airiti Library

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

台灣50指數股票型基金之追蹤誤差與定價效率

Tracking Error and Pricing Efficiency of the Taiwan 50 ETFs

doi:10.6545/JFS.2009.17(2).1

財務金融學刊, 17(2), 2009

Journal of Financial Studies, 17(2), 2009

作者/Author： 林允永(Yun-Yung Lin);謝文良(Wen-Liang Hsieh)

頁數/Page： 1-34

出版日期/Publication Date：2009/06

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

http://dx.doi.org/10.6545/JFS.2009.17(2).1

DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，
是這篇文章在網路上的唯一識別碼，
用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 http://doi.airiti.com

For more information,

Please see: http://doi.airiti.com

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

最完整的學術整合查詢平台—華藝線上圖書館 ● http://www.airitilibrary.com ● Find more academic articles on Airiti Library

airiti

台灣 50 指數股票型基金之追蹤誤差與定價效率

Tracking Error and Pricing Efficiency of the Taiwan 50 ETFs

林允永 Yun-Yung Lin
淡江大學財務金融系
TamKang Universirty

謝文良 Wen-liang Hsieh*
國立交通大學財金所
National Chiao Tung University

摘 要

指數股票型基金之目的在於複製目標指數的報酬率，本文分析影響台灣 50 指數股票型基金（TTT）投資績效的兩項主要誤差：追蹤誤差（Tracking error）與定價誤差（Pricing error）。首先拆解並衡量導致 TTT 的追蹤誤差的成分，發現 TTT 的淨值報酬率受累積現金股利之影響而偏離指數報酬率最多，管理費用和股利再投資的影響則相對較小。研究更發現在指數成分股發放現金股利的時點，基金管理公司複製台灣 50 指數投資組合的精確度會降低。在 TTT 的定價效率方面，本研究以日內高頻率資料觀察 TTT 市價偏離淨值及超出無套利區間的次數、幅度與延續時間，並考慮交易延遲下的事前（ex-ante）套利利潤。結果顯示 TTT 的定價效率大致良好，雖然偶爾發生較大幅的定價誤差，且大幅度定價誤差傾向持續較長時間與提供較大獲利，但平均事前套利利潤卻不為正值。迴歸分析進一步顯示 TTT 的定價誤差幅度和套利機會受到市場波動性、TTT 交易量、和市場成熟度的顯著影響。證據支持市場存在頻繁且及時的套利活動，因而維繫 TTT 良好的定價效率。

關鍵詞：ETF，指數股票型基金，追蹤誤差，定價效率，套利

Abstract

This article investigates the tracking performance and pricing efficiency of the Taiwan 50 tracking funds (TTT) — the first exchange-traded-fund in Taiwan. We decompose the discrepancy between the NAV return and return of the target index into four components. Results show that a large portion of tracking error can be attributable to the cumulative cash dividends. Other components of tracking error, including management fee, dividend reinvestment, and index replication error, contribute less to the TTT tracking error. It should be noted that the index replication error tends to enlarge as cash dividends are disseminated, indicating that a more sophisticated portfolio rebalancing is needed at time of TTT dividend payout.

Pricing efficiency of TTT is measured by the intraday deviation of market prices from the NAVs, taking the transaction costs and potential execution delay into account. Both ex-post and ex-ante analysis support the general pricing efficiency of the TTT markets. Large price deviations, although rarely occurring, tend to persist for a longer time and provide higher arbitrage profits. Regression analysis further shows that the mispricing and arbitrage opportunities are positively related to market volatility and TTT volume; and negatively related to the degree of market maturity. Results suggest that the pricing efficiency of TTT is maintained by frequent and prompt arbitrage activities.

Key Words: ETFs, Tracking error, Pricing efficiency, Arbitrage, Taiwan

---

* 聯絡作者，國立交通大學財金所，300 新竹市大學路 1001 號，(03)5712121 轉 57077
E-mail:wlh@faculty.nctu.edu.tw。Correspondence author, Graduate Insitute of Finance, National Chiao Tung University, 1001 Ta-hsueh Road, Hsin chu 300, Taiwan, E-mail:wlh@faculty.nctu.edu.tw

airiti

台灣 50 指數股票型基金之追蹤誤差與定價效率

壹、前　言

指數股票型基金（Exchange Traded Funds, ETFs）是近十多年內興起的現貨指數交易工具，ETFs 基本的形式是由一信託基金持有一專門追蹤（track）某一指數報酬率的股票投資組合，該信託基金依憑此投資組合發行存託憑證(depository receipt)，凡持有存託憑證的投資人，即擁有該投資組合的部分價值，並享有該投資組合的報酬率。存託憑證發行後即在股市掛牌交易，交易之過程與形式如同一般股票。由於 ETFs 信託以投資組合模擬目標指數的報酬率，持有 ETFs 者彷彿購買了該現貨指數，因此 ETFs 提供了投資與交易現貨指數的金融工具。自從 Toronto Stock Exchange 首先於 1990 年推出 TIPs（Toronto Index Participation units）及 American Stock Exchange（AMEX）於 1993 年創造 SPDRs（Standard & Poor's Depositary Receipts）之後，ETFs 即蓬勃發展於北美市場，並迅速擴展到國際市場[1]，衍生出多種不同型式的 ETFs 商品與市場架構[2]。

指數現貨的市場原本就不完全，過去並無有效率的金融工具來交易指數現貨，ETFs 具有以下的幾項特性，可以補足過去指數交易工具的缺失：第一、 ETFs 可以於盤中交易，彌補開放型指數基金僅能以收盤淨值交易的缺陷，也降低投資人曝露於日內價格波動的風險。第二、ETFs 同時具備以市價交易和以淨值交易(申購與贖回)的選擇，這項選擇使得 ETFs 的市價容易貼近淨值，避免封閉型指數基金大幅度折溢價的潛在問題，使得投資人在任何一段期間內的實現報酬率接近其公平報酬率。第三、ETFs 具有低管

---

[1] 根據 Poterba and Shoven (2002)的統計，美國市場的 ETFs 從 1993 創始，至 2001 年底已經佔指數型基金資本額的 20%，及全體基金資本額的 2.3%，且在 1993 至 2001 年間的平均資本額成長率皆超過每年 100%。截至本文完成之時，掛牌 ETF 的交易所至少包括德國交易所(Deutsche Borse)、瑞士證交所(Swiss Stock Exchange)、Euronext 在法國巴黎及荷蘭阿姆斯特丹兩交易所、英國倫敦證交所(London Stock Exchange)、瑞典 Stockholm Exchange、以色列 Tel Aviv Stock Exchange、日本的東京證交所與大阪證交所(Osaka Stock Exchange)、香港聯交所等。

[2] 較為著名的 ETFs 有 AMEX 交易的 SPDRs (模擬 S&P 500 指數)、Cubes (模擬 Nasdaq 100 指數)、Diamonds (模擬 Dow Jones Industrial Average 指數)、Sector SPDRs (模擬各種 S&P 500 類股指數)等。另外尚有 Barclays Global 公司推出的 iShares 系列、Bank of New York 主持的 HOLDERs 系列、以及 Vanguard 集團推出的 VIPERs 系列等。其中 SPDRs 和 Cubes 的日成交量經常為最活絡的單一個股的數十倍。

airiti

理費用的成本優勢，相對於積極操作的基金，以指數複製和追蹤為目標的投資組合可以節省許多研究成本與交易成本。ETFs 申購與贖回時採用等類（in-kind）交換，即以現股（而非現金）交換 ETFs 受益憑證，也可降低交易成本，因此 ETFs 通常收取較一般基金及指數型基金為低的管理費。第四、ETFs 允許投資人放空操作，交易限制較開放型基金寬鬆[3]。

ETFs 的目的雖然在複製目標指數的報酬率，然而持有 ETFs 的實現報酬率仍然可能與目標指數的報酬率不同，兩者報酬率的差異來源有二，1. 追蹤誤差：追蹤誤差是 ETFs 基金淨值無法完全精確模擬指數報酬率的誤差，這部分誤差來源牽涉 ETFs 的發起投信是否精確建構與維護一個模擬指數的投資組合。2. 定價誤差：定價誤差是 ETFs 基金淨值和交易市價間的差距，這部分反映 ETFs 的市場定價效率以及套利機制是否順暢無礙。本文的目的即在分析台灣推出的第一檔 ETFs 的追蹤誤差和定價誤差，藉以檢視台灣 ETFs 的證券設計和市場架構是否提供 ETFs 良好的投資環境。

台灣證交所於 2003 年 6 月 30 日掛牌本土的首檔 ETFs，由寶來投信發行，稱為「寶來台灣卓越 50 基金」（Polaris Taiwan Top 50 Tracker Fund），簡稱 TTT。TTT 以「台灣 50 指數」為追蹤標的。圖 1 呈現 TTT 自發行日（92/06/30）至 94/04/29 的每月申購、贖回金額，以及基金規模。由圖中可見，基金規模在 92 年 8 月至 93 年 8 月間快速成長，之後達到穩定的市場狀態，基金規模約 400 億元，佔全體投信基金的 1.8%左右。如果與國內平均約 40 億資產總值的開放型基金比較，TTT 的規模相當龐大，但如果和國外成功的 ETFs 相較，則仍有擴大的空間。圖 2 描繪 TTT 的市場交易量，每天平均在 4000 張到 10000 張之間，約當一檔集中市場的中型股票[4]。

[3] 在美國的課稅制度之下，ETFs 尚有節稅優勢，Poterba and Shoven (2002)估計，SPDRs 相對於 Vanguard S&P 500 指數型基金，可以造就投資人每年約 9 基準點的稅後優勢。

[4] 台灣市場於 2006 年新增掛牌兩檔 ETFs：「寶來台灣中型 100 基金」和「富邦台灣科技 ETF」，由於這兩檔 ETFs 上市時間尚短，缺乏充足資料分析，故本文僅以 TTT 為研究對象。

