

東海大學經濟學系碩士班
碩士論文

酒吧賽局中出席行為之實驗研究



指導老師：戴中擎 博士

研究生：林涵汝 撰

中華民國一百零二年七月

東海大學經濟學系碩士班

林涵汝所撰之碩士論文

酒吧賽局中出席行爲之實驗研究

業經本委員會審議通過

論文口試委員會委員：

廖俊雄

李青林

戴中擎

論文指導教授：

戴中擎

經濟系系主任：

廖培賢

中華民國 102 年 7 月 15 日

謝辭

首先要感謝我的論文指導教授戴中擎老師，在寫作論文的過程中，對於接觸與過往所學有所不同的學識領域，我有著許多的疑惑，老師總是很有耐心的講解，直到我能理解。在修改論文的時候，細心地給予我許多的建議，當我遭遇到困難時，老師不斷的給予指導教誨，使我受惠良多。不僅在學業上，對於生活和未來的規畫，老師也給予我許多的啟發和鼓勵，能在求學的過程中，遇到如此投入指導的老師，實屬學生之幸，讓我無限感激。

除此之外，由衷感謝口試委員廖俊雄老師和李亭林老師，在口試時對於學生觀念的澄清、論文寫作技巧與論文架構的細心指正，更提供了許多珍貴的建議，使我受益匪淺，更使得本論文臻至完善，內容更加充實，在此對兩位老師表達我衷心的感激。

在東海大學求學的日子裡，有著許多難以忘懷的回憶，感謝所上師長在學業上的教導，讓我獲益良多、增廣視野，感謝佩雯助理、雅嵐助教、曉惠助教，在各種事務上給予我許多的協助。這段時間裡，讓我結識了許多來自各地的同學，在課業上面臨報告和考試的時候，一起在研究室挑燈夜戰互相鼓勵，在生活上遭遇到困難的時候，一起在研究室傾談煩惱。在未來的人生中，不論面臨到什麼困難，當我回想起這些點滴，都能沉著冷靜、果斷勇敢的面對困難，解決問題，感謝有你們的陪伴。

最後，感謝我的家人，尤其是我的父母，在我求學的過程中，給予我莫大的包容與協助，讓我能專心致至於學業，無後顧之憂的完成論文，順利完成碩士學位，現在我將此份喜悅與您們共同分享。

林涵汝 謹誌

於東海大學經濟學研究所

中華民國一百零二年七月

摘要

本文欲研究人們在不確定的情況下，如何有效運用有限的資訊，來做出最佳的決策，以及人們在決策過程中，各種可能影響選擇行為的因素。我們利用 Arthur (1994)所提出的酒吧賽局，來研究有限空間及資源的協調問題。在實驗過程中，我們禁止受測者之間有任何交流行為，受測者在每次實驗中，選擇“要”或“不要”的選項按鈕，連續重複 100 次選擇。每次結束後，受測者只能看見當期的報酬得失。我們將兩次實驗的報酬比重設置為不同，用來探討報酬比重對受測者的策略選擇行為的影響。此外，我們以七項人格、性別和工作記憶，來分析受測者策略選擇的行為，以此探究受測者的出席率是否會收斂至門檻，以及收斂的型態，最後與 Erev, Ert ,and Roth (2010)中市場進入賽局結果進行對照分析。

研究的結果顯示：受測者對不同報酬比重的回饋，會對受測者的策略選擇行為有所影響，報酬的影響加大會使受測者出席率降低，更加貼近門檻。協調效率方面，平均出席率在最後沒有收斂至門檻 0.6，而是高於門檻 0.6。我們在分析七項人格、工作記憶和性別對策略選擇行為的影響，發現性別和工作記憶能力，無法有效解釋受測者的策略選擇行為。但是人格偏向懶惰、特立獨行、溫柔脾氣好的人，在面對不利的情況下，較易趨於選擇保守策略，呈現出一直選擇不出席的行為模式。

與 Erev, Ert ,and Roth(2010)研究對照，受測者出席率會高於門檻。Erev, Ert ,and Roth 在實驗中觀察到受測者有八項強烈的行為傾向，其中與我們在實驗中所觀察到，受測者有慣性選擇的行為，以及受測者之間的行為差距很大的傾向相符。

關鍵字：酒吧賽局、有限理性、實驗經濟學、市場進入賽局

ABSTRACT

The article wants to study how people use limited information to make the decision under uncertainty, in the El Farol bar problem. During the experiment, subjects cannot communicate with each other. In the experiments, subjects decide whether to “attend” or “not attend”, and then they will enter the result phase. The experiment repeated 100 times. We set two different payoff schemes to investigate the payoff effect in subject's choice behavior. In addition, we analyze subject's strategy choice behavior with their personality, gender and working memory capacity so as to explain whether the attendance rate converges to the threshold or not. Finally we compare results with market entry game.

Our results showed that in the end the average attendance rates are higher than the threshold instead of converging to it. We also find that different payoff schemes have its effect on individual choosing behavior under uncertainty. We analyze personality, working memory and gender on strategy choice behavior. Gender and working memory have no effect on subjects' strategic behavior. However, lazy, maverick, and gentle people, in the face of adverse circumstances, tend to choose a conservative strategy.

We compare our results with Erev, Ert, and Roth (2010) and find that both studies have similar observations, such as subjects have inertial behavior in the experiments, and there are obvious individual differences.

keywords : El Farol bar problem 、 bounded rationality 、 experimental economics 、 market entry games

目錄

第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機與背景.....	1
1.2 研究問題.....	2
1.3 研究目的.....	3
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 模擬實驗.....	5
2.1.1 最佳回應方式 (best response).....	6
2.1.2 強化學習方式 (reinforcement learning).....	8
2.1.3 區域性互動.....	9
2.2 真人實驗.....	10
第三章 實驗設計.....	15
3.1 實驗概述.....	15
3.2 實驗設備.....	16
3.3 實驗受測者.....	16
3.3.1 實驗一(對照組).....	16
3.3.2 實驗二(實驗組).....	17
3.4 酒吧賽局實驗.....	17
3.5 人格測驗問卷.....	18
3.6 工作記憶實驗(WORKING MEMORY).....	19
3.7 實驗參數.....	22
3.7.1 擁擠門檻的設置.....	22
3.7.2 每組組員人數.....	22
3.7.3 實驗回合數.....	22
3.7.4 報酬矩陣(Payoff matrix).....	23
3.8 實驗流程.....	23
第四章 實驗結果.....	25
4.1 總體效率分析.....	25
4.2 個體效率分析.....	29
4.3 個體策略分析.....	32
4.3.1 圖形策略分類.....	34
4.3.2 學習行為分析.....	40
4.4 策略選擇之個人因子分析.....	42
4.4.1 行為結果分析驗證.....	43

4.4.2 行為分析驗證.....	48
4.5 條件式的行為模式.....	50
4.5.1 行為策略分析.....	54
4.5.2 行為策略分析驗證.....	57
4.5.3 慣性行為.....	59
4.6 行為分析.....	62
第五章 結論與展望.....	71
參考文獻.....	73
附錄一 實驗使用之指導語.....	75
附錄二 總報酬分期回歸驗證結果.....	77
附錄三 出席率分期回歸驗證結果.....	81
附錄四 出席率-0.5分期回歸驗證結果.....	85

圖表索引

圖目錄

圖 3-1：實驗中選擇畫面	18
圖 3-2：實驗中結果畫面	18
圖 3-3：人格測驗中選擇畫面	19
圖 3-4：DSPAN 實驗中畫面	20
圖 3-5：SSTM 實驗中畫面	21
圖 3-6：MU 實驗中畫面	21
圖 3-7：SENT SPAN 實驗中畫面	21
圖 3-8：OPS SPAN 實驗中畫面	22
圖 4-1：兩次實驗的性別分布	26
圖 4-2：七項人格測驗成績分布	27
圖 4-3：兩次實驗的平均出席率	28
圖 4-4：兩次實驗的平均組內出席率標準差	28
圖 4-5：實驗一的總報酬分布	28
圖 4-6：實驗二的總報酬分布	29
圖 4-7：實驗一每組出席率	30
圖 4-8：實驗二每組出席率	30
圖 4-9：實驗一每組平均報酬	31
圖 4-10：實驗二每組平均報酬	31
圖 4-11：實驗一每組總報酬	31
圖 4-12：實驗二每組總報酬	32
圖 4-13：實驗一平均出席率折線圖	33
圖 4-14：實驗二平均出席率折線圖	34
圖 4-15：實驗一策略一分類折線圖	35
圖 4-16：實驗一策略二分類折線圖	36
圖 4-17：實驗一策略三分類折線圖	36
圖 4-18：實驗一策略四分類折線圖	37
圖 4-19：實驗二策略一分類折線圖	37
圖 4-20：實驗二策略二分類折線圖	39
圖 4-21：實驗二策略三分類折線圖	39
圖 4-22：實驗一-策略類別比例	39
圖 4-23：實驗二-策略類別比例	40
圖 4-24：實驗一策略總報酬分布	41
圖 4-25：實驗二策略總報酬分布	41

圖 4-26：實驗一 總報酬和出席率的分布圖	48
圖 4-27：實驗二 總報酬和出席率的分布圖	48
圖 4-28：實驗一 七項人格成績盒型圖	63
圖 4-29：實驗二 七項人格成績盒型圖	64

表目錄

表 4-1：實驗一-組間策略類別分布.....	40
表 4-2：實驗二-組間策略類別分布.....	40
表 4-3：實驗一 ANOVA.....	42
表 4-4：實驗二 ANOVA.....	42
表 4-5：實驗一統計檢定.....	42
表 4-6：實驗二統計檢定.....	42
表 4-7：實驗一總報酬回歸驗證.....	43
表 4-8：實驗二總報酬回歸驗證.....	43
表 4-9：實驗一總報酬分期回歸驗證.....	44
表 4-10：實驗二總報酬分期回歸驗證.....	44
表 4-11：實驗一 出席率回歸驗證.....	45
表 4-12：實驗二 出席率回歸驗證.....	46
表 4-13：實驗一出席率分期回歸驗證.....	47
表 4-14：實驗二出席率分期回歸驗證.....	47
表 4-15：實驗一出席率-0.5 分期回歸驗證.....	49
表 4-16：實驗二出席率-0.5 分期回歸驗證.....	49
表 4-17：實驗一 P1 迴歸驗證結果.....	50
表 4-18：實驗一 P2 迴歸驗證結果.....	51
表 4-19：實驗一 P3 迴歸驗證結果.....	51
表 4-20：實驗一 P4 迴歸驗證結果.....	51
表 4-21：實驗二 P1 迴歸驗證結果.....	52
表 4-22：實驗二 P2 迴歸驗證結果.....	52
表 4-23：實驗二 P3 迴歸驗證結果.....	53
表 4-24：實驗二 P4 迴歸驗證結果.....	53
表 4-25：實驗一 每組報酬表現第一名.....	54
表 4-26：實驗二 每組報酬表現第一名.....	54
表 4-27：實驗一 每組報酬表現第 2~5 名.....	55
表 4-28：實驗二 每組報酬表現第 2~5 名.....	56
表 4-29：實驗一 各組第一名P1&P2 第 2~5 名P1&P2, P3&P4 作WILCOXON TEST....	57
表 4-30：實驗二 各組第一名P1&P2 第 2~5 名P1&P2, P3&P4 作WILCOXON TEST....	57
表 4-31：實驗一 四變數SHAPIRO-WILK常態檢定.....	58
表 4-32：實驗二 四變數SHAPIRO-WILK常態檢定.....	58
表 4-33：實驗一 (P1>P2, P1<P2) (P3>P4, P3<P4)分組WILCOXON TEST.....	58
表 4-34：實驗二 (P1>P2, P1<P2) (P3>P4, P3<P4)分組WILCOXON TEST.....	59
表 4-35：實驗一平均連續出席天數統計資料.....	60
表 4-36：實驗二平均連續出席天數統計資料.....	60

表 4-37：實驗一平均連續出席天數回歸驗證結果.....	60
表 4-38：實驗二平均連續出席天數回歸驗證結果.....	61
表 4-39：實驗一 轉換次數回歸驗證結果.....	61
表 4-40：實驗二 轉換次數回歸驗證結果.....	62
表 4-41：實驗一 七項人格成績統計檢定.....	65
表 4-42：實驗二七項人格成績統計檢定.....	66
表 4-43：實驗一 ANOVA.....	67
表 4-44：實驗二 ANOVA.....	67
表 4-45：實驗一 7 項人格測驗做LOGISTIC REGRESSION	68
表 4-46：實驗二 7 項人格測驗做LOGISTIC REGRESSION	69
表 4-47：實驗一性別作卡方檢定.....	70
表 4-48：實驗二性別作卡方檢定.....	70

第一章 緒論

1.1 研究動機與背景

人們在面臨不確定情況下作出選擇的時候，該如何做出最佳決策，而在決策的過程中，人們如何運用有限的資訊，改善預測的策略行為模式，以及影響選擇策略行為的內在因素。以往在傳統經濟學家主張，一貫使用演繹推論的方法，演繹推論(Deductive Rationality)是建構在人類完全理性、極度自利、追求效用極大化、擁有的條件假設上。

由於真實經濟事件過於複雜而難以分析，而歸納性推論(Inductive Reasoning)則以有限理性的情況下，以人們經歷事物的經驗或所擁有的知識為依據，歸納出事件遵循的基本規律或共同規律。並假設其他相似事件也遵循這些規律，從而將這些規律作為預測其他相似事件的基本原理的方法，歸納性推論能產生各種假設，並採取最佳預測。如果假設無效可更換新的假設，這種方法可以模擬人們的複雜心理，和考慮其他對手想法的心理模式，更加貼近真實情況。

我們所生活的周遭環境中，充斥著許多有限資源和空間的經濟問題，在彼此之間無法溝通交流的情況下，容易造成過度擁擠或空曠的狀態。對於公共資源和有限空間的使用，我們想探討擁擠狀況下的協調問題，例如：大眾停車位，每個人都有一樣的權利停車，但到最後停車位會由固定的人使用，而不會有輪流的情形出現，相同的情形也會出現在相同排他性的公共資源。令人在意的是，是否有能幫助使用者學習協調的方法，來避免擁擠的情況發生，以及如何達成協調是我們想探究的難題。

我們以 Arthur(1994)提出的酒吧賽局，來探討協調的問題。酒吧在星期四晚上提供愛爾蘭音樂，讓 N 個音樂愛好者自主選擇，是否在星期四晚上出席酒吧，而酒吧的空間有限。假設如果出席人數不超過一定比例時，出席的人會感到愉快，否則會感到擁擠。作者設置擁擠的門檻為 60%，每個代理人(Agent)先前不能彼此溝通交流來做決定或估計酒吧密度，只能由提供得先前幾周的出席人數資料來做預測。代理人根據這些數據，做出出席與否的決定，如果他們預測低於 60%的人出席，則會選擇出席，反之則不出席。

在酒吧實驗中，由於代理人不能彼此溝通交流，酒吧容易出現過於擁擠或空曠的情形，而有難以達成協調狀態、收斂至門檻的問題。然而實驗的目的是探究

代理人，是否可以透過學習的方法，來改善預測的方式，進而改變選擇的策略行為來達成協調狀態、收斂至門檻。

我們將酒吧賽局與 Erev, Ert, and Roth 的市場進入賽局實驗做對照，市場進入賽局與 Arthur(1994)提出的酒吧賽局相似，但在實驗設置上有所不同，市場進入賽局是將酒吧賽局延伸到經濟層面，酒吧賽局的受測者所考慮的問題是選擇出席或不出席，受測者選擇不出席為安全的策略，選擇出席則可能會遭遇擁擠或不擁擠的情況。而市場進入賽局的受測者所考慮的問題是選擇進入有風險的市場或不進入，受測者的報酬為依照進入市場的人數而定，越多人進入市場則受測者所得報酬越少。以真實市場來描述，當市場較少人進入時，如同藍海市場，受測者所得報酬較多，當市場過多人進入時，會形成紅海市場，受測者所得報酬會較少。因此，受測者選擇不進入市場為安全的策略，選擇進入市場則可能會有過度進入的風險情況。

Erev, Ert, and Roth(2010)作者以強化學習模式來進行市場進入賽局(Market Entry Games)，並且認為在重複賽局中的主要響影因素，首先是學習行為，其次的重要因素包括：背景環境、公平性、交互作用和聲譽。這些因素可能是不同的研究有不同結論的原因。另外 Erev, Ert, and Roth 提出環境和策略的不確定性和可用的資訊回饋的影響，並且以真實市場為例。例如交通困境，在決定如何上下班時，乘客會依靠過去的經驗和金錢的有限，以及注重公平和類似的考慮。交通困境的安全選擇為“坐火車”，而高風險的選項為“駕駛汽車”，在賽局中的每個玩家之間的安全選項和進入市場風險會隨參賽人數決定。

酒吧賽局與市場進入賽局的實驗，能幫助我們更加了解，人們在不確定情況下作出選擇的時候，展現的策略行為模式，以及影響選擇策略行為的內在因素。讓我們對於難解的有限資源和空間的協調問題，有著更進一步的探討。

1.2 研究問題

酒吧賽局在過往文獻中的電腦模擬實驗，代理人依照作者給予的不同學習方式設定，實驗結果呈現出代理人出席人數不一定會收斂至門檻。若代理人出席人數收斂至門檻則會出現均勻分布(代理人輪流出席)或極端分佈(固定 60%的人出席 40%的人不出席)。電腦模擬的實驗，畢竟與真人的實際策略的選擇行為有所差距，為了更加貼近真實的狀況，我們改採用實驗室真人實驗，然而進行實驗室真人實驗，受測者究竟會呈現出哪一種結果，並且在受測者學習的歷程中，會有哪些影響選擇行為的因素，為本文研究的目的。

1.3 研究目的

過去關於酒吧賽局的實驗研究，多是採用電腦模擬來進行實驗，並用其所建立的模型來進行實驗研究。即使是真人實驗，也是一部份採用真人受測者，一部分使用電腦模擬。本文與過去的酒吧賽局實驗作比較，全程實驗皆採用真人受測者，並且只提供當期的個人報酬結果給受測者。因此本文的研究目的以及主要探討內容，可簡單歸納如下：

1. 出席率是否收斂至門檻 0.6？
2. 收斂情形為均勻分布或為極端分布？
3. 將受測者的選擇行為作策略分類
4. 策略使用選擇的行為原因：
 - 以七項人格測驗問卷來分析策略選擇行為與性格之間的關聯性。
 - 以 Working Memory 實驗中工作記憶對學習效率的影響程度，來探討在實驗過程中受測者是否能從資訊反饋中得到學習，進而改善協調的效率。
 - 探討性別的差異是否影響受測者策略的選擇。

第二章 文獻回顧

我們所生活的周遭環境中，充斥著許多有限資源和空間的經濟問題，在彼此之間無法溝通交流的情況下，容易造成過度擁擠或空曠的狀態，如何達成協調是我們想探究的難題。人們在面臨不確定情況下作出選擇的時候，該如何做出最佳決策，而在決策的過程中，人們如何運用有限的資訊，改善預測的策略行為模式，以及影響選擇策略行為的內在因素。近年來有許多關於策略行為選擇的實驗文獻，探討人們在決策過程中，各種可能影響選擇行為的因素，我們以酒吧賽局實驗來結合以下關於選擇行為的文獻來做深入探討。

2.1 模擬實驗

Arthur(1994)提出酒吧賽局，酒吧在星期四晚上提供愛爾蘭音樂，讓N個音樂愛好者自主選擇，是否在星期四晚上出席酒吧，而酒吧的空間有限。假設如果出席人數不超過一定比例時，出席的人會感到愉快，否則會感到擁擠。Arthur設置擁擠的門檻為60%，每個代理人¹(Agent)先前不能彼此溝通交流來做決定或估計酒吧密度，只能由提供得先前幾周的出席人數資料來做預測。代理人根據這些數據，做出出席與否的決定，如果他們預測低於60%的人出席，則會選擇出席，反之則不出席。但可能會出現矛盾結果，如果所有人都相信酒吧是相對空曠，而選擇出席則會出現擁擠，反之，如果所有人都相信酒吧是相對擁擠而不出席，則會出現空曠。

在酒吧實驗中，由於代理人不能彼此溝通交流，酒吧容易出現過於擁擠或空曠的情形，而有難以達成協調狀態、收斂至門檻的問題。然而實驗的目的是探究代理人，是否可以透過學習的方法，來改善預測的方式，進而改變選擇的策略行為來達成協調狀態、收斂至門檻。

電腦模擬的實驗，畢竟與真人的實際策略的選擇行為有所差距，為了更加貼近真實的狀況，不同於Arthur(1994)的電腦模擬實驗設置，我們使用真人來進行實驗。經由電腦程式將受測者隨機分組，以金錢為獎勵使受測者積極投入實驗。受測者在每次實驗中，選擇“要”或“不要”的選項按鈕，連續重複100次選擇，每次結束後，受測者只能看見當期的報酬得失。

在過往文獻中的電腦模擬實驗，代理人依照作者給予的不同學習方式設定，實驗結果呈現出代理人出席人數不一定會收斂至門檻。若代理人出席人數收斂至

¹ 代理人(Agent)；電腦模擬實驗問題中的決策者。

門檻則會出現均勻分布(代理人輪流出席)或極端分佈(固定 60%的人出席 40%的人不出席)。然而進行實驗室真人實驗，受測者究竟會呈現出哪一種結果，並且在受測者學習的歷程中，會有哪些影響選擇行為的因素，為本文研究的目的。

2.1.1 最佳回應方式 (best response)

代理人在酒吧賽局中採取自己的最佳預測方式，如果代理人在實驗過程中所使用的預測方法，為目前最準確的預測方法，則會繼續使用此種預測方式。反之，如果代理人所使用的預測方法，在預測結果上差強人意，則會更換另一個預測方法，來改善現況。

Arthur(1994)提出以往傳統經濟學家的主張，為一貫使用演繹推論的方法，演繹推論(Deductive Rationality)是建構在人類完全理性、極度自利、追求效用極大化、擁有許多的條件假設上。由於真實經濟事件過於複雜而難以分析，而歸納性推論(Inductive Reasoning)則以有限理性的情況下，以人們經歷事物的經驗或所擁有的知識為依據，歸納出事件遵循的基本規律或共同規律。並假設其他相似事件也遵循這些規律，從而將這些規律作為預測其他相似事件的基本原理的方法。歸納性推論能產生各種假設，並採取最佳預測，如果假設無效可更換新的假設，這種方法可以模擬人們的複雜心理，和考慮其他對手想法的心理模式，更加貼近真實情況。

Arthur 假設 $N=100$ ，而每個人為 K 個預測模型，以目前是否為最準確的預測來決定 K 的去留，並透過學習新的方法來更新預測的準確度，以下為作者舉例各種假設和預測方法：

- 預測人數和上禮拜出席人數相同。
- 預測人數和上禮拜出席人數相反。
- 預測人數和前四個禮拜的平均出席人數。
- 預測人數和前兩個禮拜的出席人數相同。
- 預測人數和前五個禮拜的出席人數相同。

模擬實驗結果顯示，代理人的出席人數會呈現收斂至 60 的情形，人口分布如森林般，60%與 40%動態分布。

Zambrano (2004)以歸納性推論的方法，分析代理人進行 Arthur(1994)的電腦模擬結果，得知總合出席人數的經驗分配，相似於賽局中的 Nash 均衡分配。

Johnson et al.(1998)以 Arthur(1994)的酒吧賽局出席模型為基礎，來討論代理人們之間相互作用，作者認為這種微觀因素，可能會引發宏觀市場變動或波動。

以往模擬中，發現代理人們在擁有少量的預測方式(N)時，有波動極小值，但增加預測方式的數量(N)時會造成波動不降反升，與發展成熟的市場波動比新興市場小的預期有所出入。

Johnson假設每個人的預測模型為n個， $x(t)$ 為每期正確的出席人數，波動為 $\Delta x = \sqrt{[(x(t) - \bar{x})^2]}$ ，代理人數 $P=100$ ，門檻 $S=60$ ，以預測的過往累積表現，來決定n的去留，並導入代理人“固執”的行為因素，使良好的預測方式不會因一次預測失準而被更換。

實驗模擬結果顯示， $n=1$ 時，代理人只有一種預測方式，無預測方式的選擇性，故波動大，此時增加預測方式的數量會使波動減少，在 $n=6$ 時有波動極小值，但隨著預測方式的選擇數量趨於無限多，而使波動變大。一般而言，預測代理人會因為非理性行為，導致預測方式會趨於相似，人口會收斂至門檻S，但實際上人口呈現出兩邊極端分布。

Challet, Marsili and Ottino (2004)使用統計物理工具分析酒吧賽局問題，作者假設記憶長度(m)，為代理人處理過往出席資料的有效記憶水準，發現在記憶長度很小時，平均出席人數會在門檻上下波動，當代理人出席頻率等同於門檻時， δ^2/N (衡量協調水準)會達到極大。實驗結果顯示，當m增加時波動會變小，在 $m=6$ 時消失，然而在m很大時，平均出席人數不會收斂至門檻，因此有一個會隨著代理人數N變化，並對集體行為而言，最適的中間記憶長度。

Atilgan, C., A.R. Atilgan and Demirel (2008)同樣以統計物理工具分析酒吧賽局問題，探討記憶長度對代理人在選擇預測算法上，和平均出席人數收斂至門檻的影響程度。通過延遲反饋來觀察代理人預測算法的學習和演化行為，並預測在記憶長度(m)很大時，出席人數會在門檻附近上下波動。

Atilgan 假設代理人數 $N=100$ ，舒適度水平(門檻)為 $L=60$ ，並提出使用四種方法(之前第K周的出席數據、算術平均、加權平均、趨勢)，加上記憶長度m，總共 $4m-3$ 種方式進行預測。預測結果大於舒適度水平，代理人則選擇不出席，若小於舒適度水平，則選擇出席。當預測算法失敗時會改變預測算法，不論此種預測算法的過去是否成功預測，都會隨機選取另一個預測算法。

模擬結果顯示，平均出席人數是否收斂於門檻，取決於算法選擇過程，代理人使用更多過去訊息，使平均出席人數趨向門檻，平均出席人數在記憶長度(m)大時，會比記憶長度小較易於收斂至門檻。

