

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以功能性近紅外線光譜及腦波分析探討心智負荷引起心理
壓力之研究

研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 99-2221-E-041-001-
執行期間：99年08月01日至100年07月31日
執行單位：嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

計畫主持人：鄭世岳
共同主持人：陳家進、郭乃文
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：羅兆真
碩士班研究生-兼任助理人員：徐泓敬

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 100年10月22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

以功能性近紅外線光譜及腦波分析探討心智負荷引起 心理壓力之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 99 - 2221 - E - 041 - 001 -

執行期間：99 年 8 月 1 日至 100 年 7 月 31 日

執行機構及系所：嘉南藥理科技大學 職業安全衛生系

計畫主持人：鄭世岳 副教授

共同主持人：陳家進 教授 郭乃文 副教授

計畫參與人員：羅兆真、黃飛越、徐泓敬、蔡柏緯、張家瑋、王昭文

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

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

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 100 年 10 月 15 日

中文摘要

現今社會由於競爭激烈，凡事講求效率，生活步調越來越快，不管是處理職場的公務或是生活上的私事，都可能面臨壓力，產生焦慮感及情緒困擾而造成明顯的身心傷害。職場所面臨的壓力，不但對個人身心會造成實質的傷害，更可能因壓力而引發人為失誤造成意外事故的發生，研究報告顯示有70% - 90%的系統故障直接或間接肇因於壓力下造成的人為失誤，其結果將對系統及工作者產重大的損害。本研究結合功能性近紅外線光譜(fNIRS)及腦波(EEG)分析評估心算作業心智負荷引起心理壓力之大腦皮質血流變化及腦波反應，在實驗操作者之引導下，分別紀錄受測者之近紅外線光譜及自發性腦波、腦波事件關聯電位，分析心智作業造成心理壓力歷程之fNIRS光學強度變化及腦波能量頻譜、腦波事件關聯電位間的關係，並使用NASA作業負荷指標量表(NASA-Task Load Index (TLX) rating scale)，受測者自行記錄評估作業負荷，以主觀評估心理壓力狀況，與客觀之生理量測數據交叉比對，來評估受測者之心理壓力狀況。結果顯示受測者之 α 波能量指標在困難度1測驗中高於困難度3測驗，這就是說作答時間越短壓力越大， θ 波能量指標在困難度3測驗高於困難度1測驗，表示越短的時間反應會造成受試者的壓力上升，而充裕的時間反應則會使受試者較為放鬆。 β/α 腦波比率指數，指數越高代表清醒程度越高，本實驗指出隨著反應時間的減少，覺醒水準有上升的趨勢，也就是說受試者須提高覺醒程度以完成作業要求。ERP測試結果顯示在困難度2測驗中F3的ERP振幅有明顯下降，表示時間壓力下受測者對訊息的處理能力下降。本實驗發現隨著反應時間的減少，大腦灌流的程度也隨之下降，表示隨著壓力的上升，大腦血管調控能力會隨之下降。在左右額葉與左右枕葉的量測中，F3和O2較有量測上顯著差異。NASA作業負荷指標量表則在三種困難度量測結果期間均無顯著差異，亦即主觀量測不易評估壓力之變化，這亦突顯生理量測對壓力量測之實用價值。

關鍵字：心理壓力、功能性近紅外線光譜、腦波、事件關聯電位

Abstract

In our competition society, what we concern is efficiency. Life step becomes faster gradually. Either official business at workplace or private business at home, we may face the stress and bother with anxiety and emotionality. The results would cause physical and mental damages. The stress employee encounter at workplace may essentially damage his/her health, moreover, induce the human error causing an accident. The research reported there was 70% - 90% system failure resulted from directly or indirectly human error due to the work stress. The result would severely impair the system and the worker. The study results showed that EEG basic index of α band in Task1 is higher than Task3. It demonstrated that time pressure is increased with response time of mental arithmetic. EEG basic index of theta band in Task3 is higher than Task1. It manifested that rapid response induces the stress of the participants and tardy response make the participants easy. EEG ratio index of beta/alpha, i.e. alert level, was increased with response speed of mental arithmetic. It explained that the participants need to pay more attention to finish the mental arithmetic under time pressure. The amplitude of ERP of participant was decreased in Task 2 at F3 electrode site. The result displayed that the ability of information process is decreased under time pressure. fNIRS results showed that the activities of brain were significantly decreased with the increasing time pressure in left frontal (F3) and right occipital (O2) areas. It showed that with the increasing of time pressure, the control of blood vessel of brain would decrease. NASA-Task Load Index (TLX) rating scales in the 3 mental arithmetic tasks showed no significant differences. It manifested that subjective assessment by using questionnaire is not sensitive for mental pressure and appear the valuable application by using physiological measurement.

Keywords: mental stress, functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS), electroencephalogram (EEG), event relate potential (ERP)

一、前言：

現今社會由於競爭激烈，凡事講求效率，生活步調越來越快，不論是自由業、上班族或是學生族群，面對壓力已變成是生活的一部份，不管是處理職場的公務或是生活上的私事，都可能面臨壓力，產生焦慮感及情緒困擾而造成明顯的身心傷害。然而也因為壓力所產生的焦慮感無所不在，日常生活當中，所經歷的問題、成功的喜悅、突發事件等都擁有無數的壓力源，而長期過多的壓力累積則可能磨損一個人的健康，如果無法有效的因應或調適，個人的身心則可能出現危機，影響個人工作表現、人際關係、家庭氣氛、生活品質(張芙蓉，2003)。

職場所面臨的壓力，不但對個人身心會造成實質的傷害，更可能因壓力而引發人為失誤造成意外事故的發生，Lin & Hwang (1992)認為工作者心理及生理的壓力往往來自工作環境的任務要求，當工作者無法滿足或符合任務要求時，此環境即對工作者產生壓力；在探討人為失誤的肇因分析上，可將內、外在及壓力等因素視為工作認知機制上的獨立變數，其研究證實工作外在因子與工作的壓力因子具有正相關，且直接影響工作績效。Lin & Hwang (1992)並指出，在緊急狀況下，人的工作表現會因而延遲反應、忽略重要訊息、或錯誤的處理資訊，而降低工作效率或衍生意外事故；所以在此狀況下，精神的工作負荷遠超過正常的狀況下的負荷，研究報告顯示有70% - 90%的系統故障直接或間接肇因於壓力下造成的人為失誤，其結果將對系統及工作者產重大的損害(Lin & Hwang, 1992)。藉由(Functional near-infrared spectroscopy, fNIRS) 及腦波(Electroencephalogram; EEG)在時間及空間有好的解析度之特點，藉以評估大腦活躍區之氧消耗及代謝情況，結合腦波事件關聯電位及頻譜分析以評估人之心智活動狀態及覺醒水準，結合此兩種分析技術可獲得心智負荷所伴隨之生理變化資訊，以評估人員面對壓力所產生之生理反應。從職業風險管理、生產效能及職業衛生的觀點，可用以評估工作人員之壓力狀態，及在職業安全衛生有關心智負荷引起心理壓力，提供人員作業管理上之參考。

二、研究目的：

1. 以近紅外線光譜評估不同心智負荷產生之壓力，大腦活躍區之氧消耗及代謝情況。
2. 以腦波事件關聯電位及頻譜分析評估不同心智負荷產生之壓力，人之心智活動狀態及覺醒水準。
3. 結合近紅外線光譜及腦波頻譜分析評估人員面對壓力所產生之生理反應。
4. 使用 NASA 作業負荷指標量表主觀評估心理壓力狀況，與客觀之生理量測數據交叉比對，來評估受測者之心理壓力狀況。

三、文獻探討

1. 心理壓力

Mendoza & Carballo(1998)研究指出，心理壓力狀況是來自於緊張的環境及對工作負荷的認知，認為壓力是一種內含焦慮、擔心、害怕、悲傷及羞愧，為綜合的複雜情緒反應，而壓力意味著面對困境時所採取的處理或適應的方式，當壓力不斷提升時將會影響正常的行為表現；個人內在的壓力係受衝突力量的侵襲所產生的(程千芳，2002)，即個人受到衝突力量時之內在狀態，個人所感受的壓力狀態受感覺的方式與所執行工作之能力二方面的影響。Park et al. (2004)研究探討複雜的工作步驟與緊急狀態下的工作表現，歸納產生壓力的因素包括：陌生環境

或狀況(unfamiliarity)、時間的迫切性(severe time pressure)、超量的資訊處理(information overload)、狀況不明(ambiguity)、噪音干擾(noise)及分散注意的事物(distractions)。Iwanaga et al. (2000)指出，引發工作壓力的來源主要可歸納為「工作的要求(job demand)」與「工作決策的裕度(job decision latitude)」等二方面的因素，工作壓力是工作的要求及自由度相互作用的結果，當工作在高要求及低自由度的狀況下，將導致生理及生理上緊張狀態。

2. 心智負荷與心理壓力

在心智負荷的情況下造成的心理壓力之心理生理學(psychophysiology)的機制，至今所了解仍然很有限。為了對心智負荷(mental workload)引起心理壓力有更深入的了解，必須先了解目前所使用的心理壓力衡量指標。根據國際標準組織(ISO, 1991)對於心智負荷引起心理壓力(又稱心理工作壓力(mental work stress))的定義為：基於心智負荷(mental workload)會對人體的中樞神經系統產生影響，所以在評估心智工作壓力時，必須量測心智活動，即針對組成心智活動四個成分加以量測，其分別為智能活動、感覺、意志及激發狀況，實際量測方法包括：工作績效量測法、生理性量測法、主觀量測法，而生理性量測法為目前最廣泛被研究討論者，因其具有客觀、準確及可數量化之優點，常用的方法為：量測神經內分泌、心跳血壓、大腦活動、眼睛活動、膚電反應等。職業的壓力源可分為主觀的壓力與客觀的壓力，主觀的壓力係指個人所察覺到的壓力，包括：工作職務上的角色、個人與工作環境的配合、非工作性質上的及其他因素所形成的壓力；客觀的壓力則包括：工作場所的物理特性、時間相關的因素、社會與組織特性及工作性質的改變等(陸洛，1997)。

