

教育資料與圖書館學

Journal of Educational Media & Library Sciences

<http://joemls.tku.edu.tw>

Vol. 51 , no. 2 (Winter 2013) : 267-291

適性化設計對不同年級學童閱讀

電子書成效與動機之影響：

以「健康飲食」單元為例

Elementary Stuedents' Reading Behaviors of
E-Books with Different Adaptive Designs

王 佩 瑜 Pei-Yu Wang

Assistant professor

王 秀 鳳* Hsiu-Feng Wang*

Assistant professor

E-mail : robin0612@hotmail.com

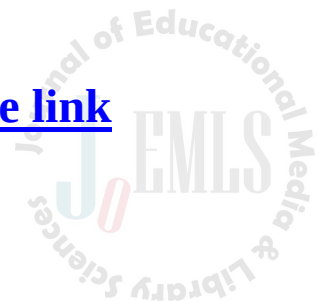
劉 怡 君 Yi-Chun Liu

Graduate Student

[English Abstract & Summary see link](#)

[at the end of this article](#)

<http://joemls.tku.edu.tw>





適性化設計對不同年級學童閱讀 電子書成效與動機之影響： 以「健康飲食」單元為例

王佩瑜^a 王秀鳳^{a*} 劉怡君^b

摘要

本研究在探討電子書適性化設計對國小不同年級學童閱讀電子書之成效與動機影響。此為一個二因子的實驗設計；其自變項為年級（四年級、五年級）與電子書適性化設計（「適性化電子書」組、「非適性化圖像型電子書」組、「非適性化文字型電子書」組）。實驗教材取自國小「神奇的營養素」單元。本研究實驗對象為彰化縣某小學四、五年級學童共一百位，使用隨機分派方式分為三組。研究結果顯示年級和電子書適性化設計對學童之學習認知與學習動機上有交互作用。四年級學童使用「適性化電子書」者，其記憶、應用與注意力之表現顯著較佳。五年級學童對不同電子書適性化設計之反應於三組中均無顯著差異。結果顯示電子書適性化設計對低年齡層（四年級）學童更具重要性。

關鍵詞：電子書，適性化設計，小學教育，人機介面

導 論

近年來資訊科技的蓬勃發展開創了許多新的閱讀方式，而電子書亦成為時下學童進行學習的重要工具之一。相較於傳統紙本書籍，電子書所呈現訊息的方式較多元化，其結合文字、動畫、靜畫、聲音等多種素材，提供給學習者豐富的多媒體資訊內容（黃羨文，1997）。由於電子書中所鑲嵌之素材豐富，因此如何整合與設計其媒體呈現以增進閱讀效率便備受重視。除介面之人性化改善外，導入「適性化」的概念亦為一重點。「適性化教學媒體」主要在讓學習者

^a國立嘉義大學數位學習設計與管理系助理教授

^b國立嘉義大學數位學習設計與管理系研究生

*通訊作者：robin0612@hotmail.com

能根據自己的學習風格 (learning style) 或學習偏好 (learning preference) 選擇學習方式，以增加學習成效與動機 (Popescu, Badina, & Moraret, 2010)。此概念運用在學習系統之設計上已久，但運用在電子書之設計上並不多見。

就「適性化教學媒體」而言，國內外已有不少學者在實務與研究上有所發展。如國外學者 Gilbert 與 Han (1999) 發展出 Arthur 適性化網路教學系統，以聲音、文字與圖像三種不同管道來分別傳遞不同的訊息，使能符合不同學習者之學習偏好。學者 Wolf (2002) 發展出 iWeaver 適性化學習系統，其使用 Flash 與 JavaScript 等工具建立個人的學習環境，能記錄學習者的學習偏好並調整課程呈現方式，以提高學習者的知識理解與學習動機。國內學者黃國豪等 (2007) 發展出多元適性化數位學習系統，在系統內建置以「Keefe 學習偏好模型」與「所羅門學習偏好模型」作為區分學習者學習偏好之依據，並根據學習者的偏好類型調整訊息呈現之方式。學者廖岳祥、柯欣儀、黃順彬與廖晉宏 (2011) 亦發展出適性化網路學習系統，其以「Kolb 學習偏好模型」區分學習者偏好類型，根據學習者的偏好來做課程呈現的適性化調整。學者顏文成與黃明祥 (2009) 發展出適性化數位學習網站，其結合資料庫系統以記錄學習者之個別差異以調整課程呈現方式。多數適性化教學系統對學生之學習成效有正面的輔助成效 (Gilbert & Han, 1999; Wolf, 2002)。

然而，這些適性化設計的多媒體相關研究仍有許多不足之處。首先，多數適性化媒體以超媒體的網站為主，尚未有以多媒體電子書與適性化機制結合之設計與研究。其次，多半研究以大學生或成人為學習對象，就以年紀較小的學童對適性化教學媒體之反應，未有充足的實證研究。再者，對於不同年齡層學童對適性化教學媒體之成效比較，也尚未有充足實證研究。此外，多數研究多以非常小規模的單元為教材內容，如一兩頁的圖文，而非以一個整體的教學單元為依據。且以「健康飲食」為主題的相關研究並不多見，大多為「英語」、「國語」或「自然科學」等方面之主題。

「健康飲食」此主題十分重要，根據教育部 (2011) 統計數據指出，全國國小學童體重過重人數達 12.8%，此數據顯示出部分國小學童缺乏正確健康飲食觀念。體重過重對成年後的身體健康會造成很大的影響，此將影響整體國民素質與國力。為進行改善，教育部委託學者專家訂定「學校午餐食物內容及營養基準」(李蕙蓉, 1997)。而在網路平台中，也極力推動健康飲食教育，並架設教育部六大主題網之健康醫學學習網與教育部體育及健康教育資訊網進行推廣。

基於「健康飲食」之重要性，本研究以此為學科主題，進行適性化電子書之相關研究。本研究以四年級與五年級的學童做為實驗對象，旨在探討不同適性化設計對國小不同年級學童閱讀健康飲食電子書之成效與動機影響。本研究之研究問題如下：

(一)不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀健康飲食電子書之學習認知？

- 1.不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀電子書之「記憶」成效？
- 2.不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀電子書之「應用」成效？

(二)不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀健康飲食電子書之學習動機？

- 1.不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀電子書之「專注力」？
- 2.不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀電子書之「相關性」感受？
- 3.不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀電子書之「自信心」？

二、文獻探討

(一)適性化教學媒體與學習偏好

適性化教學媒體的發展目的是為讓學習者能依據「個人需求」與「個別差異」進行學習(Popescu, Badina, & Moraret, 2010)。在適性化學習環境中，系統以學習者為中心，其將與學習者有關之各種經歷加以記錄，如測驗的歷史紀錄、使用狀況以及學習目標等，亦因此環境能隨著學習者的不同狀態而產生不同的訊息呈現方式(Wolf, 2002)。學者Brusilovsky(1996)將適性化教學媒體的設計分為「適性化呈現(adaptive presentation)」與「適性化導覽(adaptive navigation)」兩種。「適性化呈現」指將教材訊息內容(圖、文、聲音或其他媒體)以學習者的偏好方式進行呈現；而「適性化導覽」則是將教材的瀏覽方式(如閱讀順序、速度)等以學習者的偏好方式進行呈現。此兩種適性化設計之重點不同，而本研究的重點以前者「適性化呈現」為主，亦即就教材的訊息內容本身來進行適性設計。

前述提到適性化教學媒體旨在依學習者之偏好方式進行訊息或導覽方式的呈現，而學習偏好為學習者在學習過程中所產生的獨特偏好或傾向(呂劍英, 2009)。學習偏好指學習者的訊息處理習慣，它反映出學習者的學習態度與其所喜好的記憶、思考、問題解決以及感受方面的模式(Green & Schroeder, 1990; Messick, 1976)。學習偏好通常為二元化的劃分。如有些學習者習慣以「宏觀整體化」的思考方式，有些習慣以「微觀步驟化」的思考方式(Pask & Scott, 1972)，有些學習者習慣以「複雜」作為概念思考依據，而有些學習者習慣以「簡化」的方式為思考(Messick, 1994)。其中一種重要的學習偏好分類為「圖像導向者」(visualizer)與「文字導向者」(verbalizer)。此分類方式是以Pavio與Baddeley的訊息處理理論為基礎；此理論中將人類的訊息輸入管道分為圖像與文字兩種，所有訊息均須經過此兩管道一併運作而成為人類記憶的一部分。在訊息輸入過程中，偏好使用文字輸入者稱之為文字導向者，偏好使用圖像輸入