Challet and Zhang (1997)則以少數賽局(MG)模擬酒吧賽局問題，贏家由少數方決定。假設有N(奇數)個玩家，在玩家所各自使用的K個策略中，選擇其中一

個策略來做預測，並決定下期的行為。然後將每個策略製成量表，從過去成功的預測策略中選定。N 沒有明確設定，門檻設定為 50%。實驗模擬結果，平均人數會在 50% 上下波動，代理人的記憶長度(m)與波動會呈現相反比例。

Challet 將同篇文章的少數賽局導入演化的形式，將最差的玩家由新玩家代替，新玩家為複製最佳表現者，同時為保持異質性，而導入突變過程。實驗模擬結果，若演化過程中記憶長度可改變，平均波動大小會隨時間減少。結果顯示玩家之間會發生軍備競賽，記憶長度增加玩家數量也增加，兩者成正比。

Fogel, Chellapilla and Angeline (1999) 為酒吧賽局延伸，以往的研究使用“確定性”來簡化代理代理人之間的相互作用，只在意代理人的統計預期結果，預期代理人在有限訊息和歸納推論的情況下，會達成均衡。但在模擬市場中，並沒有呈現收斂至穩定均衡或長期均衡的趨勢，突顯出完全理性下的“確定性”，和有限理性下的“不確定性”的區別。

Fogel 假設代理人會基於目前最佳的預測模型來做決定，而模型會隨著出席人數的歷史做出變化。使用固定模型設置會出現不適當的結果，故將歸納推論導入模型，有助於淘汰無效模型進而改善模型。

每個代理人有 10 個預測模型，並且採用遞延自我回歸(AR)模型，和相關系數為變量的預測，每一個預測會創造一個突變產物。這 10 個模型為過去 12 周最準確的預測，並被選出當下一代根源。模擬實驗結果，沒有顯示收斂的情形，只得到代理人的出席極限分配。比起 Arthur(1994)模型，有較低的平均總出席人數(56.3%)和較高的標準差(17.6)。

2.1.2 強化學習方式 (reinforcement learning)

強化學習是代理人在實驗過程中，由過去的歷史經驗和預測方式的累積表現來判斷最準確的預測方法，透過所提供的過去歷史資訊，來做出學習的反饋行為，代理人通過嘗試探索，來尋找最佳的預測方式。

Bell and Sethares (1999) 作者提出代理人基模型(agent-based model)，以整數 C 定義為代理人的出席頻率(出席間隔期數)。當代理人出席感到愉快(酒吧不擁擠)會減少 C，反之則增加 C，如果選擇不出席，則 C 不改變。結果顯示，代理人無法估計策略是否準確。

Franke (2003) 提出強化學習模型，並假設每個代理人出席酒吧機率為 P，若酒吧不擁擠則增加 P，反之則減少 P，如果選擇不出席則以參數 u 為出席機率，根據總出席人數做更新的程度。模擬顯示，人口會分為兩群，一群會頻繁出席酒

吧，另一群則很少出席酒吧。

Edmonds (1999)作者在少數賽局(MG)中導入強化學習機制，代理人可以藉由遺傳編程(GP)算法來改變策略，並給予和其他代理人溝通的機會。實驗模擬結果，雖然所有代理人在開始運行時，資源和算法結構相同，但最後會演化成不同模型策略和角色。

Whitehead (2008)應用 Erev, Ert, and Roth (1998)的酒吧賽局框架的強化學習模型分析。模擬結果顯示，採用最佳回應行為模型的典型報酬設置，總出席人數會在平均值附近波動。採用強化學習的典型報酬設置，這種報酬結構會形成兩群代理人，一群為經常出席，另一群為很少出席。

總合以上的文獻，發現在酒吧賽局中，代理人若採用強化學習的方式，實驗的結果會呈現人口分布為極端的兩群體，一群會頻繁出席酒吧，另一群則很少出席酒吧。

2.1.3 區域性互動

以往酒吧賽局的研究文獻大部分只關注於效率，而忽略公平、公正等問題，在代理人的設置上，有彼此不能溝通交流的設定，增加了協調上的難度。然而在酒吧賽局的代理人的設置上，增加了區域性的互動，可以改善協調的效率。在實驗中加入社會網絡的目的，不只是探討是否能協調出最高效率的問題，也探討是否能達到最平等的分配結果。雖然我們的實驗設置並沒有設定社會網絡，但在本文的實驗結果部分，有探討關於效率和公平分配的問題。

Paczuski, Bassler and Corral (2000)作者加入隨機互聯網絡，代理人互相影響的 Boolean 元素，稱作 Kauffman 網絡。每個代理人的成績，由在多數一方的次數來衡量，最常在多數一方、表現最差的代理人將改變預測策略，代理人的 Boolean 函數將由隨機選取的新 Boolean 函數取代，並重複此過程。模擬結果，代理人網絡的區域化會發生在連結數(K)小於六時。

Slanina (2000)提出代理人會與最近的鄰居，成為線性連結的模型，每個代理人可以看見左邊鄰居的行為和累積的財富，並且提出 S 個策略。每個代理人有機率 P 成為模仿者，如果代理人為模仿者，並且他的鄰居比較富有，會使代理人採取和鄰居相同的行為。模擬顯示，學習動態情形會導致形成貧窮和富有兩個群體。

Kalinowski, Schulz and Briese (2000)提出安排代理人在一個圓圈上，並且每個人都可得知鄰居先前的決定，來當作參考的模型。此外，作者討論了是否可以

藉由演化機制，達成最適化問題。代理人的預測基因密碼由 m 和 S 兩個基因組成。若代理人的左右鄰居中，最佳的鄰居分數至少大於代理人 1%，則會得到該鄰居的財產，每個代理人提出 S 個策略方式，並設定記憶長度 m (奇數)，並且能看見 $(m-1)/2$ 左右鄰居和自己的決定。在少數方的代理人會得到分數，預測策略方式經過評分之後開始下一回合。模擬結果顯示，系統最大效用在 $m=3$ ，經過 n 個期間後，設置初始狀態為 $m=5, S=4$ ，最後大部分的代理人 m 和 S 會等於 2 或 3。

Chen Gostoli (2011) 討論過去酒吧賽局研究大部分只關注於效率，忽略平等問題，作者建立代理人基模型，探討導入社會網絡和代理人擁有社會偏好的分化社會，能否協調出最高效率，同時保持最高平等的結果。

Chen Gostoli 將酒吧賽局導入有區域性互動的少數賽局(MG)模型，假設 100 個代理人，門檻為 60，代理人可以看見左右各兩個，或環狀周圍的四個鄰居的行為、策略和策略成績，並賦予代理人記憶長度 m ，和給予過去 m 期的出席頻率來做最佳預測，代理人會模仿最佳策略的鄰居，和有機率 P 會隨機選取策略來對策略做突變。

模擬實驗結果，環狀周圍的鄰居分布比左右各兩個鄰居分布更容易達到均衡，沒有社會偏好的社會網絡。比起強化學習有更公平的出席頻率分配，但缺少出席頻率的偏好，不相等的出席頻率分配不具較高總合效用。有社會偏好的社會網絡，皆能收斂至門檻，比起沒有社會偏好的社會網絡，更快達到社會最適均衡。

酒吧賽局的電腦模擬實驗，無法代表實際的實驗情形，畢竟電腦程式的演算，與真人的實際策略的選擇行為有所差距，為了更加貼近真實的狀況，我們傾向於採取真人實驗。

2.2 真人實驗

上述的文獻皆採取電腦模擬方式進行，而接下來的文獻為採用真人來進行實驗。首先為 Leady (2007) 作者探討人們在面對擁擠的問題時，為減少擁擠帶來的負面影響，人們會出現學習協調的行為。透過放寬可用訊息的限制，給予關於其他人成功策略的訊息，來觀察受測者的學習行為。實驗過程使用真實人類和電腦模擬來進行，能由受測者得到真實的策略方法，再將策略轉化為電腦程式進行模擬實驗，在反覆的實驗過程中，觀察受測者改變策略的情形

酒吧賽局為一個難以協調的環境，Leady 採用 Selton (1967) 的策略法，此方法不同於一般的經濟學實驗。一般的經濟學實驗中，研究者只能觀察到受測者的行為，而無法觀察到受測者使用的策略，所以只能由推測受測者的行為，來得

出受測者使用的策略。Selton (1967) 的策略法則是，由受測者直接寫下真實的策略方法，但是策略法有著無法預測的時間問題 ex：突發事件、各種限制，以及因為受測者寫下的策略太複雜而與真實行動不一致的缺點。

以下為 Leady (2007) 實驗的設計與實驗程序：

實驗受測者：由 2000 年 1 月 20 號至 5 月 30 號，由兩個經濟學課程招募，A 群組是引入經濟原理進實驗的實驗經濟學課程，B 群組是使用賽局理論分析政治制度的政治經濟學，然而事實上在實驗課程期間，兩個課程都不涵蓋重複賽局，但是也有少數受測者已經接觸重複賽局，兩個群組唯一不同的是報酬的結構，因此其中一個群組相對於選擇留在家，會擁有較大的動機選擇出席。

實驗由兩群獨立的受測者，各自在一個學期期間進行八次重複集合，受測者每周在實驗室集合一次，進行電腦模擬有限重複的酒吧賽局，每次集合受測者有三個任務：

1. 回顧先前實驗結果，第一次集會後，在每次集會開始受測者都會收到之前集會的報告，包含群體、個體、多個策略的種類的統計資料。
2. 擬定新策略。
3. 將策略轉化為電腦程式進行模擬賽局實驗(每個模擬實驗進行 100 回合，隨機選取 10 個受測者策略)，前兩個步驟在實驗室進行，但模擬實驗在受測者離開後才進行。

實驗的程序：實驗集會後，將受測者的策略轉譯為電腦程式碼，進行酒吧賽局模擬，模擬實驗期間(10 個代理人進行 100 回合的重複酒吧賽局)中使用以下規則：

1. 代理人的策略為固定均勻分配，並隨機選擇 10 個受測者策略進行模擬。
2. 同時實行這十個策略。每一回合進行每個策略所指示的行動（“出席”或“留在家”），依照給定條件出席的歷史、個人報酬的歷史和/或個人行動歷史上（在第 1 回合，尚未有歷史的信息公佈），然後由策略來判斷行動，並更新個人行動的歷史。
3. 確定參加這一回合的情況下，更新集體的出席歷史。
4. 分配報酬以及十個策略，並更新其個人的報酬歷史。
5. 第二步開始重複步驟，直到完成 100 回合模擬。

混合的實驗室和電腦實驗，可將受測者的策略普遍分為十個類別，依使用程度由多至少排列：

1. 總是出席
2. 一陣子交替和/或輪流策略：例如：1~30 回合“出席”，30~80 回合“留在家”，81~100 回合兩者交替使用(81 回合為出席)。
3. 依先前回合條件選擇，如果出席人數低於門檻就出席，例如：如果上個回合出席人數 <4 則出席，否則留在家。
4. 依受測者所得報酬歷史的條件行動
5. 依平均出席的條件行動
6. 依先前回合的出席人數條件選擇，如果出席人數高於門檻一些則出席，例如：如果上個回合出席人數 >4 則出席，否則留在家。
7. 總是留在家
8. 觸發策略：例如：1~10 回合出席，如果前 10 個回合平均出席小於 6，則其它回合全部出席，否則其他回合全部留在家。
9. 混合策略：例如：出席機率 0.6, 留在家機率 0.4。
10. 其他

實驗所得到的結果，出席人數無法呈現出收斂至門檻，證明受測者會透過給予的訊息，來學習模仿其他人的成功策略，有傾向同質性的趨勢。

Erev, Ert, and Roth(2010)作者以強化學習模式來進行市場進入賽局(Market Entry Games)，並且認為在重複賽局中的主要響影因素，首先是學習行為，其次的重要因素包括：背景環境、公平性、交互作用和聲譽。這些因素可能是不同的研究有不同結論的原因。另外作者提出環境和策略的不確定性和可用的資訊回饋的影響，並且以真實市場為例。例如交通困境，在決定如何上下班時，乘客會依靠過去的經驗和金錢的有限，以及注重公平和類似的考慮。交通困境的安全選擇為“坐火車”，而高風險的選項為“駕駛汽車”，在賽局中的每個玩家之間的安全選項和進入市場風險會隨參賽人數決定。

市場進入賽局的實驗在每回合中，12 名參與者個別決定“進入風險的市場”或“不進入”（安全的選項）之間。選擇進入的參與者所得報酬隨進入者（E）的數量減少，參與者不知道賽局的報酬結構，在每回合結束後，只提供參與者自

己當期的報酬訊息。

$$V_i(t) = \begin{cases} 1 + 2(8 - E) & \text{if } i \text{ enters} \\ 1 & \text{if } i \text{ does not enter} \end{cases}$$

Erev, Ert, and Roth 的市場進入賽局實驗，是由哈佛大學 2000 多名學生群，隨機選出一百二十名參與這項實驗。經由電腦程式將受測者隨機分為四人一組，進行 10 場不同參數設定的賽局，每場賽局進行 50 回合，每回合結束後，受測者只能看見當期的報酬得失。

市場進入賽局與 Arthur(1994)提出的酒吧賽局，在實驗設置上有所不同，市場進入賽局是將酒吧賽局延伸到經濟層面，酒吧賽局的受測者所考慮的問題是選擇出席或不出席，受測者選擇不出席為安全的策略，選擇出席則可能會遭遇擁擠或不擁擠的情況。而市場進入賽局的受測者所考慮的問題是選擇進入有風險的市場或不進入，受測者的報酬為依照進入市場的人數而定，越多人進入市場則受測者所得報酬越少。以真實市場來描述，當市場較少人進入時，如同藍海市場，受測者所得報酬較多，當市場過多人進入時，會形成紅海市場，受測者所得報酬會較少。因此，受測者選擇不進入市場為安全的策略，選擇進入市場則可能有過度進入的風險情況。

其中作者提出的環境和策略的不確定性，如同 Arthur (1999)所提出的假設，經濟並無代表性個體，個體之間得行為會相互影響，因此個體不代表總體，總體不等於個體，兩者並不相通。以生物及物理、化學現象來形容經濟的複雜性，具有不確定性、不可預測。在虛擬的市場中，代理人基於目前最精準的預測模型，來對價格做預測、決定投標或出價，並設置代理人緩慢更新預測的速度為參數值。Arthur (1999)的實驗模擬結果，市場會產生平均價格，但無法預測市場的突現現象，增加代理人預測更新速度，會使模擬市場更接近真實市場狀況。

作者在實驗過程中觀察到受測者，呈現出強烈的八個行為傾向：

1. 報酬變化效果(The payoff variability effect).
2. 放棄報酬的影響(High sensitivity to forgone payoffs).
3. 過度進入(Excess entry).
4. 低估偶發事件(Underweighting of rare events).
5. 意外事件引發行動改變(Surprise-triggers-change).

6. 近期效果(The very recent effect).
7. 慣性行為(Strong inertia).
8. 個體差異性(Individual differences).

實驗結果顯示，與之前的市場進入賽局實驗研究，能達到快速收斂至均衡的結果不同，出席率超出門檻設置 50%。在不確定性條件下的個人選擇行為，即使有同樣的學習過程，不同的環境依然會導致不同的選擇行為。作者觀察到實驗過程中受測者彼此之間的差異很大，而且呈現出強烈的八個行為傾向。

作者在文章中試圖以七種模型，來嘗試尋找能解釋所有人的行為，但是作者又觀察到，實驗過程中受測者彼此之間的差異很大，前後說詞有著矛盾。我們認為受測者彼此之間的行為模式有著差距。

真人實驗雖然比電腦模擬實驗，更加貼近真實的狀況，但也增加了許多限制，例如：時間、場地設備的考量。電腦模擬實驗可以進行無限期的回合數，而真人無法進行過長時間的實驗。此外，真人實驗雖然能直接觀察到受測者寫下的真實策略，但有些受測者寫下的策略，在實際使用上有難度。甚至我們無法判斷受測者是否真的使用寫下的策略，使我們有著受測者寫下的策略與事實不符的疑慮。

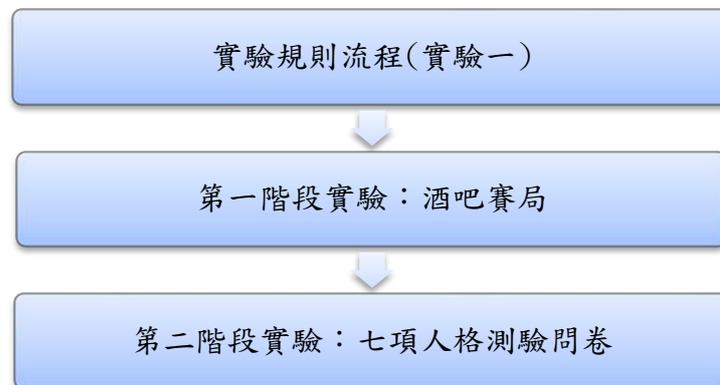
第三章 實驗設計

3.1 實驗概述

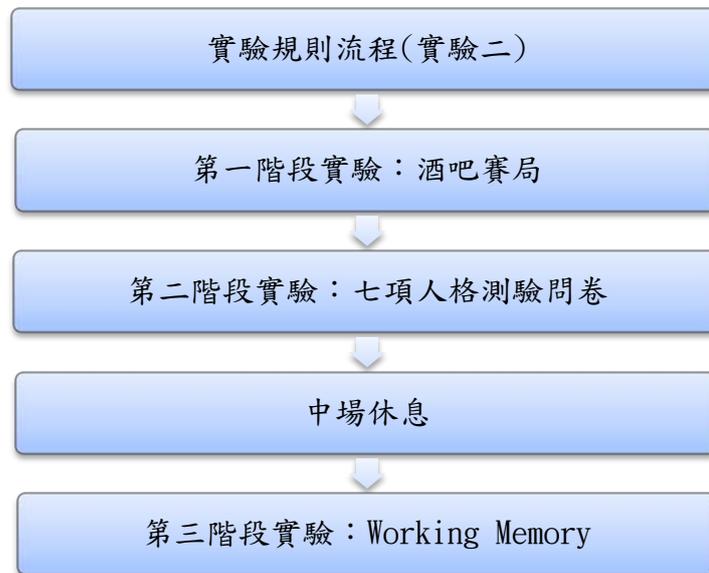
酒吧賽局實驗設計依照 Arthur (1994)所提出的酒吧賽局來研究人們在不確定的情況下，如何有效運用有限的資訊，來做出最佳的決策。實驗中所使用的軟體為 Z-Tree，經由電腦程式將受測者隨機分組，以金錢為獎勵使受測者積極投入實驗，在實驗過程中，禁止受測者之間有任何交流行為，受測者在每次實驗中，選擇“要”或“不要”的選項按鈕，連續重複 100 次選擇，每次結束後，受測者只能看見當期的報酬得失。在實驗二中，加重受測者的獎懲金比例，希望藉由兩次實驗的對照，來分析報酬的因素對選擇行為的影響，以及實驗過程中受測者的學習情形。

我們加入楊國樞(1999)文中七項人格測驗問卷，來分析選擇行為與性格之間的關聯性，以及使用 Matlab 軟體執行工作記憶實驗，探討 Atilgan et al. (2008)中工作記憶對學習效率的影響程度，為受測者在實驗過程中改變選擇行為的內在因素。

以下為兩次實驗的規則流程，由於實驗時間過長會使受測者感到勞累，而使專注力下降，受測者的專注力下降會影響實驗的結果，無法連續進行實驗，所以需要安排休息時間。另外，由於受測者的專注力下降會影響實驗的結果，故實驗的先後順序也會有影響，但我們的實驗著重於酒吧賽局，所以最先進行酒吧賽局的實驗，讓受測者的專注力最不受影響。



由於我們的實驗有場地和設備上的限制，實驗一的受測者沒有進行工作記憶實驗，只有實驗二的受測者進行。



3.2 實驗設備

實驗舉行的地點為東海大學電腦教室，每位受測者使用專屬電腦，各自獨立進行實驗，酒吧賽局實驗和人格測驗問卷使用 Z-Tree 軟體執行實驗，而工作記憶實驗則使用 Matlab 軟體來執行實驗。

3.3 實驗受測者

3.3.1 實驗一(對照組)

參與實驗受測者共 30 名，招募方式為在經濟系所開設的實驗經濟學課堂宣傳，和校內網站公告招募，受測者都為東海大學學生，以金錢為獎勵使受測者積極投入實驗，受測者的獎勵金由參與酒吧實驗的成績為依據，再加上固定的人格測驗問卷費用。

3.3.2 實驗二(實驗組)

參與實驗受測者共 40 名，招募方式為在校內網站公告和在大專院校學生為主的 BBS(PTT)上公開招募，受測者為中部各校大學學生，同樣以金錢為獎勵使受測者積極投入實驗，但此次將受測者在酒吧實驗的成績，加重比例影響獎勵，來分析金錢的誘因是否影響成績。除此之外，此次實驗比實驗一受測者，增加工作記憶的實驗。

3.4 酒吧賽局實驗

酒吧賽局實驗設計依照 Arthur (1994)所提出的酒吧賽局來研究人們在不確定的情況下，如何有效運用有限的資訊，來做出最佳的決策。在實驗過程中，禁止受測者之間有任何交流行為。受測者在每次實驗中，選擇“要”或“不要”的選項按鈕(圖 3-1)，連續重複 100 次選擇，每次結束後，受測者只能看見當期的報酬得失(圖 3-2)。我們將兩次實驗的報酬比重設置為不同，用來探討報酬比重對受測者的策略選擇行為的影響，實驗的獎金設置為：

實驗出席費=El Farol 實驗費 + 人格測驗費 + WMC 測驗費

1. El Farol 實驗：每小時 120 元 * 1 小時
2. 人格測驗費：100 元
3. WMC 測驗費：每小時 105 元 * 2 小時

受測者個人所得總金額 = 實驗出席費 + 獎懲金(依酒吧賽局成績而定，不超過基本費)。

- ◆ 實驗一中受測者的報酬比重設置為，實驗獎懲金：實驗分數/80。
- ◆ 實驗二中受測者的報酬比重設置為，實驗獎懲金：實驗分數/20。

實驗獎懲金的設置在實驗文獻中，並非驅使受測者做出最佳行為，而是為加強受測者的動機，更貼近真實生活。然而將兩次實驗做不同的報酬設置，由每回合的得失金錢(100/80=1.25)1.25 元升高至(100/20=5)5 元，是為了放大受測者的決策反應。至於為何設置成實驗一的實驗分數/80 和實驗二的實驗分數/20，是因為我們在事先為了方便計算所作的取捨。



圖 3-1：實驗中選擇畫面

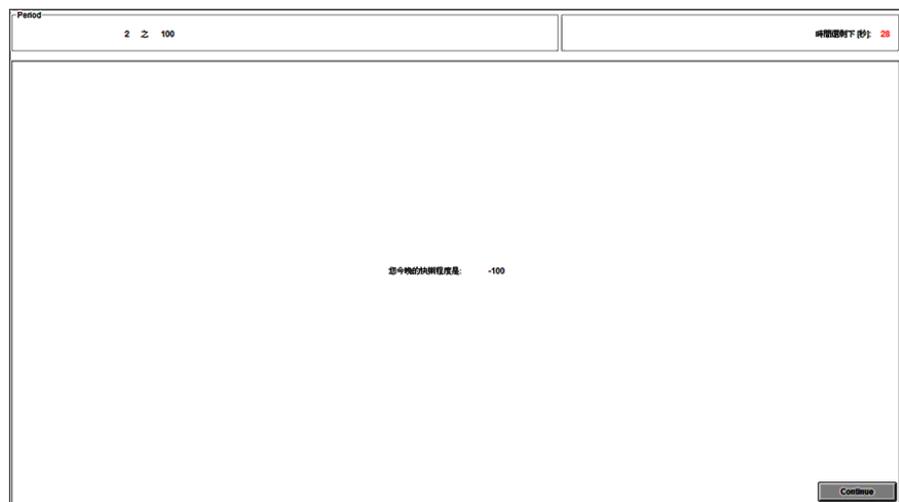


圖 3-2：實驗中結果畫面

3.5 人格測驗問卷

許功餘、王登峰、楊國樞(1999)文中七項人格測驗問卷，包含「精明幹練：愚鈍懦弱」、「勤儉恆毅：懶惰放縱」、「誠信仁慈：狡詐殘酷」、「溫順隨和：暴躁倔強」、「外向活躍：內向沉靜」、「豪邁直爽：計較多疑」、「淡泊知足：功利虛榮」，以七項人格來解釋受測者的選擇策略行為。

人格問卷選項共有 131 題(圖 3-3)，依照性格特徵選取每一個形容詞的六種符合程度來回答，六種符合程度分別為；1：代表非常不符合、2：代表相當不符合、3：代表有點不符合、4：代表有點符合、5：代表相當符合、6：代表非常符合。

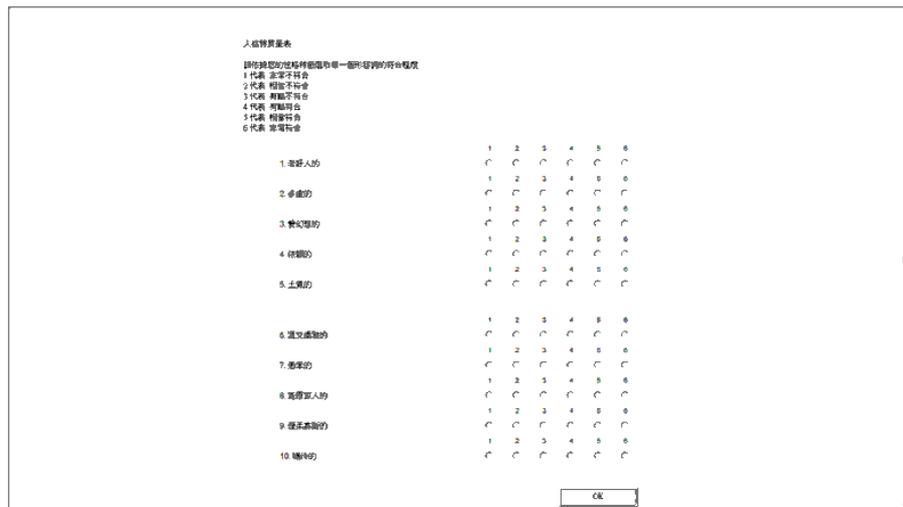


圖 3-3：人格測驗中選擇畫面

3.6 工作記憶實驗(Working Memory)