3. 功能性近紅外線光譜

自 Jöbsis 首度證實近紅外線(NIR)穿透量測技術可用來監測大腦某些代謝之氧化作用程度(Franceschini et al., 2000)，此種光學方法之診斷潛力已廣泛地被採用。近紅外線定義為波長從700nm 到 1300nm 之光線，並已發展及逐漸普遍使用在臨床之紅外線光譜，提供監測大腦功能之安全、非侵入性的方法，不必採用放射性同位素或其他對照作用物(contrast agents)。(Toronov et al., 2003)。功能性近紅外線光譜(fNIRS)是一種非侵入性的光學技術，已發展為可攜式或可穿戴式之血流及組織氧化作用監測設備，其對攜氧血紅素(oxy-hemoglobin)及脫氧血紅素(deoxy-hemoglobin)兩者敏感度高，具有高度的時間解析度(幾毫秒)及空間解析度(約5毫米)。功能性近紅外線光譜(fNIRS)在成年受測者之大腦研究主要的限制，是比大腦皮質深之腦組織深部缺乏敏感度，然而，大部分高階的腦部功能產生於皮質部位，也因而大腦皮質是研究的重要目標。功能性近紅外線光譜(fNIRS)已被採用在許多的腦部研究，從運動區的活化性(Franceschini et al., 2000; Toronov et al., 2003; Wolf et al., 2002; Boas et al., 2001)到視覺(Wolf et al., 2002, Rykhlevskaia et al., 2006; Csibra et al., 2004)及認知(Hoshi & Tamura, 1993; Watanabe et al., 1998; Herrmann et al., 2005; Izzetoglu et al., 2004; Akgul et al., 2006)的刺激。

4. 腦波

腦波(Electroencephalogram; EEG)是由頭皮表面電極記錄得到，其成分相當複雜，看起來是連續而不規則的電位波動，其中包含了腦部自發性活動和外事件引發的心智活動的腦波。自發性的腦波經頻譜分析，可得到各種頻帶(frequency bands)在各個大腦部位的能量分布狀態，藉以評估人員的覺醒水準(arousal level)。一般自發性的腦波活動振幅遠比與心智活動有關聯的腦

波振幅為大，換句話說研究心智活動有關的腦波是在大噪音(noise)的背景，想辦法找出相對較小的訊號(signal)。因此腦波分析過程須經過種種的處理技術，包括濾除不必要的雜訊及增強我們所感興趣要的訊號，所幸這些工作均可由現成之電腦軟體來處理。腦波事件關聯電位(event related potential; ERP)主要的概念是以「心理事件和神經活動的關聯」為出發點，也就是將外在的事件(event)和腦波活動的規律性藉由時間鎖定(time-locked)建立對應關係，而找出二者的關聯性。以同一事件為刺激以產生誘發電位(evoked potential)，重複多次並做時間鎖定後的平均(averaging)，藉由隨機平衡排除掉雜訊，可以抽離出真正的 ERP。

在各種腦波研究方面，包括：腦波能量(EEG power)分布及事件關聯電位(event-related potential; ERP)，用以評估特定之心智作業，如覺醒水準(Waard & Brookhuis, 1991; Eoh et al., 2005)及認知深度(Boksem et al., 2005; Ward & Brookhuis, 1991; Eoh et al., 2005; Murata et al., 2005)，在覺醒水準降低其中最常見的就是腦波從快而低振幅波轉變為慢而高振幅波(Klimesch, 1999; Lafrance & Dumont, 2000)。更具體而言，在降低警覺下，低頻 alpha 及 theta 波活動增加(Klimesch, 1999; Lafrance & Dumont, 2000; Oken & Salinsky, 1992)，可能反映在大腦皮質活動之減少(Cook et al., 1998; Laufs et al., 2003)，因此 alpha 及 theta 能量的大小，可提供受測者感受疲勞水準之適當的指標(Boksem et al., 2005)。

另一種用於評估人員績效之腦波量測法為事件關聯電位，在傳統上分割為幾個不同的組成，在刺激鎖定事件關聯電位於 200 至 500 毫秒(milliseconds; ms)間視窗，出現之最大正的峰值定義為 P300(Ullsperger et al., 1986; Ullsperger et al., 1988)，P300 成分波常用以鑑別認知資訊處理之深度，由心智作業負荷誘發之 P300 振幅隨心智疲勞致作業之知覺/認知困難度增加而減小(Ullsperger et al., 1986; Ullsperger et al., 1988; Donchin, 1979; Isreal et al., 1980; Kramer et al., 1983; Kramer et al., 1985; Mangun & Hillyard, 1987) (如圖 1 所示)，因此，P300 振幅主要反映認知上處理刺激的深度或程度，換句話說，其與注意力的水準有高度相關，除了在振幅大小方面之外，當刺激在認知上處理困難時 P300 潛時會增長(Murata et al., 2005)，Uetake and Murata 報告指出：P300 振幅及潛時可用以評估 VDT 作業產生之心智疲勞(Uetake & Murata, 2000)，其研究顯示 P300 潛時隨著累積的心智疲勞而增加，P300 振幅隨之而減少。

四、研究方法

本研究以訂製之專用測試帽(如圖 1)將 fNIRS 光學探頭及 EEG 電極固定在國際 10-20 電極聯接法(Andreassi, 2000)之 F3, F4, O1 及 O2 位置，選擇這些測點主要考慮本研究之心算作業屬視覺之刺激、反應，其主要來自大腦皮質層枕葉區之活動性，而工作記憶主要活性區域在額葉 (McEvoy et al., 2000; Fingelkurts et al., 2003; Winterer et al., 2004)。受測者穿戴專用測試帽可使 fNIRS 光學探頭及 EEG 電極固定在擬測定之位置，避免不同受測者間量測位置之偏差。光學系統取樣率設定為 6.25 Hz，因此我們每 160 毫秒收集一個資料點；腦波之電壓訊號取樣率設定為 500 Hz，每 2 毫秒收集一個資料點，研究步驟如圖 2：

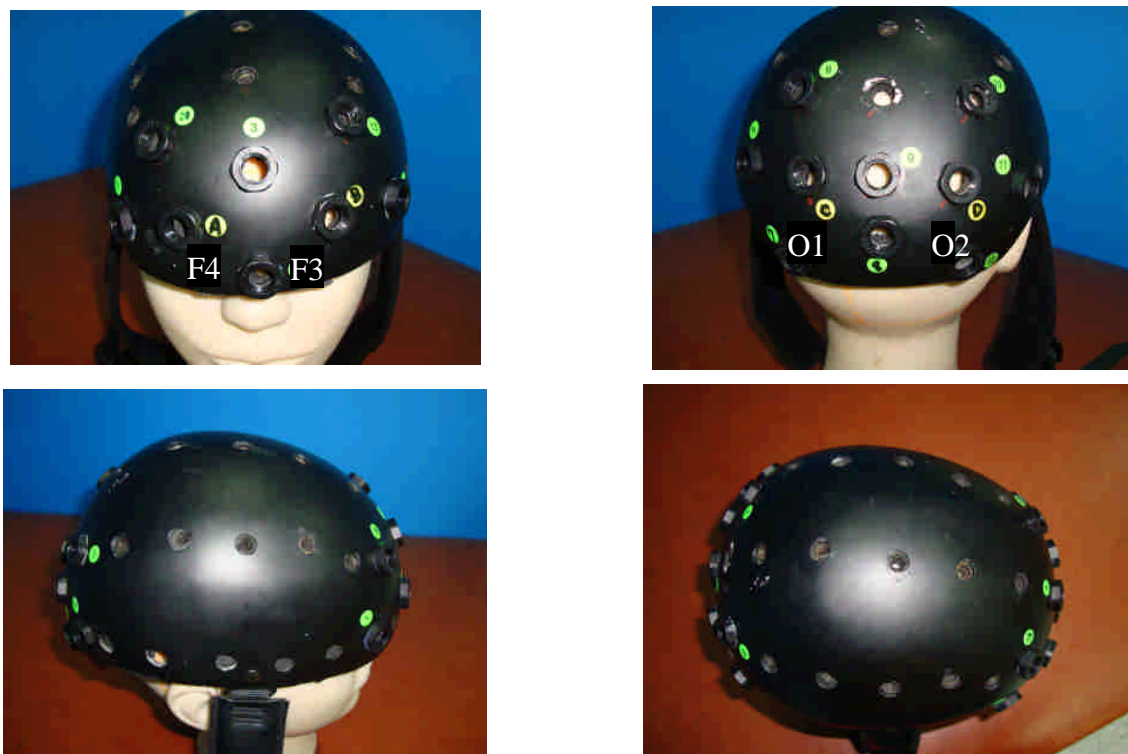


圖 1 訂製之專用測試帽將 fNIRS 光學探頭及 EEG 電極固定在 F3, F4, O1 及 O2 之位置。

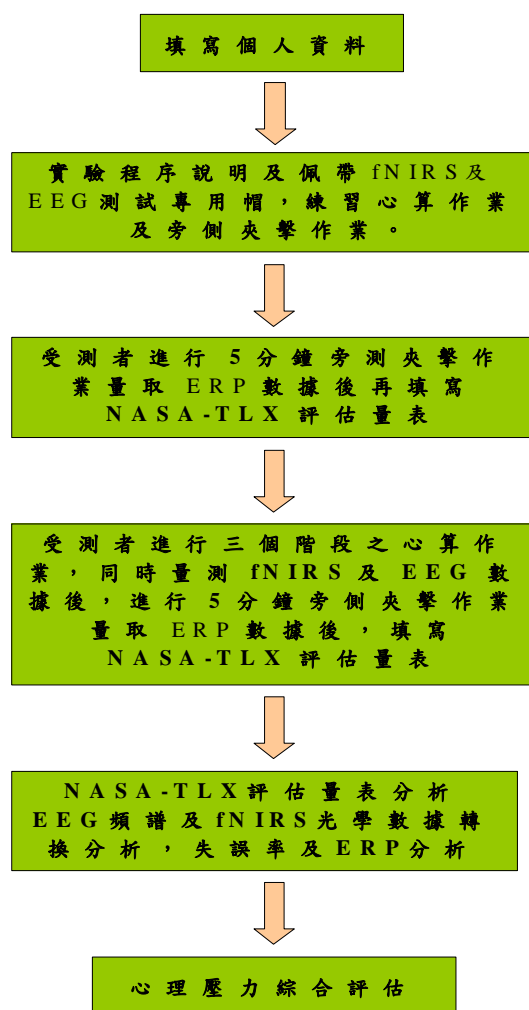


圖 2 研究步驟流程

(1)受測者

參與本研究之受測者人數計 15 位，因其中有 5 位之數據有太大雜訊混入，所以不列入本研究分析，實際分析之人數有 10 人分別為 1 位男性及 9 位女性，均為右慣用手者，年齡介於 18 到 24 歲之間。

