教育科技與學習　2：2（2014,7）：165-188

研究論文

多媒體組合方式與先備知識對小五學生「線對稱圖形」認知負荷影響之探究

陳欣儀

教師
臺北市國語實驗國民小學

顏晴榮

教授
國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

摘要

本研究旨在探討不同的多媒體組合方式及學習者不同的先備知識與認知負荷之影響。多媒體組合方式共有電腦動畫＋無分割＋無互動，電腦動畫＋無分割＋互動，電腦動畫＋分割＋無互動，電腦動畫＋分割＋互動等 4 種組合方式。研究採準實驗研究設計，以臺北市某國小 122 位五年級學生為研究對象，以先備知識測驗、實驗教材、學習成效測驗、認知負荷量表為研究工具，蒐集受試者在接受實驗教材學習後，在學習成效測驗與認知負荷量表之測驗結果，最後以統計分析方法分析量化資料，得到如下的結論：1. 教材設計互動和分割與否，對學習者的認知負荷影響沒有差異。2. 高先備知識學習者在互動與分割原則設計之多媒體的學習成效高於低先備知識學習者。3. 認知負荷與學習成效之間呈現負相關。本研究除對研究結果加以討論外，研究者建議教學上選擇多媒體教材時，必須考量多媒體呈現與其配置的適切性，更要考慮到學習者的個別差異；另外也提出研究上的建議，以作為未來多媒體教學及研究之參考。

關鍵字：多媒體組合方式、先備知識、認知負荷

CACET
中華資訊與科技教育學會

壹、緒論

一、研究背景與動機

隨著現代科技的迅速發展，把多媒體工具應用於學習環境，作為教學優先工具的趨勢已大幅增加（Sankey, 2003）。相較於以往的傳統教學，多媒體教學已是當今教學的趨勢，多媒體輔助教材琳瑯滿目，教材設計者整合文字、圖片、聲音及動畫等呈現方式不斷地推陳出新，尤以具有互動式教學及評量者較受大家青睞，互動式教學係由學習者自行控制播放功能的多媒體教材，讓學習者可依個人理解狀況控制學習進度，避免造成學習上的困擾及負荷，從中獲得學習的知識，以提升學習成效。然而，多媒體教材對學習一定有幫助嗎？一定能有效的達成學習目標嗎？何種組合方式對學習成效最有利呢？這是一個值得關切的問題。

關於不同的多媒體組合方式對學習成效的影響，國外從 90 年代便有學者開始研究（Mousavi, Low & Sweller, 1995; Jeung, Chandler & Sweller, 1997; Mayer & Moreno, 1997），相較之下，國內的相關研究篇數較少，且研究結果亦不盡相同，有的研究認為不同多媒體組合方式的學習結果有顯著差異（陳彙芳，1999），而部分研究卻認為無顯著差異（徐易稜，2001；邱惠芬，2003；許秋瑾，2003）（引自吳宇穎，2005）。

國內外許多研究證實，學生可從動畫／圖形搭配口語文字（auditory text）中得到比動畫／圖形搭配視覺文字（visual text）較佳的學習成果（陳彙芳、范懿文，2000；翁嘉鴻，2001； Chandler, & Sweller, 1997; Mayer & Moreno, 1998），前者使用雙管的訊息處理，後者是單一管道的訊息處理（引自吳瑞源、吳慧敏，2008）。Mayer（2001）的多媒體學習理論之多媒體原則、形式原則與多餘原則也有相同的主張。因此，相關的研究顯示多媒體組合方式會影響學習成效，且應用雙管道的訊息呈現會優於單管道的呈現，但當今一般對教材的期許不只是多媒體呈現方式，且朝著動畫方式發展。

因此，儘管多媒體呈現方式在全球已成為當前的趨勢，媒體角色和教學成效亦被熱烈地討論，但各種多媒體組合及教學效果的相關研究卻未能得到一致性的結論。針對這樣的情形，研究者認為有必要在這個研究主題上累積更多實證研究，並對這個主題做更多元、深入、精確的探索，以建立設計多媒體組合教材的基本原則。

在幾何學習方面，近年來資訊科技發達，對於透過資訊融入來輔助學童學習線對稱概念也越受到重視。楊宗穎（2005）指出，網路電腦輔助系統對於學習線對稱概念能得到更好的學習成效，學生對於使用網路電腦輔助系統來學習線對稱單元，持正向支持的態度，另外學生多表示透過這種學習方式，可以提升學習興趣和主動性；吳和順（2007）認為以操作為主的電腦動態學習情境，讓學生在處

CACET 中華資訊與科技教育學會

理線對稱圖形問題時，更能理解問題的意義，可產生具體可操作的心靈影像，提升其學習成效 (引自陳義隆，2010)。邱俊宏（2004）研究指出運用多媒體電腦輔助教學對學習「線對稱圖形」的國小六年級學童，其數學學習成就上的表現較傳統教學來得好。因此本研究將進一步探究不同的多媒體組合方式對小五學生在「線對稱圖形」學習之影響。

雖然資訊融入能輔助學生學習，但過多的資訊量也有可能造成學習者的認知負荷過重。學習者之認知負荷能力、教材以及教材呈現的方式等，皆為影響學習之要項，因此，要利用多媒體組合方式進行教學，也要考量學習者在學習上所產生的認知負荷相關問題。Mayer 和 Moreno（2003）指出，如果多媒體內容呈現的速度又快，往往學習者選好相關的訊息時，下一段的訊息又開始了，這種情形將導致訊息量超過學習者的認知容量，而學習者沒有足夠的時間對訊息進行深度的處理，因而影響了學習的成效。為了降低豐富的多媒體訊息對學習者學習歷程的認知負荷與負面影響，Mayer 和 Chandler（2001）實驗證實分割學習內容及讓學習者可控制進度的功能可達到比連續播放更佳的學習效果，Mayer 和 Moreno（2003）因此提出分割（Segmenting）的多媒體設計原則，指出若將學習內容分割成數個小片段，可以減少每次呈現的訊息量，再配合互動效應（interactivity principle），即學習者控制播放進度功能，讓學習者可以有充足的時間從每一個片段中選擇、組織與整合訊息後再進入下一片段，如此學習者能更有效的分配與使用認知資源，因此其學習效果會比不具備學習者控制播放進度功能的連續播放多媒體教材學習成效好，即所謂的分割效應（Mayer & Moreno, 2003）。然而上述研究並未指出，不同媒體的組合所產生的分割效應，是否會因互動效應而消除？這是研究者欲探討的問題之一。

