

限價單或是市價單？

價格改善與延遲交易之抵換關係探討

蔡怡純·馬黛·陳明吉*

本研究的目的是建立一個資訊不對稱的動態模型，並同時探討非資訊交易者的投單策略與限價策略，以說明文獻上相關議題的實証結果。模型結果推論：市價、非資訊交易者的資產期望值、成交機率、檔位等因素，會影響交易者的投單策略，而除了上述因素外，要求價格改善所增加的未成交風險機率也會影響到交易者的限價策略。本研究的結果可以解釋實証文獻所得到的，價差、資產價格波動性、資產期望值等因素對交易者投單及限價策略的影響，且預期「過度自信」的交易者會偏好下市價單。

關鍵詞：資訊不對稱、委託單驅動市場、市價單、限價單

JEL 分類代號：G14, G19

1 前言

隨著委託單驅動市場 (order driven market) 發展的成功，許多學術的文獻都著眼於討論此類市場的相關議題，由於委託單驅動市場不存在造市者 (market maker) 報價、提供流動性，所以此市場的委託單組成、交易者的投單策略 (市價單或限價單)、限價策略 (限價單價格的選擇) 與市場的流動性、交易價格特性習習相關，格外地吸引學者投入研究。本研究的目的是建立一個資訊不對稱的動態模型，同時探討非資訊交易者的投單策略與限價策略，以說明文獻上相

投稿日：2006年11月23日，修訂：2007年3月23日，接受日：2007年6月5日。

*作者分別為南台科技大學財務金融系助理教授、中山大學財務管理系教授、中山大學財務管理系副教授。

關議題的實証結果。

雖然近年來已有數篇理論文獻針對交易者的投單策略、限價策略討論，但是因為模型的限制都無法同時討論資訊不對稱下的投單策略和限價策略。如：Glosten (1994) 提出，在均衡時，下限價單的交易者會在流動性驅使改變的交易中獲利，而在資訊驅使價格改變的交易中損失，但是其並未假設投資人有不同的下單方式。為深入探討投單策略，Handa and Schwartz (1996) 首先分析限價單交易的基本原理，其認為經由限價委託交易可能有兩種風險，一是不利的交易成交：當有逆向資訊進來時，限價單容易被撮合，但是這樣的交易往往是對交易者不利的；二是有利的交易無法成交：當對交易者有利的資訊進來時，限價單又不容易被撮合。所以 Handa and Schwartz (1996) 建立模型說明，交易者預期的逆選擇機率會決定其下限價單的決策，且認為對一個必需交易的流動性交易者來說，下限價單並非好策略。不過，Handa and Schwartz (1996) 以靜態模型來探討此課題，過於簡化的結論並無法完整詮釋市場的動態。

Parlour (1998) 與 Foucault (1999) 開始以動態模型分析交易者的投單策略，Parlour (1998) 說明報價的深度會如何影響交易者的委託單策略，Foucault (1999) 則分析限價單交易者所面臨到的未成交風險。另外，Foucault *et al.* (2001) 的動態模型中進而闡述交易者的耐性、委託單的策略與等待時間之間的關係，結果發現交易者的投單決策會受到內部價差、有耐心交易者的比例與委託單到達率的影響。但上述三篇文獻都並未涉及資訊不對稱的討論，且未一併投單策略和限價策略。所以，Handa *et al.* (2003) 延伸 Foucault (1999) 的研究，加入討論資訊不對稱在委託單驅動市場中價格形成的影響，結果發現，委託簿中的報價及買賣價差會受到交易者對資產評價差異、不同類型交易者所佔比例及逆選擇問題的影響，但 Handa *et al.* (2003) 為顧及資訊不對稱市場中的討論，所以又轉為靜態模型，且仍為觸及限價策略的議題。

綜上所述，資訊不對稱的動態市場中，交易者的投單策略與限價策略，仍未有文獻完整詮釋，著眼於不同點的結果可能使結論相互不符，甚至無法說明實証的結果。如：Handa and Schwartz (1996) 和 Foucault (1999) 對於資產價格波動對限價單的影響之討論有所出入，Handa and Schwartz (1996) 認為資訊性的資產價格波動與限價單偏好之間為反向關係，而 Foucault (1999) 則認為當資產價格波動性上升時，市價單的成本相對而言較高，所以交易者會偏好下限價單。Bae *et al.* (2003) 針對此相異之點作研究，發現實証的證據都不支持上述兩篇理論文獻，Rinaldo (2004) 也得到與 Bae *et al.* (2003) 相似的結果。本文因為減少模型的限制，所以得以說明 Bae *et al.* (2003) 和 Rinaldo (2004) 的實証結

果。

故建立一個資訊不對稱的模型，同時探討非資訊交易者的投單策略與限價策略，對於解釋委託單驅動市場的動態是必要的。本文除了得到投單策略與限價策略的決定因素，模型的結論也可說明許多相關文獻的實証結果，如：Biais *et al.* (1995)、Harris and Hasbrouck (1996)、Ahn *et al.* (2001) Al-Suhaibani and Kryzanowski (2001)、Coppejans *et al.* (2002) 等等。再者，本文尚討論過度自信 (over-confidence) 交易者的投單策略。期盼經由較完整的模型討論，得以勾勒出委託單驅動市場的概況。

本文其餘的文章內容如下：第二部份為模型假設，藉由模型設定儘量描述委託單驅動市場的概況；第三部份為投單策略分析，探討非資訊交易者市價單和限價單的選擇課題；第四部份為限價單決策分析，探討非資訊交易者限價單價格的選擇課題；第五部份為數值分析，將模型的均衡解代入數值以繪圖說明；第六部份為模型應用與限制，藉由模型的結果說明實証文獻得到的現象及模型的限制與可延伸之方向；第七部份則為結論。

2 模型假設

2.1 資產價值

假設一個委託單驅動的交易市場中只存在單一風險性資產，該資產的真實價值為一隨機變數 \tilde{v} ，在交易期間內 (trading window) 共有 N 個交易者希望交易此資產，此 N 個交易者依其擁有的資訊可區分成兩種類型，一種是擁有資產價值公共資訊的非資訊交易者 (uninformed traders)，其交易動機可能為流動性驅使的交易或是不正確資訊 (noise) 的引導，另一種交易者具有資產價值的私人資訊，稱其為資訊交易者 (informed traders)，他們期望利用優勢資訊在市場中獲利而交易。兩種型態交易者對資產價值的認知不同，非資訊交易者所擁有的公開資訊得知資產價值符合一矩形 (uniform) 分配，即 $\tilde{v} \sim U(V_L, V_H)$ ，所以根據公開資訊資產價值的預期值應為 $E_u[\tilde{v}] = V_L + V_H / 2 = V_u$ 。而資訊交易者擁有的私人資訊，得知資產價值符合另一矩形分配，即 $\tilde{v} \sim U(V_l, V_h)$ ，故其對資產價值的預期值為 $E_i[\tilde{v}] = V_l + V_h / 2 = V_i$ ，由於私人資訊具有優勢，所以 $(V_h - V_l) < (V_H - V_L)$ ，亦即，公開資訊所獲知資產價值的變異數 $(V_H - V_L)^2 / 12$ 大於私人資訊所獲知資產價值的變異數 $(V_h - V_l)^2 / 12$ 。最後，在交易期間結束後，

