

國立台南師範學院
資訊教育研究所

碩 士 論 文

應用資料挖掘技術於長程聽覺誘發波 P300 與
智商關係之研究

A Study of using Data Mining techniques to explore relationship of
long-latency auditory evoked potentials P300 and IQ

指導教授：孫光天博士

研 究 生：李國生

中 華 民 國 九 十 三 年 六 月

國立台南師範學院碩(博)士學位論文考試

審定書

資訊教育

研究所

研究生

李國生

所提之論文

應用資料挖掘技術於長程聽覺誘發波 P300 與智商關係

之研究

經本委員會審查，符合碩士學位論文標準。

學位考試委員會

召集人

林志勝

簽章

委員

邱厚志

鄭錫齊

指導教授

孫思天

簽章

系所主任

邱厚志

簽章

中華民國 九十三年 六月 二十五 日

博碩士論文授權書

(國科會科學技術資料中心版本 93.2.6)

本授權書所授權之論文為本人在 國立台南師範大學(學院) 資訊教育 系所
教學 組 九十二 學年度第 二 學期取得 碩 士學位之論文。

論文名稱：應用資料挖掘技術於長程聽覺誘發波P300與智商關係之研究

同意 不同意

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予行政院國家科學委員會科學技術資料中心(或其改制後之機構)、國家圖書館及本人畢業學校圖書館，得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或數位化等各種方式重製後散布發行或上載網路。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請文號為：_____，註明文號者請將全文資料延後半年再公開。

同意 不同意

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予教育部指定送繳之圖書館及本人畢業學校圖書館，為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種方法重製，不限地域與時間，惟每人以一份為限。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未鈎選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：孫光天

研究生簽名：李國生

學號：M90501

(親筆正楷)

(務必填寫)

日期：民國 九十三 年 六 月 二十九 日

1. 本授權書(得自<http://sticnet.stic.gov.tw/sticweb/html/theses/authorize.html> 下載或至<http://www.stic.gov.tw> 首頁右下方下載)請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。
2. 授權第一項者，請確認學校是否代收，若無者，請自行寄論文一本至台北市(106)和平東路二段 106 號 1702 室 國科會科學技術資料中心 黃善平小姐。(本授權書諮詢電話：02-27377606 傳真：02-27377689)

誌 謝

本論文得以順利完成，需要感謝許多人給予我的幫助與支持。首先最要感謝的就是我的指導教授孫光天博士，在研究中他給予我自由想像的空間及對研究的嚴格要求，不僅讓我學到研究的真諦，更讓我學到處事的方法。另一個最要感謝的人就是陳泰瑞醫師，在論文撰寫過程中給予研究方向的修正及醫學專業知識的教導。當然也要感謝林志勝醫師及鄭錫齊教授對論文的指正，提供撰寫論文前未考慮到的方向。

在撰寫論文閒餘時有文華、証欽、建良、正雄、智瑋、勝榮、哲豪、同欽、阿順等人一起打球，還有國研所的盈材、志豪一起哈啦，讓原本苦悶無聊的研究生生活，增添幾分快樂。研究室的同學旭良、玫君、俊賢、政諺、彩卿，學弟妹蘇連、弘良、幃杰、麗晴、芳如、宜芸、昭翰、聚鈺、育芳、怡君等，大家相親相愛、互相鼓勵，讓研究室充滿溫馨的感覺，就好像一家人一樣。另外還要特別感謝 KDSL 研究室的哲豪、千慧、智瑋友情幫忙，經常為我解決分類的問題，以及志煌學長在準備博士候選人資格考之時，還抽空細心、耐心看完我的論文，並且給予建議。

當然也要感謝我的爸媽，像我這種年紀早應該在外面賺錢，但爸媽卻還是鼓勵我完成學業，甚至在經濟上支援我。另外還要感謝雅琳，因為有他在旁隨時叮嚀及比我早一學期畢業的刺激下，才會有更多的動力積極撰寫論文。提筆至此，要感謝的人實在太多了，對我的幫助的事也太多，無法一一道出，你們對我的幫助，我一定會記得。

李國生
謹誌于 南師資訊教育研究所
九十三年 仲夏

應用資料挖掘技術於長程聽覺誘發波 P300 與智商關係之研究

指導教授：孫光天博士

學生：李國生

摘 要

在刺激誘發電位中，P300 是最常被用來研究認知活動的內源性誘發波，且廣泛被應用於檢測認知功能受損的病患，但對於正常人的 P300 變化研究反而較少，所以本研究的目的，欲瞭解正常人智商分為不同等級時，在 P300 變化的情形，及使用資料挖掘技術，探討影響正常人智商變異的因子。

本研究的對象共有 169 個案，來自護專女學生，年紀介於 19 至 21 歲之間，按魏氏成人智力商數將樣本分為「智商較低組」、「智商中等組」、「智商較高組」。統計方法採用單因子變異數分析，檢定三組分別在電極點（F7、F3、Fz、F4、F8、T3、C3、Cz、C4、T4、T5、P3、Pz、P4、T6、O1、O2）的 P300 潛時及振幅是否有差異，然後再用事後 Scheffe 檢定找出造成差異的組別。在資料挖掘方面，將使用 CART 分類決策樹，找出影響智商高低的電極點參數及振幅值範圍，作為分類正常人智商高低的模型。

研究發現操作智商（PIQ）、語言智商（VIQ）、總智商（FIQ）在幾個電極點中的 P300 振幅達到顯著，且「智商較高組」及「智商中等組」的 P300 振幅值大於「智商較低組」，而達到顯著的電極點多集中於頭後區（posterior sites）；但在 P300 潛時無顯著差異。CART 決策樹根據各電極點的 P300 振幅值所建立各智商等級分類模型，分類正確達 80% 以上。研究結論，不同智商等級之正常人，他們的 P300 振幅是不同的，而且，分類模型以高正確率找出影響智商等級變異的因子。

關鍵字：刺激誘發電位、P300、CART 決策樹、魏氏成人智力商數。

A Study of using Data Mining techniques to explore relationship of long-latency auditory evoked potentials P300 and IQ

Advisor: Dr.Koun-Tem Sun

Student: Guo-Sheng Lee

Abstract

The P300 reflects human cognitive processes and has been used to examine higher brain function in patient with a variety of neurological and psychiatric disorders. In these P300 studies of cognitive processes, the primary focus has been pathological investigations, while the normal individual has been less frequently investigated. Thus, the objective of this study was to investigate the differences between P300 and degree of intelligence in normal-ability young adults. Data Mining techniques was used in this research to find out which P300 variables were relevant for this difference.

Subjects consisted of 169 normal female participants (age from 19 to 21 years) were selected from the school of nursing. The sampling result was grouped into three categories IQ (lower, medium, higher) according to the score of WISC-R intelligence test. One-way Factor Variance Analyses were performed to examine the effects of group and P300 components for each electrode sites (F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, O2) in the brain region, as well as “Scheffe tests” were carried out. In addition, this research employs CART decision tree to help us for selecting the possible factor of IQ variation.

A statistically significant difference among three IQ categories of PIQ, VIQ and FIQ on P300 amplitude at posterior electrode sites was observed. Group with an higher and average IQ resulted in a larger P300 amplitude than those with lower IQ. There was no significant difference between any of the three IQ scores and P300 latency. The rate of accuracy in our decision tree model in the CART algorithm was more than 80%. The results indicate that P300 amplitude could be a neuropsychological test in normal with different degree of IQ. Classification mode could reflect the causing factor of IQ variation.

Keyword: Event-related Potentials (ERP), CART decision tree, WISC-R

目次

中文摘要	i
英文摘要	ii
表次	iv
圖次	v
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 待答問題	4
第四節 研究限制	5
第五節 名詞解釋	6
第二章 文獻探討	7
第一節 刺激誘發電位	7
第二節 資料挖掘	14
第三章 研究方法	25
第一節 研究對象	25
第二節 研究工具	26
第三節 研究架構與實施程序	28
第四節 資料處理與分析	32
第四章 研究結果	36
第一節 統計分析結果	36
第二節 分類結果	46
第五章 討論	56
第一節 統計分析的討論	56
第二節 分類分析的討論	58
第六章 結論與建議	60
第一節 結論	60
第二節 建議與未來研究方向	61
參考文獻	63
一、 中文部分	63
二、 英文部分	64

表次

表 2-1	CART 分割結果	20
表 3-1	決策樹規則	35
表 4-1	操作智商 (PIQ)、語文智商 (VIQ)、總智商 (FIQ) 之各組得分數的統計表	37
表 4-2	操作智商 (PIQ)、語文智商 (VIQ)、總智商 (FIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點 P300 潛時的差異分析表	39
表 4-3	PIQ 各小項、VIQ 各小項之「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點 P300 潛時差異分析表	40
表 4-4	操作智商 (PIQ)、語文智商 (VIQ)、總智商 (FIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點 P300 振幅的差異分析表	41
表 4-5	PIQ 各小項、VIQ 各小項之「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點 P300 振幅差異分析表	42
表 4-6	PIQ 之「較低組」、「較高組」的分類規則彙整	49
表 4-7	VIQ 之「較低組」、「較高組」的分類規則彙整	50
表 4-8	FIQ 之「較低組」、「較高組」的分類規則彙整	51
表 4-9	PIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類規則彙整	53
表 4-10	VIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類規則彙整	54
表 4-11	FIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類規則彙整	55
表 5-1	PIQ 的分類規則	58
表 5-2	決策樹的分類正確率	59

圖次

圖 2-1	構成 P300 的要素圖	8
圖 2-2	智識發現步驟圖	14
圖 2-3	資料挖掘步驟圖	17
圖 2-4	決策樹	19
圖 2-5	二元樹樹狀圖	19
圖 2-6	Gini 分割圖 (一)	21
圖 2-7	Gini 分割圖 (二)	21
圖 2-8	決策樹分割圖	23
圖 2-9	決策樹修剪結果	23
圖 3-1	研究架構圖	28
圖 3-2	研究流程圖	29
圖 3-3	決策樹樹狀圖	34
圖 3-4	修剪後之決策樹樹狀圖	34
圖 3-5	修剪完後之決策樹樹狀圖	35
圖 4-1	PIQ 各小項、VIQ 各小項之「較低組」、「中等組」、「較高組」於 P300 潛時達到顯著水準的電極點	43
圖 4-2	PIQ 各小項、VIQ 各小項之「較低組」、「中等組」、「較高組」於 P300 振幅達到顯著水準的電極點	44
圖 4-3	操作智商 (PIQ)、語文智商 (VIQ)、總智商 (FIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」於 P300 振幅值達到顯著水準的電極點	45
圖 4-4	操作智商 (PIQ) 之「較低組」、「較高組」的決策樹	49
圖 4-5	語言智商 (VIQ) 之「較低組」、「較高組」的決策樹	50
圖 4-6	總智商 (FIQ) 之「較低組」、「較高組」的決策樹	51
圖 4-7	操作智商 (PIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的決策樹	52

圖 4-8 操作智商 (VIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的決策樹----- 54

圖 4-9 操作智商 (FIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的決策樹 ----- 55

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

認知神經科學為近年來跨醫學與心理兩大研究領域的熱門科學。隨著神經科學與智能理論的發展，讓我們更了解人類腦功能的複雜性及對人類認知、思考活動有著極重要的影響。認知神經科學的出現，使我們得以一窺認知的黑箱，為現有的認知理論提供生理證據的支持或反證，從而得知人類認知活動與大腦功能之間的微妙關係。1929 年德國精神科醫師 Hans Berger，首次發表人類的腦波記錄 (EEG)，揭開人類大腦活動的序幕，並隨即被應用在醫學領域上，成為神經學重要的診斷工具 (Hans, 1929)。到 1965 年 Sutton 等人提出內源性誘發波 (Sutton, Braren, Zubin, & John, 1965)，這種波詮釋心理認知過程及大腦電氣活動的過程，開創了神經電生理學的新時代。自此進行大腦的電氣活動與認知過程研究蓬勃發展，碩果累累，令人矚目。

聽覺誘發波包括短程、中程、長程誘發波三種，其中以長程誘發波與認知功能評估的關係最密切，在臨床的應用較為人所熟悉。長程誘發波中又以 P300 最被受重視，在臨床研究上的結果也較一致。聽覺誘發波 P300 的異常可客觀地反應在以認知功能障礙為主要表現症狀的疾病，如精神分裂症病人的 P300 潛時正常，但振幅減小 (Roth, Horrath, Pfefferbaum, & Kopell 1980)，憂鬱症病人的 P300 振幅減小 (Goodin, Squires, & Starr, 1978)，癡呆患者潛時延長振幅減小 (余伍洋、張鈺珊、陳泰瑞、陳明招、林清華，2003) 等，在這方面的研究也都有共同的結論。P300 截至目前為止較被認同與廣泛應用的一種內源性誘發波，P300 與受測者的認知能力有很高的相關性，包括訊息傳導、刺激評估、記憶、情緒、思考、計數、專心及清醒程度 (Courchesne, Hillyard, & Galambos, 1975; Kutas, McCarthy, & Donchin, 1977; Sutton, Tueting, Zubin, & John, 1976)，屬於高級大腦皮質的活動能力。而當受測者的認知能力減低時，P300 的潛時會延長，振幅會降低 (Celesia, & Brigell, 1992; McCarthy, & Donchin 1981)。不過，長程聽覺誘發波 P300 通常被應用於認知功能受損病患的檢測，如精神分裂症病患、癡呆症，國內外的研究也多

集中於病人身上，反而較少有關正常人的長程聽覺誘發波與認知功能相關性的研究報告。

資料挖掘（**data mining**）技術已被廣泛應用於企業界，且亦有應用於醫學領域上，包括疾病的診斷或是預後的評估。它可從大量的資料中，發掘潛在有用資訊，得到事前從未知曉的知識，輔助決策人員作決策時重要的參考。資料挖掘技術其中之一的功能—分類（**classification**），使用既有的資料建立分類規則並找出分門別類的關鍵屬性。一般辨識認知功能時，通常以 P300 潛時的長短及振幅的大小作為判斷參考，但是，卻無法確知影響認知功能的 P300 潛時及振幅範圍值，及影響認知功能的關鍵大腦區域。分類技術具有找出關鍵屬性及屬性範圍值的特性，如果將它應用於 P300 與智商的研究，相信對於找出影響智商變異的因子有所裨益。

資料挖掘技術應用於醫學領域上，通常是建立疾病診斷及預後評估的預測模型，如甲狀腺病變的診斷（Hojker, Knononenko, Jauk, Filder, & Porenta, 1988）、糖尿病診斷（Ragavan, Rendell, Shaw, & Tessmer, 1993）及肝癌病亡的機率（Knononenko, Bratko, & Roskar, 1984）等，而且都有很高的預測正確率。若把資料挖掘技術推廣至認知神經科學的應用，建立起智商分類模型或預測模型，作為智商評估的輔助工具，甚至將此觀念推廣至在患有精神上疾病的病人，為他們建立分類模型或預測模型，協助醫生判斷病人症狀。

第二節 研究目的

根據上述研究動機，本研究最主要的研究目的有以下幾點：

- 一、 瞭解正常人的智商分爲不同等級時，長程聽覺誘發波 P300 的差異情形。
- 二、 瞭解正常人的智商分爲不同等級時，產生 P300 差異的大腦區域之分佈情形。
- 三、 瞭解影響正常人智商變異的關鍵電極點及 P300 潛時與振幅的範圍值。
- 四、 根據 P300 資料，建立正常人分爲不同智商等級的分類模型。

第三節 待答問題

根據上述之研究目的，本研究之待答問題如下：

- 一、 探討當正常人智商分數為「較高組」、「中等組」與「較低組」時，三組間在各電極點的 P300 潛時、振幅是否有顯著的差異？及造成差異的組別為何？
- 二、 智商三組間的 P300 潛時及振幅達到顯著差異之電極點在大腦區域分佈情形為何？
- 三、 根據各電極點的 P300 潛時及振幅，建立智商等級分類模型，且模型產生規則的電極點及 P300 範圍值為何？
- 四、 分類決策樹所產生的規則集合，可正確分類出正常人的智商等級之正確率為何？

第四節 研究限制

- 一、 研究的對象是護專女學生，年紀介於 19 歲至 21 歲的正常人，因 P300 的潛時與振幅會隨著性別、年齡而有差異，所以本研究的結果是否可推論至男性或所有年齡層樣本的研究，則需待進一步研究。
- 二、 樣本皆為一般正常人，研究結果推論至患有精神分裂、癡呆症等疾病的智商分類，則不適合。
- 三、 所得樣本的教育程度為護專學生，智商成就比一般同年紀高，且學業成就相近，智商可能集中於某一個範圍，彼此差異較小，本研究結果若要推論至全國女性，則必須審慎考慮。
- 四、 在使用資料挖掘技術時，由於不同的演算法會有不同的結果，都會造成分析結果的差異。
- 五、 資料分析的相關結果，將無法取代精神科專科醫師的經驗與判斷，但它卻能夠提供一些事實資料，輔助醫師判斷的參考。

第五節 名詞解釋

一、 正常人智商

本研究所指的正常人智商，是指無患有精神上、神經上及大腦疾病之正常人，而且智商亦在一般人之範圍，智商介於 80 至 135 之間。

二、 智商較低組

意指智力測驗所得分數在所有樣本智商平均分數的一個標準差以下，也就是樣本智商分數後 15.87%，即落後樣本平均智商分數一個標準差之樣本。

三、 智商中等組

統計分析時智商中等組，意指測驗所得分數在所有樣本智商平均分數的正負一個標準以內，也就是樣本智商分數中間的 68.26%。而做分類分析時，爲了去除智力分數的模糊地帶，智力測驗所得分數在所有樣本智商平均分數的正負 0.5 個標準差，也就是樣本智商分數中間的 38.3%，即介於樣本平均智商分數 0.5 個標準差之樣本。

四、 智商較高組

意指智力測驗所得分數在所有樣本智商平均分數的一個標準差以上，也就是樣本智商分數前 15.87%，即超過樣本平均智商分數一個標準差之樣本。

五、 分類模型

本研究使用 CART 決策樹演算法建立出的模型，模型包括決策樹及轉換成的規則集合，用以判斷影響智商等級的電極點及其範圍值。

六、 長程聽覺誘發波 P300

本研究所使用長程誘發波 P300，是用聽覺刺激誘發，大約在 250 至 600 毫秒間，出現最大的正向波。

第二章 文獻探討

第一節 刺激誘發電位

一、 刺激誘發電位 (Event-Related Potentials, ERPs)

刺激誘發電位 (event-related potentials, ERPs) 是經由一連串的刺激 (如感官刺激或動作) 而誘發大腦電氣活動的持續變化。這種誘發電位在一般腦電圖 (EEG) 的記錄上無法看到。但可由腦電圖中萃取出來, 這個步驟稱為平均 (average) (Ruchkin, 1988)。

典型的誘發波電位振幅都得小, 約 $1\sim 10\ \mu\text{V}$, 很難由一個刺激的波型看出來。它通常被 EEG 覆蓋住 (EEG 的振幅通常介於 $50\sim 100\ \mu\text{V}$), ERPs 的研究者為了使原始的誘發電位能由干擾的 EEG 中顯現出來, 藉著多次的刺激 (從 20 次到數百次) 平均化以後, 降低干擾並增強 ERPs 的訊號。在這平均的技術上, 於每次的刺激中, ERPs 的組成加上時間因素 (潛時) 及振幅大小, 即為我們所熟悉的刺激誘發電位 (余伍洋、楊寬弘、陳明招, 1994)。

誘發電位可以不同的感覺器官 (視、聽、觸覺) 刺激誘發, 其組成的標示是以極性來表示, 如正向以 P 表示, 負向以 N 表示, 潛時表示經刺激後出現的時間, 例如“N100”意謂著負向的波形出現在刺激後的 100msec 左右; “P300”即為正向的波形出現在刺激後約 300msec 附近 (余伍洋、楊寬弘, 陳明招, 1994), 如圖 2-1。

