

# 國立交通大學

## 理學院科技與數位學習學程

### 碩 士 論 文

以視覺分離、對應與提示元素在國中英語數位教材設計之研究-以數字讀法為例

Visual Isolation, Layout Design, and Hint in Digital English  
Teaching Material Design in Junior High School: A Study of  
Number Reading

研 究 生：陳雅婷

指 導 教 授：張靜芬 博士

陳明璋 博士

中 華 民 國 一 百 零 二 年 六 月

以視覺分離、對應與提示元素在國中英語數位教材設計  
之研究-以數字讀法為例

Visual Isolation, Layout design, and Hint in Digital English  
Teaching Material Design in Junior High School: A Study of  
Number Reading

研究生：陳雅婷 Student：Ya-Ting Chen

指導教授：張靜芬 Advisor：Ching-Fen Chang

陳明璋

Ming-Jang Chen



Submitted to Degree Program of E-Learning  
College of Science

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Degree Program of E-Learning

June 2013

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百零二年六月

# 以視覺分離、對應與提示元素在國中英語數位教材設計之 研究-以數字讀法為例<sup>1</sup>

學生：陳雅婷

指導教授：張靜芬 博士、陳明璋 博士

## 國立交通大學理學院科技與數位學習學程

### 中文摘要

本研究以「英文數字讀法」單元為例，目的在探討「以視覺分離、對應與提示」之教材設計對於國中學生的英語學習表現及認知負荷感受之影響。本實驗以新竹縣某國中四個班級共 112 位七年級的學生為研究對象，採準實驗研究設計，自變項為教材設計和學習成就，依變項為階段學習成就測驗、延後測和認知負荷感受，實驗組為視覺分離、對應和提示之教材設計，對照組為一般數位教材設計，並以二因子變異數進行實驗數據分析。研究結果顯示：(1)除了階段學習成就測驗英文轉數字部分外，教材設計與學習成就兩變項在階段學習成就測驗、延後測和認知負荷感受皆沒有交互作用。(2)在階段學習成就測驗表現上，實驗組於總分、數字轉英文、英文轉數字與聽力等部分顯著優於對照組。(3)在延後測表現上，實驗組於總分、數字轉英文與聽力顯著優於對照組。(4)在認知負荷感受上，實驗組學生感受到的認知負荷顯著低於對照組學生。(5)綜合學習效率與學習投入分數判斷學習成果，實驗組為高投入高效率，對照組為低投入低效率，兩組教材對於高學習成就學生均未產生專業知識反轉效應。因此依據研究結果，本研究建議教學者可將「視覺分離、對應和提示」之教材設計應用於「英文數字讀法」單元的教材設計上，以提昇學生學習成效。

關鍵字：視覺分離、對應與提示、注意力與視覺引導、數位教材設計、國中英語

<sup>1</sup>本論文部分研究成果與國科會專題研究計畫 100-2511-S-009-006- 及 101-2511-S-009-006-MY2 相關。



# Visual Isolation, Layout design, and Hint in Digital English Teaching Material Design in Junior High School: A Study of Number Reading

Student: Ya-Ting Chen Advisor: Ching-Fen Chang, Ming-Jang Chen

Degree Program of E-Learning

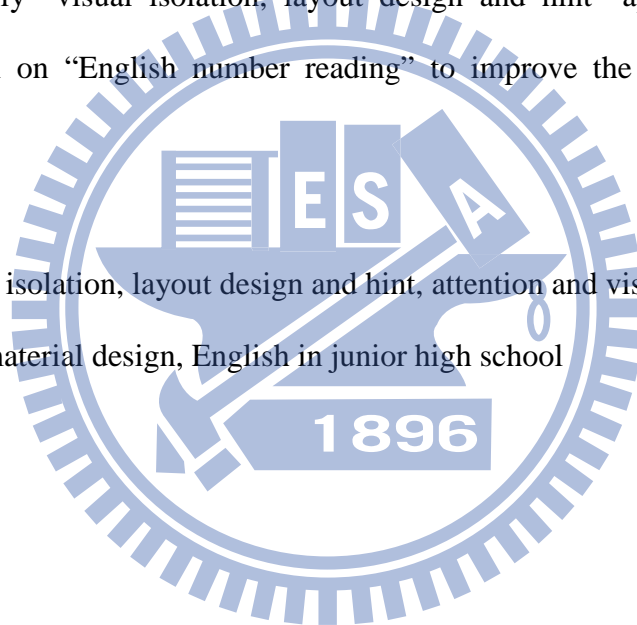
National Chiao Tung University

## Abstract

This study designed a teaching material on number reading, and examined the effects of teaching material design by using “visual isolation, layout design and hint” on English learning performances and perception of cognitive load in junior high school students. 112 participants from four classes at a junior high school in Hsinchu County participated in this study. Adopting a quasi-experimental, the independent variables were teaching material design and learning achievement. The dependent variables were learning achievement test, delayed post-test and perception of cognitive load. The teaching material design of experimental group was based on visual isolation, layout design and hint while control group was the general digital teaching material design. The result of the experiment was analyzed through two-way ANOVA. The results of the study showed: (1) In terms of learning achievement test, delayed post-test and the perception of cognitive load, there was no significant interaction between the two independent variables, teaching material design and learning achievement except English transfers number in learning achievement test. (2) In terms of learning achievement test, experimental group was better than control group in total scores, English transfers number, number transfers English and listening comprehension. (3) In terms of delayed post-test, experimental group was better than

control group in total scores, English transfers number and listening comprehension. (4) In terms of perception of cognitive load, perception of cognitive load of the participants in experimental group was lower than that in control group. (5) Judging from the synthesis of “Instructional Efficiency” and “Instructional Involvement Score”, the participants in experimental group belonged to the learning style of high involvement and high efficiency while those in control group belonged to the learning style of low involvement and low efficiency. No “Expertise Reversal Effect” was found among high-achievers in experimental group and control group. In conclusion, we suggest that teachers can apply “visual isolation, layout design and hint” approach to design teaching material on “English number reading” to improve the students’ learning performances.

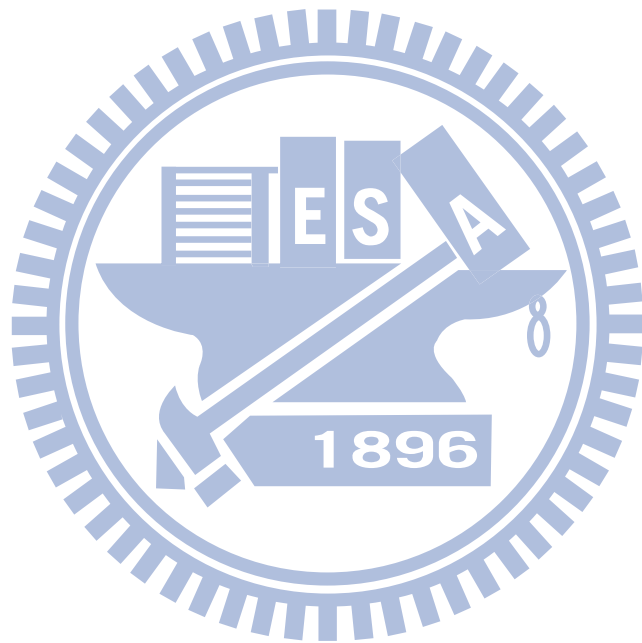
Keywords: visual isolation, layout design and hint, attention and visual guiding, digital teaching material design, English in junior high school



## 誌謝

歷經兩年的努力和奮鬥，我的論文終於完成了，心中真是無限感動。回首這兩年的過程，經歷了懷孕生子，同時還得努力追趕論文進度，這一切都是為了能順利在兩年內完成碩士學位。如今，我做到了！一路上要感謝的貴人很多，首先，要感謝的是張靜芬教授，在我尋找論文題目和實驗過程中，給予我指點和方向，讓我的論文能順利完成。更要感謝陳明璋教授，在教材設計的過程中，細心指導每個環節，不論多麼辛勞仍不厭其煩地指點修正，仔細地給予我寶貴的意見，使我對教學與教材有全新的看法。另外，感謝口試召集人孫于智教授，給予論文寶貴的意見，使論文更加完善。

感謝一起共同打拼的研究所 AMA 團隊同學兼夥伴們，感謝士立在我寫作論文和分析數據有困難時，及時給予回應和幫助，感謝振順學長、淑貞學姊、天行、昭吉、蕙璐、威鈞，總是提供許多寶貴意見和鼓勵。接著，感謝我的父母和家人，給予我關懷和支持，特別是我的老公建源在這辛苦的兩年時光裡分擔許多家事，讓我可以全心全意專心在論文上，並在我最低潮時給我鼓勵和最大的支持，感謝這一路來一直有你陪伴！感謝我的公婆幫我帶小孩，讓我可以無憂無慮盡全力拚論文。最後感謝我最親愛的寶貝君君，謝謝妳在媽咪肚子裡就乖乖陪著我上研究所的課，感謝妳從出生到現在像天使一樣，總是乖乖的，不讓媽咪擔心，妳的誕生一直是媽咪寫作論文最大的動力，論文能順利在兩年內完成妳有很大的功勞！感謝因為有妳，我的生活更加圓滿！





# 目次

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 中文摘要                    | i    |
| Abstract                | iii  |
| 誌謝                      | v    |
| 目次                      | vii  |
| 表次                      | xi   |
| 圖次                      | xiii |
| 第一章 緒論                  | 1    |
| 1-1 研究背景與動機             | 1    |
| 1-1-1 研究背景              | 1    |
| 1-1-2 研究動機              | 2    |
| 1-2 研究目的                | 3    |
| 1-3 研究問題                | 4    |
| 1-4 研究範圍與限制             | 4    |
| 1-5 名詞解釋                | 6    |
| 第二章 文獻探討                | 7    |
| 2-1 注意力與視覺搜尋            | 7    |
| 2-1-1 視覺注意力             | 7    |
| 2-1-2 選擇性注意力            | 8    |
| 2-1-3 視覺搜尋              | 10   |
| 2-1-4 視覺注意力與視覺搜尋對本研究之影響 | 12   |
| 2-2 認知負荷理論              | 12   |
| 2-2-1 認知負荷的基本假設         | 12   |
| 2-2-2 自然訊息處理系統的原則       | 14   |
| 2-2-3 認知負荷的類型           | 15   |
| 2-2-4 認知負荷效應            | 16   |
| 2-2-5 訊息的對應形式           | 25   |
| 2-2-6 認知負荷理論對本研究的影響     | 27   |
| 2-3 多媒體學習理論             | 27   |
| 2-3-1 多媒體學習理論的基本假設      | 28   |
| 2-3-2 多媒體學習理論的認知負荷      | 29   |
| 2-3-3 多媒體學習理論的教學設計原則    | 30   |
| 2-3-4 多媒體學習理論對本研究之影響    | 32   |
| 2-4 第一語言和第二語言的關係        | 32   |
| 2-4-1 第一語言和第二語言的差異性和相似性 | 33   |
| 2-4-2 語言的遷移             | 33   |

|  |    |
|--|----|
| 2-4-3 第一語言和第二語言的關係對本研究之影響 .....          | 35 |
| 第三章 研究方法 .....                           | 37 |
| 3-1 研究流程 .....                           | 37 |
| 3-1-1 準備階段 .....                         | 38 |
| 3-1-2 實驗階段 .....                         | 38 |
| 3-1-3 分析階段 .....                         | 39 |
| 3-2 研究設計 .....                           | 39 |
| 3-2-1 研究方法 .....                         | 39 |
| 3-2-2 研究變項與假設 .....                      | 39 |
| 3-2-3 實驗流程 .....                         | 41 |
| 3-3 研究對象 .....                           | 41 |
| 3-4 研究工具 .....                           | 43 |
| 3-4-1 實驗教材 .....                         | 43 |
| 3-4-2 前測試卷 .....                         | 48 |
| 3-4-3 階段學習成就測驗試卷 .....                   | 48 |
| 3-4-4 延後測試卷 .....                        | 50 |
| 3-4-5 認知負荷量表 .....                       | 50 |
| 3-5 資料分析 .....                           | 51 |
| 3-5-1 量化分析 .....                         | 51 |
| 3-5-2 質性資料分析 .....                       | 51 |
| 第四章 研究結果與討論 .....                        | 53 |
| 4-1 階段學習成就測驗及延後測之分析 .....                | 53 |
| 4-2 質性分析 .....                           | 77 |
| 4-2-1 高學習成就學生之質性分析 .....                 | 77 |
| 4-2-2 低學習成就學生之質性分析 .....                 | 81 |
| 4-3 認知負荷分析 .....                         | 84 |
| 4-4 學習效率與投入分數暨專業知識反轉效應分析 .....           | 87 |
| 4-4-1 整體學生學習效率與投入分數暨專業知識反轉效應之分析 .....    | 87 |
| 4-4-2 各學習成就學生學習效率與投入分數暨專業知識反轉效應之分析 ..... | 88 |
| 第五章 研究結論與建議 .....                        | 91 |
| 5-1 研究結論 .....                           | 91 |
| 5-2 建議 .....                             | 92 |
| 5-2-1 教學建議 .....                         | 92 |
| 5-2-2 研究建議 .....                         | 93 |
| 參考文獻 .....                               | 94 |
| 1. 中文文獻 .....                            | 94 |
| 2. 英文文獻 .....                            | 96 |

|     |                      |     |
|-----|----------------------|-----|
| 附錄一 | 上課學習單 .....          | 98  |
| 附錄二 | 前測試卷 .....           | 99  |
| 附錄三 | 階段學習成就測驗及延後測試卷 ..... | 100 |
| 附錄四 | 實驗組教材 .....          | 101 |





# 表次

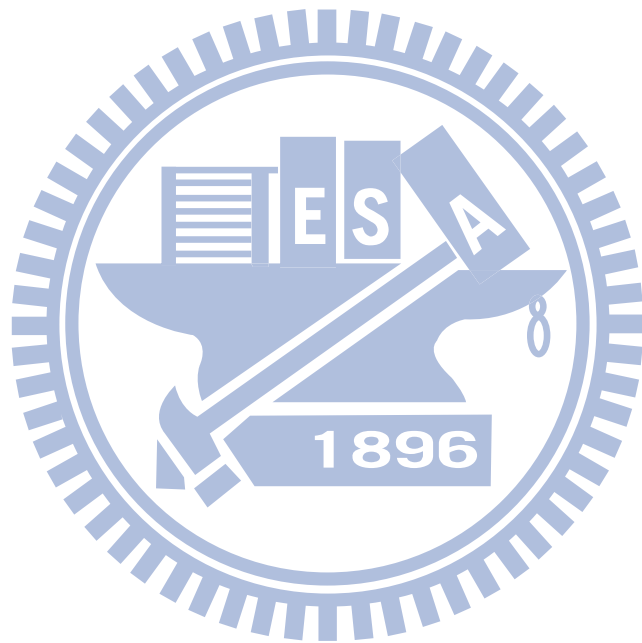
|  |    |
|--|----|
| 表 1 研究範圍 .....                                       | 5  |
| 表 2 教學實驗流程表 .....                                    | 41 |
| 表 3 受試學生班級人數及上學期英語科段考成績表 .....                       | 42 |
| 表 4 受試學生高、低學習成就人數分配表 .....                           | 42 |
| 表 5 兩組學生上學期英語科段考平均成績獨立樣本 T 檢定摘要表 .....               | 43 |
| 表 6 兩組學生前測平均成績獨立樣本 T 檢定摘要表 .....                     | 43 |
| 表 7 實驗組教材 以數字轉英文舉例說明 .....                           | 44 |
| 表 8 實驗組及對照組教材比較一覽表 .....                             | 46 |
| 表 9 前測試卷給分標準 .....                                   | 48 |
| 表 10 階段學習成就測驗預試難度與鑑別度表 .....                         | 49 |
| 表 11 階段學習成就測驗雙向細目表 .....                             | 50 |
| 表 12 整體學生階段學習成就測驗及延後測描述性統計摘要表 .....                  | 54 |
| 表 13 整體學生「階段學習成就測驗總分」平均數摘要表 .....                    | 55 |
| 表 14 整體學生「階段學習成就測驗總分」之二因子變異數分析摘要表 .....              | 55 |
| 表 15 整體學生「延後測總分」平均數摘要表 .....                         | 57 |
| 表 16 整體學生「延後測總分」之二因子變異數分析摘要表 .....                   | 57 |
| 表 17 整體學生「階段學習成就測驗單字」平均數摘要表 .....                    | 59 |
| 表 18 整體學生「階段學習成就測驗單字」之二因子變異數分析摘要表 .....              | 60 |
| 表 19 整體學生「延後測單字」平均數摘要表 .....                         | 61 |
| 表 20 整體學生「延後測單字」之二因子變異數分析摘要表 .....                   | 62 |
| 表 21 整體學生「階段學習成就測驗數字轉英文」平均數摘要表 .....                 | 63 |
| 表 22 整體學生「階段學習成就測驗數字轉英文」之二因子變異數分析摘要表 .....           | 64 |
| 表 23 整體學生「延後測數字轉英文」平均數摘要表 .....                      | 65 |
| 表 24 整體學生「延後測數字轉英文」之二因子變異數分析摘要表 .....                | 66 |
| 表 25 整體學生「階段學習成就測驗英文轉數字」平均數摘要表 .....                 | 67 |
| 表 26 整體學生「階段學習成就測驗英文轉數字」之二因子變異數分析摘要表 .....           | 68 |
| 表 27 學習成就、教材設計在階段學習成就測驗英文轉數字之單純主要效果二因子共變數分析摘要表 ..... | 69 |
| 表 28 整體學生「延後測英文轉數字」平均數摘要表 .....                      | 70 |
| 表 29 整體學生「延後測英文轉數字」之二因子變異數分析摘要表 .....                | 71 |
| 表 30 整體學生「階段學習成就測驗聽力」平均數摘要表 .....                    | 72 |
| 表 31 整體學生「階段學習成就測驗聽力」之二因子變異數分析摘要表 .....              | 73 |
| 表 32 整體學生「延後測聽力」平均數摘要表 .....                         | 74 |
| 表 33 整體學生「延後測聽力」之二因子變異數分析摘要表 .....                   | 75 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 表 34 整體學生「花費心力」平均數摘要表 .....       | 85 |
| 表 35 整體學生「花費心力」之二因子變異數分析摘要表 ..... | 86 |
| 表 36 整體學生學習效率與投入分數 .....          | 87 |
| 表 37 不同學習成就之學習效率與投入分數 .....       | 89 |



# 圖次

|  |    |
|--|----|
| 圖 1 特徵整合理論 .....                                     | 8  |
| 圖 2 早期選擇理論處理流程 .....                                 | 9  |
| 圖 3 晚期選擇理論處理流程 .....                                 | 10 |
| 圖 4 平行搜尋與序列搜尋 .....                                  | 11 |
| 圖 5 結合搜尋 .....                                       | 12 |
| 圖 6 學習效率圖 .....                                      | 20 |
| 圖 7 學習投入分數圖 .....                                    | 21 |
| 圖 8 綜合學習效率與學習投入分數圖 .....                             | 22 |
| 圖 9 水平和垂直的對齊方式 .....                                 | 26 |
| 圖 10 多媒體學習理論的認知模型 .....                              | 28 |
| 圖 11 研究流程 .....                                      | 37 |
| 圖 12 整體學生階段學習成就測驗及延後測在單字、數字轉英文、英文轉數字與聽力平均分數折線圖 ..... | 76 |
| 圖 13 S2 學生階段學習成就測驗試題卷 .....                          | 78 |
| 圖 14 S5 學生階段學習成就測驗試題卷 .....                          | 80 |
| 圖 15 S6 學生的階段學習成就測驗試題卷 .....                         | 80 |
| 圖 16 S8 學生階段成就測驗和延後測 .....                           | 82 |
| 圖 17 S11 學生的階段學習成就測驗試卷 .....                         | 83 |
| 圖 18 S12 學生的階段學習成就測驗試卷 .....                         | 84 |
| 圖 19 整體學生學習效率與投入分數之視覺化圖像 .....                       | 88 |
| 圖 20 不同學習成就之學習效率與投入分數視覺化圖像 .....                     | 89 |





# 第一章 緒論

## 1-1 研究背景與動機

### 1-1-1 研究背景

#### 1. 課程的內容

教育部九年一貫英語課程綱要提到培養學生基本的英語溝通能力，俾能運用於實際情境中是國民中小學英語課程目標之一（教育部，2001）。英語溝通能力要能運用於學生的生活情境中，讓學生可以在日常生活中使用英語，才是達到真正的英語溝通能力。英文數字在國中英語課程是基礎的課程，在日常生活中數字的使用也是非常普遍的，例如：時間和金錢的說法都需要使用到數字，可見其重要性和實用性，然而，在國中英語課程中卻沒有把「英文數字讀法」納入正式的課程單元中，在國中階段只有教到基本的數字單字和讀法，例如：個位數、十位數、百位數、千位數，最多也只有提到「萬」的英文讀法，對於數字大一點的讀法卻很少教到，甚至沒有一個明確的教學單元和目標是有關於教導學生怎麼讀英文數字，這與課綱的英語課程目標講求的實用性並不符合，因此，本研究以「英文數字讀法」為教學的單元，教導學生如何讀英文單字，以貼近生活情境，幫助學生在實際生活情境中使用正確的英文數字讀法。

#### 2. 中英文對於數字讀法的差異

中文和英文對於數字讀法有不同的差異，中文的數字讀法每個數字都有其單位，例如中文的數字單位有「個」、「十」、「百」、「千」、「萬」等說法，然而英文的數字讀法卻只有幾個單位，例如英文的數字單位只有百 (hundred)、千 (thousand)、百萬 (million)和十億 (billion)等單位，這些單位的不同常導致學生在學習英文數字讀法上產生困難，尤其是單位轉換上的錯

亂，例如，英文沒有「萬」這個英文單位的說法，因此在表達萬的說法上必須用多少個「千」去表示「萬」的說法，中英文轉換的過程需耗費很多記憶資源，在有限的資源下處理過多的訊息常出現學習上的錯誤。

### 3. 學習英文數字讀法的困難

英文數字讀法包含的訊息量很多，不但要處理大量的數字，還要轉換中英文不同的單位，往往造成學生學習時的認知負荷過重，導致學習成效不彰。當學生認知負荷過重，適當的教材設計可以幫助學生減輕學習上的負擔，然而，針對此單元設計的教材並不多，在教材沒有適當的安排設計之下，無法降低學習內容的複雜度，幫助學生對此單元的了解。另外，教師在教學時大多利用黑板進行傳統教學，對於低學習成就的學生而言，黑板上一次呈現的訊息量太多，學生注意力容易分散而無法集中目標學習。若能將教材做適當的安排設計，將多個訊息分開處理，不但可以降低學生視覺的負擔，也可以減輕其認知負荷而達到學習效果。

## 1-1-2 研究動機

教育部於公布之「國民中小學九年一貫課程綱要英語學習領域」中提到上課宜採輕鬆活潑、互動的教學模式；教材內容及活動設計宜生活化、實用化及趣味化；體裁宜多樣化。除強調個別語言成分之外，更應強調聽、說、讀、寫四種技能的培養，透過多元教材與活動練習，循序漸進，讓學生藉由同儕及師生的互動，多方面接觸英語，並實際運用，而非由老師單向灌輸文法知識。（教育部，2001）。本研究教學內容即針對生活實際情況設計的學習單元，目的是讓學生能學到實用且重要的英語，並在日常生活中使用之，而在教材設計方面則使用多媒體教材，並於課堂中搭配教材提問以引導學生開口說英語，讓學生可以不斷地練習說和聽的能力，另外於課堂進行一段落後，給予學習單的練習讓學生可以練習到讀寫方面的能力，以達到聽、說、讀、寫四種技能的練習。

近十幾年來英語學習者的年齡有向下延伸的趨勢，多樣化的教材和多媒體的教學工具，讓學習者的學習內容豐富，但也使教材的難易度出現明顯的差異性，

造成學習的表現呈現了「雙峰現象」，高成就和低成就的學習者占多數，中間程度的學習者卻只有少數的人，而這種現象就造成了高低成就的學習者出現不同的問題，往往高學習成就者因學會了而不願參與課堂活動，低學習成就者因大量的訊息造成認知負荷過重，跟不上進度放棄學習。如何讓高成就學習者願意主動回答並參與課堂的活動，且讓低學習成就者能降低其認知負荷以有效處理訊息，降低認知負荷獲得成就感，這是身為英語教師的責任，因此本研究的教材設計是為了讓低學習成就的學生減低其認知負荷，並讓高學習成就學生願意參與課堂的學習主動回答問題。

國民中小學九年一貫英語課程綱要實施要點的教學方法提到英語教學的實施應配合目標進行，並透過多元化的平面及視聽教材，包括錄音帶、錄影帶、電腦多媒體、書本、圖片等(教育部，2001，九年一貫課程綱要領域-英語)。教師身為專業知識者對教學單元有一定深入的了解，如能針對教學單元設計製作適合學習者的教材，必能對學生的學習有所助益，基於此，本研究針對上述之研究背景，例如課程內容的實用性、中英文轉換的困難和訊息負荷量太多等，設計多媒體教材並搭配電腦進行教學，以期達到教學目標。

教師在運用資訊科技設計教材的過程中，清楚地掌握各個學習階段所產生的心理作用、眼睛的視覺搜尋機制與大腦運作機制，並適時地將必要的訊息呈現給學習者，藉著凸顯訊息之間的關聯，來協助、組織並引導學習者的注意力，是設計者在設計教材時的當務之急。(簡敏慧，2012)。本研究運用視覺搜尋、認知負荷理論、和多媒體學習理論為基礎，以視覺分離的方式，將教材中一長串的數字分別切割成數個獨立「區塊」，先個別處理「區塊」的數字讀法，再引導到整體的數字讀法，並藉由數字與英文上下的對應方式，引導學生注意到相關訊息的連結和關係，同時給予單位提示，降低學習者的認知負荷，達到良好的教學成效，以提供教師作為數位教材設計上的參考。

## 1-2 研究目的

綜合上述之研究動機，本研究使用國立交通大學陳明璋博士所開發的 AMA

(Activate Mind Attention)，其為微軟公司的 PowerPoint 簡報軟體上運作的增益集，依照認知負荷理論的教材設計原則、多媒體設計原則和視覺搜尋理論，自製多媒體教材，於授課過程中引導學生搜尋訊息並進行口語練習，以避免不必要的訊息分散，降低認知負荷。

本研究使用的實驗教材內容包含英文數字讀法的「單字」、「數字轉英文」以及「英文轉數字」等部分，期望以「視覺分離、對應與提示」之教材設計，引導學生先注意當下個別訊息的關係，再藉由提示循序漸進到瞭解完整的數字讀法，以減少視覺搜尋時所造成的視覺負擔。

綜上所述，本研究欲探討以「視覺分離、對應與提示」之教材設計對於高低學習成就的學生在學習表現與認知負荷感受方面的影響。另外，透過學習效率與學習投入分數，觀察對於高學習成就學生是否產生專業知識反轉效應。