airiti

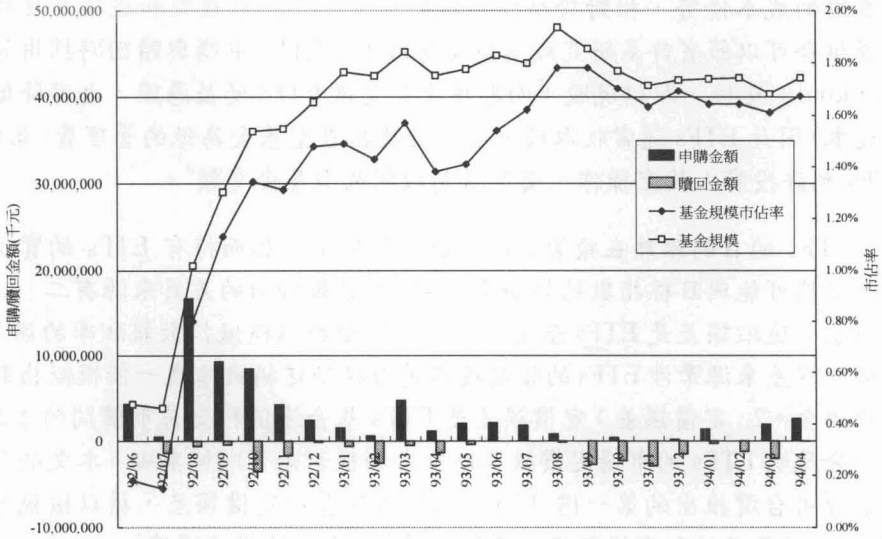

圖 1 TTT 每月發行規模

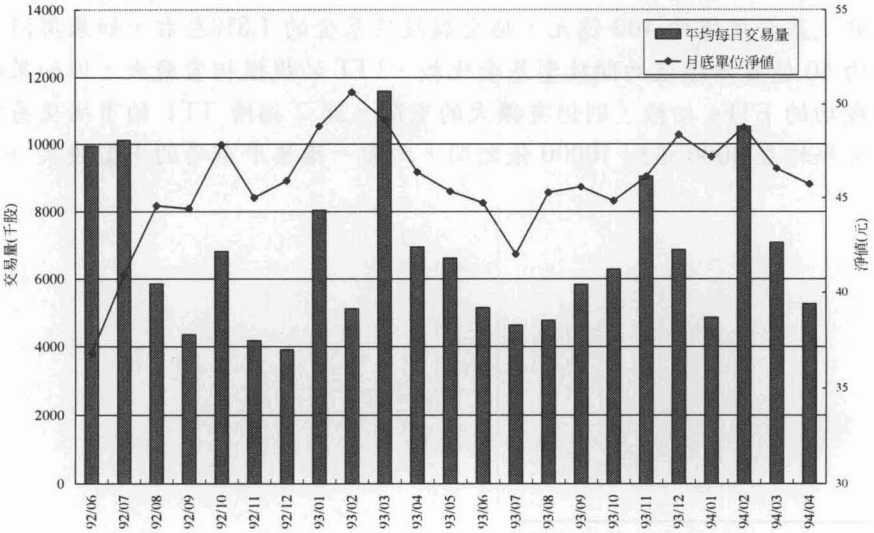

圖 2 TTT 每月平均日交易量

airiti

本文藉由觀察與分析 TTT 的「追蹤誤差」和「定價誤差」，探討其證券設計與市場架構，並提供改善的意見。追蹤誤差反映 TTT 淨值模擬台灣 50 指數報酬率的精準度，分析追蹤誤差的成因可以了解 TTT 證券設計的特性，以及管理公司達成追蹤指數報酬率的績效。定價誤差則反映 TTT 市價與淨值的緊密程度，定價誤差的分析可以觀察到套利機制是否運作順暢，以及參與套利交易必須具備的條件。這些發現對於調整目前台灣 ETFs 市場結構和未來設計類似的金融工具都有政策上的涵義。具體來說，本研究欲解答以下問題：

1. TTT 的追蹤誤差源自於哪些因素？
2. 各因素所佔的比重為多少？管理意涵為何？
3. TTT 的定價誤差有多大？是否提供日內套利利潤？
4. TTT 的定價誤差受哪些市場因子影響？

本研究對學術及實務的貢獻有三方面：第一、本研究的主題綜合了 Elton, Gruber, Comer, and Li (2002)和 Ackert and Tian (2000)兩篇文章的研究範圍，提供對於台灣 TTT 市場較為完整與結構化的研究視角。第二、過去文獻對 ETFs 追蹤誤差的了解僅限於其總誤差幅度，本文進一步拆解與分析誤差的成分，期望能提供關於基金管理面的財務涵義。第三、過去文獻僅以日收盤資料觀察 ETFs 的定價效率，然而定價誤差通常發生於盤中，也會因盤中進行的套利活動而收斂，收盤資料並無法觀察到定價誤差於日內的即時變化，本文首度以高頻率的日內交易資料觀察 ETFs 的定價誤差和套利機會，提供接近市場實務的觀察。

本文架構如下：第壹節為前言；第貳節回顧國內外對於 ETFs 之研究文獻；第叁節說明 TTT 的證券設計與市場架構，定義追蹤誤差和定價誤差，並說明其成分因素；第肆節分析以實際資料拆解 TTT 追蹤誤差的成分，並分析各成分所造成的誤差幅度；第伍節探討 TTT 的定價誤差幅度、衡量錯價超出無套利區間的幅度與持續時間、並計算考慮交易延遲後的套利利潤，最後分析市場波動性、成交量等因素對套利機會的影響；第陸節總結本文。

airiti

貳、文獻回顧

ETFs 是美國市場多年以來尋求交易指數現貨工具的成功案例，故其證券設計和市場結構遂成為學術與實務界關注的議題。最初研究集中於探討 ETFs 的何種優勢使其成為交易指數的重要工具，Fuhr (2001)和 Gastineau (2001)認為 ETFs 的主要優勢來自於其兼具開放與封閉型基金的優點，而能規避上述兩類型基金的缺失。Elton et al. (2002)比較 ETFs 與類似工具的投資報酬率，認為 ETFs 的日內流動性符合投資人的交易需求；Poterba and Shoven (2002)則強調 ETFs 相對於其他指數交易工具的節稅優勢。

為了近一步了解 ETFs 的成功因素，有一系列的研究著眼於分析 ETFs 模擬指數的績效與市場定價的效率，Elton et al. (2002)從長期投資的角度，比較 SPDRs、Vanguard 500 指數基金、以及 S&P 500 指數的報酬率，並分析 SPDRs 報酬績效異於後兩者的原因與成分比例。Ackert and Tian (2000)以日收盤價資料分析 SPDRs 市價和淨值間的定價誤差，兩篇文獻皆發現 SPDRs 的平均折溢價非常微小，且少見大幅的定價誤差。Chu and Hsieh (2002)進一步探索 SPDRs 和指數期貨間的相對定價效率，實證結果同樣指出兩者價格具有在日內快速調整以修正定價誤差的能力。

ETFs 市場活絡的交易同時也造就其潛在的價格發現功能，Chu, Hsieh, and Tse (1999)和 Hasbrouck (2003)比較 ETFs、標的指數、和指數期貨間的價格發現能力，結果顯示 ETFs 的價格發現能力優於現貨指數，但仍稍遜於指數期貨。Chou and Chung (2006)則發現美國市場 ETFs 的價格發現能力在其降低最小跳動檔位之後顯著增強。

由於 ETFs 之交易與操作和許多既存指數市場相連，許多文獻分析 ETFs 的上市是否對其他指數交易工具造成影響，Switzer, Varson and Zghidi (2000)、Chu and Hsieh (2002)和 Kurov and Lasser (2002)以日內資料證明期貨和標的現貨的相對定價在 ETFs 掛牌之後一段期間明顯改善。然而 ETFs 對指數選擇權的定價效率則缺乏明確的改善效果(Ackert and Tian, 1998 以及 Ackert and Tian, 2001)。Hegde and McDermott (2003)詳細分析 Diamonds (Dow Jones ETFs)和 Cubes (NASDAQ-100 ETFs)上市對於標的個股流通性與

airiti

交易成本的影響，實證資料呈現，各指數成分股的買賣價差及各種流動性指標在 ETFs 上市後都顯著地降低，顯示 ETFs 帶來標的股票流通性增加及交易成本降低的良性影響。

以台灣 TTT 為對象之研究並不多見於國內外學術期刊，其中 Lin, Chan, and Hsu (2006)之研究與本文主旨最為接近，該篇文獻以收盤資料觀察台灣 TTT 的定價效率，發現 TTT 於收盤時通常呈現相當小幅度的定價誤差，似乎並不允許顯著的套利利潤。其餘研究 TTT 的文獻包括：徐清俊、陳龍志(民 94)以日收盤價資料探討台灣 50 指數、期貨和 TTT 的價格傳導與價格發現；賴藝文、李春安(民 95)探討 TTT 上市之後對於台灣股市的價格發現影響；林靖中等(民 95)探討 TTT 掛牌之後，標的股票的流動性改變的現象與成因；Lin and Meng (民 93)分析台灣 50 指數投資組合是否為效率投資組合，並提供增進風險-報酬效率性的基金組合意見；Lin and Chiang (2005)研究台灣 50 標的成分股的波動性在 TTT 上市後的變化。

本文的研究主題涵蓋 Elton et al. (2002)、Actert and Tian (2000)、和 Lin et al. (2006)的研究範疇，同時探討 ETFs 追蹤指數之績效及市價定價之效率，本研究對於既有研究之增益如下：在追蹤績效方面，本研究將 TTT 追蹤誤差拆解為四個成份，較 Elton et al. (2002)更為精確地衡量各誤差成份的規模，並可以突顯 TTT 基金管理的特色與調整方向。在定價效率方面，過去文獻對 ETFs 的定價研究僅觀察「收盤」資料，但是真實世界的價格偏離及套利卻常發生於「盤中」。本文以日內資料進行市場效率分析，觀察市場交易時段內的定價誤差，並以追蹤誤差的幅度與持續的時間，考慮定價誤差在延遲交易後是否仍提供套利空間。

airiti

叁、追蹤誤差與定價誤差

持有 TTT 的實際報酬率和目標報酬率可能因為諸多因素而不相同，本節將此差距分解為追蹤誤差（或稱模擬誤差）和定價誤差兩大部分，並以累積報酬率表達如式(1)：

$$\begin{aligned} &\text{TTT總誤差} \\ &= \text{CR_TTTp} - \text{CR_TW} \\ &= \underbrace{(\text{CR_TTTp} - \text{CR_NAV})}_{\text{定價誤差}} + \underbrace{(\text{CR_NAV} - \text{CR_TW})}_{\text{追蹤誤差}} \end{aligned} \tag{1}$$

其中 CR_TTTp 代表以 TTT 市價所計算的累積報酬率，這是持有 TTT 的實現報酬率（realized return）；而指數報酬率（目標報酬率）則以 CR_TW 代表。定價誤差代表 TTT 市價報酬率和淨值報酬率(CR_NAV)的差距，追蹤誤差衡量 TTT 淨值偏離目標指數報酬率的程度，這兩種誤差各有不同的管理涵義。追蹤誤差反映 TTT 信託基金的管理與經營績效，因為 ETFs 的指標強調模擬指數的報酬率，投資 ETFs 的目的也正是追求指數報酬率，因此 TTT 的報酬率與目標指數報酬率的差距可用來衡量該基金是否達到模擬指數的目標。定價誤差則代表 TTT 交易市場的架構是否提供良好的價格發現機制，可以反映市場的交易成本、流通性、和套利機制是否運作順暢。

有鑒於兩種誤差的性質不同，本文採取不同的方式分析追蹤誤差和定價誤差：追蹤誤差以及其組成成份皆會累積，並隨時間流逝而放大，適合用累積報酬率來觀察一段較長時間內的累積誤差。定價誤差會因為市場套利機制而調整趨向零，具有均值回歸（mean reversion）的特性，適合以高頻率的日內資料觀察在極短時間內的調整效率。以下分別說明本文對於兩種誤差的研究方法與步驟。第一小節拆解 TTT 追蹤誤差，並分析各種造成誤差的原因與其影響幅度，目的在於透過對誤差的分析，呈現 TTT 信託基金內部的管理績效；第二小節說明定價誤差的特性與衡量方法，目的在於了解 TTT 交易市場的效率程度；第三小節說明研究期間與研究資料的來源。

airiti

一、追蹤誤差的成因與分解

TTT 的追蹤誤差指基金淨值報酬率和標的指數報酬率的差[5]。理論上，TTT 持有的投資組合若完全比照指數成分股，則兩者的報酬率在任何一段期間內應該相等，然而實務上卻有許多因素會影響 ETFs 的追蹤績效，以下分別說明之。

