

國立政治大學心理學研究所碩士論文

同理心對於決策中觀察學習的調節作用

Empathy Modulates Observational Learning in  
Decision Making

研究生：高常豪

指導教授：顏乃欣 博士

中華民國一百零二年一月

論文考試委員簽名單  
國立政治大學心理學系碩士班

高常豪君所撰之碩士學位論文

同理心對於決策中觀察學習的調節作用

業經本委員會審議通過

論文考試委員

吳仕輝

詹端鈞

顏乃欣

指導教授

顏乃欣

系主任

許文耀

考試日期：中華民國 101 年 12 月 12 日

## 致謝

經歷了許多嘗試與努力，終於完成了這本論文，過程中受到了許多人的幫助與建議。首先要感謝我的指導老師顏乃欣老師，讓我尋找自己的研究興趣，並在選定此論文題目後，一路上協助我思考與解決遇到的各種問題。感謝我的口試委員廖瑞銘老師與吳仕煒老師，給了許多建議與肯定，改善了許多研究中不足的地方。亦感謝翁開誠老師同意我使用人際反應量表，有了老師的協助，讓我的論文研究更加完整。

感謝我的家人在碩士期間給我的支持，讓我能專心無慮的投入研究，完成碩士論文。也要感謝實驗室的成員以及朋友們，給了許多建議與方向，並支持我完成論文研究。最後，要感謝來參加實驗的每一位參與者，因為你們的參與，促成了這本碩士論文的產生。

許許多多幫助過我的老師與朋友們，因為你們的幫忙，在研究過程中我學習到了許多並完成論文研究，也給了我投入學術研究的動力，未來我將持續努力在這條路上前進。

## 摘要

生活中許多決策情境是「不確定下的決策 (decisions under uncertainty)」，只瞭解選項的結果，不知道結果發生的機率。人們會累積經驗，以學習到適當的決策。許多證據支持，自身會透過增強學習 (reinforcement learning) 機制學習，根據每次獲得的經驗，調整對於選項的期望，之後選擇期望最大的選項，幫助做出適當的決策。經驗可以透過自身決策或觀察他人決策所獲得，然而，過去較少研究探討觀察學習。因此，本研究欲探討決策中的觀察學習，並釐清同理心對於觀察學習的調節作用。實驗一中，改善過去了研究限制，量測膚電反應、學習速率與行為表現，讓參與者在自身學習、觀察他人與觀察電腦情境進行作業，並透過同理心問卷測量參與者的同理心特質。結果顯示，觀察學習在正向學習與負向學習不同，正向學習為趨向優勢選項，負向學習為避開劣勢選項。正向學習在三種學習情境中無任何差異，負向學習在觀察他人學習時，會受到同理心的調節作用。同理心分數越高，觀察他人的負向行為表現越好，觀察他人負向回饋的膚電反應越大。實驗一只透過問卷測量同理心，無法推論因果關係，因此實驗二直接操弄了不同的同理程度。回饋呈現的同時，呈現他人的情緒或中性臉孔圖片，以引發參與者的同理程度高或低。實驗中，量測回饋相關負波 (Feedback-Related Negativity, FRN)、學習速率與行為表現。如同實驗一，只有負向學習受到同理程度不同的影響。同理程度高時，負向學習表現較好。FRN 則顯示了同理程度與預期性的交互作用，同理程度低時，與過去研究一致，非預期 FRN 比預期 FRN 更加負向；同理程度高時，則無此預期性效果。雖然 FRN 無預期性差異，但依然能學習到符號機率，行為表現不受影響，推測可能有其他系統參與決策學習。綜上所述，本研究顯示，只有負向學習中，觀察學習會受到同理心的調節，同理心越高，行為表現越好。

關鍵字：不確定下的決策、增強學習、觀察學習、同理心

# Abstract

In daily life, we made many decisions under uncertainty. In each decision, we know only the outcome but no probabilities of the outcome. We have to accumulate the experience to learn adaptive decisions. Bunches of studies have shown that people may learn adaptive decisions by reinforcement learning. People modified the expectation for each option according to decision feedbacks, and, in the next time, chose the option with the maximum expectation. People can receive feedback from decisions making by self or others. However, fewer studies examined observational learning in decision making. Therefore, present research would clarify observational learning in decision making, and examine how empathy modulated observational learning. In experiment 1, skin conductance response, learning rate and behavioral performance were recorded and analyzed. Participants would learning decisions in different situations of self learning, observing others and observing computer. The questionnaire of empathy was also measured to examine its modulation in observational learning. The results showed that there were difference in positive learning and negative learning. Positive learning is to approach to the advantageous option, while negative learning is to avoid from the disadvantageous option. In positive learning, there were no difference among the three learning situations, but, in negative learning, empathy would modulate learning by observing others. The higher the empathy score was, the better the behavioral performance of negative learning was. Moreover, the skin conductance response when participants observing others' negative feedback positively correlated with the empathy score. In experiment 2, the empathy level was manipulated by display pictures of others faces with feedback. Displaying the emotional faces or neutral faces would induce high or low empathy level for others, respectively. The feedback-related negativity (FRN), learning rate and

behavioral performance were recorded and analyzed. Similar to experiment 1, only the negative learning was modulated by the empathy level. When participants were induced high empathy level, the behavioral performance was better. The results of FRN showed the interaction between empathy levels and expectancy of feedback. When participant's empathy level was low, unexpected FRN was more negative than expected FRN. This result was consistent with previous studies. Nevertheless, when participant's empathy level was high, there was no difference between unexpected FRN and expected FRN. Although FRN didn't show the effect of expectancy, participants could still learn the probabilities of each signs and made adaptive decisions. This result may result from other systems involved in observational learning. From the results of experiment 1 and 2, present research showed that, only in negative learning, observational learning was modulated by empathy, and the higher the empathy level was, the better the behavioral performance was.

Keywords: decisions under uncertainty, reinforcement learning, observational learning, empathy

# 目錄

第一章	緒論.....	1
第一節	引言.....	1
第二節	文獻探討.....	2
壹、	決策的類型.....	2
貳、	增強學習理論與神經機制.....	2
參、	觀察學習.....	5
肆、	觀察學習表現與過去研究限制.....	8
伍、	同理心的調節作用.....	12
第三節	本論文之研究議題.....	13
第二章	實驗一.....	15
第一節	參與者資料.....	15
第二節	實驗設計與作業.....	15
第三節	實驗問卷.....	18
第四節	實驗流程.....	19
第五節	儀器設定.....	20
第六節	資料分析.....	20
壹、	行為表現.....	20
貳、	增強學習模型.....	20
參、	膚電反應.....	22
肆、	相關與回歸分析.....	22
第七節	結果.....	23
壹、	行為表現.....	23
貳、	增強學習模型.....	23

參、	膚電反應.....	24
肆、	相關與回歸分析.....	25
第八節	討論.....	26
第三章	實驗二.....	29
第一節	參與者資料.....	29
第二節	實驗設計與作業.....	30
第三節	實驗問卷.....	32
第四節	實驗流程.....	32
第五節	儀器設定.....	33
第六節	資料分析.....	33
壹、	主觀評分.....	33
貳、	行為表現.....	33
參、	增強學習模型.....	33
肆、	腦波反應.....	33
伍、	相關與回歸分析.....	34
第七節	結果.....	34
壹、	主觀評分.....	34
貳、	行為表現.....	35
參、	增強學習模型.....	36
肆、	腦波反應.....	37
伍、	相關與回歸分析.....	39
第八節	討論.....	40
第四章	綜合討論.....	42
第一節	觀察學習的機制.....	42



第二節	了解他人的能力.....	44
第三節	學習參與的系統.....	46
第四節	研究限制與未來方向.....	47
第五節	結論.....	49
參考文獻.....		50
附錄.....		59
附表.....		67
附圖.....		71



# 第一章 緒論

## 第一節 引言

俄國教育家蘇霍姆林斯基(Васи́лий Алекса́ндрович Сухомли́нский)曾說過：「從觀察中不僅可以汲取知識，而且知識在觀察中可以活躍起來，知識借助觀察而進入周轉」。生活當中，我們會面臨很多需要進行決策的情境，需要對於決策的內容有較多的瞭解，才能做出適當的決策。但不是所有的決策都能提供對於選項的完整訊息，必須要透過多次的經驗與學習，獲得訊息，增加對於選項的瞭解。例如：要從甲地至乙地，有兩條道路可以選擇，路途上可能會順暢或塞車。當我們對這兩條道路都不熟悉時，並無法知道哪一條道路比較不會塞車，比較快速到達目的地。經過多次地實地行駛後，對於兩條道路的狀況會有更多的瞭解，瞭解到哪條道路塞車的機率較小，幫助日後選擇較不會塞車的道路，快速地到達目的地。決策領域中，已有許多研究，致力於瞭解這種透過經驗學習的決策，提供了許多行為、生理或是腦造影方面的證據。這些研究幾乎都是參與者透過自身不斷的進行決策與經驗，學習到適當的決策。

訊息的來源，不只是能夠透過自身經驗而獲得，亦能透過觀察他人的經驗，從中獲得決策的訊息。例如：不必自身多次的行駛兩條道路，透過觀察他人行駛的結果，即可讓自己日後選擇一條較不會塞車的道路。然而，這種生活中經常使用到的學習方式卻少有研究探討，來自他人的經驗，對於學習與進行決策的影響。透過觀察來自他人經驗學習的特性在於，自身並不需要實際經歷選擇後的結果，在於不會遭受到錯誤決策後的懲罰（例如：花費很多時間才到達目的地。）。

雖然，已有文獻證明觀察學習亦能學習到做出正確的決策，然而觀察學習的機制還有許多尚未釐清的部分，自身學習與觀察學習的決策過程中處理來自他人訊息、學習速率與學習表現的差異？影響處理他人訊息的同理心是否會調節觀察學習的機制？因此，本研究的實驗一將探討不同學習方式，在決策歷程中的差異，

並透過同理心量表探討同理心對於觀察學習機制的影響；實驗二將透過操弄同理他人的程度高低，探討同理心對於觀察學習的調節。

## 第二節 文獻探討

### 壹、 決策的類型

決策被定義為決策者有著未被滿足的目標，而存在著數個選項可以滿足這個目標；決策者必須評估這些選項，進行選擇以滿足目標(Markman & Medin, 2002)。有許多的經濟學理論(Bernoulli, 1954/1738; Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1992; Von Neumann & Morgenstern, 1944)提出人們如何在決策時評估選項，考慮到選項的結果與發生的機率，選擇期望最大的選項，即最能滿足目標的選項。

根據瞭解訊息的多寡，決策分成不同的類型：風險下的決策（decisions under risk）」與不確定下的決策（decisions under uncertainty）(Knight, 1921)。風險下的決策為，知道選項的數個可能結果與確切的發生機率；不確定下的決策為，知道選項的數個可能結果，卻不知道這些結果發生的機率。風險與不確定差別在於訊息瞭解的多寡，瞭解的訊息越多，不確定性就越低，不確定下的決策逐漸轉變成為風險下的決策(Weber & Johnson, 2009a)。不確定下的決策中，訊息的瞭解並不完整，不瞭解結果發生的機率。面臨這種類型的決策時，重點在於獲得訊息，對於選項有正確的評估，以做出適當決策。

訊息的形式可以是描述式（decisions from description）或經驗式（decisions from experience）(Hertwig, Barron, Weber, & Erev, 2004)，描述式的訊息，會呈現出選項的數個可能結果與發生的機率，提供決策者完整的訊息。而經驗式的訊息，則需要決策者透過多次經驗選項的結果，從中瞭解到發生的機率。

### 貳、 增強學習理論與神經機制

雖然知道選項完整的訊息，能夠正確的評估選項的期望，做出適當的選擇。

然而，真實生活中的訊息非常複雜，很少能夠以描述的方式提供完整的訊息。大部分的情境中，人們都是經由不斷的經驗決策並學習，幫助日後做出適當的決策。學習的方法有很多，歸納多次的訊息再調整決策或是每次獲得新訊息即調整一次決策等等。每次進行決策後即調整下一次決策是最有效率的方法，不需要記憶大量的訊息，亦能根據每次的訊息彈性調整下一次的決策。增強學習理論

(reinforcement learning theory) 即是一種解釋不確定下的經驗式決策理論，面臨決策時，會根據對於每個選項的期望進行選擇，透過每一次獲得的經驗，調整對於下一次期望，透過不斷的調適過程 (adaptive process)，幫助日後做出最適當的決策(Sutton & Barto, 1998)。調整是透過比較回饋與對於選項的期望，產生出預期錯誤(prediction error)，結果比預期好時，為正向預期錯誤(positive prediction error)，將期望往正向調整，增加選擇該選項的機率；結果比預期差時，為負向預期錯誤(negative prediction error)，將期望往負向調整，減少選擇該選項的機率。其中的 actor-critic 模式將歷程分成兩個階段：第一階段 critic 為期望調整，透過預期錯誤調整期望，形成新的期望，學習到刺激-回饋的關係。第二階段 actor 為動作調整，透過期望調整選擇選項的機率值，學習到刺激-反應或刺激-反應-回饋的關係，機率高選項被選擇的機會較大，幫助做出最佳選擇。

藉由傳統制約(classical conditioning)與操作制約(instrumental conditioning)的派典，有許多行為與生理的證據支持增強學習理論。傳統制約中，學習的是刺激-回饋聯結，學習初期時，對於刺激的期望為零，刺激出現後，獲得酬賞，產生正向預期錯誤，形成對於新的期望。出現酬賞時，因為是預期的結果，不會有預期錯誤；然而，沒有獲得酬賞時，產生負向預期錯誤。猴子研究中，回饋呈現時，多巴胺神經元(dopamine neuron)會隨著正向預期錯誤增強活動；沒有預期錯誤時，維持平常的活動狀態，然而，負向預期錯誤產生時，會降低活動，甚至比平常狀態更低(Schultz, Dayan, & Montague, 1997)。人類功能性磁共振造影

(Functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI) 研究亦顯示，多巴胺的目標腦

區紋狀體 (striatum) 與預期錯誤處理有關，腹側紋狀體 (ventral striatum) 的活動程度隨著預期錯誤的大小而改變(Abler, Walter, Erk, Kammerer, & Spitzer, 2006; McClure, Berns, & Montague, 2003; O'Doherty, Dayan, Friston, Critchley, & Dolan, 2003)。操作制約中，根據刺激做出正確的反應，才能獲得回饋，學習的是刺激-反應或刺激-反應-回饋的連結，相同地，也能發現多巴胺神經元與預期錯誤的處理有關(Bayer & Glimcher, 2005)。人類 fMRI 研究顯示，背側紋狀體(dorsal striatum) 的活化程度會隨著預期錯誤大小而改變(O'Doherty et al., 2004)。比較傳統制約與操作制約處理預期錯誤的腦區，傳統制約與操作制約皆有腹側紋狀體的活化，學習刺激-回饋的連結；而只有在需要進行動作的操作制約會涉及背側紋狀體的活化，學習刺激-反應或刺激-反應-回饋的連結。這些結果顯示了調整期望與調整動作的分離，分別與腹側紋狀體與背側紋狀體相關(Haruno et al., 2004; O'Doherty et al., 2004; Tricomi, Delgado, & Fiez, 2004)。

腹側紋狀體會傳遞神經訊號至前扣帶皮質 (anterior cingulate cortex, ACC) (Liljeholm & O Doherty, 2012)，此處與行為監測和認知控制有關(Holroyd & Coles, 2002; Walsh & Anderson, 2012)。事件相關電位 (Event Related Potential, ERP) 研究中，ACC 亦被認為是錯誤關聯負波 (Error-Related Negativity, ERN) 與回饋關聯負波 (Feedback-Related Negativity, FRN) 的來源位置(Holroyd & Coles, 2002; Walsh & Anderson, 2012)。ERN 為一負向振幅的腦波，在反應後 100 毫秒間出現最大的負值尖峰，與自己行為反應的錯誤 (例如：按錯鍵) 有關，相較於做出正確反應，不小心按錯的錯誤反應會引發較大的 ERN(Holroyd & Coles, 2002); FRN 為一負向振幅的腦波，在回饋後 200-300 毫秒間出現最大的負值尖峰，與正負向回饋有關，相較於正向回饋，接受到負向回饋時，會引發較大的 FRN(Holroyd & Coles, 2002; Miltner, Braun, & Coles, 1997; Walsh & Anderson, 2012)。除了反應回饋正負向，FRN 亦被認為與預期錯誤相關，ACC 接收來自基底核(basal ganglia) 的預期錯誤訊號，以調節行為表現。回饋比預期差時，預期錯誤越負向，基底核

活動降低，ACC 活動增加，FRN 越負向(Holroyd & Coles, 2002; Miltner et al., 1997; Walsh & Anderson, 2012)。

## 參、 觀察學習

經驗可以自己獲得，亦能藉由觀察他人所獲得。生活中有些情況，無法自身經驗，必須透過觀察他人建立經驗以作為決策判斷的重要依據。例如：延伸選擇道路問題，道路的結果不再是順暢或塞車，假使目前選擇的道路是山路，道路上可能會遇到落石。如果自己行駛道路，而遇到落石，可能會因此受傷或有生命危險；若能經由他人行駛道路的結果，選擇一條落石機率低的道路，就能安全到達目的地。

### 觀察他人的經驗

根據模擬理論 (simulation theory)，觀察他人經驗時，可以透過想像自身經歷相同經驗，來理解他人(Goldman, 2006)。神經生理研究上，當觀察他人的經驗時，與自身經歷相同經驗的相關神經迴路亦會活化(Frith & Singer, 2008)。早期的鏡像神經系統 (mirror neuron system) 研究顯示，觀察他人進行動作時，自身進行相同動作的相關腦區會活化，以理解他人的動作(Dinstein, Hasson, Rubin, & Heeger, 2007; Rizzolatti & Craighero, 2004; Rizzolatti & Sinigaglia, 2010)。情緒方面，亦發現鏡像他人情緒經驗的現象。觀察到他人知覺厭惡 (disgust) 時，會活化與自身經歷厭惡相關的腦島 (insula) (Wicker et al., 2003)；觀察到他人知覺痛覺 (pain) 時，會活化與自身經歷痛覺相關的腦島與 ACC(Singer et al., 2004)；觀察到他人知覺恐懼 (fear) 時，亦會活化與恐懼相關的杏仁核 (amygdala) (Olsson, Nearing, & Phelps, 2007)。決策方面，近年來亦顯示相同的鏡像機制。觀察到他人犯錯時，亦如同自己犯錯一般，都會引發 ERN(Bates, Patel, & Liddle, 2005; Miltner, Brauer, Hecht, Trippe, & Coles, 2004; van Schie, Mars, Coles, & Bekkering, 2004)與 ACC 活動(Shane, Stevens, Harenski, & Kiehl, 2008)。而觀察他人的回饋時，

相較於正向回饋，負向回饋亦會引發較大的 FRN(Bellebaum, Kobza, Thiele, & Daum, 2010; Fukushima & Hiraki, 2006, 2009; Itagaki & Katayama, 2008; Yu & Zhou, 2006)。

面臨自己的回饋訊息與他人的回饋訊息，皆會引發相似的處理機制。然而，會根據訊息的意義或重要性，影響了觀察訊息的處理機制。呈現自己選擇與未選擇選項的回饋時，只有在處理自己選擇的回饋時，才有 FRN 的正負向回饋差異，處理未選擇的回饋時，則無此 FRN 差異(Yeung & Sanfey, 2004)。觀察到的回饋訊息是被電腦所選擇時，亦沒有 FRN 差異(Fukushima & Hiraki, 2009)。根據這些結果，推論只有當接受到的訊息是會被人所接受時，才具重要性，自身會鏡像他人的經驗，引發相同的處理機制。

縱使處理自身或他人回饋皆會引發相同的處理機制，但處理程度會有所不同。相較於自身回饋，觀察他人的回饋會引發較小的 FRN(Bellebaum et al., 2010; Fukushima & Hiraki, 2006, 2009; Itagaki & Katayama, 2008)。可能的原因是，自身接受到的回饋會引起較強烈的情緒與動機反應，引發較大的 FRN(Yu & Zhou, 2006)。動機的差異亦可反應在行為表現上，猴子研究中，兩隻猴子配對進行決策作業，根據出現的刺激進行反應，刺激有四種類型，正確反應後分別可以讓自己、對方、雙方或是無人獲得酬賞。相較於不會讓自己獲得酬賞的刺激（對方或無人），當出現的刺激可以讓自己（自己或雙方）獲得酬賞時，猴子會有較強烈的動機與情緒反應，反應錯誤率較低(Chang, Winecoff, & Platt, 2011)。

## 將觀察的經驗用以學習

除了處理來自觀察他人的經驗，我們亦能將這樣的經驗用以學習，幫助我們在相同情境中做出適當的行為。觀察學習不是單純的模仿被觀察者的行為，而是需要理解觀察到的訊息，將訊息處理及轉換，採取適當策略以達成目的(Torriero, Oliveri, Koch, Caltagirone, & Petrosini, 2007)。

傳統恐懼制約 (classical fear conditioning) 的實驗中，制約刺激 (例如：符號) 出現後，會伴隨著嫌惡非制約刺激 (例如：電擊)，引發制約反應 (例如：較大的膚電反應)。成功制約後，制約刺激單獨出現，不伴隨著嫌惡非制約刺激，亦會引發參與者的制約反應。人們不需要自身經歷電擊刺激，亦能透過觀察他人經歷恐懼制約的過程而成功制約，比起其他刺激，制約刺激會引發較大的膚電反應，學習到制約刺激與電擊間的連結關係(Olsson & Phelps, 2004)。

近年來的決策研究，也開始探討觀察學習，讓參與者觀察他人進行決策作業，觀察到決策的過程與選項的結果；之後的測驗階段，參與者需要自己選擇時，亦可以選擇較多的優勢選項，學習到正確的決策(Bellebaum et al., 2010; Bellebaum, Jokisch, Gizewski, Forsting, & Daum, 2012; Burke, Tobler, Baddeley, & Schultz, 2010; Cooper, Dunne, Furey, & O'Doherty, 2012; Kobza, Thoma, Daum, & Bellebaum, 2011; Nicolle, Symmonds, & Dolan, 2011)。觀察學習中，不主動進行決策，而是被動的觀察，觀察到的訊息除了他人的回饋，亦包含他人的動作。生活中，由於觀察的對象自身會接受到回饋，為了獲得酬賞，會做出正確選擇，選擇較多次優勢選項。不需要觀察到他人的回饋，僅僅只有他人的選擇偏好，亦能幫助做出適當的決策(Burke et al., 2010)。相反地，僅僅只觀察到他人的回饋，而沒有他人的選擇偏好時，亦能幫助我們做出適當的決策(Kobza et al., 2011)。觀察學習中，他人的回饋與他人的動作皆為很重要的訊息，同時考慮兩種訊息時，比起單純只考慮其中一種訊息，更能幫助我們的決策表現(Burke et al., 2010)，亦能更有效預測他人的選擇行為(Suzuki et al., 2012)。

