

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

三個指數股票式基金上市之流動性對期貨價格結構之影響

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2416-H-032-011-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：淡江大學財務系

計畫主持人：林蒼祥

計畫參與人員：陳冠臻 邱懷義

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 8 月 16 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

三個指數股票式基金上市之流動性對期貨價格結構之影響

計畫編號：NSC 92-2416-H-032-011

執行期間：92年8月1日~93年7月31日

主持人：林蒼祥 教授 淡江大學財務系

計畫參與人員：陳冠臻 淡江大學金融所

邱懷義 淡江大學金融所

一、中文摘要

SPY, QQQ 及 DIA 原在美國證券交易所 (American Stock Exchange, AMEX) 交易，而於 2001 年 7 月 31 日前述三種 ETFs 也在紐約證券交易所 (New York Stock Exchange, NYSE) 開始交易，本文從流動性交易者的觀點，視新增 NYSE 是否會對 SPY, QQQ 及 DIA 之流動性產生影響，並且從訊息交易者的觀點來看，NYSE 的加入是否會改善 SPY, QQQ 及 DIA 之標的指數期貨的定價效率。根據 Madhavan, Richardson, and Roomans (1997) 之價格結構模型，我們發現新增 NYSE 後，SPY, QQQ 及 DIA 在 AMEX 市場之逆選擇成本明顯減少；SPY 與 QQQ 之流動性供給成本增加，DIA 則為減少；SPY, QQQ 及 DIA 在新增 NYSE 後其隱含買賣價差與有效的買賣價差皆縮小，且資訊不對稱佔隱含價差的比重也減少。再者，根據 Kumar, Sarin, and Shastri (1998) 之價差與深度之聯立模型得知，發現在控制價格、波動性與交易量後，SPY, QQQ 及 DIA 在新增 NYSE 後，價差減少，深度增加，表示市場流動性上升。最後依照持有成本理論，發現 SPY, QQQ 及 DIA 在加入 NYSE 後，對其標的指數 S&P 500、Dow Jones 及 Nasdaq-100 的期貨之定價效率有顯著的改善效果。

關鍵詞：指數股票式基金、買賣價差、深度、流動性、一般化動差法、表面似乎不相關估計法、資料配對、定價效率、市場分割、錯價。

Abstract

The SPY, QQQ and DIA listed on the American Stock Exchange (AMEX), but on July 31, 2001, the New York Stock Exchange (NYSE) began trading three unlisted securities. From the viewpoint of liquidity trader and informed trader, whether the NYSE entry leads to a dramatic improvement in liquidity of ETFs and also in price efficiency of the underlying index futures. We contribute to this discussion by examining the entry of the NYSE into the trading of ETFs. To assess market liquidity and price efficiency in the three ETFs after the NYSE entry, we use the structural model of Madhavan, Richardson, and Roomans (1997), the model of Kumar, Sarin, and Shastri (1998) combined spread and depth and also the cost of carry model. Conclusions as following: the cost of asymmetric information and liquidity are obviously decreasing except DIA in the cost of supplying liquidity; About the trading cost, the implied bid-ask spread and the effective

bid-ask spread in the three ETFs are decreasing after the NYSE entry. And we also find out price efficiency in futures market of S&P 500、Dow Jones and Nasdaq-100 is improved after the NYSE entry.

Keywords : ETF、bid-ask spread、liquidity、depth、Minspan、SUR、GMM、price efficiency、fragmentation、Mispricing。

二、緣由與目的

指數股票式基金 (Exchange-trade-funds, ETFs) 為一種追蹤特定指數的一籃子股票於交易所上市交易之受益憑證，像個股可隨時買賣，且具有創作與贖回的機制，使基金淨值緊貼市值。首檔 ETF 在 1993 年元月 SPY 推出後，ETFs 市場快速成長，截至目前，全球之 ETFs 已近三百檔，而 SPY, QQQ 及 DIA 之資產規模至 2003 年第二季已達 1,212 億，佔全部 ETFs 之 75%。

Bagehot (1971) 假設市場內有兩種交易者—訊息交易者 (informed trader) 和流動性交易者 (liquidity trader)。訊息交易者擁有優勢的私有訊息 (private informaton)，其交易的目的在利用這些尚未反映在股價上的私有訊息獲利；非訊息交易者又稱流動性交易者，其交易的目的在調整資產組合使其終身消費的過程最適化，希望能夠快速變現且使得逆選擇成本達到最低。過去學者大多從訊息交易者之角度，針對 ETF 之推出是否對標的市場、期貨市場與選擇權市場之定價效率 (pricing efficiency) 與市場微觀結構 (market microstructure) 產生影響，例如 ETFs 對指數期貨定價的文獻有：Park

and Seitzer (1995)、Switzer, Varson and Zghidi (2000)、Kurov and Lasser (2002)、Chu and Hsieh (2002)。然而這些文獻皆以訊息交易者觀點來探討，對流動性交易者於市場交易時所須之流動性動機議題較少探討，本文不僅包括訊息交易者之觀點，亦從流動性交易者之角度切入，探討流動性之相關議題。

根據 Merton (1987) 對投資者之認知 (investor's recognition) 假說可知，於較知名市場所交易之證券流動性，將會高於較不知名之市場所交易的，因此相同標的物之 ETF 於不同交易所交易下，對原有市場之商品的流動性、交易量、定價誤差與效率性之研究將是一個相當有趣的議題。在 2001 年 7 月 31 日，NYSE 開放美國流動性最大之 SPY, QQQ 及 DIA 的交易，此對於已掛牌上市且為主要交易所 AMEX 是一重要挑戰。本文則是從訊息交易者角度，探討標的指數期貨的定價效率是否會因 SPY, QQQ 及 DIA 在 NYSE 開放交易後而有顯著的改善，並且由流動性交易者角度切入，探討新增 NYSE 是否會使得 SPY, QQQ 及 DIA 能快速變現，且其逆選擇成本有顯著減少之現象。

在報價驅動的市場中，存在著正式的市場創造者，諸如專業證券商或自營商，他們是風險中立的，既沒有內部訊息，也沒有能力區分訊息交易者和非訊息交易者，其與非訊息交易者交易會獲利，但與訊息交易者交易會有損失。所以市場創造者在市場上掛出買進報價和賣出報價，買賣價差則是市場中介人的收入，以補償他們在提供流動性時所發生的內部成本。

