

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

教育養成、認知作業性質、大腦側化與性別間關係：對科學/數學教育的啟示 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型

計畫編號：NSC 96-2522-S-003-018-

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：李俊仁

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢

中華民國 98 年 02 月 25 日

教育養成、認知作業性質、大腦側化與性別間關係：對科學/數學教育的啓示

Professional Training, Task Characteristics, Brain Lateralization, and Sex difference:
the implication for mathematics/science education

過去的文獻認為男性在進行語文處理時是左腦側化（left-lateralization），而女性則傾向於使用兩半腦。Shaywitz 等人（1995）曾發現，以假詞為刺激（雖然原文為 nonword，但指的是符合英文發音規則假詞）的押韻作業中，女性傾向於利用兩半腦進行認知處理，而男性則是有左側化的現象；但是，當以真詞進行語義判斷作業時，則並無發現此現象。之後 Pugh 等人（1996）的研究也得到同樣的結果。雖然在這兩個比較早期的研究中都發現由聲韻作業而產生在額下葉（inferior frontal gyrus）的性別側化差異，Kansaku, Yamura 和 Kitazawa (2000)則是發現了位於顳葉（temporal lobe）的性別側化差異。Kansaku 等人採用的是以聽覺呈現故事的方式來檢測性別在腦側化的差異，在實驗中他們分別以靜音、將語音逆向播出、以及將整個句子切成不同段落，並隨機播放以破壞文章結構的三種方式作為控制組，而以正常播放的故事作為實驗組。他們發現，在以語音逆向播出方式為控制組中，男性在顳中葉呈現明顯的左腦側化，女性則是雙側的顳中葉都呈現活化的現象；但是當以語音逆向播出為控制組時，則發現與 Shaywitz 等人以及 Pugh 等人得當相同的結果，即是在額下葉部分出現了性別與腦側化之間的交互作用：男性呈現左側化，但女性呈現兩側活化的現象。Rossell, Bullmore, Williams 和 David (2002)利用雙視野呈現刺激的方式，在螢幕上的兩邊配對地呈現真詞與假詞，並請受試者進行詞彙判斷作業（在後文中將稱為“雙視野呈現的詞彙判斷作業”）。在他們的行為資料中發現男性有明顯的左腦側化，也就是在右視野呈現真詞刺激時，受試者的反應時間比左視野呈現真詞刺激的反應快，但是女性則有右腦側化的現象。而他們也同時收集功能性磁振造影的訊號，發現男性在左腦 VWFA 區域以及顳中葉的活化比女性強，而女性則是在右背側額前葉（dorsal lateral prefrontal gyrus），額下葉以及顳中葉的活化比男性強。

Kansaku 和 Kitazawa(2001)回顧過去的文獻時認為，使用假詞的作業比較容易產生性別與腦側化的交互作用，而在真詞的部分，則不論使用的作業為何，都不容易產生性別與腦側化的交互作用。不過，Sommer, Aleman, Bouma 和 Kahn(2004)以他們所收集到的性別差異腦造影研究進行後設分析後發現，性別在語文作業中的腦側化程度並沒有差異。他們認為並不是所有的押韻作業都能突顯出性別差異，也不是所有的語意判斷作業都沒有性別差異。他們的結論認為，性別在語文作業中，的確可能在部分的作業上出現差異，至於是何種作業則並不確定。有趣的是，Ortigue, Landis 和 Michel (2005) 認為 Sommer 等人的結論，可能是來自於分析以 MRI 或是以 PET 為研究工具論文的結果，他們認為 MRI 以及 PET 儘管有空間解析度，但是因為時間解析度較差，所以導致很多細微的性別差異效果，可能因為訊號敏感度的關係而無法被偵測到。他們以自己的研究為例，說明如果使用腦電波儀，以事件關連電位的作業方式進行量測，在要求受試者進行雙視野呈現的詞彙判斷作業 (bilateral paradigm)，並以 LAURA 的方式以確認發電源來自左腦或是右腦時發現，儘管全時段的訊號並沒有呈現性別的側化差異，但是在 180-380 毫秒時，訊號呈現達顯著的性別腦側化差異。他們認為需要運用 ERP/MEG 的方式，方能有足夠的訊號敏感度以偵測到性別的腦側化差異。而針對同一篇論文，Kitazawa 和 Kansaku (2005)在一封寫給大腦(BRAIN)期刊編輯的信中，說明 Sommer 等人可能誤解其 Kitazawa 和 Kansaku (2001) 論文原意。在他們原來的論文中，實際上是假詞產生比較大的性別差異，但是在真詞，或是需要語義處理的作業中，並沒有呈現性別差異。Kitazawa & Kansaku (2005)的論文也強調，在他們的研究中，故事述說是可以產生最大性別差異效果量的作業 (EF=1.71)。