觀察學習與自身學習亦有相似的學習機制，增強學習理論可以延伸至觀察學習中，透過觀察的訊息 (動作或回饋) 形成預期錯誤，調整對於選項的期望，以調整選擇行為(Bellebaum et al., 2012; Burke et al., 2010; Cooper et al., 2012)。神經生理研究顯示，觀察學習中，隨著預期錯誤越大，紋狀體活動增加(Bellebaum et al., 2012; Cooper et al., 2012)或減少(Burke et al., 2010)。Burke 等人(2010)的結果



與過去自身學習研究結果不一致，可能原因是實驗設計造成。一個嘗試次內，先觀察他人的回饋，再進行自身選擇並會接受到回饋，因此參與者形成對於觀察對象的競爭。當參與者與他人的關係是合作或競爭時，觀察到他人的酬賞或損失對於自身的感覺會不同。合作關係中，他人的損失亦代表著自身的損失，引發較負向的FRN；相反地，競爭關係中，他人的酬賞代表著自身的損失，引發較負向的FRN(Itagaki & Katayama, 2008)。自身學習中，腹側紋狀體與學習刺激-回饋聯結有關，背側紋狀體與學習刺激-反應或刺激-反應-回饋連結有關(O'Doherty et al., 2004)。觀察學習中，紋狀體亦有相同的功能區分，觀察傳統制約 (observational classical conditioning) 不需要選擇動作，只需要調整對於刺激的期望，活化腹側紋狀體；觀察操作制約 (observational instrumental conditioning) 需要調整對於刺激的期望與選擇行為，因此會活化腹側與背側紋狀體(Cooper et al., 2012)。

#### **肆、 觀察學習表現與過去研究限制**

雖然觀察學習與自身學習的處理機制相似，觀察他人回饋引發自身的情緒與動機較低，引發大腦活動較小(Bellebaum et al., 2010; Fukushima & Hiraki, 2006, 2009; Itagaki & Katayama, 2008)，亦可能影響了決策表現(Chang et al., 2011)。比較自身學習與觀察學習的決策表現，整體而言，可能是觀察學習較好(Burke et al., 2010)、自身學習較好(Bellebaum et al., 2012)或是沒有差異(Nicolle et al., 2011)。

Burke 等人(2010)的研究為參與者內設計，經歷自身學習、觀察他人選擇學習和觀察他人選擇與回饋學習的決策類型，決策類型採嘗試次間隨機呈現，每個嘗試次開始前才告知當前的決策類型。作業中，三種決策類型各使用不同的兩個刺激配對，兩個刺激分別為 80% 酬賞或 20% 損失與 20% 酬賞或 80% 損失，參與者要學習到選擇酬賞機率高的刺激。每一個嘗試次分成前後兩個部分，觀察部分與動作部分，觀察部分會根據不同的決策類型呈現觀察對象提供的訊息。自身學習中，不呈現他人的選擇與回饋；觀察他人選擇學習中，只會觀察到他人的選擇，不會呈現回饋；觀察他人選擇與回饋學習中，同時觀察到他人的選擇與回饋。動

作部分，會再出現一次觀察部分的刺激配對，參與者自行選擇並呈現回饋。動作部分結果顯示，觀察他人選擇與回饋學習的決策表現最好，觀察他人選擇學習的決策表現次好，自身學習的決策表現最差。這樣的結果可能反應了學習到的經驗多寡，自身學習中，訊息只有自己的回饋；觀察他人選擇學習中，訊息為自己的回饋與觀察到他人的選擇；觀察他人選擇與回饋學習中，訊息為自己的回饋與他人的選擇和回饋。

此研究存在著幾個限制：(1) 觀察他人的選擇過程是透過模擬產生的，會觀察到優勢選項被選擇較多次。參與者有很高的比例會跟隨著前一次觀察到的選擇，而選擇相同的選項。只有觀察他人的選擇，不顯示回饋時，亦可以學習到選擇優勢選項，顯示模仿影響了參與者的觀察學習表現。(2) 動作部分，參與者的選擇亦會呈現回饋，參與者的經驗同時來自於觀察部分與動作部分，觀察學習表現並非單純透過觀察他人經驗學習。

Bellebaum 等人(2012)的研究為參與者間設計，進行自身學習或是觀察學習情境的作業。作業的內容皆相同，過程中要學習四種符號，分別為 (A) 100% 酬賞、(B) 50% 酬賞或 50% 無酬賞、(C) 100% 無酬賞與 (D) 50% 損失或 50% 無損失，每次出現兩個符號的配對，配對只有 A-B、B-C 與 C-D。分成學習與測驗階段，學習階段時，符號被選擇會呈現回饋，學習到符號的內容；測驗階段時，出現符號配對，參與者選擇其中一個比較好的符號，但不呈現回饋，藉此測驗對於符號的瞭解。自身學習組與觀察學習組差異在於學習階段的經驗學習方式，自身學習組可以自由選擇一個符號，接受回饋；觀察學習組則是觀察到自身學習組的選擇過程，控制兩組參與者學習經驗相同。測驗階段結果顯示，自身學習組表現趨近顯著的優於觀察學習組。自身學習組的三種配對皆表現好，然而，觀察學習組的 C-D 表現皆比 A-B 或 B-C 較差，C-D 中的 50% 損失或 50% 無損失是四個符號中最差，參與者對於避開損失最差符號的學習表現較差。

此研究分開了經驗的學習與使用階段，測驗階段只能使用學習階段學習到的

經驗，不會再有新經驗的影響。然而，亦存在幾個限制：(1) 觀察的選擇過程是自身學習組的選擇過程，會觀察到優勢選項被選擇較多次，可能會有模仿選擇的影響。(2) 學習情境採用參與者間設計，雖然控制了兩組學習經驗相同，但未考慮不同參與者的學習狀況，每位參與者對於相同符號需要觀察的回饋次數不盡相同，可能造成了觀察學習表現較差的結果。

Nicolle 等人(2011)的研究為參與者內設計，會經歷自身學習與觀察學習作業，作業內容相同，先進行自身學習作業，數天後，再進行觀察學習作業。作業為學習四種符號的酬賞機率，分別為 80%、60%、40%與 20%，每次出現兩個符號的配對。分成學習階段與測驗階段，學習階段中選擇後會呈現符號的回饋，測驗階段則不呈現回饋，藉此測驗參與者對於符號的學習。自身學習為參與者自己進行選擇，觀察學習則為數天後進行，觀察到自己先前進行自身學習作業的選擇過程，但參與者不被告知。測驗階段結果顯示，兩種學習方式的整體表現無顯著差異，只在於 40%與 20%的配對中，觀察學習的表現會低於自身學習表現，對於避開最差符號（20%）的學習表現較差。

此實驗控制了參與者自身的學習狀況，觀察自己自身學習作業的選擇過程。亦有幾個研究限制：(1) 觀察的選擇過程是自身學習作業的選擇過程，會觀察到優勢選項被選擇較多次，可能會有模仿選擇的影響。(2) 實驗中可以發現，連續進行相同的作業後，會有練習效果，提升作業表現，可能因此影響了參與者觀察學習的表現。(2) 觀察學習中，對於兩個低機率的配對組合，可能需要較多次的回饋才能學習到。由於自身學習作業中，這些低機率符號與較高機率符號配對時，被選擇的次數會較少，影響了觀察學習中，對於低機率符號的學習。

綜上述結果，只有參與者要避開最差的選項時，觀察學習表現會較自身學習表現差(Bellebaum et al., 2012; Nicolle et al., 2011)；若決策作業中未有這種配對，觀察學習表現並未比自身學習表現差(Burke et al., 2010)。趨向優勢選項為正向學習，避開劣勢選項為負向學習(Frank, Seeberger, & O'Reilly, 2004)，損失與低機率

酬賞皆為需避開的選項，顯示了觀察學習在負向學習表現上較差。回饋比預期好，多巴胺程度上升 (burst)，透過多巴胺系統的 D1 接受體 (receptor) 調節正向學習；回饋比預期好，多巴胺程度下降 (dip)，透過多巴胺系統的 D2 接受體 (receptor) 調節負向學習 (Frank et al., 2004; Frank, Moustafa, Haughey, Curran, & Hutchison, 2007)。正向學習與負向學習機制的不同，支持了觀察學習正向學習與負向學習不一致的可能，只有負向學習表現較差。

可能原因為，負向學習時，觀察他人負向回饋引發的情緒與動機較低，大腦回饋處理機制的活動較低 (Bellebaum et al., 2010; Fukushima & Hiraki, 2006, 2009; Itagaki & Katayama, 2008)。亦可能是過去觀察學習研究的限制，干擾了觀察學習的負向學習表現。研究限制整理如下：順序效果 (sequence effect)、經驗不對稱 (asymmetry) 和非單純觀察學習。

順序效果：當參與者進行兩個相同作業時，會有練習效果。先進行完自身學習作業後，再進行觀察學習作業，會影響了參與者的表現 (Nicolle et al., 2011)。

經驗不對稱：觀察學習作業中，當觀察到優勢選項被選擇較多次時，除了對於每個選項學習的經驗不同，所接受到的訊息會包含了回饋與對方的選擇訊息。可能會模仿他人的行為，選擇被選擇較多次的選項，在過去研究中會觀察到優勢選項被選擇較多次，無法釐清觀察學習表現，是透過模仿或觀察的回饋學習結果 (Bellebaum et al., 2010; Bellebaum et al., 2012; Burke et al., 2010; Cooper et al., 2012; Nicolle et al., 2011)。

非單純觀察學習：經驗不是單純來自觀察他人時，無法釐清是經由觀察他人或其他方式學習。若觀察來自他人的回饋後，測驗部分中，自己進行決策亦會呈現回饋，混合了來自他人與自身的經驗，表現出來的決策行為並不是單純的觀察學習結果 (Burke et al., 2010)。

本研究將於實驗一中，改善這些過去研究的限制，探討不同學習方式對於處理回饋訊息、學習歷程與決策表現的影響。

## 伍、同理心的調節作用

觀察來自他人的經驗時，會引發鏡像機制，如同自身經歷相同的經驗。處理觀察的經驗，並無法完全等同於自身經歷相同的經驗，個人鏡像能力會影響處理程度。過去研究亦顯示，觀察的經驗引發自身情緒與動機較低。同理心(empathy)是在處理他人情緒經驗時，鏡像成自身經歷的能力，同理心程度高低會影響自身感受的程度。

過去研究中，有許多處理他人訊息過程中會產生的現象，當中有些概念與同理心很相像，但較適合被歸類至情緒模仿(mimicry)、情緒感染(emotional mimicry)、個人憂傷(personal distress)與同情(sympathy)(Batson, 2009)。縱使這些概念都是在處理他人情緒訊息時，會產生的現象，但有些特性與同理心不同。Walter(2012)整理了這些概念間，在於情緒行為(affective behavior)、情緒經驗(affective experience)、情緒同質性(affective isomorphy)、觀點採納(perspective taking)、自身與他人間的區別(self-other orientation)、他人導向(other orientation)與利社會行為(prosocial motivation)這些特性的不同，並提出對於同理心的定義。根據他人的情緒經驗是否會引發自身相同的情緒狀態，又可將同理心分為情緒性同理心(affective empathy)與認知性同理心(cognitive empathy)(Walter, 2012)。情緒性同理心被認為是因為知覺或想像他人的情緒狀態而引發自身相似的情緒狀態，這種情緒狀態是他人導向，能區別自身與他人的差異，理解他人的情緒狀態；認知性同理心則是能理解他人的情緒狀態，並不會引發自身相似的情緒狀態。Davis(1980)根據同理心的特性修訂了人際反應量表(Interpersonal Reactivity Index, IRI)，可分別測量情緒性與認知性同理心。在一個腦傷研究上，可以發現情緒性與認知性同理心涉入腦區的分離(Shamay-Tsoory, Aharon-Peretz, & Perry, 2009)，額下回(inferior frontal gyrus, IFG)腦傷病人有較低的IRI情緒性同理心分數，而腹側中央前額葉(ventromedial prefrontal Cortex, VMPFC)腦傷病人有較低的IRI認知性同理心分數。更進一步，整合了IRI與作業分數，亦顯示IFG腦

傷病人有較低的情緒性同理心指標( IRI 情緒性同理心分數與情緒再認作業分數)，VMPFC 腦傷病人有較低的認知性同理心指標 ( IRI 認知性同理心分數與心智作業分數)，證實了同理心存在著情緒性與認知性的不同成分。

許多研究顯示，觀察來自他人的訊息時，同理心會調節訊息處理程度。觀察他人的痛苦時，會有腦島與 ACC 的活動，而情緒性同理心分數越高，活動程度也越高(Singer et al., 2004)。觀察到他人犯錯時，錯誤處理相關的 ACC 會有活動，腹側 ACC(ventral ACC)與情緒性同理心分數有負相關，背側 ACC(dorsal ACC)與情緒性同理心分數有正相關(Newman-Norlund, Ganesh, Schie, De Bruijn, & Bekkering, 2009)。觀察到他人的回饋引發的 FRN，認知性同理心分數越高，振福則越負向(Fukushima & Hiraki, 2009; Kobza et al., 2011)。

上述結果顯示，處理來自他人訊息的經驗時，會受到同理心的調節作用。決策同時會受到認知與情緒方面的影響(Evans, 2008; Quartz, 2009; Salzman & Fusi, 2010; Sanfey & Chang, 2008; Weber & Johnson, 2009b)，而對於同理心如何在調節決策中的觀察學習歷程，尚未有研究探討。實驗一中，將透過同理心量表，探討處理來自他人的回饋訊息時，如何受到同理心的調節，以及對於學習的歷程與學習表現的影響。實驗二中，更進一步，操弄同理他人的程度，探討同理心對於決策中觀察學習歷程的調節作用。

### 第三節 本論文之研究議題

本研究將改善過去決策中的觀察學習研究之限制，釐清觀察學習中正向學習與負向學習的歷程與表現，並探討同理心對於觀察學習的調節作用。

將修改機率選擇作業(Frank et al., 2004)做為實驗作業，作業分為訓練階段與測驗階段，訓練階段中，只會出現部分的符號配對，選擇並呈現回饋；測驗階段中，會看到所有的配對組合，選擇後並不會呈現回饋。測驗階段不會呈現回饋，並且會出現訓練階段中未出現的配對組合，因此，只能依賴訓練階段中學習的經驗，而為了要面對新的配對組合，不能只學習到配對內的比較，必須學習到每個

符號代表的機率。符號會以兩個為一組配對，每次出現一組配對，機率高的符號會有較多次酬賞，較少次懲罰，機率低符號則相反。

透過機率選擇作業，可以將經驗學習與經驗使用兩種階段分開，讓參與者進行單純的觀察學習。機率選擇作業亦可以區分參與者的正向學習與負向學習，以檢驗觀察學習中，兩種學習是否不同。學習情境將採用參與者內設計，參與者間進行對抗平衡（counterbalance），不同參與者進行作業的順序不同。觀察學習作業中，將觀察到每個選項被選擇的次數相同，讓參與者只能經由觀察到的回饋學習，不會受到他人選擇的干擾。

藉由這樣的設計，可以改善過去的順序效果、經驗不對稱與非單純觀察學習的限制。順序效果部分，透過對抗平衡，不同學習情境的表現不受作業順序影響。經驗不對稱部分，藉由觀察學習作業中，觀察到每個選項被選擇的次數相同，控制對於每個選項的學習經驗，讓參與者可以充分學習低機率的選項。參與者不會觀察到優勢選項被選擇較多次，而模仿選擇較多次優勢選項，因此選擇優勢選項的表現只反應了回饋學習。非單純觀察學習部分，作業中把經驗學習與經驗使用兩種階段分開，經驗使用階段時，無法再獲得新的經驗，只能使用經驗學習階段獲得的經驗進行決策。

實驗一中，將改善過去研究限制並操弄學習情境為自身學習、觀察他人或觀察電腦。行為表現將分為正向學習與負向學習表現，亦將透過認知模擬的方法，採用兩個學習速率的 Q-learning 模型(Frank et al., 2007)，適配 (fitting) 出的正向與負向學習速率，了解對於回饋的處理。有鑑於過去決策中的觀察學習研究並未使用膚電反應做為指標，膚電反應為一情緒性指標，檢驗正向與負向回饋引發的情緒是否不同？再透過同理心量表的測量，瞭解同理心如何調節觀察學習。過去研究顯示了觀察學習的負向學習較差，因此，實驗一將透過行為表現、認知模擬與膚電反應，改善了研究限制後，釐清觀察學習的負向學習是否依然會受到影響？若負向學習較差是由於觀察訊息引發的情緒與動機較低的影響，將再進一步檢驗

個人同理心特質是否會調節觀察學習中的負向學習？

實驗二中，由於過去並未有研究探討同理程度不同對於觀察學習的影響，本實驗將直接操弄同理他人程度不同。同理的程度會受到影響情緒訊息處理因素的調節，像是刺激的強度、注意的訊息、環境脈絡、個人的特質、對方的特質等等 (Hein & Singer, 2008)。作業將修改實驗一的觀察他人作業，呈現回饋時，操弄出現他人的情緒臉孔或中性臉孔，預期當出現情緒臉孔時，會引發較高的同理程度。實驗當中亦會透過主觀評分，詢問參與者對於回饋與臉孔圖片問題，作為之後的操弄檢核。實驗中將記錄腦波反應，延伸過去研究結果，探討同理程度不同時，對於 FRN 的影響。因此，若實驗一顯示了個人同理心特質對於觀察學習的調節作用，實驗二欲延伸實驗一結果，將直接操弄同理他人程度的不同，以釐清同理心對於觀察學習的因果關係。將透過行為表現、認知模擬與 FRN，檢驗是否觀察學習中的負向學習是否受到同理程度不同的影響？

## 第二章 實驗一

### 第一節 參與者資料

實驗一總共 30 位參與者，男性 13 位，女性 17 位，平均年齡 21.67 歲，標準差 1.69 歲。實驗前，參與者了解會根據表現積分給予額外的表現獎金，但未被告知積分轉換獎金的方式。實驗結束後，給予每位參與者新台幣 110 元的基本參加費與新台幣 0-100 元的表現獎金。行為與學習速率分析時，避免參與者未學習成功，若有其中一種學習情境作業正確率未達.5 或是模型適配未大於隨機選擇的基準模型，該參與者資料不納入分析，最後剩餘 19 位參與者，男性 9 位，女性 10 位，平均年齡 21.63 歲，標準差 1.64 歲。

### 第二節 實驗設計與作業

實驗中會讓參與者在不同的學習情境中學習，操弄回饋來源不同，分為自身學習情境、觀察他人情境和觀察電腦情境。學習情境為參與者內設計，學習情境



的順序在參與者間採用對抗平衡，每位參與者皆會經歷三種學習情境，但經歷的先後順序不同。

作業為機率選擇作業(Frank et al., 2004)的修改版（實驗指導語見附錄一），過程中會看到四個符號，每個符號代表不同的酬賞機率，分別為 80%、60%、40% 和 20%，回饋為 +5 或 -5。刺激組合會以兩個符號配對的方式呈現，符號的酬賞機率為獨立，回饋不與配對的另一個符號相關。例如：當一個符號的結果為加分時，另一個符號可能為加分或減分。酬賞機率高符號被選擇後，會有較多次的加分與較少次的減分；相反地，酬賞機率低的符號被選擇後，會有較少次的加分與較多次的減分。

機率選擇作業分為兩種階段：訓練階段與測驗階段。訓練階段中，只使用兩組符號配對，高機率（80%-60%）與低機率（40%-20%）。每次出現一組符號配對，選擇其中一個符號後，呈現回饋。將機率相近的兩個符號進行配對的原因如下：(1) 觀察他人與觀察電腦情境控制參與者觀察到每個符號被選擇次數相等，自身學習情境則是參與者自由選擇符號。為了避免參與者在自身學習情境選擇較多次高機率的符號，與兩種觀察情境中的符號選擇次數相差太多，造成情境間的學習經驗不同。透過這種配對方法，參與者需要選擇較多次後，才能區分出一組配對中符號間機率的差異，藉此平衡選擇次數與每個符號的機率學習。(2) 兩種觀察情境中控制參與者觀察到每個符號被選擇次數相等，透過這種配對方法，合理化機率相近的符號被選擇次數相近，增加觀察情境的真實性。訓練階段結束後，進入測驗階段。測驗階段中，會出現全部的配對，總共六組，80%-60%、80%-40%、80%-20%、60%-40%、60%-20% 與 40%-20%。每次出現一組符號配對，選擇其中一個符號後，不會呈現回饋。參與者被告知，測驗階段中，若出現未曾看過的組合時，請根據訓練階段中對於符號的經驗，選擇一個比較可能加分的符號；雖然未呈現回饋，但實際上會有加分或減分，影響到積分。作業區分了經驗學習與經驗使用的部分：訓練階段中，學習符號的機率，測驗階段中，依據訓練階段

學習到的經驗，做出適當的選擇。

實驗總共進行三場作業，一場作業為一種學習情境。三種學習情境的差異在於訓練階段會以不同的方式進行學習，但測驗階段的進行方式皆為相同。實驗刺激使用 12 種符號： $\Gamma$ 、 $\Delta$ 、 $\Theta$ 、 $\Xi$ 、 $\Pi$ 、 $\Sigma$ 、 $Y$ 、 $\Phi$ 、 $\Psi$ 、 $\Omega$ 、H 與 Z，隨機分派至三場作業中，一場作業使用的符號與對應的機率不會改變。一場作業分為三個區間，每個區間包含 20 個訓練嘗試次與 24 個測驗嘗試次，訓練階段的符號配對各出現 10 次，測驗階段的符號配對各出現 4 次。

置圖一於此

### 自身學習情境

訓練階段中（圖一（a）），符號配對出現後，參與者需在 2000 毫秒內進行選擇任意一個符號，呈現回饋 1000 毫秒；若超過時間，則會呈現「No Response」1000 毫秒。之後，呈現 5000-7000 毫秒嘗試次間距（ITI, Inter-Trial-Interval）的十字凝視點。參與者被告知，符號為自己所選擇，回饋會影響到自己的積分；並請專心選擇，若超過時間，會減少積分作為懲罰。測驗階段中（圖一（c）），符號配對出現後，參與者可任意選擇一個符號，不會呈現符號的回饋，但實際上會根據符號機率有加分或減分，影響到積分。此階段無時間限制，反應後，呈現參與者的選擇 1000 毫秒鐘，再呈現 1000 毫秒 ITI 的十字凝視點。

### 觀察他人情境

訓練階段中（圖一（b）），參與者無法任意選擇符號，將觀察到先前參加者的選擇過程，符號配對出現後，需等待對方選擇一個符號。符號被選擇後，為了讓參與者專心於被選擇符號以及控制按鍵的影響，要求參與者在 2000 毫秒內選

