

國立交通大學

理學院碩士在職專班網路學習組

碩士論文

輔助資訊呈現方式應用在行動載具
對學習成效與認知負荷之影響
-以國二氧化還原反應為例



The Impacts on Learning Achievement and Cognitive Load of
Displaying Methods of Auxiliary Information Applied to Mobile Devices
- Using 8th Grade's "Oxidation-Reduction" as an Example.

研究生：陳俊呈

指導教授：陳登吉博士

中華民國九十八年六月

輔助資訊呈現方式應用在行動載具
對學習成效與認知負荷之影響
-以國二氧化還原反應為例

The Impacts on Learning Achievement and Cognitive Load of
Displaying Methods of Auxiliary Information Applied to Mobile Devices
- Using 8th Grade's "Oxidation-Reduction" as an Example.

研究生：陳俊呈

Student : *Chun-Cheng Chen*

指導教授：陳登吉 博士

Advisor : *Dr. Deng-Jyi Chen*



國立交通大學
理學院網路學習碩士在職專班
碩士論文

A Thesis

Submitted to Degree Program of E-Learning
Collage of Science

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

In

Degree Program of E-Learning

June 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年六月

輔助資訊呈現方式應用在行動載具 對學習成效與認知負荷之影響 -以國二氧化還原反應為例

學生：陳俊呈

指導教授：陳登吉 博士

國立交通大學理學院網路學習碩士在職專班

摘要

由於行動載具的螢幕較小，能呈現的資訊量也較少，因此對於學習者的學習產生了許多的影響與限制，而輔助資訊可以適當的提供一些圖片及說明文字等輔助學習的資訊來幫助學習，透過提供適當的相關輔助資訊可幫助學習者建立系統化的知識，所以對於小螢幕而言，輔助資訊對學習者所提供的輔助佔了一個重要的角色，而它的呈現順序及呈現方式也更顯重要。

本研究旨在探討輔助資訊在行動載具之多媒體教材的呈現方式對於學習者的學習成效與認知負荷的影響，本研究採用準實驗設計方法，實驗對象為台北縣一所國中 4 個班級的學生共 112 人，實驗教材為國二自然與生活科技「氧化還原反應」單元，本研究將課程依照圖文的配置方式，圖文的出現方式以及圖文的出現順序設計成七種不同型式的教材。將 112 位國中二年級的學生依前測成績分成七組，各組學生授予不同型式的教材進行學習，並評量學生的學習成效及認知負荷。

依據實驗數據統計分析的結果發現如下：

- (1)在行動載具上，不同的圖文出現順序對於學生的學習成效有顯著的差異，且「圖一文一文」出現順序的學習成效優於「文一文一圖」出現順序的學習成效。
- (2)在行動載具上，不同的圖文配置方式對於學生的學習成效有顯著的差異，且圖文分開並列的學習成效優於圖文整合的學習成效。
- (3)行動載具上，不同的圖文出現方式對於學生的學習成效有顯著的差異，且圖文依序出現的學習成效優於圖文同時出現的學習成效。

- (4)在行動載具上，不同的圖文出現順序對於學生的學習成效有顯著的差異，且「圖一文一文」出現順序的認知負荷低於「文一文一圖」出現順序的認知負荷。
- (5)在行動載具上，不同的圖文配置方式對於學生的學習成效有顯著的差異，且圖文分開並列的認知負荷低於圖文整合的認知負荷。
- (6)行動載具上，不同的圖文出現方式對於學生的學習成效有顯著的差異，且圖文依序出現的認知負荷低於圖文同時出現的認知負荷。

由本研究實驗結果可知：行動載具上之輔助資訊的呈現方式，以「圖片-文字-文字」的出現順序最佳，圖文配置以圖文分列的配置方式最佳，出現方式以依序出現的方式最佳，配置及出現方式的配對組合以圖文分列搭配依序出現的方式最佳。

本研究的結果，可提供作為行動載具的多媒體教材圖文設計及編輯的參考，對於教材設計者在編輯行動載具的多媒體教材時，在圖文的出現順序、配置方式及出現的方式等方面，提供一些行動載具的多媒體教材編輯原則。

關鍵字：多媒體輔助教學、輔助資訊、認知負荷、學習成效、行動載具



Student: *Chun-Cheng Chen*

Advisor: *Dr. Deng-Jyi Chen*

Degree Program of E-Learning
College of Science
National Chiao Tung University

Abstract

Due to the smaller screen of mobile device, the displayed information contents are less than it would have. Therefore, the learning impact to the learner tends to be various and restrictive. Nonetheless, the auxiliary information can adequately provide some pertinent information for learning like diagrams and text, etc, to assist in the learning process. Learners can establish systematic knowledge background through provided relevant auxiliary information. Thus, for the smaller screen, assistance provided by auxiliary information does play an important role. In addition, its displayed sequence and the method would create more important impacts to the learner.

The purpose of this research intends to explore the scenarios, when auxiliary information is applied to mobile devices, what are the impacts to learning achievement and cognitive load for the learners, and these impacts were caused by two displaying methods via medias like pictures and texts. This research adopted methodology of Quasi-Experimental Designs, and the subjects of experimentation contain 112 students from four classes of junior high school in Taipei County. The experimenting teaching materials selected were the eighth grade “oxidation-reduction” unit from Natural Science and Life Technology.

This research would design the courses into seven different types by observing the appearing method and the appearing sequence of photos, pictures and texts. 112 students of eighth grades were divided into seven teams based on pre-test scores. And each team of the students was taught with different types of teaching materials in addition to assessment of the student’s learning achievement as well as cognitive load.

Based on the experimentation data analysis, the findings for this research are as follows :

(1) In the area of mobile device, different appearing sequences for picture vs. text had significant differences as opposed to student’s learning achievement; in addition, the learning achievement in appearing sequence with “picture-text-text” was superior to that of “text-text-picture”.

(2) In mobile devices, different disposition for picture vs. text exhibited significant difference for student's learning achievement. In addition, the learning achievement observed from separately posting arrangement for the picture and text was superior to that from integrated posting arrangement.

(3) In mobile devices, the different appearing patterns in picture and text exhibited significant differences in learning achievement. In addition, the picture and text appearing sequence rated in learning achievement was superior to that of simultaneous appearance with picture and text.

(4) In mobile devices, the different appearing sequence of picture and text exhibited significant difference in the student's cognitive load. In addition, the cognitive load for appearing sequence like "picture-text-text" was inferior to that of "text-text-picture" sequence.

(5) In mobile devices, different picture-text disposition exhibited significant difference for student's cognitive load; in addition, the cognitive load for separately posted picture-text arrangement was inferior to that from integrated posting of picture-text arrangement.

(6) In mobile devices, different appearing pattern for picture-text exhibited significant difference for student's cognitive load. In addition, the cognitive load for picture-text appearing sequence was inferior to that of simultaneous appearance of picture-text.

From the experimental result, it can be learned that : The displaying format of auxiliary information on the mobile device would be rated best if presented in the sequence of "diagram-text-text". And diagram-text disposition would be rated best if the diagram and text are separately arranged. The presentation approach would be rated best if sequentially presented. The matching group for disposition and the presentation approach would be rated best if the separate arrangements for diagram and text can match with the sequential presentation.

Findings of this research can be used to provide as references for the designing and editing of multimedia assisted instruction in mobile devices application. Additionally, it can provide some of multimedia teaching material editing principles, which can assist the designer in editing multimedia materials of mobile devices, especially when facing the challenges from picture-text appearing sequence, disposition as well as the appearance pattern.

Keywords: Multimedia Assisted Instruction, auxiliary information, cognitive load, Learning achievement, Mobile Devices

誌謝

在交通大學進修的這兩年，要感謝許多人在這一路上對我的指導與幫助，首先要感謝指導教授陳登吉教授的指導，為我的研究開啟一扇大門，以及孔崇旭教授每個禮拜不辭辛勞地在我的研究及論文上給予我細心的指導及觀念上的啟發，讓我能順利完成研究及論文撰寫，還有曾建超教授及蔡明志教授在論文口試時給予我細心的指導與建議，讓我的論文能更加完善。另外，也要感謝實驗室裡的同學們：辜郁雯學姐、張哲維同學、孫秉文同學、羅鈺群同學、何詩欽同學在我的研究過程中提供協助，還有我所任教學校的老師：徐宗佑老師、許仁忠老師、陳芝佑老師、游文楓老師及鄭如伶老師們的幫忙及鼓勵，以及學校辦公室同仁們的協助與鼓勵，同時也要感謝我的家人給我的鼓勵與支持，讓我這兩年可以將心思專注在學業及研究上，真的很謝謝你們大家對我的幫助，你們給我的協助與支持正是我完成學業的最大動力。

在此也感謝國立交通大學能提供在職專班的課程，讓我有機會來交通大學進修，學習更多更寶貴的知識，也感謝這兩年來專班課程的任教老師們及共同陪伴的專班同學們，在這兩年的學習歷程上相互的支持與鼓勵，很感謝我身邊的所有人給予我的支持與協助，謝謝你們，謹以本論文獻給所有幫助我、支持我、關心我的人。

陳俊呈謹誌

中華民國九十八年七月

目 錄

摘 要	i
Abstract.....	iii
誌 謝	v
目 錄	vi
表 目 錄	viii
圖 目 錄	x
一、緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	3
1.3 研究範圍與限制	4
1.4 名詞解釋	4
1.4.1 行動載具(Mobile Devices)	4
1.4.2 行動學習(Mobile learning、m-learning)	5
1.4.3 輔助資訊(Auxiliary information)	5
1.4.4 認知負荷(Cognitive load)	6
1.4.5 學習成效(Learning achievement)	6
二、文獻探討	7
2.1 認知負荷理論	7
2.2 認知負荷的衡量	9
2.3 多媒體學習理論	10
2.4 小螢幕介面的設計方針	12
三、研究方法	13
3.1 研究流程與架構	13
3.1.1 研究流程	13
3.1.2 研究架構	14
3.2 研究設計	15
3.2.1 實驗步驟	15

3.2.2 實驗設計	17
3.2.3 實驗對象	20
3.2.4 資料處理	21
3.3 研究工具	21
3.4 教材分析	22
3.4.1 學習單元內容	23
3.4.2 多媒體教材內容	23
3.5 多媒體教材編輯製作	25
3.5.1 多媒體教材編輯製作軟體—智勝編輯手	25
3.5.2 多媒體教材畫面設計	26
3.5.3 多媒體教材編輯	28
四、實驗結果與討論	40
4.1 不同媒體呈現順序與學習成效之分析	40
4.2 不同媒體呈現順序與認知負荷之分析	41
4.3 媒體配置與媒體出現方式對學習成效之分析	43
4.3.1 媒體配置方式對學習成效的差異分析	44
4.3.2 不同媒體出現方式對學習成效的差異分析	45
4.4 媒體配置方式與媒體出現方式對認知負荷之分析	46
4.4.1 媒體配置方式對認知負荷的差異分析	48
4.4.2 媒體出現方式對認知負荷的差異分析	49
4.5 圖文整合之圖文呈現方式分析探討	50
4.6 實驗結果討論	51
五、實驗結論與未來研究方向	55
5.1 結論	55
5.2 建議	56
5.3 未來研究方向	57
參考文獻	58
附錄	61
附錄一 認知負荷量表：	61
附錄二 學習成效測驗試卷	62

表 目 錄

表 1	實驗一教材的媒體呈現順序	19
表 2	媒體配置方式與媒體出現方式之二因子實驗設計	20
表 3	不同媒體出現順序的研究對象分組人數情形摘要	20
表 4	不同媒體配置與媒體出現方式的研究對象分組人數情形摘要	21
表 5	課文主要內容整理摘要	23
表 6	多媒體教材內容、輔助資訊、圖片數量整理摘要	24
表 7	2002~2008 年臺北市及全國多媒體教材設計競賽自然領域得獎作品之媒體出現 順序統計表	29
表 8	將表 7 歸納後之媒體出現順序統計表	29
表 9	行動載具之輔助資訊七種不同媒體呈現方式的教材	35
表 10	不同媒體呈現順序之學習成效平均數	40
表 11	不同媒體呈現順序與學習成效誤差變異量的 Levene 檢定等式	40
表 12	不同媒體呈現順序與學習成效的單變量檢定	41
表 13	不同媒體呈現順序之認知負荷平均數	42
表 14	不同媒體呈現順序與認知負荷誤差變異量的 Levene 檢定等式	42
表 15	不同媒體呈現順序與認知負荷的單變量檢定	42
表 16	配置方式與出現方式之學習成效平均數	43
表 17	配置方式與出現方式對學習成效誤差變異量的 Levene 檢定等式	44
表 18	媒體配置方式與媒體出現方式之二因子變異數分析摘要表	44
表 19	不同媒體配置方式與學習成效的單變量檢定	45
表 20	不同媒體配置方式之學習成效平均值	45
表 21	不同媒體出現方式與學習成效的單變量檢定	45
表 22	不同媒體出現方式之學習成效平均值	46
表 23	配置方式與出現方式之認知負荷平均數	47
表 24	配置方式與出現方式對認知負荷誤差變異量的 Levene 檢定等式	47
表 25	媒體配置方式與媒體出現方式之二因子變異數分析摘要表	48
表 26	不同媒體配置方式與認知負荷的單變量檢定	48

表 27	不同媒體配置方式之認知負荷平均值.....	48
表 28	不同媒體出現方式與認知負荷的單變量檢定.....	49
表 29	不同媒體出現方式之認知負荷平均值.....	49
表 30	四種配置方式及出現方式搭配組合的學習成效.....	53
表 31	四種配置方式及出現方式的搭配組合之認知負荷.....	53



圖目錄

圖 1	行動電話、PDA、平板電腦、3G智慧型手機之螢幕畫面比較	5
圖 2	多重訊息在不同位置呈現，形成注意力分散。	8
圖 3	多重訊息在相同位置呈現，降低注意力分散。	8
圖 4	文字靠近相關聯的圖像	11
圖 5	文字遠離相關聯的圖像	11
圖 6	研究流程圖	14
圖 7	研究架構圖	15
圖 8	實驗流程圖	16
圖 9	圖文的配置方式	17
圖 10	圖文同時出現	18
圖 11	圖文依序出現方式的連續畫面圖	18
圖 12	智勝編輯手的教學理念	25
圖 13	電腦模擬行動載具之視窗畫面	26
圖 14	電腦模擬 3.5 吋行動載具之各項操作說明	27
圖 15	輔助資訊開啟前	27
圖 16	輔助資訊開啟時	28
圖 17	輔助資訊關閉後	28
圖 18	媒體呈現順序：圖-文-文	30
圖 19	媒體呈現順序：文-圖-文	31
圖 20	媒體呈現順序：文-文-圖	32
圖 21	圖文分列＋同時出現之配對組合的教材畫面	33
圖 22	圖文分列＋依序出現之配對組合的教材畫面	33
圖 23	圖文整合＋同時出現之配對組合的教材畫面	34
圖 24	圖文整合＋依序出現之配對組合的教材畫面	34
圖 25	實驗二的四種教材之學習成效及認知負荷的長條圖	54

一、緒論

1.1 研究背景與動機

近年來隨著無線通訊技術的進步、電腦計算功能的提升以及可攜式的行動載具裝置不斷的發展，這些新的資訊通訊科技，不僅正在影響著人們的生活。造型輕巧，攜帶方便的行動載具裝置，如：個人數位助理(Personal Digital Assistant，簡稱PDA)、平板電腦(Tablet PC)、筆記型電腦(Notebook)及智慧型手機等，已日益普遍，而且功能也日益強大，同時也為學習方式帶來了極大的變化。現今各種以行動載具結合無線通訊技術來輔助學習的行動學習方式，也正逐漸地發展成為一種新的學習潮流趨勢。(陳宗禧、黃悅民、邱柏升、張承憲，2008)。

行動載具的特性是被視為具有相當高的教育潛能的，可做為教學的課堂中有效的個人學習輔助裝置 (Luchini, K., Quintana, C., & Soloway, E., 2004)。將行動載具設計成以學習者為中心的教學活動，可即時提供給學習者所需的資訊，此外，行動載具更適合將教學環境延伸到室外，做為戶外教學的學習輔助工具，以 PDA 建置學習護照系統，配合戶外課程進行輔助教學，提供學生真實情境解決問題來引導學習並提高學生的學習興趣(郭展佑，2004)，以及學習者藉由行動載具的功能，即時掌握資訊，機動選擇學習地點(陳祺祐、林弘昌，2007)，可見行動載具也具備了輔助戶外教學的功能。

從一般的校園環境延伸到社會上的學習，行動載具被應用在終身學習上也已被認為是一個很好的辦法，無論是在制度化學習環境(如：學校，大學院校)中的學生，或是因工作需要而必須四處行動的職場工作人員，皆可利用行動載具透過網際網路進行學習，諸如遠距教學的學習課程下載，補充電子書的學習資料，亦或是各種學習資源的取得，經由個人化的行動載具，讓使用者不受地點的限制，即時取得資訊，所以對於在職進修的使用者而言，更可以利用僅剩不多的公餘時間隨時進行學習，實現終身學習的理想 (Waycott, J., Jones, A., & Scanlon, E., 2005)。

在現今的教育中，各種型式的網路教學都被廣泛的應用著，近年來，也由於網路學習的蓬勃發展、無線通訊技術的快速發展、無線網路設備的普及，行動載具裝置也隨著不斷地推陳出新，功能也愈來愈強大，這也讓教學者有機會利用行動載具裝置，結合線上的網路學習平台及無線通信設備，產生了「行動學習」的新型態學習方式(陳祺祐、

