

應用電子繪本提升學童 動物生長之描述性概念

盧秀琴、陳月雲*

為提升國小學童的「2-2-2 分段能力指標：認識動物生長」之描述性概念，本研究自編能融入「水中生物」與「校園昆蟲」單元共 7 本電子繪本，以準實驗研究進行教學，以動物課程學習成就測驗 (ATAC) 和描述性概念開放式問卷 (OQDC) 等研究工具進行檢核。研究結果發現，採用電子繪本融入教學的國小四年級實驗組 65 位學童，其 ATAC 和 OQDC 成績高於接受一般講述教學的對照組 65 位學童。從描述性概念開放式問卷、動物小書、課室觀察紀錄和教學省思劄記的分析發現，對照組學童對於動物生長概念的描述較簡單而偏向教科書的答案或抄自網路資料；接受電子繪本教學的實驗組學童，對於動物生長概念的描述則模仿自電子繪本的動畫、特徵特寫說明，較能用自己的語言做深入而完整的描述。本研究在教學上，為科學教師提供一個新的教學方向與多媒體資源，方便教師隨自己的需要選擇融入使用；研究者亦提供自編的電子繪本，教師可燒製成光碟給學生使用，學童除可在課堂上學習外，也可在家自學。

關鍵詞：描述性概念、電子繪本融入教學、認識動物生長

* 盧秀琴：國立臺北教育大學自然科學教育系所教授
luchowch@tea.ntue.edu.tw
陳月雲：台北縣中和市秀山國小教師

Integrating Digital Storybooks into Teaching to Promote Children's Cognitive Concepts of Animal Growth

Chow-Chin Lu & Yueh-Yun Chen*

In order to assist school-children in learning descriptive concepts of animal growth, the researchers compiled seven digital storybooks in CD-ROM form, and integrated them into "Water Creatures" and "Insects on Campus" units in the elementary school science curriculum. Quasi-experimental design was implemented with two instruments to describe students' concept growth: "Achievement Test of Animal Curriculum (ATAC)" and "Open Questionnaires of Descriptive Concepts (OQDC)". Results indicated that the sixty-five fourth-graders in experimental group who were taught with digital storybooks had better achievement in ATAC and OQDC than the sixty-five students in control group who were taught with traditional narration instruction. Results from OQDC, students' self-made illustrated booklets, classroom observations, and teachers' reflection diary showed that the control group students could only described simple animal concepts according to the lines of the textbooks and network materials, but the experimental group students were more capable of thorough descriptions of animal growth in their own words through observing and imitating the animated characters in the digital storybooks. This research implies that digital storybooks integrated into teaching as an alternative teaching method can provide science teachers with multimedia resources. Science teachers are free to copy the digital storybooks designed by the authors for students to use so that students can study with it in classroom and learn the concept by themselves at home.

Keywords: *animal growth knowledge, descriptive concepts, digital storybooks integrated into teaching*

* Chow-Chin Lu: Professor, Department of natural Science Education, National Taipei University of Education

luchowch@tea.ntue.edu.tw

Yueh-Yun Chen: Teacher, Show San Elementary School, Taipei County

應用電子繪本提升學童 動物生長之描述性概念

盧秀琴、陳月雲

壹、前言

一、研究的理念和重要性

教學是「教」與「學」的活動，是教師、學童與教學資源三者間的互動，需要妥善的計劃與執行策略，目的在提供學童知識與技能的培養（劉世雄，2000）。隨著數位時代的來臨，多媒體教學軟體已發展出各種不同型態的教學內容，如：圖文資料、影像教材和網路教材等，呈現多樣化的作品說明，吸引學童主動去學習（李鴻亮，2000；游光昭、蔡福興、蕭顯勝、徐毅穎，2004；臺北市教育網路中心，2003；Green, 2006）。根據科學研究指出，人類接受的資訊中有百分之八十是來自於視覺（Campbell, & Reece, 2003），透過具像的視覺傳遞媒介，能增強學童的吸引力而願意學習；而影像思考如被個體自然的或刻意的引用，則可替代大量的文字材料內容而減低工作記憶（working memory）的負荷（李咏吟，1998）。因此，影像訊息處理可作為輔助文字學習或促進記憶的一種媒介，能促進一般語文或散文學習的功能（Levin, 1976）。

多媒體教學軟體能有效呈現教學內容，幫助老師教學，不僅活化自然科的教學，節省教師教學的時間與成本，也解決不同背景學生的差異問題，提供一個安全的環境、支援各種教學法（鐘樹椽、林慶宗，2006）。電子繪本（CD-ROM storybooks）是一種多媒體教學的工具，它是結合繪本與科技的電子書，能呈現文字、動畫和聲音等符號播放的功能（盧秀琴、石佩真、蔡春微，2006），可以將一個靜態的符號系統轉化（transform）成一個動態的符號系統（Dickson, 1985），並可以機動的依照學習者的學習進度及需要，呈現適量的教學內容，提供立即與適當的回饋、建議及提示等（Tennyson & Park, 1987）。電子繪本能積極呈現繪本的功能，繪本大而精美的圖畫除能吸引讀者外，更能幫助讀者了解故事內容，加強故事的感動力，增加閱讀的趣味

和增強記憶的功能（曹俊彥，1998）；而濃厚的故事情節，能吸引學童的注意力和學習動機（Doty, Popplewell, & Byers, 2001）。因此，藉由故事的鋪陳與說故事的引導，繪本不僅可彌補教科書的不足，也可促進教科書概念的統整和潛在課程的發展（徐素霞，2001），具故事性的科學繪本，適時在故事內容中加入重要概念和科學詞彙，能幫助學童理解科學敘述文字所表達的意涵和重要性（盧秀琴等，2006；Steven, Slavin, & Farnish, 1991）。

九年一貫自然與生活科技領域課程綱要明列國小中年級學生須達成「科學與技術認知」分段能力指標：2-2-2-2 知道陸生（或水生）動物外型特徵、運動方式，注意如何改善生活環境來維護牠的健康，包含：描述陸生及水生動物型態及其運動方式，並知道水生動物具有適合水中生活的特殊構造等能力（教育部，2004）。但由於陸生及水生動物四處移動，不易被實地觀察，教師於課堂教學時，很難做到「想要教就能馬上呈現」。為改善這種教學困境，教師可以飼養動物、拍攝動物圖片與錄影帶、編寫動物電子繪本等，透過教學多媒體與遊戲式網路學習，以克服現實教學環境無法滿足的學習需求（Haertel, 1992；游光昭等，2004；盧秀琴等，2006）。國小中年級自然與生活科技領域教科書的內容為介紹一段科學詞句的引導提問，配合一些圖片的呈現，最後說明科學概念。以「校園的昆蟲」課程為例，教科書呈現很多種類昆蟲的單一圖片，要學生討論牠們如何運動和有什麼行為反應；如蝴蝶的每個階段（卵、幼蟲、蛹、成蟲）呈現一張圖片，說明昆蟲的生活史（馮鐘立、李寶珠，2004）；另外，「水中生物」單元教科書內容也是呈現青蛙與蟾蜍的單一圖片，就讓學童討論這些動物的差異性。由於現行教科書沒有足夠的連續圖片描述動物的運動方式，學童難以理解教科書所陳述的描述性概念（descriptive concepts）；描述性概念是指學生在進行觀察某種生物或物體時，學習用自己的語言，詳細說明所觀察到的特性和現象，如學童觀察台北樹蛙的生殖行為後，能夠說出台北樹蛙會利用雙腳打泡沫，把卵塊藏在泡沫中保護起來，這就是一種描述性概念（Lawson, Alkhoury, Benford, Clark, & Falconer, 2000；Lawson, 2003, 2004）。有鑑於此，本研究嘗試根據 2-2-2-2 分段能力指標，自編電子繪本並運用於國小中年級自然與生活科技領域中融入教學，電子繪本具備生物外形構造、運動、生活史連續性圖片動畫的播放，能彌補教科書單一圖片的不足；希望能提升學童的「2-2-2-2 分段能力指標：認識動物生長」之描述性概念，並為國小自然與生活科技領域教師提供另一種教學的輔助工具。

二、研究的目的

國小中年級自然與生活科技領域 2-2-2-2 分段能力指標，主要以「水中生物」與「校園昆蟲」等單元呈現。本研究自編能融入「水中生物」與「校園昆蟲」單元共 7 本電子繪本，融入兩個單元進行教學，探討是否能提升學童的「2-2-2-2 分段能力指標：認識動物生長」之描述性概念。探討的問題有二：1.探討電子繪本的融入教學，是否能增進國小學童的學習成就？2.探討電子繪本的融入教學，是否能增進國小學童的描述性概念？

