

## 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。

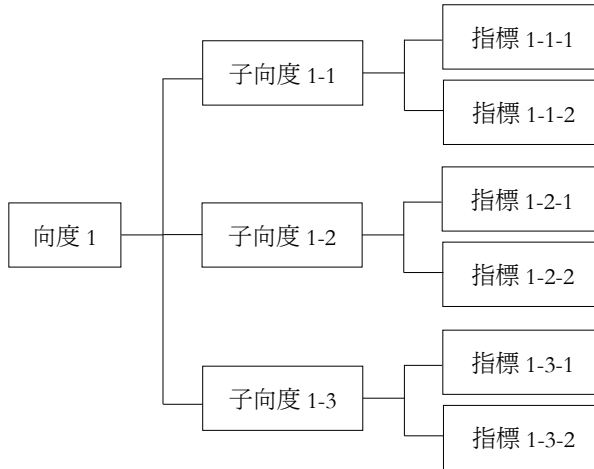


圖 1 優質科學電子教科書指標架構略圖

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)

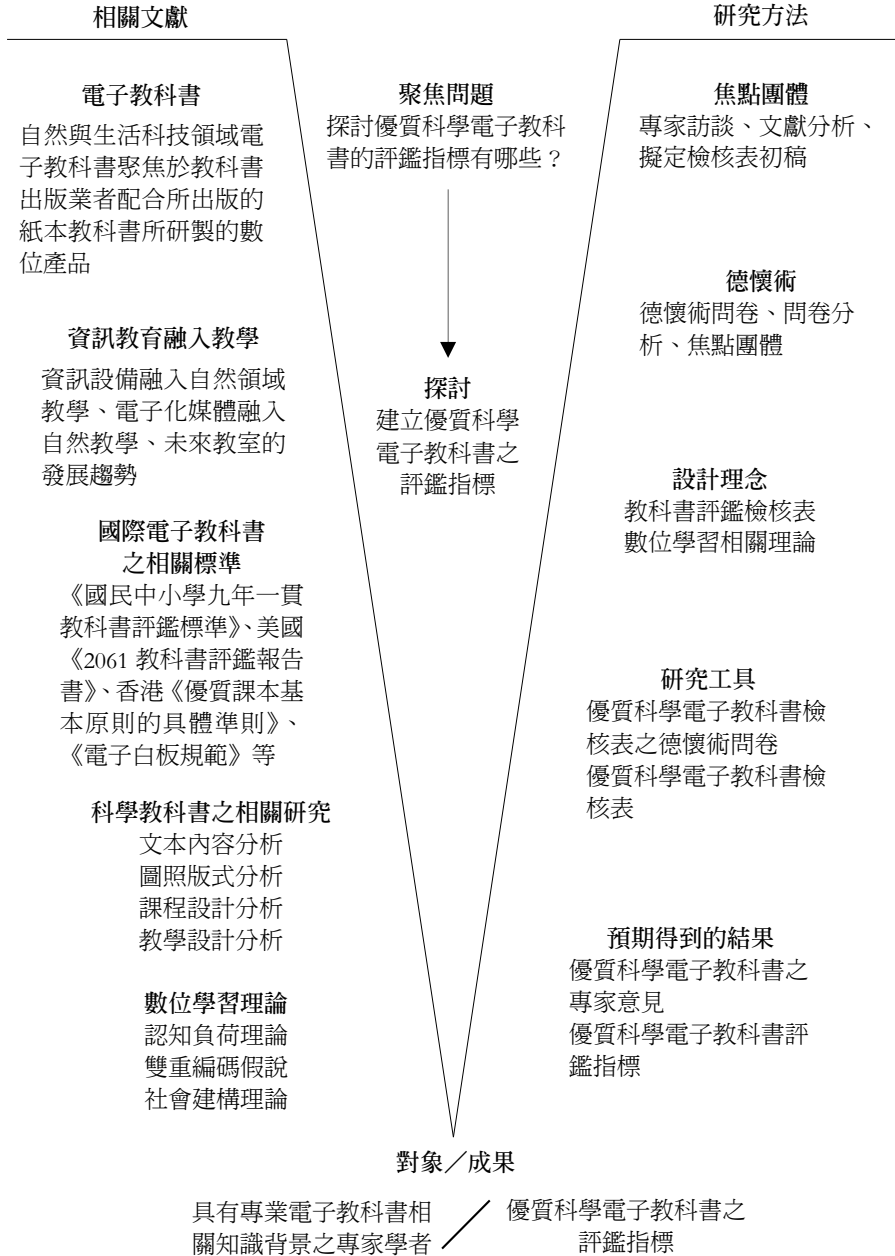