林弘昌，2007)。

2002年我國政府提出為期五年的「數位學習國家科技計畫」，在第六項數位台灣計畫中的分項計劃三.行動學習載具與輔具-多功能電子書包，就明確的闡述該計畫的目標是希望能建構一個可以應用行動學習的數位學習環境，學習者可以選擇不同樣式的行動學習載具設備與產品，配合行動教學活動或自我學習（行政院經濟建設委員會，2003）。此外，近年來在國外也有些國家也曾推行行動載具的相關計畫，例如美國SRI所推行的PEP計畫提供Palm的行動載具給師生作為教學輔具。德國巴伐利亞省雷根斯堡大學在2001年起，推行全名為”Wireless e-Learning and Communication Environment”的行動學習計畫「WELCOME」，是希望能建置一個透過行動載具學習的無線網路學習環境，日本NTT DoCoMo於2001年推出”FOMA”3G提供行動行動上網英語學習，可見國內外政府或相關單位都曾積極地推動行動載具數位學習的相關計畫(林立傑、蔡志鴻，2004；經濟部工業局，2004)。

由於行動學習的新趨勢以及透過政府提出的行動數位學習相關計畫，使得行動載具成為未來行動學習所需的設備已是不爭的事實，但對於行動學習所需之各式學習教材的設計與開發，更是一個迫不及待的工作，有鑑於此，對於行動載具輔助教學、行動載具所需之數位教材及各種行動數位學習所可能遇到的問題，都是值得我們加以探討的。

行動載具由於受限於螢幕尺寸較小，所能容納的資訊量相當有限，同時也會因為螢幕畫面的文字或圖片太小，使得閱讀效率受到影響（Csete, J., Wong, Y., & Vogel, D., 2004；Karkkainen, L., & Laarni, J., 2002；陳祺祐、林弘昌，2007）。

行動載具之螢幕解析度較小，畫面尺寸也較小，使用時常會有一些問題發生，例如：由於影片、圖片的縮小，造成使用者在閱讀內容時增加了困難，或者由於不恰當的設計讓使用者會因為長時間觀看小螢幕而造成視覺疲勞或閱讀效率不佳的問題，（唐宇軒，2007；黃中宏，2003），但近來已有不少研究針對小螢閱讀特性進行探討。例如運用文字的動態呈現的方式，可以有效的增進小螢幕文字閱讀效率(楊熾能，2006)，動態文字呈現比起靜態文字呈現有較佳的閱讀理解力，動態文字可為取代大量靜態文字顯示的一個可行方案(簡佑宏，2007)，由於行動載具的螢幕尺寸較小，螢幕所能容納的資訊量因此受到限制，因此在行動載具上進行多媒體教材編輯時，就不得不去注意如何在行動載具的螢幕上妥善的編排每一個資訊元件，如何將有限的空間做最有效的利用。

在學習大量的資訊內容或知識訊息時，利用輔助資訊的設計方式，在適當的時候，以呈現圖片或加上輔助說明的方式，形成輔助學習的資訊，可在解說的過程中，製造互

動的機會，幫助學生比較、澄清、理解資訊內容，成為輔助教學及傳達資訊的好教材(葉素玲，2007)，輔助資訊即是以呈現圖片、文字或多媒體的方式來為學習者提供輔助學習的資訊。由於行動載具的螢幕所能容納的資訊量受到相當大的限制，輔助資訊提供給學習者的輔助就顯得相當重要，而輔助資訊的呈現順序或呈現方式對於學習者在學習教材時所造成的影響，更是一個重要的研究課題。

Sweller 提出認知負荷理論，他認為如果教材或學習程序遠超過工作記憶容量，將有損學習者學習，教材呈現與組織方式的不同，對學習者來說會造成不同程度的負荷，而外在認知負荷是可以藉由修正教材的設計及呈現方式來降低的，不好的教材設計可能會造成分散注意力效應或多餘效應，而導致認知負荷增加(Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F., 1998)，Mayer 探討多媒體的學習型態後，發現多媒體呈現的方式會影響到學習，他提出包含雙通道學習理論及數項多媒體教材編輯原則的多媒體學習認知理論(Mayer, R. E., & Moreno, R., 2003)，這些理論及原則都可提供為編輯多媒體教材的方針，但目前為止，有關這些多媒體教材編輯原則的研究，大都只有在一般的個人電腦螢幕中進行，但對於螢幕尺寸較小的行動載具而言，這些多媒體教材編輯原則是否會因為螢幕尺寸較小的限制而產生影響，是值得我們去探討的問題。

1.2 研究目的

基於上述的背景及動機，行動載具的螢幕較小，能呈現的資訊量也較少，因此對於學習者的學習產生了許多的影響與限制，而輔助資訊可以適當的提供一些圖片及說明文字等輔助學習的資訊來幫助學習(葉素玲，2007)，透過提供適量的相關輔助資訊可幫助學習者建立系統化的知識(周斯畏，1999)，所以對於小螢幕而言，輔助資訊所提供的輔助佔一個重要的角色，它的呈現順序及呈現方式也更顯重要。

本研究之目的為探討輔助資訊應用在行動載具時，輔助資訊裡的圖片和文字的呈現順序、配置方式、出現方式是否會影響學習成效或認知負荷，並希望藉此能歸納出輔助資訊較佳的呈現方式，以作為在行動載具上編輯多媒體教材的一項參考。

根據上述，本研究將針對輔助資訊裡的媒體呈現順序、配置方式、出現方式對於學習成效以及認知負荷的影響進行探討，將探討下列四個問題：

1. 不同的呈現順序對學習成效及認知負荷是否有影響？
2. 不同的配置方式對學習成效及認知負荷是否有影響？

3. 不同的出現方式對學習成效及認知負荷是否有影響？
4. 不同的配置方式及出現方式的搭配組合，對於學習成效或認知負荷的影響是否會有差異。

研究目的是希望由這四個研究問題的結果歸納出小螢幕上的輔助資訊教材編輯的一些方針，例如：何種的媒體呈現順序、配置方式、出現方式對學生的學習成效最好或是認知負荷最低？或是何種配置方式與出現方式的搭配組合對學生的學習成效幫助最大或讓認知負荷最低，藉此可找出一種最佳的多媒體教材編排及設計方式。

1.3 研究範圍與限制

本研究以國二自然與生活科技「氧化還原反應」作為行動載具的多媒體教材課程內容，研究者依「九年一貫課程標準之能力指標」編輯多媒體教材，希望將本研究的結果作為行動載具多媒體教材編輯的參考依據，但因限於時間、人力及經費等問題，使得本研究結果運用受到以下幾點的限制：

- 一、本研究的實驗設計採方便取樣的方式，以台北縣某國中二年級學生為實驗對象，故本研究的結果無法對其他群體做過度的延伸及推論。
- 二、本研究所採用之教材內容為國二自然與生活科技「氧化還原反應」單元，所得之結果僅能推論國二自然與生活科技「氧化還原反應」單元之教學參考，對於其他的教學單元，無法做過度的推論。
- 三、本研究是以 3.5 吋之小螢幕行動載具作為研究工具的模擬對象，所得之結果是否能推論至其他不同尺寸規格的螢幕，有待進一步的研究。

1.4 名詞解釋

1.4.1 行動載具(Mobile Devices)

行動載具指的是具有體積輕巧，容易攜帶，使用者可以在任何時間、任何地點，透過無線通訊設備，進入無線網路的環境，進行行動學習的數位化產品，例如：行動電話、個人數位助理(PDA)、平板電腦、行動 3G 智慧型手機等可以裝載數位化資訊內容的裝置(梁嘉航， 2004)。

圖 1 是行動電話(如圖 a)、PDA(如圖 b)、平板電腦(如圖 c)(梁嘉航， 2004)、3G 智

慧型手機(如圖 d)，由圖可知，行動電話體積最輕巧，攜帶也最為方便，但螢幕尺寸最小，螢幕所能容納的資訊量也較少，而平板電腦的螢幕尺寸最大，螢幕所能容納的資訊量較多，但也由於平板電腦的體積較大，攜帶較不方便。PDA 的體積和螢幕尺寸則介於行動電話與平板電腦之間，攜帶方便，螢幕尺寸稍大，螢幕可容納比行動手機較多的資訊量，適合做為行動學習之輔具。但目前市面上已有一些 3G 智慧型手機結合了行動電話及 PDA 的優點，將行動電話的螢幕畫面擴展到 PDA 的尺寸，新型的 3G 智慧型手機不只是一台 PDA，也具備行動電話的通訊功能，同時還具備了行動上網的功能，3G 智慧型手機的功能相當強大。



圖 1 行動電話、PDA、平板電腦、3G 智慧型手機之螢幕畫面比較

【資料來源：梁嘉航，2004】

1.4.2 行動學習(Mobile learning、m-learning)

廣義而言，行動學習就是透過行動運算裝置(例如：個人數位助理、行動電話等)，進行學習 (Quinn, C., 2000)，行動學習是指藉由行動載具，在任何時間及任何地點，不受時間與空間的限制，進行線上學習或離線學習的(許耀升、羅希哲， 2007)，行動學習是以學習者為中心，透過行動載具裝置的輔助，讓學習者可隨時隨地進行學習，行動學習是具有主動性、即時性、互動性的遠端學習活動。

1.4.3 輔助資訊(Auxiliary information)

在適當的時候，以呈現圖片或加上輔助說明的方式，形成輔助學習的資訊，可在解說的過程中，製造互動的機會，幫助學生比較、澄清、理解資訊內容，成為輔助教學及傳達資訊的好教材(葉素玲， 2007)，輔助資訊即是以呈現圖片、文字或多媒體的方式來為學習者提供輔助學習的資訊。

本研究之輔助資訊包含有文字及圖片等兩種媒體型態，乃是在多媒體教材中，對該螢幕畫面中的本文內容附加之輔助學習的圖片及文字解說，並可經由畫面中之功能按鍵開啟或關閉，輔助資訊會出現在原本主畫面的上層，但並不需換頁。

輔助資訊主要是提供與該主畫面內容相關的圖片或文字之相關資訊，可輔助學習者對主畫面內容的學習。

1.4.4 認知負荷(Cognitive load)

本研究所指之認知負荷乃是依 Wierwille 和 Eggemeier 兩人所提出的心智負荷的衡量方法 (Wierwille, W. W., & Eggemeier, F. T., 1993) 及 Sweller、Van Merriënboer、Paas 等人所做的研究中所採用之主觀認知負荷測量法 (Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F., 1998) 所設計之問卷，本研究的問卷參考宋曜廷(2000)李克特七點量表型式，衡量在學習教材的過程中，學習者心理負荷與心智努力的程度，依學習者自我反省並將自己的負荷量化為 1 至 7 的程度，並將心理負荷與心智努力程度依問卷上勾選的選項數字總和為認知負荷的量化值。例如某受測學生問卷所寫之心理負荷程度為 4，心智努力程度為 5，則認知負荷的量化值為 9，所以認知負荷的量化值最高為 14，最低為 2，量化值越高代表認知負荷的程度越大。

1.4.5 學習成效(Learning achievement)

指學生在學科學習之後的成果表現，衡量學習者的學習成效有很多種方法，這裡所指的學習成效乃是指學習者的學習成績，包括期中成績、期末成績、實驗的後測成績等 (朱彩馨，2002)，本研究的學習成效是指實驗的後測成績，亦即學生在接受多媒體教材教學後立即給予試卷施測所得的後測成績。若學生的成績越高，代表學習成效越好。

本研究的教材共分為三個學習單元，每一個單元課程的學習結束後會進行學習成就測驗，本研究之學習成效是指三個學習單元的學習成就測驗成績之平均值。

二、文獻探討

2.1 認知負荷理論

認知負荷理論是基於人類的記憶容量、基模的發展及其型態，以及自動化處理訊息建立基模的概念，提供做為探討認知學習歷程及教學設計理念的主要理論架構。

Baddeley根據人類訊息處理的認知學習理論，認為人類工作記憶的心智資源容量是有限的（Baddeley, A. D., 1999）。Sweller認為認知負荷是將一項特定工作加諸於學習者的認知系統時所產生的心智負荷（Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F., 1998）。

Sweller、Van Merriënboer、Paas依據之前的認知架構提出四個基本假設：

(1)工作記憶（Working Memory）的容量是有限的、(2)長期記憶（Long-Term Memory）本身沒有容量的限制、(3)長期記憶中之內容主要以基模（Schema）的型態儲存、(4)基模運作自動化（Schema Automation）是基模建構的重要過程。Sweller依據上述四個基本假設，歸納出在學習歷程中會影響認知負荷的三個主要的要素，分別是內在認知負荷、外在認知負荷及有效認知負荷。(1)內在的認知負荷（intrinsic cognitive load）：是指教材本身的複雜程度或難易程度，而內在認知負荷是無法經由教學設計來改變的，(2)外在認知負荷（Extraneous cognitive load）：是指教材的呈現方式或是學習活動對工作記憶所產生的負荷，外在認知負荷是可以藉由修正教學設計，修改教材的編排及呈現方式來降低的，(3)有效認知負荷（Germane cognitive load）：是指藉由教學設計來吸引學生專注在學習內容或基模建構的認知過程。有效認知負荷是外在認知負荷的一種，雖然會讓學習者感覺心智負荷增加，但它能協助基模的建構。而且只有在內在認知負荷與外在認知負荷的總和未超出學習者所能負擔的能力範圍時，適當地將有效認知負荷導入學習時，才有助於提昇學習成效（Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F., 1998）。

適當的教學設計或較佳的教材呈現方式，不但可以降低外在認知負荷，而且也能幫助學習者專心的將學習的內容加以組織、整合及建構基模（Brunken, R., Plass, J. L., & Leutner, D., 1999），由於可藉由修正教材及呈現方式來降低的外在認知負荷，所以在設計教材時應減低教材的認知負荷，以提昇學習者的學習效果。因此Sweller等人在教材設計方面，也提出七個影響認知負荷的效應（Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas,

F., 1998)，而其中的分散注意力效應、多餘效應及型態效應等三個效應與多媒體教材的編輯有關，在進行多媒體教材編輯時，應注意這三個效應（Kirschner, P. A., 2002；徐易稜，2001）。本研究所探討之問題也與分散注意力效應有著密切相關，所以在此針對分散注意力效應予以說明。

所謂分散注意力效應（split-attention effect）是指學習者面對多重訊息時，必須將這些訊息加以整合才能達到學習成效，且這些訊息最好能同時、同位置呈現，若不同時間或不同位置呈現，則會形成注意力分散，將會增加認知負荷。

以幾何學為例，如圖2，三角形角度的推導過程的敘述與圖形分開來，學習者學習時，必須分開閱讀並自行將文字敘述與圖形參照整合在一起，因而造成分散注意力效果，如圖3，則是將敘述與圖形整合在一起，學習者不須花費額外的注意力在圖形與文字的整合上，可適當的降低認知負荷。

In the above Figure, find a value for Angle DBE.

Solution:

Angle ABC = $180^\circ - \text{Angle BAC}$ (Internal angles of a triangle sum to 180°)
 $= 180^\circ - 55^\circ - 45^\circ$
 $= 80^\circ$

Angle DBE = Angle ABC (Vertically opposite angle are equal)
 $= 80^\circ$

圖 2 多重訊息在不同位置呈現，形成注意力分散。

【資料來源：Sweller, et al. (1998)】

① $180^\circ - 55^\circ - 45^\circ = 80^\circ$

② 80°

圖 3 多重訊息在相同位置呈現，降低注意力分散。

【資料來源：Sweller, et al. (1998)】

Sweller指出，雖然教材設計者無法直接改變內在認知負荷，但在教學設計的過程，仍應考量學習者認知的能力以及教材的內在認知負荷（Sweller, J., 2003）；因此從認知負荷的觀點，理想的多媒體教材必須同時考量到學習內容的內在認知負荷，以及教材設計與教材呈現時所產生的外在認知負荷及有效認知負荷。更值得我們注意的是，進行教學設計時，透過教材的設計與呈現方式影響外在認知負荷，進而產生不同的學習效應(吳瑞源、吳慧敏， 2008)，因此藉由更理想的教材設計及呈現方式來降低學習者的認知負荷，這對於一個教學設計者而言已是一項非常重要的工作，而且也將不能只是侷限在一般的桌上型個人電腦了，更應該廣泛的應用到其他尺寸的螢幕，如：螢幕尺寸較小的行動載具等。

2.2 認知負荷的衡量

Sweller認為認知負荷所導致的結果，可包含以下兩個層面（Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F., 1998）：

1. 心理負荷（mental load）：由任務或環境所造成的負荷，包括要素互動性、教材設計等。
2. 心智努力（mental effort）：以人為核心，是個體為了順應工作需求所付出的能力與資源。對心智努力的衡量，可反應出心理負荷所無反應出的認知負荷。

Wierwille 和 Eggemeier 兩人對心智負荷的衡量方法提出三種主要測量的方法（Wierwille, W. W., & Eggemeier, F. T., 1993），分別為主觀測量法(subjective techniques)、生理測量法(physiological techniques)和任務績效測量法(task- and performance-based techniques)。以下分別說明這三種測量方法：

1. 主觀測量方法：主觀測量方法是假設使用者有能力回顧及內省他們認知的歷程，並且能明確指出心智努力的程度。通常以量表方式將自己所感受到的負荷予以量化來測量心智努力。利用主觀量表可以很方便、快速地測量心智負荷，所以常被普遍的使用。主觀測量方法的優點為可直接對整個工作進行量測，使用簡單，缺點為評量會因個人差異而有所不同。
2. 生理測量方法：生理測量方法假設使用者的心智負荷改變會反映在生理變化上，如心跳、腦中活動、眼睛活動等。因此，利用測量學習者心跳的變化或血壓的變化、腦部或眼睛的活動等生理活動的變化來衡量學習者的心智負荷。此種方法通常需要

各種儀器之輔助，所以在採用上有諸多的限制。

3. 任務績效測量方法：藉由客觀的任務工作困難度及學習成效衡量學習者的學習表現與完成任務的複雜度之間的關係，來推論學習者付出的心力有多大。一般而言，任務複雜度愈高，且學習者的表現愈差，則表示該任務造成的負荷愈大。。

上述三種測量方法，為心智負荷測量的常見方法。過去的研究顯示，主觀測量方法對衡量差異較小的心智負荷較為靈敏且具有信度及效度，而且具有不受干擾的特性，但是缺點為衡量時會因個人差異而有所不同。而生理測量方法雖然不受干擾，但較不具信、效度，對衡量差異較大的心智負荷較為靈敏。此外，生理測量方法量測一些生理反應所需花費的機器設備等研究成本會較高，而主觀測量方法因不需大量的儀器輔助測量，較為方便與經濟，所以主觀測量方法可為測量心智負荷之可行方法(宋曜廷， 2000；翁嘉鴻， 2001)。

