

東海大學經濟學系
碩士論文

蛛網市場價格動態分析：
論市場供需結構對個體產量決策之影響

指導教授：戴中擎 博士

研究生：徐正杰 撰

中華民國一百零一年七月

摘要

本文欲研究供給反應落後市場的市場價格動態，透過蛛網理論來了解市場供需結構與個體產量決策之間的影响。我們參考 Carlson (1967) 的研究，同時進行不同市場供需結構的實驗，藉此比較不同市場結構受測者的決策行為對於市場價格的影响。並且為了讓實驗更貼真實市場，我們納入了互動和決策一致性的討論，來觀察受測者的行為是否符合傳統蛛網理論的假設。

研究結果顯示，穩定市場會收斂，不穩定的市場則會發散，這與過去認為是預期方法和預期異質性的影响並不相同。在我們的實驗中，平均而言調適性預期是最能解釋受測者的預期行為，但不穩定市場卻不會收斂；異質性預期下，穩定市場的異質性分散程度較為集中。此外受測者的價格和產量決策並不一致，受測者似乎只有單方面考量產量的決策，並且我們發現不穩定的市場所提供的資訊，會讓受測者有較強烈的動機來偏離最適產量，藉此影响市場來追求更大利潤。

關鍵字：蛛網理論、有限理性、實驗經濟學

目錄

Chapter 1 緒論	1
1.1 研究動機與目的	1
1.2 研究方法	2
1.3 研究流程.....	3
Chapter 2 文獻回顧	4
2.1 蛛網市場預期理論	4
2.1.1 天真預期模型.....	4
2.1.2 調適性預期模型.....	5
2.1.3 外推模型.....	6
2.1.4 理性預期模型.....	6
2.1.5 移動平均預期模型.....	7
2.2 價格決策實驗	7
2.3 數量決策實驗	11
2.4 文獻回顧總結	13
Chapter 3 實驗設計	14
3.1 實驗概述	14
3.2 實驗參數.....	15
3.2.1 不穩定市場.....	15
3.2.2 穩定市場.....	16
3.3 實驗設備	17
3.4 實驗流程	17

Chapter 4 實驗結果	21
4.1 市場價格表現	21
4.2 財富分配情況	23
4.3 模型估計	27
4.3.1 模型配適	27
4.3.2 異質性預期分散程度.....	30
4.4 預期行為模式.....	34
4.5 迴歸分析	43
Chapter 5 結論與展望	55
參考文獻	57
附錄一 實驗說明.....	58
附錄二 利潤與產量決策(未取絕對值)的時間序列圖	59

表目錄

表 2.1 Hommes (2004a)實驗分組	9
表 3.1 實驗分組	14
表 3.2 不穩定市場結構函數.....	15
表 3.3 穩定市場結構函數.....	16
表 3.4 不穩定市場利潤表.....	19
表 3.5 穩定市場利潤表.....	20
表 4.1 實驗一各組每期的吉尼係數.....	24
表 4.2 實驗三各組每期的吉尼係數.....	25
表 4.3 實驗預期價格的平均配適.....	28
表 4.4 反推預期價格的平均配適.....	29
表 4.5 市場結構與各實驗的 HHI	32
表 4.6 實驗三與實驗四的 3 階段 HHI	33
表 4.7 各實驗距離差距的常態性檢定.....	36
表 4.8 利潤與 D_{12} 、 D_2 之迴歸結果	43
表 4.9 相關類型受測者人數比例.....	52
表 4.10 統計系相關類型人數比例.....	53
表 4.11 受測者平均 D_{12} Mann-Whitney U test.....	54

圖目錄

圖 1.1 本文之研究流程	3
圖 2.1 蛛網模型動態圖	5
圖 3.1 實驗輸入決策畫面.....	18
圖 3.2 實驗結果畫面.....	18
圖 4.1 實驗一市場價格移動平均.....	21
圖 4.2 實驗二市場價格移動平均.....	22
圖 4.3 實驗三市場價格移動平均.....	22
圖 4.4 實驗四市場價格移動平均.....	23
圖 4.5 不同市場結構的預期模型比例.....	30
圖 4.6 各實驗的預期模型比例.....	31
圖 4.7 各實驗平均距離差距的次數分配圖.....	35
圖 4.8 各實驗平均 D_2 的次數分配圖.....	37
圖 4.9 實驗一 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖	38
圖 4.10 實驗二 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖	39
圖 4.11 實驗三 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖	39
圖 4.12 實驗四 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖	40
圖 4.13 實驗一 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖	40
圖 4.14 實驗二 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖	41
圖 4.15 實驗三 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖	41
圖 4.16 實驗四 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖	42
圖 4.17 實驗一 1a 預期動態圖.....	45
圖 4.18 實驗二 1b 預期動態圖.....	46
圖 4.19 不穩定市場之偏離動機範圍.....	48
圖 4.20 穩定市場之偏離動機範圍.....	48

圖 4.21 實驗一 利潤與產量差距(D_{12})的時間序列圖	49
圖 4.22 實驗三 利潤與產量差距(D_{12})的時間序列圖	50
圖 4.23 實驗二 利潤與產量差距(D_{12})的時間序列圖	50
圖 4.24 實驗四 利潤與產量差距(D_{12})的時間序列圖	51
圖 4.25 實驗一 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖	59
圖 4.26 實驗三 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖	59
圖 4.27 實驗二 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖	60
圖 4.28 實驗四 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖	60

Chapter 1 緒論

1.1 研究動機與目的

經濟學是一門研究如何在不同條件下做出最適化選擇的學問，大從政府部門的治國方針，小至一般人食衣住行的生活，都離不開經濟學。傳統個體經濟對於市場理論模型都是假設靜態模型，再藉由供給和需求函數來求解市場均衡。這樣的模型在決策上往往忽略市場結構的不同以及個體之間互動的影響，使得理論模型與現實環境難以互相結合。

台灣的產業中，特別是農業蔬果市場，最容易出現市場價格不穩定的情況。例如：由於香蕉的生產週期短，從種植到收成約只要一年的時間，可以很快的換到現金，所以被稱為「現金青果」。我國政府在西元 2005 年以開放自由出口縮短運銷時間、活絡外銷市場、增加蕉農實質所得為由，廢除由台灣省青果運銷合作社所壟斷的外銷出口權。理論上來說，在完全競爭的情況下，香蕉價格應該會趨近於穩定均衡價格。但在市場開放之後，卻經常可以從報章媒體上得知價格崩盤的消息，這使得蕉農在市場中通常都是贏少輸多的局面。

所以在現實市場中，建構動態現象的模型似乎比較符合現實社會的情況。動態模型的供給方為了追求最大利潤，需要預期單一產品的未來價格，來決定現在的產量決策。傳統理論認為預期在動態模型中扮演著重要的角色，如：Ezekiel (1938)認為在天真預期(*naive expectations*)的假設下其結果顯示，在穩定市場結構中，市場價格會逐漸收斂至理性預期穩定狀態。反之，在不穩定市場結構中，市場價格則會發散。Nerlove (1958)認為使用調適性預期(*adaptive expectations*)的供給方會慢慢地調整他們的價格預期，最終會達到均衡價格。而在 Hommes (1999) 研究中指出預期異質性和策略之間的交互作用會影響價格波動。

總而言之，過去研究中認為在蛛網市場中，預期方法的選擇和異質性預期的互動是影響價格收斂與否的關鍵因素。但是 Hommes et al. (2004)透過真人所收集到的決策策略，其電腦模擬結果顯示，在不穩定的市場供需結構中，使用同質性

的預期策略(非天真預期)，市場價格還是會有發散的結果。對此我們將在蛛網動態環境下進行真人實驗，藉此探討以下問題：

1. 是否有預期理論可以解釋受測者的行為，這些行為可以讓市場價格收斂嗎？
2. 異質性預期是影響市場價格波動的因素嗎？不同市場供需結構的異質性程度會有差異嗎？
3. 過去的文獻認為個體預期和預期的異質性是影響價格波的原因，但真的是因為如此嗎？還是先天的市場供需結構影響個體在決策上的行為？

1.2 研究方法

過去研究關於供給反應落後市場的議題時，研究者往往使用數理模型來推導總體市場的最適解，但這通常隱含假設同質性預期，對於市場中的個體行為也不容易解釋。在實驗經濟學興起之後，利用真人實驗與電腦模擬來研究此一議題的文獻開始出現，至今也成為相當普遍的研究方法。與數理模型相較，實驗方法由於採用真人或電腦操作，研究者不需要限定個體供給方的產出行為，市場的異質性提高，更接近真實市場的情形。

此一議題過去的實驗經濟文獻，有的要求代理人(agents)做出預期價格決策，有的要求代理人做出產量決策，再藉此推導出市場價格，最後得到市場價格的時間序列，這樣的方法在解釋實驗的結果都有不錯的結果。但是在現實社會中，個體的價格預測與個人產量是否真的能夠相互符合。簡單來說，就是當有一個體對下一期的商品有預期價格時，是否會依據自己的預期價格來決定產量決策，對此我們也將在研究中進行檢測。

本文將以受控制實驗室的真人實驗來進行研究，實驗過程中，皆會紀錄受測者每一期的預期價格和個人產量決定，市場價格是藉由總供給產量所決定。希望藉由觀察不同參數的影響，來了解市場現象的差異，並試圖從受測者的行為中，歸納出一些行為「規則」，來探討個體產量決策與市場供需結構之間的關係。

1.3 研究流程



圖 1.1 本文之研究流程

Chapter 2 文獻回顧

本章節將先介紹傳統供給反應落後市場理論與預期，最後在依照實驗受測者的決策目標分為價格決策和數量決策，來討論相關的實驗經濟學文獻。所謂的價格決策是指市場價格將由受測者的預期價格所決定，而數量決策則是市場價格由受測者的產量決策所決定。

2.1 蛛網市場預期理論

許多不同預期模型都被用來描述在蛛網市場中供給方的預期行為，本節將介紹 5 個著名的模型，來描述受測者在實驗中的預期行為。

2.1.1 天真預期模型 (Naive expectations model)

Ezekiel (1938) 將蛛網模型引入經濟理論，從此蛛網模型成為動態供給反應落後市場的基礎模型之一。此模型是在描述一個單一市場中，生產一個需要一單位時間來生產的非耐儲存商品的訂價行為。由於需要一單位時間來生產商品，所以供給產量的決定取決於預期價格 P_t^e ，市場價格是由市場結清所決定。簡單來說，就是總供給等於總需求。因此模型可以由以下三個方程式來表示：

$$S_t = c + dP_t^e \quad (1)$$

$$D_t = a - bP_t \quad (2)$$

$$S_t = D_t \quad (3)$$

需求和供給曲線皆線性函數， a 、 b 、 c 、 d 為正向參數，下標 t 表示期間。

Ezekiel (1938) 認為如果生產者有天真預期(naive expectations)，那他們會預期本期的價格等於上一期的市場價格，也就是

$$P_t^e = P_{t-1} \quad (4)$$

在將(1)、(2)、(3)和(4)做一階差分方程，可得到

$$P_t = \bar{P} + \left(\frac{d}{b}\right)^t (P_0 - \bar{P}) \quad (5)$$

其中 P_0 是期初價格， \bar{P} 是均衡價格。

由(5)可知如果 $d/b < 1$ ，也就是供給斜率大於需求斜率，隨著時間市場價格會收斂到均衡價格(圖 2.1 左)，市場被認為是穩定的。如果 $d/b > 1$ ，也就是供給斜率小於需求斜率，隨著時間市場價格會發散，波動會越來越大(圖 2.1 右)，所以市場被認為是不穩定的。

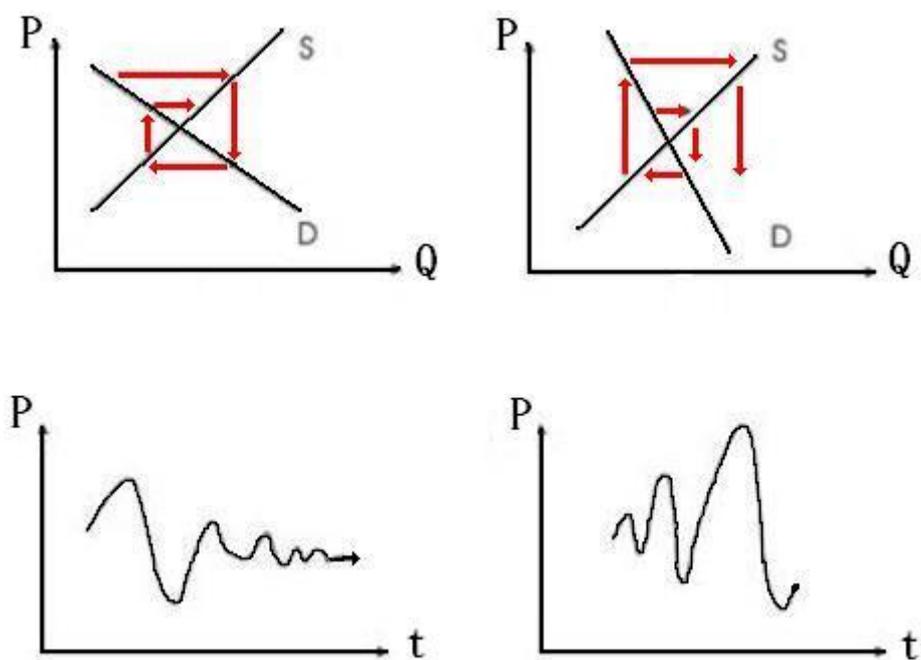


圖 2.1 蛛網模型動態圖

2.1.2 調適性預期模型 (Adaptive expectations model)

Nerlove (1958)推出一個替代模式，他假設供給者可能會根據過去的預期價格函數來逐步改變對價格的預期。具體來說，他所使用的函數：

$$P_t^e - P_{t-1}^e = \beta(P_{t-1} - P_{t-1}^e) \quad (6)$$

進一步推導可得

$$P_t^e = \beta P_{t-1} + (1 - \beta)P_{t-1}^e \quad (7)$$

β 被稱做“調適性預期係數”，介於0到1之間。

此模型特別的地方在於現在的預期是上期價格與過去預期價格的加權平均，這表示預期僅是由過去經驗所形成，預期將隨時間推移緩慢地發生變化。作者在模型中使用一階差分方程來求解 P_t 。最後得到模型的穩定條件：

$$d/b < 2/\beta - 1 \quad (8)$$

如果 $\beta = 1$ ，然後 $P_t^e = P_{t-1}$ 以及穩定條件(8)會縮減成 $d/b < 1$ ，也就是傳統蛛網模型的穩定條件。因此隨著 β 變得越來越小，其模型穩定性會增加。

2.1.3 外推模型 (Extrapolative model)

在實際市場中，市場長期不穩定是非常少見的，因此 Goodwin (1947) 提出一個類似調適性預期的預期假說：

$$P_t^e - P_{t-1} = -\rho(P_{t-1} - P_{t-2}) \quad (9)$$

進一步推導可得

$$P_t^e = (1 - \rho)P_{t-1} + \rho P_{t-2} \quad (10)$$

$-\rho$ 為預期的期望係數。在此模型中預期價格將由 $t-1$ 期和 $t-2$ 期的市場價格加權平均所決定。

2.1.4 理性預期模型 (Rational expectations model)

上述兩個預期模型仍存在著潛在的問題，也就是模型的價格預期偏向接近的過去價格。這當然是在於傳統模型中最普遍的偏誤。這樣的偏誤會導致系統性預測誤差的產生。

Muth (1961) 提供了一個分析的替代框架，也就是假設沒有偏誤的價格預期。在理性預期假說下，市場中供給者的平均預期價格是藉由相關經濟理論(供需法則)來做出預測。每一個供給者都有一個預期，最後均衡價格是加權平均這些預期價格。

$$P_t^* = (P_{t1}^e + P_{t2}^e + \dots + P_{tn}^e)/n \quad (9)$$

P_t^* 是 t 期的均衡價格， P_{ti}^e 是 t 期第 i 個廠商的預期價格， n 是市場中廠商家數。簡單來說，Muth 的理性預期假說是：

$$P_t = P_t^e = P_t^* \quad (10)$$

在供給反應落後市場中，市場穩定的 RE 預測是相當明顯的。預期應該會直接導致均衡或穩定價格。如果觀察到不穩定可能是因為需求性 and/or 供給性衝擊所引起的短暫性不均衡。

2.1.5 移動平均預期模型 (Moving average expectations model)

然而 Muth(1961) 並沒有提供任何理性預期的實現過程。因此 Cyert & DeGroot (1974) 將貝式預期修正的概念引入理性預期框架中。模型函數如下：

$$P_t^e = (P_1 + P_2 + \dots + P_{t-1})/(t-1) \quad (11)$$

作者認為在市場中，學習是持續在發生的。隨著時間，訊息不斷的更新和累積，因此預期會一直被修改，朝向均衡價格穩定狀態收斂。在這種情況下，價格預期等於以前所有市場價格的加權移動平均。

2.2 價格決策實驗

Cars Hommes (1999) 研究蛛網模型中的預期形成，他想藉由電腦模擬來了解異質代理人是否可以透過學習來達到均衡？是否有代表性的代理人可以從市場價格的時間序列中觀察學習到理性預期均衡？實驗將在不穩定的市場結構下，進行預期形成的研究。本研究將分成 1 個供給方組成的個人市場模擬實驗和 6 個供給方組成的團體模擬實驗。一共進行 50 期，代理人將預期下一期的預測價格，價格介於 0 到 10 之間，並且在每一期後可以得到自己預期價格和市場價格時間序列的反饋，但代理人並不知道市場價格是由市場組成的代理人預期價格所

決定。

實驗結果顯示，在個人實驗中只有約 35%的代理人(agents)能夠學習到理性預期均衡，剩下的 65%保持在理性預期價格周圍大幅度波動。在團體實驗中，預測誤差明顯低於個人實驗，以市場價格時間序列來看，波動幅度不一定會隨著時間而有明顯的下降，我們發現這可能是因為團體實驗中異質預期的影響。最後作者發現實驗數據要如經濟理論一樣並不容易，即使是個人實驗仍有 65%是不會收斂的，團體實驗中，異質的預測規則似乎產生了複雜性，這可能是驅動混沌價格波動的原因。

Hommes et al. (2004) 研究受測者在蛛網模型中是使用何種預期？並且在異質性代理人(agents)的假設下，價格是否會收斂到均衡狀態？市場穩定與不穩定是否是取決於個體策略或是異質性所引起？因此，作者首先設計了一個 4 回合的真人實驗，每一回合將持續一個多星期的時間，實驗中將分為 3 個不穩定市場，其不穩定的程度皆不相同，每一個市場由 6 位受測者組成並且進行 20 期，每一位受測者都需要完成這 3 個不同程度的不穩定市場實驗，並且詳細的記錄自己的預測策略。受測者將透過預期價格與市場價格的平均平方誤差得到金錢報酬。每一回合後，受測者可以得到全部受測者的平均平方誤差排名與隨機選取 5 個策略所模擬的資料，受測者將有一星期的時間來調整他們下一回合的策略。

接下來作者透過收集到的策略方法來進行電腦模擬，結果發現預測誤差和平均價格變異數會隨著回合數慢慢下降，大約有 10%的情況會收斂到均衡狀態，其餘的不是在均衡價格附近震盪就是發散。另外一方面作者發現第 3、4 回合的價格比第 1、2 回合更接近理性預期穩定狀態，這代表更多的經驗可使受測者在實驗中學習更好的預期策略，讓市場價格波動更接近均衡狀態。

最後作者挑選 6 個同質的策略來進行模擬，試圖與異質策略的結果來比較，其結果顯示，收斂至穩定狀態價格的情況增加(10%到 30%)，發散的比例相對變小(50%到 10%)。代表在同質代理人(agents)的情況下，相同策略會使市場價格收

斂到穩定狀態或穩定周期，在異質代理人(agents)的情況下策略的交互作用可能會造成混沌的價格動態。

Hommes et al. (2004a) 透過一個人一個市場的真人實驗來研究在沒有相關市場均衡方程式的資訊下個體是如何形成預期？受測者能夠學習到 RESS 嗎？作者透過不同的參數設定分成四個實驗，實驗持續 50 期。

表 2.1 Hommes (2004a)實驗分組

參數 實驗	需求衝擊 (demand shock)	永久性衝擊 (permanent shock)	資訊 (是否知道在預測市場價格)
1a	有	$U(-0.2, 0.2)$	否
1b	無	$N(0, 0.5)$	否
2a	有	$U(-0.2, 0.2)$	是
2b	無	$N(0, 0.5)$	是

作者要求受測者預測價格決策介於 0 到 10 之間。在每一期結束後，受測者會被告知市場價格。至於市場價格是如何計算則隻字未提。因此，受測者只有市場價格和自己的預期價格。

實驗結果作者以受測者預期價格的時間序列將其分為 3 種類型。

A：某種適應性預期。

B：特殊形式的天真預期。

C：沒有系統性的預測規則。

我們發現使用 A 預期的受測者，無論在任何的實驗中，平均收入是最多的。並且在需求衝擊、永久性衝擊的設定下，沒有顯著的不同。然而市場資訊方面，有市場資訊的受測者會會有較高的平均收入。總體來說，大約 35% 的受測者能夠學習到均衡價格。這些受測者似乎是使用一個權重係數較小的調適性預期。

Hommes et al. (2007)研究在不同市場結構下(穩定、不穩定和強烈不穩定)，受測者的預期形成和學習模式。他們想知道實驗中的受測者“平均來說”是否能夠學習到理性預期穩定狀態？實驗中的價格是否有超額波動？以及如果市場價格不收斂，是否在市場中還有可預測結構使受測者有機會獲取更多的報酬？本研究實驗將持續 50 期，每一個市場結構有由 6 個市場，每一個市場由 6 名受測者組成。受測者被告知自己是產品(未說明)的顧問，他們並不知道市場均衡方程式和供給面外生衝擊的分配。根據以上有限資訊，作者要求受測者預期下一期市場價格，預測價格和市場價格都是介於 0 到 10 的數字。每期結束後受測者可以從電腦螢幕得到自己預期價格和市場價格的反饋。實驗報酬是每一期平方預測誤差的二次函數的累加，平方預測誤差越小有越大的報酬。

實驗結果顯示，在穩定的市場結構中，受測者平均都能夠學習到理性均衡價格。而在不穩定和強烈不穩定的市場結構中，市場價格圍繞著理性均衡價格周圍產生很大的波動。雖然市場價格的樣本平均數接近理性預期價格，但藉由衡量價格波動的幅度，其變異數明顯大於在理性預期的幅度，這隱含著持續性的過度波動。從結果來看，3 種不同的市場結構的市場價格的樣本平均數都出乎預料地接近均衡價格，因此受測者平均而言能夠學習正確的價格水準。在變異數方面，穩定市場結構的樣本變異數非常接近理性預期的變異數，不穩定和強烈不穩定的市場價格表現出統計上顯著的過度波動，也就是價格波動高於理性預期。最後作者使用樣本自我相關來研究市場價格的可預測性。在所有情況下，幾乎沒有顯著的樣本自我相關被發現，這意味著在市場價格中沒有容易被預測的結構能讓某些受測者利用，來賺取更多的報酬。

2.3 數量決策實驗

Carlson (1967) 欲了解當市場結構在穩定和不穩定的情況下，實際市場會發生什麼結果？當市場價格波動越來越大時，受測者是否會改變預期方法？因此作者將進行二次成對真人實驗，所謂成對實驗是指同時進行穩定和不穩定市場實驗，藉此比較之間的不同。實驗中受測者皆為供給者並要求他們寫下自己的預期價格和產量決定，市場價格由總產量決定，但不會向受測者透露供給函數的資訊。

第一次實驗分為穩定 A 組和不穩定 B 組，每組 20 人，總共進行六期，並給予受測者包含總成本和邊際成本的成本表，藉此受測者可以自行計算當期利潤和紀錄自己的預期價格、決定產量、對應成本。在實驗開始前會有一個練習期(trial period)讓受測者了解實驗，也等同於提供一些市場需求曲線的資訊。實驗結果發現以樣本變異數來衡量個體供給收斂的程度，B 組會有較強的收斂趨勢，換句話說，潛在發散市場的供給者似乎會比較快收斂到均衡。

