

槓桿型 ETF 追蹤誤差之成因分析 與實證探討－以台灣 50 槓桿型 ETF 為例

SOURCE ANALYSIS AND EMPIRICAL STUDY FOR TRACKING ERROR INVOLVING IN THE LEVERAGED ETF - EVIDENCES FROM TAIWAN 50 LEVERAGED ETF

陳台霖*

靜宜大學國際企業學系助理教授

黃明官

實踐大學財務金融學系教授

Chen, Tai-Lin

*Assistant Professor, Department of International Business,
Providence University*

Huang, Ming-Guan

*Professor, Department of Finance and Banking,
Shih Chien University*

摘要

跟隨國際發展趨勢，台灣也於 2014 年推出槓桿型 ETF 上市交易，槓桿型 ETF 主要用以進行短期槓桿投機與避險交易，並且利用每日再平衡操作（daily rebalancing）以達成目標倍數報酬，儘管如此，槓桿型 ETF 仍然存在某些追蹤誤差（tracking error）而導致其實際報酬率偏離預設目標倍數。追蹤誤差主要源起於複利效果及 ETF 價格與標的資產價格變動不同步（非複利效果），本研究深入探究與分析槓桿型 ETF 追蹤誤差之成因性質與結構。

*通訊作者，地址：433 台中市沙鹿區台灣大道 7 段 200 號，電話：(04)2632-8001
E-mail：talchen@pu.edu.tw

同時，本研究選取台灣 50 正向二倍與反向一倍 ETF 作為實證研究對象，並進行長達 9 年之實證研究，最後，實證發現整體來看複利效果產生之追蹤誤差約佔 40%，而非複利效果產生之追蹤誤差約佔 60%。另外，標的資產價格波動度分別顯著負向與正向影響正向二倍與反向一倍 ETF 的總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差，標的資產日平均報酬率則分別顯著負向與正向影響總追蹤誤差及非複利效果追蹤誤差。這些實證發現應對於槓桿型 ETF 之發行與管理機構及投資人具備實務參考價值。

關鍵字：指數股票型基金（ETF）、槓桿型 ETF、追蹤誤差

ABSTRACT

Following the international development tendency, leveraged ETFs have also been listed and traded in 2014 in Taiwan. Leveraged ETFs are mainly used for short-term leveraged speculation and hedging trades. Moreover, leveraged ETFs implement the daily rebalancing to achieve the target multiple return. Nevertheless, there is still a certain tracking error and thus results in the real return rate of leveraged ETFs to deviate from their presetting target multiples. Tracking error is mainly generated by the compounding effect and the fact that the ETF price is not synchronized with the price of the underlying asset (non-compounding effect), and this study deeply explores and analyzes the nature and cause structure involving the tracking error for leveraged ETFs. At the same time, this study takes the T50 2X and T50 -1X as the empirical samples, and conducts empirical study for 9 years. Finally, it is empirically found that, overall, the tracking error generated by the compounding effect and non-compounding effect accounts respectively for about 40% and for about 60%. In addition, the price volatility of the underlying asset significantly positively and negatively impacts on the total tracking error and compounding effect tracking error of the T50 2X and T50 -1X, respectively. While, the average daily return rate of the underlying assets has a significant negative and positive impact on the total tracking error and non-compounding effect tracking error, respectively. These empirical findings should have practicable reference value for the leveraged ETFs issuers and managers, and investors.

Keywords: Exchange Traded Fund (ETF), Leveraged ETFs, Tracking Error

壹、緒論

1990 年美國推出首檔具備被動式指數化投資效果的指數股票型基金（exchange traded fund, ETF），推出之後即非常受到保守型投資機構與投資人喜好，使得 ETF 商品儼然成為近年來全球成長最快速的金融商品。跟隨全球 ETF 蓬勃發展趨勢，台灣也於 2003 年核准發行首檔台灣 50 指數 ETF 上市交易，從此開啟台灣 ETF 市場發展新紀元，該檔 ETF 係以台灣市值最大前 50 檔上市股票作為其成分股的台灣 50 指數做為報酬追蹤標的，故推出之後，不但眾多投信公司參與基金創設，同時也立即受到台灣被動型基金、退休基金、壽險公司及保守型投資人青睞，不但基金規模持續擴大，而且市場成交量也不斷擴增。為了進一步擴大發展台灣 ETF 市場以提供投資人更多元化市場與商品選擇，2006 年金管會又放寬 ETF 可追蹤之標的資產種類，包括國內外股價指數、債券指數、貨幣指數及商品指數等眾多追蹤標的類型，該一政策確實達到 ETF 市場顯著成長功效。近期由於企業社會責任、氣候變遷與環境保護議題受到普世關注，以及高通膨下引發投資人對於高收益的追求，使得 ESG 永續 ETF 與高股息 ETF 等這類題材性 ETF 廣為發行並成為現下 ETF 市場的主流商品。

另一方面，ETF 商品金融創新活動持續推進，首檔槓桿型 ETF 於 1993 年問世，由於槓桿型 ETF 投資範圍多樣且具多空皆宜特性，立即受到市場矚目與喜愛，並成功將槓桿型 ETF 之熱潮推向全球。有鑑於槓桿型 ETF 已發展成熟，台灣於 2014 年也核准投信公司推出槓桿型 ETF，藉以擴展 ETF 市場廣度並提供投資人更多元化投資選擇。同年年底元大寶來投信搶得先機發行台灣 50 單日正向 2 倍 ETF（元大 T50 2X）及台灣 50 單日反向 1 倍 ETF（元大 T50 -1X），並與先前推出之台灣 50 原型 ETF 一樣在台灣證券交易所掛牌交易。此後，其他投信公司亦紛紛跟進發行追蹤或連結各種不同標的資產的槓桿型 ETF，並吸引眾多不同風險偏好與交易動機投資人參與交易。截至 2023 年底為止，台灣已共計發行 227 檔各類型 ETF，其中，搭配部分期貨部位配置之槓桿型與反向型 ETF 共計 33 檔，其中，8 檔以國內股價指數為追蹤標的，21 檔以國外主要股市之股價指數為追蹤標的，另外 4 檔是以追蹤債券類型資產為主。此外，也有發行全部使用期貨部位的期貨 ETF，目前共計有 6 檔原型期貨 ETF，以及 8 檔槓桿型與反向型期貨 ETF。其中，槓桿型 ETF 因相當符合台灣投資人交易慣性，相信未來應還有相當幅度發展空間。

就 ETF 商品本質來看，傳統原型 ETF 一般乃持有標的資產且追求完全複製標的資產之報酬表現，所以主要是提供保守投資人一特定證券市場或資產類別價格績效之長期獲利機會。然而，由於一般指數化商品之價格波動性較低，進而投資損益也會較低，使得原型 ETF 並無法滿足追求更高報酬投資人，而這也是槓桿型 ETF 興起的主要緣由。槓桿型 ETF 並非全部持有標的資產，可能全部或部分資產持有衍生性商品（期貨或金融交換契約）以做為其倍數報酬複製工具，藉此達成在特定期間內一定倍數目標報酬的追蹤效果。投資人可依據標的資產未來價格變動預期方向持有正向倍數槓桿型 ETF 或反向型 ETF，藉以在多頭市場中執行槓桿投機交易，或者在空頭市場中執行投機交易或避險交易，由此可知，槓桿型 ETF 可充分實現投資人的多元交易目的。實務上為了降低投機風險及管理難度，台灣目前所發行的槓桿型 ETF 即全都為正向 2 倍與反向 1 倍。另外，台灣槓桿型 ETF 基金資產成分組合中主要包含標的現貨資產（標的證券與原型 ETF）及期貨部位資產，而反向型 ETF 基金資產成分組合中則通常僅包含期貨部位資產，例如元大 T50 2X 標的現貨資產中，包含台灣 50 ETF 及台灣 50 指數成分股票，期貨部位資產中包含近月份台指期貨及台灣 50 指數 ETF 期貨，元大 T50 -1X 則只包含近月份台指期貨及台灣 50 指數 ETF 期貨。

