

## 以放聲思考結合小波分析探討問題解決之決策分析

方國定<sup>1</sup>      郭政賢<sup>2</sup>      林仁祥<sup>3</sup>      張清為<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國立雲林科技大學資訊管理學系 fangkt@yuntech.edu.tw

<sup>2</sup> 國立雲林科技大學資訊管理學系 critisec@gmail.com

<sup>3</sup> 國立雲林科技大學資訊管理學系 M10023003@yuntech.edu.tw

<sup>4</sup> 大葉大學資訊管理學系 channing1000@gmail.com

### 摘要

人每天都在面對問題，決策者會依照有限的訊息進行分析，結合本身知識及過去經驗，提出解決方案並嘗試解決，在解決問題的過程會受到多方面的影響，例如：環境、經驗、情緒等，整個過程是一個龐大的思考活動，包含接受資訊、認知與執行等等構成要素，在進行邏輯思考及記憶提取時，大腦皮質會產生放電作用。因此，本研究針對過去經驗與知識的差異對於問題解決之決策分析影響進行探討，並利用放聲思考法收集管理與非管理背景之受測者思考資訊，同時使用腦波儀紀錄受測者腦波震盪活動變化，試圖找出腦波與經驗差異的關係。

量化研究方面結果顯示，在 F3 電極位置(左額葉腦)的 Delta 波「工作構想」、「因果推演」、「條件推演」這些主軸顯示出差異。此外，同組受測者使用 ANOVA 分析或不同組之獨立樣本 T-Test 分析，除了在 Band-limited 及 Delta 波有顯著之差異外，其餘子頻皆無顯著差異；而在質性研究方面，管理背景受測者最常使用之決策模式「類比推演-彙總-方案界定」與「彙總-方案界定」，非管理背景受測者為「條件推演-彙總」。

**關鍵詞：**腦波、問題解決、決策分析、放聲思考、質性研究

## 1. 前言

人每天都在面對「問題」，人會根據問題中有限的訊息進行分析，結合本身既有的知識及過去經驗，進一步提出解決方案並試圖解決，在解決問題的過程中會受到多方面的影響，例如環境、經驗、情緒等，整個過程是一個龐大的認知思考活動，包含了接收資訊、認知和執行等構成要素。

學者 Gagné 認為在處理問題的過程中，以人們認知的心理活動來定義問題解決 (problem solving)，是決策者將以學過的概念與規劃加以組合，應用來解決某一問題的過程 (Gagné, 1985)。而 Kahney 認為除了以認知的心理活動過程來界定問題解決之外，亦提及情境的限制條件。因此，解決問題的關鍵在於根據情境，收集有限的訊息，以其限制的條件決定對策，尋找適當的解決方案，而在決策的過程中，過去經驗及知識的差異對於解決問題的能力有相當程度的影響 (Kahney, 1986)。

人類在進行邏輯思考及記憶提取時，大腦皮質會產生放電作用，本研究將針對過去經驗與知識差異對於問題解決之決策分析影響，試著找出腦波變化與經驗差異的關係，有鑑於此，本研究之目的如下：

1. 當人在閱讀、分析問題、決策制定時，其知識經驗之提取與決策模式的關聯。
2. 決策模式與其腦波變化之關聯。
3. 研究結果可提供在職場的就業上，不同背景之員工任職適配性參考。

## 2. 文獻探討

### 2.1 訊息處理理論

當人遭遇到問題時，會將現有情況分析後，以分析出之資訊結合過去經驗，提出方案解決問題，而訊息處理理論 (Information-Processing Theory) 即是解釋人類在環境中，如何經由感覺、注意、辨識、轉換、記憶等內在活動，吸收並運用知識的歷程 (Gardner, 1983)。訊息處理的內在歷程，一般認為包含三個心理特徵 (朱敬先, 1996):

- 1) 訊息處理是階段性的。
- 2) 各階段的功能不一，居於前者之短期記憶/工作記憶屬暫時性，居於後者之長期記憶屬永久性。
- 3) 訊息處理不是單向直進式，而是前後交互作用的。

圖 1 為 Gagne、Briggs 及 Wager 所提出之資訊處理模式，用以說明人類處理資訊的過程 (Gagne, Briggs and Wager, 1992)。

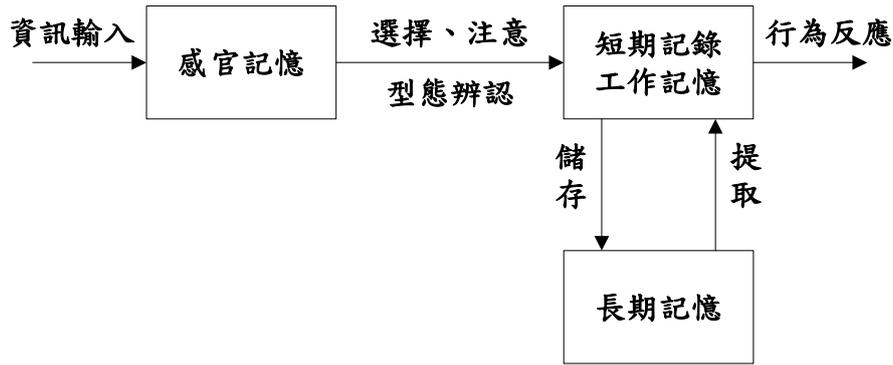


圖 1、訊息處理模式

人的資訊處理系統(Information Processing System, IPS)理論因不同觀點而略有不同，一般模式理論認為外界刺激所產生訊息為感官收納器接受，這些訊息立即轉換為神經衝動，送至大腦中樞的感覺紀錄器(sensory register)，在極為短暫的停留(視覺約為 1/2 秒)後，再經由選擇性知覺(selective perception)的作用後，如選擇、過濾(filtering)之行為，在儲存於短期記憶區，經編碼(encoding)後，轉換成語意(semantic)或心像(mental image)的形式，之後與既有之知識結合，最後儲存於長期記憶區內。當個人需要從長期記憶區內提取訊息時，常經由某種線索之回憶，在長期記憶區內搜索取出(retrieve)相關的資料，取出的資料再送回短期記憶區內，並藉由解釋、轉換、整合、產生訊息的操弄，再送入)反應形成器(response generator)，組織成語言、文字或動作等反應，最後透過執行器，如手、腳、口等，對外界輸出反應(張春興，2002)，處理過程如圖 2 所示。