首先，TTT 信託維持運作所需要的管理費用會降低其報酬率，管理費用包括調整基金投資組合所產生之交易手續費、交易稅等直接成本；應給付經理公司與保管機構（包括保管銀行、集保公司）之報酬，如基金經理費（Management Fee）和基金保管費（Custodian Fee）、指數授權費用、受益憑證於集中交易市場上市所生之費用；此外尚有基金借入及借出股票應給付之借券費用、手續費、經手費及其他相關費用等。根據投信投顧公會網站提供的資料，台灣 TTT 平均每月總費用率約為 3.40 個基準點(basis point, bp)，一年總計約為 40.8 個基準點，顯著高於 Elton et al. (2002)所估計 SPDRs 每年的管理費率（約為 18.45 基準點）。一般而言，基金運作之總費用率與其資產規模的大小呈現反比關係，而資產規模與當地現貨市場規模和該基金發展時間則有正相關。台灣 TTT 的市值規模無法和 SPDRs 相比，費用率自然相對較高，然而從追蹤誤差的角度來看，台灣 TTT 每年 40 個基準點的費用率對報酬率的實質折扣並不顯著，因此對於追蹤誤差的影響應有限。

其次，TTT 的股利發放政策也可能造成長期明顯的追蹤誤差。一般股價指數之計算並不包含已發放的現金股利，因此現金股利發放將削減指數報酬率，但是 TTT 的淨值卻包含標的公司已發放的部分現金股利[6]，因此這部分的累積股利將使 TTT 淨值報酬率高於指數報酬率，呈現正的追蹤誤差[7]。尤有甚者，根據 TTT 的信託規則，收到的現金股利將再投資於台灣 50 指數投資組合，如果指數報酬率為正，這將更為提高 TTT 的追蹤誤差。

排除上述管理費及現金股利所衍生的追蹤誤差之後，尚有許多因素使

---

[5] TTT 基金淨值的水準(level)雖然約略等於指數水準的 1%，但兩者並不全然相當，因此不宜以基金淨值×100 和指數水準相比較，而應以兩者的報酬率比較投資績效和追蹤誤差。

[6] TTT 保留成分股已發放的現金股利，再投資至相同的指數投資組合內，使得現金股利可以得到和原本投資組合相同的報酬率。信託管理公司每半年（每年 4 月 30 日以及 10 月 31 日）檢視一次 TTT 的累積報酬率，若高於自基金發行日起的台灣 50 指數累積報酬率 5%，則進行現金股利分配。在本文研究期間內，TTT 的累積股利尚未達到分派標準，故無股利分派發生。

[7] 如果將 TTT 淨值的比較標竿置換為「總報酬率指數」(total return index)，則股利因素對 TTT 的模擬誤差將較不明顯。這是因為總報酬率指數將已發放的現金股利包含在內，反映實際持有該指數投資組合的所有報酬(含資本利得與股利)。由於台灣市場上較少使用總報酬率指數，本文的比較標竿採用一般不含已發放現金股利的台灣 50 指數。

airiti

得 TTT 的持有的股票投資組合無法完全等於指數，這些因素包括 1. TTT 持有部分現金部位，這是因為 TTT 允許小額申購與贖回(最低額度為 1000 張，94 年 7 月後降為 500 張)，該部位轉換為指數成分股之後，零股部分以現金補足差額；2. 標的指數成分股變換（加入、刪除、或替換）當下，因流動性限制，TTT 信託基金未能及時以單一股價取得（或出售）該股，也未能及時重新調整其他股票的權重[8]。以上因素所造成的追蹤誤差無關費用或股利，但牽涉到 TTT 信託基金調整投資組合部位以複製指數報酬的能力，本研究將此部分誤差稱為「不完全複製」。

根據以上分析，式(1)中 TTT 的追蹤誤差（即淨值累積報酬率和台灣 50 指數累積報酬率的差）可以分解如下：

$$\begin{aligned}&\text{追蹤誤差}\\&=\text{CR_NAV}-\text{CR_TW}\\&=-\text{CR_exp}+\text{CR_div}+\text{CR_divrinv}-\text{CR_ir}\end{aligned}\tag{2}$$

其中 CR_NAV 代表從 TTT 上市以來（92/6/30）的累積淨值報酬率、CR_TW 為台灣 50 指數累積報酬率、CR_exp 為累積管理費用率、CR_div 為累積股利率、CR_divrinv 是累積股利再投資之報酬率、CR_ir 為不完全複製所導致的報酬率差額。第肆節將以實際資料衡量各成份所造成的報酬率追蹤誤差。

二、定價誤差的衡量方法

投資 TTT 的另一個誤差來源，是 TTT 的市價偏離其淨值所造成的誤差，稱為「定價誤差」。ETFs 本身定位為模擬指數的證券，其價格主要決定於標的指數的水準，因此可以視為一種廣義的衍生性商品（derivatives）。衍生性商品的理論價格（theoretical price）可經由相對定價（relative pricing）的方法與無套利條件（no-arbitrage condition）的觀念而建立，本節即從相對定價的觀點，討論 TTT 的市價是否偏離其應有的「理論價格」（即淨值）、偏離的幅度、回復均衡的速度、以及是否足以引發無風險套利利潤。

TTT 的淨值（NAV）代表投資組合的價值，也是 TTT 的理論價格。若市場效率良好，TTT 的市價應等於其淨值，如果市價高於淨值，則投資人

[8] 本文研究期間，台灣 50 指數歷經八次成分股審核以及兩次非例常性的成分股變動，其中實際有成分股替換共計八次，共替換 10 檔股票。

airiti

可以從市場上買入台灣 50 成份股（付出淨值）[9]，再透過申購程序轉換為 TTT，並同時於市場上以市價賣出 TTT（收入市價），如此可套取市價超出淨值的利潤，上述交易會壓抑過高的市價，使其收斂回淨值。反之若市價低於淨值，則投資人可用市價買進價格低估的 TTT，並同時於市場賣空 50 檔股票，再將 TTT 贖回成為 50 檔股票，回補賣空的部位，如此可套取市價低於淨值的差額，這些交易會拉抬過低的市價，使其收斂回淨值。在有摩擦的市場（frictional market）中，交易成本將會侵蝕部分套利的利潤，因此 TTT 的定價誤差若未超過交易成本，則不會發生套利，也無法修正該誤差幅度。故考量交易成本之後，TTT 的合理市價將落在一個區間內。上述觀念和期貨與現貨相對定價的觀念類似。

ETFs 的證券設計包含封閉型基金的部份性質，因此也存有基金市價偏離淨值的隱憂，ETFs 雖然具備申購與贖回的機制，但是並不允許極小額度的申購與贖回，且僅能贖回股票，不能以淨值贖回現金，在淨值與市價的轉換上並非絕對順暢及有效，因此也可能存在折溢價的隱憂。現實市場中，ETFs 的市價不會剛好等於淨值，當兩者偏離過大時，套利活動將介入而縮小其差距。維繫 ETFs 定價誤差不會大幅且持續擴大的市場條件包括：1. TTT 的申購與贖回機制運作順暢、2. 申購與贖回的交易成本低廉、3. 指數成分股的市場流通性足夠提供套利所需的現股交易、4. ETFs 本身的發行量與流通性足夠提供套利所需的 ETFs 交易。然而若某些特殊市況下，上述條件無法滿足，則 ETFs 將發生暫時性的大幅折溢價。

研究 TTT 定價效率至少有兩重意義：1. 市價若偏離理論價格，則提供交易人套利的機會，專業的交易與套利機構應會關心 ETFs 的套利空間；2. 在定價效率良好，且套利交易順暢的市場中，套利交易會快速消除定價偏差，引導價格回復理論關係，如果市價經常大幅且持續地偏離理論定價，則是套利的功能發揮不良的警訊，市場管理機構應進一步檢查與排除阻礙套利交易的可能障礙或市場機制與規定，以圖改善價格效率。

式(1)將定價誤差定義為 TTT 市價估計的累積報酬率減去淨值估計的累積報酬率(CR_TTTp－CR_NAV)，由於 TTT 市價與淨值的水準(level)相當，將累積報酬率差分後再乘上初始水準，即可轉換為一般定價誤差的表達方

[9] TTT 信託機構每日公佈申購時需要繳納的投資組合，該組合包括台灣 50 成份股以及一部份現金，50 檔成份股的股數根據 TTT 最低申購單位換算而得，現金部份用以彌補股票投資組合與申購淨值間的差額。

airiti

式，即以兩價格的差衡量定價誤差。根據上述分析顯示，TTT 的定價誤差應小於交易成本，茲表達如下：

$$TTTp_t - NAV_t \le TC_t^O \quad 且 \quad NAV_t - TTTp_t \le TC_t^U \tag{3}$$

其中 TTTp 和 NAV 分別代表 TTT 的市價與淨值，TC^O 和 TC^U 分別代表 TTT 價格高估與價格低估時的套利交易成本。式(3)可以改寫為：

$$NAV_t - TC_t^U \le TTTp_t \le NAV_t + TC_t^O \tag{4}$$

式(4)描述了 TTT 的「無套利區間」，當 TTT 的市價落於該區間內，將不會發生套利機會或定價誤差的修正，換言之，該區間描述合理的 TTT 定價誤差。本文將觀察實際市場的日內交易價格超出該區間外的頻率及幅度，藉此衡量市場套利機制運作的順暢程度，此一觀點統稱為定價效率（pricing efficiency）之研究。

交易成本的估計如下：價格高估時的套利交易成本（TC^O）包括 1. 買入台灣 50 成份股所花費的交易手續費（交易總值的 0.1425%）、2. 賣出 TTT 的手續費與交易稅（交易總值的 0.1425%和 0.1%）、3. 交易 50 檔股票和 TTT 的市場衝擊成本（market impact costs）[10]、4. TTT 申購轉換手續費（每申購基數 10,000 元或 5,000 元）[11]，上述各項費用合計約佔套利金額的 0.5%。而 TTT 價格低估時的套利交易成本（TC^U）包括 a. 買入 TTT 所花費的交易手續費（假設為交易總值的 0.1425%）、b. 賣空台灣 50 成份股的手續費與交易稅（交易總值的 0.1425%和 0.3%）、c. 交易 50 檔股票和 TTT 的市場衝擊成本、d. TTT 贖回手續費（每贖回基數 10,000 元或 5,000 元），上述各項成本合計約為套利金額的 0.7%。第伍節將以日內資料估計 TTT 市價超出式

---

[10] 本文估計市場衝擊成本率的方法如下：$\frac{|P_{t+1} - P_t|}{2P_t}$，其中 P_t 為套利交易當時的 TTT 價格、P_{t+1} 為套利交易後一筆 TTT 價格。上式將交易過程中引發的實際價格變動視為市場衝擊成本，並由一買一賣兩個來回交易平均分攤。循以上相同方法，50 檔股票投資組合的市場衝擊成本率則應加權平均 50 檔個別股票的價格變化率，然而為求計算簡便，本文以 TTT 淨值的實際價格變動反映之：$\frac{|NAV_{t+1} - NAV_t|}{2NAV_t}$。由於 TTT 淨值的變化率已經等於 50 檔個別股價格變化率的加權平均，因此上述公式應可代表投資組合的市場衝擊成本率。

[11] 實來投信收取之 TTT 轉換手續費。在 93 年 7 月前為每基數(1,000 張 TTT)10,000 元，93 年 7 月後因應申購基數減半為 500 張 TTT，轉換手續費也改為每基數 5,000 元。

airiti

(4)所定義的無套利區間的頻率與幅度。

三、 研究資料

本文的研究期間涵蓋 92 年 6 月 30 日(TTT 上市首日)至 94 年 4 月 29 日，共計 458 個交易日。追蹤誤差之研究資料採用日收盤資料，每日的 TTT 收盤淨值和台灣 50 收盤指數分別來自台灣經濟新報；TTT 費用資料來自中華民國投信投顧公會；TTT 受益權單位數和 TTT 基金規模日資料由寶來投信提供；TTT 成分股之持股比率季資料、TTT 成分股之除息日取自台灣證券交易所；TTT 成分股之個股股利發放時點與金額來自台灣新報資料庫。而定價誤差之研究則以日內資料進行，日內的 TTT 每筆交易價格和 TTT 日內淨值皆取自台灣新報資料庫。

