

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

女生科學學習的觀念雛形、認知歷程及社會影響的動態歷程研究—男女生之自然科解題歷程研究—以文字題與圖示題之差異比較為例(第2年)
研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型

計畫編號：NSC 97-2511-S-003-035-MY2

執行期間：98年08月01日至99年07月31日

執行單位：國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系(所)

計畫主持人：陳學志

共同主持人：林正昌

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

成果報告
 期中進度報告

女生科學學習的觀念雛形、認知歷程及社會影響的動態歷程研究--男
女生之自然科解題歷程研究—以文字題與圖示題之差異比較為例

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2511-S-003-035-MY2

執行期間：97年08月01日至 99年07月31日

執行機構及系所：國立台灣師範大學

計畫主持人：陳學志

共同主持人：林正昌

計畫參與人員：黃博聖

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

- 赴國外出差或研習心得報告
- 赴大陸地區出差或研習心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 99 年 08 月 10 日

目錄

目錄	I
中文摘要	II
前言	1
文獻探討	1
一、 科學表現的性別差異	1
二、 男女生在認知處理歷程之差異	2
三、 以眼動儀作為探討內在認知歷程的工具	4
研究方法	5
第一年度計畫	5
研究一 基測自然科試題性別差異分析	5
研究二 基測自然科試題眼動追蹤分析	12
第二年度計畫	17
研究一 自編自然科圖文對應試題性別差異分析	17
研究二 自編圖文對應試題眼動儀分析	21
結果與討論	25
參考文獻	28

中文摘要

科學成就表現的性別差異是教育界所關注之問題，然而是否真實存在著性別差異仍處於未明之勢。許多研究者相繼提出可能會造成科學表現有性別差異的可能原因，試題呈現方式與解題歷程為兩個重要的影響因素。本研究的主要目的是想瞭解國內國中生在科學表現上是否有性別差異？試題呈現方式與解題歷程是否會影響國中男、女學生的解題表現？研究者更進一步提出「工作記憶廣度假說」與「注意焦點假說」，以推論認知能力差異對自然科解題歷程可能會造成的影響。在為期兩年的計畫中，第一年計畫以國中基測為試題，分別進行團體差異分析與眼動追蹤實驗；第二年計畫則以自編圖文對應試題為材料，同樣進行團體差異分析與眼動追蹤實驗。整體而言，研究結果顯示，(1) 國內國中學生在自然科成就的表現上沒有性別差異；(2) 試題呈現方式不會影響男生與女生在自然科試題上的表現；(3) 男生與女生在自然科的解題眼動軌跡上沒有差異。(4) 男生與女生在工作記憶作業的表現上沒有差異。後續研究亦可以數學科為研究內容或擴大樣本對象重新進行性別差異分析，以期對教學與教育實務工作者有所助益。

關鍵詞：性別、自然成就、試題類型、眼動追蹤技術

前言

近代科學發展以來，女性與科學間矛盾、不安定的關係，一直是科學界注意的焦點之一。就教育層面而言，在教科書內容、各級就學人數比率上也可以發現性別差異的現象，因此，「有漏洞的渠道」(leaky pipeline) 的隱喻常被用來描述此種女性在科學領域低於適當比率的現象 (Blickenstaff, 2005)。它意指科學渠道在不同階段中逐漸滲漏出女性，使得女性在科學領域的占有率遠低於男性。但究竟兩性在學習自然科學時，是否真有差異存在？若有，則其差異何在？能否被介入改善？一直是引人關注的議題。本研究首先回顧相關文獻，比較男女生在科學學習上表現之差異，接著從認知歷程的角度分析造成此差異的可能原因，並試圖使用眼球追縱技術剖析不同性別的學生，在解決不同呈現方式之自然科學問題時之眼球軌跡，藉以推論其可能的內在認知歷程，並據此提出可能的診斷以及輔助教學建議。

文獻探討

一、科學表現的性別差異

許多國內外研究皆顯示，男女生在科學學習的興趣、態度或動機存有差異，男生普遍對於科學的學習興趣會高於女生，而女生的學習焦慮則高於男生 (Baker & Leary, 1995; Miller, Blessing & Schwartz, 2006; 何東興, 2006; 邱正雄 2006; 陳麗妃, 2006; 葉淑瑜, 2003; 簡怡嵐, 2004; 蕭培以, 2006)。然而在科學學習的成就表現，男女生是否具有穩定的性別差異卻仍處未明之勢。

近年來，國際間舉行 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) 的教育評比研究，針對各國國小學生 (小四) 與國中學生 (國二) 進行科學與數學教育之調查。其中就 1999 年與 2003 年的國際間國中學生的整體表現而言，男生的科學表現顯著的優於女生；除了少數幾個國家男生與女生的科學表現沒有差異外，多數的國家皆有顯著的差異。尤其是在 2003 年的物理、地球科學與環境科學表現上，男生表現高於女生；而在生命科學方面，則是女生會優於男生 (邱美虹, 2005)。

反觀臺灣國中學生，TIMSS 國際數學與科學學習成就調查於 1999 年的調查結果顯示，男生的整體科學成就顯著的高於女生 (張殷榮, 2001)。然而，TIMSS 於 2003 年的調查研究卻顯示，整體而言男生與女生的科學表現沒有差異；就分科內容來看，僅在化學表現女生會高於男生；而地球科學表現上男生會優於女生，其餘 (物理、生命科學、環境科學) 皆未有差異。相較於臺灣學生在 TIMSS 1999 年的表現，女生在 2003 年的科學整體表現有所增加，性別差距有更加縮小的趨勢 (邱美虹, 2005)。另一方面，國內亦有研究者直接針對臺灣國中基本學力測驗之自然科試題進行性別差異之比較，選取 90 至 94 年度的自然科表現之分

析結果顯示，男生與女生的整體表現沒有顯著差異。進一步分科表現分析顯示，女生在健康教育表現較佳；男生在物理及地球科學的表現較佳；在生物和化學表現上則沒有差異（盧雪梅與毛國楠，2008）。

綜而觀之，性別不均現象似乎存於科學教育中，男女學生對科學的態度、觀點似乎有所不同；從國內、外的研究亦可看出兩性科學教育成就的差異有著混合結果。因此，台灣男女學生在科學教育成就上是否有所不同，仍需投入更多心力加以釐清及探討。近幾十年來，研究者除了致力於發掘科學領域中性別不均衡的現象外，亦深入探索究竟何種因素可能造成此種不均衡現象。

二、 男女生在認知處理歷程之差異

有研究者歸結過去二、三十年來的文獻，提出造成男女生在科學表現差異的可能因素（Blickenstaff, 2005; Tindall & Hamil, 2004），諸如：（一）生物差異：從早期的頭顱大小（Hyde, 1990），至後續有關於智力測驗表現之差異。（二）早期教養方式：教養方式與社會規範，導致學齡前男孩在科學上擁有較多由環境誘發的優勢（Tindall & Hamil, 2004）。（三）對科學的興趣與態度：研究發現男孩對科學擁有較多正向態度與興趣（Jones, Howe & Rua, 2000; Weinburgh, 1995）。（四）性別刻板印象：社會對女性參與科學的刻板印象以及缺乏可供女性追尋楷模的角色，亦是造成對科學較少參與之因。（五）重要他人的期望：父母對男性與女性參與科學活動之期望不同，進而影響其參與意願（Tindall & Hamil, 2004）。（六）課室教學與管理實務：教師的互動與期望亦是造成不同性別學生參與科學活動的影響因素（Blickenstaff, 2005; Tindall & Hamil, 2004）。（七）教科書中的性別不平等：1970 年之前的科學教科書忽略女性角色，男性出現次數遠多於女性（Blickenstaff, 2005; Tindall & Hamil, 2004）。（八）科學本身：不鼓勵女性參與，在早期未接受鼓勵，自然不將科學視為可能的生涯發展方向（Tindall & Hamil, 2004）。（九）測驗形式：試題的呈現方式會影響科學解題的關鍵，Geiger 與 Litwiller（2005）曾以大學生為對象，進行純文字與純圖形的科學問題理解與回憶測驗，結果顯示，男性在文字題的表現與女性未有差異；而在圖形題的回憶與理解上，則顯著的優於女性。

綜上所述可知，試題呈現的方式是造成性別在科學表現差異的可能原因之一，而造成此差異的原因可由「工作記憶」與「注意力」兩個認知系統的差異來加以解釋。

首先，在工作記憶方面，至少可包含兩種成分：語文工作記憶（Verbal working memory）與空間工作記憶（Spatial working memory）（Shah & Miyake, 1996），其中前者可視為 Baddeley（1999）工作記憶模式中的語音迴路模組，可有效預測文字處理的閱讀表現（Just & Carpenter, 1992）；而後者的成分可包含圖像產生、維持、偵測與轉換的能力（Dror & Kosslyn, 1994），與圖像的處理有關。反觀科學

問題與教材中，時常以圖形作為記憶的外在輔助系統（external memory），以幫助解題者釋放多餘的工作記憶資源以理解與推論文字訊息（Hegarty & Just, 1993；引自 Geiger & Litwiller, 2005）。因此，相較於僅呈現文字材料，圖形的呈現將更有助於材料的空間方位理解（Glenberg & Langston, 1992）。因此 Geiger 與 Litwiller（2005）推論，空間工作記憶能力的差異是造成不同測驗形式（文字或圖形試題）之性別差異的主要原因；易言之，空間工作記憶能力較佳者，可處理較多之圖形訊息，進而產生較多之推論，對於試題亦能建立較完整的心智表徵，因此對於圖形題有較佳之理解與推論。簡言之，空間工作記憶能力有助於圖形的理解，而科學教材與內容多依賴圖形來進行理解與學習，因此空間工作記憶能力有助於科學之學習。而過去許多研究皆顯示，男性的空間工作記憶優於女性（Geiger & Litwiller, 2005; Hyde, 1981, 1990; Vecci & Girelli, 1998），亦更擅長理解科學教材中的圖像訊息（Kliese & Over, 1993; Staberg, 1994），加上科學試題的解題歷程多需空間能力的運作，因此多輔以圖形來呈現，進而造成男生之科學成就會優於女生之可能原因。

