

# 國立交通大學

理學院碩士在職專班網路學習組

## 碩士論文

多媒體教材在行動載具上

不同呈現方式之學習成效探討

-以高一生活科技為例

The Study of Learning Achievement of Multimedia Courseware with Different Displaying Methods on Mobile Devices - in Senior High School “Living Technology” Classes as an Example

研究生：何詩欽

指導教授：陳登吉 教授

中華民國九十八年六月

多媒體教材在行動載具上  
不同呈現方式之學習成效探討與評估  
-以高一生活科技為例

研究生：何詩欽 Student： *Shih-Chin Ho*  
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

# 多媒體教材在行動載具上

## 不同呈現方式之學習成效探討與評估

### -以高一生活科技為例

學生：何詩欽

指導教授：陳登吉 教授

國立交通大學理學院網路學習碩士在職專班



科技發展日新月異，無線寬頻技術日趨成熟，行動載具價格廣受一般民眾接受，現今正邁入行動學習的時代，行動化學習，應更強調個人化學習，並更重視個人學習風格以及適合個人化的多媒體呈現方式，而多媒體教材該如何設計，先前已有許多文獻探討『多媒體不同呈現方式』對於提高學習有顯著成效;例如:多媒體實驗(文字、文字+圖片、文字+動畫)，所得結果為文字+動畫的組合成效最好(Szabo、Poohkay，1996)，而另一個多媒體實驗(文字、文字+圖片、文字+動畫)，所得結果為文字+圖片的組合成效最好(Lai，1998)，但文獻中並未將『多媒體呈現方式』與『學習風格』作兩因子之實驗設計，是否因此得出結果並不統一，仍值得繼續研究。

行動學習之學習工具-行動載具，其可呈現『資訊量』有限，而行動化學習更須重視個人化學習及個人『學習風格』與適合個人化之『多媒體呈現方式』，現今仍極缺乏文獻針對探討行動載具『資訊量』、『Felder & Silverman學習風格』、『多媒體呈現方

式』三者的關聯。且因行動載具的螢幕較小，究竟何種多媒體呈現順序組合，才是對不同學習類型學習者是最好的方式？

本研究採準實驗設計方法，實驗對象為新竹縣某所高中一年級 4 個班級學生共 154 人，實驗教材為高一生活科技「能源與動力科技」單元，探討行動載具上教材設計時『資訊量』數多少最佳，且『不同種類』的『多媒體呈現順序組合』之教材，透過實驗找出何種組合方式，對於視覺型、語言型學生，其學習成效最佳，並作為未來行動載具上製作多媒體教材設計之參考依據。

國際數據資訊機構(IDC)預測未來智慧型手機將成為未來的主流，而 3.5 吋為其主流規格，故本研究實驗之設計控制螢幕大小於 3.5 吋下進行實驗，收集數據統計分析的結果發現如下：

- (1) 搭配資訊量 4 的多媒體教材，其認知負荷最低。
- (2) 最適合在不分學習風格，整體考量下之行動載具上學習之多媒體呈現順序為(AP) (先聲音後圖像)
- (3) 最適合語言型學生於行動載具上學習之多媒體呈現順序多媒體呈現順序為(TA) (先文字後聲音)
- (4) 最適合視覺型學生於行動載具上學習之多媒體呈現順序之多媒體呈現順序為(AP) (先聲音後圖像)
- (5) 行動載具上學習多媒體教材其『認知負荷』與『學習成效』呈現高度相關。

本研究的結果，將可提供教師在往後教導「能源與動力科技」主題教學時，製作行動學習之多媒體教材之參考。

關鍵字：資訊量、學習類型、媒體呈現方式、認知負荷、行動載具

Student : *Shih-Chin Ho*

Advisor : *Dr. Deng-Jyi Chen*

Degree Program of E-Learning

Collage of Science

National Chiao Tung University

### Abstract

With the rapid development in technology, the technique of wireless broadband has been more and more sophisticated, and the price of mobile devices has been broadly accepted by customers. Even though the era of mobile learning is approaching nowadays, the importance of personalized learning shouldn't be ignored.

Many researches show different displaying methods can help students get greater achievement. For example, One research shows the team combining texts and animations got higher achievement(Szabo、Poohkay、1996). However, another research shows the team combining texts and pictures got higher achievement(Lai、1998). Because those two researches did not have same result, we need to do deeper research on the topic. This thesis is designed to do a research on the relationship among the amount of information carried by the mobile devices, different learning styles of student and the different displaying methods on mobile devices

The method of the thesis is Quasi-Experimental Designs on 4 classes of 1st graders in a senior high school in Hsin Chu County in Taiwan; the teaching material is “Technology of Power and Motion” in the course of “Living Technology.” The thesis is intended to analyze:

- (1) How much amount of information carried by mobile devices is the optimized in terms of students of visual learning and verbal learning respectively?

- (2) What displaying method on mobile devices work best for students of visual learning and verbal learning respectively?

The results of the thesis are presented as the following:

- (1) When the amount of information carried by mobile devices lies in 4, the cognitive load is the lowest for both students of visual learning and verbal learning.
- (2) The most optimized displaying methods on mobile devices is AP (Audio first and then Pictures).
- (3) The most optimized displaying methods on mobile devices for the students of verbal learning is TA( Text first and then Audio).
- (4) The most optimized o displaying methods on mobile devices for the students of visual learning is AP (Audio first and then Pictures).
- (5) The cognitive load of learning on mobile devices is highly related with the learning achievement.

Hopefully, the results of the thesis can be widely used as a reference for teachers when implementing mobile learning in the near future.

Key words: Elements of Information 、 The Different Displaying Methods of Multimedia 、 Learning Styles 、 Cognitive Load 、 Mobile Device

# 誌謝

本論文能夠順利完成，首先要感謝指導教授陳登吉博士，感謝他為我的研究所求學旅程生涯上開創一條康莊大道，同時更感謝孔崇旭教授每星期從台中舟車勞頓北上來進行指導，其無論在論文上的寫作、及心靈上的鼓舞給予我莫大的鼓勵與支持，在學術研究領域中給予我許多啟發，讓我有許多學習的機會，因自己本身工作上的繁忙，常致使進度落後，感謝孔教授總是有耐心地指導，且鼓勵著我，與教授討論完，總是又讓我再度充滿信心，調整方向，繼續前進。且對於我投入許多時間與精神來指導，讓我學習到了許多在學術研究上所應堅持的嚴謹和審慎的態度，在此誠摯致上無限的謝意與感激。

在交大學習的兩年，體會到同時扮演好多個角色，確實蠻不容易，身為一位老師、先生、父親、同時又是學校組長、也是交大的學生；家庭、工作、學業希望都能均衡照顧好，在職進修的期間，所有時間都被排滿，『充實的』過日子，但總算是一直堅持到最後論文的完成。

感謝我的大學同學楊青山，是他鼓勵我來報考，我才有此機會進入到此一學習殿堂，另外感謝口試委員給予我珍貴的建議，讓我的論文更加充實，且完善，也很感謝實驗室的同學，郁雯學姊、哲維、秉文、鈺群、俊呈同學，感謝您們不論在論文的寫作、統計分析等方面指導我甚多，這兩年來相互鼓舞、打氣、並陪伴著我成長，還有我任教學校的同仁郭慧蘭、陳翠英老師您們的協助，以及我任教的學校教務處同仁在我這兩年來的協助、包容體諒，最後要感謝老婆及小孩在此段期間給予我全力的支持與體諒，使我能全心全意完成論文。非常感謝您們！同時也謝謝我最親愛的爸爸、媽媽及我的親友們對我的關懷與協助，是背後支撐我的最大力量，我才能一路有衝勁，順利拿到學位！謹將此論文獻給我最親愛的家人及協助、關心本論文完成的師長、朋友及親友們。

何詩欽 謹誌

中華民國九十八年七月

# 目錄

目錄.....	VI
表目錄.....	IX
圖目錄.....	XI
<b>一、緒論.....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的與問題.....	5
1.3 名詞解釋.....	5
1.3.1 學習風格.....	5
1.3.2 行動載具.....	5
1.3.3 行動學習(Mobile Learning).....	6
1.3.3 學習成就 (Learning Achievement).....	7
1.4 研究範圍與限制.....	7
<b>二、文獻探討.....</b>	<b>8</b>
2.1 學習風格.....	8
2.1.2 學習風格與學習成效關係.....	13
2.1.2 Felder & Silverman學習風格量表.....	14
2.2 訊息處理理論.....	16
2.2.1 短期記憶之初始收錄本質為聽覺形式.....	18
2.2.2 短期記憶與工作記憶之關係.....	19
2.3 多媒體呈現方式.....	20
2.3.1 多媒體的定義.....	20
2.3.2 多媒體學習認知理論.....	21
2.4 相關研究.....	25
2.4.1 學習風格對學習成效影響.....	25



2.4.2 多媒體呈現方式對學習成效影響.....	27
<b>三、研究架構與方法.....</b>	<b>29</b>
3.1 研究流程及架構.....	29
3.1.1 研究流程.....	30
3.1.2 研究架構.....	31
3.2 實驗設計.....	32
3.2.1 實驗步驟.....	32
3.2.2 實驗設計.....	34
3.2.3 實驗對象.....	40
3.2.4 取樣方法.....	41
3.3 研究工具.....	41
3.3.1 Felder 和Silverman學習風格量表.....	41
3.3.2 多媒體教材.....	42
3.3.3 生活科技學習成效後測試卷.....	44
3.3.4 認知負荷量表.....	45
3.4 資料處理.....	45
3.5 多媒體教材編輯製作.....	46
3.5.1 多媒體教材編輯製作軟體—智勝編輯手.....	46
3.5.2 多媒體教材畫面設計.....	48
3.5.3 多媒體教材編輯.....	49
<b>四、結果與討論.....</b>	<b>54</b>
4.1 探討適合行動載具畫面大小單面教材資訊量.....	54
4.1.1 進行階段一實驗前的前測分析.....	54
4.1.2 階段一實驗後測成績單因子變異數分析的結果.....	55
4.1.3 階段一實驗認知負荷量統計表.....	55

4.1.4 階段一實驗結果摘要.....	57
4.2 教材類型對「語言型」四組學生在學習成效上的差異.....	58
4.2.1 前測分析-[語言型]學生的同質性檢定.....	58
4.2.2 [語言型學生]與教材類型之變異數分析.....	59
4.2.3 [語言型學生]與教材類型之學習成就比較.....	61
4.3 教材類型對「視覺型」四組學生在學習成效上的差異.....	62
4.3.1 前測分析-[視覺型]學生的同質性檢定.....	62
4.3.2 [視覺型學生]與教材類型之變異數分析.....	63
4.3.3 [視覺型學生]與教材類型之學習成就比較.....	65
4.4 教材類型對整體學生(所有樣本)在學習成效上的差異.....	66
4.4.1 前測分析-[視覺+語言型]八組學生的同質性檢定.....	66
4.4.2 [視覺+語言型]八組學生與教材類型之變異數分析.....	66
4.4.3 [視覺+語言型]八組學生與教材類型之學習成就比較.....	68
4.5 認知負荷與學習成效相關性分析.....	69
4.6 結果摘要.....	69
<b>參考文獻.....</b>	<b>74</b>
<b>附錄一 學習風格量表.....</b>	<b>78</b>
<b>附錄二 學習成就測驗試卷.....</b>	<b>84</b>
<b>附錄三 認知負荷問卷.....</b>	<b>89</b>

# 表目錄

表 1 國內外學者對學習風格之定義.....	9
表 2 學習風格歸類表 .....	13
表 3 FELDER 和 SILVERMAN 的學習風格四個學習面向.....	15
表 4 多媒體的定義 參考MAYER(2001)後自行整理 .....	21
表 5 多媒體學習認知理論三項重要假設.....	22
表 6 階段一實驗分組之觀看教材順序方式(*註 5:為避免次序效應).....	38
表 7 階段一實驗分組方式.....	38
表 8 階段二的實驗設計分組.....	40
表 9 多媒體教材教學活動設計.....	42
表 10 專家學、經歷及年資表.....	44
表 11 試題預試之統計表 .....	44
表 12 階段一實驗-不同資訊量之語言型教材.....	50
表 13 階段一實驗-不同資訊量之視覺型教材.....	51
表 14 階段二實驗-四種教材(不同多媒體呈現順序)-1.....	52
表 15 階段二實驗-四種教材(不同多媒體呈現順序)-2.....	53
表 16 階段一實驗前測成績分析結果.....	54
表 17 階段一實驗 學生分組 同質性檢定 .....	55
表 18 『學習類型』與『階段一實驗後測成績』之單因子共變數分析摘要表.....	55
表 19 階段一實驗認知負荷統計表.....	56
表 20 階段二實驗前測分析-同質性考驗 .....	58
表 21[語言型]學生的同質性檢定.....	59
表 22[語言型學生]與[四種教材類型] 之變異數分析摘要表.....	59

表 23[語言型學生]與[四種教材類型]之成對比較 .....	60
表 24[語言型學生]與[四種教材類型] 之學習成就比較表 .....	61
表 25 實驗二之 4 種教材 .....	61
表 26[視覺型]學生的同質性檢定 .....	63
表 27[視覺型學生]與[四種教材類型] 之變異數分析摘要表 .....	63
表 28 視覺型學生]與[四種教材類型]之成對比較 .....	64
表 29[視覺型學生]與[四種教材類型] 之學習成就比較表 .....	65
表 30[視覺+語言型]八組學生 * [四種教材類別]與誤差變異量的 LEVENE 檢定等式 .....	66
表 31[語言+視覺型學生]與[四種教材類型] 之變異數分析摘要表 .....	67
表 32[所有樣本學生]與[四種教材類型]之成對比較 .....	67
表 33 所有學生與[四種教材類型] 之學習成就比較表 .....	68
表 34 認知負荷與學習成效之相關係數檢定摘要表 .....	69



# 圖目錄

圖 1 (2002~2007 年)手機裝置整體出貨量.....	2
圖 2 行動載具定義圖 .....	6
圖 3 訊息處理的歷程 資料來源：ATKINSON & SHIFFRIN (1968).....	17
圖 4 圖像(圖片或動畫)的認知處理歷程；資料來源：(MAYER, 2001) .....	23
圖 5 語音(旁白)的認知處理歷程；資料來源：(MAYER, 2001) .....	23
圖 6 文字(視覺的)認知處理歷程；資料來源：(MAYER, 2001) .....	24
圖 7 研究步驟及流程 .....	30
圖 8 研究架構 .....	31
圖 9 實驗流程圖 .....	32
圖 10 不可切割資訊量-採用遮罩 .....	35
圖 11 「能源與動力科技」課程SCORM AGGREGATION 架構.....	43
圖 12 智勝編輯手的教學理念.....	46
圖 13 電腦模擬行動載具之視窗畫面.....	48
圖 14 電腦模擬 3.5 吋行動載具之 操作說明 .....	49



# 一、緒論

## 1.1 研究背景與動機

無線網路普及，行動載具推陳出新，除通訊便利之外，亦使得行動學習日益蓬勃發展，而行動載具有許多優點，如行動性高、手握式(高可攜性)、且可無線上網等，但同時也有許多其先天上的限制，如畫面小、可容納資訊少、下載速度慢等缺點，在現今提倡 E 化教學之教育環境下，行動載具已普遍應用於學習上(Motiwalla, 2007; Virvou、Alepis, 2005; 宋曜廷、張國恩、于文正, 2006; 許耀升、羅希哲, 2007; 陳祺祐、林弘昌, 2007; 楊舒婷、彭心儀、周倩, 2004)，教師是否能結合其行動載具之優點，同時利用多媒體設計理論，期能克服行動載具先天缺點及限制，設計出搭配小畫面，同時又能有效提升學習成效之教材。

教育部(2001)「大學學術追求卓越計畫」提出影響未來學習環境的主要技術有二：(1) 無線網路與寬頻技術的發展，藉由無線寬頻網路，可隨時提供學習者進行各類型之學習活動；(2) 行動載具的發展，例如 PDA、筆記型電腦、EPC、還有近兩年所引進的智慧型手機 iphone 等，都普遍地被大眾所應用。因此，無線寬頻技術成熟，行動載具價格廣為大眾接受，行動學習的時代已經來臨(陳祺祐、林弘昌, 2007)。

### 一、無線網路普及

Desmond, K. 在 2004 年亞洲開放大學協會第 18 屆年會論文中曾提及到「從來沒有一項技術在人類歷史上像行動電話那樣被大眾百姓應用到如此普遍的地步」，同時提到了「行動電話是大家到哪裡都會隨身攜帶的物品。」(Desmond, 2004)，而統計資料指出，台灣 2009 年第一季行動電話用戶數為 2567 萬戶，手機門號人口普及率為 111.3%；其中，手機開通行動上網功能之行動上網用戶約 1617 萬戶，占行動通信用戶比例提昇至 63.0%(資策會 FIND 中心, 2009)。

現今無線環境趨於成熟，只要可利用手機進行通訊之地區，皆可行動上網進行資訊

交換(如收發 MAIL，查詢所需資訊...等)，此外還可進行「行動學習」，隨時隨地提供學習者進行各類型之學習活動(楊舒婷、彭心儀、周倩，2004)

## 二、行動載具發展成熟-智慧型手機成為未來主流

行動裝置的推陳出新，教學者可結合線上學習平台及無線通信設備，產生「行動學習」新型態學習 (陳祺祐、林弘昌，2007)，根據國際數據資訊機構(IDC)數據指出，預測未來整合式手機 (智慧型手機)將成為未來的主流，如圖 1 所示

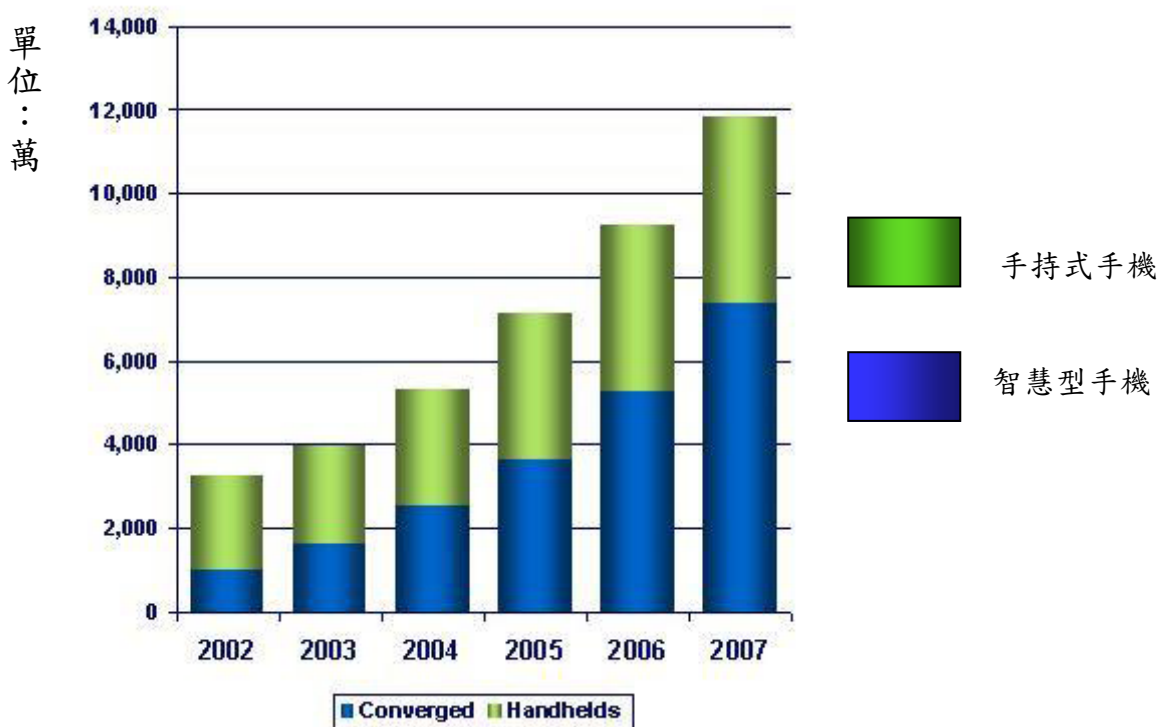


圖 1 (2002~2007 年)手機裝置整體出貨量

資料來源： IDC 網站

國際數據資訊機構(IDC)預測，全球整體智慧型手持式裝置產量逐年增加，顯示現今全球智慧型手機市場正於高速成長，一般傳統手機將漸被取代(林玉婷，2008;國際數據資訊 IDC，2009)，而智慧型手機結合多功能優點，加強了無線上網與 iPod 等功能

(Jobs,2006)，而 iPod 早已被拿人來當作成學習英文工具之一，且當 iPhone 推出後，3.5 吋面板確立智慧型手機面板主流規格，且中小尺寸面板業者表示，3.2~3.5 吋已經差不多是手機面板的極限(資訊工業發展推動計畫服務網，2009)，智慧型手機推出後，對於行動學習的教材設計上，增加更大的發展空間(張偉杰、林弘昌，2007)，同時，經國際市場調研機構 Canalys 數據指出，iPhone 在美國智能手機市場的佔有率為 28%(Canalys 網站,2008)，且由於智慧手機功能愈來愈強，微軟執行長巴摩 (Steve Ballmer) 預估，未來智慧型手機市占率將達全部手機市場的五成(經濟日報，2009)，所以作者在編製行動載具多媒體實驗教材時，決定以 3.5 吋面板之螢幕大小作為實驗之控制變數。