(2)實驗程序：

本研究使受測者先進行前測，包括 5 分鐘之個人資料填寫及 NASA 作業負荷指標量表(NASA-Task Load Index (TLX) rating scale) (Hart & Staveland, 1988)，及 5 分鐘之旁側夾擊作業(modified flanker test) (Eriksen, 1974)誘發之腦波事件關聯電位(ERP)後完成前測。接著開始進行心算作業並以 fNIRS 結合 EEG 進行量測，量測時間計 20 分鐘，然後再進行 5 分鐘之旁側夾擊作業(modified flanker test)並量取以該作業誘發之腦波事件關聯電位(ERP)，然後使用 NASA 作業負荷指標量表，自行記錄評估作業負荷，以主觀評估心智負荷狀況，同時作短暫休息共歷時約 5 分鐘，以此為一個實驗階段(Task)共計 30 分鐘，每位受測者須完成三個實驗階段(如圖 3 所示)，整個實驗過程約歷 2 小時，程序如圖 3：

5 分 個人資料 NASA-TLX 壓力 評估量表	5 分 ERP 量測	25 分鐘 20 分鐘心算作業 量測 fNIRS & EEG 5 分鐘 ERP 量測	5 分鐘 NASA-TLX 壓力評估量 表及短暫休 息	25 分鐘 20 分鐘心算作業 量測 fNIRS & EEG 5 分鐘 ERP 量測	5 分鐘 NASA-TLX 壓力評估量 表及短暫休 息	25 分鐘 20 分鐘心算作業 量測 fNIRS & EEG 5 分鐘 ERP 量測	5 分鐘 NASA-TLX 壓力評估量 表及短暫休 息
前測		Task1		Task 2		Task3	

註：1, 2, 3 分別表示第一、二、三階段(三種困難度)之心智負荷量測。

圖 3 實驗進行分成前測實驗及隨後之三個階段之實驗總共歷時約 100 分鐘

心算作業是由電腦銀幕出現心算題目，受測者把兩個數字相加後，以電腦鍵盤輸入正確答案，每個題目顯示時間 0.5 秒，隨後在 0.5 秒時間顯示等號(=)，使受測者在時間壓力(Time pressure)下作答以產生心理壓力(Park et al., 2008)，所需時間分別為 9、6 及 5 秒定為困難度 1、困難度 2 及困難度 3，答案直接由鍵盤數字鍵輸入，每一題目，在連續完成 5 個題目(計 20 秒)休息 20 秒(使大腦皮質血流恢復至背景值)共需花費 40 秒，定義為一個工作負荷(work load)期間，每一心算作業期間需進行 30 次工作負荷共計花費時間為(40 秒/負荷×30 次負荷 = 1200 秒 = 20 分)，Task1、Task2 及 Task3 分別表示困難度 1、2 及 3，以交錯平衡方式(Counterbalance)隨機方式出現不同難度之心算題目。為了時間限制下完成運算獲得答案，受測者必須在工作記憶中快速處理資訊。

五、結果與討論

(1) NIRS 分析

圖 4 所示為受試者在不同反應時間下大腦活化反映的情形。隨著刺激反應，攜氧血紅素(紅線)上升，而去氧血紅素(藍線)下降。比較在給與不同反應時間的測試，可看出隨著時間的減少，攜氧血紅素上升振幅也跟著減少，表示大腦血流供給也隨之下降。

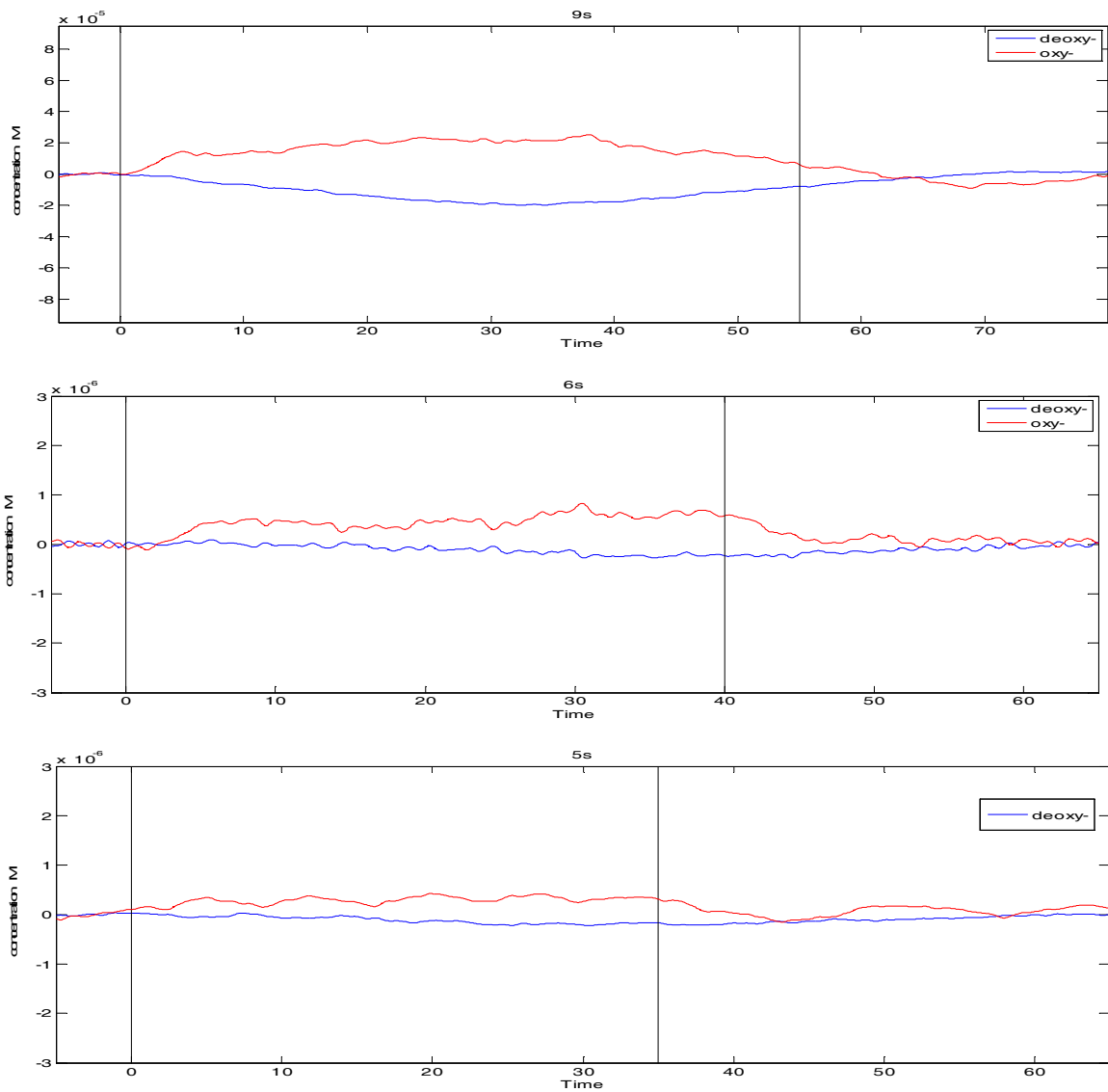


圖 4 在困難度 1(9 秒)、困難度 2(6 秒)及困難度 3(5 秒)(上、中及下圖)之心算反應時間下所量到之攜氧血紅素及去氧血紅素之濃度變化，隨著時間的減少，攜氧血紅素上升振幅也跟著減少，去氧血紅素則無明顯變化。

圖 5 呈現攜氧血紅素在大腦各區的反應，在困難度 1(9 秒)測驗中，F3(左額葉)的大腦區塊，也就是左額葉，在測試中呈現大腦明顯活化反應；而困難度 2(6 秒)與困難度 3(5 秒)的測試則可看出左額葉大腦活化反應不明顯。

