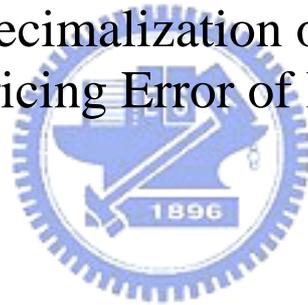


國立交通大學
管理科學系碩士班

碩士論文

美國股市小數化對指數期貨定價誤差之影響

The Effect of Decimalization of U.S. Stock Market
on the Pricing Error of Index Futures



研究生：莊仕妤

指導教授：鍾惠民 博士
許和鈞 博士

中華民國九十三年六月

美國股市小數化對指數期貨定價誤差之影響

學生：莊仕好

指導教授：鍾惠民 博士
許和鈞 博士

國立交通大學管理科學系碩士班

摘要

本文使用日內資料 (intraday data) 探討美國證券交易所於2001年1月29日縮小升降單位 (Decimalization, 又簡稱為小數化) 至0.01美元的政策, 對小型S&P 500 指數期貨 (E-mini S&P 500 index futures) 和小型Nasdaq 100指數期貨 (E-mini Nasdaq 100 index futures) 的定價誤差 (mispricing) 之影響, 並探討影響指數期貨定價誤差的因素。實證資料分為下列四組時間序列: (1) S&P 500指數現貨與E-mini S&P 500指數期貨; (2) SPDRs與E-mini S&P 500指數期貨; (3) Nasdaq 100指數現貨與E-mini Nasdaq 100指數期貨; (4) QQQ與E-mini Nasdaq 100指數期貨。本文以考慮異質變異之自我迴歸模式, 參考Kurov and Lasser (2002) 所選定的變數, 來分析探討小數化、現貨指數波動性、期貨交易次數及離期貨到期天數等變數對定價誤差的影響。實證結果發現彙整如下: (1) 以指數現貨求算指數期貨理論價格的組別, 小數化對期貨定價誤差具有顯著的影響且為負效果, 亦即小數化後, 定價誤差明顯減少。支持本文的假說一及假說三; (2) 以ETFs求算指數期貨理論價格的組別, 小數化對E-mini S&P 500指數期貨的定價誤差有顯著的負效果, 支持假說二; 但E-mini Nasdaq 100指數期貨的定價誤差在小數化後反而顯著增加, 與預期不符。 (3) 整體而言, 指數現貨波動性愈大或離期貨到期天數愈長, 則指數期貨定價誤差顯著愈大, 而交易次數愈多, 則指數期貨定價誤差顯著愈小。以ETFs求算指數期貨理論價格的組別有較例外的情況。

關鍵詞：小數化、最小升降單位、指數期貨、定價誤差

The Effect of Decimalization of U.S. Stock Market
on the Pricing Error of Index Futures

Student : Shih-Yu Chuang

Advisor : Dr. Huimin Chung
Dr. Her-Jiun Sheu

National Chiao Tung University
Program master in management science

ABSTRACT

This paper examines the impact of the decimalization policy of stock market on January 29, 2001 on the mispricing of E-mini S&P 500 index futures and E-mini Nasdaq 100 index futures. It also probes into the factor influencing the mispricing of index futures. Observations obtained from intraday S&P 500 and Nasdaq 100 E-mini futures transactions and index value data is divided into the following four groups of time series: (1) S&P 500 index stock and E-mini S&P 500 index futures; (2) SPDRs and E-mini S&P 500 index futures; (3) Nasdaq 100 index stock and E-mini Nasdaq 100 index futures; (4) QQQ and E-mini Nasdaq 100 index futures. This paper considering the selected variables of Kurov and Lasser (2002), involving decimalization, the volatility of stock index, futures traded numbers, and the days leave expiration day. The results are as follows: (1) the groups that calculate the future theory price by using stock index price, decimalization has significant negative effect on index future mispricing. It support hypothesis one and hypothesis three of this paper; (2) the groups that calculate the future theory price by using ETFs price, decimalization has significant negative effect on the mispricing of E-mini S&P 500 index futures. It support the hypothesis two; but the mispricing of E-mini Nasdaq 100 index futures increases apparently instead after the decimalization, it doesn't accord with expectation. (3) Overall, the higher volatility of stock index and the more days leave expiration day, then the index futures mispricing is apparent larger, and the more futures traded numbers, the index futures mispricing is significant smaller. However, there are some exceptions in the groups that calculate the future theory price by using ETFs price.

誌謝

對從小在新竹成長的我而言，交通大學的鯉魚池及竹湖是充滿著童年記憶的地方，進入交通大學管理科學系碩士班，更是我求學生涯中的夢想。也因為進入交大，我獲得了更多的發展機會，順利地進入知名的企業實習，也進一步實現了我職涯的初步規劃。雖然兩年的研究生涯不算長，但交大管科所讓我的人生充滿著契機點，感激的心情難以言喻，在此謹感謝師長、同學、朋友以及家人在這段時間對我的支持。

首先要感謝指導教授鍾惠民老師的教導與指教，讓我的碩士論文得以順利完成。雖然我並非財金本科系所的學生，而且大學時主修行銷，我還是決定以財務領域做為論文命題，當作是給自己的一種挑戰。但剛開始的論文寫作存在不少困難，所幸鍾老師的耐心指導、謹慎的治學態度的薰陶，讓我對財務金融領域的知識涉獵許多，論文也因此如期完成。課餘時間與鍾老師的互動，我也從中學到了謙虛的待人處事態度。

此外，在論文寫作過程中遇到了一些障礙，相當感謝管科所的陳煒朋學長及財金所的楊永慶同學，在忙碌的學校課業中撥冗提供協助，不厭其煩地給予我許多寶貴的意見。幸蒙許和鈞老師、謝文良老師、以及周冠男老師於口試審核過程，給予學生寶貴的意見與指導，讓我知道論文的不足與缺失並得以改進，使得此篇論文內容更加良善。

還要感謝我的益友楊雅玲及巫嘉榮，由於你們的鼓勵讓我重新省思自己的人生，在兩年前從原本狹隘的小路決定走向這康莊大道。也要謝謝默默在背後支持我的神秘人物。研究所期間的陪伴，尤其是進行論文撰寫的過程，你的鼓勵一直是我最大的支持，也是我勇於追求自己理想抱負的後盾和無窮的活力來源，在此想對你說聲感謝。

還有我的家人，感謝父母的養育及栽培之恩，讓我能夠完成交通大學管理科學系碩士班的學業，也要感謝我的兄長、我的兩個妹妹，以及可愛的小多多，由於你們的陪伴，我的生活可以說是相當熱鬧且多采多姿，相信我的努力將會為大家帶來美好的果實。謹以感恩的心，將此論文的成果與所有曾經幫助我的親人與朋友分享。

莊仕好謹致於
國立交通大學管理科學系碩士班
中華民國九十三年六月

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
圖目錄	v
表目錄	vi
第一章 緒論	1
第一節 研究動機	1
第二節 研究目的	4
第三節 論文架構	5
第四節 研究流程	7
第二章 文獻回顧	8
第一節 最小升降單位簡介	8
第二節 美國小型股價指數期貨之簡介	9
第三節 持有成本理論介紹	11
第四節 指數股票式基金簡介	15
第五節 升降單位相關文獻探討	17
第六節 指數期貨定價效率相關文獻	20
第七節 ETFs 上市與指數期貨市場定價效率	21
第三章 研究方法	25
第一節 資料來源與處理	25
第二節 理論模型與研究變數之定義	27
第三節 迴歸模型	28
第四節 研究假說	30
第四章 實證結果分析	31
第一節 S&P 500 指數現貨與 E-mini S&P 500 指數期貨實證結果	31
第二節 SPDRs 與 E-mini S&P 500 指數期貨實證結果	34
第三節 Nasdaq 100 指數現貨與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨實證結果	37
第四節 QQQ 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨實證結果	40
第五章 結論與建議	44
第一節 結論	44
第二節 建議	45
參考文獻	46

圖目錄

圖 1.1	研究流程	7
圖 5.1	定價誤差日內資料平均值之比較 (S&P 500 指數現貨與 E-mini S&P 500 指數期貨).....	34
圖 5.2	定價誤差日內資料平均值之比較 (SPDRs 與 E-mini S&P 500 指數期貨).....	37
圖 5.3	E-mini Nasdaq 100 定價誤差日內資料平均值之比較 (Nasdaq 100 指數現貨與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨).....	40
圖 5.4	E-mini Nasdaq 100 定價誤差日內資料平均值之比較 (QQQ 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨).....	43



表目錄

表 2.1	近年各國縮小升降單位政策之彙總.....	9
表 2.2	S&P 500 與 E-mini S&P 500 指數期貨契約規格.....	10
表 2.3	Nasdaq 100 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨契約規格.....	11
表 2.4	以成分股的選擇為區分的指數股票式基金之種類.....	17
表 5.1	E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差敘述統計量總表 (S&P 500 指數現貨與 E-mini S&P 500 指數期貨).....	31
表 5.2	每 15 分鐘 E-mini S&P 500 定價誤差迴歸模式之估計 (S&P 500 指數現貨與 E-mini S&P 500 指數期貨).....	33
表 5.3	E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差敘述統計量總表 (SPDRs 與 E-mini S&P 500 指數期貨).....	35
表 5.4	每 15 分鐘 E-mini S&P 500 定價誤差迴歸模式之估計 (SPDRs 與 E-mini S&P 500 指數期貨).....	36
表 5.5	E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差敘述統計量總表 (Nasdaq 100 指數現貨與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨).....	38
表 5.6	每 15 分鐘 E-mini Nasdaq 100 定價誤差迴歸模式之估計 (Nasdaq 100 指數現貨與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨).....	39
表 5.7	E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差敘述統計量總表 (QQQ 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨).....	41
表 5.8	每 15 分鐘 E-mini Nasdaq 100 定價誤差迴歸模式之估計 (QQQ 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨).....	42

第一章 緒論

第一節 研究動機

升降單位(Tick Size)是股票交易價格的最小變動單位，由各國證券交易所規定以規範買進報價、賣出報價及成交價的變動，其必須是升降單位的整數倍數，股票價格因此受到限制，股價變動呈現不連續的狀態。若投資人所決定的價格變動單位小於升降單位，則股價的變動將受到升降單位的限制而影響股價行為，投資人的交易成本也因而增加。

股市升降單位的縮小(Decimalization)，對股市產生的影響是股價的變動被預期更為連續，並更能有效地反應其股票合理價格，因為買賣價差的縮小使指數現貨與指數期貨之間的套利更有效率。由於股市升降單位的縮小將降低投資人的交易成本及風險，將吸引更多投資人，也加快了指數現貨與指數期貨之間的套利。

過去對於升降單位的研究大多探討研究小數化對股票市場的流動性、價格波動性，以及價格群聚情形的影響，鮮少研究現貨市場縮小升降單位對指數期貨市場定價效率的影響。事實上，指數期貨期貨是價值衍生自標的物之衍生性金融商品，例如 E-mini S&P 500 指數期貨之標的物為 S&P 500，其理論價格由 S&P 500 導出，因此股價行為與指數期貨市場的定價效率高度相關，以此觀點，小數化這個政策對指數期貨定價誤差的影響是值得研究的議題。

以下針對與本篇論文相關的幾個議題進行介紹：

一、升降單位

升降單位一般是由證券交易所決定，目的在規範股票交易價格的最小變動單位，讓投資人在報價及交易時，能有統一的價格跳動單位，進而節省投資者的協商成本。然而，由於升降單位大於均衡買賣價差時會使均衡買賣價差變大，定價效率受到影響且交易成本增加而使投資人的交易行為隨之調整，進而影響市場的流動性。

探討證券市場之定價效率，證券市場之競爭力等相關議題，升降單位是關鍵因素之

一。為了提升市場績效及降低投資人交易成本，這幾年來世界上幾個主要交易所皆積極地縮小升降單位 (Decimalization)。紐約證券交易所從 1997 年六月 24 日起，將最小變動單位從 1/8 美元縮小為 1/16 美元。美國證券交易所從 1992 年 9 月 3 日起，將股價介於 1 美元與 5 美元之間的股票，升降單位從 1/8 美元縮小為 1/16 美元。紐約證券交易所及美國證券交易所更於 2001 年 1 月 29 日將 1/16 美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為 0.01 美元。

二、指數期貨

價值線綜合平均指數期貨 (Value Line Composite Average Future) 合約是美國密蘇里州堪薩斯城農產品交易所於 1982 年 2 月 16 日率先推出的，是一種隨著價值線綜合平均指數的起落而買賣的期貨契約，從而正式開始了股票指數期貨此一新興金融產品的交易。

由於指數期貨之低交易成本、高財務槓桿、高流動性的交易特性，讓股票投資人、基金經理人能更廣泛地參與股票市場，更因指數期貨與指數具有相當的連動性，除了指數期貨市場具有價格發現的功能，可作為指數的指標。此外在市場無摩擦性的假設下，根據持有成本模型計算出指數期貨的理論價格，可作為套利交易者進行套利交易的依據。指數期貨也提供投資者一個良好的避險管道，這也是股票指數期貨一發行便得到迅速的發展之原因。

三、小型指數期貨

芝加哥商品交易所 (CME) 於 1997 年 9 月 9 日推出了小型 S&P 500 指數期貨 (E-mini S&P 500 index futures)，其標的物為標準史坦普 500 (S&P 500) 股價指數，交易方式由原本的公開喊價交易系統 (Open Outcry Trading System) 改採電子自動撮合系統 (Automated Trading System, ATS) 來進行交易；其期貨契約價格由原來的 250 美元乘以指數，下降為 50 美元，此契約可稱為 CME 上市最為熱賣的新商品，於二〇〇三年五月時，單月交易契約口數已突破一千三百五十萬口。

由於 E-mini S&P 500 成功的經驗與技術，CME 再度於 1999 年以相同模式推出幾乎全天候電子交易的 E-mini Nasdaq 100 指數期貨 (E-mini Nasdaq 100 index futures)，其契約規

