

2021 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 130011

參展科別 行為與社會科學

作品名稱 青少年於寡勝賽局真人實驗之特徵研究

就讀學校 國立高雄師範大學附屬高級中學

指導教師 簡聿成、劉易嘉

作者姓名 羅筑慈

關鍵詞 寡勝賽局、真人實驗、記憶長度

作者簡介



我是羅筑慈，就讀國立高雄師範大學附屬高級中學二年級，今年 17 歲。高一在因緣際會下接觸社會科學與行為學，因而踏入研究的領域。平時喜歡接觸哲學，無論是閱讀文獻、參與講座或與志同道合的朋友對話，都是令人欣喜的體會。哲學是對生活的反思，亦是生命的實踐。我喜歡以哲學方法看待世界，甚至是面對科學研究。希冀未來能將哲學融入科學，開啟新的嘗試。

摘要

本研究聚焦於高中生在寡勝賽局中的真人實驗之特徵表現。研究共計 132 位參與者，以同時使用即時線上施測之方式進行實驗，研究者於雲端蒐集資料做立即提供勝負結果及歷史回饋。

研究結果如下：

- 一、在真人實驗中，記憶長度、遊戲經驗、數學能力、策略改變率，皆未對勝率、浪費率造成顯著影響。
- 二、在真人市場中，無法出現週期性、浪費率隨場次降低之現象；在時間序列上有趨中特性。即真人並非單純依照歷史資訊的推斷而進行策略選擇，且無法藉由經驗學習。
- 三、在真人實驗中，無法觀察到平均收益隨場次增加而提升或浪費率隨場次增加而降低的現象，說明經驗無法使真人群體學習或成長。
- 四、電腦代理人在部分增加記憶長度後，平均收益與原先呈現顯著差異，真人市場則無法達成。即資訊量多寡對真人的策略判斷與勝率沒有影響，真人對歷史資訊的取用並非如電腦選取策略表具有唯一性。
- 五、無論在電腦模擬或真人實驗中，浪費率與平均收益皆呈現高度負相關，此與其定義亦有關聯。且浪費率為 0% 時，平均收益會趨近於 50%。斜率接近 -0.5。
- 六、策略改變率並非以任何函數圖形影響勝率，說明了相信歷史與否不是唯一影響結果的因素。在青少年群體的真人實驗中，未發現歷史資料對勝率有顯著之助益。

Abstract

This research focuses on how 132 high school students perform in the minority game experiment. The experiment is conducted through online tests and all data is stored on the cloud for immediate game result and past feedback. The following is the research results.

1. In the human experiment, neither memory length, game experience, nor mathematical ability and strategic changes make a huge difference in the odds of winning and wastage rate.
2. For humans, the wastage rate does not reduce regularly after multiple games. Also, the time series shows central tendency. That is to say, past information is not the only factor human experimenters take into account when making strategy choices. They do not learn from past experience, either.
3. In the human experiment, the average revenue does not increase and the wastage rate does not decrease as more games are conducted. It shows that humans do not learn from the past experience.
4. After increasing the memory length of the computer agent, there is a significant leap in the average revenue. However, it does not work the same way when it comes to humans. That is to say, the amount of information makes no difference in strategy choices and odds of winning for humans. The computer chooses which strategy to use with uniqueness, but humans cannot use past information in the same way.
5. Whether it is in the human or computer experiment, wastage rate and average revenue are in high negative correlation. It's got to do with the definition of wastage rate. The average revenue would be near 50% and the slope would be close to -0.5 when the wastage rate is 0%.
6. The strategy changes do not affect the odds of winning by means of any graph of functions. It shows that believing the past feedback or not is not the only factor that affect the game result. In the human experiment conducted by adolescents, it does not show that past information makes huge difference in the odds of winning.

壹、 前言

一、 研究動機

在學校，多數學生都會在餐廳買便當作為午餐。若於 11 點鐘下課時間去購買，發現多數人的想法也跟自己一樣，也就意味著可能會因為人數過多而擁塞，導致下一節課可能會遲到。而若是在 12 點鐘才去購買，且多數人的想法又與自己相同，就代表興許會無法選擇自己喜愛的菜色。我們每天都在面對著這種攸關群體競爭有限資源的二元抉擇，如果身為多數，就會因而處於結果上比較不利的結果。

而這樣的情況與平常我們「多數決」的情況完全相反，也就是如果想得利，必須去預想「大多數的人選什麼？而我就應該去選另一邊」才能得利。由上述情形，我在賽局理論文章中看到了「寡勝賽局」的模型。在經過文獻探討後，發現多數研究皆以「電腦程式」運行，提供策略表以程式模擬，來了解寡勝賽局的特徵。雖然文獻中有許多有趣的特徵，但較少透過真人進行實驗，我好奇的是，在真實個體上，不可能遵從一個單一策略來進行抉擇，那在我們高中生面臨這樣的選擇時，又會有什麼樣的選擇特徵？本研究將探討何種變因將對寡勝賽局造成影響？會產生哪些有意義的群體特徵行為？甚至是否能進一步預測個人在賽局中的行為，皆是本研究期望得到的成果。

二、 研究目的

本研究旨在探討高中生以真人參與寡勝賽局時，其行為特徵之因素分析，由文獻探討所指出影響寡勝賽局結果的變因，進而發展出本研究之問題。

以下將研究問題條列說明之：

- (一) 以記憶長度為變因，探討電腦代理人與真人於寡勝賽局中，A 房間人數序列與平均收益之異同。
- (二) 探討真人實驗中，異質記憶長度、遊戲經驗、數學能力對勝率之影響。
- (三) 探討真人實驗中，同質、異質記憶長度對浪費率之影響。
- (四) 探討真人實驗中，異質記憶長度、遊戲經驗、數學能力對 A 房間人數百分比機率分布之影響。

- (五) 以異質記憶長度、遊戲經驗、數學能力為變因，探討真人實驗中，浪費率對平均收益之影響。
- (六) 探討策略改變率對勝率之影響，並進行質性訪談以探究其他影響勝率之變因。

貳、 文獻探討

一、 寡勝賽局：

寡勝賽局(Minority Game)在1997年由張翼成(Yi-Cheng Zhang)及他的同事Damien Challet所提出，是一個用來模擬分析人類經過決策的行為後反應在金融市場或其他社會現象的工具。他們以酒吧問題作為基礎，建構此模型，簡稱為MG模型。

寡勝賽局，寡勝是選擇少數方獲勝的意思，然而為什麼是少數獲勝呢？舉個例子說明：在股票市場中，當多數人想買股票時，你屬於少數要賣那方股票上漲而獲利。在賽局理論中，賽局可解釋多位參賽者在有規則限制下運用本身策略追求最大報酬的系統。(李修凱，2017)。

而由於寡勝賽局為一群人競爭有限資源，每個獨立個體皆擁有兩種選擇的二元系統，而少數人選擇的那方即獲得較多的資源。每場配分為一分，選擇到少數房間的參賽者即可獲得一分；反之，選擇到多數房間的參賽者不得分。

1997年，張翼成教授等人使用物理學理論量化，進而建立起基本模型。而後又藉由電腦模擬進行實驗、收集數據。在點腦執行之寡勝賽局的設定中，電腦代理人彼此之間是不能進行資訊交流與溝通的。且為避免擁有相同反饋之電腦代理人做出相同的抉擇，每個電腦代理人皆有自己獨特的策略表。

二、 寡勝賽局相關研究探討：

(一) 記憶長度：

寡勝賽局研究中，策略的應用與參賽者的記憶能力相關，在現實情況中不是每個人的都擁有相同的記憶能力，所以有些研究是以記憶長度做為寡勝賽局探討的方向。

寡勝賽局係一群人競爭有限資源，每個獨立個體皆擁有兩種選擇的二元系統，而少數人選擇的那方即獲得較多的資源。根據前述的配分規則，每場皆可參照前 M 場賽局，依序是哪間房間得分的結果，稱為記憶長度，亦稱反饋 (Feedback)。

在記憶長度作為操縱變因的研究問題上，有兩個研究指出不同的見解。李修凱 (民 106) 認為：「隨記憶長度增加，浪費率會減少，平均收益會提高。」而劉靖 (民 96) 的研究成果則說明，若 M 越大，則在寡勝賽局中的成功率呈現下降的趨勢。此二說法呈現矛盾的狀況，若個人成功率降低卻提高整體平均收益，恐怕不太可能發生。故本研究設計異質記憶長度為操作變因，探討 M 對真人寡勝賽局勝率所造成之影響。

(二) 記憶長度均質與否：

如果參賽者記憶能力不是均質，會對寡勝賽局帶來怎樣的影響。李修凱 (2017) 以程式模擬並提供不同長度的對應之策略表來，來模擬真實世界受試者擁有不同記憶長度時，進行寡勝賽局時的反應。研究發現把兩群擁有不同記憶長度的參賽者讓他們一起參與賽局，發現不需要所有的參賽皆擁有較長記憶長度，也能達到所有參賽者都擁有較長記憶長度的平均收益。