資產的真實價值會實現，成為市場的公開資訊。

2.2 交易期間

本文所定義的交易期間可視為一個正常交易日，風險性資產的一個交易日可以區分成數個間斷的交易時間變數 t ， $t = \{\tau_1, t_1, t_2, \dots, t_T, \tau_2\}$ ，其中 $t = \tau_1$ 為開盤的時間， $t = \tau_2$ 為收盤的時間， t_i 為第 i 筆委託單發生的時點， $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ 為第 i 筆委託單和第 $i-1$ 筆委託單中間的間隔期間 (duration)，所以縱使正常交易日的開盤、收盤時間或可交易時間是固定的， t_T 或是 T 仍是隨機的，¹ 因為任何一個交易者都無法知道當日的最後一筆委託會發生在何時、當日會發生多少筆委託單及是否會成為當日最後一個委託下單者。

2.3 投單策略和限價策略

交易者會序列的 (sequentially) 進入市場，且試著交易一單位的資產，² 一旦進入市場，非資訊的交易者可選擇兩種委託單型式，一種是限價委託單，另一則是市價委託單。所謂限價委託是委託時指定價格，等待下一個交易者下市價單而交易，而市價委託是依上一個交易者的限價立即交易。設在 $t = t_{i-1}$ 時，有一限價賣單的限價為 $A_{t_{i-1}}$ 或有一限價買單的限價為 $B_{t_{i-1}}$ ，則在 $t = t_i$ 時，市價買單的交易價格為 $A_{t_{i-1}}$ 或市價賣單的交易價格為 $B_{t_{i-1}}$ 。設 ω 代表檔位，則在 $t = t_i$ 時，限價策略可以用 n 和 m 來表示：買價限價可能為 $A_{t_{i-1}} - n\omega$ ，賣價限價可能為 $B_{t_{i-1}} + m\omega$ ，分別代表 n 和 m 個檔位的價格改善。

2.4 委託單執行時間

假設交易者預期其委託單執行時間³ (execution time) 為變數 γ ，其會受到委託

¹Foucault (1999) 為得到動態模型中的靜態均衡，也設定市場交易結束變數為隨機。

²本文於第六節模型應用與限制討論中，討論如放寬此假設對本文結論的影響。

³由於假設交易者會序列的進入市場，所以預期限價委託單的執行時間，就是預期下一個交易者進入市場的間隔時間，縱使本文假設交易者是序列的進入市場，但經由假設下一個交易者進入市場的時間會受到交易者限價委託之價格的影響，我們仍可由此設定描述委託單的競爭型態。此外，為描述市價單可以立即成交或享有時間優勢的特性，以下我們探討的交易者投單決策和限價決策都假設市場上存在限價單，即限價委託薄非空白 (empty)。

價格(限價策略)的影響,⁴亦即, $\gamma = \gamma(n, m)$,且 $\partial\gamma/\partial n > 0$ 和 $\partial\gamma/\partial m > 0$ 。因為在其它條件不變下,當限價買價愈低或限價賣價愈高時,則交易者預期其委託單執行時間一定會愈久。當交易者下市價單時 $n = m = 0$, $\gamma = 0$ 。

此外,再根據交易期間的定義,發現 $t = t_{i-1}$ 時交易者預期委託單能在交易期間內交易的條件之一就是 $\gamma \leq \tau_2 - t_{i-1}$,設交易者預期其發生的機率變數為 ρ 則 $\rho = \text{Prob}(\gamma \leq \tau_2 - t_{i-1}) \geq 0$,其中 Prob 為機率之義,而 τ_2 為收盤時間其為固定,故 ρ (交易者預期委託單能在交易期間內交易之機率)為 γ (預期委託單執行時間)及 t (下單時點)之函數,且皆與其反向相關,亦即 $\rho = \rho(\gamma(n, m), t)$ 且 $\partial\rho(\gamma(n, m), t)/\partial\gamma < 0$ 和 $\partial\rho(\gamma(n, m), t)/\partial t < 0$ 。

2.5 交易者行為

本文假設有兩種不同資訊型態的交易者,以下再詳細描述此兩類交易者的行為:

1. 非資訊交易者:假設在 N 個交易者中存在 U 個風險中立的非資訊交易者,這些交易者除了擁有公共資訊外,在開盤前會接受到雜訊的引導,而可能對資產價值有不一樣的判讀,有 U_b 數量的交易者,認為資產價值是偏向高價,其資產價值之期望值為 $E_{U_b}[\tilde{v}] = \int_{V_L}^{V_u} \tilde{v} f(\tilde{v}) d\tilde{v} = V_u + \varepsilon$, $\varepsilon > 0$,而成為資產的買方,另有 U_s 數量的交易者,認為資產價值是偏向低價,其資產價值之期望值為 $E_{U_s}[\tilde{v}] = \int_{V_L}^{V_u} \tilde{v} f(\tilde{v}) d\tilde{v} = V_u - \varepsilon$,而成為資產的賣方,且 $U = U_b + U_s$ 。可以看到的是如果雜訊僅影響他們認知資產價值波動的範圍(volatility range),而不影響資產價值符合的分配的話,則 $\varepsilon = (1/4)(V_H - V_L)$ 為1/4倍的公共資訊價值波動的範圍。
2. 資訊交易者:假設在 N 個交易者中存在 I 個風險中立的資訊交易者,其根據優勢的私人資訊獲利,當私人資訊之資產期望值高於公開資訊之資產期望值時,即 $E_i[\tilde{v}] = V_i > E_u[\tilde{v}] = V_u$ 時,他們會選擇買進資產,反之,當 $V_i < V_u$ 時,他們會選擇賣出資產,但如果私人資訊對資產的評價等於公開資訊的相等,即 $V_i = V_u$,他們不會進入市場交易。許多文獻⁵因為私人資訊可能僅有短期的優勢及競爭的型態,所以假設資訊交易者僅會下市價單,本文

⁴Lo et al. (2002) 使用計量模型分析限價委託單的執行時間,發現限價單的執行時間十分顯著與限價價格相關,但不顯著與限價數量相關。

⁵不考慮資訊交易者的模型有 Parlour (1998)、Foucault (1999) 和 Foucault et al. (2001)。而不考慮資訊交易者的下單行為的相關理論文獻有 Glosten (1994)、Handa and Schwartz (1996) 和 Handa et al. (2003)。

同樣依循這樣的假設。

最後假設上述兩種交易者都是追求預期效用之極大值。

3 市價單或限價單：投單策略分析

因為資訊的差異決定交易者是否進入市場，所以下限價單成交的機率及價格都與資產價值的公開資訊和私人資訊之間的差異相關，兩者之間的關係可能有三種： $V_i > V_u$ 、 $V_i = V_u$ 、 $V_i < V_u$ ，假設每種出現的機率都各為 $1/3$ 。⁶ 另外，由於市場沒有報價存在，所以其他交易者的投單策略與任一交易者本身的策略息息相關，假設任一交易者預期其他非資訊交易者買方下限價單的比率為 π_1 ，預期其他非資訊交易者賣方下限價單的比率為 π_2 ， π_1 和 π_2 可以用來描述不同的市場條件，例如 π_1 可能會受到市場融券比率的影響，融券比率愈高，大家預期其他交易者的交易急迫性會上升，會比較積極 (aggressive) 交易，所以 π_1 會下降，而 π_2 則可能會受到融資比率上升的影響而下降。