者稱之為圖像導向者。針對這兩種不同偏好，學者亦提出了「圖像導向者與文字導向者假設」(verbalizer-visualizer hypothesis) (Massa & Mayer, 2006)；此假設主張文字導向者傾向選擇使用以文字為主的內容進行學習，而圖像導向者則傾向以圖像為主的學習內容，教學設計須配合不同的個別偏好以增進學習。

然而，「圖像導向者與文字導向者假設」有一些爭議問題存在。第一、學者 Kollöffel (2012) 指出學習偏好與學習成效並無直接關聯。此假設強調學習者會傾向選擇符合自己偏好的學習方式，但此並不代表符合學習者偏好之學習方式會帶來較好學習成效。第二、多數研究以成年學習者為實驗對象的結果，就十二歲以下學童而言，因其身心發展與成年人有異。學童因身心發展的限制更較成年人倚賴適性化系統，或與成年人相反地較不倚賴適性化系統，抑或有其他反應狀況。由於相關研究並不多，因此無從得知。基於學童對於適性化教學媒體的有限研究以及「圖像導向者與文字導向者假設」在學童學習應用上的不足，本研究期望能以此為研究主題並將研究結果提供教學設計者做為參考。

(二) 國小四、五年級學童閱讀能力發展差異

本研究選擇以國小四年級以上學童為受試者，首因國小學童至四年級為止平均識字量達兩千六百字，甫達脫盲標準(王瓊珠、洪儷瑜、張郁雯、陳秀芬，2008)。此年齡層之兒童對於獨立閱讀字數稍多，且內文較長之電子書較無困難感。台灣地區國小四年級學童平均年齡介於十至十一歲，從閱讀理解能力發展階段而言，此年齡之學童初由「基礎識字階段」(learn to read)進入到「閱讀新時期」(read to learn)，閱讀不再只是為了識字，而是為了吸收知識以解決日常問題(Chall, 1983)。此階段任務的轉換常使四年級學童在閱讀上出現適應上的障礙，即所謂的「四年級驟跌期」(fourth grade slump)；學童需要時間與嘗試機會來進行學習與適應(Chall & Jacobs, 2003)。至五年級時，多數學童已能漸漸習慣不同的閱讀學習型態，閱讀成效驟降的情形也會緩和。五年級學童除較四年級學童能適應新的閱讀理解發展階段外，以皮亞傑的認知階段而言，其已由具體運思期進入形式運思期前期，學童能開始進行假設演譯與抽象推理。學童在學習上的後設能力發展也需至五年級前後方能發展完全，其策略產生與策略使用缺陷的狀況會較少；不像前階段學童僅能獨立回憶因果片段，形式運思期學童已能將故事中的各事件串聯起來進行回憶。這些心智與後設能力的發展會完全反映在學童閱讀的行為與成效上，如有研究者發現台灣地區四年級與五年級學童的數學閱讀能力有極大差異。以四年級學童而言，在數學閱讀的表現，以數學特殊技能最佳，其次為閱讀理解能力，而數學背景知識表現最差(劉天翔，2009)。而對五年級學童而言，在數學閱讀的表現，以閱讀理解表現最佳，其次為數學背景知識，而數學閱讀特殊技能最差(梁展綺，2009)。此研究可顯示五年級學童的閱讀理解能力與四年級學童已有相當大的不同。表1為

四、五年級學童認知與閱讀發展進行差異比較。

基於國小四年級與五年級學童身心發展的差異性，其反映在適性化電子書閱讀成效上因結果有所不同。本研究擬深入對此兩群對象作探討。

表1 國小四、五年級學童認知與閱讀發展差異比較

	四年級(10-11歲)	五年級(11-12歲)
皮亞傑認知發展階段	具體運思期後期(7-11歲)，思考停在實際可想的物體、情境或事件	形式運思期前期(11歲以後)，假設演譯、抽象推理能力形成
閱讀理解能力發展階段	閱讀新知期初期與四年級驟跌期	閱讀新知期
後設認知特點	自七歲起至十歲期間發展建構後設記憶策略，如複誦、分類與組織等，但不能分辨策略的有效性	直至11歲後才能逐漸理解策略運用的有效性，策略使用缺陷的狀況減少
語文學習特點	台灣地區四年級學童平均識字量達2,600字，甫達2,300字脫盲標準。學童開始學習進行語意的推論，回憶事件的因果關係	台灣地區五年級學童識字量持續增加至3,100字。發展約自11歲開始，學童能將故事中的各事件串聯起來進行回憶
數學閱讀特點	數學特殊技能最佳，次為閱讀理解能力，而數學背景知識表現最差	閱讀理解能力最佳、次為數學背景知識而數學閱讀特殊技能最差

(三)學習認知與學習動機

作為本研究依變數有學習認知與學習動機兩種。本研究採用由布魯姆的教育目標分類表修正版做為測驗發展之準則(Anderson et al., 2001)。布魯姆將學習認知成果由低層級至高層級區分為記憶(remember)、理解(understand)、應用(apply)、分析(analyze)、評鑑(evaluate)、創造(create)等六個層級。其各層級之定義為：1.記憶：從長期記憶中提取相關的知識；2.理解：從口述、書寫和圖像方式，從教學資訊中建構意義；3.應用：對某情境執行或使用一個流程；4.分析：將整體概念細分多種概念，並組織架構彼此間的關係；5.綜合：根據規準和標準作判斷；6.評鑑：結合所有元素，並重新組成一個新架構，或整合成一個具協調性或功能性整體(葉連祺、林淑萍，2003)。由於考量本研究之教材內容為給國小一般學生自學「六大營養素」之基礎內容，其內容以「事實性內容」(factual knowledge)為多，較少含括較高層次之抽象邏輯或因果推理等內容，且考慮實驗長度與測驗設計的客觀性，因此以「記憶」與「應用」能力作為評量之依據，未以較高層次之「分析」、「評鑑」、「創造」等能力之評估；即本測量結果乃欲了解學習者記憶擷取之成效以及將所學運用於不同情境之成果。

除認知之外，學習動機亦為影響學童學習與求知的原動力。本研究採用Keller(1987)所發展的ARCS動機模式為主要理論基礎，以其所發展的The Instructional Material Motivational Survey(IMMS)學習動機問卷做為測量學習動機的依據。ARCS動機模式是設計給教學者用以提升學習者學習動機之模式，其建議教學過程中需先引起學習者對學習的注意和興趣，並發現這件事情與自己有切身關係，之後才有能力和信心去處理它，最後完成時將得到滿足感與成就

感(李文瑞, 1990)。因此, 在ARCS動機模式中, 學習者動機被劃分為四個面向: 1. 專注力(attention): 學習是否能吸引學習者的興趣, 並刺激學習者的好奇心; 2. 相關性(relevance): 學習是否能滿足學習者個人的需求和目標, 並產生積極的學習態度; 3. 自信心(confidence): 學習是否能協助學習者創造成功經驗與正向期望, 使其相信成功操之在我; 4. 滿意度(satisfaction): 學習者能因成就而得到內在或外在的鼓勵, 而持續產生學習的欲望。IMMS為針對上述四面向所設計之問卷, 本研究期望透過該問卷了解學童對不同適性化設計之電子書之動機差異為何。

三、研究方法

(一) 實驗教材發展

本研究以「健康飲食」為電子書主要內容, 書名為「搶救呼啦啦公主」。本書以康軒版國小健康與體育課本之「神奇的營養素」單元為藍本, 重新創作發展故事內容, 旨在讓學童認識六大營養素(醣類、脂肪、礦物質、蛋白質、維生素與水)。本研究預期學童閱讀電子書後, 能認識六大營養素之內涵、基本功能與代表食物, 並能將其實踐於日常飲食中。為了發展出適合學童的教材, 電子書之內容、插圖與排版, 皆與專家進行討論並修正。其使用Adobe Flash Professional CS 5.5與Action Script 3.0版本的軟體來製作電子書, 共有14頁內容。讀者進入電子書後, 開頭有一動畫帶領讀者進入故事主題, 動畫播放完成後便會跳到目錄。接著讀者能點按目錄頁右下角之按鈕自行操作閱讀。