第二次實驗過程與第一次大致相同，不同之處在於以利潤表代替成本表，利潤表是由個人產出、市場利潤和利潤所組成的矩陣，其目的是修正之前成本表的數量均衡沒有唯一性以及計算利潤過程可能產生的錯誤。實驗分為穩定 A 組和不穩定 B 組，每組 25 人，總共進行九期。實驗結果發現穩定市場會比潛在不穩定市場收斂來得快。

由以上實驗結果來看，無論穩定或是不穩定市場結構，其結果皆會收斂到均衡，並沒有傳統蛛網模型的行為(穩定市場收斂，不穩定市場發散)，對此有可能是由於壓縮完成決定期間序列的時間間隔，但這也提供了一些理性預期的支持。最後作者發現當受測者預期價格和數量不相符合時，代表決策考慮的不只是價格還需要考慮到其他因素來進行數據分析。

Holt and Villamil (1986) 想知道在不穩定市場結構下，市場價格是否會收斂？所以實驗找來 4 名明尼蘇達大學(Minnesota University)的學生組成一個市場，並持續進行 35 期，每一位受測者會得到一張利潤表，每一期受測者會被要求提出

當期的產出選擇和下一期的預期價格，產量選擇為 1 到 22 之間的整數，受測者並不知道市場需求函數的形式，其報酬為實驗中累積的利潤。

實驗結果發現市場價格沒有發散，而是形成一個圍繞均衡價格振盪的周期模式，作者再將受測者的預期價格對調適性預期做估計，發現 R^2 等於 0.83，也就是調適性預期比較能代表受測者預期的行為，但是市場價格的平均數和中位數是非常接近完全競爭的水平。

Johnson and Plott (1989)使用不同交易制度的模型來解釋總體層面和個體行為，藉此探討 3 個問題。1.哪一個價格預期模型是目前最好用來描述供給反應落後市場的穩定和不穩定？2.哪一個模型是目前最好用來描述面臨供給反應落後市場的個體供給方的行為？3.在不同交易制度的供給方價格預期和市場行為的效果分析。其中有兩個市場制度分別為資訊豐富的雙方喊價市場和資訊有限的公告價格市場。

作者將進行 4 個不穩定供給反應落後市場的實驗，實驗一和實驗二的市場制度為雙方喊價市場，實驗三和實驗四為公告價格市場。每一個供給者會得到邊際成本表，其中包含出售每單位所需的成本，此外雙方喊價市場的需求者也會收到一個類似的表，包含購買每單位在實驗後可被實驗者所贖回的價值，除此之外沒有其他的資訊。

在實驗一和實驗二中分別有 6 位受測者是供給者和 6 位是需求者，總共進行 10 期交易，每一個交易期間持續七分鐘。結果顯示，隨著時間的推移對市場穩定性有一個明顯的趨勢。在實驗三和實驗四中各有 6 位受測者是供給者，總共進行 20 期交易，每一個交易期間持續七分鐘。結果發現公告價格市場也會收斂到均衡。以上無論何種交易制度，在不穩定市場結構下都會收斂到均衡價格，這代表在總體層面是支持理性預期假說。

最後作者將分析每一個模型對每一個供給方數量決策的解釋能力，因此在假設每一個受測者都追求利潤最大化的假設下，我們從受測者的數量決策來推導他

們的預期價格。再以每一個受測者的預期價格和市場價格，搭配傳統蛛網模型(the traditional cobweb model)、外推模型(the extrapolative model)、調適性預期模型(the adaptive expectation model)、理性預期模型(the rational expectations model)和移動平均理性預期模型(the moving average rational expectations model)做模型配適(model fitting)。其結果顯示，平均而言調適性預期和外推模型是對於個體策略行為的最好描述

2.4 文獻回顧總結

此節將本研究所參考的相關實驗文獻結果做一個簡單的回顧。由於過去實驗發現，無論是以價格或數量做為受測者的決策目標，在真人實驗方面，穩定市場結構皆會收斂到均衡價格；不穩定市場結構中則會有收斂和在均衡價格附近波動的情況。在電腦模擬方面，其結果則有收斂、在均衡價格附近波動和發散的情況發生。在預期模型的分析中，Hommes et al. (2004a) 以受測者預期價格的時間序列將其分類的方法；或是 Holt & Villamil (1986)與 Johnson & Plott (1989)的模型配適(model fitting)分析，都認為調適性預期是最能解釋不穩定市場結構中受測者預測價格的行為。最後過去的文獻通常都忽略受測者在決策上一致性的問題，並且 Hommes 的研究也將個體互動的條件排除在外，這讓他的實驗單純變成猜測價格的準確性，而無法達到合乎現實市場的觀測。

Chapter 3 實驗設計

3.1 實驗概述

本文欲討論的問題在於比較異質性個體在不同的市場結構下，預期對於市場穩定均衡的影響。實驗中每一組由 4 名受測者組成，實驗將持續進行 35 期，每一期的決策時間為 60 秒。受測者知道市場的組成人數和市場價格將取決於市場的總供給量，但無法預先知道供給和需求函數的形式。

在受測者選取方面，總共有 116 位學生參與，其特徵為每一位受測者在本學期都剛學習過完全競爭市場理論，對於市場互動有基礎的認知，並且會有價格接受者(price taker)的概念。也就是在蛛網模型下，應當會有預期下一期的價格，在對應此預期價格做出產量決策的行為模式。受測者會因為自己在實驗中的相對表現(累積利潤的高低)得到該課程的平常成績做為獎勵。第一次實驗的受測者為東海大學經濟系產業經濟組一年級的學生，因為時間限制，所以不穩定市場進行 12 期，稱為實驗一，穩定市場進行 14 期，稱為實驗二。第二次實驗的受測者為東海大學統計系 B 班一年級的學生，不穩定市場進行 35 期，稱為實驗三，穩定市場進行 35 期，稱為實驗四。

表 3.1 實驗分組

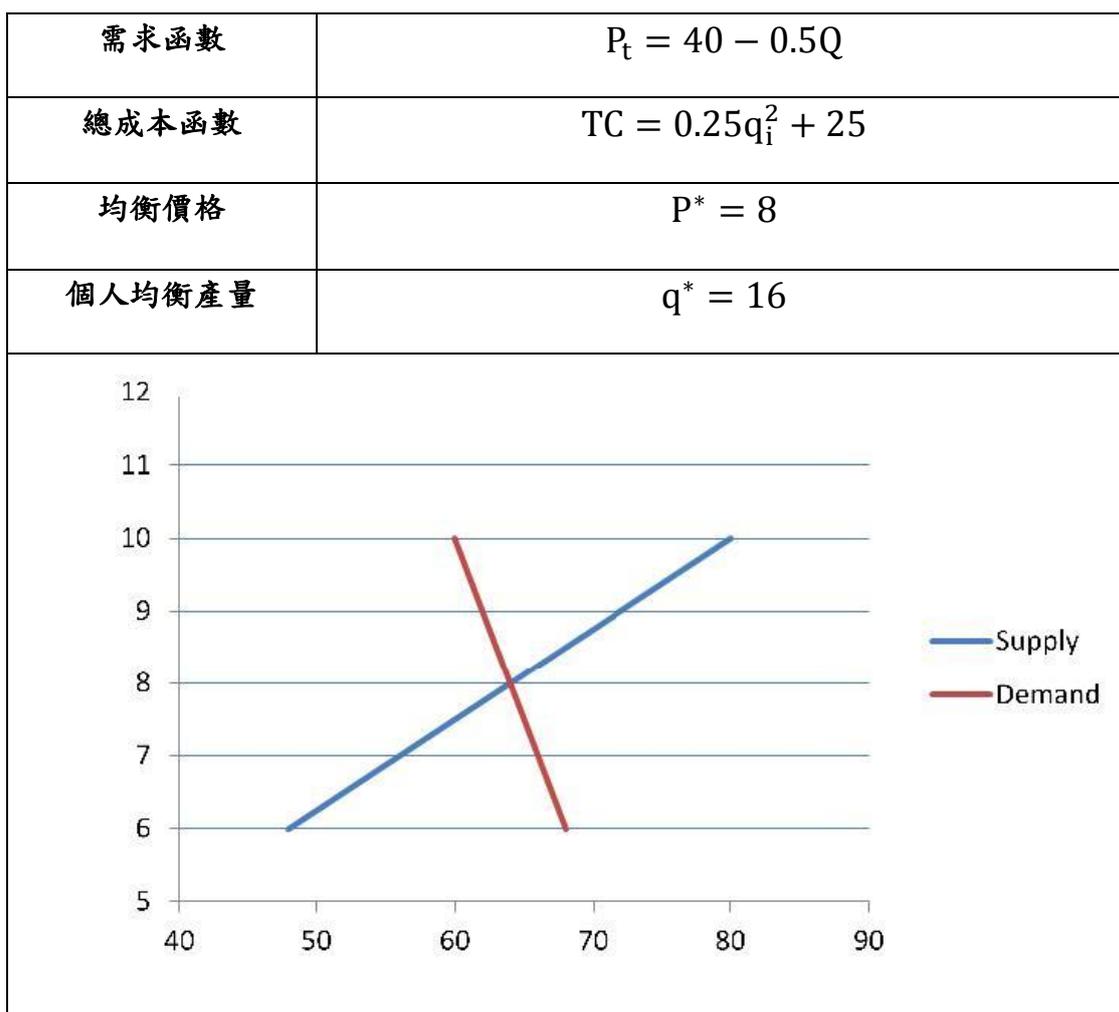
	系別	市場結構	人數	組數	期數
第一次 實驗	經濟系 產經組	不穩定(實驗一)	28	7	12
		穩定(實驗二)	32	8	14
第二次 實驗	統計系 B 班	不穩定(實驗三)	36	9	35
		穩定(實驗四)	20	5	35

3.2 實驗參數

3.2.1 不穩定市場

本實驗的不穩定市場結構，我們參考 Holt and Villamil (1986)的函數設計，需求函數： $P_t = 40 - 0.5Q$ ，其中 Q 表示每一組 4 個受測者的總產出。受測者的成本函數是 $\text{Total Cost} = 0.25q_i^2 + 25$ ， q_i 是第 i 個受測者的產出選擇，因此我們可以算出市場總供給函數是 $S_t = 8P_t$ 。因此蛛網比率(cobweb ratio)為 4，所以傳統的蛛網模型會有不穩定(發散)的價格途徑，理性預期均衡價格 $P^* = 8$ ，個人產出選擇 $q^* = 16$ 。

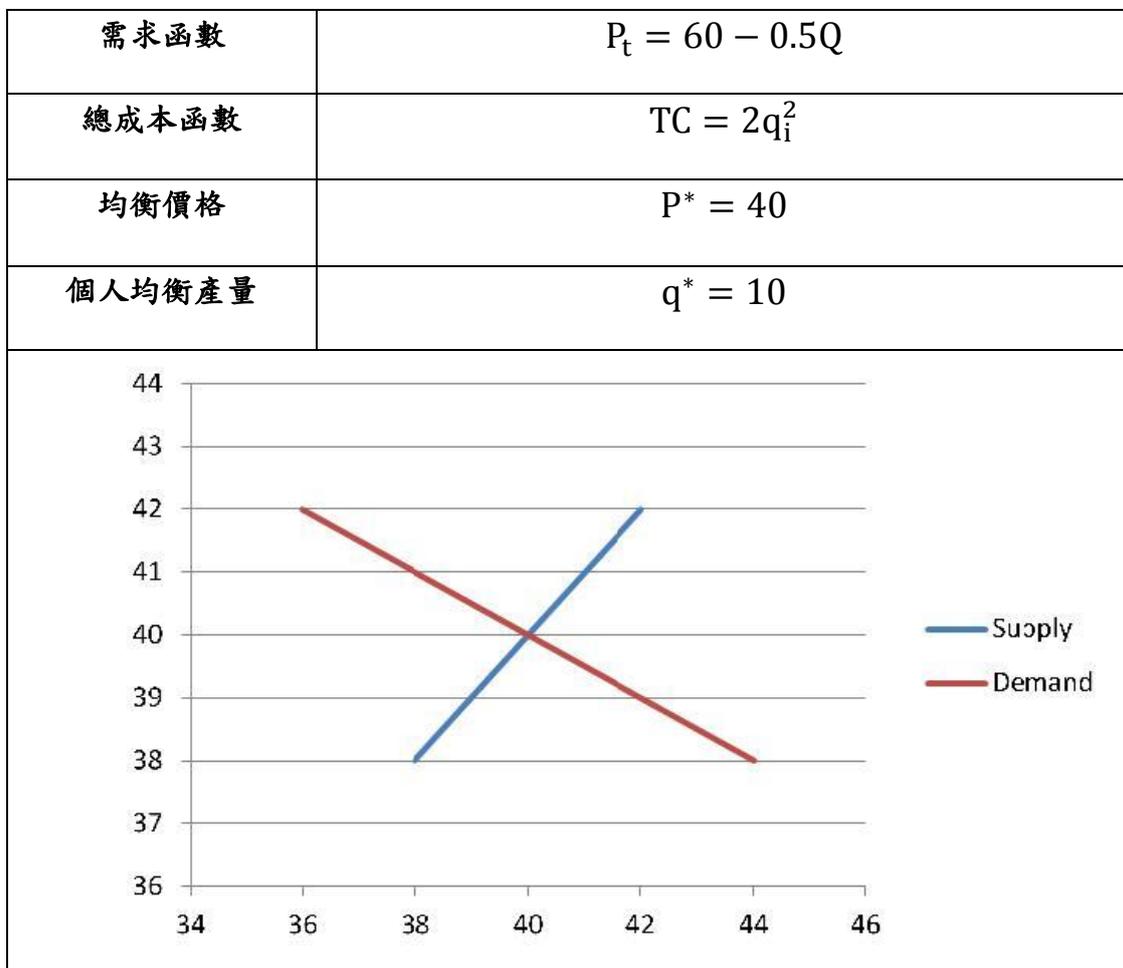
表 3.2 不穩定市場結構函數



3.2.2 穩定市場

我們自身設計本實驗穩定市場的函數，需求函數： $P_t = 60 - 0.5Q$ ，其中 Q 是由每一組 4 個受測者的產出加總。受測者的成本函數是 $\text{Total Cost} = 2q_i^2$ ， q_i 是第 i 個受測者的產出選擇，因此我們可以算出市場總供給函數是 $S_t = P_t$ 。蛛網比率(cobweb ratio)為 0.5，所以蛛網模型會有穩定(收斂)的價格途徑，理性預期均衡價格 $P^* = 40$ ，個人產出選擇 $q^* = 10$ 。

表 3.3 穩定市場結構函數



3.3 實驗設備

軟體方面，我們使用 Z-tree 程式語言來設計本文的市場動態實驗，此軟體是由瑞士蘇黎世(Zurich)大學所研發，其功能是用來設計並執行實驗。Z-tree 已經廣泛的使用在實驗經濟學的真人實驗上，例如，公共財實驗和雙方喊價市場實驗。Z-tree 能紀錄受測者在實驗過程中的決策行為、獲得的資訊和報酬，藉此我們就可以控制受測者在實驗理所獲得的資訊。

硬體方面，我們使用東海大學電算中心電腦教室，每位受測者都有專屬電腦可以使用，不會受到其他外在的因素影響。

3.4 實驗流程

實驗開始前我們會發給每一位受測者實驗說明和利潤表並且介紹實驗，利潤表是由縱座標為市場價格，橫座標為個人產出選擇所組成的矩陣。其矩陣內對應著所獲得之利潤。總共有兩種利潤表，穩定市場利潤表和不穩定市場利潤表。穩定市場利潤表的價格範圍由 20 單位到 58 單位之間；不穩定市場利潤表的價格範圍由 0 單位到 38 單位之間，價格是以 0.5 為一個單位，數量範圍都是 1 單位到 20 單位。實驗過程是完全電腦化，所採用的實驗程序是同時間進行不同的市場結構(穩定和不穩定)的實驗，一組是需求曲線斜率(取絕對值)小於是比供給曲線斜率的穩定市場，另外一組則是需求曲線斜率(取絕對值)大於供給曲線陡峭的不穩定市場，一共進行二次實驗。

實驗一開始會有一個練習實驗，受測者的螢幕會出現市場價格和個人產量決定，受測者需要對照利潤表來找到正確的利潤並輸入，總共進行 5 回合，藉此來了解受測者是否知道如何使用利潤表來進行實驗。

實驗開始後受測者需要輸入自己第一期的預期價格及產量決策。當組內每一位受測者都完成輸入後，受測者可以從自己的電腦螢幕中得到當期市場價格與自己的產量決策，再藉由利潤表得知自己所獲得的利潤，負利潤出現代表本期有損

失產生，最後受測者會透過這些資訊來決定下一期的產量產出。受測者所處的市場結構在實驗開始之後就固定不變，我們的實驗將依循這種方式來進行。

The screenshot shows a software interface for an experiment. At the top left, there is a label '期數' (Period) with the value '1'. At the top right, there is a label '時間[秒]' (Time [seconds]) with the value '55'. The main area of the screen contains two input fields: '你的預期價格' (Your expected price) and '你的產量決定' (Your quantity decision), each followed by a small rectangular input box. In the bottom right corner, there is a red button labeled 'OK'.

圖 3.1 實驗輸入決策畫面

The screenshot shows the results of the experiment. At the top left, there is a label '期間' (Period) with the value '1'. At the top right, there is a label '時間[秒]' (Time [seconds]) with the value '28'. The main area of the screen displays two lines of text: '你的產量決定 10' (Your quantity decision 10) and '本期市場價格 35.0' (This period market price 35.0). In the bottom right corner, there is a grey button labeled 'OK'.

圖 3.2 實驗結果畫面

表 3.4 不穩定市場利潤表

	個人產量																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
38.0	12.8	50.0	86.8	123.0	158.8	194.0	228.8	263.0	296.8	330.0	362.8	395.0	426.8	458.0	488.8	519.0	548.8	578.0	606.8	635.0
37.5	12.3	49.0	85.3	121.0	156.3	191.0	225.3	259.0	292.3	325.0	357.3	389.0	420.3	451.0	481.3	511.0	540.3	569.0	597.3	625.0
37.0	11.8	48.0	83.8	119.0	153.8	188.0	221.8	255.0	287.8	320.0	351.8	383.0	413.8	444.0	473.8	503.0	531.8	560.0	587.8	615.0
36.5	11.3	47.0	82.3	117.0	151.3	185.0	218.3	251.0	283.3	315.0	346.3	377.0	407.3	437.0	466.3	495.0	523.3	551.0	578.3	605.0
36.0	10.8	46.0	80.8	115.0	148.8	182.0	214.8	247.0	278.8	310.0	340.8	371.0	400.8	430.0	458.8	487.0	514.8	542.0	568.8	595.0
35.5	10.3	45.0	79.3	113.0	146.3	179.0	211.3	243.0	274.3	305.0	335.3	365.0	394.3	423.0	451.3	479.0	506.3	533.0	559.3	585.0
35.0	9.8	44.0	77.8	111.0	143.8	176.0	207.8	239.0	269.8	300.0	329.8	359.0	387.8	416.0	443.8	471.0	497.8	524.0	549.8	575.0
34.5	9.3	43.0	76.3	109.0	141.3	173.0	204.3	235.0	265.3	295.0	324.3	353.0	381.3	409.0	436.3	463.0	489.3	515.0	540.3	565.0
34.0	8.8	42.0	74.8	107.0	138.8	170.0	200.8	231.0	260.8	290.0	318.8	347.0	374.8	402.0	428.8	455.0	480.8	506.0	530.8	555.0
33.5	8.3	41.0	73.3	105.0	136.3	167.0	197.3	227.0	256.3	285.0	313.3	341.0	368.3	395.0	421.3	447.0	472.3	497.0	521.3	545.0
33.0	7.8	40.0	71.8	103.0	133.8	164.0	193.8	223.0	251.8	280.0	307.8	335.0	361.8	388.0	413.8	439.0	463.8	488.0	511.8	535.0
32.5	7.3	39.0	70.3	101.0	131.3	161.0	190.3	219.0	247.3	275.0	302.3	329.0	355.3	381.0	406.3	431.0	455.3	479.0	502.3	525.0
32.0	6.8	38.0	68.8	99.0	128.8	158.0	186.8	215.0	242.8	270.0	296.8	323.0	348.8	374.0	398.8	423.0	446.8	470.0	492.8	515.0
31.5	6.3	37.0	67.3	97.0	126.3	155.0	183.3	211.0	238.3	265.0	291.3	317.0	342.3	367.0	391.3	415.0	438.3	461.0	483.3	505.0
31.0	5.8	36.0	65.8	95.0	123.8	152.0	179.8	207.0	233.8	260.0	285.8	311.0	335.8	360.0	383.8	407.0	429.8	452.0	473.8	495.0
30.5	5.3	35.0	64.3	93.0	121.3	149.0	176.3	203.0	229.3	255.0	280.3	305.0	329.3	353.0	376.3	399.0	421.3	443.0	464.3	485.0
30.0	4.8	34.0	62.8	91.0	118.8	146.0	172.8	199.0	224.8	250.0	274.8	299.0	322.8	346.0	368.8	391.0	412.8	434.0	454.8	475.0
29.5	4.3	33.0	61.3	89.0	116.3	143.0	169.3	195.0	220.3	245.0	269.3	293.0	316.3	339.0	361.3	383.0	404.3	425.0	445.3	465.0
29.0	3.8	32.0	59.8	87.0	113.8	140.0	165.8	191.0	215.8	240.0	263.8	287.0	309.8	332.0	353.8	375.0	395.8	416.0	435.8	455.0
28.5	3.3	31.0	58.3	85.0	111.3	137.0	162.3	187.0	211.3	235.0	258.3	281.0	303.3	325.0	346.3	367.0	387.3	407.0	426.3	445.0
28.0	2.8	30.0	56.8	83.0	108.8	134.0	158.8	183.0	206.8	230.0	252.8	275.0	296.8	318.0	338.8	359.0	378.8	398.0	416.8	435.0
27.5	2.3	29.0	55.3	81.0	106.3	131.0	155.3	179.0	202.3	225.0	247.3	269.0	290.3	311.0	331.3	351.0	370.3	389.0	407.3	425.0
27.0	1.8	28.0	53.8	79.0	103.8	128.0	151.8	175.0	197.8	220.0	241.8	263.0	283.8	304.0	323.8	343.0	361.8	380.0	397.8	415.0
26.5	1.3	27.0	52.3	77.0	101.3	125.0	148.3	171.0	193.3	215.0	236.3	257.0	277.3	297.0	316.3	335.0	353.3	371.0	388.3	405.0
26.0	0.8	26.0	50.8	75.0	98.8	122.0	144.8	167.0	188.8	210.0	230.8	251.0	270.8	290.0	308.8	327.0	344.8	362.0	378.8	395.0
25.5	0.3	25.0	49.3	73.0	96.3	119.0	141.3	163.0	184.3	205.0	225.3	245.0	264.3	283.0	301.3	319.0	336.3	353.0	369.3	385.0
25.0	-0.3	24.0	47.8	71.0	93.8	116.0	137.8	159.0	179.8	200.0	219.8	239.0	257.8	276.0	293.8	311.0	327.8	344.0	359.8	375.0
24.5	-0.8	23.0	46.3	69.0	91.3	113.0	134.3	155.0	175.3	195.0	214.3	233.0	251.3	269.0	286.3	303.0	319.3	335.0	350.3	365.0
24.0	-1.3	22.0	44.8	67.0	88.8	110.0	130.8	151.0	170.8	190.0	208.8	227.0	244.8	262.0	278.8	295.0	310.8	326.0	340.8	355.0
23.5	-1.8	21.0	43.3	65.0	86.3	107.0	127.3	147.0	166.3	185.0	203.3	221.0	238.3	255.0	271.3	287.0	302.3	317.0	331.3	345.0
23.0	-2.3	20.0	41.8	63.0	83.8	104.0	123.8	143.0	161.8	180.0	197.8	215.0	231.8	248.0	263.8	279.0	293.8	308.0	321.8	335.0
22.5	-2.8	19.0	40.3	61.0	81.3	101.0	120.3	139.0	157.3	175.0	192.3	209.0	225.3	241.0	256.3	271.0	285.3	299.0	312.3	325.0
22.0	-3.3	18.0	38.8	59.0	78.8	98.0	116.8	135.0	152.8	170.0	186.8	203.0	218.8	234.0	248.8	263.0	276.8	290.0	302.8	315.0
21.5	-3.8	17.0	37.3	57.0	76.3	95.0	113.3	131.0	148.3	165.0	181.3	197.0	212.3	227.0	241.3	255.0	268.3	281.0	293.3	305.0
21.0	-4.3	16.0	35.8	55.0	73.8	92.0	109.8	127.0	143.8	160.0	175.8	191.0	205.8	220.0	233.8	247.0	259.8	272.0	283.8	295.0
20.5	-4.8	15.0	34.3	53.0	71.3	89.0	106.3	123.0	139.3	155.0	170.3	185.0	199.3	213.0	226.3	239.0	251.3	263.0	274.3	285.0
20.0	-5.3	14.0	32.8	51.0	68.8	86.0	102.8	119.0	134.8	150.0	164.8	179.0	192.8	206.0	218.8	231.0	242.8	254.0	264.8	275.0
19.5	-5.8	13.0	31.3	49.0	66.3	83.0	99.3	115.0	130.3	145.0	159.3	173.0	186.3	199.0	211.3	223.0	234.3	245.0	255.3	265.0
19.0	-6.3	12.0	29.8	47.0	63.8	80.0	95.8	111.0	125.8	140.0	153.8	167.0	179.8	192.0	203.8	215.0	225.8	236.0	245.8	255.0
18.5	-6.8	11.0	28.3	45.0	61.3	77.0	92.3	107.0	121.3	135.0	148.3	161.0	173.3	185.0	196.3	207.0	217.3	227.0	236.3	245.0
18.0	-7.3	10.0	26.8	43.0	58.8	74.0	88.8	103.0	116.8	130.0	142.8	155.0	166.8	178.0	188.8	199.0	208.8	218.0	226.8	235.0
17.5	-7.8	9.0	25.3	41.0	56.3	71.0	85.3	99.0	112.3	125.0	137.3	149.0	160.3	171.0	181.3	191.0	200.3	209.0	217.3	225.0
17.0	-8.3	8.0	23.8	39.0	53.8	68.0	81.8	95.0	107.8	120.0	131.8	143.0	153.8	164.0	173.8	183.0	191.8	200.0	207.8	215.0
16.5	-8.8	7.0	22.3	37.0	51.3	65.0	78.3	91.0	103.3	115.0	126.3	137.0	147.3	157.0	166.3	175.0	183.3	191.0	198.3	205.0
16.0	-9.3	6.0	20.8	35.0	48.8	62.0	74.8	87.0	98.8	110.0	120.8	131.0	140.8	150.0	158.8	167.0	174.8	182.0	188.8	195.0
15.5	-9.8	5.0	19.3	33.0	46.3	59.0	71.3	83.0	94.3	105.0	115.3	125.0	134.3	143.0	151.3	159.0	166.3	173.0	179.3	185.0
15.0	-10.3	4.0	17.8	31.0	43.8	56.0	67.8	79.0	89.8	100.0	109.8	119.0	127.8	136.0	143.8	151.0	157.8	164.0	169.8	175.0
14.5	-10.8	3.0	16.3	29.0	41.3	53.0	64.3	75.0	85.3	95.0	104.3	113.0	121.3	129.0	136.3	143.0	149.3	155.0	160.3	165.0
14.0	-11.3	2.0	14.8	27.0	38.8	50.0	60.8	71.0	80.8	90.0	98.8	107.0	114.8	122.0	128.8	135.0	140.8	146.0	150.8	155.0
13.5	-11.8	1.0	13.3	25.0	36.3	47.0	57.3	67.0	76.3	85.0	93.3	101.0	108.3	115.0	121.3	127.0	132.3	137.0	141.3	145.0
13.0	-12.3	0.0	11.8	23.0	33.8	44.0	53.8	63.0	71.8	80.0	87.8	95.0	101.8	108.0	113.8	119.0	123.8	128.0	131.8	135.0
12.5	-12.8	-1.0	10.3	21.0	31.3	41.0	50.3	59.0	67.3	75.0	82.3	89.0	95.3	101.0	106.3	111.0	115.3	119.0	122.3	125.0
12.0	-13.3	-2.0	8.8	19.0	28.8	38.0	46.8	55.0	62.8	70.0	76.8	83.0	88.8	94.0	98.8	103.0	106.8	110.0	112.8	115.0
11.5	-13.8	-3.0	7.3	17.0	26.3	35.0	43.3	51.0	58.3	65.0	71.3	77.0	82.3	87.0	91.3	95.0	98.3	101.0	103.3	105.0
11.0	-14.3	-4.0	5.8	15.0	23.8	32.0	39.8	47.0	53.8	60.0	65.8	71.0	75.8	80.0	83.8	87.0	89.8	92.0	93.8	95.0
10.5	-14.8	-5.0	4.3	13.0	21.3	29.0	36.3	43.0	49.3	55.0	60.3	65.0	69.3	73.0	76.3	79.0	81.3	83.0	84.3	85.0
10.0	-15.3	-6.0	2.8	11.0	18.8	26.0	32.8	39.0	44.8	50.0	54.8	59.0	62.8	66.0	68.8	71.0	72.8	74.0	74.8	75.0
9.5	-15.8	-7.0	1.3	9.0	16.3	23.0	29.3	35.0	40.3	45.0	49.3	53.0	56.3	59.0	61.3	63.0	64.3	65.0	65.3	65.0
9.0	-16.3	-8.0	-0.3	7.0	13.8	20.0	25.8	31.0	35.8	40.0	43.8	47.0	49.8	52.0	53.8	55.0	55.8	56.0	55.8	5