2.3 多媒體學習理論

Paivio認為人類不只有單一種記憶的儲存方式，他指出人類有兩套互相獨立且可以分別處理不同資訊的系統，於是他依此提出雙重編碼理論，他認為語文系統、圖像系統是兩套可同時分別處理不同的資訊系統，語文與非語文各有其組織及架構，而語文與非語文間亦有其關連性的存在，即「參照鏈結」。而語文系統在接收語文方面的訊息後，會將這些語文方面的訊息予以具像化，並將其編碼後儲存在文字的記憶區中；而圖像系統則是處理視覺化的訊息，將圖形具像化後將其編碼儲存在圖像的記憶區中 (Paivio, A., 1990 ; Sadoski, M., & Paivio, A., 2001) ，要了解學習者的學習成效如何，則可視「文字編碼」、「圖像編碼」、以及「參照聯結」等三種鏈結建立之品質而定(徐易稜， 2001)。

Najjar (1996) 利用雙重編碼理論來作設計時也提到，多媒體的設計有助於學習者的學習，但是必須要注意到以下兩點 (Najjar, L. J., 1996)：

1. 多媒體教材媒體要有雙重編碼的資訊：在學習效果上，圖文的呈現方式比起純文字的呈現方式更有助於學習者的學習成效。
2. 媒體和媒體之間必須要有關聯性存在：例如以圖片和文字來呈現時，圖片必須要和文字有關聯性存在，這樣才能透過媒體使學習者較容易理解。

Mayer 等人以工作記憶及認知負荷的觀點，探討多媒體學習的相關理論，提出多媒體教材的設計原則，空間接近原則，分割原則 (Moreno, R., & Mayer, R. E., 2000)：

1. 多媒體原則(Multimedia Principle)：學習者進行學習時，藉由多種媒體組合的方式學習會優於僅由單一種媒體的學習方式，例如：透過文字加上圖片的兩種媒體組合方式來學習會優於僅由文字一種媒體的學習方式。
2. 空間接近原則(Spatial Contiguity Principle)：學習者要學習內容有相關聯的圖像及說明的文字出現在同一個畫面時，圖像與說明文字相距較近時會優於兩者相距較遠時，也就是說圖像與相關文字的距離不宜太遠。如圖4. 當解說的文字靠近圖像畫面時，學習者不需要花較多的心智負荷去對照圖像和文字的關聯，所以學習者較容易將文字和圖像整合成新的概念，且所花貴的認知負荷也會較低。如圖4. 當解說的文字靠近相關的圖像時，學習者容易整合並建立新的概念，但如圖5. 如果解說文字遠離相關圖像時，學習者要花更多心智的負荷來對照圖像和文字的關聯性。

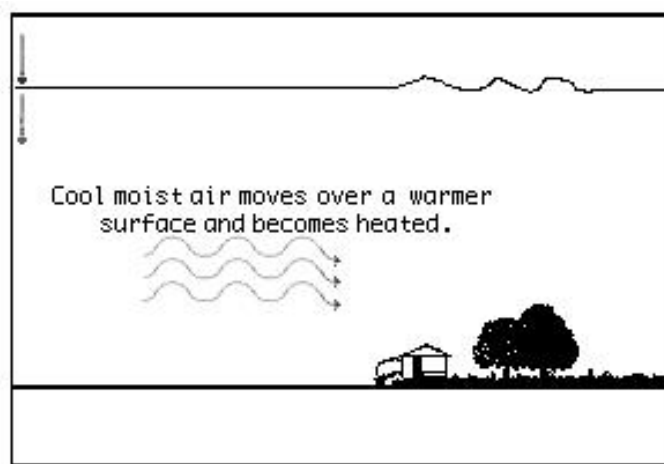


圖 4 文字靠近相關聯的圖像
【資料來源：Moreno、Mayer， 2000】

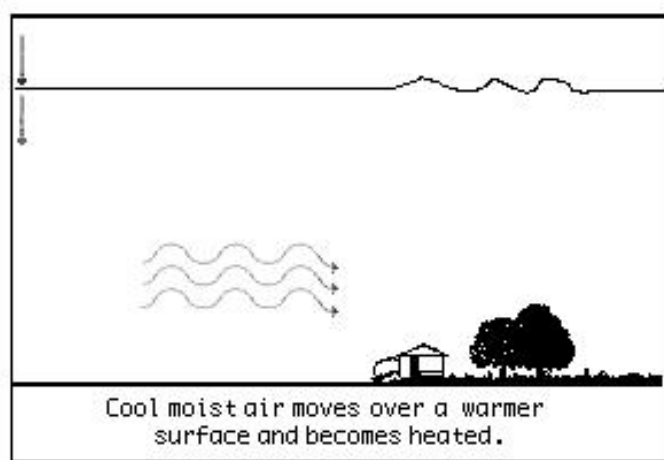


圖 5 文字遠離相關聯的圖像
【資料來源：Moreno、Mayer， 2000】

3. 分段原則(Segmentation Principle)：將學習內容分割成數個小片段，每個小片段只有少量訊息，如此可減少每次呈現的訊息量。學習者有足夠的時間理解所選擇的資訊，並在理解後可以準備進行下一個小片段 (Mayer, R. E., & Moreno, R., 2003)。

2.4 小螢幕介面的設計方針

多媒體在小螢幕上呈現有著許多的限制，這些限制會影響到多媒體教材呈現的效果，所以在編輯教材時必須注意到這些限制及其所造成的影響，Kelvin Kam Wing Chu (2001)經研究後歸納出以下幾點小螢幕頁面設計的指導方針 (Chu, K. K. W., 2001)：

1. 整體部份

- (1)應盡量保持畫面所呈現之內容少量，並且避免畫面有雜亂的情形。
- (2)盡量避免使用會消耗大量空間的設計方法，在必要的時候應有效的善用空間。
- (3)精簡文字-維持文字內容的簡潔，避免讓學習者閱讀大量且連續性的文字內容，可以利用超文件的方式將大量的資訊內容劃分為多重頁面來呈現。
- (4)需確實掌握好圖形完整呈現的方式。

2. 畫面部份

- (1)保持頁面內少量資訊內容分佈於屬架構方式優於單頁大量資訊呈現的方式。
- (2)僅顯示最重要且必備的資訊內容，設計者必須對於資料整體進行詳細的檢查並要有所取捨，選出最重要的資訊擺到頁面中。
- (3)避免使用多重縱列的設計或是橫向捲軸的功能。

3. 影像部份

- (1)避免將影像作為美化頁面的工具，避免使用對瀏覽或閱讀毫無幫助的圖像。
- (2)盡量避免使用圖像，除非是在該圖像有其價值或是螢幕尺寸能確實完整呈現影像的細節和相關的資訊。
- (3)保持圖形的單純性並且給予學習者關於該圖形的功能指示。
- (4)圖形中勿包含文字，因為圖形中的文字在小螢幕上較難辨識，文字的辨識易受到圖片背景的影響，且當影像被忽略時文字訊息則容易一併被忽略。

三、研究方法

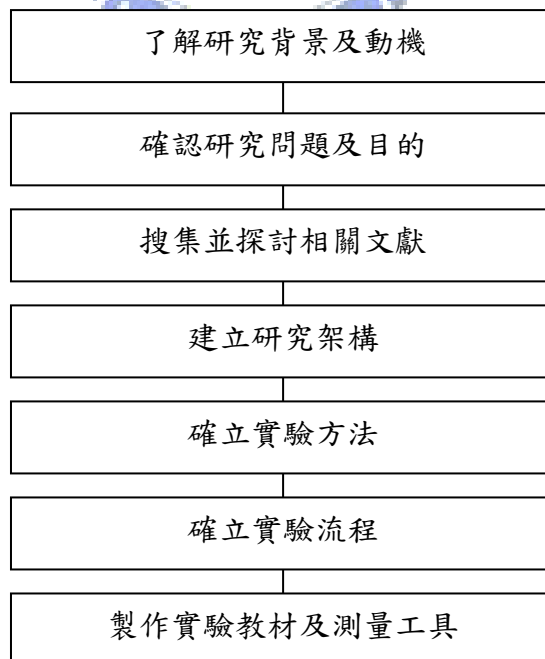
本研究旨在探討行動載具之輔助資訊的呈現方式對於學習成效及認知負荷的影響，並依照相關文獻之理論基礎訂定出研究的方法及其架構，本章分成五節進行說明，分別是：研究流程與架構、研究設計、研究工具、教材分析及多媒體教材製作與編輯。

3.1 研究流程與架構

依據研究目的收集相關文獻資料後，將資料予以彙整，並根據所要探討的研究問題方向訂定出研究的流程及確立本研究相關變數間的研究架構。

3.1.1 研究流程

本研究先確認研究主題，根據研究背景與動機，發展出研究目的。在了解研究問題與目的之後，開始著手蒐集相關文獻進行探討。根據文獻探討去界定研究範圍，提出研究架構，並依研究需要設計多媒體教材及測量工具，依研究設計進行實驗及收集數據，並經 SPSS 軟體分析數據後得出研究結果，並依研究結果提出建議及未來發展之方向。本研究之研究流程如圖 6 所示：



(接下頁)

(續上頁)

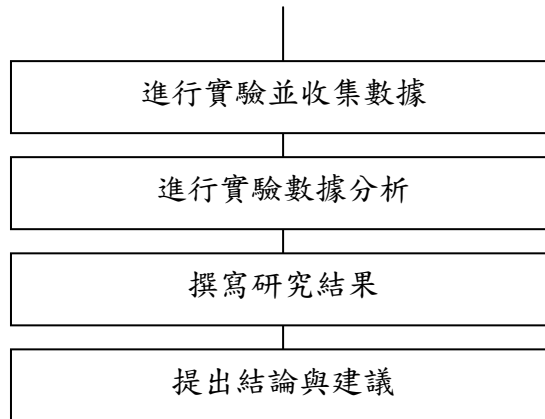


圖 6 研究流程圖

3.1.2 研究架構

本研究在探討輔助資訊應用在行動載具上，圖片與文字這兩種媒體的呈現方式對於學習成效及認知負荷的影響。研究中包含三個自變項(媒體呈現順序、媒體配置方式、媒體出現方式)及兩個依變項(學習成效、認知負荷)，將並探討三個自變項與兩個依變項之間的影響情形。

三個自變項包含二種或三種不同呈現方式，分別是 (1)媒體呈現順序有三種：圖文、文圖文、文文圖，(2)媒體配置方式有二種：圖文分列、圖文整合，(3)媒體出現方式有二種：同時出現、依序出現。

媒體呈現順序主要是要探討圖片與文字不同的先後順序是否會對學習的成效產生影響，由於學習成效如何，則可視文字編碼、圖像編碼以及參照聯結等三種鏈結建立之品質而定，圖片與文字不同的先後順序將可能影響學習者的參照鏈結，進而影響學習成效，而三種不同的順序主要是依照圖片最早出現、早晚出現或是在中間的順序，如此將可探討媒體呈現順序對學習成效的影響，也可了解如何的圖片和文字呈現順序會有最佳的學習效果。

媒體的配置方式主要是依據多媒體學習認知理論所設定，圖片與文字整合可減少學習者多餘的負荷，提昇學習的成效，故配置方式將以圖文分列與圖文整合兩種配置方式進行研究探討，以了解如何的配置方式會有最佳的學習效果。

媒體的出現方式主要是依據多媒體學習理論的分割原則，將文字分割成數個小段，配合圖片逐一的依序出現在螢幕的畫面中，藉此將可以減少行動載具螢幕中的每個畫面上所呈現的資訊量，以減少因為同時呈現太多的訊息而造成學習上的困難，故出現方式

有同時出現及依序出現等兩種方式進行探討，以了解何種的出現方式會有最佳的學習效果。

綜上所述，建立出本研究之研究架構圖如圖 7 所示。

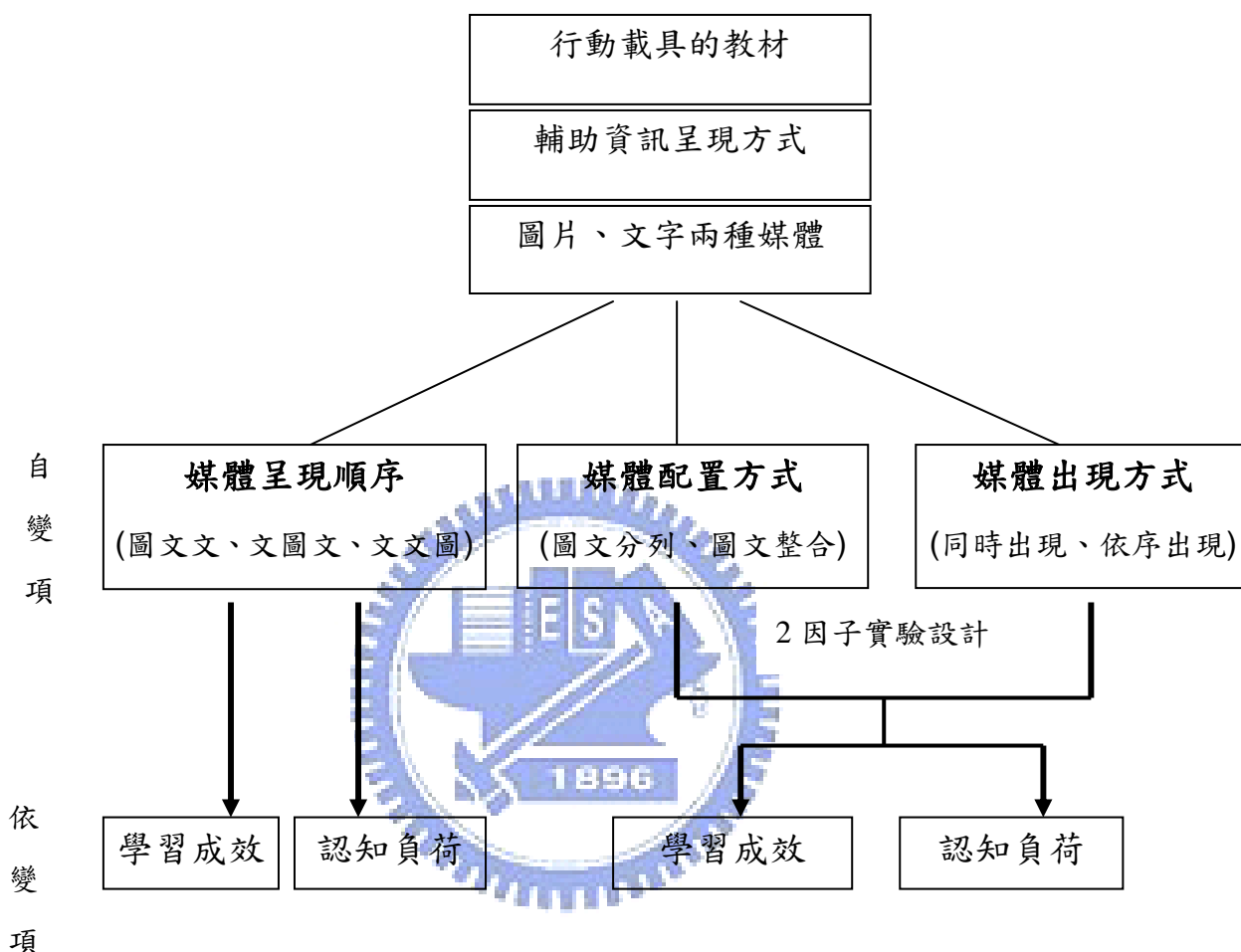


圖 7 研究架構圖

3.2 研究設計

本實驗研究採準實驗設計研究法，依據本研究的研究目的，需要進行實驗研究以探討自變項與依變項之間的關係，然而在實驗過程中，無法完全遵循實驗原則選取樣本，因此採用準實驗法。以下依實驗步驟、實驗設計、實驗對象、資料處理進行說明。

3.2.1 實驗步驟

本研究之實驗步驟需先製作多媒體教材，及學習成效與認知負荷的測量工具，教材

是以國中二年級氧化還原反應為主要學習內容，並將實驗的教材分為三個單元，依序在三節課實施，且教材依前一小節所述的研究變項，每一個單元均編輯成七種不同的教材，並分成二個實驗進行施測，第一個實驗變項有三種教材，第二個實驗變項為二因子設計方式，有四種教材，本研究的實驗依圖 8 之實驗流程圖進行實驗。