從資訊接收者的觀點來看， Sweller 指出，如果教材或學習程序遠超過學習者的工作記憶容量，將有損學習者的理解、學習和問題解決能力（陳彙芳、范懿文，2000）。所以本研究以認知心理學的角度出發，結合多媒體學習理論與認知負荷的觀點，探討在不同的多媒體組合方式下，對學習成效與認知負荷的影響。

二、研究目的

依據上述的研究背景與動機提出本研究之目的如下：

（一）探討不同的多媒體組合方式對學習者認知負荷的影響。

（二）探討多媒體設計效果對不同程蹟先備知識學習者之影響。

（三）探討認知負荷與學習成效之間的相關性。

CACET 中華資訊與科技教育學會

貳、文獻探討

一、訊息處理理論的意義

訊息處理理論 (Information Processing Theory) 是認知學習理論之分支，其發跡於 1950 年代初期，在 1960 年代以後逐漸興盛。Atkinson 和 Shiffrin 在 1968 年提出訊息處理理論，這個理論被認為是認知心理學的基礎。在 60 年代以前，人類將學習解釋為單一歷程，學習一旦產生，歷程都是一樣的。而 Atkinson 和 Shiffrin（1968）認為人類將記憶當作訊息處理時，記憶不是單一歷程運作，而是將收受的訊息分為數個階段處理，每階段的記憶方式各不相同。訊息處理理論主張學習活動的產生，是受到學習者內在心理運作歷程的影響，主要是在分析人類內在認知結構和認知歷程的運作，對於了解學習者之學習與認知歷程具有相當程度的助益（張新仁，1990）。

訊息處理理論強調人類的學習，是經由感官察覺、注意、辨識、轉換、記憶等內在活動，來吸收並運用知識的歷程（張春與，1996）。此一心理歷程區分為三個階段，依序是：感官收錄（Sensory Register）、短期記憶（Short-Term Memory）與長期記憶（Long-Term Memory）。上述歷程中，包含了三個心理特徵：1. 訊息處理是階段性的；2. 各階段的功能不一樣，感官收錄及短期記憶屬於暫時性，長期記憶則屬於永久性的；3. 訊息處理不是單向直進式的，而是前後交互作用的。

二、多媒體學習的訊息處理歷程

訊息處理是一個記憶與學習的過程，Clark 與 Mayer（2003）曾強調網路多媒體學習的訊息處理歷程，其藉由認知學習理論提供了幾個重要的概念用來解釋學習：

1. 人類記憶中有兩個訊息處理的管道：視覺與聽覺。

2. 人類訊息處理能力是有限的。

3. 學習的發生是在記憶系統中進行主動的處理。

4. 新的知識與技能必須能從長期記憶區提取出來遷移到工作上。

Clark 與 Mayer（2003）依據訊息處理的原則，指出成功的教學必須能幫助學習者將外界知識藉由感官收錄、短期記憶，進一步進行編碼而與長期記憶中的知識做整合。並對於進行數位媒體教材設計時，提出下列幾點建議：

1. 在教材中要呈現重要的訊息時，畫面上儘量不要出現無關的訊息。

CACET 中華資訊與科技教育學會

2. 教材呈現儘量減少學習者的認知負擔，讓學習者保有工作記憶空間，以利其進行練習和整合。

3. 教材整合聽覺和視覺的感官訊息，會更有助於學習。

4. 數位教材內容配合學習情境，提供情境脈絡的例子及練習，將有助於新知識從長期記憶裡檢索至工作記憶區內。

5. 導引學習者利用「後設認知技能」來管理整個學習的過程，例如：可使用「課程自我檢核表」來幫助學習者辨識出學習的鴻溝。

綜合而言，訊息處理是一個記憶與學習的過程，強調人類的學習，是經由感官察覺、注意、辨識、轉換、記憶等內在活動，來吸收並運用知識的歷程，此一心理歷程分為：感官收錄、短期記憶與長期記憶等三個階段。依據訊息處理的原則，有效的教學必須能幫助學習者將外界知識藉由感官收錄、短期記憶，進一步進行編碼而與長期記憶中的知識做整合。但人類訊息處理能力是有限的，學習者在接收到外界環境刺激後，並不會保留所有訊息，而只會針對自己所關心、注意的部分進行接受、處理與記憶，因此，教材呈現儘量減少學習者的認知負擔，讓學習者保有工作記憶空間，以利其進行練習和整合。

在設計電腦多媒體教材時，應當重視如何引起學習者的注意，如何呈現有系統、意義、簡單易學的訊息內容，及如何幫助學習者進行編碼並進一步貯存於長期記憶中。媒體教材設計不宜同時施予過多刺激以免分散學習者注意，在教材中要呈現重要的訊息時，畫面上儘量不要出現無關的訊息。而教學內容之設計安排，應以有利學習者吸收、複習、編碼，並整合至長期記憶區裡為目標。因此，在設計電腦多媒體教材時，若能善用訊息處理的認知歷程，才能設計出良好的多媒體教材，故本研究將依此理論及原則編選多媒體教材。

三、認知負荷的意義

心理學家 Sweller(1988) 把認知負荷（cognitive load）定義為執行特定任務時，加諸於認知系統的負荷。Paas & Van Merriënboer(1994) 認為認知負荷是將特定工作加諸於學習者的認知系統所產生之負荷，是指人在訊息處理的過程中所需要的心智資源總量。主要從認知資源分配角度檢視學習及問題解決，認為人的認知資源是有限的，而各種認知活動均需要消耗認知資源，如果所有認知活動所需的資源總量超過了個體本身所具有的認知資源總量，則會產生資源分配不足，造成認知負荷超載（張弘毅，2010）。

認知負荷對於人類的認知架構有四項基本假定（Sweller, 1988）：

（一）工作記憶的容量是有限的：

CACET 中華資訊與科技教育學會

若待處理的訊息內容本身元素間的關連性高、互動性強，需相互參照才能了解，則較耗費短期記憶容量，且易產生較大的認知負荷，將造成學習困難。

（二）長期記憶的容量是無限的：

專家與生手的差別在於長期記憶中所儲存的知識量。專家長期記憶裡的儲存知識豐富，當面臨問題時，能立即從長期記憶中提取資訊解決；而生手無法立即在長期記憶中提取有效解法，因此需要在短期記憶中進行推理及搜尋，將更耗費工作記憶容量。

