

南 華 大 學

資訊管理學系

碩士論文

從腦波觀點探討國小四年級學生閱讀理解能力
之研究

Research on reading comprehension for fourth
grade students in the elementary school by
electroencephalography

研 究 生：謝淑麗

指 導 教 授：洪銘建

中 華 民 國 106 年 12 月

南 華 大 學

資訊管理學系

碩 士 學 位 論 文

從腦波觀點探討國小四年級學生閱讀理解能力之研究

Research on reading comprehension for fourth grade students in
the elementary school by electroencephalography

研究生：謝淑麗

經考試合格特此證明

口試委員：蕭敏如
陳明裕
洪銘建

指導教授：洪銘建

系主任(所長)：周心

口試日期：中華民國 106 年 12 月 10 日

南華大學碩士班研究生

論文指導教授推薦函

資訊管理系碩士班 謝淑麗 君所提之論文
從腦波觀點探討國小四年級學生閱讀理解能力
之研究

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授

洪銘建

106年12月24日

南華大學資訊管理學系碩士論文著作財產權同意書

立書人：謝淑麗之碩士畢業論文

中文題目：從腦波觀點探討國小四年級學生閱讀理解能力之研究

英文題目：Research on reading comprehension for fourth grade students
in the elementary school by electroencephalography

指導教授：洪銘建 博士

學生與指導老師就本篇論文內容及資料其著作財產權歸屬如下：

- 共同享有著作權
- 共同享有著作權，學生願「拋棄」著作財產權
- 學生獨自享有著作財產權

學生：謝淑麗 (請親自簽名)

指導老師：洪銘建 (請親自簽名)

中華民國 106年 12月 24日

謝 誌

我喜歡閱讀，只要有空，就會抱著書本猛啃，但是讀碩士，從來沒列入我的生涯規畫，直到服務學校的教務處秀琴學姊的鼓勵，我才成為教務處年紀最資深卻是最嫩的南華學妹。

經歷研究所的學習，自己在各方面成長許多，完成這份論文，心裡除了充滿喜悅，更充滿感激。論文初成，感謝陳萌智博士、蕭紋旭博士，對論文初稿之詳細審閱，並撥冗審查，在此致上最深之謝意。

在碩士專班的求學過程中，首先要非常感謝我的指導教授洪銘建老師的悉心教導及鼓勵，不管在研究內容或研究方法上，除了教導我專業知識外，還提供了許多不同的視野與課外學習，碩士論文是他提供了我新的思考及方向，嘗試將教學和最新科技結合。同時要謝謝萌智老師在施測儀器及統計方法上的協助，也要謝謝碩士班資沂同學教會我腦波儀的使用及學生腦波原始資料的擷取及記錄。

在進修的這段時間，要非常感謝我的同學瓊惠老師，總是帶著我一齊往前邁進，更要感謝服務學校的振章主任、秀琴、育泰、珮君、威龍主任等學長，對我在行政及學習生活上的關懷與叮嚀。感謝所有研究所的同學，因為有你們的陪伴，讓這一年半的碩士生活多采多姿，充滿許多回憶，一起努力的感覺很棒，我會永遠記在心裡。

另外，特別感謝參與此論文的所有老師及小朋友，由於你們熱情的貢獻專業及經驗，讓此論文內容更加完整。最後，最最要感謝的是我親愛的老公義騰，在校務繁忙中仍不厭其煩地陪伴及耐心指導，三位兒女提供最新的資訊，讓我的論文能如期完成，你們是我成長的動力，能順利完成碩士學位，感謝你們，願將此刻愉悅及感恩的心情與你們分享。

謝 淑 麗 謹誌

106.12.10

從腦波觀點探討國小四年級學生閱讀理解能力之研究

學生：謝淑麗

指導教授：洪銘建

南華大學資訊管理學系碩士專班

摘要

長久以來台灣的教育基於升學文化的傳統壓力，強調學科考試，學生被迫只能死背知識，而新進課程改革的重點，希望學生經由閱讀理解能力，學習批判思考和解決問題的能力，面對瞬息萬變的世界，才能隨機應變，因此閱讀理解能力至為關鍵。

本研究旨在從腦波觀點探討國小四年級學生的閱讀理解能力，希望從學生個體角度出發，結合使用 NeuroSky 公司開發的腦波儀等科技，針對學生在閱讀和測驗時，腦波專注度與放鬆度變化情形，並配合學生學習背景和問卷等相關資料進行分析，以進一步探討國小四年級學生的閱讀理解能力議題。

為使研究能更嚴謹周延，也方便比較，本研究採用 PIRLS 國際測驗所使用的文本和理解測驗問題本為準，挑選故事體和說明文各一篇文章，分別為「敵人餡餅」和「太空漫步」，恰好符合語文和科學屬性。

研究樣本學生採便利性抽樣，以嘉義市某國小四年級 20 位學生為樣本，其中男生 11 人，女生 9 人，逐一測試對故事體和說明文等

不同文體學習素材，閱讀、測驗時腦波專注度和放鬆度的變化情形，研究結果發現：

- 一、腦波(含專注度、放鬆度等)反應，有一定模式和數值分佈。
- 二、腦波受閱讀或測驗等不同的學習行為的影響較大，受閱讀不同文體的內容影響較小。
- 三、比起閱讀，測驗能更有效維持長時間專注度不減弱。
- 四、腦波專注度達一定數值後，就不是閱讀理解能力的關鍵。
- 五、性別、智商等個人變項與腦波反應沒有相關性，但與閱讀理解測驗成績有顯著相關性；同一班級內，成熟度(生理年齡)則和腦波反應與成績皆沒有相關性。
- 六、關於閱讀理解測驗成績(不分文體)與學生各科學期成績之相關性，皆以國語為最高，以數學為最低；其中，故事體與社會科成績之間有第二高的相關性；而說明文體則和自然科成績之間有第二高的相關性。

關鍵字：腦波、閱讀理解能力、專注度

Research on reading comprehension for fourth grade students in the elementary school by electroencephalography

Student : HSIEH, SHU-LI

Advisor :Dr. HUNG, MING-CHIEN

Department of Information Management
The M.I.M Program
Nan-Hua University

ABSTRACT

The importance of academic testing has been excessively emphasized for many decades in Taiwan due to its traditional credentialism in the education system, which demands students learning by mechanical memorizing knowledge. The recent curriculum reforms focus on helping students develop critical thinking skills and problem solving skills through improving their reading comprehension, in order to cope with today's rapidly changing world. In this regard, we think that reading comprehension is extremely crucial.

This study aims to investigate the reading comprehension of fourth-grade students in an elementary school in Taiwan through studying brain waves. We conducted the research by monitoring individual students' brainwave activities when they were reading and taking tests, recording their "intensity of attention" and the level of "mental relaxation" with mobile electroencephalography(EEG) biosensor devices, such as MindWave and MindWave Mobile EEG headsets developed by NeuroSky technologies. In addition, we also analyzed and compared the

fluctuations of brainwave activities along with the individual student's educational background variables and relating questionnaires, for furthering research on the issue of reading comprehension.

This study adopts the reading comprehension passages and question sets from the Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS), to make the study as rigorous and exhaustive as possible, as well as to draw a comparison between the two different types of passages and the results.

One literary passage, "Enemy Pie" and one informational passage, "Spacewalking" were selected, which belonged to the subjects of language arts and science respectively.

This study adopted convenience sampling to pick 20 students (11 boys, 9 girls) from one class with consents of their custodians in an elementary school in Chiayi City, Taiwan.

Each student's fluctuations of brainwave activities regarding "intensity of attention" and the level of "mental relaxation" were monitored and recorded respectively when they were reading passages of different style, including literary, informational respectively. The study results reveal that:

1. There are certain patterns and numeric distributions in brainwave activities (including "intensity of attention" and the level of "mental relaxation").
2. Fluctuations of brainwave activities are more closely correlated to different learning behaviors (e.g., reading or testing) than reading different types of passages.

3. Compared with reading, taking tests sustains a student's attention for a longer time.
4. Once the "intensity of attention" indicated by brainwave measure reaches a certain threshold, it will no longer be a crucial factor for reading comprehension.
5. Individual variables, such as: gender, and intelligence quotient (IQ) are not correlated to changes of brainwave activities, but are significantly correlated to reading comprehension test scores. However, within the same class, different levels of maturity (chronological age) are not correlated to fluctuations of brainwave activities.
6. Regarding the correlation between the reading comprehension test scores (of both the literary and informational passages) and the students' academic performance in different subjects, Mandarin has the highest correlation while mathematics shows the lowest correlation. Moreover, academic performance in social science has the second highest correlation with reading comprehension test scores of the literary passage, and academic performance in science has the second highest correlation with reading comprehension test scores of the informational passage.

Keyword : Brain waves, Reading comprehension, Attention

目 錄

論文指導教授推薦書.....	I
博碩士論文授權書.....	II
謝誌.....	III
中文摘要.....	IV
英文摘要.....	VI
目錄.....	IX
表目錄.....	XI
圖目錄.....	XIV
第一章、緒論.....	1
第一節 問題背景與重要性.....	1
第二節 研究動機與目的.....	2
第三節 研究問題.....	6
第四節 研究方法與步驟.....	7
第五節 名詞釋義.....	8
第六節 研究限制.....	10
第二章、文獻探討.....	11
第一節 閱讀理解能力的探討.....	11
第二節 專注力的內涵.....	27
第三節 促進國際閱讀素養研究.....	31

第四節 腦波介紹.....	37
第三章、研究設計與實施.....	46
第一節 研究設計.....	46
第二節 研究對象.....	49
第三節 研究工具.....	50
第四節 實施程序.....	54
第五節 資料處理與統計.....	59
第四章、研究結果與討論.....	63
第一節 閱讀和測驗腦波專注度分析.....	63
第二節 閱讀和測驗時腦波放鬆度分析.....	79
第三節 腦波專注度與時間的關係.....	92
第四節 閱讀理解測驗成績分析.....	102
第五章、結論與建議.....	113
第一節 結論.....	113
第二節 建議.....	121
參 考 文 獻.....	126
一、中文部分.....	126
二、西文部分.....	137
附錄一：家長同意書.....	141
附錄二：學生閱讀資料問卷調查.....	142

表 目 錄

表 2-1-1 閱讀理解策略成分與年級對照表.....	18
表 2-1-2 識字與詞彙策略成分與年級對照表.....	19
表 2-1-3 PIRLS 閱讀理解歷程表.....	25
表 2-2-1 專注力類型	29
表 2-3-1 題目依閱讀目的、閱讀理解歷程及文體的分配表.....	34
表 2-4-1 eSense 參數數值狀態	41
表 2-4-2 腦波儀研究在教育領域之應用.....	43
表 3-3-1 eSense 狀態表	51
表 3-4-1 研究用閱讀理解測驗文本初選結果一覽表.....	55
表 3-4-2 研究用閱讀理解測驗文本複選結果一覽表.....	55
表 3-4-3 樣本學生基本資料.....	57
表 4-1-1 不同文體閱讀時專注度差異顯著性分析.....	65
表 4-1-2 全體學生不同文體閱讀時專注度相依樣本 t 檢定摘要表	65
表 4-1-3 不同文體測驗時專注度差異顯著度分析.....	67
表 4-1-4 全體學生不同文體測驗時專注度相依樣本 t 檢定摘要表	67
表 4-1-5 故事體閱讀和測驗時專注度差異顯著性分析.....	69
表 4-1-6 故事體閱讀和測驗專注度相依樣本 t 檢定摘要表.....	69
表 4-1-7 說明文閱讀和測驗專注度差異顯著性分析.....	71

表 4-1-8 說明文閱讀和測驗專注度相依樣本 t 檢定摘要表.....	71
表 4-1-9 不同文體閱讀時達一定專注度數值時間比率比較一覽表	73
表 4-1-10 不同文體測驗時達一定專注度數值時間比率比較一覽表	75
表 4-2-1 不同文體閱讀時放鬆度差異顯著性分析	80
表 4-2-2 不同文體閱讀放鬆度相依樣本 t 檢定摘要表.....	80
表 4-2-3 不同文體測驗時放鬆度差異顯著性分析.....	81
表 4-2-4 不同文體測驗放鬆度相依樣本 t 檢定摘要表.....	82
表 4-2-5 故事體閱讀和測驗時放鬆度差異顯著性分析.....	83
表 4-2-6 故事體閱讀和測驗放鬆度相依樣本 t 檢定摘要表.....	83
表 4-2-7 說明文閱讀和測驗放鬆度差異顯著性分析.....	84
表 4-2-8 說明文閱讀和測驗放鬆度相依樣本 t 檢定摘要表.....	85
表 4-2-9 不同文體閱讀時達一定放鬆度數值時間比率比較一覽表	87
表 4-2-10 不同文體測驗時達一定放鬆度數值時間比率一覽表 ...	88
表 4-3-1 每位學生閱讀故事體時前、中、後段時間專注度差異性分 析.....	95
表 4-3-2 每位學生閱讀故事體各段時間平均值變異數分析摘要表	95
表 4-3-3 每位學生閱讀說明文時前、中、後段時間專注度差異性分 析.....	96
表 4-3-4 每位學生閱讀說明文各段時間平均值變異數分析摘要表	97

表 4-3-5 每位學生故事體測驗時前、中、後段時間專注度差異性分析.....	98
表 4-3-6 每位學生說明文測驗各段時間平均值變異數分析摘要表	99
表 4-3-7 每位學生說明文測驗時前、中、後段時間專注度差異性分析.....	100
表 4-3-8 每位學生說明文測驗各段時間平均值的變異數分析摘要表.....	101
表 4-4-1 故事體閱讀、測驗專注度和時間與成績的關係.....	103
表 4-4-2 說明文閱讀、測驗專注度和時間與成績的關係.....	104
表 4-4-3 受測學生文章偏愛及性別一覽表.....	105
表 4-4-4 男女學生閱讀理解測驗成績比較表.....	106
表 4-4-5 閱讀理解測驗成績與學生學期成績皮爾森相關性分析.	107
表 4-4-6 閱讀理解測驗成績與學生喜愛文章分析.....	110
表 4-4-7 學生喜愛閱讀文本的理由.....	111

圖目錄

圖 2-1-1	Gagné 的閱讀理解模式.....	22
圖 2-3-1	PIRLS 2011 整體調查架構.....	33
圖 2-4-1	NeuroSky 公司的 MindWave 腦波耳機	40
圖 2-4-2	MindWave 腦波耳機腦波評測系統軟體畫面	40
圖 3-1-1	研究範疇示意圖.....	47
圖 3-3-1	腦波專注度測量波動示意圖(以編號 1 閱讀故事體為例). 51	
圖 3-3-2	腦波放鬆度測量波動示意圖(以編號 1 閱讀故事體為例). 52	
圖 3-3-3	學生腦波測試全景及全程錄影畫面	53
圖 3-3-4	腦波儀與電腦連線隨時記錄腦波變化畫面	54
圖 4-1-1	各腦波測量達各專注度數值時間比率關係圖	77
圖 4-2-1	各腦波測量達各放鬆度數值時間比率關係圖	91
圖 4-3-1	每位學生在閱讀故事體前、中、後期，腦波專注度變化情形.....	92
圖 4-3-2	每位學生在故事體測驗前、中、後期，腦波專注度變化情形.....	93
圖 4-3-3	每位學生在閱讀說明文前、中、後期，腦波專注度變化情形.....	93
圖 4-3-4	每位學生在說明文測驗前、中、後期，腦波專注度變化情形.....	94

第一章、緒論

基於對研究問題背景及研究過程了解的重要性，本章共分六節，分別為問題背景與重要性、研究動機與目的、研究問題、研究方法與步驟，名詞釋義、研究限制，以下就各節詳細說明。

第一節 問題背景與重要性

長久以來台灣的教育受到升學文化傳統壓力的影響，我們的學生被迫只能考試，只會死背知識，淪為背誦知識的機器，而民國 93 年實施的九年一貫課程改革的重點，強調教會學生帶得走的能力，希望學生經由閱讀理解能力，學習批判思考、反思及解決問題的能力，面對瞬息萬變的世界，才能有隨機應變的能力。為此，教育部於民國 103 年 11 月 28 日頒定「十二年國民基本教育課程綱要總綱」，主張的教育願景是：我們的每一位孩子都是不一樣的獨特個體，各自擁有多元智慧與性向；在知識快速變遷時代，須學會如何學習。因此，為了提升孩子的學習興趣及終身學習能力，教育部(2014)提出「成就每一個孩子—適性揚才、終身學習」的課程願景。

聯合國教科文組織 UNESCO 於 1996 年提出:未來人類要能適應社會變遷的需要，必須進行四種基本的學習，包括學會學習知識(Learning to Know)、學會做事(Learning to Do)、學會與人相處(Learning to Live together)、學習發展(Learning to Be) 等，是為終身學習的四大支柱，被視為學習型社會的重要基礎，成為全世界教育工作戮力推動的重點方向。其中，學會學習知識，更是學習支柱的核心，

是通往終身教育的途徑，是激發個人終身學習的動力，也是終身學習的基礎與憑藉（張美貞，2010）。基於這樣的主張，許多國家皆提出基礎教育改革的方向，重點在於使學生「學會學習」，要讓學生「學會學習」，語文是關鍵的因素（香港大學教育學院，2008）。閱讀不僅是一項重要的基本能力，也是各學科領域學習的基礎，閱讀能力不佳，影響的不僅是語文學科方面的表現，往往也會影響到其他學科領域的學習（蘇宜芬，2004）。

世界各國參與 PIRLS 計畫，其目的是為了可以瞭解本國與世界各國家或地區小學四年級學生的閱讀理解能力（香港大學教育學院，2008），且與其他國家與地區學生的閱讀能力比較（特別是華人地區）也頗為重要，可掌握臺灣小學生在國際上的閱讀能力水平，作為學校校本課程與教育當局制定教育政策的參考。

PIRLS 計畫的推動有其意義和重要性，但細觀 PIRLS 內涵，仍然是一種比較偏「大數據」的研究，對學生個別個體的關注較少，因此本研究希望從學生個體的角度出發，結合腦波儀等新科技發展，著眼於腦波與學習專注力的研究，進一步探討國小中級學生的閱讀議題。

第二節 研究動機與目的

壹、研究動機

基於對上述問題背景與重要性的理解，研究者希望透過腦波測量，研究探討國民小學四年級學生閱讀學習問題，特別是腦波儀的使用，在教育應用上仍屬較新研究範疇，期能有助於未來閱讀教學和學生學習，本研究動機如下：

一、基於對國民小學中年級學生閱讀教學的關注

當今社會，資訊的產生與流通益形多元且複雜，閱讀的載體、形式雖多有改變，但閱讀重要性卻有增無減，培養國民具備適當閱讀素養已成為當今各國教育重要課題（黃鴻博，2014）。特別是國小中年級學生閱讀能力，更是影響孩子未來的發展的關鍵。據「全球學生閱讀能力進展研究（PIRLS，2001）」研究指出，學生在約9歲（即小學四年級左右）開始，便從「學習閱讀」的階段轉變到「透過閱讀學習各科知識」的階段（香港大學教育學院，2008）。這也是PIRLS特別關注，並以小學四年級學生為研究對象的主要原因。研究者從實際教學經驗中也發現，國小四年級以前，學生的學習的差異性較少，上了高年級，學習程度落差間距拉大。從學理上來看，9歲以前是兒童發展閱讀能力的過渡期，在這過渡期，學生學習閱讀的方法，並開始透過閱讀來學習；10-13歲的兒童通過閱讀，大量吸收知識；13歲以上的青少年以功能性閱讀為主，能因應不同的需要，閱讀不同類型的文章（香港大學教育學院，2008），促成學生個體的學習成長。

身處二十一世紀的知識社會，閱讀力是決定個人競爭力的關鍵核心。面對充斥氾濫的文書資訊，閱讀能力越強的人，越有能力蒐集、理解、判斷資訊，並運用資訊，才能有效參與現代社會的複雜運作（黃聲儀，2014）。理論上，國小三年級以前要習得閱讀所需要的能力，包括識字、有基本的文體概念和理解。國小四年級以後，便可透過閱讀學習（柯華葳等，2009）。

美國教育部：學生如未能於在學的首三年「學會閱讀」，到了要「從閱讀中學習」時便會遇到很大的困難，教懂學生在三年級完結的時候「學會閱讀」，是基礎教育最重要的任務。學生在校內首三年「學會閱讀」，發展解釋書寫的能力；自四年級起，求學的目的有所不同，其中之一是更複雜、更高要求的高思維技能，如果這個時候仍未發展出有效的閱讀技能，則語文、歷史、數學、時事、琳瑯滿目的文學作品、科學都變得高不可攀了（陳昭珍，2017）。因此小學中年級是學習能力培養的關鍵時期，國小四年級更是檢視該項能力的重要時刻，故此時學生的閱讀能力和習慣，特別值得重視和研究。

二、希望能從腦波等生理現象探討更深層的閱讀問題

現在有關閱讀的研究，仍多以所呈現的表象或學生的敘述去探討分析，有了腦波儀這項利器，採集大腦產生的生理訊號更為方便，經透過最原始生心理現象，了解大腦運作情形，將更直接、有效率，也不會被研究對象刻意隱蔽，而失真，將可進一步探討更深層的閱讀問題。當然大腦運作及機制相當複雜，腦波訊號也複雜多變，以目前的科技發展，利用腦波儀所測的專注力和放鬆度是否能將相關大腦活動完整呈現雖不無可議，唯目前測量結果也經實證有其意義，但是否即為其全貌，恐怕仍深不可知，在目前情況下，即使是局部的訊息理解，其仍有助於對大腦和閱讀有更進一步的了解。

但隨著科技的發展，以腦波等生理反應來研究學習議題，並據以提出教育可行模式幾已成為研究趨勢，以上述

Mindset 腦波儀專注力的測量而言，透過能夠立即紀錄與直接呈現腦部運作歷程，可用於專注力的檢測與訓練，提供教學者應用。因此若能善用腦波等生理現象探討較深層的閱讀問題，不僅有助閱讀問題的了解，更能以非侵入式檢測方式，找到進一步資訊有效閱讀。李嘉誠說：「在閱讀的過程中，我深深感受到知識改變命運」。閱讀具有改變命運的神奇力量！（黃聲儀，2014）。會閱讀的國民透過文字，迅速掌握知識與訊息，國家競爭力自然增加。因此國民的閱讀力即是國力（柯華葳等，2009）。近年來國際評比教育競爭力都以國民閱讀能力和素養為重要指標。「閱讀素養表現」的評量結果，已經成為國際評比教育競爭力的關鍵能力指標，閱讀素養對學生學習成就與社會發展的影響相當深遠（陳木金、許瑋珊，2012）。

台灣從 2006 年起分別加入兩項國際閱讀評比「PISA」和「PIRLS」等測驗，結果顯示台灣學生高層次的閱讀能力明顯不足，缺乏對訊息統整、詮釋並加以反思批判的能力。這給教育界帶來極大的震撼，顯見追求標準答案，強調精熟與反覆練習的教育模式，已不能因應未來的挑戰，必須重新思考「語文教育」（黃聲儀，2014），甚至整個教育的目標與定位。在教育環境與結構無法立即改變下，仍見許多懷抱熱忱的老師，孜孜矻矻的蒐羅閱讀篇章，並模擬 PIRLS 等題型編製學習單，為提升學生的閱讀力而努力（商業周刊，2014）。本研究希能探討更有效的閱讀學習和教學作為的建議，協助教師有效教學，也協助學生更具備完整閱讀理解能力。

貳、研究目的

基於上述之動機，本研究透過腦波儀等輔助進行研究，期能進一步探討國民小學四年級學生閱讀理解問題，裨益未來閱讀教學推動，本研究具體目的如下：

- 一、探討學生閱讀和測驗時，腦波專注度和放鬆度等變化情形；
- 二、了解閱讀不同主題素材（如語文、自然科學類等）時，腦波專注度和放鬆度的變化情形；
- 三、探討學生腦波專注度與閱讀、測驗時間的變化關係；
- 四、分析個人變項（如性別、以往學習成績、對科目喜愛度等）對閱讀時腦波的關係為何；
- 五、探究影響閱讀理解能力（成績）的學生特質因素（如專注力、以往學習成績、智商、性別等）影響；
- 六、根據研究結果，提出提升國小學生閱讀理解能力的教學建議。

第三節 研究問題

為達到以上研究目的，本研究待答問題如下：

- 一、學生閱讀和測驗時，腦波專注度、放鬆度與時間的關係為何？
- 二、閱讀不同主題素材（如語文、自然科學類等）時，腦波專注力（放鬆度）的變化情形為何？
- 三、分析個人變項（如性別、以往學習成績、對科目喜愛度等）對閱讀時腦波專注力（和放鬆度）的關係為何？
- 四、探討影響閱讀理解能力（成績）的學生特質因素（如專注力、智商、性別等）為何？
- 五、提升學生閱讀理解能力的教學策略建議為何？

第四節 研究方法與步驟

為達到上述研究目的，本節根據前述之研究動機、研究問題及相關文獻探討等，透過文獻分析，並以國小四年級學生為研究對象，本研究中主要採用實驗研究進行，並輔以問卷調查及內容分析，研究方法簡述如下：

壹、實驗研究

本研究結合腦波儀，採實驗方式進行，但因實際考量以班級為抽樣對象，屬於自然形成的完整團體，由於無法做到教室及班級的隨機選擇和隨機分配，故以準實驗研究法方式進行（徐振邦、梁文綦、吳曉青、陳儒晰，2006：p339-369），以符應實際教室情境。

貳、問卷調查

為了更深入了解受測國小四年級學生的閱讀學習相關資訊，本研究擬再透過自我陳述或問卷進行調查，以利進一步分析提供了解實況（林生傳，2003:p153），蒐集所需資訊，協助本研究進行。

參、內容分析

本研究延續 PIRLS 研究，以內容分析法分析（王文科，1995）PIRLS 歷年文本和測驗，以蒐集建構適合使用的閱讀文本和測驗素材，並分析受測學生對讀本文字和詞彙識字情形，提供進一步研究分析所需。

本研究進行步驟如下：

- 一、蒐集並閱讀相關文獻，進行文獻探討；
- 二、確認研究對象，並取得同意；
- 三、修訂準備閱讀文本和閱讀測驗素材；
- 四、規畫實驗流程並安排進行預試；
- 五、進行閱讀和測驗時腦波測試；
- 六、實驗數據建檔與統計分析；
- 七、實驗結果分析與討論；
- 八、提出研究結論與建議。

第五節 名詞釋義

壹、腦波

依維基百科說明，人腦中有許多的神經細胞在活動著，而成電器性的變動，即電器性的擺動存在。而這種擺動呈現在科學儀器上，看起來就像波動一樣，可以說它是由腦細胞所產生的生物能源，或者是腦細胞活動的節奏。每一個人，每一天、每一秒，不論在做什麼，甚至睡覺時，我們的大腦都會不時的產生「電流脈衝」。這些由大腦所產生的電流脈衝，稱之為「腦波」。

本研究所稱腦波，係由 NeuroSky 所生產 MindSet 耳機係透過幹態電極傳感器，採集大腦產生的生理訊號，並將這些採集的信號送入 ThinkGear 晶片，ThinkGear 會將混雜在信號中的雜訊以及運動產生的擾動訊號濾除，並將有用信號進行放大，之後通過 NeuroSky eSense 專利演算法，解讀出使用者當前精神狀態的 eSense 參數，並可輸出至電腦 (NeuroSky, Inc., 2011)。本研究利用 MindSet 耳機偵測實驗對象的腦波，並取得 eSense 量化後所得之專注力數值，作為資料分析之用。

貳、閱讀（理解）能力

一般將閱讀能力的定義為：具備理解、運用、反思生活中各種資訊，從中學習，以實現個人目標、增進知識並發揮潛能，參與未來社會的能力（IALS、PISA、PIRLS）（陳昭珍，2017）。

九年一貫課程綱要的能力指標中，國語文分段能力指標之閱讀能力，指出第一階段（1—3 年級）閱讀能力指標包含：能讀懂課文內容、了解文章的大意、能培養閱讀的興趣，並培養良好的閱讀習慣及態度、能喜愛閱讀課外（注音）讀物，進而主動擴展閱讀視野、能理解在閱讀過程中所觀察到的訊息、能提綱挈領、概略了解課文的內容與大意、能掌握基本閱讀的技巧、學會用自己提問，自己回答的方法，幫助自己理解文章的內容。

由上可知，閱讀能力的核心仍在理解能力，本研究所稱閱讀（理解）能力，係延續 PIRLS 研究，由受測學生閱讀讀本後，所做測驗成績評定所得。

參、專注力與放鬆度

專注力（Attention）是影響學習成效很多關鍵因素之一，在認知心理學中，專注力與學習的關係是非常密切的，沒有專注力就沒有辨識、學習與記憶（鄭昭明，2006）。

本研究所稱專注力與放鬆度測量，係利用 NeuroSky（神念科技）所開發的 Mindset 耳機偵測，同步擷取腦波訊號經過轉換分析通過 NeuroSky eSense 專利演算法，解讀出使用者當前精神狀態的 eSense 參數，瞭解學生的專注力等變化狀況（NeuroSky, Inc., 2011）。所呈現數值主要包括專注指數和放鬆指數等。

第六節 研究限制

本研究旨在透過腦波測量探討學生閱讀問題，在研究方法和過程上雖力求嚴謹，但限於經費、人力和時間等因素，產生如下研究限制：

壹、樣本選擇上的限制

本研究以嘉義市某一國民小學四年級某一班級同學為樣本，無論從班級選擇，或擇定班級後，因需取得學生和家長同意，樣本選擇上恐難周全，加上因測試時間費時，樣本人數不宜太多，因此能否真實代表實際情形，確實值得商榷。由於研究者所能接觸的研究對象有限，因此樣本較缺乏代表性（黃寶園，2006：p362），雖說，根據有大規模樣本的 PIRLS 研究報告指出，學校所提供的資源以及教師教學方式與策略上，各校間差異不大，顯示出臺灣教師和學校所提供的閱讀教學和閱讀環境是接近的（PIRLS2011：95），但其間差異性不可謂全然沒有，由於受限於客觀條件，只能採取一個班學生進行測試，而無法採用更多樣本比較分析，自有其缺憾。