肆、追蹤誤差解析

一、追蹤誤差的幅度

圖 3 分別繪製 TTT 每日淨值對數報酬率（$R_NAV=\ln(NAV_t/NAV_{t-1})$）與台灣 50 指數之對數報酬率（$R_TW=\ln(TW_t/TW_{t-1})$），並將兩報酬率相減而得到 TTT 的當日追蹤誤差，也就是

$$\text{單日追蹤誤差} = R_NAV_t - R_TW_t = \ln(\frac{NAV_t}{NAV_{t-1}}) - \ln(\frac{TW_t}{TW_{t-1}}) \tag{5}$$

每日追蹤誤差的基本統計分配列於表 1 第一欄。由表中可見，每日報酬率的追蹤誤差多維持在極為微小的範圍，平均值僅為 0.0891 個基準點，且 75%的追蹤誤差不超過 0.088 個基準點。然而圖 3 顯示，在某些日子發生較大幅度的正追蹤誤差（NAV 報酬率高於指數），因此整體追蹤誤差有右偏及厚尾的傾向，並不符合常態分配。其中發生較大追蹤誤差的時點在 92 年

airiti

的 6-8 月以及 93 年的 6-9 月，該時段似乎與台灣股市的除息時點相符。如同前節所述，股票除息使指數報酬率下降，但 TTT 的淨值仍涵蓋已發放的現金股利，因此在指數成分股除息時產生正的追蹤誤差。

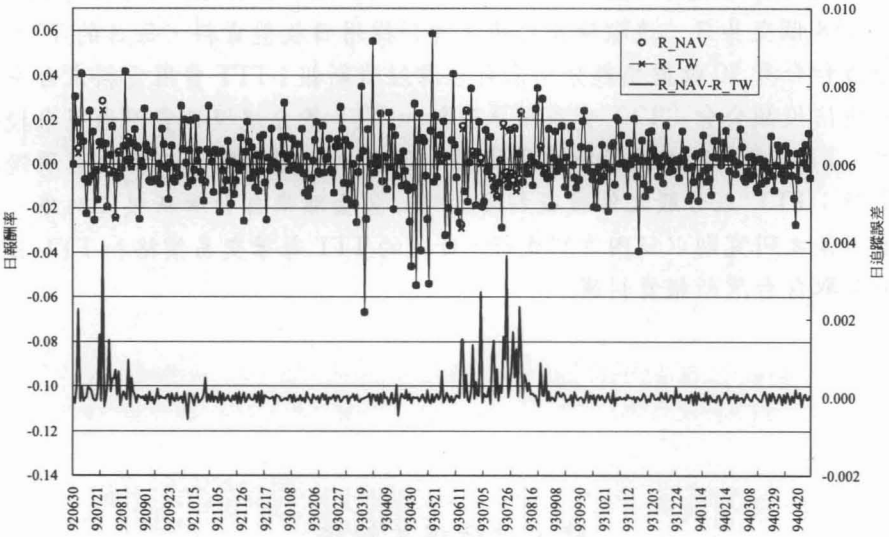

圖 3　TTT 淨值日報酬率之追蹤誤差

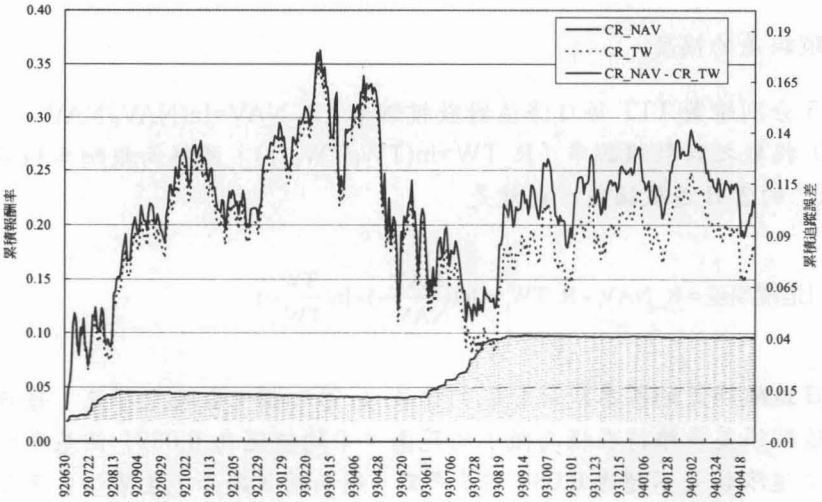

圖 4　TTT 淨值累積報酬率之追蹤誤差

airiti

觀察單日追蹤誤差(R_NAV - R_TW)可以發現發生大幅誤差的時點，而觀察累積報酬率的追蹤誤差(CR_NAV - CR_TW)可以得知 TTT 長期報酬率是否高於或低於指數報酬率。圖 4 比較 TTT 淨值和台灣 50 指數的累積報酬率，圖下方灰色部分呈現累積追蹤誤差的幅度。由圖中可見，自 92 年 6 月 30 日上市以來，持有 TTT 可以累積高於指數的報酬率，且累積報酬率的追蹤誤差隨時間而逐漸放大，若持有至 94 年 4 月 29 日止，累積追蹤誤差高達 4.07%。追蹤誤差在 92 年的 6-8 月以及 93 年的 6-9 月兩段期間內加速擴大，這與圖 3 的單日追蹤誤差放大的期間相符，推測同樣是受到該段期間密集發放股利的影響。累積追蹤誤差的敘述統計值列於表 1 的第二欄（灰底部分），整段期間內的平均追蹤誤差為 2.41%，誤差最大可達 4.15%。

表 1　TTT 報酬率之追蹤誤差與影響因素

單日報酬率之追蹤誤差是 TTT 淨值單日報酬率與指數單日報酬率之差，累積報酬率的追蹤誤差則是由 TTT 上市日起至當日的累積報酬率與指數同一時段累績報酬率的差。總追蹤誤差可分解為四個成分：管理費用率(CR_exp)、累積股利(CR_div)、累積股利再投資(CR_divriv)及不完全複製(CR_ir)如下：

$$\begin{aligned}&\text{累積追蹤誤差}\\&= CR_NAV - CR_TW\\&= -CR_exp + CR_div + CR_divrinv - CR_ir\end{aligned} \tag{2}$$

	單日報酬率	累積報酬率				
	單日追蹤誤差 R_NAV-R_TW	累積追蹤誤差 CR_NAV-CR_TW	管理費用 CR_exp	現金股利 CR_div	股利再投資 CR_divrinv	不完全複製 CR_ir
平均值	0.0000891	0.0241327	-0.0041336	0.0267708	0.0026803	-0.0011848
標準差	0.0004172	0.0139875	0.0023097	0.0157554	0.0020569	0.0012175
中位數	0.0000080	0.0138736	-0.0043487	0.0146088	0.0024993	-0.0006800
極小值	-0.0005500	0.0001299	-0.0083627	0.0004903	-0.0048475	-0.0034697
10 分位數	-0.0001318	0.0115488	-0.0070627	0.0125237	0.0000444	-0.0030331
25 分位數	-0.0000690	0.0123816	-0.0060210	0.0133522	0.0014812	-0.0022869
75 分位數	0.0000880	0.0406976	-0.0021556	0.0449044	0.0043344	-0.0004054
90 分位數	0.0002126	0.0410172	-0.0009619	0.0458598	0.0054767	0.0000391
極大值	0.0040090	0.0415395	-0.0000360	0.0481441	0.0072889	0.0036739

airiti

Elton et al. (2002)觀察 SPDRs 上市五年的資料，發現每年的累積追蹤誤差在-0.27%至-0.36%之間，而 TTT 上市一年就產生約 4.07%的追蹤誤差，SPDRs 和 TTT 截然不同的追蹤誤差水準可能是因股利分配政策不同而造成的。TTT 大幅度的追蹤誤差應是來自累積未分配的現金股利，而 SPDRs 每季分配股利，將該季內所收到的現金股利分派給存託憑證持有人，因此可以降低現金股利累積對報酬率的影響。

二、 追蹤誤差各成分之幅度

圖 5 根據式(2)拆解累積追蹤誤差的成分，將管理費用率(CR_exp)、累積股利(CR_div)、累積股利再投資(CR_divrinv)及不完全複製(CR_ir)四個成分逐一自 NAV 中獨立切割出來，並計算各別成份對 NAV 報酬率的影響幅度。

首先將管理費用加回每日淨值中，得到未支付管理費用前的淨值[12]。比較未支付管理費用前的淨值報酬率和實際淨值報酬率，就可知道管理費用對淨值報酬率的影響。表 1 第三欄顯示管理費用平均使 TTT 的淨值報酬率降低 0.41%，換言之，管理費造成平均-0.41%（41 基準點）的追蹤誤差，影響最大時可以達到-0.84%。

接下來考慮現金股利的因素，本研究將每單位淨值內含的現金股利金額從尚未支付管理費用前的淨值中扣除[13]，再比較扣除現金股利之前與之後的淨值累積報酬率，兩個淨值報酬率的差即為現金股利所導致的追蹤誤差。表 1 第四欄顯示，現金股利平均導致 2.68%的追蹤誤差，且影響最嚴重時可使 TTT 的 NAV 報酬率高於指數報酬率 4.81%。與 2.41%的平均累積追蹤誤差比較，現金股利正是影響追蹤誤差幅度的主要因素。

除了考慮累積未發放的現金股利之外，股利再投資的影響也必須計算。TTT 將股利再投資於台灣 50 指數投資組合，因此累積股利會額外滋生

[12] TTT 信託的每月費用資料來自投信投顧公會網站，費用細分為經理費、保管費、交易費、交易稅等項目。每月費用除以當月交易日而得到平均每日的管理費，再將此費用加回每日淨值中，即可得到未扣管理費用前的淨值序列。

[13] 股利資料來自台灣經濟新報資料庫，首先蒐集台灣 50 指數每檔成分股在本研究資料期間發放現金股利的時點與每股股利；再利用基金持有該股的比例，計算出基金持有該股的股數。將每股股利金額乘上 TTT 持有股數，即為該股在 TTT 信託所發放的股利金額。將同一日內所有發放的股利相加，可得該日 TTT 所收到的現金股利總金額。再將 TTT 成立起自當日的每天現金股利累加，則為當日 TTT 淨值內所含的現金股利金額，除以當日 TTT 總發行股數之後，即可得到每單位淨值的內含現金股利金額。

airiti

約等於台灣 50 指數的報酬率[14]。表 1 第五欄顯示，股利再投資平均僅使 NAV 報酬率提高約 0.27%，對追蹤誤差的貢獻比例並不高。

總追蹤誤差的最後一項成份是不完全複製（CR_ir），即基金管理公司未能完全精確持有指數投資組合所造成的追蹤誤差。將管理費用加回 NAV、扣除累積股利及股利再投資之後，剩餘的追蹤誤差可歸因於不完全複製。這部份誤差是因為 TTT 投資組合模擬無法完全複製台灣 50 指數持股而產生的誤差，牽涉到 TTT 信託基金模擬與複製指數報酬的操作方式，特別有關現金餘額部位的管理、股利發放與再投資的時間差、標的指數成分股替換時的投資組合調整等等。從表 1 最後一欄可見，其影響雖使 TTT 報酬率略微下降，但絕對幅度則小於前述幾項因素。平均而言，不完全複製僅使 TTT 略低於台灣 50 指數報酬率 11.8 個基準點，然而影響最大時可使 TTT 高於或低於標竿指數 30 個基準點以上。