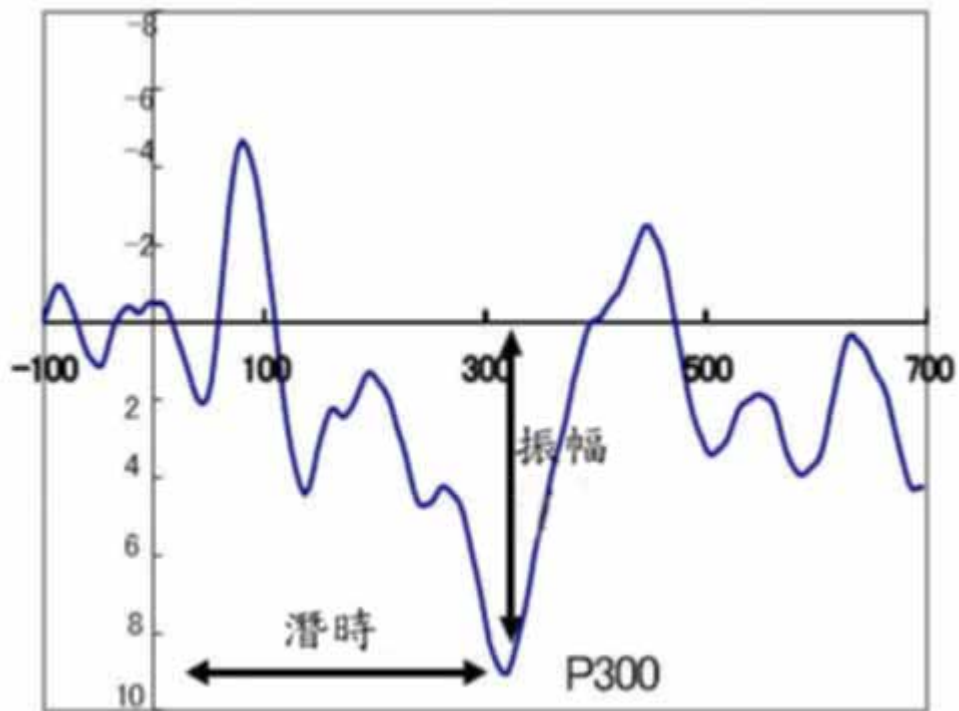


圖 2-1 構成 P300 的要素圖

二、 外源性與內源性誘發波 (Exogenous & Endogenous Event-Related Potentials)

Sutton 等人在 1965 年首先提出內源性誘發波與外源性誘發波的差異，藉由視覺或聽覺刺激，當個體注意或計算刺激次數時，即可記錄到內源性誘發波，且由視覺或聽覺方式誘發的波形相類似 (Sutton, Braren, Zubin, & John, 1965)。誘發波 (event-related potentials) 前段部分的波形，會受到刺激強度、刺激方式及環境的影響，與意識控制無關，稱之為外源性 (exogenous) 誘發波；在中、後段部分的波形 (約 50 毫秒以後)，與誘發方式無關，而與訊息傳遞過程 (information processing) 有關，稱之為內源性 (endogenous) 誘發波，訊息傳遞過程必須應用注意力、判斷力、類化力、記憶力等認知功能 (Picton, & Hillyard, 1974; Picton, & Hillyard, 1988)。

(一) 外源性誘發波：

1. 短程誘發波：在 10msec 內於腦幹傳遞過程中，由相關神經核所產生的 5

~7 個波。

2. 中程誘發波：介於 10~90msec 中，有 No、Po (12 msec)、Na (16 msec)、Pa (25 msec)、Nb (36 msec)、P1 (P50)，主要 由初級聽覺皮質及次級聽覺皮質 (primary & secondary auditory cortex) 所產生。
3. 長程誘發波：100~200msec 中有一大的負向波及正向波 (N100、P200)。

(二) 內源性誘發波：

內源性誘發波可同時詮釋心理學認知過程及大腦電氣活動的過程。內源性誘發波的組成包括傳遞負向波 (Nd)、N200、P300、N400 及 CNV。

三、 內源性誘發波：P300

P300 是截至目前為止較被認同與廣泛應用的一種內源性誘發波。P 代表正向波 (positive wave)，300 是因為此種誘發波出現在 300 毫秒左右之時系範圍內而命名 (如圖 2-1)。目前誘發 P300 最常使用的方法為新異的刺激方式 (oddball paradigm)，即以高頻率的刺激信號及低頻率的刺激信號，兩者交替出現，要求受測者計算其中之一刺激信號。當一位受試者接受某種出現頻率較少之標物 (target) 刺激時，可清楚看到 P300 的波形變化，且標物刺激變化愈大，或出現率 (probability) 愈少，則 P300 的振幅愈大 (Picton, & Hillyard, 1988; Donchin, 1981; Duncan-Johnson, & Donchin, 1977; Squires, Squires, & Hillyard, 1975)。聽覺 P300 之波形較明顯且最常出現之範圍為頂葉區域 (parietal regions)，晚近腦譜圖 (topographic maps) 在臨床上的使用，更清楚地得知聽覺 P300 的振幅是對稱分布在頂葉區域 (Maurer, Dierks, & Ihl, 1989; McCarthy, & Wood, 1985)。P300 的檢測無論是使用視覺、聽覺或體感覺的任何一種刺激方法 (modalities)，都可以得到相類似的 P300 波形，但振幅的分布則與刺激方式有關 (modality-dependent) (Johnson, 1989; Snyder, Hillyard, & Galambos, 1980)。此意謂任何感覺刺激所誘發出來的 P300 皆來自共同的神經發生源 (common neural generator)。人類 P300 之發生源大多數的學者都認為是存在腦內邊緣系統 (limbic system) 中的海馬迴 (hippocampus) 及杏仁核 (amygdaloid nucleus) (Halgren, Squires, & Wilson, 1980; Okada, Kaufman, &

Williamson, 1983)，但近年來是否有其他的發生源，仍在探討中（Johnson, 1989）。

四、 影響 P300 變化的因素

（一） 刺激方式：

利用視覺、聽覺、體感覺刺激，會得到不同的振幅分布情形。以視覺刺激誘發，其 P300 振幅大於聽覺誘發方式，且中心部分及額葉部分的振幅高於頂葉部分（Stockard, Hughes, & Sharbrough, 1979）；以體感覺刺激誘發的 P300 振幅分布又異於聽覺及視覺誘發方式（Mervaala, Paakkonen, & Paranen, 1988; Michalewski, Prasher, & Starr, 1986）；且不同的聽覺刺激方式得到振幅的大小及分布也不同（Johnson, 1989; Barrett, Nishige, & Shibasaki, 1987）。

（二） 刺激的或然率（probability）：

Donchin 的研究發現當把目標刺激（target stimuli）發生的或然率由 0.1、0.2 到 0.9 時，結果目標刺激發生的或然率越小，則 P300 的振幅越大（Donchin, 1981）。

（三） 年齡因素：

P300 與年齡的相關研究報告很多（余伍洋、楊寬弘、陳明招，1990; Goodin, 1978; Polish, 1996; Walhovd, & Fjell, 2002），大多認為在 14~16 歲左右潛時最短，振幅最大。以此為界，在潛時方面，6~16 歲的年輕人，其 P300 潛時隨著年齡增加而呈線性關係減少，16 歲以上者，其 P300 潛時隨年齡增加而呈現性關係增加。在振幅方面，6~16 歲的年輕人，其 P300 振幅隨著年齡增加而變大，16 歲以上者，其 P300 振幅隨著年齡增加而變小。

（四） 性別因素：

男女之間的 P300 對比的研究，一般認為女性的波幅稍大，潛時稍短於男性（Hirayasu, Samura, Ohta, & Ogura, 2000; Mullis, Holcomb, Diner, & Dykman, 1985）。

（五） 其他：

當受測者對刺激標物的偵測困難度增加時，P300 潛時會增加，振幅會降低（Ford,

Roth, & Kopell, 1976; Fitzgerald, & Picton, 1983)。當以一個未預知的新異刺激信號施測時 (novelty stimuli)，此先預知的標的刺激 (target stimuli) 施測時，所得的 P300 出現的時間較早，振幅較大；當刺激標的愈不可預測時，則 P300 振幅愈大 (Duncan-Johnson, & Dochin, 1977; Fitzgerald, & Picton, 1981)。其他會影響 P300 變化的因素，如使用藥物、溫度、習慣性、用餐前後、女性月經週期等。

五、 P300 在精神生理學的運用

目前 P300 及其腦圖譜在臨床精神醫學的領域裡有如下幾方面的應用，茲分述如下：

- (一) 各種不同器質性的病因所引發的癡呆，其 P300 的潛時延長振幅減小 (Goodin, Squires, & Starr 1978；余伍洋、陳明招、楊寬弘、林清華，1994)。
- (二) 有關憂鬱症的病人，許多研究結果都顯示 P300 的變化在於振幅的減小而非潛時的改變 (Goodin, Squires, & Starr, 1978; Pfefferbaum, Wenegrat, Ford, Roth, & Kopell, 1984；陳泰瑞、陳明招、成和玲、余伍洋等，2002)。
- (三) 關於精神分裂病的研究中，早期研究一致的結果是 P300 的潛時不變，振幅降低 (Roth, Horrath, Pfefferbaum, & Kopell, 1980; Pass, Klorman, Klein, & Kaskey, 1980; Levitt, Sutton, & Zubin, 1973)。不過，近十年來部份學者發現精神分裂病患的聽覺 P300 振幅降低外，潛時也會延長 (StClair, Blackwood, & Muir, 1989; Pfefferbaum, Ford, White, & Roth, 1989)。腦圖譜使用以來，振幅降低的部位，代表該處的功能障礙。
- (四) 在兒童精神醫學方面，注意力缺陷過動症兒童之 P300 振幅降低 (Kemner, Verbaten, & Koelega, 1996；黃蓉蓉、陳泰瑞、陳明招、余伍洋，2003)。

六、 P300 與認知活動的關係

P300 又稱 P3 是最常被使用來研究認知活動的內源性誘發波。而 P300 振幅可用以表示受測者對目標 (target) 刺激反應之動機與注意力 (Begleiter, Projesz, Chou, & Aunon,

1983)；P300 潛時則被認為是反應受測者對目標 (target) 刺激的分類及類化能力，代表訊息傳入到能夠被意識區別所需的時間 (Squires, Squires, & Hillyard, 1975; Snyder, & Hillyard, 1976)。因此，P300 與受測者的認知能力 (cognitive function) 有很高的相關性，包括訊息傳導、刺激評估、記錄、情緒、思考、計較、專心及清醒程度等 (Courchesne, Hillyard, & Galambos, 1975; Kutas, McCarthy, & Donchin, 1977)，屬於高級大腦皮質的活動能力。

以下列舉 P300 潛時、振幅與認知活動的關係。

(一) 與記憶力的關係：

Howard 等人在 P300 與短期記憶的相關研究中，發現記數字個數愈多，P300 的潛時愈短 (Howard, & Polich, 1985)。另外，Barclay 在其研究顯示記憶力受損或記憶模糊的患者，相較於年齡相當、無記憶力受損的控制組，其 P300 的潛時延長 (Barclay, 2003)，而沒有記憶力問題的控制組中 P300 潛時與年齡有反向的關係。

(二) 與注意力的關係：

Portin 等人研究年紀 40-65 歲中年建築工人，做持續性注意力 (sustained attention) 測驗時，發現反應時間 (reaction time) 較慢的受試者其 P300 潛時較大，振幅減小 (Portin, Kovala, Polo-Kantola, Revonsuo, Muller, & Matikainen, 2000)。

(三) 與智力的關係：

近幾年的研究報告，已確認出 P300 與 IQ 的關係，發現 P300 潛時與 IQ 分數成負相關，P300 振幅與 IQ 分數成正相關 (O'Donnell, 1992; Egan, 1994; Joasovec and Jausovec, 2000; Fjell and walhovd, 2001; Walhovd and Fjell, 2001)。O'Donnell 等人的報告中指出 P300 潛時與理解有關的測驗 (picture completion, information, similarities) 成負相關 (-0.44)，而與專注力有關的測驗 (digits forward, mental control, digits backward) 亦成負相關 (-0.33)。Zurron 等人的報告中，對 28 位年紀 9 到 15 歲的正常小孩，進行智商與刺激誘發電位關係的研

究，發現其中三個智商 PIQ、VIQ、FIQ 與 P300 的潛時達到顯著的負相關(Zurrón, & Diaz, 1998)。Jausovec and Jausovec 等人的研究報告雖然集中於波形的規律性，但也發現智商較低的年輕人，P300 潛時增加，振幅減少。

第二節 資料挖掘 (Data Mining)

一、 知識發現與資料挖掘

學者 Fayyad 等人認為知識發現為一重要的、確認有效的、新奇的、潛在有用的程序，最後的目的地為了解資料的特徵、型態、趨勢與規則性(Fayyad, Piatetsky-Shapiro, Smith, & Uthurusamy, 1996)。依 Fayyad 等人的定義得知，資料挖掘僅為知識發現流程之其中一個步驟。根據 Han and Kamber 所述，有關知識發現為包含一系列資料或資訊轉為知識的互動流程 (Han, & Kamber, 2001)。其步驟如圖 2-2。

Data mining: the core of knowledge discovery process.

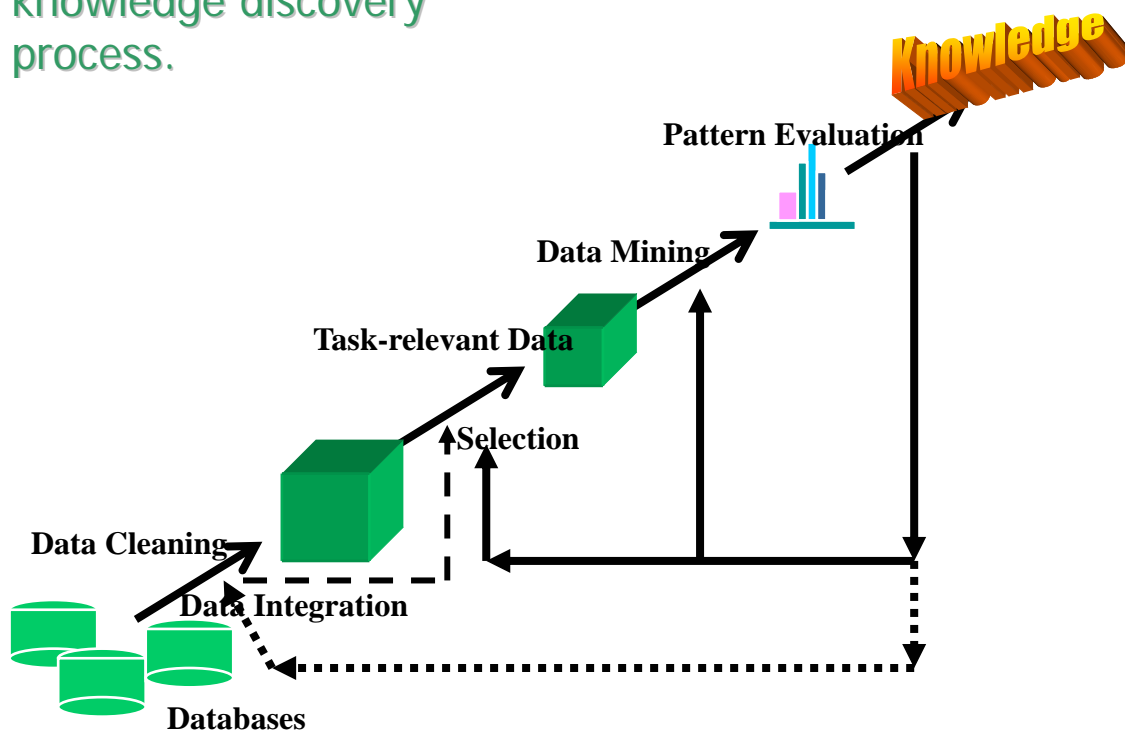


圖 2-2 智識發現的步驟

資料來源：取自 Han, Jiawei and Micheline Kamber 所著 Data Mining: Concepts and Techniques (P6), publishers: Morgan Kaufmann.

- (一) Data Cleaning：去除噪音及離群值 (outlier) 等資料。
- (二) Data Integration：多重資料來源應該被整合。
- (三) Data Selection：與分析任務相關的資料從資料庫擷取。
- (四) Data Transformation：將資料以總覽或加總運算轉換或合併成適合資料挖掘的

形式。

- (五) **Data Mining**：為得到資料特徵而採用智慧的方法的一個重要流程。
- (六) **Data Evaluation**：確認真實有趣，表現在知識基礎上的一些有趣的衡量特徵。
- (七) **Knowledge Presentation**：可視化與知識表現技巧通常對使用者呈現出挖掘後的知識。

Friedman 定義資料挖掘之內涵為發現資料內的特徵或型態 (pattern) 及關係，強調於大量觀察資料，包括資料庫管理、人工智慧、機器學習、特徵確認和資料可視化等幾個領域 (Friedman, 1997)。Berry and Linoff 定義資料挖掘：乃是為了發現隱藏在資料中有意義的型樣或規則性，以自動或半自動的方式，來勘查、分析大量資料所進行的流程 (Berry, & Linoff 著，彭文正譯，2001)。Hand 定義資料挖掘為一種輔助的分析程序，針對於資料庫中有趣的及有價值且未發現關係 (Hand, Blunt, Kelly, & Adams, 2000)。Berson 等人定義資料挖掘為自動偵測資料庫中的特徵 (Berson, Smith, & Thearling 著，葉涼川譯，2001)。歸納上述學者言論，皆認為資料挖掘為在一大群資料中找出有效益的特徵，資料挖掘更是知識發現 (KDD, knowledge discovery in databases) 中的一個重要或不可缺步驟。該項理念指出，知識發現即為從複雜大量的資料中，由儲存在資料庫的原始資料，經由整合、轉換、挖掘、評估至知識呈現的一連串過程，而資料挖掘則為其中一個重要的步驟。

二、 **Data Mining** 技術

資料挖掘是從大量資料中，發掘潛在有用資訊，藉由各種不同的分析技術，得到事前從未知曉的知識或資訊；利用各種分析工具，能自動地分析比對資料庫中的各種資料，最後將結果呈現，輔助決策人員作決策時重要的參考。Berson 等人指出資料挖掘的目的在於，對已存在的資料找出有用但未被發掘的模式。並基於過去的活動藉由建立模型來預測未來，以作為決策之用 (Berson, Smith, & Thearling 著，葉涼川譯，2001)。

Berry 及 Linoff (Berry, & Linoff 著，彭文正譯，2001) 指出資料挖掘的六大功能：

(一) 分類 (Classification)

事先將欲分析的屬性分門別類加以定義，例如信用卡部門以風險屬性將顧客區分為，高度風險申請者，中度風險申請者及低度風險申請者。使用的技巧有決策樹 (decision tree)，記憶基礎推理 (memory – based reasoning) 等。

(二) 估計 (Estimation)

根據既有連續性數值之相關屬性資料，獲致某一屬性未知之值。例如按照信用申請者之教育程度、行為別來推估其信用卡消費量。使用的技巧包括統計方法上之相關分析、迴歸分析及類神經網路方法。

(三) 預測 (Prediction)

根據對象屬性之過去觀察值來預測該屬性未來之值。例如由顧客過去之刷卡消費量預測其未來之刷卡消費量。使用的技巧包括迴歸分析、時間數列分析及類神經網路方法，遺傳演算法。

(四) 關聯法則 (Association rule)

找出在某一事件或是資料中會同時出現的東西。找出下面這樣的資訊：如果 Item A 是某一事件的一部份，則 Item B 也是出現在該事件中的機率有 X%。例如：如果一個顧客買了低脂乳酪以及低脂優酪乳，那麼這個顧客同時也買低脂牛奶的機率是 85%。

(五) 群集化 (Clustering)

將異質母體中區隔為較具同質性之群組 (clusters)。同質分組相當於行銷術語中的區隔化 (segmentation)，但是假定事先未對於區隔加以定義，而資料中自然產生區隔。使用的技巧包括 K-means 法及 Agglomeration 法。

(六) 描述 (Description)

描述有哪些現象存在，以輔助分析者瞭解現況。

資料挖掘的過程如圖 2-3 所示包含以下步驟：

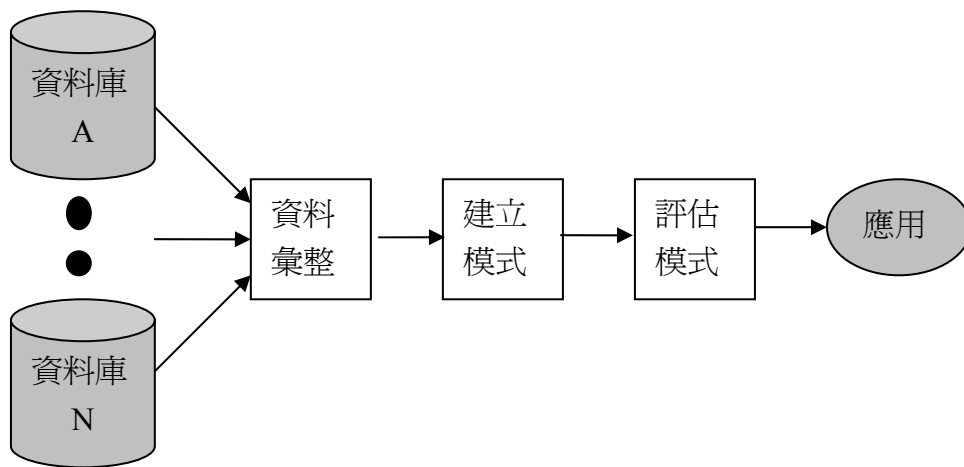


圖 2-3 資料挖掘步驟圖

- (一) 確認原始資料來源：
成功的資料挖掘在於良好的資料，而最佳的資料來源是來自於整理統合好的資料倉儲。
- (二) 資料彙整以供分析：
由於所要分析之資料原先可能是雜亂而散置的，因此必須先將其彙整成一致的格式，並從中挑選出所要分析之範圍中的資料項目，並將遺漏或錯誤之資料，予以刪除或修正，如此才能確保最後分析出之資訊是正確而沒有偏差的。
- (三) 建立並訓練分析模型：
由訓練組資料來加以建立資料分析模型，此為資料挖掘之核心步驟。
- (四) 評估分析模式：
針對由訓練組資料所建立的資料分析模型，加以評估其他錯誤率等。
- (五) 應用於未知資料上：
利用資料挖掘所建立的資料分析模型，對未知資料做相關預測、分析等工作。