Stoll(1978)歸納買賣價差主要來自以下三種成本：

1. 委託單處理成本(order processing cost)：

Demsetz(1968)首先提出較為完整理論的分析，指出執行交易產生之成本，如手續費、稅捐、結清等成本，其為補償對市場創造者，因提供變現性服務過程中，所招致之所有成本與必要的利潤，文中並利用靜態的供給需求模型來分析，將買賣價差視作市場交易者為了要迅速成交所需支付的交易成本，當交易越活絡，交易頻率越高，則等待之機會成本下降，所以價差跟著降低。

2. 存貨持有成本(inventory holding cost)：

Stoll(1978) 與 Amihud and Mendelson (1982)為代表，指出持有存貨為所需承擔之價格風險與機會成本。由於造市者(market maker)有義務維持市場之流動性，必須擁有一定數量之股票以應付買賣股票之需求，自營商會將持有存貨之價格風險與機會成本反映於價差中，因此，價差中的存貨成本成分便是對市場創造者因持有存貨而招致風險的補償。文中並討論持有存貨成本的文獻以主要在了解證券商面對其現存的股票部位以及現金部位為隨機(stochastic)變動的情形下，為了消弭因買賣不均衡所造成存貨或現金部位水準不適，以價差作為調整買賣單不均衡及存貨數量的工具，使其存貨水準達到最適化程度。

3. 資訊不對稱之成本(adverse information cost)：

Bagehot(1971)開其先河，而由 Copeland and Galai(1983)、Glosten and

Milgrom(1985)建立模型加以說明，指出自營商與訊息交易者交易所發生之逆選擇成本，此成本主要導因於市場之資訊不對稱。若是市場中投資者擁有私有資訊，則自營商從資訊交易者中產生損失，但從流動性交易者中獲取利益，所以自營商的目標則是建購一個最適價差來極大化其利潤，當買賣價差太寬(太窄)，自營商從流動性交易者收取之預期收入減少(增加)，但面臨資訊交易者之損失亦減少(增加)，所以自營商之最適價差決定於預期收入與預期損失之抵換(trade-off)結果。

Glosten and Harris(1988)與 Huang and Stoll(1996)之模型皆將價差影響效果分解臨時與永久之組成成分，模型具直觀與情報效果，雖對流動性為相當佳之衡量工具，但是缺乏穩固之理論根據是為其缺失。相對於 Madhavan et al.(1997)之價格結構模型就較具理論根據，其不只依賴市場報價資訊來衡量流動性，其結構模型中亦參考交易之時間序列資料，模型中包括流動性供給成本與資訊不對稱成本，並衡量了商品之交易成本，適合觀察造市者之市場微觀，因此本文在流動性之觀察預期主要應用 Madhavan et al.(1997)之價格結構模型。

在美國的證券交易制度中有專業會員(specialist)存在，專業證券商需要藉由買股票或從其存貨中賣股票來維持一個有次序的市場，其為了改善市場流動性的方法有二，其一為提供優於目前限價單之報價，另外就是在同一價格上提供更多的交易數量。因此在交易冷清時，他們會進場買賣以撮合一部份的市場訂單，而交易熱絡時，其手中持有之報價量則可以滿足

更多的交易需求，故能促進市場流動性。Dubofsky and Groth(1984)認為流動性為以下兩種解釋：第一是以現時市價完成交易所需的時間；第二是在一定時間內欲賣出股票必須付出的價格折讓。

Kyle(1985)認為市場流動性具有多種的市場交易特質，因此是個難以衡量的概念，市場流動性交易的特質包含：緊度 (tightness)、深度 (depth) 和彈性 (resiliency)。緊度指在短時間內完成交易所需的成本；深度是在不對價格產生影響的前提下，市場上所能容納的最大交易數量；彈性則是價格在經過一個隨機的衝擊後再恢復到均衡價格的速度。Kyle 提出緊度可以用買賣價差來衡量市場流動性；深度即市場中介人在買賣報價下願意交易的數量，對市場流動性也會產生影響；以彈性來衡量市場流動性的概念，實證上會有困難，因為股票的基本價值會隨著新訊息流入市場而不斷在改變，所以難以去測量受到不同的衝擊後回到均衡價格之速度。

早期的研究多以買賣價差為衡量市場流動性的唯一指標，Amihud and Mendelson (1982) 以買賣價差作為流動性指標，在資本定價模型中加入流動性之考量，探討股票報酬與買賣價差的關係。不過 Dubofsky & Growth (1984) 認為以買賣價差作為流動性指標，不但無法觀察在不同報價下所能承受最大交易量，亦無法反映影響價格變動所需要的交易量。為彌補買賣價差衡量流動性的缺失，並說明市場在不影響價格波動下吸收訂單的能力，Demsetz(1968)提出以深度(depth)作為流動性衡量指標，Lee, Mucklow

and Ready(1993)亦實證指出當買賣價差與深度成反向變動時，才能確定市場流動性的變化方向，兩者若成同向變動，則無法判斷市場流動性增加或減少，即價差縮小與深度增加，才能夠判斷市場之流動性是有顯著的改善。

所以，當市場中介人的交易意願降低時，其除了可以改變買賣價差外，也可以調整深度，或是同時改變買賣價差和深度。深度的降低可能使原來一次就能達成的交易數量需透過多次交易才能達成，使得交易成本增加，流動性降低，因此衡量市場流動性的變動，價量須一併考量。Kumar et al.(1998)針對選擇權掛牌上市對標的股票的市場品質(market quality)做研究，同時考慮了買賣價差與市場深度，結果發現選擇權上市對標的股票市場的買賣價差有縮小的作用，同時並增加了現貨市場的深度，在價差與深度呈相反變動方向，即判斷市場之流動性增加。本文則參照 Kumar et al.之價差與深度之聯立模型，分析新增 NYSE 市場對 SPY, QQQ 及 DIA 在 AMEX 之流動性影響。