三、 追蹤誤差之基金管理意涵

圖 5 以時間序列（日資料）呈現管理費用（CR_exp）、現金股利（CR_div）、股利再投資（CR_divrinv）、和不完全複製（CR_ir）的幅度，觀察各項因素隨時間變化對 TTT 累積報酬率追蹤誤差的貢獻。圖中明顯可見現金股利的發放與累積（粗虛線）對 TTT 累積報酬率追蹤誤差（細實線加點）的影響最大，是造成 TTT 追蹤誤差的主要成分，現金股利累積而使 TTT 報酬偏離台灣 50 指數的幅度，遠超過其他三項因素影響（絕對值）的總和。現金股利在每年台灣市場股利發放密集的季節（約 6 月至 9 月）快速累積，將總追蹤誤差帶到另一高原。這部分誤差比例雖高，但並不影響投資人權益，因為如果投資人持有標的股票投資組合，同樣會收到成分股所發放的現金股利。若 TTT 改為如同 SPDRs 每季發放累積股利，則將可有效降低此誤差。

[14] 將前一註腳所計算的每日現金股利累積金額乘上當日的台灣 50 指數報酬率，就得到一日的再投資報酬率。再投資報酬率應以複利計算，即前一日的再投資報酬金額會當成本金參與次一日的指數報酬率。

airiti

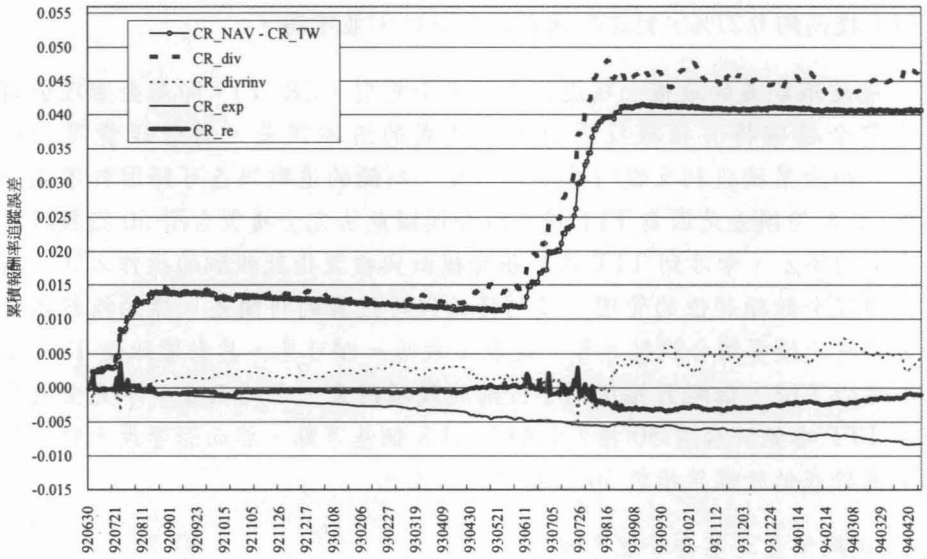

圖 5 TTT 累積追蹤誤差分解成份

股利再投資（細虛線）的性質類似累積現金股利，當股利累積愈多，再投資的報酬率影響也愈大，再投資報酬率的影響可能為正或負，視該段期間內的台灣 50 指數報酬率而定。在本文研究期間內，股利再投資貢獻小幅度的正報酬率。欲降低股利再投資對 TTT 的潛在影響力，根本的方法是增加發放累積股利的頻率。然而頻繁發放累積股利可能提高 TTT 營運成本，將會使管理費用提高。基金管理公司必須評估與平衡兩種誤差。

管理費用（細實線）造成單純負向的累積報酬，在不到兩年期間內，管理費用使 TTT 累積 84 基準點的負報酬率，換言之，每年管理費用率約為 40 基準點。和 SPDRs 比較，TTT 的管理費用顯然較高。Elton et al. (2002) 報導 SPDRs 和 Vanguard 基金的管理費用約同為 18 基準點左右，自 1997 年之後，SPDRs 的管理費率更降至 12 基準點。TTT 較高的管理費用率可能和基金規模較小有關，但也可能因為國內尚無類似的基金與之競爭，故 TTT 能收取較高的費用率。

TTT 的不完全複製（粗實線）則呈現幾項特徵：1. 不完全複製傾向使 NAV 累積小幅度的負報酬；2. 不完全複製在股利發放季節（92/06~92/07、

airiti

93/06~93/08）出現較大幅度的波動；3. 現金股利發放季節之後，不完全複製則開始累積負報酬。由於 2、3 兩項變化皆發生於現金股利密集發放季節，推測可能因為股利再投資不易即時完成，因而干擾 TTT 信託基金的模擬精確度。本研究利用虛擬變數迴歸，進一步分析不完全複製與股利發放的關係，其中|R_ir|是不完全複製 CR_ir 一階差分的絕對值，代表每日因為不完全複製而產生的額外報酬率，$Dummy^{div}$ 是現金股利的虛擬變數，1 表當日有台灣 50 成分股發放現金股利，0 表當日無成分股發放現金股利，迴歸係數與 t 值如式(6)。

$$\left|R_ir\right|_t = \underset{(7.34)}{0.00016} + \underset{(10.30)}{0.00069}\ Dummy_t^{div} + \varepsilon_t \tag{6}$$

結果顯示不完全複製成份與股利發放虛擬變數有顯著正向關係，且迴歸式的調整後 R-square 高達 18.76%，足見不完全複製深受現金股利發放的影響。換言之，當指數成分股發放現金股利時，部分金額無法立即獲取相同於原 TTT 投資組合持股的報酬率，導致發生較大的不完全複製誤差[15]。

總而言之，TTT 的總追蹤誤差在不到兩年內累積超過 4%，其中絕大部分是因為累積股利未發放，才使得淨值報酬率高於指數報酬率。管理費用和股利再投資對追蹤誤差的影響都相對不顯著。指數複製不完全所造成的不完全複製對 TTT 淨值的影響也不大，但是傾向降低 TTT 相對於指數的報酬率。不完全複製在現金股利發放時顯著擴大，這可能與 TTT 基金規模不夠大有關。

[15] 迴歸的應變數若改用 CR_ir 或是不取絕對值的 R_ir，皆與式(4)的結果相似，$Dummy_{div}$ 的係數依然顯著大於零，調整後 R-square 皆高於 8%。

airiti

伍、TTT 的定價與市場效率

本研究從台灣經濟新報資料庫擷取 TTT 日內每筆交易價格和寶來投信公佈的日內 TTT 淨值，資料涵蓋每個交易日 9:00 至 13:30 的區間。本文使用 Harris et al. (1995) 的資料配對方式將兩個數列的資料同步化（synchronization），資料同步化的方式是將發生時點最接近的 TTT 市價和淨值報價配對成雙，儘量降低因為資料實際發生的時點不同而產生的假性定價誤差。配對之後的日內價格和淨值則再用來計算套利的交易成本，並建立式(4)的無套利區間。Harris et al. (1995)的資料配對程序在 458 個交易日中產生 154,434 比成對的 TTTp 和 NAV 觀察值，盤中平均每 48 秒就有一筆觀察資料。

一、 定價誤差之幅度與發生頻率

表 2 首先彙總 TTT 定價誤差，觀察 TTT 日內價格超出式(4)所定義的無套利區間的頻率與幅度，偏離幅度同時以金額和百分比（偏離金額除以當時淨值）表達。表 2 上半部暫時不考慮交易成本，僅觀察折溢價幅度，在 154,434 筆配對的日內資料中，有較高比例的 TTT 市價低於淨值(93,455 筆，佔 60.51%)，而溢價的狀況較少[16]。折溢價的平均幅度為 0.1195 元，換算為定價誤差百分比後平均為 0.2603%，平均定價誤差的程度相當微小。Lin et al. (2006)以收盤資料計算 TTT 的定價誤差，平均折溢價的幅度為 0.176 元，換算為定價誤差百分比後平均為 0.383%，略高於本文日內資料的定價偏離幅度。

[16] 折價與溢價頻率相加後略小於 100%，這是因為有 4,166 個觀察值 TTT 價格恰等於淨值，其折溢價為 0。

airiti

表 2 TTT 定價誤差頻率與幅度

TTT 折價與溢價的定價誤差幅度是 TTT 市價低於或高於淨值的幅度($|TTTp_t - NAV_t|$)，定價誤差幅度%為定價誤差幅度除以淨值。考慮交易成本後的無套利區間為 $NAV_t - TC_t^U \le TTTp_t \le NAV_t + TC_t^O$，出界幅度指 TTT 市價低於或高於此區間的超出幅度，出界幅度%是出界幅度除以淨值。Wilcoxon 測試檢驗折價與溢價幅度是否相當。

無交易成本	頻率	頻率%	定價誤差幅度(元)	定價誤差幅度%	t 值	Wilcoxon rank sum Pr.
TTT 溢價	56,813	36.79%	0.1075	0.2361%	290.80	<0.0001
TTT 折價	93,455	60.51%	0.1321	0.2867%	438.51	
所有觀察值	154,434	100.00%	0.1195	0.2603%	-109.37	

考慮交易成本	頻率	頻率%	出界幅度(元)	出界幅度%	t 值	Wilcoxon rank sum Pr.
溢價超出上界限	7,257	4.70%	0.0706	0.1539%	80.91	0.7212
折價低於下界限	4,780	3.10%	0.0673	0.1566%	70.42	
出界合計	12,037	7.79%	0.0693	0.1550%	107.07	

Ackert and Tian (2000)分析 SPDRs 的定價誤差，發現剔除累積股利後的 SPDRs 平均價格稍稍低於指數 0.0686%，作者並衡量調整累積股利後的價格誤差百分比絕對值，結果顯示 SPDRs 與指數的定價誤差平均為 0.1395%，誤差百分比絕對值僅為 TTT 的一半，而 MidCap SPDRs 的定價誤差則顯著較高，與標的指數的誤差平均為 1.3336%[17]。在類似的研究中，Elton et al. (2002)直接比較 SPDRs 收盤市價與淨值的誤差，發現 SPDRs 每股市價平均低於淨值 0.018%，約合 0.014 美元，遠低於 TTT 的絕對定價誤差水準。然而 Elton et al. (2002)和 Ackert and Tian (2000)對於 SPDRs 的定價研究都僅觀察「收盤」資料，但是真實世界的套利者卻會針對「盤中」較大定價誤差套利，因此較為精確的市場效率分析，必須以日內資料觀察所有交易時間內的誤差，並追蹤誤差的幅度與持續的時間[18]。

表 2 下半部彙總定價誤差超出套利交易成本的狀況，即超出式(4)所計算的日內無套利區間。折價與溢價總計超出交易成本的次數佔所有配對資

[17] Ackert and Tian (2000)的研究並非比較 SPDRs 市價與淨值，而是比較市價與指數水準，隱含的假設就是 SPDRs 信託絕對精確地模擬 S&P 500 指數。實際上如果 SPDRs 信託發生暫時性的模擬誤差，則上述假設將失真，影響所及，該文所估計的 SPDRs 定價誤差可能包含了模擬誤差的成分。

[18] 僅使用收盤資料可能會低估錯價的幅度，因為收盤往往是市場結清(market clear)的時間，較少發生大幅的錯價，特別台灣的現貨市場的收盤價為五分鐘內所有買賣單之一筆集合競價的結果，不易發生大幅折溢價。而盤中時段逐筆撮合或每數秒鐘集合競價一次，都將使價格變動更為敏感，短暫的錯價也較收盤時段為頻繁。

airiti

料的 7.79%，其中溢價超出上界限的頻率高於折價低於下界限的頻率，出界的幅度（元）也較大[19]，顯示 TTT 溢價造成的套利機會較多。圖 6 繪製定價偏離幅度和出界幅度的分配圖，在固定組距之下，偏離幅度百分比和出界幅度百分比皆呈現接近常態的分配，即偏離幅度小的觀察值較多、大幅偏離的狀況較少。表 2 最後一欄的 Wilcoxon rank sum test 檢驗折價與溢價幅度是否相當，在不考慮交易成本情況下，折價幅度顯著高於溢價幅度，但是考慮了交易成本之後，TTT 價格超出上界限或下界限的幅度並無顯著差異。

