為資訊素養與倫理、資訊行為與使用心理、數位學習、學習科技等。研究成果曾獲三次國科會傑出研究獎勵，現為國科會特約研究人員。其所製作之「資訊素養與倫理」大學通識課程線上教材，現有三十多所大專院校採用。其長期維運之「中小學網路素養與認知」網站（www.eteacher.edu.tw），作為國內中小學教師推展資訊倫理時最常使用的網站之一。

「數位學習系列叢書」總序

1990 年，MIT Media Lab 的主任 Nicholas Negroponte¹ 曾預言：未來，電腦會像空氣一樣，無所不在。隨著電腦科技的突飛猛進，人手一部行動載具的夢想已非遙不可及；隨著訊息儲存和應用方式的改變，特別是雲端技術的應用，隨時隨地透過手持電腦來擷取和應用資訊亦已指日可待。如果廣義的資訊流可以作為電腦的同義詞，那麼，Nicholas Negroponte 的夢想在可預見的未來就會被實現。

在電腦和訊息無所不在的數位環境中，改變最大的除了生活型態和工作型態之外，應該就是學習型態。「數位學習」（e-Learning）就是因應學習與教學方式的改變，而整合了數位科技和學習／教學兩個領域的新領域。由於幾乎所有學科領域都牽涉到電腦或數位科技的應用，也都有學習和教學活動的進行，因此，近 20 年來，數位學習扎根於各學科領域（如教育、商業、醫學、理化、工程……等），對教學和學習之效果的促進和型態的革新，產生了莫大的影響。無怪乎 Stanford 大學 SRI International 主任 Robert Kozma² 認為，數位學習可說是近 20 年來在教育領域中最蓬勃發展且最有生產力的學術研究領域。

然而，雖然全球都認同數位學習的重要性與影響力，但在華人地區的學術界中，透過華文來介紹和傳播數位學習領域知識的書籍，卻付之闕如，因此，截至目前為止，數位學習知識的流通和傳遞並不活絡。各學科領域在應用數位學習的進展如何？有哪些數位學習的模式和策略是最為有效？數位學習和教學環境的品質如何管控與提升？不同類型的數位學習活動適合使用何種研究方法來探究？諸如此類問題的討論與回應，不僅有助於凝聚學者的智慧，將數位學習領域成果最大化和明確化，更能加速建立數位學習自身的基礎理論和方法論，以期能發揮更深、更遠的影響力。

根據 Chang、Wang 與 Chen³（2009）的統計，目前臺灣的數位學習研究在國際期刊論文發表的數量上已經是全球第三，僅次於美國和英國。這些學術研究的成果涉及各個學科領域，但可惜的是，因為這些成果皆發表在專業學術期刊，因此，受益的多是學界的「小眾」，一般的學生或非數位學習領域的人士並不容易理解及受惠。如果能夠將這些分布於各界的智慧加以有系統的整理、集結、並轉換，相信數位學習的知識和成果必能對「社會大眾」發揮強大的影響力。

臺灣高等教育出版社基於推廣和傳播數位學習知識和成果的重要性，邀請我們兩位擔任「數位學習系列叢書」的總編輯，協助規劃目前在數位學習領域的重要主題，並且邀約相關的學者專家進行撰述的工作。我們覺得這個工作雖然不容易，但卻是非常的有意義，因此答允戮力而為。經過仔細思考後，先規劃 11 個主題，並邀請目前各該領域的翹楚擔任編纂或撰述的工作。這些主題雖無法涵蓋目前數位學習領域的所有研究方向，但已大致能含括臺灣學界目前在數位學習領域較有具體成果的主題。我們相信，跨出這一步之後，未來一定會有更多更具前瞻性的成果陸續會被彰顯。我們也期許，透過專業人士的共同努力，不僅能持續提升臺灣數位學習在國際的能見度，類似於「數位學習系列叢書」這樣的專著，也將對華人社會的數位學習研發與應用，產生更為卓著的貢獻。

這套叢書能夠面世，要特別感謝所有慨允協助撰述的專家學者們。他們願意將寫論文的時間挪出來，花心思來整理數位學習領域的研究成果，以造福更多的社群成員，其精神可感。其次要感謝高等教育出版社為這套書在出版過程中，鉅細靡遺的排版和校稿，讓所有學者的努力以最美好的面貌跟讀者見面。

我們期許當電腦或資訊流像空氣一樣圍繞在我們的周遭時，社會大眾會因為這套叢書的出現而更能發揮數位學習的效益。我們相信，這將不會只是個夢想，而會是本系列叢書所有作者社會責任的實踐成果。

¹ Negroponte, N. (1991). Products and services for computer networks. *Scientific American*, 265(3), 76-83.

² Kozma, R. (2000). Reflections on the state of educational technology research and development. *Educational Technology Research and Development*, 48(1), 5-15.

³ Chang, M., Wang, C.-Y., & Chen, G. D. (2009). National Program for e-Learning in Taiwan. *Educational Technology & Society*, 12(1), 5-17.

辛曜廷 張國恩
謹識

2011 年 10 月

數位學習系列叢書

宋曜廷、張國恩 總主編



數位學習研究方法

宋曜廷

臺灣師範大學



數位學習品質管理

張國恩

臺灣師範大學

宋曜廷

臺灣師範大學

財團法人中衛發展中心

數位學習品質服務中心



遊戲式數位學習

孫春在

交通大學



未來教室與行動學習

陳德懷

中央大學



語文數位學習

柯華威

中央大學



資訊素養

周倩

交通大學

林菁

嘉義大學



科學數位學習

張俊彥

臺灣師範大學



模擬學習

黃福坤

臺灣師範大學



電腦化測驗理論與實務

宋曜廷

臺灣師範大學

陳柏熹

臺灣師範大學



數學數位學習

吳昭容

臺灣師範大學



數位心理學

「數位學習研究方法」主編序

如果將資訊融入教學、電腦輔助教學與學習、遠距學習等領域都納入廣義的數位學習，那麼數位學習領域的發展已經超過了一甲子；而近 10 年來，因為多媒體、網路和行動科技等發展，更讓數位學習在各學科領域備受重視，也吸引許多特定學科領域，例如工程、醫學、護理、商管等學者跨領域進入到數位學習的領域，這些學者一方面希望藉由數位學習的理論和技術改變他們原先的教學型態，另一方面則希望引進數位學習的方法和技術到他們的學科領域中進行研究。以國際知名的數位學習研究期刊 *Computers & Education* 為例，在 2010 ~ 2011 年期間發表的 442 篇文章中，其作者的背景專長廣及 358 個系所。再以國科會科教處資訊教育學門在 2010 ~ 2011 兩年的申請案為例，申請通過案件共 208 件，這些申請通過者所在系所的數目就高達 103 個系所。參與者眾，一方面凸顯數位學習科際整合的特性，但隨之而來也可能產生兩個層次的問題。

第一個問題在研究者個人層次。由於不同學者的專業背景不同，所受的數位學習背景知識訓練也多所歧異，如果再加上數位學習研究方法的訓練有限，常會導致所提出的計畫品質不佳而難以取得經費，或者寫出來的論文嚴謹度不夠，不易登載在好的期刊，發揮傳播知識的作用。無論何者，對於有心於數位學習的研究者而言，都易生挫折。工欲善其事，必先利其器。了解數位學習方法，是跨領域學習者進入數位學習領域的重要步驟。

第二個問題在整個數位學習社群的層次。知名的創造力學者 F. Csikszentmihalyi¹ (1996) 認為，一個領域的知識積累到一定程度時，可以形成一個學門，但構成一個學門的要件，除了學門本身的知識外，還要有屬於學門自身的研究方法。廣義的數位學習領域近幾十年來知識的發展雖然有很大一部分是出自於借用其他領域既有的理論（如學習心理學），但近 10 年來也逐漸發展出專屬於自己的領域知識，以及特定的領域研究問題（典型問題如網路沉迷或虛擬人際關係），因此具備成為學門的第一

個條件。但是，數位學習領域的研究方法卻仍在蹣跚起步，嘗試建立自身特有的研究方法（如網路調查和虛擬俗民誌）。不論是建立領域特有的知識或方法，都代表了建立數位學習社群研究者之間共同語言。特別是在背景分歧的數位學習領域，如果能夠以研究方法作為建立共同語言的第一步，社群的智慧將更容易凝聚累積，知識的傳遞也將更為有效。

本書撰寫的目的就是希望提供數位學習社群研究者一些在研究方法上的共同語言。在研究方法的選取上，大致依循三個原則：一、先從較基礎，但應用廣泛的方法介紹起，讓一般入門的讀者也能使用。二、質性、量化和混合取向的研究方法都能含括進來。三、所有的例子均必須和數位學習的情境有關。在這三個原則下，我們針對所擬出來的方法類型，邀請對這個方法熟悉且實際應用過這些方法於數位學習的研究者進行撰述。由於這些作者都是目前數位學習領域資深的研究者，經由他們的現身說法，可以對這些方法在數位學習脈絡的應用有更透徹的展示與釐清。

由於這本書強調的是較基礎、應用較廣泛的方法，因此，目前正在發展的一些特定的方法，例如虛擬俗民誌、量化內容分析、人機互動分析等並沒有被含括在內。我們希望以後能另有專書介紹。

¹ Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York, NY: Harper Collins.