貳、腦波儀所測結果準確性的疑慮

腦波是人類天生擁有的資產，隨著科技進步，許多穿戴式的人體生理徵兆感測裝置應用也趨於成熟且成本低廉；但採用腦波感測科技的關鍵性應用尚在萌芽發展中（張郁閔，2015），仍有許多不及處。大腦運作及機制相當複雜，腦波訊號也複雜多變。本研究使用 Mindset 腦波儀，利用 NeuroSky eSense 專利演算法解讀出使用者當前精神狀態的 eSense 參數，所測的專注力和放鬆度（林育如，2012）是否能將相關大腦活動完整呈現，不無可議。從科學研究方法，經實證有其意義，但是否即為其全貌，恐仍深不可知，仍待進一步探究。

第二章 文獻探討

本研究的目的是在探討「從腦波觀點探討國小四年級學生閱讀理解能力之研究」，故本章將針對其重要學理及實徵研究進行探究，以作為本研究之理論基礎。本章共分為四節，第一節探討閱讀理解能力的重要性、意涵與發展階段；第二節探討專注力的意義與類型；第三節針對「促進國際閱讀素養研究」進行介紹。第四節針對腦波的應用與相關研究進行彙整分析。

第一節 閱讀理解能力的探討

壹、閱讀理解能力的重要性

身處二十一世紀的知識社會，閱讀力是決定個人競爭力的關鍵核心。面對充斥氾濫的文書資訊，閱讀力越強的人，越有能力蒐集、理解、判斷資訊，並運用資訊，才能有效參與現代社會的複雜運作(黃聲儀，2014)。閱讀能力與個人競爭力息息相關，透過閱讀除了可以達到自我進修，以及吸收新知的目的外，更有助於提升個人多方面的能力與素養，閱讀也能夠陶冶性情，豐富個人的修養及內涵(林育如，2012)。同時，閱讀是各項學習的基礎，也是自學的必要手段，如果孩子「不懂」閱讀，那麼在未來將成為手足無措又沒有信心的人(孫明潔，2013)。一個愛書的孩子，必定有著更豐富的想像力與創造力，更重要的是，當閱讀成為一種嗜好之後，書將會是這個小朋友一生一世的好朋友，忠實地陪伴他長大(許慧貞 2001)。

世界主要先進國家也非常重視閱讀教育，美國自 1996 年開始，將每年 4 月定為「全國詩月」；1999 年，英國政府則是和民間共同發起「讀書年」的活動。每年的秋天，法國都會舉辦「讀書節」的活動，將閱讀擴大成為文化節慶活動。世界各國無不視閱讀為教育上重要的工程，培養高閱讀能力的學生，國家的未來才有競爭力（陳美鳳，2004）。因此國際間許多先進國家體認到閱讀的重要性，均將提升閱讀能力列為教育施政重點，紛紛大力推展閱讀活動(孫明潔 2013)。

美國先後推出「美國閱讀挑戰計劃」(America reads challenge) 以及「閱讀優先計畫」(Reading first) 推動閱讀，2009 年起，美國「衝頂計畫」(Race to the top) 更以提升閱讀能力為教育衝頂的指標之一；日本、加拿大等國亦都訂有「全國閱讀年」，並大力宣導「親子閱讀日」，於 PISA2000 及 PISA2003 連續兩屆評比獲得世界第一的芬蘭更於 2001 年 2004 年推動「閱讀芬蘭計畫」(Reading Finland)。綜前可見在強調人力資本競爭的知識經濟下，實施閱讀教育已深獲世界各國重視(教育部國民及學前教育署，2014)。

當先進國家都積極推廣閱讀來打破所有先天與後天的不平等，進而提升國民迎接未來的能力時，我們國家需要更多的努力。因此，台灣從 2006 年起積極參與「PISA」和「PIRLS」這兩項國際閱讀評比，希望透過了解台灣學生的閱讀理解能力，提升國家的人才競爭力。國際經濟合作暨發展組織(OECD)綜整國際評比教育競爭力的 PISA 報告(The Programme for International Student Assessment)指出：「閱讀」已成為國際教育競爭力重要的

關鍵能力指標(教育部國民及學前教育署，2014)。結果顯示台灣學生高層次的閱讀能力明顯不足，缺乏對訊息統整、詮釋並加以反思批判的能力(黃聲儀，2014)。

對學童來說，閱讀占去校內外學習活動的大部分時間，因此累積了一些閱讀的經驗，然而隨著教材的日漸複雜及內容組織的多樣化，則可能產生閱讀理解的問題(黃嶸生，2002)。閱讀在學校課程學習上占非常重要的角色，凡舉社會、科學、語言甚至數學和藝術等科目都需要閱讀來獲得知識和重要技能(Perfetti 和 Curtis，1986)因此累積豐富的閱讀經驗，並且運用閱讀策略來協助解決教材日漸複雜及內容多樣化而產生的理解問題，是目前學童在閱讀所必須具備的能力(楊清榮，2010)。培養閱讀能力並非一蹴可幾，學生要先「學會閱讀」(Learn to read)才能進一步「透過閱讀學習」(Read to learn)，享受閱讀的樂趣。要讓學生喜愛閱讀，需要策略與方法，老師的指導與引領，對學生極為重要(黃聲儀，2014)。

我國國民教育九年一貫課程總綱於民國 87 年 9 月公布，90 學年度開始實施。其中，語文課程目標強調激發學生廣泛閱讀的興趣，增進語文學習之廣度與深度，培養學生自學的能力。學生的語文能力影響所有學科之學習成效，而語文學習與閱讀能力是密切相關(葉淑美，2002)。

台灣見賢思齊，近年來大力推動一系列閱讀相關的政策：行政院文建會將 2000 年訂為「兒童閱讀年」(孫明潔，2013)。而我教育部自 90 至 92 年度推動為期 3 年的「全國兒童閱讀計畫」，政府與民間合作逐步投入資源於相關閱讀推廣活動，自 93 年至

97 年更進一步規劃「焦點三百一國民小學兒童閱讀推動計畫」，選定 300 所文化資源不足之焦點學校，加強圖書及人力資源的投入；95 年起推展「偏遠地區國民中小學閱讀推動計畫」，弭平城鄉差距並且培養兒童的閱讀習慣。從 97 年開始更擴大全面推動「悅讀 101—國民中小學提升閱讀計畫」，已成功帶動全國各國中小對閱讀的重視(教育部國民及學前教育署，2014)。

閱讀是一項非常重要的基本能力，也是各學科領域學習的基礎。學生閱讀能力不佳，不僅影響語文學科方面表現，往往也影響其他學科領域的學習，例如：由於閱讀能力薄弱而影響到對數學文字題題目的理解，或是對自然科、社會科課文的理解，進而影響這些學科的表現。由於閱讀能力在學習上的重要，所以一直受到心理學家與教育學者的重視（蘇宜芬，2004）。Olson 和 Gee(1991)認為以教科書來學習閱讀技能，可經由多次的學習經驗，建立起基本的文本學習架構和習慣，因為每位學生都有教科書，而且有不同文體的教科書，若經由不同學科的閱讀指導習得這些能力，不僅有助學生面對未來教科書的閱讀學習，也是達成終身學習的重要目標。根據 Woodward 和 Elliott(1990)針對青少年的研究，發現有 67%到 90%的學生並不能理解教科書的結構，所以 Flood 和 Lapp(1987)認為學科閱讀指導是滿足學習者需求的最直接的方式。

綜上所述，可見閱讀理解能力的重要，是學生各項學習的重要基礎，所以我們希望能透過對閱讀理解能力的研究，確實幫助學生學習。但對許多學生而言，在學校甚至連基本的教科書閱讀都有問題，閱讀理解能力有待提升。

貳、閱讀理解能力的意涵

「閱讀力即競爭力」，在全球化知識經濟浪潮下，國內教育正面臨一連串改革，培養學生具備帶著走的閱讀理解基本能力，快速掌握資訊，拋掉背不動的書包與繁雜教材（林清江，1998），已是刻不容緩的教育議題。依據《重編國語辭典修訂本》解釋（教育部，2015）：「閱讀」係指「閱覽誦讀」，「理解」係指「能以自己的口語、文字或其他符號，將已知的事實與原理、原則作成解釋」。教育部（2011）於在職教師閱讀增能研習手冊中提到：中文閱讀理解能力有「識字與詞彙能力」和「理解能力」兩種成分。柯華葳（2006）指出「閱讀理解能力」包含「認字能力」與「理解能力」兩個部分，學生閱讀的目的是要達到理解，而這需要基礎的認字能力及進階的理解能力。簡言之，「閱讀理解」是一種讀者與文章之間，彼此互動進而建構有意義認識的過程（曾陳密桃，1989），「閱讀理解能力」是指閱讀者掌握和運用所學語言知識，順利的完成閱讀文章、獲取書面信息的能力（馮國彩，2001）。

閱讀是一項複雜的認知歷程，所以需要介入更多高度複雜的能力，在讀者讀過文章後，能夠深入了解其字句意義及文章內容，此即閱讀理解（陳佳音，2005）。Gagné(1985)指出獲得閱讀理解能力之歷程包括四個階段：解碼、字面理解、推論理解、理解監控，在獲得能力過程中，閱讀者需要對閱讀之文本內容進行解碼與編碼（Medin，1992）。根據美國國家閱讀審議委員會（National Reading Panel, 2000）研究報告實證，可被訓練的閱讀理解能力包括：聲韻覺識、字母拼讀、流暢性、詞彙以及獲得閱讀理解能力之策略（教育部，2011）。謝美寶(2003)認為閱讀理解是讀者運用

先備知識建構自己所閱讀的文字，是一種讀者與作者間的對話。簡言之，閱讀的重要目的在於理解(教育部，2011)，閱讀能力是指在閱讀時對文本的理解力、分析力和判斷力(張琪惠譯，2010)，而理解力即是讀者運用已知的文字再認技巧，來辨別語言符號，再從文章中獲得意義的一種行為或能力。具備閱讀理解能力，學習將會更得心應手，因為閱讀理解能力是學習的最根本能力，也是學習其他學科的基礎(賴苑玲，2010)。

賓靜蓀(2013)指出 PISA 衡量「閱讀理解能力」的關鍵包含三個層次：從文本中找到所需的資訊；正確解讀資訊的意義；綜合歸納文本內容，能提出自己的觀點。PIRLS 認為評量閱讀理解的四種能力，分別為：1.直接提取文本訊息；2.直接推論文本內容；3.詮釋文本、整合觀念訊息；4.評論與批判文本內容。賴苑玲(2010)指出國內閱讀理解能力的測驗大部分的評量方式都是選擇題，並且評量內容也以閱讀技巧為主。

近年來許多研究者對閱讀歷程提出不同的看法，一般而言，都涵蓋認字 (Word recognition) 與理解 (Comprehension) 二個層面 (柯華葳，1993)，因此，總結而論，認字與理解是閱讀的必備條件；認字是理解的基礎，而理解是閱讀歷程的成果，是閱讀的最終目標 (胡永崇，2008)。

「閱讀」是當今學童進行學習的不可或缺工具，透過與生活的對話來獲得閱讀經驗，再經過文字和符號的學習，進而涵養孩子的閱讀能力 (高玉蓉，1993)。本研究閱讀理解能力係指國小四年級學生能運用自身的先備知識與經驗，配合閱讀情境，掌握並適時利用口語、文字等方式，正確詮釋文章內容的過程。

參、閱讀理解能力之發展

閱讀能力並非與生俱來，閱讀發展是從零歲持續到終生，伴隨著年齡或相關環境條件，不同階段有不同的發展任務，到了成人階段仍然不斷發展（陳信蕙，2016）。許多學者均曾提出閱讀理解能力的發展階段性的觀點，兒童閱讀理解能力的發展是由聽覺語言與口頭表達能力開始，接著才逐漸進入解碼識字、流暢閱讀、獨立閱讀、從閱讀中學習、實用閱讀等不同階段（謝婉詩，2008）。

Jeanne Chall 將閱讀理解發展分為六個階段（柯華葳，2006）：
1.階段零（出生~六歲）：前閱讀期、2.階段一（一~二年級）：識字期、3.階段二（二~三年級）：流暢期、4.階段三（四~八年級）：閱讀新知期、5.階段四（十四歲~十八歲）：多元觀點期、6.階段五（十八歲以上）：建構和重建期，前三期屬於「學習如何閱讀」(Learning to read)，後三期屬於「由閱讀中學習」(Reading to learn)（王瓊珠，2010）。

Duffy 亦將兒童閱讀能力發展分成五個階段（柯華葳，2006），分別為：1.閱讀準備期（幼稚園至小學一年級）、2.閱讀初始期（小學一至二年級）、3.閱讀展開期（小學二至四年級）、4.閱讀應用期（小學四年級至國二）、5.閱讀效能期（國中二年級以上）。

Gunning（1996）提出以下五個閱讀能力發展的階段：1.閱讀萌芽期（0至5歲）、2.閱讀初期（幼稚園至國小一年級）、3.獨立發展期（國小二至三年級）、4.由閱讀中學習（國小四至六年級）、5.抽象閱讀（國一以上）。

柯華葳（2013）依據閱讀理解能力發展階段性，並考量中文的特性，進一步提出閱讀理解策略之年級對照表，如表 2-1-1 與表 2-1-2 所示，以利教師能於教學時能依據學生的年齡和認知技能需要，培養學生因材施教的閱讀理解策略，有效引領學生學會更高層次的閱讀能力。

表 2-1-1 閱讀理解策略成分與年級對照表

策略/項目	教學要點	一年級	二年級	三年級	四年級	五年級	六年級以上
課文大意	重述故事重點	✓	✓				
	刪除/歸納/主題句			✓	✓		
	以文章結構寫大意				✓	✓	✓
推論	連結線索 (指示代名詞/轉折詞)/(句型)	✓	✓	✓			
	連結文本的因果關係/ (句型)	✓	✓	✓	✓		
	由文本找支持的理由/ (句型)			✓	✓	✓	✓
	找不同觀點(找反證) (句型)				✓	✓	✓
自我提問	六何法		✓	✓			
	有層次的提問				✓	✓	✓
	詰問作者						✓
理解監控	理解監控			✓	✓	✓	✓

資料來源：取自教育部國民及學前教育署「課文本位閱讀理解策略」工作小組（2013）

表 2-1-2 識字與詞彙策略成分與年級對照表

策略/項目	教學要點	一年級	二年級	三年級	四年級	五年級	六年級 以上
	形音連結	✓	✓	✓			
	部件辨識	✓	✓				
	組字規則		✓	✓			
	流暢性	✓	✓	✓			
	單一詞彙		✓	✓	✓		
	擴展詞彙	✓	✓	✓	✓		
	由文推詞義		✓ (新詞)	✓ (多義詞)	✓	✓	✓

資料來源：取自教育部國民及學前教育署「課文本位閱讀理解策略」工作小組（2013）

綜合上述學者的看法，可以清楚瞭解（陳信蕙，2016）：

1. 閱讀理解能力發展有階段性，會隨著年齡增加而逐漸進展。
2. 閱讀理解能力是一種可以持續發展的能力，即使到了成人階段仍會持續，但不是每個人都會發展到階段五。
3. 閱讀理解發展階段對於教學或評量都具有指標性的意義。
4. 區分閱讀理解發展階段之目的在於方便為不同能力的學生安排不同課程與教材，為的是要讓我們瞭解兒童閱讀發展的過程，而非是階段間界線分明（錡寶香，1999）。

九年一貫課程的精神在於：「課文本位的閱讀理解教學」，包括識字、詞彙和理解，依照年齡的發展，各年級都有其不同的學習成分、符應的策略運用，協助學生在閱讀理解上能更上一層樓。李宜嫻（2015）亦指出國小中年級學童正值「閱讀以學習」時期，是閱讀發展過程中的關鍵點，因此，教育現場的教師在進行閱讀教學的過程中，如果能依照學生的發展階段及其閱讀需求而實施閱讀活動，將能有效的增進學生的閱讀能力。

肆、閱讀理解的歷程

閱讀理解是一個複雜的認知歷程，是讀者與文本互動的歷程，讀者的背景不同對文本就會產生不同的反應，也會建構出不同的意義(Beach 和 Hynds,1996)。以下略述幾位學者對於閱讀理解歷程的觀點：

一、Pearson 和 Johnson (1978) 的閱讀理解三層次：

Pearson 和 Johnson (1978) 提出閱讀理解包含三個不同層次的理解(陳信蕙，2016)：

(一)、表層文意的理解 (Textually explicit)：

係指字面上的理解，在於解決文本中明確的問題，問題答案在文章中明白顯示，閱讀者能理解文本表面所提及的訊息，就可直接從文本中找出解答。

(二)、深層文意的理解(Textually implicit)：

係指推論上的理解，在於解決文本中所隱含的問題，問題答案雖自文本中，但閱讀者必須統整、摘要、精緻化文中的訊息，經過分析推論後，才能獲得解答。

(三)、涉入個人經驗的理解(Scriptually implicit)：

係指領悟的理解，在於解決須加入個人經驗的問題，問題答案不在文中，閱讀者必須結合與文章內容的相關先備知識或經驗，融會貫通文章中之意涵後，才能找出解答。

由上可知，閱讀理解歷程有層次高低之分，由字面理解到深入推論理解，最後結合個人經驗完全理解文章，越精熟閱讀理解的閱讀者，越能使用高層次的理解能力，並解決問題。

二、Gagné 的閱讀理解四層次

Gagné 依訊息處理論的觀點，將閱讀理解歷程分為以下四個層次(Gagné, 1985)，如圖 2-1-1。

(一)、解碼 (Decoding)：

係指「認字識義」(張春興, 2001)，也就是將文字符號辨認出來，並獲得意義(陳嘉陽, 2014)，是閱讀的基礎。解碼的過程中有「配對」(Matching)和「譯碼」(Recoding)兩種方式，其中「配對」是指閱讀者看到文字符號後，可立即從大腦長期記憶中配對出已學會相對應字義，進而能夠直接獲得理解。而「譯碼」是指閱讀者看到文字符號後，須先透過字音讀出，以字音為線索，從長期記憶中找到相對應的字義，也就是間接反應字義獲得理解的過程(陳怡琪, 2011)。

(二)、字義理解 (Literal comprehension)：

係指透過解碼後文字，進行選擇或辨認合適字彙意義，獲得意義的過程，包括「字義取得」(Lexical access)與「語法分析」(Parsing)兩種(黃筱雯、蔡家姍, 2004；洪月女、楊雅斯, 2014)。字義取得是指閱讀者在確認字音字形後，從長期記憶中搜尋聯結字彙的適當意義，進而瞭解文句意義的過程(陳佳音, 2005)。語法分析是指閱讀者透過分析據句子的語法及結構，依其適當關係組合，形成有意義概念，藉以瞭解句子意義的過程(廖晉斌, 2004)。

(三)、推論理解 (Inferential comprehension):

係指對文章內容深入了解其深層內涵或隱含主旨的歷程，其中包含統整 (Integration)、摘要 (Summarization) 與精緻化 (Elaboration)。「統整」是指整合連貫文章中的各種概念，以更加深入理解的文章意義，進而能夠發現句子間隱含的關係。「摘要」則是指在閱讀一段文章後，能歸納這段文字的主要概念並產生文章大意。「引申聯想」是指運用原有的先備知識，連結新知識，增進文章的相關訊息，進而產生新的經驗及新的概念 (蔡銘津，1995)。

(四)、監控理解 (Comprehension monitoring):

理解監控是指在閱讀歷程中，閱讀者是否瞭解自己正在閱讀什麼的覺察，是屬於一種後設認知 (Metacognition) 的歷程，也是屬於最高閱讀成分(邱上真、洪碧霞，1995)。其中包括：目標設定、策略選擇、目標檢視、和修正補強等四個歷程。

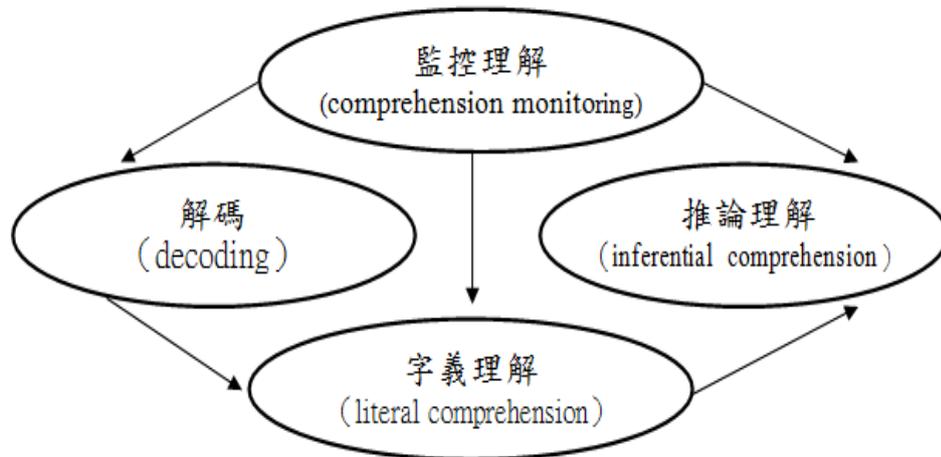


圖 2-1-1 Gagné 的閱讀理解模式

三、柯華葳的閱讀理解二層次

閱讀是一段歷程，可以分為低層次的「文本理解」和高層次的「深度理解」（柯華葳，2009）。

（一）、文本理解：

指的是文章說什麼就是什麼的理解，也就是文章表面意義上的理解。文本理解可增長知識，但僅止於「拷貝」作者提供的資訊，無助於知識的創新，屬於PIRLS 閱讀理解層次的直接理解層次。

（二）、深度理解：

深度理解需要讀者提取自身的背景知識，建構對文章較深層的理解，包括跳脫文章進行批判，超越了對文章本身的認識，也就是超越了文本理解，對文章重組、解釋、延伸、批判上有進一步的理解，屬於PIRLS 閱讀理解層次的解釋理解層次

在認字與理解的過程中，讀者從「覺知」自己讀得如何，到可以告訴自己如何做才能讀得更好的「自我監督」能力，是在閱讀中逐漸培養出來的，所以認字、理解、自我監督是閱讀歷程的三項重要成分(柯華葳，2006)。閱讀理解是指在閱讀過程中，讀者主動將文本提供的訊息整合成連貫一致的知識的表徵，因此閱讀後，讀者不會只留下文本表面的文字訊息，通常也能提取文本的主旨(柯華葳，2012)。

四、PISA 的閱讀理解三層次

國際學生能力評量計劃 (The Programme for International

Student Assessment, 簡稱 PISA)指出三個部份的閱讀歷程(臺灣 PISA 國家研究中心, 2010; 陳信蕙, 2016)。

(一)、擷取訊息 (Retrieve information):

涉及尋找、選擇和收集資訊。讀者須偵測或辨識問題的重要元素, 例如: 角色、地點、時間、場景、主題、字詞定義、特定觀點等, 再擷取適合的字面或同義的訊息。

(二)、統整與解釋 (Integrate and interpret):

涉及文本內部的統整, 瞭解文本各部份關係或加以推論, 包含形成廣泛理解與發展解釋兩個部分。形成廣泛的理解是以整體的觀點思考文本以形成廣泛普遍的理解。例如藉由標題來確認最初的理解, 或者描述故事主要場景或環境。發展解釋是對文本有明確、完整的解釋, 讀者需了解文本各部分的關係, 包括問題與解決方法、因果關係、分類與舉例、部分與整體的關係。解釋的過程中必須比較與對照文章訊息、連結訊息的關係、推論作者的意圖、做出結論、指出與列舉支持性的證據。

(三)、省思與評鑑 (Reflect and evaluate):

省思文本內容、文本的形式與特色等向度。涉及利用文本外在知識、想法和價值。在省思文本時, 讀者將知識或經驗與文本做關聯, 當評鑑文本時, 讀者不只利用個人的知識與經驗, 也利用內容為本或客觀知識的規範進行評斷。

五、PIRLS 的閱讀理解四層次

PIRLS 閱讀理解評量的目的在了解學生文學賞析及獲得與使用資訊的閱讀能力，並透過四個閱讀理解歷程，如表 2-1-3 所示，檢視學生的閱讀理解能力，其中，直接提取及直接推論歷程統稱為「直接理解歷程」。詮釋整合及比較評估歷程統稱為「詮釋理解歷程」。

表 2-1-3 PIRLS 閱讀理解歷程表

理解層次	說明	細項內容說明
1. 直接提取	讀者是否可以找出文中清楚寫出的訊息	<ol style="list-style-type: none"> 1. 找出與閱讀目標有關的訊息 2. 找出特定觀點 3. 搜尋字詞或句子的定義 4. 指出故事的場景（例如時間、地點） 5. 當文章明顯陳述出來時，找到主題句或主旨
2. 直接推論	讀者需要連結文中兩項以上訊息，進而得到結論	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推論出某事件所導致的另一事件 2. 在一串的論點後，歸納出重點 3. 找出代名詞與主詞的關係 4. 歸納文章的主旨 5. 描述人物間的關係
3. 詮釋整合	讀者需要提取自己已知的知識以便連結文中未明顯表達的訊息	<ol style="list-style-type: none"> 1. 清楚分辨出文章整體訊息或主題 2. 考慮文中人物可選擇的其他行動 3. 比較及對照文章訊息 4. 推測故事中的情緒或氣氛 5. 詮釋文中訊息在真實世界的適用性
4. 比較評估	讀者需批判性考量文章中的訊息	<ol style="list-style-type: none"> 1. 評估文章所描述事件實際發生的可能性 2. 揣測作者如何想出讓人出乎意料的結局 3. 評斷文章中訊息的完整性 4. 找出作者的觀點

資料來源：PIRLS 2011 報告-臺灣四年級學生閱讀素養（柯華葳、詹益綾、丘嘉慧，2013）

伍、影響閱讀理解能力的因素

閱讀是讀者與文章之間多元訊息互動的歷程，是一項相當複雜的認知歷程，其中有許多因素會影響個體的閱讀理解能力。從文獻探討中得知國內外學者對於影響閱讀理解的因素早多有研究，統整各家觀點，大致將影響閱讀理解的因素分為以下三類(王瓊珠，1992；李麗貞、王淑惠，2008)：

一、閱讀者的能力與背景相關的因素：

年齡、性別、智力、語言能力、學習動機、注意力、記憶力、認字能力、先備知識與經驗、文章結構知識、閱讀策略、後設認知使用等。

二、與文章相關的因素：

文章體裁、文章組織、文章架構、文章內容、文章可讀性、用字難易度、內容趣味性等。

三、與環境相關的因素：

閱讀氣氛、師生互動、教師期望、同儕支持與合作、教師教學方式、書籍普及性，家庭文化、父母參與度等。

由上述可知，閱讀理解能力固然有讀者本身先天因素的影響，然而更關鍵的因素是環境，其中當然包括家庭的資源與父母的態度(張瀨文，2015)。是故，教師進行閱讀教學時，應多面向評估，當讀者、文本及閱讀情境皆能相互配合時，適時適當的有效閱讀教學，可以將這些因素轉化為助力，強化提高學生對閱讀內容的理解。

第二節 專注力的內涵

專注力是一種人類學習基礎，是影響工作成效關鍵，也是人類適應生活環境事物的一大挑戰（楊文麗等譯，2008），注意力與所有學習都有關聯，對所有的學習都有幫助（洪蘭，2011）。本節分為專注力的意義及專注力的類型二部分來進行探討，作為本研究理論基礎。

壹、專注力的意義

Goleman (2014) 指出 James 於 1950 年將專注力定義為人的頭腦從許多可能的物件與思想中，突然被一個或數個同時存在的目標或想法，以清楚鮮明的形式，徹底佔據心靈（周曉琪譯，2014）。廖新春(1986)歸納指出 Broadbent 學派認為專注力為避免傳遞訊息的能力超載，會選擇、過濾、接受外在刺激，將不需要的刺激排除在外，可視為感覺傳入與認知結構間的「過濾器」。Eysenck 和 Keane (1995) 認為專注力係指人們的精神集中在某一種特定的事物上的狀態；Coull(1998)則認為人的專注力受到所處的時間、地點、或是對象的刺激影響，進而進行認知與分配處理資源；Dayan(2000)學者認為專注力是一種極為複雜的神經心理現象，過程中涉及到許多不同的大腦結構和機制。張春興(1991)指出專注的表現係指個體在眾多的環境刺激中，因為不同原因，只選擇某一部分的刺激而產生反應，並從反應中獲到知覺經驗的一種心理活動。

張旭鎧 (2009) 提出專注力英文為 Concentration 或 Focus，有集中注意力的意思，如同拍照時，不但要認真構圖且能夠精準對焦才能拍出好照片，而注意力是大範圍的注意。專注是大腦如探照燈般聚焦在特定事物上，並且在一段時間內將其他印象、知

覺、記憶及感覺停留在陰影裡，甚至完全排除（楊文麗、葉靜月，2008）。「專注」是一種集中注意力的表現，個體對於環境中的刺激選擇一個或部分做反應的一種心智歷程（蕭夙婷、張瓊云，2009）。

Zimbardo 從心理學研究的角度，提出五種專注力的內涵，包括：1.專注力是意識的本質；2.專注力是感覺輸入的一種過濾器；3.專注力是程度的問題；4.專注力是輸入和知識的綜合者；5.專注力是一個有限的處理容量（游恆山譯，1989）。因此，當人們專注的時候，會對選定而專注的刺激事物產生獲得清楚的知覺，相對的，對專注之外的刺激事物，則模糊不清，因此，人有時會因專注某事物，出現視而不見或聽而不聞的現象（張春興，1991）。

Petra 提出：兒童自六歲開始是一個智能發展新階段，其大腦額葉完成愈來愈多與邏輯思考、判斷能力、運算以及「理性」行為的連結，進而能促使孩子更專心，並且有目標地學習（楊文麗等譯，2008）。張旭鎧（2009）亦認為專注力是完成學習事物的重要基礎，影響孩子的課業上表、自理能力，甚至生活技能等的學習。李佩芬、許芳菊（2010）則認為「專注力」是一個複雜、多元的機制，會隨著大腦的發展而產生變化，也會與其他的功能產生交互作用，如：個體發展的成熟因素、個性、環境、天生氣質等皆會影響專注力表現。綜觀以上論述，本研究所稱之專注力係指在容量有限的前提下，個體選擇性地將認知處理施用於部份訊息的歷程（陳烜之，2007），易言之，專注力亦指個體在許多外在刺激時，選擇性地集中在某些特定事物，以便有效反應的聚精會神程度（James, 1980）。