三、 分類 (Classification)

Data Mining 可以建立六種模式：Classification、Regression、Time Series、Clustering、Association 以及 Sequence。因本研究將使用到 Classification，所以在文獻討探中只介紹分類分析 (Classification)。

在專家系統、機器學習、統計學領域中，資料分類是一個行之有年的技術，它屬於一種監督式的學習過程。分類分析是從已知的物件集合中，依據屬性來建立類別 (class)，再根據各類別資料的特徵，對於其他未分類或者新的資料來做預測，其目的在於利用訓練資料 (training data) 中的各種特徵屬性，建構一個分類器 (classifier)；之後再使用與訓練資料特徵屬性相似，但資料內容不相同的測試資料 (testing data)，驗證此分類器是否可以達到使用者可接受的正確率；若正確率高的話，則可利用此分類器分類新資料樣本。當前可用的技術有 ID3、C4.5、迴歸分析等等。目前已有將此技術應用於信用卡申請人風險屬性的分類。

決策樹是一種語意樹 (semantic tree)，屬於資料挖掘技術中分類方法之一，與一般資料結構中的樹一樣 (有節點、樹葉等結構)，每一節點被安排一個適當的測試，然後利用該測試結果決定資料將再利用此節的哪一棵子樹作為分類條件，繼續做決策。決策樹是從訓練資料中，由上到下產生一個特定的方向，利用某項特性作為節，藉此分割分類方向。倘若所有訓練樣本屬於正確的類別，則完成決策樹的訓練建置。新樣本則由決策樹樹根節點開始測試進行，選擇符合屬性值的分支，往下移至另一節點，依此遞迴方式繼續進行，直至遇到樹葉為止，則此樹葉就是一個類別。圖 2-4 為一個簡單的決策樹例子。

目前最被廣泛使用的決策樹演算法包括 C4.5、CHAID (Chi-Square Automatic Interaction Detector)、CART (Classification and Regression Trees) 等。因本研究所使用的決策樹演算法為 CART，所以下一小節將介紹 CART 決策樹演算法。

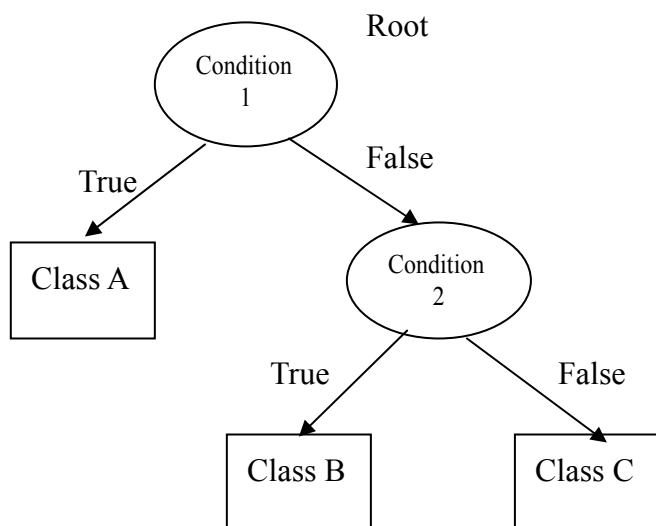


圖 2-4 決策樹

四、 CART 決策樹演算法

(一) 建立決策樹

CART 演算法是一種二元 (binary) 分割的方法，應用在屬性為連續型的資料上，而分割條件的選擇則是根據資料的分類數及其屬性決定，然後依據 Gini 規則來決定分割的條件，每次分割將資料分割為兩個子集合，再重複由每一個子集合中找尋下一個分割的條件，如圖 2-5 所示，經由不斷將資料分割成兩個子集合的方式來建構樹，直到無法分割為止。

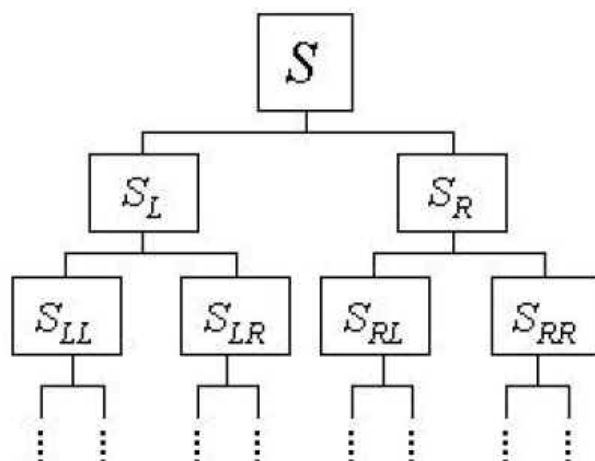


圖 2-5 二元樹樹狀圖

針對圖 2-5 中的任一個節點，CART 先檢查節點中的資料是否屬於同一個類別，若節點中的資料只屬於同一個類別，則此點不需再分割。若節點中仍有兩個以上的類別時，則 CART 會測試所有的資料屬性，依據屬性值將資料分割成兩個子集合，並計算每種屬性分割下的 Gini 值，以最小的 Gini 值來決定分割的屬性及其屬性值。

而所謂的 Gini 規則目的，在於將節點中筆數最大的類別與其他類別分離。假設資料 S 中包含 N 個類別 C_1, C_2, \dots, C_N ，依據屬性 A 之值 v 為分割條件時將 S 分割為 $\{S_L, S_R\}$ ，每個子集合中類別的個數表示如表 2-1， l_i 與 γ_i 表示在 S_L 與 S_R 子集合中屬於類別 C_i 的個數， $i = 1, 2, \dots, N$ ，若 C_n 為 S 中最大的類別，則計算 Gini 值為 (2.1) 式。

$$Gini(A, v) = \frac{l_n}{|S_L|} \times \left(1 - \frac{l_n}{|S_L|}\right) + \frac{r_n}{|S_R|} \times \left(1 - \frac{r_n}{|S_R|}\right) \quad (2.1)$$

其中 $|S_L|$ 與 $|S_R|$ 分別表示在 S_L 與 S_R 子集合中資料數。

表 2-1 CART 分割結果

類別 \ 子集合	SL	SR
C_1	l_1	γ_1
C_2	l_2	γ_2
M	M	M
C_N	l_N	γ_N

以下我們以一範例說明 CART 演算法，如圖 2-6 所示，某資料有四個類別 A、B、C 和 D 分別的資料筆數為 40、30、20 和 10，以 Gini 的判斷規則會將最大的類別 A 找出並記錄至節點 1.1 中，其表示當資料屬性 age 小於 65 的時其類別為 Class A。

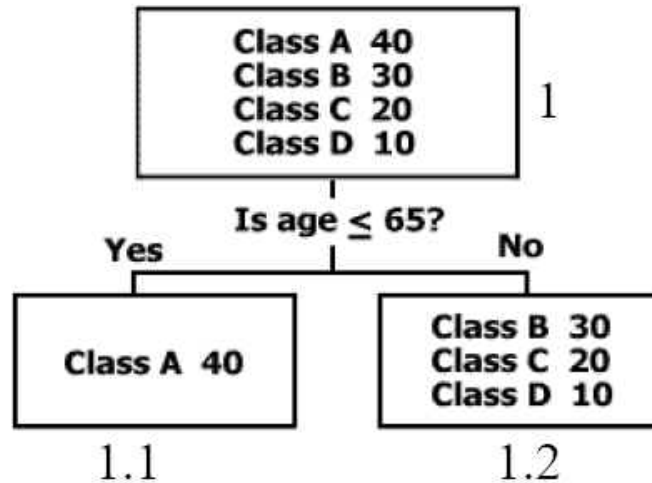


圖 2-6 Gini 分割圖 (一)

第一個分割完成後，CART 會檢查節點是否需要繼續分割，若節點中資料中皆屬於同一個類別則停止分割，否則再將需要分割的節點，依照相同的演算規則繼續分割，如圖 2-6 中節點 1.2 還包括了類別 B、C 和 D，CART 繼續將類別 B 由資料中分割出來。最後形成一個包含四個「純」節點的樹，顯示於圖 2-7。

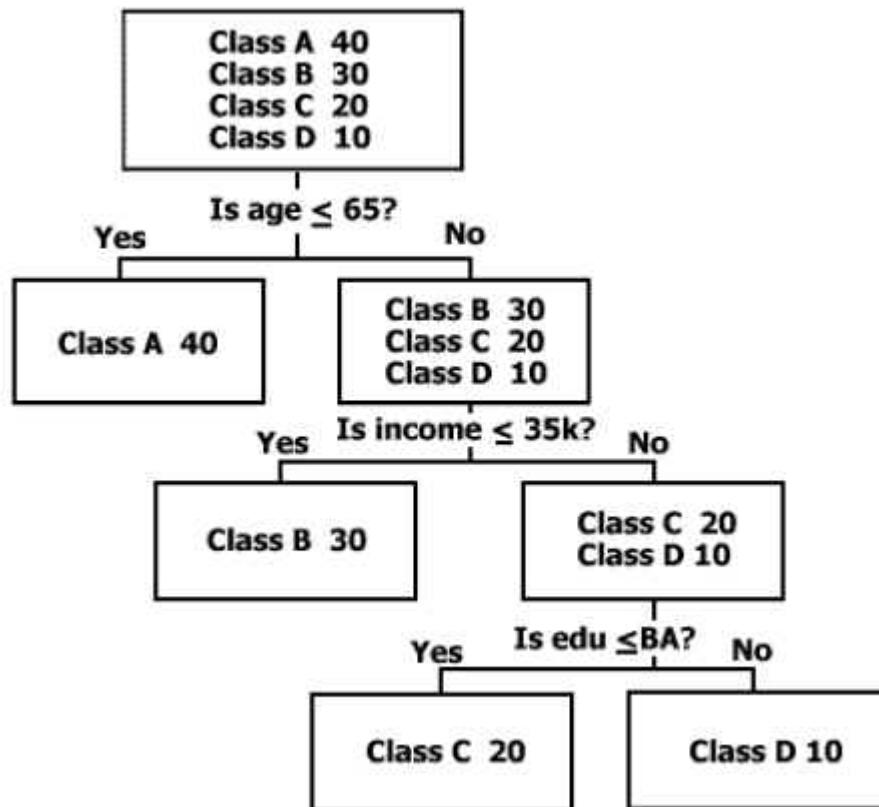


圖 2-7 Gini 分割圖 (二)

(二) 修剪決策樹

在實務中，一個如圖 2-7 這樣純點的樹根少，因此 CART 演算法在建構完決策樹後會進行修剪樹 (pruning tree) 的工作，CART 演算法與 C4.5 一樣先建構一個完整的樹，不同的是在修剪樹時是依據整體的誤差率 (entire error rate) 來作為修剪樹的根據，期望以最小的樹，也就是以最少層的決策樹來得到最有效的分類。

在決策樹樹圖中，每一個節可以計算其節點誤差率 (node error rate)，節點誤差率為在節點中分類錯誤的資料比例，若節點中有兩個以上的類別時，則以類別數最大的類別當作節點的標籤 (label)，其餘的類別則為分類錯誤的類別，則

$$\text{節點誤差率} = \frac{\text{節點中分類錯誤的資料數}}{\text{節點中總資料數}} \quad (2.2)$$

而整體節點誤差率則為所有樹葉節點 (leaf node) 的節點誤差率之總和。修剪樹時由決策樹最下層的節點開始進行修剪，首先計算決策樹最下層每個樹葉點之父節點 (parent node) 的節點誤差率，父節點的節點誤差率越小，表示修剪其子節點後對決策樹結果的影響越小，因此從最小節點誤差率之節點的子節點開始修剪，修剪後再計算整體節點誤差率。若整體節點誤差率大於使用者定義之可接受的整體節點誤差率，則停止修剪的工作。

以圖 2-8 為例來說明，假設定義可接受的整體誤差率為 0.3，如圖 2-8 中節點 1.2.2 包含了 1 個 class A 以及 9 個 class B，則以 class B 作為節點的標籤，而 class A 為分類錯誤的類別，其節點誤差率 (node error rate) = $1 / (1+9) = 0.1$ ，而節點 1.2.1 的節點誤差率為 $1 / (4+1) = 0.2$ ，因此我們先修節點 1.2.2 之子節 1.2.2.1 與 1.2.2.2，此時整體誤差率為 0.1，我們再考慮修剪節點 1.2.1.1 與節點 1.2.1.2，得到的整體誤差率為 $0.1 + 0.2 =$

0.3，因節點 1.2 的誤差率為 0.33 大於設定的可接受誤差率，所以停止修剪樹而得到圖 2-9 的決策樹結果。

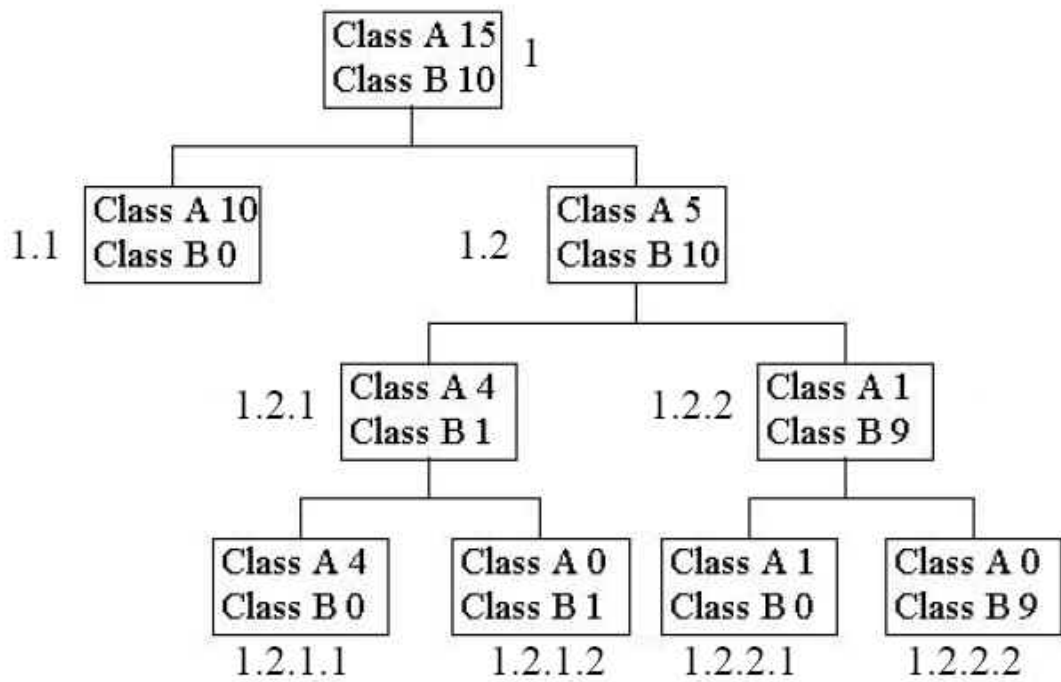


圖 2-8 決策樹分割圖

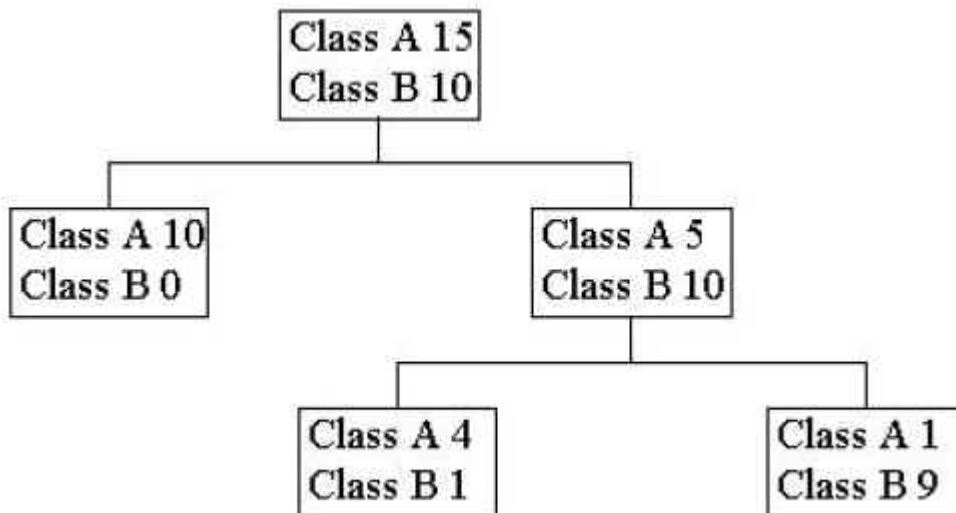


圖 2-9 決策樹修剪結果

五、 Data Mining 應用於醫學領域

資料挖掘應用方面最先由於企業界本身爲了分析出消費群中容易有呆帳或是詐欺的客戶並評估可借貸的額度。後來有專家學者將 Data Mining 應用在醫學診斷的研究方面。例如，預估罹患肝癌病亡的機率(Kononenko, Bratko, & Roskar, 1984)、甲狀腺病變的診斷 (Hojker, Kononenko, Jauk, Filder, & Porenta, 1988; Horn, Compton, Lazarusl, & Quinlan, 1985)。Ragavan 等人以 LFC (Lookhead Feature Construction) 演算法來診斷糖尿病 (Ragavan, Rendell, Shaw, & Tessmer, 1993)，經過統計，這些實驗結果有 78.8% 的準確度。此外，Burnthornton, Edenbrandt 在儲存心電圖等生理訊號的資料庫中 (Burnthornton, & Denbrand, 1998)，嘗試利用 Data Mining 的技術應用在 12 極導心電圖 (12-Lead ECG) 的資料群集中判斷出患有心肌梗塞的病人。1997 年 Subramani Mani 等人採用 Bayesian、CART、C4.5 等演算法用於精神疾病的診斷診斷 AD 方面的有 85% 正確性比一般醫生診斷結果有較高準確度 (65%)。

第三章 研究方法

第一節 研究對象

由於年齡（余伍洋、楊寬弘、陳明招，1990；Goodin, 1978; Polish, 1996; Walhovd & Fjell, 2002）及性別（Hirayasu, Samura, Ohta & Ogura, 2000; Mullis, Holcomb, Diner & Dykman, 1985）會影響長程聽覺誘發波 P300 的組成，及為考慮研究個案的同質性，本研究樣本以護專女學生為對象，年齡介於 19 歲到 21 歲之間的志願者，共得 169 人。樣本特徵為：

1. 年齡相近，介於 19 歲到 21 歲。
2. 全為女性。
3. 慣用右手有 141 人，慣用左手有 2 人，無明顯慣用左右手之分有 26 人。
4. 經精神科專科醫師評估無神經、精神病史、藥物、酒精及尼古丁濫用者。

第二節 研究工具

本研究所使用之研究工具分別為：

- 一、 魏氏成人智力測驗 (Wechsler Adult Intelligent Scale Revised Version, WAIS-R)
- 二、 長程聽覺誘發波—P300

茲分述如下：

- 一、 魏氏成人智力測驗 (Wechsler Adult Intelligent Scale Revised Version, WAIS-R)

量表共分為三項智力分數，分別為語文智商 (Verbal Intelligence Quotient, VIQ)，操作智商 (Performance Intelligence Quotient, PIQ) 及總智商 (Full Intelligence Quotient, FIQ) 三項得分。其中，操作智商 (PIQ) 包括數字符號 (Digit Symbol)、立體方塊組合 (Block Design)、物體拼湊 (Object Assembly) 等測驗，語言智商 (VIQ) 包括記憶廣度 (Digit Span)、共性測驗 (Similarities)、算術測驗 (Arithmetic) 等測驗。

- 二、 聽覺誘發波的檢測

長程聽覺誘發波的檢測是以 Biologic Systems 公司所生產的 Brain Atlas III Computer 為工具。電極位置是以 10-20 系統國際定點，分別貼於額葉、顳葉、頂葉及枕葉等 20 個定點記錄誘發波，並以耳後乳突附近 (mastoid) 為參考點 (reference)，雙眉間 (nasion) 為接地點 (ground)，各電阻皆小於 1.5 仟歐姆。聽覺長程誘發波的刺激形式以每秒 1.3 次，80 分貝 (dB)，高頻率 2000Hz，低頻