槓桿型 ETF 通常依靠執行期貨部位之每日拋補調整作業來達到既設之報酬倍數目標，此即為所謂的每日再平衡操作機制（daily rebalancing），基金經理人即藉由每日再平衡操作藉以盡量提高報酬追蹤績效，例如正向 ETF，當價格上漲即需調高期貨部位，而當價格下跌即需調降期貨部位，藉由維持資產價值追蹤倍數來達成設定目標報酬。以正向 2 倍 ETF 為例，假若昨日該檔 ETF 之淨資產價值為 100 元，除了需持有 100 元標的現貨部位外，另也需持有 100 元期貨部位，正向 2 倍 ETF 之總風險曝露即為 200 元，當所追蹤之標的現貨價格上漲 5%，且假定持有之期貨價格亦上漲 5%，則當日該檔 ETF 之淨資產價值預期將增高為 110 元，正向 2 倍 ETF 總風險曝露將上升為 210 元，為了維持 2 倍報酬目標追蹤倍數，即需於期貨市場收盤前增加買進 10 元部位，使得總風險曝露升為 220 元，此即為前述之每日再平衡操作。

然而，即使槓桿型 ETF 經理人利用每日再平衡操作以試圖消除報酬目標追蹤誤差，但由於複利效果、價格波動效應、交易與管理成本及期現貨價格不同步等因素影響，仍難免存在部分追蹤誤差（tracking error），使得槓桿型 ETF 在一特定期間所獲致之實際報酬偏離其預定目標倍數報酬，而且持有時間越長可能偏離程度越大。槓桿型 ETF 所存在的追蹤誤差與追蹤績效問題對於發行機構與投資人確實相當重要，而且也成為槓桿型 ETF 的主要研究議題。本研究即將探究焦點設定在解析槓桿型 ETF 的追蹤誤差之生成來源結構，追蹤誤差主要分為兩大生成來源，一為因複利效果產生之追蹤誤差，另一為因 ETF 與標的現貨價格變動不同步（由於價格波動效應、交易與管理成本及期現貨價格不同步等其他因素引起）產生之追蹤誤差。

其中，複利效果產生之追蹤誤差是必然存在的內生追蹤誤差來源，多個連續期間之價格報酬率本即具有複利效果，槓桿型 ETF 複利效果產生之追蹤誤差主要乃因每日再平衡操作下倍數報酬下之複利擴大效果，特別當持有時間較長及標的資產價格報酬率波動度較大時，複利擴大效果對於追蹤誤差的影響應將尤其顯著，因此，在每日複利效果產生之追蹤誤差下，槓桿型 ETF 之累積報酬率將會相當幅度地偏離追蹤目標倍數。根據先前多數研究實證結果皆指出，在投資期間內若是標的資產價格呈現連續上漲或下跌同向趨勢變動，槓桿型與反向型 ETF 之實際報酬率會高於目標倍數，反之，若是持有期間呈現經常上下起伏之反覆變動，槓桿型與反向型 ETF 之實際報酬率會低於目標倍數。而且部分研究文獻也指出當標的資產價格波動率變大時由複利效果所產生之追蹤誤差也將隨之擴大。此外，因 ETF 與標的現貨價格變動不同步產生之追蹤誤差也是另一不可避免的追蹤誤差來源，一如所述，價格不同步原因可能是交易與管理成本、買賣價差及期現貨價格變動差異等因素引起，本研究也將透過實證研究深入分析其性質。

如同前述，近年來槓桿型 ETF 成長快速且吸引眾多投資人參與交易，然投資人未必認知到槓桿型 ETF 所固有存在之追蹤誤差對於其報酬績效的實質影響。因此，發行機構與投資人皆應認知到槓桿型 ETF 追蹤誤差之實質存在對於追蹤績效與實際報酬的潛在影響，因此，本研究欲達成之研究目標有二，其一為與先前研究不同，本研究深入解析與探究槓桿型 ETF 追蹤誤差之形成結構特徵與性質，此一研究成果之重要性在於可提供發行機構藉以發展出能更有效降低追蹤誤差的每日再平衡操作動態調整機制，其二為選取台灣在規模與交易量上最具代表性之台灣 50 槓桿型 ETF 作為實證對象，進行大規模實證研究以觀察與檢測槓桿型 ETF 追蹤誤差之實際成因結構與影響因素，藉以確認本研究中所推論追蹤誤差生成結構的正確性與有效性。因此，本研究認為本項研究議題之研究構想與研究成果，對於眾多槓桿型 ETF 投資人及發行 ETF 的投信公司與基金經理人而言都應具有相當程度之實務參考與應用價值。

貳、文獻探討

本研究扼要整理與摘述主要相關研究文獻如下，Trainor Jr. and Baryla (2008) 指出複利效果對2倍槓桿型ETF之績效偏離目標指數的存在顯著影響，為了維持每日報酬達到標的指數之目標槓桿倍數，所需支付之追蹤複製成本致使槓桿型ETF的長期報酬低於目標槓桿倍數。Cheng and Madhavan (2009) 提出槓桿型與反向型ETF長期報酬函數，報酬函數呈現出槓桿型ETF長天期報酬與標的指數波動度及持有期間存在反向關係，亦即當指數波動度越大及持有期間越長時，報酬減損幅度將越多。Cheng and Madhavan (2009) 認為基金經理人每日執行部位調整以達到所需的曝險量，再平衡操作機制造成市場更大的買賣壓力，因而加劇每日收盤前的波動度。不過，Trainor Jr. (2010) 則提出證據反駁此一說法，其觀察S&P 500日報酬60天移動年化標準差，發現儘管近年槓桿型與反向型ETF持續增加，但波動度並沒有因而系統性升高，日內波動度在開盤後一小時與收盤前一小時相較之下並無顯著差異。

Avellaneda and Zhang (2010) 認為投資人倘若想動用較少資金，而以槓桿型ETF複製標的指數報酬，實務上並不需每日如此頻繁的動態調整，追蹤誤差也尚在合理範圍內。Jarrow (2010) 根據其研究結果認為槓桿型與原型ETF報酬的不一致性歸因於原型ETF的波動度及資金借貸成本。Charupat and Miu (2011) 檢定槓桿型ETF的定價效率與追蹤誤差，其研究發現投資人持有期間通常較短且偏好槓桿型ETF，而且最終獲致持有期間與追蹤誤差呈現正相關結論。Tang and Xu (2013) 認為追蹤誤差可能來自於每日複利效果、基金經理人管理誤差及市場無效率性，據其研究結果指出，基金經理人管理誤差及市場無效率性確實會顯著影響日報酬率的追蹤誤差，倘若持有期間超過一日，複利效果與非複利效果所造成的追蹤誤差都會隨著持有期間增長而遞增，因此，其主張在市場大幅波動時不適合持有槓桿型ETF，此因複利效果主要來自於標的指數報酬率的變異程度。