為因應本研究需求, 本電子書發展出三個版本, 其中兩個版本為非適性化電子書, 即學童將被強制進入或圖為主, 或文為主之電子書。而另有一適性化版本, 電子書會在學童進入故事內容前以電子量表方式檢測學童的圖文學習偏好, 接著便根據其偏好導引學童進入適合的電子書版本。

(二) 實驗對象

本研究以彰化縣某國小四年級與五年級學童作為實驗對象, 學童人數共100位, 其中四年級學童52位, 五年級學童48位, 年齡在10至12歲之間($M=11.0$)。四年級學童平均年齡為10.5歲, 五年級學童平均年齡為11.5歲。其中男生為56位(56%), 女生為44位(44%)。本研究於實驗前發放所羅門風學習偏好問卷(Index of Learning Style)紙本, 經結果統計四年級學童屬文字導向者23位(44.2%), 屬圖像導向者29位(55.8%); 五年級學童屬文字導向者18位(37.5%), 屬圖像導向者30位(62.5%)。本研究使用隨機分派方式將學童分成三組, 「適性化電子書組」有31位, 「非適性化圖像型電子書組」有33位, 「非適性化文字型電子書組」有36位。

(三) 實驗介入

如前所述，本實驗共分三組，依序為「適性化電子書組」、「非適性化圖像型電子書組」與「非適性化文字型電子書組」。「適性化電子書組」中其電子書一開始即請學童依個人實際感受填答所羅門學習偏好問卷題目，填答完畢後電子書將依據所填入的答案結果，會自動導入圖像型電子書或文字型電子書內容。「非適性化圖像型電子書組」是強制讓學童進入以圖像為主的故事學習情境，而「非適性化文字型電子書組」則是強制讓學童進入以文字為主的故事學習情境。雖三組學童所接受訊息傳遞方式不同，但所學習的均為以六大營養素為主的相同內容。電子書之閱讀導入流程與畫面如圖1所示。

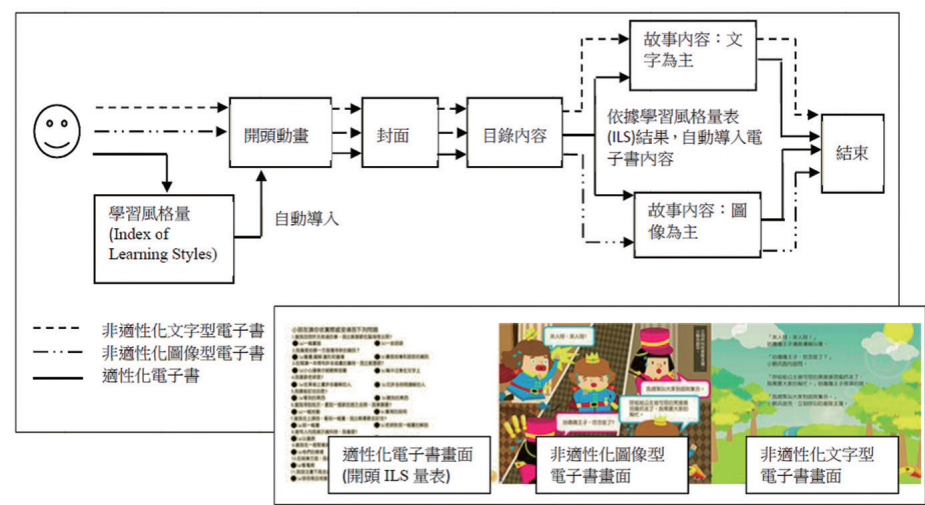


圖1 三種版本電子書之閱讀導入流程與畫面

本研究適性化電子書所內建之適性化電子量表採用的是所羅門學習偏好問卷。本問卷採用二選項式選擇題，以A、B兩個不同選項代表圖與文對立的學習偏好，每當學童完成一個選項時，就可得知學習偏好。問卷題目共有11項，選項A得分分數高者，學習者偏好傾向於圖像型；選項B得分分數高者，學習者偏好傾向於文字型 (Felder & Silverman, 1988)。此原始問卷之效度已獲得驗證，有90%學生表示其與學習偏好問卷的描述相符合，信度部分則超過.70 (Litzinger, Lee, Wise, & Felder, 2007)，此問卷已廣泛使用於教學與研究上。

(四) 實驗流程

學童於實驗進行前二週先行進行評量表的前測，施測時間約15分鐘。正式實驗當天，於電腦教室內進行所有活動。研究者首先使用隨機分派方式將每班學童分為三組，接著請學童開啟電子書檔案，並告知有20分鐘閱讀時間，均採

自行個別閱讀。閱讀途中禁止學童互相交談。隨後發放評量表以及動機問卷，並給予20分鐘進行施測。由於對象為國小四、五年級學童，為避免學童對詞彙不了解，而對動機問卷題目內容產生誤解，研究者與隨行協助人員對於不了解內容意思的學童給予適當協助。

(五) 實驗工具

1. 認知測驗

認知測驗旨在測量學習者認知上的變化，其中分前測與後測，兩測驗之內容與難度相同。此為研究者自行發展的評量試題，試題共有二大題，分別為第一大題的選擇題以及第二大題的配合題。第一大題在測驗學童的記憶能力，第二大題在測驗學童的應用能力。本研究之效度採用專家效度，試題皆由國小營養師進行校正，以求文字描述符合目前國小四年級與五年級學童之理解能力，而本研究試題之總信度為.75。在選擇部分總題數共12題，平均難度為.53，平均鑑別度為.51；在配合題部分總題數共4題，平均難度為.48，平均鑑別度為.52。測驗例題如下所示。

【選擇題】

() 五穀根莖類的食物中含有什麼營養素？(1)醣類 (2)維生素 (3)脂肪 (4)蛋白質。

【配合題】

汪小花上體育課時，跑步跑到一半，突然覺得身體不舒服而昏倒了，老師緊急的把她送到醫院做檢查，檢查結果報告出來後讓爸爸媽媽都嚇壞了，醫生說汪小花有四個比較嚴重的症狀：

症狀一：鈣質不足。

餐車食物：(1)青椒、(2)豬肝、(3)羊肉、(4)南瓜、(5)牛奶、(6)豆腐、(7)柳丁、(8)蘋果、(9)牛肉、(10)菠菜、(11)青江菜、(12)高麗菜、(13)胡蘿蔔、(14)小魚乾

請依汪小花的症狀，各建議二種餐車上的食物。

2. 動機問卷

學習動機的調查研究中，使用修訂自Keller的IMMS動機問卷，並使用李克特式五點量表來測量學童對電子書的反應。本問卷共有四個指標，分別為注意力、相關性感受、自信心與滿意度。由於原始問卷為英文版本，本問卷翻譯成中文後需要進行效度驗證。本研究之預試以南部某國小四、五年級學生共186位進行問卷施測。原問卷為36題共分四個指標，重新做因素分析後，僅留下12題三個指標。每個向度題目減少，並去除一個向度，即「滿意度」。此研究將滿意度整個向度刪除，其原題目並未被納入其他向度。本問卷在進行因素分析後僅存三個指標，分別為注意力、相關性感受與自信心。信度的部分，注意力為.88、相關性感受為.83、自信心為.70。動機問卷專注力面向之例題如「這本書一開始有一些有趣的東西很吸引我」；相關性面向之例題如「書中有解釋怎麼把內容應用到日常生活中」；自信心面向之例題如「當我第一眼看到這本書，我就覺得它很簡單」。

四、研究結果

學習認知測驗之前測部分，分析結果顯示各組在健康飲食知識的記憶與應用上均無顯著差異，由此可知學童的起點能力無顯著差異，但學習者的後測成績與動機得分卻出現差異。表2為成就測驗後測以及動機測驗之敘述統計資料，稍後再對各依變數進行檢定分析。