### 三、工作記憶有數目的限制

人的工作記憶容量有資料數目(Chunks)的限制而無資料大小(the size Chunk)限制 (Cowan，2001；Miller，1956)，語言記憶容量的能力大約是  $7 \pm 2$  (Miller，1956)，圖像記憶容量的能力約能記憶個  $4 \pm 1$  圖形資料項目(Cowan，2001)，但是這一些經過無數次實驗所得到的數字，卻都是在桌上型電腦的之下所得到的，至今，仍相當缺乏於行動載具之小螢幕尺寸實驗相關的文獻，故本研究希望針對行動載具之小螢幕尺寸進行實驗，有效解決行動載具呈現資訊量有限問題，先前研究指出行動載具(例如 PDA、智慧型手機)，螢幕小，呈現資訊有限。(陳祺祐、林弘昌，2007)，但探討適合行動載具上的多媒體教材的『資訊量』文獻很少，而智慧型手機將成為未來行動載具的主流，故想探討若螢幕大小控制為 3.5 吋時，教材設計之最佳資訊量為何(本實驗教材設計依據)

### 四、學習風格會影響學習成效

學習風格可定義出學生接收和處理資訊的方式。每一個學生都有自己獨特的學習風格。(Felder、Silverman，1988)，而學生的學習風格會顯著影響到學生學習成就表現 (Chou、Wang，1999)。



## 五、多媒體資訊呈現方式會影響學習成效

Mayer研究指出，認為利用雙通道處理訊息能增加工作記憶容量，提升處理資訊能力，但也避免學習者必須同時注意兩種相同形式的訊息(R. E. Mayer, 2001)，不同資訊呈現方式，將影響學習者外在認知負荷，進而影響學習成效(R. Mayer、Moreno、Boire、Vagge, 1999)，同時不當的感官刺激非但不能幫助了解，反而降低學習成效，例如同時呈現文字(視覺的)與旁白(聽覺的)之多媒體模式會導致分散注意力效果(Mousavi、Low、Sweller, 1995)，即同時呈現相同文字(視覺的)與旁白(聽覺的)對學習成效有負面的影響(Kalyuga, 2000)，而謝財旺之研究中，利用不同之多媒體呈現順序進行實驗後，結果指出，『聲音導向』之學習者，其得多媒體呈現順序為(聲音先文字後)學習效果最佳，而『文字導向』則在(文字先聲音後)之多媒體呈現下學習成效最好(謝財旺, 2005)，同時解釋了學生之『學習風格』將影響學生『接收與處理資訊』方式，及同一種多媒體教材並非適合所有學習者；學習者之訊息處理能力與教學內容呈現方式的適配方可提高學習成效(謝盛文, 2006)，換句話說，不同學習風格的學習者須搭配合適的多媒體教材才可提高學習動機及成效。

現今正邁入行動學習的時代，行動化學習，應更強調個人化學習，並更重視個人學習風格以及適合個人化的多媒體呈現方式，而多媒體教材該如何設計，先前已有許多文獻探討多媒體如何呈現方式對於提高學習有顯著成效，但文獻中鮮少將多媒體呈現方式與學習風格合併做交互作用之討論，故結果並不統一，查閱後中外論文後，發現現今仍極缺乏文獻針對探討行動載具『資訊量』、『學習風格』、『多媒體呈現方式』三者的關聯。且因行動載具的螢幕較小，究竟何種多媒體呈現順序組合，才是對不同學習類型學習者是最好的方式？

本論文研究動機旨在探討行動載具之教材設計，其資訊量數多少為最佳，且針對視覺型、語言型學生，其觀看不同類型之多媒體呈現順序組合教材，何種學習成效最佳，並嘗試找出較好的組合方式，作為未來於行動載具上製作多媒體教材設計之參考依據。

## 1.2 研究目的與問題

根據以上的研究動機，本研究擬提出如下的研究目的：

- 1.探討利用行動載具學習時，最適合 3.5 吋畫面大小之單面教材資訊量為何。
- 2.探討不同類型學習者與不同呈現方式教材之學習成就表現與其差異情形  
視覺型學生→較適合之教材呈現方式及順序為何種  
語言型學生→較適合之教材呈現方式及順序為何種
- 3.探討於行動載具上不同呈現方式教材下，認知負荷對學習成效是否有相關性。

## 1.3 名詞解釋

### 1.3.1 學習風格

學習風格是 (Learning Style) 是指個人對訊息處理 (Information processing) 的習慣，亦即學習者在知覺、思考、解決問題、和記憶方面的典型表現，也就是在訊息處理的過程中，個體在感覺偏好、資訊編組、及記憶保留方面的特殊屬性，與不易改變的習慣性(劉信雄，1992)。

### 1.3.2 行動載具

行動載具指的是具有：行動性高、手握式(高可攜性)、且可無線上網，並可讓學習者在任何時間、地點，使用無線通訊，進行行動學習的電子資訊產品，例如：行動 3G 手機 (Mobile Phone)、個人數位助理(PDA)、智慧型手機 Smartphone 等...可透過無線網路，進行存取數位資訊內容的裝置或設備。

在 Seppälä, & Alamaki(2003)所提出的行動載具定義圖 (圖 2 )，明確地點出了行動載具所應有的幾個重要特性: 行動性強 (Mobile)、手握 (Handheld)、無線上網 Wireless。

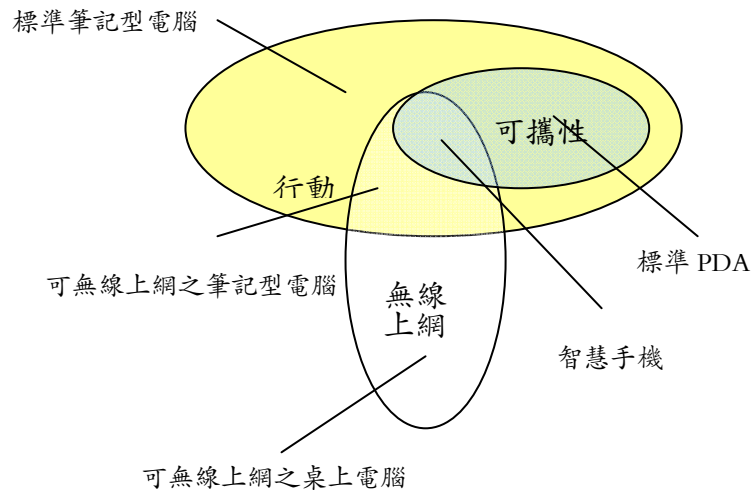


圖 2 行動載具定義圖

資料來源: Seppälä, & Alamäki (2003)

### 1.3.3 行動學習 (Mobile Learning)

行動學習的定義，可透過以下兩點進行簡單定義：

- 一、使用行動載具和無線網路傳輸工具與媒體進行行動學習。(Hoppe、Joiner、Milrad、Sharples, 2003)
- 二、無處不在的連結與溝通，可隨時隨地提供學習者進行各類型之學習活動(楊舒婷、彭心儀、周倩, 2004)。

綜上所述，可知由於行動通訊技術的快速發展與普及，行動學習已漸漸成為重要的學習管道之一。由於線上學習的蓬勃發展、無線網路設備的快速普及、行動裝置的推陳出新，讓教學者有機會結合線上學習平台及無線通信設備，產生了「行動學習」這種新形態學習。(陳祺祐、林弘昌, 2007)，而行動學習是一種全新的學習方式，學習者藉由可輕便攜帶、同時可隨時上網之行動載具，使學習不再受時空與場地限制。

### 1.3.3 學習成就 (Learning Achievement)

學習成就係指學生在學科學習之後所做的測驗之成果表現。本研究中的學習成就指的是受試者在接受研究者所設計之高一生活科技「能源與動力科技」多媒體教材課程後，於成就測驗中所得到的分數，分數越高代表學習成就越大。

### 1.3.4 多媒體教材

本研究中的多媒體教材指的是依據華興出版社之『生活科技』課程「-能源與動力科技」單元，透過智勝國際開發的「編輯手6.0」重新設計編輯之教材，以高一生活科技『能源與動力科技』為學習內容進行編輯，並將教材依實驗一及實驗二之自變項共編輯成十種不同教材，分別進行兩階段實驗，實驗一教材；共做六種不同學習類型與資訊量[學習風格(2種) $\times$ 資訊量(3種)=6種]，而實驗二教材；自變項為『學習類型』與『不同多媒體呈現順序』，共做四種不同種類教材 [A(TA)、B(AT)、C (PA)、D(AP)]，將在3.2節實驗設計單元中詳細介紹。

## 1.4 研究範圍與限制

本研究以高一生活科技「能源與動力科技」為多媒體教材，準實驗設計，以新竹縣某高中一年級學生為實驗對象。所得之結果僅能推論高一生活科技「能源與動力科技」之教學參考，是否能推論至其他的教學內容，有待進一步的研究。

## 二、文獻探討

### 2.1 學習風格

學習風格 (learning style) 一詞最早於1976年，由Kolb 提出，其學習理論乃是根據他自己所提出的經驗學習模式(Experiential Learning Model)而發展出來的。

所謂的學習風格是 (Learning Style) 是指個人對訊息處理 (Information processing) 的習慣，亦即學習者在知覺、思考、解決問題、和記憶方面的典型表現，也就是在訊息處理的過程中，個體在感覺偏好、資訊編組、及記憶保留方面的特殊屬性，與不易改變的習慣性。(劉信雄，1992)。學習風格可定義出學生接收和處理資訊的方式。每一個學生都有自己獨特的的學習風格，而學習風格它本身沒有好壞的分別，所以有其獨特性存在，教師除具備教學技能外，能瞭解學生的個別差異，因才施教，學生才能獲得最大的學習成就(Felder、Silverman，1988)，「學習風格」指的是學生在學習情境中所表現出來的個人偏好(黃玉枝，1991)。

就在學習風格一詞 (learning style) 於1976 年被提出後，受到美國廣泛研究與討論，國內外許多學者對學習風格也都提出各自看法

學習風格是每位學習者，其獨特喜愛之學習偏好，然而更值得我們去重視的是，『學習風格』與『學習成效』具極高相關性，而善用風格量表，進而了解每一位學生的獨特學習類型，教學者能依其偏好之訊息處理方式，給予適性化的教材或教學方式的得調整，學習者之學習風格會顯著地影響到學生學習成就表現 (Chou、Wang，1999)，也學習者要達成有效學習之重要因素之一

現代無線網路技術成熟，行動載具普及，未來行動學習，數位學習網站若能分析每位學習者獨特學習偏好後，並給予最佳適性化(為每位學習者量身訂造之多媒體呈現教材)數位學習教材，應能提升學習者學習動機與學習效果。但『學習風格歸類方式』多元化，多媒體教材之研發設計者必須考慮到，依據每種教材其特殊屬性，及使用時機，

地點不同，需透過選擇適當之學習風格分類工具，方能真正達到讓每位學習者感覺到正在學習中之『多媒體呈現教材』正是為己量身訂造，同時進而達成不受時間地點限制，又可增加學習動機，有效提升學習成效之『行動學習』具體目標。

學習風格的模式與分類法繁多，茲將國內、外學者對學習風格所下定義整理如表

1：

表 1 國內外學者對學習風格之定義

Kolb(1976)	學習者在具體經驗、觀察和反應、形成抽象概念、行動以產生新經驗等四個學習階段的行為表現。
Dunn &Dunn(1978)	主張學習類型是學生達到最佳成就之學習方式，而自我覺知是學習類型之指標。他們提出十八種學習類型之要素，分屬四個類別即環境的、情感的、社會的與身體的。
Hunt(1979)	學習者最有可能學習成功的教育條件或情境。描述學生如何學習，而非學到些什麼。
NASSP(1979)	界定學習類型是個人獨特之認知、情意與生理之行為，是個人知覺與學習環境之交互作用，並加以反應相當穩定之指標。學習者與其學習環境相互影響之知覺中，培養出一種具穩定性的反應方式，通常包含個人的認知風格、情意特徵與習慣的特性。
Butler(1982)	學習風格顯示出一個人所用之最容易、最有效率、最有成效地了解自己、外界以及兩者間關係的方法或策略
Schemeck(1982)	學生在不同情境中，慣用某一特殊學習策略的傾向。
Garger & Guild(1984)	學習者致力於一項學習任務時，經由其行為和人格的交互作用而表現出來之穩定而普通的特徵。
McDermott(1984)	是學生在學習過程中所表現出來的獨特方式，包括了可觀察的解

	決問題的策略、下決策的行為以及學生對於在學校情境中所碰到的限制和他人期望所產生的反應。
林生傳(1985)	學習風格是個人所喜愛的學習方式，它代表影響個人如何去接受刺激、記憶、思考與解決問題的人格與心理特性。
郭重吉(1987)	學生在學習過程中所表現出來的個人方式或作風；此種方式或作風是個人在影響學習成果的變因(包括個人與環境，或是認知、情意和社會的變因)，以及學習過程和策略方面所表現出來相當穩定的一些特徵
Felder &Silverman(1988)	指學習者接收和處理資訊的方式，具有獨特性、多樣化的面向，沒有好壞的分別，教師應依學習者的風格來互動。
Keefe(1988)	學習者與其學習環境交互影響中，培養出一種具有相當穩定的反應方式，通常包含了個人的認知型態、情意特徵與生理習慣等特性。
Canfield(1988)	學生在學習環境中的班級氣氛、團體人際關係、動機因素，對學科的興趣、感覺輸入及對成功或失敗的預期。
Curry,L. (1991)	個人經由學習或經驗以獲取知識和技能時，獨特而慣用的方式。
劉信雄(1992)	個人對訊息處理 (Information processing) 的習慣，個體在訊息處理的過程中，在感覺偏好、資訊編組、及記憶保留方面的特殊屬性，與不易改變的習慣性。
林麗琳(1995)	學習風格包含認知、情意、社會、生理的因素，且具有獨特性、穩定性及一致性。簡言之，學習風格是指個人在學習過程中的學習偏好，也就是達成有效學習的習慣性反應傾向。
Reid(1995)	學習風格指個體在瞭解與汲取新訊息的過程中所呈現內在特質。
Heineman(1995)	學習風格是探討學習過程以便了解學習環境中之互動關係

張春興(1995)	學習風格是指學生在變化不居的環境中從事學習活動時，經由其知覺、記憶、思惟等心理歷程，在外顯行為上表現出帶有認知、情意、生理三種性質的習慣性特徵。
許靜霽(1998)	個人在不同的學習情境中所表現出來的一種喜好、習慣或傾向，它包括對某種學習材料的喜好，習慣採用某種解決問題的學習策略或傾向採用某種反應的方式，這些喜好、習慣或傾向係受生理、認知、情感、環境諸方面的影響，且具有獨特和一致性。
Hanson & Silver(1998)	學習風格是指個體吸收資訊與處理所吸收資訊的方式，包含個體的認知習慣及情意方面的個人偏好。學習者可透過感官或直覺來吸收資訊，以及透過邏輯性思考或主觀感受來判斷處理個人所吸收的資訊。
吳百薰(1998)	學習風格是指學生在學習情境的交互影響中，對於環境、情緒、社會、生理和心理等多方面刺激，所產生的特殊偏好及對刺激慣用的反應方式，是一種相當穩定的心理傾向。
郭玉婷（2001）	係指個別學生在教師教學和自身學習的過程中，因為認知、情感、生理、環境、社會、文化等因素的影響，產生不同的學習行為、學習偏好、學習策略與學習態度。而這種特定的學習風格，在個體的表現上具有穩定性、在時間上具有持續性
賴苑玲（2001）	學習風格是指學習者對學習環境的理解及其個體與環境交互作用下的產物，因為每個人有自己的學習方式，為了促進學業成就，最好的方式是配合學生的學習方式
伍賢龍（2002）	學習風格是指個體專心處理、內化與記憶新的與困難的資訊之方式；它也是個體對於環境、情緒、社會、生理與心理等五項基本刺激，做出反應以熟練於新的及困難的學術資訊與技能的方式。



	學習風格不是能力，而是使用能力的偏好方式；是社會化的結果，在大部分情境中，具有某種程度的一致性。
施瀛欽（2002）	學習風格是指學習者在不同學習情境中所慣用的學習作風，其作風會受到認知、情意、社會、生理等因素交互之影響，是一種相當穩定的反應方式。
廖啟男（2002）	學習風格為學生在其學習過程與學習情境之間的交互影響下，經由知覺、記憶、思維等心理歷程，對環境、情緒、物理、社會等刺激，在外顯行為上表現出帶有認知、情意、生理三種性質的習慣性特質和特殊偏好以及反應方式，是一種相當穩定且一致性的個人心理傾向。
張銘棋（2003）	學習風格包含認知、情緒、社會、生理的因素，具有獨特性、穩定性和一致性，是個人在學習過程中慣用的方式，也是達成有效學習的獨特性反應傾向。
(管怡婷，2004)	學習風格並不代表學習能力的好壞，沒有哪一種學習風格就是最好的，或者是比較差的，而是需要依據當時的學習活動與學習情況，作進一步的輔導與探究。
(王昌傑，2005)	學習者在感官和直覺上，受到認知、情緒、社會、生理等因素的影響，經由知覺、記憶、思維等心理歷程，透過思考與感受的判斷，表現出具有認知、情意等習慣性的行為特質以及特有、穩定和一致性處理的反應方式，學習時喜好運用的行為策略及學習過程中慣用的學習模式

來源:部分參考(管怡婷，2004)，與作者自行整理過

雖然學習風格定義繁多，但 Claxton與Murrell於1987年根據四個層面將各種學習風格歸類(Claxton、Murrell，1987)，如表 2：

表 2 學習風格歸類表

	學習風格歸類方式	學習風格代表
一、多面向與教學偏好 (multidimensional and instructional Preference)	學習者較為偏好的學習環境。	Dunn & Dunn(1978)
二、訊息處理方式 (information processing)	學習者處理資訊時，較偏好利用何種認知方法來處理資訊。	Felder & Silverman(1988)、Gregorc(1979)、Kolb(1985)
三、社會互動方式 (social interaction)	學習者與學習環境之互動方式。	Reichman & Grasha(1974)。
四、個人化面向 (personality dimension)	由於學習者的個人獨特化，採取自己的方式來學習。	Myers & McCaulleey(1985)

表格內容參考自(Claxton、Murrell，1987)，作者自行整理

## 2.1.2 學習風格與學習成效關係

學習風格是指個人在學習過程中的學習偏好，即為『能夠構成有效學習』的習慣性反應傾向(林麗琳，1995)。而了解學習風格的目的，主要是用於改善學校教學(張春興，1995)，希望透過了解個別學習者偏好學習方式的不同需求，有助改進學校之教學活動，提升學生之學習效果，而運用 Kolb 的分類方式後，發現大學生的學習風格會顯著影響到學生學習成就，而學習風格與訓練方式的交互作用也會影響到學習的成效(Chou、Wang，1999)。

不同學習風格學習者，其偏好學習方式不同，但只要網路教學課程同時兼顧到不同學習風格者的需求，即可讓不同學習風格之學習者得到相近且較佳之學習成效(Kraus、

Reed、Fitzgerald, 2001), 而大多數的教師都知道, 針對於缺乏動機、持續性或責任感的學習者, 應該給予不同的教學方式, 不過觀察的結果顯示教師都以相同的方法, 教導不同學習風格的學生(簡紅珠, 1992); 其實教師可針對教材內容, 多設計幾種不同類型的引起動機方式, 來引起學習者的興趣(蔡秉燁、許智豪, 2004)。

在無線寬頻技術日趨成熟的今日, 行動載具普及, 正邁入行動學習的時代, 而行動化學習, 則更強調個人化學習, 並更重視個人學習風格, 而教學者也該用心思考, 了解學生之獨特且不同的學習與處理資訊的方式後, 如何設計出融入不同學習偏好策略以配合不同學習風格的學生, 引導學習者做最適當之學習, 提升學習成效至最佳狀態, 是每位教學者的心願。

由上述討論, 瞭解學習風格是影響學習之重要因素, 故本研究加入學習風格因素作為本研究自變項, 但觀看完以上參考文獻發現, 文獻討論訊息處理能力與多媒體呈現方式之交互作用人相當缺乏, 作者找的幾篇, 也都是在一一般閱讀及個人電腦所進行之實驗, 在行動載具小螢幕上探討訊息處理能力與多媒體呈現方式之交互作用, 就更少了, 也因此更確定朝這方向研究的動機。

## 2.1.2 Felder & Silverman學習風格量表

探討了不同學習風格類型與對於不同學習類型之學習者該如何調整教學方法之後, 我們利用學習風格量表來確認學生每位學生之學習風格。學習風格所包含因素種類繁多, 因而教師難以單從自身的觀察來了解每個學生的學習風格(吳百薰, 1998)

學習風格的評量工具, 幾乎都以學生自陳方式來設計, 主要是因為每個學生的學習風格可能都不盡相同, 因此教學者若想認識每位學習者之個別學習風格, 可採用學習風格評量之量表, 同時教學者亦可加入本身觀察, 以檢核確認, 更確定學習者之學習風格。

本研究所採用的是Felder 和Silverman 所定義的學習風格量表, Felder 和Silverman

的學習風格量表定義出不同程度的學習風格，其中包含四個面向的訊息處理資訊分類方式（1）主動的/反思的（2）感覺的/直覺的（3）視覺的/口語的（4）循序的/總體的。

茲將Felder 和Silverman 的學習風格四個學習面向整理如表 3：

表 3 FELDER 和 SILVERMAN 的學習風格四個學習面向

學習風格面向	測量面向	解釋說明
1. 主動的 (active) / 反思的 (reflective)	測量主動學習或是反覆思考學習的喜愛程度。	『主動的』學習者： 喜歡親身體會、與他人一同合作的主動學習方式，對於新的資訊會利用方法去討論、解釋、測試它
		『反思的』學習者： 習慣於透過徹底的思考、單獨工作的學習方式，對於新的資訊會去反思的調查、運用它。
2. 感覺的 (sensing) / 直覺的 (intuitive)	測量以感覺學習或是直覺式學習的喜愛程度。	『感覺的』學習者： 擅於記憶，對細微事物有耐心，不喜與現實無關之課程，學習者藉感官的途徑來察覺，並經過感覺來蒐集資料，例如：觀察
		『直覺的』學習者： 擅於掌握新觀念，對於抽象公式更能理解，不喜常規計算與需要記憶之課程，學習者是在自己本身無特別意識的情況下，來發覺、觀察其可能性，是由間接的去感覺，例如：推測、預感、想像。
3. 視覺的 (visual) / 口語的 (verbal)	測量以視覺化學習或是口語學習的喜愛程度	『視覺的』學習者 擅長於記住所看見之事物，在學習上最適合的記憶方式是透過圖畫、圖表、曲線圖、實地的示範
		『口語的』學習者： 學習上是較喜歡書寫或口語述說的學習方式。
4. 循序的 (sequential) / 總體的 (global)	測量以循序式學習或是總體式學習的喜愛程度。	『循序的』學習者 線性式思考方式來解決問題，擅長聚斂式的思考和分析，在充分瞭解學習過程所提供的素材、準備相當完善、複雜且困難的情況下，學習效果會較高。
		『總體的』學習者 運用跳躍式的思考模式來解決問題，擅長的是擴散性的思考方式，擁有創造力較寬廣的視野。

