

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
研究成果報告(精簡版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 96-2629-S-003-002-
執行期間：96年11月01日至97年10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
計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理人員：蘇嘉鈴
博士班研究生-兼任助理人員：黃博聖

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 01 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 96-2629-S-003-00296-
執行期間：96年11月1日至97年10月31日

計畫主持人：陳學志
共同主持人：林正昌
計畫參與人員：蘇嘉鈴、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

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
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

執行單位：國立台灣師範大學

中 華 民 國 98 年 1 月 31 日

研究計畫中文摘要

過去研究發現，男女生對科學的態度、觀點與成就似乎有所不同。研究者多將此差異的可能原因指向社會與環境因素，卻少有研究考慮個體認知、情感等因素的影響 (Lauzon, 2001; Oakes, 1990)。本計劃首先回顧文獻，發現男女生認知歷程似有所不同，研究指出男女性在智力測驗的空間視覺與語言能力得分有所差異 (Hyde, 1981, 1990)；另外，男女生的空間能力與成就表現亦會因測驗形式（開放式或封閉式問題）而有所差異 (Bryden, 1995; Pollina, 1995)。以上似乎顯示，兩性在解題的認知歷程有所不同，然過去卻鮮有研究深入分析男女性在自然科不同材料問題的解題表現。因此，本研究將焦點集中於比較男女生在解決自然科文字與圖示兩種不同問題之認知差異，分析造成的可能原因，並據以設計介入性課程。第一年計畫共進行兩個研究，研究一使用 93~96 年國中基測自然科考題進行分析，以比較不同成就之男女國中生在不同材料（文字與圖示）之所表現出之答題正確率。研究一進行四因子變異數分析，自變項為基測試題年度（93、94、95、96）、性別（男、女）、自然科成就（高、中、低）、題目類型（文字、圖示），依變項為國中生之答題正確率。研究結果顯示，於 93 及 95 年之低成就學生在文字試題上，女生的表現會優於男生；另，在各年度之趨勢顯示，不論男女在文字題的表現皆優於圖示題。然而，由於研究一未控制難度因素，可能為造成文字題表現優於圖示題的結果。故，研究二重新挑選文字與圖示題，控制難度為一致，進一步進行四因子變異數分析。結果顯示，在排除了難度的影響因素之後，不論文字或圖示題，男生的表現皆優於女生；且女生在文字題的表現會優於圖示題，男生則不受題目類型之影響。本研究之結果與先前研究有部分相符 (Hyde, 1981; 1990; Linn & Peterson, 1985)，卻有部分不相同 (Duff & Hampson, 2001; Robert & Savoie, 2006)。會造成此結果不相符之原因可能在於使用之作業不同，過去研究多使用人工、非自然之工作記憶作業，然本研究所使用為符合自然情境之基測試題。加上由於所使用為基測資料庫分析，故無法彈性控制試題內容與性質，各年度之試題的差異也大，因此無法有效推測國中生之認知歷程。故，第二年計畫擬採實驗設計，重新編擬試題，將相同試題以文字及圖示方式呈現，有效控制其他混淆變項，以瞭解題目類型與男女生在自然科表現的因果關係。另，更進一步以眼動資料，來探究其解題歷程的差異。第三年計畫則分別針對第一、二年有關解題歷程之差異，設計介入性課程。本研究將有助於釐清造成男女生解題表現有所差異之認知因素，並根據結果設計課程，以期實際改善男女生在解題上之表現，縮小科學教育上性別不平衡之現象。

關鍵字：性別、國中基測、自然科、題目類型

Science Problem Solving Processes under Gender Differences – A Comparison between the Performance on the Word Problem and the Word Problem with Diagram

Abstract

According to the previous researches, males and females seem to have different attitudes, viewpoints, and achievement in science. Most researchers ascribed the difference to the factors in socialization and environment, and rarely considered individual factors, such as cognition and emotion (Lauzon, 2001; Oakes, 1990). In the cognitive process, the researches found that males and females have different levels in spatial and language abilities in intelligence tests (Hyde, 1981, 1990). Besides, different test forms (opened question and closed question) have differences in spatial abilities and performance under different genders. However, only few researchers discussed the performance on different kinds of science problems with different genders. Therefore, the purpose of this study is to analyse the performance on science problem solving processes in different genders, using the word problem and word problem with diagram to examine and exclude potential reasons. Furthermore, the study will design an intervention curriculum from the above findings. There are two studies in the first-year plan. In study 1, we analysis the BC tests (the committee of the basic competence test for Junior High School students) of Science in the year of 93~96, to compare the correct rate in science problems with different material and levels between male and female students in junior high schools. The independent variables in the study 1 are year (93, 94, 95, 96), gender (male, female), achievement (high, medium, low), item type (verbal, verbal with diagram). The results show that in the verbal item of 93 and 95 years , the female's performance is better than male's in low achievement group. And trend of all years shows that no matter male or female, their performance in verbal items are better than verbal with diagram items. However the result of study 1 is result from without controlling the difficulty of the items. Therefore the study 2 reselect the items which control the difficulty to reanalysis. The results show male's performance of the verbal and verbal with diagram items are both better than female's. And there is difference in female between this two item types, but no difference in male. The results of our research are fit with some researches (Hyde, 1981; 1990;Linn & Peterson, 1985), but not the same with some researches (Duff & Hampson, 2001; Robert & Savoie, 2006). The reasons of the results are probably because of the differences of the tasks, our research use analysis of the database, without controlling the item content, thus can't infer the cognitive process of the Junior High School Students. Thus in the second-year plan, we plan to rewrite the items with the same item in two different type (verbal and verbal with diagram), to know the causal relationship of item type and performance of male and female Junior High School Students. And use the eye-track analysis to know the solving process. In the third-year plan, we will design an intervention curriculum according to our findings in the first two year. This study will exactly clarify the reason in the difference performance on the science problem solving between males and females. Finally, we hope the research can improve the expression of solutions in both male and female students, and then decreases the gender inequality in science education.

Key Words: gender, BS test, Science, item type

緒論

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)之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？一直是引入關注的議題。本研究首先回顧相關文獻，比較男女生在科學學習表現上之差異，第一年計畫則藉由分析國中基測自然科試題，以瞭解不同性別在不同的試題呈現方式(文字題與圖示題)是否會有答題上的差異。而後續第二、三年計畫，則試圖使用眼球追蹤技術剖析不同性別、年齡學生，在解決不同類型、難度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。

本結案報告僅針對第一年國中基測自然科試題之分析結果提出完整之報告，並提供後續研究與教育之實質建議。以下先回顧自然科性別差異之相關研究。

壹、男女生在科學學習上之差異

在回顧男女生的科學學習差異前，已有部分國內、外研究發現男女生在學習科學的興趣、態度或動機有所不同，如 Miller、Blessing 與 Schwartz (2006) 曾檢視 79 位高中生對科學課程的態度、觀點及主修科學的意願。結果發現：(一)即使女性計畫主修科學，仍比男性對人文科學較感興趣；(二)除生物學外，女性對科學的興趣較低；(三)女性計畫主修科學的原因主要是想獲得科學背景以進入健康專業領域；(四)女性通常認為科學是無趣且不具吸引力。

Baker 與 Leary (1995) 以質性方法，訪談 40 位中小學女學生，發現女學生能享受在學校的科學經驗，但卻不喜歡解剖，也較不容易想像自己是位科學家。此外，女學生解釋其喜歡生活科學更甚物質科學的原因在於他們希望去關懷與照顧人們或動物。國內研究部分，國小四年級到九年級女生對自然科的學習焦慮顯著高於男生(何東興，2006；邱正雄，2006)，但自我效能卻顯著低於男生(邱正雄，2006；葉淑瑜，2003)；另外，同學習階段的男生比女生展現出較高的數理科學學習動機與興趣，有較正向積極與自信的態度，也比較願意投入科學工作(陳麗妃，2006；簡怡嵐，2004；蕭培以，2006)。

由前述可知，中小學男女生在科學學習之動機、興趣與態度存有差異，但男女生在科學學習的成就表現是否具有穩定的性別差異卻仍處未明之勢。如 Marshall 與 Smith (1987) 的研究發現，中小學女生的數學能力優於男生，Hyde、Fennema 與 Lamon (1999) 則指出男生的數學成就在邁入中學階段後才會顯著優於女生。此外，張殷榮 (2001) 以國二學生為對象，探討影響其科學學習成就之因素。研究結果發現，男生的科學成就高於女生。然而，邱美虹 (2005) 同樣以國二學生為研究對象，則未發現男女學生在科學成就上存有差

異。曹博勝（2005）以數學科為研究領域，同樣未發現國二學生在數學成就上有性別差異存在。

綜而觀之，男女學生對科學的態度、觀點似乎亦有所不同；然而，從國內、外的研究亦知，學者對兩性科學教育成就是否存在差異仍有不同的見解。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。近數十年來，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。研究者歸結過去二、三十年來的文獻，提出各種分開卻又彼此相關聯的可能因素，其累積的效果造成此種性別不均衡現象（Blickenstaff, 2005; Tindall & Hamil, 2004）。各因素詳述如下：