Loviscek, Tang, and Xu (2014) 探討槓桿型ETF依據不同調整期間調整基金組成配置，包含每日、每月或每季調整頻率對於長期報酬之影響，其研究結果顯示，即使資產組合為每日調整，長期之下仍可獲得約定的報酬水準。Bansal (2015) 實證研究發現，當標的指數具有較大波動度時，槓桿型ETF在一年持有期間中傾向於產生較大之追蹤誤差，而且在較高波動度情況下產生之追蹤誤差將更不利於長期投資人，且槓桿倍數越大受到波動度之不利影響程度也將越大。Bansal and Marshall (2015) 使用模擬分析及歷史資料法檢驗不同槓桿型與反向型ETF報酬與市場波動度的追蹤誤差，其研究結果指出確實存在追蹤誤差，當市場顯現單方向趨勢時，將會產生有利的追蹤誤差，

而當市場顯現上下起伏波動時，則會產生不利的追蹤誤差，且當標的指數的波動度提高時將增加複製的困難度，每日動態再平衡部位調整亦將產生不利的追蹤誤差。

Bai, Bond, and Hatch (2015) 提到由於槓桿型ETF需要每日於期貨市場或交換市場進行重新調整曝險部位之操作，因而有些人認為槓桿型ETF也是引發2008年金融海嘯的原凶之一，該研究另外分析63個以房地產業股票為標的之槓桿型ETF，該研究實證發現，當每日再平衡調整需求數量越大時，其標的股票的尾盤波動度也就越高。Rompotis (2016) 探討新興市場之股價指數槓桿型ETF的投資報酬與波動性，其實證結果顯示，平均而言，槓桿型ETF可實現其報酬目標最多為一週期間內，反向型ETF則僅能在兩天期間內實現其報酬目標。Yao (2018) 探討槓桿型ETF偏離機率估計值與最佳槓桿比率，該研究明確地導出當槓桿型ETF價格超過其標的資產時尾端機率的對數極限值，該研究將其研究成果應用到多種時間序列分析模型，並分別地求解出各模型最佳的槓桿比率。

Dai, Kou, Soner, and Yang (2023) 指出該當如何避險槓桿型ETF對於專業機構投資人是一項挑戰性任務，該研究發展一種多種情景之下的槓桿型ETF之最佳再平衡(避險)模型，該一解析性最佳再平衡策略是將目前與未來部位之間固定權重靜態方式延伸成隨時間而變權種動態方式。Guasoni and Mayerhofer (2023) 認為槓桿型ETF尋求每日報酬達到標的指數報酬的固定倍數，但每日再平衡操作之交易成本將形成障礙而導致偏離，故其建議使用比例於交易成本之調整方法，該研究發現其所建議之報酬最佳複製策略在標的指數變動過程中皆能保持穩固，而且有充份統計證據支持標的指數複製績效。Charupat, Ma, and Miu (2023) 主張理論上槓桿型ETF之持有期間報酬通常會受到標的資產每日報酬波動率的負面影響，特別是長期持有之下，但近期實證研究結果似乎並不完全支持該一理論之預期結果，該研究執行S&P 500股價指數正向3倍與反向3倍ETF之實證研究，其模擬分析結果顯示當將不對稱波動率效應納入考量，較高之波動率並非總是對槓桿型ETF績效產生負面影響，追蹤績效主要取決於高波動率發生時的市場狀況。

槓桿型ETF引進台灣之後，陳其財(2014)首先介紹國內槓桿型與反向型ETF之發行概況與管理機制，另外，林昱廷(2015)除了也詳盡解說槓桿型與反向型ETF商品特性之外，並同時引介期貨ETF商品，該兩位作者之著作為爾後國內研究者啟動相關研究提供重要參考基礎。李存修、尤亭歡(2015)以臺灣、香港及中國大陸上市ETF為研究標的，探討2009年至2013年間ETF的追蹤誤差，其實證研究結果顯示，ETF淨值月報酬率低於標的指數月報酬率，當以ETF報酬與標的指數報酬差異之絕對值為追蹤誤差衡量準據，則臺灣、香港、中國大陸三地ETF之月平均追蹤誤差，在1%顯著水準下均顯著異於零，中國大陸的ETF月平均追蹤誤差顯著小於臺灣及香港，當以本地指

數ETF相比較，則臺灣的追蹤績效優於香港及中國大陸，而外國指數ETF方面則是香港的追蹤績效較佳，該研究另外發現總費用率、匯率、資產規模、成交量、ETF複製指數策略及區域別的追蹤績效等因子皆顯著影響ETF追蹤誤差程度。

蘇亭丰（2016）研究中檢驗台灣4檔槓桿型與反向型ETF之長期報酬，其實證結果指出，不論持有期間多長，該4檔基金報酬皆顯著偏離標的指數之目標報酬倍數。張森林、徐宇薇（2017）研究中分別檢驗在槓桿型與反向型ETF在複利效果下之標的指數累積報酬率的追蹤績效，並分析影響ETF追蹤績效因素，以及對應台灣上市之兩檔元大正向二倍ETF與反向一倍ETF的初始規模及貼近真實市場操作機制，模擬結果發現在1%顯著水準下，該4檔槓桿型ETF檢定幾乎皆呈現顯著差異結果。李存修、林澄聲（2017）選取台灣、日本及韓國所發行之槓桿型與反向型ETF進行實證研究，比較此三個亞洲國家之槓桿型與反向型ETF的追蹤誤差與分析影響因素，其實證結果指出，僅有部分日本與韓國槓桿型ETF達成所設定的倍數報酬效果，短期內（5天）指數報酬率的自我相關性並不影響追蹤偏離度，但中期（20天）與長期（60天）之下，指數報酬率自我相關性對槓桿型ETF之追蹤偏離度即具有顯著影響，但偏離情況不同，槓桿型與反向型ETF的追蹤誤差隨標的指數報酬率之增加而分別減少與增加，且隨標的指數波動度之增加而分別增加與減少。

李存修、徐慧釗（2018）認為槓桿型與反向型ETF每日再平衡操作之方向與標的指數漲跌方向一致，因此，可能會對標的指數期貨應會造成追漲殺跌效應，該研究使用台灣上市之上證180指數、滬深300指數及A50指數槓桿型ETF進行實證研究，其實證結果支持槓桿型ETF確實具有期貨市場收盤前波動擴大效果，假使在收盤前30分鐘依照當日指數漲跌方向進行同向交易可獲得最高總報酬率。洪世昌、鍾惠民、邱敬賢、童宥舜（2023）探討槓桿型ETF的報酬背離現象，有別於先前研究，該研究是從投資人恐慌情緒角度檢視是否影響槓桿型ETF的報酬背離，其實證研究結果指出，投資人恐慌情緒對於槓桿型ETF的追蹤誤差、折溢價與複利效果不論單日或多日持有期間皆具有顯著影響，同時，對於總報酬背離程度也具有顯著正相關性。

最後，綜合前述文獻中與本研究主題關聯性較高之相關文獻，從這些文獻之研究成果中可歸納出以下四點主要研究發現，其一為每日報酬複利效果以及包括波動度及管理與交易成本等非複利效果都為槓桿型ETF之追蹤誤差的主要生成來源因素，其二為當標的指數報酬率及波動度提高都將更為顯著影響槓桿型ETF之追蹤誤差，其三為不論來自複利效果或非複利效果作用之下，持有期間越長則追蹤誤差與目標報酬偏離情況將越擴大，所以一般情況下不利於長期持有槓桿型ETF，最後為當市場出現連續上漲或連續下跌單方趨勢時，通常會產生有利的追蹤誤差，使得槓桿型ETF之實際報酬高於目標報酬，反之，當出現上下反覆起伏盤整波動時，則通常會產生不利的追蹤誤差，使得槓桿型ETF實際報酬低於目標報酬。