表2 年級與電子書適性化設計對於成就測驗
後測與學習動機之平均數與標準差

年級	電子書設計	記憶後測			應用後測		記憶進步		應用進步		注意力		相關性		自信心	
		N	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
四	適性化組	15	38.67	11.10	30.33	4.42	16.33	12.17	2.33	8.63	3.33	.72	3.85	.55	3.51	.56
	非適性化圖像組	17	30.88	9.06	23.82	6.00	7.35	9.03	1.18	7.40	3.39	.86	3.37	1.09	3.49	.95
	非適性化文字組	20	28.25	11.84	25.25	5.50	6.00	11.65	-.75	7.99	2.49	1.04	3.24	1.12	3.27	1.13
五	適性化組	16	34.06	12.94	28.13	7.27	11.56	16.20	5.63	9.29	3.34	.77	4.07	.76	3.58	.78
	非適性化圖像組	16	39.06	9.35	29.69	6.95	13.75	10.25	8.44	7.24	3.61	1.00	3.82	.65	3.56	.62
	非適性化文字組	16	34.06	9.53	30.00	7.53	6.56	13.13	5.00	8.56	3.59	1.13	3.95	.98	3.73	.94
總 數		100	33.85	11.21	27.70	6.68	10.00	12.53	3.45	8.58	3.26	1.00	3.70	.94	3.51	.86

註：學習認知測驗之記憶總分60分、應用總分40分，學習動機之注意力、相關性與自信心總分各5分。

(一)學習認知

1. 記憶

為了解年級以及電子書互動設計於學童之記憶上是否存在交互作用，本研究進行二因子變異數分析(表3)。結果顯示：就記憶而言，年級和電子書適性化設計之交互作用達顯著， $F(2,94)=3.18$ ， $p=.046$ ， $\eta^2=.07$ 。因交互作用顯著，本研究分別依年級與電子書適性化設計對記憶的影響做單純主要效果比較。

表3 年級與電子書適性化設計對
記憶二因子變異數分析摘要

變異來源	平方和	自由度	均方	F值	p值	效果值
主要效果						
年級	242.83	1	242.83	2.10	.15	.02
電子書適性化設計	491.69	2	245.84	2.12	.13	.04
交互作用						
年級*電子書適性化設計	736.02	2	368.01	3.18	.046*	.07
誤差	10881.66	94	115.76			

*達0.05顯著水準

在單純主要效果分析中，對四年級學童而言（表4），電子書之適性設計對記憶產生顯著影響， $F(2,49)=4.16$ ， $p=.02$ ， $\eta^2=.15$ ；然其對五年級組學童之記憶卻未有顯著影響。而在Scheffe法事後比較中顯示對四年級學童而言，閱讀適性化電子書者其記憶後測顯著高於閱讀文字型電子書者；對五年級學童而言，三組均無達顯著效果。由此得知，對四年級學童而言，閱讀適性化電子書對其記憶成效有較好效果；五年級學童則均無明顯差異存在。

另外，在單純主要效果分析中，就非適性化圖像型電子書而言（表4），其對五年級學童之記憶影響顯著高於四年級學童， $F(1,31)=6.52$ ， $p=.02$ ， $\eta^2=.17$ 。其他設計方式對不同年齡階段學童的記憶成績影響並無顯著差異。

表4 年級與電子書適性化設計對記憶之單純主要效果比較

變異來源	平方和	自由度	均方	F值	p值	效果值
年級						
四年級	968.46	2	484.23	4.16	.02*	.15 適性>文字
五年級	266.67	2	133.33	1.16	.32	.05
誤差		49, 45†				
電子書適性化設計						
適性化電子書	164.12	1	164.12	1.12	2.98	.03
非適性化圖像型電子書	551.54	1	551.54	6.52	.02*	.17 五年級>四年級
非適性化文字型電子書	300.31	1	300.31	2.54	.12	.07
誤差		29, 31, 34‡				

*達0.05顯著水準
†誤差值分別為四年級，五年級
‡誤差值分別為適性化電子書，非適性化圖像型電子書，非適性化文字型電子書

本研究再對不同組別學童之記憶提升幅度進行檢定，結果顯示：年級與電子書適性化設計兩因子間並無交互作用存在（表5）。在主要效果部分，顯示適性化設計對學童記憶成績的表現達顯著影響， $F(2,94)=3.29$ ， $p=.04$ ， $\eta^2=.07$ 。從Scheffe事後檢定法得知不論年級為何，閱讀適性化設計之電子書者，其記憶的進步幅度均顯著高於閱讀文字型電子書者。

表5 年級與電子書適性化設計對記憶提升二因子變異數分析摘要

變異來源	平方和	自由度	均方	F值	p值	效果值
主要效果						
年級	13.20	1	13.20	.09	.77	.00
電子書適性化設計	983.71	2	491.86	3.29	.04*	.07 適性>文字
交互作用						
年級*電子書適性化設計	498.95	2	249.47	1.67	.19	.03
誤差		94				

*達0.05顯著水準

2. 應用

為了解年級和電子書互動設計於學童之應用上是否存在交互作用，本研究進行二因子變異數分析(表6)。結果顯示：就應用而言，年級和電子書適性化設計之交互作用達顯著， $F(2,94)=3.78, p=.03, \eta^2=.07$ 。因交互作用顯著，接著本研究分別依年級與電子書適性化設計對應用的影響做單純主要效果比較。

表6 年級與電子書適性化設計對應用二因子變異數分析摘要

變異來源	平方和	自由度	均方	F值	p值	效果值
主要效果						
年級	194.65	1	194.65	4.83	.03*	.05
組別	100.18	2	50.09	1.24	.29	.03
交互作用						
年級*電子書適性化設計	304.79	2	152.39	3.78	.03*	.07
誤差		94				

*達0.05顯著水準

在單純主要效果分析中，對四年級學童而言(表7)，電子書適性化設計對其應用產生顯著影響， $F(2,49)=6.37, p=.00, \eta^2=.21$ ；然其對五年級組學童之應用卻未有顯著影響。而在Scheffe法事後比較中顯示對四年級學童而言，閱讀適性化電子書者，其應用後測顯著高於閱讀圖像型電子書者與閱讀文字型電子書者；對五年級學童而言，三組均無達顯著效果。由此得知，對四年級學童而言，閱讀適性化電子書對其應用有最好效果；五年級學童則無明顯差異。

表7 年級與電子書適性化設計對應用之單純主要效果比較

變異來源	平方和	自由度	均方	F值	p值	效果值
年級						
四年級	370.20	2	185.10	6.37	.00*	.21 適性>文字；
五年級	32.29	2	16.14	.31	.73	.01 適性>圖像
誤差		49, 45†				
電子書適性化設計						
適性化電子書	37.76	1	37.76	1.03	.32	.03
非適性化圖像型電子書	283.43	1	283.43	6.76	.01*	.18 五年級>四年級
非適性化文字型電子書	200.56	1	200.56	4.79	.04*	.12 五年級>四年級
誤差		29, 31, 34‡				

*達0.05顯著水準
†誤差值分別為四年級，五年級
‡誤差值分別為適性化電子書，非適性化圖像型電子書，非適性化文字型電子書

此外，在單純主要效果分析中，在非適性化電子書設計中，無論文字型或圖像型電子書，五年級學童之應用成績均顯著高於四年級學童， $F(1,31)=6.76, p=.01, \eta^2=.18$ 及 $F(1,34)=4.79, p=.04, \eta^2=.12$ 。閱讀適性化電子書者其四年級與五年級之應用表現則無顯著差別。

最後，本研究對不同組別學童之應用提升幅度進行檢定，結果顯示：年級與電子書適性化設計兩因子間並無交互作用存在(表8)。在主要效果部分，顯示年級對學童應用成績的表現達顯著影響， $F(1,94)=10.90, p=.00, \eta^2=.10$ 。此結果顯示：不論電子書適性化設計為何，五年級學童其應用進步幅度均顯著高於四年級學童。

表8 年級與電子書適性化設計對
應用提升二因子變異數分析摘要

變異來源	平方和	自由度	均方	F值	p值	效果值
主要效果						
年級	732.19	1	732.19	10.90	.00*	.10
電子書適性化設計	129.83	2	64.92	.97	.38	.02
交互作用						
年級*電子書適性化設計	63.87	2	31.93	.48	.63	.04
誤差		94				

*達0.05顯著水準

(二)學習動機

1. 注意力

為了解年級和電子書互動設計於學童之注意力上是否存在交互作用，本研究進行二因子變異數分析(表9)。結果顯示：就注意力而言，年級和電子書適性化設計之交互作用達顯著， $F(2,94)=3.23, p=.04, \eta^2=.06$ 。因交互作用顯著，接下來本研究分別依年級與電子書適性化設計對注意力的影響做單純主要效果分析。

