2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

□國中組　■普高組　□技高組　成果報告格式

題目名稱：腦波急轉彎—以腦波儀探討多媒體學習呈現方式對學生學習成效的影響

一、摘要

本研究以 29 位高一學生為對象，探討不同多媒體學習呈現方式對學習成效與大腦負荷的影響。受試者分別觀看三種影片：「語音 + 圖像 + 文字」（A 組）、「語音 + 圖像」（B 組）與「語音 + 文字」（C 組），並配戴腦波儀同步紀錄專注與放鬆狀態，影片後完成測驗以評估學習效果。結果顯示，B 組學習成效最佳，THETA 與 LOW ALPHA 波表現良好，顯示學生能放鬆而有效地吸收資訊。反之，A 組雖為資訊最完整版本，卻因出現冗餘訊息而導致認知負荷與壓力升高，學習效果最低。C 組缺乏視覺輔助，則需自行建構畫面，也加重理解負擔。結果驗證了 Mayer 的「冗餘原則」與「雙通道理論」，顯示簡潔、適度搭配的多媒體呈現方式，才能有效促進學習。

二、探究題目與動機

在數位時代，學生的學習方式早已跳脫紙本書籍，轉向各式教學影片與線上教材。這些多媒體資源常同時呈現語音、文字與圖像，企圖用「感官包圍」來提升學習效果。然而，資訊越多，真的就學得越好嗎？還是可能造成學習負擔與理解混亂？

根據 Mayer 的多媒體學習理論，人類大腦透過語言與視覺兩個通道吸收資訊，但兩者的處理容量有限。當同一段內容同時以語音與文字重複呈現，反而可能產生認知過載，干擾學習成效，這就是所謂的「冗餘原則」。此外，Baddeley 的工作記憶模型也指出，短期記憶需在音韻與視覺空間兩系統間分工，避免超載。

因此，我們設計三種呈現方式的學習影片，並透過腦波儀即時紀錄學生的專注與放鬆狀態，搭配測驗結果，比較哪一種資訊搭配最能幫助理解與記憶。本研究希望找出對學生最有效的多媒體學習設計，同時也提供教師與教材設計者具體的參考依據。

三、探究目的與假設

（一）研究目的

本研究在探討不同類型多媒體呈現方式對高中生學習成效的影響，並結合 Baddeley 的工作記憶模型（Baddeley's Working Memory Model）與 Mayer 的多媒體學習理論（Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML）中的冗餘原則（Redundancy Principle）來驗證以下三種影片類型的學習效果：

1. 影片 A「語音 + 圖像 + 文字」
2. 影片 B「語音 + 圖像」
3. 影片 C「語音 + 文字」

研究者將透過腦波儀測量受測者在觀看不同類型學習影片時的專注度與認知負荷，並讓受測者完成 10 題相關測驗，以評估學習成效。

本研究希望能夠回答以下問題：

1. 不同的多媒體學習方式會對學生的學習成效產生影響嗎？
2. 同時使用「語音 ＋ 圖像 ＋ 文字」是否增加認知負荷，影響學習效果？
3. 哪一種學習方式能夠讓學生在學習時維持較高的專注度並提升測驗表現？

本研究的結果將有助於更了解如何設計更有效的多媒體學習內容，幫助學生更高效地吸收與理解學習資訊。

（二）研究假設對應理論或原則整理

表 1：研究假設對應理論或原則整理

假設	對應理論或原則
H1-1 學習成效： 影片 B「語音 ＋ 圖像」> 影片 A「語音 ＋ 圖像 ＋ 文字」	Mayer 冗餘原則
H1-2 學習成效： 影片 B「語音 ＋ 圖像」> 影片 C「語音 ＋ 文字」	Mayer 多媒體原則
H2-1 認知負荷： 影片 A「語音 ＋ 圖像 ＋ 文字」比其他影片高	Mayer 冗餘原則、 Baddeley 工作記憶模型
H2-2 認知負荷： 影片 B「語音 ＋ 圖像」< 影片 C「語音 ＋ 文字」	Mayer 調節方式原則
H3-1 專注度： 影片 B「語音 ＋ 圖像」> 影片 A「語音 ＋ 圖像 ＋ 文字」	Mayer 冗餘原則、 Mayer 信號原則
H3-2 專注度： 影片 B「語音 ＋ 圖像」> 影片 C「語音 ＋ 文字」	Mayer 雙重通道理論