擇相同的符號。正確反應時，呈現回饋 1000 毫秒；選擇錯誤時，呈現「Wrong Response」1000 毫秒；若超過時間，則呈現「No Response」1000 毫秒。之後，呈現 5000-7000 毫秒 ITI 的十字凝視點。參與者被告知，符號為先前參加者所選擇的，回饋只會影響對方的積分，不會影響到自己的積分；並請專心選擇，若超過時間或選擇錯誤，會減少積分作為懲罰。參與者並不知道觀察到的不是先前參加者的選擇過程，而是實驗前經由程式所產生的選擇過程，控制每個符號被選擇的次數相同，皆為 15 次。為了讓參與者更相信觀察到的是先前參加者的選擇過程，控制符號出現至被選擇的時間為 500-2000 毫秒，模擬真人思考選擇的時間。測驗階段中，參與者需要自己進行選擇，流程同自身學習情境的測驗階段。

### 觀察電腦情境

訓練階段中，參與者亦無法任意選擇符號，電腦將會隨機選擇一個符號。符號配對出現後，需等待電腦選擇一個符號，符號被選擇後，參與者亦需在 2000 毫秒內選擇相同的符號。正確反應時，呈現回饋 1000 毫秒；選擇錯誤時，呈現「Wrong Response」1000 毫秒；若超過時間，則呈現「No Response」1000 毫秒。之後，呈現 5000-7000 毫秒 ITI 的十字凝視點。參與者被告知，符號的結果是電腦選擇的，不會影響到自己的積分；並請專心選擇，若超過時間或選擇錯誤，會減少自己的積分作為懲罰。參與者未被告知的是，觀察到的電腦選擇順序是在實驗前經由程式產生的，控制每個符號被選擇的次數相同，皆為 15 次。為了與觀察真人時有所區別，控制選擇的等待時間為固定 500 毫秒，模擬電腦不需考慮時間，在固定時間內進行選擇。測驗階段中，參與者需要自己進行選擇，流程同自身學習情境的測驗階段。

## 第三節 實驗問卷

同理心測量問卷採用國內學者翻譯並修訂後的人際反應量表(翁開誠, 1986; Davis, 1980) (見附錄二)，題目由原來的 28 題增加為 32 題，並維持相同的四個因素，每個因素各為 8 題。四個因素分別為：同理關懷 (empathic concern)、個

人憂傷 (personal distress)、幻想 (fantasy) 與觀點採納 (perspective taking)。情感性取向為同理關懷與個人憂傷，認知性取向則為幻想與觀點採納。

- 同理關懷：當觀察他人處於負向經驗中，自己為他人感到溫暖、同情與關懷的傾向。正向題為第 1、14、16、27 和 30 題，反向題為第 17、18 和 20 題。
- 個人憂傷：當觀察到他人處於負向經驗時，自己經驗到不舒服與焦慮的情緒狀態。正向題為第 3、4、5、9、11、12 和 31 題，反向題為第 29 題。
- 幻想：想像自己為書、電影或戲劇中虛構角色的傾向。正向題為第 2、21、23 和 32 題，反向題為第 7、10、19 和 25 題。
- 觀點採納：採取他人的觀點的傾向或能力。正向題為第 8、13、22、24 和 28 題，反向題為 6、15 和 26 題。

人際反應量表記分方式為五點量表，參與者於每題描述中，根據自身經驗圈選一個最適合的選項。選項分為「非常不符合」、「不符合」、「不一定」、「符合」與「非常符合」，正向題中各記為 1 至 5 分，反向題則記分相反。

## 第四節 實驗流程

參與者到達後，請參與者仔細閱讀實驗同意書並簽名並填寫基本資料表。填寫完資料後，主試者說明機率選擇作業與三種學習情境的不同。進行練習題，確認參與者沒有問題後，再進入實驗室內，進行正式實驗。實驗室內為一隔音的環境，實驗畫面將會呈現於 19 吋的 CRT 螢幕上，請參與者坐於距離螢幕 60-100 公分處，調整螢幕與座椅至最適當的位置，讓視線可以平視於螢幕正中央。向參與者說明膚電反應記錄儀器，裝備好記錄電極於參與者左手手掌心。裝置好記錄儀器後，教導參與者以右手使用數字鍵盤在實驗中進行反應。

實驗過程中，每場作業開始畫面出現時，提醒參與者這場作業的進行方式。進入訓練階段前，提醒參與者要如何進行，以及在時間內作答，可以看到回饋。進入測驗階段前，提醒參與者要自己進行選擇，選擇一個比較可能加分的符號，不會看到回饋，但會影響到自己的積分。

實驗結束後，卸掉記錄電極後，請參與者填寫人際反應量表。最後，主試者向參與者說明實驗目的，並請參與者對於實驗內容保密，避免影響其他參與者來參加實驗的結果。給予基本參加費與表現獎金，實驗正式結束。

## 第五節 儀器設定

膚電反應記錄使用 Schuhfried 公司生產的 Biopac Systems MP150，記錄電極為 Ag\AgCl 材質。訊號以連續方式記錄，採樣頻率設定為 1000Hz。使用兩個記錄電極，分別黏貼於參與者左手手掌 thenar 與 hypothenar 的位置，以獲得訊號良好的膚電反應(Dawson, Schell, & Filion, 2007)。

## 第六節 資料分析

### 壹、 行為表現

測驗階段中，一組符號配對中，選擇較高機率的符號時，記為 1 分，否則記為 0 分，分別計算出每位參與者三種學習情境下的正確率。更進一步，為了釐清觀察學習中正向學習與負向學習，將行為表現分為正向學習與負向學習(Frank et al., 2004; Frank et al., 2007)。正向學習為參與者趨向選擇機率最高的符號，將 80%-60% 與 80%-40% 的表現作為正向學習的表現；負向學習為參與者避開選擇機率最低的符號，將 60%-20% 與 40%-20% 的表現作為負向學習的表現。

### 貳、 增強學習模型

以 Q-learning 模型進行適配 (fitting)，計算出參與者作業中的學習速率。為了釐清觀察學習中正向學習與負向學習機制，將學習速率分為酬賞後或損失後對於期望的調整 (見公式一) (Frank et al., 2007)。i 為各個符號， $Q(t)$  為第 t 個嘗試次時對於符號的期望， $r(t)$  為第 t 個嘗試次出現的回饋，加分為 1，減分為 0。訓練階段中，當回饋為加分時，會以  $\alpha_G$  進行期望調整；回饋為減分時，會以  $\alpha_L$  進行期望調整。 $\alpha$  反應了參與者對於新近回饋的權重，範圍介於 0-1 之間，越接近 0，新近回饋對於期望調整影響較小，較依賴先前的期望，越接近 1，新近回饋

則對於期望調整影響越大。

$$Q_i(t+1) = Q_i(t) + \alpha_G(r_i(t) - Q_i(t))_+ + \alpha_L(r_i(t) - Q_i(t))_- \quad \text{公式一}$$

每個區間的訓練階段結束後，進入測驗階段，每次會出現兩個符號讓參與者選擇，以當前對於各符號的期望預測參與者選擇兩個符號的機率（見公式二）。 $\beta$ 為反應參與者的決策變異性，範圍介於0-1之間，越接近0越決策變異性越小。

$$P_i = \frac{e^{\frac{Q_i}{\beta}}}{e^{\frac{Q_i}{\beta}} + e^{\frac{Q_j}{\beta}}} \quad \text{公式二}$$

一場作業中會經歷訓練階段與測驗階段各三次，期望只會於訓練階段中進行調整，進入測驗階段後，期望不進行調整，只會使用調整過後的期望進行決策。以最大概似法（Maximum Log-Likelihood Estimation, MLE），相乘所有測驗階段中，參與者於第  $t$  個嘗試次選擇符號  $i$  的機率（見公式三）。分別於三種學習情境，找出最能預測測驗階段行為的參數。

$$MLE = \ln\left(\prod P_{i,t}\right) \quad \text{公式三}$$

為了檢驗模型是否能預測參與者測驗階段行為，將 Q-learning 模型與基準模型比較，基準模型為參與者測驗階段隨機選擇符號，配對組合中兩個符號機率皆為.5 ( $P_i=.5, P_j=1-P_i$ )。由於 Q-learning 模型使用三個參數 ( $\alpha_G$ 、 $\alpha_L$ 與 $\beta$ )，基準模型使用一個參數 ( $P_i$ )，將透過貝氏訊息標準 (Bayesian Information Criterion, BIC) 校正參數數量差異， $n$  為參數數量， $trials$  為測驗階段嘗試次數 (見公式四)，BIC 越小代表適配越好。接著將基準模型 BIC 減去 Q-learning 模型 BIC，

若大於零，表示 Q-learning 模型比起隨機選擇的基準模型適配更好。

$$BIC = -2 * MLE + n * \ln(\text{trials}) \quad \text{公式四}$$

## 參、 膚電反應

先將資料進行 0.05-10Hz 的 Band pass 的過濾 (filter)，去除低頻的慢波偏移與高頻的動作影響(Naqvi & Bechara, 2006)。膚電反應指標採用 peak-to-peak，以回饋呈現後 1-3 秒鐘的最小值做為膚電反應的起點，以起點至回饋呈現後 6 秒鐘最大值做為膚電反應的最高點，起點與最高點之間的振幅 (Amplitude) 做為分析的指標。個別參與者中，計算出每個嘗試次的振幅，刪除小於  $0.02 \mu s$  振幅的嘗試次，視為雜訊 (noise)；進行範圍校正 (range correction)，去除個別差異的影響 (見公式五)，並將資料進行根號轉換，校正正偏 (positive skewness)，以符合常態分配(Dawson et al., 2007)。膚電反應再根據回饋分為酬賞後或損失後，平均刪除雜訊後剩餘的膚電反應，計算出每位參與者在三種學習情境下，不同回饋後的膚電反應。對於刪除雜訊並平均後，缺少資料的參與者，以變數平均數進行遺漏值置換。

$$\frac{SCR - SCR_{\min}}{SCR_{\max} - SCR_{\min}} \quad \text{公式五}$$

## 肆、 相關與回歸分析

將行為表現、模型參數與膚電反應，與人際反應量表分數進行相關分析。為了控制個人的學習能力，行為表現與模型參數使用的指標為，將觀察他人減去觀察電腦的差異值。膚電反應在資料處理階段已經過範圍校正，去除個人差異，因此直接使用觀察他人與觀察電腦的原始值。

## 第七節 結果

### 壹、 行為表現

先以卡方檢定檢驗參與者於三種學習情境下的學習狀況，作業中，若整體正確正確率超過.5，代表參與者學習成功。自身學習情境、觀察他人情境與觀察電腦情境的成功學習的參與者比率分別為.9、.7與.9， $\chi^2(2, N=30)=5.58$ ， $p=.056$ ，趨近顯著。顯示三種學習情境下的學習狀況不同（圖二）。

置圖二於此

進行三因子完全參與者內變異數分析（Analysis of Variance，ANOVA），參與者內因子為區間（三個區間）、學習情境（自身學習、觀察他人和觀察電腦）與表現類型（正向或負向）。研究所關心之學習情境主效果（ $F(2, 36)=0.80$ ， $p=.46$ ）或學習情境與表現類型交互作用（ $F(2, 36)=0.09$ ， $p=.92$ ）皆未顯著，亦未有其他主效果或交互作用顯著（所有  $F$  皆小於 1）（圖三）。

置圖三於此

### 貳、 增強學習模型

Q-learning 模型適配後的參數見表一，三種情境適配後的 Q 值見圖四。以學習速率進行二因子完全參與者內 ANOVA，參與者內因子為學習情境（自身學習、



觀察他人和觀察電腦)與表現類型(正向或負向)。研究所關心之學習情境主效果 ( $F(2, 36)=1.76, p=.19$ ) 或學習情境與表現類型交互作用 ( $F(2, 36)=0.06, p=.94$ ) 皆未顯著, 表現類型主效果亦未顯著 ( $F(1, 18)=0.49, p=.50$ ) (圖五)。接著以決策變異性進行單因子完全參與者內 ANOVA, 參與者內因子為學習情境 (自身學習、觀察他人和觀察電腦), 學習情境主效果未顯著 ( $F(2, 36)=0.62, p=.55$ )。



### 參、 膚電反應

進行二因子完全參與者內 ANOVA, 參與者內因子為學習情境 (自身學習、觀察他人和觀察電腦) 與回饋 (正向或負向)。研究所關心之學習情境主效果 ( $F(2, 58)=0.95, p=.39$ ) 或學習情境與回饋交互作用 ( $F(2, 58)=2.16, p=.13$ ) 皆未顯著, 回饋主效果亦未顯著 ( $F(1, 29)=1.52, p=.23$ ) (圖六)。

-----  
置圖六於此  
-----

#### 肆、 相關與回歸分析

將行為表現、模型參數與膚電反應，與人際反應量表分數進行相關分析，檢驗個人同理心特質是否調節觀察學習機制。行為部分，後期學習的第三區間觀察他人與觀察電腦的負向學習表現差異值與同理關懷有顯著正相關 ( $r(17)=.49$ ,  $p=.032$ ) (圖七)。

-----  
置圖七於此  
-----

模型參數部分，觀察他人與觀察電腦的負向學習速率差異值與同理關懷有顯著負相關 ( $r(17)=-.56$ ,  $p=.012$ ) (圖八)，決策變異性與個人憂傷有顯著負相關 ( $r(17)=-.58$ ,  $p=.01$ )。

-----  
置圖八於此  
-----

行為表現與模型參數中，有許多參與者的差異值為 0，為了排除離群值造成相關顯著影響，以穩健回歸 (Robust regression) 進行檢驗。穩健回歸結果與原本的最小平方法 (Least squares) 結果相似，行為表現 ( $r(17)=.52$ ,  $p=.036$ )

與學習速率 ( $r(17)=-.43, p=.048$ ) 分別與同理關懷有顯著相關，決策變異性與個人憂傷有顯著負相關 ( $r(17)=-.59, p=.002$ )。

為了釐清學習速率和決策變異性與行為表現的關係，進行回歸分析，以三個模型參數差異值（正向學習速率、負向學習速率和決策變異性）為獨變項，分別以學習表現穩定的第三區間正向或負向學習表現差異值為依變項。正向學習表現結果顯示，回歸解釋的變異量未達顯著 ( $R^2=.20, F(3, 15)=1.23, p=.34$ )。負向學習表現結果顯示，回歸解釋的變異量達顯著 ( $R^2=.47, F(3, 15)=4.37, p=.021$ )，負向學習速率顯著預期負向學習表現 ( $\beta=-.62, t(15)=-3.15, p=.007$ )，正向學習速率與決策變異性未顯著（所有  $p$  皆大於.33）。回歸結果顯示，只有學習速率與行為表現相關。

膚電反應部分，觀察他人負向回饋後膚電反應與個人憂傷分數有顯著正相關 ( $r(28)=.37, p=.04$ )，當分數越高時，膚電反應越大（圖九）。

置圖九於此

## 第八節 討論

實驗一中，改善了過去研究的限制，去除了順序效果、經驗不對稱與非單純的觀察學習的混淆因素，比較了自身學習、觀察他人與觀察電腦三種學習情境。結果顯示，觀察學習中，如同過去研究，都能學習到做出正確的決策(Bellebaum et al., 2010; Bellebaum et al., 2012; Burke et al., 2010; Cooper et al., 2012; Kobza et al., 2011; Nicolle et al., 2011)，但行為表現、膚電反應和學習速率與自身學習皆無差異。

從相關分析中可發現，同理心對於觀察學習的調節。行為與學習速率部分，

透過觀察他人與觀察電腦的差異值，控制個人觀察學習能力，差異即為同理他人情緒的影響。同理關懷為當觀察他人處於負向經驗中，自己為他人感到溫暖、同情與關懷的傾向，分別與觀察他人與觀察電腦的負向學習速率差異值和第三區間觀察他人與觀察電腦的負向學習表現差異值有負相關與正相關。相較於電腦，觀察對象為人類時，可以感受到他人的情緒，同理關懷越高，越能感受他人的情緒，在最後一個區間已成功學習時，負向學習表現較好。學習速率反應新近回饋對於期望的調整，學習速率越小，參與者對於期望調整越少(Yechiam, Busemeyer, Stout, & Bechara, 2005)。由於實驗將訓練階段與測驗階段分開，訓練階段中調整的期望是為了之後測驗階段的選擇，學習速率小才能在經歷多個嘗試次後調整至適當的期望，因此行為與學習速率為負相關(Frank et al., 2007)。決策變異性越小，參與者越會使用學習的經驗 (exploit)，選擇期望值最大選項的機率高，決策變異性越大，越會探索其他選項(explore)，提高選擇期望值最大以外選項的機率(Daw, O'Doherty, Dayan, Seymour, & Dolan, 2006)。雖然決策變異性參數差異值與個人憂傷有負相關，但經由回歸分析結果顯示，決策變異性與行為表現無關，只有學習速率可預測行為表現。膚電反應部分，個人憂傷為當觀察到他人處於負向經驗中，自己引發的負向情緒狀態，與觀察他人負向回饋膚電反應有正相關。過去研究顯示，同理他人痛覺感受時，會引發較大的膚電反應(Hein, Lamm, Brodbeck, & Singer, 2011)。越能同理到他人接受負向回饋時的感受，自身亦會引發較大的膚電反應。

三種學習情境中，參與者的學習狀況有些差異，自身學習（90%）與觀察電腦學習情境（90%）的學習成功率皆很高，觀察他人學習情境的學習成功率較低（70%）。自身學習情境中，參與者可以自己選擇符號，以最適合自己的方式進行學習，因此學習成功率較高。然而，同樣為觀察情境，觀察電腦與觀察他人的學習成功率並不同，觀察電腦時，參與者被告知電腦將隨機選擇一個符號，觀察他人時，參與者被告知觀察到他人過去的選擇過程。實驗中，為了改善過去的研

究限制，參與者會觀察到每個符號被選擇次數相同，避免因為觀察到優勢選項被選擇較多次，而模仿選擇較多次優勢選項。觀察他人的學習成功率較低可能有兩個原因：一為參與者知道電腦的選擇是隨機的，認為選擇每個符號次數相同是合理的。而觀察到他人選擇每個符號次數相同時，可能會對於對方的選擇感到困惑，影響了部分參與者的學習。二為在觀察他人學習情境中，參與者觀察到的是表現不好的對象，並未選擇優勢選項多次，選擇每個符號次數相同。參與者依然還是有模仿的行為，模仿著表現不好的決策者，因此影響了部分參與者的學習。雖然參與者有模仿的行為，但模仿所造成的影響只會傾向每個符號選擇次數相同，若選擇優勢選項較多次，是單純透過回饋學習的結果，釐清過去研究中，參與者的行為表現同時受到回饋學習與模仿選擇優勢選項的影響。

資料分析時，排除了任何一個學習情境未成功學習的參與者，可減低上述兩個原因所造成觀察電腦與觀察他人學習狀況不同的影響。從 ANOVA 結果並未顯示觀察電腦與觀察他人的差異，亦排除學習狀況不同的影響。實驗進行時，觀察電腦與觀察他人所接受到的畫面是相同的，只透過實驗前的指導語，操弄參與者處於的學習情境不同。實驗中並未給予參與者主觀評分的問題，檢驗參與者是否對於兩種觀察情境認知不同。然而，相關結果顯示，觀察他人與觀察電腦的差異會受到同理心的調節，觀察他人與觀察電腦學習情境的影響不同，參與者的確有受到不同觀察學習情境的操弄。

實驗結果並未發現三種學習情境的差異，可能原因是參與者變異大，受同理心影響。相關分析顯示，觀察學習的情境中，當觀察對象是人類時，情緒性同理心會調節觀察學習的機制，越同理他人的負向情緒，會引發自身的負向情緒，亦會影響到學習的機制。雖然只有相關的結果，實驗一改善過去研究限制，驗證了同理的情緒會調節觀察學習中的負向學習歷程。負向學習會受到影響。

實驗一存在著幾個限制：(1) 三種學習情境的學習狀況有些差異，觀察他人的學習情境下，成功學習到正確決策的參與者比率較少，可能觀察他人的學習需

要更多的學習次數才能學習成功。(2) 人際反應量表的情緒性同理心只能測量到同理他人負向情緒的程度，未能測量到同理他人正向情緒的程度，因此只顯示了情緒性同理心對於觀察他人負向回饋後的影響，同理心對於正向學習的影響尚待釐清。(3) 同理心對於觀察學習的調節作用，只透過量表的量測方式，為相關結果，無法推論因果關係。另外，量表所測量到的為個人同理心特質，與作業無直接關係。

實驗二中，將增加學習的次數。操弄同理他人程度的高低，回饋呈現時，伴隨著他人的情緒臉孔或中性臉孔，預期呈現情緒臉孔時，會引發較高的同理程度。情緒臉孔分成開心與失望臉孔，分別伴隨著正向與負向回饋出現，可釐清人際反應量表無法測量到的正向情緒同理。透過實驗操弄，亦直接引發與作業相關的不同同理程度。透過這些改善，將在實驗二中檢驗同理心對於觀察學習的因果關係，並檢驗是否只有負向學習會受到同理心影響。

## 第三章 實驗二

### 第一節 參與者資料

實驗二總共 33 位參與者，男性 18 位，女性 16 位，平均年齡 21.77 歲，標準差 2.09 歲。實驗前，參與者了解會根據表現積分給予額外的表現獎金，但未被告知積分轉換獎金的方式。實驗結束後，給予每位參與者新台幣 350 元的基本參加費與新台幣 0-100 元的表現獎金。資料分析時，避免參與者未學習成功，若有其中一種學習情境作業正確率未達.5 或是模型適配未大於隨機選擇的基準模型，該參與者資料不納入分析。資料分析時，避免參與者未學習成功，若有其中一種學習情境作業正確率未達.5 或是模型適配未大於隨機選擇的基準模型，該參與者資料不納入分析，最後剩餘 24 位參與者，男性 12 位，女性 12 位，平均年齡 21 歲，標準差 2.11 歲。

## 第二節 實驗設計與作業

實驗中皆為觀察他人的學習情境，操弄回饋是否伴隨他人情緒的傳達，分為情緒臉孔情境與中性臉孔情境。學習情境為參與者內設計，學習情境的順序在參與者間採用對抗平衡，每位參與者皆會經歷兩種學習情境，但經歷的先後順序不同。

作業同實驗一，使用機率選擇作業的修改版（實驗指導語見附錄三），過程中會看到六個符號，每個符號代表不同的酬賞機率，分別為 6/7、5/7、4/7、3/7、2/7 和 1/7，回饋為 +5 或 -5。刺激組合會以兩個符號配對的方式呈現，符號的酬賞機率為獨立，回饋不與配對的另一個符號相關。例如：當一個符號的結果為加分時，另一個符號可能為加分或減分。酬賞機率高的符號被選擇後，會有較多次的加分與較少次的減分；相反地，酬賞機率低的符號被選擇後，會有較少次的加分與較多次的減分。