一、生物差異

早期針對性別生物差異的研究多著重於外在特徵，如研究男女頭顱大小以得知腦容量，進一步反應智力差異（Hyde, 1990）。直至後期，研究者理解當考量身體質量下，男女其實擁有相同的大腦量，此種研究取向才被捨棄。在智力測驗方面，男女的平均智力並無差異，但一般觀點認為，男性在數學及空間能力上優於女性；女性則在語文能力上具有優勢。Hyde（1981）回顧 1955 年至 1978 年間的相關研究，雖然使用後設分析法證實上述說法，但他同時也強調這些差異並不大。是否男女在空間能力與語言能力上各自有其相對優勢，實需更多研究加以證實。

除了上述的智力差異外，另一研究重點則置於男女性別在認知風格上的差異，場地獨立(field independent)或場地依賴(field dependent)。研究發現，女性較男性趨於場地依賴。然而，也有學者指出，早期此類型的研究多以不利女性的觀點詮釋研究結果。此外，區分場地獨立與場地依賴的實用性亦令人質疑（Blickenstaff, 2005）。

二、早期教養方式

自出生開始，男女便接受父母不同的教養方式。男孩被鼓勵要獨立、自主；女孩則較被接受依賴及被動。在科學領域中，討論、問題解決及作實驗為基本的學習工具。這些早期教養所習得的行為將致使其後科學課室被視為由男性所主導。其中，男性積極參與實驗，女性則被動觀察及作紀錄。其次，社會可接受的男女玩具及遊戲亦不相同。男孩的遊戲提供較多發展空間想像及基礎科學技能的機會。因此，在學齡前，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

兒童時期對科學的興趣與經驗與其後學生時代對數學及科學的興趣成正相關。Jones、Howe 與 Rua（2000）調查國小六年級學童對科學的態度及經驗，結果顯示男孩較女孩對科學擁有較多的興趣及經驗。Weinburgh（1995）以後設分析方法探討男女對科學的態度是否有所不同，結果發現男孩確實比女孩對科學擁有較正向的態度。他同時發現態度與科學成就具有中度相關。

四、性別刻板印象

女性刻板印象強調依賴、人際關係及情感，強調女性藉由謹慎及順從促進成就。使得

女性面對科學學習時，將成功歸因於運氣，失敗歸因於能力不足，進而習得無助。這樣的信念由小學至高中逐漸增加 (Smith, 1992)。男性刻板印象則強調果斷、好奇及積極，這些行為促進量化領域的成功。但當女性展現這些行為時，卻被認為是不恰當的。因此，女性刻板印象及科學基礎間存有衝突。事實上，男性的確為科學領域的多數，這意味著女性可以追尋的楷模角色較少。此外，女性在科學領域中佔的比率較少也可能對女孩傳達出「科學對女性是較不具吸引力，他們亦必須避免進入」的訊息 (Blickenstaff, 2005)。

五、重要他人的期望

父母傾向於鼓勵男性選讀科學的課程。Callahan 等人研究亦發現，在數學及科學擁有高能力的女學生會知覺他們的父母並不鼓勵他們進入數學或科學的學校就讀 (Tindall & Hamil, 2004)。父母的信念會影響孩子的生涯選擇，使得女性較不願選擇科學領域。

六、課室教學與管理實務

過去大量研究發現教師較常與男學生互動，且互動的較為仔細。此現象由幼稚園至大學皆可觀察到。教師較常對男學生提問高層次思考問題、給予較多回饋及有價值的建言，對男學生的期望亦較高。女學生較關注成績，發言次數亦相對較少。小組教學方面，女孩通常投入被動的活動，如作紀錄；男生則積極掌控儀器，著手解決問題 (Blickenstaff, 2005; Tindall & Hamil, 2004)。

七、測驗方式

測驗的研究發現女孩並非以線性的對錯方式思考。選擇題強迫選擇並脫離脈絡的提問方式使其與現實經驗無關，使得女孩綜合訊息的能力無用武之地 (Pollina, 1995)。以選擇題型為主的測驗分數將無法正確呈現出女性的能力。由於入學資格是以入學考試的分數作為評斷的標準，因此，分數限制了女性在科學領域上的未來發展。

八、教科書中的性別不平等

1970 年之前的科學教科書忽略了女性角色，男性出現次數遠多於女性 (Blickenstaff, 2005; Tindall & Hamil, 2004)。Elgar (2004) 檢視 1998 - 2000 年汶萊科學教科書內容是否反映性別平等。研究結果顯示汶萊科學教科書內容具有性別不平等現象。近年來，教科書發行者已發展一些指導方針避免這些問題，但性別不平等現象並未完全消除。

九、科學本身

科學通常不鼓勵女性參與。此外，傳統的科學課室強調競爭，無法包容各種學習風格，因此對於女性較為不利。女學生在早期未接受鼓勵，自然不將科學視為可能的生涯發展方向 (Tindall & Hamil, 2004)。

科學教育性別不平衡的現象造成兩方面的問題：一為個人；一為社會。個人方面，女孩從小就缺乏對科學之自尊及自信、知覺到較低的科學能力、對科學課程抱持負向態度、缺乏追求科學生涯的動機。從社會面觀之，女性在科學領域之從業率比較低；而在高給薪、專業的科學相關領域，仍舊是由男性所主宰。一直以來，科學總被視為理性、邏輯思考，

而非感性、直觀思考。女性從事科學的方式則重視直覺、親密及洞察。若能將女性及其觀點納入科學體系中，將能豐富科學研究，亦使科學的視野更為宏觀。

近年來，研究者傾向將男女間生物學上的差異從造成科學教育性別不平衡現象的可能原因中消除。多數文獻皆指向社會化歷程與環境因素為造成性別在科學成就差異的主要因素(Lauzon, 2001; Tindall & Hamil, 2004)。更有研究者指出，除了考量社會及學校等外在因素外，亦須考慮個體因素，諸如認知、情感造成之影響(Lauzon, 2001; Oakes, 1990)。有關認知能力方面，早期將之歸於不可改變之生物因素，近來則較強調認知風格之差異。此種分類屬性不代表只存於某種特定性別，只是此性別所佔之比例較高，分類後的屬性代表的是「傾向」，而非天生固定，且此種傾向可藉由訓練加以克服(吳心楷, 1997; Lauzon, 2000)。然而，過去卻少有研究以個人認知歷程為切入點，試著探討男女學生在從事科學教育活動時，其解題歷程有何差異。若能釐清此一因素對男女學生從事科學教育所造成之影響，則能對性別在科學教育不平衡之現象，有較全面之了解。

貳、測驗形式對男女生科學成就之影響

測驗廣泛應用於成就評量、人才篩選、資格檢定、證照頒予等考試中，因此，測驗的重要性不言可喻，對不同群體應試的公平性更不容被忽視。一般而言，檢測測驗的公平性包含兩個層面，一為敏感性審查(sensitivity review)；一為差別試題功能分析(DIF)(毛國楠、林正昌、盧雪梅, 2006)。就敏感性審查而言，主要在檢視試題內容是否對於特定群體出現刻板印象，或是測驗所使用的語言、內容、情境對某一群體而言，是鮮少接觸甚或是難以理解。自然，此種試題所測得之潛在特質無法真實反應答題者之能力，進而影響依據測驗結果所作之決策。應用於兩性科學學習議題，研究者所關注的是測驗的不同試題材料是否會影響答題者的作答反應，影響其學業成就及其後的生涯進路選擇。

根據上述，研究者進一步反思：當論及性別在科學領域的學習表現時，我們是否真正觸及應強調的議題。Pollina (1995) 提出與其強迫女生改變她們學習科學的方式，我們更應了解她們本身所擁有的學習風格，進而使用在科學的教學與評量上，以造福人類在科學領域的探索。他提出十點教學上的建議，包括：將數學、科學、科技與真實世界相連結；小心的選擇「隱喻」，並讓學生自行發展；.促進小組合作；鼓勵女生有專家的表現；給予女生控制科技的機會(如電腦技術的基本維修，能軟體與緊急資料的處理)；以問題解決和遊戲的方式來描述科技；善用女生的語言天份；透過測驗與評量進行試驗；經常給回饋，並且給予高度的期望；抄筆記方法的試驗等十項。

Pollina (1995) 所提出的十點建議中，測驗評量為其中重要一環。由於先前研究提出女生並非以「非對即錯」的線性方式思考，測量方法必須能反映此一考量。選擇題型測驗擁有一些特質，包含：強迫選擇、脫離脈絡的提問、與真實世界無關的主題等，常使得女生的綜合訊息能力、關聯能力與實用智能無用武之地，使得分數無法真實呈現出女性應有的能力。基於此，Madaus、West、Harmon、Lomax 與 Viator (1992) 認為，選擇題型的測量方式會抑制科學教育上的改革。若以測驗形式試著檢視男女學生從事科學成就測驗時，試題形式是否對男女學生的表現造成差異，則能對測驗形式對於性別在科學教育不平衡之