三、模型

在本文的實証模型中，第一部分應用 Madhavan et al.(1997)之價格結構模型，首先必須先將資料中的買賣方予以分類，根據 Lee and Ready(1991)之交易方向法則，判斷交易是由買方或賣方所發起，由於結構模型中依賴市場報價資訊來衡量流動性，適合觀察造市者之市場微觀。第二部分則為橫斷面分析，以表面似乎不相關(SUR)估計方法，應用 Kumar et al. (1998)之價差與深度模型，視流動性是否改善

提出了實證分析。第三部分則從資訊交易者角度切入，利用持有成本理論來作為定價效率之分析。

(一) Lee and Ready(1991)之交易方向法則

一筆交易是由買方發起的或是由賣方起的，其資訊內容往往大相逕庭。因此正確的判斷特定交易是由買方發起的或是由賣方發起的，即能清楚知道此交易所隱含的資訊屬性與內涵。本文之 TAQ 資料庫中並未指明導致成交之報價為何筆，我們則依據目前所廣泛應用之 Lee and Ready(1991)法則來判斷買方交易和賣方交易， t 是交易時點， P_t 是交易價格， X_t 是交易方向變數， A_t 是造市者之賣出報價， B_t 為造市者之買進報價， M_t 是買賣中價，即 $M_t = (A_t + B_t) / 2$ ，則 Lee and Ready(1991)的交易方向決定法則為：

- 1、若 $P_t > M_t$ ，則 $X_t = 1$ ，此筆交易為買方引起(buyer-initiated)。
- 2、若 $P_t < M_t$ ，則 $X_t = -1$ ，此筆交易為賣方引起(seller-initiated)。
- 3、若 $P_t = M_t = (A_t + B_t) / 2$ ，則此筆交易之方向依檔檢定法(Tick Test)決定：
 - (1)若 $P_t > P_{t-1}$ ，則 $X_t = 1$ ，此筆交易為買方引起。
 - (2)若 $P_t < P_{t-1}$ ，則 $X_t = -1$ ，此筆交易為賣方引起。
 - (3)若 $P_t = P_{t-1}$ ，則 $X_t = 0$ ，此筆交易之買賣方向無法判定。

Lee and Ready(1991)在交易價格等於買賣中價時，利用檔檢定法判斷，其中考慮若目前報價存續期間少於 5 秒，可能因為交易作業時間之延遲，此報價可能是導致下一筆成交價之產生，而非目前的成交價，然而 Ellis

et al.(2000)發現，目前報價之存續期間規定為 5 秒以上，或者是其他固定的秒數，都不能增加判斷交易方向的正確性，所以本文則未限制目前報價存續期間為固定秒數。

(二)流動性之實證模型

Madhavan et al. (1997) 先從報價與報酬產生過程之微觀模型開始著手，並考慮風險性證券之基本價值。在報價驅動市場中，證券交易藉由流動性之供給者(限價委託單之交易者或 NYSE 之專業會員)提供買賣報價，而限價單亦會在此報價中執行。首先定義了交易方向之變數 x_t ，當交易由買方發起時 $x_t = +1$ ，當交易由賣方發起時 $x_t = -1$ ，而當買賣同時產生時，即成交價介於買賣報價間則 $x_t = 0$ 。令 λ 為交易發生在買賣報價間之非條件機率，即：

$$\Pr(x_t = 0) = \lambda$$

並假設買方與賣方一樣多，所以，

$$E(x_t) = 0$$

$$\text{Var}(x_t) = (1 - \lambda)$$

根據 Glosten and Milgrom (1985) 對投資者看法 (beliefs) 之變化是由下單流量來作調整，且兩者之間呈現正向關係，如下式：

$$\theta(x_t - E(x_t | x_{t-1}))$$

，其中 $(x_t - E(x_t | x_{t-1}))$ 則為下單流量之衝擊，當 $\theta \geq 0$ 可表示資訊不對稱之程度或為下單流量創新之永久衝擊 (permanent impact of the order flow innovation)，所以當 θ 值越大表示修正下單流單之革新程度愈大。

令 μ_t 為在給定公開訊息與交易情境變數 (trade initiation variable) 之條件下，證券交易後之期望價格，而看法之修正則來自於新資訊與下單流量之革新所導致之看法變動的加總，所以，

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \theta(x_t - E(x_t | x_{t-1})) + \varepsilon_t \quad (4-1)$$

，其中 ε_t 為時間 t 到 $t-1$ 之間，因為新的公開資訊所導致之看法革新，且 $\varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ 。

造市者之買賣報價皆會建立在交易是由買方引起或有賣方引起之條件下，所以在交易前，造市者所報之買賣價格將是理性的，因此買（賣）價於交易時將是買（賣）方之初步訊息（initiated），就需求面而言，造市者報價即能反映其提供流動性需求之報價，而對供給面而言，則以假設每股提供流動性所需之成本 ϕ ，則 ϕ 可視為經紀商對於交易成本、存貨成本、風險態度與持有特殊部位可能之報酬之總報酬，因此交易前之買賣價 (p_t^a 、 p_t^b) 即如下式：

$$\begin{aligned} p_t^a &= \mu_{t-1} + \theta(1 - E(x_t | x_{t-1})) + \phi + \varepsilon_t \\ p_t^b &= \mu_{t-1} - \theta(1 + E(x_t | x_{t-1})) - \phi + \varepsilon_t \end{aligned}$$

由上式之 ϕ 大小即能衡量價格於下單流量的臨時性效果。然而並非所有之交易成交價皆為買賣之報價，因此交易假設於中價執行，為：

$$p_t = (p_t^a + p_t^b) / 2$$

因此交易價格可表示為：

$$p_t = \mu_t + \phi x_t + \xi_t \quad (4-2)$$

其中 ξ_t 為隨機誤差項(rounding error)。根據(4-1)與(4-2)兩式，可得：

$$p_t = \mu_{t-1} + \theta(x_t - E(x_t | x_{t-1})) + \phi x_t + \varepsilon_t + \xi_t \quad (4-3)$$