機率選擇作業分為兩種階段：訓練階段與測驗階段。訓練階段中，會呈現回饋。只使用三組符號配對，同樣將機率相近的符號進行配對，分為高機率（6/7-5/7）、中機率（4/7-3/7）與低機率（2/7-1/7）。測驗階段中，不會呈現回饋。使用所有的配對，總共十五組，6/7-5/7、6/7-4/7、6/7-3/7、6/7-2/7、6/7-1/7、5/7-4/7、5/7-3/7、5/7-2/7、5/7-1/7、4/7-3/7、4/7-2/7、4/7-1/7、3/7-2/7、3/7-1/7 與 2/7-1/7。

實驗總共進行兩場作業，一場作業為一種學習情境。兩種學習情境的差異在於訓練階段會以不同的方式進行學習，但測驗階段的進行方式皆為相同。實驗刺激使用 12 種符號：Γ、Δ、Θ、Ξ、Π、Σ、Υ、Φ、Ψ、Ω、※與&，隨機分派至兩場作業中，一場作業使用的符號與對應的機率不會改變。一場作業分為兩個區間，每個區間包含 126 個訓練嘗試次與 75 個測驗嘗試次，訓練階段的符號配對各出現 42 次，測驗階段的符號配對各出現 5 次。

## 置圖十於此

---

訓練階段中（圖十（a）），參與者無法任意選擇符號，將觀察到先前參加者的選擇過程，符號配對出現後，需等待對方選擇一個符號。由於兩種學習情境皆為觀察他人，無法自由選擇符號，過程中亦會記錄腦波訊號，避免動作影響腦波訊號，參與者不需選擇相同的符號。符號配對呈現後，經過 500-1500 毫秒呈現對方的選擇，選擇呈現 750 毫秒。800-1200 毫秒的全黑畫面後，呈現回饋與對方的臉孔圖片 1750 毫秒，之後呈現 1500 毫秒十字凝視點作為 ITI。測驗階段中（圖十（b）），符號配對出現後，參與者需要自己選擇一個符號，不會呈現符號的回饋，但會根據符號機率有加分或減分，影響到積分。此階段無時間限制，反應後，呈現參與者的選擇 750 毫秒，再呈現 500 毫秒 ITI 的十字凝視點。

兩種學習情境差異在於回饋部分的臉孔圖片為情緒或是中性，情緒臉孔情境中，正向回饋呈現開心臉孔，負向回饋呈現失望臉孔；中性臉孔情境中，無論正向或負向回饋皆呈現中性臉孔。臉孔圖片來自於兩位女性實驗室成員，請她們進行兩次自身學習作業，看到回饋時，分別需顯露出情緒表情或中性表情，拍攝下情緒與中性影片，之後從影片中擷取出他們看到回饋時的臉孔圖片。兩段影片各擷取出 1000 張圖片，再請兩位男性與兩位女性評定臉孔圖片為開心、失望、中性或是其他，篩選出四位評分者一致評為開心、失望或中性的圖片。最後，兩位女性分別篩選出 21 張開心臉孔、21 張失望臉孔與 42 張中性臉孔。臉孔圖片於作業中重複出現，中性臉孔情境中，無論正向或負向回饋皆出現中性臉孔，因此使用的中性臉孔數量為情緒臉孔數量的 2 倍。兩種學習情境與兩位女性的臉孔圖片的配對在參加者間採對抗平衡，一位參加者的兩場作業將觀察到不同對象的臉孔圖片，控制觀察對象不同所造成的影響。

為了確認實驗操弄是否成功，每個區間訓練階段結束，會先進行主觀評分，



再進入測驗階段。主觀評分詢問參與者八個問題，評分方式為七點量表，程度最低為1，最高為7。八個問題如下：(1) 當對方加分時，您注意對方情緒反應的程度？(2) 當對方加分時，您注意加分訊息的程度？(3) 當對方加分時，您感到開心的程度？(4) 當對方加分時，您覺得對方感到開心的程度？(5) 當對方減分時，您注意對方情緒反應的程度？(6) 當對方減分時，您注意減分訊息的程度？(7) 當對方減分時，您感到失望的程度？(8) 當對方減分時，您覺得對方感到失望的程度？

### 第三節 實驗問卷

同實驗一，使用人際反應量表測量同理心。

### 第四節 實驗流程

參與者到達後，請參與者仔細閱讀實驗同意書並簽名並填寫基本資料表。填寫完資料後，主試者說明機率選擇作業與兩種學習情境的不同。進行練習題，確認參與者沒有問題後，再進入實驗室內，進行正式實驗。實驗室內為一隔音的環境，實驗畫面將會呈現於 19 吋的 CRT 螢幕上，請參與者坐於距離螢幕 60-100 公分處，調整螢幕與座椅至最適當的位置，讓視線可以平視於螢幕正中央。向參與者說明腦波記錄儀器，裝備好腦波記錄帽於參與者頭上，並填入傳導膠至腦波記錄電極內。裝置好記錄儀器後，教導參與者以右手使用數字鍵盤在實驗中進行反應。

實驗過程中，每場作業開始畫面出現時，提醒參與者這場作業的進行方式。進入訓練階段前，提醒參與者要如何進行，以及在時間內作答，可以看到回饋。進入測驗階段前，提醒參與者要自己進行選擇，選擇一個比較可能加分的符號，不會看到回饋，但會影響到自己的積分。

實驗結束後，卸掉記錄電極後，請參與者填寫人際反應量表。最後，主試者向參與者說明實驗目的，並請參與者對於實驗內容保密，避免影響其他參與者來

參加實驗的結果。給予基本參加費與表現獎金，實驗正式結束。

## 第五節 儀器設定

腦波紀錄使用 NeuroScan 公司的 SymAmp2 系統，記錄帽使用 64 電極的 QuickCap，電極排列方式為 10-20 系統。頭上的電極外，有兩個電極安置於左右耳乳突 (mastoid)，做為後續分析的參照點；兩個電極黏貼於左右眼兩側，記錄水平眼動電位；兩個電極黏貼於左眼上下方，記錄垂直眼動電位。以 NeuroScan 公司的 Scan 4.5 軟體進行記錄與分析。記錄時，採樣頻率 (sampling rate) 為 500 Hz，濾波 (on-line filter) 設為 0.1-30 Hz，以 CZ 與 CPZ 之間的電極為參照點，所有電極電阻降至 5k $\Omega$  以下。

## 第六節 資料分析

### 壹、主觀評分

分別於情緒臉孔與中性臉孔學習情境中，平均兩個區間的主觀評分。

### 貳、行為表現

同實驗一，計算出每位參與者兩種學習情境下的正確率。

### 參、增強學習模型

同實驗一，以 Q-learning 模型進行適配，以訓練階段回饋調整符號期望，透過最大概似法，分別於兩種學習情境中，找出最能預測測驗階段行為的參數。

### 肆、腦波反應

先進行直流電校正 (DC correction)，校正腦波訊號的偏移。再進行眼動校正 (ocular artifact reduction)，校正水平與垂直眼動的影響。接著以 0.01-30 Hz 進行通過區間濾波 (Band-pass filter)。

以出現回饋為零點，切出 -200-800 毫秒的區間 (epoch)。所有區間以兩耳後乳突位置的記錄點 (M1 與 M2) 的平均值進行再參照，再以回饋前 200 毫秒內

的平均電位值做為基準零點進行基準線校正 (baseline correction)。接著進行資料排除 (artifact rejection)，以-60-60 $\mu$ V 做為保留標準，區間內的 FZ、FCZ、CZ、CPZ 與 PZ 電位值介於範圍內予以保留，否則刪除該嘗試次腦波資料。

FRN 計算採用 base-to-peak 方法，以 160 - 240ms 間的最大正值尖峰作為 FRN 的起點，之後直到 325ms 前出現的最大負值尖峰作為 FRN 的終點，FRN 定義為最大負值尖峰減去最大正值尖峰(Holroyd, Nieuwenhuis, Yeung, & Cohen, 2003)。統計分析時，根據 FRN 來源位置，採用 FZ、FCZ 與 CZ 電極電位值，並使用 Greenhouse-Geisser 方法避免違反球形假設。

## 伍、 相關與回歸分析

將行為表現、模型參數與腦波反應，與人際反應量表分數和主觀評分進行相關分析。為了控制個人的學習能力，行為表現與學習速率使用的指標為，將觀察他人減去觀察電腦的差異值。為了控制個人的評分差異，主觀評分亦使用觀察他人減去觀察電腦的差異值。

## 第七節 結果

### 壹、 主觀評分

八題主觀評分分別進行成對 t 考驗，比較情緒臉孔與中性臉孔學習情境的評分 (圖十一，詳見表二)。結果顯示，觀察到他人接受正向回饋時，對於臉孔的注意程度、自身感到開心程度與覺得他人感到開心程度皆在情緒臉孔情境大於中性臉孔情境；觀察到他人接受負向回饋時，對於臉孔的注意程度與覺得他人感到失望程度皆在情緒臉孔情境大於中性臉孔情境，然而，自身感到失望程度的差異只有趨近顯著 ( $p=.081$ )。

-----  
置圖十一於此

-----  
-----  
置表二於此  
-----

## 貳、 行為表現

先以卡方檢定檢驗參與者於兩種學習情境下的學習狀況，作業中，若整體正確正確率超過.5，代表參與者學習成功。情緒臉孔學習情境與中性臉孔學習情境成功學習的參與者比率分別為.88 與.91， $\chi^2(1, N=33)=0.16$ ， $p=.69$ ，未顯著。顯示兩種學習情境下的學習狀況相似，增加了嘗試次數後，大部分參與者可正確學習。

進行三因子完全參與者內 ANOVA，參與者內因子為區間（兩個區間）、學習情境（情緒臉孔與中性臉孔）與表現類型（正向與負向）。研究所關心之學習情境主效果( $F(1, 23)=1.95$ ， $p=.18$ )或學習情境與表現類型交互作用( $F(1, 23)=2.62$ ， $p=.12$ )皆未顯著，亦未有其他主效果或交互作用顯著（所有  $p$  皆大於.15）（圖十二）。進一步檢驗正向學習與負向學習下，同理程度不同是否有影響。結果顯示，第二區間的負向學習表現正確率在情緒臉孔情境 ( $M=.86$ ， $SE=.04$ ) 較中性臉孔情境 ( $M=.69$ ， $SE=.07$ ) 好 ( $t(23)=2.99$ ， $p=.007$ )。

-----  
-----  
置圖十二於此  
-----

## 參、 增強學習模型

Q-learning 模型適配後的參數見表二，兩種情境適配後的 Q 值見圖十三。以學習速率進行二因子完全參與者內 ANOVA，參與者內因子為學習情境（情緒臉孔與中性臉孔）與表現類型（正向與負向）。研究所關心之學習情境主效果

( $F(1, 23)=2.58, p=.12$ )或學習情境與表現類型交互作用( $F(1, 23)=2.61, p=.12$ )皆未顯著，表現類型主效果亦未顯著 ( $F(1, 23)=0.10, p=.75$ ) (圖十四)。進一步檢驗正向學習與負向學習下，同理程度不同是否有影響。結果顯示，負向學習速率在情緒臉孔情境 ( $M=.09, SE=.03$ ) 較中性臉孔情境 ( $M=.26, SE=.08$ ) 小 ( $t(23)=-2.30, p=.031$ )。接著以決策變異性進行成對  $t$  考驗，情緒臉孔情境 ( $M=.15, SE=.04$ ) 較中性臉孔情境 ( $M=.05, SE=.03$ ) 大 ( $t(23)=2.43, p=.024$ )。

置表三於此

置圖十三於此

置圖十四於此

## 肆、 腦波反應

將回饋依據符號機率區分為預期與非預期，6/7、5/7 與 4/7 的符號出現正向回饋為預期正向回饋，負向回饋為非預期負向回饋；3/7、2/7 與 1/7 的符號出現正向回饋為非預期正向回饋，負向回饋為預期負向回饋。進行四因子完全參與者內 ANOVA，參與者內因子為電極（FZ、FCZ 與 CZ）、學習情境（情緒臉孔與中性臉孔）、回饋類型（正向與負向）與預期性（預期與非預期）。

結果顯示，電極主效果顯著 ( $F(1.25, 28.80)=10.37, p=.002$ )，LSD 事後比較顯示，FZ 與 FCZ 彼此無顯著差異 ( $p=.81$ )，FZ ( $M=-7.01, SE=.78, p<.001$ ) 與 FCZ ( $M=-7.05, SE=.82, p=.008$ ) 電位值皆比 CZ ( $M=-6.37, SE=.82$ ) 更負向。回饋類型主效果顯著 ( $F(1, 23)=6.56, p=.017$ )，正向回饋 ( $M=-7.11, SE=0.81$ ) 比負向回饋 ( $M=-6.51, SE=0.81$ ) 更負向。預期性主效果趨近顯著 ( $F(1, 23)=4.09, p=.055$ )，非預期 ( $M=-7.06, SE=0.80$ ) 比預期 ( $M=-6.56, SE=0.82$ ) 更負向。學習情境主效果未顯著 ( $F(1, 23)<0.001, p=.99$ )，學習情境與回饋類型二因子交互作用亦未顯著 ( $F(1, 23)=0.36, p=.55$ )。

電極、學習情境與預期性三因子交互作用顯著 ( $F(1.28, 29.43)=6.48, p=.011$ ) (圖十五與圖十六)，分別在 FZ、FCZ 與 CZ 進行單純二因子(學習情境與預期性)交互作用。單純二因子交互作用在 FZ ( $F(1, 23)=0.002, p=.97$ ) 與 FCZ ( $F(1, 23)=0.65, p=.43$ ) 上並未顯著，CZ 上趨近顯著 ( $F(1, 23)=3.01, p=.096$ )。CZ 上，LSD 事後比較結果顯示，情緒臉孔情境的非預期 ( $M=-6.51, SE=0.86$ ) 與預期 ( $M=-6.28, SE=0.91$ ) 無顯著差異 ( $p=.44$ )，只有中性臉孔情境的非預期 ( $M=-6.78, SE=0.85$ ) 比預期 ( $M=-5.90, SE=0.82$ ) 更負向 ( $p=.027$ )。

由於 FZ 與 FCZ 電位較 CZ 負向，亦考驗 FZ 與 FCZ 上兩種學習情境分別的預期性效果，檢驗是否因為電極位置不同造成 CZ 上情緒臉孔情境未有預期性效果。LSD 事後比較結果顯示，FZ 上，情緒臉孔情境 ( $p=.21$ ) 與中性臉孔情境 ( $p=.13$ ) 預期效果皆未達顯著；FCZ 上，情緒臉孔情境預期效果未達顯著 ( $p=.35$ )，而中

性臉孔情境預期效果趨近顯著 ( $p=.06$ )。上述結果顯示，情緒臉孔情境中，非預期 FRN 與預期 FRN 無差異並不是由於電極位置不同造成。

-----  
置圖十五於此  
-----

-----  
置圖十六於此  
-----

前述 ANOVA 結果中，正向回饋 FRN 比負向回饋 FRN 較負向，而過去多數研究發現負向回饋 FRN 比正向回饋 FRN 較負向，本實驗與過去研究發現不一致。為了釐清原因，將回饋依據符號機率區分為高機率 (6/7 與 5/7)、中機率 (4/7 與 3/7) 與低機率 (2/7 與 1/7)，進行四因子完全參與者內 ANOVA，參與者內因子為電極 (FZ、FCZ 與 CZ)、學習情境 (情緒臉孔與中性臉孔)、回饋類型 (正向與負向) 與符號機率 (高機率、中機率與低機率)。

同樣地，電極 ( $F(1, 22, 28.08)=10.17, p=.002$ ) 主效果顯著，回饋類型 ( $F(1, 23)=6.72, p=.016$ ) 主效果顯著。回饋類型與符號機率交互作用顯著 ( $F(1, 94, 44.65)=4.27, p=.02$ ) (圖十七)，進行 LSD 事後比較，高機率符號中，正向回饋 FRN ( $M=-6.95, SE=0.80$ ) 與負向回饋 FRN ( $M=-7.20, SE=0.70$ ) 無差異 ( $p=.57$ )；中機率符號中，正向回饋 FRN ( $M=-7.51, SE=0.78$ ) 比負向回饋 FRN ( $M=-6.76, SE=0.85$ ) 更負向 ( $p=.048$ )；低機率符號中，正向回饋 FRN ( $M=-7.83, SE=0.97$ ) 比負向回饋 FRN ( $M=-6.37, SE=0.85$ ) 更負向 ( $p=.004$ )。回饋受符號機率影響，回饋發生機率越小，FRN 越負；正向回饋 FRN 隨符號機率降低而負向，

負向回饋 FRN 隨符號機率降低而越正向。由 Q-learning 模型適配出的 Q 值（圖十三）亦顯示，參與者對於符號機率的預期皆比實驗設定低，因此，回饋 FRN 受符號機率影響，預期正向回饋發生機率小，負向回饋發生機率大，造成整體正向回饋 FRN 比負向回饋 FRN 更負向。

-----  
置圖十七於此  
-----

## 伍、 相關與回歸分析

將行為表現、模型參數與腦波反應，與人際反應量表分數和主觀評分進行相關分析，惟有決策變異性與個人憂傷有顯著正相關 ( $r(22)=.41, p=.045$ )。為了排除離群值造成相關顯著影響，以穩健回歸進行檢驗，結果顯示，決策變異性與個人憂傷未達顯著相關 ( $r(22)=.22, p=.21$ )。

為了釐清學習速率和決策變異性與行為表現的關係，進行回歸分析，以三個模型參數差異值（正向學習速率、負向學習速率和決策變異性）為獨變項，分別以學習表現穩定的第二區間正向或負向學習表現差異值為依變項。正向學習表現結果顯示，回歸解釋的變異量達顯著 ( $R^2=.45, F(3, 20)=5.45, p=.007$ )，正向學習速率 ( $\beta=-.48, t(20)=-2.19, p=.041$ ) 與負向學習速率 ( $\beta=.40, t(20)=2.35, p=.029$ ) 顯著預期正向學習表現，決策變異性未顯著 ( $p=.72$ )。負向學習表現結果顯示，回歸解釋的變異量達顯著 ( $R^2=.64, F(3, 20)=12.05, p<.001$ )，負向學習速率顯著預期負向學習表現 ( $\beta=-.60, t(20)=-4.45, p<.001$ )，正向學習速率 ( $p=.10$ ) 與決策變異性未顯著 ( $p=.20$ )。回歸結果顯示，只有學習速率與行為表現相關。



## 第八節 討論

實驗二探討透過情緒臉孔與中性臉孔操弄同理他人的程度高低，檢驗同理心對於觀察學習機制的影響。主觀評分結果顯示，情緒臉孔比中性臉孔，除了自身感覺失望程度只有趨近顯著，其餘無論正向或負向情緒，對於情緒臉孔注意程度較高，自身感覺情緒程度較高，以及感覺他人情緒程度較高。無論正向或負向回饋，兩種學習情境當中，參與者對於回饋注意程度無顯著差異。透過情緒臉孔與中性臉孔成功操弄同理他人的程度，縱使情緒臉孔吸引不同的注意力，但並不影響與決策作業相關的回饋注意程度，因此學習情境間的差異是由於同理程度不同，而非回饋注意程度不同造成。

行為與學習速率延伸了實驗一結果，主觀評分顯示，無論正向或負向情緒，兩種學習情境的同理程度不同，同理程度不同只影響了負向學習，中性臉孔情境比情緒臉孔情境表現差，正向學習表現皆很好。當負向回饋伴隨著負向情緒臉孔時，同理他人程度高，自身引發較高的負向情緒，可幫助觀察學習的負向學習表現，學習速率亦較小。過去觀察學習研究中，如同實驗一，只呈現了選擇過程，未有任何情緒訊息；實驗二的中性臉孔情境雖然呈現了臉孔圖片，但亦未包含情緒訊息，這些情境當中，與過去研究結果一致，負向學習表現較差(Bellebaum et al., 2012; Nicolle et al., 2011)。情緒臉孔情境中，提供了情緒訊息，使參與者同理他人程度高，可提升負向學習表現。這樣的結果釐清並延伸了過去觀察學習研究結果，同理他人程度會影響負向學習表現。

兩種學習情境的正向或負向回饋 FRN 並無差異，顯示有無情緒臉孔不影響回饋處理機制。如同過去的研究顯示，行為與 FRN 可能會不一致，事前告訴參與者符號機率比起經驗學習的行為表現較好，但 FRN 並無差異，兩種情境中依然處理了回饋訊息(Walsh & Anderson, 2011)。FRN 顯示了學習情境與預期性的交互作用，中性臉孔情境中，如同過去研究結果，非預期 FRN 比預期 FRN 更負向(Oliveira, McDonald, & Goodman, 2007; Scheffers & Coles, 2000); 情緒臉孔情境中，

非預期 FRN 與預期 FRN 則無差異。情緒臉孔情境中，FRN 雖然無預期性的效果，但依然能夠學習到符號機率的不同，可能當同理程度高時，引發自身較高的情緒狀態，情緒系統活動增強，幫助觀察學習決策的進行。

實驗中與過去研究不一致的部分為，正向回饋 FRN 比負向回饋 FRN 更負向。從模型的 Q 值顯示，參與者對於六個符號的預期比實驗設定機率低，只有 6/7 高於 .5，5/7 與 4/7 在 .5 左右，其餘皆低於 .5。對於參與者，出現正向回饋時，為非預期正向回饋，出現負向回饋時，為預期負向回饋。非預期 FRN 會比預期 FRN 更負向(Oliveira et al., 2007; Scheffers & Coles, 2000)，從符號機率與回饋類型交互作用亦顯示，正向回饋隨酬賞機率變小，FRN 越負向，負向回饋隨酬賞機率變大，FRN 越正向，因此造成整體正向回饋 FRN 比負向回饋 FRN 更負向。

行為表現、學習速率與腦波反應未有任何與人際反應量表分數和主觀評分顯著相關，惟同實驗一與過去研究(Frank et al., 2007)，行為表現與學習速率為負相關。由於根據面臨的學習情境，參與者會有高或低的同理程度，這樣同理程度的差異為作業相關，可能與人際反應量表測量出的個人特質較無關。主觀評分部分，亦可能由於實驗直接操弄了同理程度，參與者的評分變異較小，相關分析難以顯著。另一個可能是，雖然主觀評分可以區分同理程度高低，但無法反應出參與者同理程度的個別差異，後續研究可使用其他神經生理測量，檢驗是否能反應同理程度的不同。

實驗二亦分析了增強學習模型中的決策變異性參數，結果顯示情緒臉孔情境比中性臉孔情境的參數值大。相關結果顯示與實驗一不一致的結果，實驗一中，決策變異性的觀察他人與觀察電腦差異值與個人憂傷為負相關；實驗二中，決策變異性的情緒臉孔情境與中性臉孔情境的差異值與個人憂傷為正相關，但經過穩健回歸排除離群值影響後，無顯著相關。模型參數預測行為表現的回歸分析結果如同實驗一，決策變異性與行為表現無關，只有學習速率可預測行為表現。本研究的作業區分了經驗學習與經驗使用階段，模型參數反應了參與者經驗使用階段