貳、文獻探討

一、繪本的內容和學童的學習

繪本是以圖畫說故事的兒童書，通常是以圖為主，以文為輔，雖然圖像大都以手繪插圖為主，但不排斥生動的動物攝影，強調視覺傳達的效果，圖畫版面大而精緻，不僅具有輔助文字傳達的功能，更能增強主題內容的表現（徐素霞，2001；盧秀琴等，2006）。學術研究顯示學童閱讀繪本可以增進不同層面的發展，不僅能獲得語言和識字的技能，亦能學會詞彙和圖畫的意義、理解繪本中表達的知識和技能，當學童互相討論正文和插圖時，就能促進學童交流的機會（Kaderavek & Justice, 2002；Rubin & Wilson, 1995；Snow, 2001）。根據研究，繪本教學具有下列的價值：1.增長兒童的認知學習；2.增進語言學習；3.提供生活經驗，促進心靈成長；4.涵養美學；5.增進閱讀樂趣；6.培養創造想像的能力（林敏宜，2000；Aina, 1999；Matthew, 1996, 1997；Doty et al., 2001）。在國小自然與生活科技領域方面，有不少的研究，將繪本與多媒體結合製成電子繪本融入教學，例如：科學家故事電子繪本教學能提升學生獲得生物演化認知概念和科學本質觀（盧秀琴，2007），電子繪本能呈現科學家對微生物的發現、觀察、實驗和驗證的過程，有助於學童了解古代和現代科學家如何從事科學研究，運用科學方法解決問題，並培養對科學的興趣（Lu, Lin, & Tsai, 2008）。外來種生物電子繪本的主題式教學，發現以文字、聲音、圖片、動畫等多媒體的素材，能使概念具象化，幫助學生了解到外來種生物的引入管道、對本土自然環境的影響、外來種生物的優勢，以及目前對外來種生物的防治工作（盧秀琴、彭文萱，2007）。Matthew（1996,

1997) 的研究，發現學童閱讀電子繪本比閱讀傳統印刷繪本獲得較高的閱讀理解能力，以理解力問題試卷 (comprehension question test) 來測驗理解力時，閱讀電子繪本的學童得分較高，達到顯著差異。Matthew (1997) 說明電子繪本的特色對學童理解力的影響，可能會更準確地反映在理解力問題的重述回答，提供學童仔細思考和討論全部圖文的機會。Doty 等人 (2001) 認為在課堂上使用電子繪本，能幫助學童減少翻譯的負擔，增進理解能力；當學童閱讀時，有需要提供立即幫助的情況時，電子繪本也能符合這個需要。

二、電子繪本製作的理論基礎

電子繪本是基於影像學習與認知思維理論而設計。根據科學研究指出，人類接受的資訊有百分之八十是來自於視覺，研究者估計在實際見聞中，30%的大腦皮層完全參與，主要在於大腦的枕葉區 (occipital lobe) 和語言聯合區 (Broca's area, Wernicke's area)，透過具像的視覺傳達圖像、文意和閱讀到語言聯合區，較易理解圖像、文意和閱讀的意涵 (Campbell & Reece, 2003)。Paivio (1986) 對影像的定義作闡釋，他認為影像是一種心理表徵的訊息運輸，能提供具體的事物或活動的經驗；對於訊息處理則是具體的、動力的和序列的，它是一種「圖像符號」，與所代表的事物接近。人類記憶的三個方法，感官記憶、短期記憶 (STM) 與長期記憶 (LTM)；有助於記憶編碼的策略，包括：舉例、影像、類比、圖解和影像處理 (Miller, Galanter, & Pribram, 1960)。影像處理就是以外在刺激引起學生的感官記憶，學生對影像加以注意後能進入短期記憶，經由理解與編碼，改變短期記憶成為長期記憶；最後，學生能在腦中經由解碼，用自己的語言說出學習的內容 (Clark & Paivio, 1991；Gagne & White, 1978；Lee, 1998；Levin, 1976, 1983)。透過影像訊息處理，學生能得到資訊而儲存於腦中，並將直接的經驗和活動儲存成一個結構單位 (Mastropieri, Scruggs, McLoone, & Levin, 1985)。

電子繪本是一種結合光碟片的優點與科技的應用，具有儲存大量資料的能力、快速索引搜尋的功能、互動式的雙向學習等優點 (施能木, 1997；蔡嘉朕, 1995)。製作電子繪本時應注意以下事項：(1)主題選擇與軟體分析：這些教材或概念是否值得以互動式多媒體來呈現？學童的電腦使用經驗如何 (Green, 2006)？(2)腳本設計：腳本是一個視覺化的教案，須依照教案搜集相關的資料，撰寫文字和繪製圖畫，表現電子書直接、生動與重視畫面品質的特性 (吳明昌, 1994)。(3)創意設計：依據腳本設計各個場景、動畫和關鍵字，可配合現有的媒體資料庫，將資料轉存成電腦檔案，以

便直接使用或間接加工 (Bunzel & Morris, 1992)。(4)程式設計：包括流程圖設計 (flowchart)、交談式畫面 (screen)、圖像 (icon) 與游標 (cursor) 設計和技術分析等 (李鴻亮, 2000)。(5)電子書評鑑：提出評鑑電子書的向度，必須建立評量工具的信、效度 (李世忠, 1999)；評鑑工具常使用檢核表和等級量表，每一個評量項目超過 80% 的人同意納入，即為可以接受的效度；重測信度相關係數達到 0.8 以上，便可稱為是理想的評量工具 (姚伊美, 1994)。

三、學童如何建構描述性概念

學童學習科學時，對於描述性概念的建構是重要的，根據 Lawson 等人 (2000) 認為可以把概念組織、整合和描述，這樣的觀念就稱為描述性概念；描述性概念可以是個體經由內心思考外在環境的事件、狀況而形成的，也可以是個體從影像觀察而描述其性質，如你可以用自己的感覺去描述一張椅子，因為你看過、坐過椅子，可以描述椅子的形狀、材質和坐起來的感覺，別人經由你的描述也可以猜測那張椅子的形狀和材質。Lawson (2003) 說明生物的描述性概念可能來自幾種型式：(1)內在感覺的刺激，如描述飢餓和口渴的感覺；(2)外在刺激經由連續觀察而得，如描述大自然的色彩、咖啡的冷熱或味道等；(3)影像觀察和經驗推論而得，如描述大洋洲的鯨豚是如何分泌乳汁，哺育幼海豚等。如何應用教學策略進行描述性概念的教學呢？Lawson (2004) 認為學童對於描述性概念的學習，主要的困難在於觀察力不足，無法說明所涵蓋的所有概念，教師應引導學童仔細來回的搜查和整理，才能說明完整的描述性概念。Lustig (2003) 以問題導向學習模式 (problem-based learning) 要求學生假想自己是被吃下肚的方糖，儘可能跟著方糖的路徑走，將過程詳細描述出來；結果顯示有 30% 的概念能夠藉由生理學及細胞代謝兩種知識，將其整合起來，學生能清晰的描述方糖在小腸內如何被分解、吸收和隨著血液運送到細胞的途徑。

參、研究方法

一、電子繪本的製作與評鑑

(一) 電子繪本的製作

電子繪本的學習目標在於增進學童認識動物的生長，但由於民間版本的教科書各

有分歧度，故依據九年一貫自然與生活科技領域 2-2-2-2 分段能力指標，參考「水中生物」與「校園昆蟲」單元的教材內容，整理概念認知陳述和電子繪本製作內涵如表 1 所示。「水中生物」單元自編四本電子繪本，包含：小海馬、小鱷魚、小野鴨和青蛙與蟾蜍；「校園昆蟲」單元自編三本電子繪本，包含：小花尋親記、水池選美大會和 007 情報蟻；依據腳本製作完成的圖像、影像、文字、動畫、錄音、配樂等元件，串聯成一個具有完整故事情節的電子繪本，壓縮並儲存，形成在電腦、電視上可直接播放，易操控的直線式單元電子繪本，每部電子繪本的時間長度為 10 分鐘。