表9 年級與電子書適性化設計對
注意力二因子變異數分析摘要

變異來源	平方和	自由度	均方	F值	p值	效果值
主要效果						
年級	4.84	1	4.84	5.51	.02*	.06
電子書適性化設計	3.76	2	1.88	2.14	.12	.04
交互作用						
年級*電子書適性化設計	5.68	2	2.84	3.23	.04*	.06
誤差		94				

*達0.05顯著水準

在單純主要效果分析中，對四年級學童而言(表10)，顯示電子書適性化設計對其注意力產生顯著影響， $F(2,49)=5.82, p=.01, \eta^2=.19$ ；然其對五年級組學童之注意力卻未有顯著影響。而在Scheffe法事後比較中，其結果顯示：對四年級學童而言，閱讀適性化電子書者其注意力集中顯著優於文字型電子書者，且圖像型電子書也顯著優於文字型電子書；對五年級學童而言，三組均無達顯

著效果。由此得知，對四年級學童而言，適性化電子書與圖像型電子書對其注意力集中有最好效果；五年級學童則均無明顯差異存在。

另外，在單純主要效果分析中，以非適性化文字型電子書而言，五年級學童對其注意力表現顯著高於四年級學童， $F(1,34)=9.19, p=.01, \eta^2=.21$ 。而其他設計型態之電子書對四、五年級學童之注意力影響則無顯著差異。

表 10 年級與電子書適性化設計對注意力單純主要效果表

變異來源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值	效果值
年級						
四年級	9.39	2	4.70	5.82	.01*	.19 適性>文字；
五年級	.74	2	.37	.39	.68	.02 圖像>文字
誤差		49, 45†				
電子書適性化設計						
適性化電子書	.00	1	.00	.00	.99	.00
非適性化圖像型電子書	.42	1	.42	.48	.50	.02
非適性化文字型電子書	10.71	1	10.71	9.19	.01*	.21 五年級>四年級
誤差		29, 31, 34‡				

*達0.05顯著水準

†誤差值分別為四年級， 五年級

‡誤差值分別為適性化電子書， 非適性化圖像型電子書， 非適性化文字型電子書

2. 相關性感受

為了解年級以及電子書互動設計於學童之相關性感受上是否存在交互作用，本研究進行二因子變異數分析(表 11)。結果顯示：就相關性感受而言，年級和電子書適性化設計之交互作用並不顯著。而在主要效果部分，年級對相關性感受之影響達顯著效果 $F(1,93)=6.20, p=.01, \eta^2=.06$ 。此結果顯示，無論使用何種電子書，五年級學童之相關性感受顯著高於四年學學童。

表 11 年級與電子書適性化設計對相關性感受之二因子變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值	效果值
主要效果						
年級	5.43	1	5.43	6.65	.01*	.07 五年級>四年級
組別	2.88	2	1.44	1.76	.18	.04
交互作用						
年級*電子書適性化設計	.99	2	.49	.61	.55	.01
誤差		94				

*達0.05顯著水準

3. 自信心

為了解年級以及電子書互動設計於學童之自信心上是否存在交互作用，本研究進行二因子變異數分析。結果顯示：就交互作用與主要效果部分均無顯著差異存在。

五、討 論

研究問題一：不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀健康飲食電子書之成效？

本研究之結果顯示：適性化電子書對四年級組學童之記憶與應用能力表現有顯著影響；但對五年級學童而言，其影響卻未顯著。此結果顯示出電子書的適性化設計對於年級較低的學童較具影響力。為何適性化設計對年齡層較低的學童影響較大，此與學童的認知發展應有極大的關係。在Pavio的雙碼理論中，人類的訊息輸入管道分為文與圖兩個頻道；而在Baddley的工作記憶模式中更提出：來自不同管道的訊息必須透過「情景緩衝器」以及大腦的「中央控制單元」加以整合，以完成訊息輸入。成年人由於認知發展較俱全，較能整合與處理圖與文不同類型訊息。然而，學童由於身心發展有限，其圖文輸入的管道可能尚未發展完全，整合能力也未備。在此狀況下，若強迫學童接受某一種其較沒有能力輸入或處理之訊息，可能會造成其認知上的負擔。在本實驗中，非適性化組忽略了四年級學童的偏好，將學童隨機分配了以文為主或以圖為主之電子書，可能讓學童接受到不符合其偏好與能力的訊息，而增添了其在閱讀理解上的困難。

在本研究中，四年級學童平均年齡為10.5歲，五年級學童平均年齡為11.5歲。雖僅有一歲之差，但在認知發展上卻存有關鍵性的差別。就皮亞傑的認知發展理論而言，此階段之四年級學童屬具體運思期後期，學童已具有基本的認知能力，雖可懂得如何解決問題，但有些抽象的推理會超出其能力所及，且在訊息的連接方面較為困難（張春興，2007；Siegler & Alibali, 2004／林美珍譯，2004）。由於受到認知發展的限制，在學習上仍有許多困難的地方。因此學童在閱讀電子書時，如果提供了與學童學習偏好不符的內容時，學童可能會無法適應內容而導致成效下降。這可能就是四年級學童對於閱讀適性化電子書有較好學習認知表現的原因。本研究中五年級學童多已屬於形式運思期前期，這個階段的學童在認知能力上已達到基本成熟，在解決問題時，能對多種事物做出假設並進行考慮（張春興，2007；Siegler & Alibali, 2004／林美珍譯，2004）。就五年級學童而言，雖其學習過程可能產生因內容呈現方式不符偏好而出現的問題，但因其訊息連結整合與問題解決能力的增強，使其訊息的吸收不比四年級學童來得困難。換言之，即便五年級學童被指定到不符合偏好的教材呈現方式，其亦可能透過反思與推理來進行學習目標的達成。因此，在給予足夠時間之下，似乎不同適性化設計的電子書並不會對五年級學童的學習認知造成不同影響。

本研究之結果與「圖像導向者與文字導向者假設」並不完全相符。「圖像導向者與文字導向者假設」主張圖像型學習者傾向選擇以圖像為主的求助畫面，

而文字型學習者傾向選擇以文字為主的求助畫面 (Massa & Mayer, 2006)，而教學設計要能符合不同學習者的偏好才能對學習有所助益。在本實驗中，此假設對四年級學童為成立，但對五年級學童卻未獲成立。本研究之結果顯示對四年級學童而言，適性化電子書的確使其有較佳的記憶與應用表現，但對五年級學童卻沒有顯著影響。承如上述，此可能與五年級學童的認知發展能力成熟度有關，因此當出現與學習偏好不符的學習內容時，還是能透過思考與問題解決的方式理解教材內容。學者 Kollöffel (2003) 曾提出符合學習者學習偏好的教學設計不見得能提升學習成效，其見解與本研究所得相同。學習偏好僅為影響學童學習過程的因素之一，其他影響因素如年齡與認知發展亦會影響學習成效。

研究問題二：不同適性化設計是否影響不同年級學童閱讀健康飲食電子書之動機？

本研究在動機方面測量了注意力、相關性感受以及動機三個項目。結果發現在四、五年級學童閱讀電子書的信心表現上，各組均無差別。而在注意力以及相關性感受上，本研究有相當的發現。首先，本研究發現不論何種適性化設計，閱讀適性化電子書之相關性感受是五年級學童明顯優於四年級學童。相關性感受指的是學習者認為所學內容與其自身的相關程度 (Keller, 1987)。高的相關性感受指的是學習者認為所學的新知與其既有的知識與技能相關。換言之，相關性感受可指喚醒學習者先備知識以及過去經驗的程度。先備知識的喚醒在學習過程中扮演重要角色，五年級學童因有較多的先備知識、生活經驗，甚至字彙數量，因此在閱讀電子書的成效上無論哪一組都表現較佳。最後，在注意力部分，與研究問題一類似，本研究結果發現四年級學童在閱讀適性化電子書時其專注力表現是最佳的。對四年級學童而言，可能受到認知發展的限制，所以當教學者提供與其學習偏好相符的呈現方式時，能保持學童的注意力。對五年級學童而言，其具備較成熟穩定的認知能力，因此當教材呈現方式非屬個人偏好，故仍能維持專注力進行訊息整合與問題解決。

六、結論與未來

本研究旨在了解適性化電子書對不同年齡學童之影響，而研究結果顯示：四年級學童使用適性化電子書，其記憶、應用與注意力部分有顯著較佳表現，但適性化設計對五年級學童並無顯著影響。此結果表明，適性化電子書設計對年紀較小學童之影響更為卓著，而相對的其設計之重要性亦更為深遠。