（三）長期記憶中的內容以基模（schema）型式儲存：

基模是過去的反應或經驗的組織，它可以將大量的訊息組織化，發揮儲存訊息的功能，降低工作記憶的負荷量。個體所習得的知識訊息以基模形式儲存於長期記憶中，基模由簡單到複雜，由粗略到精緻的建構過程，即是專業知能發展的過程。基模除了在長期記憶中儲存知識外，在工作記憶中，許多訊息可融合為一個複雜的基模，而變成一個處理單位，因此降低記憶負荷。

（四）基模運作自動化：

人類處理訊息可分為控制處理和自動化處理，控制處理為有意識的處理，耗費意識資源，佔用許多工作記憶的容量；而自動化處理不需要意識決定，不耗費意識資源，可降低工作記憶負荷量。

綜上所述，知識是以基模的形式存在於長期記憶中，在學習新知時，長期記憶中的基模可以根據所面臨的情境，進行快速而正確的歸類，這是一種自動化的處理過程，它不需要有意識的控制及資源的消耗，基模的獲得與認知負荷有著密切的關係。

四、多媒體設計原則

Mayer(2001) 依據多項研究的實驗結果，對多媒體呈現的設計提出了七個設計原則。隨著多媒體學習的研究日益廣泛，Mayer 於 2005 年再次歸納提出十項教材設計原則。在 2009 年 Mayer 於「Multimedia Learning」一書中，再次將多年實驗結果加以整理歸納後，將多媒體設計歸納為十四個設計原則，以下僅就本研究相關之九個原則作說明：

（一）多媒體原則 (multimedia principle)

教材設計採用文字與圖像組成的呈現，會比僅採用文字的呈現效果好（Mayer, 2001）。當文字與圖像同時呈現時，學習者能形成文字和圖像的心智模型，並在兩者之間建立聯繫。

（二）空間接近原則 (spatial contiguity principle)

CACET 中華資訊與科技教育學會

不論是利用電腦螢幕或紙本學習時，教材中相關文字與圖像呈現的位置接近，學習者的學習成效會比位置遠離的學習效果好（Mayer, 2001）。當相對應的文字與圖像彼此接近時，學習者就不必使用認知資源在教材畫面上進行搜尋，且能將他們同時保存在短期記憶中。同時，學習者可利用多餘的認知資源投注在其他訊息上，以獲取更多訊息，進而提高學習成效。

（三）時間接近原則 (temporal contiguity principle)

多媒體教材中，相關的文字與圖像同時呈現時，學習者的學習成效比兩者接續呈現的效果好（Mayer, 2001）。意即學習者在聽到一句及看到相關聯動畫之間的間隔短，則學習者有機會可以建立文字及圖片之間的連結；反之，學習者在聽到一段落及看到相關連動畫之間的間隔較長時，則學習者較不可能建立文字及圖像之間的連結。

（四）連貫原則 (coherence principle)

設計教材時，將與主題不相關的文字、圖像或聲音加以排除，則學習效果較好（Mayer, 2001）。此原則又可細分成下列三個子原則：1. 當在多媒體教材中加入有趣但無關的文字與圖像，會降低學習者的學習效果。2. 當在多媒體教材中加入有趣但無關的聲音或音樂，會降低學習者的學習效果。3. 把多媒體教材中不必要的文字刪除，會增進學習者的學習效果。

（五）形式原則 (modality principle)

學習者由「動畫＋旁白」的多媒體呈現，比由「動畫＋文字」的多媒體組合，能有更好的學習效果（Mayer, 2001）。意即在多媒體教材中，文字用聲音形式呈現，比用打字形式呈現要好。原因在於當文字（字幕）與圖像同時呈現時，在視覺通道中必須同時處理圖像和文字訊息，因而造成認知負荷過重，影響學習成效。

（六）重覆原則 (redundancy principle)

多媒體教材中，學習者的學習成效在「動畫＋旁白」比「動畫＋旁白＋文字」的教材要好（Mayer, 2001）。原因如雙通道假設所述，當訊息呈現只有動畫及旁白時，兩者可分別經由視覺及聽覺通道傳輸訊息；若當動畫、旁白及文字皆出現時，動畫及文字會彼此佔用視覺通道的資源，造成視覺通道超載，干擾學習。

（七）個別差異原則 (individual difference principle)

多媒體學習設計效果對低先備知識的學習者影響較大，對高先備知識的學習者影響較小；並且，對高空間能力者影響較大，對低空間能力者影響較小（Mayer, 2001）。因為高先備知識的學習者可以使用他們的先備知識來補償呈現中缺乏的指引，如從文字中形成適當的心智影像；然而，低先備知識的學習者比較不能夠

CACET 中華資訊與科技教育學會

在缺乏指引時使用有用的認知處理。

（八）互動原則 (interactivity principle)

學習者可以控制教材呈現的步調時學習效果會比較好（Mayer, 2005）。依照有限容量假設，學習者在工作記憶能維持運作的訊息是有限的，所以若學習者擁有控制教材呈現步調的能力，將可依照自己的狀況調整學習速度，避免因訊息太多而造成認知負荷過高。

（九）分割原則 (segmentation principle)

分割原則指的是當多媒體教材被分割成數個小片段時，學習者能夠從每一個片段中選擇文字及影像，並且有足夠的時間及能力去組織及整合，再進入下一片段；反之，若多媒體教材是以連續不分割的方式播放，學習者能夠從第一個片段中選擇文字及影像，但當學習者忙於組織及整合被選擇的文字及影像時，便被要求對於連續呈現的訊息做選擇文字及影像的工作，造成學習者雙重通道皆超負荷的情況，因此降低學習成效（Mayer & Moreno, 2003)。

綜合言之，Mayer 以其多媒體衍生理論為基礎，加以延伸研究而提出多媒體學習認知理論，為研究多媒體教材組合或設計者，提供最佳之研究變項挑選或教材設計原則。本研究多媒體教材主要以電腦動畫（指具有動畫＋旁白的呈現效果）方式呈現，除此之外，本研究主要以分割原則、互動原則及個別差異原則中之高低先備知識作為本研究之變項。

