

教科書研究

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

第八卷 第二期
2015年8月

Volume 8 Number 2
August 2015

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY *for* EDUCATIONAL RESEARCH

教科書研究

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

發行人
Publisher 柯華葳
Hwa-Wei Ko

總編輯
Editor-in-Chief 陳伯璋
Po-Chang Chen

輪值主編
Editors 歐用生 白亦方
Yung-Sheng Ou Yi-Fong Pai

編輯委員
Editorial Board 方德隆 國立高雄師範大學教育學系教授
Der-Long Fang, Professor, Department of Education, National Kaohsiung Normal University
王立心 國家教育研究院綜合規劃室主任
Li-Hsin Wang, Director, Office of R&D and International Affairs, National Academy for Educational Research
王麗雲 國立臺灣師範大學教育學系教授
Li-Yun Wang, Professor, Department of Education, National Taiwan Normal University
白亦方 國立東華大學課程設計與潛能開發學系教授
Yi-Fong Pai, Professor, Department of Curriculum Design and Human Potentials Development, National Dong Hwa University
周珮儀 國立中山大學教育研究所教授
Pei-I Chou, Professor, Institute of Education, National Sun Yat-Sen University
周淑卿 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授
Shu-Ching Chou, Professor, Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology, National Taipei University of Education
林慶隆 國家教育研究院編譯發展中心主任
Ching-Lung Lin, Director, Development Center for Compilation and Translation, National Academy for Educational Research
張嘉育 國立臺北科技大學技術及職業教育研究所教授
Chia-Yu Chang, Professor, Institute of Technological and Vocational Education, National Taipei University of Technology
陳伯璋 法鼓文理學院人文社會學群講座教授
Po-Chang Chen, Chair Professor, Graduate School of Humanities and Social Sciences, Dharma Drum Institute of Liberal Arts
陳麗華 淡江大學課程與教學研究所教授
Li-Hua Chen, Professor, Graduate Institute of Curriculum and Instruction, Tamkang University
黃政傑 靜宜大學教育研究所講座教授
Jenq-Jye Hwang, Chair Professor, Graduate Institute of Education, Providence University
楊國揚 國家教育研究院教科書發展中心主任
Kuo-Yang Yang, Director, Development Center for Textbooks, National Academy for Educational Research
甄曉蘭 國立臺灣師範大學教育學系教授
Hsiao-Lan Chen, Professor, Department of Education, National Taiwan Normal University
歐用生 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所名譽教授
Yung-Sheng Ou, Emeritus Professor, Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology, National Taipei University of Education
藍順德 佛光大學副校長
Shun-Te Lan, Vice President, Fo Guang University

執行編輯
Managing Editor 劉明洲
Ming-Chou Liu
助理編輯
Assistant Editor 郭軒合
Hsuan-Han Kuo
英文編輯
English Editor 范大龍
Christopher J. Findler
美術編輯
Art Editor 王才銘
Tsai-Ming Wang

教科書研究

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

第八卷 第二期
2015年8月

Volume 8 Number 2
August 2015

主編的話

隨著資訊科技的日新月異以及資訊產業的重視與推展，傳統的紙本教科書逐漸被電子教科書取代，在這個「典範轉變」伊始的浪頭上，《教科書研究》特別以前瞻的視野擬定主題，以電子教科書的教學應用為主軸，希望能從理論探究、實驗比較、綜合分析等不同層面，提供給讀者們有價值的文章分享。

本期共收錄 5 篇經過嚴謹審查的研究論文。第一篇彭文萱與熊召弟所撰〈優質科學電子教科書指標的建立與評鑑研究初探〉，以自然與生活科技領域電子教科書作為媒介，透過德懷術建立優質科學電子教科書之評鑑指標，並進行三家版本電子書的內容分析，研究成果可作為國內電子教科書發展的參考。

第二篇蔡東鐘所著〈電子教科書與傳統教科書對學習影響分析〉，係透過對第一線電子書使用者的訪談，歸納出師生對教科書的使用觀點，包括喜好情形、教學適用性以及對於學習的影響。師生的使用經驗與看法，必然是電子書發展的重要參考，本文提供了來自現場的回饋訊息，為電子書的使用優勢與發展重點奠定基礎。

第三篇黃幸美所撰〈體積電子教材設計與教學試驗——小學五年級〉，探討兩套體積電子教材對五年級兒童解決體積問題能力之影響。該研究結果顯示實驗組有較佳的效果，本文除了凸顯電子教科書的多媒體效果，也同時提供日後其他媒體應用需要進一步檢視效果的實驗架構與方法。

第四篇黃思華與劉遠楨撰寫〈互動式電子教科書對高中原住民專班閱讀理解成效影響之研究〉，以某高中原住民專班學生為對象，以自行開發的電子教科書進行實驗教學，經過三個文本的教學後，發現實驗組學生閱讀理解成效顯著優於控制組的學生。本研究把電子教科書的應用對象擴及原住民高中生的閱讀理解與應用，對未來的產業發展與教學應用都有先驅性的示範效果。

第五篇周珮儀所著〈從認知心理學探究教科書插圖設計及其教學轉化〉，基於認知心理學的訊息處理理論和認知負荷理論，透過個案觀察、訪談及文件分析，探討國中自然與生活科技教科書插圖設計，分析教學轉化與學習評量表現。研究結果提出了教科書圖文設計的幾項要點，頗具參考價值。

教科書評論部分，是由王姿陵、曾議寬、邱美燕共同完成的〈評析電子教科書對教與學的影響〉，以相關文獻的規模實驗成果為基礎，透過綜合分析去探討未來更大量使用下的效益與影響，其觀點與建議將是日後電子教科書相關研究的重要參考依據。

書評部分，則由蘇秀枝評述 Chip Donohue 所寫的《幼兒期之科技與數位媒體——教與學之工具》(*Technology and Digital Media in the Early Years: Tools for Teaching and Learning*)。該書提到資訊及科技融入教學在各級學校教育都極受重視與倡導，唯獨在學前教育，甚少被提及，對於幼兒使用科技與數位媒體採保留態度。教育現場之焦點不該再放在「幼兒該不該使用電腦」，而應轉向「該如何使用科技與數位媒體來增進幼兒的發展」。如此一語道破的箴言，值得大家一睹為快。

本世紀的科技發展讓人眼花撩亂，甚至瞠目結舌。資訊科技固然帶來一些負面的影響，但整體而言，仍然瑕不掩瑜。我們應該努力發揮其最大效果，將負面影響減少到最小。本期的文章可以為電子教科書的發展與應用，提供理論與實務上可深、可廣的視野，期待能為日後的教科書研究，奠定與時代潮流相契合的發展基礎。

輪值主編

沈用生
白亦方

謹識

教科書研究

第八卷 第二期

2008年6月15日創刊

2015年8月15日出刊

專論

- 1 優質科學電子教科書指標的建立與評鑑研究初探
彭文萱 熊召弟
- 39 電子教科書與傳統教科書對學習影響分析
蔡東鐘
- 73 體積電子教材設計與教學試驗——小學五年級
黃幸美
- 107 互動式電子教科書對高中原住民專班閱讀理解成效影響
之研究
黃思華 劉遠楨
- 139 從認知心理學探究教科書插圖設計及其教學轉化
周珮儀

教科書評論

- 175 評析電子教科書對教與學的影響
王姿陵 曾議寬 邱美燕

書評

- 189 幼兒期之科技與數位媒體——教與學之工具
蘇秀枝

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

Volume 8 Number 2

First Issue: June 15, 2008

Current Issue: August 15, 2015

Articles

- 1 Establishment and Evaluation of High Quality Science
E-textbook Evaluation Indicators
Wen-Hsuan Peng Chao-Ti Hsiung
- 39 A Comparative Analysis on the Learning Effect of Electronic
Textbooks and Paper Textbooks
Tung-Chung Tsai
- 73 An Experiment on Volume Measurement Electronic
Instructional Materials and Instruction: Grade 5
Hsin-Mei E. Huang
- 107 Effects of Interactive Electronic Textbooks on the Reading
Comprehension Among High School Aboriginal Students
Tzu-Hua Huang Yuan-Chen Liu
- 139 Exploring Changes in the Design of Textbook Illustrations and
Their Use in Teaching and Learning from a Cognitive
Psychological Perspective
Pei-I Chou

Textbook Review

- 175 A Review of the Research on the Impact of E-textbooks on
Teaching and Learning
Tzu-Ling Wang Yi-Kuan Tseng Mei-Yen Chiu

Book Review

- 189 Technology and Digital Media in the Early Years: Tools for
Teaching and Learning
Hsiu-Chih Su

優質科學電子教科書指標的 建立與評鑑研究初探

彭文萱 熊召弟

本研究利用自然與生活科技領域電子教科書做為媒介，建立優質科學電子教科書之評鑑指標，作為國內電子教科書發展的參考指標，並藉以評鑑現行的電子教科書。研究分二階段進行，第一階段經由專家學者進行德懷術，建立「優質科學電子教科書指標」，為配合自然與生活科技領域教學所使用針對「教材」、「數位」及「科學本質」三大標準，歷經三次德懷術問卷調查後優質科學電子教科書指標定稿為 3 個標準、8 個向度、23 個子向度、51 個指標。第二階段以指標為檢核項目進行內容分析，三家版本的電子書在於教材標準的部分，內容符合國家審定的教科書內容，表現出能符合指標的論述。研究結果在數位標準部分，技術介面能符合指標，但數位與教學的扣合仍有發展空間，於科學本質的轉化表現較弱，尤在科學方法與科學實證兩個子向度的表現，顯得較弱。

關鍵詞：電子教科書、評鑑指標、優質科學電子教科書評鑑指標

收件：2014年4月29日；修改：2015年2月25日；接受：2015年3月6日

Establishment and Evaluation of High Quality Science E-textbook Evaluation Indicators

Wen-Hsuan Peng Chao-Ti Hsiung

This research utilizes digital textbooks in the fields of natural science and living technology as media to establish evaluation indicators for high quality science textbooks as reference index for both domestic development of E-textbooks and current E-textbook evaluation process in Taiwan. The research process involves two steps. In the first step, the Delphi technique was used by experts to design a set of indicators for a high quality science E-textbook evaluation process, which corresponds to three main requirements: “teaching materials”, “digital” and “nature of science” for curriculum in natural science and living technology. The questionnaires were revised and the final revisions were made, consisting of 3 standard modules, 8 dimensions and 23 sub-dimensions and 51 indicators. In the second step, content analysis method was used in evaluating the quality of indicators. The three different versions of E-textbooks meet the needs of centralized government examination and approval, indicating that the contents of indicators correspond with the category structure. The technology outcome is sufficient that could bring it in line with current standard and practices as well, but there is still room for development in terms of digital integration and teaching, especially in scientific method and scientific evidence.

Keywords: e-textbook, evaluation indicators, high quality science e-textbook evaluation indicator

Received: April 29, 2014; Revised: February 25, 2015; Accepted: March 6, 2015

Wen-Hsuan Peng, Teacher, New Taipei City Yongding Elementary School, E-mail: sandra0755@hotmail.com.

Chao-Ti Hsiung, Retired Professor, Department of Science Education, National Taipei University of Education.

壹、研究背景與動機

教科書是中小學教學中重要的媒材之一，是教師和學生在「教導」與「學習」的依憑，也是學校定期評量及入學考試命題的重要依據（黃政傑，1998）。English（1980）研究指出教科書在中小學階段的各教學科目中提供 80% 的資訊，多數的研究者針對教科書的選用或使用進行調查也發現教師的教學普遍依賴教科書（黃儒傑，2004；葉興華，2009）。周淑卿（2008）認為教科書能提供基本的課程架構，具有不可或缺的功能，與教室中的課程密不可分，對於教科書作用、型式與內涵等概念，將引導不同的課堂學習經驗。課程改革理念必須經過逐步轉化才能成為師生具體可用之教科書，以裨益教師的「教」與學生的「學」（張芬芬、陳麗華、楊國揚，2010）。Chambliss 與 Calfee（1998）說過「今日的教科書，明日的心靈」，足見教科書是教學現場依循的主要教材，更是教育系統的核心。

由於電腦與網路的普及，運用資訊科技的日新月異，生活與教育形態也隨之漸漸改變。根據財團法人資訊工業策進會（2010）《2010 年學習終端國內外市場調查報告》指出，電子教科書的發展，亞洲地區以日本與香港的發展與應用較具成效，中國大陸也急起直追，電子閱讀器的新發展，帶來電子教科書的市場契機。2010 年起，電子教科書也開始積極進入美國教育市場，每年約有 80% 的成長，許多產業觀察者也紛紛看好其發展趨勢，並預測電子教科書將是未來教育的要角之一（Reynolds, 2011）。教育部（2013）公告網站的教育施政理念與政策說明未來施政的方向以「創新資訊教育，深耕數位關懷」為主軸，期望建立創新優質均等的資訊教育環境，發展資訊教育創新典範模式，使學生能運用資訊增進學習與生活能力、教師能善用資訊科技提升教學品質及教室能提供均等的數位機會。資訊科技融入教學的模式，引領國內電子教科書的發

展；電子教科書可隨時更新資訊，可以減輕書包重量，減少紙張資源消耗，並藉由多媒體呈現提升學生學習興趣；但如何推廣與改變學生學習習慣、老師教學慣性等，未來需要克服的問題仍然不少（呂正華，2010）。如此亦可見得資訊融入教學於現今的教育現場已成為關注的焦點，如何導入數位教材讓教師的教學與學生的學習密切的結合，達到資訊促進教與學為當代教育的討論核心。資訊融入教學已是一種趨勢，加上教科書出版業者所提供的電子教科書產品光碟，是教師們容易取得的一種資訊化教材；電子教科書的共創、主動參與、動態、取自多元管道、傳遞容易且具經濟實用性、能快速改善並容許循環回饋之機制，改變了教科書的定位及學生學習習慣（徐新逸、賴婷鈴，2013）。教科書的出版業者雖用心投入電子教科書的開發，但其內素材多為自行研擬開發之功能與內容，未有可依循的參考指標，為提供國內電子教科書開發方向，擬定符合國內電子教科書切實可行的參考依據為當務之急，且在於電子教科書的開發之餘，也缺乏了檢核與評鑑的機制。

在資訊化的社會中，培養每個國民具備運用資訊科技的基本知識與技能，已為世界各國教育發展的共同趨勢。傳統的讀、寫、算基本素養已不足以因應資訊社會的需求，具備資訊科技的能力儼然成為現代國民應具備的第四種基本素養（國民中小學九年一貫課程綱要，2012）。而自然與生活科技領域課程綱要中的基本理念明言我們也應該瞭解科學與技術的發展對人類生活的影響，學會使用和管理科學與技術以適應現代化的社會生活。透過學習使我們能善用各種科學與技術、便利現在和未來的生活（國民中小學九年一貫課程綱要，2008）。科技著重自然與人為環境的調適，自然與生活科技領域是一個同時適合科學及資訊學習的領域。然而，自然與生活科技領域是一個需要有科學探究精神存在的領域，學習者除了學習科學與技術認知外，還需學習過程技能、科學與技術本質、科技的發展、科學態度、思考智能、科學應用及設計與製作等，其中九年一貫課程綱要中以過程技能（增進科學探究過程之心智運作能

力)編序爲一,足以見得其重要性。因此爲配合科學學習歷程,科學電子教科書中具有很多元素是其他領域所不存在的,例如實驗示範操作影片、以實驗器材爲主的互動式動畫、實驗步驟拆解的示意掛圖、實驗結果模擬的電子遊戲等,這些數位素材足以顯示科學電子教科書的獨特性。如果這些素材示範說明不當,將導致學習者錯失了學習科學與技術的探究方法和基本知能,與原自然與生活科技領域的課程目標有所背道。

本研究期許以適合資訊融入的自然與生活科技領域做爲探討,以教科書設計原則、數位設計學習理論等作爲基礎,發展出適用於科學電子教科書的評鑑指標,且能實際以發展出的評鑑指標進行現行國內的自然與生活科技領域電子教科書之檢核,並了解目前國內電子教科書研發的現況。除期許可提供教科書出版業者作爲改進教師用電子教科書及研發學生用電子教科書的參考,爲自然與生活科技領域的資訊融入教學以及電子書包的發展開啓一條捷徑外,更希望藉由此指標來檢核現行自然電子教科書,以了解指標的實用性與適用度。殷切期盼本研究所發展之評鑑指標,參酌各地區特性、需求並適時參酌使用者的意見加以修改,制定成符合當下電子教科書或數位教材的需求之標準,以求電子教科書等資訊媒材融入教育現場輔佐教學的最大契機。

據上述之研究背景與期待,本研究之研究目的有二,分別爲建立優質科學電子教科書之評鑑指標,並以評鑑指標作爲檢核項目比較各版本國小現行電子教科書的品質。

貳、文獻探討

一、科學教科書之相關研究

教科書是知識傳遞於教師與學生之間的中介素材。藍順德(2004)統計分析臺灣與教科書有關的博、碩士論文,自73學年至92學年共計

有 272 篇，若以研究主題來看，屬於教科書內容分析者有 169 篇（62.13%），其中 91 篇為分析教材內容。Serhat（2009）分析科學教科書的科學素養的主題（科學知識、科學調查的方法、科學的思維模式、在科學、技術和社會之中的交互作用）發現，教科書內對於科學素養內涵描述不足是令人擔憂的問題。由於科學教科書文本的分析多利用系統語言學探討學生對於科學文本的閱讀理解（陳世文、楊文金，2008；楊文金、陳世文、李哲迪、任宗浩、古智雄，2008），且其文本除了內容文字給予學生知識外，其圖片也透露出許多的概念訊息，文本版式對於讀者來說更是第一印象（Stylianidou, 2002）。教科書是一種傳遞知識的文本，也可說是教師教學與學生學習的基本依據，因此教科書的研究也相當受到重視。

二、電子教科書之相關研究

近年來由於資訊科技、數位化的快速演進及高速、無遠弗屆的網際網路出現，促使出版業產生了巨變，電子書成為印刷書的延伸。閱讀印刷品的成書深深地根源於我們的文化習性中，要從印刷品轉換到電子格式時，成人的學習者需要轉換舊有的學習經驗再次學習，而年輕學習者卻被發現較容易調整自己的學習，所以設計適合孩子學習的電子課本，更具有成功的潛力（Lau, 2008）。Villano（2006）表示在這電子媒介的時代，生產教科書可以說是一門即將消逝的藝術，真實世界的每一天裡新的電子設備正不斷的取代「古老」的技術。藍大勝（2010）研究探討各種智慧型物件與科技相關技術建構無所不在的學習環境，在使用不同智慧型科技物件之學習環境中，學生在對自然科課程的態度、對自然老師的態度、對自然科的學習動機、自然科的學習策略皆有正面提升的效果。教科書出版業者積極的開發新的資訊產品，欲想提供給教師於教學上使用，提升教師教學以及教科書的靈活運用，因此推出了電子教科書，這種配合紙本教科書頁面且結合資訊多媒體等資源的電子化產品，

期望讓教師藉此將資訊融入教學，也讓教師教學備課等更加便利。電子教科書以教科書為主軸來搭配多媒體，對教師而言確實簡便易用，但在實際運用上不宜照單全收，仍應依課程目標及自身授課之重點加以衡酌（蘇國章，2011）。

電子教科書為目前時勢下的新產品，以強大視覺和互動式元素在吸引使用者的目光，但目前使用者還不習慣這樣的產品，因為在這個時期閱讀的媒介本身可能不像紙本教科書經驗一樣舒適，一本電子書的設計必須不同於一本紙本教科書，也需要更有利、有建設性的用戶經驗（Woody, Daniel, & Baker, 2010）。Chambliss 與 Calfee（1998）主張好的教科書須以教科書概念的組織模式圖進行了解，從教科書內容的主題、要素及連結度，探討教科書的文本可理解性、課程設計、教學設計等面向，其教科書文本設計包括主題（themes）的選擇、各種要素（elements）的鋪陳及要素間的連結性（linkages）。電子教科書這種數位化的教科書也須與教科書一樣由本質內容著手，再放眼數位系統的部分。Brusilovsky（1999）以適用性和技術層面來分析 web 遠距教育的系統教材，著眼於課程的順序、問題的解決、適合的介紹、合適的簡介系統，強調系統須提供學習者最適合且有計畫的學習內容，讓每個學習者可以在網頁內容中找到最相關的學習路徑與空間。Papanikolaou、Grigoriadou、Magoulas 與 Kornilakis（2002）則於合適的網路學習環境向度分析中說明課程的內容和規劃給予概念適當的教育教材為最重要的兩個環節，其中更將學習畫面的主屏幕分成導航區、內容區和工具欄的頁面內容進行分析。Chlopak（2003）和 Pahl（2003）皆以主題內容、組織形式、教學方法和基礎技術結構來評斷網路或電子教學與學習環境，Pahl（2003）表示這些網路的學習環境需要進一步的改變和管理。

教育部數位學習教材認證指標以教材內容與架構、教材設計、輔助設計和媒體與介面設計共四大規範來評鑑數位學習教材（教育部，2014）。臺灣數位學習品質服務中心委託國立臺灣師範大學科技應用與人

力資源發展學系蕭顯勝教授研究團隊進行電子白板準備度與規範開發計畫，透過文獻探討與訪談了國內參與電子白板的專家、學者、教師、學習者及機構之經驗與建議，藉此建立了針對於電子白板的檢核表初稿，並著手開始進行數次德懷術專家會議，完成的電子白板準備度檢核表中，包含了四大面向進行檢核，有組織文化面向、使用者面向、教材面向及環境面向（黃鈺雯，2010）。國際上於資訊融入教學亦訂定了指標作為評鑑的依據，美國訓練與發展協會（American Society for Training & Development, ASTD）發展之數位課程標準（Elearning Courseware Certification, ECC）具有標竿意義，共包括 4 個向度，分別為：介面標準（interface standards）、相容標準（compatibility standards）、製作品質標準（production quality standards）及教學設計標準（instructional design standards）（Sanders & Visnius, 2002）。

電子教科書這種以聲光效果、遊戲、機智問答等方式吸引學生的作法，將會出現外在動機的酬賞刺激物需要不斷地增加，終至無法強化的地步，因此提升內在動機更加重要，尤其是學生對學習內容能主動學習，才有辦法培養學習的興趣和習慣（許振家、翁福元，2014）。針對這種數位仿製紙本教科書，卻又增加許多多媒體等數位元素的電子教科書，於教材內容及數位系統的各面向，實在須給予一套明確的指標，讓教師（數位教材的評鑑者）可透過系統化、客觀化的蒐集電子教科書的相關資料，以做出價值判斷。

三、數位學習理論之相關研究

在於數位的時代中教學媒體，用以電子教科書中的文字、圖形、聲音、動畫、視訊等型式來傳達教學訊息給學習者已成為一種設計潮流。Paivio（1969）針對語言文字與表象的關係提出雙重編碼假說，主張人類具有「語象」（verbal）與「視象」（visual）兩種記憶處理系統。建構主義主張以學習為中心，在整個學習環境中，個人的學習必然與環境中的

人、事、物發生關聯。Vygotsky (1964) 認為人類心智能力的發展是社會互動與社會經驗的結果，兒童從簡單的心智功能轉化到能夠表現抽象思考、邏輯推理和自我調整等高層心理歷程，都是利用語言和文化與其他人進行溝通、分享等社會性互動作用，再由此互動所習得的符號來進行思考和學習，以建構主義為基礎所發展的電腦輔助教學應該是現在 e 世代的時勢所趨。

認知負荷理論源自歐美的人體工學(ergonomics)與人因科學(human factor)等領域，從心理、生理與認知層面進行工作與任務對執行者的影響與適合性。早期應用於軍事訓練上，被稱為「心智工作負荷」(mental workload)，直至 Sweller 於 1980 年代提出認知負荷理論，將此觀念引入教育界，聚焦於探討教學法、學習內容對於學習者概念獲得與認知層面的影響(黃柏勳，2003)。Pollock、Chandler 與 Sweller (2002) 經研究後強調，具有高內在要素互動性的教材，應以步驟化的方式有次序地呈現教材，所以教材內容的編排亦須注意其課文編輯的層次，循序漸進地提供讀者有效的閱讀訊息。劉世雄(2010) 探討教師運用高層次認知策略在數位多媒體教學中的觀點、歷程，研究發現運用數位多媒體混合關聯性的文字與圖像除可降低認知負荷，亦可指引學生在圖文訊息間對照，學生易於理解教材，進而促進高層次認知策略的運用。

Luik 與 Mikk (2008) 針對電子教科書的特徵與不同學習成就的孩子獲取知識的關聯性進行研究，報告指出低學習成就的學生從電子教科書清楚的指示、熟悉的舉例和問答中學習，高學習成就的學生則受益於不同關鍵組合、選單連結、舉例等資訊。電子教科書中，不僅內容，還有軟體的設計，為不同的成就水平之學習者，所設想的層面應有所不同。楊景盛、林素華、王國華與黃世傑(2011) 更著手以數位遊戲進行人體內分泌系統教學研究，研究發現數位遊戲學習能引起學生動機，更能配合電腦之前瞻性，以重組的知識、遊戲元素及學習策略三個元素設計遊戲促成學習者有效學習，讓學生學習變得有趣，更有學習效益。電子化

媒體融入自然與生活科技領域教學時，不單只是電子化媒體的呈現，更是資訊教學與科學學習的結合。García-Valcarcel (2010) 提到教師設計教學情境時，可利用科技的便利來促使學生的學習，於課堂上使用新的技術，例如網路、電子化教學內容，能使主題教學成為教學規劃的一部分，在師生或家長之間產生互相作用。吳百興、張耀云與吳心楷 (2010) 回顧探究活動與科學推理相關文章，分析科學推理在探究活動過程中所扮演的角色，研究針對學習者在探究過程的各階段中常見的困難，整理出科學推理過程中常用的策略，包括提出以理論導向的假說、控制變因的策略、證據導向的評估策略及整合證據與理論四個策略。以這四個理論來看科學的教學轉化為科學的探究活動上已有一定的難度存在，如何運用策略才會轉化得宜呢？鄭淑妃、劉聖忠與段曉林 (2005) 研究一位具當代科學本質觀點的國小自然科教師的教學與科學本質觀之間的關係，研究發現限制或阻礙個案教師傳達其科學本質觀的內、外在因素，有教師個人教學目標的限制、教師本身的信心不足、教學時間的限制、現有教材的限制等。而在這股資訊融入教學的洪流之下，科學電子教科書會成為限制或阻礙教師傳達其科學本質觀的因素之一，還是會成為轉化科學本質教學的動力呢？這是個值得深思的問題，故在規劃科學電子教科書指標時，擬思考將傳達科學意念為主的科學本質觀作為必要條件之一。

綜合上述數位理論與研究，思考優質的科學電子教科書所具備有的條件，首先以探討自然與生活科技領域教科書中的課文內容、圖文等應如何編排呈現，與其相對應的科學電子教科書中該如何配合，方可有利於教學與學習，讓教學者和學習者感到易用，進而想要使用，並以之增進學習者的學習效率為核心主軸。

參、研究方法與流程

本研究分為二個階段探討，第一階段以教科書設計原則及數位學習等相關理論，協請專家協助以德懷術發展評鑑指標。第二階段藉指標作為檢核之工具，以內容分析法針對三家教科書出版業者現行的教師用電子教科書進行分析比較。

一、第一階段研究設計

以教師建議佐以文獻分析，組織優質科學電子教科書指標初稿，於初稿擬製完成後進行開放性登錄（opening coding），再不斷的進行分解（break down）、綜合（put together）、建立範疇（category），確立主要「向度」，每一向度下有若干「子向度」及「指標」，為評鑑指標之項目，如圖 1 所示。

依據文獻蒐集整理後的評鑑指標初稿來發展德懷術問卷，德懷術問卷回收後，將填答的量表勾選內容進行建檔及統計，並將專家給予的開放性建議予以分類及統計，接著即進行多次焦點團體的會議，針對專家給予的意見進行討論、交叉詰問，再根據討論結果修改後，進行下一轮的德懷術研究，歷經循環後完成評鑑指標建置。第一階段之研究 V 圖如圖 2 所示。

研究對象包括焦點團體及德懷術成員。焦點團體成員為充分反映指標的不同面向，除參考電子教科書、科學教育相關文獻外，並邀請有實際參與電子教科書推廣的科學教師等相關人員共同參與。於德懷術專家成員部分邀請國內大學科學教育或數位科技教學相關領域教授，以及於教學現場使用電子教科書的教師，共計 14 名，作為參與德懷術之專家，相關背景如表 1 所示。藉由專家參與德懷術調查研究分析，建置符合優質科學電子教科書的指標。其指標發展之德懷術研究流程如圖 3 所示。

專家成員主要是針對問卷需要程度給予意見和等級，等級用五點量表方式，圈選其需要程度。每次德懷術問卷調查結束後，即分別對各指

標的需要程度計算算術平均數 (M) 及標準差 (SD)。藉以瞭解分配狀況、問卷結果的集中情形，及整體結果的分散程度供專家成員參考。



圖 1 優質科學電子教科書指標架構略圖

表 1 德懷術專家之組成背景

專家編號	現職	專長
Dp1	教育大學自然科學系教授	教育研究法、中小學科學課程發展研究、中小學自然科學師資培育方案
Dp2	教育大學教育傳播與科技研究所教授	電腦輔助教學、多媒體網路、遠距教學網路、數位影像處理
Dp3	教育大學應用科學系教授	科學教育、環境教育、生態學
Dp4	師資培育中心教授	教學設計、中等學校教育實習
Dp5	教育大學教育傳播與科技研究所教授	數位學習、資訊教育、網路同儕教導策略、數位遊戲式學習
Dp6	教科書出版文教產業副總	國小教科書編輯、電子產品發展
Dp7	國小校長 (自然科輔導團)	國小校務、自然領域教學
Dp8~Dp14	國小中、高年級科學教師	國小科學發展 (年資皆為 5~10 年) (其中 2 位曾任教科書編者)

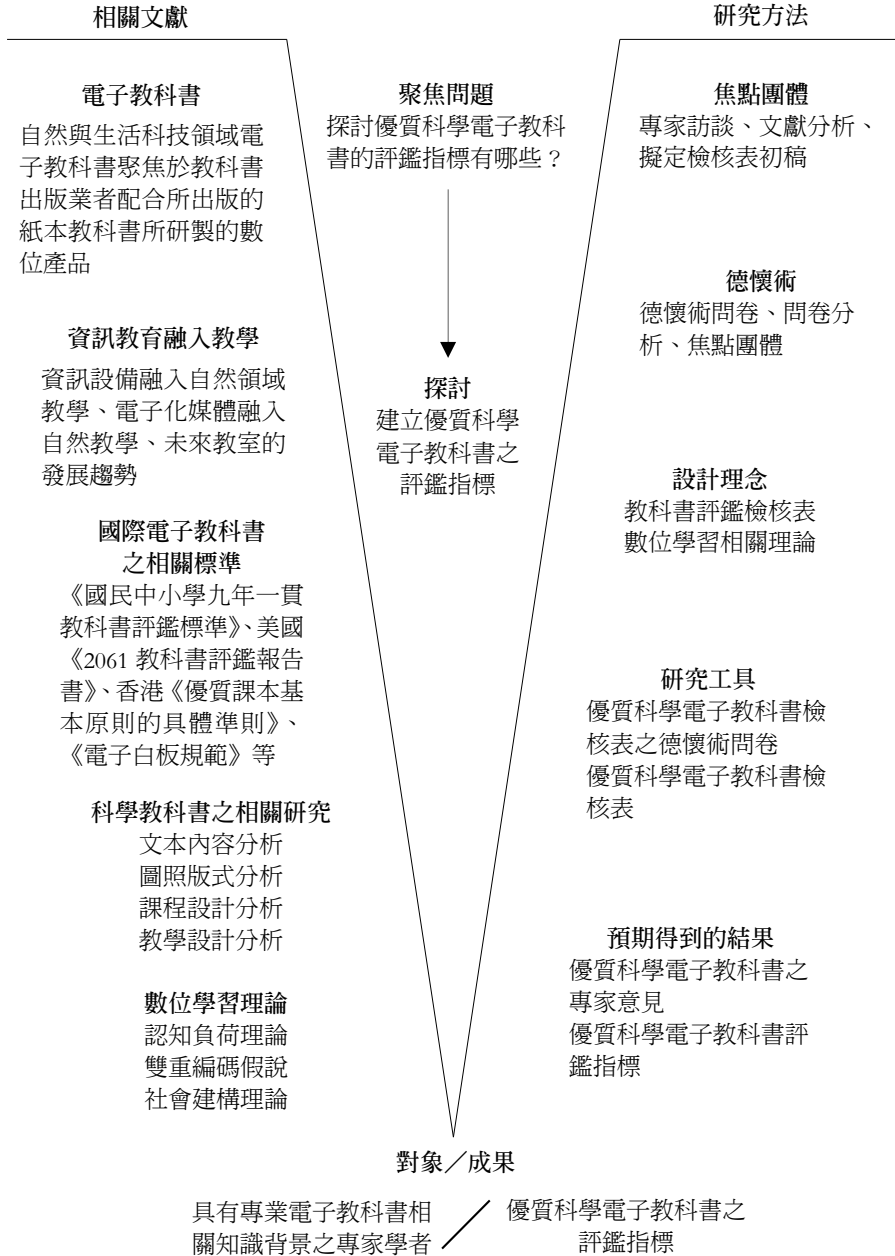


圖 2 第一階段之研究 V 圖

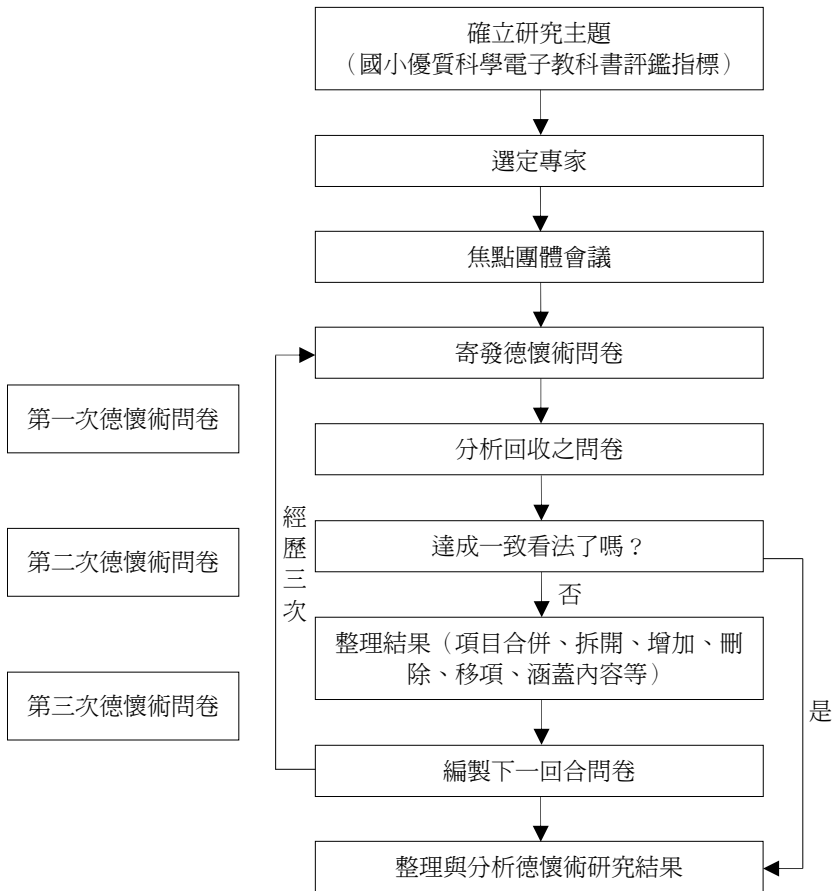


圖 3 國小優質科學電子教科書評鑑指標發展之德懷術研究流程

二、第二階段研究設計

第二階段以指標做為檢核項目進行內容分析，分析臺灣現行三家教科書出版業者的電子教科書，藉以檢核現行電子教科書的品質。由三位編碼評分員（以下簡稱評分員）利用指標作為檢核依據，進行電子教科書檢核編碼，進行「編碼員的一致性」信度檢定。於分析階段由三位評分員分別針對自然與生活科技領域電子教科書 I、II、III（簡稱為： E_1 、

E_{II}、E_{III}) 三個版本的教科書進行內容解讀及分析，目的除了深入探討三版本電子教科書內容設計上的差異，並以「優質科學電子教科書評鑑指標」作為檢核，並瞭解優質科學電子教科書評鑑指標的實用性及適用性。其第二階段之研究 V 圖如圖 4 所示。

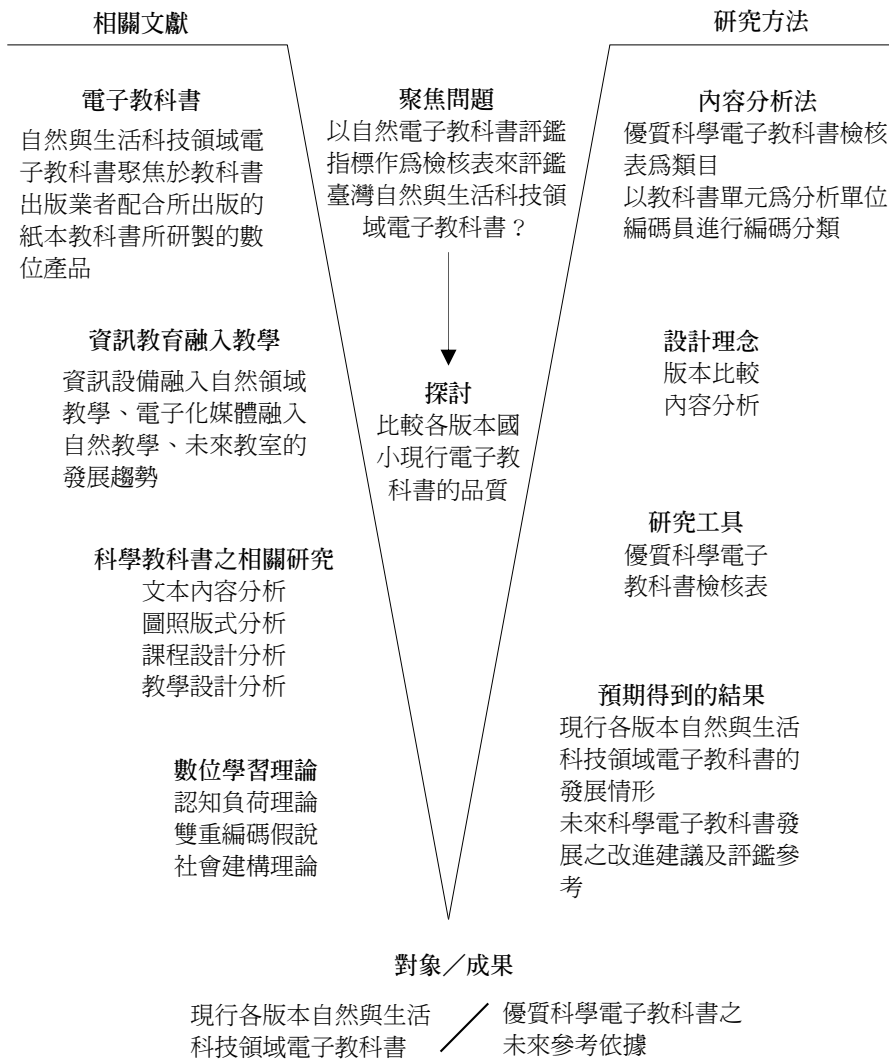


圖 4 第二階段之研究 V 圖

綜觀目前各家教科書出版業者所出版的自然與生活科技領域電子教科書，各具有不同的特色，如 E_I (圖 5)、 E_{II} (圖 6)、 E_{III} (圖 7) 的電子教科書頁面如下所示，其綜合整理有以下幾個共通的特色：完整呈現紙本教科書頁面內容、將多元媒體嵌入電子化課本頁面中、提供教學輔助工具、提供即時評量功能、課本頁面互動功能、具有客製化的編輯及儲存功能。

本階段採用內容分析法探討臺灣三家教科書出版業者所發行五年級上、下學期的自然與生活科技教科書作為分析樣本，以優質科學電子教科書評鑑指標作為檢核項目。研究中量化內容分析的最小分析單位為教師用電子教科書中出現在課本頁面中的元件按鈕 icon 為主要計次對象，其不包含電子教科書頁面中的工具列按鈕。於信度部分採用「評分者信度」來建構量化分析部分的信度，商請 3 位具有高年級自然與生活科技領域教學經驗 5 年以上的教師，且皆於 101 學年度擔任自然與生活科技領域任課教師。於過程中先以 E_I 版當中的一個單元為樣本，當作試

教學教材

影音多媒體

快速切換

隱藏重點

評量測驗

工具箱 (儲存或插入素材)

工具列 (可對應電子白板使用)

圖 5 E_I 版自然與生活科技領域電子教科書頁面及功能



圖 6 E11 版自然與生活科技領域電子教科書頁面及功能



圖 7 E11 版自然與生活科技領域電子教科書頁面及功能

作的分析樣版，針對評鑑指標轉化成檢核項目進行解說、釋疑、討論，經達成共識後，進而開始評分，以量化計數的 icon 進行分析比較，以李克特氏五點量表計分，以點擊 icon 為基準，利用符合的 icon 數除以總 icon 數，若此內容符合超過四分之三則為「非常符合」，得分為 5，若高於二分之一則為「符合」，得分為 4，低於二分之一介於四分之一之間為「不符合」，得分為 3，低於四分之一者為「非常不符合」，得分為 2，無法明確解讀或計算者為「非常不符合」，得分為 1，經實施測量後評分者信度為.91。

肆、研究結果與討論

依據研究的兩個階段做為區分，分別敘述建構優質科學電子教科書的評鑑指標以及現行科學電子教科書內容品質的結果與討論。

一、建構優質科學電子教科書的評鑑指標

(一) 優質科學電子教科書評鑑指標主軸與向度建構歷程

優質科學電子教科書評鑑指標規劃時，由於電子教科書其內容完全符應於國家審查過後的紙本教科書，故於此不針對完全相同於紙本教科書的內容進行探討，而是針對廠商額外附加於紙本教科書內容外的教學素材進行探討，例如其內的教學提問、掛圖、影片等。這些教學素材是為配合教師教學時所使用，故其可列為「教材」，且利用數位化的形式附加在電子教科書內，故以「數位」作為探討，為配合自然與生活科技領域教學所使用，規劃了「科學本質」作為優質科學電子教科書評鑑指標的三大主軸。

1. 教材標準的建立

電子教科書中具有許多對應紙本課本的教學解釋、教學引導、重點

歸納、教具掛圖等，這些教材內容皆是將以往平面的教具轉製為數位檔案，可直接呈現於電子教科書中供教師教學使用，故於指標初稿中以「教材」標準做為規範，主要參考於國民中小學九年一貫自然與生活科技教科書評鑑指標，此教科書評鑑標指標內容區分為六大項目，包含出版特性、課程目標、學習內容、內容組織、教學實施及輔助措施。為求指標的國際性，亦參考了美國《2061 教科書評鑑報告書》以重視目的、學生的想法、發展和使用科學想法、提升學生考慮現象，經驗和知識為主。且參考了香港課程發展議會課本質素專責委員會（2003）《優質課本基本原則的具體準則》認為課本的照片、圖畫、圖表等應能準確、切題、有效，並附有適當的說明，以激發和輔助學生學習。指標初稿的「教材」標準規劃了「架構」、「內容」、「版式」及「圖表」四個向度。

2. 數位標準的建立

「數位」的指標主要綜合統整於美國訓練與發展協會（ASTD）發展之數位課程標準（ECC）4 個向度，分別為介面標準（interface standards）、相容標準（compatibility standards）、製作品質標準（production quality standards）、教學設計標準（instructional design standards）（Sanders & Visnius, 2002）。臺灣數位學習品質服務中心電子白板準備度檢核表的四大面向：組織文化面向、使用者面向、教材面向及環境面向。劉遠楨（2009）將互動式電子白板教材軟體與教具軟體規範分為：教學設計、教材呈現、教材軟體介面、教育訓練及後續規劃等。統整上述標準於「數位」方面規劃了「素材呈現」、「介面與操作」、「使用說明」。

3. 科學本質標準的建立

「科學本質」的核心主軸參考了 1989 年美國科學促進協會（American Association for Advancement of Science, AAAS），發表了 *Science for all Americans* 一書，於其中將科學本質分為三個領域：科學的世界觀、科學探究和科學事業。林陳涌（1996）所提之科學知識、科學方法及科學事業，分別著重在於科學知識的種類與角色、本體地位及知識地位；

科學方法的獨特性與適用性、客觀性及理性；科學基本設定、定義及目的、科學家、科學社群及科學與社會關係。本指標將「科學本質」聚焦於「科學知識」、「科學探究」、「科學事業」。研究中所規劃的指標初稿架構內容如圖 8 所示。

(二) 優質科學電子教科書指標德懷術問卷的結果分析

於編製成優質科學電子教科書評鑑第一次德懷術問卷後，問卷呈現共分 9 個向度、27 個子向度、66 個指標，以需要程度作為界定，針對每一指標項目，用五點量表方式，圈選其需要程度。專家學者可依其看法進行評估，並圈選出適合的分數。於每個指標後面有建議修改的欄位，可視專家的意見進行填答。於每個向度的下方也有修改建議的欄位，若該向度仍有不足或有尚需修改調整之處，可填寫於此處。優質科學電子

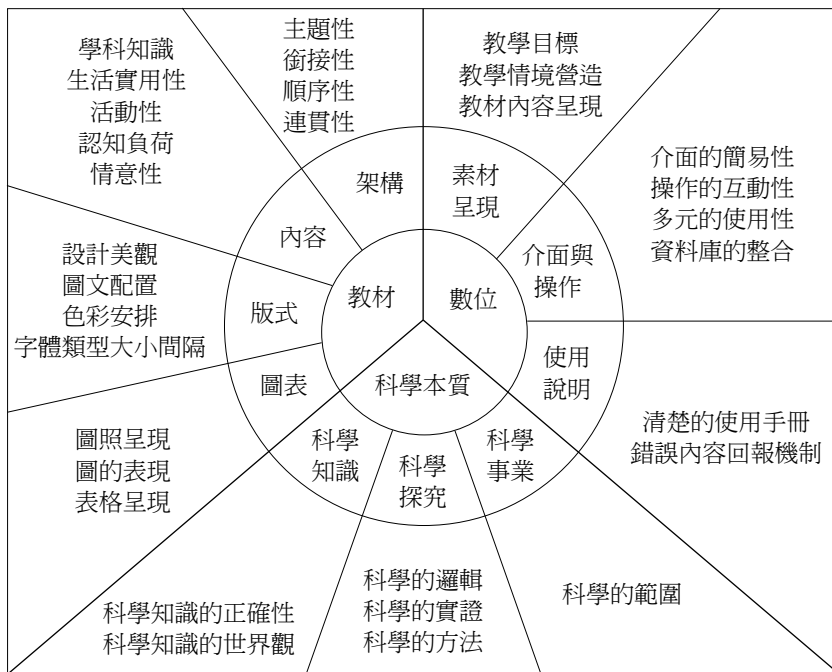


圖 8 優質科學電子教科書評鑑指標初稿之架構

教科書評鑑第一次德懷術問卷經由焦點團體會議後成卷，其第一次德懷術問卷向度及子向度的規劃圖如圖 9 所示。

第一次德懷術問卷往返後，於專家意見修正主要在於第三向度「版式」與第四向度「圖表」，於專家建議下將原向度四圖表合併於第三向度版式，以避免囿限於紙本教科書評鑑指標。因為電子教科書的趨勢是在於將紙本經過審定的教科書轉製為電子化，再給予許多附加的元素而這些元素都與紙本教科書相關，本研究則是為了這些電子化的介面及附加的相關元素訂立指標，且因為紙本教科書皆是經過國家教育研究院審定而成，本指標內容中已有許多的指標配合其九年一貫教科書評鑑指標，故在此不刻意強調類似紙本教科書的指標內容。整體內容修改為以「版式」向度呈現，焦點著重於整體畫面以視覺呈現的版面編排、圖文