計畫目標

前文曾經提及 Shaywitz 等人(1995)發現在押韻作業中，女性傾向於利用兩半腦進行認知處理，但是男性則有左側化的現象。本實驗採取相同的方式，利用測量男

女受試者在進行同韻判斷作業（rhyme judgment task）時所引發的 N450 成分，以驗證語文作業是否在大腦側化上有性別差異。另外，我們更進一步地收集行為指標，驗證電生理指標與行為指標之間的關連性。

實驗名稱：以腦電波儀檢驗性別在聲韻敏感度的處理差異

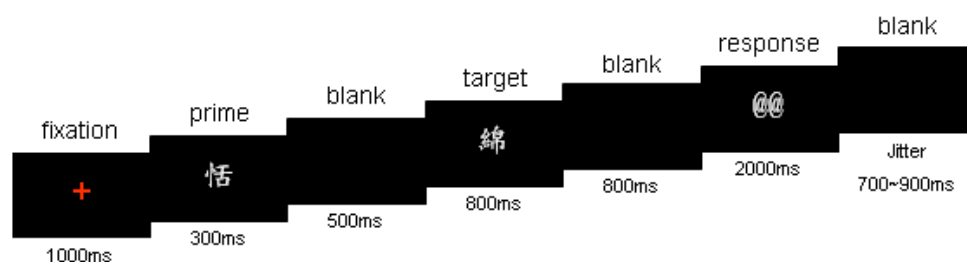
研究方法

實驗刺激

同韻判斷作業 中文部分一共有 192 個刺激配對，押韻（例如：賭—輔）以及不押韻配對（例：程—腫）各半，兩組之間的字頻以及筆畫數都已加以控制，統計上未達顯著的差異。另外，所有的中文配對裡，都沒有相同的部件存在，而且每一配對的聲調都是相同的，以避免因聲調影響受試者對於韻的判斷。英文的部分同樣有 192 個刺激配對，押韻以及不押韻配對各半。所有的英文配對字都是一個音節，也控制了不同組別之間的熟悉度、字母數以及音素數。英文的押韻配對的範例為 case—race，所有的押韻配對字在韻的部分都具有不同的組字規則；而不押韻配對的範例則為 hard—need，

念名作業 中文部分一共有 96 個中文字，高、低頻率各半，而在高低頻率中，各有一半的規則字（如：錶）與不規則字（如：錯）。規則字意味著聲旁與整字的發音相符，不規則字聲旁與整字的發音不相符。英文部分同樣一共有 96 個英文字，高、低熟悉度各半，而在高、低熟悉度中，各有一半是規則詞（如：cat）與不規則詞（如：pint）。規則詞意味著全詞符合英文的字素音素對應原則（grapheme to phoneme correspondence, GPC），不規則詞意味著全詞並不符合英文的字素音素對應原則。

實驗程序



圖一：電生理同韻判斷作業的程序。

每一個受試者都需要進行中、英文版的電生理同韻判斷作業，以及中英文版的念名作業。不管在電生理或是在念名作業內，中、英文的順序都是以對抗平衡（counter-balance）的方式消除因為刺激順序所造成的影響。所有受試者都是先進行電生理的同韻判斷作業，結束後經過約十分鐘的頭髮梳洗以及吹乾之後，才接著進行念名作業。