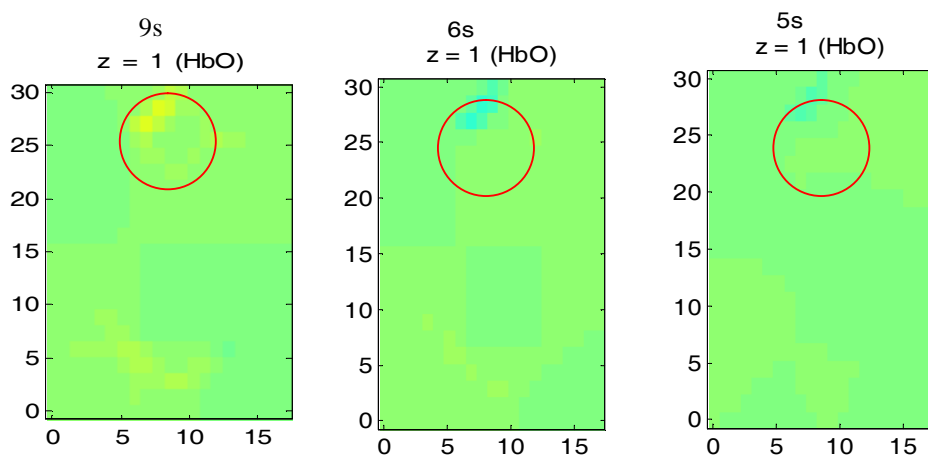


圖 5 攜氧血紅素在大腦各區塊的反應，顏色越黃者表示局部大腦活化反應大，顏色越藍者表示大腦部不活化反應明顯。

表 1 受測者在不同困難度心算作業所量測到之攜氧血紅素濃度統計值(吸光度)

困難度 電極	困難度 1	困難度 2	困難度 3
F4	6.08E-06	5.61E-06	2.55E-06
F3	5.19E-06	4.35E-06	1.27E-06
O1	2.37E-06	2.83E-06	-1.3E-06
O2	-8.98481E-06	-1.03658E-05	-1.02606E-05

圖 6 為大腦不同區塊在不同作業時間下的活化反應。由圖可見隨著作業時間的減少，大腦活化程度也有下降的趨勢。其中，F3 處統計發現困難度 1 大腦活化程度明顯比困難度 3 大。顯示受測者對困難度 1 較困難度 3 之心算作業，大腦有較明顯之資訊處理活動，這也顯示在時間壓力下反而不利思考。

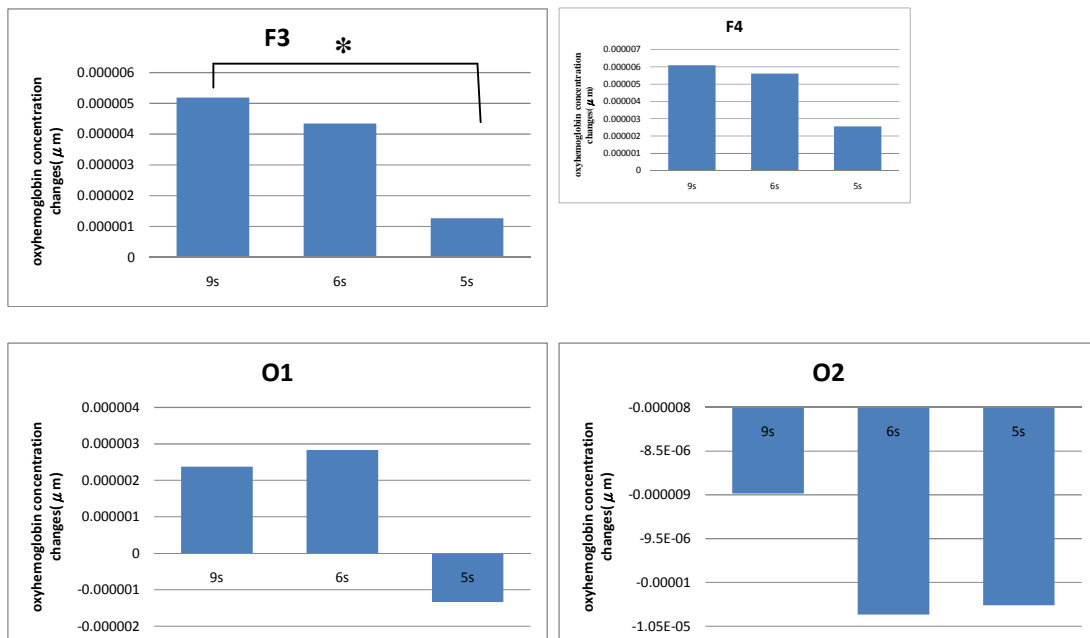


圖 6 大腦不同區塊在不同作業困難度下的活化反應之統計分析，在 F3 電極位置 (左額葉) 之大腦活化反應於困難度 1 與 3 間有統計上之顯著差異。

(2) EEG 分析

在本實驗發現腦波功率指數在大腦右枕葉區塊(O2 電極位置)之 α 及 θ 腦波基本指數在不同困難度有統計上之線祝差異，在其他區塊則無，枕葉主管視覺反應，顯示在心算作業時視覺所反映之精神狀態有明顯的變化。 α 波主要是在身體放鬆、心不在焉時所出現波形，越高代表比要沒有壓力，結果顯示 α 波在困難度 1 測驗中高於困難度 3 測驗，這就是說時間越短壓力越大。 θ 波屬於身體放鬆到進入睡眠時所出現波形，越低代表越能放鬆，壓力也比較小，由結果可看出受測者在困難度 3 測驗中的 θ 值高於困難度 1 測驗，表示越短的時間反應會造成受試者的壓力上升，而充裕的時間反應則會使受試者較為放鬆。覺醒水準 β/α 指數越高代表清醒程度越高，本實驗指出隨

著反應時間的減少，覺醒水準有上升的趨勢，也就是說受試者須提高覺醒程度以完成作業要求。

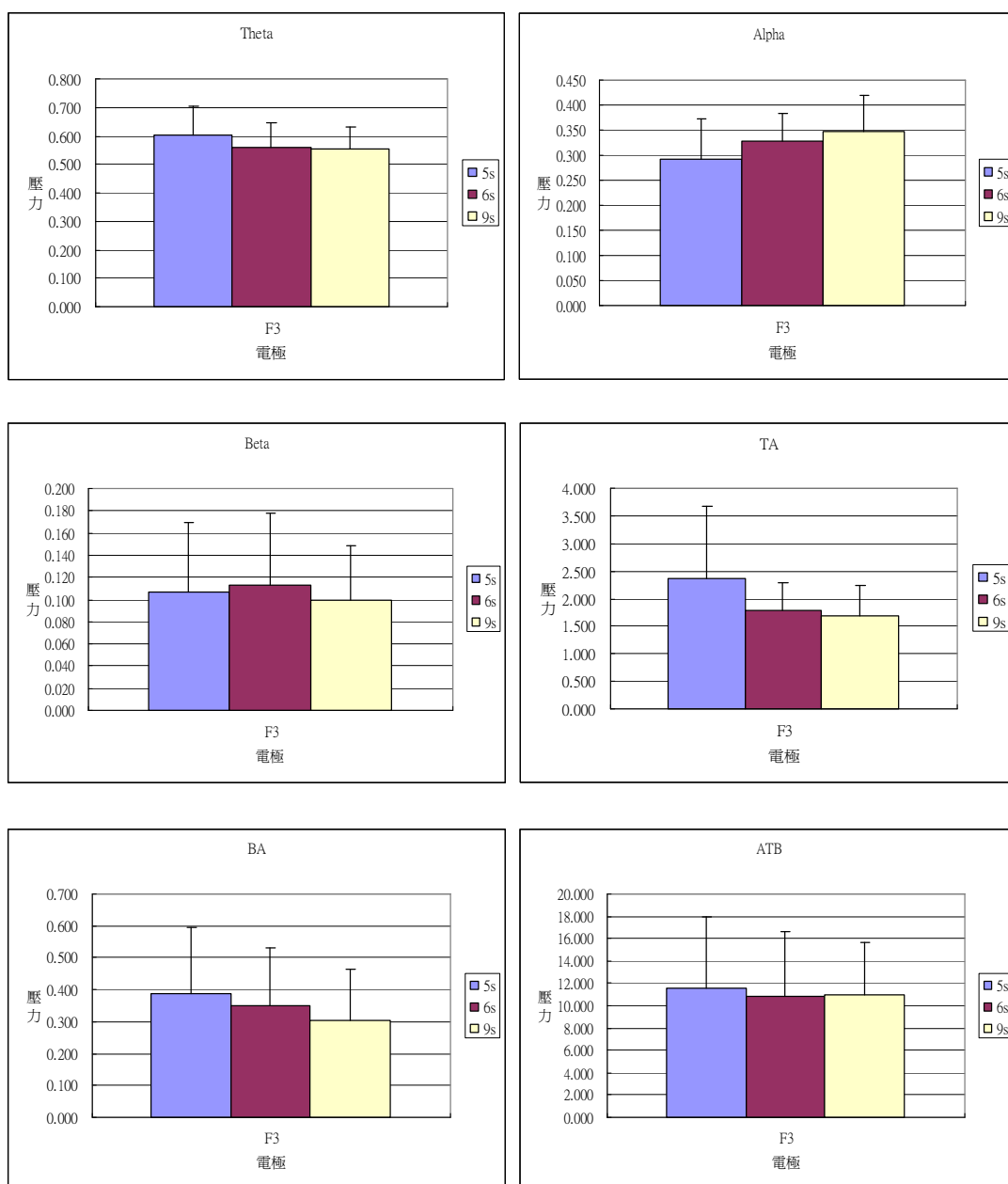


圖 7 F3 電極位置(左額葉)在 3 種困難度之心算作業之腦波功率指數統計圖

表 2 F3 電極位置(左額葉)在 3 種困難度之心算作業之腦波功率基本指數

F3	腦波功率指數	困難度 1	困難度 2	困難度 3
	θ		0.533±0.077	0.56±0.088
α		0.347±0.071	0.328±0.055	0.292±0.081
β		0.1±0.049	0.112±0.066	0.107±0.062
θ/α		1.694±0.536	1.783±0.508	2.377±1.292
β/α		0.304±0.161	0.348±0.184	0.387±0.21
$(\alpha+\theta)/\beta$		10.993±4.658	10.820±5.823	11.552±6.349

