

# 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--工作記憶、認知控制、及性別刻板印象的發展對於數學表現之影響：追蹤、驗證、及訓練(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-033-006-MY2  
執行期間：98年08月01日至99年07月31日  
執行單位：中原大學心理學系

計畫主持人：趙軒甫  
共同主持人：卓淑玲  
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：周依亭  
碩士班研究生-兼任助理人員：鄭瑋霖  
碩士班研究生-兼任助理人員：曾令元  
大專生-兼任助理人員：郭維宸  
大專生-兼任助理人員：賴韻如  
大專生-兼任助理人員：陳思妤  
大專生-兼任助理人員：戴婉芷  
大專生-兼任助理人員：曾翊婷  
大專生-兼任助理人員：梁筑涵  
大專生-兼任助理人員：陳致禾  
大專生-兼任助理人員：陳佳玉

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 31 日

■ 成果報告

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  期中進度報告

工作記憶、認知控制、及性別刻板印象的發展對於數學表現之影響：追蹤、驗證、及訓練

計畫類別： 個別型計畫       整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2511-S-033-006-MY2

執行期間：97 年 08 月 01 日至 99 年 07 月 31 日

計畫主持人：趙軒甫

共同主持人：卓淑玲

計畫參與人員：周依亭、鄭瑋霖、曾令元、郭維宸、陳佳玉、賴韻如、陳思妤、戴婉芷、曾翊婷、梁筑涵、陳致禾

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：中原大學心理學系

中 華 民 國 99 年 10 月 27 日

## 摘要

本研究旨在探討數學表現個別差異的可能來源。結果顯示數學同餘數計算作業有性別差異，男性表現優於女性。此外，數學同餘數計算的表現與性別差異均與主動抑制能力有關，顯示主動抑制能力乃一重要之影響因素。後續的研究顯示性別刻板印象的激發對於此數學表現的性別差異有明顯的影響；另一方面，倘若排除壓力，可以降低性別刻板印象對於數學表現的性別差異的影響。最後，透過目標物位置提示、目標物位置固定、及刻板印象主動抑制效果的評估，本研究顯示了吾人如何處理刻板印象相關刺激、進而影響性別判斷相關作業的處理。

關鍵詞：性別、數學表現、主動抑制、性別刻板印象。

## 前言

科學或數學表現的性別差異是社會所面對的重要議題。過去研究往往顯示至少在特定情況下，可以觀察到男性在科學或數學的領域表現比女性要好的現象（如：張殷榮，2001；Lauzon, 2001；Maccoby & Jacklin, 1974；Spencer, Steele, & Quinn, 1999；但見邱美虹，2005；曹博盛，2005；Hyde & Linn, 2006）。

本研究屬於整合型研究的子計畫，在為期兩年的研究中，主旨在於探討主動抑制（Chao, 2010, in press）的能力與性別刻板印象對於數學計算表現的影響。

## 研究目的

本研究計畫探討三個研究方向，以瞭解數學能力的性別差異所涉及之認知機制。其一，本研究將在大學生族群複製前一年的關鍵發現。倘若主動抑制能力乃數學計算的基礎要素，則橫跨不同族群仍應能觀察到穩定的發現。其二，本研究將持續追縱參與前一年研究的國中生表現，瞭解其認知能力與數學表現的發展性變化。其三，本研究將探究性別刻板印象對於認知表現的影響，並進一步評估如何調控性別刻板印象的影響。

## 文獻探討

過去研究顯示較困難的問題、或者是較大的年齡較能展現出科學或數學方面的男性優勢。Maccoby 與 Jacklin (1974) 指出數學的男性優勢要到七年級或八年級才會開始展現。而 Lauzon (2001) 的文獻回顧顯示科學與數學領域中的男性優勢要到高中階段才會出現；在高中之前，不是沒有差異，就是女生表現較好。Spencer、Steele、及 Quinn (1999) 發現倘若是困難的數學問題，大學男性的表現比大學女性要好；倘若是簡單的數學問題，則無性別差異。張殷榮 (2001) 分析 TIMSS-R (此處 TIMSS 為第三次國際數學與科學教育成就研究，Third International Mathematics and Science Study) 的資料，發現台灣國中男生在科學的表現比國中女生還要來得好。然而，邱美虹 (2005) 與曹博盛 (2005) 以 TIMSS 2003 (此處 TIMSS 乃國際數學與科學教育成就趨勢調查，Trends in International Mathematics and Science Study) 所得資料分析台灣國二學生的科學與數學能力，並未發現性別差異。

性別差異的存在有多重可能原因。本研究將著重於認知能力的別差異與性別刻板印象兩面向的探討。

在認知能力方面，吾人所需要的關鍵能力是抑制 (inhibition)。無論是個體的注意力 (Tipper, 1985, 2001)、行動與反應 (Logan & Cowan, 1984)、或記

憶與思考 (Anderson & Green, 2001; Anderson, Ochsner, Kuhl, Cooper, Robertson, Gabrieli, Glover, & Gabrieli, 2004; Levy, McVeigh, Marful, & Anderson, 2007) 均需要抑制方能順利地達成。此外, St Clair-Thompson 與 Gathercole (2006) 進一步發現抑制能力與英文、科學、數學表現均有密切關連。他們以停止訊號作業 (stop signal task; Logan, 1994)、Stroop 作業等作為抑制能力的指標, 發現抑制能力與英文、科學、數學表現均有密切相關。Broverman、Klaiber、Kobayashi、及 Vogel (1968) 進一步指出男性比女性所擅長的認知能力是: 抑制立即的反應傾向、針對較不明顯的刺激屬性進行反應。Halari 與 Kumari (2005) 延續 Broverman 等人的想法, 同樣報告在行為層次發現抑制相關作業的性別差異。

性別刻板印象不只是社會標籤, 還有可能直接影響行為表現。舉例而言, 「女性不擅長數學」的信念有可能直接影響女性的數學表現。根據 Steele 所發展的刻板印象威脅的觀點 (Spencer et al., 1999; Steele & Aronson, 1995; 回顧可見 Shapiro & Neuberg, 2007), 當面對與自己相關的負面刻板印象的事物時 (如: 一位女性需要進行數學測驗, 卻又意識到女性不擅長數學的刻板印象), 會感受到自己的表現會符合這個印象、或者是被人以這種印象評斷的威脅。這種自我威脅 (self-threat) 透過種種的途徑導致表現變差。Spencer 等人 (1999) 的實徵研究便展現了性別刻板印象威脅對於女性數學表現的影響。他們發現在讓大學生參與者進行回答問題之前, 如果告知參與者該測驗曾被發現有性別差異的存在, 則女性的表現較男性要差; 反之, 若告知參與者該測驗未曾展現性別差異 (實驗二)、或沒有告知參與者任何關於性別差異的訊息 (實驗三), 則男女性在該測驗的表現相若。