現象所造成之影響，有較全面且客觀之了解。

承上所述，不同的測驗形式可能會影響男女生特質能力之評估。從另外一面觀之，即使是相同題型（選擇題），內容呈現方式（以純粹文字的方式呈現或以圖示的方式出現）的不同亦可能對男女生的解題表現造成影響。

因為過去有關認知歷程的研究發現，就空間視覺能力而言，男性的空間視覺能力要比女生好（Hyde, 1981, 1990），女性的語文能力則優於男性。Linn 與 Peterson（1985）將視覺空間能力細分成空間知覺（spatial perception）、心智旋轉（mental rotation）與空間視算（spatial visualization），以後設分析發現男女在心智旋轉差異最大，空間知覺次之，空間視算則最小。他們同時指出空間視算因涉及策略使用，與單純的空間能力較無關，故性別差異較小。

Bryden（1995）以過去文獻進行後設分析，同樣得到「因測驗形式不同，性別的空間能力亦有不同程度之差異」的結論。然而，Jansen-Osmann 與 Heil（2007）則質疑男女心智旋轉之差異可能深受實驗材料所影響，故以各種不同類型之圖片，分別比較男女在心智旋轉圖形知覺對照速度之差異。研究結果顯示，男女唯有在多邊形圖片的心智旋轉速度存有顯著差異，其他材料則未存有差異。

關於男女生在解題歷程上的差異，過去也曾有不少的文獻曾探討過此一議題，舉「頓悟歷程」為例，在解決科學問題的過程中，往往會出現在苦思良久後，突然間豁然開朗浮現出答案的認知歷程，這種認知歷程被完型學派(Gestalt)稱之為「頓悟」歷程。由於在頓悟性問題的解答歷程，個體先是無法有意識地控制解題歷程，而接著個體突然感覺到知道解答，卻無法解釋解答如何而來，因此，頓悟性問題是一種「內隱」的認知歷程。Beckham、Carbonell 與 Gustafson(1988)曾以 160 名大學生為研究對象，透過操弄頓悟性問題的脈絡與性別角色的類型，檢視男女生在問題解決上是否有所不同。研究結果發現問題的脈絡有主要效果，男女生在陽性（masculine）問題脈絡上的表現較佳，但在整體的頓悟性問題解決表現並無顯著不同。此外，候駿廉（2007）探討教師的教學風格對不同背景變項的學生學習態度與頓悟思考能力的影響，研究發現女學生在頓悟思考測驗上的得分雖然高於男學生，但此差異並未達顯著水準。

另一方面，回顧過去一些問題解決研究亦有助找尋男女生解題表現之認知歷程是否不同的線索，如 Adigwe（1992）以測驗及訪談方式，探討奈及利亞男女中學生在化學問題解決能力之差異。量化研究結果顯示，男女生在問題解決能力、數學技能與態度方面存有顯著差異。另外，透過變項分析結果，研究者區分出高男性問題解決能力組與低女性問題解決能力組。兩組差異僅止於問題解決能力，其餘變項則維持相同。研究者透過訪談比較兩組為何有不同解題能力表現，結果發現男學生在問題表徵、問題解決計劃之建構、結構性錯誤之表現、解決計劃之執行及解題歷程之評估等面向，皆表現的比女學生好。同樣以中學生為研究對象，Forst、Hyde 與 Fennema（1994）發現，在數學整體表現、計算能力及問題解決上，女生稍優於男生。在國內研究方面，黃財尉與李信宏（1999）以七年級學生為對象，發現分數運算對女生較有利，整數加減對男生較有利。陳慧珍（2000）則發現，在傳統式代數文字題的解題能力上，男女生沒有顯著差異；而在引導式代數文字題的解題能力上，男生則優於女生。

先前研究結果大致發現男性在空間視覺能力要優於女生，語言能力則未有一致發現

(Hyde, 1981, 1990; Linn & Peterson, 1985)。此外，測驗形式亦會使得男女生在空間能力與成就表現上有所差異 (Bryden, 1995; Pollina, 1995)。因此，本計劃依據 Hyde (1981, 1990) 以及 Linn 與 Peterson (1985) 等人的研究結果，即男女生在空間視覺以及語文能力上各有擅長，又考量學習者進行圖示解題時，亦可能使用部分空間能力，因此其圖示解題表現可能會與空間能力產生關聯，進而推論 (或假設) 男女學生在解文字題及圖示題時的表現可能會有所不同。然而，上述假設並非本研究之預設立場，而是因為本研究所使用之材料 (文字與圖型題) 分類與過去空間與文字研究之分類類似，因此類比過去研究結果所形成之暫時性說法，尚須經實徵資料加以支持或否証，才得以立論或澄清。

在國內入學資格仍是以入學考試的分數作為主要評斷的標準，若分數未能真實反應女學生之潛在特質能力，則可能進而限制女性在科學領域上的未來發展。國民中學基本學力測驗 (以下簡稱基測) 為國內受矚目的入學測驗之一。基測於民國九十年開辦，每年舉辦兩次，迄今已舉辦過十餘次。考試科目包括：國文、英文、數學、自然和社會五科，採四選一的單選題形式。基測自開辦以來，每年的第一次測驗都有三十餘萬考生參加，接近應屆國中畢業生的母群體數；第二次也都有十七、八萬左右考生參加。此外，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。

基於上述，本研究擬自 93~96 年的基測自然科單題試題中挑選試題。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，與其對試題的反應間，應具有某種程度之關聯。

本研究第一年計畫透過國中基測自然科試題之分析，以了解國中生在文字與圖示題解題表現是否有差異，文字題如例題 1，圖示題如例題 2 所示。與過去空間、語文能力研究最大之差別在於，本計劃所使用的研究材料適用於真實解題情境。過去 Hyde (1981, 1990) 以及 Linn 與 Peterson (1985) 等人的研究都是在實驗室使用相當人工、不自然的認知作業，例如：心像旋轉、圖型蒐尋等，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。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。是故，男女生在解題歷程上是否有所差異？其表現是否會類比於過去關於空間及語言能力之研究發現 (意即女生的語文解題表現是否優於男生，而男生圖形解題表現是否優於女生?) 或有文化偏誤？是本研究存疑意欲進一步加以釐清之處。希望藉由本研究之發現，能作為日後測驗編製者與教學者進行測驗編製及結果解釋時之參考方針。

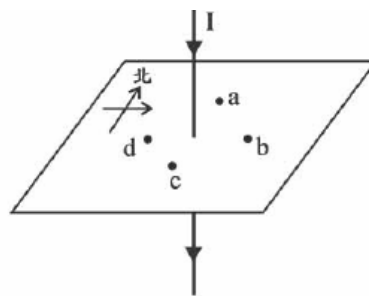
將大理石碎塊投入盛有稀鹽酸的燒杯中，發現大量氣泡冒出，且碎塊漸漸變小。有關此現象的敘述，下列何者正確？

- (A) 收集所冒出的氣體以點燃的線香試驗，會燒得更旺盛
- (B) 大理石消失在鹽酸中為溶解的現象，是一種物理變化
- (C) 將冒出的氣體通入澄清石灰水中，澄清石灰水會變成混濁狀
- (D) 停止冒泡後，燒杯中溶液的重量等於原來大理石和稀鹽酸的總重量

例題 1 國中基測自然科文字題

如圖(二十)所示，長直導線垂直通過水平放置的紙板，紙板上的四個點(a、b、c、d)與導線等距離。若在這四個點上各放置一個羅盤，且導線的電流由零逐漸加大，則在何處的羅盤其指針的N極最後幾乎會指向東方？

- (A) a
- (B) b
- (C) c
- (D) d



圖(二十)

例題 2 國中基測自然科圖示題

上述研究結果雖然發現，不同性別似乎有不同的認知運作歷程偏好存在，男生與女生各自有其擅長的問題解決歷程，如果待解答之問題係使用以其拿手的方式來求解，則其解題成功率將會明顯的增加。然而，上述的研究仍無法回答本研究關心的問題：男/女學生在進行科學問題解決時，面對純粹文字題以及圖示題時，其是否有所差異？若有所不同，則產生此差異的認知歷程及結構為何？

研究方法

第一年計畫

第一年研究為資料庫分析，目的在瞭解男女國中生在不同類型的自然科考題解題表現是否有所不同。為深入探究男女國中生在不同類型上的答題表現是否和其成就有關，本研究進而將男女受試區分為高、中、低成就三組。研究一主要探究兩性在解答文字題與圖示題兩種不同材料考題其表現出之答題正確率是否有所差異。研究二則基於研究一的結果，進一步以試題難度配對的方式再一次檢視男女生在文字與圖示題上的解題表現，目的在排除難度因素的干擾下，確實瞭解題目類型對於不同性別答對率的差異。第一年計畫之研究一與二茲分述如下。