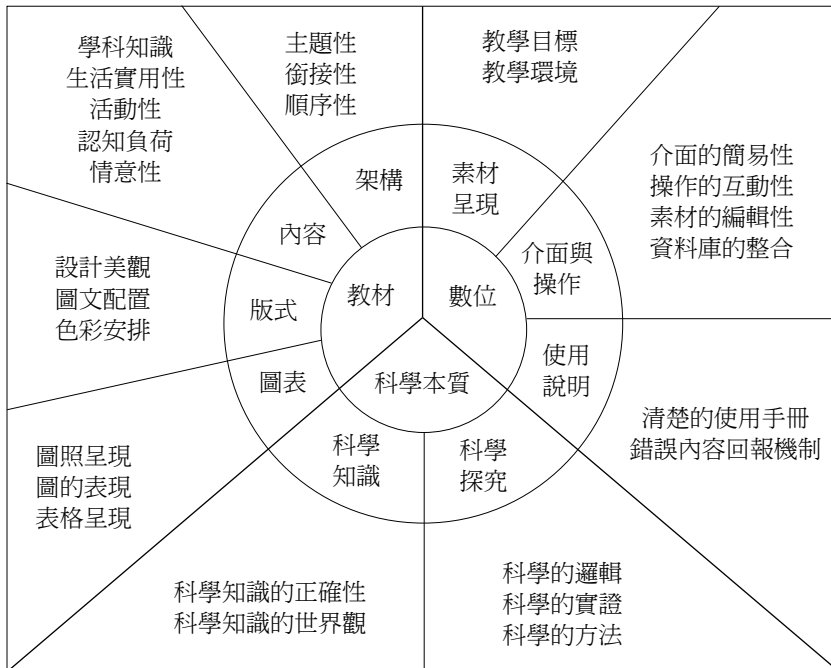


圖 9 優質科學電子教科書評鑑指標第一次德懷術問卷向度架構

比例、圖文呈現樣貌等。並將原向度「圖表」包含於子向度「3-2 圖文配置」之下，大幅刪減內容呈現。

向度「科學探究」聚焦於科學方法的獨特性與客觀性，以科學邏輯、方法與實證為重點。專家建議表示此部分為目前科學教科書較為缺乏的部分，以實驗示範影片為例，影片中常呈現實驗的過程與結果，缺乏了實驗探究的過程，教師於實驗課前常需先準備過濾影片，先讓學童觀看方法與提醒，再讓學童自行操作出實驗結果，並進行討論，確定符合科學探究之精神與過程。故依據專家建議之下，調整三個子向度呈現的順序，改為子向度「8-1 科學的邏輯」、「8-2 科學的方法」、「8-3 科學的實證」藉以呈現科學探究的順序性，並加以調整其內文字陳述。

經第一次德懷術問卷於專家意見修正後，第二次德懷術問卷共分 8 個向度、23 個子向度、56 個指標，並附加每一項目在第一次的問卷分析結果。其第二次德懷術問卷向度及子向度的規劃如圖 10 所示。

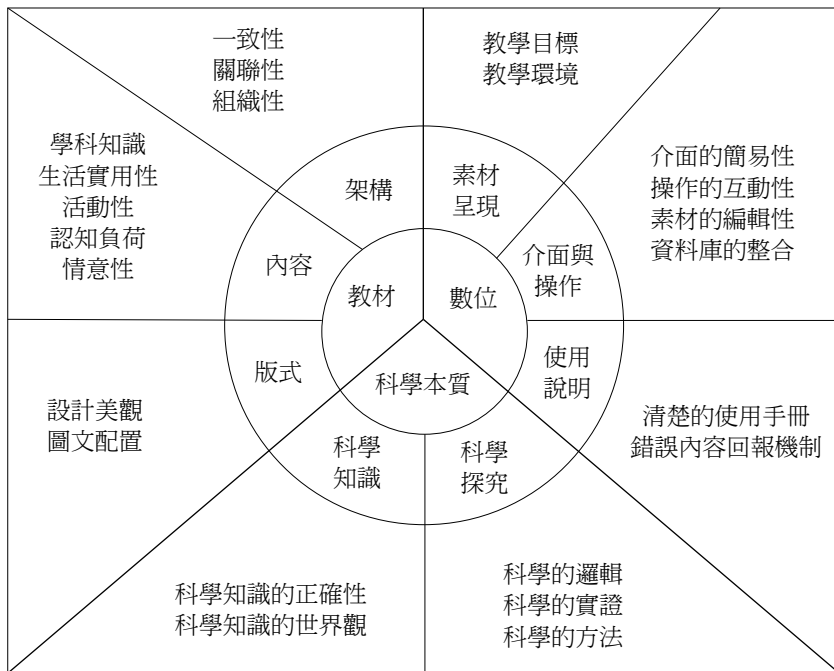


圖 10 優質科學電子教科書評鑑指標第二次德懷術問卷向度架構圖

第二次問卷調查後，將專家所提供的意見加以整理。依專家的意見修正後，形成第三次問卷。歷經三次德懷術問卷調查後指標定稿為 3 個標準、8 個向度、23 個子向度、51 個指標，如附錄所示。

三次德懷術問卷各項向度與指標的量化統計資料，以平均數 (M)、標準差 (SD)，呈現出的集中與離散情形如表 2，M 表示向度之適合程度，SD 為專家共識的程度。三次問卷的統計資料顯示整體指標之得分分別為 4.34、4.64、4.72，高於五點量表中位數 2.50，表示專家對問卷各項目的同意度皆高，各項目均具需求性。

評定值的離散情形，比較在三次問卷統計資料顯示，整體及各向度之標準差分別為 0.94、0.62、0.47，以第三次最小，且小於預定共識值 0.5，表示專家同意程度有逐次聚斂集中的趨勢。所有指標皆考量實際層面即時代性的需求，且力求能夠涵蓋科學與資訊科技的交互作用，融入於教學者的理念，以教學者易上手呈現教學，並配合學習者的習慣，以激發學習者興趣為原則下，建構出的優質科學電子教科書評鑑指標。

二、現行科學電子教科書內容品質

本研究根據優質科學電子教科書評鑑表進行三版本 E_I 、 E_{II} 、 E_{III} 的檢核評分，以下針對評鑑表進行分項討論與結果分析，最後再協請 3 位評分員針對優質科學電子教科書評鑑指標部分表達使用後的心得評論，以探討評鑑指標的實踐效果。

(一) 版本間品質分析

本研究依據第二階段經德懷術問卷形成的優質科學電子教科書評鑑指標，轉化成檢核項目進行評鑑，以下依據三大標準進行各量化及文字的說明。

表 2 德懷術問卷統計資料

第一次德懷術			第二次德懷術			第三次德懷術		
	M	SD		M	SD		M	SD
向度 1 架構	4.63	0.58	向度 1 架構	4.86	0.35	向度 1 架構	4.86	0.35
向度 2 內容	4.48	0.70	向度 2 內容	4.74	0.50	向度 2 內容	4.77	0.43
向度 3 版式	4.48	0.96	向度 3 版式	4.69	0.67	向度 3 版式	4.79	0.46
向度 4 圖表	4.13	1.13	向度 4 素材呈現	4.54	1.04	向度 4 素材呈現	4.77	0.46
向度 5 素材呈現	4.44	1.16	向度 5 介面操作	4.45	0.73	向度 5 介面操作	4.53	0.62
向度 6 介面操作	4.07	1.18	向度 6 使用說明	4.43	0.74	向度 6 使用說明	4.61	0.49
向度 7 使用說明	4.16	1.00	向度 7 科學知識	4.71	0.47	向度 7 科學知識	4.73	0.43
向度 8 科學知識	4.39	1.175	向度 8 科學探究	4.60	0.59	向度 8 科學探究	4.67	0.50
向度 9 科學探究	4.29	0.88						
整體	4.34	0.94	整體	4.64	0.62	整體	4.72	0.47

1. 「教材標準」部分

「教材標準」的向度區分為「架構」、「內容」、「版式」。於「架構」子向度的部分以「一致性」、「關聯性」和「組織性」作為重點。由於 3 家版本皆是根據紙本教科書的內容進行電子教科書的內容架構安排，於一致性的部分符合指標。在關聯性也呈現可配合紙本教科書的內容編排，據教學指引內容提出教學引導，並符應其學生學習階段。組織性的表現也配合教科書的指示由淺入深，但對於課程中的延伸學習性略顯不足，分析結果如表 3 所示。

表 3 E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本於向度 1 架構的分析結果

向度	子向度	E _I 版本			E _{II} 版本			E _{III} 版本		
		比例	M	SD	比例	M	SD	比例	M	SD
1 架構	1-1 一致性	0.67	4.67	0.58	0.70	4.67	0.58	0.58	4.33	1.16
	1-2 關聯性	0.71	4.67	0.58	0.54	4.33	1.16	0.65	4.67	0.58
	1-3 組織性	0.54	4.33	1.16	0.61	4.33	1.16	0.52	4.00	0.00

註：比例為 3 位評分員分別計算 icon 的比例平均；M 為給分平均；SD 為給分標準差。

「內容」子向度的部分以「學科知識」、「生活實用性」、「活動性」、「認知負荷」和「情意性」為檢核目標。據結果顯示各版本皆能依課程安排建構學科的概念，但以配合紙本課本為主，鮮少有額外的舉例及延伸。電子教科書中活動性課程內容普遍能引發學生學習興趣，但少有反思等學習活動。電子教科書的教學提示多為解釋或引導，於認知負荷開放式提問表現不佳，提問多為封閉式問題。電子教科書中教材的訊息量重複性極高，恐阻礙學生的學習。且電子教科書是以課程知識概念傳遞為主，較不重視情意的教學。分析結果如表 4 所示。

於「版式」向度重於整體畫面，子向度以「設計美觀」和「圖文配置」作為重點。在版式向度中美觀完整、清楚劃分結構，看重圖片、照片、插畫、表格、字體等各元素的配置。經內容分析法的結果分析如表 5 所示。於版式向度部分得分平均數皆大於 4，擬思考應是各家出版業者皆有美術排版或設計人員負責設計版式或美術編排等工作，故於此方面的呈現，得分表現上皆為符合以上。

2. 「數位標準」部分

「數位標準」包含的子向度為「素材呈現」、「介面與功能」和「使用說明」三個主要向度。但於「介面與功能」和「使用說明」兩個向度是利用評分員針對電子教科書整體的實用印象判斷。經內容分析法的結果分析如表 6 所示。

表 4 E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本於向度 2 內容的分析結果

向度	子向度	E _I 版本			E _{II} 版本			E _{III} 版本		
		比例	M	SD	比例	M	SD	比例	M	SD
2 內容	2-1 學科知識	0.65	4.67	0.58	0.58	4.33	1.16	0.62	4.67	0.58
	2-2 生活實用性	0.42	3.33	0.58	0.47	3.67	0.58	0.44	3.33	0.58
	2-3 活動性	0.21	2.67	1.16	0.23	2.33	0.58	0.21	2.33	1.52
	2-4 認知負荷	0.20	2.33	0.58	0.21	2.33	1.52	0.17	2.33	0.58
	2-5 情意性	0.21	2.33	1.52	0.24	2.67	0.58	0.21	2.33	1.52

表 5 E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本於向度 3 版式的分析結果

向度	子向度	E _I 版本			E _{II} 版本			E _{III} 版本		
		比例	M	SD	比例	M	SD	比例	M	SD
3 版式	3-1 設計美觀	0.68	4.67	0.58	0.68	4.67	0.58	0.62	4.33	1.16
	3-2 圖文配置	0.71	4.67	0.58	0.62	4.33	1.16	0.62	4.67	0.58

表 6 E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本於向度 4 素材呈現的分析結果

向度	子向度	E _I 版本			E _{II} 版本			E _{III} 版本		
		比例	M	SD	比例	M	SD	比例	M	SD
4 素材呈現	4-1 教學目標	0.33	3.33	0.58	0.14	2.67	1.16	0.25	3.00	0.00
	4-2 教學環境	0.44	3.67	0.58	0.44	3.67	1.16	0.46	3.33	0.58

結果顯示電子教科書於「素材呈現」的部分，因為其內數位文字、影像、聲音、視訊等元件數量不少，三版本的素材皆是配合課程內的教學目標進行安排，但於數位素材的設計上有數位素材的呈現與課程組織方式不同的情形。在於數位素材呈現與教學環境的關係上，部分數位素材是為將教科書電子化的成果，例如遊戲或動畫，無實質的教學或學習意義存在。

雖說透過電子書的影像傳達知識，學生不但較易建構出完整的認知概念，且可藉由動畫的角色互動詮釋表現，能使學生進行情境學習，引導學生主動建構正向的價值觀，促進學生思考價值的意義（盧秀琴、彭文萱，2007）。然而多媒體組合形式不但影響學習成效，也影響學習時間，不良的視覺與聽覺設計組合不但干擾學習成效，也造成無謂的時間浪費，更多的功能和訊息不一定導致較佳的學習結果（吳瑞源、吳慧敏，2008），數位素材呈現與教學環境上的考量是製作電子教科書的必要考量要素之一。

於「介面與功能」和「使用說明」兩個向度因為電子教科書整體的實用印象，則利用評分員針對整體意象來進行質性分析判斷。「介面與功能」子向度的部分以「介面的簡易性」、「操作的互動性」和「素材的編輯性」為焦點檢核。經內容分析法的結果分析如表 7 所示。三版本的電子教科書皆是以圖示的方式說明介面與功能，依圖示可直接選取且皆有重新設定工具列的功能。於數位素材互動功能的檢核可發現，E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本皆附加有許多評量式的隨堂測驗，但部分的遊戲或題目、掛圖互動介面並無實質教學意義。三個版本雖有開啓空白頁面當作討論平臺的功能，但缺乏即時且多元的平臺。電子教科書中皆有匯入新素材的功能，且匯入格式多元，但若想要重新安排課程頁面，必須重新匯入新的課本頁面，並且加以剪取重新匯入素材，是頗為繁複的工作。

表 7 E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本於向度 5 介面與功能的分析結果

向度	子向度	E _I 版本		E _{II} 版本		E _{III} 版本	
		M	SD	M	SD	M	SD
5 介面 與功 能	5-1 介面的 簡易性	4.67	0.58	4.33	1.16	4.33	0.58
	5-2 操作的 互動性	3.67	1.52	3.33	0.58	4.33	1.16
	5-3 素材的 編輯性	2.00	0.00	2.00	0.00	1.67	1.16

三版本皆是以圖示的方式說明介面與功能，可達到不需看操作說明書，依圖示可進行直接選取的反應。三版本的電子教科書中影片部分皆為外掛程式執行方式，以電腦中預設的軟體來執行，故無執行播放與停止的問題。

E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本皆積極的發展及擴充電子教科書的功能，於書中附加有許多評量式的隨堂測驗，可即時測驗，讓學習者回答的提問或選擇式的測驗題。其中更以炫麗的數位聲光效果融入電子遊戲式評量，期許藉由遊戲讓學習者複習或是回憶課程概念內容，但是經檢核後可發現，有部分的遊戲或題目、掛圖互動介面，是為了數位化而數位化，其教學的實質意義不強。以遊戲式測驗題來說，匯入題庫的題目，看似只是將選擇題以遊戲的方式呈現，故得分不高。

三個版本皆有匯入新素材的功能，且匯入格式包含 doc、ppt、jpg、avi 等多種文件、圖片、影音檔案，故此部分平均得分皆在 3 分以上。

多元的教學環境需要多元的電子平臺，以現行在市面上的平臺系統而言，就有 Windows、iOS 及 Android 三大平臺，但因現行電子教科書皆只能在電腦上以 Windows 介面執行，無法轉換為常用行動載具的 iOS 和 Android 平臺上使用。

「使用說明」子向度的部分以「清楚的使用手冊」和「錯誤內容回

報機制」為檢核重點。E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本皆有使用手冊，但內容上較為簡單。各家出版業者在自家的網站上會有錯誤回報系統，但無法直接從電子教科書即時回報錯誤。

3. 「科學本質標準」部分

「科學本質標準」的向度區分為「科學知識」和「科學探究」。「科學知識」子向度的部分以「科學知識的正確性」和「科學知識的世界觀」作為探討要素。經內容分析法的結果分析如表 8 所示。E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本皆能正確闡述科學的知識內容、概念，並能以適當的例子作為說明，但較難說明科學預測的功能，也難以讓學習者體會科學的暫時性與不確定性。

於「科學探究」向度著重探討科學方法的獨特性與客觀性，子向度以「科學的邏輯」、「科學的方法」與「科學的實證」作為重點。經內容分析法的結果分析如表 9 所示。

「科學探究」子向度的部分以「科學的邏輯」、「科學的方法」和「科學的實證」作為檢核焦點。三個版本皆以邏輯及合理的方式來闡述科學，但以證據和數據的科學陳述力不足。科學方法的部分，電子教科書雖能以有條理的方式說明實驗步驟，但有些科學概念未經實驗過程直接呈現。且於實驗的影片或動畫中雖清楚說明實驗步驟，也直接揭示實驗結果，缺乏了讓學習者思考實驗過程中的步驟意義，少了科學思考的探究過程。於科學的實證的部分，E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本的內容安排科學概念的發展順序，但會略過探究與驗證的過程，經由觀察後直接陳述事實，或經過科學觀察與驗證，直接呈現科學模型。三個版本為求實驗步驟清楚明白的講解，卻忽略了科學實驗的結果是需要孩子自行探究的精神。

吳百興等人（2010）在回顧探究活動與科學推理相關文章，分析科學推理在探究活動過程中所扮演的角色。透過文獻的回顧，發現學習者在探究過程的各個階段中常見的挑戰與困難，有學習者無法提出探究問

題、沒有適當地控制變因、無法由數據中推論出變因間的關係、無法由證據發展合乎邏輯的論證等，以致影響探究過程中對科學概念理解的建構。如此印證於三個版本電子教科書於科學本質標準中科學探究向度的表現來看，學習者在科學的方法與科學的實證的部分容易受到挑戰與困難，而科學電子教科書於此部分也面臨了極大的挑戰。

(二) 優質科學電子教科書評鑑指標的實踐效果

研究的第三階段協請 3 位評分員以指標作為檢核項目，加以檢核現行自然與生活科技領域電子教科書，並深入探討此指標的實用性。經研

表 8 E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本於向度 7 科學知識的分析結果

向度	子向度	E _I 版本			E _{II} 版本			E _{III} 版本		
		比例	M	SD	比例	M	SD	比例	M	SD
7 科學 知識	7-1 科學知 識的正 確性	0.68	4.67	0.58	0.58	4.33	1.16	0.61	4.33	0.58
	7-2 科學知 識的世 界觀	0.48	3.33	0.58	0.37	3.00	0.00	0.39	3.33	0.58

表 9 E_I、E_{II}、E_{III} 三個版本於向度 8 科學探究的分析結果

向度	子向度	E _I 版本			E _{II} 版本			E _{III} 版本		
		比例	M	SD	比例	M	SD	比例	M	SD
8 科學 探究	8-1 科學的 邏輯	0.67	4.67	0.58	0.57	4.33	0.58	0.52	4.00	0.00
	8-2 科學的 方法	0.38	3.33	1.16	0.26	3.00	0.00	0.34	3.33	0.58
	8-3 科學的 實證	0.24	2.67	0.58	0.18	2.33	0.58	0.21	2.33	0.58

究發現以指標進行評分，並無轉化上的難度。指標向度中可量化並以 icon 計數作為內容分析的評分依據指標，為「架構」、「內容」、「版式」、「素材呈現」、「科學知識」和「科學探究」此 6 個向度，於評分上有明確準則且經實作後分數看法，較無評分員本身看法的差異性存在，確實為可行的指標施作模式。但指標向度中的「介面與功能」和「使用說明」的部分無法量化呈現，須以評分員的主觀角度切入，較缺乏客觀的因素面向，建議可增加評分員的人數，加以用多數人評分排序後，取得評分者的一致性，藉以強調指標評鑑的公正性。

伍、結論與建議

據本研究的主要發現歸納成結論並提出具體建議，以供教育學術研究者、國小教育工作現場教學者，以及教科書出版業者作為提升電子教科書品質相關事宜之參考。

一、結論

(一) 建構優質科學電子教科書的評鑑指標

優質科學電子教科書評鑑指標為符應自然與生活科技領域教學所使用針對「教材」、「數位」及「科學本質」三大主軸標準，「教材」聚焦規範於科學電子教科書內的教學解釋、教學引導、重點歸納與教具掛圖等，期望檢核配合紙本教科書的內容但卻未在於國家審查所規範的範圍。「數位」標準以電子教科書操作介面與數位素材為主，期望加以檢核數位的影音多媒體、視訊、聲音、遊戲、互動元素等。「科學本質」標準重視科學的元素，以科學知識的正確性、本體概念、邏輯與實證等來加以詮釋，期望科學電子教科書的呈現勿跳脫科學學習的本意。優質科學電子教科書評鑑指標歷經三次德懷術問卷往返後優質科學電子教

科書指標定稿為 3 個標準、8 個向度、23 個子向度、51 個指標。

（二）現行科學電子教科書內容品質

藉由優質科學電子教科書的評鑑指標來檢核現行三家教科書出版業者所發行的科學電子教科書，可發現版本於各向度間的差異不大，教材標準的部分，由於教材內容符應國家審定的教科書內容，故表現均在水準以上。數位標準部分，因數位技術人員的努力開發，雖不能走在時代尖端，但技術介面表現也不俗，不過針對數位與教學的扣合上，仍有極大的發展空間，期望資訊數位科技於電子教科書的表現，不僅只在於炫麗的聲光技巧展現，更有其實質上的教學與學習意義存在，如此才可真正符合資訊融入教學的要義。科學本質部分，三版本的科學電子教科書於科學本質的呈現或轉化能力上不足，尤在「科學的方法」與「科學的實證」兩個子向度的表現，更顯弱勢。回歸教學本質層面來看，科學電子教科書在於教學上只是輔助的工具，於科學本質標準上的呈現，仍須仰賴教學者的轉化後，才可適時的讓學習者吸收與建構。

二、建議

本研究所完成的優質科學電子教科書評鑑指標與目前教育部所行之多年的數位學習教材認證指標及評定規準，具有包含且不等於之效。數位學習教材認證指標以教材內容與架構、教材設計、輔助設計和媒體與介面設計四大規範（教育部，2014）。其中教材內容與架構著重於教材的學習目標、內容及分量說明；教材設計的部分聚焦在於學習內容說明及實例的部分，此兩大規範已包含於本研究中的「教材」部分，且本研究建立指標為針對電子教科書所設置的，內容敘述更為詳盡且具體。另外於輔助設計看重內容導覽及檢索的功能；媒體與介面設計是在於各個工具列的使用，這些也包含在本研究建立指標之「數位」內容。針對電子教科書此種數位教材，可採取本研究所製定的指標做為參考檢核依

據，可較為詳盡。

目前電子教科書為各出版業者模擬教師教學情境所研發出來的數位產品，缺乏強而有力的評鑑單位來加以檢核，以本研究之指標來檢核可發現符應紙本教科書內容的教材層面，三版本的電子教科書皆可達符合程度，較不須讓人擔心其呈現上會有問題。但在缺乏評鑑或審定的數位標準和科學本質部分的表現確實是差強人意，可見電子教科書的評鑑確實有其必要性，且在目前教學現場教師對於電子教科書的使用率愈來愈高的情境之下，電子教科書的評鑑更是迫在眉睫。期望本研究所研發之評鑑指標可做為未來訂定電子教科書評鑑指標的參考，藉此加以檢視電子教科書的品質，讓電子教科書更符合教學者與學習者的期望。

另外，本研究著重於科學電子教科書的評鑑，故指標以「教材」、「數位」及「科學本質」三大主軸作為標準。對於未來有興趣研究其他領域電子教科書評鑑指標的研究者，建議可參考本指標之「教材」和「數位」作為基礎，再針對其領域的特殊性進行第三大主軸的研究與發展，將電子教科書的評鑑研究深入探討，讓電子教科書的研究更加周全，且不侷限於單一領域，達到電子教科書的全面發展與評鑑檢核的願景。

參考文獻

- 吳百興、張耀云、吳心楷（2010）。科學探究活動中的科學推理。科學教育研究與發展季刊，56，53-74。
- 吳瑞源、吳慧敏（2008）。動畫教材之學習者控制播放模式與多媒體組合形式對學習成效與學習時間影響之研究。師大學報：科學教育類，53（1），1-26。
- 林陳涌（1996）。「了解科學本質量表」之發展與效化。科學教育學刊，4（1），31-58。
- 呂正華（2010）。從數位出版產業發展看電子教科書。師友月刊，516，20-25。
- 周淑卿（2008）。豈是「一本」能了？——教科書概念的重建。教科書研究，1（1），29-47。
- 徐新逸、賴婷鈴（2013）。國際經驗對臺灣電子教科書發展之啓示。教科書研究，6（2），1-31。

- 許振家、翁福元 (2014)。娛樂至死方休？反思電子教科書的美麗與哀愁。臺灣教育評論月刊，3 (7)，39-44。
- 財團法人資訊工業策進會 (2010)。2010 資訊服務產業年鑑。臺北市：作者。
- 張芬芬、陳麗華、楊國揚 (2010)。臺灣九年一貫課程轉化之議題與因應。教科書研究，3 (1)，1-40。
- 國民中小學九年一貫課程綱要 (2008)。
- 國民中小學九年一貫課程綱要 (2012)。
- 教育部 (2013)。教育施政理念與政策。臺北市：作者。
- 教育部 (2014)。教育部辦理數位學習教材與課程認證審查及認證申請須知。取自 <http://ace.moe.edu.tw/files/download/mat/003.pdf>
- 陳世文、楊文金 (2008)。學生對科學教科書詞彙關係理解之分析。教科書研究，1 (2)，101-127。
- 黃政傑 (1998)。建立優良的教科書審定制度。課程與教學季刊，1 (1)，1-16。
- 黃柏勳 (2003)。認知上的瓶頸——認知負荷理論。教育資料與研究，55，71-78。
- 黃儒傑 (2004)。國小教科書選用方式及其滿意度與使用效能之研究。國立臺東大學教育學報，15 (2)，59-86。
- 黃鈺雯 (2010，1月)。數位學習品質服務中心之電子白板準備度開發與使用說明。數位典藏與學習電子報。取自 <http://newsletter.teldap.tw/news/NewsContent.php?nid=3374&lid=341>
- 楊文金、陳世文、李哲迪、任宗浩、古智雄 (2008)。以閱讀困難觀點探討漢、英語科學論述之語意差異——以觀念物理文本為例。科學教育學刊，16 (2)，193-214。
- 楊景盛、林素華、王國華、黃世傑 (2011)。認真遊戲課程模組發展與評估——以人體內分泌系統為例。課程與教學，14 (1)，199-231。
- 葉興華 (2009)。臺北市國小教師教科書選用之研究。臺北市立教育大學學報，40 (2)，33-72。
- 課程發展議會課本質素專責委員會 (2003)。優質課本基本原則的具體準則。取自 <http://www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/resource-support/textbook-info/GuidingPrinciples/index.html>
- 蘇國章 (2011)。應用認知負荷理論於資訊融入教學多媒體設計之分析——以自然與生活科技領域「電子教科書」為例。生活科技教育月刊，44 (2)，44-61。
- 劉世雄 (2010)。運用高層次認知策略於數位多媒體教學之研究。課程與教學季刊，13 (2)，155-188。
- 劉遠楨 (2009)。電子白板準備度與規範開發計畫——電子白板規範開發。臺北市：經濟部工業局。
- 鄭淑妃、劉聖忠、段曉林 (2005)。國小自然科教師科學本質觀與教學之個案研究。科學教育學刊，13 (2)，169-190。
- 盧秀琴、彭文萱 (2007)。外來種生物繪本電子書教學應用之研究。臺北市立教

- 育大學學報：教育類，38（2），33-64。
- 藍大勝（2010）。透過行動載具結合智慧型物件建構無所不在的數位學習環境之實現與研究（未出版之博士論文）。大葉大學電機工程學系，彰化縣。
- 藍順德（2004）。二十年來國內博碩士論文教科書研究之分析。國立編譯館館刊，32（4），2-25。
- Brusilovsky, P. (1999). Adaptive and intelligent technologies for web-based education. *Künstliche Intelligenz*, 13(4), 19-25.
- Chambliss, M., & Calfee, R. (1998). *Textbooks for learning: Nurturing children's minds*. Malden, MA: Blackwell.
- Chlopak, O. (2003). Computers in Russian schools: Current conditions, main problems, and prospects for the future. *Computers & Education*, 40(1), 41-55.
- English, R. (1980). The politics of textbook adoption. *Phi Delta Kappan*, 62(4), 275-278.
- García-Valcarcel, A. (2010). Integrating ICT into the teaching-learning process. *British Journal of Educational Technology*, 41(5), E75-E77.
- Lau, J. (2008). Students' experience of using electronic textbooks in different levels of education. *Scroll*, 1(1), 1-7.
- Luik, P., & Mikk, J. (2008). What is important in electronic textbooks for students of different achievement levels? *Computers & Education*, 50(4), 1483-1494.
- Pahl, C. (2003). Managing evolution and change in web-based teaching and learning environments. *Computers & Education*, 40(2), 99-114.
- Paivio, A. (1969). Mental imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, 76(3), 241.
- Papanikolaou, K. A., Grigoriadou, M., Magoulas, G. D., & Kornilakis, H. (2002). Towards new forms of knowledge communication: The adaptive dimension of a web-based learning environment. *Computers & Education*, 39(4), 333-360.
- Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12(1), 61-86.
- Reynolds, R. (2011). Trends influencing the growth of digital textbooks in US higher education. *Publishing Research Quarterly*, 27(2), 178-187.
- Sanders, E. S., & Visnius, J. (2002). *E-learning courseware certification standards*. Alexandria, VA: American Society for Training and Development.
- Serhat, L. (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93(3), 422-447.
- Stylianidou, F. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257-283.
- Villano, M. (2006). Next-generation textbooks: Book smarts. *Campus Technology*, 19(9), 36-38.
- Vygotsky, L. S. (1964). Thought and language. *Annals of Dyslexia*, 14(1), 97-98.
- Woody, W. D., Daniel, D. B., & Baker, C. A. (2010). E-books or textbooks: Students prefer textbooks. *Computers & Education*, 55(3), 945-948.

附錄 優質科學電子教科書評鑑指標

向度	子向度	指標
教材標準		說明：包含電子教科書內的教學解釋、教學引導、重點歸納、教具掛圖等。
1.架構	1-1 一致性	1-1-1 教材主題名稱與教材內容、教學目標具一致性。
		1-1-2 教材主題、內容符合學生認知發展。
	1-2 關聯性	1-2-1 教材內容的屬性、事件等要素能易於連結單元間的概念與知識。
		1-2-2 教材內容能連結學生學習階段，並適度銜接統整。
	1-3 組織性	1-3-1 教材的教學內容等安排，由淺入深、由簡至繁、由具體至抽象。
		1-3-2 教材的教學內容依學習階段適度發展、延續、連貫與加深、加廣。
2.內容	2-1 學科知識	2-1-1 教材的教學內容清楚傳達知能，並培養學生技能。
		2-1-2 教材的教學內容能以結構性的方式建構學科主概念、次概念。
		2-1-3 教材內容所傳達學科概念、知識切合時宜。
	2-2 生活實用性	2-2-1 教材教學內容與學生生活經驗相結合。
		2-2-2 教材內容選用生活化題材與詞語，有利觀察、體驗與想像。
	2-3 活動性	2-3-1 教材教學的內容能引發學生學習興趣，並促進學生多元思考。
		2-3-2 教材中加入反思、自評、互評及小組評估等學習活動，強化學生學習。
	2-4 認知負荷	2-4-1 教材的教學內容配合學習目標，有開放式的提問。
		2-4-2 教材的教學內容引用適當的例子作為說明，進行概念教學。
		2-4-3 教材的教學內容中訊息量、符號量適切，有助於學生的學習。
		2-4-4 教材的教學內容用語清晰、字義明確、文句流暢、表達通暢。
	2-5 情意性	2-5-1 教材的教學內容能呈現愛護環境、珍惜資源、尊重生命相關內容。
		2-5-2 教材的教學內容傳達熱愛生態環境與科技的情操。

(續)

附錄 優質科學電子教科書評鑑指標（續）

向度	子向度	指標
3.版式	3-1	3-1-1 教材內容版面呈現美觀完整、鮮明、活潑、具吸引力。
說明：整體畫面以視覺呈現的版面編排、圖文比例、圖文呈現樣貌等。	設計美觀	3-1-2 教材內容能以標題、符號、大綱、序言和總結等明確地劃分結構，引導學生學習的內容與流程。
		3-2
	圖文配置	3-2-1 教材的圖照或插畫避免對性別、年齡、種族、宗教、文化、殘障等有任何形式的歧視或排斥。 3-2-2 教材的圖表、照片呈現教學概念重點，並可配合教學提供學生的延伸學習。 3-2-3 教材的字體大小適合學生便於閱讀，間隔明顯且均勻。
數位標準	說明：電子教科書之介面與其內的數位素材，包含影音多媒體、視訊、聲音、遊戲、互動元素等。	
4.素材呈現	4-1	4-1-1 數位文字、影像、聲音、視訊等元件，以多元的方式整合成素材，並與教學目標相符合。
說明：動畫、影片等資訊媒材的內容及呈現方式。	教學目標	4-1-2 數位素材的設計與呈現能提供適當的教學引導。
	4-2	4-2-1 數位素材可引起學生的學習動機，增強學生學習效果。 4-2-2 數位素材能有效協助教師進行課程教學。
5.介面與功能	5-1	5-1-1 電子教科書的介面運用簡易圖示，讓使用者能迅速熟練各項操作功能。
說明：軟體介面的呈現與操作方式的探討。	介面的簡易性	5-1-2 電子教科書能夠讓使用者自行操控，且介面設有自訂工具列的功能。
		5-1-3 電子教科書能夠讓使用者自行選擇操控數位素材的播放與停止。
		5-2
	操作的互動性	5-2-1 電子教科書能提供數位素材、教師與學生三者間的互動功能，例如互動式評量、遊戲、題目等。
		5-2-2 電子教科書可配合課程提供教師與學生互動平臺等功能，例如討論版視窗、空白書寫頁面等。
5-3	素材的編輯性	5-3-1 電子教科書可讓使用者自行匯入新素材。
		5-3-2 電子教科書可讓使用者重新排列成課程需要的樣貌。
5-4	資料庫的整合	5-4-1 電子教科書之教學資料庫提供分類管理的功能。
		5-4-2 電子教科書之教學資料庫能在多種平臺上相容互通使用。

(續)

附錄 優質科學電子教科書評鑑指標（續）

向度	子向度	指標
6.使用說明	6-1 清楚的使 用手冊	6-1-1 電子教科書提供紙本或電子化的使用手冊中，清楚說明安裝方法及使用功能說明。 6-1-2 電子教科書中提供使用示範的影音說明。
說明：軟體介 面的使用操作 步驟說明。	6-2 錯誤內 容回報機 制	6-2-1 電子教科書中設置線上的錯誤回報機制。
科學本質標準	說明：以電子教科書內的所有內容進行規範	
7.科學知識	7-1 科學知 識的正確 性	7-1-1 科學電子教科書能正確闡述科學知識，並以適當的例子做說明。 7-1-2 科學電子教科書包含科學事實與正確科學概念、原則、原理與價值。
說明：科學知 識的種類與本 體概念。	7-2 科學知 識的世界 觀	7-2-1 科學電子教科書中以科學說明自然界的現象，推知科學預測的功能。
		7-2-2 科學電子教科書中說明科學知識具有暫時性和不確定性。
8.科學探究	8-1 科學的邏 輯	8-1-1 科學電子教科書能以邏輯性及合理性的方式闡述科學。 8-1-2 科學電子教科書中強調以證據和數據來解釋科學。
說明：科學方 法的獨特性與 客觀性。	8-2 科學的方 法	8-2-1 科學電子教科書中能說明科學是過程取向。
		8-2-2 科學電子教科書中能以有條理的方式說明觀察、解釋、預測、確認、評估的實驗步驟。
		8-2-3 科學電子教科書中能藉由實驗的過程與結果，來引導學生思考科學誤差的產生與解釋。
	8-3 科學的實 證	8-3-1 科學電子教科書能說明科學是經由探究、驗證獲得的知識。
		8-3-2 科學電子教科書中能說明實驗的條件相同，產生的結果會很相近
		8-3-3 科學電子教科書能符合科學的概念發展順序與科學方法的實證，且不違背事實。
		8-3-4 科學電子教科書中能說明科學模型是基於科學觀察提出的理論或定義。

電子教科書與傳統教科書對學習影響分析

蔡東鐘

少有研究者會關心學生使用教科書與其學習之間的關係，且不太重視學習者在使用教科書的觀點，本研究旨在了解師生使用二種類型教科書的喜好觀點，其在教與學活動的適用性，以及學習的影響，經由訪談方式深入了解師生的看法，訪談結果歸納出師生對教科書的使用觀點，一、情感性、功能性因素影響師生對教科書的喜好，二、電子、紙本教科書各有其適用時機與適用課程，三、電子教科書影響學習的面向超越紙本教科書。

關鍵詞：電子教科書、紙本教科書、學習影響、情感性因素、功能性因素

收件：2015年4月20日；修改：2015年7月27日；接受：2015年7月29日

A Comparative Analysis on the Learning Effect of Electronic Textbooks and Paper Textbooks

Tung-Chung Tsai

Few researchers are concerned with the relationship of textbooks and learning and learners' viewpoint on the use of textbooks. This study aims to explore preferences concerning the use of these two types of textbooks among teachers and students, applicability to teaching and learning, and the learning effect. Using interviews, we learned the opinions of teachers and students and employ the interview results to make the following generalities about their viewpoints. First, affective and functional factors affect textbook preference. Second, electronic and paper textbooks have their own application timing and programs. Third, the influence of the electronic textbook learning field transcends that of their paper counterparts.

Keywords: electronic textbooks, paper textbooks, learning effect, affective factors, functional factors

Received: April 20, 2015; Revised: July 27, 2015; Accepted: July 29, 2015

壹、緒論

教科書是達成教育理想的重要工具，教育機會均等、教育品質、教育效能都要藉由教科書來實現。(黃政傑，2003：12)

教科書是教師賴以教學及評量的主要媒介，是學生獲取知識的主要來源(吳俊憲，2003)，雖然學校教師已有相當的課程設計權，然而，許多教師仍將教科書視為課程，因此，教學時仍普遍使用教科書(楊雲龍、徐慶宏，2007)。可見，教科書在學校教育中扮演著舉足輕重的角色。

近年來，因科技快速發展，使得電子書大量使用在教室中(Embong, Noor, Hashim, Ali, & Shaari, 2012)，而今，行動載具與資訊網路也運用到教育現場，可以想見，未來的教室會是每個學生都會有自己的電子書包，每間教室都有教學科技相關軟、硬體的整合服務(黃思華、劉遠楨、顏苑廷，2011)，因此，有愈來愈多的教師開始使用電子教科書作為教學輔助教材，出版業者也積極將課本內容進行數位化(楊國揚、黃欣柔，2013)

雖然資訊科技可以提供符合學生需求的教材(Robinson & Stubberud, 2012)，但紙本教科書仍是許多教師和學生普遍喜好的選項之一，甚至一些師生喜歡使用紙本教科書勝過電子教科書(Robinson, 2011)，所以，「電子教科書是流行？還是趨勢？」(李宗薇，2010)，仍值得觀察。許多報導指出，教師對於電子教科書的功能和教學輔助資源感到滿意(張志峰，2012)，「電子教科書推動者，多強調具備環保、省錢、使用方便等優點。」，但電子教科書「為什麼還沒有成為教科書市場主流？這恐怕與人們的閱讀及對教科書的使用習慣有關」(李宗薇，2010)。

教科書設計常受到一些批評，主要是缺乏對學生興趣的理解與內容貧乏；而教科書研究領域較少關注這些面向(吳俊憲，2009)，很少有研究者會關心學生使用教科書與其學習間的關係，且不太重視學習者在使

用教科書的觀點 (Gurung & Landrum, 2012)。因此，在推薦電子教科書作為學習工具 (learning tools) 或以其取代傳統教科書前，謹慎評估其與學習的關係就顯得重要 (Woody, Daniel, & Baker, 2010)，本文將以訪談方式，了解師生使用二種類型教科書的喜好觀點，比較電子教科書與紙本教科書在教與學活動的適用性，分析電子教科書與紙本教科書對學習的影響。

貳、文獻探討

一、不同類型教科書的使用功能

(一) 傳統教科書的教學功能

儘管數位出版已漸漸成為主要的出版品，圖書館也在平衡兩種媒體館藏，但「閱讀者」似乎仍偏好紙本閱讀 (陳昭珍, 2007)，多數學生也喜歡傳統教科書勝於電子教科書 (McGowan, Stephens, & West, 2009)。學習者反映，傳統教科書可以讓他們直接翻閱課本，感受課本的厚度、彎曲、光澤、聲音、觸感、顏色、味道，這些感覺有助於學習的定位與記憶 (Carr, 2011)，而在教科書上註記學習歷程，的確可提升學習效能 (Martins, 2014)，且教科書的編排或圖文說明也會影響學習，以科學概念為例，課文呈現各種科學概念相關圖文，圖文對照能顯示概念間的差異，使學生得以理解科學概念 (盧秀琴, 2005)。

另有觀點認為紙本教科書不適合作為教材。其立場認為紙本教科書的設計，讓學生面對的是靜態、抽象、客體化、獨白式的冷漠知識，學生缺乏對這些知識的體驗與感受，無法連結外在的應用，學生對知識只能遵從，沒有互動對話的關係 (陳麗華, 2008)，而且無法呈現科學現象的實驗操作，以引導學生從操作現象中去了解科學概念 (盧秀琴, 2005)。

因此，傳統的紙本教科書雖然可以帶動學習者的實物接觸的情感，

以引起學習者的學習動機；但是，紙本教科書的靜態資訊呈現效果，不便於連結相關的知識，無法有效擴展學習領域。

（二）電子教科書的教學功能

電子教科書具經濟性、接近性（accessibility）和功能性三項優於紙本教科書的特性，這幾項特性使得電子教科書應用在教學現場上優於紙本教科書；具體的說，電子教科書符合環保、不需運送成本，不占空間，方便使用（李宗薇，2009）。

電子教科書本質上是一種教學媒體，教學媒體重視其溝通與互動功能，而非靜態單向的閱讀，亦可透過網路與人連結，更易結合學生成為學習社群，所以，電子教科書會改變學生的學習方式與習慣（徐新逸、賴婷鈴，2013），電子教科書也提供許多創新的學習方法，像是電子筆記（e-notes）、模擬實驗室（simulation laboratories）、互動式場景（interactive scenarios）、數位內容網站（digital content sites）、開放存取的資料庫等（open-access data），使學習有別於傳統方法來進行（Tintinalli, 2014）。

電子教科書應用在教學上有幾項重要功能（方志華、楊國揚，2012）：
（1）線上編輯教材：教師可依需要編輯數位教材；（2）教學歷程紀錄：教師可將教學過程呈現的教材與使用方式紀錄下來；（3）互動功能：增添教學樂趣，及引發學生學習興趣；（4）教材展示：教師可強調教材重點，以及教學方法的重要步驟。

電子教科書可安裝在行動載具或資訊系統，能有效地利用電子產品呈現教學素材，讓教學素材的展示更為精確、快速，但使用電子教科書需要注意的重點，否則，教學會流於教材展示的形式。無疑地，電子教科書的特殊功能，可激發學習歷程不同的創意想法（Embong et al., 2012）。

（三）紙本與電子教科書教學功能之比較

文獻資料顯示，學習者閱讀教科書的動機大多基於準備考試，而教

學者則視教科書為知識傳遞的媒介 (Gurung & Landrum, 2012; Yildirim, 2006)，前述紙本教科書與電子教科書教學功能的討論，兩種類型教科書在物理特性、情感因素、媒體設計、資訊連結、使用方式與閱讀工具等面向，有其不同的差異特性 (如表 1)，但不論是哪一類型教科書的設計，都是極力達成其知識傳遞的功能，以縮小學習者理解的落差 (Embong et al., 2012)，只是電子教科書搭配行動載具，使電子教科書在資訊呈現、媒體設計方式上有更多元的變化 (Shen, Luo, & Sun, 2015)，相對的，紙本教科書靜態展示的設計，無法動態呈現知識詮釋效果，即使紙本教科書擁有易親近閱讀的特性，也難以阻止教科書逐漸數位化的趨勢 (Ray, 2013)。

二、教科書對學習的影響

教科書對學習者的影響是多面向的，教科書不僅會影響情意方面的學習態度，也會影響到學習成效 (Gurung & Landrum, 2012) 與知識理解的層次。

教科書的物理特性對使用者而言，是最直覺的使用經驗，也經常是吸引使用者注意的第一印象，教科書外在的介面設計效果通常會影響學

表 1 紙本與電子教科書教學功能摘要比較

功能	傳統教科書	電子教科書
物理特性	可感受課本的厚度、彎曲、光澤、聲音、觸感、顏色、味道	具有經濟性、接近性 (accessibility)、功能性三特性
情感因素	實物接觸的情感	機械式的操作
媒體設計	獨白式冷漠知識	數位多媒體互動設計
資訊連結	無法連結外在應用	可透過網路與人連結，更易結合學生成為學習社群
使用方式	需實體空間、運送成本	不需實體空間、運送成本
閱讀工具	直接翻閱書頁	需要其他行動載具

習者的使用動機；學習者的教科書使用動機隨之影響其閱讀及運用教科書的頻率，而教師常使用教科書為出題來源（Yildirim, 2006），因此，學生的學習成就也會受到影響；另外，教科書的設計形式會影響學生的學習與認知歷程（Back & Monaghan, 2013），因為學生使用教科書以閱讀學習主題的相關資訊為主（Lee, McNeill, Douglas, Koro-Ljungberg, & Theriault, 2013），所以，教科書的設計也可能會影響學習者的知識理解狀態。

（一）教科書對學習態度的影響

從學習態度來看，使用電子教科書可以提升學生的學習態度（吳淑燕，2011；潘姿延，2014；譚蕙婷、劉遠楨，2013），其多媒體特性對學生有很大吸引力（陳昭安，2014），學生對電子教科書提供的遊戲式評量功能有很高的滿意度（鍾旻芳，2012）；但使用電子教科書，在缺乏學習情境與檢核機制情況下，學生自主學習情形並不理想（鍾旻芳，2012）。

（二）教科書對學習成就的影響

從學習成就來看，使用電子教科書作為學習素材的學生，學習成效的表現優於控制組的學生（楊美雲，2014），因為電子教科書具有重複、示範功能與分散注意的圖像效果，皆有助於學生的學習（蘇國章，2011），即使電子教科書用起來不如紙本教科書來得方便容易，學生仍然相信使用電子教科書可以強化其學習效能（Shen et al., 2015; Woody et al., 2010）。

（三）教科書對知識理解的影響

教學上，教師對於難以理解的知識概念之傳授，仍會依賴教科書（textbook）以作為指導學習者理解概念的工具（Cady, Hodges, & Collins, 2015），所以，教科書設計的不良窳會影響到學生對知識理解的狀態。

至於不同類型教科書設計對知識理解的影響為何？有文獻指出，學生在傳統書本的閱讀理解，比在 iPad 閱讀相同文本會有較高的閱讀理解層次（Herold, 2014a），因為使用紙本，學生可以作筆記、註記，這些技

巧皆有助於引導深度的閱讀理解（Herold, 2014a）。

而電子教科書有系統地組織課文內容，並輔以多媒體呈現，使學生在課堂中得以多感官的刺激進行學習（劉光夏、林吟霞，2013），其內建的多媒體素材、互動性元件，讓學習者有更多機會獲得深度的閱讀理解，也有助於學習者理解複雜的學習內容（Felt, 2006; Parsons, 2014; Robinson & Stubberud, 2012），教學者充分運用電子教科書內建的網路連結、影音集等功能，都可以增進學習者的閱讀理解（Dobler, 2015）。可見，電子教科書整合多媒體與網路連結的特性，對學習者理解教材也是有幫助的。另一方面，數位閱讀讓學校面對更大的挑戰壓力，因為數位閱讀增加閱讀作業，反而阻礙了深度的閱讀理解（Herold, 2014b）。雖然電子書閱讀方面尚無定論，但研究者已提出學生在電腦上閱讀以網路為基礎的文本，其閱讀理解受到很大掙扎；3~6 歲的孩童與父母共讀電子書，對於複述書本細節的程度，遠低於閱讀印刷本故事的孩童（Herold, 2014a）。

高層次的學習理解，需要高層次的學習技巧，不同類型的教科書提供的學習工具特性，扮演不同層次的功用，也適應不同的使用者。相關文獻針對閱讀理解這種高層次的學習，傾向紙本教科書具有較佳的協助機制，電子教科書這類型的科技工具，反而形成一種障礙。

參、研究方法

本研究的資料蒐集方式，主要採取半結構訪談，輔以課堂觀察，使研究發現與結論能更貼近真實具有說服力。半結構訪談對象為執行教育部行動學習計畫的實驗班級，包括 5 名教師與 9 名參與兩個實驗班級的學生，每次訪談時間約 40 分鐘。