### 1-3 研究問題

本研究之研究問題如下：

1. 以「視覺分離、對應與提示」之教材設計和學習成就對於階段學習成就測驗的交互作用是否顯著？
2. 以「視覺分離、對應與提示」之教材設計和學習成就對於延後測的交互作用是否顯著？
3. 以「視覺分離、對應與提示」之教材設計和學習成就對於認知負荷感受的交互作用是否顯著？
4. 對於高學習成就學生是否產生專業知識反轉效應？

### 1-4 研究範圍與限制

#### 1. 研究範圍

本研究發展的教材內容以「英文數字讀法」單元為探討之研究範圍，研究對象為本研究服務學校的學生，希望透過視覺分離、對應與提示的教材

設計，提升學生在此單元的學習成效。研究範圍如表 1。

表 1  
研究範圍

| 項目      | 內容   |
|---------|--|
| 研究場域    | 新竹縣某國中   |
| 研究參與者   | 研究者本人  |
| 研究觀察對象  | 七年級四個班級的學生   |
| 研究設計與方法 | 本研究旨以「視覺分離、對應與提示」所設計之數位英語教材，對學生的學習成效、認知負荷感受是否產生影響？ |

## 2. 研究限制

### (1) 主題限制

本研究以「英文數字讀法」單元為主題，所得的結論對於其他不同的英語教學主題，仍需設計不同的教材進行實驗加以驗證，不宜推論到其它教學單元。

### (2) 母群體限制

本研究受限於人力、物力、時間等因素的考量，僅能以本研究者服務學校採取便利抽樣，抽取國中七年級四個班級的學生作為施測母群體進行實驗，抽樣的有效樣本僅 112 位，易有代表性不足及統計樣本不足之疑慮，因此研究結果無法推論到其它班級或他校的學生。

### (3) 受測人員限制

因本研究施測的班級有部份原授課教師非研究者本身，受測學生對於本研究者授課方式、說話語氣的不適應，可能出現些許的課堂狀況，以致於影響施測結果。

### (4) 時間限制

本研究因環境限制，受測的班級教學和施測時間點有些微不同，加上施測時間只有兩堂課，對受測學生可能會產生新鮮感，影響到實驗結果。

## 1-5 名詞解釋

### 1. 視覺分離、對應與提示(Visual Isolation , Layout Design and Hint)

本研究所指的視覺分離是利用逗點和格子的方式以區隔每個數字，讓學生先注意當下的訊息，以減輕認知負荷；視覺對應是指利用數字和英文上下對齊的方式來引導學生注意相關的訊息，藉此學生可以快速找到數字所對應的英文，減少視覺搜尋的時間，另外，藉由單位的提示，幫助學生了解每個數字的單位說法，以便學習者能藉由單位的提示清楚表達出數字讀法，減輕學習者在讀數字時所需耗費的心力。

### 2. 專業知識反轉效應(Expertise Reversal Effect)

專業知識反轉效應(Expertise Reversal Effect)是指某一種教學設計方式對於新手來說是有效果的，但對於高先備知識者則會失去效力甚至有負面的影響(Kalyuga, 2007)。

## 第二章 文獻探討

本章一共分為四節，分別針對注意力與視覺搜尋、認知負荷理論、多媒體學習理論、第一語言與第二語言的關係等文獻作說明。

### 2-1 注意力與視覺搜尋

視覺是我們最具優勢的感官，視覺的輸入超越凌駕於所有的感官，若輸入的過程越視覺化，則以後的再認和回憶會越好(Medina、洪蘭(譯)，2009)。學習的重要關鍵之一是注意力，只有當訊息先被學習者視覺所「注意」到，大腦才能進一步處理注意到的訊息進行編碼和儲存，學習才可能發生。教材中的訊息大部分都是經由視覺傳導，因此教學者如何讓學習者注意到關鍵的訊息，並設計符合學習者注意力及視覺搜尋的教材，達到學習的成效是本研究探討的目的之一。

#### 2-1-1 視覺注意力

生活中充滿了各式各樣的視覺刺激，但並不是對所有的訊息都有反應，因大腦所能處理的訊息與容量有限，需透過知覺的選擇，將不相關且不重要的訊息排除，而將重要的的訊息藉由「注意力」的過程而予以保留，傳送到大腦皮層中，進一步的分析與處理，因此「注意力」在人類資訊處理過程中扮演重要的角色。注意力是一種控制工具，它可使視覺系統適應各種不同認知任務，協助當下的我們該選擇處理什麼。注意力可從專注在特徵局部結合的分析到全面性景象特質的登錄(Treisman, 2006)，使我們可專注在單一物件上，也可分散在幾個物件上，甚至分佈在全面的景象上將其當成整體來看。

Neisser 於 1967 年所提出注意力的處理機制，提到人類的視覺認知系統有兩個階段，分別為「前注意階段 (Preattentive Stage)」與「注意階段 (Attentive Stage)」。前注意階段是注意力尚未作用之階段，依照亮度、顏色、方向、運動方向和速度，以及一些簡單特徵原則先約略區分不同物體(Wolfe,1998)。注意階段是涉及更複雜的訊息處理，可以主動控制的。

Treisman 所提出的特徵整合理論 (Feature Integration Theory)，如圖 1，可以用來解釋兩階段式注意力的處理。首先，在前注意階段中，不同型態的基本視覺特徵會透過一個快速的初始平行歷程把刺激物分別登錄在不同的特徵圖 (Feature Map) 中，例如色彩圖 (Color Maps)、方位圖 (Orientation Maps)、大小圖 (Size Map)、距離圖 (Distance Map) 等等(葉素玲, 1999)。在注意階段中，經過不同的特徵圖譜處理後，主動式的注意力以序列的方式進行掃描，將各個特徵圖所記錄的訊息存取進入短期記憶，並進行特徵結合(A. Treisman & Souther, 1985)。

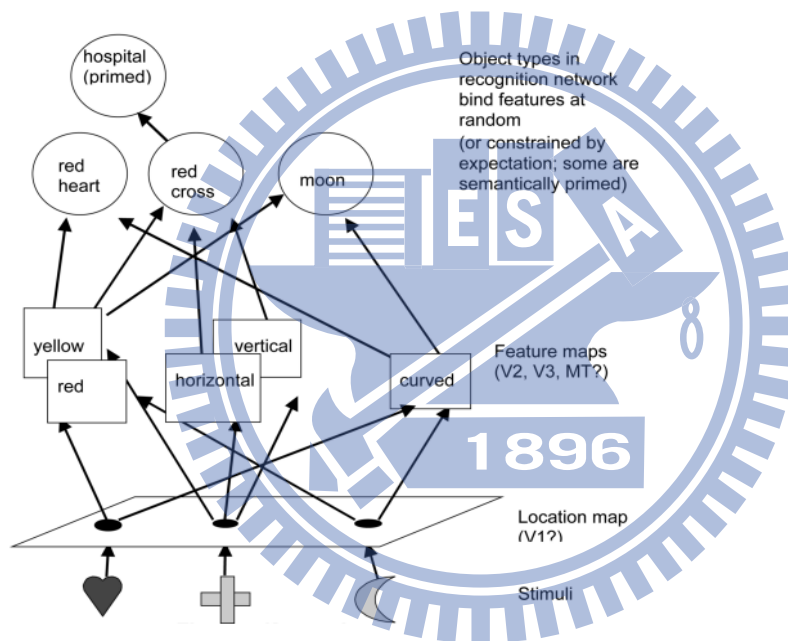


圖 1 特徵整合理論

資料來源 (A. M. Treisman & Gelade, 1980)

綜觀上述而言，前注意階段能以快速且平行的方式將各種基本視覺特徵登錄在適當的特徵圖中，而在注意階段注意力則像探照燈一樣有次序地掃描，並將同一位置的特徵結合起來，整合成一個完整的訊息(葉素玲, 1999)。

## 2-1-2 選擇性注意力

選擇性注意力是大腦的一種選擇的機制，在眾多視覺刺激中取捨過濾，只選擇一部分的訊息進入高階層次處理，其餘部分阻擋在中樞處理的程序之外、或維



持在意識經驗水平面下。在外界大量的訊息刺激透過感官而進入工作記憶中處理儲存時，因無法同時處理這麼多的訊息，須經由注意力的選擇機制將某些訊息過濾掉，僅處理相關重要的訊息，否則認知資源會因此而超載。此即在同時湧進的多數刺激中，只挑選少部分的刺激做精細的處理，其他未被挑選到的刺激僅作粗略的處理或不處理（葉素玲，1999）。關於選擇性注意力的理論主要有早期選擇理論、晚期選擇理論、與折衷的濾器減弱理論，以下分別說明之。

### 1. 早期選擇理論(Broadbent 過濾理論)

Broadbent (1958) 提出過濾理論 (Filter Theory)，認為用來處理辨識物體的內在資源有限，須在辨識階段做早期選擇，過濾掉不必要的訊息，因此所有進入感官的刺激必須先經過一個過濾器，通過過濾器後才能進入知覺系統作進一步的分析，被過濾掉的刺激則會完全被捨棄不處理，如圖 2。這是屬於注意力在早期介入選擇的觀點。

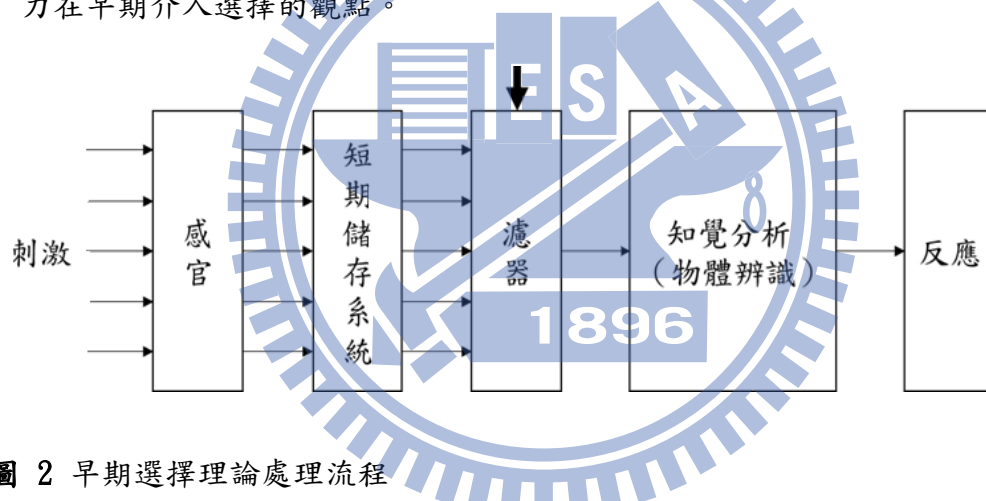


圖 2 早期選擇理論處理流程

資料來源：修改自葉素玲(1999)。視覺空間注意力，載於李江山（主編），視覺與認知-視覺知覺與視覺運動系統（頁 296）。台北市：遠流。

### 2. 晚期理論(Deutsch 與 Deutsch 過濾理論)

Deutsch 與 Deutsch (1963) 認為用來處理辨識物體的資源無限，所有進入感官的刺激皆會先進入物體辨識的知覺分析歷程，由知覺系統評估刺激的重要性，有就是在晚期階段選擇適當的反應即可，物理刺激平行進入視覺系統，也同時進入物體辨識的歷程，之後進入短期記憶進而反應，如圖 3。

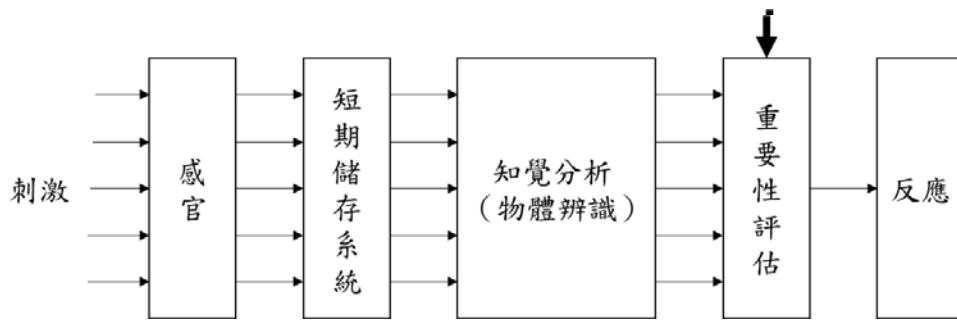


圖 3 晚期選擇理論處理流程

資料來源：修改自葉素玲(1999)。視覺空間注意力，載於李江山（主編），視覺與認知-視覺知覺與視覺運動系統（頁 296）。台北市：遠流。

### 3.折衷理論(Treisman 濾器減弱理論)

Treisman (1964) 提出濾器減弱理論 (Filter-attention Theory)，認為每一刺激有強度的分配，其相對應的內在處理管道也具有不同的敏感度。刺激強度必需高於門檻值(Threshold)才能被偵測出來加以處理，門檻值是由各管道的敏感度決定的，敏感度越高者門檻值越低，刺激越容易進入，由於注意力的影響，注意力所在的管道具有較高的敏感度。除了管道的敏感度外，標準值(Criterion)亦會影響偵測，例如與個人本身相關訊息，其標準值會較低，較易被偵測。

## 2-1-3 視覺搜尋

在前注意力階段就能被視覺系統接收辨識的刺激屬性，稱為基本特徵 (Basic Features)，這類屬性不需注意力就能被處理。視覺搜尋 (Visual Search)就是一種鑑別屬性是否為基本特徵的方法。典型的視覺搜尋，是讓受試者在一堆干擾物中尋找某一特定目標物。實驗中干擾物與目標物的總和稱為刺激總量 (Set Size)。注意力的運作對刺激總量極敏感，刺激總量愈大則移動注意力從事搜尋作業所耗費的時間愈多。隨著干擾物的增加，受試者耗費時間也隨之增加，代表其需要注意力的介入才得以辨識；如一堆隨意方向的「L」中找到「T」，若隨著干擾物增加找到目標物所耗費時間並未改變，則代表不需注意力就能被處理，即可認定此搜尋的特徵為基本特徵，如在萬綠叢中找出一點紅(陳一平，2011)。

Treisman 等相關學者，以視覺搜尋實驗進行研究，提出兩種搜尋模式：

#### 1. 平行搜尋 (Paralle Search)：

搜尋時間不會隨著干擾物增加而增加，干擾物多寡對搜尋時間影響不大，代表目標物與干擾物之間的特徵元素有明顯差異，例如：在一堆綠點中找出一個紅點或在一堆 R 的干擾物中搜尋 O 的目標物。

## 2. 序列搜尋 (Serial Search)：

搜尋時間隨著干擾物增加而增加，無法一眼看出目標物的特徵，需逐一比對，代表目標物與干擾物之間的特徵元素相似，例如：在一群字母B中找出一個字母P。

以上兩種模式的干擾物數量與搜尋時間的關係，從平行搜尋圖可知目標物 O 和干擾物 B 差異較大，代表搜尋時間不受干擾物數量影響，也較不需要注意力輔助，其關係斜率較小；而序列搜尋圖中目標物 P 和干擾物 B 相似，代表搜尋時間會受干擾物數量影響，越需注意力來輔助搜尋。其關係斜率較大，如圖 4。

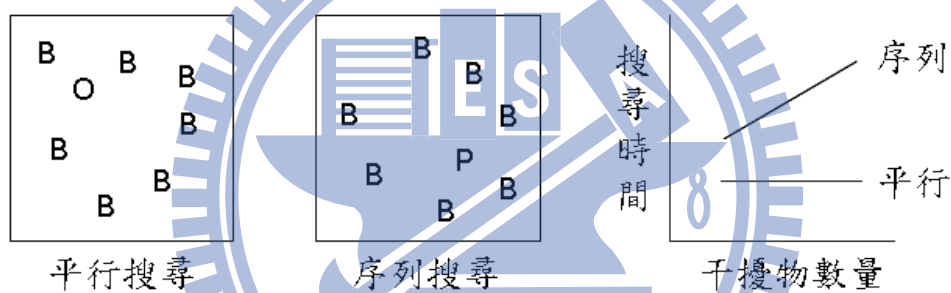
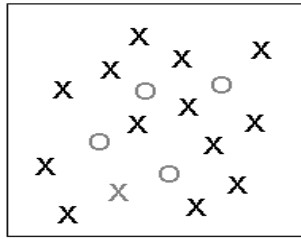


圖 4 平行搜尋與序列搜尋

資料來源：修改自“視覺心理學”，陳一平著，2011，199 頁

實驗歸納出來的視覺基本特徵，主要有四種：線段走向、顏色、運動(方向或速率)和速度、大小(長度、粗細、空間頻率等)。上述之平行搜尋和序列搜尋大多屬單一特徵搜尋，也就是目標物和干擾物僅相差一種基本特徵。若目標物與干擾物的差異由兩種基本特徵組成時，則會造成結合搜尋 (Conjunction Search)，如圖 5 中，若想找出目標物灰色 X，必須在一堆黑色的 X 和灰色的 O 干擾物中去搜尋，此時干擾物與目標物同時有兩種特徵的差異，一為顏色，一為形狀。因此結合搜尋比單一特徵搜尋困難，是屬於需要花費注意力搜尋的序列搜尋。(陳一平，2011)。



結合搜尋

圖 5 結合搜尋

資料來源：修改自“視覺心理學”，陳一平著，2011，202 頁

## 2-1-4 視覺注意力與視覺搜尋對本研究之影響

本單元「英文數字讀法」包含許多數目大的數字，學生往往不知從何開始讀數字，造成認知負荷過重，如何讓學生能注意到個別數字的意義和其關連，對學習英文數字讀法將更有幫助。本研究教材設計符合學習者注意力引導及視覺搜尋原理的機制，利用格子將數字分離，使學習者的注意力先著重在教學畫面的一小部分，再引導到整體，同時利用視覺對應方式，將中英文以上下的對齊方式，以減少視覺搜尋的時間，並透過提示、顏色等信號，將學習者的注意力引導到教學的當下重點，以提高學習成效。

## 2-2 認知負荷理論

認知負荷理論是由 John Sweller 所提出，根據 Sweller(1988)的定義，認知負荷(Cognitive Load)是將一特定工作加諸於個體的認知系統時，所產生的負荷總量，也就是工作記憶的負荷總量。他認為學習效果不佳的原因除了學習內容的困難度和先備知識的不足外，訊息處理時所造成的負荷量也是影響學習效果的因素之一。以下分別介紹認知負荷的基本假設、類型及教學設計原則。

### 2-2-1 認知負荷的基本假設

關於人類的認知結構(Cognitive Architecture)認知負荷理論提出四項基本假設(Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998)，分述如下：

1. 工作記憶(Working Memory)的容量有限

工作記憶區(Working Memory)又稱為「短期記憶」，其容量有限，平均只能儲存  $7 \pm 2$  個元素(Elements)，且在同一個時間只能處理有限的元素，另外，訊息停留在工作記憶區的時間極為短暫，若未經過複誦練習，大約 20 秒就會遺忘 (Van Merriënboer, & Sweller, 2005)。

## 2. 長期記憶(Long-Term Memory)的容量無限

長期記憶是指訊息長期不忘的永久記憶。相對於短期記憶在感官收錄後只能保留 20 秒內的記憶，長期記憶的容量是無限的。(張春興, 2001)。長期記憶區儲存著大量複雜的知識和程序性技能。練習次數越多，往後從長期記憶中提取或回存的速度也越快。

專家與新手的差別就在長期記憶區儲存內容的不同，專家的長期記憶區存有較多的知識基模與解決策略，面對問題時，專家可以從中提取較好的應對知識與問題解決策略；而新手在面對問題時因長期記憶中尚未建構出解決問題的策略，只能在工作記憶區中摸索找出解決方式，因此會耗費較多的工作記憶容量，增加了認知負荷量。

## 3. 知識和技能是以基模(Schema)的型態儲存於長期記憶中

基模(Schema)是一種有組織的思想或行為模式，用來建構及組織知識。基模的功能有二，一是組織與儲存知識的功能，二是降低工作記憶的負荷量，透過工作記憶區的運作，個體將眾多訊息與原來長期記憶中的基模結合，融成一個複雜的高階基模，成為單一的處理單位。進到長期記憶區來處理，達到降低工作記憶區的認知負荷(Van Merriënboer & Sweller, 2005)。

## 4. 基模運作自動化 ( Schema Automation ) 是基模建構的重要過程

人類的訊息處理過程有二種，一種為控制式(Controlled Processing)的處理，另一種為自動式(Automatic Processing)的處理。控制式處理受意識所控制，在工作記憶區中進行，運作時佔據較多工作記憶容量；相對於控制式處理而言，自動式處理不太需要意識監控，在運作時耗費較少的工作記憶容量。知識技能一開始都是經由意識處理，透過不斷地練習之後，基模運作才能達到自動化處理，這可節省工作記憶運作的認知資源，以降低工作記憶的認知負荷(Sweller, 1988)。例如背誦九九乘法表時，經由多次練習，反應答案時間越快，就表示已達自動化處理的階段。

## 2-2-2 自然訊息處理系統的原則

認知負荷理論是在生物演化框架下，基於人類認知架構發展而來的教學設計理論，將人類認知系統的運作比喻為生物演化系統，兩者皆為自然訊息處理系統，具相似的訊息處理運作機制，其處理訊息時具有以下原則(Sweller et al., 2011)：

### 1. 訊息儲存原則 (Information Store Principle)

所有的訊息都儲存在一個容量無限的訊息儲存庫中，長期記憶扮演著訊息儲存庫的角色，而人類的認知系統中，訊息與知識是以基模的形式存儲，再將其儲存在長期記憶中。

### 2. 借用與重組原則 (Borrowing and Reorganizing Principle)

新訊息是經由他人的訊息儲存庫借用而來，再與本身訊息庫中的相關訊息進行重整，並形成新的訊息而儲存於訊息儲存庫中。人類認知系統中，新知識大多是由他人的長期記憶中借用而來，並從長期記憶中提取相關的基模在工作記憶中作整合，整合的過程具有隨機性，有時會產生迷思概念，而整合後形成的新基模將儲存於長期記憶中。

### 3. 隨機生成原則 (Randomness as Genesis Principle)

隨機生成原則是用於解決問題時，缺乏可用的知識，即可隨機產生可能的解決方案，之後在工作記憶檢測是否有效，若有效則儲存以備未來利用，無效則丟棄，重複這些步驟直到問題解決。因此，隨機生成原則的目的是產生「全新」的訊息，其不同於由借用與重組原則借用而來的新訊息。隨機生成原則強調隨機產生與測試程序，其訊息通常是沒有組織的。

### 4. 改變狹隘限制性原則 (Narrow Limits of Change Principle)

由於訊息處理系統能處理的訊息量是有限的，太多的訊息變化組合之數量容易使訊息處理系統無法負荷，因此必須限制變化的幅度，以利訊息處理系統能迅速處理、快速反應。在人類認知系統中，因工作記憶處理訊息元素的容量與持續時間有限，因此在工作記憶中處理的元素數量必須受到限制，以免認知資源超載。

### 5. 環境組織與連結原則 (Environmental Organizing and Link principle)

在環境中能適當地運用訊息是自然訊息處理系統的最終目的。環境組織與連結原則是運用訊息儲存庫中的訊息，來應對環境中的各種狀況與問題。人類認知系統中，從長期記憶中提取知識基模，然後在工作記憶中處理，以管理人類在環境中的各種活動與問題解決。來自長期記憶的熟悉訊息在工作記憶處理時，其持續時間與容量是不受限制的。

綜合上述，訊息儲存原則是將知識基模儲存於長期記憶；借用與重組原則與隨機生成原則可獲取新知識基模；改變狹隘限制性原則與環境組織與連結原則可應用長期記憶中的知識基模，以應對環境中的各種狀況與問題。

教學之主要目的在於增加長期記憶中的知識基模，透過借用與重組原則可將增加長期記憶的知識基模，若無可借用的來源，則可透過隨機成因原則創造，但因為狹隘限制性原則，工作記憶處理陌生的新訊息時是有限制的，過程也是緩慢的。

### 2-2-3 認知負荷的類型

根據認知負荷理論，學習者必須在工作記憶中處理教學訊息，處理教學訊息時在工作記憶上所造成的負荷，將其分類如下(Sweller et al., 2011)：

#### 1. 內在認知負荷 (Intrinsic Cognitive Load)

有些由訊息的內在本質所造成的工作記憶負荷，被稱為「內在認知負荷」。它是學習者達成學習目標時所獲得的訊息基本結構，與教學程序無關。

#### 2. 外在認知負荷 (Extraneous Cognitive Load)

由於訊息呈現的方式或學習者參與活動需要工作記憶資源所造成的認知負荷，被稱為「外在認知負荷」。在教學設計中，是與學習目標無關且不必要的負荷，在許多情況下是多餘不必要的。

由資料的內在性質所造成的內在認知負荷與資料的呈現方式所造成的外在認知負荷，兩者都必須使用到資源並藉由工作記憶來處理。用來處理資料內在本質造成的負荷所需的資源是與學習有關的，被稱為「增生資源」，它是用於處理

與學習內容相關的信息所需的工作記憶資源。僅用於由教學設計所施加的信息之工作記憶資源，被稱為「在外資源」，必須處理外在認知負荷(Sweller et al., 2011)。

內在認知負荷與外在認知負荷累加決定了認知負荷總量。若處理內外認知負荷所需要的工作記憶資源超過可用的工作記憶資源，認知系統至少有一部分在處理必要訊息時會失敗。教學設計的目標是減少外在認知負荷，以便於有較大的工作記憶資源可以處理與學習相關的內在認知負荷。

互動元素被定義為在工作記憶中同時被處理的元素。若某些資料可以一次學習一個元素，因此在元素互動性是低的，內在認知負荷也較低。因此，高元素互動資料會比低元素互動資料需要耗費更多的工作記憶資源，所以內在認知負荷也較高。

低內在認知負荷與任務的困難程度必須有所區別，一項任務可能有很低的內在認知負荷，需要的工作記憶負荷較低，但仍是非常困難的，例如學習第二語言的詞彙就是一個清楚的例子。學習外語有好多字彙需要學習，是一項費時又困難的任務，但該任務的困難是來自於大量需要學習的個別元素，而不是來自於每個元素相關的複雜度。

對於低元素互動性的材料，內在認知負荷是低的，學習者仍可以處理信息，但在高內在認知負荷的情況下，教學設計的問題可能是重要的。當內在認知負荷低的時候，把工作記憶資源用在處理不適當的教學設計可能沒關係，但內在認知負荷高的時候，這可能就是關鍵。因此，認知負荷理論一直主要是關注在降低外在認知負荷。

#### 2-2-4 認知負荷效應

認知負荷理論根據眾多實驗證據，提出了十五項教學設計原則，茲分別說明如下 (Sweller et al., 2011)：

1. 開放目標效應 (Goal Free Effect)



單一目標或標準答案導向的解題方式容易侷限想法，造成較大的認知負荷，開放目標效應是指讓學習者在沒有具體的目標，能自由思考，多重表達個人的思考歷程，如此可以降低外在認知負荷，也能更有效地建構基模。例如數學問題，以沒有具體目標的問題敘述如「盡可能求出所有的角」，代替具有明確目標之問題敘述如「求出角 A」，學習效果更好。