本研究限制有四個部分，首先，本研究之研究場域於實驗室而非一般真實教學情境，因此，此結果可能會與真實教室所發生的情況有所不同；真實教室情境中，學生之學習動機與行為可能會有所不同。其次，本研究之時間為 20 分鐘的個別閱讀，若將閱讀時間拉長或採用討論閱讀的策略，學童學習效果亦會

有所不同。再者，由於考量本研究之教材內容為「事實性內容」為多，因此僅以「記憶」與「應用」能力作為評量依據，尚未以較高層次之「分析」、「評鑑」、「創造」等能力之評估；若考量上述高層認知能力的成效，研究可能會有不同結果。最後，為本實驗結果推論時於學科領域上的限制。本研究之學科主題為國小健康教育中的六大營養素單元。此單元目的在做六大營養素的事實性知識傳遞，尚未觸及高層次運思。此學科與一般性「語文」、「社會」，甚至「科普」等學科領域在特質上類似，因此本實驗結果能在這些特質相似的學科上有推演的可能性。但若為需要高層次運思能力之學科如「數學」以及較複雜之「自然」學科，因其在閱讀理解時涉及之運思能力較為高階，因此學童對電子書之反應亦應有所差別。本研究結果在學科推論上尚需考量學科特質與學習時所需之運思能力。但即便上述限制存在，本研究於適性化電子書設計之實證研究上亦有極大參考價值。

本研究不僅提供電子書設計者製作學童電子書之參考，同時也提供教師使用適性化電子書方式之建議。對於往後方向，本研究將著重於以下幾點：(一)就電子書設計方面探索「學習偏好」與「學習成效」的平衡點；(二)擴充實驗對象的年齡範圍；(三)於真實教室情境中從事研究；(四)延長學習者的閱讀時間；(五)改良並增加測驗工具；(六)增加實驗樣本數；(七)從事質化研究以對量化分析部分做補充。此外，本研究採用之學習偏好僅以學習者的訊息輸入偏好（圖像或文字）為區分，然學習偏好之種類繁多且劃分複雜，以單一種類之偏好取向可能過於簡化學習者之學習取向，未來其能考量更多元的學習偏好區別方式（如學習者的感知偏好、處理偏好或理解偏好等），並發展更進階之適性化電子書進行實驗或試用，以了解適性化媒體對學習成效之影響。

基於電子書適性化設計之成本考量，是否應建入適性化機制往往是教學設計者或電子書製作者反覆權衡的議題。從本研究結果得知，好的適性化設計應考量學習者年齡與學習者的認知發展。相較於高年級（五年級）學童，對於年齡層較低（四年級）的學童而言，符合圖文學習偏好確能增進其學習效率與動機。適性化學習系統並非僅是配合學習者個人偏好，而更應考量學習者年齡與認知整合能力而達到更好的學習效果，這也是本研究所提供教學設計者與電子書設計者參考之方向。

誌 謝

本研究經費來源由國科會所提供，在此誌謝。本論文內容為其計畫之部分成果，國科會計畫編號 NSC 101-2511-S-415-015-。

參考文獻

- Siegler, R. S., & Alibali, M. W. (2004)。兒童認知發展：概念與應用(林美珍譯)。台北市：心理。
- 王瓊珠，洪麗瑜，張郁雯，陳秀芬(2008)。一到九年級學生國字識字量發展。教育心理學報，39(4)，555-568。
- 呂劍英(2009)。國三學生的學習風格與自然科學學習興趣之研究(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，台北市。
- 李文瑞(1990年11月)。介紹激發學習動機的ARCS模型(阿課思)教學策略。台灣教育，479，22-24。
- 李惠蓉(1997)。「學校午餐食物內容及營養基準」及建立食譜範例報告。台北市：教育部體育司。檢索自教育部體育及健康教育資訊網，<http://140.122.72.62/historyfile/%E4%BF%AE%E8%A8%82%E5%AD%B8%E6%A0%A1%E7%87%9F%E9%A4%8A%E5%8D%88%E9%A4%90%E5%8F%8A%E5%BB%BA%E7%AB%8B%E9%A3%9F%E8%AD%9C%E7%AF%84%E4%BE%8B%E5%A0%B1%E5%91%8A.doc>
- 教育部(2011)。國小學生體位趨勢。台北市：教育部國民及學前教育署。檢索自教育部統計處，<https://stats.moe.gov.tw/files/gender/511-3.xls>
- 張春興(2007)。教育心理學：三化取向的理論與實踐(重修二版)。台北：東華。
- 梁展綺(2009)。國小五年級學童數學閱讀能力、後設認知與認知型式之相關研究(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，台中市。
- 黃羨文(1997)。紙本書與電子書之比較。台北市：漢美。
- 黃國豪、葉晟德、王士晉、陳碧茵、林春合、賴世偉(2007)。結合多風格量表之適性化數位學習系統。理工研究學報，41(2)，25-42。
- 葉連祺、林淑萍(2003年1月)。布魯姆[B. S. Bloom]認知領域教育目標分類修訂版之探討。教育研究月刊，105，94-106。
- 廖岳祥、柯欣儀、黃順彬、廖晉宏(2011)。應用數位學習於國語文標點符號教學—以南投縣某國小為例。在2011數位科技與創新管理研討會論文集(頁368-381)。台北：華梵大學資訊管理學系。
- 劉天翔(2009)。國小四年級學童數學閱讀能力、後設認知與認知型式之研究(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，台中市。
- 顏文成、黃明祥(2009)。從適性化的觀點來探討數位學習網站之應用—以魯凱族文化學習之實證研究。在第20屆國際資訊管理學術研討會論文集(頁2080-2091)。台北：世新大學。
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ...Wittrock, M. C. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Longman.
- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6(2/3), 87-129.
- Chall, J. S. (1983). *Stages of reading development*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Chall, J. S., & Jacobs, V. A. (2003). The classic study on poor children's fourth-grade slump. *American Educator*, 27(1), 14-17.

- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Gilbert, J. E., & Han C. Y. (1999). Arthur: Adapting instruction to accommodate learning style. In P. De Bra & J. J. Leggett (Eds.), *Proceedings of WebNet World Conference on the WWW and Internet 1999* (pp. 433-438). Chesapeake, VA: AACE.
- Green, K. E., & Schroeder, D. H. (1990). Psychometric quality of the Verbalizer-Visualizer Questionnaire as a measure of cognitive style. *Psychological Reports*, 66(3), 939-945. doi:10.2466/pr0.1990.66.3.939
- Litzinger, T. A., Lee, S. H., Wise, J. C., & Felder, R. M. (2007). A psychometric study of the index of learning styles. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 309-319.
- Massa, L. J., & Mayer, R. E. (2006). Testing the ATI hypothesis: should multimedia instruction accommodate verbalizer-visualizer cognitive style? *Learning and Individual Difference*, 16(4), 321-335. doi:10.1016/j.lindif.2006.10.001
- Messick, S. (1994). The matter of style: Manifestations of personality in cognition, learning, and teaching. *Educational Psychologist*, 29(3), 121-136. doi:10.1207/s15326985ep2903_2
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10. doi:10.1007/BF02905780
- Kollöffel, B. (2012). Exploring the relation between visualizer-verbalizer cognitive styles and performance with visual or verbal learning material. *Computers and Education*, 58(2), 697-706. doi:10.1016/j.compedu.2011.09.016
- Popescu, E., Badina, C., & Moraret, L (2010, November). Accommodating learning styles in an adaptive educational system. *Informatica*, 34, 451-462.
- Pask, G., & Scott, B. C. E. (1972). Learning strategies and individual competence. *International Journal of Man-Machine Studies*, 4(3), 217-253. doi:10.1016/S0020-7373(72)80004-X
- Wolf, C. (2002). *iWeaver: Towards an interactive web-based adaptive learning environment to address individual learning styles*. Retrieved from <http://www.eurodl.org/?article=61>

王佩瑜 ORCID 0000-0001-8017-9511

王秀鳳 ORCID 0000-0002-1936-992X

劉怡君 ORCID 0000-0001-5884-8627



Elementary Stuedents' Reading Behaviors of E-Books with Different Adaptive Designs

Pei-Yu Wang^a, Hsiu-Feng Wang^{a*}, Yi-Chun Liu^b

Abstract

This study aimed to explore the impact of age and adaptive design on elementary students' reading of e-books. This study was a two-way experimental design where the first factor was learner age (4th and 5th grade) and the second factor was e-book adaptive design (adaptive, non-adaptive visual, non-adaptive verbal). The e-books used in this study targeted six major classes of nutrients as content. This study was guided by the following question: Is there any interaction between age and e-book adaptive design on learning achievement (recall and transfer) and learning motivation (attention, relevance and confidence)? A sample of one hundred 4th and 5th graders participated in the study, and participants were randomly assigned into one of three groups. They were asked to do a pre-test first, and then they read their assigned e-books for twenty minutes. After they finished reading, they were given a post-test. The results showed significant interactions between age and the e-book adaptive design. For the 4th graders, the adaptive e-book group worked best in recall, transfer and attention scores. For the 5th graders, there was no significant difference among these three e-book designs. This revealed that the adaptive design is more critical for younger children. This study hoped to broaden theories on multimedia learning for young learners and serve as a reference for elementary school teachers and e-book designers.

