



12-31-2010

Effect of Perceptual Interference and Response Conflict on P300 Latency

Yu-Shen Huang

Fen-Fen Chen

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Huang, Yu-Shen and Chen, Fen-Fen (2010) "Effect of Perceptual Interference and Response Conflict on P300 Latency," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 38: Iss. 4, Article 4.

DOI: [https://doi.org/10.6315/2010.38\(4\)05](https://doi.org/10.6315/2010.38(4)05)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol38/iss4/4>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

原著

知覺干擾與反應衝突對 P300 潛伏期的影響

黃宇詵^{1,2} 陳芬芬³

台中榮民總醫院復健科¹ 中國醫藥大學附設醫院復健部² 中山醫學大學職能治療學系³

背景：以事件相關腦電位(Event-related potential, ERP)結合反應時間的時間測量法，適用於研究大腦刺激的區辨以及反應選擇的機制。事件相關腦電位中的 P300 潛伏期常被用作評估刺激的指標。唯同時測量刺激的區辨與反應選擇的實驗尚少提出報告。

目的：本研究擬探討一致與非一致的視覺刺激(congruence and incongruence visual stimuli)，和匹配與不匹配的反應要求(compatible and incompatible reaction time task demand)二因素對於事件相關腦電位的影響，是否為認知過程中獨立的串連式的兩階段。

方法：此時間測量模式利用 P300 將反應時間再分成兩區段，前半段的 P300 潛伏期視為刺激評估期(stimulus evaluation)；後半段自 P300 波峰至動作反應之起始點，則視為反應選擇期(response selection)。研究假定，刺激一致性影響刺激評估期，反應匹配性影響反應選擇期。受試者(n=13)將在不同組合的實驗情境下交互使用左手或右手作反應，利用空間性箭頭符號一致或非一致的刺激來評估辨識的反應；搭配匹配或不匹配的反應條件要求來評估反應選擇的時間。

結果：刺激一致性與反應匹配性效果顯著，且交互作用明顯($p < 0.05$)，這說明二因素並非分別作用在認知過程的不同階段。事件相關電位的結果顯示，P300 潛伏期的匹配性效果是因刺激型態而異，當一致性刺激時，匹配效果顯著，不一致刺激則否。而反應選擇期的長短，一致性與不一致的刺激二者都不受匹配性的影響，但是一致性刺激的反應選擇期間明顯的短於不一致的刺激。空間性箭頭刺激，對於一致性與匹配性的操控的資訊處理過程是不一樣的。大腦對於一致與不一致的刺激在知覺上或許有不同的解碼以及處理策略，一致性的符碼(code)與動作記憶印象(engram)之間似乎易形成特殊的鍵結(bonding)。

結論：P300 有受到匹配性的影響，且在高度需求情況時就會有刺激評估與動作執行兩階段互相影響或干擾的現象。故整個訊息處理過程中匹配性與一致性彼此並非各自獨立、互不干擾。(台灣復健醫誌 2010；38(4)：237 - 246)

關鍵詞：反應時間(reaction time)，匹配性(compatibility)，一致性(congruence)，P300 潛伏期(P300 latency)

前 言

P300 是事件相關電位中峰潛伏基位在 300 ms 左右的晚期正向波，為大腦知覺認知過程處理刺激訊號特有電位。Sutton 等人於 1965 年首次發現 P300 以來，^[1]人們對其進行了大量研究，最初發現它與認知過程有關，因為在與認知功能損害有關的疾病中，P300 的波

幅和潛伏期發生相應的改變，在心理測試中，P300 的改變比其他心理檢測指標更早應用於臨床，作為認知功能損害的一個輔助手段。

以事件相關電位優越的時間解析能力，^[2,3]其中特別是 P300 單元的潛伏期，更是定義成代表大腦認知功能系統中的刺激評估階段所花的時間，^[4]配合同時測量的反應時間(reaction time)，用來研究刺激-反應匹配性(stimulus-response compatibility)，提供了一個探索從刺

投稿日期：99 年 3 月 22 日 修改日期：99 年 7 月 21 日 接受日期：99 年 7 月 23 日

通訊作者：陳芬芬副教授，中山醫學大學職能治療學系，台中市 402 南區建國北路一段 110 號

電話：(04) 24730022 轉 12401 E-mail：ffchen@csmu.edu.tw

激到反應之間的心理歷程的途徑。操控刺激辨識的方法有增加刺激雜訊，給予刺激遮蔽物(mask)，而操控反應變項則是以不符合人們長久以來所建立的習慣的不匹配反應要求(incompatibility)，^[5,6]例如，刺激訊號呈現“右”，但反應的要求卻是向左。但是有關刺激-反應匹配性的 P300 研究結果是具爭議的。

以往 P300 潛伏期基於以下被觀察到的現象而被認為是獨立於反應抉擇和反應執行。當刺激評估需求(stimulus evaluation demands)增加時，反應時間與 P300 潛伏期所花的時間都增加了，但是當反應處理程序需求(response processing demands)提高時，唯一會被探測到延長的卻是反應時間。最具代表性的實驗為 McCarthy 與 Donchin(1981)^[7]以文字“左”與“右”操控刺激辨識度與反應匹配性，認為由於 P300 僅受刺激辨識度的影響，但與反應匹配與否的要求無關，因此，推論道，刺激的評估與反應的選擇是互為獨立的兩個心理歷程，是串聯的二階段，當刺激評估完成之後，再進行反應選擇，以完成整個刺激到反應的過程。在一個分辨同意字(synonyms identification)的實驗中亦能觀察到這個現象，^[4]實驗中設計了不同難度的語意分類(semantic categorization)和速度-正確率指示(speed and accuracy instruction)。結果顯示，當難度提升時 P300 潛伏期和反應時間增加；而雖然要求速度的指令能降低反應時間，但是對 P300 潛伏期卻沒有影響。類似的結果也能在史楚普效應(Stroop task)中見到，^[8]實驗中代表顏色的文字未必與其呈現的顏色一致(congruency)(用紅色顯示的“紅”字，以及用黑色顯示的“紅”字)。當受試者被要求對不一致的刺激有回應時，受試者的反應時間會延長但是 P300 類潛伏期不會增加。