基於上述考量, 本研究將評估抑制能力的差異是否影響數學表現。並評估抑制能力是否存有性別差異。此外, 本研究將探討性別刻板印象對於認知作業的影響, 並評估透過何種認知控制策略能夠減少性別刻板印象的影響力。

## 研究概述與研究方法

### 研究一

**概述。**過去的研究已成功展現國中學生的抑制能力影響其數學作業表現。為增進此重要發現的外在效度, 本研究的目的是同樣以個別差異的角度, 檢驗具有不同抑制能力者之數學表現 (以數學餘數計算作業作為指標), 並測試其性別差異。另外, 本研究將額外增加工作記憶廣度作業以茲對比。

**參與者。**61 位大學生參與研究以獲得新台幣 200 元現金。

**刺激與程序。**本研究包含多個作業與問卷。(1)改編版迴向抑制作業。每題嘗試一開始, 參與者眼前同時呈現三個亮框。之後, 左邊或右邊之亮框會閃爍一次, 扮演外因性線索之角色。其對於後續之目標物位置並無預測力。之後, 左邊

或右邊之亮框會呈現亮點。參與者被要求針對亮點位置進行反應。線索到目標之時間間距控制在 1,000 毫秒，為能夠發現迴向抑制效果之合適時間。而本實驗採取定位作業而非偵測作業之目的在於希望讓自動抑制之作業需求與主動抑制之作業需求接近。迴向抑制效果之指標為線索提示組 (cued) 慢於線索未提示組 (uncued) 之時間差。(2)空間版本主動抑制作業。每題嘗試一開始，參與者眼前同時呈現四條白色線段作為定位點 (placeholder)。之後螢幕正中央出現一個箭頭，其有 80%的機率指向干擾物所在位置。參與者預先被提示此一資訊，並被告知可利用該箭頭所提供訊息預先抑制干擾物。最後，螢幕上同時出現英文字母 O 與 X，參與者被要求針對 O 所在位置進行反應、而忽略 X。空間版本主動抑制效果之指標為線索有效組快於線索無效組之時間差。(3)語文版本主動抑制作業。每題嘗試一開始，螢幕正中央會出現一中文字，有 80%的機率指出干擾物為何。參與者預先被提示此一資訊，並被告知可利用該文字所提供訊息預先抑制干擾物。之後，螢幕上出現一 Stroop 色字，顏色與文字永遠不一致。參與者被要求唸出顏色而忽略文字。語文版本主動抑制效果之指標為線索有效組快於線索無效組之時間差。(4)工作記憶廣度。本研究每嘗試包含數小題，每小題於電腦螢幕上同時呈現數學計算問題與需要記憶之中文詞。參與者被要求在進行數學計算的同時進行中文詞的記憶。工作記憶廣度的指標是在數學計算的作業要求下，參與者可以成功記憶多少個中文詞。(5)數學餘數計算作業。參與者眼前呈現一數學算式，包含減法與除法兩種運算。參與者需要判斷最終之結果是否整除。此作業包含四種情況：整除-不借位、整除-借位、不整除-不借位、不整除-借位。此作業之正確率與反應時間將作為參與者數學表現之指標。(6)基本資料問卷。詢問年齡、性別等基礎資訊。

## 研究二

**概述。**過去的研究已成功展現國中學生的抑制能力影響其數學作業表現。本研究持續追蹤先前參與研究的國中學生，觀察抑制能力與數學計算表現之關連性。

**參與者。**平南國中學生參與研究以獲得 200 元禮券。

**刺激與程序。**本研究包含多個作業與問卷。(1)改編版迴向抑制作業。本作業與研究一所使用者相同。(2)空間版本主動抑制作業。本作業與研究一所使用者相同。(3)語文版本主動抑制作業。本作業與研究一所使用者相同。(4)心像旋轉作業。本作業採用紙本方式，參與者選擇合適之立體旋轉之物體。(5)數學餘數計算作業。本作業與研究一所使用者相同。(6)基本資料問卷。本問卷與研究一所使用者相同。(7)刻板印象問卷。此問卷測試參與者對於性別類別的意識程度。

## 研究三

**概述。**不同性別的個體在成長過程之中往往身處差異性的學習環境，如：參與不同類型的遊戲、觀看不同形式的卡通。這種成長背景差異對於個體的認知能力發展會有相當大的影響（如：Baenninger & Newcombe, 1989）。考量到第一人稱動作射擊遊戲有促進空間注意力的效果（Castel, Pratt, & Drummond, 2005；Green & Bavelier, 2003, 2006, 2007），Feng、Spence、及 Pratt（2007）嘗試採用第一人稱動作射擊遊戲訓練的方式，探究能否減少男女性之間空間能力的差異。他們採用有效視野作業（useful-field-of-view, UFOV）與心像旋轉作業做為指標，觀察第一人稱動作射擊遊戲訓練的影響。研究結果顯示，訓練之前女性在兩個空間能力作業的表現都比男性還要來得差，但在 10 個小時的遊戲訓練之後（他們採用的是美商藝電公司所發售的「榮譽勳章：太平洋戰役」遊戲），空間能力的性別差異顯著的減小。

研究三的定位是前導性研究，透過另外調查曾經參與研究一的參與者的資料，獲得其先前的遊戲經驗，以評估遊戲經驗除了影響有效視野作業與心像旋轉作業之表現外，是否會影響數學計算之表現。這種個別差異型的評估類似 Feng 等人（2007）的研究一，可以提供是否需要進行遊戲訓練的初步資訊。

**參與者。**61 位參與研究一的大學生。

**刺激與程序。**採用問卷方式調查，問卷內容包括：近半年來的遊戲經驗、平均遊戲天數、時間長短、遊戲類型。

#### 研究四

**概述。**刻板印象不只是社會標籤，還有可能直接影響行為表現。根據 Steele 所發展的刻板印象威脅的觀點（Spencer et al., 1999；Steele & Aronson, 1995；回顧可見 Shapiro & Neuberg, 2007），當一個人面對與自己相關的負面刻板印象的事物時（如：一個女性需要進行數學測驗，卻又意識到女性不擅長數學的刻板印象），他們會感受到應驗這個印象、或者是被人以這種印象評斷的威脅。正是這種自我威脅（self-threat）透過種種的途徑導致了表現的下降（如：該女性因為感受到女生不擅長數學的刻板印象的威脅，而在該數學測驗中表現不佳）。因此，一開始的時候，這個人的能力其實並不如負面刻板印象所預期的差，而只是因為自我威脅的壓力而表現變差。然而，倘若此威脅持續不斷，這個人可能因此而相信這原本就不是自己擅長的領域，而導致動機的變化（如：該女性從此真的覺得數學原本就不是女生擅長的事物，而不再對於數學感到興趣）。