本研究擬透過實證數據來驗證這些假設，進一步了解多媒體學習的最佳方式，同時提供學習者與教材設計者更有效的學習策略。

四、探究方法與驗證步驟

（一）研究流程：

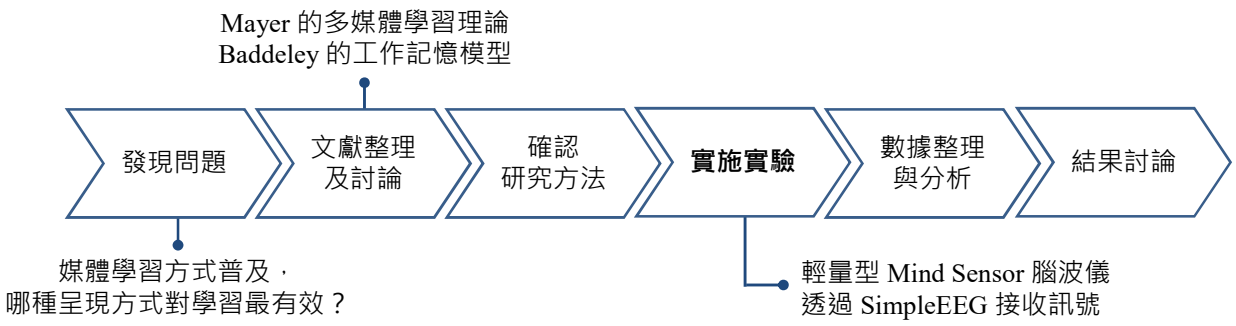

圖 1：研究流程

（二）研究準備：

研究者撰寫指令，由 ChatGPT 改寫俄國作家契訶夫（Антон Павлович Чехов）關於人

性的短篇寓言小說「變色龍（Хамелеон）」，同時產出與內容相關的單選題。

1. 影片製作及呈現

研究者再以改寫後的短文製作出三款「內容相同但呈現方式不同」的影片。

影片以 A、B、C 三種不同類型的方式呈現，分別是：

(1) 影片 A 類型「語音 ＋ 圖像 ＋ 文字」：

除「短文朗讀聲音」外，亦**包含**「搭配內容呈現的背景畫面」及「短文內容逐字稿」。

(2) 影片 B 類型「語音 ＋ 圖像」：

除「短文朗讀聲音」外，亦**包含**「搭配內容呈現的背景畫面」，但**不包含**「短文內容逐字稿」。

(3) 影片 C 類型「語音 ＋ 文字」：

除「短文朗讀聲音」外，亦**包含**「短文內容逐字稿」，但**不包含**「搭配內容呈現的背景畫面」。

2. 試題問卷製作及內容

研究者亦透過 ChatGPT 依改寫後的短文內容產出 16 題單選題，並自 ChatGPT 產出的 16 題單選題中，按「文意理解 3 題、進階分析 3 題、寓言寓意 3 題、故事名稱 1 題」的原則，共選出 10 題合併成一份試題供受測者於觀看影片後填答。