參、研究方法

一、槓桿型 ETF 追蹤誤差之成因結構解析

一如前述，槓桿型 ETF 之追蹤誤差有多種生成因素，由這些因素所產生之追蹤誤差基本上可歸納成兩種來源，其中一種為連續期間報酬複利效果產生之追蹤誤差（之後稱其為複利效果追蹤誤差），另一種為槓桿型 ETF 與其標的現貨價格變動不同步產生之追蹤誤差（之後稱其為非複利效果追蹤誤差），此兩價格變動不同步是多種價格影響因素共同作用結果，包括前述之交易成本、ETF 管理成本、經理人管理誤差、買賣價差及期現貨價格變動差異（特別是台灣期貨市場晚 15 分鐘收盤）等因素，期現貨價格變動差異應是其中最主要影響因素。為便於解說首先定義下列符號：

CR_n = 標的資產於 n 日持有期間之累積報酬率。

CR_n^d = 每日 2 倍報酬調整下標的資產於 n 日持有期間之累積報酬率。

CR_n^i = 每日 -1 倍報酬調整下標的資產於 n 日持有期間之累積報酬率。

CRD_n = 正向 2 倍 ETF 於 n 日持有期間之累積報酬率。

CRI_n = 反向 1 倍 ETF 於 n 日持有期間之累積報酬率。

因此，正向 2 倍 ETF 與反向 1 倍 ETF 之追蹤誤差可分別表示如下：

$$TE_n^d = CE_n^d + NCE_n^d \quad (1)$$

$$TE_n^i = CE_n^i + NCE_n^i \quad (2)$$

其中， TE_n 為槓桿型 ETF 於 n 日持有期間之總追蹤誤差， CE_n 為於 n 日持有期間之複利效果追蹤誤差， NCE_n 為於 n 日持有期間非複利效果追蹤誤差。

這些追蹤誤差的估算方式可以下列公式說明。

(一) 正向 2 倍 ETF

$$TE_n^d = CRD_n - 2 \times CR_n \quad (3)$$

$$CE_n^d = CR_n^d - 2 \times CR_n \quad (4)$$

$$NCE_n^d = CRD_n - CR_n^d \quad (5)$$

(二) 反向 1 倍 ETF

$$TE_n^i = CRI_n - (-1) \times CR_n \quad (6)$$

$$CE_n^i = CR_n^i - (-1) \times CR_n \quad (7)$$

$$NCE_n^i = CRI_n - CR_n^i \quad (8)$$

從上述公式可看出，當同一期中複利效果追蹤誤差及非複利效果追蹤誤差正負方向相同時會增大總追蹤誤差，相反時則會因相互抵銷而縮小總追蹤誤差。本研究將藉由實證研究以實際觀察各項追蹤誤差之大小及所占比例。

二、複利效果追蹤誤差之生成原理

如前所述，槓桿型 ETF 之報酬目標倍數的追蹤誤差有兩項主要來源，其中，ETF 與其標的現貨價格變動不同步產生之追蹤誤差主要由於市場投資人交易行為造成，因而並無理論可循。因此，本節著重在從理論面解析由連續多期報酬複利效果產生之追蹤誤差，雖然藉由每日再平衡操作， k 倍槓桿 ETF 之每日報酬率都能獲得標的資產的 k 倍報酬率，然而，由於存在複利效果，導致累積一段持有期間後的累積報酬率，卻不一定能獲得所追蹤之標的資產的 k 倍報酬率，也就是必然將有某程度偏離預期之報酬倍數目標，而且偏離程度將隨持有期間延長而擴大。參考先前相關研究，本研究即以正向 2 倍及反向 1 倍 ETF 為例解說如下，另外定義下列符號：

r_t = 標的資產於第 t 日之報酬率。

r_t^d = 每日 2 倍報酬調整下標的資產於第 t 日報酬率。

r_t^i = 每日 -1 倍報酬調整下反向 1 倍 ETF 於第 t 日報酬率。

當依據現行之每日再平衡機制進行槓桿型 ETF 之每日再平衡操作，標的資產組合於 n 日持有期間獲得的累積報酬率估計如下：

$$CR_n = \prod_{t=1}^n (1 + r_t) - 1 \quad (9)$$

$$CR_n^d = \prod_{t=1}^n (1 + r_t^d) - 1 \quad (10)$$

$$CR_n^i = \prod_{t=1}^n (1 + r_t^i) - 1 \quad (11)$$

其中， $r_t^d = 2r_t$ 及 $r_t^i = -r_t$ 。

接著，分別以二日、三日及四日持有期間之累積報酬率為例，分別推導出此二種倍數槓桿型 ETF 之累積報酬率的估計公式。

(一) 二日持有期間

1. 標的資產之累積報酬率

$$CR_2 = (1 + r_1) \times (1 + r_2) - 1 = r_1 + r_2 + r_1r_2 \quad (12)$$

2. 每日 2 倍報酬調整下標的資產之累積報酬率

$$\begin{aligned} CR_2^d &= (1 + r_1^d) \times (1 + r_2^d) - 1 = (1 + 2r_1) \times (1 + 2r_2) - 1 = 2r_1 + 2r_2 + 4r_1r_2 \\ &= 2(r_1 + r_2 + r_1r_2) + 2r_1r_2 = 2CR_2 + 2r_1r_2 \end{aligned} \quad (13)$$

3. 每日 -1 倍報酬調整下標的資產之累積報酬率

$$\begin{aligned} CR_2^i &= (1 + r_1^i) \times (1 + r_2^i) - 1 = (1 - r_1) \times (1 - r_2) - 1 = -r_1 - r_2 + r_1r_2 \\ &= -(r_1 + r_2 + r_1r_2) + 2r_1r_2 = -CR_2 + 2r_1r_2 \end{aligned} \quad (14)$$

由上述估計公式可推得正向 2 倍 ETF 與反向 1 倍 ETF 之累積報酬率的追蹤誤差分別如下：

$$CE_2^d = CR_2^d - 2CR_2 = 2r_1r_2 \quad (15)$$

$$CE_2^i = CR_2^i - (-CR_2) = 2r_1r_2 \quad (16)$$

(二)三日持有期間

1. 標的資產之累積報酬率

$$CR_3 = (1 + r_1) \times (1 + r_2) \times (1 + r_3) - 1 = r_1 + r_2 + r_3 + r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3 + r_1r_2r_3 \quad (17)$$

2. 每日 2 倍報酬調整下標的資產之累積報酬率

$$\begin{aligned} CR_3^d &= (1 + r_1^d) \times (1 + r_2^d) \times (1 + r_3^d) - 1 = (1 + 2r_1) \times (1 + 2r_2) \times (1 + 2r_3) - 1 \\ &= 2(r_1 + r_2 + r_3 + r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3 + r_1r_2r_3) + 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3) + 6r_1r_2r_3 \\ &= 2CR_3 + 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3) + 6r_1r_2r_3 \end{aligned} \quad (18)$$