但是另有其他研究的結果，與以上的論點，是互為抵觸的，其中一個是賽門效應(Simon effect)，他們發現當刺激呈現的位置與做反應的身體部位，位在身體中線的反側，是一種在空間性質上不匹配的刺激反應配對，在這種不匹配的刺激反應配對的反應時間要明顯的長於匹配的刺激反應配對，^[5,6]在 P300 的研究中發現，這種不匹配的賽門效應，不匹配的反應要求延遲了 P300 潛伏期，^[9,10]因而推論刺激的評估與反應的選擇並非互相獨立，而是 P300 會受到反應選擇影響的。然而，這不同的結果，可能是得自於不同的實驗情境，McCarthy 與 Donchin^[7]的實驗採用“左”，“右”的語意性符碼(semantic code)作為刺激訊號，而 Valle-Inclan^[10]的實驗是使用賽門實驗中的空間位置符碼(locational code)。但是，Valle-Inclan 的實驗亦受到質疑，他們認為這種結果可能是由於呈現於視野側方的

視覺目標，產生不對稱的事件相關電位，擴散至位於中線位置的電極而紀錄得的偏差。為了解決此問題，Doucet 與 Stelmack^[2]使用位於視野中央的方向箭頭(directional arrow)作為刺激訊號，在他們的實驗中採用單側的慣用手來做選擇性按鍵的反應。在 Doucet 與 Stelmack^[2]一系列相似語意(semantic similarity)、簡單與選擇反應時間(simple and choice reaction time)的實驗中，發現實驗的難度會影響 P300 潛伏期以及反應時間。而另一個操控刺激的一致性或反應的匹配性的實驗中，^[11]顯示當加強知覺干擾，也就是刺激分析評估的需求(stimulus analysis demands)上升時，同時會增加 P300 潛伏期和反應時間，但是當反應不匹配出現反應衝突時會影響的只有反應時間的上昇。Doucet 與 Stelmack (1999) 也設計刺激-反應匹配模組(stimulus-response compatibility paradigm)來評估刺激的一致性和反應的匹配性對於 P300 潛伏期、反應時間、和動作時間的影響。^[2]雖然各實驗關於反應的匹配性對於 P300 潛伏期的影響並不盡相同，Doucet 與 Stelmack^[2]認為反應抉擇階段應該是與刺激評估階段的 P300 潛伏期互相獨立；但是當在刺激評估需求極低時，動作的執行就會影響到 P300 潛伏期。而只要提升一點點的刺激評估需求，就能夠屏蔽動作執行對 P300 潛伏期影響。

Doucet 與 Stelmack 他們有部分的數據顯示 P300 的潛伏期比反應時間還長，對於這結果他們解釋 P300 單元內可能含有側化準備動作電位的成分，因此造成這一部分的訊息處理與動作執行可能有牽涉到前期動作神經元(premotor component)。^[2]但是據 Ragot 等人研究報告，^[12]使用單側手做反應，有側化的動作前電位成份，足以影響 P300 的波幅與潛伏期。因此，在本研究中，我們沿用 Doucet 與 Stelmack 的位於視野中央的方向箭頭作為刺激訊號，但是為了改善其中可能受到運動成份影響的實驗結果，本研究採取交互使用左右手(bimanual)的方法，將使用左右手時的腦準備動作電位作疊加平均(averaging)，由於使用左右手的準備電位為相位相反的正負波，經由左右手反應的疊加平均，能有效去除側化準備電位的成分，以期能得到一組更為純淨的 P300 腦電波訊號供我們分析。因而，在本研究中改用雙手作反應，藉此消除運動成份對於 P300 的影響。

Doucet 與 Stelmack^[2]的研究中探討了反應執行與 P300 潛伏期間的關係以及探索刺激的一致性與反應的匹配性之間的交互作用。但是，關於反應時間的單元結構卻都沒有明確的提及，他們並未對於反應選擇期有深一步的界定與探討。反應時間這個名詞，廣義來說能包含了刺激評估、反應抉擇和反應執行這三個單

元。在有確實區分反應時間與動作時間的實驗中，實驗數據顯示當提升反應程序的需求時，反應時間會增加但動作時間並不增加。^[11]為了得到更充足的資訊，本研究亦探討反應時間減去 P300 潛伏期的期間，作為研究這一段或許更能代表反應選擇的期間。這個分析方法亦有先前的學者使用過，Kutas, McCarthy 與 Donchin,^[4]使用單一波描記的 P 300 (single sweep P300) 結合反應時間，發現，反應時間減去 P300 的期間，在速度或正確的要求之下是有區別的，而且由 P300 與反應時間的相關程度，他們推論，P300 反應出的是刺激評估時間，而非反應時間。反應時間減去 P300 潛伏期的分析方法亦有運用於疊加平均的事件相關電位，^[13]此種將反應時間再因各個事件相關電位的波峰分成節段(segmentation)的方法是來確定心理歷程中的特定步驟發生於那一段特殊的波峰之間。