訪談大綱的設計依理論文獻統整結論，聚焦在教學者對「不同類型教科書的喜好度」、「不同類型教科書的教學適用性」，以及「教科書對

學習成效的影響」三個面向進行細部的訪談問題設計，作為研究對象師生的訪談依據。

研究者在主題分析出來後，邀請參與研究訪談的教師共同檢證其正確性，以修正彼此的互為主觀性，若受訪教師個人經驗的詮釋與研究者所擬的訪談大綱內容有所出入時，即進行主題修正，以此「研究參與者檢證」策略來增進資料分析效度；而研究參與學生的訪談資料，則經由原班授課教師參與共同檢證，以確保資料的效度。

本研究蒐集的資料以半結構訪談紀錄為主，資料的編號管理有 3 碼，分別為資料蒐集方法、資料來源及資料蒐集日期，編號間以破折號「-」區隔。資料蒐集方法以 2 碼英文字代表，包括與教師面對面的半結構式訪談（TI），與學生面對面的半結構式訪談（SI）；資料來源以 3 碼英數字編號，即 T01~T05，代表編號第 1 位教師至編號第 5 位教師，Sa1~Sa4、Sb1~Sb5，代表 a 班的第 1 位學生至第 4 位學生，及 b 班的第 1 位學生至第 5 位學生；資料蒐集日期，以「西元年／月／日」表示。例如，「電子教科書有完善的素材連結，在呈現教材的確非常方便，但無形中也加速了教學節奏，學習者的學習效果不見得會變得更好」（TI-T04-2014/12/22），即表示 2014/12/22 面訪編號 4 教師。

肆、研究結果

本研究從教學現場師生使用電子教科書與紙本教科書的經驗出發，探討師生使用不同類型教科書的看法，比較師生對不同類型教科書的教學適用性的觀點，以及教科書在教學現場對學習者的影響。

一、不同類型教科書的使用觀點

使用紙本教科書的師生，大多基於情感性因素而使用這類型的教科書。但隨著電子載具的普及，電子教科書的多元性，以及師生使用科技

的素養提升，可以發現教學現場有愈來愈多師生，嘗試使用電子教科書。本研究透過教學者與學習者的訪談，以了解教師和學生對不同類型教科書的喜好觀點。

（一）使用經驗與情感需求

對喜好紙本教科書的教師而言，閱讀的經驗大多是以紙本書為主，這種閱讀經驗與情感，延伸至教師在選擇教科書類型的喜好上。

我喜歡紙本教科書翻頁手感，及泛黃皺摺的感覺；紙本可以重點打摺，有特殊溫暖氣息，這種熟悉的親切感是電子書無法取代的。
(TI-T03-2014/12/19)

且紙本教科書符合書寫習慣，記錄較為直覺，可以透過直接劃記做立即性摘要 (TI-T04-2014/12/22)。傳統上，教師認為紙本教科書比較有書香味 (TI-T05-2014/12/26)，對紙本教科書能投入心智和感情 (TI-T05-2014/12/26)；而這種直接的紙本觸感 (TI-T02-2014/12/15) 之情感經驗，是電子書無法取代的 (TI-T02-2014/12/15)，因為使用電子教科書會失去紙本書寫的觸覺刺激 (TI-T04-2014/12/22)。

雖然，電子教科書功能優於紙本教科書 (TI-T04-2014/12/22)，但學習者反映，紙本教科書可以直接翻閱課本，感受課本的厚度、彎曲、光澤、聲音、觸感、顏色、味道等科技性的電子教科書所沒有感官經驗，這些感覺可以幫助記憶 (Carr, 2011)。學生也認為紙本教科書具有書寫習慣、直覺、易用，即刻上手 (TI-T04-2014/12/22；SI-Sb1-2015/01/05；SI-Sb2-2015/01/05) 等特性，因此，使用紙本教科書可以讓學生獲得以下的便利性：寫功課在看比較快、比較方便 (SI-Sa2-2014/12/29；SI-Sb1-2015/01/05；SI-Sa4-2014/12/29)，寫功課時可以一邊對照課本 (SI-Sb3-2015/01/05)，可以慢慢閱讀 (SI-Sb2-2015/01/05)，讓我們所寫過的字，記得比較清楚 (SI-Sa3-2014/12/29)。

對學生來說，教科書類型的喜好依據取決於學習者對學習工具使用

習慣與學習態度 (TI-T05-2014/12/22)，紙本教科書可隨手翻閱，簡易方便，畫面簡單，不複雜，也不用擔心有電沒電的問題。(TI-T05-2014/12/26)；相反的，用電子教科書很難寫字 (SI-Sb1-2015/01/05)。

也有學生喜歡使用電子教科書，因為電子教科書具有紙本教科書沒有的功能與特性。

學生喜歡遨遊在網路世界，生活上已離不開手機、iPad 等科技產品。所以學生會喜歡數位教材的互動性，如動畫、遊戲或測驗等。(TI-T05-2014/12/26)

電子教科書可以多練習寫字 (SI-Sa1-2014/12/29)，一打開就可以看書了 (SI-Sa1-2014/12/29)。

另一方面，師生都想到教科書對視力的影響。不論教師或學生都一致認為，紙本教科書符合個人閱讀經驗且不傷視力，電子教科書有其便利性，但就視力保健的角度來看，無法保護使用者。因此，從閱讀的舒適性來看，紙本教科書是師生優先選用的教科書類型。

個人喜好紙本教科書，不喜歡盯著螢幕太久，訊息和補充太多，無法專心思考問題的深度。(TI-T05-2014/12/26)

紙本教科書比起電子書較不傷害眼睛視力 (TI-T02-2014/12/15；TI-T03-2014/12/19)、比較好看 (SI-Sb4-2015/01/05)、看得比較清楚 (SI-Sb3-2015/01/05)、比較方便 (SI-Sa2-2014/12/29)、不會反光 (SI-Sb4-2015/01/05；SI-Sb2-2015/01/05；SI-Sb4-2015/01/05)。所以，使用紙本教科書比較不會近視 (SI-Sa2-2014/12/29)，不過，紙本教科書的字比較小，也不能放大 (SI-Sa2-2014/12/29)。相對的，使用電子教科書對視力的影響，師生也一致認同，其傷害性較大。

使用電子教科書會傷視力，長時間使用眼睛疲勞 (TI-T03-2014/12/19)，用電子教科書會反光 (SI-Sb2-2015/01/05；SI-Sb4-2015/01/05)，字會看不清

楚 (SI-Sa3-2014/12/29 ; SI-Sb3-2015/01/05) , 容易近視 (SI-Sa2-2014/12/29) 。所以, 有教師指出使用電子教科書的時機, 只在工作之餘的零散時間來使用, 或是在完全休閒放鬆時使用電子教科書, 因為自己可以靈活運用, 不被任何工作干擾 (TI-T03-2014/12/19) 。可見, 就閱讀習慣而言, 紙本教科書符合師生的需求。

(二) 環保問題與未來趨勢

師生比較不同類型教科書的優缺點, 都會直覺想到環保問題與未來發展趨勢。多數師生認為, 電子教科書較紙本教科書便利、環保 (TI-T02-2014/12/15 ; SI-Sb4-2015/01/05) , 不會浪費太多的紙 (SI-Sb4-2015/01/05) , 相對的, 紙本教科書不環保 (SI-Sb2-2015/01/05 ; SI-Sb4-2015/01/05) 。

由於紙本教科書攜帶不方便, 體積大、重量重, 較不環保, 保存比較麻煩 (TI-T02-2014/12/15) , 所以, 比較兩種類型的教科書可以發現, 電子教科書具有環保、綠能減碳、無須浪費多餘紙張 (TI-T03-2014/12/19) , 且其 CP 值高, 無須多花錢買紙本書 (TI-T03-2014/12/19) 。

不過, 也有教師指出, 使用電子教科書所需的設備成本, 反而較紙本教科書來得高 (TI-T04-2014/12/22) , 使用電子教科書, 雖可減少紙張, 但電的耗能也是很大 (TI-T05-2014/12/26) 。而且, 使用電子教科書要有網路 (SI-Sb5-2015/01/05) , 需建立完整的數位環境 (TI-T04-2014/12/22) , 教學環境與設備不足支援電子教科書, 使用上會有難度 (TI-T02-2014/12/15) 。反而是使用紙本教科書, 沒有設備與使用環境問題 (TI-T04-2014/12/22) , 也就是說, 用紙本教科書, 不管有沒有網路或電子產品都可以使用 (SI-Sa2-2014/12/29) , 且可以不用開電腦 (SI-Sb1-2015/01/05) , 也不用開網頁 (SI-Sb1-2015/01/05) 。

站在第一線教學的教師, 其實已經體認到電子教科書比較符合教育發展趨勢 (TI-T02-2014/12/15) 的現象。在資訊及科技發達的時代, 透過行動載具、穿戴裝置, 就可隨手取得教材或互動式學習載具, 這是紙

本教科書無法做到的境界 (TI-T03-2014/12/19)，且教師無須花時間製作大型教具，透過雲端或教學平臺，就可以達到同樣的教學成效 (TI-T03-2014/12/19)。使用電子教科書也符合資訊世代的學生使用習慣 (TI-T05-2014/12/26)，所以，選用電子教科書是未來學習數位化趨勢 (TI-T02-2014/12/15)。

可見，多數師生認為電子教科書是符合環保趨勢，也是未來教育現場的使用常態，即使電子教科書的應用仍有其需要克服的問題，但如何使用電子教科書似乎是更值得討論的議題。

(三) 資訊豐富與學習工具

電子教科書提供各種數位化教學輔助工具 (TI-T05-2014/12/26)，這項特性是師生使用電子教科書的因素之一。由於電子教科書具有多種教學工具與學習功能，因此，師生在這方面舉出許多有助於教與學的用途。從教學需求審視電子教科書的功能，其具備以下的特性：

電子教科書具有快速檢索、連結功能 (TI-T02-2014/12/15)，多樣性的輔助紀錄工具可有效蒐集學習歷程資料 (TI-T05-2014/12/22)，儲存大量教學資料 (TI-T02-2014/12/15)，作為跨領域補充教材 (TI-T03-2014/12/19)，讓教師立即蒐集學生的學習歷程以供教學修正用 (TI-T04-2014/12/22)。

以學習需求而言，多元的電子教科書輔助工具也有助於學習：使用電子教科書，可調整文字大小 (TI-T05-2014/12/26)、可以放大且看得清楚 (SI-Sa2-2014/12/29；SI-Sa4-2014/12/29)，這樣就不用趴著看了 (SI-Sa4-2014/12/29)，亦可在課本上劃重點，可以用各種顏色的筆，回家才知道老師上課講的重點 (SI-Sa1-2014/12/08)。

用平板看課文很方便，要寫字可以用打的或是講的，劃線的顏色很多，也有螢光筆，字可以放大縮小很方便。(SI-Sa3-2014/12/10)

這些特性在相關的文獻資料經常被引為電子教科書的優勢。方志華與楊

國揚（2012）即綜合電子教科書應用在教學的重要功能，包括線上編輯教材、教學歷程紀錄、互動、教材展示等功能。

對學習者而言，電子教科書比較清楚，容易看懂（SI-Sb5-2015/01/05）。

電子書（指電子教科書）有影片和連結出去的資料，有時候要查資料很方便，自己看影片有時候也會看得懂，不會再問老師。

（SI-Sa4-2014/12/12）

教學者從電子教科書具備豐富的素材這項特性，獲得不少有利於教學的功能，有了電子教科書，傳統使用紙本教科書需要克服的問題，有了紓解的方式。即便有教師認為，「電子教科書對於資訊技能較有背景的老師使用起來方便」（TI-T02-2014/12/15），但不可否認，電子教科書創新的功能，的確讓教師得以改善教室裡一些教學不便的困擾。因為，

使用電子教科書，可以透過行動載具及網際網路、雲端科技，隨時取得想閱讀的資訊，非常便利。（TI-T03-2014/12/19）

教材互動式及評量資料皆上傳至雲端，可節省老師很多時間、精力，運用在學生輔導或生活管理上。（TI-T03-2014/12/19）

完善的素材連結，在呈現教材的確非常方便，無形中也加速了教學節奏（TI-T01-2014/10/30），也可減少備課時間，能專注在課堂中的引導學生學習（TI-T02-2014/12/15；TI-T04-2014/12/22）。

採用電子教科書，讓教師可以科技工具處理日益大量的教學歷程紀錄，這些紀錄是有助於教師診斷學習狀況的參考。

知識的取得在現在科技發展的迅速之下，已不再是「點、線、面」的呈現，反而像是立體擴散與時間融合的概念。而電子教科書，兼具多媒體與網際網路連結的功能，所以在知識習得的過程中，想擴展的方式大量連結相關知識，亦能結合適當軟體做觀點聚焦。

（TI-T04-2014/12/22）

反觀紙本教科書，無法與電子教科書在創新科技層面競爭。紙本教科書無法將多樣資料即時連結與呈現，課程資訊的連結互動性較弱（TI-T04-2014/12/22）。

紙本教科書對教學者來說，相關知識擴增較為不易，因為各個科目單獨一本課本，知識獨立造成相關概念資訊不易統整。（TI-T04-2014/12/22）

（四）師、生對不同類型教科書使用經驗

品質不佳可能導致教師有限度地使用教科書，轉而選用不同的教學資源——讓教師得以將講授內容付諸實務的資源（Yildirim, 2006），可見，當教師認為電子教科書豐富的教學素材與數位化輔助教學工具，可以充分發揮其教學專業，使用電子教科書變成新的選項。

但電子教科書一定要有高品質及易用的特性，才具有學習工具的可行性（Baek & Monaghan, 2013），教師認為優良的教科書應有幾個面向的設計，物理性部分要有吸引學生的封面設計、字型大小適中、版型設計易讀、插圖有吸引力；內容部分，標題安排有邏輯性、充分的主題說明；學習輔具部分，問題設計適合學生程度、插圖有助於學習內容理解、引導學生搜尋額外的知識、思考內容、發展學習興趣、幫助學生應用學習內容（Yildirim, 2006）。

由於使用電子教科書受限於電子閱讀器的螢幕，是導致學生不喜歡電子教科書的原因，且使用電子閱讀器會有潛在的視力傷害問題（Baek & Monaghan, 2013）。本研究訪談的師、生對於不同類型教科書的使用經驗，大致持相似的看法（如表 2 所示），由表 2 分析可見，從節省紙張的角度思考，師生皆認為電子教科書較為環保，但電子教科書對視力的傷害較紙本教科書嚴重。

有趣的是，Weisberg（2011）在一個為期兩年的研究發現，學生愈來愈能接受使用電子教科書，研究第一年期間，學生反映使用行動載具閱讀電子教科書並不舒適，而且對於電子教科書的使用效果存疑，但在

表 2 師、生對不同類型教科書使用經驗比較摘要

比較 面向	觀點 異同	比較 對象	不同類型教科書的看法	
			電子教科書	紙本教科書
使用經驗與 情感需求	○	教師	傷視力	情感習慣
		學生	傷視力	直覺好用
環保問題與 未來趨勢	○	教師	耗電、需網路環境	環保
		學生	環保	浪費紙張
豐富資訊與 學習工具	○	教師	數位化輔助教學工具 教學素材豐富	教學歷程難記錄
		學生	易讀易懂；資訊多元	易書寫

註：○，表示師、生觀點相似。

第二年學生逐漸享受到電子教科書擁有的特性，像是註記、筆記、搜尋等功能。

可見，從教科書的使用經驗來看，紙本教科書保有情感上的使用經驗，但隨著使用者對電子教科書的使用日益熟悉，以及電子教科書的創新設計豐富教師的教學設計與學生的學習資源，提升師、生對於電子教科書的接受度。

二、教科書適用性的比較

(一) 學習專注力的影響

不同類型的教科書在教室的適用情況為何？從學生上課的專注力來看，電子教科書具有多媒體素材及多元的教與學工具，可以引起學習動機，使用電子教科書的教師都認同這項特性。

電子教科書的確可以刺激學生好奇心，引起學習動機，老師可以運用這個特性，拉住學生的心。(TI-T01-2014/10/30)

電子教科書能提升學習態度，因為課程設計可呈現多元有趣的教學模式，學生在課堂中被吸引而投入學習，在獲得正增強後對學習就更有自信。(TI-T02-2014/12/15)

學生在電子教科書影響學習專注力則有不同的看法。有學生認為，電子教科書讓我們更投入課程內容(SI-Sb5-2015/01/05)，讓我們上課時更專心，不會一直摸東摸西和玩東玩西(SI-Sa3-2014/12/29)，如果用電子教科書學數學，大家會比較認真，不然大家會一直在下面偷寫(SI-Sa3-2014/12/29)。也有學生持相反的看法，用電子教科書有可能會在上課偷玩遊戲，會不專心(SI-Sa1-2014/12/29)；教師也有相同的見解，學生使用載具閱讀電子教科書，可能受到載具的其他軟體工具的吸引而分心(TI-T03-2014/12/19)。

電子教科書整合許多資訊媒體，所以，使用電子教科書會讓學生更容易分心，班級經營要重新調整策略。(TI-T01-2014/10/30)

相對的，喜好紙本教科書的師生傾向認同傳統紙本教科書可以訓練學生專注力和思考力(TI-T05-2014/12/26)，能讓學習者專心閱讀，進而精熟理解以提升其閱讀自信心(TI-T05-2014/12/26)，可以促進「學生專注在文章內容的討論、推論和分享，不受複雜訊息的干擾」(TI-T05-2014/12/26)。學生認為教室裡使用紙本教科書的理由，反映在電子教科書的多元功能的排除狀況；因為，使用紙本教科書，不會一直注意電子產品(SI-Sa2-2014/12/29)，沒有什麼東西好玩(SI-Sa1-2014/12/29)，不會動其他的程式，只能看課本，就會比較專心(SI-Sb1-2015/01/05)，教師也發現，使用紙本教科書，教師容易掌握學生進度，學生也可以不受到其他載具的影響而分心(TI-T03-2014/12/19)。

（二）使用便利性的看法

師生在教科書使用便利性的看法，由攜帶、取用、典藏、筆記幾個面向比較二種類型教科書的特性。電子教科書使用的便利性，有以下幾方面：書包可減重（TI-T05-2014/12/26）；不用攜帶笨重書籍，只需一臺手機或平板即可（TI-T04-2014/12/19）；比紙本教科書來得方便、還輕（SI-Sa1-2014/12/29）；可以不用手寫（SI-Sb2-2015/01/05）；不用浪費太多時間寫字（SI-Sb2-2015/01/05）；使用上較有系統性，學生取用方便（TI-T02-2014/12/15）；可節省個人書架藏書空間（TI-T05-2014/12/26）。便利、迅速（TI-T03-2014/12/19）。

紙本教科書的便利性，則有以下幾點看法：對某些學生而言，使用上較簡單有助於閱讀（TI-T02-2014/12/15）；容易攜帶，不會一摔就壞（SI-Sb5-2015/01/05）；不會碰到水就破了（SI-Sb5-2015/01/05）；可以帶回家複習（SI-Sb3-2015/01/05）。

教師也注意到，某些學科使用紙本教科書反而比較方便，像是語文閱讀、數學演算，精熟學習的課程，只要使用紙本教科書即可（TI-T05-2014/12/26）。

當然，也有師生認為二種類型的教科書使用上的便利性，應視使用時機與用途來判斷其便利性的優劣。各有各的好處，紙本可以讓我們多練習寫字，電子的可以只用打的，比較輕鬆（SI-Sa1-2014/12/29）。

不同類型的教科書對不同學生會有不同的幫助，電子教材對於某些學生是比較有吸引力，有吸引力之後學生願意去閱讀，但電子教材有一些操作上的關卡，有的學生會因為操作不易反而適得其反。（TI-T02-2014/12/15）

（三）互動性與自主性

電子教科書內建許多功能，若是教師的使用技術不夠成熟，就失去電子教科書的便利性（TI-T02-2014/12/15），所以，仍有教師習慣使用

紙本教科書，可依個人節奏上課，不會被電腦綁架。

我習慣使用傳統教科書，比較不會受到電子教科書配置功能的嵌制。電子教科書預設的許多功能，雖然可以提示老師教學的重點，但反而讓老師失去教學自主性，其實，教學應該是由老師依據學生的學習狀況，臨場應變調整教學節奏，才能讓學生有真正的學習效果。
(TI-T01-2014/10/30)

傾向接受紙本教科書比電子教科書適用的教師，提到使用電子教科書雖然可以同步及非同步授課，不受空間限制 (TI-T03-2014/12/19)，但是，紙本教科書讓教師及同學能有真實的互動與經驗分享 (TI-T05-2014/12/26)。

另一方面，認為電子教科書比紙本教科書適用的觀點是，電子教科書互動性功能較佳 (TI-T04-2014/12/22)，自然或社會的動態現象，不是紙本所能表達的 (SI-Sa1-2014/12/29)，數學課，教算式可用電子教科書 (SI-Sb1-2015/01/05)，用小遊戲來上課 (SI-Sb5-2015/01/05)，可以方便看步驟 (SI-Sa2-2014/12/29)。

電子教科書的互動功能，是紙本教科書無法相比的，因為紙本教科書沒辦法立即蒐集學習者的反應與學習歷程。(TI-T04-2014/12/22)

或是透過教學平臺，重播、倒帶，讓學生反覆不斷複習 (TI-T03-2014/12/19)。

提供學習反覆練習的機制，可以建立學習者自主學習的動機，讓不同學習進度的學習者依個人學習節奏理解消化學習的素材。

電子書 (指電子教科書) 上面有影片、動畫，上課沒有注意聽，下課的時候可以自己看。(SI-Sa2-2014/12/10)

傳統教科書不像電子教科書那樣，可以用多媒體來重複呈現一些操作性或實驗性的教學內容，當老師沒有辦法帶學生到實驗室或室外操作一些課程時，也可以藉由多媒體影片來呈現科學實驗操作或示範運動

技能，這些媒體可以讓學生輕鬆地觀察到實驗或運動的過程。

(TI-T01-2014/11/11)

(四) 師、生對不同類型教科書適用性觀點

教科書的適用性與運用成效，需仰賴使用者的觀點 (Yildirim, 2006)。本研究訪談的師、生對不同類型教科書的適用性看法較不一致，其看法比較如表 3 所示。

由表 3 分析可見，學生認為使用電子教科書易令人分心，但有趣好用，教師則認為其較易引起學習動機，但若不熟悉其功能則容易被束縛；文獻指出，透過螢幕搜尋特定資訊時，本能地只瀏覽表面的文字內容，而不是深入進行文章推理與複雜結構論點的思考，或者無法與其經驗產生連結 (Herold, 2014a)，可見，豐富的資訊媒體與網路連結，反而造成學習的分心狀態。

由於學生喜歡電子教科書所提供的外加資源，例如，立即回饋的測驗，音樂、影片、動畫、作業的步驟引導與回饋，網路資源連結，這些功能可以幫助學生理解學習內容，也是學生滿意使用電子教科書的原因 (Baek & Monaghan, 2013)，但是，當學生進行數位式的閱讀，傾向不去

表 3 師、生對不同類型教科書適用性觀點比較摘要

比較 面向	觀點 異同	比較 對象	不同類型教科書的看法	
			電子教科書	紙本教科書
學習專注力的 影響	×	教師	易引起學習動機	可訓練專注力
		學生	易令人分心	可訓練專注力
使用便利性的 看法	○	教師	減重、輕便	有助於閱讀
		學生	減重、輕便	好用不易壞
互動性與自主 性	×	教師	不熟會被束縛	真實互動
		學生	有趣、好用	沒有輔助工具

註：○，表示師、生觀點相似；×，表示師、生觀點不一致。

採取其熟悉的紙本閱讀策略——提升閱讀理解的策略，而電子書裡的多媒體素材、動畫、互動機制，顯然只是一種趣味性的娛樂元素（Herold, 2014b）。所以，學生是覺得電子教科書比沒有輔助工具的紙本教師書有趣好用，因此有愈來愈多的學生選擇具有友善介面與易用性的電子教科書（Baek & Monaghan, 2013）。

在紙本教科書方面，學生認為好用不易壞，但沒有輔助學習的工具可用，教師則認為紙本教科書易於閱讀，可帶動真實互動經驗。學生對於紙本教科書設計為靜態且與生活經驗無關的概念和相關事件的描述，讓他們很難專心閱讀教科書的內容，導致學生無法對學習內容建立有意義的連結（Baek & Monaghan, 2013; Yildirim, 2006）。可見，教科書無法吸引師生注意的原因，在於靜態的資訊呈現（Yildirim, 2006），紙本教科書雖然便利閱讀，但靜態的資訊呈現方式，不利於引起學生興趣。

三、教科書對學習的影響

（一）學習動機與理解

提升學習效果的前提是能夠引起學習者的學習動機。如何吸引學習者注意，引導學習者進入學習狀態，是教學者首要克服的要務。對於熟悉行動載具的教師而言，

電子教科書，教材呈現比較多元，且較能引起學生學習興趣，對於資訊技能較有背景的老師使用起來方便。（TI-T02-2014/12/15）

由於數位原住民從小接受聲光刺激，若僅使用紙本教科書無法引起學生學習動機，相對的，使用電子教科書可避免這種問題（TI-T03-2014/12/19）。所以，電子教科書較能吸引學生的注意（TI-T02-2014/12/15），是可以理解的觀點。

就學生而言，電子教科書有動畫可看，會比較想上課

(SI-Sb2-2015/01/05)，用電子教科書讓我比較專心，會一直看教師在臺上在說什麼有趣的事，或重要的重點(SI-Sa3-2014/12/29)。教師若充分運用電子教科書的這項特性，便可輕易地吸引學習者的注意力，進而促進教學效果。

數位原住民對於多媒體資訊與操作並不陌生，只要提供多媒體素材與使用工具，學習者可以輕易地運用這些資源。即使電子教科書用起來不如紙本教科書來得方便容易，學生仍然相信使用電子教科書可以強化其學習效能(Shen et al., 2015; Woody et al., 2010)。

電子教科書可以多樣化的方式呈現教材(TI-T02-2014/12/15；TI-T04-2014/12/22；TI-T05-2014/12/26)，會有一些動態的圖，這樣可以比較好懂(SI-Sa1-2014/12/29；SI-Sb3-2015/01/05)，電子教科書不但有基本的知識，還可以看相關的影片(SI-Sa3-2014/12/29)，紙本教科書則沒有動畫(SI-Sb3-2015/01/05)，所以，用電子教科書上課會比較好玩，比較有趣(SI-Sa3-2014/12/29)，可以比較懂課本的內容(SI-Sa1-2014/12/29)。

使用電子教科書可以啟動相關電子科技的功能，像是，可以直接在電子白板上玩遊戲(SI-Sb3-2015/01/05)，學習時運用較多的感官刺激，便有助於知識理解的程度；電子教科書具有知識連結的便利性與擴增性，且內容呈現的多樣化，可以引起學習者的學習動機與積極度，可以讓學習者在單一單元裡習得比紙本教科書更多內容(TI-T04-2014/12/22)。

教科書的編排或圖文說明也會影響學生的學習，透過圖文編排可以顯示資訊間的差異，使學生得以理解概念(盧秀琴，2005)。學生使用紙本教科書，面對的是靜態的冷漠知識，缺乏對這些知識的體驗與感受，無法連結外在應用知識(陳麗華，2008)，相對的，電子教科書具有豐富資訊及彈性的圖文編排功能，對於學習理解能提供良好的示範功用。

（二）回饋機制與自主學習

結合行動載具的功能，與電子教科書的素材，能夠在課堂立即與學生互動，即時檢視學習者的錯誤類型、發現迷思概念（TI-T04-2014/12/22），利用電子教科書可結合互動式評量，隨時掌握學生學習歷程及學習困難點，立即給予協助（TI-T03-2014/12/19），即時討論與結論彙整、發布（TI-T04-2014/12/22），評估教學成效以修正教學（TI-T04-2014/12/22）。

這種立即性的回饋機制，在紙本教科書的運用上，相對難以達到相同的效果。教學者認為，使用電子教科書其目的在促進學習者學習，提升學習成效（TI-T05-2014/12/26）。可見，善用電子教科書的回饋機制，可促進教學者了解學習者的學習問題。

自主學習的學生，具有主動學習的意願、態度、方法與能力（李坤崇，2001），自主學習可促進有效學習。學習歷程中，學習者可經由教學設計而改變其自主學習能力，會影響其學習效果。不同類型教科書可有不同程度的自主學習激發的效果，學生對於教科書誘發其自主學習的看法，認為：紙本教科書不能查資料（SI-Sb1-2015/01/05），電子教科書則可以查許多東西（SI-Sb1-2015/01/05；SI-Sb5-2015/01/05；SI-Sa4-2014/12/29），可以查自己不會的東西（SI-Sb4-2015/01/05），所以不會限制在課本上的答案（SI-Sa2-2014/12/29）。

教師肯定電子教科書可以促使學生自主學習的功能，因為電子教科書所具備的知識連結功能，會讓學習者主動去探索教科書內容以外的資訊。電子教科書在知識連結擴增性較紙本教科書來得大（TI-T04-2014/12/22）。

網路上陳述性或記憶性的知識已經普及，學生可以透過電子教科書的多元網路連結，搭配多媒體搜尋到許多加深加廣的知識，學生自主性高，課堂上老師僅需解惑及引導，並適時澄清價值觀。（TI-T03-2014/12/19）

但文獻指出，學生使用電子教科書在缺乏學習情境與檢核機制的情況下，學生自主學習的情形並不理想（鍾旻芳，2012）。所以，要達到電子教科書促進自主學習的理想狀態，不能只是依賴電子教科書的先備功能，還要教學者思考規劃合適的電子教科書使用情境才能有效促進自主學習的實現。

（三）資訊連結與統整

由於電子教科書具有知識連結的功能，可以統整學習科目與知識內容，知識不再是分科獨立（TI-T04-2014/12/22），所以，教師可以充分發揮學科間的統整功能，學習者也可以透過是項機制，將學習內容連結到相關領域，有助於知識的統整。例如：

數理學科若能在電子教科書上連結相關動態影片、示範過程影片，對概念學習應該可以立即提供比講述更為清晰的內容，並且達到非同步化、個人化的學習進度（TI-T04-2014/12/22）。

也有教師認為，不同學科的屬性不同，應該使用不同類型的教科書，才能發揮教科書的功用。

我認為不同的學科，在教科書的使用上是可以選擇的，例如，數學科使用電子教材相對比語文課使用較突出，數學教學歷程中較多操作的部分，若使用電子教科書搭配其電子教具的使用更能幫助學生立即性的學習。（TI-T02-2014/12/15）

由於電子教科書配套的行動載具具備上網功能，所以，使用電子教科書，可即時查閱字典（TI-T05-2014/12/26），若教師可以配合學生先備知識及起點行爲，找出學生應該學習的基本內容（TI-T03-2014/12/19），那麼，

電子教科書可以呈現多元教材，加上互動情境，學生閱讀及理解知識

時，也能透過網路、雲端連結取得加深、加廣輔助學習教材，對學習效果幫助較大。(TI-T03-2014/12/19)

學習者若為視覺型，則紙本教科書有助於提升專注力；相對的，學習者屬於聽覺型，電子教科書能提供影音資料，則有助於學習效果。(TI-T04-2014/12/22)

而不同類型學習者的學習方法不同，所以學習材料呈現方式也就會影響其學習態度 (TI-T04-2014/12/22)，電子教科書可以輕易地進行討論、紀錄、回饋等活動，這些特性都有助於提升學習效果 (TI-T04-2014/12/22)。

另一方面，閱讀理解來自於對文本的認識，其能力取決於學習者的先備知識與閱讀技巧。電子教科書可在閱讀文本上，提供關鍵字檢索協助學習者搜尋歸納出相關概念，對於閱讀理解某項主題、某項事件，更加容易 (TI-T04-2014/12/22)。有些科目，如「藝術鑑賞」使用電子教科書會更方便，可以隨時查詢相關資訊 (TI-T05-2014/12/26)。學校可以根據每個老師的專業，透過補充教材來加深加廣、跨領域的結合，設計出屬於學校本位、社區本位、學生本位的電子書特色教材，這也可以發展成爲學校的特色 (TI-T03-2014/12/19)。

可見，電子教科書在知識連結的設計，有助於學習者進行資訊統整，使學生在課堂中得以多感官的刺激進行學習 (劉光夏、林吟霞，2013)；而紙本教科書受制於靜態資訊的呈現，無法提供相同的機制，對於被動的學習者而言，較難進行知識的連結與統整。

(四) 記憶力與創造力

學習歷程中，善於筆記者有較佳的記憶保持率，而學生似乎比較喜歡在紙本媒介上作註記，這也符合筆記的直覺與習慣，因為學生可以直接在紙本上做學習紀錄 (重點劃記、摺頁、課堂筆記等) (TI-T02-2014/12/15)，所以，在紙本教科書寫字比較記得起來。

(SI-Sa3-2014/12/29)。筆記過程中，信手拈來，直接在書上劃記也是學習常態行爲。用紙本教科書可以把不會的地方還可以劃起來，或把老師講得重點寫下來(SI-Sa3-2014/12/29)；同樣的，行動載具有許多創新的學習筆記工具，可以幫助學習者記錄學習重點。學生表示電子教科書可以標出重點(SI-Sb3-2015/01/05)，可以直接在電子書上註記濃縮筆記，比對也容易(TI-T03-2014/12/19)，也能夠透過多媒體影音呈現程序性記憶，如實體操作或技能性的影片播放(TI-T03-2014/12/19)。

可見，傳統的紙本教科書符合學習者的直覺習慣，創新的電子教科書提供不同於傳統經驗的教科書應用方式，使學習方式有新的適應方向。但是，在學習素材上註明筆記的功能有助於學習記憶，電子教科書的多元功能，學習者需要學習適應，才能發揮電子教科書創新應用的功能。

教科書的功能，不僅提供學習的素材內容而已，亦可促進高層次能力的學習。高層次思考活動，需要更廣泛的資訊與更即時連結，才能有效的進行思考創意活動。

學習過程所需的知識即時連結、個人化的學習歷程紀錄與檢視，可藉由電子教科書的功能而立即達到；教學歷程的再製與示範，後端歷程檢視提供診斷與教學修正，電子教科書也能達到此種目的。
(TI-T04-2014/12/22)

教師肯定電子教科書即時的知識連結與學習紀錄的功能，因為，

傳統教科書的圖片較少，且無法更新。對於需要大量補充影像資料的學科，像是自然或社會，就無法有系統的展示相關圖像給學生參考。
(TI-T01-2014/11/07)

有了這些創新機制，可以幫助學習者的創意思考：

電子教科書教材的相關連結，較紙本教科書多元，所以學生在思考的

時候，能產生出的連結會較多變化，所以對於提升學生的創造力是有幫助的。(TI-T02-2014/12/15)

電子教科書豐富多元的資料，提供學習者創造發明的知識基礎，畢竟，創造力的學習，不可能憑空得到，在創造新事物，或獲得新觀點之前，必要有豐富的背景知識。(TI-T04-2014/12/22)

電子教科書也提供學習者創新的學習方法，像是電子筆記、模擬實驗室、互動式場景、數位內容網站，以及開放存取的資料庫，使學習得以用有別於傳統的方式進行 (Tintinalli, 2014)。

創造力在啟發的同時，學習者本身的既有基模要足，才能透過記憶的連結啟發創造力的思考，所以透過電子教科書的多元連結（網路、雲端、教學平臺、多元互動式評量），增加孩子們的基模，才能有效提升學生的創造力。(TI-T03-2014/12/19)

電子教科書將學習創造力的基模內建為基本的教科書功能，使得學習者在進行高層次思考時，可以觸類旁通，因為，這樣的背景知識，不會是單一的科目、單元或概念，往往需要有擴散的激盪、相關知識內容的連結，觸發不同的想法，創意與創造力則在這過程產生 (TI-T04-2014/12/22)。另外，使用電子教科書，讓學生得以透過討論、詰問，加以匯集意見更能聚焦，形成更重要的產出，有助於創造力的培養 (TI-T04-2014/12/22)。

電子教科書具備的多元資訊與豐富媒體的特性，以及其便利的互動機制，能激發學生想像力和創造力。

電子教科書具有多元資訊、影像豐富的特性，較能激發學生想像力和創造力 (TI-T05-2014/12/26)。文史學科多為記憶與討論，知識內容的學習可藉由文字圖像習得，但若將討論過程，即時紀錄與獲得回饋，更能對於一個概念或想法的形成，找到模式，更可以藉由觀摩別人的

討論過程，激盪不同的想法（TI-T04-2014/12/22）。

（五）師、生對不同類型教科書影響學習觀點

本研究訪談的師、生對不同類型教科書影響學習的觀點一致，其看法比較如表 4 所示。由表 4 分析可見，師生從資訊整合的角度批判電子教科書，其資訊連結、互動功能可促進教與學的效果，可培養學生高層次思考能力。所以，教科書的設計應該更有創意，要能發展高層次認知及批判思考能力，而不僅是靜態而簡單地呈現知識形式（Sewall, 2000），相對的，學生認為紙本教科書設計有一些缺失，由於缺少有助於理解知識的圖片，課文內容與標題關聯性低，課文無法引導思考，課文內容難以理解，無法引發學習興趣（Yildirim, 2006）。

由於不同的教科書形式會影響學生的學習與知覺，特別是認知歷程（Baek & Monaghan, 2013），因此，教科書在認知層次的內容設計，應以培養學生具備思考技巧為主要目標（Risner, Nicholson, & Webb, 2000）。

表 4 師、生對不同類型教科書影響學習觀點比較摘要

比較 面向	觀點 異同	比較 對象	不同類型教科書的看法	
			電子教科書	紙本教科書
學習動機 與理解	○	教師	促進教學效果	靜態呈現，效果不彰
		學生	強化學習效能	靜態呈現，效果不彰
回饋機制 與自主學 習	○	教師	可檢視學習者概念 可自主學習	無回饋機制
		學生	可自主學習	無回饋機制
資訊連結 與統整	○	教師	學科知識統整	單科教材呈現
		學生	可互相連結	單科教材呈現
記憶力與 創造力	○	教師	資訊的連結、互動有助於記憶	紙本書寫學習紀錄
		學生	創新筆記工具，可幫紀錄學習重點	直接書寫易記

註：○，表示師、生觀點相似。

電子教科書能夠即時提供學習者擴展思考範圍與驗證學習內容的機制，使用知識的理解方式有更多感官刺激的輔助，可作為學習高層次思考的基礎。學生使用教科書以查詢和學習主題有相關資訊為主（Lee et al., 2013），資訊科技的教學功能使學習活動變得更為方便，所以，師生普遍認為教科書應該融合資訊多媒體功能（Topolovcan, Matijevic, & Rajic, 2013）。

而紙本教科書的設計，主要在傳遞事實，是一種被動學習的材料，無法成為啟動學習者追求知識與發展想法的工具（Yildirim, 2006）。因此，紙本教科書相較於電子教科書的多元媒體特性，無法吸引師、生注意的原因，在於靜態的資訊呈現，缺乏臨場的影音效果，重要議題的深度互動討論設計，及可培養學生能力的關鍵思考能力的設計（Yildirim, 2006）。

伍、結論與建議

本文透過師生的訪談，綜合師生對二類型教科書的喜好、教學適用性、學習影響等三個面向的觀點，獲得以下結論。

一、結論

（一）情感性、功能性因素影響師生對教科書的喜好

偏愛紙本教科書的師生，都是基於情感性的因素而使用紙本教科書。紙本教科書比較有書香味，或是不熟悉新科技使用的師生，認為電子教科書不但不夠環保，又傷視力，不若紙本教科書可以觸摸，又不必準備支援設備，簡便又環保。

偏愛電子教科書的師生，則是從功能性的角度看待電子教科書。顯而易見的觀點是，電子教科書是未來科技發達必然的教學工具，不必再

使用大量的紙張印製教科書，符合當前的環保觀念，最重要的是，其內建的學習工具可以讓學習變得有趣、方便，使得師生願意嘗試使用電子教科書。

（二）電子、紙本教科書各有其適用時機與適用課程

不同類型教科書的適用性，各有師生支持。支持紙本教科書較為適用者，認為不必在任何學科都要使用電子教科書，一般性的知識介紹內容以傳統的紙本呈現，更方便使用；但是需要大量媒材佐證說明的學科，或是需要實際的操作示範的學科，多數師生認為電子教科書則較為適用。電子教科書具備的互動機制與多媒體資訊，提供學習者不斷練習的機會，引導學習者自主學習的動機，這些特性將會影響學習的成效。

值得注意的是，有教師認為教學節奏應由教學者視學習狀況來調整，但是使用電子教科書很容易受到資訊流動的牽制，不自覺的加速教學步調，無形中讓老師失去教學自主性，會忽略學習者的學習狀況，這項觀點是使用電子教科書應注意的問題。

（三）電子教科書影響學習的面向超越紙本教科書

紙本教科書設計的先天限制，在於其內容是以靜態、抽象、客體化、獨白式的方式呈現，師生面對的是冷漠的知識內容，無法與其互動，需要使用者自行詮釋才能理解紙本內容。

電子教科書具有經濟性、接近性（accessibility）、功能性三項優勢。使得教師可以輕易地引起學習動機，促使學習者的自主學習，並運用豐富的資訊連結與知識統整功能，提供學習者擴展知識理解的範疇，進而帶動高層次思考與創造力的培養。

二、建議

（一）使用電子教科書以強化教、學效能

研究結果顯示，師生皆認同電子教科書具備多元資訊的整合機制，也將傳統教科書的使用習慣適當地轉化為電子教科書的內建功能，所以可以帶動學習者的學習動機及教學者備課的效能，若適當地運用這些整合功能，有助於學習者對教材的理解，進而培養其注意力與創造力，對教學者而言，這些整合功能則提供便利的教學歷程紀錄機制，可以協助教師檢視學習者的學習狀態，基於這些優勢，教師可以思考善用電子教科書以強化教學效能。

（二）師生皆應謹慎運用電子教科書

電子教科書雖然融入許多便利的科技功能，但教師與學生皆需長時間使用教科書，可能傷害使用者視力，因此，教師應明確規範學生使用電子教科書的時間及方式；另一方面，電子教科書雖有許多好用的功能，這些功能若無法適當結合學習內容來使用，反而會造成學習障礙，教師在採用電子教科書也要完整規劃使用流程。

（三）未來研究可進行個案學生學習型態深度追蹤

本研究訪談師生過程中，教師與研究者皆深刻地觀察到有幾位受訪學生的學習動機被強烈地激發出來，這幾位學生原來的學習動機是薄弱的，在教師引進行動載具及電子教科書之後，學習態度轉變成主動的、持續的。這種現象值得個案探討，以了解這些學生學習型態轉換的背後因素。

多數師生認為電子教科書是符合環保趨勢，也是未來教育現場的使用常態，如何使用電子教科書似乎是更值得討論的議題。教師認為利用電子教科書得當，學生更願意投入在學習，就能提升整個學習效果；但要達到電子教科書促進自主學習的理想狀態，不能只是依賴電子教科書的先備功能，還要教學者思考規劃合適的電子教科書使用情境才能有效促進自主學習的實現。

參考文獻

- 方志華、楊國揚（2012）。中小學電子教科書政策推展之評估整合研究。教育部委託專案報告。臺北市：臺北市立教育大學、國家教育研究院。
- 吳俊憲（2003）。國中社會領域教科書發展之理念、困境與因應途徑。《課程與教學季刊》，6（1），73-94。
- 吳俊憲（2009）。教科書編輯與設計的運作與內涵。靜宜大學師培實習輔導通訊，8，4-11。
- 吳淑燕（2011）。電子教科書運用於國中英語 WebQuest 教學之行動研究（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學教育傳播與科技研究所，臺北市。
- 李坤崇（2001）。綜合活動學習領域教材教法。臺北市：心理。
- 李宗薇（2009）。論壇：電子教科書趨勢與發展。《教科書研究》，2（2），111-140。
- 李宗薇（2010）。電子教科書是流行？還是趨勢？。《師友月刊》，516，16-19。
- 徐新逸、賴婷鈴（2013）。國際經驗對臺灣電子教科書發展之啓示。《教科書研究》，6（2），1-31。
- 張志峰（2012）。新北市偏遠國小教師對於電子教科書融入國語文領域教學之研究（未出版之碩士論文）。國立政治大學圖書資訊學數位碩士在職專班，臺北市。
- 陳昭安（2014）。電子教科書融入國小自然科教學之行動研究——以「簡單機械」單元為例（未出版之碩士論文）。國立雲林科技大學資訊管理系，雲林縣。
- 陳昭珍（2007，5月）。從閱讀接受度看電子書出版。《知新數位月刊》，23。取自 http://openpaper.nat.gov.tw/epaper/org_new/23/23_07_10.htm
- 陳麗華（2008）。評介「為學習而設計的教科書」及其對我國中小學教科書設計與研究的啓示。《教科書研究》，1（2），137-159。
- 黃思華、劉遠慎、顏苑廷（2011）。互動式電子白板融入創新合作學習模式對國小數學科學習成效與動機之影響。《課程與教學季刊》，14（1），115-140。
- 黃政傑（2003）。重建教科書的概念與實務。《課程與教學季刊》，6（1），1-12、163。
- 楊美雲（2014）。電子教科書應用於數學科教學成效之研究——以高雄市某國小為例（未出版之碩士論文）。高苑科技大學資訊科技應用研究所，高雄市。
- 楊國揚、黃欣柔（2013，5月）。從文本的變異試論電子教科書評審機制。論文發表於國家教育研究院臺北院區舉辦之「中小學電子教科書發展趨勢」學術研討會，臺北市。
- 楊雲龍、徐慶宏（2007）。社會學習領域教師轉化教科書之研究。《國立新竹教育大學教育學報》，24（2），1-26。
- 劉光夏、林吟霞（2013）。電子教科書功能設計語教學轉化：從教師角度探討電子教科書基本工具之教學適用性。《課程與教學季刊》，16（3），171-200。
- 潘姿廷（2014）。電子教科書融入英語教學對國中生英語學習動機與學習成就之影響（未出版之碩士論文）。國立臺南大學教育學系，臺南市。

- 盧秀琴 (2005)。探討教科書與中小學學生學習細胞相關概念的關係。《科學教育學刊》，13 (4)，367-386。
- 鍾旻芳 (2012)。國小五年級學童對學用版電子教科書功能需求之探究——以英語科為例 (未出版之碩士論文)。臺北市立教育大學課程與教學研究所，臺北市。
- 譚蕙婷、劉遠楨 (2013)。電子習作對學習態度及學習成效的影響。《教育科技與學習》，1 (1)，13-38。
- 蘇國章 (2011)。應用認知負荷理論於資訊融入教學多媒體設計之分析——以自然與生活科技領域「電子教科書」為例。《生活科技教育》，44 (2)，44-61。
- Back, E., & Monaghan, J. (2013). Journey to textbook affordability: An investigation of students' use of eTextbooks at multiple campuses. *International Review of Research In Open and Distance Learning*, 14(3), 1-26.
- Cady, J. A., Hodges, T. E., & Collins, R. L. (2015). A comparison of textbooks' presentation of fractions. *School Science and Mathematics*, 115(3), 105-116.
- Carr, N. (2011, May 12). E-textbooks flunk an early test [Web log post]. Retrieved from <http://www.routhtype.com/?p=1478>
- Dobler, E. (2015). E-textbooks: A personalized learning experience or a digital distraction. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 58(6), 482-491.
- Embong, A. M., Noor, A. M., Hashim, H. M., Ali, R. M., & Shaari, Z. H. (2012). E-books as textbooks in the classroom. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 1802-1809.
- Felt, E. (2006). Ebooks: Changing the face of books. *Indiana Libraries*, 25(4), 56-58.
- Gurung, R., & Landrum, R. E. (2012). Comparing student perceptions of textbooks: Does liking influence learning. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 24(2), 144-150.
- Herold, B. (2014a). Digital reading poses learning challenges for students. *Education Digest*, 80(1), 44-48.
- Herold, B. (2014b). Screen reading poses learning challenges (Cover story). *Education Week*, 33(30), 1-25.
- Lee, C.-S., McNeill, N. J., Douglas, E. P., Koro-Ljungberg, M. E., & Therriault, D. J. (2013). Indispensable resource? A phenomenological study of textbook use in engineering problem solving. *Journal of Engineering Education*, 102(2), 269-288.
- Martins, N. (2014). Determining textbook learning enhancement as perceived by students and lecturers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 112, 57-63.
- McGowan, M. K., Stephens, P. R., & West, C. (2009). Student perceptions of electronic textbooks. *Six: Sigma Meet Information Systems*, X(2), 459-465.
- Parsons, K. (2014). What are they thinking? Dental assisting students' feelings about e-books. *Techtrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 58(2), 78-86.
- Ray, M. (2013). Digital learning resources. *School Library Journal*, 59(6), 16.
- Risner, G. P., Nicholson, J. I., & Webb, B. (2000, November). *Cognitive levels of questioning demonstrated by new social studies textbooks*. Paper presented at the Annual Conference of the Mid-South Educational Research Association, Bowling Green, KY.