參、研究方法

本研究主要是探討不同的多媒體組合方式對於先備知識程度不同的學習者而言，在學習成效和認知負荷上是否有顯著的差異，實驗教學採準實驗設計，實驗中的自變項是多媒體組合方式與先備知識，其中多媒體組合方式分別為「電腦動畫＋無分割＋無互動」、「電腦動畫＋無分割＋互動」、「電腦動畫＋分割＋無互動」、「電腦動畫＋分割＋互動」四種形式。

此四種教材設計上不同，依據教材的分割有無及互動有無作為區分之標準，分割即教材分段學習，「分割」是將學習內容分割成數個小片段，可以減少每次呈現的訊息量。互動係由學習者可依據教材之互動鈕進行操控學習，「互動」是指學習者可以控制教材呈現的步調，依照自己的狀況調整學習速度，讓學習者可以有充足的時間選擇、組織與整合學習內容，避免因訊息太多而造成認知負荷過高。

先備知識則由研究者選定學習「線對稱圖形」概念前所具備的相關知識為內容，自編測驗工具，再依照受試得分的高低，將受試分為線對稱圖形先備知識高及先備知識低的學習者。同時利用先備知識測驗的結果作為控制變項，以排除受

CACET 中華資訊與科技教育學會

試者先備知識的差異對本實驗教學結果的影響。實驗的依變項是受試者的學習成效及認知負荷兩項。

一、研究對象

本研究的目的主要在探討不同的多媒體組合方式與不同先備知識對國小五年級學生在「線對稱圖形」學習之影響，故本研究對象的選取方式如下：

（一）先備知識測驗預試樣本

選取臺北市某國小五年級一班 31 位學生，接受線對稱圖形先備知識測驗的預試。

（二）正式樣本

本研究以立意取樣臺北市某市立國民小學五年級學生為實驗對象，該校依學生的學業成績以 S 型編班方式進行常態編班，自五年級的十個班級中，選取四個班級（A、B、C、D）學生為樣本，參與實驗教學學生共 122 人，利用先備知識測驗的結果作為控制變項，排除受試者學習線對稱圖形先備知識對學習成效與認知負荷的影響。參與人數分布情形如下表 1 所示。

表 1 各班參與人數統計表

班級	A 班	B 班	C 班	D 班	總人數
人數	30	31	31	30	122

基於學校行政、教學實驗場地及人力支援之考量，不對班級內學生進行隨機分派，只以原來的班級為單位進行實驗教學，並以班級為單位，隨機分派以接受四種不同實驗設計的其中一種，其中 A 班為實驗組 1，其所接受的多媒體組合方式為「電腦動畫＋無分割＋無互動」；B 班為實驗組 2，其所接受的多媒體組合方式為「電腦動畫＋無分割＋互動」；C 班為實驗組 3，其所接受的多媒體組合方式為「電腦動畫＋分割＋無互動」；D 班為實驗組 4，其所接受的多媒體組合方式為「電腦動畫＋分割＋互動」；各組研究對象安排詳見表 2。

表 2 各組研究對象分派表（n ＝ 122）

班級	A	B	C	D
組別	實驗組 1	實驗組 2	實驗組 3	實驗組 4
媒體組合方式	電腦動畫＋無分割＋無互動	電腦動畫＋無分割＋互動	電腦動畫＋分割＋無互動	電腦動畫＋分割＋互動
人數	30	31	31	30

CACET 中華資訊與科技教育學會

二、研究方法與工具

本研究採準實驗研究設計，研究者於臺北市某國小五年級 10 個常態班級中，以先備知識測驗的結果作為控制變項（排除受試者先備知識對學習成效與認知負荷的影響），選取四個班級為研究實施對象進行實驗研究，然後各組再分別進行不同多媒體組合的實驗教學。實驗教學後，四組受試者接受學習成效測驗和認知負荷量表。本研究所使用的研究工具包含：先備知識測驗、實驗教材、學習成效測驗、認知負荷量表。

本研究所使用的研究工具包含：先備知識測驗、實驗教材、學習成效測驗、認知負荷量表。以下將依序分別說明之：

（一）先備知識測驗

1. 擬題

先備知識測驗，目的在了解受試者對「線對稱圖形」實驗內容的先備知識程度。研究者自編「線對稱圖形」先備知識測驗，內容為與實驗教材相關的線對稱圖形相關的先備知識，包括：認識圓形、三角形、四邊形及多邊形等平面圖形的構成要素及其性質；認識全等圖形；了解全等圖形之對應邊、對應點及對應角等；了解平面上兩線互相垂直及平行的意義等概念。為確保測驗能涵蓋各學習目標，並能夠真正評量學生之先備知識，所以在命題之前建立雙向細目表，並據以命題。先備知識測驗共有選擇題、填充題、勾選題、看圖回答問題及畫圖題等五種題型，共有 17 題，33 格。因學生採常態分配編班，得分在平均數以上者為高先備知識者；得分在平均數以下者為低先備知識者。

2. 專家審查

本測驗內容經由二位大學教授及三位教學經驗豐富的實務教師評定測驗的合適性，以建立測驗工具的內容效度，再依專家學者對測驗提出的建議做細部的調整與修正為預試版本。

3. 預試

試題修訂完成後，以臺北市某國小五年級某一班，共計 31 名學生為對象進行預試，並將測驗結果進行難度與鑑別度的分析。資料之分析，將學生測驗的得分依序排序，分別求出前 27%、後 27% 為高、低分組，依得分狀況進行該題目的難度及鑑別度計算（難度為高分組、低分組在題項答對率的平均數值；鑑別度為高分組、低分組在題項答對率的差值）。

信度方面，本測驗採用 Cronbach’s α 係數來求其試題內部一致性，以 31 位國小五年級學生為樣本，進行統計分析後，本先備知識測驗之 α 係數為 .827，

CACET 中華資訊與科技教育學會

所以測驗具有信度。

（二）實驗教材

本研究依據第二章彙整之多媒體設計原則，最後編選出音象網路科技股份有限公司出版的音象先修網「線對稱圖形」單元之動畫教材，作為本研究實驗之多媒體教材。音象先修網是專為國小學童設計的學習系統，課程內容涵蓋九年一貫五大學科領域（美語、數學、國語文、自然與生活科技、綜合學習），依循孩子的學習階段與身心智能發展，搭配教育部頒佈之課程綱要設計。