在開放目標問題環境下可以降低外在認知負荷，專注於局部的關係，幫助規則歸納與基模的獲得，對於只包含有限步驟的問題是有效的。

## 2. 工作示例效應 (Worked Example Effect)

工作示例效應是指教師在教學時，先呈現適當的工作示例供新手學習者參考，提供問題的逐步解題示範，以減少工作記憶區不必要的探索與資源耗損，如此可降低外在認知負荷，幫助建構完整的解題基模，加速基模自動化的過程。

## 3. 完成問題效應 (Problem Completion Effect)

完成問題是指給定一個特定的目標狀態，提供學習者部分的解決方案，其餘的則由學習者繼續完成 (Sweller, et al., 1998)。因此，完成問題是一種部分的工作示例，將工作示例加以修改為只提供部分的解決步驟，保留部分關鍵的解題步驟讓學習者完成。若工作示例的步驟太多，會產生額外的外在認知負荷。完成問題可以確保學習者深入思考問題並注意關鍵訊息，以降低外在認知負荷，促進基模建構。

## 4. 分散注意力效應 (Split-Attention Effect)

面對至少兩個以上的訊息來源，學習者需要分散他們的注意力，在不同來源的訊息資料來回搜尋、比對，相當耗費工作記憶資源，造成大量的外在認知負荷，這就是分散注意力效應。若能將這些不同訊息來源的資料以實際整合的方式呈現，而不是靠心力去整合時，可減少不必要的搜尋與參照，減低工作記憶區的負荷，降低外在認知負荷。

## 5. 形式效應 (Modality Effect)

形式效應是指圖像、文字等視覺訊息的教材，與圖像搭配口語之視覺與聽覺訊息的教材，後者產生的學習成效優於前者。因為圖像與文字皆屬於視覺形式，易造成視覺感官通道的阻塞。學習者經由圖像與口語之視覺及聽覺兩通道來接收訊息，降低了以視覺形式呈現所有訊息時造成的視覺通道的負荷。以人類的認知系統來看，當同時使用視覺和聽覺兩種處理器，可將部分認知負荷從視覺通道分攤到聽覺通道，因此降低了外在認知負荷，工作記憶即可擴展應用(Sweller,2010)。

複雜的文字訊息以視覺形式呈現可能更適當，因為太長或複雜的聽覺訊息將因為工作記憶的限制而無法在工作記憶中維持與處理，若圖表很複雜的，可配合提示或信號以減少視覺搜尋，讓聽覺信息相關之視覺訊息的搜尋可以加速；若聽覺訊息只是重述圖表內容，會造成冗餘效應；對於專家學習者，形式效應可能被消除或反轉，造成專業知識反轉效應。

#### 6. 冗餘效應 (Redundancy Effect)

相同的教材內容如果用圖像、文字和口語解說三種方式皆可傳達，而僅用圖像、文字或口語其中之一便可將訊息傳達清楚，那麼當多碼同時被展演就會產生冗餘效應 (Sweller, 2004)。如果多個訊息來源都是可以單獨理解的，不需要在心智上整合，多餘的訊息應該去除，以免學習者將注意力集中在多餘的訊息上，反而干擾學習，而造成外在認知負荷增加。學習者的先備知識會影響冗餘效應，對於初學者是必要且非冗餘的訊息，對於專家學習者可能反而變成是多餘的，導致專業知識反轉效應。

#### 7. 專業知識反轉效應 (Expertise Reversal Effect)

專業知識反轉效應是指某一種教學設計的方式對低先備知識的學習者而言是有效的，但對於高先備知識者則會失去效力，甚至有負面的影響(Kalyuga, 2007)。因此，對於初學者有幫助的教材，對專家學習者而

言可能無太大助益，因為專家學習者被要求處理這些訊息將消耗額外不必要的認知資源，而增加外在認知負荷。

Kalyuga (2009)指出教學者應配合學習者不同程度的專業知識水準或經由學習後不斷改變的專業知識豐富度，適時地調整教學活動，設計具有高度彈性效能的多媒體認知環境。例如在教學初期，由於新手還未具備單獨理解圖表訊息的能力，因此圖表須配合額外的文字訊息，隨著學習者的專業知識水準逐漸提高，初期必要的額外文字訊息可能變成多餘而應逐漸抽離。

有無專業知識反轉效應可以透過學習效率(Instructional Efficiency)和學習投入分數(Instructional Involvement Score)觀察。Paas 和 van Merriënboer (1993) 提出一種視覺化的學習效率公式及效率圖 (Efficiency Graph)，用以評估學習效率的方式。將學習成就表現分數及認知負荷量轉成 Z 分數 (Z Score)，分別為  $Z_p$  及  $Z_c$ ，學習效率之計算公式如下(1)：

$$E = \frac{Z_p - Z_c}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

$$\left( Z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} \quad ; \quad Z_p = \text{學習成就表現 Z 分數} \quad ; \quad Z_c = \text{認知負荷 Z 分數} \right)$$

以  $Z_c$  為橫坐標， $Z_p$  為縱坐標，即可在直角坐標平面上標出該點位置，如圖 6 所示 (Paas, 2003)。

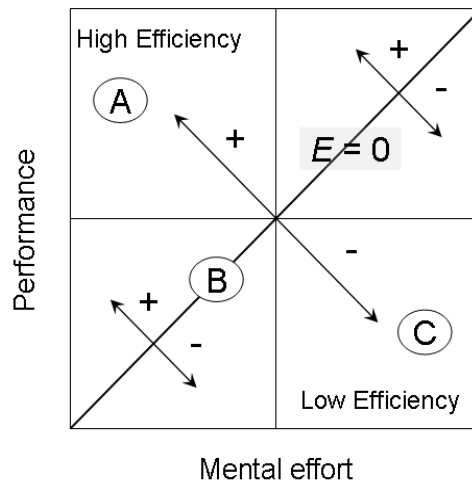


圖 6 學習效率圖

資料來源：”Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory.”by F. Paas, J. E. Tuovinen, H. Tabbers & P. W. M. Gerven, 2003, *Educational psychologist*, 38(1), p.68

圖上三種情況所代表的意義為：A 區表示高學習效率 (High Efficiency)，即學習者的學習成就表現高而認知負荷量低，即  $Z_p > Z_c$ ，其方程式為  $E > 0$ 。B 區表示中效率，即學習者的學習成就表現與認知負荷量達到平衡一致，即  $Z_p = Z_c$ ，其方程式為  $E = 0$ 。C 區表示低學習效率 (Low Efficiency)，即學習者的學習成就表現低而認知負荷量高時，即  $Z_p < Z_c$ ，其方程式為  $E < 0$ 。

對於高學習成就學生，可藉由學習效率來觀察是否產生專業知識反轉效應，若因外在認知負荷增加而降低其學習效率，則會產生專業知識反轉效應(Clark, et al., 2006)。

動機是學習的關鍵之一，若學習者學習的動機越強，上課的投入程度越高，相對地，付出的心力也較多，表現也較好。然而對於有些高學習成就的學習者而言，若認為學習的知識內容是簡單、無挑戰性，可能比較不願意投入太多心力去學習，進而影響其動機的強弱，Paas 等人 (2005) 基於動機、心智努力和表現是正相關的假設，提出了學習投入分數 (Instructional Involvement Score) 的計算，其計算公式(2)如下：

$$I = \frac{Z_p + Z_c}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

$$\left( Z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} \quad ; \quad Z_p = \text{學習成就表現 } Z \text{ 分數} \quad ; \quad Z_c = \text{認知負荷 } Z \text{ 分數} \right)$$

此投入分數的視覺化圖像的繪製方式與學習效率圖相同；以  $Z_c$  為橫坐標， $Z_p$  為縱坐標，如圖 7，以直線  $I=0$  做分界，直線右上區域表示高投入，直線左下區域表示低投入，藉此了解學習者投入之情形。對於高學習成就學生而言，也可藉由投入分數來觀察是否產生專業知識反效應，若產生專業知識反轉效應，其投入的情形會較差。

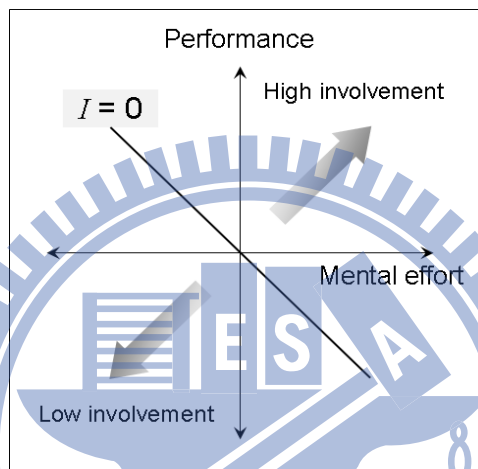


圖 7 學習投入分數圖

資料來源：”A motivational perspective on the relation between mental effort and performance : Optimizing learner involvement in instruction.”by F. Paas, J. E. Tuovinen, J. J. G. van Merriënboer, & A. Aubteen Darabi, 2005, *Educational Technology Research and Development*, 53(3), p.29

由於學習效率與投入分數之圖形繪製方式相同，即他們在座標平面上所標示的位置是相同的，故將兩圖重疊合併後，如圖 8，圖中兩條垂直的直線，分別以直線  $E=0$  為橫軸，而直線  $I=0$  為縱軸，將平面隔成四個象限，第一象限為高投入高效率，為學習時最理想的狀況；第二象限為高投入低效率；第三象限為低投入低效率，為學習時最不理想的狀況；第四象限為低投入高效率 (Kalyuga, 2009)。因此，此圖可同時觀察出實驗對象之學習效率與學習投入分數，同時也能觀察是否有專業知識反轉效應的產生。

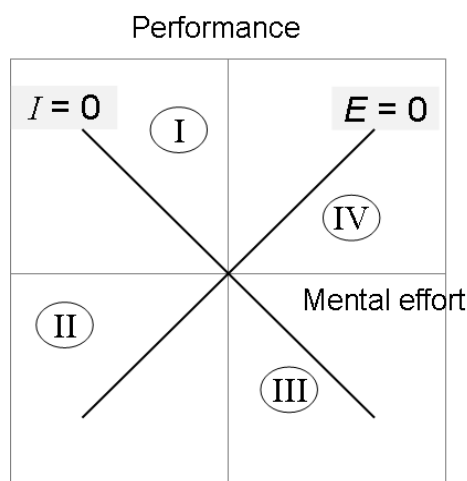


圖 8 綜合學習效率與學習投入分數圖

### 8. 指引漸退效應 (Guidance Fading Effect)

指引漸退效應是指隨著學習者的專業知識增長，詳細的教學指引或過多的示範與提示反而會成為多餘的外在認知負荷，應該逐步減少引導，使學習者自行完整的解決問題，以避免造成專業知識反轉效應。

教學者在教學初始之際，因為學習者缺乏可用的知識基模，可以給予完整的示例學習或教學指引，使其更快瞭解其中的程序與步驟，但隨著學習者的專業知識基模增加，詳細的教學指引要與既有的基模整合反而需要額外認知資源，產生不必要的認知負荷。因此教學者應適當移除或省略部分教學指引，給予學習者的教材呈現應是初期給於工作示例 (worked example)，中間要求完成問題(completion problems)，最後呈現完整的問題 (full problems) (Sweller, 2010)。

### 9. 想像效應 (Imagination Effect)

「想像」被定義為對一個程序或概念的心智再製 (Sweller, 2011)。想像效應是指在教學過程中，學習者「想像」一個過程或概念，的表現優於「研讀」同樣過程和概念(Cooper, Tindall-Ford, Chandler, & Sweller, 2001; Leahy & Sweller, 2004; 2005)。在進行想像時，學習者必須從長期記憶中提取知識基模在工作記憶中處理與內在認知負荷有關的交互元素，因此想像效應會促使基模的自動化。

想像效應的發生是學習者必須具備與任務相關的知識基模，因為長期記憶的知識基模可以結合多個元素成為單一元素，以降低認知資源的需求；然而先備知識不足的學習者因沒有足夠的知識基模從事想像，因此想像的效果不佳或甚至無法進行想像。

#### 10. 自我解釋效應 (Self-Explanation Effect)

「自我解釋」為學習者學習工作示例的一種心智對話，這有助於理解例子並從中建立基模(Ruth Colvin Clark, Nguyen, & Sweller, 2006)。自我解釋要求學習者自行「解釋」一個新的過程或概念，這能夠引導學習者運用有效認知資源處理相關的互動元素，以建立基模並獲得知識的理解。

從事自我解釋時，學習者的先備知識水準必須夠高，長期記憶才有足夠的知識基模，在工作記憶中處理交互作用元素與知識基模，這和從事想像時的情況一樣，對於先備知識不足的學習者而言無法從事自我解釋。

想像效應及自我解釋效應能幫助有效的心智處理過程，兩者是透過鼓勵學習者進行適當的心智過程，而非靠著改變教材來達到心智處理過程(Sweller, 2011)。Sweller (2010) 指出教學者可鼓勵並引導學習者去使用認知過程，來取代直接教導，如此可消除與學習無關的活動。

#### 11. 元素交互性效應 (Element Interactivity Effect)

元素交互作用決定了內在認知負荷的程度。若元素交互作用是低的，內在認知負荷也低，也就是教學內容是簡單的，此時即使所使用的教材設計不良，而造成外在負荷是高的，也不會妨礙學習；若元素交互作用是高的，內在負荷也高，如果又增加了高外在認知負荷，則會造成總負荷量超過工作記憶容量 (Sweller, 2011)。

元素交互性程度與先備知識水準有關。同樣的學習材料，先備知識不足的學習者，其元素交互性可能較高，但先備知識水準較高的學習者，其元素交互性可能不高，因為知識基模可合併多個交互作用元素成為一個單一基模，而降低了元素交互性。

#### 12. 獨立元素效應 (Isolated Elements Effect)

學習任務的元素交互作用高，同時處理全部元素易使工作記憶區超載，造成極高的內在認知負荷，不利於學習與理解，若藉由預先訓練、專注於子目標等策略，將部分交互作用元素分割成一小部分的元素獨立處理，這種策略稱為獨立元素效應。

Sweller (2010) 指出獨立互動元素效應是藉由人為方式去降低元素互動性的內在認知負荷，雖然任務或目標的內在認知負荷總量不會改變，但可將任務分割成數個任務或目標，學習者一開始先學個別的元素，再學元素間的交互作用，使高交互作用元素獨立處理轉變為低交互作用，讓工作記憶區的工作量不超載的情況下，降低學習者的認知負荷並促進學習成效。

內在認知負荷與學習者的知識水準有關。在學習初期階段，獨立元素效應對於先備知識水準較低的學習者是有效的，因為可以降低內在認知負荷，對於理解學習材料與發展部分基模有幫助；對於先備知識水準較高的學習者而言，已具備足夠的知識基模，可處理大量交互作用元素，因此不必藉由獨立元素隔離交互作用元素，甚至可能造成專業知識反轉效應。

### 13. 變化效應 (Variability Effect)

變化效應是指教學者提供不同情境的題目和問題狀態讓學習者去學習，藉由題目的變化來促使其基模的發展，強化學習轉化的能力。若可用的工作記憶資源足以滿足內在認知負荷的需求，學習者能在不同類別的問題應用學到的知識，表示具有更複雜的知識基模，知識遷移就產生。因此增加工作示例的變化有助於促進遷移，導致變化效應。

Sweller (1998) 認為高度變化的題型雖會增加學習或練習過程中的認知負荷，卻可獲得更好的轉化遷移效果，因此所增加的認知負荷是增生認知負荷，而非外在認知負荷。變化效應因增加變化性易導致工作記



憶超載，對於先備知識不足的學習者而言，減少了學習；相反地，對於高先備知識水準的學習者而言，變化效應是有益的。

#### 14. 短暫訊息效應 (Transient Information Effect)

短暫訊息效應被定義為學習的遺失，由於訊息在學習者有時間充份處理或與新訊息連結之前就已經消失了(Sweller,2011)。短暫訊息效應的訊息主要特徵是「短暫的」，而且訊息內容的元素交互作用必需是高的，這是一種新的認知負荷效應解釋。若容易在工作記憶維持與處理的短暫訊息，將不會產生短暫訊息效應。當複雜冗長的訊息以口語形式呈現，短暫訊息會因高元素交互作用而使工作記憶超載，而利用書面的形式呈現的持久訊息可有效降低這種負荷，訊息元素可以隨時取回工作記憶中處理，產生一種類似於反向形式效應。冗長複雜的短暫訊息可利用適當分割簡化訊息，則可有效降低或消除短暫訊息的負面影響。

#### 15. 集體工作記憶效應 (Collective Working Memory Effect)

當個人透過合作學習比單獨學習獲得較高的學習成效時，即產生集體工作效應。此效應是一種新的認知負荷效應，合作學習使學習者訊息的獲得從教學者或其他知識豐富的專家轉到其他的學習者。藉由共享與協調訊息來達到合作學習所需額外的工作記憶資源，稱為處理成本(Kirschner, Paas, & Kirschner, 2009)。對於複雜的學習任務，在幾個人之間分散元素是有好處的，因為處理成本少於處理大量元素的成本；對於簡單的學習任務，處理成本很可能高於共享所降低的認知負荷，因此單獨學習可能較好。(Sweller, 2011)。

### 2-2-5 訊息的對應形式

分散注意力發生在學習者需要分散他們的注意力到至少 2 個訊息來源之間，不管是空間上或時間上的分開。在許多分散注意力的情況下，工作記憶資源

很可能為了處理無關的交互作用元素而從基模形式轉移開，導致學習的效果不佳。分散注意力效應發生在教學策略以整合的教材為基礎時，比以分散來源的材料產生更好的學習效果。(Sweller, 2011)。

當超過兩個以上的訊息來源，發現使用垂直排列的對應形式比水平排列的對應形式，所獲的學習效果更好。Chung(2007) 在學習中文作為第二語言的領域中，使用三種不同訊息來源以研究分散注意力。Chung 同時地呈現三種字卡給學習者，字卡裡包含中文字體、英文翻譯和拼音。不只是在三種字卡操作上的順序相同，還有它們之間的實際距離也是相同的。結果發現英文或拼音被呈現時是靠近中文字體而非空間上的分離，獲得較好的學習和發音，這顯示了分散注意力效應。

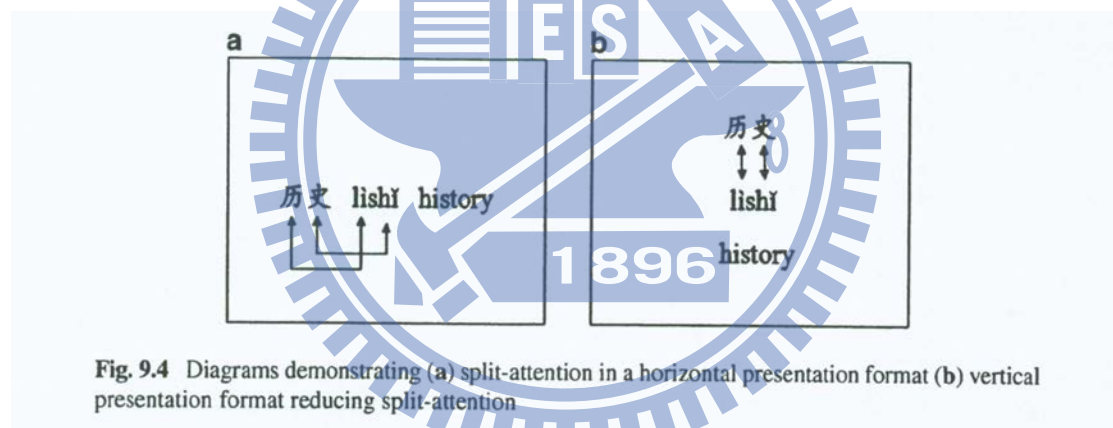


圖 9 水平和垂直的對齊方式

Lee and Kalyuga(2011)從認知負荷理論的觀點，研究了拼音在學習中文作為第二語言的效果。他們建議當學習單字時，通常使用水平排列的形式呈現拼音，可能施加了高度的認知負荷，並阻礙字體的學習，因為學習者在搜尋和配對相應的字體和拼音時造成分散注意力。改用垂直排列的形式，拼音正好被放在對應的字體下，因此減少可能的分散注意力。圖 9 描述了水平和垂直這兩種形式。在一項包含學習中文作為第二語言的高中生的實驗中，比較了垂直與水平排列字體、拼音與英文翻譯的學習效果。結果顯示垂直形式因為消除了分散注意力而有

顯著的優勢。(Sweller, 2011)。

## 2-2-6 認知負荷理論對本研究的影響

本研究之教材設計運用示例效應，由教學者先呈現適當的例子供學習者參考，以解決相同的程序性問題，並根據形式效應，配合阿拉伯數字把對應的英文文字改以口語表達；根據分散注意力效應，在教材設計上，呈現視覺相關的訊息在位置上盡量接近，口語對應的畫面呈現在時間上接近；在實驗組教材的設計上，根據訊息垂直對應的形式，將中英文以上下對齊的方式，讓學生可快速地搜尋到相關的訊息，以減輕視覺搜尋所造成的負擔，並應用獨立元素效應，把數目大的數字先切割成數個獨立的數字來處理，讓高元素交互作用變成低元素交互作用，以降低其認知負荷。並且利用專業知識反轉效應的產生與否來分析本實驗教材是否適用於常態編班教學上。

## 2-3 多媒體學習理論

Mayer (2001)等學者以 Paivio (1986) 的雙碼理論 (Dual-Coding Theory) 為基礎，提出多媒體學習理論，指出多媒體學習 (Multimedia Learning) 是利用文字 (Words) 與圖像 (Pictures) 的方式來呈現教材內容，以進行學習。其中的「文字」有口說文字與印刷文字；「圖像」則有靜態圖片(如圖片、照片、地圖等)與動態圖片(如影片、動畫等)。因此多媒體學習又稱為雙模式 (Dual-mode)、雙碼 (Dual-code)、或雙通道 (Dual-channel) 學習 (Mayer, 2009)。

多媒體學習要達到效用，必須先瞭解人們是如何學習與接收訊息的模式，從人類處理訊息的過程才能發展出多媒體設計的原則，因此，Mayer 提出多媒體進行學習的認知模型，以人類感官中的視覺與聽覺雙通道 (Dual-channel) 進行學習，如圖 10，由此說明人類資訊處理的方式與系統。

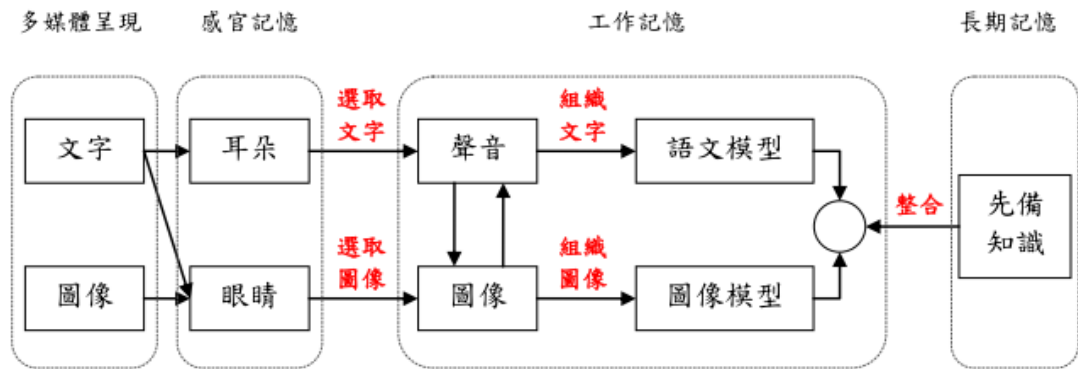


圖 10 多媒體學習理論的認知模型

資料來源：廖真瑜 (2011)。多元表徵應用於二元一次聯立方程式文字題列式教學之研究 (頁 9)，國立交通大學，新竹市。

經過感官通道後，會依序進行三種認知處理過程，分述如下：

1. 選取 (Select)

學習者針對要注意的文字或圖像訊息，自動選取對其有意義的文字或圖像，並進一步儲存在工作記憶區中處理。

2. 組織 (Organize)

學習者將選取的文字與圖像，在工作記憶區中，使其分別成為一個連貫且整體的語文模型 (Verbal Model) 和圖像模 (Pictorial Model)。

3. 整合 (Integrate)

學習者在工作記憶中，將語文模型及圖像模型進行比對，並與長期記憶中既有的相關知識基模加以連結、整合。

### 2-3-1 多媒體學習理論的基本假設

在多媒體學習認知理論下，Mayer 提出三個假設，分述如下：

1. 雙通道 (Dual Channels)

人類擁有兩個訊息處理通道，由聽覺感官接收訊息為聽覺通道；由視覺

感官接收訊息為視覺通道，這兩通道是獨立的，分別各自加工處理訊息。

## 2. 有限容量 (Limited Capacity)

Mayer 認為視覺或聽覺通道同時所能處理的訊息量是有限的，若在同時湧入大量訊息將無法同時處理，故對於進入的訊息何者該被注意，就必須有所抉擇，只選擇部分訊息置於工作記憶區中組織，因此這些訊息很可能是片段而非完整的。

## 3. 主動處理 (Active Processing)

面對訊息時，人類會主動進行認知處理，包含選取相關訊息、組織訊息或將訊息與原來存在長期記憶區中既有的知識、經驗和基模整合。

### 2-3-2 多媒體學習理論的認知負荷

在學習的過程中可能會有三種認知處理方式，每一種都會用到學習者可用的認知容量，即是認知負荷的三個模式 (DeLeeuw & Mayer, 2008)，分述如下：

#### 1. 外在的認知處理 (Extraneous Cognitive Processing)

即為認知負荷裡的外在認知負荷，指的是學習過程的認知處理對教學目標無用，起因於不良的教學設計，例如相關的圖文在不同頁所造成的視覺搜尋比對。若外在的認知處理耗盡了學習者所有可用的認知容量，則學習者就無法進行學習的認知處理，如選取、組織和整合，導致無學習成效，反應出來的是較差的記憶及轉移表現。

#### 2. 本體的認知處理 (Essential Cognitive Processing)

即為認知負荷裡的內在認知負荷，由教材本身的複雜度決定。若學習者在學習過程大部份只專注於本體的認知處理，則反應出來的可能偏向死記硬背的學習，雖然會有較好的記憶表現，但轉移表現卻較差。

#### 3. 衍生的認知處理 (Generative cognitive processing)

即為認知負荷裡的增生認知負荷，指的是藉由提高學習動機的方式讓學習者瞭解教材本身時所產生的認知處理，因此衍生的認知處理可歸因於學習者的動機程度，若學習者能致力於本體及衍生的認知處理，則非常有可能產生有意義的學習結果，即能有好的記憶及轉移表現。

### 2-3-3 多媒體學習理論的教學設計原則

由於上述的三種認知處理皆會佔用有限的認知資源，Mayer(2009)提出了十二項可以降低認知負荷的多媒體教材設計原則，以減少外在的認知處理、管理本體的認知處理以及增加衍生的認知處理，分述如下：