以下再分述資訊差異的三種可能情況下，單一交易者所面對交易對手的可能情形：

1. 當 $V_i > V_u$ 時，市場上的買方數量為 $I + U_b$ ，賣方數量為 U_s ，所以此情況下，買方進場的條件機率是 $I + U_b / I + U$ ，令其為 p_1 ，故賣方進場的條件機率為 $(1 - p_1)$ ，買方中資訊交易者的比率為 $k_1 = I / I + U_b$ ，而賣方中資訊交易者的比率為 0。
2. 當 $V_i = V_u$ 時，市場上的買方數量為 U_b ，賣方數量為 U_s ，所以此情況下，買方進場的條件機率是 U_b / U ，令其為 p_2 ，故賣方進場的條件機率為 $(1 - p_2)$ ，買方中資訊交易者的比率為 0，而賣方中資訊交易者的比率也為 0。
3. 當 $V_i < V_u$ 時，市場上的買方數量為 U_b ，賣方數量為 $I + U_s$ ，所以此情況下，買方進場的條件機率是 $U_b / I + U$ ，令其為 p_3 ，故賣方進場的條件機率為 $(1 - p_3)$ ，買方中資訊交易者的比率為 0，而賣方中資訊交易者的比率為

⁶當一個理性的非資訊交易者在推估自己的資訊是否正確時，在沒有特別的資訊下，應預期各種不同市場條件發生的機率是相等的，即預期資訊交易者會買進、賣出、或不交易的機率應是相等。但 Lichtenstein and Fischhoff (1977) 做實驗請受測者預測股價的漲跌，僅有 47% 的人預測正確，但受測者預期自己預測正確的比率為 65%，我們若利用 Lichtenstein and Fischhoff (1977) 的實驗結果來推估「過度自信」者的行為，認為他們應該會高估自己的雜訊與私人資訊同方向的機率，此部份留待第六節中討論。

$$k_2 = I/I + U_s \text{。}$$

根據上述我們繪圖於圖 1 說明非資訊交易者進入市場時所預期面對的市場情況。

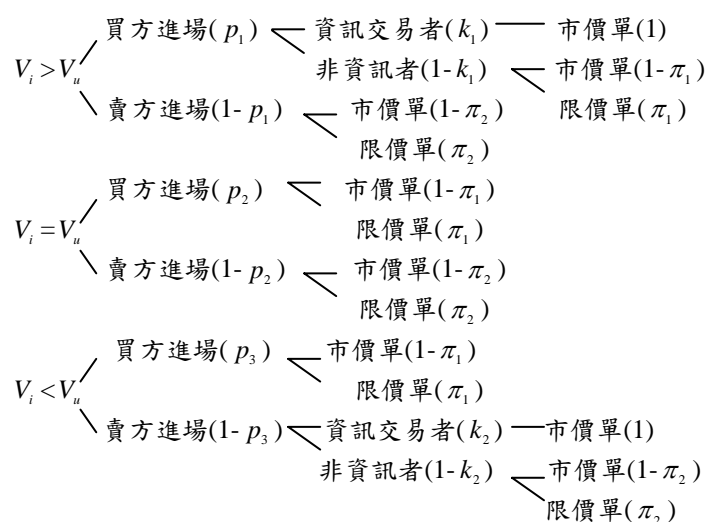


圖 1：非資訊交易者所預期面對的市場情況

上述的樹狀圖描述非資訊交易者預期市場的可能情況， V_i 和 V_u 分別代表資訊和非資訊交易者所預期的資產價值， p_1 、 p_2 和 p_3 為各種條件下買方進場的機率， k_1 和 k_2 為各種情況下資訊交易的機率， π_1 和 π_2 為交易者預期其他非資訊交易者下市價買賣單的機率。

非資訊交易者進入市場後，可以選擇下市價單以上一個交易者的限價成交，或下限價單等待下一個交易者下市價單而成交，根據圖 1，以下我們分析非資訊交易者下兩種委託單的預期效用，再根據其預期效用得出交易者投單策略的影響因素。

設在 $t = t_i$ 時，市價單的買價為上一個交易者下限價單的賣價 $A_{t_{i-1}}$ 或市價單的賣價為上一個交易者下限價單的買價 $B_{t_{i-1}}$ ，則非資訊交易者買方下市價單的預期效用為：

$$EU_b^m = (V_u + \varepsilon) - A_{t_{i-1}} \tag{1}$$

而非資訊交易者賣方下市價單的預期效用為：

$$EU_s^m = B_{t_{i-1}} - (V_u - \varepsilon) \quad (2)$$

此時，非資訊交易者買方也可以選擇下限價單，要求 n 檔位的價格改善，即限價買價為 $A_{t_{i-1}} - n\omega$ ，但是限價買單被執行需要有三個條件，一為在下一個交易者進入市場之前，市場仍是繼續交易，二為下一個交易者為賣方，三為下一個交易者下市價單。所以非資訊交易者買方下限價單的預期效用為【詳細推導請見附錄一】：

$$EU_b^l = \frac{\rho}{3} \{ (1 - \pi_2) [3 - (p_1 + p_2 + p_3)] + (1 - p_3) k_2 \pi_2 \} \{ (V_u + \varepsilon) - (A_{t_{i-1}} - n\omega) \} \quad (3)$$

同樣的，非資訊交易者賣方也可以選擇下限價單，要求 m 檔位的價格改善，即限價賣價為 $B_{t_{i-1}} + m\omega$ ，而限價賣單被執行也需要有三個條件，一為在下一個交易者進入市場之前，市場仍是繼續交易，二為下一個交易者為買方，三為下一個交易者下市價單。故非資訊交易者賣方下限價單的預期效用為【詳細推導請見附錄二】：

$$EU_s^l = \frac{\rho}{3} \{ (1 - \pi_1) [p_1(1 - k_1) + p_2 + p_3] + p_1 k_1 \} \{ (B_{t_{i-1}} + m\omega) - (V_u - \varepsilon) \} \quad (4)$$

其中 $\rho = \rho(\gamma(n, m), t)$ 為在下一個交易者進入市場之前，市場仍是繼續交易的機率， $(1/3)\{(1 - \pi_2)[3 - (p_1 + p_2 + p_3)] + (1 - p_3)k_2\pi_2\}$ 為下一個交易者為賣方且下市價單的平均機率， $(1/3)\{(1 - \pi_1)[p_1(1 - k_1) + p_2 + p_3] + p_1k_1\}$ 為下一個交易者為買方且下市價單的平均機率，其中 $p_1 = I + U_b / I + U$ ， $p_2 = U_b / U$ ， $p_3 = U_b / I + U$ ， $k_1 = I / I + U_b$ ， $k_2 = I / I + U_s$ ， I 和 U 分別代表資訊交易者和非資訊交易者數量， U_b 和 U_s 分別代表非資訊交易者的買方和賣方數量。

以下為方便表示，我們令 $x = (1/3)\{(1 - \pi_2)[3 - (p_1 + p_2 + p_3)] + (1 - p_3)k_2\pi_2\}$ ，為下一個交易者為賣方且下市價單的平均機率，令 $y = (1/3)\{(1 - \pi_1)[p_1(1 - k_1) + p_2 + p_3] + p_1k_1\}$ 為下一個交易者為買方且下市價單的平均機率。

由式 (1) 和式 (3)，我們得到非資訊交易者下限價買單的條件為下限價單的預期效用高於下市價單的預期效用，即為以下之條件式：

$$\rho(\gamma(n, m), t) x \{ (V_u + \varepsilon) - (A_{t_{i-1}} - n\omega) \} \geq (V_u + \varepsilon) - A_{t_{i-1}} \quad (5)$$