3. 每日-1 倍報酬調整下標的資產之累積報酬率

$$\begin{aligned} CR_3^i &= (1 + r_1^i) \times (1 + r_2^i) \times (1 + r_3^i) - 1 = (1 - r_1) \times (1 - r_2) \times (1 - r_3) - 1 \\ &= -(r_1 + r_2 + r_3 + r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3 + r_1r_2r_3) + 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3) \\ &= -CR_3 + 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3) \end{aligned} \quad (19)$$

同樣地，由上述估計公式可推得正向 2 倍 ETF 與反向 1 倍 ETF 之累積報酬率的追蹤誤差分別如下：

$$CE_3^d = CR_3^d - 2CR_3 = 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3) + 6r_1r_2r_3 \quad (20)$$

$$CE_3^i = CR_3^i - (-CR_3) = 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3) \quad (21)$$

(三) 四日持有期間

1. 標的資產之累積報酬率

$$\begin{aligned}
 CR_4 &= (1 + r_1) \times (1 + r_2) \times (1 + r_3) \times (1 + r_4) - 1 \\
 &= r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4 \\
 &\quad + r_1r_2r_3 + r_1r_2r_4 + r_1r_3r_4 + r_2r_3r_4 + r_1r_2r_3r_4
 \end{aligned} \tag{22}$$

2. 每日 2 倍報酬調整下標的資產之累積報酬率

$$\begin{aligned}
 CR_4^d &= (1 + r_1^d) \times (1 + r_2^d) \times (1 + r_3^d) \times (1 + r_4^d) - 1 \\
 &= (1 + 2r_1) \times (1 + 2r_2) \times (1 + 2r_3) \times (1 + 2r_4) - 1 \\
 &= 2(r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4 \\
 &\quad + r_1r_2r_3 + r_1r_2r_4 + r_1r_3r_4 + r_2r_3r_4) + 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4) \\
 &\quad + 6(r_1r_2r_3 + r_1r_2r_4 + r_1r_3r_4 + r_2r_3r_4) + 14r_1r_2r_3r_4 \\
 &= 2R_4 + 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4) \\
 &\quad + 6(r_1r_2r_3 + r_1r_2r_4 + r_1r_3r_4 + r_2r_3r_4) + 14r_1r_2r_3r_4
 \end{aligned} \tag{23}$$

3. 每日 -1 倍報酬調整下標的資產之累積報酬率

$$\begin{aligned}
 CR_4^i &= (1 + r_1^i) \times (1 + r_2^i) \times (1 + r_3^i) \times (1 + r_4^i) - 1 \\
 &= (1 - r_1) \times (1 - r_2) \times (1 - r_3) \times (1 - r_4) - 1 \\
 &= -(r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4 \\
 &\quad + r_1r_2r_3 + r_1r_2r_4 + r_1r_3r_4 + r_2r_3r_4) + 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4) + 2r_1r_2r_3r_4 \\
 &= -R_4 + 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4) + 2r_1r_2r_3r_4
 \end{aligned} \tag{24}$$

同樣地，由上述估計公式可推得正向二倍 ETF 與反向一倍 ETF 之累積報酬率的追蹤誤差分別如下：

$$\begin{aligned}
 CE_4^d &= CR_4^d - 2CR_4 = 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4) \\
 &\quad + 6(r_1r_2r_3 + r_1r_2r_4 + r_1r_3r_4 + r_2r_3r_4) + 14r_1r_2r_3r_4
 \end{aligned} \tag{25}$$

$$CE_4^i = CR_4^i - (-CR_4) = 2(r_1r_2 + r_1r_3 + r_1r_4 + r_2r_3 + r_2r_4 + r_3r_4) + 2r_1r_2r_3r_4 \tag{26}$$

依此類推，即可逐日求得在複利效果作用之下槓桿型 ETF 於各個不同持有期間的累積報酬率與追蹤誤差，最終可推導得 n 日期間中槓桿型 ETF 因複利效果產生之追蹤誤差的一般化公式如下：

$$CE_n^d = CR_n^d - 2CR_n = 2 \left(\sum_{j=1}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n r_j r_k \right) + 6 \left(\sum_{j=1}^{n-2} \sum_{k=j+1}^{n-1} \sum_{l=k+1}^n r_j r_k r_l \right) + \dots \\ + 2 \left(2^{m-1} - 1 \right) \times \left(\sum_{j=1}^{n-(m-1)} \sum_{k=j+1}^{n-(m-2)} \dots \sum_l r_j r_k \dots r_l \right) + \dots + 2 \left(2^{n-1} - 1 \right) \times r_1 r_2 \dots r_n \quad ; \quad 1 < m < n \quad (27)$$

$$CE_n^i = CR_n^i - (-CR_n) = 2 \left(\sum_{j=1}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n r_j r_k \right) + 2 \left(\sum_{j=1}^{n-3} \sum_{k=j+1}^{n-2} \sum_{l=k+1}^{n-1} \sum_{u=l+1}^n r_j r_k r_l r_u \right) + \dots \\ + 2 \times \left(\sum_{j=1}^{n-(m-1)} \sum_{k=j+1}^{n-(m-2)} \dots \sum_l r_j r_k \dots r_l \right) \quad ; \quad 1 < m < n \quad (28)$$

茲舉 5 日持有期間為例，計算當同樣每日皆上漲 5%、每日皆下跌 5% 及每日交替上漲與下跌 5% 三種情況下由複利效果產生的追蹤誤差。計算結果顯示於表 1 中。觀察表 1 中之計算結果可知 5 日持有期間中，當每日皆上漲 5% 時，正向 2 倍 ETF 與反向 1 倍 ETF 將分別產生 5.7946% 與 5.0063% 追蹤誤差，當每日皆下跌 5% 時，正向 2 倍 ETF 與反向 1 倍 ETF 將分別產生 4.2928% 與 5.0063% 追蹤誤差，而當每日交替漲跌 5% 時，正向 2 倍 ETF 與反向 1 倍 ETF 將分別產生 -1.1404% 與 -0.9987% 追蹤誤差。根據以上估算結果可歸納出兩點發現，其一為倘若標的資產價格多日連續上漲或連續下跌時對於槓桿型 ETF 將產生有利之追蹤誤差，反之，倘若標的資產價格出現反覆漲跌盤整時將產生不利之追蹤誤差。其二為連續上漲對正向 2 倍 ETF 相對較為有利，而連續下跌對反向 1 倍 ETF 相對較為有利。

本研究嘗試提出對於前述發現之可能形成原因解釋，茲以三日持有期間之公式 (20) 與 (21) 為例解說，假定 r_1 、 r_2 、 r_3 皆為正值或負值，則此三項乘積 $r_1 \times r_2$ 、 $r_1 \times r_3$ 、 $r_2 \times r_3$ 將都為正值，如此將使複利效果追蹤誤差為正值，亦即使得實際累積報酬高於目標報酬，因而相對有利。反之，假定 r_1 為正值、 r_2 為負值、 r_3 為正值，則其中 $r_1 \times r_3$ 將為正值， $r_1 \times r_2$ 、 $r_2 \times r_3$ 將為負值，即很可能使得複利效果追蹤誤差為負值，亦即使得實際累積報酬低於目標報酬，因而相對不利。