圖 2 第一階段之研究 V 圖

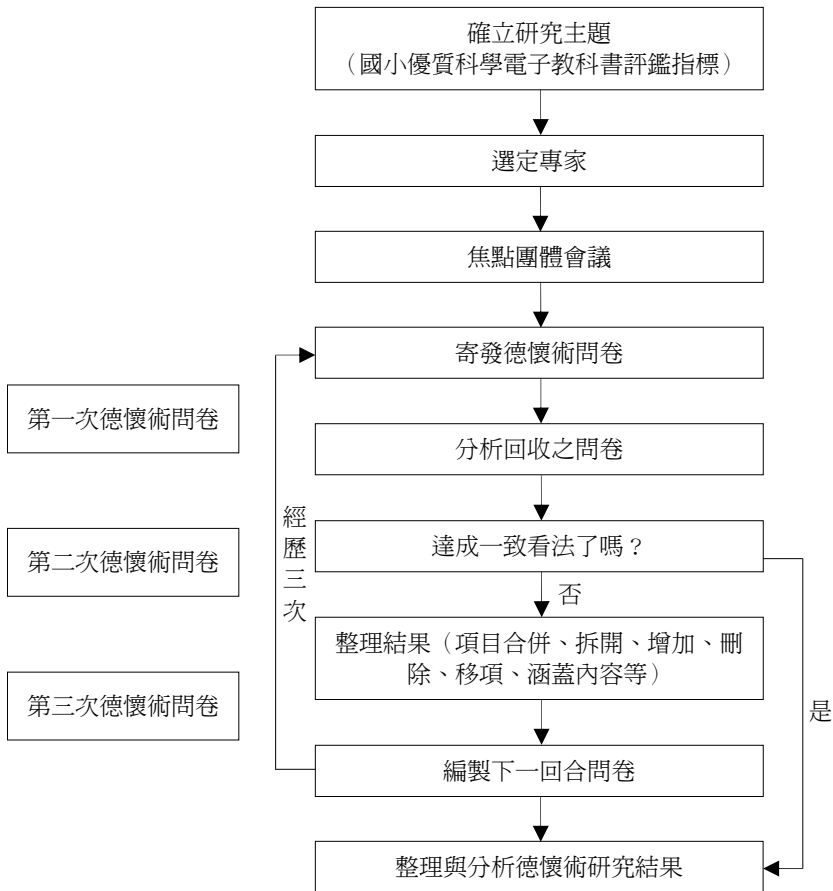


圖 3 國小優質科學電子教科書評鑑指標發展之德懷術研究流程

## 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<sub>II</sub>、E<sub>III</sub>) 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。