為配合本研究互動原則之多媒體教材設計，在於不互動教材由研究者利用電腦廣播教學設備統一播放實驗教材，受試者無法隨意調控播放速度、點選播放內容或重複觀看等；可互動教材，則由受試者自行控制電腦進行方式（可暫停、重複播放）來學習多媒體教材。

另為配合本研究分割原則之多媒體教材設計，因此研究者將音象先修網原設計之「線對稱圖形」單元內容之連續播放教材錄製後，作為本研究之不分割教材，並將音象先修網原設計之「線對稱圖形」單元內容中的數個概念分割成：認識線對稱圖形；認識對稱軸；對稱圖形之對稱點、對稱邊、對稱角；線對稱圖形的性質及繪製線對稱圖形等五個段落，經重新錄製編排後作為本研究之分割教材。

（三）學習成效測驗

1. 擬題

學習成效測驗是由研究者自行設計，其為實驗教學完成後，對受測者進行的一個總結性評量，並根據評量的結果來判定受試者的學習成效。研究者參照國內外有關線對稱圖形的相關文獻，以及審定合格的三家民間版課本、習作等教材內容，並依據實驗教材內容編製，測驗包含學習保留測驗及學習遷移測驗兩部分，學習保留測驗是以填充題的方式來呈現，其目的是為了解受試者對於實驗內容的記憶程度。學習遷移測驗，測驗內容包括勾選題、問答題與作圖題，其目的是為了解受試者是否能吸收實驗教材內容並加以統整或應用實驗呈現的教材內容來解決問題，為確保測驗能涵蓋各學習目標，並能夠真正評量學生之學習能力，所以在命題之前建立雙向細目表，並據以命題。

2. 專家審查

本測驗內容經由二位大學教授及三位教學經驗豐富的實務教師評定試卷的合適性，以建立測驗工具的內容效度，再依專家學者對測驗提出的建議做細部的調整與修正為預試版本。

3. 預試

CACET 中華資訊與科技教育學會

試題修訂完成後，以臺北市某國小五年級某一班，共計 31 名學生為對象進行預試，並將測驗結果進行難易度與鑑別度的分析。資料之分析，將學生測驗的得分依序排序，分別求出前 27%、後 27% 為高、低分組，依得分狀況進行該題目的難度及鑑別度計算（難度為高分組、低分組在題項答對率的平均數值；鑑別度為高分組、低分組在題項答對率的差值）。

信度方面，本測驗採用 Cronbach's α 係數來求其試題內部一致性，以 31 位國小五年級學生為樣本，進行統計分析後，本學習成效測驗之 α 係數為 .796，所以測驗具有信度。

4. 選題

依據預試資料經統計分析難易度與鑑別度的結果，刪除鑑別力在 0.2 以下且難易度在 0.8 以上的題目。從預試題目中，挑選出鑑別力在 0.4 以下且難易度在 0.6 以上的題目進行修題，因難易度接近 0.6，故整題做修題。其餘則保留，故最後修正而成之正式測驗。

（四）認知負荷量表

本研究修改自宋曜廷（2000）測量認知負荷的題項及作法，由受試者在進行實驗教材學習後，對自身「所投入的心智努力」和「感受到的實驗教材之困難度」兩向度進行七點量表的評定，以作為多媒體組合方式教學對於受試者認知負荷的自我評量。

三、研究流程

本研究的研究流程分為準備、先備知識測驗、實驗教學、學習成效測驗及認知負荷量表、資料分析及撰寫結論六個階段。整個研究時程從 2011 年 9 月至 2012 年 6 月。實施的流程概述如下：

（一）準備階段

1. 蒐集並閱讀相關文獻，擬定研究計畫。

2. 蒐集與編製實驗所需的研究工具。

3. 選定研究對象。

4. 編選實驗教材。

（二）先備知識測驗

四組學生在實驗教學開始前二週，接受線對稱圖形的先備知識測驗。

CACET 中華資訊與科技教育學會

（三）實驗教學階段

1. 教學內容為「線對稱圖形」單元，動畫播放時間約 10 ～ 20 分鐘左右（互動組可暫停、重複播放）。

2. 將實驗教材分別由四個班級進行不同類型的多媒體實驗教學。

3. 在上課鐘聲響時，請學生在走廊排隊再依序進入電腦教室，依照號碼安排座位後，研究者進行指導與說明，接著進行電腦動畫教學。

4. 在實驗教材播放完畢後，隨即對受試者進行「學習成效測驗」及「認知負荷量表」施測，並於上課時間內完成填寫。

（四）學習成效測驗及認知負荷量表

受試學生在實驗教學結束後，立即接受線對稱圖形學習成效測驗及認知負荷量表，學習成效測驗主要評量受試者在經過實驗教材學習後之保留及遷移能力，而認知負荷量表在於得知受試者經學習過程中所感受到的認知負荷，其資料以作為實驗教學後的統計分析。

（五）資料分析

將研究期間所得之各項量化資料加以整理，並運用統計分析方法後，提出本研究結果，並將其與文獻中的結果進行比較、討論，最後做出本研究之結論。

（六）撰寫結論

將統計分析結果加以歸納，並彙整各部份的資料，撰寫結論。

肆、研究結果與討論

本研究採用 SPSS 12.0 中文視窗版的統計軟體作為資料分析的工具，使用的統計分析方法包括：共變數分析、單因子變異數分析、效果量分析及 Pearson 相關分析。

一、不同的多媒體組合方式對認知負荷的影響

（一）統計分析

為探討研究問題不同的多媒體組合方式對學習者的認知負荷影響是否有顯著差異？故利用單因子變異數分析檢定不同的多媒體組合方式對學習者認知負荷的差異。檢定結果如表 3，而變異分析之摘要如表 4：

CACET 中華資訊與科技教育學會

表 3 不同多媒體組合的認知負荷之平均數、標準差

媒體組合方式	個數	平均數	標準差
無分割無互動	30	12.63	3.596
無分割有互動	31	11.74	3.000
有分割無互動	31	12.29	4.165
有分割無互動	30	12.37	3.068
全體	122	12.25	3.463