表 3.5 穩定市場利潤表

	個人產量																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
58.0	56.0	108.0	156.0	200.0	240.0	276.0	308.0	336.0	360.0	380.0	396.0	408.0	416.0	420.0	420.0	416.0	408.0	396.0	380.0	360.0
57.5	55.5	107.0	154.5	198.0	237.5	273.0	304.5	332.0	355.5	375.0	390.5	402.0	409.5	413.0	412.5	408.0	399.5	387.0	370.5	350.0
57.0	55.0	106.0	153.0	196.0	235.0	270.0	301.0	328.0	351.0	370.0	385.0	396.0	403.0	406.0	405.0	400.0	391.0	378.0	361.0	340.0
56.5	54.5	105.0	151.5	194.0	232.5	267.0	297.5	324.0	346.5	365.0	379.5	390.0	396.5	399.0	397.5	392.0	382.5	369.0	351.5	330.0
56.0	54.0	104.0	150.0	192.0	230.0	264.0	294.0	320.0	342.0	360.0	374.0	384.0	390.0	392.0	390.0	384.0	374.0	360.0	342.0	320.0
55.5	53.5	103.0	148.5	190.0	227.5	261.0	290.5	316.0	335.0	350.0	368.5	378.0	383.5	385.0	382.5	376.0	365.5	351.0	332.5	310.0
55.0	53.0	102.0	147.0	188.0	225.0	258.0	287.0	312.0	333.0	350.0	363.0	372.0	377.0	378.0	375.0	368.0	357.0	342.0	323.0	300.0
54.5	52.5	101.0	145.5	186.0	222.5	255.0	283.5	308.0	328.5	345.0	357.5	366.0	370.5	371.0	367.5	360.0	348.5	333.0	313.5	290.0
54.0	52.0	100.0	144.0	184.0	220.0	252.0	280.0	304.0	324.0	340.0	352.0	360.0	364.0	364.0	360.0	352.0	340.0	324.0	304.0	280.0
53.5	51.5	99.0	142.5	182.0	217.5	249.0	276.5	300.0	319.5	335.0	346.5	354.0	357.5	357.0	352.5	344.0	331.5	315.0	294.5	270.0
53.0	51.0	98.0	141.0	180.0	215.0	246.0	273.0	296.0	315.0	330.0	341.0	348.0	351.0	350.0	345.0	336.0	323.0	306.0	285.0	260.0
52.5	50.5	97.0	139.5	178.0	212.5	243.0	269.5	292.0	310.5	325.0	335.5	342.0	344.5	343.0	337.5	328.0	314.5	297.0	275.5	250.0
52.0	50.0	96.0	138.0	176.0	210.0	240.0	266.0	288.0	306.0	320.0	330.0	336.0	338.0	336.0	330.0	320.0	306.0	288.0	266.0	240.0
51.5	49.5	95.0	136.5	174.0	207.5	237.0	262.5	284.0	301.5	315.0	324.5	330.0	331.5	329.0	322.5	312.0	297.5	279.0	256.5	230.0
51.0	49.0	94.0	135.0	172.0	205.0	234.0	259.0	280.0	297.0	310.0	319.0	324.0	325.0	322.0	315.0	304.0	289.0	270.0	247.0	220.0
50.5	48.5	93.0	133.5	170.0	202.5	231.0	255.5	276.0	292.5	305.0	313.5	318.0	318.5	315.0	307.5	296.0	280.5	261.0	237.5	210.0
50.0	48.0	92.0	132.0	168.0	200.0	228.0	252.0	272.0	288.0	300.0	308.0	312.0	312.0	308.0	300.0	288.0	272.0	252.0	228.0	200.0
49.5	47.5	91.0	130.5	166.0	197.5	225.0	248.5	268.0	283.5	295.0	302.5	306.0	305.5	301.0	292.5	280.0	263.5	243.0	218.5	190.0
49.0	47.0	90.0	129.0	164.0	195.0	222.0	245.0	264.0	279.0	290.0	297.0	300.0	299.0	294.0	285.0	272.0	255.0	234.0	209.0	180.0
48.5	46.5	89.0	127.5	162.0	192.5	219.0	241.5	260.0	274.5	285.0	291.5	294.0	292.5	287.0	277.5	264.0	246.5	225.0	199.5	170.0
48.0	46.0	88.0	126.0	160.0	190.0	216.0	238.0	256.0	270.0	280.0	286.0	288.0	286.0	280.0	270.0	256.0	238.0	216.0	190.0	160.0
47.5	45.5	87.0	124.5	158.0	187.5	213.0	234.5	252.0	265.5	275.0	280.5	282.0	279.5	273.0	262.5	248.0	229.5	207.0	180.5	150.0
47.0	45.0	86.0	123.0	156.0	185.0	210.0	231.0	248.0	261.0	270.0	275.0	276.0	273.0	266.0	255.0	240.0	221.0	198.0	171.0	140.0
46.5	44.5	85.0	121.5	154.0	182.5	207.0	227.5	244.0	256.5	265.0	269.5	270.0	266.5	259.0	247.5	232.0	212.5	189.0	161.5	130.0
46.0	44.0	84.0	120.0	152.0	180.0	204.0	224.0	240.0	252.0	260.0	264.0	264.0	260.0	252.0	240.0	224.0	204.0	180.0	152.0	120.0
45.5	43.5	83.0	118.5	150.0	177.5	201.0	220.5	236.0	247.5	255.0	258.5	258.0	253.5	245.0	232.5	216.0	195.5	171.0	142.5	110.0
45.0	43.0	82.0	117.0	148.0	175.0	198.0	217.0	232.0	243.0	250.0	253.0	252.0	247.0	238.0	225.0	208.0	187.0	162.0	133.0	100.0
44.5	42.5	81.0	115.5	146.0	172.5	195.0	213.5	228.0	238.5	245.0	247.5	246.0	240.5	231.0	217.5	200.0	178.5	153.0	123.5	90.0
44.0	42.0	80.0	114.0	144.0	170.0	192.0	210.0	224.0	234.0	240.0	242.0	240.0	234.0	224.0	210.0	192.0	170.0	144.0	114.0	80.0
43.5	41.5	79.0	112.5	142.0	167.5	189.0	206.5	220.0	229.5	235.0	236.5	234.0	227.5	217.0	202.5	184.0	161.5	135.0	104.5	70.0
43.0	41.0	78.0	111.0	140.0	165.0	186.0	203.0	216.0	225.0	230.0	231.0	228.0	221.0	210.0	195.0	176.0	153.0	126.0	95.0	60.0
42.5	40.5	77.0	109.5	138.0	162.5	183.0	199.5	212.0	220.5	225.0	225.5	222.0	214.5	203.0	187.5	168.0	144.5	117.0	85.5	50.0
42.0	40.0	76.0	108.0	136.0	160.0	180.0	196.0	208.0	216.0	220.0	220.0	216.0	208.0	196.0	180.0	160.0	136.0	108.0	76.0	40.0
41.5	39.5	75.0	106.5	134.0	157.5	177.0	192.5	204.0	211.5	215.0	214.5	210.0	201.5	189.0	172.5	152.0	127.5	99.0	66.5	30.0
41.0	39.0	74.0	105.0	132.0	155.0	174.0	189.0	200.0	207.0	210.0	209.0	204.0	195.0	182.0	165.0	144.0	119.0	90.0	57.0	20.0
40.5	38.5	73.0	103.5	130.0	152.5	171.0	185.5	196.0	202.5	205.0	203.5	198.0	188.5	175.0	157.5	136.0	110.5	81.0	47.5	10.0
40.0	38.0	72.0	102.0	128.0	150.0	168.0	182.0	192.0	198.0	200.0	198.0	192.0	182.0	168.0	150.0	128.0	102.0	72.0	38.0	0.0
39.5	37.5	71.0	100.5	126.0	147.5	165.0	178.5	188.0	193.5	195.0	192.5	186.0	175.5	161.0	142.5	120.0	93.5	63.0	28.5	-10.0
39.0	37.0	70.0	99.0	124.0	145.0	162.0	175.0	184.0	189.0	190.0	187.0	180.0	169.0	154.0	135.0	112.0	85.0	54.0	19.0	-20.0
38.5	36.5	69.0	97.5	122.0	142.5	159.0	171.5	180.0	184.5	185.0	181.5	174.0	162.5	147.0	127.5	104.0	76.5	45.0	9.5	-30.0
38.0	36.0	68.0	96.0	120.0	140.0	156.0	168.0	176.0	180.0	180.0	176.0	168.0	156.0	140.0	120.0	96.0	68.0	36.0	0.0	-40.0
37.5	35.5	67.0	94.5	118.0	137.5	153.0	164.5	172.0	175.5	175.0	170.5	162.0	149.5	133.0	112.5	88.0	59.5	27.0	-9.5	-50.0
37.0	35.0	66.0	93.0	116.0	135.0	150.0	161.0	168.0	171.0	170.0	165.0	156.0	143.0	126.0	105.0	80.0	51.0	18.0	-19.0	-60.0
36.5	34.5	65.0	91.5	114.0	132.5	147.0	157.5	164.0	166.5	165.0	159.5	150.0	136.5	119.0	97.5	72.0	42.5	9.0	-28.5	-70.0
36.0	34.0	64.0	90.0	112.0	130.0	144.0	154.0	160.0	162.0	160.0	154.0	144.0	130.0	112.0	90.0	64.0	34.0	0.0	-38.0	-80.0
35.5	33.5	63.0	88.5	110.0	127.5	141.0	150.5	156.0	157.5	155.0	148.5	138.0	123.5	105.0	82.5	56.0	25.5	-9.0	-47.5	-90.0
35.0	33.0	62.0	87.0	108.0	125.0	138.0	147.0	152.0	153.0	150.0	143.0	132.0	117.0	98.0	75.0	48.0	17.0	-18.0	-57.0	-100.0
34.5	32.5	61.0	85.5	106.0	122.5	135.0	143.5	148.0	148.5	145.0	137.5	126.0	110.5	91.0	67.5	40.0	8.5	-27.0	-66.5	-110.0
34.0	32.0	60.0	84.0	104.0	120.0	132.0	140.0	144.0	144.0	140.0	132.0	120.0	104.0	84.0	60.0	32.0	0.0	-36.0	-76.0	-120.0
33.5	31.5	59.0	82.5	102.0	117.5	129.0	136.5	140.0	139.5	135.0	126.5	114.0	97.5	77.0	52.5	24.0	-8.5	-45.0	-85.5	-130.0
33.0	31.0	58.0	81.0	100.0	115.0	126.0	133.0	136.0	135.0	130.0	121.0	108.0	91.0	70.0	45.0	16.0	-17.0	-54.0	-95.0	-140.0
32.5	30.5	57.0	79.5	98.0	112.5	123.0	129.5	132.0	130.5	125.0	115.5	102.0	84.5	63.0	37.5	8.0	-25.5	-63.0	-104.5	-150.0
32.0	30.0	56.0	78.0	96.0	110.0	120.0	126.0	128.0	126.0	120.0	110.0	96.0	78.0	56.0	30.0	0.0	-34.0	-72.0	-114.0	-160.0
31.5	29.5	55.0	76.5	94.0	107.5	117.0	122.5	124.0	121.5	115.0	104.5	90.0	71.5	49.0	22.5	-8.0	-42.5	-81.0	-123.5	-170.0
31.0	29.0	54.0	75.0	92.0	105.0	114.0	119.0	120.0	117.0	110.0	99.0	84.0	65.0	42.0	15.0	-16.0	-51.0	-90.0	-133.0	-180.0
30.5	28.5	53.0	73.5	90.0	102.5	111.0	115.5	116.0	112.5	105.0	93.5	78.0	58.5	35.0	7.5	-24.0	-59.5	-99.0	-142.5	-190.0
30.0	28.0	52.0	72.0	88.0	100.0	108.0	112.0	112.0	108.0	100.0	88.0	72.0	52.0	28.0	0.0	-32.0	-68.0	-108.0	-152.0	-200.0
29.5	27.5	51.0	70.5	86.0	97.5	105.0	108.5	108.0	103.5	95.0	82.5	66.0	45.5	21.0	-7.5	-40.0	-76.5	-117.0	-161.5	-210.0
29.0	27																			

Chapter 4 實驗結果

經過一連串的實驗，我們可獲得不同市場供需結構下的市場價格、受測者預期價格、受測者產量決策與利潤。本章將針對實驗結果進行統計分析，並試圖解答我們的問題。

4.1 市場價格表現

市場價格是否收斂到均衡價格的議題，一向是蛛網模型的文獻中必定會分析的課題。本節將使用 5 期移動平均來呈現實驗的市場價格，移動平均的概念是由統計學領域應用而來，由於價格資料具有波動，因此單純觀察每一期價格通常會因為價格的波動太大而受干擾，無法看穿本質。若把價格做移動平均處理後，在呈現上將具有平滑功能，因此平滑後的價格會有較明確的方向性，以便利於觀察。