- Robinson, S. (2011). Student use of a free online textbook. *Academy of Educational Leadership Journal*, 15(3), 1-10.
- Robinson, S., & Stubberud, H. A. (2012). Student preferences for educational materials: Old meets new. *Academy of Educational Leadership Journal*, 16, 99-109.
- Sewall, G. T. (2000). *History textbooks at the new century*. New York, NY: American Textbook Council.
- Shen, H., Luo, L., & Sun, Z. (2015). What affect lower grade learner's perceived usefulness and perceived ease of use of mobile digital textbook learning system? An empirical factor analyses investigation in China. *International Journal of Multimedia & Ubiquitous Engineering*, 10(1), 33-46.
- Tintinalli, J. E. (2014). Real textbooks or e-books: What is happening right now? *Emergency Medicine Australasia*, 26(1), 72-75.
- Topolovcan, T., Matijevic, M., & Rajic, V. (2013). *Student assessment of the role of the new media and textbooks in class and in independent learning*. Paper presented at the Annual Meeting of the European Distance and E-Learning Network, Oslo, Norway.
- Weisberg, M. (2011). Student attitudes and behaviors towards digital textbooks. *Publishing Research Quarterly*, 27(2), 188-196.
- Woody, W. D., Daniel, D. B., & Baker, C. A. (2010). EBooks or textbooks: Students prefer textbooks. *Computers & Education*, 55(3), 945-948.
- Yildirim, A. (2006). High school textbooks in Turkey from teachers' and students' perspectives: The case of history textbooks. *Asia Pacific Education Review*, 7(2), 218-228.

體積電子教材設計與教學試驗 ——小學五年級

黃幸美

本研究探討兩套體積電子教材對五年級兒童解決體積問題能力之影響。研究對象取自臺北市兩所公立小學各兩班五年級兒童(N=108)，各校的兩班分別被隨機分派一班為動態幾何軟體應用之幾何融入體積課程組(實驗組, n=55)；另一班為無動態幾何軟體融入體積課程組(對照組, n=53)。研究結果顯示：實驗組於後測的整體表現優於對照組，此現象亦呈顯在體積意義說明題、體積比較題及綜合應用問題共三個分測驗的解題表現。實驗組與對照組受訪者皆有高人次指出從教材學到：體積的計算與公式、體積比較、體積單位與堆疊，且認為所習得的概念對解決體積問題有幫助；實驗組比對照組有較多人次指出學到立方體的性質與特徵、體積意義及圖形動態展示，此學習差異亦反映不同教材的特徵與差異。根據研究結果，本研究提出強化兒童解決體積問題能力的課程與教學建議。

關鍵詞：三維空間幾何概念、體積公式、體積測量

收件：2014年6月20日；修改：2015年2月16日；接受：2015年3月6日

An Experiment on Volume Measurement Electronic Instructional Materials and Instruction: Grade 5

Hsin-Mei E. Huang

This study examined the effectiveness of two sets of electronic instruction materials used to teach children how to solve volume measurement problems. Two fifth-grade classes (N=108) were recruited respectively from two public elementary schools in Taipei, Taiwan. The two classes in each participating school were randomly assigned to two conditions: (a) the experimental-condition in which the dynamic geometry software-based approach with geometry-and-volume-measurement curriculum was given (n=55); (b) the control-condition in which the volume measurement curriculum without dynamic geometry software-based approach was provided (n=53). Findings show that the experimental-group outperformed the control-group in overall scores on the posttest and the scores on the three subscales, including explaining the meaning of volume, volume comparison, and reasoning-and-application. The interview data also demonstrated that the interviewees from the experimental-group more frequently acquired the characteristics of rectangular solids, the meaning of volume, and exhibitions of dynamic figures than those from the control-group. The distinctiveness between the two sets of curricula may show differences in learning outcomes between the two groups. The implications of the study and suggestions for enhancing children's ability to solve volume measurement problems are discussed.

Keywords: three-dimensional spatial geometry, formula for volume measurement, volume measurement

Received: June 20, 2014; Revised: February 16, 2015; Accepted: March 6, 2015

壹、緒論

體積為幾何量的一種 (Owens & Outhred, 2006)。學習具有幾何量性質的測量，待測物體所包含的空間概念、測量與數的運算技能三方面的學習，不可偏廢 (Gavin, Casa, Adelson, & Firmender, 2013; Owens & Outhred, 2006)，對於測量公式的概念理解尤然 (黃幸美, 2009)。體積測量概念為小學數學重要的課程 (國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域, 2010)。兒童自四年級即接觸立方體與 1 立方公分等體積相關的初步概念，但是教學者亦常發現高年級兒童對於體積測量與長方體公式概念缺乏理解 (謝明欣, 2011)。

體積測量與三維空間概念息息相關 (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988)，理解具有幾何量性質的公式意義，尤需植基於測量與空間概念 (黃幸美, 2009)。檢視多年來數學教科書的體積教材，可發現：單元內容與體積問題偏重使用數字與體積公式解題，淡化討論長 (正) 方體的幾何特徵及其三維空間概念，而且教科書亦常將前述教材與體積測量分別設計為個別獨立的單元，兩者缺乏統整。上述有關教科書單元對體積量運算的偏重及缺乏連結空間幾何概念之現象，可能成為導致兒童的學習傾向記憶公式但缺乏概念理解的因素。

兒童的測量技能可以透過教學而改善 (黃幸美, 2009; Clements, 2003; Gavin et al., 2013)。由於體積概念、長 (正) 方體體積公式與三維空間的幾何概念，相互關聯 (Fuys et al., 1988)。幾何的面與體之空間概念教學，除了實體觀察與教具操作以外，先前研究 (例如：謝明欣, 2011; Van der Meij & de Jong, 2006) 指出：應用電腦軟體可以展示立方體的特徵及其三維空間、堆疊立方單位成立方體的歷程，且動態呈現幾何圖形表徵，可以幫助學生學習圖像與空間想像。兒童對於圖形表徵和空間想像的認知能力，與其學習體積與體積公式概念，兩者關係密切 (張碧芝、吳昭容，

2009；Ben-Haim, Lappan, & Houang, 1985)。因此，分析體積教材與概念性質、兒童的數學認知與測量思考，應用電腦軟體設計導向體積與體積公式概念理解的電子教材與教學試驗，為探討增進兒童解決體積問題能力的重要議題。

有視於提升兒童對體積概念理解與解題能力的重要性，本研究設計體積電子教材並探討試驗教學對兒童解決體積問題能力的影響。同時，使用個別晤談輔以瞭解兒童從試驗教材學到哪些概念及如何助益解決問題的認知。研究問題包含兩方面：

一、接受不同的體積電子教材的兒童，其解決體積問題的表現是否有差異？

二、接受不同的體積電子教材的兒童，其所習得的體積測量概念為何及認知所學概念對解決問題的助益為何？

貳、理論架構

一、體積及其測量公式概念的教與學

體積乃指物質所占空間的大小（國立教育研究院籌備處，2006）。小學數學的體積測量概念包含：立方體的三維空間概念、測量技能與體積量的計數，以及理解體積公式（例如：長（正）方體體積公式「長×寬×高」），上述概念亦為高年級兒童需發展的基本能力（參見能力指標 S-3-05 及 N-3-20，國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域，2010：29）。學習體積概念需植基於長度與面積概念，因此，體積教材亦多安排於長度與面積測量課程之後（國民小學課程標準，1993；國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域，2010）。本研究試驗教材焦點為五年級的體積課程，包含體積概念、體積測量及長（正）方體的體積公式導引，但不包含容量與液量測量。後文所指的體積公式，乃指長（正）方體的體積公式——「長（一邊）×寬（一邊）×高（一邊）」。

欲描述與測量三維物體所占的空間大小時，測量知識與數的運算為必要知能（National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2006），而認知三維物體（例如：長（正）方體）的特徵及其三維空間概念，為確認待測物體的空間範圍、選用體積單位與計數測量結果等測量處理的基礎。因此，體積教材應兼具「數」、「量」、「形」的概念（譚寧君，1997），前述三種概念尤為理解體積公式及應用解題，不可或缺之要素。從《國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域》（2010）亦可見，體積測量與體積公式概念跨列於數量與幾何課程主題。

導引兒童認識體積測量性質時，數學教育學者（朱建正，2000；國家教育研究院籌備處，2006；Smith, Wiser, Anderson, & Krajcik, 2006）多建議：使用大小相同的立體單位（體積單位），複製或堆疊成一個立體物，然後計數立體單位於此三維結構（行、列與層）所組合的數量，所計數得的立體單位總量即為體積量。上述使用立體單位堆疊與計數的活動，實為長度測量、面積單位覆蓋與計數經驗的延伸，學生可應用先前測量長度與面積的經驗，使用加法計數長邊、寬邊、高邊所組合的立體單位數量或乘法推理，進而歸納「長 \times 寬 \times 高」（或「底面積 \times 高」）的規則（Van de Walle, 2004），此亦為體積測量的核心概念。

瞭解立體單位在立方體內部堆疊組成的行列矩陣與層的結構，為體積公式概念學習的核心（Battista, 2003）。此理解包含三項重要的認知處理：（一）瞭解長方體的長、寬、高邊皆被立體單位（1立方公分）等量分割——長邊為 m 個1立方公分積木組成，其長度被分割成 m 個1公分；寬邊由 n 個1立方公分積木組成，其長度被分割成 n 個1公分。（二）認知一個底面的結構——「一排有 m 個1立方公分積木，有 n 排」或「一列有 n 個1立方公分積木，有 m 列」，一面排有 $m\times n$ 個積木。（三）瞭解高邊由 h 個1立方公分積木組成，其長度被分割成 h 個1公分，當一層的高度為1公分時，高有 h 層。因此，整個長方體即由 $m\times n\times h$ 個積木組合而成。上述亦為導引兒童瞭解體積公式的教學方法。

二、三維空間幾何概念與體積測量公式的關係及其教學

幾何的本質包含圖形（具體物件的圖形表徵）、形體的空間概念及邏輯推理（Clements, 2003）。由於形體的空間概念與邏輯推理相當抽象，學習者需藉由觀察、觸摸具體物與圖形及操作的歷程（例如：堆疊組合積木、繪圖），認知圖形表徵與形體的特性，使用歸納或演繹推理，以語言或文字符號說明定義或原理（Clements, 2003；Duval, 1995; Owens & Outhred, 2006）。Duval（1995）認為學習幾何概念時，上述歷程多為兩個或全部歷程交互運作。因此，欲發展兒童的空間概念與幾何推理思考，教學者必須多方提供幾何觀察、組合、堆疊操作與作圖活動機會，讓兒童從幾何活動中萃取圖形與立體物的物理特質，建構心象與心理性的操作及反思（Battista, 2003; Owens & Outhred, 2006）。學者們（張碧芝、吳昭容，2009；Cooper, 1990）也建議提供幾何操作與空間探索活動，以幫助兒童建構三維空間的心象。

在導引兒童學習具有幾何量性質的測量教學方面，先前研究（黃幸美，2009；Van den Heuvel-Panhuizen & Buys, 2008）指出：配合待測量物件的幾何性質（例如：線段或面積），提供適當的具體物做觀察、操作及教師導引式的討論教學，有助學習者從感官知覺物體所表徵空間的訊息，萃取其潛存的關係與原理（例如：透過圖形的切割與組合，觀察不同圖形之間的關係），裨益幾何與測量概念的學習，例如：瞭解如何使用長方形面積公式，透過圖形的切割與組合，推論其他圖形面積公式。

有關數理科學領域的公式教學之探討，Hartmann 與 Choppin（2003）及 Wu、Krajcik 與 Soloway（2001）指出：公式乃以抽象符號表徵某概念結構，教學者使用適當的電腦動態軟體，展示蘊含於公式符號的概念結構及其變項因子在模式中變動時產出的圖形，或二維與三維的表徵轉換，皆能幫助學生將所觀察的圖示表徵、空間認知與概念結構連結，促進理解概念結構及其公式意義。相似地，體積測量公式的認知，包含運

用乘法推理，歸納立方單位於長（正）方體內部空間組成的行、列、層結構，而瞭解上述原理需認識立體物三維空間、幾何量測量與推理規則。據此推論，應用適當的電腦動態幾何軟體，將三維空間融入體積測量，導引兒童觀察立體實物及其二維圖形表徵、操作立體單位的堆疊，討論立方體的性質、三維空間概念及其行、列、層結構，進而推導體積公式，預期將正向幫助兒童認知測量公式與提升解決體積問題能力。

三、電腦軟體應用於體積測量教材與教學的相關研究

晚近學者 Li 與 Ma（2010）以後設分析（meta-analysis）46 份探討電腦科技對 K-12 年級學生數學學習效果與影響之研究，發現：應用適當的電腦輔助軟體於數學課程與教學，助益提升數學概念理解與學習成就。在課室教學方面，PowerPoint[®]簡報軟體提供平面繪圖與展示功能，播放操作相當簡便，也普遍使用於課室教學（朱心蕾，2005；謝明欣，2011）。在體積測量概念的教學方面，除了提供學生觸摸與組合立體物的實際操作經驗以外，應用電腦資訊設備（例如：具表徵幾何形體物件特徵功能之軟體），讓學生深刻地獲取視覺上的空間感，可能為幫助學生建立立體物所占三維空間認知的有效途徑（謝明欣，2011）。PowerPoint[®]簡報軟體以二維平面呈現三維的立體圖，在提供視覺的空間感，實有其限制。Cabri 3D 的幾何軟體（Cabrilog Company, 2009）具有動態展示平面與立方體的移動、翻轉的功能，具有輔助測量公式教學之效果，例如：面積公式概念教學（Kordaki & Balomenou, 2006）。此外，Cabri 3D 軟體具有空間定位、呈現立方體物件的深度、透視圖與立體翻轉，以及動態展開立方體表徵成二維的展開圖等功能，上述功能適可提供學生觀察立方體的二維圖示與表徵三維空間的結構與關係，而且此軟體可與 PowerPoint[®]簡報軟體結合設計（謝明欣，2011），適於體積公式教學應用。

以下針對近年來應用電腦軟體於設計體積電子教材與教學的相關

研究，論述其對兒童體積概念學習的影響。王學武與陳偉文（2008）建構網站，結合 Flash 及 3D 軟體（Maya 與 Virtool）製作體積教材，探討其教材對六年級兒童（N=64）學習體積與澄清迷思概念的效果。研究結果發現：應用電腦軟體於體積教學，有助於澄清兒童對體積相關概念的誤解，接受實驗課程的兒童較容易建立正確的體積概念，其學習效果優於接受非電腦軟體應用實驗教學的控制組。此研究顯示——結合電腦軟體設計的體積教材正向輔助體積概念的學習，以及釐清體積與重量、材質、容積之間的迷思概念；惟此研究未探討——動態幾何表徵是否影響初步學習體積測量概念的學生理解體積公式。

後續，朱心蕾（2005）使用電腦 PowerPoint[®]設計體積教材並提供五年級兒童（N=66）教學試驗，研究結果發現：兒童是否接受電腦輔助的體積教材其解決體積問題的表現無顯著差異。賴蕙慈（2010）應用 Van Hiele 幾何思考層次理論，使用電腦 3D（PV3d）與動畫軟體（例如：Flash 與 Maya）設計體積與容積教材，並以六年級兒童（N=108）為研究對象進行教學試驗。研究結果發現：接受數位教材的實驗組（數位動態教學）與接受傳統教學的控制組（簡報靜態教學），在體積思考層次評量的表現皆有進步，但兩組解題表現無顯著差異。相繼地，謝明欣（2011）利用 Cabri 3D 軟體（Cabrilog Company, 2009）與 PowerPoint[®]搭配，設計體積測量課程並使用導引式問答討論教學，對四年級兒童（N=83）施行教學試驗，研究結果發現：接受資訊科技融入的體積課程的兒童，其解決體積問題的表現優於接受無資訊科技的體積課程（類似於一般教科書的體積單元教學）及接受非體積測量課程的兒童。

綜合上述的研究文獻，使用電腦軟體以動態展示幾何圖形表徵、立體單位堆疊組合成長（正）方體的歷程及所產出的長（正）方體，為設計體積電子教材的可行途徑，但是其教學效果則可能因試驗教材與評量問題差異，而產生不一致的結果。針對使用電腦 PowerPoint[®]結合 Flash

及 Cabri 3D 軟體設計體積電子教材與教學，對五年級兒童學習體積測量、公式意義與綜合應用解題的效果如何，仍有待進一步探討。

四、導引式的討論教學之理念及其於測量教學的應用

導引式的討論教學法的核心理念，乃綜合黃幸美（2004，2009）與 Battista（2003）對測量教學的建議——教師提供具有啓發測量認知的學習情境，透過提問「什麼」、「為什麼」、「如何」等問題，導引學生探索與討論可行的解題方法、使用語言說明想法，助益學生的數學概念理解。此教學法強調教師於問題解決歷程中提問導引解題與概念理解的問題，繼而師生討論解題方法，也符合當前的數學課程與教學目標（國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域，2010；NCTM, 2000）。

先前的研究（黃幸美，2009）發現：導引式的討論教學應用於面積測量教學，裨益提升兒童的面積概念理解與問題解決能力。因此，此教學方法亦使用於本研究的體積測量試驗教學——在教師提供認知導引情境下（電子教材與立體單位的堆疊操作），提問問題，鼓勵學生透過觀察與操作歷程，探索如何解題、討論與反思解題想法的正確性。

根據前述之理論架構，本研究提出研究假設：接受不同體積電子教材的兒童，其解決體積問題的表現有差異。

參、研究方法

本研究採準實驗法，將兩套體積測量的試驗教材，隨機分派到四個班級施行教學。在教學時間與教學方法皆相同的情況下，比較兩組兒童解決體積問題表現之差異。此外，為瞭解兒童從試驗教材所學到的概念內容，從兩組各隨機抽取部分兒童參加個別晤談。

一、研究對象

本研究對象取自臺北市兩所公立小學五年級四個班級（每校各兩個班級）共 108 位兒童（ $N=108$ ，男生 54 人；女生 54 人），平均年齡為 10.65 歲（ $M=127.81$ 月， $SD=3.25$ ）。此兩所小學所在的學區皆屬於文教區，學生家庭多為中等社會經濟階層，班級皆為常態編班。於參與研究之前，所有受試者已學過正方體與長方體及 1 立方公分的意義，但是尚未接受過體積測量及體積公式之正式教學。

在組別分派方面，兩校參與研究的兩個班級皆分別被隨機分派 1 班為實驗組、1 班為對照組，人數分別為：實驗組 55 人；對照組 53 人。

在晤談兒童的選取方面，乃從實驗組與對照組班級，依各班兒童的上學期數學學業總成績，分成低、中、高分組，各組群分別隨機抽取 5 名兒童參加個別晤談。高分組為總成績分數排於全班前 27% 者，低分組為分數排於全班後 27% 者，中分組則介於前兩者之間。依上述抽取方法，實驗組與對照組參加晤談的兒童各為 30 名。

二、研究工具

（一）試驗教材的設計、數學概念及教學方式

本研究設計兩套體積電子教材：1.動態幾何軟體應用之幾何融入體積教材（以下簡稱「實驗組」）；2.無動態幾何軟體應用之體積教材（以下簡稱「對照組」），此教材皆以靜態簡報軟體設計，包含體積測量與計算，但不強調立方體的三維空間幾何概念。兩份試驗教材及前、後測評量工具，乃依理論架構、數學課程標準與綱要（國民小學課程標準，1993；國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域，2010；NCTM, 2006）所闡述適於五年級的體積課程與教學建議，並修改自謝明欣（2011）的研究工具，使其更切合五年級兒童的體積概念學習。教學試驗時，兩套試驗

教材皆使用電腦 PowerPoint[®]簡報軟體與投影設備，提供每位兒童教學問題題本，配合教材展示長方體實物及積木，提供堆疊立方體與計數體積。兩組的試驗教學皆採導引式的問答討論教學，以五節課的時間完成，每節課約 40~45 分鐘。上述兩套試驗教材內容聚焦於體積測量概念與體積公式之導引，所包含的數學概念與教學方式分別說明如下。

1. 體積的數學概念結構

為連結兒童對於長方體、1 立方公分、長度與面積測量的先備知識，兩份試驗教材皆提供堆疊立方體與計數立體單位的活動，讓兒童學習使用體積單位測量與報讀測量結果，繼而從解題討論的過程，推導出體積公式。試驗教材包含以下七項數學概念：體積的意義與測量單位 (A)；體積的比較 (B)；長 (正) 方體的特徵與三維空間概念 (C)；辨識長方體三維與測量其長度 (D)；立體單位的點數與加法性 (E)；使用立體單位堆疊形成的行列矩陣與層的結構 (F)；體積公式、乘法運算紀錄與運用解題 (G)。試驗教材的概念類項、代碼、教學內涵及說明，彙整如表 1 所示。

依表 1 的概念類項與教學內涵說明，以下分別陳述兩份試驗教材的特質、所包含的數學概念與教學說明。

(1) 實驗組：此教材應用 Flash 與 Cabri 3D 軟體 (Cabrilog Company, 2009) 及 PowerPoint[®]簡報軟體與播放，展示長 (正) 方體的特徵、空間、堆疊歷程、一層 (高度為 1 公分的長方體) 等概念，將三維空間幾何概念融入體積測量。此教材包含 24 個教學問題題組，數學概念包含：A~G 共 7 個概念，教材例隅呈如圖 1 所示。教學強調操作立體單位的堆疊、以動態展示立體單位堆疊組成長 (正) 方體的歷程，並討論其所堆疊成一層的長、寬、高的意義、行列矩陣與層的結構，以及體積公式。

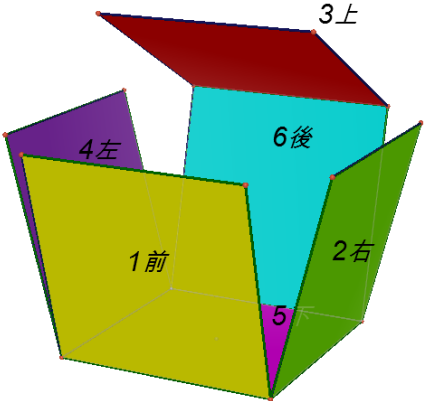
表 1 試驗教材的概念類項、代碼、教學內涵與教學說明

概念名稱	代碼	教學內涵	教學說明
體積的意義與測量單位	A	體積意義、個別單位與標準化單位(1立方公分的意義)。	強調使用感官、操作與觀察,認識體積的意義與立體物的特性、直接與間接比較物體的大小,以及使用體積單位與語彙描述測量結果。例如:觸摸長(正)方體的表面範圍或內部,指出其空間的量。
體積的比較	B	透過立方體實物與圖,進行體積的直觀比較、直接及間接比較。	
長(正)方體的特徵與三維空間概念	C	長(正)方體的結構、特徵與其二維立體圖。	強調立方體的三維空間幾何概念,並以此幾何認知為基礎,整合長度、面積與體積測量的關係。
辨識長方體三維與測量其長度	D	認識長(正)方體的長、寬、高邊及測量其長度。	強調連結長度概念、立方體的三維,以測量長(正)方體之三維長度。
立體單位的點數與加法性	E	使用立體單位堆疊複製一個全等的物件(或填滿空間),並計數立體單位數量。	強調使用立體單位重複堆疊(無空隙無重疊的原則),並導引觀察立體單位所組成的行列矩陣與層的三維結構,以及使用加(或乘)法計數立體單位之數量。
使用立體單位堆疊形成的行列矩陣與層的結構	F	立體單位組成立方體的行列與層的結構。	
體積公式、乘法運算紀錄與運用解題	G	體積公式的意義與應用運算。	從使用立體單位(1立方公分)堆疊出長(正)方體的「行」、「列」與「層」的結構,推導體積公式「長 \times 寬 \times 高」及應用於體積問題解決。

圖 1 的例隅甲和乙皆使用 Cabri 3D 軟體設計,並以動態展示一個立方體的六面展開過程,例隅甲的教學問題討論正方體的組成要素與特性,並以展開圖幫助學習者辨認相鄰與相對的面;例隅乙為動態展開一個正方體的表面,進一步討論其內部空間大小(正方體的體積);例隅丙則以動態展示立體單位堆疊與複製長方體的過程,並計算其立體單位數量。

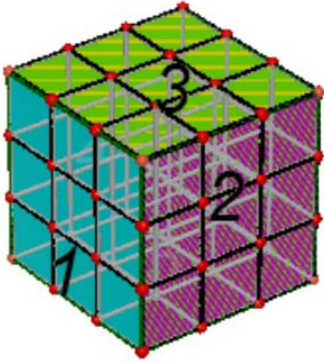
例隅甲

1.你知道這個正方體的哪幾個面是相鄰的嗎？
2.你知道這個正方體的哪幾個面是相對的嗎？




例隅乙

你知道此正方體的體積是多少立方公分嗎？



例隅丙

用 1 立方公分的白色  堆堆看，堆成和這個體積一樣大的長方體，要用幾個白色積木呢？

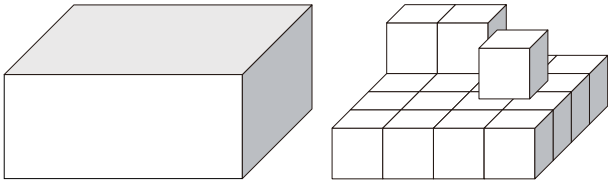


圖 1 實驗組的動態幾何軟體應用之幾何融入體積課程教學問題例隅

(2) 對照組：此教材類似一般教科書的體積單元，但是提供較多使用立體單位堆疊的操作活動與單位計數的機會，以及討論體積計算與應用體積公式解題。雖然體積本身即具有三維空間的性質，但此教材不包含長（正）方體的特徵討論，而且三維空間行列矩陣與層的結構皆以靜態圖呈現，有關行列矩陣與層的結構之討論也較少。教材包含 26 個教學問題題組，數學概念亦包含：A~G，此教材的例隅呈如圖 2 所示。教學強調立體單位的堆疊、計算及使用公式解題。

圖 2 的例隅丁、戊和己皆以靜態呈現三維的立體圖，於例隅丁的教學，師生討論如何計數所堆疊的單位數量、如何使用乘法紀錄算式；例隅戊和己則討論如何應用公式、使用乘法算式計算體積，以及算式紀錄的意義，藉問答討論讓學習者瞭解體積公式的意義。

(二) 教學問題類型與解題所需的數學概念與技能

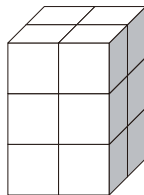
試驗教材的教學問題類型，包含體積的運算與概念理解問題，解決不同題型所需的數學知識與技能亦有差異。1.體積運算問題：包含填充題及使用算式記錄體積測量的運算題項。例如：圖 1 的例隅乙和丙、圖 2 的例隅丁和戊的體積計算，為運算問題，此類題型期以使用數學的程序性知識，培養體積計算能力。2.概念理解問題：包含數學想法判斷與理由說明問題。例如：圖 2 例隅戊的理由說明及例隅己，解題者需依其概念理解，說明數學想法，此類題型在於透過數學想法的說明、解釋、判斷與溝通，導引概念理解（黃幸美，2009）。

(三) 前、後測與晤談問題

前測與後測為複本問題，其問題類型與教學問題類似，目的為評量兒童對於前文所述的七項體積測量概念的理解與應用解題表現，藉以檢驗試驗教材的教學效果。前、後測各包含 8 個問題組，施測時間各約為 40 分鐘。

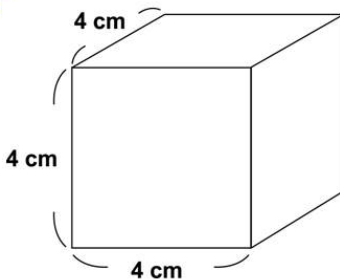
例隅丁

1. 一個小立方體是 1 cm^3 。
2. 你們知道這個立方體的體積是多少立方公分嗎？試用有乘號的算式記下來。



例隅戊

一塊正方體的洋菜凍，每邊長為 4 公分，它的體積是多少？請用乘法算式記錄你的想法。



例隅己

小華說：「這個洋菜凍的體積是 $4 \times 4 \times 4 = 64$ (立方公分)。」你知道算式中的數字各表示什麼意思嗎？

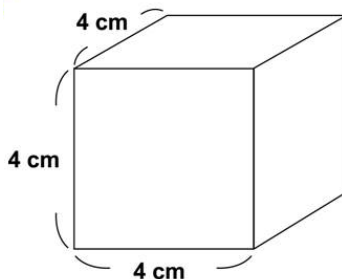


圖 2 對照組的無動態幾何軟體應用之體積課程教學問題例隅

前、後測的題組因其解題所需的技能不同，依解題所需的數學概念而區分，每份評量皆包含四種分測驗，各分測驗、問題類型、解題所需的觀念及其例隅，呈如表 2 所示。

1. 意義說明題：此分測驗包含 3 個題組（4 個概念理解的次題項），解題需以文字陳述說明體積與體積單位的意義。

2. 體積比較題：此分測驗包含 2 個題組（4 個概念理解的次題項），解題需計數與比較二維立體圖的體積大小。

3. 邊長測量與體積計算題：此分測驗類似於教科書或習作的體積問題形式，包含 2 個題組（6 個數字填充題及 2 個體積運算的次題項），解題需從二維立體圖辨認長方體的三維、測量其邊長及計算其體積。


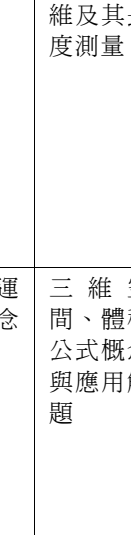


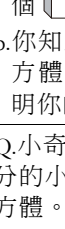




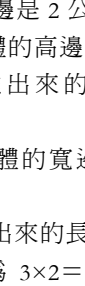
4. 綜合應用題：此分測驗包含 1 個題組（2 個體積運算的次題項及 1 個概念理解的次題項），解題需從二維立體圖辨認長方體的三維，應用體積公式解題、判斷解題陳述的正確性與說明理由。

從表 2 可見前、後測的四種分測驗的問題類型與教學問題相似，所評量的概念與技能為試驗教材所包羅的類項。

在試驗教材與前、後測問題的效度與適合度分析上，乃經兩位任教高年級且具有研究所課程訓練的有經驗教師評閱，並認可其問題適合發展與評量兒童的體積測量概念。在評量工具的信度上，將前、後測問題對一所公立小學的一班五年級 25 位兒童施測，複本信度為 $r=0.79, p<.01$ 。

個別晤談的問題為：「請你告訴我，從老師上課討論這份作業問題，你學到了什麼？對於你解決體積問題，有沒有幫助？」晤談過程並全程錄音晤談內容。

表 2 前測與後測之分測驗、問題類型、解題所需之概念及其例隅

前、後測之分測驗	問題類型	解題所需之概念	題組例隅
意義說明	概念理解	體積的意義與單位	Q.你知道「體積」的意義是什麼嗎？請把你的想法寫下來。
體積比較	概念理解	三維空間、體積之大小比較	<p>Q.甲、乙、丙、丁四個立方體，分別由堆疊而成。小威說：「乙立方體比較高，所以乙的體積比甲、丙、丁大。」你同意他的說法嗎？為什麼？</p> 
邊長測量與體積計算	1.數字填充題 2.體積計算	三維空間、辨認長方體三維及其長度測量	<p>Q.為1立方公分的積木。右圖中的框架是一個長方體。小虎想用積木把長方體的框架堆滿。</p>  <p>a.你知道長邊可用（ ）個積木排成，寬邊可用（ ）個積木排成，高邊可用（ ）個積木排成。</p> <p>b.你知道小虎需要用幾個，才能把這個長方體框架的空間堆滿嗎？請用算式紀錄說明你的想法。</p>
綜合應用	體積運算、概念理解題	三維空間、體積公式概念與應用解題	<p>Q.小奇用36個1立方公分的小積木，堆成一個長方體。</p>  <p>小奇說：「這個長方體的長邊是3公分，高邊是2公分。」</p> <p>a.你知道這個長方體的高邊是用多少個1立方公分的小積木堆出來的嗎？你怎麼知道的？</p> <p>b.你知道這個長方體的寬邊是多少公分嗎？你怎麼知道的？</p> <p>c.莉莉說：「小奇堆出來的長方體，它的體積是6立方公分。因為$3 \times 2 = 6$（立方公分）。」你同意她的說法嗎？為什麼？</p>

(四) 研究程序與施行

本研究程序包含前測、教學試驗、後測與晤談，約為三週完成。實驗組與對照組的試驗教學，乃由兩位試驗教師施行教學，每位教師負責實驗組及對照組教材各一班之教學。由於接受試驗教學班級的電腦設備與播放螢幕、黑板分別置於教室之前後兩端，若教學者單人教學兼操作教材簡報播放，則需頻於教室前後來回走動。為使教學者可專注於課程實施，本研究乃訓練 1 位播放助理，於各班教學時操作電腦軟體與播放教學問題。兩位試驗教學教師與教材播放助理，皆參與研究者主持之教學試驗演練，依試驗課程與教案施行教學。

為檢視教學試驗教師在實驗組與對照組的教學行為是否一致，於教學試驗實施時，由研究者與另一位受過教學觀察訓練的研究助理進行課室觀察，分別記錄實驗教師是否依實驗教材與對照教材的教案，完成所有教學問題的教學討論；教學時的板書與投影設備使用、行間巡視，以及提供兒童解題鼓勵的方式是否一致。

個別晤談於後測完成後施行，資料蒐集自受訪兒童的口語回答錄音，再轉成逐字稿。

三、資料分析

在前、後測的評分方面，乃參考黃幸美（2009）的評分方法，根據解題紀錄、解答是否正確及其完整程度，給予計分。（一）體積計算問題的評分：1. 填充題項：依數字答案的正確性，給予 0 分（不正確）或 1 分（正確）。2. 計算問題：根據其算式紀錄與計算結果之正確性評分，滿分為 5 分，不完整解答者為 4.5~2 分（例如：算式與計算皆正確但答案遺漏單位，給 4.5 分；答案與單位皆正確但無算式紀錄，給 3 分；算式正確但計算不正確，給 2 分）；空白未答或算式、解答皆錯誤者，給 0 分。（二）數學批判問題的評分：依批判答案的正確性，給予 0 分（不正確）或 2 分（正確）。（三）理由說明問題：根據其文字陳述的數學想

法之正確性與完整性評分，給予 2 分（解釋完整且正確）或 1 分（解釋正確但不完整）或 0 分（空白與不正確者）。

（一）量化資料的處理

前、後測的整體總分，乃分別將四個分測驗之得分加總，整體總分各為 46 分。前、後測的四種分測驗總分分別說明如下：意義說明題總分為 8 分；體積比較題總分為 8 分；測量邊長與體積計算題總分為 16 分；綜合應用題總分為 14 分。於後續的資料分析上，包含 t-test 檢定及共變數變異數分析。

（二）晤談資料處理

晤談資料的處理，乃依受訪者回答的內容做分類。在對試驗教材有否幫助解決體積問題的認知方面，依回答之「有」、「無」及「不知道」分類與計次。在學到的概念類項方面，依試驗教材所包含的概念類項做分類與多重計次。

在分類者內在信度方面，兩位分類員分類受訪者回答是否有助解題的認知，其一致性為 100%；在兒童習得的概念分類一致性方面，經使用 Kappa 分析兩位分類員的分類結果，分析結果為 0.91, $p < .01$ 。

在檢視教學試驗教師的教學行為是否依各組教案，完成教學問題的教學討論與投影設備使用，以及提供鼓勵方式等行為，兩位觀察員記錄的多項教師行為符合與一致的程度達 85~90%以上，惟在提供教具與投影設備的項目上，受教學現場情況及電腦軟體操作突發狀況的影響，教師教學符合教案的程度約為 80%，例如：試驗教師於對照組的教學中，提供比教案多 1~2 次的堆疊討論與繪圖所堆疊的立體物；於實驗組教學中，因電腦軟體運作障礙，導致少數立體圖未能成功地動態展開圖形。

肆、研究結果

一、不同的體積教材對兒童解決體積問題表現的影響

各組在前、後測整體總分及各分測驗的得分平均數 (M)、標準差 (SD)，以及後測的調整後平均數 (Adj. M)，呈如表 3 所示。在比較兩組於後測的整體表現方面，使用前測總分為共變項，以後測總分為依變項，進行 ANCOVA 分析。由迴歸係數同質性考驗結果， $F(1, 104)=0.04$, $p=.84$ ，顯示以共變項對依變項作迴歸分析時，其斜率無顯著差異，符合共變數組內迴歸係數同質性的假設。後續的共變數分析，結果顯示：於去除前測的影響後，兩組於後測的整體表現呈現顯著差異， $F(1, 105)=9.43$, $p<.01$ ，實驗組優於對照組，組別變項的效果量 (partial η^2) 為.08。

為比較兩組於四種分測驗解題表現的差異，乃使用各分測驗的前測分數為共變項，以後測分數分別為依變項，進行 ANCOVA 分析，比較兩組的差異。

從表 3 可見，實驗組在後測的意義說明、體積比較及綜合應用分測驗的得分，皆高於對照組；但是在邊長測量與體積計算分測驗的分數，兩組則無顯著差異。在意義說明題之解題表現比較方面，迴歸係數同質性考驗結果，符合共變數組內迴歸係數同質性的假設， $F(1, 104)=0.30$, $p=.59$ 。共變數分析結果顯示：於去除前測的影響之後，兩組的解題表現呈顯著差異， $F(1, 105)=10.44$, $p<.01$ ，實驗組的表現優於對照組，組別變項的效果量 (partial η^2) 為.09。

在體積比較題之解題比較方面，迴歸係數同質性考驗結果，符合共變數組內迴歸係數同質性的假設， $F(1, 104)=0.28$, $p=.60$ 。共變數分析結果顯示：於去除前測的影響之後，兩組的解題表現呈顯著差異， $F(1, 105)=6.74$, $p<.01$ ，實驗組的表現優於對照組，組別變項的效果量 (partial η^2) 為.06。

表 3 兩組在前、後測整體及各分測驗得分之平均數、標準差與後測調整後平均數及分析結果

分測驗類別 與組別	人 數 n	解題表現					共變數分析 F 考驗
		前測		後測			
		M	SD	M	SD	Adj. M	
整體總分							F(1, 105)= 9.43**
實驗組	55	21.98	10.45	31.95	9.36	31.40	
對照組	53	20.27	9.46	26.47	10.09	27.02	
意義說明題							F(1, 105)= 10.44**
實驗組	55	1.67	1.77	2.41	1.72	2.30	
對照組	53	1.23	1.27	1.41	1.13	1.52	
體積比較題							F(1, 105)= 6.74**
實驗組	55	5.24	2.25	6.99	1.73	6.92	
對照組	53	4.82	2.27	5.93	2.23	6.00	
邊長測量與 體積計算題							F(1, 105)= 0.50
實驗組	55	9.98	5.02	13.26	3.83	13.03	
對照組	53	8.92	4.54	12.29	4.55	12.52	
綜合應用題							F(1, 105)= 8.59**
實驗組	55	5.09	4.24	8.84	4.52	8.90	
對照組	53	5.31	4.49	6.77	4.44	6.72	

** $p < .01$

在邊長測量與體積計算題之解題比較方面，迴歸係數同質性考驗符合共變數組內迴歸係數同質性的假設， $F(1, 104) = 0.12, p = .73$ 。共變數分析結果顯示：於去除前測的影響後，兩組的解題表現無顯著差異， $F(1, 105) = 0.50, p = .48$ 。此結果顯示，在解決類似教科書或習作體積問題形式的問題，實驗組與對照組解題表現相當。

在綜合應用題之解題比較方面，迴歸係數同質性考驗結果，符合共變數組內迴歸係數同質性的假設， $F(1, 104)=0.05$, $p=.83$ 。共變數分析結果顯示：於去除前測的影響之後，兩組的解題表現呈顯著差異， $F(1, 105)=8.59$, $p<.01$ ，實驗組的表現優於對照組，組別變項的效果量（partial η^2 ）為.08。

二、晤談資料的分析結果

在受訪兒童認知試驗教材有否幫助解決體積問題方面，實驗組與對照組各有 29 人次（約 97%）回答「有」幫助；回答「無」幫助者，對照組有 1 人次（約 3%）；回答「不知道」者，實驗組有 1 人次（約 3%）。表 4 顯示受訪兒童陳述所學到的概念類項與其次數。

在從教材學到的概念（或技能）認知方面，表 4 顯示兩組受訪兒童陳述所學到的概念類項與次數，呈有相似與差異之處，但他們皆能明確指出所學到的概念。受訪兒童除了舉出教材所包含的概念類項（包含：體積意義、立方體的性質與特徵、體積單位與堆疊、體積的比較、體積的計算與公式），也指出有關動態展示立體圖的觀察，以及陳述非直接屬於教材概念的其他想法。前者歸類於「圖形動態的展示」；後者則歸類於「其他」。實驗組有 12 人次指出「圖形動態的展示」，對照組則無人次。在「其他」類項上包含：（一）「各式各樣的圖形」（實驗組 2 人次；對照組 1 人次）；（二）「自己思考如何解題」（實驗組 1 人次；對照組 2 人次）；（三）「如何畫立方體」（對照組 3 人次）；（四）「不一定較長的邊叫『長』」（對照組 1 人次）。

在「圖形動態展示」類項，部分兒童說明從長方體展開圖與合起來的動態圖，助於理解長方體的結構及如何計算體積。例如：一位實驗組的受訪兒童（E106）陳述：

如果老師只用講的話，我們不知道他是在表達什麼，也不知道它真正的那個形狀是什麼，如果用那個投影片的話，可以知道它真正是在講

表 4 實驗組與對照組受訪兒童陳述所學到的各類概念次數

晤談問題與說明類別	實驗組次數	對照組次數	總次數
是否有幫助解體積問題			
有	29	29	58
無	-	1	1
不知道	1	-	1
從教材學到的概念			
1.體積意義	12	5	17
2.立方體的性質與特徵	19	3	22
3.體積單位與堆疊	16	13	29
4.體積的比較	14	15	29
5.體積的計算與公式	26	30	56
6.圖形動態的展示	12	0	12
7.其他	3	7	10

什麼。……可以讓我更了解它展開後是什麼樣子，合起來又是什麼樣子，裡面到底是實心還是空心！

另一位實驗組的受訪兒童（E107）陳述：

它會讓我們，讓我們學到更多體積的問題呀，就是，就是它讓我們去數啊，然後去乘啊，然後去看它，它出現的過程那些的。……然後呢看螢幕，然後呢看那個，那個畫面啊，就是把它打開——就是把那個正方形打開然後看到裡面的結構，很好玩。

在「其他」方面，受訪兒童陳述自己思考解題的例隅如下所示。一位對照組的受訪兒童（C239）陳述：

課本的題目都有給……有些都有給答案，然後這個沒有給答案，要自己算，比較能了解。……以前我都搞不太懂為什麼要長乘以寬乘以高，

但是，現在老師告訴我，就是不管怎麼變，就不管怎麼直立、躺著，然後，那個算出來的都不會變啊，然後，所以我覺得這是一個新的發現。

一位實驗組的受訪兒童（E106）也陳述：

因為課本裡就有答案了，我們都看過答案，就看一看，哦！然後就這樣寫一寫而已，但是學習單沒有答案就會讓我們用腦袋去思考。

歸納晤談結果，顯示：兩組兒童所舉出習得的概念類項，雖具有相似與差異之處，但隱約反映個別教材所強調的概念。兩組皆有較高人次指出學到「體積的計算與公式」、「體積的比較」與「體積單位與堆疊」；其中，實驗組比對照組有較多人次指出學到「立方體的性質與特徵」與「體積意義」，表示此兩項與學習體積與立方體空間概念認知，息息相關。

伍、討論與建議

一、討論

本研究在教學時間與教學方法皆相同的情況下，探討不同的體積電子教材對五年級兒童解決體積問題表現的影響。研究結果發現：接受動態幾何軟體應用之幾何融入體積教材的實驗組兒童，其整體解題表現優於接受無動態幾何軟體應用之體積教材的對照組兒童。進一步分析兩組解題表現的差異，實驗組優於對照組乃展現在三個分測驗的解題表現上：意義說明題、體積比較題及綜合應用題；兩組在邊長測量與體積計算題的表現無顯著差異。上述研究結果支持研究假設——接受不同的體積測量電子教材的兒童，其解決體積問題的表現有差異。

同時，晤談結果顯示：實驗組與對照組受訪兒童指陳從試驗教學所學到的概念類項，反映其個別接受的教材特徵與所包含之概念要素。在比較兩組所習得的概念類項之人次差異方面，實驗組比對照組有較多人次指出學到「立方體的性質與特徵」、「體積意義」及「圖形動態的展示」，上述差異也呼應兩份教材所強調的概念之差別，而且此差異現象也為量化分析結果提供佐證。此外，兩組的大多數受訪兒童（實驗組 29/30；對照組 29/30）皆認為所提供的個別教材與教學，對解決體積問題具有幫助。雖然兩組所接受的教材不同，但受訪者多關注「體積的計算與公式」（實驗組 26/30；對照組 30/30），次而「體積的比較」（實驗組 14/30；對照組 15/30）與「體積單位與堆疊」（實驗組 16/30；對照組 13/30）。

統整本研究的量化與晤談分析結果，後文將討論不同教材對提升兒童解決體積問題能力的影響，並提出課程與教學建議。

（一）不同教材對兒童理解體積測量概念與解題表現的影響

在教學時間與教學方法皆相同的情況下，本研究發現應用動態幾何軟體將幾何概念融入體積測量的實驗課程，對提升兒童解決體積問題能力具有顯著助益效果，此結果與謝明欣（2011）的研究相似。同時，綜合量化分析與晤談結果，可得知三維空間幾何在兒童理解體積測量概念所扮演的角色——三維空間概念為測量立方體體積的概念成分，而且動態幾何軟體可應用以展示立方體圖的二維與三維空間表徵、立體單位堆疊成立方體的歷程及其行列矩陣與層的結構，裨益兒童了解體積測量概念（測量物體所占的空間大小），以及為什麼公式「長×寬×高」能使用於計算體積。呈如實驗組受訪兒童（E106 與 E107）的描述，教材中動態展示長（正）方體及其展開後的內部空間（例如：圖 1 的例隅甲、乙），以及使用立體單位組合成的矩陣與層的結構（例如：圖 1 的例隅丙），幫助他們瞭解實心與空心的長（正）方體。上述幾何圖形表徵，猶如提供兒童連結圖像認知與空間想像的橋樑，而且圖形表徵的認知與空間想像，即為促進瞭解體積測量及其公式的重要認知運作（張碧芝、

吳昭容，2009；Ben-Hain et al., 1985）。本研究結果呈顯三維空間幾何在學習體積測量所扮演的角色功能，也為 Owens 與 Outhred（2006）及 Gavin 等人（2013）的教學建議——體積教學需整合三維空間的幾何概念，提供闡釋說明。

比較本研究的實驗組與對照組教材，兩者最大的差異為：實驗組教材將長（正）方體的特徵與三維空間概念融入體積測量，一方面藉助立方體實物（或圖示）、積木堆疊活動，讓兒童從觀察、觸摸立方體實物與操作，認識立方體及建立立方體三維空間的知覺；另一方面，教材呈現幾何圖形的動態表徵——將立方體實物與堆疊操作轉化成動態圖示，導引兒童觀察與建構立體單位堆疊組成的行列矩陣與層的結構，以介紹體積公式。幾何圖形的動態表徵與展示，再次呈現堆疊與組成長（正）方體的結構，讓兒童從圖示表徵觀察三維物體所占空間及其與體積測量的關係，藉此認知長方體體積公式。同時，在導引式的討論教學模式下，兒童被鼓勵使用語言指出立方體特徵，說明測量立方體體積的方法與歷程。上述結合圖形表徵、立方體模型、操作與語言表達的學習情境下，裨益兒童將幾何形體的特質、空間概念與測量空間有多大的體積概念作結合，深化認知處理。誠如 Duval（1995）及 Clements（2003）的觀點，藉助觀察、操作實物模型，助益形成幾何圖像表徵與心像。由於幾何心像、歸納與推理的運作和兒童建構體積概念，息息相關（張碧芝、吳昭容，2009；Cooper, 1990），實驗組可從教材與教學導引投入上述的認知運作，強化其理解體積概念、應用於問題解決，其解題表現優於對照組。

相對地，對照組的體積教材強調立方體實物（或圖示）、積木堆疊活動，但不強調三維空間幾何概念。此教材類似於一般教科書的體積單元，傾向強調公式與使用數字計算體積，兒童可從堆疊立方體與體積測量的解題討論，習得體積測量技能與公式，以及處理較單純的體積運算問題，例如：辨認長（正）方體三維、測量邊長與體積計算，如研究結果顯示——兩組於上述分測驗的解題表現，無分軒輊。惟相較於實驗組