格僅為Nasdaq 100指數期貨的五分之一，其目的亦為使小額投資人能參與市場。

根據Hasbrouck(2000)的研究顯示E-mini 指數期貨契約在價格發現上優於S&P 500和Nasdaq 100等公開喊價的正規指數期貨。並且，Wang and Ates(2001)實證發現E-mini S&P 500指數期貨價格變動領先S&P 500指數期貨價格變動長達4至10分鐘。

四、指數期貨定價效率

期貨套利及避險的進行與期貨定價具相當大的關聯性，對於股價指數期貨的投資人而言，指數期貨與現貨之間的相對價格行為及定價效率是最值得關心的主題之一。論及期貨的定價，在完美市場假設條件下，以一個套利(Arbitrage)組合為基礎所推導出的持有成本評價模型(cost of carry model)是最廣泛被運用的評價模式。理論上指數套利之操作會趨使指數期貨的實際價格走向其理論價格，然而，許多研究均發現期貨價格偏離且經常低於持有成本模型之理論價格，例如：Cornell & French(1983)、MackInlay & Ramaswamy(1988)、Yadav & Pope(1990)。對於這種現象，許多學者提出不同的解釋，有人歸因於稅負效果，有人認為應考慮交易成本，也有人認為市場不夠成熟所引起。

五、ETF與指數期貨的定價效率之關係

1993年1月29日美國股票交易所(American Stock Exchange, AMEX)推出了S&P 500存託憑證(Standard and Poor's Depository Receipts)，簡稱SPDRs。此商品將S&P 500指數證券化，價格也貼近S&P 500指數的走勢，因擁有此兩種特性的優勢，SPDRs成為機構投資者最佳的避險工具。AMEX與NASDAQ一九九八年的聯盟更推出另一支新的ETF - NASDAQ 100 Index Tracking Stock(簡稱QQQ)。截至目前為止，SPDRs是市值規模最大之ETF，而QQQ則是交易最活絡之商品。

ETFs的交易成本及手續費低廉，交易限制較少，明顯降低了建立一個模擬指數表現的投資組合來套利交易的成本；因具有創造(creation)與贖回(redemption)的機制，使得ETFs的價格表現相當貼近標的指數，追蹤誤差(tracking error)相當微小；投資單一證券的ETF較交易一籃子股票快速，可減少套利交易時的執行落差，故提高套利利潤實現的機會；ETFs代替指數的買賣，減少了進行指數套利需求的資本額。根據以上原因，運用ETFs套利交易獲利的穩定性提高，並且套利交易的成本大幅降低，使得指數期

貨價格偏離理論價格區間的幅度和機會減少或指數期貨價格調整回理論價格區間的速度加快，意味著指數期貨與指數的價格關係更加緊密，ETFs的上市使期貨市場的定價效率有所改善。

六、研究內容

本文欲探討美國股市在2001年1月29縮小升降單位後，E-mini S&P 500、 E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差是否會因而有所改變，更進一步研究現貨指數波動性、期貨交易次數及距期貨契約到期天數對定價誤差（mispricing）是否會有顯著的影響。本文將實證資料分為下列四組時間序列：

- (1) S&P 500 指數現貨與E-mini S&P 500指數期貨
- (2) SPDRs與E-mini S&P 500指數期貨
- (3) Nasdaq 100指數現貨與E-mini Nasdaq 100指數期貨
- (4) QQQ與E-mini Nasdaq 100指數期貨



第二節 研究目的

本篇論文研究美國股票市場於於2001年1月29日將1/16美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為0.01美元的這個政策，是否有改善E-mini S&P 500及 E-mini Nasdaq 100指數期貨定價效率。定價效率是指期貨與標的指數間的定價關係，若兩者間的定價關係緊密，亦即期貨價格隨時能透過標的指數反應合理價格；反之，若兩者價格關係較不緊密，則期貨實際價格與理論價格間將產生定價誤差。本文根據相關文獻（Kurov and Lasser, 2002）所選定的因素如現貨指數每日波動性、期貨每日交易次數及離期貨到期天數，來探討其對定價誤差的影響，並給予虛擬變數，檢定指數期貨定價誤差是否因小數化的推出而有顯著的差異。

SPDRs、QQQ 分別為全世界資產管理規模與交易量最大的兩檔ETFs，此外ETFs 具有緊貼標的物走勢、交易成本較低與無放空限制等的特點，引起學者相繼投入指數股票

式基金上市對其相同標的的衍生性商品市場定價效率（Pricing Efficiency）的研究。其研究方向大多是指數與指數期貨、指數與指數選擇權、或ETFs 與指數期貨市場間的定價效率。

本篇論文除了研究指數與指數期貨的定價效率，也探討ETFs 與指數期貨市場間的定價效率。探討是否會因ETF貼近指數現貨走勢並可藉由其替代指數，而使得指數期貨的套利機制更容易進行，降低定價誤差的效果更為顯著。因此實證大致分為兩個研究組別，第一部分研究現貨與指數期貨市場的定價效率，第二部分則是研究ETFs 與指數期貨市場間的定價效率。

第三節 論文架構

本篇論文的架構共如下：

第一章緒論

本章首先闡述本論文的研究動機，及擬定本文的研究目的，並說明本篇論文的架構與研究流程。

第二章文獻探討

本章旨在介紹與本論文相關的升降單位、指數期貨、指數式股票基金、持有成本理論，並將相關文獻給予以彙整與探討。

第三章研究方法

本章旨在說明本論文如何進行，包括研究樣本來源與處理、理論模型與研究變數之定義、迴歸模型以及研究假說。

第四章實證結果與分析

本章旨在說明升降單位對指數期貨定價誤差影響的實證結果。本章節將詳述實證結果，並加以分析、說明其背後所隱含的經濟意義。

第五章 結論與建議

本章對實證結果作成綜合性的結論，並提出建議供證券主管機關、投資人以及後續研究者參考。



第四節 研究流程

本文的研究流程圖如下：



圖 1.1 研究流程

第二章 文獻回顧

第一節 最小升降單位簡介

升降單位是股價最小變化單位，由證券交易所訂立，讓投資人在報價及交易時，能有統一的價格跳動單位，進而節省大眾的「協商成本」(negotiation cost 或 bargaining cost)。由於升降單位之規範，造成每次撮合的買進報價、賣出報價與成交價之變動，必須是升降單位的整數倍數，使股價形成間斷性之變動。若升降單位大於市場均衡時之價格變動單位，則升降單位會對股價變動造成限制，進而影響股票價格行為。

許多研究以買賣價差的角度來審視升降單位的影響，買賣價差是指買進報價和賣出報價之間的差，是投資人的主要交易成本之一，也是評估市場績效的重要指標之一。當買賣價差愈小，買進價格或賣出價格就愈接近股票真實價值。此時需要買進股票的需求者，他們所支付的買價，就僅略高於真實價值，同樣的，需要賣出股票的需求者，他們所收到的賣價就僅略低於真實價值。因此當買賣價差減少，流動性需求者的交易成本就減少。在沒有升降單位的規範下，買賣價差是流動性的供給與需求均衡時所決定的均衡買賣價差，由市場經濟條件所決定。而在有升降單位的規範下，若升降單位大於市場經濟條件所決定的均衡買賣價差，則升降單位限制了股票交易的最小變動單位，致均衡買賣價差必須上揚至和升降單位一樣大，如此則均衡買賣價差變大，交易成本增加而降低市場績效。

為了增進市場績效，近年來交易所藉由縮小升降單位，來降低投資人的交易成本。紐約證券交易所(New York Stock Exchange, 簡稱NYSE)於1997年6月24日將最小價格變動單位從1/8美元縮小為1/16美元；美國證券交易所(American Stock Exchange, 簡稱AMEX)自1992年9月3日起，將股價介於1美元與5美元之間的股票，交易的升降單位從1/8美元縮小為1/16美元。紐約證券交易所和美國證券交易所又於2001年1月29日將1/16美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為0.01美元；美國納斯達克股市(Nasdaq Stock Market)自1997年6月2日起，將股價10美元以上的股票，交易的升降單位由1/8美元縮小為1/16美元。又於2001年4月11日將1/16美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為0.01美元；新加坡股市自1994年7月18日起，將股價在25新幣以上的股票，交易的升降單位從0.5新幣縮小為0.1新幣；加拿大多倫多股市自1996年4月15日起，將

股價在5加幣以上的股票，交易的升降單位從0.125加幣縮小為0.05加幣；股價在3加幣與5加幣之間股票，交易的升降單位從0.05加幣縮小為0.01加幣。

以下為近年來各國縮小升降單位政策之彙總：

表 2.1 各國縮小升降單位政策之彙總

單位	時間	原本升降單位	縮小後升降單位
紐約證券交易所	1997年6月24日	1/8美元	1/16美元
	2001年1月29日	1/16美元	0.01美元
美國證券交易所	1992年9月3日	1/8美元	1/16美元 ¹
	2001年4月29日	1/16美元	0.01美元
美國納斯達克股市	1997年6月2日	1/8美元	1/16美元 ²
	2001年4月11日	1/16美元	0.01美元
新加坡股市	1994年7月18日	0.5新幣	0.1新幣 ³
加拿大多倫多股市	1996年4月15日	0.125加幣	0.05加幣 ⁴
		0.05加幣	0.01加幣 ⁵

說明：1.調整對象是股價介於1美元與5美元之間股票。

2.調整對象股價10美元以上股票

3.調整對象是將股價在25新幣以上股票。

4.調整對象是股價在5加幣以上股票。

5.調整對象是股價在3加幣與5加幣之間股票



第二節 美國小型股價指數期貨之簡介

指數期貨出現於1982年的Value Line Composite指數期貨契約，成分股為在紐約證券交易所、美國證券交易所以及店頭市場交易的一千七百支股票。指數期貨是期貨交易所依據證券市場掛牌上市企業中，選樣計算後以股價指數為標的物，而設計出的期貨契約，且股價指數是經計算而得。投資人買賣一張（口）指數期貨契約，相當於買賣由計算指數的股票所組成的投資組合。買賣指數期貨的盈虧衡量方式是進場到出場兩個時點的指數價差。由於期貨的避險功能、價格發現功能、降低交易成本、增加經濟效益的特性，讓指數期貨契約交易的數量和交易量在全球快速的成長。

芝加哥商品交易所(CME)於1982年推出S&P 500指數期貨，其標的物為S&P 500股價指數，但由於S&P 500指數期貨之契約總額之金額過高，使小額投資人卻步，為因應傳統指數期貨市場契約價值過大及面對電子化市場的可能競爭，CME 於1997年9月推出E-

mini S&P 500指數期貨，其標的物仍為S&P 500指數，與正規S&P 500指數期貨不同的是E-mini S&P 500採24小時全天候電子交易，且保證金為原來期貨合約的五分之一，讓投資人更靈活運用。由於E-mini S&P 500成功的推行，在市場上交易熱絡，CME 於1999年以相同模式推出E-mini Nasdaq 100指數期貨，其契約規格僅為Nasdaq 100指數期貨的五分之一。有鑒於CME的E-mini指數期貨之成功，CBOT亦於2002年4月推出E-mini Dow 30期貨。由於指數性商品的不斷推陳出新及其巨幅成長的交易量，勢必衝擊市場之交易生態，其對現貨市場之影響更值得注意。

以下參考過去研究對S&P 500及E-mini Nasdaq 100指數期貨與正規指數期貨做比較匯總：

表 2.2 S&P 500 與 E-mini S&P 500 指數期貨契約規格

契約種類	S&P500 股價指數期貨	E-mini S&P 500 指數期貨
契約推出日期	1982 年 4 月 21 日	1997 年 9 月 9 日
交易時間	Floor: 8:30AM 至 3:15PM (RTH) GLOBEX: 3:30PM 至 8:15AM	平日: 3:45PM 至 3:15PM (ETH) 假日: 5:30 PM 至 3:15PM (ETH)
契約代碼	SP	ES
契約價金	250 美元乘以 S&P 500 指數	50 美元乘以 S&P 500 指數
升降單位	0.1 點或 25 美元	0.25 點或 12.5 美元
契約月份	三月、六月、九月及十二月	三月、六月、九月及十二月
最後交易日	交割月份第三個星期五之前一營業日	交割月份第三個星期五之前一營業日
部位限制	所有月份之多空淨部位不得超過 20000 個契約	與 S&P 500 指數期貨之多空淨部位合計不得超過 20000 個契約 (5 個 E-mini S&P 500 契約等同一個 S&P 500 契約)

說明：為芝加哥時間。

資料來源：邱南源(2003)，美國主要指數期貨流動性及調整速度之比較，淡江大學財務金融學系金融碩士班碩士論文。

表 2.3 Nasdaq 100 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨契約規格

契約種類	Nasdaq 100 股價指數期貨	E-mini Nasdaq 100 指數期貨
契約推出日期	1996 年 4 月 10 日	1999 年 6 月 21 日
交易時間	Floor: 8:30AM 至 3:15PM (RTH) GLOBEX: 3:30PM 至 8:15AM	平日: 3:45PM 至 3:15PM(ETH) 假日: 5:30 PM 至 3:15PM(ETH)
契約代碼	ND	NQ
契約價金	100 美元乘以 Nasdaq 100 指數	20 美元乘以 Nasdaq 100 指數
升降單位	0.5 點或美金 50 元	0.5 點或美金 10 元
契約月份	三月、六月、九月及十二月	三月、六月、九月及十二月
最後交易日	交割月份第三個星期五之前一營業日	交割月份第三個星期五之前一營業日
部位限制	所有月份之多空淨部位不得超過 5000 個契約	與 Nasdaq 100 指數期貨之多空淨部位合計不得超過 5000 個契約 (5 個 E-miniNasdaq 100 契約等同一個 Nasdaq 100 契約)

說明：為芝加哥時間。

資料來源：邱南源(2003)，美國主要指數期貨流動性及調整速度之比較，淡江大學財務金融學系金融碩士班碩士論文。

第三節 持有成本理論介紹

一般在探討指數期貨理論價格時，都會透過Cornell and French (1983)提出的持有成本模型(Cost-of Carry Model)來探討期貨和現貨間之關係。在正常情形下，根據單一價格法則，期貨價格與現貨價格應維持穩定之關係，且離到期時間越久之期貨契約，其價格應更高。持有成本模型指出期貨價格乃決定於期貨契約標的物的商品現貨價格，以及持有該現貨商品至期貨契約交割日之間的持有成本。故持有成本模型在均衡時，期貨價格會與現貨價格、現貨持有成本間維持一定均衡關係，藉此來決定指數期貨的理論價格。