圖一是電生理同韻判斷實驗的程序，受試者會先看到一個凝視點 1000 毫秒，接著會出現刺激配對的第一個字 300 毫秒，再經過 500 毫秒的空白後，出現刺激配對的第二個字 800 毫秒。在經過 800 毫秒的空白後，會出現@@的符號，提醒受試者進行延宕的押韻判斷。延宕反應的目的是避免按鍵的反應所產生的影響。在整個程序後，會有另外 700-900 毫秒不等的空白，然後才進入到下一個嘗試。

在念名作業裡，受試者會先看到一個凝視點 500 毫秒，經過 500 毫秒的空白後，會出現標的刺激，直到受試者唸出反應為止，如果受試者都沒有反應，則會在刺激出現後 2000 毫秒，進入到下一個嘗試。每個嘗試的 SOA 為 3000 毫秒。

受試者：一共 29 名大學生，男性 14 名，女性 15 名。

腦電波儀的記錄以及分析

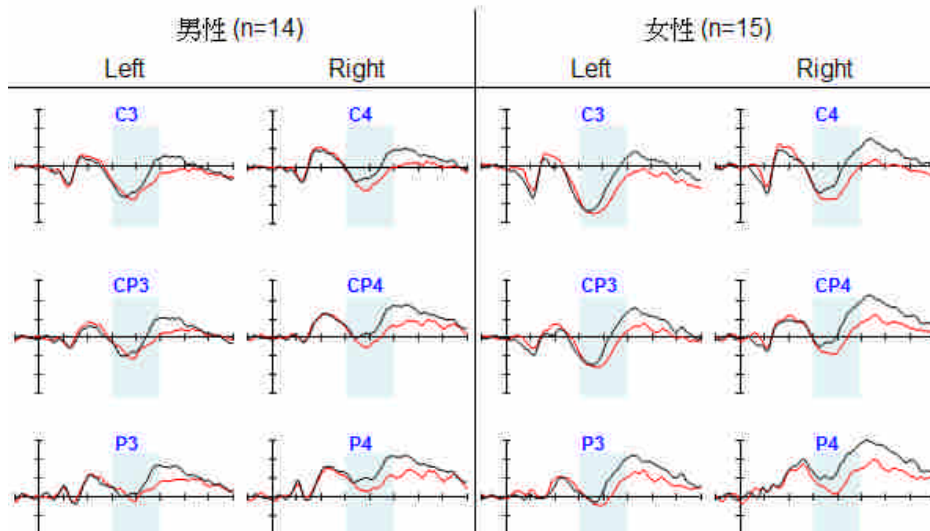
腦電波儀為Neuroscan公司所生產的32導腦電波儀，其放大器為SYNAMPS2。在記錄時，腦電波儀的取樣頻率為500Hz，也就是每2毫秒取得一個資料點，訊號經由放大後，採取0.05 and 70 Hz濾頻處理。

在資料處理時，首先校正因眼動引起的電生理反應，並逐嘗試進行訊號檢視，剔除反應過大之嘗試。在取段（epoch）裡，採取第二個刺激起使時間為零點，擷取前100毫秒的訊號為基期（baseline）進行基期校正，整個訊號並進行30 Hz、12 dB的低波通過濾頻處理。在電生理的分析裡，只有正確判斷嘗試的電生理反應才納入分析。之後，依照押韻以及不押韻的狀況進行電生理的繪圖以及統計檢視。我們採取300-500毫秒的電生理訊號作為N450的成分，並進行統計分析。