#### 1. 減少外在認知處理的五個設計原則

##### (1) 連貫原則 (Coherence Principle)

教材設計應與教學目標相關，與教學目標不相關的文字、圖像、聲音等額外的素材要避免，因為這些無關的訊息會分散學習者的注意力。

##### (2) 信號原則 (Signaling Principle)

在教材中可適當加入信號，使訊息醒目以吸引學習者的注意力，引導其針對關鍵訊息做認知處理。常用的信號包含標題、粗體、斜體、字體大小、顏色、符號、閃爍、淡入、淡出、箭頭、底線等。

##### (3) 重複原則 (Redundancy Principle)

多媒體教材的設計以「圖像加上旁白」會比「圖像加上旁白及字幕」得到更好的學習效果 (Mayer, 2001)。因為圖像與字幕的訊息都同是經由視覺管道，若同時呈現會造成通道負荷過量，而影響學習。然而有些情況下增加字幕是可以促進學習，例如沒有圖像的展演、有充足的時間處理圖像、教材文字內容太專業困難、或旁白並不是母語。

##### (4) 空間接近原則 (Spatial Contiguity Principle)

相對應的文字與圖像「位置接近」會比遠離的學習效果好，因為不用耗費資源在搜尋與比對上，如此較容易建立訊息之間的關連。新訊息的出現不要蓋住原先的訊息，若分散在不同區塊的訊息要用指示線連接以建立關聯。

##### (5) 時間接近原則 (Temporal Contiguity Principle)

相關的文字與圖像「同時呈現」會比接續呈現的學習效果好。因為訊息接續出現，學習者必須保留之前的訊息以便和後續的內容做統整，容易耗費認知空間，造成工作記憶的負擔，使學習資源不足。

## 2. 管理本體認知處理的三個設計原則

### (1) 分割原則 (Segmenting Principle)

將教材分割成數個「小片段」，並讓學習者自己控制片段的呈現和循序展演的速度，這樣的學習效果會比連續播放的方式來得更好。因為學習者可以有較足夠的時間去選擇片段中的訊息並加以組織及整合。

### (2) 事先訓練原則 (Pre-training Principle)

若教材的內容較複雜困難時，在學習之前可先讓學習者知道教材的主要概念名稱或特徵，複習所需的先備知識，再進行學習，學習效果較好。

### (3) 形式原則 (Modality Principle)

當教材同時包含圖像與文字兩種訊息時，文字訊息以「口述文字」的聽覺方式呈現會比以印刷文字的視覺方式呈現，獲得更好的學習成效。因為圖像和印刷文字都是經由視覺通道來處理，單一的視覺通道資源有限，容易造成通道阻塞，產生認知負荷；相反地，若使用圖像和口述文字，圖像經由視覺通道，口述文字經由聽覺通道，視聽覺雙通道互不干擾，又可互相轉換兩種表徵，因此會有較好的學習成效。我們的感覺器官是一起演化出來的，視覺會影響聽覺，聽覺也會影響視覺，若同時刺激多個感官，我們的學習會比較好(Medina、洪蘭(譯)，2009)。

## 3. 增加衍生認知處理的四個設計原則

### (1) 多媒體原則 (Multimedia Principle)

教材設計使用「圖像、文字並用」的學習效果優於「僅用文字」的效果，因「圖像、文字並用」較能幫助學習者同時建構語文與圖像模型，並建立彼此的關聯，進行心智的整合。這對新手學習者特別重要，然而對專家學習者的幫助可能不大，因專家學習者在閱讀文字時就能建立自己的心智圖像，可是新手則需要與文字相關的圖像表徵來幫助學習。

### (2) 個人化原則 (Personalization Principle)

教學時採用「對話式」的講述課程會比「形式化」的講述來得好。多使用第一人稱(我)、第二人稱(你)來進行教學，不要只用第三人稱，並在講述過程中多使用直接感受的句子，讓學習者感受到教學者在與他

「交談」，如此較能提升學習者的學習動機。

### (3) 聲音原則 (Voice Principle)

多媒體教材的語音旁白，使用親切的「人聲呈現」講述的學習效果優於「機器合成音」呈現的效果。

### (4) 圖像原則 (Image Principle)

在教材畫面中，呈現教學者或演講者的影像，學習效果不一定會比較好，因為學習者會去注意人的影像而忽略了教材內容，分散注意力，同時，多餘的影像也會造成額外不必要的認知處理，干擾學習。

## 2-3-4 多媒體學習理論對本研究之影響

本研究之教材設計使用多媒體學習理論的原則來設計，根據連貫原則，去除與教學目標不相關的文字、圖像、聲音等額外的素材，畫面只保留與學習內容有關的重要訊息；根據信號原則，運用顏色去凸顯所需強調的訊息，把不重要的訊息如格線淡化處理，以引導學生將注意力放在必要的訊息上。另外，相對應的訊息元素在位置上靠近，以避免增加訊息搜尋的負擔，符合空間接近原則。至於分割原則，則是將教材內容切割成數個「一小塊」部分，從小部分先開始學習，在進一步到整體。而為了讓學生能更清楚明白這單元的重點，再進行教學內容之前，先複習所需的先備知識，例如 1-10 的數字讀法，符合事先訓練原則。

## 2-4 第一語言和第二語言的關係

母語(Mother Tongue)是指本民族的語言，也叫本族語(Native Language)。本族語和母語通稱為第一語言(L1)，是兒童出生後不久便開始習得並掌握的語言，在多數情況下，第一語言就是母語，但也有人第一語言不是母語。第二語言(L2)是泛指獲得第一語言之後再學會的一種語言，也就是在目的語的環境中學習的第一語言以外的語言(劉澤海，2008)。

母語是我們慣用的語言，在學習第二語言時，學習者常常會無意識地使用母



語的規則來套用第二語言的規則，因此，母語和第二語言的差異性和相似性對於第二語言的學習會有不同關聯，彼此也會互相影響，甚至可能會造成學習第二語言的困難。

### 2-4-1 第一語言和第二語言的差異性和相似性

在 1950 到 1960 早期時代，起初是假設 L1 和 L2 之間的差異性是擁有共同第一語言的特定族群在學習第二語言所面臨的困難。這個假設產生了一連串的研究去對照、比較語言的相似性和差異性，也就是我們所知的對比分析學派，它被認為有系統的 L1 和 L2 的對照、比較會讓研究者和教師們預測到負遷移何時會發生，且特定 L1 背景的學習者會產生什麼錯誤。在 1960 到 1970 年的新興 SLA 領域中，研究者轉變成學習者語言的實際分析，開始使用錯誤分析和表現分析的新方法來引導研究。

L1 和 L2 的差異性和相似性對於學習 L2 有不同的影響。某些 L1 和 L2 的相似性對於學習 L2 似乎是沒有幫助的，例如學習否定句，英文大部分是在動詞後面加 not，就如同德文和瑞典語，但和法文和西班牙文都是放在動詞前來造否定句是不同的，而從六個 L1 為土耳其語的學習者研究中，發現其中三個學習者因為土耳其語和瑞典語的相似性(都是在動詞後完成否定造句)而有利於學習，另外三個學習者在學習時 L2 則偏向在動詞前完成否定造句，從中我們可以知道如果只是依造 L1 來學習 L2，有些學習者在學習和 L1 有相似性的 L2 時會有問題。相反地，某些 L1 和 L2 的差異性卻沒有造成學習 L2 的困難，一個好的例子就是英文和法文代名詞的位置，英文的代名詞放在動詞後面，法文的代名詞則放在動詞前，但這並不會造成 L1 為法文的學習者在學習英文時有困難(Lourdes Ortega, 2009)。

### 2-4-2 語言的遷移

行為主義的語言學習和語言教學的觀點在二次大戰後的二十年間是占優勢

主導的地位。根據練習法則，當學習者對刺激做出主動且重複的回應，語言學習就被引起，因此語言學習是一種習慣的形成，這種「習慣」包含對被給予的刺激做出自動的反應。根據行為主義理論，學習最主要的阻礙是來自於之前知識的干擾，當使用舊有的思維方式習慣去嘗試學習新的語言時，干擾就會發生，第二語言的行為主義理論著重在「困難」的觀念上，困難被定義為學習第二語言錯誤的數量，困難的程度主要是依據目標語和第一語言相似或困難的程度而定，當兩種語言相似時，學習越容易通過第一語言的正遷移發生，但當它們不同時，學習的困難便會產生，錯誤也可能從負遷移當中發生，這樣的錯誤或「壞習慣」被認為是對成功的語言學習有損害，因為他們阻礙正確目標語的形成 (Rod Ellis, 1994)。

遷移(transfer)是指先前的知識傳遞到後來的學習中。先前的知識對學習任務有所助益時，正面的轉移就會出現，也就是先習得的項目正確運用到目前所學的題材；若先前的表現阻礙第二項工作表現時，負面遷移便會出現(林俊宏、李延輝、羅云廷、賴慈雲(譯)，2007)。

當產生負遷移的時候，就會造成學習的錯誤。在分析錯誤時，發現錯誤的原因有外在的語言干擾，也就是語言間的干擾，又稱母語的外在干擾和語言遷移，若是母語和目標語的結構不同時，在學習和表現上會出現問題和困難，而差異越大，困難越多 (黃自來，2004)。負遷移又稱為干擾，其發生在當母語的規則應用在產生目標語時，目標語的規則出現錯誤的文法和規則。舉例來說，負遷移的錯誤常被發現在中文的學習者使用英文的動詞，如下所示：(Chan, 2004)

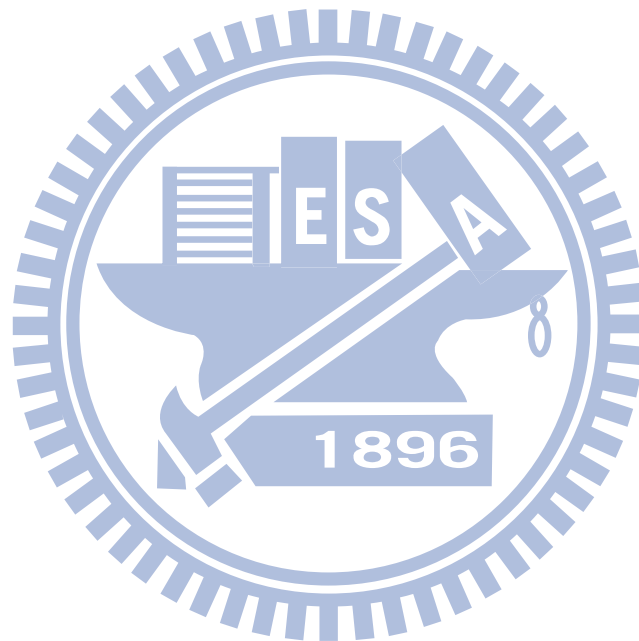
He will be late. (正確)

He will late. (錯誤)

從以上的例子可以看出母語和目標語的差異性所造成的負遷移，在負遷移的影響之下便容易出現錯誤的句子，造成學習的干擾。

### 2-4-3 第一語言和第二語言的關係對本研究之影響

在第二外語學習中，負遷移往往會導致語言錯誤及學習的困難。中文和英文屬於兩種不同的語系，有很大的差異性，有時會造成負遷移，在英語教學時，從學生所犯的錯誤中，便可看出其中文的干擾所造成的影響。本研究中「英文數字讀法」的單元，由於中文和英文的數字讀法差異性大，往往造成負遷移，因此，本研究針對中英文數字讀法轉換可能發生的問題和困難，設計以視覺分離、對應和提示的多媒體教材，幫助學生克服英文數字讀法的困難和問題，以達到學習成效。





# 第三章 研究方法

本章一共分為五節。以下分別就研究流程、研究對象、研究設計、研究工具及資料分析方法等說明。

## 3-1 研究流程

本研究流程分為三個階段：準備階段、實驗階段及分析階段，研究流程如圖 11。

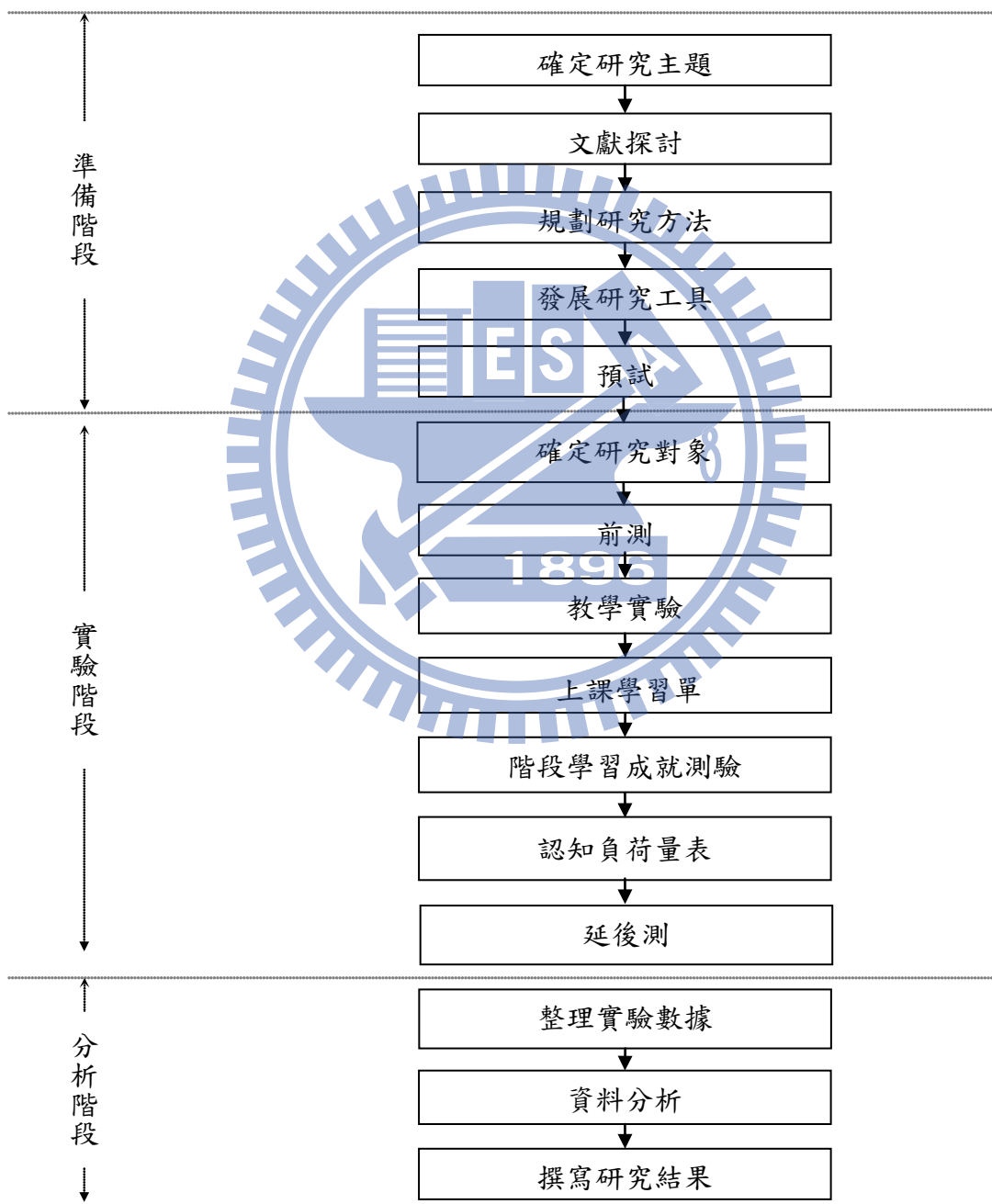


圖 11 研究流程

### 3-1-1 準備階段

本研究以英文數字讀法為單元，實驗組教材之編製是依據視覺引導、認知負荷理論和多媒體學習理論設計的，以與研究對象同校之兩個七年級的常態班的學生進行預試，以瞭解題目之信度、效度、鑑別度。

### 3-1-2 實驗階段

#### 1. 確定研究對象

以新竹縣某國中七年級四個常態編班班級為研究對象，分成實驗組及對照組。將上學期三次英語科段考平均及前測分數，利用獨立樣本  $t$  檢定，以確定兩組學生的成績無顯著差異。

#### 2. 前測

在教學實驗前，對實驗組與對照組進行前測，其旨在瞭解實驗處理前，兩組學生在此單元之英文學習成就水準是否具有的一致性，以瞭解其起點程度是否相同。

#### 3. 教學實驗

本研究教學實驗時間為兩節課，以研究者編製之實驗教材進行授課，兩組授課老師和課程內容都一致。

#### 4. 上課學習單

由於課堂上的互動多以口語回答的方式進行，為了使學生可以練習到書寫的部分，本研究設計上課學習單，於課堂進行一段落後讓學生書寫以練習數字的寫法，但不計分。上課學習單如附錄一。

#### 5. 階段學習成就測驗

於實驗教學後進行階段學習成就測驗，目的是了解研究對象之學習成效。

#### 6. 認知負荷量表

於進行階段學習成就測驗之後，目的是用來瞭解研究對象在上課時認知負荷的情形。

#### 7. 延後測

延後測於教學實驗結束一個月後實施延後測，其試卷和階段學習成就測驗相同，目的在了解研究對象之學習延續情形。

### 3-1-3 分析階段

整理及分析實驗所得的資料數據，以驗證假設及撰寫研究結果。

## 3-2 研究設計

### 3-2-1 研究方法

本研究旨在探討以「視覺分離、對應與提示」的教材設計對學生學習英文數字讀法單元，其階段學習成就測驗、延後測及認知負荷感受是否有所影響。實驗教材以微軟PowerPoint 2003為平台結合AMA增益集所設計，實驗組為視覺分離、對應與提示之教材設計，對照組為一般數位教材設計。本研究採準實驗研究設計，以二因子設計探討以視覺分離、對應與提示之教材設計與學習成就對學生英文數字讀法之後測、延後測與認知負荷感受的影響。教學實驗授課皆以原班級原教室為主，授課教師、授課時間和實驗內容等因素皆一致，盡可能減少其它干擾因素。

### 3-2-2 研究變項與假設

#### 1. 研究變項

##### (1) 自變項

##### ① 教材設計

實驗組和對照組的教學內容皆為英文數字讀法，但教材設計不同，實驗組以視覺分離、對應與提示之教材設計，對照組則為一般數位教材設計。

② 學生的英語學習成就

實驗組與對照組依據上學期三次英語科段考成績各分為高、低兩組，前50%的學生為高學習成就組，後50%的學生為低學習成就組。

(2) 依變項

① 階段學習成就測驗

在教學實驗結束後，使用階段學習成就測驗試卷檢測兩組研究對象之成績，以評估其學習成效。

② 延後測

於教學實驗結束一個月後實施延後測，以觀察兩組研究對象之學習延續情形。

③ 認知負荷感受

在教學實驗結束後，受試學生填寫認知負荷量表，藉此量表了解兩組研究對象感受到的認知負荷程度。

(3) 控制變項

① 授課教師

實驗組及對照組的授課教師皆為研究者本人。

② 授課環境

實驗組及對照組皆在原班級教室上課，授課時皆使用筆記型電腦、單槍、大螢幕投影設備。

③ 教材內容

兩組的教材主題單元、題目及講解時間皆相同。

④ 測驗問卷

兩組在教學實驗前所做的前測試卷及教學實驗後所做的階段學習成就測驗、認知負荷量表、延後測，其內容、施測時間長度與計分標準均相同。



## 2. 研究假設

本研究之假設如下：

假設1：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗表現有顯著的交互作用。

假設2：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測表現有顯著的交互作用。

假設3：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的認知負荷感受有顯著的交互作用。

除了以上假設，本研究將探討對於高學習成就學生是否產生專業知識反轉效應。

### 3-2-3 實驗流程

本研究的實施流程分為兩階段，其實驗的步驟、內容及時間分配如表 2。

表 2  
教學實驗流程表

| 階段    | 步驟 | 內容       | 進行時間  |
|-------|----|----------|-------|
| 階段 I  | 一  | 前測       | 15 分鐘 |
|       | 二  | 課程教學實驗   | 40 分鐘 |
|       | 三  | 認知負荷量表問卷 | 05 分鐘 |
|       | 四  | 階段學習成就測驗 | 15 分鐘 |
| 一個月後  |    |          |       |
| 階段 II | 五  | 延後測      | 15 分鐘 |

## 3-3 研究對象

本研究以研究者服務學校之新竹縣某國中為研究之場域，全校為常態編班方式編班，採取便利抽樣抽取七年級四個班級共 112 位學生為研究對象，因資源生採學科抽離方式上課，故排除資源班的學生。

依據上一學期三次英語科段考之平均分為實驗組和對照組，因甲班和乙班為本研究者任教之班級，將甲班和乙班各選取為實驗組和對照組，另隨機選取丙、丁兩班各為實驗和對照組，故乙班和丁班為實驗組，甲班和丙班為對照組，並將前 50% 設定為高學習成就學生，後 50% 為低學習成就學生。三次英語科段考成績如表 3，高、低學習成就人數分配如表 4。

表 3  
受試學生班級人數及上學期英語科段考成績表

| 班級 | 人數 | 定期評量  |       |       | 平均    | 組別  |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-----|
|    |    | 一     | 二     | 三     |       |     |
| 甲班 | 27 | 70.77 | 61.73 | 58.37 | 63.62 | 對照組 |
| 丙班 | 29 | 71.10 | 60.00 | 55.17 | 62.09 | 對照組 |
| 乙班 | 28 | 74.40 | 64.87 | 61.48 | 66.92 | 實驗組 |
| 丁班 | 28 | 72.28 | 60.21 | 56.24 | 62.91 | 實驗組 |

表 4  
受試學生高、低學習成就人數分配表

| 組別  | 班級    | 高成就 | 低成就 | 總計  |
|-----|-------|-----|-----|-----|
| 實驗組 | 乙班、丁班 | 28  | 28  | 56  |
| 對照組 | 甲班、丙班 | 28  | 28  | 56  |
|     | 總計    | 56  | 56  | 112 |

利用獨立樣本  $t$  檢定，檢驗實驗組與對照組上學期三次英語定期評量成績，兩組的平均數分別為 66.05 和 63.99，變異數相等的 Levene 檢定未達顯著 ( $F=0.066$ ,  $p=.799$ )，即表示兩組成績的離散情形無顯著差別。由假設變異數相等，其  $t$  值 = 1.619、 $df=58$ 、 $p=.111 > .05$ ，檢驗結果未達顯著，因此兩組的程度可視為相當，檢定資料摘要如表 5。

表 5

兩組學生上學期英語科段考平均成績獨立樣本 *t* 檢定摘要表

| 變項   | 實驗組<br>(n = 56) |           | 對照組<br>(n = 56) |           | <i>t</i> (58) | <i>p</i> |
|------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|----------|
|      | <i>M</i>        | <i>SD</i> | <i>M</i>        | <i>SD</i> |               |          |
| 段考平均 | 66.05           | 25.06     | 63.99           | 27.25     | 1.619         | .111     |

利用獨立樣本 *t* 檢定，檢測兩組前測成績，前測總分為 120 分，兩組前測平均分別為 55.86 和 55.30，變異數相等的 Levene 檢定未達顯著 ( $F=0.974$ ， $p=.326$ )，即表示兩組成績的離散情形無顯著差別。由假設變異數相等，其 *t* 值 = 0.081、 $df=110$ 、 $p=.935 > .05$ ，檢驗結果未達顯著，因此兩組的程度可視為相當，檢定資料摘要如表 6。

表 6

兩組學生前測平均成績獨立樣本 *t* 檢定摘要表

| 變項   | 實驗組<br>(n = 56) |           | 對照組<br>(n = 56) |           | <i>t</i> (110) | <i>p</i> |
|------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|----------------|----------|
|      | <i>M</i>        | <i>SD</i> | <i>M</i>        | <i>SD</i> |                |          |
| 前測平均 | 55.86           | 34.44     | 55.30           | 37.57     | 0.081          | .935     |

綜合以上所述，利用獨立樣本 *t* 檢定檢驗兩組學生之「上學期三次英語段考平均」及「前測平均」，檢驗結果均未達顯著差異，可視為兩組學生程度相當。

### 3-4 研究工具

本研究所使用之研究工具有實驗教材、前測試卷、階段學習成就測驗試卷、延後測試卷、認知負荷量表共五項，分述如下：

#### 3-4-1 實驗教材

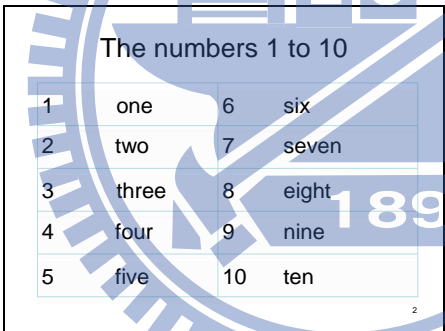
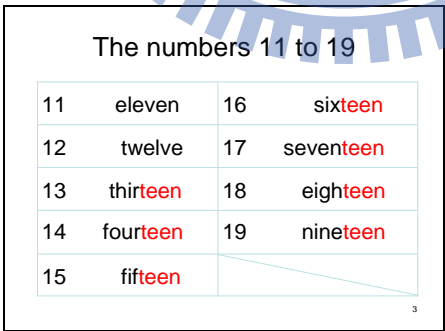
本研究使用之教材均為自製教材，教材設計是以 PowerPoint 2003 為平台，

輔以交通大學陳明璋博士所發展的 AMA 外掛增益集，經由張靜芬博士和陳明璋博士兩位指導教授和數位英文教師討論編修完成，成為最終之實驗教材。教材之主題為「英文數字讀法」，包含先備知識和學習主要內容，先備知識是基本的數字複習，學習主要內容為「數字轉成英文」和「英文轉成數字」兩部分，在授課過程中，引導學生口說練習並主動回答，增進師生彼此的互動，於課程進行一段落後，輔以學習單寫作練習，以增進書寫的能力。

本研究實驗組教材設計運用了視覺搜尋、認知負荷理論教學設計原則和多媒體學習設計原則，以引導學生的注意力，減低認知負荷，其教材說明和使用到的認知負荷教學設計和多媒體學習設計原則如表 7。

表 7

實驗組教材 以數字轉英文舉例說明

| 階段/頁數 | 畫面  | 說明   |
|-------|---|--|
| 先備知識  |  | <p>進入主要學習內容前，先複習之前已學過的基本單字，如1-10和11-19的數字讀法，實驗組與對照組都有先複習先備知識，這符合「事先訓練原則」。另外，使用「信號原則」，將所需強調的訊息利用顏色來凸顯，把不重要的框線和格線利用淡化的方式來處理。</p> |
| P2    |  |  |
| P3    |   |  |

續下頁

主要內容

P53

How to say the number in English?