資料來源(Felder、Silverman，1988)

而本研究採用(Felder、Silverman，1988)所提出學習風格量表 ILS，屬 Claxton 與 Murrellru 將學習風格所分四類之第二類:訊息處理方式 (information processing) 學習風格之一，其適合用來定義學習者接收和處理資訊的方式。

而本研究選擇此學習風格量表的原因如下：

1. 本學習風格量表適合定義學習者接收和處理資訊的方式
2. 多媒體教材，主要由圖片、動畫、影片、文字、聲音所組成，而此量表剛好可利用(視覺/語言)面向，將學習者分成兩類不同接收與處理資訊偏好之學習者類型。

採用學習風格量表中的視覺的 (visual) /口語的 (verbal) 面向來進行實驗中的自變項(學習者類型)的研究分組，原因為多媒體的呈現方式即為結合圖片、動畫、影片、文字、聲音等多種的媒體素材，而視覺型學習者在學習上最適合的記憶方式是透過圖片、動畫，符合視覺型的學習者需求；而語言型學習者在學習上最適合的記憶方式是文字或語言來呈現的教材，故採用此學習風格量表作為學習者類型之分類工具。

3. 此學習風格量表，具有良好的信度與效度。

## 2.2 訊息處理理論

前一小節中已經有提及到，學習風格是 (Learning Style) 是指個人對訊息處理 (Information processing) 的習慣，亦即學習者在在訊息處理的過程中，個體在感覺偏好、資訊編組、及記憶保留方面的特殊屬性，與不易改變的習慣性(劉信雄，1992)，所以我們由此可知，個人對訊息處理 (Information processing) 的習慣是關學習風格有極大的關係，接下來來了解我們是如何將訊息接收後，經處理程序轉化成知識的過程。

訊息處理理論(InformationProcessingTheory)將人類視為主動的訊息處理者，探討人類透過感官接受訊息、儲存訊息、提取訊息以及運用訊息等不同階段所發生的事，所以認知心理學也常被稱做「訊息處理心理學」(Atkinson、Shiffrin，1968)。訊息處理理論主要在解釋人類在自然環境中，如何經由感官察覺、注意、辨識、轉換、記憶等等的心

理活動，吸收並且運用知識的歷程(Atkinson、Shiffrin，1968)。

訊息處理理論認為，外來環境的刺激經由感官系統進入人體之後，會引發個體的注意、編碼、詮釋、組織、儲存及提取等一連串複雜的處理程序(Lindsay、Norman，1977)，訊息處理整個運作程序決定了人對外來刺激之吸收狀態，圖 2 顯示人類訊息處理的基本歷程。個體覺得重要的訊息會被納入組織並儲存入長期記憶之中而成為知識的一部份，其它的訊息則被丟棄不進一步處理。以上之心理歷程可分成三個階段如圖 3，依序是：感官收錄(Sensory Register)、短期記憶Short-Term Memory、與長期記憶(Long-Term Memory) (Atkinson、Shiffrin，1968)。

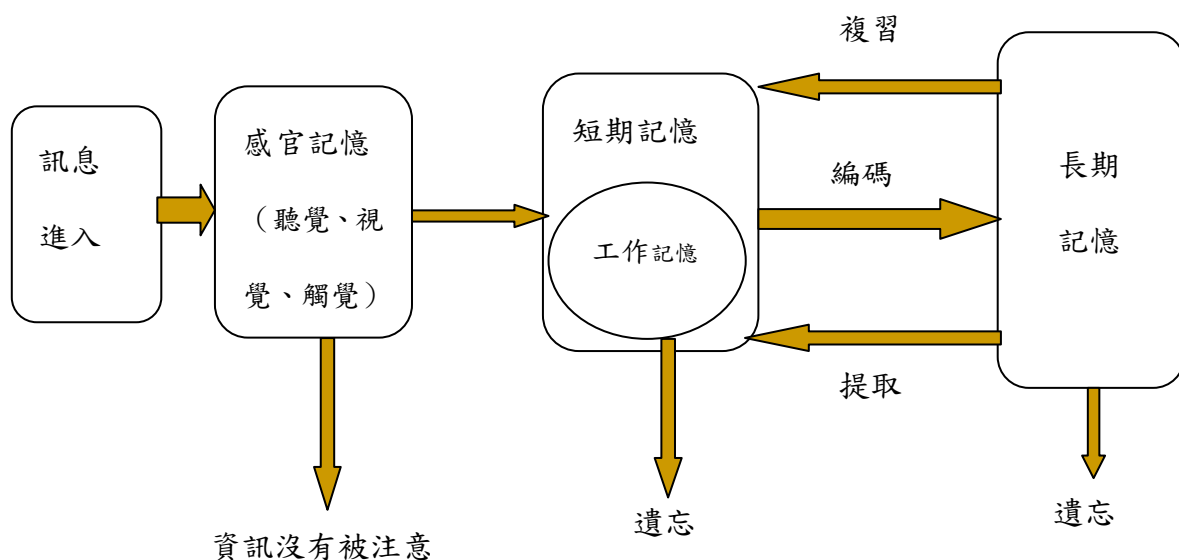


圖 3 訊息處理的歷程 資料來源：Atkinson & Shiffrin (1968)

現在我們來了解訊息處理的三個階段歷程：

一、感官記憶 (Sensory Register)是指個體透過視、聽、嗅、味…等感覺器官感受到外在刺激時所引起的短暫 (三秒鐘以內)記憶(Atkinson、Shiffrin，1968))。

而感覺刺激須達到一定的量才能被知覺到，但此時若無引起個體之注意，很快就會消失。感官記憶之異於其他階段記憶，除了時間極短之外，它的特色是在記憶中仍保持著刺激原本的形式。如果個體決定進一步處理時，就加以注意，並給予編碼，轉換成另一種形式，否則就放棄而遺忘。

二、短期記憶是指在感官記憶中，經過注意、感官之辨識、編碼等處理程序後而能將訊息保存三十秒以內的記憶(Atkinson、Shiffrin，1968)，在這時間內，訊息若沒有加以處理或覆誦，記憶很快就會消失。

三、長期記憶區是指保存的訊息能夠長期的存在，又稱為永久記憶區。長期記憶和短期記憶有兩點最主要的差異

一、短期記憶有約三十秒的時限，而長期記憶是長時間不會被遺忘的永久記憶

二、短期記憶的容量有限，而長期記憶的容量卻是無限(Atkinson、Shiffrin，1968)。

### 2.2.1 短期記憶之初始收錄本質為聽覺形式

先前已提過，訊息處理歷程，是先有外在刺激，再透過感官接收，同時經『注意』，才進入之短期記憶（短暫30秒），而短期記憶主要依賴聽覺編碼(非語意編碼)（AD Baddeley，1966）

Conrad(1964)的實驗也提出結論：短期記憶是以聽覺來進行收錄與編碼。其所進行以聽覺混淆的實驗，為此結論提供有力之證據。其實驗中，將B、C、P、T、 B、C、P、T、V、F、M、N、S、X等10個字母,從中隨機取出6個組成字母序列,以視覺方式一個個地呈現給受試者,要求他們記住。之後受試者嚴格地按字母呈現的順序進行回憶,並對回憶中出現的錯誤進行分析。實驗結果為,在回憶時所出現的錯誤,其主要原因之特徵為聲音混淆。即發音近似的字母混淆程度較高,如將B誤為P,將V誤為B,而發音不相似的字母間則較少發生混淆。而這結果證明了,即使刺激以『視覺形式』（無聲的）呈現,短期記憶的資訊代碼仍然具有聽覺的本質。而人看到的視覺圖象仍須轉成聲音碼,方能在記憶保存下來。

不管是看到的視覺文字或是圖片、動畫，都會在我們工作記憶之語音迴路中進行重覆誦，這時若同時有聲音進來，則會造成干擾，而在先前文獻也有人提出，同時呈現文字(視覺的)與旁白(聽覺的)之多媒體模式會導致分散注意力效果（Split-attention

effect) (Mousavi、Low、Sweller, 1995), 『分散注意力效果』的發生原因是學習者需將其注意力分開, 以獲得不同呈現來源的資訊, 需花費更多心力將不同來源資訊整合起來, 而另一學者指出, 同時呈現相同的文字(視覺的)與旁白(聽覺的)對學習成效有負面的影響(Kalyuga, 2000), 而圖片、文字都是屬於視覺感官(視覺的), 聲音(旁白)屬於聽覺感官(聽覺的), 但若多媒體加入兩種感官訊息, 將可有效提升工作記憶大小, 增加學習效果, 故在本研究實驗教材中, 即將聲音當作控制變項, 但先前之文獻提及到, 在觀看視覺性之訊息, 同時有聲音進來, 則會造成干擾, 但教材中融入雙通道概念又可提升工作記憶量, 故在本研究中多媒體教材設計利用兩種訊息(視/聽覺)延遲時間差, 避免此種『分散注意力效果』。

故本人在設計階段二實驗之自變項『(不同之多媒體呈現順序) 教材』時, 設計視覺型教材時, 成圖片先, 聲音後(圖片先出現, 隔3秒後聲音再出現)或是聲音先, 圖片後(聲音先出現, 隔3秒後圖片再出現), 為的就是避免導致『分散注意力效果』。

## 2.2.2 短期記憶與工作記憶之關係

短期記憶另具工作記憶 (Working Memory)的功能(Atkinson、Shiffrin, 1968), 舉例來說, 當短期記憶進來後, 約可在腦中保存30秒, 就如同打電話前在心中默念電話號碼時的那段時間, 即是運用著我們的工作記憶。工作記憶是個體對訊息性質的深一層認識與了解, 同時也可看作為個人之意識。工作記憶功用主要為組織、建構、比較及處理資訊, 當學生寫考卷時, 學生須把長期記憶的資料(知識)提取出來回答問題, 而介於長期記憶跟提取資料動作間所運用的記憶就是工作記憶。而當資訊間之交互關係越複雜時, 工作記憶所能處理的量將越少(Sweller、Van Merriënboer、Paas, 1998)。

Baddeley 提出的工作記憶模式(Alan Baddeley, 1992), 是一個同時對訊息進行暫時性儲存及操弄的系統, 由一個中央執行系統 (Central Executive, CE)及兩分子系統組成, 包含聲韻迴圈(Phonological Loop, PL)以及視覺空間畫板(Visuo-Spatial Sketch Pad,



VSSP)。CE 是一個注意力控制系統，而PL 負責為將口語性的文字訊息維持住(利用不斷的隱含複誦)，VSSP 則專司圖像訊息之儲存記憶。而之後有人對工作記憶提出需多補充之說明，點出『工作記憶容量』有資料數目(chunks)的限制而無資料大小限制(Miller, 1956)，而語言記憶容量 (PL) 的能力大約是 $7\pm 2$ (Miller, 1956; Simon, 1974)，而圖像記憶容量(VSSP)的能力約能記憶 $4\pm 1$ 個圖形資料項目(Cowan, 2001)。

上述所提及，這一些研究是先前以一般閱讀或PC上之平台上進行的實驗所得到之數據，目前針對小螢幕上進行實驗之文獻相當缺乏，故引起想要研究之動機，是否在小螢幕3.5吋之下，工作記憶容量大小還是維持不變嗎，因此想透過實驗之設計，來進行探討螢幕大小控制為3.5吋時，行動載具之多媒體教材設計之最佳資訊量為何。而因 (PL) 語言記憶容量約是 $7\pm 2$ ，(VSSP) 圖像記憶容量的約是 $4\pm 1$ 個，本階段一實驗之多媒體教材設計(教材資料量之控制為3、4、5個)乃是參考 $7\pm 2$ 與 $4\pm 1$ 兩者間之交集。

## 2.3 多媒體呈現方式

### 2.3.1 多媒體的定義

多媒體是結合多種不同的媒體，故包含許多不同之呈現方式，就在(R. E. Mayer, 2001)提出多媒體學習認知理論(Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML)將「多媒體」所包括的媒體物件，進行定義成兩大概括型態:文字類(words)、與圖片類(pictures)，其中又將其細分成以下幾種:如表 4 所示

表 4 多媒體的定義

多媒體	種類	說明
文字類(words)	語言文字(verbal form)	包含口語表達的文字 (spoken words)，如教材中旁白配音。
	視覺文字(printed words)	包含書寫的視覺文字，如教材中文字敘述。
圖片類(pictures)	靜態圖片	包含插圖、座標圖、圖解說明、照片、地圖
	動態圖片	包含動畫、影片兩種。

資料來源：參考 Mayer(2001)後自行整理

### 2.3.2 多媒體學習認知理論

R. E. Mayer(1997)在多媒體衍生學習理論 (Generative theory of multimedia learning) 提出，良好多媒體輔助學習系統，能協助學習者建立三種處理過程，分述如下：

1. 選擇：當教材兼具語文與圖像資訊時，學習者可先選擇相關的圖像建立圖像資料庫，並儲存於圖像工作記憶區中；而同理，亦可先選擇相關文字建立文字資料庫，並儲存於語文工作記憶區。而實驗二教材設計及依此原則進行設計，如視覺型教材C(PA)，為圖片先，聲音後(圖片先出現，隔3秒後聲音再出現)，即可幫助學習者可先選擇相關的圖像建立圖像資料庫，而語言型教材A(TA)文字先，聲音後，則可幫助學習者先選擇相關文字建立文字資料庫。
2. 組織：學習者可於語文工作記憶區中組織相關的文字資料庫，也能在圖像工作記憶區中組織相關的圖像資料庫。
3. 整合：在學習者建立情境模型後，最後須建立語文與圖像兩者間的關聯。

而以上之處理過程都於工作記憶區進行運作，而受工作記憶之容量有限，故若要有

效進行學習，更需透過良好的多媒體教材設計方式，來協助學習者，善用工作記憶區進行『選擇』、『組織』及『整合』資訊。

多媒體學習認知理論(Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML) 是由(R. E. Mayer, 2001) 基於雙種管道學習(dual-channel learning)將原本的多媒體衍生學習理論 (Generative theory of multimedia learning) 加以擴充修正後..所提出，並以圖示描繪出個體進行多媒體學習時訊息處理之過程。說明多媒體呈現乃是訊息以文字(words)和圖片(pictures)呈現之模式，同時整合多位學者理論與觀點後，根據雙通道(dual channels)、有限容量(limited capacity)及主動處理(active processing)三項重要假設，如表 5，解釋人在進行多媒體學習時，其認知系統分配與處理多媒體訊息之過程，並用以輔助說明所提出之多媒體學習認知理論。

表 5 多媒體學習認知理論三項重要假設

假設	解釋	相關文獻
雙通道假設 (Dual channel)	人類對處理視覺訊息及聽覺訊息擁有不同的管道	Paivio, 1986; Baddeley, 1992
有限容量假設 (Limited capacity)	人類每一個管道中，一次所能處理的訊息量有限	Baddeley, 1992; Chandler & Sweller, 1991
主動處理假設 (Active processing)	人類藉注意相關訊息、組織被選擇的訊息成一致的心理表徵，並將其合其它知識整合來進行主動學習	Mayer, 1999c; Wittrock, 1989

資料來源：(Mayer, 2001, p44 figure3.1)

多媒體學習認知理論解釋人進行多媒體學習時，針對不同多媒體呈現方式其認知系統分配與處理多媒體訊息之過程，並以圖表說明，不同訊息呈現處理流程，如圖 4

四個框框(box)由左至右分別代表多媒體呈現方式(Multimedia presentation)、記憶儲存(memory store)，包含感官記憶、工作記憶(working memory)及長期記憶(long-term memory)等四部分，其整體架構與先前文獻所探討之訊息處理理論是完全相同，只是 Atkinson & Shiffrin (1968) 提出訊息處理理論時，並未提出雙通道假設 (Dual channel) 之假設，接著，我們繼續了解人如何透過聽覺、視覺兩種認知感官，進行不同多媒體呈

現形式，其認知處理之歷程。

1. 圖像(圖片或動畫)的認知處理歷程，如圖 4

當學習者的眼睛接收刺激，並經選擇後進入工作記憶的影像區，經組織後成為圖像模式，最後會將其與相關的先備知識整合。

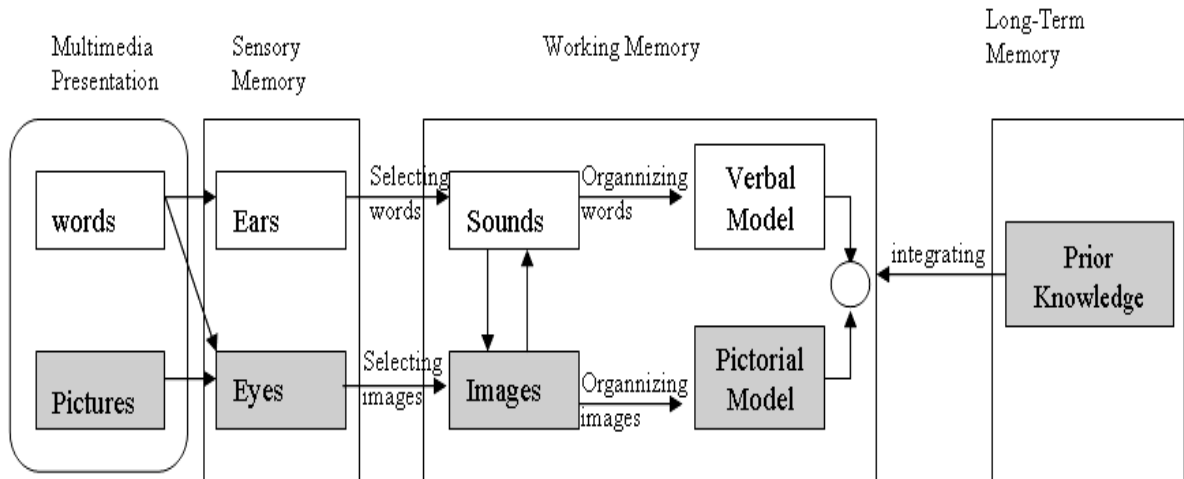


圖 4 圖像(圖片或動畫)的認知處理歷程；資料來源: (Mayer, 2001)

2. 語音(旁白)的認知處理歷程，如圖 5

當學習者的耳朵接收刺激，並經選擇後進入工作記憶的語音區，經過組織後成為語文模式，最後會將其與相關的先備知識整合。

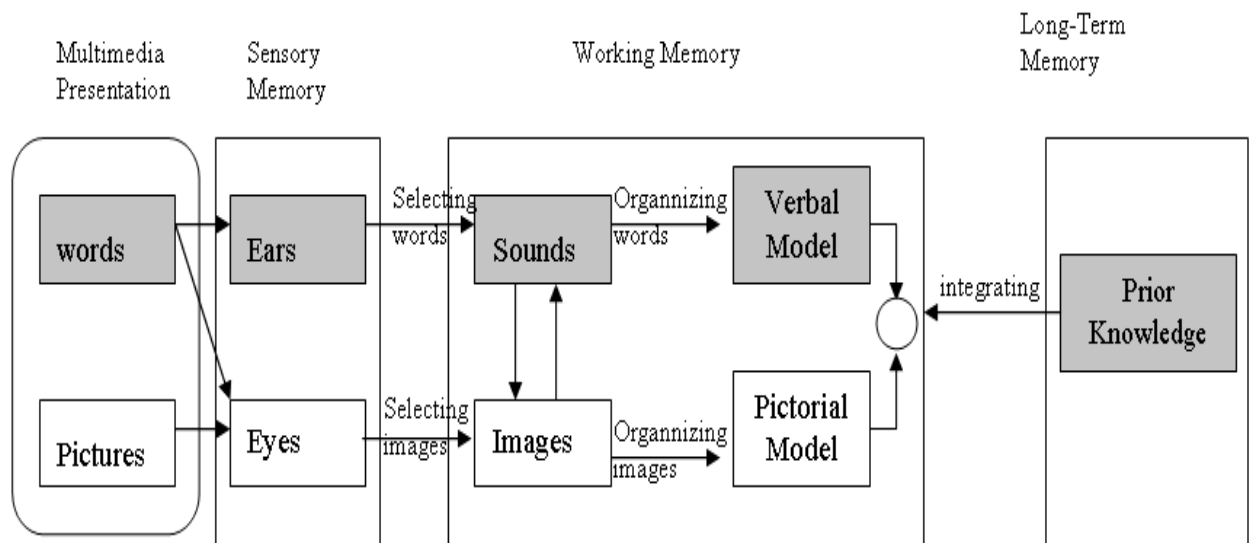


圖 5 語音(旁白)的認知處理歷程；資料來源: (Mayer, 2001)