（三）實驗流程

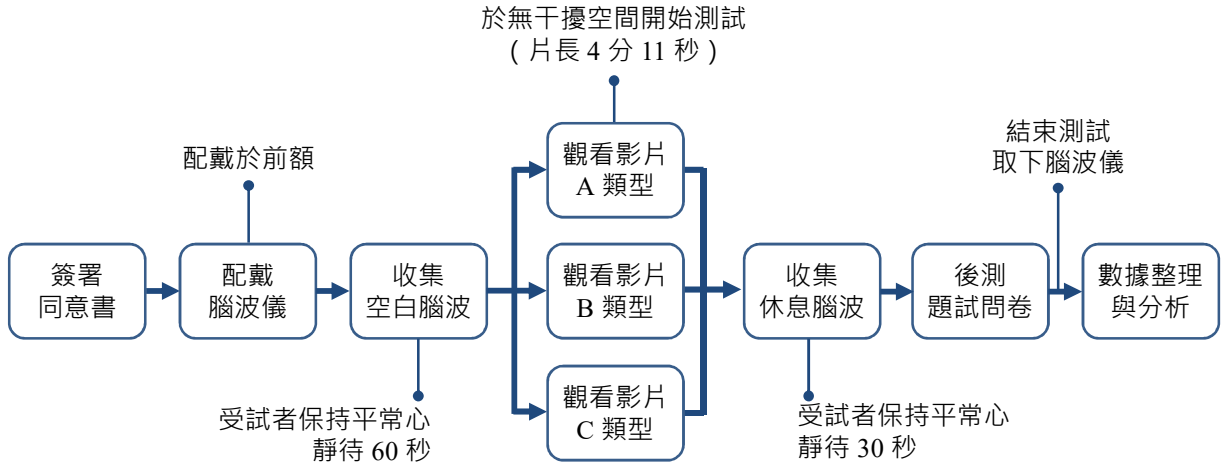

圖 2：實驗流程

（四）研究對象過程

本研究邀請 29 位高中一年級普通科的學生來進行實驗。

參與實驗的這 29 位學生起始點相當，國中會考成績皆為 B（基礎）以上，都具備判斷與答題能力，且皆未曾事先聽過或參與本研究，亦不曾協助影片構思或製作。

本次實驗主要想了解哪一種多媒體呈現方式最能效被吸收，最能夠幫助學生學習。因此研究者針對這 29 位高中生，不分性別，隨機均分為 A、B、C 三組進行實驗。

實驗內容為「以不同方式了解同一段文字」，即各組測驗一種影片類別，也就是觀看

一段「內容相同，但呈現方式不同」的影片。觀看結束後休息半分鐘，接著回答依據影片內容所設計的 10 題單選題。

五、結論與生活應用

(一) 研究結論：

我們的研究告訴我們，學習的關鍵不在於塞入多少資訊，而是在於資訊之間是否協調、是否減輕大腦的壓力。說明如下。

1. 資訊簡潔有助學習成效：

本研究中，「語音 + 圖像」(B 組) 的學習測驗成績明顯高於其他組，顯示當學習內容呈現得清楚、簡潔、不重複時，更有利於學生理解與記憶。根據 Mayer 的「冗餘原則」，當圖像與語音已能充分傳達資訊時，若再加入相同內容的文字，反而會分散注意力、增加大腦負擔。B 組剛好避開這種重複資訊輸入，讓學生能專注在語音與圖像兩個互補的通道上，有效調動雙通道學習優勢。實驗中的腦波數據也顯示，B 組的 THETA 波與 LOW ALPHA 波較高，代表學生在學習時不僅能放鬆接收資訊，也展現較佳的記憶建構能力。這說明資訊不是越多越好，反而是「剛剛好」最能發揮學習效果。B 組學生平均得分為 91 分，高於 A 組的 70 分與 C 組的 76 分，顯示其學習效果最為突出。