除了工作記憶的差異之外，注意力分配亦可能是影響男、女生在科學成就表現有差異的可能原因。注意（attention）的主要功能在忽略無關並選擇相關的環境刺激，一個適應性的認知系統能從許多競爭刺激物中迅速偵測所需的訊息。就解題歷程而言，答題者是否能夠注意到解題的關鍵陳述或訊息，是影響其是否能成功解題的關鍵。Hegarty、Meyer 與 Green（1992）曾以 38 位大學生為研究對象，分析受試者眼動凝視與數學應用問題之關係。研究結果發現，高分組學生在解不一致問題時，需要不斷再次閱讀之前所凝視的問題陳述，亦即高分組學生在解不一致問題時，會發覺前後的不一致，並能花較多時間於該部份線索。另外，Grant 與 Spivey（2003）曾在一項眼動軌跡與問題解決的研究中，讓 14 位大學生解一道雷射問題，並觀察他們在起初與最後 30 秒凝視雷射問題圖四個部位（腫瘤、內部、皮膚、外部）的時間比率，結果發現愈能注意「皮膚」（解題關鍵）者其解題成功率愈高。因此，成功的解題者通常較能將注意力分配於較為關鍵、重要的刺激線索中；反之，失敗者則可能將注意力分配在不重要、甚至是錯誤的線索中。前述研究似乎透露著學生的問題解決表現似乎也與注意力分配有所關連，意即將注意焦點置於解題線索的學生，其問題解決表現愈好。由上述可知，或許造成男、女性在科學表現上之差異，並非由於工作記憶的不同子系統有所差異，而是他們對不同型態的線索（文字或圖型）的注意力分配不同所致。亦即，男、女性分別偏好去注意某些型態的線索，是造成兩性在文字題與圖示題之解題成就不同的原因。如果男性對圖型的興趣或注意高過女性，而當在圖示題中，圖型對解題又是相當關鍵的線索時，則男性學生可能因為能夠將有限的認知資源有效的集中於正確的圖型部份，而使其更加容易的解答此問題。反之，如果女性學生比較對文字部份有較為投入的注意力，則其將比男生更容易在解文字題時，發現其中的關鍵線索，而使其解題的成功的機率增加。

據上所述，研究者提出「工作記憶廣度」與「注意力焦點」假說，以檢驗可能造成男女生在不同型態試題表現差異的可能認知因素。假若「工作記憶廣度」假說成立，表示男、女生在自然科文字題與圖示題之不同解題表現來自工作記憶廣度的差異，則當研究者觀察男女生在解決文字題及圖示題之眼動軌跡時，將會發現男女生在觀看文字及圖形部份的回視次數（regression counts）將會有所不同。如果，女性學生真的如過去研究所發現的一般，其「視覺空間工作記憶子系統」的廣度較小的話，則其無法在一次凝視圖示部份後就將所需的圖形訊息保存在工作記憶，故而在解題的過程中，就得不斷的將視線回到圖形部份，去獲取必要的訊息，故而，其回視圖型部份的次數，將會比視覺空間工作記憶較廣的男性多。反之，男性學生若真的如過去研究所發現的一般，其「語音迴路工作記憶子系統」的廣度較小的話，則其無法在一次凝視文字部份後就將所需的文字訊息保存在工作記憶，故而在解題的過程中，就得不斷的將視線回到文字部份，去獲取必要的訊息，故而，其回視文字部份的次數，將會比語音迴路工作記憶較廣的女性多。

另一方面，如果「注意力焦點」假說成立，則吾人亦可預期會觀察到與「工作記憶廣度」假設截然不同的解題眼動軌跡變化。如果，兩性的視覺或語音的工作記憶廣度並無差異，而只是對文字或圖形的注意力有所不同，則將可預期，在解圖示題時，女性學生在觀看圖形部份的總凝視時間應該會小於觀看文字部份的總凝視時間，但在解題的過程中，則不會出現不斷回視圖型部份的現象。反之，在解文字題時，男性學生在觀看文字部份的總凝視時間應該會小於女性學生，但在解題的過程中，則不會出現不斷回視文字部份的現象。

由於本研究所提出的「工作記憶廣度」以及「注意力焦點」假設，分別對男女學生之視覺軌跡有不同的預測。因此，本研究於第一、二年計畫中擬使用近年來在認知科學中普遍被使用的眼球追蹤技術，以紀錄收集男女生在閱讀題目內容時的眼球軌跡相關資訊，希望透過此動態、自然、不受干擾的方式，提供男女生在自然科學習之更清楚的面貌。下一節擬就眼動技術的發展以及相關的文獻進行回顧與整理。

三、以眼動儀作為探討內在認知歷程的工具

對於個體的認知學習歷程，以往學者只能透過「晤談」（interview）或「放聲思考」（protocol）等事後回溯的方法加以推測。然而，此種策略不但容易受記憶偏誤的影響，也無法真實反應出學生意識下的內在認知歷程。後來隨著電腦的發達，學者開始使用「反應時間」（reaction time）及「反應正確率」來間接推論個體進行認知作業時的內在歷程。可惜上述方法仍無法避免對當下作業的干擾，而無法提供一個自然且具生態效度的認知測量。

學界近來發展的眼動追蹤（eye movement monitoring）技術則提供了自然且即時的探討認知思考的重要工具，可進一步瞭解個體無法有口頭反應的認知歷程，已被廣泛使用於神經科學、心理學、工業工程、人因工程、行銷/廣告、電腦科學等領域（Duchowski, 2002）。眼球追蹤是一種被用來定位人們看到哪裡的一種技術，透過追蹤受試者眼球的運動，連續記錄眼球變化，從而記錄並分析眼球追蹤過程。而眼動儀所紀錄的指標，諸如凝視點、凝視時間（Fixation duration, FD）、回視（regression）次數與回視率（Regression Rate），皆可有效反應個體的內在認知歷程。以凝視點為例，若不同個體在解題過程中，其凝視點有所差異，則可推論其所使用之注意策略是不同；而凝視時間的差異，則反應著個體對於問題所進行認知處理的深度，若凝視時間較長，則表示處理深度較深，反則較淺。而回視次數與回視率代表著個體對先前處理過的資料的重新檢視與解讀，可反應個體工作記憶廣度的容量，若個體的工作記憶廣度不足以容納解題所需的所有訊息，導致解題者需透過回視重新審視訊息。

綜上所述，本研究的目的有二，研究者試圖透過不同試題材料，以瞭解試題呈現方式是否會是導致性別科學差異的原因？另外，造成男、女學生在科學成就表現差異，究竟是何種認知歷程差異所造成，工作記憶容量？抑或是注意力分配？本研究的兩年度計畫皆試圖回答上述之問題，試分別說明如下。

研究方法

第一年度計畫

本研究之第一年度計畫，主要是使用國中基本學力測驗之試題（以下簡稱基測）作為材料，以比較國中男生與女生在不同試題形式（文字題或圖文題）自然科試題答題表現上的差異。會使用基測的主要原因在於，基測是經嚴謹發展程序的標準化測驗，所有考題的命題有一定的嚴謹程度，故基測資料是了解國中畢業生學習成就與探討解題歷程最豐富也最重要的資料庫；另一方面，過去對於空間、語文能力的研究多採用人工、不自然的認知作業，例如：心像旋轉、圖形蒐尋等（Hyde, 1981, 1990; Linn & Peterson, 1985），但卻少有研究在真實的學科學習情境下探討男女生在不同材料問題解決上能力是否有所差異。是故，透過本研究計畫可以對男女生在真實情境解題表現上有初步之了解。本研究第一年度總共執行了兩個研究，試分別說明如下。

研究一 基測自然科試題性別差異分析

第一年計畫研究一以基測自然科試題為材料，將之區分為文字題與圖文題，

並進一步比較不同性別的學生，於自然科成就之差異，研究方法如下。

研究參與者

本研究參與者為台灣地區 93~96 年參加國中基測的兩萬名男女考生，每個年度各包含隨機抽取出的 5,000 名男女考生。分析資料乃透過「國民中學學生基本學力測驗工作推動委員會」申請民國 93 年至 96 年基測自然科考生答題資料。根據該委員會資料申請規定，每一年度的科目僅提供隨機抽取之 5,000 名考生答題反應資料（答對、答錯）。此外，由於參加基測的男女性別比率相當，所以隨機取樣所得的樣本中，男女性別學生大致相當，且研究參與者不包含特殊學生。

研究材料

本研究分析的試題自 93~96 年第一次基測自然科單題試題中進行挑選（四個年度的試題總題數皆為 58 題）。基測自 90 年實施以來，在各科的測驗題目中，除了大部分題目的題幹以純文字為材料之外，亦有一些題目以圖片或文字和圖片混合的方式呈現。不管哪一種材料，應答考生在回答題目之前，都必須針對題目的題幹進行閱讀，才能再進一步回答問題，基本上答題就是一種問題解決的行為。準此而言，考生對於題幹所提供的訊息之瞭解，與其對試題的反應之間，應具有某種程度之關聯。

為了解國中生在純文字形式試題（文字題）與文字及圖片混合試題（圖文題）的解題表現是否有差異，因此研究者將四個年度的試題先進行區分，分為文字題與圖文題，其中文字題是指於題幹與選項中，皆為文字敘述（如圖 1-1-1）；圖文題則是於題幹或選項中有包含圖形、表格的試題（如圖 1-1-2）。另外，為了避免連鎖題導致的文字與圖文題的分類干擾，因此將連鎖題排除，不納入分類中。經刪除各年度之連鎖題之後，總計四個年度共剩餘 206 道試題，其中文字題有 99 題，圖示題 107 題。表 1-1-1 為各年度文字與圖文題題數分佈。

表 1-1-1 93~96 年文字與圖文題題數分佈表

年度	文字題	圖文題	小計
93	33	18	51
94	21	31	52
95	21	30	51
96	24	28	52
總計	99	107	206

關於人類消化系統的敘述，下列何者正確？

(A)肝臟所分泌的膽汁，藉導管送入小腸

(B)胰臟屬於消化管的一部份，是分解食物的主要部位

(C)胃腺分泌的胃液呈強酸性，有助於其內的酵素分解醣類

(D)消化液先被分泌至血液，再被運輸至消化器官進行消化作用

圖 1-1-1 基測自然科文字題示例

圖(一)為海參在進行斷裂生殖的示意圖，則下列有關海參的敘述，何者正確？

(A)此種生殖屬於無性生殖

(B)此種生殖過程需形成配子

(C)水螅的出芽生殖與此種生殖都需經減數分裂

(D)甲部分細胞核內的遺傳物質和乙部分者不同

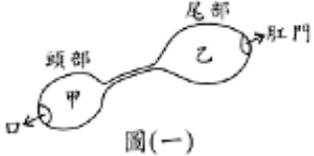


圖 1-1-2 基測自然科圖示題示例

研究設計

研究一採 2 (性別) X 2 (試題類型) 混合設計，其中「性別」為受試者間變項，有兩個水準：男生、女生；「試題類型」為受試者內變項，有兩個水準：文字題、圖文題。依變項有四個，分別為 93、94、95、96 年度之自然科試題答對率。