Spencer 等人（1999）的實徵資料便展現了刻板印象威脅對於女性數學表現的影響。他們發現在讓大學生參與者進行回答問題之前，如果告知該測驗曾被發現有性別差異的存在，則女性的表現較男性要差；反之，若被告知該測驗未曾展現性別差異（實驗二）、或沒有被告知任何關於性別差異的訊息的話（實驗三），則男女性在該測驗的表現相若。此結果意涵縱使女性與男性有相同的能力，如果

意識到女性表現比男性差的性別刻板印象而承受到壓力，便會表現得比男性還要差。Shih、Pittinsky、及 Ambady (1999) 發現無須用顯式 (explicit) 的方式告知實驗參與者性別刻板印象相關訊息，只要採用隱式 (implicit) 的激發方式，便能夠改變女性的數學測驗表現。Inzlicht 與 Ben-Zeev (2000) 的研究更進一步顯示只要把一位女性置於一些男性之中，這種性別角色的獨特性便能夠引發性別刻板印象威脅，而導致她的表現變差。

性別的刻板印象威脅效果受到幾個因子的調控。其一，Schmader (2002) 發現性別認同 (gender identification) 的調節效果。接受到與自身性別相關的負向訊息之後，對於自身性別有較高認同的女大學生會因此而有比男性要差的數學測驗表現；相對的，接受到相同訊息的女大學生對於自身性別認同較低時，則表現與男性無異。其二，Ben-Zeev、Fein、及 Inzlicht (2005) 則指出刻板印象威脅會導致激發程度上升 (arousal)，而激發程度上升會導致表現的變化：在容易的作業中表現變好、在困難的作業中表現變差。他們進一步操弄對於性別刻板印象威脅所導致的激發程度上升的歸因 (attribution)，結果顯示倘若女性參與者把自身的激發程度上升歸因到與性別無關的事物 (如：噪音)，則表現較佳。其三，Cadinu、Maass、Lombardo、及 Frigerio (2006) 則發現傾向於內控 (internal locus of control) 的參與者比外控 (external locus of control) 者更容易因為刻板印象威脅而導致表現下滑。其四，領域認同 (domain identification) 也扮演著重要的角色。當一個領域對一個人越重要時，相關的負向刻板印象會導致愈大的威脅 (Aronson, Lustina, Good, Keough, Steele, & Brown, 1999)。其五，Keller (2007) 在教室的場域進行研究，發現試題困難度與領域認同均有影響。唯有在領域認同高、試題難度也高時，女學生的表現才會因刻板印象威脅而下降。最後，Brown 與 Pinel (2002) 則發現刻板印象威脅的效果受到污名意識 (stigma consciousness) 的影響。當一個人越長期的自我意識到承受負向刻板印象的狀態，就有越強烈的污名意識 (相關問卷可參考 Pinel, 1999)。Brown 與 Pinel 發現這種人特別容易受到刻板印象威脅而導致表現變差。需要留意的是，Aronson 等人 (1999) 的研究指出污名的存在並非必要條件。只要能夠讓人感受到威脅的壓力，便可能因此導致表現下降。

基於上述文獻回估，本研究假設時間壓力會是刻板印象威脅能否影響到不同性別的個體的數學表現的重要因素。為驗證此一假說，研究四的目的在於展現刻板印象激發的效果；而研究五將檢驗時間壓力變化後之效果。

**參與者。**59 位大學生參與此研究以獲得現金 200 元之報酬。其中 31 位為女性、28 位為男性。

**刺激與程序。**採用研究一之數學餘數計算作業，答題時間限制設在 3 秒鐘。參與者被隨機分派到實驗組或控制組。實驗組參與者會看到過去研究顯示女性在數學作業表現較男性要差之資訊；控制組參與者則不會看到此種資訊。實驗完成



後，所有參與者均被清楚告知實驗目的與過去性別刻板印象的研究結果。

## 研究五

**概述。**相較於研究四，本研究放寬答題之時間壓力。本研究預期性別刻板印象激發所導致之效果可因此而減少。

**參與者。**57 位大學生參與此研究以獲得現金 200 元之報酬。其中 35 位為女性、22 位為男性。

**刺激與程序。**本研究之刺激與程序與研究四完全相同，唯一差異是答題時間限制設在 5 秒鐘。

## 研究六

**概述。**過去的研究顯示參與者在進行性別分類作業時會受到一旁的干擾刺激影響（類似作業可見 Macrae, Bodenhausen, Milne, & Calvini, 1999）。無論目標性別是男性或女性，與性別刻板印象一致的干擾刺激相較於與性別刻板印象不一致的干擾刺激更能夠干擾參與者的表現。令人好奇的是，此研究結果與常見的一致性效果恰巧相反。一般而言，吾人預期干擾物與目標物一致時反應時間應較不一致時要快。針對此一差異，可能的解釋是在前一年的研究二中，由於目標物與干擾物的上下相對位置逐題改變，導致干擾刺激特別容易受到處理。由於干擾刺激與行為目標無關，其應受到抑制。也因此，在一致組，由於目標反應與其干擾物在刻板印象的層次相符，而同樣受到抑制性效果的影響。此抑制性效果的遷徙導致了反應時間與錯誤率的增加。

倘若上述假說為真，透過增強目標物處理的方式，應能逆轉一致性別刻板印象刺激所產生的抑制性效果。亦即，在干擾物刺激與目標物在性別刻板印象相符時，反而應有較快的表現。為檢驗此一假說，研究三於每嘗試預先提示目標物所在位置。

**參與者。**27 位大學生參與研究以獲得加分或 200 元現金。

**刺激與程序。**每次螢幕上同時呈現兩名詞。一為親屬稱謂，另一為國文、數學等性別刻板印象相關詞彙。親屬稱謂詞中有一半為男性、一半為女性，與其配對之性別刻板印象相關詞彙有一半為一致之詞彙（如：男性之稱謂配上數學）、另一半為不一致之詞彙（如：女性之稱謂配上數學）。參與者被要求針對親屬稱謂的性別進行判斷，而忽略另一干擾詞彙。在實驗過程中，有一半的機率親屬稱謂呈現在上方、性別刻板印象相關詞彙呈現在下方；有另外一半的機率則反之。

本研究中每一題均呈現目標物位置提示線索。該線索先於目標物與干擾物畫面出現時呈現，有百分之百的機率可以預測後續目標物所在位置。

## 研究七

**概述。**本研究持續驗證研究三所提之假說。與研究三相異，本研究採用目標物永遠呈現於螢幕正中央、干擾物永遠呈現於兩旁的方式增強目標物的處理。

**參與者。**28 位大學生參與研究以獲得加分或 200 元現金。

**刺激與程序。**本研究的主要程序與研究六相同。關鍵差異在於每一題均未呈現目標物位置提示線索，而每個刺激畫面中目標物均呈現於螢幕最中央之位置，兩旁則為干擾物。

## 研究八

**概述。**研究一與研究二清楚地顯示主動抑制 (Chao, 2010, in press) 之能力對於數學計算表現有顯著之預測力。本研究之目的在於檢驗主動抑制能夠在哪些面向影響吾人之表現。本研究將評估空間向度的主動抑制 (Chao, 2010) 能否調節性別刻板印象之影響。