朱曜廷

謹識 2011 年 10 月

目錄

「數位學習系列叢書」總序

「數位學習研究方法」主編序

1 數位學習研究的變遷：學習理論、科技工具 與研究方法的互動／宋曜廷、廖楷民 1

- 1.1 前言 2
- 1.2 學習理論派典的變遷 3
- 1.3 科技在教學應用的變遷 13
- 1.4 數位學習研究的趨勢分析 17
- 1.5 結論與展望 28

2 實驗法在數位學習研究的應用 ／吳昭容、劉子鍵 43

- 2.1 前言 44
- 2.2 實驗法的概念與類別 45
- 2.3 單因子獨立樣本設計之範例與說明 49
- 2.4 單因子相依樣本設計之範例與說明 53
- 2.5 以交互作用為重點的設計 58
- 2.6 混合設計之範例與說明 64
- 2.7 實驗法的限制與建議 67

3	調查研究法在數位學習的應用／宋曜廷	73
3.1	調查研究法的意義與發展	74
3.2	調查研究法的類別	75
3.3	執行調查研究法的程序	78
3.4	調查研究法的限制與應注意事項	82
3.5	網路調查研究	84
3.6	調查研究法在數位學習與網路心理歷程的應用	97
3.7	結語	103
4	後設分析及其在數位學習上的應用／廖遠光	109
4.1	前言	110
4.2	後設分析的意涵	111
4.3	後設分析的優點與批評	113
4.4	後設分析的實施步驟	116
4.5	後設分析在數位學習的應用	123
4.6	結語	130
5	扎根理論研究法在數位學習研究上的應用 ／洪煌堯	137
5.1	前言	138
5.2	扎根理論研究法的意涵	138
5.3	扎根理論研究法的發展過程	140
5.4	扎根理論研究法的特色	143
5.5	扎根理論研究法的設計	148
5.6	扎根理論研究法的實施程序	149
5.7	扎根理論研究法於數位學習研究上之應用	156
5.8	結語	158

6 數位學習研究中質性資料的管理與分析： 以 NVivo 軟體的使用為例／吳心楷、辛靜婷 163

- 6.1 前言 164
- 6.2 質性資料分析軟體的功能、特性與限制 166
- 6.3 質性資料的蒐集、記錄和管理 177
- 6.4 質性資料分析與編碼 184
- 6.5 研究發現與資料呈現 196
- 6.6 研究信實度 199
- 6.7 結論與展望 203

7 混合研究在數位學習的應用／宋曜廷、潘佩好 209

- 7.1 前言 210
- 7.2 混合研究的意義與功能 213
- 7.3 混合研究的流程 216
- 7.4 混合研究的設計方法 224
- 7.5 混合研究在數位學習研究的應用 226
- 7.6 結論 233

8 設計式研究方法在數位學習研究的應用 ／藍玉如 239

- 8.1 設計式研究法的意義與特質 240
- 8.2 設計式研究法的研究設計原則 252
- 8.3 設計式研究法在數位學習的應用實例 258
- 8.4 結論與展望 263
- 附錄一 267

9 資訊時代中數位學習之學術研究倫理：理念與挑戰

／周倩 271

9.1 前言 272

9.2 學術研究倫理之基本概念 272

9.3 學術研究之不當行為 275

9.4 新興網路科技之學術研究倫理議題與挑戰 282

9.5 資訊時代中數位學習研究者應有的研究倫理作為 287

9.6 結語 290

1

數位學習研究的變遷： 學習理論、科技工具與 研究方法的互動

宋曜廷

臺灣師範大學教育心理與輔導學系

廖楷民

臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心助理研究員



1.1 前言

近幾年來，研究方法的變遷成為許多社會科學領域關注的議題，例如 Hsieh 等人（2005）發現，1995～2004 年期間，發表在教育心理學主要期刊的文章中，實驗研究的數量有減少的趨勢。Savenye 與 Robinson（2004）探討當新科技產生或學習環境（learning settings）中科技使用的方式轉變時，是否有新的研究主題與研究方法發展出來，結果發現，1980～2000 年這 20 年來 ERIC（Education Resources Information Center）資料庫所收錄的文章中，應用質性方法來進行研究的比例在過去幾年內迅速的增加，這種現象可能與數位學習技術的演進有關。由此可知，正如研究主題會隨著時代而改變，研究方法也會因時間而變遷。如果能對研究方法變遷的趨勢有所掌握，同時能了解影響變遷背後的原因，將可協助研究者更能掌握研究的脈動，產生更具前瞻性且更合宜的研究成果。

研究方法的改變，主要原因有以下幾項：一為科學哲學派典的改變（宋曜廷、潘佩妤，2010；Guba & Lincoln, 1994, Kuhn, 1970），例如從實徵主義轉移到建構主義，連帶地也影響到學門中的方法論，從強調控制式的實驗轉而重視自然環境中的觀察與詮釋；二為新研究工具的發展，例如眼動儀和腦波儀的普及，讓更多心理學的研究以生理特性為觀察變項；結構方程模型（structural equation modeling）讓更多社會學研究採取量化取向；網際網路的發展，讓網路調查（internet survey）更為普及；三為新興學說的崛起，讓研究者對於研究主題的興趣改變，而探討不同主題經常帶動不同研究方法的需求，例如對於數位學習工具在真實環境（如教室）的應用狀況比其在實驗室情境應用的狀況還要值得關注，但在複雜學習環境中，往往會同時關注學習歷程和學習結果，然而，這兩方面變項適用的研究方法極為不同。

數位學習（e-Learning）乃指透過各種電子媒介，例如電腦、網路、互動電視、光碟片、衛星傳送……等來傳遞教學內容，或是透過這些電子媒

介進行教學或學習的作法（American Society of Training and Development, 2011; Clark & Mayer, 2008）。由於數位學習屬於科際整合領域，至少受到學習科學中的學習理論和資訊科技中的資訊技術所影響，再加上跨領域應用者各自的領域知識（domain knowledge），交互作用之下，相較於其他的領域，例如教育心理學或社會學，影響數位學習領域研究方法變化的因子更為多元（Kozma, 2000），因此，了解數位學習領域研究方法的變遷，以及造成這些變遷背後相關的因素，可以讓數位學習研究者更彈性的因應研究需求，採取最適切有效的方法來回答研究問題。

本文的目的即在於，透過分析兩本以數位學習知名的期刊——*British Journal of Educational Technology*（簡稱 BJET）與 *Educational Technology Research and Development*（簡稱 ETR&D），了解這兩本期刊於 1985 ～ 2008 年之間所發表的文章，在研究方法、應用的學習理論派典，以及使用的資訊科技工具上的改變情形，並探討三者之間的互動關係，最後並對後續數位學習研究方法的使用提出建議。

1.2 學習理論派典的變遷

雖然目前許多學者認為，對「學習」的探討牽涉到心理學、語言學、人工智慧、神經科學等，因此，學習本身已經可以成為一門學習科學（learning sciences），但影響目前數位學習領域發展最大者，仍是學習心理學。早期心理學對學習現象的探索，若溯自 1920 年代行為學派發展至今，已有約 80 年的歷史。Greeno、Collins 與 Risnick（1996）在對近百年的認知與學習進展上作區分時，認為大致上可以分成三個階段：第一階段為「行為／經驗」觀點（behaviorist/empiricist view），以行為學派為代表；第二階段為「認知／理性」觀點（cognitive/rationalist view），以認知學派，包含訊息處理論和認知建構論為代表；第三階段為「情境／實用－社會歷史」觀點（situative/pragmatist-sociohistoric view），以情境認知論和社會建構論為代表。以下將依上述三個階段再將學習理論細分成行為主義

(behaviorism)、訊息處理 (information processing)、認知建構 (cognitive constructivism)、社會建構 (social constructivism)，並加入情意的架構來說明整個數位學習的學習理論使用，最後再根據不同學習理論派典對於「求知」(knowing)、「學習」(learning)、「教學」(instruction)、「評量」(assessment)以及「在數位學習的應用」等五個面向的觀點加以分析。

1.2.1 行為主義

1. 對「求知」的看法

行為主義重視的是外顯的、可測量的行為，並試圖發現可以用來預測這些行為的普遍法則。而這些法則中，最普遍的就是刺激 (stimulus) 和反應 (response) 的連結 (S-R)，並且只關心何種刺激在何種條件下，可以和何種反應建立連結。至於刺激跟反應間的連結為何，則不是科學的心理學應該探究的，由此可知，行為學派並不關心求知的問題。

2. 對「學習」的看法

學習就是外顯行為的建立和改變，也就是刺激和反應連結關係的建立、累積和改變。早期的古典制約理論，透過接近律、練習律和效果律來建立刺激和反應的連結 (Thorndike, 1913)，而後來的操作制約則透過增強原理 (reinforcement) 的方式來塑造行為 (Skinner, 1953)。

3. 對「教學」的看法

操作制約的原則在教學上的應用，強調在教學前應先了解學生的起點行為，然後將要達到的終點行為，加以細部分解，一直到與起點行為銜接，成為一個個小單元，然後再依據練習、增強和回饋的原理，一步步教給學生。其所發展出的教學原理包括編序教學、精熟學習、行為改變技術等。

4. 對「評量」的看法

雖然行為學派對於評量的作法缺乏特定主張，但其起點行為（起始狀態）和終點行為（目標狀態）的測量，為近代教學評量的觀點立下基礎，而其強調對於評量結果的回饋，也成為後續形成性評量重要的理論依據之一。

5. 在數位學習的應用

行為學派的「編序教學機」可視為現代電腦輔助教學或學習的濫觴。其依增強原理強調嚴格的對學習進度進行外部控制（external control），這在早期雖然獲得迴響，但在 1980 年代以後，許多電腦輔助學習研究者因為學習者自主觀點的影響，也對學習者控制或外部（電腦）控制的機制進行很多研究，例如檢驗精熟導向的課程中是否應增加、減少或固定不變其測驗標準（Reiser, Driscoll, & Vergara, 1987）；或是檢驗利用微電腦自訂進度之教學法的有效性（Belland, Taylor, Canelos, Dwyer, & Baker, 1985）。

1.2.2 訊息處理

1. 對「求知」的看法

在訊息處理論中，個體被視為一個接收、處理和儲存符號的系統，透過此一符號處理系統的運作機制（注意、短期記憶、長期記憶、認知監控等），可以把外在客觀的知識實體轉換為個人的內在知識表徵。基本上，「傳遞／處理」觀點對知識形成的看法與行為學派一樣，即假定有一個獨立於個人之外的真實世界，而個人的知識來源則是透過其經驗將外在世界加以轉換而得到的（Driscoll, 1994）。

2. 對「學習」的看法

從個人訊息處理系統來看，「學習」的發生可以視為個人在認知系統

中，所儲存的訊息「量」的增加和「質」的轉換。就量的增加而言，長期記憶中的知識內容增加即代表學習的發生（Mayer, 1992）。就質的轉變而言，個體所習得的知識表徵由「陳述性」的知識轉化為「程序性」的知識（Anderson, 1983），或由「控制式」（controlled）的處理轉化為「自動式」的處理（Shiffrin & Schneider, 1977），或者就複雜學習而言，由粗略運作不良的「心理模型」（mental model）轉化為精緻的、運作順利的「心理模型」（Gentner & Stevens, 1983; Johnson-Liard, 1983; White & Frederiksen, 1986），這些都可視為訊息處理「質變」的代表。在這樣的看法下，學習被視為「知識的接收」（knowledge acquisition）和「知識的轉換」（knowledge transformation），學習者則為訊息的處理者或接收者，而教師則為訊息的散播者（Mayer, 1992）。