雖然這個研究結果顛覆了過去我們普遍認為「記憶長度越長也就是歷史資料越多，對猜賽者越得利」的看法，而得到「只要社會少數人有較佳的記憶長度，即可讓所有的成員擁有同樣的優勢」但研究中卻只呈現出每次競賽均「只有兩種相同的記憶長度」。這個研究設定與結果確實有其創新發現，然而在真實社會中，每位參賽成員不僅隨時變動，其所擁有的記憶長度更不會僅僅只有兩種。故在真人實驗時，是否能看到相同的結果，也是本研究所欲進一步探究的。

(三) 數學能力：

藍振鳴 (2014) 在研究中指出：「數學能力是影響成為簡單 (easy) 市場中寡勝賽局勝利者的因素。」對此，本研究進一步探討數學能力在 Apprentice 市場中寡勝賽局是否造成影響。且因張翼成 (2003) 指出：「在 $2 \leq M \leq 4$ 的市場中，M 越大，市場信息效率越低。」為使記憶長度對此寡勝賽局造成之影響保持適中，故選擇 M=3 (即 Apprentice 市場) 為受試者記憶長度。

三、 寡勝賽局相關研究探討

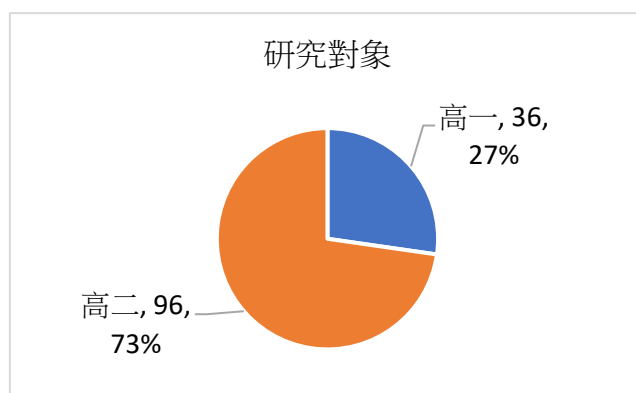
從李修凱的研究結果可知：「A 房間人數變化趨勢有週期性的現象。」此外，陳宏榮等人(2006)發現：「人群分布在參賽人數較少實呈現類似高斯分布的形狀。」隨著人數的增加，其逐漸分為三群。反之，在記憶長度增加的情況下，人群分布則逐漸混為一團。因此，本研究欲探討在真人實驗中是否可以觀察到相同的現象。而劉靖(2007)的研究成果說明，若 M 越大，則在寡勝賽局中的成功率呈現下降的趨勢。故本研究設計異質記憶長度為操作變因，探討 M 對真人寡勝賽局勝率所造成之影響。

以上所提及之研究皆使用電腦程式計算。從而，藍振鳴的研究一反先前研究皆使用電腦代理人代表參賽者的慣例，參照了 Ruch, Wakeling and Zhang(2002)所提出的互動式賽局從事真人實驗，亦即使一個真人與傳統寡勝賽局內所設定的電腦代理人進行線上競爭。然而，此賽局雖在完全理性的電腦代理人中，增加一名具情感、個性的真人，在互動上仍無法顯現人類互動之行為，乃此研究較遺憾之處。對此，本研究採用參賽者全為真人的寡勝賽局實驗模式進行數據收集，取消完全理性的電腦代理人，使其更貼近事實，此係本研究獨到之處。

參、 研究方法

一、 研究對象與研究流程

本研究選定之參賽者為本校高一及高二學生，性別不拘，共 132 名。其中，高一生 36 名 (27%)、高二生 96 名 (73%)。



本文之研究流程，首先蒐集實際生活問題，接著對寡勝賽局進行文獻探討，加以了解相關研究與理論背景。據此，便能從而設定研究對象的範疇與適合的方法。

在正式真人實驗後，整理與分析數據，以討論出前後數據不同的含義，最終提出結論。



二、 研究工具

(一) 寡勝賽局實驗設計特色：

本實驗每場之間間隔 15 秒，每單位之間間隔 60 秒，提供參賽者暫歇性反思策略。且為使本研究更加貼近真實情況，開放參賽者之間的交流，擁有相同變異數之參賽者方可進行互動，以模擬人類社會資訊流通之模式。

(二) 寡勝賽局實驗表單說明：

「即時線上填答」方式蒐集資料，故研究者設計以 Google 表單問卷問答方式進行。第一部分為基本資料之收集與完成 M 場賽局作為第一場之反饋，第二部分為 50 場寡勝賽局，以 10 場作為一單位，完成 5 個單位即視為一局。

本表單於每單位要求參賽者重新填入學號以辨識身分，且於結尾處放置下一單位之連結，供參賽者連結至下一單位。

寡勝賽局(一) 第一部分	寡勝賽局(一) 第二部分 第1~10場
<p><small>*必填</small></p> <p>學號 *</p> <p>您的回答 _____</p>	<p><small>*必填</small></p> <p>學號 *</p> <p>您的回答 _____</p>
<p>組別(僅作為統計用途, 非團體作戰) *</p> <p><input type="radio"/> Y組</p> <p><input type="radio"/> Z組</p>	<p>第一場</p> <p><input type="radio"/> A</p> <p><input type="radio"/> B</p>
<p>模擬 第一題</p> <p><input type="radio"/> A</p> <p><input type="radio"/> B</p>	<p>第二場</p> <p><input type="radio"/> A</p> <p><input type="radio"/> B</p>

首先，引導參賽者掃描 QR code 進入 google 表單頁面，填寫基本資料並一次性填答完畢所有模擬問題，作為第一場之反饋。而後告知參賽者，研究者將提供前M場的獲勝方，請參賽者務必參照。每場之間間隔 15 秒作為思考和討論時間，15 秒後請參賽者即刻作答該場，送出表單。送出後請參賽者勿離開該頁面，在公布反饋後，點選修改表單，填答下一場次之回覆。每 10 場為一個單位，皆須填寫學號，將間隔 60 秒作為緩衝和策略檢討。完成一個單位後，點選表單上的連結，連結至下一個單位。完成 5 個單位遂完成一局。

三、 實驗流程：

為達成本研究所欲回答之研究問題，研究者徵求了學校高一、高二學生共 132 名。由於大部分參與者對「寡勝賽局」的遊戲規則均不了解，故為使實驗順利有效，在施測前，對參與同學做一完整了實驗目的、賽局介紹及賽局相關獲勝得分規則。

另外，由於本研究採取「即時線上填答」的資料蒐集方式，故在施測前，需參與者均準備能上網之手機或平版，並設置無線網路 Wifi 供參與者使用。故在施測前，需協助並確認參與者的網路連線品質及順暢度。這也是研究者設計研究方法時需用心確認的部分，也確保資料不會因網路因素而遺失。

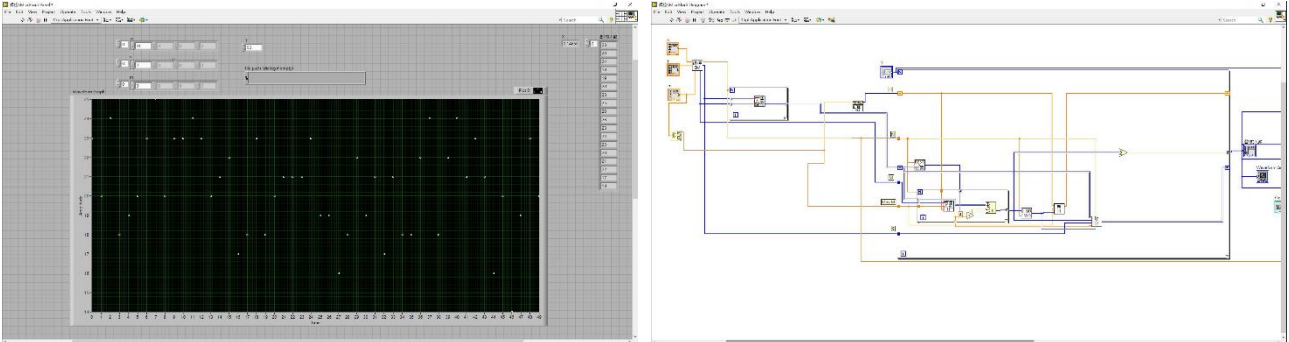


四、 分析方法

為了量化分析參與者在寡勝賽局中會有哪些行為，以及受到哪些因素之影響，研究者先以電腦模擬出對應的情境時，電腦代理人所做出的抉擇，還原全程由策略表決定時的賽局樣態。而後選擇了以下的變項，並且賦予變項相對應的代碼，做為本研究在後續討論時聚焦的方向。以下將逐一以電腦模擬代號、探討函數、相關圖表以及統計分析五方面來呈現說明：

(一) 電腦模擬：

以 Labview 圖控程式。以電腦代理人模擬寡勝賽局，每個代理人有 2 張策略表，選用後得分即計一點，以點數高者為優先使用。可設定每局代理人數目與其擁有的記憶長度，與輸入每局所執行的場次數。