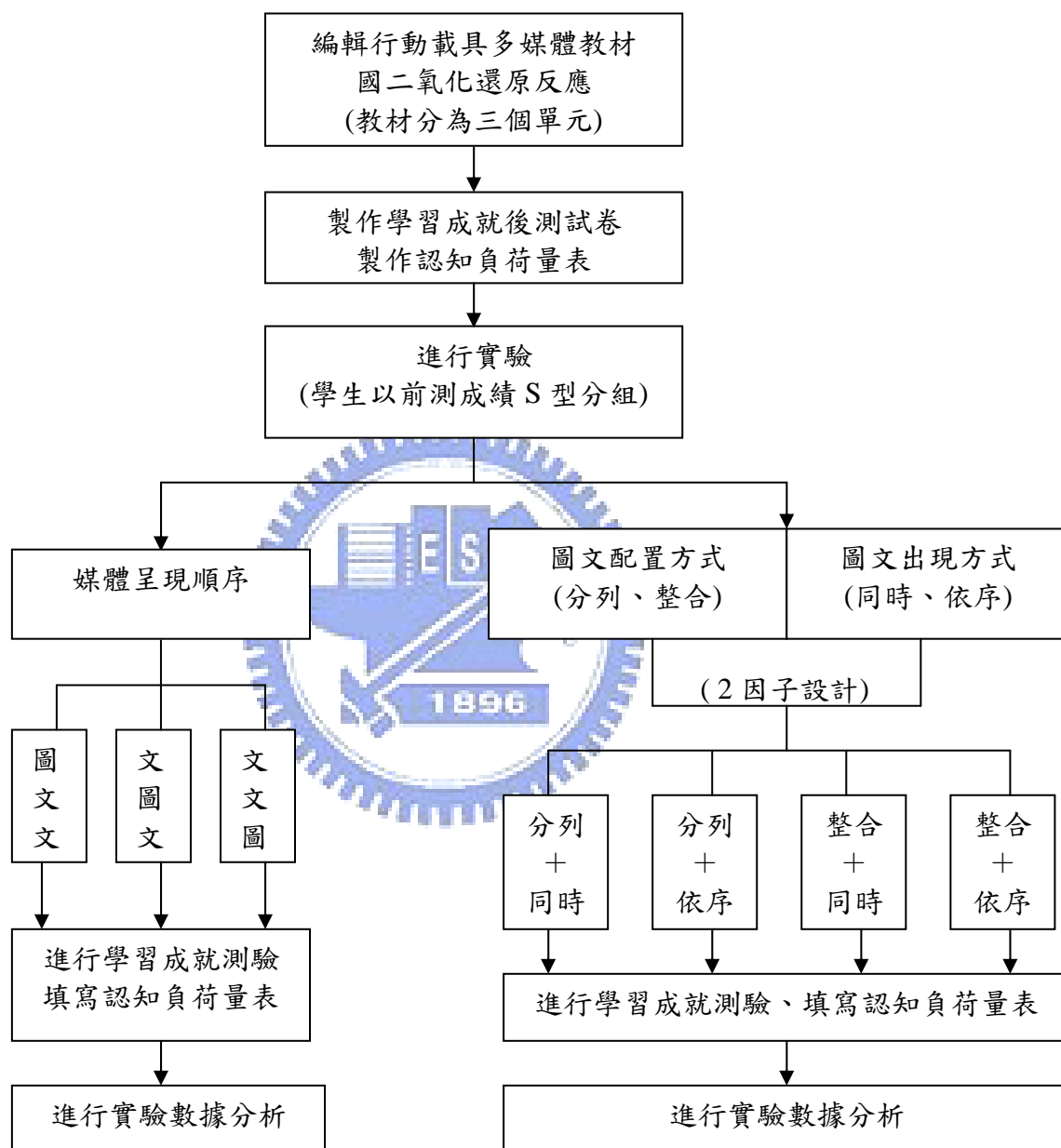


圖 8 實驗流程圖

行動載具之多媒體教材是以國中二年級的氧化還原反應為學習內容進行編輯，並將教材依三個自變項編輯成七種不同呈現方式的教材分別進行實驗，實驗分成兩個實驗進行，實驗一為媒體呈現順序，實驗二為媒體配置方式及媒體出現方式之二因子實驗設

計，每一種教材都有三個單元，每個單元學習完後立即進行學習成就測驗，因此共有三個學習成就測驗成績，待三個單元皆學習完後，立即填寫認知負荷量表，最後將實驗結果所得之數據以 SPSS 軟體進行變異數分析。

3.2.2 實驗設計

本研究之實驗設計有三個自變項，及二個依變項，並將三個自變項分成兩個實驗進行，分別說明如下：

一、自變項：

1. 媒體呈現順序：是指輔助資訊中的圖片與文字兩種媒體呈現的順序，輔助資訊包含一張圖片及一段文字，並事先將這一段文字依語意分割的方式，分割成數句文字，每一句文字都包含一個完整的概念，所以可依圖片是最早出現或在中間出現或最後出現會有以下三種呈現順序：

(1)圖文文：圖片最先出現：

依「圖片，第一句文字，第二句文字，第三句文字」之順序出現。

(2)文圖文：圖片的順序出現在兩句文字之中間：

依「第一句文字，圖片，第二句文字，第三句文字」之順序出現。

(3)文文圖：圖片在最後才出現：

依「第一句文字，第二句文字，第三句文字，圖片」之順序出現

2.媒體配置方式：是指輔助資訊中的圖片和文字的位置分配情形，依 Mayer 的多媒體學習認知理論之空間接近原則設計，可分成以下兩種配置方式：

(1)圖文分列：圖片與文字左右分開並列呈現，如圖 9 (a)

(2)圖文整合：文字整合在圖片中，文字移至圖片內並靠近要解說的部份，如圖 9(b)



(A)圖文分列

(b)圖文整合

圖 9 圖文的配置方式

3.媒體出現方式：是指輔助資訊中的圖片和文字出現的方式，依 Mayer 的多媒體學習認知理論之分割原則，可分成下列兩種出現方式：

(1)圖文同時出現：圖片和所有的文字在同一時間全部呈現出來，如圖 10(a)為圖文分列且同時出現的情形，如圖 10(b)為圖文整合且同時出現的情形。



(a) 圖文分列且同時出現



(b) 圖文整合且同時出現

圖 10 圖文同時出現

(2)圖文依序出現：圖片和數句文字依序一個接一個出現，文字出現後仍持續顯示在畫面上，如圖 11(a)為圖文分列且依序出現的情形，如圖 11(b)為圖文整合且依序出現的情形。



(a1)



(b1)



(a2)



(b2)



(a3)



(b3)



(a4)



(b4)

(a) 圖文分列且依序出現

(b) 圖文整合且依序出現

圖 11 圖文依序出現方式的連續畫面圖

二、依變項：

- 1.學習成效：是指學習者在學習過教材後，對於學習成就測驗(後測)的表現情形，學習成就測驗的分數越高，代表學習成效越好。由學習成效可判斷出學生對該教材的學習效果，進而了解教材對學生學習上的幫助。
- 2.認知負荷：是指學生學習教材時，學生自己所感受到的心智負荷程度及所必須付出的心智努力程度，本研究是透過認知負荷量表，要求學習者自我回顧學習的歷程，依量表上的問題，回答出自己所感受的心智負荷及心智努力程度，量表上的得分越高，代表學習時的認知負荷越大，由認知負荷可了解該教材對學生學習上的幫助。

三、分兩個實驗進行：

本研究是將三個自變項分成兩個實驗進行，首先「實驗一」是進行媒體呈現順序對學習成效及認知負荷的影響，「實驗二」是進行媒體配置方式及媒體出現方式對學習成效及認知負荷的影響。媒體配置方式和媒體出現方式是採二因子實驗設計，以了解媒體配置方式及出現方式的配對組合對學習成效與認知負荷的影響，實驗一的結果可以作為實驗二中媒體依序出現時，不同媒體出現順序的一項參考。以下將對這兩個實驗進行說明。

1. 實驗一：目的是要探討輔助資訊中的媒體呈現順序對學習成效及認知負荷是否有影響，並了解何種呈現順序對學習者較佳。媒體呈現順序則有以下三種不同順序，分別為圖文文、文圖文及文文圖，如表 1 所示將三組學生分別以三種不同呈現順序的教材進行學習，學習後進行學習成就測驗及填寫認知負荷量表，由所得之實驗數據探討三種不同呈現順序的教材對學習成效及認知負荷的影響，實驗的結果可作為當媒體依序出現時，不同媒體出現順序的一項參考。

表 1 實驗一教材的媒體呈現順序

媒體 (圖片、文字)的呈現順序			
媒體呈現順序	圖文文	文圖文	文文圖

2. 實驗二：是要探討輔助資訊中的媒體配置方式及出現方式對學習成效及認知負荷是否有影響，並了解何種配對組合對學習者較佳，本實驗是採二因子的實驗

設計，二因子分別為媒體配置方式及媒體出現方式，以二因子設計可配對出四種不同的組合，如表 2 所示，將四組學生分別以四種不同組合的教材進行學習，學習後進行學習成就測驗及填寫認知負荷量表，由所得到之實驗數據探媒體配置方式及媒體出現方式對學習成效及認知負荷的影響。

表 2 媒體配置方式與媒體出現方式之二因子實驗設計

配置方式		出現方式	媒體出現方式	
			同時出現	依序出現
媒體配置方式	圖文分列		圖文分列+同時出現	圖文分列+依序出現
	圖文整合		圖文整合+同時出現	圖文整合+依序出現

3.2.3 實驗對象

基於學校行政、教學實驗場地及人力支援之方便性，並依學校原有編制班級進行實驗，實驗對象為台北縣某國中二年級四個班的學生，共 112 位學生。

本研究採用學生在九十八學年度第二學期第一次段考的自然與生活科技的段考成績作為前測成績，並依段考成績高低排列，將 112 位學生作 S 型分組，分成七組，每組 16 人，這七組的學生分別接受七種不同的氧化還原反應多媒體教材，其中三組的學生進行實驗一，這三組的學生接受不同媒體順序的行動載具載具多媒體教材，每組的人數分佈情形如表 3。

表 3 不同媒體出現順序的研究對象分組人數情形摘要

不同媒體型態(圖片、文字)的出現順序				
媒體出現順序	圖文文	文圖文	文文圖	合計
受測人數	16 人	16 人	16 人	48 人

另外四組學生則是進行實驗二，這四組的學生接受不同媒體配置方式與不同媒體出現方式所配對組合的行動載具多媒體教材，每組人數分佈的情形如表 4。

表 4 不同媒體配置與媒體出現方式的研究對象分組人數情形摘要

配置方式		出現方式	媒體出現方式		
			同時出現	依序出現	總計
媒體配置方式	圖文分列		16 人	16 人	32 人
	圖文整合		16 人	16 人	32 人
	總計		32 人	32 人	64 人

3.2.4 資料處理

將資料以 SPSS 統計軟體進行統計分析，循下列方式進行：

- 1.以單因子共變數分析方法進行實驗結果分析，以媒體出現的順序為自變數，以學習成效為依變數，依 SPSS 軟體分析後所得的結果，討論不同媒體出現順序對學習成效的影響。
- 2.以單因子共變數分析方法進行實驗結果分析，以媒體出現的順序為自變數，以認知負荷為依變數，依 SPSS 軟體分析後所得的結果，討論不同媒體呈現順序對認知負荷的影響。
- 3.以二因子共變數分析方法進行實驗結果分析，以媒體的配置方式為第一個因子的自變數，以媒體的出現方式為第二個因子的自變項，以學習成效為依變項，依 SPSS 軟體分析後所得的結果，討論媒體配置方式與媒體出現方式對學習成效的影響。
- 4.以二因子共變數分析方法進行實驗結果分析，以媒體的配置方式為第一個因子的自變數，以媒體的出現方式為第二個因子的自變項，以認知負荷為依變項，依 SPSS 軟體分析後所得的結果，討論媒體配置方式與媒體出現方式對認知負荷的影響。

3.3 研究工具

本研究的實驗步驟設計是安排學生進行行動載具的多媒體教材學習課程，學生依所分配到的實驗組別，分別使用不同媒體呈現方式的行動載具多媒體教材來進行學習，每一組的教材都有三個單元，學生學習完每一個單元教材內容後，立即進行學習成效測驗，並收集學習成效測驗的分數作為實驗結果分析的資料。在三個單元學習完後，請學生填寫認知負荷量表。所以本研究的研究工具主要有三個，分別是多媒體教材，學習成

效後測試卷，認知負荷量表，將簡單敘述如下：

1. 多媒體教材:本研究之多媒體教材是以國中二年級自然與生活科技的氧化還原反應單元為教材的教學內容，並以智勝國際科技公司所開發之編輯手 6.0 教材編輯軟體將教材編輯成符合行動載具螢幕尺寸之多媒體教材。學生可在電腦上透過多媒體教材各種功能的操作進行學習，為了配合上課時間及課程內容需求，將本研究之多媒體教材分成三個單元進行學習，以利於時間及課程上的安排及利用。
2. 學習成效後測試卷:本研究之學習成效後測試卷主要是評量學生在學習過多媒體教材後的學習效果，學習成效後測試卷是根據多媒體教材的內容而設計，配合多媒體教材的學習內容設計問題題目，學習成效後測試卷共有三個單元，每一個單元為 20 題，每題皆為選擇題，每一題選擇題都有四個選項，學生由四個選項中選出一個最佳答案。三個單元的學習成效後測試卷都經過專家審查及信度分析，三個單元的信度分別為：第一單元為 .872，第二單元為 .902，第三單元為 .824，三個單元的後測試卷都有很好的信度，本研究之三個單元的學習成就測驗試卷如附錄二。
3. 認知負荷量表：本研究認知負荷量表是參考(宋曜廷， 2000)的認知負荷七點量表，衡量學習者主觀的心智負荷與心智努力程度，量表中有兩個問題，每一題都有「1 到 7」七個程度選項，第一題是要衡量學習者學習教材時所感受的心智負荷程度，題目為「我認為此教材的內容在學習上：」，選項從「1」表示非常容易，依序到「7」表示非常困難，第二題是要衡量學習者學習教材時所需要付出的心智努力程度，題目為「我覺得花了很大的心力,才能記得教材的內容：」，選項從「1」表示非常不同意，依序到「7」表示非常同意，以選項上的數字代表量表上的得分，兩題的得分總和即為本研究之認知負荷的值，兩題總和最高為 14 分，最低為 2 分，得分越高表示認知負荷越大，本研究之認知負荷量表如附錄一。

3.4 教材分析

本研究教材是以國中二年級自然與生活科技的「氧化還原反應」單元為學習內容，由於在國中化學概念中，以氧化還原概念及酸鹼鹽概念的學習是最為艱難(陳淑筠，2002)，國中學生對氧化還原及燃燒的相關概念會有理解的不完整及不當的錯置與連結(王瓏真，2003)，學生在生鏽方面都普遍的存在頗多的迷思(李銘川，2003)，雖然很多非理科的人認為氧化還原反應是屬於較高深的專業化學知識，但其實氣化還原反應

就存在於我們週遭的生活環境中(李岱芳, 2001), 所以有關生活中的氧化還原反應的科學性知識教材很適合利用全球資訊網透過文字、圖片、影像、等多媒體來輔助教師教學(祝勤捷, 2002), 因此氧化還原反應適合編輯成多媒體教材, 並配合圖片、影像、文字等多媒體輔助學習, 將是學習上的一大利器。

綜上所述, 日常生活中常見的氧化還原現象適合藉由多媒體的呈現來幫助學習者了解氧化還原反應, 基於上述的理由, 研究者將以「氧化還原反應」單元作為本研究的學習教材。

3.4.1 學習單元內容

本研究的氧化還原反應教材主要是參照國中二年級自然與生活科技第四冊康軒版的氧化還原反應課文內容, 將課文主要內容整理如表 5, 課文內容文字與圖片為圖文分列方式呈現, 且文字數量相當多, 在整個教材中, 圖片的數目也較少。提供學習者作為圖片和文字參照鏈結的數量較少, 缺乏讓學生可以進行圖文參照鏈結的機會。

表 5 課文主要內容整理摘要

單元	單元一	單元二	單元三
單元名稱	氧化反應	氧化還原反應	生活中的氧化還原
單元主題	元素的燃燒 金屬對氧的活性 實驗: 金屬對氧的活性	氧化與還原反應 鋅和氧化 鎂和二氧化碳 金屬的冶煉	生活中的氧化還原 漂白劑 抗氧化劑
圖片數量	10 張	6 張	2 張
課文的圖片實例			

3.4.2 多媒體教材內容

本研究之多媒體教材內容是參照參照國中二年級自然與生活科技第四冊康軒版的氧化還原反應課文內容, 多媒體教材中則呈現更多的圖片作為輔助資訊的內容, 每一個輔助資訊大都是一個圖, 但僅有少數的輔助工具因為要進行兩張圖的比較, 所以會有兩

3.5 多媒體教材編輯製作

3.5.1 多媒體教材編輯製作軟體——智勝編輯手

本研究所製作的多媒體教材，使用由本研究室所開發，智勝國際科技的編輯手 6.0 軟體為教材製作工具。他的教學理念如下圖 12(智勝國際科技網站，2009)：

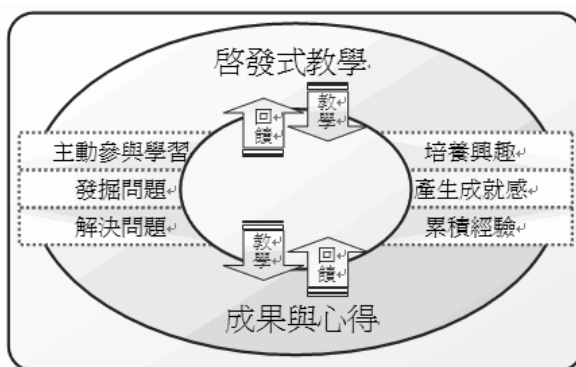


圖 12 智勝編輯手的教學理念
資料來源(智勝國際科技網站，2009)

智勝編輯手具有以下特點：

1. 演員的設定

- (1)文字排版功能：同一段文字可設定不同的字級、字型、顏色、,靠左、靠右等。
- (2)演員特效：可設定演員特效，支援演員播放秒數設定，可精準控制演員演出時間。
- (3)路徑套用特效：可直接套用特殊路徑，作出加速與反彈的效果。
- (4)Goole Search 功能：可直接連上 Google 上搜尋功能。解決製作教材素材取得不易的問題，

2. 豐富的編輯功能

- (1)步驟化操作設計：建立場景→新增演員→劇情設定→播放檔案→發佈檔案
- (2)支援多種媒體格式：如：jpg、jpeg、png、gif，mp3、wav，avi、wmv、mpeg。
- (3)提供圖層管理功能：提供場景列表與演員列表，方便管理加入的內容。
- (4)利用路徑製作動態效果：可安排演員的進場與走位，可用複製功能設定相同路徑。
- (5)活用聲音表情的魅力，吸引學習者的注意：也可利用錄音功能配上生動的旁白。

3. 可依滑鼠點擊事件，做不同的演出設定

- (1)利用拖拉方式完成劇情設定：劇情設定包含「開場劇情」與「互動劇情」等。
- (2)設定換幕或超連結：劇組演出完畢後，可設定跳到其他場景，或開啟超連結網頁。