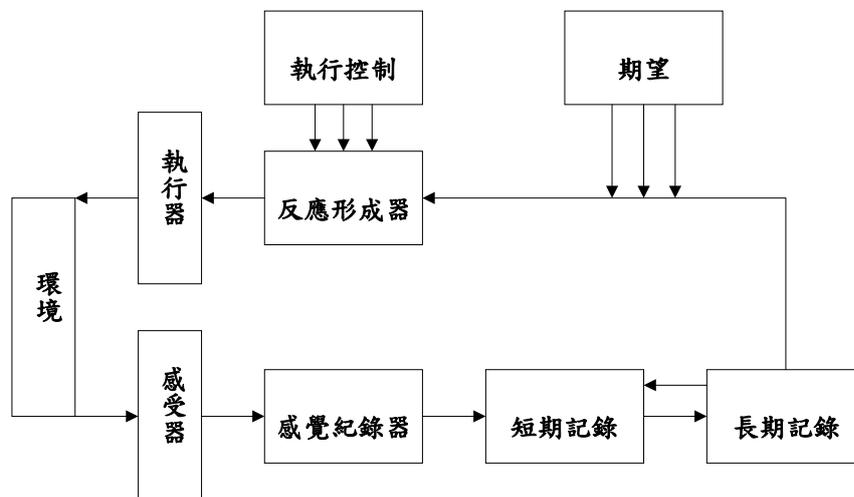


圖 2、訊息處理之內在流程

## 2.2 基模

當要去辨認新事物時，人們會運用所有關於不同範疇的過往事例之記憶，來推論、檢驗並發現最符合的結果，例如當你看到一雙手，而這雙手長滿了繭，會猜測她是否為勞力工作者。當遇到問題時，人們首先會從腦中的知識結構尋找類似的訊息進行推論，而這個智識結構就是基模(Schema)，根據檢視的角度不同，基模擁有以下四種特性：

- 1) 心智結構：Barbara 與 Frederick 針對個體是利用新舊事物比對來進行概念的學習、辨認及分類之模型，提出另一個新的模型——性質集合模型(property-set model)，即是所謂基模模型，經由實驗發現個體若有基模存在，受外界事例刺激越強烈且基模性質越強，則辨識成功率越高(Barbara and Frederick, 1977)。
- 2) 認知結構：Piaget 與 Inhelder 認為，學習歷程上基模式認知結構的基本單位，是個體用來認識周遭世界的基石，基模既非先天的，亦非後天給予，而是藉由行動所建構而成。因此，認為基模具有物理特性和認知特性，基模歷程是以同化(assimilation)和調適(accommodation)進行，所以強調其變異性和整合性(Piaget and Inhelder, 1969)。
- 3) 資料結構：Minsky 在 "A Framework for Representing Knowledge" 一書中認為，基模是一種資料結構，基模具有槽口(slots)和節點(nodes)，槽口是用來接收外在環境訊息，若訊息足夠，那麼基模將被活化，活化知基模可以指引新訊息，對環境做出更完整的解釋，倘若環境中無訊息提供，則透過節點之間互相連結來豐富基模之內涵(Minsky, 1975)。
- 4) 整合知識：Winograde 認為基模是由陳述性知識所組成並指導程序性知識的運用，程序性知識是指個人能夠執行各項步驟以達成某些任務的能力，而陳述性知識只是個人對某些事情的認知。因此，認為基模是整合知識的認知結構單位(Winograde, 1977)。

## 2.3 問題解決

學者 Mayer 針對問題解決(Problem Solving)過程進行分析，依其結果將解決問題時所需的知識分為下列五項(Mayer, 1992):

- 1) 語言知識(Linguistic knowledge)：和語言有關的知識。
- 2) 語意知識(Semantic knowledge)：與實際生活上事實有關的知識。
- 3) 基模知識(Schema knowledge)：問題型態的知識。
- 4) 策略知識(Strategic knowledge)：如何利用不同型態的有效知識，經由計畫和監控問題答的技巧。
- 5) 程序知識(Procedure knowledge)：在熟悉條件下，使用既有知識之活動。

而從認知的觀點，Mayer 提出問題解決時包含兩個步驟，每個步驟又包含兩個子步驟，如圖 3:

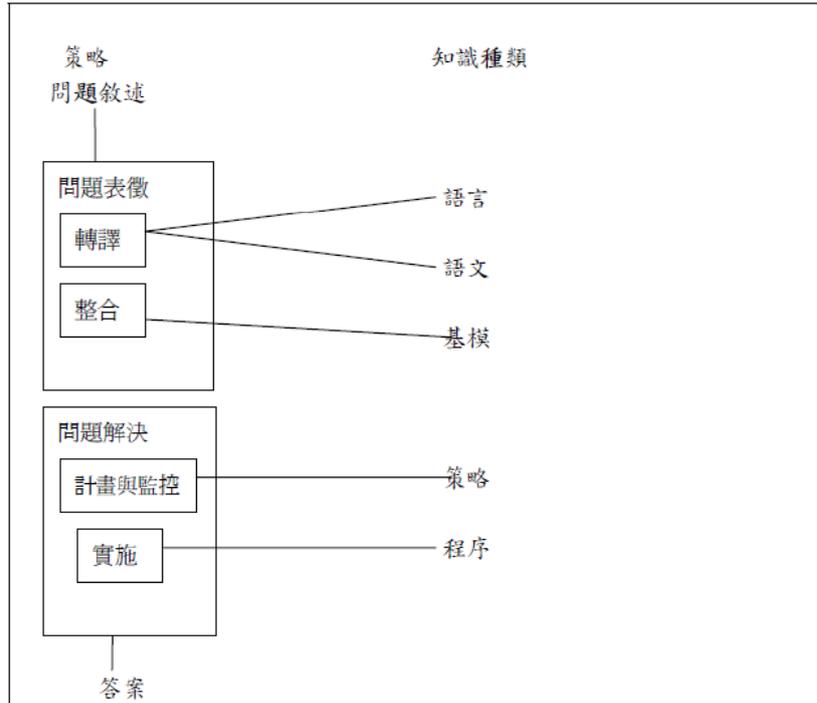


圖 3、解題歷程與知識的關係

問題表徵(problem representation)乃將文字或圖案轉換成心理表徵，其中包含兩個子步驟：

- 1) 問題轉譯(problem translation)：將每一個句子或主要的詞句轉變為內在心理表徵，轉譯的過程需涉及語言和語意知識。
- 2) 問題整合(problem integration)：將訊息結合為一致的結構，整合的過程有賴基模知識的運用。

問題解決即從問題的心理表徵至最後給予答案的過程，包含以下兩個步驟：

- 1) 解答的計畫與監控(solution planning and monitoring)：發展並保持計畫到解答的線索，過程中與策略知識有緊密的關係。
- 2) 解答實施(solution execution)：完成計畫，則仰賴於程序知識的運作。

## 2.4 放聲思考法

放聲思考法(Think-Aloud)是一種口語資料蒐集的方式，最早由 Newell 與 Simon 為研究人類解決問題時，運用哪些策略所提出(Newell and Simon, 1972)。此方法需要受測者在決策制定時，以自言自語或自問自答的方式，說出腦中任何的想法，例如：讀到這個段落時會想到什麼、為何要使用這種方法...等。由於問題解決的過程中，受測者遭遇的問題與解決問題時使用的策略、想法都是一閃即逝，而放聲思考法讓受測者必須在思考同時用口語表達，具有即時性、真實性的特色。因此，認知心理學研究中亦常使用放聲思考法來了解受測者的認知歷程(Mayer, 1987)。

## 2.5 腦波

最早的腦波紀錄可回溯至 1875 年，英國生理學大師 RichardCaton 首度從兔子的大腦皮質表面記錄到一種電波，此電波無關心跳、呼吸，是一種大腦的生理變化，且該電波會在動物死亡後消失(Caton, 1875)。德國精神學家 Hans Berger 則在 1929 年，首次在人類頭蓋骨上記錄到腦部生理變化的電氣活動，並命名為腦電波圖(electroencephalogram, EEG)(Berger, 1929)，經由腦波測量儀獲得的腦波波型可反映出大腦皮質的電位反應，而依據其不同的頻率可將腦波分為五類(Hojjat, Samanwoy and Nahid, 2007)，經由研究發現正常人不會存在單一種腦波型態，而是由五種腦波隨不同時間、不同情境，依不同的腦波比例，有著不同的波形狀態，各腦波詳細說明如表一。

表一、腦波分類

腦波	$\alpha$ (alpha)	$\beta$ (beta)	$\delta$ (delta)	$\theta$ (theta)	$\gamma$ (gamma)
頻率	8-12Hz	13-30Hz	0-4Hz	4-8Hz	30-60Hz
狀態	意識清醒狀態，身體放鬆，腦部運作快速、順暢、敏銳，為學習與思考的最佳狀態。	清醒時大部分的腦波狀態， $\beta$ 波增加則身體呈現緊張狀態，身心容易疲倦，累積壓力。	人處於深度熟睡且無意識的狀態。	意識中斷且身體極度放鬆的狀態，是一種高層次精神狀態。	人處於焦慮、過量活動、高度緊張及高度壓力的情況。

## 2.6 小波分析

小波分析(wavelet analysis)或小波轉換(wavelet transform)是指用有限長或快速衰減波(mother wavelet)的震盪波形來表示訊號，使波形被縮放或平移以配合輸入的訊號(張德丰, 2008)。小波轉換分為兩類，離散小波轉換(discrete wavelet transform, DWT)及連續小波轉換(continue wavelet transform, CWT)，兩者差別在於連續轉換在所有可能的縮放或平移上操作，而離散轉換採用所有縮放和平移值的特定子集，通常來說離散小波轉換用作訊號編碼，連續小波轉換用於訊號分析(張德丰, 2008)。小波分析被大量用於不同領域，包含從頭計算(ab-initio calculations)、密度矩陣局部化、地震地質物理學、光學、湍流、量子力學通用訊號處理、語言識別、計算機圖形學以及多分形分析(胡家豪, 2010)。

通常真實世界的訊息是龐大且複雜的，而這樣的訊息就可以小波分析的方式加以轉換，了解其訊息代表的意義。Übeyli 將腦波訊號以小波轉換結合類神經網路來做辨識模型，模型辨識出病患癲癇發作的正確率達到 94.83%(Übeyli, 2008)；Jan、Struck、Foreman 和 Robinson 利用小波分析針對老人骯骨皮膚組織血液循環的震動作分析，評估其軟組織的存活能力，透過檢測老人壓瘡(pressure ulcers)之確切情形，展現了小波分析在預測皮膚微血管的能力(Jan, Struck, Foreman and Robinson, 2009)。另外，氣象領域中，國際