表 1 槓桿型 ETF 於 5 日持有期間追蹤誤差之計算例示

		標的資產		正向 2 倍 ETF		反向 1 倍 ETF	
		當日報酬率	累積報酬率	當日報酬率	累積報酬率	當日報酬率	累積報酬率
每日皆上漲 5%	第 1 天	5.0000%	5.0000%	10.0000%	10.0000%	-5.0000%	-5.0000%
	第 2 天	5.0000%	10.2500%	10.0000%	21.0000%	-5.0000%	-9.7500%
	第 3 天	5.0000%	15.7625%	10.0000%	33.1000%	-5.0000%	-14.2625%
	第 4 天	5.0000%	21.5506%	10.0000%	46.4100%	-5.0000%	-18.5494%
	第 5 天	5.0000%	27.6282%	10.0000%	61.0510%	-5.0000%	-22.6219%
每日皆下跌 5%	第 1 天	-5.0000%	-5.0000%	-10.0000%	-10.0000%	5.0000%	5.0000%
	第 2 天	-5.0000%	-9.7500%	-10.0000%	-19.0000%	5.0000%	10.2500%
	第 3 天	-5.0000%	-14.2625%	-10.0000%	-27.1000%	5.0000%	15.7625%
	第 4 天	-5.0000%	-18.5494%	-10.0000%	-34.3900%	5.0000%	21.5506%
	第 5 天	-5.0000%	-22.6219%	-10.0000%	-40.9510%	5.0000%	27.6282%
每日交替漲跌 5%	第 1 天	5.0000%	5.0000%	10.0000%	10.0000%	-5.0000%	-5.0000%
	第 2 天	-5.0000%	-0.2500%	-10.0000%	-1.0000%	5.0000%	-0.2500%
	第 3 天	5.0000%	4.7375%	10.0000%	8.9000%	-5.0000%	-5.2375%
	第 4 天	-5.0000%	-0.4994%	-10.0000%	-1.9900%	5.0000%	-0.4994%
	第 5 天	5.0000%	4.4757%	10.0000%	7.8110%	-5.0000%	-5.4744%

三、實證資料與檢測方法

如前所述，本研究主要研究目的為解析槓桿型 ETF 之追蹤誤差成因結構，並選取發行最早且規模與交易量最大的台灣 50 正向二倍 ETF 及台灣 50 正向二倍 ETF 作為實證研究對象，並且研究期間涵蓋從 2015 年 1 月到 2023 年 12 月，共計長達 9 年。由於考量到槓桿型 ETF 之偏向中短期交易與持有性質，因此，本研究中以月份作為各期持有期間及追蹤誤差分析基礎，所以 9 年之中間共計包括 108 個交易持有期（月）。為了完成預定研究目標，本研究蒐集研究期間中台灣 50 指數、台灣 50 正向二倍 ETF 及台灣 50 反向一倍 ETF 的每日收盤價與淨值資料，所有實證資料均取自經濟新報資料庫（TEJ），本研究根據這些實證資料與前述研究方法分別計算出日平均報酬率、月累積報酬率、價格波動度及追蹤誤差作為後續執行相關統計分析用途。

本研究將進行敘述統計分析以觀察前述各項統計數據之資料分布特性與追蹤誤差生成結構性質，接著，利用迴歸分析藉以判定影響槓桿型 ETF 之追蹤誤差的關鍵因素及影響程度與方向，因此，台灣 50 正向二倍 ETF 及台灣 50 反向一倍 ETF 都將依序執行下列迴歸分析模型。

$$TE_{n,i} = a_n + \beta_n \times AVR_{n,i} + \varepsilon_{n,i} \quad (29)$$

$$CE_{n,i} = a_n + \beta_n \times AVR_{n,i} + \varepsilon_{n,i} \quad (30)$$

$$NCE_{n,i} = a_n + \beta_n \times AVR_{n,i} + \varepsilon_{n,i} \quad (31)$$

$$TE_{n,i} = a_n + \beta_n \times VOL_{n,i} + \varepsilon_{n,i} \quad (32)$$

$$CE_{n,i} = a_n + \beta_n \times VOL_{n,i} + \varepsilon_{n,i} \quad (33)$$

$$NCE_{n,i} = a_n + \beta_n \times VOL_{n,i} + \varepsilon_{n,i} \quad (34)$$

其中，變數 *AVR* 表台灣 50 指數月內之日幾何平均報酬率，變數 *VOL* 表台灣 50 指數月內之日報酬率標準差（價格波動度）。本研究目前僅選擇使用平均報酬率與波動度做為追蹤誤差之解釋變數，主要著眼於此兩因素應為主要影響因素，其他還可能包含前述提及之管理與交易成本、期現貨價格不同步、折溢價情況等因素。這些因素雖多，然應非屬主要影響因素，且須思考準確之實證設計方式，儘管如此，仍應可做為未來進一步研究之解釋變數選項。

上述統計分析與檢測之實證結果應可提供給 ETF 發行機構及參與槓桿型 ETF 交易的投資人參考價值，依據實證結果，ETF 發行機構應可作為其每日再平衡操作方法的適度修正參考基礎，藉以改善追蹤誤差及提高追蹤績效以能盡量達成預設之報酬倍數目標。另外，對於投資人而言，應可藉此進一步瞭解槓桿型 ETF 性質以及所伴隨之追蹤誤差實際存在情況與生成來源，這些實證結果獲得之分析資訊應可作為投資人交易時機與評估持有時間的實用參考。

肆、實證結果與分析

如前所述，本研究根據所蒐集之實證資料進行長達 9 年的實證研究，由於作為統計分析基礎的實證結果數據眾多，所以本研究將這些基本研究變量之實證結果數據整理後列出於附錄中。附錄一中表格彙整台灣 50 指數、正向二倍 ETF 及台灣 50 反向一倍 ETF 之月累積報酬率等研究變量的實證計算結果，附錄二中表格則彙整正向二倍 ETF 及台灣 50 反向一倍 ETF 之複利效果產生之追蹤誤差研究變量的實證計算結果。依據這些基本研究變量計算出台灣 50 正向二倍 ETF 與台灣 50 反向一倍 ETF 的各項追蹤誤差值，表 2 與表 3 中則分別顯示出台灣 50 正向二倍 ETF 與台灣 50 反向一倍 ETF 的總追蹤誤差生成來源結構的實證計算結果。

一、敘述性統計分析

首先，根據前述所求得之各項研究變量實證數據整理成敘述性統計分析，表 4 中顯示台灣 50 指數、每日經正 2 倍調整與反 1 倍調整後台灣 50 指數、台灣 50 正向二倍 ETF 淨值與價格以及台灣 50 反向一倍 ETF 淨值與價格在複利之下的月累積報酬率。從表中結果數據中可觀察到三項主要發現，其一為不論依據淨值或價格計算，台灣 50 正向二倍 ETF 與反向一倍 ETF 的月累積報酬率平均值幾無差異非常相近，其二為，就平均結果角度觀察，台灣 50 正向二倍 ETF 存在之追蹤誤差使其月累積報酬率呈現相對有利結果，實際月累積報酬率（2.2664%）高於每日正 2 倍調整之標的指數的月累積報酬率（1.5372%），更高於其 2 倍之目標月累積報酬率（1.0230%）。但與之相反的是，台灣 50 反向一倍 ETF 存在之追蹤誤差使其月累積報酬率呈現相對不利結果，實際月累積報酬率（-1.2307%）低於每日反 1 倍調整之標的指數的月累積報酬率（-0.7763%），更低於其 -1 倍之目標月累積報酬率（-0.5115%）。最後，就複利效果產生之追蹤誤差部分對於月累積報酬率之平均結果來看，正向二倍 ETF 約為 3 倍（ $1.5372\% / 0.5115\%$ ）高於 2 倍之目標倍數，反向一倍 ETF 約為 -1.5 倍（ $-0.7763\% / 0.5115\%$ ）高於反 1 倍之目標倍數。