Sternberg^[14]發展出一套行為測量法，稱為「因素加成法」(additive factor method)，此方法是基於從刺激到反應之間是一連串的程序，由於必須完成前一個程序，才能進入下一個程序，因此前一個程序的資訊處理並不會影響下一個程序。再者，整個反應時間，即為處理個別程序所需時間的總和。根據 Sanders^[15]的理論，知覺的處理為串聯式的(serial stage)。亦即，它的資訊處理是階段性的，當刺激訊號進入神經系統之後，先進行刺激評估，等刺激評估階段完成之後，再進行下一步驟的反應選擇階段。因此，刺激評估與反應選擇是互不影響、互為獨立的二個心理歷程。

雖然以 Sternberg 的「加因素法」，結合反應時間的測量來標定認知過程中的不同階段以及確認各階段的獨特處，能夠將認知工作的反應時間分割成(1)刺激評估、(2)反應選擇二階段。但事實上結合事件相關腦電位與反應時間作為時間測量的研究多著墨於 P300 潛伏期，而且以 P300 潛伏期顯示刺激評估幾乎是所有研究者的共識。相反的，對於反應選擇的探討，很少文獻直接由反應時間減去 P300 潛伏期來得到反應選擇的結果。而是間接由 P300 與反應時間兩者的相關性，推論 P300 潛伏期與反應選擇無關。^[7,16]或是一些作者用側化準備電位用來作為反應選擇的指標。^[10,17]這些都是間接的推測，並不直接證明 Sternberg 的認知二個串聯式階段的說法。探究為何很少研究者由事件相關腦電位直接測量所得的反應選擇時間作為測量的數據，最可能的原因在於，若要利用這一種測量法會需要較精準的 P300 潛伏期的測量，否則將大幅影響反應選擇時間的測量結果。但是由於 P300 波為一個複合波，含有多個子成分。在反應時間的行為測量裡，由於運動前成份(pre-motor component)是一個影響 P300

潛伏期與波幅的重要因素。Doucet 與 Stelmack 就曾提及動作對於 P300 潛伏期的影響，^[2]雖然她強調在較複雜的刺激(知覺干擾)與反應要求(反應衝突)下，動作的影響相對為小；但是在她的研究內亦僅提及 P300 潛伏期與反應時間，並未探討反應選擇這個議題。我們認為反應選擇是很重要的一個因子，值得進一步探討。

本研究遵 Polich^[18]的建議，採用 Pz 電極所紀錄的電位以分析受試者的 P300 潛伏期。本研究的目的是有二，(1)重新探討刺激評估與反應選擇是否為認知過程中獨立的串聯式的二階段。(2)採用方法儘量消滅因為前運動成分的腦波對於 P300 測量的影響。

材料與方法

一、研究對象

徵某醫藥大學物理治療學系學生作為實驗受試者。受試者為視力正常或矯正後正常，且為慣用右手。年紀介於 19~23 歲之間志願者(第一階段的實驗共 9 位男性，4 位女性)，實驗步驟經過中國醫藥大學人體試驗委員會審核通過，受試者並簽署同意書，並排除神經系統與精神疾病患者。

二、操控的刺激種類與研究變項

本研究採取兩個研究變項，(1)刺激的一致性與(2)反應的匹配性。刺激的一致性影響刺激區辨與目標辨識的功能。一致性的刺激採用兩個水準(levels)，其中，一致性的箭頭圖形，所有的箭頭方向都一致；另外一種為側翼方向不同的不一致性刺激(incongruent flanker stimuli)。反應的匹配性影響反應選擇的困難度，本研究亦採取二水準，匹配與不匹配。實驗的操作為，給予受試者一個先決條件的指示，而這個指示若是符合受試者長久建立的觀念，是為匹配的反應要求，若是與受試者本來的觀念常識互相衝突，是為不匹配的反應要求，因為會改變動作執行時的考量條件，故被認為會影響反應抉擇時所花的時間。

三、刺激的呈現

圖 1 與圖 2 為本研究所使用的視覺刺激。一致性的操控是利用五個箭頭符號構成的圖片來表示，五個箭頭方向相同時代表的是一致性的視覺刺激，相反的，中間的箭頭方向與兩翼的箭頭符號相反時，代表的是不一致的視覺刺激。

而本研究的匹配性操作則使用螢幕顯示英文字的「same」與「opposite」的指示，如圖 3 所示。

四、實驗程序

電極帽安置好後將開始進行實驗，請受試者坐於距電腦螢幕前 60 公分的椅子上。有四個按鍵，中間二個是準備鍵，當指示信號或刺激信號尚未出現時，雙手置於桌上的反應準備鍵上。開始後，螢幕將會於空白畫面上隨機出現「same」或「opposite」的英文字樣。之後，隨即出現下列 4 種圖形的其中一種：「<<<<<」、「>>>>>」、「<><><」、「>><>>」，所有呈現在螢幕中間的圖形大小為視角 $4^{\circ} \times 2^{\circ}$ 。受試者被要求迅速以中間的箭頭為指示的方向，搭配早先「same」或「opposite」的條件指示，來判斷答案為左方或右方，然後以左手向左做出按下「左鍵」或右手向右作出按下「右鍵」的反應。例如，當出現「opposite」，接著出現的是「<><><」，則正確答案應判斷為左方，這時受試者要迅速按下代表左方的「左鍵」。作為提示語的英文字呈現的時間為 300 ms，接著是 200 ms 的空檔(螢幕畫面全黑)，然後是呈現 800 ms 的箭頭圖形刺激，到下一回的提示語出現前會有 1200 ms 的間隔。不同種類的刺激出現的順序是隨機的，但是每一種情境都會有 60 嘗試次(trials)測驗，故 8 種情境共有 480 嘗試次測驗，完成 480 嘗試次則算是一集區(block)。集區間，受試者有二分鐘的休息。