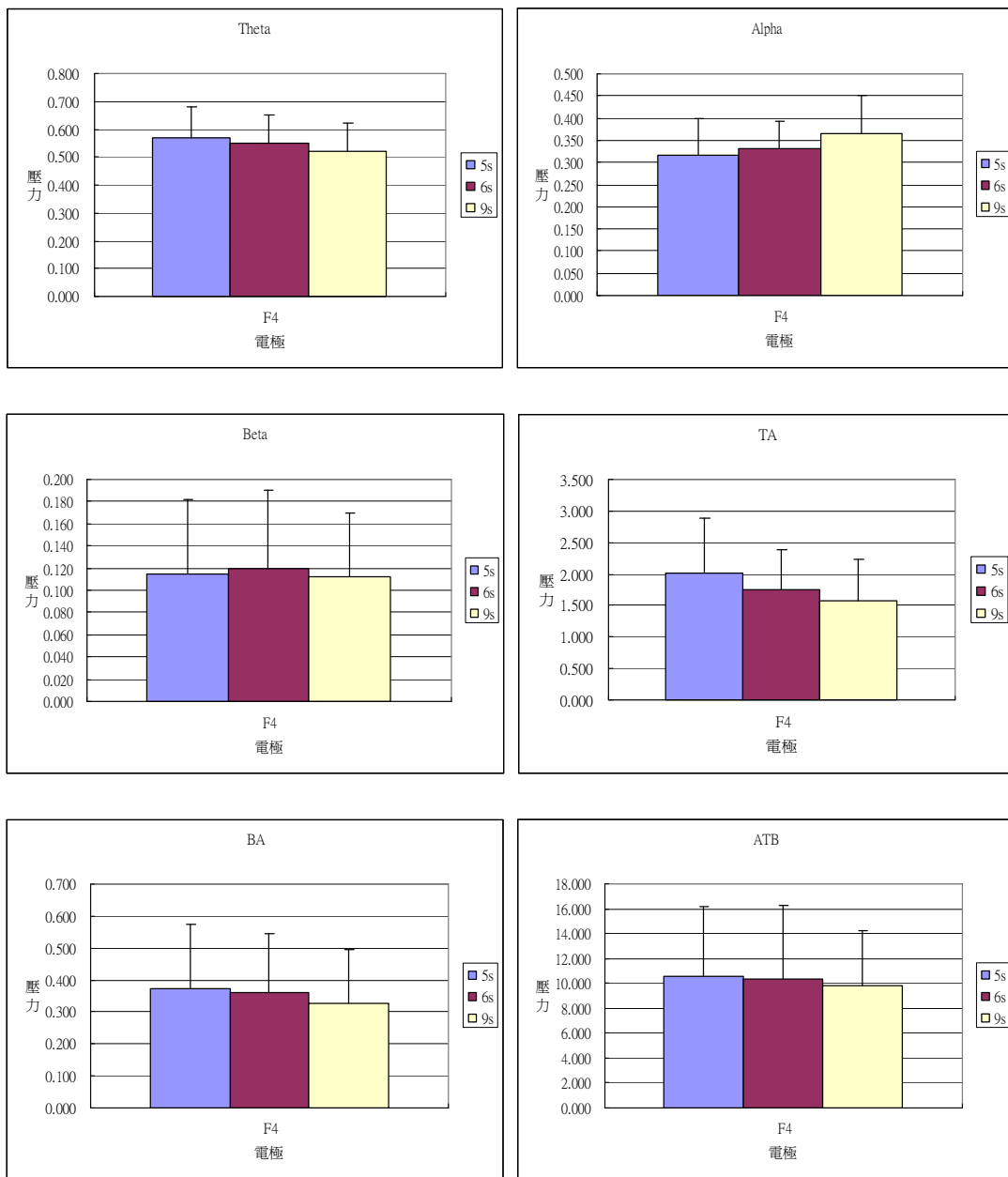


圖 8 F4 電極位置(右額葉)在 3 種困難度之心算作業之腦波功率指數統計圖

表 3 F4 電極位置(左額葉)在 3 種困難度之心算作業之腦波功率基本指數

腦波功率指數	困難度 1	困難度 2	困難度 3
	θ	0.522±0.098	0.549±0.104
α	0.366±0.085	0.332±0.06	0.316±0.082
β	0.112±0.056	0.12±0.071	0.115±0.067
θ/α	1.57±0.659	1.759±0.617	2.01±0.881
β/α	0.325±0.168	0.361±0.185	0.74±0.2
$(\alpha+\theta)/\beta$	9.782±4.457	10.338±5.96	10.559±5.516

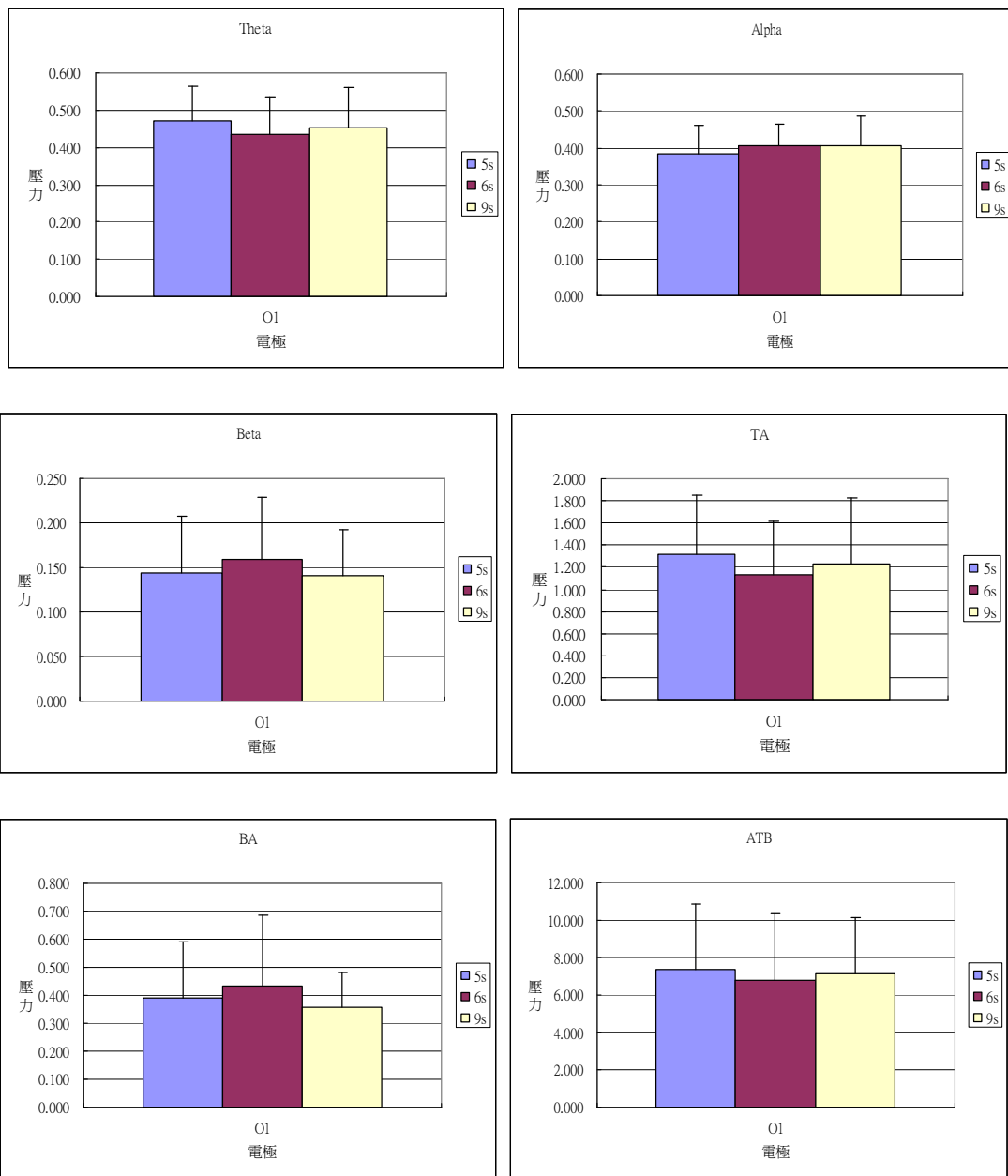


圖 9 O1 電極位置(左枕葉)在 3 種困難度之心算作業之腦波功率指數統計圖

表 4 O1 電極位置(左枕葉)在 3 種困難度之心算作業之腦波功率基本指數

腦波功率指數	困難度 1	困難度 2	困難度 3
	θ	04.53±0.106	0.434±0.103
α	0.405±0.08	0.407±0.057	0.385±0.075
β	0.142±0.051	0.159±0.07	0.143±0.064
θ/α	1.23±0.59	1.129±0.485	1.318±0.539
β/α	0.356±0.125	0.432±0.254	0.389±0.202
$(\alpha+\theta)/\beta$	7.119±3.026	6.762±3.582	7.389±3.467