表 1 「2-2-2-2 分段能力指標：認識動物生長」的概念認知陳述和電子繪本製作

2-2-2-2 分段能力指標	概念認知陳述	電子繪本製作內涵
動物的外形特徵與生長環境 1.認識身體構造，如： (1)蝌蚪用鰓呼吸。 (2)昆蟲有六隻腳、兩對翅膀及頭、胸、腹部等。 2.介紹生活的環境，如： (1)生活在水池中的動物。 (2)生活在草叢間的動物。	1.能分辨水生動物與昆蟲的身體特徵、外型構造。 2.能瞭解各種動物的居住環境與生活習性。	1.利用動物的生活環境做場景，融入故事情節作介紹，如你在野外觀察時，如何從外形特徵、居住環境分辨是青蛙或蟾蜍？ 2.從蝴蝶尋親過程中，比較各種動物外型特徵與生活環境的差異性，如蝴蝶和蛾有不同的觸角、身體構造、出沒的時間和停棲的場所。
動物的運動方式與行為反應 1.動物有不同的運動方式，如水鼃用腳在水面滑行，青蛙會跳躍與游泳，昆蟲的運動方式有飛行、跳躍、滑行、爬行等。 2.比較動物的行為反應，如冬候鳥小水鴨會有遷移行為，蟻后、工蟻、兵蟻、雄蟻各有不同的行為模式。	不同的動物，爲了適應生長的環境，其運動方式與行為反應也有所不同。	1.利用動畫模擬動物的運動方式做比較，如海馬是直立游泳的，和魚不一樣；招潮蟹的大螯是示威用的，小螯才是用來吃食的；瓢蟲和蝴蝶的翅膀構造不同，飛行方式也不同。 2.利用故事情節比較動物的行為反應，如工蟻會用觸角來偵察和溝通，兵蟻具大顎，會防衛敵人而作戰並分泌蟻酸。冬候鳥小水鴨會因爲生長環境不適合生存而有遷徙行為。

2-2-2-2 分段能力指標	概念認知陳述	電子繪本製作內涵
動物的生殖與生活方式 1.動物的生殖方式具有多樣性，昆蟲的生活史具有完全變態和不完全變態。 2.有群居和非群居的動物，而社會性的群居動物，牠們各有不同的層級與生活方式，如蜜蜂和螞蟻。而有些動物間則具有互利共生的行為。	生物間具有交互作用，其生活史會產生變態。	1.介紹多種動物的生殖方式，如母蜻蜓會點水產卵、公海馬有育兒袋會孵育受精卵等。介紹蝴蝶、螞蟻的完全變態，蜻蜓的不完全變態。 2.介紹蜜蜂、螞蟻的社會性群居生活，如不同角色的螞蟻住在一起，會互相幫忙。介紹動物間的互利共生，如螞蟻會趕走瓢蟲來保護蚜蟲，蚜蟲會回報螞蟻蜜露。

由於電子繪本的內容很多，無法一一陳述所有的描述性概念，故選擇以每本電子繪本，舉一個描述性概念例子，其所對應的故事情節作說明，整理如表 2 所示。

表 2 列舉電子繪本的描述性概念，所對應的故事情節說明

電子繪本	描述性概念舉例	故事情節
小海馬	公海馬的育兒袋內，具有孵化小海馬的功用，當顏色由紅轉暗紅時，表示小海馬要孵出來了。	…；母海馬：我把卵產在你的育兒袋內，請你讓卵授精吧，一切拜託你了。公海馬：沒問題。母海馬：什麼時候，我們的寶寶會出生呢？公海馬：你看我的育兒袋會慢慢鼓起來，表示寶寶在發育，育兒袋也會紅紅的，等到紅紅的育兒袋轉變成暗紅色時，表示我們的寶寶就要誕生了。
小鱷魚	鱷魚媽媽聽到小鱷魚的叫聲時，知道寶寶孵出來，會趕過來用嘴巴啣著小鱷魚到海裡去。	鱷魚媽媽一直在沙灘上巡邏，而且仔細的聆聽著。小野鴨花花：牠在聽什麼？是不是有敵人要來？小野鴨東東：不是，他在仔細聽寶寶的呼喚，…，噶噶噶，…，小野鴨東東：你看，鱷魚媽媽用牠的大嘴巴小心的啣著小鱷魚，一步一步走過來了。小野鴨花花：小鱷魚不會自己爬啊？小野鴨東東：這樣太慢了，小鱷魚會被大白鷺吃掉。

電子繪本	描述性概念舉例	故事情節
小野鴨	秋天時，小野鴨會排列成一字形飛行，從西伯利亞飛到台灣海邊過生活，你看到尾巴有黃色三角形的就是小野鴨了。	天空中成一字形的灰色線條越來越明顯，越來越大，原來是小野鴨。…，媽媽：你看牠們一隻隻躍進海裡去，好快樂！小孩：牠們從哪裡飛來的？媽媽：遠從西伯利亞飛來的。小孩：好遠喔！牠們不會累嗎？媽媽：沒有辦法，冬天西伯利亞能給小野鴨的食物太少了，牠必須往南飛到台灣來找食物，不然會餓死。小孩：怎麼認識牠們？媽媽：你看到尾巴有黃色三角形的就是小野鴨了。
青蛙與蟾蜍	青蛙的皮膚是光滑的，產卵是塊狀的，蟾蜍的皮膚是粗糙有疣狀突起的，產卵是一長條帶狀的。	青蛙回答鴨子的詢問：我們比蟾蜍漂亮多了，你看我們的皮膚光滑，有些黏性，但是蟾蜍的皮膚非常粗糙，不僅沒有黏性，皮膚表面還會長一顆一顆疣狀物，好像青春痘，好醜喔！…，鴨子：這一長條帶狀的又黑又大的卵是你產下的嗎？青蛙：才不是呢，這是蟾蜍產下的，我們產的卵是一顆顆聚在一起，形狀塊狀的，像珍珠粉圓一樣，所以有人把粉圓叫做青蛙下蛋。
小花尋親記	蝴蝶的觸角成棍棒狀，腹部比較瘦長；蛾的觸角成羽毛狀，腹部比較肥胖。	蝴蝶小花：你和我一樣都有像長吸管的口器用來吸花蜜，我們是一家人吧！蛾：喂，不要半路認親家。你看，你的觸角細細瘦瘦的像棍棒，我的觸角卻像羽毛一樣，比你漂亮。還有，你那瘦小的腹部一點都不像我，我可是像楊貴妃一樣有份量的。
水池選美大會	水黽的腳和腹部具有油質細毛，不溶於水，可以在水面上滑行。	「選美大會」主持人介紹滑水高手水黽出場，水黽不停的在水面上滑行。蜻蜓：好厲害，你怎麼不會掉下去呢？水黽：因為我有秘密武器。蜻蜓：什麼秘密武器？水黽伸出一腳說：你仔細看我的腳，上面長有很多細毛，不僅含有油質，還是奈米的，所以不沾水，我的腹部也一樣，因此我可以在水面上滑行。
007 情報蟻	螞蟻是群居性的昆蟲，從牠們的外形構造和工作分配，可以分為蟻后、雄蟻、工蟻和兵蟻。	蟻后統治著螞蟻王國，…，發生缺乏糧食危機，小工蟻 007 將情形報告蟻后，…，蟻后：你帶領小個子工蟻和大個子兵蟻去查清楚，再回報。…，小工蟻：好好喔，雄蟻都不必工作就有飯吃，我們卻要到處奔波。兵蟻：就是嘛，當你們工作的時候，我都要出來保護你們，只有雄蟻不必工作，像寄生蟲一樣。

(二) 電子繪本的評鑑

電子繪本的評鑑選自「數位教材品質認證評量 (Assess of Digital-teaching Materials Quality Attestation)」(國科會數位學習網路科學園區, 2005), 分為「教學內容」2 題、「教學目標」2 題、「教材設計」4 題、「教材內容」9 題、「電腦介面」8 題和「練習活動」5 題, 共計 6 個向度 30 題之五等量表; 評鑑者依據「很好」、「好」、「普通」、「差」、「很差」等選項, 依序給予 5、4、3、2、1 分。

聘請專長於電子繪本教學研究的 2 位大學教授、專長於普通生物學的 2 位大學教授、曾以電子繪本進行教學的 7 位國小資深自然教師, 一起進行電子繪本的評鑑。並將 11 位評審者的資料進行 Kendall's W 檢定 (American Association for the Advancement of Science, 1993), 得到和諧係數為 0.967, 轉換為卡方值為 106.345, $p=.000<.05$, 可知 11 位評鑑者對於電子繪本之評鑑等級看法頗為一致。為瞭解各向度所屬之等級評定, 故以等級分數, 如 4 分為「好」等級、3 分為「普通」等級作為標準, 利用單一樣本 t 考驗, 依次檢定各向度之評定結果, 整理如表 3 所示。

表 3 電子繪本各向度等級 t 考驗分析

向度	Kendall's W 檢定等級值	題數	檢定值	自由度	t	p	單一樣本 t 考驗 評定等級
教學內容	1.50	2	8	21	3.287	.004*	好
教學目標	1.50	2	8	21	3.069	.006*	好
教材設計	3.00	4	16	21	4.311	.000**	好
教材內容	5.48	9	27	21	8.673	.000**	普通
電腦介面	5.52	8	32	21	4.637	.000**	好
練習活動	4.00	5	20	21	4.537	.000**	好