研究一：不同成就男女國中生自然科文字與圖示題解題正確率分析

依據前述，測驗形式會影響男女生的空間能力與成就表現，此點已獲得國外一些實徵研究支持 (Hyde, 1981, 1990 ; Linn & Peterson, 1985)。雖然這些研究顯示男女生在解題認知歷程可能有所不同，但這是否意味入學考試中的文字題與圖示題這兩種不同的類型會影響到男女學生對科學問題的解題成功率，則仍有待本研究來加以探討。

研究參與者

本研究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。在每一年的 5000 名考生中，本研究依其基測自然科成績加以排序，按 1/3 的方式將考生分為高成就組、中成就組與低成就組。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。為了解國中生在文字與圖示題解題表現是否有差異，研究者刪除各年度文字或圖示之連環題或選項包含圖形的題目，總計剩餘 196 題進行分析，其中文字題 101 題，圖示題 96 題，表 1 為各年度文字與圖示題題數分佈。

表 1 93~96 年文字與圖示題題數分佈表

年度	文字題	圖示題	小計
93	34	13	47
94	21	29	50
95	21	28	49
96	25	25	50
總計	101	96	196

資料分析

研究一目的在探討四個變項在解題成功率上的影響，首先為基測年度，共有 93、94、95、96 年四個年度。第二個變項為性別，分為男生與女生兩組。第三個變項為參與基測學生之自然科成就表現，分為高成就、中成就及低成就三組。最後，第四個變項為題目類型，分為文字題以及圖示題兩種。研究者以前述四個變項進行混合設計四因子變異數分析，探討這些變項在考生各題答題資料上的主要以及交互作用效果。

研究結果

針對年度、性別、自然科成就與題目類型的混合樣本之四因子變異數分析結果，各年度考生於各組之平均答對率與標準差如表 2 所示。

表 2 年度、性別、成就與題目類型在自然科答對率之平均數、標準差

年度	性別	成就	文字題(SD)	圖示題(SD)	人數
93 年	男	低分組	42.22(11.03)	29.41(12.05)	910
		中間組	67.75(8.98)	53.97(13.95)	804
		高分組	90.93(6.36)	84.19(11.25)	887
	女	低分組	44.62(9.20)	27.84(12.20)	816
		中間組	68.77(8.94)	52.31(14.05)	812
		高分組	90.23(6.37)	82.54(11.80)	724
94 年	男	低分組	38.91(11.27)	37.73(9.97)	899
		中間組	63.24(10.83)	61.61(9.20)	905
		高分組	90.18(7.73)	88.54(7.67)	854
	女	低分組	39.37(10.57)	37.53(9.77)	782
		中間組	64.72(11.18)	61.85(9.36)	826
		高分組	89.33(7.69)	86.98(7.74)	722
95 年	男	低分組	38.36(12.22)	32.04(8.79)	915
		中間組	66.62(11.68)	58.74(10.52)	819
		高分組	91.67(6.77)	86.37(8.06)	859
	女	低分組	41.15(11.51)	31.79(9.15)	759
		中間組	66.13(11.07)	58.08(10.97)	884
		高分組	90.08(6.98)	85.43(7.58)	726
96 年	男	低分組	34.58(10.27)	36.86(10.26)	899
		中間組	60.83(10.29)	60.97(10.10)	862
		高分組	86.21(8.13)	86.41(8.58)	849
	女	低分組	35.38(9.83)	38.18(9.99)	786
		中間組	60.01(10.56)	60.35(9.93)	855
		高分組	84.99(8.02)	84.25(8.48)	729

表 3 為年度、性別、自然科成就與題目類型在第一次基測自然科作答之四因子混合變異數分析摘要表。從表可知，年度×性別×自然科成就×題目類型四因子交互作用考驗達顯著 ($F(6, 19859) = 4.60, p < .05$)，接續進行單純交互作用分析。

表 4 為年度、性別、自然科成就與題目類型在第一次基測自然科作答之單純交互作用分析摘要表。誠如資料分析所述，研究一關注的焦點在不同成就男女生在不同題目類型上的答題表現，因此，此處直接針對「性別×自然科成就×題目類型」在考生自然科解題表現的單純交互作用進行探討。從表 4 可知，性別、自然科成就與題目類型在 93 年 ($F(2, 19859) = 471.21, p < .0125$)、95 年 ($F(2, 19859) = 10.37, p < .0125$) 有顯著的三因子交互作用，故進一步針對兩個年度進行單單純交互作用分析。至於 94 年與 96 則另外進行二階單純主要效果分析。

表 3 年度、性別、自然科成就與題目類型在第一次基測自然科作答之四因子混合變異數分析摘要表

<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
受試者間						
年度 (A)	38277.53	3	12759.18	102.58*	.000	0.015
性別 (B)	585.74	1	585.74	4.71*	.003	0.000
自然科成就 (C)	16943546.23	2	8471773.11	68108.57*	.000	0.873
年度×性別 (A×B)	224.05	3	74.68	0.60	.615	0.000
年度×自然科成就 (A×C)	11229.12	6	1871.52	15.05*	.000	0.005
性別×自然科成就 (B×C)	6837.93	2	3418.97	27.49*	.000	0.003
年度×性別×自然科成就 (A×B×C)	1975.12	6	329.19	2.65*	.014	0.001
誤差 (error)	2470187.49	19859	124.39			
受試者內						
題目類型 (D)	255963.20	1	255963.20	3444.07*	.000	0.148
年度×題目類型 (A×D)	254760.89	3	84920.30	1142.63*	.000	0.147
性別×題目類型 (B×D)	2941.72	1	2941.72	39.58*	.000	0.002
自然科成就×題目類型 (C×D)	11601.54	2	5800.77	78.05*	.000	0.008
年度×性別×題目類型 (A×B×D)	2063.06	3	687.69	9.25*	.000	0.001
年度×自然科成就×題目類型 (A×C×D)	28241.54	6	4706.92	63.33*	.000	0.019
性別×自然科成就×題目類型 (B×C×D)	713.29	2	356.64	4.80*	.008	0.000
年度×性別×自然科成就×題目類型 (A×B×C×D)	2049.75	6	341.63	4.60*	.000	0.001
誤差 (error)	1475921.67	19859	74.32			

* $p < .05$

表 4 性別、自然科成就與題目類型在各年度基測自然科試題之單純交互作用分析摘要表

<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
性別×自然科成就×題目類型 (B×C×D)				
在 93 年 (a1)	942.43	2	471.21	6.34*
在 94 年 (a2)	45.01	2	22.51	0.30
在 95 年 (a3)	1540.89	2	770.45	10.37*
在 96 年 (a4)	234.70	2	177.35	2.39
誤差(error)	1475921.67	19859	74.32	

* $p < .05/4 = 0.0125$

一、性別、自然科成就、題目類型在 93 年、95 年單單純交互作用

(一) 在 93 年 (a1)

從表 5 可知，93 年的性別與題目類型在低成就與中成就組有交互作用，考驗結果分別

為 $F(1, 19859) = 45.52, p < .004$; $F(1, 19859) = 19.46, p < .004$ 。

表 5 年度、性別、成就與題目在第一次基測自然科作答之單單純交互作用分析摘要表

<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
性別×題目類型 (B×D)				
在 93 年低分組 (c1a1)	3382.89	1	3382.89	45.52*
在 93 年中間組 (c2a1)	1446.45	1	1446.45	19.46*
在 93 年高分組 (c3a1)	181.00	1	181.00	2.44
誤差(error)	1475921.67	19859	74.32	

* $p < .05/4/3 = 0.004$

進一步的單單純主要效果分析結果顯示 (參見表 6 與圖 1、2)，低分組的男女生在文字題的表現有顯著差異 ($F(1, 39718) = 12.42, p < .0005$)，此部分的結果顯示，女生 ($M = 44.62$) 在文字題的表現優於男生 ($M = 42.22$)。此外，不同類型題目在不同成就的男女生上亦有顯著差異。其中，文字題與圖示題在低分組男女生有顯著差異，結果依序為 $F(1, 19859) = 1005.58, p < .0005$; $F(1, 19859) = 1546.07, p < .0005$ ，低分組男女生的文字題表現皆優於圖示題；文字題與圖示題在中間組的男女生上有顯著不同，結果依序為 $F(1, 19859) = 1026.92, p < .0005$; $F(1, 19859) = 1479.11, p < .0005$ ，低分組男女生的文字題表現同樣都優於圖示題。

