從環保節能之觀點淺談數位學習教材之製作

林傑聖／行政院勞工委員會職業訓練局泰山職業訓練中心助理研究員
林傑恆／屏東縣國民教育輔導團資訊議題輔導員

一、前言

自從「±2°C」出現後，各方對其標題和內容的正確性多所討論，然而；不論結果如何，它引起人們對環保的注意和重視卻也是不爭的事實。另，近來政府在數位典藏和數位學習教材製作的推動不遺餘力，尤其2009年正式推動電子書產業，希望於2013年建構完整的電子書與數位出版上中下游產業鏈，使其總體產值能提昇至新台幣1,000億元（林修全、蔡佩芳，2009）。由於生動活潑的數位學習教材製作曠日廢時，暫不論民間對其使用和接受的程度為何，在數位教材如火如荼推動下，也應注意其製作的品質與過程，如此一來除能為教授者和學習者所運用外，也應能適度降低數位學習教材製作的相關成本。

二、近來數位學習產業的發展

由於二十一世紀網路資訊的勃興，使得數位學習成為另一種學習趨勢，加上近年來政府為落實「e－化台灣」的理想，不斷地推動數位學習相關政策，使得台灣數位學習產業2009年的產值較2008年成長14.2%；達新台幣513.17億元（郭慧中，2009）。為延續產業的發展和得來不易的成果，政府將「數位內容學院計畫」和「數位學習與典藏加值計畫」納入六大新興產業中的文創產業（行政院，2009）繼續推動，若再加上2009年的電子書產業推動計畫，可預見的；日後台灣數位學習產業將不斷蓬勃發展。

三、數位學習教材的「綠色」思維

「綠色」目前已成為環保概念的代表觀念詞之一，而「±2°C」影片中所提「綠色」的概念主要有「節能減碳、充分利用、循環再生、避免污染、順乎自然」。單就生技、觀光、醫護及農業等四大新興產業觀之，其表面上較能看出與環保相結合之處。例如生技產業的廚餘回收利用、觀光產業的生態旅遊、醫護產業的自然療育和農業產業的自然有機耕法等。至於文創產業中的數位學習方面，除製作數位教材可以減少林木砍伐和染劑污染；並擁有循環使用等外顯效益外，數位學習教材製作過程也應該要有改善之處以符合環保風氣。以下將分別從需求者（公務機關、企業、學校單位）、規劃者（數位學習教材製作計畫承辦人員）、設計製作者（數位學習教材製作廠商／人員）、教學者（教材內容專家）和學習者（使用數位學習教材學習之人員）等五方角度，試著用「綠色」的概念去思考數位學習教材的製作。

（一）需求者端：公務機關、企業、學校單位

由於數位學習教材具有不限學習時間、地點和次數的特性，故其可降低培訓成本（例：講師費、差旅費、紙張費、印刷費等）和提升部分學習效果（鍾文正，2004、謝雅青，2006、陳惠馨，2007、翁貴美，2008、韋祿恩，2009、林國芬，2009、資策

會，2010），在政府的支持鼓勵下，除公部門和學校外，私人企業亦已接受與運用，在基於環保的趨勢下，筆者有幾點「綠色」思維供需求者進行數位學習教材製作時參考：

1.資源提供

數位學習教材內容的正確性是最重要的。為讓教材能夠快速且正確的完成，需求者可主動提供相關資源以助教材製作（可包含人、事、物等），如此將能減少製作時人力、資料、設備籌備的時間與重複購置之成本，進而降低錯誤率並避免浪費，畢竟需求者所提供的資源（例：環境、工具、圖像、術語、內規…等）才符合其實際情況；而據之所製作的數位學習教材也才能真正符合其需求。

2.參與製作

數位學習教材的設計與製作雖屬專業，但需求者仍然可以參與，其參與的重點不在刻意學會教材製作的相關技術；而是在瞭解製作歷程、軟體工具特色、教材呈現類型、教材應用方式等；以便掌握進度和提供日後必要的協助。換言之，需求者參與教材製作愈深；其對教材製作的整個過程愈清楚，在潛移默化下，自然逐漸熟悉教材製作的相關概念與注意事項，如此一來便能瞭解其製作的各項重要環節並盡量事先發現可能的問題，使其下次提需求時更能思慮周延，避免不必要的耗損。