移項得到此條件為：

$$\rho(\gamma(n, m), t)xn\omega \geq (1 - \rho(\gamma(n, m), t)x)(V_u + \varepsilon - A_{t_{i-1}}) \quad (6)$$

式 (6) 的左方為下限價買單所帶來的價格改善期望值，式 (6) 的右方為下限價買單所帶來的未成交風險成本期望值。

同樣的，由式 (2) 和式 (4)，我們得到非資訊交易者下限價賣單的條件為：

$$\rho(\gamma(n, m), t)y\{(B_{t_{i-1}} + m\omega) - (V_u - \varepsilon)\} \geq B_{t_{i-1}} - (V_u - \varepsilon) \quad (7)$$

移項得到此條件為：

$$\rho(\gamma(n, m), t)ym\omega \geq (1 - \rho(\gamma(n, m), t)y)(B_{t_{i-1}} - V_u + \varepsilon) \quad (8)$$

式 (8) 的左方為下限價賣單所帶來的價格改善期望值，式 (8) 的右方為下限價賣單所帶來的未成交風險成本期望值。

由式 (6) 和式 (8) 可發現，非資訊交易者在抉擇下限價委託單或市價委託單時，面臨到價格改善和延遲交易之間的抵換關係，唯有在預期下限價單的價格改善利益高過下限價單可能帶的延遲交易進而造成未成交風險成本時，非資訊交易者才會下限價單。又根據上述的條件，我們發現非資訊交易者下限價單的偏好受到下列五個因素的影響：

1. 市價 ($A_{t_{i-1}}$, $B_{t_{i-1}}$)：由於假設在 $t = t_{i-1}$ 時，有一限價賣單的限價為 $A_{t_{i-1}}$ 或有一限價買單的限價為 $B_{t_{i-1}}$ ，則在 $t = t_i$ 時，市價買單的交易價格為 $A_{t_{i-1}}$ 或市價賣單的交易價格為 $B_{t_{i-1}}$ 。故當此市價買價愈高（交易者所能買進的價格愈高），或賣價愈低（交易者所能賣出的價格愈低），交易者愈覺得此市價不合理，所以會偏好下限價單以求價格改善。
2. 非資訊交易者的資產期望值 ($V_u + \varepsilon$, $V_u - \varepsilon$)：當買方預期的資產價值愈高時，或賣方預期的資產價值愈低時，其愈會高估未成交風險，所以不偏好下限價單。
3. 下一個交易者進入市場前，市場仍是繼續交易之機率 (ρ)：如果此機率愈大，則下限價單的非成交風險會愈小，所以交易者愈會偏好下限價單。而由於 $\rho = Pr(\gamma \leq \tau_2 - t_{i-1})$ ，即委託單是否能在市場關閉前交易會受到預期委託單執行時間的負向影響及市場距收盤時間的正向影響，所以如果交易者預期委託單執行時間愈短，或市場距收盤時間愈長，交易者愈會偏好下限價單。
4. 下一個交易者為賣方且下市價單的平均機率 (x) 及下一個交易者為買方且下市價單的平均機率 (y)：交易者在買單時，若下一個交易者為賣方

且下市價單的平均機率 (x) 上升，則預期下限價單的成交機率會上升，反之，交易者在下賣單時，若下一個交易者為買方且下市價單的平均機率 (y) 上升，則預期下限價單的成交機率也會上升，所以兩變數上升都會使非資訊交易者偏好下限價單。

5. 檔位 (ω)：當檔位愈大時，交易者變動限價策略 (n, m)，所造成的限價之絕對價格變動量 ($n\omega, m\omega$) 也愈大，帶來的價格改善也愈大，所以交易者會偏好下限價單。

4 限價單之價格決定：限價策略分析

根據式 (6) 和式 (8) 我們得到非資訊交易者下限價單的條件，進而我們再來討論限價單的限價又是如何決定的，會受何種因素的影響呢？令 $L_1 = EU_b^i$ 為非資訊交易者買方下限價單的預期效用， $L_2 = EU_s^i$ 為非資訊交易者賣方下限價單的預期效用，則：

$$L_1 = \rho(\gamma(n, m), t)x\{(V_u + \varepsilon) - (A_{t_{i-1}} - n\omega)\}, \quad n \geq 1 \quad (9)$$

$$L_2 = \rho(\gamma(n, m), t)y\{(B_{t_{i-1}} + m\omega) - (V_u - \varepsilon)\}, \quad m \geq 1 \quad (10)$$

式 (9) 對 n 微分再令其為零，得到買方預期效用極大之一階條件：

$$\frac{\partial L_1}{\partial n} = \rho x \omega + x\{(V_u + \varepsilon) - (A_{t_{i-1}} - n\omega)\} \frac{\partial \rho}{\partial n} = 0 \quad (11)$$

式 (10) 對 m 微分再令其為零，得到賣方預期效用極大之一階條件：

$$\frac{\partial L_2}{\partial m} = \rho y \omega + y\{(B_{t_{i-1}} + m\omega) - (V_u - \varepsilon)\} = 0 \quad (12)$$

根據式 (11) 和式 (12)，我們得到 $t = t_i$ 時，非資訊交易者下限價單的最適限價策略：

$$n^* = \frac{\frac{-\rho\omega}{\left(\frac{\partial \rho}{\partial n}\right)} - (V_u + \varepsilon) + A_{t_{i-1}}}{\omega}, \quad n \geq 1 \quad (13)$$

$$m^* = \frac{\frac{-\rho\omega}{\left(\frac{\partial \rho}{\partial m}\right)} + (V_u - \varepsilon) - B_{t_{i-1}}}{\omega}, \quad m \geq 1 \quad (14)$$

根據式 (13) 和 (14)，以下我們詳細分析最適限價策略的決定因素，可以看到最適限價買價 ($A_{i,t} - n^* \omega$) 和最適限價賣價 ($B_{i,t} + m \omega$) 會受到五個因素的影響：

1. 市價 ($A_{i,t}, B_{i,t}$)：當市價買價愈高，交易者愈需要價格改善 (n^* 上升)，所以限價相對於市價會愈低，同樣的，當市價賣價愈低，交易者愈需要價格改善 (m^* 上升)，所以限價相對於市價會愈高。
2. 非資訊交易者的資產期望值 ($V_u + \varepsilon, V_u - \varepsilon$)：當買方預期的資產價值愈高時，愈會高估未成交風險，所以愈不要求價格改善 (n^* 下降)，所以限價會愈接近市價。當賣方預期的資產價值愈低時，愈會高估未成交風險，所以愈不要求價格改善 (m^* 下降)，所以限價會愈接近市價。
3. 要求價格改善所增加的未成交風險機率⁷ ($\partial \rho / \partial n, \partial \rho / \partial m$)：如果要求價格改善所增加的未成交風險機率愈高時，非資訊交易者會愈不要求價格改善 (n^*, m^* 下降)，限價愈接近市價。另外，此機率可以拆成兩個部份： $\partial \rho / \partial n = (\partial \rho / \partial \gamma)(\partial \gamma / \partial n)$ 或者是 $\partial \rho / \partial m = (\partial \rho / \partial \gamma)(\partial \gamma / \partial m)$ ，亦即，求價格改善所增加的未成交風險機率等於 (要求價格改善所增加的交易延遲) \times (交易延遲所增加的未成交機率)。這兩個部份，後者 ($\partial \gamma / \partial n, \partial \gamma / \partial m$) 與交易價格的波動性相關，前者 ($\partial \rho / \partial \gamma$) 則與市場距離收盤的剩餘時間相關。當市場的機制 (如：價格波動檔位的限制) 造成交易價格的波動性較小時，要求價格改善就可能造成較大幅的交易延遲，交易者就會偏好減少價格改善的要求。而當交易時間變數 t 上升，使市場距離收盤的剩餘時間減少時，交易延遲所增加的未成交機率會愈大，交易者也會偏好減少價格改善的要求。
4. 下一個交易者進入市場前，市場仍是繼續交易之機率 (ρ)：因為 $\partial \rho / \partial n (\partial \rho / \partial m)$ 為負，所以此機率愈大，交易者會增加要求價格改善的幅度，亦即，當下限價單的非成交風險愈小時，交易者會較有耐心，選擇等待以較有利的價格成交。
5. 檔位 (ω)：當檔位上升時，交易者變動限價策略 (n, m)，所造成的限價之絕對價格變動量 ($n\omega, m\omega$) 也愈大，所以交易者也會偏好減少價格改善