表 6 年度、性別、成就與題目類型在第一次基測自然科答對率之單單純主要效果分析摘要表

<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	
性別 (B)					
在 93 年低分組文字題 (c1a1d1)	2467.53	1	2467.53	12.42*	女>男
在 93 年低分組圖示題 (c1a1d2)	1061.46	1	1061.46	5.34	
在 93 年中間組文字題 (c2a1d1)	417.82	1	417.82	2.10	
在 93 年中間組圖示題 (c2a1d2)	1111.89	1	1111.89	5.60	
誤差(error)	3946109.16	39718	198.71		
題目類型 (D)					
在 93 年低分組男生 (c1a1b1)	74734.71	1	74734.71	1005.58*	文>圖
在 93 年低分組女生 (c1a1b2)	114903.57	1	114903.57	1546.07*	文>圖
在 93 年中間組男生 (c2a1b1)	76320.94	1	76320.94	1026.92*	文>圖
在 93 年中間組女生 (c2a1b2)	109927.30	1	109927.30	1479.11*	文>圖
誤差(error)	1475921.67	19859	74.32		

* $p < .05/4/3/8 = 0.0005$

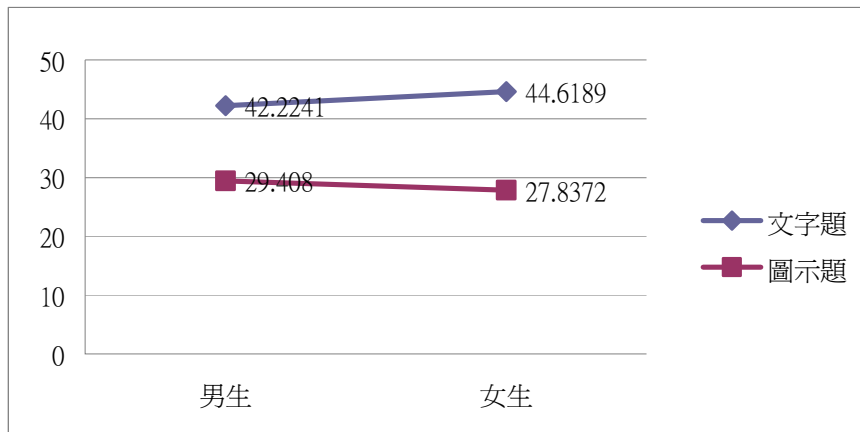
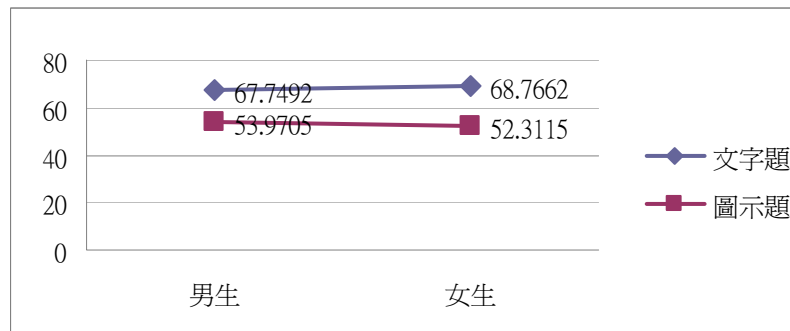


圖 1 93 年低分組單單純交互作用圖



(二) 在 95 年 (a3) 圖 2 93 年中間組單單純交互作用圖

表 7 為 95 年性別、成就與題目類型在第一次基測自然科作答之單單純交互作用分析摘要表。由表可知，95 年的性別、成就、題目類型在低分組有交互作用，考驗結果為 $F(1, 19859) = 25.84, p < .004$ 。

從表 8 的單單單純主要效果分析結果可知，低分組的男女生在文字題的表現有顯著差異 ($F(1, 39718) = 16.31, p < .0001$)，此部分的結果顯示，女生 ($M=41.15$) 在文字題的表現優於男生 ($M=38.36$)。此外，文字題與圖示題在低分組男女生有顯著差異，結果依序為 $F(1, 19859) = 245.77, p < .0001$ ； $F(1, 19859) = 447.48, p < .0001$ ，低分組男女生的文字題表現皆優於圖示題。

表 7 年度、性別、成就與題目類型在第一次基測自然科作答之單單純交互作用分析摘要表

SV	SS	df	MS	F
性別×題目類型 (B×D)				
在 95 年低分組 (c1a3)	1920.24	1	1920.24	25.84*
在 95 年中間組 (c2a3)	6.51	1	6.51	0.09
在 95 年高分組 (c3a3)	85.10	1	85.10	1.15
誤差(error)	1475921.67	19859	74.32	

* $p < .05/4/3 = 0.004$

表 8 年度、性別、成就與題目類型在第一次基測自然科作答之單單單純主要效果分析摘要表

	<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	
性別 (B)						
在 95 年低分組文字題 (c1a3d1)		3241.04	1	3241.04	16.31*	女>男
在 95 年低分組圖示題 (c1a3d2)		25.42	1	25.42	0.13	
誤差(error)		3946109.16	39718	198.71		
題目類型 (D)						
在 95 年低分組男生 (c1a3b1)		18265.94	1	18265.94	245.77*	文>圖
在 95 年低分組女生 (c1a3b2)		33256.55	1	33256.55	447.48*	文>圖
誤差(error)		1475921.67	19859	74.32		

* $p < .05/4/3/4 = 0.0001$

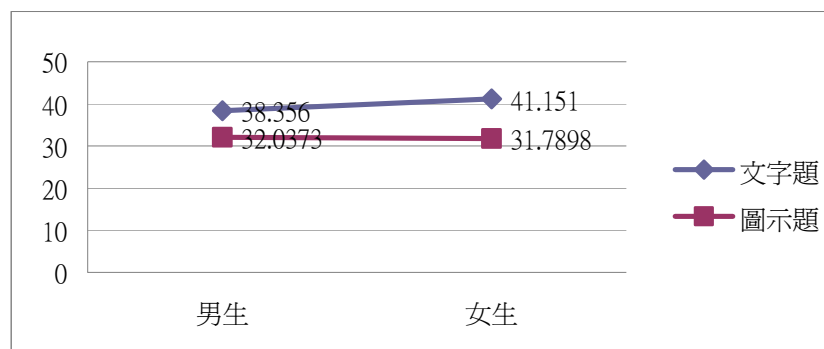


圖 3 95 年低分組單單單純交互作用圖

綜合以上結果可知，男生跟女生的文字題表現都優於圖示題，但女生在文字與圖示題上的差異都大於男生在文字與圖示題上的差異。此外，低分組女生文字題表現優於男生，但在圖示題上男女生沒有差異。以下，另針對其餘兩個年度進行二階單純交互作用分析。

二、性別、成就、題目類型在 94 年、96 年二階單純交互作用分析

此處的二階單純交互作用考驗乃根據表 4 結果所接續的分析，目的欲瞭解性別與題目類型對考生的自然科答題表現影響。94 年、96 年男女生的平均答對率與標準差如表 9 所示。以下各就兩個年度分別進行二因子混合變異數分析。

表 9 94、96 年性別、題目類型在第一次基測自然科作答之平均數、標準差

年度	性別	文字題(<i>SD</i>)	人數	圖示題(<i>SD</i>)	人數
94 年	男生	63.78(23.19)	2666	62.30(22.58)	2666
	女生	63.90(22.45)	2334	61.54(21.85)	2334
96 年	男生	60.29(23.35)	2627	61.19(22.60)	2627
	女生	59.58(22.06)	2373	60.40(20.76)	2373

(一) 在 94 年(a2)

表 10 為性別與題目類型在 94 年第一次基測自然科作答之二因子混合變異數分析摘要表。從表可知，「性別×題目類型」二因子交互作用考驗達顯著 ($F(1, 19859) = 6.49, p < .0125$)，接續進行單純主要效果分析。

表 11 的單純主要效果分析結果顯示，男女生在文字題與圖示題的表現無顯著差異，但文字題與圖示題男女生則有顯著差異，考驗結果分別是 $F(1, 19859) = 39.28, p < .0031$ ； $F(1, 19859) = 87.45, p < .0031$ 。其中，不論男女生，其文字題的表現皆優於圖示題。

表 10 性別與題目類型在 94 年基測自然科作答二因子混合變異數分析摘要表

<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
受試者間						
性別 (B)	249.37	1	249.37	2.00	.15	.00
誤差 (error)	2470187.49	19859	124.39			
受試者內						
題目類型 (D)	8936.77	1	8936.77	120.25*	.00	.026
性別×題目類型 (B×D)	482.01	1	482.01	6.49*	.01	.001
誤差 (error)	1475921.67	19859	74.32			

* $p < .05/4 = 0.0125$

表 11 性別、題目類型在 94 年基測自然科作答之單純主要效果分析摘要表

<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	
性別 (B)					
在 94 年文字題 (a2d1)	18.99	1	18.99	0.10	
在 94 年圖示題 (a2d2)	712.38	1	712.38	3.59	
誤差(error)	3946109.16	39718	198.71		
題目類型 (D)					
在 94 年男生 (a2b1)	2919.20	1	2919.20	39.28*	文>圖
在 94 年女生 (a2b2)	6499.58	1	6499.58	87.45*	文>圖
誤差(error)	1475921.67	19859	74.32		