一、完美市場假設條件下評價模式

Cornell & French (1983) 基於以下幾個簡化的假設，發展出持有成本定價模式：

- (1) 完美資本市場；即無稅、無交易成本，不限制賣空且資產具完全可分割性。
- (2) 可以無風險利率借入及貸出資金，且借、貸利率相同並為一固定常數。
- (3) 股利的支付亦是已知且為一固定的常數，即無股利不確定風險。

假設有兩位投資者，第一位投資者在 t 時，進行下列投資策略：支付 $S(t)$ 購入一股股票，此投資策略在到期 T 時的現金流量為 $S(T) + D(t,T)$ 。其中 $S(T)$ 為一股股票在 T 時的價值， $D(t,T)$ 為 t 時至到期日 T 期間內之累積股利。另外一位投資者則在 t 時，進行下列投資策略：持有一單位股價指數期貨契約並投資 $S(t)$ 元購買債券。此投資策略在 T 時的現金流量為 $S(t)e^{r(T-t)} + S(T) - F(S,t)$ 。其中 $S(t)e^{r(T-t)}$ 為投資債券的本利和， r 為無風險利率。而 $S(T) - F(S,t)$ 為持有一單位股價指數期貨合約至到期日的利得。由於假設股利支付是已知且為一常數，此兩位投資者將面臨相同風險，因此兩種投資策略在 T 時皆有相同的現金流量，否則便有套利機會存在，即

$$S(t,T) + D(t,T) = S(t)e^{r(T-t)} + S(t) - F(S,t)$$

整理並移項之後，可得下列結果

$$F(S,t) = S(t)e^{r(T-t)} - D(t,T) \quad (2-1)$$

Cornell & French 指出，如果在固定股利收益率 q 且為連續複利觀念的情況下，則(2-1)式的近以值為：

$$F(S,t) = S(t)e^{(r-q)(T-t)} \quad (2-2)$$

(2-2)式中， $S(t)$ 是現貨指數在 t 時的實際價格， $T-t$ 為 t 時至到期日的期間，以年為單位。由於(2-2)式中利率是非隨機性(nonstochastic)，因此持有成本定價模式可視為一遠期契約定價模式。Cornell & French 運用(2-2)式以估算1982年3月至9月股價指數期貨理論價格，結果發現估算理論價格顯著地高於實際價格。

二、考量稅負及時間選擇權等因素之定價模式

Cornell & French (1983) 將評價模式考量稅負因素、利率是隨機(stochastic)變動以及股利具季節性波動等因素，並假定以下三項相關稅率：

- (1) 資本利得或損失課以稅率 g ；資本利得課徵稅率在短期與長期並無差別；已實現與未實現的資本利得只有至到期日才支付稅捐。
- (2) 利息與股利所得課以一般所得稅率 i ；利息與股利所得的現金流量視為連續型

態。

(3)期貨交易所得及損失課以期貨交易所稅率f；期貨所得至到期日才課以稅捐。

Cornell & French經考量以上因素將指數期貨的定價模式修正為

$$F(S, t) = \{S(t)[e^{(I-i)r(t,T)(T-t)} - g] - \int_t^T (I-i)D(w)e^{(I-i)R(t,w,T)(T-w)} dw\} / (I-g) \quad (2-3)$$

其中 $r(t,T)$ 為 t 時至到期日 T 之無風險利率

$D(w)$ 為 w 時所發放的股利

$R(t,w,T)$ 為遠期利率

由(2-3)式觀察，定價模式為一般所得稅率 i 及資本利得稅率 g 的函數而不受期貨所得稅率 f 的影響。期貨價格受到一般所得稅率 i 降低有效股利率及有效利率的可能性之影響。資本利得稅率需視期貨與現貨之間相對價格而決定影響期貨價格的情況；如果期貨價格高於現貨價格，則期貨相對價格將為資本利得稅率的遞增函數。如果期貨價格低於現貨價格，則資本利得稅率將降低期貨相對價格。

假定所有稅率皆為零時，(2-3)式定價模式則為

$$F(t, T) = S(t)e^{(t,T)(T-t)} - \int_t^T D(w)e^{R(t,w,T)(T-w)} dw \quad (2-4)$$

Cornell & French 運用(2-3)式及(2-4)式估算1982年6月、7月、8月及9月第一個交易日的S&P 500指數期貨契約及NYSE 複合指數期貨契約之各種不同到期月份的理論價格並與實際價格比較。結果發現，估算理論價格仍高於實際價格。

除了考慮稅負因素，Cornell & French亦將時間選擇權(timing option)觀念納入定價模式中。實務上，資本利得稅是直到交易發生時才課繳，這隱含著的意義是股票投資人擁有一個有價值的時間選擇權；投資人得以實現資本損失及遞延資本利得以減低所需負擔的稅負。相較之下持有股價指數期貨契約的投資者就沒有時間選擇權，年底或契約到期時（視兩者何者先到期），所有資本利得或損失必須立刻實現。因此，持有股票可視為

兩種資產的投資組合。第一項資產稱為截頭式的證券(truncated security)。如果投資者在t時購入股票並於T時出售，第一項資產替投資者產生現金流量。若截頭式的證券被迫清算，屆時所產生的租稅處理則與期貨契約相同，即無時間選擇權。第二項資產則為一種可遞延資本利得的時間選擇權。如果股價從時間t至T是下跌的，則由於並無任何租稅可被遞延，此選擇權在這種情況下是無價值的。反之如股價是上漲，則此選擇權是有價值的。由上述可知股票在t時價值可表示成下式：

$$S(t) = P(t) + C(t) \quad (2-5)$$

其中S(t)是股票在t時的價格，P(t)則是t時截頭式的證券的價格，而C(t)則為t時時間選擇權的價值。納入時間選擇權考量之後所推演出來模式如(2-6)：

$$F(S, t) = [S(t) - C(t)] [e^{(I-i)r(t,T)(T-t)} - g - \int_t^T (I-i)d(w)e^{(I-i)R(t,w,T)(T-w)dw}] / (I-g) \quad (2-6)$$

其中d(t) = D(t) / P(t)，表示在t時投資於截頭式的證券每一元可獲得的股利。

依據(2-5)式及(2-6)式可進行有關時間選擇權價值的估算。(2-6)式可表示成：

$$F(t, T) = P(t) * Z \quad (2-7)$$

將(2-5)式代入(2-7)式並整理移項，可得(2-8)式如下：

$$c(t) = 1 - F(t, T) / [S(t) * Z] \quad (2-8)$$

其中c(t) = C(t) / S(t)，為時間選擇權相對價值。有幾項因素會影響時間選擇權價值：
 (1)股票報酬的變異數愈大，時間選擇權價值愈高；
 (2)截頭式的證券的到期日愈長，時間選擇權價值愈高；
 (3)時間選擇權價值是股利率的遞減函數。

Cornell & French 利用S&P 500指數期貨契約及NYSE複合指數期貨契約的資料，以(2-8)估算時間選擇權的價值。實證結果發現時間選擇權相對價值隨著距到期日的時間經過而增加。另外，Cornell (1985)曾運用S&P 500指數期貨資料，驗證時間選擇權對指數期貨價格的影響。實證結果有兩項發現：
 (1)時間選擇權對指數期貨價格並無重大顯著影響，因為實際價格與依完美市場模式所估算理論價格之間差異數是隨機，無法由時間選擇權的理論來預測；
 (2)隨著期貨契約到期日的接近，實際價格與理論價格之間差異數的

標準差約降低了50%，差異數的平均值亦趨近於零。而理論價格變動的標準差則是逐漸收斂至實際價格變動的標準差。這兩個實證發現說明了在接近到期日時，完美市場模式所估算理論價格是一良好期貨價格定價模式。

根據持有成本定價模式，期貨價格與現貨價格、現貨持有成本間維持一定均衡關係，否則期貨實際價格與理論價格的價差將會過大，套利者可以買低賣高的方式來獲取價差大於交易成本的溢價部分。值得注意的是，期貨套利交易並非在指數期貨實際價格與理論價格之間產生偏離時就立刻執行，必須同時考量指數期貨定價誤差絕對值是否已經大到可以負擔交易成本。

第四節 指數股票式基金簡介

一、概述



「指數股票式基金」(Exchange Traded Fund, ETF)，又稱為「指數股票」(Index Share)或「指數參與單位」(Index Participation Units)，是一種有價證券，在證券交易所上市、進行買賣，其同時具有股票、開放式指數基金及封閉式指數基金特色的商品。ETFs除了具有基金分散投資的優點，亦具備於公開市場以市價即時交易的流動性。

標準的ETFs其所表彰的一籃子股票即為某一指數的所有成分股的所有權，亦即以追蹤某一指數的走勢為目標，諸如市場指數、產業指數，都可作為ETFs的標的指數，此種ETFs稱為「追蹤型」ETFs。投資人購買此種ETFs即可擁有某一指數成分股的價格表現及股息收益。

另一類ETFs是由產品設計人員選擇幾檔股票建立一投資組合，但並不以特定指數為追蹤標的，該成份股及各股票持有比例經決定後即固定不變，因此稱為「包裹型」ETFs。此種ETFs產品設計的精神雖然與追蹤型ETFs有異曲同工之妙，但其管理機制與追蹤型ETFs全然不同，因此許多機構並不將其歸類為ETFs。

由於本篇論文探討主題包含追蹤型指數股票式基金與指數期貨定價關係，在此加以詳述。

二、追蹤型指數股票式基金介紹

追蹤型指數股票式基金追蹤某國家指數、產業指數、市場指數，以複製指數為目的，因此股票成分選擇完全與指數組成相同並緊貼指數走勢。以本篇論文研究資料的美國指數股票式基金市場為例，目前全世界規模最大的指數股票式基金，是道富環球投資管理公司於1993年1月在AMEX推出的第一檔指數股票式基金—蜘蛛（Standard & Poor's 500 Depository Receipts, SPDRs），以S&P 500指數為追蹤目的；另外以高科技產業聞名的Nasdaq 100 指數為追蹤標的指數股票式基金Cubes（也稱為 QQQ），是1999年3月由Nasdaq股市公司的子公司所發行，也於美國證券交易所上市交易，其成分股結合了表現優異的高科技股，因此成為最熱賣的指數股票式基金之一。

短短十年間，ETFs市場以驚人的速度成長，資產規模在1000億美金以上。目前美國各主要市場指標指數都有相關的ETFs發行，例如追蹤道瓊工業指數的「鑽石」(Diamonds Trust Series I, DIAMONDS)；在加拿大市場方面，多倫多證券交易所發行了以多倫多35指數為追蹤目標的TIPs (Toronto 35 Index Participation Units Market)。ETFs不但在美、加、歐洲市場日趨普及，繼而在亞洲開始蓬勃發展，香港的聯合交易所和道富環球投資管理公司就合作推出以恆生指數為標的的盈富基金；在台灣，由台灣證券交易所與英國倫敦金融時報指數公司 (London Stock Exchange and The Financial Times Limited, FTSE) 合作編製的台指50 指數於2002 年10月29日誕生，台灣金融市場在這個領域發展了一項新金融商品，其不僅是股票現貨市場的金融指標，更是台灣第一個固定採樣編製的指數。

三、指數股票式基金發展現況

由於ETFs具有賦稅效益、降低買賣的交易成本、投資組合透明度高、交易限制少、買賣彈性高、追蹤指數效率等特性及分散投資的等商品優勢，過去幾年來ETFs 市場大幅度的持續成長，截至2003年4月中，SPDRs 的基金資產管理規模已高達410億美元左右。另外截至2003年4月中QQQ的資產管理規模近約200億美元，僅次於SPDRs，光是SPDRs與QQQ的管理資產規模就占了全世界ETFs將近四成左右的市場，由此可見兩ETFs商品的重要性。而QQQ為目前平均每日交易量最大的ETFs，SPDRs居次。

表四是以成分股的選擇做為區分的指數股票型基金之種類彙整表：

表 2.4 指數股票式基金之種類彙整表

種類	追蹤型					包裹型
操作方式	完全模擬指數表現		追求模擬指數最適化			-
追蹤標的	市場指數		產業指數		國家指數	-
信託發起人	AMEX	巴克萊	AMEX	巴克萊	巴克萊	美林
商品名稱	SPDRs	iShares	Select	iShares	iShares	HOLDRS
	QQQ	S&P	Sector	DJ series	MSCI	
	Diamond	series	SPDR		series	
	Midcap	iShares				
	SPDR	Russell				
		series				

資料來源：歐宏杰、賴昭隆、陳品橋與劉宗聖（2002），《寶來金融商品叢書系列2：全球指數型商品》，商訊文化事業股份有限公司



第五節 升降單位相關文獻探討

升降單位 (Tick Size) 是證券交易價格的最小跳動單位，交易的買賣雙方必須以此最小跳動單位的倍數進行報價、交易。為了方便投資人進行交易，各國的證券交易所，大多對其升降單位訂立明確規定。升降單位的存在決定了買、賣報價的最小差距，過去許多學者亦認為升降單位的大小，將對市場的流動性、價格波動性，以及價格群聚情形造成影響。Harris (1991) (1994)、Ahn, Cao, and Choe (1996)、Seppi (1997)、Porter and Weaver (1997)、Hameed and Terry (1998) 等均曾對此議題提出理論模型或實證結果，以下進行相關文獻的探討：

Harris(1994) 提出升降單位變動對市場流動性影響之研究，該篇研究是近年來相關研究參考的指標。該研究觀察1989年NYSE的股票報價，其中約有45%的買賣價差為1/8美元，Harris認為對於一些低股價或是經常交易的股票而言，這樣的價差明顯大於其應有的真實價差，因此假設升降單位降低將可以使這些股票的價差隨之降低，而減少投資人的交易成本。該研究首先利用迴歸模型對價格水準與買賣價差、報價量及成交量的相