3. 對「教學」的看法

由於此階段之學習強調訊息的接收和轉換，因此，在教學環境中，教師的角色是訊息的分配者（dispenser）、學習步伐的調節者，以及學習成果的監督者，教師在教學情境中應扮演主動的角色。

在此階段中，關於教室教學較重要的議題大致集中在三方面（Pintrich, Cross, Kozma, & McKeachie, 1986）：一為歷程—結果（process-product）取向的研究，關心的重點為教師的教學行為（如提供訊息的方式、問問題的策略和回饋的給予等）對學生的學習歷程（如學生做作業的時間多寡、專注投入的時間長度等）與學習效果的影響；二為教室的組織與管理，關心的重點為教室內教學活動的組織和團體的特性對教師和學生會產生何種影響，應如何改進；三為學生認知歷程的研究。此時，漸有學者注意到，除了作業時間的多寡之外，另外影響學生學習效果的因素尚包括學生的認知（如學習策略的應用等）和動機狀態（如對教師行為的覺知和判斷等）。

4. 對「評量」的看法

在此階段中的學習成果測量，與一般傳統教室中的測量方式相較，並無太大進展。訊息增加的多寡和認知技能執行的流暢性仍是關注的重心，

因此，一般測量中的正確度和速度仍為焦點。雖然此階段中已有若干學者嘗試將認知歷程的成分作為評量的對象（如閱讀歷程中的解碼、字意觸接、句意整合等）（Frederiksen, Warren, & Rosebery, 1985），但成果仍屬有限。而認知成分分析的嘗試對下一階段認知（成分）測量的成熟，仍有不少的影響。

5. 在數位學習的應用

訊息處理學習論在數位學習上的應用，例如 Acker 與 Klein（1986）比較以電腦呈現和以錄影帶呈现在視覺空間作業表現的差異；Jandreau、Muncer 與 Bever（1986）研究不同的字距對閱讀效率的影響。

1.2.3 認知建構

上述將學習者視為訊息接收者和轉換者的觀點在 1980 年代中期漸有改變，主要原因是心理學者漸漸重視建構主義中的個人「認知建構論」（cognitive constructivism）的看法，強調個體主動選擇訊息、詮釋訊息和創造意義的能力。

1. 對「求知」的看法

「建構／改變」觀點認為，求知的本質為個體自身對於外在事件（現象）的詮釋，以及主動建立其意義的過程。

不同的建構主義學者，對於所謂「建構」的內涵、意義、過程、重心，各有不同的看法，因此，各種流派因應而生。早期科學哲學中的建構主義學者，例如 Poper 與 Kuhn，將其探討的重心放在科學知識形成與獲得的過程，特別是科學家如何獲得科學知識之主題的討論上。他們認為，科學知識乃是科學家根據自身現有的理論與社會影響而作成的個人建構，並據此駁斥經驗主義和理性主義等哲學觀點——認為知識乃客觀存在的實體，而科學知識是科學家發現的真理所累積的說法（郭重吉，1992）。在探討「個人」（特別是兒童或學生）的知識發展與形成過程時，許多教育學者

承襲了科學哲學的建構主義觀念，強調個體在形成知識時的主體地位（von Glaserfeld, 1989）。而 Derry（1992）認為，在訊息處理論發展後期，認知心理學家所持的便是此種個人建構主義或認知建構主義，強調個體建構意義與改變觀念的能力。但此種取向又與強調個人知識是透過與社會情境互動和協商而來的社會建構主義（social constructivism），在觀念上有所相同。

2. 對「學習」的看法

學習來自個體對現象或事件的觀察、詮釋和反省。新意義（詮釋）的發生、新知識結構的形式、新監控能力的獲取和舊概念的改變，即為學習的發生。

有些心理學家認為，這個階段可說是學習心理學復甦的階段（Glaser, 1990; Glaser & Bassok, 1989），因為在 1970 年代到 1980 年代之間，大多數的研究者都不願意談「學習」，而寧可談「記憶」與「認知」，以藉此與行為學派劃清界限（Brown, 1992）。Glaser（1990）認為，在此階段引起學習心理學復甦的因素，主要來自教學環境中愈來愈注意複雜學習的探討。而研究者對複雜學習的重視也展現在兩個新興的心理學研究議題上，一為後設認知（meta-cognition），另一為問題解決、推理和概念改變（conceptual change）等高層次認知歷程。其中，後設認知是指個人對於自身認知狀態的察覺，屬於訊息處理歷程中認知監控的重要部分。當個體對自己的認知狀態（如對文章的理解程度、解題的過程或對學習內容的同意程度等）更能掌握時，對於自己學習的進度和歷程，將更有掌握的能力，也會對學習內容更有反省能力（Flavell, 1985）。

3. 對「教學」的看法

由於強調個體主動建構知識，因此，此領域的學者強調個體的「學」，即主動探究更甚於「教」，因此，在教學的部分也特別強調高層次能力，例如問題解決、發現、論辯與批判的建立。而後設認知的相關研究也使得學者重視「策略」的教學，因而促進後來學習策略和思考策略教學的發展，

例如 Palincsar 與 Brown（1984）訓練兒童的閱讀理解及監控策略，以及 Sternberg（1990）所提倡的解決問題的思考策略訓練等。另外，對於迷思概念的強調，也使得此領域的研究者對於概念改變的教學策略，例如認知衝突的製造與解法，十分重視。

4. 對「評量」的看法

「建構／改變」觀點的評量觀點一方面承襲「處理／轉換」觀點中，關於人類心智測量逐漸成熟的知識和技術，另一方面也自新的學習看法中衍生出新的評量觀點，因此導致不少新的學習評量方式的產生。其主要特色有三方面：

（1）以認知內涵為主的「認知測量」（cognitive assessment）受到學者的重視（Royer, Cisero, & Carlo, 1993）。Royer 等人認為，認知測量大致可以區分為六個向度，分別為：知識組織與結構、問題表徵的深度、心理模型的性質、解決問題的效率、認知技能自動化的程度，以及後設認知知識等。這些認知分析的技術，與新近發展的計量技術（如項目反應理論（item response theory）及其變型）（Embretson, 1996; Mislevy, 1993），形成全新的測驗設計模式和測驗理論。

（2）整合「測量」、「教學」與「學習」的「動態評量」（dynamic assessment）受到重視。傳統觀點認為，教學與評量應是分離的，但動態評量則認為，此三者應當是相互整合的，且評量所應注重的，不只是學習者既有的知識技能而已，而是透過學習或教學後改變的潛力（Campione & Brown, 1987）。因此，動態評量特別強調在評量過程中，應注意施測者和受測者之間的社會互動，以及透過「測驗—教學、支持、提示—測驗」的過程，來了解受測者的改變和進步情形。

（3）強調測量內涵的質與量並重。由於採取「建構／改變」學習概念的研究者，將學習重點放在複雜的學習，例如問題解決能力的培養，或訓練學生運用後設認知以習得特定的學習策略或思考策略，或學生在知識概念的改變歷程，因此，以往在「傳遞／處理」觀點下所使用的「量」的評量方式便不見得適用，「質」性的評量反而較為適切，例如 Slotta、Chi

與 Joram (1995) 在探討學生的概念改變歷程時，便同時採用解題成果的正確率和解釋因果的口語原案分析，作為評量概念改變程度的依據。

5. 在數位學習的應用

認知建構強調學習策略的訓練，本世紀初十分熱門的電腦化概念構圖 (Chang, Sung, & Chen, 2001, 2002) 就是典型認知建構應用在數位學習的範例。此外，認知建構亦強調問題解決和概念改變等高層思考，例如 Wood 與 Ashfield (2008) 探討使用電子白板在創造力教學上的運用，著重在學生對於知識的應用與創造；Kopcha 與 Sullivan (2008) 比較先備知識 (prior knowledge) 的高低在學習表現上的差異，並探討概念轉變的歷程。

1.2.4 情境認知／建構主義

情境認知的觀點最早是由 Brown、Collins 與 Dugid (1989) 所提出的，他們認為，一個人知識和學習的發生，是透過活動而與「情境」——周遭的社會環境，例如人和社會文化；或物理環境，例如器物 and 書本等交織而成的脈絡——彼此互動而後產生的。

情境認知的發展脈絡主要為心理學家對日常之知 (everyday cognition) 和實務之知 (cognition of practices) 的探究，例如 Lave (1988) 發現，街頭貧童在販賣物品時，對金錢計算的速度不僅不遜於接受正規學校算數教育的小孩，而且還比學校的學生有更多的捷思 (heuristics)。此外，Lave 與 Wenger (1991) 亦發現，一些具有專門技能的老百姓（如裁縫師或助產士），雖然未接受過正規的職業訓練，但仍有能力解決所屬行業的困難問題，甚至更懂得直接利用現有資源解決新的困難。Lave 等人因此認為，在實務情境中的學習，與在正式教學情境中的學習，對學習者在知識的內涵和應用上，應當有很大的不同。由於社會建構論 (Brown & Campione, 1994; Palincsar, 1998) 和情境認知的觀點受 Vygotsy 觀念的深刻影響，以及兩者均強調實務參與、學習社群和社會協商是學習的來源 (Derry, 1992; Greeno, Collins, & Resnick, 1996)，因此，本處暫不擬對此

兩者進行區分。

1. 對「求知」的看法

情境認知論者認為，知識是根植於情境當中，且分布於外在環境的人、事、物。只有當個體與情境中這些具有分散認知或分散智能（distributed intelligence or cognition）（Pea, 1993）的對象發生互動時，才会有知識的形成。

2. 對「學習」的看法

學習是一種「涵化」（enculturation）的過程，俗語說：「行有行規」，意指每一種團體，都有屬於他自身的文化內涵或行為規範。所謂的「涵化」，乃指身處某一個社群（community of practice）時，藉由親自參與該社群的活動過程，逐漸學習到屬於該團體的文化、規範或其他相關知識。Greeno 等人（1996）也認為，學習是在參與社團實務時，逐漸向社團的資源和限制產生調適的歷程（becoming attuned to affordances and constraints through participation），在此一參與和調適的過程中，最重要的學習成果是對實務團體的涉入、認同與被接納，而知識的學習只不過是一種副產品（Derry, 1992）。