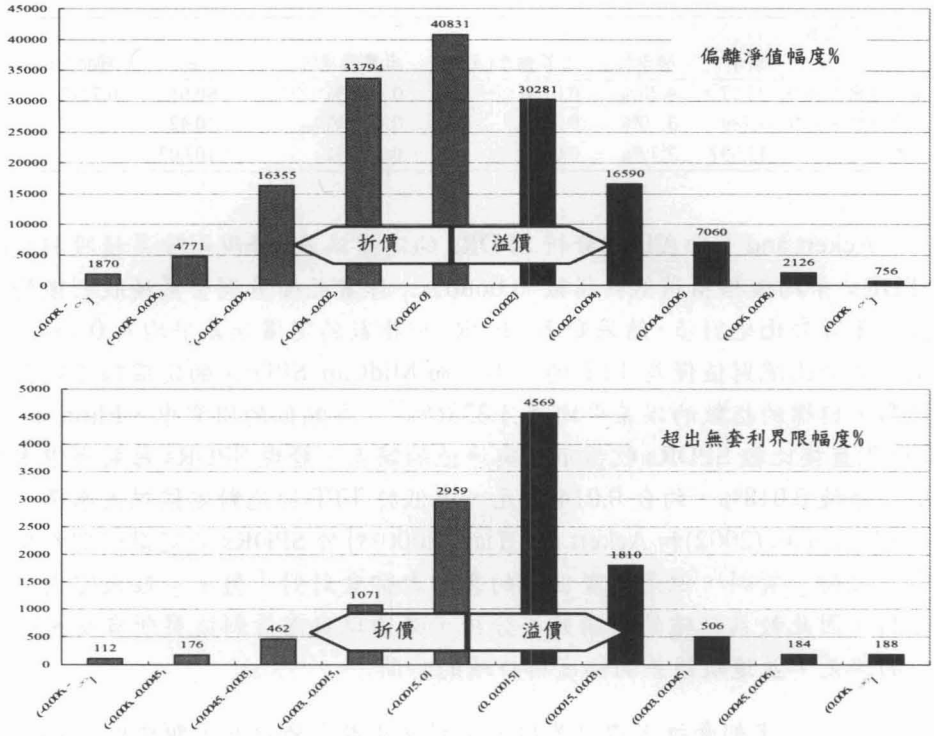

圖 6 TTT 定價誤差之分配

[19] 溢價超出上界限的金額高於折價時的偏離金額，但溢價時的偏離百分比卻略低於折價偏離的百分比，這是因為 TTT 溢價時往往其淨值較高，用溢價的金額除以溢價時的淨值反而呈現較低的偏離百分比。

airiti

定價誤差超出無套利區間並不表示一定有套利的機會，由於套利交易無法瞬間完成，套利者仍須觀察定價誤差出界持續的時間，持續時間愈長，則成功套利的機會愈大。表 3 將一段時間內連續出界的觀察值視為一組出界，代表套利者面對的一次套利機會，這是因為在資本有限（capital rationing）的前提之下，假設在一段短時間內（如五分鐘）連續發生多次折溢價超出無套利界限，套利者通常僅會針對最初偵測到的機會下單，而不會連續進行多次套利交易[20]。將連續出界的觀察值視為一組出界之後，TTT 溢價套利機會僅餘 1,770 次，而折價套利機會僅餘 1,186 次。

表 3 選取 TTT 定價誤差超出無套利界限的觀察組，依出界幅度的大小歸為五級，分別報導各級的出界組數、該出界組中所含的持續出界觀察值數目、持續出界的時間、平均出界的幅度等。表 3 中 TTT 大幅折價與溢價皆呈現以下明顯的型態：首先，絕大部分的套利機會出界幅度不大，例如 TTT 溢價超過交易成本 0.05%以內的套利機會佔溢價套利機會的 50%以上。出界幅度愈大，則出界的組數急速遞減。其次，高幅度的出界傾向持續較久，出界幅度在(0, 0.05%]之間的套利機會平均持續 107 秒，但出界幅度高於 0.2%的套利機會平均持續 363 秒。最後，表 3 末兩欄顯示，若一組出界中的第一筆觀察值的出界幅度較高，後續的出界幅度也傾向較高，再度顯示大幅度的出界有持續的傾向。

[20] Chung (1991)在研究指數期貨套利時討論到此觀念，認為將出界的總觀察值認定為套利機會，將高估實際套利的機會。Chu and Hsieh (2002)分析 ETFs 對指數期貨定價時則將相隔不超過 20 分鐘的同方向出界彙總視為一組套利機會，其處理方式與本研究類似。

airiti

表 3 TTT 定價誤差超出無套利界限持續狀態分析

考慮交易成本後的無套利區間為 $NAV_t - TC_t^U \le TTTp_t \le NAV_t + TC_t^O$，出界幅度指 TTT 市價低於或高於此區間的超出幅度，出界幅度%是出界幅度除以淨值。TTT 價格持續高於或低於無套利區間的多個連續觀察值將被視為一組出界，而非多組的出界；持續出界觀察值累計該組出界中包含的觀察值個數；持續時間反映從第一個觀察值出現到最後一個觀察值出現之間的涵蓋秒數。持續出界幅度平均該組出界中，各觀察值的出界幅度。

TTT 溢價 出界幅度%	出界組數	持續出界觀察值	持續時間(秒)	持續出界幅度(元)	持續出界幅度(%)
(0, 0.05%]	1,043	2.215	107.256	0.0203	0.0443%
(0.05%, 0.1%]	439	3.556	175.424	0.0338	0.0740%
(0.1%, 0.15%]	180	3.706	180.567	0.0529	0.1159%
(0.15%, 0.2%]	56	5.893	337.036	0.0672	0.1482%
(0.2%, ∞)	52	8.904	362.654	0.0974	0.2147%
溢價小計	1,770	3.012	146.392	0.0307	0.0673%
TTT 折價 出界幅度%	出界組數	持續出界觀察值	持續時間(秒)	持續出界幅度(元)	持續出界幅度(%)
[-0.05%, 0)	772	1.979	92.455	0.0175	0.0384%
[-0.1%, -0.05%)	277	3.206	145.473	0.0312	0.0694%
[-0.15%, -0.1%)	84	4.464	199.821	0.0389	0.0876%
[-0.2%, -0.15%)	27	14.593	613.852	0.0707	0.1629%
(-∞, -0.2%)	26	15.308	664.115	0.1043	0.2315%
折價小計	1,186	3.021	136.844	0.0254	0.0562%
總計	2,956	3.016	142.561	0.0285	0.0628%

綜合而言，TTT 小幅度出界的狀況可能是因為盤中短暫的買賣壓力使得 TTT 暫時偏離無套利區間，這類型出界通常不會持續太久，因此也無法提供穩定的套利機會。大幅度定價誤差發生的頻率不高，但是一旦發生，則傾向持續較久的時間，而持續定價誤差的幅度也仍可觀，這類型定價誤差可能是因為資訊落差、較大規模的買賣不均衡、或是市場大幅波動時造成市價與淨值關係脫鉤，這些大幅且持久的出界提供較佳的套利機會與較穩定的套利利潤。

二、 事前套利利潤分析

表 4 分析事前套利（ex-ante arbitrage）的利潤，事前套利考慮到實際執行交易的時間落差，強調交易完成的時間應落後於偵測到套利機會的時點，在這段時間內如果價格改變，則套利的利潤將不等於偵測到的出界幅度。倘若 TTT 定價誤差出界的時間皆極短而不容許套利者獲得穩定的利潤，則 TTT 的定價效率仍應受肯定。

airiti

ETFs 套利交易必須買進或賣出一籃子股票，若含有流動性較差的股票，實際套利時交易完成將延遲一段時間。本研究假設三種交易延遲時間，分別為延遲 40 秒、60 秒、80 秒才完成交易，套利利潤的計算則依完成交易時點的 NAV 和 TTT 價格認定，將兩者價差扣除交易成本，就是事前套利的利潤或損失。

表 4 中的折價套利與溢價套利皆呈現以下的型態：1. 當初偵測到的出界幅度愈大，則事前套利的利潤愈高，且套利交易的勝率（發生正利潤的交易次數除以總套利次數）也較高，這與表 3 出界幅度與持續出界時間成正向關係的結果相符；2. 出界幅度大於 005%才有正的平均套利利潤，顯示套利者應鎖定較大幅度的折溢價進行套利；3. 由於大幅折溢價的頻率較低，但小幅度的折溢價為數眾多且套利利潤多數為負，平均後的套利利潤極低，且經常為負。僅有在 40 秒內完成交易的溢價套利平均利潤為正（但不顯著大於零），超過 40 秒則折價或溢價的平均套利利潤皆為負。4. 橫向比較三種交易延遲假設下的套利利潤，發現在絕大多數出界範圍中，交易完成所需時間愈長，則套利的利潤愈低，顯示套利者縮短交易時間的能力攸關 TTT 套利利潤。

整體而言，考慮交易成本與交易延遲之後，TTT 市場的定價誤差在多數情況下皆無法提供穩定的套利利潤，這顯示 TTT 的定價效率大致良好，也似乎說明 TTT 市場的交易架構允許快速與頻繁的套利交易，故可消彌大幅度的定價誤差。林靖中等(民 95)提供 TTT 市場中套利活動的旁證，該研究發現 TTT 上市之後，台灣 50 指數成分股流動性增加，作者認為此現象可用成份股與 TTT 之間的套利活動加以解釋。

airiti

表 4 TTT 套利利潤分析

考慮交易成本後的無套利區間為 $NAV_t - TC_t^U \le TTTp_t \le NAV_t + TC_t^O$，出界幅度指 TTT 市價低於或高於此區間的超出幅度，出界幅度%是出界幅度除以淨值。TTT 價格持續高於或低於無套利區間的多個連續觀察值視為一次套利機會；延遲交易 n 秒假設套利者偵測到 TTT 出界後，以 n 秒後當時價格交易取得 TTT 和股票投資組合。平均套利利潤為每次套利的平均獲利，以百分比表達，括號內的為 t 值，統計顯著者(t 值大於 1.96)以粗體表達。

TTT 溢價							
		延遲交易 40 秒		延遲交易 60 秒		延遲交易 80 秒	
出界幅度%	套利次數	平均套利利潤	勝率(%)	平均套利利潤	勝率(%)	平均套利利潤	勝率(%)
(0%, 0.05%]	1,043	-0.0116 (-5.99)	50.72%	-0.0163 (-8.68)	42.28%	-0.0149 (-7.60)	42.76%
(0.05%, 0.1%]	439	0.0099 (3.28)	61.28%	0.0077 (2.61)	57.86%	0.0056 (1.77)	56.72%
(0.1%, 0.15%]	180	0.0247 (3.36)	68.33%	0.0219 (3.73)	59.44%	0.0213 (3.21)	62.78%
(0.15%, 0.2%]	56	0.0566 (5.49)	82.14%	0.0349 (3.34)	71.43%	0.0315 (2.68)	67.86%
(0.2%, ∞)	52	0.0828 (3.10)	75.00%	0.0453 (1.85)	67.31%	0.0449 (1.94)	63.46%
溢價小計	1,770	0.0024 (1.28)	56.84%	-0.0030 (-1.77)	49.55%	-0.0029 (-1.64)	49.66%