⁷或說要求價格改善所減少的成交機率，因為 $\partial \rho / \partial n (\partial \rho / \partial m)$ 為負，增加價格改善 (n 或 m 上升)，下一個交易者進入市場前，市場仍繼續交易的機率就會下降 (ρ 下降)，所以此部份可說是「要求價格改善所減少的成交機率」但也可以表示為「要求價格改善所增加的未成交風險機率」，後者應較易使人了解。

的要求。

5 數值分析

為更清楚描述限價策略之決定因素，以下我們舉例繪圖說明限價買價和相關變數之間的關係。設：(1) 市價買價 $A_{t-1} = 50$ (2) 非資訊交易者的資產期望值 $V_u + \varepsilon = 48$ (3) 要求價格改善所增加的未成交風險機率 $\partial\rho/\partial n = -0.5$ (4) 下一個交易者進入市場前，市場仍是繼續交易之機率 $\rho = 0.5$ (5) 檔位 $\omega = 0.5$ ，我們代入數值可得到： $n^* = \{[-\rho\omega/(\partial\rho/\partial n)] - (V_u + \varepsilon) + A_{t-1}\} / \omega = 5$ ，亦即買進的最適限價應為 47.5。

接下來，我們分別在圖 2 至圖 6 中描述，其餘變數不變下，某一變數與最適限價（價格改善）之間的關係。⁸

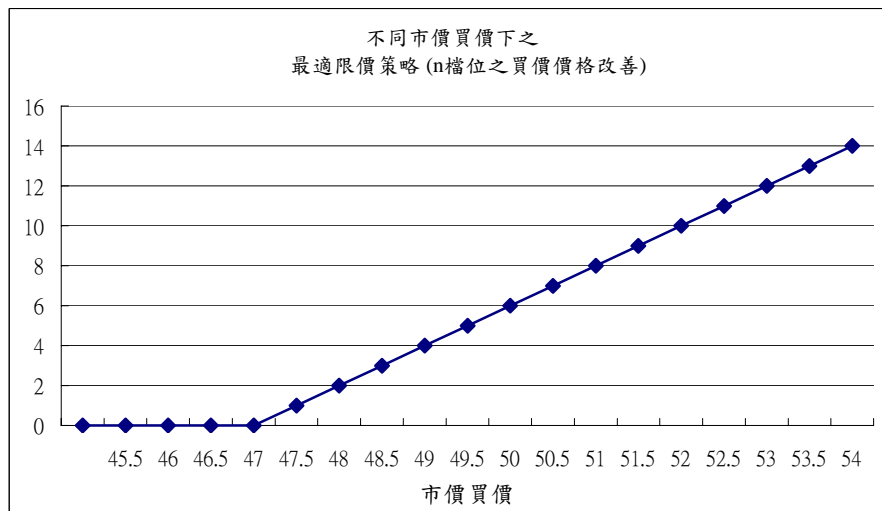


圖 2：市價買價與最適限價（價格改善）之間的關係

⁸在圖 2 至圖 6 中， $n < 1$ 代表交易者的最適策略為不下限價單，下市價單。

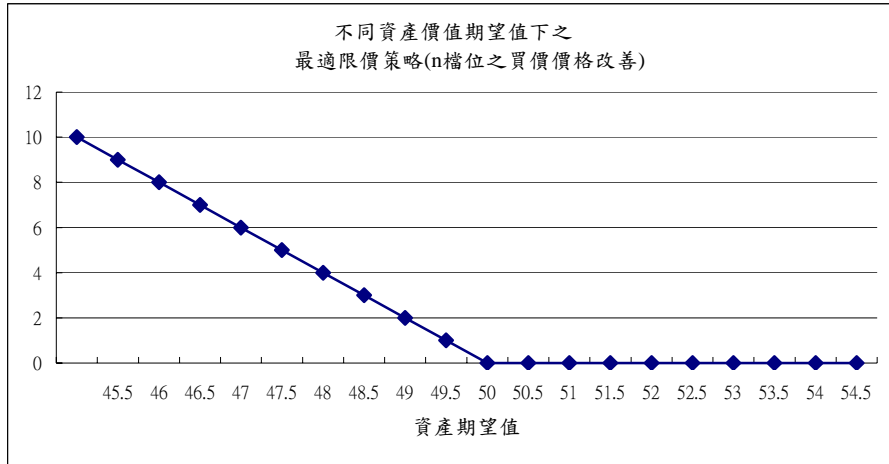


圖 3：非資訊交易者的資產期望值與最適限價（價格改善）之間的關係

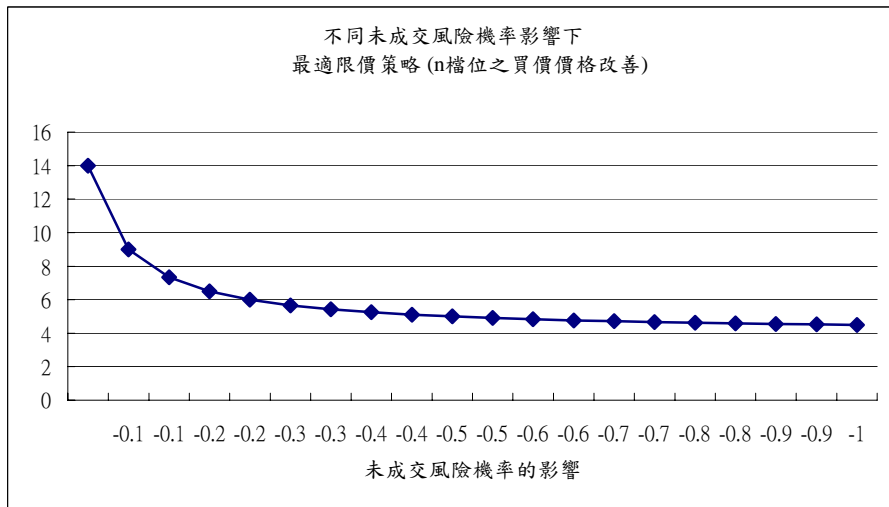


圖 4：要求價格改善所增加的未成交風險機率與最適限價（價格改善）之間的關係

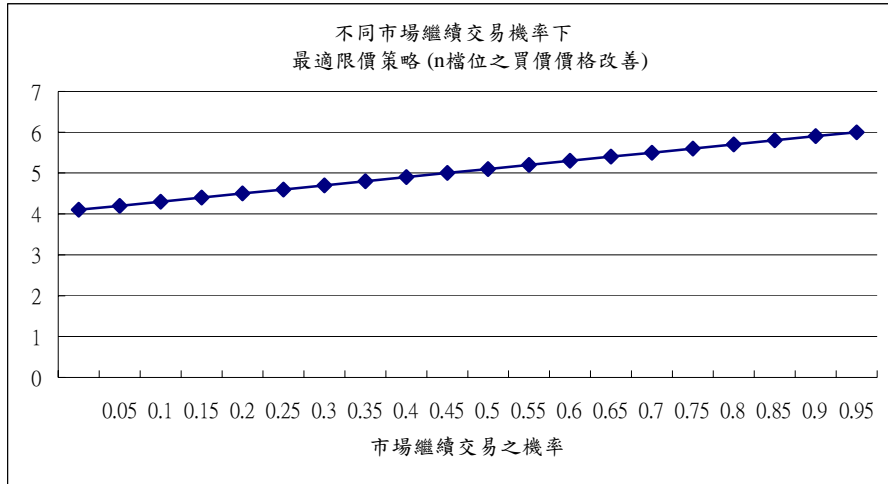


圖 5：市場繼續交易之機率與最適限價（價格改善）之間的關係

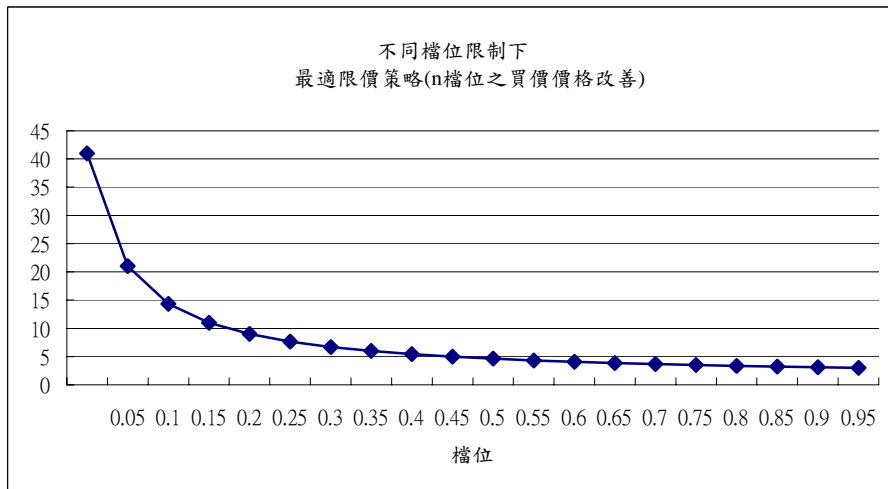


圖 6：檔位與最適限價（價格改善）之間的關係

6 模型應用與限制

許多實証的研究都發現市場的條件會影響交易者的投單策略，本篇文章更具體

得到委託單驅動市場中，非資訊交易者的最適投單策略及限價策略的決定因素，故本模型的推論可解釋討論委託單驅動市場相關議題的實証文獻所得到的結果，以下我們一一說明：

6.1 價差、資產期望值與投單策略

Biais *et al.* (1995) 使用 Paris Bourse 的資料發現價差較大時交易者會偏好下限價單，Harris and Hasbrouck (1996) 整理 NYSE 的資料發現，當價差為\$1/8 時，有 42%的委託單為市價單，而當價差為\$1/4 時，僅有 30%的委託單為市價單。其他市場也都得到相似的實証結果，如：Ahn *et al.* (2001) 研究 Hong Kong Stock Market、Al-Suhaibani and Kryzanowski (2001) 研究 Saudi Stock Market，Coppejans *et al.* (2002) 研究 Swedish OMX Futures Market。