實驗開始紀錄前有一組練習，實驗共做 6 集區，以此六組計分，受試者請儘可能又快又正確的做出判斷，並按下按鍵。反應的快慢與正確率均是評分項目。行為紀錄

一開始，受試者手掌按於起始鍵(start/home button)，當置於桌上距離受試者 60 公分的顯示器顯示刺激信號，受試者必須在辨識清楚後立即放開起始鍵，且去按目標鍵(target button)。指示訊號出現的時間至放開起始鍵的時間間隔是為反應時間，自放開起始鍵至按下目標按鍵的時間間隔是為動作時間(movement time)。所有的視覺刺激訊號出現的時間是為刺激點。離鍵、按鍵的時間均由 Stim2 行為記錄器紀錄其時間，並將此時間數據傳送至 Neuroscan 腦波訊號記錄器。

腦波紀錄、資料處理與統計分析

腦波紀錄使用 Neuroscan 公司的 Nuamps 數位腦電波放大器。行為測量則採用 Stim2 軟體的刺激反應測量系統。紀錄電極安置於橡膠製，具有彈性的電極帽，電極以國際 10-20 紀錄系統定位，有 9 個腦波紀錄電極，分別安置於 F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4。採用左右乳突的平均電壓為參考點，同時也紀錄眨眼或

縱向的眼動，紀錄點在眼窩上下。所有電極的阻抗均控制於 5 K Ω 以下。放大器濾波頻段設為 19db，帶寬設在 50K~DC，設定 DC 採樣，保留了慢電位的紀錄，為了處理紀錄過程中的慢電位的漂移，因此，在事後離線分析中，作 DC 矯正；訊號取樣率(A/D sampling rate)為 1000 Hz 紀錄分段(epoch)是從刺激出現前 1000 ms 一直到刺激結束後 1500 ms 為止。採用該公司提供的 SCAN 4.3.3 版軟體進行實驗數據的事後離線分析與剪輯處理。

將合併左右手的事件相關電位分段做疊加平均之後，以 P300 的波峰，將反應時間再分割為兩個部分：

- (1) P300 潛伏期：採用 250-500 ms 的時間窗(time window)之間最大波幅的波峰，其計算為自刺激呈現至 P300 波峰之間的時間。
- (2) 反應選擇期：將反應時間減去 P300 潛伏期。視為辨識完成之後作出決定所花的時間。

以一致性與匹配性二因素作為受試者內變項，進行重覆量測二因子變異數分析。



圖 1. 一致性箭頭圖像



圖 2. 不一致箭頭圖像



匹配

不匹配

圖 3. 刺激呈現前的提示(cue)

表 1. 四種實驗情況(1)一致性刺激與匹配反應 (2)一致性刺激與不匹配反應 (3)不一致性刺激與匹配反應 (4)不一致性刺激與不匹配反應，的提示信號，刺激信號，與反應要求。

實驗狀況	提示信號	刺激信號	正確反應動作
一致性刺激與匹配反應	same	>>>>	右手作按右鍵動作
一致性刺激與匹配反應	same	<<<<	左手作按左鍵動作
一致性刺激與不匹配反應	opposite	>>>>	左手作按左鍵動作
一致性刺激與不匹配反應	opposite	<<<<	右手作按右鍵動作
不一致性刺激與匹配反應	same	<<><	右手作按右鍵動作
不一致性刺激與匹配反應	same	>>>>	左手作按左鍵動作
不一致性刺激與不匹配反應	opposite	<<><	左手作按左鍵動作
不一致性刺激與不匹配反應	opposite	>>>>	右手作按右鍵動作

平均的腦電波視為將時間鎖定於刺激呈現的時間點，假如紀錄期間有其他的雜訊之干擾，比如眼電圖(electro-oculogram, EOG)，或是心電圖等發生，那個反應的腦電波將被剔除。每一個實驗情境各做一個集區。欲分析的有反應時間、P300 潛伏期、反應選擇時間、動作時間。

結 果

一、行為表現數據：

我們紀錄了三類行為數據，從刺激呈現至手離開起始按鍵這段時間定義為反應時間；動作時間則是從使用手離開起始按鍵到按下目標按鍵，每一次的刺激反應都區分成反應時間和動作時間並且收錄下來。正確率(correct rate)由正確辨識出圖像的數目除以全部呈現的圖像數量，最後再乘上 100 而得。經由平均了集區 1 至集區 6 的數據後得到平均反應時間、平均動作時間、平均正確率。表 2 列出在各種實驗情況組合下的平均反應時間、動作時間和正確率。

反應時間：

以一致性與匹配性為受試者間變項(within subject variables)，將使用手設為集區變項(blocking variables)，藉此分析行為表現。分析結果顯示一致性($F_{1,12}=87.49$, $p<0.05$)與匹配性各自有顯著效果($F_{1,12}=20.11$, $p<0.001$)。從表 1 可見，接受一致性刺激時的反應時間(460 ms)顯著地快於接受不一致刺激時(523 ms)。一致性與匹配性之間的交互作用相當明顯($F_{1,12}=26.21$, $p<0.001$)。由此結果顯示，本研究的二個操控因素，一致性與匹配性並非互不影響。根據 Sternberg 提出的加因素法，如果匹配性和一致性這兩項變因分