1 6 8 , 4 8 2 , 5 6 7

53

把數字以格線分割成一小塊一小塊來處理，這使高交互作用的元素變成低交互作用元素，符合認知負荷理論的「獨立元素效應」，並利用多

P56

How to say the number in English?

|     |    |   |   |     |    |   |   |     |    |   |
|-----|----|---|---|-----|----|---|---|-----|----|---|
| 100 | 10 | 1 |   | 100 | 10 | 1 |   | 100 | 10 | 1 |
| 1   | 6  | 8 | , | 4   | 8  | 2 | , | 5   | 6  | 7 |

million thousand

56

媒體理論的「分割原則」，將教材九位數的數字切割成九個「獨立的數字」，也就是視覺分離的方式，以降低認知負荷。

主要內容

P57

How to say the number in English?

|         |    |   |   |         |    |   |   |         |    |   |
|---------|----|---|---|---------|----|---|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 |   | 100     | 10 | 1 |   | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 6  | 8 | , | 4       | 8  | 2 | , | 5       | 6  | 7 |
| hundred | ty |   |   | hundred | ty |   |   | hundred | ty |   |

million thousand

57

畫面中不相關的文字和圖像去除，只保留有關的重要訊息，如十、百、千等提示，這符合「連貫原則」；另外，

P58

How to say the number in English?

|         |    |   |   |         |    |   |   |         |    |   |
|---------|----|---|---|---------|----|---|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 |   | 100     | 10 | 1 |   | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 6  | 8 | , | 4       | 8  | 2 | , | 5       | 6  | 7 |
| hundred | ty |   |   | hundred | ty |   |   | hundred | ty |   |

One hundred sixty eight | four hundred eighty two | five hundred sixty seven

million thousand

58

每個數字所對應的英文單字以上下對齊的方式，幫助學習者快速搜尋到相關訊息避免注意力的分散，這即是「空間接近原則」和「分散注意力效應」。此即元素在視覺上的對應形式，可減少視覺搜尋的時間。

本研究實驗組與對照組的教學內容與授課方式皆一致，兩組之教材也以步驟化的方式呈現，避免訊息一次大量的出現，其差別在於教材的設計方式不同，實驗組以「視覺分離、對應與提示」之教材設計，將教材中的數字以分離的方式切割成多個「獨立的數字」，先從每個小部分獨立的數字教起，再慢慢整合到完整的數字讀法，並使用數字和英文上下對齊的方式，引導學生注意相關的訊息以作連結，同時使用單位提示，讓學生可以注意到每個數字的單位，以減輕認知負荷；而對照組則是以「一般數位教材」之設計，沒有特別切割數字，只以逗點分開處理，兩組教材的差異分別如表 8，實驗組完整教材畫面請見附錄四。

表 8  
實驗組及對照組教材比較一覽表

| 實驗組   | 對照組   |
|---|---|
| <p>How to say the number in English?</p> <p>1 6 8 , 4 8 2 , 5 6 7</p> | <p>How to say the number in English?</p> <p>1 6 8 , 4 8 2 , 5 6 7</p> |

以一個九位數的數字為示例教學，由於英文數字讀法是以三個數字為一組的讀法，因此用逗點將三個數字為一組隔開，並且利用格子把每個數字加以分離區隔，讓學生可以注意到每個各別的數字。

對照組同樣也是以九位數的數字為示例教學，以三個數字讀為一組，利用逗點加以隔開，並利用底線標示為一組。

How to say the number in English?

|     |    |   |         |    |   |          |    |   |
|-----|----|---|---------|----|---|----------|----|---|
| 100 | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100      | 10 | 1 |
| 1   | 6  | 8 | 4       | 8  | 2 | 5        | 6  | 7 |
|     |    |   | million |    |   | thousand |    |   |

58

How to say the number in English?

1 6 8 , 4 8 2 , 5 6 7

million thousand

每一個逗點代表一個單位的讀法，將逗點分別標上英文讀法，接者，將每一個數字都用淺藍色格子加以分離，並分別在上方標上 1, 10, 100 等單位提示，讓學習者可以根據看到的單位提示，將每個數字參照單位練習讀出「個別的數字」，進而讀出完整的數字讀法，以步驟化的方式幫助學習者減低認知的負荷，以達到理解

對照組沒有提示和格線輔助，將每一個逗點的英文讀法標上去，並口頭告知學習者三位數分別是個、十、百的讀法，再以三位數字為一組，帶學生讀一次，再讀出完整數字讀法。

How to say the number in English?

|                         |    |       |                         |    |     |                          |    |       |
|-------------------------|----|-------|-------------------------|----|-----|--------------------------|----|-------|
| 100                     | 10 | 1     | 100                     | 10 | 1   | 100                      | 10 | 1     |
| 1                       | 6  | 8     | 4                       | 8  | 2   | 5                        | 6  | 7     |
| hundred                 | ty | eight | hundred                 | ty | two | hundred                  | ty | seven |
| One hundred sixty eight |    |       | four hundred eighty two |    |     | five hundred sixty seven |    |       |
|                         |    |       | million                 |    |     | thousand                 |    |       |

58

How to say the number in English?

1 6 8 , 4 8 2 , 5 6 7

million thousand

One hundred sixty eight million four hundred eighty two thousand five hundred sixty seven

學習者根據單位提示而讀出完整的數字讀法後，將每一組數字的英文寫法分別標示在每組的正下方，以便學習者能快速上下對應數字和英文寫法，減少視覺搜尋的時間，同時進一步練習完整的數字讀法。

每一組數字練習完數字讀法後，最後在畫面的最下方位置一次呈現全部的英文寫法，讓學生看著寫法再讀一次。

### 3-4-2 前測試卷

前測試卷由研究者依據實驗單元編製而成，前測主要目的是確認實驗組和對照組的起始程度是否一致。試卷內容分為四個部份，第一部分是單字翻譯，大部分是數字，學生皆在七年級上學期學過，共 20 小題；第二部份是數字轉英文，學生根據數字寫出英文，共 3 題；第三部分是英文轉數字，根據英文寫出數字，共 3 題；第四部份是聽力，根據聽到的英文，寫出數字，共 4 題。其給分標準如表 9，前測試卷如附錄二。

表 9

前測試卷給分標準

| 題型                    | 分段給分 | 給分標準判斷         |
|-----------------------|------|----------------|
| 單字<br>(20題 / 每題1分)    | 1    | 正確無誤。          |
|                       | 0    | 錯誤、未答。         |
| 數字轉英文<br>(3題 / 每題10分) | 10   | 正確無誤。          |
|                       | 1    | 每一個單字多寫或少寫扣1分。 |
|                       | 0    | 未答、等同未答。       |
| 英文轉數字<br>(3題 / 每題10分) | 10   | 正確無誤。          |
|                       | 2    | 每一個數字多寫或少寫扣2分。 |
|                       | 0    | 未答、等同未答。       |
| 聽力<br>(4題 / 每題10分)    | 10   | 正確無誤。          |
|                       | 2    | 每一個數字多寫或少寫扣2分。 |
|                       | 0    | 未答、等同未答。       |

### 3-4-3 階段學習成就測驗試卷

階段學習成就測驗目的是了解教學後學生的學習成效，其題型、內容皆與前測相同，唯在階段學習成就測驗上的試題中，題目有稍微修改，以避免學生憑記憶作答，其給分標準和前測相同，階段學習成就測驗試卷如附錄三。研究者為了解試卷的難度與鑑別度，挑選一個七年級非實驗對象的班級進行預試，其信效度、難度及鑑別度如下：



## 1. 鑑別度與難易度

一份試題的題目難度最好節於 0.2 與 0.8 之間，平均難度最好是 0.5；鑑別度最好在 0.3 以上，鑑別度越大越好(吳明隆、涂金堂，2012)。由預試結果得到的各題難度均在 0.4 以上，鑑別度均在 0.5 以上，平均難度為 0.48，平均鑑別度為 0.70，如表 10，信度 Cronbach's Alpha 值為 0.951，顯示具有良好信度。

表 10

階段學習成就測驗預試難度與鑑別度表

|     | 單字   | 數字轉<br>英文 1 | 數字轉<br>英文 2 | 數字轉<br>英文 3 | 英文轉<br>數字 1 | 英文轉<br>數字 2 | 英文轉<br>數字 3 |
|-----|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 難度  | 0.66 | 0.44        | 0.44        | 0.43        | 0.42        | 0.55        | 0.44        |
| 鑑別度 | 0.62 | 0.73        | 0.88        | 0.86        | 0.56        | 0.75        | 0.78        |

|     | 聽力 1 | 聽力 2 | 聽力 3 | 聽力 4 | 平均   |
|-----|------|------|------|------|------|
| 難度  | 0.62 | 0.43 | 0.48 | 0.41 | 0.48 |
| 鑑別度 | 0.76 | 0.56 | 0.65 | 0.55 | 0.70 |

## 2. 效度

試卷效度採內容效度與專家效度。內容效度以 Bloom 的認知分類層次為基礎，透過雙向細目表將試題分類來檢核，如表 11；另敦請指導教授和四位校內、外的英語教師審閱並提供建議修改完成，具有專家效度。

表 11

階段學習成就測驗雙向細目表

| 基本能力指標               | 記<br>憶 | 理<br>解 | 應<br>用                 | 分<br>析 | 綜<br>合 | 歸<br>納 |
|----------------------|--------|--------|------------------------|--------|--------|--------|
| 3.1.2 能辨識課堂中習得的詞彙    | 單字     |        |                        |        |        |        |
| 1.2.4 能辨識對話或訊息的情境及主旨 |        | 聽力     |                        |        |        |        |
| 4.2.2 依提示合併、改寫及造句    |        |        | 英文<br>轉數字<br>數字<br>轉英文 |        |        |        |

### 3-4-4 延後測試卷

於教學實驗結束後一個月進行延後測，目的在了解學生的學習延續情形，其試卷和給分標準與階段學習成就測驗試卷相同。

### 3-4-5 認知負荷量表

有關認知負荷的測量，不易藉由科學化和標準化的測量方式獲得。Paas(1992)提出一種認知負荷的主觀測量，使用九分制的李克特量表，要求學習者進行自我評價。主觀評價量表，被證實是最敏感的測量工具，可用來區分不同教學程序產生的認知負荷，且已被廣泛使用(Sweller et al., 2011)。本研究之認知負荷量表為七點量表，以題目為「你覺得要理解這個單元的內容，要耗費多少心力呢？」（簡稱「花費心力」）檢測認知負荷感受，受測者所填的數字越小代表所感受到的認知負荷越低。

## 3-5 資料分析

### 3-5-1 量化分析

本研究使用PASW18.0 (SPSS) 軟體進行資料之分析與處理，顯著水準 $\alpha$ 皆設為 .05作為拒絕或接受虛無假設的標準。所分析之資料包含研究對象上學期英語段考成績、前測成績、階段學習成就測驗成績、延後測成績與上課感受量表，所使用到的分析方法如下：

1. 以獨立樣本  $t$  檢定檢驗上學期英語科段考成績及前測成績，以此確定實驗組及對照組兩組程度可否視為相同。
2. 以二因子變異數分析檢驗以視覺分離、對應與提示之教材設計和學習成就對於學生在階段學習成就測驗和延後測的影響，以及交互作用是否顯著。
3. 以二因子變異數分析檢驗以視覺分離、對應與提示之教材設計和學習成就對於學生的認知負荷的影響，以及交互作用是否顯著。

### 3-5-2 質性資料分析

本研究質性資料蒐集主要為個別訪談的資料。訪談對象為受測學生，訪談時間於實驗課程及階段學習成就測驗結束後，依學生階段學習成就測驗作答情形抽取學生進行訪談，在實驗組和對照組都挑選學生進行訪談記錄，以了解學生作答時的認知和感受，藉以輔助量化研究分析的數據，讓研究者可以更深入瞭解研究對象對教材的理解認知。



## 第四章 研究結果與討論

本章對受測學生在教學實驗後收集之階段學習成就測驗分數、延後測及認知負荷量表等資料數據加以分析，並據以檢驗本研究之各項假設。

本章共分為四節，第一節為階段學習成就測驗及延後測表現之分析；第二節為訪談資料之質性分析；第三節為認知負荷之分析，以認知負荷量表之花費心力進行分析；第四節為學習效率與投入分數暨專業知識反轉效應分析。

### 4-1 階段學習成就測驗及延後測之分析

本研究為了解學生的學習成效，在實驗教學後進行階段學習成就測驗，並於實驗教學後一個月進行延後測，以了解學生的學習延續情形。以下針對兩組學生之階段學習成就測驗與延後測表現進行分析，同時也針對階段學習成就測驗與延後測之總分、單字、數字轉英文、英文轉數字和聽力等部分進行分析。

檢驗之假設如下：

假設1：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗表現有顯著的交互作用。

假設2：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測表現有顯著的交互作用。

將兩組學生的階段學習成就測驗成績、延後測成績進行統計，如表 12。以下分別就「總分」、「單字」、「數字轉英文」、「英文轉數字」和「聽力」等五部分比較分析其階段學習成就測驗和延後測的表現。

表 12

整體學生階段學習成就測驗及延後測描述性統計摘要表

|                   | 項目之分數 | 組別  | 人數 | 平均數   | 標準差   |
|-------------------|-------|-----|----|-------|-------|
| 階段學習成就測驗<br>總分    | 120   | 實驗組 | 56 | 96.18 | 29.48 |
|                   |       | 對照組 | 56 | 83.54 | 37.21 |
| 延後測 總分            | 120   | 實驗組 | 56 | 88.98 | 33.94 |
|                   |       | 對照組 | 56 | 77.68 | 39.97 |
| 階段學習成就測驗<br>單字    | 20    | 實驗組 | 56 | 18.07 | 3.47  |
|                   |       | 對照組 | 56 | 16.70 | 5.68  |
| 延後測 單字            | 20    | 實驗組 | 56 | 16.84 | 4.71  |
|                   |       | 對照組 | 56 | 15.82 | 6.35  |
| 階段學習成就測驗<br>數字轉英文 | 30    | 實驗組 | 56 | 25.11 | 8.32  |
|                   |       | 對照組 | 56 | 22.13 | 11.19 |
| 延後測<br>數字轉英文      | 30    | 實驗組 | 56 | 22.45 | 10.14 |
|                   |       | 對照組 | 56 | 19.16 | 12.65 |
| 階段學習成就測驗<br>英文轉數字 | 30    | 實驗組 | 56 | 25.73 | 7.55  |
|                   |       | 對照組 | 56 | 21.46 | 11.07 |
| 延後測<br>英文轉數學      | 30    | 實驗組 | 56 | 22.13 | 9.30  |
|                   |       | 對照組 | 56 | 19.55 | 11.25 |
| 階段學習成就測驗<br>聽力    | 40    | 實驗組 | 56 | 27.27 | 12.53 |
|                   |       | 對照組 | 56 | 23.25 | 13.44 |
| 延後測 聽力            | 40    | 實驗組 | 56 | 27.57 | 12.80 |
|                   |       | 對照組 | 56 | 23.14 | 14.43 |

### 1. 就「總分」分析

#### (1) 階段學習成就測驗

假設 1-1：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗總分有顯著的交互作用。

考驗假設 1-1 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗總分沒有顯著的交互作用。

以「教材設計」與「學習成就」為自變項，「階段學習成就測驗總分」為依

變項進行二因子變異數分析，兩組的階段學習成就測驗總分平均數摘要表如表 13，二因子變異數分析摘要表如表 14。

表 13

整體學生「階段學習成就測驗總分」平均數摘要表

| A 因子 \ B 因子 |             | 學習成就           |               | 邊緣平均數          |
|-------------|-------------|----------------|---------------|----------------|
|             |             | 高成就<br>(56)    | 低成就<br>(56)   |                |
| 教材設計        | 實驗組<br>(56) | 114.82<br>(28) | 77.54<br>(28) | 96.18<br>(56)  |
|             | 對照組<br>(56) | 109.04<br>(28) | 58.04<br>(28) | 83.54<br>(56)  |
| 邊緣平均數       |             | 111.93<br>(56) | 67.79<br>(56) | 89.86<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，階段學習成就測驗總分為 120 分。

表 14

整體學生「階段學習成就測驗總分」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS         | df  | MS        | F          | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|------------|-----|-----------|------------|------------|
| 教材設計        | 4475.571   | 1   | 4475.571  | 7.099 **   | 0.062      |
| 學習成就        | 54560.571  | 1   | 54560.571 | 86.537 *** | 0.445      |
| 教材設計 * 學習成就 | 1316.571   | 1   | 1316.571  | 2.088      | 0.019      |
| 誤差          | 68093.000  | 108 | 630.491   |            |            |
| 總數          | 128445.714 | 111 |           |            |            |

註：\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ①「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「階段學習成就測驗總分」的交互作用未達顯著水準( $F=2.088$ ， $p=0.151 >.05$ )。
- ②「教材設計」變項對「階段學習成就測驗總分」影響的主要效果達顯著水準( $F=7.099$ ， $p=0.009 <.05$ )，在排除學習成就變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對階段學習成就測驗總分的影響，教材設計變項可以解釋總分的6.2%的變異量(淨 $\eta^2=0.062$ )，為中度關聯強度。從邊緣平均數發現，實驗組( $M=96.18$ )顯著優於對照組( $M=83.54$ )。
- ③「學習成就」變項對「階段學習成就測驗總分」影響的主要效果達顯著( $F=86.537$ ， $p=0.000 <.05$ )，在排除教材設計變項之主要效果與兩變項之交互作用項對階段學習成就測驗總分的影響，學習成就變項可以解釋總分的44.5%的變異量(淨 $\eta^2=0.445$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=111.93$ )顯著優於低學習成就組( $M=67.79$ )。學習成就高的學生其學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 1-1：接受虛無假設 $H_0$ ，假設 1-1 不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗總分沒有顯著的交互作用。

## (2) 延後測

假設 2-1：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測總分有顯著的交互作用。

考驗假設 2-1 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測總分沒有顯著的交互作用。

以「教材設計」與「學習成就」為自變項，「延後測總分」為依變項進行二



因子變異數分析，兩組學生的延後測總分摘要表如表 15，二因子變異數分析摘要表如表 16。

表 15  
整體學生「延後測總分」平均數摘要表

| B 因子  |             | 學習成就           |               | 邊緣平均數          |
|-------|-------------|----------------|---------------|----------------|
|       |             | 高成就<br>(56)    | 低成就<br>(56)   |                |
| A 因子  |             |                |               |                |
| 教材設計  | 實驗組<br>(56) | 114.46<br>(28) | 63.50<br>(28) | 88.98<br>(56)  |
|       | 對照組<br>(56) | 106.75<br>(28) | 48.61<br>(28) | 77.68<br>(56)  |
| 邊緣平均數 |             | 110.61<br>(56) | 56.05<br>(56) | 83.33<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，延後測驗總分為 120 分。

表 16  
整體學生「延後測總分」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS         | df  | MS        | F           | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|------------|-----|-----------|-------------|------------|
| 教材設計        | 3577.580   | 1   | 3577.580  | 5.722 *     | 0.050      |
| 學習成就        | 83330.580  | 1   | 83330.580 | 133.278 *** | 0.552      |
| 教材設計 * 學習成就 | 360.723    | 1   | 360.723   | 0.577       | 0.005      |
| 誤差          | 67525.893  | 108 | 625.240   |             |            |
| 總數          | 154794.777 | 111 |           |             |            |

註：\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ①「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「延後測總分」的交互作用未達顯著水準( $F=0.577$ ， $p=0.449>.05$ )。
- ②「教材設計」變項對「延後測總分」影響的主要效果達顯著水準( $F=5.772$ ， $p=0.018<.05$ )，在排除學習成就變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測總分的影響，教材設計變項可以解釋延後測總分的5.0%的變異量(淨 $\eta^2=0.050$ )，為低度關聯強度。從邊緣平均數可得知，實驗組( $M=88.98$ )顯著優於對照組( $M=77.68$ )。
- ③「學習成就」變項對「延後測總分」影響的主要效果達顯著水準( $F=133.278$ ， $p=0.000<.05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測總分的影響，學習成就變項可以解釋延後測總分的52.2%的變異量(淨 $\eta^2=0.522$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=110.61$ )顯著優於低學習成就組( $M=56.05$ )。學習成就高的學生學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 2-1：接受虛無假設 $H_0$ ，假設2-1不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測總分沒有顯著的交互作用。

## 2. 就「單字」分析

### (1) 階段學習成就測驗

假設 1-2：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗單字有顯著的交互作用。

考驗假設 1-2 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗單字沒有顯著的交互作用。

以「教材設計」與「學習成就」為自變項，「階段學習成就測驗單字」為依

變項進行二因子變異數分析，兩組學生的階段學習成就測驗單字平均數摘要表如表 17，二因子變異數分析摘要表如表 18。

表 17

整體學生「階段學習成就測驗單字」平均數摘要表

| A 因子 \ B 因子 |             | 學習成就          |               | 邊緣平均數          |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|
|             |             | 高成就<br>(56)   | 低成就<br>(56)   |                |
| 教材設計        | 實驗組<br>(56) | 19.71<br>(28) | 16.43<br>(28) | 18.07<br>(56)  |
|             | 對照組<br>(56) | 19.68<br>(28) | 13.71<br>(28) | 16.70<br>(56)  |
| 邊緣平均數       |             | 19.70<br>(56) | 15.07<br>(56) | 17.38<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，階段學習成就測驗總分為 120 分。

表 18

整體學生「階段學習成就測驗單字」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS       | df  | MS      | F          | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|----------|-----|---------|------------|------------|
| 教材設計        | 52.938   | 1   | 52.938  | 3.204      | 0.029      |
| 學習成就        | 598.938  | 1   | 598.938 | 36.251 *** | 0.251      |
| 教材設計 * 學習成就 | 50.223   | 1   | 50.223  | 3.040      | 0.027      |
| 誤差          | 1784.393 | 108 | 16.522  |            |            |
| 總數          | 2486.491 | 111 |         |            |            |

註：\*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ①「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「階段學習成就測驗單字」的交互作用未達顯著水準( $F=3.040$ ,  $p=0.084 > .05$ )。
- ②「教材設計」變項對「階段學習成就測驗單字」影響的主要效果未達顯著水準( $F=3.204$ ,  $p=0.076 > .05$ )。
- ③「學習成就」變項對「階段學習成就測驗單字」影響的主要效果達顯著水準( $F=36.251$ ,  $p=0.000 < .05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對階段學習成就測驗單字的影響，學習成就變項可以解釋延後測總分的25.1%的變異量(淨 $\eta^2=0.251$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=19.70$ )顯著優於低學習成就組( $M=15.07$ )。學習成就高的學生其學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 1-2：接受虛無假設 $H_0$ ，假設1-2不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗單字沒有顯著

的交互作用。

(2) 延後測

假設 2-2：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測單字有顯著的交互作用。

考驗假設 2-2 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測單字沒有顯著的交互作用。

以「教材設計」與「學習成就」為自變項，「延後測單字」為依變項進行因子變異數分析，兩組學生的延後測單字平均數摘要表如表 19，二因子變異數分析摘要表，如表 20。

表 19  
整體學生「延後測單字」平均數摘要表

| B 因子  |     | 學習成就          |               | 邊緣平均數          |
|-------|-----|---------------|---------------|----------------|
|       |     | 高成就           | 低成就           |                |
| A 因子  | 實驗組 | 19.64<br>(56) | 14.04<br>(28) | 16.84<br>(56)  |
|       | 對照組 | 19.64<br>(56) | 12.00<br>(28) | 15.82<br>(56)  |
| 邊緣平均數 |     | 19.64<br>(56) | 13.02<br>(56) | 16.33<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，延後測驗總分為 120 分。

表 20

整體學生「延後測單字」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS       | df  | MS       | F          | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|----------|-----|----------|------------|------------|
| 教材設計        | 29.009   | 1   | 29.009   | 1.439      | 0.013      |
| 學習成就        | 1228.938 | 1   | 1228.938 | 60.944 *** | 0.361      |
| 教材設計 * 學習成就 | 29.009   | 1   | 29.009   | 1.439      | 0.013      |
| 誤差          | 2177.821 | 108 | 20.165   |            |            |
| 總數          | 3464.777 | 111 |          |            |            |

註： \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ① 「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「延後測單字」的交互作用未達顯著水準( $F=1.439$ ,  $p=0.233 > .05$ )。
- ② 「教材設計」變項對「延後測單字」影響的主要效果未達顯著水準( $F=1.439$ ,  $p=0.233 > .05$ )。
- ③ 「學習成就」變項對「延後測單字」影響的主要效果達顯著水準( $F=60.944$ ,  $p=0.000 < .05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測單字的影響，學習成就變項可以解釋延後測總分的36.1%的變異量(淨 $\eta^2=0.361$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=19.64$ )顯著優於低學習成就組( $M=13.02$ )。學習成就高的學生其學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 2-2：接受虛無假設 $H_0$ ，假設2-2不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測單字沒有顯著的交互作

用。

### 3. 就「數字轉英文」分析

#### (1) 階段學習成就測驗

假設 1-3：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗數字轉英文有顯著的交互作用。

考驗假設 1-3 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗數字轉英文沒有顯著的交互作用。

以「教材設計」與「學習成就」為自變項，「階段學習成就測驗數字轉英文」為依變項進行二因子變異數分析，兩組學生的階段學習成就測驗數字轉英文平均數摘要表如表 21，二因子變異數分析摘要表如表 22。

表 21

整體學生「階段學習成就測驗數字轉英文」平均數摘要表

| A 因子 \ B 因子 |             | 學習成就          |               | 邊緣平均數          |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|
|             |             | 高成就<br>(56)   | 低成就<br>(56)   |                |
| 教材設計        | 實驗組<br>(56) | 29.82<br>(28) | 20.39<br>(28) | 25.11<br>(56)  |
|             | 對照組<br>(56) | 29.29<br>(28) | 14.96<br>(28) | 22.13<br>(56)  |
| 邊緣平均數       |             | 29.55<br>(56) | 17.68<br>(56) | 23.62<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，階段學習成就測驗總分為 120 分。

表 22

整體學生「階段學習成就測驗數字轉英文」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS        | df  | MS       | F          | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|-----------|-----|----------|------------|------------|
| 教材設計        | 249.009   | 1   | 249.009  | 4.090 *    | 0.036      |
| 學習成就        | 3948.438  | 1   | 3948.438 | 64.852 *** | 0.375      |
| 教材設計 * 學習成就 | 167.580   | 1   | 167.580  | 2.752      | 0.025      |
| 誤差          | 6575.464  | 108 | 60.884   |            |            |
| 總數          | 10940.491 | 111 |          |            |            |

註：\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ①「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「階段學習成就測驗數字轉英文」的交互作用未達顯著水準( $F=2.752$ ,  $p=0.100 > .05$ )。
- ②「教材設計」變項對「階段學習成就測驗數字轉英文」影響的主要效果達顯著水準( $F=4.090$ ,  $p=0.046 < .05$ )，在排除學習成就變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對階段學習成就測驗數字轉英文的影響，教材設計變項可以解釋其數字轉英文的3.6%的變異量(淨  $\eta^2=0.036$ )，為低度關聯強度。從邊緣平均數可得知，實驗組( $M=25.11$ )顯著優於對照組 ( $M=22.13$ )。
- ③「學習成就」變項對「階段學習成就測驗數字轉英文」影響的主要效果達顯著水準( $F=64.852$ ,  $p=0.000 < .05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對階段學習成就測驗數字轉英文的影響，學習成就變項可以解釋其數字轉英文的37.5%的變異量(淨  $\eta^2=0.375$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=29.55$ )顯著優於低學習成就組( $M=17.68$ )。學習成就高的學生其學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：