由 Lewandowsky et al. (2010) 提出 DSpan Tests、SSTM Tests、MU Tests、Sent Span Tests、Ops Span Tests 這五項實驗，實驗目的為在各種複雜的認知活動中，如文本的理解、複雜的學習技能、算術，來預測個體間的差異。WMC 的個體差異也關係到在日常生活中和實驗過程的認知能力。用來探討 Atilgan et al. (2008) 中工作記憶能力對學習效率的影響程度，在實驗過程中，受測者對所給予的資訊回饋產生的反應速度，面對擁擠的情況時，是否能改變策略的使用方式，以改善預測的準確度。

工作記憶實驗使用 Matlab 軟體來執行實驗，實驗部分分為五個階段，第一階段實驗：DSpan Tests、第二階段實驗：SSTM Tests、第三階段實驗：MU Tests、第四階段實驗：Sent Span Tests、第五階段實驗：Ops Span Tests，每個階段實驗進行前，受測者會收到一份書面指導語(每階段實驗結束後書面指導語需收回)，再由主持人敘述實驗指導語，確認受測者無任何操作疑問後，實驗正式開始。

第一階段實驗：DSpan Tests 中，受測者會在各自的電腦螢幕上看見依序顯示數字，受測者由鍵盤依相反順序輸入數字，輸入數字後接著進行下一題，反覆進行 30 題後進入下一階段實驗(圖 3-4)。

第二階段實驗：SSTM Tests 中，受測者會在各自的電腦螢幕上看見 10X10 的棋盤格子圖，棋盤格子圖會依序顯示黑色棋子的放置位置，受測者由鍵盤輸入黑色棋子的相對位置，輸入相對位置後接著進行下一題，反覆進行 30 題後進入

下一階段實驗(圖 3-5)。

第三階段實驗：MU Tests 中，受測者會在各自的電腦螢幕上看見九宮格圖，格子裡各有一個數字會依序進行加減，受測者由鍵盤輸入格子裡加減後的正確數字，輸入數字後接著進行下一題，反覆進行 30 題後進入下一階段實驗(圖 6)。

第四階段實驗：Sent Span Tests 中，受測者會在各自的電腦螢幕上看見一段中文句子，由邏輯判斷句子文法是否正確，受測者判斷句子文法正確則由鍵盤輸入“Z”，判斷句子文法為錯誤則輸入“M”，判斷時間為三秒鐘，三秒鐘內沒做出判斷則視為錯誤判斷，判斷句子文法是否正確後畫面會出現一個英文字，一組題目結束後，受測者由鍵盤依序輸入英文字，輸入英文字後接著進行下一題組，反覆進行 30 題組後進入下一階段實驗(圖 3-7)。

第五階段實驗：Ops Span Tests 中，受測者會在各自的電腦螢幕上看見一系列數學式，由邏輯判斷數學式是否正確，受測者判斷數學式正確則由鍵盤輸入“Z”，判斷數學式為錯誤則輸入“M”，判斷時間為三秒鐘，三秒鐘內沒做出判斷則視為錯誤判斷，判斷數學式是否正確後畫面會出現一個英文字，一組題目結束後，受測者由鍵盤依序輸入英文字，輸入英文字後接著進行下一題組，反覆進行 30 題組後結束實驗(圖 3-8)。

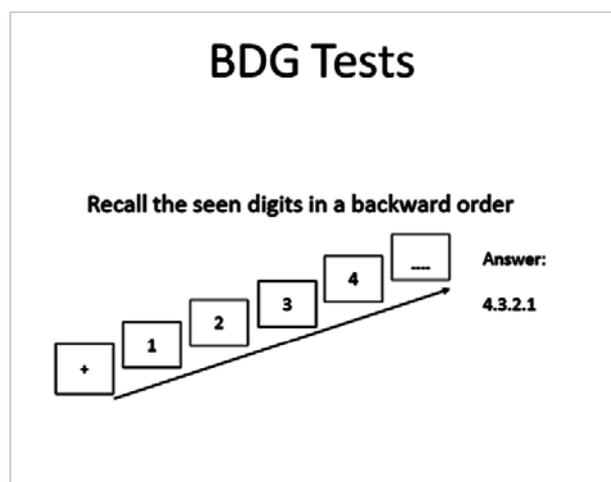


圖 3-4：DSpan 實驗中畫面

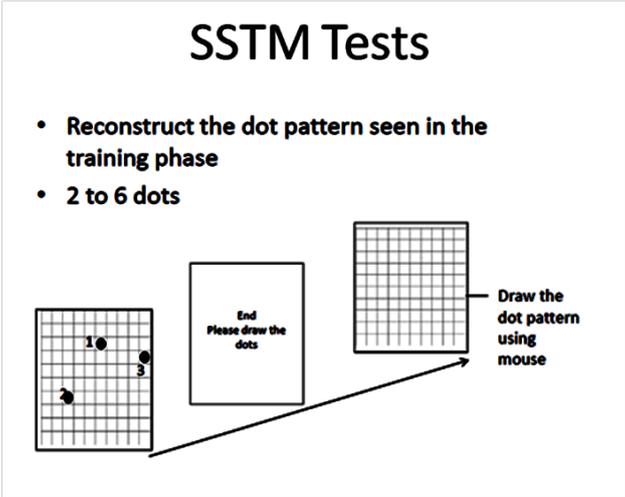


圖 3-5：SSTM 實驗中畫面

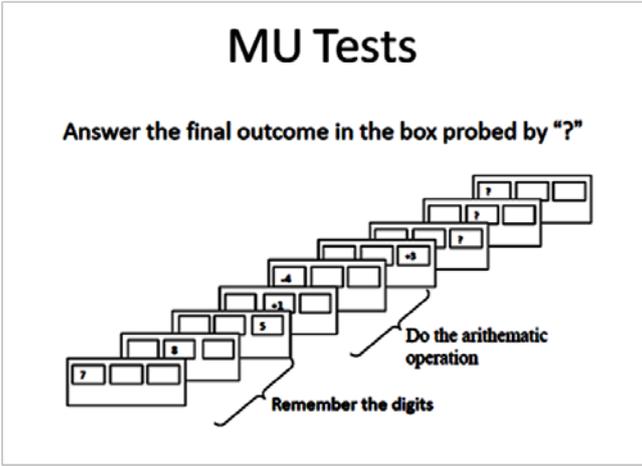


圖 3-6：MU 實驗中畫面

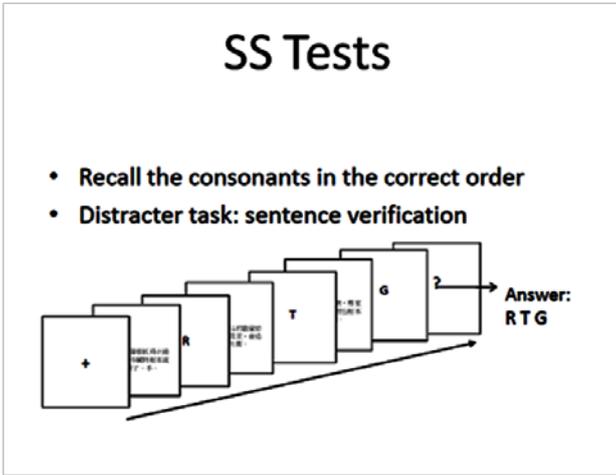


圖 3-7：Sent Span 實驗中畫面

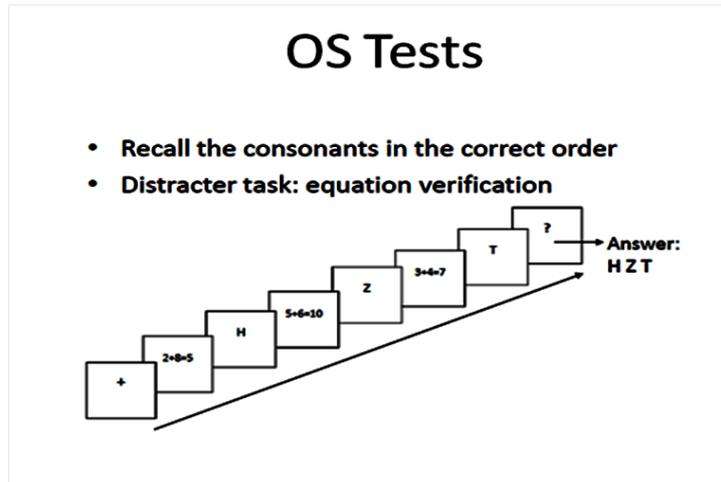


圖 3-8：Ops Span 實驗中畫面

3.7 實驗參數

3.7.1 擁擠門檻的設置

在文獻中酒吧賽局的門檻設置，為設定的混合策略機率，可設置為 50%、60%、70% 等等，而本實驗我們所設置的擁擠人數門檻為 60%。

3.7.2 每組組員人數

在實驗中每一組為一個樣本點，每組組員人數設置不論多寡都為一個樣本點，所以為求多樣本比較基準，再設置擁擠人數門檻為 60% 下，我們採取每組組員人數設置為 5 人。

3.7.3 實驗回合數

過往文獻的多由電腦程式模擬出實驗結果，沒有實驗操作時間的因素影響，而無回合上的限制，然而實驗室真人實驗無法進行過長時間的實驗操作，時間過長可能會對受測者的決策心理造成影響，使實驗結果有所偏移，故本次實驗的回合數採取 100 回合。

3.7.4 報酬矩陣(Payoff matrix)

	遭遇擁擠情況的報酬	遭遇不擁擠情況的報酬
受測者選擇出席	-100	100
受測者選擇不出席	0	0

3.8 實驗流程

酒吧賽局實驗和人格測驗問卷使用 Z-Tree 軟體執行實驗，實驗進行前，受測者會收到一份書面指導語(實驗結束後書面指導語需收回)，再由主持人敘述實驗指導語，並且讓受測者實際練習三回合，確認受測者無任何操作疑問後，經由電腦程式將受測者隨機分為五人一組，實驗正式開始，受測者會在各自的電腦螢幕上看見顯示“要”或“不要”兩按鈕選項，受測者由滑鼠點擊按鈕進行選擇，選擇的時間並無限制，待同組其它四人皆選擇完畢後，出現當期結果畫面，接著進行下一回合“要”或“不要”兩按鈕選項。

工作記憶實驗使用 Matlab 軟體來執行實驗，實驗部分分為五個階段，第一階段實驗：DSpan Tests、第二階段實驗：SSTM Tests、第三階段實驗：MU Tests、第四階段實驗：Sent Span Tests、第五階段實驗：Ops Span Tests，每個階段實驗進行前，受測者會收到一份書面指導語(每階段實驗結束後書面指導語需收回)，再由主持人敘述實驗指導語，確認受測者無任何操作疑問後，實驗正式開始。實驗流程如下：

1. 每個受測者使用一台電腦，電腦上的起始畫面是 Z-Tree 軟體的等待畫面，由主持人敘述完指導語，確認受測者無任何操作疑問後實驗開始。
2. 受測者在畫面中選擇“要”或“不要”按鈕後進入等待畫面。
3. 受測者待同組其它四人皆選擇完畢後進入結果畫面，結果畫面顯示受測者當期獎勵得失，參考圖 3-1。
4. 受測者閱讀完結果畫面中當期的獎勵得失後(參考圖 3-2)，按下右下角“continue”按鈕，繼續重複 100 回合後實驗結束。
5. 填寫實驗問卷前，由主持人敘述完問卷指導語後，受測者開始填寫問卷選項。
6. 人格問卷選項共有 131 題(參考圖 3-3)，依照性格特徵選取每一個形容詞的

六種符合程度來回答，六種符合程度分別為；1：代表非常不符合、2：代表相當不符合、3：代表有點不符合、4：代表有點符合、5：代表相當符合、6：代表非常符合。

7. 中場休息一小時(受測者無法進行過長時間的實驗，過長時間的實驗會導致受測者無法專心、集中精神進行實驗，進而影響實驗結果)。
8. 電腦上的起始畫面是 Matlab 軟體的等待畫面，由主持人敘述完指導語，確認受測者無任何操作疑問後第一階段實驗開始。
9. 受測者待所有人第一階段實驗皆測驗完畢後進入等待畫面。
10. 再由主持人敘述完第二階段實驗指導語，確認受測者無任何操作疑問後第二階段實驗開始。
11. 反覆進行實驗至第五階段實驗結束。

第四章 實驗結果

本文為探究人們在不確定的情況下，如何有效運用有限的資訊，來做出最佳的決策，以及人們在決策過程中，各種可能影響選擇行為的因素，分析受測者的策略選擇行為。本次實驗分為實驗一和實驗二，兩次實驗的差別為報酬的比重設置，實驗一中受測者的報酬比重設置為，獎懲金：實驗分數/80；實驗二中受測者的報酬比重設置為，實驗獎懲金：實驗分數/20。實驗二的報酬設置使獎懲金對受測者的影響大於實驗一，兩次實驗不同的報酬比重設置，目的為探討報酬誘因對受測者的影響。在實驗結果的分析過程中，我們所稱的報酬並非受測者所得的獎金，而是指受測者在酒吧賽局實驗中所得的分數。

我們首先討論受測者的出席率是否收斂至門檻 0.6？然而經過兩次的實驗，結果顯示受測者並沒有達到預期的收斂效率，為何受測者的出席率沒有收斂至 0.6？是否與受測者之間的選擇行為差異有關聯，我們接下來分析受測者的選擇行為。

我們先將受測者的選擇行為先進行策略分類，再進行下列分析：

1. 以七項人格測驗問卷來分析策略選擇行為與性格之間的關聯性。
2. 以工作記憶實驗中工作記憶對學習效率的影響程度，來探討在實驗過程中受測者是否能從資訊反饋中得到學習，進而改善協調的效率。
3. 探討性別的差異是否影響受測者策略的選擇。

我們試圖由以上的層面來尋求推論出受測者策略的選擇行為規律。

4.1 總體效率分析

本次實驗共有 70 名受測者，實驗一為 30 位，每五人為一組，總共六組，男性為 17 名、女性為 13 名(圖 4-1)，受測者為東海大學學生。實驗二為 40 位，每五人為一組，總共八組，男性為 21 名、女性為 19 名，受測者為中部各校大學學生。由圖 4-1 兩次實驗的性別長條圖得知兩次實驗的性別分布差異不大，圖 4-2 為兩次實驗的人格測驗成績分布圖，由圖中可觀察到勤惰和樂悲在兩次實驗中有較明顯差距。

首先我們討論兩次實驗的受測者出席率是否收斂至 0.6，為觀察實驗過程中受測者出席行為的動態變化，我們將實驗的出席率以每 10 次回合為一個 block 計算，出席率在每個 block 的範圍是 0 到 1。圖 4-3 是兩次實驗裡所有 block 上

的平均出席率，實驗一整體平均出席率是 0.69，實驗二整體平均出席率是 0.65，兩次實驗最後都沒有收斂至門檻 0.6，而是高於門檻 0.6。

接下來我們為了分析報酬對受測者的行為影響，將兩次實驗設置不同的報酬比重，實驗二的報酬比重大於實驗一。由圖 4-3 平均出席率趨勢的變化得知，實驗一的平均出席率，除了在 block 4~6 之間低於實驗二，其餘皆比實驗二的平均出席率高，呈現出加大報酬比重對受測者有降低出席率的影響。

圖 4-4 是兩次實驗的平均組內出席率標準差，顯示組內受測者彼此之間的出席率差異，實驗一的平均組內出席率標準差是 0.242，實驗二的平均組內出席率標準差是 0.232。兩次實驗的平均組內出席率標準差皆隨著 block 數增加而上升，代表組內受測者的出席率離散程度，隨著 block 數增加而上升。也代表受測者之間的選擇行為差距越來越大，一部分受測者會選擇一直出席，而另一部分受測者則會選擇一直不出席。

圖 4-5、6 是兩次實驗的總報酬分布，顯示實驗一受測者的報酬分布呈現鐘型分配，實驗二受測者的報酬分布則呈現右偏分配。兩次實驗對照比較，實驗一的總報酬分布比實驗二的總報酬分布範圍廣，而實驗二的總報酬分布明顯呈現右偏，報酬分布較偏向正報酬。

兩次實驗的結果，受測者的出席率皆沒有收斂至 0.6 和個體間策略行為的選擇差異會加大。然而在報酬對受測者的行為影響的分析中，我們給予實驗二的受測者加重報酬的比重，使受測者更加謹慎選擇出席決策。結果顯示，加重報酬的比重會使受測者的出席率會下降、報酬分布會偏向右側，整體報酬高於實驗一受測者。

為何受測者的出席率無法收斂至 0.6，是否與受測者之間的策略選擇行為差異，以及實驗的報酬比重設置有所關聯，我們將在下一章節深入探討。

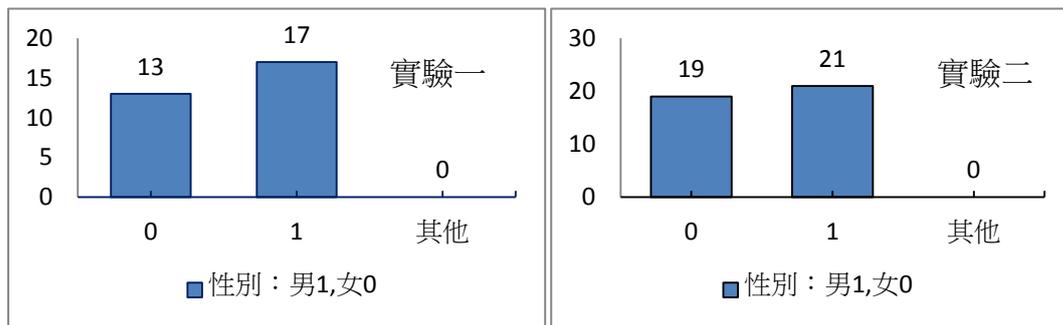


圖 4-1：兩次實驗的性別分布

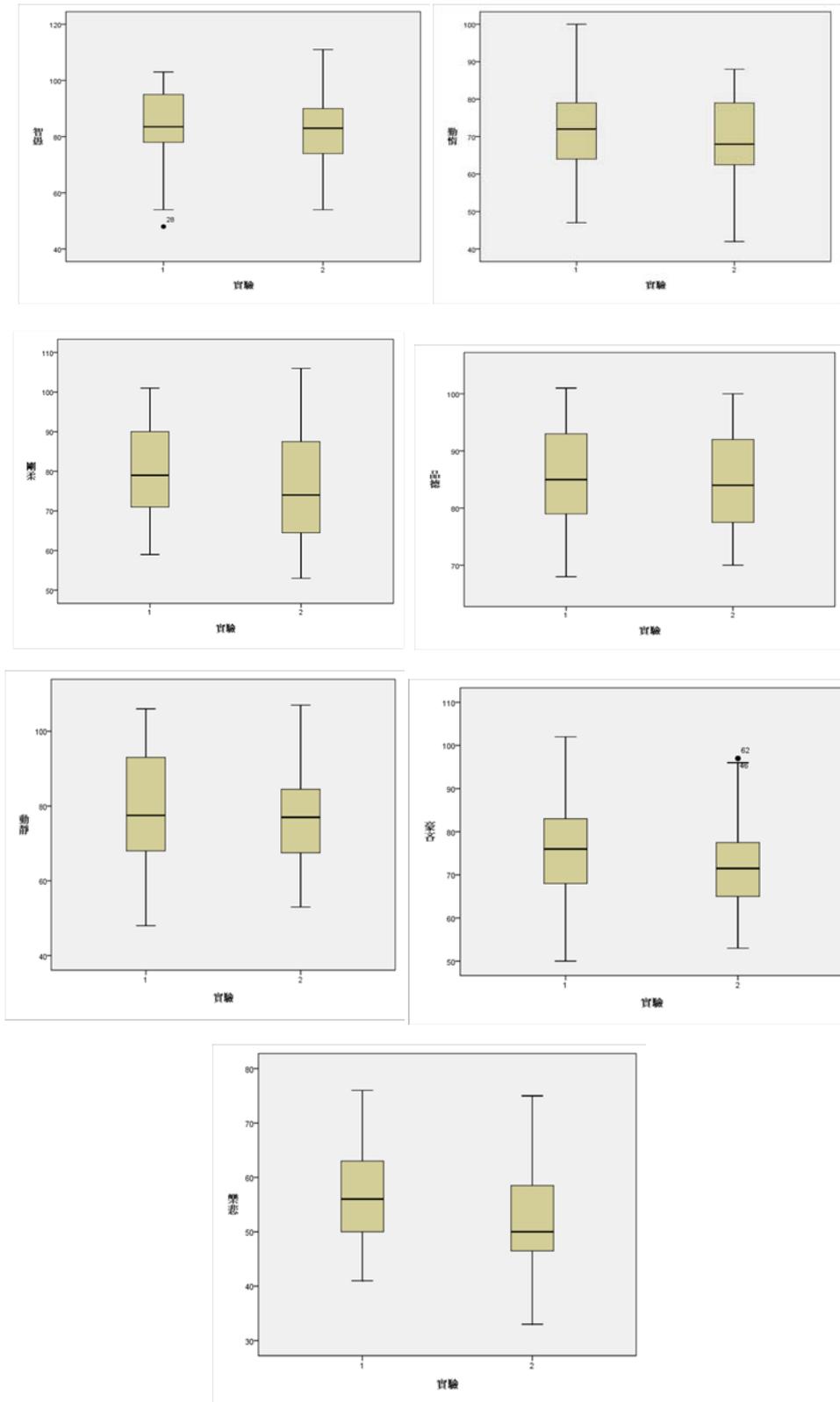


圖 4-2：七項人格測驗成績分布

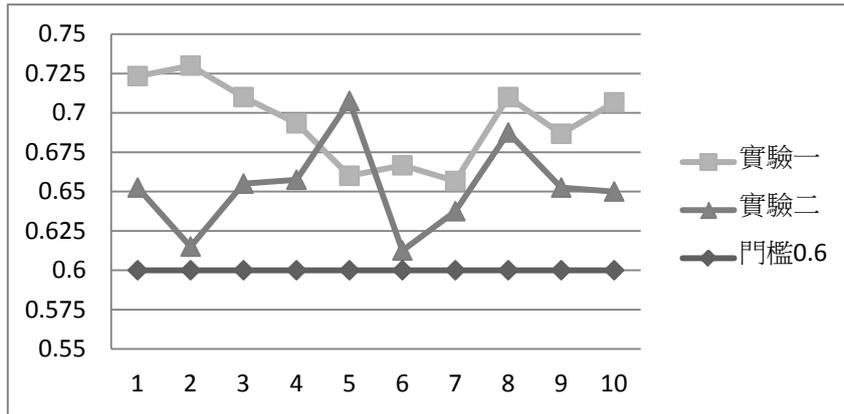


圖 4-3：兩次實驗的平均出席率

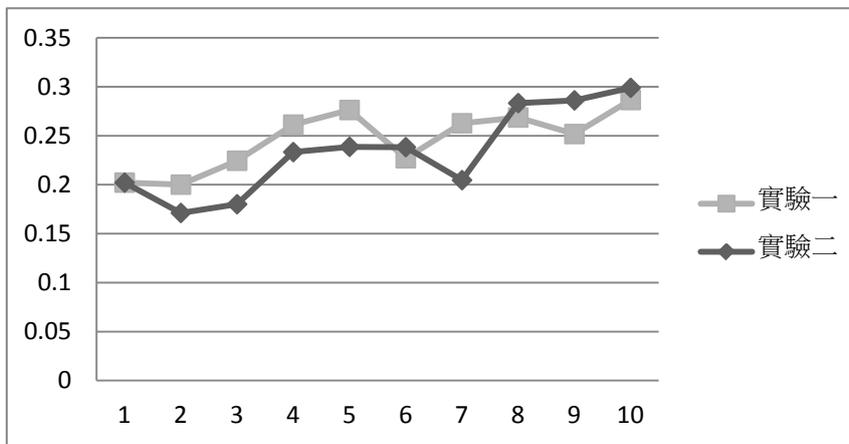


圖 4-4：兩次實驗的平均組內出席率標準差

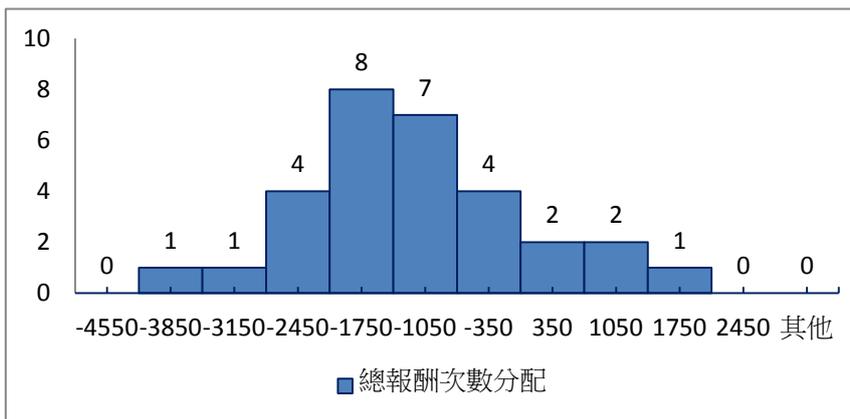


圖 4-5：實驗一的總報酬分布

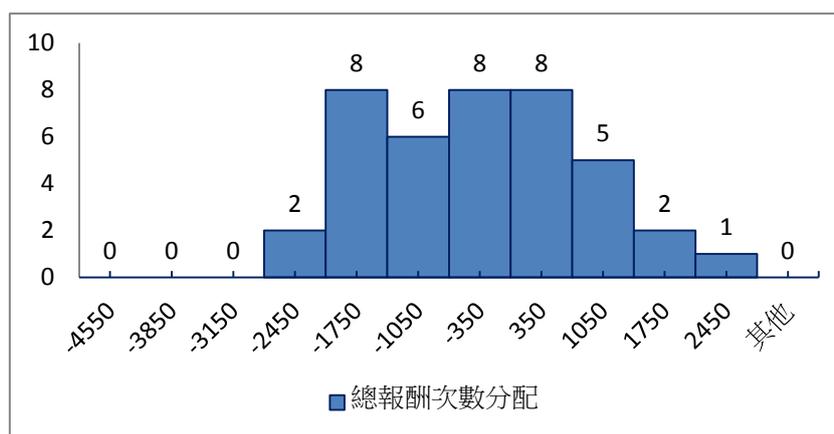


圖 4-6：實驗二的總報酬分布

4.2 個體效率分析

由上節中得知受測者的出席率並未收斂至門檻 0.6，以及報酬的比重設置不同會影響受測者的選擇行為，本節將深入探討受測者們為何無法協調至均衡，和報酬比重設置對受測者的報酬分佈影響。我們由受測者組內之間的行為來分析，圖 4-7 是實驗一的每組出席率，除了第三組的出席率低於門檻 0.6 之外，其餘組別出席率皆高於 0.6。而圖 4-8 為實驗二的每組出席率，皆高於 0.6 或在 0.6 上下波動。