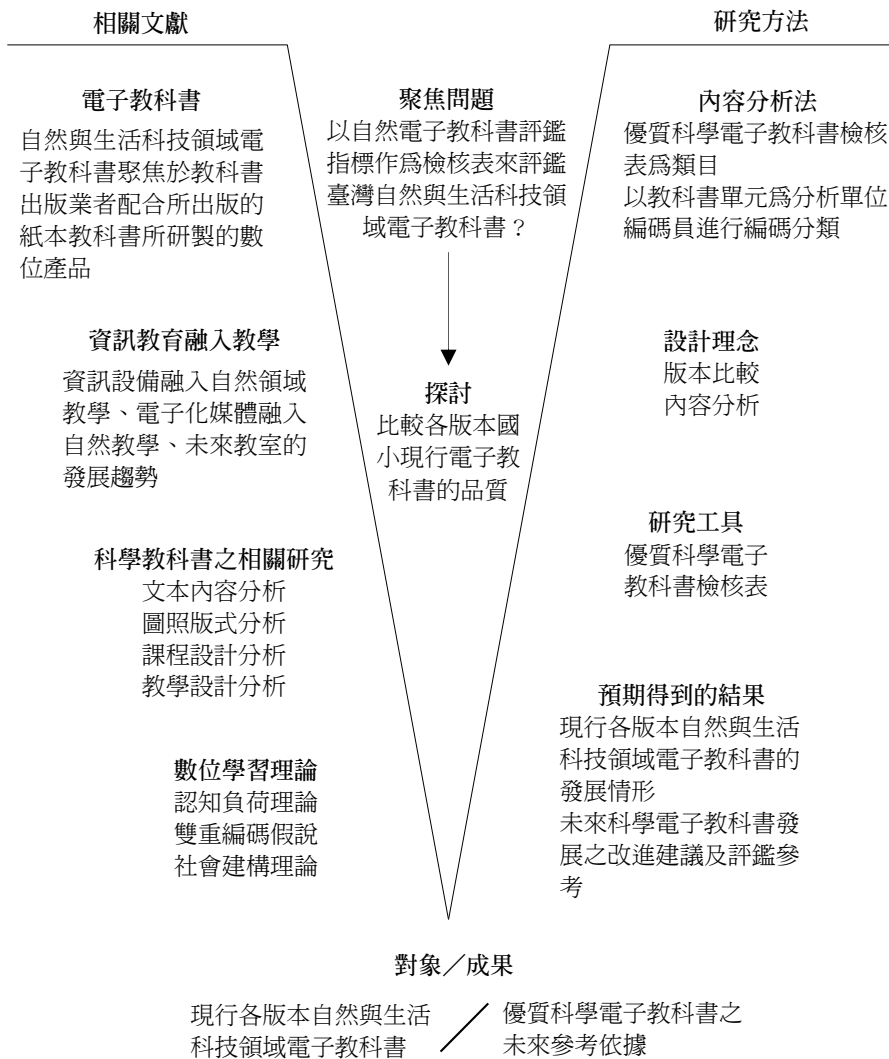


圖 4 第二階段之研究 V 圖

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

圖 5 展示了  $E_I$  版自然與生活科技領域電子教科書的頁面及功能。圖中顯示了教科書的互動界面，包括教學內容、影音多媒體、快速切換、隱藏重點、評量測驗等功能。圖中還標註了工具箱（儲存或插入素材）和工具列（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





工具列 (可對應電子白板使用)

工具箱 (儲存或插入素材)

圖 6 E11 版自然與生活科技領域電子教科書頁面及功能



工具列 (可對應電子白板使用)

工具箱 (插入素材)