研究結果

研究者分別針對四個年度之答對率(如表 1-1-2)，各自進行二因子混合樣本設計變異數分析，各年度結果分述如下。

表 1-1-2 93~96 年國中男生與女生在基測文字題與圖形題之答對率

		93 年		94 年		95 年		96 年	
		男生	女生	男生	女生	男生	女生	男生	女生
		n = 2641	n = 2359	n = 2666	n = 2334	n = 2641	n = 2359	n = 2627	n = 2373
文字題	平均數	.6764	.6742	.6378	.6390	.6524	.6570	.6043	.6009
	標準差	<u>.2222</u>	<u>.2015</u>	<u>.2319</u>	<u>.2246</u>	<u>.2456</u>	<u>.2198</u>	<u>.2338</u>	<u>.2227</u>
圖形題	平均數	.5625	.5340	.6198	.6122	.5951	.5914	.6090	.5996
	標準差	<u>.2471</u>	<u>.2355</u>	<u>.2267</u>	<u>.2205</u>	<u>.2465</u>	<u>.2355</u>	<u>.2293</u>	<u>.2089</u>

(1) 93 年度自然科試題答對率分析結果

針對 93 年度自然科試題答對率進行性別與試題類型的二因子變異數分析，結果顯示有交互作用效果 ($F(1, 4998) = 52.282, p < .05$)，性別有主要效果 ($F(1, 4998) = 6.175, p < .05$)，試題類型亦有主要效果 ($F(1, 4998) = 4856.327, p < .05$)，如表 1-1-3 所示。進一步進行單純主要效果的檢驗，結果顯示(如表 1-1-4)，不論是男生或女生，文字題的答對率 (M 依序為 .6764、.6742) 皆顯著高於圖文題 (M 依序為 .5625、.5340)；而在圖形題上，男生 (M 為 .5625) 的表現會大於女生；文字題表現則沒有差異 (M 為 .5340)。可知，文字題的答對率皆顯著的優於圖文題；而男生在文字題與圖文題的差異比女生小。

表 1-1-3 93 年國中基測試題之性別與試題類型之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	H ²
受試者間						
性別	.589	1	.589	6.175	.013	.001
S(A)	476.579	4998	.095			
受試者內						
類型	40.243	1	40.243	4856.327	.000	.493
性別*類型	.433	1	.433	52.282	.000	.010
S(A) B	41.417	4998	.008			
全體						

* $p < .05$

表 1-1-4 93 年度國中基測試題單純主要效果檢驗

變異來源	SS	df	MS	F	p	事後比較
性別						
在文字題	.01	1	.01	.192	.978	
在圖形題	1.02	1	1.02	19.62	.179	
誤差	517.996	9996	.052			
類別						
在男生	17.13	1	17.13	2067.00	.000	文字>圖形
在女生	23.20	1	23.20	2800.26	.000	文字>圖形
誤差	41.42	.4998	.01			

* $p < .05/2 = .025$

(2) 94 年度自然科試題答對率分析結果

針對 94 年度自然科試題答對率的二因子變異數分析，結果顯示有交互作用效果 ($F(1, 4998) = 7.483, p < .05$)，性別無主要效果 ($F(1, 4998) = .261, p$

> .05)，試題類型有主要效果 ($F(1, 4998) = 193.208, p < .05$)，如表 1-1-5 所示。進一步進行單純主要效果的檢驗，結果顯示(如表 1-1-6)，不論是男生或女生，文字題的答對率 (M 依序為 .6378、.6390) 皆顯著高於圖文題 (M 依序為 .6198、.6122)；而不論文字題或圖文題，男生與女生的表現皆沒有差異。可知，文字題的答對率皆顯著的優於圖文題；而男生在文字題與圖文題的差異比女生小。

表 1-1-5 94 年國中基測試題之性別與試題類型之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η^2
受試者間						
性別	.025	1	.025	.261	.609	.000
S(A)	479.004	4998	.096			
受試者內						
類型	1.247	1	1.247	193.208	.000	.037
性別*類型	.048	1	.048	7.483	.006	.001
S(A) B	32.260	4998	.006			
全體						

* $p < .05$

表 1-1-6 94 年度國中基測試題單純主要效果檢驗

變異來源	SS	df	MS	F	p	事後比較
性別						
在文字題	.00	1	.00	.001	1.000	
在圖形題	.07	1	.07	1.37	.607	
誤差	511.264	9996	.051			
類別						
在男生	.43	1	.43	66.75	.000	文字>圖形
在女生	.84	1	.84	129.75	.000	文字>圖形
誤差	32.26	4998	.01			

* $p < .05/2 = .025$

(3) 95 年度自然科試題答對率分析結果

針對 95 年度自然科試題答對率之二因子變異數分析，結果顯示有交互作用效果 ($F(1, 4998) = 6.534, p < .05$)，性別無主要效果 ($F(1, 4998) = .005, p > .05$)，試題類型有主要效果 ($F(1, 4998) = 1445.144, p < .05$)，如表 1-1-7 所示。進一步進行單純主要效果的檢驗，結果顯示(如表 1-1-8)，不論是男生或女生，文字題的答對率 (M 依序為 .6524、.6570) 皆顯著高於圖文題 (M 依序

為 .5951、.5914)；而不論文字題或圖文題，男生與女生的表現皆沒有差異。可知，文字題的答對率皆顯著的優於圖文題；而男生在文字題與圖文題的差異比女生小。

表 1-1-7 95 年國中基測試題之性別與試題類型之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η^2
受試者間						
性別	.000	1	.000	.005	.946	.000
S(A)	531.347	4998	.106			
受試者內						
類型	9.411	1	9.411	1445.144	.000	.224
性別*類型	.043	1	.043	6.534	.011	.001
S(A) B	32.549	4998	.007			
全體						

* $p < .05$

表 1-1-8 95 年度國中基測試題單純主要效果檢驗

變異來源	SS	df	MS	F	p	事後比較
性別						
在文字題	.03	1	.03	.536	.828	
在圖形題	.02	1	.02	.357	.906	
誤差	563.896	9996	.056			
類別						
在男生	4.29	1	4.29	658.98	.000	文字>圖形
在女生	5.12	1	5.12	786.82	.000	文字>圖形
誤差	32.55	4998	.01			

* $p < .05/2 = .025$

(4) 96 年度自然科試題答對率分析結果

針對 96 年度自然科試題答對率的二因子變異數分析，結果顯示性別與試題類型沒有交互作用效果 ($F(1, 4998) = 3.287, p > .05$)，性別無主要效果 ($F(1, 4998) = 1.077, p > .05$)，試題類型亦沒有主要效果 ($F(1, 4998) = 0.993, p > .05$)，如表 1-1-9 所示。可知，於 96 年度自然科試題答對率上，男生與女生沒有差異，文字題與圖文題的答對率亦沒有差異存在。

表 1-1-9 96 年國中基測試題之性別與試題類型之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η^2
受試者間						
性別	.101	1	.101	1.077	.299	.000
S(A)	469.213	4998	.094			
受試者內						
類型	.007	1	.007	.993	.319	.000
性別*類型	.022	1	.022	3.287	.070	.001
S(A) B	33.670	4998	.007			
全體						

* $p < .05$

討論

研究者根據基測之自然科試題將之區分為文字題與圖文題，進一步進行男生與女生答對率之差異考驗，結果呈現穩定的現象。除了 96 年度之結果外，另外三個年度之變異數分析結果皆顯示，不論在文字題或圖文題的表現上，男生與女生皆沒有差異；此結果與許多學者的研究結果相一致（邱美虹，2005；盧雪梅與毛國楠，2008），顯示台灣學生在自然科的成就表現上沒有差異存在。

另一方面，研究結果亦顯示，不論男生或女生，文字題的答對率皆顯著的優於圖文題。此結果可能與試題編製原理有關，在基測自然科試題的編製上，是以「國民中小學九年一貫課程綱要」自然與生活科技學習領域國中階段「能力指標與教材內容細目」為依據，文字題多以評量學生的基本能力與知識為目的，因此偏向於記憶性質的試題；圖文題則主要是要強化學生對學習知識概念之理解與應用，避免學生因過多文字混淆題意，而將測驗情境儘可能以圖表轉譯方式來呈現，因此多為理解與應用之試題為主；故文字題的難度會比圖文題更為簡單，因此導致文字題答對率顯著優於圖文題的結果。

然而，雖然研究中一使用整體答對率來進行性別差異的分析，結果顯示國中男生與女生在文字題與圖文題的表現沒有差異，並無法得知男生與女生的解題歷程是否會有所不同？或許男生與女生在解題的過程中，會將不同的試題類型轉換成各自擅長的陳述來進行解題，同樣達到正確解題的結果，例如某位圖形理解能力較差之學生，在遇到圖文題時，試圖將圖形轉換為文字再進行解題，一樣可以正確解出答案。因此，由整體答對率來進行分析，並無法知道男生與女生在自然科解題歷程上是否會有所差異？或許空間工作記憶容量較大之學生，可以記得較多之圖形訊息，因此在解題的過程中，需要來回於文字和圖形之間轉換的次數，會比空間工作記憶容量較小之學生來得少，所需的解題時間亦較短。然而，此細微的解題歷程差異需進一步由更精密的反應時間或眼動追蹤技術始能發現可能的差異，因此於本年度的研究二，即使用眼動追蹤系統，來探討國中男生與女生在解基測自然科試題時的眼動軌跡，以進一步推論其認知歷程是否有差異存在。

研究二 基測自然科試題眼動追蹤分析

於研究一的資料庫分析結果顯示，國中男、女生在基測自然科試題表現上，並不會因為試題為文字題或圖文題而導致答對率上有所不同。然而，僅透過整體答對率的分析，只能顯示男生與女生的科學表現沒有差異，並無法進一步確認其解題的認知歷程上，是否亦沒有差異。因此於研究二中，研究者同樣使用基測自然科試題作為材料，但改以歷程追蹤技術之眼動監視方式，以進一步瞭解不同性別之學生是否會使用不同的認知歷程來解不同類型之自然科試題，研究方法茲分述如下。