Keywords: E-book; Adaptive design; Elementary education; Human-computer interface

SUMMARY

Introduction

With the progress of technology, instructional multimedia allows the equipment of **adaptive** mechanism and creates learner-controlled options to support the user's learning preferences (Wolf, 2002). This adaptive environment is built around a central learner model, which stores information about the learner. It usually contains personal information about the learner information to improve human-computer interactions and performance-related information such as test history, current work and future objectives (Wolf, 2002). The main goal of

^a Assistant Professor, Department of e-Learning design and management, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

^b Graduate Student, Department of e-Learning design and management, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

* To whom all correspondence should be addressed. E-mail: robin0612@hotmail.com

adaptive multimedia is to match instructional material to learner preference for better learning effectiveness.

This study was conducted to broaden the understanding of the design of adaptive multimedia. This study selected one unit from an elementary children's health education textbook, **Six Major Classes of Nutrients**, and reorganized the content into an e-book. This study chose e-book as the form for content delivery because e-books have become increasingly popular across a range of subject areas and education levels. Studies show that the multimedia features in e-books help children improve their reading comprehension skills. This study aims to compare learning performance using e-books with different adaptive approaches (non-adaptive: verbal, non-adaptive: visual, and adaptive) in health education for 4th and 5th graders, and to consider how children's ages influenced on e-book reading behaviors. This research question is: Is there any interaction between age and e-book adaptive design on learning achievement and learning motivation?

Before diving into the experimental design for researching these questions, a brief background is presented in the following section.

Literature Review

Adaptive educational media refers to instructional media with learner-controlled options to support the user's learning preferences (Wolf, 2002). The term "learning preferences" here refers to people's information-processing habits, and it reflects stable attitudes, dominant or preferred modes of perceiving, remembering, thinking, and problem-solving (Green & Schroeder, 1990; Messick, 1994). An important category of learning preferences is the distinction between visualizers and verbalizers. This concept is based on Pavio and Baddeley's model which argues people's information processing was through two separated channels: verbal/phonological and visual/spatial channels dealing with words and pictures respectively (Pavio, 1971; Baddeley, 1986). People who prefer to process information via the verbal channel are called verbalizers. They learn best from words (speech or written text). People who prefer to process information via the visual channel are called visualizers. They learn best from pictures, demonstrations, and displays. Massa and Mayer (2006) found some supporting evidence in a multimedia learning environment regarding electronics for the verbalizer-visualizer hypothesis: **students who preferred visual modes of presentation tended to select pictorial help screens whereas students who preferred verbal models of presentation tended to select verbal help screens.**

The visualizer-verbalizer hypothesis was the basis of many adaptive educational media, and it worked for most systems where adult learners were the main participants. However, the visualizer-verbalizer hypothesis has some

controversial issues. First, though this hypothesis shows the learners' tendency of help-seeking in a multimedia environment, it is unclear if the learning performance will be enhanced if content is delivered in the learners' preferred style (Brusilovsky, 2001; Wolf, 2002; Gilbert & Han, 1999). In addition, whether the childhood learning is best characterized by this hypothesis is arguable. Children, restricted by an underdeveloped cognitive system, may not have the same reactions to adaptive multimedia as adults do. Due to children's cognitive limitations, their responses to adaptive educational media will be different from that of older learners or adults. We need more concrete evidence to understand whether children depend more on the adaptive mechanism or less, as compared with older learners or adults. It is necessary to understand the relationship among young learners' cognitive development status, learning preference and their impact on learning for better design of adaptive multimedia in the future.

Method

This research aimed to understand how learner age and e-book adaptive design influence learning outcomes. The first independent variable was age in two levels: 1) 4th grade, and 2) 5th grade. The second independent variable was e-book adaptive design in three levels: 1) non-adaptive e-book: verbal, 2) non-adaptive e-book: visual, and 3) adaptive e-book: verbal or visual based on children's preference. The dependent variables include: 1) learning achievement (recall and transfer), and 2) learning motivation (attention, relevance, and confidence). The research questions in this study were: 1) Is there any interaction between learner age and e-book adaptive design in children's learning achievement (recall and transfer)? 2) Is there any interaction between learner age and e-book adaptive design in children's learning motivation (attention, confidence, and relevance)?

The data collection was conducted in the 2012 fall semester. Participants were recruited from one elementary school in southern Taiwan, from five different classes and students were randomly assigned to one of the three treatment groups. There were one-hundred valid participants in this study. Fifty-two were 4th graders and forty-eight were 5th graders. The paper-based pre-test was given two weeks before the experiment. During the experiment, students were randomly assigned to one of the three levels of the e-book program and were asked to read it individually. All students performed the experiment in a computer lab. Students were given twenty minutes to finish the reading task. After they finished reading, they were asked to do a paper-based post-test as well as the motivation survey. Data was analyzed using 2-way ANOVA.

Results and Discussion

The first research question was about the adaptive design on children's reading achievement of the e-book. The findings showed that the adaptive e-book worked better in enhancing recall and transfer scores for the 4th graders, but not for the 5th graders. It seemed that the adaptive e-book had a significant impact only on younger students' abilities recall and transfer. This result can be explained that younger children may not have fully developed the linking of these channels together and may only get used to learning with one certain type of channel. If instructors force children to process information by one limited channel, the learning achievement might decrease. It would be better to assign children who are well-developed in channel integration to a combined version of e-book, and to assign children who are not well-developed to a verbal version of the e-book to reduce the cognitive load. This might be why the adaptive e-book worked better for the 4th graders.

The results can also be explained from the developmental psychological dimension. The mean age of the 4th graders was 10.5 years old, in the concrete operational stage in Piaget's theory, a stage at in which children tend to think very concretely and specifically. Children may not have developed good reasoning and problem-solving abilities in this stage, and may have difficulties in information linking and causation while reading e-books with diverse sources of multimedia. Once learners were provided with some material far from matching their capacities and preferences, they might not have been able to go through it. The mean age for the 5th graders was 11.5 years old, which was approaching the formal operational stage (adolescence and into adulthood). Children's cognitive development at this stage is becoming stable and the individual difference may get smaller compared with the 4th graders. The presentation format of material might not be that critical because learners at this stage have some capability to do hypothetical reasoning and problem-solving. The children had more cognitive ability to integrate information from different presentation formats even though the presentation style did not match their learning preferences.

The second research question was about with the effect of the adaptive design on children's learning motivation of the e-book. The findings showed that the adaptive e-book worked better in drawing attention from the 4th graders, but not for the 5th graders. This result is similar to the result in question 1. For the 4th graders, the adaptive e-book easily held younger learners' attention, perhaps because it provided a version that matched their learning preference. Learners in the other two groups might have been forced to read a book that did not matched their capacity and preference; consequently they lost the attention for reading the e-books thoroughly. The fact that the adaptive design did not impact 5th graders

attention might be due to their stable ability in integrating information in different formats.

Conclusion

The results showed significant interactions between age and e-book adaptive design. For the 4th graders, the adaptive e-book group worked best in recall, transfer and attention. For the 5th graders, there was no significant difference among these three e-book designs. This study suggests that the adaptive design is much more critical for younger children.