(二) 代號說明：

1. $A(i)$ ：在第 i 場賽局時，A 房間人數佔該場參賽人數之百分比。因真人賽局每場參賽人數控制難度高，故將傳統賽局所定義之 A 房間人數，經由正規化處理，以百分比方式表示。例如： $A(7)=23\%$ 代表第 7 場賽局時，該局參賽人數 23% 的人都選擇進入 A 房間。
2. M ：參賽者的記憶長度，即參賽者所能依序得知的過去獲勝方之場次數目。若 $M=3$ ，則該局參賽者得獲得過去 3 場的獲勝方分別為 A 或 B。例如： $M=3$ 且前三場獲勝方依序為 A、B、A，代表該參賽者可在該場次獲得 A B A 作為接下來這一次可做為參考的反饋。
3. $N(i)$ ：第 i 場賽局的參賽人數。因真人實驗在限時填答過程中，容易出現參賽者未在時間內填答的狀況，為確保實驗過程可控，每場賽局在規定時間內即停止收集回覆，故每場賽局參賽者人數不一。例如： $N(4)=47$ 代表第四場的參賽人數有 47 人。雖然有可能有差距，但差距不大。
4. $W(i)$ ：第 i 場賽局獲勝方的人數，亦即該場賽局全體參賽者的總收益。例如： $W(5)=23$ 且獲勝方為 A，代表第 5 場共有 23 名參賽者選擇進入 A 房間。
5. T ：賽局執行次數，本研究三個實驗皆設定為 50，即 1 局賽局進行 50 次，換言之，完成 50 場則視為 1 局。例如： $T=50$ 代表該賽局執行 50 場次。

(三) 探討函數說明：

1. **浪費率 Q**：每場賽局中可以獲勝的最多人數為該場賽局參賽人數減 1 除以 2，若該賽局達到此人數，即可得到最高的平均收益，簡言之，浪費率等於 0，也就是所有參與者得到一個總體的最高得分，但事實上這個分數仍然小於 50%。而浪費率就是指每局總得分與最大總得分的差距，應得分而未得分的分數。浪費率計算方式如下，先算出該場比賽可獲勝人數的最大值，減去實際獲得分數的人數，再除以可獲勝人數的最大值。其數學定義為：

$$Q(i) = \frac{\frac{N(i) - 1}{2} - W(i)}{\frac{N(i) - 1}{2}}$$

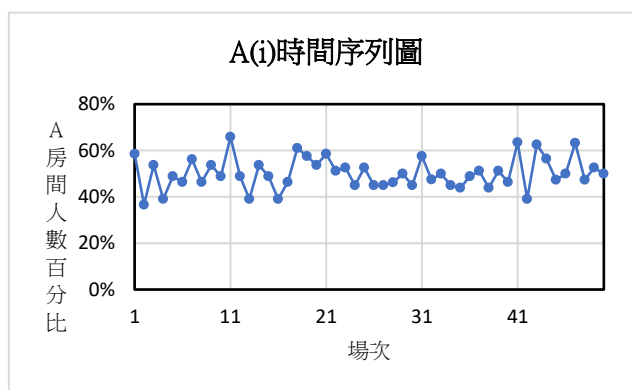
2. **平均收益 G**：代表該參賽群體平均每個人可以得到的分數，計算方式為該場所有積分的總和，除以該場總參賽人數。例如：第 26 場有 11 人得分，該場參賽人數為 44 人，則第 26 場之平均收益為 0.25。其數學定義為：

$$G(i) = \frac{W(i)}{N(i)}$$

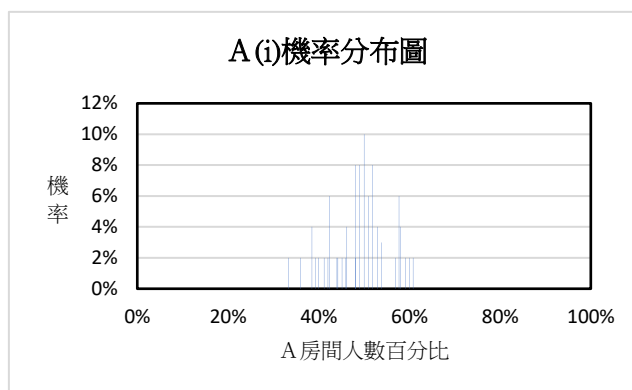
3. **勝率**：計算參賽者個人在 1 局（50 場）完整賽局中，得分的總和，再除以 50 場。呈現平均 1 場賽局，某參賽者所能獲得的分數。例如：甲同學在其中一局賽局得到 25 次的勝利，該局執行 50 場，則甲同學在該局賽局勝率為 50%。
4. **策略改變率**：將前一場賽局獲勝方為參照值，若參賽者在該場次選擇進入的坊間與參照值相同，視為相信歷史；反之，則視為不相信歷史。相信歷史則賦予分數 0；反之，賦予分數 1。該局賽局結束後，將分數加總並除以 T，即得策略改變率。此數值越大，代表參賽者越不相信前面之歷史資料，而改變其選擇。

(四) 探討圖表說明：

1. **時間序列圖**：橫軸為賽局場次，縱軸為 A 房間的人數經正規化的數值。此圖呈現在該場次選擇 A 房間的人數佔該局所有參賽人數的比例。如上述，縱軸可替換為平均收益或浪費率。如下圖所示：



2. **機率分布圖**：記錄一組數據中，某一量值出現的機率。計算方式如下，先計算某一量值出現的次數，除以該組數據所有量值出現次數的總和。橫軸為該組數據出現的量值，縱軸為該量值出現的機率。如下圖所示：



(五) 統計考驗：

本研究中關注了「不同記憶長度」、「遊戲經驗與否」以及「數學能力高中低」之差異，故於「不同記憶長度」、「遊戲經驗與否」選擇了以 IBM SPSS Statistics26 進行獨立樣本 t 考驗進行統計考驗，而於「數學能力高中低」選擇了獨立樣本單因子變異數分析來加以考驗。

五、 研究限制

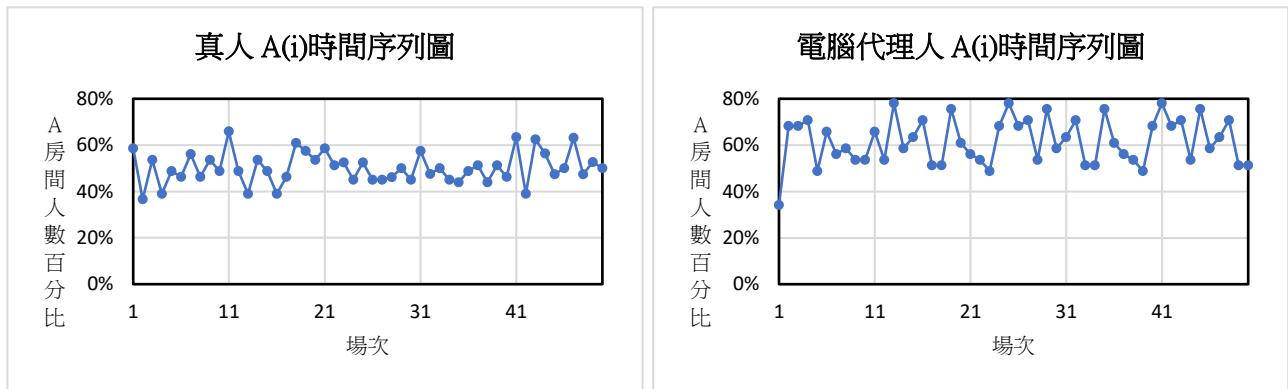
本研究旨在探討真人於寡勝賽局中的表現，因此執行真人實驗時，過程所發生之突發狀況皆不可預期。諸如在時間限制內，參賽者並不會全數填答完畢，故須以後端數據處理使其以百分比方式呈現。此外，真人於賽局中之選擇並非如同電腦代理人僅參考策略表，會有許多現場因素影響真人的抉擇。在後續分析時，較難以操作單一變異數影響結果。

另由於真人實驗需要時間之操作，是以所進行的實驗次數不若數值模擬方法，可以達上萬次，故亦可能因次數之不足而漏失可能之發現。

肆、 結果與討論

由於本研究聚焦在高中生參與寡勝賽局真人實驗時的表現特徵，以下脈絡主要關注三個部分：第一，以 Labview 圖控程式探討電腦模擬與真人實驗的差異，再來是異質記憶長度、遊戲經驗與數學能力對寡勝賽局結果的影響，最後則是真人策略如何影響群體。