研究參與者

本研究以台北市古亭國中八年級升九年級的學生為研究對象，實際有效樣本為 51 名，其中 18 名（男生 8 人、女生 9 人，未填寫性別 1 人）學生進行 A 版本；16 名（男生 6 人、女生 7 人，未填寫性別 3 人）學生進行 B 版本；17 名（男生 6 人、女生 9 人，未填寫性別 2 人）學生進行 C 版本（A、B、C 版本的說明請詳見研究材料）。

另外，所有參與者皆具備正常或矯正後正常的視力，且必須通過使用眼動儀記錄眼球運動資料所必須之校正作業及確認作業，同時實驗過程中偏移誤差未超過一度，方可為有效參與者。研究參與者未包含特殊樣本。

研究材料

本研究的材料乃自 93~95 年的基測自然科單題試題中抽選，並由國中自然科教師進行審題，排除需以紙筆進行運算及國中九年級教材範圍的試題後，依難度值加以排序，抽選出難度值最高及最低的文字題各 9 題（高難度試題其難度值為 0.3164~0.4848、低難度試題的難度值介於 0.8906~0.9801）、高低難度的圖文題各 9 題（高、低難度試題其難度值分別介於 0.2177~0.472、0.8249~0.93），共計 36 題。其中 93 年度挑選出 14 道題目，文字題 10 題，圖文題 4 題；94 年度選出 11 題，文字題 3 題，圖文題 8 題；95 年度選出 11 題，文字題 5 題，圖文題 6 題。

根據所挑選出的題目再依難度值平均分配組成 A、B、C 三組試題，每組各 12 題，各組試題平均難度值介於 0.6502~0.6621。另外，為避免參與者可能曾練習過這些基測題目之疑，本研究擬以前述的 36 題為基本題幹，加以修改文句或數值成新的試題材料，以確實測量參與者的解題歷程資料。

實驗儀器

使用 Dell OptiPlex Gx620 之相容個人電腦設備 Eyelink 1000 眼球追蹤系統（如右下圖）以及 Chimei 19PS 監視器呈現實驗材料，並記錄參與者之眼動型態及反應時間。讓讀者兩眼同時觀看，但只記錄右眼。本實驗使用的儀器特色如下：

- 1.取樣率為 1000HZ(每秒取樣 1000 次).
- 2.準確率高，平均凝視位置誤差可低至 0.15° (一般約 $0.25^{\circ} - 0.5^{\circ}$)。
- 3.使用焦點成像技術，可容許頭部垂直及平行的移動達 ± 25 mm 仍保持追蹤能力。
- 4.具高解析度，以瞳孔-角膜模式，在採樣率達 1000 Hz 下，解析度可達 0.01° 。
- 5.資料具即時性，存取眼睛位置資料僅有 2 msec 延遲。
- 6.快速簡易的設置、校正、驗證與紀錄。
- 7.同一使用者就算實驗中離開，重新開始實驗也不需重新校正。
- 8.非使用頭戴式，而是底架式的眼動追蹤儀器，可降低讀者因疲勞或頭套重量壓力，而導致眼動資料軌跡有誤的狀況。



此外，由於本實驗特性屬認知類型，因此採用 SR Reaserach 公司對認知型實驗所建議之設定值來進行實驗，其中切割 (parser) 資料的方式係線上直接將眼球運動的位移量換算為對應螢幕之座標。所採用的眼球跳動的閾值有三種標準，分別為移動量超過 0.2 度視角、移動速度 (velocity) 超過 30 deg/sec 或移動加速度 (acceleration) 超過 8000 deg/sec²。

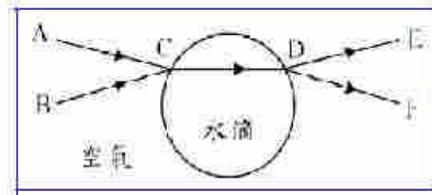
實驗設計

本研究採 2 (性別) $\times 2$ (試題類型) 二因子混合設計，其中「性別」為受試者間因子，分成男生與女生兩個水準；「試題類型」為受試者內因子，分成文字題與圖文題兩個水準。

依變項主要為眼動指標之凝視時間 (FD, fixation duration) 與回視次數。其中凝視時間為眼睛在試題的凝視總時間，單位為為毫秒，反應的是受測者對於試題的處理深度，凝視時間越長，處理歷程越深入。回視次數則是指參與者從某一個有興趣的區域 (簡稱 IA) 跳開，又跳回來的次數，主要是用來測量參與者對於資料的重新閱讀與檢視，可以反應個體之工作容量的大小。而在圖文試題中，研究者進一步將試題內容劃分為文字 IA 與圖形 IA 兩個區域 (如圖 1-2-1)，以紀錄參與者在圖形或文字區域之間，來回檢視或跳視的情形。

光線自空氣中進入圓球狀水滴，再從水滴內到空氣中，其可能的行進路徑如圖(二十六)所示。假設圖中所標示光線可能的行進路徑位於某一個平面上，且此平面通過圓球狀水滴的球心，則下列何者最可能為光的行進路徑？

- (A) A→C→D→E
- (B) A→C→D→F
- (C) B→C→D→E
- (D) B→C→D→F



圖(二十六)

圖 1-2-1 圖文試題的文字 IA 與圖形 IA 區

實驗程序

本實驗採個別進行。在正式實驗前，參與者坐離 19 吋螢幕前約 54 公分處，螢幕中心與參與者約成一直線，螢幕解析度設定為 1024*768 (pixels)。請參與者將頭靠在眼動追蹤儀器的頭架上，並設定以 1000Hz 抽樣頻率紀錄右眼視線軌跡，接下來進行眼動儀搜集資料所必須之九點校正測試。所謂九點校正測試指在螢幕中央，上、下、左、右、右上、右下、左上、左下等位置以隨機位置出現同心原點，參與者必須穩定的凝視該同心圓點約一秒鐘，同心圓消失後，再移至同心圓線的新位置並再次穩定的凝視，直至九點校正完成。如果校正測試的結果沒有明顯錯誤，眼動儀將計算九點校正過程中螢幕與眼球移動的對應函數，並直接將眼球移動的移動量換算為螢幕座標的位移量。接著進行確認測試，確認測試的程序與校正測試相似，確認程序是比對換算所得之同心圓點的位置與該圓點實際位置之差距，若此一差距在預設的可容忍誤差範圍內，則可以開始練習階段與正式實驗階段。

正式實驗共有 12 題，題目乃依照試題類型（文字題、圖文題）與測驗難度（高、低）2×2 細格方式隨機出現於畫面中，一個畫面只出現一題。在正式實驗前，研究者先依照螢幕上的指導語朗誦實驗程序並確認受試者是否完全理解，再請受試者進行三道練習題，以幫助受試者瞭解作答程序。正式實驗開始後，螢幕中央會出現一道題目敘述，受試者閱讀完題目後，按下空白鍵，選項即出現於題目下方，受試者再按壓字母鍵選擇答案，每題作答沒有時間限制，受試者可依照自己的速度解題，完成整個實驗約需 15~25 分鐘。

研究結果

研究結果的分析主要分成三個部分，其中第一個部分的分析主要是針對文字題與圖形題，進行不同性別的眼動凝視時間分析；第二與第三個部分，單純分析圖文題，將之區分為文字 IA 與圖形 IA 區，以探討不同性別在此兩個 IA 區的凝視時間與回視次數上是否有差異，分析結果如下所示。

(1) 性別、試題類型在文字題或圖文題的整體總凝視時間差異

表 1-2-1 為不同性別之學生在研究者所挑選之基測 A、B、C 版本的文字與圖文試題的總凝視平均時間與標準差。進一步針對 A、B、C 版本分別進行性別（男生、女生）與試題類型（文字題、圖文題）之二因子變異數分析，結果顯示，在 A 版本中，沒有二因子交互作用效果 ($F(1, 15) = .537, p > .05$)，性別 ($F(1, 15) = 1.495, p > .05$) 與試題類型 ($F(1, 15) = .697, p > .05$) 之主要效果亦未達顯著。而於 B 版本中，性別與試題類型之二因子交互作用、性別之主要效果、試題類型之主要效果皆未達顯著，其 F 值分別為 .817、4.787 ($p = .051$)、1.455， p 皆大於 .05。於 C 版本中，未有交互作用 ($F(1, 13) = 1.503, p > .05$)，試題類型亦無主要效果 ($F(1, 11) = .339, p > .05$)，然而性別卻有主要效果， $F(1, 11) = 11.581, p < .05$ ；事後比較顯示，女生的凝視時間大於男生。整體而言，除了 C 版本外，男生與女生在解自然科之文字題與圖文題時，眼睛的總凝視時間幾乎都沒有差異。

表 1-2-1 男、女生在 A、B、C 版本文字題與圖文題的總凝視時間（毫秒）

	A 版本				B 版本				C 版本			
	男		女		男		女		男		女	
	(N=8)		(N=9)		(N=6)		(N=7)		(N=6)		(N=9)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
文字題	15104	3854	19019	10278	17153	6092	14245	3548	14748	4688	14980	3366
圖文題	13894	2971	18320	8895	21695	11622	16131	3952	17313	7581	20434	7224

(2) 不同性別在圖文題中之文字 IA 與圖形 IA 區的凝視時間差異

研究者試圖進一步去比較，在圖文題的解題過程中，不同性別之學生在觀看文字與圖形所提供之訊息的時間是否有所差異？因此，研究者自 A、B、C 版本中，挑選出圖文試題（A、B、C 版本各有 6 題圖文題），並進而劃分出文字 IA 與圖形的 IA 區，如圖 1-2-1 所示。另，由於圖文題中各試題所測量為自然科不同領域與單元（如生物、地科、化學、物理），試題內容差異大，故於此研究者針對圖文試題進行逐題分析，以比較性別與圖文 IA 區的凝視時間與回視次數是否有差異。

根據二因子變異數分析結果顯示，於 A、B、C 版本共 18 道圖文試題中，逐題分析結果大多顯示，性別與圖文 IA 沒有交互作用，表示男生與女生在圖文題的文字 IA 區與圖形 IA 區的凝視時間沒有差異；性別亦皆未有主要效果；而圖文 IA 卻皆有主要效果，文字 IA 的凝視時間大於圖形 IA。由結果可知，男生與女生在圖文題的文字 IA 區與圖形 IA 區上，總凝視的時間皆沒有差異；然而，參與者在觀看文字 IA 區的時間卻會顯著的多於圖形 IA 區的凝視時間。