貳、專注力的類型

有關專注力的類型，有許多不同學者皆有提出不同的論點，研究者整理相關學者所提之專注力類型，彙整如下表 2-2-1：

表 2-2-1 專注力類型

學者	集中性 專注力	選擇性 專注力	視覺/ 聽覺 專注力	持續性 專注力	分散 (配)性 專注力	轉換性 專注力	交替性 專注力
Gronwall (1987)	✓	✓		✓	✓		
Sohlberg & Mateer (1987)	✓	✓		✓	✓	✓	
Moran (2004)	✓	✓			✓		
宋淑慧 (1992)	✓	✓		✓	✓	✓	
高尚仁 (1995)	✓	✓		✓	✓		
萬家輝 (2006)	✓	✓	✓		✓	✓	
許芳菊 (2008)	✓	✓		✓	✓	✓	
林鉉宇 周台傑 (2010)	✓	✓		✓	✓		✓
王意中 (2013)	✓	✓		✓	✓	✓	
張旭鎧 (2014)	✓	✓		✓	✓		✓

資料來源：研究者整理

從表 2-2-1 發現，專注力類型依出現次數排序，分別為集中性專注力、選擇性專注力、分配（散）性專注力、持續性專注力、轉換性專注力、交替性專注力、視覺／聽覺專注力。而研究者依此結果，不納入較少人使用之交替性專注力、視覺／聽覺專注力，將專注力類型分為五種：集中性專注力、選擇性專注力、持續性專注力、分散性專注力以及轉換性專注力，其定義如下：

- 1.集中性專注力：指學習者能不能集中保持專注力在我所要面對的問題之能力。
- 2.選擇性專注力：指學習者能在各種刺激中，將注意力選擇集中在所需要的目標訊息上，而不會被其他不干的刺激所分散注意力，或只注意到太過細節事物之能力。
- 3.持續性專注力：指學習者能持續專注單一事件，並能夠持續一段時間的能力。
- 4.分散性專注力：指學習者能在不超出注意力資源容量的情況下，可在同一時間內進行兩種或多種活動，而且能分別對不同的目標給予不同反應的能力。
- 5.轉移性專注力：指學習者不單只能專注某一單獨件事，而是能夠因應不同的刺激及環境，轉移專注力到另一事件或活動上的能力。

本研究探討的專注力研究是屬於集中性專注力，並採用 NeuroSky 腦波儀所產生之專注指數做為本研究專注力分析依據。

第三節 促進國際閱讀素養研究

壹、「促進國際閱讀素養研究」發展背景

「促進國際閱讀素養研究」(Progress in International Reading Literacy Study, 簡稱為 PIRLS) 起源於 2001 年, 是由國際教育成就調查委員會 (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA) 所主持的國際測驗計畫, 國際教育成就調查委員會原隸屬於聯合國教科文組織 (UNESCO) 之下的教育研究所, 後改為獨立法人機構。近五十年來, 國際教育成就評鑑協會主導許多國際評量的教育研究, 如: 國際數學及科學教育成就趨勢調查研究 (Trend in International Mathematics and Science Study, 簡稱 TIMSS) 及促進國際閱讀素養研究 (Progress in International Reading Literacy Study, 簡稱 PIRLS) (紀麗雲, 2013)。

國際教育成就調查委員會推動 PIRLS 資料庫建置之目的乃是為了進行跨國性閱讀評比與相關研究之用 (柯華葳、詹益綾, 2013)。近年來, 世界上許多國家的學者紛紛投入 PIRLS 的相關研究, 故 PIRLS 不僅具有重要國際學術地位, 也成為影響各國教育政策制定的重要力量。

PIRLS 計畫每五年一次施測閱讀理解趨勢研究, 針對各國國小學生的閱讀進行國際性評量, 透過 1. 閱讀目的、2. 理解歷程、3. 閱讀行為、4. 閱讀態度等方式來瞭解學生的閱讀素養 (柯華葳, 2013)。在 PIRLS 中表現好的學生, 表示他們在故事及說明性文章中能夠閱讀、理解以及詮釋相對較複雜的訊息。PIRLS 2011 是

在 PIRLS 2001 及 2006 之後，整個國際閱讀理解趨勢研究中的第三期。有鑒於 PIRLS 是目前唯一提供國小學齡兒童閱讀習慣的國際研究，臺灣自 2006 年起正式參加 PIRLS 計畫，希望藉由此評比結果，作為改善臺灣國小閱讀教學及促進學童閱讀能力的參考（國科會、教育部、中央大學，2008）。

為讓各國有機會考察國小學生的讀寫能力，及調查讀寫教育政策的機會，PIRLS 計畫透過嚴謹的國際調查比較各國的閱讀水平和態度。其調查的目的包含下列六項(PIRLS, 2006; 2008；紀麗雲，2013)：

- 1.使各國在與國際學生相比下，了解本國學生的閱讀成就情形。
- 2.提供週期性調查資料，以了解各國閱讀成就趨勢。
- 3.理解各國四年級學生的閱讀習慣和態度。
- 4.了解學生學前的家庭閱讀環境與閱讀經驗。
- 5.學校性早期讀寫教學之依據。
- 6.檢視國內的閱讀師資。

貳、「促進國際閱讀素養研究」評量架構

由於 PIRLS 是國際性的大規模測驗，為排除不同國家文化可能造成的影響，其所使用的閱讀材料，皆經過 IEA 閱讀和課程專家小組評估，對小學四年級學生是否具有可讀性及適當性後，再由各個國家或地區的研究主持人（National Research Coordinators，簡稱 NRCs）審查、鑑定、確認決定（柯華葳、詹益綾、丘嘉慧，2013）。

根據 PIRLS 2006 的定義學生的閱讀成就、態度及行為與其所生長的環境有關（紀麗雲，2013），因此在研究工具上，PIRLS 除了學童所閱讀的文章及所需回答的理解題目外，還設計五種問卷，分別是學生、家長、學校、教師、課程問卷，用以蒐集家庭對孩子讀寫能力的支持，學校在教學與學習上提供的環境條件資料，如圖 2-3-1。

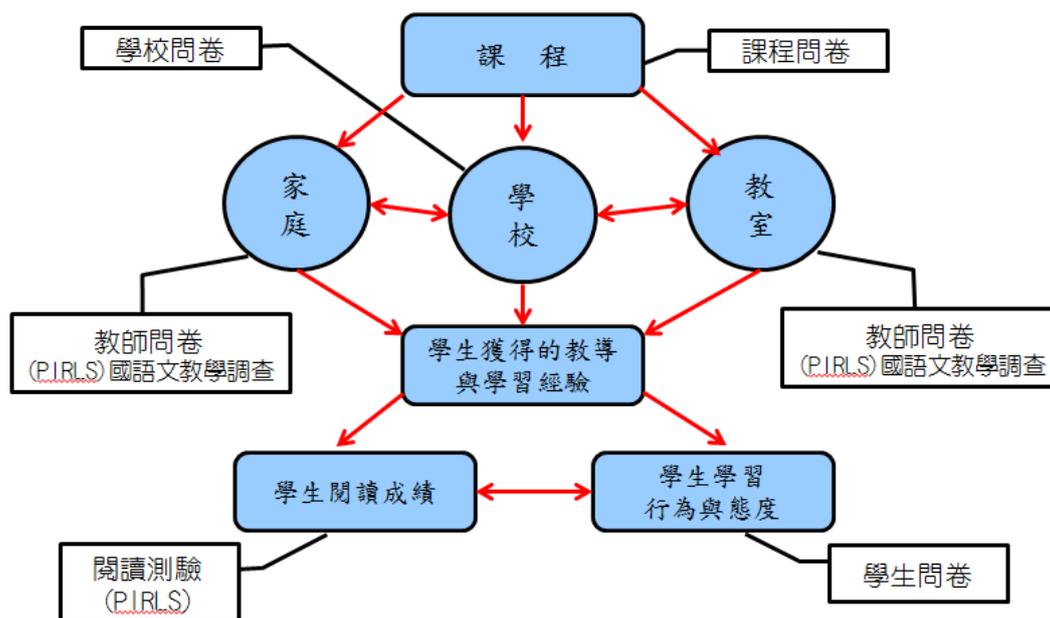


圖 2-3-1 PIRLS 2011 整體調查架構

一、PIRLS 測驗的題型與分數

PIRLS 的測驗題型分為選擇題與問答題兩種，其中問答題依答題的理解深度，有一分、兩分及三分的設計，而選擇題每題都是一分。

選擇題：是單選題，每題選擇題都有四個選項，可以用來測量四種閱讀理解歷程；問答題：問答題每一道問答題旁邊都標示分數，所標示之分數可以讓學童知道該題答案的要求有多少。問答題的計分是依學童的理解程度而定，並非以

寫作的好壞而論，問答題的主要目的在於讓學童自己「建構」答案(國科會、教育部、中央大學，2008)。

二、PIRLS 測驗的文本選擇

PIRLS 閱讀理解測驗分為五篇故事體與五篇說明文兩種文體，共有十篇。故事體用來了解學生的文學賞析能力，說明文評量學生獲得與使用資訊的能力。每篇文章都附有彩色插圖，說明文部分還附上圖或表，以提升學生閱讀的興趣。每篇文章亦提出 13 至 16 個閱讀理解問題(柯華葳、詹益綾、丘嘉慧，2013)。

PIRLS 為進一步探討比較評估學生閱讀成就的發展趨勢，部份文章是沿用前一次 PIRLS 的測驗文章，做為閱讀能力發展趨勢的分析依據(柯華葳等人，2009)。以 PIRLS 2011 施測為例，十篇文章中，有三篇故事體和三篇說明文文章及題目沿用 PIRLS 2001 或 2006 的文章。另外根據 PIRLS 2011 評量架構可知，從閱讀目的來看，其中 52%的題目在評量學生的文學賞析能力，有 48%的題目評量學生獲得與使用資訊的能力，如表 2-3-1。

表 2-3-1 題目依閱讀目的、閱讀理解歷程及文體的分配表

閱讀目的				
PIRLS測驗項目	選擇題	問答題	總和	分數百分比
文學賞析	40(40)	32(50)	72(90)	52%
獲得及使用資訊	34(34)	29(50)	63(84)	48%

總和	74(74)	61(100)	135(174)	100%
分數百分比	43%	57%		
閱讀理解歷程				
PIRLS測驗項目	選擇題	問答題	總和	分數百分比
直接提取	21(21)	12(17)	33(38)	22%
直接推論	33(33)	13(16)	46(49)	28%
詮釋整合	10(10)	28(55)	38(65)	37%
比較評合	10(10)	8(12)	18(22)	13%
總和	74(74)	61(100)	135(174)	100%
分數百分比	43%	57%		

資料來源：PIRLS2011報告 臺灣四年級學生閱讀素養（柯華葳等人，2013）

參、臺灣學生在「促進國際閱讀素養研究」2011 的閱讀表現

一、國際分級指標的意義

PIRLS 將閱讀分數分為五個等級：625 分以上、551-625 分、476-550 分、401-475 分和 400 分以下(柯華葳等人,2013)。

二、臺灣學生在 PIRLS 2011 的閱讀表現

根據 PIRLS 2011 調查結果，我們可歸納出下列幾點重要發現：

- 1.在參加49國家或地區中，臺灣學生的閱讀表現在國際名列第9名。
- 2.相較於PIRLS 2006 的表現，臺灣學生無論在兩類文體閱讀以及兩種閱讀歷程上，成績均顯著進步，說明文的成績明顯優於故事體。
- 3.在性別差異方面，2011與2006相同，女生閱讀明顯表現優於男生。
- 4.學校位處地區和學生成績有關，位於超過50萬人的大城市學生閱讀成績最好，學校位於小村鎮的學生閱讀成績未達平均分數。
- 5.學生閱讀興趣越高、閱讀行為越多，成績越好。課堂上獨立閱讀行為是邁向「透過閱讀學習」的重要關鍵。
- 6.我國四年級學生高閱讀動機人數排名為42/45；高閱讀自信心人數排名43/45，人數比例均顯著低於國際平均。
- 7.臺灣父母每週的閱讀行為與閱讀態度在國際間偏低。
- 8.藏書量和學生成績有關，藏書量1萬本以上學校成績高於不到1萬本學校。大城市藏書量達1萬本學校比例為78%，小鄉鎮則僅43%。

整體而言，臺灣四年級學生在 PIRLS 2011 表現亮眼，但學生需要多一些獨立閱讀的機會，以提昇閱讀動機及閱讀能力自我評價。

第四節 腦波介紹

壹、何謂腦波

人類對於腦波的研究可追溯至於十九世紀末，早期的腦波圖主要應用於動物的實驗上。一直到 1929 年德國學者漢斯伯格 (Hans Berger, 1873~1941) 發表一篇「人類的腦波」論文，此為科學家第一次在人類的頭蓋骨上發現腦波活動，他紀錄、觀察了人腦中微小的放電變化情形，命名為「腦電波圖」(Electroencephalogram, 簡稱 EEG)，從此開啟了大腦研究的新紀元(趙珮佑，2011)。

腦波是一種由大腦神經細胞及神經纖維在傳導神經脈衝時，所產生的節律性微弱電位變化，是細胞群與細胞群之間電位差形成的，簡言之就是由腦部神經活動所產生的電磁訊號(林軒鈺，2013)。大腦電位變化反映人的生心理狀態，無論醒著、睡著或昏迷狀態，腦波一直存在，但腦波會隨著人類所處的情境或做出反應的不同而隨時變化，這些非常微弱的電位變化可藉由放大器處理後，以波形呈現腦電位變化情形，稱為腦電波圖，是大腦重要的生理參數。許多研究證實，透過腦細胞之電位差反應測量可以用來檢驗人類的思想、情緒、慾望等心理運作歷程，腦電波圖是一種常見且非侵入式的專注力檢測方式(姜琇森、蕭國倫、吳哲維，2013)。許多研究發現腦波特徵的變化與專注力集中程度息息相關， α 波、 β 波、 θ 波的振幅、頻率的變化都可直接呈現不同的專注力程度。

貳、腦波圖

國際腦波學會（International Organization of Societies for Electrophysiological Technology）依據腦波不同頻率，分為四種類型： α 波、 β 波、 δ 波、 θ 波，腦波受不同覺醒狀態所影響，其表現的特徵也不同，茲整理不同研究學者看法，四種腦波頻率的說明定義整理如下：（湯雅雯，2005；劉玉雯，2017）

1. Beta（ β 波）：

頻率為 14Hz~30Hz，屬於「意識層面」的波。當人們高度專注思考、壓力大、情緒緊張、心情憂慮等，容易測到 β 波。 β 波頻率最高，在清醒而且警覺的時候尤其明顯。

2. Alpha（ α ）：

頻率為 8-14 Hz，屬「潛意識層面」與「淺意識層面」之間的波，當人們在處於專注力下降、身體放鬆、安靜、放空、閉眼但清醒時，會測到 α 波， α 波可以說是「意識與潛意識」之間的橋樑。

3. Theta（ θ ）：

頻率介於 4-7Hz，屬於「潛意識層面」的波。當人們在深睡作夢、深度冥想時， θ 波特別明顯， θ 波也會出現在腦部病患者身上。

4. Delta（ δ 波）：

0.5Hz~4Hz，屬於「潛意識層面」的波。常發生在需要恢復體力的睡眠且不易喚醒、深度麻醉、缺氧，正常成人在清醒狀態下沒有 δ 波。

Vogel (1968)研究發現，人體行為及學習上的表現乃是 α 、 β 、 δ 、 θ 波的不同組合型態之反應表徵，而工作效率性和工作熟練性可能與腦波中的慢波有關；Ray 與 Cole(1985)研究指出當心智負荷增加時， β 波也相對增加。Mecklinger et al. (1992) 及 Kilmesch et al. (1993)研究亦指出當受測者專心心算測驗時， α 波振幅較減少，且 θ 波及低頻 β 波出現增加情形，且專注力、記憶力亦有明顯的提升效果。根據以往研究指出，大腦活動會隨著任務難度提高，增加全腦各區域之活動，其中 θ 波也隨之增加。 α 波減少及 θ 波的增加對工作負荷及專心有明顯正相關，而 δ 波增加對注意力集中亦有正相關係(Onton et al., 2005；Prinzel et al., 2001)。

參、腦波儀

本研究中所使用的腦波儀是指美國 NeuroSky 科技公司所生產一款的 MindWave 耳機腦波儀，如下圖 2-4-1 所示。MindWave 腦波儀的配帶十分簡單方便，使用者可直接配戴上，在耳機上貼近耳朵的位置有一個導電的電極耳夾，在耳機前額位置有一個單向連接感覺器，可以避免被頭髮遮住訊號，且就在腦皮層的上方，容易接收到腦部的意識訊號（周恩存，2012；NeuroSky, 2009）。此外，透過腦波儀上的腦電信號質量分析功能，亦可協助使用者用來檢測腦波儀是否正確戴在頭上或是否接觸不良。在腦波訊號傳輸方面，因腦波儀內含藍牙傳輸模組，原始腦波訊號透過腦波儀測得後就能依照使用方式不同，經本身藍芽介面傳輸至個人電腦、筆記型電腦或平板等接收平台。



圖 2-4-1 NeuroSky公司的MindWave 腦波耳機

MindWave 腦波儀內嵌的生物傳感芯片可以讀取清晰的腦電信號，如下圖 2-4-2 得到每秒 1 筆-八項腦波頻段數值，並透過其演算法可將腦波訊號轉換成原始腦電波測量數據，即時將個人之心理狀態以數字化方式呈現，產生專注指數、放鬆指數、眨眼檢測以及其他指數，紀錄於 Microsoft Excel 檔案中。其中專注度 (Attention) 代表了受測者精神狀態的集中或注意之程度，放鬆度 (Mediation) 則代表了受測者精神狀態的平穩度與放鬆度。

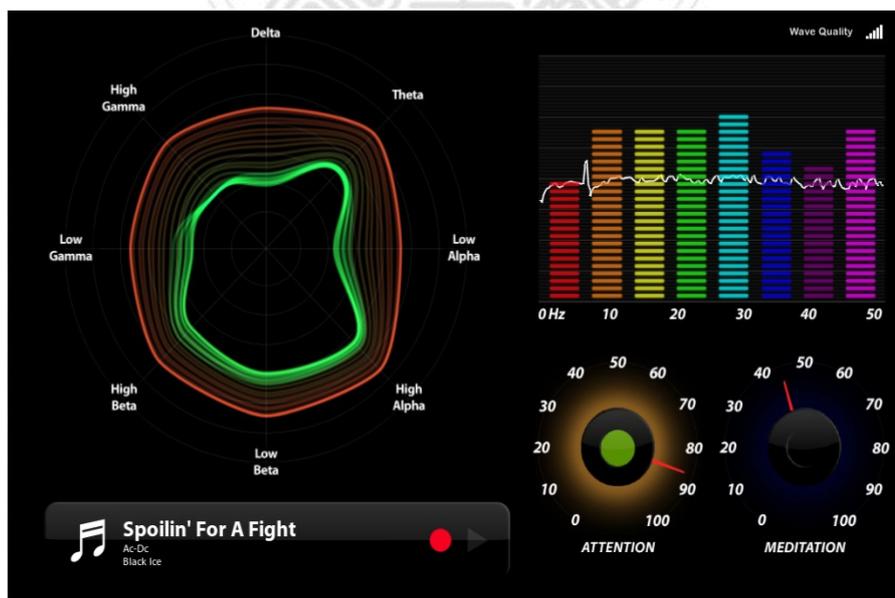


圖 2-4-2 MindWave腦波耳機腦波評測系統軟體畫面

表 2-4-1 eSense 參數數值狀態

eSense 參數數值	數值狀態說明
1-40	精神狀態表現為不同程度的緊張忐忑、心煩意亂、焦躁不安、行為反常等現象
40-60	表示為正常水平，處於中間範圍，精神狀態表現屬於一般平常人的專注程度
60-80	表示專注度或者是放鬆度高於正常的情況下
80-100	表示專注度或者是放鬆度達到非常高的水平，處於非常專注或放鬆的精神狀態

資料來源: Neurosky, (2010)

受測者的專注度與放鬆度的程度是以 1-100 的數值來表示，如表 2-4-1，兩參數皆無單位表示。專注度參數數值反映受測者精神集中度或注意度的強烈程度。當受測者進入高度專注狀態或專注於一事物上，專注度參數的值就會上升；放鬆度參數數值反映受測者的精神平穩度或者放鬆程度，並非是其身體狀態的放鬆程度，進行身體放鬆通常有助於精神狀態的放鬆。放鬆度的提高與大腦活動的減少有明顯的關聯(陳政穎, 2014; Neurosky, 2010)。

本研究乃是採用 NeuroSky 腦波儀裝置進行閱讀理解測驗的腦波評測工具，並取其腦波儀所產生之專注度的數值來做本研究的參考依據。依據 NeuroSky 腦波儀的參數值說明，參數 40-60 之間數值是處於中間範圍，屬於一般平常人的專注程度，故本研究選擇以 40 為專注力標準，40 以上的數值代表好的專注力。

肆、腦波在專注力的相關探討

專注力 (Attention) 是決定學習成效的關鍵因素之一，易言之，當個體沒有了專注力，就無法進行辨識、記憶與學習活動 (鄭昭明，2006)。而腦波就像觸發器一樣，有助於個體專注力的維持以及分配，腦波的變化情形與專注力的集中程度有明顯關聯 (Asada et al.,1990)。當閱讀者集中注意力時，大腦會因為刺激而使腦波 α 波的頻率上升，此時的個體處於專注狀態 (Pfurtscheller 和 Klimesch,1992)；而另一方面當個體的腦波 α 波提升時，亦會促使個體的專注力以及記憶力有明顯的提升效果 (Kilmesch et al.,1993)。

近年來由於神經系統領域科學的突破，許多相關文獻研究均已證明專注力的集中程度與腦波特徵的變化情形又有著密不可分的關係。加以科技的日新月異，偵測腦波已毋須複雜的電極儀器，取而代之的是簡單方便使用的穿戴式耳機，使得人們對腦波的運用，突破了以往醫學領域的侷限，廣泛運用在娛樂、教育、健康等領域，讓人們感受到腦波的神奇力量。

而在教育的領域中，目前國小學童普遍有專注力不集中的現象，為突破此困境，因此結合腦波科技來探討當前教育現場的教育問題已經是許多學者所熱烈探討的研究議題。研究者利用台灣碩博士論文加值系統以關鍵字「專注力」、「腦波」進行相關碩博士論文的蒐集，並選取研究對象以國小學生為主及研究過程有涉及學習成效之研究，將專注力與腦波的相關研究彙整成表 2-4-2 整理分述如下。

表 2-4-2 腦波儀研究在教育領域之應用

專業學者	摘要
陳哲民 (2016)	探討真實學習情境與學習情緒之間關聯性，實驗發現，學生若在學習前預習，其學習成就較高，而其學習情緒專注度則相對較低，放鬆度相對較高；不同情境中，學習者在教室情境及作業錄製時的專注度與放鬆度同時相對較高。
周永豐 (2016)	主要開發一款結合腦波儀發展視聽專注力評估系統用來評估視覺與聽覺的注意力結果發現VAAT與K-CP，T2有一半以上的參數呈現顯著正相關，當Beta波下降、呈現不專心，Alpha波下降代表辨別能力表現越差，則，呈現緊張的現象，
劉玉雯 (2017)	提出以遊戲方式提昇專注力訓練的方法並驗證其有效性，研究者自行開發腦波專注力訓練遊戲，使用單一受試者多基線之實驗方法與步驟進行專注力網絡檢測，依據實驗結果推論其所採用的腦波專注力訓練能夠穩定增加專注力。
林美良 (2016)	探討學習專注力的腦波研究與分析，透過閱讀時量測到的腦波數據頻段數值做出初步的數據統計並且提出一個簡易的專注力數據分析演算法，分析受測者的學習專注力程度，做出學習預警。
龔姿仔 (2015)	根據神經回饋理論研究兩款腦波遊戲對不同兒童族群之專注力訓練成效與影響。根據統計分析結果，不同兒童族群經過研究設計之腦波專注力遊戲訓練，皆有顯著的專注力改善成效。
梁景棠 (2015)	探討不同難易度與類型教材，學習者的學習專注值與學習放鬆值。結果發現：數位教材專注值高於傳統教材；觀看越高負荷教材，其學習放鬆值越不放鬆；當學習者放空時，幾乎一致保持高度放鬆狀態，得到放空是能夠幫助到大腦休息的結果；在快問快答上，學習者進行難度不一題型，

	其學習專注值和學習放鬆值所呈現的曲線很接近。
蘇穎萱 (2016)	探討應用腦波儀 (EEG) 於識別三年級學習障礙學生專注力與放鬆力狀態之最佳協調狀態。研究結果呈現三位學生之學習障礙學生在欣賞不同劇情影片之專注力與放鬆力數據結果，有相關性。
劉源葦 (2015)	研究探討記憶英語單字學習對於學習者的專注力、大腦認知負荷與學習成效影響差異。結果得知：傳統背單字因不需邏輯運算或解決困難任務，腦波呈現放鬆狀態；背英文單字受測者有在專注的程度，但當受測者分心注意力不足或者實驗已完成而時間未到時，受測者會開始思考與實驗無關事項導致專注值偏高；專注值並不只是專注於當下任務，在思考、回想或解決任務時也容易出現專注值偏高情形。
余宗翰 (2014)	實驗設計以偏記憶的Ted演講為學習內容，瞭解即時適性化激勵策略對不同認知風格學習者的影響，結果顯示不管是文字型學習者或圖像型學習者，根據學習者專注度狀態給予的即時輔助策略能顯著提升學習成效與專注度。
林軒鈺 (2013)	探討不同背景干擾對小學生的腦波專注力及學習成效的影響，結果發現，女生腦波專注力普遍高於男生，腦波專注度與考試成績成正向比例，腦波專注度越高，考試成績就越高分。至於背景干擾部分，噪音對小學生的專注力及考試成績影響最大。
黃聖富 (2011)	針對進行放鬆、上網、慢跑、靜坐等四項活動前後進行腦波之量測，結果發現慢跑出後的專注力最佳，其次是靜坐，然後是放鬆，最後上網的專注力則是最差的，因此休息時可以做一些簡易運動有助於專注力的提升，而不是漫無目的的放鬆。

綜合上述研究結果發現如下

1. 學習前預習，有助提高學生學習成就，但其學習專注度則相對較低，放鬆度相對較高。
2. 當 Beta 波下降、呈現不專心，Alpha 波下降代表辨別能力表現越差，則，呈現緊張的現象。
3. 適當的情境、適當的輔助策略及適當的專注力訓練均有助於個體提升專注力。
4. 在不同背景干擾噪音影響下，女生腦波專注力普遍高於男生，腦波專注度與考試成績成正向比例。
5. 不同難易度與類型教材，會明顯影響學習者的學習專注值與學習放鬆值。專注度而言，數位教材高於傳統教材，高負荷教材高於低負荷教材，難度不一題型，專注度和放鬆度的呈現曲線很接近。
6. 當分心或時間太充裕時，受測者會開始思考與實驗無關事項導致專注值偏高；專注值並不只是專注於當下任務，在思考、回想或解決任務時也容易出現專注值偏高情形。
7. 從事一些簡易有意義活動有助於專注力的提升，而漫無目的的放鬆活動，專注力則是最差的。

在本研究中，研究者採用的實驗器材為 NeuroSky 耳機腦波儀，紀錄受測學生進行 PIRLS 測驗時的專注程度，其專注力數值是來自 NeuroSky 公司利用數據化參數方式所研發的專利演算法，將生理訊號轉換成有用的邏輯指令，如專注度、放鬆度等。其中關於專注力參數，則代表受測者精神的集中度或注意度水平程度。

第三章 研究設計與實施

研究者根據前述相關文獻探討及研究目的，將採實驗研究法進行研究。本章內容包括：研究設計、研究對象、研究工具、實施程序、資料處理與統計等項目依序說明。

第一節 研究設計

本研究擬延伸 PIRLS 測驗結果，以國民小學四年級學生為研究對象，測試其閱讀學習時面對不同學習文本腦波的變化情形，並進一步分析影響閱讀的學生個人特質因素。為達此一目的，本研究的研究範疇，如圖 3-1-1 所示。

為了探討國小四年級學生閱讀理解能力，本節依照研究設計，說明實驗方向及研究流程：

壹、收集、整理及閱讀相關文獻資料，確定研究主題：

閱讀 PIRLS 每五年一次，針對國小四年級學生的閱讀進行國際性評量的報告，了解臺灣四年級學生的閱讀素養，發現報告數據是全國性的，國內對於個別學生在此方面研究甚少，並且針對腦波、專注力等關鍵字尋找相關文獻，發現國內做閱讀與腦波的研究也非常少，於是確定研究方向及主題。