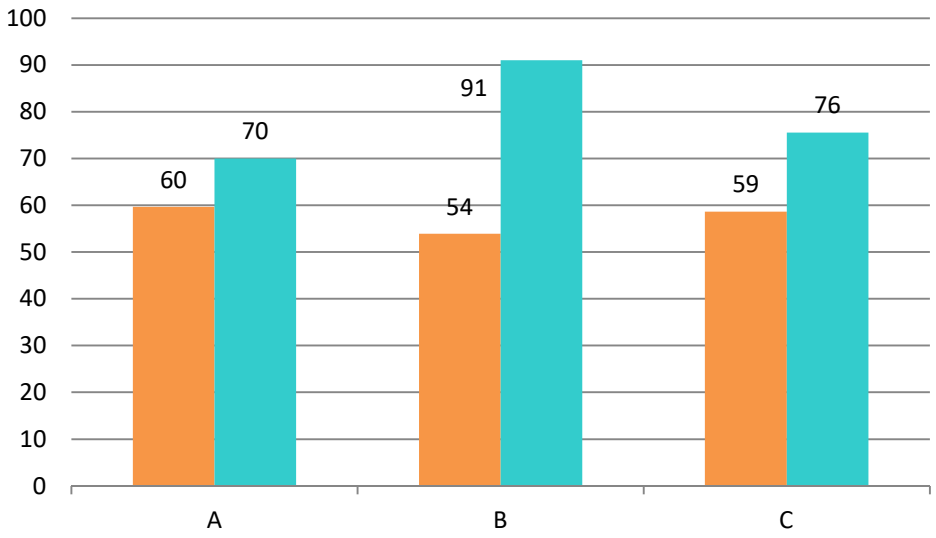

圖 3：專注度與測驗成績

2. 過多資訊造成負擔：

三組中不管是 LOW BETA 、HIGH BETA 還是 HIGH ALPHA 都是「語音 + 圖像 + 文字」(A 組) 最高，代表 A 組在觀看影片時認知資源耗用最為明顯，在已知的高認知負荷下，A 組仍努力進行理解、記憶與思考。也因此 A 組擁有最低的 Delta 波，顯示他們沒有得到足夠的放鬆，處於高度專注與緊繃狀態。(A 組) 不但成績最低，還顯示壓力最高、放鬆程度最低，證實冗餘原則對學習效果有負面影響。

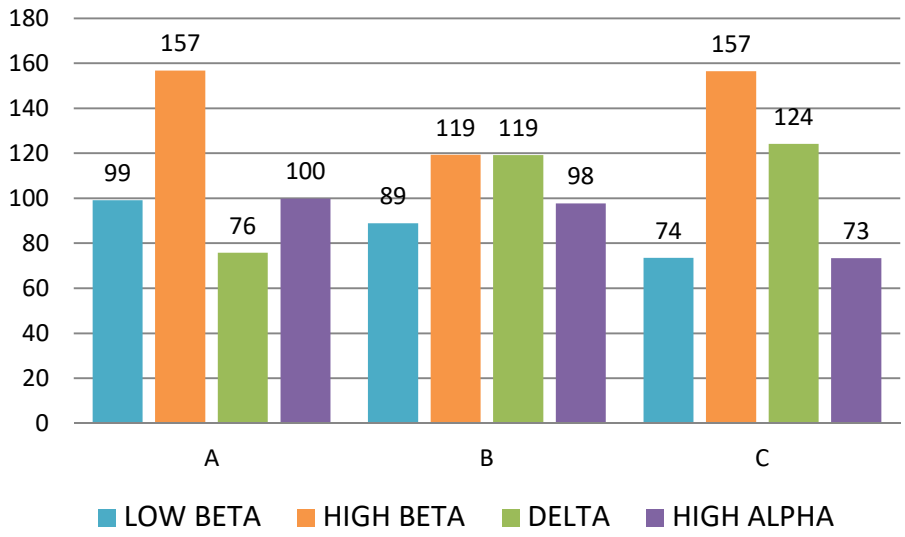

圖 4：Low Beta/High Beta/Delta/High Alpha 腦波數據

3. 適當視覺輔助不可或缺：

單純的「語音 + 文字」(C 組) 容易讓學生感到疲憊、分心，學習效率也相對不理想。從腦波數據來看，C 組的 LOW ALPHA 波偏低，代表學生難以放鬆，處於較高壓力狀態；而 HIGH BETA 波最高，顯示他們雖努力專注，卻可能承受過大的認知負荷與焦慮。這與他們學習時缺乏圖像輔助、必須自行想像畫面有關。當大腦要同時處理語音與文字，還要建構心像來補足理解，反而會加重精神負擔、影響學習效果。由此可見，適當的視覺輔助不僅能提升理解力，也能減輕大腦負荷，是有效學習不可或缺的一環。