* $p < .05/4 = 0.0031$

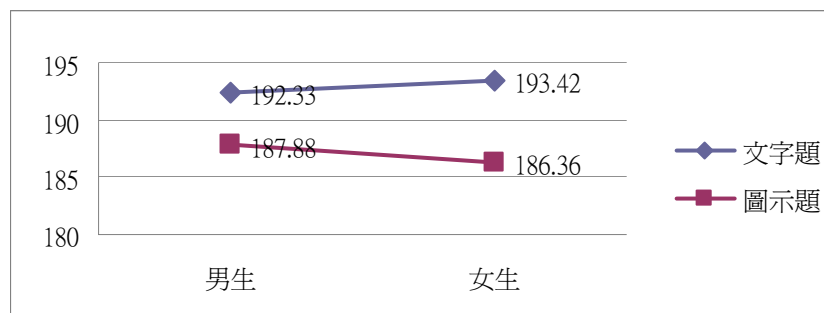


圖 4 94 年性別、題目類型交互作用圖

(二) 在 96 年(a4)

表 12 為性別與題目類型在 96 年第一次基測自然科作答之二因子混合變異數分析摘要表。從表可知，「性別×題目類型」二因子交互作用考驗未達顯著 ($F(1, 19859) = 6.49, p > .0125$)。

表 12 性別與題目類型在 96 年基測自然科作答二因子混合變異數分析摘要表

<i>SV</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
受試者間						
性別 (B)	1415.41	1	1415.41	11.38	.001	.000
誤差 (error)	2470187.49	19859	124.39			
受試者內						
題目類型 (D)	1845.56	1	1845.56	24.83	.000	.005
性別×題目類型 (B×D)	3.31	1	3.31	0.045	.833	.000
誤差 (error)	1475921.67	19859	74.32			

* $p < .05/4 = 0.125$

綜合前述結果發現一致的趨勢為男生跟女生在文字題的答對率皆高過圖示題，此結果雖然符合本研究預期，然男女生在文字題與圖示題的答題表現是否受到題目本身難度不同之干擾？意即圖示題的難度本來就高過文字題？基於此，於研究二中，研究者進一步控制文字與圖示題的難度，針對兩類試題進行配對，使其難度維持一致，排除難度因素之干擾，以確實瞭解題目類型對於不同性別在自然科表現上的影響。

研究二：不同成就男女國中生在難度配對之自然科文字與圖示題解題正確率分析

由研究一之基測結果分析顯示，不論男生或女生，在國中基測自然科之文字題答對率上，皆顯著高於圖示題；且女生在文字與圖示題的答對率差異會大於男生，前者會大於後者的答對機率。然而，於研究一所挑選的文字題與圖示題中，並未有效控制兩類試題的難度，因此即便所產生之結果顯示，不同類型之題目呈現方式在不同性別的答對率上有差異存在，但仍無法排除是否為難度之因素所造成。故研究二進一步根據研究一所挑選之試題，依照每一年度進行文字題與圖示題之難度配對，使兩類試題之難度與試題數相當，以排除難度因素之干擾，以確實瞭解題目類型對於不同性別答對率的差異。主要之研究方法與結果如下所述。

研究參與者

與研究一使用相同之考生資料進行分析，共有 93~96 年度的考生資料，每一年度各有隨機選取之 5000 名考生的答題資料。

研究材料

研究者自研究一所採用之國中基測自然科試題中，依照每一年度的試題，進行文字題與圖示題的難度配對。經配對結果，各年度分別挑選文字與圖示題各 13 題，其難度分佈如表 13 所示。研究者進一步進行文字題與圖示題之難度差異考驗，93~96 年度之考驗結果依序為 $t(12)=0.391$ ； $t(12)=-0.090$ ； $t(12)=-0.102$ ； $t(12)=-0.261$ ， p 皆大於 .05，皆未達顯著差異。可知，各年度所配對之文字題與圖示題的難度沒有差異，相當於兩類試題對 5000 名考生而言，具有相同之難度。

資料分析

研究二所操弄的變項與研究一同，進行 $4 \times 2 \times 3 \times 2$ 之混合樣本四因子變異數分析。其中自變項共有四個，分別為年度（共有 93、94、95、96 四個水準）、性別（男、女）、自然科成就（高、中、低三組）、題目類型（文字、圖示題）。而依變項為考生於各題的答題資料。主要分析資料如研究結果所示。

表 13 93~96 年度基測自然科文字題與圖示題之難度配對

	93 年		94 年		95 年		96 年	
	文字題	圖示題	文字題	圖示題	文字題	圖示題	文字題	圖示題
	38.1	37.82	43.7	44.78	45.18	46.44	25.18	25.34
	39.88	39.38	45.26	45.98	47.34	47.54	43.28	43.4
	47.06	47.36	47.24	47.22	48.78	49.38	52.3	52.3
	48.2	47.74	53.14	52.46	50.64	51.24	53.26	53.02
	51.4	50.92	53.52	53.6	50.68	52.86	56.5	57.8
	53.42	52.6	57.16	58.4	58.74	57.32	59.4	59.46
	55.28	56.3	57.5	58.52	59.24	58.1	61.12	61.38
	56.18	56.44	61.28	61.58	59.38	60.64	63.38	62.38
	57.16	59.04	61.32	62.12	62.5	61.68	63.48	62.58
	59.14	59.08	66.68	65.12	66.34	65.62	67.38	67.74
	62.3	59.9	66.82	65.32	67.16	67.46	71.02	72.08
	64.44	64.34	68.16	68.26	72.56	71.14	73.72	75.86
	82.5	82.74	87.92	86.66	73.32	72.86	78.88	76.6
平均通過率	55.00	54.9	59.21	59.23	58.60	58.64	59.15	59.23

研究結果

針對年度、性別、自然科成就與題目類型的混合樣本之四因子變異數分析結果，各年度考生於各組之平均答對率與標準差如表 14 所示、變異數分析之相關圖表如表 15、表 16

及圖 5 所示。

表 14 年度、性別、成就與題目類型在第一次基測自然科作答之平均數、標準差

年度	性別	成就	文字題(<i>SD</i>)	圖示題(<i>SD</i>)	人數
93 年	男	低分組	29.04(12.42)	29.41(12.05)	910
		中間組	53.05(14.38)	53.97(13.95)	804
		高分組	85.32(11.45)	84.19(11.25)	887
	女	低分組	28.10(12.34)	27.84(12.20)	816
		中間組	52.08(15.02)	52.31(14.05)	812
		高分組	83.34(11.54)	82.54(11.80)	724
94 年	男	低分組	31.27(12.89)	33.87(13.05)	899
		中間組	58.43(14.58)	57.59(13.33)	905
		高分組	89.71(9.52)	87.56(10.16)	854
	女	低分組	30.72(12.54)	32.42(12.72)	782
		中間組	59.56(15.16)	58.28(12.94)	826
		高分組	88.68(9.27)	85.03(10.93)	722
95 年	男	低分組	29.88(12.94)	30.90(12.09)	915
		中間組	57.17(16.01)	58.11(14.90)	819
		高分組	88.90(9.50)	88.67(10.25)	859
	女	低分組	32.61(12.43)	31.25(12.63)	759
		中間組	57.14(14.94)	56.67(15.40)	884
		高分組	87.37(9.62)	87.51(10.21)	726
96 年	男	低分組	32.99(13.21)	32.64(13.16)	899
		中間組	60.74(13.91)	60.14(14.10)	862
		高分組	86.35(9.82)	87.15(9.72)	849
	女	低分組	33.43(13.05)	34.03(13.35)	786
		中間組	59.27(13.53)	59.53(13.70)	855
		高分組	84.31(10.06)	84.12(10.02)	729

由表 15 之變異數分析摘要表可知，年度×性別×自然科成就×題目類型的四因子交互作用考驗未達顯著 ($F(6, 19859) = 1.86, p > .05$)，然而在次階的三因子交互作用考驗中，於年度×性別×自然科成就 ($A \times B \times C$) 及年度×自然科成就×題目類型 ($A \times C \times D$) 達顯著，考驗結果依序為 $F(6, 19859) = 5.12, MSe = 964.68, p < .05, \eta^2 = .00155$ ； $F(6, 19859) = 10.70, MSe = 1399.09, p < .05, \eta^2 = .00322$ 。然而由於本研究所關心之主要議題為不同性別在不同試題呈現方式（題目類型）下是否會有答題上的差異，而上述達顯著之三因子交互作用並非本研究所關注之議題，故不進一步進行後續之考驗分析與討論。