經由晤談評審者, 為何「教材內容」只有普通等級, 綜合整理歸納其原因為「這些電子繪本符合「水中生物」、「校園昆蟲」的教材內容, 可以應用於教學沒有問題, 但希望電子繪本在教材內容的深度與廣度可以更充實些, 如更多的教材內容與圖片介紹, 提供科學教師本身知識的充實、教學上的準備, 作為教學資料參考之依據; 甚至能提供多一點的電子繪本供教師教學, 以利於學童的科學學習動機與興趣, 更希望能利用多一些的遊戲, 讓學童從遊戲中學習科學, 或增加網頁的設計, 提供學童課後的

學習與練習機會」。

二、研究設計

首先，本研究依據九年一貫自然與生活科技領域 2-2-2-2 分段能力指標，自編 7 本電子繪本並完成評鑑。其次，採用準實驗法 (quasi-experimental method) 進行研究，上學期選擇「水中生物」單元教學 (94 年 12 月開始，共 10 節，三個星期)，下學期選擇「校園昆蟲」單元教學 (95 年 2 月開始，共 12 節，三個星期)，兩個單元結束後，每組學童製作動物小書 (95 年 3 月開始，共 2 節)；以 2 個月的時間進行實驗處理。因為地利之便，選擇臺北縣某大型國小四年級學童，由同一位自然科教師擔任教學，各選取兩班共 65 名學生，分為實驗組與對照組以進行實驗，利用動物課程學習成就測驗 (Achievement Test of Animal Curriculum, 簡稱 ATAC) 進行前測，並進行 t 考驗檢定如表 4 所示，從 t 考驗得知，實驗組學童和對照組學童為同質性 ($t = .047$; $p = .962$)；教學活動結束後，每組學童製作動物小書，以評估兩組學童在描述性概念的陳述。本研究訪談國小自然科教師如何教「水中生物」和「校園昆蟲」單元，一般的回答是使用教科書廠商所提供的教科書內容與圖片 PPT 檔做教學，本研究編製電子繪本的目的是便利國小自然科教師輕鬆使用，只要在單元活動進行時，播放電子繪本取代教科書內容與圖片 PPT 檔做教學，再利用電子繪本的提問，引導討論。故將兩組學童的教學實驗處理與比較，整理如表 5 所示。

表 4 兩組學童 ATAC 前測的 t 考驗

組別	個數	平均數	標準差	總人數	總平均	標準差	t	p
實驗組	1	33	15.52	65	15.54	3.97	.047	.962
	2	32	15.56					
對照組	1	33	15.61	65	15.57	3.42		
	2	32	15.53					

表 5 兩組學童的教學實驗處理與比較

組別	實驗組	對照組
課程設計與安排	<ol style="list-style-type: none"> 1.編製認識動物生長 7 本電子繪本。 2.水中生物單元：活動一水中生物與生長環境，融入小野鴨、小鱷魚電子繪本，活動二水生生物的外形與運動，融入小海馬和青蛙與蟾蜍電子繪本做教學。 3.校園昆蟲單元：活動一昆蟲身體的特徵，融入水池選美大會電子繪本，活動二昆蟲變變變，融入小花尋親記電子繪本，活動三昆蟲的行為反應，融入 007 情報蟻電子繪本做教學。 4.每個教學活動先由教師口述教學，接著學童觀看電子繪本後，進行問題討論，最後由學童歸納整理重點。 5.活動結束前，讓學童填寫描述性概念開放式問卷（OQDC）。 6.兩個單元結束後，每組學童製作動物小書。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.教科書廠商提供水中生物和校園昆蟲單元教材內容的 PPT 檔。 2.教師依照教科書內容，使用 PPT 檔作教學。 3.學生進行水中生物和校園昆蟲單元的學習時，都沒有看電子繪本或繪本的相關圖片，由教師講解教科書內容，並指導學生看廠商提供的教材內容 PPT 檔。 4.每一個教學活動都是由教師進行教學，然後教師提出問題，類似描述性概念的提問，在課室中進行討論，最後由教師歸納整理重點。 5.活動結束前，讓學童填寫描述性概念開放式問卷（OQDC）。 6.兩個單元結束後，每組學童製作動物小書。
評量	<p>兩組學童作相同的安排</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.使用動物課程學習成就測驗（ATAC）評量研究問題 1.探討電子繪本的融入教學，是否能增進國小學童的概念認知？在教學的前後，進行 ATAC 的前測、後測，教學後一個月進行 ATAC 的追蹤後測。 2.使用描述性概念開放式問卷（OQDC），評量研究問題 2.探討電子繪本的融入教學，是否能增進國小學童的概念描述能力？ 3.使用每組學童製作的動物小書，評量研究問題 2.探討電子繪本的融入教學，是否能增進國小學童的概念描述能力？ 	

三、研究工具

（一）動物課程學習成就測驗（簡稱 ATAC）

本研究配合國小「水中生物」、「校園昆蟲」單元編製「動物課程學習成就測驗」，

共 28 題選擇題，目的在偵測國小學童學習完這兩個課程，對於認識動物生長描述性概念的獲得情形，每答對一題獲得一分，答錯不計分。ATAC 聘請兩位專長於生物學、科學教育的大學教授與兩位國小資深自然教師審題建立內容效度。再採隨機取樣選取大臺北地區國小五年級的學童施測，得到 307 份有效試卷，建立內部一致性 KR-21 值為 0.83，難度介於 0.28~0.84，鑑別度介於 0.24~0.64 之間。

(二) 描述性概念開放式問卷 (The Open Questionnaire of Descriptive Concepts, 簡稱 OQDC)

本研究根據「2-2-2-2分段能力指標：認識動物生長」的概念認知，編製「描述性概念開放式問卷」，共28題，包含：動物的外形特徵與生長環境（10題）、動物的運動方式與行為反應（10題）、動物的生殖與生活方式（8題），目的在深入探討學童對動物生長描述性概念的組織、整合和描述，是否能完整的描述所觀察到的概念。建立本問卷內容效度之方法與ATAC相同。列出OQDC的回答資料分級依據說明如表6所示。最後，列舉認識動物生長向度、ATAC和OQDC的相互關係，舉例說明如表7所示。

表 6 OQDC 的回答資料分級依據

分級編碼	無(O)	低(L)	中(M)	高(H)
描述性概念的分級說明	無法依據題目，描述任何想法。	能依據題目簡單的描述想法，但尚沒有概念形成。	能依據題目說明描述性概念，但不夠完整。	能依據題目說明完整的描述性概念。
描述性概念的舉例說明	題目：不同昆蟲的構造和吃食有什麼關係？			
	S ₀₂ ：牠在花上吃花蜜。	S ₀₅ ：把口器伸進花蜜裡，再把口器伸出來。	S ₂₃ ：蝴蝶伸出口器插入花中，吸食花蜜。	S ₃₅ ：蝴蝶伸出捲曲式口器，插入花的雌蕊吸出花蜜。

表 7 列舉認識動物生長向度、ATAC 和 OQDC 的相互關係說明

向度	ATAC 題目列舉說明	OQDC 題目 列舉說明
動物的外形特徵與生長環境	生長在熱帶雨林的鱷魚，四腳都具有鱗片，可以適應什麼環境？(A)多雨的 (B)多乾燥的 (C)多蚊蟲的 (D)多泥濘的。	鱷魚的腳具有鱗片，可適應熱帶叢林的什麼環境？
	下列關於蝴蝶和蛾的觸角敘述，哪一項是正確的？(A)都為羽毛狀的 (B)都為棍棒狀的 (C)蝴蝶是羽毛狀的，蛾是棍棒狀的 (D)蝴蝶是棍棒狀的，蛾是羽毛狀的。	根據動物的外形構造，你如何分辨是蝴蝶？還是蛾？
動物的運動方式與行為反應	飼養青蛙時，要如何模仿牠的生態環境？(A)水族箱內只要放水 (B)水族箱內要放水和水草 (C)水族箱內要放水、水草、泥土 (D)水族箱要加蓋，裡面要放水、水草、泥土和高出水面的石頭。	如果我想長期觀察青蛙的生活史，那麼我需怎樣佈置一個適合牠居住的生長環境？
	水黽為什麼可以浮在水面上行走？(A)身體比水輕 (B)腳和腹部具有油質細毛 (C)快速的在水上跳著運動 (D)全身含油脂，不溶於水。	水黽為什麼可以浮在水面上行走？
動物的生殖與生活方式	海馬是怎樣產卵和育兒的？(A)公的產卵、受精卵由母的孵化 (B)母的產卵、受精卵由公的孵化 (C)公的產卵、受精卵由公的孵化 (D)母的產卵、受精卵由母的孵化。	海馬是怎樣產卵和育兒的？
	有關蝗蟲的敘述，哪一項是正確的？(A)幼蟲和成蟲完全不一樣 (B)幼蟲和成蟲完全一樣 (C)一生中沒有經過蛹的階段 (D)生活史是完全變態。	昆蟲的不完全變態與完全變態有何不同？請舉例說說看。