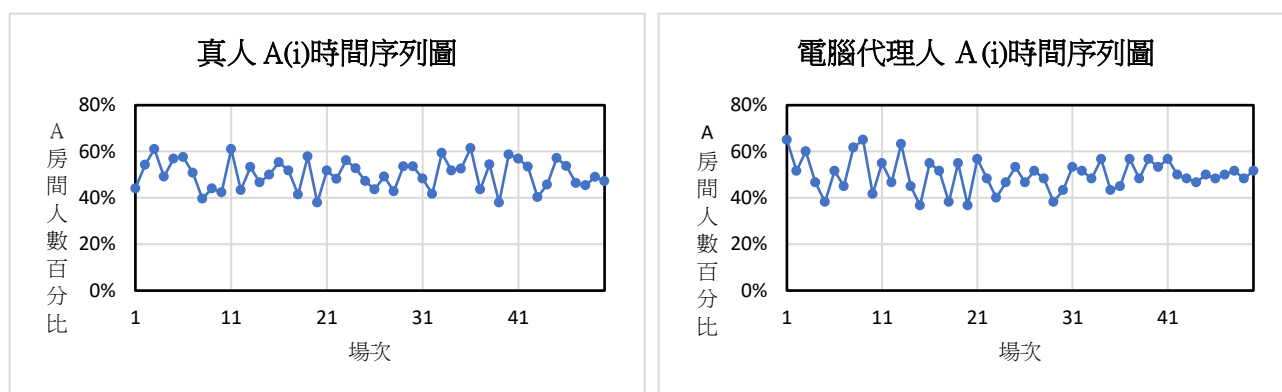
一、 探討電腦代理人與真人於同質記憶長度寡勝賽局之異同：



由真人實驗執行之寡勝賽局 A 房間人數變化趨勢無法觀測到週期性之發生，且具有「趨中」特性。電腦代理人則呈現週期性，且較易出現極值。電腦模擬因使用策略表，選擇性單一，皆是以兩張策略表積點高低進行比較，再做選擇。故電腦代理人在執行多場賽局後，會逐漸產生共振，因而產生週期性的重複。此外，在記憶長度較短且場次數較少時，電腦模擬出的 A 房間人數百分比時間序列圖震幅較大，顯示電腦代理人尚未找到最佳策略，其因策略表執行次數不足，未能分析出最優選擇。真人則是因為策略多元，不侷限於單一的策略表積點，故 A

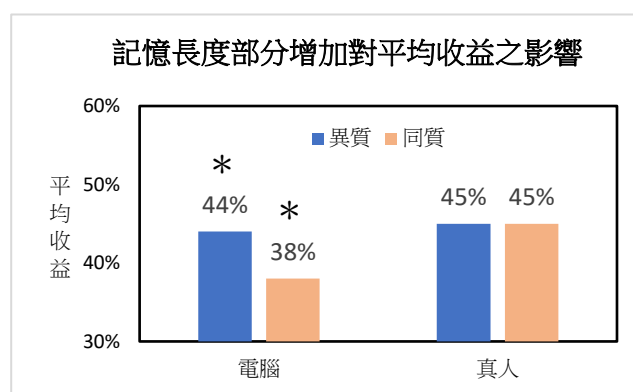
房間人數百分比時間序列圖呈現無序狀態，必然無法找出週期。且因個體策略不盡相同，不會如電腦在做選擇時，多數代理人皆會做出相同的判斷，而是各自選擇，且人數分布多接近一半。

二、 探討電腦代理人與真人於異質記憶長度寡勝賽局之異同



當部分參賽者的記憶長度提升至 7 時，兩者資訊不對等，由電腦代理人執行之寡勝賽局浪費率隨場次增加而減少，真人實驗則無法觀測到此現象。其因電腦代理人可精確計算策略表積點高者並持續使用，故可在經驗中學習，達到更高的收益，真人則無法。真人在異質記憶長度的賽局中，仍然無法因記憶長度的提升，而經由經驗學習，得到最佳策略。在真人實驗中，無法證成李修凱 (2017) 提出的觀點：「不需要所有的參賽皆擁有較長記憶長度，也能達到所有參賽者都擁有較長記憶長度的平均收益。」電腦模擬出的 A 房間人數百分比時間序列圖的震幅逐漸變小，而真人則是一直維持相同的振幅，且呈現無序狀態。

三、 探討記憶長度部分增加對電腦代理人與真人平均收益之影響



群組統計量					
	記憶長度	數字	平均值	標準差	標準誤平均值
記憶長度(電腦)	同質	50	.45	.043	.006
	異質	50	.38	.090	.013

獨立樣本檢定										
		變異數等式的 Levene 檢定		平均值等式的 t 檢定						
		F	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均值差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
記憶長度	採用相等變異數	42.205	.000	4.907	98	.000	.069	.014	0.041	.097
	不採用相等變異數			4.907	69.974	.000	.069	.014	0.041	.097

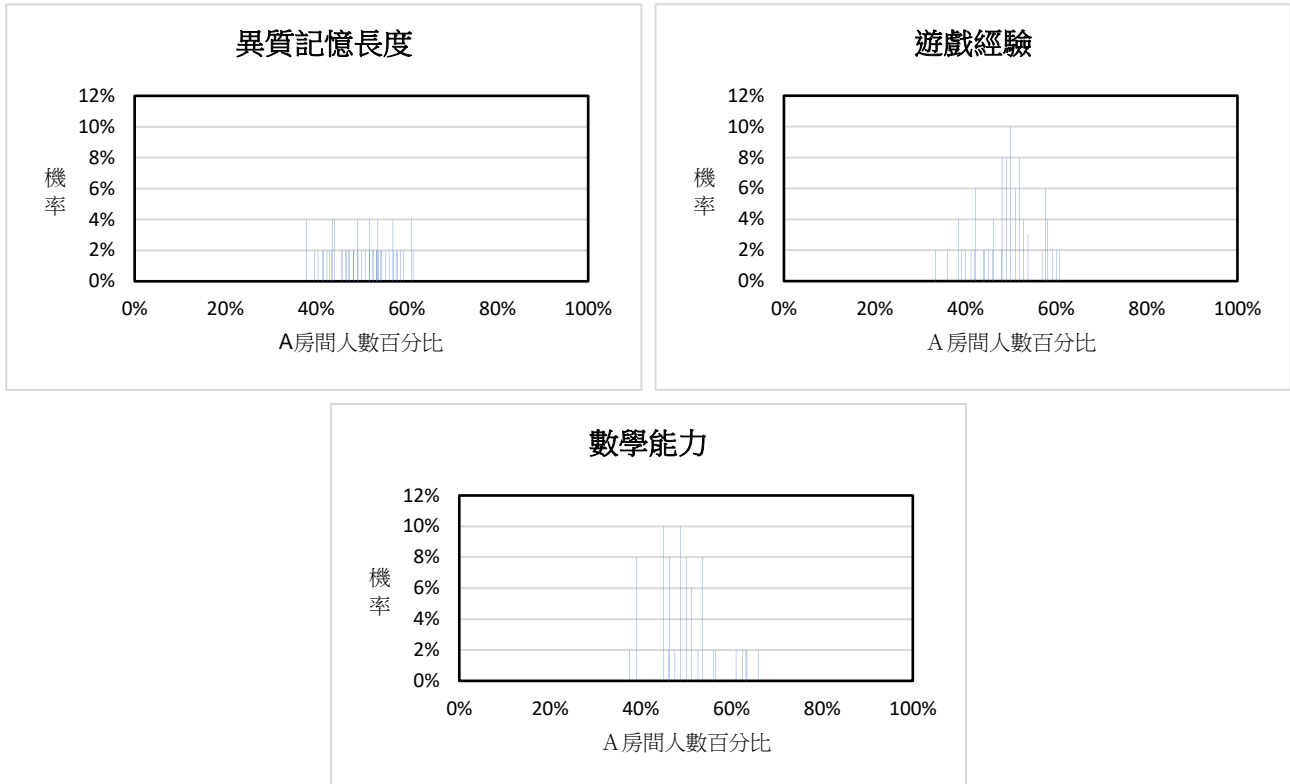
群組統計量					
	記憶長度	數字	平均值	標準差	標準誤平均值
記憶長度(真人)	同質	50	.45	.033	.005
	異質	50	.48	.042	.006

獨立樣本檢定										
		變異數等式的 Levene 檢定		平均值等式的 t 檢定						
		F	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均值差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
記憶長度	採用相等變異數	1.816	.181	-.320	98	.750	-.002	.008	-.017	.013
	不採用相等變異數			-.320	92.508	.750	-.002	.008	-.017	.013

在真人實驗未能觀測到李修凱所提出的觀點：「在異質記憶長度上，其表現將趨同於較長之記憶長度的選擇結果。」因電腦使用策略表做決定，選擇策略單一。真人則不是僅參考歷史資料，而是有更多元的參考依據。因此，歷史資料對真人在進行選擇時的影響並不大，並無法直接改變真人的勝率。真人仍有其他參考依據，如他人情緒、表情，甚至是下文將提及的主導者資訊，這些因素交集後才構成策略，故歷史資訊僅能作為其中一部分，非全然依據反饋。從而，個人選擇與群體