別操弄認知訊息處理系統的刺激評估與反應選擇二階段，那這兩者合併的效果應是互不影響的，對反應時間是屬於附加性的。但是本研究顯示，這兩者影響的是信息處理系統的同一段，則該階段時間長度的改變是反映這兩變項間交互作用的效果。顯然是違背 Sternberg 的加成理論。

進一步作對比分析發現，在匹配性刺激的情況下一致性刺激的效果有別於不一致性刺激。在接受一致性刺激時，匹配性有顯著的影響效果($F_{1,24}=42.66$, $p<0.0001$)。面對匹配情境時的反應速度(519.7 ms)顯著地快於不匹配情境時的反應速度(526.8 ms)。但當接受的是不一致性刺激時，匹配與否的效果就不明顯了($F_{1,24}=1.07$, $p>0.05$)。

動作時間：

表 2 的分析結果得知一致性($F_{1,12}=0.47$, $p>0.05$)、匹配性($F_{1,12}=0.0$, $p>0.05$)、交互作用($F_{1,12}=1.070$, $p>0.05$)對動作時間都沒有顯著效果。

正確率：

表 2 的變異數分析發現只有一致性有顯著效果($F_{1,12}=5.81$, $p>0.05$)。接受一致性刺激的正確率是 95.3%，比接受不一致性刺激時高(91.5%)。匹配性($F_{1,12}=1.07$, $p>0.05$)以及兩者的交互作用($F_{1,12}=1.25$, $p>0.05$)對於正確率並無顯著影響。

二、事件相關電位數據

P300 的波峰將反應時間切割成兩階段：刺激評估期與反應選擇期。刺激評估期即為 P300 潛伏期，反應選擇期則是反映時間減去 P300 潛伏期所得。表 3 列出測量到的時間數據。分別針對刺激評估期與反應選擇期進行 two-way ANOVA 分析以求探討匹配性與一致性之間的交互作用。

刺激評估期(P300 潛伏期)：

以匹配性和一致性作為受試者內變項(within subject variables)對 P300 潛伏期作分析，得知操控匹配性與一致性各自都會產生顯著影響效果($F_{1,12} = 8.63$, $p < 0.05$, $F_{1,12} = 11.95$, $p < 0.01$)。由表 3 與圖 4 可知，接受到一致性刺激時產生的 P300 潛伏期(369 ms)比不一致刺激時(395 ms)來得短。匹配性與一致性之間有顯著的交互作用($F_{1,12} = 4.97$, $p < 0.05$)，進一步的對比分析(contrast comparison)顯示在匹配的動作要求情況下對一致性刺激的效果不同於不一致性刺激。在一致性刺激的情況下匹配性有顯著的影響($F_{1,24} = 16.6$, $p < 0.001$)，

在匹配情況下產生的 P300 潛伏期(353 ms)比不匹配情況時來的短(390 ms)。可是，在不一致性刺激的情況下，匹配與不匹配情境的差別就不顯著了($F_{1,24} = 1.35$, $p > 0.05$) (386 ms vs. 399 ms)。

反應選擇期 (反應時間減去 P300 潛伏期)：

變異數分析顯示只有一致性刺激有顯著效果($F_{1,12} = 12.18$, $p > 0.01$)，在一致性刺激時反應選擇所花的時間(369 ms)比不一致性刺激時來得快(395 ms)，如表 3 與圖 5 所示。匹配性($F_{1,12} = 0.57$, $p > 0.05$)與一致性間的交互作用($F_{1,12} = 0.98$, $p > 0.05$)都未達顯著差異。