標準指標雖能指出風力強度，但無法提供隨著時間改變的即時風速資訊，因此，Turbelin、Ngaе與 Grignon 運用小波分析對氣象站提供的大量序列資料建立模型，結合類神經網路與統計模型能針對特定氣象，同時模擬數小時低頻、高頻風譜(Turbelin, Ngaеand Grignon, 2009)。

### 3. 研究架構

#### 3.1 研究方法

本研究以訊息處理理論為基礎，試圖探討人類在決策處理上之過程，並深入探究過程中不同背景受測者因其基模差異而產生之影響，將其以腦波圖、放聲思考法等資料收集方式，搭配主軸歸類、小波分析、統計分析之資料處理方法，提出問題解決之決策分析。研究之架構如圖 4 所示，本研究採用實驗室法，透過錄音/錄影設備紀錄使用放聲思考法解決問題之受測者感受及反應，並同步藉由腦波儀收集過程中之腦波，最後將紀錄資料進行處理、分析及研究，藉以探討經驗差異對決策分析之影響，並進一步研析腦波與經驗差異之關係。

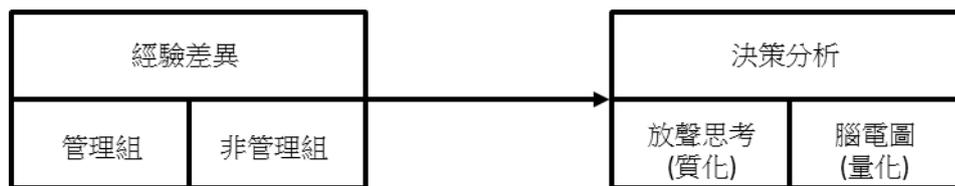


圖 4、研究架構

#### 3.2 研究假設

根據前述之研究目的，本研究共提出以下四項研究假設：

- H1.不同經驗受測者過去經驗與知識在決策分析上是否有差異
- H2.不同經驗受測者過去經驗與知識在腦電圖上是否有差異
- H3.背景相同之受測者解決問題時，其腦波是否有差異
- H4.不同背景之受測者解決問題時，其腦波是否有差異

#### 3.3 研究步驟

本研究給予受測者一實驗情境，以錄音/影設備收集受測者經由放聲思考法表達出之口語資料，同時搭配腦波儀器紀錄受測者當下之腦波紀錄；將收集之口語資料、腦波紀錄經由主軸歸類、邏輯路徑圖、小波分析、獨立樣本 T-Test、ANOVA 等方式進行分析。

##### 3.3.1 實驗情境

為了排除可能之實驗干擾及保持一般性，本研究提供之個案情境不涉及複雜的數學運算、管理領域之專有名詞，個案情境乃從某大學之管理學授課教材改編，內容如下：  
王小明畢業於某工專工業設計科，退伍後即任職宏強公司，已有四年餘，本來擔任廠務部生產課領班職務，多年來，表現一向稱職，亦深得主管賞識。前不久被提昇廠務部經

理，也參加過公司內部舉辦主管培訓營。總經理在這段期間也不停告誡王小明，擔任這個職務，要謹記任務，更重要的是，兩個人的觀念與作法要配合一致。依據宏強公司對廠務部經理之職掌設定，包括貨款催收、處理客訴糾紛、處理緊急事件、產銷協調。

今天王小明奉派赴南部與經銷商洽談新年度訂單及催收貨款。還沒開口談及訂單，經銷商便氣急敗壞的提到最近客戶常抱怨傢俱易出現掉漆、鬆動情況，要王小明回公司應告知品管單位加強控制品質，而且提出上期貨款要再延二個月，否則不再續約，王小明一再解釋，並希望陳先生高抬貴手，他一定回公司轉告，但經銷商不為所動，並要王小明明天必須回覆。王小明不知如何是好，緊急打電話回公司，而總經理卻出國不在，要一個星期後才回來。如果答應經銷商的要求，會有越權之虞，不答應則馬上損失訂單；他實在也猜不出總經理的想法。在明天前，大概也難想出兩全其美之策。問題：請問王小明是否有權決定經銷商之要求，請詳細說明原因，並解釋您的看法。如果你是王小明，請問你會如何處理目前困境，其分析其中利弊？

### 3.3.2 正式實驗

為了將放大受測者因背景知識與經驗導致決策分析之差異，本研究將受測者分為受過管理背景訓練七人及未受過管理背景訓練七人，共計十四人，管理背景受測者為資訊管理系之學生，非管理受測者來自不同的學院。為了減低其他可能之干擾，包含身體狀況、精神狀況、疾病等因素，受測者皆符合下列條件：(1) 願意接受測試，(2) 實驗前一天生活作息正常，(3) 精神狀況穩定。

在實驗正式進行之前會讓受測者進行五分鐘的放聲思考練習，以四階層的河內塔問題，讓受測者熟悉以邊說邊想的方式解決問題，過程中不記錄任何口語資料與腦波，之後休息五分鐘即開始正式實驗。正式實驗給予受測者一決策情境，並讓受測者進行分析、推理、思考，限時十五分鐘，過程中研究者只在旁邊觀察紀錄，不提供任何有關協助解答之幫助。實驗進行同時以錄音/錄影方式收集受測者透過放聲思考法產生之口述資料，並使用 EPOC 腦波儀收集腦波變化情形。

## 3.4 資料分析

### 3.4.1 主軸分類

本研究參照 Isenberg 針對實務經驗管理者與學生，面對企業個案情境時，所提出之 13 項主軸及定義(Isenberg, 1986)，作為主要的受測者口語資料類目建構及編碼單位的依據。而為因應本研究之特性，故將 Isenberg 之 13 項主軸進行再定義與修改，如表二所示。