(3) 不同性別在圖文題中之文字 IA 與圖形 IA 區的回視次數差異

研究者進一步分析男生與女生在圖文試題的文字 IA 與圖形 IA 區的回視次數。由於研究者僅將圖文試題劃分成文字 IA 區與圖形 IA 區兩部分，因此在回視次數上，兩者會幾近相同。相當於答題者眼睛跳離文字 IA 區，必會移動至圖形 IA 區，故兩者的回視次數會幾近相等。因此研究者僅就圖形 IA 的部分進行分析，探討不同性別在圖形 IA 的回視次數是否會有差異？

根據 A、B、C 三版本共 18 道圖文試題的逐題分析結果顯示，不同性別國中生在回視次數上皆未顯著差異。可知男生與女生在解自然科試題的過程中，眼睛凝視位置由文字 IA 跳入至圖形 IA 的次數並沒有差異。

討論

第一年度研究二之研究結果可知，在整體的眼動凝視時間分析結果，除了 C 版本有性別差異之外（女生凝視時間大於男生），其餘 A、B 版本試題皆沒有差異，結果顯示在解文字題與圖文題時，凝視時間上並沒有性別差異存在；甚且，在文字題與圖文題的凝視時間比較上亦沒有差異。此結果與研究者所提出之「注意力焦點」假說不一致，注意焦點假說假定男生較容易注意到圖形的關鍵訊息，因此在圖文題的凝視時間會顯著少於女生；反之，女生在文字題的凝視時間則會少於男生。然而，研究結果並未顯示這樣的趨勢，甚至男生與女生在文字題與圖文題的凝視時間皆沒有差異。

除此之外，研究者進一步根據圖文題的試題內容，將之劃分成文字 IA 與圖形 IA 兩個區域，進一步以凝視時間進行逐題分析。大多數之結果皆顯示，男生與女生在圖文題的文字 IA 區的凝視時間會顯著的高於圖形 IA 區，但是男生與女生在此兩區域的凝視時間則沒有差異。此結果亦與研究者所提出之「注意焦點假說」之預期不一致。

會造成與「注意焦點假說」不一致的結果有許多可能的原因，首先，為試題組成之干擾因素，雖然使用基測試題，可以使得解題情境更符合真實，避免人工認知作業的不自然。然而，於基測試題中，題幹之描述多以文字加以敘述，通常圖形僅居於輔助解題的角色，因此在圖文題解題過程，仍受到文字處理的影響，而非單純的圖形處理歷程；即使將圖文題進行文字 IA 與圖形 IA 的劃分，圖形亦屬於輔助的角色，因而導致文字 IA 區所需的凝視時間會比圖形 IA 區長。其次，試題內容與範圍亦是另一干擾因素，由於在研究二中是以受試者間設計的方式來比較文字題與圖文題的性別差異，由於本身兩類型的試題所涉及的單元內容即不相同，所需的知識、解題歷程亦不相同，在所需的空間或文字能力未進行控制之下，無法有效評估文字與圖形對於試題表現的影響。亦無法證實研究者所提出之「注意力焦點假說」是否能獲得支持。

另一方面，研究者根據圖文題的文字 IA 與圖形 IA 兩個區域的回視次數進行分析，結果發現男生與女生在圖形 IA 區的回視次數上皆沒有差異。此結果與研

究者所提出之「工作記憶容量假說」之預期不一致。不過此結果亦同樣會有試題組成的干擾以及試題單元不同的影響，亦無法證實「工作記憶容量假說」的一致性。

雖然使用國中基測的自然科試題作為研究材料，比較符合國中生科學解題情境與作業，然而由於上述種種之干擾因素，因此並無法確實清楚瞭解工作記憶與注意力對於學生在科學解題歷程的影響。故，為了排除上述之干擾因素，若能改以相同試題，同時以文字或圖形方式呈現，將能夠更進一步控制不同呈現形式的試題內容，以檢驗圖形與文字呈現方式對於試題表現的影響。另一方面，於眼動追蹤實驗中，若能使用受試者內設計，於同一試題中，同時呈現文字與圖形的解題訊息，將能夠排除上述的干擾因素，進而檢驗研究者所提出之「注意焦點假說」與「工作記憶容量假說」。故，於第二年度計畫中，研究者重新以自編圖文對應試題為材料，以進一步瞭解男生與女生是否會受到試題呈現方式的影響，而導致表現上的差異？以及在解題歷程中，是否會有性別差異的存在？茲分別說明於第二年度之計畫。

第二年度計畫

由第一年度計畫之結果可知，男生與女生在文字題與圖文題的表現並沒有差異，甚至在眼動指標上亦沒有差異。不過第一年度計畫使用基測試題作為材料，並無法控制試題組成與試題內容之干擾因素，因此無法有效推論國中男、女生於解文字題與圖文題的認知歷程是否有差異。因此研究二為排除上述的影響因素，研究者參考國中自然科單元，重新編擬自編圖文對應試題，將試題改編成純文字與純圖形版本，以檢視不同性別國中生在文字與圖形題是否有表現與解題歷程上的差異。於第二年度計畫共進行了兩個研究，於研究一中，將相同試題同時改編成文字版本與圖形版本，針對國三學生進行團體施測，以比較國中男生與女生在解答文字題與圖形題是否會有表現上之差異？於研究二中，則於單一試題同時呈現文字與圖形訊息，控制兩部分之訊息量為相等，並使用眼動追蹤技術來紀錄參與者之解題軌跡，以重新檢驗研究者所提出之「注意焦點假說」與「工作記憶容量假說」。兩個研究之研究方法試分別說明如下。

研究一 自編自然科圖文對應試題性別差異分析

參與者

本實驗選取台北縣市兩所學校的 8 個國三班級，共 258 名學生進行自編自然科圖文對應試題之作答。由於試題分成文字版與圖形版（如研究材料說明），為了避免學校間能力差異的影響，因此同一班級一半學生進行文字版本，另一班學生進行圖形版本。而為了使男、女學生在兩版本的人數相當，因此以座號區分，

單號進行文字版，雙號進行圖形版。因此於所有樣本中，進行文字版本的女生有 47 名、男生 82 名；進行圖形版的女生有 54 名、男生 75 名。

研究材料

為檢視文字與圖形題對於不同性別學生在解題時是否有所差異，因此研究者根據國中理化科之課程內容，重新進行試題的挑選與編擬，並控制圖形與文字題具有相等的訊息量。為了避免學生對於特定單元的熟悉或喜好程度有所不同，因此研究者共挑選九個單元進行題目的改編，單元名稱分別如下：國二上學期的「波與聲音」、「光、影像、顏色」、「溫度與熱流」；國二下學期的「力、壓力與浮力」；國三上學期的「運動：速度與加速度」、「力與運動」、「牛頓定律」、「功與能」；國三下學期的「電磁學」。

於各單元的試題挑選中，考量試題需同時改編成純文字與純圖形方式呈現的特性，故於試題挑選時，排除了無法同時以兩種形式呈現的題目。最後每個單元一共挑選了四道試題進行改編，編製了「自然科試卷文字版」與「自然科試卷圖形版」各 36 道預試試目，試題範例如圖 2-1-1（純文字題）與圖 2-1-2（純圖形題）所示。在兩種版本的預試試題中，除了題目的提問與選項是完全相同之外，題幹的部分則完全以文字或圖形來加以描述。為避免試題呈現方式造成題意不清或訊息量不相等的情況，因此邀請專家（國中理化老師）進行題目審視，確認此兩版本的訊息量與題意皆清楚無誤。

另外，為了避免猜測因素，因此所組成之自然科試卷的正確答案平均分佈在 1、2、3、4 的選項（各九題）。另，各試題的順序，亦依各單元之內容採對抗平衡的順序排列，以避免順序所造成之誤差。

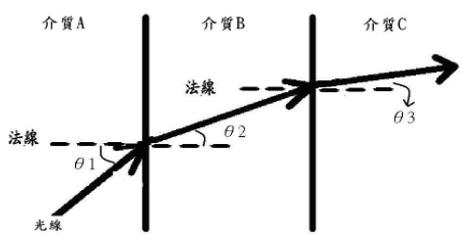
<p>光線由介質 A 依序入射 B 及 C 等兩介質，其中光線在 A 介質的入射角為 θ_1，介質 A 射入介質 B 的折射角為 θ_2，介質 B 射入介質 C 的折射角為 θ_3，其中 $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$，</p> <p>請問在此三介質中，光速的大小關係為：</p> <p>Ⓐ $A > B > C$； Ⓑ $A = B > C$；</p> <p>Ⓒ $A = B = C$； Ⓓ $A < B < C$</p>	 <p>請問在此三介質中，光速的大小關係為：</p> <p>Ⓐ $A > B > C$； Ⓑ $A = B > C$；</p> <p>Ⓒ $A = B = C$； Ⓓ $A < B < C$</p>
--	--

圖 2-1-1 自編圖文對應試題之純文字題（左）與純圖形題（左）示例

研究者根據所編製的 36 道試題，進行因素分析，分析結果顯示，共有 6 道試題之因素負荷量低於 .30（預試試題之第 7、14、23、28、29、32），故予以刪

除，因此共保留 30 道試題作為正式施測試題。

研究者進一步針對 30 道試題進行項目分析。根據總分取高、低分組各 25%，以進行鑑別度考驗，結果顯示，所有試題之高分組皆顯著的優於低分組，顯示各試題皆具有良好之鑑別度。進一步計算各別試題與總分之相關，分別介於 .245 ~ .677 之間，而各題與扣除該題分數後分量表總分之相關係數介於 .211 ~ .638。由上述分析可知，各題目經過項目分析後，可以全數保留。

研究者根據所挑選的 30 道正式試題進行信度與效度之考驗。在信度方面，研究者進行內部一致性考驗，求得 Cronbach α 係數為 .901，結果顯示具有良好之內部一致性信度。在效度方面，研究者採用主軸法（principal axis factoring）進行因素分析，研究者預先設定抽出一個因素。分析結果發現，30 道題目抽取的 1 共同因素共可解釋 24.22% 的變異量，因素負荷量除了有 1 題為 .22 之外，其餘皆介於 .324~ .684 之間。整體來說，結果顯示各題目因素負荷量皆具備一定水準，結果提供支持試題構念效度證據。

實驗設計

本實驗採 2（性別）X2（班別）X2（試題類型）二因子獨立樣本設計，其中性別為受試者間因子，分為男生與女生兩個水準；班別為受試者間因子，分為普通班與資優班兩個水準；試題類型亦為受試者間因子，分為純文字與純圖形兩個水準。研究依變項為受測者在自然科九個不同物理單元（如研究材料所示）的平均答對百分比，由於所測量皆為自然科能力，因此予以加總成一自然科總分（各平均答對率見表 2-1-1）。