四、資料之蒐集與分析

量化資料：為探討實驗教學前後，學童學習描述性概念的變化，以 ATAC 前測、後測和追蹤後測成績進行 t 考驗，並利用實驗效果量 (Effect Size, 簡稱 ES)，以高出 0.2 個標準差以下當作低度 ES，高出 0.2~0.79 個標準差當作中度 ES，高出 0.8 個標準差當作高度 ES (Cohen, 1988)。

質性資料：包括課室觀察紀錄、教學省思剖記、OQDC 回答資料和動物小書；進

行編碼歸類，如表 8 所示。將蒐集之資料進行三角校正，經由教授、國小教師和研究生所組成的 8 位研究成員，一起判讀所有資料，經過討論達成描述性概念分級的共識，再計算出現頻率，以求研究的客觀性和可信賴度，說明學童建構之描述性概念。

表 8 質性資料之編碼歸類說明

質性資料	代號	資料來源	意義
課室觀察紀錄	課室觀察紀錄， 950303	教學錄音錄影	轉錄 95 年 3 月 03 日教學時之錄音錄影的資料
教學省思劄記	教學省思劄記， 950221	教師文件資料	研究者於 95 年 2 月 21 日所寫的教學省思札記內容
OQDC 回答資料	SE21	學童編號	實驗組學童編號 21 號
	SC12	學童編號	對照組學童編號 12 號
動物小書	BE11	學童編號	實驗組學童編號 11 號
	BC12	學童編號	對照組學童編號 12 號

肆、結果與討論

一、電子繪本融入教學增進學童的學習成就

為了解兩組學童學習完「水中生物」、「校園昆蟲」單元，對於學習成就測驗的獲得比較，遂進行兩組學童在 ATAC 後測成績、追蹤後測成績的 t 考驗，並計算實驗效果量，結果如表 9 所示。

表 9 兩組學童對於 ATAC 後測成績、追蹤後測成績 t 考驗之分析

組別	人數	後測			追蹤後測				
		平均值/標準差	t	效果量	平均值/標準差	t	效果量		
實驗組	65	24.74/3.06	10.196	1.765	0.000	21.08/3.09	4.840	0.853	0.000
對照組	65	19.18/3.15				18.46/3.07			

** $p < .01$.

從表 9 發現，兩組學童 ATAC 的後測、追蹤後測獨立樣本 t 考驗，都達顯著差異 ($t=10.196, t=4.840, p<.01$)，表示接受「電子繪本融入教學」的實驗組學童，其獲得認識動物生長的概念認知優於接受「一般講述式教學」的對照組學童且持續有效，達到高度實驗效果（效果量=1.765，效果量=0.853）。為了解兩組學童獲得認識動物生長的概念認知學習成就之差異性為何，統計兩組學童對於 ATAC 後測的答對率和兩者的差距，呈現如表 10 所示。

表 10 兩組學童對於 ATAC 後測成績作答情形的分析

向度	ATAC 試題簡單說明	對照組答 對率(%)	實驗組答 對率(%)	兩者差距 (%)
動物的 外形特 徵與生 長環境 (10題)	1.青蛙的皮膚比較光滑，蟾蜍的皮膚有疙瘩狀的疣。	78.46	89.23	10.77
	2.雄海馬的腹部形成育兒囊，是提供孵化小海馬的場所。	84.62	90.77	6.15
	3.兩生類是指可生活在水裡和陸地上的生物，如青蛙。	83.08	90.77	7.69
	4.冬天從北方飛到台灣做短暫停留的鳥類，稱為冬候鳥	78.46	92.31	13.85
	5.海馬對污染忍受度低，生長環境受到污染便無法生存。	78.46	93.85	15.38
	6.鱷魚的腳具有鱗片，可適應熱帶雨林多雨的環境。	40.00	84.62	44.62
	7.不同昆蟲的觸角是不一樣的，如蝴蝶有棍棒狀的觸角。	53.85	86.15	32.31
	8.一般昆蟲有頭、胸、腹部，兩對翅膀，六隻腳。	70.77	93.85	23.08
	9.蝴蝶和蛾有像長吸管的口器可以吸到花深處的花蜜，稱為虹吸式口器。	83.08	92.31	9.23
	10.小白菜葉上很容易出現紋白蝶幼蟲、夜蛾幼蟲。	50.77	83.08	32.31
動物的 運動方 式與行 為反應 (10題)	1.海馬用背鰭直立狀游泳，不停地拍打海水前進。	56.92	89.23	32.31
	2.樹蛙因腳趾間長肉墊和吸盤，可以爬樹而得名。	69.23	84.62	15.38
	3.飼養青蛙時，水族箱要放置高出水面的石頭，青蛙才能呼吸。	55.38	86.15	30.77
	4.鱷魚的皮膚很厚，尾巴的力氣大，可用來擊倒敵人。	72.31	90.77	18.46
	5.冬天一到，台灣的河海口就會聚集許多避寒的候鳥。	73.85	90.77	16.92
	6.小水鴨因天氣不適合居住，會遷徙到適合居住的地方。	80.00	92.31	12.31
	7.水黽的腳和腹部具有濃密的油質細毛，加上水的表面張力，所以能浮在水面。	47.69	80.00	32.31
	8.水黽利用腳上的感覺毛，察覺獵物掙扎的水波方向。	75.38	89.23	13.85
	9.螞蟻利用觸角碰觸和腹部分泌的費洛蒙，可以找到同伴走的路徑。	73.85	89.23	15.38
	10.一般昆蟲是用氣孔和氣管呼吸。	43.08	76.92	33.85

向度	ATAC 試題簡單說明	對照組答 對率(%)	實驗組答 對率(%)	兩者差距 兩者差距 (%)
	1.青蛙會經過卵、蝌蚪、成蛙等「變態」的過程	38.46	72.31	33.85
	2.鱷魚媽媽的嘴裡會含著小鱷魚以保護小鱷魚。	78.46	89.23	10.77
	3.鱷魚、水鳥的生殖方式是卵生。	72.31	92.31	20.00
動物的 生殖與 生活方 式(8 題)	4.海馬是由母的產卵、受精卵由公的孵化。	64.62	90.77	26.15
	5.螞蟻會保護蚜蟲，蚜蟲會分泌蜜露回報，屬於互利共生。	87.69	92.31	4.62
	6.蝴蝶的一生屬於完全變態，必須經過卵、幼蟲、蛹、成蟲四個階段。	81.54	90.77	9.23
	7.蜻蜓用腹部伸入水中生出卵子黏附在水草上，稱為蜻蜓點水。	80.00	90.77	10.77
	8.蝗蟲的一生中沒有經過蛹的階段，稱為不完全變態。	66.15	89.23	23.08

從表 10 將兩組學童答對率相差 20%以上的題目，整理如下：(1)動物的外形特徵與生長環境方面：鱷魚的腳具有鱗片，可適應熱帶雨林多雨的環境。不同昆蟲的觸角是不一樣的，如蝴蝶有棍棒狀的觸角。小白菜葉上很容易出現紋白蝶幼蟲、夜蛾幼蟲。(2)動物的運動方式與行為反應：海馬用背鰭直立狀游泳，不停地拍打海水前進。飼養青蛙時，水族箱要放置高出水面的石頭，青蛙才能呼吸。水黽的腳和腹部具有濃密的油質細毛，加上水的表面張力，所以能浮在水面。一般昆蟲是用氣孔和氣管呼吸。(3)動物的生殖與生活方式：青蛙會經過卵、蝌蚪、成蛙等「變態」的過程；海馬是由母的產卵、受精卵由公的孵化。蝗蟲的一生中沒有經過蛹的階段，稱為不完全變態。

二、電子繪本融入教學增進學童的動物生長描述性概念

根據表 5 之 OQDC 的回答資料分級依據，將兩組學童回答的 OQDC 答案進行分等級，計算各等級人數的百分比，並繪製成各等級描述性概念占全班的分配比率，整理如圖 1 所示。

從圖 1 比較兩組學童回答 OQDC 的差異，(1)動物的外形特徵與生長環境（活動一）：實驗組學童的回答達到中描述概念占 5 成，對照組學童的回答達到中描述概念則占 3 成，低描述概念占 5.7 成；(2)動物的運動方式與行為反應（活動二）：實驗組學童的回答看到明顯進步，達到中描述概念占 5.8 成，高描述概念從 1.3 成提升到 2.7 成，對照組學童的回答則沒有進步，低描述概念反而有點增加；(3)動物的生殖與生活方式（活動三）：實驗組學童的回答在高描述概念上繼續往上提升，占 3.2 成，對照