TTT 折價							
		延遲交易 40 秒		延遲交易 60 秒		延遲交易 80 秒	
出界幅度%	套利次數	平均套利利潤	勝率(%)	平均套利利潤	勝率(%)	平均套利利潤	勝率(%)
[-0.05%, 0%)	772	-0.0138 (-6.25)	48.45%	-0.0167 (-7.91)	41.32%	-0.0214 (-8.55)	40.16%
[-0.1%,	277	0.0090 (2.32)	61.73%	0.0009 (0.24)	54.87%	-0.0028 (-0.74)	51.62%
[-0.15%,	84	0.0227 (3.00)	66.67%	0.0158 (2.23)	63.10%	0.0088 (1.21)	54.76%
[-0.2%,	27	0.0405 (1.91)	74.07%	0.0206 (1.29)	66.67%	0.0274 (1.45)	74.07%
(-∞, -0.2%)	26	0.0848 (2.72)	76.92%	0.0635 (3.13)	76.92%	0.0589 (2.58)	69.23%
折價小計	1,186	-0.0025 (-1.23)	54.05%	-0.0077 (-4.15)	47.39%	-0.0120 (-5.78)	45.28%
總計	2,956	0.0004 (0.29)	55.72%	-0.0049 (-3.87)	48.68%	-0.0066 (-4.86)	47.90%

三、 影響套利機會之因素

在了解 TTT 套利的平均利潤之後，以下進一步探討影響套利獲利情況的因素。本文參考 Cakici and Chatterjee (1991)對指數期貨錯價影響因素的研究，以日資料迴歸描述 TTT 定價誤差、出界程度、和套利利潤等被解釋變數受到市場成熟度、波動性、成交量等因素(自變數)的影響。實證模型建構如下：

$$Dep_\mathrm{var}_t = \alpha + \beta_1 Trend_t + \beta_2 \mathrm{TW}\,Volatility_t + \beta_3 \mathrm{TTTVolume}_t + \beta_4 \mathrm{Dep_var}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

其中被解釋變數 Dep_var 為每日的平均絕對定價誤差、出界次數、出界幅度、出界持續觀察值、出界持續時間為、事前套利利潤、事前套利利潤率、套利次數、獲利次數、及勝率等 11 個代表 TTT 錯價與套利機會的變數[21]，

[21] 絕對定價誤差為當日所有觀察值的平均絕對定價誤差、出界次數為當日出界觀察值個數總和、出界幅

airiti

因此共有 11 條獨立的迴歸式。

每條迴歸式包含以下解釋變數：1. 趨勢變數（Trend）：TTT 自掛牌至該觀察日的交易日數，預期係數為負，代表定價誤差與套利機會隨市場成熟而減少，反映市場因學習（market learning）而逐漸成熟的現象。2. 市場波動性（TWVolatility）：以 Garman-Klass (1980)所發展的極端值波動性估計台灣 50 指數每日的市場波動性[22]，預期波動性係數應為正值，代表當資訊衝擊進入市場時，價格將劇烈變動且波動性增大，此時會帶來較多的錯價與套利機會。3. TTT 成交量（TTTVolume）：TTT 的每日成交量，成交量可能代表流動性交易（liquidity trading）或是資訊消化的交易（information trading），任何一類型的交易增加，都將對市場價格造成短暫的壓力或失衡，因此也往往伴隨著套利的機會。預期與套利機會成正向關係。4. 因變數的落後一期（Dep_var_{t-1}）：用以捕捉錯價或套利機會群聚的現象，如果套利機會的群聚現象跨越交易日，則此落後項的係數應為正[23]。

表 5 呈現日資料迴歸分析的結果，表中列出迴歸係數與 t 值（括號內），統計顯著的係數（t 值超過 1.96）以粗體呈現。迴歸結果歸納如下。

第一，趨勢項係數在多數迴歸中皆顯著為負，可見套利機會傾向隨時間而減少，顯示 TTT 市場有逐漸成熟的跡象。圖 7 將每日的套利次數、獲利次數與平均套利利潤依時序（交易日）排列，目視觀察可以發現套利及獲利的次數在資料後半段明顯減少。值得注意的是，雖然多數代表錯價與套利機會的變數都隨時間而減少，但是事前套利利潤（迴歸式(g)、(h)）與趨勢項卻缺乏明顯關係，意味著套利利潤在成熟後的市場並無明顯衰退的跡象。套利利潤在成熟後的市場並未明顯衰退，其原因可能因為市場成熟之前的套利利潤原本就已不高，甚至半數以上皆為負，這點也可從圖 7 觀察到，而市場成熟之後的套利也在獲利及虧損邊緣的狀況，兩者相差不大。

度為當日出界觀察值之平均出界幅度、出界持續觀察值和出界持續時間為當日每組出界的平均持續觀察值與平均持續時間(秒)、套利利潤是當日每次事前套利(假設延遲交易 40 秒)的平均利潤及利潤率、套利次數與獲利次數分別為當日的總套利次數及獲利次數、勝率為上述兩者的比率。

22 本文採用 Daigler (1997)的計算方式，以 TW 指數開盤價、收盤價、當日最高價、最低價計算當日的波動性：$TWVolatility = 0.5 \times \ln(\frac{TW^H}{TW^L})^2 - (2\ln(2)-1) \times \ln(\frac{TW^O}{TW^C})^2$ 。

23 加入因變數的落後項也有助於降低殘差項的一階自我相關。

airiti

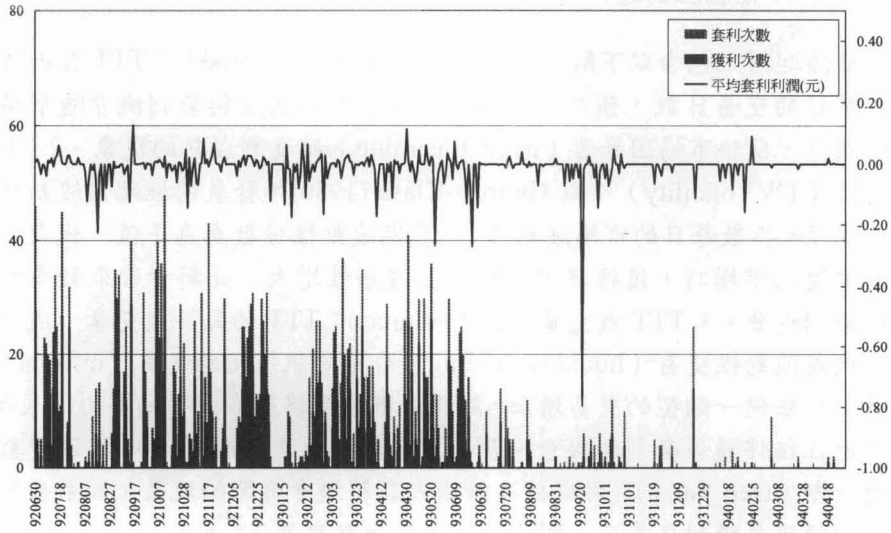

圖 7 TTT 套利機會時序圖

第二，在多數迴歸式中，市場波動性與套利機會呈現統計顯著的正相關，當波動性增大時，TTT 價格大幅出界的次數增加、幅度也加大、且每次出界延續較長的時間，套利的機會與次數明顯上升。Yadav and Pope (1990)和 Fung and Draper (1999)兩篇研究也發現期貨定價誤差與市場波動性有強烈的相關。圖 8 繪製 TTT 套利次數、獲利次數及平均獲利利潤三個變數的日內每五分鐘型態，圖中明顯可見開盤時段的套利機會與獲利次數皆高於其他時段，過去研究顯示通常開盤往往是一天中市場波動最大的時段(Wood, McInish and Ord (1985)之於美國股市、Huang (2004)之於台灣期貨市場)，因此圖 8 從另一角度印證 TTT 套利機會和市場波動性的關係。但是表 5 中以金額或百分比衡量的套利利潤（迴歸式(g)、(h)）卻沒有顯著隨波動性增加而成長，可見事前套利利潤仍受其他不確定因素的影響。

airiti

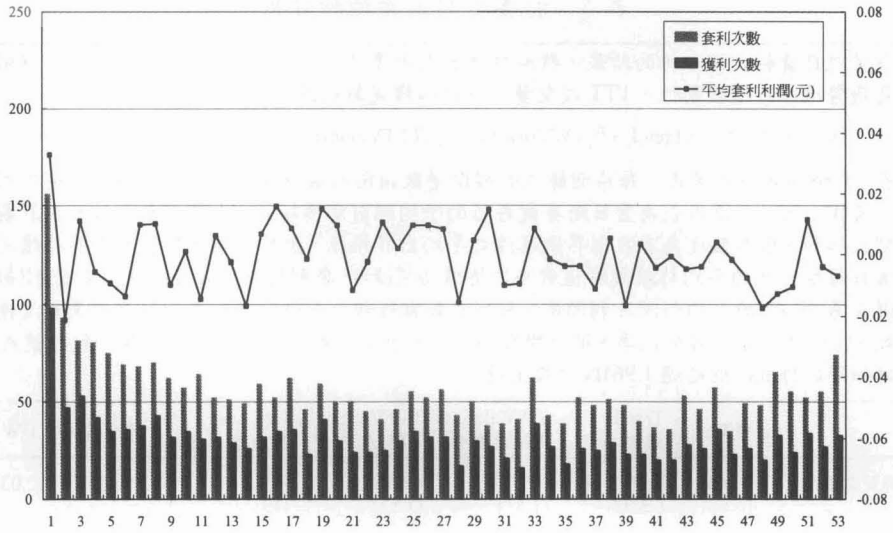

圖 8 TTT 套利機會之日內型態

第三，成交量與 TTT 絕對定價誤差和誤差超出無套利區間的幅度呈正向關係，顯示成交量放大時可能伴隨較大的 TTT 錯價，但是事前套利的績效（迴歸式(g)至(k)）並不隨成交量放大而轉好。

第四、因變數的落後項係數也在多數迴歸中顯著為正，發生錯價次數與套利次數傾向群聚超過一天，這與 MacKinlay and Ramaswamy (1988)、Gay and Jung (1999)、Frino and McKenzie (2002)等研究對期貨定價誤差的迴歸結果相似，然而出界幅度（迴歸式(c)、(d)）和是前套利利潤（迴歸式(g)、(h)）卻沒有類似的群聚現象。

以上迴歸式的調整後 R-square 多數超過或接近 10%，可見變數選擇應能捕捉套利機會的特性。唯有事前套利利潤迴歸式（式(g)、(h)）的解釋能力極低，然而這正是市場有效率的表徵，也是套利機制運作順暢的現象。當市場效率良好時，短暫的錯價固然存在，但頻繁的套利活動卻會快速修正錯價，使得考慮交易延遲下的套利獲利不穩定，市場中的套利者也面臨彼此競爭套利機會的局面。在這種情況下，事前套利利潤極可能呈現無法預測的隨機分布，不易被任何變數解釋，也不會呈現系統性的型態（systematic pattern）。

airiti

表 5 影響套利因素迴歸分析

本表呈現日資料迴歸分析的結果，被解釋變數為衡量 TTT 錯價或套利機會的變數，解釋變數為趨勢項、市場波動性、TTT 成交量、及被解釋變數的落階項，迴歸式如下：

$$Dep_var_t = \alpha + \beta_1 Trend_t + \beta_2 TWVolatility_t + \beta_3 TTTVolume_t + \beta_4 Dep_var_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (7)$$