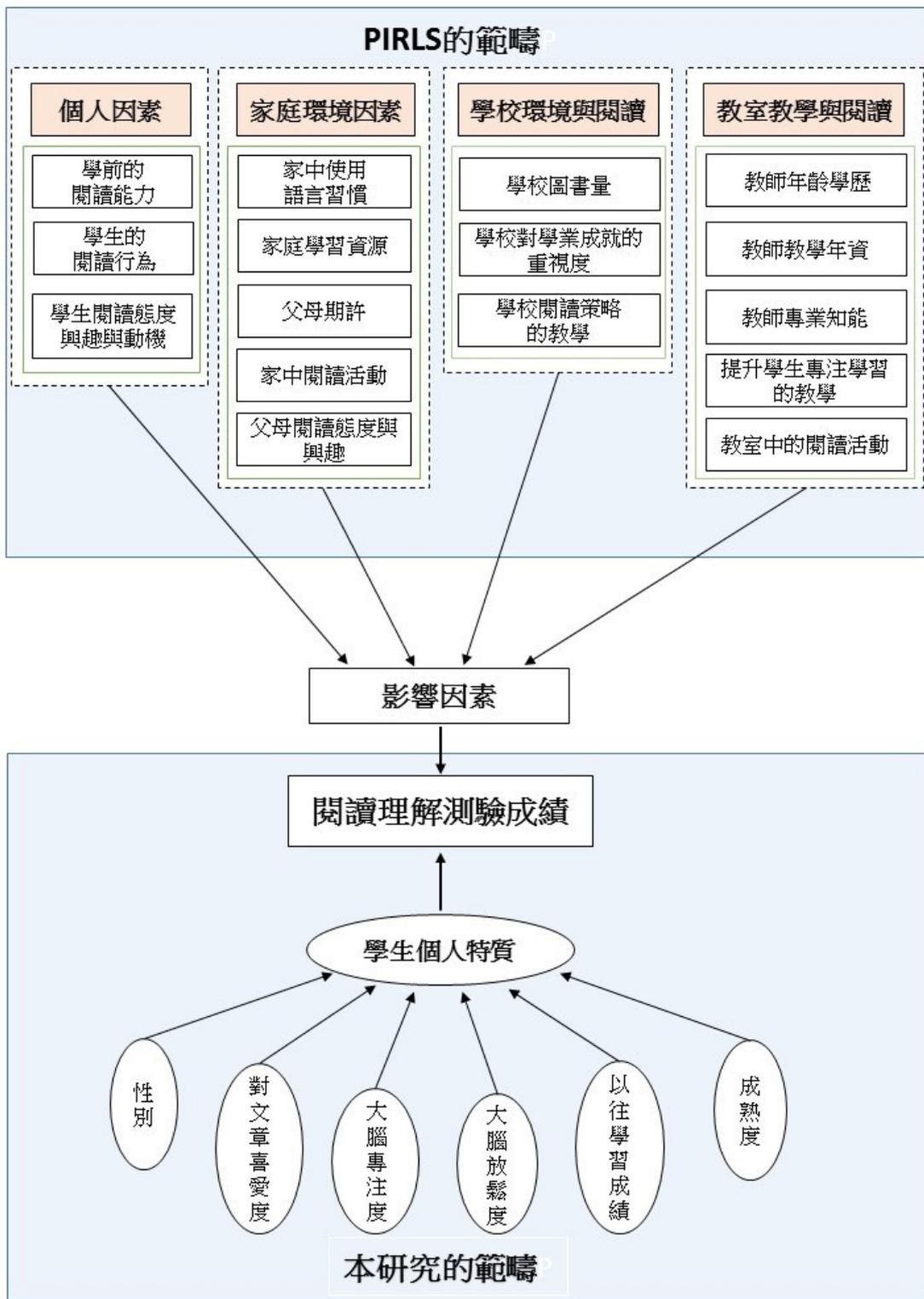


圖 3-1-1 研究範疇示意圖

貳、研究規劃階段：

一、準備閱讀文本和閱讀測驗素材：

教育上希望學生未來的學習和發展是全面性的，研究者想了解個別學生借閱書籍是否有不同的喜愛傾向，預計選取 PIRLS 測驗故事體和說明文兩種題型文章各一篇，主題能分別符合語文和自然科學類，供研究所用，以符應學生未來的學習發展。

二、確認研究對象：

以便利性抽樣進行，經徵得學校和老師同意，預計以國小四年級學生某一班級進行實驗，參與研究學生需經家長和學生本人同意，才能參與本研究。

三、取得「學生基本資料」，準備「學生閱讀調查問卷」。

參、腦波實驗模擬及實驗方式修正：

先徵得別班學生 3 人，進行腦波實驗模擬過程和試測，以做為調整閱讀文本和實驗流程的參考。

肆、提出待答問題開始實驗並填寫測驗卷

伍、實驗數據建檔與統計分析

陸、實驗結果分析與討論

柒、撰寫研究報告

第二節 研究對象

本研究擬延伸 PIRLS 測驗結果，以國民小學階段四年級學生為研究對象，測試其閱讀學習時面對不同學習領域與素材腦波的變化情形，並進一步分析影響閱讀的學生特質因素。為達本目的，其取樣方式如下：

壹、讀本分析人員

以立意抽樣方式，選擇 3 位在國民小學有十年以上閱讀教學經驗之現職教師，協助對閱讀文本進行內容分析，選擇合適的研究文本和測驗題本。

貳、試測樣本

在正式實驗前先抽取嘉義市某國小四年級各班(非測試班級)共 3 位學生進行測試，以調整閱讀文本、測驗題目和實驗流程，讓實驗更周延。

參、受測樣本

本實驗以嘉義市某國小四年級一班學生進行測試，共 20 位(11 男 9 女)自願受測者，所有受測者在家長簽署協助實驗同意書後才進行實驗。本研究基於盡量排除因為閱讀教學因素而影響或干擾實驗結果，選擇同一班級學生，而該班級任教師已經擔任該班兩年導師，對學生平時學習及閱讀狀況掌握良好。為了讓研究能順利進行，避免實驗過程無法全程配合，皆先排除可能具有妥瑞氏症、自閉症、癲癇、注意力缺陷過動症 (ADHD)或是情緒障礙等相關腦部神經疾病之確診個案學生。

第三節 研究工具

壹、閱讀文本素材——選擇 PIRLS 閱讀理解測驗文本

本研究延續 PIRLS 國際閱讀理解測驗模式，採用 PIRLS 測驗題本做為閱讀及理解測驗素材。PIRLS 測驗每次共有十篇文章，主要包括兩種文體，故事體與說明文兩類的閱讀材料各半（PIRLS 2011 國家科學委員會科學教育發展處等，2013，P7）。

一、類別與目的：故事體用來了解學生的文學賞析能力，說明文評量學生獲得與使用資訊的能力。

二、文章規模：每篇文章的字數約 1,000 個英文詞左右，大約是 900 至 1600 個中文字（約 500 至 900 個中文詞），文章內容皆附提升學生閱讀興趣的彩色插圖，說明文部分還附圖或表。

三、閱讀理解測驗：每篇文章亦提出 13 至 16 個閱讀理解問題。

貳、腦波儀及連線筆記型電腦：

本研究在實驗中每位受測者均佩戴同款的腦波偵測儀器，採用 NeuroSky（神念科技）所開發之耳機 Mindwave Mobile（圖 2-4-1 腦波儀）來偵測受試者之腦波並個別搭配一台筆記型電腦，在網路穩定的環境下施測，使每次實驗的環境品質均能一致，主要測前額葉腦波為主，方便穿戴，並透過藍芽與電腦裝置連線，讀取腦波數據，利用此腦波儀之 eSense 演算法，取得 Attention 專注值、Mediation 放鬆度（冥想值），數值為 0~100。如表 3-3-1。

表 3-3-1 eSense 狀態表

狀態程度		
eSens 值	Attention	Meditation
80-100	注意力高	放鬆度高
60-80	比中等注意力略高	比中等放鬆度略高
40-60	注意力中等	放鬆度中等
40 以下	分散注意力	情緒激動或異常

資料來源：NeuroSky Inc (2009)

腦波儀偵測到的腦波值，是經由 eSense™專利演算法轉化過的 eSense™參數，它可以幫助辨別受測者此刻的精神狀態。每秒腦波值如果用 excel 作圖可以了解一段時間內上下變動的腦波曲線，橫軸是實驗時間，縱軸是腦波值。如圖 3-3-1、圖 3-3-2。

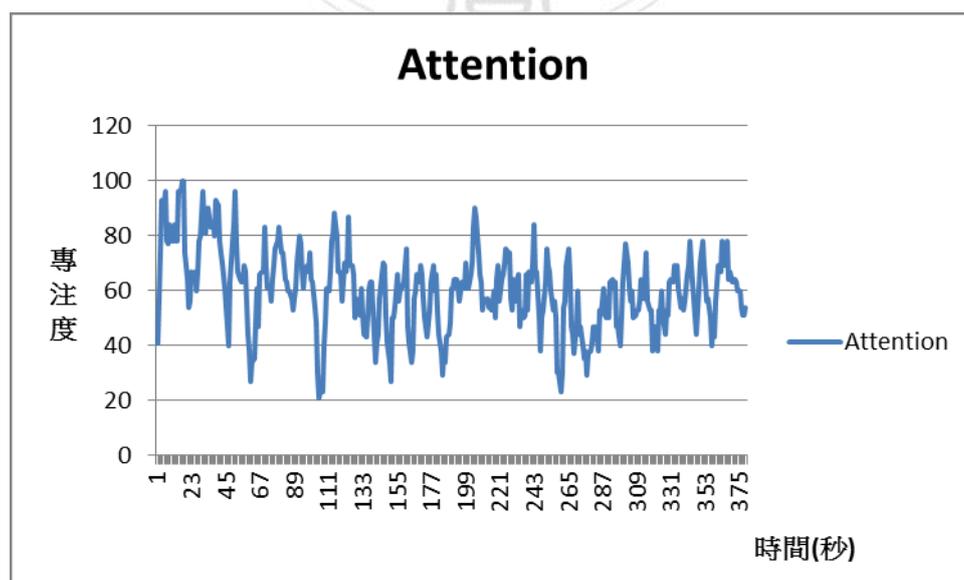


圖 3-3-1 腦波專注度測量波動示意圖(以編號 1 閱讀故事體為例)

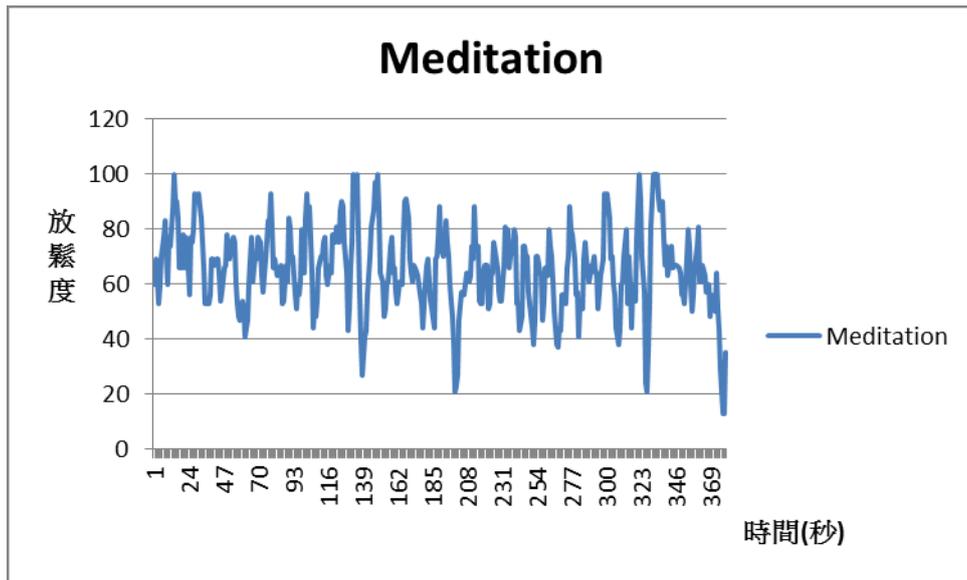


圖 3-2-2 腦波放鬆度測量波動示意圖(以編號 1 閱讀故事體為例)

參、錄影機

因實驗時要同時監控電腦和腦波儀連線情形，無法專心觀察及記錄學生閱讀及測驗現況，及為了確實掌握實驗流程及突發狀況，採錄影方式記錄學生測試影像。

肆、實驗環境

本研究採用一對一的單獨實驗擷取腦波方式，實驗地點在國小地下室書法教室，並利用教室空堂時間，安排施測學生，一次一位受試者在教室中進行腦波實驗。

實驗場地因為原本是用來做書法社團教學用，除了原有的教室桌椅擺設，另闢一角落作為研究場地，使用教師辦公桌椅，實驗用電腦設備一組，錄影器材一組。實驗場地除了施測人員和受試者，排除其他人員。由於實驗過程依個別能力不同大約需要 30-50 分鐘，可能跨越上課、下課時段，所以關閉室內廣播系統及靠走廊窗

戶，避免鐘聲、校務廣播、下課學生在走廊走動，排除一切人為干擾因素以免影響受試者情緒。

伍、實驗設備佈置

擺置施測電腦設備，當試測學生在戴上腦波儀時，可以漸漸熟悉環境，減低受試者心理不安。穿戴完，對受試者簡單介紹施測電腦設備。如圖 3-3-3 所示，為受測者的實驗環境，如圖 3-3-4 試測學生身邊電腦螢幕畫面即為該受試者腦波波動示意圖，在實驗開始之前，會讓學生看自己的腦波圖，讓受試者有心理準備，了解實驗過程，並安撫學生緊張情緒。



圖 3-3-3 學生腦波測試全景及全程錄影畫面

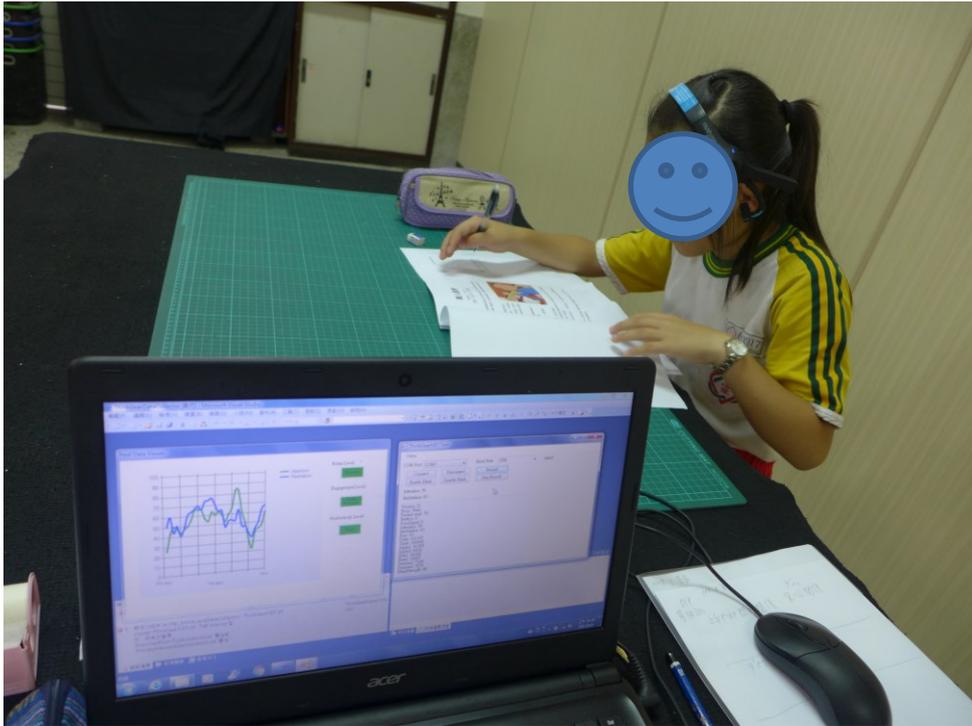


圖 3-3-4 腦波儀與電腦連線隨時記錄腦波變化畫面

第四節 實施程序

壹、分析及選擇閱讀文本素材

一、研究用閱讀理解測驗文本初選

為使文本能更符合學生程度、背景及研究需要，由研究者先由歷年 PIRLS 閱讀理解測驗文本中，初選出 4~5 篇提供文本備用，初選結果如表 3-4-1 所示。選擇原則如下：

- (一)、符合受測學生程度、背景，且學生會較有興趣的主題；
- (二)、受測學生未曾學習或閱讀過；
- (三)、閱讀內容能分別符合語文和自然科學兩類學習領域。

表 3-4-1 研究用閱讀理解測驗文本初選結果一覽表

編號	故事體	說明文	備註
1	一個不可思議的夜晚	小海鸚鵡之夜	
2	小陶土	太空漫步	
3	倒立的老鼠	南極洲	
4	海豚救難記	尋找食物	
5	敵人餡餅	巨牙之謎	

註：文本編號依筆畫排列，與優劣選擇順序無關。

二、讀本分析人員複選

初選結果的閱讀理解測驗文本，供協助選擇的文本分析 3 位教師參考，每人協助選出適合的文本每類 2~3 篇，複選結果如表 3-4-2。

表 3-4-2 研究用閱讀理解測驗文本複選結果一覽表

類別	編號	篇名	甲	乙	丙	備註
故事體	1	一個不可思議的夜晚	⊕	⊕		2 票
	2	小陶土			⊕	1 票
	3	倒立的老鼠	⊕	⊕		2 票
	4	海豚救難記			⊕	1 票
	5	敵人餡餅	⊕	⊕	⊕	3 票
說明文	1	小海鸚鵡之夜		⊕		1 票
	2	太空漫步	⊕	⊕	⊕	3 票
	3	南極洲				0 票
	4	尋找食物	⊕	⊕	⊕	3 票
	5	巨牙之謎	⊕		⊕	2 票

三、決定研究用閱讀理解測驗文本

經複選結果，「敵人餡餅」無異議高票獲選，但「太空漫步」和「尋找食物」票數相同，經讀本分析人員討論後，本研究決定採以下兩篇文章進行實驗。

(1) 故事體：敵人餡餅。

(2) 說明文：太空漫步。

貳、蒐集樣本學生閱讀學習相關資料

一、查詢樣本學生學習相關資料，如：性別、年齡、出生年月、智商、四年級上學期學習領域成績等。樣本學生基本資料及以往學習情形，如表 3-4-3 所示，表列資料除性別外，尚包括國語、自然、數學和社會等學習領域學期成績及智商等資料，並增列班級名次等資料，以備進一步分析。

二、測驗後以學生閱讀資料問卷調查，如附錄二，藉以了解學生對文章的反應和自我察覺，例如

1. 對文章的喜愛度和閱讀情形；
2. 對文章的瞭解程度和測驗成績的預估；
3. 對各學習領域喜愛度等；

表 3-4-3 樣本學生基本資料

編號	性別	國語	自然	數學	社會	智商	學期班級名次
1	女	93	88	89	96	70	11
2	男	90	90	89	90	34	12
3	女	75	73	60	67	13	23
4	男	78	73	72	78	51	24
5	男	92	87	87	92	60	13
6	女	90	86	90	94	85	14
7	男	96	89	90	97	94	8
8	男	95	87	92	96	65	10
9	女	88	87	93	92	60	15
10	男	93	85	82	94	64	16
11	男	94	94	91	98	85	6
12	女	94	86	90	95	87	7
13	男	92	91	90	95	75	17
14	男	88	82	90	90	87	18
15	男	93	89	96	96	90	4
16	女	95	85	90	96	98	5
17	女	85	83	79	91	16	19
18	男	82	80	81	87	39	20
19	女	96	95	96	98	87	1
20	女	97	91	94	97	75	2

參、進行試測，確認實驗流程

本實驗以同一班學生進行測試共 20 位(11 男 9 女)自願受測者，每位學生預計分別安排參與故事體和說明文兩種閱讀素材實驗，每次一節課(40-50 分鐘)，每生計需兩節課。

一、實驗流程

本研究參考相關資料及研究實施，初步擬定實驗流程如下：

1. 受試者準備：腦波儀配戴和實驗說明(3 分鐘)。
2. 受試者閉眼靜息(1 分鐘)。
3. 開始閱讀及腦波測試(30 分鐘)，若提早閱讀完畢，記錄完成時間。
4. 閱讀學習後測驗(10 分鐘)，若提早測驗完畢，記錄完成時間。
5. 結束及復原(1 分鐘)。

二、進行試測

正式測試前，先找學生 3 人進行預測，預測學生由嘉義市某國小四年級各班(非測試班級)中抽取學生，進行預測，經預測發現，閱讀文本、測驗題目大致妥當，實驗流程較需微調，以求實驗更周延。

三、實驗流程調整

經預測後，除更熟悉連線及電腦軟體操作，也更熟練學生腦波儀配戴等步驟，實驗流程主要調整：

- (一)、因學生一篇文章需同時閱讀和測驗，將「敵人餡餅」和「太空漫步」二篇文章時段分開，避免學生太累影響測量結果。
- (二)、表列時間僅供參考，實際時間仍依現場實施為準，特別是腦波儀配戴及電腦透過藍芽連線感應，實驗時間較難掌握。
- (三)、將閱讀及測驗時間統合使用，由受測學生依個別狀況調整，避免時間壓力影響腦波測試。

肆、測試操作注意事項

- 一、考量實驗時盡量不影響學生課業學習，所以實驗時間以二次月考中間時段較適宜。
- 二、測試環境要獨立、安靜、舒適。
- 三、測試前和學生聊天取得信任，以解除及緩和其緊張情緒。
- 四、一定要做預試，以確實了解及熟悉腦波儀及電腦程式操作方式，即時修正實驗流程及文本資料。
- 五、預測時，學生認為太累了，所以正式施測時，學生二節測試時間錯開。
- 六、為了確實掌握測試狀況，採錄影方式記錄學生測試影像，因實驗時要監控電腦和腦波儀連線，無法專心觀察學生狀況。
- 七、學生配戴腦波儀，因頭圍大小、耳垂大小厚薄不同，感測器最好用膠帶固定。若和藍芽不容易連線，可用濕毛巾擦拭額頭。
- 八、避免腦波儀測試中間沒電，影響測試流程紀錄，每次測試每位學生，電池必定換新。
- 九、測試時腦波儀和電腦連線有問題，中途沒有連線，測試數據就不能採用。
- 十、所採用閱讀文本最好是學生沒有閱讀過的。本來學校將 PIRLS 的文章整理後，編為四到六年級學生閱讀教學教材，今年這一屆剛好沒有實施閱讀理解教學，適合做為實驗文本。

第五節 資料處理與統計

腦波特徵資料擷取是透過腦波儀將一個完整的腦波資料經快速傅立葉轉換得到其頻譜的資訊後，擷取頻譜的資訊成為所需要的

屬性特徵，依據不同頻譜所擷取的資料即可得到腦波的 α 、 β 、 θ 、 δ 特徵資料。由於本研究需在課室環境，故採用攜帶式腦波儀 NeuroSky MindWav Mobile，腦波儀的資料可以透過藍芽發送器傳送至筆記型電腦的藍芽接收器，將訊號轉換成可解讀格式。將實驗結果及數據建檔後，使用統計軟體 SPSS 進行統計分析。

壹、實驗資料建檔與整理

- 一、將每位學生腦波儀所測得每秒鐘的腦波專注度、放鬆度數值，逐步彙整製作成表格及計算全程平均數、標準差等數據。
- 二、將蒐集有關樣本學生閱讀學習相關資料建檔備用。
- 三、將每位樣本 PIRLS 測驗，依據評分標準評閱閱讀理解測驗分數後，並轉化為百分制備用。

貳、統計分析：選擇適當統計方法，進行統計分析

- 一、學生閱讀和測驗時，腦波專注度（放鬆度）變化探討：
 - （一）、個別學生對不同文體，在閱讀或測驗時，腦波專注度（放鬆度）差異分析。(獨立樣本 t 檢定)
 - （二）、全體學生對不同文體，在閱讀或測驗時，腦波專注度（放鬆度）差異分析。(相依樣本 t 檢定)
 - （三）、個別學生對同一文體在閱讀和測驗時，腦波專注度(放鬆度) 差異分析。(獨立樣本 t 檢定)
 - （四）、全體學生對同一文體在閱讀和測驗時，腦波專注度(放鬆度) 差異分析。(相依樣本 t 檢定)
 - （五）、比較在閱讀和測驗時，腦波專注度（放鬆度）的變化情形。

(六)、在閱讀和測驗時腦波專注度(放鬆度)達一定數值的時間比率情形。

二、學生閱讀和測驗時，腦波專注度與時間的關係探討：

(一)、在閱讀的前、中、後時段，腦波專注度變化情形。(變異數分析)

(二)、在測驗的前、中、後時段，腦波專注度變化情形。(變異數分析)

(三)、不同文體在閱讀和測驗的前、中、後時段，腦波專注度變化情形。(變異數分析)

(四)、閱讀和測驗腦波專注度隨時間變化情形之比較。

三、分析個人變項(如性別、年齡、學期成績、智商、對學習領域喜愛度等)對閱讀時腦波專注度的關係；

(一)、分析性別對腦波專注度的差異性分析。(獨立樣本 t 檢定)

(二)、分析年齡(成熟度)對腦波專注度的差異性分析。(獨立樣本 t 檢定)

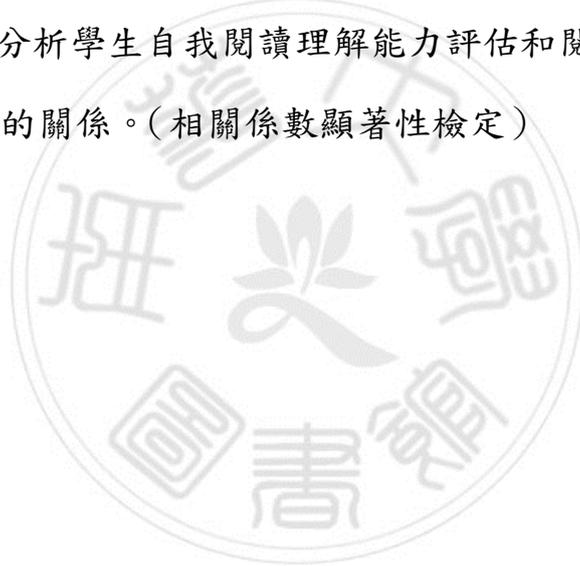
(三)、分析智商與腦波專注度的關係。(相關係數顯著性檢定)

(四)、分析以往學期成績對腦波專注度的關係。(相關係數顯著性檢定)

(五)、分析對學習領域喜愛度對腦波專注度的關係。(相關係數顯著性檢定)

四、分析影響閱讀理解測驗成績因素；

- (一)、分析腦波專注度和閱讀理解測驗成績的關係。(相關係數顯著性檢定)
- (二)、分析個人變項(如性別、年齡、學期成績、智商、對學習領域喜愛度等)與閱讀理解測驗成績的關係。(統計檢定方法參考前項)
- (三)、分析閱讀自我感覺和閱讀理解測驗成績的關係。(相關係數顯著性檢定)
- (四)、分析學生自我閱讀理解能力評估和閱讀理解測驗成績的關係。(相關係數顯著性檢定)



第四章、研究結果與討論

為探討學生在閱讀和測驗時，腦波變化情形，本研究以實驗研究法進行探討研究，應用 NeuroSky 公司開發的腦波儀，逐一測量樣本學生在 PIRLS 閱讀能力測試時，面對不同文體素材（本研究使用故事體和說明文二種）閱讀和測驗時腦波的變化情形，並進一步分析影響閱讀的學生特質因素，以利進一步探討應用。

本研究樣本學生的選擇採便利性抽樣，以嘉義市某國小四年級某班學生為樣本，經家長同意，共有 20 位學生參與測試，其中男生 11 人，女生 9 人，並由該班熱誠導師負責，協助規範說明。實驗時每秒鐘會有一組專注度和放鬆度腦波數值被記錄，實驗全程紀錄存檔備用。

第一節 閱讀和測驗腦波專注度分析

本節分析樣本學生閱讀和測驗時腦波專注度的變化，測試腦波專注度（Attention，以「A」表示）時，分成閱讀（以「R」表示）和測驗（以「T」表示）兩種學習行為，再配合測試故事體（本研究選擇『敵人餡餅』一文為代表，以「1」表示）和說明文（本研究選擇『太空漫步』一文代表，以「2」表示）兩種不同文體，計獲得閱讀故事體（AR1）、閱讀說明文（AR2）和測驗故事體（AT1）、測驗說明文（AT2）等四種專注度測量數據，利用平均數的差異性比較，分析個別學生及全體學生的差異性。茲將統計結果與討論分述於下：

壹、腦波專注度變化分析

一、不同文體在閱讀或測驗時，腦波專注度分析

主要係針對學生在閱讀或測驗故事體、說明文等不同文體時，所測得腦波專注度數值進行分析，以探討其間的關係。

(一)、閱讀不同文體時，腦波專注度分析

每位學生個別受測，測得其在閱讀故事體和說明文兩篇文章時，每秒一個專注度測量值，將全程所測得數據，求得平均數和標準差，如表 4-1-1。

分析每個學生個別閱讀故事體、說明文等不同文體時，其腦波是否有顯著差異。以獨立樣本 t 檢定逐一檢驗每位學生在閱讀故事體、說明文等不同文體腦波專注度數值，如表 4-1-1，同一學生，大多差異頗大，除 12 號和 16 號學生未達顯著差異外，其餘 90% 學生均達到顯著差異。只是同一學生在閱讀不同文體何者有較高專注度，並不一致，應與學生個別差異或閱讀偏好不同相符應。

再比較閱讀故事體、說明文等不同文體時，將全體學生 AR1 和 AR2 腦波專注度的平均值以相依樣本 t 檢定檢驗兩者差異性，則未達顯著，如表 4-1-2。也就是說，全體學生針對閱讀故事體、說明文等不同文體，其專注度並無不同，分析全體學生兩者總平均數相當，分別為 52.50 和 51.91。經研究者在現場觀察，每位學生在無人干擾之下，都聚精會神努力參與閱讀，因此此數值可視為專注度已努力所達到的一種極致現象。總之，全體學生在閱讀故事體、說明文等不同文體的平均專注度頗為一致。

表 4-1-1 不同文體閱讀時專注度差異顯著性分析

編號	故事體閱讀時 AR1		說明文閱讀時 AR2		不同文體閱讀時 專注度差異分析	備註
	平均專注度	標準差	平均專注度	標準差		
1	60.33	14.56	50.67	21.10	***	
2	46.76	13.83	49.47	17.32	***	
3	45.14	15.87	55.89	15.43	***	
4	51.96	13.89	47.07	16.06	***	
5	47.75	15.34	61.59	15.67	***	
6	40.77	12.27	66.35	14.79	***	
7	68.53	13.76	43.02	15.83	***	
8	46.76	17.77	42.96	18.12	***	
9	55.67	16.04	37.50	22.75	***	
10	44.71	17.71	40.90	16.27	***	
11	54.36	16.56	60.90	15.42	***	
12	57.70	14.63	56.16	14.88		不顯著
13	48.20	15.19	53.76	15.98	***	
14	53.78	16.78	60.60	18.63	***	
15	60.85	16.41	52.21	17.09	***	
16	51.00	15.00	52.85	15.55		不顯著
17	43.29	18.17	51.40	16.45	***	
18	45.65	11.76	58.67	15.54	***	
19	56.97	14.16	45.64	11.41	***	
20	69.73	14.76	50.50	16.37	***	
平均數	52.50		51.91			
標準差	8.08		7.62			