關性進行分析，再探討這些變數與交易升降單位的關係，並運用迴歸分析的結果，提出較小的升降單位將會對買賣價差、報價量及成交量產生影響的相關預測。

Harris提出具原創性的「買賣價差離散模型 (discrete model of bid-ask spreads)」來估計升降單位的縮小對買賣價差的影響。結果顯示升降單位若由原先的1/8美元縮小至1/16美元，則價格小於10美元的股票的買賣價差將減少36%，投資人的交易成本也隨之減少，因此增加投資人交易的意願與頻率；另一個角度，因價差縮小將使造市者的利潤減少，使這類型股票的報價量亦如預期的下降了15%，但成交量則增加30%。由此可見買賣價差過大會令投資人的交易成本提高，特別是小額投資人者，進而造成市場成交量的萎縮，但買賣價差的縮小亦會使造市者利潤減少而降低報價的頻率。升降單位大小與報價量是呈正向關係的，至於成交量，Harris指出除了交易較頻繁者外，縮小升降單位，成交量雖會增加，但效果將不顯著。

Harris (1994)的實證結果總結，升降單位的變動對市場流動性的影響，會顯現於買賣價差，報價量，以及成交量的變動。這篇研究引起兩極化的迴響，支持升降單位縮小者認為此舉將減少投資人的交易成本，增加市場成交量及流動性，更使低價位股票因價差縮小而使其價格貼近實際價格；但反對者則強調升降單位縮小使買賣價差縮小，因利潤減少使不常交易之股票被報價的意願降低，流動性隨之降低，投資人的交易成本反而增加。

Ahn, Cao, and Choe (1996)藉由研究AMEX每股價格介於1美元至5美元之間的股票，升降單位的調降是否會減少其買賣價差和報價量，並增加其成交量，來驗證Harris (1994) 理論模型所預期的。事件為AMEX在1992年9月3日將升降單位由原先的1/8美元縮小為1/16美元，實證資料為股價介於1美元至5美元間的股票。實證結果顯示，買賣價差減少了0.017美元或9.6%。以交易頻率區分的樣本實證結果發現，經常交易之股票的買賣價差下降幅度19%，遠大於不常交易者的下降幅度4%，可見這項變革對於經常交易的股票確實減少了買賣價差，但其下降幅度不如於Harris (1994) 的預期，成交量及造市者的報價量的部份，未有顯著變化；對於不常交易的股票而言，升降單位的縮小並未帶來顯著影響。

Seppi (1997)研究升降單位的存在及大小，對市場流動性的影響。他將投資人區分為

四種類型：經常交易者、價值交易者、專業證券商、大型交易者，分別探討小數化對不同類型投資人之影響。該篇論文針對市場的流動性準備提出其理論模型並得出以下數點結論：(1)以流動性需求者的角度，交易成本較低是交易量少者會偏好較小的升降單位的原因；交易量大者則偏好較大的升降單位，因為可取得較佳的獲利。(2)以流動性供給者的角度，即使升降縮小讓他們提供流動性的成本變小。但相對而言，較小的升降單位將使價值交易者與大型交易者將因此失去競爭力。(3)升降單位的大小仍然是個值得探討的議題，因為升降單位太小，則一般限價單報價量的減少將增加投資人之交易成本；但升降單位若太大，專業證券商將無法提供較好的價格，進而使投資人交易成本提高。即使小型流動性需求者偏好較小的升降單位，而大型流動性需求者偏好較大的升降單位，但升降單位不宜太小或太大是兩者的共識。

Porter and Weaver (1997)認為交易者對升降單位的變更反應在電腦撮合交易系統 (Computer-Assisted Trading System) 和人工撮合交易系統 (floor-based trading system) 的反應會有所差別而進行研究。實證結果可以下面幾點說明：(1)以人工撮合交易系統撮合的交易者對升降單位的變化所產生的反應遠大於電腦撮合交易系統，和原先預期不同；(2)股價介於3加幣至及5加幣之間的股票，其升降單位由0.05加幣降至0.01加幣，報價價差、有效價差和報價量在二種交易系統下均未有顯著改變；(3)股價在5加幣以上的股票且為成交量較大者，當交易的升降單位從0.125加幣縮小為0.05加幣時，價差與報價量都減少了。Porter and Weaver 推測若在美國實施升降單位調降的行動，由於NYSE與AMEX的交易方式分別類似於人工撮合交易系統和電腦撮合交易系統，因此NYSE所受的影響會比AMEX所受的影響來得大。

Goldstein and Kavajecz (1998)使用自營商的報價資料和限價單資料來研究NYSE 升降單位縮小對市場流動性的影響。實證結果發現(1)造市者報價的買賣價差減少14.3%，報價量減少48.4%，而且下降幅度與交易頻率成正比，這與Ahn, Cao and Choe [1996] 的結果相似；(2)一般限價單的買賣價差增加了9.1%；(3)最常交易之股票的價差顯著減少，其報價價差與限價單價差在升降單位變動前後皆相同；(4)全部限價單之累積委託量雖增加了8%，但最高買價與最低賣價及最低賣價或最高買價加減0.5美元價位的委託量顯著減少，且交易頻率越高者減少越多。結論為升降單位的縮小會令小型交易者的交易成本減少，但大型交易者的成本則顯著增加，這在Goldstein and Kavajecz所觀察到的小數化後每張限價單的委託量減少，但此種小額委託量之限價單數量會增加以增加獲利得到

驗證。

第六節 指數期貨定價效率相關文獻

自從1980年代推出期貨與選擇權之商品以來至今，指數期貨之定價效率方面引起廣泛的討論，相關研究主要是市場效率性與訂價和套利的實證，探討指數期貨之實際價格相對於期貨理論價格是否偏離、或在不同的交易成本下能否產生套利利潤等。茲將國內外之相關文獻整理如下：

Cornell 和French (1983)以持有成本模型對S&P 500於1982年6月至1982年9月這段期間的資料做實證研究，先估計S&P 500指數期貨之理論價格，再與其實際價格作比較，發現指數期貨的實際價格低於理論價格，兩者價差在加入各種稅率的考量後減少，但實際價格仍低於理論價格。時間選擇權(timing option)之價值是Cornell 和French認為造成兩者價差之主要原因，由於一般稅負均在交易發生時課徵，而持有現貨的投資人有權決定何時出售股票並支付租稅，但持有指數期貨則無此種權利，因此無法得到時間選擇權之價值。

Figlewski (1984)利用1982年6月至1983年9月之資料來研究S&P 500指數期貨與現貨價格的關係，發現實際價格在初期的研究期間時低於理論價論，而其餘期間則無此現象。Figlewski以不均衡之觀點來解釋初期的實際價格低於理論價論的現象，認為實際價格被低估的現象是因為投資人在期貨開始交易時，對新的產品不熟悉，如每日結算制度、期貨交易程序及期貨交易法令不了解等資訊不對稱因素，而低估實際價格，因此實際價格在指數期貨發展漸趨成熟後，將會趨向於理論價格。

Chung (1991)在考慮交易成本、執行落差及放空限制的情況下，探討芝加哥交易所(CBOE)交易的MMI指數期貨定價效率及與指數間之套利關係。該篇研究使用日內資料(Intraday Trading Data)來進行事後與事前的分析方式不同於以往的研究。過去學者所使用的指數與期貨資料為每日結算價或報價，現貨市場的放空限制及執行套利策略所發生的時間差距也沒有被考慮，Chung 修正其缺點，以事後與事前來分析期貨市場定價效率與套利利潤。實證結果發現MMI指數期貨價格偏離無套利區間的次數及考慮時間

落差下的套利利潤均較過去研究結果少，且隨著時間增加而減少。對於實證結果的解釋：利用結算價或報價、或沒有考慮執行落差將可能會高估了期貨套利機會，以未考慮到執行落差下所觀察到的套利機會，做為進行套利交易並可以獲利的指標，可能使研究結果產生偏誤。除此之外也發現因套利而獲利的次數與大小與交易成本成反比，並且產生套利利潤的原因無法明確被歸因於指數期貨市場的不效率。

Klemkosky and Lee (1991) 以1983年3月18日至1997年12月17日近月份契約之日內資料進行實證，研究S&P 500指數期貨與現貨之套利性。該篇研究以持有成本模型估計S&P 500指數期貨之理論價格，再考慮成本導出判斷其誤錯訂價和套利機會的出現並取得套利利潤的無套利區間。研究結果顯示在研究期間內，S&P 500 指數期貨價格高估之現象的情況較低估現象多；以套利機會和指數套利利潤的角度，會員公司較機構投資者更具優勢，套利機會之頻率在考慮稅之影響時明顯下降，且套利機會和套利利潤的頻率和程度會隨著到期日的接近而逐漸縮小；套利利潤在事前檢定中，會隨著時間落後的程度增加而減少，但在初始信號出現10 分鐘後，仍有可能有套利利潤存在。



第七節 ETFs上市與指數期貨市場定價效率

ETFs乃近年指數衍生性商品市場的新起之秀，與同為指數商品的指數期貨彼此之間具有競爭與互補的關係。由於ETFs可減少模擬指數價格走勢的成本，ETFs 的交易會增加指數相關市場如指數期貨、指數選擇權市場的交易量，並改善定價誤差的現象；但也因為ETF 較其他指數商品（如期貨、選擇權）更能完美的追蹤、複製出指數的特性，ETFs的交易也同時減少其他指數商品的交易量，使其他指數商品的價格定價誤差隨之擴大。ETFs對指數期貨定價效率的影響因此成為令學者關切的議題，以下是相關文獻的探討：

Park and Switzer (1995) 是最早研究指數股票式基金上市對期貨定價效率之影響的學者。多倫多交易所 (Toronto Stock Exchange, TSE) 於1990年3月9日發行TIPs (Toronto 35 Index Participation Units Market) ，Park and Switzer研究發行後多倫多35 指數期貨交易量與定價誤差情形的改變。GARCH (1,1) 模型在該篇研究中被用來檢定多倫多35指數期貨的定價誤差與定價誤差絕對值在TIPs發行後是否會減少。實證結果指出，TIPs 上

市使多倫多35指數商品的避險、套利交易更為容易進行，多倫多35指數期貨的交易量也因此增加，實際價格表現更貼近理論價格，並且發生定價誤差的機會顯著降低，證明TIPs推出後提升了多倫多35指數期貨的定價效率。由於該研究使用指數與期貨的日資料來進行研究，忽略了價格於交易時間內的變化，日內期貨價格誤差現象因此無法整體呈現。

Ackert and Tian (1998) 進一步探討TIPs上市後，多倫多35指數與其選擇權價格之間定價效率性的關係。該研究發現指數現貨與指數選擇權市場之間的定價關係並沒有因為TIPs的出現而更加緊密，TIPs 交易熱絡的情況並沒有改善選擇權市場效率性，但其會隨著時間而改善。Ackert and Tian提出兩點沒有改善市場效率性的原因：(1)TIPs並非完全緊貼多倫多35指數；(2)為TIPs的贖回成本。

Switzer, Varson, and Zghidi (2000) 的研究旨在探討1993年1月29日AMEX 推出SPDRs對S&P 500指數期貨市場定價效率的影響，其利用最小平方法的迴歸模型分析SPDRs上市是否會降低S&P 500指數期貨定價誤差，並檢定影響S&P 500指數期貨定價誤差的因素。研究的期間與資料使用型態為1990年1月2日至1996年1月3日的日資料(daily data)與每小時的日內資料(intradaily data)。實證結果發現為以下幾點：(1) SPDRs發行後，期貨正價格誤差或是期貨價格誤差絕對值均顯著縮小；(2)開盤效應顯著影響期貨價格誤差且效果為負，但收盤與星期效果所帶來的正效果並不顯著；(3)指數累積股利率愈高、期貨到期天數愈長或SPDRs的交易量愈大均會使期貨價格誤差絕對值顯著增加。其結論是為S&P 500指數期貨的定價效率在SPDRs上市後的確獲得改善；具有開盤效應的S&P 500指數期貨市場，開盤前60分鐘的交易資料應不予考慮以避免誤差；S&P 500指數累積股利率、期貨到期天數及SPDRs的交易量對S&P 500指數期貨定價誤差為顯著的正面效果。

Ackert and Tian (2001) 進一步探討SPDRs上市前後，S&P 500指數現貨與S&P 500指數選擇權市場價格之間的關係，研究方法為兩種無套利理論選擇權模型：(1)買賣權限制式與買賣權評價的聯合檢定，用以檢定選擇權市場的效率性與兩市場間的資訊傳遞速度；(2)考慮買賣權買賣價差的箱子價差(Box Spread)檢定，用以檢定選擇權市場效率性及選擇權價格是否隨著時間而更具效率。結果顯示，考慮交易手續費、買賣價差與放空限制，選擇權價格違反公平價格的次數在SPDRs上市後並沒有明顯減少的現象；該研究也發現選擇權價格違反公平價格的次數與大小顯著影響流動性與現貨指數價格變

動；選擇權價格會隨時間經過而改善效率性；即使SPDRs以較低的成本複製指數來代替選擇權標的資產，但沒有充分證據顯示SPDRs推出後選擇權定價更具效率，其被解釋為因交易成本與放空限制使得套利策略受限。

Chu and Hsieh (2002) 指出SPDRs上市後改善S&P 500指數期貨市場的定價效率的可能原因是SPDRs具有四種特性：(1) SPDRs的價格表現貼近S&P 500指數，其追蹤誤差 (tracking error) 即使包含每季發放的股利後也只有0.069%，以SPDRs追蹤指數的準確度比程式交易高，並且提高套利交易獲利的穩定性；(2)SPDRs單一商品的本質，可快速交易而減少套利交易時的執行落差，使套利利潤實現的機率提高；(3)SPDRs沒有交易價格處於上升情況方可融券放空的限制，降低當期貨價格低於理論價格時的套利交易成本；(4)SPDRs讓進行指數套利需求的資本額減少許多。