組學童的回答則進步有限，高描述概念從 1 成提升到 1.1 成。

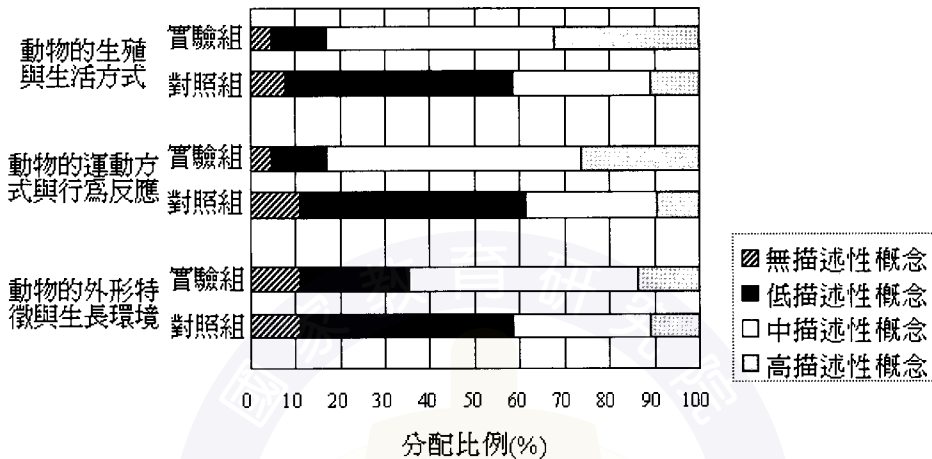


圖 1 兩組學童回答 OQDC 的各種分級分配比率統計和比較

三、電子繪本融入教學增進學童建構動物生長描述性概念的分析

由於學童自編動物小書時，所要表達的概念或說明分散在各頁中，舉證產生凌亂與困難，故改用研究人員綜合對動物小書的評語做為舉證資料。本研究綜合課室觀察紀錄、教學省思劄記、學童的 OQDC 回答資料和動物小書評語等質性資料，詮釋電子繪本教學和學童建構動物生長描述性概念的關係，說明如下：

說明一：透過電子繪本的動畫、影像特寫效果，學童較容易比較動物的外形特徵與生長環境的差異。

電子繪本和教科書 ppt 圖檔最大的差異，就是教科書呈現一張張動物圖片，但電子繪本能呈現更多的內容資訊，可以做動物身體構造動畫與特徵之特寫，配合口白說明和箭頭特寫，能幫助實驗組學童作觀察和比較，根據動物的動畫作列舉說明。對照組學童聽取教師的說明和對照教科書 ppt 圖檔，但印象並不深刻，只能做簡單比較，都以教科書的文字內容為主。擷取 OQDC 回答資料、動物小書評語、課室觀察記錄與教學省思劄記做舉證說明如表 11 所示。

表 11 兩組學童建構「動物的外形特徵與生長環境」之佐證資料

OQDC：根據動物的外形構造，你如何分辨是蝴蝶？還是蛾？回答資料	
實驗組	對照組
SE11 等 20 位學童：蝴蝶有棍棒狀的觸角，腹部較瘦；蛾的觸角是羽毛狀，腹部較胖；蝴蝶翅膀顏色鮮艷，多在白天活動，休息時翅膀會合起來；蛾的翅膀顏色灰暗，多在夜晚活動，休息時翅膀張開。	SC06 等 21 位學童：蝴蝶的身體較瘦，蛾的身體較胖。蝴蝶的翅膀比較美麗，蛾的翅膀顏色暗暗的，像樹皮的顏色。
動物小書評語：偷偷換身分&金花迷彩戰士—飄蟲與金花蟲	
實驗組	對照組
BE08 等 4 人：以「偷偷換身分」為名的繪本小書，結合學校生活經驗，將金花蟲與飄蟲交換身分到學校上課，產生身分猜疑的故事情節，讓其他動物去比較金花蟲與飄蟲外形構造的相似性和差異性，而揭穿金花蟲與飄蟲交換身分的秘密。	BC55 等 4 人：以「金花迷彩戰士」為名的繪本小書，書中剪貼網路資料和圖片，編排成冊，介紹各種不同種類的飄蟲與金花蟲，僅做完整的資料蒐集、整理與內容介紹，沒有比較飄蟲與金花蟲的細部差異。
課室觀察紀錄，950303	教學省思劄記，950303
對照組學童觀察蝴蝶、蛾的圖片，並跟隨教師的提問，討論這些動物的特徵與異同。實驗組學童目不轉睛的盯著螢幕看電子繪本，自己馬上會進行比較，說出所觀察的動物之間的差異性在哪裡。	對照組知道蝴蝶是白天出來，蛾是夜晚出來，也會比較身體的大小，但他們忽略翅膀、觸角的差異性。實驗組受到繪本動畫的影響，比較蝴蝶、蛾的異同很詳細，包含身體、翅膀、觸角和生長環境。

說明二：電子繪本如同放大鏡，具有放大的效果，學童更容易瞭解動物運動的方式與行為反應。

電子繪本能將各種動物在棲地環境中的行為反應放大至整個螢幕，使實驗組學童觀看電子繪本時，彷彿身歷其境，目睹各種動物的運動方式，如游泳、飛翔、滑行和跳躍等，以及動物的禦敵、覓食、特殊行為特徵等，故實驗組學童能深入的描繪其運動方式與行為反應。對照組學童觀察教科書的 ppt 動物圖像，描述動物的運動方式與行為反應較為簡單，由於缺乏動畫、影像的刺激，較難憑空想像而做深入的描述。擷取 OQDC 回答資料、動物小書評語、課室觀察記錄與教學省思劄記做舉證說明如表 12 所示。

表 12 兩組學童建構「動物的運動方式與行為反應」之佐證資料

OQDC：水黽為什麼可以浮在水面上行走？回答資料

實驗組	對照組
S32 等 19 位學童：水黽身體很長，腳上有油質毛氈，能防水不會沈下去，因為水有表面張力，水黽在水面滑得很快，利用腳上的感覺毛感覺水面的波紋，知道獵物的方向，去捕捉牠。	S20 等 21 位學童：水黽的腳有毛，毛上有油脂，會在水上滑行。水黽可以用腳來感覺蚊子所在的位置，然後去捉牠。

動物小書評語：偽裝高手 & 樹林中的偽君子 — 竹節蟲

實驗組	對照組
BE56 等 4 人：以「偽裝高手」為名的動物小書，模擬電子繪本小書的故事情節，將竹節蟲比擬成學生，透過健康教育課程介紹竹節蟲特有的外型、身體特徵與各部位構造；藉由下課時間的捉迷藏遊戲，說明竹節蟲的保護色和擬態及大自然環境如何融合在一起，躲過敵人的眼睛。	BC39 等 4 人：以「樹林中的偽君子」為名的動物小書，抄寫自網路及書本的文字資料，說明竹節蟲的生長環境、特徵與覓食方式等；自行繪出竹節蟲的身體構造，沒有畫出相同顏色的森林，看不出竹節蟲的保護色，比較屬於知識性的資料整理與傳達。
課室觀察紀錄，950221	教學省思割記，950221
對照組學童能根據教師課堂上的說明，說出水黽能利用腳感覺昆蟲的位置；實驗組學童則根據電子繪本的動畫詳細描述水黽感覺毛的構造，並在黑板上畫出感覺毛感覺水面上的波紋。	對照組學童大都根據教師描述水黽的現象作說明，無法完整說明水黽在水面上如何活動。實驗組學童能說明水黽的腳上具有感覺毛，並且在黑板上畫昆蟲掙扎的水波反應和感覺毛的感應。

說明三：透過電子繪本角色對話的方式傳達科學概念，科學詞彙的適時出現，學童較容易瞭解動物的生殖與生活方式。

電子繪本利用旁白與角色對話的方式清晰的描繪動物生殖與生活方式，每當解釋科學概念時，適時會出現科學詞彙，能幫助實驗組學童瞭解繪本中所欲傳達的科學概念與科學詞彙，故學童在建構動物的生殖與生活方式等描述性概念時，較符合科學家所使用的科學概念與科學詞彙。對照組學童一邊觀察教科書的 ppt 動物圖像，一邊聽教師講解，因為沒有角色對話的幫助，只能簡單描述動物的生殖與生活方式。擷取 OQDC 回答資