表 2-1-1 班別 x 性別 x 試題版本的平均答對百分比

班別	性別	試題版本	平均答對百分比	標準差	人數
普通班	男生	文字版本	53.77	24.85	81
		圖形版本	54.63	22.10	82
	女生	文字版本	48.43	19.78	45
		圖形版本	50.78	23.19	51
資優班	男生	文字版本	84.63	9.96	24
		圖形版本	88.58	10.36	16
	女生	文字版本	71.07	13.18	18
		圖形版本	83.79	9.16	20

研究結果

班別、性別與試題版本的三因子變異數分析結果顯示，沒有三因子交互作用效果（ $F(1, 329) = .45, p = .505$ ），班別與性別、班別與試題版本、性別與試題類型皆無交互作用效果，F 值依序為 .71、1.53 與 .89， p 皆大於 .05。在主要效果部分，班別達顯著差異（ $F(1, 329) = 122.22, p < .05$ ），資優班（ $M = 82.10$ ）

大於普通班 ($M = 52.52$)；性別亦達顯著差異 ($F(1, 329) = 6.38, p < .05$)，男生答對率 ($M = 60.51$) 大於女生 ($M = 57.64$)；試題類型則臨界顯著水準 ($F(1, 329) = 3.33, p = .069$)，文字 ($M = 58.60$) 與圖形版本 ($M = 60.13$) 沒有差異。

表 2-1-2 班別 x 性別 x 試題版本三因子變異數分析摘要表

<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
班別	52565.64	1	52565.64	122.22*	.000	.271
性別	2744.04	1	2744.04	6.38*	.012	.019
試題類型	1431.17	1	1431.17	3.33	.069	.010
班別 x 性別	303.34	1	303.34	.71	.402	.002
班別 x 試題版本	656.67	1	656.67	1.53	.217	.005
性別 x 試題版本	381.23	1	381.23	.89	.347	.003
班別 x 性別 x 試題版本	191.90	1	191.90	.45	.505	.001
誤差	141503.40	329	430.10			

* $p < .05$

討論

由研究結果可知，在控制了試題組成與試題單元內容之干擾因素，並將文字版本與圖形版本之訊息量控制為一致之後，研究結果亦顯示國中男生與女生在文字與圖形版本上並沒有交互作用效果，不論是在資優班或者是普通班都是同樣的情形，此結果與第一年度之結果是一致的。由此可推論，男生與女生在自編圖文對應試題的表現上，並不會因為試題是以純文字或純圖形呈現，而造成表現上的差異，顯然對於台灣國中學生而言，並不會因為試題呈現方式的不同，而造成男女生表現上的差異。然而，值得進一步探究的是，雖然圖形版本之試題（於題幹中僅呈現圖形訊息，無文字訊息）並不符合國中學生常見之試題形式，不過圖形版本之試題答對率仍有高於文字版本的趨勢（臨界顯著）。可知，圖形訊息對於自然科的學習與解題具有重要的關鍵角色。

另一方面，研究結果亦發現，在自編自然科圖文對應試題中，男生的答對率顯著的高於女生，尤其是在資優班的文字版本試題差異最大（資優班男生在文字版本的平均答對率高於資優班女生 13%），此結果與第一年度計畫之研究一之結果不一致。可能原因有三，首先，資優班之分班是以自然科成績加以分班，該兩班級之男生科學能力即顯著的優於女生的科學能力，因而使得整體男生在自編圖文對應試題表現會高於女生；其次，由於國中生樣本之取樣採便利抽樣，主要是以台北縣市之學校為主，因此此結果與採用全國國中學生之基測樣本不相同；第三，由於為了同時編製成純文字與純圖形訊息量相等之試題，因此在試題的挑選上即受限制。綜上所述，由本研究並無法推論台灣國中學生在科學成就表現上具有性別差異存在。

另外，第二年度計畫之研究一是以團體施測方式進行，且提供學生充分的時間來進行填答。因此，有可能受到表徵轉換之因素干擾，例如當個體知覺自己空間工作記憶能力較差時，在進行文字題的解題時，可能會將之轉換為圖形表徵後，再進行解題。因此，由團體施測的方式，並無法進一步瞭解個體在解題的心智歷程。是故，本年度之研究二即進一步使用眼動追蹤技術來進行認知歷程的測量，並透過同時呈現圖形與文字的訊息，以更符合學生一般作答形式，亦可避免上述之干擾因素的影響。

研究二 自編圖文對應試題眼動追蹤實驗

由第二年度研究一之結果顯示，不同性別之學生並不會因為試題呈現方式而造成自然科表現上的差異。由於研究一是採用團體施測的方式進行，因此最後之答對率沒有差異，並不表示中間的解題歷程亦是相同的。因此，研究二進一步使用眼動追蹤技術來檢驗男、女生在解答自然科之認知歷程。另一方面，研究者亦進行了工作記憶作業之測量，搭配眼動指標，試圖檢驗研究者所提出之「注意焦點假說」與「工作記憶容量假說」。研究方法試分別說明如下。

研究參與者

由於眼動設備需在學校實驗室執行，因此本研究的取樣以鄰近學校之國中樣本為主。主要選取台北市三所國中的八、九年級學生為樣本，共 59 名學生；其中排除眼動校正作業無法完成者，實際有效樣本為 51 名，其中男生 27 人，女生 24 人。施測完成給予禮券感謝其參與。

研究材料

於本研究中，一共進行兩項作業，分別為眼動實驗之自然科試題與空間工作記憶作業。由於為了避免眼睛使用過度，而使得校正不易，因此所有參與者一律先進行眼動作業，接著在進行工作記憶作業之測量。以下分別就兩作業之內容加以說明。

(1) 眼動實驗之自然科試題

於眼動實驗所使用之自然科試題，主要是選取自本計畫第二年度研究一之自編自然科圖文對應試題。為了瞭解個體在進行自然科解題時，究竟會依賴圖形或文字訊息來進行解題？因此將研究一之文字版本與圖形版本之試題予以結合，形成同時具有文字與圖形之試題（如圖 2-2-1 所示），以更符合學生平常之試題形式。而試題中，文字與圖形之內容皆包含了所有解題之訊息，個體可以單純觀看文字或單純觀看圖形即可獲得解答。

另外，在試題的挑選上，由於考量國三學生適逢基測，樣本取樣不易，因此

試題的選取以國中二年級的單元為主；另，為了避免計算過程可能會導致的眼球無法追蹤之問題，因此挑選難度較為簡單之試題作為眼動實驗之材料。研究者一共由研究一所編製之自編自然科圖文對應試題中挑選了 6 道題目作為眼動實驗的材料，其中國中二年級之「波與聲音」單元有 3 題、「光、影像、顏色」單元有 2 題、「溫度與熱流」單元有 1 題。

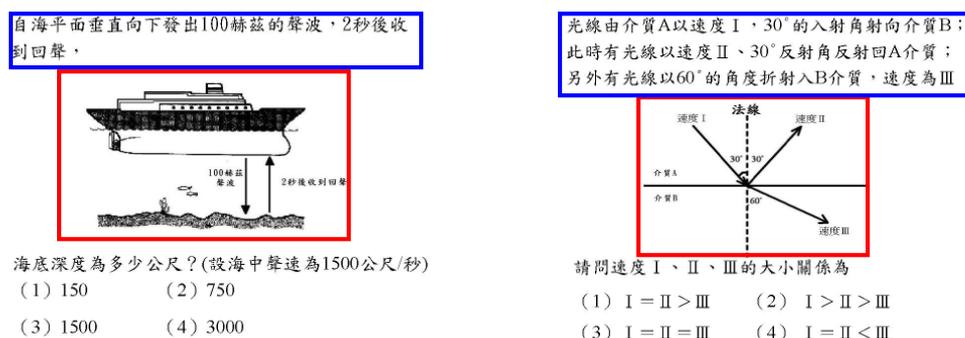


圖 2-2-1 自然科試題範例（紅色框框為圖形 IA 區、藍色框框為文字 IA 區）

(2) 空間工作記憶作業

為了進一步測量男生與女生之空間工作記憶容量的多寡，以確認是否為空間工作記憶導致自然科成就之性別差異，因此研究者進行了空間工作記憶作業之測量。此作業是由楊立行（2009）所編製，總共有 30 道試題。每一試題可能會出現 2、3、4、5 或 6 個黑點（每一種形式的題目各有 6 題），依序出現在 10X10 的空白方格之中，參與者需將黑點出現的位置記下來。在所有黑點呈現完畢之後，會再出現空白的 10X10 方格，請參與者將剛剛出現的點，盡可能的點在正確的位置上。

當 30 道題目結束之後，將會由 Matlab 程式自動求得一空間工作記憶廣度的分數。此分數的計算方式是將每一道題目的分數加總而來，分數越高表示空間工作記憶廣度越大；反之，則表示越小。而每一道題目的得分是根據個體所記憶的黑點位置與題目所呈現的真實位置之差距，當兩者的距離越遠時，該題所得分數將會越低；反之，則會越低。

實驗儀器

第二年度計畫之研究二共執行兩個作業，其中眼動實驗之實驗儀器與第一年度的研究一同；而空間工作記憶作業則是使用 19 吋液晶銀幕與桌上型電腦來進行實驗，使用 Matlab 程式來進行作業的執行。

實驗設計

本研究採 2 (性別) × 2 (試題呈現方式) 二因子混合設計，其中「性別」為受試者間因子，分成男生與女生兩個水準；「試題呈現方式」為受試者內因子，將自然科試題劃分為文字 IA 區與圖文 IA 區兩個區域 (如圖 2-2-1)。

依變項主要有三個部分，第一個部分為眼動實驗中，整體試題之答對百分比、平均凝視時間、平均凝視次數、平均 saccade 次數；第二部分為眼動實驗中，將試題區分為文字 IA 區與圖形 IA 區，個體在平均凝視時間、凝視次數、run count 次數上的差異；第三部分為個體在空間工作記憶作業之分數。

實驗程序

第二年度計畫的研究二共執行了兩項作業，分別為自然科試題的眼動實驗與空間工作記憶作業。為了避免眼球校正不易，因此所有參與者一律先進行眼動實驗，再進行空間工作記憶作業，而前者的實驗程序如第一年度研究一之實驗程序；執行完眼動實驗之後，請參與者至另外一台電腦進行空間工作記憶作業的測量。施測完成之後，對參與者進行實驗說明，發給禮券，感謝其參與。