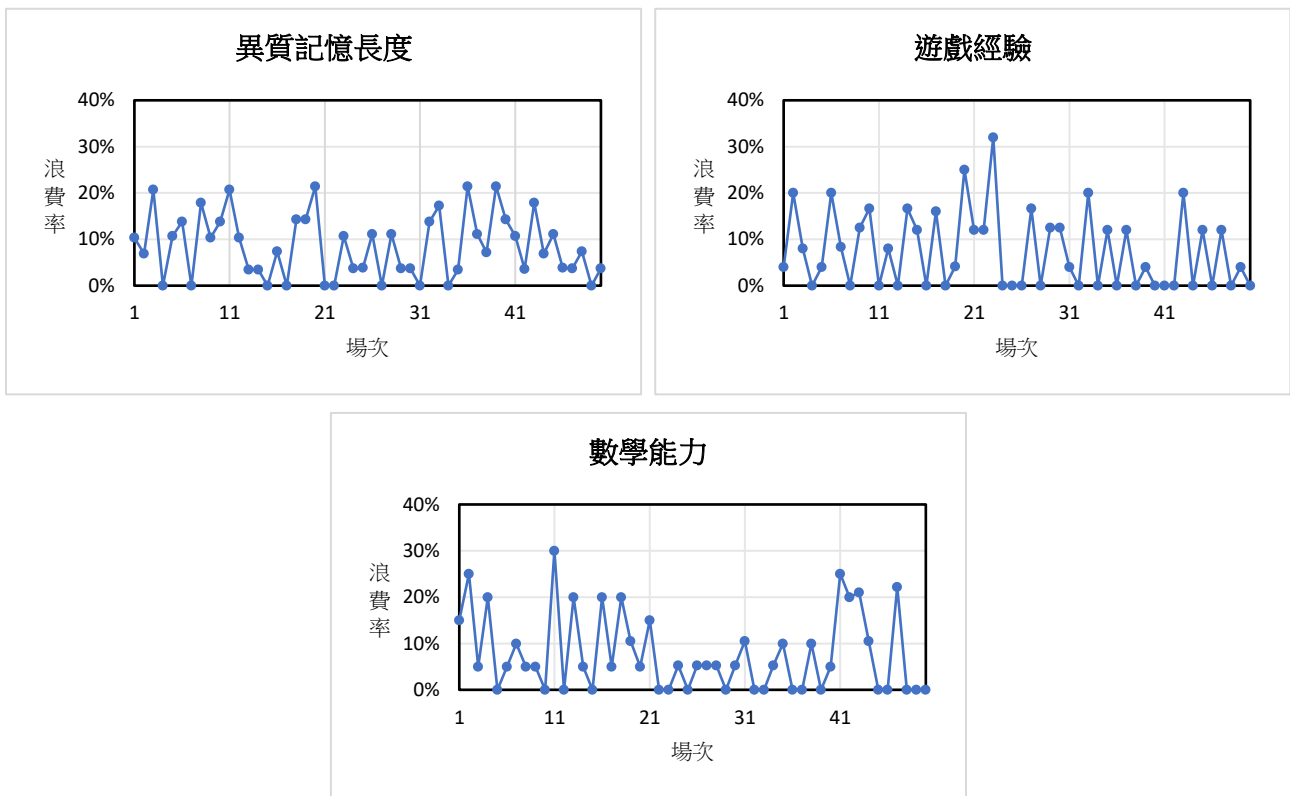
走勢的交互作用在真人與電腦間有一定程度的差異，但也因此呈現真人行為特性。

四、 探討不同變因對 A 房間人數百分比機率分布之影響



以記憶長度為操縱變因時，由上圖可知，在場次數量不多的情況下，A房間人數百分比之機率分布並不會呈現高斯分布，選擇次數出現大約在 40%~60%之間。並未出現極端的分布。以遊戲經驗為操作變因時，由上圖可知，在場次數量不多的情況下，A房間人數百分比之機率分布呈現出較常態的高斯分布，選擇次數出現大約在 40%~60%之間，尤其以 50%左右居多，並未出現極端的分布。表示在新手與老手同時聚集的環境中，將呈現出常態分布的態勢。以數學能力為操作變因時，由上圖可知，在場次數量不多的情況下，A房間人數百分比之機率分布呈現出較常態的高斯分布，選擇次數出現大約在 40%~65%之間，仍然以 50%左右居多，並未出現極端的分布。表示在混合數學能力中的環境中，不算是呈現出常態分布的態勢。在真人實驗中，證實陳宏榮（2006）發現的現象：「人群分布在參賽人數較少時呈現類似高斯分布的形狀。」無法證成陳宏榮提及的：「在記憶長度增加的情況下，人群分布則逐漸混為一團。」本研究發現，增加記憶長度後，A房間人數百分比之機率分布反而會平均分布。

五、 探討不同變因對浪費率之影響



以記憶長度為操縱變因時，由上圖可知，若以逐次來觀察群眾之選擇，浪費率由第 1 次到第 50 次大致分佈在 0~22%之間，平均約為 10%，並未看到群眾有因場次的增加而有浪費率的改善。以遊戲經驗為操作變因時，由上圖可知，若以逐次來觀察群眾之選擇，浪費率由第 1 次到第 50 次大致分佈在 0~32%之間，平均約為 15%，並未看到群眾因場次的增加而改善浪費率。但比起異質記憶長度來說，有較高的浪費率。以數學能力為操作變因時，由上圖可知，若以逐次來觀察群眾之選擇，浪費率由第 1 次到第 50 次大致分佈在 0~32%之間，平均約為 18%，並未看到群眾有因場次的增加而有浪費率的改善。而在後期甚至有浪費率增加的情況。

六、 探討同質、異質記憶長度對浪費率之影響

此研究問題以 41 名 M=3 的參賽者代表同質記憶長度所進行之寡勝賽局，另以 60 名參賽者代表異質記憶長度所進行之寡勝賽局，其中 M=3 的參賽者有 28 名、M=7 的參賽者有 32 名。

群組統計量					
	記憶長度	數字	平均值	標準差	標準誤平均值
記憶長度	同質	50	.07	.085	.012
	異質	50	.08	.068	.010

獨立樣本檢定										
		變異數等式的 Levene 檢定		平均值等式的 t 檢定						
		F	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均值差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
									下限	上限
記憶長度	採用相等變異數	2.482	.118	-.506	98	.614	-.008	.015	-.038	.023
	不採用相等變異數			-.506	93.290	.614	-.008	.015	-.038	.023

說明：

1. 基本描述性統計：

本組分別有 50 個同質記憶長度的浪費率樣本與 50 個異質記憶長度的浪費率樣本。

同質記憶長度的平均浪費率為 0.07，標準差為 0.085。

異質記憶長度的平均浪費率為 0.08，標準差為 0.068。

2. 兩組樣本變異數相等 (Levene 檢定)：

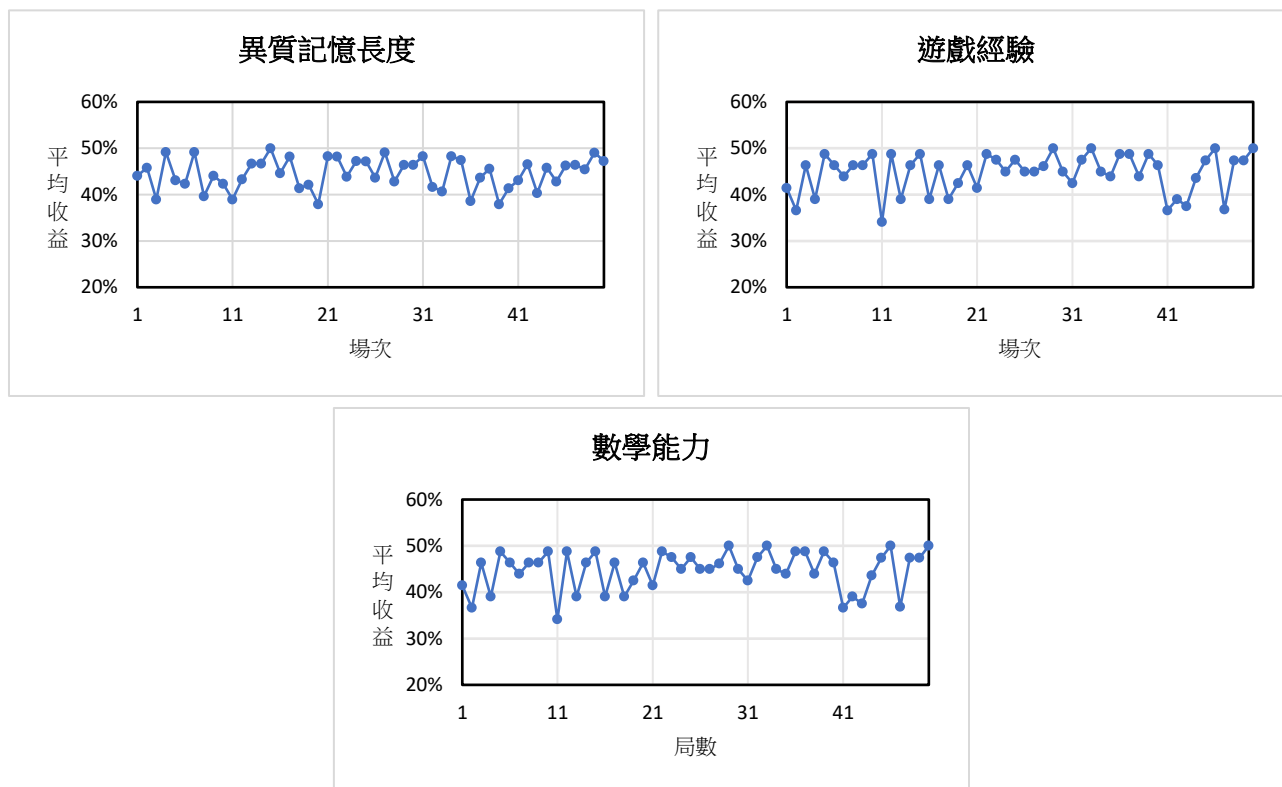
在兩組數據中，F 檢定後的結果，顯著性 p 值=0.118>0.05，兩組變異數並無顯著差異，故兩組表現之變異數相等。