的歷程。經驗使用階段中，並未獲得回饋，參與者的決策變異性參數應很小，依據學習的經驗進行決策。然而，決策變異性受到了同理心與學習情境的影響，但並未影響行為表現，本研究未著重於決策變異性差異，實驗設計無法檢驗可能的影響因素，有待後續研究釐清。

此實驗結果顯示同理程度不同會影響觀察學習，然而，亦存在幾個限制：(1) 兩種學習情境對於臉孔圖片注意力不同，無法釐清注意力的不同是否會影響觀察學習機制。若有臉孔圖片注意力的影響，應同時影響正向學習與負向學習，但兩種學習情境差異只在負向學習部分，與實驗一和過去研究發現一致，顯示臉孔圖片注意力影響較小。(2) 情緒與中性臉孔圖片來源為兩位女性，效果是否受觀察對象為女性影響。為了減少同性（內團體）與異性（外團體）對於同理心的影響 (Chiao & Mathur, 2010; Cikara, Bruneau, & Saxe, 2011)，實驗二將男性與女性人數控制相等。相同的結果是否能類推至觀察對象為男性，有待後續研究探討。

## 第四章 綜合討論

### 第一節 觀察學習的機制

生活中會面臨許多決策情境，其中有些是不確定下的決策，雖然了解決策可能的結果，但不知道結果發生的機率。這種決策需要經由不斷的進行決策，獲得結果，以學習到做出適當的決策。增強學習理論可以解釋不確定下的決策歷程，根據對於選項的期望進行決策，再藉由結果與期望的差異，調整對於選項的期望，期望越大，選擇該選項的機率越大，以幫助之後做出適當的決策 (Sutton & Barto, 1998)。自身學習中，參與者自己進行決策並獲得回饋，已有許多證據支持增強學習理論 (Abler et al., 2006; Haruno et al., 2004; McClure et al., 2003; O'Doherty et al., 2003; O'Doherty et al., 2004; Tricomi et al., 2004)。

然而，學習的經驗來源，不只可以透過自身獲得，亦可以透過觀察他人獲得。觀察學習的優點在於能避免接受到負向經驗，只需要觀察他人的經驗，之後自己

進行決策時，亦能作出適當的決策。觀察學習是被動的觀察他人決策時產生的訊息，可以觀察到他人回饋與他人動作。由於自身學習時，動作來自於本身，回饋來自於外部，學習是根據外部的回饋進行；但觀察學習時，動作亦為他人所產生，觀察者可依賴的學習訊息多了他人的動作。過去許多觀察學習研究中，參與者所觀察到的是他人的真實選擇過程或是電腦模擬的選擇過程，皆觀察到優勢選項被選擇較多次(Bellebaum et al., 2010; Bellebaum et al., 2012; Burke et al., 2010;

Cooper et al., 2012; Nicolle et al., 2011)。若只考慮他人回饋，未考慮他人動作的影響下，所得到的結果可能會有偏誤。單純只有觀察到他人動作時，參與者會模仿他人動作，由於會觀察到優勢選項被選擇較多次，亦能學習到適當的決策(Burke et al., 2010)。本研究中，參與者觀察到配對的兩個符號被選擇次數相同，不因為他人動作對於符號產生偏好，只根據他人回饋進行機率學習。如同許多觀察學習研究(Bellebaum et al., 2010; Bellebaum et al., 2012; Burke et al., 2010; Cooper et al., 2012; Kobza et al., 2011; Nicolle et al., 2011)，本研究在控制他人動作的影響下，參與者亦能透過觀察他人回饋進行學習，在後續無回饋的測驗階段中作出適當的決策。

他人動作對於觀察學習的影響並不在本研究範疇內，但許多研究已顯示，人們會受到外在訊息的引導而產生選擇偏誤。單獨觀察到他人動作亦能作出適當的決策(Burke et al., 2010)；若給與參與者選擇指示，指示來自於另一位建議者(Biele, Rieskamp, & Gonzalez, 2009; Biele, Rieskamp, Krugel, & Heekeren, 2011)或是來自於實驗者(Doll, Jacobs, Sanfey, & Frank, 2009; Walsh & Anderson, 2011)，無論指示的是正確或錯誤的決策，參與者的決策會較依循指示，造成選擇偏誤，作出適當或不適當的決策。未來研究可同時探討他人動作與他人回饋，釐清觀察學習的機制。

本研究著重於探討觀察他人回饋對於觀察學習機制的影響，結果顯示，觀察時會鏡像他人回饋，產生與自身學習相似的處理機制，學習歷程符合增強學習理

論，並會因為觀察他人回饋而產生膚電反應或 FRN。過去研究亦支持觀察學習與自身學習有相似的機制，根據觀察到的回饋，會產生 FRN(Bellebaum et al., 2010; Fukushima & Hiraki, 2006, 2009; Itagaki & Katayama, 2008)，亦會與預期比較產生預期錯誤，活化紋狀體(Bellebaum et al., 2012; Burke et al., 2010; Cooper et al., 2012)；探討觀察學習的目標導向 (goal-directed) 或習慣 (habitual) 決策中，亦顯示與自身學習相似的機制，目標導向決策與前尾狀核 (anterior caudate nucleus) 有關，習慣決策與後尾狀核 (posterior caudate nucleus) 有關(Liljeholm, Molloy, & O'Doherty, 2012)。處理觀察的回饋時，是透過鏡像的機制，活化與自身經歷相同經驗的系統。鏡像並無法完全的經歷他人的經驗，而是部分經歷，經驗強度上較弱，引起的情緒與動機亦較弱，引發的 FRN 較小(Bellebaum et al., 2010; Fukushima & Hiraki, 2006, 2009; Itagaki & Katayama, 2008)，處理預期錯誤的紋狀體活動亦較弱(Bellebaum et al., 2012)。

雖然學習的機制相似，但觀察學習與自身學習的決策表現不同。決策學習可分為正向學習與負向學習，正向學習為趨向選擇優勢選項，負向學習為避開選擇劣勢選項，分別與多巴胺程度的上升 (burst) 與下降 (dip) 有關。過去比較觀察學習與自身學習研究顯示，正向學習部分，兩種學習皆表現很好；負向學習部分，觀察學習表現比自身學習表現差(Bellebaum et al., 2012; Nicolle et al., 2011)。本研究改善了過去的限制，結果亦顯示，無論何種學習情境正向學習皆很好，只有負向學習表現會受到不同學習情境的影響，會受到同理心的調節。

## 第二節 了解他人的能力

觀察學習時，需要理解他人的狀態。理解他人的方法可分為兩種，一種是同理心，透過想像自身處於他人立場，以處理自身經驗相同的機制處理他人經驗；一種是心智理論 (Theory of mind)，透過自身的知識，推論他人的心智(Walter, 2012)。

本研究主要探討他人回饋對於觀察學習的影響，他人回饋為決策作業產生，

觀察者要學習的是做出正確的決策，需要理解他人經驗回饋的狀態。過程中可能會因為他人的動作，而推論他人的心智，理解為何如此選擇，然而，本研究控制了每個選項被選擇次數相同，不會觀察到他人的選擇偏好，需要推論他人心智的程度較低。觀察他人的回饋時，除了回饋的價值外，亦能觀察到他人的情緒。鏡像他人訊息的能力，會受到個人特質的影響。同理心反應的是鏡像他人情緒訊息的能力，同理心越高，觀察時，自身會引發較強的情緒狀態。

本研究顯示了決策表現會受到同理心的調節。實驗一中，與同理心的相關結果顯示，同理心問卷分數越高，觀察他人比起觀察電腦的負向學習表現越好。然而，未在觀察他人學習與自身學習比較中顯示決策表現差異，可能是由於不同情境的學習狀況不同，比起自身學習和觀察電腦學習情境，參與者在觀察他人學習情境的學習成功率較差；亦可能是參與者間個別差異大，受到個人同理心特質影響。因此，實驗二中，直接操弄同理他人程度高低，降低參與者因為個人同理心所造成的個別差異。由於實驗直接操弄同理程度，並未顯示任何與同理心問卷分數的相關，參與者在兩種學習情境處於同理程度高或低，不因為自身同理心特質而涉入不同程度的同理心。結果顯示，比起同理程度低，同理程度高時，負向學習表現較好；而兩種學習情境中，正向學習表現皆很好。本研究延伸了過去觀察學習研究結果，並驗證了只有在負向學習表現會受同理心調節。實驗一中，由於觀察他人時，參與者會認為面臨的是人類，對於觀察對象產生同理心，而面對電腦時則不會。實驗二中，同樣處於觀察他人的情境，但直接操弄了對於他人同理程度的高低。當產生同理或同理程度高時，觀察者會感受到較大的負向情緒。無論比較觀察學習與自身學習，比較觀察他人學習與觀察電腦學習，比較觀察他人學習同理程度高與同理程度低，皆可顯示，只有在負向學習表現會受到影響，當觀察者感受到較大的負向情緒時，負向學習表現會較好。

神經生理方面，亦可顯示同理心對於處理回饋的機制的調節作用。過去研究顯示，FRN 隨著同理心分數越高而越負向(Fukushima & Hiraki, 2009)。實驗一則

提供了 FRN 以外的生理指標，量測做為情緒指標的膚電反應，只有在負向學習時，觀察他人負向回饋的膚電反應會隨著同理心問卷分數越高而越大，觀察電腦並不受同理心調節。過去研究顯示觀察學習的回饋 FRN 較自身學習的回饋 FRN 小，可能是由於觀察學習感受的情緒較自身學習弱。然而，實驗二中，直接操弄了同理程度高或低，亦未顯示在回饋 FRN 在同理程度高或低的學習情境中有差異。可能的原因是，透過情緒或中性臉孔圖片操弄參與者對於他人的同理程度，將回饋與情緒兩部分分離，可能對於他人情緒有同理程度差異，回饋處理並未受到同理程度的影響。另一個可能原因是，雖然觀察學習與自身學習有情緒上的差異，不同同理程度的觀察學習情境亦有情緒上的差異，但可能差異不同，無法從過去研究結果類推本實驗結果。這些原因有待後續研究驗證，可採用其他同理操弄方式，釐清同理心對於回饋 FRN 的影響。本實驗中亦未顯示與同理心問卷分數的相關，可能是由於直接操弄了同理程度，造成作業相關的同理程度與同理心問卷量測的分數沒有相關。

然而，預期與非預期 FRN 會受到同理程度的調節，同理程度低時，如同過去研究，非預期 FRN 較預期 FRN 負向(Oliveira et al., 2007; Scheffers & Coles, 2000)；同理程度高時，無此預期性差異。雖然，同理程度高時，無法分出非預期 FRN 與預期 FRN 的差異，但依然能學習到符號機率的不同，決策表現不受影響，甚至在負向學習表現較同理程度低的學習情境好。這樣的結果，可能顯示除了回饋處理系統，有其他系統的涉入。

### 第三節 學習參與的系統

實驗二，透過情緒或中性臉孔，操弄同理程度高或低。FRN 的結果顯示了同理程度高或低在預期性效果的不同，同理程度高時，自身引發的情緒狀態亦會較強，可能會引發情緒系統的涉入，而降低回饋系統的活動。透過觀察他人以學習恐懼制約時，觀察到他人經歷電擊，知覺恐懼時，自身會有杏仁核的活動(Olsson et al., 2007)。有些研究顯示，正向預期錯誤與負向預期錯誤分別與紋狀

體與杏仁核有關(Yacubian et al., 2006)。當給與參與者催產素(Oxytocin)時，可以促進杏仁核相關的社會性增強學習作業(分別以開心和生氣臉孔作為正向和負項回饋)表現與情緒性同理心(Hurlemann et al., 2010)。這些研究結果皆顯示了，情緒系統在不同決策情境中的涉入。

在一些非回饋學習時，亦可能會有記憶系統的涉入，並與回饋系統有交互作用。Poldrack 等人(2001)的研究中，讓參與者透過回饋或是觀察配對學習，回饋學習為不斷進行選擇獲得回饋以學習，觀察配對學習則是會顯示選項與正確答案的配對。結果顯示。比起觀察配對學習，紋狀體在回饋學習時活動較大；相反地，比起回饋學習，海馬迴(hippocampus)在觀察配對學習時活動較大。分別於兩種作業中，亦可以發現紋狀體與海馬迴有負相關。另一個巴金森氏症(Parkinson's disease)病人研究顯示，比起正常人，多巴胺系統損害的病人在回饋學習表現較差，但在配對連結學習表現無差異(Shohamy et al., 2004)。上述結果顯示，紋狀體與海馬迴有競爭作用，回饋學習時，需要處理回饋，紋狀體活動較強，海馬迴活動較弱；配對連結學習時，呈現外顯性的正確答案，較需要記憶，海馬迴活動較強，紋狀體活動較弱。然而，另一個研究顯示，無論在回饋或觀察配對學習，紋狀體與海馬迴為合作作用，兩者共同活動，亦有正相關(Dickerson, Li, & Delgado, 2011)。這些研究的配對連結雖然是透過觀察所學習，但皆是直接呈現線索與正確答案，並不是透過觀察的回饋學習。過去的一個觀察學習作業亦顯示紋狀體與海馬迴的競爭作用，比起自身學習，觀察學習處理預期錯誤的紋狀體活動較低；但處理預期錯誤時，比起自身學習，觀察學習時，海馬迴活動較高(Bellebaum et al., 2012)。

#### 第四節 研究限制與未來方向

本研究為了去除他人動作造成的選擇偏誤，控制參與者觀察到每個選項被選擇次數相同。然而，真實生活中，由於人們會尋求利益最大化，會做出適當的決策，觀察者會觀察到優勢選項被選擇較多次。因此，未來研究應探討同時包含他



人動作與他人回饋時，對於觀察學習的影響，當兩者訊息有無衝突時，會如何調節觀察學習的機制。

由於本研究只著重於觀察他人回饋，以及處理他人回饋的機制，因此只探討了同理心的調節作用。未來研究若納入他人動作的訊息時，可探討心智理論對於觀察學習的影響。他人動作來自於被觀察者本身，而非觀察者需學習的決策作業，當他人有選擇偏好時，觀察者是否會推論他人的心智，理解為何做出這樣的選擇。

實驗二的同理心操弄為回饋呈現時，伴隨著情緒或中性臉孔，透過這樣的方式，將回饋與情緒分開來，是否因為這樣，造成兩種學習情境的回饋 FRN 無差異。行為結果顯示，負向學習會受到同理心的調節，是否是因為同理心的操弄方式造成？雖然，只有觀察學習的負向學習會受到影響，與過去研究和實驗一結果一致，但未來亦可以採用不同的同理心操弄方法，檢驗是否只有負向學習會受到同理心調節。觀點取替（perspective taking）會影響同理的反應，以他人觀點，想像他人的經驗時，會產生同理，而以自身觀點，想像自身處於他人的經驗時，除了同理，亦會產生個人情緒(Batson, Early, & Salvarani, 1997; Lamm, Porges, Cacioppo, & Decety, 2008)。實驗二的主觀評分中，無論是感覺自身感受或感覺他人感受，皆是同理程度高學習情境大於同理程度低學習情境，無法區分出只有感覺自身感受或只有感覺他人感受。後續研究可探討當同理的情緒會不會引發自身情緒狀態時，對於觀察學習機制的影響。

FRN 結果顯示在同理程度高或低時，預期性效果不同，可能在同理程度高時，有其他系統的涉入。由於 ERP 空間解析度差，亦只能接受到皮質神經活動電位，未能了解更深入結構的活動（如：紋狀體）。未來可透過空間解析度較佳的 fMRI，檢驗觀察學習中，是否有不同系統（如：記憶或情緒）存在，並檢驗是否根據同理程度不同，不同系統有交互作用（競爭或合作）。

## 第五節 結論

本研究改善了過去研究限制，實驗一中，收集膚電反應，檢驗自身學習、觀察他人學習與觀察電腦學習，以及透過同理心問卷探討同理心對於觀察學習的調節作用；實驗二中，直接操弄同理程度高低，探討同理心對於觀察學習的影響。結果顯示，同理心的確會影響觀察學習機制，但對於正向學習與負向學習影響不同。正向學習部分，學習趨向優勢選項，不受同理心的調節作用，觀察學習表現好；負向學習部分，學習避開劣勢選項，同理程度越高，負向學習表現越好，膚電反應亦會隨著同理程度增加而變大。FRN 結果顯示，觀察學習可能受到不同系統的影響，同理程度高時，降低回饋系統活動，提高其他系統活動，因此決策表現不受影響，此假設有待後續研究驗證。綜合實驗一與實驗二結果，本研究顯示，觀察學習的負向學習會受到同理心調節，若能在觀察學習時，提供額外的情緒訊息，提高對於他人的同理，能提高觀察學習的表現。本研究的貢獻在於，觀察學習並不必然比自身學習差，藉由提高同理他人的程度，可以幫助觀察學習的進行。

## 參考文獻

- 翁開誠. (1986). *同理心-多向度測量與相關研究*. 台北: 大洋出版社.
- Abler, B., Walter, H., Erk, S., Kammerer, H., & Spitzer, M. (2006). Prediction error as a linear function of reward probability is coded in human nucleus accumbens. *NeuroImage, 31*, 790-795.
- Bates, A. T., Patel, T. P., & Liddle, P. F. (2005). External behavior monitoring mirrors internal behavior monitoring error-related negativity for observed errors. *Journal of Psychophysiology, 19*, 281-288.
- Batson, C. D., Early, S., & Salvarani, G. (1997). Perspective taking: Imagining how another feels versus imagining how you would feel. *Personality and Social Psychology Bulletin, 23*, 751-758.
- Batson, C. D. (2009). These things called empathy: Eight related but distinct phenomena. In J. Decety & W. Ickes (Eds.), *The social neuroscience of empathy* (pp. 3-16). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bayer, H. M., & Glimcher, P. W. (2005). Midbrain dopamine neurons encode a quantitative reward prediction error signal. *Neuron, 47*, 129-141.
- Bellebaum, C., Kobza, S., Thiele, S., & Daum, I. (2010). It was not my fault: Event-related brain potentials in active and observational learning from feedback. *Cerebral Cortex, 20*, 2874-2883.
- Bellebaum, C., Jokisch, D., Gizewski, E. R., Forsting, M., & Daum, I. (2012). The neural coding of expected and unexpected monetary performance outcomes: Dissociations between active and observational learning. *Behavioural Brain Research, 227*, 241-251.
- Bernoulli, D. (1954/1738). Exposition of a new theory on the measurement of risk.

- [Specimen theoriae novae de mensura sortis]. *Econometrica*, 22, 23-36.
- Biele, G., Rieskamp, J., & Gonzalez, R. (2009). Computational models for the combination of advice and individual learning. *Cognitive Science*, 33, 206-242.
- Biele, G., Rieskamp, J., Krugel, L. K., & Heekeren, H. R. (2011). The neural basis of following advice. *PLoS Biol*, 9, e1001089.
- Burke, C. J., Tobler, P. N., Baddeley, M., & Schultz, W. (2010). Neural mechanisms of observational learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 14431-14436.
- Chang, S. W. C., Winecoff, A. A., & Platt, M. L. (2011). Vicarious reinforcement in rhesus macaques (*macaca mulatta*). *Frontiers in Neuroscience*, 5, 27.
- Chiao, J. Y., & Mathur, V. A. (2010). Intergroup empathy: How does race affect empathic neural responses? *Current Biology*, 20, R478-R480.
- Cikara, M., Bruneau, E. G., & Saxe, R. R. (2011). Us and them. *Current Directions in Psychological Science*, 20, 149-153.
- Cooper, J. C., Dunne, S., Furey, T., & O'Doherty, J. P. (2012). Human dorsal striatum encodes prediction errors during observational learning of instrumental actions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24, 106-118.
- Davis, M. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, 10, 85.
- Daw, N. D., O'Doherty, J. P., Dayan, P., Seymour, B., & Dolan, R. J. (2006). Cortical substrates for exploratory decisions in humans. *Nature*, 441, 876-879.
- Dawson, M. E., Schell, A. M., & Filion, D. L. (2007). The electrodermal system. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (3 ed., pp. 159-181). New York: Cambridge University Press.
- Dickerson, K. C., Li, J., & Delgado, M. R. (2011). Parallel contributions of distinct

- human memory systems during probabilistic learning. *NeuroImage*, *55*, 266-276.
- Dinstein, I., Hasson, U., Rubin, N., & Heeger, D. J. (2007). Brain areas selective for both observed and executed movements. *Journal of Neurophysiology*, *98*, 1415-1427.
- Doll, B. B., Jacobs, W. J., Sanfey, A. G., & Frank, M. J. (2009). Instructional control of reinforcement learning: A behavioral and neurocomputational investigation. *Brain Research*, *1299*, 74-94.
- Evans, J. S. B. T. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, *59*, 255-278.
- Frank, M. J., Seeberger, L. C., & O'Reilly, R. C. (2004). By carrot or by stick: Cognitive reinforcement learning in parkinsonism. *Science*, *306*, 1940-1943.
- Frank, M. J., Moustafa, A. A., Haughey, H. M., Curran, T., & Hutchison, K. E. (2007). Genetic triple dissociation reveals multiple roles for dopamine in reinforcement learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*, 16311-16316.
- Frith, C. D., & Singer, T. (2008). The role of social cognition in decision making. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *363*, 3875-3886.
- Fukushima, H., & Hiraki, K. (2006). Perceiving an opponent's loss: Gender-related differences in the medial-frontal negativity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *1*, 149-157.
- Fukushima, H., & Hiraki, K. (2009). Whose loss is it? Human electrophysiological correlates of non-self reward processing. *Social Neuroscience*, *4*, 261-275.
- Goldman, A. (2006). *Simulating minds: The philosophy, psychology, and neuroscience of mindreading*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Haruno, M., Kuroda, T., Doya, K., Toyama, K., Kimura, M., Samejima, K., . . . Kawato, M.