率 1000Hz，高頻率刺激 50 次，低頻率刺激約 275 次 ($\text{probability} = 1 / 5.5 = 15.5\%$)，不規則交替變化刺激，請受測者心中計算高頻率的刺激次數，錯誤高於 5 次以上者，捨棄不用，五分鐘後再測之。在檢測過程中，波型變化約 46 次，一次高頻率的刺激約出現一次的波型變化，最後的波型由約 40—50 個波型的平均而成。增幅器 (amplifier) 設定的條件為 gain: 20000, High Filter: 30, Low Filter: 1.0，記錄時間週期 (epoch) 為 512 毫秒，取樣頻率 (sampling rate) 為 128 Hz。眼球干擾波 (artifact) 的記錄是以 Fp1、Fp2 兩個電極各分別貼在右眼上方與左眼瞼外側，當干擾波超過三次時，則排除這份資料，並於五分鐘後再測之。聽覺誘發波的潛時和振幅大小，分別以 F7、F3、Fz、F4、F8、T3、C3、Cz、C4、T4、T5、P3、Pz、P4、T6、O1、O2 十七定點位置來記錄。振幅的量取是以 peak-to-baseline 值的判定：P300 為介於 250~600 毫秒 (msec) 之間最大正向波。

第三節 研究架構與實施程序

一、 研究架構

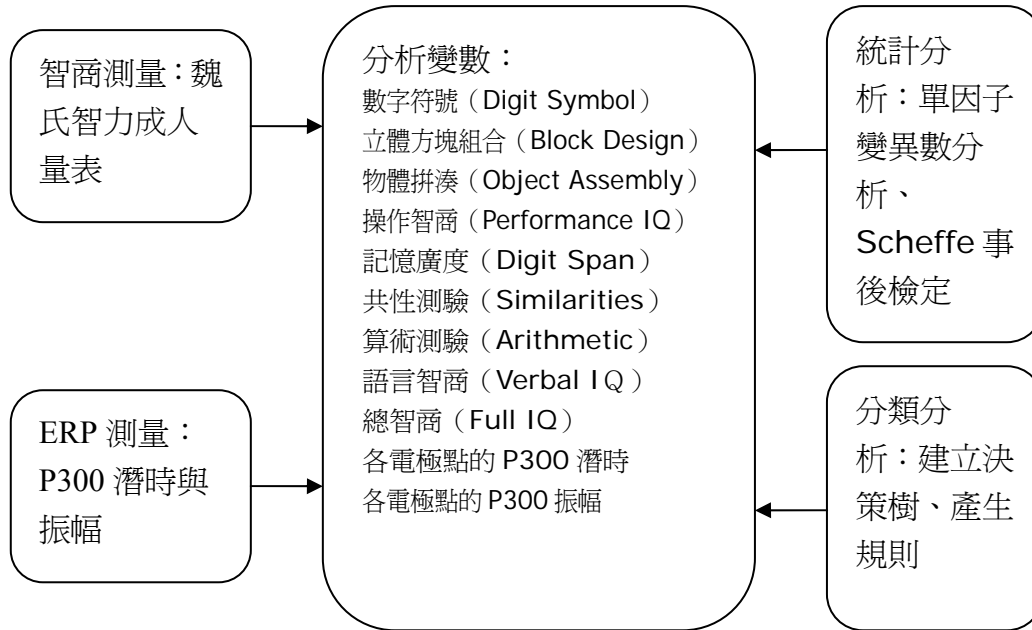


圖 3-1 研究架構

二、 實施程序

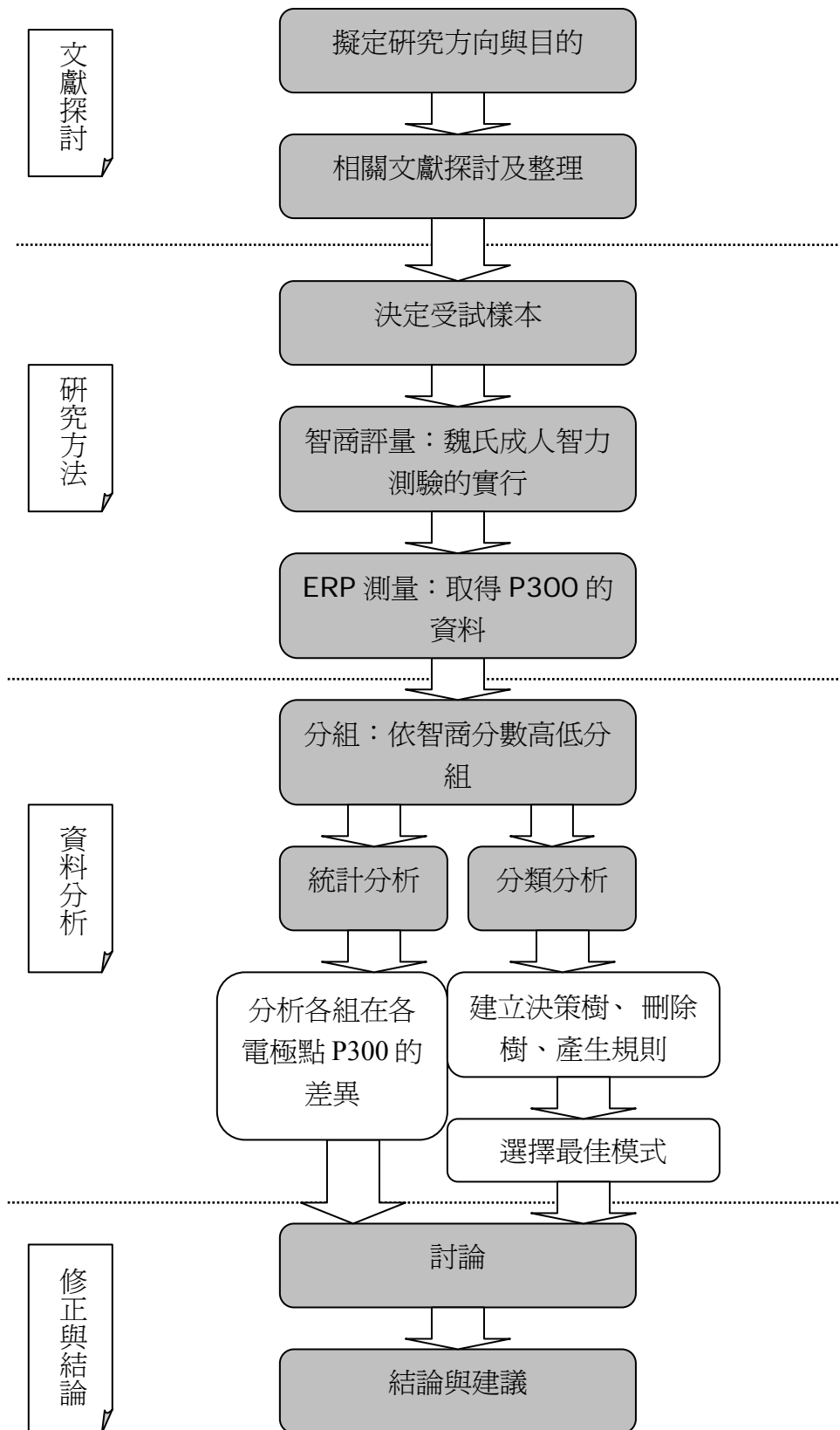


圖 3-2 研究流程圖

步驟一：擬定研究方向與目的

步驟二：相關文獻探討與整理

步驟三：決定受試樣本

樣本收集以護專女學生為主。

步驟四：智商評量

請受試者接受魏氏成人智力量表測驗，測驗分數作為區分受試者智商高低的依據。

步驟五：ERP 測量

接著請受試者接受 ERP 的量測，由醫技人員幫受試者黏貼電極片，並請受試者放鬆心情，戴上耳機，坐在斜背的沙發椅上，測量 ERP 取得受試者在各電極點上的 P300 潛時與振幅值。

步驟六：分組

按照受試者的智力測驗得分數，分為「智商較低組」、「智商中等組」、「智商較高組」，等級之分的標準如下：

1. 智商較低組：取在所有樣本智商平均數的一個標準差以下之樣本。
2. 智商中等組：做統計分析時，取在所有樣本智商平均數的正負一個標準差以內的樣本；做分類分析時，取在所有樣本智商平均數的正負 0.5 個標準差以內的樣本。
3. 智商較高組：取在所有樣本智商平均數的一個標準差以上的樣本。

步驟七：統計分析

用單因子變異數分析，比較三組間在每個電極點的 P300 潛時與振幅是否有差異，找出達到顯著差異的電極點，再用 Scheffe 事後檢定，找出造成差異的組別。

步驟八：分類分析

根據資料，建立二組（智商較低組、智商較高組）與三組（智商較低組、智商中等組、智商較高組）的 P300 潛時、振幅決策樹，刪除偏離節點，選擇最佳模式，產生規則，以歸納出二組或三組的潛時、振幅值範圍，作為智商預測模型。

步驟九：討論

討論統計分析的結果，在神經生理學的所代表的意義為何？與國外研究結果是否相同，討論分類分析的結果，建構的模型對測試資料的準確性為何？

第四節 資料處理與分析

測得魏氏成人智力商數值及長程聽覺誘發波 P300 潛時、振幅值後，將資料輸入電腦，以 SPSS (Statistical Package for Social Science) 統計套裝軟體 10.0 中文版對樣本資料進行統計考驗，並使用 CART 學習系統之基本理論，建立決策樹進行分類分析。

茲分為「統計分析」及「分類分析」兩部分進行資料分析。分析方法如下：

一、 統計分析

(一) 基本資料方面

由於本研究的樣本均為女性、且年齡相近，介於 19 歲到 21 歲，可排除性別 (Hirayasu, Samura, Ohta, & Ogura, 2000) 與年齡 (余伍洋等, 1990) 對 P300 潛時與振幅的影響，本研究的個案亦有同質性，所以本研究在基本資料方面將不作同質性檢定。

(二) PIQ 各小項、VIQ 各小項的檢定

(1) PIQ 各小項分別為數字符號、立體方塊組合、物體拼湊測驗

PIQ 每個小項測驗依得分數有「較低組」、「中等組」與「較高組」之分，用單因子變異數分析檢定每個測驗三組間在各個電極點的 P300 潛時值、振幅值是否有差異。

(2) VIQ 各小項分別為記憶廣度、共性測驗、算術測驗

VIQ 每個小項測驗依得分數有「較低組」、「中等組」與「較高組」之分，用單因子變異數分析檢定每個測驗三組間在各個電極點的 P300 潛時值、振幅值是否有差異。

(三) PIQ、VIQ、FIQ 的檢定

以單因子變異數分析檢定

- (1) 「PIQ 較低組」、「PIQ 中等組」與「PIQ 較高組」三組間在各個電極點的 P300 潛時值、振幅值是否有差異。
- (2) 「VIQ 較低組」、「VIQ 中等組」與「VIQ 較高組」三組間在各個電極點的 P300 潛時值、振幅值是否有差異。
- (3) 「FIQ 較低組」、「FIQ 中等組」與「FIQ 較高組」三組間在各個電極點的 P300 潛時值、振幅值是否有差異。

(四) 事後檢定

以單因子變異數分析三組間的差異，若達到顯著差異，則以 Scheffe 做事後檢定，找出造成差異的組別。

二、分類分析

分類分析方面，建立決策樹的理論，將使用 CART 學習系統之基本理論，而修剪樹是依據整體節點的誤差率 (entire error rate) 來作為修剪樹時的根據，在本研究設可接受的整體誤差率為 0.3。修剪樹完成後，將樹轉換成簡單易懂的規則，以文字 if condition = A then Class = B 描述規則。本實驗階段利用決策樹分類所以產生的規則，可一窺各電極點參數之間關係，以及 P300 潛時、振幅值所在範圍，對判別智商等級的影響。CART 的基本理論可參考本研究第二章文獻探討。

此階段所要分類的類別，將分兩方面進行，首先分別針對 PIQ、VIQ、FIQ 之「智商較低組」與「智商較高組」，做分類產生規則，接著，分別針對 PIQ、VIQ、FIQ 之「智商較低組」、「智商中等組」、「智商較高組」三組做分類產生規則。

茲列本研究修剪決策樹與決策樹規則判斷的方法，如下：

(一) 修剪決策樹

決策樹中有許多節點包含的資料筆數很少，以此來表示決策樹的規則較不具代表性，所以我們對其進行修剪 (punning) 的工作。以圖 3-3 為例，首先使用定義一個可接受的整體誤差率來作為修剪樹的依據，在本文中定義可接受的整體誤差率為 0.3。我們希望以最小的樹來得到最好的效果，因此我們從最末端的節點來進行修剪樹的工作。圖 3-3 中節點 0.0.1.0 的誤差率為 0.10 最小，節點

0.1.1.0 的誤差率為 0.111，節點 0.0.0.1 的誤差率為 0.273，節點 0.1.1.1 的誤差率為 0.571，我們先修剪節點 0.0.1.0.0 與節點 0.0.1.0.1 以及節點 0.1.1.0.0 與 0.1.1.0.1，整體誤差率為 0.211，若再修剪節點 0.0.0.1.0 與 0.0.0.1.1，則整體誤差率 0.484，大於定義的可接受整體誤差率，所以停止修剪的工作，圖 3-4 為修剪完成後的決策樹。

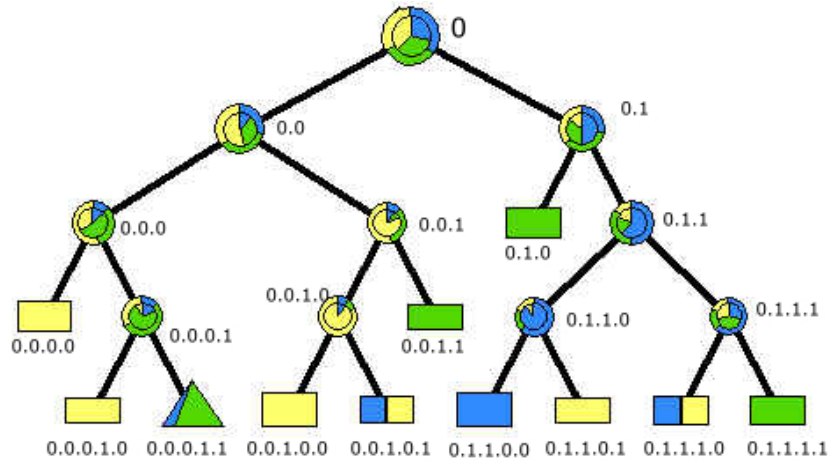


圖 3-3 決策樹樹狀圖

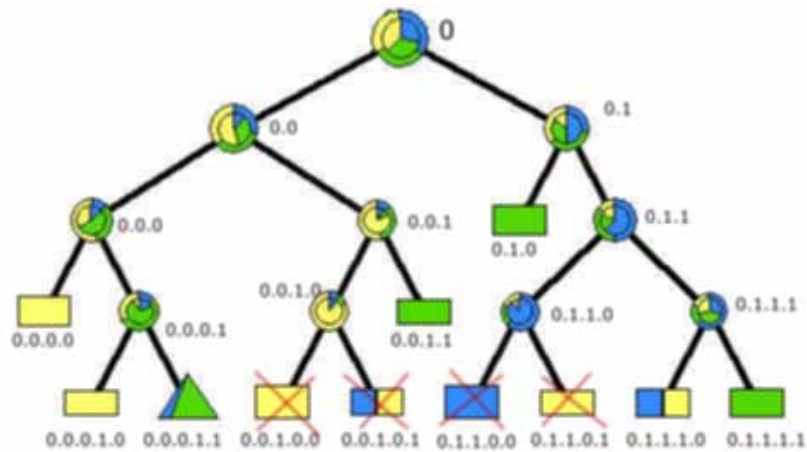


圖 3-4 修剪後之決策樹樹狀圖

(二) 決策樹判讀規則

在決策樹的樹狀圖中，每一個根點 (root) 到一個葉節點 (leaf) 表示一個決策樹規則 (rule)，以圖 3-5 中的節點 0.0.1 為例，其規則表示當參數 Cz 的測量值小於等於 9.085，且參數 F4 的測量值大於 5.27 時，則 VIQ 為「VIQ 較高組」，

我們以 $Cz > 9.085$ AND $F4 > 5.27 \rightarrow$ 「VIQ 較高組」(9/10) 來表示此決策樹規則，其中 (9/10) 表示在輸入的訓練資料 (training set) 中符合此規則之資料有 10 筆，且有 9 筆為「VIQ 較高組」。整理圖 3-5 決策樹之規則如表 3-1。

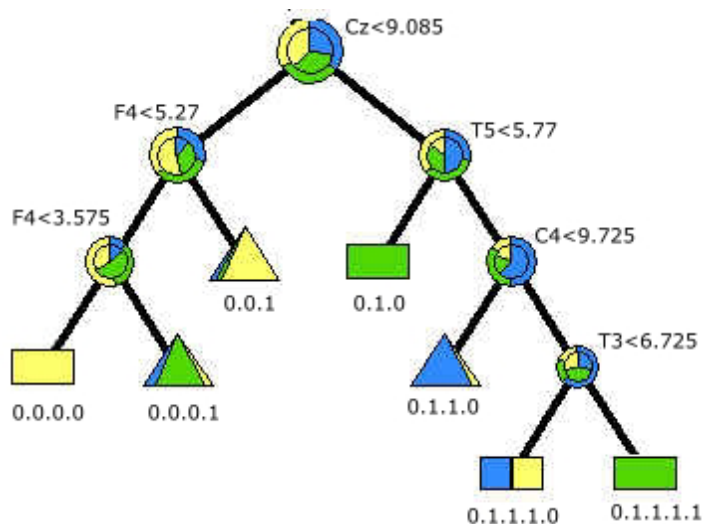


圖 3-5 修剪完後之決策樹樹狀圖

表 3-1 決策樹規則

$Cz > 9.085$ AND $F4 > 3.575$	\rightarrow VIQ 較高組 (4/4)
$Cz > 9.085$ AND $3.575 < F4 < 5.27$	\rightarrow VIQ 中等組 (8/11)
$Cz > 9.085$ AND $F4 > 5.27$	\rightarrow VIQ 較高組 (9/10)
$Cz > 9.085$ AND $T5 > 5.77$	\rightarrow VIQ 中等組 (4/4)
$Cz > 9.085$ AND $T5 < 5.77$ AND $C > 9.725$	\rightarrow VIQ 較低組 (8/9)
$Cz > 9.085$ AND $T5 < 5.77$ AND $C > 9.725$ AND $T3 > 6.725$	\rightarrow VIQ 較低組 (2/2)
$Cz > 9.085$ AND $T5 < 5.77$ AND $C > 9.725$ AND $T3 < 6.725$	\rightarrow VIQ 中等組 (3/3)

第四章 研究結果

第一節 統計分析結果

(一) PIQ、VIQ、FIQ 分組的情形

PIQ 按得分數分爲 PIQ 較低組、中等組、較高組，各組分數範圍分別爲 90、91~118、119，樣本數爲 27、113、29 個護專女學生，平均分數爲 86.15 (S. D. =4.605, range: 74~90)、104.05 (S. D. =7.08, range: 92~118)、125.79 (S. D. =5.273, range: 120~143) (表 4-1)。

VIQ 按得分數分爲 VIQ 較低組、中等組、較高組，各組分數範圍分別爲 100、101~120、121，樣本數爲 30、105、34 個護專女學生，平均分數爲 95.53 (S. D. =3.277, range: 86~100)、110.92 (S. D. =5.661, range: 101~120)、125.79 (S. D. =2.911, range: 122~131) (表 4-1)。

FIQ 按得分數分爲 FIQ 較低組、中等組、較高組，各組分數範圍分別爲 99、100~119、120，樣本數爲 28、114、27 個護專女學生，平均分數爲 95 (S. D. =4.53, range: 83~99)、108.93 (S. D. =5.45, range: 100~119)、127.26 (S. D. =4.293, range: 120~135) (表 4-1)。

表 4-1，操作智商 (PIQ)、語文智商 (VIQ)、總智商 (FIQ) 之各組得分數 (較低組、中等組、較高組) 的統計表。

測驗項目	分數範圍	樣本數	平均分數	標準差	最小值	最大值
操作智商 (Performance IQ)	90	27	86.1481	4.605	74	90
	91~118	113	104.053	7.080	92	118
	119	29	125.793	5.273	120	143
	總和	169	104.923	13.179	74	143
語文智商 (Verbal IQ)	100	30	95.533	3.277	86	100
	101~120	105	110.924	5.661	101	120
	121	34	125.794	2.911	122	131
	總和	169	111.183	10.504	86	131
總智商 (Full IQ)	99	28	95.000	4.530	83	99
	100~119	114	108.930	5.452	100	119
	120	27	127.259	4.293	120	135
	總和	169	109.550	10.587	83	135

(二) P300 潛時、振幅在各電極點的差異分析

在 P300 潛時與振幅，將以 one-way ANOVA，比較各智商「較低組」、「中等組」、「較高組」三組間在各電極點 (F7、F3、Fz、F4、F8、T3、C3、Cz、C4、T4、T5、P3、Pz、P4、T6、O1、O2) 的差異，若達到顯著差異再採用 Scheffe 法事後比較，找出造成差異的組別。