結果

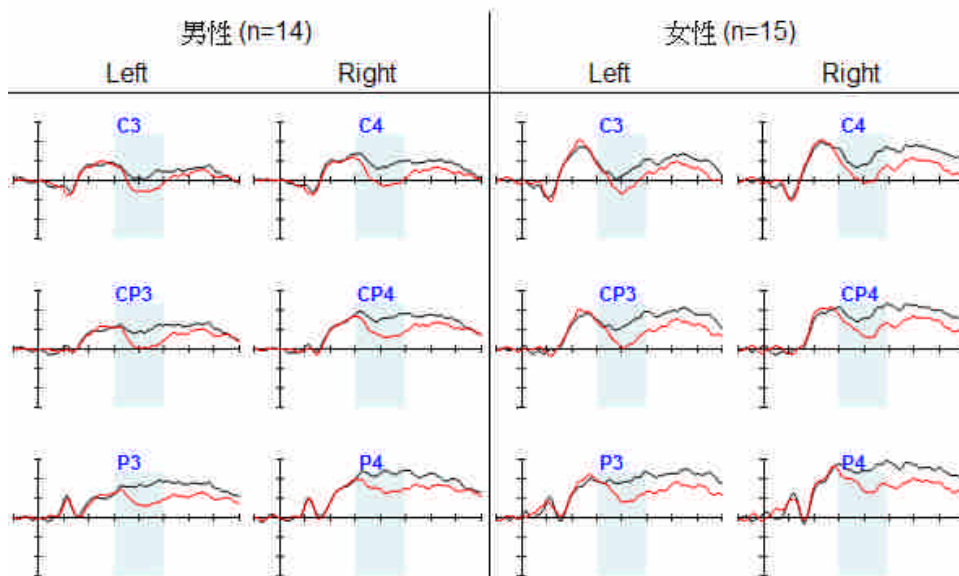
同韻判斷作業 圖二是根據性別將中文押韻判斷作業所產生的電生理反應進行繪圖。從資料可見，不管男、女，都獲得穩定的N450效果，並且以大腦右後方的電極位置所產生的N450效果最大。雖然從圖二上看來，女性所產生的N450效果比較大，但經過統計檢定，在N450的效果上，性別並沒有達到顯著性差異。我們還在努力找尋不同腦側化的分析方式，並嘗試運用訊號定位來源（source localization）分析所得的資料，但還需要時間才能完成詳盡的結果。

中文押韻判斷的N450成分



圖二：不同性別在中文同韻判斷的電生理反應

英文押韻判斷的N450成分



圖三：不同性別在英文同韻判斷的電生理反應

圖三則是根據性別將英文押韻判斷所產生的電生理反應進行繪圖。從資料可見，結果與中文的結果非常類似。不管男、女，都獲得穩定的 N450 效果，並且以大腦右後方的電極位置，所產生的 N450 效果最大。

念名作業 在中文念名作業裡，反應時間的規則性主要效果達顯著 ($F(1,27) = 7.595, p < .01$)，性別效果沒有達顯著 ($F(1,27) = .998, p > .05$)，兩者交互作用沒有達顯著差異 $F(1,27) = 1.443, p > .05$ 。在英文念名作業裡，不管是反應時間的規則性主要效果 ($F(1,27) = 4.50, p > .05$)、性別效果 ($F(1,27) = .291, p > .05$)，或是兩者的交互作用皆沒有達到顯著差異 ($F(1,27) < 1$)。

電生理反應與行為間關係 我們進一步的利用同韻判斷作業的 N450 電生理指標，將其與念名作業反應時間進行相關分析。表一是將不同電極位置因為同韻判斷所引起的 N450 成分與念名反應時間的相關係數。從表一可以發現，只有男性呈現與反應時間的相關，女性並沒有此相關性。一個非常有趣的現象是，不管是在中文或是英文，因為同韻判斷所引起的電生理 N450 效果，與中文念名的反應時間都呈現顯著相關。

表一：韻判斷N450與念名作業反應時間相關

Pearson Correlation	Electrode	Male		Female	
		C Naming RT	E Naming RT	C Naming RT	E Naming RT
Chinese Rhyming Effect (at 300~500ms)	C3	-0.238	-0.593 *	-0.252	-0.107
	C4	-0.649 *	-0.377	-0.278	-0.055
	CP3	-0.218	-0.446	-0.269	-0.044
	CP4	-0.317	-0.255	-0.351	-0.095
	P3	-0.260	-0.519 *	-0.296	-0.171
	P4	-0.298	-0.409	0.067	0.156
English Rhyming Effect (at 300~500ms)	C3	-0.444	-0.180	0.176	0.229
	C4	-0.711 *	-0.523 *	0.029	0.182
	CP3	-0.330	-0.166	-0.039	0.041
	CP4	-0.511 *	-0.466 *	-0.121	0.022
	P3	-0.293	-0.194	-0.185	-0.006
	P4	-0.428	-0.475 *	-0.104	0.045