料、動物小書評語、課室觀察記錄與教學省思劄記做舉證說明如表 13 所示。

表 13 兩組學童建構「動物的生殖與生活方式」之佐證資料

OQDC：海馬是怎樣產卵和育兒的？回答資料	
實驗組	對照組
S6 等 40 位學童：公海馬的尾巴會和母海馬的尾巴鉤在一起，並把母海馬抱住，公海馬打開育兒袋的生殖孔，母海馬把卵產在育兒袋裡面，卵和精子結合發育成寶寶。最後，公海馬的肚子收縮，不斷的擠壓肚子，讓小海馬跑出來。	S42 等 38 位學童：公海馬有一個育兒袋，母海馬會把卵放入公海馬的育兒袋中，公海馬會孵出小海馬。
動物小書評語：裝甲部隊 & 昆蟲坦克車 — 獨角仙	
實驗組	對照組
BE11 等 4 人：以「裝甲部隊」為名的動物小書，透過自己是主角編寫故事與繪製圖畫，介紹公、母獨角仙的差異，結婚後，獨角仙媽媽怎麼伸出產卵管產卵，卵孵化成幼蟲後，就咬樹皮和吸食樹汁，然後做蛹室，在蛹室中，如何化蛹，最後蛻變成雄糾糾的獨角仙。	BC25 等 4 人：以「昆蟲坦克車」為名的動物小書，介紹獨角仙的生活方式，主要說明公的獨角仙才有犄角，會使用犄角打架，母的獨角仙沒有犄角；學生說明獨角仙的生殖方式非常簡單，就是畫箭頭表示卵、幼蟲、蛹、成蟲的生殖。
課室觀察紀錄，941227	教學省思劄記，941227
對照組學童能根據教師的說明，描繪母海馬產卵在公海馬的育兒袋，由公海馬孵化出小海馬出來。實驗組學童能清楚敘述公海馬育兒袋的生殖孔，以及母海馬如何產卵在育兒袋中，公海馬怎麼孵育小海馬。	對照組學童的回答多以口語的方式回答，較少使用科學詞彙去描述科學概念；但實驗組學童則使用較多的科學詞彙來說明科學概念，感覺上，實驗組學童較能理解動物的生殖和生活方式。

四、綜合討論

(一) 學童學習成就的比較

本研究發現，實驗組學童的 ATAC 測驗和 OQDC 描述性概念高於對照組學童，

究其原因認為對照組學童的學習，主要來自於課本的文字敘述、ppt 圖檔和教師的講解。Lloyd 和 Mitchell (1989) 認為教科書內容反映在科學考試上，促使學童從教科書學習大量的科學概念，造成學童只去記憶概念而不是深層的瞭解概念。邱美虹和翁雪琴 (1995) 認為學童在考試的情境下，會盡量使用教科書科學的表徵去回答問題以獲得高分，但未深思或根本不瞭解文字說明的真正意義。實驗組學童接受電子繪本教學的引導，動物動畫、特徵特寫的視覺效果與有趣的角色對話方式等，吸引他們的興趣而仔細觀察，較能靈活答題而獲得較多的描述性概念。Matthew (1997) 和 Doty 等人 (2001) 認為繪本教學能增長學童的認知概念學習，增進語言的學習，提供生活的經驗和獲得較高的閱讀理解能力。

(二) 學童學習描述性概念的比較

本研究發現，實驗組學童說明描述性概念比較詳細，例如：對照組學童只能說出蝴蝶的身體較瘦，蛾的身體較胖；蝴蝶的翅膀比較美麗；但實驗組學生還能說明動物的外形特徵與生長環境的關係，如蝴蝶翅膀顏色鮮艷，多在白天活動；蛾的翅膀顏色灰暗，多在夜晚活動。為什麼會有這樣的差異呢？Lawson (2004) 認為學童無法仔細的說明描述性概念，主要的困難在於觀察力不足，教師應引導學童仔細的觀察和整理，才能說明完整的描述性概念。台灣自然與生活科技領域教科書的內容稍嫌薄弱，印製的昆蟲圖片是死的不會活動，故接受教科書教學的學童，較少能靈活的敘述描述性概念，學童沒有觀察到昆蟲影像的連續特寫，想從單一圖片的觀察去描述昆蟲完整的運動是有困難的。電子繪本教學可以彌補教科書的缺點，具有視覺化的效果，實驗組學童一邊聽著有趣的角色對話，一邊觀察昆蟲動畫與放大影像，較能比較昆蟲的構造與行為的關係，如水黽腳上有油質毛氈，能防水不會沈下去；水黽會利用腳上的感覺毛感覺水面的波紋，知道獵物的方向，去捕捉牠；故實驗組學童較能使用科學詞彙去詳細說明描述性概念。

本研究讓學童製作動物小書，藉此來觀察學童如何整合自己所學習的知識或只是知識的抄襲而已。Lawson (2004) 認為當學童仔細觀察物體並試著描述其性質時，可組織並整合描述性概念，讓其他人瞭解該物體的性質。從本研究發現，接受教科書教學的學童所製作的動物小書，較多抄襲自網路的資料，學生較少使用自己的語言文字去編輯動物小書。但接受電子繪本教學的學童所製作的動物小書，大都是自己編故事，描述動物的身體構造、行為及生活史，可見實驗組學童較能整合自己所學習的知

識。Matthew (1997) 提到電子繪本對孩童展現較佳理解力的影響是經由故事的再說明，因為它提供學童一個思考和討論圖文的機會，經由故事的再說明，孩童能整合他們所學習的知識，這對於他們未來的學習是重要的。

(三) 電子繪本的教學討論

本研究發現，電子繪本教學能夠提昇學童的描述性概念。製作電子繪本主要源自於影像訊息處理理論，影像能提供具體的事物或活動經驗，引起學童的感官記憶，經由理解與編碼而轉變成長期記憶；最後，學童能用自己的語言說出學習的內容 (Miller et al., 1960; Clark & Paivio, 1991; Paivio, 1986)。本研究的電子繪本是針對「2-2-2-2 分段能力指標：認識動物生長」之描述性概念編製的，強調不同動物構造影像的放大與比較，並細膩描述動物的行為與生活史，加強了視覺傳達的效果；因為人類的感官認知有 80% 來自於視覺，並有 30% 的大腦皮層 (枕葉和語言聯合區) 參與解讀視覺訊息 (Campbell & Reece, 2003)。Hegarty、Carpenter 和 Just (1991) 認為逼真的圖像配合講述者逼真的語調和思考方式，能構成視覺與聽覺的刺激，幫助學童更有效的學習。而「科學詞彙」的適時提出，不但補強學童對科學概念的學習，更易瞭解科學詞彙的定義與科學概念的意涵，進而可與科學家對話 (Hegarty et al., 1991; Lawson et al., 2000)；也符合 Steven 等人 (1991) 的研究發現，認為科學繪本能幫助學童了解自然課程的重要概念和科學詞彙，它是一種用來溝通、組織想法和概念形成之有效工具。本研究也發現，學童觀察東西可能有「詳細度不對等」的狀況，教學呈現的內容會影響學童的描述，因此，教學呈現越豐富越好！台灣自然與生活科技領域教科書的內容稍嫌薄弱，造成學生敘述描述性概念偏向簡單，自然科教師應多補充生物的構造特寫、影像等資料；而使用電子繪本教學即是在補充生物的構造特寫與影像資料，配合有趣的角色對話，較能吸引學生聆聽，仔細觀察生物的構造特寫與影像，自然所敘述的描述性概念就會具體而豐富，就像電子繪本所敘述的一樣。

伍、結論與建議

一、結論

本研究依據「2-2-2-2 分段能力指標：認識動物生長」和訊息處理理論來編輯電子

繪本，經由專家評鑑，電子繪本在教學內容、教學目標、教材設計、電腦介面與練習活動等，被評鑑為「好」等級。以準實驗研究進行教學，研究結果說明如下：

(1) 採用電子繪本融入教學的實驗組學童，其ATAC 和OQDC成績高於接受一般講述教學的對照組學童，表示電子繪本的融入教學，能增進國小學童的動物生長學習成就和描述性概念。因為教科書只能呈現一張張動物圖片，但電子繪本能呈現更多的內容資訊，可以做動物身體構造、運動、生活史的連續動畫與特徵之特寫，能幫助實驗組學童作觀察和比較。

(2) 從描述性概念開放式問卷、動物小書、課室觀察紀錄和教學省思剖記的分析發現，接受一般講述教學的對照組學童，對於動物生長概念的描述較簡單而偏向教科書的答案或抄襲自網路資料；他們的學習主要來自於教科書文字敘述、課本圖片與教師的講解，所以回答問題都以此為主。但接受電子繪本教學的實驗組學童，除了接受教科書的資訊外，深深被電子繪本有趣的角色對話所吸引，樂於觀察生物動畫和特寫部分，接受刺激較多元，較能對於動物的身體構造、運動和生活史，仔細陳述其描述性概念。他們製作的動物小書會模仿電子繪本的動畫、特徵特寫與科學詞彙的說明，用自己的語言做深入而完整的描述。

(3) 電子繪本的教學設計是結合繪本與電子書的優勢，其優點就是具備有趣的角色對話、連續動畫、旁白說明和箭頭指出特寫部分，能吸引學童去觀看和比較，增加觀察的詳細度，使「認識動物生長」變為生動、活潑、有趣，提昇學童的描述性概念；也為科學教師提供一個新的教學方向與資源。