圖 4-9 為實驗一的每組平均報酬，可觀察到出席率較低的第三組，每組平均報酬最高，而且呈現正向趨勢。圖 4-10 為實驗二的每組平均報酬，同樣出席率較低的第四、七組，平均報酬為正向。

我們接著觀察圖 4-11~12 兩次實驗的組別總報酬分布，在對照每組出席率的變化圖形之下，發現實驗一中出席率較低的第三組，有較高的報酬分布，五人中的三人為實驗一中少數擁有正向報酬的受測者。而在實驗二中每組出席率較多在 0.6 上下波動，其中第四、七組的出席率比其他組別低，在總報酬分布上第四、七組各有三人擁有少數的正向報酬。此外我們觀察到每組獲得報酬最高者，出席率同時也呈現最高，表示選擇出席為受測者的較佳策略。

兩次實驗的每組出席率皆沒有收斂至門檻 0.6，而是在 0.6 之上或者上下波動，與過往文獻描述有所不同。過往文獻的實驗結果通常都能收斂至門檻 0.6，而收斂的情形分為 60%. 40% 兩群極端的群體，40% 的受測者一直選擇不出席和 60% 的受測者一直選擇出席，以及受測者採取混合策略的方式維持 0.6 的出席率。我們試以有限資源和空間的排他性公共停車位實例來解釋此種現象，雖然呈現 60%. 40% 兩群極端的群體的情形易達成效率，但有失公平性，而較公平的輪流停車，以及採取混合策略的方式，有達成協調均衡的難度。然而通常結果會呈現出

60%. 40%兩群極端的群體的情形，造成停車位一直由一部分人停車，而另一部分人則無法停車。

我們的實驗結果與過往文獻的實驗結果有所不同的原因，可能為給予受測者的資訊回饋有所差異，過往文獻的實驗給予受測者之前的每期結果資料，包括每期出席人數和每期受測者的所得報酬。因為我們的實驗受限於時間無法過長，無法每回合結束後，提供過往出席歷史資訊的更新資料。而只給予受測者當期的結果和當期受測者的所得報酬，沒有給予出席人數，因此影響了受測者的策略選擇行為和學習協調效率。

本次實驗每組的出席率變化有著顯著的差異，有些組別出席率很高，而有些卻會在 0.6 上下波動，造成這種現象的原因，可能是組員之間學習協調行為的不同，為何組員之間會有這樣的差異，接下來我們將探討受測者的出席率變化，以及策略的選擇行為和實驗過程中出現的學習行為。

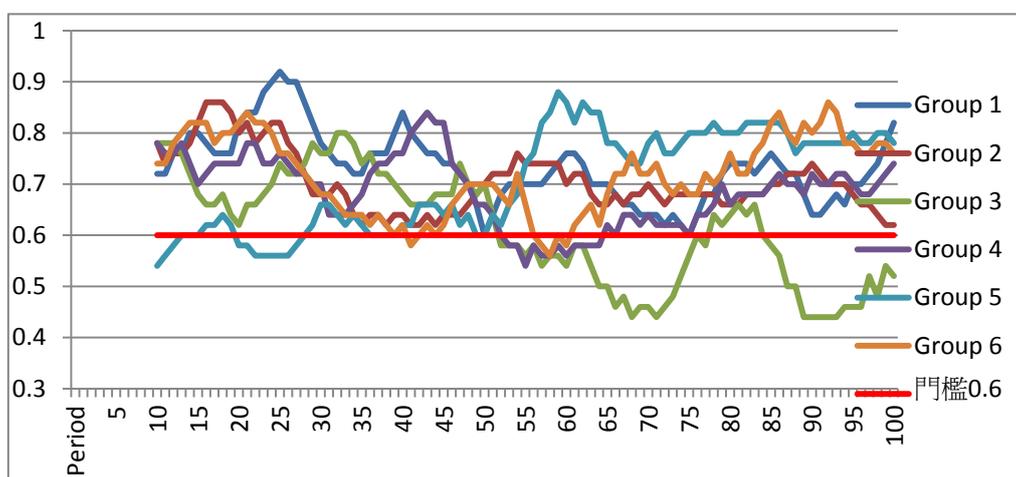


圖 4-7：實驗一每組出席率

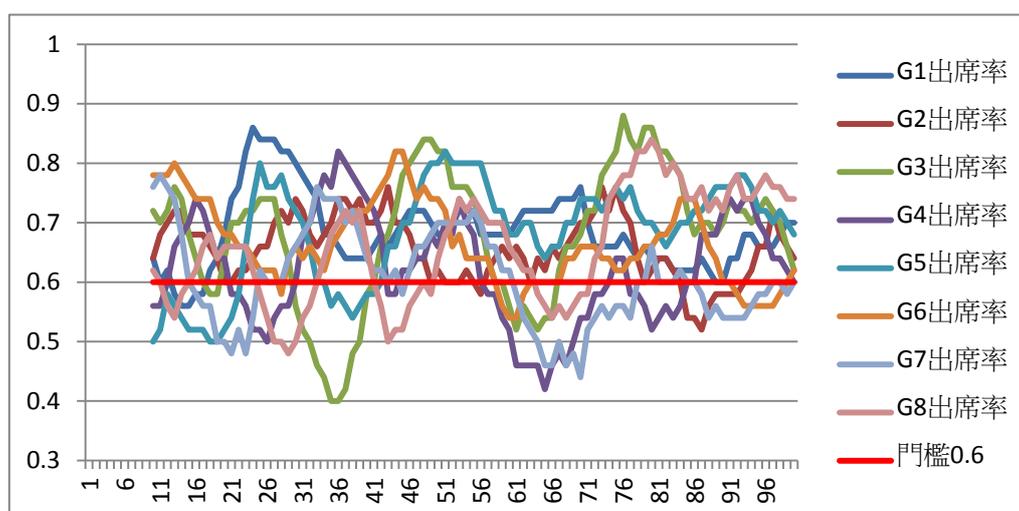


圖 4-8：實驗二每組出席率

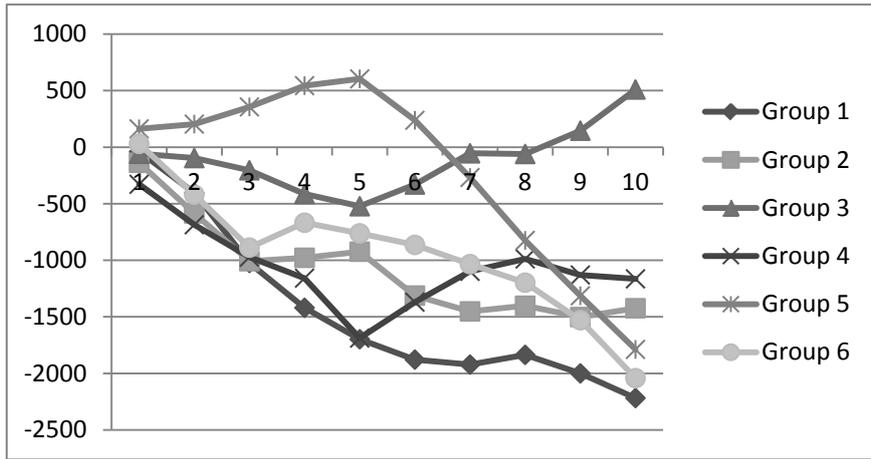


圖 4-9：實驗一每組平均報酬

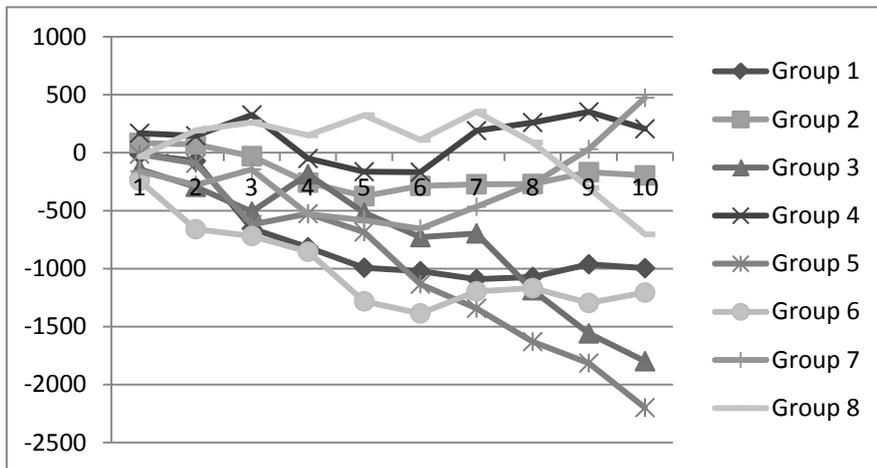


圖 4-10：實驗二每組平均報酬

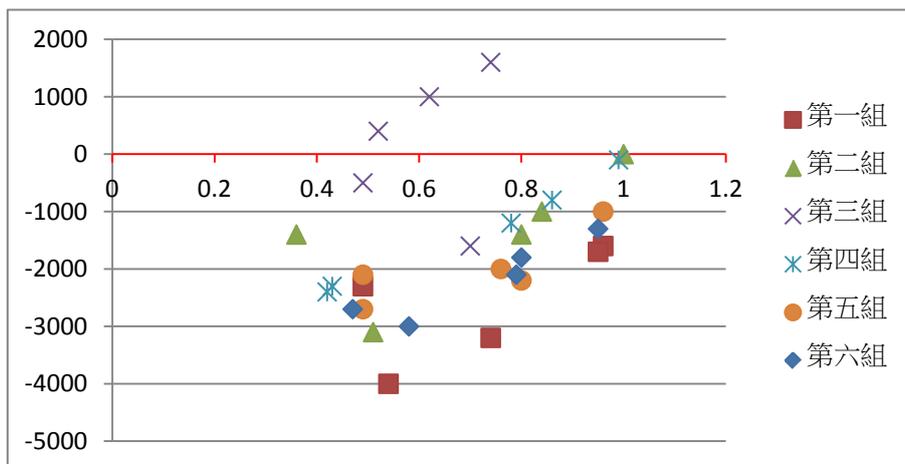


圖 4-11：實驗一每組總報酬

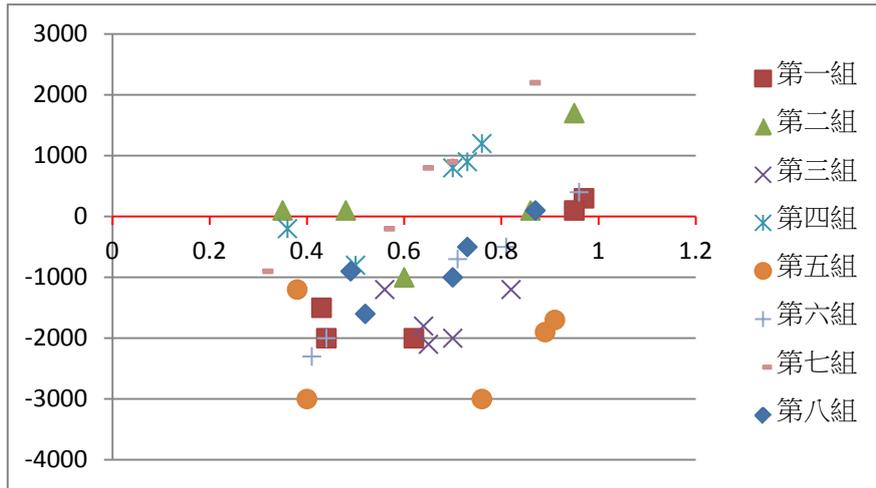
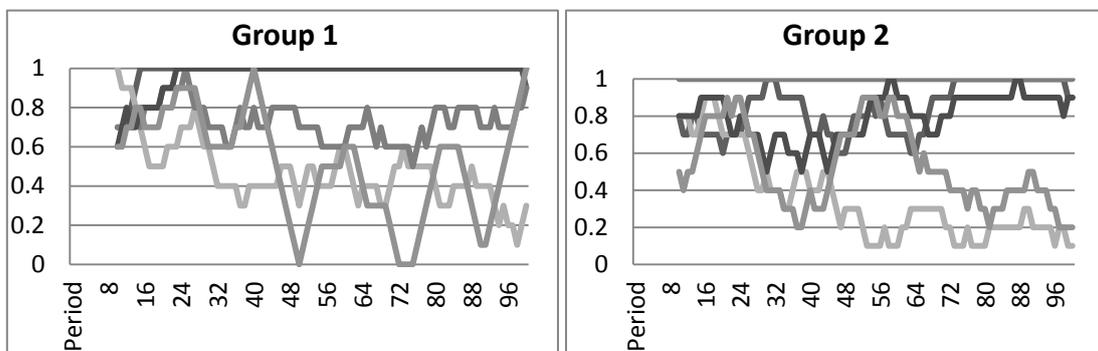


圖 4-12：實驗二每組總報酬

4.3 個體策略分析

上節中我們觀察到每組的出席率變化有著顯著的差異，造成這種現象的原因，可能是組員之間學習協調行為的不同，為何組員之間會有這樣的差異，接下來我們將探討受測者的出席率變化，以及策略的選擇行為和實驗過程中出現的學習行為。

我們觀察組間平均出席率折線圖(圖 4-13~14)，直觀將受試者行為分為三種，出席率一直很高和出席率一直很低與出席率上下波動的受測者，出席率一直很高的受測者，例如實驗一中第一組的第四位受測者，幾乎重頭到尾都選擇出席，而出席率一直很低的受測者，例如實驗一中第二組的第二位受測者，出席率上下波動的受測者，例如實驗一中第一組的第一位受測者，為何同一組別的受測者，出席的選擇行為會有如此差異，我們嘗試尋找方法，能將受測者的行為策略分類，基於 Leady. (2007)對策略應用的分類，我們提出新的策略的分類方式。



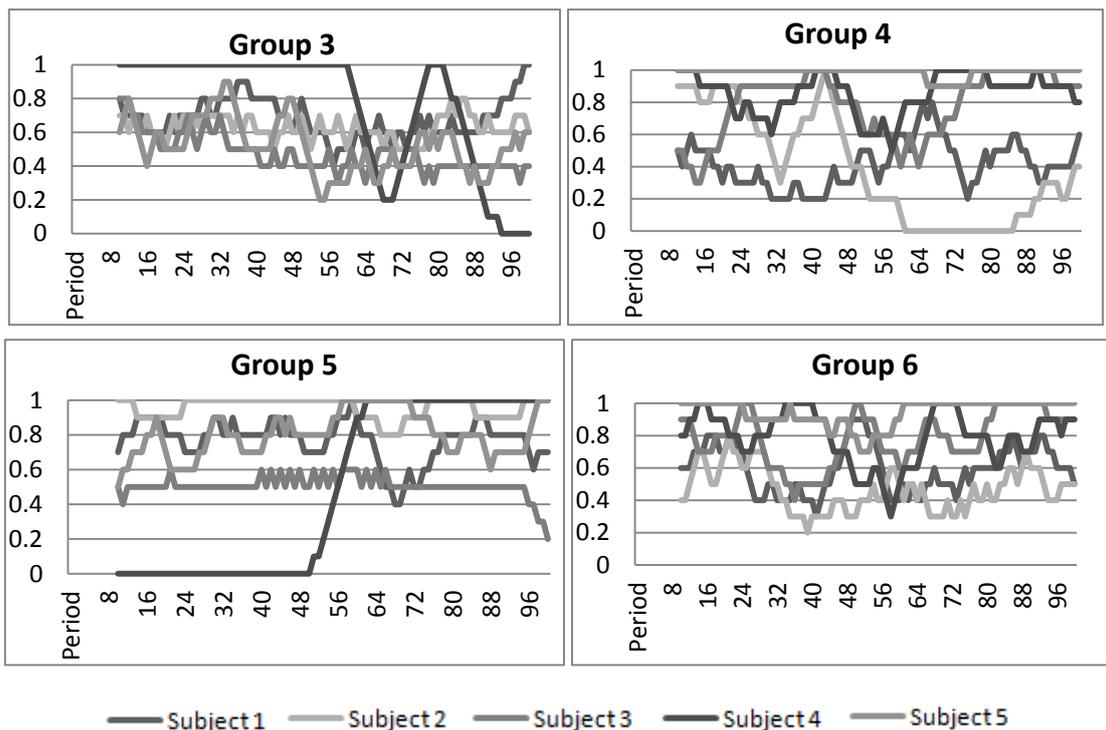
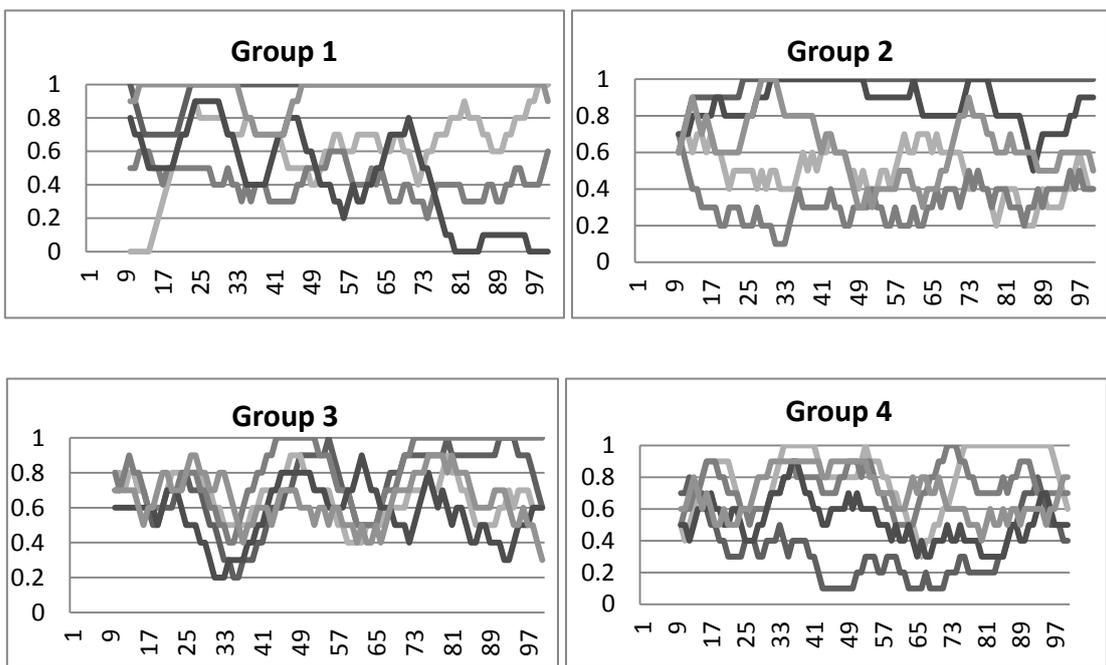


圖 4-13：實驗一平均出席率折線圖



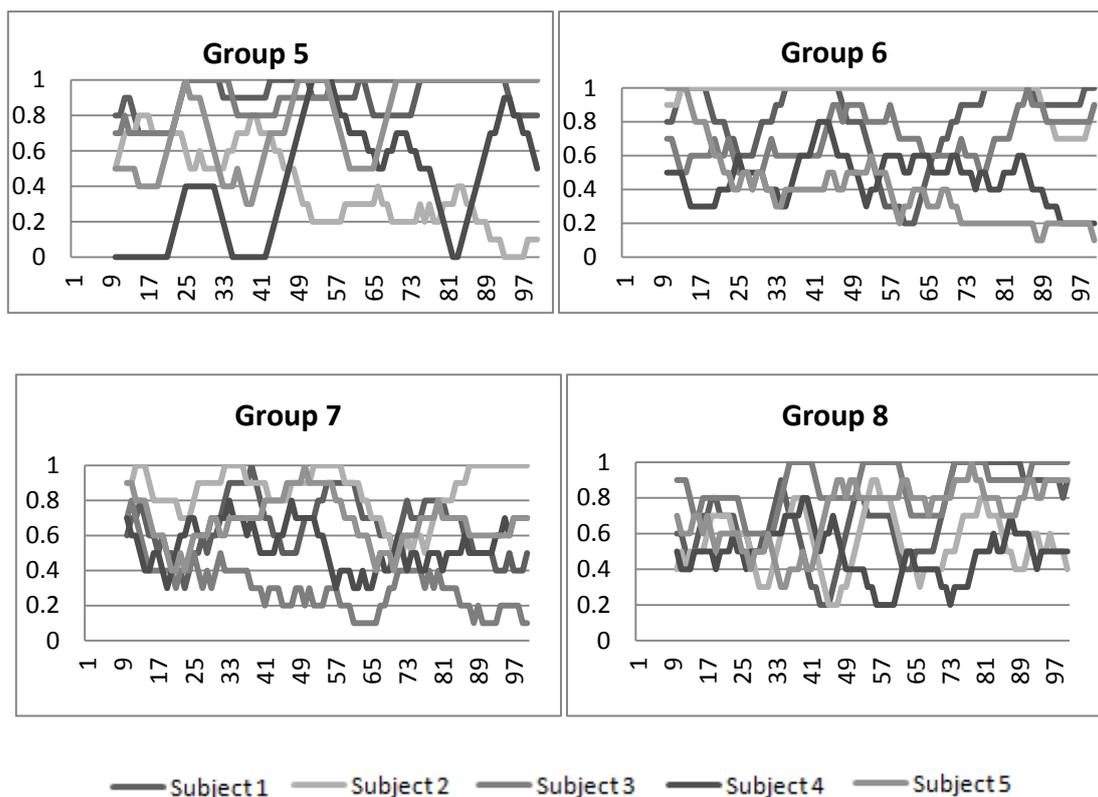


圖 4-14：實驗二平均出席率折線圖

4.3.1 圖形策略分類

我們為了尋求受測者之間，為何會有選擇的行為差異，當所有人都處於賠錢的不利狀況下，受測者是否有學習的行為呈現，進而改變自身原本的策略，採取較佳的策略改善賠錢的不利情況。我們可以直觀判斷受測者面對賠錢情況時的態度，在賠錢情況下受測者會如何改變選擇的行為。在過往的文獻中，受測者的學習行為方式分為兩種，一種為受測者在實驗過程中採取最佳的預測方法，另一種為強化學習方式。受測者在實驗過程中採取最佳的預測方法，行為上會呈現出一下選擇出席一下選擇不出席的行為模式。而使用強化學習方式的受測者，行為上會呈現出連續選擇出席或連續選擇不出席的行為模式。

我們觀察累積出席機率和累積賠錢次數的折線圖(圖 4-15~21)，發現受測者在賠錢次數增加的情況下，部分受測者會減少出席的次數避免賠錢，另一部分則會隨著情況積極預測，判斷下一回合是否出席，也有受測者不受賠錢次數增加的影響選擇繼續出席，我們依圖形直觀可將策略類型分類為：

- ◆ 策略一：隨著賠錢次數增加，出席率明顯下降，實驗一中有 4 人(圖 4-15)，實驗二中有 5 人(圖 4-19)。
- ◆ 策略二：隨著賠錢次數增加，出席率上下波動，實驗一中有 18 人(圖 4-16)，

實驗二中有 30 人(圖 4-20)。

- ◆ 策略三：隨著賠錢次數增加，出席率明顯上升、不受影響，實驗一中有 6 人(圖 4-17)，實驗二中有 5 人(圖 4-21)。

策略三的詳細定義：

1. 出席為常態，偶而不出席。
2. 不出席天數不超過 5 天。
3. 無連續不出席。
4. 最終達到收斂。

- ◆ 策略四：隨著賠錢次數增加，出席率有大幅轉折，實驗一中有 2 人(圖 4-18)，實驗二中無人選擇此策略。

我們和 Leady (2007)文獻中，藉由實驗中受測者所寫下的策略作比較，發現有類似的策略分類，例如有部分受測者採取一直選擇出席的策略，也有部分受測者採取一直選擇不出席的策略，以及採取混合多種策略的受測者。我們的實驗結果顯示，採取混合多種策略的受測者為大多數。

策略四由於只有實驗一中的 2 人，我們故不納入比較，我們由圖 4-22~23 可知在兩次實驗中，最多受測者採取策略二的行為模式，而各組別中的受測者也是大多數採取策略二的行為模式(表 4-1~2)。為何受測者在遭遇相同的賠錢情況下，會選擇不同的策略模式來因應，接下來我們將分析在實驗的過程中，受測者的學習行為。