的教材，對照組教材缺乏三維空間幾何概念及行列矩陣與層的討論，此匱乏也可能導致學習者建構立方體三維空間的心像與推理有限，影響其解決體積問題能力的提升程度。同時，對照組解決需概念理解的問題（想法判斷與理由說明）表現不如實驗組（例如：意義說明、體積比較與綜合應用題），造成此結果的因素，除了上述的三維空間教材匱乏以外，另一可能因素為：對照組教材與教學強調公式與使用數字計算體積，在此教學情境下，兒童也傾向關注如何套用公式計算體積，忽略體積意義與隱含於體積運算的概念。

此外，本研究的實驗教材強調三維空間概念融入體積測量，在導引式的問答討論教學歷程中，結合立體單位的堆疊操作與測量空間的討論，其與記憶、套用公式運算的學習迥異。此教材對兒童解決體積問題的助益，尤彰顯在解決需要較高層次數學思考、判斷與想法說明能力的問題類型，此助益可從比較兩組兒童在不同類型問題的解題表現差異作說明。

1. 數學想法判斷與說明的問題解決：判斷數學解題想法與理由說明，需要理解問題潛存的概念。本研究的此類問題解決（例如：意義說明、體積比較與綜合應用題），解題者需理解體積測量概念，方能連結長度、面積與體積概念及運算技能，判斷解題陳述之正確性與說明理由。幾何量的測量與幾何概念關係密切（Owens & Outhred, 2006），實驗教材統整三維空間概念與體積測量，幾何概念猶如提供推理思考輔助，裨益實驗組對測量三維空間體積概念的理解。相對地，對照組的教材因缺乏三維空間幾何概念的輔助，導致該組在此類型的解題表現未能展現優勢。本研究結果——實驗教材（統合三維空間概念與體積測量）助益學童解決需概念理解的體積問題（判斷數學想法與說明理由），也呼應黃幸美（2009）於探討面積問題解決的課程實驗結果——結合二維空間概念與面積測量的課程，助益學童解決需概念理解的面積測量問題。

2.體積計算的問題解決：本研究前、後測的體積計算問題包含兩種分測驗：(1) 邊長測量與體積計算題：此類問題包含數字填充與計算，解決此類問題需要辨認二維立體圖的三維、計數邊長的格子數量，以及使用公式計算體積。(2) 綜合應用題：解決此類問題需運用三維空間概念與體積測量公式，根據已知訊息以推理與計算解題，以及判斷解題陳述的正確性與說明理由。上述分測驗皆提供附有格子的二維立體圖，解題者可從圖示辨認長方體的三維、計數格子與運用體積公式計算解題；但是相較於解決批判數學想法與理由說明問題，解決單純的計數運算問題其所需的數學思考複雜程度也較低 (Hiebert & Carpenter, 1992)。從研究結果顯示——兩組兒童在解決第一類問題的表現無差異，可見對照組教材對兒童學習與解決較單純的體積計算問題上的助益效果與實驗教材的效果相當；但是此教材對於需整合概念理解與運算技能的問題解決（第二類問題——綜合應用題），助益效果卻不足。相對地，實驗組在解決綜合應用題的表現優於對照組，由此可見，使用動態幾何軟體將三維空間幾何概念融入體積測量，對提升兒童綜合應用體積概念與公式解題的能力，具有助益效果。

最後，值得一提的是本試驗教材設計乃配合導引式問答討論解決問題的模式，除了電子化的教學材料以外，並提供兒童教學問題題本、問題相關的圖示（或教具）但無附解答，兒童需自行探索與思考如何解題，繼而與教學者、同儕討論解題，此種教學問題的類型與呈現方現，與教科書單元的教材（問題附圖與解答）不同。本研究接受教學試驗的兒童在探索與思考如何解題的情境下，教學者也針對問題提問「如何」、「為什麼」等問題，導引兒童討論並使用語言說明可行的解題方法，此種教學取向也是導向概念理解的途徑（黃幸美，2004）。呈如晤談資料的對照組兒童（C239）與實驗組兒童（E106）皆表示他們在問題沒有附解答的情況下，需自己動腦思考如何解題。學習者投入解題思考，輔以教學者導引討論，兒童在解題歷程也助益概念認知精緻化處理（黃幸美，2004）。

（二）兒童從教材習得的概念與其對解題助益的認知

晤談資料顯示：兩組受訪兒童所指出的習得有助解決問題的概念類項，固然存有差異之處；但各組皆認為其所接受的教材對解決體積問題具有幫助。同時，受訪者所指出的概念類項也反映其所接受的教材特性與內容，例如：約有 40~63%的實驗組受訪者，指出學到體積意義、立方體的性質與特徵及圖形動態的展示等概念；約有 43~100%的對照組受訪者，指出學到體積單位與堆疊、體積比較及體積計算與公式，而且，對照組所指出的上述類項，實驗組也有 47~87%受訪者提出相同看法。此結果顯示：兒童能陳述從教材所學到的概念，也認知體積教材與教學對其解決體積問題的重要性。

在晤談結果的兩組相似之處，除了體積的計算與公式學習以外，兩組尚共同指出：體積單位的概念與堆疊、體積的比較。針對前述兩項概念之教學，本研究乃藉提供實物（或圖片）觀察與堆疊操作活動來施行。此研究結果所寓含的重要教學啓示為：兒童從比較體積、立體單位的堆疊與計數活動，產生深刻的學習印象，而且認為能從中學到概念，因此，上述活動於體積教學不宜忽略。

針對晤談結果的兩組差異方面，實驗組約近半數受訪者舉出從教材的介紹「立方體的性質與特徵」（19/30）、「體積意義」（12/30），以及「圖形動態的展示」（12/30），學到幫助解題的概念；相對地，對照組則少有人次列舉上述類項。此差異現象，可能由於兩組接受的教材不同，導致學習成果的差異。另一方面，實驗組比對照組多有受訪者指出：所習得的「立方體性質與特徵」、「體積意義」、「圖形動態的展示」，幫助他們解決體積問題。從本研究的量化分析結果——實驗組在解決意義說明、體積比較與綜合問題等分測驗上，表現優於對照組，其可能源自於實驗組兒童從教材習得上述概念，此學習進而助益其解決問題。由此結果亦可得知：三維空間幾何概念對兒童學習體積與公式概念的重要性。

此外，晤談結果也發現：兒童在學習體積測量教材時，相當關注於體積的計算與公式使用。兒童具有上述學習傾向，當課程與教學過度偏重公式記憶與套用公式計算解題時，也可能導致他們對體積概念產生迷思，例如：誤以為「長×寬×高」即是體積的意義。

統整本研究的晤談與量化分析結果，可發現在導引式的問答討論教學取向下，接受教學試驗的兩組兒童皆投入體積測量的學習，能陳述所習得的概念、察覺所習得的概念對解決體積問題的重要性，其學習成果也展現在解決評量的問題。本研究的教學試驗也呼應 Goldman 與 Scardamalia (2013) 針對資訊開放時代下培養學生管理、理解、應用與開創知識所呼籲的教學觀——提供具有認知與社會性支持的課程與教學，讓學生了解學習材料的事實基礎及其知識內涵，能檢視自己從教材所習得的概念並與他人溝通討論。值得重視的是，上述知識獲得的歷程是評鑑知識的重要性與開創知識等更高階能力發展的基礎。因此，本試驗教材與教學模式，值得教學實務工作者參考並推廣應用於課室的體積教學。

二、建議

三維空間的幾何概念對兒童學習體積測量與公式概念，具有輔助效果。長度與面積概念為建構體積概念的基礎，三維空間的幾何概念則為幫助兒童理解體積測量公式不可或缺的要素。同時，體積課程與教學在培養兒童解決體積問題能力上，扮演重要角色，而且將電腦的動態幾何軟體與體積測量結合設計的教材，可以有效地提升兒童解決體積計算、判斷與說明體積概念的能力。同時，提供立體單位的堆疊操作與觀察討論，對兒童學習體積概念也具有輔助效果，教學者亦需予以重視。

值得注意的是，接受不同試驗教材的兒童皆相當關注體積公式，但是兒童是否能充分瞭解體積公式所蘊含的三維空間內的行列矩陣與層的结构關係，則需進一步檢視。本研究的實驗教材包含動態幾何圖形展

示，兒童的注意力雖被動態圖示吸引，但晤談發現僅有部分的實驗組受訪兒童指陳從圖形動態的展示學到體積概念，未來的研究可進一步檢視實物操作、電腦動態幾何圖形表徵與展示模式，對兒童連結三維空間概念與體積測量技能，所產生的學習影響為何，以供課程設計與教學者安排多元學習媒材於體積教學、時間配置等設計之參考。

在電子教材的教學播放方面，雖有教學試驗研究以教學者單人執行教學與教材播放（例如：賴蕙慈，2010），但是教學者兼顧上述雙務的便利性，則可能受教室空間、電腦設備與螢幕位置是否便於操作而影響。由於本研究接受教學試驗班級的螢幕與電腦設置位置，分別位於教室之前、後方，為減省教師播放教學問題於教室來回走動的時間，因此，安排1位助理協助播放教學投影片及操作電腦軟體，以利教學順暢。惟此模式並未完全符合一般數學課室的教學人力現況，未來在推廣本試驗教材時，建議教師嘗試協同教學，使教學與電腦軟體操作、投影播放有效率地配合進行。

此外，本試驗教材的教學總時數乃參考一般教科書體積單元的教學時間之建議（5節課），電子教材設計乃以教師（或成人）教學操作為主，未提供兒童操作的作業設計。根據王學武、黃榆婷、曾舒珮與王茵（2009）的研究，發現提供數學低成就學生使用數位遊戲式展開圖學習操作，可以提升他們的心理折疊與心智旋轉能力。上述能力與體積的三維空間概念具有關聯性，因此，未來研究建議於電子教材擴增學生操作作業——提供學習者操作二維與三維表徵轉換的作業，探討其對兒童理解不同型體的體積公式與解決體積問題能力的影響。

本研究為行政院科技部補助專案研究計畫「統合幾何與體積測量課程與教學之探討」（NSC100-2511-S-133-006-MY2）之部分研究成果，特此誌謝，但本文之言論不代表科技部。同時，作者感謝教師吳欣悅、鄭琪臻、謝明欣、吳雯婷之教學協助；研究助理林婉婷、張雯靜與陳奕杏在研究過程的協助和資料整理。作者也感謝參與研究學校之校長、參與班級之

教師與小朋友們，以及臺北市立師範學院音樂系 93 級同學簡菁瑩、王錦屏、賴曉庭、莊惠淳、沈玫伶在電腦播放圖片上的繪製協助。

參考文獻

- 王學武、陳偉文 (2008)。支援國小體積教學之 Web3D 教學網站開發之研究。《國民教育》，49 (1)，41-51。
- 王學武、黃榆婷、曾舒珮、王茵 (2009)。數位遊戲式正方體展開圖教材於提升國小學生空間能力成效之研究。《教學科技與媒體》，87，20-42。
- 朱心蕾 (2005)。資訊科技融入體積教學對國小學童學習影響之研究 (未出版之碩士論文)。臺北市立教育大學課程與教學研究所，臺北市。
- 朱建正 (2000)。小學量與實測教材課程解讀——從八十二年課程標準到九年一貫課程綱要。《翰林文教雜誌》，16，6-19。
- 國民小學課程標準 (1993)。
- 國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域 (2010)。
- 國立教育研究院籌備處 (2006)。國小數學教材分析——體積和角度。新北市：作者。
- 張碧芝、吳昭容 (2009)。影響六年級學生立方體計數表現的因素——空間定位與視覺化的角色。《教育心理學報》，41 (1)，125-146。
- 黃幸美 (2004)。兒童的數學問題解決與思考。臺北市：心理。
- 黃幸美 (2009)。整合二維空間幾何與面積概念的課程與教學試驗。《科學教育學刊》，17 (6)，509-530。
- 賴蕙慈 (2010)。應用 Van Hiele 幾何思考層次理論於國小學童體積概念數位教材開發之研究 (未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學教育傳播與科技研究所，臺北市。
- 謝明欣 (2011)。資訊科技融入體積課程對國小學童學習體積概念之影響 (未出版之碩士論文)。臺北市立教育大學課程與教學研究所，臺北市。
- 譚寧君 (1997)。面積與體積的教材分析。載於臺灣省國民學校教師研習會 (主編)，國民小學數學科新課程概說 [中年級]——協助兒童認知發展的數學課程 (pp. 175-192)。臺北縣：臺灣省國民學校教師研習會。
- Battista, M. T. (2003). Understanding students' thinking about area and volume measurement. In D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement. 2003 year book* (pp. 122-142). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Ben-Haim, D., Lappan, G., & Houang, R. T. (1985). Visualizing rectangular solids made of small cubes: Analyzing and effecting students' performance. *Educational Studies in Mathematics*, 16(4), 389-409.

- Cabrillo Company. (2009). *About Cabrillog history*. Retrieved from <http://www.Cabrillo.com>
- Clements, D. H. (2003). Teaching and learning geometry. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp. 151-178). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cooper, L. A. (1990). Mental representation of three-dimensional objects in visual problem solving and recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16 (6), 1097-1106.
- Duval, R. (1995). Geometrical pictures: Kinds of representation and specific processing. In R. Sutherland & J. Mason (Eds.), *Exploiting mental imagery with computers in mathematics education* (pp. 142-157). Berlin, Germany: Springer.
- Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). The Van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education Monograph*, 3, 1-195.
- Gavin, M. K., Casa, T. M., Adelson, J. L., & Firmender, J. M. (2013). The impact of challenging geometry and measurement units on the achievement of grade 2 students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(3), 478-509.
- Goldman, S. R., & Scardamalia, M. (2013). Managing, understanding, applying, and creating knowledge in the information age: Next-generation challenges and opportunities. *Cognition and Instruction*, 31(2), 255-269.
- Hartmann, C., & Choppin, J. (2003). Measurement, representation, and computer models of motion. In D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement. 2003 year book* (pp. 293-317). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 65-97). New York, NY: Macmillan.
- Kordaki, M., & Balomenou, A. (2006). Challenging students to view the concept of area in triangles in a broad context: Exploring the features of Cabri-II. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11(1), 99-135.
- Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22, 215-243.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence*. Reston, VA: Author.
- Owens, K., & Outhred, L. (2006). The complexity of learning geometry and measurement. In A. Gutiérrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present, and future* (pp. 83-115). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of research on children's learning for standards and assessments: A proposed

- learning progression for matter and the atomic-molecular theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 4 (1-2), 1-98.
- Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (5th ed.). New York, NY: Pearson Education.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Buys, K. (2008). *Young children learn measurement and geometry: A learning-teaching trajectory with intermediate attainment targets for the lower grades in primary school*. Rotterdam, the Netherlands: Sense.
- Van der Meij, J., & de Jong, T. (2006). Supporting students' learning with multiple representations in a dynamic simulation-based learning environment. *Learning and Instruction*, 16, 199-212.
- Wu, H.-K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.

互動式電子教科書對高中原住民專班閱讀理解成效影響之研究

黃思華 劉遠楨

電子教科書指文本內容是電子化的，且透過電子螢幕來呈現；電子教科書具有重複使用的功能，可以像磚塊一樣，架構起課程的內容，目前有愈來愈被廣泛使用的趨勢。本研究以花蓮縣某高中原住民專班一年級學生為對象，在原住民族文化課程以自行開發的電子教科書進行教學，教學內容共有三篇文本，分別是《前進部落》、《一段阿美族的故事》和《真正的人》。實驗組採 Oxford 所提預測、瀏覽、掃描、推論、猜測不熟悉的語詞和自我檢視六個步驟在電腦教室進行教學；控制組採傳統閱讀文本和撰寫心得的方式也在電腦教室進行教學。研究結果發現，經過三個文本的教學後，實驗組學生閱讀理解成效顯著優於控制組的學生。進一步分析實驗組在 Oxford 教學模式六個步驟的表現發現，原住民高中生在預測、瀏覽、掃描表現較佳；而在猜測不熟悉的語詞感到最困難，無法根據上、下文猜測字詞的意思。

關鍵詞：電子教科書、閱讀理解、Oxford 教學模式、原住民專班

收件：2015年4月1日；修改：2015年7月6日；接受：2015年7月17日

黃思華，臺北市立大學教育學系助理教授

劉遠楨，國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授，E-mail: ntueman@gmail.com

Effects of Interactive Electronic Textbooks on the Reading Comprehension Among High School Aboriginal Students

Tzu-Hua Huang Yuan-Chen Liu

The term “electronic textbooks” refers to electronic content presented on electronic screens. They are remote and are reusable. As such, electronic textbooks can be easily adapted to the classroom. Course elements can be introduced as if one were laying a brick wall, starting from the bottom and built up until a complete structure is eventually formed. Adapting electronic textbooks into course design has become a global trend. The present study targeted a group of aboriginal students in a Hualien County high school. Three aboriginal stories, *Entry of the Aboriginal Tribe*, *A Legend of Ami*, and *The Real Person*, were adapted and rewritten. The experimental group used the Oxford teaching model which includes six steps of instruction: predict, browse, scan, infer, guess the meaning of unfamiliar words, and self-evaluate. The control group read texts using traditional methods. Both groups of students were taught in computer classrooms and self-reported in written form. The experimental group significantly outperformed the control group in the reading comprehension test. Test results showed that aboriginal students performed better in predicting, browsing, and scanning; however, some may have encountered difficulties in guessing unfamiliar words in the text.

Keywords: electronic textbooks, reading comprehension, Oxford teaching model, aboriginal student classes

Received: April 1, 2015; Revised: July 6, 2015; Accepted: July 17, 2015

壹、緒論

資訊科技的發展讓學生的學習方式有了更多元的選擇，最常見的例子莫過於電子教科書的使用。近年，電子教科書的使用日趨普及，之所以能夠如此被廣泛使用，主要有賴於其便宜、輕巧、多功能、容易取得等特點（Daniel & Woody, 2013; Shepperd, Grace, & Koch, 2008），Mcfall（2005）認為，電子教科書比紙本教科書更具發展的優勢。面對各式各樣電子教科書的出現，Szapkiw、Courduff、Carter 與 Bennett（2013）將其依形式的不同分成兩類：靜態式電子教科書（如：pdf 檔）及動態式電子教科書（如：具有影音動畫的電子教科書）。雖然電子教科書的使用量相較於過去已有明顯的成長，但成長率並非如預期般快速，Stone 與 Eveleth（2013）研究指出，學生還是偏愛閱讀傳統教科書，原因在於他們普遍認為電子教科書較無趣，以及內容可信度偏低；Oliveira、Camacho 與 Gisbert（2014）也在研究中指出，學生多會選擇傳統教科書閱讀。故如何讓學生對於電子教科書產生興趣是當前重要的課題。

電子教科書的相關研究中發現，研究對象普遍以大學生為主，而這樣的現象主因於多數的大學生比起小學生，在閱讀技巧方面更為純熟（Oliveira et al., 2014），對於科技產品的操作方式與流程也較為清楚；Szapkiw 等人（2013）便指出，文本的形式以及文本傳遞的媒介會影響學習者的學習，故電子教科書欲向下推廣，必須配合國小、國中、高中學生的需求進行調整。Luik 與 Mikk（2008）的研究發現「圖解式文本」對於閱讀能力稍差者有較大的幫助，而動畫也比固定式圖表來的更有助益（Szabo & Poohkay, 1996）。

閱讀能力是學科領域學習的基礎，學生只要掌握了閱讀技巧、學會閱讀，也就掌握了自學的方法，因此閱讀被視為重要的生活基本技能之一（Castles & Coltheart, 2014）。閱讀是一種建構文章意義的過程，其主

要的目的在於對文章的記憶和理解（劉兆文、陳怡欣，1999）。因此，閱讀不單只是看而已，還必須理解文章所傳達的意思，才能算是「閱讀」（王瓊珠，2010）。黃思華（2014）探討高中職學生閱讀不同形式電子書閱讀理解能力的差異，發現閱讀互動式電子書學生的閱讀理解成效顯著優於閱讀網頁版電子書的學生。

雖然電子教科書確實能提升學生閱讀理解的成效，但仍有許多進步的空間。Stone 與 Eveleth（2013）在研究中提到，滿意度及實用性是學生持續使用電子教科書的兩項關鍵因素，如何設計出符合課程需求又能讓學生產生興趣的電子教科書，是電子教科書能否被廣泛使用的重要原因。本研究以花蓮縣某高中原住民專班一年級學生為對象，於原住民族文化課使用本研究自行發展之電子教科書進行教學，探討不同教學模式對其閱讀理解成效的影響，並深入分析學生在教學模式中每個階段的表現。

貳、文獻探討

一、電子教科書

電子教科書係指教科書廠商隨教科書附贈給學校教師運用於教學的電子光碟，電子光碟需搭配電腦的軟、硬體設備，以及單槍投影機、電子白板、電腦或電視螢幕顯示；內容包括課文和習作，還提供許多額外的補充資料和相關的多媒體資源，如：動畫、影片、音樂歌曲、互動遊戲、圖片素材庫等。由於教科書廠商為因應老師教學的需求，以及教科書市場的競爭，教科書廠商逐年增加數位教學資源，包括：教學網站平臺的建立、教學光碟、教學影片、命題光碟，進而提供教學用的電子教科書（許振家、翁福元，2014）。在一般教室中，電子教科書是搭配單槍投影機或電子白板完整呈現教科書的內容，另外，電子教科書也提供橡皮擦、彩色筆、放大鏡、遮罩、隨機選號等電腦軟體作為數位教學輔具，甚至結合了網路資源，提供許多課本以外的教學資料、互動遊戲、

測驗與評量等。由於此多媒體具有統整科技、學習與生活此三者合一的特性，加上教學歷程的方便性和能依自己需求改編教材的發展性，使電子教科書成爲一種趨勢（何冠慧，2009）。電子化的教科書相較於紙本教科書而言，是一種低成本的選擇，並具備環保的優點，其優勢在於較便宜、較輕、較不笨重、對環境較友善（Shepperd et al., 2008; Young, 2009）。因此，Waters（2011）提出，根據美國全國大學書局（National Association of College Stores, NACS）的資料顯示，電子教科書占教科書銷售量的3%；美國全國大學書局（NACS）也預期在2012年電子教科書會增加到10~15%的市占率；另外，辛巴資訊（samba information）預測，電子教科書的銷售量會愈來愈多，將占教科書的11%，價格較昂貴的紙本教科書會促使人們更容易接受價位較低的電子教科書。本研究所研發之電子教科書具備了教學文本、互動遊戲、測驗與評量的功能，並將電子教科書放置於雲端環境，讓學生可以利用手機、平板電腦或桌上型電腦進行學習及閱讀。

二、電子教科書對閱讀理解的影響

就「閱讀」的定義而言，一般人可能認爲「看」文字就代表閱讀，其實不然，王瓊珠（2010）在書裡對「閱讀」兩個字下了精闢的註解，說到：「它不只是『看』文字符號而已，還要『理解』文字的意義才算閱讀」；Vacca、Vacca 與 Gove（1991）也認爲閱讀是「人類從書寫文字中獲取語言訊息，並據以建構意義的歷程及行爲」。由此可知，閱讀不單只是看而已，還必須理解文章所傳達的意思才能算是「閱讀」。閱讀是件需要投入大量努力的事，學生往往在選擇做或不做的主要因素來自於動機（Baker & Wigfield, 1999），如何引發學生的閱讀動機，文本的呈現及設計上占有關鍵性的地位。閱讀也是一項複雜的技能，涵蓋了許多能力與技巧，學者 Gagne 等人便針對閱讀的歷程分成了四個部分，分別爲：解碼（decoding）、字義理解（literal comprehension）、推論理解

(inferential comprehension) 以及理解監控 (comprehension monitoring) (引自王瓊珠, 2010; 岳修平譯, 2003)。在閱讀的過程中會歷經各種歷程, 而在各種不同的閱讀歷程中, 教師如果能給予學生適當的提醒與幫助, 將可以幫助學生對於文章的理解與思考。

隨著科技的發展, 電子教科書的形式也日趨多樣, 多媒體的結合不僅增添學習的趣味, 更提升了學生的閱讀動機。有別於以往文字的閱讀, 電子教科書與互動功能結合後, 閱讀便不再是件無趣的事。Sutherland (2004) 認為, 電子教科書的互動功能一方面能夠鼓勵教師和學生共同探討課題, 另一方面能夠培養學生積極參與課堂的習慣, 形成「協同探究群組」(collaborative community of inquiry), 引發學生主動思考。Korat 與 Shamir (2012) 的研究指出, 電子教科書與多媒體互動功能的結合, 能有效提升學生的閱讀理解。Green、Reod 與 Bium (1998) 也指出, 電腦遊戲本身即是青少年文化中的一部分, 所以將其作為教育媒介是相當適合的。近年來, 隨著電子教科書逐漸被廣泛應用於教學, 許多學者相繼開始研究其在閱讀領域使用上之影響, 表 1 為電子教科書應用於閱讀領域之相關研究。

由上述可以發現, 不同研究者在電子教科書對於閱讀影響的研究其結果不盡相同, 但如果單單只是提供電子教科書進行教學及閱讀, 對於學生閱讀成效的提升並沒有太大的幫助。因此, 本研究所發展的電子教科書透過結合互動模擬片段和其他多媒體資料, 將抽象的知識和概念形象化, 輔以互動遊戲的功能, 希望藉由互動遊戲的優點, 提高電子教科書閱讀的成效, 進而提高學生的閱讀理解。

三、閱讀理解教學模式

閱讀是一種建構文章意義的過程, 主要的目的在於對文章的記憶和理解 (劉兆文、陳怡欣, 1999)。近年來, 閱讀策略已經成為閱讀素養教育中的一個重要因素, 教師若能善用閱讀策略進行教學, 對學生的閱讀

表 1 電子教科書應用於閱讀之相關研究

研究者	研究對象	研究內容	結果
Chen、Wei、Wang 與 Lee (2007)	53名大學一 年級新生	比較傳統教室上課與 透過電子教科書學習 系統學習，學生在學習 成效上的差異。	學生很願意使用此系統進 行學習；系統使用時間與考 試成績呈正相關。
Jones 與 Brown (2011)	22名國小三 年級學生	比較紙本教科書與電 子教科書對於國小學 生閱讀理解與閱讀參 與之影響。	電子教科書與紙本教科書 的差異，對學生的閱讀理解 及閱讀參與沒有特別的影 響；反而是內容、主題及情 節設置對學生具有更大的 影響。
Korat 與 Shamir (2012)	288名學前及 幼稚園兒童	比較一般教科書與電 子教科書教學對於學 生在單字的閱讀及閱 讀理解上之影響。	電子教科書教學對於學生 在單字閱讀及閱讀理解上 有顯著幫助。
Connell、Bayliss 與 Farmer(2012)	201名大學生	比較透過紙本、電子書 閱讀器、平板電腦閱讀 對於閱讀理解之影響。	閱讀紙本教科書的速度較 快；然而在使用便利性上， 平板電腦較為便利，其次為 電子書，最後為紙本。閱讀 理解三者無顯著差異。

理解成效和動機都能有顯著的提升 (Gilani, Ismail, & Gilakjani, 2012)。以下整理幾位學者所提出之閱讀理解教學模式：

(一) 超級六 (super six) 閱讀理解模式 (NSW Department of Education and Training, 2010)

1. 連結 (making connections)：學習者將自身經驗與文本結合。如：生活中經驗、其他讀過的文本、世界上發生的事。
2. 預測 (predicting)：學習者用圖片、文字、經驗去預測將要讀到、看到及聽到的，並且在讀、看、聽的同時，主動調整理解的程度。
3. 提問 (questioning)：學習者提問或回答問題，進一步澄清意義，並引發對文本較深入的理解。問題來自學習者本身、同儕或老師。
4. 監控 (monitoring)：學習者當意義中斷或不清楚時，必須停下來

重新思考文本。

5.視覺 (visualising)：學習者將讀到的、看到的、聽到的部分，在心中想像出來。視覺化使文本具有生命，使想像力與感官連結，進而創造出意義。

6.總結 (summarising)：學習者確認並累積文本中重要的概念，並以自己的話重新敘述。

(二) 二階段閱讀理解教學 (Jones & Brown, 2011)

在二階段閱讀理解教學中，研究者採用推理式文本進行施測，文本內容以三個段落方式呈現，結局出現在最後一段。教學時，研究者僅讓受試者觀看前兩段文本，透過二階段教學後，再讓其猜測最後結局為何。此方法除了能訓練學生的推理能力外，也讓學生對於文本內容有更深入的了解與認識。

1.輪讀 (bumping reading)

在此階段，教師先點一位學生開始唸文本，該名學生唸到自己想停止時，可叫下一位學生繼續接著唸，重複此流程，直到唸完文本的前兩段為止。

2.推論 (mapping activity)

在此階段，採團隊討論方式進行，一開始教師先將學生進行分組，每組發 1 份問題單，問題單內容共分成三部分，第一部分為教師根據文本所列之題目；第二部分為學生依據教師給的題目在文本中尋找線索；第三部分則是學生根據第二部分所找到的線索，推測文本結局為何。

(三) 自我解釋策略 (黃友亭、辜玉旻, 2013)

1.換句話說：將文章中的句子理解消化後，以讀者自己的話再重新詮釋一遍。

2.經驗連結並舉例：讀者可以思考自己生活中是否有類似經驗，將文章內容與自己曾經發生過的相關經驗進行連結，並進一步舉出例子做

說明。

3.比較、對照：讀者能找出文章中可比較的訊息，將概念相同或相反的訊息擷取出來後，說明其中的異同點。

4.推論、類推：讀者將文章中所提到的原理或概念，與前後文章內容進行合併理解，或與自我經驗相結合，以進行跨概念領域的類比。

(四) Oxford 閱讀理解模式 (Oxford, 1990)

1.預測 (prediction)

閱讀者從先備知識去猜測意思或從標題、圖片、關鍵字或架構去預測文本訊息，此步驟是一個激發學生閱讀和了解文本內容的有效方式。

2.瀏覽 (skimming)

閱讀者快速閱讀文本以獲取文本大意。閱讀者在瀏覽時不是為了尋找特定資訊，而是要尋找一般的資訊。

3.掃描 (scanning)

掃描與瀏覽非常相似，兩者都是以快速掃描方式來獲取訊息。但不同於瀏覽的地方在於，在掃描策略時，閱讀者必須尋找出特定的資訊，故閱讀者需快速移動眼睛，閱讀句子裡的特定單字或段落。

4.推論 (inferring)

閱讀者必須知道如何從單字或句子中獲取文本訊息的閱讀行為，其定義為：句子／段落間的文字互動或句子與段落間的互動。

5.猜測不熟悉的語詞 (guessing the meaning of new words)

猜測不熟悉的語詞可以幫助讀者快速的閱讀和了解內容，因為困難的字詞通常會讓學生產生閱讀問題與理解障礙。尋找生字意思的最好方式是從文章的句意去推論，而非使用字典去查詢。

6.自我檢視 (self-monitoring)

自我檢視為策略中最重要的策略，它可以讓閱讀者調整自己的閱讀，並且幫助其解決他們的閱讀問題。

由上述各類閱讀理解教學模式可看出，「預測」和「推論」是多數

學者認為閱讀理解教學的重要策略。電子教科書提供了多元化的多媒體教材，方便教師教學或學生自主學習時進行預測與推理的策略。本研究採用 Oxford（1990）閱讀理解模式進行互動式電子教科書的教學，包含了預測與推理的策略，且每個步驟清楚、簡單，不論教師教學或學生學習都能很快的熟悉。

四、互動與閱讀理解

隨著科技不斷的演進，多媒體產品的設計也紛紛從單向提供使用者資訊，到現今強調與使用者間的互動，人機互動的概念其實最早可追溯至 1960 年代，當時心理學及認知心理學研究中便開始出現此種概念。經過了 50 年的發展，人機互動的技術日趨純熟，也已廣泛運用在眾多多媒體產品之中。然而，多媒體的互動因需求的不同而有設計上的差異，周倩與張芳綺（2002）在互動性的研究中，將互動分為以下幾種類別：傳播科技中的互動性、電腦輔助教學中的互動性、遠距學習中的互動性及網站系統中的互動，在設計多媒體互動功能時，必須先了解其使用的目的，配合使用者的需求進行規劃，圖 1 為互動性設計應具備的條件。

近年來將互動多媒體結合的最好例子可由互動式電子書中看到，Korat 與 Shamir（2012）的研究指出：電子書與多媒體功能的結合，能有效提升學童的閱讀理解能力。故本研究希望透過互動功能與電子教科書的結合，提升學生的學習動機，並進而提升其閱讀理解能力。

參、研究方法

一、研究對象

本研究的實驗組以花蓮縣某高中原住民專班一年級學生為對象，該校原住民專班設計了各項文化課程，如：原住民族語課、原住民族文

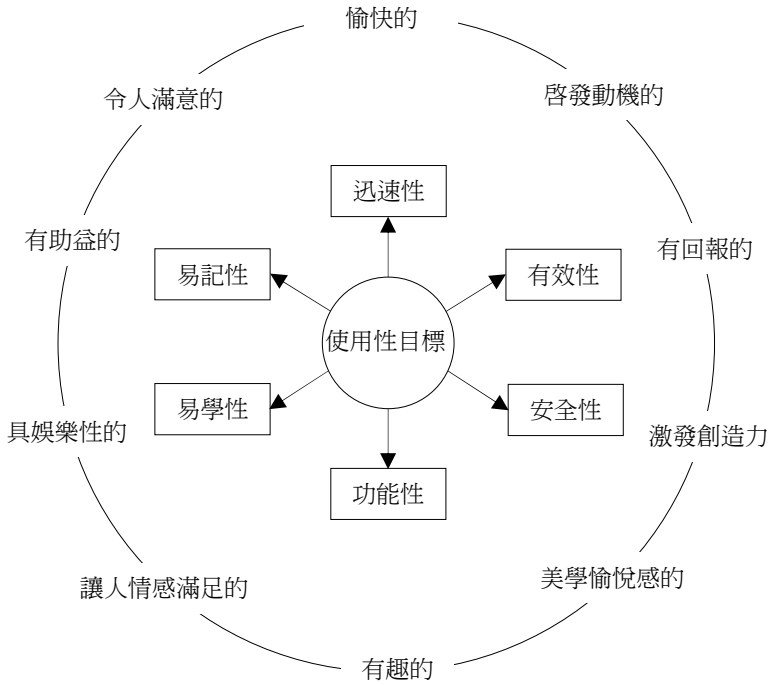


圖 1 互動性設計是否具備的條件

資料來源：陳建雄（譯）（2009）。

化課、原住民族舞蹈課、原住民族傳統藝術課及原住民族田野工作調查課，這些課程均安排在正式課程中，學校一方面希望學生們了解這是慎重而嚴肅的課程，須認真面對；另一方面，更希望藉由種種文化課程的陶冶，讓原住民學生了解自身的文化。研究對象實驗組共有 50 位原住民學生，男生 20 人，女生 30 人，其中太魯閣族 24 人、阿美族 20 人、賽德克族 2 人、布農族 4 人。控制組為該校普通班一年級的學生共 50 人，男生 24 人，女生 26 人，有原住民及漢人學生。

二、實驗設計

本研究的實驗設計採用準實驗設計中的「不等的前測——後測控制組設計」(nonequivalent pretest-posttest control group design)，探討不同模式進行電子教科書教學對高中生閱讀理解成效的影響。實驗設計如表 2 所示。

(一) 自變項

包括下列二種實驗處理：

1. 實驗組：採 Oxford 教學模式進行電子教科書教學。教師依據 Oxford (1990) 所提預測、瀏覽、掃描、推論、猜測不熟悉的語詞和自我檢視六個步驟進行電子教科書教學。

2. 控制組：傳統教學進行電子教科書教學。教師以課文朗讀、課文講解、生詞難字解釋、課文深究、請學生寫課文大意的傳統教學方式進行電子教科書教學。

(二) 依變項

閱讀理解成效。指學生在閱讀理解成效測驗的分數。

表 2 實驗變項

自變項 (教學模式)	控制變項	依變項 (學習結果)
實驗組 (Oxford 教學模式進行電子教科書教學)	學生年級 文本內容 教學時間 教師特質 測驗題目 教學地點	閱讀理解成效
控制組 (傳統教學進行電子教科書教學)		

(三) 控制變項

1. 學生年級：同一所學校高中一年級的學生。
2. 文本內容：實驗組和控制組同樣進行前進部落、一段阿美族的故事和真正的人三篇電子教科書文本的教學。
3. 教學時間：實驗組和控制組同樣進行五週的教學實驗，二週施測、三週教學，三週教學每次進行 2 節課，1 節課 50 分鐘，教學時間共 300 分鐘。
4. 教師特質：為避免因教學者不同而產生研究結果的差異，兩組由同一教師擔任教學。
5. 測驗題目：實驗組和控制組採用同樣的前、後測閱讀理解試題進行測驗。
6. 教學地點：實驗組和控制組都在電腦教室進行教學。

三、研究工具

(一) 互動式電子教科書

本研究以 Adobe InDesign 軟體製作電子教科書。電子教科書有翻頁的效果，使用者可使用滑鼠或鍵盤進行翻頁，互動部分依據故事內容設計，閱讀者除了閱覽文字圖片之外，也可以點選互動動畫。電子教科書也依據內容的設計加上音樂，使用者可以邊閱讀電子教科書文本邊聆聽原住民的傳統音樂。製作完成後，邀請 3 位專家進行專家效度檢核，經專家意見修正後遂完成正式的電子教科書。電子教科書互動部分的畫面如圖 2~圖 5 所示。



圖 2 《前進部落》電子教科書互動畫面



圖 3 《前進部落》電子教科書互動畫面

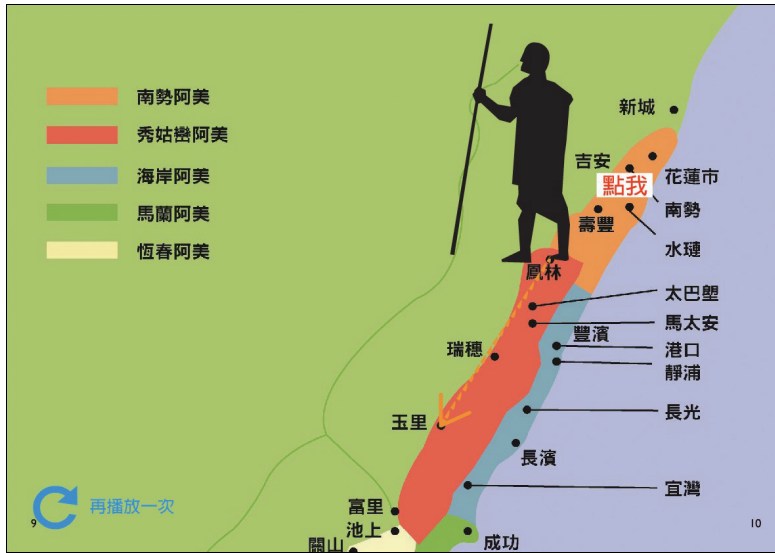


圖 4 《一段阿美族的故事》電子教科書互動畫面



圖 5 《真正的人》電子教科書互動畫面

（二）閱讀理解成效測驗

爲了解實驗組和控制組的學生以不同教學模式進行電子教科書教學後閱讀理解成效的差異，本研究自行設計了前、後測閱讀理解成就測驗。成就測驗設計完成後由 5 位專家，包含 2 位語文教學專長教授及 3 位高中國文老師（其中 2 位是原住民重點學校高中國文科教師）進行評估鑑定，建立專家內容效度。正式施測前，此成效測驗先由實驗學校高二的 3 個班 120 學生進行預試，前後測相關係數爲 .82，代表本研究工具有不錯的一致性和信度。前、後測試題均包含 18 題選擇題及 2 題非選擇題，非選擇題由 2 位國文老師共同進行評分，滿分爲 100 分。

四、實驗組與控制組教學活動設計

本研究實驗組的教學活動設計以 Oxford（1990）所提的六個步驟進行；控制組則採講述式教學進行。茲以「前進部落」爲例說明。

（一）教學科目：原住民專班文化課程

（二）教學單元：前進部落

（三）教材來源：自編教材

（四）教學年級：高一

（五）設計者：研究團隊

（六）教學時間：2 節課（100 分鐘）

（七）教學重點

1. 瞭解泰雅族的文化慶典。

2. 瞭解新詞語之用法及讀寫。

（八）教學資源：

電腦、電子白版、平板電腦、教學投影片

（九）教學活動

1. 實驗組

（1）準備活動

- a.教師：檢視多媒體教具、整理文本重點
- b.學生：熟悉多媒體設備
- c.引起動機（預測）
 - (a) 請學生看電子教科書的標題及封面，教師提問：「大家認為這會是一個什麼樣的故事呢？」
 - (b) 教師提問：「故事封面的場景，在臺灣哪裡可以看到呢？」
- (2) 發展活動
 - a.學生快速的看過電子教科書，但還不能使用互動功能。（瀏覽）
 - (a) 教師請學生簡單重述文本的主旨與內容
 - (b) 教師請學生說出文本的角色、場景與情節等。
 - b.依據教師所提示的重點，找出文本相對應的地方。（掃描）
 - (a) 教師提問文本重點，請學生在文本中找出答案（進行第二次閱讀，可以使用互動功能。）
 - c.學生推論段落大意（推論）
 - (a) 教師提出更深入的問題，請學生從電子教科書中尋找線索，對答案做出預測。
 - (b) 教師給予每段的關鍵字，請學生根據提示推論段落大意並上臺分享。
 - d.教師提出文本中較難的語詞，請學生根據上下句子猜測語詞意義（猜測不熟悉的語詞）
 - (a) 教師請學生根據文本的上下文猜測語詞的意義，例如「朝氣蓬勃」、「欽」佩、「神采飛揚」、酒「罄」肉「畢」。
- (3) 綜合活動（自我檢視）
 - a.學生進行第三次閱讀，加上教師所給的重點句子，調整對文本的預測。
 - b.教師講解電子教科書文本，請學生修正之前的預測、推論及對不熟悉詞語的猜測。

- c.請學生自我檢視文本中有哪些訊息是預測到的？預測對一半的？
完全沒有預測到的？

2.控制組

(1) 準備活動

- a.教師：檢視多媒體教具、整理文本重點
- b.學生：熟悉多媒體設備
- c.引起動機

- (a) 請學生看電子教科書的標題及封面。教師提問：「大家看文本標題會覺得這是什麼樣的一個故事呢？」「大家覺得封面的景色在臺灣哪個地方可以看到呢？」「大家知道臺灣有哪些原住民族群嗎？」

(2) 發展活動

- a.請學生把課文大聲朗讀一遍
- b.簡單介紹泰雅族文化、起源及分布地區
- c.解說課文內容及生字（詞）
- d.說明各段落的大意及本文主旨

(3) 綜合活動

- a.課文重點複習
- b.學生向教師提問與課文相關的問題
- c.學習單練習

肆、研究結果與討論

一、實驗組與控制組閱讀理解成效分析

本研究探討不同教學模式對高中一年級學生閱讀理解成效的表現，以不同組別前測分數為共變項，並以後測分數為依變項，進行單因子共變數分析，比較經過不同實驗處理的實驗效果。進行共變數分析之

前，先針對採 Oxford 教學模式進行教學的實驗組與控制組的前測結果進行組內迴歸同質性檢定，檢定結果如表 3 所示。 $F(1, 96)$ 值為 .78 ($p=.08$)，未達 .05 顯著水準，表示未違反同質性之假設，可進一步進行共變數分析。

接著，以前測分數為共變項，後測分數為依變項進行共變數分析，探討在排除前測的影響後，實驗組與控制組在後測的閱讀理解成效上是否有差異。各組受試者在前測與後測閱讀理解之平均數 (M)、標準差 (SD) 如表 4 所示。

以前測成績為共變項，進行單因子共變數分析的結果如表 5 所示，不同組別的受試者在閱讀理解測驗後測上 $F(1, 96)$ 值為 6.64 ($p=.01$)，達 .05 顯著水準，表示實驗組與控制組在閱讀理解成效後測上達顯著差異。實驗組和控制組調整後的平均數分別為 40.69 和 31.51，如表 6 所示。顯示實驗組後測成績顯著優於控制組。

研究結果顯示，以不同教學模式進行電子教科書教學確實會影響學習者閱讀理解的成效，實驗組教師依據預測、瀏覽、掃描、推論、猜測不熟悉的語詞和自我檢視六個步驟進行教學，學生能夠漸漸將這六個步驟內化為自我閱讀理解的技巧；研究發現，進行到第三本電子教科書（真正的人）教學時，學生已經能夠自主的依據六個步驟進行閱讀，不需教師引導。Cutting 與 Scarborough (2006) 認為「預測」對理解文本大意有幫助，Grellet (1986) 提出「瀏覽」和「掃描」對閱讀理解有助益，Kristin、Leah 與 Soro (2009) 認為「推論」是閱讀理解教學好的策略，Smith (2004) 認為「猜測不熟悉的語詞」可以幫助學生了解整篇文本的意思，Kern (1989) 也提出「自我檢視」能整合其他的閱讀理解策略。均與本研究結果相呼應。

表 3 實驗組與控制組迴歸係數同質性考驗分析摘要

變異來源	SS	df	MS	F 值
組別×前測成績	23.29	1	23.29	.78
誤差	29449.28	96	306.76	

表 4 各組受試者在閱讀理解測驗前後測之平均數與標準差

	實驗組			控制組			合計		
	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD
前測	50	16.70	11.74	50	12.33	9.44	100	14.52	10.83
後測	50	41.09	18.14	50	31.11	16.74	100	36.10	18.07

表 5 不同組別對提升高中生閱讀理解成效之共變數分析摘要

變異來源	SS	df	MS	F 值
共變量	379.42	1	379.42	1.25
組間 (組別)	2017.09	1	2017.09	6.64*
組內 (誤差)	29472.57	97	303.84	

*The mean difference is significant at the .05 level.