在 P300 潛時方面，比較 PIQ 分數「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點所測的 P300 潛時值時，發現均無達到顯著差異 (表 4-2)，而 PIQ 各小項 (數字符號、立體方塊組合、物體拼湊)，達到顯著差異的電極點僅有數字符號測驗的 T6 點，立體方塊組合的 O1 點 (表 4-3，圖 4-1)。比較 VIQ 分數「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點的 P300 潛時值亦均無顯著差異 (表 4-2)，而 VIQ 各小項 (記憶廣度、共性、算術測驗)，達到顯著異差的電極點有記憶廣度測驗的 P3、O1 點，共性測驗的 Fz、F4、T3、C3 點，算術測驗的 T5、P3、P4 點 (表 4-3，圖 4-1)。各組 FIQ 的 P300 潛時值在各電極點均無顯著差異 (表 4-2)。

在 P300 振幅方面，比較 PIQ 分數「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點所測得的 P300 振幅值，達到顯著差異的電極點有 Cz 與 Pz 點，差異點主要分佈在 central 與 parietal regions 的中央區（表 4-4，圖 4-3）；而 PIQ 各小項（數字符號、立體方塊組合、物體拼湊）也有電極點達到顯著差異（表 4-5，圖 4-2）。比較 VIQ 分數「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點所測得的 P300 振幅值，達到顯著差異的電極點有 Cz、C4、P3、Pz、P4、T6、O1、O2 點，差異點的主要分佈在 central、parietal、occipital regions（表 4-4，圖 4-3）。而達到顯著的電極點經事後比較，採用 Scheffe 法發現 VIQ「較高組」及「中等組」的振幅值大於「較低組」；另 VIQ 各小項（記憶廣度、共性、算術測驗）除了共性測驗的電極點均未達顯著差異，其餘亦有差異（表 4-5，圖 4-2）。在 FIQ 方面，比較 FIQ 分數「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點的 P300 振幅值，達到顯著差異的電極點有 T5、P3、Pz、P4、T6、O1、O2，差異點的主要分佈在 posterior temporal、parietal、occipital regions（表 4-4、圖 4-3）。達到顯著的電極點經事後比較，採用 Scheffe 法發現 FIQ「較高組」及「中等組」的振幅值大於「較低組」。

表 4-2，操作智商（PIQ）、語文智商（VIQ）、總智商（FIQ）之「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點 P300 潛時（msec）的差異分析表。

PS：*表示達到顯著差異（ $\alpha=.05$ ）

	操作智商 (Performance IQ)			語言智商 (Verbal IQ)			總智商 (Full IQ)			F 值 (P 值)		
	90	91~118	119	F 值 (P 值)	100	101~120	121	F 值 (P 值)	100		100~119	120
F7	325.0	320.0	327.0	.706 (.495)	323.3	321.5	322.3	.039 (.962)	325.9	321.2	321.4	.252 (.778)
F3	323.7	317.3	322.9	.837 (.435)	321.7	317.9	321.5	.332 (.718)	326.7	317.2	320.4	1.296 (.276)
Fz	325.5	318.9	325.0	.946 (.390)	320.7	320.6	322.7	.076 (.927)	324.8	319.9	321.7	.345 (.708)
F4	322.2	318.3	322.3	.0347 (.707)	321.6	319.6	317.9	.131 (.878)	324.4	318.9	317.5	.479 (.621)
F8	328.7	324.7	328.7	.330 (.720)	329.8	324.8	326.4	.327 (.722)	330.2	325.3	324.7	.333 (.717)
T3	324.7	317.8	323.0	.757 (.471)	323.1	319.2	318.7	.214 (.087)	326.2	318.5	318.4	.747 (.475)
C3	317.6	313.8	319.2	.497 (.609)	318.9	313.6	317.5	.493 (.612)	321.4	313.6	316.4	.836 (.435)
Cz	320.8	314.8	321.3	.853 (.428)	319.3	316.2	317.0	.129 (.879)	322.0	316.3	314.2	.560 (.572)
C4	318.2	316.1	324.2	.944 (.391)	323.1	315.8	319.3	.808 (.447)	323.5	316.5	317.6	.683 (.507)
T4	324.6	323.5	328.3	.362 (.697)	329.5	322.8	325.1	.729 (.484)	325.4	324.3	324.3	.021 (.980)
T5	321.9	320.8	320.1	.026 (.974)	325.8	319.5	320.4	.531 (.589)	326.9	320.3	316.7	.882 (.416)
P3	318.8	316.3	322.1	.397 (.673)	325.3	316.5	314.6	1.103 (.334)	324.7	316.8	314.2	.893 (.412)
Pz	320.3	315.4	323.2	.968 (.382)	320.1	316.5	318.2	.182 (.833)	321.2	317.2	314.8	.343 (.710)
P4	318.2	317.0	322.6	.376 (.687)	324.1	316.7	317.5	.683 (.506)	323.9	317.9	313.2	.836 (.435)
T6	323.8	319.3	317.8	.314 (.731)	325.9	318.2	319.0	.777 (.462)	325.9	319.3	315.2	.915 (.388)
O1	315.9	319.6	317.0	.185 (.831)	326.9	316.8	316.5	1.274 (.282)	325.9	317.5	315.4	.951 (.388)
O2	313.8	319.7	319.0	.363 (.696)	328.4	315.6	319.3	1.874 (.157)	325.1	317.3	317.3	.673 (.512)

表 4-3，PIQ 各小項（數字符號、立體方塊組合、物體拼湊），VIQ 各小項（記憶廣度、共性、算術測驗）之「較高組」、「中等組」、「較低組」在各電極點 P300 潛時（msec）的差異分析表。

PS：無括號的值為 F 值，括號內的值為 P 值，*表示達到顯著差異（ $\alpha=.05$ ）

	數字符號 測驗	立體方塊 組合	物體拼湊 測驗	記憶廣度 測驗	共性測驗	算術測驗
F7	.485 (.617)	.821 (.442)	.955 (.387)	.441 (.644)	1.794 (.169)	1.341 (.264)
F3	.372 (.690)	.099 (.906)	1.393 (.251)	.566 (.569)	1.670 (.191)	1.688 (.188)
Fz	.365 (.695)	.298 (.743)	.376 (.688)	.329 (.720)	3.046 (.050)*	1.504 (.225)
F4	.185 (.831)	.413 (.662)	.602 (.549)	.947 (.390)	4.581 (.012)*	2.246 (.109)
F8	.437 (.647)	.317 (.729)	3.039 (.051)	.594 (.553)	1.536 (.218)	.719 (.489)
T3	.217 (.805)	.323 (.724)	.798 (.452)	1.841 (.162)	3.826 (.024)*	1.879 (.156)
C3	.459 (.632)	.231 (.794)	.943 (.392)	.749 (.474)	3.187 (.044)*	1.589 (.207)
Cz	.490 (.614)	.730 (.483)	.545 (.581)	.854 (.427)	1.595 (.206)	1.685 (.189)
C4	.244 (.783)	.218 (.805)	.291 (.748)	1.033 (.358)	1.650 (.195)	2.019 (.136)
T4	.425 (.655)	.039 (.962)	.467 (.628)	1.186 (.308)	2.989 (.053)	.594 (.553)
T5	1.380 (.254)	1.496 (.227)	.838 (.434)	1.836 (.163)	2.003 (.138)	4.027 (.020)*
P3	.895 (.411)	2.249 (.109)	.950 (.389)	4.479 (.013)*	2.205 (.113)	6.121 (.003)*
Pz	.473 (.624)	.259 (.772)	.550 (.578)	1.029 (.360)	1.191 (.307)	1.938 (.147)
P4	.840 (.433)	.759 (.470)	.204 (.816)	1.325 (.269)	.467 (.628)	3.148 (.046)*
T6	3.310 (.039)*	1.670 (.191)	.700 (.498)	.488 (.615)	1.722 (.182)	2.510 (.084)
O1	2.195 (.115)	3.527 (.032)*	1.596 (.206)	4.936 (.008)*	.786 (.457)	7.838 (.001)*
O2	1.622 (.201)	.795 (.453)	.012 (.988)	1.203 (.303)	.915 (.403)	1.600 (.205)

表 4-4，操作智商 (PIQ)、語文智商 (VIQ)、總智商 (FIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點 P300 振幅值 (μV) 的差異分析表。

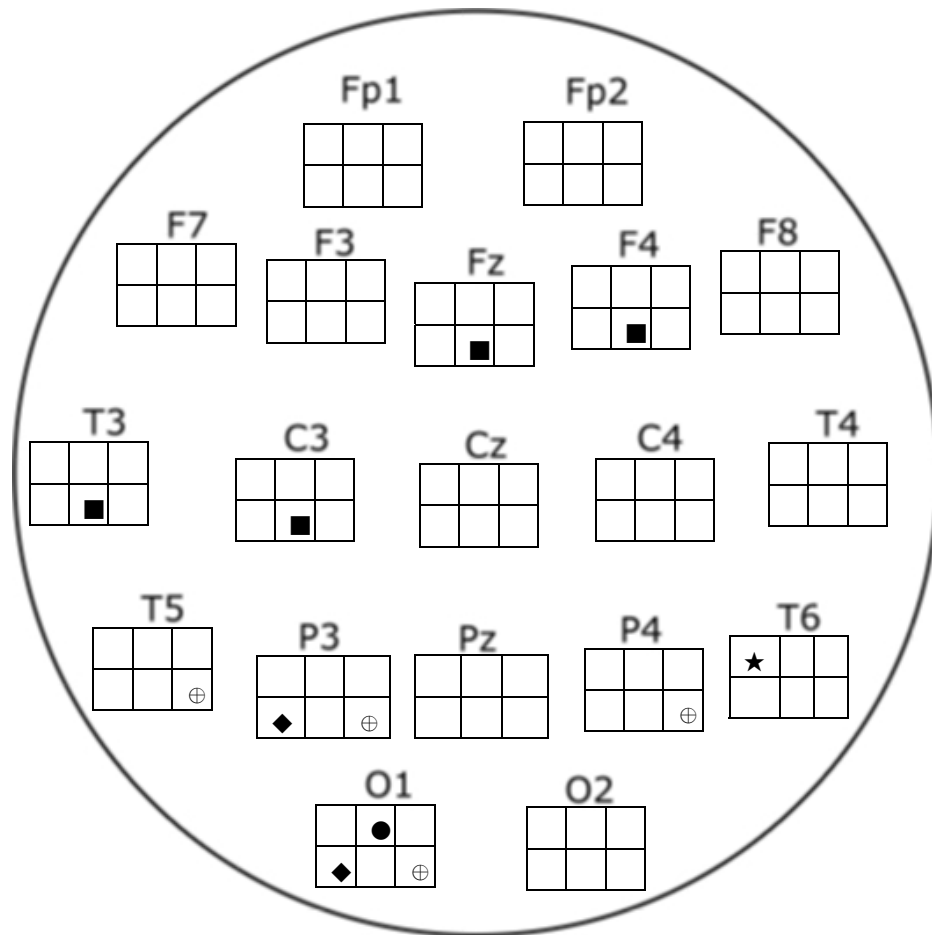
PS：* 表示達到顯著差異 ($\alpha=.05$)

	操作智商 (Performance IQ)			F 值 (P 值)	語言智商 (Verbal IQ)			F 值 (P 值)	總智商 (Full IQ)			F 值 (P 值)
	90	91~118	119		100	101~120	121		100	100~119	120	
F7	3.20	3.59	3.80	1.027 (.360)	3.31	3.67	3.46	.679 (.509)	3.49	3.62	3.40	.248 (.781)
F3	5.13	6.05	6.28	1.745 (.178)	5.15	6.26	5.65	2.539 (.082)	5.47	6.16	5.49	1.348 (.263)
Fz	6.14	7.48	7.95	2.734 (.068)	6.44	7.73	6.94	2.415 (.092)	6.83	7.53	7.12	.659 (.519)
F4	5.51	6.29	6.80	1.560 (.213)	5.35	6.53	6.20	2.212 (.113)	6.06	6.31	6.21	.098 (.907)
F8	2.98	3.61	3.66	1.584 (.208)	2.92	3.69	3.50	2.387 (.095)	3.21	3.58	3.57	.542 (.583)
T3	5.33	6.18	6.63	2.014 (.137)	5.24	6.29	6.41	2.392 (.095)	5.18	6.36	6.17	2.570 (.080)
C3	6.74	8.22	8.48	2.893 (.058)	6.86	8.37	7.98	2.842 (.061)	7.01	8.33	7.81	2.117 (.124)
Cz	7.33	9.11	9.57	3.183 (.044) *	7.51	9.37	7.99	3.122 (.047) *	7.92	9.17	8.81	1.310 (.273)
C4	7.20	8.41	8.97	2.230 (.111)	6.76	8.78	8.22	4.674 (.011) *	7.22	8.63	8.12	2.183 (.116)
T4	5.71	6.05	6.98	2.632 (.075)	5.26	6.35	6.37	2.947 (.055)	5.42	6.27	6.45	1.878 (.156)
T5	6.02	6.87	7.10	1.286 (.279)	5.90	7.02	6.80	1.985 (.141)	5.56	7.09	6.70	3.643 (.028) *
P3	7.16	8.66	9.00	2.626 (.075)	7.04	8.81	8.71	3.417 (.035) *	6.82	8.89	8.43	4.402 (.014) *
Pz	7.25	9.06	9.48	3.137 (.046) *	7.18	9.22	9.15	3.719 (.026) *	7.13	9.20	9.12	3.602 (.029) *
P4	7.64	8.84	9.47	2.318 (.102)	7.29	9.08	9.06	3.757 (.025) *	7.32	9.09	8.86	3.363 (.037) *
T6	6.02	7.05	7.40	2.571 (.079)	5.99	7.24	6.91	3.067 (.049) *	5.74	7.24	6.99	4.304 (.015) *
O1	6.88	7.84	8.36	1.672 (.191)	6.51	8.11	7.85	3.226 (.042) *	6.06	8.19	7.81	5.616 (.004) *
O2	7.09	8.30	8.50	1.842 (.162)	6.53	8.55	8.31	4.988 (.008) *	6.49	8.52	8.27	4.832 (.009) *

表 4-5，PIQ 各小項（數字符號、立體方塊組合、物體拼湊），VIQ 各小項（記憶廣度、共性、算術測驗）之「較低組」、「中等組」、「較高組」在各電極點 P300 振幅值（ μV ）的差異分析表。

PS：無括號的值為 F 值，括號內的值為 P 值，*表示達到顯著差異（ $\alpha=.05$ ）

	數字符號 測驗	立體方塊 組合	物體拼湊 測驗	記憶廣度 測驗	共性測驗	算術測驗
F7	1.950 (.146)	.689 (.504)	.271 (.763)	.131 (.877)	.454 (.636)	1.478 (.231)
F3	4.054 (.019)*	.180 (.835)	.081 (.922)	.020 (.980)	.432 (.650)	.165 (.848)
Fz	3.499 (.032)*	.051 (.950)	.610 (.545)	.467 (.628)	.483 (.618)	.153 (.858)
F4	4.171 (.017)*	.316 (.729)	.612 (.544)	.960 (.385)	1.359 (.260)	.426 (.654)
F8	5.486 (.005)*	1.059 (.349)	.263 (.769)	1.380 (.254)	.005 (.995)	2.951 (.055)
T3	5.515 (.005)*	2.958 (.055)	2.182 (.116)	2.537 (.082)	.478 (.621)	7.320 (.001)*
C3	4.013 (.020)*	.814 (.445)	1.318 (.270)	1.146 (.320)	.676 (.510)	2.805 (.063)
Cz	3.295 (.040)*	.503 (.605)	1.322 (.269)	1.484 (.230)	.641 (.528)	2.131 (.122)
C4	5.484 (.005)*	1.304 (.274)	1.132 (.325)	1.759 (.175)	1.213 (.300)	3.571 (.030)*
T4	9.048 (.000)*	5.273 (.006)*	2.064 (.130)	5.440 (.005)*	1.089 (.339)	8.858 (.000)*
T5	2.811 (.063)	2.083 (.128)	1.339 (.265)	1.686 (.188)	.603 (.548)	6.100 (.003)*
P3	3.121 (.047)*	2.683 (.071)	.973 (.380)	2.048 (.132)	1.242 (.291)	6.742 (.002)*
Pz	3.821 (.024)*	2.832 (.062)	1.762 (.175)	3.111 (.047)*	1.463 (.235)	5.441 (.005)*
P4	4.693 (.010)*	3.274 (.040)*	1.750 (.177)	3.614 (.029)*	1.707 (.185)	7.462 (.001)*
T6	2.864 (.060)	1.352 (.262)	.714 (.491)	1.231 (.295)	.036 (.965)	2.970 (.054)
O1	3.058 (.050)*	2.723 (.069)	1.025 (.361)	2.529 (.083)	1.652 (.195)	7.110 (.001)*
O2	1.596 (.206)	3.295 (.040)*	2.192 (.115)	5.211 (.006)*	2.131 (.122)	8.218 (.000)*



- ★：數字符號測驗 (Digit Symbol) 的 P 值小於 0.05
- ：立體方塊組合測驗 (Block Design) 的 P 值小於 0.05
- ▲：物體拼湊測驗 (Object Assembly) 的 P 值小於 0.05
- ◆：記憶廣度測驗 (Digit Span) 的 P 值小於 0.05
- ：共性測驗 (Similarity) 的 P 值小於 0.05
- ⊕：算術測驗 (Arithmetic) 的 P 值小於 0.05

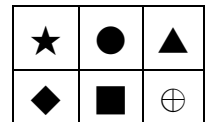
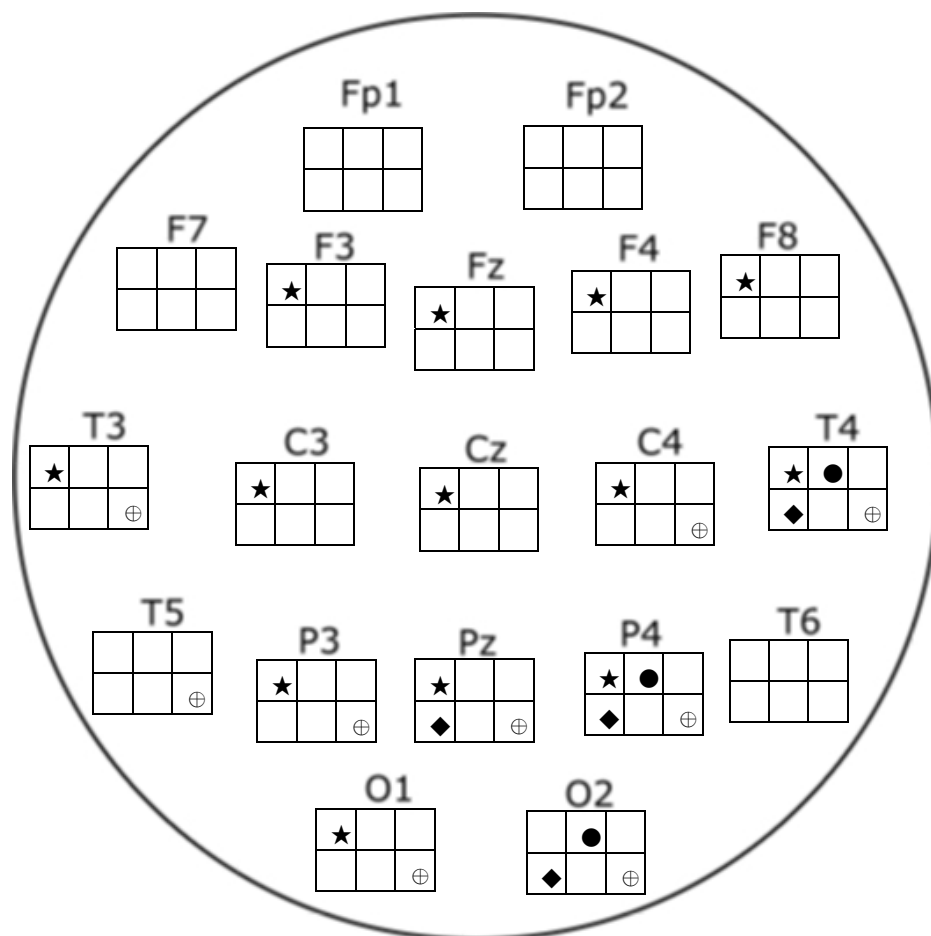