3. 平均數相等 T 檢定：

在兩組數據中，計算後的 t 統計值為-0.506，雙尾顯著性 p 值=0.614>0.05，無法拒絕虛無假說。表示同質記憶長度與異質記憶長度之平均浪費率沒有顯著差異。

由以上資料所示，在同時提供不同歷史記憶長度資料時，群眾並未因記憶長度的提供而有選擇行為與勝率上的差異。而策略改變率也未有所差異。正面來說，這與李修凱（2017）的觀點，在異質記憶長度上，其表現將趨同於較長之記憶長度的選擇結果，也就是不需要所有參與者都有一致的記憶長度，僅需部分參與者有較長之記憶長度，即可有同樣之效果的論點相背。

七、 探討不同變因對平均收益之影響

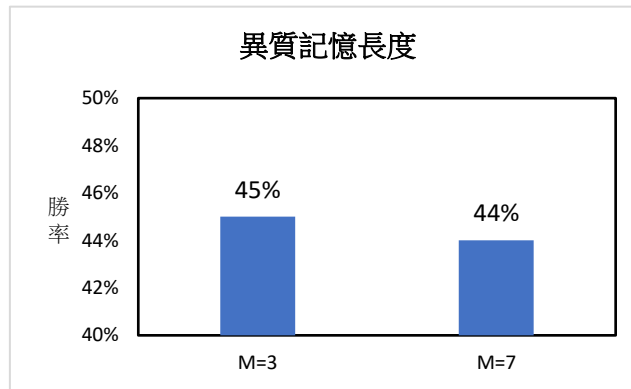


以記憶長度為操縱變因時，由上圖可知，若以逐次來觀察群眾之選擇，浪費率由第1次到第50次大致分佈在35~49%之間，平均約為45%，並未看到群眾有因場次的增加而有平均收益之增加。以遊戲經驗為操作變因時，由上圖可知，若以逐次來觀察群眾之選擇，浪費率由第1次到第50次大致分佈在30~49%之間，平均約為45%，並未看到群眾有因場次的增加而有平均收益之增加。以數學能力為操作變因時，由上圖可知，若以逐次來觀察群眾之選擇，浪費率由第1次到第50次大致分佈在30~49%之間，平均約為45%，並未看到群眾有因場次的增加而有平均收益之增加。

八、 探討不同變因對勝率之影響

(一) 探討記憶長度對勝率之影響

實驗提供兩組不同之記憶長度，分別為 M=3 與 M=7，並觀察整體之選擇特徵，所得數據如下：



群組統計量					
	記憶長度	數字	平均值	標準差	標準誤平均值
記憶長度	3	28	.45	.066	.013
	7	32	.44	.063	.011

獨立樣本檢定										
		變異數等式的 Levene 檢定		平均值等式的 t 檢定						
		F	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均值差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
									下限	上限
記憶長度	採用相等變異數	.029	.865	.532	58	.597	.009	.017	-.025	.042
	不採用相等變異數			.530	56.075	.598	.009	.017	-.025	.042

說明：

1. 基本描述性統計：

本組分別有 28 名記憶長度為 3 的參賽者與 32 名記憶長度為 7 的參賽者。

記憶長度為 3 的參賽者平均勝率為 0.45，標準差為 0.066。

記憶長度為 7 的參賽者平均勝率為 0.44，標準差為 0.063。

2. 兩組樣本變異數相等 (Levene 檢定)：

在兩組數據中，F 檢定後的結果，顯著性 p 值=0.029<0.05，兩組變異數呈現顯著差異，故兩組表現之變異數不相等。

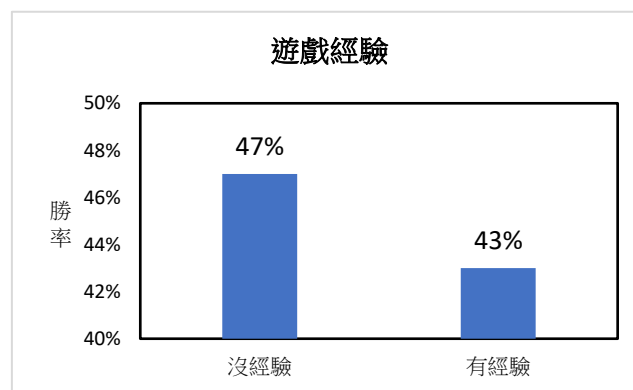
3. 平均數不相等 T 檢定：

在兩組數據中，計算後的 t 統計值為 0.530，雙尾顯著性 p 值=0.598>0.05，無法拒絕虛無假說。表示記憶長度為 3 的參賽者與記憶長度為 7 的參賽者之平均勝率沒有顯著差異。

證實劉靖 (2007) 研究：「M 越大，則在寡勝賽局中的勝率呈現下降的趨勢。」本段說明歷史資訊的增加無法對真人帶來更有效的獲勝策略，反而在得到更多反饋後，無法精準的取用資訊，做出判斷。在後續的訪談中，多數參賽者提及無論有多少歷史資訊，都只會參考前一場的獲勝方，也佐證記憶長度的改變未能顯著影響勝率。

(二) 探討遊戲經驗對勝率之影響

本部分比較參與者具參與經驗 (商場老手) 與未具參與經驗 (商場菜鳥) 在寡勝賽局中的表現特徵，研究上未具參與經驗者為完全無經驗者，而具經驗者的參與較新手多了 50 局的參與經驗。以下是相關的表現數據：



群組統計量					
	遊戲經驗	數字	平均值	標準差	標準誤平均值
遊戲經驗	無	28	.47	.102	.019
	有	23	.43	.061	.013

獨立樣本檢定										
		變異數等式的 Levene 檢定		平均值等式的 t 檢定						
		F	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均值差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
									下限	上限
遊戲 經驗	採用相等 變異數	5.336	.025	1.878	49	.066	.045	.024	-.003	.094
	不採用相 等變異數			1.967	45.382	.055	.045	.023	-.001	.092

說明：

1. 基本描述性統計：

本組分別有 28 名無遊戲經驗的參賽者與 23 名有遊戲經驗的參賽者。

無遊戲經驗的參賽者平均勝率為 0.47，標準差為 0.102

有遊戲經驗的參賽者平均勝率為 0.43，標準差為 0.061

2. 兩組樣本變異數相等 (Levene 檢定)：

在兩組數據中，F 檢定後的結果，顯著性 p 值=0.025<0.05，兩組變異數呈現顯著差異，故兩組表現之變異數不相等。

3. 平均數不相等 T 檢定：

在兩組數據中，計算後的 t 統計值為 1.967，雙尾顯著性 p 值=0.055>0.05，無法拒絕虛無假說。表示無遊戲經驗的參賽者與有遊戲經驗的參賽者之平均勝率沒有顯著差異。

市場上的老手無法對賽局結果的控制有更高的掌握，甚至略低。因新手的加入改變市場秩序，使其策略得到反效果。從經驗中學習對電腦有功效，但對真人勝率沒有顯著影響。在有遊戲經驗與無遊戲經驗的對比上，我們看到以 50 場的經驗數值差距，並無法呈現出老手在真人寡勝賽局中可能的優勢。藉由訪談參與同學的結果，同學表示，自己在 50 場中，並無法找到合適的致勝策略，所以即便多做了 50 次，也無法從寡勝賽局中得到優勢。所以研究者思考，那找出賽局之致勝策略，是否需有足夠之數學或推理能力，才能在寡勝賽局中提早掌握趨勢而佔得優勢？故進行了下一階段的研究。

(三) 探討數學能力對勝率之影響

研究者將所有參與者之數學測驗成績，依高（高於 70 分）、中（50 至 70 分之間）、低（低於 50 分）分為三組，在他們共同完成寡勝賽局 50 局之後，依其數學成績進行統計考驗。以下是相關實驗結果：

不同數學成績（高、中、低）對寡勝賽局勝率比較摘要表

分數群組	數字	平均數	標準差	F 值	顯著性
>70	9	.450	.055		
50~70	17	.459	.053	.924	.406
<50	15	.430	.065		