為了估計(4-3)式，我們必須先描述下單流量之臨時性行為，假設交易情境變數服從一馬可夫過程(Markov process)下，令 γ 為目前交易與上一筆交易皆由同一方所引起的之發生機率，即

$$\gamma = \Pr(x_t = x_{t-1} | x_{t-1} \neq 0)$$

當大額交易者為使交易易於執行，會將其單據分割為較小之組成成份，所以此單據以連續持有比沖銷後使價格反轉機率高，所以：

$$\gamma = \Pr(x_t = x_{t-1} | x_{t-1} \neq 0) > 0.5$$

假設 ρ 為交易情境變數之一階自我相關係數，則為：

$$\rho = E(x_t x_{t-1}) / \text{Var}(x_{t-1})$$

而可證明：

$$\rho = 2\gamma - (1 - \lambda)$$

由上式可知 ρ 與中價執行之機率 λ 、持續持有之機率 γ 之相關性為正的。接著在已知公開資訊下，交易情境變數之條件期望值

$E(x_t | x_{t-1}) = \rho x_{t-1}$ ，利用此條件期望值與(4-2)式代入(4-3)，即可得價格時間差 ($P_t - P_{t-1}$) 為：

$$\begin{aligned} P_t - P_{t-1} &= (\phi + \theta)x_t - (\phi + \rho\theta)x_{t-1} \\ &\quad + \varepsilon_t + \xi_t - \xi_{t-1} \end{aligned} \quad (4-4)$$

上式即為本篇論文以日內價格變動為基礎下之主要估計模型，其表達了交易價格變動為同時期與過去下單流量之線性函數。其中參數值 θ 為資訊不對稱參數， ϕ 為供給流動性之成本， λ 為中價執行之機率， ρ 為交易情境變數之一階自我相關係數。模型中四個參數解釋了成交價與報價間之形成結構，令 $\beta = (\theta, \phi, \lambda, \rho)$ 為參數之向量，我們應用 Hansen (1982) 的一般化動差 (generalized method of moments, GMM) 的方法來估計模型參數。比起一般最大概似估計法，GMM 不需對資料作隨機性假設、允許條件變異與自我相關存在之優點，以估計所需分析之向量係數；根據模型中直交條件之限制 (orthogonality restriction)，選擇使參數值極小化，動差母函數為：

$$E \begin{bmatrix} x_t x_{t-1} - x_t^2 \rho \\ |x_t| - (1 - \lambda) \\ u_t - \alpha \\ (u_t - \alpha) x_t \\ (u_t - \alpha) x_{t-1} \end{bmatrix} = 0$$

，其中 α 為漂浮項 (drift)，另外 $u_t = p_t - p_{t-1} - (\phi + \theta)x_t + (\phi + \rho\theta)x_{t-1}$ ，此額外限制可以用來分解 OLS 之個

別係數。第一列方程式代表交易情境的自我相關係數 (autocorrelation in trade initiation)，第二列方程式代表交叉機率 (cross probability)，第三列方程式代表平均錯價 (average pricing error)，第四列及第五列則代表 OLS 常態方程式 (OLS normal equations)。

上述模型估計出 θ 、 ϕ 、 λ 和 ρ 四種參數後，Madhavan et al.(1997) 利用此四種參數來解釋模型中其他相關交易變數所隱含之經濟意義，首先導正利用買賣價差來作為衡量交易成本之絕對指標，提出隱含買賣價差 (implied bid-ask spread; s) 與有效之買賣價差 (effective bid-ask spread; s_t^E)，並估計資訊不對稱佔隱含買賣價差之比重 (γ)，與有效價差佔隱含價差之比重 (γ^E)。

在 t 時間點之隱含買賣價差為一隨機變數且期望值為 $2(\theta + \phi)$ ，令 s 表示預期隱含價差，當 s 為由 GMM 估計出之參數的函數，而這些參數皆一致服從漸進分配，則 s 可由估計出的參數值直接計算而得。所以 s 之估計式則為：

$$s = 2(\hat{\phi} + \hat{\theta})$$

其中 $\hat{\phi}$ 、 $\hat{\theta}$ 分別為參數 θ 、 ϕ 之樣本估計。

有效的買賣價差 (s_t^E) 為另一個衡量交易成本的方法，依據時間 t 到未來時間 $t+k$ 之預期價格變化，分別有以下四種變化：從賣價到買價、賣價到買賣中價、買賣中價到買價、及買賣中價到買賣中價，其來回交易 (round-trip) 之期望成本分別為 $2(\phi + \theta)$ 、 ϕ 、 $(\phi + \theta)$ 、及 0 。另外 λ 為買賣中價執行之機率，則上述情況發生之個別機率分別為 $(1 - \lambda^2)$ 、 $(1 - \lambda)\lambda$ 、 $(1 - \lambda)\lambda$ 、及 λ^2 ，所以有效價差為：

$$s^E = (1 - \lambda)(2\phi + \theta)$$

，我們可藉由樣本估計求算有效價差，即：

$$s^E = (1 - \hat{\lambda})(2\hat{\phi} + \hat{\theta})$$

有效的買賣價差之值顯示出，買賣價差會過度陳述真正的交易成本，理由如下：第一、交易價格可能介於買賣報價間，所以中價執行機率越高，交易成本則越低；第二、因為價格傾向於在買後(賣後)呈現上漲(下跌)趨勢，使得價差過度陳述來回交易之成本。

在計算出有效價差與隱含價差之值後，接著視 γ^E 為有效價差與隱含價差之比，其估計式為：

$$\hat{\gamma}^E = \frac{(1 - \hat{\lambda})(2\hat{\phi} + \hat{\theta})}{2(\hat{\phi} + \hat{\theta})}$$

最後，為了進一步視模型之結構參數與買賣價差之關係，我們估計隱含價差中所包括資訊不對稱 (2θ) 成分， γ 代表資訊不對稱佔隱含價差之比率，即：

$$\hat{\gamma} = \hat{\theta} / (\hat{\phi} + \hat{\theta})$$

當 $\gamma = 0$ 時，則表示隱含價差皆視為流動性之成本；當 $\gamma = 1$ 時，則表示流動性之成本可忽略，而逆選擇成本才是造成買賣價差發生之因素。