**參與者。**29 位大學生參與研究以獲得加分或 200 元現金。

**刺激與程序。**本研究的主要程序與研究六相同。關鍵差異在於每一題一開始會有線索提示後續干擾物所在位置。本實驗共有 128 題有效線索組與 32 題無效線索組，故線索之有效率為 80%。

## 研究九

**概述。**研究一與研究二清楚地顯示主動抑制 (Chao, 2010, in press) 之能力對於數學計算表現有顯著之預測力。在研究八成功地展現位置面向的主動抑制的影響後，本研究將評估本體 (identity) 向度的主動抑制 (Chao, in press) 能否調節性別刻板印象之影響。

**參與者。**28 位大學生參與研究以獲得加分或 200 元現金。

**刺激與程序。**本研究的主要程序與研究六相同。關鍵差異在於每一題一開始會有線索提示後續干擾物之本體。本實驗共有 128 題有效線索組與 32 題無效線索組，故線索之有效率為 80%。

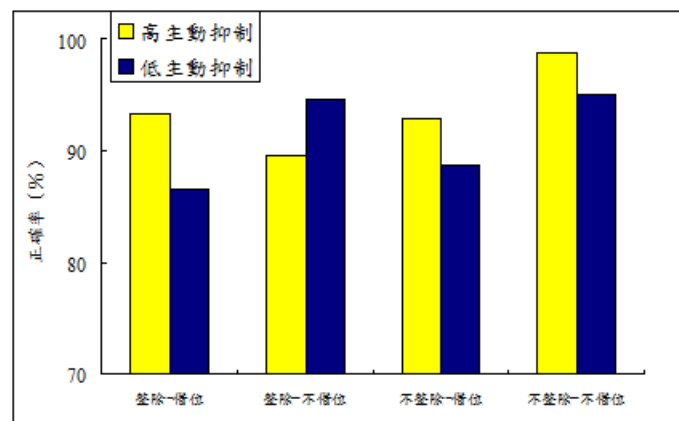
# 結果

## 研究一

共 61 位大學生參與此研究，其中包含 33 位男性與 28 位女性。針對數學餘數測驗的表現進行各項認知能力的逐步迴歸分析，結果顯示空間版本主動抑制能力與工作記憶廣度兩因子最具有預測力。因此，後續的分析將以此二變項為核心。

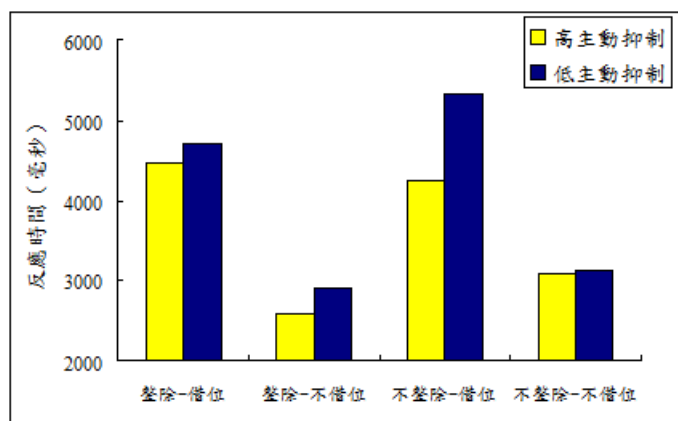
**主動抑制與數學表現。**以空間版本主動抑制作業之表現作為指標，選取前

25%空間版本主動抑制表現最高者共 15 位、與後 25%空間版本主動抑制表現最低者共 15 位分別作為高主動抑制組與低主動抑制組。資料以三因子變異數分析進行主動抑制能力×整除與否×借位與否之檢驗。正確率（可見圖一）的分析結果顯示主動抑制能力高低之效果並不顯著， $F(1, 28) = 1.93$ ， $MSE = 0.009$ ， $p > .10$ 。另一方面，整除與否 $[F(1, 28) = 3.49$ ， $MSE = 0.007$ ， $p = .069]$ 與借位與否 $[F(1, 28) = 13.11$ ， $MSE = 0.004$ ， $p < .01]$ 的主要效果均趨近或達到顯著。此外，動抑制能力×借位與否之交互作用達到顯著， $F(1, 28) = 7.25$ ， $MSE = 0.004$ ， $p < .05$ 。此交互作用顯示在需要借位時主動抑制能力高者之數學表現顯著地高於主動抑制能力低者， $F(1, 56) = 6.92$ ， $MSE = 0.006$ ， $p < .05$ 。最後，主動抑制能力×整除與否×借位與否之三階交互作用亦達到顯著， $F(1, 28) = 5.55$ ， $MSE = 0.004$ ， $p < .05$ 。此結果顯示雖然大部分時候主動抑制能力高者之數學表現較佳，但在無須借位且整除的情況下主動抑制能力低者之表現反而較好， $F(1, 112) = 3.15$ ， $MSE = 0.006$ ， $p = .075$ 。



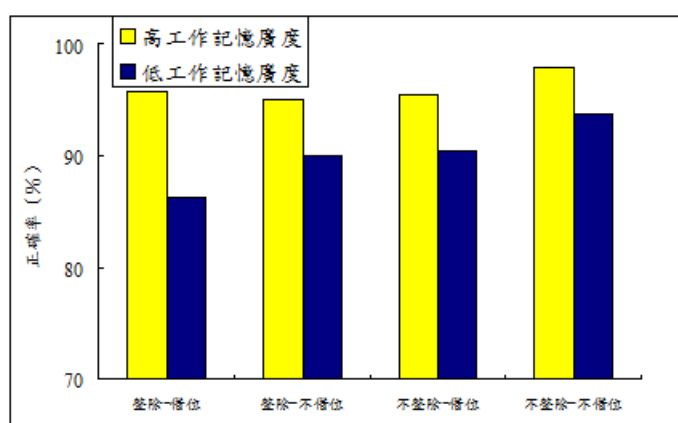
圖一。空間自動抑制能力高低與數學餘數測驗正確率。

在不同空間版本主動抑制能力下之反應時間中數結果可見圖二。分析結果顯示主動抑制能力高低之效果並不顯著， $F(1, 28) = 0.69$ ， $MSE = 7,713,083.9$ ， $p > .20$ 。整除與否之主要效果達到顯著， $F(1, 28) = 5.89$ ， $MSE = 383,056.5$ ， $p < .05$ 。而借位與否的主要效果亦達到顯著， $F(1, 28) = 52.85$ ， $MSE = 1,750,754.1$ ， $p < .01$ 。其餘效果均未達到顯著， $ps > .10$ 。最後，主動抑制能力×整除與否×借位與否之三階交互作用亦達到顯著， $F(1, 28) = 6.12$ ， $MSE = 394,736.6$ ， $p < .05$ 。此交互作用顯示在不整除且需借位的情況下最能夠觀察到主動抑制能力高低的影響， $F(1, 112) = 3.46$ ， $MSE = 2,560,407.8$ ， $p = .062$ 。