### 3.文字(視覺的)認知處理歷程，如圖 6

當學習者的眼睛接收刺激，並經選擇後進入工作記憶的影像區，再由影像轉化為語音，經組織後成為語文模式，最後會將其與相關的先備知識整合。

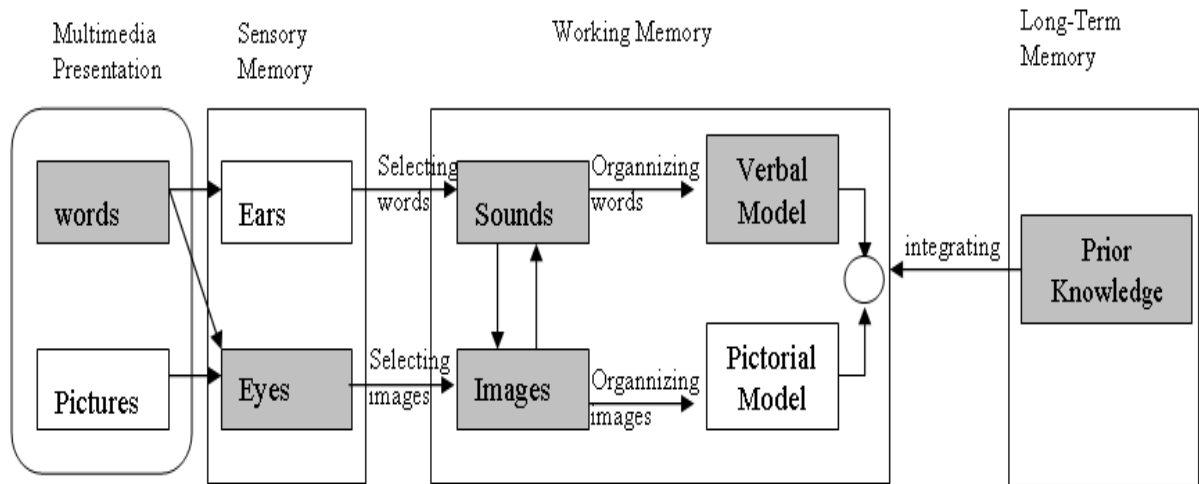


圖 6 文字(視覺的)認知處理歷程；資料來源: (Mayer, 2001)

承上所述，透過良好多媒體教材設計可藉由教材不同呈現方式，幫助學習者進行：(1) 選擇 (2) 組織 (3) 整合；故在製作本實驗用之多媒體教材時，依不同學習風格其偏好之訊息處理方式，將 Mayer(2001)定義中三種多媒體文字（視覺的）、旁白（聽覺的）、與圖像（圖片、動畫），分別融入並做出語言型（A(TA)、B(AT)）與視覺型教材（C(PA)、D(AP)）。

而多媒體不同呈現順序，及依據 Mayer(2001)所指出『良好多媒體教材能協助學習者進行“選擇”』處理，本實驗教材設計時，採用兩種訊息（視/聽覺）延遲時間差，來避免此種『分散注意力效果』（Split-attention effect），教材設計原則將在 3.2.2 實驗設計單元 進一步詳細說明。

## 2.4 相關研究

### 2.4.1 學習風格對學習成效影響

巫靜宜(2000)在其研究中發現不同學習風格學生，接受網路教學後，不同類型學習風格學生，在後測學科成績，有顯著差異。而陳志欣(2003)主要透過兩點進行改善影片式教學之缺點：(1) 利用適性化技術將教學輔助元件配合Felder & Silverman (1998) 學習風格量表 (ILS)，根據每位學習者不同的學習風格，提供給每一位學習者(2) 透過『課程流程控制』，根據學習者的學習目標，系統會自動為學習者建立一個建議之學習路徑。其實驗過程中經過了12 位學習者填寫學習風格量表回饋後，確認每位學習者之學習風格，結果發現系統能順利的挑選出適合學習者學習風格的學習元件，同時補強了影片教學所欠缺的訊息量不足及不適性缺點，實驗結果顯示此套系統優點為可辨別學習者學習偏好故能給予學習者適當教材，使學習成效有效提升。而陳志欣(2003)實驗中與本研究相同在於將學習者之學習類型分類之工具皆為Felder & Silverman(ILS)學習量表，最大相異點其自變項部分採用影片作實驗，而本實驗則定義自變項為『不同多媒體之呈現順序』。

不同學習風格學習者，其偏好學習方式不同，只要網路教學課程同時兼顧到不同學習風格者的需求，即可讓不同學習風格之學習者得到相同學習成效(Kraus、Reed、Fitzgerald，2001)，而Nor Azan(2002)年之研究內容為設計一套智慧型的教學輔助系統(CAI)，並透過cognitive learning style風格量表，將學生依數學能力分級及學習風格分類，給予適合學習者個人化(individualised) 之適性化教材，結果證明能提升學習之成效(Azan，2002)。

郭環瑜(2006)所設計之實驗與本研究類似，都是在探討並找出在不同學習類型學習者，是否具有特定且最適合學習之多媒體呈現方式之教材類型，相異之處在於本研究中教材設計加入不同『資訊量』與『多媒體呈現順序』，且『學生分類』部分；工具是採

Felder&Silverman (1998) 學習風格量表 (ILS)，郭璟瑜其實驗設計為兩個自變項:學習類型兩種(視覺、語文)、多媒體呈現方式三種(純文字、圖片+文字、影片+文字)，依變項是學習成績，共分為6個實驗組別。每個實驗組隨機分配15人，共90位受測者，而其學習類型乃根據(Childers、Houston、Heckler，1985)發展的SOP量表區分出來，分成語文與、視覺導向兩類，其實驗結果指出視覺導向學習者，(圖片+文字)呈現方式較好的學習效果最好，語文導向學習者，(圖片+文字)呈現方式較好的成效但效果不顯著。在其研究結果中，舉出了建議:『多媒體教材設計應提供兩種以上的資訊呈現方式』。

那麼多媒體教材資訊呈現方式應要如何設計才會是最好的呢?先後有許多學者「不同多媒體呈現方式」與「學習成效」進行討論與相關實驗，在1995年 Mousavi & Sweller 所進行的實驗，其實驗自變項為多媒體教材呈現方式(圖形+文字+聲音、圖形+文字、圖形+聲音)，經過實驗之結果發現，其多媒體呈現方式組合以「圖形+聲音」學習成效最好(Mousavi、Low、Sweller，1995)，而過兩年 Tindall-Ford, Chandler & Sweller 又做了類似的實驗，此次結果得出「圖形+聲音」之學習成效明顯優於「圖形+文字」(Tindall-Ford、Chandler、Sweller，1997)，繼續仍有人對於該問題，有高度興趣，進行不同的多媒體呈現方式(文字、圖片+文字、動畫+文字)探討學習者學習成效之相關實驗，實驗結果是「圖形搭配文字」的呈現方式，皆比「純文字」敘述的呈現方式有較好的學習效果(Lai，1998),同一時期 ChanLin, & Lih-Juan(1998)做的實驗也證明「文字+動畫+旁白」的多媒體呈現組合優於「圖形+文字」之學習成效，而進行相關『不同多媒體呈現方式』實驗也得到了「圖形+文字」>「純文字」>「影片+文字」之學習成效之研究結果(徐易稜，2001)。

參考許多文獻之後，發現同時將『學習風格』與多媒體『先後呈現順序』進行討論鮮少，而參考郭璟瑜(2006)與本研究相異處後(實驗教材並未將多媒體『先後呈現順序』納入其自變項設計，同時並無加入聲音(旁白))(郭璟瑜，2006)，本研究想要探討針對不同『學習類型』之找出最適之『多媒體先後呈現順序』，而著手進行本實驗教材設計

時，考慮圖片、文字都是屬於視覺感官，聲音(旁白)屬於聽覺感官，若多媒體加入兩種感官訊息，將可有效提升工作記憶大小，增加學習效果，故在本研究實驗教材中，即將聲音當作控制變項，本研究嘗試將教材融入以上討論影響學習之變項，並找出適合不同學習類型之學習者最佳適性化多媒體呈現順序。

## 2.4.2 多媒體呈現方式對學習成效影響

不同的資訊呈現方式，影響學習者外在認知負荷，進而影響學習成效 (R. Mayer、Moreno、Boire、Vagge，1999)

影響學習者之學習成效，其原因除了多媒體教材的呈現方式之外，另與學習者本身的特質 (如:訊息處理能力)，有著顯著相關性(Azan，2002)。

多媒體教材的媒體組合形式會產生形式效應 (Mayer, 2001; Penney, 1989; Sweller, 2003b; Tindall-Ford, Chandler, & Sweller, 1997)，即當呈現的媒體是屬於不同訊息處理管道形式 (如文字、圖片或動畫同屬於視覺形式訊息，而旁白是屬於聽覺形式訊息，學習效果會比使用單一訊息處理管道形式有較佳的學習效果，可是又有人提出若同一時間接收兩種多媒體訊息，反而減低學習成效，文獻指出同時呈現文字(視覺的)與聲音(聽覺的)多媒體會導致分散注意力效果 (Mousavi、Low、Sweller，1995)，同時呈現相同的視覺文章與聽覺資訊對學習成效有負面的影響 (Kalyuga，2000)。

另外文獻探討『多媒體不同呈現方式』對於提高學習有顯著成效; (Szabo、Poohkay，1996)多媒體實驗(文字、文字+圖片、文字+動畫)，所得結果為文字+圖片的組合成效最好，而 Lai(1998)其多媒體實驗(文字、文字+圖片、文字+動畫)，所得結果為文字+圖片的組合成效最好，但文獻中並未將『多媒體呈現方式』與『學習風格』合併做交互作用之討論，而得出結果並不統一，實驗後，哪種組合最好，並無具體共識，查看文獻後，本人發現許多相關實驗鮮少將『學習風格』列入為操控自變項，所以本研究針對這一角度，在本研究實驗之自變項設計中加入此變因，期能找出不同學習偏好之學習者，是否



會有特定較適合其訊息處理能力之『不同多媒體組合方式』，而上述文獻提及會導致分散注意力效果，會降低學習者學習成效，因此本研究之實驗教材設計時，採取了折衷的辦法，希望能保有雙通道(提升工作記憶區容量)的優點，但又不想同時呈現兩種不同感官性質(視、聽覺)多媒體，導致分散注意力效果，故教材設計採用『不同多媒體呈現順序』，此原則應用在設計實驗二之教材(不同之多媒體呈現順序)時，視覺型教材在設計時控制不同多媒體呈現順序為，圖片先，聲音後(圖片先出現，隔3秒後聲音再出現)或是聲音先，圖片後(聲音先出現，隔3秒後圖片再出現)，是否就能避免干擾。

## 三、研究架構與方法

本章旨在描述本論文之研究設計，以探討在行動載具上之教材融入不同的媒體『資訊量』、『學習風格』、『多媒體呈現順序』，其對高一生活科技「能源與動力科技」單元學習成效之影響。

研究採兩階段實驗進行，實驗一主要目的為找出行動載具上其教材設計之最佳『資訊量』數，實驗二主要是將教材融入『不同學習風格』(語言、視覺型)之『多媒體呈現順序組合』，透過實驗方式找出何種組合，對於視覺型、語言型學生，其學習成效最佳，並作為未來行動載具上製作多媒體教材設計之參考依據。全章共分五節，第一節研究流程及架構；第二節實驗設計；第三節研究工具；第四節資料處理；第五節多媒體教材編輯製作。

### 3.1 研究流程及架構

本研究採準實驗法(quasi-experimental method)設計，先確認研究主題，據研究背景與動機，發展出研究目的與研究問題，著手蒐集相關文獻。並界定研究範圍，訂出研究架構，設計多媒體教材及測量工具，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。

### 3.1.1 研究流程

本研究之步驟及流程如圖 7 所示：

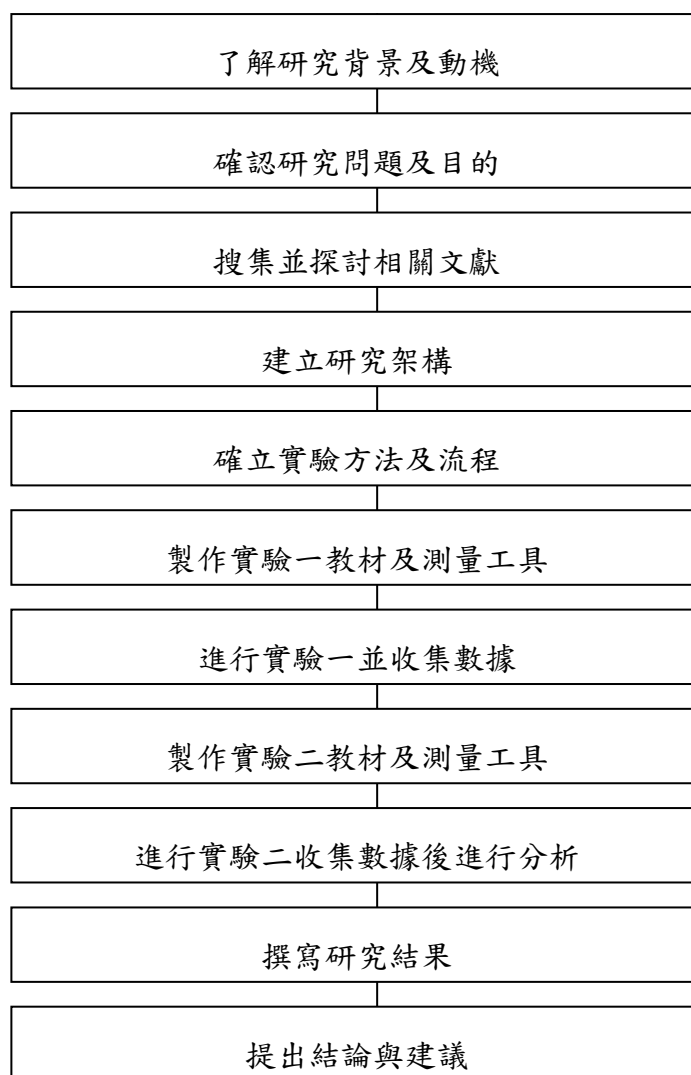


圖 7 研究步驟及流程

### 3.1.2 研究架構

本研究之主要目的在探討(一)3.5吋畫面大小之單面教材最佳資訊量為何(二)不同類型學習者與不同多呈現方式教材之學習成就的影響(三)行動載具上不同多媒體呈現方式教材，認知負荷與學習成效是否有相關性

依據研究目的，並參考相關文獻提出研究架構，本研究實驗架構分成兩個實驗進行，共有三個自變項、二個依變項，實驗一自變項為『學生學習類型』、『教材資訊量』；實驗二自變項為『學生學習類型』與『教材種類』(不同學習類型與多媒體呈現順序之教材)，二個依變項分別為兩個實驗階段中之學習成就後測與認知負荷問卷，各變項之間的關係如圖 8 所示，並於 3.2.2 實驗設計中詳細說明。

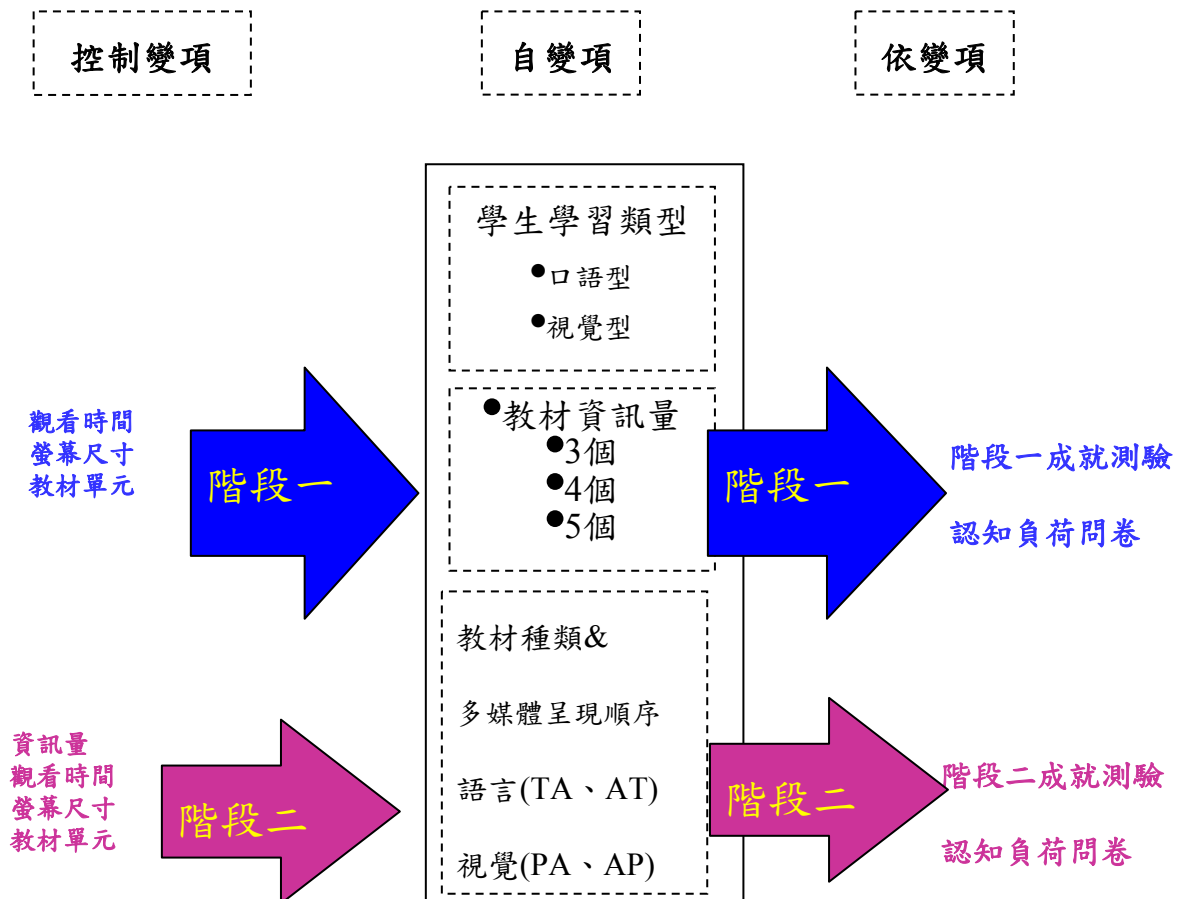


圖 8 研究架構

## 3.2 實驗設計

本研究之實驗步驟分兩階段；階段一與階段二，如圖 9 所示：

階段一：編輯階段一實驗教材，製作兩階段後測試卷，進行預測，試題信度通過後，進行實驗一，學生依量表分組(語言、視覺型)，分別觀看不同類型之三種資訊量教材(共六種)後進行後測，並填寫認知負荷問卷。

階段二：據階段一統計之最佳資訊量(=4)編輯階段二實驗教材進行實驗二，依先前學生分組(語言、視覺型)，分別觀看四種不同類型教材(融入不同學習風格與不同多媒體呈現順序)後進行後測，並填寫認知負荷問卷。收集階段一、二實驗數據進行分析。

### 3.2.1 實驗步驟

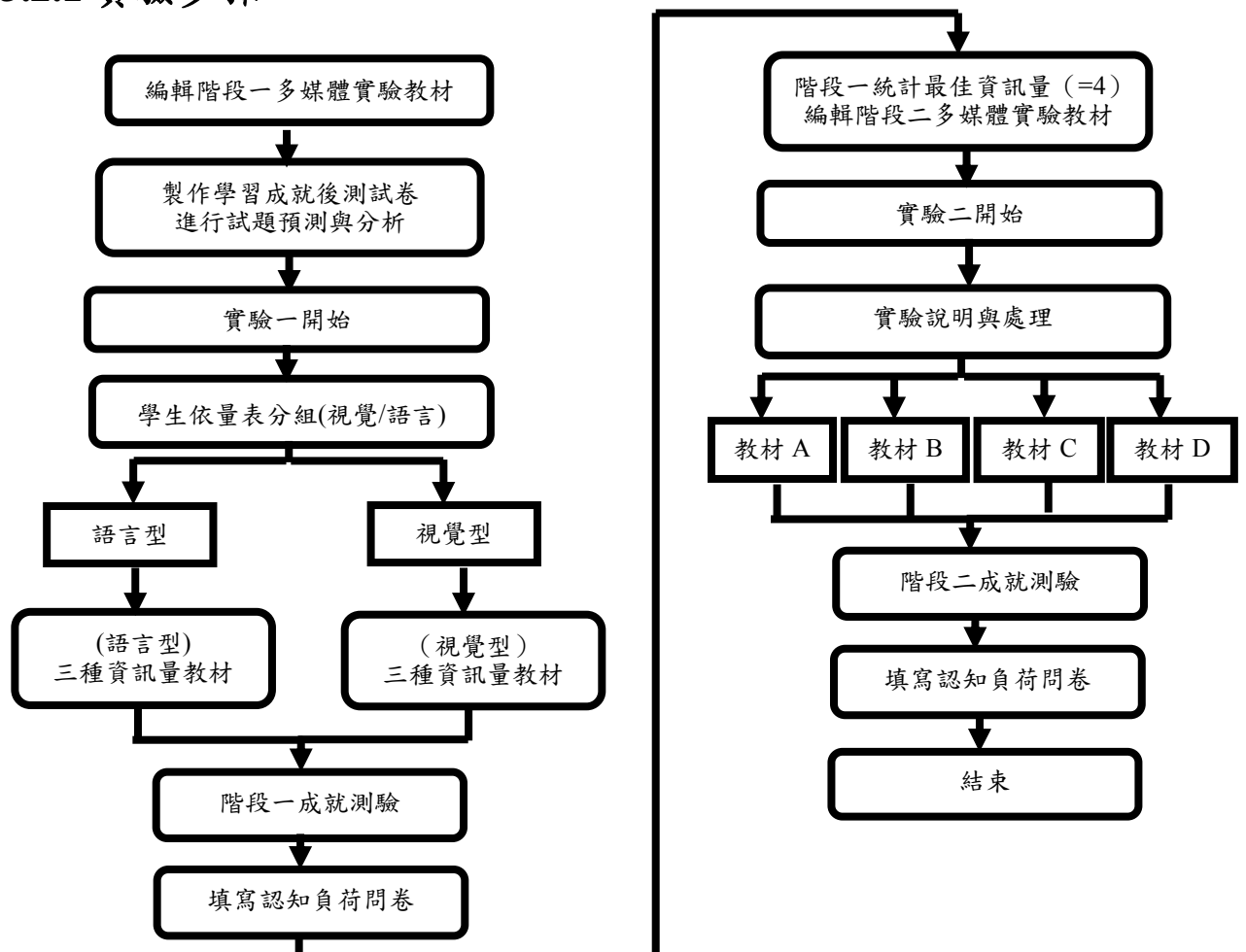


圖 9 實驗流程圖

本研究實驗步驟細部說明：

行動載具之多媒體教材是以高一『生活科技-能源與動力科技』單元之學習內容進行編輯，並將教材依實驗一及實驗二之自變項共編輯成十種(實驗一共六種、實驗二共四種)不同呈現方式的教材分別進行實驗，實驗分成兩階段來進行。