(三) 價差與深度之聯立模型

本文即根據 Kumar et al.(1998) 之實證模型，設定價差與深度，取其相對事件日前後之自然對數估計法，探討在新增 NYSE 市場後，SPY, QQQ 及 DIA 之流動性是否顯著增加，其估計模型如下：

$$\begin{aligned} \log \text{SpreadRat}_j &= \beta_{S0} + \beta_{S1} \log \text{VolumeRat}_j \\ &+ \beta_{S2} \log \text{PriceRat}_j \\ &+ B_{S3} \log \text{VarianceRat}_j + \varepsilon_{Sj} \end{aligned} \quad (4-5)$$

$$\begin{aligned} \log \text{DepthRat}_j &= \beta_{D0} + \beta_{D1} \log \text{VolumeRat}_j \\ &+ \beta_{D2} \log \text{PriceRat}_j \\ &+ B_{D3} \log \text{VarianceRat}_j + \varepsilon_{Dj} \end{aligned} \quad (4-6)$$

其中 SpreadRat、DepthRat 分別為事件

日前後之相對平均價差(spread ratio)與相對深度(size ratio)，而 VolumeRat、PriceRat 與 VarianceRat 分別為事件日前後之相對交易量、交易平均價格與買賣中價之變異數，其中 ε 為誤差項。

過去之研究皆顯示出交易量、價格會與買賣價差呈現反向關係，波動性則與價差為正向關係；另外在深度上，交易量與深度呈現正向關係，價格、波動性則與深度為反向變動關係；Kumar et al.(1998) 預期 $\beta_{S1} < 0$ 、 $\beta_{S2} < 0$ 、 $\beta_{S3} > 0$ ； $\beta_{D1} > 0$ 、 $\beta_{D2} < 0$ 、 $\beta_{D3} < 0$ ，其中在截距項部分，控制交易量、價格與波動性變動後，期望得到買賣價差會縮小，而深度則呈現增加的情況，即預期 $\beta_{S0} < 0$ 、 $\beta_{D0} > 0$ 。

由於上述(4-5)與(4-6)式之聯立方程組中，若是以傳統的最小平方法(OLS)來估計每一條方程式之參數，則違反了高斯馬可夫定理(Gauss-Markov Theorem)中假設誤差項彼此間需獨立且不相關，所以本文採用 Zellner(1962)提出的表面似乎不相關迴歸(Seemingly Unrelated Regression Model, SUR)估計方法，是將一組有關的聯立迴歸模型進行估計與分析，期能降低各迴歸式殘差項之相關對估計不效率的影響。

(四)持有成本理論模型

ETF 推出對於指數期貨之定價效率的影響，本文利用持有成本理論來作為實証之模型，而由於現貨與期貨之間的交易時間有所差異，所以首先利用 Harris, McInish, Shoesmith, and Wood (1995) 的資料配對選取方法。

1. 資料配對

美國紐約證券交易所 (NYSE) 的交易時間為美國東岸時間 9:30 至 16:

00，而芝加哥交易所 (CME) 為美國西岸 8:30 至 15:15，將西岸時間換算成東岸時間為 9:30 至 16:15，然而現貨指數是 NYSE 掛牌，指數期貨於 CME 交易。現貨指數交易收盤時間與指數期貨的交易時間之差異，會使得指數期貨契約的定價產生困擾，所以，為比較基準相同與避免實證研究誤差下，在開盤後三十分鐘的交易情形較不穩定，為避免誤差均刪除開盤後三十分鐘的資料。最後選取的交易時間為 10:00 至 16:00 (美國東岸時間)。

在比較指數期貨和現貨間定價效率的研究中，配對資料時間的一致性是非常重要的。以理想性來看，在同一個時間點所觀察的指數期貨和現貨配對資料應該是同時發生的，但實際上並不容易擷取到這樣的資料，有以下兩個因素：1. 指數期貨與現貨的交易並非是在同一個時間點發生，2. 現貨的資料存在有價格落後的現象，故所觀察到的現貨資料會落後在真實的現貨。然而，為了降低指數期貨與現貨間時間資訊不對稱對結果的影響，本文採用 Harris, McInish, Shoesmith, and Wood (1995) 的資料選取方法 Minspan 資料配對方法。其主要是以交易發生頻率較少的市場作為基準，在本文是 S&P 500 指數現貨市場，當該市場發生交易時的時點，在時點發生之前，在 S&P 500 指數期貨市場尋求一發生時點差異最小的交易資料，作為其配對的依據，然而若差異最小的交易資料發生在時點之後，則成功的配對資料會以此為依據。

2. 持有成本

持有成本模型是訂定期貨價格運

用最廣的公式，此模型藉由評估現貨與期貨合理的價格差距來決定期貨價格。根據持有成本模型，今日期貨價格應等於現貨價格加上持有此現貨至到期日所發生的一切成本。股價指數期貨的均衡價格可利用持有成本理論來決定，在此模式中股價指數期貨的均衡價格等於持有現貨至到期日的淨持有成本。

指數期貨與指數現貨的價格關係中與其他種類的現貨不同的是，於期貨到期日前，持有指數現貨預期會有股利收入，因此降低了持有指數現貨的成本。所以根據持有成本模型，在無摩擦市場中指數期貨的理論價格可由現貨價格及持有現貨期間得到的股利收入來決定，其模型如下：

$$F_{t,T} = S_t e^{r(T-t)} - \sum_{\tau=t+1}^T D(\tau) e^{r(T-\tau)}$$

其中， $F_{t,T}$ ：為指數期貨契約的理論價格， S_t ：為時間 t 時的股價指數現貨報價， r ：為無風險利率，以美國三個月期的國庫券利率代替， D ：為指數股利率（股利收入/指數）。

四、實證結果

本文主要分析於 2001 年 7 月 31 日，SPY, QQQ 及 DIA 在 NYSE 開放交易後，驗證其於原市場 AMEX 市場之流動性變化；本文利用 TAQ 日內資料庫為實證資料，首先我們先將資料作詳細說明，再進一步驗證 Madhavan et al. (1997) 的結構模型，最後依 Kumar et al. (1998) 之價差與深度模型作一分析與探討。