- (2004). A neural correlate of reward-based behavioral learning in caudate nucleus: A functional magnetic resonance imaging study of a stochastic decision task. *The Journal of Neuroscience*, *24*, 1660-1665.
- Hein, G., & Singer, T. (2008). I feel how you feel but not always: The empathic brain and its modulation. *Current Opinion in Neurobiology*, *18*, 153-158.
- Hein, G., Lamm, C., Brodbeck, C., & Singer, T. (2011). Skin conductance response to the pain of others predicts later costly helping. *PLoS ONE*, *6*, e22759.
- Hertwig, R., Barron, G., Weber, E. U., & Erev, I. (2004). Decisions from experience and the effect of rare events in risky choice. *Psychological Science*, *15*, 534-539.
- Holroyd, C. B., & Coles, M. G. H. (2002). The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychological Review*, *109*, 679-709.
- Holroyd, C. B., Nieuwenhuis, S., Yeung, N., & Cohen, J. D. (2003). Errors in reward prediction are reflected in the event-related brain potential. *NeuroReport*, *14*, 2481-2484.
- Hurlemann, R., Patin, A., Onur, O. A., Cohen, M. X., Baumgartner, T., Metzler, S., . . . Kendrick, K. M. (2010). Oxytocin enhances amygdala-dependent, socially reinforced learning and emotional empathy in humans. *The Journal of Neuroscience*, *30*, 4999-5007.
- Itagaki, S., & Katayama, J. (2008). Self-relevant criteria determine the evaluation of outcomes induced by others. *NeuroReport*, *19*, 383-387.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, *47*, 263-291.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, uncertainty, and profit*. New York: Sentry Press.
- Kobza, S., Thoma, P., Daum, I., & Bellebaum, C. (2011). The feedback-related

- negativity is modulated by feedback probability in observational learning. *Behavioural Brain Research*, 225, 396-404.
- Lamm, C., Porges, E. C., Cacioppo, J. T., & Decety, J. (2008). Perspective taking is associated with specific facial responses during empathy for pain. *Brain Research*, 1227, 153-161.
- Liljeholm, M., & O'Doherty, J. P. (2012). Contributions of the striatum to learning, motivation, and performance: An associative account. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 467-475.
- Liljeholm, M., Molloy, C. J., & O'Doherty, J. P. (2012). Dissociable brain systems mediate vicarious learning of stimulus–response and action–outcome contingencies. *The Journal of Neuroscience*, 32, 9878-9886.
- Markman, A. B., & Medin, D. L. (2002). Decision making. In D. L. Medin & H. Pashler (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology: Vol.2. Memory and cognitive process* (3 ed., pp. 413-467).
- McClure, S. M., Berns, G. S., & Montague, P. R. (2003). Temporal prediction errors in a passive learning task activate human striatum. *Neuron*, 38, 339-346.
- Miltner, W. H. R., Braun, C. H., & Coles, M. G. H. (1997). Event-related brain potentials following incorrect feedback in a time-estimation task: Evidence for a “generic” neural system for error detection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 788-798.
- Miltner, W. H. R., Brauer, J., Hecht, H., Trippe, R., & Coles, M. G. H. (2004). Parallel brain activity for self-generated and observed errors. In M. Ullsperger & M. Falkenstein (Eds.), *Errors, conflicts, and the brain : Current opinions on performance monitoring* (pp. 124-129). Leipzig: Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences.
- Naqvi, N. H., & Bechara, A. (2006). Skin conductance: A psychophysiological approach

- to the study of decision making. In C. Senior, T. Russell & M. S. Gazzaniga (Eds.), *Methods in mind* (pp. 103-122). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Newman-Norlund, R. D., Ganesh, S., Schie, H. T. v., De Bruijn, E. R. A., & Bekkering, H. (2009). Self-identification and empathy modulate error-related brain activity during the observation of penalty shots between friend and foe. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *4*, 10-22.
- Nicolle, A., Symmonds, M., & Dolan, R. J. (2011). Optimistic biases in observational learning of value. *Cognition*, *119*, 394-402.
- O'Doherty, J. P., Dayan, P., Friston, K., Critchley, H., & Dolan, R. J. (2003). Temporal difference models and reward-related learning in the human brain. *Neuron*, *38*, 329-337.
- O'Doherty, J. P., Dayan, P., Schultz, J., Deichmann, R., Friston, K., & Dolan, R. J. (2004). Dissociable roles of ventral and dorsal striatum in instrumental conditioning. *Science*, *304*, 452-454.
- Oliveira, F. T. P., McDonald, J. J., & Goodman, D. (2007). Performance monitoring in the anterior cingulate is not all error related: Expectancy deviation and the representation of action-outcome associations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 1994-2004.
- Olsson, A., & Phelps, E. A. (2004). Learned fear of "unseen" faces after pavlovian, observational, and instructed fear. *Psychological Science*, *15*, 822-828.
- Olsson, A., Nearing, K. I., & Phelps, E. A. (2007). Learning fears by observing others: The neural systems of social fear transmission. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *2*, 3-11.
- Poldrack, R., Clark, J., Pare-Blagoev, E., Shohamy, D., Moyano, J. C., Myers, C., & Gluck, M. (2001). Interactive memory systems in the human brain. *synthesis*, *52*,



297-314.

- Quartz, S. R. (2009). Reason, emotion and decision-making: Risk and reward computation with feeling. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*, 209-215.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, *27*, 169-192.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: Interpretations and misinterpretations. *Nature Review Neuroscience*, *11*, 264-274.
- Salzman, C. D., & Fusi, S. (2010). Emotion, cognition, and mental state representation in amygdala and prefrontal cortex. *Annual review of neuroscience*, *33*, 173.
- Sanfey, A. G., & Chang, L. J. (2008). Multiple systems in decision making. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1128*, 53-62.
- Scheffers, M. K., & Coles, M. G. H. (2000). Performance monitoring in a confusing world: Error-related brain activity, judgments of response accuracy, and types of errors. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*; *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *26*, 141.
- Schultz, W., Dayan, P., & Montague, P. R. (1997). A neural substrate of prediction and reward. *Science*, *275*, 1593-1599.
- Shamay-Tsoory, S. G., Aharon-Peretz, J., & Perry, D. (2009). Two systems for empathy: A double dissociation between emotional and cognitive empathy in inferior frontal gyrus versus ventromedial prefrontal lesions. *Brain*, *132*, 617-627.
- Shane, M. S., Stevens, M., Harenski, C. L., & Kiehl, K. A. (2008). Neural correlates of the processing of another's mistakes: A possible underpinning for social and observational learning. *NeuroImage*, *42*, 450-459.

- Shohamy, D., Myers, C. E., Grossman, S., Sage, J., Gluck, M. A., & Poldrack, R. A. (2004). Cortico-striatal contributions to feedback-based learning: Converging data from neuroimaging and neuropsychology. *Brain, 127*, 851-859.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science, 303*, 1157-1162.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1998). *Reinforcement learning*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Suzuki, S., Harasawa, N., Ueno, K., Gardner, Justin L., Ichinohe, N., Haruno, M., . . . Nakahara, H. (2012). Learning to simulate others' decisions. *Neuron, 74*, 1125-1137.
- Torriero, S., Oliveri, M., Koch, G., Caltagirone, C., & Petrosini, L. (2007). The what and how of observational learning. *Journal of Cognitive Neuroscience, 19*, 1656-1663.
- Tricomi, E. M., Delgado, M. R., & Fiez, J. A. (2004). Modulation of caudate activity by action contingency. *Neuron, 41*, 281-292.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty, 5*, 297-323.
- van Schie, H. T., Mars, R. B., Coles, M. G. H., & Bekkering, H. (2004). Modulation of activity in medial frontal and motor cortices during error observation. *Nature Neuroscience, 7*, 549-554.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of games and economic behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Walsh, M. M., & Anderson, J. R. (2011). Modulation of the feedback-related negativity by instruction and experience. *Proceedings of the National Academy*

*of Sciences, 108, 19048-19053.*

Walsh, M. M., & Anderson, J. R. (2012). Learning from experience: Event-related potential correlates of reward processing, neural adaptation, and behavioral choice. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 36, 1870-1884.*

Walter, H. (2012). Social cognitive neuroscience of empathy: Concepts, circuits, and genes. *Emotion Review, 4, 9-17.*

Weber, E. U., & Johnson, E. J. (2009a). Decisions under uncertainty: Psychological, economic, and neuroeconomic explanations of risk preference. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics: Decision making and the brain* (pp. 127-144): Academic Press.

Weber, E. U., & Johnson, E. J. (2009b). Mindful judgment and decision making. *Annual Review of Psychology, 60, 53-85.*

Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in my insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron, 40, 655-664.*

Yacubian, J., Gläscher, J., Schroeder, K., Sommer, T., Braus, D. F., & Büchel, C. (2006). Dissociable systems for gain- and loss-related value predictions and errors of prediction in the human brain. *The Journal of Neuroscience, 26, 9530-9537.*

Yechiam, E., Busemeyer, J. R., Stout, J. C., & Bechara, A. (2005). Using cognitive models to map relations between neuropsychological disorders and human decision-making deficits. *Psychological Science, 16, 973-978.*

Yeung, N., & Sanfey, A. G. (2004). Independent coding of reward magnitude and valence in the human brain. *The Journal of Neuroscience, 24, 6258-6264.*

Yu, R., & Zhou, X. (2006). Brain responses to outcomes of one's own and other's performance in a gambling task. *NeuroReport, 17, 1747-1751.*

## 附錄

附錄一：實驗一指導語。

附錄二：人際反應量表中文版。

附錄三：實驗二指導語。



## 附錄一 實驗一指導體

### 一. 決策遊戲的規則如下：

- 1) 遊戲中，會看到四個符號（如：A、B、C、D），分別有不同的獲勝機率，獲勝機率高低的符號，有較多次的加分和較少次減分；獲勝機率低低的符號則相反，有較少次的加分與較多次的減分。
- 2) 分為兩種階段：訓練階段與測驗階段。
  - a) 訓練階段：以兩個符號進行配對，總共兩組（如：AB、CD）。每次出現一組符號配對，選擇其中一個符號後，會根據對應的機率，呈現結果，可能為加分或減分。符號的結果為機率性，符號間為獨立，不會互相影響。例如：當一個符號的結果為加分時，不代表另一個符號為減分，也可能為加分或減分。
  - b) 測驗階段：也會以兩個符號進行配對，但會出現全部的配對組合，總共六組（如：AB、AC、AD、BC、BD、CD）。每次出現一組符號配對，選擇其中一個符號後，不會呈現結果，但實際上會有加分或減分，會影響到積分。
- 3) 測驗階段中，若出現未曾看過的組合時，請根據在訓練階段中對於符號的經驗，選擇一個比較可能加分的符號。
- 4) 一場遊戲中，兩階段會穿插進行，各經歷三次，但符號和對應的機率不會改變，順序如下：訓練→測驗→訓練→測驗→訓練→測驗。

二. 希望您在訓練階段中，能盡量學習各符號對應的機率，以在測驗階段中，當面臨各種配對組合時，能有較好的表現。

三. 本實驗總共會進行三場遊戲，每場遊戲都會使用不同的四個符號，三場遊戲的差異在於訓練階段以不同的方式進行學習，測驗階段的進行方式則是相同的。

四. 三場遊戲的學習方式如下：

### 1) 自身學習情境 (Self)

- a) 訓練階段：符號配對出現後，可任意選擇一個符號，但需在 2 秒內進行選擇，才會看到結果；若超過時間，則會出現「No Response」。因符號的結果是自己所選擇的，故會影響到自己的積分。請專心選擇，若超過時間，會減少積分以示懲罰。
- b) 測驗階段：符號配對出現後，任意選擇其中一個符號，符號的結果不會呈現，但實際上會有加分或減分，會影響到積分。

### 2) 觀察他人情境 (Someone)

- a) 訓練階段：無法任意選擇符號，將會觀察到先前參加者的選擇過程。符號配對出現後，請等待對方選擇一個符號，之後，請在 2 秒內選擇相同的符號，才會看到結果；選擇錯誤時，會出現「Wrong Response」；若超過時間，則會出現「No Response」。因符號的結果是先前參加者所選擇的，故只會影響對方的積分，不會影響到自己的積分。請專心選擇，若超過時間或選擇錯誤，會減少積分以示懲罰。
- b) 測驗階段：符號配對出現後，任意選擇其中一個符號，符號的結果不會呈現，但實際上會有加分或減分，會影響到積分。

### 3) 觀察電腦情境 (Computer)

- a) 無法任意選擇符號，電腦將會隨機為您選擇一個符號。符號配對出現後，請等待電腦選擇一個符號，之後，請在 2 秒內選擇相同的符號，才會看到結果；選擇錯誤時，會出現「Wrong Response」；若超過時間，則會出現「No Response」。因符號的結果是電腦幫您選擇的，故不會影響到自己的積分。請專心選擇，若超過時間或選擇錯誤，會減少積分以示懲罰。
- b) 測驗階段：符號配對出現後，任意選擇其中一個符號，符號的結果

不會呈現，但實際上會有加分或減分，會影響到積分。

五. 實驗目的是希望您能在遊戲中盡可能地累積分數。遊戲結束後，會結算您的總積分，總積分包含自身學習情境中訓練階段的分數與三場遊戲中測驗階段的積分，總積分越高可以獲得越多的獎金。

六. 若沒有問題，正式實驗前會先進行練習題，幫助您熟悉遊戲的進行。



## 人際反應量表

	非常 不符合	不 符合	不 一定	符 合	非 常 符 合
1. 我會用「心腸很軟」來形容我自己。	1	2	3	4	5
2. 當閱讀一篇有興趣的小說或故事時，我會想像若是故事中的事件發生在自己身上會有什麼感受。	1	2	3	4	5
3. 在緊急的狀況下，我容易不知所措。	1	2	3	4	5
4. 看到別人哭，我也想哭。	1	2	3	4	5
5. 當我看到別人在急難中而迫切需要幫助時，我也會跟著亂成一團。	1	2	3	4	5
6. 我有時候很難以別人的觀點去看事情。	1	2	3	4	5
7. 我很少會對一本書或一部電影，感到非常地著迷。	1	2	3	4	5
8. 我相信每一個問題都有正、反兩面，我盡量以這兩個角度去看事情。	1	2	3	4	5
9. 當處在他人情緒激動的場合，我有時會感到脆弱無助。	1	2	3	4	5
10. 看電影或戲劇時，我通常保持客觀冷靜，很少會有忘我或入迷的狀況。	1	2	3	4	5
11. 看到別人難過，我也會跟著難過，卻不知道怎麼幫他才好。	1	2	3	4	5
12. 在很緊張的情緒狀況下，我會很害怕。	1	2	3	4	5
13. 我有時候會試著站在朋友的立場去看事情，因此對他們有更多的了解。	1	2	3	4	5
14. 我常掛念著遭遇困難的親友，很想為他們做點什麼。	1	2	3	4	5
15. 假如我確定自己的看法是對的話，就不會花太多時間，去聽別人不同的意見。	1	2	3	4	5
16. 當我看到別人被欺負時，會有一種想要保護他的感覺。	1	2	3	4	5
17. 當我看到別人遭受不公平待遇時，有時候我並不會很同情他們。	1	2	3	4	5
18. 我通常不會為了別人不幸的遭遇而深感困擾。	1	2	3	4	5
19. 我很少會被電影或小說的情節，牽動自己的情緒。	1	2	3	4	5
20. 當別人遇到麻煩時，我有時候不會為他們感到難過。	1	2	3	4	5
21. 看小說時，我相當能融入情節中人物的喜怒哀樂。	1	2	3	4	5
22. 當我做一個決定以前，我會試著先瞭解別人不同的意見。	1	2	3	4	5
23. 我曾經在看完一部電影或戲劇後，感覺自己好像就是劇中的某一個角色。	1	2	3	4	5
24. 在批評別人之前，我會先設想自己若在相同處境下，會有什麼感受。	1	2	3	4	5
25. 我通常在看完電影或小說後，就將它們拋諸腦後，很少再去想它們。	1	2	3	4	5
26. 跟意見不同的人討論事情，常白花力氣，很不值得。	1	2	3	4	5
27. 生活中許多事情常常會令我很感動。	1	2	3	4	5



	非常不符合	不符合	不一定	符合	非常符合
28. 當我對別人生氣時，通常會暫時壓下怒氣，試著設身處地為他想一想。	1	2	3	4	5
29. 通常我都能很有效率地處理緊急狀況。	1	2	3	4	5
30. 對比我不幸的人，我常會對他產生一種溫柔與關懷的心情。	1	2	3	4	5
31. 遇到緊急的狀況，我會感到很緊張，很擔心。	1	2	3	4	5
32. 看一部好電影時，我可以很輕易地把自己當作是劇中的主角。	1	2	3	4	5



### 附錄三 實驗二指導語

#### 一. 決策遊戲的規則如下：

- 1) 遊戲中，會看到六個符號（如：A、B、C、D、E、F），分別有不同的獲勝機率，獲勝機率高低的符號，有較多次的加分和較少次減分；獲勝機率低低的符號則相反，有較少次的加分與較多次的減分。
- 2) 分為兩種階段：訓練階段與測驗階段。
  - a) 訓練階段：以兩個符號進行配對，總共三組（如：AB、CD、EF）。每次出現一組符號配對，選擇其中一個符號後，會根據對應的機率，呈現結果，可能為加分或減分。符號的結果為機率性，符號間為獨立，不會互相影響。例如：當一個符號的結果為加分時，不代表另一個符號為減分，也可能為加分或減分。
  - b) 測驗階段：也會以兩個符號進行配對，但會出現全部的配對組合，總共十五組（如：AB、AC、AD、AE、AF、BC、BD、BE、BF、CD、CE、CF、DE、DF、EF）。每次出現一組符號配對，選擇其中一個符號後，不會呈現結果，但實際上會有加分或減分，會影響到積分
- 3) 測驗階段中，若出現未曾看過的組合時，請根據在訓練階段中對於符號的經驗，選擇一個比較可能加分的符號。
- 4) 一場遊戲中，兩階段會穿插進行，各經歷兩次，但符號和對應的機率不會改變，順序如下：訓練→測驗→訓練→測驗。

二. 訓練階段中，不需要自己進行選擇，將會觀察到先前參加者的選擇過程，同時會觀察到先前參加者對於結果的情緒反應。測驗階段中，您將自己進行選擇。

三. 每個訓練階段結束後，會請您回答一些關於觀察過程的問題。

- 1) 當對方加分時，您注意對方情緒反應的程度？

- 2) 當對方加分時，您注意加分訊息的程度？
- 3) 當對方加分時，您感到開心的程度？
- 4) 當對方加分時，您覺得對方感到開心的程度？
- 5) 當對方減分時，您注意對方情緒反應的程度？
- 6) 當對方減分時，您注意減分訊息的程度？
- 7) 當對方減分時，您感到失望的程度？
- 8) 當對方減分時，您覺得對方感到失望的程度？

四. 本實驗總共會進行兩場遊戲，每場遊戲都會使用不同的六個符號，兩場遊戲的訓練階段中，分別會觀察到兩位參加者的選擇過程。

五. 實驗目的是希望您能在遊戲中盡可能地累積分數。遊戲結束後，會結算您的總積分，總積分包含兩場遊戲中測驗階段的積分，總積分越高可以獲得越多的獎金。

六. 若沒有問題，正式實驗前會先進行練習題，幫助您熟悉遊戲的進行。

七. 遊戲進行方式詳見說明。

- 1) 訓練階段：無法任意選擇符號，將會觀察到先前參加者的選擇過程。符號配對出現後，請等待對方選擇一個符號，之後會看到結果。因符號的結果是先前參加者所選擇的，故只會影響對方的積分，不會影響到自己的積分。
- 2) 符號配對出現後，任意選擇其中一個符號，符號的結果不會呈現，但實際上會有加分或減分，會影響到積分。

## 附表

表一：實驗一中自身學習、觀察他人學習與觀察電腦學習情境 Q-learning 模型適配參數的平均數（標準差）。

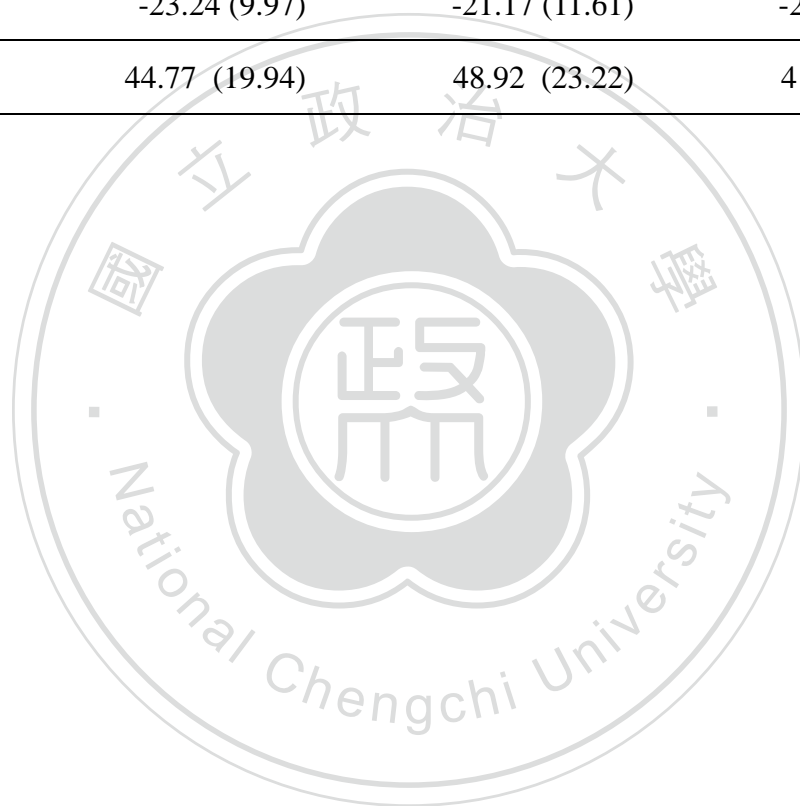
表二：情緒臉孔與中性臉孔學習情境主觀評分平均數（標準差）與 t 值

表三：實驗二中情緒臉孔與中性臉孔學習情境 Q-learning 模型適配參數的平均數（標準差）。



表一 實驗一中三種學習情境 Q-learning 模型適配參數的平均數 (標準差)

	自身學習	觀察他人	觀察電腦
$\alpha_G$	.26 (.35)	.30 (.27)	.20 (.22)
$\alpha_L$	.23 (.25)	.23 (.35)	.14 (.25)
$\beta$	.05 (.08)	.07 (.13)	.08 (.12)
MLE	-23.24 (9.97)	-21.17 (11.61)	-24.75 (12.52)
$\Delta BIC$	44.77 (19.94)	48.92 (23.22)	41.75 (25.04)