假設 1-3：接受虛無假設 $H_0$ ，假設1-3不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗數字轉英文沒有顯著的交互作用。

(2) 延後測

假設 2-3：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測數字轉英文有顯著的交互作用。

考驗假設 2-3 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測數字轉英文沒有顯著的交互作用。

以「教學實驗」與「學習成就」為自變項，「延後測數字轉英文」為依變項進行二因子變異數分析，兩組學生的延後測數字轉英文平均數摘要表如表 23，二因子變異數分析摘要表如表 24。

表 23  
整體學生「延後測數字轉英文」平均數摘要表

| B 因子  |             | 學習成就          |               | 邊緣平均數          |
|-------|-------------|---------------|---------------|----------------|
|       |             | 高成就<br>(56)   | 低成就<br>(56)   |                |
| A 因子  | 實驗組<br>(56) | 29.29<br>(28) | 15.61<br>(28) | 22.45<br>(56)  |
|       | 對照組<br>(56) | 28.07<br>(28) | 10.25<br>(28) | 19.16<br>(56)  |
| 邊緣平均數 |             | 28.68<br>(56) | 12.93<br>(56) | 20.80<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，延後測驗總分為 120 分。

表 24

整體學生「延後測數字轉英文」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS        | df  | MS       | F           | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|-----------|-----|----------|-------------|------------|
| 教材設計        | 302.286   | 1   | 302.286  | 4.418 *     | 0.039      |
| 學習成就        | 6945.750  | 1   | 6945.750 | 101.514 *** | 0.485      |
| 教材設計 * 學習成就 | 120.143   | 1   | 120.143  | 1.756       | 0.016      |
| 誤差          | 7389.500  | 108 | 68.421   |             |            |
| 總數          | 14757.679 | 111 |          |             |            |

註：\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ①「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「延後測數字轉英文」的交互作用未達顯著水準( $F=1.756$ ,  $p=0.188 > .05$ )。
- ②「教材設計」變項對「延後測數字轉英文」影響的主要效果達顯著水準( $F=4.418$ ,  $p=0.038 < .05$ )，在排除學習成就變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測數字轉英文的影響，教材設計變項可以解釋其數字轉英文的3.9%的變異量(淨 $\eta^2=0.039$ )，為低度關聯強度。從邊緣平均數可得知，實驗組( $M=22.45$ )顯著優於對照組( $M=19.16$ )。
- ③「學習成就」變項對「延後測數字轉英文」影響的主要效果達顯著水準( $F=101.514$ ,  $p=0.000 < .05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測數字轉英文的影響，學習成就變項可以解釋其數字轉英文的48.5%的變異量(淨 $\eta^2=0.485$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=28.68$ )顯著優於低學習成就組( $M=12.93$ )。學習成就高的學生其學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 2-3：接受虛無假設 $H_0$ ，假設2-3不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測數字轉英文沒有顯著的交互作用。

#### 4. 就「英文轉數字」分析

##### (1) 階段學習成就測驗

假設 1-4：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗英文轉數字有顯著的交互作用。

考驗假設 1-4的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗英文轉數字沒有顯著的交互作用。

以「教學實驗」與「學習成就」為自變項，「階段學習成就測驗英文轉數字」為依變項進行二因子變異數分析，兩組學生的階段學習成就測驗英文轉數字平均數摘要表如表 25，二因子變異數分析摘要表如表 26。

表 25

整體學生「階段學習成就測驗英文轉數字」平均數摘要表

| A 因子 \ B 因子 |             | 學習成就          |               | 邊緣平均數          |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|
|             |             | 高成就<br>(56)   | 低成就<br>(56)   |                |
| 教材設計        | 實驗組<br>(56) | 29.61<br>(28) | 21.86<br>(28) | 25.73<br>(56)  |
|             | 對照組<br>(56) | 28.39<br>(28) | 14.54<br>(28) | 21.46<br>(56)  |
| 邊緣平均數       |             | 29.00<br>(56) | 18.20<br>(56) | 23.60<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，階段學習成就測驗總分為 120 分。

由表 26 得知，「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「階段學習成就測驗英文轉數字」的交互作用達顯著水準( $F=4.445, p=0.037<.05$ )。亦即兩種教材設計對階段學習成就測驗英文轉數字成績的影響因學習成就的不同而有所差異，或不同學習成就對階段學習成就測驗英文轉數字成績的影響因教材設計的不同而有所差異。因此應進行各因子之單純主要效果考驗。

除了交互作用項檢定達到顯著水準外，「教材設計」變項的主要效果也達到顯著水準( $F=8.683, p=0.004<.05$ )，在排除學習成就變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對階段學習成就測驗英文轉數字的影響，教材設計變項可以解釋其數字轉英文的7.4%的變異量(淨 $\eta^2=0.074$ )，為中度關聯強度。從邊緣平均數可得知，實驗組( $M=25.73$ )顯著優於對照組( $M=23.60$ )。「學習成就」變項的主要效果也達到顯著水準( $F=55.638, p=0.000<.05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測數字轉英文的影響，學習成就變項可以解釋其數字轉英文的34.0%的變異量(淨 $\eta^2=0.340$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=29.00$ )顯著優於低學習成就組( $M=18.20$ )。

表 26  
整體學生「階段學習成就測驗英文轉數字」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS        | df  | MS       | F          | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|-----------|-----|----------|------------|------------|
| 教材設計        | 510.009   | 1   | 510.009  | 8.683 **   | 0.074      |
| 學習成就        | 3268.080  | 1   | 3268.080 | 55.638 *** | 0.340      |
| 教材設計 * 學習成就 | 261.080   | 1   | 261.080  | 4.445 *    | 0.040      |
| 誤差          | 6343.750  | 108 | 58.738   |            |            |
| 總數          | 10382.920 | 111 |          |            |            |

註：\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

由表 27 得知，對於高成就組的學生而言，視覺分離、對應與提示之教材設

計在階段學習成就測驗英文轉數字優於一般數位教材設計；對於低學習成就的學生而言，視覺分離、對應與提示之教材設計在階段學習成就測驗英文轉數字優於一般教學數位教材設計。表示視覺分離、對應與提示之教材設計，幫助學生減少視覺搜尋的時間，降低其認知負荷，讓高學習成就和低學習成就的學生在學習英文轉數字上皆達到學習成效。

對於接受視覺分離、對應與提示之教材設計的學生而言，高成就的學生在階段學習成就測驗英文轉數字優於低學習成就學生；對於接受一般數位教材設計的學生而言，高成就的學生在階段學習成就測驗英文轉數字也優於低學習成就學生。不論實驗組和對照組之教材設計，高成就學生在階段學習成就測驗英文轉數字皆優於低學習成就學生，這屬自然現象。

表 27  
學習成就、教材設計在階段學習成就測驗英文轉數字之單純主要效果二因子共變數分析摘要表

| 變異來源          | SS       | df | MS       | F      | Sig  | 事後比較      |
|---------------|----------|----|----------|--------|------|-----------|
| 教材設計          |          |    |          |        |      |           |
| 在高成就組         | 20.643   | 1  | 20.643   | 4.233  | .044 | 實驗組>對照組   |
| 在低成就組         | 750.446  | 1  | 750.446  | 6.665  | .013 | 實驗組>對照組   |
| 學習成就          |          |    |          |        |      |           |
| 在視覺分離、對應與提示設計 | 840.875  | 1  | 840.875  | 19.759 | .000 | 高成就組>低成就組 |
| 在一般數位設計       | 2688.286 | 1  | 2688.286 | 35.882 | .000 | 高成就組>低成就組 |

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 1-4：拒絕虛無假設 $H_0$ ，假設1-4成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗英文轉數字有顯著的交互作用。

(2) 延後測

假設 2-4：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測英文轉數字有顯著的交互作用。

考驗假設 2-4 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測英文轉數字沒有顯著的交互作用。

以「教學實驗」與「學習成就」為自變項，「延後測英文轉數字」為依變項進行二因子變異數分析，兩組學生的延後測英文轉數字平均數摘要表如表 28，二因子變異數分析摘要表如表 29。

表 28

整體學生「延後測英文轉數字」平均數摘要表

| A 因子 \ B 因子 |             | 學習成就          |               | 邊緣平均數          |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|
|             |             | 高成就           | 低成就           |                |
| 教材設計        | 實驗組<br>(56) | 28.64<br>(28) | 15.61<br>(28) | 22.13<br>(56)  |
|             | 對照組<br>(56) | 27.36<br>(28) | 11.75<br>(28) | 19.55<br>(56)  |
| 邊緣平均數       |             | 28.00<br>(56) | 13.68<br>(56) | 20.84<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，延後測驗總分為 120 分。

表 29

整體學生「延後測英文轉數字」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS        | df  | MS       | F           | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|-----------|-----|----------|-------------|------------|
| 教材設計        | 185.143   | 1   | 185.143  | 3.373       | 0.030      |
| 學習成就        | 5742.893  | 1   | 5742.893 | 104.614 *** | 0.492      |
| 教材設計 * 學習成就 | 46.286    | 1   | 46.286   | 0.843       | 0.008      |
| 誤差          | 5928.786  | 108 | 54.896   |             |            |
| 總數          | 11903.107 | 111 |          |             |            |

註： \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ① 「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「延後測英文轉數字」的交互作用未達顯著水準( $F=0.843$ ,  $p=0.361 > .05$ )。
- ② 「教材設計」變項對「延後測英文轉數字」影響的主要效果未達顯著水準( $F=3.373$ ,  $p=0.069 > .05$ )。
- ③ 「學習成就」變項對「延後測英文轉數字」影響的主要效果達顯著水準( $F=104.614$ ,  $p=0.000 < .05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測英文轉數字的影響，學習成就變項可以解釋其數字轉英文的49.2%的變異量(淨 $\eta^2=0.492$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=28.00$ )顯著優於低學習成就組( $M=13.68$ )。學習成就高的學生其學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 2-4：接受虛無假設 $H_0$ ，假設2-4不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測英文轉數字沒有顯著的交互作用。

## 5. 就「聽力」分析

### (1) 階段學習成就測驗

假設 1-5：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗聽力有顯著的交互作用。

考驗假設 1-5 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗聽力沒有顯著的交互作用。

以「教材設計」與「學習成就」為自變項，「階段學習成就測驗聽力」為依變項進行二因子變異數分析，兩組學生的階段學習成就測驗聽力平均數摘要表如表 30，二因子變異數分析摘要表如表 31。

表 30  
整體學生「階段學習成就測驗聽力」平均數摘要表

| A 因子 \ B 因子 |             | 學習成就          |               | 邊緣平均數          |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|
|             |             | 高成就<br>(56)   | 低成就<br>(56)   |                |
| 教材設計        | 實驗組<br>(56) | 35.68<br>(28) | 18.86<br>(28) | 27.27<br>(56)  |
|             | 對照組<br>(56) | 31.68<br>(28) | 14.82<br>(28) | 23.25<br>(56)  |
| 邊緣平均數       |             | 33.68<br>(56) | 16.84<br>(56) | 25.26<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，階段學習成就測驗總分為 120 分。



表 31

整體學生「階段學習成就測驗聽力」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS        | df  | MS       | F          | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|-----------|-----|----------|------------|------------|
| 教材設計        | 452.009   | 1   | 452.009  | 4.594 *    | 0.041      |
| 學習成就        | 7939.723  | 1   | 7939.723 | 80.699 *** | 0.428      |
| 教材設計 * 學習成就 | .009      | 1   | .009     | 0.000      | 0.000      |
| 誤差          | 10625.750 | 108 | 98.387   |            |            |
| 總數          | 19017.491 | 111 |          |            |            |

註：\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ① 「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「階段學習成就測驗聽力」的交互作用未達顯著水準( $F=0.000$ ,  $p=0.992 > .05$ )。
- ② 「教材設計」變項對「階段學習成就測驗聽力」影響的主要效果達顯著水準( $F=4.594$ ,  $p=0.034 < .05$ )，在排除學習成就變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對階段學習成就測驗聽力的影響，教材設計變項可以解釋其聽力的4.1 % 的變異量(淨 $\eta^2=0.041$ )，為低度關聯強度。從邊緣平均數可得知，實驗組( $M=27.27$ )顯著優於對照組( $M=23.25$ )。
- ③ 「學習成就」變項對「階段學習成就測驗聽力」影響的主要效果達顯著水準( $F=80.699$ ,  $p=0.000 < .05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對階段學習成就測驗聽力的影響，學習成就變項可以解釋其聽力的42.8 % 的變異量(淨 $\eta^2=0.428$ )，為高度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=33.68$ )顯著優於低學習成就組( $M=16.84$ )。學習成就高的學生其學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 1-5：接受虛無假設 $H_0$ ，假設1-5不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的階段學習成就測驗聽力沒有顯著的交互作用。

(2) 延後測

假設 2-5：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測聽力有顯著的交互作用。

考驗假設 2-5的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測聽力沒有顯著的交互作用。

以「教學實驗」與「學習成就」為自變項，「延後測聽力」為依變項進行二因子變異數分析，兩組學生的延後測聽力平均數摘要表如表 32，二因子變異數分析摘要表如表 33。

表 32

整體學生「延後測聽力」平均數摘要表

| B 因子  |             | 學習成就          |               | 邊緣平均數          |
|-------|-------------|---------------|---------------|----------------|
|       |             | 高成就<br>(56)   | 低成就<br>(56)   |                |
| A 因子  |             |               |               |                |
| 教材設計  | 實驗組<br>(56) | 36.89<br>(28) | 18.25<br>(28) | 27.57<br>(56)  |
|       | 對照組<br>(56) | 31.68<br>(28) | 14.61<br>(28) | 23.14<br>(56)  |
| 邊緣平均數 |             | 34.29<br>(56) | 16.43<br>(56) | 25.36<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數，延後測驗總分為 120 分。

表 33

整體學生「延後測聽力」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS        | df  | MS       | F          | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|-----------|-----|----------|------------|------------|
| 教材設計        | 549.143   | 1   | 549.143  | 5.150 *    | 0.046      |
| 學習成就        | 8928.571  | 1   | 8928.571 | 83.729 *** | 0.437      |
| 教材設計 * 學習成就 | 17.286    | 1   | 17.286   | 0.162      | 0.001      |
| 誤差          | 11516.714 | 108 | 106.636  |            |            |
| 總數          | 21011.714 | 111 |          |            |            |

註：\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- ① 「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「延後測聽力」的交互作用未達顯著水準( $F=0.162$ ,  $p=0.688 > .05$ )。
- ② 「教材設計」變項對「延後測聽力」影響的主要效果達顯著水準( $F=5.150$ ,  $p=0.025 < .05$ )，在排除學習成就變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測聽力的影響，教材設計變項可以解釋其聽力的4.6%的變異量(淨 $\eta^2=0.046$ )，為低度關聯強度。從邊緣平均數可得知，實驗組( $M=27.57$ )顯著優於對照組( $M=23.14$ )。
- ③ 「學習成就」變項對「延後測聽力」影響的主要效果達顯著水準( $F=83.729$ ,  $p=0.000 < .05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對延後測聽力的影響，學習成就變項可以解釋其聽力的43.7%的變異量(淨 $\eta^2=0.437$ )，為低度關聯強度。從邊緣平均數發現，高學習成就組( $M=34.29$ )顯著優於低學習成就組( $M=16.43$ )。學習成就高的學生其學習成效比低學習成就的學生高可視為正常自然現象。

綜合上述，研究假設考驗的結果如下：

假設 2-5：接受虛無假設 $H_0$ ，假設2-5不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測聽力沒有顯著的交互作用。

本研究將學生的階段學習成就測驗和延後測表現的內容分為四部份來探討，分別為單字、數字轉英文、英文轉數字和聽力，將兩組整體學生於階段學習成就測驗和延後測的四部分表現的平均分數繪製成折線圖，如圖 12。由以上分析發現，實驗組均優於對照組。

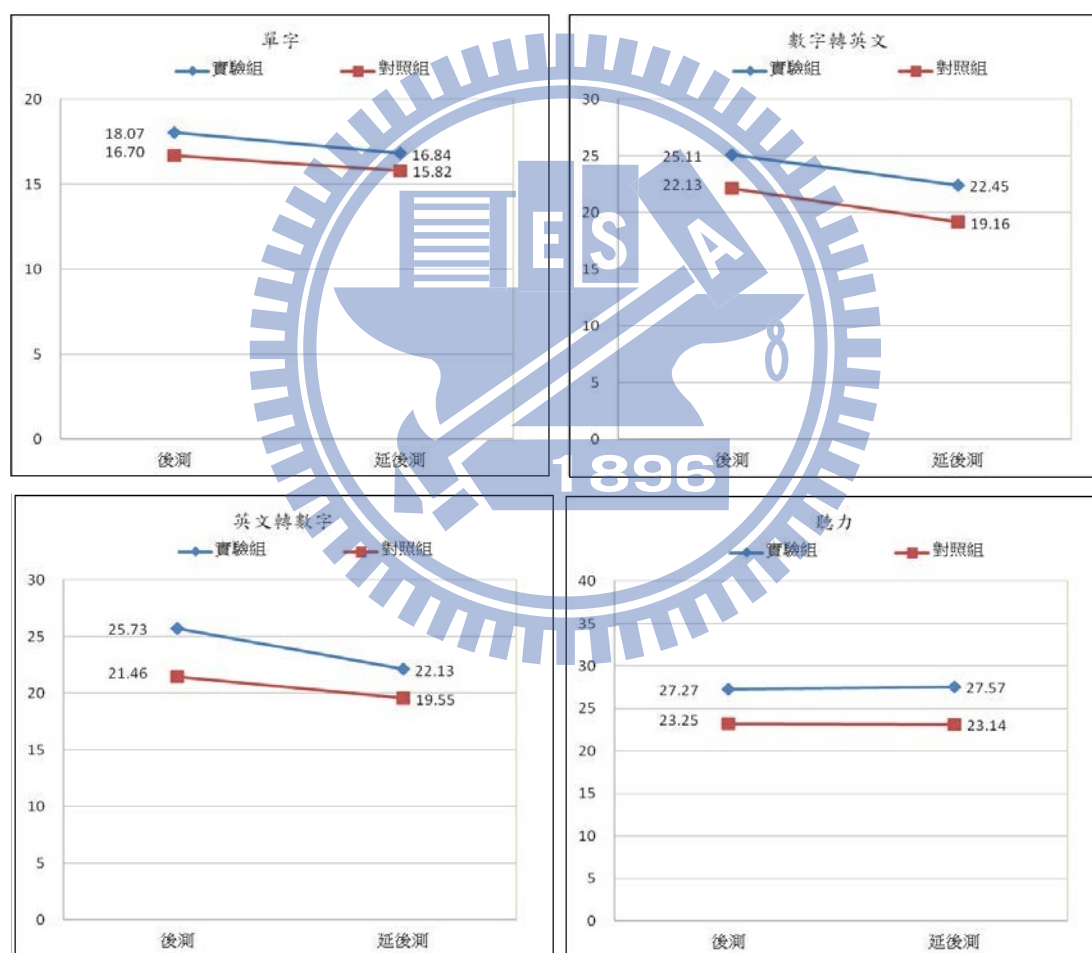


圖 12 整體學生階段學習成就測驗及延後測在單字、數字轉英文、英文轉數字與聽力平均分數折線圖

綜合以上所述，對整體學生而言：

1. 假設1大致不成立，即以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習

成就對學生的階段學習成就測驗表現沒有顯著的交互作用。唯獨在英文轉數字部分有顯著的交互作用。

2. 假設2不成立，即以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的延後測表現沒有顯著的交互作用。

簡敏慧(2012)針對現行國中英語能力指標中溝通功能的「指示方向」單元為例來製作教材進行研究，探討「有隔離互動元素設計原則教材」與「無隔離互動元素設計原則教材」對於學生的英語「學習成效」，以及「上課感受」之影響。研究對象共 94 名國中二年級學生，研究結果顯示「有隔離互動元素設計原則教材」對於學生之聽、說、寫的英文學習成效上皆有顯著影響，可以降低學生的困難度感受且引起高成就學生的上課意願。建議教學者應將隔離互動元素設計原則應用於英語的「指示方向」單元的教學教材設計上，可以提昇學生學習成效。

游淑媛(2012)探討以有視覺引導或無視覺引導的教材應用在國中數形規律的教學上，對學生的學習成效與上課感受的影響。採準實驗研究法，於國中七年級四個常態班級進行實驗。對於高、中、低成就學生的階段學習成就無顯著差異，但在圖形與教學題目相同的部分，在高、中、低成就學生都有顯著差異。

綜合以上研究結果，發現有關視覺引導的教材設計對於不同學習成就的學生有助於提升學習成效，可知多媒體教材設計的重要性，若能善加利用視覺引導的原則設計教材，引導學生注意當下的訊息，了解訊息之間的關聯，對學生的學習將有所幫助，並減輕認知負荷，達到良好的學習成效。

## 4-2 質性分析

為更深入了解學生的學習情形，以下分別針對高學習成就學生和低學習成就學生的階段學習成就測驗的試卷，訪談學生的作答情形，其分析如下。

### 4-2-1 高學習成就學生之質性分析

從階段學習成就測驗和延後測的成績發現，實驗組高成就學生在「聽力」這

部分之延後測的表現上，實驗組高成就學生不但沒有消退效應，甚至還有進步的狀況，因此將實驗組高成就學生延後測聽力部分進步5分以上的學生做個人訪談追蹤研究。以下針對學生的訪談資料如下：

S1: 上一次聽還不太熟，這一次因為有上次考過的經驗，比較知道怎樣去聽。

S2: 上一次考聽力時比較有壓力，還要去想逗號的位置，所以聽的時候反應會比較遲緩而聽錯，這次因為上次有聽過比較習慣了，所以反應比較快。

S3: 那一次考聽力因為才剛學完所以比較緊張，這次考聽力的時候就順暢多了。

對於實驗組高成就學生而言，在階段學習成就測驗時對聽力的理解還不熟悉，因此會有填錯的結果出現，在延後測時，因為有上一次聽力的考試經驗，比較懂得如何去掌握聽力的重點，對於聽力考試時反應會比上一次還快，因此，延後測聽力的成績比階段學習成就測驗表現還好。實驗組高成就S2學生的階段學習成就測驗、延後測試題卷如圖 13。

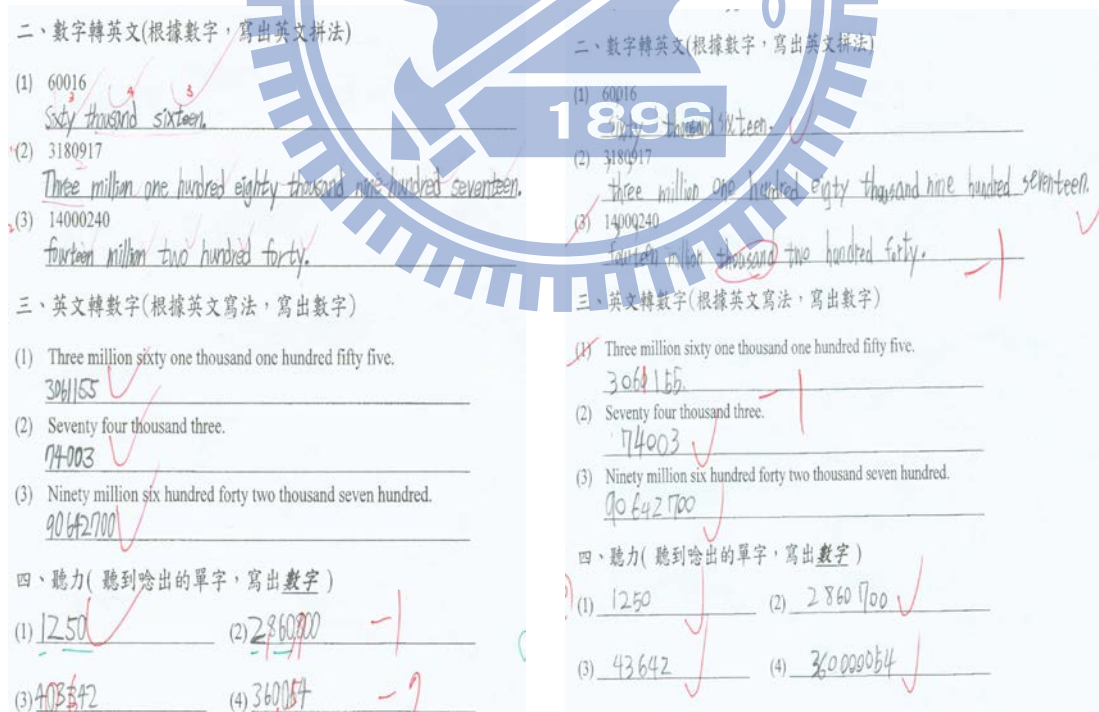


圖 13 S2學生階段學習成就測驗試題卷

關於對照組高成就的學生，針對在延後測有進步的學生進行訪談。S4為對照組高成就的學生，上學期三次段考平均為94.3分。階段成就測驗分數為91分(前測總分為120分)，經過教學之後，階段學習成就測驗得分為99分(階段學習成就測驗總分為120分)，S4學生的階段學習成就測驗試題卷和訪談資料如下：

S4: 第一次考試還不熟，後來第二次的考試的時候剛好前一週補習班有教到英文數字讀法，所以考的分數比第一次高。

關於實驗組的表現上，研究者在批閱試卷的過程中，注意到實驗組高成就學生階段學習成就測驗作答的情況，發現實驗組高學習成就學生作答解題時，會利用上課教材中的視覺引導方式，在「英文轉數字」這大題中把重要的單位圈出來，以減少視覺搜尋的負擔，以幫助作答。以下以兩位學生為例，針對其背景和階段成就測驗來訪談學生的作答情形，其訪談結果如下：

#### 1. S5學生訪談資料

S5為實驗組高成就的學生，上學期三次段考平均為93.33分。前測分數為90分(前測總分為120分)，經過教學之後，階段學習成就測驗得分為119分(階段學習成就測驗總分為120分)，S5學生的階段學習成就測驗試題卷如圖 14，針對其試卷作答表現加以訪談，其訪談資料如下：

S5:圈起來的單字就表示逗號，比較好寫答案。如果沒有圈出來會容易搞混，可能會寫錯。而且這樣變得比較簡單，可以很快上下對應數字的位置。

三、英文轉數字(根據英文寫法，寫出數字)

(1) Three million sixty one thousand one hundred fifty five.

3061155

(2) Seventy four thousand three.

74003

(3) Ninety million six hundred forty two thousand seven hundred.

90642700

圖 14 S5 學生階段學習成就測驗試題卷

2. S6學生訪談資料

S6為實驗組高成就的學生，上學期三次段考平均為82.33分。前測分數為73分(前測總分為120分)，經過教學之後，階段學習成就測驗得分為111分(階段學習成就測驗總分為120分)，S6學生的階段學習成就測驗試題卷如圖 15，針對其試卷作答表現加以訪談，其訪談資料如下：

S6: 因為老師上課的PPT有特別標出來，這樣比較清楚。如果沒有圈出 thousand和million的單字呢，我可能會很難寫出答案，容易搞混。

三、英文轉數字(根據英文寫法，寫出數字)

(1) Three million sixty one thousand one hundred fifty five.