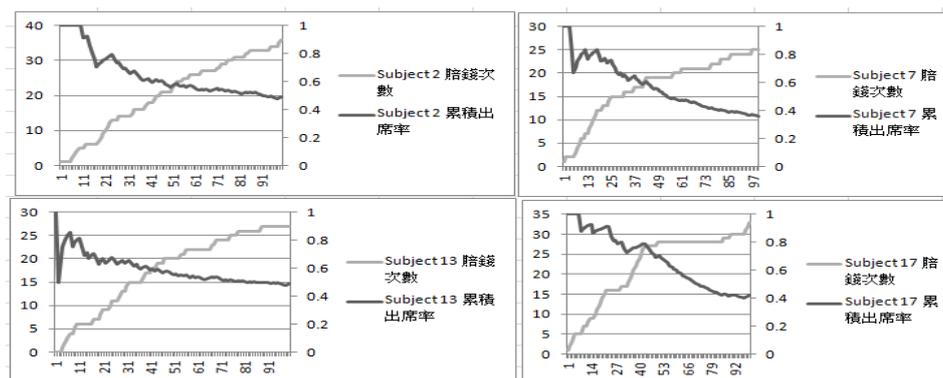


圖 4-15：實驗一策略一分類折線圖

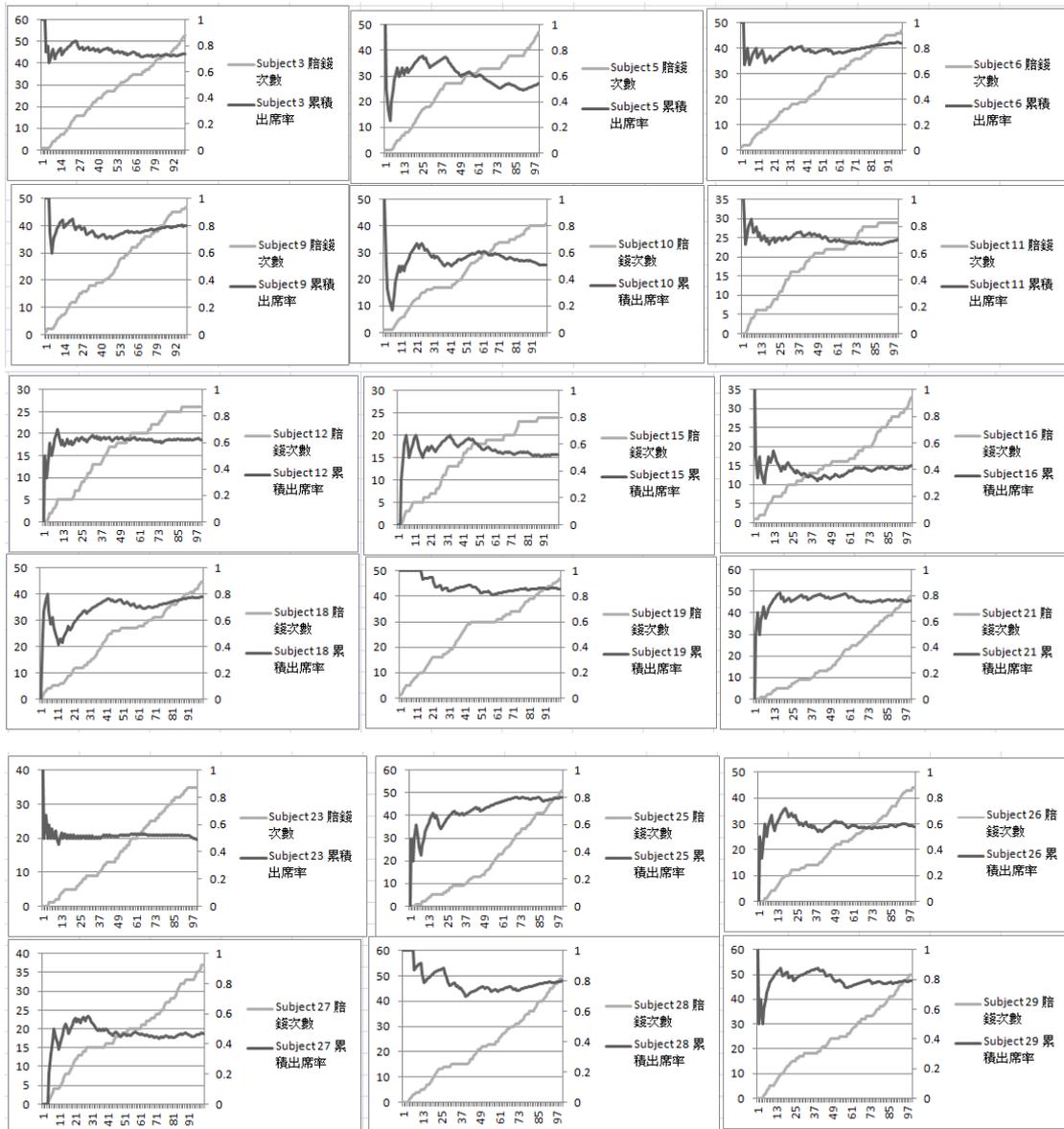


圖 4-16：實驗一策略二分類折線圖

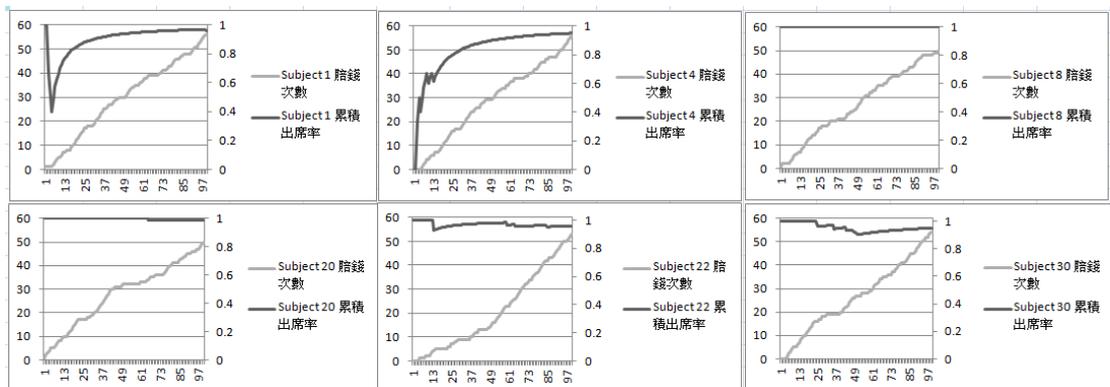


圖 4-17：實驗一策略三分類折線圖

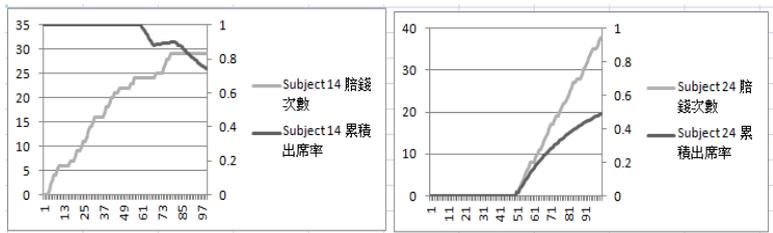


圖 4-18：實驗一策略四分類折線圖

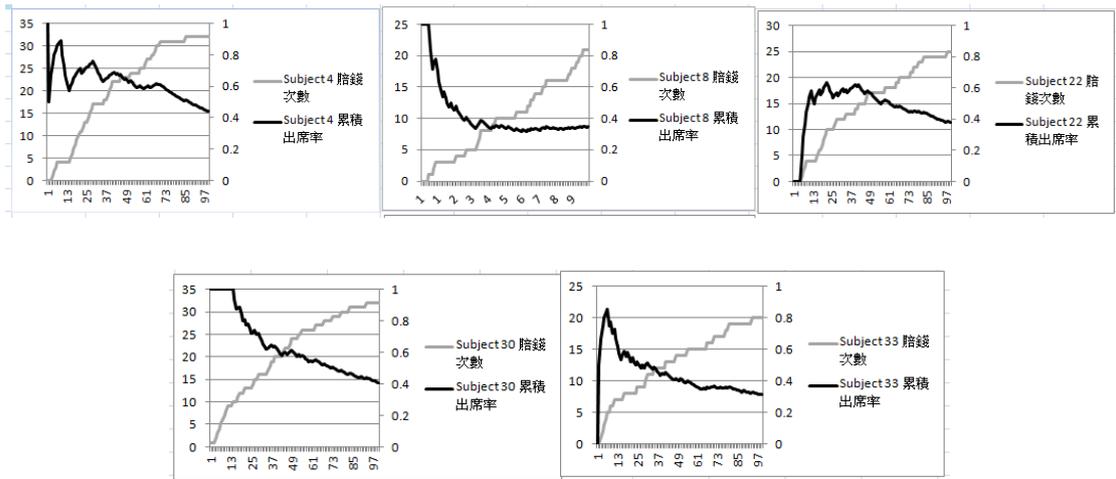
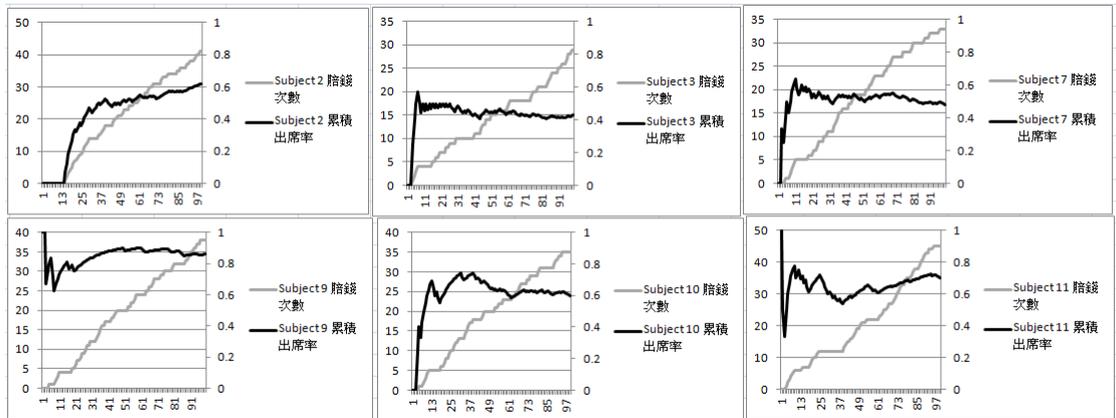
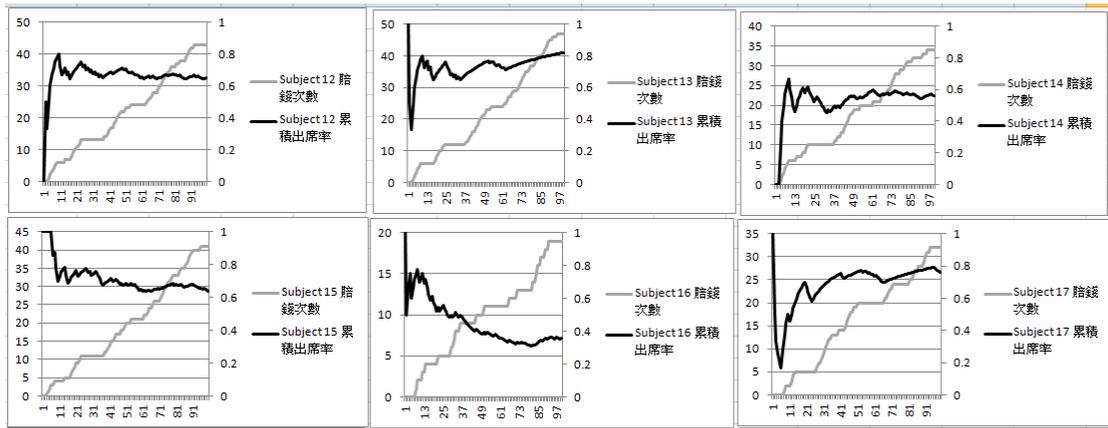
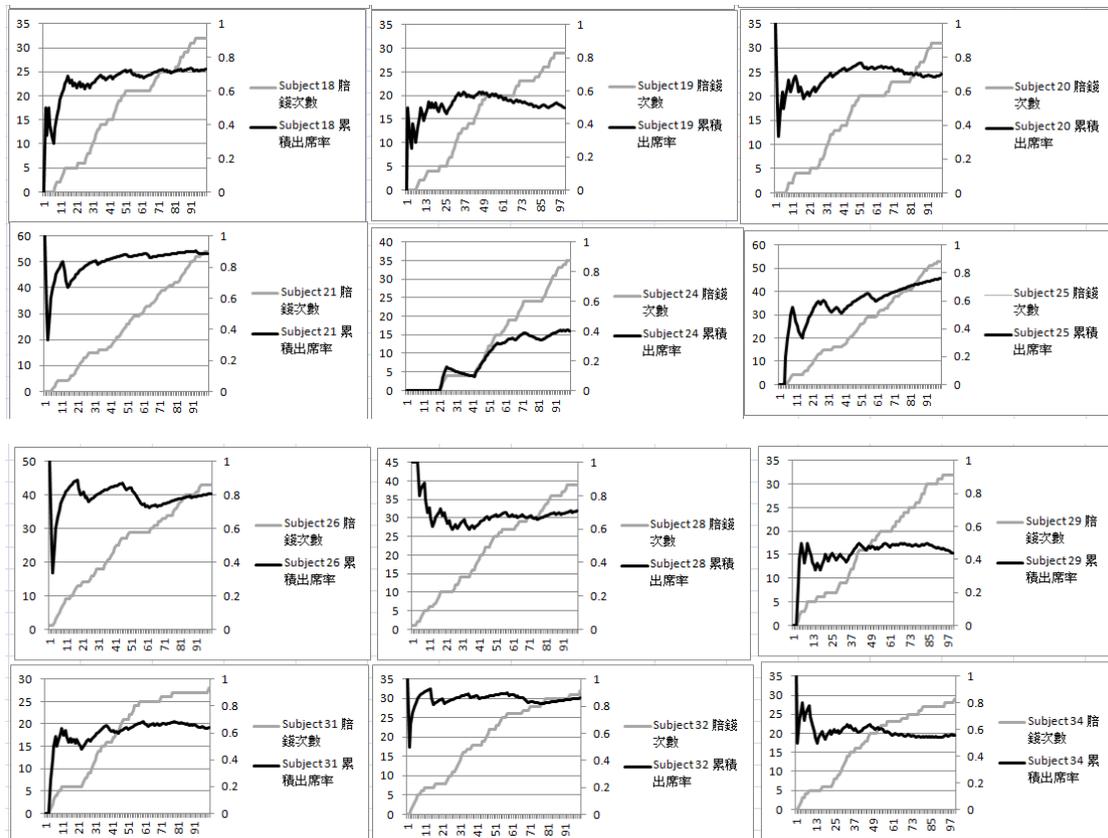


圖 4-19：實驗二策略一分類折線圖





*subject16 的出席資料由我們的策略分類方法判斷為策略二，但圖形直觀上易混淆。



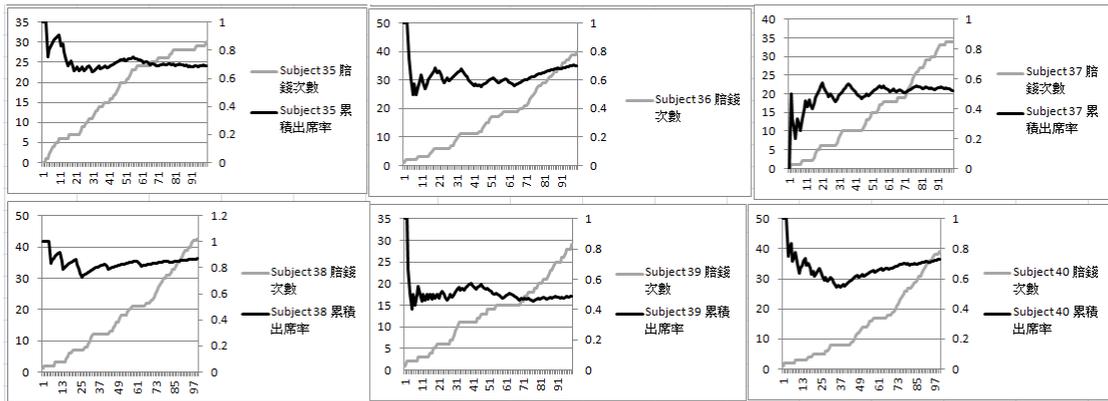


圖 4-20：實驗二策略二分類折線圖

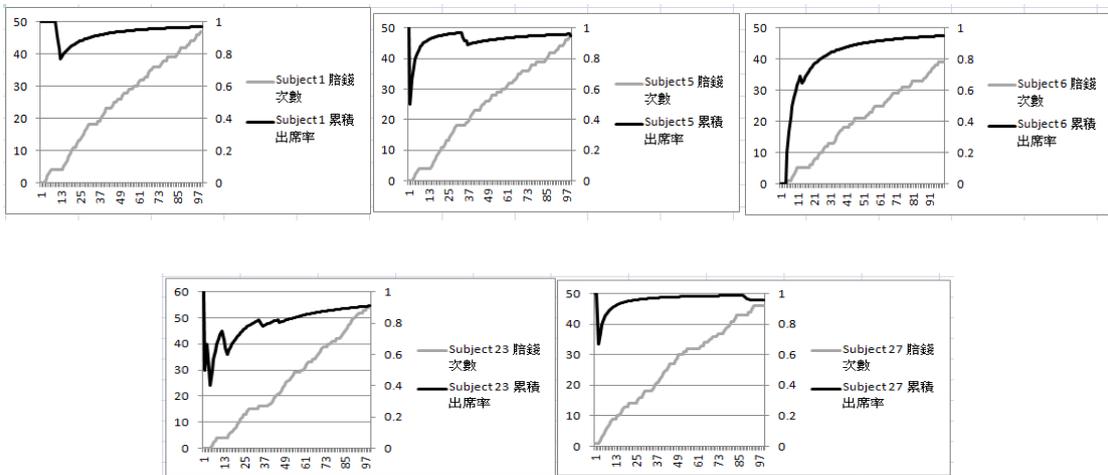


圖 4-21：實驗二策略三分類折線圖

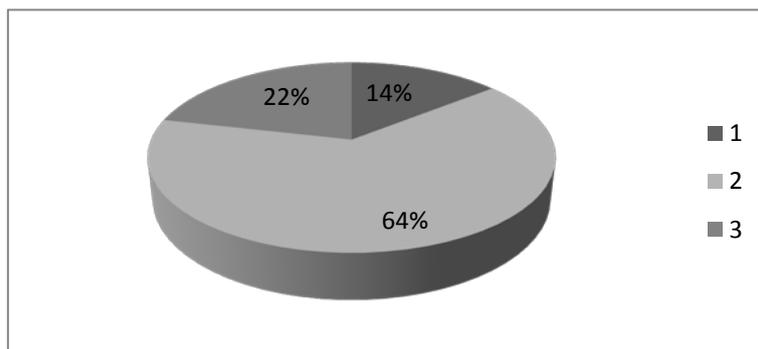


圖 4-22：實驗一-策略類別比例

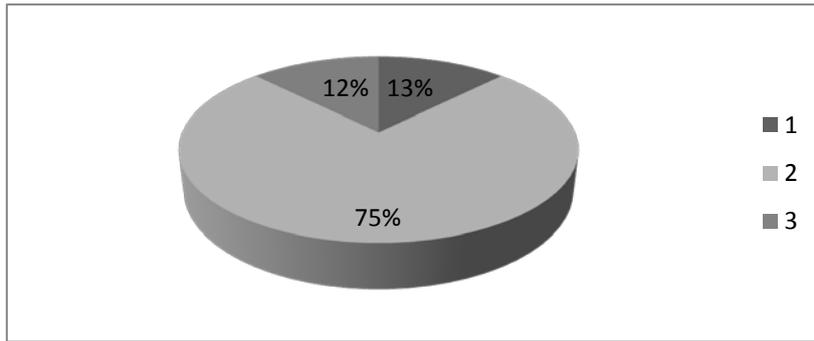


圖 4-23：實驗二-策略類別比例

表 4-1：實驗一-組間策略類別分布

	策略一	策略二	策略三	策略四
組別一	1	2	2	0
組別二	1	3	1	0
組別三	1	3	0	1
組別四	1	3	1	0
組別五	0	3	1	1
組別六	0	4	1	0

表 4-2：實驗二-組間策略類別分布

	策略一	策略二	策略三
組別一	1	2	2
組別二	1	3	1
組別三	0	5	0
組別四	0	5	0
組別五	1	3	1
組別六	1	3	1
組別七	1	4	0
組別八	0	5	0

4.3.2 學習行為分析

我們將實驗受測者依策略類型分類後，接著分析受測者在遭遇相同的情況下，為何會選擇不同策略模式來因應的學習行為，我們將由報酬所得的方面來探討。圖 4-24~25 是策略類型分類後的總報酬分布，由於策略四在兩次實驗中只有 2 名受測者，所以不列入討論範圍。由圖形可觀察到選擇策略三的受測者，所得報

酬比策略一和策略二的總報酬分布高，而選擇策略二的受測者，所得報酬比策略一和策略三的總報酬分布範圍廣。

表 4-3~4 為分析受測者的總報酬依策略分類的平均是否有差距，驗證結果顯示為沒有差距。表 4-5~6 為兩次實驗的統計檢定，實驗一、二選擇策略三的受測者，所得報酬比策略一和策略二的總報酬高，而選擇策略二的受測者，所得報酬比策略一和策略三的總報酬分布範圍廣。

我們由總報酬分布的圖形和表得知，選擇策略三的受測者有較高的報酬所得，所以策略三為較佳的策略。為何只有一部分的受測者會選擇策略三，另一部分的受測者則選擇其它策略，接下來我們將接著分析是否與受測者本身的個人因素有關。

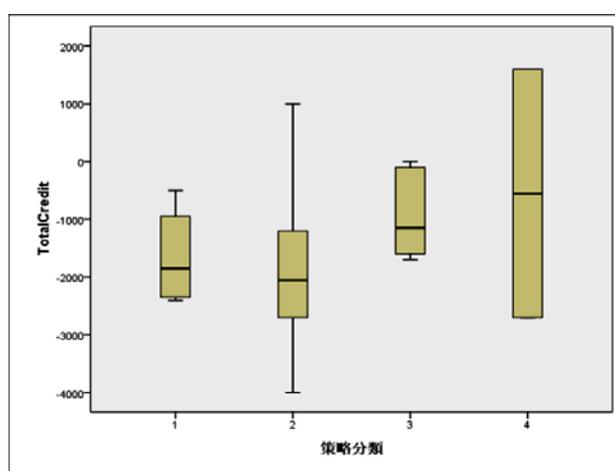


圖 4-24：實驗一策略總報酬分布

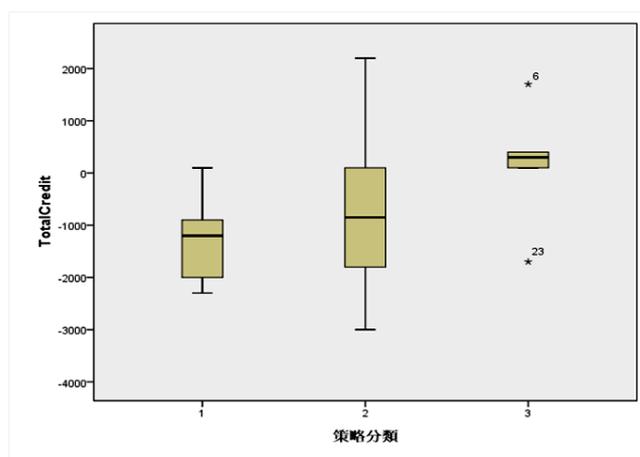


圖 4-25：實驗二策略總報酬分布

表 4-3：實驗一 ANOVA

	平方和	自由度	平均平方和	F	p-value
TotalCredit	5702222	3	1900740.741	1.218	0.323

表 4-4：實驗二 ANOVA

	平方和	自由度	平均平方和	F	p-value
TotalCredit	5293083	2	2646541.667	1.746	0.188

表 4-5：實驗一統計檢定

總報酬						
策略	個數	平均數	標準差	標準誤	最小值	最大值
1	4	-1650	888.819	444.41	-2400	-500
2	18	-1838.89	1241.981	292.738	-4000	1000
3	6	-950	739.594	301.938	-1700	0
4	2	-550	3040.559	2150	-2700	1600
總和	30	-1550	1263.206	230.629	-4000	1600

表 4-6：實驗二統計檢定

總報酬						
策略	個數	平均數	標準差	標準誤	最小值	最大值
1	5	-1260	950.263	424.971	-2300	100
2	30	-733.33	1266.909	231.305	-3000	2200
3	5	160	1215.73	543.691	-1700	1700
總和	40	-687.5	1254.364	198.332	-3000	2200

4.4 策略選擇之個人因子分析

我們已得知選擇策略三的受測者有較高的報酬所得，而策略三為較佳的策略。為何沒有所有的受測者都選擇策略三，接下來我們將分析是否與受測者本身的個人因素有關。我們由出席狀況的圖形可知受測者之間，有策略行為選擇的差異，然而探討影響受測者策略行為選擇的差異因素，為本實驗的研究要點。策略行為選擇的差異因素可能為受測者個人的性格、過往經驗、學習方式，因此我們以人格測驗成績、工作記憶 WMC、性別，來分析對受測者策略行為選擇的影響。

4.4.1 行為結果分析驗證

總報酬對七項人格測驗、WMC 測驗及性別作回歸驗證，驗證總報酬對七項人格測驗、WMC 測驗及性別之間的關聯性，實驗結果(表 4-7~8)：

- ◆ 實驗一總報酬對七項人格測驗及性別作回歸時在信心水準 95%下勤情有顯著性，在信心水準 90%下勤情和智愚有顯著性，
- ◆ 實驗二總報酬對七項人格測驗、WMC 及性別作回歸，回歸結果皆沒有顯著性。

表 4-7：實驗一總報酬回歸驗證

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	-64.264*	33.326	-1.928	0.067
勤情	78.932**	33.488	2.357	0.028
剛柔	16.636	25.456	0.654	0.521
品德	0.071	31.722	0.002	0.998
動靜	24.085	26.586	0.906	0.375
豪吝	8.533	24.003	0.356	0.726
樂悲	11.883	35.501	0.335	0.741
性別(男 1, 女 0)	50.278	480.975	0.105	0.918

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-8：實驗二總報酬回歸驗證

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	-5.471	20.512	-0.267	0.792
勤情	18.802	40.09	0.469	0.643
剛柔	12.05	20.035	0.601	0.553
品德	-51.406	40.881	-1.257	0.22
動靜	30.532	30.942	0.987	0.333
豪吝	4.352	30.855	0.141	0.889
樂悲	-39.098	31.148	-1.255	0.221
SentSpan	203.101	307.226	0.661	0.514
OpsSpan	64.747	310.133	0.209	0.836
MU	263.069	295.028	0.892	0.381
SSTM	-351.301	257.542	-1.364	0.184
DSpan	320.214	273.085	1.173	0.252
性別(男 1, 女 0)	-669.658	551.835	-1.214	0.236

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

我們為了分析受測者在實驗過程中的學習行為，進行動態分析將受測者的報酬變化分 10 期與七項人格測驗、WMC 測驗及性別測驗作回歸驗證，來探討七項人格測驗、WMC 測驗及性別的影響是否會隨時間而突現，驗證結果(表 9~10)：