** p<.01

* p<.05

1. 基本描述性統計：

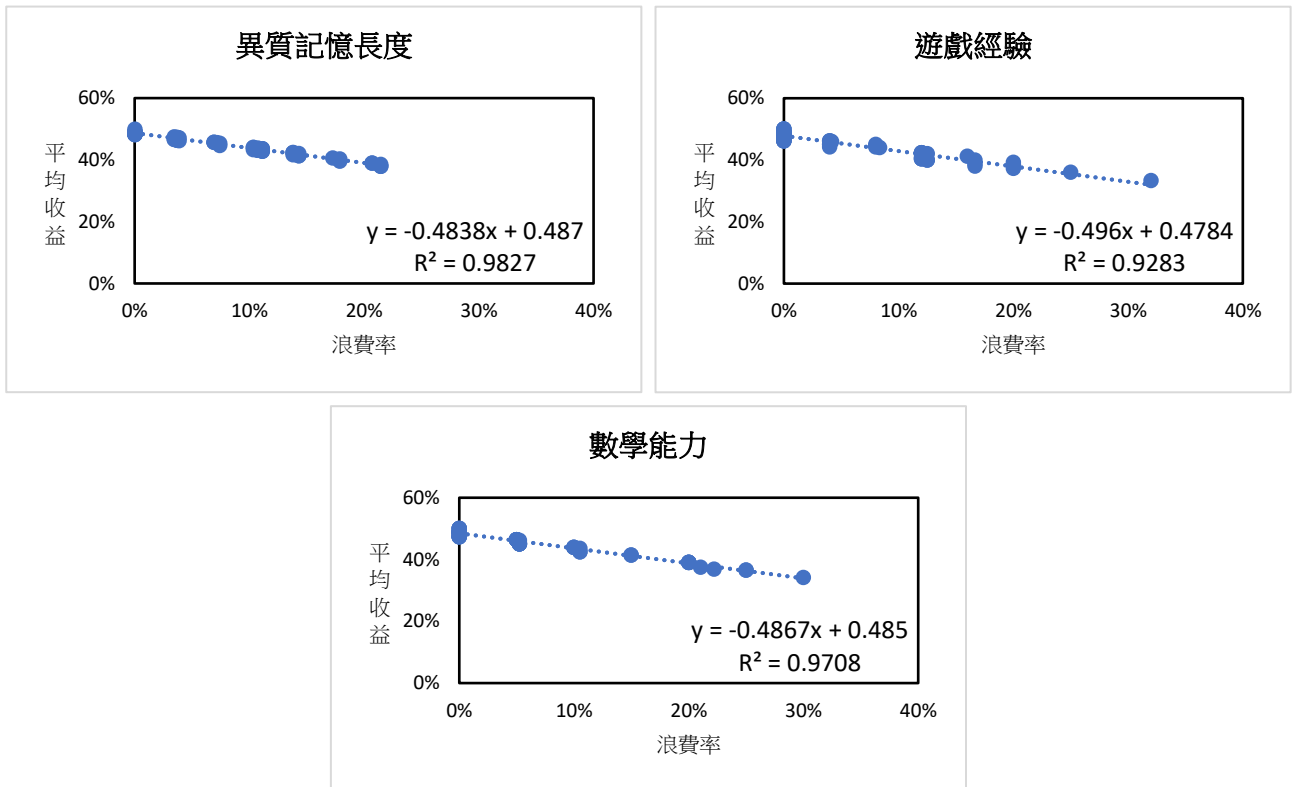
本組分別有 15 名高一數學成績平均小於 50 分的參賽者、17 名高一數學成績平均大於 50 分且小於 70 分的參賽者與 9 名高一數學成績大於 70 分的參賽者。高一數學成績平均小於 50 分的參賽者平均勝率為 0.43，標準差為 0.065。高一數學成績平均大於 50 分且小於 70 分的參賽者平均勝率為 0.459，標準差為 0.053。高一數學成績平均大於 70 分的參賽者平均勝率為 0.45，標準差為 0.055。

2. 單因子變異數分析：

在三組數據中，F 檢定後的結果，顯著性 p 值=0.406>0.05，三組變異數並無顯著差異。

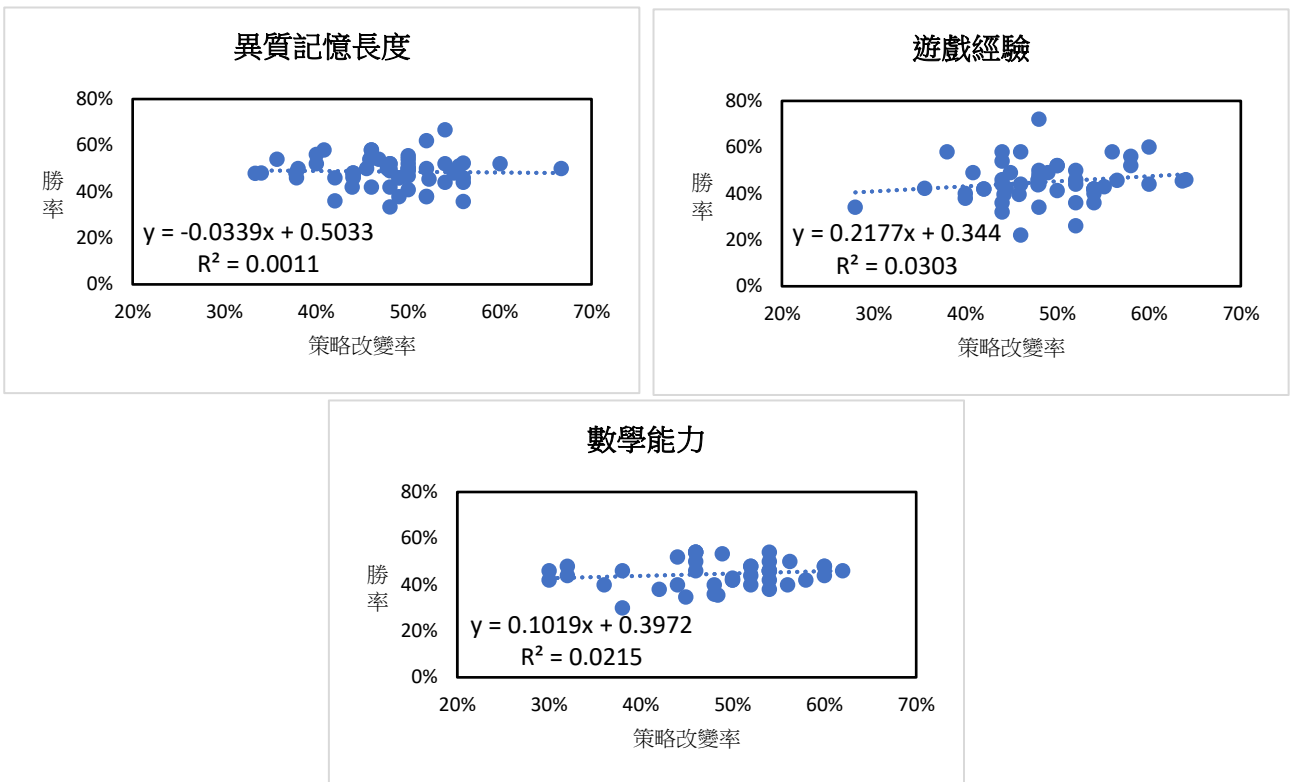
從數據上來看，數學能力的低分組，其平均勝率確實較數學能力高、中者為低，但在考驗時仍未達到考驗差異的顯著性。表示數學成績並不影響真人在 Apprentice 市場中寡勝賽局之獲勝機率。這仍與我們上述所言，在真人的變動環境中，參與者很難以過去歷史資料為鑑，並進一步預測出其他人的下一個選擇，進而做出可致勝的選擇。說明在真人市場中，賽局結果具無序特性，非數學能力足以正確判斷。故在二元系統中，真人的數學能力未能影響勝率。

九、 探討浪費率對平均收益之影響



以記憶長度、遊戲經驗、數學能力為操縱變因時，由圖表可以發現浪費率與平均收益的線性關係十分緊密，呈現高度負相關。當然，這也與其定義有關，在浪費率越低時，其平均收益將越高。且當浪費率等於 0% 時，其平均收益會趨近於 50%。浪費率降低 1% 時，平均收益減少接近 0.5%。

十、 探討策略改變率對勝率之影響



以記憶長度為操縱變因時，其線性關係幾乎不存在，也就是策略改變與否與其勝率無相關。此外，新手和老手、數學能力高低之線性關係也不明顯。亦即在群體參賽者中，也許有些人選擇改變、有些人則否，而這樣的驅中特性，將使得「策略改變與否」成為一無效之選擇。呈上述，目前的選擇，即記憶長度、遊戲經驗、數學能力等三因素，均無法為真人實驗時，找到一個合適的致勝策略，亦即相信歷史與否並不影響真人在寡勝賽中獲勝的機率高低。從而，真人對歷史資料的依賴度下降，轉為對他者情緒、選擇等舉動的觀察，進而改變自己的策略。