3,061,155

(2) Seventy four thousand three.

74,003

(3) Ninety million six hundred forty two thousand seven hundred.

90,642,700

圖 15 S6 學生的階段學習成就測驗試題卷

綜合高成就實驗組學生作答的情況和訪談資料，發現到學生在作答的共同點，其歸納以如下：



- (1) 運用視覺搜尋的技巧：將英文單字重要的單位先圈起來，以分離每個數字，在作答時可以很清楚找到相關的訊息，對於理解有幫助。
- (2) 內容變簡單：運用標示圈出來的作答技巧，對於視覺的負擔減輕不少，學生感受到題目變得較簡單，比較容易作答。
- (3) 不易混淆：作答時利用圈出來的單位讓題目更清楚，學生較不會搞混。
- (4) 多餘的思考時間：因為訊息的引導和切割，讓學生有更多的時間去處理訊息。

#### 4-2-2 低學習成就學生之質性分析

針對實驗組低成就學生在階段成就測驗比前測進步50分以上的學生做個人訪談。其階段成就測驗和訪談資料如下：

S7: 老師上次教的時候，我覺得不難，所以我有認真聽，考試的時候就寫得出來。

S8: 上次教完，我覺得很清楚，老師上課時教的時候有畫格子讓我覺得很簡單，所以教完的考試就都會寫，過一個月後的再考的時候，也都還記得，所以寫得出答案。

S9: 聽力我當下第一次聽不順暢，後來再考一次就大概知道是什麼了，其它的部分，我有回想一下再寫，大部分都還記得。

對於實驗組低成就學生而言，在階段學習成就測驗時對聽力的理解還不熟悉，所以聽得不順暢，在延後測時，因為有上一次考試的聽力經驗，比較熟悉聽力的內容，知道如何去掌握聽力的重點，因此，延後測聽力的成績比階段學習成就測驗表現還好。實驗組低成就S8學生的階段學習成就測驗、延後測試題卷如圖16。

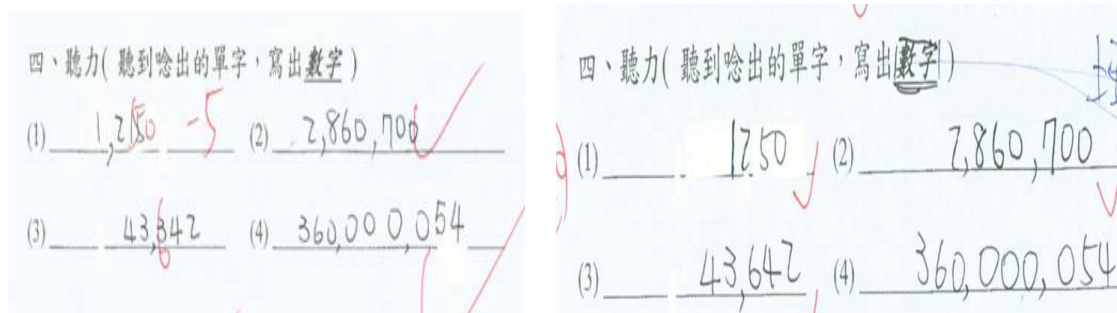


圖 16 S8 學生階段成就測驗和延後測

對照組低成就的學生針對在延後測有進步的學生進行訪談。S10為對照組低成就學生，上學期三次段考平均為41.7分。前測分數為49分(前測滿分為120分)，經過教學之後，階段學習成就測驗得分為50分(階段學習成就測驗總分為120分)，延後測得分為66分(延後測總分為120分)，其訪談資料如下：

S10: 因為我回家有上網查一下單字的意思，所以在後來的考試我寫的時候就比較有印象。

關於實驗組的學生，研究者在批閱試卷的過程中，注意到實驗組低成就學生在階段學習成就測驗作答的情況，發現實驗組低成就的學生作答解題時，會利用視覺分離的觀念，把重要的單位標示出來，以分離不同的數字區塊，並在作答時畫上「格子」，幫助自己在英文轉數字時可以藉由上下對應的方式，更清楚明白數字的位置，以免混淆。以下以兩位實驗組低成就的學生為例，針對其背景和階段成就測驗訪談學生，其分析和訪談資料如下：

#### 1. S11學生的訪談：

S11為實驗組低成就的學生，上學期三次段考平均為69.00分。前測分數為39分(前測滿分為120分)，經過教學之後，階段學習成就測驗得分為116分(階段學習成就測驗總分為120分)。S11學生的階段學習成就測驗試題卷如圖 17，針對其試卷作答有畫格子的情況加以訪談，其訪談資料如下：

S11: 老師教的時候有畫格子這樣很清楚，每個數字的單位都可以看得很清楚，比較不會搞混。如果沒有格子我可能會把千填到百，百填到千，也可能會多寫或少寫0。畫格子可以看得很清楚，寫數字時比較不會混掉，不會把數字寫到別的位置。

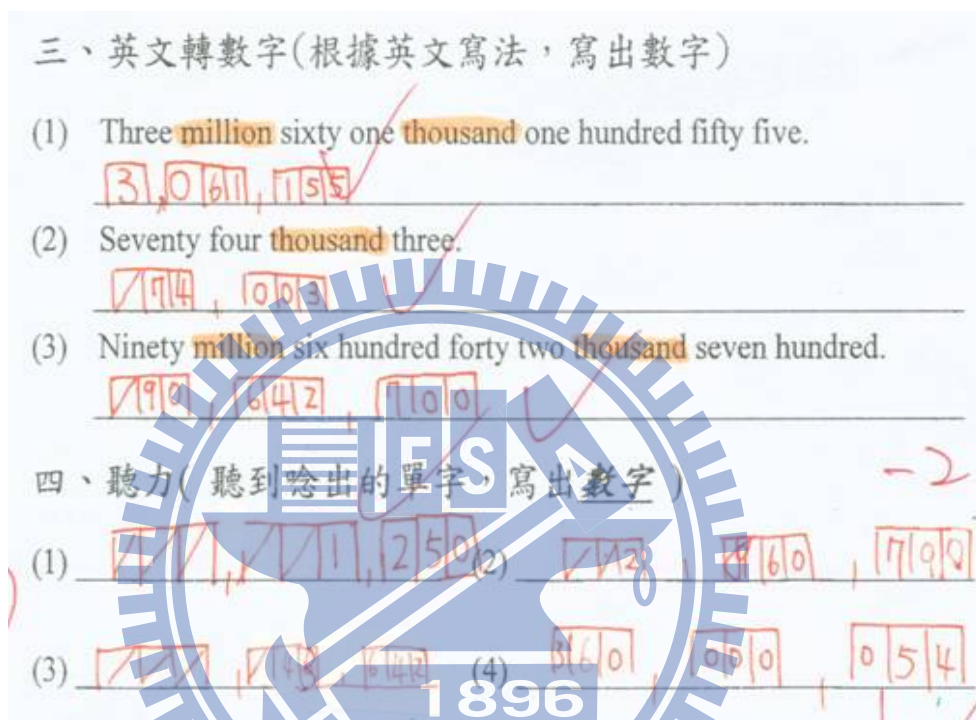


圖 17 S11 學生的階段學習成就測驗試卷

## 2. S12學生訪談資料

S12為對照組低成就的學生，上學期三次段考平均為44.6分。前測分數為17分(前測滿分為120分)，經過教學之後，階段學習成就測驗得分為91分(階段學習成就測驗總分為120分)，延後測得分為102分(延後測總分為120分)。S12學生的階段學習成就測驗試題卷如圖 18，針對其試卷作答有畫格子的情況加以訪談，其訪談資料如下：

S12:老師有教，有格子比較好填數字，如果沒有格子也是可以填出數字，但是可能會比較慢，也會填錯，有格子加上逗號就感覺不用看那麼多的數

字，可以一個一個慢慢看，這樣比較簡單，可以直接對應數字寫出答案，不用花很多時間去想。

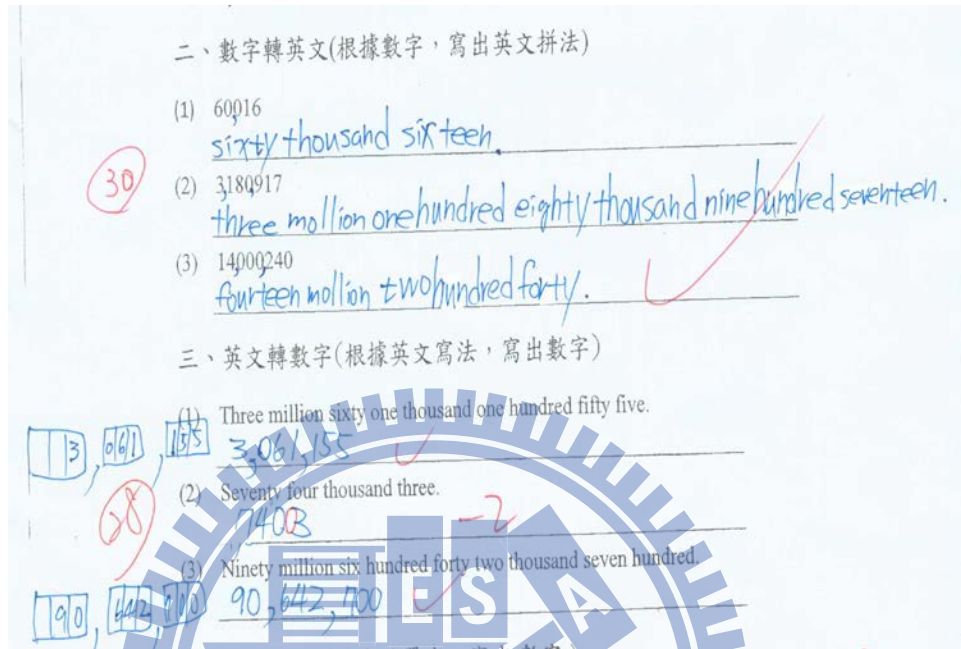


圖 18 S12 學生的階段學習成就測驗試卷

綜合低成就實驗組學生作答的情況和訪談資料，發現到學生在作答的共同點，其歸納以如下：

- (1) 運用視覺分離的技巧：將英文單字重要的單位標示出來，並利用格線分離數字，在視覺上清楚呈現，以減少視覺搜尋的負擔。
- (2) 使用上下對應的方式：利用對應的方式讓英文可以快速對應到數字。
- (3) 內容變簡單：運用格子和對齊的方式，幫助減輕視覺的負擔，學生感受到題目變得較簡單，比較容易作答。
- (4) 不易混淆：在標示和格子的輔助之下，學生較不會搞混。

## 4-3 認知負荷分析

本研究藉由認知負荷量表之花費心力檢測研究對象的認知負荷感受，數據越

小代表認知負荷越低。

檢驗之假設如下：

假設3：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的認知負荷感受有顯著的交互作用。

考驗假設 3 的虛無假設 $H_0$

$H_0$ ：以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的認知負荷感受沒有顯著的交互作用。

以「教材設計」與「學習成就」為自變項，「花費心力」為依變項進行二因子變異數分析，兩組學生的花費心力平均數摘要表如表 34，二因子變異數分析摘要表如表 35。

表 34  
整體學生「花費心力」平均數摘要表

| A 因子 \ B 因子 |             | 學習成就         |              | 邊緣平均數         |
|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
|             |             | 高成就<br>(56)  | 低成就<br>(56)  |               |
| 教材設計        | 實驗組<br>(56) | 1.68<br>(28) | 3.00<br>(28) | 2.34<br>(56)  |
|             | 對照組<br>(56) | 2.43<br>(28) | 3.46<br>(28) | 2.95<br>(56)  |
| 邊緣平均數       |             | 2.05<br>(56) | 3.23<br>(56) | 2.64<br>(112) |

註：括號( )內數字為人數。

表 35

整體學生「花費心力」之二因子變異數分析摘要表

| 變異來源        | SS      | df  | MS     | F          | 淨 $\eta^2$ |
|-------------|---------|-----|--------|------------|------------|
| 教材設計        | 10.321  | 1   | 10.321 | 4.725 *    | 0.042      |
| 學習成就        | 38.893  | 1   | 38.893 | 17.804 *** | 0.142      |
| 教材設計 * 學習成就 | .571    | 1   | .571   | 0.262      | 0.002      |
| 誤差          | 235.929 | 108 | 2.185  |            |            |
| 總數          | 285.714 | 111 |        |            |            |

註：\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$

從二因子變異數分析摘要表中可以得知：

- (1) 「教材設計」與「學習成就」兩個變項在「花費心力」的交互作用未達顯著水準( $F=0.262$ ,  $p=0.610 > .05$ )。
- (2) 「教材設計」變項對「花費心力」影響的主要效果達顯著水準( $F=4.725$ ,  $p=0.032 < .05$ )，在排除學習成就變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對花費心力的影響，教材設計變項可以解釋花費心力的4.2%的變異量(淨 $\eta^2=0.042$ )，為低度關聯強度。從邊緣平均數可得知，實驗組( $M=2.34$ )優於對照( $M=2.95$ )。由於「花費心力」為反向題目，分數越高表示學習越費力，表示感受到的認知負荷越高。實驗組學生的分數低於對照組，代表實驗組學生感受到的認知負荷顯著低於對照組學生。
- (3) 「學習成就」變項對「花費心力」影響的主要效果達顯著水準( $F=17.804$ ,  $p=0.000 < .05$ )，在排除教材設計變項之主要效果項與兩變項之交互作用項對花費心力的影響，學習成就變項可以解釋花費心力的14.2%的變異量(淨

$\eta^2=0.142$ ), 為高度關聯強度。從邊緣平均數發現, 高學習成就組( $M=2.05$ ) 顯著優於低學習成就組( $M=3.23$ )。高學習成就的學生在認知負荷感受上顯著低於低學習成就的學生。

綜合上述, 研究假設考驗的結果如下:

假設 3: 接受虛無假設 $H_0$ , 假設3不成立。以「視覺分離、對應與提示」之教材設計與學習成就對學生的認知負荷感受沒有顯著的交互作用。

## 4-4 學習效率與投入分數暨專業知識反轉效應分析

本章節要判斷高學習成就學生是否有專業知識反轉效應的發生, 將綜合第二章認知負荷中的專業知識反轉效應(p.19)所提到的學習效率 ( $E$ ) 和學習投入分數 ( $I$ ) 進行分析。因此本研究將「階段學習成就測驗總分」轉換為 Z 分數( $Z_p$ ), 而將感受量表中的「花費心力」轉換為 Z 分數( $Z_c$ ), 並搭配視覺化的圖像進行比較與判斷。以下分別就整體學生、高學成就學生與低學習成就學生分別進行學習效率、投入分數與專業知識反轉效應之探討。

### 4-4-1 整體學生學習效率與投入分數暨專業知識反轉效應之分析

就整體學生而言, 實驗組的學習效率優於對照組, 實驗組的投入分數也優於對照組, 其數據如表 36。綜合學習效率與學習投入分數來看, 實驗組屬於高投入高效率, 對照組為低投入低效率, 視覺化圖像如圖 19。

表 36  
整體學生學習效率與投入分數

|     | $Z_p(Y)$ | $Z_c(X)$ | $E$   | $I$   |
|-----|----------|----------|-------|-------|
| 實驗組 | 0.19     | -0.19    | 0.32  | 0.05  |
| 對照組 | -0.19    | 0.19     | -0.32 | -0.05 |

註:  $Z_p$ =階段學習成就測驗 Z 分數,  $Z_c$ =花費心力 Z分數,  $E$ =學習效率,  $I$ =投入分數

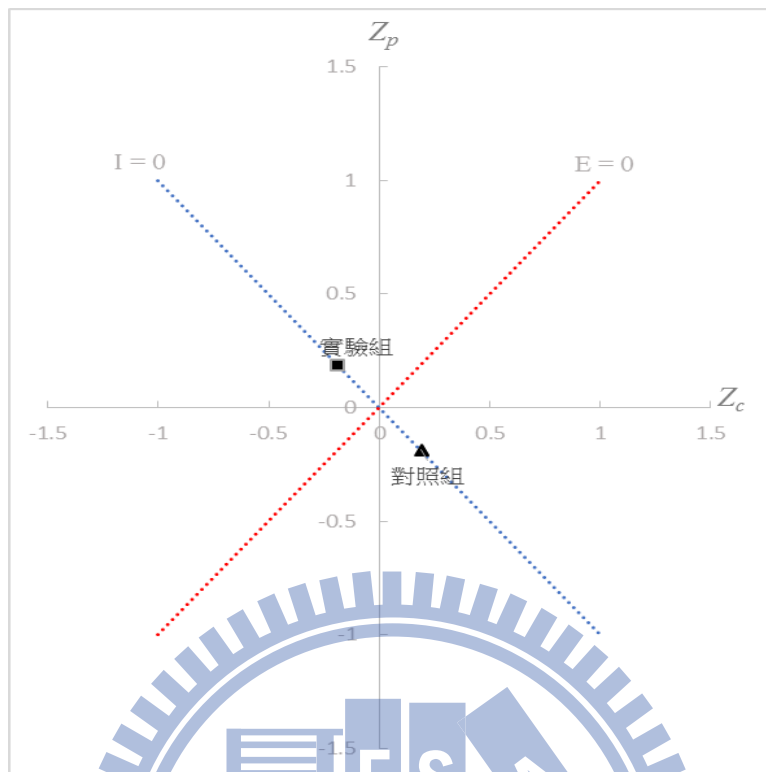


圖 19 整體學生學習效率與投入分數之視覺化圖像

#### 4-4-2 各學習成就學生學習效率與投入分數暨專業知識反轉效應之分析

就實驗組和對照組兩組學生而言，其數據整理如表 37，視覺化圖像如圖 20。

##### 1. 學習效率方面

在高學習成就部分而言，實驗組(1.16)優於對照組(0.66)；就低學習成就部分而言，也是實驗組(-0.52)優於對照組(-1.30)。學習效率由大到小依序為：實驗組高成就(1.16)、對照組高成就(0.66)、實驗組低成就(-0.52)、對照組低成就(-1.30)，高學習成就學生的學習效率均優於低學習成就學生。因此就學習效率而言，判斷無專業知識反轉效應發生。

##### 2. 學習投入分數方面

在高學習成就部分而言，對照組(0.47)優於實驗組(0.31)；就低學習成就部分而言，實驗組(-0.20)優於對照組(-0.57)。學習投入分數由大到小依序為：



對照組高成就 (0.47)、實驗組高成就 (0.31)、實驗組低成就(-0.20)、對照組低成就(-0.57)，高學習成就學生的學習投入分數均優於低學習成就學生。因此就學習投入分數而言，判斷無專業知識反轉效應發生。

表 37

不同學習成就之學習效率與投入分數

|        | $Z_p(Y)$ | $Z_c(X)$ | $E$   | $I$   |
|--------|----------|----------|-------|-------|
| 實驗組高成就 | 0.73     | -0.60    | 1.16  | 0.31  |
| 對照組高成就 | 0.56     | -0.13    | 0.66  | 0.47  |
| 實驗組低成就 | -0.36    | 0.22     | -0.52 | -0.20 |
| 對照組低成就 | -0.94    | 0.51     | -1.30 | -0.57 |

註： $Z_p$ =階段學習成就測驗 Z 分數， $Z_c$ =花費心力 Z 分數， $E$ =學習效率， $I$ =投入分數

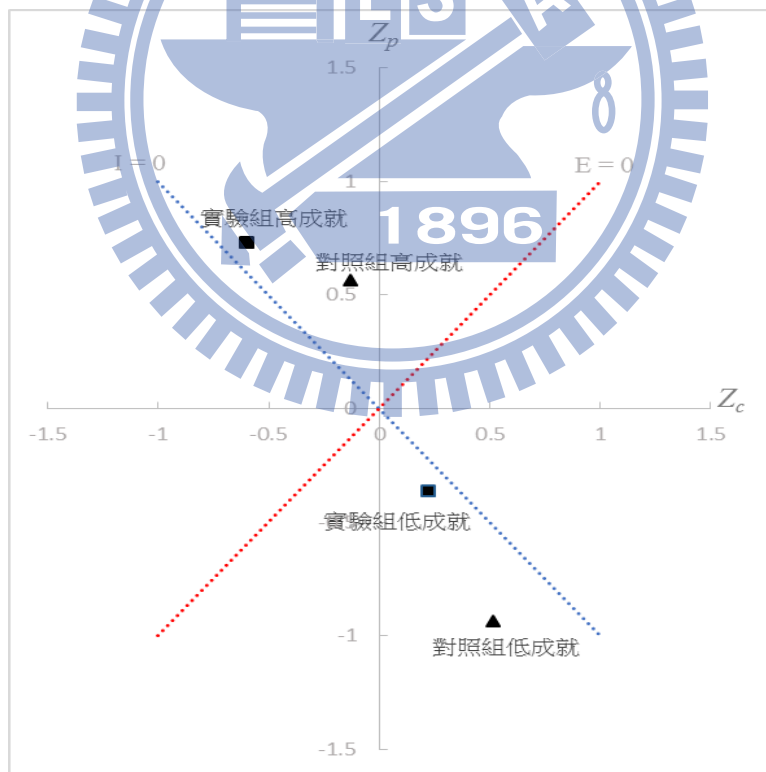


圖 20 不同學習成就之學習效率與投入分數視覺化圖像

綜合學習效率與學習投入分數，並由視覺化圖像可得知實驗組高成就與對照組高成就均屬於高投入高效率，實驗組低成就與對照組低成就均屬於低投入低效

率。因此，不論是實驗組或對照組學生，本研究之教材對於高學習成就學生並未產生專業知識反轉效應。



## 第五章 研究結論與建議

本研究以英文數字讀法為主題，採用準實驗研究法，於七年級四個常態班進行教學實驗，探討以視覺分離、對應與提示之教材設計對階段學習成就測驗、延後測與認知負荷感受之影響。以下根據實驗結果與分析，歸納研究結論與建議，作為未來研究之參考。

### 5-1 研究結論

本研究實驗組教材為以視覺分離、對應與提示之教材設計，對照組教材為一般數位教材設計。分析其階段學習成就測驗、延後測表現，在階段學習成就測驗及延後測的部份皆分為總分、單字、數字轉英文、英文轉數字與聽力等部分進行分析；而在認知負荷感受方面，則以認知負荷量表中的花費心力進行分析，並以階段學習成就測驗總分及花費心力計算學習效率和投入分數，綜合判斷學生的學習情形，以及對於高學習成就學生是否產生專業知識反轉效應。分析結果如下：

#### 1. 階段學習成就測驗表現：

教學設計與學習成就兩變項間無顯著交互作用，唯獨在英文轉數字有顯著的交互作用，從教材設計因子的單純主效果發現對於高學習成就組和低學習成就組的學生而言，視覺分離、對應與提示之教材設計在階段學習成就測驗英文轉數字均優於一般數位教材設計。教材設計之主要效果於階段學習成就測驗總分、數字轉英文、英文轉數字與聽力達到顯著差異；學習成就之主要效果於總分、單字、數字轉英文、英文轉數字與聽力達到顯著差異。

#### 2. 延後測表現：

教學設計與學習成就兩變項間無顯著交互作用。教材設計之主要效果於延後測總分、數字轉英文與聽力皆達到顯著差異；學習成就之主要效果於延後測總分、單字、數字轉英文、英文轉數字與聽力達到顯著差異。

#### 3. 認知負荷感受：

教學設計與學習成就兩變項間無顯著交互作用。教材設計對於認知負荷

之主要效果達到顯著差異；學習成就對於認知負荷之主要效果達到顯著差異。

#### 4. 學習效率與學習投入分數暨專業知識反轉效應

根據階段學習成就測驗總分與認知負荷量表之花費心力得到的學習效率與學習投入分數綜合判斷，在學習情形部分，實驗組為高投入高效率，對照組為低投入低效率，不論實驗組或對照組之教材，對於高學習成就學生而言，皆未產生專業知識反轉效應。

研究結果發現以視覺分離、對應與提示之教材設計，相較於運用一般數位教材設計，有助於英文數字讀法之學習。

## 5-2 建議

本節就本研究實驗過程與遇到之問題提出以下建議。

### 5-2-1 教學建議

#### 1. 善用視覺引導和多媒體教材設計

本研究結果實驗組學生以視覺分離、對應和提示之教材設計教學，其學習成效優於對照組學生，由此可推論以視覺分離、對應和提示之教材設計，在此單元的學習有助於學習者注意到當下的訊息並將相關訊息連結，進而組織整合訊息，因此建議教學者可利用以視覺分離、對應和提示之教材設計或視覺引導，並搭配多媒體教材設計原則，針對不同教學單元主題，設計合適且有助於學生學習的教材，達到教學的目的。

#### 2. 採用分組教學練習

本單元數字英文讀法需要學生做口頭回答練習，在整班人數較多且時間有限的情況下，只有少數的學生能在課堂上做到個人口頭回答練習，其它的學生只能參與全班回答練習，對於低學習成就的學生來說，可能需要多一點的時間練習才能跟上進度，而教師在授課時無法顧及到每位學生的練習狀

況，若採用分組教學練習，每位學生都能有個人練習的時間，且高學習成就學生也可即時幫助低學生成就學生，讓低學習成就學生有充足的時間去練習，從中獲得即時回饋。

## 5-2-2 研究建議

### 1. 擴大研究樣本

本研究因人力、時間和物力等因素的限制，僅以新竹縣某國中七年級112位學生為研究之樣本，易有母群體代表性不足及統計樣本不足之疑慮。建議未來可擴大至其他學校或其他縣市，並增加樣本數進行研究。

### 2. 增加教學內容和教學時間

本研究因時間限制，只有兩節課的教學與施測時間，在教學內容與施測時間上稍嫌不足，建議在教學內容上可搭配國中七年級英語課程的基礎數字單元，再延伸到本單元較複雜的英文數字讀法，以充實完整的數字教學內容，使學生可應用在實際生活情境中，清楚表達數字的完整讀法；至於在施測時間上，建議可進行一個月以上的教學時間再給予施測，以便長期觀察學生的學習效果並改進教學。

### 3. 增加教室觀察

本研究實驗組和對照組教材設計雖不同，但為求一致公平性，在口語練習次數上皆相同，然而兩組的上課情況和回答狀況不同，建議可增加教室觀察，將教學過程拍攝下來或請其他教師課堂觀察記錄下來，以便深入了解師生互動的情況和學生的學習，作為教學的反思和改進。

# 參考文獻

## 1. 中文文獻

- 牛勇、秋香（譯）（2006）。**多媒體學習**（原作者：Mayer, R. E.）。北京：商務印書館。
- 左台益、呂鳳琳、曾世綺、吳慧敏、陳明璋、譚寧君（2011）。以分段方式降低任務複雜度對專家與生手閱讀幾何證明的影響。**教育心理學報**，43，頁 291-314。
- 吳明隆、涂金堂（2012）。**SPSS 與統計應用分析**。台北市：五南。
- 林俊宏、李延輝、羅云廷、賴慈雲（譯）（2007）。**第二語教學最高指導原則**（原作者：H.Douglas Brown）。台北市：東華書局。
- 邱皓政（2010）。**量化研究與統計分析：SPSS(PASW)資料分析範例解析（第五版）**。台北市：五南。
- 洪蘭（譯）（2009）。**大腦當家—靈活用腦 12 守則，學習工作更上層樓**（原作者：Medina, J.）。台北市：遠流。
- 陳一平（2011）。**視覺心理學**。台北市：雙葉書廊。
- 郭生玉（1985）。**心理與教育測驗**。台北市：精華書局。
- 教育部（2001）。**國民中小學九年一貫課程綱要**。台北：教育部。
- 郭秀鳳（2004）。**活用生活數字英語**。台北市：將門文物出版有限公司。
- 黃自來（2004）。**應用語言學與英語教學**。台北市：文鶴出版有限公司。
- 張春興（2001）。**教育心理學**。台北市：東華書局。
- 游淑媛（2012）。**視覺引導在國中數形規律教學上之應用**。未出版之碩士論文，國立交通大學，新竹市。
- 葉素玲（1999）。**視覺空間注意力**。載於李江山（主編），**視覺與認知—視覺知覺**

與視覺運動系統 (291-323 頁)。台北市：遠流。

劉澤海 (2008)。母語語第二語言習得研究。湖北廣播電視大學學報，28(6)，  
100-101。

簡敏慧 (2012)。隔離互動元素教材設計對國中生英語學習成效與認知負荷的影響。未出版之碩士論文，國立交通大學，新竹市。

廖真瑜 (2011)。多元表徵應用於二元一次聯立方程式文字題列式教學之研究。未出版之碩士論文，國立交通大學，新竹市。



## 2. 英文文獻

- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*.
- Chan, Y. W. (2004). Syntactic transfer: Evidence from the inter-language of Hong Kong Chinese ESL learners. *The Modern Language Journal*, 88, 56-74.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (3rd ed.). San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Cooper, G., Tindall-Ford, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2001). Learning by imagining. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7(1), 68. doi: 10.1037/1076-898X.7.1.68.
- Deleuw, K., & Mayer, R. (2008). A comparison of three measures of cognitive load: Evidence for separable measures of intrinsic, extraneous, and germane load. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 223. doi: 10.1037/0022-0663.100.1.223
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some Theoretical Considerations. *Psychological Review*, 70(1), 80-90. doi: 10.1037/h0039515
- Leahy, W., & Sweller, J. (2004). Cognitive load and the imagination effect. *Applied Cognitive Psychology*, 18(7), 857-875. doi: 10.1002/acp.1061.
- Leahy, W., & Sweller, J. (2005). Interactions among the imagination, expertise reversal, and element interactivity effects. *Journal of Experimental Psychology Applied*, 11(4), 266. doi: 10.1037/1076-898X.11.4.266
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review*, 19(4), 509-539. doi: 10.1007/s10648-007-9054-3
- Kalyuga, S. (2009). *Managing Cognitive Load in Adaptive Multimedia Learning* (Vol. Hershey, PA, USA): IGI Global.
- Lourdes O. (2009). *Understanding Second Language Acquisition*. Great Britain: Hodder Education.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed. ). New York: Cambridge University Press.