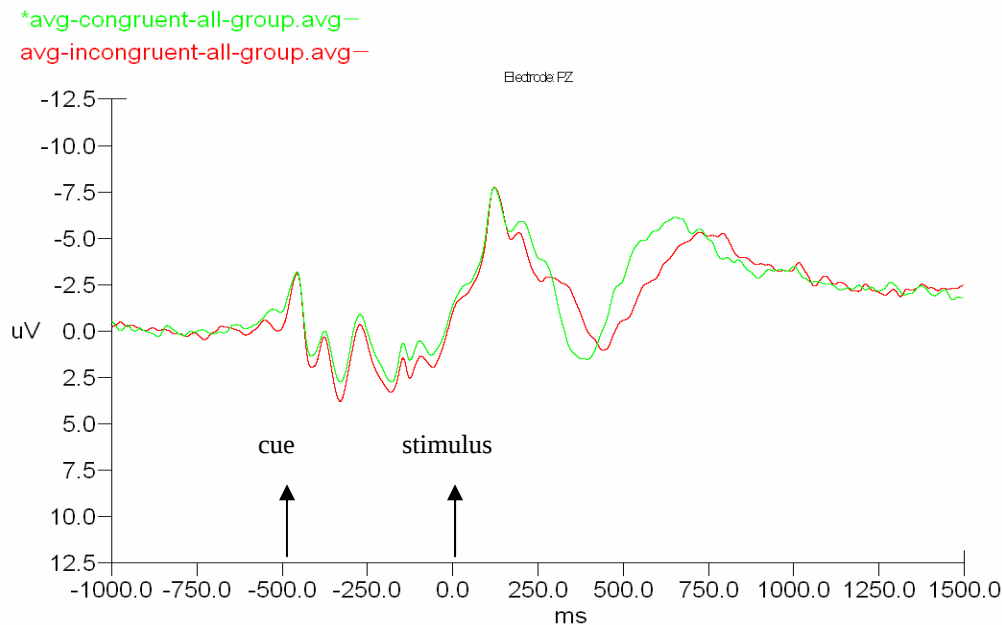


圖 4. 一致與不一致刺激的 ERP 波形比較。一致性刺激的 P300 潛伏期較短，P300 的波幅則無顯著的差別。

表 2. 空間符碼的四種實驗情境中反應時間、動作時間、正確率

行為測量		一致		不一致	
		平均	標準差	平均	標準差
反應時間(ms)	匹配	437.7	53.8	519.7	65.6
	不匹配	482.3	55.2	526.8	60.7
動作時間(ms)	匹配	155.2	29.0	151.3	28.7
	不匹配	153.9	27.7	154.5	31.1
正確率(%)	匹配	96.9	3.7	92.0	8.9
	不匹配	93.6	8.0	91.0	11.1

表 3. 於四種實驗情況，刺激評估與反應選擇的表現

	刺激評估				反應選擇			
	一致		不一致		一致		不一致	
	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
匹配	352.9	48.5	390.0	77.6	84.9	69.1	129.7	98.8
不匹配	385.7	74.6	399.4	76.3	96.6	80.8	127.4	83.0

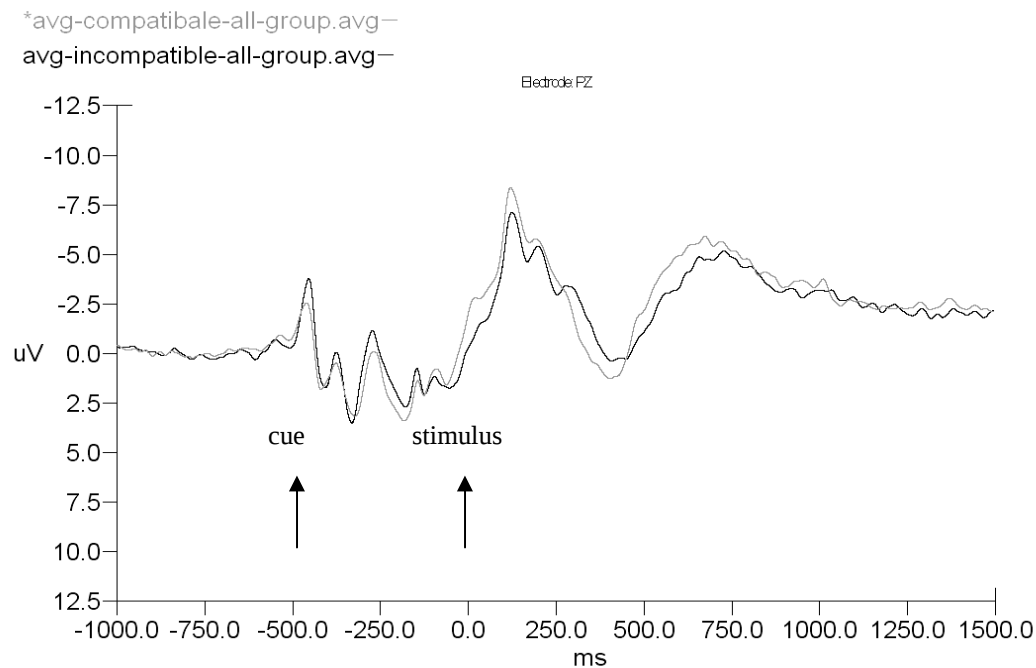


圖 5. 匹配與不匹配刺激的 ERP 波形比較。二者的 P300 潛伏期，與波幅並無明顯的差別。

討 論

在行為表現方面，本研究使用的一致性與匹配性這二因素在困難度增加的情況時顯著增加反應時間與減少正確率，但是對於動作時間則無甚影響。這表示我們實驗所有的「一致性」與「匹配性」二個因素的操控能有效的延長反應時間，這一個結果與 Doucet 與 Stelmack 或其他大部份學者的研究一致。^[2]動作時間的問題較少人探討，但是我們的動作時間結果與 Doucet 與 Stelmack 他們的結果不一致，在他們的「刺激-匹配性」反應實驗程序(stimulus-compatibility paradigm)中，發現不一致刺激時動作時間較長，但也僅是 9ms 的差距。我們認為這種很微小的差距或許不具備實質上的意義。

反應時間的結果顯示一致性與匹配性二因素的有顯著交互作用，所以應該是行為表現結果討論的重點。這種結果並不符合本研究最初所設立的「二種因素互為獨立」的假說；因為依照 Sternberg 的「加成因素理論」(additive-factor theory)，^[14]若是有交互作用，則代表兩個變項在認知過程中重疊作用在同一個階段，而非分別作用在不同的階段。但是由 Sternberg 的理論我們只能知道二因素共同作用在某同一階段，並

未能確知它是共同存在於「刺激評估期」內或是「反應選擇期」內。^[14]