價差會什麼會影響到交易者的投單策略呢？就我們所知，目前尚未有理論的文獻對此現象提出完整解釋。而本文發現市價會影響交易者的投單策略及限價策略，當交易者可交易的市價買價過高和市價賣價過低時，非資訊的交易者會偏好下限價單且增加要求價格改善的幅度，此條件就是代表市場的買賣價差過大，市價不合理，所以交易者下市價單會面臨太高的價格風險，增加對限價單的偏好。

綜上所述，交易者在價差大時偏好下限價單，應是由於價差大隱含市價的不合理（市價買價太高或市價賣價太低），而市價的不合理，或說價格風險太高，也應該會受到資產價值期望值的影響。果然，Hollifield *et al.* (2001) 使用 Stockholm Stock Exchange 的資料，發現委託單的組成（市價單和限價單的比率）可以用來解釋資產價值期望值的變動。所以本文發現，第二個會影響到非資訊交易者投單策略和限價策略的因素即是資產期望值。

6.2 成交機率、價格波動性與投單策略

Rinaldo (2004) 的實証研究發現在某一些市場條件下，交易者會面臨到較低（高）的委託單成交機率，而提高（降低）他們下市價單的偏好。成交機率和限價單偏好的正相關相當直覺，但是什麼因素影響到成交機率，進而透過此變數而影響到投單策略呢？目前理論有一些文獻各著眼於不同的因素，而本研究試圖更完整的詮釋這些因素。

本模型所描述的成交機率包含兩個部份，一個是委託單撮合前（下一個交

易者進入市場前) 市場繼續交易的機率、另一個是下一個交易者之交易需求與目前交易者的相反且下市價單的平均機率，前者與限價價格、市場剩餘時間相關，後者與資訊相關，因其決定於交易者結構(資訊與非資訊比例)、預期私人資訊與非資訊交易者資訊之差異的機率所影響。透過將成交機率分成兩部份，我們得到與資訊相關及和資訊不相關的成交機率組成因素，更完整的描述交易者投單策略的影響因素。

Bae *et al.* (2003) 探討 NYSE 市場之交易者下單策略，其研究最大的目的即是在觀察交易價格波動性與限價單偏好之間的正向關係，Bae *et al.* (2003) 研究的動機來自兩篇理論文獻：Handa and Schwartz (1996) 和 Foucault (1999)，Handa and Schwartz (1996) 認為資產價格波動性與限價單偏好之間的正向關係唯有在限價單的提供者面對到較低的逆選擇風險時才會成立，而 Foucault (1999) 則認為當資產價格波動性上升時，市價單的成本(價格風險)相對而言較高，所以交易者會偏好下限價單。可以看到 Handa and Schwartz (1996) 和 Foucault (1999) 對資產價格波動是否會增加交易者下限價單的偏好，意見相左。Bae *et al.* (2003) 針對此相異之點作研究，發現實証的証據都不支持上述兩篇理論文獻：資產價格的波動性會使交易者下限價單的比例提高，但是與資訊相關的資產價格波動性不會影響投單策略。Ranaldo (2004) 使用 Swiss Stock Exchange 的資料，得到相似的結果，發現暫時性(temporary)的價格波動性會增加交易者下限價單的偏好。

本研究的發現可以說明 Bae *et al.* (2003) 及 Ranaldo (2004) 的實証結果，本文發現要求價格改善會增加未成交風險機率(減少下一個交易者進入市場前，市場繼續交易的機率)，當市場的機制造成交易價格的波動性較小時，要求價格改善就可能造成較大幅的交易延遲，交易者就會偏好減少價格改善的要求，改下市價單。而這部份的影響是非資訊性的，所以本文佐証 Bae *et al.* (2003) 及 Ranaldo (2004)，認為非資訊性的交易價格波動可以增加交易者下限價單的需求。