3.積極協助

數位學習教材製作時多少會遇到大小不等的問題（例：專家的搜尋與配合、教材風格樣式的偏好、設計意見的相左、跨政府單位的協助、外部資源的取得…等），而某些問題的產生可能牽扯到許多面向，其便不是教材製作承辦人員或廠商所能迅速解決的（例：跨政府單位的協助）。是以，需求者得知問題後，經瞭解若由其處理比較事半功倍的話，便應主導該項問題的解決，如此才能將後續或連帶問題產生的機率降到最低，其節省下來的時間或資源便可充分運用在教材設計和製作上。

4.試辦計畫的考量

教材本身需要適合數位化，並非為了數位而數位，此外其數位化後運用的層面和效能亦需要被評估，換言之，數位政策的相關計畫與推動除了事先的研究分析外；亦可進行部分試辦與廣宣，以瞭解並驗證教材使用族群的反應及成效是否真如當初研究之結果。

（二）規劃者端：數位學習教材製作計畫承辦人員

在確認數位學習教材需求政策後，相關計畫的執行是否順利便有賴承辦人員的協助，所以其在規劃與執行數位學習教材製作計畫時，關於綠色的可行思維有：

1.去除動畫迷思

為了吸引學習者注意以引起學習動機，多數人均希望數位學習教材可以活潑且動態呈現，但要注意是否會變成為了動畫而動畫，因為過於絢麗的動畫或互動設計可能製造額外的學習負載，使學習者忽略內容焦點並花費更多時間習得知識（蔡輝龍，1998、陳彙芳，2000、周慶祥，nd、陳姚真，2008），如此一來便失去數位學習教材方便、迅速學習的優點；也耗費了相當的製作成本。換言之，除學習者背景或其他不可忽視的客觀因素外，在教材內容的呈現上，建議唯有在旁白、文字、圖片均無法清楚展現；且無適合的影片時方才設計動畫協助（例：物種動態演化、物體結構環繞透視），這樣的動畫才有教育意義和價值，而不是所有或大多數內容都採動畫呈現才是良善的數位學習教材。最後，唯有能夠引起學習興趣；且有效、正確和快速傳達內容的教材，才是設計最好的數位學習教材（林傑聖、林傑恆，2010）。

2.公共財的運用

為讓相關數位資源能夠有效的運用以發揮最大功效，在符合智材權的條件下，規劃者可以考慮引用或修改公共財，如此除可加速教材製作和節省成本外；亦可快速增加衍生性物件，協助擴充公共財的資源。

3.資源整合分類

不同特性的機關／產業／科系（以下簡稱「單位」）製作的數位學習教材所需資源可能不同；且相同的教材也可能因單位觀點的差異而有不同的分類結果。例如企管系和會計系可能觀念不同，將經濟學歸屬在不同需求類別（如：主修、選修；或6學分、4學分…等），而這當然便會影響其數位化的先後順序和內容規模。故，為確認教材的有無和運用的廣度，規劃者應依據單位屬性整合和分類相關數位資源，以方便日後的檢索及利用。筆者建議初步可先照醫、理、工、文、法、商、農等類別建立數位學習教材資料庫，並給予檢索編號及附註；然後設計各類的檢視網頁進行連結，以為需求者召開相關會議時檢視、討論之參考，相信如此將可盡量避免教材重複製作，進而提升運用的價值（例：若企管系6學分的經濟學數位學習教材能符合會計系4學分之需求，則會計系便可考慮不用再重新製作經濟學數位學習教材）。目前「國立自然科學博物館標準化數位學習服務平台」、「教育部數位教學資源入口網」以及「數位典藏與數位學習成果入口網」等大型計畫性平台具類似功能。

4.教材品質認證的評估

為確保產出的數位學習教材具有一定的品質，故有「數位學習品質服務中心」和「教育部遠距教學交流暨認證網」之設立，分別針對產業界和教育界的數位學習教材進行品質認證，為教材使用者進行把關的動作，不過最近產業界進行教材認證時，卻發生候審時程過長（約1.5～2個月）、認證委員與教材內容專家意見不合；以及不同評委意見相左之結果，此不但造成計畫執行的困擾；耗費時間和製作成本，也造成教材內容不一定符合教學者（教材內容專家）和需求單位課程安排之規劃。

爰上，筆者建議可採折衷方式解決。由於通過認證之數位學習教材本身具有品質保證，所以某系列數位學習教材在製作時，可視情況先送一個系列通過認證，其餘增補教材再比照通過認證的規格設計製作，如此一來不但可以讓該系列數位學習教材具基本的水準，還可減少時間和製作成本、配合內容專家教學規劃；並符合需求單位課程安排之所需。