統計分析發現二變項依然各對於 P300 潛伏期有顯著效果且有明顯的交互作用。反應選擇期的結果顯示只有一致性有顯著效果，匹配性與交互作用都不明顯。出乎意料的結果是，匹配性這項因素並不改變「反應選擇」的時間，這種結果是不符合以前大多數研究認為不匹配的反應要求的資訊需要多一個轉換的步驟，因而將反應時間延長。然而這種結果是否意味著，在刺激評估的過程中由於二因素的交互作用已經於刺激評估期完成了此步驟，使反應選擇時間沒有顯示出匹配性的效果。有關這個推論，Hommel^[19]也持有同樣的看法，他由行為的研究提出了「事件檔案夾」(event files)的概念，他認為，不同類別的感覺或訊息可以因為是同一事件的關係而整合到同一個「事件檔案夾」，這種概念應用於各種不同類型感覺系統的統合(sensory integration)。Hommel 更將此概念延伸到知覺與動作的統合過程。他認為統合是可以橫跨不同系統模組，例如將「感覺」與「運動」二模組的訊息整合在同一事件檔案夾。若更進一步推論，可能知覺評估與執行動作的動作記憶(motor engram)之間是使用共同一個「符碼」或是「表徵」(representations)，但是這種現象是否可以一般化(generalized)至所有的符碼，則是

需要進一步驗證的。

對於反應時間期中只有 P300 有受到匹配性的影響，我們或許能用 Hommel 提出的事件檔案觀念來解釋。^[19]大腦在處理外來訊息上，應該是利用類似事件檔案夾這樣概念的作業系統，隨著成長與神經系統的成熟，逐步建構大腦的神經迴路與認知策略，並且累積經驗與持續校正。如此能紀錄和分類刺激與動作模組，甚至達到節省心智資源的效果，使欲處理的資料能在認知覺領域與動作領域之間轉換；但也因為需要轉換的緣故，所以在高度需求情況時就會有刺激評估與動作執行兩階段互相影響或干擾的現象。因為 P300 潛伏期與反應選擇期之間運用的編碼應該是相同的成分，所以不會出現因需要額外轉換編碼而造成反應選擇時間延長的現象。

由於 P300 潛伏期有顯著交互作用，此結果顯示匹配性的效果是因實驗刺激是一致性或是不一致而異的，唯有在一致性刺激的情況下，匹配的工作要求使 P300 潛伏期顯著的快於不匹配的工作要求。有關匹配性的效果的討論很多，有些學者認為匹配性的效果僅存在於「經過累積的、完善的學習」的動作過程上。^[16]在 Christensen 與 Pfefferbaum 等人的實驗中提及大腦對於不熟悉的語言、刺激、訊息，對處理與表現產生影響。或許一致性箭頭為大多數人所熟悉的方向符碼，若真如此，則能解釋本實驗中一致性刺激在 P300 潛伏期有明顯的匹配效果。另外有些學者提匹配性的效果通常見於較簡單的刺激情況，當刺激的複雜度增加時，匹配性的效果減少或消失，這似乎可說明本實驗中不一致性刺激沒有明顯的匹配效果。

將本實驗與 Doucet 等人^[2]的研究結果比較，跟他們不同，我們的實驗顯示有明顯的匹配性效果，而他們的匹配性效果是不顯著的。這個現象或許是因為 Doucet 等人^[2]缺少了將事件相關腦電位中運動前成份去除的手續，造成匹配性的效果無法有效的浮現出來。我們的實驗因為設計成用兩手進行反應，有別於其他研究只使用單一手工作的設計。使用兩手交互做反應動作的實驗，將兩手反應的腦電位疊加平均之後，能得到較為純淨的 P300 訊號，也使本實驗的統計分析有較高的敏感度，因而能夠偵測到因為匹配性因素改變而引起的 P300 潛伏期的變化。先前一些並未能對反應選擇時間做深入探討的實驗，有可能也是因為運動前成份波及反應時間與動作時間，使得事件相關電位被延後，造成探討分析上的窒礙，我們的實驗設計應能有效的降低這項變因。

認知過程中在處理空間與語言的視覺刺激時可能是運用不同的編碼方式進行，而且大腦在處理一致性

刺激的路徑與不一致性刺激不同，特別是在處理一致性刺激的編碼似乎與動作記憶印象之間可能容易形成特殊的鍵結。所以在認知反應過程中，相較於面對不一致型刺激，在處理一致型刺激時可能第一時間就已經能與大腦中動作(motor)、方向(spatial)成分連結，造成實驗中所見的表現差異。

此外，或許因為文明的共通性與在溝通表達上所累積的習慣，所以正常人的大腦在認知過程可能對於有一致性的箭頭圖像會自動(automatic)轉換成方向概念上的動作。故一致性的刺激就會對知覺(perception)與動作計畫(motor planning)產生影響，^[18]不一致性刺激則否，如此或許能解釋本實驗觀察到的現象。

本實驗乃使用箭頭形圖案以及文字型圖片作為認知資訊處理工作的刺激。建議未來應該運用其他類型的刺激，因為不同類型的刺激各自代表不同的心智概念，連帶大腦處理的區域和策略也不相同。目標是藉由操控其他類型的刺激與實驗工作困難度，找出中樞神經的知覺認知功能在進行訊息處理時的共同性與通則，並且能推廣到其他的符號以及編碼，解釋彼此之間的轉換法則。

結 論

綜合行為與事件相關電位兩方面的結果，我們的實驗結果是在整個訊息處理過程中匹配性與一致性這兩個因素彼此並非各自獨立、互不干擾的。本研究相較於以前的研究除了呼應了前人有關刺激的評估與反應的選擇二心理歷程並非獨立的二階段，似乎是在 P300 的潛伏期內，刺激辨識與反應選擇已經作了結合，但是二階段互相干擾的情況僅見於一致性箭頭形符號。更而，本研究在一致性箭頭形符號的反應選擇亦明顯的短於不一致的箭頭形符號，似乎是一致性箭頭形符號的反應選擇已經於 P300 潛伏期階段已完成，故得到較短的反應選擇期，這一結果更進一步確定一致性箭頭形符號引起「刺激 - 反應的鍵結」(perceptual-motor binding)的說法。建議未來應該運用其他類型的刺激，找出中樞神經的知覺認知功能在進行訊息處理時的共同性與通則，並且能推廣到其他的符號以及編碼，解釋彼此之間的轉換法則。