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

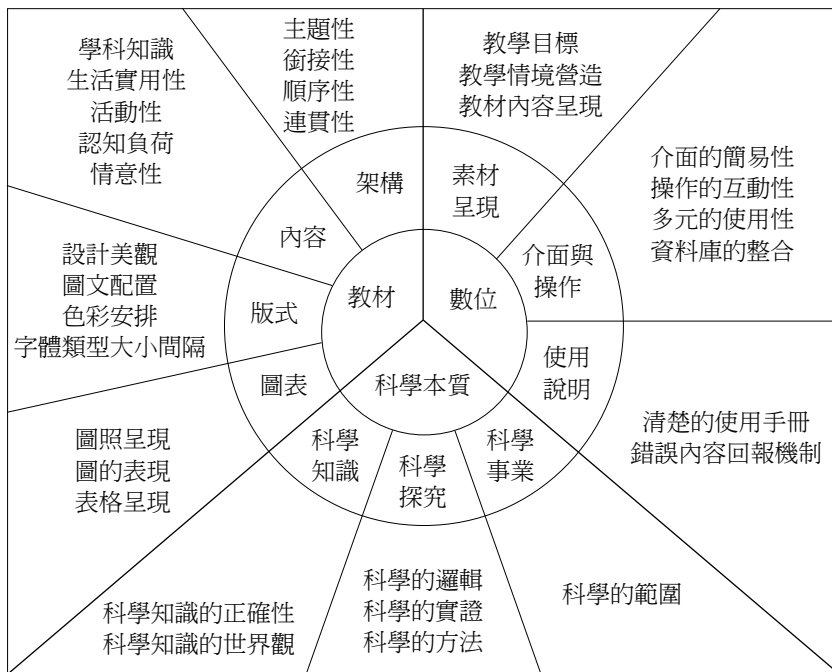


圖 8 優質科學電子教科書評鑑指標初稿之架構

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

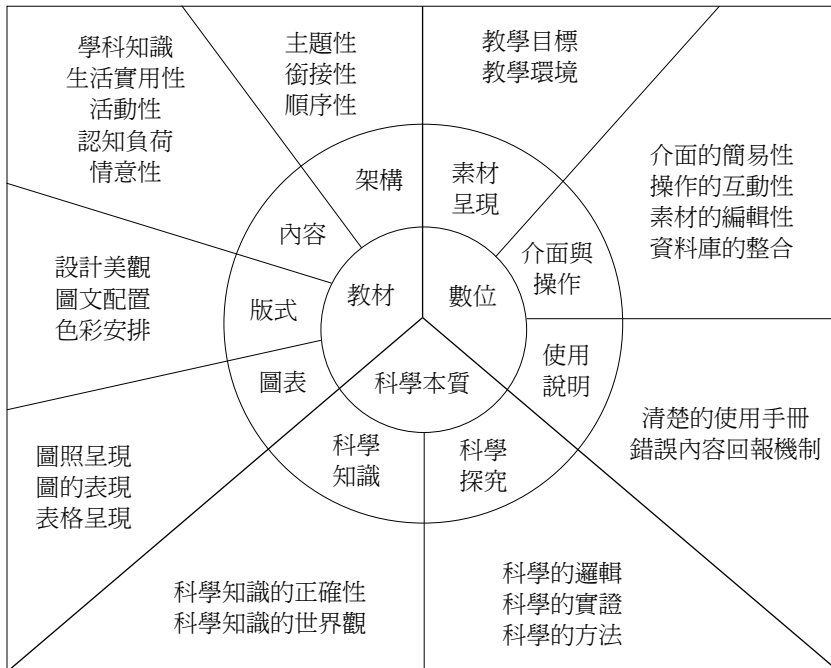


圖 9 優質科學電子教科書評鑑指標第一次德懷術問卷向度架構

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。

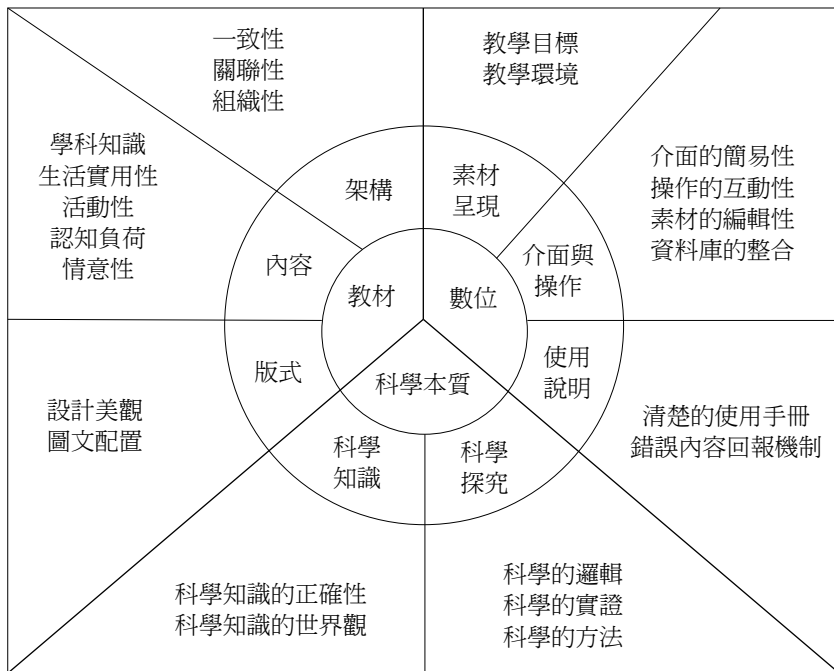


圖 10 優質科學電子教科書評鑑指標第二次德懷術問卷向度架構圖

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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 三個版本於向度 1 架構的分析結果

向度	子向度	E <sub>I</sub> 版本			E <sub>II</sub> 版本			E <sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 三個版本於向度 2 內容的分析結果

向度	子向度	E <sub>I</sub> 版本			E <sub>II</sub> 版本			E <sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 三個版本於向度 3 版式的分析結果

向度	子向度	E <sub>I</sub> 版本			E <sub>II</sub> 版本			E <sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 三個版本於向度 4 素材呈現的分析結果

向度	子向度	E <sub>I</sub> 版本			E <sub>II</sub> 版本			E <sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 三個版本於向度 5 介面與功能的分析結果

向度	子向度	E <sub>I</sub> 版本		E <sub>II</sub> 版本		E <sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 三個版本於向度 7 科學知識的分析結果

向度	子向度	E <sub>I</sub> 版本			E <sub>II</sub> 版本			E <sub>III</sub> 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<sub>I</sub>、E<sub>II</sub>、E<sub>III</sub> 三個版本於向度 8 科學探究的分析結果

向度	子向度	E <sub>I</sub> 版本			E <sub>II</sub> 版本			E <sub>III</sub> 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 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。	3-1 設計美觀	3-1-1 教材內容版面呈現美觀完整、鮮明、活潑、具吸引力。
		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 說明：動畫、影片等資訊媒材的內容及呈現方式。	4-1 教學目標	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。
		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 教學環境	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 說明：軟體介面的呈現與操作方式的探討。	5-1 介面的簡易性	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。
		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。