表 6 後測成績調整後平均數

組別	平均數	標準誤	95%信賴區間	
			下限	上限
實驗組	40.69 (a)	2.49	35.74	45.63
控制組	31.51 (a)	2.49	26.57	36.46

註：a 在模式中所顯示的共變量評估：前測=14.515。

二、Oxford 六階段教學學生答題資料分析

本研究的實驗組，教師依據 Oxford (1990) 所提的六個步驟進行三本電子教科書教學。學生在六個階段答題的資料分析如下：

(一) 前進部落

1.預測：觀看電子教科書的封面和標題，請問要告訴我們什麼樣的故事？電子教科書封面如圖 6 所示。

大部分的學生都能簡單的回答：走進部落、認識部落等；而少部分的學生則能回答較完整的句子：到某個部落去參觀，認識他們的生活。

2.瀏覽：快速看過電子教科書文本後，回答一般性的問題，進行這個步驟的時候，請學生不要使用電子教科書中的互動功能。

例：請問文本中提到哪些角色、場景、情節或是重要的事件？

學生基本上都能回答：這是一個漢人到泰雅族部落體驗原住民文化的故事。少部分的學生可以深入回答出：走進部落讓作者了解到生態和保育的重要性。

3.掃描：教師先提出觀看電子教科書需注意的重點，接著請學生觀看電子教科書，最後再提出問題。進行這個步驟的時候，學生可以操作電子教科書的互動功能及聆聽書中音樂。

例：請問原住民的傳統服飾中有哪些特殊的裝飾？



圖 6 《前進部落》書影

大部分的學生都能根據文本的內容或自己的認知回答：羽毛手鍊、貝殼項鍊、頭飾；而少部分的學生則能更深入回答：羽毛手鍊代表「勇敢」、貝殼項鍊代表「財富」。當進行到此步驟時，若是電子教科書的音樂是學生所熟悉的歌曲，他們會自然地跟著一起吟唱。

4.推論：根據電子教科書文本所提供的線索，請學生推論出可能的答案。

例：為什麼年輕勇士要還給小山豬自由？

學生的答案很多元，如：要讓下一代可以生殖繁衍、要讓小山豬長大、保護幼小的動物、獵人不忍心殺害小山豬等。少部分的學生則能回答出：要讓原住民傳統的打獵文化傳承下去。

5.猜測不熟悉的語詞：教師列出「朝氣蓬勃」、「束手無策」、「神采飛揚」、「蜂擁而上」、酒「罄」肉「畢」，請學生根據上、下文猜測成語或字詞的意思。

「朝氣蓬勃」一詞，有一半的學生能回答出其意思，但是也有一半的學生回答「不知道」。「束手無策」一詞，學生大多能回答出其意思，少部分學生回答「不知道」。「神采飛揚」及酒「罄」肉「畢」二詞，大部分學生無法回答出其意思，直接回答「不知道」，只有少部分學生可以回答出其意思。「蜂擁而上」一詞，部分學生能夠回答出其意思，部分學生則直接回答「不知道」。

6.自我檢視：教師請學生再閱讀一次電子教科書，然後一同檢視預測、瀏覽、掃描、推論，以及猜測不熟悉的語詞每個階段的答案，學生大多能夠說出自己的想法，也能夠針對錯誤的答案進行修正。

（二）一段阿美族的故事

1.預測：觀看電子教科書的封面和標題，請問要告訴我們什麼樣的故事？電子教科書封面如圖 7 所示。

大部分學生都能簡單的回答：阿美族的生活、原住民的故事、阿美族的由來、阿美族的傳說；有少部分學生會深入的回答：阿美族共患難

且聚在一起高聲唱歌跳舞的故事。

2. 瀏覽：快速看過電子教科書文本後，回答一般性的問題，進行這個步驟的時候，請學生不要使用電子教科書中的互動功能。

例：請問文本中提到哪些角色、場景、情節或是重要的事件？

學生大多能回答：小男孩在爺爺奶奶家知道鄉下與都市的不同、爺爺告訴小男孩祖先打過戰爭的故事等。少部分的學生能夠詳細回答：一位來自臺北的小朋友回到故鄉，他的爺爺很高興他回來，所以跟他說了很多阿美族的傳統故事，小朋友知道了文化的重要性，期待下次豐年祭再次回到故鄉。

3. 掃描：教師先提出觀看電子教科書需注意的重點，接著請學生觀看電子教科書，最後再提出問題。進行這個步驟的時候，學生可以操作電子教科書的互動功能及聆聽書中音樂。

例：花蓮的最早地名為何？命名由來為何？

大部分學生都能根據文本內容回答：花蓮最早的地名是「奇萊」。



圖 7 《一段阿美族的故事》書影

有少部分學生能夠完整回答：漢人來到花蓮，遇到最早居住在那裡的撒奇萊雅族，所以稱之為「奇萊」。此外，進行此這個步驟時，若是電子教科書的音樂是學生所熟悉的歌曲，他們會自然地跟著音樂一起吟唱。

4.推論：根據電子教科書文本所提供的線索，請學生推論出可能的答案。

例：請推論一下小男孩聽了爺爺講述阿美族歷史之後內心的感受與體悟。

學生的回答相當多元：小男孩決定下要再來參加阿美族的豐年祭、小男孩覺得繼續傳承傳統文化是很重要的、小男孩體悟到了阿美族祖先努力開墾及用生命戰鬥的不朽精神，感覺自己與阿美族族人更加貼近了等。

5.猜測不熟悉的語詞：教師列出「飢腸轆轆」、「娓娓道來」、「筆路藍縷」，請學生根據上、下文猜測成語或字詞的意思。

「飢腸轆轆」一詞，部分學生能夠回答出其意思；有的學生會加入狀聲詞的形容，如：肚子空腹而發出咕嚕咕嚕的聲音。「娓娓道來」一詞，大部分的學生無法回答其意思，直接回答「不知道」；有些學生回答：姍姍來遲、慢慢地來等錯誤的答案；只有少部分學生能夠回答：不斷地訴說著、說話連續不斷的意思。「筆路藍縷」一詞，大部分的學生無法了解這句成語的意思，直接回答「不知道」；有些學生根據字面回答：一路上都是藍天、晴天；只有少部分學生能夠回答：勤奮工作很辛苦的意思。

6.自我檢視：教師請學生再閱讀一次電子教科書，然後一同檢視預測、瀏覽、掃描、推論，以及猜測不熟悉的語詞每個階段的答案，學生大多能夠說出自己的想法，也能夠針對錯誤的答案進行修正。

（三）真正的人

1.預測：觀看電子教科書的封面和標題，請問要告訴我們什麼樣的故事？電子教科書封面如圖 8 所示。

學生的回答相當多元，如：戰爭的故事、賽德克傳說的故事、霧社事件的故事等。少部分的學生能深入的回答：一個勇士努力捍衛自己族群的故事。

2.瀏覽：快速看過電子教科書文本後，回答一般性的問題，進行這個步驟的時候，請學生不要使用電子教科書中的互動功能。

例：請問文本中提到哪些角色、場景、情節或是重要的事件？

大部分的學生都能夠回答：莫那魯道、賽德克族、日本人、霧社事件。

3.掃描：教師先提出觀看電子教科書需注意的重點，接著請學生觀看電子教科書，最後再提出問題。進行這個步驟的時候，學生可以操作電子教科書的互動功能及聆聽書中音樂。

例：莫那魯道要對抗的族群及抗爭的事件為何？

大部分的學生都能回答：莫那魯道要對抗的人是日本人，抗爭的事件稱為「霧社事件」；少部分的學生無法正確的寫出霧社事件的「霧」



圖 8 《真正的人》書影

或是回答「不知道」。當進行到此步驟時，若是電子教科書的音樂是學生所熟悉的歌曲，他們會自然地跟著音樂一起吟唱。

4.推論：根據電子教科書文本所提供的線索，請學生推論出可能的答案。

例：請根據文本內容推論「太陽旗」所代表的意思？

大部分的學生回答：太陽旗代表著勇氣、驕傲與榮耀，或是代表原住民堅持到底的精神；少部分的學生能深入的回答：太陽旗代表原住民應該要有的勇氣，就算會失敗還是要往前衝的精神，只爲了找回屬於賽德克族的榮耀。

5.猜測不熟悉的語詞：教師列出「聲名大噪」和「膾炙人口」，請學生根據上、下文猜測成語或字詞的意思。

「聲名大噪」一詞，大多數的學生都無法回答出其意思或回答「不知道」；只有少部分的學生能夠回答：名聲高而引起人們的關注。「膾炙人口」一詞，幾乎全部的學生都無法回答出正確的意思，少部分學生憑著字面解釋：「膾炙人口」是筷子吃人或人口眾多的意思。

6.自我檢視：教師請學生再閱讀一次電子教科書，然後一同檢視預測、瀏覽、掃描、推論，以及猜測不熟悉的語詞每個階段的答案，學生大多能夠說出自己的想法，也能夠針對錯誤的答案進行修正。

根據上述分析可以發現，原住民高中生在預測、瀏覽及掃描有較好的表現，看到電子教科書的封面及標題可以發揮想像力，說出與部落相關的故事，有些學生甚至可以說出自我延伸的涵義。請學生回答文本中提到哪些角色、場景、情節或是重要的事件時，雖然他們的答案都比較簡短，但也都可以針對文本的重點回答。當教師要求學生注意文本中的重要訊息再次閱讀，學生大多可以依據教師的指示找到課文的重點，由學生的回答可以感覺出他們對部落歷史的興趣與部落文化的喜愛，認爲這一切都是與他們息息相關的。此外，電子教科書互動的功能和學生熟悉的原住民音樂也幫助了他們的學習。趙貞怡（2013）在研究中也提到，

經過教師適當的引導，原住民學生不但可以提升學習成效，也能夠提升其創造力。然而，原住民高中生在猜測不熟悉的語詞的表現上就稍微差強人意，不熟悉的字詞，尤其是成語讓他們感覺陌生，學生也無法依據上下文猜測其意思，大部分的學生甚至連猜測的動機都沒有，直接回答「不知道」。只有少部分的學生會進行猜測，但也無法猜測其正確意思。Bennett（1986）的研究發現，沒有文字的少數民族社會，強調的是生活經驗的觀察與模仿，他們的語言型態不同於學校的主流文化，造成他們無法獲得成功的學校經驗。很多成語並非原住民學生日常生活會接觸的，他們會覺得陌生，也無法根據猜測了解其意思。推論和自我檢視學生通常可以在老師的引導下根據電子教科書文本所提供的線索找到答案；也可在反覆閱讀文本後反思整個學習的過程。趙貞怡（2013）的研究結果也肯定原住民學生反思能力的表現。

伍、結論與建議

本研究透過 Oxford 教學模式搭配電子教科書教學後，針對實驗組與控制組的差異，以及整體教學的改變列出以下四點結論與建議：

一、電子教科書結合教學模式能夠提升學習者閱讀理解成效。

資訊科技日新月異，網路已經漸漸取代書籍成為重要的知識來源，電子教科書也因應這個趨勢日益發展，教師應該把電子教科書當作是紙本教科書的延伸，讓學生可以使用更多元的方式進行學習，也可以讓學生的學習動機與學習興趣得到提升。本研究以自行開發的電子教科書進行教學，發現與教學模式結合對原住民高中生的閱讀理解成效有顯著提升，學生對於電子教科書的互動功能及聲音影像多媒體的效果也感到新奇有趣，電子教科書結合教學模式確為可行的方式。建議針對較單調或較難理解的文本內容，教師可以利用電子教科書進行教學，配合教學模式與電子教科書的互動功能，可讓學生更容易理解。

二、原住民高中生對於觀看電子教科書的封面及標題猜測其內容主題、閱讀文本之後整理大意及重點表現頗佳。

本研究實驗組採 Oxford (1990) 所提預測、瀏覽、掃描、推論、猜測不熟悉的語詞和自我檢視六個步驟進行電子教科書教學，原住民高中生在教師的引導下，能夠根據封面和標題預測出文本要呈現的故事；也能夠在閱讀完文本之後說出故事中的角色、場景、情節或是重要的事件。進行電子教科書教學時，教師的引導相當重要，建議可以利用上述六個步驟進行閱讀理解教學，可以讓學生學會閱讀理解的技巧，並應用到其他文本的閱讀。

三、原住民高中生對於根據上、下文猜測不熟悉成語的意思感到困難。

原住民高中生在猜測不熟悉的語詞感到困難，文本中不熟悉的字詞，尤其是成語讓他們感覺陌生，也無法依據上、下文猜測其意思，很多學生甚至連猜測的動機都沒有，直接回答「不知道」。建議可以加強原住民學生成語的教學，以故事或動畫的方式先讓他們了解成語的意思，進而教導如何將成語應用於文本中，相信對原住民學生理解成語在文本中意思的能力會有所提升。

四、原住民高中生對於電子教科書教學感到有興趣；授課教師建議內容用語可以更貼近原住民的生活。

根據授課教師表示，使用電子教科書教學時，學生明顯對課程充滿期待，課堂中與教師的互動也更加活絡，尤其聽到電子教科書中原住民的音樂會不自主忘情地跟著吟唱，使得上課氣氛變得相當融洽，是非常適合原住民高中生的教材。然而授課教師也指出，電子教科書內容陳述的字句還是過於以漢人理解的方式呈現，太多「譬喻」或「隱喻」的修辭讓原住民學生的理解感到困難；另外，文本中像飛鼠、山豬等名詞，

可用多種族語注釋，讓不同種族的原住民學生讀起來更貼近他們的生活經驗。上述均為本研究後續開發電子教科書努力的方向，以讓電子教科書可以更符合原住民高中生的需求。

參考文獻

- 王瓊珠 (2010)。故事結構教學與分享閱讀。臺北市：心理。
- 何冠慧 (2009)。教科書趨勢發展與研究。教科書研究，2 (2)，126-131。
- 周倩、張芳綺 (2002, 11 月)。網路學習互動性之初探：科技功能與認知學習。載於中華圖書資訊學教育學會舉辦之「網路教學與圖書資訊學應用」研討會論文集 (頁 85-101)，臺北市。
- 岳修平 (譯) (2003)。E. D. Gagne, C. W. Yekovich, & F. R. Yekovich 著。教學心理學——學習的認知基礎 (Cognitive psychology of school learning)。臺北市：遠流。
- 許振家、翁福元 (2014)。娛樂至死方休？反思電子教科書的美麗與哀愁。臺灣教育評論月刊，3 (7)，39-44。
- 陳建雄 (譯) (2009)。J. Preece, Y. Rogers, & H. Sharp 著。互動設計 (Interaction Design)。臺北市：全華。
- 黃友亭、辜玉旻 (2013)。結合自我解釋的閱讀策略教學對國小學童閱讀理解之影響。課程與教學季刊，16 (2)，135-160。
- 黃思華 (2014)。互動式電子書對原住民高中職學生閱讀理解能力之研究。教育科技與學習，2 (2)，143-164。
- 趙貞怡 (2013)。原住民學童在電腦樂高機器人課程中的創造力與團隊合作能力。教育實踐與研究，26 (1)，33-62。
- 劉兆文、陳怡欣 (1999)。從閱讀的認知歷程談有效教學策略。教師天地，102，78-85。
- Baker, L., & Wigfield, A. (1999). Dimensions of children's motivation for reading and their relations to reading activity and reading achievement. *Reading Research Quarterly*, 34, 452-477.
- Bennett, C. I. (1986). *Comprehensive multicultural education: Theory and practice*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Castles, A., & Coltheart, M. (2014). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, 91, 77-111.
- Chen, G. -D., Wei, F. -H., Wang, C. -Y., & Lee, J. -H. (2007). Extending e-book with contextual knowledge recommender for reading support on a web-based learning system. *International Journal on E-Learning*, 6(4), 605-622.

- Connell, C., Bayliss, L., & Farmer, W. (2012). Effects of e-books readers and tablet computers on reading comprehension. *International Journal of Instructional Media*, 39(2), 131-140.
- Cutting, L. E., & Scarborough, H. S. (2006). Prediction of reading comprehension: Relative contributions of word recognition, language proficiency, and other cognitive skills can depend on how comprehension is measured. *Scientific Studies of Reading*, 10(3), 277-299.
- Daniel, D. B., & Woody, W. D. (2013). E-textbooks at what cost? Performance and use of electronic v. print texts. *Computer & Education*, 62, 18-23.
- Gilani, M. R. A., Ismail, H. N., & Gilakjani, A. P. (2012). Impacts of learning reading strategy on students' reading comprehension proficiency. *The International Journal of Language Learning and Applied Linguistics World*, 1(1), 78-95.
- Green, B., Reod, J., & Bium, C. (1998). Teaching the Nintendo generation? Children, compute culture, and popular technologies. In S. Howard (Ed.), *Wired up* (pp. 19-42). London, UK: UCL Press.
- Grellet, F. (1986). *Developing reading skills*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Jones, T., & Brown, C. (2011). Reading engagement: A comparison between e-books and traditional print books in an elementary classroom. *International Journal of Instruction*, 4(2), 5-22.
- Kern, R. (1989). Second language reading strategy instruction: Its effects on comprehension and word inference ability. *Modern Language Journal*, 73, 135-149.
- Korat, O., & Shamir, A. (2012). Direct and indirect teaching: Using e-books for supporting vocabulary, word reading, and story comprehension for young children. *Educational Computing Research*, 46(2), 135-152.
- Kristin, L., Leah, D., & Soro, M. (2009). *Teaching reading to English language learners*. New York, NY: The Guilford Press.
- Luik, P., & Mikk, J. (2008). What is important in electronic textbooks for students of different achievement levels? *Computer & Education*, 50, 1483-1493.
- McFall, R. (2005). Electronic textbooks that transform how textbooks are used. *The Electronic Library*, 23(1), 72-81.
- NSW Department of Education and Training. (2010). *Teaching comprehension strategies*. Sydney, Australia: Neales.
- Oliveira, J. D., Camacho, M., & Gisbert, M. (2014). Exploring students and teacher perception of e-textbooks in a primary school. *Communicar*, 42, 87-95.
- Oxford, R. L. (1990). *Language learning strategies: What every teacher should know*. New York, NY: Newbury House/Harper & Row.
- Shepperd, J. A., Grace, J. L., & Koch, E. J. (2008). Evaluating the electronic textbook: Is it time to dispense with the paper text? *Teaching of Psychology*, 35(1), 2-5.
- Smith, F. (2004). *Understanding reading* (6th ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stone, R. W., & Eveleth, L. B. (2013). Students' expectation, confirmation, and continuance intention to use electronic textbooks. *Computers in Human Behavior*, 29, 984-990.
- Sutherland, R. (2004). Designs for learning: ICT and knowledge in the classroom. *Computers & Education*, 43, 5-16.

- Szabo, M., & Poohkay, B. (1996). An experimental study of animation, mathematics achievement, and attitude toward computer-assisted instruction. *Journal of Research on Computing in Education*, 28(3), 390-412.
- Szapkiw, A. J. R., Courduff, J., Carter, K., & Bennett, D. (2013). Electronic versus traditional print textbooks: A comparison study on the influence of university students' learning. *Computer & Education*, 63, 259-266.
- Vacca, J., Vacca, R., & Gove, M. (1991). *Reading and learning to read*. New York, NY: Harper Collins.
- Waters, J. K. (2011). Can tech transcend the textbook? *Campus Technology*, 24(7), 34-36.
- Young, J. N. (2009). This could be the year of e-textbooks. *Chronicle of Higher Education*, 56(3), 1-12.

從認知心理學探究教科書插圖設計 及其教學轉化

周珮儀

教科書主要包含文字與插圖，然而，以往教科書研究比較關注文字的研究，相對缺乏插圖的研究，特別是涵蓋教科書插圖設計、教學與學習的轉換情形的研究。因此，本研究基於認知心理學的訊息處理理論和認知負荷理論，透過個案觀察、訪談及文件分析，探討國中自然與生活科技教科書插圖設計，分析國中教師對這些插圖的評價和教學轉化情形，以及學生對它們的感受和學習評量表現。研究結果發現：從教科書書面課程、教師施教課程、學生施測課程到經驗課程相互影響，課程轉化正向發展，但系統性的轉化仍不足。因此本研究建議教科書圖文設計應檢視其是否符合認知原理原則；教師應發展促進學生圖文認知處理歷程的教學策略；學生應將插圖視為重要學習工具，發展圖文學習策略；書面課程和施測課程應重視其圖文形式的差異與轉化對學生圖文學習評量表現的影響。

關鍵詞：教科書、插圖、課程轉化、訊息處理理論、認知負荷理論

收件：2014年6月10日；修改：2014年11月11日；接受：2015年3月6日

Exploring Changes in the Design of Textbook Illustrations and Their Use in Teaching and Learning from a Cognitive Psychological Perspective

Pei-I Chou

Textbooks consist of text and illustrations, however textbook research tends to be concerned with text, rather than illustrations. To address this situation, the current study utilizes information processing theory and cognitive load theory to explore changes in the design of textbook illustrations and their use in teaching and learning. A case study was employed to collect and analyze data using observations, interviews, checklists, and document analysis. The findings show an interrelationship among the written curriculum, taught curriculum, tested curriculum and experiential curriculum and positive changes in the curriculum. However, there is still more space to reinforce a systematic transformation among different types of curricula; that could improve the quality of textbook design as well as the use of textbook illustrations in teaching and learning. As such, textbook designers should check over textbook illustrations carefully using cognitive process principles. Teachers should monitor the cognitive processes of students for illustration learning and develop appropriate teaching strategies to facilitate it. Students need to view illustrations as important learning tools and to learn how to decode them. Educators should align content and forms of illustrations in tested curriculum with those in written curriculum.

Keywords: textbook, illustration, curriculum transformation, information processing theory, cognitive load theory

Received: June 10, 2014; Revised: November 11, 2014; Accepted: March 6, 2015

壹、緒論

教科書主要包含文字與插圖。雖然插圖占教科書頁面比例與日俱增，但以往教科書研究都集中在文字而缺乏插圖研究，學校教學也偏重文字學習而忽略插圖學習，很少人研究用插圖來促進有意義的學習（汪曼穎、王林宇，2006；Mayer, 1993）。事實上，插圖對學生科學概念理解與學習很重要，除了傳統的裝飾性特質，還可引起動機、獲得資訊、解釋困難概念，擴展文字敘述、改善認知技能和過程（Latour, 1987; Lee, 2010; Lynch & Woolgar, 1990; Macdonald-Ross, 1979; Mikk, 2000）。在科學教科書的學習方面，學生透過插圖學到的科學知識單獨靠文字不一定能學到（Amettler & Pinto, 2002）。科學插圖可以描繪事物空間與視覺性質，顯示文字無法描述的複雜結構、多重關係和過程。科學概念常常牽涉到空間、線條、形狀和色彩的複雜比例和持續改變，在這些方面插圖的效果遠比文字好（Cook, 2008）；因此，本研究將以自然與生活科技教科書的插圖進行研究。

然而，許多教科書插圖設計不善，沒有重要的教學功能（Mayer, Steinhoff, Bower, & Mars, 1995），Mayer（1993）以一本教科書為例，其中85%以上插圖沒有清楚說明與內容的關聯。因此，插圖雖然有提升學習成效的潛力，但是如果設計和使用不當，也可能降低學習成效（林玉雯、黃台珠、劉嘉茹，2010）。

事實上，學生閱讀插圖經常產生困難（Amettler & Pinto, 2002），因為理解科學插圖必須具備特定技能和先備知識。許多教科書設計者往往假定學生已經有閱讀插圖的先備知識，但是他們實際上並不像教科書繪圖者完全瞭解插圖的背景概念。到了課堂，科學教師多半已經精熟閱讀插圖的技能，因此很容易忽略學生理解插圖的困難（Lowe, 1989）。教師若能充分了解學生學習歷程，並透過教學轉化教科書插圖，連結學生先

備知識和生活經驗，將會幫助學生對插圖的理解與詮釋（Roth, Pozzer-Ardenghi, & Han, 2005）。簡言之，插圖設計、教學、學習等諸多層面交互影響而亟待探究。

以往的教科書研究偏向教科書本身的內容分析，比較缺乏涵蓋教科書不同生命週期階段的研究，也缺乏教科書使用與教學和學習的互動和轉化的研究（周珮儀，2003，2005；Johnsen, 1993; Weinbrenner, 1992）。插圖學習研究多半在控制嚴謹的實驗室對少數簡單插圖的反映進行單一原則的測試，比較少在充滿多樣性的教學現場研究（林玉雯等人，2010；Cook, 2006）；研究對象以大學生為主，比較缺乏中、小學生與教師的研究；多半自行設計實驗教材，比較缺乏針對現行教科書插圖使用的研究；至於涵蓋教科書設計、教學、學習和評量的轉化研究更是缺乏。然而，實際教學現場的插圖使用是師生透過教科書互動的社會活動，教科書充滿眾多形式、功能與教學目標各異的插圖，而每個插圖又可能同時涉及多重設計原則；因此，實際教學現場的插圖使用遠比實驗室複雜，也牽涉到許多互動的因素。有鑑於此，本研究希望了解課堂教科書插圖使用情形。此外，相較具有更多先備知識和認知基模的大學生，中小學生屬於認知生手，對教科書插圖的學習更需要教師的引導和妥善設計，對其探究也更具教育意義；特別是國小自然與生活科技教科書插圖都以表徵實物的照片為主，在國中階段學生開始接觸更多解釋困難概念的抽象插圖，其認知理解的過程更值得探究。因此，本研究將從認知心理學的觀點探討國中自然與生活科技教科書插圖設計，分析國中教師對這些插圖的評價和使用它們進行教學的轉化情形，以及學生對它們的評價和在學習評量的相關表現。

貳、文獻探討

一、課程類型與課程轉化

課程是複雜多元的概念，從計畫的課程到實際的課程總是有很大差異，因為其中存在許多不同的課程類型（types of curriculum）。Goodlad 與 Associates（1979: 58-64）將課程分為五類：理想課程（ideological curriculum）是學者或教師對課程的觀點，它是理想的或可作為模範的。正式課程（formal curriculum）是經教育行政機關同意，藉選擇或命令方式由學校或教師採用者。知覺課程（perceived curriculum）是教師、家長或其他人心中知覺到的課程。運作課程（operational curriculum）是教室和學校可觀察到的實際課程。經驗課程（experiential curriculum）是學生實際經驗的課程。

Glatthorn、Boschee、Whitehead 與 Boschee（2012）將課程分為六類：建議課程（recommended curriculum）是個別學者、專業學會和改革團體建議的課程，也包括中央和地方政府等決策團體的教育規定，強調應然層面。書面課程（written curriculum）具調解（mediating）、標準化（standardizing）和控制（controlling）的功能，主要在確保教育系統達成目標；它透過課程指引指出課程的原則、要達成的一般目標、要精熟的特定目標和學習順序與活動。支持課程（supported curriculum）涉及支持和傳遞課程的資源，包括時間安排、人事安排和教科書與教材。施教課程（taught curriculum）是傳遞的課程，是觀察者看到教師所教的課程。施測課程（tested curriculum）是由各種測驗測得的成套學習成果。習得課程（learned curriculum）是學生從學校經驗結果產生價值、知覺和行為等所有的改變。

English（2000）及 English 與 Larson（1996）主張學校課程聚焦在三種課程：書面課程、施教課程與施測課程，這三種課程同時包含正式課程、非正式課程和潛在課程的成分，形成一個 3×3 矩陣；由於本研究

著重教科書轉化，因此聚焦其在正式課程的顯示：書面課程是計畫規範的課程，包括課程指引和教科書；施教課程是真實發生的課程，包括教師教學內容；施測課程是評量的課程，包括標準化測驗、教師自編測驗。

不同課程類型之間往往有差距，對教科書研究而言，這些差距形成的理論缺口亟需研究；因此，本研究從「課程轉化」(curriculum transformation)來探討這個問題。張芬芬、陳麗華與楊國揚(2010)認為：所謂「課程轉化」是指課程發展的層層步驟逐步轉型變化，從理想化為實作，抽象化為具體，宏觀化為微觀，單純化為複雜，上位概念化為下位概念，從而將課程理想化為具體可用的教學材料、化為教學現場教師的教學與學生的學習。從另一方面來看，課程轉化也是雙向互動的歷程，實作可以回饋理想的修正，具體孕育抽象的通則，複雜回歸單純要素的開展，微觀可以連結成宏觀的脈絡，上位概念紮根於下位概念。

對教科書而言，課程轉化發生於教科書發展與傳遞的過程，亦即發生於教科書不同生命週期階段的銜接處。雖然課程類型與課程轉化理論架構提出已有時日，但是由於涉及許多層面而研究複雜，目前從課程轉化觀點進行教科書實徵研究尚不多。張芬芬等人(2010)曾經對臺灣九年一貫課程從理想課程、官方課程到書面課程的課程轉化進行研究；本研究則以學校課程為焦點，以教科書插圖為主題，從教科書書面課程接續研究教師施教課程、學生施測課程和經驗課程，探討這些層面課程呈現與課程轉化情形。Glatthorn等人(2012)認為：書面課程、施教課程和施測課程共同組成意圖課程，含括學校系統有意傳遞給學生的整套學習經驗；而學生經驗課程雖然受意圖課程的影響，但也受潛在課程的影響；本研究聚焦意圖課程轉化情形，因此沒有涵蓋潛在課程部分。這些課程類型轉換層次並非嚴格地由上而下影響，而是彼此相互影響，而且不限相鄰層次的影響，相隔層次也會相互影響。

此外，上述課程類型的分類採取廣義觀點，包括課程、教學、學習和評量的層面，因此這種課程轉化實際上已經包含教師教學與學生學習

的轉化。對教科書研究而言，即是在探討教科書設計、教學與學習的轉化。

二、從認知心理學探究教科書插圖設計的理論基礎

教科書插圖的課程轉化涉及許多廣泛因素、議題與理論，本研究以學生對教科書插圖的認知為焦點，因此採取認知心理學的訊息處理理論和認知負荷理論為理論架構，這些理論經過許多實驗證實而提出教學設計原則；以下闡述其理論對教科書插圖設計、教學、學習的啓示。

（一）訊息處理理論

1970年代雙碼理論（dual coding theory）主張：人類認知系統包含語言和圖像系統。兩者看似平行但有關聯，當個體需要回憶訊息內容時，會自動檢索兩大系統相關符號，即「參照連結」（referential connection）（Paivio, 1986）。雙碼理論以實驗證實「圖優效果」（picture superiority effect），認為圖像刺激可以產生影像碼與語文碼，而文字刺激只能產生語文碼，加上影像碼會有比較強的記憶痕跡，因而形成「圖優效果」，特別是具體概念的學習更是如此（陳烜之，2006）。

Mayer（2001）提出多媒體學習認知理論（cognitive theory of multimedia learning），涵蓋從多媒體呈現、感官記憶、工作記憶和長期記憶的選擇、組織和整合的完整過程。一開始先呈現圖像和文字教材，再透過學習者感官讓圖像與文字進入認知處理系統；若訊息被注意，則部分被挑選進入工作記憶，挑選的圖像訊息進入圖像模式，文字訊息進入文字模式；再將輸入材料和原有先備知識連結整合。因此，語文和圖像同時呈現，有利選擇、組織、整合的認知處理程序，幫助學生對照兩者及建立連結（Moreno & Mayer, 2000）。

歸納多媒體學習認知理論的三個基礎假設，首先是圖文雙軌（dual channel assumption），訊息由感官記憶進入工作記憶時，文字形式訊息經

由耳朵和眼睛接收，以文字模式軌道處理；圖像形式訊息透過眼睛接收，以圖像模式軌道處理；其次為有限容量（limited capacity assumption），個體視覺或聽覺管道一次能處理的訊息量平均為 7 ± 2 個「組塊」（chunk），一個組塊代表一個工作記憶單位，每個組塊可包含一個以上的符碼或訊息。最後是主動處理（active processing assumption），個人透過選擇、組織、整合，主動建構和經驗一致的心智表徵，產生有意義的學習（Mayer, 2001）。

因此，學生學習教科書圖文是主動處理而非被動接受的歷程，從教科書圖文注意並選擇相關訊息進入感官記憶，以雙重軌道在工作記憶組織訊息，再從長期記憶提取先備知識整合。若能透過圖文雙軌相輔相成，加強圖文對照，並注意不超過認知處理有限容量，將有助提升圖文學習成效。

（二）認知負荷理論

認知負荷理論著眼於工作記憶和長期記憶間連結的訊息處理過程，認知負荷是指：將特定工作加諸個體認知系統產生的負荷量（Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998），包括：外在認知負荷（extraneous cognitive load）是不同教材呈現與組織方式對學習者造成不同程度的認知負荷。內在認知負荷（intrinsic cognitive load）是教材內在要素關聯程度與學習者先備經驗多寡的交互影響。增生認知負荷（germane cognitive load）是藉由教材設計吸引學習者專注教材內容並建構基模，將知識儲存於長期記憶；增生認知負荷仍會增加認知負荷，必須注意不要超出負荷總量。Stull 與 Mayer（2007）也提出學習包含三種認知處理歷程：外在處理（extraneous processing）是學習者從事與教學目標無關的認知歷程；例如：相對應文字與插圖編排於不同版面，或是多媒體動畫、講述及字幕同時顯示的多餘重複呈現，都會浪費額外認知負荷處理進行與教學目標無關的處理。內在處理（essential/intrinsic processing）是教材內在複雜度（教材互動要素數量）影響學習者認知處理過程；例如：高度複雜性的

句子牽涉到較多互動概念、低度複雜性句子則比較少。增生處理（generative/germane processing）是根據學習者動機與先備知識，組織教材並連結先備知識，進行更深度認知處理；例如：高學習遷移者會比低學習遷移者產生比較多的增生過程（DeLeeuw & Mayer, 2008）。

Marcus、Cooper 與 Sweller（1996）提出認知負荷與教學的關係：如果新訊息能與學生的先備經驗（即既有基模）整合，將可以降低他們的工作記憶負荷量，提升學習效能；反之，如果學生沒有先備經驗，新訊息成爲需要另外學習的內容，就會占用他們的工作記憶，降低他們對訊息的瞭解。如果教材的內在要素互動性高，學生的工作記憶必須同時處理這些互動，就會產生比較高的認知負荷；反之，如果教材的內在要素互動性比較低，學生的認知負荷也會比較低。加強教材組織可以統整學生的先備知識基模，降低教材內在要素的互動關聯，從而減低學生的認知負荷。

綜言之，近年認知負荷理論在教學設計的發展趨勢爲：降低外在認知負荷，管控內在認知負荷及增加有效認知負荷（Bannert, 2002; Clark, Nguyen, & Swell, 2006; Sweller et al., 1998）。這對教科書插圖設計的啓示爲：避免認知資源分散到無關教學目標的外在處理，審視教材內在要素從事必要的內在處理，以及透過教材組織去統整先備知識，發展基模以提升增生處理（Candler & Swell, 1991; Stull & Mayer, 2007）；根據上述，以下提出教科書插圖設計、教學與學習的原則。

三、教科書插圖設計、教學與學習的原則

Sweller 等人（1998）歸納認知負荷理論研究，提出教學設計應該注意以下原則：目標開放效應（goal-free effect）是指教材設計採取目標開放問題，讓學習者自由思考和多重表達思考，這會幫助他們建立基模，降低認知負荷。示例效應（worked example effect）是指教導程序性知識時，教師可適當呈現解題範例，建立解題基模，協助學生理解問題，減

少他們的認知負荷。完成問題效應（completion problem effect）是指因應學生學習程度不同，提供適當範例，但是要注意：範例與題目不要同時進入工作記憶而占去太多記憶空間。分心效應（split-attention effect）是指訊息呈現空間不一致會分散學生注意力，增加他們的認知負荷；相對地，相同內容文字和插圖整合，學生就可以不必浪費認知資源處理不同來源訊息。冗餘效應（redundancy effect）是指單獨呈現插圖或文字就能解釋內容，但是卻又同時呈現它們，反而會增加學生的認知負荷。形式效應（modality effect）是指如果以多重方式呈現不同來源訊息，可以分擔工作記憶的認知負荷量。變化效應（variability effect）是指變換不同方式呈現內容，這看似增加學生的認知負荷，但是卻可以幫助他們運用多元訊息處理管道，建立學習基模，由認知保留提升到學習遷移。

Mayer（2004）也提出類似多媒體教材設計原則，包括：多媒體原則（multimedia principle）是指多媒體優於單一媒體，結合文字和插圖的學習成效優於只有文字。空間接近原則（spatial contiguity principle）是指概念相關的文字和插圖空間距離愈近愈好。時間接近原則（temporal contiguity principle）是指概念相關文字和插圖同時呈現的學習效果較好。一致性原則（coherence principle）是指排除有趣但無關的訊息能增進學習成效。形式原則（modality principle）是指結合插圖與講述的學習效果優於結合插圖與文字的效果，即語文訊息以口語表達優於視覺文字呈現，例如：動畫搭配配音的學習效果優於動畫搭配字幕。冗餘原則（redundancy principle）是指若插圖、講述及文字皆各自設計完整，不需互相參照，則結合插圖與講述的學習效果優於同時從插圖、講述與文字學習。因文字增加學生的視覺軌道的認知負荷，刪除文字之後他們的視覺軌道只需處理插圖，聽覺軌道只需處理講述，便可減少認知負荷。個別化原則（personalization principle）是指結合插圖與個別化講述的學習效果優於結合插圖與非個別化講述。Cook（2008）也根據認知負荷理論提出教學設計考量和運用原則如表 1。

表 1 認知負荷理論的教學設計考量和運用原則

教學設計考量	運用原則
視覺／語文形式的多重表徵在時間和空間上明顯連結	減少統整多重訊息來源的認知負荷
雙重模式的表徵通常優於單一模式	增進工作記憶能力
以解說代替書面形式的語文表徵	消除視覺注意的競爭力
呈現動態現象時動畫可能比較好	動畫經常複雜快速，處理訊息要更多認知資源
對新手而言，高度互動要素應分開呈現	降低工作記憶負荷，消除同時處理這些要素的需求
指導學習者主動建構對概念的理解	減少建構基模的認知負荷
避免多餘訊息，特別是有較多先備知識的學習者	避免使用認知資源多次處理訊息

資料來源：Cook（2008）。

Pozzer 與 Roth（2003）建議，教科書插圖應該以適當標題和主要文字連結，包含插圖物體的定義或現象的呈現，還要有足夠訊息，引導學生透過知覺去分析解釋插圖，並發現相關細節。主要文字要明確和插圖與標題連結，提供明確的索引參照。插圖的現象或物體第一次出現時，就要提到主要文字，幫助學生連結插圖和文字。使用多重照片呈現複雜現象改變的時間序列，比單張照片呈現更好；兩兩對照或提供物體特殊細部的放大圖，比單張照片效果更好。呈現某一現象或物體，應該和週遭背景對照，用中性背景（如：黑色）凸顯物體或現象以利辨認。

目前已經有許多研究運用上述原則發展實驗工具與教材，測試學生圖文學習表現。Mayer 等人（1995）依據多媒體教材設計原則發展「統整型手冊」和「分散型手冊」，前者的插圖和文字相鄰，插圖有簡短標題重複文字的因果關係，並且有符號重述文字的關鍵術語；後者的插圖和文字不相近，插圖沒有標題介紹和符號；結果發現缺乏先備知識的大學生使用統整型手冊之後提升了表現，但是先備知識豐富者卻沒有差異。Ollerenshaw、Aidman 與 Kidd（1997）比較使用多媒體和只有文字的

教學，發現使用多媒體能提升低能力大學生的理解分數，但對高能力學生卻沒有明顯差異。Hannus 與 Hyönä（1999）發現：插圖與文字內容相關，可以提升高能力國小學生的理解分數，但是低能力學生卻沒有提升；受試者的注意力都集中在文字，但是高能力學生會策略性搜尋插圖中符合文字內容的相關片段，而低能力學生卻不會搜尋。林玉雯等人（2010）研究發現：高分組大專學生學習插圖時傾向分析式，呈現完整循環辨識歷程，不斷在編碼和比較之間循環辨識；低分組傾向直覺式，偏向日常經驗的直覺，大都無法經歷圖文辨識的完整階段。劉嘉茹與侯依伶（2011）探究大學生理解科學圖文時眼球運動的差異，發現高先備知識者比低先備知識者注意插圖中的文字，更加強圖文對照和連結。張菀真與辜玉旻（2011）研究發現：高閱讀能力的國小學生利用先備知識去擴充解釋文章意涵，並運用插圖輔助理解自己不熟悉的概念，並注意插圖細節。低能力學生比較不會運用先前經驗主動建構對文章的理解，也比較不會尋找適配文字的插圖訊息，而且圖文對應不一致。

Canham 與 Hegarty（2010）指出：插圖能夠增進低能力學生的學習表現，但是他們容易對過多訊息束手無策，也只關注插圖片面訊息，教材若有非常明顯或有趣的額外訊息，會讓他們分心而妨礙理解。如果插圖結構太複雜，或需要高複雜度的技能才能處理，或無關任務的多餘訊息，都會影響他們的學習成果。插圖提供一種學習管道，雖然插圖輔以文字能夠提供雙重訊息處理軌道，擴展學習容量，但是解讀插圖需要高度複雜的技能，對學生未必比處理文字容易（Lowe, 1989）。

上述理論與教學設計原則有些與教科書內容設計比較有關，例如：多媒體原則指出通常結合文字和插圖的學習成效優於只有文字，但是如果學生已有相當先備知識，或是插圖與文字單獨呈現就能解釋內容，或是刪除插圖也沒有實質影響，插圖就會產生冗餘效應，這時刪除插圖反而可以避免浪費認知資源多次處理相同訊息。圖文設計掌握時間接近和空間接近原則，可以避免學生分散注意力而產生分心效應。插圖的品質

很重要，要有適當標題和主要文字連結，插圖的色彩、大小和符號標示也要能夠清楚呈現文字段落的關鍵術語或相關細節。另外，有些原則與插圖教學和學習比較有關，例如：形式原則指出教師講解插圖會比學生自行閱讀插圖與文字的效果好。目標開放效應指出教師採取目標開放問題讓學生自由思考和多重表達思考，將有助他們建立基模，降低認知負荷。示例效應指出教師適當呈現解題範例，可以幫助學生建立解題基模；個別化原則指出教師對插圖進行個別化講述，學生的學習成果會更好。教師應該針對學生不同的學習程度和先備經驗，指導他們如何解讀插圖。因此，本研究將從上述理論與教學設計原則設計研究工具，針對教科書的插圖檢視觀察個案的課程與教學轉化情形。

參、研究方法

一、研究方法與工具

(一) 教室觀察

本研究採非參與式觀察，希望在自然情境脈絡了解教科書圖文教學情形。該單元課程自 2009 年 9 月開始，為期三週，共八節課。全程將教師教學過程及學生學習狀況錄影，並轉成逐字稿，整理分析後與教師確認。

(二) 文件分析

本研究蒐集研究期間所有與單元課程相關資料加以分析，包括教學單元教科書、教師手冊、教師教學日誌、學生段考考卷等資料。

(三) 國民中學自然與生活科技教科書插圖教師評價檢核表

每次教學後，教師針對上課使用插圖整體感想撰寫教學日誌，並完

成「國民中學自然與生活科技教科書插圖教師評價檢核表」如表 2，一一檢核每張插圖特質。該表係依據文獻探討各項影響學生插圖學習的因素，包括：難度、熟悉度、插圖品質、插圖大小、插圖色彩、插圖冗餘性（刪除此圖的影響）及插圖講解程度（您會花時間講解這張插圖嗎？）等項目編製，並經 6 位國教輔導團自然與科技輔導員（皆具有科教碩士以上學位，並具有多年豐富教學經驗）審視與討論後修訂。

（四）學生訪談

因為相關文獻指出高低能力學生在插圖的學習表現可能有差異，所以本單元在教學完段考後，依照段考成績排序，分別訪談最高分算起 25% 高分組學生 10 位和從最低分算起 25% 低分組學生 10 位，採半結構式題目，學生翻閱教科書該單元插圖，回答對插圖特質的感受，大綱如下：

1. 這個單元插圖讓您印象最深刻的是哪些？它的內容在說什麼？
2. 這個單元老師花最多時間講解哪些插圖？為什麼？
3. 這個單元最難的插圖是哪些？為什麼？
4. 這個單元插圖有引起您的學習動機嗎？什麼樣的插圖會讓您更想學習？
5. 您學習這個單元時有對照插圖去理解課文內容嗎？請舉例說明。

表 2 國民中學自然與生活科技教科書插圖教師評價檢核表

插 圖 編 號	難度	<input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 中	<input type="checkbox"/> 難	
	熟悉度	<input type="checkbox"/> 高	<input type="checkbox"/> 中	<input type="checkbox"/> 低	
	插圖品質	<input type="checkbox"/> 良	<input type="checkbox"/> 中	<input type="checkbox"/> 可	<input type="checkbox"/> 劣
	插圖大小	<input type="checkbox"/> 適當	<input type="checkbox"/> 太小	<input type="checkbox"/> 太大	
	插圖色彩	<input type="checkbox"/> 適當	<input type="checkbox"/> 不清晰	<input type="checkbox"/> 太鮮豔	<input type="checkbox"/> 太單調
	刪除此插圖的影響	<input type="checkbox"/> 大	<input type="checkbox"/> 中	<input type="checkbox"/> 小	<input type="checkbox"/> 無
	您會花時間講解這張插圖嗎？	<input type="checkbox"/> 詳細	<input type="checkbox"/> 粗略	<input type="checkbox"/> 不會	

- 6.課本插圖會幫助您將所學與以往經驗結合，或是將課本學到的應用到日常生活嗎？請舉例說明。
- 7.這個單元哪些插圖刪除對學習也沒有影響？為什麼？
- 8.整體而言，課本插圖對您的學習有沒有幫助？為什麼？

（五）教師訪談

根據文件分析、教室觀察、學生訪談、教科書插圖檢核表等資料，進一步比對各項資料後與個案教師進行訪談與討論，大綱如下：

1. 這個單元您花最多時間講解哪些插圖？為什麼？
2. 這個單元最難的插圖是哪些？為什麼？
3. 這個單元插圖有提高學生學習動機或是讓他們分心到不重要的內容嗎？插圖要如何調整才會讓學生更想學習？
4. 您教這個單元課文內容時，常常對照插圖講解課文內容嗎？現有圖文關係是否適當，要如何修正？
5. 課本插圖有助學生將所學內容與以往經驗結合，或將課本學到的應用到日常生活嗎？請舉例說明。
6. 這個單元哪些插圖刪除對學習也沒有影響？為什麼？
7. 整體而言，您對這個單元插圖品質有何評價？需要做什麼增刪調整？為什麼？
8. 課本插圖對您的教學有沒有幫助？為什麼？

二、研究可信度

本研究採自然主義觀點，雖然不同情境的研究結果不會相同，但是如果研究報告真實正確呈現想要描述、解釋或建立理論的現象特徵，基於證據下判斷，就有「可信度」(credibility) (Eisner, 1991; Ritchie & Lewis, 2003)。Glesne (1999) 提出質性研究常用的八項提升可信度檢證程序，單一研究並不一定用到所有程序，本研究運用其中四項：(一) 長期參

與：時間是獲取值得信賴資料的主要因素。研究者與個案教師合作已兩年，花時間投入研究現場、訪談，並與受訪者建立良好關係，彼此對人格特質、教學觀點和教材已經相當熟悉，可以避免研究者在場造成失真，取得可信資料。(二) 三角交叉檢視：本研究蒐集多項資料名稱與編碼如表 3，透過多項管道比較和交叉檢核不同時間、不同研究工具獲得資訊的一致性，確認資料的解釋，檢驗建立的結論，以獲得最大真實度。(三) 成員確認：教學與觀察影帶過程及訪談錄音資料轉成逐字稿，如果有不明白師生意圖之處，隨時請其語言澄清並確認。研究結果召開討論會，請教師確認其意義。(四) 深度描述：研究歷程與場景全程錄影，並盡量詳實描述，幫助讀者身歷其境。

三、研究對象選擇與情境介紹

本研究採立意抽樣，選擇能提供深度 (in depth) 和豐富內涵訊息 (information-richness) 的個案 (胡幼慧, 2008)。個案教師為某國立大學地科系學士、海洋地質及化學所碩士，與研究者有 2 年科技部專案合作經驗，國中教學年資 18 年，同時擔任高雄市國民教育輔導團自然與生活科技領域輔導員，也參與翰林本教科書教材發展工作，他的教學經驗和專業背景比一般自然科教師更豐富，可提供豐富資訊或是深入現象的機轉。

本研究觀察學校是高雄市工業區大型國中，班級數一年級 17 班、二年級 19 班、三年級 21 班，共 57 個班級。學生人數一年級 655 人、二年級 739 人、三年級 765 人，共 2,159 人。學校近年致力推動創造力計畫，發展科學教育，學生科學競賽亦有佳績。個案班級為國中三年級，程度為常態分配。該班共 41 位學生，依該單元自然段考地科成績排序，訪談了高分組 (前 25%) 及低分組 (後 25%) 各 10 位學生。

表 3 研究資料綜合性編碼

項目	資料名稱	編碼
1	課本插圖	F，如：F1，課本插圖編號 1
2	教科書插圖教師評鑑檢核表	ET，如：F1-ET，教師對 F1 的評價
3	教師教學日誌	TJ，如：TJ-980911，98 年 9 月 11 日教師的教學日誌
4	高、低分組學生訪談日期： 98 年 10 月 2 日	QH：QL，如：QH1，高分組第一位學生訪談；QL1，低分組第一位學生訪談
5	課堂觀察（每次兩節課）日期： 98 年 9 月 4 日、98 年 9 月 11 日、 98 年 9 月 18 日、98 年 9 月 19 日	O，如：OF1-980911，98 年 9 月 11 日課堂觀察 F1
6	段考評量	試題序號：高、低分組學生（H/L）編號
7	個案教師訪談 日期：99 年 4 月 22 日	IT，如：IT-990422，99 年 4 月 22 日教師訪談

肆、結果與討論

一、書面課程

以下先整體概述本單元的插圖，再聚焦施測課程、經驗課程和施教課程中學生和教師覺得困難的特殊插圖詳細描述，作為了解書面課程與其它課程的連結轉化的基礎。

本分析單元為 98 學年度翰林版地球科學進階本國三上學期第一章「地表作用與岩石之美」，本單元的插圖與文字分布面積相近。這是空間概念的單元，單元共 34 張圖，岩石和地表寫實照片占 84%，只有 F25、F26、F27、F29 和 F34 是彩色繪圖，F33 為黑白線畫。彩色繪圖中，F27 和 F34 是化石形成與地層比對插圖，可能因為年代久遠沒有照片，故以模擬寫實的繪圖呈現，F34 圖中沒有文字，F27 圖中只有序號；F25、F26 和 F29 是抽象的概念示意圖，圖中都有箭頭或線條指出各概念或要素間

的關係；這 3 張插圖是本研究焦點，從後續分析，我們可以得知它們分別在學生和教師的知覺及施測課程（評量）方面是最困難的插圖，它們也凸顯了在三類課程中的挑戰。

F25（如圖 1）標題為「侵蝕基準面與河流剖面示意圖」，圖中文字標示有「暫時侵蝕基準面」與「最終侵蝕基準面」；相關正文標題為「侵蝕基準面」，這個段落以文字說明「暫時侵蝕基準面」與「最終侵蝕基準面」兩個概念，本段並有「補充資料」的文字框隔開正文，其中內文說明「河道平衡」概念部分，以在下游挖取砂石，河水會侵蝕上游填補來舉例說明之。

F26（如圖 2）標題為「地質事件發生先後順序示意圖」，包含 6 個小圖，此圖相關文字在背面的 18 頁，從圖文對照顯示其文字並沒有清楚對應說明此 6 小圖：

首先，沉積岩在不受其他外力作用的情況下，是呈現接近水平的狀態，而且下層的岩層較上層先沉積下來，所以年代較老。因此，由地層的重疊順序即可判斷地層生成的先後，以了解地層生成的相對年代。（史家瑩，2009：18）