由上述分析可知，情境認知對學習的看法與傳統認知心理學有極大的不同。傳統的認知心理學將學習界定為個體的認知結構與歷程，例如記憶、知覺、推理、問題解決行為的變化上，抽象式知識的習得是它們關心的重點。個人的「認知系統」是分析學習的焦點，但情境認知則強調，個人作為在某個情境及團體實務的參與者時，其「社會實踐」（social practice）與「互動系統」（systems of interaction）才是分析學習的焦點，且個體最終能否發展出「自己是一個好的學習者的認同感」（identity as a good learner）（Greeno, 1997），才是學習的終極目標。

3. 對「教學」的看法

情境論者認為，傳統技藝傳承中的學徒制（apprenticeship）是一種很

好的學習方式，因為徒弟在師父（*master*）的教導之下，不僅獲得技藝上的進展，同時也在跟隨師父的學習過程中，體會到各行各業的文化，在該種文化的薰陶下，將來出師之後，所學自然不會和所用脫節，因此，學徒制是一種典型的脈絡化、情境化、涵化的學習過程。相對於工技學徒制（*craft-apprenticeship*），情境論者提出所謂的認知學徒制（*cognitive-apprenticeship*），在教室中，教師教導學生的雖是知識而非技能，但仍應學習學徒制的精神來進行教學；換言之，教師也應該像師父一般，扮演示範引導解答等角色，而後慢慢加重學生自我學習的責任，最後終能讓學生獨立自主。與認知學徒制有關的另一教學方式為導引式的發現學習（*guided discovery learning*）（Brown & Campoine, 1994），其亦強調在逐步撤離教師協助的過程中，讓學生創造出屬於自己的知識。此外，由於強調社群和社會互動的重要，而同伴之間的協同學習，最能提供互動的機會以及導引式的參與，因此，合作學習（*cooperative*）或協同學習（*collaborative learning*）在情境認知的教學觀中，十分受到重視。

4. 對「評量」的看法

在情境式的教學環境中，學習應如何加以評量？由於情境式學習強調「實務參與」、「自身和社群成員的認同」和「知識」等，都是學習的重點，亦即要考慮的學習成果除了認知的層面外，還包括社會／情意的層面，在評量上也就格外具有挑戰性。Greeno 等人（1996）認為，從「情境／互動」的觀點而言，評量應該要注意兩個原則：一為評量學生在學習過程中的實務參與，亦即置身某一社群後，學生在探究該社群相關知識或現象時，參與活動的多寡。此外，個人和群體的成果也是必須考慮的標的。由於社群實務的參與需要相當時限，且成果又是十分多元，因此，檔案評量（*portfolio assessment*）（Resnick & Resnick, 1991）是值得採用的方式。第二個應注意的是，學生本身應參與評量過程。學生本身不應僅是一個被評量者，且應參與評量標準的制定與成果品質的評判。藉由此一歷程，學生可以發展出自身的標準、判斷的能力，以及覺察到個人作品對社群產生何種貢獻的責任感。從學生參與評量工作的觀點而言，「同儕評量」（*peer*

assessment) 應是一個值得考慮的方向 (Topping, 1998)。

5. 在數位學習的應用

應用情境認知理論最有名的數位學習例子就是錨式情境教學法 (anchored instruction) (徐新逸, 1995; CTGV, 1992)，其強調將數學問題鑲嵌在真實的生活情境中，由學生在更真實 (authentic) 的情境中學習解決問題。情境認知的例子也被應用在許多非正式學習 (informal learning) 的情境中，例如 Sung、Chang、Hou 與 Chen (2010) 應用情境認知的理論，將角色扮演的情節移植到手持導覽系統，協助學生進行歷史博物館的學習。近年來的合作學習 (collaborative learning) 和學習社群 (learning community)，則都是建立在社會建構的理論基礎下，強調透過討論、溝通等社會協調來建構個人知識的過程，例如網路即時聊天室或不同步 (asynchronous communication) 的網路論壇 (web bulletin board)，提供學習者一個虛擬的討論與溝通平台 (Kanuka, Rourke, & Laflamme, 2007; Lee, 2004)。

1.2.5 情意

本研究將情意歸類為資訊教育相關文獻的學習理論之一，係因本研究將舉凡關於評測使用者對新置系統的觀感、喜好、態度、學習風格、使用者的自我效能、是否誘發學習動機、性別的影響、提高興趣，或是產生高度專注的心流 (flow)，例如遊戲式學習等之相關文章加以統整歸類，認為不適用於其他建構或教學理論探討，遂統合歸屬於情意範疇，例如 Freeman (1998) 檢視大學生對於遠距視訊教學的觀感及喜好滿意度。

1.3 科技在教學應用的變遷

電腦科技相關技術的突破，讓許多原本學習心理學者想要嘗試進行但

無法（或不敢進行）的工作，得以有突破性的進展。如果將資訊科技中與數位學習關聯較密切的幾個技術作為分水嶺，大致上可以分為以下幾個時期：

1.3.1 傳統技術階段

1970 年之前，可以稱為傳統階段，主要使用的工具為電視機、投影機、錄影帶等。由於電腦尚未普及，因此，行為學派所提的編序教學也需透過特定的機器才能進行。

1.3.2 個人電腦／人工智慧階段

自 1970 年代以後到 1985 年間，由於個人電腦逐漸普及，再加上人工智慧（artificial intelligence, AI）的蓬勃發展，許多 AI 研究者嘗試將 AI 技術應用在教學系統上。最早是 Carbonell 與 Collins（1973）將 AI 中的自然語言處理技術應用在地理學的教學上，以診斷並矯治學生的知識。Brown 與 Burton（1978）則依據「迷思資料庫」（bug library）建立 BUGGY System，以診斷學生在加減法上的學習困難。1980 年代以後，由於認知心理學在研究人類認知歷程上有重大的突破，模擬教學研究者與認知心理學家在理論與技術上相互結合，相輔相成，模擬真人教學的發展更形加速。在目標上，希望電腦能像一位家教老師，有足夠的智慧可以進行教學與診斷。因此，此類系統也稱為「智慧型家教系統」（intelligent tutoring system, ITS），在系統內部設計上，偏向 Self 所倡導的「學生模型」（student model）設計，以記錄和監控學生的學習狀態，進而達到適性教學（adaptive instruction）的目的。在此時期較著名的系統，例如 Clancey（1985）所發展的醫療診斷系統 GUIDON、White 與 Frederiksen（1985）發展的電子電路除錯系統 QUEST，以及 Anderson、Boyle 與 Yost（1985）發展的幾何家教系統 GeometryTutor 等。

1.3.3 個人電腦／超媒體／多媒體階段

1985～1995 年間，多媒體（multimedia）和超媒體（hypermedia）的出現，讓教學材料的製作出現大幅的進展。此外，超／多媒體的出現使得訊息的傳遞和獲取更為容易，也使得將抽象觀點「視覺化」（visualization）的可能性大大增加。在此一便利之下，以多媒體技術配合教學設計的電腦輔助學習環境，更是蓬勃發展。此時的教學環境因為受到認知建構論的影響，較強調學習者的主體性，因此，以人工智慧或其他電腦技術來監控及導引學生學習進度和軌跡的作法較不被強調。此階段的家教軟體較強調提供學生適度的鷹架支持或導引機制，讓他們能把自己的想法作更加精緻化的整理，或是提供漸進（減）的鷹架支持，以協助學生反省自己的解題歷程和經驗，最後使其可以獨立作業。

例如 Nathan、Kintsch 與 Young（1992）設計結合動畫和解題計畫的數學文字題解題環境，藉由動畫中物體變化的情形，來輔助學生在閱讀文字題時，建立內文基礎（text base）和情境模型（situation model）（Kintsch, 1989, 1998）。White（1993）、White 與 Frederiksen（1998）設計物理的力學模擬環境「Thinker Tool」，讓中學生可以透過電腦模擬物件的操弄，學習到運動力學的抽象概念，並且改變許多原有的另類想法。此外，Shute 與 Glaser（1990）則設計以經濟學為內容知識的微世界（micro-world）——「Smithtown」。學生透過對 Smithtown 環境中許多物品、人力、貨幣等操弄，逐漸學到經濟學的一些重要原理。

1.3.4 個人電腦／有線網路階段

1995～2005 年間，網際網路逐漸普及，使得訊息流通更為快速，人際互動更為方便，因而使得強調學習社群和人際互動的情境認知觀點，在應用層面上更為廣泛。以網際網路作為教學環境的想法和作法，對「建構／改變」觀點的電腦輔助設計帶來不少的影響。此階段的電腦學習環境，

大體上有幾個特色：一為以網際網路為主要的教學設計環境；二為強調學習社群，以及合作學習的重要性；三為強調學習活動或作業的真實性（authentic task or activities），因此，其學習活動大多為與生活情境有關的複雜問題解決，十分強調問題式、計劃式或探索式的學習策略（problem or project or inquiry based learning activities）。例如 Scardamalia 與 Bereiter 致力於發展以網路為環境，以社群為學習單位的「電腦輔助意向學習」（computer-supported intentional learning environment, CSILE；其後發展為 Knowledge Forum）（Scardamalia, 2004）。另一個整合網路和多媒體作為學習工具的研究是「合作式視覺化學習」（learning through collaborative visualization, CoVis）（Edelson, Gordin, & Pea, 1999）。

1.3.5 行動載具／無線網路階段

自 2005 年以後，手持載具（如智慧型手機、筆記型電腦、平板電腦等）搭配無線通訊機制，在學習情境的應用上日益普及，特別是 2010 年 APPLE 公司推出 iPad 之後，引發了各大研發製造商對行動載具的重視，其發展已經逐漸超越一般筆記型電腦的應用。行動載具由於其輕便的特性，未來可讓數位學習真正發揮以下幾個特色：1. 一人一機，讓教室電腦取代電腦教室，達成資訊融入教學的第一步。具體的例子如 Lan、Sung 與 Chang（2009）透過平板電腦和自製軟體整合，在教室中發揮輔助學生合作和自行學習的效果。2. 一人一機的特色，可以讓真正適性評量和適性教學的夢想實現。3. 透過行動載具和無線網路，可以讓數位學習在非正式學習情境中開展。具體例子如 Sung 等人（2010）透過智慧型手機整合問題解決的情節，帶領學生參觀博物館。