（三）設計製作者端：數位學習教材製作廠商／人員

設計製作者是數位學習教材製作重要的一環，透過其教學設計和製作技術，除可使教材符合線上學習外；教材本身的價值亦由此建立。換言之，若以學習進行的情況而言，假如實體授課的價值在於講師課堂表現的話；那線上學習的價值則在於數位學習教材的設計和呈現。在現今步入節能省碳的時代裡，筆者認為數位學習教材的設計與製作可以參考下列幾項方式以符合環保概念。

1.建置元件庫

在有限的時間和資源內，數位學習教材的製作若能運用以往的元件；或參酌相關樣式進行衍伸性設計，如此相信不但能加快教材製作的速度，還能擴展元件使用的廣度和壽命，讓物件可以不斷的被再利用。不過由於這類型的元件資料庫並不普及；在智財權的考量下取得和管理不易，且要成為公共財更需有必要條件，所以在暫不考慮外在條件下，設計製作者應充分建立自己的元件庫並運用之，如此相信將有助教材製作的速度。

2.版型、檔案模組化

內容是與時俱進的，所有的數位學習教

材均將遇到需要修改的一天。是以，若採模組的方式設計製作教材的話，其除能簡化教材製作流程、提升教材製作速度與方便學習者操作外；更重要的是日後修改內容時，其只要進行元件的抽換或重新編排即可。若以動畫教材單元內容而言，假如在可行的條件下能適度分化與切割，最後再以組合的方式呈現單元內容；也就是儘量少用一支動畫去呈現整個單元，如此不但可以逐步建立版型模組，相信對於日後資料庫的建立和教材修改也將省下不少時間和精力。

3.建立分類資料庫

教材元件與模組樣版均需建立分類資料庫（如同先前所提「國立自然科學博物館標準化數位學習服務平台」、「教育部數位教學資源入口網」以及「數位典藏與數位學習成果入口網」等大型計畫性平台），其資料分類依據的方式將成為日後是否方便運用的關鍵，而分類資料庫的建立亦有助於經驗傳承和知識管理。

（四）教學者端：教材內容專家

1.整合資料的提供

以筆者先前所遇之經驗，不少教學者在協助製作數位學習教材時，所提供的資料若非零星或一般授課講義；便是只有授課用書（委製案件由多），如此不但增加教學設計的困難，也容易使教材內容不符需求；浪費時間與資源。所以為了提升教材內容的正確性、符合規劃需求並協助教材製作的速度，教學者應依據計畫需求內容盡量提交完整的資料，並對不足之處提出相關解決建議，如此對於計畫的執行將有莫大的助益，畢竟內容的正確性才是教材的首要條件。

2.隨時檢視與回饋

數位學習教材製作時需要教學者共同參與，除依據計畫當初之構想和需求彙整資料予教學設計師並參與必要的製作活動外；內容專家也應耐心、分階段的協助檢視教材腳本和成品，以確認其呈現樣式和內容的正確性，如此方能避免疏漏和製作時程、資源、人力的浪費。

（五）學習者端：使用數位學習教材學習之人員

1.學習者參與

學習的主體是學習者而非教學者，所以在可能的情況下，數位學習教材的製作若能傾聽學習者的想法，歸納出可行的建議和方式，如此設計製作出來的數位學習教材將更能符合學習者需求，以發揮教材的真正價值。

2.主動回饋

學習者一旦對教材內容有任何疑議，均可透過相關管道進行反應回饋，這樣才有機會讓需求者、規劃者、設計製作者與教學者瞭解教材問題並提出回覆或修正，如此亦能延長教材的使用壽命。

綜上所述，可知在數位學習教材製作方面，其環保節能的綠色思維主要包括「建立互助觀念」、「規格化及標準化」、「資源的重複利用」、「自由資源的使用」、「縮短教材製作期程」和「延長教材使用年限」等意涵；而其均從「減少消耗」和「重複利用」兩大觀念上出發，希望藉此降低教材的製作成本並延長使用壽命，也讓其更能為教學者運用和學習者學習，以實現行動學習和終身學習的願景。

四、結語

歷經工業革命後，人類以幾近等比級數的方式影響地球（±2°C，2010）。若把地球環境生態當成一個封閉的系統，在「熵反應」理論下（陳木金，1999、秦夢群，2001、溫昇樺，2003、葉蕙菜，2003），若人類的耗損作為超過地球限度時，除了我們將自食惡果外；也害了數以萬計無辜的物種。爰上，為了日後生命的延續，我們必須