- ◆ 實驗一：在信心水準 95%下(11~20 期)(41~50 期)勤惰顯著、(71~80 期)品德顯著，在信心水準 90%下(1~10 期)品德顯著、(11~20 期)(41~50 期)勤惰顯著、(51~60 期)智愚. 剛柔. 豪吝顯著、(61~70 期)動靜顯著、(71~80 期)品德顯著、(81~90 期)勤惰顯著。(表 4-9)(詳細結果於附錄二)
- ◆ 實驗二：在信心水準 95%下 (61~70 期)勤惰顯著，在信心水準 90%下 (11~20 期)SSTM 顯著、(21~30 期)剛柔顯著、(51~60 期)MU 顯著、(61~70 期) 勤惰顯著。(表 4-10) (詳細結果於附錄二)

驗證結果顯示，實驗一中勤惰有呈現出強烈的顯著性。而在實驗二中則沒有呈現出強烈的顯著性的項目。

表 4-9：實驗一總報酬分期回歸驗證

期間	信心水準 95%以下為顯著	信心水準 90%以下為顯著
1~10 期	-	品德
11~20 期	勤惰	勤惰
21~30 期	-	-
31~40 期	-	-
41~50 期	勤惰	勤惰
51~60 期	-	智愚. 剛柔. 豪吝
61~70 期	-	動靜
71~80 期	品德	品德
81~90 期	-	勤惰
91~100 期	-	-

表 4-10：實驗二總報酬分期回歸驗證

期間	信心水準 95%以下為顯著	信心水準 90%以下為顯著
1~10 期	-	-
11~20 期	-	SSTM
21~30 期	-	剛柔
31~40 期	-	-
41~50 期	-	-

51~60 期	-	MU
61~70 期	勤惰	勤惰
71~80 期	-	-
81~90 期	-	-
91~100 期	-	-

出席率對七項人格測驗、WMC 測驗及性別作回歸驗證，驗證出席率對七項人格測驗、WMC 測驗及性別之間的關聯性，實驗結果：

- 實驗一出席率對七項人格測驗及性別作回歸時在信心水準 95%下或信心水準 90%下皆無顯著性。(表 4-11)
- 實驗二出席率對七項人格測驗、WMC 及性別作回歸，在信心水準 95%下或信心水準 90%下皆無顯著性。(表 4-12)

表 4-11：實驗一 出席率回歸驗證

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	-0.005	0.006	-0.815	0.424
勤惰	0.006	0.006	1.078	0.293
剛柔	0.001	0.004	0.275	0.786
品德	-0.003	0.005	-0.501	0.622
動靜	-0.001	0.005	-0.256	0.8
豪吝	0.002	0.004	0.519	0.609
樂悲	0.006	0.006	1.029	0.315
性別(男 1, 女 0)	0.038	0.083	0.462	0.649

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-12：實驗二 出席率回歸驗證

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0.001	0.003	0.254	0.801
勤惰	0.007	0.006	1.085	0.288
剛柔	-0.001	0.003	-0.41	0.685
品德	-0.009	0.006	-1.433	0.164
動靜	0.004	0.005	0.834	0.412
豪吝	-0.003	0.005	-0.686	0.499
樂悲	-0.005	0.005	-1.066	0.296
SentSpan	0.017	0.048	0.353	0.727
OpsSpan	-0.026	0.049	-0.524	0.605
MU	-0.036	0.047	-0.764	0.452
SSTM	-0.005	0.041	-0.122	0.904
DSpan	-0.009	0.043	-0.205	0.839
性別(男 1, 女 0)	-0.049	0.087	-0.566	0.576

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

我們為了分析受測者在實驗過程中的學習行為，進行動態分析將受測者的出席率變化分 10 期與七項人格測驗、WMC 測驗及性別測驗作回歸驗證，來探討七項人格測驗、WMC 測驗及性別的影響是否會隨時間而突現，驗證結果：

- ◆ 實驗一：在信心水準 95%下(1~10 期)品德顯著、(11~20 期)智愚顯著、(21~30 期)勤惰顯著、(41~50 期)智愚和勤惰顯著，信心水準 90%下(1~10 期)品德顯著、(11~20 期)智愚顯著、(21~30 期)勤惰和智愚顯著、(41~50 期)勤惰和智愚顯著。(表 4-13) (詳細結果於附錄三)
- ◆ 實驗二：在信心水準 95%下(21~30 期)剛柔顯著、(81~90 期)樂悲顯著，在信心水準 90%下(1~10 期)DSpan 顯著、(21~30 期)剛柔顯著、(61~70 期)SSTM 顯著、(71~80 期)品德顯著、(81~90 期)品德和樂悲顯著。(表 4-14) (詳細結果於附錄三)

表 4-13：實驗一出席率分期回歸驗證

期間	信心水準 95%以下為顯著	信心水準 90%以下為顯著
1~10 期	品德	品德
11~20 期	智愚	智愚
21~30 期	勤惰	勤惰和智愚
31~40 期	-	-
41~50 期	智愚和勤惰	勤惰和智愚
51~60 期	-	-
61~70 期	-	-
71~80 期	-	-
81~90 期	-	-
91~100 期	-	-

表 4-14：實驗二出席率分期回歸驗證

期間	信心水準 95%以下為顯著	信心水準 90%以下為顯著
1~10 期	-	DSpan
11~20 期	-	-
21~30 期	剛柔	剛柔
31~40 期	-	-
41~50 期	-	-
51~60 期	-	-
61~70 期	-	SSTM
71~80 期	-	品德
81~90 期	樂悲	品德和樂悲
91~100 期	-	-

我們將總報酬對七項人格測驗、WMC 測驗及性別作回歸驗證，以及進行動態分析將受測者的總報酬變化分 10 期與七項人格測驗、WMC 測驗及性別測驗作回歸驗證，驗證總報酬對七項人格測驗、WMC 測驗及性別之間的關聯性，回歸驗證結果顯示，勤惰對總報酬有呈現出強烈關聯性的存在，勤惰分數越高的受測者，總報酬會越高。

另外我們將出席率對七項人格測驗、WMC 測驗及性別作回歸驗證，以及進行動態分析將受測者的出席率變化分 10 期與七項人格測驗、WMC 測驗及性別測驗作回歸驗證，驗證出席率對七項人格測驗、WMC 測驗及性別之間的關聯性，回歸驗證結果顯示，皆沒有對出席率有呈現出強烈關聯性的存在。

4.4.2 行為分析驗證

我們先將總報酬與出席率對七項人格測驗、WMC 測驗及性別作回歸驗證，檢驗總報酬與出席率對七項人格測驗、WMC 測驗及性別之間是否有關聯性，檢驗結果除了勤惰對總報酬有關聯性存在，其他則沒有呈現明確顯著性。

可能與受測者總報酬和出席率分布有關，將總報酬和出席率化為分佈圖觀察(圖 4-26~27)，發現總報酬和出席率的分佈圖呈現出 V 型分布，只有少數幾人出現特例，愈接近出席率 0.5 總報酬愈低，而出席率愈高或愈低則總報酬愈高，由此可知選擇出席為較佳策略。

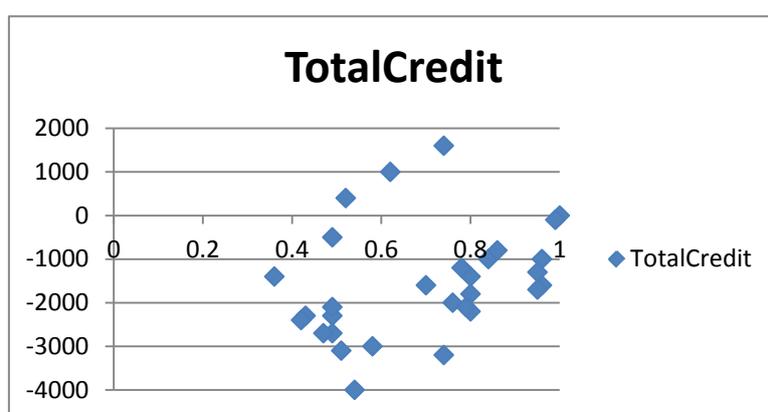


圖 4-26：實驗一 總報酬和出席率的分佈圖

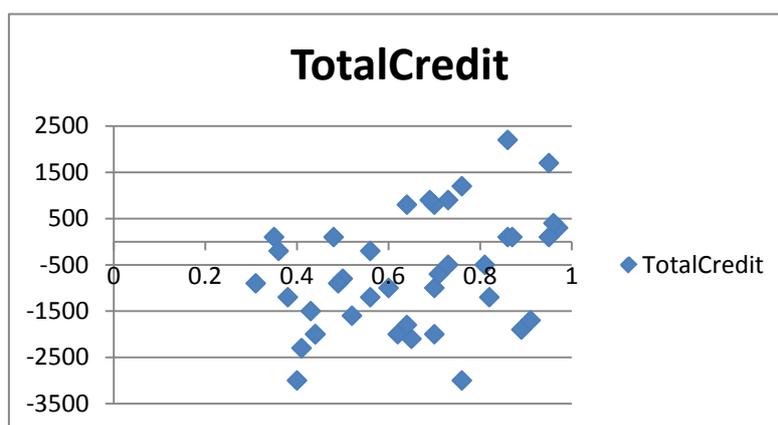


圖 4-27：實驗二 總報酬和出席率的分佈圖

同樣分析受測者的在實驗過程中的學習行為，進行動態分析將受測者的出席率變化分 10 期，但為了分析出席率與 0.5 的距離是否和七項人格測驗、WMC 測驗及性別更能解釋其中關聯，我們採出席率與 0.5 的距離與七項人格測驗、WMC 測驗及性別作回歸驗證，來探討七項人格測驗、WMC 測驗及性別的影響是否會隨

時間而突現。驗證結果：

- ◆ 實驗一：在信心水準 95%下 (1~10 期)剛柔顯著，在信心水準 90%下(1~10 期)剛柔顯著。(表 4-15) (詳細結果於附錄四)
- ◆ 實驗二：在信心水準 95%下(1~10 期)MU 和 DSpan 顯著、(21~30 期)智愚和品德顯著、(31~40 期)豪吝顯著、(41~50 期)品德顯著、(61~70 期)SSTM 顯著。在信心水準 90%下(1~10 期)MU. DSpan 顯著、(21~30 期)智愚和品德和剛柔和 OpsSpan 顯著、(31~40 期)豪吝和動靜顯著、(41~50 期)品德顯著、(61~70 期)SSTM 和 SentPan 顯著、(71~80 期)MU 顯著。(表 4-16) (詳細結果於附錄四)

驗證結果顯示，沒有呈現很強烈的顯著性，可能原因為對 0.5 取絕對值，造成分數相同但為不同的群體。

表 4-15：實驗一出席率-0.5 分期回歸驗證

期間	信心水準 95%以下為顯著	信心水準 90%以下為顯著
1~10 期	剛柔	剛柔
11~20 期	-	-
21~30 期	-	-
31~40 期	-	-
41~50 期	-	-
51~60 期	-	-
61~70 期	-	-
71~80 期	-	-
81~90 期	-	-
91~100 期	-	-

表 4-16：實驗二出席率-0.5 分期回歸驗證

期間	信心水準 95%以下為顯著	信心水準 90%以下為顯著
1~10 期	MU 和 DSpan	MU 和 DSpan
11~20 期	-	-
21~30 期	智愚和品德	智愚和品德和剛柔和 OpsSpan
31~40 期	豪吝	豪吝和動靜
41~50 期	品德	品德
51~60 期	-	-
61~70 期	SSTM	SSTM 和 SentPan

71~80 期	-	MU
81~90 期	-	-
91~100 期	-	-

4.5 條件式的行為模式

我們接下來討論受測者在遭遇擁擠或不擁擠的情況下，對下期出席與否的態度，分析受測者在面對不確定情況下，藉由當期給予的資訊回饋，來判斷下期是否出席，以此來預測分析受測者策略選擇行為，並與七項人格測驗、WMC 測驗及性別作回歸驗證，來探討四項變數與七項人格測驗、WMC 測驗及性別的影響是否會有所關聯：

- P1：本期出席餐廳擁擠狀況下，下期出席的機率。
- P2：本期出席餐廳空曠狀況下，下期出席的機率。
- P3：本期不出席餐廳擁擠狀況下，下期出席的機率。
- P4：本期不出席餐廳空曠狀況下，下期出席的機率。

表 4-17~24 為四項變數與七項人格測驗、WMC 測驗及性別的回歸檢驗，為驗證四項變數與七項人格測驗、WMC 測驗及性別之間是否有所關連，驗證結果：

- ◆ 實驗一：在信心水準 90%下只有剛柔對 P3 有顯著；
- ◆ 實驗二：在信心水準 90%下只有 DSpan 對 P4 有顯著。

表 4-17：實驗一 P1 迴歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	-0.002	0.007	-0.304	0.764
勤惰	0.003	0.007	0.357	0.724
剛柔	0.003	0.006	0.524	0.606
品德	-0.003	0.007	-0.433	0.669
動靜	0	0.006	-0.035	0.973
豪吝	0.001	0.005	0.273	0.787
樂悲	0.001	0.008	0.108	0.915
性別(男 1, 女 0)	-0.02	0.107	-0.185	0.855

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-18：實驗一 P2 迴歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	-0.002	0.009	-0.263	0.795
勤惰	0	0.009	-0.03	0.976
剛柔	0.003	0.007	0.526	0.605
品德	-0.005	0.008	-0.562	0.58
動靜	-0.003	0.007	-0.4	0.693
豪吝	0.002	0.006	0.243	0.81
樂悲	0.001	0.009	0.07	0.945
性別(男 1, 女 0)	0.005	0.124	0.039	0.97

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-19：實驗一 P3 迴歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0.002	0.01	0.229	0.821
勤惰	0.002	0.01	0.237	0.815
剛柔	-0.015*	0.008	-1.98	0.061
品德	-0.006	0.01	-0.68	0.504
動靜	-0.004	0.008	-0.561	0.581
豪吝	0.004	0.007	0.528	0.603
樂悲	0.013	0.011	1.26	0.222
性別(男 1, 女 0)	-0.054	0.145	-0.375	0.711

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-20：實驗一 P4 迴歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	-0.009	0.01	-0.962	0.347
勤惰	0.01	0.01	0.996	0.331
剛柔	0.004	0.007	0.581	0.568
品德	0	0.009	0.034	0.973
動靜	0.003	0.008	0.384	0.705
豪吝	0.008	0.007	1.218	0.237
樂悲	-0.006	0.01	-0.605	0.551
性別(男 1, 女 0)	0.054	0.138	0.389	0.701

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-21：實驗二 P1 迴歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0	0.004	-0.072	0.943
勤惰	0.01	0.009	1.186	0.246
剛柔	-0.003	0.004	-0.644	0.525
品德	-0.009	0.009	-1.022	0.316
動靜	0.003	0.007	0.424	0.675
豪吝	-0.001	0.007	-0.186	0.854
樂悲	-0.004	0.007	-0.559	0.581
SentSpan	0.037	0.065	0.572	0.572
OpsSpan	-0.029	0.066	-0.437	0.666
MU	-0.035	0.063	-0.555	0.584
SSTM	-0.008	0.055	-0.146	0.885
DSpan	-0.026	0.058	-0.45	0.657
性別(男 1, 女 0)	-0.026	0.117	-0.221	0.827

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-22：實驗二 P2 迴歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0.001	0.004	0.356	0.725
勤惰	-0.001	0.007	-0.196	0.846
剛柔	-0.005	0.004	-1.462	0.156
品德	-0.002	0.007	-0.302	0.765
動靜	0.002	0.006	0.275	0.786
豪吝	-0.006	0.006	-1.039	0.308
樂悲	-0.005	0.006	-0.97	0.341
SentSpan	-0.03	0.055	-0.537	0.596
OpsSpan	-0.042	0.056	-0.757	0.456
MU	-0.021	0.053	-0.399	0.693
SSTM	0.011	0.047	0.237	0.815
DSpan	0.007	0.049	0.137	0.892
性別(男 1, 女 0)	-0.039	0.1	-0.395	0.696

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-23：實驗二 P3 迴歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0.002	0.006	0.264	0.795
勤惰	0.013	0.013	0.967	0.346
剛柔	0.004	0.007	0.645	0.527
品德	-0.002	0.013	-0.157	0.877
動靜	0.004	0.011	0.392	0.699
豪吝	0.002	0.01	0.234	0.818
樂悲	5.28E-05	0.011	0.005	0.996
SentSpan	-0.01	0.095	-0.102	0.92
OpsSpan	0.168	0.1	1.689	0.108
MU	-0.102	0.084	-1.217	0.239
SSTM	-0.125	0.078	-1.603	0.125
DSpan	-0.045	0.096	-0.471	0.643
性別(男 1, 女 0)	0.148	0.153	0.967	0.346

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-24：實驗二 P4 迴歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0	0.003	-0.304	0.764
勤惰	-0.005	0.006	-0.914	0.369
剛柔	0.001	0.003	0.184	0.855
品德	-0.002	0.006	-0.293	0.772
動靜	-0.002	0.004	-0.411	0.684
豪吝	0.002	0.004	0.384	0.704
樂悲	-0.003	0.004	-0.68	0.503
SentSpan	-0.01	0.042	-0.229	0.821
OpsSpan	-0.008	0.043	-0.186	0.854
MU	-0.002	0.041	-0.056	0.956
SSTM	-0.056	0.035	-1.591	0.124
DSpan	0.066*	0.038	1.751	0.092
性別(男 1, 女 0)	-0.071	0.076	-0.941	0.355

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

4.5.1 行為策略分析

上節中我們將四項變數與七項人格測驗、WMC 測驗及性別的迴歸檢驗，為驗證四項變數與七項人格測驗、WMC 測驗及性別之間是否有所關連，驗證結果顯示沒有顯著關連性。本節我們將尋找適當的策略分群，來解釋四項變數與七項人格測驗、WMC 測驗及性別之間關連性。

我們先將每組第一名及其餘受測者挑出(表 4-25~28)，發現高出席率的報酬表現比低出席率好，高出席率為受測者的較佳策略。造成此結果的可能因素，個人經驗不同面對受挫的態度和表現不同，高出席率者面對賠錢狀況的反應較小，而出席率低者對賠錢狀況反應較大，易退縮、改變策略並積極預測，我們將深入探討七項人格和 WMC 和性別，對受測者面對受挫的態度和表現的關聯性。

表 4-25：實驗一 每組報酬表現第一名

每組最高報酬者	P1	P2	P3	P4
	0.982143	0.975	0	0.333333
	0.98	1	0	0
	1	0.933333	0	0.083333
	0.96	1	0	1
	0.90566	1	0	1
	0.944444	0.926829	0	1
平均	0.962041	0.972527	0	0.569444

表 4-26：實驗二 每組報酬表現第一名

每組最高報酬者	P1	P2	P3	P4
	1	0.96	0	0.333333
	1	0.964286	0	0.4
	0.978723	0.657143	1	0.647059
	0.558824	0.863636	0.285714	0.466667
	1	0.772727	0	0.391304
	0.4	0.846154	0	0.515152
	0.978261	0.94	0	0.75
	0.90625	0.833333	1	0.769231
	0.976744	0.863636	0	0.461538
平均	0.866534	0.855657	0.253968	0.526032

表 4-27：實驗一 每組報酬表現第 2~5 名

每組報酬 2~5 名	P1	P2	P3	P4
	0.5	0.615385	0.190476	0.6
	0.792453	0.428571	1	0.818182
	0.946429	0.974359	0	1
	0.808511	0.714286	0.1	0.25
	0.787234	0.891892	0.333333	0.923077
	0.52	0.363636	0.28	0.282051
	0.765957	0.848485	0.333333	0.823529
	0.536585	0.6	0.666667	0.4
	0.482759	0.731707	0	0.892857
	0.5	0.5	1	0.787879
	0.407407	0.272727	0.75	0.595745
	0.875	0.357143	0.857143	0.365854
	0.333333	0.8	0.352941	0.425
	0.848485	0.333333	0.176471	0.170732
	0.8	0.848485	0.6	0.647059
	0.87234	0.871795	0.333333	0.818182
	0.770833	0.678571	0.8	0.842105
	0.114286	0	0.777778	0.909091
	0.947368	1	0.066667	0.027778
	0.921569	0.655172	0.5	0.722222
	0.568182	0.5	0.7	0.59375
	0.513514	0.5	0.117647	0.583333
	0.836735	0.83871	0.6	0.6
	0.82	0.827586	0.5	0.647059
平均	0.677874	0.631327	0.459825	0.613562

表 4-28：實驗二 每組報酬表現第 2~5 名

每組報酬 2~5 名	P1	P2	P3	P4
	0.634146	0.857143	0.166667	0.53125
	0.448276	0.071429	0.555556	0.487179
	0.75	0.5	0.266667	0.219512
	0.957447	0.958333	0	0.6
	0.454545	0.4	1	0.456522
	0.142857	0.357143	0	0.553191
	0.947368	0.833333	1	0.615385
	0.8	0.52	0.25	0.5
	0.933333	0.48	0.666667	0.481481
	0.767442	0.272727	0.8	0.733333
	0.634146	0.652174	0.571429	0.62069
	0.263158	0.411765	0.285714	0.38
	0.84375	0.560976	0	0.884615
	0.689655	0.190476	0.75	0.5
	0.677419	0.641026	0.5	0.785714
	0.944444	0.885714	0	0.545455
	0.962963	0.891892	0	0.555556
	0.8	0.4	0.157895	0.170732
	0.924528	0.913043	0	0.26087
	0.953488	0.763158	0.333333	0.5625
	0.820513	0.5625	0.428571	0.772727
	0.40625	0.833333	0.285714	0.404762
	0.46875	0.666667	0.142857	0.377778
	0.75	0.527778	1	0.612903
	0.25	0.181818	0.384615	0.339286
	0.413793	0.592593	0.25	0.65
	0.666667	0.615385	0.666667	0.785714
	0.925	0.633333	1	0.37037
	0.735294	0.5	0.333333	0.384615
	0.310345	0.65	0.214286	0.621622
	0.641026	0.794118	0.25	0.826087
平均	0.674729	0.584447	0.395483	0.535156

分組為各組第一名和其餘受測者，將四項變數之間作無母數 wilcoxon test(兩相依樣本分析)，驗證變數之間是否有差異(表 4-29~30)。

- ◆ 實驗一：第一名(6人)的 P1&P2 不顯著(無差異)；其餘 24 人的 P1&P2 不顯著(無差異)，P3&P4 顯著(有差異)。

- ◆ 實驗二：第一名(9人)的 P1&P2 不顯著(無差異)；其餘 31 人的 P1&P2 顯著(有差異)，P3&P4 顯著(有差異)。

我們觀察每組(2~5名)受試者四項變數：

可發現實驗一：P1>P2, P3<P4；實驗二：P1>P2, P3<P4

P1>P2, P3<P4 表示：在出席的情況下，遇到擁擠的下期出席率高於不擁擠的出席率；但在不出席的情況下，遇到擁擠的下期出席率低於不擁擠的出席率，P1>P2 有違一般理論(P1<P2)，受測者可能採取周期性策略或逆向思考(選擇與別人相反行為)。

兩次實驗受測者中每組第一名的 P1&P2 之間無差異，其餘的人 P3&P4 之間有差異。受測者行為可能原因：上期出席的情況下，是否遇到擁擠不影響下期出席率；但在上期不出席的情況下，是否遇到擁擠對下期出席率有影響。

表 4-29：實驗一 各組第一名 P1&P2 第 2~5 名 P1&P2, P3&P4 作 wilcoxon test

	各組第一名	各組二~五名	
	P2 - P1	P2 - P1	P4 - P3
漸近顯著性 (雙尾)	0.6	0.362	0.094

表 4-30：實驗二 各組第一名 P1&P2 第 2~5 名 P1&P2, P3&P4 作 wilcoxon test

	各組第一名	各組二~五名	
	P2 - P1	P2 - P1	P4 - P3
漸近顯著性 (雙尾)	0.441	0.038**	0.032**

4.5.2 行為策略分析驗證

接下來我們將(P1>P2, P1<P2)(P3>P4, P3<P4)分組挑出作人格分析和 WMC 和性別分析，先檢驗 P1, P2, P3, P4 是否為常態分布，檢驗結果並非全為常態分布(表 4-31~32)，再將分群資料對 7 項人格測驗作無母數 Wilcoxon test(Mann-Whitney)，檢驗(P1>P2, P1<P2)(P3>P4, P3<P4)兩組資料中 7 項人格和 WMC 測驗的中位數是否相等，檢驗結果(表 4-33~34)：

- ◆ 實驗一：(P1>P2, P1<P2)皆無顯著性(無差異)，(P3>P4, P3<P4)皆無顯著性

(無差異)。

- ◆ 實驗二：(P1>P2, P1<P2)剛柔顯著性(有差異)，(P3>P4, P3<P4)勤惰、剛柔、品德、樂悲顯著性(有差異)。

由結果觀察到：

1. P1>P2 的受試者比 P1<P2 群組的剛柔分數高(比較溫順)，剛柔高的人不論是否擁擠，出席率皆高。上期出席與否不影響出席，有影響為擁擠情況下的決策。
2. P1>P2, 人數多於 P1<P2，P3<P4 人數多於 P3>P4。

表 4-31：實驗一 四變數 Shapiro-Wilk 常態檢定

	自由度	顯著性
P1	26	0.027**
P2	26	0.143
P3	26	0.082*
P4	26	0.206

表 4-32：實驗二 四變數 Shapiro-Wilk 常態檢定

	自由度	顯著性
p1	33	0.087*
p2	33	0.167
p3	33	0.003**
p4	33	0.742

表 4-33：實驗一 (P1>P2, P1<P2) (P3>P4, P3<P4)分組 Wilcoxon test

P1>P2-P1<P2	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲
Z 檢定	-0.496	-0.905	-0.258	-0.194	-0.129	-0.237	-0.906
漸近顯著性 (雙尾)	0.62	0.366	0.796	0.846	0.897	0.813	0.365

P3>P4-P3<P4	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲
Z 檢定	-0.775	-1.174	-0.915	-0.165	-0.868	-0.376	-0.235
漸近顯著性 (雙尾)	0.438	0.241	0.36	0.869	0.385	0.707	0.814