研究結果

(1) 性別在整體試題的眼動指標分析

研究者先針對所有試題的整體眼動指標進行分析，以性別為自變項，分別以答對百分比、平均凝視時間、平均凝視次數、平均 saccade 次數 (各眼動指標之平均數摘要表如表 2-2-1 所示) 為依變項，進行 t 檢定考驗。結果顯示，男生與女生在答對百分比 ($t(49) = 0.933, p = .353$) 沒有顯著差異；在平均凝視時間 ($t(49) = -1.706, p = .094$)、平均凝視次數 ($t(49) = -1.842, p = .071$)、平均 saccade 次數 ($t(49) = -1.774, p = .082$) 上雖然沒有顯著差異，不過有女生大於男生的趨勢。不過整體而言，國中男生與女生在解自然科試題的整體眼動指標皆未有顯著差異。

表 2-2-1 男生、女生在各眼動指標平均數摘要表

	答對百分比		平均凝視時間		平均凝視次數		平均 saccade 次數	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
男生 $n = 27$	64.81	24.17	27189.15	11877.64	91.73	41.65	90.98	41.64
女生 $n = 24$	57.64	30.68	34013.13	16535.28	116.31	53.42	114.67	53.50

(2) 不同性別在圖文題中之文字 IA 與圖形 IA 區的眼動指標分析

研究者想瞭解文字與圖形對於男生與女生在解題歷程的影響為何？因此以「性別」與「試題呈現方式」為自變項，分別以平均凝視時間、凝視次數、run count 次數等眼動指標為依變項，進行二因子變異數分析 (各眼動指標之平均數摘要表

如表 2-2-2 所示)。以平均凝視時間而言，二因子交互作用沒有顯著 ($F(1, 49) = .395, p = .533$)，性別沒有主要效果 ($F(1, 49) = .268, p = .607$)，試題呈現方式有主要效果 ($F(1, 49) = 25.911, p = .00$)，文字 IA 區 ($M = 5.89$) 的平均凝視時間會大於圖形 IA 區 ($M = 3.93$)；以平均凝視次數而言，二因子交互作用沒有顯著 ($F(1, 49) = .174, p = .678$)，性別 ($F(1, 49) = 1.214, p = .276$) 與試題呈現方式 ($F(1, 49) = .418, p = .678$) 亦皆沒有主要效果；以 run count 次數而言，二因子交互作用不顯著 ($F(1, 49) = .188, p = .667$)，性別沒有主要效果 ($F(1, 49) = 1.204, p = .278$)，但是試題呈現方式有主要效果存在 ($F(1, 49) = 86.082, p = .000$)，圖形 IA 區 ($M = 8.86$) 的 run count 次數會顯著的大於文字 IA 區 ($M = 5.85$)。由分析結果可知，男生與女生在各眼動指標上皆沒有顯著差異，但是試題呈現方式在平均凝視時間與 run count 次數上卻有差異。亦即表示，學生在解題的過程中，凝視文字 IA 區的時間會大於圖形 IA 區；且學生在圖形 IA 區進出的次數會大於文字 IA 區。

表 2-2-1 性別與圖形 IA 與文字 IA 區之眼動指標平均數摘要表

		平均凝視時間		平均凝視次數		run count 次數	
		平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
男生 $n = 27$	圖形 IA 區	3.68	1.93	27.16	13.13	8.23	3.04
	文字 IA 區	5.40	3.65	29.50	20.78	5.36	3.28
女生 $n = 24$	圖形 IA 區	4.17	2.40	32.86	18.47	9.49	4.84
	文字 IA 區	6.38	3.17	33.37	16.05	6.33	3.89

(3) 性別在文字 IA 與圖形 IA 區的回視次數差異

研究者進一步分析男生與女生在文字 IA 區與圖形 IA 區的回視次數。由於試題僅劃分為兩個區域，因此在回視次數上會幾近相等。因此僅以圖形 IA 區的回視次數進行分析。 t 檢定結果顯示，男生 ($M = 3.22; n = 27$) 與女生 ($M = 3.62; n = 24$) 在圖形 IA 區的回視次數沒有差異 ($t(49) = -0.634, p = .529$)。可知男生與女生在自然科試題的解題過程中，來回檢視圖形 IA 區訊息的次數沒有差異。

(4) 性別在空間工作記憶廣度的差異分析

研究者進一步直接檢驗國中學生的空間工作記憶容量是否有差異，因此進行單一樣本 t 檢定考驗。分析結果顯示，男生 ($M = 206.90; n = 30$) 與女生 ($M = 205.00; n = 26$) 在空間工作記憶作業的得分沒有差異 ($t(54) = .515, p = .609$)。可知，國中男生與女生在空間工作記憶廣度上沒有差異。

討論

基於基測試題無法有效控制文字與圖形訊息，再加上團體施測會受到圖文轉

換能力之干擾，因此研究者於第二年計畫的研究二中，同時呈現圖形與文字，並使用眼動追蹤技術來瞭解國中生的自然科解題歷程。整體而言，國內國中男、女學生在答題表現上沒有差異，在平均凝視時間、凝視次數與 saccade 次數等眼動指標上，雖然有女生大於男生的趨勢，不過依然沒有達到顯著。另外，男生與女生在解科學試題的眼動軌跡（平均凝視時間、凝視次數、run count 次數、回視次數），亦不會因為試題是以文字或圖形呈現而有所差異，顯示男生與女生在解科學試題的眼動歷程是相同的，不會有差異，此點與研究者所預期的結果不一致。根據研究者所提出的「工作記憶容量」與「注意力分配」假說，研究者假設即使國中男生與女生在自然科成就上可能沒有差異，然卻可能會因為認知能力（工作記憶或注意力）的差異，而導致其在解題眼動軌跡（回視次數或凝視時間之指標）上呈現出不同的解題型態；然而，研究結果卻與研究者的預期完全不相同。研究者推測可能導致此結果的原因，或許是由於於本研究所使用的國中樣本中，本身在認知能力上即沒有差異，而此部分的推論，由空間工作記憶作業表現的結果可得到支持。

結果與討論

科學成就是否存在性別差異以及可能造成性別差異的成因為何，一直是研究學者與教育單位所關心的議題。本計畫使用國內基本學力測驗的自然科試題與研究者自行編製的自編圖文對應試題為材料，以團體施測與眼動追蹤技術來試圖瞭解自然科成就的性別差異，以及試題呈現方式可能會對男、女生表現的影響，所得結論如下。

一、科學表現沒有性別差異

不論是使用自然科基測試題的大樣本分析，亦或者是使用研究者自行編製的自編圖文對應試題，整體結果皆顯示國內國中男生與女生在科學表現上沒有差異。此結果與 TIMSS 於 2003 年針對台灣的教育評比研究（邱美虹，2005）以及盧雪梅和毛國楠（2008）的基測試題差異分析有相同之結果。可知，台灣國中女生的科學表現跟國中男生沒有差異，甚至女生在自然科的表現有逐漸上昇的趨勢（張殷榮，2001）。不過此處值得進一步探討的是，台灣學生在科學成就上沒有差異，然而多數國家的科學成就卻仍然存在著性別差異，是對性別刻板印象的改變？是教育方式的改變？亦或者是因為升學主義盛行，不斷考試所造成的練習效果？都是值得未來研究做進一步的探究。

二、試題呈現方式不會影響男生與女生的答題表現

就國內中生而言，不論使用國中基測的文字題與圖形題，或者是在控制文

字與圖形訊息內容的純文字或純圖形的試題上，結果皆一致的顯示，男生與女生在兩種自然科試題的表現上沒有差異，男生並不會因為試題以圖形呈現而有較高的科學表現；女生亦不會因為試題多以文字呈現而有較好的表現，此結果與 Geiger 及 Litwiller (2005) 的研究結果不一致。研究者推論，造成此結果的可能原因，可能因為台灣國中學生對於圖形或文字理解能力的性別差距，已不像過去研究或其他國家一樣，有顯著的差異，因此不會在不同試題類型上呈現出成就差異。而此推論，可以由本計畫兩個眼動追蹤實驗以及空間工作記憶作業的測量得到驗證。由兩個眼動追蹤研究的結果顯示，國中男生與女生在圖形與文字區域的眼動軌跡（凝視時間與回視次數）沒有差異，亦即可推論男生與女生在工作記憶與注意力分配上沒有差異；更甚，研究者直接進行空間工作記憶作業的測量，亦未發現性別差異存在。綜上可知，試題的呈現方式並不會影響國中男生與女生在科學成就上的表現。

然而，雖然試題呈現方式與性別沒有交互作用，不過值得進一步探討的是，在第一年度計畫中，使用基測試題作為材料，結果發現所有學生（不管男生或女生）在 93~96 年度的自然科試題表現上，文字題的得分皆比圖文題佳；造成此結果的可能原因在於文字題與圖文題所評量的是不同性質的試題單元與內容，文字題多為記憶或背誦性質的試題，多為評量學生的基本知識與能力；而圖文題不單純只是測量記憶的能力，亦會評量學生對於知識的理解與應用，甚至需要運用到空間能力來對圖形進行理解與解題，因此自然在文字題的表現會比圖文題的佳。而為了避免試題內容的干擾，第二年度計畫控制了試題訊息的量，以純文字或純圖形的方式來呈現相同試題，分析結果卻發現，雖然沒有顯著的差異，不過圖形題的表現有優於文字題的趨勢。可知，在自然科的解題歷程上，以圖形來呈現試題的內容，會比以文字呈現有更佳的表現，圖形對於科學的理解與評量具有良好的助益效果。

三、男生與女生在科學試題的解題歷程上沒有差異

根據過去研究，研究者提出「工作記憶廣度」與「注意力焦點」假說，進一步預測國中男生與女生在自然科試題的解題歷程的差異？研究者推論男生與女生可能會因為工作記憶廣度與注意力焦點的認知差異，進而反應在解題歷程的平均凝視時間與回視次數之眼動指標上。然而，由第一、二年度的眼動實驗結果顯示，大體而言，男生與女生在總凝視時間、平均凝視時間、回視次數上皆沒有差異；亦即表示，男生與女生在解題歷程所使用之工作記憶與所關注的注意力焦點並沒有不同，此結果由研究者另外測量之工作記憶作業的測量獲得了支持。

另外，值得進一步探討的是，在平均凝視時間的指標上，所有學生在文字題或文字區域的凝視時間皆會比圖文題或圖形區域的時間來得長；另一方面，在 run count 的次數上，學生在解題過程中，在圖形區域進出的次數會顯著的高於文字區域；此研究結果可能與文字與圖形內容的閱讀有關。在文字的閱讀上，通常是