圖 4.1 為產經系不穩定市場的結果，從圖形的趨勢來看 7 組都沒有收斂到均衡價格($P^* = 8$)。

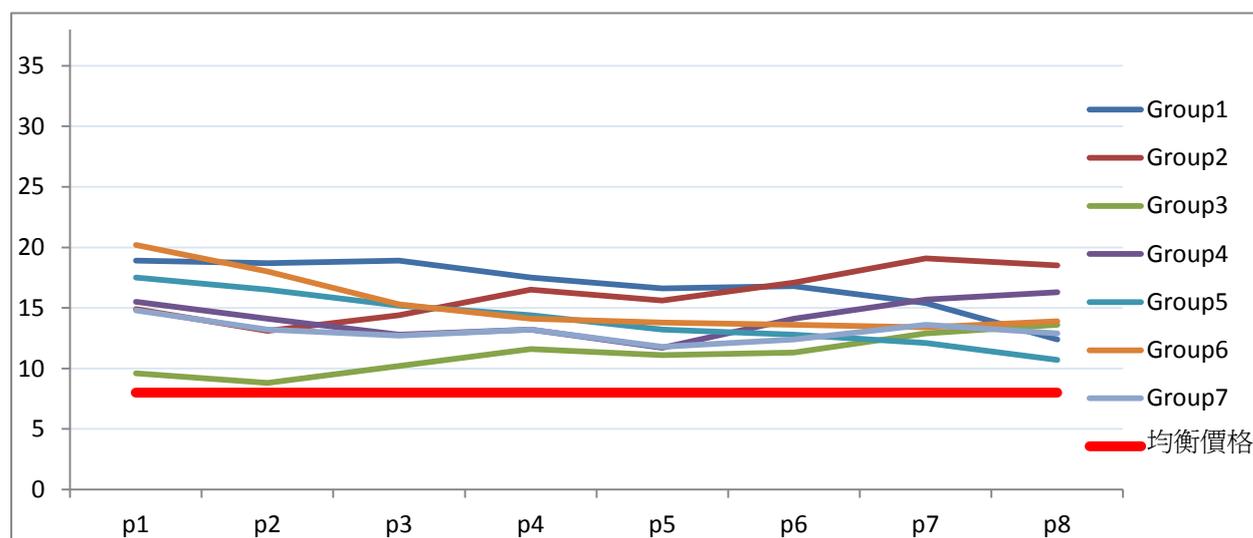


圖 4.1 實驗一市場價格移動平均

圖 4.2 為產經系穩定市場的結果，從圖形的趨勢來看 8 組都有明顯的趨勢收斂到均衡價格($P^* = 40$)。

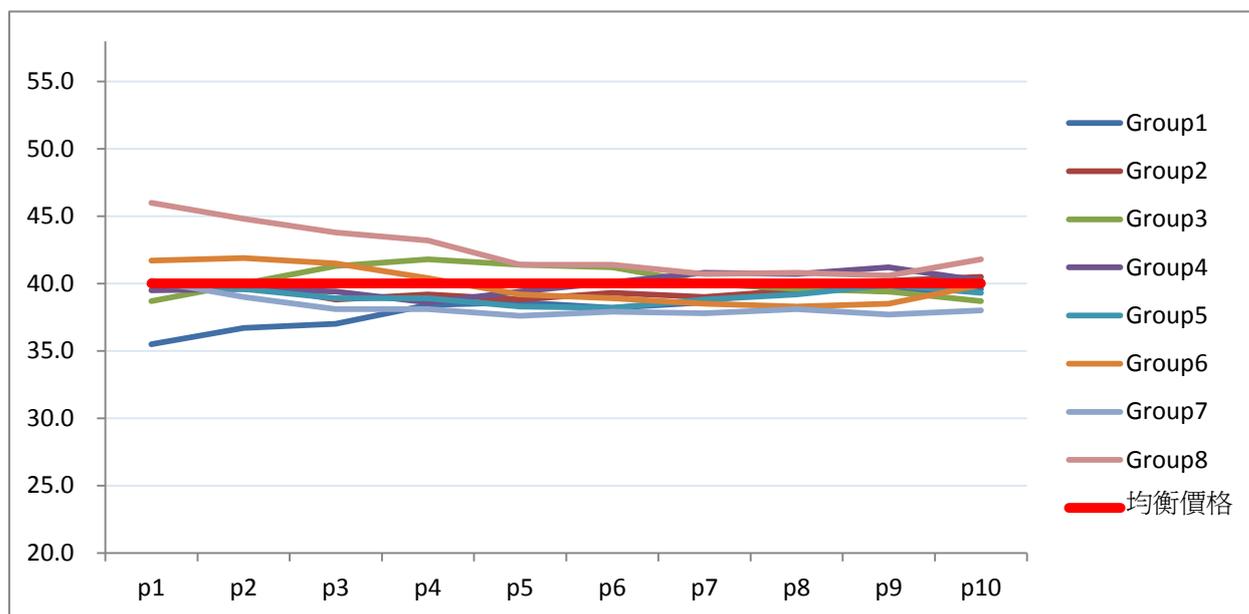


圖 4.2 實驗二市場價格移動平均

圖 4.3 為統計系不穩定市場的結果，從圖形的趨勢來看只有第 9 組有往下移動的趨勢，其他都沒有收斂到均衡價格($P^* = 8$)。

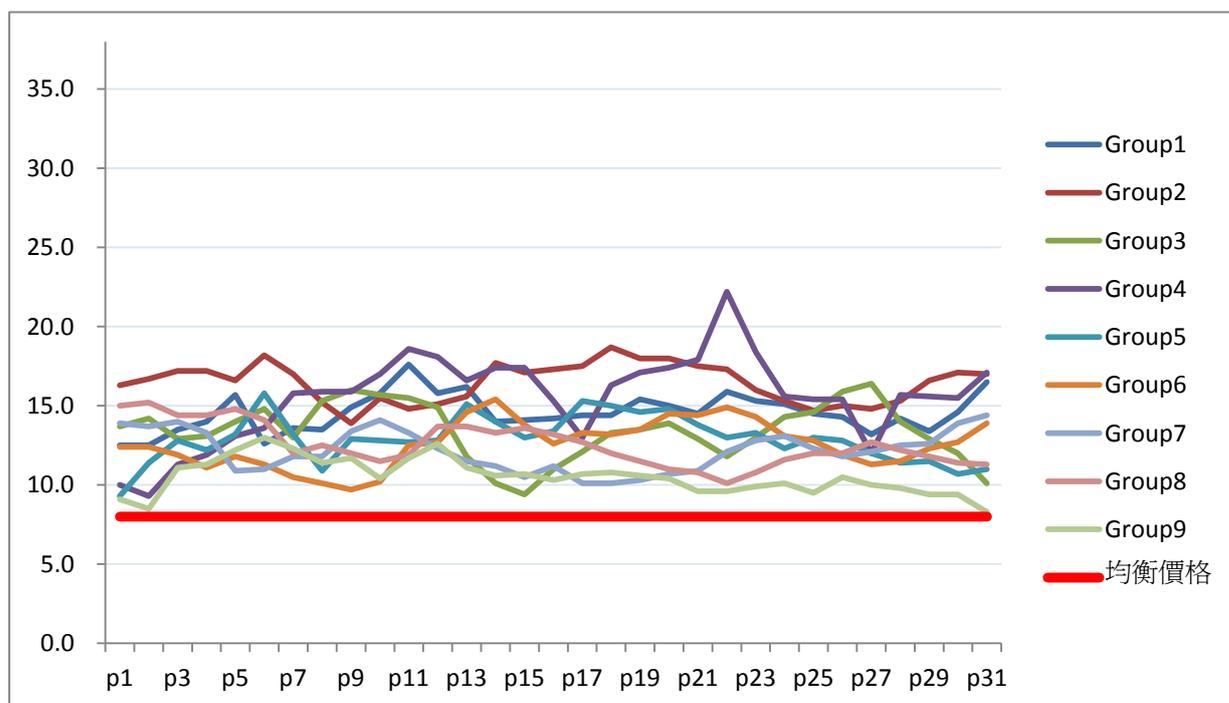


圖 4.3 實驗三市場價格移動平均

圖 4.4 為統計系穩定市場的結果，從圖形的趨勢來看 5 組都有明顯的趨勢收斂到理性預期穩定狀態($P^* = 40$)。

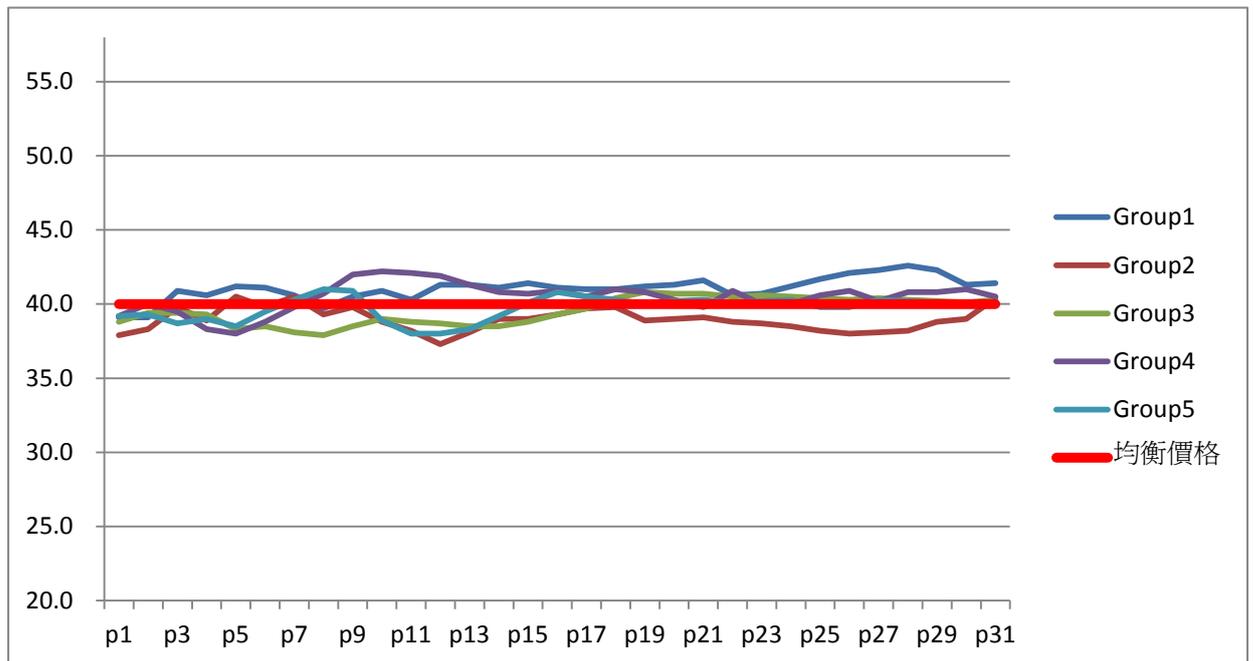


圖 4.4 實驗四市場價格移動平均

從以上實驗的市場價格移動平均圖來看，穩定市場結構的實驗二與實驗四都有明顯的趨勢會收斂到均衡價格。然而不穩定的市場結構中，我們的實驗結果都明顯高於均衡價格，這與過去真人實驗的文獻結果：收斂或是在均衡價格上下波動有明顯的不同。我們可以從圖 4.1 和圖 4.3 中觀察到，不穩定市場的市場價格時間序列都在高於均衡價格的地方波動，這結果是支持蛛網模型長期不穩定的假設。

4.2 財富分配情況

本文實驗是採用 Holt & Villamil (1986) 的市場組成設計，也就是 4 名受測者一個市場，但我們的實驗結果卻與其有明顯的不同。從我們的不穩定市場結構的市場價格移動平均來看，似乎有些分組的時間序列是有向下移動的趨勢(如：實驗三 Group 9)，對此本節將在不穩定市場結構下，討論是否會因為每一組的財富

分配情況不同，影響市場價格的趨勢，這裡所觀察的僅僅是市場的總體現象。

吉尼係數(Gini coefficient)是根據勞倫茨曲線(Lorenz Curve)¹定義的判斷收入分配公平程度的指標，常被用來檢測總體市場的貧富差異現象，是一種衡量集中度的方法，通常專指「所得分配的平均程度」，其值介於0到1之間。我們希望藉由計算吉尼係數來檢定不穩定市場結構的市場價格趨勢是否因為貧富差異而有所不同。表 4.1 和 4.2 為不穩定市場的實驗一與實驗三的每期吉尼係數，從表中可以發現一個初步的結果，也就是在不穩定市場結構中，平均來說吉尼係數都不高，表示在不穩定結構市場的財富差異並不明顯。

表 4.1 實驗一各組每期的吉尼係數

期數	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7
1	0.18	0.12	0.10	0.08	0.07	0.32	0.08
2	0.05	0.04	0.04	0.22	0.04	0.35	0.12
3	0.33	0.14	0.43	0.17	0.14	0.31	0.10
4	0.31	0.12	0.12	0.13	0.12	0.10	0.37
5	0.26	0.10	0.04	0.14	0.17	0.13	0.55
6	0.33	0.05	0.08	0.11	0.11	0.14	0.06
7	0.17	0.09	0.21	0.14	0.18	0.07	0.16
8	0.15	0.08	0.15	0.08	0.21	0.24	0.12
9	0.40	0.08	0.04	0.01	0.09	0.20	0.10
10	0.35	0.06	0.15	0.29	0.14	0.26	0.12
11	0.14	0.05	0.12	0.35	0.14	0.21	0.12
12	0.04	0.05	0.12	0.15	0.05	0.25	0.14
平均	0.23	0.08	0.13	0.16	0.12	0.22	0.17

¹ Lorenz Curve 是 1905 年由 Max O. Lorenz 所提出的收入分配的曲線，是在過往財富分配數據上建立的累積分布函數所對應的曲線，它經常被用來描述收入的分配情況。

表 4.2 實驗三各組每期的吉尼係數

期數	Group1	Group2	Group3	Group4	Group5	Group6	Group7	Group8	Group9
1	0.12	0.19	0.14	0.19	0.02	0.14	0.07	0.10	0.15
2	0.09	0.17	0.15	0.10	0.02	0.10	0.08	0.10	0.04
3	0.14	0.08	0.18	0.08	0.17	0.24	0.03	0.06	0.11
4	0.31	0.08	0.14	0.03	0.05	0.11	0.05	0.03	0.11
5	0.14	0.12	0.30	0.05	0.09	0.06	0.10	0.05	0.09
6	0.17	0.08	0.34	0.05	0.16	0.19	0.14	0.18	0.00
7	0.16	0.11	0.14	0.28	0.17	0.05	0.12	0.09	0.31
8	0.17	0.09	0.14	0.29	0.20	0.03	0.30	0.07	0.12
9	0.21	0.09	0.15	0.23	0.20	0.09	0.09	0.07	0.04
10	0.22	0.31	0.10	0.14	0.35	0.07	0.12	0.01	0.18
11	0.28	0.19	0.10	0.14	0.34	0.07	0.19	0.30	0.21
12	0.20	0.05	0.39	0.33	0.25	0.02	0.16	0.04	0.21
13	0.31	0.08	0.35	0.34	0.28	0.10	0.18	0.03	0.15
14	0.28	0.18	0.36	0.39	0.07	0.16	0.09	0.01	0.18
15	0.17	0.13	0.08	0.37	0.11	0.25	0.01	0.05	0.12
16	0.13	0.05	0.14	0.35	0.13	0.11	0.14	0.07	0.02
17	0.26	0.06	0.27	0.15	0.21	0.16	0.06	0.07	0.05
18	0.08	0.21	0.05	0.43	0.15	0.12	0.08	0.04	0.07
19	0.26	0.06	0.12	0.38	0.02	0.01	0.08	0.06	0.20
20	0.14	0.03	0.15	0.15	0.25	0.17	0.10	0.07	0.12
21	0.15	0.03	0.13	0.25	0.09	0.15	0.11	0.11	0.10
22	0.24	0.14	0.11	0.45	0.05	0.15	0.05	0.07	0.08
23	0.13	0.10	0.06	0.37	0.07	0.15	0.08	0.02	0.06
24	0.23	0.23	0.04	0.36	0.06	0.10	0.10	0.07	0.12

25	0.14	0.10	0.10	0.14	0.06	0.16	0.10	0.07	0.08
26	0.28	0.05	0.09	0.51	0.03	0.22	0.10	0.03	0.10
27	0.23	0.04	0.16	0.04	0.09	0.08	0.11	0.11	0.16
28	0.10	0.09	0.15	0.21	0.03	0.03	0.13	0.07	0.07
29	0.17	0.09	0.08	0.48	0.07	0.06	0.04	0.06	0.03
30	0.14	0.07	0.16	0.25	0.13	0.04	0.09	0.04	0.12
31	0.18	0.08	0.06	0.22	0.02	0.19	0.14	0.06	0.05
32	0.27	0.10	0.32	0.53	0.05	0.16	0.17	0.06	0.09
33	0.07	0.15	0.10	0.15	0.03	0.16	0.14	0.04	0.04
34	0.31	0.14	0.07	0.43	0.04	0.16	0.16	0.03	0.07
35	0.42	0.09	0.08	0.43	0.08	0.17	0.08	0.06	0.25
平均	0.20	0.11	0.16	0.27	0.12	0.12	0.11	0.07	0.11

*四捨五入至小數點第二位

4.3 模型估計

4.3.1 模型配適

前一節我們試圖透過市場總體財富分配的特徵來解釋不穩定結構市場的現象，但是這個方法並沒有明顯的結果。Hommes et al. (2004a) 以受測者預期價格的時間序列將其分為 3 種類型，最後他發現大約 35% 的受測者能夠學習到均衡價格，而這些受測者似乎是使用一個權重係數較小的調適性預期。Johnson & Plott (1989) 從受測者的數量決策來推導他們的預期價格。再以每一個受測者的預期價格和市場價格做模型估計。其結果顯示，平均而言調適性預期和外推模型是對於個體策略行為的最好描述。因此本節將分析每一個模型對於受測者(供給方)預期價格的解釋能力。

首先我們先定義預期價格，由於本實驗是同時要求受測者做價格與產量決策，所以我們會有兩種預期價格。

1. 受測者在實驗中所填寫的預期價格，在此本研究稱之「實驗預期價格」。
2. 本實驗的市場價格是透過總產量所決定，因此在假設每一個受測者是追求利潤最大化，我們可以從受測者的產量決策來推導他們的預期價格，在此本研究稱之「反推預期價格」。

這些預期價格，會隨著市場價格的產生，讓我們估計每一個受測者的預期模型。

由於本小節的目的是受測者資料對於模型的配適度，也就是回歸模型所捕捉的變動量占應變數總變動量的比例越大越好，這裡透過相關係數的平方(R^2)所表示。本研究使用的模型有：

(一)天真預期模型(NE)是藉由線性迴歸函數型式來估計

$$P_t^e = a + bP_{t-1} + n_t \quad (12)$$

a 是一個常數以及 n_t 獨立同分配於平均數 0 和有限變異數²。

²這個假設隱含在所有的分析模型。

(二)外推模型(EE)是藉由線性方程式的形式來估計：

$$P_t^e - P_{t-1} = a - b(P_{t-1} - P_{t-2}) + n_t \quad (13)$$

(三)調適性預期模型(AE)是藉由線性方程式的形式來估計：

$$P_t^e - P_{t-1}^e = a + b(P_{t-1} - P_{t-1}^e) + n_t \quad (14)$$

(四)理性預期模型(RE)是藉由線性函數的形式來估計：

$$P_t = a + b(P_t^e) + n_t \quad (15)$$

(五)移動平均預期模型(MA)是藉由線性函數的形式來估計：

$$P_t^e = a + b[(P_1 + P_2 + \dots + P_{t-1})/(t-1)] + n_t \quad (16)$$

模型配適度分析的結果顯示在表 4.3 和表 4.4。在實驗預期價格方面，無論是在全體、不同市場供需結構以及不同實驗分組下，平均而言調適性預期模型顯示較佳的配適度，再者皆為天真預期。再者反推預期模型方面，也是調適性預期有較佳的配適度。雖然這個結果與過去文獻相同，但是在本研究的不穩定市場結構的實驗結果卻沒有收斂。總合來說，無論是在何種市場供需結構下，調適性預期最能解釋受測者的行為，但是調適性預期模型不一定為不穩定市場收斂的必要條件。

表 4.3 實驗預期價格的平均配適

平均配適(R ²)	NE	EE	AE	RE	MA
全體	0.2579	0.1879	0.5138	0.1234	0.2076
不穩定市場	0.2686	0.1615	0.4813	0.1374	0.2251
穩定市場	0.2447	0.2203	0.5539	0.1062	0.1862
實驗一	0.3612	0.1692	0.5578	0.2154	0.3550
實驗二	0.2966	0.2580	0.5884	0.1343	0.2218
實驗三	0.1967	0.1555	0.4217	0.0768	0.1240
實驗四	0.1617	0.1601	0.4988	0.0613	0.1293

表 4.4 反推預期價格的平均配適

平均配適(R^2)	NE	EE	AE	RE	MA
全體	0.1685	0.2158	0.4507	0.2010	0.1872
不穩定市場	0.1785	0.2712	0.4292	0.2067	0.2115
穩定市場	0.1562	0.1476	0.4772	0.1940	0.1574
實驗一	0.3612	0.2260	0.5578	0.2154	0.3550
實驗二	0.1959	0.1530	0.4733	0.1949	0.2023
實驗三	0.0365	0.3064	0.3292	0.1999	0.0999
實驗四	0.0928	0.1390	0.4835	0.1927	0.0855

4.3.2 異質性預期分散程度

由於在模型配適分析，我們只知道調適性預期對於總體市場來說是最佳的解釋，但是還是無法找出不穩定市場不收斂的原因，因此本小節將試圖透過受測者配適分組和赫芬達爾-赫希曼指數(Herfindahl - Hirschman Index)來解釋我們的實驗結果。

在前一小節中，我們對於每一個受測者的預期價格做模型配適，因此我們知道每一個受測者的預期行為會與哪一種預期模型最為相似，透過此一方法我們可以得知在不同市場結構和各個實驗中的預期模型比例。從圖 4.5 中可知道無論是在實驗預期價格或是反推預期價格下，不同市場結構中，調適性預期能解釋各實驗中大部分受測者的預期行為(50%以上)，而且初步來看，不穩定市場的預期異質性似乎比較來的分散。

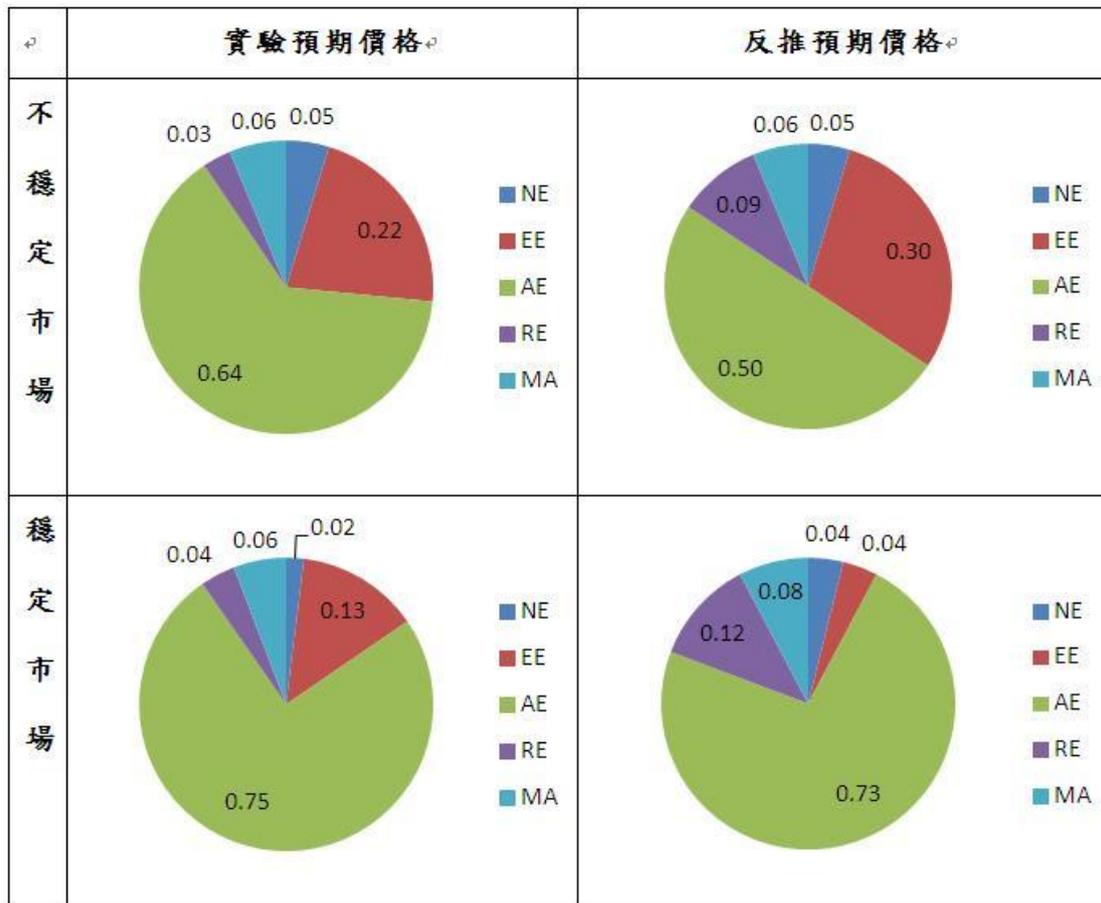


圖 4.5 不同市場結構的預期模型比例

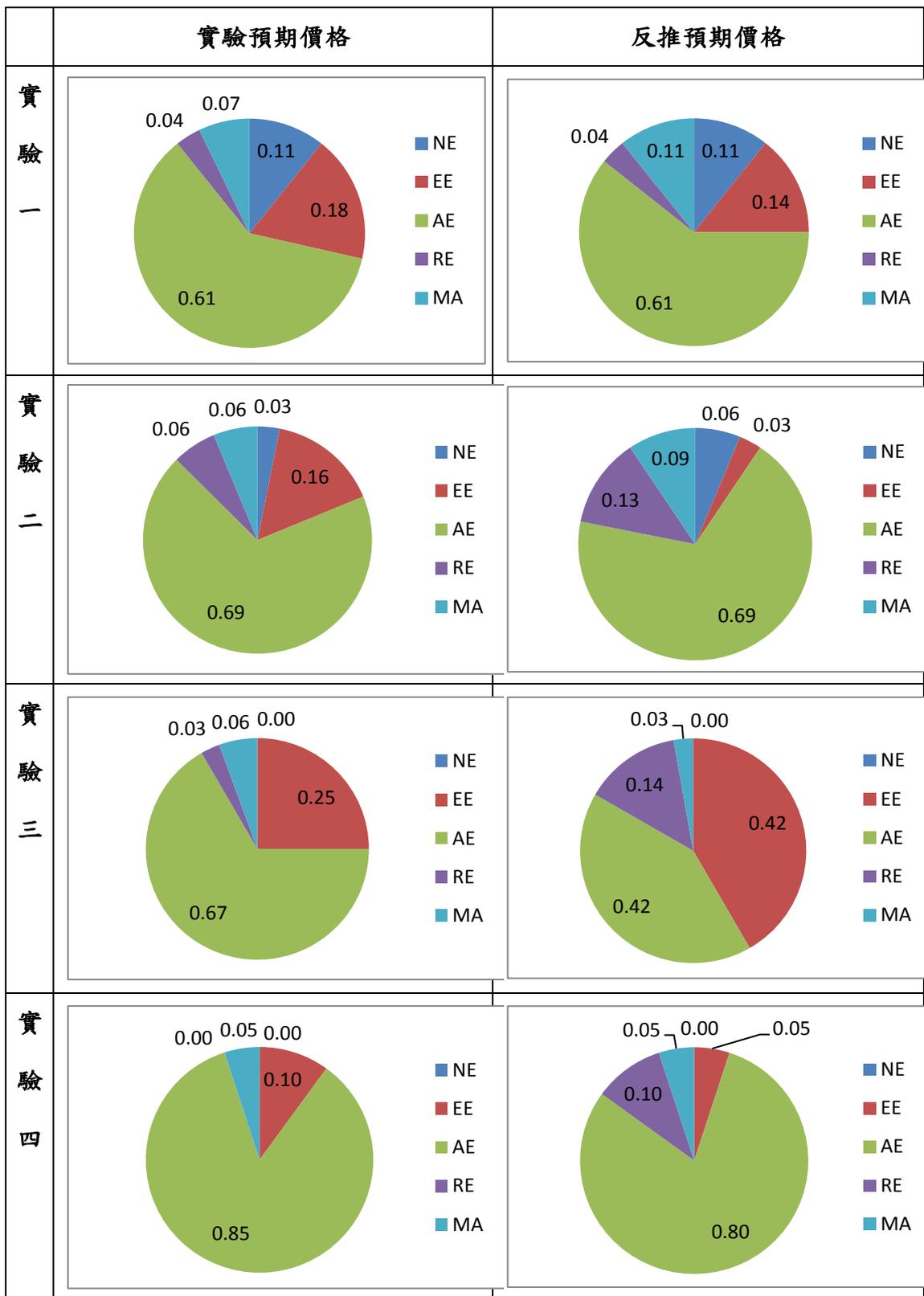


圖 4.6 各實驗的預期模型比例

我們再進一步的比較各個實驗的預期模型比例，在四個實驗中除了實驗三的反推預期價格之外，調適性預期可以解釋實驗中大部分受測者的預期行為(60%以上)。初步來看的結果和市場結構一樣，不穩定市場其預期異質性似乎較為分散。除此之外，由於產經系(實驗一&二)和統計系(實驗三&四)有實驗期數不同的差異，從圖 4.6 來看(除了實驗三的反推預期價格之外)，異質性有隨著時間越來越集中的趨勢。