結論

本研究裡有幾個頗為重要的發現：

1. 即使運用中文為刺激，還是可以觀察到穩定的 N450 押韻效應。這顯示聲韻關係的確有可能引起 N450，並不受到語意 (semantics) 或組字規則 (orthography) 的影響。
2. 即使在英語為二外語的情形下，英文詞之間的相關性，還是可以引起 N450 押韻效應。這顯示即使是以母語為中文的使用者，雖然其語言系統並非拼音文字，還是可能以聲韻處理登錄英文詞彙。
3. 在以聲韻判斷的情形下，不管是在母語，或是在外語裡，我們並沒有觀察到性別差異。根據此一資料目前的分析結果，我們並無法論述男女性對語文刺激的運作有根本上的差異。
4. 不過，雖然男女在 N450 押韻效果並無差異，但是，男女在 N450 押韻效果與字詞念名作業反應時間的相關性上，卻呈現截然不同的風貌。男性的 N450 指標與反應時間呈現顯著負相關，但是女性卻無此現象。由於 N450 的差異可以指稱為一個受試者對於聲韻敏感度，而念名反應時間可以指稱為一個人對於字詞提取的自動化程度，當兩者間呈現負相關時，代表對於聲韻越敏感的人，其文字提取的自動化程度就越高。當這樣的關係可以建立時，則代表可以運用 N450 指標，進行閱讀問題能力的檢測。當然，想要達成此目標，還有相當多的問題需要克服。

註：關於同韻判斷的電生理實驗，我們其實一共進行了三個不同的實驗，其中兩個是目前的同韻判斷實驗的測試版，主要用來決定實驗的參數，這一份報告僅是呈現最後的成品。除了同韻判斷的電生理實驗外，另一個系列的研究是利用圖片字詞辨識作業 (picture-identification task, PID) 所進行的電生理研究，該實驗裡包括聽覺、視覺呈現的模式，而相關驗證的變項則包含了詞性 (lexicality)、語意相關性、語音相關性等議題，由於目前資料還在處理中，所以並沒有納入結案

報告裡。我們根據 PID 電生理實驗的結果，又新發展了兩個新的實驗，目前正在進行中，非常感謝國科會給予這個機會，讓我們找到一個新的研究方向。

2009/01/30

參考文獻

- Kansaku K., & Kitazawa S. (2001) Imaging studies on sex differences in the lateralization of language. *Neuroscience Research*, 41, 333--337.
- Kansaku K., Yamaura A., & Kitazawa S. (2000) Sex differences in lateralization revealed in the posterior language areas. *Cerebral Cortex* 10, 866--872.
- Kitazawa S., & Kansaku K. (2005) Sex differences in language lateralization may be task-dependent. *Brain* 128:E30.
- Ortigue S., Thut G., Landis T., Michel C. M. (2005). Time-resolved sex differences in language lateralization. *Brain*, 128:E28
- Pugh K. R., Shaywitz B. A., Shaywitz S. E., Constable R. T., Skudlarski P., Fulbright R. K., et al. (1996). Cerebral organization of component processes in reading. *Brain*; 119: 1221--38.
- Rossell S. L., Bullmore E. T., Williams S. C., David A. S. (2002). Sex differences in functional brain activation during a lexical visual field task. *Brain and Language*, 80, 97--105
- Shaywitz B. A., Shaywitz S. E., Pugh K. R., Constable R. T., Skudlarski P., Fulbright R. K., et al. (1995) Sex differences in the functional organization of the brain for language. *Nature*, 373, 607--609.
- Sommer I. E. C., Aleman A., Bouma A., Kahn R. S. (2004) Do women really have more bilateral language representation than men? A meta-analysis of functional imaging studies. *Brain* 127, 1845-1852.