表 4 不同多媒體組合的認知負荷之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	12.867	3	4.289	.352	
組內	1438.256	118	12.189		
總和	1451.123	121			

註：*p<.05 **p<.01 ***<.001

由變異數同質性檢定中，可以得知同質性考驗均未達顯著，符合變異數分析時之重要假定—變異數同質。此外，由表 4 變異數分析摘要表可以發現，不同的多媒體組合下，對學習者的認知負荷的影響，沒有達顯著的差異（F 值 =.352，p=.788 ＞ .05），亦即不同的多媒體組合方式對學習者來說，其認知負荷上並沒有顯著的不同。

（二）說明與討論

本研究四組不同的多媒體組合方式之認知負荷量平均數由小到大排列依序是：無分割有互動（11.74）、有分割無互動（12.29）、有分割有互動（12.37）、無分割無互動（12.63）。四組學習者認知負荷量的影響，沒有達顯著的差異（F 值 =.352，p=.788 ＞ .05），亦即不同的多媒體組合方式對學習者來說，其認知負荷上並沒有顯著的不同。本研究結果與文獻歸納結果不符，文獻研究結果顯示不同的多媒體組合對學習者之認知負荷影響應該有差異。

二、教材互動與否對認知負荷的影響

（一）統計分析

故利用單因子變異數分析檢定教材的互動與否，對學習者的認知負荷是否有影響。檢定結果如表 5：教材的無互動與有互動其認知負荷的平均數及標準差，而變異數分析摘要如表 6：

CACET 中華資訊與科技教育學會

表 5 教材的無互動與有互動其認知負荷之平均數、標準差

教材互動與否	個數	平均數	標準差
無互動	61	12.46	3.867
有互動	61	12.05	3.024
總和	122	12.25	3.463

表 6 教材的無互動與有互動其認知負荷之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	5.123	1	5.123	.425	.516
組內	1446.000	120	12.050		
總和	1451.123	121			

註：*p<.05 **p<.01 ***<.001

（二）說明與討論

由表 6 變異數分析摘要表可以發現，學習者在教材設計互動與否下，學習者的認知負荷並無顯著的差異存在（F 值 =.425，p=.516 ＞ .05），表示教材設計是否具有互動性，對於學習者的認知負荷，並沒有顯著的影響。

三、教材分割與否對認知負荷的影響

（一）統計分析

為探討多媒體組合中，教材設計是否具有分割原則，對學習者的認知負荷是否有顯著影響？故利用單因子變異數分析檢定教材設計的分割與否，對學習者的認知負荷是否有影響。檢定結果如表 7，而變異數分析摘要如表 8：

表 7 教材的無分割與有分割其認知負荷之平均數、標準差

教材分割與否	個數	平均數	標準差
無分割	61	12.18	3.309
有分割	61	12.33	3.636
總和	122	12.25	3.463

表 8 教材的無分割與有分割其認知負荷之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.664	1	.664	.055	.815
組內	1450.459	120	12.087		
總和	1451.123	121			

註：*p<.05 **p<.01 ***<.001

CACET 中華資訊與科技教育學會

（二）說明與討論

由表 8 變異數分析摘要表可以發現，學習者在教材設計分割與否下，學習者的認知負荷並未有顯著的差異存在（F 值 =.055，p=.815 ＞ .05），表示教材設計是否有分割，對於學習者的認知負荷，並無顯著的影響。

四、多媒體設計效果高、低先備知識學習者之影響

（一）統計分析

為探討低先備知識學習者互動設計效果是否強於高先備知識學習者？及研究問題低先備知識學習者分割設計效果是否強於高先備知識學習者？利用效果量（effect size）分析，效果量是指平均數之間的差異程度，平均數的差異越大，表示變項的強度越強，可以 D 量數來表示（邱浩政，2005）。本研究採 Cohen，s d 為效果量的計算方式。計算公式如下：

$$d = \frac{mean_1 - mean_2}{\sqrt{(sd_1^2 + sd_2^2)/2}}$$

根據 Cohen 的標準，若其值小於 0.2 表示實際顯著性為低，介於 0.2 至 0.5 表示實際顯著性為低至中等，而 0.5 至 0.8 表示實際顯著性為中至高等，高於 0.8 表示具有相當大的實際顯著性。

多媒體教材設計經分割後，高、低先備知識學習者對學習成效的影響，檢定結果如表 9，而分割效應強度差異之摘要表如表 10：

表 9 高低先備知識學習者學習成效之互動效應強度差異

先備知識	互動	無互動	效果量	效果量差值
高	86.10	79.17	0.53	-0.16
低	68.61	63.03	0.37	

表 10 高低先備知識學習者學習成效之分割效應強度差異

先備知識	分割	無分割	效果量	效果量差值
高	82.83	82.43	0.03	-0.2
低	64.45	67.19	-0.17	

（二）說明與討論

根據 Cohen 的效果量標準，若其值小於 0.2 表示實際顯著性為低，介於 0.2 至 0.5 表示實際顯著性為低至中等，而 0.5 至 0.8 表示實際顯著性為中至高等，高於 0.8 表示具有相當大的實際顯著性。由表 9 高低先備知識學習者學習成效之互動效應強度差異顯示，高先備知識學習者的互動效應效果量為 0.53，低先備知

CACET 中華資訊與科技教育學會

識學習者的互動效應效果量為 0.37，顯示高先備知識、低先備知識兩組，教材設計互動與否對於其學習成效屬中度效果量。而其中高先備知識學習者學習依互動原則所設計的多媒體動畫教材後，學習成效的效果量高於低先備知識學習者。故高先備知識學習者呈現出較強的學習成效互動效果，此結果不符合 Mayer 所提出的多媒體設計原則的個別差異原則中，低先備知識學習者之影響較高先備知識的學習者大。

由表 10 高低先備知識學習者學習成效之分割效應強度差異顯示，高先備知識學習者的分割效應效果量為 0.03，低先備知識學習者的互動效應效果量為 -0.17，顯示高先備知識、低先備知識兩組，教材設計分割與否對於其學習成效屬低度效果量。而高先備知識學習者學習依分割原則所設計的多媒體動畫教材後，學習成效的效果量稍高於低先備知識學習者。故高先備知識學習者呈現出較強的學習成效分割效果，此結果不符合 Mayer 所提出的多媒體設計原則的個別差異原則中，低先備知識學習者之影響較高先備知識的學習者大。