表二、研究主軸定義

主軸	意義
工作構想	對於實驗工作的構想
訊息的反應	對於個案內容的評價及反應
技術面考慮	對於個案中某些技術問題的接受或質疑
因果推演	對於個案內容進行因果分析
條件推演	對於個案內容進行條件分析
類比推演	對於個案內容以類比其他情境的方式分析
事實性推論	事實性的陳述引申個案情境
彙總	對分析過程予以整理與總結
方案界定	提出特定行動方案

### 3.4.2 信度分析

在正式進行口語資料主軸歸類編碼前，研究者與編碼員先進行討論，再針對逐字稿資料的切斷與編碼分類逐步討論與調整，完成編碼後，將使用 Norman 提出之三角驗證法來提高本研究的可靠度與客觀性(Norman, 1978)，資料收集之驗證透過錄音、錄影及腦波紀錄，資料之驗證則針對不同受測者，給予相同情境及問題，研究者之驗證則透過共同進行開放式編碼，並計算出其信度(Holsti, 1969)，信度公式如下：
$$\frac{\text{互相同意數}}{\text{同意總數} + \text{不同意總數}}$$
。

### 3.4.3 邏輯路徑圖

經由主軸歸類與三角驗證確立其信效度後，根據每個受測者口語內容之順序，繪製成邏輯路徑圖，方便追蹤受測者之決策順序，圖中每個節點代表一個主軸，直線表示各個主軸之連結，由左至右則是根據受測者回答時的口語順序與時間，並依照各受測者繪製出之邏輯路徑圖，探討管理組與非管理組之決策模式，圖 5 為邏輯路徑圖之範例。

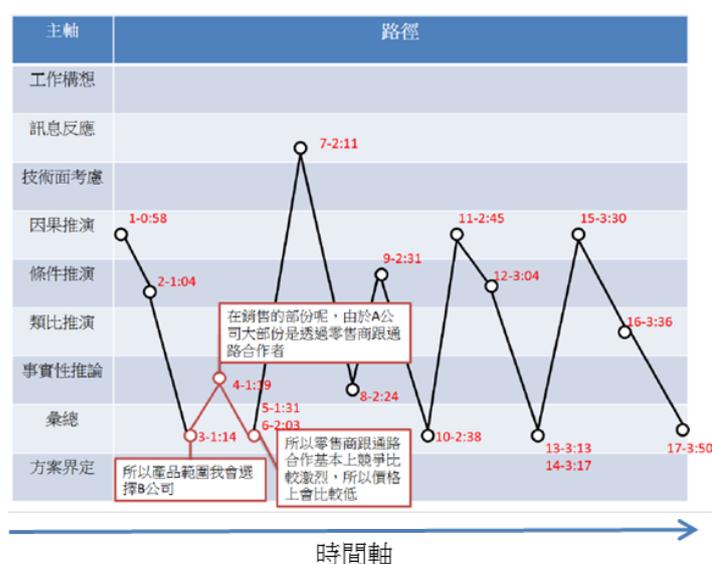


圖 5、邏輯路徑圖

### 3.4.4 小波分析

本研究之腦波儀兩量測點如圖 6，為了對應受測者在主軸之腦波狀態，在使用放聲思考法解決問題時的口語資料，以時間軸之概念，將口語資料歸類主軸，並依主軸對應腦波區段如圖 7。針對各主軸之腦波區段，利用小波分析分解出各個子頻帶，計算出 band-limited、delta、theta、alpha、beta、gamma 等如圖 8，接著針對不同的子頻進行統計分析，使用獨立樣本 T-Test 比較同實驗情境下管理組與非管理組，其腦波狀態是否有差異；使用 ANOVA 比較同組之受測者，其腦波狀態是否有差異。