而與資訊相關的成交機率，是受到交易者結構(資訊與非資訊比例)、預期私人資訊與非資訊交易者資訊有差異的機率所影響，並非是受到資產價值波動性的影響。所以與資訊相關的資產價格波動性不會影響投單策略。

6.3 委託單的日內型態

Bae *et al.* (2003) 使用 TORQ dataset 中交易最頻繁的 30 檔股票的委託單資料，

發現委託單的日內型態是開盤時限價單的比例大於市價單，在盤中時兩類委託單比例接近，收盤前市價單的比例大於限價單。

上述的結果應該也是受到與資訊不相關的成交機率部份所影響，本研究發現當市場距離收盤的剩餘時間減少時，交易延遲所增加的未成交機率會愈大，交易者也會偏好減少價格改善的要求，可能改下市價單。

6.4 過度自信與投單策略

部份討論投單策略的理論文獻，如：Foucault *et al.* (2001) 會將交易者區分成有耐心的 (patient) 和沒有耐心的交易者，但此區分在模型變數的選擇上十分困難，可能是藉由等待成本 (waiting costs) 來區分，但這樣的區分在實証量化上也十分困難。

另一個有趣但難以描述的交易者行為是「過度自信」，在行為財務學 (Behavioral Finance) 如火如荼發展的同時，針對理性交易者分析的模型，勢必也要顧及交易者非理性時對模型結論的影響。本文模型若考量非資訊交易者過度自信，則需修改其預期資訊正確之機率的假設，原先本文假設，當一個理性的非資訊交易者在推估自己的資訊是否正確時，在沒有特別的資訊下，應預期各種不同市場條件發生的機率是相等的，即預期資訊交易者會買進、賣出、或不交易的機率應是相等，即本文所設定 V_i 與 V_u 的三種可能關係發生的機率各為 $1/3$ ，而得到上述所有的模型結果及推論。但根據 Lichtenstein and Fischhoff (1977) 的研究，其做實驗請受測者預測股價的漲跌，僅有 47% 的人預測正確，但受測者預期自己預測正確的比率為 65%。我們若利用 Lichtenstein and Fischhoff (1977) 的實驗結果來推估非資訊交易者的「過度自信」行為，應是過度高估自己所擁有雜訊的準確度，高估自己的雜訊與私人資訊同方向的機率，其錯估會產生什麼影響呢？舉例來說，有一非資訊交易者為賣方，其由於過度自信，故預期資訊交易者亦為賣出的機率 ($V_i < V_u$ 事件發生的機率) 等於 1，即預期其他市場的機率為零。藉由上述假設，此交易者高估自己資訊的準確程度，亦即，高估自己交易方向與資訊交易同向的機率。則其他條件不變下，根據圖 1，我們可算得其預估下限價單會成交的機率為 $\rho p_3(1-\pi_1)$ ，若交易者是理性的，根據我們上述的推導其預估下限價單會成交的機率為 ρy ，其中 $y = (1/3)\{(1-\pi_1)[p_1(1-k_1) + p_2 + p_3] + p_1 k_1\}$ ，可見此交易者高估了自己資訊的準確程度後會低估「下一個交易者為買方且下市價單的平均機率 (y)」，由 $(1/3)\{(1-\pi_1)[p_1(1-k_1) + p_2 + p_3] + p_1 k_1\}$ 降為 $p_3(1-\pi_1)$ ，故預期下限價單會成交

的機率當然就下降了，所以他會較理性的交易者更偏好下市價單【詳細證明請見附錄三】。這只是一個極端自信的例子，認為自己一定與資訊交易同方向，實際上只要高估自己交易方向與資訊交易同向的機率，就會低估限價單的成交機率，而較偏好下市價單。

所以如果本研究所考量的非資訊交易者有「過度自信」的行為，其投單策略會與理性的交易者有什麼不同呢？答案是：在同樣的市場條件下，過度自信的交易者會較理性的交易者偏好下市價單。

6.5 交易量及其他模型限制

由於本文僅設定交易者下一單位的委託單，所以無法探討委託數量此變數與模型相關變數之間的關係，此為本模型之最大限制。若要放寬此限制，可由兩種情況著手，一為假設交易量为外生變數，那麼放寬假設後的結論會與本文的假設雷同，因為此舉只是將本文假設的交易者改為交易數量即可滿足，如：原本設定有 N 個交易者、 U 個風險中立的非資訊交易者、 I 個風險中立的資訊交易者，將改為市場中的委託單有 N 張，其中 U 張為非資訊交易者所下之委託單，資訊交易者所下之委託單為 I 張。

但如果我們考量的是另一種情況，即交易量为内生決定，模型的結果則不克由本文得知，因為目前尚未有文獻探討到委託單驅動市場中，存在資訊不對稱下，同時考量限價策略、投單策略、交易量策略三者的結果。如：Kyle (1985) 首先探討連續拍賣市場中證券價格之形成，其僅考量單一資訊交易者，所以得到資訊交易者會節制交易以隱藏資訊之結果，文中得到報價市場中交易量與證券價格之相關決定於市場深度，但對於限價策略、投單策略都未能觸及；後續研究如 Holden and Subrahmanyam (1992) 也僅能對 Kyle (1985) 模型中之資訊交易者個數進行修正，而得到不同市場情況之推論，故亦未對限價策略和投單策略有所著墨。而針對限價策略或投單策略之文獻，如：Glosten (1994)、Handa and Schwartz (1996)、Foucault (1999) 及 Handa *et al.* (2003) 等，都未能探討到交易量策略，且亦未能同時考量資訊不對稱、限價策略及投單策略。

本文相較於上述文獻，著重於討論交易者預期委託單是否能被交易的機率，且此機率與限價委託單的執行時間相關，而根據 Lo *et al.* (2002) 使用計量模型分析限價委託單的執行時間，發現限價單的執行時間十分顯著與限價價格相關，但不顯著與限價數量相關。故取捨之下，放棄對交易量策略的探討。雖然如此，但由上述四個小節中可看到，本文的推論仍能解釋現存實證文獻所觀

察到的現象。

另外，尚如：資訊交易者如何隱藏資訊、預期資產價值是因時變動的…，這些課題本文都未能觸及，期待後續文獻再進一步發展，以解開委託單市場的黑盒子。

7 結論

本研究的目的是建立一個資訊不對稱的動態模型，同時探討非資訊交易者的投單策略與限價策略，以說明文獻上相關議題的實証結果。模型結果推論：市價、非資訊交易者的資產期望值、成交機率、檔位會影響交易者的投單策略，而除了上述因素外，要求價格改善所增加的未成交風險機率也會影響到交易者的限價策略。

本研究的推論可以解釋實証文獻所得到的價差與交易者投單策略之間的關係 (Biais *et al.*, 1995; Harris and Hasbrouck, 1996; Ahn *et al.*, 2001; Al-Suhaibani and Kryzanowski, 2001; Coppejans *et al.*, 2002)，可以解釋委託單組成比率與資產價值期望值之間的關係 (Hollifield *et al.*, 2001)，可以說明非資訊性的資產價值波動與交易者投單策略之間的關係 (Bae *et al.*, 2003; Ranaldo, 2004)，可以解釋委託單的日內型態 (Bae *et al.*, 2003)。最後，我們預期「過度自信」的交易者會偏好下市價單。我們期盼經由較完整的模型討論，得以勾勒出委託單驅動市場的概況。