五、認知負荷與學習成效之間是否有相關性

（一）統計分析

為探討認知負荷與學習成效之間是否存在相關性？故利用 Pearson 相關係數分析檢定「認知負荷」與「學習成效」之間的相關性，分析結果顯示「認知負荷」與「學習成效」之間有顯著低度負相關 ，檢定結果如表 11：

表 11「認知負荷」與「學習成效」的關係

	學習成效	認知負荷	顯著性
學習成效	1	-.331	.000
認知負荷	-.331	1	

（二）說明與討論

根據 Cohen 的效果量標準，若其值小於 0.2 表示實際顯著性為低，介於 0.2 至 0.5 表示實際顯著性為低至中等，而 0.5 至 0.8 表示實際顯著性為中至高等，高於 0.8 表示具有相當大的實際顯著性。由表 9 高低先備知識學習者學習成效之互動效應強度差異顯示，高先備知識學習者的互動效應效果量為 0.53，低先備知識學習者的互動效應效果量為 0.37，顯示高先備知識、低先備知識兩組，教材設計互動與否對於其學習成效屬中度效果量。而其中高先備知識學習者學習依互動原則所設計的多媒體動畫教材後，學習成效的效果量高於低先備知識學習者。故高先備知識學習者呈現出較強的學習成效互動效果，此結果不符合 Mayer 所提出的多媒體設計原則的個別差異原則中，低先備知識學習者之影響較高先備知識的學習者大。

CACET 中華資訊與科技教育學會

由表 10 高低先備知識學習者學習成效之分割效應強度差異顯示，高先備知識學習者的分割效應效果量為 0.03，低先備知識學習者的互動效應效果量為 -0.17，顯示高先備知識、低先備知識兩組，教材設計分割與否對於其學習成效屬低度效果量。而高先備知識學習者學習依分割原則所設計的多媒體動畫教材後，學習成效的效果量稍高於低先備知識學習者。故高先備知識學習者呈現出較強的學習成效分割效果，此結果不符合 Mayer 所提出的多媒體設計原則的個別差異原則中，低先備知識學習者之影響較高先備知識的學習者大。

伍、研究結論

本研究採準實驗研究設計，以臺北市某國小 122 位五年級學生為研究對象，以先備知識測驗、實驗教材、學習成效測驗、認知負荷量表之測驗結果，最後以統計分析方法分析量化資料，提出以下研究結論：

一、不同的多媒體組合方式對學習者認知負荷的影響

本研究發現，不同的多媒體組合方式對學習者的認知負荷影響沒有產生差異，無論教材設計是否具有互動性，或是教材是否經過分割設計，對於學習者在學習時皆不會造成其認知負荷。雖然無分割無互動組的認知負荷平均數為 12.63，高於其他三組，但並未達顯著差異。

本研究在編選教材時，已依據 Sweller 等人（1990）所提出在教材設計上應注意之七種效應之範例效應、分散注意力效應、形式效應及重複效應等四大設計原則，因此減少受試者在多媒體教材呈現上的認知負荷，亦或是本研究的多媒體教材的訊息量並未超過學習者的認知容量。

再者，由文獻中得知，主觀測量方法是假設學習者有能力回顧、內省他們的學習認知歷程，並且能明確指出心智努力所花費的程度，故是否因受試者在回顧、內省和判斷能力上的不足，因而在圈選認知負荷量表時，未能以客觀公正的態度作答；亦或是受試者知道自己正參加實驗，正在被觀察，因此其表現會與平時表現有所不同，即所謂的霍桑效應，但其真正原因還是有待更進一步研究的檢驗。

二、不同先備知識者的多媒體設計效果

（一）多媒體設計原則之互動原則

本研究發現在互動原則多媒體設計效果中，當多媒體教材設計由不良（無互動模式）轉變成良好（互動模式）時，低先備知識學習者的學習成效並未比高先備知識學習者表現出更大的進步，亦即低先備知識學習者中並未存在較強的互動原則效應。高先備知識學習者的多媒體設計互動原則效果強於低先備知識學習

CACET 中華資訊與科技教育學會

者，亦即高先備知識學習者學習依互動原則所設計的動畫多媒體教材後，學習成效的效果量高於低先備知識學習者，因此高先備知識學習者呈現出較強的互動效果之學習成效。

因本實驗教材為幾何單元，與受試者的空間能力息息相關，依據 Mayer（2001）所提出的個別差異原則中：多媒體學習設計效果對高空間能力者影響較大，對低空間能力者的影響較小，故是否低先備知識學習者的空間能力較低，因而影響其學習成效較小，亦有可能是低先備知識學習者之空間概念不易建立，因此縱使有暫停、重播之互動模式，在無法實際具體操作下，空間概念仍不易建立，故教材設計作互動之效益不大，這些推論仍有待更多的實驗研究加以檢驗。

（二）多媒體設計原則之分割原則

本研究發現，高先備知識學習者與低先備知識學習者的多媒體設計分割原則的效果量都低於 0.2，屬於低效果量。顯示分割原則對於高、低先備知識學習者的學習成效都未有影響，可能是實驗教材本身之長度或難度未達到需分割之程度。但高先備知識學習者學習成效的效果量稍高於低先備知識學習者，可能是高先備知識學習者較有能力去判斷，學習過程當中何時該停止、該重複播放教材，以降低認知負荷，提高其學習效果，而研究者在將教材做分割設計時，並未符合低先備知識者的認知容量作分割。這些推論仍有待更多的研究加以檢驗。

因本實驗教材為幾何單元，與受試者的空間能力息息相關，根據 Mayer 所提出的個別差異原則中：多媒體學習設計效果對高空間能力者影響較大，對低空間能力者的影響較小，高空間能力學習者能從有效多媒體呈現中，利用心智整合視覺及語文表徵的認知能力；低空間能力學習者則必須將諸多的認知能力，用於在記憶中保留住呈現的影像，以致於較不可能有足夠的能力用於心智整合視覺及語文表徵，故是否因低先備知識學習者的空間能力較低，因而影響其學習成效較小。