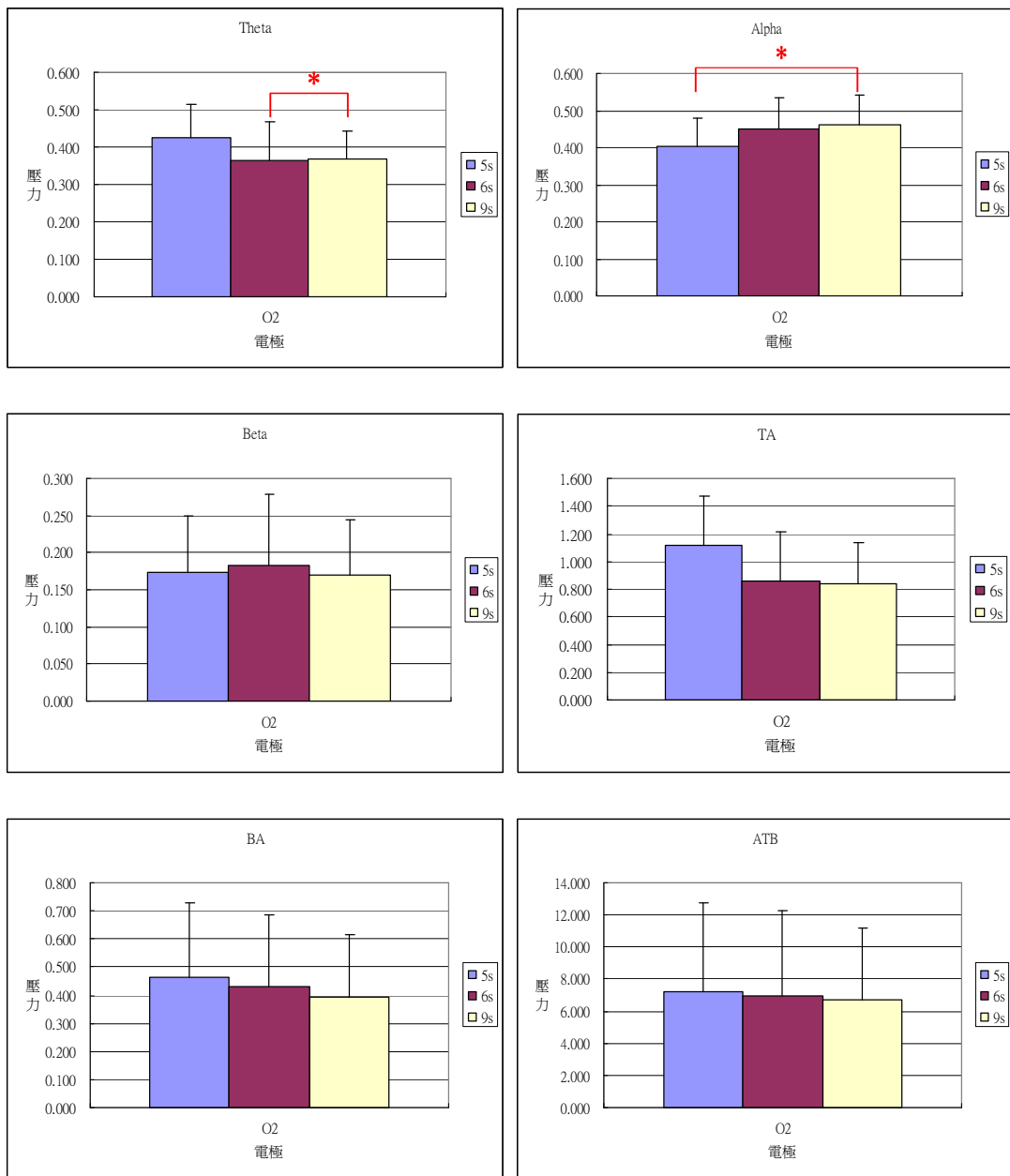


圖 10 O2 電極位置(右枕葉)在 3 種困難度之心算作業之腦波功率指數統計圖

表 5 O2 電極位置(右枕葉)在 3 種困難度之心算作業之腦波功率基本指數

腦波功率指數	困難度 1	困難度 2	困難度 3
	θ	0.367±0.077	0.366±0.103
α	0.463±0.08	0.451±0.084	0.402*±0.077
β	0.17±0.075	0.183±0.096	0.173±0.077
θ/α	0.838±0.302	0.862±0.355	1.119±0.356
β/α	0.395±0.218	0.432±0.254	0.462±0.265
$(\alpha+\theta)/\beta$	6.69±4.483	6.994±5.226	7.186±5.58

(4)ERP 分析

潛時(Latency)在 ERP2(困難度 1)和 ERP3(困難度 2)與 ERP3(困難度 2)和 ERP4(困難度 3)有顯著差異。ERP2(困難度 1)和 ERP3(困難度 2)的處理速度有比較快，但 ERP3(困難度 2)和 ERP4(困難度 3)就有變慢的現象。振幅(Amplitude) 在 ERP1 和 ERP3 有顯著差異。左額葉(F3)的振幅(Amplitude) 在 ERP1(base line)和 ERP3(困難度 2)的處理能力有下降，受測者在進行心算作業前(base line)專注度較高，所以處理能力在最好的狀態，在作業困難度 2 時振幅有顯著變小，由此可知時間壓力會讓處理能力下降。

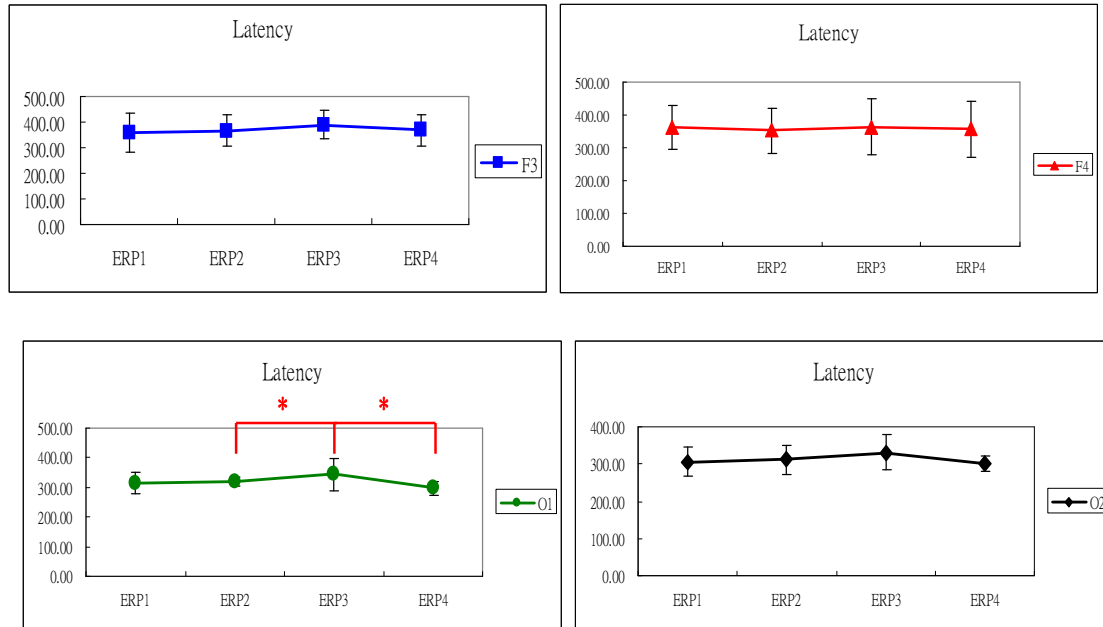


圖 11 大腦各區塊在 3 種困難度之心算作業之量測到之事件關聯電位潛時比較圖

表 6 大腦各區塊在 3 種困難度之心算作業之量測到之事件關聯電位潛時統計值

Latency				
電極 次別	F3	F4	O1	O2
ERP1 (base line)	358.90±76.85	363.20±66.19	313.40±35.13	307.00±38.70
ERP2 (困難度 1)	366.60±61.09	352.80±68.44	320.10±16.09	311.80±38.34
ERP3 (困難度 2)	390.10±56.07	364.00±86.53	342.90±55.47	330.70±47.07
ERP4 (困難度 3)	368.30±63.98	357.70±85.02	297.80±22.58	300.60±20.79

* base line：表示心算作業前所量測之 ERP。

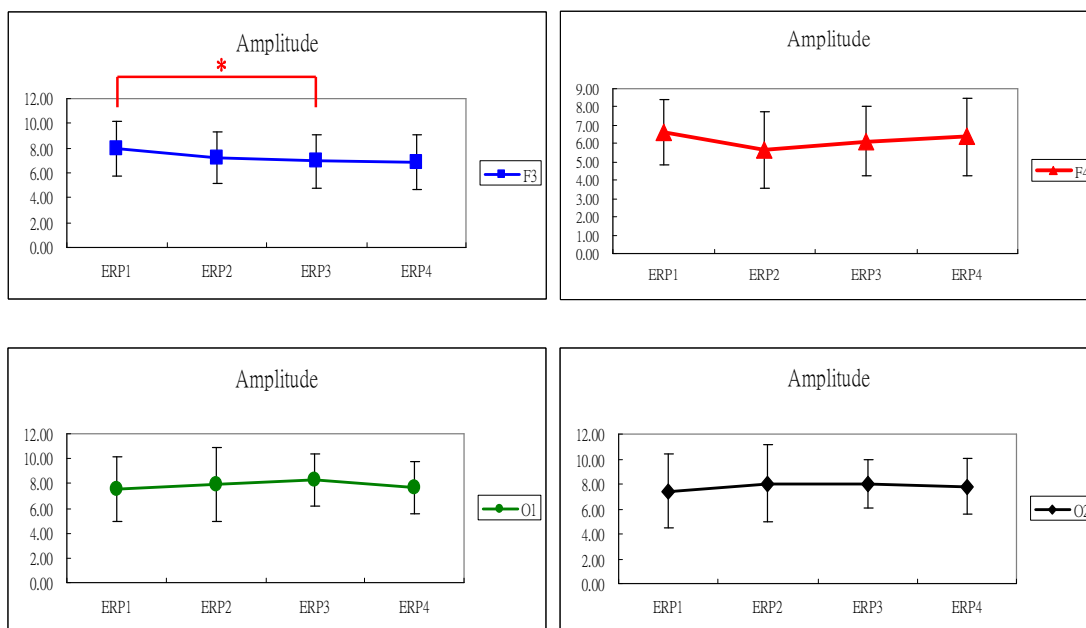


圖 12 大腦各區塊在 3 種困難度之心算作業之量測到之事件關聯電位振幅比較圖

表 7 大腦各區塊在 3 種困難度之心算作業之量測到之事件關聯電位振幅統計值

Amplitude				
電極 次別	F3	F4	O1	O2
ERP1 (base line)	7.93±2.18	6.63±1.78	7.54±2.64	7.45±2.94
ERP2 (困難度 1)	7.20±2.12	5.68±2.08	7.93±2.95	8.02±3.07
ERP3 (困難度 2)	6.92±2.10	6.11±1.89	8.27±2.07	8.01±1.94
ERP4 (困難度 3)	6.90± 2.20	6.37± 2.12	7.66± 2.14	7.82± 2.29