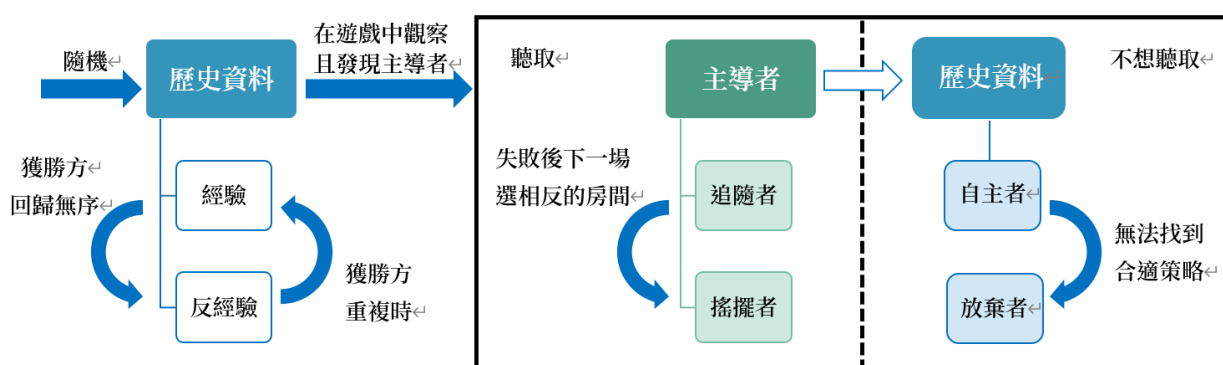
伍、 質性訪談

由於上述變因皆無法為真人找出一個最佳策略，在量化上都無顯著的成果。因此，為了探究其他可能提升真人勝率或影響其策略選擇的原因，研究者開啟了此質性訪談，以深入了解個體在策略選擇上的影響因素與實際想法。

藉由訪談結果，本研究將寡勝賽局參賽者歸納為五種特徵，並分析其思路進程與不同特徵之參賽者之間如何流轉與其交互作用。以下將條列說明此五種特徵之參賽者的定義與其對群體的影響：

- 一、 主導者：在賽局中向群眾宣稱自己將要選擇的房間。因寡勝賽局獲勝方為少數人，主導者認為群眾不會追隨其答案。因此，大部分場次皆提供其真實的選擇，只有少部分場次會選擇欺騙，比例約為 3：1。主導者的策略是成功的，群眾確實不會選擇完全相信主導者，除了追隨者外，其餘皆選擇性的相信，甚至會傾向不追隨主導者的答案。故主導者在此策略的領導下，勝率高。
- 二、 追隨者：完全相信主導者提供的資訊，並選擇與其相同的房間。在遊戲過程中，經過 10 到 20 場的觀察後，發現主導者提供的選擇多為獲勝方，故追隨其所提供的選擇。與主導者的關係多為朋友，兩者在賽局進行前就已經結識，故在賽局中才會對主導者進行觀察，且有一定程度的信任。因追隨者與主導者的選擇在此策略開始實行後，會完全相同。因此兩者的勝率相差不遠，追隨者的勝率亦偏高。
- 三、 搖擺者：在特定情境下，會選擇性的追隨主導者。搖擺者只依前場結果決定追隨與否，若前場追隨並得分，下一場就持續追隨，反之則下一場不追隨。因其選擇的房間時常轉換，會常錯失成為獲勝方的選擇。因此，搖擺者的勝率低於追隨者。
- 四、 自主者：在觀察到主導者存在後，選擇無視主導者。自主者多注重歷史資訊，不相信歷史者認為多數人會相信歷史，因而選擇與前場相反的房間。多數人在發現獲勝方持續為同一房間時，會選擇相信歷史。自主者雖然不參考主導者的答案，但會觀察場上參賽者的情緒、表情，作為是否相信歷史的依據。
- 五、 放棄者：不參考任何人或歷史資訊，完全隨機的選擇房間。少數人在整局寡勝賽局皆完全隨機在兩間房間中選擇。當搖擺者或自主者的勝率過低時，會放棄找到最佳策略，因而成為放棄者。且隨機選擇的勝率並不低，不造成損失，故放棄者的人數不少。

開局時，參賽者多半未有固定策略，採隨機選擇。前十場，歷史資料對參賽者在策略選擇上的影響較大。當結果有序時，群眾會相信歷史，獲勝方會開始改變。從而，結果又會轉為無序，群眾會回歸不相信歷史的狀態。在賽局進行 10 到 20 場時，參賽者會注意到主導者提供的資訊，部分人發現其提供的資訊與獲勝方關係緊密，因而選擇成為追隨者。另一部分人只有發現主導者會提供資訊，因此將主導者列入策略選擇時，參考依據的一部分，成為搖擺者。另外一群人在發現主導者後，選擇無視。自主者會參考場上的氛圍，選擇相信歷史與否。此外，無論在哪個階段，都有可能會出現放棄者。有可能是從開局就持續隨機作答，亦有可能是從其他特徵的參賽者轉變而來。



陸、 結論

- 一、 在真人實驗中，記憶長度、遊戲經驗、數學能力、策略改變率，皆未對勝率、浪費率造成顯著影響。說明本研究所採的操作變因，在真人實驗的量化上皆未有顯著成效。
- 二、 在真人市場中，無法出現週期性、浪費率隨場次降低之現象；在時間序列上有趨中特性。即真人並非單純依照歷史資訊的推斷而進行策略選擇，且無法藉由經驗學習。
- 三、 在真人實驗中，無法觀察到平均收益隨場次增加而提升或浪費率隨場次增加而降低的現象，說明經驗無法使真人群體學習或成長。
- 四、 電腦代理人在部分增加記憶長度後，平均收益與原先呈現顯著差異，真人市場則無法達成。即資訊量多寡對真人的策略判斷與勝率沒有影響，真人對歷史資訊的取用並非如電腦選取策略表具有唯一性。
- 五、 無論在電腦模擬或真人實驗中，浪費率與平均收益皆呈現高度負相關，此與其定義亦有關聯。且浪費率為 0% 時，平均收益會趨近於 50%。斜率接

近-0.5。

- 六、 真人除了參照歷史資料外，與他者的交流亦是策略的關鍵，甚至比重超越參照歷史資料。因策略改變率並非以任何函數圖形影響勝率，說明了相信歷史與否不是唯一影響結果的因素，事後訪談也證成了此假設。在青少年群體的真人實驗中，未發現歷史資料對勝率有顯著之助益。
- 七、 藉由質性訪談，可知高中生在寡勝賽局的行為特徵分為五種。分別是：主導者、追隨者、搖擺者、自主者和放棄者。在寡勝賽局中，真人大多不會相信主導者提供的資訊，故主導者與追隨者可從中得利。

柒、 未來展望

在完成本次研究後，我們後續仍想在以下方面作進一步的了解與增進：

- 一、 **場次的增加**：本次真人實驗的次數因參與者之時間配合之故，均設定在 50 次，但以過去文獻得知，若要看出可能的週期性，可能需要上千次。這在真人實驗上時在難以達成，但仍希望能持續增加實驗次數，觀察是否有簡單的週期性的發生。
- 二、 **參與人數的增加**：本次真人實驗利用同學的共同時間來完成，已十分感謝同學願意協助配合，但也仍只有 132 人的參與。相較於數值模擬的方式，132 人也很容易因為少數人造成數值的偏誤，所以如果可以增加參與人數，也許可以模擬出更大的市場規模，例如股票市場、期貨市場這樣可能的寡勝賽局情形，期盼能進一步對寡勝賽局的真人表現特徵提出更具體之建議。
- 三、 **探究可能影響勝率之因素**：目前我們的三項變因，均無法為真人實驗寡勝賽局尋找出可明顯增進勝率之因素，研究者希望能進一步與參與者進行質性訪談，嘗試探詢可能有助於勝率增進之因素。

捌、參考資料

- 李修凱 (2017)。異質記憶長度對寡勝賽局之影響。未出版碩士論文，國立高雄師範大學，高雄市。
- 藍振鳴 (2014)。寡勝賽局人格與數學能力之影響。未出版碩士論文，私立淡江大學，新北市。
- 林俊宏 (譯) (2011)。大科學 (原作者: Neil Johnson)。臺北市: 天下遠見。
- 陳宏榮、曾玄哲、周建和 (2006)。寡勝賽局模型人群分布時間序列的週期現象。行政院國家科學委員會專題研究成果報告 (編號: NSC94-2112-M-005-013)，未出版。
- 陳宏榮、曾玄哲、周建和 (2005)。「贏家總是少數人競賽模型」的人群聚集現象。行政院國家科學委員會專題研究成果報告 (編號: NSC93-2112-M-005-007)，未出版。
- 劉靖 (2007)。由 minority game 經濟行為看記憶量的演化。行政院國家科學委員會專題研究成果報告 (編號: NSC95-2112-M-039-001)，未出版。
- D. Challet and Y. -C. Zhang (1997). Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game. *Physica A*, 246:407-418.
- P. Ruch, J. Wakeling and Y. -C. Zhang (2002). The Interactive Minority Game: Instruction for Experts.

【評語】 130011

研究動機很有趣，與生活相關，實驗設計與程序完整，結果的表達也很清楚。

質性分析的部分很有趣，建議增加主導者與不同策略使用者的說明，例如從既有每次做決策的資料中進行定義，並分組分析，以佐證其討論。