誌 謝

本研究接受中國醫藥大學 CMU95-241 研究計劃的補助。同時感謝參與實驗的學弟妹，劉雅茹、謝易賢、葉西辰、魏鈺玲和梁曉蕙等人的技術支援。

參考文獻

1. Sutton S, Braren M, Zubin J, et al. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science* 1965;150: 1187-8.
2. Doucet C, Stelmack RM. The effect of response execution on P3 latency, reaction time, and movement time. *Psychophysiology* 1999;36:351-63.
3. Verleger R. On the utility of P3 latency as an index of mental chronometry. *Psychophysiology* 1997;34:131-56.
4. Kutas M, McCarthy G, Donchin E. Augmenting mental chronometry: The P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science* 1977;197:792-5.
5. Nicoletti R, Anzola GP, Luppino G, et al. Spatial compatibility effects on the same side of the body midline. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 1982;8:664-73.
6. Nicoletti R, Umiltà C. Right-left prevalence in spatial compatibility. *Percept Psychophys* 1984;35:333-43.
7. McCarthy G, Donchin E. A metric for thought: a comparison of P300 latency and reaction time. *Science* 1981; 211:77-80.
8. Duncan-Johnson CC. Young Psychophysicologist Award address, 1980. P300 latency: a new metric of information processing. *Psychophysiology* 1981;18:207-15.
9. Ragot R, Renault B. P300 and S-R compatibility: a reply to Magliero et al. *Psychophysiology* 1985;22:349-52.
10. Valle-Inclan F. The locus of interference in the Simon effect: an ERP study. *Biol Psychol* 1996;43:147-62.
11. Houlihan M, Campbell K, Stelmack RM. Reaction time and movement time as measures of stimulus evaluation and response processes. *Intelligence* 1994;18:289-307.
12. Ragot R, Renault B, Remond A. Hemispheric involvement during a bimanual RT task: P300 and motor potential. *Prog Brain Res* 1980;54:736-41.
13. Nandrino JL, el Massioui F. Temporal localization of the response selection processing stage. *Int J Psychophysiol* 1995;19:257-61.
14. Sternberg S. The discovery of processing stages: extensions of Donders' method. In: Duijker HCJ, editors. *Acta Psychol. Amsterdam: North-Holland Publishing Company;1969. p.276-315.*
15. Sanders AF. Stage analysis of reaction processes. In: Stelmack GE, Requin J, editors. *Tutorials in Motor Behavior. Amsterdam: North-Holland Publishing Company;1980. p.331-54.*
16. Christensen CA, Ford JM, Pfefferbaum A. The effect of stimulus-response incompatibility on P3 latency depends on the task but not on age. *Biol Psychol* 1996; 44:121-41.
17. Kutas M, Donchin E. Preparation to respond as manifested by movement-related brain potentials. *Brain Res* 1980;202:95-115.
18. Polich J. P300 clinical utility and control of variability. *J Clin Neurophysiol* 1998;15:14-33.
19. Hommel B. Event files: feature binding in and across perception and action. *Trends Cogn Sci* 2004;8:494-500.

Effect of Perceptual Interference and Response Conflict on P300 Latency

Yu-Shen Huang,^{1,2} Fen-Fen Chen³

¹Department of Rehabilitation, Taichung Veterans General Hospital, Taichung;

²Department of Rehabilitation, China Medical University Hospital, Taichung;

³School of Occupational Therapy, Chung Shan Medical University, Taichung.

Background: The latency of the P300 component of the event related-potential (ERP) is an index of stimulus classification speed. In this study, we assessed the mental chronometry of stimulus discrimination and decision execution by study the effect of congruence visual stimuli and and compatibility on ERP and reaction time.

Methods: The reaction time was divided into two sections based on the peak amplitude of P300. P300 latency was defined as the discrimination time needed to interpret the stimulus. The time from the peak of P300 to the initiation of movement was defined as duration of response selection. We hypothesized that congruency affects stimulus evaluation and that compatibility affects response selection. Subjects (n=13) responded by pressing the buttons under four experimental conditions. The experiments used spatial code-arrow evaluate stimulus discrimination.

Results: Congruency and compatibility interact to produce significant effects on reaction time and P300 latency. In addition, the two factors did not have parallel effects on the different stages of the cognitive process. The ERP revealed that compatibility did not have an impact on duration of response selection time. Furthermore, the effect of compatibility on P300 latency was dependent on the congruence of the stimuli. P300 latency showed significant compatibility effect under congruent stimuli. The brain may code for the congruent and incongruent stimuli in different ways during the perceptual process. It seems that a bond may exist between the codes of congruent signals and motor "Engrams" and that this bond may affect perception and action planning.

Conclusions: This bond between the codes of congruent signal and motor "Engrams" may explain why the P300 latency is longer under incompatible conditions while receiving congruency stimulus. Discrimination interferes with response execution when performing high demand tasks. Moreover, there is a positive association between compatibility and congruency. Further investigations involving different types of stimulus is warranted to look for the general principle of perceptual-cognitive function during information processing. (Tw J Phys Med Rehabil 2010; 38(4): 237 - 246)

Key Words: reaction time, compatibility, congruence, P300 latency