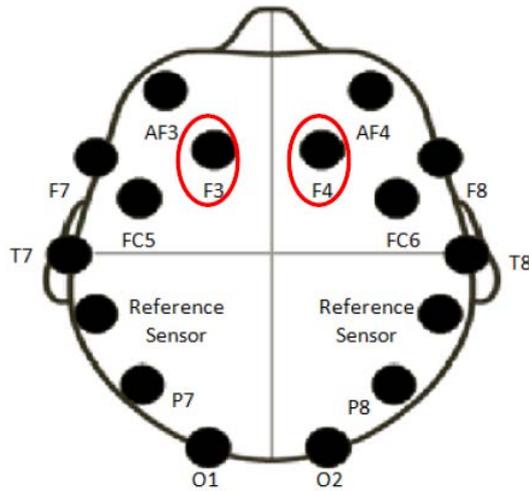


圖 6、本研究腦波量測電極點

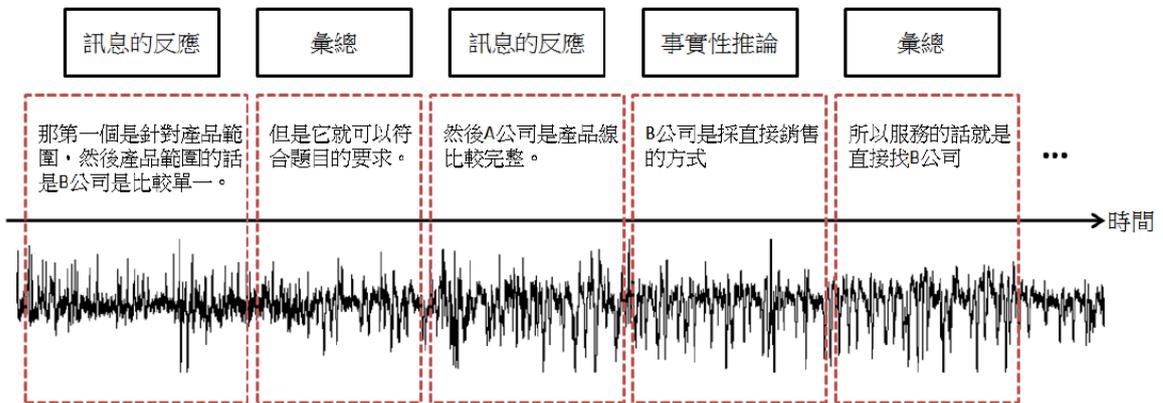


圖 7、主軸對應腦波區段圖

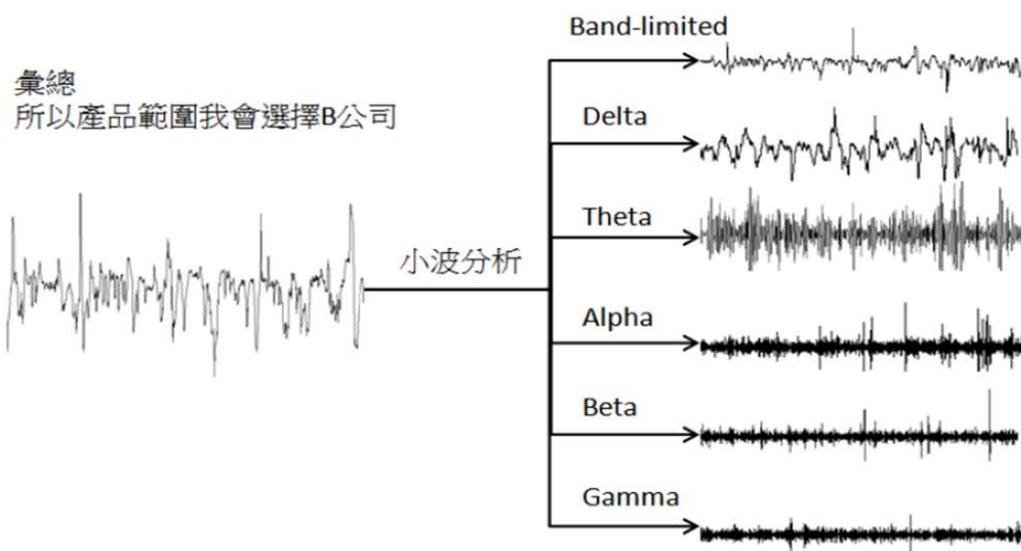


圖 8、主軸區段小波分析對應圖

## 4. 研究結果

### 4.1 信度分析

在記錄受測者口語資料，並分類主軸後，兩位編碼員之編碼數與共同編碼數如表三，計算其信效度為 0.84，結果顯示兩編碼員之主軸歸類編碼符合信度標準。

表三、主軸編碼數整合表

管理組	編碼員 A	編碼員 B	共同編碼
M1	24	19	19
M2	16	16	15
M3	20	20	18
M4	17	15	13
M5	32	31	26
M6	15	15	15
M7	20	21	20
O1	17	18	16
O2	9	9	9
O3	16	17	15
O4	18	19	12
O5	21	22	14
O6	20	20	14
O7	21	21	18
Total	266	263	224

#### 4.2 決策邏輯路徑分析

經由資料收集彙整後，發現在個案情境之下管理組最常出現的決策模式為「類比推演-彙總-方案界定」與「方案界定-彙總」，而非管理組的決策模式較不固定，無法找出連續三個節點之決策模式，最常出現的為連續兩節點之決策模式，「條件推演-彙總」，彙總如表四。

表四、決策模式彙總表

決策模式		樣本編碼						
		1	2	3	4	5	6	7
管理組(M)	類比推演-彙總-方案界定	✓		✓		✓		
	方案界定-彙總		✓	✓	✓			
非管理組(O)	條件推演-彙總	✓		✓		✓		

#### 4.3 腦波分析

管理組同組之腦波子頻比較，使用 ANOVA 分析結果彙總如表五，P 值<.005 表示有顯著差異。

表五、管理組 ANOVA 分析

主軸		P-Value	Band Limited	Delta	Theta	Alpha	Beta	Gamma
F3	彙總	<.0001	<.0001	1	1	1	1	1
	因果推演	<.0001	<.0001	0.9939	0.9991	1	1	1
	條件推演	<.0001	<.0001	0.9999	0.9999	1	1	1
	事實性推演	<.0001	<.0001	0.9652	0.982	1	1	1
	彙總	<.0001	<.0001	0.9986	0.9986	1	1	1
	方案界定	<.0001	<.0001	0.9663	0.9663	1	1	1
F4	彙總	<.0001	<.0001	0.9999	0.9999	1	1	1
	因果推演	<.0001	<.0001	0.9946	0.9946	1	1	1
	條件推演	<.0001	<.0001	0.9999	0.9999	1	1	1
	事實性推演	<.0001	<.0001	0.9655	0.9655	0.9999	1	1
	彙總	<.0001	<.0001	0.9971	0.9971	1	1	1
	方案界定	<.0001	<.0001	0.9145	0.9145	1	1	1

非管理組同組之腦波子頻比較，使用 ANOVA 分析結果彙總如表六，P 值<.005 表示有顯著差異。

表六、非管理組 ANOVA 分析

主軸		P-Value	Band Limited	Delta	Theta	Alpha	Beta	Gamma
F3	彙總	<.0001	<.0001	1	0.9998	1	1	1
	因果推演	<.0001	<.0001	1	1	1	1	1
	彙總	<.0001	<.0001	1	1	1	1	1
	方案界定	<.0001	<.0001	1	1	0.9935	1	1
F4	彙總	<.0001	<.0001	1	1	0.9999	1	1
	因果推演	<.0001	<.0001	1	1	1	1	1
	彙總	<.0001	<.0001	1	1	1	1	1
	方案界定	<.0001	<.0001	1	1	0.993	1	1