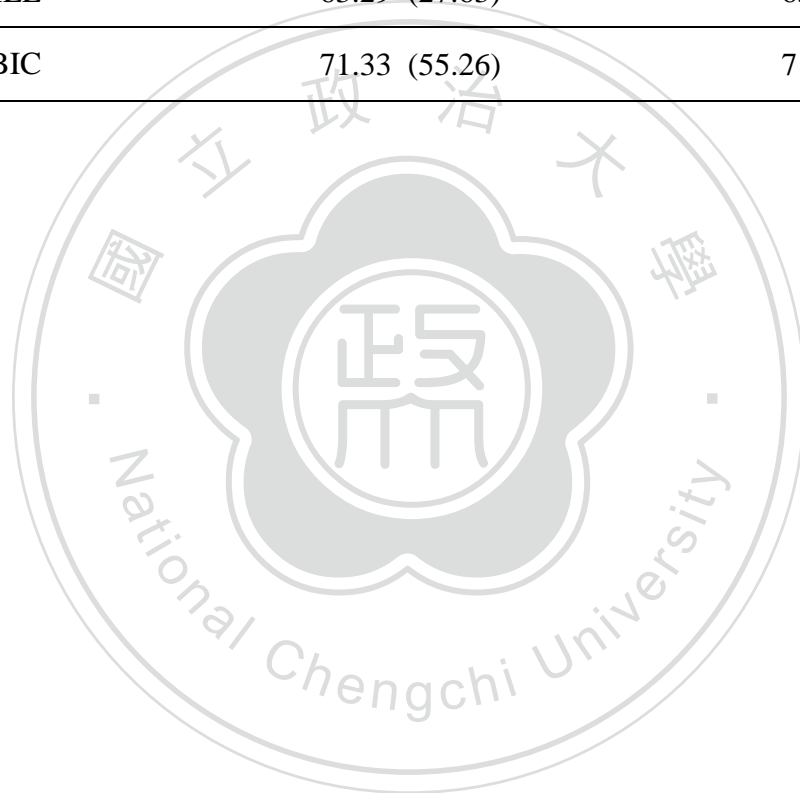


表二 兩種學習情境主觀評分平均數（標準差）與 t 值

	情緒臉孔	中性臉孔	t 值	p 值
(1)正向回饋-臉孔注意*	5.17 (1.34)	3.27 (1.41)	5.08	<.001
(2)正向回饋-回饋注意	5.85 (0.93)	5.58 (0.87)	1.97	.062
(3)正向回饋-自身開心*	4.42 (1.25)	3.69 (1.02)	2.33	.029
(4)正向回饋-他人開心*	5.81 (0.88)	2.73 (1.17)	9.61	<.001
(5)負向回饋-臉孔注意*	5.15 (1.20)	3.42 (1.30)	5.12	<.001
(6)負向回饋-回饋注意	5.50 (1.05)	5.38 (1.06)	0.66	.52
(7)負向回饋-自身失望	3.75 (1.17)	3.40 (1.02)	1.83	.081
(8)負向回饋-他人失望*	5.81 (0.84)	2.83 (1.12)	9.06	<.001

表三 實驗二中兩種學習情境 Q-learning 模型適配參數的平均數 (標準差)

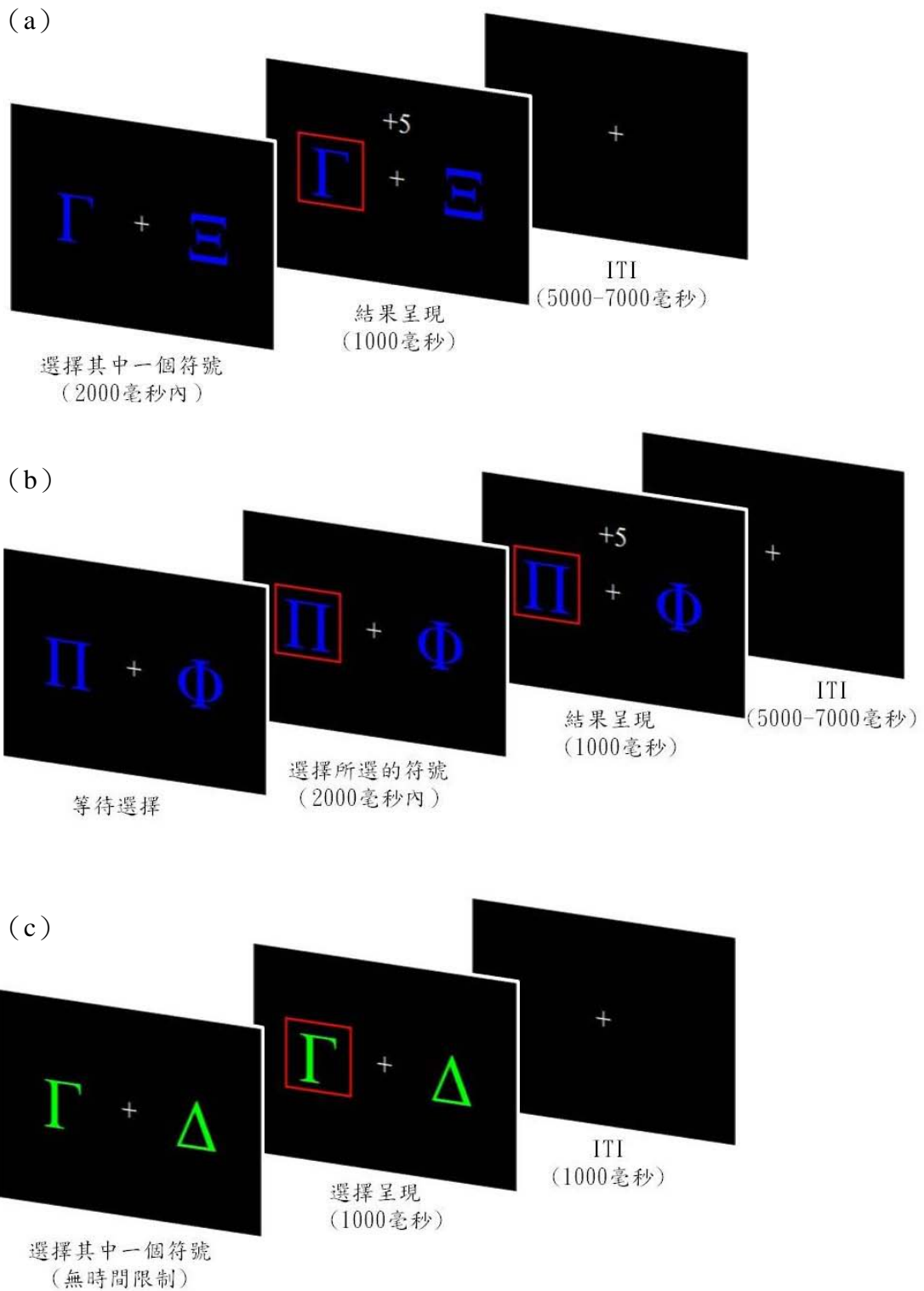
	情緒臉孔	中性臉孔
$\alpha_G$	.16 (.27)	.16 (.26)
$\alpha_L$	.09 (.17)	.26 (.37)
$\beta$	.15 (.18)	.05 (.13)
MLE	-63.29 (27.63)	-63.16 (33.33)
$\Delta BIC$	71.33 (55.26)	71.61 (66.65)



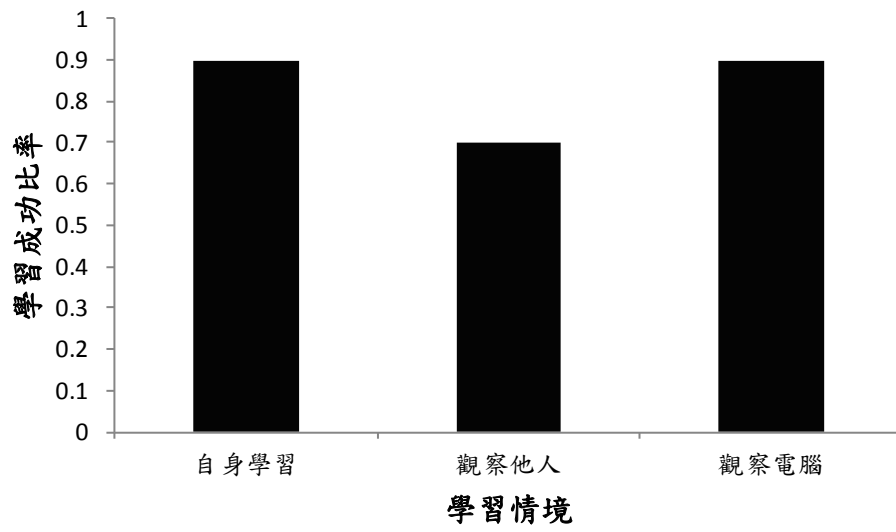
## 附圖

- 圖一： 自身學習情境與觀察學習情境的訓練階段與測驗階段。
- 圖二： 自身學習、觀察他人學習與觀察電腦學習情境參與者成功學習比率。
- 圖三： 自身學習、觀察他人學習與觀察電腦學習情境中三個區間的正向學習正確率與負向學習正確率。
- 圖四： 自身學習、觀察他人學習與觀察電腦學習情境中每個符號機率的 Q 值。
- 圖五： 自身學習、觀察他人學習與觀察電腦學習情境中的正向學習速率與負向學習速率。
- 圖六： 自身學習、觀察他人學習與觀察電腦學習情境中的正向回饋膚電反應與負向回饋膚電反應。
- 圖七： 第三區間負向學習表現差異值（觀察他人-觀察電腦）與同理關懷分數相關。
- 圖八： 負向學習速率差異值（觀察他人-觀察電腦）與同理關懷分數相關。
- 圖九： 觀察他人負向回饋膚電反應與個人憂傷分數相關。
- 圖十： 觀察學習情境的（a）訓練階段與（b）測驗階段。
- 圖十一： 情緒臉孔與中性臉孔學習情境中八個主觀評分分數。
- 圖十二： 情緒臉孔與中性臉孔學習情境中兩個區間的正向學習正確率與負向學習正確率。
- 圖十三： 情緒臉孔與中性臉孔學習情境中每個符號機率的 Q 值。
- 圖十四： 情緒臉孔與中性臉孔學習情境中的正向學習速率與負向學習速率。
- 圖十五： 情緒臉孔與中性臉孔學習情境在 FZ、FCZ 與 CZ 的預期 FRN 與非預期 FRN。
- 圖十六： 情緒臉孔與中性臉孔學習情境在 FZ、FCZ 與 CZ 的預期與非預期電位變化。
- 圖十七： 兩種學習情境在三種符號機率的正向回饋 FRN 與負向回饋 FRN。