表 2 台灣 50 正向二倍 ETF 總複利效果之生成來源結構之實證統計結果

依據 ETF 淨值計算結果								
2015-2017			2018-2020			2021-2023		
總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)	總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)	總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)
4.8307%	4.6903%	0.1405%	8.1383%	9.1699%	-1.0316%	-6.4431%	-0.2238%	-6.2193%
8.1354%	9.3750%	-1.2396%	-0.2220%	-0.3419%	0.1199%	4.4476%	-0.4231%	4.8707%
-3.6036%	-3.8991%	0.2955%	1.2454%	-0.1846%	1.4300%	3.5167%	-0.2659%	3.7826%
7.2441%	6.6427%	0.6014%	0.7675%	-0.0516%	0.8190%	4.9117%	0.0789%	4.8328%
-2.1192%	0.7861%	-2.9052%	1.4362%	-0.1313%	1.5675%	-2.3734%	-0.6908%	-1.6827%
-8.3645%	-8.1683%	-0.1963%	1.6841%	-0.2332%	1.9174%	7.0621%	-0.1383%	7.2004%
-10.9741%	-12.2791%	1.3049%	1.2189%	0.0685%	1.1504%	1.6300%	-0.0680%	1.6980%
-17.0444%	-15.6134%	-1.4310%	-0.1513%	-0.1713%	0.0200%	-2.3946%	-0.1543%	-2.2403%
0.1852%	-6.4982%	6.6833%	-0.7189%	-0.0862%	-0.6327%	2.2997%	-0.0056%	2.3053%
10.6705%	8.2199%	2.4506%	-0.8798%	0.3389%	-1.2187%	0.3067%	-0.2173%	0.5240%
-4.4925%	-3.5896%	-0.9029%	5.9816%	-0.0502%	6.0317%	0.7756%	-0.0722%	0.8478%
-2.2904%	-2.1201%	-0.1703%	-1.1411%	-0.3049%	-0.8362%	1.0441%	0.1293%	0.4696%
0.4011%	-0.8029%	1.2040%	1.0970%	-0.0888%	1.1858%	-2.7285%	-0.1478%	-2.5806%
5.4090%	5.8041%	-0.3951%	-0.6383%	0.1671%	-0.8054%	3.2801%	-0.1600%	3.4401%
9.3237%	10.9776%	-1.6539%	-0.0737%	-0.0822%	0.0084%	0.2764%	-0.4768%	0.7532%
-6.8223%	-7.3055%	0.4833%	-0.5096%	0.1193%	-0.6290%	2.2220%	0.2403%	1.9817%
4.7565%	5.2012%	-0.4447%	0.7631%	0.1043%	0.6588%	-2.3722%	-0.4381%	-1.9341%
2.8509%	1.4617%	1.3893%	2.3032%	-0.1189%	2.4221%	7.0608%	1.4126%	5.6483%
14.9450%	11.6020%	3.3430%	8.5170%	-0.1990%	8.7160%	1.3928%	-0.5791%	1.9719%
3.9589%	2.9036%	1.0553%	-4.7848%	-0.2080%	-4.5768%	2.1062%	-0.2933%	2.3995%
6.9122%	5.1593%	1.7528%	0.3576%	0.0103%	0.3473%	4.0509%	1.3082%	2.7428%
5.0657%	5.5036%	-0.4378%	-1.2087%	0.2340%	-1.4427%	0.4896%	-0.5848%	1.0745%
-2.5681%	-3.2184%	0.6503%	-1.0912%	-0.1076%	-0.9837%	-3.6716%	2.1985%	-5.8702%
-1.8411%	-2.2988%	0.4578%	-0.2950%	0.1172%	-0.4122%	3.9790%	0.1776%	3.8014%
3.1230%	2.9187%	0.2044%	-0.2491%	-0.1301%	-0.1190%	-3.3378%	0.3578%	-3.6955%
5.9613%	5.2470%	0.7143%	-1.3112%	-1.3204%	0.0092%	3.3226%	-0.2210%	3.5436%
2.5550%	2.0826%	0.4724%	-0.0595%	0.4049%	-0.4645%	-0.8339%	-0.1303%	-0.7036%
1.4771%	2.8093%	-1.3322%	7.4906%	0.8225%	6.6680%	3.0949%	0.0468%	3.0482%
6.5916%	6.2004%	0.3913%	3.4864%	-0.1962%	3.6826%	-1.4278%	0.3307%	-1.7585%
10.4528%	9.8671%	0.5857%	0.7506%	0.2134%	0.5372%	3.1299%	-0.1207%	3.2505%
4.1646%	0.8301%	3.3345%	-3.4946%	1.6413%	-5.1359%	3.5714%	-0.1743%	3.7457%
3.7934%	1.7950%	1.9984%	3.6369%	-0.2876%	3.9245%	0.3391%	-0.0708%	0.4099%
-4.6932%	-5.7029%	1.0097%	-1.8609%	-0.2272%	-1.6336%	1.6004%	-0.0792%	1.6796%
9.1147%	10.6682%	-1.5535%	-0.1085%	-0.1288%	0.0203%	-2.8616%	-0.1781%	-2.6835%
-1.6795%	-3.7951%	2.1156%	3.4907%	0.6210%	2.8697%	0.2205%	0.5685%	-0.3480%
-1.0978%	-0.7455%	-0.3523%	-0.8656%	0.4765%	-1.3421%	-0.4323%	0.0331%	-0.4654%