* base line：表示心算作業前所量測之 ERP。

(5) NASA 作業負荷指標量表分析

受測者進行三種困難度之心算作業所進行之 NASA 作業負荷指標量表主觀評估心智壓力變化，結果發現三種困難度之心算作業在統計上並無顯著差異，顯示主觀量測不易評估壓力之變化。

由上述結果獲得以下之結論：

1. 近紅外光譜儀量測大腦血氧代謝狀況，在大腦神經活化之時，局部血管會擴張以帶大量的帶氧血紅素會進入活化區域，以維持神經活化。本實驗發現隨著反應時間的減少，大腦灌流的程度也隨之下降，表示隨著壓力的上升，大腦血管調控能力會隨之下降。在左右額葉與左右枕葉的量測中，F3 和 O2 較有量測上顯著差異，也就是左前與右後的對角線，其中 NIRS 能比較敏感的偵測到額葉變化而 EEG 能感測到枕葉的變化。

2. α 波主要是在身體放鬆、心不在焉時所出現波形，越高代表比要沒有壓力，結果顯示 α 波在困難度 1 測驗中高於困難度 3 測驗，這就是說時間越短壓力越大。 θ 波屬於身體放鬆到進入睡眠時所出現波形，越低代表越能放鬆，壓力也比較小，由結果可看出受測者在困難度 3 測驗中的 theta 值高於困難度 1 測驗，表示越短的時間反應會造成受試者的壓力上升，而充裕的時間反應則會使受試者較為放鬆。
3. 覺醒水準 β/α 指數越高代表清醒程度越高，本實驗指出隨著反應時間的減少，覺醒水準有上升的趨勢，也就是說受試者須提高覺醒程度以完成作業要求。
4. NASA 作業負荷指標量表則在三種困難度量測結果期間均無顯著差異，亦即主觀量測不易評估壓力之變化，這亦突顯生理量測對壓力量測之實用價值。

參考文獻：

一、外文部份：

1. E. Mendoza & G. Carballo, Acoustic analysis of induced vocal stress by means of cognitive workload task. *Journal of Voice*. 12(3): 263-273, 1998.
2. J. Park, J. Kim, & W. Jung, Comparing the complexity of procedural step with the operators' performance observed under stressful conditions. *Reliability Engineering and System Safety*, 83(1): 79-91, 2004.
3. M. Iwanaga, H. Yokoyama, H. Seiwa, Effects of personal responsibility and latitude for Type A and B individuals on psychological and physiological stress responses. *International Journal of Behavioral Medicine*. 7(3): 204-215, 2000.
4. Y.L. Lin, and S. L. Hwang, The application of the loglinear model to quantify human error. *Reliability Engineering and System Safety*, 37(2): 157-165, 1992.
5. International Organization for Standardization, 10075. Ergonomic principles related to mental workload—General terms and definition, 1991.
6. M. A. Boksem, T. F. Meijman and M. M. Lorist, "Effects of mental fatigue on attention: an ERP study," *Cognit. Brain Res.*, 25: 107-116, 2005.
7. K. Ryu and R. Myung, "Evaluation of mental workload with a combined measure based on physiological indices during a dual task of tracking and mental arithmetic," *Int. J. Ind. Ergon.*, 35: 991-1009, 2005.
8. D. de Waard and K. A. Brookhuis, "Assessing driver status: a demonstration experiment on the road," *Accid. Anal. Prev.*, 23: 297-307, 1991.
9. H. J. Eoh, M. K. Chung and S. H. Kim, "Electroencephalographic study of drowsiness in simulated driving with sleep deprivation," *Int. J. Ind. Ergon.*, 35: 307-320, 2005.
10. P. Ullsperger, A. M. Metz and H. G. Gille, "The P300 component of the event-related brain potential and mental effort," *Ergonomics*, 31: 1127-1137, 1988.
11. K. Murata, S. Araki, N. Kawakani, Y. Saito, E. Hino, "Central Nervous System Effects and Visual Fatigue in VDT Workers," *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 63:109-113, 1991.
12. A. Murata, A. Uetake and Y. Takasawa, "Evaluation of mental fatigue using feature parameter extracted from event-related potential," *Int. J. Ind. Ergon.*, 35: 761-770, 2005.
13. W. Klimesch, "EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis," *Brain Res. Rev.*, 29: 169-195, 1999.
14. C. Lafrance and M. Dumont, "Diurnal variations in the waking EEG: comparisons with sleep latencies and subjective alertness," *J. Sleep Res.*, 9: 243-248, 2000.
15. A. Cook, R. O'Hara, S. H. Uijtdehaage, M. Mandelkern and A. F. Leuchter, "Assessing the accuracy of topographic EEG mapping for determining local brain function," *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 107: 408-414, 1998.
16. A. Uetake and A. Murata, "Assessment of mental fatigue during VDT task using event-related potential (P300)," *Proc. of the 2000 IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 235-240, 2000.

17. S.-Y. Cheng, H.Y. Lee, C. M. Shu, H. T. Hsu, Electroencephalographic study of mental fatigue in VDT task, *Journal of Medical and Biological Engineering*, 27(3), 124-131, 2007
18. F. F. Jöbsis “Noninvasive infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters.” *Science* 198: 1264-1267, 1977.
19. M. A. Franceschini, V. Toronov, M.E. Filiaci, E. Gratton, S., Fantini, *Optics Express* **6**, 49, 2000.
20. V. Toronov, S. Walker, R. Gupta, J.H. Choi, E. Gratton, D. Hueber, A. Webb, *Neuroimage* **19**, 1521, 2003.
21. M. Wolf, U. Wolf, V. Toronov, A. Michalos, L. A. Paunescu, J. H. Choi, E. Gratton, *Neuroimage* **16**, 704, 2002.
22. D. A. Boas, T. Gaudette, G. Strangman, X. Cheng, J. J. A. Marota, J. B. Mandeville, *Neuroimage* **13**, 76, 2001.
23. E. Rykhlevskaia, M. Fabiani, G. Gratton, *Neuroimage* **30**, 1203, 2006.
24. G. Csibra, J. Henty, A. Volein, C. Elwell, L. Tucker, J. Meek, M.H. Johnson,. *Journal of Pediatric Neurology* **2**, 85, 2004.
25. E. Watanabe, A. Maki, F. Kawaguchi, Y. Yamashita, H. Koizumi, Y. Mayanagi, *Neuroscience Letters* **256**, 49, 1998.
26. M. J. Herrmann, M. M. Plichta, A. Ehlis, A. J. Fallgatter, *Behavioral Brain Research* **160**, 135, 2005.
27. K. Izzetoglu, S. Bunce, O. Banaral, K. Pourrezaei, B. Chance, *Int. J. Human-Computer Inter.* **17**, 211, 2004.
28. C. B. Akgul, A. Akin, B. Sankur, *Med. Biol. Eng. Comput.* **44**, 945, 2006.
29. T. S. Braver, J. D. Cohen, L. E. Nystrom, E. E. J. Jonides, Smith, Noll DC, “A Parametric Study of Prefrontal Cortex Involvement in Human Working Memory”, *NeuroImage*. 5:49-62, 1997.
30. E. E. Smith, J. Jonides, “Working Memory: A View from Neuroimaging”, *Cognitive Psychology*. 33:5–42, 1997.
31. M. Khan, Q. Dong, W. Perrizo, K-Nearest Neighbor Classification on Spatial Data Streams Using P-Trees , Pacific-Asian Knowledge and Data Mining Conf., May, 2002.
32. J. L. Andreassi, *Psychophysiology: Human Behavior and Physiological Response (4th ed.)*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.
33. L.K. McEvoy, M.E. Smith, A. Gevins, ”Test-retest reliability of cognitive EEG”, *Clin. Neurophysiol.* 111, 457-463, 2000.
34. A. A. Fingelkurts, A.Y. Kaplan, “The regularities of the discrete nature of multi-variability of EEG spectral patterns”, *Int. J. Psychophysiol.* 47, 23-41, 2003.
35. G. Winterer, R. Coppola, T.E. Goldberg, M.F. Egan, D.W. Jones, C. E. Sanchez, D.R. Weinberger, “Prefrontal Broadband Noise, Working Memory, and Genetic Risk for Schizophrenia”, *Am. J. Psychiatry* 161, 490-500, 2004.
36. S. G. Hart and L. E. Staveland, Development of NASA-TLX (Task Load Index): results of experimental and theoretical research, in: P. A. Hancock and N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload*, Amsterdam: Elsevier, 39-183, 1988.
37. B. A. Eriksen and C. W. Eriksen, “Effects of noise letters upon the identification of a target