表 4-34：實驗二 (P1>P2, P1<P2) (P3>P4, P3<P4)分組 Wilcoxon test

P1>P2-P1<P2	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲
Z 檢定	-1.532	-1.199	-1.863	-0.188	-0.997	-0.535	-1.129
漸近顯著性 (雙尾)	0.126	0.23	0.062	0.851	0.319	0.593	0.259
	SentSpan	OpsSpan	MU	SSTM	DSpan		
Z 檢定	-0.736	-0.245	-0.173	-0.116	-0.014		
漸近顯著性 (雙尾)	0.462	0.806	0.862	0.908	0.988		

P3>P4-P3<P4	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲
Z 檢定	-0.812	-2.112	-2.791	-1.936	-0.694	-1.33	-2.189
漸近顯著性 (雙尾)	0.417	0.035	0.005	0.053	0.488	0.184	0.029
Z 檢定	SentSpan	OpsSpan	MU	SSTM	DSpan		
漸近顯著性 (雙尾)	-0.118	-1.299	-0.251	-1.079	-0.709		
	0.906	0.194	0.802	0.281	0.478		

4.5.3 慣性行為

在 Erev, Ert, and Roth(2010)作者提出在實驗過程中，觀察到受測者有慣性行為發生，若上一回合出席則下一回合會選擇出席，若上一回合不出席則下一回合也會選擇不出席，我們以平均連續出席天數和轉換次數來對七項人格測驗分析和 WMC 和性別作回歸分析，驗證連續出席天數和轉換次數對七項人格測驗、WMC 和性別的關聯性，驗證結果：

表 4-35~36 為平均連續出席天數統計資料，我們以平均連續出席天數對七項人格測驗分析和 WMC 和性別作回歸分析(表 4-37~38)：

- ◆ 實驗一：皆無顯著性。
- ◆ 實驗二：皆無顯著性。

表 4-35：實驗一平均連續出席天數統計資料

平均連續出席天數						
策略	個數	平均數	標準差	標準誤	最小值	最大值
1	4	3.69	1.226	0.613	3	5
2	18	4.89	2.058	0.485	2	9
3	6	43.21	31.108	12.7	19	100
4	2	42.25	8.132	5.75	37	48
總和	30	14.89	21.648	3.952	2	100

表 4 -36：實驗二平均連續出席天數統計資料

平均連續出席天數						
策略	個數	平均數	標準差	標準誤	最小值	最大值
1	5	3.849	0.8837	0.3952	3	5.3
2	30	6.013	3.6016	0.6576	2.5	14.7
3	5	39.283	11.7547	5.2568	22.3	48.5
總和	40	9.902	12.2842	1.9423	2.5	48.5

表 4-37：實驗一平均連續出席天數回歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0.374	0.647	0.579	0.569
勤惰	-0.35	0.65	-0.539	0.596
剛柔	0.289	0.494	0.586	0.564
品德	-0.004	0.616	-0.007	0.994
動靜	-0.091	0.516	-0.176	0.862
豪吝	-0.358	0.466	-0.769	0.45
樂悲	0.889	0.689	1.291	0.211
性別(男1,女0)	4.081	9.333	0.437	0.666

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-38：實驗二平均連續出席天數回歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0.023	0.185	0.127	0.9
勤惰	0.607	0.362	1.678	0.105
剛柔	-0.267	0.181	-1.475	0.152
品德	-0.39	0.369	-1.059	0.3
動靜	0.333	0.279	1.195	0.243
豪吝	-0.251	0.278	-0.902	0.375
樂悲	-0.14	0.281	-0.498	0.622
SentSpan	3.634	2.772	1.311	0.201
OpsSpan	-3.868	2.798	-1.382	0.179
MU	-1.091	2.662	-0.41	0.685
SSTM	3.291	2.323	1.416	0.169
DSPAN	-2.202	2.464	-0.894	0.38
性別(男1,女0)	0.167	4.978	0.034	0.973

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

我們以轉換次數對七項人格測驗分析和 WMC 和性別作回歸分析, 驗證結果：

- ◆ 實驗一：皆無顯著性。(表 4-39)
- ◆ 實驗二：皆無顯著性。(表 4-40)

驗證結果顯示，連續出席天數和轉換次數對七項人格測驗、WMC 和性別沒有顯著關聯性。

表 4-39：實驗一 轉換次數回歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	0.148	0.698	0.212	0.834
勤惰	0.073	0.701	0.105	0.918
剛柔	-0.479	0.533	-0.9	0.378
品德	0.033	0.664	0.05	0.961
動靜	-0.025	0.556	-0.046	0.964
豪吝	-0.02	0.502	-0.04	0.968
樂悲	0.012	0.743	0.016	0.987
性別(男1,女0)	-2.253	10.067	-0.224	0.825

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

表 4-40：實驗二 轉換次數回歸驗證結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
智愚	-0.157	0.275	-0.571	0.573
勤惰	-0.558	0.538	-1.036	0.31
剛柔	0.22	0.269	0.819	0.42
品德	0.496	0.549	0.904	0.374
動靜	-0.193	0.416	-0.464	0.647
豪吝	0.424	0.414	1.024	0.315
樂悲	0.066	0.418	0.158	0.876
SentSpan	-1.845	4.126	-0.447	0.659
OpsSpan	3.639	4.165	0.874	0.39
MU	2.919	3.962	0.737	0.468
SSTM	-2.574	3.459	-0.744	0.463
DSpan	2.791	3.668	0.761	0.454
性別(男 1, 女 0)	1.006	7.412	0.136	0.893

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

4.6 行為分析

前面幾個小節探討總報酬和出席率以及四項變數對 7 項人格測驗成績和 WMC 和性別之間的關聯性，最後我們來分析四種策略分類對 7 項人格測驗成績和 WMC 和性別之間的關聯性，探討 7 項人格測驗成績和 WMC 和性別是否能解釋受測者的選擇策略行為，先將 7 項人格測驗成績依四種策略分類，化為盒型圖觀察(圖 4-28~29)，發現剛柔的中位數分布差距最大，表 4-41~42 為七項人格成績的統計檢定，也發現四種策略分類，剛柔的平均數差距最大。

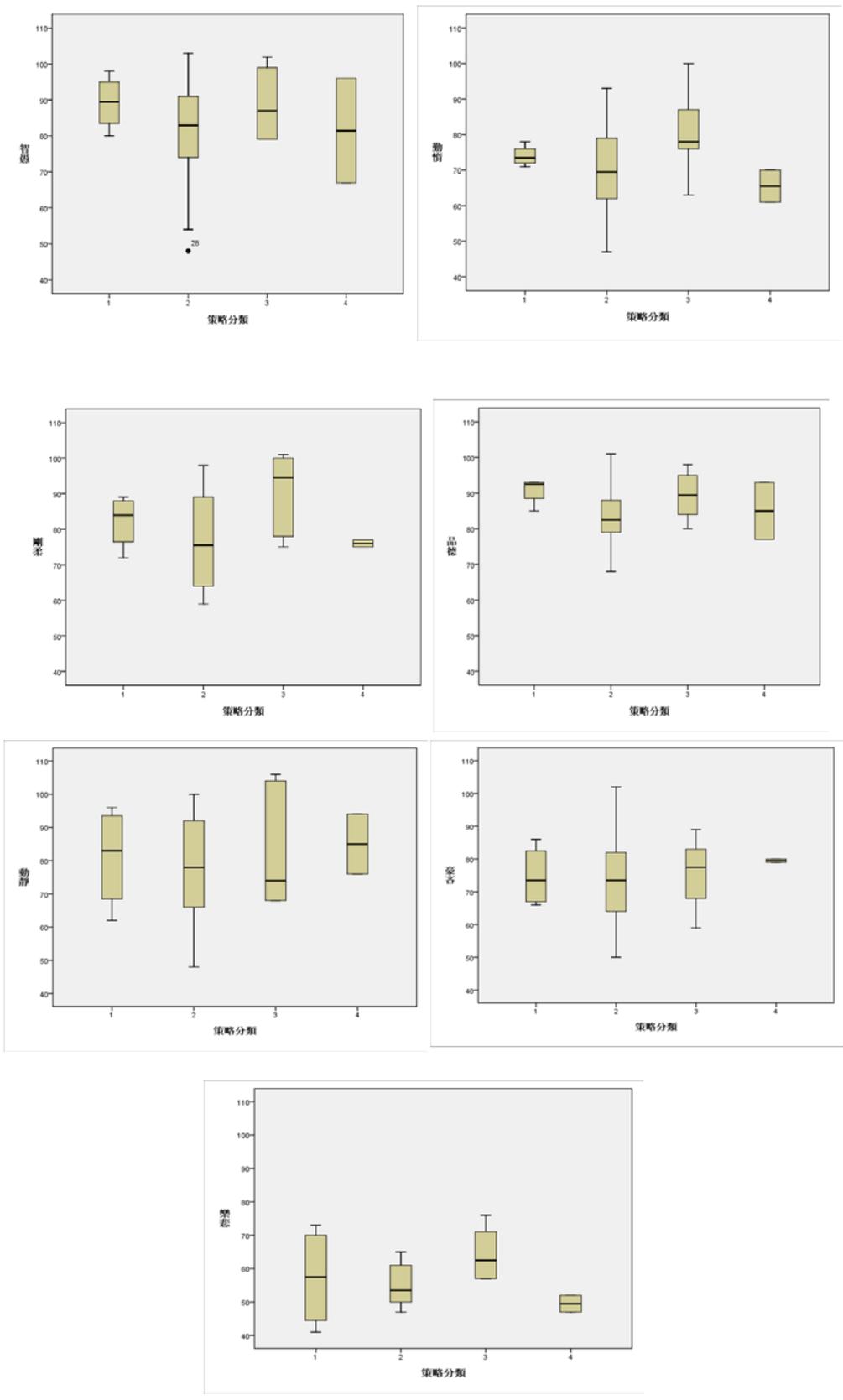


圖 4-28：實驗一 七項人格成績盒型圖

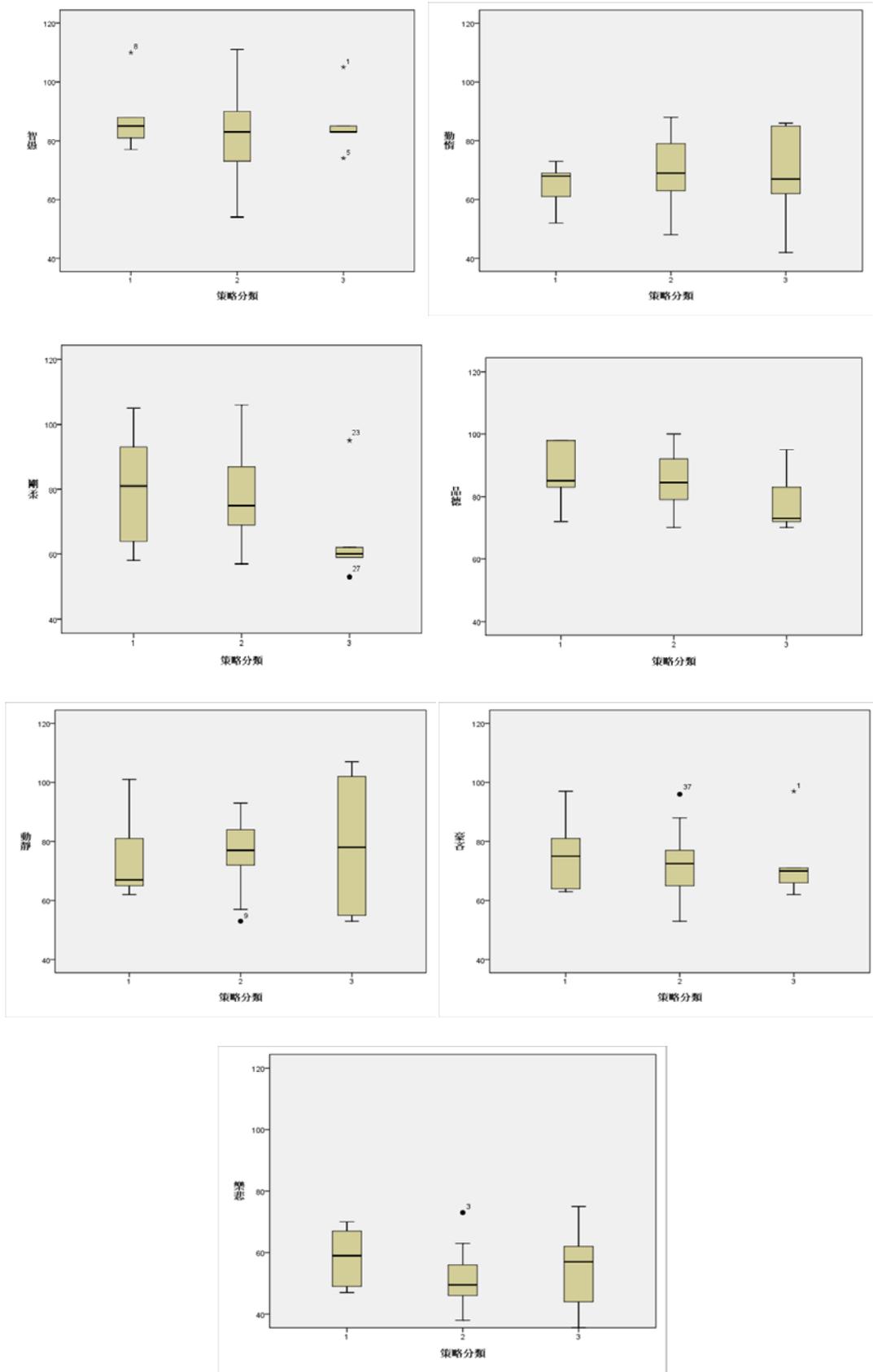


圖 4-29：實驗二 七項人格成績盒型圖

表 4-41：實驗一 七項人格成績統計檢定

	策略	個數	平均數	標準差	標準誤	最小值	最大值
智愚	1	4	89.25	7.632	3.816	80	98
	2	18	80.94	14.623	3.447	48	103
	3	6	88.83	10.998	4.49	79	102
	4	2	81.5	20.506	14.5	67	96
	總和	30	83.67	13.471	2.459	48	103
勤惰	1	4	74	2.944	1.472	71	78
	2	18	70	12.495	2.945	47	93
	3	6	80.33	12.404	5.064	63	100
	4	2	65.5	6.364	4.5	61	70
	總和	30	72.3	11.856	2.165	47	100
剛柔	1	4	82.25	7.632	3.816	72	89
	2	18	76.67	13.499	3.182	59	98
	3	6	90.5	11.572	4.724	75	101
	4	2	76	1.414	1	75	77
	總和	30	80.13	12.942	2.363	59	101
品德	1	4	90.75	3.862	1.931	85	93
	2	18	82.72	7.858	1.852	68	101
	3	6	89.33	7.033	2.871	80	98
	4	2	85	11.314	8	77	93
	總和	30	85.27	7.891	1.441	68	101
動靜	1	4	81	15.513	7.757	62	96
	2	18	77.83	14.292	3.369	48	100
	3	6	82.33	17.874	7.297	68	106
	4	2	85	12.728	9	76	94
	總和	30	79.63	14.528	2.652	48	106
豪吝	1	4	74.75	9.43	4.715	66	86
	2	18	73.39	12.898	3.04	50	102
	3	6	75.67	11.272	4.602	59	89
	4	2	79.5	0.707	0.5	79	80
	總和	30	74.43	11.464	2.093	50	102
樂悲	1	4	57.25	15.196	7.598	41	73
	2	18	54.83	5.894	1.389	47	65
	3	6	64.33	7.992	3.263	57	76
	4	2	49.5	3.536	2.5	47	52
	總和	30	56.7	8.575	1.566	41	76

表 4-42：實驗二七項人格成績統計檢定

	策略	個數	平均數	標準差	標準誤	最小值	最大值
智愚	1	5	88.2	12.872	5.757	77	110
	2	30	82.87	13.035	2.38	54	111
	3	5	86	11.446	5.119	74	105
	總和	40	83.93	12.67	2.003	54	111
勤惰	1	5	64.6	8.264	3.696	52	73
	2	30	70.37	9.932	1.813	48	88
	3	5	68.4	18.202	8.14	42	86
	總和	40	69.4	10.869	1.719	42	88
剛柔	1	5	80.2	19.588	8.76	58	105
	2	30	77.73	13.544	2.473	57	106
	3	5	65.8	16.664	7.453	53	95
	總和	40	76.55	14.894	2.355	53	106
品德	1	5	87.2	11.032	4.934	72	98
	2	30	84.83	7.901	1.442	70	100
	3	5	78.6	10.455	4.675	70	95
	總和	40	84.35	8.693	1.374	70	100
動靜	1	5	75.2	16.162	7.228	62	101
	2	30	76.83	10.239	1.869	53	93
	3	5	79	25.328	11.327	53	107
	總和	40	76.9	13.095	2.07	53	107
豪吝	1	5	76	13.964	6.245	63	97
	2	30	72.27	9.45	1.725	53	96
	3	5	73.2	13.773	6.16	62	97
	總和	40	72.85	10.364	1.639	53	97
樂悲	1	5	58.4	10.334	4.622	47	70
	2	30	51.53	7.601	1.388	38	73
	3	5	54.2	16.239	7.262	33	75
	總和	40	52.73	9.298	1.47	33	75

再來依策略分組對 7 項人格測驗成績和性別作 ANOVA 分析，分析四組之間 7 項人格測驗成績和性別的平均數是否有差距，驗證結果(表 4-43~44)：

◆ 實驗一、二：P1~P4 及平均出席天數和轉換次數皆有顯著性。

表 4-43：實驗一 ANOVA

	平方和	自由度	平均平方和	F	p-value
智愚	427.639	3	142.546	0.767	0.523
勤惰	586.467	3	195.489	1.456	0.249
剛柔	913.217	3	304.406	2.007	0.138
品德	336.172	3	112.057	1.982	0.141
動靜	167.133	3	55.711	0.243	0.865
豪吝	80.506	3	26.835	0.187	0.904
樂悲	517.217	3	172.406	2.775	0.061*
P1	0.581	3	0.194	5.375	0.005**
P2	1.036	3	0.345	9.077	0**
P3	0.896	3	0.299	3.76	0.026**
P4	0.91	3	0.303	4.301	0.014**
平均連續出席天數	8609.323	3	2869.774	14.979	0**
轉換次數	7238.75	3	2412.917	10.273	0**
TotalCredit	5702222	3	1900740.741	1.218	0.323

表 4-44：實驗二 ANOVA

	平方和	自由度	平均平方和	F	p-value
智愚	146.508	2	73.254	0.443	0.645
勤惰	148.233	2	74.117	0.615	0.546
剛柔	686.433	2	343.217	1.594	0.217
品德	212.933	2	106.467	1.441	0.25
動靜	36.633	2	18.317	0.102	0.903
豪吝	60.433	2	30.217	0.271	0.764
樂悲	214.508	2	107.254	1.257	0.296
p1	0.843	2	0.422	10.03	0**
p2	0.556	2	0.278	6.327	0.004**
p3	0.468	1	0.468	4.437	0.043**
p4	0.103	2	0.052	1.817	0.177
平均連續出席天數	4953.165	2	2476.583	98.32	0**
轉換次數	4258.608	2	2129.304	12.41	0**
TotalCredit	5293083	2	2646541.667	1.746	0.188

再將 7 項人格測驗成績和 WMC 依四種策略做 logistic regression 分析，驗證 7 項人格測驗成績和 WMC 對四種策略分類的解釋力。驗證結果(表 4-45~46)：

- ◆ 實驗二：在信心水準 95%下勤惰、剛柔顯著，在信心水準 90%下勤惰、剛柔、動靜顯著。

表 4-45：實驗一 7 項人格測驗做 logistic regression

策略分類		Coefficient	Std. Error	df	p-value
1	截距	0.039	22.327	1	0.999
	智愚	0.223	0.177	1	0.207
	勤惰	-0.24	0.194	1	0.215
	剛柔	0.053	0.139	1	0.702
	品德	0.089	0.226	1	0.696
	動靜	-0.045	0.129	1	0.731
	豪吝	-0.008	0.142	1	0.953
	樂悲	-0.166	0.152	1	0.273
2	截距	38.419	18.495	1	0.038
	智愚	0.064	0.117	1	0.584
	勤惰	-0.165	0.124	1	0.182
	剛柔	0.019	0.095	1	0.84
	品德	-0.281	0.18	1	0.118
	動靜	-0.08	0.089	1	0.366
	豪吝	0.096	0.097	1	0.324
	樂悲	-0.137	0.124	1	0.269

表 4-46：實驗二 7 項人格測驗做 logistic regression

策略分類		Coefficient	Std. Error	df	p-value	
1	截距	-8.311	12.959	1	0.521	
	智愚	0.015	0.091	1	0.872	
	勤惰	-0.419	0.172	1	0.015	
	剛柔	0.236	0.117	1	0.043	
	品德	0.207	0.134	1	0.123	
	動靜	-0.217	0.127	1	0.086	
	豪吝	0.186	0.139	1	0.181	
	樂悲	0.073	0.132	1	0.582	
	SentSpan	-195.018	6165.934	1	0.975	
	OpsSpan	167.946	3313.793	1	0.96	
	MU	18.874	1038.391	1	0.985	
	SSTM	-333.184	1.483	1	0	
	DSpan	68.897	0.769	1	0	
	WMC	0c	.	0	.	
	2	截距	-5.451	10.007	1	0.586
		智愚	-0.036	0.074	1	0.628
勤惰		-0.176	0.122	1	0.148	
剛柔		0.178	0.103	1	0.084	
品德		0.139	0.097	1	0.153	
動靜		-0.013	0.082	1	0.873	
豪吝		0.065	0.104	1	0.53	
樂悲		-0.093	0.086	1	0.279	
SentSpan		-197.703	6165.934	1	0.974	
OpsSpan		169.725	3313.793	1	0.959	
MU		19.482	1038.391	1	0.985	
SSTM		-334.938	0	1	.	
DSpan		69.987	0	1	.	
WMC		0c	.	0	.	

再來為了分析不同性別使用的策略是否相同，我們將性別作卡方檢定，驗證結果(表 4-47~48)：

◆ 實驗一、二：不同性別使用的策略沒有區別。

驗證結果顯示，勤惰、剛柔、動靜對策略一有解釋力，勤惰、動靜分數越低越可能偏向選擇策略一，剛柔分數越高越可能偏向選擇策略一，剛柔對策略二也

有解釋力，而 WMC 和性別則對受測者策略的選擇沒有影響。

表 4-47：實驗一性別作卡方檢定

卡方檢定	自由度	漸近顯著性 (雙尾)
Pearson 卡方	3	0.332

表 4-48：實驗二性別作卡方檢定

卡方檢定	自由度	漸近顯著性 (雙尾)
Pearson 卡方	2	0.805

第五章 結論與展望

本文是利用 Arthur (1994)所提出的酒吧賽局來研究人們在不確定的情況下，如何有效運用有限的資訊，來做出最佳的決策，以及人們在決策過程中，各種可能影響選擇行為的因素。

我們先進行總體到個體的效率分析，分析是否達到協調的效率，再進行個體的策略行為分析。再來我們將受測者的選擇行為，依我們所制定的行為指標來進行策略分類。再以七項人格來分析策略選擇行為與性格之間的關聯性，以及 Working Memory 實驗中工作記憶對學習效率的影響程度，來探討在實驗過程中受測者是否能從資訊反饋中得到學習，進而改善協調的效率。還有性別的差異是否影響受測者策略的選擇。最後對照 Erev, Ert, and Roth(2010)的研究結果，我們由以上的層面來探討受測者策略的選擇行為。我們得到幾個結果：

我們將兩次實驗的報酬比重設置為不同，用來探討報酬比重對受測者的策略選擇行為的影響。我們由實驗裡觀察到，受測者對不同報酬比重的回饋，會對受測者的策略選擇行為有所影響，加大報酬比重對受測者的影響，會使受測者對出席決策更加謹慎，而間接使受測者的出席率降低，呈現出一直選擇不出席的行為模式。

協調效率方面，過往酒吧賽局的電腦模擬實驗文獻，代理人依照作者給予的不同學習方式設定，實驗結果呈現出代理人平均出席率不一定會收斂至門檻。若代理人平均出席率收斂至門檻，則代理人會出現均勻分布或極端分佈。在代理人學習方式的設定上，過往文獻的模擬實驗結果顯示，採用最佳回應行為模型的典型報酬設置，總出席人數會在平均值附近波動。採用強化學習的典型報酬設置，這種報酬結構會形成兩群代理人，一群為經常出席，另一群為很少出席。

然而我們進行實驗室真人實驗，實驗結果顯示，受測者的平均出席率在最後沒有收斂至門檻 0.6，而是高於門檻 0.6。我們由受測者的出席行為與酒吧賽局的成績作比對，發現出席率較高的受測者，成績的表現優於出席率較低的受測者，而每組成績最高的受測者，出席率也往往是最高，因此，受測者選擇出席酒吧為較佳策略。

接下來我們參考 Leady (2007)的策略分類方式，將受測者的選擇行為策略分為四種類型。分類方式與 Leady (2007)的策略分類對照，Leady 以受測者手寫方式進行策略分類，這樣的分類方式讓策略分類有重疊性，並且受測者手寫的策略可能會太複雜而沒有實用性，也有著受測者寫下的策略與行為事實不符的疑慮。而我們在實驗中以受測者的行為，來進行策略分類，這樣的判斷方式雖然直觀，

但無法判斷策略分類方式是否錯誤。

我們的分類方式是將受測者的累積出席機率和累積賠錢次數的折線圖，發現受測者在賠錢次數增加的情況下，部分受測者會減少出席的次數避免賠錢，另一部分則會隨著情況積極預測，判斷下一回合是否出席，也有受測者不受賠錢次數增加的影響選擇繼續出席，我們依圖形直觀可將策略類型分類為：策略一：隨著賠錢次數增加，出席率明顯下降。策略二：隨著賠錢次數增加，出席率上下波動。策略三：隨著賠錢次數增加，出席率明顯上升、不受影響。策略四：隨著賠錢次數增加，出席率有大幅轉折。

我們和 Leady (2007)文獻中，藉由實驗中受測者所寫下的策略作比較，發現有類似的策略分類，例如有部分受測者採取一直選擇出席的策略，也有部分受測者採取一直選擇不出席的策略，以及採取混合多種策略的受測者。我們的實驗結果顯示，採取混合多種策略的受測者為大多數。