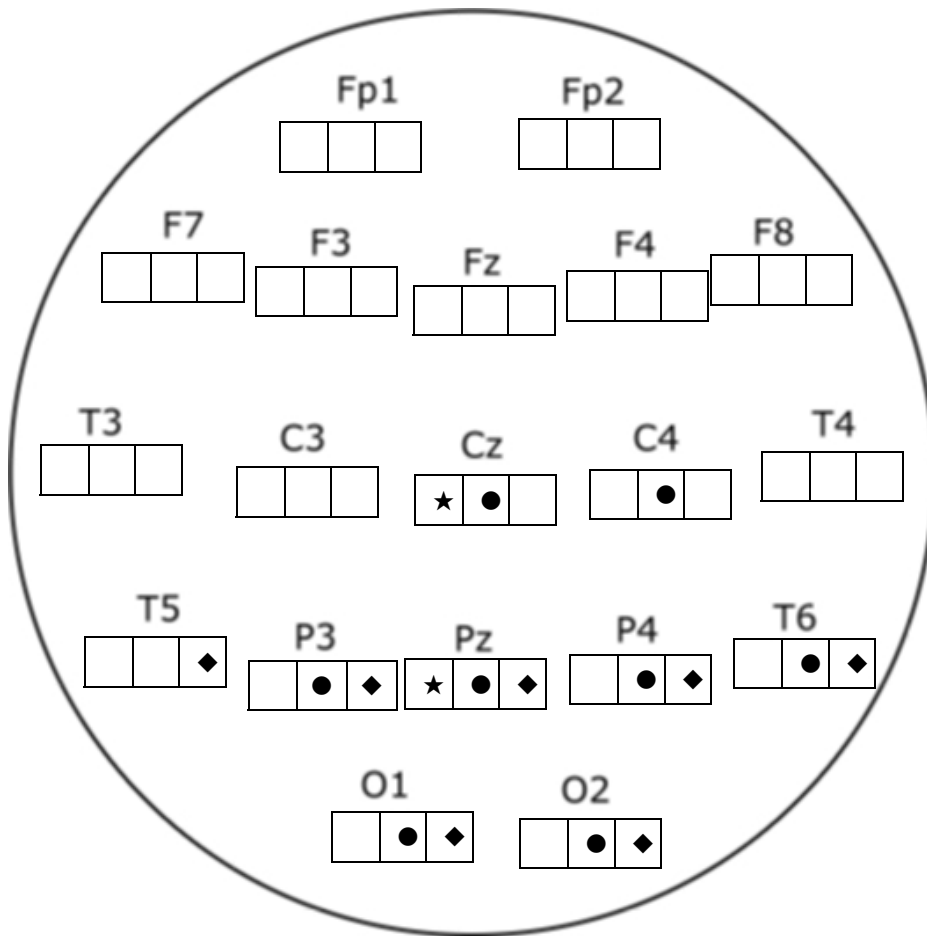
圖 4-1，PIQ 各小項、VIQ 各小項之「較低組」、「中等組」、「較高組」，在 P300 潛時達到顯著水準的電極點



- ★：數字符號測驗（Digit Symbol）的P值小於0.05
- ：立體方塊組合測驗（Block Design）的P值小於0.05
- ▲：物體拼湊測驗（Object Assembly）的P值小於0.05
- ◆：記憶廣度測驗（Digit Span）的P值小於0.05
- ：共性測驗（Similarity）的P值小於0.05
- ⊕：算術測驗（Arithmetic）的P值小於0.05

★	●	▲
◆	■	⊕

圖 4-2，PIQ 各小項、VIQ 各小項之「較低組」、「中等組」、「較高組」於 P300 振幅達到顯著水準的電極點



★：操作智商（Performance IQ）的 P 值小於 0.05

●：語言智商（Verbal IQ）的 P 值小於 0.05

◆：總智商（Full IQ）的 P 值小於 0.05

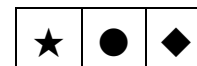


圖 4-3，操作智商（PIQ）、語文智商（VIQ）、總智商（FIQ）之「較低組」、「中等組」、「較高組」於 P300 振幅值達到顯著水準的電極點

第二節 分類結果

本研究將對 P300 潛時與振幅做決策樹分類。但其中，因各 PIQ, VIQ, FIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」於各電極點的 P300 潛時均未達顯著差異，不易找出資料特性，所以不對 P300 潛時做決策樹分類，只針對三種智商的 P300 振幅做決策樹分類，使分類效果更為正確，。

本研究的分類將從兩方面進行，試著分類出在 PIQ、VIQ、FIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的振幅值分佈範圍，進行情況分述如下：

一、智商分為兩組時

智商較低組：智商分數於所有樣本平均分數的一個標準差以下。

智商較高組：智商分數於所有樣本平均分數的一個標準差以上。

二、智商分為三組時

智商較低組：智商分數於所有樣本平均分數的一個標準差以下。

智商中等組：智商分數於所有樣本平均分數的正負 0.5 個標準差內。

智商較高組：智商分數於所有樣本平均分數的一個標準差以上。

一、 智商分為「較低組」與「較高組」的分類結果

此階段實驗所取的樣本，較低組為所有樣本智商平均數的負一個標準差以下，較高組則為所有樣本智商平均數的正一個標準差以上。PIQ 之「較低組」、「較高組」所取樣本數，分別為 27、29 個。VIQ 之「較低組」、「較高組」所取樣本數，分別為 30、34 個。FIQ 之「較低組」、「較高組」所取樣本數，分別為 20、25 個。

圖 4-4 是 PIQ 之「較低組」與「較高組」的分類決策樹，而表 4-6 是根據此樹轉換成的規則總表，規則的意義，如表 4-6 的第一條規則是說明「如果電極點 P4 的振幅值小於等於 $7.465\mu\text{v}$ ，且電極點 F8 的振幅值小於等於 $3.305\mu\text{v}$ ，則有 17 筆記錄符合此規則，其中有 15 筆記錄為 PIQ 較低組」，(15/17) 就是表示符合此規則有 17 筆記錄，其中 15

筆記錄可正確歸為「PIQ 較低組」。由表 4-6 可看出分類為「PIQ 較低組」的規則共有三個集合，符合此三個規則集合的記錄共有 23 (17+3+3) 筆，但可正確分類為「PIQ 較低組」的筆數有 21 (15+3+3) 筆，所以其純度為 91.30% (21/23)；分類為「PIQ 較高組」的規則亦有三個集合，符合此三個規則集合的記錄共有 33 (4+26+3) 筆，但可正確分類為「PIQ 較高組」的筆數有 27 (3+22+2) 筆，所以純度 81.82% (27/33)。若按此樹所有規則，可正確分類成兩組的正確率為 85.71% (48/56)。

圖 4-5 為 VIQ 之「較低組」與「較高組」的分類決策樹，表 4-7 為根據此樹換成的規則集合總表，分類為「VIQ 較低組」共有六個規則集合，符合此六個規則集合的記錄共有 34(12+4+3+5+6+4)筆，但可正確分類為「VIQ 較低組」的記錄有 30(10+3+3+5+5+4)筆，所以純度為 88.24% (30/34)；分類為「VIQ 較高組」有四個規則集合，符合此四個規則集合的記錄 30(5+6+11+8)筆，正確分類為「VIQ 較低組」的記錄有 30(5+6+11+8)，所以純度為 100% (30/30)。若按此樹所有規則，可正確分類成兩組的正確率為 93.75% (60/64)。

圖 4-6 為 FIQ 之「較低組」與「較高組」的分類決策樹，表 4-8 為根據此樹換成的規則集合，分類為「FIQ 較低組」共有二個規則集合，符合此二個規則集合的資料共有 15 (2+13) 筆，可正確分類為「FIQ 較低」的記錄有 14 (2+12) 筆，所以純度為 93.33% (14/15)；分類為「FIQ 較高組」亦有二個規則集合，符合此二個規則集合的資料共有 30 (6+24) 筆，可正確分類為「FIQ 較低」的記錄有 24 (5+19) 筆，純度為 80% (24/30)。若按此樹所有規則，可正確分類成兩組的正確率為 84.44% (38/45)。

二、 智商分為「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類結果

此階段實驗所取的樣本，較低組為所有樣本智商平均數的負一個標準差以下，中等組方面，把智商數在模糊地帶去除，取所有樣本智商平均數正負 0.5 個標準差以內，較高組則為所有樣本智商平均數的正一個標準差以上。PIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」所取樣本數，分別為 27、52、29 個。VIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」所取樣本數，分別為 30、56、34 個。FIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」所取樣本

數，分別為 20、54、25 個。

圖 4-7 為 PIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類決策樹，表 4-9 為根據此樹換成的規則集合總表，分類為「PIQ 較低組」共有五個規則集合，符合此五個規則集合的記錄共有 25 (8+4+7+4+2) 筆，可正確分類為「PIQ 較低組」則有 22 (6+4+6+4+2) 筆，所以純度為 88% (22/25)；分類為「PIQ 中等組」有七個規則集合，符合此七個規則集合的記錄共有 52 (12+16+5+4+4+9+2) 筆，可正確分類為「PIQ 中等組」則有 47 (12+12+4+4+4+9+2) 筆，所以純度為 90.38% (47/52)；分類為「PIQ 較高組」亦有五個集合規則，符合此五個規則集合的記錄共有 26 (2+3+3+7+11) 筆，可正確分類為「PIQ 較高組」有 24 (2+3+3+7+9) 筆，所以純度為 92.31% (24/26)。若按此樹所有規則，可正確分類成三組的正確率為 86.11% (93/108)。

圖 4-8 為 VIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類決策樹，表 4-10 為根據此樹換成的規則集合總表，分類為「VIQ 較低組」共有三個規則集合，符合此三個規則集合的記錄共有 37 (16+16+5) 筆，可正確分類為「VIQ 較低組」則有 25 (10+10+5) 筆，所以純度為 67.57% (25/37)；分類為「VIQ 中等組」有五個規則集合，符合此五個規則的記錄共有 65 (15+11+4+5+30)，可正確分類為「VIQ 中等組」則有 48 筆 (10+8+4+5+21)，所以純度為 73.85% (48/65)；分類為「VIQ 較高組」亦有三個規則集合，符合此三個規則集合共有 18 (4+11+3) 筆記錄，可正確分類為「VIQ 較高組」則有 16 (4+9+3) 筆，所以純度為 88.89% (16/18)。若按此樹所有規則，可正確分類成三組的正確率為 74.17% (89/120)。

圖 4-9 為 FIQ 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類決策樹，表 4-11 為根據此樹換成的規則集合總表，分類為「FIQ 較低組」共有二個規則集合，符合此二個規則集合的記錄共有 16 (11+5) 筆，可正確分類為「FIQ 較低組」則有 15 (10+5) 筆，所以純度為 93.75% (15/16)；分類為「FIQ 中等組」有八個集合規則，符合此八個規則集合的記錄共有 62 (4+3+1+7+21+3+17+6) 筆，可正確分類為「FIQ 中等組」則有 53 (3+2+1+6+19+3+14+5) 筆，所以純度為 85.48% (53/62)；分類為「FIQ 較高組」亦有四個集合規則，符合此四個規則集合的記錄共有 21 (2+5+7+7) 筆，可正確分類為「FIQ

較高組」則有 20 (2+5+6+7) 筆，所以純度為 95.24% (20/21)。若按此樹所有規則，可正確分類成三組的正確率為 89.90% (89/99)。

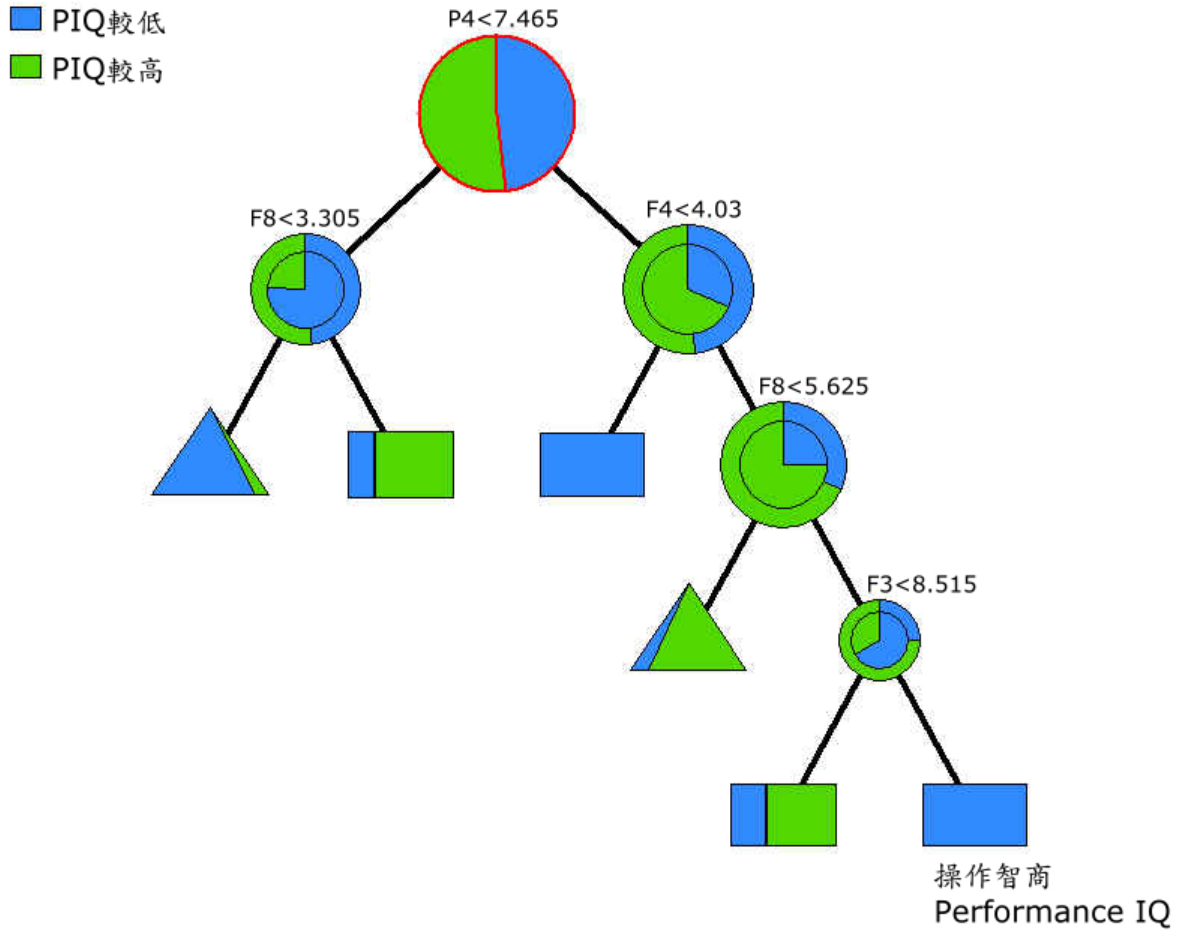


圖 4-4，操作智商 (PIQ) 之「較低組」、「較高組」的決策樹

表 4-6，操作智商(PIQ)之「較低組」、「較高組」的分類規則彙整表 (振幅值單位： μv)

P4 < 7.465 AND F8 < 3.305	->PIQ 較低組 (15/17)
P4 > 7.465 AND F4 < 4.03	->PIQ 較低組 (3/3)
P4 > 7.465 AND F4 > 4.03 AND F8 > 5.625 AND F3 > 8.515	->PIQ 較低組 (3/3)
P4 < 7.465 AND F8 > 3.305	->PIQ 較高組 (3/4)
P4 > 7.465 AND F4 > 4.03 AND F8 < 5.625	->PIQ 較高組 (22/26)
P4 > 7.465 AND F4 > 4.03 AND F8 > 5.625 AND F3 < 8.515	->PIQ 較高組 (2/3)

■ VIQ較低
■ VIQ較高

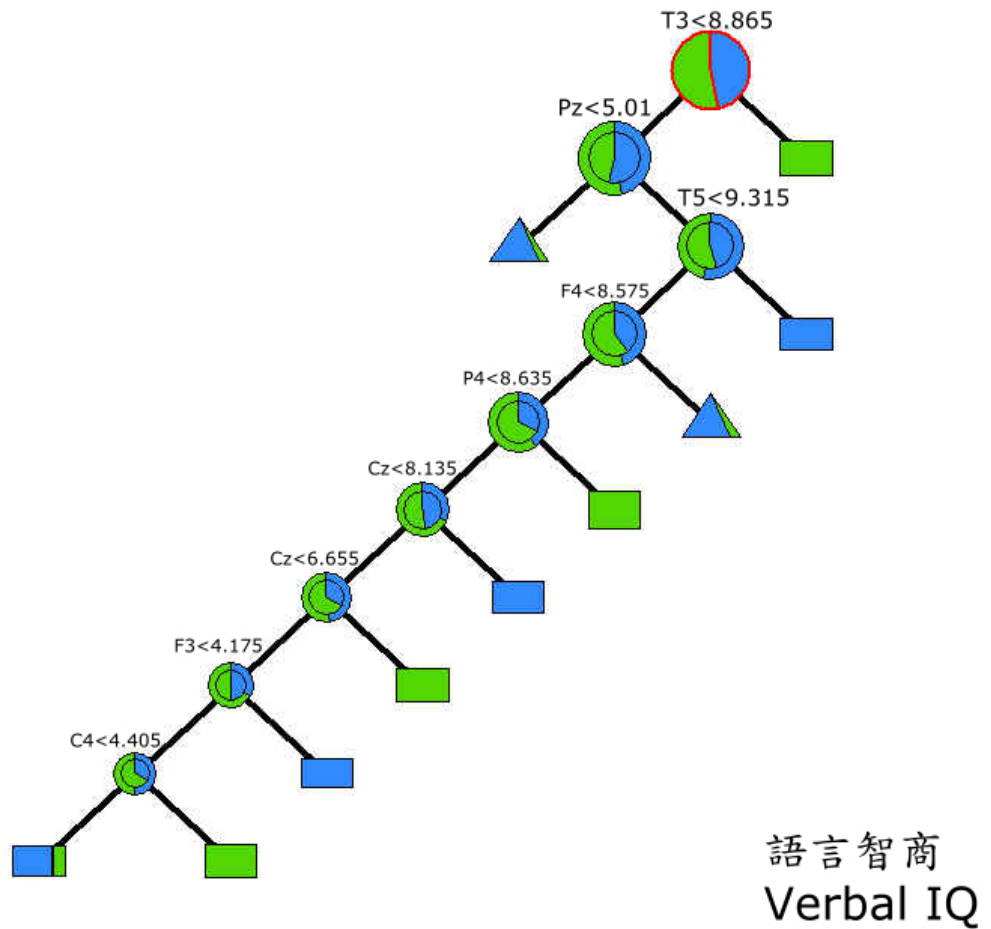


圖 4-5，語言智商 (VIQ) 之「較低組」、「較高組」的決策樹

表 4-7，語言智商(VIQ) 之「較低組」、「較高組」的分類規則彙整表 (振幅值單位： μv)

T3 8.865 AND Pz 5.01	->VIQ 較低組 (10/12)
T3 8.865 AND Pz > 5.01 AND T5 9.315 AND F4 8.575 AND P4 8.635 AND Cz 6.655 AND F3 4.175 AND C4 4.405	->VIQ 較低組 (3/4)
T3 8.865 AND Pz > 5.01 AND T5 9.315 AND F4 8.575 AND P4 8.635 AND Cz 6.655 AND F3 > 4.175	->VIQ 較低組 (3/3)
T3 8.865 AND Pz > 5.01 AND T5 9.315 AND F4 8.575 AND P4 8.635 AND Cz > 8.135	->VIQ 較低組 (5/5)
T3 8.865 AND Pz > 5.01 AND T5 9.315 AND F4 > 8.575	->VIQ 較低組 (5/6)
T3 8.865 AND Pz > 5.01 AND T5 > 9.315	->VIQ 較低組 (4/4)
T3 8.865 AND Pz > 5.01 AND T5 9.315 AND F4 8.575 AND P4 8.635 AND Cz 6.655 AND F3 4.175 AND C4 > 4.405	->VIQ 較高組 (5/5)
T3 8.865 AND Pz > 5.01 AND T5 9.315 AND F4 8.575 AND P4 8.635 AND 6.655 < Cz 8.135	->VIQ 較高組 (6/6)
T3 8.865 AND Pz > 5.01 AND T5 9.315 AND F4 8.575 AND P4 > 8.635	->VIQ 較高組 (11/11)
T3 > 8.865	->VIQ 較高組 (8/8)