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表4-1-2 全體學生不同文體閱讀時專注度相依樣本t檢定摘要表

	平均值	標準差	標準誤 平均值	t	自由度	顯著性 (雙尾)
AR1腦波 - AR2腦波	.59000	12.61372	2.82051	.209	19	.837

(二)、不同文體在測驗時，腦波專注度分析

不同文體在測驗時，腦波專注度平均值和標準差如表 4-1-3 所示。逐一以獨立樣本 t 檢定檢驗每位學生在故事體、說明文等不同文體測驗時腦波專注度數值，是否有顯著差異。結果如表 4-1-3，同一學生在故事體、說明文等不同文體測驗，差異頗大，100%學生均達到顯著差異。只是同一學生在故事體或說明文測驗時有較高專注度，並不一致，應與學生個別差異或閱讀偏好不同的理解相符應。

再將全體學生 AT1 和 AT2 腦波專注度的平均值以相依樣本 t 檢定檢驗兩者差異性，則未達顯著，如表 4-1-4.所示，也就是說，故事體、說明文等不同文體在測驗時，其專注度並無不同。分析兩者全體總平均值相當接近，分別為 52.88 和 51.59，也與閱讀時結果一樣，不同文體測驗時，其腦波專注度並無不同。

就整體而言，全體樣本學生在故事體、說明文等不同文體測驗時的平均專注度是一致的。

表 4-1-3 不同文體測驗時專注度差異顯著度分析

編號	故事體測驗時 AT1		說明文測驗時 AT2		不同文體測驗時 專注度差異分析	備註
	平均專注度	標準差	平均專注度	標準差		
1	48.68	14.31	52.87	18.29	***	
2	56.46	17.45	52.98	17.43	***	
3	45.33	15.86	51.05	15.67	***	
4	53.85	17.36	50.07	18.12	***	
5	59.59	18.18	52.74	17.87	***	
6	51.35	15.47	55.26	15.23	***	
7	54.2	18.02	50.22	14.84	***	
8	57.04	16.69	51.51	18.95	***	
9	49.07	13.94	57.17	17.94	***	
10	51.19	18.06	54.53	16.11	***	
11	57.71	14.47	46.66	17.1	***	
12	49.68	16.68	59.15	16.76	***	
13	56.11	15.15	49.14	14.27	***	
14	53.8	17.76	46.59	16.23	***	
15	44.7	15.57	50.24	16.41	***	
16	53.44	15.65	50.49	16.42	***	
17	53.4	17.41	50.46	19.39	***	
18	56.77	16.48	53.73	16.89	***	
19	53.2	18.76	47.51	14.43	***	
20	52	17.25	49.45	15.85	***	
平均	52.88		51.59			
標準差	3.98		3.29			

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-1-4 全體學生不同文體測驗時專注度相依樣本 t 檢定摘要表

	平均值	標準差	標準誤 平均值	t	自由度	顯著性 (雙尾)
AT1腦波 - AT2腦波	1.28750	5.79212	1.29516	.994	19	.333

(三)、綜合討論

檢視全體學生閱讀故事體、說明文等文章時的腦波變化，以獨立樣本 t 檢定，逐一檢驗每位學生在閱讀故事體、說明文等不同文體時腦波專注度參數，研究結果顯示，大多數學生對不同文體腦波多存有顯著差異。但全體學生腦波專注度平均值大致相近，以相依樣本 t 檢定檢驗其差異顯著性，未達顯著，也就是說，全體學生在閱讀故事體、說明文等不同文體，專注度並無不同。而學生在不同文體測驗時的腦波變化情形，與上述閱讀時的結果相同。

二、相同文體在閱讀和測驗時，腦波專注度變化情形：

(一)、故事體在閱讀和測驗時

針對故事體（敵人餡餅）閱讀和測驗時，腦波專注度變化情形，如表 4-1-5 所示：

以獨立樣本 t 檢定逐一檢驗每個學生在相同文體的故事體閱讀和測驗時，腦波專注度是否有顯著差異，結果如表 4-1-5，同一學生差異仍大，除 3 號和 14 號學生未達顯著差異外，其餘 90% 學生均達到顯著差異；只是，同一學生在閱讀或測驗時有較高專注度，並不一致，應與學生個別差異有關，也可能和測驗時間平均較長，影響專注度維持有關。

20 位學生在故事體閱讀和測驗，腦波專注度平均值分別為 52.50 和 52.88，數值相近。將全體學生 AR1 和 AT1 的腦波專注度平均值以相依樣本 t 檢定檢驗，未達顯著差異，如表 4-1-6 所示，也就是說，故事體閱讀和測驗時，其專注度並無不同。但再細觀其標準差，分別為 8.08 和 3.98，代表在測驗時，比在閱讀時學生間專注度的差異性較小，也就是說，測驗時落差較小，專注度比較一致。

表 4-1-5 故事體閱讀和測驗時專注度差異顯著性分析

編號	閱讀時 AR1		測驗時 AT1		閱讀與測驗專注度差異分析	備註
	平均專注度	標準差	平均專注度	標準差		
1	60.33	14.56	48.68	14.31	***	
2	46.76	13.83	56.46	17.45	***	
3	45.14	15.87	45.33	15.86		不顯著
4	51.96	13.89	53.85	17.36	***	
5	47.75	15.34	59.59	18.18	***	
6	40.77	12.27	51.35	15.47	***	
7	68.53	13.76	54.20	18.02	***	
8	46.76	17.77	57.04	16.69	***	
9	55.67	16.04	49.07	13.94	***	
10	44.71	17.71	51.19	18.06	***	
11	54.36	16.56	57.71	14.47	***	
12	57.7	14.63	49.68	16.68	***	
13	48.2	15.19	56.11	15.15	***	
14	53.78	16.78	53.80	17.76		不顯著
15	60.85	16.41	44.70	15.57	***	
16	51.00	15	53.44	15.65	***	
17	43.29	18.17	53.40	17.41	***	
18	45.65	11.76	56.77	16.48	***	
19	56.97	14.16	53.20	18.76	***	
20	69.73	14.76	52.00	17.25	***	
平均數	52.50		52.88			
標準差	8.08		3.98			

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-1-6 故事體閱讀和測驗專注度相依樣本 t 檢定摘要表

	平均值	標準差	標準誤 平均值	t	自由度	顯著性 (雙尾)
AR1 腦波 - AT1 腦波	-.38300	9.83684	2.19959	-.174	19	.864

(二)、說明文閱讀和測驗時

針對說明文在閱讀和測驗時，腦波專注度變化情形，如表 4-1-7 所示：

以獨立樣本 t 檢定逐一檢驗個別學生在說明文閱讀和測驗時的專注度差異情形，結果如表 4-1-7，同一學生多存在顯著差異，除 17 號和 20 號學生未達顯著差異外，其餘 90% 學生均達到顯著差異，只是，與故事體時情況一樣，在閱讀或測驗時，何者有較高專注度，並不一致，應與學生個別差異有關。

20 位學生在說明文閱讀和測驗時，腦波專注度平均值分別 51.91 和 51.59，數值相當相近，與前面故事體的情況相仿。將全體學生 AR2 和 AT2 的腦波專注度平均值以相依樣本 t 檢定檢驗，未達顯著差異，如表 4-1-8 所示。也就是說，說明文閱讀和測驗時，其專注度並無不同。但再細觀其標準差，分別為 7.62 和 3.29，代表在測驗時，比在閱讀時學生間專注度的差異性較小，也就是說，測驗時落差較小，專注度比較一致。

再與故事體時所測結果相比，無論閱讀或測驗時，雖然其平均數相當，但其標準差數值皆較小，也就是說，說明文時，每個人的專注度差異比故事體時為小。

表 4-1-7 說明文閱讀和測驗專注度差異顯著性分析

編號	說明文閱讀時 AR2		說明文測驗時 AT2		閱讀與測驗專注度差異分析	備註
	平均專注度	標準差	平均專注度	標準差		
1	50.67	21.1	52.87	18.29	***	
2	49.47	17.32	52.98	17.43	***	
3	55.89	15.43	51.05	15.67	***	
4	47.07	16.06	50.07	18.12	***	
5	61.59	15.67	52.74	17.87	***	
6	66.35	14.79	55.26	15.23	***	
7	43.02	15.83	50.22	14.84	***	
8	42.96	18.12	51.51	18.95	***	
9	37.5	22.75	57.17	17.94	***	
10	40.9	16.27	54.53	16.11	***	
11	60.9	15.42	46.66	17.1	***	
12	56.16	14.88	59.15	16.76	***	
13	53.76	15.98	49.14	14.27	***	
14	60.6	18.63	46.59	16.23	***	
15	52.21	17.09	50.24	16.41	**	
16	52.85	15.55	50.49	16.42	***	
17	51.4	16.45	50.46	19.39		不顯著
18	58.67	15.54	53.73	16.89	***	
19	45.64	11.41	47.51	14.43	*	
20	50.5	16.37	49.45	15.85		不顯著
平均數	51.91		51.59			
標準差	7.62		3.29			

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-1-8 說明文閱讀和測驗專注度相依樣本 t 檢定摘要表

	平均值	標準差	標準誤 平均值	t	自由度	顯著性 (雙尾)
AR2 腦波 - AT2 腦波	.31450	8.63050	1.92984	.163	19	.872

(三)、綜合討論

針對同一文體（分故事體和說明文兩類），無論閱讀或測驗時，腦波專注度參數平均值數值相近，以相依樣本 t 檢定檢驗未達顯著差異，也就是說，同一文體在閱讀或測驗時，其專注度並無不同。但測驗時，專注度的標準差相對較小，約只有閱讀時的一半。可見相較於閱讀，測驗時學生專注度的變動性較小，專注度數值大小比較一致。

貳、腦波專注度達到一定數值的時間比率情形結果分析

有關良好專注度定義不一，有文獻以專注度 40 以上，做為腦波良好專注度的標準；為了解專注度到達何種程度，能構成所謂「良好專注度」以有效學習，由於本研究受測學生在閱讀和測驗時間並不相同，因此分別統計 20 位學生其專注度達一定數值（表列 80、70、60、50、40 等）時間比率，做為進一步統計分析之用。

一、不同文體腦波專注度達到一定數值的時間比率情形

(一)、閱讀不同文體時

有關閱讀不同文體（如故事體、說明文），達一定專注度數值時間比率，如下表 4-1-9 所示。由下表可知，每個人閱讀故事體或說明文，專注度達（表列 80、70、60、50、40 等）一定數值時間比率，學生間個別差異甚大；而同一學生對不同文體達（表列 80、70、60、50、40）等一定數值時間比率差異性也大；但很特別的所有學生兩種文體平均值頗為一致，其原因值得探索。而就其分佈而言，達到

專注度數值 40 比率最大，但對照達 80、70、60、50 等數值時的標準差反而較為縮小，顯示多數學生專注度皆能達此標準的比率一致性高。

而為進一步了解，專注度達何標準時，對學習成績影響最大，分別與各文體測驗成績做相關性分析，顯示與專注度達到各數值(表列 80、70、60、50、40 等)時間比率，皆未達顯著；由於每一學生受測時間並不一致，再考慮【時間比值乘以時間】(其乘積表示達專注度達該數值的次數)與測驗成績的關係，亦未達顯著相關。

每個人達一定數值時間比率，學生間個別差異甚大，但所有學生在閱讀不同文體時，達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)專注度時間比率序列分別為 0.06、0.15、0.36、0.58、0.79(故事體)和 0.07、0.16、0.36、0.58、0.77 (說明文)，兩者總平均值頗為一致，其原因值得探索。

表 4-1-9 不同文體閱讀時達一定專注度數值時間比率比較一覽表

編號	故事體閱讀(AR1)專注度					說明文閱讀(AR2)專注度				
	80	70	60	50	40	80	70	60	50	40
1	0.09	0.21	0.57	0.80	0.92	0.09	0.25	0.34	0.57	0.73
2	0.01	0.05	0.20	0.43	0.71	0.04	0.11	0.33	0.54	0.74
3	0.02	0.06	0.18	0.40	0.66	0.08	0.19	0.43	0.67	0.86
4	0.02	0.10	0.32	0.59	0.82	0.02	0.07	0.22	0.48	0.71
5	0.01	0.06	0.25	0.50	0.74	0.15	0.31	0.56	0.78	0.92
6	0.00	0.00	0.06	0.26	0.59	0.23	0.39	0.68	0.89	0.98
7	0.23	0.42	0.78	0.92	0.98	0.01	0.04	0.15	0.37	0.62
8	0.04	0.11	0.23	0.45	0.68	0.02	0.05	0.20	0.41	0.60
9	0.07	0.19	0.43	0.69	0.86	0.05	0.11	0.18	0.28	0.43
10	0.02	0.06	0.23	0.41	0.65	0.01	0.04	0.15	0.30	0.55

表 4-1-9 不同文體閱讀時達一定專注度數值時間比率比較一覽表(續)

11	0.05	0.18	0.41	0.63	0.83	0.11	0.28	0.59	0.80	0.91
12	0.05	0.19	0.51	0.75	0.90	0.06	0.18	0.47	0.70	0.85
13	0.02	0.06	0.28	0.51	0.71	0.05	0.15	0.39	0.64	0.84
14	0.08	0.16	0.36	0.61	0.82	0.18	0.32	0.51	0.72	0.89
15	0.14	0.27	0.54	0.75	0.91	0.07	0.14	0.35	0.57	0.78
16	0.04	0.10	0.31	0.52	0.78	0.05	0.13	0.34	0.62	0.84
17	0.04	0.08	0.19	0.36	0.57	0.04	0.13	0.32	0.57	0.79
18	0.00	0.01	0.13	0.42	0.74	0.11	0.24	0.52	0.74	0.89
19	0.05	0.18	0.48	0.71	0.90	0.00	0.01	0.14	0.37	0.70
20	0.28	0.49	0.77	0.91	0.98	0.04	0.12	0.31	0.52	0.75
平均數	0.06	0.15	0.36	0.58	0.79	0.07	0.16	0.36	0.58	0.77
標準差	0.07	0.13	0.20	0.19	0.12	0.06	0.11	0.16	0.17	0.14

(二)、不同文體測驗時

不同文體(如故事體、說明文)在測驗時，達一定專注度數值時間比率。由表 4-1-10 可知，與閱讀時情形類似，在測驗時每個人達一定數值專注度的時間比率，學生間個別差異甚大，而同一學生對不同文體測驗的差異性也大，但所有學生兩種文體測驗時專注度平均值情形卻頗為一致，其原因值得探索。而就其分佈而言，達到專注度數值 40 比率最大，但標準差反而較為縮小，顯示多數學生專注度皆能達此標準的比率一致性高。

而為進一步了解，專注度達何標準時，對學習成績影響最大，分別與各文體測驗成績做相關性分析，顯示與專注度達到各數值(表列 80、70、60、50、40 等)，皆未達顯著；再考慮【時間比值乘以時間】(乘積表示達專注度達該數值的次數)與測驗成績的關係，亦多未達顯著，兩者相關性尚待研究探索。

每個人達一定數值時間比率，學生間個別差異甚大，但所有學生在不同文體測驗時，達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)專注度時間比率序列分別為 0.07、0.15、0.36、0.59、0.80(故事體)和 0.06、0.14、0.34、0.57、0.77(說明文)，兩者總平均值趨向頗為一致，其原因值得探索。

表 4-1-10 不同文體測驗時達一定專注度數值時間比率比較一覽表

編號	故事體測驗(AT1)專注度					說明文測驗(AT2)專注度				
	80	70	60	50	40	80	70	60	50	40
1	0.03	0.06	0.23	0.51	0.76	0.07	0.17	0.39	0.62	0.79
2	0.11	0.2	0.45	0.66	0.85	0.08	0.16	0.36	0.58	0.79
3	0.02	0.06	0.21	0.41	0.64	0.04	0.11	0.32	0.54	0.78
4	0.08	0.17	0.39	0.62	0.81	0.05	0.13	0.33	0.55	0.74
5	0.16	0.29	0.51	0.73	0.86	0.07	0.16	0.39	0.59	0.78
6	0.04	0.11	0.33	0.55	0.79	0.07	0.16	0.41	0.66	0.86
7	0.09	0.18	0.39	0.6	0.8	0.02	0.08	0.3	0.56	0.78
8	0.12	0.22	0.43	0.7	0.87	0.09	0.18	0.34	0.53	0.73
9	0.02	0.06	0.25	0.51	0.77	0.12	0.24	0.46	0.68	0.86
10	0.07	0.14	0.34	0.54	0.75	0.07	0.16	0.41	0.64	0.84
11	0.06	0.18	0.49	0.76	0.9	0.03	0.09	0.22	0.45	0.67
12	0.04	0.11	0.29	0.52	0.73	0.11	0.27	0.52	0.74	0.88
13	0.06	0.17	0.45	0.68	0.87	0.01	0.06	0.27	0.54	0.77
14	0.1	0.18	0.37	0.58	0.8	0.02	0.08	0.23	0.44	0.69
15	0.01	0.04	0.19	0.44	0.67	0.04	0.1	0.31	0.56	0.76
16	0.04	0.15	0.38	0.63	0.82	0.04	0.11	0.32	0.55	0.75
17	0.1	0.16	0.35	0.58	0.81	0.08	0.16	0.35	0.53	0.71
18	0.09	0.21	0.46	0.68	0.86	0.07	0.16	0.38	0.61	0.8
19	0.1	0.2	0.38	0.59	0.79	0.02	0.05	0.2	0.46	0.74
20	0.06	0.14	0.37	0.58	0.78	0.03	0.1	0.28	0.51	0.75
平均數	0.07	0.15	0.36	0.59	0.80	0.06	0.14	0.34	0.57	0.77
標準差	0.04	0.06	0.09	0.09	0.07	0.03	0.06	0.08	0.08	0.06

二、相同文體在閱讀時和測驗時之比較

延續前面分析，但重點放在比較同一文體（分別為故事體或說明文）在閱讀和測驗時，腦波專注度達到一定數值的時間比率差異情形。

（一）故事體在閱讀時和測驗時

測量故事體在閱讀時和測驗時，專注度達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)的時間比率，為節省篇幅不再另外單獨列表，請綜合參閱表 4-1-9(左半側，即 AR1)和表 4-1-10(左半側，即 AT1) 兩表內容結果。相同文體在閱讀時和測驗時腦波專注度的情形，可發現，每個人達一定數值時間比率，學生間個別差異甚大，而同一學生對不同文體差異性也大；但所有學生在故事體閱讀和測驗時，達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)專注度時間比率序列分別為 0.06、0.15、0.36、0.58、0.79（閱讀時）和 0.07、0.15、0.36、0.59、0.80（測驗時），兩者總平均值頗為一致，代表整體趨向一致。

（二）說明文閱讀時和測驗時

說明文的情況也有類似故事體的情形。請綜合參閱表 4-1-9（右半側，即 AR2）和表 4-1-10（右半側，即 AT2），每個人在說明文閱讀和測驗時達一定專注度數值時間比率，學生個別差異甚大，即使同一學生對在閱讀和測驗時的差異性也大，但所有學生的平均值反而頗為一致。達一定數值（表列 80、70、60、50、40 等）專注度時間比率序列分別為 0.07、0.16、0.36、0.58、0.77（閱讀時）和 0.06、

0.14、0.34、0.57、0.77 (測驗時)，序列數字一致性頗高，值得玩味。

為探討各情況腦波專注度數值達 80、70、60、50、40 等一定數值時間比率關係，如下圖 4-1-1，各專注度平均時間比率累積，無論是故事體閱讀(AR1)、說明文閱讀(AR2)、故事體測驗(AT1)、說明文測驗(AT2)，各曲線均頗為一致。

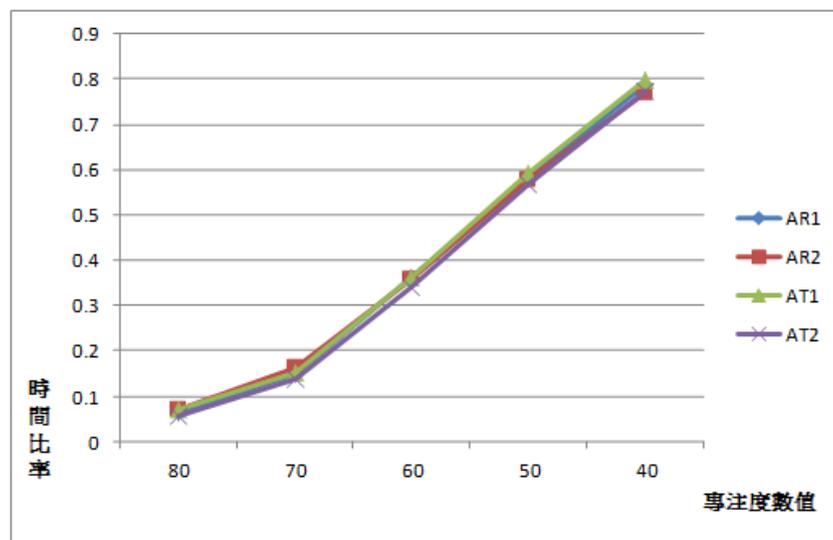


圖 4-1-1 各腦波測量達各專注度數值時間比率關係圖

三、綜合討論

比較閱讀（或測驗）不同文體間，或相同文體在閱讀時和測驗情況時，專注度達一定數值(本研究表列 80、70、60、50、40 等)的平均時間比率，數列幾乎皆相同，亦即繪成「時間比率—專注度數值關係圖」時，AR1、AR2、AT1、AT2 等四條曲線，頗為一致，四條曲線幾乎重疊，代表在閱讀時和測驗時腦波專注度，達到固定數值的時間比率多相同，整體分佈趨向一致，而故事體和說明文等不同文體，趨向也一致。

參、專注度與個人變項的關係

為了解專注度與個人變項的關係，逐一檢視樣本學生個人變項與腦波專注度的關係，統計分析結果如下，大多為差異不顯著或不相關。

一、與性別的關係

將全體試測學生依性別分成男(11人)、女(19人)兩組，與其每人腦波專注度(平均值)，進行獨立樣本 t 檢定，統計結果無差異顯著性，即性別不會影響腦波專注度平均值大小。

二、與智商的關係

將全體受測學生腦波專注度平均值，與其智商進行相關性檢驗，統計結果無顯著相關，亦即腦波專注度與智商無關，智商不會影響腦波專注度平均值的大小。

三、與課業成績的關係

比對全體受測學生國語、數學、社會和自然等領域學期成績對腦波專注度(平均值)的影響，逐一進行相關性檢驗，統計結果無顯著相關，亦即國語、數學、社會和自然等學習領域學期成績，不會影響腦波專注度平均值的大小。

四、成熟度

由於臺灣採學年制，正常情況下，同一班級學生年齡差距可達一年，因此若將學生分成高低年齡兩組，其間平均年齡差距也達半年，對一個十歲的孩子而言，不可謂不大。本研究分析高低年齡組間的成熟度對腦波專注度平均值影響，以獨立樣本 t 檢定檢驗，統計並無顯著差異。所以學生的成熟度不會影響腦波專注度平均值的大小。

五、與喜愛度的關係

本研究於測驗後，以問卷「我喜歡『敵人餡餅』（或『太空漫步』）這篇文章，喜歡的程度？」，詢問受試者對兩篇文章的喜愛程度，從「很喜歡」到「很不喜歡」，將喜愛度分成5個等級，由學生填答，統計結果顯示，無論『敵人餡餅』（故事體）或『太空漫步』（說明文），喜愛度與腦波專注度平均值，均無顯著相關。

第二節 閱讀和測驗時腦波放鬆度分析

本節主要分析樣本學生閱讀和測驗時的腦波放鬆度(Meditation，以「M」表示)，如前面專注度時的標示方式，以「R」表示閱讀、以「T」表示測驗等學習行為，並配合測驗故事體(即『敵人餡餅』，以「1」表示)和說明文(即『太空漫步』，以「2」表示)兩種不同文體，計獲得閱讀故事體(MR1)、閱讀說明文(MR2)和測驗故事體(MT1)、測驗說明文(MT2)等四種放鬆度的測量數據，利用平均數的差異性比較，分析個別學生及全體學生的差異性。茲將統計結果與討論分述於下：

壹、閱讀和測驗時，腦波放鬆度分析

一、不同文體在閱讀或測驗時，腦波放鬆度變化情形：

(一)、故事體和說明文在閱讀時之放鬆度比較

比較閱讀故事體與說明文等不同文體時，腦波放鬆度情形，以獨立樣本 t 檢定，逐一檢驗每位學生閱讀故事體與說明文時，腦波放鬆度的差異性，結果如表 4-2-1，除 1、2、11、17、19 號外，皆達顯著差異。

雖然每個人放鬆度各異，但兩者平均數竟皆為 58.94，即每一個人閱讀故事體與說明文放鬆度差異仍大，而全體平均數竟相同。將全體學生 MR1 和 MR2 的腦波放鬆度平均值以相依樣本 t 檢定檢驗，未達顯著水準，即閱讀不同文體，其平均放鬆度頗一致並無顯著差異，如表 4-2-2 所示。

表 4-2-1 不同文體閱讀時放鬆度差異顯著性分析

編號	故事體閱讀時 MR1		說明文閱讀時 MR2		閱讀與測驗放鬆度差異分析	備註
	平均放鬆度	標準差	平均放鬆度	標準差		
1	65.45	15.35	65.81	19.91		不顯著
2	55.79	16.62	57.27	17.15		不顯著
3	52.71	14.15	59.63	16.59	***	
4	45.29	11.22	58.54	16.43	***	
5	64.35	18.04	58.40	17.53	***	
6	69.43	12.74	61.49	17.09	***	
7	62.01	13.48	52.35	15.55	***	
8	59.45	16.13	48.43	16.68	***	
9	65.28	13.48	59.07	17.73	***	
10	46.90	16.69	62.25	16.01	***	
11	60.31	13.33	60.86	13.54		不顯著
12	64.91	13.01	60.35	14.59	***	
13	59.07	15.78	63.86	15.59	***	
14	63.22	16.37	59.99	14.65	***	
15	58.51	16.05	44.94	17.01	***	
16	57.41	14.49	55.30	16.02	**	
17	58.64	13.75	58.33	16.16		不顯著
18	52.52	12.19	67.73	15.37	***	
19	61.05	14.57	59.02	16.17		不顯著
20	56.53	12.53	65.10	15.60		
平均數	58.94		58.94			
標準差	6.16		5.52			

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-2-2 不同文體閱讀放鬆度相依樣本 t 檢定摘要表

	平均值	標準差	標準誤 平均值	t	自由度	顯著性 (雙尾)
MR1 腦波 - MR2 腦波	.00550	8.47670	1.89545	.003	19	.998

(二)、不同文體測驗時之放鬆度比較

比較不同文體在測驗時腦波放鬆度情形，如表 4-2-3，雖然每個人放鬆度各異，但兩者平均值分別為 53.63 和 54.38。將全體學生 MT1 和 MT2 以相依樣本 t 檢定檢驗，未達顯著水準，如表 4-2-4，故事體與說明文等，在測驗時，其平均放鬆度頗一致並無顯著差異。再以獨立樣本 t 檢定，檢驗個別學生不同文體測驗時，腦波放鬆度的差異性，結果如表 4-2-3，除 7、14、19 等號外，皆達顯著差異，即每一學生個別在故事體與說明文測驗時放鬆度差異仍大。

表 4-2-3 不同文體測驗時放鬆度差異顯著性分析

編號	故事體測驗時 MT1		說明文測驗時 MT2		閱讀與測驗放鬆度差異分析	備註
	平均放鬆度	標準差	平均放鬆度	標準差		
1	51.18	15.92	49.88	14.84	*	
2	50.31	14.55	57.16	13.73	***	
3	49.58	15.58	58.88	16.21	***	
4	51.72	15.51	56.06	16.30	***	
5	50.42	13.62	53.50	15.16	***	
6	67.85	15.28	45.31	13.14	***	
7	58.04	14.73	57.22	15.18		不顯著
8	49.34	17.55	59.93	17.68	***	
9	52.28	15.18	59.35	17.95	***	
10	59.58	17.05	55.59	13.99	***	
11	58.70	13.64	53.36	15.51	***	
12	59.53	15.34	51.26	16.20	***	
13	53.52	15.10	59.82	15.55	***	
14	53.62	16.69	52.76	14.70		不顯著
15	53.14	13.55	47.28	14.74	***	
16	57.16	13.99	60.54	14.38	***	
17	48.58	16.24	56.31	13.85	***	
18	52.67	14.72	50.04	15.30	***	
19	49.00	13.97	48.98	13.51		不顯著
20	46.42	13.50	54.40	13.34	***	
平均數	53.63		54.38			
標準差	5.12		4.49			

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-2-4 不同文體測驗放鬆度相依樣本 t 檢定摘要表

	平均值	標準差	標準誤 平均值	t	自由度	顯著性 (雙尾)
MT1 腦波- MT2 腦波	-.74950	7.78805	1.74146	-.430	19	.672

(三)、綜合討論

檢視學生在閱讀故事體或說明文等不同文體放鬆度的情形。逐一以獨立樣本 t 檢定檢驗每位學生放鬆度的差異性，發現大多數學生在閱讀不同文體測驗時，放鬆度多有顯著差異。但全體學生腦波放鬆度平均值大致相近，以相依樣本 t 檢定進行統計分析，兩者未達顯著差異，也就是說，全體學生在測驗故事體或說明文等不同文體時，兩者放鬆度並無不同。檢視測驗時放鬆度的情形與閱讀時相同。

二、相同文體在閱讀和測驗時腦波放鬆度的分析

(一)、故事體在閱讀和測驗時腦波放鬆度的比較

故事體在閱讀和測驗時腦波放鬆度比較，如表 4-2-5 所示，其全體學生腦波平均值分別為 58.94 和 53.63。再以獨立樣本 t 檢定，檢驗個別學生在相同文體閱讀和測驗時，腦波放鬆度的差異性，除 6、16、18 等號外，皆達顯著差異，即每一學生在故事體閱讀和測驗時放鬆度差異仍大。