Chu and Hsieh (2002) 延伸探討SPDRs於AMEX上市後對S&P 500指數期貨市場定價效率性的影響，分別以S&P500指數與SPDRs作為現貨求算期貨理論價格，使用日內資料來分析發行SPDRs前後違背均衡期貨價格的次數及套利利潤，過程中並考慮各種交易成本、執行套利策略的落差及現貨市場的放空限制。實證結果顯示SPDRs上市後，S&P 500指數期貨定價誤差減少，股利率與期貨到期日對定價誤差的影響變小。S&P500指數及SPDRs檢定結果都顯示，SPDRs上市後雖然事後違反次數與比率增加，不過事前套利利潤減少，這代表了當S&P 500指數期貨與SPDRs 的相對價格發生誤差時，能很快地調整過來，表示SPDRs上市確實改善S&P 500 指數期貨市場的定價效率，這可歸因於推出SPDRs後促進放空套利策略的執行，使S&P 500指數期貨價格更具效率性。

Kurov and Lasser (2002) 研究QQQ發行後，Nasdaq 100指數期貨之定價是否更具效率。該研究首先以Harris etc. (1995) 的MINSPAN 方法來進行指數與期貨日內資料之配對，再採用Chung (1991) 的實證方法，分為事後違反與事前違反來分析Nasdaq 100指數定價效率是否因QQQ 上市而改善；另外以迴歸模型分析探討QQQ上市前後、指數現貨的波動性、期貨交易次數及離期貨契約到期天數是否顯著影響期貨定價誤差、期貨價格偏離均衡期貨價格的次數及套利次數占套利可獲利的比例。實證結果分為兩個部份，以事後違反次數與事前違反利潤的來看，QQQ上市後確實改善了Nasdaq 100 指數期貨市場的定價效率。在迴歸模型方面，發現當離期貨到期天數愈長或指數波動性愈頻繁，則每日期貨定價誤差愈高；期貨交易次數對每日期定價誤差沒有顯著影響；事前違反次

數占事後違反次數比例的實證結果與每日期貨定價誤差的相同；再者當離期貨到期天數愈長、指數波動性愈頻繁、或期貨交易次數愈多，則每日期貨事後違反次數愈多。

該研究與Park and Switzer (1995) 在實證方法上之不同有兩點：(1)Park and Switzer 採用日資料，而Kurov and Lasser採用Nasdaq 100指數與期貨的檔次交易資料(tick-by-tick transaction data)，先以MINSPAN 資料配對法配對再進行後續研究。Kurov and Lasser修正了Park and Switzer使用每日的收盤價格來研究期貨價格偏離理論價格的現象，因為這種方式忽略交易日當中期貨價格波動的情形，因使降低了對偏離次數、偏離幅度大小及期貨價格調整速度估計的精確性；(2)Kurov and Lasser除了考慮ETF上市的因素外，更以自我相關迴歸模型來考慮指數波動性，期貨交易量對期貨價格誤差的影響。本文以該篇研究架構作為主要的研究架構。



第三章 研究方法

第一節 資料來源與處理

一、研究期間與資料來源

由於美國股票市場將 1/16 美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為 0.01 美元的時間為 2001 年 1 月 29 日，因此本文所選定的整個研究樣本期間為 2000 年 9 月 29 日至 2001 年 5 月 28 日，以小數化日期為切割點，分別為小數化前的子研究期間為 2000 年 9 月 29 日至 2001 年 1 月 28 日及小數化後的子研究期間為 2001 年 1 月 29 日至 2001 年 5 月 28 日，共有 171 個交易日，以這樣區分的資料可用以檢視當美國股市小數化後，對於指數期貨定價效率所產生的影響。

S&P500指數與Nasdaq100指數的成分股是採公開喊價方式交易，其交易時間是從 8:30 A.M.至3:00 P.M.（芝加哥時間）。在CME 交易的E-mini S&P500 指數期貨與E-mini Nasdaq100 指數期貨是採電子競價（GLOBEX）方式來進行交易，其交易時間雖然是從前一交易日之3:45 P.M 至次日的3:15 P.M.（假日從星期日5:30P.M.至隔日星期一之3:15 P.M.）（芝加哥時間），但為了配合股票現貨市場的交易時間以利合理的比較，因此擷取的時段是從8:35 A.M.至3:00 P.M.（芝加哥時間）。根據以往學者實證使用日內資料較每日結算價或報價較為精確，因此本文採用每15分鐘的日內資料來分析。

本論文S&P500指數與Nasdaq100指數與E-mini S&P500 指數期貨與E-mini Nasdaq100 指數期貨的資料來源，均來自於Tick Data Inc.，SPDRs及QQQ的資料來自於TAQ(NYSE Trade and Quote 資料庫)，均為日內資料（Intraday Data）的型態。無風險利率則採用美國三個月T-Bill 利率的日資料，來源為Datastream資料庫。指數每日股利率則以每季股利率估計，每季股利率的資料來源為CRSP。

二、資料配對處理

利用持有成本理論模型估算期貨理論價格時，指數與期貨須於同一時點上的價格，但實際交易情況較不可能有同時點上的價格資料，為降低指數與期貨市場交易時點並非同步（non-synchronicity）所造成的時間誤差，Harris, McInish, Shoesmith, and Wood

(1995) 曾提出三種解決資料不同步的問題，分別為REPLACE ALL、MINSPAN 及 REPLACE OLDEST的MINSPAN 來解決交易時點上不同的資料配對問題。因為 MINSPAN使不同市場間發生的交易價格之時間差距最小，並縮小因資料發生交易的時間點不同所造成的誤差，又與研究QQQ 定價效率的Kurov and Lasser (2002) 所使用的資料配對方法相同，因此採用MINSPAN 來進行指數與期貨交易價格之配對。

本研究欲探討的市場有指數與指數期貨，ETFs市場與指數期貨，兩兩配對市場中發現指數現貨每日出現的交易筆數最少，因此以指數當天每一筆交易的時間為時間配對基準。當確定比較基準的市場後，於指數當天第一筆交易的時間點上，為比較基準點，往另一市場（即指數期貨市場）是否有相同時間點上的期貨交易資料。若有，則為一組成功的指數價格與期貨價格之同步時間點上的配對；若無，則在該時間點上往後或往前尋找另一個發生時間點與比較基準點之時間差距最小的期貨價格，為一組成功配對的指數價格與期貨價格之配對資料。

三、實證資料組別

期貨是衍生性商品，其價值衍生自標的物，E-mini S&P 500指數期貨之標的物為S&P 500，故E-mini S&P 500指數期貨之理論價格由S&P 500導出，本文乃研究期貨與指數的價格關係，視其價格關係是否因小數化更加緊密，進而使期貨市場定價效率改善。實際上套利交易的進行，則是以ETFs來做為交易的現貨替代品，也正是因有ETF 作為替代品才能降低套利交易的成本，因此要探討期貨與現貨的價格關係，也應探討期貨與ETFs的相對價格，這是本次研究加入以ETF 的價格來進行實證的原因。

本文的實證資料分為下列四組時間序列：(1) S&P 500 指數現貨與E-mini S&P 500 指數期貨(2) SPDRs與E-mini S&P 500指數期貨(3) Nasdaq 100指數現貨與E-mini Nasdaq100指數期貨(4)QQQ與E-mini Nasdaq 100指數期貨。

關於指數、期貨及ETFs的交易資料有幾點說明：

(一) ETFs 交易價格資料

本篇論文運用的調整後ETF的交易價格資料，因為SPDRs是以S&P500指數之1/10為1股，因此將其價格乘上10走勢就接近指數現貨價格。同理QQQ是以Nasdaq 100

價格乘以 40 倍。

(二)轉倉機制

E-mini S&P 500 和 E-mini Nasdaq 100 到期日為每年的三、六、九、十二月的第三個禮拜五。每一期貨指數的交易價格資料，皆為交易日當天所在之交易月份契約資料，而位於到期月份的契約則於到期日前九天(calendar days)採用下一月份契約的資料(投資人可能因為交易流動性的因素而於到期日前提前轉倉)。

第二節 理論模型與研究變數之定義

由於Kurov and Lasser (2002) 的研究方法尚未運用於E-mini S&P500 指數期貨與 E-mini Nasdaq100 指數期貨市場之相關研究，故本篇論文以其作為本文的主要研究架構。

一、期貨價格之持有成本模型

許多關於指數套利的研究都假設現貨-期貨價格關係遵循持有成本模型。理論的期貨定價模型如下：

$$F^*_t = S_t e^{(r-d)(T-t)} \quad (3-1)$$

其中 F^*_t 時間 t 的理論或均衡的期貨價格， S_t 為時間 t 的現貨指數價格， r 為無風險利率，在此以三個月 T-Bill 利率做為替代變數， T 為期貨契約到期日， $T-t$ 為 t 日時距離期貨到期日 T 之天數， d 為股價指數的股利率。

r 通常被視為持有現貨的費用，它呈現持有現貨資產至期貨契約到期日的機會成本。現貨指數股票的買方必須面對投資組合的持有成本，但可以收到股利。然而，期貨價格應該要等於購買現貨指數股票的成本，包含機會成本扣除在期貨契約尚未到期之期間的股利發放。當期貨契約接近到期日，期貨的價格就會收斂與現貨指數相同，即期貨價格與現貨價格的差異，在到期日時會收斂到零。持有成本模型的隱含假設包括了效率

市場，固定的持有費用，以及指數股票固定的股利。由於這篇論文的實證方法與 Lurov 與 Lasser(2002)使用的相似，為了計算定價誤差的序列，運用了如(3-1)所定義的持有成本的簡單模型。

二、假設檢定之變數定義

本文根據 Kurov and Lasser (2002)，將期貨定價誤差 (mispricing) 定義如下，其中 F_t 為時間 t 的實際價格， F^*_t 為時間 t 的理論期貨價格， S_t 為時間 t 的現貨指數實際價格。

$$x_t = \frac{F_t - F^*_t}{S_t}$$

第三節 迴歸模型

本篇論文探討美國股票市場於2001年1月29日將1/16美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為0.01美元後對E-mini S&P500 指數期貨與E-mini Nasdaq100期貨價格定價效率的影響。

Yadav and Pope (1994) 曾指出當指數波動性高時，期貨定價誤差的程度較高。這是因為指數波動性高時，套利交易所實現的利潤不確定性較高，使得從事套利交易的風險增加，當套利交易不再是無風險，套利交易者會對套利的報酬要求風險貼水，期貨價格的無套利區間擴大。然而，當指數波動性高時也可能使得期貨與指數的價格關係更加緊密。Chan and Chung (1993) 的實證結果顯示期貨定價誤差與指數波動性互相影響的關係，期貨定價誤差幅度改變時，對指數的波動性會有顯著的影響，而當市場波動性高時期貨價格誤差較小。

以往研究定價效率的事後偏離分離與事前偏離分析都是從部分均衡的角度來探討，也就是假設指數與期貨市場並沒有其他結構性上的改變，然而如前所述，指數波動性亦會影響期貨價格偏離理論價格區間的現象，故須在控制其他市場結構性的差異對期貨市場定價效率的影響下，來分析小數化對期貨市場定價效率的影響。除了指數波動性以外，期貨交易量及期貨的離期貨契約到期天數均是期貨市場重要的市場訊息，故本文

以迴歸模型進行分析，藉以了解美國股市小數化、現貨指數波動性、每15分鐘平均一分鐘的交易次數與離期貨契約到期天數對期貨定價誤差的影響。本文以現貨指數的每15分鐘Parkinson (1980)波動度估計量作為現貨指數波動性的替代變數，以期貨每15分鐘平均一分鐘的交易次數作為期貨交易量的替代變數進行迴歸分析。

由於資料屬於財務時間序列型態，資料的迴歸具有異質變異與自我相關的問題，因此本文使用異質變異之自我迴歸模型，其迴歸式(3-2)自變數定義說明於下：

$$|x_t| = \beta_0 + \beta_1 D_{at} + \beta_2 D_{bt} + \beta_3 CV_t + \beta_4 FT_t + \beta_5 ET_t + \sum_{i=1}^4 \phi_i |x_{t-i}| + \varepsilon_t \quad (3-2)$$

其中， $|x_t|$ 為時間t期貨定價誤差之絕對值； D_{at} 是第一個虛擬變數， $D_{at}=0$ 或1，0表示美國股市小數化前，1表示小數化後； D_{bt} 是第二個虛擬變數， $D_{bt}=0$ 或1，0表示在開盤15分鐘後，1表示在開盤15分鐘內。式子(3-3) CV_t 為現貨指數的每15分鐘Parkinson 波動度估計量， H_t 是指數價格每15分鐘內最高的價格， L_t 是指數價格每15分鐘內最低的價格； FT_t 為每15分鐘平均一分鐘的交易次數，計算方式為每15分鐘的期貨交易次數除以每15分鐘的交易時間（以分鐘為單位，計15分鐘）； ET_t 為樣本期間內平均的期貨剩餘到期天數，計算方式為每筆資料的期貨到期天數除以所有資料平均到期天數。

$$CV_t = \sqrt{0.361} \times \log(H_t / L_t) \quad (3-3)$$

虛擬變數 D_a 在這個迴歸模型裡面，主要是為了測試定價誤差在小數化後是否有具結構性的移動。一個負的並且顯著的虛擬變數的係數，將暗示定價誤差絕對值的縮小； D_b 是為了確認開盤後的15分鐘內的定價誤差是否會較大； CV 、 FT 、以及 ET 這幾個變數則是用以控制可能顯著地影響定價誤差的因子；四個遞延變數則是為了排除這個迴歸模型中殘差值的自我相關問題。

第四節 研究假說

本篇論文運用異質變異之自我迴歸模型分析探討美國股票市場於2001年1月29日將1/16美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為0.01美元後，對E-mini S&P500指數期貨與E-mini Nasdaq100期貨價格定價效率的影響。根據Kurov and Lasser (2002)所選定的變數為現貨指數波動性（以指數每15分鐘Parkinson (1980)波動度估計量做為代表）、每15分鐘平均一分鐘的交易次數及距離期貨到期之天數來進行分析。由於本文主要在探討小數化後對期貨市場定價效率的影響，故給予一虛擬變數以區分小數化前後來分析期貨定價誤差是否因而改變。