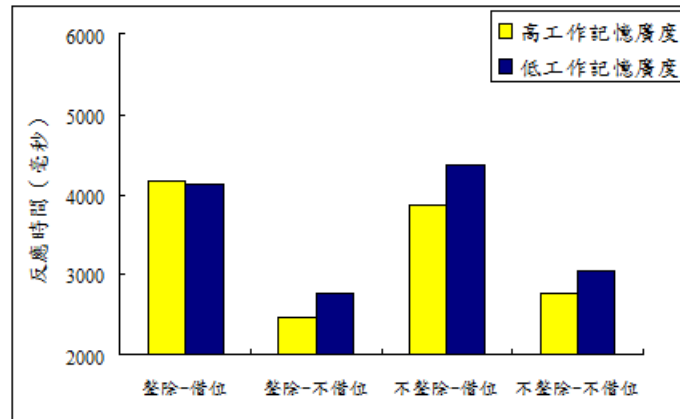
圖二。空間主動抑制能力高低與數學餘數測驗反應時間。

**工作記憶廣度與數學表現。**以工作記憶廣度作業之表現作為指標，選取前 25%工作記憶廣度表現最高者共 15 位、與後 25%工作記憶廣度表現最低者共 15 位分別作為高工作記憶廣度組與低工作記憶廣度組。資料以三因子變異數分析進行工作記憶廣度×整除與否×借位與否之檢驗。正確率（可見圖三）的分析結果顯示工作記憶廣度高低之效果達到顯著， $F(1, 28) = 8.98$ ， $MSE = 0.010$ ， $p < .01$ 。另一方面，整除與否 [ $F(1, 28) = 4.25$ ， $MSE = 0.007$ ， $p < .05$ ]與借位與否 [ $F(1, 28) = 9.86$ ， $MSE = 0.004$ ， $p < .01$ ]的主要效果亦達到顯著。其餘效果均不顯著， $ps > .10$ 。



圖三。工作記憶廣度高低與數學餘數測驗正確率。

在不同工作記憶廣度下之反應時間中數結果可見圖四。分析結果顯示工作記憶廣度高低之效果並不顯著， $F(1, 28) = 0.43$ ， $MSE = 4,773,023.8$ ， $p > .20$ 。整除與否之主要效果亦不顯著， $F(1, 28) = 1.60$ ， $MSE = 302,544.4$ ， $p > .20$ 。而借位與否的主要效果則達到顯著， $F(1, 28) = 48.13$ ， $MSE = 1,177,074.5$ ， $p < .01$ 。其餘效果均未達到顯著， $ps > .10$ 。



圖四。工作記憶廣度高低與數學餘數測驗反應時間。

同餘數測驗表現、抑制能力及工作記憶廣度之性別差異。後續的重要議題是同餘數測驗表現、抑制能力及工作記憶廣度是否存在有性別差異。在此以性別分組進行單尾 t 檢定分析。結果概述於表一。

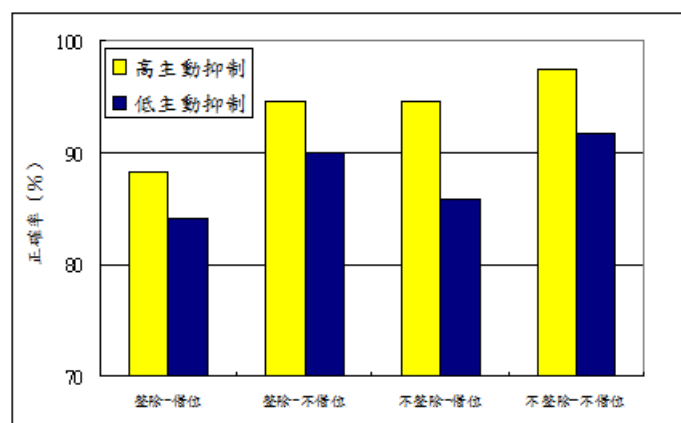
表一。同餘數測驗表現（正確率）、抑制能力、及工作記憶廣度之性別差異。

	男	女	t 檢定
同餘數測驗			
整除-借位	93.8	87.9	$p < .01$
整除-不借位	92.8	93.4	$p > .10$
不整除-借位	95.6	91.5	$p < .05$
不整除-不借位	97.9	95.3	$p < .05$
空間主動抑制	7.5	0.1	$p = .056$
工作記憶廣度	92.1	88.9	$p = .079$

## 研究二

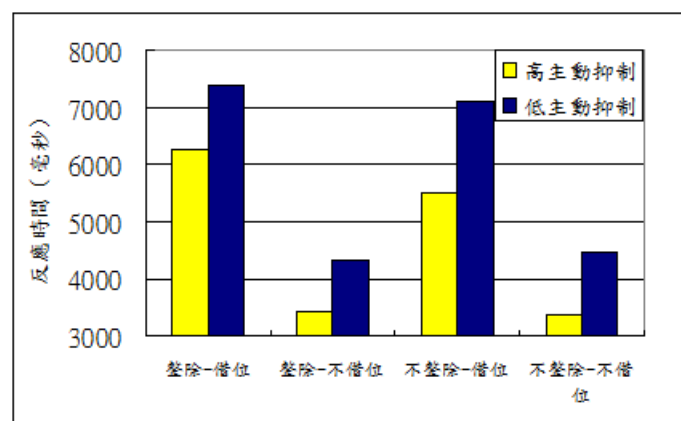
以語文版本主動抑制作業之表現作為指標，選取前 25% 主動抑制表現最高者共 15 位、與後 25% 主動抑制表現最低者共 15 位分別作為高主動抑制組與低主

動抑制組。資料以三因子變異數分析進行主動抑制能力×整除與否×借位與否之檢驗。正確率（可見圖五）的分析結果顯示主動抑制能力高低之效果達到顯著， $F(1, 28) = 6.82$ ， $MSE = 0.015$ ， $p < .05$ 。此外，整除與否 $[F(1, 28) = 4.34$ ， $MSE = 0.007$ ， $p < .05]$ 與借位與否 $[F(1, 28) = 15.61$ ， $MSE = 0.005$ ， $p < .01]$ 的主要效果均達到顯著。其餘交互作用並不顯著， $ps > .10$ 。



圖五。語文自動抑制能力高低與數學餘數測驗正確率。

在不同語文版本主動抑制能力下之反應時間中數結果可見圖六。分析結果顯示主動抑制能力高低之效果並不顯著， $F(1, 28) = 2.48$ ， $MSE = 17,121,978.9$ ， $p > .10$ 。整除與否之主要效果並不顯著， $F(1, 28) = 2.01$ ， $MSE = 905,398.9$ ， $p > .10$ 。而借位與否的主要效果亦達到顯著， $F(1, 28) = 79.54$ ， $MSE = 2,695,779.2$ ， $p < .01$ 。其餘效果均未達到顯著， $ps > .05$ 。