- letter in a nonsearch task,” *Percept. Psychophys.*, 16: 143-149, 1974.
38. M. K. Park, N. Satoh and M. Kumashiro, “Mental Workload under Time Pressure can Trigger Frequent Hot Flashes in Menopausal Women,” *Industrial Health* 46, 261–268, 2008.
 39. A. Sassaroli, S. Fantini, *Phys. Med. Biol.* **49**, N255, 2004.
 40. Duncan, J. H. Meek, M. Clemence, C. E. Elwell, L. Tyszczyk, M. Cope, D. Delpy, *Phys. Med. Biol.* **40**, 295, 1995.
 41. Sassaroli, Y. Tong, C. Benes, S. Fantini, *Proc. SPIE* **6850**, 685008, 2008.
 42. J. Sankoh, M.F. Huque, S.S. Dubey, *Statistics in Medicine* 16, 2529, 1997.
 43. H. V. Semlitsch, P. Anderer, P. Schuster and O. Presslich, “A solution for reliable and valid reduction of ocular artifacts, applied to the P300 ERP,” *Psychophysiology*, 23: 695-703, 1986.
 44. J. Fisch, *Spelmann’s EEG Primer (2nd ed.)*, Amsterdam: Elsevier Science BV, 1991.
 45. K. A. Brookhuis and D. de Waard, “The use of psycho- physiology to assess driver status,” *Ergonomics*, 36: 1099-1110, 1993.
 46. J.B. Carter, E.W. Banister, “Musculoskeletal Problems in VDT Work: a Review,” *Ergonomics*, 37(10): 1623-1648, 1994.
 47. T.R. Hales, S.L. Sauter, Peterson, M.R., et al., “Musculoskeletal Disorders among Visual Display Terminal Users in a Telecommunication Company,” *Ergonomics*, 37(10): 1603-1621, 1994.
 48. U. Bergqvist, E. Wolgast, Nilsson, B., Voss, M., “Musculoskeletal Disorders among Visual Display Terminal Workers: individual, ergonomic, and work Organizational Factors,” *Ergonomics*, 38(4): 763-776, 1995.
 49. N. P. Cwiggins, K. M. Daum, C. A. Snyder, “Effects of Residual Astigmatism in Contact Lens Wear on Visual Discomfort in VDT use,” *J. Am. Opt. Assoc.*, 63(3): 177-181, 1992.
 50. A. D. McDonald, “Birth Defect, Spontaneous Abortion and Work with VDTs,” in Knave, B. and Wideback, P. G. (eds), “Work with Display Units ’86,” North-Holland, Amsterdam, 94-95, 1987.
 51. S.B. Park, S. Gotoh, “Research on Office Environment Evaluation and Worker Fatigue,” *J. Thermal Biology*, 18(5-6): 565-570, 1993.
 52. H. Laufs, A. Kleinschmidt, A. Beyerle, E. Eger, A. Salek-Haddadi, C. Preibisch and K. Krakow, “EEG-correlated fMRI of human alpha activity,” *Neuroimage*, 19: 1463-1476, 2003.
 53. A. F. Kramer, C. D. Wickens and E. Donchin, “Processing of stimulus properties: evidence for dual-task integrality,” *J. Exp. Psychol.-Hum. Percept. Perform.*, 11: 393-408, 1985.
 54. H. G. Pyun and J. R. Kim, “A study on the effect of emotion-evoking advertisement with EEG analysis,” *Proc. of 2000 Joint Conf. of KIIE and KORMS*, 413-416, 2000.
 55. J. C. Rains and D. B. Penzien, “Sleep and chronic pain challenges to the a-EEG sleep pattern as a pain specific sleep anomaly,” *J. Psychosomat. Res.*, 54: 77-83, 2003.
 56. T. Åkerstedt, G. Kecklund and A. Knutsson, “Manifest sleepiness and the EEG spectral content during night work,” *Sleep*, 14: 221-225, 1991.
 57. S. K. Lal and A. Craig, “A critical review of the psychophysiology of driver fatigue,” *Biol. Psychol.*, 55: 173-194, 2001.
 58. R. Davies and A. Krkovic, “Skin conductance, alpha activity and vigilance,” *Am. J. Psychol.*, 78: 304-306, 1965.
 59. S. Makeig and T. Jung, “Changes in alertness are a principal component of variance in the EEG spectrum,” *Neuroreport*, 7: 213-216, 1995.
 60. S. Dahaene, E. Spelke, P. Pinel, R. Stanescu and S. Tsivkin, “Sources of mathematical thinking: behavioral and brain- imaging evidence,” *Science*, 284: 970-974, 1999.

61. Donchin, M.G.H. Coles, 1988. Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behav. Brain Sci.* 11, 357–374.
62. Lesage, L. Gagnon, M. Dehaes, *Proc. SPIE* **6850**, 68500C (2008).
63. A. Shmuel, E. Yacoub, J. Pfeuffer, P. F. Van de Moortele, G. Adriany, X. Hu, K. Ugurbil, *Neuron* **36**, 1195, 2002.
64. U. Schridde, M. Khubchandani, J. E. Motelow, B. G. Sanganahalli, F. Hyder, H. Blumenfeld, *Cerebral Cortex*, doi:10.1093/cercor/bhm208, 2007.
65. A. T. Smith, A. L. Williams, K. D. Singh, *Human Brain Mapping* **21**, 213, 2004.
66. M. E. Smith, A. Gevins, H. Brown, A./Karmik, R. Du, *Human Factors* **43**, 366, 2001.
67. S. Fantini, A. Sassaroli, Y. Tong, L. M. Hirshfield, A. Girouard, T. Solovey, R. J. K. Jacob, *OSA Topical Meetings, BIOMED, BMD14*, 2008.
68. Ursin, H., Ursin, R., Physiological indicators of mental load. In: Moray, N. (Ed.), *Mental Workload, Its Theory and Measurement*. Plenum Press, New York, pp. 349–36, 1979.
69. S. Fantini, A. Sassaroli, Y. Tong, L. M. Hirshfield, A. Girouard, T. Solovey, R. J. K. Jacob, *OSA Topical Meetings, BIOMED, BMD14*, 2008.
70. I Kurtulus, *Neural Correlates of Cognitive Workload and Anesthetic Depth: fNIR Spectroscopy Investigation in Humans*, PhD dissertation, Drexel University, 2008.

二、中文部份：

1. 張芙蓉，2003，「壓力紓解」，*榮總護理*，20:3，322-328。
2. 程千芳，2002，*認識飛航壓力*，*空軍學術月刊*，536: 63-74。
3. 陸洛，1997，*工作壓力的歷程：理論與研究的對話*，*中華心理衛生學刊*，10(4): 19-51。
4. 林昱廷，*EEG 於心理工作壓力量測之評估研究*，碩士論文，清華大學工業工程與工程管理系，2002。
5. 鄭世岳、李筱瑜、徐啟銘、許宏德，2007，*以腦波評估 VDT 作業心智壓力之研究*，2007 工業安全衛生論文研討會，台灣台北。

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：本研究結果與原定之計畫相符程度達 80% 以上，在研究補助經費縮減之下，主持人仍全力完成本計畫，且獲得令人滿意之研究成果。

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）

本計劃結合 NIRS 及 EEG 兩種分析技術，可獲得更多之心智壓力所伴隨之生理變化資訊，在人員對不同的時間壓力，由 NIRS 所量測到之攜氧血紅素變化，可獲得大腦有不同程度之活化，結合腦波量測分析得到之基礎與比率能量指標，評估覺醒水準，可更清楚了解壓力歷程所衍生之生理上即心理上的變化。本研究發現：當時間壓力增加，大腦活性隨之增加，但時間壓力增加到某一程度後，大腦活性反而減少，可能的原因是：為迎合增加的時間壓力之需求，相關之注意力亦需增加，一但時間壓力太高注意力反而會降低，另一方面在腦波紀錄發現時間壓力增加，覺醒水準隨之增加，但增加到某種程度時注意力就不再增加，顯示如果時間壓力太高，覺醒水準仍維持一定水準，但大腦皮質活性會減低。結合此兩種分析技術可獲得心智負荷所伴隨之生理變化資訊，以評估人員面對壓力所產生之生理反應。從職業風險管理、生產效能及職業衛生的觀點，可用以評估工作人員之壓力狀態，及在職業安全衛生有關心智負荷引起心理壓力，提供人員作業管理上之參考。

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/21

國科會補助計畫	計畫名稱: 以功能性近紅外線光譜及腦波分析探討心智負荷引起心理壓力之研究
	計畫主持人: 鄭世岳
	計畫編號: 99-2221-E-041-001- 學門領域: 醫用電子
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：鄭世岳		計畫編號：99-2221-E-041-001-				計畫名稱：以功能性近紅外線光譜及腦波分析探討心智負荷引起心理壓力之研究	
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	1	0%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	0%		
		研討會論文	0	1	0%		
		專書	0	0	0%		
	專利	申請中件數	0	0	0%	件	
		已獲得件數	0	0	0%		
	技術移轉	件數	0	0	0%	件	
		權利金	0	0	0%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	0	0	0%		
		博士後研究員	0	0	0%		
		專任助理	0	0	0%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	0%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	0%		
		研討會論文	0	0	0%		
		專書	0	0	0%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	0%	件	
		已獲得件數	0	0	0%		
	技術移轉	件數	0	0	0%	件	
		權利金	0	0	0%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	0%	人次	
		博士生	0	0	0%		
		博士後研究員	0	0	0%		
		專任助理	0	0	0%		

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

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

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

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

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

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

本計劃結合 NIRS 及 EEG 兩種分析技術，可獲得更多之心智壓力所伴隨之生理變化資訊，在人員對不同的時間壓力，由 NIRS 所量測到之攜氧血紅素變化，可獲得大腦有不同程度之活化，結合腦波量測分析得到之基礎與比率能量指標，評估覺醒水準，可更清楚了解壓力歷程所衍生之生理上即心理上的變化。本研究發現：當時間壓力增加，大腦活性隨之增加，但時間壓力增加到某一程度後，大腦活性反而減少，可能的原因是：為迎合增加的時間壓力之需求，相關之注意力亦需增加，一但時間壓力太高注意力反而會降低，另一方面在腦波紀錄發現時間壓力增加，覺醒水準隨之增加，但增加到某種程度時注意力就不再增加，顯示如果時間壓力太高，覺醒水準仍維持一定水準，但大腦皮質活性會減低。結合此兩種分析技術可獲得心智負荷所伴隨之生理變化資訊，以評估人員面對壓力所產生之生理反應。從職業風險管理、生產效能及職業衛生的觀點，可用以評估工作人員之壓力狀態，及在職業安全衛生有關心智負荷引起心理壓力，提供人員作業管理上之參考。