共有 11 條獨立的迴歸式，每條迴歸式的解釋變數相同而被解釋變數不同。被解釋變數列於第一直欄：絕對定價誤差為當日所有觀察值的平均絕對定價誤差、出界次數為當日出界觀察值個數總和、出界幅度為當日出界觀察值之平均出界幅度、出界持續觀察值和出界持續時間為當日每組出界的平均持續觀察值與平均持續時間(秒)、套利利潤是當日每次事前套利(假設延遲交易 40 秒)的平均利潤及利潤率、套利次數與獲利次數分別為當日的總套利次數及獲利次數、勝率為上述兩者的比率。解釋變數列於第一橫列。表中列出迴歸係數與 t 值(括號內)，統計顯著的係數(t 值超過 1.96)以粗體呈現。

	截距	Trend 趨勢項	TWVolatility TW 波動性	TTTVolume TTT 成交量	Dep_var_{t-1} 因變數落後項	調整後 R^2	DW
(a)絕對定價誤差	0.0013 (6.66)	-1.72E-06 (-3.92)	0.6713 (1.51)	4.66E-08 (3.57)	0.5191 (13.29)	38.92%	2.03
(b)出界次數	13.4761 (2.48)	-0.0725 (-4.50)	71839.00 (4.41)	0.0014 (3.00)	0.4444 (11.20)	38.87%	1.96
(c)出界幅度(元)	0.0131 (4.11)	-3.65E-05 (-3.92)	28.5449 (2.90)	8.26E-07 (2.86)	0.0424 (0.93)	9.19%	2.04
(d)出界幅度(%)	0.0003 (4.15)	-8.33E-07 (-4.05)	0.6683 (3.08)	1.81E-08 (2.84)	0.0336 (0.73)	9.61%	2.04
(e)出界持續觀察值	0.6235 (1.89)	-0.0035 (-3.57)	4361.41 (4.30)	6.82E-05 (2.30)	0.4020 (9.77)	29.77%	1.90
(f)出界持續時間	38.9977 (2.57)	-0.1660 (-3.70)	162581.00 (3.51)	0.0022 (1.62)	0.4251 (10.28)	29.52%	1.95
(g)事前套利利潤(元)	-0.0151 (-2.31)	3.05E-06 (0.16)	18.8244 (0.89)	3.68E-07 (0.59)	0.0172 (0.37)	0.43%	2.00
(h)事前套利利潤(%)	-0.0003 (-2.27)	6.17E-08 (0.14)	0.3544 (0.77)	8.95E-09 (0.66)	0.0277 (0.59)	0.45%	2.00
(i)套利次數	7.4604 (6.46)	-0.0222 (-6.62)	9006.73 (2.71)	1.89E-04 (1.96)	0.2705 (6.15)	28.00%	2.05
(j)獲利次數	3.9811 (5.64)	-0.0126 (-6.12)	6457.83 (3.12)	1.13E-04 (1.88)	0.2730 (6.24)	26.64%	2.04
(k)勝率	0.2765 (7.15)	-6.87E-04 (-6.49)	390.91 (3.69)	4.71E-06 (1.53)	0.2536 (5.69)	26.77%	2.05

總體而言，TTT 的錯價幅度和套利頻率受到市場波動性和成交量的影響，當市場波動性增大，代表資訊衝擊頻繁，市價與標的指數投資組合的價值（TTT 的 NAV）可能出現暫時性的偏離，形成套利的機會。此外，TTT 成交量放大也影響錯價與套利機會，TTT 成交量增大可能反映資訊衝擊交易或是流動性交易，這些交易也使 TTT 的價格與淨值短暫脫鉤，形成套利

airiti

的機會。套利機會與時俱減，隨市場成熟而定價愈為精準，套利機會與勝率都逐漸減少。然而事前套利的利潤卻無法被以上變數所解釋，此結果呼應表 4 的套利利潤統計分析，顯示 TTT 事前套利的獲利性並不穩定，極短暫的交易延遲可能導致套損。換言之，市場以極高的效率修正較大幅度的錯價，使得實際執行 TTT 套利交易的獲利不顯著。

陸、結　論

本文探討台灣第一檔 ETFs 的基金管理效率和市場效率，將投資 TTT 的實際報酬率和目標指數報酬率的差拆解為「追蹤誤差」和「定價誤差」，追蹤誤差反映 TTT 報酬率追蹤台灣 50 指數的精確度，定價誤差則觀察 TTT 市價偏離淨值的程度。透過分解追蹤誤差的成分，本文發現 TTT 信託累積未發放的現金股利使得 TTT 的淨值報酬率高於指數達 4%以上，這是 TTT 追蹤誤差的主要來源。相形之下，管理費用、股利再投資和複製誤差所導致的追蹤誤差並不顯著。值得注意的是，不完全複製所引發的誤差幅度仍深受現金股利發放的影響，顯示現金股利發放時的投資組合調整可能有加強控管的空間。此外，管理費用所造成的追蹤誤差也高於國外 ETFs，這可能於基金規模較小以及市場競爭程度不足有關。

在定價誤差方面，TTT 的市價與淨值的偏離幅度並不大，定價誤差超出無套利區間的情況約佔觀察值的 7.79%，折溢價超出上界限或下界限的幅度並無顯著差異，套利交易若延遲 40 秒完成，平均套利利潤即不顯著大於零。大幅度折溢價發生的頻率極低，但是大幅度的折溢價傾向持續較久，且提供較高的事前套利利潤。迴歸分析進一步顯示，TTT 的事後錯價程度與套利機會受市場波動性、TTT 成交量、以及市場成熟度的影響，然而上述變數卻無法解釋事前套利利潤。證據顯示 TTT 的定價效率相當良好，短暫的失衡固然引發套利機會，但套利的利潤卻不易掌握，上述結果隱含：1.市場存在操作純熟的套利者，並且彼此競爭套利的機會；2.申購與贖回的機制運作順暢，使得套利活動能在短時間內修正定價誤差。

airiti

參考文獻

1. 林靖中、江明憲、詹司如、林昭賢，”臺灣 50 ETF 對指數成分股流動性的影響，經濟與管理論叢”，第 2 卷，第 2 期，民國九十五年，187-205。

2. 徐清俊、陳龍志，”台灣 50 指數、期貨與 ETF 價格發現之研究”，長榮大學學報，第 9 卷，第 2 期，民國九十四年，61-76。

3. 賴藝文、李春安，”臺灣股票市場導入指數股票型基金後價格發現之研究”，交大管理學報，第 26 卷，第 1 期，民國九十五年，119-141。

4. Ackert, L. F. and Y. S. Tian, 1998, "The Introduction of Toronto Index Participation Units and Arbitrage Opportunities in the Toronto 35 Index Option Market," *Journal of Derivatives* 5, 44-53.

5. Ackert, L. F. and Y. S. Tian, 2000, "Arbitrage and Valuation in the Market for Standard and Poor's Depositary Receipts," *Financial Management 29*, 71-88.

6. Ackert, L. F. and Y. S. Tian, 2001, "Efficiency in Index Options Markets and Trading in Stock Basketsm," *Journal of Banking and Finance* 25, 1607-1634.

7. Cakici, N. and S. Chatterjee, 1991, "Pricing Stock Index Futures with Stochastic Interest Rates," *Journal of Futures Markets* 11, 441-452.

8. Chou R. and H. Chung, 2006, "Decimalization, Trading Costs, and Information Transmissions between ETFs and Index Futures," *Journal of Futures Markets* 26, 131-151.

9. Chu, Q. C. and W-L. G. Hsieh, 2002, "Pricing Efficiency of the S&P 500 Index Market: Evidence from the Standard and Poor's Depositary Receipts," *Journal of Futures Markets* 22, 877-900.

10. Chu, Q. C., W-L. G. Hsieh, and Y. Tse, 1999, "Price Discovery on the S&P 500 Index Markets: An Analysis of Spot Index, Index Futures, and SPDRS," *International Review of Financial Analysis* 8, 21–34.

airiti

11. Chung, P.Y., 1991, "A Transactions Data Test of Stock Index Futures Market Efficiency and Index Arbitrage Profitability," *Journal of Finance* 46, 1791-1809.

12. Daigler, R.T., 1997, "Intraday Futures Volatility and Theories of Market Behavior," *Journal of Futures Markets* 17, 45-74.

13. Elton, E. J., M. J. Gruber, G. Comer, and K. Li, 2002, "Spiders: Where Are the Bugs?," *Journal of Business* 75, 453-472.

14. Frino, A. and M.D. McKenzie, 2002, "The Pricing of Stock Index Futures Spreads at Contract Expiration," *Journal of Futures Markets* 22, 451-469.

15. Fung, J.K.W. and P. Draper, 1999, "Mispricing of Index Futures Contracts and Short Sales Constraints," *Journal of Futures Markets* 19, 695-715.

16. Fuhr, D., 2001, "Exchange-traded Funds: A Primer," *Journal of Asset Management* 2, 260-273.

17. Garman, M. B. and M. J. Klass, 1980, "On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data," *Journal of Business* 53, 67-78.

18. Gastineau , G., 2001, "Exchange Traded Funds: An Introduction," *Journal of Portfolio Management* 27, 88-96.

19. Gay, G.D. and D.Y. Jung, 1999, "A Further Look at Transaction Costs, Short Sale Restrictions and Futures Market Efficiency: The Case of Korean Stock Index Futures," *Journal of Futures Markets* 19, 153-174.

20. Harris, F. H., T. H. McInish, G. L. Shoesmith, and R. A. Wood, 1995, "Cointegration, Error Correction and Price Discovery on Informationally-linked Securities Markets," *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 30, 563-579.

21. Hasbrouck, J., 2003, "Intraday Price Formation in US Equity Index Markets, *Journal of Finance* 58, 2375-2399.

22. Hegde, S. P. and J. B. McDermott, 2003, "Market Liquidity of Diamonds,

airiti

Q's and their Underlying Stocks," *Journal of Banking and Finance* 5, 1043-1067.

23. Huang Y. C., 2004, "The Components of Bid-ask Spread and Their Determinants: TAIFEX versus SGX-DT," *Journal of Futures Markets* 24, 835-860.

24. Kurov, A. A. and D. J. Lasser, 2002, "The Effect of the Introduction of Cubes on the Nasdaqq-100 Index Spot-Futures Pricing Relationship," *The Journal of Futures Markets* 22, 197-218.

25. Lin, A. and F. J. Meng, 2004, "Is Taiwan's First Exchange Traded Fund Efficient?," *Journal of Financial Studies* 12, 107-138.

26. Lin, C. C., S. J. Chan, and H. Hsu, 2006, "Pricing efficiency of ETF in Taiwan," *Journal of Asset Management* 7, 60-68.

27. Lin, C. C. and M-H. Chiang, 2005, "Volatility Effect of ETFs on the Constituents of the Underlying Taiwan 50 Index," *Applied Financial Economics* 15, 1315-1322.

28. MacKinlay, G. A. and K. Ramaswamy, 1988, "Index Futures Arbitrage and the Behavior of Stock Index Futures Prices," *Review of Financial Studies* 1, 137-158.

29. Wood, R. A., T. H. McInish, and J. K. Ord, 1985, "An investigation of Transactions data for NYSE Stocks," *Journal of Finance* 40, 723-739.

30. Poterba, J. M. and J. B. Shoven, 2002, "Exchange Traded Funds: A New Investment Option for Taxable Investors," *American Economic Review* 92, 422-427.

31. Switzer, L. N., P. L. Varson, and S. Zghidi, 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.

32. Yadav, P. K. and P. F. Pope, 1990, "Stock Index Futures Arbitrage: International Evidence," *Journal of Futures Markets* 10, 573-603.