圖六。空間主動抑制能力高低與數學餘數測驗反應時間。

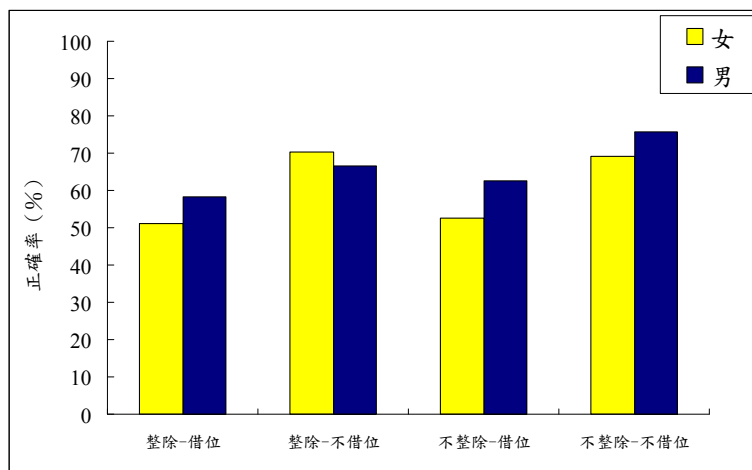
### 研究三

依照過去的遊戲經驗加以分類，共有 9 位參與者分至動作遊戲組，另有 42 為參與者分至非動作遊戲組。獨立樣本單尾 t 檢定的結果並未顯示顯著的兩組之間的差異，一項趨近顯著的檢定結果顯示動作遊戲組在不整除-借位的計算的正確率 (91.0%) 存有比非動作遊戲組 (94.8%) 要低的傾向， $t(49) = 1.58$ ， $p = .060$ 。

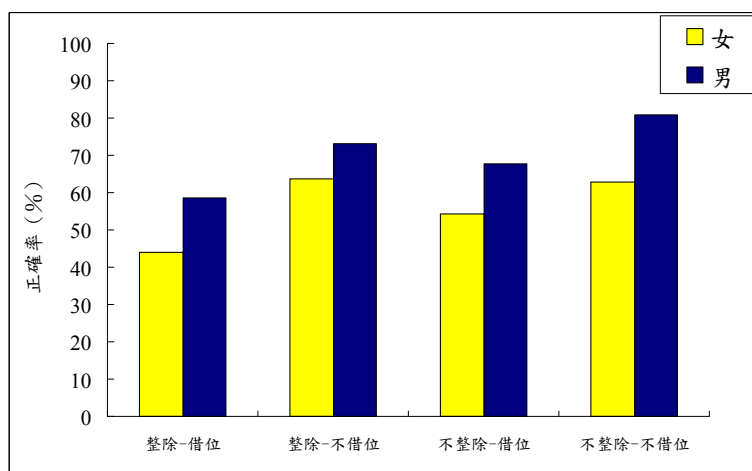
雖然此結果的解釋有諸多限制，但顯示動作遊戲的經驗並未能夠相當明顯地促進數學計算表現。此結果意涵動作遊戲訓練 (Feng et al., 2007) 恐怕不是減少數學計算過程中的性別差異的強而有力的方式。也因此，研究四與研究五由刻板印象激發與時間壓力的角度再行切入如何消除數學計算表現的性別差異的議題。

#### 研究四

本研究控制組之資料可見於圖七，實驗組之資料可見於圖八。控制組之檢驗顯示在四種數學餘數測驗之情境下，男女之正確率均未達到顯著差異， $p > .10$ 。實驗組的資料則顯示在整除-借位 ( $t(27) = 2.24, p < .05$ )、不整除-借位 ( $t(27) = 2.26, p < .05$ )、不整除-不借位 ( $t(27) = 3.13, p < .01$ ) 三組，男生的正確率均顯著地高於女生。



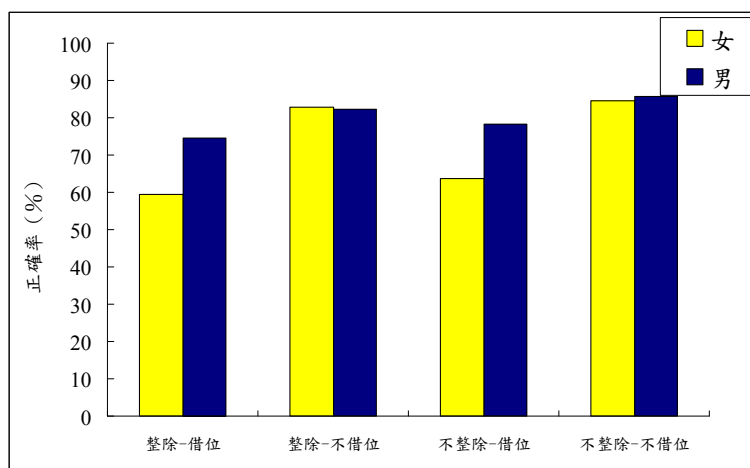
圖七。控制組中不同性別之數學餘數測驗正確率。



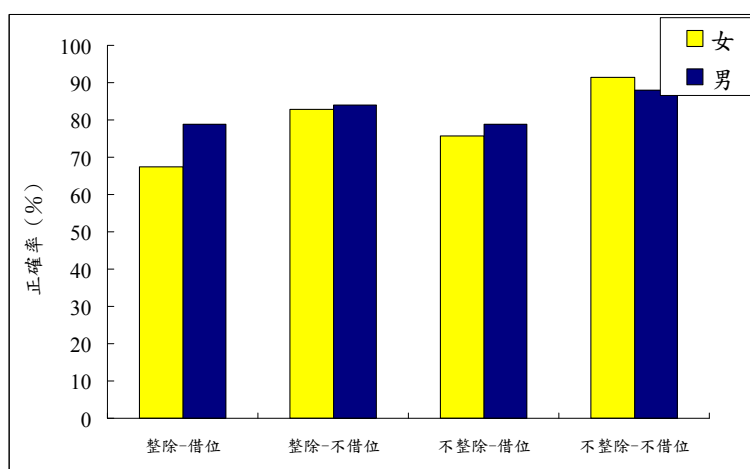
圖八。實驗組中不同性別之數學餘數測驗正確率。

## 研究五

本研究控制組之資料可見於圖九，實驗組之資料可見於圖十。檢定結果顯示無論是實驗組與控制組，均無顯著之性別差異 ( $ps > .05$ )。唯一一筆顯著的發現是在控制組的不整除-借位組中男生的正確率高於女生 ( $t(26) = 2.13, p < .05$ )。