(一)樣本

本文主要探討 SPY, QQQ 及 DIA 在新增 NYSE 市場後之流動性改善效果，資料來自於美國 NYSE 所提供之 TAQ (Trade and Quote) 資料庫，其為日內 (intraday) 資料，由於 SPY, QQQ 及 DIA 於 2001 年 7 月 31 日開始在 NYSE 交易，故本樣本的研究期間取 2001 年 5 月 2 日到 2001 年 10 月 31 日，事件前後各 61 天，總共 123 個交易日。研究期間於事件日後適逢 911 恐怖攻擊事件，為了避免恐怖攻擊對於股市之嚴重波動影響，美國採暫時休市 (9 月 11 日至 14 日休市 4 天)，設法使此一事件的傷害降至最低。我們從 TAQ 之資料光碟中分別下載 SPY, QQQ 及 DIA 之報價資料²(Quote) 與成交資料³(Trade)，首先刪除資料中買賣價為負數及買價高於賣價之錯誤資料。另外由於 TAQ 資料庫並未明確指示何筆報價為導致成交價的發生，即無法得知交易方向是由買方發起或由賣方發起，故本文遵循 Lee and Ready (1991) 判斷交易方向之法則。

Madhavan et al. (1997) 之價格結構模型中，為了清楚的了解四個參數值 (資訊不對稱參數 θ 、供給流動性之成本 ϕ 、中價執行之機率 λ 、及交易情境變數之一階自我相關係數 ρ) 之日內變化，將每日交易時間分成五個區間，分別為 9:30~10:00、10:00~11:30、11:30~14:00、14:00~15:30、及 15:30~16:00；Kumar et al. (1998) 之價差與深度聯立模型中，先將資料分

¹ 持有成本理論一般是用來探討遠期定價，在本文並不探討保證金帳戶等影響因素，故在本文將利用持有成本模型來探討指數期貨的定價。

² 報價資料中包括了交易所代號、交易時間、成交價(price)、及交易口數(size)

³ 成交資料中包括了交易所、交易時間、買價(bid price)、賣價(ask price)、買價報價口數(bid size)、及賣價報價口數(ask size)

成事件前後各 61 天，再根據定義分別計算相對平均價差(SpreadRat)、相對深度 (DepthRat)、相對交易量 (VolumeRat)、交易平均價格(PriceRat) 與買賣中價之變異數(VarianceRat)。

(二)實證結果

為了視新增 NYSE 市場後，SPY, QQQ 及 DIA 在 AMEX 市場之流動性是否有顯著改善，我們藉由 Madhavan et al. (1997)之日內價格結構模型，以 GMM 估計出資訊不對稱參數(θ)、供給流動性成本(ϕ)、中價執行之機率(λ)、及下單流量之一階自我相關係數(ρ)等四個參數值，並利用此四種參數來解釋模型中其他相關交易變數：隱含買賣價差(s)、有效的買賣價差(s_t^E)、有效價差與隱含價差之比(γ^E)、及資訊不對稱佔隱含價差之比率(γ)。利用平均數檢定(T 檢定)與中位數檢定(Wilcoxon 之無母數檢定)方法，視新增 NYSE 市場後，是否有顯著的改善效果。最後則是結合價差與深度聯立模性視流動性之變化。

1.參數之估計結果

SPY, QQQ 及 DIA 之價格間的日內參數結果，在資訊不對稱(θ)部分，僅有 DIA 於事後是呈現倒 U 型外，其他皆在事前與事後是一開盤時為最高，隨著時間的經過，逆選擇成本大致上皆呈現下降的情形，因為在非交易時間中取得私有訊息之交易者，其最佳時機就是利用開盤，立即從事交易，而隨著交易時間的進行，這些資訊藉由時間的消磨，逐漸將資訊傳遞出去，因此，有可能逆選擇成本會在開盤時最大，而後逐漸下降，到了收盤前，因私有資訊減少了，故逆選擇成本也跟著變小了。另外，比較事前與事後之資訊不對稱部分，發現 SPY, QQQ 及 DIA 在任何區段皆顯著為正，

表示新增 NYSE 市場後，皆具有顯著的改善效果，即 SPY, QQQ 及 DIA 於事件日後在 AMEX 市場之逆選擇成本皆明顯減少。

在流動性供給成本(ϕ)的部分，DIA 與 SPY 之流動性供給成本是呈現波動較小之 U 型(midly U-shape)，QQQ 之流動性供給成本則呈現持續上升，且不論事前與事後，其流動性供給成本在價差中所佔的比重皆是最低的，表示 QQQ 在存貨處理的風險較 SPY 與 DIA 來的小。另外，比較事前與事後之流動性供給成本，發現 DIA 於收盤時呈現顯著為正、11:30~14:00 之間得到不顯著的情況，其餘皆顯著為負，表示新增 NYSE 市場後，大致上並未有改善效果；SPY 則顯著為正；QQQ 於 10:00~11:30 之間得到不顯著的情況，其餘皆顯著為正，表示事件日後大致上有顯著的改善效果。總而言之，在新增 NYSE 市場後，DIA 之流動性供給成本為增加，SPY 與 QQQ 其流動性供給成本則為減少。

在買賣中價執行機率(λ)中，不論事前或事後，QQQ 在買賣中價執行機率中為最高。比較事前與事後之買賣中價執行機率，僅 SPY 於事件日後其買賣中價執行機率提高了，DIA 與 QQQ 則顯示降低了；在下單流量之一階自我相關(ρ)中，以 QQQ 下單流量之一階自我相關性為最強，SPY 於事後出現負自我相關之現象。自我相關係數是衡量成交價在買進與賣出報價來回跳動的度，當自我相關係數小，成交價比較不會在買進報價與賣出報價間來回跳動產生價格反轉現象。在比較事前與事後之一階自我相關係數，僅 QQQ 其下單流量之一階自

我相關性顯著降低，表示其價格反轉之現象較不會出現；DIA 則於開盤時一階自我相關性顯著增加；SPY 雖檢定皆顯著為正，若是將相關性取絕對值後，不難看出其事後之自我相關性是增強的。

2. 衡量交易成本之實證結果

Madhavan et al.(1997)之模型估計出 θ 、 ϕ 、 λ 和 ρ 四種參數後，利用此四種參數來解釋模型中其他相關交易變數所隱含之經濟意義，首先導正利用買賣價差來作為衡量交易成本之絕對指標，提出隱含買賣價差(implied bid-ask spread)與有效之買賣價差(effective bid-ask spread)，並估計資訊不對稱佔隱含買賣價差之比重，與有效價差佔隱含價差之比重。