階段一：編輯階段一實驗教材，實驗一之自變項為『學生類型』與『資訊量』，製作不同類型(語言、視覺型)之三種資訊量教材(共六種)，如表 6，以進行實驗一，學生再依量表分組(語言、視覺型)，分別觀看不同類型之三種資訊量教材後進行後測，並填寫認知負荷問卷。

階段二：根據階段一統計之最佳資訊量(=4)，來編輯階段二實驗教材，實驗二之自變項為『學生類型』與『4種教材種類』；為二因子實驗設計，[教材融入不同學習風格與不同多媒體呈現順序後分4種(表 7)]:[A(TA)、B(AT)、C(PA)、D(AP)]。之後，進行實驗二，依先前學生分組(語言、視覺型)，分別觀看四種類型教材後進行後測，並填寫認知負荷問卷。

教材單元分兩階段，每單元學完後立即進行後測與填寫認知負荷問卷，故有兩階段之學習後測成績與認知負荷問卷，最後將實驗數據收集後以 SPSS 軟體進行分析。

表 6 階段一實驗之六種教材

融入學習偏好	資訊量為 3	資訊量為 4	資訊量為 5
語言型教材	A	B	C
視覺型教材	D	E	F

表 7 階段二實驗之四種教材

融入學習偏好	多媒體呈現方式	教材分類
語言型教材(*註 1)	先文→再聲	A(TA)
	先聲→再文	B(AT)
視覺型教材(*註 2)	先圖→再聲	C(PA)
	先聲→再圖	D(AP)

(\*註 1：語言型教材：非必要性時，不加入影像素材)

(\*註 2：視覺型教材：非必要性時，不加入文字素材)

## 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. 學生類型：

是指不同學習風格之學生，依照研究工具Felder&Silverman（1988）學習風格量表可將學生分成語言型、視覺型

語言型學習者:較喜歡文字或口語述說的學習方式。

視覺型學習者: 較喜歡透過圖像、動畫、圖表、實地的示範等..學習方式。

2.教材資訊量：

依前面提及之文獻探討，人一次能記憶文字項目容量的能力大約是  $7\pm 2$  (Miller，1956；Simon，1974)，而一次能記憶圖形項目的能力大約是  $4\pm 1$  (Cowan，2001)，而多媒體教材是由圖片、動畫、文字、聲音所組成，所以在設計實驗一之教材時，考慮自變項設計(教材之資訊量數)則取人記憶文字項目能力( $7\pm 2$ )及圖片之記憶能力( $4\pm 1$ )，兩者間之交集，最後選擇單頁教材資訊量分別為 3 個、4 個、5 個，來進行實驗一之實驗。

而實驗一之重點是，想探討出在行動載具之多媒體教材，其最適當的教材資訊量數為何，前面文獻探討提及若將學生依學習風格分類，並給予其適合其學習偏好之適性化教材，結果證明能提升學習之成效，故實驗一教材設計一併將學習風格考慮進去，共設計學習風格(2種) $\times$ 資訊量(3種)=6種不同教材，如前一頁表 6 所示。

## ※多媒體設計原則-資訊量之控制

### (1) 若可切割，採取分頁

將多媒體教材中資訊量計算好，利用分頁方式，將資訊量切割成多頁呈現。

舉例來說，單元教材畫面中，本來要表達六段文字(資訊量=6)，若單頁(資訊量=3)時，則將教材拆成兩頁分頁呈現。

### (2) 不可切割的資訊，採用遮罩

將多媒體教材中資訊量為不可切割(如圖形中包含過多資訊量)，則採遮罩方式量，依單頁資訊量大小，控制圖形訊息依序呈現。如圖 10



圖 10 不可切割資訊量-採用遮罩

## 3. 教材呈現順序：

許多學者做過相關[多媒體呈現方式]實驗，但做完眾多實驗後並沒有找出大家公認之最佳組合，但以上諸多實驗皆未將『學習風格』列入為操控變數，所以本研究針對這一角度，在實驗之自變項設計中加入此『學習風格』變因，期能找出不同學習偏好之學習者，是否會有特定較適合其訊息處理能力之『不同多媒體組合方式』，而上述文獻提及會導致分散注意力效果，會降低學習者學習成效，因此本研究之實驗教材設計時，採取了折衷的方式，希望能保有雙通道(提升工作記憶區容量)的優點，但又不想同時呈現兩種不同感官性質(視、聽覺)多媒體，導致分散注意力效果。為達成此一效果，在設計實驗教材時，參考先前於第二章文獻探討中之2.3.2『多媒體學習認知理論』提到透過設計良好之多媒體教材能協助學習者建立下列三種處理：(1) 選擇(2) 組織(3) 整合，在製作本實驗用之多媒體教材時，依不同學習風格其偏好之訊息處理方式，將



Mayer(2001)定義中三種多媒體文字（視覺的）、旁白(聽覺的)、與圖像(圖片、動畫)，分別融入並製作出語言型（A(TA)、B(AT)）與視覺型教材（C(PA)、D(AP)）。

而『多媒體不同呈現順序』即為依照 Mayer 所點出『良好多媒體教材能協助學習者進行”選擇”處理』，而以實驗教材中語言型教材 A(TA)為例說明，其設計原則是文字（視覺的）出現後，延遲約三秒，再出現旁白，功能設計上，除符合”自動”協助學習者進行訊息之『選擇』（先選擇圖像文字(透眼睛)，並於工作記憶中建立語意資料庫）外，另延遲三秒後再出現聲音，同時亦符合”避免產生”『分散注意力效果』（同時呈現文字(視覺的)與旁白(聽覺的)），而媒體訊息透過『選擇』進入短期記憶，接著進行組織、整合，而這些動作都在工作記憶中處理，再依 Mayer 所提出『容量有限』（Limited capacity），將單頁教材之資訊量依據『階段一實驗』中所得結果（最佳資訊量=4）來設計教材；教材類型 B(AT)，其訊息處理運作原理亦同，只是其先後順序不同罷了。

接著介紹視覺型教材C(PA)，其設計原則是圖片（視覺的）出現後，延遲約三秒，再出現旁白，功能設計上，除符合”自動”協助學習者進行訊息之『選擇』（先選擇圖像，並於工作記憶中建立圖像資料庫）外，另延遲三秒後再出現聲音，同時亦符合”避免產生”『分散注意力效果』（同時呈現圖片(視覺的)與旁白(聽覺的)）；教材類型 D(AP)，其訊息處理運作原理亦同，其先後順序不同罷了。

實驗教材種類分4種: [A(TA)、B(AT)、C (PA)、D(AP)]如表 7 所示。

## 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)（如附錄二）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、實驗分兩個階段進行：

本研究是將三個自變項分兩個階段實驗來進行，首先「階段一實驗」是『多媒體教材資訊量』對學習成效及認知負荷的影響，「階段二實驗」是進行『學習類型』及『不同多媒體呈現順序』對學習成效及認知負荷的影響，『學習類型』和『不同多媒體呈現順序』是採二因子實驗設計，同時了解學習成效與認知負荷的影響，以下將對兩個階段之實驗進行說明。

[階段一實驗] 探討出適合行動載具畫面大小之單面教材資訊量，並作為階段二實驗教材設計教材之依據。

階段一實驗之【操作型定義】分兩部分來說明：

自變項:學習類型(分為視覺型、及語言型兩組)

依變項:學生看完三種不同資訊量之教材後，所得到之 1.學習成效 2. 認知負荷

- 1.學習成效:得分愈高，表示學習成就愈好。
- 2.認知負荷:學習者主觀認知負荷之測量。

表 8 階段一實驗分組方式

學習類型	不同訊息量教材
St-A (37 人)	A、B、C
St-V(117 人)	D、E、F

表 9 階段一實驗分組之觀看教材順序方式(\*註 3:為避免次序效應)

St-A.語文型	St-V.視覺型
1. A→B→C	1. D→E→F
2. A→C→B	2. D→F→E
3. B→C→A	3. E→F→D
4. B→A→C	4. E→D→F
5. C→B→A	5. F→E→D
6. C→A→B	6. F→D→E
7. A→B→C	7. D→E→F
8. A→C→B	8. D→F→E
.....	.....

階段一實驗中，語言、視覺兩組學生分別觀看不同種類之三種不同資訊量教材(共有 6 種不同觀看順序之組合)，其觀看教材順序方式採班級座號隨機分配方式，將每位學生座號除 6 後，若餘數為 1，則觀看第一組順序，若餘數為 2，觀看第二組順序，依此類推，將所有學生依此法則進行隨機分配。

(註 3:次序效應: 次序效應(order effect)：次序效應則是因為受試者接受不只一次的處理，因熟悉實驗情境、練習或疲勞等因素影響受試者在依變項上的表現。)

控制變項：

為降低自變項以外之因素對依變項所造成的影響，本研究將各組的授課時數及教材單元均控制為一致。

教材單元：以華興出版社之高中生活科技「能源與動力科技」單元作為多媒體教材設計的依據。

授課時數：皆為二節課（一節課看教材、一節課進行測驗）。

再依階段一問卷結果，統計出行動載具教材之三種資訊量中，認知負荷最低的（資訊量=4），作為階段二實驗教材設計教材之依據。

[階段二] 探討不同學習類型學生於四種融入學習偏好且不同呈現方式教材類型，學習成就是否有顯著差異。

階段二實驗之【操作型定義】分兩部分來說明：

自變項:1.學習類型。分為視覺型、及語言型兩組。

2.四種教材類型。分為A(TA)、B(AT)、C(PA)、D(AP)【詳見表 7】

預先製作融入學習偏好與不同多媒體呈現順序教材(四種)(依不同多媒體呈現順序)

依變項:學生看完各別指定教材(預先設計好)後，所得到之 1.學習成效、2.認知負荷

1.學習成效:得分愈高，表示學習成就愈好。

2.認知負荷:學習者主觀認知負荷之測量。

控制變項：

為降低自變項以外之因素對依變項所造成的影響，本研究將各組的授課時數及課程內容均控制為一致。

課程內容：皆以華興出版社之高中生活科技「能源與動力科技」單元作為多媒體教材設計的依據。

授課時數：皆為二節課（一節課看教材、一節課進行測驗）。

依據上述實驗之【操作型定義】，階段二的實驗設計分組細格如表 10 所示：

表 10 階段二的實驗設計分組

	A(TA)	B(AT)	C (PA)	D(AP)
St-A (37 人)	10	9	12	6
St-V(117 人)	23	32	34	28
SUM(154 人)	33	41	43	34

### 3.2.3 實驗對象

本實驗的研究對象來自新竹縣一所國立高中。該校以基本學力測驗成績為依據，進行常態 S 型男女混合編班，在此編班方式下接近常態分配。所以學習成就分數由高而低在各班分佈的狀況大致相同，因此也符合分層隨機抽樣的精神。

本研究的預試對象為該校 2 個班(二、三年級)學生共計 63 人。預試的結果用於「生活科技成就測驗」試題之修正，以及考驗「生活科技成就測驗」之信度。

本研究的研究對象為該校 4 個班的一年級學生共計 154 人，其中男生 66 人、女生為 88 人。

### 3.2.4 取樣方法

在正式實驗之前，自研究對象中以「Felder 和Silverman 的學習風格量表」篩選出視覺型、及語言型兩種樣本，如表 11 所示。

表 11 學生類型分組（實驗一、實驗二）

學習類型	樣本數
視覺型	117 人
語言型	37 人
總和	154 人

## 3.3 研究工具

本研究的研究工具主要有四個，分別是 Felder 和 Silverman 學習風格量表、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：

### 3.3.1 Felder 和Silverman學習風格量表

本研究所採用的是Felder 和Silverman 所定義的學習風格量表（如附錄一），已於本論文之2.1.2 節談論過，Felder 和Silverman的學習風格量表定義出不同程度的學習風格，其中包含四個面向的訊息處理資訊分類方式（1）主動的/反思的（2）感覺的/直覺的（3）視覺的/口語的（4）循序的/總體的。

而本研究選擇此學習風格量表的原因如下：

1. 本學習風格量表適合定義學習者接收和處理資訊的方式
2. 多媒體的呈現方式即為結合圖片、動畫、影片、文字、聲音等多種的媒體素材，而視覺型學習者在學習上最適合的記憶方式是透過圖片、動畫，符合視覺型的學習者需求；而語言型學習者在學習上最適合的記憶方式是文字或語言來呈現的教材，故採用此學習風格量表作為學習者類型之分類工具。
3. 此量表具有良好的信度與效度。（學習風格量表請參閱附錄）

Felder & Silverman 學習風格量表其信效度經檢驗皆獲得肯定(Zywno,2003)，四個面向之再測信度（ test-retest reliability ）分別為.683、.679、.511、.507。

### 3.3.2 多媒體教材

本研究之多媒體教材是以高中一年級生活科技的能源與動力科技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兩階段單元進行學習，以利於時間及課程上的安排及利用。

有研究指出網頁教材若設計成內容目錄和概念圖，可將整個教材內容的架構表達清楚，如此設計可使學習者減少認知負荷，提升學習表現（Allinson & Hammand, 1999; Dee-Lucas & Larkin, 1995; Puntambekar, Stylianou & Hubscher, 2003），實驗教材設計時，首頁即為內容目錄形式，教學活動設計如表 12 所示

表 12 多媒體教材教學活動設計

教學活動	教學主題	教學內容
階段一	初級與次級能源 非再生能源	初級、次級能源之定義，什麼是次級能源，非再生能源之種類，認識化石、核燃料，化石燃料的種類(石油、天然氣、煤)，化石燃料的形成
階段二	再生能源種類 非再生能源主要應用	非再生能源主要應用:火力、核能發電之工作原理 再生能源種類(太陽能、水力能、風力、地熱、潮汐)，再生能源應用之工作原理

依據上述單元活動之教學目標，細分為符合SCORM 課程的Content Aggregation架

構如圖 11：

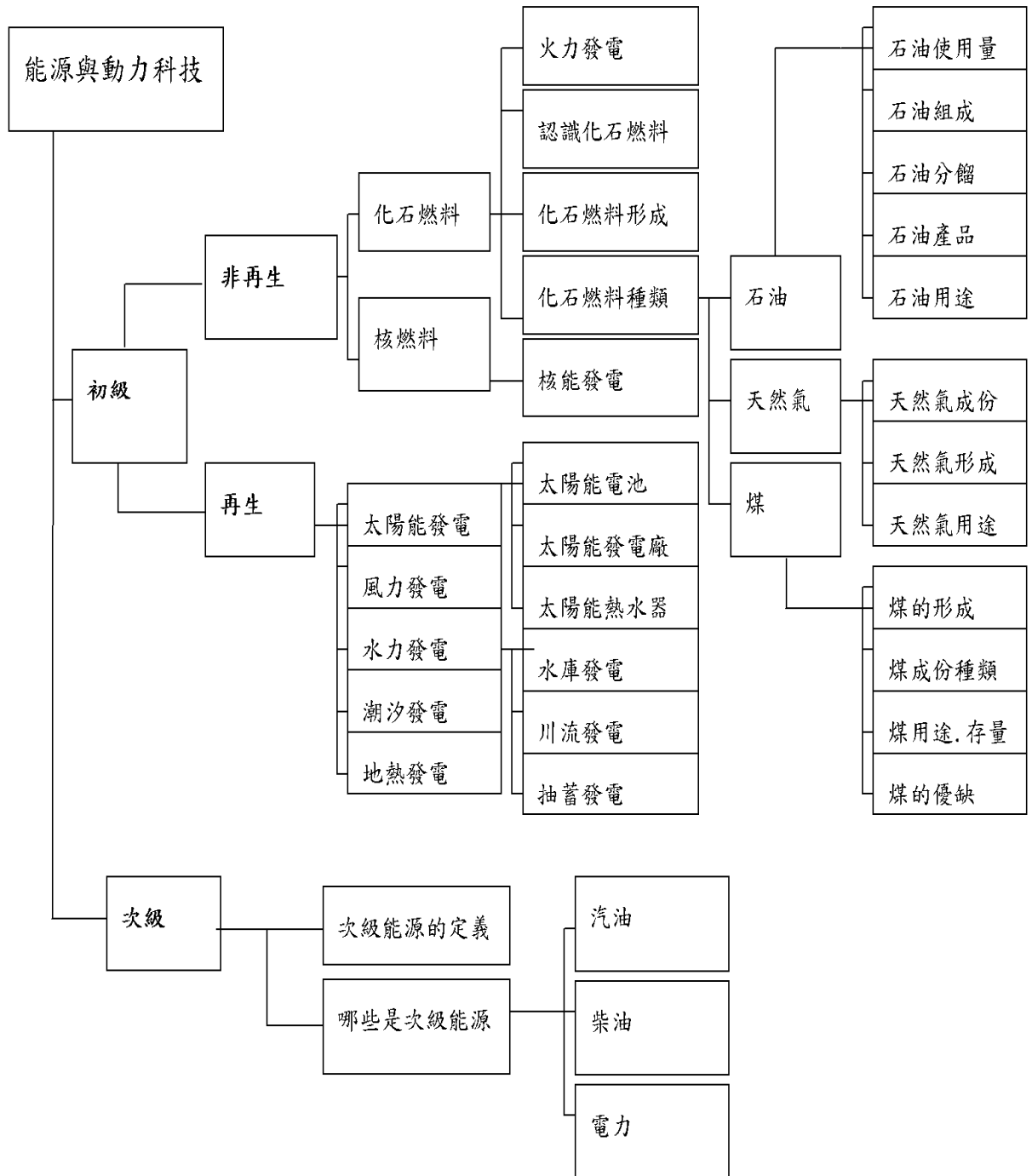


圖 11 「能源與動力科技」課程 SCORM Aggregation 架構



### 3.3.3 生活科技學習成效後測試卷

配合研究目的，研究者依據華興版高中一年級生活科技教材內容所屬之能力指標編定成就測驗共 40 題，分別在階段一與階段二給予後測。測驗題目編定後，依照兩位專家（如表 13）的建議做細部的調整與修正，故有基本的專家效度。

表 13 專家學、經歷及年資表

	學經歷	年資
A 專家	台灣師範大學物理系	18 年
B 專家	台灣師範大學化學系	20 年

接著各找二年級與三年級班級已學過本課程，各一班之學生之學生做試題預試，在回收的 63 份試卷中，內部一致性信度Cronbach's  $\alpha$ 值為 .806，顯示有良好的信度，如表 14 所示。

表 14 試題預試之統計表

Cronbach's Alpha 值	以標準化項目為準的 Cronbach's Alpha 值	項目的個數
.806	.796	40

### 3.3.4 認知負荷量表

本研究使用之認知負荷量表是參考宋曜廷(2000)的認知負荷七點量表，主要用來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。

## 3.4 資料處理

將資料以統計軟體 SPSS 12 中文版進行統計分析，循下列方式進行：

- 1.以單因子變異數分析『語言型』學生與四種『不同多媒體呈現順序教材』對學習成就的影響。
- 2.以單因子變異數分析『視覺型』學生與四種『不同多媒體呈現順序教材』對學習成就的影響。
- 2.以雙因子變異數分析『視覺+語言型』學生與四種『不同多媒體呈現順序教材』對學習成就的影響
- 3.利用相關係數檢定，討論認知負荷與學習成就之間是否有相關性。

## 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。其教學理念如圖 12 (智勝國際科技網站，2009)：

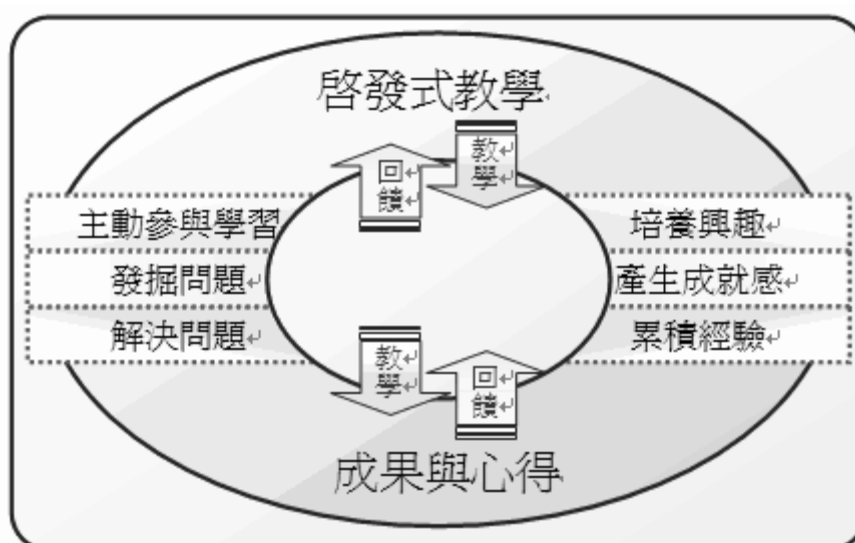


圖 12 智勝編輯手的教學理念

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. 全新功能、全心體驗

- (1)更好用的文字排版功能：同一段文字可設定不同的字級、字型、顏色、粗體、斜體、底線……等。可設定文字靠左、置中或靠右對齊。
- (2)更驚艷的演員特效：可設定演員的透明度與旋轉角度，呈現更豐富的變化。新增演員濾鏡特效，如：模糊、凹凸、陰影與發光濾鏡，利用簡單素材也可製作出驚艷效果。支援演員播放秒數的設定，更精準的控制演員演出時間。
- (3)更好用的路徑套用特效：可直接套用特殊路徑，作出加速與反彈的效果。
- (4)更精準的 Goole Search 功能：解決製作教材素材取得不易的問題，直接透過 Google