圖九。控制組中不同性別之數學餘數測驗正確率。

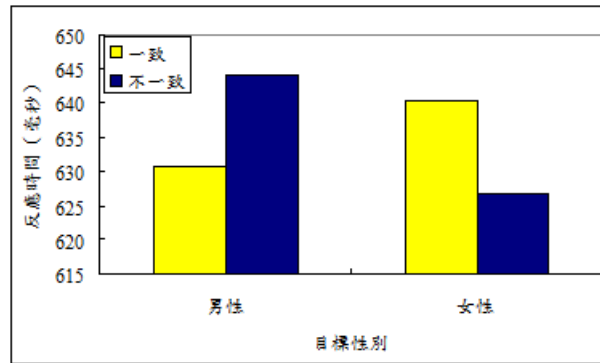


圖十。實驗組中不同性別之數學餘數測驗正確率。

## 研究六

本研究反應時間之資料可見圖十一。根據單尾成對t檢定的結果，當目標物是男性親屬稱謂時，可以發現趨近顯著的一致性效果：參與者在一致組反應時間較快 ( $t(26) = 1.62, p = .058$ )。有趣的是，倘若目標物是女性親屬稱謂時，仍有反向一致性效果：參與者在一致組反應時間較慢。然而，此發現並不顯著 ( $t(26) = 1.11, p > .10$ )。另外，正確率分析之結果並未達到顯著 ( $ps > .09$ )，故不詳列資料於此。

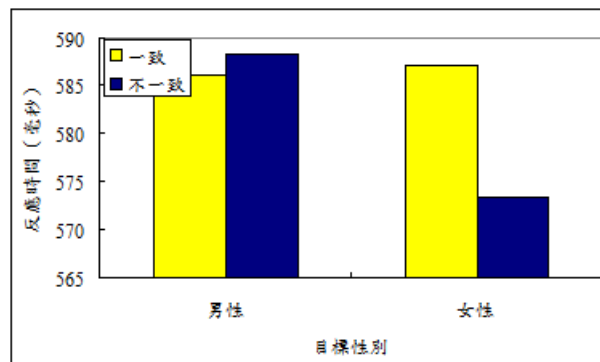




圖十一。研究六性別判斷作業之反應時間。

### 研究七

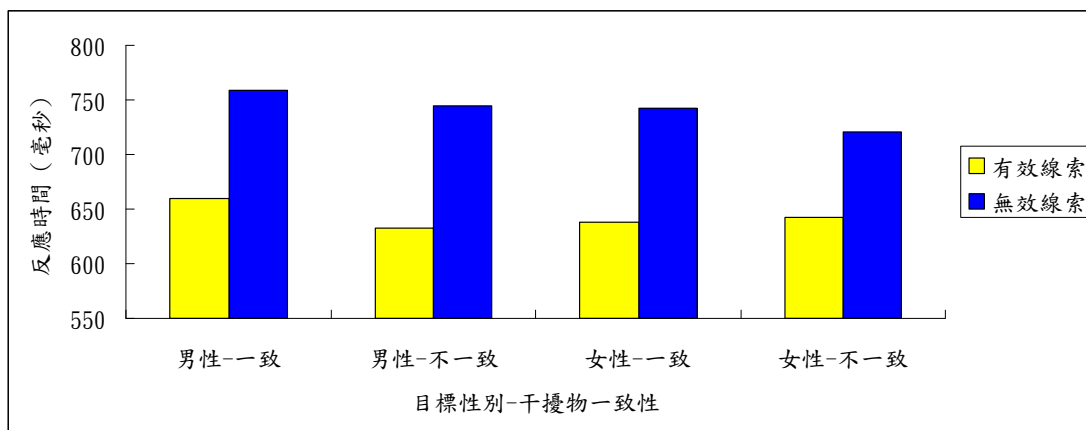
本研究反應時間之資料可見圖十二。根據單尾成對t檢定的結果，當目標物是男性親屬稱謂時，可以發現不顯著的一致性效果 ( $t(27) = 0.27, p > .10$ )。有趣的是，倘若目標物是女性親屬稱謂時，仍有反向一致性效果：參與者在一致組反應時間較慢 ( $t(27) = 1.69, p = .051$ )。另外，正確率分析之結果並未達到顯著 ( $p > .10$ )，故不詳列資料於此。



圖十二。研究七性別判斷作業之反應時間。

### 研究八

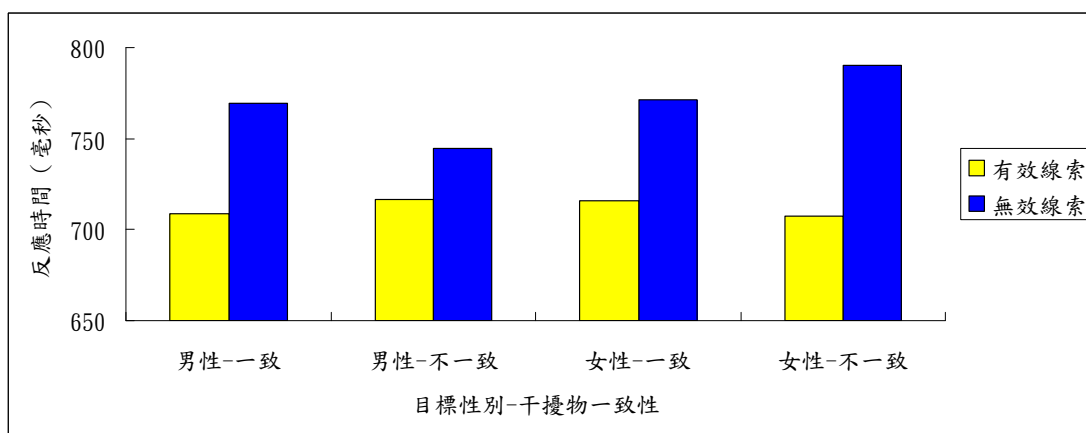
本研究反應時間之資料可見圖十三。以線索有效性、目標物性別、及干擾物一致性三個變項進行三因子變異數分析顯示僅線索有效性之主要效果達到顯著， $F(1, 27) = 31.63$ ， $MSE = 17,139.58$ ， $p < .0001$ 。



圖十三。研究八中線索有效性、目標物性別、及干擾物一致性對於性別判斷作業之反應時間的影響。

### 研究九

本研究反應時間之資料可見圖十四。以線索有效性、目標物性別、及干擾物一致性三個變項進行三因子變異數分析顯示僅線索有效性之主要效果達到顯著， $F(1, 27) = 9.81$ ， $MSE = 18,419.48$ ， $p < .01$ 。



圖十四。研究九中線索有效性、目標物性別、及干擾物一致性對於性別判斷作業之反應時間的影響。

## 綜合討論

本研究有數項重要發現。其一，本研究顯示工作記憶廣度的重要性。更重要的是，延續過去的成果，本研究顯示對於國中生與大學生而言，主動抑制之能力亦是其數學計算表現的關鍵因素。主動抑制能力高者，可以在數學計算的正確率與反應時間上均有較好的表現。此外，與過去研究顯示數學表現的性別差異受到題目困難度所調控的發現相符 (Spencer et al., 1999)，在困難的情況下 (如：