實證資料分為下列四組時間序列：(1) S&P 500指數現貨與E-mini S&P 500指數期貨(2) SPDRs與E-mini S&P 500指數期貨(3) Nasdaq 100指數現貨與E-mini Nasdaq 100指數期貨(4)QQQ與E-mini Nasdaq 100指數期貨。研究假說如下所示：

假說一：美國股市小數化後，E-mini S&P 500指數期貨相對於S&P 500 指數現貨定價誤差縮小。

假說二：美國股市小數化後，E-mini S&P-500指數期貨相對於SPDRs定價誤差縮小。

假說三：美國股市小數化後，E-mini Nasdaq 100指數期貨相對於Nasdaq 100 指數現貨定價誤差縮小。

假說四：美國股市小數化後，E-mini S&P 500指數期貨相對於QQQ定價誤差縮小。

假說五：現貨指數波動性、期貨交易次數及離期貨到期天數因素顯著影響E-mini S&P 500及E-mini Nasdaq 100指數現貨定價誤差。對指數現貨定價誤差而言，現貨指數波動性為正效果，期貨交易次數為負效果，離期貨到期天數為正效果。

第四章 實證結果分析

第一節 S&P 500指數現貨與E-mini S&P 500指數期貨實證結果

一、統計摘要

本組資料之 E-mini S&P 500 指數期貨契約於整個樣本期間的交易天數、指數與期貨價格配對之日內資料筆數、期貨定價誤差等敘述統計量，茲彙整於表 5.1。小數化前、後期間的 E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差分別為 0.149 與 0.077，全觀察期樣本的定價誤差為 0.113，均為正的定價誤差（positive mispricing），代表期貨實際價格被高估。另外，在小數化後，E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差絕對值由 0.154 減少至 0.093，並根據兩母體平均數差檢定且為大樣本的情況下之檢定統計量 23.639，顯著大於在顯著水準為 0.05 下之臨界值 1.645，意指 2001 年 1 月 29 日小數化後定價誤差顯著變小。

在其他統計量方面，每 15 分鐘平均一分鐘 E-mini S&P 500 指數期貨的交易次數由 73.16 次增加至 90.604 次，顯示 E-mini S&P 500 指數期貨的交易在第二個子期間更為熱絡，市場逐漸成長；而 Parkinson 波動度估計量平均值在小數化前後沒有明顯差異，表示小數化後，S&P 500 指數的波動性幾乎維持在一樣的水準。

E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差的變化值之一階自我相關程度，在樣本期間內為顯著的負值，表示定價誤差序列存在定價誤差回復到平均值的現象，小數化後由 -0.647 變為 -0.675，隱含著小數化後定價誤差回復到平均值的速度加快。小數化前，定價誤差序列的一階自相關程度為 0.608 之高，隱含定價誤差的高持續性，在小數化後顯著地減少至 0.586，代表定價誤差持續性降低的現象。本篇論文的實證結果發現和 Mackinlay and Ramaswamy 對提出定價誤差時間序列的具有高的自我相關程度的實證結果一致。

表 5.1 E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差等敘述統計量總表
(S&P 500 指數現貨與 E-mini S&P 500 指數期貨)

	9/29/00-1/26/01 小數化前	1/29/01-5/28/01 小數化後	9/29/00-5/28/01 全樣本期間
交易日天數	85	86	171
總觀察值(指數與期貨配對)	2093	2156	4249
平均期貨定價誤差 ¹	0.149(0.101) ²	0.077(0.091)	0.113(0.103)
平均絕對定價誤差	0.154(0.090)	0.093(0.093)	0.123(0.090)
波動度估計量平均值 ³	0.001(0.464)	0.001(0.431)	0.001(0.464)
每 15 分鐘平均一分鐘 期貨交易次數 ⁴	73.160(31.532)	90.604(42.135)	82.011(38.2972)
平均到期天數 ⁵	54.583(33.831)	48.107(34.521)	51.345(34.263)
定價誤差之 一階自我相關程度	0.608	0.586	0.646
定價誤差變化值之 一階自我相關程度	-0.647	-0.675	-0.659

說明：1. $x_t = \frac{F_t - F_t^*}{S_t}$ 。
 2.括弧內為標準差。
 3. $CV_t = \sqrt{0.361 \times \log(H_t / L_t)}$
 4.每 15 分鐘平均一分鐘的交易次數，每 15 分鐘的期貨交易次數除以每 15 分鐘的交易時間（以分鐘為單位，計 15 分鐘）。
 5.平均到期天數，計算方式為每筆資料的期貨距到期日天數除以所有資料平均到期天數。

二、迴歸結果分析

本小節將分析小數化、指數波動性、期貨交易次數及離期貨到期天數等因素分別對 E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差絕對值的影響，其迴歸估計結果整理於表 5.2。結果顯示小數化、指數波動性、期貨交易次數與離期貨到期天數等因素在顯著水準 0.01 下，均顯著影響期貨定價誤差絕對值。小數化對期貨定價誤差具有顯著的影響且為負效果，亦即小數化後，顯著降低期貨價格產生誤差的現象。這結果與預期的結果契合；另外當 S&P 500 指數的波動性愈大，E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差絕對值愈大；離期貨到期天數愈長，則 E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差絕對值愈大；期貨交易次數愈多，將使指數期貨定價誤差明顯降低；期貨價格是對現貨未來價格的預期，因此愈接近到期日，指數期貨定價誤差會隨之降低，離期貨到期天數愈長，則指數期貨定價誤差絕對值愈大。

較高的市場波動率將使定價誤差增加的原因來自於較高的市場波動率使套利風險者在取得套利的利潤的不確定性增加。因此如果風險高到某種程度，套利交易將不會被

進行，即使是這有利的，因為套利者等待更大的定價誤差，得以在風險間取得緩衝。然而這將持續一段時間，即使定價誤差相對地大，還是會被套利者所忽略。Yadav and Pope(1994)曾指出，當市場波動率高，期貨定價誤差趨向較大的情況，本篇論文的實證結果驗證此論點。然而也很有可能產生高的波動率吸引較多的套利者，導致較緊密的指數期貨定價關係。Chan and Chung(1993)證明期貨價誤差的增加，隨之而來的便是現貨市場的波動率增加，而定價誤差接著便減少了。

表5.2 每15分鐘E-mini S&P 500絕對定價誤差迴歸模式之估計
(S&P 500 指數現貨與E-mini S&P 500 指數期貨)

變數	常數	D _a	D _b	CV	FT	ET
係數	0.0090	-0.0169	0.0016	23.0521	-0.0001	0.0352
標準差	0.0036	0.0025	0.0065	7.8120	0.0000	0.0034
t 值	2.4768	-6.6602	0.2415	2.9509	-3.2775	10.3710
P 值	0.0133	0.0000***	0.8092	0.0032***	0.0011***	0.0000***
R ²	0.5808					
Adjusted R ²	0.5799					

說明：1. $|x_t| = \beta_0 + \beta_1 D_{at} + \beta_2 D_{bt} + \beta_3 CV_t + \beta_4 FT_t + \beta_5 ET_t + \sum_{i=1}^4 \phi_i |x_{t-i}| + \varepsilon_t$

$|x_t|$ 為時間t期貨定價誤差之絕對值；D_{at}是第一個虛擬變數，D_{at}=0或1，0表示美國股市小數化前，1表示小數化後；D_{bt}是第二個虛擬變數，D_{bt}=0或1，0表示在開盤15分鐘後，1表示在開盤15分鐘內；CV_t為現貨指數的每15分鐘Parkinson 波動度估計量；FT_t為每15分鐘平均一分鐘的交易次數；ET_t為樣本期間內平均的期貨剩餘到期天數。

2. **代表5%顯著水準下拒絕虛無假設，***代表1%顯著水準下拒絕虛無假設。

為了解交易日中期貨價格波動的情形，本文使用日內資料研究E-mini S&P 500指數期貨定價誤差的現象，圖5.1為小數化前後的定價誤差日內資料之比較，求算兩個子期間每日同個交易時間的定價誤差之平均值，以比較小數化前後同個交易時間定價誤差的變化，由圖5.1可明顯發現小數化後，同個交易時間之定價誤差減少幅度相當大，且每天交易期間定價誤差的走勢與小數化前極為相似，代表小數化對E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差日內資料的影響為整體的減少，而非局部結構性的減少。由此可以說明2001年1月29日的小數化這個政策對於指數期貨定價誤差有顯著的改善。

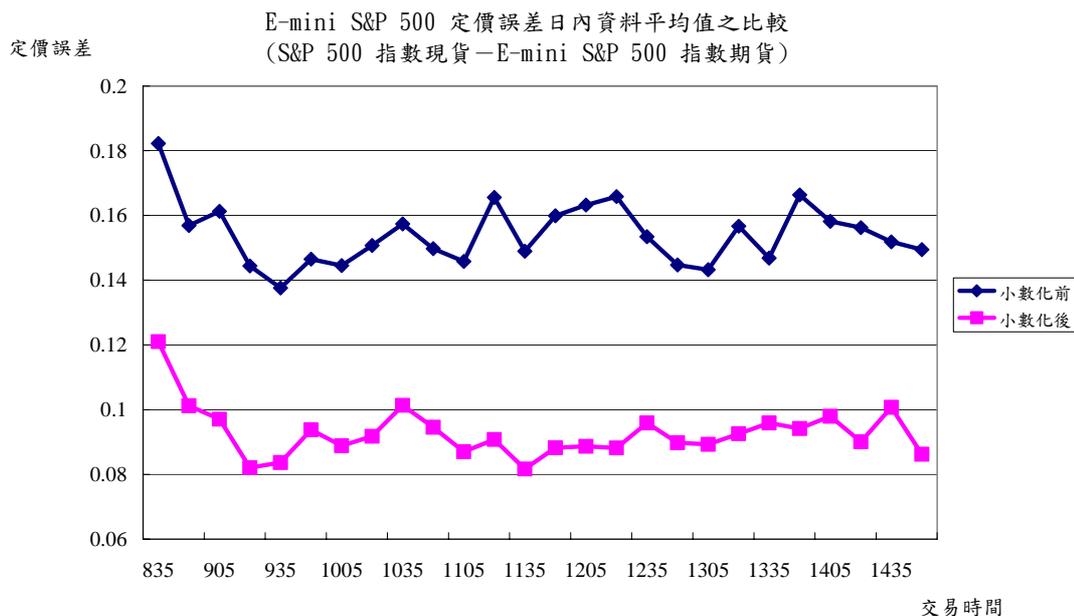


圖 5.1 定價誤差日內資料平均值之比較
(S&P 500 指數現貨與 E-mini S&P 500 指數期貨)

第二節 SPDRs 與 E-mini S&P 500 指數期貨實證結果

一、統計摘要

表 5.3 為本組資料之 E-mini S&P 500 指數期貨契約的敘述統計量彙整。小數化前後期間的 E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差分別為-0.097 與-0.196，全觀察期樣本的定價誤差為-0.146，均為負的定價誤差（negative mispricing），代表指數期貨實際價格被低估。E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差絕對值在小數化後由 0.278 減少至 0.205。在顯著水準 0.05 下，兩母體平均數差檢定之檢定統計量為 9.854，極為顯著，表示定價誤差在美國股票市場於 2001 年 1 月 29 日將 1/16 美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為 0.01 美元後顯著變小。

在其他統計量方面，每日每分鐘 E-mini S&P 500 指數期貨的交易次數由 73.160 次增加至 90.604 次，這驗證 Harris[1994] 提出因小數化使買賣價差減少，投資人的交易成本因而減少，增加其交易的意願與頻率；而 Parkinson 波動度估計量平均值在小數化前後都是 0.001，沒有明顯差異，表示 SPDRs 價格的波動性在小數化後沒有明顯的改變。

E-mini S&P 500指數期貨定價誤差的變化值之一階自我相關程度，在樣本期間內為顯著的負值0.540，小數化後改變為-0.664，代表定價誤差回復到平均值的速度加快。定價誤差序列的一階自我相關程度小數化後為由0.612增加至0.773。

表 5.3 E-mini S&P 500 指數期貨定價誤差等敘述統計量總表
(SPDRs 與 E-mini S&P 500 指數期貨)

	9/29/00-1/26/01 小數化前	1/29/01-5/28/01 小數化後	9/29/00-5/28/01 全樣本期間
交易日天數	85	86	171
總觀察值(指數與期貨配對)	2093	2156	4249
平均期貨定價誤差 ¹	-0.097(0.419) ²	-0.196(0.128)	-0.146(0.312)
平均絕對定價誤差	0.278(0.327)	0.205(0.113)	0.241(0.246)
波動度估計量平均值 ³	0.001(0.431)	0.001(0.494)	0.001(0.464)
每 15 分鐘平均一分鐘 期貨交易次數 ⁴	73.160(31.532)	90.604(42.135)	82.011(38.2972)
平均到期天數 ⁵	54.583(33.831)	48.107(34.521)	51.345(34.263)
定價誤差之 一階自我相關程度	0.612	0.773	0.638
定價誤差變化值之 一階自我相關程度	-0.529	-0.664	-0.540

說明：1. $x_t = \frac{F_t - F_t^*}{S_t}$ 。

2.括弧內為標準差。

3. $CV_t = \sqrt{0.361 \times \log(H_t / L_t)}$

4.每 15 分鐘平均一分鐘的交易次數，每 15 分鐘的期貨交易次數除以每 15 分鐘的交易時間（以分鐘為單位，計 15 分鐘）。

5.平均到期天數，計算方式為每筆資料的期貨距到期日天數除以所有資料平均到期天數。

二、迴歸結果分析

本小節以表5.10迴歸實證結果探討美國股市小數化、現貨指數波動性、每15分鐘平均一分鐘的交易次數與離期貨契約到期天數對E-mini S&P 500指數期貨定價誤差的影響。在顯著水準0.01下，小數化後E-mini S&P 500指數期貨定價誤差顯著降低；離期貨契約到期天數在顯著水準0.01下，對期貨定價誤差絕對值之影響是顯著的，但其係數-0.0492為負值，與原本預期愈接近到期日，期貨的定價誤差愈小的假說五不符。在此指數波動性及期貨交易次數對期貨定價誤差沒有顯著的影響，亦即小數化後，定價誤差沒有明顯的降低，沒有充分證據支持假說二。