(3)可依滑鼠點擊事件，做不同的演出設定。

4.立即體驗 Flash 的播放效果

(1)隨時可預覽播放效果。

(2)發佈成 Flash 網頁格式支援與 Web2.0 學習平台無縫式整合。

綜上所述，編輯手 6.0 是一套針對教學及電腦入門者所開發出的一套多媒體製作軟體，透過引導及視覺化的編輯方式，結合聲音、音樂、文字、影像與影片等媒體素材來編輯製作多媒體教材，並符合 SCORM1.3 標準，能在學習平台間流通，對教師而言，是非常容易入門的一套軟體。

3.5.2 多媒體教材畫面設計

本研究之多媒體教材是依國中二年級氧化還原反應之課程標準，編輯成行動載具之多媒體教材，每份教材都以電腦模擬 3.5 吋之智慧型手機介面之方式進行編輯，3.5 吋是行動載具中螢幕較大的，尚能有足夠空間容納教材的文字及圖片訊息，在電腦視窗中所呈現的行動載具規格及螢幕大小均與實際機體相同。如圖 13 所示



【行動載具畫面視窗已設定好的固定視窗大小，學生在電腦上學習時，就能將畫面中的行動載具的大小固定住，且會保持和真正的 3.5 吋行動載具大小完全相同。】

圖 13 電腦模擬行動載具之視窗畫面

本研究以電腦模擬擬 3.5 吋行動載具時，操作按鈕與實際的行動載具相同，圖 14 為電腦模擬行動載具時之各項操作說明：



圖 14 電腦模擬 3.5 吋行動載具之各項操作說明

本研究之行動載具畫面內容主要為純文字呈現，而輔助資訊則是以文字加圖片呈現，行動載具畫面設計編排方式，輔助資訊可由畫面中的功能按鍵點選後開啟或關閉，輔助資訊與原來行動載具之主頁面為層屬架構，亦即輔助資訊會出現在原來主頁面上，而不是翻至下一頁，則要將輔助視窗關閉，主頁面仍然還是停在同一頁，行動載具之頁面設計將由以下三點說明。

1. 輔助資訊開啟前可看到行動載具的主頁面主要以純文字方式呈現，使用者可按右下方的功能鍵來開啟輔助資訊，如圖 15 所示。

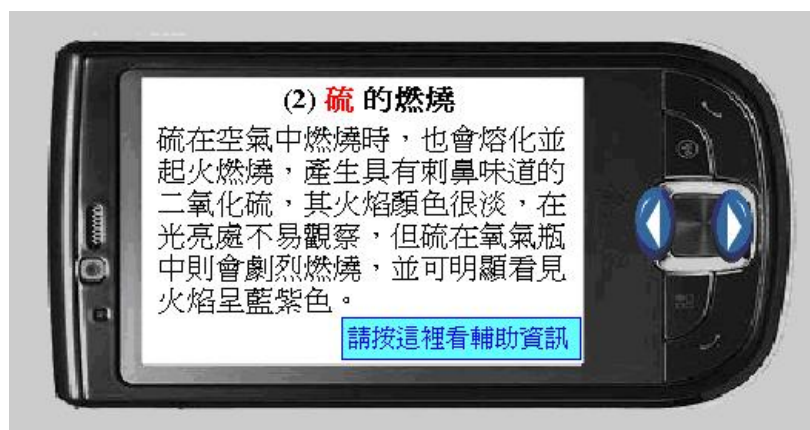


圖 15 輔助資訊開啟前

2. 輔助資訊出現在原來的主頁面上方，主頁面並未換頁或關閉，如圖 16 所示。



圖 16 輔助資訊開啟時

3. 將輔助資訊關閉後，畫面仍停留在原來的主頁面上，如圖 17 所示。

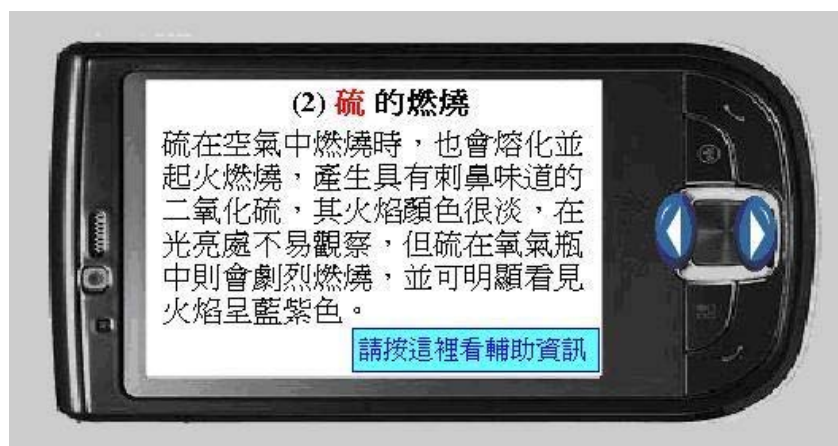


圖 17 輔助資訊關閉後

3.5.3 多媒體教材編輯

本研究教材依不同媒體出現順序，不同媒體配置方式，不同媒體出現方式等自變項之配對組合，其中不同媒體出現順序大致可依圖片與文字的出現順序歸納為三種類型，本研究統計了2002~2008年間臺北市及全國多媒體教材設計競賽之自然領域的得獎作品的媒體出現順序，如表 7：

表 7 2002~2008 年臺北市及全國多媒體教材設計競賽自然領域得獎作品之媒體出現順序統計表

圖文順序 (P：圖片，T：文字)	出現 幕數	圖文順序 (P：圖片，T：文字)	出現 幕數	圖文順序 (P：圖片，T：文字)	出現 幕數
PT	9	TPTPPTTT	1	TP	5
PTT	2	TPPT	1	TTTP	1
PTTT	3	TPTP	1	TTPP	1
PPT	2	TTTTPT	2	TTTTP	2
PPTT	2	TPTPPTTT	2	TPPPPP	1
PTTPPP	1	TTTTTPPTPTTP	1	TPPPPP	2
PPTPT	1	TPTPPP	1		
PPPTPTT	1	TPTPP	2		

可將表 7 歸納為圖片最早出現的「圖文文」順序、圖片在中間出現的「文圖文」順序以及圖片最後才出現的「文文圖」順序等三種類型，如表 8，其中以「圖文文」順序的設計數量最多。

表 8 將表 7 歸納後之媒體出現順序統計表

媒體出現順序	出現幕數
圖文文	21
文圖文	11
文文圖	12

本研究將每個單元的教材編輯成七種不同呈現方式之行動載具多媒體教材，茲將這七種不同呈現方式的教材敘述如下：

- 一、不同媒體呈現順序的教材：這類教材分別依「圖-文-文」、「文-圖-文」、「文-文-圖」等三種不同的媒體呈現順序共編輯成三組，教材中的文字呈現是以閃現式的動態呈現方式，即文字呈現後會自動消失在螢幕畫面上，依序再出現另一段文字，如此一來，出現過的文字將不會停留在圖片上，以免文字將圖片遮蔽而影響學習者看圖，每段文字出現的時間以每分鐘 240 個字(大約每秒四個字)的出現時間呈現整段文字，以下依三種不同的呈現順序，分別以連續畫面做介紹。

1. 如圖 18 為「圖-文-文」呈現順序之行動載具上的輔助資訊連續畫面：



圖 18 媒體呈現順序：圖-文-文

2. 如圖 19 為「文-圖-文」呈現順序之行動載具上的輔助資訊連續畫面：



圖 19 媒體呈現順序：文-圖-文

3. 如圖 20 為「文-文-圖」呈現順序之行動載具上的輔助資訊連續畫面：

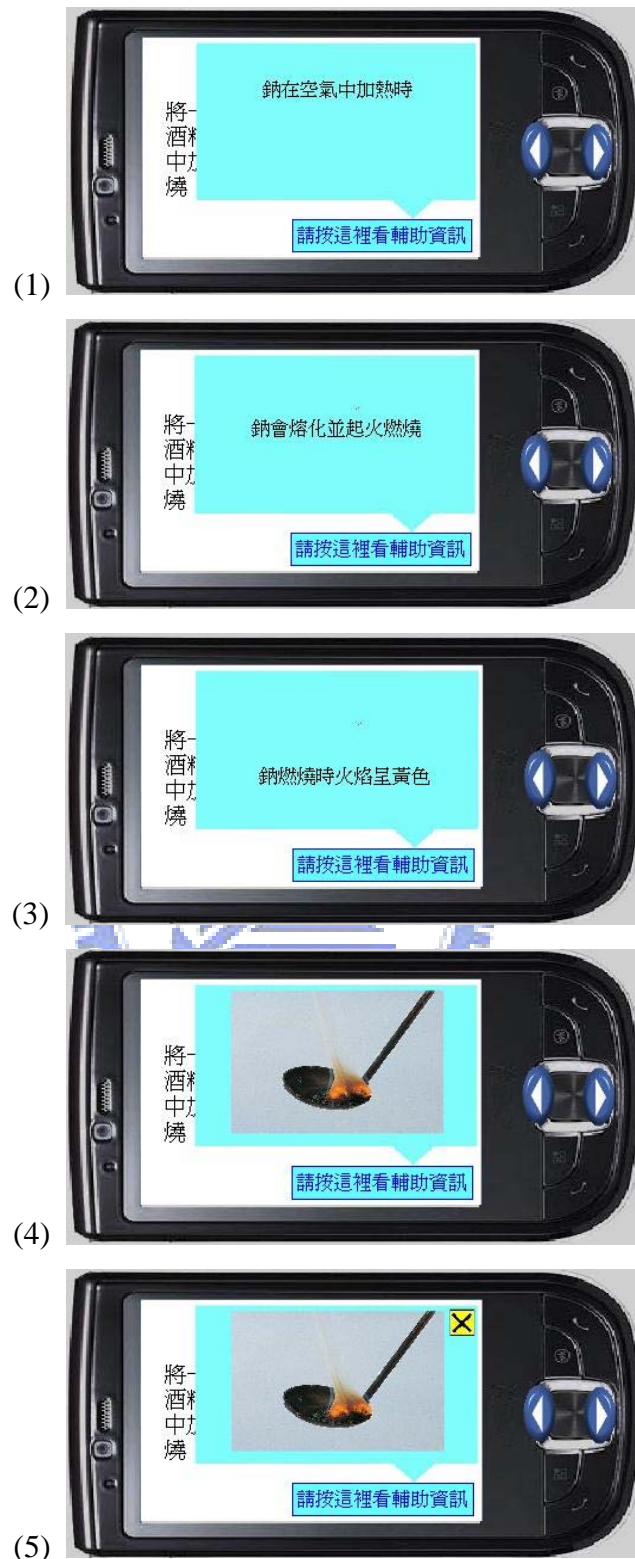


圖 20 媒體呈現順序：文-文-圖

二、不同的媒體配置方式與不同媒體出現方式做配對組合：媒體配置方式有圖文分列與圖文整合兩種，媒體出現方式有同時出現和依序出現兩種，所以共可搭配出四種配對組合的多媒體教材，分別以這四種配對組合的教材之連續畫面做介紹：

1. 如圖 21 為「圖文分列+同時出現」的行動載具上的輔助資訊畫面：



圖 21 圖文分列+同時出現之配對組合的教材畫面

2. 如圖 22 為「圖文分列+依序出現」的行動載具上的輔助資訊連續畫面，每段文字依序出現的時間間隔以每分鐘 240 個字(大約每秒四個字)的出現時間呈現整段文字，且文字出現後仍會留在畫面上供學習者與圖片進行參照鏈結：



圖 22 圖文分列+依序出現之配對組合的教材畫面

四、將以上七種教材整理成一個簡單表格如表 9：

表 9 行動載具之輔助資訊七種不同媒體呈現方式的教材

變項	呈現方式	輔助資訊畫面
呈現順序	圖-文-文	<p>(1)</p> 
		<p>(2)</p> 
		<p>(3)</p> 
		<p>(4)</p> 
		<p>(5)</p> 

<p>呈現順序</p>	<p>文-圖-文</p>	<p>(1)</p> 
		<p>(2)</p> 
		<p>(3)</p> 
		<p>(4)</p> 
		<p>(5)</p> 

呈現順序	文-文-圖	<p>(1)</p> 
		<p>(2)</p> 
		<p>(3)</p> 
		<p>(4)</p> 
		<p>(5)</p> 

<p>配置方式 出現方式</p>	<p>圖文分列 同時出現</p>	 <p>(1)</p>
<p>配置方式 出現方式</p>	<p>圖文分列 依序出現</p>	 <p>(2)</p>  <p>(3)</p>  <p>(4)</p> 

<p>配置方式 出現方式</p>	<p>圖文整合 同時出現</p>	
<p>配置方式 出現方式</p>	<p>圖文整合 依序出現</p>	<p>(1)</p>  <p>(2)</p>  <p>(3)</p>  <p>(4)</p> 

【資料來源：本研究整理】

四、實驗結果與討論

本章主要是將實驗所收集到的數據資料進行統計分析，本研究以 SPSS 軟體分析各個依變項與自變項之間的關係，以了解自變項是否會對依變項產生影響，本章要針對四個研究問題進行實驗數據分析與討論，目的是要從各個分析結果了解變項之間的變化，本章最後也將針對整個實驗的結果進行一些原因的探究。

4.1 不同媒體呈現順序與學習成效之分析

本小節主要是要分析媒體的呈現順序與學習成效之間的關係，為的是要探討媒體呈現順序對學習成效的關係為何？並依實驗數據分析的結果進行討論，以了解變項之間的變化關係，並依分析結果找出最佳的呈現順序，以作為教材設計及編輯的參考依據。

表 10 為不同媒體(圖片與文字)呈現順序之學習成效平均數，可知在「圖—文—文」的呈現順序中，學習者的學習成效最高。

表 10 不同媒體呈現順序之學習成效平均數

依變數: 學習成效

圖文呈現順序	平均數	標準差	個數
圖文文	69.58	21.121	16
文圖文	64.17	19.833	16
文文圖	59.27	23.898	16
總和	64.34	21.640	48

根據表 11 變異數同質性檢定， $F=.814$ ， $p=.449 > .05$ ，未達顯著水準，符合同質性假設，表示各組之間的能力可視為相等。

表 11 不同媒體呈現順序與學習成效誤差變異量的 Levene 檢定等式
依變數: 學習成效

F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
.814	2	45	.449

檢定各組別中依變數誤差變異量的虛無假設是相等的。

根據表 12 可知，接受不同的媒體呈現順序教材的學生，其學習成效的差異達顯著水準($F=3.377$, $p=.043<.05$)，表示學生的學習成效，因媒體的呈現順序不同，而有顯著差異。

表 12 不同媒體呈現順序與學習成效的單變量檢定
依變數: 學習成效

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
對比	964.916	2	482.458	3.377	.043*
誤差	6286.654	44	142.878		

* $p<.05$

由分析結果顯示：

不同媒體(圖片和文字)的呈現順序對學習成效的差異達顯著性，表示媒體的呈現順序會影響學習者的學習成效，而且以圖文文的媒體呈現順序的學習成效最高，而文文圖的媒體呈現順序的學習成效最低。

這是因為學習者經由圖片及解說文字學習時，在學習者的認知歷程上，文字解說的內容必須要與圖片在認知上重新組織與整合，才能建立成一個完整的概念，所以當只有出現文字，但還沒有出現圖片時，則解說文字無法順利地和圖片在認知上重新組織整合成基模，所以無法順利的建立一個完整的認知概念，因此將會影響學習的成效。所以以圖文文的順序出現時，最容易讓學習者對圖片與解說文字在認知上重新組織整合成一個概念的基模，所以學習成效較佳，而文文圖的順序出現時，最不易讓學習者對圖片與解說文字在認知上重新組織整合成一個概念的基模，所以學習成效較差。

4.2 不同媒體呈現順序與認知負荷之分析

本小節主要是要分析媒體的呈現順序與認知負荷之間的關係，為的是要探討媒體呈現順序對認知負荷的關係為何，並依實驗數據分析的結果進行討論，以了解變項之間的變化關係，並依分析結果找出最佳的呈現順序，以作為教材設計及編輯的參考依據。

表 13 為不同媒體(圖片與文字)呈現順序之認知負荷平均數，可知在「圖—文—文」的呈現順序中，學習者的認知負荷最低。

表 13 不同媒體呈現順序之認知負荷平均數

依變數: 認知負荷

圖文呈現順序	平均數	標準差	個數
圖文文	6.3750	2.80179	16
文圖文	7.5625	3.24487	16
文文圖	9.0000	2.63312	16
總和	7.6458	3.04218	48

根據表 14 變異數同質性檢定， $F=.288$ ， $p=.751 > .05$ ，未達顯著水準，符合同質性假設，表示各組之間的能力可視為相等。

表 14 不同媒體呈現順序與認知負荷誤差變異量的 Levene 檢定等式
依變數: 認知負荷

F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
.288	2	45	.751

檢定各組別中依變數誤差變異量的虛無假設是相等的。

根據表 15 可知，接受不同的媒體呈現順序教材的學生，其認知負荷的差異達顯著水準($F=3.277$ ， $p=.047 < .05$)，表示學生的認知負荷，因媒體的呈現順序不同，而有顯著差異。

表 15 不同媒體呈現順序與認知負荷的單變量檢定
依變數: 認知負荷

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
對比	55.292	2	27.646	3.277	.047*
誤差	379.688	45	8.438		

* $p < .05$

不同媒體(圖片和文字)的呈現順序對認知負荷的差異達顯著性，表示媒體的呈現順序會影響學習者的認知負荷，而且以圖文文的媒體呈現順序的認知負荷最低，而文文圖的媒體呈現順序的認知負荷最高。