表 15 年度、性別、自然科成就與題目類型在第一次基測自然科作答之四因子混合變異數分析摘要表

SV	SS	df	MS	F	p	η^2
受試者間						
年度 (A)	132106.94	3	44035.65	233.88*	.000	0.03412
性別 (B)	5770.40	1	5770.40	30.65*	.000	0.00154
自然科成就 (C)	19893630.52	2	9946815.26	52828.61*	.000	0.84218
年度×性別 (A×B)	2169.35	3	723.12	3.841*	.009	0.00058
年度×自然科成就 (A×C)	37266.48	6	6211.08	32.99*	.000	0.00987
性別×自然科成就 (B×C)	6188.12	2	3094.06	16.43*	.000	0.00165
年度×性別×自然科成就 (A×B×C)	5788.073	6	964.68	5.12*	.000	0.00155
誤差 (error)	3739144.62	19859	188.29			
受試者內						
題目類型 (D)	167.04	1	167.04	1.28	.258	0.00006
年度×題目類型 (A×D)	566.78	3	188.93	1.45	.227	0.00022
性別×題目類型 (B×D)	705.39	1	705.39	5.40*	.020	0.00027
自然科成就×題目類型 (C×D)	3452.80	2	1726.40	13.21*	.000	0.00133
年度×性別×題目類型 (A×B×D)	813.61	3	271.20	2.08	.101	0.00031
年度×自然科成就×題目類型 (A×C×D)	8394.53	6	1399.09	10.70*	.000	0.00322
性別×自然科成就×題目類型 (B×C×D)	55.98	2	27.99	0.21	.807	0.00002
年度×性別×自然科成就×題目類型 (A×B×C×D)	1459.95	6	243.33	1.86	.083	0.00056
誤差 (error)	2595924.95	19859	130.72			

* $p < .05$

而在二因子交互作用中，研究者所關心之性別×題目類型 (B×D) 的二因子交互作用考驗達顯著，考驗結果為 $F(1, 19859) = 5.40$ ， $MSe = 705.39$ ， $p < .05$ ， $\eta^2 = .00027$ ，進一步進行後續之單純主要效果考驗，結果如表 16 及圖 5。而其餘二因子交互作用之考驗結果於年度×性別 (A×B)、年度×自然科成就 (A×C)、性別×自然科成就 (B×C)、自然科成就×題目類型 (C×D) 亦有顯著差異，然並非研究者所關心，故於此暫不報告。

針對性別與題目類型 (B×D) 之單純主要效果考驗 (如表 16) 可知，不同性別在文字題與圖示題的考驗上，皆達顯著水準，考驗結果依序為 $F(1, 19859) = 25.87$ ， $MSe = 3381.51$ ， $p < .0125$ ； $F(1, 19859) = 76.93$ ， $MSe = 8879.48$ ， $p < .0125$ 。此部分的結果顯示，男生在自然科的文字題 ($M = 58.57$) 與圖示題 ($M = 58.68$) 的答對率皆會顯著的高於女生在文字題 ($M = 58.05$) 與圖示題 ($M = 57.63$) 的表現；且女生 ($d = 0.42$) 在兩種類型題目的答對率差異會大於男生 ($d = 0.11$)。而不同題目類型在男生與女生的考驗上，則皆未達顯著差異 (考驗結果依序為 $F(1, 19859) = 0.51$ ， $MSe = 67.02$ ， $p > .0125$ ； $F(1, 19859) = 5.74$ ， $MSe = 750.91$ ， $p > .0125$)，顯示題目類型 (文字題與圖示題) 在男生與女生的答題機率上沒有差異。

由結果可知，雖然男生不論在文字題或圖示題的答對率皆顯著的高於女生，然而女生在文字題與圖示題的差異會大於男生的差異，可知，女生在解題上較容易受到題目類型之影響，女生較擅長解文字題，而不擅於解圖示題。

表 16 性別與題目類型在第一次基測自然科作答之單純主要效果分析摘要表

SV	SS	df	MS	F	
性別 (B)					
在文字題 (d1)	3381.51	1	3381.51	25.87*	男>女
在圖示題 (d2)	8879.48	1	8879.48	76.93*	男>女
題目類型 (D)					
在男生 (b1)	67.02	1	67.02	0.51	
在女生 (b2)	750.91	1	750.91	5.74	
誤差(error)	2595924.95	19859	130.72		

* $p < .05/4 = 0.0125$

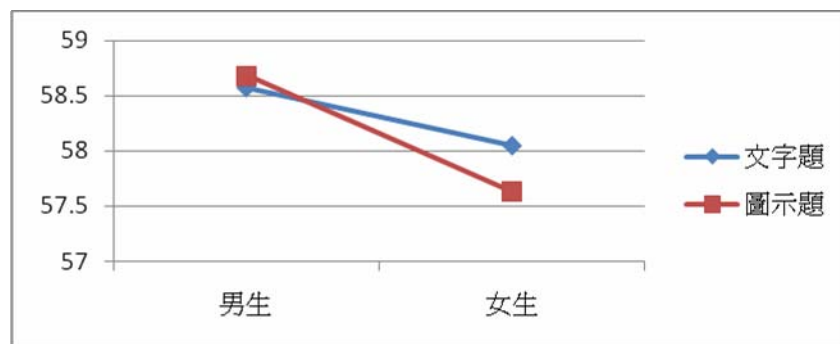


圖 5 性別與題目類型之平均數分析摘要圖

研究結論

本研究之第一年計畫，進行資料庫分析，使用國中基測自然科試題，以探討題目類型（文字與圖示呈現方式）是否會造成男生與女生在答題表現上的差異，進而推論其認知歷程之差異。就研究一之結果而言，不論男生或女生，於 93 年、94 年與 95 年之國中基測自然科試題上，文字題的答對率皆顯著的高於圖示題；而女生在文字題的表現有優於圖示題的趨勢。然而由於研究一並未有效控制兩種類型試題之難度，因此並無法由分析結果直接作認知歷程上之推論。故研究二進一步控制文字題與圖示題的難度，以排除難度因素之干擾，瞭解題目類型對於性別所造成之表現差異。

由研究二之結果可知，在排除了難度的影響之後，題目類型仍會影響男生與女生在自然科試題的表現，不論題目類型為何，男生的表現皆會顯著優於女生；除此之外，女生對於文字題的表現會比圖示題的佳，男生則較不受題目類型之影響。根據研究者所提出之「工作記憶假說」，可推論男生於「視覺空間模版」與「語音迴路模組」的工作記憶廣度會優於女生。另一方面，亦可推論，女生在「語音迴路模組」與「視覺空間模版」的工作記憶廣度的差距較大，前者會顯著大於後者；而男生在兩種工作記憶廣度的差距則較小。此研究結果傾向於支持 Hyde (1981, 1990) 及 Linn 與 Peterson (1985) 之研究成果，卻與 Duff 和 Hampson (2001) 及 Robert 和 Savoie (2006) 之結果不相吻合（女生在語音工作記憶廣度較男性佳）。

造成此結果不一致的可能原因在於，過去多為使用人工、不符合自然情境的認知作業（心像旋轉、圖型蒐尋）來探究題目類型對於性別表現之影響（Duff & Hampson, 2001; Robert & Savoie, 2006），然而本研究使用真實學科之基測試題進行分析，更能有效推論至真實情境，亦具有良好之外在效度，但卻可能是造成與其他學者研究結果不一致之原因。

另一可能之研究限制在於，由於本研究使用資料庫進行分析，所採用之試題皆已編擬完成，且各年度的試題內容差異大，造成各年度之結果不一致。由於受限於試題與考生資料，因此無法彈性改變試題內容與性質，亦無法進行更精細之變項操弄，因此在因果的推論上有所限制，無法獲知是否確實是工作記憶廣度造成男生與女生在自然科表現上的差異。不過可以確知的是，性別在自然科試題的表現上確實存在有差異，只是造成差異的原因是否為研究者所指稱之「視覺空間模版」與「語音迴路模組」工作記憶廣度的差異所造成，仍有待後續研究加以證實。

故，於後續之第二年與第三年之計畫中，研究者擬透過試題之編擬，透過相同之試題，以不同之方式呈現（文字或圖示），以有效控制訊息量及其他混淆變項，以瞭解題目類型對於不同性別表現差異的因果關係。另一方面，研究者亦試圖透過眼動儀之眼動指標來進一步檢驗研究者所提出之「工作記憶廣度假設」，以瞭解男女在自然科表現的差異的主要原因。

而在教育的應用上，本研究發現題目類型確實會造成不同性別在自然科表現上的差異，相較於圖示類型的試題，國中女生更擅長於處理語文類型之題目。因此，在女性的科學教學與評量上，與其強迫改變她們學習科學的方式，更應使用其所擅長之學習風格（Pollina, 1995），多以文字類型之試題，有助於降低測驗形式對於性別在科學教育不平衡之現象所造成之影響。此點實為教育研究者、教師與測驗評量編製者所應共同謹慎思考之議題。