二、建議

經由本研究的發現，做以下的建議：

(1) 因為電子繪本的角色對話方式、連續動畫、旁白說明和箭頭特寫，能夠幫助學童的描述性概念學習，故建議國小自然科教師在自然與生活科技領域的教學，應該多多使用視覺輔助媒體（大掛圖、特寫照片、照片檔案、探索頻道之電視影片等），才能幫助學童認識動物的身體特徵與構造。

(2) 一個良好的教學多媒體，須透過評鑑加以審核與推廣，才能使該教學多媒體達到盡善盡美，因此建立一個健全的教學多媒體評鑑度制度是必須的；本研究選自「數位教材品質認證評量」，挑選出能評鑑電子繪本的內容，可以提供給有需要者參考使用。

(3) 電子繪本融入教學時，建議自然科教師在播放電子繪本後，能引導提問，幫助學童能夠理解角色對話的內涵，仔細觀察生物動畫與特寫，討論並提出疑惑之處，才能達到概念學習與概念澄清的功效。自然科教師可將電子繪本燒製成光碟片給學童取用，可在家裡自行學習，精進其描述性概念。

誌 謝

本研究能夠順利完成，首先要感謝行政院國家科學委員會的經費支持(NSC 95-2511-S-152-002)；其次，感謝國小個案教師的支援教學，台北縣某國小四個班級學生的配合；最後，感謝本研究群的辛苦參與，幫忙建立質性資料的詮釋性分析。

參考文獻

- 吳明昌(1994)。淺談電子書。出版界，39，13-17。
- 李世忠(1999)。教學科技：評鑑與應用。台北：五南。
- 李咏吟(1998)。認知教學理論與策略。台北：心理。
- 李鴻亮(2000)。數位媒體與教材教法的結合(上)。教學科技與媒體，50，37-41。
- 邱美虹、翁雪琴(1995)。國三學生「四季成因」之心智模式與推論歷程之探討。科學教育學刊，3(1)，23-68。
- 林敏宜(2000)。圖畫書的欣賞與應用。台北：心理。
- 施能木(1997)。探討多媒體電子書之潛在學習問題。視聽教育雙月刊，38(6)，28-34。
- 姚伊美(1994)。互動式多媒體課程軟體評量。教學科技與媒體，15，8-11。
- 徐素霞(2001)。臺灣兒童圖畫書導賞。台北：國立臺灣藝術教育館。
- 曹俊彥(1998)。圖畫·故事·書。美育，91，19-33。
- 馮鐘立、李寶珠(2004)。台南地區國民中小學學生對昆蟲的知識、態度及行為之研究。南大學報，38(2)，31-54。
- 教育部(2004)。國民中小學九年一貫課程綱要-自然與生活科技學習領域。台北：作者。

- 國科會數位學習網路科學園區 (2005)。 *Assess of Digital-teaching Materials Quality Attestation*。2005 年 9 月 22 日，取自 <http://www.epark.org.tw/QSC>。
- 游光昭、蔡福興、蕭顯勝、徐毅穎 (2004)。線上遊戲式的網路學習成效研究。 *高雄師大學報*，17，289-309。
- 臺北市教育網路中心 (2003)。 *臺北市多媒體教學資源中心*。95 年 11 月 22 日，取自 <http://ms.slhs.tp.edu.tw/douglas/PhotoImpact/notes/compare.ppt>。
- 劉世雄 (2000)。國小教師運用資訊科技融入教學策略之探討。 *資訊與教育雜誌*，78，60-66。
- 蔡嘉朕 (1995)。電子書的現況與展望。 *出版界*，45，27-29。
- 盧秀琴 (2007)。「生物演化」的繪本電子書編製與教學研究。載於市立台北教育大學 (主編)， *2007 年臺灣教育學術研討會論文集* (頁 227-252)。台北：市立台北教育大學。
- 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。
- 盧秀琴、石佩真、蔡春微 (2006)。融入國小自然與生活科技領域的繪本電子書之製作與應用。 *國立台北教育大學學報-數理科技教育類*，19 (2)，1-30。
- 鐘樹椽、林慶宗 (2006)。資訊科技在自然科的教學應用。 *研習資訊*，23 (1)，55-60。
- Aina, O. (1999). The importance of oral storytelling in literacy development. *Ohio Reading Teacher*, 33(1), 15-18.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Bunzel, M., & Morris, S. (1992). Staffing and skills for multimedia production. In N. Granz, (Ed.), *Multimedia application development using DVI technology* (pp.51-68). Austria: Mc Graw-Hill.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2003). *Biology concepts & connections* (6th ed.). San Francisco: Benjamin Cummings Company press.
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3, 149-210.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Dickson, W. P. (1985). Thought-provoking software: Juxtaposing symbol systems. *Educational Researcher*, 14(5), 30-38.

- Doty, D. E., Popplewell, S. R., & Byers, G. O. (2001). Interactive CD-ROM storybooks and young readers' reading comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(4), 374-384.
- Gagne R. M., & White, R. T. (1978). Memory structures and learning outcomes. *Review of Educational Research*, 48, 187-222.
- Green, D. (2006). *Using digital images in teaching and learning: Perspectives from liberal arts institutions*. Retrieved June 16, 2006, from <http://www.academiccommons.org/imagereport>.
- Haertel, H. (1992). Visualization of concepts in physics. In S. Cunningham & R. J. Hubbold (Ed.), *Interactive learning through visualization* (pp. 137-145). New York: SpringerVerlag.
- Hegarty, M., Carpenter, P. A., & Just, M. A. (1991). Diagrams in the comprehension of scientific texts. In R. Barr, M. L. Kamil, P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research: Vol.2* (pp.641-668). New York: Longman.
- Kaderavek, J., & Justice, L. M. (2002). Shared storybook reading as an intervention context: Practices and potential pitfalls. *American Journal of Speech–Language Pathology*, 11, 395-405.
- Lawson, A. E. (2003). *The neurological basis of learning, development and discovery: Implication for science and mathematics instruction*. Boston: Kluwer Academic.
- Lawson, A. E. (2004). *What kinds of concepts exist?* Paper presented at Workshop on Enhancing Scientific Reasoning for better Science Teaching, National Taiwan Normal University, Taipei.
- Lawson, A. E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B., & Falconer, K. A. (2000). What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 996-1018.
- Lee, Y. C. (1998). *Cognitive teaching theory and strategy*. Taipei: Psychology.
- Levin, J. R. (1976). What have we learned about maximizing what children learn? In J. R. Levin & V. L. Allen (Eds.), *Cognitive learning in children theories and strategies*. (pp. 72-103). New York: Academic Press.
- Levin, J. R. (1983). Pictorial strategies for school learning: Practical illustrations. In M. Pressley & J. R. Levin (Eds.), *Cognitive strateage research: Educational applications* (pp. 213-237). New York: Springer Verlag.

- Lloyd, C. V., & Mitchell, J. N. (1989). Coping with too many concepts in science tests. *Journal of Reading*, 32(6), 542-545.
- Lu, C. C., Lin, S. H., & Tsai, C. W. (2008). *The study of teaching course design by CD-ROM storybooks of microbiologists*. Paper presented at Conference of Asian Science Education CASE 2008, National Kaohsiung Normal University, Taiwan.
- Lustig, F. (2003). *Evaluation of students integrated understanding concerning the flow of matter to and from cells*. Paper presented at Annual International HERDSA Conference (Session C112), Christchurch, New Zealand.
- Mastropieri, M. A., Scruggs, T. E., McLoone, B., & Levin, J. R. (1985). Facilitating learning disabled students' acquisition of science classifications. *Learning Disability Quarterly*, 8, 299-309.
- Matthew, K. I. (1996). The impact of CD-ROM storybooks on children's reading comprehension and reading attitude. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5(3/4), 379-394.
- Matthew, K. I. (1997). A comparison of the influence of interactive CD-ROM storybooks and traditional print storybooks on reading comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 29(3), 263-275.
- Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Paivio, A. (1986) *Mental representations: A dual-coding approach*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Rubin, P. C., & Wilson, L. (1995). *Enhancing language skills in four and five-year-olds*. Retrieved September 19, 2002, from <http://www.cfc-efc.ca/docs/cccf/00001046.htm>.
- Snow, C. E. (2001). Knowing what we know: Children, teachers, researchers. *Educational Researcher*, 30(7), 3-9.
- Steven, R. J., Slavin, R. E., & Farnish, A. M. (1991). The effects of cooperative learning and direct instruction in reading comprehension strategies on main idea identification. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 8-16.
- Tennyson, R. D., & Park, S. I. (1987). Artificial intelligence and computer-based learning. In R. M. Gagne (Ed.), *Instructional technology: Foundations* (pp. 319-342). Hillsdale, New York: Lawrence Erlbaum Associates.

投稿收件日：2008 年 3 月 31 日

接受日：2008 年 9 月 1 日