因為學習者經由圖片及解說文字學習時，在學習者的認知歷程上，文字解說的內容必須要與圖片相互參照連結，以便在認知上將文字與圖片重新組織與整合，才能建立成

一個完整的概念，然後儲存到長期記憶中，所以當只有出現文字，但還沒有出現圖片時，學習者只能從解說文字的描述去想像圖片的樣子，所以學習者會花費更大的認知負荷在心中想像出圖形的樣子，以便和文字在認知上重新組織，因此將會影響認知負荷。所以以圖文文的順序出現時，因為學習者不需花多餘的認知負荷去想像圖片的樣子，所以認知負荷會最低，而以文文圖的順序出現時，因為學習者必須花較多的認知負荷來想像圖片的樣子，以便在認知上重新組織整，所以認知負荷較高。

4.3 媒體配置與媒體出現方式對學習成效之分析

本小節主要是要分析媒體的配置方式和出現方式對學習成效之間的關係，為的是要探討媒體配置方式及出現方式對學習成效的關係為何，並依實驗數據分析的結果進行討論，以了解變項之間的變化關係，並依分析結果找出最佳的配置方式及出現方式的搭配組合，以作為教材設計及編輯的參考依據。

表 16 為不同媒體(圖片與文字)配置方式與不同媒體出現方式之學習成效成績平均數，可知當圖片與文字以圖文分列的配置方式配上圖文依序出現之方式的組合，學習成效分數為最高(=69.69)，而圖文整合的配置方式配上圖文同時出現之方式的組合，學習成效分數為最低(=52.81)。

表 16 配置方式與出現方式之學習成效平均數

依變數: 學習成效

配置方式	出現方式	平均數	標準差	個數
圖文分列	同時出現	62.71	21.857	16
	依序出現	69.69	15.732	16
	總和	66.20	19.065	32
圖文整合	同時出現	52.81	23.339	16
	依序出現	62.40	21.909	16
	總和	57.60	22.793	32
總和	同時出現	57.76	22.804	32
	依序出現	66.04	19.124	32
	總和	61.90	21.290	64

根據表 17 變異數同質性檢定， $F=.493$ ， $p=.688>.05$ ，未達顯著水準。符合同質性假設，表示各組之間的能力可視為相等。

表 17 配置方式與出現方式對學習成效誤差變異量的 Levene 檢定等式
依變數: 學習成效

F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
.493	3	60	.688

檢定各組別中依變數誤差變異量的虛無假設是相等的。

由表 18 可知，針對不同媒體配置方式與不同媒體出現方式，在學習成效上的交互作用，未達顯著水準($F=.007$ ， $p=.935>.05$)。亦即不同媒體配置方式對學習成效的影響，不因的不同媒體出現順序而有所不同。

表 18 媒體配置方式與媒體出現方式之二因子變異數分析摘要表
依變數: 學習成效

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
配置方式	816.598	1	816.598	5.226	.026*
出現方式	672.372	1	672.372	4.303	.042*
配置 * 出現	1.047	1	1.047	.007	.935
誤差	9219.073	59	156.255		
總和	273786.111	64			

* $p<.05$

因為兩個自變項在學習成效上的交互作用(配置 * 出現)未達顯著水準 ($F=.007$ ， $P=.935$)，所以進一步進行主要效果的顯著性檢定。以下分別依不同媒體配置方式與不同媒體出現方式兩個自變項對學習成效的影響，進行探討。

4.3.1 媒體配置方式對學習成效的差異分析

由表 19 可知，接受不同媒體配置方式教材的學生，其學習成效的差異達顯著水準 ($F=5.266$ ， $p=.026<.05$)，表示學生的學習成效，因媒體配置方式的不同，而有顯著差異。

表 19 不同媒體配置方式與學習成效的單變量檢定

依變數: 學習成效

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
對比	816.598	1	816.598	5.226	.026*
誤差	9219.073	59	156.255		

* $p < .05$

由表 20 可知，圖文分列之學習成效高於圖文整合之學習成效，表示以圖文分列的配置方式具有較佳的學習成效。

表 20 不同媒體配置方式之學習成效平均值

依變數: 學習成效

配置	平均數	標準誤	95% 信賴區間	
			下限	上限
圖文分列	65.477(a)	2.211	61.053	69.900
圖文整合	58.326(a)	2.211	53.902	62.749

a 使用下列的值評估模型中的共變量：前測 = 56.3672.

4.3.2 不同媒體出現方式對學習成效的差異分析

由表 21 可知，接受不同媒體出現方式教材的學生，其學習成效的差異達顯著水準 ($F=4.303, p=.042 < .05$)，表示學生的學習成效，因媒體出現方式的不同，而有顯著差異。

表 21 不同媒體出現方式與學習成效的單變量檢定

依變數: 學習成效

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
對比	672.372	1	672.372	4.303	.042*
誤差	9219.073	59	156.255		

* $p < .05$

由表 22 可知，圖文依序出現之學習成效高於圖文同時出現之學習成效，表示以圖文依序出現的出現方式具有較佳的學習成效。

表 22 不同媒體出現方式之學習成效平均值

依變數: 學習成效

出現	平均數	標準誤	95% 信賴區間	
			下限	上限
同時出現	58.655(a)	2.211	54.230	63.080
依序出現	65.147(a)	2.211	60.722	69.572

a 使用下列的值評估模型中的共變量：前測 = 56.3672.

不同媒體的配置方式對學習成效達顯著性，表示媒體的配置方式會影響學習者的學習成效，且圖文分列的配置方式顯著優於圖文整合的方式。

上述的結果很可能是因為圖文整合的配置方式會因為文字放在圖片中，造成文字受到圖片背景顏色的影響而影響閱讀的效果，這個問題將在本章的 4.5 節進一步討論。

不同媒體的出現方式對學習成效達顯著性，表示媒體的出現方式會影響學習者的學習成效，且依序出現的方式顯著優於同時出現的方式。

由上述結果可知，依序出現可減少因為同時出現太多訊息而造成學生學習上的困難，所以學習成效有顯著的提昇。

4.4 媒體配置方式與媒體出現方式對認知負荷之分析

本小節主要是要分析媒體的配置方式和出現方式對認知負荷之間的關係，為的是要探討媒體配置方式及出現方式對認知負荷的關係為何，並依實驗數據分析的結果進行討論，以了解變項之間的變化關係，並依分析結果找出最佳的配置方式及出現方式的搭配組合，以作為教材設計及編輯的參考依據。

表 23 為不同媒體(圖片與文字)配置方式與不同媒體出現方式之認知負荷平均數，可知當圖片與文字以圖文分列的配置方式配上圖文依序出現之方式的組合，認知負荷為最低(=5.7500)，而圖文整合的配置方式配上圖文同時出現之方式的組合，認知負荷為最高(=8.7500)。

表 23 配置方式與出現方式之認知負荷平均數

依變數: 認知負荷

配置方式	出現方式	平均數	標準差	個數
圖文分列	同時出現	7.7500	2.88675	16
	依序出現	5.7500	2.51661	16
	總和	6.7500	2.85115	32
圖文整合	同時出現	8.7500	2.76887	16
	依序出現	7.6875	3.26024	16
	總和	8.2188	3.02393	32
總和	同時出現	8.2500	2.82843	32
	依序出現	6.7187	3.02926	32
	總和	7.4844	3.00788	64

根據表 24 變異數同質性檢定， $F=.329$ ， $p=.804 > .05$ ，未達顯著水準。符合同質性假設，表示各組之間的能力可視為相等。

表 24 配置方式與出現方式對認知負荷誤差變異量的 Levene 檢定等式
依變數: 認知負荷

F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
.329	3	60	.804

檢定各組別中依變數誤差變異量的虛無假設是相等的。

由表 25 可知，針對不同媒體配置方式與不同媒體出現方式，在認知負荷上的交互作用，未達顯著水準($F=.427$ ， $p=.516 > .05$)。亦即不同媒體配置方式對認知負荷的影響，不因的不同媒體出現順序而有所不同。

表 25 媒體配置方式與媒體出現方式之二因子變異數分析摘要表
依變數: 認知負荷

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
配置方式	34.516	1	34.516	4.188	.045*
出現方式	37.516	1	37.516	4.553	.037*
配置方式 * 出現方式	3.516	1	3.516	.427	.516
誤差	494.438	60	8.241		
總和	4155.000	64			

* p<.05

因為兩個自變項在認知負荷上的交互作用未達顯著水準，乃進一步進行主要效果的顯著性檢定。以下分別依不同媒體配置方式與不同媒體出現方式兩個自變項對認知負荷的影響，進行探討。

4.4.1 媒體配置方式對認知負荷的差異分析

由表 26 可知，接受不同媒體配置方式教材的學生，其認知負荷的差異達顯著水準 (F=4.188, p=.045<.05)，表示學生的認知負荷，因媒體配置方式的不同，而有顯著差異。

表 26 不同媒體配置方式與認知負荷的單變量檢定
依變數: 認知負荷

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
對比	34.516	1	34.516	4.188	.045*
誤差	494.438	60	8.241		

* p<.05

由表 27 可知，圖文分列之認知負荷低於圖文整合之認知負荷，表示以圖文分列的配置方式具有較低的認知負荷。

表 27 不同媒體配置方式之認知負荷平均值
依變數: 認知負荷

配置方式	平均數	標準誤	95% 信賴區間	
			下限	上限
圖文分列	6.750	.507	5.735	7.765
圖文整合	8.219	.507	7.204	9.234

4.4.2 媒體出現方式對認知負荷的差異分析

由表 28 可知，接受不同媒體出現方式教材的學生，其認知負荷的差異達顯著水準 ($F=4.553, p=.037<.05$)，表示學生的認知負荷，因媒體出現方式的不同，而有顯著差異。

表 28 不同媒體出現方式與認知負荷的單變量檢定

依變數: 認知負荷

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
對比	37.516	1	37.516	4.553	.037*
誤差	494.438	60	8.241		

* $p<.05$

由表 29 可知，圖文依序出現之認知負荷低於圖文同時出現之認知負荷，表示以圖文依序出現的出現方式具有較低的認知負荷。

表 29 不同媒體出現方式之認知負荷平均值

依變數: 認知負荷

出現方式	平均數	標準誤	95% 信賴區間	
			下限	上限
同時出現	8.250	.507	7.235	9.265
依序出現	6.719	.507	5.704	7.734

不同媒體的配置方式對認知負荷達顯著性，表示媒體的配置方式會影響學習者的認知負荷，且圖文分列的配置方式顯著優於圖文整合的方式。

這很可能是因為圖文整合的配置方式會因為文字放在圖片中，造成文字受到圖片背景顏色的影響而不容易識別，所以學習者必須花更多的心力去將圖片中的文字看清楚，造成更多的認智負荷，而且由於輔助資訊上的圖片已經很小了，若再將文字放在圖片上，將會遮蔽掉圖片上的一部份，造成圖片顯示不完整而使學習者較不易理解圖片，導致認知負荷較高的情形。

不同媒體的出現方式對認知負荷達顯著性，表示媒體的出現方式會影響學習者的認知負荷，且依序出現的方式顯著優於同時出現的方式。

由此可見依序出現可降低因為同時出現太多訊息而造成的學生學習上的認知負

荷，可有效用來解決小螢幕資訊容量有限的問題。

4.5 圖文整合之圖文呈現方式分析探討

由本研究的結果顯示，行動載具的輔助資訊之媒體配置方式，是以圖文分列的配置方式優於圖文整合的方式，這樣的結果與 Sweller 提出的分散注意力效應及 Mayer 提出的空間接近原則的結論並不相符，Sweller 的分散注意力效應與 Mayer 的空間接近原則均認為圖文整合的呈現方式會優於圖文分列的呈現方式。對於這樣的差異情形將做以下討論：

由於 Sweller 及 Mayer 當時所提出的理論是以個人電腦或桌上型電腦進行實驗的，而本研究則是以行動載具的小螢幕為基礎進行實驗，所以螢幕的尺寸大小是有差異的。對於以小螢幕呈現多媒體資訊時，Kelvin Kam Wing Chu(2001)曾提出以下幾個有關小螢幕中文字與圖形重疊的一些相關原則：

1. 小螢幕中文字不可與圖形重疊，這是因為文字與圖形重疊時，會因圖片背景的關係而使文字不易辨識。
2. 文字與圖片的重疊會影響圖片的完整性。
3. 圖片內不宜有文字，因為當圖形被忽略時，文字也將一起被忽略。

由上述可知，當文字因為圖片的背景關係而變得不容易識別時，學習者為了要看清楚圖片中的文字就得花費更多的心力，而且由於在行動載具上，圖形變得較小，使得文字與圖片的比例與一般的個人電腦螢幕明顯不同，所以文字在圖片上時，文字擋住的部份比例將會明顯的變多，以致於圖片會變得較不完整，所以當學習者要將文字和圖片進行參照連結時，將會花費較大的心智負荷，由此可見，由於圖文重疊所增加認知上的負荷可能會大於藉由圖文整合所減少的負荷，所以致使圖文整合在學習成效上並未有較佳表現。

除此之外，圖文整合方式的每一段解說文字都是整合在圖片中，在本研究中也並未特別標記每段文字的解說順序，若是圖文依序出現，則文字出現的順序當然會依照解說的順序，但如果是圖文同時出現，則學習者就必須多花費一些心力來將每一段解說文字的解說順序排列好，因此學習上就會多增加認知負荷，也因此會影響學習的成效，基於上述兩點，將導致圖文整合+同時出現的呈現方式之學習成效會最差，而認知負荷也會最高。

4.6 實驗結果討論

一、行動載具之輔助資訊的媒體呈現順序對學習成效及認知負荷皆有顯著的影響，且對於圖片與文字兩種媒體的呈現順序，以「圖片-文字-文字」的呈現順序最佳。

「圖片-文字-文字」的呈現順序在學習者的學習成效表現最好，而且「圖片-文字-文字」的呈現順序對於學習者的認知負荷也是最低，這表示學習者透過「圖片-文字-文字」的呈現順序進行學習，由於學習者可以較容易的對照參考文字和圖片的關聯性，並組織成新的概念，因此學習者所需付出的心智負荷及心智努力也相對較低，而且學習的成效也較高。

至於其他的媒體呈現順序，如「文字-文字-圖片」的呈現方式，由於在只有文字出現而沒有圖片出現時，學習者必須要花更多的心思在心中想像出一個圖片的樣子來和文字進行參照，所以所付出的心智負荷及心智努力也相對較高，而想像中的圖片與眼前所見的文字的由於較不容易相互參照及建立關聯性，所以較不容易組織成一個新的概念，而且學生在心中所想像的圖片有可能是錯誤的，以致於組織出一個錯誤的概念，於是造成學習成效不佳的情形。

由實驗的結果及上述可知，在不同的媒體呈現順序中，圖片出現得越早，學習成效越好，認知負荷也越低，這是由於圖片越早出現，越能幫助學習者將圖片與文字建立關聯性，也越能讓學習者更容易的組織成一個正確完整的概念。由此可知，「圖片-文字-文字」的呈現順序，的確是一個最好的媒體呈現順序。

二、行動載具之輔助資訊的媒體配置方式對學習成效及認知負荷皆有顯著影響，對於圖片與文字兩種媒體的配置方式，以圖片與文字「分列」的方式較佳。

由於在行動載具的螢幕尺寸較小，所以當圖片在顯示在行動載具的螢幕上時，圖片勢必得縮小成行動載具的螢幕尺寸，所以圖形就必需縮小，但文字卻不能跟著圖片相同的縮比例去縮小，因為文字如果縮得太小，將造成辨識上的困難而無法有效的閱讀，所以當文字與圖片以「整合」的方式呈現時，文字遮敝圖片的部份對會相對變大，所以原本在電腦螢幕上只是在圖片上占有一點點空間的一小段文字，到了行動載具上，卻會因為圖片縮小而使得文字遮敝了圖片中的一大半空間，造成學習者所看到的圖片變得不完整，因此在將文字和圖片建立關聯性時就會產生困難，以致於不易了解圖片和文字互相所要參照的意義，於是影響了學習者的學習，但是當文字與圖片是以「分列」的方式呈現時，就沒有文字遮敝圖片的問題發生了，因

此每一張圖片都是完整的，所以當文字和圖片要相互參照或建立關聯性時，就會比較容易了。

文字和圖片以「整合」的方式呈現時，當文字數量變得較多時，則由於文字遮蔽掉圖片的部份太多，反而會讓學習者將圖片給勿略掉，或者學習者得從圖片沒有被遮蔽掉的部份去拼湊出整個圖片的樣子，如此學習者就得必須花費更多的心思去將拼湊並重新建立出一個完整的圖片來與文字相互參照，但文字和圖片以「分列」的方式呈現時，雖然學習者仍然必須從圖片中去尋找出文字所對應的部份，但這樣卻不用再去拼湊出一個完整的圖片，因此所付出的心思也較少，所以「分列」的認知負荷會低於「整合」所造成的認知負荷。

三、行動載具之輔助資訊的媒體出現方式對學習成效及認知負荷皆有顯著影響，對於圖片與文字兩種媒體的出現方式，以圖片與文字「依序出現」的方式較佳。

本研究的文獻探討一章中，曾就過去的動態文字呈現的相關研究進行探討，當以文字以動態形式呈現時，可以提昇閱讀的效果，再者由於行動載具的螢幕尺寸較小，所能容納的資訊量有限，因此在行動載具的小螢幕上，將各個資訊物件(如一張圖片或一段文字)一個一個的依序呈現，可以讓螢幕畫面更加簡潔，減低畫面內容的複雜度，使用者在學習時也會更容易觀看和閱讀，而且不用花費更多的心思從許多的資訊物件中去搜尋、過濾或排列所需的物件，也因此在学习上能更專注在文字與圖形的相互參照及連結上，所以更容易將文字與圖片組織成新的概念，因此將有助於學習的成效，並能減低學習上的認知負荷。

四、行動載具之輔助資訊的媒體配置及出現方式的配對組合，以圖片和文字以「圖文分列」搭配「依序出現」的組合方式為最佳。

圖文分列不會因為文字在圖形中而造成文字辨識的困難，而依序出現則可以減少太多的資訊量同時呈現所造成的負荷，所以以圖文分列搭配依序出現的呈現方式，可以減低學習者的認知負荷，並提昇學習者的學習成效，是較佳的行動載具的多媒體呈現方式，由圖 25 可知，圖文分列搭配依序出現的學習效果最高，且其認知負荷也最低，可見這樣的搭配方式對學生的學習成效幫助最明顯。

配置方式及出現方式搭配組合的學習成效，以前測成績為共變數分析後，四種呈現方式的學習成效平均數如表 30：

表 30 四種配置方式及出現方式搭配組合的學習成效

依變數：學習成效

配置方式	出現方式	平均數	標準誤	95% 信賴區間	
				下限	上限
圖文分列	同時出現	62.102(a)	3.126	55.848	68.357
圖文分列	依序出現	68.851(a)	3.126	62.595	75.106
圖文整合	同時出現	55.207(a)	3.133	48.937	61.477
圖文整合	依序出現	61.444(a)	3.126	55.188	67.700

a 使用下列的值評估模型中的共變量：前測 = 56.3672.