附錄一

式 (3) 之推導：

非資訊交易者買方下限價單之預期效用為限價單成交機率乘上資產期望值高於限價買價的價值，故為：

$$\begin{aligned}
 EU_b^l &= \frac{\rho}{3}(1-p_1)(1-\pi_2) \\
 &\quad + \frac{\rho}{3}(1-p_2)(1-\pi_2) + \frac{\rho}{3}(1-p_3)k_2 + \frac{\rho}{3}(1-p_3)(1-k_2)(1-\pi_2) \\
 &\quad \quad \quad \times \{(V_u + \varepsilon) - (A_{t-1} - n\omega)\} \\
 &= \frac{\rho}{3}\{(1-\pi_2)[3 - (p_1 + p_2 + p_3)] + (1-p_3)k_2\pi_2\} \\
 &\quad \quad \quad \times \{(V_u + \varepsilon) - (A_{t-1} - n\omega)\}
 \end{aligned}$$

附錄二

式 (4) 之推導：

非資訊交易者賣方下限價單之預期效用為限價單成交機率乘上限價賣價高於資產期望值的價值，故為：

$$\begin{aligned} EU'_s &= \frac{\rho}{3} p_1 k_1 + \frac{\rho}{3} p_1 (1 - \pi_1) (1 - k_1) + \frac{\rho}{3} p_2 (1 - \pi_1) + \frac{\rho}{3} p_3 (1 - \pi_1) \\ &\quad \times \{ (B_{t-1} + m\omega) - (V_u - \varepsilon) \} \\ &= \frac{\rho}{3} \{ (1 - \pi_1) [p_1 (1 - k_1) + p_2 + p_3] + p_1 k_1 \} \\ &\quad \times \{ (B_{t-1} + m\omega) - (V_u - \varepsilon) \} \end{aligned}$$

附錄三

過度自信交易者預估「下一個交易者為買方且下市價單的平均機率」為 $p_3(1 - \pi_1)$ 理性交易者預估同樣之機率為 $(1/3)\{(1 - \pi_1)[p_1(1 - k_1) + p_2 + p_3] + p_1 k_1\}$ ，而由於：

$$\begin{aligned} &\frac{1}{3} \{ (1 - \pi_1) [p_1 (1 - k_1) + p_2 + p_3] + p_1 k_1 \} \\ &= \frac{1}{3} \left\{ (1 - \pi_1) \left[\frac{I + U_b}{I + U} \left(1 - \frac{I}{I + U_b} \right) + \frac{U_b}{U} + \frac{U_b}{I + U} \right] + \frac{I + U_b}{I + U} \frac{I}{I + U_b} \right\} \\ &= \frac{1}{3} \left\{ (1 - \pi_1) \left[\frac{2U_b}{I + U} + \frac{U_b}{U} \right] + \frac{I}{I + U} \right\} \\ &\geq \frac{1}{3} \left\{ (1 - \pi_1) \left[\frac{3U_b}{I + U} \right] + \frac{I}{I + U} \right\} \\ &\geq (1 - \pi_1) \left[\frac{3U_b}{I + U} \right] = p_3 (1 - \pi_1) \end{aligned}$$

故得證其低估限價單成交機率：

$$\rho p_3 (1 - \pi_1) \leq \rho \frac{1}{3} \{ (1 - \pi_1) [p_1 (1 - k_1) + p_2 + p_3] + p_1 k_1 \}$$

參考文獻

- Al-Suhaibani, M. and L. Kryzanowski, (2001), "Limit vs. Market Order Trading on the Saudi Stock Market," *Working Paper*, Department of Economics, Imam University, Riyadh, Saudi Arabia.
- Ahn, H., K. Bae and K. Chan, (2001), "Limit Orders, Depth, and Volatility: Evidence from the Stock Exchange of Hong Kong," *Journal of Finance*, 56, 767-788.
- Bae, K. H., H. Jang and K. S. Park, (2003), "Traders' Choice between Limit and Market Orders: Evidence from NYSE Stocks," *Journal of Financial Markets*, 6, 517-538.
- Biais, B., P. Hillion and C. Spatt, (1995), "An Empirical Analysis of the Limit Order Book and the Order Flow in the Paris Bourse," *Journal of Finance*, 50, 1655-1689.
- Coppejans, M., I. Domowitz and A. Madhavan, (2002), "Dynamics of Liquidity in an Electronic Limit Order Book Market," *Working Paper*, Duke University.
- Foucault, T., (1999), "Order Flow Composition and Trading Cost in a Dynamic Limit Order Market," *Journal of Financial Markets*, 2, 99-134.
- Foucault, T., O. Kadan and E. Kandel, (2001), "Limit Order Book as a Market for Liquidity," *Centre for Economic Policy Research (CEPR) Working Paper*, HEC School of Management, Paris.
- Glosten, L. R., (1994), "Is the Electronic Open Limit Order Book Inevitable?" *Journal of Finance*, 49, 1127-1161.
- Handa, P. and R. Schwartz, (1996), "Limit Order Trading," *Journal of Finance*, 51, 1835-1861.
- Handa, P., R. Schwartz and A. Tiwari, (2003), "Quote Setting and Price Formation in an Order Driven Market," *Journal of Financial Markets*, 6, 461-489.
- Harris, L. and J. Hasbrouck, (1996), "Market vs. Limit Orders: The SuperDOT Evidence on Order Submission Strategies," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 31, 213-231.
- Holden, C. W. and A. Subrahmanyam, (1992), "Long-Lived Private Information and Imperfect Competition," *Journal of Finance*, 47, 247-270.
- Hollifield, B., R. A. Miller and P. Sandas, (2001), "Empirical Analysis of Limit

- Order Markets,” *Working Paper*, Carnegie Mellon University.
- Kyle, A. S., (1985), “Continuous Auctions and Insider Trading,” *Econometrica*, 53, 1315-1335.
- Lichtenstein, S. and B. Fischhoff, (1977), “Do Those Who Know More Also Know More About How Much They Know? The Calibration of Probability Judgements,” *Organizational Behavior and Human Performance*, 3.
- Lo, A., A. C. Mackinlay and J. Zhang, (2002), “Econometric Models of Limit-Order Executions,” *Journal of Financial Economics*, 65, 31-71.
- Parlour, C., (1998), “Price Dynamics in Limit Order Market,” *Review of Financial Studies*, 11, 789-816.
- Ranaldo, A., (2004), “Order Aggressiveness in Limit Order Book Markets,” *Journal of Financial Markets*, 7, 53-74.

Limit Order or Market Order? The Trade-Off between Price Improvement and Delayed Execution

I-Chun Tsai

Department of Finance, Southern Taiwan University of Technology, Taiwan

Tai Ma

Department of Finance, National Sun Yat-sen University, Taiwan

Ming-Chi Chen

Department of Finance, National Sun Yat-sen University, Taiwan

We develop a dynamic model of order submission strategies in an order-driven market, where traders differ in their share valuations. Our model shows that several factors influence the uninformed trader's choice of order to submit: the market price, the expected asset value, the probability of order execution, and the tick. In addition to these factors, the non-execution probabilities arising from improving the price of execution also influence the limit price. The findings and implications of the model can explain the empirical findings of the relationships among the spread, the asset value volatility, the expected asset value, and the trader's order submission strategy. Further, the results suggest that overconfident traders tend to submit market orders.

Keywords: asymmetric information, order-driven market, market order, limit order

JEL classification: G14, G19