的線上搜尋功能，找到適合的圖片來使用。

## 2. 豐富的編輯功能

(1) 步驟化操作設計，一步一步建構精彩內容。

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：動畫演員(jpg、jpeg、png、gif)，音訊演員(mp3、wav)，視訊演員(avi、wmv、mpeg、flv)。可從編輯手的設定視窗，選取素材分類，雙擊素材來建立內容

(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。場景編輯功能，可替場景命名、排序、加入背景音樂。演員編輯功能，可新增、刪除、隱藏、鎖定、命名、改變演員大小、旋轉或翻轉演員…等。

(4) 利用路徑製作動態效果：點選路徑功能後，即可利用滑鼠畫出演員的移動路徑，安排演員的進場與走位。可利用複製與貼上路徑功能，替不同演員設定相同路徑

(5) 活用聲音表情的魅力，吸引學習者的注意：可以在場景中設定背景音樂，加強劇情的張力。提供演員配音功能，除了使用音效加強劇情效果，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，皆利用「劇組」的順序安排演出的前後順序。不須撰寫程式語法，只需依照開演順序拖拉演員到個別的劇組中，即完成順序的安排。點選演出屬性設定視窗，可安排演員在演出前後是否顯示、沿路徑播放幾秒…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：在演員的「互動劇情」中，可分別設定點選滑鼠左鍵、滑鼠移上演員與滑鼠移開演員後的劇情。

## 4. 立即體驗 Flash 的播放效果

(1)隨時可預覽播放效果：編輯完畢，可點選「播放檔案」即時預覽。

(2)發佈成 Flash 網頁格式：支援與 Web2.0 學習平台無縫式整合。發佈格式為 Flash 網頁播放檔，瀏覽端只需安裝 Flash Player 即可觀看。

(3)網路串流播放：播放時做到串流播放效果，檔案再大也可順暢播放。

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教材製作軟體，透過引導方式，採視覺化編輯方式，並結合聲音、音樂、文字、影像與影片等素材來編輯製作多媒體課程，並符合 SCORM1.3 標準，能在學習平台間流通，是一套非常容易上手的軟體。

### 3.5.2 多媒體教材畫面設計

本研究之多媒體教材是依高中一年級生活科技「能源與動力科技」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 吋介面進行編輯，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。

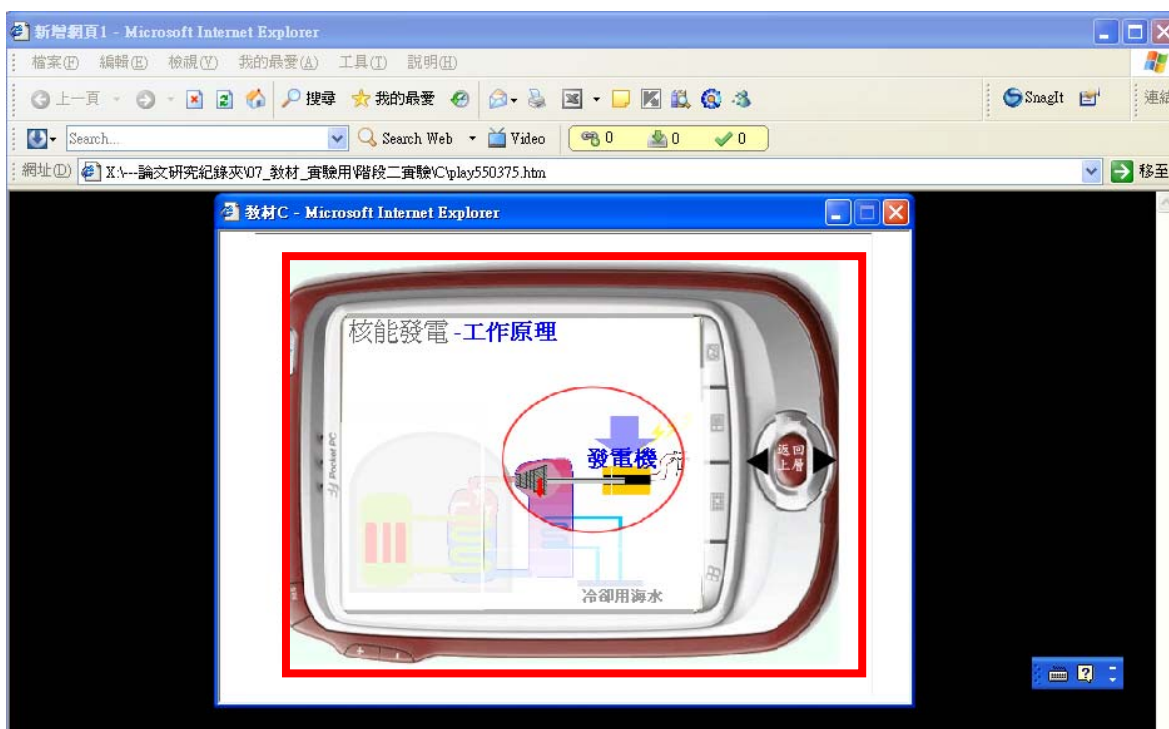


圖 13 電腦模擬行動載具之視窗畫面

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。

本研究以電腦模擬 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：

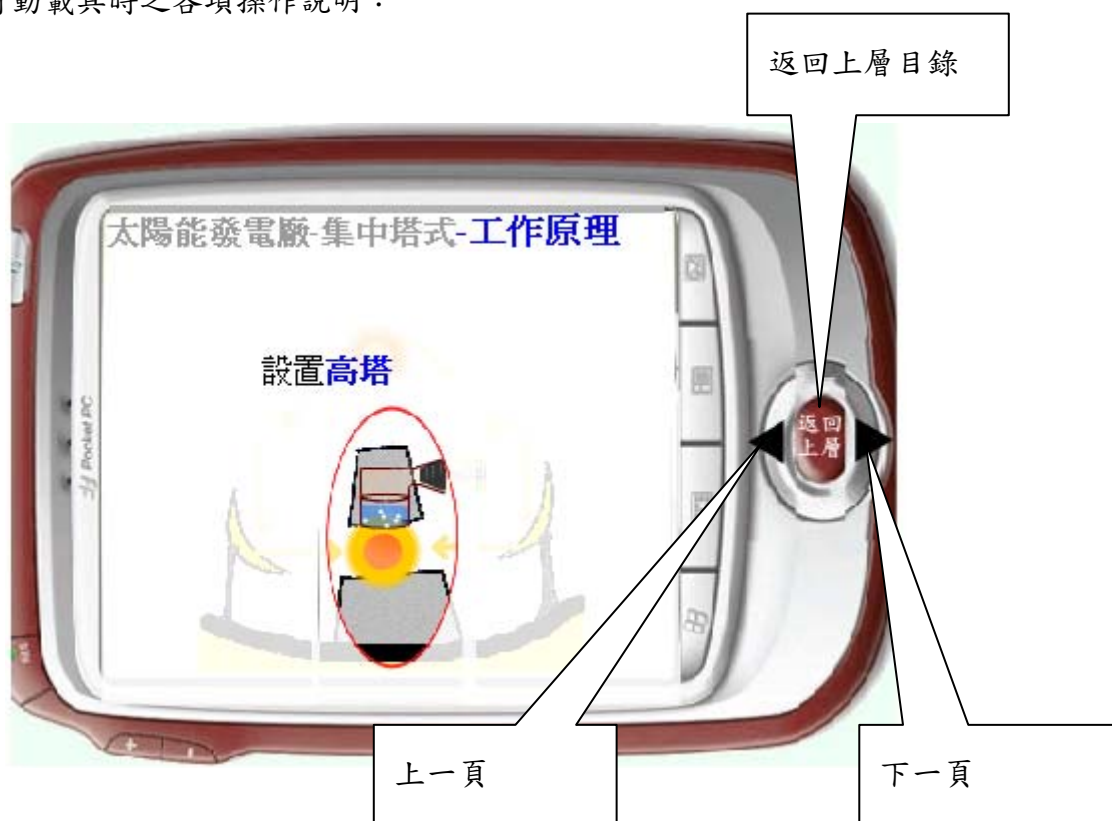


圖 14 電腦模擬 3.5 吋行動載具之 操作說明

### 3.5.3 多媒體教材編輯

行動載具之多媒體教材是以高一生活科技「能源與動力科技」為學習內容進行編輯，並將教材依實驗一及實驗二之自變項共編輯成十種教材，分別進行實驗，階段一實驗-設計之自變項為「資訊量」(3、4、5)，階段二實驗設計之自變項為「學生類型」與「教材種類」，而教材種類依「多媒體不同呈現順序」分 4 種: [A(TA)、B(AT)、C(PA)、D(AP)]，茲將這十種教材敘述如下(請詳見表 15、表 16、表 17、表 18)

表 15 階段一實驗-不同資訊量之語言型教材




語言型教材(不同資訊量)	資訊量計算
<p>A: 資訊量 3</p> 	<p>文字 2+ 旁白 1</p> <p>資訊量=3</p> <p>(說明:同一時間只有一句話之聲音旁白)</p>
<p>B: 資訊量 4</p> 	<p>文字 3+ 旁白 1</p> <p>資訊量=4</p> <p>(說明:同一時間只有一句話之聲音旁白)</p>
<p>C: 資訊量 5</p> 	<p>文字 4+ 旁白 1</p> <p>資訊量=5</p> <p>(說明:同一時間只有一句話之聲音旁白)</p>

表 16 階段一實驗-不同資訊量之視覺型教材




視覺型教材(不同資訊量)	資訊量計算
<p>A: 資訊量 3</p> 	<p>文字 1+ 圖片 1+ 旁白 1</p> <p>資訊量=3</p> <p>(說明: 同一時間只有一句話之聲音旁白)</p>
<p>B: 資訊量 4</p> 	<p>文字 2+ 圖片 1+ 旁白 1</p> <p>資訊量=4</p> <p>(說明: 同一時間只有一句話之聲音旁白)</p>
<p>C: 資訊量 5</p> 	<p>文字 2+ 圖片 2+ 旁白 1</p> <p>資訊量=4</p> <p>(說明: 同一時間只有一句話之聲音旁白)</p>



表 17 階段二實驗-四種教材(不同多媒體呈現順序)-1



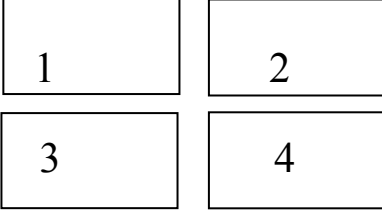
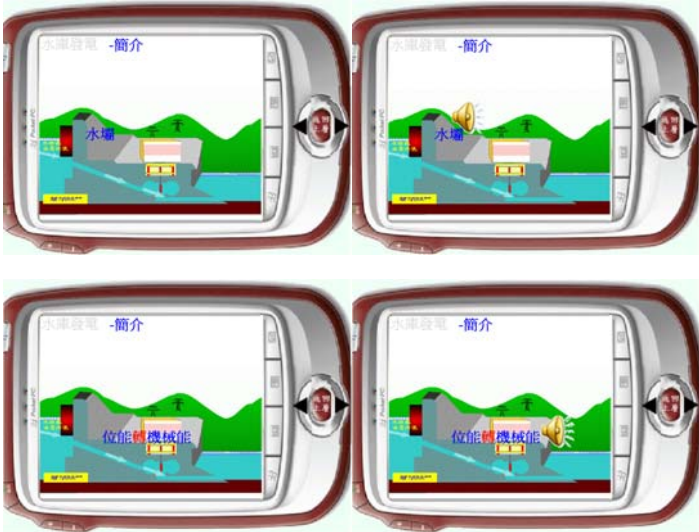
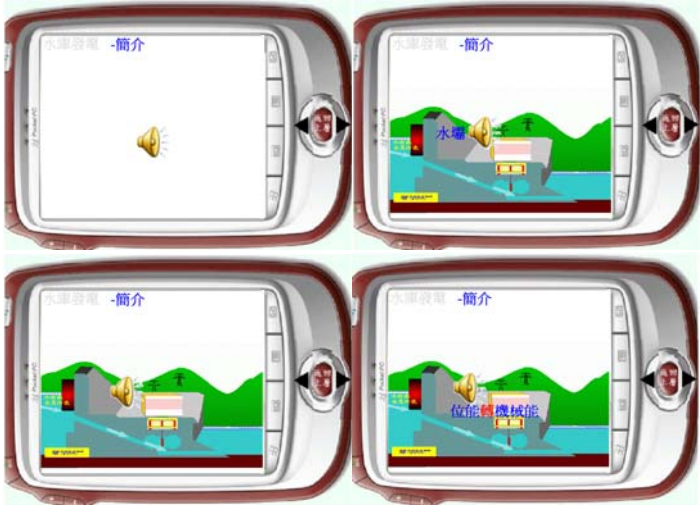
變項	型式	多媒體 呈現順序畫面	說明
變項名稱	呈現順序	圖片順序： <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; text-align: center; margin: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; text-align: center; margin: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; text-align: center; margin: 5px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; text-align: center; margin: 5px;">4</div> </div>	圖片順序 1→2→3→4
多媒體呈現順序	A(TA)	 <p>The screenshots show a sequence of four frames from a multimedia interface. Each frame displays a diagram of a reservoir and dam. The text and audio cues (represented by a speaker icon) are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Frame 1: Text: 水庫發電-簡介, 河流積水壩區隔. Audio: None.</li> <li>Frame 2: Text: 水庫發電-簡介, 河流積水壩區隔. Audio: Present.</li> <li>Frame 3: Text: 水庫發電-簡介, 將位能轉機械能, 進而產生電力. Audio: None.</li> <li>Frame 4: Text: 水庫發電-簡介, 將位能轉機械能, 進而產生電力. Audio: Present.</li> </ul>	文字較先出現, 聲音後(文字先出現, 隔3秒後聲音再出現), 然後同時消失,
多媒體呈現順序	B(AT)	 <p>The screenshots show a sequence of four frames from a multimedia interface. Each frame displays a diagram of a reservoir and dam. The text and audio cues (represented by a speaker icon) are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Frame 1: Text: 水庫發電-簡介. Audio: Present.</li> <li>Frame 2: Text: 水庫發電-簡介, 河流積水壩區隔. Audio: Present.</li> <li>Frame 3: Text: 水庫發電-簡介, 河流積水壩區隔. Audio: None.</li> <li>Frame 4: Text: 水庫發電-簡介, 將位能轉機械能, 進而產生電力. Audio: Present.</li> </ul>	聲音先, 文字(聲音先出現, 隔3秒後文字再出現), 然後同時消失

表 18 階段二實驗-四種教材(不同多媒體呈現順序)-2

變項	型式	多媒體 呈現順序畫面	說明
變項名稱	呈現順序	圖片順序： 	圖片順序 1→2→3→4
多媒體呈現順序	C(PA)		圖片較先出現，聲音後(圖片先出現，隔3秒後聲音再出現)，然後同時消失，
多媒體呈現順序	D(AP)		聲音先，圖片後(聲音先出現，隔3秒後圖片再出現)，然後同時消失

## 四、結果與討論

本章旨在根據研究目的，針對受測學生進行實驗施測後，進行資料數據分析，並根據分析結果作為未來行動載具上製作多媒體教材設計之參考依據。

第一節主要探討行動載具上其教材設計之最佳『資訊量』數，第二、三節探討藉由實驗數據分析，針對語言、視覺型學生，分別找出在行動載具上最適合其學習類型之『多媒體教材呈現順序』之組合，第四節透過數據分析，找出在『不考慮學習類型』下，最適合在行動載具上學習類型之『多媒體教材呈現順序』之組合，第五節進行認知負荷與學習成效之相關性分析，而第六節為結果摘要。

### 4.1 探討適合行動載具畫面大小單面教材資訊量

#### 4.1.1 進行階段一實驗前的前測分析

在正式進入前，先將依學習類型分組進行背景分析：以下為階段一實驗之前測分析；

表 19 階段一實驗\_前測分析\_『學習類型』對『前測成績』獨立樣本 T 檢定

	學習類型	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
前測	語言型	37	92.76	7.71	1.27
(段考)	視覺型	117	89.96	9.11	0.84

依變數：前測(段考成績)

		變異數相等的檢定		平均數相等的 t 檢定		
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性
前測	假設變異數相等	.769	.382	-1.687	152	.094
(段考)	不假設變異數相等			-1.839	70.46	.070

由上表 19，可看出視覺型與語言型之分組，兩組學生能力可視為相同；符合同質性假設 ( $F=.769, P=.382 > .05$ )

#### 4.1.2 階段一實驗後測成績單因子變異數分析的結果

##### 1. 同質性檢定的結果 (表 20)

進行單因子共變數分析之前，進行變異數同質性檢定。其結果顯示，視覺型與語言型之分組符合同質性假設 ( $F=1.915, P=.168 > .05$ )，如表 20 所示。

表 20 階段一實驗 學生分組變異數同質性檢定

依變數：後測成績

誤差變異量的 Levene 檢定等式			
F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
1.915	1	152	.168

##### 2. 進行學習類型與階段一實驗後測成績之變異數分析 (0)

表 21 『學習類型』與『階段一實驗後測成績』之單因子共變數分析摘要表

依變數：後測成績

學習類型	人數	平均數	標準差	F 檢定	顯著性
視覺型	117	69.70	11.91	1.915	.570
語言型	37	70.94	10.46		.544

由 0 可知，分到兩組不同教材類型的學生，其結果( $F=1.915, p=.57>.05$ )，未達顯著，可知『學習成績』並不因『學習類型』不同而有影響學習整體表現。

#### 4.1.3 階段一實驗認知負荷量統計表

在階段一實驗施測後，經收集並統計認知負荷量統計表，找出適合行動載具畫面之

單面教材資訊量為 4I，並作為設計階段二實驗教材依據；我們可由表 22 中看出其資訊量=4，認知負荷最低，而表 23 顯示三種不同『資訊量』教材，對於『認知負荷』達顯著差異。

表 22 階段一實驗認知負荷統計表

依變數: 認知負荷		I: 資訊量	
資訊量	平均數	標準差	個數
3I	6.8571	2.17060	154
4I	5.5065	2.49770	154
5I	6.5390	2.26405	154
總和	6.3009	2.38086	462

表 23 階段一實驗\_認知負荷之單變量檢定

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	153.563	2	76.781	14.329	.000***
誤差	2459.617	459	5.359		

\*\*\* P < .001

由統計結果知，行動載具上之最佳教材單頁資訊量數應為 4。

討論於行動載具 3.5 吋螢幕下，最適合之『教材資訊量』，在階段一實驗中，希望透過實驗方式找出於行動載具 3.5 吋螢幕下，最適合之『教材資訊量』，根據文獻探討，人一次能記憶文字項目容量的能力大約是  $7\pm 2$  (Miller, 1956; Simon, 1974)，而一次能記憶圖形項目的能力大約是  $4\pm 1$  (Cowan, 2001)，而多媒體教材是由圖片、動畫、文字、聲音所組成，所以在設計實驗一之教材時，考慮自變相設計(教材之資訊量數)則取人記憶文字項目能力( $7\pm 2$ )及圖片之記憶能力( $4\pm 1$ )，兩者之交集，最後選擇單頁教材資訊量分別為 3 個、4 個、5 個，來進行實驗一之實驗。

另根據認知負荷理論指出，學習者所接受之教材外在認知負荷越低，其學習成效則越高 (Sweller、Van Merriënboer、Paas, 1998)，所以經統計後，所得之結果：教材『資訊量』為 4 時，其外在認知負荷最低，以就是說最適合於行動載具 3.5 吋螢幕學習。與先前  $7\pm 2$  理論不同，可做為未來行動載具小螢幕，教材設計參考。

#### 4.1.4 階段一實驗結果摘要

- 一、最適合行動載具教材設計之資訊量數為 4。
- 二、性別 VS 成績 無顯著差異
- 三、學習類型 VS 成績 無顯著差異

## 4.2 教材類型對「語言型」四組學生在學習成效上的差異

### 4.2.1 前測分析-[語言型]學生的同質性檢定

階段二實驗前，先將依教材類型分組樣本進行背景分析：前測(段考成績)

以下為前測成績分析結果

由表 24 可知，分到四組不同教材類型的學生，其結果( $F=1.678$ ， $p=.174>.05$ )，亦即所分之四組學生，皆符合同質性考驗。(經單因子變異數分析)

表 24 階段二實驗前測分析-同質性考驗

依變數：前測(段考成績)

	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
教材類型	388.98	3	129.66	1.678	.174

本節所探討的問題為：「何種多媒體教材較適合提升[語言型]的學生之學習成效？」。以下針對同質性檢定、單因子變異數分析及成對比較進行結果說明：

## 4.2.2 [語言型學生]與教材類型之變異數分析

### 1.同質性檢定的結果：

在進行單因子共變數分析之前，先進行變異數同質性檢定(後測成績)。其結果 ( $F = .212, P = .887 > .05$ )，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，如表 25 所示。

表 25 [語言型]學生的同質性檢定

依變數：後測成績

誤差變異量的 Levene 檢定等式			
F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
.212	3	33	.887

### 2.進行[語言型學生]與教材類型之變異數分析

其結果顯示語言型學生與『教材類型』對於『學習成就』方面，( $F = 10.80, P = .000 < .05$ ) 達到顯著差異，如表 26

表 26 [語言型學生]與[四種教材類型]之變異數分析摘要表

依變數：後測成績

	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
教材類型	3112.609	3	1037.536	10.80	.000***