根據吳佩雯(2004)的研究指出，SPDRs追蹤S&P 500的溢價現象在小數化後由0.237%增加至0.270%，因此以SPDRs求算E-mini S&P 500指數期貨的理論價格，在小數化後的定價誤差會因此而減少。

表5.4 每15分鐘E-mini S&P 500絕對定價誤差迴歸模式之估計
(SPDRs與E-mini S&P 500指數期貨)

變數	常數	D _a	D _b	CV	FT	ET
係數	0.0872	-0.0199	0.0674	64.2228	-0.0001	-0.0530
標準差	0.0228	0.0067	0.0248	36.3395	0.0002	0.0083
t 值	3.8299	-2.9589	2.7225	1.7673	-0.6192	-6.3693
P 值	0.0001	0.0031***	0.0065***	0.0772	0.5358	0.0000***
R ²	0.4555					
Adjusted R ²	0.4544					

說明：1. $|x_t| = \beta_0 + \beta_1 D_{at} + \beta_2 D_{bt} + \beta_3 CV_t + \beta_4 FT_t + \beta_5 ET_t + \sum_{i=1}^4 \phi_i |x_{t-i}| + \varepsilon_t$

$|x_t|$ 為時間t期貨定價誤差之絕對值；D_{at}是第一個虛擬變數，D_{at}=0或1，0表示美國股市小數化前，1表示小數化後；D_{bt}是第二個虛擬變數，D_{bt}=0或1，0表示在開盤15分鐘後，1表示在開盤15分鐘內；CV_t為現貨指數的每15分鐘Parkinson 波動度估計量；FT_t為每15分鐘平均一分鐘的交易次數；ET_t為樣本期間內平均的期貨剩餘到期天數。

2. **代表5%顯著水準下拒絕虛無假設，***代表1%顯著水準下拒絕虛無假設。

觀察圖5.2小數化前後的E-mini S&P 500指數期貨定價誤差日內資料之比較，小數化前後之定價誤差於相同交易時間減少的情形不盡相同，開盤後到9:35a.m.的減少幅度最為明顯，小數化後定價誤差日內資料的波動性明顯降低，整體來看日內資料定價誤差在小數化後減少，值得注意的是本組日內資料定價誤差的變化與 S&P 500指數現貨與 E-mini S&P 500 指數期貨這組日內資料定價誤差的減少方式也不相同。

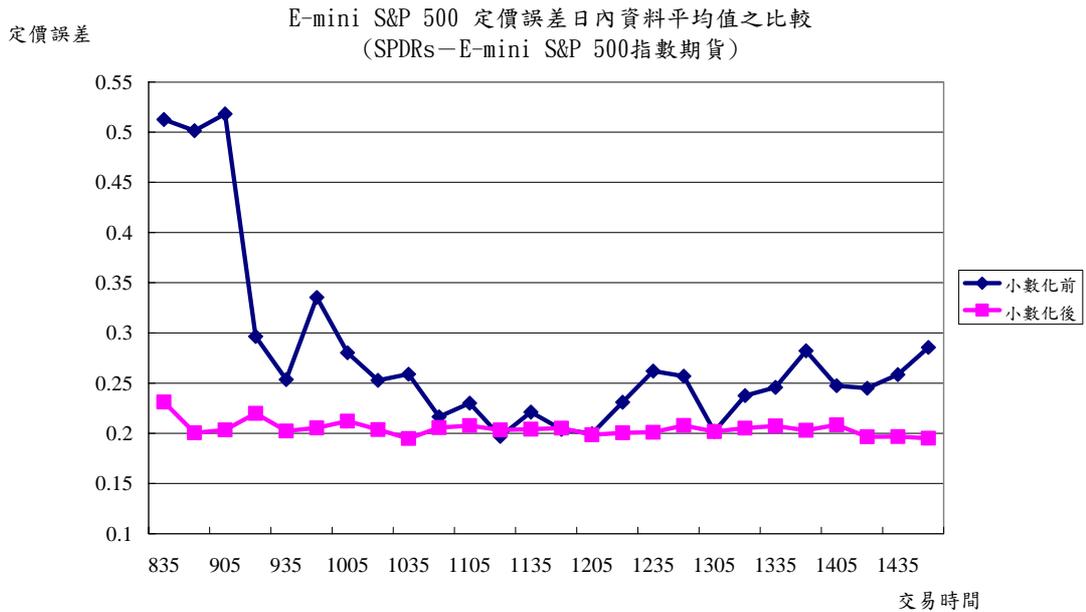


圖 5.2 定價誤差日內資料平均值之比較
(SPDRs 與 E-mini S&P 500 指數期貨)

第三節 Nasdaq 100 指數現貨與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨實證結果

一、統計摘要

表 5.5 為本組敘述統計量彙總。的小數化前、後期間的 E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差分別為 0.141 與 0.112，全觀察期樣本的定價誤差為 0.127，呈現被高估的現象。E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差絕對值在小數化後由 0.169 減少至 0.143。兩母體平均數差檢定之檢定統計量在顯著水準 0.05 下為 6.977，拒絕虛無假設，代表美國股票市場於 2001 年 1 月 29 日將 1/16 美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為 0.01 美元，這個分界點將 E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差減少的現象明顯表現出來。

每 15 分鐘平均一分鐘 E-mini Nasdaq 100 指數期貨的交易次數由 102.391 次增加至 129.221 次，充分顯示原本交易就相當熱絡的 E-mini Nasdaq 100 指數期貨在小數化後市場更加速擴張；Parkinson 波動度估計量平均值在小數化前後都是 0.002，沒有明顯差異，表示 Nasdaq 100 指數的波動性在小數化後沒有明顯的改變。

E-mini Nasdaq 100指數期貨之定價誤差的變化值的一階自我相關程度，在樣本期間內為顯著的負值-0.684，表示E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差序列存在向平均數反復的現象。並且在小數化後回復至平均值的速度家快，隱含著小數化後市場反應定價誤差的速度較快。定價誤差序列的一階自相關程度小數化後為由0.332減少至0.286。

表 5.5 E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差等敘述統計量總表
(Nasdaq 100 指數現貨與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨)

	9/29/00-1/26/01 小數化前	1/29/01-5/28/01 小數化後	9/29/00-5/28/01 全樣本期間
交易日天數	85	86	171
總觀察值(指數與期貨配對)	2093	2154	4247
平均期貨定價誤差 ¹	0.141(0.165) ²	0.112(0.143)	0.127(0.155)
平均絕對定價誤差	0.169(0.135)	0.143(0.112)	0.156(0.125)
波動度估計量平均值 ³	0.002(0.431)	0.002(0.494)	0.004(0.464)
每 15 分鐘平均一分鐘 期貨交易次數 ⁴	102.391(46.178)	129.221(59.499)	115.999(55.012)
平均到期天數 ⁵	54.583(32.431)	48.134(33.494)	51.358(33.464)
定價誤差之 一階自我相關程度	0.332	0.286	0.321
定價誤差變化值之 一階自我相關程度	-0.678	-0.692	-0.684

說明：1. $x_t = \frac{F_t - F_t^*}{S_t}$ 。

2.括弧內為標準差。

3. $CV_t = \sqrt{0.361} \times \log(H_t / L_t)$

4.每 15 分鐘平均一分鐘的交易次數，每 15 分鐘的期貨交易次數除以每 15 分鐘的交易時間（以分鐘為單位，計 15 分鐘）。

5.平均到期天數，計算方式為每筆資料的期貨距到期日天數除以所有資料平均到期天數。

二、迴歸結果分析

本小節將分析迴歸估計結果，整理於表5.10。在顯著水準0.01%的情況下，小數化、開盤效應、指數波動性與離期貨到期天數，這四個因素均顯著影響E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差絕對值。小數化對期貨定價誤差具有顯著的影響且為負效果，亦即小數化後，顯著降低期貨價格產生誤差的現象。這結果符合本篇論文的實證假說三。指數波動性的係數14.2487，表示當Nasdaq 100指數的波動性愈大，E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差絕對值將愈大，並且定價誤差將隨著波動性增加而大幅增加；在顯著水準0.05

下，期貨交易次數對E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差有顯著的負效果，即交易次數愈多，定價誤差愈小，這與假說五相符；離期貨到期天數愈長，則E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差絕對值愈大，不過影響的程度較小。

表 5.6 每 15 分鐘 E-mini Nasdaq 100 絕對定價誤差迴歸模式之估計
(Nasdaq 100 指數現貨與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨)

變數	常數	D _a	D _b	CV	FT	ET
係數	0.0197	-0.0082	0.0222	14.2867	-0.0001	0.0479
標準差	0.0058	0.0033	0.0082	2.3176	0.0000	0.0041
t 值	3.3871	-2.5026	2.7236	6.1645	-2.4453	11.6484
P 值	0.0007	0.0124***	0.0065***	0.0000***	0.0145**	0.0000** *
R ²	0.2472					
Adjusted R ²	0.2456					

說明：1. $|x_t| = \beta_0 + \beta_1 D_{at} + \beta_2 D_{bt} + \beta_3 CV_t + \beta_4 FT_t + \beta_5 ET_t + \sum_{i=1}^4 \varphi_i |x_{t-i}| + \varepsilon_t$

$|x_t|$ 為時間 t 期貨定價誤差之絕對值； D_{at} 是第一個虛擬變數， $D_{at}=0$ 或 1，0 表示美國股市小數化前，1 表示小數化後； D_{bt} 是第二個虛擬變數， $D_{bt}=0$ 或 1，0 表示在開盤 15 分鐘後，1 表示在開盤 15 分鐘內； CV_t 為現貨指數的每 15 分鐘 Parkinson 波動度估計量； FT_t 為每 15 分鐘平均一分鐘的交易次數； ET_t 為樣本期間內平均的期貨剩餘到期天數。

2. **代表 5% 顯著水準下拒絕虛無假設，***代表 1% 顯著水準下拒絕虛無假設。

圖 5.3 為 E-mini Nasdaq 100 指數期貨小數化前後的定價誤差日內資料之比較，由圖可以明顯的看出小數化後相同交易時間之定價誤差減少，但幅度不像 S&P 500 指數現貨與 E-mini S&P 500 指數期貨的明顯，每天交易期間定價誤差的走勢，除了 12:35a.m. 以外，都與小數化前極為相似，以外，不過在小數化後現貨市場開盤時定價誤差變得極大，而收盤時定價誤差減少得相當明顯。

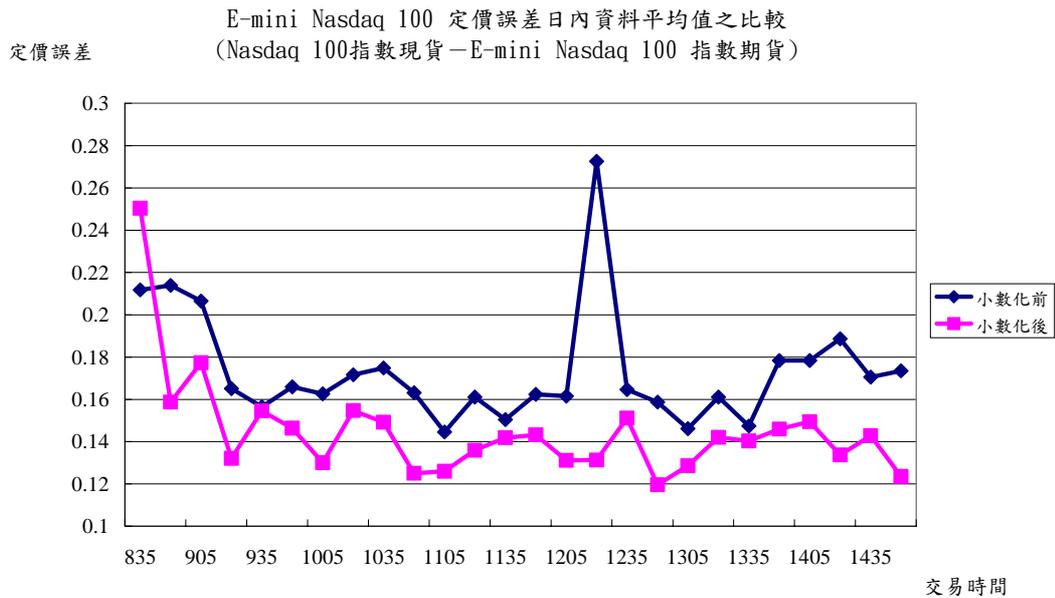


圖 5.3 E-mini Nasdaq 100 定價誤差日內資料平均值之比較
(Nasdaq 100 指數現貨與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨)

第四節 QQQ 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨實證結果

一、統計摘要

由本組資料之敘述統計量彙整於表 5.7 得知，全觀察期樣本的定價誤差為 0.352，小數化前後期間的 E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差分別為 0.334 與 0.369，而整個樣本期間均為正的定價誤差顯示期貨實際價格被高估。在顯著水準 0.05 下，兩母體平均數差檢定結果指出，沒有充分證據顯示小數化讓定價誤差減少。指數期貨定價誤差絕對值由 0.341 增加到 0.370，代表小數化後定價誤差平均值增加的現象。

在其他統計量方面，每 15 分鐘平均一分鐘 E-mini Nasdaq 100 指數期貨的交易次數由 102.391 次增加至 129.221，但交易頻率的增加並沒有帶來定價誤差降低的效應；而 Parkinson 波動度估計量平均值在小數化後由 0.003 變為 0.002 的微幅降低，表示 QQQ 指數的波動性在小數化後降低，但幅度不大。

E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差的變化值之一階自我相關程度，在樣本期間內

為-0.678，顯示定價誤差序列存在向平均數回復的現象，小數化定價誤差的變化值一階自我相關程度由-0.680改變至-0.676。E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差序列的一階自我相關程度小數化後為由0.274增加至0.398，顯示定價誤差的持續性增高。