儘管如此，我們仍然希望透過指標來判斷以上的論點是否有差異，所以接下來我們將使用赫芬達爾-赫希曼指數(Herfindahl-Hirschman Index，簡稱 HHI)來加強我們的論點。HHI 是一種測量產業集中度的綜合指數。它是指一個市場中，競爭主體所占市場份額百分比的平方和，用來計算市場中廠商規模的離散度。簡單來說，HHI 是用來測量市場集中度的指標，當 HHI 越大，表示市場集中程度越高。一般而言，HHI 應該界於 0 到 1 之間，但通常的表示方法是將其值乘上 10000 而予以放大，故 HHI 界於 0 到 10000 之間。

表 4.5 是在不同市場結構與各個實驗下的 HHI，首先在市場結構方面我們發現穩定市場的 HHI 比不穩定市場大，這表示穩定市場中預期的異質性是比较集中的，而不穩定市場預期的異質性是比较分散的。接下來看到各個實驗部分，第一次實驗中(產經系)，穩定市場(實驗二)的 HHI 皆大於不穩定市場(實驗一)。

表 4.5 市場結構與各實驗的 HHI

HHI	實驗預期價格	反推預期價格
不穩定市場	4653	3530
穩定市場	5858	5562
實驗一	4184	4133
實驗二	5059	5020
實驗三	5108	3673
實驗四	7350	6550

而在第二次實驗中(統計系)也可以觀察到一樣的結果。但是從表 4.5 我們卻發現了另一個結果，在實驗預期價格下，實驗三(統計系不穩定市場)的 HHI 是大於實驗二(產經系穩定市場)的 HHI 值。這 2 個實驗主要的差異是在實驗期數的長短，因此我們想要研究預期的異質性是否會隨著時間有越來越集中的趨勢，其方法為將實驗三與實驗四分成 3 階段，也就是實驗期第 1 期到第 12 期為第 1 階段，第 13 期到第 24 期為第 2 階段，第 25 期到第 36 期為第 3 階段，再藉此和實驗一與實驗二來做比較。

結果如表 4.6 所示，無論是穩定市場結構或不穩定市場結構中，HHI 皆會隨著時間越來越大，這也表示預期異質性會隨著時間有越來越集中的趨勢。

表 4.6 實驗三與實驗四的 3 階段 HHI

HHI	第 1 階段	第 2 階段	第 3 階段
實驗三	3812	4460	4954
實驗四	5250	5800	6550

Johnson & Plott (1989) 和 Hommes et al. (2004a) 的不穩定市場實驗結果皆會收斂，並且他們都認為實驗中的受測者是使用某種調適性預期。然而在我們的實驗中，無論是從平均最佳配適度或是個體最佳配適度的角度，也都認為調適性預期最能解釋受測者的預期行為，但是實驗結果卻是穩定市場收斂，不穩定市場發散。並且在 Hommes (1999) 以及 Hommes et al. (2004) 認為異質性的策略交互作用可能是造成市場價格波動的原因。但是在我們的研究中，無論是在穩定市場或不穩定市場，預期皆有異質性的存在，只是在分散程度上有所不同，穩定市場較為集中，不穩定市場較為發散。對此我們認為可能的原因有過去文獻實驗的樣本數太少，也有可能是因為我們的實驗要求受測者做產量決策和數量決策，造成個體有不同的決策空間行為導致不收斂，因此我們將進行分析個體行為的分析。

4.4 預期行為模式

一般經濟學者在面對蛛網理論模型的預期行為是，供給方對未來的商品有預期價格，然後再依據這個預期價格做產量決策。由於過去的文獻通常只要求受測者做價格或數量決策，並無法完整的知道受測者的預期行為。所以本實驗設計是預期價格和產量決策同時進行，因此我們將以 2 種距離差距，來測量實驗中受測者的行為是否符合傳統的預期行為模式。

首先我們在利潤最大化的假設下，將每一位受測者的實驗產量決策對照利潤表來推論出對應此一實驗產量決策的最適預期價格，這裡稱為反推預期價格。再將實驗預期價格和反推預期價格相減(取絕對值)，即可得到兩者之間的距離差距。這裡將以 D_{11} 稱之。

$$D_{11} \text{價格差距} = |\text{實驗預期價格} - \text{反推預期價格}|$$

接下來同樣地在利潤最大化的假設下，將每一位受測者的實驗預期價格對照利潤表來推論出對應此一實驗預期價格的最適產量決策，這裡稱為反推產量決策。再將實驗產量決策和反推產量決策相減(取絕對值)，即可得到兩者之間的距離差距。這裡將以 D_{12} 稱之。

$$D_{12} \text{產量差距} = |\text{實驗產量決策} - \text{反推產量決策}|$$

依照傳統預期行為模式來說，如果受測者是以預期價格來決定產量決策時，無論是價格差距或產量差距都應該為零，也就是 $D_{11} = D_{12} = 0$ 。圖 4.7 為各個實驗平均距離差距的次數分配圖，縱坐標為次數(frequency)，橫坐標為距離差距。我們發現在穩定市場的實驗二有 4 位受測者和實驗四有 1 位的受測者的預期模式是完全符合傳統預期模式($D_{11} = D_{12} = 0$)，不穩定市場則沒有。平均而言，大部分受測者的距離差距是大於零。

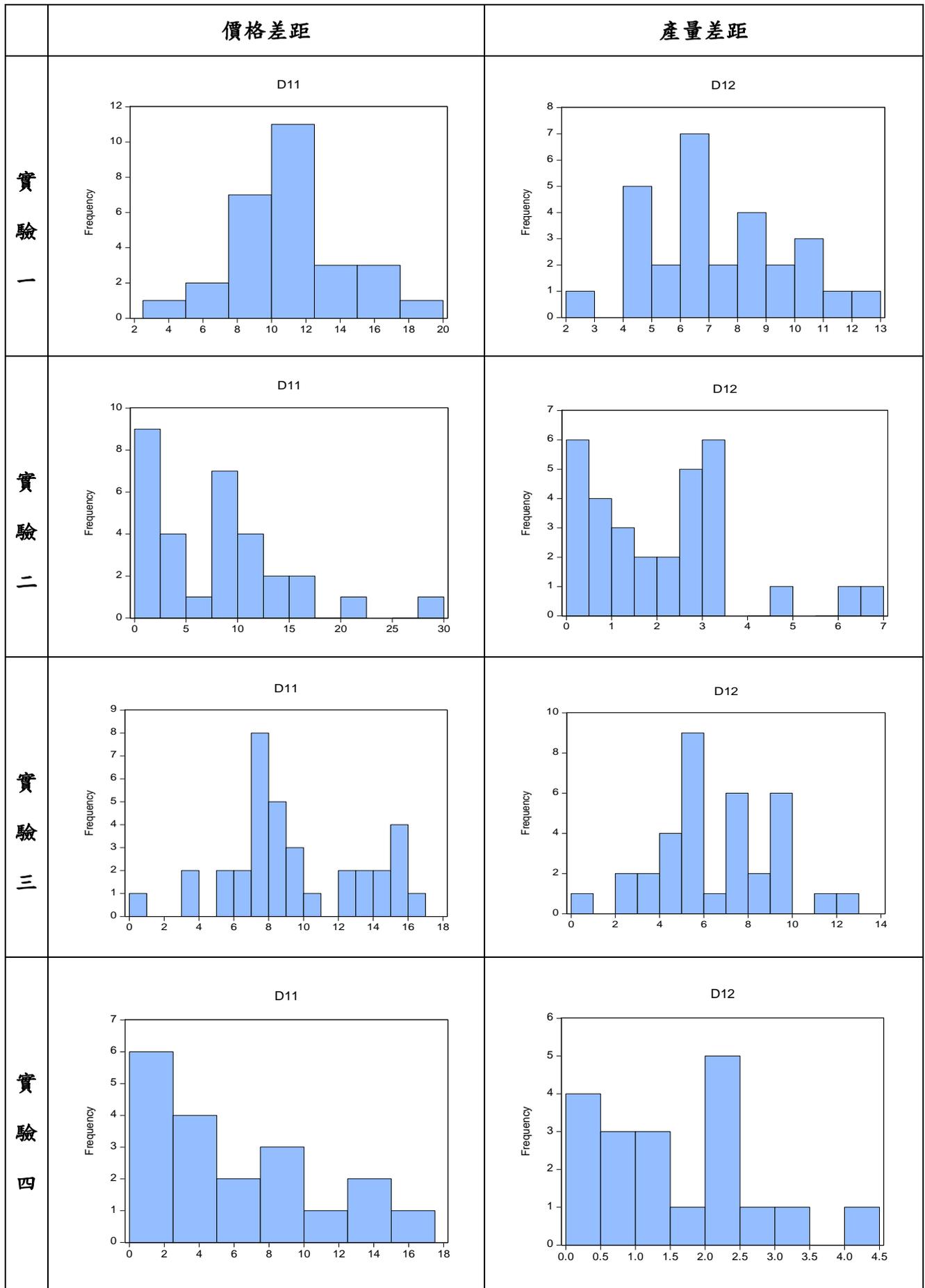


圖 4.7 各實驗平均距離差距的次數分配圖

從圖 4.7 的圖形來看，在不穩定市場與穩定市場之間似乎存在著某種差異，也就是不穩定市場似乎是現常態分配，而穩定市場似乎呈現右偏分配。對此我們將進行 Jarque-Bera 常態分配檢定(簡稱：JB test)來檢測數列是否為常態分配。JB test 的 p-value 越大代表越無法拒絕虛無假設，也就是數列越接近常態分配。我們可以由表 4.7 發現到在不穩定市場的 p-value 都相對的大於穩定市場，這表示在不穩定市場的距離差距較接近常態分配，也就是不穩定市場大部分的受測者的偏離行較接近中位數。

表 4.7 各實驗距離差距的常態性檢定

	距離差距	檢定統計量 (JB)	p-value
實驗一	D ₁₁	0.734503	0.692635
	D ₁₂	0.482085	0.785808
實驗二	D ₁₁	5.604178	0.060683
	D ₁₂	5.650539	0.059293
實驗三	D ₁₁	0.312877	0.855184
	D ₁₂	0.128812	0.937624
實驗四	D ₁₁	1.670309	0.221167
	D ₁₂	0.433807	0.543034

除此之外，在實驗結果數據的整理中，常發現受測者常有試圖有影響市場價格的行為，在符合供給與需求的法則下，我們測量的標準是當受測者想透過降低(增加)個人產出使得市場價格上升(下降)，藉此來獲取更多的利潤，這種行為是很容易從實驗所提供的利潤表資訊中來產生。因此我們將對每一位受測者做檢測，檢測方式是當受測者在本期做決策時，預期價格與產量決策的變動量為反比時，計為 1，正比時，計為 0，這裡我們將以 D₂ 稱之。D₂ 也代表著受測者對於價格變動的認知強不強烈，也就是有沒有供需法則的概念。

$$D_2 = \begin{cases} 1 & \text{當預期價格與產量決策的變動量為反比} \\ 0 & \text{當預期價格與產量決策的變動量為正比} \end{cases}$$

圖 4.8 顯示各實驗的平均 D_2 的次數分配圖，縱座標為次數，橫座標為 D_2 比例。平均而言，所有受測者的 D_2 皆大於 0，在每一個實驗中，大部分的受測者會試圖在 30%~60% 的實驗期中，藉由調整產量決策來影響市場價格，這有可能是因為某些受測者想藉此來測試本身對於市場是否有市場力量 (market power)，來獲取更多的長期利潤，但由於這種行為需要很多的假設，所以不一定會成功。

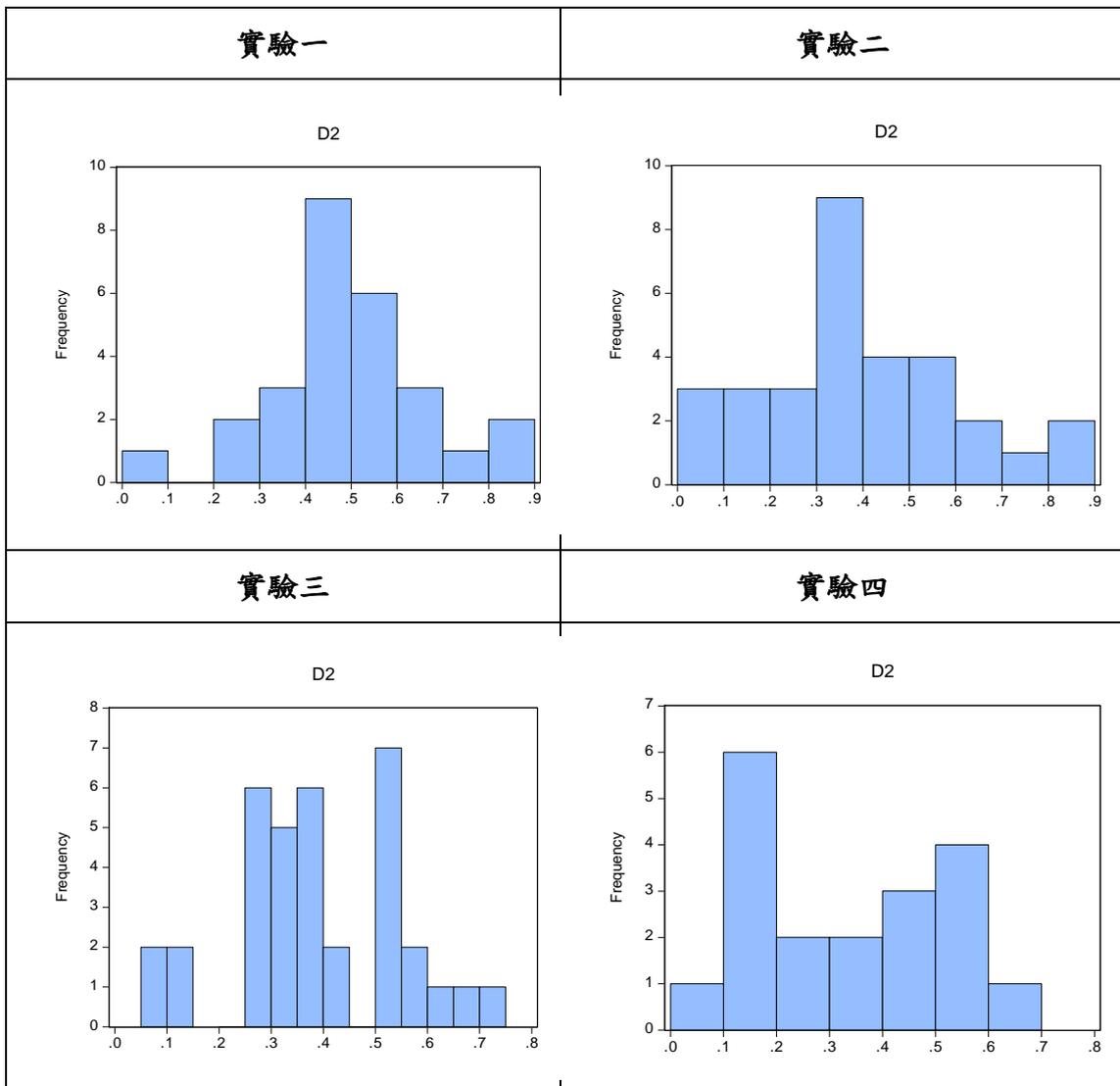


圖 4.8 各實驗平均 D_2 的次數分配圖

綜合以上 3 種個體行為的初步分析， D_{11} 與 D_{12} 是用來測量受測者的預期行為是否與傳統預期行為模式一致，供給方會根據自己的預期價格來做產量決策，所以 D_{11} 與 D_{12} 越小越好。而 D_2 則是用來測量受測者的行為是否能在供需法則的概念下，試圖賺取更多的利潤，也就對於市場價格如何變動的認知強不強烈。這 3 種距離指標是為了將實驗結果與傳統蛛網模型做比較，藉此來檢視受測者的行為模式，所以為了觀察每一位受測者的距離指標關係，我們將使用平均距離散佈圖。

在平均距離散佈圖中，圖中的點越偏向圖形左側，其行為模式越符合傳統蛛網理論。圖 4.9 到圖 4.12 為各個實驗的 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖，縱座標為 D_2 距離，橫座標為 D_{11} 距離，我們初步觀察可發現不穩定市場其分布較為分散，而穩定市場則較為偏向左側。

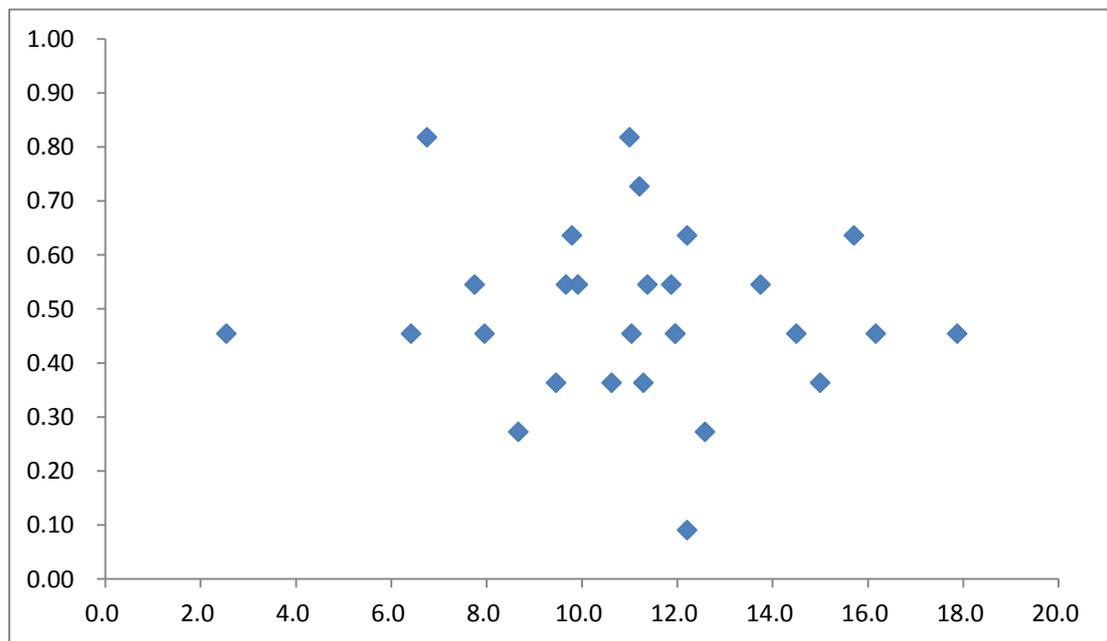


圖 4.9 實驗一 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖

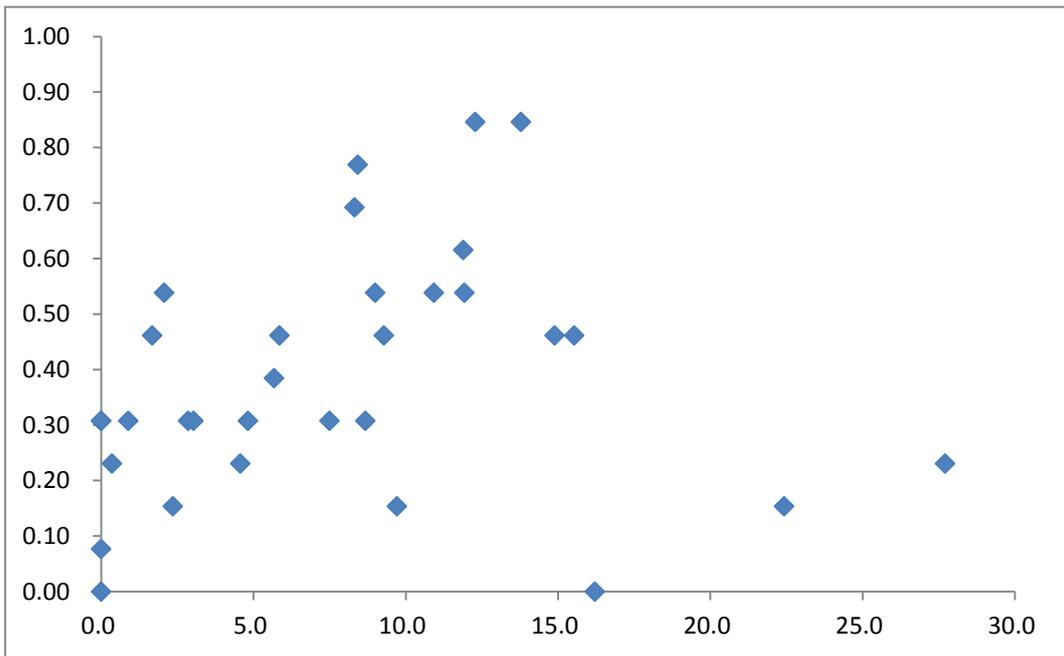


圖 4.10 實驗二 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖

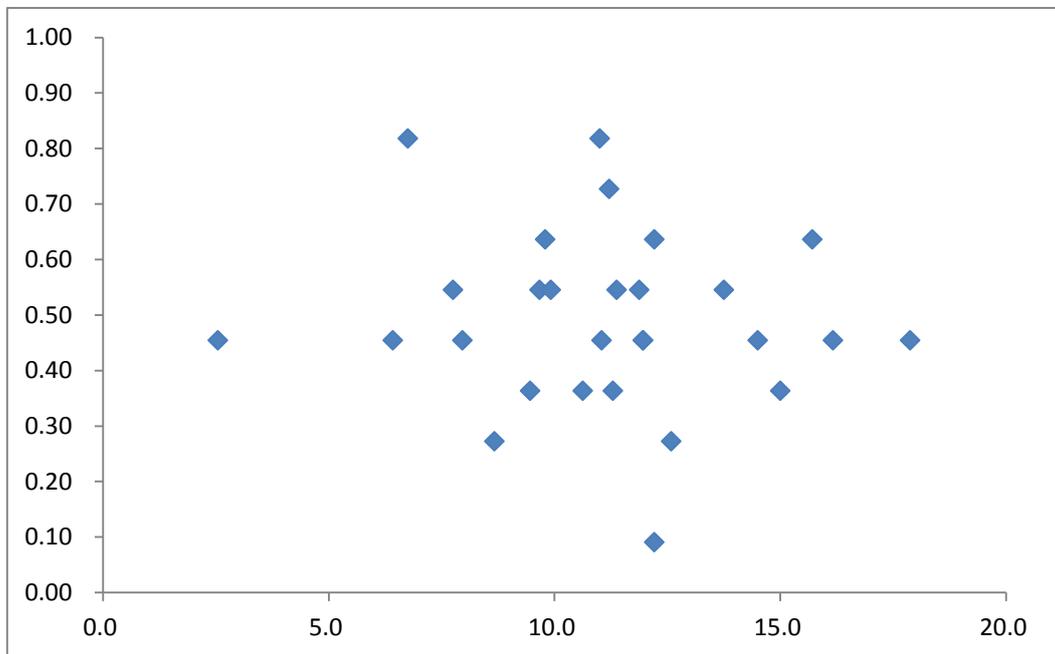


圖 4.11 實驗三 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖

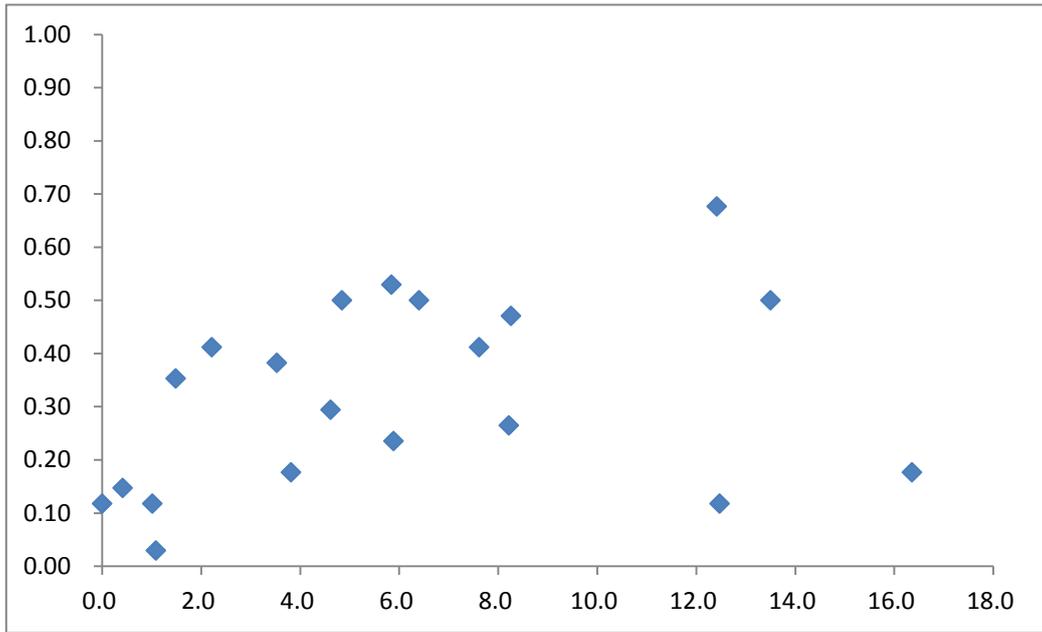


圖 4.12 實驗四 D_{11} 和 D_2 平均距離散佈圖

圖 4.13 到圖 4.16 為各個實驗的 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖，縱座標為 D_2 距離，橫坐標為 D_{12} 距離，我們可從圖形中發現一樣的情況，也就是不穩定市場其分佈較為分散，而穩定市場則偏向圖形左半部。