當岩層受地殼變動影響後，可能會產生彎曲的褶皺、斷層（下一章有詳細的介紹）或岩漿侵入等地質事件，通常新發生的地質事件會影響舊的地質事件。如果岩層與岩層間出現一侵蝕面，則表示該地層曾經位於海平面之上。另外，若該地層有沉積岩與火成岩時，在侵蝕作用之後，較突出的岩石通常為較堅硬的火成岩。（史家瑩，2009：18）

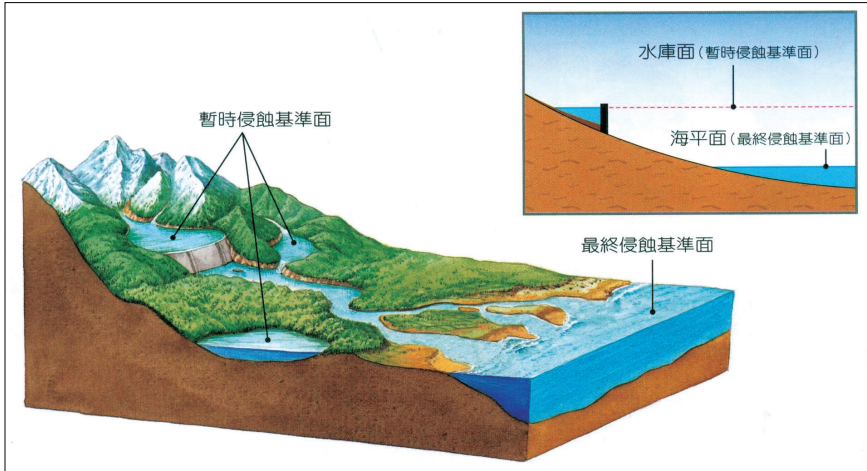


圖 1 侵蝕基準面與河流剖面示意圖 (F25)

資料來源：史家瑩 (2009：16)。

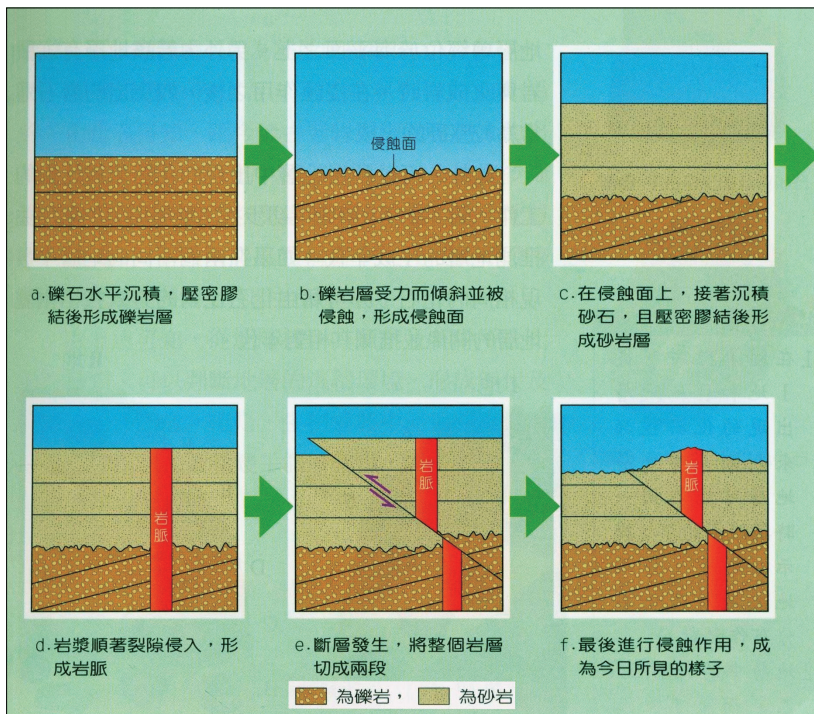


圖 2 地質事件發生先後順序示意圖 (F26)

資料來源：史家瑩 (2009：17)。

F29 岩石循環圖（如圖 3）放在補充資料，文字框標題為「岩石循環」，但是插圖本身並沒有標題與編號和主要文字連結。F29 說明三大岩類與沉積物等四個概念之間的岩石循環關係和地質作用，在整個單元是相當重要而特殊的插圖。它屬於結合課本主要概念和知識結構的解釋性插圖。如同 Mayer（1993）所言，解釋性插圖不只描述要素之間的關係，還解釋系統如何運作。它可以幫助學生統整第一節三大岩類和第二節地質作用的重要概念而形成基模。然而，F29 安排在課本第一節，而課本要到第二節才說明風化、侵蝕、搬運、沉積等地質作用，並沒有說明插圖上的壓密、膠結、變質、熔融、凝固等概念，以及這些概念的關係。圖上有 7 個箭頭標示岩石循環過程，然而文字段落並沒有清楚對應說明四個概念和 7 個箭頭的關係。

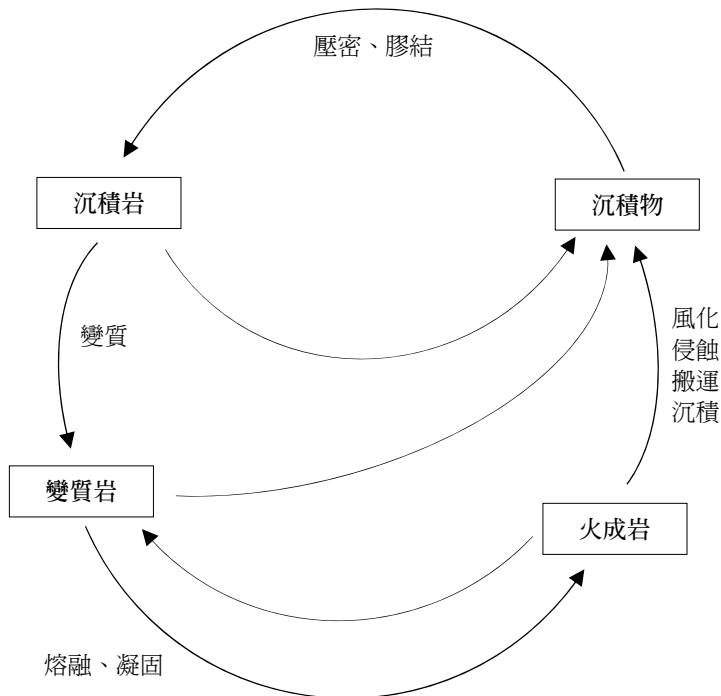


圖 3 岩石循環圖（F29）

資料來源：史家瑩（2009：8）。

二、施教課程

無論與書面課程符合程度如何，施教課程的產生都涉及一連串複雜因素，其中重要因素包括教師的思考、計畫和決定，代表教師經過思考判斷協調各方因素，找出對特定班級和教師最佳的方案（Glatthorn et al., 2012）。

整體而言（詳表 4），教師認為這個單元插圖對學生不太熟悉，較大問題是不夠清晰，還有若干插圖的品質與色彩不佳或插圖太小，無法適當呈現文字提到的岩石特徵。

本單元的岩石圖片共同特色就是很難區分特徵，除了是學生生活經驗外，圖片本身也不能彰顯岩石的差異，所以功能不彰，反而不如礦物照片拍攝得宜，特徵比較顯著，所以原則上最好藉助標本來教學，否則岩石圖片助益極小。（TJ-980911）

教師認為該單元插圖偏容易，有 17 張圖比較簡單，16 張圖中等難度，只有 1 張圖（F29）是困難的，而且課本並沒有完整呈現這個單元該具備的完整知識：

本單元教材內容失之過簡，沒有常用的地質時間表，F26、F27 的地質事件排序圖片過於簡單，但相信學生接受或理解這些圖片難度不算高。然而上述 F26、F27 確實是本章節最重要的核心概念之一。本單元受限於教科書編纂的要求，或是篇幅所限，並沒有完整呈現此單元該具備的完整知識，老師也必須做進一步整合歸納，才能有利教學及學生學習。（TJ-980919）

教師擁有學科專業背景及豐富先備經驗，往往認為國中教科書插圖偏簡單。然而，專家認為無關的認知負荷，對生手而言，卻可能是必要的認知負荷（Cook, 2006）。

表 4 教師評量國民中學自然與生活科技教科書插圖之檢核表

難度	易	F1、F2、F4、F5、F6、F7、F8、F9、F10、F13、F14、F15、F16、F19、F21、F30、F31	17	50.00%
	中	F3、F28、F11、F12、F17、F18、F20、F22、F23、F24、 F25 、 F26 、F27、F32、F33、F34	16	47.06%
	難	F29	1	2.94%
熟悉度	高	F1、F10、F16、F21	4	11.76%
	中	F3、F4、F5、F6、F7、F8、F28、F9、F12、F13、F14、F15、F18、F19、F20、 F25 、 F26 、F27、F30、F31、F33、F34	22	64.71%
	低	F2、F11、F17、F22、F23、F24、 F29 、F32	8	23.53%
插圖品質	良	F28、F19、F21、 F25 、 F26 、F27、F32、F33	8	23.53%
	中	F1、F2、F3、F4、F5、F6、F8、F10、F12、F13、F14、F16、F18、F20、 F29 、F30、F34	17	50.00%
	可	F9、F15、F22	3	8.82%
	劣	F7、F11、F17、F23、F24、F31	6	17.65%
插圖大小	適當	F1、F3、F4、F5、F6、F28、F11、F12、F13、F14、F15、F16、F17、F18、F19、F20、F21、F22、F23、F24、 F25 、 F26 、F27、F30、F32、F33、F34	27	79.41%
	太小	F2、F7、F8、F9、F10、 F29 、F31	7	20.59%
	太大		0	0.00%
插圖色彩	適當	F1、F3、F4、F5、F8、F28、F12、F13、F18、F19、F21、 F25 、 F26 、F27、 F29 、F32、F33、F34	18	52.94%
	不清晰	F2、F6、F7、F9、F10、F11、F14、F15、F16、F17、F20、F22、F23、F24、F30、F31	16	47.06%
	太鮮豔		0	0.00%
	太單調		0	0.00%
刪除此插圖影響	大	F1、F28、F9、F18、F21、 F25 、 F26 、F27、 F29 、F32、F33、F34	12	35.29%
	中	F2、F3、F4、F5、F6、F8、F11、F12、F13、F14、F15、F16、F17、F20、F22、F23、F24、F30、F31	19	55.88%
	小	F7、F10、F19	3	8.82%
	無		0	0.00%

(續)

表 4 教師評量國民中學自然與生活科技教科書插圖之檢核表（續）

您會花時間講解這張插圖嗎？	詳細	F11、F18、F21、F23、 F25 、 F26 、F27、 F29 、F31、F33、F34	11	32.35%
	粗略	F1、F2、F3、F4、F5、F6、F7、F8、F28、F9、F10、F12、F13、F14、F15、F16、F17、F19、F20、F22、F24、F30、F32	23	67.65%
	不會		0	0.00%

註：分析單元為 98 學年度翰林版地球科學進階本國三上學期第一章「地表作用與岩石之美」，共 34 張圖，岩石和地表寫實照片占 84%，另有 F25、F26、F27、F29、F34 為彩色繪圖，F33 為黑白線畫。

教師認為 F29 較困難，學生不熟悉，他會詳細講解，刪除的影響較大，插圖的品質中等，色彩適當，但是他希望插圖能夠再放大；課堂觀察和相關教學日誌如下：

岩石循環，事實上這三大岩類，彼此之間會變來變去喔，比如說沉積物變成沉積岩，埋在地底下或火成岩埋在地底下，會造成變質岩，變質岩會被風化變成一些屑屑顆粒，變成沉積物之後，又變成沉積岩，所以這三大岩類基本上是可以透過自然界的循環，然後反覆的出現。
(OF29-980911)

三大岩類重要性及難度比礦物要來得大……至於岩石循環圖倒還不錯，如果能放大些尤佳。因為牽動到後續單元教學，所以會多所著墨，陳述多一點，甚至超出課本所提及的內容。(TJ-980911)

雖然教師對 F29 的講解精簡扼要地幫學生解說四個概念和箭頭演變的關係，減輕學生圖文對照的負荷，但由於實際教學時間並不長，學生對 F29 並沒有特別反應和印象，不覺得困難，也沒有特別興趣和生活連結，沒有感受教師花比較多時間講解這個圖。就此差異訪談教師，其表示岩石循環以後高中會再上，而這個插圖出現的風化、侵蝕等地質作用，都是在之後課文才開始說明。

岩石循環，應該這麼講，我不覺得是國中重點，它常有補充資料，有的很重要是會考的，可是有的又真的是補充資料。(IT-990422)

教師覺得教科書插圖安排不適當，雖然隱含一些重要概念，但是沒有與內文連貫及承接。

插圖沒辦法跟內文順理成章的接過去，只好用補充教材去寫，有些補充教材可能有一些核心概念的部分，因為教科書不像參考書第一點、第二點……連不上去的就丟到補充教材裡面……。(IT-990422)

換言之，教師覺得教材組織缺乏連貫性與統整性而增加學習難度。這種安排可能使學生缺乏相關先備知識去理解插圖，而且圖文內容不一致，也可能讓學生自行閱讀時花費更多的心智資源，來比對和檢索圖文的相同或差異。

限於上課時間有限而課本插圖眾多，教師對多數照片只有粗略講解，而把教學時間花在詳細講解占課本少數的繪圖（詳表 4），以減少這種抽象插圖對學生學習的難度。教師上課詳細講解的插圖，即使不是教師認為困難的插圖，也多半會讓學生印象比較深刻。例如：F26 插圖要素互動性高，學生需注意每個個別要素，再理解其互動。如同 Mayer（2004）所言：透過教師口頭解說並理解插圖，可避免文字與插圖競爭視覺工作記憶，減輕認知負荷。

雖然 F26 不是學生可親眼所見，與生活經驗沒什麼關係，但是學生訪談顯示教師的講解讓他們對這個圖印象深刻。表 4 顯示教師會詳細講述 F26，但判定難度只有中等，教學日誌認為「F26 重要但圖片卻過於簡單」（TJ-980919）。後續針對學生回應訪談教師，他的省思如下：

F26 大概是有思考難度的，上課老師會花時間講述，也就是說，我們本來就會幫學生聚焦，花時間講提醒他們；我在講這個圖，我會講得比較複雜，我會利用一些板書去引導他們，去做這些思考推理，在教這個單元的時候，我覺得教科書這個圖是不足的。(IT-990422)

教師的教學指導可以幫助學生主動建構對概念的理解 (Cook, 2008)；然而個案教師感受到學生解讀插圖的困難時，如同汪曼穎與王林宇 (2006) 所言，傾向加上一些要素，以各種更複雜方式補充與講解，而不是澄清插圖的各種象徵符號和其中意義不明確的地方，或是教導學生讀取與運用插圖的能力。教室觀察顯示：如同一般國中課堂常見景象，教師傾向大班教學講授，較少運用「個別化原則」因應不同程度學生個別需求。教師認真地想要教很多內容給學生，無暇顧及學生內在圖文處理的認知過程和認知負荷，常以為教很多遍或考很多遍學生就應該會。正如 Sanchez (2009) 所言，教師常誤以為學生能自動理解插圖，事實上學生未必具備插圖思考、解釋與理解的先備經驗。

三、施測課程

本研究分析個案班級 98 學年度第一學期第一次自然段考成績，該單元占整份考卷 30%，共 15 題封閉型單選題，題目難度 (P) 與鑑別度 (D) 如表 5。

整體試題偏向容易，因為沒有 F26 及 F29 概念相關試題，故以學生答錯最多的第 50 題 (如圖 4) 進行分析。該題是線條繪圖，難度 0.61，鑑別度 0.33。該題是 F25 和課本補充資料的概念。表 4 顯示教師認為 F25 插圖品質良好，插圖大小與色彩也適當，難度為中等，教師會詳細講解，有重要性不應刪除。針對較多學生答錯第 50 題的情況訪談教師，他說：

表 5 自然段考地球科學試題難度與鑑別度

題號	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50*
P	0.67	0.94	0.78	0.89	1.00	0.94	1.00	0.89	0.78	0.94	0.89	0.78	1.00	1.00	0.61
D	0.22	0.11	0.44	0.22	0.00	0.11	0.00	0.22	0.44	0.11	0.22	0.00	0.00	0.00	0.33

註： $P = \frac{P_H + P_L}{2}$ ； $D = P_H - P_L$ ； P_H ：高分組答對百分比、 P_L ：低分組答對百分比。

這是比較偏複雜的圖片，嚴格上這個題目考不只一次，它考的無非就是流水會把高的地方挖去補低的地方，在壩體的下面挖洞的，它就會把上游的砂石掏空來補這個洞，所以會影響這個洞上游的壩體，……。

(IT-990422)

學生表示 F25 幫助他們加強圖文對照，理解課文的內容和加強印象。QH6：「侵蝕基準與河流剖面圖讓我對最終侵蝕基準面和暫時侵蝕基準面印象深刻」；QH7：「圖文對照可以明白河流的最終侵蝕」；QH8：「課文中的暫時侵蝕基準面，都必須看圖片示意，才能明白其中道理」；QH9：「圖片清楚，對照文字可以讓人了解兩個侵蝕基準面的差異」。

然而，他們加強印象的是插圖標題與標示和正文「侵蝕基準面」的概念，而非考題「河道平衡」的概念，後者只放在補充教材的文字框；此外，兩個插圖主要文字不同，F25 是「侵蝕基準面」，第 50 題是「山脈、水庫、人工壩、海平面」，索引參照不一致。從認知處理過程來看，課本和試題圖文訊息的參照連結不一致，可能會使學生概念不清楚而答錯 (Bowen & Roth, 2005; Paivio, 1986)。

個別來看，第 50 題學生需連結課本文字與 F25，統整文字表徵與插圖表徵 (Moreno & Mayer, 2000)，把課本彩色概念示意圖轉換為色彩和空間感截然不同的黑白線畫。整體而言，課本多為具體寫實的彩色照片，但是學習評量可能因為印刷成本，大都以黑白線條繪畫為主。低分

第 50 題：若在 A、B 兩處分別挖取砂石，則何處較易危及人工壩體的壩體安全？

(A) A 處 (B) B 處

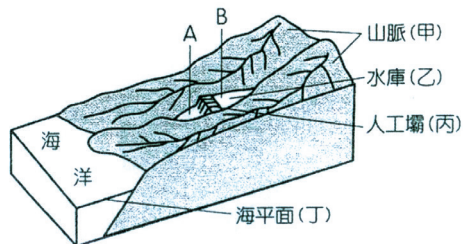


圖 4 考卷第 50 題圖文

組學生喜歡課本具體彩色照片，但卻難以轉換和正確回答學習評量中抽象的黑白線畫試題。如同 Cook (2006) 所言：新手常依賴一種熟悉或簡單的表徵，不會運用多重表徵和轉換不同表徵，即使他們嘗試去連結不同表徵，也常只注意到表面特質的連結，不會注意到潛在的相關特質。

四、經驗課程

國中學生在國三才開始學習地球科學，地球科學有許多概念規模太大，無法透過直接知覺來獲得 (Subramaniam & Padalkar, 2009)，個案教師也認為這個單元許多插圖是學生不熟悉的 (詳表 4)。當學生無法透過直接經驗獲得地球科學的抽象概念，插圖就成為他們理解的重要工具。QH5：「配合著課本的圖片較能理解」；QL4：「配合實際資料和圖片，能更快速理解課文」。

本單元 84% 插圖是照片，大量美麗的彩色風景照片 (例如：F24 和 F32) 有助吸引學生學習動機。QL4：「平常看不到的自然景觀較能引起興趣，簡單且容易理解的圖會讓我更想學習」；QL6：「很美麗的景物照片」；QL7：「美、壯觀或是奇形怪狀的風景」。

然而，學生認為很多插圖都有重複，例如：「化石那些 (QH6)」，可以刪除。有些太常見而沒必要，例如：「圖 1-21 為鵝卵石，大家都看過了 (QL10)」，也可以刪除；這些插圖的冗餘效應反而增加學生的認知負荷。

學生感到困難的插圖集中在繪圖而非照片。多數學生覺得 F26 最困難，然而教師認為 F26 在插圖品質、大小和色彩都適切良好，難度和熟悉度中等，也有相當重要性並仔細講解。

F26 包含 6 個演變流程小圖，每個小圖各涵蓋侵蝕、風化、沉積，或是火山、地震及板塊運動等概念，光看插圖很難將這些新概念組合與統整，學生必須先個別處理 6 個小圖，這 6 個小圖又有順序性，理解相當複雜，內在認知負荷很大。學生認為 F26 涵蓋概念比較複雜，使其無

法分辨整體演變過程。QH2：「這個圖要透過邏輯思考，如果思考無法理解就很難解題」；QH3 及 QH10：「地層演變的先後順序相當複雜」；QL2 及 QL6：「容易不清楚地層演變的先後順序」。

此外，F26 和相關文字出現在正面、背面不同兩頁，不合乎 Mayer（2004）的「空間接近原則」，教室觀察發現教師講解 F26 時，學生必須不斷前後翻閱對照圖文（OF26-980919），增加外在認知負荷。課文並沒有逐一說明 6 個插圖，並且圖文內容不盡一致，對照困難，學生認知資源花在協調圖文訊息的搜尋與對照過程，產生「分散注意效應」（Sweller et al., 1998）。如同 Cook（2008）所言，對認知新手而言，高度互動的要素應該分開呈現，以降低工作記憶負荷，避免學生狹隘的知覺管道塞滿有待知覺緩衝的訊息，無法進行後續訊息處理歷程和連結先備知識，因而無法吸收教材（Mayer, 2001; Miller, 1956）。

雖然高、低分組學生都喜歡美麗的風景照片，但是只有高分組學生對困難插圖和抽象的概念示意圖（F25、F26 與 F27）有較高學習動機，想探究這些插圖背後的原理原則。QH8：「想了解岩脈是如何入侵、為何地型會崎嶇、板塊錯動」。低分組只對簡單寫實的照片有學習動機；教師的解釋是：「低分組就是很直截了當的圖片輸入，然後看到就是一個表徵的狀況，例如沙漠這樣」（IT-990422）。

從訊息處理歷程來看，本研究與相關研究對高、低分組學生的研究發現類似，高分組學生對插圖學習難度的判斷比較能掌握有用訊息（Schnotz, Picard, & Hron, 1993），多針對不熟悉的概念進行插圖閱讀，注意插圖細節和插圖中的文字，加強圖文對照和連結，對內在認知負荷的掌握也較精確。相對地，低分組學生的心智模式侷限於感官記憶，只看插圖表面特質，沒有想要進一步組織內在特質和整合不同表徵，詮釋插圖的深度意義（林玉雯等人，2010；張苑貞、辜玉旻，2011；劉嘉茹、侯依伶，2011；Cook, 2006; Kozma, 2003）。

伍、結論與建議

一、結論

本研究以認知心理學的訊息處理理論和認知負荷理論為理論架構，探討國中自然與生活科技教科書插圖設計，分析國中教師對這些插圖的評價和使用它們進行教學的轉化情形，以及學生對它們的感受和在學習評量的相關表現，結論如下：

- (一) 書面課程：課本照片能引發學生學習動機和興趣，但少數概念示意圖內在要素過多或互動過於複雜，圖文一致性或教材組織整合欠佳。

從書面課程而言，本單元有許多照片能引發學生學習動機和興趣，充實他們不熟悉的經驗，有助理解地球科學抽象概念；但是由於插圖太多，上課時間有限，教師教學將講解重點放在少數困難的概念示意圖，因此照片可補充教師講解不足。然而，從另一方面來看，對師生而言，不見得每張照片都有實質的教學功能，必要照片應該清楚呈現概念特質，不必要照片可以精簡，降低學生學習的外在認知負荷。少數概念示意圖因為涵蓋較多複雜概念，教科書設計者沒有仔細檢視插圖內在要素是否太多、太複雜、圖文一致性和教材組織整合性是否良好，也沒有仔細考量學生認知負荷和先備知識，從而影響後續教師教學和學生學習的轉化。

- (二) 施教課程：教師講解能彌補課本插圖訊息不完整或圖文不一致，對學生的經驗課程和施測課程有幫助，但缺乏指導學生主動解讀與運用插圖。

從施教課程而言，本個案教師有豐富地球科學教學經驗和專業背景，對教科書插圖也能一一講解，把插圖和文字都視為重要教學工具，

兼顧圖文雙軌學習，在有限時間幫助學生從眾多書面課程篩選重點。他對插圖的講解加深學生的印象，提升對學生對插圖的理解與學習表現，也能彌補原本課本有些插圖訊息不夠完整或圖文不一致。雖然教師講解對學生經驗課程和施測課程有幫助，但是問題出現在少數困難的概念示意圖，因為教師已精熟閱讀插圖技能，往往誤以為插圖是一種簡單的材料，學生只要看了就能自動理解，而忽略了要透過外在的教導與提供線索，讓學生發展讀取與運用插圖能力。

（三）施測課程：施測表現大致良好，但是圖文題往往需要圖文整合或不同類型插圖轉換才能解題，各課程類型的插圖形式和重點不一致可能影響施測表現。

從施測課程而言，大致上，這個單元書面課程概念明確，教師施教也能清楚傳達和補充書面課程不清楚之處，因此學生評量整體與個別題項表現還不錯。然而，施測課程與書面、施教和經驗課程不一致可能影響學生表現。教科書插圖大都以彩色寫實照片為主，但是學校評量多數是缺乏立體感的黑白線條繪圖，學生從書面課程到施測課程要多一層理解轉化。若干師生覺得重要或困難的插圖及其相關概念沒有出現在學習評量，顯示評量取材並沒有均衡涵蓋文字和插圖重點。學生回答評量圖文題往往需要圖文整合或不同類型插圖轉換才能解題；若是原本教科書概念示意圖的圖文整合不佳，或是教師講解沒有充分引導學生的圖文處理內在歷程，都可能影響學生的圖文題表現。

（四）經驗課程：教科書插圖能充實學生的經驗課程，但是學生對抽象複雜的插圖和課程設計者與教師認知不一定相同，在「各自解讀」的情況下，造成三方對不同課程類型認知與理解上的差距。

掌握學生的經驗課程可以知道他們對書面課程或施教課程的投入和滿意程度與意圖課程的符合程度（Erickson & Pinnegar, 2010）。本單元教科書充滿美麗的彩色照片，對於缺乏地球科學先備知識和具體知覺經

驗的國中生而言，有助吸引學習動機、興趣和情感投入，讓學生在無法親身經歷的情況下透過插圖了解地球科學的抽象概念。然而，學生處理抽象複雜的插圖時，容易和課程設計者與教師產生不同認知，學生不像教科書繪圖者瞭解教科書插圖的背景知識，也不見得具備教師視為理所當然的插圖閱讀策略；當概念示意圖設計沒有掌握插圖設計認知處理原則，教師沒有掌握學生處理複雜插圖的內在認知歷程，在「各自解讀」的情況下，容易造成三方對不同課程類型認知與理解上的差距。

綜合上述，本研究發現：從教科書書面課程、教師施教課程、學生施測課程到經驗課程相互影響；每一種課程類型都與其他課程類型有關聯，課程轉化正向發展；但是如果提升各種課程類型一致性，必須強化其系統性的轉化。本研究發現在轉化過程容易出現問題的是少數抽象的概念示意圖，然而它們對科學概念的學習又很重要，因為它們是解釋困難概念、深化認知處理的重要工具，可以呈現文字無法描述的複雜概念、多重關係和過程。概念示意圖不像照片可以表徵一目了然的表面特質，而需要學生更深層的內在認知處理歷程，應該妥善設計與教學，使其在不超過學生的認知負荷總量內提升其增生認知負荷。

二、建議

因此，針對它們在教科書編輯設計、教師教學和學生學習的部分提出以下建議：

- (一) 教科書編輯設計應一一檢視插圖是否符合認知心理學插圖設計原則，妥善因應學生認知處理歷程和教師教學歷程的轉化。

認知心理學已經提出許多插圖設計原理原則，可以供教科書編輯設計參考。以本研究的插圖為例，教科書編輯設計應該避免如 F26 包含過多要素，或同時呈現高度互動的要素，消除同時處理這些要素的負荷，管控學生認知的有限容量。圖文呈現的時間空間應緊鄰，特別是如 F26

較大型的插圖，要特別注意是否將圖文印在正反兩頁而造成分心效應。教科書也要確實檢視圖文整合，諸如 F26 和 F29 都會讓學生花費額外認知資源，比對處理圖文不同來源訊息的異同。教材組織應連結學生先備知識，引導其建立基模，順利進入更深度的認知處理歷程；避免如 F29 出現學生尚未具備的先備知識；F29 具有重要性，不應放在補充教材，而應該重新編寫使其統整在正文並加上明確標題。

(二) 教師應重視學生圖文學習可能產生的困難，發展統整圖文雙軌的教學策略，指導學生主動解讀與運用圖文。

本個案中教師並沒有察覺學生圖文學習的困難，在講解學生覺得困難的 F26 時，沒有一一引導學生解讀各個小圖的內容和關係或對照圖文，還覺得它太簡單，而加上更複雜的補充講解。因此，教師應該重視學生圖文學習可能產生的困難，也要因應學生的先備經驗、圖文處理過程和學習能力的不同，給予不同指導，提供適當解題範例，協助學生發展圖文解題策略。此外，教師應該加強學習評量的圖文題與課本圖文內容的關連，避免如 F26 和 F29 的概念沒有出現在評量，或是 F25 雖然在課本中具有圖文一致性，但是在評量中卻用類似這個圖去測量補充教材的其他概念。

(三) 學生應該將插圖視為重要的學習工具，發展圖文學習策略，掌控圖文認知處理的內在歷程。

學生的圖文解讀不是被動接受而必須主動處理，教師宜指導學生掌握自我內在的圖文訊息處理歷程，發展圖文選擇、組織和整合的方法與策略；特別是低分組學生往往偏向日常經驗直覺，缺乏先備經驗，圖文對應不佳，比較不會搜尋和插圖適配的文字，需要教師更多的學習指導和提供更多練習機會。當學習複雜的概念示意圖時，像是 F25、F26 及 F29，應該先檢視插圖中包含的要素，再分析它們的關係，連結相關文字，結合先備經驗以建立統整的基模。

最後提出對未來研究的建議，本研究採自然主義蒐集教學現場資料，推論範圍限於個案本身，建議未來可根據教科書插圖設計、教學與學習的原則，發展具體的評鑑指標，擴大樣本，對各層面課程進行評鑑，比較分析其課程轉化情形。

參考文獻

- 史家瑩（主編）（2009）。國民中學地球科學進階版。臺南市：翰林。
- 汪曼穎、王林宇（2006）。注意力分配對圖像登錄之影響及其在教學上的應用方向。*教育心理學報*，**38**（1），67-83。
- 周珮儀（2003）。教科書研究的現況分析與趨勢展望。載於中華民國課程與教學學會（主編），*教科書之選擇與評鑑*（頁 178-207）。高雄市：復文。
- 周珮儀（2005）。我國教科書研究的分析：1979-2004。*課程與教學季刊*，**8**（4），91-116。
- 林玉雯、黃台珠、劉嘉茹（2010）。課室學習專注力之研究——量表發展與分析應用。*科學教育學刊*，**18**（2），107-129。
- 胡幼慧（2008）。質性研究：理論、方法及本土女性研究實例。臺北市：巨流。
- 張芬芬、陳麗華、楊國揚（2010）。臺灣九年一貫課程轉化之議題與因應。*教科書研究*，**3**（1），1-40。
- 張苑真、辜玉旻（2011）。國小高、低閱讀能力學童圖文閱讀的理解策略。*臺北市立教育大學學報*，**42**（2），93-122。
- 陳烜之（2006）。*認知心理學*。臺北市：五南。
- 劉嘉茹、侯依伶（2011）。以眼動追蹤技術探討先備知識對科學圖形理解的影響。*教育心理學報*，**43**，24-46。
- Amettler, J., & Pinto, R. (2002). Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, *24*(3), 285-312.
- Bannert, M. (2002). Managing cognitive load: Recent trends in cognitive load theory. *Learning and Instruction*, *12*, 139-146.
- Bowen, G. M., & Roth, W.-M. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(10), 1063-1088.
- Candler, P., & Swell, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, *8*(4), 293-332.
- Canham, M., & Hegarty, M. (2010). Effects of knowledge and display design on

- comprehension of complex graphics. *Learning and Instruction*, 20, 155-166.
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Swell, J. (2006). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90(6), 1073-1091.
- Cook, M. P. (2008). Students' comprehension of science concepts depicted in textbook illustrations. *Electronic Journal of Science Education*, 12(1), 39-54.
- DeLeeuw, K. E., & Mayer, R. E. (2008). A comparison of three measures of cognitive load: Evidence for separable measures of intrinsic, extraneous, and germane load. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 223-234.
- Eisner, E. W. (1991). *The enlightened eye: Qualitative inquiry and the educational practice*. New York, NY: Macmillan.
- English, F. W. (2000). *Deciding what to teach and test: Developing, aligning, and auditing the curriculum*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- English, F. W., & Larson, R. L. (1996). *Curriculum management for educational and social service organizations* (2nd ed.). Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Erickson, L., & Pinnegar, S. (2010). Experienced curriculum. In C. Kridel (Ed.), *Encyclopedia of curriculum studies* (pp. 362-363). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Glatthorn, A. A., Boschee, F., Whitehead, B. M., & Boschee, B. F. (2012). *Curriculum leadership: Strategies for development and implementation* (3rd ed.). Los Angeles, CA: SAGE.
- Glesne, C. (1999). *Becoming qualitative researchers: An introduction* (2nd ed.). New York, NY: Longman.
- Goodlad, J. I., & Associates. (1979). *Curriculum inquiry*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Hannus, H., & Hyönä, J. (1999). Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low-and high-ability children. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 95-123.
- Johnsen, E. B. (1993). *Textbooks in the kaleidoscope: A critical survey of literature and research on educational texts* (L. Sivesind, Trans.). Oslo, Norway: Scandinavian University Press. (Original work published 1993)
- Kozma, R. B. (2003). Technology and classroom practices: An international study. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(1), 1-14.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lee, V. R. (2010). Adaptations and continuities in the use and design of visual representations in US middle school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1099-1126.
- Lowe, R. (1989). *Scientific diagrams: How well can students read them? What research says to the science and mathematics teacher* (Vol. 3). Perth, Australia: Key Centre for School Science and Mathematics, Curtin University of Technology.
- Lynch, M., & Woolgar, S. (1990). *Representation in scientific practice*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Macdonald-Ross, M. (1979). Scientific diagrams and the generation of plausible hypotheses: An essay in the history of ideas. *Instructional Science*, 8, 223-234.
- Marcus, N., Cooper, M., & Sweller, J. (1996). Understanding instructions. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 49-63.
- Mayer, R. E. (1993). Commentary comprehension of graphics in texts: An overview. *Learning and Instruction*, 3, 239-245.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2004). Designing multimedia technology that supports human learning. In M. Rabinowitz, F. C. Blumberg, & F. T. Everson (Eds.), *The design of instruction and evaluation: Affordances of using media and technology* (pp. 33-49). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mayer, R. E., Steinhoff, K., Bower, G., & Mars, R. (1995). A generative theory of textbook design: Using annotated illustration to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development*, 43(1), 31-43.
- Mikk, J. (2000). *Textbook: Research and writing*. Frankfurt am Main, Germany: Peter Lang.
- Miller, G. A. (1956). The magic number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000). Engaging students in active learning: The case for personalized multimedia messages. *Journal of Educational Psychology*, 92(4), 724-733.
- Ollerenshaw, A., Aidman, E., & Kidd, G. (1997). Is an illustration always worth ten thousand words? Effects of prior knowledge, learning style and multimedia illustrations on text comprehension. *International Journal of Instructional Media*, 24(3), 227-238.
- Paivio, A. (1986). *Mental representation: A dual coding approach*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Pozzer, L. L., & Roth, W. M. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089-1114.
- Ritchie, J., & Lewis, J. (2003). *Qualitative research practice: A guide for social science students and researchers*. London, UK: SAGE.
- Roth, W. M., Pozzer-Ardenghi, L., & Han, J. Y. (2005). *Critical graphicacy: Understanding visual representation practices in school science*. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Sanchez, E. (2009). Innovative teaching/learning with geotechnologies in secondary education. In A. Tatnall & A. Jones (Eds.), *Education and technology for a better world* (pp. 65-74). Boston, MA: Springer.
- Schnotz, W., Picard, E., & Hron, A. (1993). How do successful and unsuccessful learners use texts and graphics? *Learning and Instruction*, 3, 181-199.
- Stull, A. T., & Mayer, R. E. (2007). Learning by doing versus learning by viewing: Three experimental comparisons of learner-generated versus author-provided graphic organizers. *Journal of Educational Psychology*, 99(4), 808-820.

- Subramaniam, K., & Padalkar, S. (2009). Visualisation and reasoning in explaining the phase of the moon. *International Journal of Science Education*, 31(3), 395-417.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251- 296.
- Weinbrenner, P. (1992). Methodologies of textbook analysis used to date. In H. Bourdillon (Ed.), *History and social studies-methodologies of textbook analysis* (pp. 21-34). Berwyn, PA: Swets & Zeitlinger.

教科書評論

評析電子教科書對教與學的影響

王姿陵、曾議寬、邱美燕

壹、前言

隨著時代的演變與科技的發展，教科書的性質正在改變，從傳統的紙本教科書逐漸演變為電子教科書。電子教科書是具有數位或電子形式的教科書，而且電子教科書已經完全由紙本教科書複製成電子形式的教科書，並演變成更具互動性和客製化的學習資源 (Cuillier & Dewland, 2014)。由於行動科技的進步，電子書閱讀器的推出如 Amazon Kindle 和 Apple iPad，使得電子教科書可以隨時隨地被下載，比被下載在電腦的電子教科書更具可攜性和便利性，增加了電子教科書的吸引力，也使得普遍使用電子教科書變成可行 (Chesser, 2011; Kim & Jung, 2010)。電子教科書在許多國家引起很大的關注，因為他們預期當電子教科書取代傳統紙本教科書，可以讓學生擺脫沉重的書包、降低教科書的製造價格、提供動態和互動的書籍 (Kim & Jung, 2010; Maynard & Cheyne, 2005)。在臺灣，教育部在 2009 年已經推動電子書包教學應用的實驗計畫，以評估電子書包是否能有效融入實務教學 (吳清基, 2011)。其他國家如美國、加拿大、南韓和日本也已經著手進行廣泛使用電子教科書的計畫 (徐新逸、賴婷鈴, 2013; Kim & Jung, 2010; Mardis & Everhart, 2011; Salpeter, 2009)。近年來，由於較新的科技應用在教室教學中，使得電子教科書變

王姿陵，國立新竹教育大學數理教育研究所副教授，E-mail: twang@mail.nhcue.edu.tw

曾議寬，國立中央大學統計研究所副教授

邱美燕，苗栗縣新南國民小學教師

得更受歡迎，電子教科書變成愈來愈重要的教學實務應用（Chesser, 2011; Williams & Dittmer, 2009）。許多學者指出，電子教科書已經被預見會在不久的將來成為教與學工具的首選和普遍的選擇。雖然電子教科書前景看好，但伴隨電子教科書產生的問題和議題必須被釐清和處理（Lee, Messom, & Yau, 2013）。也有學者呼籲，在廣泛使用電子教科書前需要更多研究以瞭解使用電子教科書對教與學的影響（Connell, Bayliss, & Farmer, 2012; Kim & Jung, 2010; Woody, Daniel, & Baker, 2010）。

本文目的在以相關文獻為基礎，透過回顧和評論以揭開電子教科書對教與學的影響，並綜合探討結果以作為未來電子教科書發展方向和教學應用的參考。在本文中，首先簡介電子教科書的定義、形式、功能和優、缺點。其次，對國、內外電子教科書相關研究進行文獻回顧和評論，而文獻聚焦在下列六個議題：一、教師使用電子教科書的知覺、接受度、影響使用意願的因素；二、學生使用電子教科書的知覺、接受度或影響使用意願的因素；三、學生年紀和電子教科書；四、學生性別和電子教科書；五、電子教科書對學生學習的影響；六、電子教科書對不同能力或不同成就學生學習的影響。最後，本文將綜合歸納重要研究發現並提出建議。

貳、簡介電子教科書

一、電子教科書的定義

關於電子教科書一詞，不同學者可能給予不同的定義。有學者定義電子教科書為書的內容以電子形式呈現（Hawkins, 2000）；也有學者定義電子教科書是電子出版的教育教材以便利教與學（Maynard & Cheyne, 2005）；另有學者定義電子教科書為教科書以數位或電子形式呈現，電子教科書的內容可以在各式各樣的載具或電子書平臺閱讀（Lau, 2008）。近來有學者認為廣義的電子教科書就是數位化的學習資源，可以取代教科

書的功能（徐新逸、賴婷鈴，2013）。總而言之，電子教科書意指教科書以數位或電子形式呈現。電子教科書的內容可以在桌上型電腦、筆記型電腦、智慧手機、電子書專用閱讀器（例如：Amazon Kindle）、經由網頁瀏覽器或電子書平臺（例如：ebrary）閱讀。電子教科書（electronic textbooks）有時叫做網路教科書（web-textbooks）、線上教科書（online textbooks）或數位教科書（digital textbooks）。

二、電子教科書的形式和功能

根據不同的儲存格式和載具，電子教科書的形式可以分為定式電子教科書（page-fidelity e-textbooks）和流式電子教科書（reflowable e-textbooks）（Chesser, 2011）。

（一）定式電子教科書

定式電子教科書的內容儲存格式主要為 pdf 檔，這種形式的電子教科書只是傳統紙本教科書的掃描圖檔，載具只要備有 pdf 格式的閱讀程式即可。pdf 格式是相當普遍的文件儲存格式，可翻頁使用，但沒有動態媒體、沒有網站超連結效果、不能處理字體和圖像。教師在教室使用這種電子教科書常搭配電子白板，電子白板可提供畫線、做筆記以及再編輯等功能。這種電子教科書內容功能性變化不大，對教師和學生而言，只是使用教科書的閱讀媒介，由紙本轉換到螢幕上。

（二）流式電子教科書

流式電子教科書的內容儲存格式為 html 或 xml 格式。這種形式的電子教科書在桌上型電腦、筆記型電腦、平板電腦和智慧手機大都可以使用。由於使用 html 或 xml 格式，這種電子教科書在編輯上更有彈性，能增刪內容、也能在書中的文字圖片上加入多媒體如影片、還能連結網站和學習社群並允許使用者修改版面編排如調整斷行和頁面的寬度，以適

合不同裝置的螢幕大小。這種形式的電子教科書含動態多媒體、可彈性編修、具互動功能和傳統紙本教科書的形式大為不同。

電子書的重要功能包含：(1) 設備實體功能，如閱讀器和螢幕；(2) 輔助閱讀教材內容功能，具搜尋和導航工具；(3) 增強功能，包含內建超連結和多媒體；(4) 脈絡功能，可連結到其他電子內容和內文搜尋能力；(5) 所有權功能，允許註釋、列印和分享 (Ball, 2005)。另外，電子教科書可以提供額外的功能：(6) 評量功能，包含練習和考試；(7) 概述學生進步功能，經由紀錄資料和資料採礦；(8) 編輯功能，教學者可以調整教材或增加自己的學習單；(9) 同時並行註冊功能，群組學生和教師可以同時在相同環境工作 (Porter, 2010)。

三、電子教科書的優點和缺點

和傳統的紙本教科書比較，文獻已經指出電子教科書有很多優點 (Lee et al., 2013; Lyman, 2008; Martin, 2012; Porter, 2010)，然而文獻也已經指出電子教科書仍有許多缺點有待解決 (Brown, 2012; Martin, 2012; Porter, 2010)。綜合上述相關文獻，電子教科書的優點和缺點整理如表 1。

參、電子教科書對教與學的影響

一、教師使用電子教科書的知覺、接受度或影響使用意願的因素

國內、外有一系列研究使用問卷調查法以瞭解教師使用電子教科書的知覺、接受度或影響使用意願的因素。關於這類議題的研究，國內多以中、小學階段的教師為研究對象，國外則多以高等教育階段的教師為研究對象。

表 1 電子教科書的優點和缺點

優點	缺點
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 結合多媒體，例如影片、動畫和教育遊戲，吸引學生興趣。 ✓ 允許教師根據學生的學習風格、區域、語言或技能熟練程度發展客製化教學。 ✓ 學生不用背沉重的書包到校。 ✓ 方便備份。 ✓ 快速更新和取得最新內容。 ✓ 方便攜帶。 ✓ 較低價格。 ✓ 可輔助視覺障礙者閱讀。 ✓ 可在線上或移動的設備使用。 ✓ 具有書籤、註解、搜尋、複製、貼上、超連結和互動的功能。 ✓ 可隨時隨地使用。 ✓ 對環境有益。 ✓ 提供測驗和互動學習活動。 ✓ 可加入評估、分析學生登錄及使用的功用。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 較難使用。 ✓ 太多硬體和軟體的技術限制。 ✓ 難以在螢幕上閱讀。 ✓ 受限於學生使用的知識、搜尋的技巧及電腦操作能力。 ✓ 受限於使用的平臺。 ✓ 使用期限及不可轉讓的限制。 ✓ 眼睛疲勞。 ✓ 缺乏可用的電子教科書。 ✓ 檔案文件格式不一致。

許多研究結果顯示知覺有用性和知覺易用性是影響教師使用電子教科書意願的因素（毛鳳敏，2010；吳沛憶，2013；施玉青，2012；Kim, Choi, & Kim, 2012），由此可以看出發展多元、豐富、實用的數位教學資源以及設計友善易操作和方便使用的介面會是未來電子教科書出版業者和軟、硬體製造商需要密切合作和正視的課題。

小學階段的教師對使用電子教科書有高的滿意度（李慧玲，2013），而高等教育階段的教師對電子教科書的接受度較低（Brown, 2013）。推測造成小學階段教師對電子教科書有高滿意度的可能原因為教育部於2001年起推動中、小學資訊科技融入各科教學並建置學校資訊環境，教科書出版業者為能因應教學現場需求，積極發展數位教學資源。當今，隨著科技日新月異，逐年累積的數位教學資源愈來愈貼近教學現場需求，也提供更加完備的教學支援體系，因此小學階段教師對使用電子教

科書有高滿意度。另外，因為小學階段教師長期在 e 化學習環境使用數位教學資源，會較習慣應用數位教學資源於教學實務，反觀大學階段教師並沒有資訊科技融入教學相關政策的推動，致使大學階段教師仍較習慣使用紙本教科書而對電子教科書的接受度較低。由此可以看出，政府、學校、產業各方面應密切合作，才能有利電子教科書的發展和推廣。

二、學生使用電子教科書的知覺、接受度或影響使用意願的因素

國內、外也有許多研究在探討學生使用電子教科書的知覺、接受度或影響使用意願的因素，且多以高等教育階段的學生為研究對象。這類議題的研究多數使用問卷調查法。

研究結果顯示大學生不滿意目前電子教科書的形式 (Brown, 2012)；而且大學生喜愛使用紙本教科書勝過使用電子教科書，多數大學生不認為電子教科書可以幫助他們學得更好 (Cuillier & Dewland, 2014)。大學生和研究生不喜歡使用電子教科書的原因包含缺乏瞭解、不知道如何取得電子教科書、眼睛疲勞、閱讀困難、學生通常不會從頭到尾閱讀電子書教科書 (de Oliveira, 2012)。若深入探究，則會發現電子教科書的知覺有用性、知覺便利性、知覺相容性及知覺趣味性是影響大學生和研究生使用電子教科書的因素 (Lai & Ulhas, 2012)。綜觀上述研究結果，高等教育階段的學生喜愛使用紙本教科書勝過使用電子教科書，而且對使用電子教科書多呈現負面反應，未來在高等教育階段推行電子教科書可能面臨的問題與挑戰，例如數位媒材是否方便下載、學生資訊能力是否足夠、學生的視力健康是否受到影響、軟硬體支援是否足夠、是否熟悉閱讀載具的使用、介面是否方便使用等。日後政府與產業應密切合作，追蹤學生使用電子教科書的正、反意見以作為未來數位教材發展方向的參考。