參考文獻

壹、中文部份

- 毛國楠、林正昌、盧雪梅 (2006)。國民中學基本學力測驗資料之分析成果報告。
- 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。
- 吳心楷 (1997)。科學學習相關的認知能力與認知風格之性別差異探討。科學教育月刊，204，16-23。
- 林正昌、林清山、金樹人 (2004)。決策過程中決策策略的權變應用：電腦模擬。教育心理學報，36 (2)，127-144。
- 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。
- 侯駿廉 (2007)。國小學童學習態度、頓悟思考能力及其對教師教學風格感知之研究。台北市立教育大學創造思考暨資賦優異教育研究所碩士論文。
- 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。教育部中教司委託專案研究報告。
- 曹博盛 (2005)。TIMSS 2003 臺灣國中二年級學生的數學成就及其相關因素之探討。科學教育月刊，283，2-34。
- 陳慧珍 (2000)。南投縣國一男女生對文字符號概念與代數文字題之解題研究。國立高雄師範大學數學系碩士論文。
- 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科學教育研究所碩士論文。
- 黃財尉、李信宏 (1999)。國中數學成就測驗性別 DIF 之探討：Poly-SIBTEST 的應用與分析。測驗學刊，46 (2)，45-60。
- 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。
- 簡怡嵐 (2004)。國小三至六年級學童對科學的態度差異性研究。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。

貳、英文部分

- Adigwe, J. C. (1992). Gender differences in chemical problem solving amongst Nigerian students. *Research in Science and Technological Education, 10*, 187-201.
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin and Review, 14*, 243-248.
- Baddeley, A. (1992a). Is working memory working? The Fifteenth Bartlett Lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 44A*, 1-31.
- Baddeley, A. (1992b). Working memory. *Science, 255*, 556-559.
- Baker, D. & Leary, R. (1995). Letting girls speak out about science. *Journal of Research in Science Teaching, 32*(1), 3-27.
- Barrett, L. F., Tugade, M. M., & Engle, R. W. (2004). Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin, 130*, 553-573.
- Beckham, J. C., Carbonell, J. L., & Gustafson, D. J. (1988). Are there differences in problem solving? An investigation of problem context and sex role type. *The Journal of Psychological, 30*(1), 21-32.
- Blickenstaff, J. C. (2005). Woman and science careers: Leaky pipeline or gender filter? *Gender and Education, 17*(4), 369-386.
- Duff, S. J., & Hampson, E. (2001). A sex differences on a novel spatial working memory task in humans. *Brain and Cognition, 47*, 470-493.
- Elgar, A. (2004). Science textbooks for lower secondary schools in Brunei: Issues for gender equity. *International Journal of Science Education, 26*, 875-894.
- Forst, U. A., Hyde, J. S., & Fennema, E. (1994). Gender, mathematics performance, and mathematics-related attitudes affect: a meta-analysis. *International Journal of Educational Research, 21*(4), 373-385.
- Hyde, J. S. (1981). How large are cognitive gender differences? A meta-analysis using ω^2 and d . *American Psychologist, 36*, 892-902.
- Hyde, J. S. (1990). Meta-analysis and the psychology of gender differences. *Journal of Women in Culture and Society, 16* (1), 55-73.
- Jansen-Osmann, P. & Heil M. (2007). Suitable stimuli to obtain (no) gender differences in the speed of cognitive process involved in mental rotation. *Brain and Cognition, 64*, 217-227.
- 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.
- Körner, C. (2004). Sequential processing in comprehension of hierarchical graphs. *Applied Cognitive Psychology, 18*, 467-480.
- Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is sometimes worth ten thousand words. *Cognitive Science, 11*, 65-99.
- Lauzon, D. (2001, November). *Gender differences in large scale, quantitative assessments of mathematics and science achievement*. Paper Prepared for the Statistics Canada-John Deutsch Institute WRNET Conference on Empirical Issues in Canadian Education, Ottawa.

- Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in partial ability: A meta-analysis. *Child Development, 56*, 1479-1498.
- Marshall, S. P., & Smith, J. D. (1987). Sex differences in learning mathematics: A longitudinal study with item and error analyses. *Journal of Educational Psychology, 79*, 372-383.
- 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.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Novick, L. R. (2001). Spatial diagram: key instruments in the tool box for thought. In D. L. Medin (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 279-325), San Diego: Academic Press.
- Novick, L. R., & Hurley, S. M. (2001). To matrix, network, or hierarchy: that is the question. *Cognitive Psychology, 42*, 158-216.
- Novick, L. R., Hurley, S. M., & Francis, M. (1999). Evidence for abstract, schematic knowledge of three spatial diagram representations. *Memory and Cognition, 27*, 288-308.
- Oakes, J. (1990). Opportunities, achievement, and choice: Woman and minority students in science and mathematics. *Review of Research in Education, 16*, 153-222.
- Payne, J. W., Bettman, J. R., & Johnson, E. J. (1993). *The adaptive decision maker*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Pollina, A. (1995). Gender balance: Lessons from girls in science and mathematics. *Educational Leadership, 53*(1), 30-33.
- Robert, M., & Savoie, N. (2006). Are there gender differences in verbal and visuospatial working-memory resources? *European Journal of Cognitive Psychology, 18*, 378-397.
- Smith, T. E. (1992). Gender differences in scientific achievement of adolescents: Effects of age and parental separation. *Social Forces, 71*, 469-484.
- 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.

出席國際學術會議心得報告

計畫編號	96-2629-S-003-002-
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
出國人員姓名 服務機關及職稱	陳學志教授 台師大教育心理與輔導學系
會議時間地點	2008/7/7-11 西班牙 馬德里 <i>Alcalá de Henares,</i>
會議名稱	International Society for Humor Studies 2008
發表論文題目	<p>Lin, Y. N., Chen, I. C., Chen, H. C., Hsu, C. C. (2008.07). The Relationship among Humor Style, Self-esteem, and Emotional Intelligence. International Society for Humor Studies 2008 ISHS Conference , Madrid , Spain . 2008.07.07-11</p> <p>Chen, H. C., Chang, H. C., Lin, C. J., Hu, J. F. (2008.07). The Analysis of Elementary and High School Students General and Humor-Based Response Patterns in Coping with Imaged Situations. International Society for Humor Studies 2008 ISHS Conference , Madrid , Spain. 2008.07.07-11</p> <p>Cho, S. H., Wu, H. Y., Chen, H. C., Kuan, Y. S., Wang, T. N. (2008.07). The Time Course of Meaning Activation in Chinese Joke Comprehension. International Society for Humor Studies 2008 ISHS Conference , Madrid , Spain . 2008.07.07-11</p> <p>Chen, H. C., Ko, S. H., Hu, J. F., Chiu, F. C. (2008.07). The Study of How Interpersonal Acquaintance Mediates the Influence of Humor Styles on the Climate Perception of Playfulness in Employees. International Society for Humor Studies 2008 ISHS Conference , Madrid , Spain . 2008.07.07-11</p> <p>Cho, S. L., Chen, H. C., Hu, J. F. (2008.07). A Study on the Cues Used for Smiling Face Perception in Normals and Schizophrenics. International Society for Humor Studies 2008 ISHS Conference , Madrid , Spain . 2008.07.07-11</p>

一、參加會議經過

2008年7月7至11日於西班牙馬德里之近郊 de Henares 之 Alcalá 大學舉行之 ISHS 國際研討會係 IISH 組織一年一度的年會，共有來自全球 50 多個國家 300 多位學者與會。會中有多場專題演講以及 500 多篇學術論文發表，係一個與國際學者相互交流以及分享研究成果的大好機會。

本研究計劃主持人陳學志教授此次共在會議中發表四篇口頭論文以及一篇海報論文（詳如上表所述），論文的研究成果均獲得國外學者的肯定與欣賞。並與多次學者建立良好

的互動，有助於日後進一步的學術交流計劃。

二、與會心得

1. 本次計劃主持人陳學志教授與輔仁大學卓淑玲教授、林耀南教授及兩位研究生管意璇、林潔如一同與會，共發表了四篇相關口頭研究論文及一篇海報論文。整體而言，中華民國在研究的品質上已不輸給國際的水準，但宥於英文的能力，在國際發表的數量上仍較為缺乏。未來可以加強國際合作，以期擴展國際聲望。
2. 本次研討會中仍發現自己的英文表達能力仍有進步之空間，尤其口頭報告後之自由提問中遇有地方口音較重之與會者，就常出現雞同鴨講的情況。此外，在社交場合中也常無法有效表達自己的意見。未來仍得多加強英文表達能力。
3. 本次會議中討論 2010 年之 ISHS 年會舉辦地點，計劃主持人陳學志教授、嘉義大學廖招治教授、輔仁大學卓淑玲教授、林耀南教授共同爭取在台灣主辦。可惜最後仍敗給香港代表趙曉東教授，未能為國爭取到辦理會議的機會。事實上，中華民國台灣在各方面的條件都不輸給香港，參與 ISHS 的人員也較香港多。惟台灣學者未能做好事前的整合及宣傳，未來在這方面仍要多加強。