在隱含買賣價差(s)方面，僅 SPY 於事後為持續下降趨勢，QQQ 及 DIA 於事前與事後皆呈現反 J 型，即 ETF 之收盤的隱含買賣價差雖然高於盤中其他時段，惟仍遠低於開盤時段的買賣價差，此歸因於隔夜私有資訊，導致一開盤時，市場創造者為了保護其與資訊交易者交易，所以在一開始交易與結束前會需要較高之風險溢酬。在比較事前與事後之隱含買賣價差方面，SPY, QQQ 及 DIA 之檢定結果皆顯著為正，表示新增 NYSE 市場後，SPY, QQQ 及 DIA 於事件日後在 AMEX 市場下其隱含買賣價差縮小了。在有效的買賣價差(s_t^E)方面，DIA 與 SPY 於事前事後分別為反 J 型與持續下降之情況，僅 QQQ 為呈現上升之趨勢。在比較事前與事後之有效買賣價差，SPY, QQQ 及 DIA 之檢定結果皆顯著為正，表示新增 NYSE 市場後，SPY, QQQ 及 DIA 於事件日後在 AMEX 市場下其有效的買賣價差縮小了。

在資訊不對稱佔隱含價差之比率(γ)方面，當 γ 越接近 0 時，則表示隱

含價差內大部分皆為供給流動性之成本；當 γ 越接近 1 時，則表示流動性之成本可忽略，而逆選擇成本才是造成隱含買賣價差發生之主要因素。SPY, QQQ 及 DIA 中，大致上以 QQQ 之資訊不對稱佔隱含價差之比率為最高，且比較事前與事後之資訊不對稱佔隱含價差之比率，發現 DIA 與 SPY 之檢定結果皆顯著為正，表示新增 NYSE 市場後，資訊不對稱佔隱含價差之比率有顯著的改善效果；QQQ 則僅於 9:30~10:00 出現正的不顯著，其餘時段皆顯著為正。所以，大致上 SPY, QQQ 及 DIA 於新增 NYSE 市場後，資訊不對稱佔隱含價差之比率有顯著減少的現象。至於有效價差與隱含價差之比(γ^E)方面，SPY, QQQ 及 DIA 之有效價差佔隱含價差之比重皆有不一樣的日內型態，且 SPY, QQQ 及 DIA 之檢定結果皆顯著為負，表示新增 NYSE 市場後，有效價差與隱含價差之比顯著的變小了。

3. 價差與深度之聯立模型實證結果

為了視新增 NYSE 市場後，從價差與深度來看 SPY, QQQ 及 DIA 之流動性是否有改善效果，本研究根據 Kumar et al. (1998)實證模型，設定價差與深度，取其相對事件日前後之自然對數估計法，以便觀察新增 NYSE 後，SPY, QQQ 及 DIA 於 AMEX 市場是否會因交易量、平均市價與買賣價之波動性而影響商品之價差與深度。

實證結果發現，在控制獨立變數後三種商品之價差迴歸截距項皆為顯著負值，顯示 ETF 商品在增加 NYSE 市場交易後，有降低交易流動性成本效果；其次，在深度之迴歸截距項驗證結果，除了 SPY 為正的不顯著外，

DIA 與 QQQ 皆為理論正的顯著，顯示 ETF 擴大市場交易後造市者願意提供交易口數增加，市場流動性上升；此實證結果與 Kumar et al. (1998) 驗證結果是一致的。

4. 定價效率之實證結果

由實證結果發現，SPY, QQQ 及 DIA 在 NYSE 開放交易後，均會使標的指數期貨的錯價有顯著的減少，這表示 SPY, QQQ 及 DIA 的標的指數期貨的定價效率會因新增 NYSE 市場而有著顯著的改善。而且不論是在何種交易成本下，SPY, QQQ 及 DIA 在 NYSE 市場掛牌後，SPY, QQQ 及 DIA 的標的指數期貨事後違反的次數及比率均有著明顯的減少，這代表著 SPY, QQQ 及 DIA 在 NYSE 市場上市交易後，標的指數期貨價格更有效率性。從平均套利訊號的角度來看，SPY, QQQ 及 DIA 在 NYSE 市場掛牌後，在各種交易成本下，均顯示出平均套利訊號的減少，這代表著當市場上出現有套利機會時，大眾會利用指數與指數期貨間的關係來進行套利，但套利的利潤會因為平均套利訊號的減少，而使套利利潤減少。這也顯示 SPY, QQQ 及 DIA 在 NYSE 市場推出能提升其標的指數期貨的定價效率。

五、結論

本研究旨在探討 2001 年 7 月 31 日，紐約證券交易所(NYSE)開放美國流動性最大之 SPY, QQQ 及 DIA 的交易，預期此交易會對最早上市且為主要交易市場之 AMEX 帶來流動性之影響。我們將交易者分為流動性交易者與資訊交易者，Bagehot(1971)認為流動性交易者其交易的目的在調整資產組合，使其終身消費的過程最適化，

在交易過程希望能極小化逆選擇成本及快速變現。所以，本文藉由 Madhavan et al. (1997)之日內價格結構模型，得到價格間所隱含之流動性供給成本(ϕ)與資訊不對稱成本(θ)，分別探討 SPY, QQQ 及 DIA 在新增 NYSE 市場後，流動性供給成本與資訊不對稱成本是否有顯著的變化。實證結果發現，SPY, QQQ 及 DIA 之逆選擇成本在新增 NYSE 市場後皆明顯減少；另外在流動性供給成本中，除了 DIA 外，SPY 與 QQQ 於新增 NYSE 市場後顯著減少。

以往針對交易成本衡量皆單純以買賣價差來估計，本文則利用 Madhavan et al. (1997)所估計出資訊不對稱成本與流動性供給成本後，利用此兩個參數值來計算商品之交易成本，包括隱含價差(s)與有效價差(s^E)，另外亦求出資訊不對稱成本佔隱含價差之比重。由實證結果可知，以隱含買賣價差與有效價差來估算交易成本，SPY, QQQ 及 DIA 在新增 NYSE 市場後，交易成本皆顯著的縮小了。另外資訊不對稱成本佔隱含價差之比重，由實證結果亦發現，SPY, QQQ 及 DIA 在新增 NYSE 市場後，資訊不對稱成本佔隱含價差之比重縮小了。