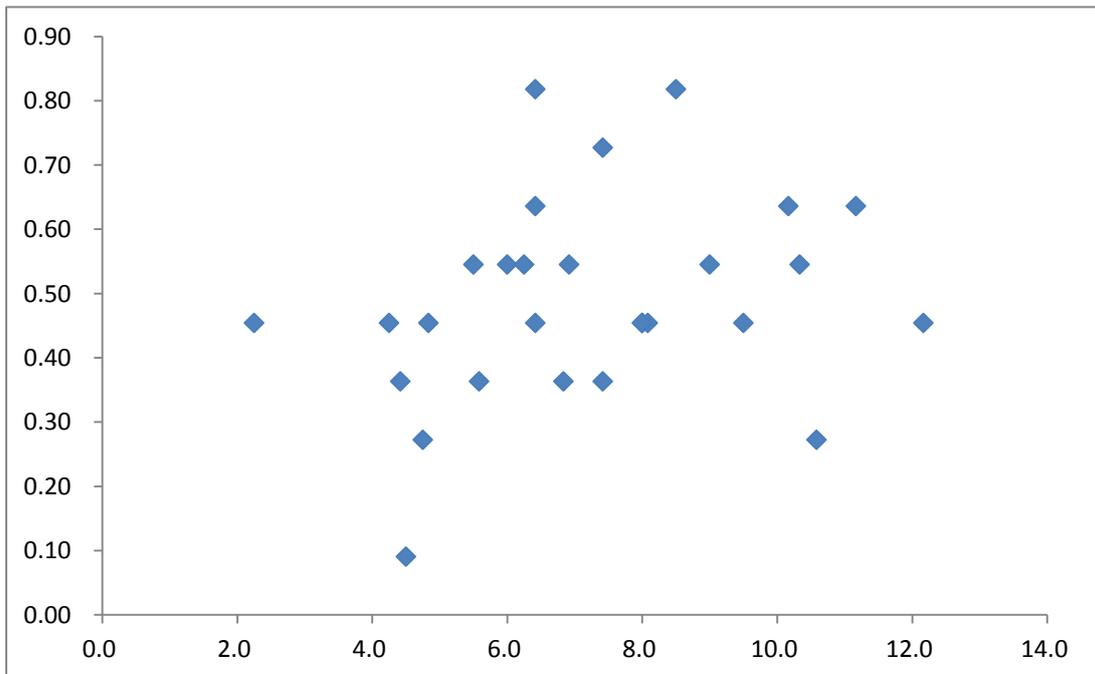


圖 4.13 實驗一 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖

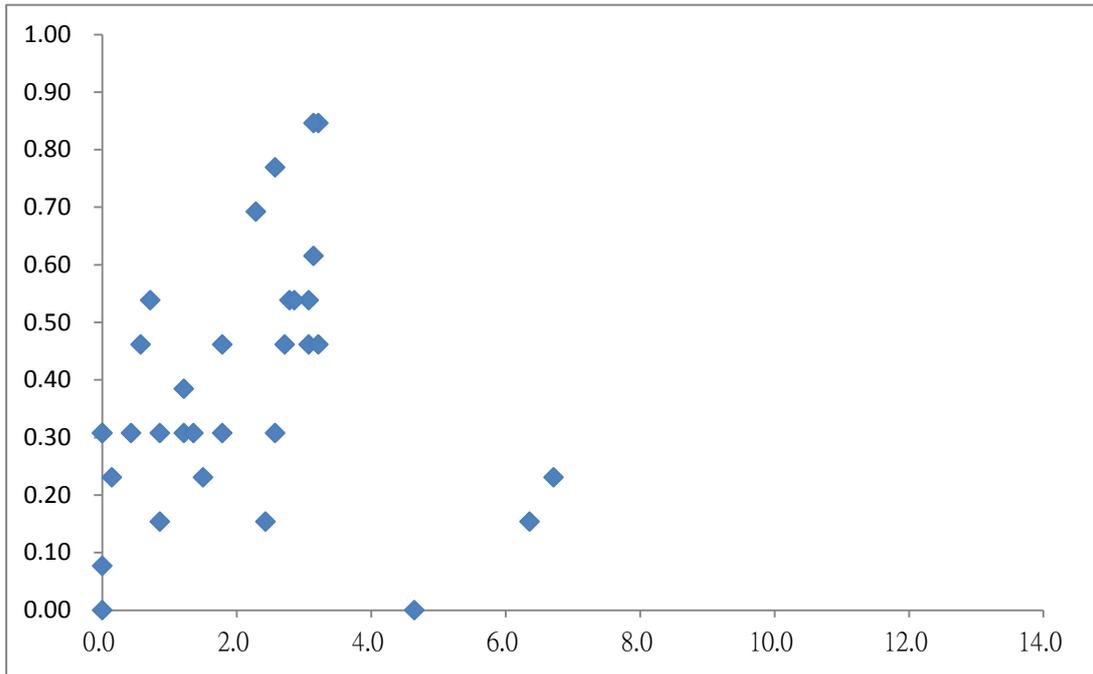


圖 4.14 實驗二 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖

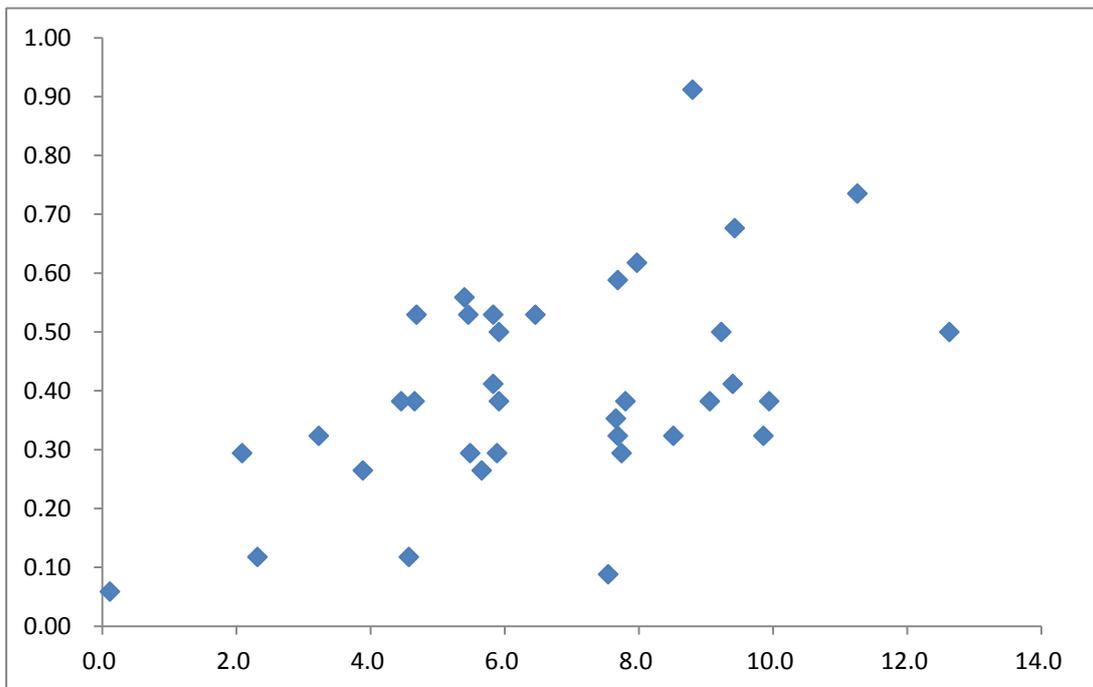


圖 4.15 實驗三 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖

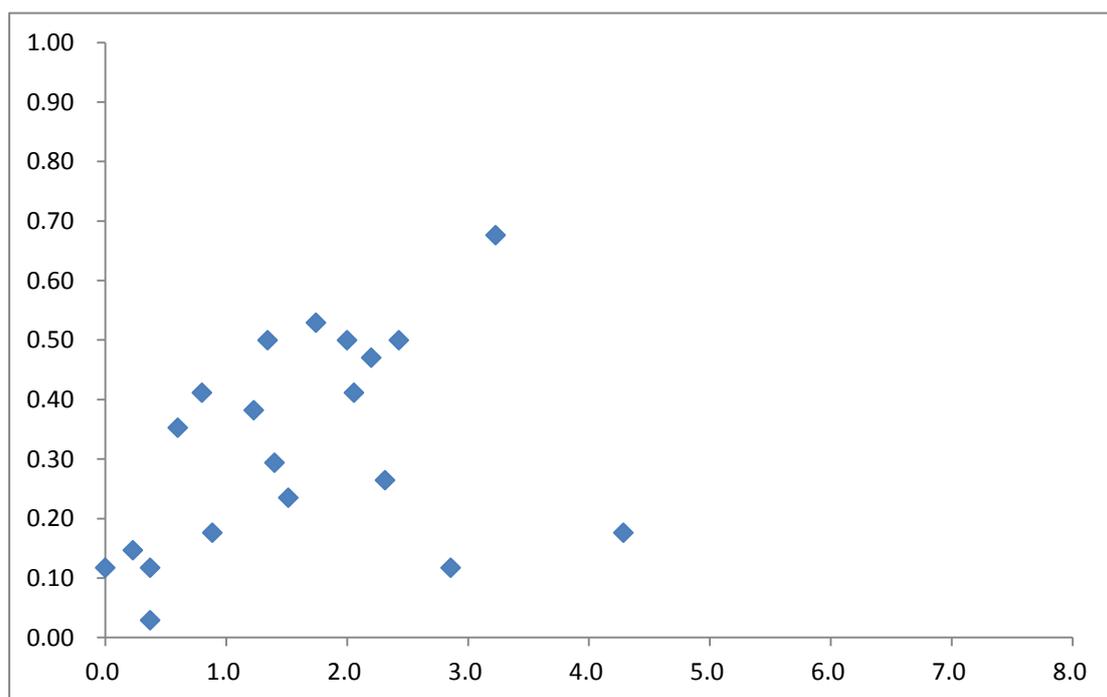


圖 4.16 實驗四 D_{12} 和 D_2 平均距離散佈圖

從以上個體層面的距離差異的分析來說， D_{11} 和 D_{12} 的結果表示我們實驗中大部分的受測者並沒有以自己預期價格來決定產量決策的行為，而是明顯的偏離傳統模式。這表示過去文獻的假設可能無法完全解釋受測者的行為。如 Hommes 只做價格決策，產量決策則不做探討；Johnson & Plott (1989)做數量決策，當要進行模型配適時，所使用的預期價格，則是作者透過利潤表所對應出來的價格，並非來自於受測者的第一手資料。 D_2 的結果則可以說明是否有利潤上的誘因，讓他偏離均衡價格。因為本次的受測者皆為剛學習過完全競爭理論的學生，一般來說，課堂上的學習讓他們有價格接受者(price taker)的概念，所以當他們預期價格就應當在對應的產量上作決策，但是在 D_2 的測量中，我們發現或多或少受測者都有試圖去影響市場價格的行為，也就是價格制定者(price maker)，當然其結果有可能好，有可能壞。因此我們將透過迴歸分析來檢定利潤與這些距離指標之間的關係。

4.5 迴歸分析

在上一節中我們使用 3 種距離差距來分析受測者的行為模式，試圖找出不同市場供需結構中個體行為之間的差異性，因此本節將使用複迴歸模型(multiple regression model)，來探討這些行為距離差距對於利潤的影響。

首先在解釋變數設定方面，由於測量受測者行為是否符合傳統預期模式的 D_{11} 與 D_{12} ，其測量方式相當接近，因此我們將透過 JB test(表 4.7)來選取比較接近常態分配的 D_{12} 以及 D_2 做為複迴歸模型的解釋變數，迴歸式如下：

$$Y_i = \alpha_i + \beta_1 D_{12,i} + \beta_2 D_{2,i} + \varepsilon_i \quad (17)$$

其中下標 i 表示第 i 個受測者， Y_i 是被解釋變數(平均利潤)， D_{11} 與 D_{12} 皆取平均值， α 為截距項， β_1 與 β_2 為第 i 解釋變數的迴歸係數， ε 為殘差項。

透過最小平方法(ordinary least squares)我們可以得到表 4.8 的結果， D_2 距離差距在各個實驗中皆不顯著，這個結果我們認為是合理的，當受測者有 D_2 的行為的時候是不理性的，因為 D_2 行為是需要很多假設來支持他，如：假設其他條件不變。而在 D_{12} 距離差距中，我們發現利潤與 D_{12} 在實驗一中 5% 顯著水準下有顯著負向關係，在實驗二、實驗三與實驗四中 1% 顯著水準下有顯著負向關係，這表示受測者 D_{12} 距離差距越大受測者利潤越小。對於這個結果我們感興趣的地方在於受測者是如何偏離均衡價格，並且是否會從中學習。

表 4.8 利潤與 D_{12} 、 D_2 之迴歸結果

解釋變數	實驗一	實驗二	實驗三	實驗四
截距項	7.98*** (17.46121)	24.31*** (7.89968)	10.33*** (12.23619)	32.55*** (6.095773)
D_{12}	-2.23** (1.928978)	-5.51*** (2.116887)	-2.94*** (1.82874)	-4.46*** (2.658974)
D_2	-0.15 (28.40474)	0.97 (16.14327)	0.43 (26.91809)	0.25 (16.601)

* 顯著水準 10% 以*表示、5% 以**表示和 1% 以***表示。括號內數字為估計值之標準差。

首先我們先觀察受測者在實驗中的預期行為，圖 4.17 為不穩定市場實驗一 1a(第 1 組第 1 位) 受測者的動態圖，為了清楚呈現，此圖縱座標與橫坐標只取用受測者的決策範圍。黃色部分為在每一個預期價格下，所對應的最適個人產量，藍色圈圈代表實驗一 1a 受測者的預期價格與產量選擇的決定，紅色圈圈代表市場價格與實驗一 1a 受測者的產量決策所對應的利潤。一開始受測者預期 $P_1^e = 30$ ，產量決策為 5，市場結清後市場價格為 20.5，第 1 期利潤為 71.3； $P_2^e = 30$ ，產量決策為 8，市場結清後市場價格為 21.5，第 2 期利潤為 131，之後以此類推。

從這一系列的動態我們可以將受測者的行為分成 4 種模式：

1. 不符合供需法則。
2. 符合供需法則。
3. 預期價格不變，個人產量變動。
4. 個人產量不變，預期價格變動。

第 1 種行為模式是預期價格上升，增加產量；預期價格下降，減少產量。這種行為容易發生在實驗的初期，因為通常受測者在進入未知的市場時，對於供需函數的形式感覺不夠強烈，如圖 4.17 的第 1 期到第 4 期，由於利潤不斷增加(71.3 → 131 → 235 → 251.3)，所以會有這種認知上的錯誤。第 3 種行為模式發生時，受測者變成單純在做價格的猜測，如圖 4.17 的第 8 期到第 10 期，這也是因為利潤持續的再增加。第 4 種行為模式，有可能是受測者對於掌握其他人的決策有信心，也就是他會透過自己產量的變動，試圖讓總產量固定不變，如圖 4.17 的第 4 期到第 5 期，但這並不容易實現。第 2 種行為模式是符合供需法則，受測者通常想要透過產量的變動來影響市場價格以追求最大利潤，如受測者在第 5 期獲得利潤 146，因此他在下一期的決策中，選擇會獲利 150 的組合；或是在第 10 期獲得利潤 175(這是在價格 15 下的最適產量)，所以如果在最大利潤的假設下，要得到更多的利潤，產量決策也應當為 20 單位(實驗設計所限)，但它卻減少產量試圖提高市場價格，獲取比 175 更高的利潤。

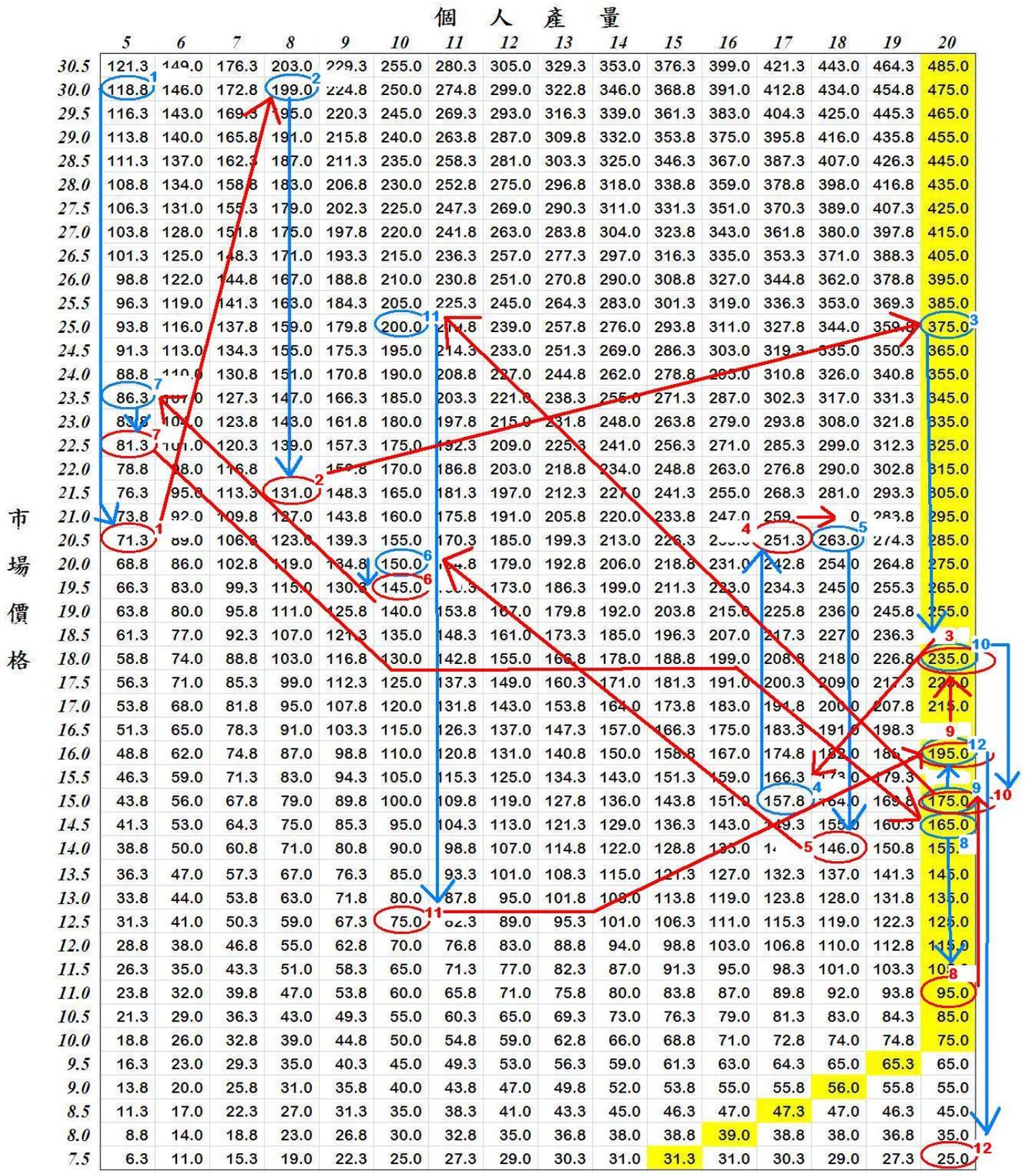


圖 4.17 實驗一 1a 預期動態圖

圖 4.18 為穩定市場實驗二 1b (第 1 組第 2 位) 受測者的動態圖，我們也可以從圖中觀察到與圖 4.17 相同的 4 種模式，其中符合供需法則的第 2 種行為模式從第 3 期到第 10 期，第 10 期之後都呈現第 4 種行為模式，也就是產量不變，預期價格做變動。

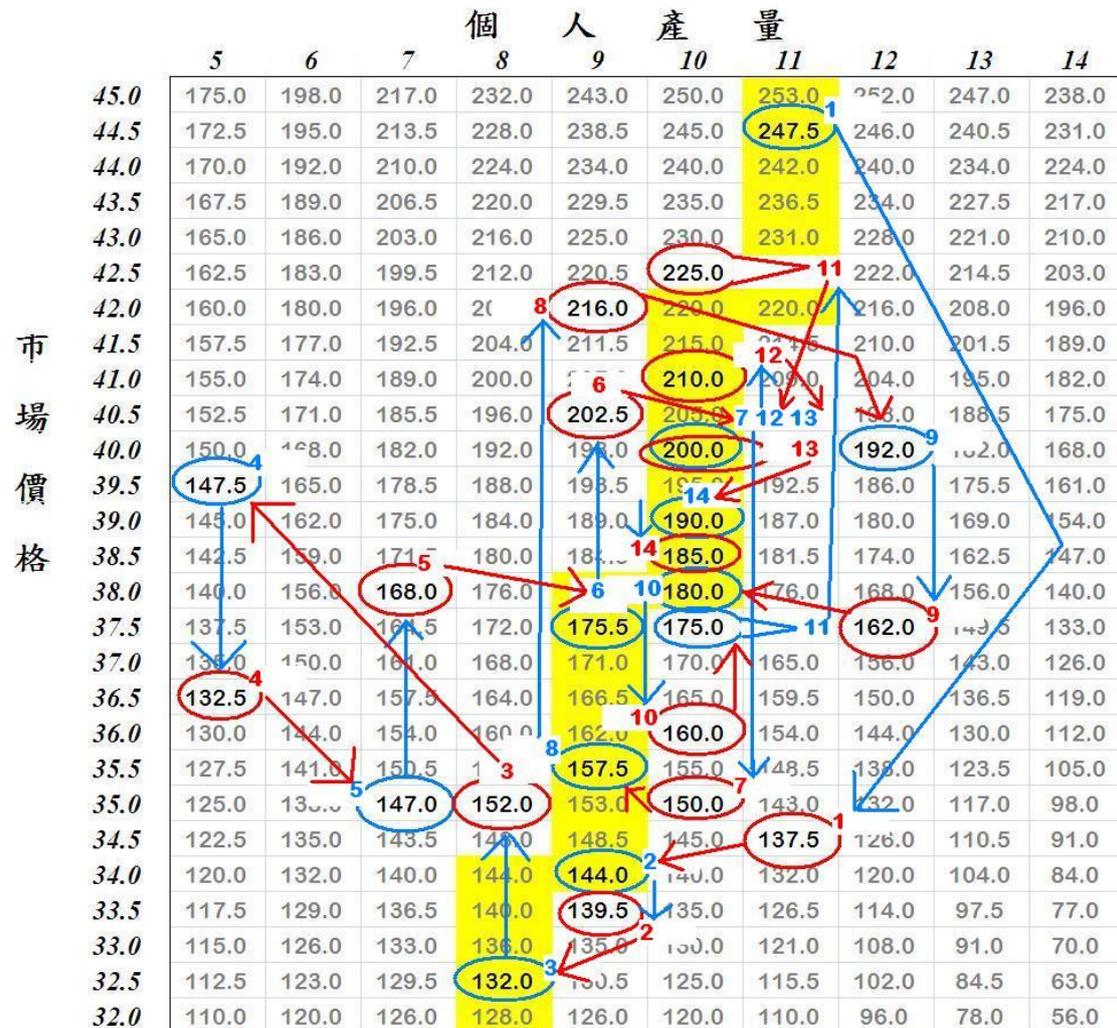


圖 4.18 實驗二 1b 預期動態圖

圖 4.17 與圖 4.18 的例子是選取在實驗中平均 D_{12} 為眾數之一的受測者，我們發現在穩定市場中，受測者的行為是圍繞在最適產量附近波動，並且相對於不穩定市場其波動是比較靠近於最適產量，但是由於在實驗中受測者的預期行為很紛雜，因此我們將討論是否因為市場供需結構的不同影響受測者的行為。