將全體學生 MR1 和 MT1 腦波平均值，以相依樣本 t 檢定進行統計分析，兩者達顯著差異 (** $P < .01$)，如表 4-2-6，顯示學生在相同文體閱讀和測驗時，放鬆度有所不同，整體而言，相同文體在閱讀時放鬆度較大，測驗時放鬆度較小。

表 4-2-5 故事體閱讀和測驗時放鬆度差異顯著性分析

編號	閱讀故事體時 MR1		測驗故事體時 MT1		閱讀與測驗放鬆度差異分析	備註
	平均放鬆度	標準差	平均放鬆度	標準差		
1	65.45	15.35	51.18	15.92	***	
2	55.79	16.62	50.31	14.55	***	
3	52.71	14.15	49.58	15.58	***	
4	45.29	11.22	51.72	15.51	***	
5	64.35	18.04	50.42	13.62	***	
6	69.43	12.74	67.85	15.28		不顯著
7	62.01	13.48	58.04	14.73	***	
8	59.45	16.13	49.34	17.55	***	
9	65.28	13.48	52.28	15.18	***	
10	46.90	16.69	59.58	17.05	***	
11	60.31	13.33	58.70	13.64	*	
12	64.91	13.01	59.53	15.34	***	
13	59.07	15.78	53.52	15.10	***	
14	63.22	16.37	53.62	16.69	***	
15	58.51	16.05	53.14	13.55	***	
16	57.41	14.49	57.16	13.99		不顯著
17	58.64	13.75	48.58	16.24	***	
18	52.52	12.19	52.67	14.72		不顯著
19	61.05	14.57	49.00	13.97	***	
20	56.53	12.53	46.42	13.50	***	
平均數	58.94		53.63			
標準差	6.16		5.12			

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-2-6 故事體閱讀和測驗放鬆度相依樣本 t 檢定摘要表

	平均值	標準差	標準誤 平均值	t	自由度	顯著性 (雙尾)
MR1 腦波 - MT1 腦波	5.30950	6.87224	1.53668	3.455	19	.003

(二)、說明文在閱讀和測驗時腦波放鬆度的比較

說明文與故事體的情形相仿，在閱讀和測驗時放鬆度差異如下表 4-2-7，其全體學生腦波平均值分別為 58.94 和 54.38。再以獨立樣本 t 檢定，檢驗個別學生在說明文閱讀和測驗時，腦波放鬆度的差異性，除 2、3、9 號等之外，皆達顯著差異，即每一學生個別在說明文閱讀和測驗時放鬆度差異仍大。

以相依樣本 t 檢定檢驗 MR2 和 MT2，兩者達顯著差異 (* $P < .05$)，如表 4-2-8，顯示學生在閱讀和測驗時，放鬆度有所不同，不論是說明文或故事體，整體而言，閱讀時放鬆度較大，測驗時放鬆度較小。

表 4-2-7 說明文閱讀和測驗放鬆度差異顯著性分析

編號	閱讀說明文時 MR2		測驗說明文時 MT2		閱讀與測驗放鬆度差異分析	備註
	平均放鬆度	標準差	平均放鬆度	標準差		
1	65.81	19.91	49.88	14.84	***	
2	57.27	17.15	57.16	13.73		不顯著
3	59.63	16.59	58.88	16.21		不顯著
4	58.54	16.43	56.06	16.30	***	
5	58.40	17.53	53.50	15.16	***	
6	61.49	17.09	45.31	13.14	***	
7	52.35	15.55	57.22	15.18	***	
8	48.43	16.68	59.93	17.68	***	
9	59.07	17.73	59.35	17.95		不顯著
10	62.25	16.01	55.59	13.99	***	
11	60.86	13.54	53.36	15.51	***	
12	60.35	14.59	51.26	16.20	***	

表 4-2-7 說明文閱讀和測驗放鬆度差異顯著性分析 (續)

13	63.86	15.59	59.82	15.55	***	
14	59.99	14.65	52.76	14.70	***	
15	44.94	17.01	47.28	14.74	**	
16	55.30	16.02	60.54	14.38	***	
17	58.33	16.16	56.31	13.85	***	
18	67.73	15.37	50.04	15.30	***	
19	59.02	16.17	48.98	13.51	***	
20	65.10	15.60	54.40	13.34	***	
平均數	58.94		54.38			
標準差	5.52		4.49			

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-2-8 說明文閱讀和測驗放鬆度相依樣本 t 檢定摘要表

	平均值	標準差	標準誤 平均值	t	自由度	顯著性 (雙尾)
MR2 腦波 - MT2 腦波	4.55450	7.62454	1.70490	2.671	19	.015

(三) 綜合討論

逐一分析故事體或說明文，學生在閱讀和測驗時平均放鬆度的差異，以相依樣本 t 檢定進行檢驗，兩者達顯著差異，顯示學生在閱讀和測驗時，放鬆度有所不同，再針對放鬆度參數數值分析來看，整體而言，閱讀時放鬆度較大，測驗時放鬆度較小。此現象，在故事體或說明文等不同文

體時結果相同，亦即對不同文體的影響較小，甚至並無影響。

貳、腦波放鬆度達到一定數值的時間比率

比照前面（第一節、貳）專注度分析方式，由於本研究受測學生在閱讀和測驗時間並不相同，因此分別統計 20 位學生放鬆度達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)時間比率，做為進一步統計分析之用。

一、不同文體腦波放鬆度達到一定數值的時間比率情形

(一)、閱讀時的比較分析

由表 4-2-9 可知，每個人達一定數值放鬆度時間比率，學生間個別差異甚大，而同一學生對不同文體差異性也大；但與專注度分析結果相似的，所有學生兩種文體放鬆度平均值頗為一致，其原因值得探索。

而就其分佈而言，達到放鬆數值 40 比率最大，但標準差反而比 70、60、50 等值時為縮小，顯示多數學生放鬆度皆能達此標準的比率一致性高。

而為進一步了解，放鬆度達何標準時，對學習成績影響最大，分別與各文體測驗成績做相關性分析，顯示與放鬆度達到各數值（表列 80、70、60、50、40 等），皆未達顯著。

由於每一學生受測時間並不相同，再考慮【時間比值乘以時間】（其乘積表示達放鬆度達該數值的次數）與測驗成績的關係，亦未達顯著相關。

表 4-2-9 不同文體閱讀時達一定放鬆度數值時間比率比較一覽表

編號	故事體閱讀放鬆度 MR1					說明文閱讀放鬆度 MR2				
	80	70	60	50	40	80	70	60	50	40
1	0.17	0.37	0.70	0.88	0.96	0.27	0.46	0.72	0.85	0.93
2	0.11	0.17	0.40	0.65	0.85	0.09	0.25	0.51	0.71	0.85
3	0.05	0.10	0.30	0.60	0.86	0.13	0.28	0.51	0.74	0.89
4	0	0.02	0.06	0.36	0.70	0.11	0.25	0.49	0.72	0.89
5	0.22	0.37	0.67	0.84	0.92	0.12	0.23	0.50	0.71	0.88
6	0.23	0.50	0.78	0.95	0.99	0.14	0.30	0.60	0.81	0.91
7	0.09	0.25	0.63	0.84	0.94	0.04	0.12	0.35	0.60	0.81
8	0.10	0.26	0.56	0.77	0.88	0.03	0.08	0.27	0.51	0.75
9	0.18	0.37	0.70	0.89	0.97	0.14	0.25	0.48	0.72	0.90
10	0.04	0.09	0.22	0.41	0.64	0.14	0.33	0.60	0.81	0.92
11	0.08	0.24	0.57	0.80	0.94	0.10	0.27	0.53	0.81	0.96
12	0.14	0.35	0.71	0.90	0.96	0.10	0.24	0.55	0.78	0.93
13	0.10	0.23	0.53	0.76	0.90	0.18	0.34	0.63	0.82	0.96
14	0.17	0.33	0.61	0.82	0.93	0.11	0.25	0.52	0.78	0.93
15	0.11	0.24	0.52	0.74	0.90	0.02	0.06	0.21	0.44	0.65
16	0.07	0.19	0.44	0.75	0.89	0.07	0.18	0.43	0.66	0.85
17	0.07	0.20	0.49	0.80	0.92	0.12	0.24	0.48	0.73	0.89
18	0.01	0.06	0.34	0.63	0.87	0.22	0.43	0.74	0.89	0.97
19	0.11	0.29	0.58	0.81	0.92	0.12	0.25	0.53	0.73	0.88
20	0.05	0.15	0.43	0.72	0.94	0.21	0.36	0.65	0.87	0.96
平均數	0.11	0.24	0.51	0.75	0.89	0.12	0.26	0.52	0.73	0.89
標準差	0.06	0.12	0.18	0.15	0.09	0.06	0.10	0.13	0.11	0.08

(二)、測驗時的比較分析

不同文體測驗時達一定放鬆度數值時間比率，如表 4-2-10 所示。與前面分析結果相類似，每個人測驗時達一定放鬆度數值的時間比率，學生個別差異甚大，而同一學生對不同文體差異性也大；但很特別的所有學生兩種文體平均值也頗為一致。而就其分佈而言，數值 40 占比率最大，但標準差反而較小，顯示多數學生放鬆度皆能達此標準的比率一致性高；此外測驗時標準差比閱讀時相對更小，代表面對測驗時，各生的放鬆度更一致。

而為進一步了解不同文體測驗時放鬆度對測驗成績影響最大，與測驗成績相關性分析，經統計分析結果，顯示與放鬆度達各數值(表列 80、70、60、50、40 等)，皆未達顯著。再考慮【時間比值乘以時間】(乘積表示達放鬆度達該數值的次數)與測驗成績的關係，亦多未達顯著。

表 4-2-10 不同文體測驗時達一定放鬆度數值時間比率一覽表

編號	故事體測驗放鬆度 MT1					說明文測驗放鬆度 MT2				
	80	70	60	50	40	80	70	60	50	40
1	0.04	0.10	0.33	0.58	0.80	0.02	0.09	0.27	0.54	0.78
2	0.02	0.07	0.28	0.57	0.80	0.05	0.18	0.46	0.73	0.90
3	0.03	0.09	0.30	0.52	0.76	0.11	0.24	0.51	0.73	0.89
4	0.03	0.11	0.33	0.60	0.81	0.08	0.19	0.45	0.68	0.86
5	0.02	0.08	0.28	0.53	0.81	0.05	0.14	0.36	0.63	0.83
6	0.25	0.46	0.74	0.89	0.97	0.01	0.04	0.15	0.37	0.68
7	0.08	0.19	0.50	0.74	0.91	0.07	0.21	0.46	0.73	0.89
8	0.05	.12	0.30	0.50	0.71	0.15	0.29	0.53	0.73	0.87
9	0.03	0.12	0.35	0.61	0.82	0.14	0.28	0.53	0.72	0.86

表 4-2-10 不同文體測驗時達一定放鬆度數值時間比率一覽表 (續)

10	0.13	0.27	0.55	0.76	0.88		0.05	0.15	0.41	0.71	0.89
11	0.06	0.20	0.49	0.80	0.92		0.04	0.13	0.37	0.64	0.84
12	0.11	0.24	0.51	0.77	0.93		0.04	0.12	0.32	0.59	0.79
13	0.05	0.13	0.36	0.64	0.83		0.11	0.25	0.52	0.77	0.92
14	0.07	0.17	0.38	0.61	0.81		0.03	0.12	0.35	0.62	0.83
15	0.03	0.10	0.36	0.64	0.87		0.01	0.06	0.23	0.47	0.72
16	0.06	0.18	0.48	0.73	0.90		0.10	0.25	0.57	0.81	0.93
17	0.03	0.09	0.28	0.49	0.73		0.05	0.15	0.44	0.73	0.89
18	0.02	0.11	0.35	0.64	0.82		0.04	0.09	0.27	0.55	0.78
19	0.02	0.07	0.25	0.51	0.77		0.01	0.06	0.23	0.52	0.78
20	0.002	0.03	0.18	0.45	0.72		0.03	0.12	0.38	0.68	0.88
平均數	0.06	0.15	0.38	0.63	0.83		0.06	0.16	0.39	0.65	0.84
標準差	0.06	0.10	0.13	0.12	0.07		0.04	0.08	0.12	0.11	0.07

二、相同文體在閱讀和測驗時放鬆度比較

(一)、故事體在閱讀和測驗時放鬆度的比較分析

測量故事體在閱讀時和測驗時，放鬆度達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)的時間比率，為節省篇幅不再另外單獨列表，請綜合參閱表 4-2-9(左半側，即 MR1)和表 4-2-10(左半側，即 MT1) 兩表內容結果。綜合上表可知，在故事體閱讀和測驗時每個人達一定數值放鬆度的時間比率，學生間個別差異甚大，而同一學生對閱讀和測驗的放鬆度差異性也大，所有學生在閱讀和測驗時放鬆度平均情形差異較專注度時為大，而且測驗時明顯較小，顯示測驗時較未達放鬆值者相對較少。而就其分佈而言，達到放

鬆度數值 40 比率最大，但標準差反而較為縮小，顯示多數學生放鬆度皆能達此標準的比率一致性高。

所有學生在故事體閱讀和測驗時，達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)放鬆度時間比率序列分別為 0.11、0.24、0.51、0.75、0.89 (閱讀時)和 0.06、0.15、0.38、0.63、0.83 (測驗時)，兩者放鬆度總平均值差異頗大，此結果與專注度時所得到結果不同。

(二)、說明文在閱讀和測驗時放鬆度的比較分析

測量說明文在閱讀時和測驗時，放鬆度達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)的時間比率，請綜合參閱表 4-2-9(右半側，即 MR2)和表 4-2-10(右半側，即 MT2) 兩表內容結果。與故事體結果相仿，比較可知，學生在說明文閱讀和測驗時每個人達一定數值放鬆度的時間比率，學生間個別差異甚大，而同一學生在閱讀和測驗的放鬆度差異性也大。測驗時放鬆度達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)的時間比率平均值明顯較小。

與故事體情形類似，所有學生在閱讀和測驗時，達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)放鬆度時間比率序列分別為 0.12、0.26、0.52、0.73、0.89 (閱讀時)和 0.06、0.16、0.39、0.65、0.84 (測驗時)，兩者放鬆度總平均值差異較大，此結果與專注度時的分析結果不同。整體而言，測驗時所得平均數值較小，即放鬆度達一定數值(表列 80、70、60、50、40 等)的時間比率值比較小，表示測驗時相對放鬆度較低。

三、達各放鬆度數值(表列 80、70、60、50、40 等)時間比率關係

為探討全體學生，各情況腦波放鬆度數值達 80、70、60、50、40 等的平均時間比率關係，各曲線包括故事體閱讀(MR1)、說明文閱讀(MR2)、故事體測驗(MT1)、說明文測驗(MT2)等如下圖 4-2-1 所示。

很明顯，故事體和說明文閱讀時(MR1 和 MR2)較一致，而故事體和說明文測驗時(MT1 和 MT2)也較一致，但閱讀和測驗時，放鬆度平均時間比率曲線明顯不同。閱讀 R1、R2 時的放鬆度數值達(表列 80、70、60、50、40 等)的平均時間比率明顯高於測驗 T1、T2 時。

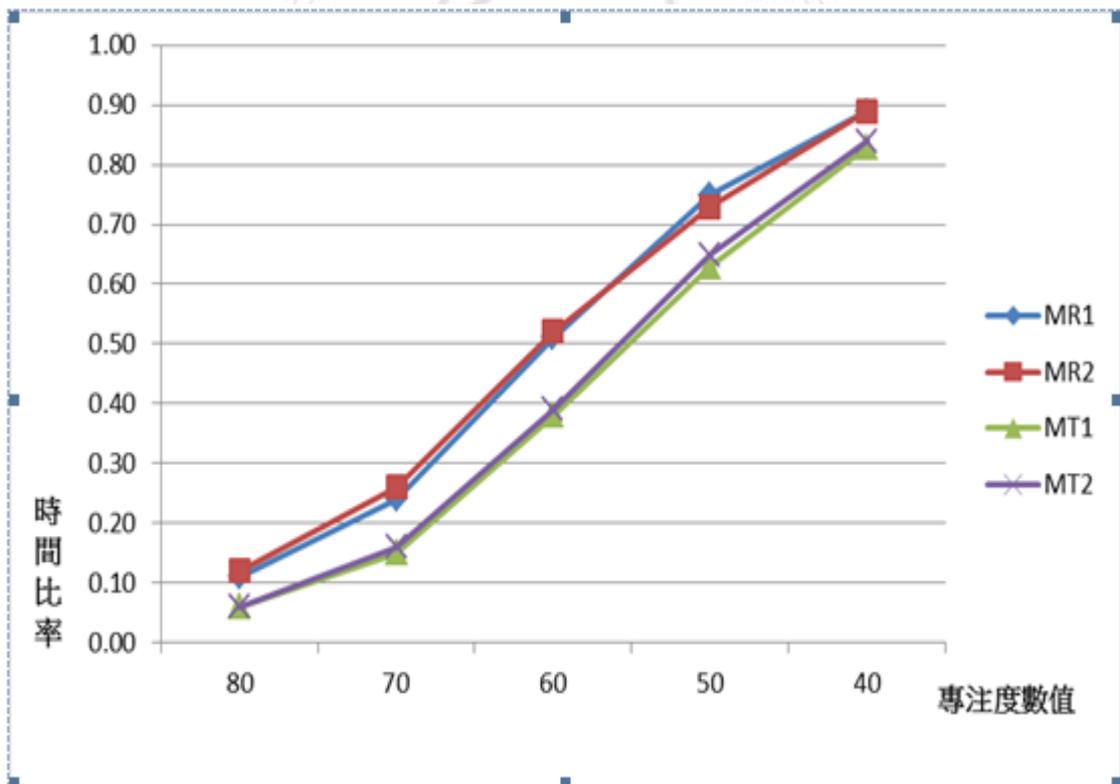


圖 4-2-1 各腦波測量達各放鬆度數值時間比率關係圖

四、綜合討論

本研究發現各情境腦波放鬆度數值達 80、70、60、50、40 等的「時間比率－放鬆度數值關係圖」，受故事體或說明文等不同文體影響小，但受閱讀和測驗等不同測試情境的影響大。因此很明顯各曲線在故事體和說明文閱讀時(MR1 和 MR2 二條曲線)趨向一致，而故事體和說明文測驗時(MT1 和 MT2 二條曲線)也一致，但閱讀 (MR1 和 MR2 二曲線幾乎重疊) 與測驗 (MT1 和 MT2 二條曲線也幾乎重疊) 兩者「時間比率－放鬆度數值關係圖」曲線趨向則明顯不同。也就是說，MR1 和 MR2 二條曲線明顯高於 MT1 和 MT2 二條曲線。

第三節 腦波專注度與時間的關係

壹、閱讀和測驗前、中、後段時間專注度變化趨勢

為探討每位學生在閱讀和測驗時，其專注度隨時間變化的情形，將全程分為前、中、後三段，分別測得其平均數，繪成下圖，比較圖 4-3-1、4-3-2，可見故事體在閱讀和測驗時，隨時間進展，專注度變化的趨勢，圖 4-3-1(閱讀)曲線變化幅度大，但圖 4-3-2(測驗)，變動區間小，較為收斂，表示隨時間進展，測驗時專注度變化較小，而閱讀時專注度變化較大。

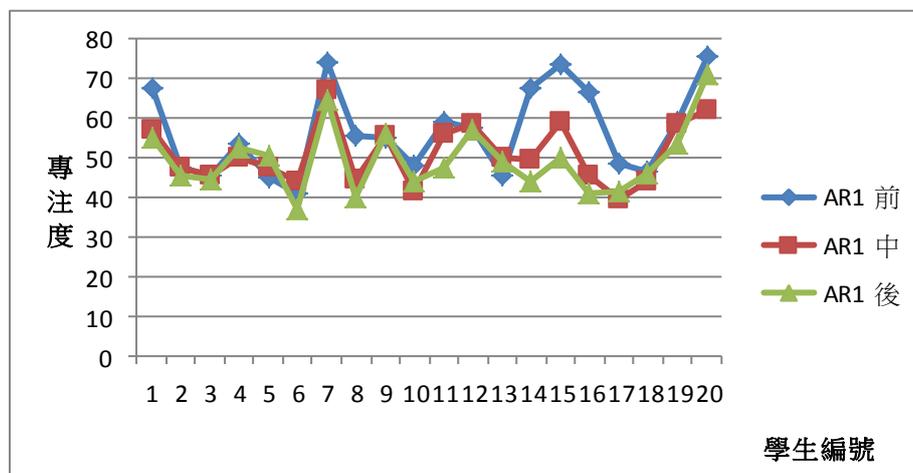


圖 4-3-1 每位學生在閱讀故事體前、中、後期，腦波專注度變化情形

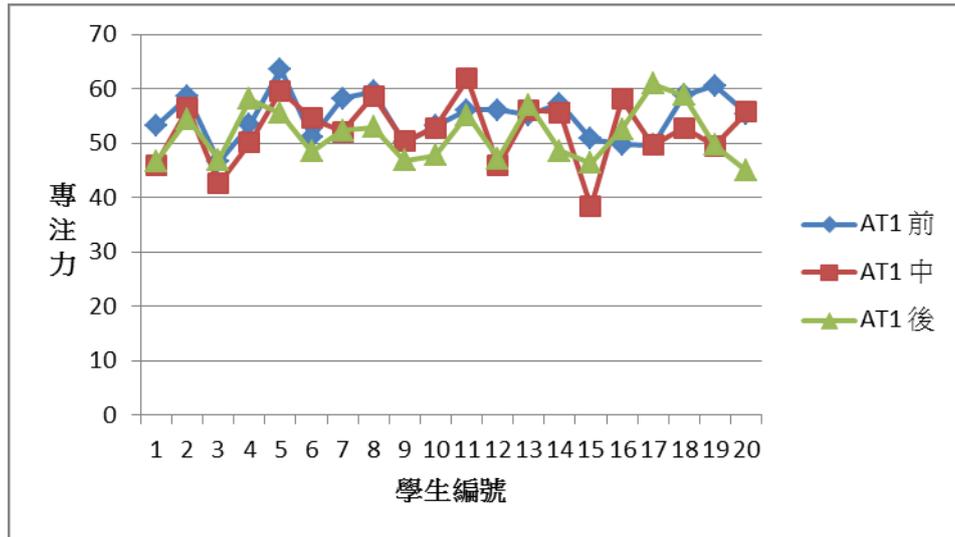


圖 4-3-2 每位學生在故事體測驗前、中、後期，腦波專注度變化情形

說明文在閱讀和測驗的情形也雷同，比較圖 4-3-3、4-3-4 等圖，說明文在閱讀時，曲線變化幅度大（如圖 4-3-3），測驗變動區間小，較為收斂（如圖 4-3-4）；隨時間進展，測驗時專注度變化較小，而閱讀時專注度隨時間變化較大。

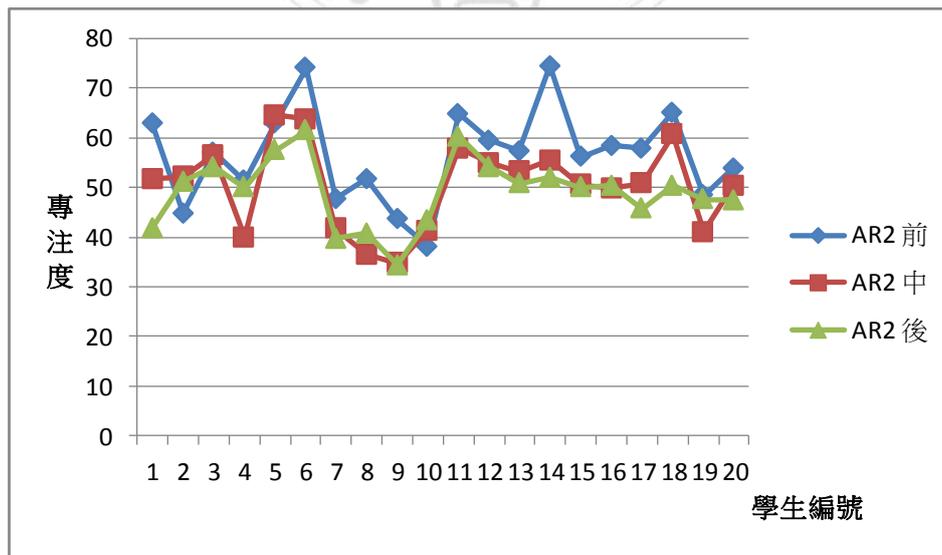


圖 4-3-3 每位學生在閱讀說明文前、中、後期，腦波專注度變化情形

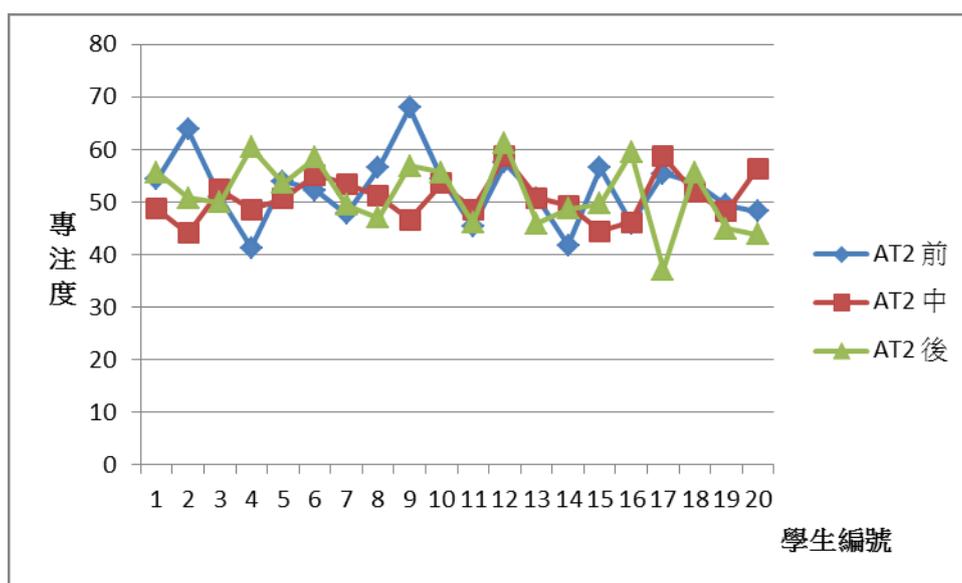


圖 4-3-4 每位學生在說明文測驗前、中、後期，腦波專注度變化情形

貳、閱讀和測驗前、中、後三段時間專注度差異性分析

一、閱讀故事體時

將每位受測學生閱讀故事體時，全程時間分成前、中、後三段時間，並各自求得其各段專注度平均，並逐一以變異數分析(ANOVA)。

檢視每位受測學生在前、中、後三段時間內，專注度是否一致，結果如表 4-3-1，除 2、3、9、12、18 外，皆達顯著差異。表示大部份的學生，在閱讀故事體前、中、後時間內，腦波專注度並不一致。

再以變異數分析檢驗所有學生在前、中、後三段時間平均值的差異性，結果顯示如表 4-3-2 所示，整體達顯著差異(* $P < .05$) 表示，全體受測學生在閱讀故事體時，前、中、後三段時間，專注度並不相同，前期專注度較大，中後期專注度會變小。

表 4-3-1 每位學生閱讀故事體時前、中、後段時間專注度差異性分析

編號	ARI			差異分析	備註
	前期	中期	後期		
1	67.39	57.18	55.02	***	
2	47.54	47.32	45.41		不顯著
3	45.29	45.58	44.54		不顯著
4	53.44	49.84	52.61	*	
5	45.2	47.36	50.37	*	
6	40.89	44.23	37.2	***	
7	74.12	67.14	64.38	***	
8	55.56	44.73	39.97	***	
9	55.18	55.79	56.05		不顯著
10	48.23	41.75	44.15	***	
11	59.23	56.17	47.68	***	
12	57.62	58.41	57.08		不顯著
13	45.33	50.27	48.98	**	
14	67.6	49.68	44.08	***	
15	73.61	59.04	49.97	***	
16	66.77	45.45	40.81	***	
17	48.75	39.55	41.55	***	
18	46.77	43.98	46.2		不顯著
19	58.9	58.61	53.41	**	
20	75.6	62.27	71.32	***	
平均數	56.65	51.22	49.54		
標準差	10.92	7.59	8.43		

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-3-2 每位學生閱讀故事體各段時間平均值變異數分析摘要表

	平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間	552.806	2	276.403	3.346	.042
群組內	4708.979	57	82.614		
總計	5261.784	59			

二、閱讀說明文時

仿照前面受測學生閱讀故事體分析模式，探討閱讀說明文時的情形。逐一以變異數分析(ANOVA)檢視每位受測學生在前、中、後三段時間內，專注度是否一致，結果如表 4-3-3，除 3 號外、前、中、後三段時間，皆達顯著差異。表示大部份的學生，在閱讀故事體前、中、後時間內，腦波專注度並不一致。

再以變異數分析(ANOVA)檢驗所有學生在閱讀說明文前、中、後三段時間平均值的差異性，結果顯示如表 4-3-4 所示，* $P < .05$ 整體達顯著差異，此結果與閱讀故事體時情況相同，表示全體受測學生在閱讀說明文時，前、中、後三段時間，專注度並不相同，由數值大小分析，閱讀前期專注度較大，中後期專注度會變小。

表 4-3-3 每位學生閱讀說明文時前、中、後段時間專注度差異性分析

編號	AR2			差異分析	備註
	前期	中期	後期		
1	62.76	51.67	41.85	***	
2	44.73	52.12	51.17	***	
3	57.02	56.56	54.1		不顯著
4	51.32	39.96	49.93	***	
5	62.91	64.49	57.37	***	
6	73.95	63.69	61.46	***	
7	47.74	41.68	39.64	***	
8	51.68	36.46	40.78	***	
9	43.54	34.68	34.29	**	
10	38.08	41.29	43.32	***	
11	64.72	57.79	60.19	***	
12	59.43	54.9	54.16	**	

表 4-3-3 每位學生閱讀說明文時前、中、後段時間專注度差異性分析(續)

13	57.34	53.14	50.81	***	
14	74.44	55.44	51.92	***	
15	56.11	50.5	50.02	***	
16	58.36	49.8	50.41	***	
17	57.83	50.78	45.62	***	
18	65.02	60.59	50.41	***	
19	48.31	40.99	47.62	***	
20	53.81	50.31	47.4	*	
平均數	56.46	50.34	49.12		
標準差	9.48	8.67	6.87		