要有保護地球的意識，讓節能減碳、充分利用、循環再生、避免污染等觀念成為日常生活的一部份，以朝永續經營的理想目標邁進。

參考文獻

±2 ° C（2009）。2010年5月15日。取自：http://xn--2c-692dw97bup4b.tw/

朱苡俊、呂玨音（2010年3月）。徐莉玲（主持人），結合綠色創意與生活的新型態消費市場。**台灣綠色產業人才創新培育研討會**。台北市學學文創志業大樓。

行政院（2009）。**行政院六大新興產業主題網**。2010年2月11日，取自：http://www.ey.gov.tw/ct.asp?xItem=57106&CtNode=3000&mp=97

行政院勞工委員會職業訓練局泰山職業訓練中心（2009）。**訓練與研發，7**。商周，台北市。

周慶祥（無日期）。**網路多媒體新聞學習成效之研究**。2010年4月15日，取自： http://ccs.nccu.edu.tw/UPLOAD_FILES/HISTORY_PAPER_FILES/719_1.pdf

林國芬（2009）。**資訊素養、資訊科技融入教學與教學效能之相關研究：台東縣高中職教師為例**。國立台東大學資訊管理學系碩士班論文，台東縣。

林傑聖（2007）。數位學習面面觀－學校，您準備好了嗎?。Easy Test**學習誌**，146-148。

林修全、蔡佩芳（2009）。5年21億政府推電子書產業。**華視新聞網**，2009年12月3日。取自：http://news.cts.com.tw/udn/money/200912/200912030355626.html

林傑聖、林傑恆（2010）。數位學習運用的落差－從數位典藏談起。**台灣教育雙月刊，661**，40-42。

韋祿恩（2009）。**企業員工電腦學習態度、社會支持與數位學習滿意度之關係研究**。國立臺灣科技大學技術及職業教育研究所碩士論文，台北市。

秦夢群（2001）。**教育行政－理論部份（二版）**。五南圖書，台北市。

翁貴美（2008）。**客家數位學習推動成效之研究—以哈客網路學院與客語能力認證網為例**。國立中央大學客家政治經濟與政策研究所碩士在職專班碩士論文，桃園縣。

國立自然科學博物館標準化數位學習服務平台（2007）。2010年5月15日，取自：http://eltwlom.nmns.edu.tw/ELS/index.jsp

教育部遠距教學交流暨認證網（2009）。2010年5月15日，取自：http://ace.moe.edu.tw/

教育部數位教學資源入口網（2010）。2010年5月15日，取自：http://isp.moe.edu.tw/

郭慧中（2009）。**2009 數位學習產業現狀與產值調查初探**。2010年2月13日，取自： http://www.epark.org.tw/respage.php?id=20100104170150

陳木金（1999）。混沌理論對學校組織變革因應策略之啟示。**學校行政，1**，61-67。

陳姚真、吳宇穎（2008）。多媒體組合方式與知覺偏好對學習結果的影響。**教育學刊，30**，29-60。

陳惠馨（2007）。**大陸台商推動數位學習之成效研究－以A健身器材企業為例**。國立台灣師範大學工業科技教育學系碩士論文，台北市。

陳彙芳、范懿文（2000）。認知負荷對多媒體電腦輔助學習成效之影響研究。**資訊管理研究，2（2），**45-60。

溫昇樺（2003）。學校組織的特色－由渾沌理論談在學校行政上之應用：渾沌理論在學校行政應用之啟示。**學校行政雙月刊，25，**43-52。

葉蕙棻（2003）。**熵理論在組織內部稽核中的意涵與衡量模式建立之研究**。中原大學企業管理研究所碩士論文，桃園縣。

資策會（2010）。**企業數位學習成功案例**。2010年4月15日，取自： http://elearning.iiiedu.org.tw/taxonomy/term/3

維基百科（2010）。**耗散結構**。2010年3月11日，取自：http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E8%80%97%E6%95%A3%E7%BB%93%E6%9E%84

維基百科（2010）。**混沌理論**。2010年3月11日，取自： http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B7%B7%E6%B2%8C%E7%90%86%E8%AE%BA

數位典藏與數位學習成果入口網（2008）。2010年5月15日，取自：http://digitalarchives.tw/

數位學習品質服務中心（2008）。2010年5月15日，取自：http://www.elq.org.tw/elcc_apply/digi_material01.aspx

蔡輝龍（1998）。**以彙總研究探討多種媒體呈現方式對學習成效的影響**。國立中央大學資訊管理研究所碩士論文，桃園縣。

謝雅青（2006）。**失業勞工數位學習成效評估之研究—以輔助參加提升數位能力研習計畫者為對象**。國立政治大學勞工研究所碩士論文，台北市。

鐘文正（2004）。**飛航組員利用數位學習成效評估之研究**。輔仁大學科技管理學程碩士在職專班碩士論文，台北縣。