1.4 數位學習研究的趨勢分析

1.4.1 分析方法

本章以兩本知名的數位學習期刊（BJET 與 ETR&D）在 1985 ～ 1988 年、1995 ～ 1998 年、2005 ～ 2008 年所收錄之文章作為分析的資料。其中，ETR&D 是唯一完全集中在教育科技領域中的期刊，該期刊亦是 Association for Educational Communications and Technology（AECT）所出版最具代表性的期刊，而 AECT 則是這個領域中最大的專業協會。BJET 在電腦輔助學習領域中，是相當頂尖的期刊，其收錄涵蓋世界各地教育科技的研究及發展文獻，並且是由英國教育傳播與技術局（British Educational Communications and Technology Agency）資助的經費所設立，目的在於研究與評估新科技對教學的幫助與提高學習與教學的水準。本章分析的文章並不包含「書評」（book review）、「編輯資料」（editorial materials）、「會議摘要」（meeting abstract）等類型的文章，排除這些文章後，在 1985 ～ 1988 年、1995 ～ 1998 年、2005 ～ 2008 年之間，共有 663 篇文章，其中，ETR&D 有 267 篇、BJET 有 396 篇。文章的分析方式採用內容分析法（content analysis），也就是藉由分析他人所述語句，或是撰寫的文章之語詞與符號，據以進行推論、歸納其意義的一種研究方法，亦即透過量化技巧與質的分析，以客觀和系統化的態度，對文件內容進行研究與分析，藉以產生對該項文件內容的環境背景及其意義的一種研究方法（Schwandt, 1997）。

本章將期刊文章依據研究方法、學習理論、科技工具等進行分類，其中，在研究方法方面，以 Gall、Gall 與 Borg（2007）為基礎，將實徵研究分為量化、質性以及綜合性研究方法，而無法納入分類的文章都會被歸為非實徵性研究，包括文獻評論，以及系統建置與分析，關於研究方法的定義，請見本章末的附錄。

而在學習理論與科技工具方面，則依文獻的討論，將學習理論分為行為主義、訊息處理、認知建構、社會建構、情意、其他等；科技工具則分為紙筆、電話、電視或錄影帶、電腦、網路、行動裝置、線上遊戲、其他等。

1.4.2 數位學習研究方法之應用趨勢

為了描述方便起見，本研究稱 1985 ～ 1988 年為「1980 年代」，1995 ～ 1998 年為「1990 年代」，2005 ～ 2008 年為「21 世紀初期」。以下將分別依研究方法、學習理論、科技工具三個主題說明資料整理的結果。

研究方法可約略分為四個主要的類別，分別為實驗方法、非實驗法之量化方法、質性方法與混合研究法，其中，實驗方法包含實驗設計（受試者間、受試者內、受試者混合）、前實驗設計、準實驗設計等；非實驗法之量化方法包含「相關、迴歸、模式驗證」、「調查、問卷」、後設分析等；質性方法包括俗民誌、觀察、訪談、個案研究、扎根理論、內容分析法等；而混合研究法則是研究者同時採用量化與質化進行研究。分析這四個類別在三個年代的變化可發現，實驗方法的比例隨著年代增加而有遞減的趨勢，從 1980 年代的 34.0%，下降至 1990 年代的 23.2%，到 21 世紀初僅剩下 17.5%；非實驗法之量化方法在 1980 年代與 1990 年代所占的比例差異不大，分別為 11.8% 與 12.8%，到 21 世紀初則增加至 16.3%；質性方法的比例則從 1980 年代開始，以每個年代約 6% ～ 10% 的比例增加，1980 年代為 5.6%，1990 年代為 11.6%，21 世紀初則為 20.6%；而混合研究法則出現先降後升的趨勢，從 1980 年代占 4.9% 減至 1990 年代的 1.8%，而後回升至 21 世紀初的 9.6%（見表 1.1、圖 1.1）。

表 1.1 ETR&D 與 BJET 研究方法使用統計表

	1980 年代		1990 年代		21 世紀初	
	ETR&D	BJET	ETR&D	BJET	ETR&D	BJET
實徵	44	37	56	26	74	158
實驗方法	37	12	28	10	27	35
實驗（受試者間）	25	2	13	6	16	16
實驗（受試者內）	0	1	1	4	0	3
實驗（受試者混合）	10	3	8	0	3	3
前實驗設計	0	0	4	0	5	8
準實驗	2	6	2	0	3	5
非實驗法之量化方法	4	13	11	10	8	50
相關、迴歸、模式 驗證	0	0	1	0	1	12
調查、問卷	2	13	10	10	7	35
後設分析	2	0	0	0	0	3
質性方法	2	6	14	5	26	47
俗民誌	1	0	2	1	2	1
觀察	1	1	1	1	2	4
訪談	0	0	4	2	4	14
個案研究	0	5	2	1	6	20
扎根理論	0	0	1	0	0	0
內容分析	0	0	4	0	12	8
綜合	1	6	3	1	13	26
混合研究法	1	6	2	1	13	21
設計式研究	0	0	0	0	0	2
行動研究	0	0	1	0	0	3
非實徵	24	39	35	47	34	89
文獻批評或介紹	23	34	30	24	24	55
系統建置與分析	1	5	5	23	10	34

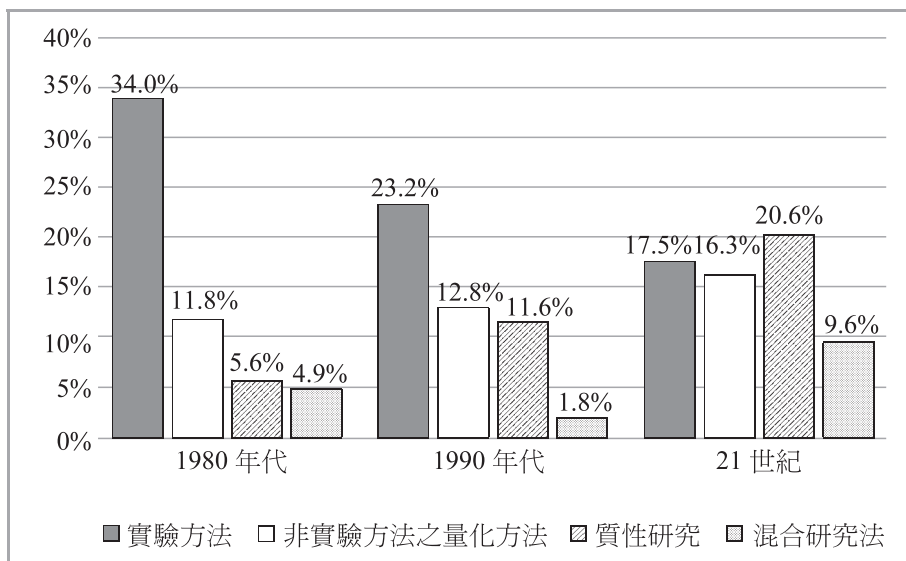


圖 1.1 研究方法於三個年代之百分比統計圖

1.4.3 數位學習之學習理論派典的應用趨勢

由於本研究關切的重點在於實徵研究的變化，因而在進行分析學習理論的資料之前，先去除非實徵研究的部分，再整理實徵研究中，各學習理論所占的篇數，由於每個年代的文獻被分類為其他的篇數不同，為避免造成計算學習理論在不同年代所占比例受到分類為「其他」類別的影響，因此，計算學習理論所占比例時，扣除分類於其他的篇數。

本研究將學習理論分為行為主義、訊息處理、認知建構、社會建構、情意等五類，其中，行為主義在 1990 年代所占的比例最高（17.9%），其次是 1980 年代（7.0%）、21 世紀初（2.0%）；訊息處理所占的比例則隨著年代的增加而減少，從 1980 年代超過六成的比例（64.9%），降至 1990 年代的 25.0%，到 21 世紀初又微降為 19.0%；使用認知建構的文章在 1980 年代並沒有出現，到 1990 年代則突然增加到 25.0%，而後在 21 世紀初降至 15.7%；社會建構所占的比例則隨年代的增加而增加，從 1980 年代的

8.8%，1990 年代的 23.2%，到 21 世紀初則躍升為使用比例最高的理論（占 38.6%）；情意的文獻所占的比例先降後升，1980 年代為 19.3%，1990 年代下降至 8.9%，到 21 世紀初回升為 24.8%（見表 1.2、圖 1.2）。

表 1.2 ETR&D 與 BJET 學習理論使用統計表

理論	1980 年代		1990 年代		21 世紀初	
	ETR&D	BJET	ETR&D	BJET	ETR&D	BJET
行為主義	4	0	9	1	2	1
訊息處理	29	8	10	4	19	10
認知建構	0	0	13	1	12	12
社會建構	3	2	6	7	18	41
情意	6	5	0	5	12	26
其他	2	22	18	9	10	68

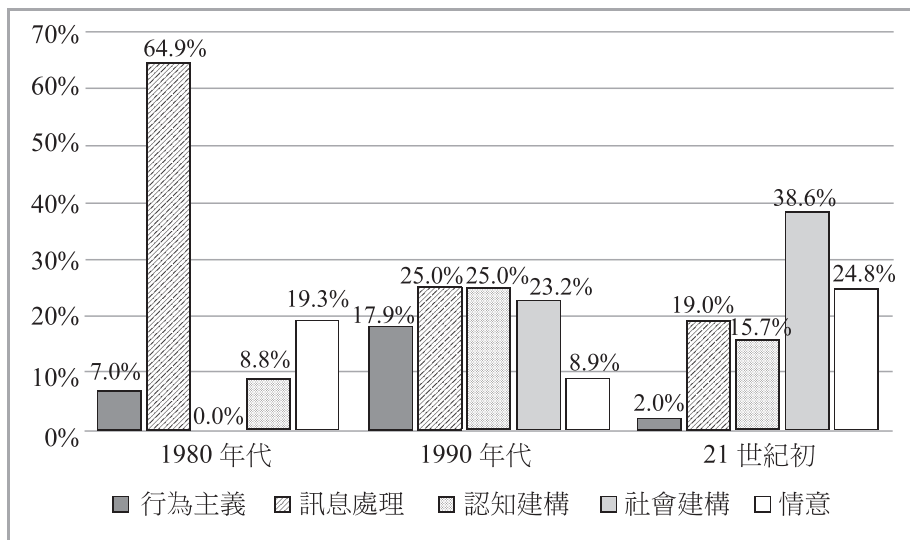


圖 1.2 學習理論於三個年代之百分比統計圖

1.4.4 數位學習科技工具之應用趨勢

在分析不同科技工具所占的比例之前，本研究首先將歸類於其他科技工具的文獻篇數去除，再計算不同年代該科技工具所占的比例作為分析數據。在研究使用的科技工具方面，電腦所占的比例無論在哪一個年代都是最高的，依年代先後分別為 50.0%（1980 年代）、59.4%（1990 年代）、46.7%（21 世紀初）；紙筆在 1980 年代還是使用第二多的科技工具（23.5%），但在 1990 年代（4.7%）與 21 世紀初（6.1%）就快速的下降；電話除了在 1990 年代占有極小的比例（1.5%）外，之後的年代就沒有出現；「電視或錄影帶」也有隨著年代呈現下降的趨勢，從 1980 年代的 19.1%，到 1990 年代的 10.9%，21 世紀初則沒有使用「電視或錄影帶」作為研究科技工具的文獻；而網路的研究則呈現相反的趨勢，從 1980 年代（5.9%）一直增加到 1990 年代（25.0%）與 21 世紀初（39.6%）；至於行動裝置與線上遊戲則僅出現於 21 世紀初，分別占 3.6% 與 4.1%（見表 1.3、圖 1.3）。