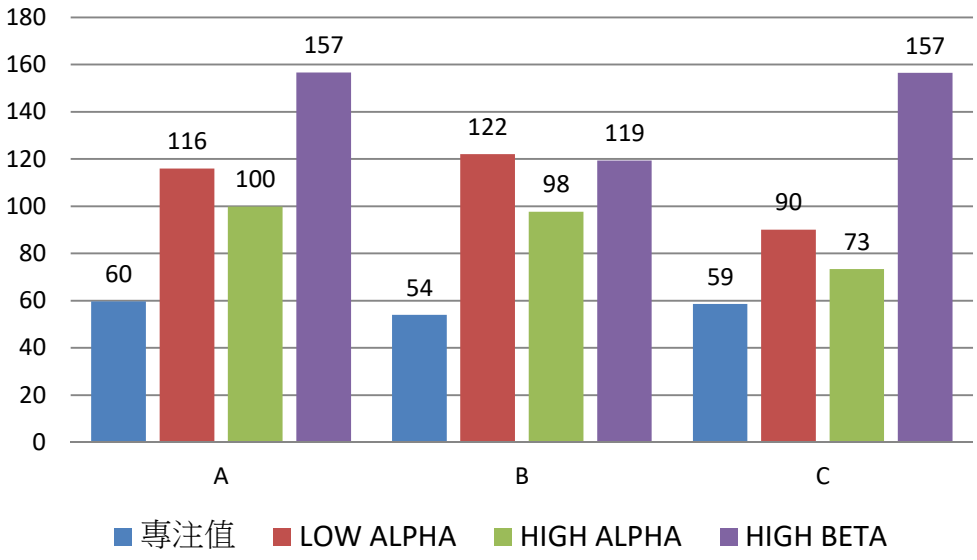

圖 5：專注值/Low Alpha/High Alpha/High Beta 腦波數據

(二) 生活應用建議：

1. 對學生而言：

在日常學習中，學生可以有意識地選擇「語音 + 圖像」為主要呈現方式的教學影片或

線上課程。盡量避免在影片播放時同時開啟字幕，因為語音與文字屬於同一個語言通道，容易互相干擾，加重大腦負擔。這樣的選擇不僅能讓學習過程更輕鬆，也有助於提升理解力與長期記憶效果。需準備段考或複習重要觀念時，不妨選擇畫面乾淨、說明清晰的動畫影片，或資訊簡潔、圖像清楚的教材效果會比三合一字幕版好得多，更能事半功倍。

2. 對教師與教材設計者而言：
   教學教材設計不宜以視覺豐富為唯一目標，過多的圖文動畫同時出現，可能讓學生目不暇給，反而無法聚焦重點。應以「減少不必要的重複資訊」為原則，適當刪除與語音內容相同的文字字幕或避免畫面擁擠的設計，讓學生的注意力能集中於重點訊息。同時，也應靈活使用圖像輔助，例如插圖、流程圖或動畫，幫助學生建構意義與記憶連結。教材設計不只是「加越多越好」，而是要有策略地整合語音與視覺元素，使資訊負擔降至最低、學習效果達到最佳。
3. 對家長或補習教育工作者：
   在選購或設計教材時，應特別留意內容是否過於冗長或重複，避免因資訊過多而讓孩子學得吃力。與其追求「內容量多」，不如注重「訊息清楚易懂」。挑選具有圖像輔助且語音講解清楚的教材，更能讓學生在家中也能高效學習。此外，可引導孩子選擇有插圖但無字幕的聽讀繪本、動畫教材，逐步養成「輕負荷、高吸收」的學習習慣，減少因焦慮與過度專注造成的疲勞。

參考資料

1. 以研究證據為基礎之多媒體學習理論：劍橋 多媒體學習手冊之分析，黃淑玲，2011
   https://www.edubook.com.tw/OAtw/File/PDf/27145.pdf
2. 臺東大學《腦波程式設計應用》教學資料《腦波特性與腦波量測 - 三創跨域暨綠色知識經濟產業創新成果轉化 》
   https://eclass.nttu.edu.tw/media/366370
3. How we Learn: Baddeley's Working Memory, Part 1
   https://youtu.be/CLyaL09t6Qk?si=03Ub0DrbR3N_fYbY
4. 《物理解題動畫作為高中生課後輔助教材之成效探討 Effect of Physics Problem Solving Animations as a Tool to Assist After-school Learning》Chapter 1 緒論 研究背景與研究動機，林光宇、裘性天，2005
   https://ir.lib.nycu.edu.tw/bitstream/11536/80227/5/351005.pdf