四種配置方式及出現方式的搭配組合之認知負荷平均數如表 31：

表 31 四種配置方式及出現方式的搭配組合之認知負荷

依變數：認知負荷

配置方式	出現方式	平均數	標準誤	95% 信賴區間	
				下限	上限
圖文分列	同時出現	7.750	.718	6.314	9.186
圖文分列	依序出現	5.750	.718	4.314	7.186
圖文整合	同時出現	8.750	.718	7.314	10.186
圖文整合	依序出現	7.688	.718	6.252	9.123

將上述表 30 中之四種配置方式及出現方式搭配組合的學習成效的各組平均數及表 31 中之四種配置方式及出現方式的搭配組合之認知負荷的各組平均數繪製成一個長條圖，如圖 25，由圖中可以看出，圖文分列搭配依序出現的呈現方式之學習成效在四組中是最佳的，同時其認知負荷在四組中也是最低的，相對的，圖文整合搭配同時出現的呈現方式之學習成效在四組中是最差的，同時其認知負荷在四組中也是最高的，所以由此可知，行動載具的輔助資訊之呈現方式，以圖文分列搭配依序出現的呈現方式在四種組合之中，具有最佳的學習成效及最低的認知負荷，所以輔助資訊以圖文分列搭配依序出現的組合是最佳的呈現方式。

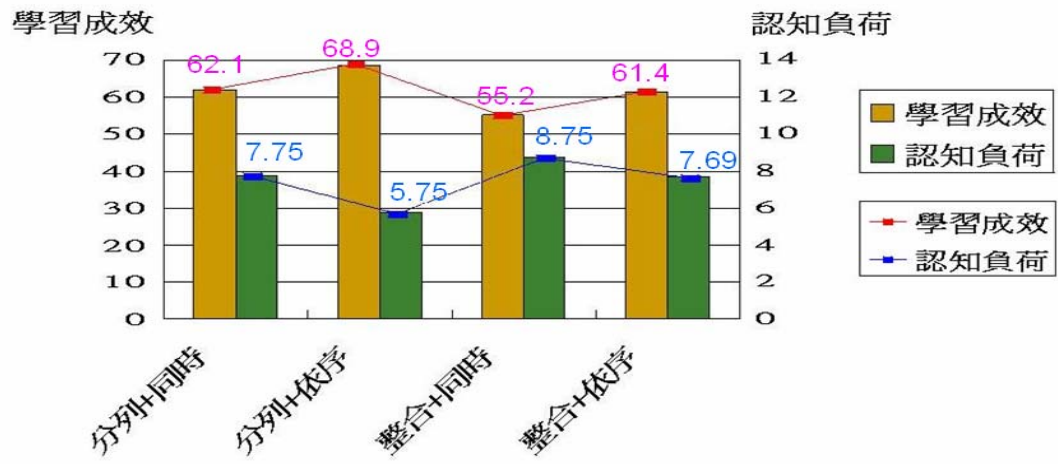


圖 25 實驗二的四種教材之學習成效及認知負荷的長條圖



五、實驗結論與未來研究方向

本研究之目的為探討輔助資訊應用在行動載具的介面中，輔助資訊所呈現之圖片與文字這兩種媒體型式的呈現順序、配置方式及出現方式對於學習者的學習成效及認知負荷的影響，本研究乃是以國中二年級的自然與生活科技中的氧化還原反應單元作為教材的主要內容，並以編輯手 6.0 多媒體編輯軟體將教材編輯成七種不同呈現方式的多媒體教材，經學生分組並進行正式實驗後，依實驗結果分析後，於本章給予本研究之研究結論、建議及未來研究方向，以提供為行動載具多媒體教材編輯上的一些參考。

5.1 結論

一、在行動載具介面中的輔助資訊的媒體呈現方式上，對於圖片與文字兩種媒體的呈現順序，以「圖片-文字-文字」的呈現順序最佳。

教材設計者在編輯行動載具的輔助資訊多媒體教材時，若採用文字或圖片依序出現的設計方式時，應以「圖文文」的順序來編輯，這樣對於學生的學習效果會最好，所造成的認知負荷也最低，這是因為圖片與文字需要經由參照鏈結才能將文字與圖形組織整合成一個概念，所以圖形最先出現時，最有利於學習者將圖片和文字參照鏈結並組織成一個概念。

二、在行動載具介面中的輔助資訊的媒體配置方式上，對於圖片與文字兩種媒體的配置方式，以圖片與文字「分列」的方式較佳。

教材設計者在編輯行動載具的輔助資訊多媒體教材時，圖片與文字的配置方式應以「圖文分列」的方式為最佳，這樣對於學生的學習效果會最好，所造成的認知負荷也最低，這是因為當圖文分列時，圖片完整且不會和文字重疊，容易了解圖片的意義，但這是當文字和圖片整合時，文字往往會和圖片重疊，而文字則會因為圖片的背景色的關係而不容易辨識，造成閱讀及學習上困難，雖然圖文整合可以降低一部份的認知負荷，但由於圖文重疊所增加的認知負荷顯然是更大的。

三、在行動載具介面中的輔助資訊的媒體出現方式上，對於圖片與文字兩種媒體的出現方式，以圖片與文字「依序出現」的方式較佳。

教材設計者在編輯行動載具的輔助資訊多媒體教材時，圖片與文字的出現方式

應以「依序出現」的方式為最佳，這樣對於學生的學習效果會最好，所造成的認知負荷也最低，這是因為依序出現的方式可以減少行動載具畫面上所出現的資訊量，資訊量較少，畫面會較簡潔，學習者更容易學習，同時也符合行動載具螢幕所能容納的資訊量有限的這項限制。

四、行動載具之輔助資訊的媒體配置及出現方式的配對組合上，將圖片和文字以「分列」的配置方式搭配「依序出現」的出現方式的組合方式為最佳。

教材設計者在編輯行動載具的輔助資訊多媒體教材時，圖片與文字的配置方式與出現方式的搭配組合，應以「圖文分列+依序出現」的組合方式為最佳，這樣對於學生的學習效果會最好，所造成的認知負荷也最低，這是因為圖文分列不會因為文字在圖形中而造成文字辨識的困難，且依序出現則可以減少螢幕上的資訊量，降低認知負荷，所以圖文分列搭配依序出現的呈現方式，是較佳的行動載具的多媒體呈現方式。

五、減少行動載具之輔助資訊畫面上的資訊量，可提昇學習成效及降低認知負荷。

本研究採用依序出現的呈現方式，主要是要減少行動載具的小螢幕上每一個畫面所顯示的資訊量，實驗結果可以發現，依序出現的螢幕畫面上的資訊量較同時出現少，結果依序出現的學習成效較高，且認知負荷較低，且達顯者的影響，由此可知，減少行動載具畫面上的資訊量，能有效提昇學習成效，也會降低認知負荷。

六、編輯行動載具的輔助資訊多媒體教材時，應避免以圖片和文字重疊的方式編輯。

教材設計者在編輯行動載具的輔助資訊多媒體教材時應避免以圖片和文字重疊，這是由於文字在圖片中會受圖片的背景顏色所影響，而造成文字不易辨識，形成閱讀上的困難，同時文字也會遮住圖片，也會造成圖片不完整，影響圖片與文字的參照鏈結，反而造成更大的認知負荷，而致使學習成效降低。

5.2 建議

依本研究的研究過程及結果，提出兩點建議：

1. 可實際使用真正的行動載具進行實驗，所得出結果將會更接近真實情況。
2. 可增加受測學生人數，做更大量的數據分析，使樣本更具代表性，本研究的樣本數每組僅為 16 人，若每組樣本數能有 30 人則較為理想。

邱政皓(2002)認為實驗研究法的樣本數需求與統計分析方法的數學原理有關，

當實驗的組數越多時，所需要的樣本數也會越多，以統計的常態性為基礎而言，每一組須至少有 30 個受試者(邱皓政， 2002)。Gay(2000)也指出，許多的實驗研究各組至少需有 30 人，但若是實驗研究有經過嚴謹的設計及控制者，則每組至少仍需 15 人方才有效 (Gay, L. R., 2000)，權威人士也大都認為每組至少 30 人最為理想，但若取樣上有其困難時，則起碼也應有 15 人(王智弘、王文科， 2007)，由上述可知，以實驗研究法而言，樣本數以每組 30 人以上較為理想。

5.3 未來研究方向

依本研究的研究過程及結果，提出三點未來研究的方向：

1. 依本研究結果之編輯原則，將其他適合使用行動載具輔助教學的領域學習單元設計成多媒體教材來輔助學生的學習。
2. 未來行動載具的螢幕尺寸可能會更多樣化，在不同尺寸的行動載具螢幕上呈現時，所造成的影響情形可能會發生變化，可再加以研究。
3. 未來行動載具的多媒體編輯工具更加發達時，可依本研究結果編輯各種適性化的教材以符合各種不同學習能力學生的需求。



參考文獻

- Baddeley, A. D. (1999). Essentials of human memory : Taylor & Francis .
- Brunken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (1999). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning . Educational Psychologist , 38 (1) , 53-61 .
- Chu, K. K. W. (2001). Users with small screens - less than 640 x 480 . 取自 :http://www.otal.umd.edu/uupractice/small_screen/ .
- Csete, J., Wong, Y., & Vogel, D. (2004). Mobile devices in and out of the classroom .
- Gay, L. R. (2000). Educational research : Competencies for analysis and application : Upper Saddle River, N.J. : Merrill, c2000 .
- Karkkainen, L., & Laarni, J. (2002). Designing for small display screens .
- Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning . Learning and Instruction , 12 (1) , 1-10 .
- Luchini, K., Quintana, C., & Soloway, E. (2004). Design guidelines for learner-centered handheld tools .
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning . Educational Psychologist , 38 (1) , 43-52 .
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000). A learner-centered approach to multimedia explanations: Deriving instructional design principles from cognitive theory . Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning , 2 (2) , 2004-2007 .
- Najjar, L. J. (1996). Multimedia information and learning . Journal of Educational Multimedia and Hypermedia , 129-150 .
- Paivio, A. (1990). Mental representations: A dual coding approach : Oxford University Press, USA .
- Quinn, C. (2000). Mlearning: Mobile, wireless, in-your-pocket learning . LiNE Zine , 2006 .
- Sadoski, M., & Paivio, A. (2001). Imagery and text: A dual coding theory of reading and writing : Lawrence Erlbaum .
- Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture . Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory , 43 , 215-266 .

- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10 (3), 251-296.
- Waycott, J., Jones, A., & Scanlon, E. (2005). Pdas as lifelong learning tools: An activity theory based analysis. *Learning, Media and Technology*, 30 (2), 107-130.
- Wierwille, W. W., & Eggemeier, F. T. (1993). Recommendations for mental workload measurement in a test and evaluation environment. *Human Factors*, 35(2), 263-281.
- 王智弘、王文科 (2007)。教育研究法。臺北市：五南圖書出版公司。
- 王瓏真 (2003)。中小學生對於燃燒之迷思概念研究。未出版之，國立臺中師範學院自然科學教育學系碩士論文。
- 朱彩馨 (2002)。以科技中介架構探討線上學習成效之詮釋研究。未出版之，國立中山大學資訊管理學系研究所博士論文。
- 行政院經濟建設委員會 (2003)。挑戰 2008:國家發展重點計畫，「挑戰 2008：國家發展重點計畫(2002-2007)」 92.1.6 修訂版：行政院經濟建設委員會，取自 <http://www.cepd.gov.tw/ml.aspx?sNo=0001539&ex=1&ic=0000015>。
- 吳瑞源、吳慧敏 (2008)。動畫教材之學習者控制播放模式與多媒體組合形式對學習成效與學習時間影響之研究。師大學報：科學教育類，53 (3)，1-26。
- 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。未出版之，國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文。
- 李岱芳 (2001)。情境式學習在氧化還原網站之應用與研究。未出版之，靜宜大學應用化學研究所碩士論文。
- 李銘川 (2003)。中小學學生對生鏽之迷思概念研究。未出版之，臺中師範學院自然科學教育學系碩士班碩士論文。
- 周斯畏 (1999)。網路科技對教育的影響—學習環境、學習型式、師生互動、與教學內容的探討。中華管理評論，2 (3)，89-96。
- 林立傑、蔡志鴻 (2004)。開創空教新紀元—數位學習應用之展望：取自 http://www.edu-on-air.org.tw/document/service_17.htm。
- 邱皓政 (2002)。量化研究與統計分析。臺北市：五南圖書出版公司。
- 唐宇軒 (2007)。探討 pda 閱讀/搜尋作業中影響績效和視覺疲勞之因子。未出版之，明志科技大學工業管理研究所碩士論文，台北。

- 徐易稜 (2001)。多媒體呈現方式對學習者認知負荷與學習成效之影響研究。未出版之，國立中央大學資訊管理研究所碩士論文。
- 祝勤捷 (2002)。國小自然科教學網站內容與介面設計評估指標之研究。未出版之，國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 翁嘉鴻 (2001)。以認知負荷觀點探討聽覺媒體物件之媒體呈現方式對學習成效之影響，國立中央大學資訊管理學系碩士論文。
- 梁嘉航 (2004)。應用於戶外生態課程的跨平台行動學習系統之設計與研究。未出版之，國立清華大學 資訊系統與應用研究所碩士論文。
- 許耀升、羅希哲 (2007)。智慧型 pda 融入國民中學自然與生活科技領域教學之行動研究。科學教育，2-17。
- 郭展佑 (2004)。建置一個應用於戶外課程之 pda 學習護照系統。未出版之，國立中央大學網路學習科技研究所碩士論文。
- 陳宗禧、黃悅民、邱柏升、張承憲 (2008)。情境感知行動學習環境學習者行為意向之研究。
- 陳淑筠 (2002)。國內學生自然科學迷思概念研究之後設研究。未出版之，國立台東師範學院教育研究所碩士論文。
- 陳祺祐、林弘昌 (2007)。行動學習在教育上的應用與分析 (卷四十)：生活科技教育月刊。
- 智勝國際科技網站 (2009)。編輯手soezauthoring6.0。取自：<http://www.caidiy.com/soEZAauthoring/index.htm>。
- 黃中宏 (2003)。Pda 小螢幕圖示配置與資訊呈現視認性之相關研究。未出版之，東海大學工業工程與經營資訊研究所碩士論文。
- 楊熾能 (2006)。小螢幕文本呈現方式與視窗尺寸對閱讀速率理解率閱讀效率滿意度之效應研究。天主教輔仁大學資訊管理學系碩士論文。
- 經濟部工業局 (2004)。2004 台灣數位內容產業白皮書：經濟部工業局。
- 葉素玲 (2007)。臺大教師多媒體與網路輔助教學經驗分享。取自：<http://ctld.ntu.edu.tw/epaper/?p=385&page=2>。
- 簡佑宏 (2007)。小螢幕之動態中文文本閱讀。國立台灣科技大學設計研究所博士學位論文。

附錄

附錄一 認知負荷量表：

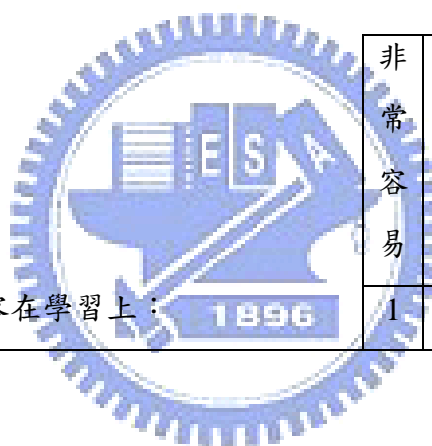
認知負荷量表

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____ 組別：_____

看過之前上課介紹的內容後，試著回想自己的學習過程，並回答以下問題。

填答說明：請在右方的選項中，選出您真實的感受，將對應的數字圈起來：

1. 我認為此教材的內容在學習上：



非常 容 易	容 易	還 算 容 易	難 易 適 中	有 點 困 難	困 難	非 常 困 難
1	2	3	4	5	6	7

2. 我覺得花了很大的心力，才能記得教材的內容：

非 常 不 同 意	不 同 意	有 點 不 同 意	無 法 判 斷	有 點 同 意	同 意	非 常 同 意
1	2	3	4	5	6	7

附錄二 學習成效測驗試卷

氧化還原反應

第一單元教材

後測 試卷

班級	座號	姓名	教材組別	成績

這份試卷一共有三頁，共有 20 題單選題，每一題都只有一個最佳答案，請同學將每一題的最佳答案填入該題答案欄的空格括弧中。

題號	答案欄	題 目
1	()	鎂帶、木炭、鋼絲絨在空氣中燃燒時，都是和何種物質結合呢？ (A)氮 (B)氧 (C)碳 (D)硫。
2	()	下列何者 <u>不是</u> 氧化反應？ (A)鐵生鏽 (B)鹽酸與氫氧化鈉發生酸鹼中和 (C)銅加熱後表面生成黑色物質 (D)紙張燃燒。
3	()	有關鐵製的刀片在空氣中生鏽的敘述，下列何者正確？ (A)會伴隨著光和熱產生 (B)是劇烈的氧化反應 (C)沒有燃燒的現象產生 (D)不算是氧化反應。
4	()	鋼絲絨在空氣中燃燒時主要是哪兩種物質發生結合的反應？ (A)鐵和碳 (B)鐵和氧 (C)鐵和氮 (D)碳和氧
5	()	下列有關氧化反應的敘述，何者 <u>錯誤</u> ？ (A)所有的氧化反應，一定會發光發熱 (B)氧化反應是物質和氧結合的反應 (C)非金屬氧化物溶於水後的水溶液，能使石蕊試紙變紅色