表 1.3 ETR&D 與 BJET 科技工具使用統計表

工具	1980 年代		1990 年代		21 世紀初	
	ETR&D	BJET	ETR&D	BJET	ETR&D	BJET
紙筆	14	2	2	1	0	12
電話	1	0	0	0	0	0
電視或錄影帶	7	6	5	2	0	0
電腦（單機）	18	16	26	12	33	59
網路	3	1	5	11	24	54
行動裝置	0	0	0	0	4	3
線上遊戲	0	0	0	0	4	4
其他	1	12	18	0	9	26

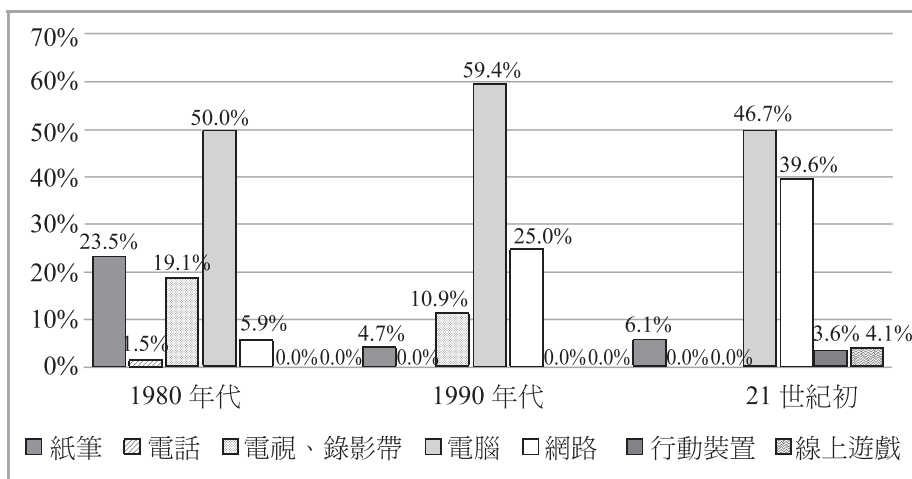


圖 1.3 研究工具於三個年代之百分比統計圖

在分別分析研究方法、學習理論、科技工具在不同年代的變化之後，本研究進一步合併三個年代的資料，並透過交叉資料表的整理，了解三者之間的關係。

1.4.5 數位學習研究方法與學習派典之互動

透過交叉資料表的統計整理，結果發現，行為主義、訊息處理、認知建構的學習理論中，最常被使用的研究方法為實驗法，分別占 11/17（64.7%）、61/80（76.3%）、10/38（26.3%）；社會建構使用最多的研究方法為個案研究，占 15/77（19.5%）；情意最常使用的則是「調查、問卷」，占 16/54（29.6%）。若從研究方法的角度來看，在實驗方法中，實驗法最常使用訊息處理的學習理論，占 16/114（53.5%），前實驗設計是社會建構，占 7/17（41.2%），準實驗是訊息處理與社會建構，皆為 5/18（27.8%）；在非實驗法之量化方法中，「相關、迴歸、模式驗證」與「調查、問卷」最常使用情意的理論，分別占 7/14（50.0%）、16/77（20.8%），

後設分析則較少使用；在質性方法方面，觀察與個案研究最常使用社會建構的理論，分別占 4/10（40.0%）、15/34（44.1%），訪談則最常使用情意的理論，占 6/24（25.0%），內容分析法最常使用認知建構與社會建構，分別為 7/24（29.2%）、6/24（25.0%），俗民誌最常使用社會建構，分別為 3/7（42.9%），而扎根理論則較少使用；混合研究法最常使用情意的理論，占 11/44（25.0%）（見表 1.4）。

表 1.4 研究方法與學習理論交叉資料表

	行為主義	訊息處理	認知建構	社會建構	情意	其他	合計
實徵							
實驗方法							
實驗法	11	61	10	14	4	14	114
前實驗設計	1	1	0	7	1	7	17
準實驗	0	5	2	5	0	6	18
非實驗法之 量化方法							
相關、迴歸、 模式驗證	0	2	2	1	7	2	14
調查、問卷	3	3	7	7	16	41	77
後設分析	0	0	0	1	1	3	5
質性方法							
俗民誌	0	0	0	3	1	3	7
觀察	1	0	1	4	3	1	10
訪談	0	3	2	4	6	9	24
個案研究	0	0	3	15	3	13	34
扎根理論	0	0	0	1	0	0	1
內容分析	0	0	7	6	1	10	24
綜合							
混合研究法	1	5	4	6	11	17	44
設計式研究	0	0	0	2	0	0	2

表 1.4 (續)

	行為主義	訊息處理	認知建構	社會建構	情意	其他	合計
行動研究	0	0	0	1	0	3	4
合計	17	80	38	77	54	129	395

1.4.6 數位學習科技工具與學習派典之互動

透過交叉資料表的統計整理，結果發現，使用行為主義理論與訊息處理理論的研究中，以電腦為主要的科技工具，分別占 11/17（64.7%）與 36/80（45.0%）；使用認知建構理論與社會建構理論的研究中，以網路為主要的科技工具，分別占 16/38（42.1%）與 44/77（57.1%）；使用情意理論的研究中，以電腦為主要的科技工具，占 19/54（35.2%）。而從科技工具的角度來看，則可以發現，使用紙筆作為科技工具的研究，大多採用訊息處理的理論，占 17/32（53.1%）；使用電話作為科技工具的研究極少，僅有一篇以情意的理論來探討，使用電視或錄影帶作為科技工具的研究中，多採用訊息處理的理論，占 6/20（30.0%）；使用電腦作為科技工具的研究中，訊息處理的理論被使用的最多，占 36/136（26.5%）；使用網路作為科技工具的研究中，大多採用社會建構的理論，占 44/126（34.9%）；使用行動裝置與線上遊戲者則因為篇數不多，並沒有較明顯的趨勢（見表 1.5）。

表 1.5 科技工具與學習理論交叉資料表

	行為主義	訊息處理	認知建構	社會建構	情意	其他	合計
紙筆	2	17	0	0	3	10	32
電話	0	0	0	0	1	0	1
電視或錄影帶	2	6	0	3	0	9	20
電腦（單機）	11	36	10	18	19	42	136
網路	2	13	16	44	18	33	126
行動裝置	0	0	2	3	1	1	7

（續下頁）

表 1.5 （續）

	行為主義	訊息處理	認知建構	社會建構	情意	其他	合計
線上遊戲	0	1	2	2	3	0	8
其他	0	7	8	7	9	34	65
合計	17	80	38	77	54	129	395

1.4.7 數位學習研究方法與科技工具的互動

透過交叉資料表的統計整理，結果發現，使用紙筆作為科技工具的研究中，大多採用實驗法進行研究，占 18/31（58.1%），使用電話作為科技工具的研究僅有一篇，採用實驗法來進行；使用電視或錄影帶作為科技工具的研究中，近一半是以實驗法進行研究，占 9/20（45.0%）；使用電腦作為科技工具的研究中，大多採用實驗法進行研究，占 48/136（35.3%），其次是「調查、問卷」，占 28/136（20.6%），使用網路作為科技工具的研究中，大多採用實驗法進行研究，占 26/126（20.6%），其次是「調查、問卷」與混合研究法，皆占 20/126（15.9%）；而行動裝置與線上遊戲篇數極少，並沒有明顯的趨勢。

從研究方法的角度來看，在實驗方法中，實驗法使用最多的科技工具是電腦，占 48/114（42.1%），前實驗設計則是網路，占 8/17（47.1%），而準實驗設計比例最高的科技工具是電腦，占 8/18（44.4%）；在非實驗法之量化方法中，「調查、問卷」使用最多的科技工具是電腦，占 28/77（36.4%），其次是網路，占 20/77（26.0%），而「相關、迴歸、模式驗證」與後設分析篇數過少，並沒有明顯的趨勢；在質性方法中，無論何種研究方法，科技工具大抵都是電腦與網路；而混合研究法亦集中在電腦與網路，分別占 12/44（27.3%）、20/44（45.5%）（見表 1.6）。

表 1.6 研究方法與科技工具交叉資料表

	紙筆	電話	電視或錄影帶	電腦 (單機)	網路	行動裝置	線上遊戲	其他	合計
實徵									
實驗方法									
實驗法	18	1	9	48	26	1	0	11	114
前實驗設計	0	0	0	7	8	0	0	2	17
準實驗	0	0	1	8	6	1	0	2	18
非實驗法之 量化方法									
相關、迴歸、模式驗證	2	0	0	3	5	0	1	3	14
調查、問卷	8	0	5	28	20	1	1	14	77
後設分析	0	0	0	2	2	0	0	1	5
質性方法									
俗民誌	0	0	0	2	2	0	0	3	7
觀察	0	0	0	5	4	0	0	1	10
訪談	1	0	0	6	10	1	1	5	24
個案研究	0	0	1	10	11	2	1	9	34
扎根理論	0	0	0	0	0	0	0	1	1
內容分析	0	0	0	4	11	1	1	7	24
綜合									
混合研究法	2	0	4	12	20	0	2	4	44
設計式研究	0	0	0	0	1	0	1	0	2
行動研究	0	0	0	1	0	0	0	3	4
合計	31	1	20	136	126	7	8	66	395