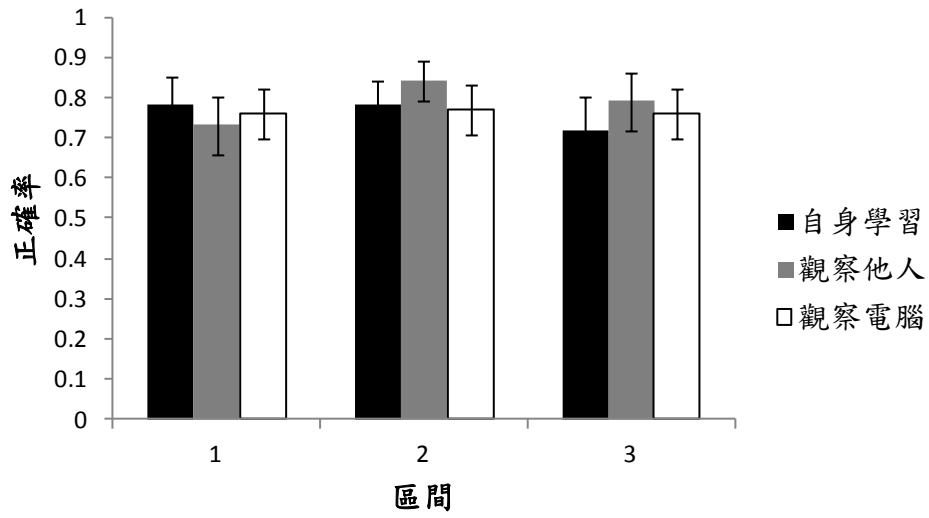
圖一 (a) 自身學習訓練階段 (b) 觀察學習訓練階段 (c) 測驗階段



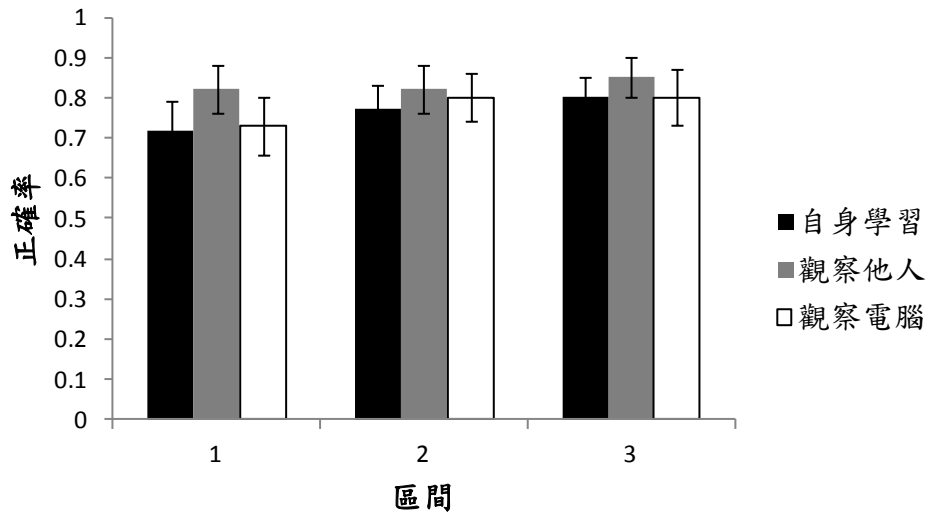
圖二 三種學習情境參與者成功學習比率



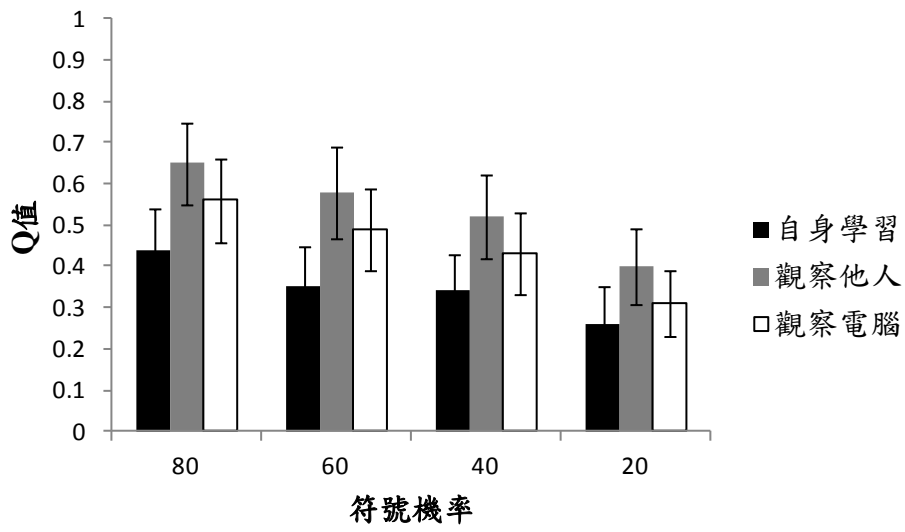
### 正向學習表現



### 負向學習表現

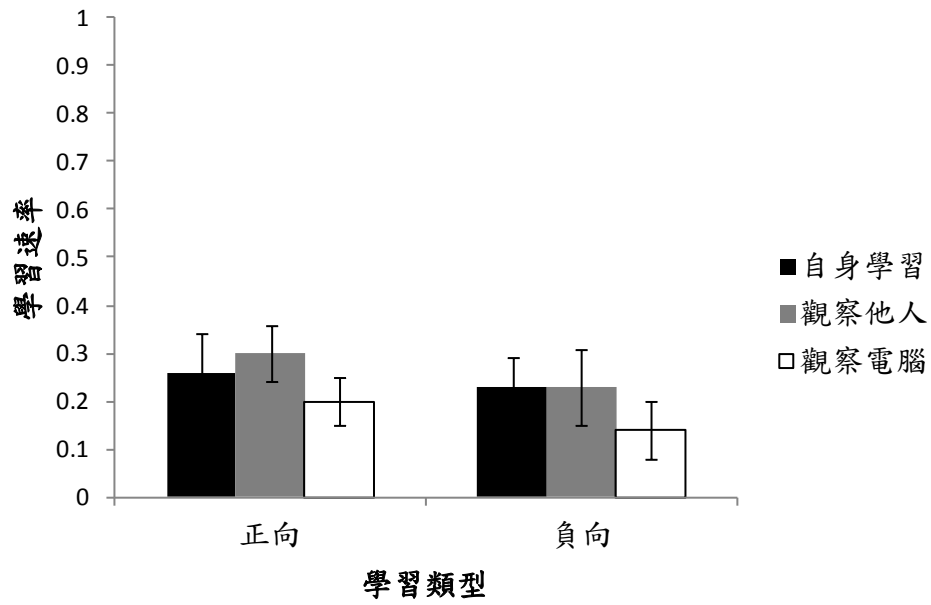


圖三 三種學習情境中三個區間的正向學習正確率與負向學習正確率



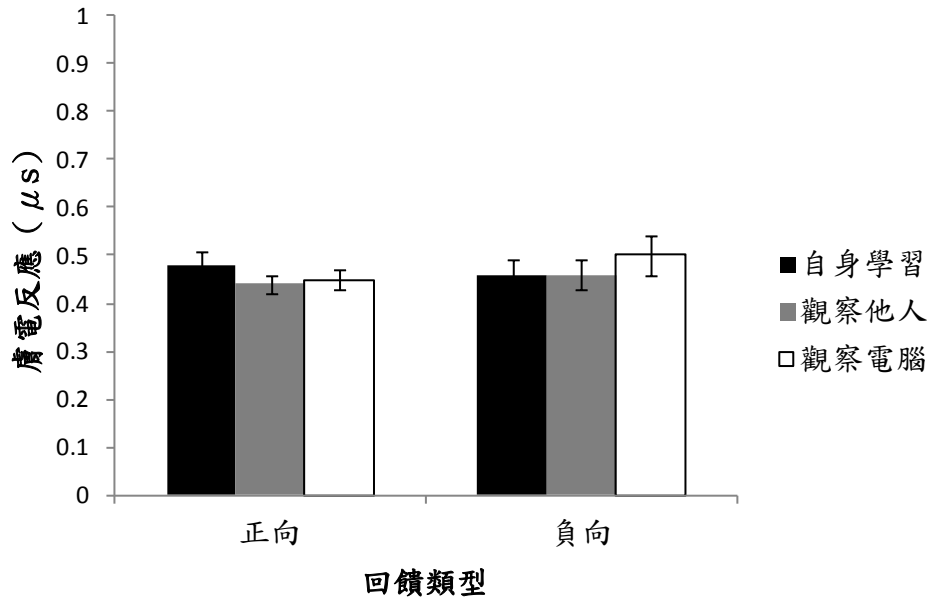
圖四 三種學習情境中每個符號機率的 Q 值





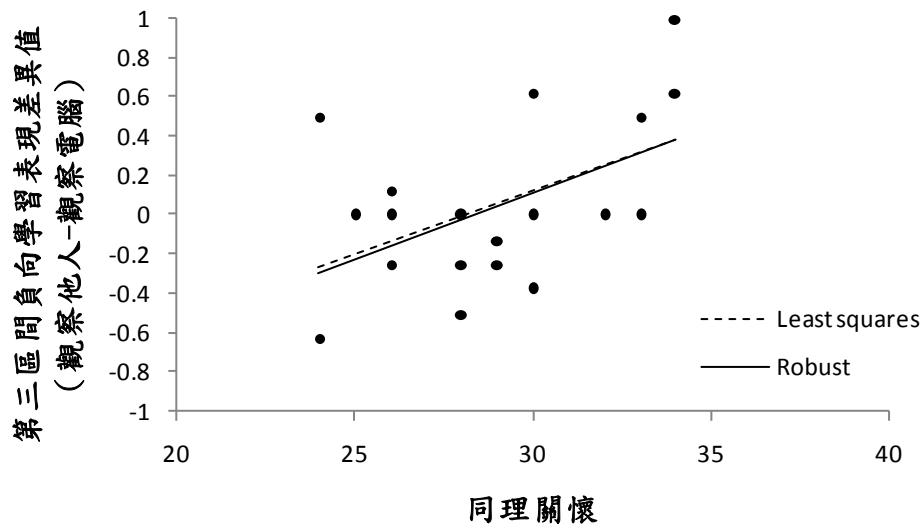
圖五 三種學習情境中的正向學習速率與負向學習速率





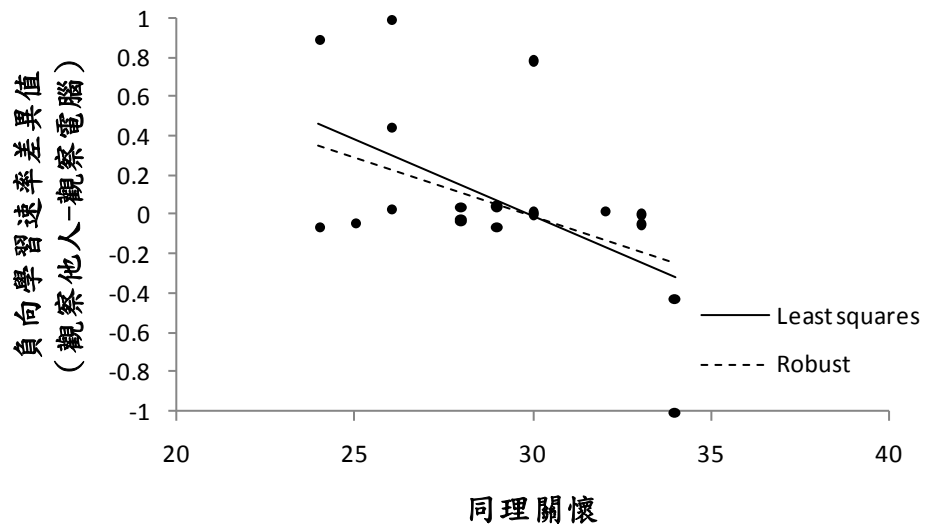
圖六 三種學習情境中的正向回饋膚電反應與負向回饋膚電反應





圖七 第三區間負向學習表現差異值（觀察他人-觀察電腦）與同理關懷分數相關

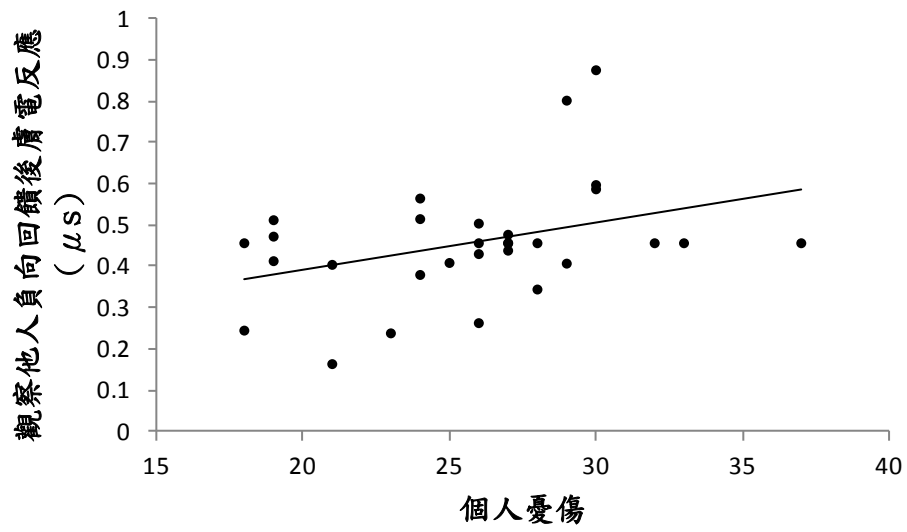




圖八 負向學習速率差異值（觀察他人-觀察電腦）與同理關懷分數相關



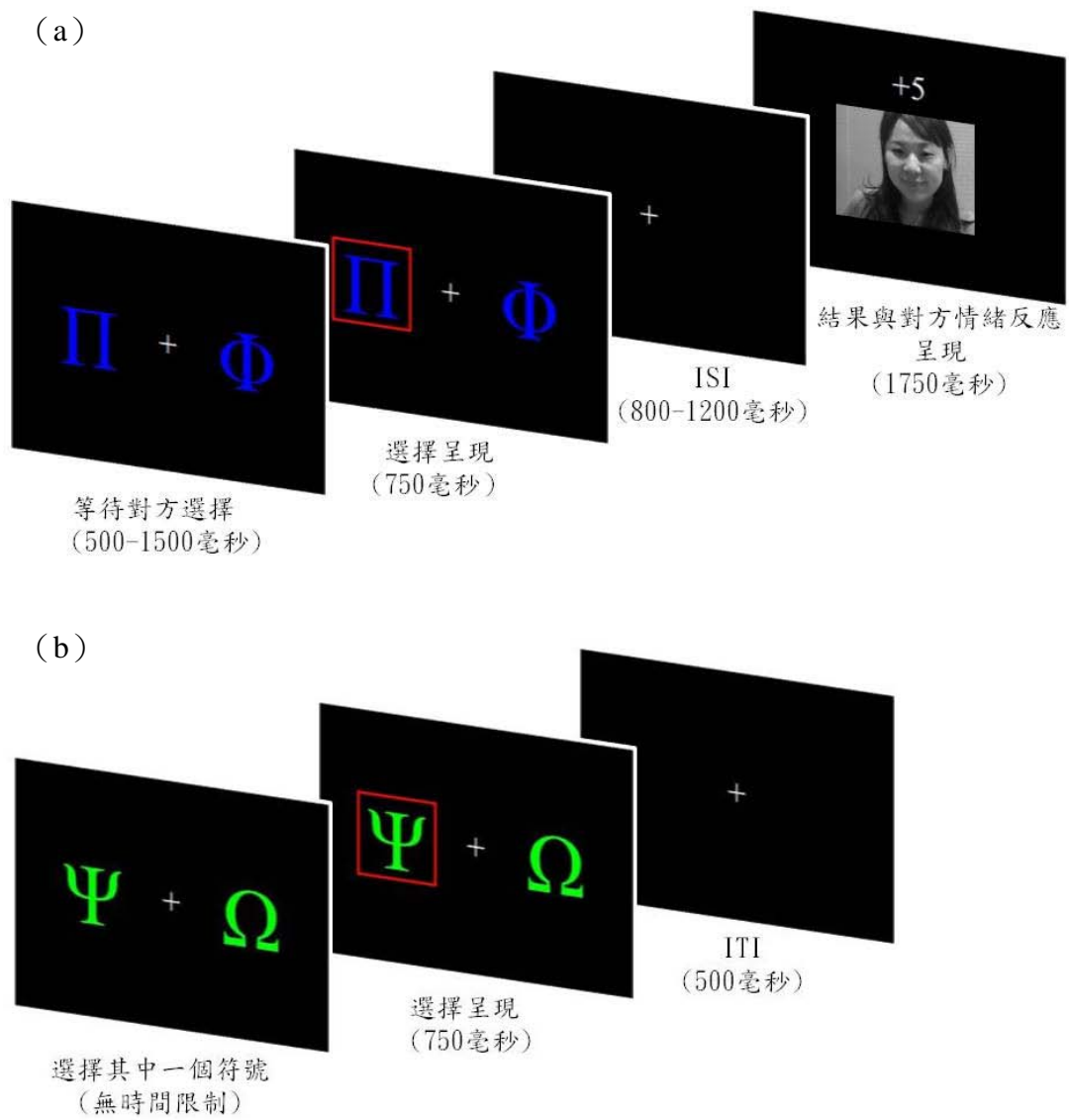




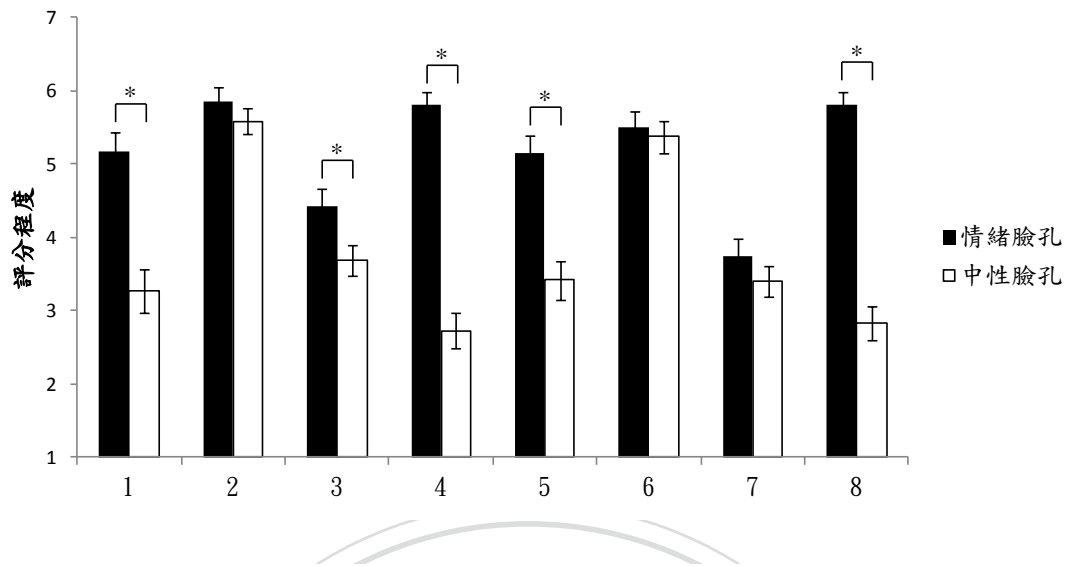
政治

圖九 觀察他人負向回饋膚電反應與個人憂傷分數相關





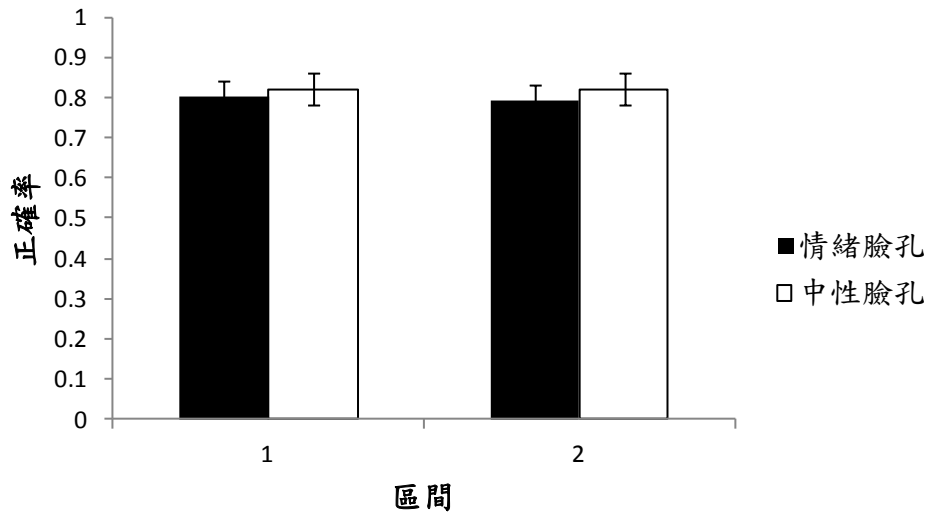
圖十 觀察學習情境的 (a) 訓練階段與 (b) 測驗階段



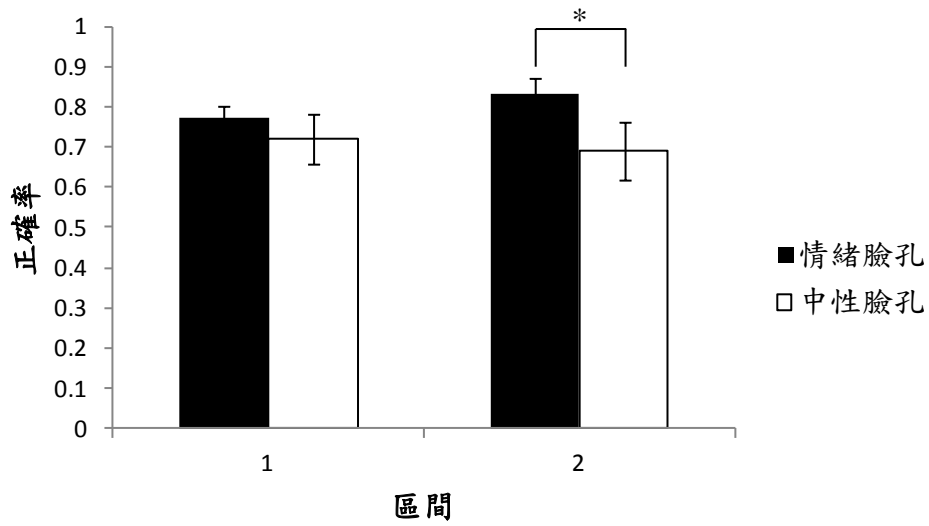
圖十一 兩種學習情境中八個主觀評分分數



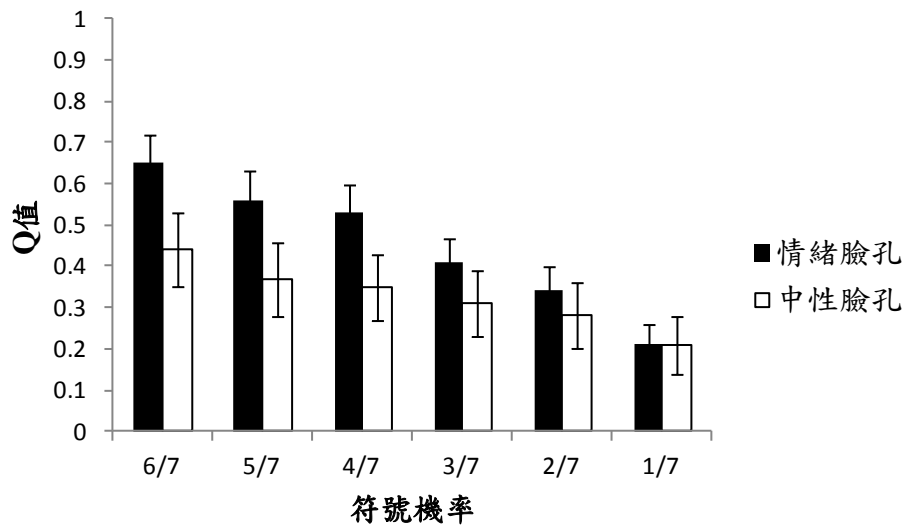
### 正向學習表現



### 負向學習表現

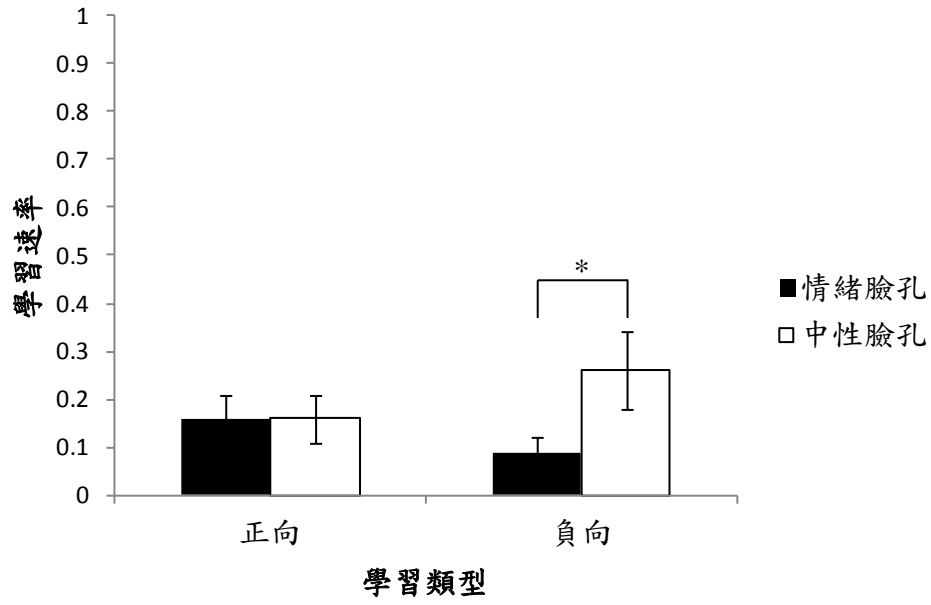


圖十二 兩種學習情境中兩個區間的正向學習正確率與負向學習正確率



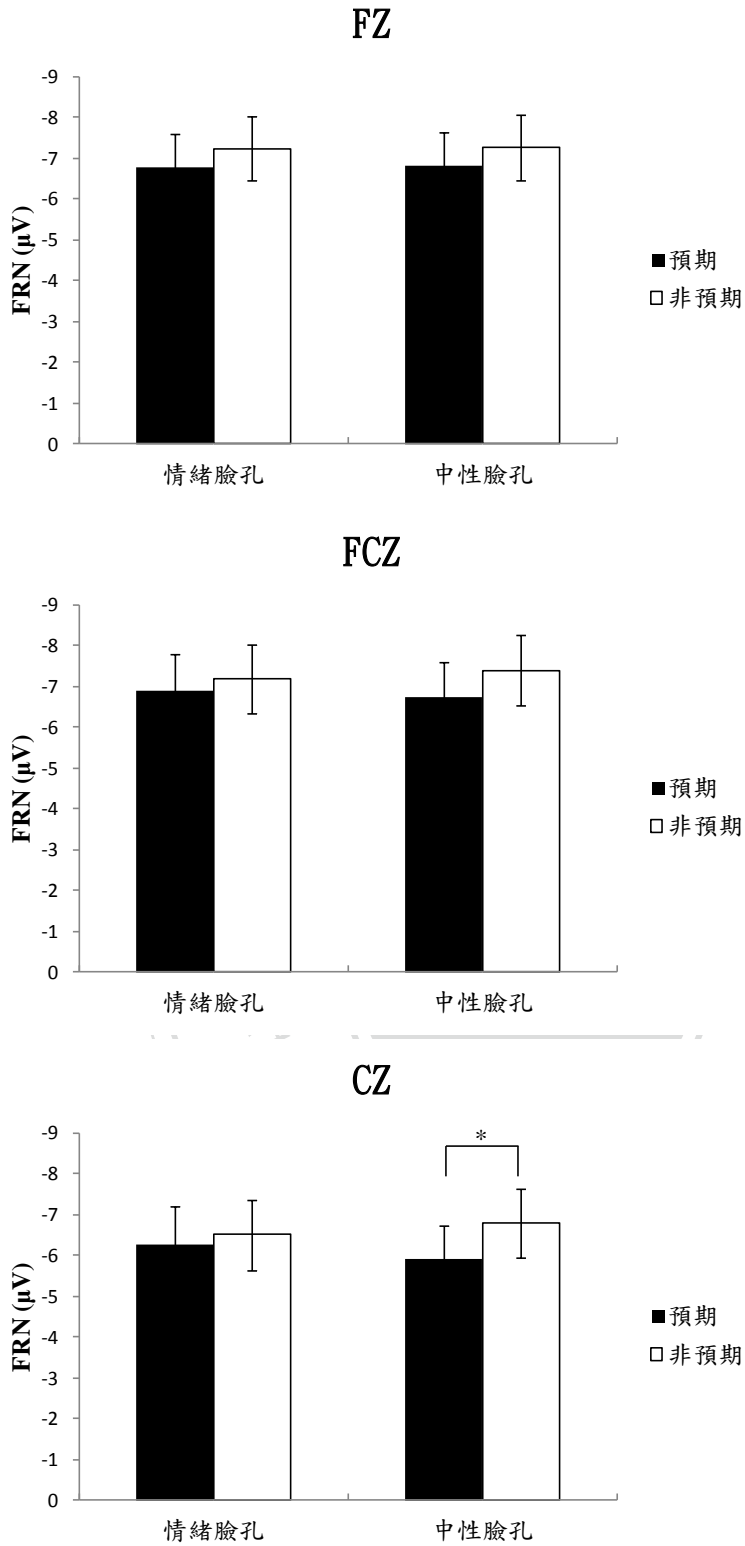
圖十三 兩種學習情境中每個符號機率的 Q 值



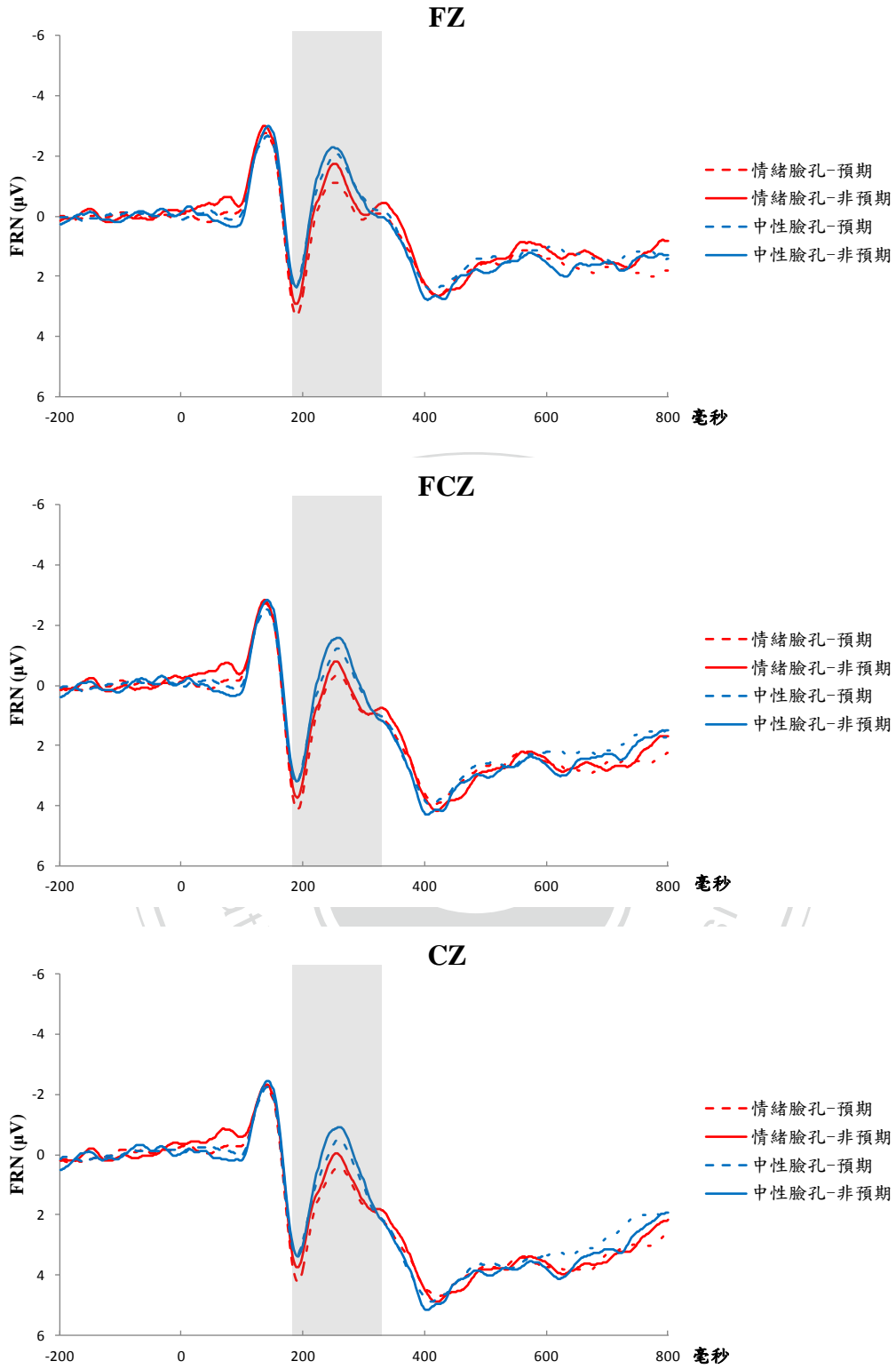


圖十四 兩種學習情境中的正向學習速率與負向學習速率



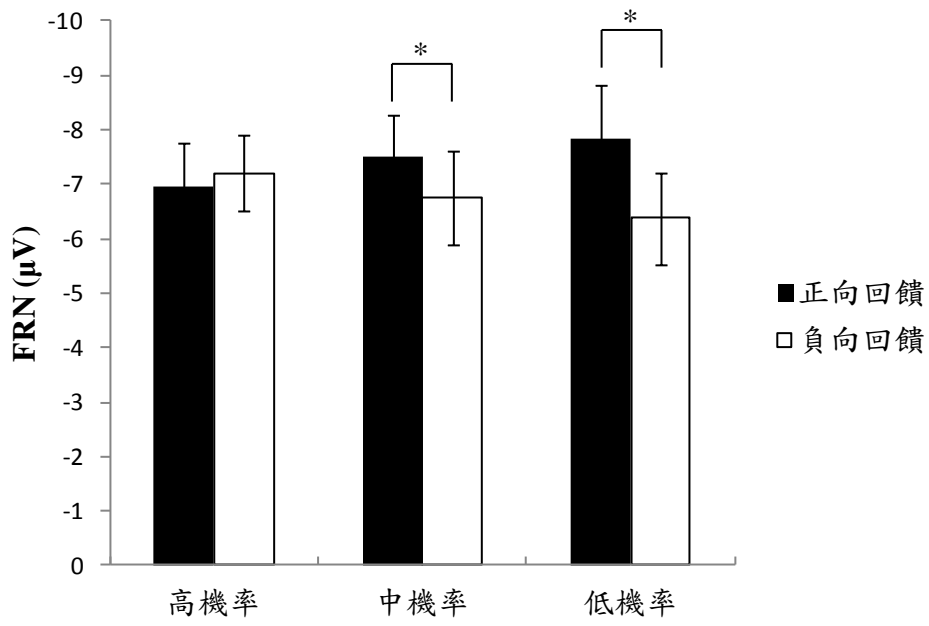


圖十五 兩種學習情境在 FZ、FCZ 與 CZ 的預期 FRN 與非預期 FRN



圖十六 兩種學習情境在 FZ、FCZ 與 CZ 的預期與非預期電位變化





圖十七 兩種學習情境在三種符號機率的正向回饋 FRN 與負向回饋 FRN