早期的研究多以買賣價差為衡量市場流動性的唯一指標，但 Lee, Mucklow and Ready(1993)實證指出當買賣價差與深度成反向變動時，才能確定市場流動性的變化方向。本文則依據 Kumar et al. (1998)價差與深度之聯立模型，發現在控制價格、波動性與交易量後，SPY, QQQ及DIA在價差迴歸截距項為顯著負值，且深度之迴歸截距項為正值，顯示增加NYSE市場交易後，對於SPY, QQQ及DIA有降低

交易流動性成本效果，且造市者願意提供交易口數增加，市場流動性上升。

最後，從訊息交易者的觀點切入，視NYSE的加入是否會改善SPY, QQQ及DIA之標的指數期貨的定價效率。利用持有成本理論，發現SPY, QQQ及DIA在NYSE開放交易後，均會使標的指數期貨的錯價有顯著的減少，這表示SPY, QQQ及DIA之標的指數期貨的定價效率有著顯著的改善。

在2001年7月31日，NYSE開放美國流動性最大之SPY, QQQ及DIA三種ETF之交易，這三種ETF在2001年每日交易量即高達50億美元，為美國最具活絡性之ETF商品，雖然對於最先上市且為主要交易市場之AMEX帶來衝擊，但是面對NYSE之競爭，反而使得SPY, QQQ及DIA在AMEX市場之價差減少，深度增加，流動性有顯著的改善效果，並且標的指數期貨之定價效率也明顯改善。所以，只要是能夠維持市場之公平競爭的環境，相同商品在不同市場交易亦可以提升市場之效率性。

六、參考文獻

- Amihud, Y., and Mendelson, H., 1982, "Asset Price Behavior in Dealership Market," *Financial Analysts Journal*, 38, 50-59.
- Bagehot, W., 1971, "The Only Game in Town," *Financial Analysts Journal*, 27, 12-14.
- Chu, Q. C. and Hsieh, W-L. G., 2002, "Pricing Efficiency of the S&P 500 Index Market : Evidence from the Standard and Poor's Depository Receipts," *The Journal of Futures Markets*, 22, 877-900.
- Copeland, T. E., and Galai D., 1983, "Information Effects of the Bid-Ask Spread," *Journal of Finance*, 38, 1457-1469.
- Demsetz, H., 1968, "The Cost of Transaction," *Quarterly Journal of Economics*, 82, 33-53.
- Dubofsky, D. A., and Growth, J. C., 1984, "Exchange Listing and Stock Liquidity," *Journal of Financial Research*, 291-302.
- Ellis, K., Michaely, R., and O'Hara, M., 2000, "The Accuracy of Trade Classification Rules : Evidence from NasDaq ," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 35, 529-552.
- Glosten, L. R., and Milgrom, P., 1985, "Bid, Ask, and Transaction Prices in a Specialist Market with Heterogeneously Informed Agents," *Journal of Financial Economics*, 14, 71-100.
- Golsten, L. R., and Harris, L. E., 1988, "Estimating the components of the Bid/ask Spread," *Journal of financial Economics*, 21, 123-142.
- Hansen, L., 1982, "Large Sample Properties of Generalized Method of Moment Estimators," *Econometrica*, 50, 1029-1084.
- Harris, F. H. deB, McNish, T. H., Shoesmith, G. L., and Wood, R. A., 1995, "Cointegration, Error Correction, and Price Discovery on Informationally Linked Security Markets," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 30, 563-579.
- Huang, R. and H. Stoll, 1996, "Dealer

- versus Auction Markets: A Paired Comparison of Execution Costs on the NASDAQ and the NYSE,” *Journal of Financial Economics*, 41, 313-357.
- Kyle, A. S., 1985, “Continuous Auctions and Insider Trading,” *Econometrica*, 53, 1315-1335.
- Kumar, R., Sarin, A., and Shastri, K., 1998, “The Impact of Options Trading on the Market Quality of the Underlying Security: An Empirical Analysis,” *Journal of Finance*, 53, 717-733.
- Kurov, A. A. and Lasser, D. J., 2002, “The Effect of the Introduction of Cubes on the Ndaq-100 Index Spot-Futures pricing Relationship,” *The Journal of Futures Markets*, 22, 197-218.
- Lee, C. M. C., and Ready, M. J., 1991, “Inferring Trade Direction from Intraday Data,” *Journal of Finance*, 46, 33-746.
- Lee, C. M. C., Mucklow, B., and Ready, M. J., 1993, “Spreads, Depths, and the impact of Earnings Information: An Intraday Analysis,” *Review of Financial Studies*, 6, 345-374.
- Merton, R. C., 1987, “A Simple Model of Capital Market Equilibrium with Incomplete Information,” *Journal of Finance*, 42, 483-510.
- Madhavan, A., Richardson, M., and Roomans, M., 1997, “Why do Security Prices Change? A Transaction-Level Analysis of NYSE Stocks,” *Review of Financial Studies*, 10, 1035-1064.
- Park, T. H. and Switzer, L. N., 1995, “Index Participation Units and the Performance of Index Futures Markets : Evidence from the Toronto35 Index Participation Units Market,” *The Journal of Futures Markets*, 15, 187-200.
- Stoll, H.R., 1978, “The Supply of Dealer Services in Securities Market,” *The Journal of Finance*, 33, 1133-1151.
- Stoll, H.R., 1978, “Inferring the Components of the Bid-Ask Spread: Theory and Empirical Tests,” *The Journal of Finance*, 44, 115-134.
- Switzer, L. N., Varson, P. L., and Zghidi, S., 2000, “Standard and Poor’s Depository Receipts and the Performance of the S&P 500 Index Futures Market,” *The Journal of Futures Markets*, 20, 705-716.
- Zellner, A., 1962, “An Efficient Method for Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregate Bias,” *Journal of the American Statistical Association*, 57, 348–368.