表 5.7 E-mini Nasdaq 100 指數期貨定價誤差等敘述統計量總表
(QQQ 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨)

	9/29/00-1/26/01 小數化前	1/29/01-5/28/01 小數化後	9/29/00-5/28/01 全樣本期間
交易日天數	85	86	171
總觀察值(指數與期貨配對)	2093	2154	4247
平均期貨定價誤差 ¹	0.334(0.179) ²	0.369(0.135)	0.352(0.159)
平均絕對定價誤差	0.341(0.166)	0.370(0.132)	0.356(0.151)
波動度估計量平均值 ³	0.003(0.431)	0.002(0.494)	0.003(0.464)
每 15 分鐘平均一分鐘 期貨交易次數 ⁴	102.391(46.178)	129.221(59.499)	115.999(55.012)
平均到期天數 ⁵	54.583(32.431)	48.134(33.494)	51.358(33.464)
定價誤差之 一階自我相關程度	0.274	0.398	0.329
定價誤差變化值之 一階自我相關程度	-0.68	-0.676	-0.678

說明：1. $x_t = \frac{F_t - F_t^*}{S_t}$ 。

2.括弧內為標準差。

3. $CV_t = \sqrt{0.361} \times \log(H_t / L_t)$

4.每 15 分鐘平均一分鐘的交易次數，每 15 分鐘的期貨交易次數除以每 15 分鐘的交易時間（以分鐘為單位，計 15 分鐘）。

5.平均到期天數，計算方式為每筆資料的期貨距到期日天數除以所有資料平均到期天數。

二、迴歸結果分析

根據迴歸模式估計表5.8顯示，在顯著水準0.01下，小數化對期貨定價誤差有顯著的正效果，亦即小數化後，定價誤差不但沒有降低，反而還明顯的增加，這個實證結果無法支持假說四；期貨交易次數顯著正向影響期貨定價誤差絕對值，這與實證假說五不符；另外在顯著水準0.05下，離期貨契約到期天數對期貨定價誤差絕對值之正效果是顯著的，其係數0.0664代表離期貨到期天數愈長，則E-mini Nasdaq 100指數期貨指數期貨定價誤差絕對值愈大。現貨波動性在此組資料沒有充分證據顯示對E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差有影響。

小數化對期貨定價誤有顯著的正效果，在此探討可能的原因，根據吳佩雯(2004)實證結果指出，QQQ對Nasdaq 100現貨的折價在小數化後由-0.196%變為-0.256%，因此以QQQ為現貨求算之期貨理論價格，則小數化後定價誤差將增加。

表5.8 每15分鐘E-mini Nasdaq 100絕對定價誤差迴歸模式之估計
(QQQ與E-mini Nasdaq 100 指數期貨)

變數	常數	D _a	D _b	CV	FT	ET
係數	0.1019	0.0129	0.0015	0.3734	0.0001	0.0664
標準差	0.0086	0.0045	0.0096	0.2961	0.0000	0.0055
t 值	11.8711	2.8405	0.1616	1.2608	2.0740	12.1679
P 值	0.0000	0.0045	0.8716	0.2074	0.0381**	0.0000***
R ²	0.2425					
Adjusted R ²	0.2409					

說明：1. $|x_t| = \beta_0 + \beta_1 D_{at} + \beta_2 D_{bt} + \beta_3 CV_t + \beta_4 FT_t + \beta_5 ET_t + \sum_{i=1}^4 \phi_i |x_{t-i}| + \varepsilon_t$

$|x_t|$ 為時間t期貨定價誤差之絕對值；D_{at}是第一個虛擬變數，D_{at}=0或1，0表示美國股市小數化前，1表示小數化後；D_{bt}是第二個虛擬變數，D_{bt}=0或1，0表示在開盤15分鐘後，1表示在開盤15分鐘內；CV_t為現貨指數的每15分鐘Parkinson 波動度估計量；FT_t為每15分鐘平均一分鐘的交易次數；ET_t為樣本期間內平均的期貨剩餘到期天數。

2. **代表5%顯著水準下拒絕虛無假設，***代表1%顯著水準下拒絕虛無假設。

本小節圖5.4為小數化前後的定價誤差日內資料之比較，求算兩個子期間每日同個交易時間的定價誤差之平均值，以比較小數化前後同個交易時間定價誤差的變化，可看出相同交易時間定價誤差在小數化後反而增加的情形，意指 E-mini Nasdaq 100指數期貨定價誤差並不因小數化而使定價誤差減少，反而還明顯增加，這個結果與本篇論文其他實證組別不同，更與實證假說四不符。

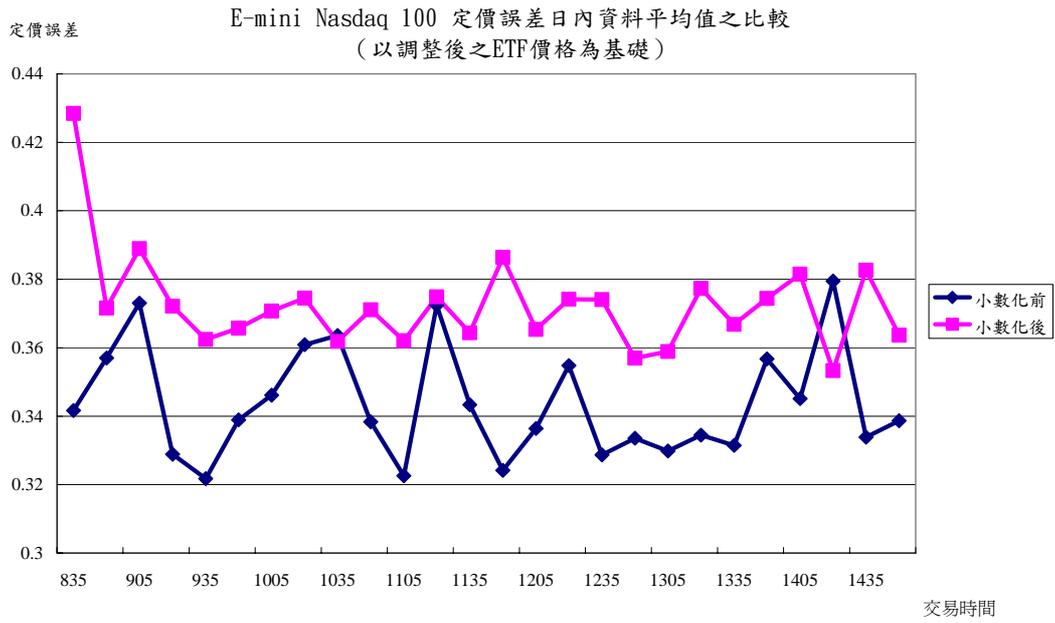


圖 5.4 E-mini Nasdaq 100 定價誤差日內資料平均值之比較
(QQQ 與 E-mini Nasdaq 100 指數期貨)



第五章 結論與建議

第一節 結論

美國股市小數化日期為為2001年1月29日，本文選擇前後各4個月的日內資料，研究期間則為2000年9月29日至2001年5月28日，小數化前、後分別為85天與86天。指數與期貨資料先經過MINSPAN資料配對法進行配對，以提高資料的同時性，再探討小數化對指數期貨定價誤差產生的影響。

主旨在於分析美國股市小數化對E-mini S&P500 指數期貨與E-mini Nasdaq100 指數期貨定價誤差的影響。本文以考慮異質變異之自我迴歸模型來分析探討小數化與指數波動性、期貨交易量與期貨剩餘到期日對期貨價格誤差的影響，所設計的應變數為指數期貨定價誤差絕對值；自變數包含代表小數化前後的虛擬變數、指數波動性、期貨交易量、及期貨到期日，迴歸模型以一般動差估計法來估計參數。

實證結果顯示彙整如下：

- 
- (1)以指數現貨求算指數期貨理論價格的組別，小數化對期貨定價誤差具有顯著的影響且為負效果，亦即小數化後，定價誤差明顯減少。支持本文的假說一及假說三。
 - (2)以ETFs求算指數期貨理論價格的組別，小數化對E-mini S&P 500指數期貨的定價誤差有顯著的負效果，支持假說二；但E-mini Nasdaq 100指數期貨的定價誤差在小數化後反而顯著增加，與預期不符。
 - (3)整體而言，指數現貨波動性愈大或離期貨到期天數愈長，則指數期貨定價誤差顯著愈大，而交易次數愈多，則指數期貨定價誤差顯著愈小。以ETFs求算指數期貨理論價格的組別有較例外的情況。

大致而言，本次研究代表小數化前後的虛擬變數係數估計值除了QQQ與E-mini Nasdaq 100指數期貨此組資料以外均顯著為負值，顯示指數期貨定價誤差絕對值於小數化後有顯著下降的趨勢。美國股票市場於2001年1月29日將1/16美元全面改成十進位小數點報價，報價升降單位改為0.01美元，本篇論文實證結果顯示，此政策對於E-mini S&P 500指數期貨及E-mini Nasdaq 100指數期貨的定價效率的確產生明顯的改善效果，與交易成

本同為市場摩擦因素的升降單位，在經過縮小後對市場產生的是正面的影響。

第二節 建議

本文茲提供的進一步的研究方向建議如下，做為研究該相關主題的學者們參考：

1. 擷取更長的樣本期間。
2. 探討小數化對其他小型指數期貨之影響。
3. 進一步分析小型指數期貨市場小數化對其定價誤差的影響。
4. 比較正規指數期貨與小型指數期貨在小數化後，定價誤差的趨勢與改變幅度。



參考文獻

一、中文部分

1. 王建聰，「四種股價指數期貨定價模式之比較」，國立成功大學，博士論文，民國 89 年。
2. 邱南源，「美國主要指數期貨流動性及調整速度之比較」，私立淡江大學，碩士論文，民國 92 年。
3. 姜青海，「升降單位機制對市場績效影響之研究」，國立台北大學，博士論文，民國 90 年。
4. 歐宏杰、賴昭隆、陳品橋與劉宗聖，寶來金融商品叢書系列 2：全球指數型商品，第一版，商訊文化事業股份有限公司，民國 91 年。

二、英文部分

1. Ahn, H., Cao, C.Q. and H. Choe, "Tick Size, Spread and Volume", Journal of Financial Intermediation, 5, pp.2-22, 1996.
2. Ackert, L. F. and Tian, Y. S., "The Introduction of Toronto Index Participation Units and Arbitrage Opportunities in the Toronto 35 Index Option Market," Journal of Derivatives, 5, pp.44-53, Summer 1998.
3. Ackert, L. F. and Tian, Y. S., "Arbitrage and Valuation in the Market for Standard and Poor's Depository Receipts," Financial Management, 29, pp71-88, Autumn2000.
4. Ackert, L. F. and Tian, Y. S., "Efficiency in Index Options Markets and Trading in Stock Baskets," Journal of Banking and Finance, 25, pp.1607-1634, 2001.
5. Bacidore, J., "The Impact of Decimialization on Market Quality: An Empirical Investigation of the Toronto Stock Exchange", Journal of Financial Intermediation 6, pp.92-120, 1997.
6. Chan, K. and Chung Y. P., "Intraday Relationships among Index Arbitrage, Spot and Futures Price Volatility, and Spot Market Volume: A Transactions Data Test," Journal of Banking and Finance, 17, pp.663-687, 1993.
7. Chu, Q. C. and Hsieh, W. G., "Pricing Efficiency of the S&P 500 Index Market: Evidence from the Standard & Poor's Depository Receipts," Journal of Futures Markets, 22, 9, pp.877-900, 2002.
8. Chung, Y. P., "A Transactions Data Test of Stock Index Futures Market Efficiency and

- Index Arbitrage Profitability,” Journal of Finance, 46, 5, December 1991.
9. Cornell, B. and K.R. French, "The Pricing of Stock Index Futures," The Journal of Futures Markets, 3, 1, pp.1-14, 1983.
 10. Cornell, B. and K.R. French, "Taxes and the Pricing of Stock Index Futures," Journal of Finance, 38, 3, pp.675-694.1983.
 11. Figlewski, S. "Hedging Performance and Basis Risk in Stock Index Futures", Journal of Finance, 39, 657-669, 1984.
 12. Hameed, A. and E. Terry, "The Effect of Tick Size on Price Clustering and Trading Volume", Journal of Business Finance & Accounting, 25, 7&8, pp.849-867, 1998.
 13. Harris, L., "Stock Price Clustering and Discreteness", Review of Financial Studies, 4, 3, pp.389-415, 1991.
 14. Harris, L., "Minimum Price Variations, Discrete Bid-ask Spreads, and Quotation Sizes", Review of Financial Studies, 7, pp.9-178, 1994.
 15. Harris, F. H., McInish, T. H., Shoesmith, G. L., and Wood, R. A., "Cointegration, Error Correction, and Price Discovery on Informationally Linked Security Markets," Journal of Financial and Quantitative Analysis, 30, pp.563-579, 1995.
 16. Klemkosky, R. C. and J. H. Lee, "The Intraday Ex Post and Ex Ante Profitability of Index Arbitrage", The Journal of Futures Markets, 11,3, pp.291-311, 1991.
 17. Kurov A. A. and Lasser, D. J., "The Effect of the Introduction of Cubes on the Nasdaq-100 Index Spot-Futures Pricing Relationship," Journal of Futures Markets, 22, 3, pp.197-218, 2002.
 18. Park, T. H. and Switzer, L. N., "Index Participation Units and the Performance of Index Futures Markets: Evidence from the Toronto 35 Index Participation Units Market," Journal of Futures Markets, 15, 2, pp.187-200, 1995.
 19. Porter, D. C. and D. G. Weaver, "Tick Size and Market Quality", Financial Management, 26, 4, pp.5-26, Winter 1997.
 20. Seppi, D. J., "Liquidity Provision with Limit Orders and a Strategies Specialist", Review of Financial Studies 10, pp.103-150, 1997.
 21. Switzer, L. N, Varson, P. L., and Zghidi, S., "Standard and Poor's Depository Receipts and the Performance of the S&P 500 Index Futures Market," Journal of Futures Markets,

20, 8, pp.705-716, 2000.