\*\*\*  $P < .001$



### 3.成對比較的結果：

接著，將不同型態的教材兩兩配對進行成對比較，目的在於找出哪一種型態的教材會對語言型學生的學習成效產生差異，如表 27 所示。我們可以看到：A (TA)教材與B(AT)之間平均數差異為 21.556，達顯著差異 ( $P = .000 < .05$ )；A (TA)教材與C(PA)之間平均數差異為 13.083，達顯著差異 ( $P = .004 < .05$ )；A (TA)教材與D(AP)之間平均數差異為 24.333，達顯著差異 ( $P = .000 < .05$ )，至此可知A (TA)明顯優於其他三種教材。另外C(PA)教材與D(AP)之間平均數差異為 11.250，達顯著差異 ( $P = .028 < .05$ )，C(PA)教材明顯優於D(AP) 教材。

表 27 [語言型學生]與[四種教材類型]之成對比較

教材型態		平均數差異		標準差	顯著性	差異的 95% 信賴區間	
						下限	上限
A (TA)	B(AT)	21.556	***	4.502	.000	12.396	12.396
	C(PA)	13.083	**	4.196	.004	4.547	4.547
	D(AP)	24.333	***	5.060	.000	14.039	14.039
B(AT)	A (TA)	-21.556	***	4.502	.000	-30.715	-30.715
	C(PA)	-8.472		4.321	.058	-17.263	-17.263
	D(AP)	2.778		5.164	.594	-7.729	-7.729
C(PA)	A (TA)	-13.083	**	4.196	.004	-21.619	-21.619
	B(AT)	8.472		4.321	.058	-.319	-.319
	D(AP)	11.250	*	4.899	.028	1.282	1.282
D(AP)	A (TA)	-24.333	***	5.060	.000	-34.628	-34.628
	B(AT)	-2.778		5.164	.594	-13.285	-13.285
	C(PA)	-11.250	*	4.899	.028	-21.218	-21.218

\*P < .05 , \*\* P < .01 , \*\*\* P < .001

### 4.2.3 [語言型學生]與教材類型之學習成就比較

由表 28 看出，語言型學生觀看四組教材後的學習成效由高至低依序為：A (86.0) > C(72.92) > B(64.4) > D(61.67)，而語言型學生於觀看A教材(TA)後之其學習成就最高 (86.0)。

表 28 [語言型學生]與[四種教材類型]之學習成就比較表

	四種教材	個數	平均數	標準差
語言型 後測成績	A (TA)	10	86.0	7.38
	B(AT)	9	64.4	10.73
	C(PA)	12	72.92	10.75
	D(AT)	6	61.67	9.83
	SUM	37	72.58	13.21

在階段二實驗中，設計了不同教材(依不同多媒體呈現順序)作為階段二之自變項，教材分4種：[A(TA)、B(AT)、C (PA)、D(AP)]如下表 29 所示

表 29 實驗二之 4 種教材

融入學習偏好	教材分類	多媒體呈現順序
語言型教材	A(TA)	先文—>再聲
	B(AT)	先聲—>再文
視覺型教材	C (PA)	先圖—>再聲
	D(AP)	先聲—>再圖

語言型學習者在觀看A(TA)「先文→再聲」的呈現順序後，皆比其他三種呈現順序方式之教材有較好的學習成效。文獻提及過，若同一時間接收兩種多媒體訊息，反而減低學習成效，文獻指出同時呈現文字(視覺的)與聲音(聽覺的)多媒體會導致分散注意力效果 (Mousavi、Low、Sweller, 1995)，同時呈現相同的視覺文章與聽覺資訊對學習成效有負面的影響 (Kalyuga, 2000)，而文字型學習所偏好之訊息處理形式本來就偏好於旁白配音(spoken words)及視覺文字，為了不導致分散注意力，控制不同多媒體呈現順序為，文字先，聲音後(文字先出現，隔3秒後聲音再出現)或是聲音先，文字後(聲音先出現，隔3秒後文字再出現)，避免注意力受干擾，實驗後所得之數據顯示，文字型學習者在觀看A(TA)「先文→再聲」的呈現順序後，皆比其他三種呈現順序方式之教材有較好的學習成效。

## 4.3 教材類型對「視覺型」四組學生在學習成效上的差異

本節所探討的問題為：「何種多媒體教材較適合提升視覺型學生之學習成效？」。

### 4.3.1 前測分析-[視覺型]學生的同質性檢定

以下針對同質性檢定、單因子共變數分析及成對比較進行結果說明：

同質性檢定的結果：

在進行單因子共變數分析之前，先進行變異數同質性檢定(段考成績)。其結果 ( $F=1.871, P=.139 > .05$ )，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，如表 30 所示。

表 30 [視覺型]學生的同質性檢定

依變數：前測(段考成績)

誤差變異量的 Levene 檢定等式			
F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
1.871	3	113	.139

### 4.3.2 [視覺型學生]與教材類型之變異數分析

#### 1.進行 [ 視覺型學生]與教材類型之變異數分析

結果顯示視覺型學生其『教材類型』對於『學習成就』方面，(F=12.03, P=.000 < .05) 達到顯著差異。

表 31 [視覺型學生]與[四種教材類型]之變異數分析摘要表

	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
教材類別	6130.187	3	2043.396	12.03	.000***

\*\*\* P < .001

2.成對比較的結果：

接著，將不同型態的教材兩兩配對進行成對比較(表 32)，目的在於找出哪一種型態的教材會對視覺型學生的學習成效產生差異，如表 32)所示。我們可以看到：A (TA)教材與B(AT)之間平均數差異為 7.221，達顯著差異 ( $P = .045 < .05$ )；A (TA)教材與C(PA)之間平均數差異為 7.653，達顯著差異 ( $P = .032 < .05$ )，可看出A (TA)優於B、C 兩種教材。而D(AP)教材與A (TA)之間平均數差異為 10.078，達顯著差異 ( $P = .007 < .05$ )，且D(AP)教材與B(AT)之間平均數差異為 17.299，達顯著差異 ( $P = .000 < .05$ )，而D(AP)教材與C(PA)之間平均數差異為 17.731，達顯著差異 ( $P = .000 < .05$ ) 至此可知D(AP)明顯優於其他三種教材。

表 32 [視覺型學生]與[四種教材類型]之成對比較

教材型態		平均數差異		標準差	顯著性	差異的 95% 信賴區間	
						下限	上限
A (TA)	B(AT)	7.221	*	3.563	.045	.163	14.280
	C(PA)	7.653	*	3.518	.032	.683	14.624
	D(AP)	-10.078	**	3.667	.007	-17.344	-2.812
B(AT)	A (TA)	-7.221	*	3.563	.045	-14.280	-.163
	C(PA)	.432		3.210	.893	-5.927	6.791
	D(AP)	-17.299	***	3.372	.000	-23.980	-10.618
C(PA)	A (TA)	-7.653	*	3.518	.032	-14.624	-.683
	B(AT)	-.432		3.210	.893	-6.791	5.927
	D(AP)	-17.731	***	3.326	.000	-24.320	-11.142
D(AP)	A (TA)	10.078	**	3.667	.007	2.812	17.344
	B(AT)	17.299	***	3.372	.000	10.618	23.980
	C(PA)	17.731	***	3.326	.000	11.142	24.320

\*P < .05 , \*\* P < .01 , \*\*\* P < .001

### 4.3.3 [視覺型學生]與教材類型之學習成就比較

由表 33 看出，視覺型學生觀看四組教材後的學習成效由高至低依序為：D(79.64) > A(69.57) > B(62.34) > C(61.91)，而觀看D教材(AP)之其學習成就最高(79.64)

表 33 [視覺型學生]與[四種教材類型] 之學習成就比較表

	四種教材	個數	平均數	標準差
視覺型 後測成績	A (TA)	23	69.57	12.61
	B(AT)	32	62.34	16.11
	C(PA)	34	61.91	10.23
	D(AP)	28	79.64	12.47
	SUM	117	67.78	14.77

依據訊息處理理論、多媒體學習認知理論，利用不同的多媒體呈現順序（A(TA)、B(AT)、C (PA)、D(AP)）來探討學習者的學習成效時，文獻提及若導致『分散注意力效果』，會降低學習者學習成效，因此本研究之實驗教材設計時，採取了折衷的辦法，希望能保有雙通道(提升工作記憶區容量)的優點，但又不想同時呈現兩種不同感官性質（視、聽覺）多媒體，導致分散注意力效果，故教材設計採用『不同多媒體呈現順序』，此原則應用在設計實驗二之教材(不同之多媒體呈現順序)時，視覺型教材在設計時控制不同多媒體呈現順序為，圖片先，聲音後(圖片先出現，隔3秒後聲音再出現)或是聲音先，圖片後(聲音先出現，隔3秒後圖片再出現)，避免干擾，實驗後所得之數據顯示，視覺型學習者在觀看 D(AP)「先聲—>再圖」的呈現順序後，皆比其他三種呈現順序方式之教材有較好的學習成效。

## 4.4 教材類型對整體學生(所有樣本)在學習成效上的差異

本節所探討的問題為：在不分學習類型下何種『多媒體呈現順序教材』類型最適合於行動載具上提升學習成效？

### 4.4.1 前測分析-[視覺+語言型]八組學生的同質性檢定

以下針對同質性檢定及單因子共變數分析進行結果說明：

同質性檢定的結果：

在進行單因子共變數分析之前，先進行變異數同質性檢定。其結果 ( $F = 1.425$ ,  $P = .199 > .05$ )，未達顯著水準，符合同質性假設，表示八組學生間的能力可視為相等，如表 34 所示。

表 34 [視覺+語言型]八組學生\*[四種教材類別]與誤差變異量的 LEVENE 檢定等式

依變數：前測(段考成績)

誤差變異量的 Levene 檢定等式			
F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
1.425	7	146	.199

註：語言+視覺型學生=所有樣本

### 4.3.2 [視覺+語言型]八組學生與教材類型之變異數分析

1. 進行[視覺+語言型]八組學生與[四種教材類型]之變異數分析

由表 35 其結果顯示『所有樣本』與『教材類型』於學習成就方面，( $F = 6.834$ ,  $P = .000 < .05$ ) 達到顯著差異。

表 35 [語言+視覺型學生]與[四種教材類型] 之變異數分析摘要表

	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
教材類型	3140.168	3	1046.723	6.834	.000 ***

\*\*\* P < .001

2. 成對比較的結果：

接著，將不同型態的教材兩兩配對進行成對比較，目的在於找出哪一種型態的教材會對所有樣本學生的學習成效產生顯著差異，如表 36 所示。我們可以看到：A (TA)教材與B(AT)之間平均數差異為 14.389，達顯著差異(P= .000 < .05)；A (TA)教材與C(PA)之間平均數差異為 10.368，達顯著差異(P= .001 < .05)，可看出A (TA)優於B、C 兩種教材。而D(AP)教材與B(AT)之間平均數差異為 7.261，達顯著差異(P = .080 < .05)。

表 36 [所有樣本學生]與[四種教材類型]之成對比較

教材型態		平均數差異		標準差	顯著性	差異的 95% 信賴區間	
						下限	上限
A (TA)	B(AT)	14.389	***	3.308	.000	7.850	20.927
	C(PA)	10.368	***	3.132	.001	4.178	16.559
	D(AP)	7.128		3.639	.052	-.064	14.320
B(AT)	A (TA)	-14.389	***	3.308	.000	-20.927	-7.850
	C(PA)	-4.020		3.125	.200	-10.197	2.157
	D(AP)	-7.261	*	3.633	.048	-14.441	-.080
C(PA)	A (TA)	-10.368	***	3.132	.001	-16.559	-4.178
	B(AT)	4.020		3.125	.200	-2.157	10.197
	D(AP)	-3.241		3.474	.352	-10.106	3.624
D(AP)	A (TA)	-7.128		3.639	.052	-14.320	.064
	B(AT)	7.261	*	3.633	.048	.080	14.441
	C(PA)	3.241		3.474	.352	-3.624	10.106

\*P < .05 , \*\* P < .01 , \*\*\* P < .001



#### 4.4.3[視覺+語言型]八組學生與教材類型之學習成就比較

由表 37 看出，所有學生(不分學習風格)觀看四組教材後的學習成效由高至低依序為：D(76.47) > A(74.55) > B(62.80) > C(64.78)，而觀看D教材(AP)之其學習成就最高(76.47)

表 37 所有學生與[四種教材類型]之學習成就比較表

	四種教材	個數	平均數	標準差
所有樣本 後測成績	A (TA)	33	74.55	13.54
	B(AT)	41	62.80	15.00
	C(PA)	46	64.78	11.35
	D(AP)	34	76.47	13.79
	SUM	154	68.93	14.52

由此數據分析結果看出，若不考慮學生學習風格分類時，所有學習者在觀看 D(AP)「先聲一>再圖」的呈現順序後，學習成效之整體表現上來看，D(AP)比其他三種呈現順序方式之教材有較好的學習成效。

故得到結論：

若整體考量下，不考慮學生之學習類型，最適合行動載具上學習之多媒體呈現順序應為 D(AP)，但值得一提的是，D(AP)是屬於視覺型教材，在 4.2.3 節[語言型學生]與教材類型之學習成就表，可看出，語言型學生觀看 D(AP)教材後，其所得之後測成績平均數只有 61.67 分，而語言型學生觀看 A(TA)，平均數卻高達 86 分，相差了 20 多分，而在整體考量下，其 D(AP)平均有 76.4 分，推斷原因是語言型學生樣本佔全部學生比例

仍算少數，而視覺型學生佔大多數，D(AP) 是四種教材類型中最適合視覺型學習者，故平均下來 D(AP) 之平均分數才會變最高分。

但由此可知，若設計數位多媒體教材時，單單只考慮大多數人之學習偏好時，少數的群體將是被忽視且被犧牲，故可以整理出理論：

若希望兼顧到每位學習者之學習權益，教學多媒體設計者若能加以提供多種類型之多媒體教材，經適當建議及引導後，適性挑選每位學習者所合適教材，才能兼顧不同學習風格之學習者，同時提高學習成效。

## 4.5 認知負荷與學習成效相關性分析

由表 38 可知，認知負荷與學習成效之 Pearson 相關係數為-.168，表示認知負荷與學習成效間為相關，達顯著水準。

表 38 認知負荷與學習成效之相關係數檢定摘要表

		成績
認知負荷	Pearson 相關	-.168
	顯著性 (雙尾)	.038

## 4.6 結果摘要

一、最適合行動載具教材設計之資訊量數應該為 4。

與先前 7±2 理論不同，可做為未來小螢幕教材設計參考

二、最適合視覺型學生之教材為 D(AP) (先聲音，後圖像)

三、最適合語言型學生之教材為 A(TA) (先文字，後聲音)

四、據實驗結果顯示，若不考慮學生學習風格分類時，教材 D(AP) 為最適合行動載具上學習之參考設計模式(先聲音，後圖像)

## 五、結論與建議

行動載具已普及，無線寬頻技術成熟之今日，行動學習時代來臨，而行動學習應重視個人化學習，故行動載具平台上，其多媒體教材之設計，更需考慮加以個人學習風格之元素，教師若能針對教材內容，多設計幾種不同類型的教材，引導學習者觀看其最佳之適性化教材，提升學習成效。

本研究之研究動機基於以下幾點：(1) 因行動載具的螢幕小，搭配之數位教材其最佳訊息資訊量為何 (2) 究竟何種『多媒體呈現順序組合』，才是對不同學習類型學習者是最好的呈現方式 (3) 身為一位教學者，當面對『不同學習風格類型』之學習者，希望提供之適性化『多媒體呈現方式』之教材，以幫助學生提升學習興趣，促進學習成效，同時該如何設計，找出一套可依循之設計依據，為多媒體教學設計者共同之期許。

本研究以『學習風格』與『訊息處理理論』，探討『不同多媒體呈現順序』，對學習者『學習成效』、『認知負荷』之影響。而先前許多文獻已探討過『多媒體之呈現方式』，對於『提高學習成效』有顯著相關，但文獻中鮮少將『多媒體呈現方式』與『學習風格』合併做交互作用探討，故『多媒體不同呈現方式』，對於『提高學習成效』，實驗出之結果並不統一，作者參閱相關文獻後，發現今仍極缺乏針對探討行動載具『資訊量』、『學習風格』、『多媒體呈現方式』三者的關聯之文獻。

本研究採準實驗設計方法，實驗對象為新竹縣一所高中一年級4個班級學生共154人，實驗教材為高一生活科技「能源與動力科技」單元，探討行動載具上教材設計時資訊量數多少為最佳，且何種教材的『多媒體呈現順序組合』類型對於視覺型、語言型學生之學習成效最佳，嘗試找出較佳組合方式，作為未來於行動載具上製作多媒體教材設計之參考依據。

在本章中將說明本研究主要發現，而在章節最後提出研究貢獻與後續研究方向。

## 5.1 研究結論

根據本研究之動機所擬出的研究目的進行實驗與數據分析

1. 探討利用行動載具學習時，最適合 3.5 吋畫面大小之單面教材資訊量為何。
2. 探討不同類型學習者與不同呈現方式教材之學習成就表現與其差異情形  
視覺型學生：較適合之多媒體呈現方式及順序為何種  
語言型學生：較適合之多媒體呈現方式及順序為何種
3. 探討於行動載具上不同呈現方式教材下，認知負荷對學習成效是否有相關性。

本研究結果，歸納成以下幾點說明：

- 一、最適合行動載具教材設計之資訊量數應該為 4。

與先前 7±2 理論不同，可做為未來小螢幕教材設計參考

- 二、最適合視覺型學生之教材為 D(AP) (先聲音，後圖像)

- 三、最適合語言型學生之教材為 A(TA) (先文字，後聲音)

- 四、據實驗結果顯示，若不考慮學生學習風格分類時，教材 D(AP)為最適合行動載具上學習之參考設計模式(先聲音，後圖像)

- 五、行動載具上學習多媒體教材其認知負荷與學習成效呈現高度相關。

## 5.2 研究貢獻

- 一、研究貢獻

本研究的結果，在螢幕大小控制在 3.5 吋下進行實驗後，收集數據統計分析的結果發現如下：

- (1) 搭配資訊量 4 的多媒體教材，其認知負荷最低。

(2)最適合語言型學生於行動載具上學習之多媒體呈現順序之多媒體呈現順序為

A(TA) (先文字後聲音)

(3) 最適合視覺型學生於行動載具上學習之多媒體呈現順序之多媒體呈現順序為

D(AP) (先聲音後圖像)

(4)由本實驗數據可看出，語言型之教材【含 A(TA)、B(AT)】中，以『文字(視覺的)』先出現較佳，例如：A(TA)。

而其原因可解讀為文字訊息出現後，學習者先選擇相關文字訊息建立文字資料庫，並存於語文工作記憶區後進行組織、整合；而此文字訊息是學習者可直接透過教材幫助”選擇”該文字後，了解所欲傳達概念，進而聲音(旁白再經過延遲後出現)，再次加強了短期記憶之時間。

(5)由本實驗數據可看出，視覺型之教材【含 C(PA)、D(AP)】中，以『聲音先出現』較佳，例如：D(AP)

而其原因可解讀為『聲音』訊息出現後，學習者先選擇相關『聲音』訊息建立文字資料庫，並存於語文工作記憶區後進行組織、整合；而此聲音訊息是學習者可直接透過教材幫助”選擇”該『聲音』(語音文字)後，了解下一個將出現之圖像訊息，想要傳達之概念，進而圖片(圖片再經過延遲後出現)，進而增強學習者與其相關先備知識進行整合。而大家也應有相同經驗，當看到一張圖時，若沒有經提示，此時腦海中會出現許多與該圖片相關之連結，但可能性具多樣化，但在圖像旁加上提示語，則明確告訴我們欲表達之意象，幫助了解。

由此可看出，當多媒體教材中，同時具有『圖像』及『聲音(旁白)』時，先出現『聲音(旁白)』，再出現『圖像』，對於學習者較具有提示作用，能提高學習成效。

以上結果將可提供教學設計者往後，製作行動載具之多媒體教材設計時之參考。

## 5.3 未來後續研究方向

1. 可再增加不同多媒體呈現順序之排列組合，加以深入探討。  
不同多媒體呈現順序，不同訊息資訊，利用時間延遲秒差三秒
2. 多媒體教材設計，利用兩種訊息（視/聽覺）延遲時間差，未來將此一變數，加入實驗之自變項中，加以深入探討之。
3. 當多媒體教材中，同時具有『圖像』及『聲音（旁白）』時，先出現『聲音（旁白）』對學習者較有提示作用，但是否當圖較複雜時，對於其『提示』較為有用，未來仍可針對此加以深入探討。
4. 實際使用行動載具進行實驗，得出結果更接近真實情況。
5. 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。
6. 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，所造成的影響可能有差別，可再予以研究。
7. 本研究發現不同訊息處理偏好搭配不同多媒體呈現順序會影響學習成就，但訊息處理能力不只有語言與視覺兩種型態，還含許多不同面向，未來的研究者仍可進一步探討其它訊息處理能力面向,對學習者影響。
8. 未來若能將此應用於實際教學系統中，建議可在網路伺服器端增加自動判斷學習者學習風格機制，並由網頁程式直接建議觀看最適合之適性化教材，增加其實用性，並強化學習者的學習效果，