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-3-4 每位學生閱讀說明文各段時間平均值變異數分析摘要表

	平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間	617.363	2	308.681	4.363	.017
群組內	4032.417	57	70.744		
總計	4649.780	59			

三、綜合歸納

以變異數分析(ANOVA) 逐一考驗每一個受測學生在閱讀的前、中、後時間的腦波專注度變化，結果顯示多有顯著差異。再以變異數分析(ANOVA)檢驗全體受測學生，閱讀時前、中、後時間的腦波專注度平均值，結果也達顯著差異，從所測得專注度參數數值上來看，閱讀的前段時間的腦波專注度較大，到中、後段時專注度會變小。

參、測驗時前、中、後三段時間專注度差異性分析

一、故事體測驗時

同樣的，分析每位受測學生在故事體測驗時，全程前、中、後三段時間內專注度的變化情形，逐一以變異數分析(ANOVA)檢視每位受測學生在前、中、後三段時間內，專注度是否一致，結果如表 4-3-5，除 13 號外，皆達顯著差異。表示大部份的學生，在閱讀故事體前、中、後時間內，腦波專注度並不一致。

再以變異數分析(ANOVA)檢驗所有學生在前、中、後三段時間平均值的差異性，結果顯示如表 4-3-6 所示，整體未達顯著差異。表示，全體受測學生在測驗故事體時，前、中、後三段時間，專注度並無不同，也就是專注度測驗的前、中、後期，專注度並沒有改變。

表 4-3-5 每位學生故事體測驗時前、中、後段時間專注度差異性分析

AT1					
編號	前期	中期	後期	差異分析	備註
1	53.2	45.92	46.58	***	
2	58.55	56.42	54.41	***	
3	46.53	42.6	46.87	***	
4	53.33	50.1	58.12	***	
5	63.64	59.61	55.54	***	
6	50.99	54.59	48.48	***	
7	58.22	52.06	52.31	***	
8	59.48	58.71	52.93	***	
9	50.06	50.32	46.83	***	
10	53.09	52.77	47.71	***	
11	56.05	61.89	55.17	***	

表 4-3-5 每位學生故事體測驗時前、中、後段時間專注度差異性分析(續)

12	56.03	45.83	47.19	***	
13	55.2	56.14	57		不顯著
14	57.23	55.6	48.57	***	
15	50.76	38.27	46.3	***	
16	49.69	58.07	52.56	***	
17	49.64	49.65	60.88	***	
18	58.84	52.74	58.75	***	
19	60.52	49.49	49.6	***	
20	55.41	55.73	44.86	***	
平均數	54.82	52.33	51.53		
標準差	4.39	5.97	4.86		

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-3-6 每位學生說明文測驗各段時間平均值變異數分析摘要表

	平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間	117.931	2	58.966		
群組內	1492.988	57	26.193	2.251	.115
總計	1610.919	59			

二、說明文測驗時

如前面模式分析受測學生說明文測驗的情形。逐一以變異數分析(ANOVA)檢視每位受測學生在測驗前、中、後三段時間內，專注度是否一致，結果如表 4-3-7，除 3 號未達顯著外，其餘在前、中、後三段時間差異性，皆達顯著。表示大部份的學生，在閱讀故事體前、中、後時間內，腦波專注度並不一致。

再以變異數分析(ANOVA)檢驗所有學生在測驗說明文的前、中、後三段時間平均值的差異性，結果顯示如表 4-3-8 所示，未達顯著差異。表示，全體受測學生在測驗故事體時，前、中、後三段時間，專注度並無不同，也就是專注度說明文測驗的前、中、後期，專注度並沒有改變。

表 4-3-7 每位學生說明文測驗時前、中、後段時間專注度差異性分析

編號	AT2			差異分析	備註
	前期	中期	後期		
1	54.27	48.74	55.6	***	
2	63.85	44.05	50.81	***	
3	50.84	52.35	49.97		不顯著
4	41.31	48.53	60.37	***	
5	53.95	50.69	53.59	**	
6	52.2	55.18	58.41	***	
7	47.75	53.44	49.48	***	
8	56.44	51.16	46.96	***	
9	67.98	46.62	56.91	***	
10	54.41	53.52	55.65	*	
11	45.36	48.55	46.06	**	
12	57.49	58.71	61.24	***	
13	50.76	50.82	45.86	***	
14	41.8	49.27	48.69	***	
15	56.53	44.5	49.72	***	
16	45.97	46.16	59.36	***	
17	55.43	58.74	37.2	***	
18	53.75	51.85	55.57	**	
19	49.42	48.2	44.92	***	
20	48.2	56.33	43.84	***	
平均數	52.39	50.87	51.51		
標準差	6.62	4.24	6.38		

註： * P<.05 ** P<.01 *** P<.001

表 4-3-8 每位學生說明文測驗各段時間平均值的變異數分析摘要表

	平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間	23.136	2	11.568	.338	.714
群組內	1948.474	57	34.184		
總計	1971.611	59			

三、綜合歸納

逐一檢驗每一個受測學生在測驗時的前、中、後段時間的腦波專注度變化，結果顯示多有顯著差異。但若分析全體受測學生閱讀時，前、中、後時間的腦波專注度平均值，結果未達顯著差異，也就是，測驗時前、中、後段時間的腦波專注度變化不明顯。此結果在故事體和說明文在測驗上完全一致。若再考慮測量時間因素，如表 4-4-1 及表 4-4-2 測驗時間所示，閱讀時間較短，但專注度明顯衰減，測驗時間較長，衰減反而不明顯，可見測驗時，更能有效維持腦波專注度。

第四節 閱讀理解測驗成績分析

本研究沿用原 PIRLS 的閱讀理解測驗模式，藉由故事體與說明文兩種不同文體的閱讀材料來檢視學童的閱讀理解歷程。PIRLS 為了能相互比較各國或地區的測驗結果，將測驗成績轉為以 500 分為平均數，100 分為標準差的標準分數。由於本研究未取得國際各國測驗成績，也不做國際比較，因此本研究不擬採用原 PIRLS 將測驗成績轉換方式，而直接以絕對分數方式呈現，並將對分數轉化為百分制（0~100 分）的傳統計分方式，方便相互比較研究。

壹、腦波專注度與時間對閱讀理解能力的影響

閱讀和測驗測試腦波時，給予受測學生充份時間，約 40 分鐘的閱讀和作答，但測試時發現，學生個別因素不同，有些學生並不需要如此長的時間。為恐分心或時間太充裕時，受測者會開始思考與實驗無關事項導致專注值偏高的情形(劉源葦，2015)會發生，因此鼓勵學生時間充份，可仔細閱讀或作答，若完成閱讀或測驗，則舉手告知，停止計時，因此每一學生閱讀和測驗時間並不相同。

一、故事體腦波專注度與時間對閱讀理解能力的影響

為了解故事體閱讀、測驗時專注度、時間與閱讀理解測驗成績的關係，研究者整理如表 4-4-1 所示，並以統計考驗其間的相關性，測驗成績與閱讀、測驗時的平均專注度和時間等，皆未達顯著相關。

表 4-4-1 故事體閱讀、測驗專注度和時間與成績的關係

編號	AR1 閱讀時		AT1 測驗時		故事體成績
	平均專注度	時間(秒)	平均專注度	時間(秒)	
1	60.33	379	48.68	1297	84(4)
2	46.76	834	56.46	1112	53(14)
3	45.14	668	45.33	2054	11(20)
4	51.96	570	53.85	1566	68(12)
5	47.75	460	59.59	875	79(6)
6	40.77	365	51.35	1002	68(12)
7	68.53	418	54.20	1401	74(10)
8	46.76	654	57.04	967	63(13)
9	55.67	583	49.07	2088	53(14)
10	44.71	439	51.19	1327	89(2)
11	54.36	519	57.71	866	74(10)
12	57.70	547	49.68	1206	79(6)
13	48.20	503	56.11	995	79(6)
14	53.78	776	53.80	2557	26(19)
15	60.85	482	44.70	997	58(13)
16	51.00	664	53.44	1740	95(1)
17	43.29	744	53.40	1219	53(14)
18	45.65	384	56.77	536	53(14)
19	56.97	357	53.20	1446	84(4)
20	69.73	231	52.00	714	89(2)
平均數	52.50	528.85	52.88	1298.25	66.60
標準差	8.08	158.17	3.98	502.49	21.22

註：故事體成績欄內()所示為每位學生在班級內名次。

二、說明文腦波專注度與時間對閱讀理解能力的影響

為了解在說明文閱讀、測驗專注度和時間與閱讀測驗成績的關係，整理如下表 4-4-2 所示，並以統計考驗其間的相關性，測驗成績與閱讀、測驗時的平均專注度和時間等，也皆未達顯著相關。

表 4-4-2 說明文閱讀、測驗專注度和時間與成績的關係

編號	AR2 閱讀時		AT2 測驗時		說明文成績
	平均專注度	時間(秒)	平均專注度	時間(秒)	
1	50.67	616	52.87	1923	72(10)
2	49.47	971	52.98	1061	72(10)
3	55.89	858	51.05	1163	39(20)
4	47.07	967	50.07	3224	56(16)
5	61.59	672	52.74	1044	56(16)
6	66.35	395	55.26	1101	61(15)
7	43.02	1065	50.22	1789	83(5)
8	42.96	611	51.51	958	78(7)
9	37.50	976	57.17	1650	67(13)
10	40.90	556	54.53	1954	83(5)
11	60.90	551	46.66	1504	94(1)
12	56.16	561	59.15	1648	94(1)
13	53.76	798	49.14	1747	89(4)
14	60.60	867	46.59	1368	50(18)
15	52.21	630	50.24	1994	72(10)
16	52.85	899	50.49	2319	78(7)
17	51.40	931	50.46	2466	67(13)
18	58.67	411	53.73	1043	44(19)
19	45.64	477	47.51	1207	94(1)
20	50.50	324	49.45	1009	78(7)
平均數	51.91	706.80	51.59	1608.60	71.35
標準差	7.62	224.69	3.29	592.88	16.42

註：說明文成績欄內()所示為每位學生在班級內名次。

貳、學生個人因素對閱讀理解能力的影響

一、學生性別對不同文體偏愛度的分布情形

分析受測學生文章偏愛及與性別的分類，如表 4-4-3，本研究 20 位學生，包含男生 11 人女生 9 人，而其對所閱讀文章的偏愛，喜愛『敵人餡餅』者 11 人，喜愛『太空漫步』者 9 人，與性別交叉比較，男、女生喜愛文體的分佈，大致合乎比例，並沒有傳統所謂「男生喜歡數理（說明文），女生喜歡文科（故事體）」等情事。研判在國小四年級前，學生對文體的選擇單純，並未受社會期待和成績等外在因素的影響。

表 4-4-3 受測學生文章偏愛及性別一覽表

	偏愛『敵人餡餅』	偏愛『太空漫步』	小計
男生	6 (54.5%)	5 (45.5%)	11
女生	5 (55.6%)	4 (44.4%)	9
小計	11 (55%)	9 (45%)	20

二、故事體和說明文等不同文體的閱讀理解測驗成績的關係

本研究故事體『敵人餡餅』，全體學生閱讀理解測驗成績平均分數為 66.6 分，說明文『太空漫步』閱讀理解測驗成績平均 71.35 分，說明文分數明顯高於故事體成績。再統計分析學生故事體、說明文兩種文體的閱讀理解測驗成績關係，達顯著相關，相關係數.702 (**P<.01)，顯示兩種成績關連性大。

三、性別與閱讀理解測驗成績的關係

考量性別變因對閱讀理解測驗成績的影響，男女受測學生在『敵人餡餅』(故事體)和『太空漫步』(說明文)，閱讀理解測驗成績如表 4-4-4 所示。此結果女生無論在故事體或說明文的閱讀理解測驗成績優於男生，其差距約 1.6~3.3 分。若再考量班級實際情形，本次女生試測學生中的 3 號具學習障礙身分，對總平均的影響超過 2 分以上，因此女生優於男生的分數差距將更大。此結果與 PIRLS 國際測驗結果相符，亦即性別因素會影響閱讀理解測驗成績，女生比男生分數為高。

表 4-4-4 男女學生閱讀理解測驗成績比較表

	故事體測驗成績	說明文測驗成績
男生	65.1	70.6
女生	68.4	72.2

四、學生學期成績與閱讀理解測驗成績的關係

閱讀理解測驗成績與學生學期成績進行皮爾森 (Pearson) 相關性分析，結果如表 4-4-5 所示，閱讀測驗成績與學生各科學期成績皆有相關，尤其說明文閱讀測驗成績相關性更大，皆達顯著性 (** $P < .01$)，特別是與國語(.783**)、自然(.774**)、社會(.739**) 相關性較高。而故事體閱讀測驗成績相關性也皆有達到顯著性 (* $P < .05$)，其中又與國語(.712**)、社會(.696**)兩科相關性較高。數學科雖皆有相關，但相關係數較低，與說明文相關係數.627 (** $P < .01$)，與故事體相關係數只有.517 (* $P < .05$)。

表 4-4-5 閱讀理解測驗成績與學生學期成績皮爾森相關性分析

	故事體閱讀測驗成績	說明文閱讀測驗成績
國語成績	.712**	.783**
自然成績	.557*	.774**
數學成績	.517*	.627**
社會成績	.696**	.739**

註：* $P < .05$ ** $P < .01$

五、文章喜愛度與閱讀理解測驗成績的關係

測驗後，本研究以問卷「我喜歡『敵人餡餅』（或『太空漫步』）這篇文章，喜歡的程度？」，獲得受試者對兩篇文章的喜愛程度（分成5級）統計結果顯示，無論『敵人餡餅』（故事體）或『太空漫步』（說明文），與其閱讀理解測驗成績，皆無顯著相關。

六、自我感覺與閱讀理解測驗成績的關係

測驗後，以問卷詢問「我覺得自己很認真閱讀『敵人餡餅』（或『太空漫步』）這篇文章」、「我閱讀『敵人餡餅』（或『太空漫步』）這篇文章，對文章了解的程度」等，詢問受試者閱讀文章時的感覺，同樣以5級分加以分級，學生填答，統計結果，無論『敵人餡餅』（故事體）或『太空漫步』（說明文），與其閱讀理解測驗成績，皆無顯著相關。

參、學生對自我閱讀理解能力的評估

本研究中也製作問卷，詢問學生自我對閱讀理解測驗成績的預估分數，做為交叉比對的資料。為讓學生能順利預估填答，原選項以文字描述和參考分數並列方式進行，方式如下：

- 很好(85 以上)
- 好(84~70)
- 還好(69~55)
- 不好(54~40)
- 很差(40 以下)

將每一選項，取其平均值做為預估所得分數，例如：「好」(84~70)，取平均值，代表分數為 77，同理「還好」(69~55)，取其平均值為 62，「不好」(54~40)，取其平均值為 47，由於其間距皆為 15，因此「很好」(85 以上)，取其代表分數為 92，「很差」(40 以下)，代表分數為 32。

一、故事體閱讀理解測驗成績的自我評估

統計問卷回收結果，全體學生預估自己在『敵人餡餅』(故事體)閱讀理解測驗成績，依上列方式轉換後，全體自我預估成績平均值為 79.3 分，但實際『敵人餡餅』閱讀理解測驗成績平均分數為 66.6 分，兩者落差大，顯示學生自我預估成績比實際得分為高，也就是學生會高估了自己的『敵人餡餅』(故事體)閱讀理解測驗成績。

二、說明文閱讀理解測驗成績的自我評估

如故事體預估值換算方式，全體學生預估自己『太空漫步』（說明文）閱讀理解測驗成績，平均為 71.0 分，與實際『太空漫步』閱讀理解測驗成績平均 71.35 分幾乎相同。可見，整體而言，比起故事體，學生在說明文更能準確預估自己的測驗成績。

肆、學生回饋與分析

為了解學生對所閱讀文章『敵人餡餅』或『太空漫步』，選擇較喜歡的一篇，並說明其喜歡的原因和閱讀感想，結果如附錄。為進一步分析其喜愛原因，將其與全體閱讀理解測驗成績平均分數做比較，分成高、低分群，如表 4-4-6、表 4-4-7 所示。無論喜歡『敵人餡餅』或『太空漫步』，都會有高、低分群的學生，也就是說所選擇喜歡閱讀的文章，其閱讀理解測驗成績不一定會有好表現，此結果與前面喜愛度的分析結果相符合。

歸納學生喜愛的原因，大致包括認為文章「容易、好懂」、「有趣、好玩」、「實用、知識」等三類，整體而言，『敵人餡餅』大都在「容易、好懂」、「有趣、好玩」等方面被肯定，而『太空漫步』則在「實用、知識」方面被推崇。選取喜愛的理由也和閱讀理解測驗成績沒有絕對的關係。

個別分析 3 號學生，表示喜愛太空漫步這篇文章，讓她讀得比較懂。此生有閱讀障礙，平時靜默不語，實驗時不敢正眼看老師，作測驗時也不再翻閱閱讀文章內容。觀察其腦波專注度和放鬆度，太空漫步的數值都大於敵人餡餅，閱讀理解測驗成績雖然都是班上最後一名，但太空漫步成績高於敵人餡餅。可見如果協助學生選擇適合她閱

讀的文本，將有助於提升閱讀理解能力。

另外再分析高分群 20 號，此生喜愛敵人餡餅這篇文章，閱讀理解成績也高於太空漫步。實驗時閱讀時間只花了約 4 分鐘（全班平均 8.8 分鐘），腦波專注度平均值高達 69.73，測驗時間約 12 分鐘（全班平均 21.6 分鐘），腦波專注度平均值 52.0，此生學期班級名次是第二名。可見，指導學生要善用閱讀理解策略，集中心力，將高專注度轉化為有效專注度。

表 4-4-6 閱讀理解測驗成績與學生喜愛文章分析

喜愛文章	喜愛原因	容易、好懂	有趣、好玩	實用、知識
敵人餡餅	高分群	1、5、13	6、11、20	
	低分群	15、17	2	8、9
太空漫步	高分群		10	7、12、16、19
	低分群	3		4、14、18

表 4-4-7 學生喜愛閱讀文本的理由

		編號	喜愛理由
喜愛敵人餡餅	高分群	1	因為敵人餡餅的意思很簡單，就是人家別人的心裡其實是很好，可是你沒有真的去了解他、接受他。
		5	因為敵人餡餅比較簡單。
		6	因為他讓我了解朋友的重要，可是我對太空比較不感興趣，而且太空漫步的字或者是什麼人做什麼工作，都讓我頭好痛呀！而敵人餡餅，就好像是真實世界的事情，好有趣。
		11	因為比較有趣，比較好玩。
		13	因為敵人餡餅比較簡單，而且字也比太空漫步少。
	20	這篇文章寫得較生動，適合中年級的學生閱讀。	
	低分群	2	因為我很喜歡看有故事的書，所以我非常喜歡看敵人餡餅。
		8	因為讓我知道要和朋友好好相處，失去朋友就想辦法和好。
		9	這篇文章讓我了解朋友之間不應該吵架，因為有時候為了一點點的事情吵架，會造成朋友分開，可能以後就沒有朋友。
		15	因為很好閱讀也很快就抓到重點，所以在寫測驗時非常好寫，還有文章非常好讀又很簡單
17		因為敵人餡餅讓我比較了解故事在講什麼，還有「太空漫步」的字真的很多，讓我很難了解故事在說什麼，所以我才會不喜歡。	

		編號	喜愛理由
喜愛太空漫步	高分群	7	因為可以了解太空人在太空中的生活，也可以在文章中知道許多很重要的裝備，更能知道太空人在太空中怎麼工作。
		10	很特別又很有趣，還可以讓我學習在太空漫步前後要注意什麼。
		12	比起敵人餡餅，我覺得太空漫步給我比較多的知識，例如：「當太空人，其實是一件很辛苦的事，太空人衣服的穿脫也很困難。」
		16	因為這篇文章告訴我許多在太空漫步前要做什麼？還要準備什麼？讓我知道很多太空漫步的事情。
		19	因為它比較接近我們的生活中，而且裡面也有許多我不知道的知識，可以讓我學習。
	低分群	3	太空漫步讓我讀得比較懂。
		4	因為它讓我們知道在太空中做什麼事情是對的。
		14	因為可以體驗在太空上的零重力的環境，還可以體驗太空人的生活，還可以俯瞰整個地球。
		18	因為太空漫步可以知道太空人的生活。

第五章、結論與建議

本研究旨在探討學生在閱讀和測驗時，腦波變化情形。使用 NeuroSky 公司開發的腦波儀，主要是針對專注度與放鬆度做分析。專注度參數數值反映受測者精神集中度或注意度的強烈程度。當受測者進入高度專注狀態或專注於一事物上，專注度參數的值就會上升；放鬆度參數數值反映受測者的精神平穩度或者放鬆程度(陳政穎，2014；Neurosky，2010)。逐一對 20 位樣本學生測量在 PIRLS 閱讀能力測試時，面對故事體和說明文等不同文體學習素材時，閱讀、測驗時腦波專注度和放鬆度的變化情形，並配合學生學習背景和問卷等相關資料進行分析，獲得研究發現，並據以做成結論與建議。

第一節 結論

壹、腦波(含專注度、放鬆度等)反應，有一定模式和數值分佈。

本研究所使用 NeuroSky 腦波儀每一秒記錄一次專注度、放鬆度等腦波資料，分析其數值發現，無論閱讀或測驗時，每秒所紀錄的腦波專注度數值變化頗大，變動劇烈，一兩秒的短時間內即可從個位數上升到 90 以上，且無規律。而這樣的變動數據表面上看起來並無特別值得探討之處，但從觀察多人腦波或長時間觀察紀錄中，可分析歸納出許多規則，特別是針對全體受測學生分析的統計結果，其全體平均值、標準差等有頗為一致的表現，檢視專注度或放鬆度達到 80、70、60、50、40 等數值的時間比率，全體受測者

的平均值，專注度與放鬆度也呈現一定的規律，即全體受測者腦波數值的分佈，有一定的模式或規律。

綜上結論，對於國小閱讀理解教育推動的啟示為：

一、善用閱讀理解策略，將高專注度轉化為有效專注度。由研究中可發現，國小四年級學生的專注度無法長時間維持在同一高峰，在短時間內可能劇烈變動，同時全體學生腦波專注度數值的分佈，也有一定的模式，並非可無限量提升，因此，應善用閱讀理解策略，集中心力，將高專注度轉化為有效專注度。

二、當學生學習已達到一定的專注度，教學上應思考如何維持學生長時間的專注度。專注力是影響閱讀理解能力高低的關鍵因素，但並非是唯一因素，當學生的專注力達到一定水準後，在教學實務上，除了要求學生上課要專心之外，更要要求其對學習活動有較長時間的反覆學習才有效果。

三、在學生已達一定專注度之後，教師要讓教學更創新、更多元、更有趣，激發學生閱讀的樂趣，以吸引及維持學生學習的熱情。如對科學研究的熱情，就要長期關注及追蹤最新的科學新知報導，這樣長時間的累積才有效果。

貳、腦波受閱讀或測驗等不同的學習行為的影響較大，受閱讀不同文體的內容影響較小。

綜合研究結果發現，整體學生針對故事體、說明文等不同文體，在閱讀或測驗時，其腦波專注度的差異性較小，多未達顯著性差異，但當受測學生進行閱讀和測驗等不同的學習行為時，其專注度的差異度則較大，主要差異包括：

- 一、測驗時專注度的標準差較小，數值較集中。
- 二、閱讀前段時間的腦波專注度較大，中後段專注度會變小。
- 三、測驗時前中後段時間專注度變化不顯著，即測驗時都維持較長時間一定數值的專注度。
- 四、全體學生在閱讀時的平均放鬆度比測驗時為大。

據以上結論，國小閱讀教育的推動應注意以下幾個面向：

- 一、測驗時，大部分的學生都處於相對持續及穩定的專注度，老師可以根據文本內容，設計測驗及評量方式，讓學生學習閱讀理解能力裡的「高層次思考」。
- 二、固然閱讀理解教學的引起動機很重要，老師協助學生選取有趣的或貼近學生生活經驗的文本有其必要性。
- 三、老師在學生閱讀後測驗或評量的設計，要掌握題目難易度穿插或設計多重挑戰，以維持學生專注度。PIRLS 的題型包括選擇題及問答題的目的即在此。或者教學上即時的測驗及回饋也能保持專注度的維持。
- 四、適當的提高放鬆度，可以讓學生增加擴散性思考。閱讀時比較沒有壓力的情況下，會讓腦波的放鬆度較高，在一定的專注度條件下，夠放鬆能讓腦筋有較大的靈活度來思考，所以提供給學生優質的閱讀環境有助閱讀理解。
- 五、優質的學習環境，包括有寧靜溫馨的閱讀環境，如：學校圖書館，豐富且適齡的圖書在伸手可及之處，如：班級圖書角的設計，有以正向態度鼓勵閱讀活動的師長，有喜愛閱讀及討論的友伴。當學生能沉浸及享受閱讀的樂趣，就能自然而然的提升閱讀理解能力。

參、比起閱讀，測驗能更有效維持長時間專注度不減弱。

本研究將腦波測試全程分作前、中、後段時間，試著分析時間對腦波的影響；就個別學生而言，測驗時各段時間專注度分佈較集中，閱讀腦波則較分散，以統計考驗，閱讀時專注度在各段時間專注度達顯著差異，前段時間的腦波專注度較大，中後段專注度會變小，但測驗時專注度隨時間變化情形則不顯著。若再考量，閱讀和測驗的時間長短因素，本研究中，閱讀時間通常雖然較短，測驗時間較長，閱讀在短時間內專注度會出現明顯衰減情形，較長時間的測驗專注度衰減反而不明顯，因此，測驗確能有效維持更長時間的專注度。

據以上結論，對於國小閱讀教育推動的啟示為：

- 一、教學現場老師要多多研究深化及活化測驗的內容，以幫助學生建構知識，增進閱讀能力。衡量當前臺灣國小教育現場考試領導教學現象十分普遍，因此，教學現場的老師一方面應可積極思考如何根據文本，設計及改進測驗的內容、型式，以利幫助學生閱讀理解能力由「直接理解」層次，提升至「詮釋理解」層次。
- 二、鼓勵學生合作學習，在良性競爭下，同學間互相幫助，彼此分享，維持較長時間的專注度，加上老師的教學策略以學生舊有的認知經驗為基礎，配合各種有效且靈活的教學方法，適時引起學生的學習動機，促進學生的學習效率，培養學生養成閱讀興趣、習慣及態度，進而達到提升學生閱讀理解能力的終極目標。

肆、腦波專注度達一定數值後，就不是閱讀理解能力的關鍵。

以統計考驗，發現無論閱讀或測驗，受試學生腦波專注度的平均值皆不會影響閱讀理解測驗成績。若再個別檢視每位受試者，其腦波專注度到一定數值（即專注度分別達到 80、70、60、50、40 等數值）的次數或時間比率，與閱讀理解測驗成績也沒有相關性。

從文獻探討綜合各家學者及相關研究者（許芳菊，2008）所提之專注力類型，以集中性專注力及選擇性專注力之次數最高，專注力是指學習者能不能集中保持專注力在我所要面對的問題之能力或能在各種刺激中，將注意力選擇集中在所需要的目標訊息上，而不會被其他不相干的刺激所分散注意力，或只注意到枝微末節之能力。而林惠琴(2015)研究指出閱讀障礙受試者和一般受試者在「讀文本」時， β 腦波無論在前測或是後測都和一般組沒有顯著差異，顯示閱讀障礙生的 β 腦波也跟一般生一樣處於工作狀態，呈現較高功率狀態。因為 β 腦波「屬於高思維腦波」，代表大腦「正處於工作狀態，努力解決問題」，雖然只是閱讀，但是閱讀障礙生的大腦也跟一般學生一樣開始努力工作起來。閱讀障礙學生在讀寫時並非因為偷懶不學習，其實他們大腦的運作雖辛勤工作，但卻受限於先天大腦異常而顯出徒勞無功。

因此研究者研判，只要專注度達到一定水準，或在關鍵目標訊息上達到有效專注度，則專注度對閱讀理解測驗成績的影響將不明顯。亦即只要關鍵時候，保持專注度在面對的問題或所需要的目標訊息上，即可達專注力所要達到的目的。因此在本研究情境下，腦波專注度並不會影響閱讀理解測驗成績，影響閱讀理解能力的尚有其他關鍵因素。

因此在本研究情境下，腦波專注度並不會影響閱讀理解測驗成績，影響閱讀理解能力的尚有其他關鍵因素。

據上結論，對於國小閱讀教育推動的啟示：

一、引導學生閱讀策略，教導學生掌握關鍵字彙的能力。過去師資培訓大部分老師沒有接受過閱讀專業訓練，教學上老師較常進行字詞教學，而較少進行閱讀策略教學。學生讀歸讀，並沒有學會閱讀的方法，學生也無法掌握關鍵字彙的能力，讓學習效率空轉。因此引導學生閱讀策略，有效掌握關鍵詞會是一個可努力的方向。

二、教學上培養學生的閱讀興趣、習慣及態度是閱讀教育的重要目標。要學生利用閱讀來幫助自己學習，平時能夠培養閱讀興趣、習慣及態度是重要關鍵。所以老師提示學生進行較高層次的思考，以問題引導學生思考，自我挑戰，培養學生閱讀興趣、習慣，讓學生有意識的應用一些方法來促進理解，從閱讀活動的積極態度中，提升閱讀理解能力。

伍、性別、智商等個人變項與腦波反應沒有相關性，但與閱讀理解測驗成績有顯著相關性；同一班級內，成熟度(生理年齡)則和腦波反應與成績皆沒有相關性。

研究發現，性別、智商和成熟度(生理年齡)等個人變項與腦波反應(專注度和放鬆度平均值)沒有相關性；而再探討閱讀理解測驗成績關連上，與PIRLS國際研究結果相同，性別會影響閱讀理解測驗成績，且女生分數高於男生；PIRLS中並無研究閱讀理解測