■ FIQ較高
■ FIQ較低

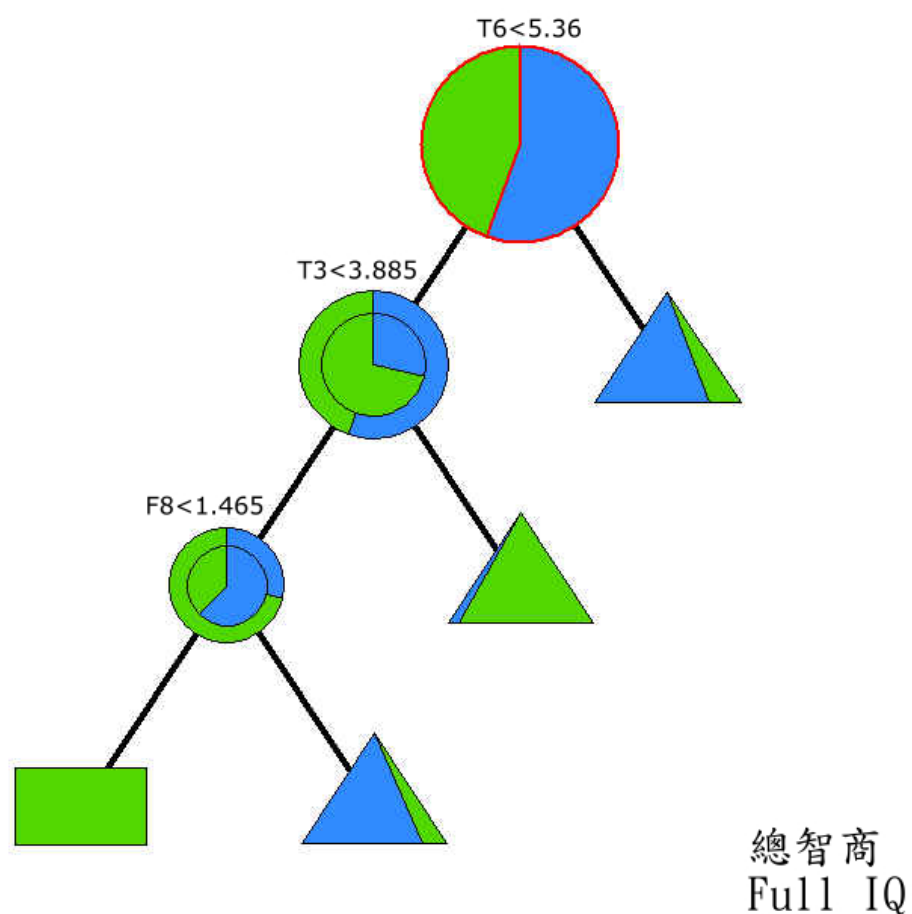


圖 4-6，總智商 (FIQ) 之「較低組」、「較高組」的決策樹

表 4-8，總智商(FIQ) 之「較低組」、「較高組」的分類規則彙整 (振幅值單位： μv)

T6 < 5.36 AND T3 < 3.885 AND F8 < 1.465	->FIQ 較低組 (2/2)
T6 < 5.36 AND T3 > 3.885	->FIQ 較低組 (12/13)
T6 < 5.36 AND T3 < 3.885 AND F8 > 1.465	->FIQ 較高組 (5/6)
T6 > 5.36	->FIQ 較高組 (19/24)

- PIQ較低
- PIQ中等
- PIQ較高

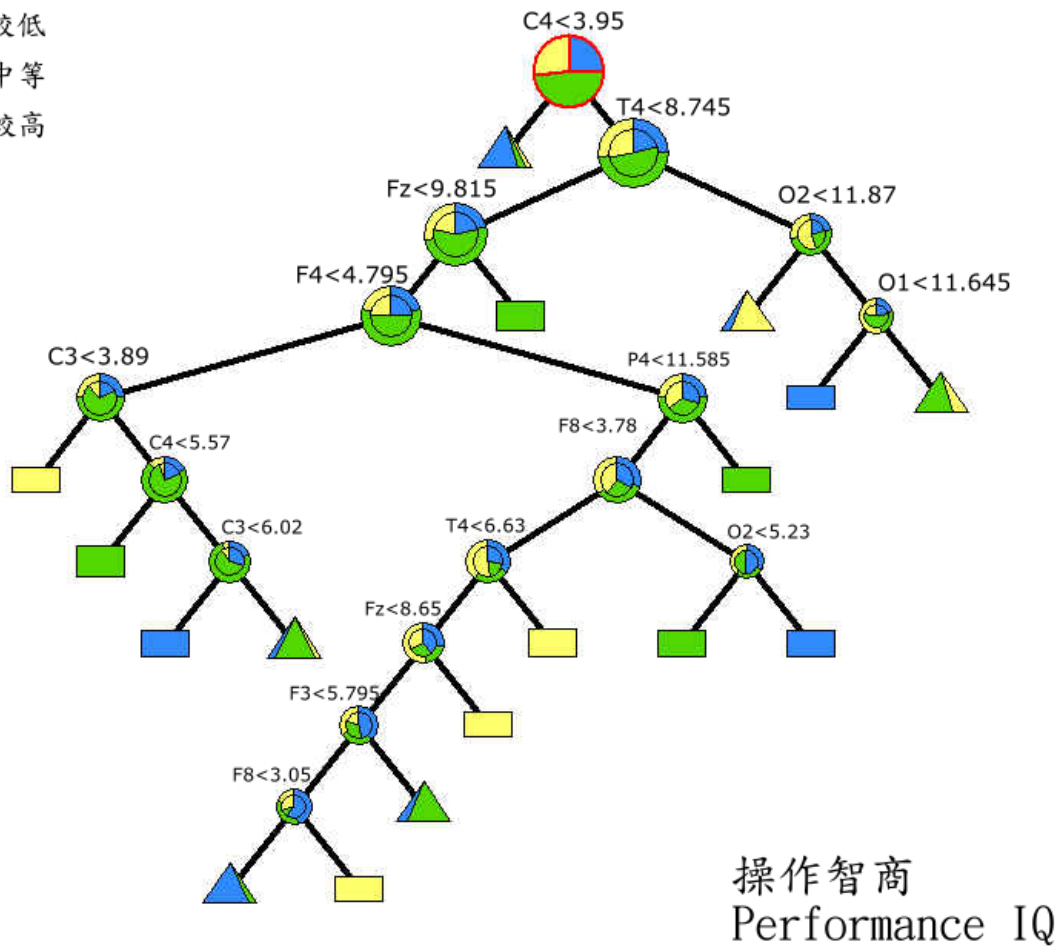


圖 4-7，操作智商 (PIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的決策樹

表 4-9，操作智商(PIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類規則彙整 (振幅值單位： μv)

C4 > 3.95	->PIQ 較低組 (6/8)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND Fz > 9.815 AND F4 > 4.795 AND 3.89 < C3 < 6.02 AND C4 > 5.57	->PIQ 較低組 (4/4)
C4 > 3.95 AND T4 > 6.63 AND Fz > 8.65 AND F4 > 4.795 AND P4 > 11.585 AND F8 > 3.05 AND F3 > 5.795	->PIQ 較低組 (6/7)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND Fz > 9.815 AND F4 > 4.795 AND P4 > 11.585 AND F8 > 3.78 AND O2 > 5.23	->PIQ 較低組 (4/4)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND O2 > 11.87 AND O1 > 11.645	->PIQ 較低組 (2/2)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND Fz > 9.815 AND F4 > 4.795 AND C3 > 3.89 AND C4 > 5.57	->PIQ 中等組 (12/12)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND Fz > 9.815 AND F4 > 4.795 AND C3 > 6.02 AND C4 > 5.57	->PIQ 中等組 (12/16)
C4 > 3.95 AND T4 > 6.63 AND Fz > 8.65 AND F4 > 4.795 AND P4 > 11.585 AND F8 > 3.78 AND F3 > 5.795	->PIQ 中等組 (4/5)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND Fz > 9.815 AND F4 > 4.795 AND P4 > 11.585 AND F8 > 3.78 AND O2 > 5.23	->PIQ 中等組 (4/4)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND Fz > 9.815 AND F4 > 4.795 AND P4 > 11.585	->PIQ 中等組 (4/4)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND Fz > 9.815	->PIQ 中等組 (9/9)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND O2 > 11.87 AND O1 > 11.645	->PIQ 中等組 (2/2)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND Fz > 9.815 AND F4 > 4.795 AND C3 > 3.89	->FIQ 較高組 (2/2)
C4 > 3.95 AND T4 > 6.63 AND Fz > 8.65 AND F4 > 4.795 AND P4 > 11.585 AND 3.05 < F8 < 3.78 AND F3 > 5.795	->FIQ 較高組 (3/3)
C4 > 3.95 AND T4 > 6.63 AND 8.65 < Fz < 9.815 AND F4 > 4.795 AND P4 > 11.585 AND F8 > 3.78	->FIQ 較高組 (3/3)
C4 > 3.95 AND 6.63 < T4 < 8.745 AND Fz > 9.815 AND F4 > 4.795 AND P4 > 11.585 AND F8 > 3.78	->FIQ 較高組 (7/7)
C4 > 3.95 AND T4 > 8.745 AND O2 > 11.87	->FIQ 較高組 (9/11)

- VIQ較低
- VIQ中等
- VIQ較高

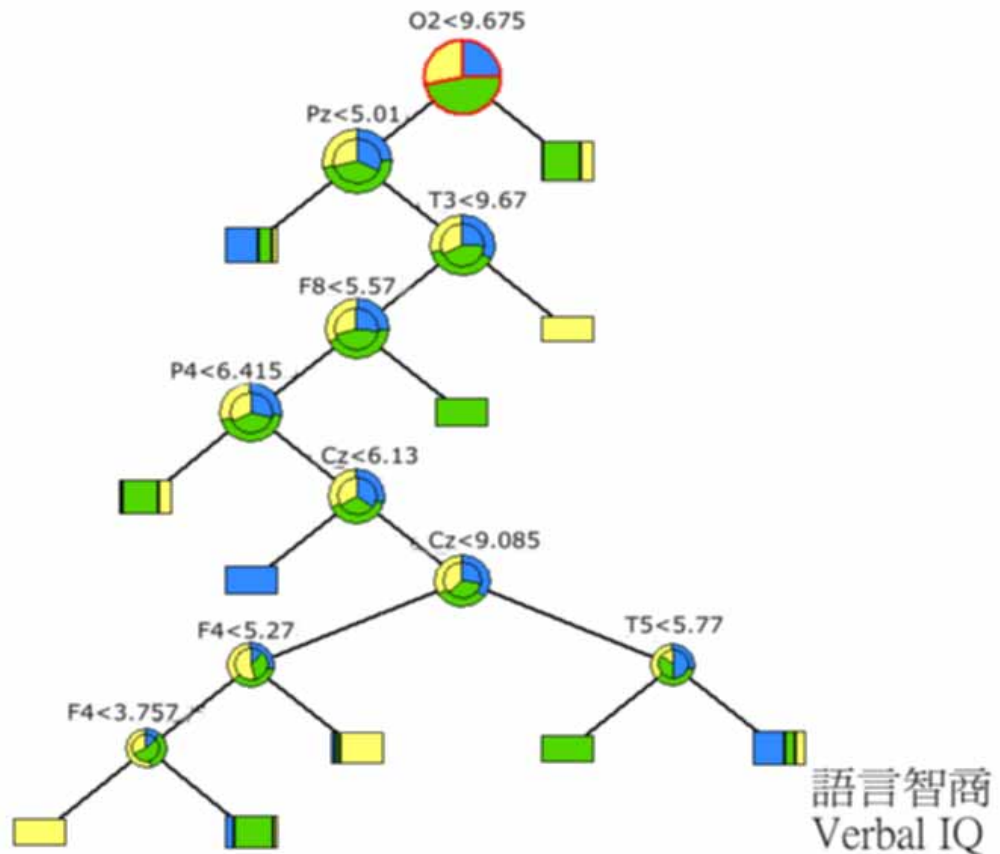


圖 4-8，語言智商 (VIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的決策樹

表 4-10，語言智商(VIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類規則彙整 (振幅值單位： μv)

O2 < 9.675 AND Pz < 5.01	->VIQ 較低組 (10/16)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 < 9.67 AND F8 < 5.57 AND P4 > 6.415 AND Cz > 9.085 AND T5 > 5.77	->VIQ 較低組 (10/16)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 < 9.67 AND F8 < 5.57 AND P4 > 6.415 AND Cz > 6.13	->VIQ 較低組 (5/5)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 < 9.67 AND F8 < 5.57 AND P4 < 6.415	->VIQ 中等組 (10/15)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 < 9.67 AND F8 < 5.57 AND P4 > 6.415 AND 6.13 < Cz < 9.085 AND 3.575 < F4 < 5.27	->VIQ 中等組 (8/11)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 < 9.67 AND F8 < 5.57 AND P4 > 6.415 AND Cz > 9.085 AND T5 < 5.77	->VIQ 中等組 (4/4)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 < 9.67 AND F8 > 5.57	->VIQ 中等組 (5/5)
O2 > 9.675	->VIQ 中等組 (21/30)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 < 9.67 AND F8 < 5.57 AND P4 > 6.415 AND 6.13 < Cz < 9.085 AND F4 < 3.575	->VIQ 較高組 (4/4)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 < 9.67 AND F8 < 5.57 AND P4 > 6.415 AND 6.13 < Cz < 9.085 AND F4 > 5.27	->VIQ 較高組 (9/11)
O2 < 9.675 AND Pz > 5.01 AND T3 > 9.67	->VIQ 較高組 (3/3)

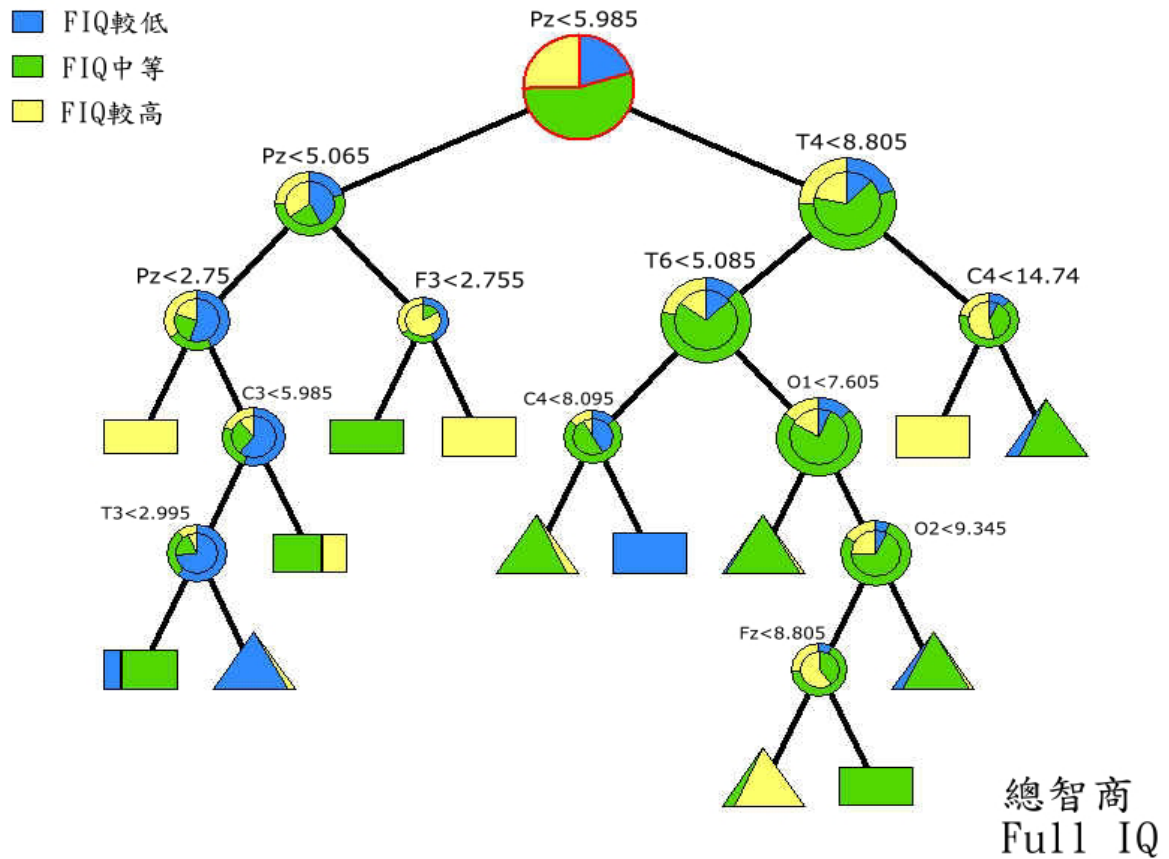


圖 4-9，總智商 (FIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的決策樹

表 4-11，總智商(TIQ) 之「較低組」、「中等組」、「較高組」的分類規則彙整 (振幅值單位： μv)

$2.75 < Pz \leq 5.065$ AND $C3 \leq 5.985$ AND $T3 > 2.995$	->FIQ 較低組 (10/11)
$Pz > 5.985$ AND $T4 \leq 8.805$ AND $T6 \leq 5.085$ AND $C4 > 8.095$	->FIQ 較低組 (5/5)
$2.75 < Pz \leq 5.065$ AND $C3 \leq 5.985$ AND $T3 \leq 2.995$	->FIQ 中等組 (3/4)
$2.75 < Pz \leq 5.065$ AND $C3 > 5.985$	->FIQ 中等組 (2/3)
$5.065 < Pz \leq 5.985$ AND $F3 \leq 2.755$	->FIQ 中等組 (1/1)
$Pz > 5.985$ AND $T4 \leq 8.805$ AND $T6 \leq 5.085$ AND $C4 \leq 8.095$	->FIQ 中等組 (6/7)
$Pz > 5.985$ AND $T4 \leq 8.805$ AND $T6 > 5.085$ AND $O1 \leq 7.605$	->FIQ 中等組 (19/21)
$Pz > 5.985$ AND $T4 \leq 8.805$ AND $T6 > 5.085$ AND $O1 > 7.605$ AND $O2 \leq 9.345$ AND $Fz > 8.805$	->FIQ 中等組 (3/3)
$Pz > 5.985$ AND $T4 \leq 8.805$ AND $T6 > 5.085$ AND $O1 > 7.605$ AND $O2 > 9.345$	->FIQ 中等組 (14/17)
$Pz > 5.985$ AND $T4 > 8.805$ AND $C4 > 14.74$	->FIQ 中等組 (5/6)
$Pz \leq 2.75$	->FIQ 較高組 (2/2)
$5.065 < Pz \leq 5.985$ AND $F3 > 2.755$	->FIQ 較高組 (5/5)
$Pz > 5.985$ AND $T4 \leq 8.805$ AND $T6 > 5.085$ AND $O1 > 7.605$ AND $O2 \leq 9.345$ AND $Fz \leq 8.805$	->FIQ 較高組 (6/7)
$Pz > 5.985$ AND $T4 > 8.805$ AND $C4 \leq 14.74$	->FIQ 較高組 (7/7)

第五章 討論

第一節 統計分析的討論

認知功能代表一種綜合的能力，此能力是值基於個體的遺傳條件，而後在其生活環境中，與人、事、物互動時，藉由其從經驗中學習、吸收知識、儲存及使用知識，因應變局而產生解決問題的行為能力。而心理測量中的智力測驗為一最普遍被認為可代表廣泛認知功能的檢測項目，而目前智力測驗最常被使用在成人的就是魏氏成人智測驗（WAIS-R），主要可分為操作智商（PIQ）與語言智商（VIQ），之後經過比率換算得到的就是一般我們所熟知的總智商（FIQ）。

從電氣生理學的意義來說，P300 潛時相當於對刺激的評估時間或做決定的時間；較複雜的刺激或困難的決定需較長的評估時間，P300 潛時會較長。P300 振幅則與刺激源偵測的正確性及喚起記憶的反應有關，此外 P300 振幅也可用以表示受測者對此刺激反應之動機與注意力，理論上與認知功能息息相關。本研究結果顯示三組在總智商（Full IQ）的 P300 振幅，有幾個電極點達到顯著差異（T5、P3、Pz、P4、T6、O1、O2），而且三組間的平均振幅值中「智商較高組」及「智商中等組」的平均振幅值大於「智商較低組」，此結果與國外一些研究報告，指出智商較低其振幅減小的結果雷同（Josiassen, Shagass, Roemer, & Slepner, 1988; Jausovec, & Jausovec, 2000; Walhovd, & Fjell, 2002）。但「智商較高組」與「智商中等組」的平均振幅值經事後比較並沒有達到顯著差異，這可能與「智商較高組」所取的智商分數不夠高，以致 P300 振幅值與智商中等組的正常人相近，找不到差異性。

比較 VIQ 三組間的 P300 振幅值差異時，有更多的電極點達到顯著差異，包括 Cz、C4、P3、Pz、P4、T6、O1、O2 點，在這幾個電極點上，三組間的平均振幅值亦是「智商較高組」及「智商中等組」的振幅值大於「智商較低組」。這幾個電極點的分佈位置接近大腦聽覺中樞及大腦掌管語言、瞭解、認知、閱讀的系統，有可能因本研究採用聽覺刺激，VIQ 為語言智商的關係。

PIQ 三組間的 P300 振幅在 Cz、Pz 點上有顯著差異，三組間的平均振幅值差異亦是「智商較高組」及「智商中等組」的振幅值大於「智商較低組」，達到顯著差異的電極點與 Fjell 等人的研究報告指出 PIQ（包括 matrices, block design）達到顯著電極點位置在大腦區域中線的結果雷同（Fjell, & Walhovd, 2001），可能與 Cz、Pz 分佈的位置接近大腦頂葉區掌管空間概念有關。