管理組與非管理組腦波子頻比較之獨立樣本 T-Test 統計分析彙總如表七，P 值 <.005 表示有顯著差異。

表七、獨立樣本 T-Test 統計分析

檢定值		Band Limited	Delta	Theta	Alpha	Beta	Gamma
F3	工作構想	0.4939	0.5014	0.8702	0.8702	0.9223	0.9116
	訊息反應	<.0001	<.0001	0.9185	0.9185	0.918	0.9695
	因果推演	0.7705	0.7479	0.9229	0.9229	0.9931	0.9768
	條件推演	0.7966	0.8096	0.7582	0.7582	0.936	0.9691
	事實性推演	<.0001	<.0001	0.9562	0.9562	0.9179	0.9947
	彙總	<.0001	<.0001	0.8706	0.8706	0.9537	0.9656
	方案界定	<.0001	<.0001	0.9883	0.9883	0.7819	0.9712
F4	工作構想	0.0009	0.0009	0.8924	0.8924	0.9265	0.9336
	訊息反應	<.0001	<.0001	0.9627	0.9627	0.8974	0.9821
	因果推演	<.0001	<.0001	0.8604	0.8604	0.9364	0.9895
	條件推演	<.0001	<.0001	0.903	0.903	0.9565	0.9735
	事實性推演	<.0001	<.0001	0.9539	0.9539	0.9706	0.9503
	彙總	<.0001	<.0001	0.8986	0.8986	0.9891	0.9736
	方案界定	<.0001	<.0001	0.9365	0.9365	0.775	0.9602

#### 4. 結論與建議

##### 5.1 研究結論

根據決策邏輯路徑分析結果可推知，管理組最常出現的決策模式有兩種，一為「類比推演-彙總-方案界定」，如圖 9，以管理背景之第三位受測者口語資料為例，以下稱為 M3：

M3: 「但是你沒有把這個單一的客訴的糾紛馬上處理的話，可能會衍生擴大為連鎖效應，因為可能一個經銷商可能會影響到其他經銷商。」

M3: 「所以我覺得王小明他有權去處理這件事情。」

M3: 「然後我如果是王小明的話，我應該會馬上安撫客人。」

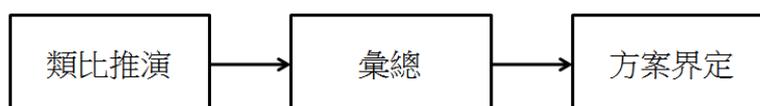


圖 9、管理組決策模式 I

第二種決策模式為「方案界定-工作構想」，如圖 10，以管理背景之第四為受測者口語資料為例，以下稱為 M4：

受測者 M4: 「就會先跟經銷商說沒辦法，真的要等總經理回來才能決定。」

受測者 M4: 「如果總經理，看總經理是要跟那個經銷商，看要討論怎麼做。」

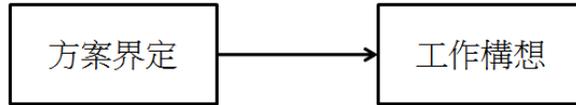


圖 10、管理組決策模式 II

而非管理組受測者之決策模式為「條件推演-彙總」，如圖 11，以非管理組第五位受測者口語資料為例，以下稱為 O5：

受測者 O5: 「就是他如果答應廠商的貸款可以再延兩個月的話。」

受測者 O5: 「我覺得他已經有逾權的情形出現。」

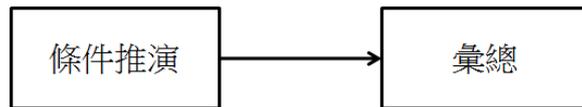


圖 11、非管理組決策模式

總結管理組與非管理組之決策模式，管理組決策模式較非管理組為多，意味著因為訓練不同，管理組的決策風格較為廣泛，因其經驗與知識較多，傾向依靠過去的經驗，在制定方案之後會揣摩該如何實踐計畫，而非管理組受限於知識與經驗較為薄弱，只能依靠情境給予的訊息，進行條件式的分析。由上述可知，由於背景、知識、經驗的不同的確會造成決策模式的表現上有其差異性，在未來職場的就業上，對於職位分配之適任性與否，將有其脈絡可循之。

依據 ANOVA 分析顯示，管理組與非管理組在 Band-limited 及 Delta 呈現顯著差異，其餘子頻結果無差異，原先期望同組之受測者腦波應無顯著差異，但由結果來看，可能是 Band-limited 及 Delta 波的腦波數據，經由小波分析而放大了數值，造成差異的情況。

以獨立樣本 T-Test 統計分析的結果來看，除了 F3 電極位置之 Band-limited 與 Delta 腦波於「工作構想」、「因果推演」、「條件推演」出現顯著差異外，其餘皆呈現無差異的情況。而從 F3 電極位置(即左額葉腦)，腦波皆無出現顯著差異來看，在解決問題時的假設、條件式分析與前因後果之推論，所呈現的腦波狀態是相似的。在王雪瑜於國小數學學障兒童數學解題錯誤類型分析之研究中提到，左額葉掌管大腦的語言運動區，此區是將訊息予以整理，並由口語反映(王雪瑜，2006)。因此，推測在解決問題時，由訊息整理至口語表達的過程中，有無管理背景之受測者，在腦波狀態上並無顯著的差異。

根據資料分析結果，假設檢定之結果彙總如表八：

表八、本研究假設檢定之結果彙總

研究假設	檢驗內容	結果
H1	不同經驗受測者過去經驗與知識在決策分析上是否有差異	支持
H2	不同經驗受測者過去經驗與知識在腦電圖上是否有差異	部分支持
H3	背景相同之受測者解決問題時，其腦波是否有差異	部分支持
H4	不同背景之受測者解決問題時，其腦波是否有差異	部分支持