- Paas, F. G. W. C., & Merriënboer, J. J. G. V. (1993). The Efficiency of Instructional Conditions: An Approach to Combine Mental Effort and Performance Measures. *Human Factors*, 35(4), 737-743. doi: 10.1177/001872089303500412
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Merriënboer, J. J. G., & Aubteen D., A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 25-34. doi: 10.1007/bf02504795
- Rod E. (1994). *The Study of Second Language Acquisition*. New York: Oxford.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296. doi: 10.1023/A:1022193728205
- Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32(1), 9-31. doi: 10.1023/B:TRUC.0000021808.72598.4d
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138. doi: 10.1007/s10648-010-9128-5
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, 12(1), 97-136.
- Treisman, A. (1985). Preattentive processing in vision. *Comput. Vision Graph. Image Process.*, 31(2), 156-177.
- Treisman, A. (2006). How the deployment of attention determines what we see. *Visual Cognition*, 14(4-8), 411-443.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147-177. doi: 10.1007/s10648-005-3951-0
- Wolfe, J. M. (1998). What can 1,000,000 trials tell us about visual search? *Psychological Science*, 9, 33-39

## 附錄一 上課感受量表

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

### 一.數字轉英文(根據數字，寫出英文拼法)

(1) 1400200

\_\_\_\_\_

(2) 200216

\_\_\_\_\_

### 二.英文轉數字(根據英文寫法，寫出數字)

(1) Two hundred million sixty six thousand two hundred fifty.

\_\_\_\_\_

(2) Sixty million one hundred forty five thousand eighty three.

\_\_\_\_\_



## 附錄二 前測試卷

### 一、單字翻譯(寫出阿拉伯數字即可)

- |             |       |              |       |
|-------------|-------|--------------|-------|
| 1. two      | _____ | 11. four     | _____ |
| 2. million  | _____ | 12. nineteen | _____ |
| 3. thirteen | _____ | 13. thirty   | _____ |
| 4. eleven   | _____ | 14. fifteen  | _____ |
| 5. hundred  | _____ | 15. twelve   | _____ |
| 6. fifty    | _____ | 16. three    | _____ |
| 7. thousand | _____ | 17. ninety   | _____ |
| 8. sixty    | _____ | 18. forty    | _____ |
| 9. seven    | _____ | 19. five     | _____ |
| 10. sixteen | _____ | 20. twenty   | _____ |

### 二、數字轉英文(根據數字，寫出英文拼法)

(1) 90019

\_\_\_\_\_

(2) 12045716

\_\_\_\_\_

(3) 15000350

\_\_\_\_\_

### 三、英文轉數字(根據英文寫法，寫出數字)

(1) One million thirty four thousand two hundred eleven.

\_\_\_\_\_

(2) Ninety two thousand four.

\_\_\_\_\_

(3) Twenty five million seven hundred thousand two hundred sixteen.

\_\_\_\_\_

### 四、聽力(聽到唸出的單字，寫出 數字)

(1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_

## 附錄三 階段學習成就測驗及延後測試卷

一、單字翻譯(寫出阿拉伯數字即可)

- |             |       |               |       |
|-------------|-------|---------------|-------|
| 1. four     | _____ | 11. sixty     | _____ |
| 2. seventy  | _____ | 12. sixteen   | _____ |
| 3. two      | _____ | 13. million   | _____ |
| 4. forty    | _____ | 14. one       | _____ |
| 5. nine     | _____ | 15. ninety    | _____ |
| 6. five     | _____ | 16. seventeen | _____ |
| 7. thousand | _____ | 17. hundred   | _____ |
| 8. fifty    | _____ | 18. eighty    | _____ |
| 9. fourteen | _____ | 19. three     | _____ |
| 10. thirty  | _____ | 20. six       | _____ |

二、數字轉英文(根據數字，寫出英文拼法)

(4) 60016

\_\_\_\_\_

(5) 3180917

\_\_\_\_\_

(6) 14000240

\_\_\_\_\_

三、英文轉數字(根據英文寫法，寫出數字)

(4) Three million sixty one thousand one hundred fifty five.

\_\_\_\_\_

(5) Seventy four thousand three.

\_\_\_\_\_

(6) Ninety million six hundred forty two thousand seven hundred.

\_\_\_\_\_

四、聽力(聽到唸出的單字，寫出 數字)

(1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_

# 附錄四 實驗組教材

P1

數字唸法

1

P2

The numbers 1 to 10

|   |       |    |       |
|---|-------|----|-------|
| 1 | one   | 6  | six   |
| 2 | two   | 7  | seven |
| 3 | three | 8  | eight |
| 4 | four  | 9  | nine  |
| 5 | five  | 10 | ten   |

2

P3

The numbers 11 to 19

|    |          |    |           |
|----|----------|----|-----------|
| 11 | eleven   | 16 | sixteen   |
| 12 | twelve   | 17 | seventeen |
| 13 | thirteen | 18 | eighteen  |
| 14 | fourteen | 19 | nineteen  |
| 15 | fifteen  |    |           |

3

P4

The numbers 20 to 90

|    |        |    |         |
|----|--------|----|---------|
| 20 | twenty | 60 | sixty   |
| 30 | thirty | 70 | seventy |
| 40 | forty  | 80 | eighty  |
| 50 | fifty  | 90 | ninety  |

4

P5

How to say the numbers

|    |               |          |
|----|---------------|----------|
| 百  | 100           | hundred  |
| 千  | 1,000         | thousand |
| 百萬 | 1,000,000     | million  |
| 十億 | 1,000,000,000 | billion  |

5

P6

How to say the number in English?

2 5 6 7

6

P7

How to say the number in English?

2 , 5 6 7

7

P8

How to say the number in English?

2 , 5 6 7

8

P9

How to say the number in English?

2, 5 6 7

thousand

9

P10

How to say the number in English?

5 2 5 6 7

10

P11

How to say the number in English?

5 2, 5 6 7

11

P12

How to say the number in English?

5 2, 5 6 7

12

P13

How to say the number in English?

5 2, 5 6 7

thousand

13

P14

How to say the number in English?

4 5 2 5 6 7

14

P15

How to say the number in English?

4 5 2, 5 6 7

15

P16

How to say the number in English?

4 5 2, 5 6 7

16

P17

How to say the number in English?

4 5 2, 5 6 7

thousand

17

P18

How to say the number in English?

1 2 8 4 5 2 5 6 7

18

P19

How to say the number in English?

1 2 8 4 5 2 , 5 6 7

19

P20

How to say the number in English?

1 2 8 , 4 5 2 , 5 6 7

20

P21

How to say the number in English?

1 2 8 , 4 5 2 , 5 6 7

21

P22

How to say the number in English?

1 2 8 , 4 5 2 , 5 6 7

million thousand

22

P23

How to say the number in English?

5 6 7

23

P24

How to say the number in English?

5 6 7

24

P25

How to say the number in English?

5 6 7

25

P26

How to say the number in English?

5 6 7

10 1

26

P27

How to say the number in English?

5 6 7

100 10 1

27

P28

How to say the number in English?

5 6 7

100 10 1

hundred

28

P29

How to say the number in English?

|         |    |    |
|---------|----|----|
| 100     | 10 | 1  |
| 5       | 6  | 7  |
| hundred |    | ty |

29

P30

How to say the number in English?

|         |    |    |
|---------|----|----|
| 100     | 10 | 1  |
| 5       | 6  | 7  |
| hundred |    | ty |

Five hundred sixty seven

30

P31

How to say the number in English?

|         |    |    |
|---------|----|----|
| 100     | 10 | 1  |
| 3       | 7  | 1  |
| hundred |    | ty |

31

P32

How to say the number in English?

|         |    |    |
|---------|----|----|
| 100     | 10 | 1  |
| 3       | 7  | 1  |
| hundred |    | ty |

Three hundred seventy one

32

P33

How to say the number in English?

|         |    |    |
|---------|----|----|
| 100     | 10 | 1  |
| 2       | 9  | 4  |
| hundred |    | ty |

33

P34

How to say the number in English?

|         |    |    |
|---------|----|----|
| 100     | 10 | 1  |
| 2       | 9  | 4  |
| hundred |    | ty |

Two hundred ninety four

34

P35

How to say the number in English?

4 8 2 5 6 7

35

P36

How to say the number in English?

4 8 2 , 5 6 7

36

P37

How to say the number in English?

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 8 | 2 | , | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

37

P38

How to say the number in English?

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 8 | 2 | , | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

thousand

38



P39

How to say the number in English?

|   |     |    |   |   |     |    |   |
|---|-----|----|---|---|-----|----|---|
|   | 100 | 10 | 1 |   | 100 | 10 | 1 |
| 4 | 8   | 2  | , | 5 | 6   | 7  |   |

thousand

39

P40

How to say the number in English?

|   |     |    |   |   |     |    |   |
|---|-----|----|---|---|-----|----|---|
|   | 100 | 10 | 1 |   | 100 | 10 | 1 |
| 4 | 8   | 2  | , | 5 | 6   | 7  |   |

thousand

40

P41

How to say the number in English?

|         |     |    |   |   |     |    |   |
|---------|-----|----|---|---|-----|----|---|
|         | 100 | 10 | 1 |   | 100 | 10 | 1 |
| 4       | 8   | 2  | , | 5 | 6   | 7  |   |
| hundred |     |    |   |   |     |    |   |

thousand

41

P42

How to say the number in English?

|         |     |    |   |   |     |    |   |
|---------|-----|----|---|---|-----|----|---|
|         | 100 | 10 | 1 |   | 100 | 10 | 1 |
| 4       | 8   | 2  | , | 5 | 6   | 7  |   |
| hundred |     | ty |   |   |     |    |   |

thousand

42

P43

How to say the number in English?

|         |     |    |   |         |     |    |   |
|---------|-----|----|---|---------|-----|----|---|
|         | 100 | 10 | 1 |         | 100 | 10 | 1 |
| 4       | 8   | 2  | , | 5       | 6   | 7  |   |
| hundred |     | ty |   | hundred |     |    |   |

thousand

43

P44

How to say the number in English?

|         |     |    |   |         |     |    |   |
|---------|-----|----|---|---------|-----|----|---|
|         | 100 | 10 | 1 |         | 100 | 10 | 1 |
| 4       | 8   | 2  | , | 5       | 6   | 7  |   |
| hundred |     | ty |   | hundred |     | ty |   |

thousand

44

P45

How to say the number in English?

|         |     |    |   |         |     |    |   |
|---------|-----|----|---|---------|-----|----|---|
|         | 100 | 10 | 1 |         | 100 | 10 | 1 |
| 4       | 8   | 2  | , | 5       | 6   | 7  |   |
| hundred |     | ty |   | hundred |     | ty |   |

Four hundred eighty two | five hundred sixty seven

thousand

45

P46

How to say the number in English?

|         |     |    |   |         |     |    |   |
|---------|-----|----|---|---------|-----|----|---|
|         | 100 | 10 | 1 |         | 100 | 10 | 1 |
| 1       | 6   | 3  | , | 2       | 8   | 9  |   |
| hundred |     | ty |   | hundred |     | ty |   |

thousand

46

P47

How to say the number in English?

|         |     |    |   |         |     |    |   |
|---------|-----|----|---|---------|-----|----|---|
|         | 100 | 10 | 1 |         | 100 | 10 | 1 |
| 1       | 6   | 3  | , | 2       | 8   | 9  |   |
| hundred |     | ty |   | hundred |     | ty |   |

One hundred sixty three | two hundred eighty nine

thousand

47

P48

How to say the number in English?

|         |     |    |   |         |     |    |   |
|---------|-----|----|---|---------|-----|----|---|
|         | 100 | 10 | 1 |         | 100 | 10 | 1 |
| 5       | 7   | 0  | , | 2       | 3   | 6  |   |
| hundred |     | ty |   | hundred |     | ty |   |

thousand

48

P49

How to say the number in English?

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 5       | 7  | 0 | 2       | 3  | 6 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

Five hundred seventy | two hundred thirty six  
**thousand**

49

P50

How to say the number in English?

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 5  | 5 | 6       | 0  | 3 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

**thousand**

50

P51

How to say the number in English?

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 5  | 5 | 6       | 0  | 3 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

One hundred fifty five | six hundred three  
**thousand**

51

P52

How to say the number in English?

1 6 8 4 8 2 5 6 7

52

P53

How to say the number in English?

1 6 8 , 4 8 2 , 5 6 7

53

P54

How to say the number in English?

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 | 8 | 4 | 8 | 2 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

54

P55

How to say the number in English?

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 | 8 | 4 | 8 | 2 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**million**      **thousand**

55

P56

How to say the number in English?

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 6  | 8 | 4       | 8  | 2 | 5       | 6  | 7 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |

**million**      **thousand**

56

P57

How to say the number in English?

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 6  | 8 | 4       | 8  | 2 | 5       | 6  | 7 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |

**million**      **thousand**

57

P58

How to say the number in English?

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 6  | 8 | 4       | 8  | 2 | 5       | 6  | 7 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |

One hundred sixty eight | four hundred eighty two | five hundred sixty seven  
**million**      **thousand**

58

P59

How to say the number in English?

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3 | 4 | , | 2 | 5 | 3 | , | 8 | 0 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

59

P60

How to say the number in English?

|   |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |
|---|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|
| 9 | 3 | 4 | , | 2       | 5 | 3 | , | 8        | 0 | 5 |
|   |   |   |   | ↓       |   |   |   | ↓        |   |   |
|   |   |   |   | million |   |   |   | thousand |   |   |

60

P61

How to say the number in English?

|     |    |   |   |         |    |   |   |          |    |   |
|-----|----|---|---|---------|----|---|---|----------|----|---|
| 100 | 10 | 1 |   | 100     | 10 | 1 |   | 100      | 10 | 1 |
| 9   | 3  | 4 | , | 2       | 5  | 3 | , | 8        | 0  | 5 |
|     |    |   |   | ↓       |    |   |   | ↓        |    |   |
|     |    |   |   | million |    |   |   | thousand |    |   |

61

P62

How to say the number in English?

|         |    |    |   |         |    |    |   |          |    |    |
|---------|----|----|---|---------|----|----|---|----------|----|----|
| 100     | 10 | 1  |   | 100     | 10 | 1  |   | 100      | 10 | 1  |
| 9       | 3  | 4  | , | 2       | 5  | 3  | , | 8        | 0  | 5  |
| hundred |    | ty |   | hundred |    | ty |   | hundred  |    | ty |
|         |    |    |   | ↓       |    |    |   | ↓        |    |    |
|         |    |    |   | million |    |    |   | thousand |    |    |

62

P63

How to say the number in English?

|                          |    |    |   |                         |    |    |   |                    |    |    |
|--------------------------|----|----|---|-------------------------|----|----|---|--------------------|----|----|
| 100                      | 10 | 1  |   | 100                     | 10 | 1  |   | 100                | 10 | 1  |
| 9                        | 3  | 4  | , | 2                       | 5  | 3  | , | 8                  | 0  | 5  |
| hundred                  |    | ty |   | hundred                 |    | ty |   | hundred            |    | ty |
| Nine hundred thirty four |    |    |   | two hundred fifty three |    |    |   | eight hundred five |    |    |
|                          |    |    |   | ↓                       |    |    |   | ↓                  |    |    |
|                          |    |    |   | million                 |    |    |   | thousand           |    |    |

63

P64

How to say the number in English?

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2 | 1 | , | 0 | 1 | 9 | , | 2 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

64

P65

How to say the number in English?

|   |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |
|---|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|
| 8 | 2 | 1 | , | 0       | 1 | 9 | , | 2        | 1 | 1 |
|   |   |   |   | ↓       |   |   |   | ↓        |   |   |
|   |   |   |   | million |   |   |   | thousand |   |   |

65

P66

How to say the number in English?

|         |    |    |   |         |    |    |   |          |    |    |
|---------|----|----|---|---------|----|----|---|----------|----|----|
| 100     | 10 | 1  |   | 100     | 10 | 1  |   | 100      | 10 | 1  |
| 8       | 2  | 1  | , | 0       | 1  | 9  | , | 2        | 1  | 1  |
| hundred |    | ty |   | hundred |    | ty |   | hundred  |    | ty |
|         |    |    |   | ↓       |    |    |   | ↓        |    |    |
|         |    |    |   | million |    |    |   | thousand |    |    |

66

P67

How to say the number in English?

|                          |    |    |   |          |    |    |   |                    |    |    |
|--------------------------|----|----|---|----------|----|----|---|--------------------|----|----|
| 100                      | 10 | 1  |   | 100      | 10 | 1  |   | 100                | 10 | 1  |
| 8                        | 2  | 1  | , | 0        | 1  | 9  | , | 2                  | 1  | 1  |
| hundred                  |    | ty |   | hundred  |    | ty |   | hundred            |    | ty |
| eight hundred twenty one |    |    |   | nineteen |    |    |   | two hundred eleven |    |    |
|                          |    |    |   | ↓        |    |    |   | ↓                  |    |    |
|                          |    |    |   | million  |    |    |   | thousand           |    |    |

67

P68

Practice saying the numbers

(1) 14,007

68

P69

Practice saying the numbers

(1) 14,007

Fourteen thousand seven

69

P70

Practice saying the numbers

(1) 14,007

Fourteen thousand seven

(2) 25,066,078

70

P71

Practice saying the numbers

(1) 14,007

Fourteen thousand seven

(2) 25,066,078

Twenty five million sixty six thousand seventy eight

71

P72

Practice saying the numbers

(3) 2,034,067

72

P73

Practice saying the numbers

(3) 2,034,067

Two million thirty four thousand sixty seven

73

P74

Practice saying the numbers

(3) 2,034,067

Two million thirty four thousand sixty seven

(4) 42,005,098

74

P75

Practice saying the numbers

(3) 2,034,067

Two million thirty four thousand sixty seven

(4) 42,005,098

Forty two million five thousand ninety eight

75

P76

Practice writing the numbers

(1) 1400200

(2) 206216

76

P77

Practice writing the numbers

(1) 1,400,200

(2) 206216

77

P78

Practice writing the numbers

(1) 1,400,200

One million four hundred thousand two hundred

(2) 206216

78

P79

Practice writing the numbers

(1) 1,400,200  
One million four hundred thousand two hundred

(2) 200,216  
Two hundred thousand two hundred sixteen

79

P80

Practice writing the numbers

(1) 1,400,200  
One million four hundred thousand two hundred

(2) 200,216  
Two hundred thousand two hundred sixteen

80

P81

How to write the number  
One hundred thirty two thousand eighty five

81

P82

How to write the number  
One hundred thirty two thousand eighty five

82

P83

How to write the number  
One hundred thirty two thousand eighty five

83

P84

How to write the number  
One hundred thirty two thousand eighty five

84

P85

How to write the number  
One hundred thirty two thousand eighty five

thousand

85

P86

How to write the number  
One hundred thirty two thousand eighty five

thousand

86

P87

How to write the number  
One hundred thirty two thousand eighty five

hundred ty thousand

87

P88

How to write the number  
One hundred thirty two thousand eighty five

hundred ty thousand

88

P89

How to write the number  
One hundred thirty two **thousand**  
eighty five

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       |    |   |         |    |   |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

↓  
**thousand**

89

P90

How to write the number  
One hundred thirty two **thousand**  
eighty five

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 3  |   |         |    |   |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

↓  
**thousand**

90

P91

How to write the number  
One hundred thirty two **thousand**  
eighty five

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 3  | 2 |         |    |   |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

↓  
**thousand**

91

P92

How to write the number  
One hundred thirty two **thousand**  
eighty five

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 3  | 2 |         |    |   |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

↓  
**thousand**

92

P93

How to write the number  
One hundred thirty two **thousand**  
eighty five

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 3  | 2 | 0       |    |   |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

↓  
**thousand**

93

P94

How to write the number  
One hundred thirty two **thousand**  
eighty five

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 3  | 2 | 0       | 8  |   |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

↓  
**thousand**

94

P95

How to write the number  
One hundred thirty two **thousand**  
eighty five

|         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| 1       | 3  | 2 | 0       | 8  | 5 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   |

↓  
**thousand**

95

P96

How to write the number  
Twenty four million three hundred  
thousand one hundred ninety eight

96

P97

How to write the number  
Twenty four **million** three hundred  
**thousand** one hundred ninety eight

97

P98

How to write the number  
Twenty four **million**  
three hundred **thousand**  
one hundred ninety eight

98

P99

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

99

P100

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

100

P101

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

101

P102

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

102

P103

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

103

P104

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

104

P105

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

105

P106

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

106

P107

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

107

P108

How to write the number

Twenty four **million**  
 three hundred **thousand**  
 one hundred ninety eight

108

P109

How to write the number

Twenty four **million**  
three hundred **thousand**  
one hundred ninety eight

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |
| 2       | 4  |   | 3       |    |   |         |    |   |

million      thousand

109

P110

How to write the number

Twenty four **million**  
three hundred **thousand**  
one hundred ninety eight

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |
| 2       | 4  |   | 3       | 0  |   |         |    |   |

million      thousand

110

P111

How to write the number

Twenty four **million**  
three hundred **thousand**  
one hundred ninety eight

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |
| 2       | 4  |   | 3       | 0  | 0 |         |    |   |

million      thousand

111

P112

How to write the number

Twenty four **million**  
three hundred **thousand**  
one hundred ninety eight

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |
| 2       | 4  |   | 3       | 0  | 0 |         |    |   |

million      thousand

112

P113

How to write the number

Twenty four **million**  
three hundred **thousand**  
one hundred ninety eight

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |
| 2       | 4  |   | 3       | 0  | 0 | 1       |    |   |

million      thousand

113

P114

How to write the number

Twenty four **million**  
three hundred **thousand**  
one hundred ninety eight

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |
| 2       | 4  |   | 3       | 0  | 0 | 1       | 9  |   |

million      thousand

114

P115

How to write the number

Twenty four **million**  
three hundred **thousand**  
one hundred ninety eight

|         |    |   |         |    |   |         |    |   |
|---------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|
| 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 | 100     | 10 | 1 |
| hundred | ty |   | hundred | ty |   | hundred | ty |   |
| 2       | 4  |   | 3       | 0  | 0 | 1       | 9  | 8 |

million      thousand

115

P116

Practice writing the number

(1) Two hundred million sixty six thousand two hundred fifty

116

P117

Practice writing the number

(1) Two hundred **million** sixty six **thousand** two hundred fifty

117

P118

Practice writing the number

(1) Two hundred **million** sixty six **thousand** two hundred fifty

118



P119

Practice writing the number

(1) Two hundred million  
sixty six thousand  
two hundred fifty

119

P120

Practice writing the number

(1) Two hundred million  
sixty six thousand  
two hundred fifty

120

P121

Practice writing the number

(1) Two hundred million  
sixty six thousand  
two hundred fifty

121

P122

Practice writing the number

(1) Two hundred million  
sixty six thousand  
two hundred fifty

122

P123

Practice writing the number

(1) Two hundred million  
sixty six thousand  
two hundred fifty

123

P124

Practice writing the number

(1) Two hundred million  
sixty six thousand  
two hundred fifty

124

P125

Practice writing the number

(1) Two hundred million  
sixty six thousand  
two hundred fifty

125

P126

Practice writing the number

(2) Sixty million one hundred forty five thousand eight hundred three

126

P127

Practice writing the number

(2) Sixty million one hundred forty five thousand eight hundred three

127

P128

Practice writing the number

(2) Sixty million one hundred forty five thousand eight hundred three

128

P129

Practice writing the number  
(2) Sixty million one hundred forty five thousand eighty three

|   |   |   |         |   |   |          |  |  |  |
|---|---|---|---------|---|---|----------|--|--|--|
| 6 | 0 | , | 1       | 4 | 5 | ,        |  |  |  |
|   |   |   | million |   |   | thousand |  |  |  |

129

P130

Practice writing the number  
(2) Sixty million one hundred forty five thousand eighty three

|   |   |   |         |   |   |          |   |   |   |
|---|---|---|---------|---|---|----------|---|---|---|
| 6 | 0 | , | 1       | 4 | 5 | ,        | 0 | 8 | 3 |
|   |   |   | million |   |   | thousand |   |   |   |

130