本研究的另一個結果發現三組 IQ 間的 P300 潛時在各電極點無顯著的差異性，這與一些國內外的某些研究結果不同（O'Donnell, Friedman, Swearer, & Drachman, 1992; Deary, & Caryl, 1997; Jausovec, & Jausovec, 2000; Fjell, & Walhovd, 2001; Walhovd, & Fjell, 2002）— 智商分數高，潛時較短；智商分數低，潛時延長的結果。而且，理論上 P300 潛時可代表大腦心理認知過程的運作速度，速度越快者應有比較好的認知能力，也應該有比較好的 IQ 表現，但本研結果無法提供此論點的佐證。可能的原因或者因為在比較年輕的成人樣本身上，決定 IQ 高低的主要因素在於判斷的正確性與否（從神經電生理學的觀點來看，正確性與否與 P300 振幅較相關）而非運作速度。

操作智商（PIQ）及語言智商（VIQ）各小項中，我們可以發現在 PIQ 之數字符號測驗達到顯著電極點有 T6，立體方塊組合測驗有 O1；VIQ 之記憶廣度測驗達到顯著電極點有 P3、O1，共性測驗有 Fz、F4、T3、C3，算術測驗有 T5、P3、P4、O1。從這幾個達到顯著差異的電極點中的 P300 平均潛時值，發現「智商較高組」小於「智商中等組」小於「智商較低組」。這個結果和上述的學者的研究報告有類似的部分— 智商分數高，潛時較短；智商分數低，潛時延長的結果。在振幅方面，達到顯著差異電極點的 P300 平均振幅值，以「智商較高組」大於「智商中等組」大於「智商較低組」，此結果亦和上述學者所提的研究結果有相同之處— 智商與振幅成正比的關係。

第二節 分類分析的討論

本皆段實驗的目的，在於希望從各電極點 P300 潛時、振幅資料中找出影響智商等級的因子，針對在所蒐集的 P300 潛時、振幅資料，各電極點的參數間有複雜的交互影響關係，以傳統的統計學分析非常因難，本階段應用資料挖掘的技術來找出影響智商等級的因子。資料挖掘技術的種類繁多，至目前為止，尙未有一種良好的方法可以通用於任何型態的資料中，而在 CART 的演算法過程中，並不需要對母體做假設，而也不受離群值的影響，同時也不會受到參數間交互關係的影響，它在解決這方面的資料來說是很有效的。

利用決策樹結果的規則，我們可以從中得知影響智商等級的參數條件。以下列表 5-1 說明，表 5-1 為預測 PIQ 等級之決策樹結果的規則，表中我們可以得到電極點參數 P4 的振幅值大於 7.465，且參數 F4 的振幅值大於 4.03，且參數 F8 的振幅值小於等於 5.625 時分類為 PIQ 較高組，但是當電極點參數 P4 的振幅值大於 7.465，且參數 F4 的振幅值大於 4.03，且參數 F8 的振幅值大於 5.625，且參數 F3 的振幅值大於 8.515 時，卻為 PIQ 較低組，因此可以探討參數 P4 與參數 F4、F8 及 F3 間之組合是否與 PIQ 高低有明顯的關係，若有，則以後當發現 P300 振幅值出現同樣的情形時可以做為判斷 PIQ 較高或較低的依據。所以，由表 5-1 得到的規則可看出影響 PIQ 高低的電極點參數為 P4、F4、F8、F3，及各參數的振幅值範圍，同樣地從各智商所得的規則集合，我們就可得知影響智商高低的電極點參數，及參數測量值為何。

表 5-1 決策樹規則（振幅值單位： μv ）

$P4 > 7.465$ AND $F4 > 4.03$ AND $F8 \leq 5.625$	➔ PIQ 較高組(22/26)
$P4 > 7.465$ AND $F4 > 4.03$ AND $F8 > 5.625$ AND $F3 > 8.515$	➔ PIQ 較低組(3/3)

在決策樹的誤差率方面，因為進行修剪樹時及依大數原則選擇類別時，會遺失掉一

些資料的資訊，在本研究中的「PIQ 較低組與 PIQ 較高組」決策樹中共有 56 筆資料，但遺失的資料有 4 筆(如圖 4-4 或 4-6)，所以遺失掉的資料比例 $miss\ rate = (8/56) = 0.1429$ 是按「PIQ 較低組與 PIQ 較高組」模型中所有的規則來分類本樣本的 P300 振幅資料，可以正確地分出何者為 PIQ 較低組，何者為 PIQ 較高組的正確率可達 $(1-0.1429)*100\% = 85.71\%$ 。在 VIQ 較低組、較高組模型中的分類正確率為 93.75%；在 FIQ 較低組、較高組模型中的分類正確率為 84.44%。在分類「智商較低組」、「智商中等組」與「智商較高組」的正確率，PIQ 為 86.11%、VIQ 為 74.17%、FIQ 為 89.90% (表 5-2)，正確率略低於預測二組時，主要是分類的類別邊界相鄰所造成，分組在邊界的資料潛在的誤差就較大。分類正確率的高低，代表規則可以正確分類出組別的機率。

智商等級	智商種類	PIQ	VIQ	FIQ
	分類正確率			
智商等級分為二組時		85.71%	93.75%	84.44%
智商等級分為三組時		86.11%	74.17%	89.90%

表 5-2 決策樹的分類正確率

至於本研究建立的分類模型應用於測試資料時，預測準確率到底為何？本研究曾經試者將所有樣本中的 149 筆資料作為訓練模型用，20 筆做為測試資料用，重複做五次，每次放回資料並以隨機方式抽取資料，計算五次平均準確率，當作本研究分類模型的預測準確率，結果發現當預測「FIQ 較低組」與「FIQ 較高組」時，平均準確率為 76%，當預測「FIQ 較低組」「FIQ 中等組」與「FIQ 較高組」時，平均準確率為 72%。由預測準確率可驗證智商等級的預測，是可以藉由本研究所建立的智商分類模型來加以事前預測，分析結果可以提供醫護人員或受試者瞭解認知功能與長程誘發波關係的一項重要參考。

第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究旨在探討正常人智商分為不同等級時，其長程聽覺誘發波 P300 是否有差異，並找出影響智商高低的電極點參數及 P300 的測量值。研究結果發現 P300 振幅可以當作智商的生物指標之一，且建立的分類模型可以以高正確率分類出智商等級及找出影響智商變異的因子。

茲將本研究之結論分述如下：

- 一、 本研究分析結果顯示正常人智商分為不同等級時，聽覺誘發波 P300 振幅呈現顯著差異，而且智商較高、中等之 P300 振幅值大於智商較低的振幅值。
- 二、 本研究分析結果顯示不同智商等級的正常人，其聽覺誘發波 P300 潛時無顯著差異
- 三、 P300 振幅達到顯著的電極點，PIQ 有 Cz、Pz，VIQ 有 Cz、C4、P3、Pz、P4、T6、O1、O2，FIQ 有 T5、P3、Pz、P4、T6、O1、O2，達到顯著的電極點集中在頭後區（posterior sites）。
- 四、 利用 CART 決策樹分類，可找出影響 PIQ、VIQ、FIQ 之「較高組」、「較低組」的電極點及其振幅範圍值，而且所產生的規則可正確分類智商等級，正確率可達 85.71%、93.75%、84.44%。
- 五、 利用 CART 決策樹分類，可找出影響 PIQ、VIQ、FIQ 之「較高組」、「中等組」、「較低組」的電極點及其振幅範圍值，而且所產生的規則可正確分類智商等級，分類正確率可達 86.11%、74.17%、89.90%。
- 六、 根據 P300 的振幅值建立的分類模型，用於預測時，準確率在 70%之間。

第二節 建議與未來研究方向

在研究進行的過程中基於研究的限制，因此本研究仍有一些不完善的地方待改進，且在進行研究的過程中也發現有一些議題值得未來繼續探討，因此本研究提出幾項建議以供未來研究上之參考。

一、 研究範圍的延伸

本研究以護專女學生為研究對象，其教育背景類似，所得智商分數比一般人高，且分數集中於某一範圍，與一般人的智商分佈不盡相同，可能會有誤差。建議後續研究者可以擴大研究對象的範圍，加入學校中資優班學生或特殊學生，以擴大智商範圍，增加研究結果的正確性。

二、 樣本數的增加

本研究所採用的樣本數為 169 個案，用於統計分析屬於大樣本，較無問題，但是用於分類分析，會影響到分類模型的穩健性 (Robustness)，而降低分類的準確率。所以若能增加樣本數，利用分類技術就更能找出資料的特徵所在，分類準確率就能提高。

三、 認知評量工具的改進

本研究所使用的認知功能評量工具，為智力測驗所測得的整體量數作為「智商」，用以解釋一個人的心智能力水準。僅用傳統智商 (IQ) 來評估一個人的認知功能可能會過於偏狹，因每個人皆有不同的興趣、性向和能力，每個人也具有不同的學習風格，若能加入其他的認知評量工具，如情緒智商 (EQ)、創造智商 (CQ)、道德智商 (MQ) 等多種能力，更能正確解釋個人的認知功能。

四、 研究方向的擴展

本研究只針對正常女性的 P300 與智商的關係做探討，如果將資料挖掘技術應用於其他神經生理方面的研究，尤其是患有神經上或精神上疾病的病人，會有更大的助益，例如應用決策樹分類找出精神分裂症、癡呆症、憂鬱症病人在認知功能

與 P300 之相關性，分類所獲得之知識可結合醫師專業知識，輔助醫師臨床上的診斷。

參考文獻

一、中文部份

- Berry, M. J. and Linoff, G. S. 著/ 彭文正 譯 (2001)。資料採礦－顧客關係管理暨電子行銷之應用，數博網資訊股份有限公司。
- Berson, A., Smith, S. and Thearling, K. 著/ 葉涼川 譯 (2001)。CRM Data Mining 應用系統建製，麥格羅·希爾國際股份有限公司。
- 余伍洋，楊寬弘，陳明招 (1994)。聽覺誘發波在精神生理學之臨床意義。中華精神醫學，8(1)，3-14。
- 余伍洋，陳明招，楊寬弘，林清華 (1994)。聽覺 P300 鑑別診斷癡呆症之價值。中華精神醫學，8(4)，251-260。
- 余伍洋，陳明招，楊寬弘 (1990)。內源性聽覺誘發波受年齡因素影響之探討－中國人內源性聽覺誘發波之正常值。中華精神醫學，4，182-194
- 余伍洋，張鈺珊，陳泰瑞，陳明招，林清華 (2003)。聽覺 P300 鑑別診斷癡呆症之價值。台灣精神醫學，8，251-260
- 黃蓉蓉，陳泰瑞，陳明招，余伍洋 (2003)。注意力缺陷過動症兒童的長程聽覺誘發波變化。台灣精神醫學，17(2)，110-116。
- 陳泰瑞，陳明招，成和玲，余伍洋 (2002)。未接受過治療重度憂鬱症患者長程聽覺誘發波之變化。台灣精神醫學，16(1)，58-66。
- 陳泰瑞，陳明招，林清華，劉清輝，余伍洋 (2001)。未曾治療過的精神分裂症患者長程聽覺誘發波之變化。台灣精神醫學，15(3)，51-59。

二、英文部份

- Barclay, L. (2003). P300 Latency Accurately Predicts Memory. *Clinical Electroencephalography*, 34, 124-139.
- Barrett, G., Nishige, R., & Shibasaki, H. (1987). Human auditory and somatosensory event-related potentials: effects of response condition and age. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 66, 409-419.
- Begleiter, H., Porjesz, B., Chou C. L., & Aunon, J. I. (1983). P300 and stimulus incentive value. *Psychophysiology*, 20, 95-101
- Berger H. (1929). Uber das Elektroenkephalogram des Menschen. *Arch Psychiatr Nervenkr* 87, 527-570
- Burnthornton, K. E., & Denbrand, L. (1998). Myocardial-infarction-pinpoint the key indicators in the 12-lead ECG using data mining. *Computer and biomedical research*, 31(4), 293-303.
- Celesia, G. G., & Brigell, M. (1992). Event-related potentials. *Neurology and Neurosurgery*, 5, 733-739.
- Courchesne, E., Hillyard, S. A., & Galambos, R. (1975). Stumulus novelty, task relevance and the visual evoked potential in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 39, 131-143.
- Deary, I. J., & Caryl, P. G. (1997). Neuroscience and human intelligence differences. *Trends Neuroscience*, 20, 365-371.
- Donchin, E. (1981). Surprise! Surprise!. *Psychophysiology*, 18, 493-513.
- Duncan-Johnson, C.C., & Donchin, E. (1977). On quantifying surprise: the variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 14, 456-67.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smith, P., & Uthurusamy, R. (1996). *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI/MIT Press, Cambridge Mass.

- Fitzgerald, P. G., & Picton, T. W. (1981). Temporal and sequential probability in evoked potential studies. *Canadian Journal of Psychology*, 35, 188-200.
- Fitzgerald, P. G., & Picton, T. W. (1983). Event-related potentials recorded during the discrimination of improbable stimuli. *Biol Psychol*, 17, 241-276.
- Fjell, A. M., & Walhovd, K. B. (2001). P300 and neuropsychological test as measures of aging: scalp topography and cognitive changes. *Brain Topography*, 14(1), 25-40.
- Ford, J. M., Roth, W. T., & Kopell, B. S. (1976). Auditory evoked potentials to unpredictable shifts in pitch. *Psychophysiology*, 13, 32-39.
- Friedman, J. (1997). "Data mining and statistics: What is the connection?", The 29th Symposium on the Interface, Houston, TX.
- Goodin, D.S., Squires, K.C., & Starr, A. (1978). Long latency event-related components of the auditory evoked potential in dementia. *Brain*, 101, 635-48.
- Halgren, E., Squires, N. K., & Wilson, C. L. (1980). Rohrbaugh JW, Babb TL. Crandall PH: Endogenous potentials generated in the human hippocampal formation by infrequent events. *Science*, 210, 803-805.
- Han, J., & Kamber, M. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann publishers.
- Hand, D. J., Blunt, G., Kelly, M. G., & Adams, N. M. (2000). Data mining for fun and profit. *Statistical Science*, 15(2), 111-131.
- Hirayasu, Y., Samura, M., Ohta, H., & Ogura, C. (2000). Sex effects on rate of change of P300 latency with age. *Clinical Neurophysiology*, 111, 187-194.
- Hojker, S., Kononenko, I., Jauk, A., Filder, V., & Porenta, M. (1988). Expert system's development in the management of thyroid diseases. *Proc. European Congress for Nuclear Medicine*, Milano
- Horn, K.A., Compton, P., Lazarus, L., & Quinlan, J. R. (1985). An Expert system for the interpretation of thyroid assays in a clinical laboratory. *The Australian Computer Journal*,

17(1), 7-11.

- Howard, L., & Polich, J. (1985). P300 latency and memory span development. *Developmental psychology*, 21, 283-289.
- Jausovec, N., & Jausovec, K. (2000). Correlations between ERP parameters and intelligence: a reconsideration. *Biological Psychology*, 50, 137-154.
- Johnson, R. J., (1989). Developmental evidence for modality-dependent P300 generators: a normative study. *Psychophysiology*, 26, 651-67.
- Josiassen, R. C., Shagass, C., Roemer R. A., & Slepner, S. (1988). Evoked potential correlates of intelligence in nonpatient subjects. *Biological Psychology*, 27(3), 207-225.
- Kemner, C., Verbaten, M. N., & Koelega, H. S. (1996). Event-related brain potentials in children with attention-deficit and hyperactivity disorder: effects of stimulus deviancy and task relevance in the visual and auditory modality. *Biol Psychiatry*, 40, 522-34.
- Kononenko, I., Bratko, I., & Roskar, E. (1984). Expert system in automatic learning of medical diagnostic rules. *International school for the synthesis of expert's knowledge workshop*, Bled, Slovenia
- Kutas, M., McCarthy, G., & Donchin, E. (1977). Augmenting mental chronometry: the P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science*, 197, 792-795
- Levitt, R. A., Sutton, S., & Zubin, J. (1973). Evoked potential correlates of information processing in psychiatric patients. *Psychological Medicine*, 3, 487-494.
- Maurer, K., Dierks, T., & Ihl, R. (1989). Laux G: Mapping of evoked potentials in normals and patients with psychiatric diseases. In: Maurer K eds. *Topographic Brain Mapping of EEG and Evoked Potentials*. Berlin: Springer-Verlag, 458-73.
- McCarthy, G., & Wood, C. C. (1985). Scalp distributions of event-related potentials of variance models. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 62, 203-8.
- McCarthy, G., & Donchin, E. (1981). A metric for thought: a comparison of P300 latency and reaction time. *Science*, 211, 77-80.

- Mervaala, E., Paakkonen, A., & Paranen, J. V. (1988). The influence of height. Age and gender on the interpretation of median nerve SEPS. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 71, 109-113.
- Michalewski, H. J., Prasher, D. K., & Starr, A. (1986). Latency variability and temporal interrelationships of the auditory event-related potentials (N1, P2, N2, and P3) in normal subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 65, 59-71.
- Mullis, R. J., Holcomb, P. J., Diner, B. C., & Dykman, R. A. (1985). The effects of aging on the P3 component of the visual event-related potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 62(2), 141-149.
- O'Donnell, B. F., Friedman, S., Swearer, J. M., & Drachman, D. A. (1992). Active and passive P3 latency and psychometric performance: influence of age and individual differences. *International Journal of Psychophysiology*, 12, 187-195.
- Okada, Y. C., Kaufman, L., & Williamson, S. J. (1983). The hippocampal formation as a source of the slow endogenous potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 417-427.
- Pass, H. L., Klorman L. F., Klein, R. H., & Kaskey, G. B. (1980). The late positive component of the evoked response in acute schizophrenics during a test of sustained attention. *Boil. Psychiatry*, 15, 9-20.
- Pfefferbaum, A., Wenegrat, B.G., Ford, J.M., Roth, W.T., & Kopell, B.S. (1984). Clinical application of the P3 component of event-related potentials: II. Dementia, depression and schizophrenia. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 59:, 04-124
- Pfefferbaum, A., Ford, J. M., White, P. M., & Roth, W. T. (1989). P3 in schizophrenia is affected by stimulus modality, response requirements, medication status, and negative symptoms. *Arch Gen Psychiatry*, 46, 1035-1044.
- Picton, T. W., & Hillyard, S. A. (1974). Human auditory evoked potentials. II. Effects of attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 36, 191-199.

- Picton, T. W., & Hillyard, S. A. (1988). Endogenous event-related potentials. In: Picton Tw ed. Human Event-Related Potentials. *Amsterdam: Elsevier*, 361-426.
- Polich, J. (1996). Meta-analysis of P300 normative aging studies. *Psychophysiology*, 33, 334-353.
- Portin, R., Kovala, T., Polo-Kantola, P., Revonsuo, A., Muller, K., & Matikainen, E.(2000). Does P3 reflect attentional or memory performances, or cognition more generally?, *Scandinavian Journal of Psychology*, 41, 31-40
- Ragavan, H., Rendell, L., Shaw, M., & Tessmer, A. (1993). Lookahead feature construction for learning hard concepts. *Proc.10th Intern. Conf. on Machine Learning*, 252-259.
- Roth, W. T., Horrath, T. B. Pfefferbaum, A., & Kopell, B. S. (1980). Event-related potentials in schizophrenics. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*,48, 127-139.
- Ruchkin, D. S. (1998). Measurement of event-related potentials: Signal extraction. In: Picton TW ed. Human Event-Related Potentials: EEG Handbook. *Amsterdam: Elsevier*, 3, 7-43.
- Snyder, E., Hillyard, S. A., & Galambos, R. (1980). Similarities and differences among the P3 waves to detected signals in three modalities. *Psychophysiology*, 17, 112-22.
- Snyder, E., & Hillyard, S. A. (1976). Long-latency evoked potentials to irrelevant. Deviant stimuli. *Behavioural Biology*, 16, 319-331.
- Squires, N. K., Squires, K. C., & Hillyard, S. A. (1975). Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 387-401.
- StClair, D., Blackwood, D., & Muir, W. (1989). P300 abnormality in schizophrenic subtypes. *J Psychiatry Res*, 23, 49-55.
- Stockard, J. J., Hughes, J. F., & Sharbrough, F. W. (1979). Visually evoked potentials to electronic pattern reversal: latency variation with gender, age and technical factors. *Am J*

EEG Technol, 19, 171-204.

Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., & John, E. R. (1965). Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150, 1187-8.

Sutton, S., Tueting, P., Zubin, J., & John, E. R. (1976). Information delivery and the sensory evoked potential. *Science*, 155, 1436-1439.

Walhovd, K. B., & Fjell, A. M. (2002). The relationship between P3 and neuropsychological function in an adult life span sample. *Biological Psychology*, 62, 65-87.

Zurron, M., & Diaz, F. (1998). Conditions for correlation between IQ and Auditory evoked potential latencies. *Personality and Individual Differences*, 24(2), 279-287