## 參考文獻

- Atkinson, R., & Shiffrin, R. (1968) 。 Human memory: A proposed system and its control processes 。 The psychology of learning and motivation , 2 , 89-195 。
- Azan, N. (2002) 。 Mathematics tutor: Matching instruction to student's learning styles 。
- Baddeley, A. (1966) 。 Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity 。 The Quarterly Journal of Experimental Psychology , 18 (4) , 362-365 。
- Baddeley, A. (1992) 。 Working memory , Science ( 卷 255 ) ( 頁 556-559 ) : American Association for the Advancement of Science 。
- Canalys 網站 (2008 , 01/12) 。 Global smart phone shipments rise 28% 。 檢自 :  
<http://www.canalys.com/pr/2008/r2008112.htm>
- ChanLin, & Lih-Juan (1998) 。 Animation to teach students of different knowledge levels. 。 Journal of Instructional Psychology , 25 (3) , 166-175. 。
- Childers, T. L.、Houston, M. J.、Heckler, S. E.(1985) 。 Measurement of individual differences in visual versus verbal information processing 。 journal of Consumer Research , 12 , 125-134. 。
- Chou, H., & Wang, Y. (1999) 。 Effects of learning style and training method on computer attitude and performance in world wide web page design training 。 Journal of Educational Computing Research , 21 (3) , 325-344 。
- Claxton, C., & Murrell, P. (1987) 。 Learning styles: Implications for improving educational practices : Association for the Study of Higher Education Washington, DC 。
- Cowan, N.(2001) 。 The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity 。 Behavioral and Brain Sciences , 24 (01) , 87-114 。
- Desmond, K. (2004) 。 移動學習：下一代的學習，亞洲開放大學協會第 18 屆年會論文 。
- Felder, R., & Silverman, L. (1988) 。 Learning and teaching styles in engineering education 。 Engineering education , 78 (7) , 674-681 。
- Hoppe, H., Joiner, R.、Milrad, M., & Sharples, M. (2003) 。 Guest editorial: Wireless and mobile technologies in education 。 Journal of Computer Assisted Learning , 19 (3) , 255-259 。
- Kalyuga, S. (2000) 。 When using sound with a text or picture is not beneficial for learning 。 Australian Journal of Educational Technology , 16 (2) , 161-172 。
- Kraus, L., Reed, W., & Fitzgerald, G. (2001) 。 The effects of learning style and hypermedia prior experience on behavioral disorders knowledge and time on task: A case-based

- hypermedia environment. *Computers in Human Behavior*, 17 (1), 125-140.
- Lai, S. L. (1998). The effects of visual display on analogies using computer-based learning. *International Journal of Instructional Media*, 25 (2), 151-160.
- Lindsay, P. H., Norman, D. A. (1977). *Human information processing: An introduction to psychology* (2nd ed.). New York: Academic Press. Inc.
- Mayer, R., Moreno, R., Boire, M., & Vagge, S. (1999). Maximizing constructivist learning from multimedia communications by minimizing cognitive load. *Journal of Educational Psychology*, 91 (4), 638-643.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32 (1), 1-19.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*: Cambridge Univ Pr.
- Miller, G. (1956). The magic number seven plus or minus two: Some limits on our automatization of cognitive skills. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Motiwalla, L. (2007). Mobile learning: A framework and evaluation. *Computers & Education*, 49 (3), 581-596.
- Mousavi, S. Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 319-334.
- Seppala, P., & Alamaki, H. (2003). Mobile learning in teacher training. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19 (3), 330-335.
- Simon, H. (1974). How big is a chunk? By combining data from several experiments, a basic human memory unit can be identified and measured. *Science*, 183 (4124), 482-488.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10 (3), 251-296.
- Szabo, M., & Poohkay, B. (1996). An experimental study of animation, mathematics achievement, and attitude toward computer-assisted instruction. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (3), 390-402.
- Tindall-Ford, Chandler, & Sweller (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology*, 3 (4), 257-287.
- Virvou, M., & Alepis, E. (2005). Mobile educational features in authoring tools for personalized tutoring. *Computers & Education*, 44, 53-68.
- Zywno, M. (2003). A contribution to validation of score meaning for felder-soloman's index of learning styles.
- 王昌傑 (2005)。學習風格對國中生自然科學習成就之影響。未出版之，慈濟大學教育研究所。
- 吳百薰 (1998)。國小學生學習風格相關因素之研究。未出版之，國立台中師範學院國



- 民教育研究所碩士論文，台中市。
- 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。未出版之，國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所。
- 宋曜廷、張國恩、于文正（2006）。行動載具在博物館學習的應用：促進 [人一機一境] 互動的設計：博物館學季刊。
- 巫靜宜（2000）。比較網路教學與傳統教學對學習效果之研究---以 word 2000 之教學為例。未出版之，私立淡江大學。
- 林麗琳（1995）。國小資優班與普通班學生學習風格, 學習適應與學業成就關係之研究。未出版之，台南師範學院初等教育研究所。
- 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，台北。
- 張春興（1995）。教育心理學。台北：東華書局。
- 張偉杰、林弘昌（2007）。4i 資訊產品與數位生活。生活科技教育月刊，40（5）。
- 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（296），2-17。
- 郭璟瑜（2006）。影音數位教材對學習之影響。未出版之，國立中央大學資管系。
- 陳志欣（2003）。應用適性化技術與學習風格改善影片教學：以材料力學為例。未出版之，國立臺灣大學土木工程學研究所。
- 陳祺祐、林弘昌（2007）。行動學習在教育上的應用與分析：生活科技教育月刊。
- 智勝國際科技網站（2009）。編輯手soezauthoring6.0。上網日期：2009，03/16。檢自：  
<http://www.caidiy.com/soEZAuthoring/index.html>
- 黃玉枝（1991）。國中資優學生與普通學生學習風格及學校適應之比較研究。未出版之，國立台灣師範大學特殊教育研究所。
- 楊舒婷、彭心儀、周倩（2004）。行動學習的限制與行動教室在管理上的挑戰。數位學習電子期刊。
- 經濟日報（2009，01/09）。電視電腦手機匯流 爆商機。上網日期：2009，03/28。檢自：  
[http://mag.udn.com/mag/digital/printpage.jsp?f\\_ART\\_ID=171358](http://mag.udn.com/mag/digital/printpage.jsp?f_ART_ID=171358)
- 資訊工業發展推動計畫服務網（2009，2009/01/03。檢自：  
<http://www.ociid.org.tw/modules/news2/article.php?storyid=2631>
- 資策會FIND中心（2009，06/17）。2009 年第一季我國行動上網觀測。上網日期：2009，06/25。檢自：  
<http://www.find.org.tw/find/home.aspx?page=many&id=223>
- 管怡婷（2004）。以學習風格為基礎之學習資源。未出版之，中原大學資訊管理研究所碩士學位論文。
- 劉信雄（1992）。國小學生認知風格, 學習策略, 自我效能與學業成就關係之研究。未出版之，國立政治大學教育研究所博士論文。
- 蔡秉燁、許智豪（2004）。如何兼顧不同學習風格學生之資訊教學策略。未出版之，淡

江大學教育科技研究所。

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對學習成效的影響。未出版之，國立中山大學資訊管理研究所。

謝盛文（2006）。植基於短期記憶能力導向之適性化行動學習之研究。未出版之，國立中山大學資訊管理學系研究所。

簡紅珠（1992）。學習型態與教學型態----研究發現與應用。，27（4），28-32。

林玉婷（2008）。手持式裝置之情境規劃。未出版之，國立中央大學企業管理系研究所。

國際數據資訊IDC（2009，01/13）。公佈 2009 年台灣資訊電信市場十大趨勢預測：經

濟不景氣下的科技成長動力。上網日期：2009，03/18。檢自：

<http://www.idc.com.tw/about/detail.jsp?id=NjE=>

# 附錄一 學習風格量表

## Felder 和Silverman 的學習風格量表

同學們，以下的題目是測量你們學習的風格類別，不列入學期成績，請放心填答！

班級： 座號： 姓名：

1. 在我 之後我可以更了解事情

( ) (a) 嘗試

( ) (b) 思考

2. 我希望別人認為我是

( ) (a) 實際的

( ) (b) 創意的

3. 當我想起我昨天做的事情，在腦海中最可能浮現什麼？

( ) (a) 一張圖

( ) (b) 一段話

4. 我傾向於

( ) (a) 了解一個學科的細節，但較不清楚整體的架構

( ) (b) 了解整體架構但不清楚細節

5. 透過 可以幫助我學習新的事物

( ) (a) 討論

( ) (b) 思考

6. 假如我是一個老師我比較願意教 課程

( ) (a) 與實際生活相關的

( ) (b) 與理論相關的

7. 我比較喜歡透過 得到新資訊

( ) (a) 圖片、圖畫、地圖

( ) (b) 文字或口語描述

8. 一旦我了解

( ) (a) 各個片斷內容，我能了解整件事情

( ) (b) 整件事，我能了解各個片斷內容

9. 當我在一個小組內討論困難的內容時，我通常是

( ) (a) 很踴躍提出意見、點子的人

( ) (b) 靜坐和傾聽的人

10. 我覺 比較容易

( ) (a) 細節內容的學習

( ) (b) 概念的學習

11. 在一本附有照片和圖表的書中，我通常是

( ) (a) 仔細地看照片和圖表

( ) (b) 注意照片和圖表的說明文字

12. 當我解決數學問題的時候

( ) (a) 我通常用自己的方法一步步做

( ) (b) 我通常先看解答，但之後得努力去想出解題步驟

13. 在我上過的課當中

( ) (a) 我通常認識大部份的同學

( ) (b) 我不太認識大部份的同學

14. 在閱讀課外讀物時(非小說類)，我比較喜歡

( ) (a) 能提供新知或如何去做的工具書

( ) (b) 能提供新點子去思考的書

15. 我喜歡老師

( ) (a) 用圖片講解

( ) (b) 花很多時間講解

16. 當我分析一個故事或一本小說時

( ) (a) 我會思考書中的內容並嘗試把它們拼湊出來預釘解書中的主題

( ) (b) 在我讀完後我只知道主題是什麼，然後我必須回過頭去找出可用來解釋的內容

17. 當我開始做家庭作業時，我通常

( ) (a) 馬上找答案

( ) (b) 先完全了解問題

18. 我比較喜歡的觀念

( ) (a) 證明過

( ) (b) 理論

19. 透過的學習，我會記得比較好

( ) (a) 看(視覺)

( ) (b) 聽(聽覺)

20. 對我來講比較重要的是教學者

( ) (a) 有順序且清楚的呈現教材

( ) (b) 給我整體概念並與其它學科作連結

21. 我比較喜歡

( ) (a) 在團體中學習

( ) (b) 獨自學習

22. 別人眼中的我工作時是

( ) (a) 比較在乎細節

( ) (b) 能提供創意

23. 當我被告知要去一個新的地方時，我比較喜歡

( ) (a) 看地圖

( ) (b) 看寫的路徑指示

24. 我的學習是

( ) (a) 相當有規律的，如果我努力學習就會了解

( ) (b) 是間斷地，從完全搞不清楚然後突然變明白了

25. 我寧願首先

( ) (a) 去嘗試事情

( ) (b) 思考如何去做

26. 當我為了享受而閱讀時，我喜歡作者

( ) (a) 清楚說明他們的含義

( ) (b) 用創意、有趣的方式來敘述

27. 當我在教室內看圖或草稿時，我很可能記住

( ) (a) 圖

( ) (b) 教學者的講解

28. 當考慮一件事情的內容時，我是

( ) (a) 專注在細節上，沒有整體的概念

( ) (b) 先知道整體的概念再了解細節

29. 我比較容易記得

( ) (a) 我做過的事

( ) (b) 我想了很久的事

30. 當我必須去執行一件任務時，我比較喜歡

( ) (a) 用熟悉的方法去做

( ) (b) 用新的方法去做

31. 當有人拿資料給我看時，我比較喜歡

( ) (a) 以圖表呈現的方式

( ) (b) 以摘要性的文字呈現結果

32. 寫報告時，我是

( ) (a) 從頭開始往前做(思考、寫)

( ) (b) 從不同的片斷開始做(思考、寫)，然後再排序這些片斷

33. 當我要做一份小組報告時，我首先要

( ) (a) 進行小組的腦力激盪

( ) (b) 各自動動腦，然後再小組聚一起比較自己的想法

34. 我認為比較好的稱讚是告訴對方

( ) (a) 敏銳的

( ) (b) 有想像力的

35. 當我在聚會上遇到人時，我通常記得

( ) (a) 他們的長相

( ) (b) 他們說關於他們自己的話

36. 當我學習一門新主題時，我比較喜歡

( ) (a) 專注在該主題上，盡最大能力去學習

( ) (b) 試著把該主題和它相關的內容作連結

37. 別人認為我是

( ) (a) 外向的

( ) (b) 保守的

38. 我比較喜歡的課程是強調

( ) (a) 具體的材料(事實、資料)

( ) (b) 抽象的材料(概念、理論)

39. 為了娛樂，我寧願

( ) (a) 看電視

( ) (b) 讀書

40. 有些老師開始上課時會先大概講一下要上課的內容，這個概述是

( ) (a) 對我有些許的幫助

( ) (b) 對我非常有幫助

41. “小組作業給一個成績給整個組員”的想法

( ) (a) 適合我

( ) (b) 不適合我

42. 當我做複雜的計算時

( ) (a) 我會重覆每一個步驟，仔細地的檢查

( ) (b) 我覺得檢查結果是很煩的，必須強迫自己去做

43. 去過的地方我會 描述

( ) (a) 容易且相當正確地

( ) (b) 很困難且沒什麼細節的

44. 當小組解決問題時，我是

( ) (a) 想出來解決過程的步驟

( ) (b) 天馬行空的想出一些問題可能的結果或應用



# 附錄二 學習成就測驗試卷

階段一學習成效評量 班級\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_ 座號\_\_\_\_\_

## 一、選擇題

- 1 何者是一切活動的原動力(A)能源(B)能量(C)動能(D)功
- 2 何者是存於自然界中，不須經轉換處理，直接可利用的是(A)初級能源(B)非再生能源(C)次級能源
- 3 何者是目前世界儲量最豐富的化石燃料(A) 石油 (B) 煤 (C) 鈾 (D) 天然氣。
- 4 如何對物體施予有效的功(A)和位移方向，垂直施力(B)沿欲位移方向施力(C)施力使其靜止
- 5 何者不是經轉換處理所得到的能源(A)無鉛汽油(B)煤碳(C)電能
- 6 有關天然氣的敘述，何者為誤？ (A) 主要成分為甲烷、其次為乙烷…等 (B) 屬於無碳能源 (C) 可輸送分配至用戶 (D) 熱值高的乾淨能源。
- 7 下列何者的物體有作功現象？ (A)小何提水果站立 (B)傑倫背著書包，水平走 100 公尺 (C)用繩子綁石子在頭頂上揮動，使石子作圓周運動 (D) 夢婷用一條細繩綁一石子，使石子作單擺的運動。
- 8 為何近年來會有所謂的能源危機?(A)再生能源變多因素(B)目前世界各國仍過度依賴非再生能源(C)次級能源產量過少之因素
- 9 下列核分裂反應順序之敘述中，何者有誤?(A) 原子核被電子撞擊後 (B) 分裂成兩個以上輕原子核和中子 (C) 同時釋放大量能量
- 10 當在水平桌面上，對物體施力，可預測不會發生何者現象(A)速度增加(B)位能增加(C)位移改變

- 11 以下何者能有效地改善能源危機(A)派出更多探勘人員，開採能源(B)鼓勵全面採用高產能之核能發電(C)積極尋找替代能源，並積極研發如何提升再生能源之轉換效率
- 12 石油透過以下何種程序後，可製出多種常用之石化產品(A)利用混合液之各種成分特性不同加以多層次過濾出(B)利用混合液之各種比重不同，經沉澱後析出(C)利用混合液之各種成分沸點不同，分餾得到。
- 13 下列何者為功的單位(A)瓦特(B)焦耳/S(C)千瓦(D)焦耳
- 14 有關能源的分類何者為誤？ (A) 化石燃料屬於初級能源 (B) 太陽能、風能屬於綠色能源 (C) 天然氣屬於無碳能源 (D) 核能屬於無碳能源。
- 15 下列對於[煤的形成之順序]敘述中，何者正確 (A) 植物受高壓碳化後→植物枯死→形成煤(B) 植物碳化後→形成煤→植物枯死(C) 古代植物枯死→埋於地下受高溫高壓→逐漸碳化
- 16 有關煤的敘述，何者為誤？ (A) 熱值高於石油 (B) 燃燒及收儲時均會產生大量污染 (C) 可提煉瀝青、石油等 (D) 藏量豐富價格較低。
- 17 含碳量愈高，燃燒釋放熱量愈多，故品質最佳的煤為(A)褐煤(B)泥煤(C)無煙煤(D)煙煤
- 18 下列有關石油的特性與優缺比較，何者不正確(A)石油作燃料時，發熱量比煤高(B)煤比石油價格便宜(C)石油主要是由碳、氧兩種元素組成(D)主要用來發電(火力發電之燃料)
- 19 何者為目前全世界使用消耗量最多的能源(A) 石油 (B) 煤 (C) 鈾 (D) 天然氣。
- 20 針對核燃料之敘述何者有誤？ (A)來源有限，只占天然鈾礦的 1%以下 (B)將用盡，存量約只可再用 50 年(C)核燃料主要為鈾 232 (D)1 克鈾之核分裂反應，經轉換處理後可生 1014 焦耳電能

## 階段二學習成效評量

班級\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_ 座號\_\_\_\_\_

### 一、選擇題

1. 太陽以何種方式將光及熱傳送至地球 (A) 對流 (B) 輻射 (c) 傳導 (D) 放射
2. 太陽能熱水器中之集熱真空管中熱水為何會上升 (A) 內部有冷熱水控制閘 (B) 因設備含加壓馬達協助輸送熱水至儲水槽 © 因冷、熱水比重不同,自然進行溫差循環
3. 何者[並不是]台灣至今並無大規模建置太陽能集熱式發電廠之主因? (A) 太陽能電池相當昂貴 (B) 太陽能易受天候影響,供給不穩定 (C) 需要面積極為龐大且空曠之土地,土地成本過高
4. 太陽電池主要有非晶矽、多晶矽及單晶矽三種,何者效率最高? (A) 非晶矽 (B) 多晶矽 (C) 單晶矽 (D) 一樣高。
5. a. 氣輪機轉動 b. 陽光射至反射聚焦鏡 c. 發電機轉動 d. 熱吸收器接收熱能 e. 煮開水產生蒸氣, 太陽能集熱式發電廠發電之正確程序為 (A) d→b→e →a→c (B) b→d→e →a→c (C) b→d→e →c→a (D) d→b→e →c→a
6. 臺灣地區水力發電方式中,哪一種與慣常式水力發電無關? (A) 水庫式 (B) 川流式 (C) 抽蓄式。
7. 以下之水力發電方式中,哪一種不是利用到水位能差來進行發電? (A) 水庫式 (B) 川流式 (C) 抽蓄式。
8. 若採用抽蓄發電,通常會利用何時將下池的水抽至上池 (A) 下過大雨,水庫滿水位 (B) 泥沙淤積時 (C) 夜間離峰用電時

9. 適合使用川流發電之主要條件為何 (A) 具有大量水位能 (B) 水道內具有強大衝擊力 (C) 水溫高到足以產生蒸氣 (D) 河水溫差大
10. 水庫發電是利用大量的水由高處沖下，推動水輪機運轉，再帶動發電機發電，則下列何者為水庫發電的功能轉換？ (A) 位能→電能→光能 (B) 動能→電能→位能 (C) 位能→動能→電能 (D) 位能→電能→動能。
11. 至少需要達到每秒幾公尺之風速，才可利用風力，進行發電？ (A) 1 m/s (B) 2 m/s (C) 3 m/s (D) 4 m/s
12. 利用潮汐發電,當[漲潮]時,下列哪一動作不屬於[漲潮時處理流程]之一 (A) 將閘門打開 (B) 讓海水流入蓄水池 (C) 將閘門關上 (D) 讓蓄水池的水流出至大海
13. 下列地區中,何者無法利用地熱資源來發電?(A)火山地區 (B)炎熱沙漠地區 (C)溫泉地區
14. 空氣為什麼會轉變成風(A) 受太陽能加熱 (B) 因為地球自轉造成 (C)受地心引力吸引而流動
15. a. 氣輪機轉動 b.含地熱之地面鑽兩個孔並埋入兩條管子 c. 發電機轉動 d.冷水加入管子 e.蒸氣由管子噴出，地熱發電之正確程序為 (A)d→b→e→a→c (B) b→d→e→a→c (C) b→d→e→c→a (D)d→b→e→c→a
16. 燃料來源市場分散穩定、燃料體積小、便於運輸儲存，是何種能源的特性？ (A) 核燃料 (B) 石油 (C) 煤 (D) 天然氣。
17. 下列何種燃料在產生熱能之過程中，不會產生二氧化碳 (A) 核燃料 (B) 石油 (C) 煤 (D) 天然氣。
18. 針對核能發電之敘述,以下何者有誤(A)建設成本低於同樣發電量之火力電廠(B)燃料屬於非再生能源(C)屬於無碳能源

19. 化石燃料中燃燒後，會產生何種氣體，且此氣體為造成酸雨之主要原因 (A) 二氧化碳 (B) 三聚氫氨 (C) 四氯化碳 (D) 二氧化硫。
20. a.動能 b.位能 c 電能 d.熱能，這些能量轉換，核能發電時能量之轉換正確順序為 (A)d→b→c (B) b→a→c (C)d→c→a (D)d→a→c

## 附錄三 認知負荷問卷

### 認知負荷評量-多媒體教材 (3I)

班級：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

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：

	非	容	還	難	有	困	非
	常		算	易	點		常
	容		容	適	困		困
	易	易	易	中	難	難	難
1. 我認為此教材的內容在學習上：	1	2	3	4	5	6	7

	非		有		無	有		非
	常	不	點		法	點	同	常
	不	同	不		判	同	意	同
	同	意	同		斷	意		意
	意		意					
2. 我覺得花了很大的心力，才能記得教材的內容：	1	2	3	4	5	6	7	

階段一實驗中，請每位學生皆觀看三種不同資訊量多媒體教材，之後進行成就測驗外，並請每位學生填寫三份多媒體教材 (3I)、(4I)、(5I) 的認知負荷問卷，限於版面限制，僅列出多媒體教材 (3I) 認知負荷問卷。(三份問卷只有開頭標題不同)。

【附註說明： I：資訊量】