		(D)金屬氧化物溶於水後的水溶液會呈酸性。
6	()	以燃燒匙取一小顆鈉粒，並將燃燒匙放在酒精燈上加熱，則下列有關鈉粒加熱時的敘述何者 <u>錯誤</u> ？ (A)鈉粒在加熱後會熔化並起火燃燒 (B)鈉粒燃燒後的產物可溶於水 (C)鈉粒燃燒時火焰呈藍紫色 (D)鈉粒燃燒後會生成氧化鈉。
7	()	將鈉粒在空氣中燃燒的產物溶於水中，用石蕊試紙測試水溶液，試紙將呈現何種顏色？ (A)紅色 (B)黃色 (C)綠色 (D)藍色。

題號	答案欄	題 目
8	()	以燃燒匙取少量硫粉，點燃後再放入氧氣瓶中燃燒。下列有關硫粉燃燒的敘述，何者正確？ (A)燃燒的硫粉放入氧氣瓶中，火焰立即熄滅 (B)黃色的硫粉，燃燒時產生黃色的火焰 (C)硫粉燃燒的時候，會產生刺激性的臭味 (D)硫粉燃燒產生的氣體溶於水後可使紅色石蕊試紙變藍色。
9	()	有關硫粉在氧氣瓶中燃燒的敘述，下列何者正確？ (A)硫粉燃燒時火焰顏色呈黃色 (B)將硫粉燃燒後的產物溶於水後，水溶液呈酸性 (C)硫粉燃燒後的產物溶於水後，pH 值大於 7 (D)硫粉燃燒後所產生的氣體為二氧化碳。
10	()	硫粉在氧氣瓶中燃燒後，將燃燒後的產物溶於水中，再以石蕊試紙測試水溶液的酸鹼性，則石蕊試紙將呈現何種顏色？ (A)紅色 (B)黃色 (C)綠色 (D)藍色。
11	()	有關鈉和硫在空氣中燃燒後所生成的產物溶於水中的情形，下列敘述何者正確？

		(A)兩者皆可溶於水 (B)兩者皆不能溶於水 (C)鈉的產物可溶於水，但硫的產物不能溶於水 (D)硫的產物可溶於水，但鈉的產物不能溶於水。
12	()	有關鈉和硫在空氣中燃燒後所生成的產物溶於水後，水溶液的酸鹼性，下列敘述何者正確？ (A)兩者的產物溶於水後皆呈鹼性 (B)兩者的產物溶於水後皆呈酸性 (C)鈉的產物溶於水後呈酸性，硫的產物溶於水後呈鹼性 (D)鈉的產物溶於水後呈鹼性，硫的產物溶於水後呈酸性。
13	()	下列各物質的水溶液，呈鹼性的有哪幾項？甲.氧化鈉；乙.二氧化碳；丙.氧化鎂；丁.二氧化硫；戊.氧化鈣。 (A)甲乙 (B)甲丙 (C)乙丁 (D)甲丙戊。
14	()	以燃燒匙或坩堝夾取少量的下列各種金屬，並將下列金屬置於酒精燈上加熱後，何者 <u>無法</u> 發生起火燃燒的現象？ (A)鈉粒 (B)鎂帶 (C)鋅粉 (D)銅粉。
15	()	可利用下列何種方法來比較不同金屬元素對氧的活性大小？ (A)檢視金屬元素的光澤 (B)觀察金屬元素在空氣中的燃燒的難易程度 (C)測量金屬元素的導電性 (D)測量金屬元素的密度。

題號	答案欄	題目
16	()	下列甲乙丙丁四個有關銅的敘述中，哪些敘述是正確的？ 甲.銅是呈現紅色光澤的金屬； 乙.銅粉可燃燒，燃燒時會產生黃色的火焰； 丙.銅粉加熱時不起火燃燒，但會在表面生成一層黑色的氧化物； 丁.燃燒產物會溶於水，且水溶液會呈酸性。

		(A)甲丙 (B)甲乙丙 (C)乙丙丁 (D)甲乙丙丁。
17	()	將鋅粉放在燃燒匙內，並將鋅粉置於酒精燈上加熱，則有關反應的過程，下列敘述何者正確？ (A)立刻起火燃燒且會持續燃燒 (B)加熱一段時間後才開始起火燃燒，且會持續燃燒 (C)無法起火燃燒 (D)加熱一段時間後才開始起火燃，且燃燒過程中隨時要利用探針撥開表面的鋅粉才能再繼續燃燒。
18	()	有關鎂帶以酒精燈加熱後所發生的現象，下列敘述何者正確？ (A)鎂帶加熱後不易在空氣中燃燒 (B)鎂帶燃燒時會發出耀眼的強烈黃光 (C)鎂帶燃燒後的產物為氧化鎂 (D)鎂帶燃燒後的產物溶於水時，水溶液呈酸性。
19	()	鎂、鋅、銅在空氣燃燒的難易程度， <u>由易到難</u> 依序為何？ (A)鎂 > 鋅 > 銅 (B)銅 > 鋅 > 鎂 (C)鋅 > 鎂 > 銅 (D)鎂 > 銅 > 鋅。
20	()	下列各種金屬中，何者對氧的活性最大？ (A)鋅 (B)銅 (C)鎂 (D)三者對氧的活性一樣大。

--- 試卷題目結束 ---

班級	座號	姓名	教材組別	成績

這份試卷一共有三頁，共有 20 題單選題，每一題都只有一個最佳答案，請同學將每一題的最佳答案填入該題答案欄的空格括弧中。

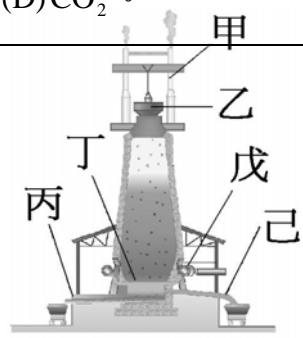
題號	答案欄	題 目
1	()	甲、乙、丙、丁四個有關氧化還原的敘述，哪幾個是正確的？ 甲.氧化反應與還原反應必相伴發生； 乙.氧化反應與還原反應不可能相伴發生； 丙.在冶煉礦物時，常利用還原劑把金屬還原出來； 丁.在氧化還原反應中，本身被氧化的物質叫做氧化劑。 (A)甲丙 (B)乙丙 (C)甲丁 (D)乙丁。
2	()	關於氧化還原反應的敘述，下列何者 <u>不正確</u> ？ (A)還原劑具有將另一物質還原的能力 (B)氧化劑本身發生氧化反應 (C)氧化物失去氧的反應稱為還原反應 (D)被還原的物質，具有氧化另一物質的能力。
3	()	在 $\text{Zn} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnO}$ 的反應中，下列敘述何者 <u>不正確</u> ？ (A)Zn 被氧化成 ZnO (B)CuO 被還原成 Cu (C)Zn 為還原劑 (D)ZnO 為氧化劑。
4	()	關於 $\text{Mg} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{MgO}$ 的反應中，下列甲、乙、丙、丁四個敘述中，有哪幾個敘述是正確的？ 甲：Mg 是還原劑，CuO 是氧化劑 乙：Mg 是氧化劑，CuO 是還原劑 丙：Mg 發生還原反應，CuO 發生氧化反應

		丁：CuO 發生還原反應，Mg 發生氧化反應 (A)甲丙 (B)乙丁 (C)甲丁 (D)乙丙
5	()	把點燃的鎂帶放進裝滿二氧化碳的集氣瓶中，則下列敘述何者正確？ (A)CO ₂ 沒有助燃性，所以鎂帶熄滅 (B)鎂帶繼續燃燒，並且產生黑色的碳粒 (C)CO ₂ 含氧，所以是做為還原劑 (D)鎂被還原為白色氧化鎂。

題號	答案欄	題 目
6	()	下列何者屬於還原反應？ (A)氧化銅變成銅 (B)鈉變成氧化鈉 (C)硫變成二氧化硫 (D)碳變成二氧化碳。
7	()	下列哪一種物質起火燃燒時， <u>不宜</u> 使用二氧化碳來滅火？ (A)紙張 (B)汽油 (C)鎂粉 (D)木材。
8	()	關於下列反應： $2Na + CO \rightarrow Na_2O + C$ ，下列敘述何者 <u>錯誤</u> ？ (A)鈉被氧化成氧化鈉 (B)一氧化碳被還原成碳 (C)鈉為氧化劑 (D)對氧的活性大小：Na > C。
9	()	在「 $2Mg + CO_2 \rightarrow C + 2MgO$ 」反應中，Mg <u>不具有</u> 下列何種功能或作用？ (A)是作為還原劑 (B)反應過程中會失去氧 (C)本身會被氧化 (D)具有將另一物質還原的能力。
10	()	鎂帶與氧化鋅在隔絕空氣的條件下混合加熱的反應如下： $Mg + ZnO \xrightarrow{\text{加熱}} MgO + Zn$ 下列有關此反應的敘述何者正確？ (A)鋅被氧化，鎂被還原 (B)氧化鋅被氧化，鎂被還原

		(C)對氧的活性：鎂>鋅 (D)鎂是還原劑，鋅是氧化劑。
11	()	在化學反應式： $Mg + CuO \rightarrow Cu + MgO$ 中，下列何者具有將另一物質氧化的能力？ (A) Mg (B) CuO (C) Cu (D) MgO。
12	()	高爐中煉鐵的主要反應有二： (1) $2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2$ ； (2) $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ ， 則下列有關反應式(1)中的 C 與反應式(2)中的 CO 之敘述，何者正確？ (A)二者均為氧化劑 (B)二者均為還原劑 (C)C 為氧化劑，CO 為還原劑 (D)C 為還原劑，CO 為氧化劑。
13	()	下列有關高爐煉鐵的敘述，下列何者正確？ (A)受料斗位在高爐底部，煉鐵的原料會由受料斗送入 (B)風口位在高爐的頂端，由風口鼓入熱空氣幫助爐內燃燒 (C)因為碳對氧的活性比鐵大，所以碳是當氧化劑。 (D)熔渣會由出渣口流出，這些熔渣可作為水泥的原料。

題號	答案欄	題目
14	()	已知高爐煉鐵的反應式如下： $2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2$ ，則此反應中何者為氧化劑？ (A) Fe_2O_3 (B) C (C) Fe (D) CO_2 。
15	()	右圖是高爐煉鋼用的高爐構造圖，則有關高爐各部位的名稱，下列敘述何者正確？ (A)甲是受料斗 (B)丁是出渣口



		(C)戊是風口 (D)己是出鐵口
16	()	有關高爐煉鐵的敘述，下列何者正確？ (A)煤焦的主要成份為碳，是當作氧化劑 (B)灰石的主要成份為碳酸鈣，是當作還原劑 (C)由高爐的出鐵口所流出的液態鐵冷卻後就是熟鐵 (D)反應中所產生的一氧化碳也可作為還原劑
17	()	冶煉鐵礦時需要加入灰石，請問加入灰石的主要目的為何？ (A)做為催化劑之用 (B)吸取煉鐵時產生的廢氣 (C)和熔鐵形成鐵的混合物 (D)生成氧化鈣，可和鐵礦中的泥沙生成溶渣。
18	()	將鐵礦、灰石與煤焦置於高爐中煉鐵，下列敘述何者 <u>錯誤</u> ？ (A)煤焦發生氧化反應 (B)沒有灰石就無法將鐵還原出來 (C)鐵礦中之氧化鐵扮演氧化劑 (D)灰石在高爐中會發生分解產生氧化鈣。
19	()	關於煉鐵時所產生的熔渣，下列敘述何者正確？ (A)液態鐵的密度比熔渣小，液態鐵會浮在熔渣上面 (B)熔渣會和液態鐵一起由出鐵口流出 (C)熔渣可防止鐵與空氣接觸而氧化 (D)熔渣為工業廢棄物，無法回收或做其他利用。
20	()	下列有關煉鐵的敘述，何者 <u>錯誤</u> ？ (A)由高爐底部的風口不斷地鼓入空氣，幫助煤焦燃燒 (B)煤焦是當還原劑將氧化鐵還原成鐵 (C)高爐內有一氧化碳，一氧化碳可做為氧化劑 (D)Fe ₂ O ₃ 是鐵礦的主要成份之一。

--- 試卷題目結束 ---

班級	座號	姓名	教材組別	成績

這份試卷一共有三頁，共有 20 題單選題，每一題都只有一個最佳答案，請同學將每一題的最佳答案填入該題答案欄的空格括弧中。

題號	答案欄	題 目
1	()	呼吸作用藉吸入的氧氣將何種物質氧化得到能量？ (A)氯化鈉 (B)碳酸鈣 (C)葡萄糖 (D)水。
2	()	下列何種物質的主要作用是用來作為氧化劑之用呢？ (A)漂白劑 (B)維他命 C (C)維他命 E (D)胡蘿蔔素。
3	()	下列是坊間食品中常用的添加物，哪一個 <u>不是</u> 用來當做抗氧化劑的用途呢？ (A)胡蘿蔔素 (B)維他命 C (C)維他命 E (D)色素。
4	()	下列哪些反應 <u>不屬於</u> 氧化還原反應？ (A)利用漂白劑漂白衣物 (B)食品中添加維他命 E 以延長保存期限 (C)胃藥中的弱鹼性物質中和過多的胃酸 (D)鐵在空氣中逐漸生鏽。
5	()	甲.酸鹼中和；乙. 用煤焦冶煉鐵礦；丙.呼吸作用；丁.光合作用。請問上列哪些選項為氧化還原反應？ (A)甲乙丁 (B)甲乙丙

		(C)乙丙丁 (D)甲丁。
6	()	關於家庭常用的衣物漂白劑，下列敘述何者 <u>錯誤</u> ？ (A)通常是一種強氧化劑 (B)通常分為氧系漂白劑和氯系漂白劑 (C)可除去沾染在衣物上的其他顏色物質 (D)利用溶解的物理變化將污垢溶解，達到漂白功能。
7	()	家用的氧系漂白劑的主要成份為下列何者？ (A)臭氧 (B)氫氧化鈉 (C)雙氧水 (D)次氯酸鈉。

題號	答案欄	題 目
8	()	日常生活中有不少氧化還原反應，下列何者 <u>不是</u> 氧化還原反應？ (A)在食物中常會添加維他命 C、維他命 E 等，以避免食物變質 (B)植物行光合作用，將二氧化碳及水轉成葡萄糖和氧 (C)以洗衣粉洗去衣服上骯髒的污垢。 (D)以漂白水漂白紙漿、棉、麻纖維等
9	()	多攝取下列何種營養素，除了可以加強體內的免疫反應外，更可以保護維他命 A 不受氧化破壞？ (A)胡蘿蔔素 (B)維他命 B (B)維他命 C (D)維他命 E
10	()	下列何者是氯系漂白水的主要成分？ (A)氯化鈉 (B)次氯酸鈉 (C)氯化氫 (D)過氧化氫。
11	()	部份的免洗筷業者常會利用何種物質漂白，導致筷子上容易會殘留有該種物質呢？ (A)次氯酸鈉 (B)二氧化硫 (C)過氧化氫 (D)鹽酸
12	()	植物的光合作用是藉著葉綠素與陽光，將二氧化碳與水反應，最後

		產生葡萄糖與氧氣， $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ ，則光合作用中何者被還原？ (A) CO_2 (B) H_2O (C) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (D) O_2
13	()	市面上所販售的金針，常會有業者利用下列何種物質來將金針漂白，以增進金針的賣相，所以消費者購買時應謹慎選擇比較？ (A) 氧系漂白劑 (B) 氯系漂白劑 (C) 二氧化硫 (D) 二氧化碳
14	()	氯系漂白劑不可與下列何種物質混合一起使用，否則會產生有毒的氯氣？ (A) 食鹽水 (B) 氫氧化鈉 (C) 酒精 (D) 鹽酸
15	()	下列何種營養素是維他命 A 的前身，只要人體需要就可以轉變為維他命 A？ (A) 胡蘿蔔素 (B) 維他命 B (B) 維他命 C (D) 維他命 E
16	()	面霜或乳液中常會加入何種物質，可以促進皮膚癒合及減少疤痕的形成？ (A) 胡蘿蔔素 (B) 維他命 A (B) 維他命 C (D) 維他命 E

題號	答案欄	題 目
17	()	下列有關氧化還原的敘述，何者 <u>錯誤</u> ？ (A) 呼吸作用中，吸進的氧氣與體內葡萄糖反應，此時葡萄糖為還原劑 (B) 業者利用二氧化硫將竹筴漂白，此時的二氧化硫為氧化劑 (C) 食品中添加維他命 C 作為抗氧化劑 (D) 鐵生鏽時，鐵是還原劑，氧氣為氧化劑
18	()	人體若缺乏下列何種營養素，容易造成壞血病？

		(A)維他命 A (B)維他命 C (B)維他命 E (D)胡蘿蔔素
19	()	在寒冷的冬天裡，人們常會使用暖暖包來取暖，暖暖包裡面的主要成份有鐵粉、碳粉、食鹽等物質，試問暖暖包會發熱的主要原理為何呢？ (A)碳粉燃燒時會放出熱量 (B)鐵粉生鏽時會放出熱量 (C)食鹽溶解時會放出熱量 (D)食鹽結晶時會放出熱量
20	()	下列甲、乙、丙、丁四個有關使用漂白劑的敘述中，有哪幾個的敘述是正確的？ 甲：氧系漂白劑因漂白能力較強，不適合用於花色衣物的漂白 乙：氯系漂白劑加水稀釋，具有很好的殺菌效果 丙：漂白劑是一種強氧化劑 丁：氧系漂白劑的主要成份為臭氧 (A)甲乙丙丁 (B)甲乙丁 (C)甲乙丙 (D)乙丙