驗成績與智商的關係，本研究結果顯示，智商雖會影響閱讀理解測驗成績，但相關係數並不高，相關係數約為.55，亦即智商對閱讀理解測驗成績只有 30%解釋能力，不算太高；同一班級內，雖然前後出生日期有一年的差距，但研究結果顯示，此細微的成熟度差異並不會影響腦波專注度，也不會影響閱讀理解測驗成績。

根據以上結論，對於國小閱讀教育推動的啟示：

一、閱讀能力並非與生俱來。學生的閱讀理解能力的發展固然受到性別、智商和成熟度等個人因素的影響，但閱讀是一項複雜的過程，是伴隨著年齡或相關環境條件，有階段性且持續發展的能力。

二、後天影響更大。本研究中發現，即使智商，對理解能力的解釋量仍然有限，更遑論其他個人變項。當學生能夠專注有精神地進行閱讀理解活動時，意謂著學生對學習是有興趣的，教育當局及第一線教育工作者應善用學生對學習的興趣，運用符應的閱讀教學策略，營造浸潤式的友善閱讀氛圍，創造孩子的閱讀理解成功經驗，進而協助學生在閱讀理解上能更上一層樓。

陸、關於閱讀理解測驗成績(不分文體)與學生各科學期成績之相關性，皆以國語為最高，以數學為最低；其中，故事體與社會科成績之間有第二高的相關性；而說明文體則和自然科成績之間有第二高的相關性。

研究顯示，無論故事體或說明文閱讀理解測驗成績，與學生各學習領域學期成績皮爾森相關性分析均呈顯著，整體而言，以國語、社會相關係數較高，說明文另與自然相關係數也較高。至於數學，相關係數則皆較低。由實際教學經驗中，國語、社會等學習領域的學習與一般閱讀能力有較大影響，而本研究所採用的說明文素材『太空漫步』，內容偏重自然科學學習領域，因此說明文閱讀理解測驗成績與自然學習領域學期成績有較大相關，應屬合理，至於數學學習領域，比較重在邏輯能力訓練，因此對閱讀理解測驗成績相關性較小。

據上結論，對於國小閱讀教育推動的啟示：

- 一、國小學生閱讀理解能力的提升應從語文、社會學習領域著手。透過生活化的學習教材，加強學生閱讀理解策略的運用熟悉度，長期練習，除可擴及自然學習領域，甚至數學學習領域，廣泛閱讀，自然水道渠成，達到提升學生閱讀理解能力的目標。
- 二、國小閱讀教育應是全方位、全領域的，其閱讀教材內容應涵蓋九年一貫各領域知識教材，學習如何閱讀不同文體不同內容文本，例如：傳記小說、科普、旅遊、說明書、時事新聞、各類小說等。並依學生的個別差異與需求，適時調整各領域教材的比例與難易度，如此方能讓學生提高對閱讀內容的理解，以增加學生解決日常生活問題的能力，進而提升學生在學校的學習成就。

第二節 建議

壹、對閱讀教學的建議

一、提升閱讀理解能力，不必盲目追求腦波專注度的提升。

坊間常有補習業以提高學生專注度為號召進行招生，但本研究發現，學生腦波專注度平均值並不會影響閱讀理解測驗成績，盲目增加專注度，對成績的影響有限，以本研究實際為例，只要專注度達到一定水準，對閱讀理解測驗成績的影響將不明顯。只要「專心認真」，腦波專注度就不再影響閱讀理解測驗成績，腦波專注度並沒有那麼神奇的效用，因此，提升閱讀理解能力，不能以要求腦波專注度的提升為手段。

二、鼓勵學生廣泛閱讀，不必拘泥於文體。

本研究在許多研究結果均顯示，閱讀或測驗等學習行為對腦波的影響比較大，受故事體或說明文等不同文體影響較小，因此，不同文體在學習上，並非關鍵要素。研究也歸納，包含性別等個人變項，對文章（或文體）的選擇，也不如研究者原先預期強烈，可見就一個國小四年級學生而言，其對各文體或各類型文章的接受度仍高，不必畫地自限，預先淘汰不同類型的讀物。再考慮對各故事體或說明文等不同文體文章喜愛度，不只無關腦波專注度，也和閱讀理解測驗成績無關，喜愛度可能只是一種藉口或錯覺，反造成學習阻礙。

依據文獻探討，Gunning（1996）提出五個閱讀能力發展的階段，其中國小四至六年級屬第四階段由閱讀中學習，更需要更寬闊知識的拓展。因此應鼓勵學生廣泛閱讀，不必拘泥於文體，造成學習內涵受限。

三、善用測驗能有效維持長時間閱讀時的專注度。

本研究結果發現，測驗時腦波專注度分佈較集中，閱讀時專注度會較分散，同時，考量前、中、後各段時間專注度，在閱讀時前段時間的腦波專注度較大，中後段專注度會變小，但測驗時前、中、後各段時間專注度隨時間變化情形則不顯著。在本研究中，閱讀時間通常比測驗的時間短，專注度已明顯衰減，若時間拉長，衰減恐更劇。有文獻(余宗翰，2014)實驗設計，根據學習者專注度狀態給予的即時輔助策略能顯著提升學習成效與專注度。由此可見，測驗在維持長時間專注度上，有其意義，若能善用測驗的方式，將能有效維持更長時間閱讀時的專注度。

四、適當提高學生閱讀的質和量，提升學習層次。

由於臺灣採學年制，同一班級學生年齡差距可達一年，高低年齡組間平均年齡差距也達半年，對一個十歲的孩子而言，不可謂不大。但本研究發現高低年齡組間的成熟度，並不影響閱讀理解測驗成績。

綜合文獻探討，透過 Duffy、Chall 或是 Gunning 等學者的看法，雖然「閱讀理解能力發展是有階段性，會隨著年齡增加而逐漸提升進展。」但本研究發現，只要同一班級內，學習的內容和進度相同，成熟度差異並不會影響其學習表現。由此可推估，細微的成熟度差異對閱讀理解和學習的影響有限，適當提高學生閱讀的質和量，學生仍可適應，甚至可以提升學習層次，獲得良好學習效果。

五、指導學生閱讀，除了認知學習的教導，更應加強學生情感體驗的引導。

與 PIRLS 國際研究結果相同，本研究也發現，說明文閱讀理解測驗成績比故事體為高，表示學生對故事體的理解和掌握，不及說明文；若由文獻探討 Pearson 和 Johnson (1978) 閱讀理解三層次(郭秋勳、劉敏卉，2009；張好婷，2015；陳信蕙，2016)來看，學生仍多停留在「表層文意的理解」(Textually explicit)，還未能達到「深層文意的理解」(Textually implicit)，特別是對故事體的文字意涵的掌握，更遑論掌握「涉入個人經驗的理解」(Scripturally implicit)：

此外，本研究中也發現，學生較能準確自我評估自己說明文閱讀理解測驗成績，而對故事體則有高估自己成績的現象。學生對故事體自我閱讀理解能力的評估，有比較大的落差，可能文字表面上是看懂了，但其真正意涵或文字背後所表示的意義，卻無法掌握，甚至誤解了。由於學生對說明文所傳達的認知意義，較能夠了解，但對故事體所呈現的情感表達較無法掌握，因此在教學上，更應加強文字所傳達的情意，強化情感體驗的引導，以補其不足。

六、閱讀理解能力培養應更著重於長時間的學習累積。

本研究發現，閱讀理解測驗成績與個人變項相關性皆不高或未達顯著，以智商為例，相關係數約.55，解釋量 30%，並非最高。相關性比較大的，反而是學生學期成績，且與各

領域學期成績皆有較高相關性，顯示閱讀理解測驗受以往長時間學習的學期成績影響最大。而學生各領域學期成績，則代表上一學期，學生學習努力的結果，是長期學習的累積，若由柯華葳(柯華葳，2009)的閱讀理解二層次來看，從低層次的「文本理解」到高層次的「深度理解」，需要讀者提取自身的背景知識，建構對文章較深層的理解，包括跳脫文章進行批判，超越了對文章本身的認識，也就是超越了文本理解，對文章重組、解釋、延伸、批判上有進一步的理解，屬於 PIRLS 閱讀理解層次的解釋理解層次。理解能力提升，需要有更多的實戰經驗和練習，亦即閱讀理解能力培養，應更著重於長時間的學習累積，從平時的努力，有效能力的培養及實力的積累。

貳、對後續研究的建議

一、對腦波專注度測量演算法的驗證和改良

本研究發現，腦波平均專注度不會影響閱讀理解測驗成績，此結果與一般直觀常識有違，以本研究實施的嚴謹度應可展示腦波測量的意義，而 NeuroSky 公司開發腦波專注度也已有經科學認證，其間落差，值得探究。

二、精準搭配閱讀內容和腦波反應，進一步觀測、研究個體腦波變化情形。

本研究主要仍偏重在一群人或一段時間在閱讀、測驗時，整體腦波的情形，並據以分析探討，是否能精準觀察到較細微的腦波變化反應，不無疑義。

同時，分析腦波『平均』專注度，對個別學生的研究而言，仍太巨觀，未能精準了解其閱讀過程腦波的細部變化。因此若能精準搭配閱讀內容，例如，測量閱讀特定語彙時，腦波該短時間內的反應，能更真實掌握個體腦波對閱讀內容的反應，可進一步觀測和探索腦波變化的意義。



參考文獻

一、中文部分

1. 王文科 (1995)，教育研究法。臺北市：五南圖書。
2. 王意中 (2013)，301 專注力教養秘訣。臺北市：智園。
3. 王瓊珠 (1992)，國小六年級閱讀障礙兒童與普通兒童閱讀認知能力之比較研究。國立臺灣師範大學特殊教育學系碩士論文。
4. 王瓊珠 (2010)，故事結構教學與分享閱讀。臺北：心理。
5. 余宗翰 (2014)，以穿戴式腦波偵測設備提供即時適性化激勵策略對學習成效之影響。國立中山大學資訊管理學系研究所碩士論文。
6. 李宜嫻 (2014)，閱讀理解策略教學對國小中年級學童閱讀理解能力影響之研究—以金門縣某國小為例，銘傳大學教育研究所碩士論文。
7. 李佩芬、許芳菊 (2010)，兒童專注力關鍵 100 問。臺北市：天下雜誌。
8. 李麗貞、王淑惠 (2008)，交互教學法對國小學習障礙學生閱讀理解成效之研究。東臺灣特殊教育學報，10，71-92。
9. 宋淑慧 (1992)，多向度注意力測驗編製之研究，國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文。
10. 邱上真、洪碧霞 (1995)，國語文低成就學生閱讀表現之追蹤研

- 究(1)--國民小學國語文低成就學童篩選工具系列發展之研究(1)。行政國家科學委員會專題研究報告(NSC84-2421-H017-002-F5)。高雄：高雄師範大學特殊教育學系。
11. 周永豐 (2016)，結合腦波儀發展視聽專注力評估系統：應用於注意力缺損過動症的孩童，朝陽科技大學資訊工程系碩士論文。
12. 周恩存 (2012)，「讀你的腦」--腦波量測新技術在人類認知、學習及生活上的應用。數位典藏與學習電子報，11(11)。取自 <http://newsletter.teldap.tw/news/NewsContent.php?nid=6121&lid=706>
13. 周曉琪 (譯) (2014)，專注的力量：不再分心的自我鍛鍊，讓你掌握 APP 世代的卓越關鍵(Daniel Goleman 原著，2013)。臺北市：時報文化。
14. 林生傳 (2012)，教育研究法：全方位的統整與分析。臺北市：心理。
15. 林育如 (2012)，行動閱讀之資訊呈現方式對於學習者專注力、閱讀理解與認知負荷之影響研究，國立政治大學圖書資訊與檔案學研究所碩士論文。
16. 林美良 (2016)，以腦波分析對學習專注力研究，樹德科技大學資訊工程系碩士論文。
17. 林軒鈺 (2013)，透過腦波分析探討背景干擾及專注力對小學生

學習效果之影響，國立台南大學數位學習科技學系碩士論文。

18. 林清江 (1998)，國民教育九年一貫課程規劃專案報告。立法院教育委會第三屆第六會期。
19. 林惠琴 (2015)，國小閱讀障礙生與一般生讀寫腦波的比較，朝陽科技大學資訊工程系碩士論文。
20. 林鎰宇、周台傑 (2010)，國小兒童注意力測驗之編製，特殊教育研究學刊，35 (2)，29-53。
21. 徐振邦、梁文蓁、吳曉青、陳儒晰譯 (2006)，最新教育研究法 (Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 原著, 2000)。新北市：韋伯文化。
22. 姜琇森、蕭國倫、吳哲維 (2013)，以腦波特徵為基礎之專注力診斷與訓練系統，國立臺中科技大學資訊管理系。
23. 柯華葳 (1993)，語文科的閱讀教學。載於李吟 (主編)，學習輔導：學習心理學的應用。臺北市：心理，307-349。
24. 柯華葳 (2006)，教出閱讀力。臺北市：天下雜誌。
25. 柯華葳 (2009)，教出閱讀力 2 培養 Super 小讀者。臺北市：天下雜誌。
26. 柯華葳 (2012)，打開書，鍛鍊自學功夫—柯華葳談閱讀理解素養。臺北市：親子天下雜誌。

27. 柯華葳 (2013), PIRLS2011 報告-臺灣四年級學生國際閱讀素養。取自
<https://sites.google.com/site/reading8learning01/pirls/pirls-2011>
28. 柯華葳、詹益綾、丘嘉慧 (2013), 「PIRLS 2011 報告：臺灣四年級學生閱讀素養」, 國家科學委員會科學教育發展處。
29. 胡永崇 (2008), 閱讀理解的教學評量方式。閱讀理解的教學評量方式屏師特 殊教育, 16, 1-9。
30. 紀麗雲 (2013), PIRLS 評比與閱讀教育政策：香港與台灣國小學童閱讀教育政策之比較, 南華大學國際暨大陸事務學系公共政策研究碩士論文。
31. 香港大學教育學院 (2008), PIRLS 2006 全球學生閱讀能力進展研究計劃。取自 <http://www.chineseedu.hku.hk>。
32. 洪月女、楊雅斯 (2014), 讀報結合閱讀理解策略教學對國小四年級學童學習成效之研究。教育科學研究期刊, 59(4), 1-26。
33. 洪蘭 (2011), 理所當為：成就公理正義的社會。臺灣：遠流。
34. 高玉蓉 (1993): 由視知覺歷程探討閱讀障礙學生的學習困難。特殊教育季刊, 47, 21-24。
35. 高尚仁 (1955), 心理學新論, 臺北市：揚智文化公司。

36. 孫明潔 (2013), QARS 閱讀理解策略對國小四年級學童閱讀理解及閱讀態度之影響研究—以模擬之 PIRLS 測驗題型為例。慈濟大學教育研究所教學碩士論文。
37. 教育部 (2011), 在職教師閱讀增能研習手冊。臺北市：教育部。
38. 教育部國民及學前教育署 (2014)。提升國民中小學學生閱讀教育實施計畫 (104 年~106 年三年計畫)
39. 教育部 (2015), 《重編國語辭典修訂本》第五版網路版, 取自 <http://www.sinica.edu.tw/~tdbproj/dict/>
40. 許芳菊 (2008), 《是誰偷走了孩子的專注力》。臺北市：親子天下。
41. 許芳菊 (2008), 對症下藥治分心。臺北市：天下雜誌。
42. 許慧貞 (2001), 上閱讀課囉。臺北市：天衛。
43. 陳佳音 (2005), 線上閱讀討論對國小學童之閱讀理解能力與閱讀態度影響之研究, 國立臺南大學教育學系課程與教學碩士論文。
44. 陳怡琪 (2011), 多層次提問教學對國小五年級學童閱讀理解、閱讀理解後設認知與閱讀動機之影響, 國立屏東教育大學教育心理與輔導學系碩士論文。
45. 陳昭珍 (2017), 閱讀知能及讀本分級, 2017/9/13, 取自 <http://slidesplayer.com/slide/11766164/>

46. 陳美鳳 (2004)，閱讀科學普及讀物教學對閱讀理解能力與自然科學學習成就之影響，國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。
47. 陳信蕙 (2016)，推論策略融入國文閱讀教學對國中學生閱讀理解能力影響之研究，國立臺南大學教育學系課程與教學碩士論文。
48. 陳政穎 (2014)，不同頻率雙耳波差對專注與放鬆腦波影響之探討，國立嘉義大學生物機電工程學系碩士班碩士論文。
49. 陳哲民 (2016)，預習之真實情境與學習活動對英語學習成效、專注度與放鬆度之影響，國立中央大學網路學習科技研究所碩士論文。
50. 陳烜之 (2007)，認知心理學。臺北市：五南。
51. 陳嘉陽 (2014)，教育概論。臺中市：教甄策略研究中心。
52. 郭秋勳、劉敏卉 (2009)，課外閱讀對高職學生國文科學習成效之影響。明道學術論壇，5(2)：143-158。
53. 張好婷 (2015)，國小六年級學生閱讀理解能力及其相關因素統合檢証與分析，國立臺中教育大學教育學系博士論文。
54. 張旭鎧 (2009)，《五分鐘玩出專注力》。臺北市：城邦文化。
55. 張旭鎧 (2014)，「專注力表現」，還是表現「專注力」？臺北市：天下雜誌。

56. 張美貞 (2010), 終身學習 再現風華, 2010/09/20, 取自: 教育電子報 <http://www.hceb.edu.tw/epaper/201011/tendency.asp>
57. 張郁閔 (2015), 利用腦波感測科技改善語言障礙者生活品質的研究, 銘傳大學資訊傳播工程學系碩士論文。
58. 張春興 (1991), 張氏心理學辭典。臺北: 東華。
59. 張春興 (2001), 教育心理學: 三化取向的理論與實踐。臺北: 東華。
60. 張琪惠(譯) (2010), 小學時期的閱讀能力決定一生的成績。臺北市: 李茲文化。
61. 張瀨文 (2015), 大學圖書館館藏發展政策執行成效之研究, 逢甲大學公共政策研究所碩士論文。
62. 梁景棠 (2015), 以腦波儀器量測不同難易度之數位與傳統教材於學習專注力並探討其學習成效與認知負荷, 南台科技大學資訊工程系碩士論文。
63. 游恆山譯, 銀巴杜著 (1989), 《心理學》。臺北市: 五南。
64. 湯雅雯 (2005), 腦波量測系統之研製與腦波信號之非線性分析, 國立成功大學電機工程學系碩士論文。
65. 黃筱雯、蔡家姍 (2004), 國中學生語言能力、閱讀理解能力及寫作表現三者之關係研究: 以桃園縣為例。教育科學期刊, 4(2), 118-160。

66. 黃聖富 (2011), 專注力與腦波訊號的關聯性研究, 清雲科技大學電腦系統與通訊工程研究所碩士論文。
67. 黃嶸生 (2002), 整合式閱讀理解策略輔助系統對國小學童閱讀能力和策略運用的效果, 國立臺灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。
68. 黃聲儀 (2014), 閱讀, 改變的力量, 取自 <http://www.businessweekly.com.tw>。
69. 黃鴻博 (2014), 教出有科學素養的讀者, 國中自然與生活科技領域科學閱讀教學資源集。臺北市: 國立臺灣師範大學化學系。
70. 黃寶園 (2006), 心理與教育研究法。新北市: 松根。
71. 曾陳蜜桃 (1989), 國民中小學生的後設認知及其與閱讀理解之相關研究, 國立政治大學教育研究所碩士論文。
72. 馮國彩 (2001), 強化讀寫訓練: 提高學生素質。甘肅教育, 5, 17-18。
73. 楊文麗、葉靜月譯 (2008), Petra Thorbrietz 著, 專注力—幫助孩子更輕鬆有效的學習。臺北市: 天下雜誌。
74. 楊清榮 (2010), 故事結構分析策略對國小學童閱讀理解能力之影響—以閱讀理解教學系統為工具, 國立高雄師範大學資訊教育系碩士論文。

75. 葉淑美 (2002), 合作故事圖解教學法對國小低閱讀能力學生閱讀理解成效之研究, 臺中師範學院國民教育研究所碩士論文。
76. 萬家輝 (2006), 專心一點—兒童專注力提升手冊。香港: 星島。
77. 趙珮佑 (2011), 大學生於中強度運動前、運動期間及運動後之腦波變化, 高雄大學運動健康與休閒學系碩士論文。
78. 系賓靜蓀 (2013), 翻轉教育: 未來的學習、未來的學校、未來的孩子。臺北: 天下雜誌。
79. 廖晉斌 (2004), 國文閱讀理解策略教學對增進國中生閱讀理解能力、閱讀策略運用及學業成就效果之研究, 國立彰化師範大學輔導與諮商學系。
80. 廖新春 (1986), 注意力訓練電腦輔助方案對中重度智能不足兒童注意力行為訓練效果之研究。特殊教育研究學刊, 2, 177-206。
81. 臺灣 PISA 國家研究中心 (2010b), PISA 閱讀素養應試指南, 取自 http://pisa.nutn.edu.tw/download_tw.htm。
82. 蔡銘津 (1995), 文章結構分析策略教學對增進學童閱讀理解與寫作成效之研究, 國立高雄師範大學教育學系博士論文。
83. 鄭昭明 (2006), 認知心理學: 理論與實踐, 臺北市: 桂冠。
84. 劉玉雯 (2017), 專注力訓練—以腦波為例, 南華大學資訊管理系碩士論文。

85. 劉源葦 (2015)，運用腦波訊號於記憶英語單字之學習專注力、
認知負荷與學習成效影響之研究，南台科技大學資訊工程系碩士
論文。
86. 賴苑玲 (2010)，從學童之閱讀習慣、閱讀理解能力與自我認知
等層面探討閱讀活動實施成效—以臺中市國小五年級學童為例。
區域與社會發展研究，1，1-30。
87. 蕭夙婷、張瓊云 (2009)，以神經生理觀點探討幼兒注意力之表
現。幼兒保育論壇，4，8-26。
88. 錡寶香 (1999)，國小學童閱讀理解能力之分析。國教學報，11，
100-133。
89. 謝美寶 (2003)，國小學生閱讀態度、家庭閱讀環境與閱讀理解
能力關係之研究，國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文。
90. 謝婉詩 (2008)，國中生閱讀策略實施成效之行動研究，國立彰
化師範大學教育研究所碩士論文。
91. 簡馨瑩、曾文慧、陳凱筑 (2006)，閱讀悅有趣：開發孩子閱讀
策略的書。臺北：幼獅。
92. 蘇宜芬 (2004)，閱讀理解的影響因素及其在教學上的意義。臺
北市教師研習中心，教師天地，129，21-28。

93. 蘇穎萱 (2016), 運用腦波儀於識別三年級學習障礙學生專注力與放鬆力最佳協調狀態之研究, 國立新竹教育大學教育與學習科技學系碩士論文。
94. 龔姿仔 (2015), 神經回饋融入兒童專注力訓練之腦波遊戲設計與研究, 國立臺北科技大學互動設計碩士論文。



二、西文部分

1. Alexander, J. E., & Heathington, B. S. (1988). Assessing and correcting classroom reading problems. Glenview, IL: Scott, Foresman & Co.
2. Asada, H., Fududa, Y., Tsunoda, S., Yamaguchi, M., & Tonoike, M. (1999). Frontalmidline theta rhythms reflect alternative activation of prefrontal cortex and anterior cingulated cortex in humans. *Neuroscience Letter*, 274, 29-32.
3. Beach, R., & Hynds, S. (1996). Research on response to literature. In R. Barr, M.L. Kamil, P.Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research* (Vol. 2) (pp. 453-489). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
4. Chall, J.S. (1996). *Stages of reading development*. (2nd ed.). Orlando, FL: Harcourt Brace & Com.
5. Coull, J. T. (1998). Neural correlates of attention and arousal: Insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. *Progress in Neurobiology*, 55, 343-361
6. Dole, J. A., Duffy, G. G., Roehler, L. R., Pearson, P. D. (1991). Moving from the old to the new : Research on reading comprehension instruction. *Review of Educational Research*, 61 (2), 239-264.
7. Dayan, P.S. & Montague, P.R. (2000). Learning and selective attention. *Nat. Neurosci*, 3, 1218-1223.
8. Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (1995). *Cognitive psychology: A student's handbook*. Lawrence Erlbaum Associates, East Sussex, UK

9. Flood, J. & Lapp, D. (1987). Forms of discourse in basal readers .
Elementary School Journal, 87, 299- 306.
10. Gagné, E. D. (1985). The cognitive psychology of school learning.
Boston, MA: Little, Brown and Company.
11. Gerrard, P. & Malcolm, R. (2007) Mechanisms of modafinil: A review
of current research, Neuropsychiatric Disease and Treatment, 3(3),
349-364.
12. Gunning, T. G. (1996). Creating reading instruction for all children.
Boston, MA: Allyn & Bacon.
13. James, W. (1980) .The principle of psychology, London : Macmillan.
14. Kilmesch, W., Schimke, H. & Pfurtscheller, G. (1993) Alpha frequency,
cognitive load and memory performance, Brain Topography, 5,
241-251.
15. Lenkeit, J., Chan, J., Hopfenbeck, T. N. & Baird, J. A. (2015). A
review of the representation of PIRLS related research in scientific
journals. Educatio Research Review, 16, 102-115.
16. Mayer, R. E. (1987). Educational psychology: A cognitive approach.
Boston, MA: Little Brown and Company.
17. Medin, D. L. & Ross, B. H. (1992). Cognitive psychology. Orland, FL:
Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
18. Mercer, C. D. (1992). Student with learning disabilities. Columbus,
OH: Merrill Publishing Company.
19. Olson, M.W. & Gee, T.C. (1991). Content reading instruction in the
primary grades: Perceptions and strategies. The Reading Teacher,
45, 298-307.

20. Pearson, P.D. & Johnson, D. D. (1978). Teaching reading comprehension. New York: Holt, Rinehart and Winston.
21. Pfurtscheller, G. & Klimesch, W. (1992). Functional topography during a visuoverbal judgment task studied with event-related desynchronization mapping, *Journal of Clinical Neurophysiology*, 9(1), 120-131.
22. Pizzagalli, D. A. (2007). Electroencephalography and high-density electrophysiological source localization. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp. 55-84). New York, NY: Cambridge University Press.
23. Polloway, E.A., Patton, J.R. & Serna, L. (2005). Strategies for teaching learners with special need (8th ed.). New York, NY: Macmillan.
24. Ray, W. & Cole, H., (1985). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*, 228, 750–752.
25. Vogel, J.V., (1968). Inflow performance relationships for solution gas drive wells. *Journal Pet. Tech*, (SPE 1476), Annual Fall Meeting of Society of Petroleum Engineers, Dallas Texas, U.S.A, 66-79.
26. Wang P.D. & Lin R.S., (2001). Coronary heart disease risk factors in urban bus drivers. in *Public Health*, 115 (4), 261-4.
27. Woodward, A. & Elliott, D.L. (1990). Textbooks and schooling in the United States, eighty-ninth yearbook of the National Society for the study of education, Part I (pp178-193). Chicago: University of Chicago press.

28. Zimmerman, L. & Smit, B. (2016). Comprehending the macro through the lens of the micro the use of PIRLS 2006 findings to inform comparative case studies across the South African achievement scale. *International Journal of Qualitative Methods*, 15(1), 1-12.



附錄一：家長同意書

親愛的家長您好：

本人現就讀於南華大學資訊管理研究所，由洪銘建教授指導，進行「從腦波觀點探討國小四年級學生閱讀理解能力之研究」，以了解學生閱讀和測驗時腦波變化情形，作為教學之參考。誠摯邀請貴子弟參加受測，相關說明如下：

- 一、 所用簡易腦波儀型如頭戴耳機，簡單方便，非屬侵入性，不會影響貴子弟健康，敬請放心。
- 二、 測試所需時間約 1 小時，將利用課餘時間進行，以避免影響貴子弟正常學習。
- 三、 所得數據保密，謹作為研究整體分析之用，不會對貴子弟造成困擾。

感謝您對教育研究的支持和協助，也期待有您和孩子的參與，能讓本研究更臻理想，有效協助教師教學和學生學習，感恩！

南華大學資訊管理研究所研究生 謝淑麗 敬上

家長同意書

本人已閱讀「從腦波觀點探討國小四年級學生閱讀理解能力之研究」相關說明：

茲同意子弟_____參與測試。

不同意子弟_____參與測試。

家長簽名：_____

附錄二：學生閱讀資料問卷調查

學生閱讀資料問卷調查

1. 姓名：_____

2. 出生年月：民國_____年_____月

3. 我喜歡「敵人餡餅」這篇文章，喜歡的程度：

很喜歡 喜歡 還好 不喜歡 很不喜歡

4. 我覺得自己很認真閱讀「敵人餡餅」這篇文章：

很認真 認真 還好 不認真 很不認真

5. 我閱讀「敵人餡餅」這篇文章，對文章了解的程度：

很了解 了解 還好 不了解 很不了解

6. 我覺得自己在「敵人餡餅」這篇文章測驗成績：

很好（85 以上） 好（84~70） 還好（69~55）

不好（54~40） 很差（40 以下）

7. 我喜歡「太空漫步」這篇文章，喜歡的程度：

很喜歡 喜歡 還好 不喜歡 很不喜歡

8. 我覺得自己很認真閱讀「太空漫步」這篇文章：

很認真 認真 還好 不認真 很不認真

9. 我閱讀「太空漫步」這篇文章，對文章了解的程度：

很了解 了解 還好 不了解 很不了解

10. 我自己覺得「太空漫步」這篇文章測驗成績：

很好 (85 以上) 好 (84~70) 還好 (69~55)

不好 (54~40) 很差 (40 以下)

11. 我喜歡上「國語」課，喜歡的程度：

很喜歡 喜歡 還好 不喜歡 很不喜歡

12. 我喜歡上「數學」課，喜歡的程度：

很喜歡 喜歡 還好 不喜歡 很不喜歡

13. 我喜歡上「自然」課，喜歡的程度：

很喜歡 喜歡 還好 不喜歡 很不喜歡

14. 我喜歡上「社會」課，喜歡的程度：

很喜歡 喜歡 還好 不喜歡 很不喜歡

15. 我很重視閱讀後測驗的成績：

很重視 重視 還好 不重視 很不重視

16. 閱讀「敵人餡餅」和「太空漫步」這兩篇文章，

我比較喜歡：_____

為什麼：_____