不整除、又需要借位) 特別容易觀察到主動抑制能力高者的數學優勢；而在容易的情況下(如：整除、不需要借位) 則並無主動抑制能力高者之數學表現優勢。

其二，本研究展現了在簡單的數學同餘數測驗上即有性別差異的存在。與過去文獻相符 (Spencer et al., 1999)，在題目困難的情況下特別容易觀察到男性表現優於女性的結果；而在題目容易的情況下(如：整除、不需要借位) 則並無男性優於女性的性別差異。

其三，本研究發現主動抑制能力與工作記憶廣度都有男性優於女性的性別差異的傾向。此發現複製了過去研究所觀察到的不顯著的趨勢，顯示抑制能力的性別差異應是一跨年齡穩定的現象。綜合前述發現，本研究意涵思考數學表現的性別差異時，主動抑制的能力應是一關鍵因素。

其四，本研究顯示性別刻板印象的激發會導致數學表現的性別差異。另一方面，透過減輕時間壓力，可以減少性別刻板印象的激發對於數學表現的性別差異的影響。此一發現有重要的意涵。實徵上，本研究顯示各題目作答時間壓力的減少可以有助於減少性別差異。理論上，本研究意涵高時間壓力所導致低正確率的負回饋效果、或者是高時間壓力所導致認知控制的失敗，可能是性別刻板印象的激發影響數學表現的重要機制。

其五，本研究顯示性別刻板印象可以自動的激發、而影響認知作業表現。倘若性別刻板印象相關干擾刺激先於目標物被激發，則其受到抑制。抑制的結果是對於與其一致的目標刺激反應變差。相對的，倘若目標物先於性別刻板印象相關干擾刺激被激發，則干擾刺激造成干擾效果，導致對於與其不一致的目標刺激反應變差。值得注意的是，此一性別刻板印象效果與目標物性別有關，顯示吾人對於男性與女性相關性別刻板印象資訊採用不同的方式進行處理。

最後，上述性別刻板印象的激發所導致的干擾可以藉由主動抑制消除。無論是位置向度或本體向度的主動抑制，都能夠有效地減輕干擾效果。

## 參考文獻

- 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。
- 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。
- 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。
- Anderson, M. C., & Green, C. (2001). Suppressing unwanted memories by executive control. *Nature*, 410, 366-369.
- Anderson, M. C., Ochsner, K. N., Kuhl, B., Cooper, J., Robertson, E., Gabrieli, S. W., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. E. (2004). Neural systems underlying the suppression of unwanted memories. *Science*, 303, 232-235.
- Aronson, J., Lustina, M. J., Good, C., Keough, K., Steele, C. M., & Brown, J. (1999). When White men can't do math: Necessary and sufficient factors in stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 35, 29-46.
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles*, 20, 327-344.
- Ben-Zeev, T., Fein, S., & Inzlicht, M. (2005). Arousal and stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 41, 174-181.
- Brown, R. P., & Pinel, E. C. (2003). Stigma on my mind: Individual differences in the experience of stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 39, 626-633.
- Cadinu, M., Maass, A., Lombardo, M., & Frigerio, S. (2006). Stereotype threat: The moderating role of locus of control beliefs. *European Journal of Social Psychology*, 36, 183-197.
- Castel, A. D., Pratt, J., & Drummond, E. (2005). The effects of action video game experience on the time course of inhibition of return and the efficiency of visual search. *Acta Psychologica*, 119, 217-230.
- Chao, H.-F. (2010). Top-down attentional control for distractor locations: The benefit of precuing distractor locations on target localization and discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 303-316.
- Chao, H.-F. (in press). Active inhibition of a distractor word: The distractor precue benefit in the Stroop color-naming task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological Science*, 18, 850-855.

- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, *423*, 534–537.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *32*, 1465–1478.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2007). Action-video-game experience alters the spatial resolution of vision. *Psychological Science*, *18*, 88–94.
- Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2006). Gender similarities in mathematics and science. *Science*, *314*, 599–600.
- Inzlicht, M., & Ben-Zeev, T. (2000). A threatening intellectual environment: Why females are susceptible to experiencing problem-solving deficits in the presence of males. *Psychological Science*, *11*, 365–371.
- Keller, J. (2007). Stereotype threat in classroom settings: The interactive effect of domain identification, task difficulty and stereotype threat on female students' maths performance. *British Journal of Educational Psychology*, *77*, 323–338.
- Lauzon, D. (2001). 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, November 23–24, 2001.
- Levy, B.J., McVeigh, N.D., Marful, A., & Anderson, M.C. (2007). Inhibiting your native language: The role of retrieval-induced forgetting during second language acquisition. *Psychological Science*, *18*, 29–34.
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A users guide to the stop-signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language* (pp. 189–239). San Diego, CA: Academic Press.
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, *91*, 295–327.
- Maccoby, E. E., & Jacklin, C. N. (1974). *Psychology of sex differences*. Palo Alto, CA: Stanford University Press.
- Macrae, C. N., Bodenhausen, G. V., Milne, A. B., & Calvini, G. (1999). Seeing more than we can know: Visual attention and category activation. *Journal of Experimental Social Psychology*, *35*, 590–602.
- Schmader, T. (2002). Gender identification moderates stereotype threat effects on women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, *38*, 194–201.
- Shapiro, J. R., & Neuberg, S. L. (2007). From stereotype threat to stereotype threats: Implications of a multi-threat framework for causes, moderators, mediators, consequences, and interventions. *Personality and Social Psychology Review*, *11*,

107–130.

- Shih, M., Pittinsky, T. L., & Ambady, N. (1999). Stereotype susceptibility: Identity salience and shifts in quantitative performance. *Psychological Science, 10*, 80–83.
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology, 35*, 4–28.
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology, 69*, 797–811.
- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 37A*, 571–590.
- Tipper, S. P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 54A*, 321–343.

## 計畫成果自評

本研究之成果大致達成原先所設定之目標，展現了主動抑制能力所扮演的重要角色，也展現刻板印象激發與時間壓力對於數學表現的影響。針對這些重要發現，已開始就現有的資料進行論文之撰寫與投稿。

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：趙軒甫		計畫編號：97-2511-S-033-006-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--工作記憶、認知控制、及性別刻板印象的發展對於數學表現之影響：追蹤、驗證、及訓練							
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	1	1	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	0	0	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	1	100%	篇	論文正在撰寫與準備投稿中。
		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>	無。
--	----

	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）

本研究顯示了性別刻板印象的激發與時間壓力對於數學表現的性別差異的影響、也顯示了主動抑制能力在數學表現所扮演的重要角色。這些發現顯示可以從測驗方式、個別差異兩個角度來處理數學表現的個別差異的問題。