## 5.2 研究限制

1. 本研究採用實驗法，樣本的取樣是以南部某科技大學的學生作為本研究樣本來源，基於時間與經濟上之考量，兩組別之受測者背景較為侷限，故本研究之實驗樣本數雖符合統計之樣本數限制，但尚不足以推論至所有的對象及範圍。
2. 在主軸分類方面，雖有利用三角驗證法進行信效度分析，盡量以客觀角度來進行分類，但在詮釋受測者口語內容時，可能會脫離受測者之原意。
3. 本研究使用的腦波分析方式為小波分析，在高頻率的子頻之數據差異不大，造成分析上有其難度。

## 5.3 後續研究建議

1. 建議後續研究者可以擴大樣本取得之對象、區域以及範圍，使資料分析之結果可以更有效的推論至其他的區域及範圍。
2. 建議後續研究者或許能使用 Fuzzy Cluster 的方式對口語歸類來進行分析。
3. 後續研究可嘗試以其他不同分析方式，探討何種分析方式對於子頻的切割更為精準。

## 參考文獻

1. 王雪瑜, 2006, 「國小數學學障兒童數學解題錯誤類型分析之探討」, 特殊教育叢書, 台北。
2. 朱敬先, 1996, 「教學心理學」, 五南, 台北。
3. 胡家豪, 2010, 「由情緒變化探討經絡與 ECG 之關聯: 線性統計、類神經與小波分析的整合應用」, 雲林科技大學資訊管理研究所碩士論文。
4. 張春興, 2002, 「教育心理學」, 東華, 台北。
5. 張德丰, 2008, 「Matlab 小波分析與應用」, 國防工業出版社, 北京。
6. Barbara, H. and Frederick, H., "Concept learning and the recognition and classification of exemplars", *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1977, Vol.16, No.3, pp:321-338.
7. Berger, H., Hans Berger on the electroencephalogram of man (P. Gloor, Trans.), Original Work Published 1929, *Electroencephalography and Clinical Neuropsychology*, (Suppl. 28).
8. Caton, R., "The electric currents of the brain.", *British Medical Journal*, 1875, Vol. 2, pp: 278.
9. Gagné, R., "The Conditions of Learning(4<sup>th</sup> edition)", Holt Rinehart, and Winston, 1985, New York.
10. Gagné, R., Briggs, L. and Wager, W., "Principles of instructional design (4<sup>th</sup> edition)", Fort Worth: Harcourt Brace Jovanovich, 1992.
11. Gardner, Howard., "Frames of Mind: The theory of multiple intelligences", 1983, New York: Basic Books.
12. Hojjat, A., Samanwoy, G. and Nahid, D., "A Wavelet-Chaos Methodology for Analysis of EEGs and EEG Subbands to Detect Seizure and Epilepsy", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2007, Vol.54, No.2.
13. Holsti, O., "Content Analysis for the Social Science and Humanities", 1969, Addison-Westly Publishing Company, California.
14. Isenberg, D., "Thinking and managing: A verbal protocol analysis of managerial problem solving", *Academy of Management Journal*, 1986, Vol.29, No.4, pp:775-788.
15. Jan, Y., Struck, B., Foreman, R. and Robinson, C., "Wavelet analysis of sacral skin blood flow oscillations to assess soft tissue viability in older adults", 2009, *Microvascular Research*, Vol.78, No.2, pp:162-168.
16. Kahney, H., "Problem solving - A cognitive approach", Milton Keynes: Open University Press, 1986.
17. Mayer, R., "Educational psychology: A cognitive approach", 1987, Boston.
18. Mayer, R., "Thinking, problem solving, cognition", 1992, pp:387-414, New York.
19. Minsky, M., "A Framework for Representing Knowledge", 1975, McGraw-Hill, New York.
20. Newell, A. and Simon, H. A., "Human Problem Solving", 1972, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

21. Norman, D., "The Research Act (2<sup>th</sup> edition)", 1978, McGraw-Hill, New York.
22. Piaget, J. and Inhelder, B., "The psychology of the child", 1969, New York: Basic Books.
23. Turbelin, G., Ngae, P. and Grignon, M., "Wavelet cross-correlation analysis of wind speed series generated by ANN based models", 2009, Renewable Energy, Vol.34, No.4, pp:1024-1032.
24. Übeyli, E., "Implementing wavelet transform/mixture of experts network for analysis of electrocardiogram beats", 2008, Expert Systems, Vol.25, No.2, pp:150-162.
25. Winograde, H., "Acute Croup in an Older Child", Journal of Clinical Pediatrics, 1977, Vol.16, No.10.

## Exploring the Decision Making of Problem Solving by Integrating Think Aloud and Wavelet Analysis

KwotingFang<sup>1</sup> Zheng-Xian Guo<sup>2</sup> Ren-Xiang Lin<sup>3</sup> Ching-Wei Chang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dept of Information Management National Yunlin University of Science and  
Technologyfangkt@yuntech.edu.tw

<sup>2</sup>Dept of Information Management National Yunlin University of Science and  
Technologycritisec@gmail.com

<sup>3</sup>Dept of Information Management National Yunlin University of Science and Technology  
M10023003@yuntech.edu.tw

<sup>4</sup>Dept of Information Management Da-YehUniversity  
channing1000@gmail.com

### Abstract

People face with the problem every day, who will analyze the limited information, try to solve it and give the solutions by knowledge and past experience. There are many influences in the problem solving process, such as environment, experience, emotions, etc. The whole thinking process is very complicate, which is including receiving information, understanding and implementing. The cerebral cortex will neuronal firing when human extraction of memory and logical thinking, so this study compare the differences by decision analysis on problem solving. In this experiment, it's use the thinking aloud method to stimulate the management subject and non-management, and collect information in spoken, Electroencephalogram in brain wave activity oscillations, and try to compare the differences in brain waves.

**Keywords:**Electroencephalogram, Problem solving, Decision analysis, Think aloud, Qualitativeresearch.