三、認知負荷與學習成效之關係

在認知負荷與學習成效的關係上，本研究發現，在不同的多媒體組合方式與不同先備知識下，學習者的認知負荷與學習成效呈現負相關。即認知負荷愈高，學習效果愈差；認知負荷愈低，學習效果愈好，此研究結果與郭璟諭（2003）和謝財旺（2006）之研究結果相似。

若認知負荷與學習成效有負相關，則依此反推前述之研究結果：多媒體組合中，以互動原則設計之媒體的學習成效優於不具互動原則設計者，那麼以互動原則設計之媒體的認知負荷應低於不具互動原則設計者，但實際研究結果發現，教材設計互動與否對學習者的認知負荷影響無差異，故是否有其他干擾因素影響，亦或是誤差量太大因而未能達到較高之預測效果，故不能如此做推測。

綜合上述之研究結論，可統整簡述為以下四點結論：

CACET 中華資訊與科技教育學會

1. 不同的多媒體組合方式對學習者認知負荷沒有產生影響。

2. 教材設計互動和分割與否，對學習者的認知負荷影響沒有差異。

3. 高先備知識學習者在互動與分割原則設計之多媒體的學習成效高於低先備知識學習者。

4. 認知負荷與學習成效之間呈現負相關。

四、建議

（一）研究建議

建議未來的研究，宜擴大研究對象的人數，使研究樣本更具代表性，以提高推論的可行性。另建議未來研究高低先備知識的分組，宜採取測驗的前 27%、後 27% 分別作為高、低先備知識者的分組。未來研究，對於認知負荷量表的問題，宜多深入研究探討，或更進一步研發較具客觀性的認知負荷量表。實驗教學時間因素亦應列入教材設計重點之一。

（二）教學建議

本研究結果教材具互動性的學習效果會優於教材不具互動性的學習效果。而對於高先備知識學習者，多媒體教材具互動設計原則，將使學習者有更好的學習效果。

當多媒體教材內容較深且長度較長時，宜將內容作分割，分割後每個小段落的訊息量，不宜超過學習者的認知容量，避免造成學習者認知負荷。而當多媒體教材內容較淺或少時，或許過多的分割設計，反而會讓教材被切割得細碎且更顯凌亂，造成學習反效果。

參考文獻

吳宇穎（2005）。**多媒體組合方式與知覺偏好對學習結果的影響**。國立中正大學教育研究所。未出版碩士論文，嘉義市。

吳瑞源、吳惠敏（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。

吳瑞源（2005）。**從認知負荷觀點探討在學習者控制環境下多媒體組合形式對學習成效影響之研究**。佛光人文社會學院教育資訊學系。未出版碩士論文，臺北市。

宋曜廷（2000）。**先前知識文章結構和多媒體呈現對文章學習的影響**。國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所，未出版博士論文，臺北市。

CACET 中華資訊與科技教育學會

邱俊宏（2004）。多媒體電腦補救教學對國小學童學習線對稱圖形成效之研究。國立屏東教育學院數理教育研究所。未出版碩士論文，屏東市。

邱浩政（2005）。量化研究法（二）：統計原理與分析技術。臺北市：雙葉。

張春興（1996）。教育心理學－三化取向的理論與實踐。臺北市：東華。

張新仁（1990）。從訊息處理論談有效的學習策略。教育學刊，*9*，47-66。

郭璟諭（2002）。媒體組合方式與認知型態對學習成效與認知負荷之影響。國立中央大學資訊管理研究所，未出版碩士論文，桃園市。

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。資訊管理研究期刊，*2*（2），45-60。

陳義隆（2010）。國小六年級學童線對稱概念類型之研究。臺北市立教育大學數學資訊教育研究所。未出版碩士論文，臺北市。

謝財旺（2006）。適性化學習環境中學習者訊息處理能力與內容媒體型態的適配性學習成效的影響。國立中山大學資訊管理研究所。未出版碩士論文，高雄市。

Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science, 255*, 556-559.

Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist, 32*(1), 1-19.

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning.* USA: Cambridge University Press.

Mayer, R. E., & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does Simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology, 93*(2), 390-397.

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist, 38*(1), 43-52.

Mayer, R. E. (2005). *Cambridge handbook of multimedia learning.* New York: Cambridge University Press. Mayer, R. E. (2009). Multimedia learning. USA: Cambridge University Press.

Sankey, M. D. (2003). *Visual and multiple representation in learning materials : An issue of literacy*. Retrieved July 7, 2004, from http://www.usq.edu.au/users/sankey/Resources/CreatEd2003.pdf

Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P. & Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General, 119,* 176-192.

CACET 中華資訊與科技教育學會

CACET
中華資訊與科技教育學會

教育科技與學習　2：2（2014,7）：165-188

研究論文

An Investigation of the Impact of Multimedia Presentation Modes and Prior Knowledge on Fifth Graders' Cognitive Load of Line Symmetry

Hsin-Yi Chen

Teacher

Taipei Mandarin Experimental Elementary School

Ching-Zon Yen

Professor

Department of Mathematics and Information education,

National Taipei University of Education

Abstract

This study uses quasi-experimental design. The sample size recruited as the subjects of this study was 122 fifth-graders in a selected primary school in Taipei City. The experiment proceeded two phases. It started with a pretest and the selection of the prospective participants based on the result of pretest. After that, the selected participants were required to learn the given experimental materials and to take a posttest afterwards. The following was a list of findings generalized from the statistical results of the quantitative data in this study.1.There was no difference in whether the material design following interactive or segmented principles has an effect on learners' cognitive load.2.Learners with higher level of prior knowledge have higher media learning achievement than those with lower level prior knowledge following interactive and segmented principles.3.There was a negative correlation found between cognitive load and learning achievement. Based on the findings of this study, the researcher attempts to propose certain basic principles for the design and for the selection of multimedia materials.significant superiority to the control group, which read e-books on the Internet, in both the ability and the level in reading comprehension. Comparisons of reading comprehension within the experiment group found no significant differences between genders. Compari-

CACET 中華資訊與科技教育學會

sons of aboriginal students in the experiment group indicated that the aboriginal students were superior to non-aboriginal students in both the ability and the level in reading comprehension, indicating that reading comprehension is related to the content of the reading. The comparisons of reading comprehension between male and female aboriginal students in the experiment group

Key words: multimedia presentation modes, prior knowledge, cognitive load

CACET
中華資訊與科技教育學會