我們在分析七項人格、工作記憶和性別對策略選擇行為的影響，發現性別和工作記憶能力，無法有效解釋受測者的策略選擇行為。代表實驗中工作記憶對學習效率的影響程度不大，以及性別的差異不會影響受測者策略的選擇。但是人格方面則是，偏向懶惰、特立獨行、溫柔脾氣好的人，在面對不利的情況下，較易趨於選擇保守策略，選擇不出席的情況為多。

接著我們再與 Erev, Ert, and Roth(2010)研究對照，市場進入賽局與酒吧賽局相似，但是比酒吧賽局更加貼近經濟層面。在解釋受測者的策略選擇行為方面，Erev, Ert, and Roth 採取模型最佳配適方法，說明最佳模型能解釋所有人的策略選擇行為。但是本次實驗中，我們觀察到受測者使用的策略有很大差距，不能解釋所有的人，我們亦不採取此種分類方式。此外，Erev, Ert, and Roth 觀察到受測者有八項強烈的行為傾向，其中與我們在實驗中所觀察到，受測者有慣性選擇的行為，以及受測者之間的行為差距很大的傾向相符。

本次實驗結果無法達到收斂，可能與我們所提供給受測者的資訊太少有關，實驗室真人實驗雖然比電腦模擬實驗，更加貼近真實的狀況，但也增加了許多限制，例如：時間、場地設備的考量。電腦模擬實驗可以進行無限期的回合數，而真人無法進行過長時間的實驗。因為本次實驗受限於時間的因素，只提供受測者當期的個人報酬結果。無法讓他們有效利用過往的出席資訊，來預測出席狀況，進而改善預測方式。然而實驗無法達到收斂，或許在實驗過程中也有其他的變數影響。

此外，我們的策略分類方式，是由受測者的行為結果來作分類，而不是由受測者寫下的策略來進行分類，可能會過於直觀判斷而不準確。或許應採取更能明確分類受測者選擇行為的策略方式。

參考文獻

1. 許功餘、王登峰、楊國樞。2001。台灣與大陸華人基本性格向度的比較。《本土心理學研究》16:185 ~ 225。
2. Arthur, B. W. (1994). Complexity in economic theory. Inductive reasoning and bounded rationality. *American Economic Review*, 82(2), 406-411.
3. Arthur, B. W. (1999). Complexity and the Economy. *Science*, 284 no. 5411, 107-109
4. Atilgan, C., A. R. Atilgan and G. Demirel (2008). Collective behavior of El Farol attendees. *Advances in Complex Systems*, 11(4), 629-639.
5. Bell, A. M., and W. A. Sethares (1999). The El Farol problem and the internet: Congestion and coordination failure. Society for Computational Economics: Computing in Economics and Finance Working Paper, No. 812.
6. Challet, D., and Y.-C. Zhang (1997). Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game. *Physica-A* 246 (3-4), 407-18.
7. Challet, D., M. Marsili, and G. Ottino (2004). Shedding light on El Farol. *Physica-A: Statistical Mechanics and its Applications*, 332(1), 469-482.
8. Chen, S. H., U. Gostoli (2011). Agent-Based Modeling of the El Farol Bar Problem. ASSRU Discussion Papers, 1120.
9. Edmonds, B. (1999). Modelling bounded rationality in agent-based simulations using the evolution of mental models, in *Computational Techniques for Modelling Learning in Economics*, T. Brenner, ed. Dordrecht: Kluwer, 305-332.
10. Erev, I., Eyal Eyal and Alvin E. Roth (2010). A Choice Prediction Competition for Market Entry Games: An Introduction. *Games*, 1, 117-136
11. Fogel, D. B., K. Chellapilla and P. J. Angeline (1999). Inductive reasoning and bounded rationality reconsidered. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 3(2): 142-146
12. Franke, R. (2003). Reinforcement Learning in the El Farol Model. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 51, 367-388.
13. Johnson, N. F., S. Jarvis, R. Jonson, P. Cheung, Y. R. Kwong, P. M. Hui (1998). Volatility and agent adaptability in a self-organizing market. *Physica A* 258:230-236
14. James R, L. (2007) If Nobody is Going There Anymore Because it's Too Crowded, Then Who is Going? Experimental Evidence of Learning And Imitation in the El Farol Coordination Game (August 21, 2007). Available at SSRN
15. Kalinowski, T., Hans-Jörg Schulz and Michael Briese (2000). Cooperation in the minority game with local information. *Physica-A*, 277, 502-508.
16. Oberauer, K., H.-M. Süß, R. Schulze, O. Wilhelm, W.W. Wittmann (2000). Working memory capacity- facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual*

Differences, 29 , 1017-1045.

17. Paczuski, M., K. E. Bassler and A. Corral (2000). Self-organized networks of competing Boolean agents. *Physical Review Letters*, 84(14), 3185–3188.
18. Slanina, F. (2000). Social organization in the minority game model. *Physica-A*, 286, 367-376.
19. Whitehead, D. (2008). The El Farol Bar problem revisited: Reinforcement learning in a potential game. Edinburgh School of Economics, University of Edinburgh, ESE Discussion Papers, 186.
20. Zambrano, E. (2004). The interplay between analytics and computation in the study of congestion externalities: The case of the El Farol problem. *Journal of Public Economic Theory*, 6(2), 375-395.

附錄一 實驗使用之指導語

以下為酒吧實驗所使用的指導語，在實驗開始前會念給受測者聽，在受測者對實驗內容無任何疑問後開始實驗。

規則說明

概述

歡迎各位同學來參加今天的經濟實驗，你即將要參加的是一個「餐廳」實驗。你在實驗中的決策將決定你在本次實驗所能獲得的利潤，而該利潤會被記錄下來，作為計算獎金的依據。如果你希望獲得獎金，便請認真閱讀並理解本指導語所介紹的實驗規則和程序。

報酬與獎金

我們會在實驗結束後發放現金給你，發放的金額為出席費和獎懲金兩項的總和。獎金的計算方式，將會依據你在自己市場內的成績來決定。我們會統計你在實驗中的累積分數，並將分數除以 80 作為最後的獎懲依據。而不論你的成績如何，凡是參與實驗的同學都會獲得每小時新台幣 120 元的出席費。

實驗的人數與分組

在實驗的一開始我們會隨機將同學分組，在今天的實驗中，每個小組會由 5 位同學組成。在實驗的過程中，從頭到尾你所在小組的成員都是固定的。每個小組會進行獨立的實驗，你的實驗成績只會受到同組成員的影響。

我們嚴禁在實驗過程中與其他受試者交談，或試圖透過說話、發出聲音來影響其他受試者。如有經勸阻兩次而不遵守規則者，我們會請你離開實驗室，你也將無法領取應得的出席報酬。

實驗內容介紹

請想像某個小鎮有一間餐廳，在該餐廳用餐是一件很愉快的事，但前提是餐廳不能太擠。這個小鎮總共有 5 個居民，你是鎮上的居民之一。人人都想要到餐廳用餐，但很可惜的是餐廳只能容納鎮上人口的 60%，如果超過這個門檻，餐廳就

會變得擁擠不堪，那麼用餐的過程就會變得十分痛苦。到底餐廳會不會太擠呢？這取決於鎮上所有居民的決定。你也可以選擇在自己家裡用餐，當然，在家裡用餐的感覺既不好也不壞。你的決策，就是每天都要決定到底是要在家用餐，還是要到餐廳用餐。

根據以上的說明，我們可以利用下面的表格來說明各種狀況下你會獲得的快樂點數

	餐廳很擠	餐廳不擠
到餐廳用餐	-100	100
不到餐廳用餐	0	0

我們的實驗將進行 100 回合，請在每回合中作出最好的決定，以極大化你的成績。我們將用你的累積快樂點數來計算獎懲金額。

操作練習

現在，就讓我們來進行一場試驗性的交易練習。這場交易不會被列入最後的利潤記錄之中，我們希望你可以藉著這場交易練習熟悉介面的操作，並瞭解整個實驗的運作流程。

如果你在過程當中對任何關於介面操作或流程有不清楚的地方，請立即舉手發問，我們將會立即對你的問題提供說明。

在實驗過程中，我們不允許使用任何的工具來計算，所以請將紙筆收起來。

附錄二 總報酬分期回歸驗證結果

實驗一

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	性別(男1,女0)
(1~10期)	Coefficient	0.432	0.5	-0.346	1.181*	-0.455	0.569	-0.863	2.398
	p-value	0.553	0.495	0.534	0.098	0.435	0.283	0.271	0.819
(11~20期)	Coefficient	-0.154	1.98**	-0.685	0.021	-0.251	0.85	-0.496	-24.552
	p-value	0.865	0.039	0.328	0.981	0.729	0.201	0.608	0.071
(21~30期)	Coefficient	-0.076	0.272	0.597	0.03	-0.069	0.346	-0.27	6.664
	p-value	0.904	0.667	0.223	0.96	0.89	0.448	0.688	0.466
(31~40期)	Coefficient	-0.635	0.621	0.216	0.657	-0.187	-0.679	-0.286	4.235
	p-value	0.643	0.652	0.836	0.614	0.864	0.493	0.844	0.83
(41~50期)	Coefficient	-0.437	1.69**	-0.949	-0.573	0.489	0.763	0.309	-12.149
	p-value	0.515	0.019	0.074	0.372	0.363	0.123	0.664	0.216
(51~60期)	Coefficient	-2.284*	0.298	1.491*	1.789	1.554*	-0.705	-0.339	4.263
	p-value	0.055	0.794	0.097	0.109	0.097	0.393	0.78	0.795
(61~70期)	Coefficient	-1.038	1.365	-0.139	0.03	1.354*	-0.603	0.579	10.871
	p-value	0.245	0.133	0.836	0.971	0.064	0.345	0.538	0.395

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	性別(男 1, 女 0)
(71~80 期)	Coefficient	-0.623	0.036	0.759	-1.387*	-0.335	0.172	0.982	4.731
	p-value	0.401	0.961	0.186	0.058	0.569	0.745	0.218	0.656
(81~90 期)	Coefficient	-1.097	1.627*	-0.474	0.415	1.086	0.228	0.504	-3.334
	p-value	0.251	0.096	0.511	0.644	0.157	0.737	0.616	0.806
(91~100 期)	Coefficient	-0.256	0.679	1.038	-1.912	-0.696	-0.656	1.223	-12.592
	p-value	0.856	0.632	0.34	0.163	0.537	0.519	0.418	0.537

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

實驗二

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	SentSpan	OpsSpan	MU
(1~10 期)	Coefficient	-0.652	1.164	0.101	-1.248	0.408	0.945	-0.875	5.464	9.577	-4.771
	p-value	0.181	0.22	0.829	0.198	0.573	0.197	0.235	0.449	0.193	0.491
(11~20 期)	Coefficient	-0.293	0.385	-0.142	-0.821	-0.069	-0.108	0.053	-2.541	3.063	9.656
	p-value	0.472	0.629	0.721	0.315	0.911	0.859	0.931	0.677	0.619	0.107
(21~30 期)	Coefficient	-0.447	-0.336	0.668*	-0.561	0.856	-0.249	-0.53	-0.905	6.1	2.475
	p-value	0.259	0.662	0.09	0.475	0.155	0.673	0.377	0.877	0.308	0.661
(31~40 期)	Coefficient	0.32	1.366	0.01	-1.12	1.189	-0.258	-0.018	0.745	8.772	-6.859
	p-value	0.519	0.166	0.983	0.262	0.12	0.729	0.981	0.92	0.247	0.34
(41~50 期)	Coefficient	-0.263	0.35	0.075	-0.758	-0.209	1.004	-0.593	4.789	5.183	0.473
	p-value	0.592	0.714	0.876	0.439	0.777	0.18	0.428	0.515	0.485	0.946
(51~60 期)	Coefficient	-0.39	0.206	-0.051	-0.664	0.504	-0.38	0.016	4.696	-7.61	8.056*
	p-value	0.239	0.747	0.872	0.312	0.311	0.442	0.975	0.341	0.131	0.095
(61~70 期)	Coefficient	-0.291	-1.557**	0.678	0.135	0.117	0.692	-0.99*	-2.982	3.072	6.416
	p-value	0.447	0.044	0.077	0.859	0.839	0.233	0.096	0.602	0.595	0.248

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	SentSpan	OpsSpan	MU
(71~80 期)	Coefficient	0.226	0.485	-0.627	-0.577	-0.18	-0.81	0.311	9.529	-14.317	11.581
	p-value	0.735	0.71	0.339	0.664	0.858	0.422	0.758	0.344	0.163	0.233
(81~90 期)	Coefficient	0.546	-0.729	0.236	-0.215	-0.47	0.564	-0.338	0.539	-4.04	7.436
	p-value	0.43	0.589	0.726	0.875	0.651	0.587	0.747	0.958	0.698	0.455
(91~100 期)	Coefficient	0.452	0.06	-0.094	-0.208	-0.16	-0.746	-0.197	-1.452	-6.166	5.046
	p-value	0.245	0.937	0.803	0.786	0.783	0.203	0.736	0.801	0.293	0.364

期間		SSTM	DSpan	性別(男 1, 女 0)	期間		SSTM	DSpan	性別(男 1, 女 0)
(1~10 期)	Coefficient	0.435	-3.121	0.44	(51~60 期)	Coefficient	-3.204	3.435	-9.896
	p-value	0.942	0.625	0.973		p-value	0.437	0.432	0.265
(11~20 期)	Coefficient	-9.871*	6.182	-7.257	(61~70 期)	Coefficient	-6.39	8.173	-8.045
	p-value	0.062	0.259	0.509		p-value	0.189	0.116	0.435
(21~30 期)	Coefficient	-7.549	0.66	-7.593	(71~80 期)	Coefficient	-1.118	8.995	-14.286
	p-value	0.133	0.899	0.473		p-value	0.894	0.315	0.428
(31~40 期)	Coefficient	-2.485	-5.096	-1.154	(81~90 期)	Coefficient	-7.241	7.506	-26.799
	p-value	0.69	0.442	0.931		p-value	0.405	0.415	0.156
(41~50 期)	Coefficient	2.222	0.337	-9.106	(91~100 期)	Coefficient	-5.103	8.029	-11.365
	p-value	0.718	0.959	0.491		p-value	0.294	0.124	0.276

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

附錄三 出席率分期回歸驗證結果

實驗一

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	性別(男 1, 女 0)
(1~10 期)	Coefficient	-0.01	0.009	0.004	0.012**	0.003	-0.002	0	0.065
	p-value	0.118	0.138	0.436	0.04	0.571	0.596	0.89	0.456
(11~20 期)	Coefficient	-0.014*	0.011	0	0.006	0.006	-0.002	0.004	0.047
	p-value	0.054	0.133	0.981	0.365	0.242	0.659	0.613	0.633
(21~30 期)	Coefficient	-0.011*	0.015**	0.002	0	0.006	0.004	0.004	0.094
	p-value	0.09	0.025	0.703	0.939	0.282	0.399	0.552	0.31
(31~40 期)	Coefficient	0.004	0.014	0	0	0.004	0.002	0.004	0.049
	p-value	0.282	0.117	0.918	0.989	0.517	0.75	0.662	0.696
(41~50 期)	Coefficient	-0.013*	0.017**	-0.005	0.003	-0.001	0.004	0.016**	0.006
	p-value	0.059	0.02	0.344	0.672	0.845	0.366	0.041	0.949
(51~60 期)	Coefficient	-0.003	0.002	0.001	-0.006	-0.003	0.004	0.002	-0.025
	p-value	0.723	0.823	0.893	0.454	0.719	0.513	0.869	0.843
(61~70 期)	Coefficient	0.003	0.002	-0.002	-0.011	-0.006	-0.002	0.014	0.075
	p-value	0.699	0.839	0.817	0.182	0.384	0.726	0.137	0.549

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	性別(男 1, 女 0)
(71~80 期)	Coefficient	-0.006	0.004	0.005	-0.01	-0.004	0.009	0.003	-0.024
	p-value	0.537	0.641	0.518	0.26	0.596	0.183	0.79	0.853
(81~90 期)	Coefficient	0.002	-0.003	0.006	-0.01	-0.009	0.006	0.008	0.077
	p-value	0.835	0.754	0.362	0.256	0.225	0.384	0.369	0.543
(91~100 期)	Coefficient	0.014	-0.009	0.002	-0.012	-0.009	0	0.01	0.02
	p-value	0.157	0.356	0.777	0.207	0.264	0.903	0.345	0.889

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

實驗二

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	SentSpan	OpsSpan	MU
(1~10 期)	Coefficient	0.002	-0.002	0.005	-0.003	-0.001	0	-0.002	-0.022	-0.021	-0.011
	p-value	0.572	0.827	0.164	0.687	0.827	0.971	0.778	0.68	0.703	0.827
(11~20 期)	Coefficient	-0.003	0.006	-0.003	-0.005	0.002	-0.001	-0.001	0.065	-0.041	0.017
	p-value	0.452	0.398	0.361	0.44	0.682	0.798	0.828	0.223	0.442	0.731
(21~30 期)	Coefficient	0.001	0.006	-0.007**	-0.005	-0.004	-0.006	0.008	0.01	-0.065	0.01
	p-value	0.714	0.393	0.045	0.537	0.478	0.258	0.17	0.857	0.248	0.845
(31~40 期)	Coefficient	0.004	0.003	-0.004	-0.004	0.008	-0.007	-0.004	0.029	-0.073	0.061
	p-value	0.395	0.681	0.343	0.63	0.207	0.242	0.508	0.641	0.248	0.309
(41~50 期)	Coefficient	0.001	0.008	-0.002	-0.011	0.005	-0.003	-0.008	-0.004	0.003	-0.071
	p-value	0.85	0.379	0.687	0.24	0.477	0.68	0.251	0.956	0.962	0.279
(51~60 期)	Coefficient	7.02E-05	0.014	-0.004	-0.011	0.008	0	-0.002	-0.009	0.047	-0.07
	p-value	0.987	0.109	0.332	0.207	0.239	0.913	0.754	0.89	0.48	0.276
(61~70 期)	Coefficient	0	0.006	-0.003	-0.01	0	-0.001	-0.003	0.021	-0.069	-0.076
	p-value	0.829	0.374	0.429	0.163	0.89	0.771	0.603	0.676	0.181	0.126

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	SentSpan	OpsSpan	MU
(71~80 期)	Coefficient	0.002	0.011	0.002	-0.018*	0.01	-0.003	-0.013*	0.043	-0.014	-0.083
	p-value	0.679	0.271	0.684	0.077	0.178	0.685	0.08	0.564	0.854	0.246
(81~90 期)	Coefficient	-0.002	0.014	0	-0.017*	0.009	-0.006	-0.015**	0.041	-0.014	-0.051
	p-value	0.578	0.117	0.942	0.07	0.179	0.366	0.039	0.539	0.831	0.432
(91~100 期)	Coefficient	0.004	0.002	0.003	-0.01	0.004	-0.004	-0.013	-0.003	-0.009	-0.082
	p-value	0.394	0.818	0.543	0.337	0.572	0.555	0.102	0.967	0.901	0.253

期間		SSTM	DSpan	性別(男 1, 女 0)	期間		SSTM	DSpan	性別(男 1, 女 0)
(1~10 期)	Coefficient	0.022	-0.093*	-0.04	(51~60 期)	Coefficient	0	-0.036	-0.051
	p-value	0.625	0.058	0.677		p-value	0.995	0.544	0.664
(11~20 期)	Coefficient	-0.045	-0.008	-0.128	(61~70 期)	Coefficient	0.081*	-0.012	0.05
	p-value	0.31	0.858	0.187		p-value	0.066	0.787	0.586
(21~30 期)	Coefficient	0.009	0.012	-0.038	(71~80 期)	Coefficient	-0.012	-0.019	-0.14
	p-value	0.839	0.811	0.702		p-value	0.851	0.767	0.294
(31~40 期)	Coefficient	-0.048	0.041	-0.118	(81~90 期)	Coefficient	-0.038	-0.013	-0.013
	p-value	0.359	0.462	0.291		p-value	0.496	0.83	0.915
(41~50 期)	Coefficient	-0.008	-0.02	-0.024	(91~100 期)	Coefficient	-0.01	0.061	0.01
	p-value	0.881	0.743	0.846		p-value	0.876	0.362	0.942

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

附錄四 出席率-0.5 分期回歸驗證結果

實驗一

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	性別(男 1, 女 0)
(1~10 期)	Coefficient	-0.002	5.79E-05	0.008*	0.008	0	-0.001	-0.008	-0.013
	p-value	0.653	0.991	0.055	0.115	0.945	0.754	0.184	0.859
(11~20 期)	Coefficient	-0.004	0.001	0.002	0.003	0.003	-0.002	0	0.002
	p-value	0.475	0.899	0.697	0.635	0.464	0.615	0.898	0.981
(21~30 期)	Coefficient	-0.002	0.005	0.002	-0.003	0.002	0.004	0.001	0.026
	p-value	0.692	0.338	0.571	0.523	0.652	0.367	0.87	0.746
(31~40 期)	Coefficient	0	0.002	0.002	0	0.003	0	-0.003	0.001
	p-value	0.919	0.753	0.623	0.883	0.487	0.94	0.605	0.995
(41~50 期)	Coefficient	0.002	-0.004	0	0	-0.004	0.005	0.005	-0.07
	p-value	0.756	0.442	0.937	0.914	0.309	0.149	0.391	0.334
(51~60 期)	Coefficient	-0.001	0.003	0.002	0	0	0.003	0.002	0.06
	p-value	0.825	0.629	0.673	0.86	0.937	0.548	0.723	0.479
(61~70 期)	Coefficient	0	-0.001	0.005	-0.002	0.001	-0.003	-0.003	0.113
	p-value	0.899	0.862	0.259	0.703	0.897	0.565	0.651	0.213

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	性別(男 1, 女 0)
(71~80 期)	Coefficient	-0.005	0.002	0.005	0	0	0.005	0.001	0.106
	p-value	0.43	0.715	0.257	0.857	0.89	0.254	0.903	0.203
(81~90 期)	Coefficient	0.001	-0.004	0.006	-0.005	-0.005	0.006	0.001	0.04
	p-value	0.81	0.428	0.111	0.324	0.278	0.12	0.829	0.589
(91~100 期)	Coefficient	-0.001	0	0.002	-0.004	-0.002	0.004	0.004	0.013
	p-value	0.811	0.96	0.677	0.415	0.697	0.336	0.493	0.871

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

實驗二

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	SentSpan	OpsSpan	MU
(1~10 期)	Coefficient	0.004	0.002	0	0	0.002	-0.004	-0.001	0.001	0.031	-0.082**
	p-value	0.117	0.704	0.929	0.973	0.561	0.236	0.769	0.97	0.413	0.028
(11~20 期)	Coefficient	0	0.004	-0.002	-0.005	0.002	-0.005	0	0.052	-0.05	-0.018
	p-value	0.803	0.34	0.407	0.292	0.486	0.16	0.798	0.126	0.147	0.586
(21~30 期)	Coefficient	0.006**	0.006	-0.004*	-0.01**	-0.004	-0.005	0.005	0.009	-0.058*	0.005
	p-value	0.016	0.2	0.081	0.039	0.28	0.156	0.13	0.797	0.093	0.88
(31~40 期)	Coefficient	0.003	0.004	-0.001	-0.005	0.007*	-0.008**	0	0.04	-0.015	0.01
	p-value	0.191	0.381	0.648	0.333	0.068	0.042	0.867	0.309	0.699	0.792
(41~50 期)	Coefficient	0	0.008	0.001	-0.014**	0.004	-0.002	-0.005	0.036	-0.01	-0.043
	p-value	0.89	0.107	0.824	0.013	0.353	0.612	0.205	0.354	0.791	0.252
(51~60 期)	Coefficient	0.003	0	0.001	-0.001	0.003	-0.005	-0.002	0.021	-0.02	-0.037
	p-value	0.242	0.981	0.804	0.832	0.438	0.261	0.67	0.639	0.656	0.383
(61~70 期)	Coefficient	-0.002	0.004	-0.002	-0.005	0	-0.001	0.001	0.062*	-0.05	-0.04
	p-value	0.32	0.309	0.431	0.255	0.891	0.691	0.867	0.073	0.15	0.216

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*

期間	Variable	智愚	勤惰	剛柔	品德	動靜	豪吝	樂悲	SentSpan	OpsSpan	MU
(71~80 期)	Coefficient	-3.23E-05	0.006	0	-0.003	0.003	-0.003	-0.003	0.034	0.004	-0.07*
	p-value	0.991	0.304	0.889	0.631	0.481	0.552	0.527	0.425	0.932	0.091
(81~90 期)	Coefficient	-0.003	0.01	0.002	-0.008	0.004	0.002	-0.003	0.05	-0.005	-0.024
	p-value	0.268	0.106	0.431	0.192	0.439	0.702	0.582	0.275	0.919	0.582
(91~100 期)	Coefficient	0.001	-0.004	0.004	-0.002	-0.004	0.003	-0.001	0.018	-0.02	-0.054
	p-value	0.826	0.564	0.217	0.799	0.442	0.581	0.795	0.707	0.684	0.244

期間	Variable	SSTM	DSpan	性別(男 1, 女 0)	期間		SSTM	DSpan	性別(男 1, 女 0)
(1~10 期)	Coefficient	0.035	-0.078**	0.016	(51~60 期)	Coefficient	0	-0.005	0.028
	p-value	0.261	0.024	0.815		p-value	0.995	0.896	0.721
(11~20 期)	Coefficient	-0.014	0.004	-0.082	(61~70 期)	Coefficient	0.072**	-0.027	0.031
	p-value	0.622	0.884	0.178		p-value	0.016	0.364	0.612
(21~30 期)	Coefficient	0.007	0.006	-0.045	(71~80 期)	Coefficient	0.051	-0.06	0.048
	p-value	0.813	0.83	0.46		p-value	0.159	0.114	0.523
(31~40 期)	Coefficient	-0.022	0.012	-0.03	(81~90 期)	Coefficient	0.009	-0.057	-0.062
	p-value	0.502	0.727	0.673		p-value	0.805	0.166	0.448
(41~50 期)	Coefficient	-0.012	0.006	-0.077	(91~100 期)	Coefficient	0.045	-0.018	-0.081
	p-value	0.706	0.863	0.275		p-value	0.264	0.673	0.349

信心水準 95%下為顯著** 信心水準 90%下為顯著*