三、學生年紀和電子教科書

綜合歸納國內外相關研究結果顯示學生使用電子教科書的經驗或滿意度和年紀有關（何金燕，2012；Ayala, 2014; Baek & Monaghan, 2013）；年輕學生較能接受使用電子教科書或對使用電子教科書的滿意度較高，而年紀大學生較不喜歡使用電子教科書（何金燕，2012；Lau, 2008）。關於中小學年輕學生對於使用電子教科書有較正向反應的可能原因之一為隨著資訊科技的快速發展，臺灣數位出版業者長期投入在數位出版，多年來已經累積豐富多元的數位內容，尤其是中、小學的數位教學資源內容包羅萬象，包含文字、圖片、簡報、聲音、影片、動畫、網站等各種多媒體。由於電子教科書聲光動畫音效兼具，中、小學生容易對數位教材的活潑生動、互動性產生興趣，也會覺得課程生動有趣。另一可能原因為資訊科技快速發展、網際網路普及，人們閱讀習慣和學習方式產生很大的改變。而且不同年齡的族群生活習慣不同，使用資訊的方式也有差異。電子化閱讀是逐步養成的，這對年紀大的族群是件不容易的事，因他們主要閱讀習慣是以平面媒體（紙本）為主；然而對年紀輕的族群，因自小接觸電腦、電子化媒體，而且電子化媒體廣受他們的歡迎（李宏麟，2000）。又由於年輕學生較容易接受新科技的學習方式，也較容易改變學習習慣，因此電子教科書較容易受年輕學生的接受和喜愛。從使用者的接受度來看，未來較可能在中、小學階段推動和普及電子教科書。而要改變年齡較大學生的閱讀習慣和學習方式需要時間，因此電子教科書要大幅度取代紙本教科書仍需要一段時間。

四、學生性別和電子教科書

國內、外許多研究結果顯示學生對於選擇使用電子教科書或傳統紙本教科書沒有性別差異（何金燕，2012；Chulkov & VanAlstine, 2013; Johnson, 2013; Shepperd, Grace, & Koch, 2008; Woody et al., 2010）。關於男

女學生對教科書形式的選擇沒有差異，可能原因之一為受到歐美婦女運動思潮的影響，性別平等教育的議題在臺灣也漸漸受到重視。兩性平等教育的理念，是希望透過教育的歷程和方法，使男女都能站在公平的立足點上發展自身潛能。性別平等教育的推動，在學校方面建構兩性平等的學校文化與環境；在課程方面將性別平等教育的理念落實於各領域教學中；在教科書方面修正教科書中的性別偏見、編選具有兩性平等的教材。臺灣兩性學生在學率指標明顯不同於日本、韓國呈現男性高於女性的趨勢，而較接近歐美國家的趨勢呈現女性處於較優勢地位。臺灣女性平等的受教權已獲得重視和保障，逐步落實男女受教機會均等。另一可能原因為資訊科技快速發展，使網際網路普及到每個人的日常生活中，由於很多歐美國家和臺灣不遺餘力努力在縮短女性數位落差，替女性族群制訂相關政策、建立基礎系統和提供教育，以使兩性能公平取得資訊和平等參與通訊媒介。近年來，男女兩性在網路使用率或資訊使用率已逐漸趨於相同。由以上分析可知，日後電子教科書學習應該普及兩性學生，男女學生之間不應該有落差。

五、電子教科書對學生學習的影響

有相當多研究採用準實驗設計以比較電子教科書和傳統紙本教科書對學生學習的影響。這個議題的相關研究涵蓋不同的教育階段（小學到高等教育）和不同的教學科目（如：自然、社會、英文、國文、數學等）。近年來，這個議題似乎特別受到臺灣學者的關注並且進行一系列的研究，大多以中小學階段的學生為研究對象；反觀，國外這方面的研究較少，而且大多以高等教育階段的學生為研究對象。

綜合歸納國內、外相關研究結果顯示使用電子教科書的學生在學習成就（李明賜，2010；邱婉琪，2013；洪秀芳，2013；陳世杰，2009；黃淑貞，2014；楊美雲，2014；劉惠婷，2011；蕭如玲，2010；蕭昱綺，2012；蘇勇誠，2013；Maynard & Cheyne, 2005; Oman, 2013）、學習保留

(李明賜, 2010; 陳世杰, 2009; 蕭如玲, 2010; 蘇勇誠, 2013)、學習態度(邱婉琪, 2013; 劉惠婷, 2011; 蕭如玲, 2010)和學習動機(蘇勇誠, 2013)優於使用傳統紙本教科書的學生。發展電子教科書的目的,除了能減輕學生書包的重量、減低書價、支持環保等,更重要的是提升學習效能和學習興趣。整體而言,電子教科書對臺灣中、小學階段的學生在學習成就、學習保留、學習態度和學習動機是有效的學習工具。因此,可預見在中小學階段推廣和普及電子教科書應用是未來的趨勢。

六、電子教科書對不同能力或不同成就學生學習的影響

有許多學者開始關注個人特質(不同能力、不同成就)在數位化教學環境所扮演的角色,部分學者著重在探討電子教科書對不同能力或不同成就學生學習的影響;另有少數學者著重在探討電子教科書對低成就學生的補救教學成效。國內、外進行這類議題的研究,大多以中、小學階段學生為研究對象。部分研究結果顯示電子教科書比傳統紙本教科書更有助低能力或低成就學生的學習成就(李明賜, 2010; 高佩君, 2011; 陳世杰, 2009; Wu, Chen, & Tzeng, 2014)和學習保留(李明賜, 2010; 陳世杰, 2009);也有研究結果顯示電子教科書部分特質有助高成就學生的知識獲得,而其他特質有助低成就學生的知識獲得(Luik & Mikk, 2008)。整體而言,電子教科書有助臺灣中、小學階段低能力或低成就學生的學習成就和學習保留。另外,值得注意的是 Luik 與 Mikk (2008) 的研究結果顯示,不同成就學生可受惠於電子教科書的不同特質。教室裡的學生是多元的、異質性的,他們在能力、成就、程度、認知發展、興趣、經驗、文化等方面都具有許多差異,教師應提供最大的學習機會給所有學生,讓具有不同特質和不同需求的學生都能有機會學習和成功。而資訊科技發展快速,電子教科書便可提供具豐富多媒體的數位教材、容易操作和方便使用的介面功能,有助教師在電子教科書中輕易調整和剪裁內容,以配合不同能力和不同成就學生的需要,提供個別化或客製

化的數位教材，兼顧學生的學習差異與學習效果。由上述分析可預測開發客製化數位教材應是未來電子教科書發展方向，未來教師可以根據學生的個別學習差異，調整或重組電子教科書的數位教學資源以提供客製化數位教材、進行適性教學或補救教學。

肆、結論與建議

一、結論

本文以相關文獻為基礎，透過回顧和評論以揭開電子教科書對教與學的影響，並綜合探討結果有下列六項重要發現。

1.知覺有用性和知覺易用性是影響教師使用電子教科書意願的因素；小學階段教師對使用電子教科書有高的滿意度，而高等教育階段教師對電子教科書的接受度較低。

2.知覺有用性、知覺便利性、知覺相容性及知覺趣味性是影響高等教育階段學生使用電子教科書的因素；高等教育階段學生喜愛使用紙本教科書勝過使用電子教科書，而且對使用電子教科書呈現許多負面反應。

3.學生使用電子教科書的經驗或滿意度和年紀有關；中、小學階段年輕學生較能接受使用電子教科書或對使用電子教科書的滿意度較高；高等教育階段年紀大學生喜愛使用紙本教科書勝過使用電子教科書。

4.學生對於選擇使用電子教科書或紙本教科書沒有性別差異。

5.電子教科書對臺灣中、小學階段學生在學習成就、學習保留、學習態度和學習動機是有效的學習工具。

6.電子教科書有助臺灣中、小學階段低能力或低成就學生的學習成就和學習保留。

二、建議

根據上述重要發現，本文提出下列三項建議，以供未來電子教科書發展方向和教學應用的參考。

1. 知覺有用性和知覺易用性是影響教師和學生使用電子教科書意願的因素，未來教科書出版業者在開發電子教科書時，應特別考量這二個因素，以提升現場教師和學生使用電子教科書的意願。以電子教科書的形式而言，流式電子教科書含動態多媒體、可彈性編修、具互動功能，教師在教學應用上可以更多元、更方便、更能符合適性教學。建議未來電子教科書的設計應以流式電子教科書為主，以符合教師和學生的需求。

2. 中、小學階段的教師和學生對使用電子教科書有較正面的反應，而高等教育階段的教師和學生對使用電子教科書有較負面的反應，由此可預見未來電子教科書在中、小學階段推廣和普及可能比較順利，而在高等教育階段推行電子教科書可能面臨許多問題和挑戰。建議臺灣未來開發電子教科書優先以中、小學階段學生的需求為重心，逐步往高等教育階段發展。

3. 不同成就學生可受惠於電子教科書的不同特質，由此可推測開發客製化數位教材應是未來電子教科書發展方向，未來教師可以根據學生的個別學習差異，調整電子教科書的數位教學資源以提供客製化數位教材、進行適性教學或補救教學，給予學生不同且多樣化的學習機會。

參考文獻

- 毛鳳敏 (2010)。影響教師採用電子書作為輔助教材之因素——以科技大學計算概論為例 (未出版之碩士論文)。國立高雄應用科技大學資訊管理系，高雄市。
- 何金燕 (2012)。數位電子教科書學習滿意度與學習績效之探討：科技、動機與領導的整合性觀點 (未出版之碩士論文)。國立臺中科技大學企業管理系，

臺中市。

- 吳沛憶 (2013)。教師使用電子教科書意願之研究 (未出版之碩士論文)。南華大學資訊管理學系, 嘉義縣。
- 吳清基 (2011)。數位閱讀與數位學習-電子書包導入教學之政策與實務。研考雙月刊, 35 (1), 87-94。
- 李宏麟 (2000)。ePaper電子報聯盟每日發行量突破120萬。取自 <http://epaper.pchome.com.tw/adm/new/new19990914.htm>
- 李明賜 (2010)。運用視訊化電子書式教材在國小五年級自然科學習成就之研究 (未出版之碩士論文)。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所, 雲林縣。
- 李慧玲 (2013)。新北市國小教師數學電子教科書使用滿意度、教學效能與資訊融入教學素養之研究 (未出版之碩士論文)。淡江大學教育科技學系, 新北市。
- 邱婉琪 (2013)。電子書教學對國中學生國文學習成效影響之研究 (未出版之碩士論文)。康寧大學數位應用研究所, 臺南市。
- 施玉青 (2012)。基隆市國民中學英語教師創新接受度與應用電子教科書知覺之相關研究 (未出版之碩士論文)。國立臺灣海洋大學教育研究所, 基隆市。
- 洪秀芳 (2013)。電子書對學習成效影響之研究——以國中數學教學為例 (未出版之碩士論文)。康寧大學資訊傳播研究所, 臺南市。
- 徐新逸、賴婷鈴 (2013)。國際經驗對臺灣電子教科書發展之啓示。教科書研究, 6 (2), 1-31。
- 高佩君 (2011)。教學電子書教材應用於國小四年級學童社會領域學習之研究——以「家鄉的名稱與位置」為例 (未出版之碩士論文)。國立屏東教育大學數位學習教學碩士學位學程, 屏東縣。
- 陳世杰 (2009)。運用多媒體電子書教材於國小學生幾何主題學習成效與學習保留之研究 (未出版之碩士論文)。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所, 雲林縣。
- 黃淑貞 (2014)。教學電子書運用於國中生英語學習之成效 (未出版之碩士論文)。銘傳大學應用英語學系, 臺北市。
- 楊美雲 (2014)。電子教科書應用於數學科教學成效之研究——以高雄市某國小為例 (未出版之碩士論文)。高苑科技大學資訊科技應用研究所, 高雄市。
- 劉惠婷 (2011)。教學電子書運用於國小三年級英語學習成效之研究 (未出版之碩士論文)。國立嘉義大學教育學系研究所, 嘉義市。
- 蕭如玲 (2010)。運用多媒體電子書輔助教學之學習成效研究——以國小三年級數學分數單元為例 (未出版之碩士論文)。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所, 雲林縣。
- 蕭昱綺 (2012)。運用多媒體電子書對國小學童個人知識信念與英語學習成效之研究 (未出版之碩士論文)。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所, 雲林縣。

- 蘇勇誠 (2013)。教學電子書對國小學童學習動機與成效影響之研究——以國小五年級數學領域為例 (未出版之碩士論文)。高苑科技大學資訊科技應用研究所, 高雄市。
- Ayala, A. A. (2014). *An assessment of student selection and satisfaction factors with the electronic option of their required textbook* (Unpublished doctoral dissertation). University of Nevada, Reno, NV.
- Back, E., & Monaghan, J. (2013). Journey to textbook affordability: An investigation of students' use of eTextbooks at multiple campuses. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(3), 1-26.
- Ball, D. (2005). A new model for procuring e-books. *New Review of Academic Librarianship*, 11(1), 1-11.
- Brown, R. (2012). *Preliminary findings from a survey of student acceptance and use of e-textbooks in higher education*. Paper presented at the Allied Academies International Conference: Proceedings of the International Academy for Case Studies, Las Vegas, NV. Abstract Retrieved from <http://connection.ebscohost.com/c/articles/82206917/preliminary-findings-from-survey-student-acceptance-use-e-textbooks-higher-education>
- Brown, R. (2013). A survey of professor acceptance and use of e-textbooks in higher education. *Contemporary Issues in Education Research*, 6(2), 219-222.
- Chesser, W. D. (2011). Chapter 5: The e-textbook revolution. *Library Technology Reports*, 47(8), 28-40.
- Chulkov, D. V., & VanAlstine, J. (2013). College student choice among electronic and printed textbook options. *Journal of Education for Business*, 88(4), 216-222.
- Connell, C., Bayliss, L., & Farmer, W. (2012). Effects of e-book readers and tablet computers on reading comprehension. *International Journal of Instructional Media*, 39(2), 131-140.
- Cuillier, C. A., & Dewland, J. C. (2014). Understanding the key factors for e-textbook integration into a business course: A case study. *Journal of Business & Finance Librarianship*, 19(1), 32-60.
- de Oliveira, S. M. (2012). E-textbooks usage by students at Andrews University: A study of attitudes, perceptions, and behaviors. *Library Management*, 33(8), 536-560.
- Hawkins, D. T. (2000). Electronic books: A major publishing revolution. Part 1: General considerations and issues. *Online*, 24(4), 14-28.
- Johnson, J. W. (2013). *A comparison study of the use of paper versus digital textbooks by undergraduate students* (Unpublished doctoral dissertation). Indiana State University, Terre Haute, IN.
- Kim, J.-H., & Jung, H. (2010). South Korean digital textbook project. *Computers in the Schools*, 27 (3-4), 247-265.
- Kim, M.-R., Choi, M.-A., & Kim, J. (2012). Factors influencing the usage and acceptance of multimedia-based digital textbooks in pilot school. *KSII Transactions on Internet & Information Systems*, 6(6), 1707-1717.
- Lai, J.-Y., & Ulhas, K. R. (2012). Understanding acceptance of dedicated e-textbook applications for learning: Involving Taiwanese university students. *Electronic Library*, 30(3), 321-338.

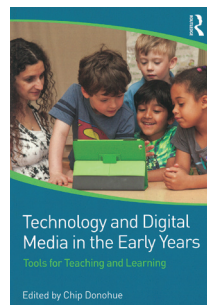
- Lau, J. (2008). Students' experience of using electronic textbooks in different levels of education. *Scroll*, 1(1), 1-7.
- Lee, H.-J., Messom, C., & Yau, K.-A. (2013). Can an electronic textbooks be part of K-12 education? Challenges, technological solutions and open issues. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(1), 32-44.
- Luik, P., & Mikk, J. (2008). What is important in electronic textbooks for students of different achievement levels? *Computers & Education*, 50(4), 1483-1494.
- Lyman, F. (2008). Students enjoy lower costs, lighter backpacks as e-textbook availability expands dramatically. *Community College Week*, 8.
- Mardis, M., & Everhart, N. (2011). Digital textbooks in Florida: Extending the teacher-librarians' reach. *Teacher Librarian*, 38(3), 8-11.
- Martin, R. (2012). The road ahead: eBooks, eTextbooks and publishers' electronic resources. In M. Brown, M. Hartnett, & T. Stewart (Eds.), *Future challenges, sustainable futures: Proceedings ascilite 2012* (pp. 1-5). Wellington, New Zealand: Massey University.
- Maynard, S., & Cheyne, E. (2005). Can electronic textbooks help children to learn? *The Electronic Library*, 23(1), 103-115.
- Oman, A. (2013). *Textbooks vs. techbooks: Effectiveness of digital textbooks on elementary student motivation for learning* (Unpublished doctoral dissertation). Northern Michigan University, Marquette, MI.
- Porter, P. L. (2010). *Effectiveness of electronic textbooks with embedded activities on student learning* (Unpublished doctoral dissertation). Capella University, Minneapolis, MN.
- Salpeter, J. (2009). Textbook deathwatch. *Technology & Learning*, 30(1), 26-29.
- Shepperd, J. A., Grace, J. L., & Koch, E. J. (2008). Evaluating the electronic textbook: Is it time to dispense with the paper text? *Teaching of Psychology*, 35(1), 2-5.
- Williams, M. G., & Dittmer, A. (2009). Textbooks on tap: Using electronic books housed in handheld devices in nursing clinical courses. *Nursing Education Perspective*, 30(4), 220-225.
- Woody, W. D., Daniel, D. B., & Baker, C. A. (2010). E-books or textbooks: Students prefer textbooks. *Computers & Education*, 55(3), 945-948.
- Wu, C.-F., Chen, P.-C., & Tzeng, S.-F. (2014). A study of the effects of electronic textbook-aided remedial teaching on students' learning outcomes at the optics unit. *International Journal of Computer Science & Information Technology*, 6(4), 205-212.

書評

幼兒期之科技與數位媒體 教與學之工具

Technology and Digital Media in the Early Years
Tools for Teaching and Learning

by Chip Donohue
Routledge, 2014, 265 pp.
ISBN 978-0-415-72582-8



蘇秀枝

壹、前言

資訊及科技融入教學在各級學校教育都極受重視與倡導，唯獨在學前教育，甚少被提及。這反映在幼兒教育及照顧相關法規與課程規範如：《幼兒教育及照顧法》、《幼兒園教保活動課程暫行大綱》、〈幼兒園課程與教學品質評估表〉等皆甚少提及科技與數位媒體之使用。甚至在幼兒園學習區的規劃中，也未提及到電腦角之設置，顯示出專家學者對於幼兒使用科技與數位媒體的保留態度。林蒨蒨（2013）指出，科技與數位媒體是否適用於學前階段的幼兒，及如何融入幼兒園課程與教學中存在有許多爭議。有些研究發現資訊科技對幼兒發展有正面效應，包括語文能力、數學能力、創造力、溝通合作及問題解決等；學者、教師、家長等則擔心幼兒太早接觸數位科技產品可能導致近視、肥胖、暴力、沉迷、社會互動疏離與學習等問題（林蒨蒨，2013）。

然而科技與數位媒體日新月異，價格愈來愈低廉，愈來愈普及，幼

兒的生活無可避免地充斥著各式各樣的科技產品與數位媒體，包括電視、電腦、智慧手機、平板電腦、遊戲機等。對於科技的洪流，幼兒教育者已無法再漠視此一事實，應當轉換思維，正視其影響力，並將之轉化為有益教師教學及幼兒學習之工具。焦點不該再放在「幼兒該不該使用電腦」，而應轉向「該如何使用科技與數位媒體來增進幼兒的發展」。目前，科技與數位媒體融入幼兒教育之文獻較為有限，本書的出現有助於讀者了解如何有效率且適性地將科技與數位媒體融入幼兒教育。內容不僅適用於幼兒教育，對於各級學校科技與數位媒體融入教育也具有同樣啟發意義。

貳、作者介紹與主要內容

本書是 Routledge 出版業者與美國幼兒教育協會(National Association for the Education of Young Children, NAEYC) 共同出版之書籍。內容核心架構來自 2012 年美國幼兒教育協會與 Fred Rogers 中心共同發表的立場宣言「以科技與互動式媒體為工具之 0~8 歲幼教課程 (Technology and interactive media as tools in early childhood programs serving children from birth through age 8.)」及 Fred Rogers Center (2012) 的「幼兒數位媒體之品質架構：家長、教育者與媒體創作者之考量 (A framework for quality in digital media for young children: considerations for parents, educators, and media creators.)」。本書綜合了當代的數位媒體研究結果、兒童發展理論、發展適性教法、師資培育教育、專業成長等文獻，針對如何有效率且適性地運用科技與數位媒體到幼兒教育，提供了具體與實用之指導原則，可供幼兒教保服務人員培育機構、專業成長及在職教育機構等之參考。本書描述教保服務人員將科技與數位媒體融入幼教課程的實施方式，介紹了許多相關資源，包括好用的科技產品、app 軟體、網站超連結、參考書目等，也提醒資訊科技融入教學之注意事項，對於提升

教保服務人員及各級學校教師數位媒體素養都很有助益。

本書編者 Chip Donohue 是美國芝加哥艾瑞克森學院（Erikson Institute）遠距教學與成人教育院長暨幼兒科技中心主任，也是聖文森山學院（College of Mount Saint Vincent）Fred Rogers 早期學習與幼兒媒體中心的資深研究員，協同負責 2012 年 NAEYC 與 Fred Rogers 中心共同發表之立場宣言修訂版。本書作者群是兒童發展、早期學習與兒童媒體領域的專家，大多與 Fred Rogers 中心有深厚淵源。他們致力於延續與發揚 Fred Rogers 的精神。Fred Rogers 是美國著名且廣受歡迎的兒童電視節目 *Mr. Rogers' Neighborhood* 主持人及製作人，因為厭惡當時的電視節目，終身致力於製作優質的兒童電視節目，以提升兒童之社會與情緒發展。科技與數位媒體融入教育帶給幼教者新挑戰與新機會，本書之核心概念是教育者可善用新科技與數位媒體之潛力，改善機構品質，以造福所有兒童。

參、章節架構

本書書名為《幼兒期之科技與數位媒體——教與學之工具》，主要描述如何有效率且適性地將科技與數位媒體融入幼兒園課程，以利教師之教學與學生之學習。本書共有十七章，分為三篇：〈科技與幼兒〉、〈教室裡的科技〉及〈教室外的科技〉。第一篇主要描述〈時代與科技的轉變〉、〈互動式媒體之理論架構〉、〈科技與數位媒體融入教學之指導方針〉、〈培育幼兒教育者之媒體素養〉及〈科技與兒童發展之關係〉。作者一開始透過虛擬方式，描述 Fred Rogers 與兒童發展理論學家如史金納、蒙特梭利、皮亞傑、維高斯基等人可能對當今科技與數位媒體的看法，強調善用數位科技可以增進幼兒學習與發展，並且可從行為學派、建構論及社會建構論中找到支持使用數位媒體之論點。接著依據 NAEYC 與 Fred Rogers 中心共同發表的立場宣言等架構與指導原則，提

供幼兒教育者許多教學建議，幫助他們選擇、使用、整合與評估教室裡的科技與數位媒體，來支持幼兒健全發展與早期學習。

接著指出科技與數位媒體素養對於幼教者與師資培育者是未來很基本的新素養，幼兒教保服務人員必須知道如何選擇、使用、整合、評估科技與數位媒體，並有效率地將科技整合到幼兒園課程中。這也意味著師資培育課程需要創新，師資培育者除了本身必須有科技與數位媒體素養，師資培育單位也需要提供未來教師關於科技與數位媒體之訓練與課程，例如：電子白板、電子書、影音、動畫、遊戲、照相機等。最後探討兒童發展與科技的關係，作者指出關於新科技對幼兒的影響相關研究不多，且結果不一，有些研究發現負面影響（Chiong, Ree, & Takeuchi, 2012），有些發現正向影響（Bebell, Dorris, & Muir, 2012），有些則沒有發現顯著差異（Robb, 2010），有待未來更多研究深入探究此議題。作者將過去所累積關於電視媒體對兒童影響之研究結果，推論到當今數位科技產品之使用，並提供運用新數位科技的建議。

第二篇為〈教室裡的科技〉，將內容重心放到教室及教師上，描述科技與數位媒體在教室內的運用，共有七章，內容有〈幼兒的媒體素養〉、〈數位時代的早期識字能力〉、〈支持雙語學習者的科技工具〉、〈科技支持幼兒融合教育〉、〈幼兒科學、科技、工程、數學教育（STEM）及簡易機器人學與程式設計〉、〈新科技所帶來創新、教育與增能的新契機〉及〈創新教法與新科技〉。作者指出在充斥著數位科技的時代裡，必須培養幼兒媒體素養，幫助他們成為思考者與創造者。媒體素養教育強調跨科技的核心能力，如近用權（access）、理解、察覺、分析、評估、創作、反省、參與及行動等。教師可以營造一個探索（inquiry）的教室文化來培養幼兒的媒體素養，在運用科技媒體時，教師可以示範並解釋、提出疑問讓幼兒尋找答案、協助幼兒思考及做決策、將科技融入日常課程與生活中，讓兒童了解數位科技媒體可以被運用在學習與溝通、藝術創作或娛樂上。

善用科技與數位媒體於教學，可以增進幼兒各領域的學習，包括語言、科學、科技、工程、數學等，也助於融合身心障礙與雙語學生。美國一些前瞻性的方案，例如：「從家開始」(Comienza en Casa/It Starts at Home)計畫提供平板電腦以及精心挑選的電子書、互動式西班牙語電子繪本、說故事軟體等，增進來自移民家庭或弱勢家庭兒童的早期識字、科學與數學技能、就學準備度。本篇也介紹國外簡單、有趣、幼兒可操作的機器人遊戲及程式設計，描述幼兒如何探索科學、科技、工程與數學概念，透過建構式、以兒童為中心之統整式課程，這些好玩的機器人與程式操作不僅增進幼兒團隊合作與問題解決能力，也幫助他們習得計數與測量、思考、假設與分析等概念。調整型與輔助性的新科技可以提升身心障礙幼兒的獨立性，協助他們學習、移動、溝通與創造，並融入同儕活動。作者提出三個教學原則架構：多元表徵方式、行動與表達及參與(Rose & Meyer, 2002, 2006)。教師可透過多媒體解說教學活動，讓幼兒以不同方式表達與溝通(如錄音、繪畫、影片、打字等)，給予彈性讓幼兒選擇自己參與的活動。隨著教室裡的幼兒語言背景愈來愈多元，有更多的科技工具與教學策略可以支持雙語幼兒的學習，教師可以透過翻譯軟體與幼兒及家長溝通，也可以透過網路提供幼兒關於其祖國文化與語言之相關資料與影片，提升學生在校成功的經驗。

最後回顧科技在教室裡的運用，介紹一些創新的教學設備，例如：數位相機、數位顯微鏡、平板電腦、開放式說故事 app 軟體等，並分享將科技與數位媒體整合到教室的作法。新科技帶來創新、教育與增能新契機，科技媒體不僅讓學生可上網搜尋資料、解決疑問、記錄學習過程，與他人分享，提升學習動機。科技也帶來創新的教學，教師可以將科技整合到他們教室，支持問題本位學習及問題解決，提升教學品質。教師也可以透過數位媒體所拍攝之照片與影片，與家長分享學生的學習歷程，強化家庭與學校的關係。

第三篇為〈教室外的科技〉，內容包含〈科技可作為增強家庭與學

校關係及社區的工具)、〈兒童圖書館員如何支持數位時代的早期學習〉及〈21世紀教師角色的演變〉。隨著數位科技的普及，親師溝通的管道愈來愈多元，教師除可使用傳統書面聯絡簿與電話外，也多了簡訊、部落格、電子郵件、臉書、社群、視訊等溝通方式，機構可先詢問家長最方便之溝通方式，教師可以將學生在校的學習過程與成果拍照、錄音、錄影，與家長分享，保持溝通，建立良好親師關係。幼兒與家庭也可透過科技媒體分享家庭生活與文化，提問與尋求建議，增進家庭參與。機構除了提供對話機會與平臺，讓親師溝通管道更加暢通外，也可提供親職訓練與資源，協助家長增強數位素養，了解在家如何親子一起使用科技產品。此外，視訊與社群軟體（如 Facebook、Skype、Google+、Google Hangouts、Hangouts on Air 等）可以讓親師在線上開會議、分享資源，也可讓家長社群更團結，一起為孩子的教育發聲。

第十六章介紹圖書館員是社區裡的媒體素養專家，可以成為幼兒、家長與教育者的媒體導師，推薦適性、優質的媒體，支持幼兒早期學習。作者提出近用權、內容與參與（access, content, and engagement, ACE）架構，將科技與數位媒體整合到圖書館所提供的服務，偏鄉沒有行動裝置或家中無網路的家長可以到社區圖書館或博物館使用數位媒體與科技產品，館員可推薦幼兒適用的軟體或電子書，並示範如何與幼兒互動，這些服務有助弭平城鄉數位落差，促進社會公平正義。

本書結尾鼓勵未來數位時代的教師應該成為一個與時俱進的教育者與學習者，作者提出專業的學習網絡（professional learning network, PLN）及實務社群（community of practice）概念，教師應善加利用新的科技工具（電子郵件、視訊軟體、臉書、推特、智慧手機等），與志同道合的教師成立網路社團，分享資訊、影片、照片、想法、資源，增進知識與能力；提出疑問，尋求他人的意見來解決問題，改善其教學品質，支持其專業成長與發展。作者也建議教師可以與兒童媒體創作者或軟體研發者建立相互關係，深入了解科技與數位媒體產品之設計與動機。也

可與家庭保持聯繫，幫助幼兒探索數位與線上工具及資源，培養兒童的數位素養。隨著科技的進展，教師專業成長管道更加多元，教師須與時俱進，以適應未來教育科技趨勢及新科技工具的出現。本書三篇共十七章內容提供了科技與數位媒體融入教學的行動藍圖。

肆、評論與省思

本書內容雖是關於幼兒期的科技與數位媒體之運用，但有許多論點值得各級學校教師在融合資訊與科技教育之參考。由於幼兒園教保服務人員可自行設計機構本位及在地文化特色之課程，對課程內容與教學方法有較多的自主權，因此本書並不強調教學內容，而是強調如何運用科技與數位媒體來輔助教師的教學與學生的學習。而這些作法可提供國小以上各級學校教師科技與數位媒體融入教學之參考。電子書包與行動裝置逐漸盛行，未來學生不再需要背著厚重書包。學校與出版業者逐漸將教科書內容數位化，儲存在雲端或行動裝置，內容可結合多媒體影音、照片、網址、線上測驗評量、作業下載與上傳等，學生可隨時隨地自主學習、反覆練習、自我評量、並記錄其學習歷程，教師也可了解學生之長處與弱點，給予個別化輔導。然而科技與數位媒體融入教學不應僅是將紙本教科書內容數位化，讓學生反覆練習教科書內容。隨著科技與網路的進展，學生可輕易透過網路獲得相關資訊。教與學都有革命性的改變，未來教師上課除了可使用傳統教科書或電子教科書內容，也可輔以更多數位資源，自行蒐集資料，設計自己的教科書，甚至上傳到網路與其他人分享。國外有愈來愈多仰賴廣告的免費電子教科書網站（參見如：bookboon.com, [boundless](http://boundless.com), ck12.org）提供免費的教材。教師有更多教學自主權，可利用提供之教材，自行增加或調整。未來教科書研究可深入了解教師規劃或使用數位教材之能力、意願、方法與困難等。

國內數位教材與教育 app 軟體日益增加，教師與家長須依據兒童的

需求、能力、興趣與發展階段，謹慎選擇產品。目前國外有《兒童科技評論》(Children's Technology Review) 專門評估坊間 0~15 歲兒童使用的互動式數位媒體產品之教育意義，供教師、圖書館員、出版業者與家長之參考。也有專門的軟體評論網站(網址：<http://childrensapreview.blogspot.com/>) 提供家長與教師選擇軟體之參考。隨著國內數位教材與教育 app 軟體與日俱增，國內實有兒童科技產品評論專業期刊或網站存在之價值，針對科技與數位媒體產品其教育價值、適用年齡、是否適性、效應為何進行研究與評估，以便提供教師、家長及軟體設計者之參考。同時也應注意評估單位必須是公正團體，並避免廠商或競爭對手所寫的評論。

科技日新月異，要將資訊與科技融入教學，教師需要具備更多科技與媒體素養，以便服務兒童、家長與家庭。未來幼兒教保服務人員及各級學校教師培育單位與在職進修機構都應增加科技與數位媒體融入教學之課程與經驗。在職教師也應多參加資訊科技相關研習，了解如何選擇優質軟體及運用科技，以提升教學能力，增進學生的學習。

適當地使用科技與互動媒體是支持學習與發展有效率的工具。然而光有科技工具是不夠的，學生學習成效除了與軟體之教育性與功能有關外，也需要有教育者與家長之參與、互動與督導，科技可以用來補充，但不能取代教師與家長的工作。家長在督導兒童使用科技與數位媒體上扮演重要角色，無論是過去電視媒體之研究，或當今新科技之研究，皆指出有家長陪伴與討論之幼兒發展較佳 (Robb, 2010; Strouse, O'Doherty, & Troseth, 2013)。學生在學校有老師的監督與教導，回到家，家庭環境差異大，具體而言，家長應該如何管理兒童生活裡的科技與媒體使用的品質與量，兒童可以花多少時間？看什麼內容？使用過程要注意哪些事項？不同教養態度、背景之家長如何參與兒童之數位媒體使用？數位媒體如何影響親子及手足互動？這些問題都有待研究者進一步探究。

如同 Fred Rogers 曾經說過：「不論電腦多麼有用，它還是比不上人性化與互動的師生關係，電腦可以教你怎麼拼出“hug”（擁抱），但是它

無法幫助你知道真正擁抱他人或被擁抱的喜悅與風險，我謹記在心，以免著迷於科技所做得到的，卻忘了它做不到的（Chap. 2）。」兒童發展研究顯示健全的發展有賴兒童與成人之間正向及溫馨的社會互動、創意遊戲、語言刺激與探索。幼兒數位媒體經驗不應該排除或減少這些關鍵的發展經驗，我們可以使用互動式數位媒體來支持全人發展與早期的學習，但科技與數位媒體不應取代主動的遊戲、戶外時間、與實物實際操作，及透過藝術、音樂與律動的創意表達。無論科技或數位媒體產品多麼先進，他們可以做為課程之補充，但不應完全取代實務操作，各級學校資訊科技融入教學也應當注意此點。

本書限制之一是較缺乏平衡之論點及實證研究證據，本書大力提倡善用科技於教學之優點，並且提供許多成功個案之故事與實務建議，但相關實證研究較少，對於科技與數位媒體之影響了解仍舊不多，人們對於科技與數位媒體的疑慮，如是否導致社會關係疏離、依賴成癮、近視、肥胖、睡眠問題等，並未充分釋疑。電視研究結果是否能推論到其他數位科技產品有待更深入研究。此點雖是本書之限制，卻也帶給研究者新的研究啟發，有許多待答研究問題，例如：不同科技或互動媒體對特定學習領域的影響，如幼兒或兒童使用科技與數位媒體的情況，其短期與長期影響為何？對語文、STEM、健康、社會與情緒發展之影響為何？是否因為兒童的年齡有所差異？數位教科書與傳統教科書之影響是否有差異？老師對於科技與數位媒體融入教學接受度如何？成效如何？有何困難？這些議題都有待更進一步探究。

另外，本書僅在部分章節提及教師與家長分享資訊時應注意網路安全與隱私議題，隨著網路與數位科技產品的普及，老師利用網路資料輔助教學或將資訊分享給學生、家長或同仁的情況逐漸增加，網路安全、隱私權及版權等議題是未來相關書籍可補充的內容。

此外，因為本書由多位作者負責，大多與 Fred Rogers 中心有關聯，論點雷同，部分章節內容重覆高，如第十二章與十三章都是探討如何運

用科技在教室實務上之創新教法，第十四章與十五章則都是運用科技在增強學校與家庭之關係，內容有些重覆，但基本上也都提供許多良好的建議。

科技融入教學有助彌補城鄉差異，促進社會公平正義，對於偏鄉弱勢的幼兒，科技與數位媒體的運用將原本不可能親自體驗的經驗，帶進他們生活中，透過視訊，偏鄉兒童可看到全世界。國內有些大學或非營利機構與國小合作，提供視訊課輔，兒童可以透過數位媒體獲得陪伴與輔導。國外亦有透過圖書館的服務提升學生與家長數位素養之作法可供國內政策之參考，但應確保偏鄉圖書館之設備完善、館員數位素養佳，讓新數位設備成爲兒童與家長學習與溝通的工具，以避免造成更不公平的科技落差。

伍、結語

整體而言，本書提供了科技與數位媒體融入教學之策略、理論架構、相關研究、網路資源與參考文獻之超連結，是一本重要且實用的書，值得推薦閱讀，對於教師、師資培育人員、家長、研究者及軟體研發者有許多啓發性的想法。內容有助增進幼兒教保服務人員、各級學校教師、師資培育者之數位素養及專業成長，瞭解如何將科技與數位媒體融入教學，改善教學品質，提升學生學習效能。此外，本書亦有助於家長瞭解透過科技與數位媒體，促進親師溝通，提升參與度，並與其它家長形成社群團體，一起爲兒童發聲。本書提供許多好用的教育相關軟體，如說故事軟體、親師溝通軟體等；軟體介面都是英文，本書將有助軟體設計者規劃符合本土文化的數位軟體。雖然有關科技與數位媒體之實證研究仍舊有限，但對研究者而言是新契機，有許多議題等待研究者更深入探究。

參考文獻

- 林栢栢 (2013)。當科技與人文相遇：科技融入幼兒園教學之再思。《幼兒教育研究期刊》，10，39-68。
- Bebell, D., Dorris, S., & Muir, M. (2012). *Emerging results from the nation's first kindergarten implementation of iPads*. Auburn, ME: Auburn School District.
- Chiong, C., Ree, J., & Takeuchi, L. (2012). *Quick report: Print books vs. e-books*. Retrieved from <http://www.joanganzcooneycenter.org/publication/quickreport-print-books-vs-e-books/>
- Fred Rogers Center. (2012). *A framework for quality in digital media for children: Considerations for parents, educators, and media creators*. Latrobe, PA: Author.
- Robb, M. B. (2010). *New way of reading: The impact of an interactive book on young children's story comprehension and parent-child dialogic reading behaviors*. Riverside, CA: University of California. Retrieved from <http://escholarship.org/uc/item/5xm8n8xk>
- Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal design for learning*. Alexandria, VA: ASCD.
- Rose, D. H., & Meyer, A. (Eds.). (2006). *A practical reader in universal design for learning*. Cambridge, MA: Harvard Education Press.
- Strouse, G. A., O'Doherty, K., & Troseth, G. L. (2013). Effective covieing: Preschoolers' learning from video after a dialogic questioning intervention. *Developmental Psychology*, 49(12), 2368-2382.

徵稿簡則

一、發刊宗旨

《教科書研究》(以下稱本刊)為國家教育研究院定期發行之專業期刊,登載與教科書及教材教法等議題之研究成果。冀望透過本刊之發行,建立對話平臺,促進教科書研究者與實務工作者之互動交流,推動教科書研究,以提昇教科書及教材之品質。

二、出刊頻率

本刊每年發行3期,於4月、8月及12月出刊。

三、徵稿主題

教科書政策、制度、發展過程、內容分析、評鑑、使用、國際比較、歷史分析、研究方法論、課程與教材教法等。

四、徵稿簡則

1. 稿件字數：

- (1) 研究論文：接受中、英文稿件，中文稿件以15,000字為度；英文稿件以8,000字內為原則；作者另應附上中文摘要(350字內)、英文摘要(200字內)及中英文關鍵詞(各3至5個)。
- (2) 論壇、書評與報導：接受中文稿件，字數以5,000字內為原則。

2. 引註及書目格式：

- (1) 中文格式請參據：潘慧玲(2015)。**教育論文格式**(二版)。臺北市：雙葉書廊。
- (2) 英文格式請參據：American Psychological Association. (2010). *Publication manual of the American Psychological Association* (6th ed.). Washington, DC: Author.
- (3) 教科書及課程標準(綱要)引用格式請參據本刊「撰稿格式」。

3. 來稿一經採用，作者應提交英譯之中文參考文獻(範例3-1)，如中文參考文獻無英譯，請同時提交音譯(漢語拼音)及意譯(範例3-2)。

範例 3-1：

楊深坑(2005)。全球化衝擊下的教育研究，**教育研究集刊**，51(3)，1-25。

[Yang, S.-K. (2005). The impact of globalization on educational research. *Bulletin of Educational Research*, 51(3), 1-25.]

範例 3-2：

余英時(1976)。**歷史與思想**。臺北市：聯經。

[Yu, Y.-S. (1976). *Lishih yu sixiang* (History and thoughts). Taipei: Linking.]

4. 文件格式：

- (1) 內文：投稿者須提供 MS Word 及 PDF 二種格式之電子檔案。
- (2) 圖片：內文如有圖（照）片，須另提供清晰圖片或高解析數位照片，引用圖片應符合本刊著作利用授權規範。

5. 投稿方式：

- (1) 投稿者請將「稿件電子檔」及「稿件基本資料表」E-mail 至本刊編務信箱，惟單筆檔案勿超過 10MB。
- (2) 本刊收件後，將於 2 個工作日內 E-mail 回覆投稿者收件訊息；如未收到相關訊息者，請來電確認，以避免漏失郵件。

6. 稿件隨收隨審，歡迎各界踴躍惠稿。

五、稿件審查、修改及刊登

1. 本刊採雙匿名審查制度，稿件將送請相關領域之學者專家進行審查。
2. 審查結果及意見將個別 E-mail 通知投稿者，投稿者應於本刊通知日起 1 個月內 E-mail 回覆修改、答辯或說明，並於稿件標示修正處；除特殊情況事前經本刊同意展期者，逾期回覆修改、答辯或說明者，概以退稿處理。
3. 凡接受刊登之稿件，本刊得視編輯之實際需要，對稿件文字及圖片刪修調整，並得決定其刊登卷期。
4. 請勿有一稿多投、違反學術倫理，或侵害他人著作權之行爲，違者除自負相關行政及法律責任，本刊 2 年內不受理其稿件。

六、著作權規範、個人資料蒐集使用及相關權益

1. 獲採用刊登者，作者（著作人）應簽署著作利用授權書，授權國家教育研究院得以不同方式，不限地域、時間、次數及內容利用著作物，並同意「姓名標示—非商業性—禁止改作」之創用授權條款；國家教育研究院並得將相關權利再授權第三人。完整授權條款請參考本刊最新版「著作利用授權書」。
2. 作者（著作人）同意國家教育研究院基於著作利用與期刊發行及行政業務目的，蒐集使用個人相關資料。完整個人資料蒐集使用規範請參考本刊最新版「稿件基本資料表」。
3. 不同意或不符合本刊著作利用授權與個人資料蒐集使用規範者，請勿投稿，違者本刊 2 年內不受理其稿件。
4. 獲採用刊登者，本刊將致贈作者當期期刊 5 冊。

七、編務聯絡

1. 電話：(02) 3322-5558 分機 641, 642
2. 信箱：ej@mail.naer.edu.tw
3. 官網：ej.naer.edu.tw/JTR
4. 地址：10644 臺北市大安區和平東路 1 段 179 號 4 樓
《教科書研究》編輯委員會

教科書研究 徵稿

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH
CALL FOR PAPERS

徵稿主題

教科書與課程理論思潮，教科書研究方法論，教科書政策與制度，教科書編輯、審定、選用與評鑑，教科書與教材設計，教科書內容分析與發展過程，課程、教學與教科書轉化，教科書新興議題與國際比較，以及相關教材教法等主題。



徵稿辦法及相關文件

本刊收錄於臺灣社會科學引文索引資料庫 (TSSCI)，
常年徵稿，稿件採雙匿名審查制，隨到隨審。
徵稿相關文件請至本刊電子期刊官網查詢、下載：
<http://ej.naer.edu.tw/JTR>



編務洽詢

Tel: (02)3322-5558 ext. 641
E-mail: ej@mail.naer.edu.tw

華 文 世 界 第 一 本
教 科 書 研 究 專 業 期 刊

教科書研究

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

2008年6月15日創刊
2015年8月15日出刊
第八卷 第二期

First Issue: June 15 2008
Current Issue: August 15 2015
Volume 8 Number 2

教科書研究期刊為國家教育研究院編印發行，一年三期，於四月、八月及十二月出刊；本刊投稿及編務事宜連絡，請函寄10644臺北市大安區和平東路一段179號4樓。The Journal of Textbook Research is published triannually by the National Academy for Educational Research, Taiwan (R.O.C.) in April, August and December. Manuscripts and all editorial correspondence should be sent to: 4F, 179 Sec. 1, Heping E. Road, Daan Dist., Taipei City 10644, Taiwan (R.O.C.). E-mail ej@mail.naer.edu.tw Tel 886 2 33225558 ext.641 Fax 886 2 23569632 GPN 2009704417 ISSN 1999-8856 (print) 1999-8864 (online) E-Journal ej.naer.edu.tw/JTR

政府出版品展售處：國家網路書店 www.govbooks.com.tw，博客來網路書店 www.books.com.tw，五南文化廣場網路書店 www.wunanbooks.com.tw，三民書局網路書店 www.sanmin.com.tw，金石堂網路書店 www.kingstone.com.tw；國家書店10485臺北市中山區松江路209號1樓 (02)25180207，三民書局10045臺北市中正區重慶南路一段61號 (02)23617511，五南文化廣場40042臺中市西區中山路6號 (04)22260330，青年書局80252高雄市苓雅區青年一路141號 (07)3324910，瓊林書苑97047花蓮縣花蓮市光復街52號 (03)8344048。Distributors of Official Publications: The Government Online Bookstore, www.govbooks.com.tw, books.com.tw, wunanbooks.com.tw, www.wunanbooks.com.tw. San Min Bookstore Online, www.sanmin.com.tw. Digital Kingstone, www.kingstone.com.tw; The Government Publications Bookstore, 1F, 209 Songjiang Rd., Zhongshan Dist., Taipei City 10485. 886 2 25180207. San Min Bookstore, 61 Sec. 1, Chongqing S. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 10045. 886 2 23617511. Wunanbooks, 6 Zhongshan Rd., Central Dist., Taichung City 40042. 886 4 22260330. Qing Nian Bookshop, 141 Qingnian 1st Rd., Lingya Dist., Kaohsiung City 80252, 886 7 3324910. Chun Lin Book, 52 Guangfu St., Hualien City, Hualien County 97047, 886 3 8344048.

教科書研究期刊收錄於臺灣社會科學引文索引(TSSCI)，電子全文可至官網 JTR online (<http://ej.naer.edu.tw/JTR>) 或 DOAJ 免費取用，或由 EBSCOhost 教育研究全文資料庫、華藝線上圖書館，以及月旦法學知識等線上資料庫取得。The Journal of Textbook Research has been approved for inclusion in the Taiwan Social Sciences Citation Index. Free online access to full-text articles at JTR online (<http://ej.naer.edu.tw/JTR>) or DOAJ. Articles may also be accessed via the EBSCOhost Education Research Complete database, the airiti Library and the YueDan Knowledge Base.

TSSCI
臺灣社會科學引文索引

DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS



除另有註明，本刊內容均依據創用授權「姓名標示—非商業性—禁止改作」條款釋出。Unless otherwise noted, all of the articles published in this journal are licensed under the Creative Commons "Attribution-Noncommercial-No Derivatives" license.



專論 Articles

優質科學電子教科書指標的建立與評鑑研究初探

彭文萱 熊召弟

Establishment and Evaluation of High Quality Science E-textbook Evaluation Indicators

Wen-Hsuan Peng Chao-Ti Hsiung

電子教科書與傳統教科書對學習影響分析

蔡東鐘

A Comparative Analysis on the Learning Effect of Electronic Textbooks and Paper Textbooks

Tung-Chung Tsai

體積電子教材設計與教學試驗——小學五年級

黃幸美

An Experiment on Volume Measurement Electronic Instructional Materials and Instruction: Grade 5

Hsin-Mei E. Huang

互動式電子教科書對高中原住民專班閱讀理解成效影響之研究

黃思華 劉遠楨

Effects of Interactive Electronic Textbooks on the Reading Comprehension Among High School Aboriginal Students

Tzu-Hua Huang Yuan-Chen Liu

從認知心理學探究教科書插圖設計及其教學轉化

周珮儀

Exploring Changes in the Design of Textbook Illustrations and Their Use in Teaching and Learning from a Cognitive Psychological Perspective

Pei-I Chou

教科書評論 Textbook Review

評析電子教科書對教與學的影響

王姿陵 曾議寬 邱美燕

A Review of the Research on the Impact of E-textbooks on Teaching and Learning

Tzu-Ling Wang Yi-Kuan Tseng Mei-Yen Chiu

書評 Book Review

幼兒期之科技與數位媒體——教與學之工具

蘇秀枝

Technology and Digital Media in the Early Years: Tools for Teaching and Learning

Hsiu-Chih Su



ej.naer.edu.tw/JTR



GPN 2009704417

定價 150元