1.5 結論與展望

1.5.1 結論

本章透過文獻整理，首先說明學習理論與數位學習發展的關聯；其次，說明在整個資訊科技的進展中，科技工具如何影響數位學習環境的建立與運用；最後透過內容分析，整理 ETR&D 與 BJET 兩本期刊在 1980 年代、1990 年代及 21 世紀初所發表的文章，並分析其研究方法、學習理論、科技工具的使用狀況，以及三者間的交互作用。透過這三方面的分析，我們可以得到以下幾個結論：

1. 數位學習的發展受到學習理論派典的影響，且其目前所應用的學習派典主要為情境認知和社會建構論

隨著近 50 年來學習心理學的派典由行為學派轉移至社會建構論和情境認知論，我們也可以發現，主流數位學習期刊中，作者應用的學習理論也由訊息處理理論從 1980 年代占高達六成多下降至本世紀初的二成多，顯示研究者從 1980 年代重視注意、編碼處理、記憶提取的學習策略，轉為以合作學習、社群互動等為主題的社會建構論和情境認知取向，並且由 1980 年代的 8.8% 提升到本世紀初的 38.6%。

2. 數位學習的發展受到科技工具的影響，且其目前所應用的科技工具主要為電腦單機和網路

隨著電腦單機在 1970 年代的發展，主流數位學習期刊中作者應用的科技工具，也由 1960 年代的傳統科技（如紙筆、電視、錄影帶、投影機等）轉變為電腦和網路，後兩者在本世紀初已經占主流研究論文約 86%。

3. 數位學習的研究方法，由採用實驗方法而逐漸轉為採用質性方法

在 1980 年代，研究者大多採用實驗設計的方式來進行研究，研究者所關切的，大多是某一種教學法是否有效，因而以實驗的方式操弄變項來驗證，強調以科學的方法探討人類的學習，而且由於行為主義強調可觀察與量化的外在行為測量，並且著重嚴格控制的實驗室情境，因而此時期的研究大多著眼於實徵性的實驗設計。但自 1990 年代開始，質性方法逐漸受到重視，這可能與數位學習的型態轉變有關，愈來愈多的教學方法重視歷程與互動，因而從參與者的角度來研究教學方法的文章便與日俱增，至本世紀初，在兩本期刊中的質性方法被採用的比例（20.6%）已經超越實驗研究（17.5%）。

4. 數位學習領域中，理論、工具和方法三者交互影響，關係密切

從學習理論與科技工具的交叉資料表分析的結果可發現，應用社會建構的研究，其科技工具有高達 55.8% 是在網路的介面平台下，這也印證了 Sayenye 與 Robinson（2004）提出的看法，亦即新科技的產生或學習環境中科技使用的方式改變時，就會有新的研究主題與研究方法發展出來；換句話說，因為科技的發展，提供了一些新的技術，使得某些教學理論更容易被驗證或實行。從研究方法與學習理論的交叉比較結果則發現，行為主義與訊息處理大多採用實驗法來進行，而認知建構與社會建構則主要以質性方法來進行，情意則以調查、問卷為大宗。此結果驗證了 Benz 與 Newman（1986）所提出的概念，亦即研究方法會受到研究議題與採用哪種哲學基礎而有不同的選擇，質性方法的比例增加，不全然只是從事質性方法的學者日益增多，也不只是量化研究有其限制並受到挑戰，而是數位學習領域中整個學習理論的轉移。

1.5.2 展望

根據上述數位學習領域中理論、工具和方法上的分析結果，我們提出

了以下四個關於研究方法的未來展望。

1. 質化取向研究方法的應用將愈來愈廣泛

從數位學習所應用的學習派典著眼，未來屬於社會建構和情境認知取向的理論仍將主導數位學習中教學、學習和評量等實務的發展。此外，遊戲式學習將在數位學習中有愈來愈廣泛的應用，情意變項的探討也將愈被重視，因此，質性方法取向（如本書第五章和第六章）的研究方法之應用，例如俗民誌、扎根理論、內容分析等，有愈來愈廣泛的趨勢。若從數位學習相關資訊科技的發展著眼，未來在硬體上，行動載具將成為數位學習的主流；在軟體或平台上，與社會互動和社會網絡（social networking）有關的設計將會愈來愈普及，此兩點結合前述情境認知和社會建構取向的學習理論，田野（不論虛或實）將會成為數位學習研究的主要場域，同時也會強化質性方法取向的應用。

2. 量化研究取向的研究方法將成為數位學習邁向獨立學門的重要推手

如果數位學習想邁向獨立學門，甚至成為一門科學，就必須具備可重複驗證的證據、可以統整貫串個別證據的理論，以及有效的應用等三項要素（Mayer, 2003）。其中，第一項和第三項都需要透過實徵的研究，而透過量化取向的研究所取得的實徵證據，將能更有效的達成建立數位學習科學的目標。過去 30 年來，數位學習研究大多停留在初步應用的階段，少有真正可以經得起重複驗證的發現，也因此難以建立自身的理論體系。但隨著研究人口的擴增、研究主題的豐富，數位學習終究將建立起屬於自身的理論體系和科學形象，而容許重複驗證、便於比較研究變項的量化取向方法就是最好的選擇。因此，未來量化研究方法，例如實驗法和調查法（詳見本書第二章、第三章和第四章），仍有其重要的地位。

3. 數位學習環境的建立及其應用效果的評估，需仰賴兼具質性和量化特性的混合研究取向

如同 Collins（1992）所主張的，教育學和航太科學是一門設計科學

(design science)，在不同的應用場景和脈絡中反覆迭代嘗試，最終找出提升（學習或飛行）效果的最佳設計原則。數位學習最終的目的也是找出適當的設計原則，以提升學習效果，因此，也是一門設計科學。而在不同的脈絡中多次反覆迭代，以尋求最適原則，正是設計式研究（詳見本書第八章）的精髓。此外，在多次的評估歷程中，質性和量化方法並用，可以兼顧過程資料的細緻和豐厚，以及研究結果的結構性和明確性，因此，採用混合方法（詳見本書第七章）對於數位學習研究的整體成果有提升的作用。

4. 除持續「借用」自其他領域的方法外，數位學習研究將逐步產生自身領域的研究方法

目前數位學習領域多借用自心理學和教育學等社會科學的研究方法外，此趨勢在不久的未來仍將持續且日益增多，例如錄影分析（video analysis）、序列分析（lag sequential analysis）、經驗取樣法（experience sampling method）等。但除了借用，由於數位學習領域本身獨特的研究問題逐漸浮現與明確，新的研究方法需求也愈來愈殷切，因此也會帶動新的研究方法產生或其領域研究方法的轉換。例如虛擬民族誌（virtual ethnography）是以社會建構理論為基礎的研究法，透過理解、厚實描述（thick description）作為研究的核心任務，有助於釐清網路世界的複雜性，特別是對詮釋微觀互動的分析（Hine, 2000）。

參考文獻

- 宋曜廷、潘佩妤（2010）。混合研究在教育研究的應用。《教育科學研究期刊》，55（4），97-130。
- 徐新逸（1995）。「錨式情境教學法」教材發展、設計與應用。《視聽教育雙月刊》，37（1），14-24。
- 郭重吉（1992）。從建構主義的觀點探討中、小學數理教學的改進。《科學發展月刊》，20（5），548-570。
- Acker, S., & Klein, E. (1986). Visualizing spatial tasks: A comparison of computer graphic and full band video displays. *Educational Technology Research and Development*, 34(1), 21-30.
- American Society of Training and Development (2011). *E-learning glossary*. Retrieved from <http://www.learningcircuits.org/glossary>.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R., Boyle, C. F., & Yost, G. (1985). The geometry tutor. In A. Joshi (Ed.), *Proceedings of the ninth international joint conference on artificial intelligence* (pp. 1-7). Los Angeles, CA: IJCAI.
- Belland, J. C., Taylor, W. D., Canelos, J., Dwyer, F., & Baker, P. (1985). Is the selfpaced instructional program, via microcomputer-based instruction, the most effective method of addressing individual learning differences? *Educational Technology Research Development*, 33(3), 185-198.
- Benz, C. R., & Newman, I. (1986). *Qualitative-quantitative interactive continuum: A model and application to teacher education evaluation*. Resources in Education. ERIC Clearinghouse on Tests, Measurements and Evaluation. (ED 269405)
- Brown, A. C., & Campione, J. C. (1994). Guided discovery in a community of

- learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 229-270). Cambridge, MA: MIT Press.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom setting. *Journal of the Learning Sciences*, 2, 141-178.
- Brown, J. S., & Burton, R. R. (1978). Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills. *Cognitive Science*, 2, 155-191.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-41.
- Campione, J. C., & Brown, A. L. (1987). Linking dynamic assessment with school achievement. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluate learning potential* (pp. 82-115). New York, NY: Guilford Press.
- Carbonell, J. R., & Collins, A. (1973). Natural semantics in artificial intelligence. *Proceedings of the third international joint conference on artificial intelligence* (pp. 344-351). Stanford, CA: Stanford University.
- Chang, K. E., Sung, Y. T., & Chen, I. D. (2002). The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization. *The Journal of Experimental Education*, 71(1), 5-23.
- Chang, K. E., Sung, Y. T., & Chen, S. F. (2001). Learning through computer based concept mapping with scaffolding aid. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 21-33.
- Clancey, W. J. (1985). Heuristic classification. *Artificial Intelligence*, 27, 289-350.
- Clark, R., & Mayer, R. E. (2008). *E-learning and the science of instruction* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15-22). Berlin, Germany: Springer.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992). The Jasper Series as an

- example of anchored instruction: Theory, program description, and assessment data. *Educational Psychologist*, 27(3), 291-315.
- Derry, S. T. (1992). Beyond symbolic processing: Expanding horizons of educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84, 413-418.
- Driscoll, M. P. (1994). *Psychology of learning for instruction*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Science*, 8 (3 & 4), 391-450.
- Embretson, S. E. (1996). Cognitive design principles and the successful performer: A study on spatial ability. *Journal of Educational Measurement*, 33, 29-39.
- Flavell, J. (1985). *Cognitive development*. Eaglewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Frederiksen, J. R., Warren, B. M., & Rosebery, A. S. (1985). A componential approach to training reading skills: Part 1. Perceptual units training. *Cognition and Instruction*, 2, 91-130.
- Freeman, M. (1998). Video conferencing: A solution to the multi-campus large classes problem? *British Journal of Educational Technology*, 29(3), 197-210.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). *Educational research: An introduction* (8th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Gentner, D., & Stevens, A. (1983). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Glaser, R. (1990). The reemergence of learning theory within instructional research. *American Psychologist*, 45, 29-39.
- Glaser, R., & Bassok, M. (1989). Learning theory and the study of instruction. *Annual Review of Psychology*, 40, 631-666.
- Greeno, J. G. (1997). On claims that answer the wrong questions. *Educational Researcher*, 26(1), 5-17.
- Greeno, J. G., Collins, A. M., & Resnick, L. B. (1996). Cognition and learning. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 15-41). New York, NY: Macmillan.

- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105-117). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hine, C. (2000). *Virtual ethnography*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hsieh, P., Acee, T., Chung, W., Hsieh, Y., Kim, H., Thomas, G. D., & Robinson, D. H. (2005). Is educational intervention research on the decline? *Journal of Educational Psychology*, 97(4), 523-529.
- Jandreau, S. M., Muncer, S. J., & Bever, T. G. (1986). Improving the readability of text with automatic phrase-sensitive formatting. *British Journal of Educational Technology*, 17(2), 128-133.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kanuka, H., Rourke, L., & Laflamme, E. (2007). The influence of instructional methods on the quality of online discussion. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 260-271.
- Kintsch, W. (1989). Learning from text. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 25-46). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Boulder, Colorado: Cambridge University Press.
- Kopcha, T. J., & Sullivan, H. (2008). Learner preferences and prior knowledge in learner-controlled computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 56(3), 265-286.
- Kozma, R. (2000). Reflections on the state of educational technology research and development. *Educational Technology Research Development*, 48, 5-15.
- Kubey, R., Larson, R., & Csikszentmihalyi, M. (1996). Experience sampling method applications to communication research questions. *Journal of Communication*, 46(2), 99-120.

- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Lan, Y. J., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2009). Let's read together: Development and evaluation of a computer assisted reciprocal early English reading system. *Computers Education*, 53(4), 1188-1198.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lee, D. (2004). Web-based instruction in China: Cultural and pedagogical implications and challenges. *Educational Technology, Research and Development*, 52, 101-105.
- Mayer, R. E. (1992). Cognition and instruction: Their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84, 405-412.
- Mayer, R. E. (2003). Elements of a science of e-learning. *Journal of Educational Computing Research*, 29(3), 297-313.
- Mislevy, R. J. (1993). Foundations of a new test theory. In N. Frederiksen, R. J. Mislevy, & I. Bejar (Eds.), *Test theory for a new generation of tests* (pp. 19-39). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Nathan, M. J., Kintsch, W., & Young, E. (1992). A theory of algebra word problem comprehension and its implications for the design of computer learning environments. *Cognition and Instruction*, 9, 329-389.
- Palincsar, A. S. (1998). Social constructivist perspectives on teaching and learning. *Annual Review of Psychology*, 49, 345-375.
- Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1 (2), 117-175.
- Pea, R. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational*

- considerations* (pp. 47-87). New York, NY: Cambridge University Press.
- Pintrich, P. R., Cross, D. R., Kozma, R. B., & McKeachie, W. J. (1986). Instructional psychology. *Annual Review of Psychology*, 37, 611-651.
- Reiser, R. A., Driscoll, M. P., & Vergara, A. (1987). The effects of ascending, descending, and fixed criteria on student performance and attitude in a mastery-oriented course. *Educational Technology Research Development*, 35, 195-202.
- Resnick, L. B., & Resnick, D. P. (1991). Assessing the thinking curriculum: New tools for education reform. In B. R. Gifford & M. C. O. Connor (Eds.), *Future assessments: Changing views of aptitude, achievement and instruction* (pp. 37-36). Boston, MA: Kluwer.
- Royer, J. M., Ciser, C. A., & Carlo, M. S. (1993). Techniques and procedures for assessing cognitive skills. *Review of Educational Research*, 63, 201-243.
- Savenye, W. C., & Robinson, R. S. (2004). Qualitative research issues and methods: An introduction for educational technologists. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research in educational communications and technology* (2nd ed.) (pp. 1045-1071). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Scardamalia, M. (2004). CSILE/Knowledge Forum ®. In A. Kovalchick & K. Dawson (Eds.), *Education and technology: An encyclopedia* (pp. 183-192). Santa Barbara, CA: ABC-CLIO.
- Schwandt, T. A. (1997). *Qualitative inquiry: A dictionary of terms*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Shute, V. J., & Glaser, R. (1990). A large-scale evaluation of an intelligent discover world: Smithtown. *Interactive Learning Environments*, 1, 51-77.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York, NY: Macmillan.
- Slotta, J. D., Chi, M. T. H., & Joram, E. (1995). Assessing students' misclassifications of physics concepts: An ontological basis for conceptual change. *Cognition and*

- Instruction*, 13, 373-400.
- Sternberg, R. J. (1990). Thinking styles: Keys to understanding student performance. *Phi Delta Kappa*, 71, 366-371.
- Sung, Y. T., Chang, K. E., Hou, H. T., & Chen, P. F. (2010). Designing an electronic guidebook for learning engagement in a museum of history. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 74-83.
- Thorndike, E. (1913). *The psychology of learning: Educational psychology* (Vol. 2). New York: Teachers College Press.
- Topping, K. J. (1998). Peer assessments between colleges and universities. *Review of Educational Research*, 68, 249-276.
- von Glasersfeld, E. (1989). Constructivism in education. In T. Husen & N. Postlewaite (Eds.), *International Encyclopedia of Education* [Suppl.] (pp. 162-163). Oxford, England: Pergamon.
- White, B. (1993). Thinker Tools: Causal models, conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, 10, 1-100.
- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1985). QUEST: Qualitative understanding of electrical system troubleshooting. *ACM SIGART Newsletter*, 93, 34.
- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1986). *Progressions of quantitative models as a foundation for intelligent learning environments*. Tech. Rep #6277, BBN.
- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16, 3-118.
- Wood, R., & Ashfield, J. (2008). The use of the interactive whiteboard for creative teaching and learning in literacy and mathematics: A case study. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 84-96.

附錄

1. 實徵研究

1.1 實驗方法 (experimental methods)

研究者提出假設並設計實驗獲得自變項與依變項間的關係來驗證假設。實驗設計的研究需考慮有無對照組、是否隨機、如何操縱與控制變項、如何觀察實驗結果等，但依實驗的現實狀況有不同的設計，包括真實驗設計、準實驗設計、前實驗設計。真實驗設計為進行隨機分派，依受試者接受的處理方式分為受試者間設計（一位受試者只接受一種處理）、受試者內設計（一位受試者會接受一種以上的處理）、受試者混合設計（兩個因子以上的實驗設計，同時包含受試者間與受試者內的因子）。準實驗設計與真實驗設計最大的不同，在於準實驗無法隨機分派受試者。而前實驗設計則是缺乏控制組，或即使有控制組，但無法提供實驗組等量的控制組。

1.2 非實驗法之量化方法

1.2.1 「相關、迴歸、模式驗證」 (correlation, regression & model identification)

相關、迴歸、模式驗證都是以相關矩陣作為運用單位。本質上，不是用來證明變項間關係的存在，而是用來檢驗一個假想理論模型的準確性與可靠度，藉以看出這個假想理論模型是否與實際蒐集的資料一致。相關分析主要用於確定變項間關係的程度，但無法確認變項間的因果關係。迴歸分析則藉由自變項 (independent variable) 來預測依變項 (dependent variable) 的統計模型。此分類另外涵蓋了某些不是只限於外顯現象描述的研究，例如驗證模式適配性等方面的研究，會建構一個理論模型並分析模型中變項之間的關係，藉由同時分析一個封閉理論模型中一組（多個）線性迴歸方程式，進而了解模型中變項間之關係。

1.2.2 調查、問卷 (survey & questionnaire)

問卷是一種發掘事實現況的研究方式，意指藉由蒐集、累積某一目標族群各項屬性的基本資料或一些不容易客觀量化的變項（如態度、支持率等），透過問卷調查的方法進行量化的分析。

1.2.3 後設分析 (meta-analysis)

後設分析係指針對具有相同研究主題的實證研究文獻，利用統計方法計算其效果值 (effect size)，以作為進一步推論或修正依據的一種量化分析方法。

1.3 質性方法

1.3.1 俗民誌 (ethnography)

俗民誌又稱為實地研究 (field study)、參與觀察研究 (participant-observation research)，強調研究問題在於「文化」的概念，主張一個文化理論必須藉由觀察和歸納尋找，以扎根在特定的人類經驗當中。

1.3.2 觀察 (observation)

觀察為在自然的情境或控制的情境下，根據既定的研究目的，對現象或個體的行為作有計畫與有系統的觀察，並依觀察的紀錄，對現象或個體的行為作客觀性量化統計解釋的一種研究。

1.3.3 訪談 (interview)

訪談是實驗者針對其研究目的，進行面對面、口語和非口語等相互溝通或交流的方式來蒐集資料。

1.3.4 個案研究 (case study)

個案研究會深入調查單一個人、團體或活動，對個案描述或解釋，並用來探索因果關係，以便找到基本的原則。

1.3.5 扎根理論 (grounded theory)

扎根理論係指以系統性與密集性的分析資料，通常是以逐句或逐詞分析田野調查紀錄、訪問紀錄或其他重要文件；同時也以經常的比較，廣泛的蒐集資料與登錄資料，來製造一個建構良好的理論。

1.3.6 內容分析 (content analysis)

內容分析是一種就資料的內容及字面意義，僅透過質性分類的規則，將其中所傳達的訊息作為比較與推論的依據，進而探究有關的研究主題。

1.4 綜合

1.4.1 設計式研究 (design research)

設計式研究最初是由 Brown 及 Collins 所發起。在程序上，是經由設計、執行、分析之後再設計的連續性循環過程。

1.4.2 混合研究 (mixed methods)

混合研究法是研究者以質化和量化的方法或理論，蒐集分析研究資料並統合推論研究結果於單一的研究或研究案中。

1.4.3 行動研究 (action research)

行動研究是一種干預性參與的社會研究方法，研究者參與到行動中，以規劃、實施、監測行動的變化，並利用研究者的理論與經驗，服務於被研究對象。行動研究融合了實務和理論，研究者除了進行研究之外，同時也是行動者。

2. 非實徵研究

2.1 文獻批評或介紹

2.2 系統建置與分析