Several limitations need to be acknowledged in the interpretation of these results. First of all, this research was conducted in a laboratory setting rather than in a real classroom situation; thus students may have had different motivations and may have exhibited different behaviors than those experienced during an actual class. Second, this research was restricted to the learning of six major classes of nutrients for elementary students. Students may have had different responses if this particular unit and content subject had been exchanged for another one. Due to these limitations, the generalization of this study might be conservative. Though limitations existed, this study aimed to contribute to more empirical studies and to share the experiences of developing an adaptive e-book for elementary learning and the attempts to explore the adaptive e-book affordances and constraints.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCE FOR ORIGINAL TEXT

- Siegler, R. S., & Alibali, M. W. (2004). 兒童認知發展：概念與應用 (林美珍譯) [Children's thinking (Mei-Chen Lin, Trans.)]. 台北市：心理 [Taipei: Psychological].
- 王瓊珠，洪儷瑜，張郁雯，陳秀芬 [Wang, Chiung-Chu, Hung, Li-Yu, Chang, Yu-Wen, & Chen, Hsiu-Fen] (2008)。一到九年級學生國字識字量發展 [Number of characters school students know from grade 1 to 9]。教育心理學報，39 (4)，555-568 [Bulletin of Educational Psychology, 39(4), 555-568]。
- 呂劍英 [Lu, Chien-Ying] (2009)。國三學生的學習風格與自然科學學習興趣之研究 (未出版之碩士論文) [Guosan xuesheng de xuexi fengge yu ziranke xuexi xingqu zhi yanjiu (Unpublished master's thesis)]。國立臺灣師範大學，台北市 [National Taiwan Normal University, Taipei]。
- 李文瑞 [Li, Wen-Jui] (1990年11月) [(1990, November)]。介紹激發學習動機的ARCS模型 (阿課思) 教學策略 [Jieshao jifa xuexi dongji de ARCS model jiaoxue celue]。台灣教育，479，22-24 [Taiwan Education Review, 479, 22-24]。
- 李蕙蓉 [Li, Hui-Jung] (1997)。『學校午餐食物內容及營養基準』及建立食譜範例報告 [“Xuexiao wucan shiwu neirong ji yingyang jizhun” ji jianli shipu fanli baogao]。台北市：教育部體育司 [Taipei: Sports Administration, Ministry of Education]。檢索自 [Retrieved from] 教育部體育及健康教育資訊網 [Physical and Health Education Information Net]，<http://140.122.72.62/http://joemis.tku.edu.tw>

historyfile/%E4%BF%AE%E8%A8%82%E5%AD%B8%E6%A0%A1%E7%87%9F%E9%A4%8A%E5%8D%88%E9%A4%90%E5%8F%8A%E5%BB%BA%E7%AB%8B%E9%A3%9F%E8%AD%9C%E7%AF%84%E4%BE%8B%E5%A0%B1%E5%91%8A.doc

教育部[Ministry of Education](2011)。國小學生體位趨勢[*Guoxiao xuesheng tiwei qushi*]。台北市：教育部國民及學前教育署[Taipei: K-12 Education Administration, Ministry of Education]。檢索自[Retrieved from]教育部統計處[Statistics Department, Ministry of Education]，<https://stats.moe.gov.tw/files/gender/511-3.xls>

張春興(主編)[Chang, Chun-Hsing (Ed.)](2007)。教育心理學：三化取向的理論與實踐(重修二版)[*Jiaoyu xinlixue: Sanhua quxiang de lilun yu shijian* (Rev. 2nd ed.)]。台北：東華[Taipei: Dong Hwa]。

梁展綺[Liang, Chan-Chi](2009)。國小五年級學童數學閱讀能力、後設認知與認知型式之相關研究(未出版之碩士論文)[*A study on mathematics reading, metacognition and cognition style for fifth-grade students* (Unpublished master's thesis)]。國立臺中教育大學，台中市[National Taichung University of Education, Taichung]。

黃羨文[Huang, Hsien-Wen](1997)。紙本書與電子書之比較[*The comparison of printed book and electronic book*]。台北市：漢美[Taipei: Hanmei]。

黃國豪、葉晟德、王士晉、陳碧茵、林春合、賴世偉[Hwang, Gwo-Haur, Yeh, Sheng-De, Wang, Shin-Chin, Chen, Be-Yin, Lin, Chun-He, & Lai, Shin-Wei](2007)。結合多風格量表之適性化數位學習系統[Using multiple learning style profile in adaptive e-learning system]。理工研究學報，41(2)，25-42[*Journal of Scientific and Technological Studies*, 41(2), 25-42]。

葉連祺、林淑萍[Yeh, Lian-Chi, & Lin, Shu-Ping](2003年1月)[(2003, January)]。布魯姆[B. S. Bloom]認知領域教育目標分類修訂版之探討[B. S. Bloom's *Taxonomy of educational objective, handbook1: Cognitive domain zhi tantao*]。教育研究月刊，105，94-106[*Journal of Education Research*, 105, 94-106]。

廖岳祥、柯欣儀、黃順彬、廖晉宏[Liao, A. Y. H., Ko, Hsin-Yi, Huang, Shun-Pin, & Liao, Chin-Hung](2011)。應用數位學習於國語文標點符號教學—以南投縣某國小為例[Applying e-learning to the instruction on the punctuation of chinese language: A case study of an elementary school in Nantou county]。在[In]2011數位科技與創新管理研討會論文集(頁368-381)[*2011 International Conference of Digital Technology and Innovation Management* (pp. 368-381)]。台北：華梵大學資訊管理學系[Taipei: Department of Information Management, Huafan University]。

劉天翔[Liu, Tien-Hsiang](2009)。國小四年級學童數學閱讀能力、後設認知與認知型式之研究(未出版之碩士論文)[*The study of mathematics reading, meta-cognition, and cognitive style for elementary school fourth-grade students* (Unpublished master's thesis)]。國立臺中教育大學，台中市[National Taichung University of Education, Taichung]。

顏文成、黃明祥[Yan, Wen-Cheng, & Huang, Ming-Shang](2009)。從適性化的觀點來探討數位學習網站之應用—以魯凱族文化學習之實證研究[Application of an adaptive e-learning website-An empirical study of the Rukai culture learning]。在[In]第20屆國際資訊管理學術研討會論文集(頁2080-2091)[*International Conference on*

- Information Management*, 2009 (pp. 2080-2091)]。台北：世新大學[Taipei: Shih Hsin University]。
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ...Wittrock, M. C. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Longman.
- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6(2/3), 87-129.
- Chall, J. S. (1983). *Stages of reading development*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Chall, J. S., & Jacobs, V. A. (2003). The classic study on poor children's fourth-grade slump. *American Educator*, 27(1), 14-17.
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Gilbert, J. E., & Han C. Y. (1999). Arthur: Adapting instruction to accommodate learning style. In P. De Bra & J. J. Leggett (Eds.), *Proceedings of WebNet World Conference on the WWW and Internet 1999* (pp. 433-438). Chesapeake, VA: AACE.
- Green, K. E., & Schroeder, D. H. (1990). Psychometric quality of the Verbalizer-Visualizer Questionnaire as a measure of cognitive style. *Psychological Reports*, 66(3), 939-945. doi:10.2466/pr0.1990.66.3.939
- Litzinger, T. A., Lee, S. H., Wise, J. C., & Felder, R. M. (2007). A psychometric study of the index of learning styles. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 309-319.
- Massa, L. J., & Mayer, R. E. (2006). Testing the ATI hypothesis: Should multimedia instruction accommodate verbalizer-visualizer cognitive style? *Learning and Individual Difference*, 16(4), 321-335. doi:10.1016/j.lindif.2006.10.001
- Messick, S. (1994). The matter of style: Manifestations of personality in cognition, learning, and teaching. *Educational Psychologist*, 29(3), 121-136. doi:10.1207/s15326985ep2903_2
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10. doi:10.1007/BF02905780
- Kollöffel, B. (2012). Exploring the relation between visualizer-verbalizer cognitive styles and performance with visual or verbal learning material. *Computers and Education*, 58(2), 697-706. doi:10.1016/j.compedu.2011.09.016
- Popescu, E., Badina, C., & Moraret, L (2010, November). Accommodating learning styles in an adaptive educational system. *Informatica*, 34, 451-462.
- Pask, G., & Scott, B. C. E. (1972). Learning strategies and individual competence. *International Journal of Man-Machine Studies*, 4(3), 217-253. doi:10.1016/S0020-7373(72)80004-X
- Wolf, C. (2002). *iWeaver: Towards an interactive web-based adaptive learning environment to address individual learning styles*. Retrieved from <http://www.eurodl.org/?article=61>