在本文實驗中，不穩定市場與穩定市場的需求曲線斜率剛好都是-0.5，也就是 $dP/dQ = -0.5$ ，這表示當總產量增加 1 單位時，市場價格就會減少 0.5 單位，反之亦然。因此我們想知道當受測者處於最適產量的位置時，不同市場供需結構所面臨的偏離動機是否有差異。

圖 4.19 為不穩定市場利潤表縮圖³，當受測者處於均衡價格的位置時(紅色部分)以及有供需函數資訊下，偏離的動機可分成 3 個部分討論。

1. 在受測者行為符合供需法則和其他條件不變之下，受測者只能透過減產來獲取更大的利潤(黃色部分)。
2. 當把其他條件不變的假設放鬆之後
 - ◇ 當市場其他受測者的供給量加總是減少時，受測者的減產行為會使偏離動機大幅增加(藍色部分)。
 - ◇ 當市場其他受測者的供給量總起是增加時，只要增加幅度小於受測者的減產幅度時，受測者還是有機會獲得比 39 單位更多的利潤(綠色部分)。
3. 再把受測者行為符合供需法則的假設放鬆之後，當市場其他受測者的供給量加總是減少時，只要減少幅度大於受測者增產(或不變)的幅度，受測者是有動機偏離的(橘色部分)。

圖 4.20 為穩定市場利潤表縮圖，與圖 4.19 的不同之處在於受測者在其他假設不變下，減產空間最多只到 2 單位，超過 2 單位則會有利潤損失。放鬆其他條件下，受測者增加獲利的機會大幅減少，並且可以發現在穩定市場中沒有綠色部分，也就是只要市場其他受測者的供給量總起是增加時，受測者一定沒有機會獲取更多的利潤。

³ 圖 4.19 與圖 4.20 為了清楚呈現，均衡點的相對位置與截取範圍皆相同。

		個人產量											
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
市場價格	16.5	103.3	115.0	126.3	137.0	147.3	157.0	166.3	175.0	183.3	191.0	198.3	205.0
	16.0	98.8	110.0	120.8	131.0	140.8	150.0	158.8	167.0	174.8	182.0	188.8	195.0
	15.5	94.3	105.0	115.3	125.0	134.3	143.0	151.3	159.0	166.3	173.0	179.3	185.0
	15.0	89.8	100.0	109.8	119.0	127.8	136.0	143.8	151.0	157.8	164.0	169.8	175.0
	14.5	85.3	95.0	104.3	113.0	121.3	129.0	136.3	143.0	149.3	155.0	160.3	165.0
	14.0	80.8	90.0	98.8	107.0	114.8	122.0	128.8	135.0	140.8	146.0	150.8	155.0
	13.5	76.3	85.0	93.3	101.0	108.3	115.0	121.3	127.0	132.3	137.0	141.3	145.0
	13.0	71.8	80.0	87.8	95.0	101.8	108.0	113.8	119.0	123.8	128.0	131.8	135.0
	12.5	67.3	75.0	82.3	89.0	95.3	101.0	106.3	111.0	115.3	119.0	122.3	125.0
	12.0	62.8	70.0	76.8	83.0	88.8	94.0	98.8	103.0	106.8	110.0	112.8	115.0
	11.5	58.3	65.0	71.3	77.0	82.3	87.0	91.3	95.0	98.3	101.0	103.3	105.0
	11.0	53.8	60.0	65.8	71.0	75.8	80.0	83.8	87.0	89.8	92.0	93.8	95.0
	10.5	49.3	55.0	60.3	65.0	69.3	73.0	76.3	79.0	81.3	83.0	84.3	85.0
	10.0	44.8	50.0	54.8	59.0	62.8	66.0	68.8	71.0	72.8	74.0	74.8	75.0
	9.5	40.3	45.0	49.3	53.0	56.3	59.0	61.3	63.0	64.3	65.0	65.3	65.0
	9.0	35.8	40.0	43.8	47.0	49.8	52.0	53.8	55.0	55.8	56.0	55.8	55.0
	8.5	31.3	35.0	38.3	41.0	43.3	45.0	46.3	47.0	47.3	47.0	46.3	45.0
	8.0	26.8	30.0	32.8	35.0	36.8	38.0	38.8	39.0	38.8	38.0	36.8	35.0
	7.5	22.3	25.0	27.3	29.0	30.3	31.0	31.3	31.0	30.3	29.0	27.3	25.0
	7.0	17.8	20.0	21.8	23.0	23.8	24.0	23.8	23.0	21.8	20.0	17.8	15.0
6.5	13.3	15.0	16.3	17.0	17.3	17.0	16.3	15.0	13.3	11.0	8.3	5.0	
6.0	8.8	10.0	10.8	11.0	10.8	10.0	8.8	7.0	4.8	2.0	-1.3	-5.0	
5.5	4.3	5.0	5.3	5.0	4.3	3.0	1.3	-1.0	-3.8	-7.0	-10.8	-15.0	
5.0	-0.3	0.0	-0.3	-1.0	-2.3	-4.0	-6.3	-9.0	-12.3	-16.0	-20.3	-25.0	

圖 4.19 不穩定市場之偏離動機範圍

		個人產量											
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
市場價格	48.5	127.5	162.0	192.5	219.0	241.5	260.0	274.5	285.0	291.5	294.0	292.5	287.0
	48.0	126.0	160.0	190.0	216.0	238.0	256.0	270.0	280.0	286.0	288.0	286.0	280.0
	47.5	124.5	158.0	187.5	213.0	234.5	252.0	265.5	275.0	280.5	282.0	279.5	273.0
	47.0	123.0	156.0	185.0	210.0	231.0	248.0	261.0	270.0	275.0	276.0	273.0	266.0
	46.5	121.5	154.0	182.5	207.0	227.5	244.0	256.5	265.0	269.5	270.0	266.5	259.0
	46.0	120.0	152.0	180.0	204.0	224.0	240.0	252.0	260.0	264.0	264.0	260.0	252.0
	45.5	118.5	150.0	177.5	201.0	220.5	236.0	247.5	255.0	258.5	258.0	253.5	245.0
	45.0	117.0	148.0	175.0	198.0	217.0	232.0	243.0	250.0	253.0	252.0	247.0	238.0
	44.5	115.5	146.0	172.5	195.0	213.5	228.0	238.5	245.0	247.5	246.0	240.5	231.0
	44.0	114.0	144.0	170.0	192.0	210.0	224.0	234.0	240.0	242.0	240.0	234.0	224.0
	43.5	112.5	142.0	167.5	189.0	206.5	220.0	229.5	235.0	236.5	234.0	227.5	217.0
	43.0	111.0	140.0	165.0	186.0	203.0	216.0	225.0	230.0	231.0	228.0	221.0	210.0
	42.5	109.5	138.0	162.5	183.0	199.5	212.0	220.5	225.0	225.5	222.0	214.5	203.0
	42.0	108.0	136.0	160.0	180.0	196.0	208.0	216.0	220.0	220.0	216.0	208.0	196.0
	41.5	106.5	134.0	157.5	177.0	192.5	204.0	211.5	215.0	214.5	210.0	201.5	189.0
	41.0	105.0	132.0	155.0	174.0	189.0	200.0	207.0	210.0	209.0	204.0	195.0	182.0
	40.5	103.5	130.0	152.5	171.0	185.5	196.0	202.5	205.0	203.5	198.0	188.5	175.0
	40.0	102.0	128.0	150.0	168.0	182.0	192.0	198.0	200.0	198.0	192.0	182.0	168.0
	39.5	100.5	126.0	147.5	165.0	178.5	188.0	193.5	195.0	192.5	186.0	175.5	161.0
	39.0	99.0	124.0	145.0	162.0	175.0	184.0	189.0	190.0	187.0	180.0	169.0	154.0
38.5	97.5	122.0	142.5	159.0	171.5	180.0	184.5	185.0	181.5	174.0	162.5	147.0	
38.0	96.0	120.0	140.0	156.0	168.0	176.0	180.0	180.0	176.0	168.0	156.0	140.0	
37.5	94.5	118.0	137.5	153.0	164.5	172.0	175.5	175.0	170.5	162.0	149.5	133.0	
37.0	93.0	116.0	135.0	150.0	161.0	168.0	171.0	170.0	165.0	156.0	143.0	126.0	

圖 4.20 穩定市場之偏離動機範圍

以上圖形分析發現，當受測者處於均衡價格的狀態下，受測者會沒有增加產量的動機，因為從利潤表的觀察中，增加產量只會讓自己的利潤下降。除此之外，當受測者試圖選擇減少產量來獲得更多利潤的時候，不穩定市場的選擇範圍是比穩定市場來得大，這表示在不穩定市場中偏離均衡價格的動機會來得比較強烈。

接下來我們將透過實驗數據，來說明不同市場結構下偏離動機的影響。圖 4.21 和圖 4.22 為不穩定市場結構的平均利潤與平均產量差距的時間序列圖，我們發現有明顯的趨勢，當受測者偏離最適的產量決策所帶來的利潤在大部分的情況下是呈現增加。圖 4.23 和圖 4.24 為穩定市場結構的平均利潤與平均產量差距的時間序列圖，在圖 4.23 中利潤與產量差距的關係似乎不是很明顯，然而在實驗期比較長的實驗四中，圖 4.24，可以觀察到在中後期時，偏離最適產量往往會造成利潤的損失。總合來說，在不穩定市場的受測者面臨的偏離動機較大，通常會造成市場價格的不穩定，透過本研究的實驗數據也可以得到支持⁴。

⁴ 此外，我們還繪製了利潤與未取絕對值的產量差距的平均時間序列圖，在不穩定市場中利潤與產量差距有明顯的正向關係；在穩定市場中，兩序列走勢則較為分雜，附錄二。

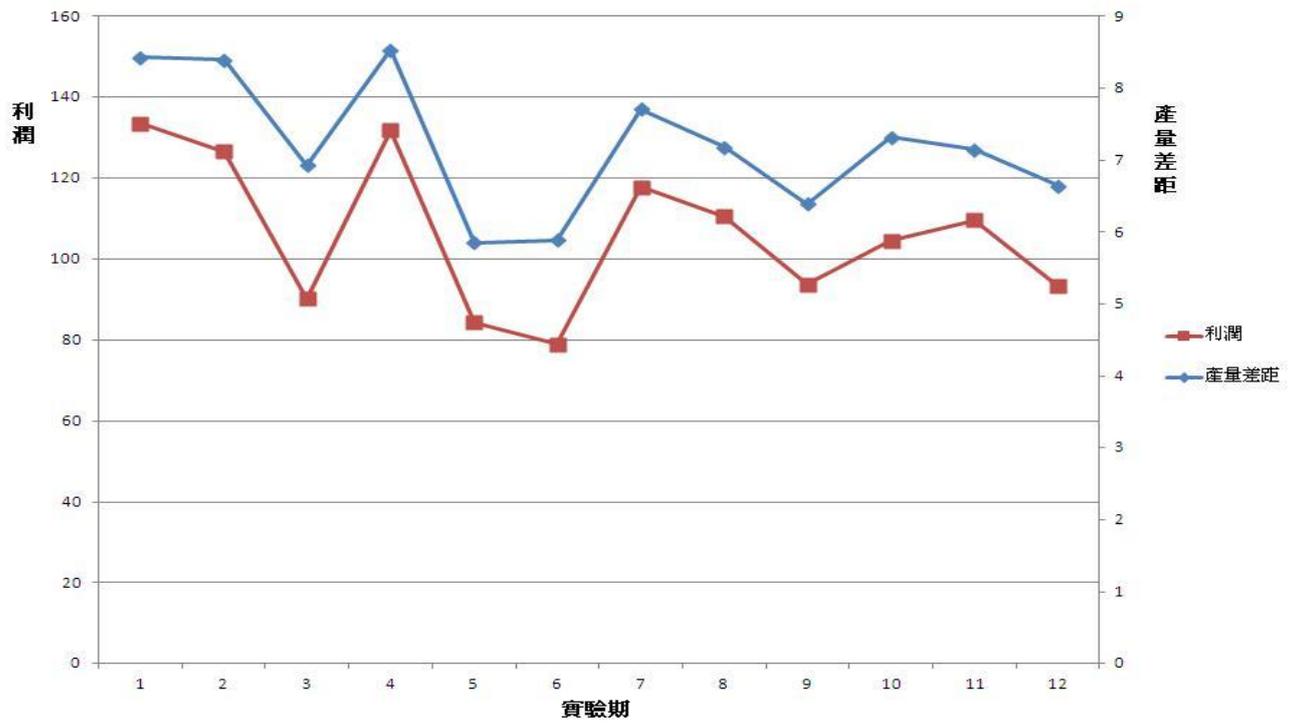


圖 4.21 實驗一 利潤與產量差距(D₁₂)的時間序列圖

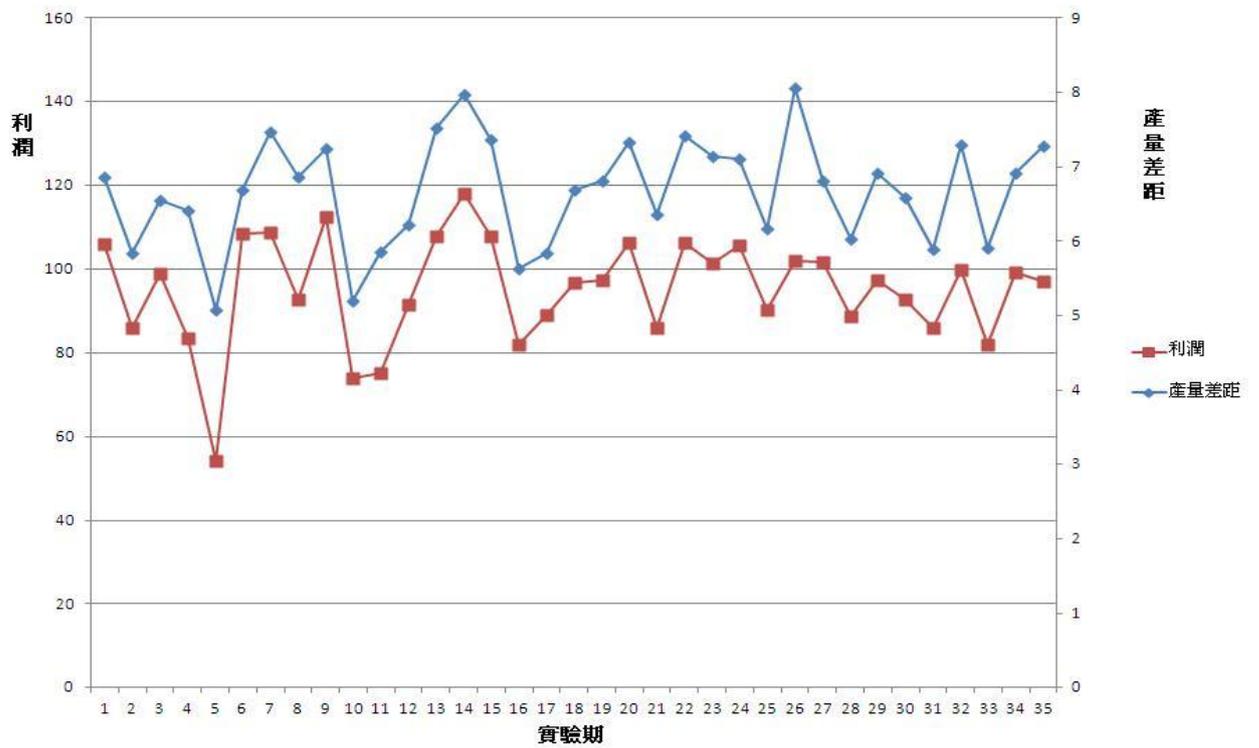


圖 4.22 實驗三 利潤與產量差距(D₁₂)的時間序列圖

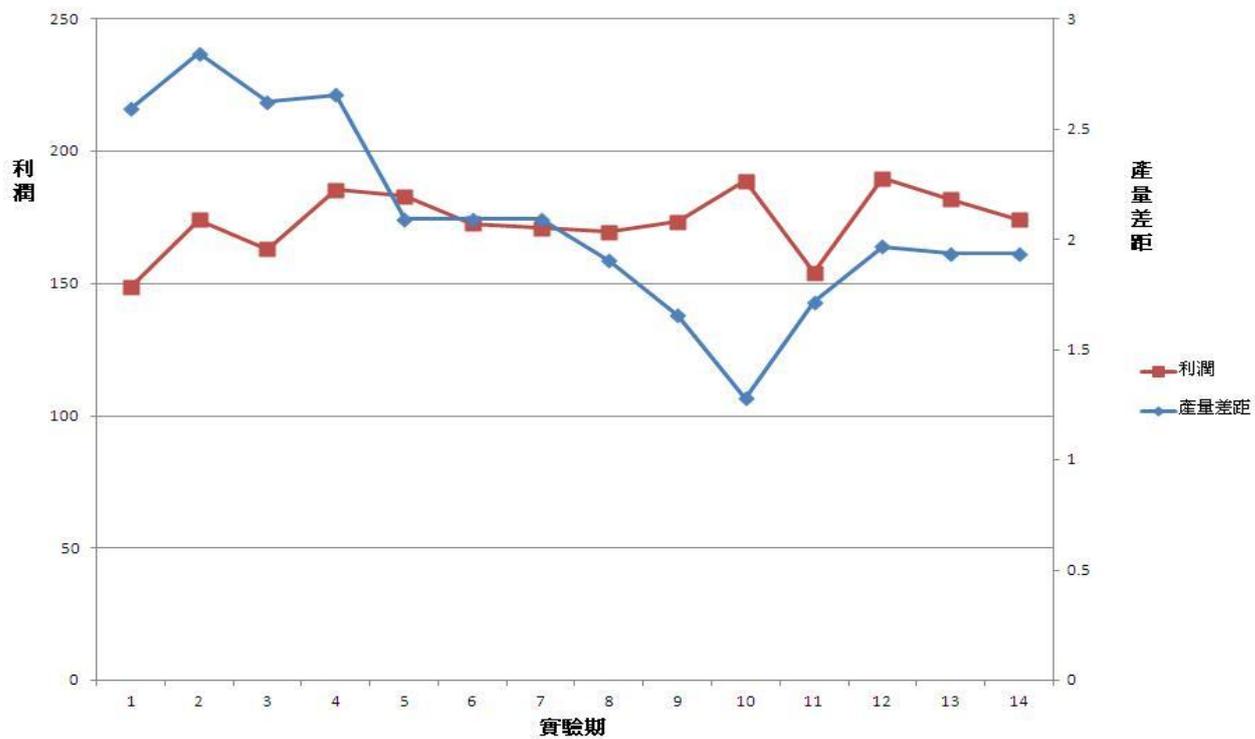


圖 4.23 實驗二 利潤與產量差距(D12)的時間序列圖

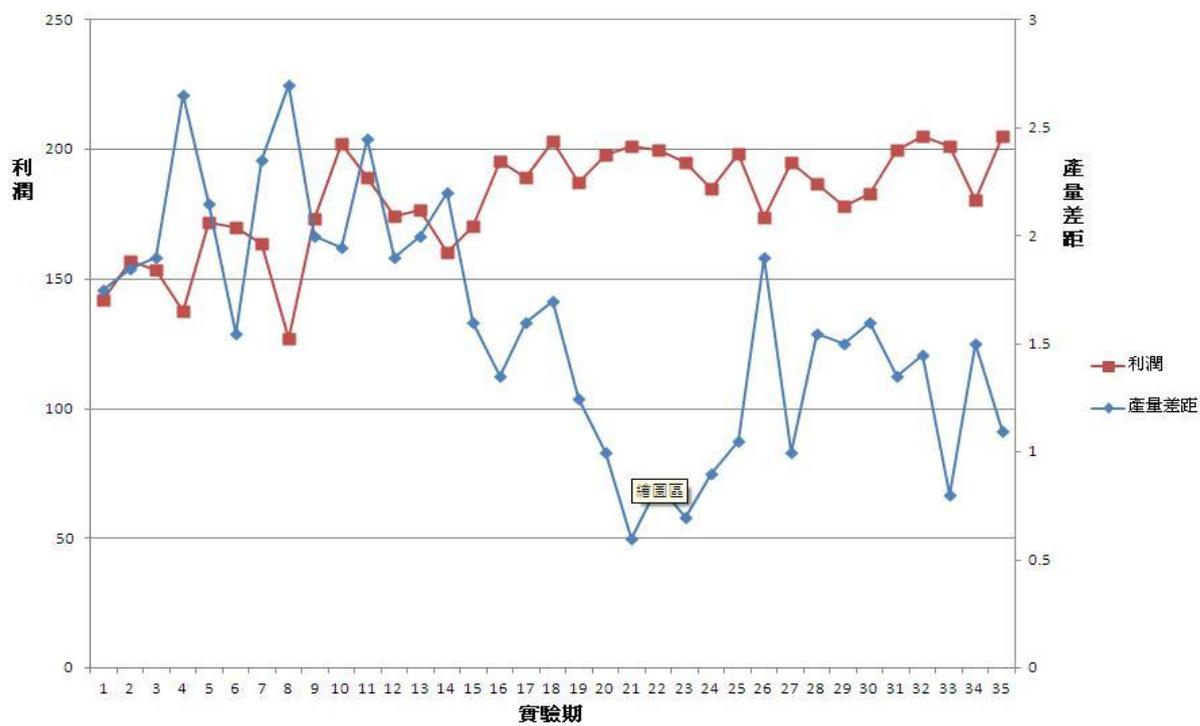


圖 4.24 實驗四 利潤與產量差距(D12)的時間序列圖

但是由於本實驗的受測者對於市場的供需函數是沒有資訊的，所以在實驗中的受測者雖然可以透過利潤表知道決策行為的方向性，卻不知道效果的強弱。另外在實驗中受測者是知道有互動的因素存在，所以在決策時往往會受到其他人的影響。在有限理性下，受測者是很難區分這些情況，因此受測者只能透過 try and error 來進行。