以抽象的各別符號表徵來進行處理，而圖形閱讀則是使用整體心像表徵的形式來進行理解與轉換，因此在文字的閱讀上會需要較多的時間，且需要不斷的由圖形區域跳回來檢視文字所呈現的內容，因此在文字區域的平均凝視時間會較圖形區多，而 run count 則會比圖形區域少的原因。

綜合言之，以台灣國中學生而言，科學成就表現沒有性別差異；男生與女生亦不會因為試題呈現方式而有表現上的差異；進一步以眼動追蹤技術進行認知歷程之評估亦發現，男生與女生在解題的歷程上沒有差異。然而在數理教育中，除了自然科為教育學者所關注之科目外，數學亦為可能具有性別差異的學科之一，後續研究可以數學科目進一步探究台灣學生在數學科解題歷程的差異。另外，由於設備與取樣方便，因此研究樣本多以台北市國中學生為主，後續研究可使用其他區域的學生來進行研究與驗證。

參考文獻

一、中文部份

- 何東興 (2006)。國二學生理化學習焦慮之探討。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 邱正雄 (2006)。國中、小學生自然與生活科技學習領域學習焦慮與學習動機之研究。國立花蓮教育大學科學教育研究所碩士論文。
- 邱美虹 (2005)。TIMSS 2003 臺灣國中二年級學生的科學成就及其相關因素之探討。科學教育月刊, 282, 2-34。
- 陳麗妃 (2006)。TIMSS 2003 國小四年級學生背景、家庭環境、科學興趣、自信與科學成就關係之比較分析：以七國為例。國立新竹教育大學進修部課程與教學碩士班碩士論文。
- 張殷榮 (2001)。我國國中學生在國際測驗調查中科學學習成就影響因素之探討。科學教育, 244, 5-10。
- 葉淑瑜 (2003)。不同性別國中生的理化學習動機、學習方法與其學業成就關係之探討。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 簡怡嵐 (2004)。國小三至六年級學童對科學的態度差異性之研究。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 盧雪梅、毛國楠 (2008)。國民中學學生基本學力測驗自然科成就性別差異和性別差別試題功能 (DIF) 分析。測驗學刊, 55 (4), 725-759。
- 蕭培以 (2006)。探討國三學生對學習科學及科學事業的性別認知及態度。國立彰化師範大學生物學研究所碩士論文。

二、英文部分

- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of Human Memory*. East Sussex, England: Psychology Press, Ltd.
- Baker, D. & Leary, R. (1995). Letting girls speak out about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 3-27.
- Blickenstaff, J. C. (2005). Woman and science careers: Leaky pipeline or gender filter? *Gender and Education*, 17(4), 369-386.
- Dror, I. E., & Kosslyn, S. M. (1994). Mental imagery and aging. *Psychology and Aging*, 9, 90-102.
- Duchowski, A. T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 34, 455-470.
- Geiger, J. F., & Litwiller, R. M. (2005). Spatial Working Memory and Gender Differences in Science. *Journal of Instructional Psychology*, 32, 49-57.

- Glenberg, A. M., & Langston, W. E. (1992). Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language, 31*, 129-151.
- Hegarty, M., & Just, M. A. (1993). Constructing mental models of machines from text and diagrams. *Journal of Memory and Language, 32*, 717-742.
- Hyde, J. S. (1981). How large are cognitive gender differences? A meta-analysis using ω^2 and d . *American Psychologist, 36*, 892-901.
- Hyde, J. S. (1990). Meta-analysis and the psychology of gender differences. *Journal of Women in Culture and Society, 16* (1), 55-73.
- Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education, 84*, 180-192.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review, 87*, 329-354.
- Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in partial ability: A meta-analysis. *Child Development, 56*, 1479-1498.
- Miller, P. H., Blessing, J. S., & Schwartz, S. (2006). Gender differences in high-school students' views about science. *International Journal of Science Education, 28*(4), 363-381.
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General, 125*, 4-27.
- Tindall, T. & Hamil B. (2004). Gender disparity in science education: The causes, consequences, and solutions. *Education, 125*(2), 282-295.
- Vecchi, T., & Girelli, L. (1998). Gender differences in visuo-spatial processing: The importance of distinguishing between passive storage and active manipulation. *Acta Psychologica, 99*, 1-16.
- Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching, 32*(4), 387-398.

參與國際學術組織會議報告心得

會議正式名稱	中文：第 22 屆國際幽默研究學會大會
	英文：The 22 nd International Society for Humor Studies Conference
會議時間	2010 年 6 月 24~2010 年 6 月 27 日

此次會議由香港城市大學主辦，為期四天，主辦人為岳曉東老師，因此有許多台灣的學者前往共襄盛舉，主要的成員有陳學志、張景媛、卓淑玲等人，還有許多大陸在此領域有所研究及接觸的學者們，此外還有其他研究生等人與會，大家對於「幽默」議題進行演講及交流。

陳學志

一、參加會議經過

在為期四天的會議中，我主持了中文與英文的專題座談 (symposia)，兩個中文專題座談的主題分別為「中文笑話研究」以及「幽默與創造力」。在「中文笑話研究」的專題中，我與其他學者共同發表了三篇論文：「中文笑話的理解、好笑及厭惡評定常模建立」、「攻擊型政治笑話評定與台灣政黨支持程度之研究」及「幽默風格、嘲笑風格與興笑話好笑程度之關係」。此次會議中，我主要是要發表與交流我在研究上的新發現，也就是在「中文笑話的理解、好笑及厭惡評定之常模建立」研究中的發現。過去國外已有很多笑話常模的建立，但在華人社會仍缺乏或並不多見，而此研究旨在建置台灣人對中文笑話的好笑程度、理解程度及厭惡程度的常模。相關分析顯示，理解程度與好笑程度之間有

顯著的高度正相關；好笑程度與厭惡程度有顯著的高度負相關；理解程度與厭惡程度有顯著的低度負相關。此次研究的重點放在「男女性別的差異」上面，而性笑話分析顯示，男女生在性笑話的好笑程度方面達顯著差異，男生對於性笑話較女生覺得好笑。男女生在性笑話的厭惡程度亦達顯著差異，女生對性笑話的厭惡程度是顯著高於男生。因此我們可以得知在男女上是有差異的。「攻擊型政治笑話評定與台灣政黨支持程度之研究」這篇論文主要是在探討攻擊型政治笑話評定預測台灣政黨支持程度之解釋力是否高於人口變項預測台灣政黨支持程度之解釋力。而結果發現攻擊型政治笑話評定預測台灣政黨支持程度之解釋力高於人口變項預測台灣政黨支持程度之解釋力，顯示對於預測台灣政黨支持程度指標的選用上，比起過去採用的人口變項，攻擊型政治笑話好笑與厭惡評定為更好預測指標。而「幽默風格、嘲笑風格與興笑話好笑程度之關係」這篇論文主要是在探討幽默風格、嘲笑風格預測中文「性笑話」好笑的程度。研究結果顯示喜笑人和喜被笑對性笑話好笑程度有顯著的相關，表示喜笑人得分越高，越覺得性笑話好笑；喜被笑得分越低，越覺得性笑話好笑。本研究顯示性笑話好笑程度可透過不同幽默風格和嘲笑風格來預測。至於在「幽默與創造力」的專題中，我與其他學者共同發表了兩篇論文：「國小高年級學童之害怕被嘲笑相關特質與創造力之關聯性研究」以及「國中生幽默風格與創造力之相關研究」。「國小高年級學童之害怕被嘲笑相關特質與創造力之關聯性研究」這篇論文主要是探討國小高年級學童害嘲笑風格與創造力的關係。研究結果顯示)研究結果顯示：「喜被笑」(gelotophilia)與語文及圖形創造能力之流暢力、變通力

和獨創力皆達顯著正相關。「怕被笑」(gelotophobia)與語文創造能力之流暢力、變通力和獨創力皆達顯著負相關。「喜笑人」(katagelasticism)對圖形創造能力之精進力達顯著負相關。而「國中生幽默風格與創造力之相關研究」則是在探討國中生幽默風格與創造力之關係。研究結果顯示國中男生在攻擊型幽默風格(Aggressive humour)的得分顯著高於國中女生。

除了我所主講的中文專題座談外，在其他場中文專題座談中，我也與其他學者共同發表了幾篇論文：「幽默風格、嘲笑風格與攻擊行為之關係」、「不同考試焦慮與完美主義學童織幽默是提表現之研究」、「探討華人文化下的幽默風格與自尊及情緒智力之相關研究—以國中生為例」、「以眼動歷程探討社會焦慮傾向大學生的社交線索偏誤、生活適應與嘲笑風格之關聯性研究」、「內隱自我快樂感、嘲笑風格與身心是應之關聯研究」。

二、與會心得

在此次會議中，發表了多篇與「幽默」與「性別」相關的研究，也聽到了其他學者在「幽默」方面的研究，讓我獲益良多。而在與其他學者進行交流的過程中，也得以將我的想法及論點與他人分享，我覺得真的是進行了一場很棒的學術交流饗宴。有此次出席的經驗，我擬將爭取「2014年國際幽默研究學會大會」在台灣的主辦權，希望可以如願以償。

主講專題座談



無衍生研發成果推廣資料

97 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：陳學志		計畫編號：97-2511-S-003-035-MY2				計畫名稱：女生科學學習的觀念雛形、認知歷程及社會影響的動態歷程研究--男女生之自然科解題歷程研究—以文字題與圖示題之差異比較為例	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	2	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	1	1	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究使用 93-96 年的基測試題資料庫分析以及研究者自編的圖文對應試題進行性別差異分析，研究結果皆顯示，台灣國中男生與女生在自然科的學習表現上沒有差異。本研究進一步使用眼動追蹤技術來檢驗國中男、女生在解自然試題的認知歷程，研究結果顯示男生與女生在工作記憶與注意力焦點上沒有差異；而直接進行空間工作記憶作業的測量，結果亦顯示沒有差異。可知，過去認為的「男生擅長理工、女生擅長語文」的觀念，在現在已不復存在；不過由 TIMSS 的分析結果顯示，在歐美國家仍有科學表現的性別差異。故此，後續研究值得進一步探究使台灣女生在科學表現逐年增加的可能原因為何，可作為未來教育的參考依據。另外，由本研究結果可知，相較於僅單獨呈現文字訊息，圖形的呈現對於科學解題，具有助益的效果；後續研究亦可進一步探究圖形對於其他學科（如數學科）之影響。