根據我們迴歸分析的結果發現產量差距 D_{12} 是和利潤成負向關係，所以接下來我們將分析不同市場供需結構下，受測者是否可以透過 try and error 的過程，了解到偏離最適產量對於利潤是有損失的，簡單來說就是受測者在實驗過程中是否有學習的效果。

這裡我們採用 Hommes et al. (2007)的方法，將受測者的 4 期實驗期間劃分成 1 個時段，在每 1 個時段中求取受測者的平均 D_{12} 距離差距與平均利潤，藉此計算每一位受測者的相關係數(correlation coefficient)，所以實驗一會分成 3 個時段、實驗二為 4 個時段以及實驗三和實驗四分為 9 個時段。在假設有學習效果下，當 $0 \leq \text{corr}(\text{avgProfit}, \text{avg}D_{12}) \leq 1$ ，簡稱正相關類型，代表受測者學不會或是學習錯誤(是 D_{12} 越大利潤越大)；當 $-1 \leq \text{corr}(\text{avgProfit}, \text{avg}D_{12}) < 0$ ，簡稱負相關類型，代表是有學習效果，也就是隨著 D_{12} 越小利潤就越大。因此我們可以透過相關係數，把每一個實驗的受測者區分成 2 種類型，如表 4.9。

表 4.9 相關類型受測者人數比例

人數比例(%)	正相關類型	負相關類型
實驗一	57%	43%
實驗二	18%	82%
實驗三	20%	80%
實驗四	16%	84%

從表 4.9 可知，在產經系中不穩定市場的實驗一的人數比例比穩定市場的實驗二明顯高出許多，然而在統計系不穩定市場的實驗三的人數比例雖然比穩定市場的實驗四高但是卻不明顯。

由於產經系與統計系的實驗有時間長短的差異(1:3)，因此我們將統計系的數據拆成 3 部分來比較。表 4.10 顯示不穩定市場的實驗三在 1~12 期中，正相關類型占 47%，這個結果相對應於實驗一的 57%，這表示在不穩定市場中有一半左右的受測者一開始會想試圖透過 try and error 來賺取更多的利潤，雖然在 13~24 期中有下降的趨勢，但是在 25~35 期的比例又增加，對照上述的總體市場推論，表示不穩定市場供需結構給予受測者較強烈的偏離動機(圖 4.19)，容易造成價格的波動。

表 4.10 統計系相關類型人數比例

人數比例(%)		1~12 期	13~24 期	25~35 期
實驗三	正相關類型	47%	26%	32%
	負相關類型	53%	74%	68%
實驗四	正相關類型	26%	27%	24%
	負相關類型	74%	73%	76%

接下來我們將使用無母數檢定來檢定實驗中 2 種相關係數的受測者的平均 D_{12} 分配是否相同。我們將採用 Mann-Whitney U test 來進行分析，此方法是用來檢定兩母體分配或中位數是否相同，亦是利用兩個樣本的等級和來做檢定。

虛無對立假說如下：

H_0 : 2 種類型的受測者平均 D_{12} 分配相同

H_1 : 2 種類型的受測者平均 D_{12} 分配不同

從表 4.11 我們可以發現在不穩定市場的實驗一與實驗三，檢定結果顯示 2 種類型的受測者平均 D_{12} 分配沒有顯著不同；而在穩定市場供需結構的實驗二與實驗四，檢定結果顯著的說明 2 種類型受測者的平均 D_{12} 分配是不相同的，這表示在穩定市場中大部分的受測者會有學習效果，也就是會隨著時間漸漸縮小 D_{12} 距離差距來獲得更大的利潤。

表 4.11 受測者平均 D_{12} Mann-Whitney U test

平均 D_{12}	Z	p-value
實驗一	-1.138	0.2552
實驗二	-3.592**	0.0381
實驗三	-0.260	0.7950
實驗四	-2.095*	0.0920

* 顯著水準 10% 以*表示、5% 以**表示

Chapter 5 結論與展望

本文以蛛網模型(the cobweb model)討論市場結構與個體決策之間的影響，過去的預期理論認為當供給方面臨蛛網市場時，所使用的預期策略會影響市場收斂與否。在不穩定市場中使用天真預期會發散，如果使用調適性預期或理性預期則會收斂。但是將這些理論應用在真實市場中，我們會發現有許多不合理的地方，如在市場中假設人們都是否使用同質性預期，以及是否先對商品有預期價格再做出產量決策。最後我們的研究重點在於市場供需結構與個體產量決策之影響，過去 Hommes 一系列的價格決策文獻認為異質性是影響市場價格波動的關鍵因素，但是真實市場中市場價格的決定卻是由總供給量所產生，而且他也忽略了市場中個體互動的影響。因此本文將透過真人實驗來研究蛛網模型的問題，我們參考 Carlson(1967)實驗模式同時在不同的市場供需結構下，要求受測者進行價格與產量決策，這樣的實驗設計是為了貼近真實市場，並藉此分析個體在不同市場中是如何做決策，決策行為又會被什麼因素影響。本研究初步的實驗結果是穩定市場會收斂，不穩定市場會發散，對此我們透過統計分析得到幾個結論：

1. 在實驗中預期價格，我們透過模型配適，得到調適性預期是最能解釋受測者行為的預期理論，這個結果和 Hommes (2004a)、Holt & Villamil (1986)與 Johnson & Plott (1989)的文章相同。但是本研究的不穩定市場卻會發散，這與過去文獻用調適性預期來解釋不穩定市場收斂的看法是不同的。
2. Hommes (1999, 2004)的文章使用電腦模擬來進行研究，作者認為不穩定市場會有發散的情況產生是因為異質性預期的影響。但是在本研究中，異質性的策略互動無論是在穩定市場或不穩定市場都會發生。對此我們進一步的分析發現，不同市場供需結構的異質性分散程度會有差異，穩定市場異質性比較集中，不穩定市場異質性比較分散。
3. 透過受測者決策的距離差異(D_{11} & D_{12})分析，發現大部分受測者的預測行為模式，並不像過去文獻假設，只依靠單一價格決策或數量決策就能解釋受測

者的行為。

4. 市場供需結構方面，從本實驗設計中可推論不穩定市場的利潤表會提供比較多的偏離動機給受測者，並且從實驗數據中也可發現一樣的結果，最後透過 Mann-Whitney U test 的檢定可以知道這種差異造成穩定市場的受測者是有學習效果，不穩定市場則沒有。
5. Hommes 一系列的實驗文獻認為策略異質性是影響市場價格波的原因，但是根據本文研究結果發現，在不同的市場供需結構中，其本身的獲利機會就有差異，當受測者透過增/減產來增加利潤時，這種偏離行為會造成市場價格的波動。並且在有限理性下，受測者會透過 try and error 來進行，所以當偏離動機強烈時，也會造成受測者的經驗比較為分雜。總合來說，本文研究認為市場供需結構本身是會影響受測者的策略運用，造成市場價格收斂與否。

根據我們的研究發現以及所遇到的問題，後續研究的方向可能先從供需函數的設計著手，本研究不穩定市場的蛛網比率為 4，是明顯大於穩定條件，但蛛網比率接近於 1 時，實驗結果是否會有不同。除此之外，在利潤表中價格與產量若能調整成 1 比 1 的關係，以及增加市場組成人數，就能更清楚分析受測者的預期行為。再者本實驗中受測者的反饋設計，我們只提供當期市場價格與本身的產量決策，這個結果造成受測者的行為會受到本身的工作記憶(working memory)影響，如果改成提供本身利潤的時間序列，則更能解釋受測者決策與市場供需結構的關係。最後將實驗中受測者的行為歸納出各種模式來進行電腦模擬分析，將對本研究方向能有更深入的探討。

參考文獻

- Carlson, J.A. (1967). "The stability of an experimental market with a supply response lag." *The Southern Economic Journal* 33, 305-321.
- Cyert, R.M. and M.H. DeGroot (1974). "Rational expectations and Bayesian analysis." *Journal of Political Economy* 82, 521-536.
- Ezekiel, M. (1938). "The cobweb theorem." *Quarterly Journal of Economics* 52, 255-280.
- Goodwin, R.M. (1947). "Dynamical coupling with especial reference to markets having production lags." *Econometrica* 15, 181-204.
- Holt, C. A. and A. Villamil (1986). "A Laboratory Experiment with a Single-Person Cobweb." *Atlantic Economic Journal* 14, 51-54.
- Hommes, C.H. (1999). "Cobweb dynamics under bounded rationality." In: *Dockner, E.J., et al. (Eds.), Optimization, Dynamics and Economic Analysis. Essays in Honor of Gustav Feichtinger. Physica-Verlag, Heidelberg*, 134–150.
- Hommes, C.H., J. Sonnemans, J. Tuinstra, and H. van de Velden (2004). "The instability of a heterogeneous cobweb economy: a strategy experiment on expectation formation." *Journal of Economic Behavior and Organization* 54, 453-481.
- Hommes, C.H., J. Sonnemans, J. Tuinstra, and H. van de Velden (2007). "Learning in cobweb experiments." *Macroeconomic Dynamics* 11, 8-33.
- Hommes, C.H., J. Sonnemans, and H. van de Velden (2004a). "Expectation formation in a cobweb economy: some one-person experiments." In: *Delli Gatti, D., Gallegati, M., Kirman, A. (Eds.), Interaction and Market Structure. Essays on Heterogeneity in Economics, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 484. Springer Verlag*, 253–266.
- Johnson, M.D. and C.R. Plott (1989). "The effect of two trading institutions on price expectations and the stability of supply response lag markets." *Journal of Economic Psychology* 10, 189-216.
- Muth, J.F. (1961). "Rational expectations and the theory of price movements." *Econometrica* 29, 315-335.
- Nerlove, M. (1985). "Adaptive expectations and cobweb phenomena." *Quarterly Journal of Economics* 73, 227-240.

附錄一 實驗說明

各位同學好，我們即將要進行的是一個市場實驗，在實驗中，你將扮廠商的角色。每一個市場的供給方都將由**四家**廠商組成。我們會在實驗開始時隨機配對，你將會與其他三個同學配對，在同一個市場中進行產量決策並形成市場的供給。市場的需求者則由電腦扮演，需求者會依照一個固定的需求法則來購買廠商們所生產的產品。商品的價格將由供給及需求共同決定，因此，你與其他三家廠商的總產量將會決定價格的高低。

這個市場實驗將進行 **35 期**，從頭到尾你都會與其他三位固定的同學在同一個市場中進行決策。每一期你都必須決定要生產多少產品。等四家廠商都作完決策後，我們會用總產量和需求曲線算出商品的價格，並且透過螢幕告訴你。在我們告知你價格後，請依照我們所發的利潤表，比對你的產量決策與商品的價格，便可知道你的利潤，然後繼續進行下一期的決策。除此之外，在每一期中除了產量決策外，我們也會請你預測一下商品的價格，請你依照利潤表上所載明的各種可能價格，填入你的預測值。

請注意，產量決策請以整數作答，價格預測則可輸入整數或到小數第一位。若輸入數字超出範圍或格式不對，程式會跳出警告視窗請你重新輸入。請小心輸入，不要把價格預測和產量決策弄錯了。實驗開始之前，我們將進行簡短的測驗，確定你知道如何透過利潤表由自己的產量與商品的價格來找到自己的利潤。實驗結束後，我們將統計你的總利潤，並依此作為平時成績計算的依據。

實驗中**嚴禁交談或偷看別人的決策**，若經警告而一再違反規則，我們將取消你的實驗資格，並以同學們的最低成績再扣百分之五十當作你這次實驗的成績。若對實驗流程與規則有任何的問題，你只能舉手發問，並請在實驗正式開始之前提出。

附錄二 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖

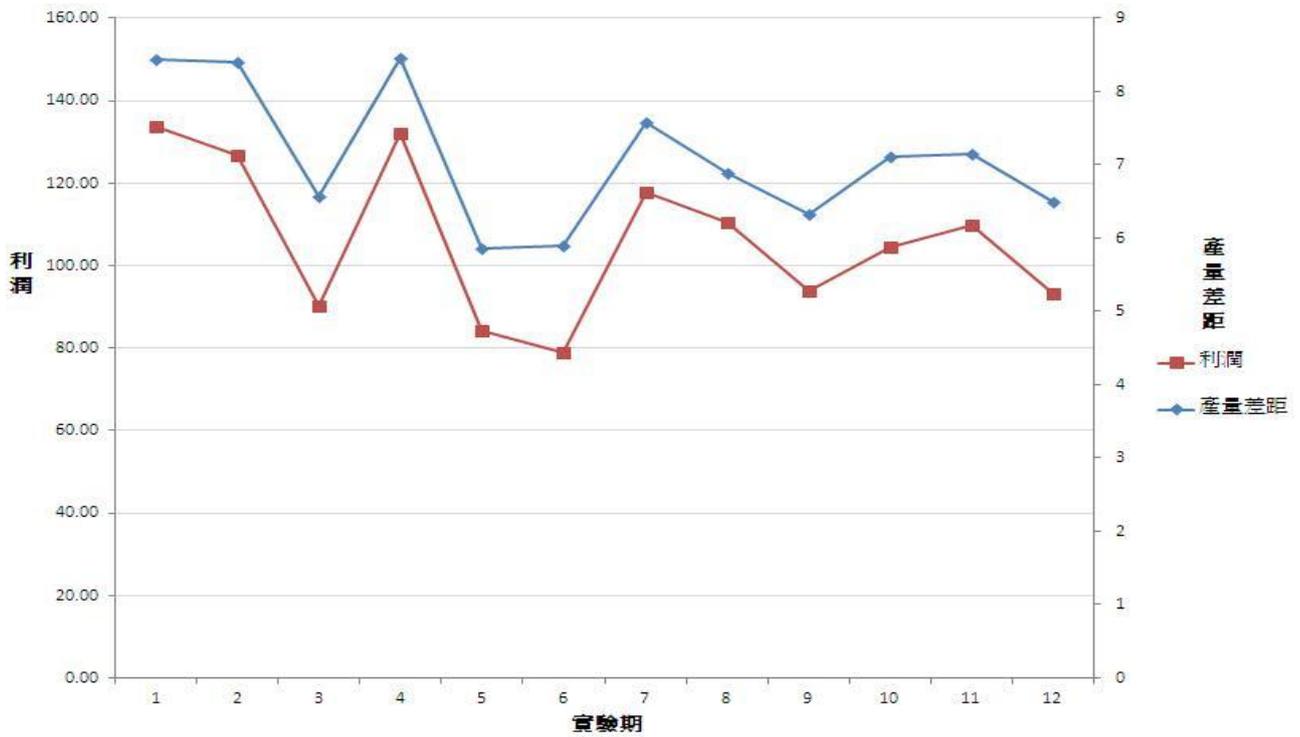


圖 4.25 實驗一 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖

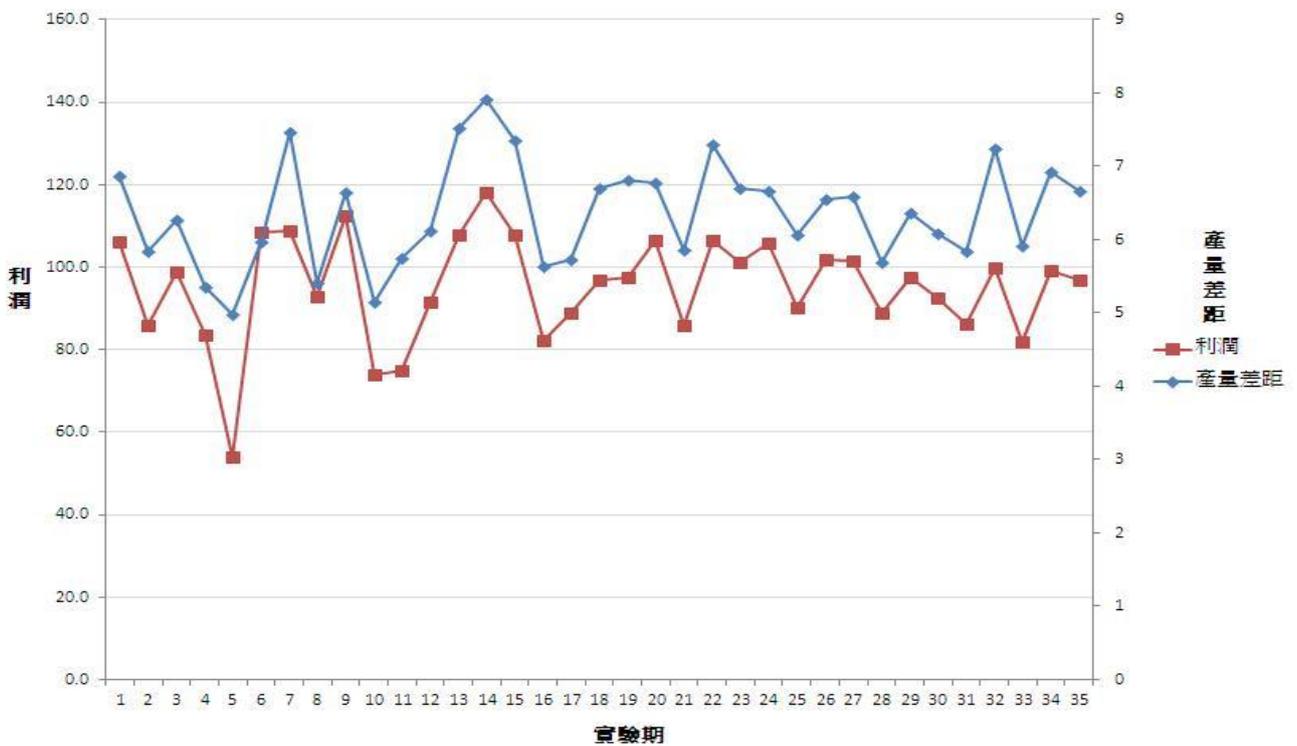


圖 4.26 實驗三 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖

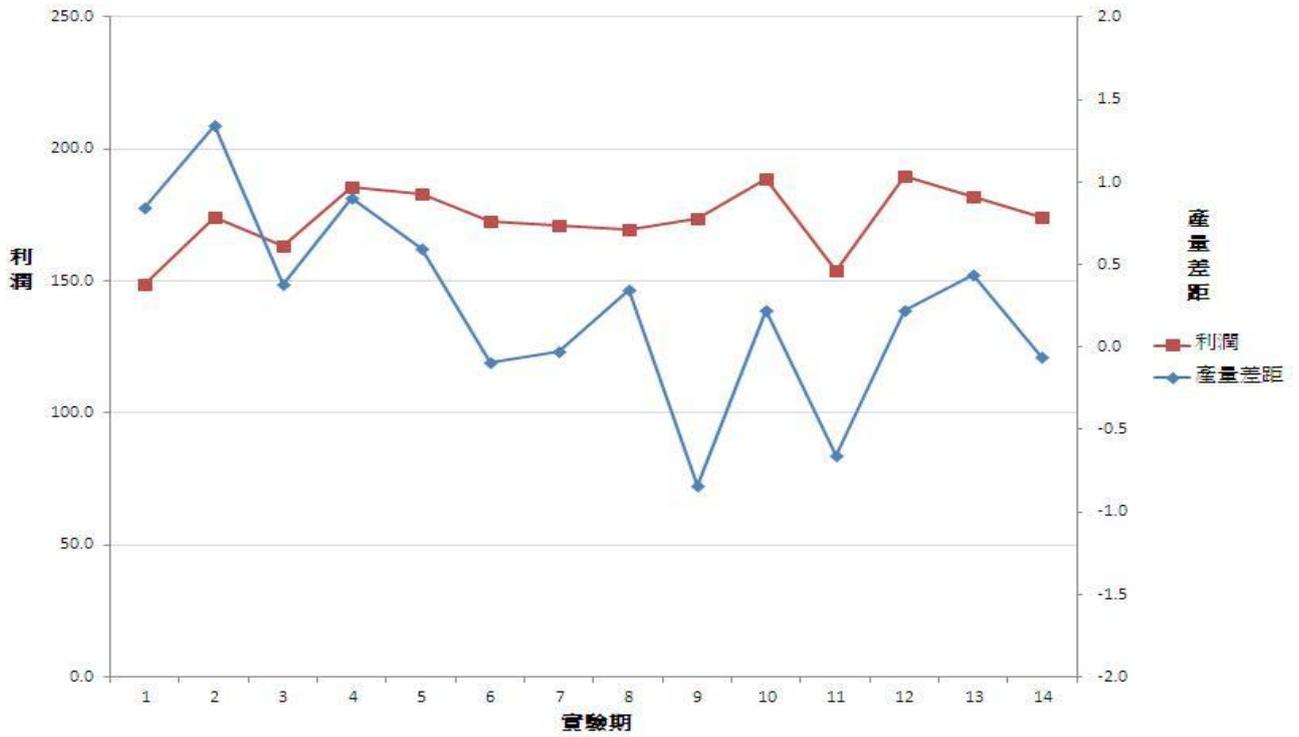


圖 4.27 實驗二 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖

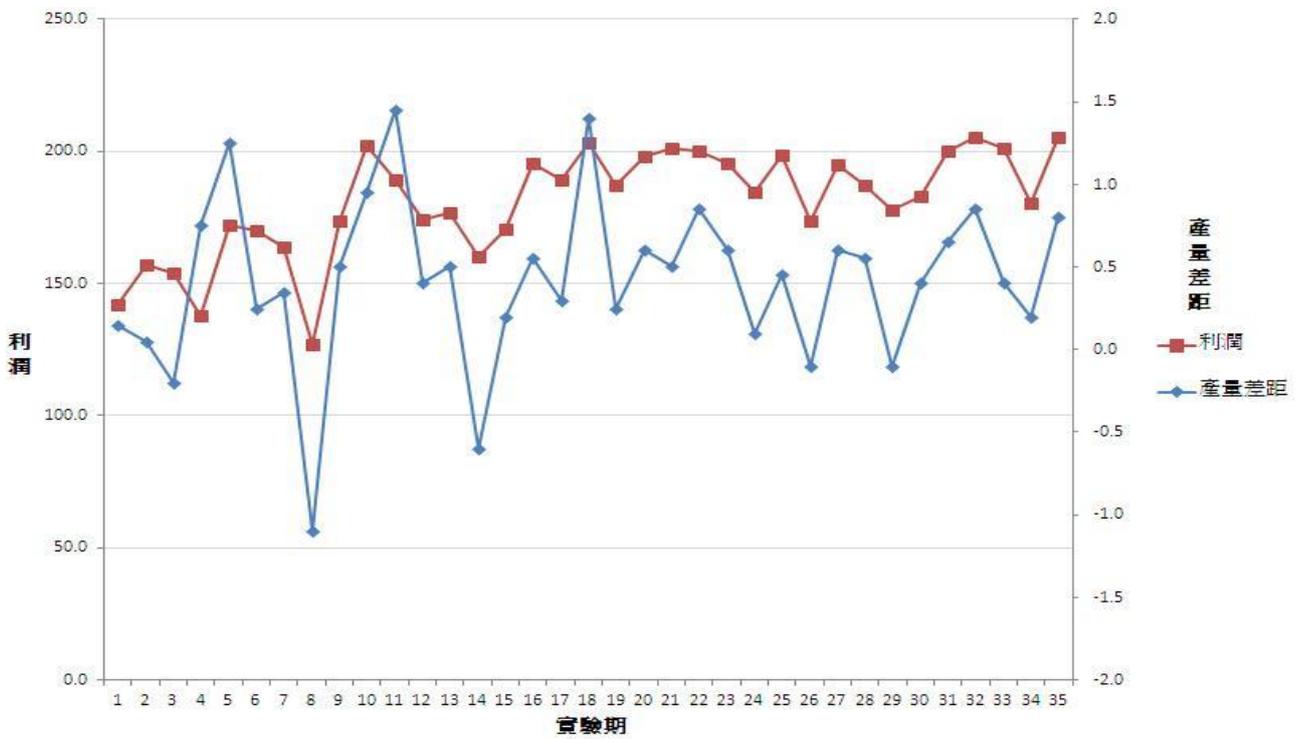


圖 4.28 實驗四 利潤與產量差距(未取絕對值)的時間序列圖