續下表

續表 2

依據 ETF 價格計算結果								
2015-2017			2018-2020			2021-2023		
總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)	總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)	總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)
4.8349%	4.6903%	0.1446%	8.7997%	9.1699%	-0.3703%	-6.2325%	-0.2238%	-6.0087%
7.9613%	9.3750%	-1.4138%	0.0455%	-0.3419%	0.3874%	2.9721%	-0.4231%	3.3953%
-3.6963%	-3.8991%	0.2028%	0.7434%	-0.1846%	0.9280%	4.0988%	-0.2659%	4.3647%
7.7080%	6.6427%	1.0653%	1.0333%	-0.0516%	1.0849%	4.8643%	0.0789%	4.7853%
-2.5745%	0.7861%	-3.3606%	0.7161%	-0.1313%	0.8474%	-2.3284%	-0.6908%	-1.6377%
-8.5207%	-8.1683%	-0.3524%	2.3254%	-0.2332%	2.5586%	7.2313%	-0.1383%	7.3696%
-11.0806%	-12.2791%	1.1985%	0.7947%	0.0685%	0.7261%	1.2165%	-0.0680%	1.2845%
-18.2039%	-15.6134%	-2.5905%	-0.4952%	-0.1713%	-0.3239%	-2.4776%	-0.1543%	-2.3233%
2.4023%	-6.4982%	8.9004%	-0.4777%	-0.0862%	-0.3915%	2.6115%	-0.0056%	2.6172%
10.7723%	8.2199%	2.5524%	-0.8507%	0.3389%	-1.1896%	0.2988%	-0.2173%	0.5160%
-5.2504%	-3.5896%	-1.6608%	6.1748%	-0.0502%	6.2250%	1.0694%	-0.0722%	1.1416%
-2.3494%	-2.1201%	-0.2293%	-1.2059%	-0.3049%	-0.9010%	0.9222%	0.1293%	0.7929%
-0.5910%	-0.8029%	0.2119%	0.7962%	-0.0888%	0.8849%	-2.3142%	-0.1478%	-2.1663%
5.4003%	5.8041%	-0.4038%	-0.8319%	0.1671%	-0.9990%	2.7879%	-0.1600%	2.9479%
9.7294%	10.9776%	-1.2482%	-0.1127%	-0.0822%	-0.0306%	0.7379%	-0.4768%	1.2146%
-6.3698%	-7.3055%	0.9358%	-0.1547%	0.1193%	-0.2740%	2.0438%	0.2403%	1.8035%
4.2658%	5.2012%	-0.9354%	1.0257%	0.1043%	0.9214%	-2.4049%	-0.4381%	-1.9668%
2.9765%	1.4617%	1.5149%	1.8795%	-0.1189%	1.9983%	7.1039%	1.4126%	5.6913%
15.8680%	11.6020%	4.2660%	8.2194%	-0.1990%	8.4184%	0.9366%	-0.5791%	1.5157%
3.5507%	2.9036%	0.6471%	-4.5040%	-0.2080%	-4.2960%	2.6379%	-0.2933%	2.9312%
7.1200%	5.1593%	1.9606%	0.1439%	0.0103%	0.1336%	4.1807%	1.3082%	2.8725%
4.5607%	5.5036%	-0.9429%	-0.9023%	0.2340%	-1.1364%	0.1463%	-0.5848%	0.7311%
-3.0028%	-3.2184%	0.2156%	-0.9180%	-0.1076%	-0.8104%	-3.0192%	2.1985%	-5.2177%
-1.6388%	-2.2988%	0.6600%	-0.0719%	0.1172%	-0.1892%	3.6287%	0.1776%	3.4512%
3.6649%	2.9187%	0.7462%	0.0431%	-0.1301%	0.1732%	-2.8873%	0.3578%	-3.2450%
6.0851%	5.2470%	0.8381%	-1.4242%	-1.3204%	-0.1039%	2.7336%	-0.2210%	2.9546%
2.7371%	2.0826%	0.6545%	-0.4297%	0.4049%	-0.8347%	-0.4964%	-0.1303%	-0.3660%
0.9743%	2.8093%	-1.8350%	8.0334%	0.8225%	7.2109%	2.9827%	0.0468%	2.9359%
6.8896%	6.2004%	0.6892%	3.8224%	-0.1962%	4.0186%	-0.9220%	0.3307%	-1.2527%
10.2575%	9.8671%	0.3904%	0.5121%	0.2134%	0.2987%	2.9453%	-0.1207%	3.0660%
4.2365%	0.8301%	3.4064%	-3.6297%	1.6413%	-5.2710%	3.0037%	-0.1743%	3.1780%
3.7116%	1.7950%	1.9166%	3.1842%	-0.2876%	3.4718%	0.5488%	-0.0708%	0.6196%
-4.2766%	-5.7029%	1.4263%	-1.2611%	-0.2272%	-1.0339%	1.5931%	-0.0792%	1.6723%
8.8035%	10.6682%	-1.8647%	0.4292%	-0.1288%	0.5579%	-2.8381%	-0.1781%	-2.6601%
-0.9289%	-3.7951%	2.8662%	2.5404%	0.6210%	1.9195%	0.2982%	0.5685%	-0.2703%
-2.0173%	-0.7455%	-1.2718%	-0.6737%	0.4765%	-1.1502%	-0.6116%	0.0331%	-0.6447%

註：前面12列為各欄第一年（例如2015年）所含12個月份，中間12列為各欄第二年（例如2016年）所含12個月份，後面12列為各欄第三年（例如2017年）所含12個月份。

表 3 台灣 50 反向一倍 ETF 總複利效果之生成來源結構之實證統計結果

依據 ETF 淨值計算結果								
2015-2017			2018-2020			2021-2023		
總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)	總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)	總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)
-2.6162%	-2.6722%	0.0560%	-3.4583%	-4.4526%	0.9943%	3.0861%	-0.1696%	3.2556%
-3.8052%	-4.6397%	0.8345%	-0.6237%	-0.3549%	-0.2688%	-2.5167%	-0.3755%	-2.1412%
1.4367%	1.7660%	-0.3293%	-1.2306%	-0.1825%	-1.0481%	-2.1955%	-0.2538%	-1.9418%
-3.8112%	-3.5576%	-0.2537%	-0.9981%	-0.0601%	-0.9380%	-2.2776%	0.0849%	-2.3625%
1.3171%	-0.5085%	1.8256%	-1.1436%	-0.1267%	-1.0168%	-0.3140%	-0.7416%	0.4276%
4.5200%	3.9216%	0.5984%	-1.0429%	-0.2345%	-0.8084%	-3.7582%	-0.1346%	-3.6236%
5.7185%	6.3119%	-0.5933%	0.0712%	0.0731%	-0.0019%	-1.1357%	-0.0778%	-1.0579%
8.6905%	7.1339%	1.5566%	0.2639%	-0.1640%	0.4279%	0.8383%	-0.1320%	0.9703%
-1.9247%	2.6535%	-4.5781%	0.4615%	-0.0869%	0.5484%	-1.4793%	-0.0177%	-1.4615%
-5.6459%	-4.1093%	-1.5366%	0.7812%	0.2359%	0.5453%	-0.8053%	-0.2237%	-0.5816%
1.9431%	1.4465%	0.4966%	-3.6428%	-0.0546%	-3.5882%	-0.5944%	-0.0679%	-0.5265%
0.6423%	0.7396%	-0.0973%	0.1152%	-0.3175%	0.4327%	-0.3826%	0.1322%	-0.2762%
-1.1137%	-0.0206%	-1.0931%	-0.7069%	-0.0744%	-0.6325%	1.1242%	-0.1571%	1.2814%
-2.7707%	-2.8955%	0.1247%	0.4115%	0.1638%	0.2476%	-2.0918%	-0.1669%	-1.9249%
-3.9844%	-5.2032%	1.2188%	-0.1549%	-0.0745%	-0.0804%	-1.1381%	-0.4810%	-0.6571%
3.0463%	3.7525%	-0.7062%	0.7629%	0.1182%	0.6447%	-1.0662%	0.2215%	-1.2878%
-2.9309%	-2.7851%	-0.1458%	-0.8661%	0.0917%	-0.9578%	0.5337%	-0.4129%	0.9466%
-1.5271%	-1.0219%	-0.5052%	-1.2119%	-0.1132%	-1.0987%	-2.7501%	1.5133%	-4.2634%
-7.3278%	-5.7843%	-1.5435%	-4.2267%	-0.2052%	-4.0215%	-1.1548%	-0.5334%	-0.6214%
-2.2159%	-1.5875%	-0.6283%	1.9785%	-0.2007%	2.1792%	-1.8322%	-0.2990%	-1.5331%
-3.7724%	-2.9986%	-0.7738%	0.0148%	0.0126%	0.0022%	-1.0018%	1.4018%	-2.4035%
-2.3164%	-2.7404%	0.4240%	1.2641%	0.2348%	1.0292%	-1.0123%	-0.6407%	-0.3716%
0.4442%	1.2077%	-0.7634%	0.5251%	-0.1017%	0.6268%	4.3050%	2.0620%	2.2430%
0.4226%	0.9832%	-0.5605%	0.6217%	0.1250%	0.4967%	-2.1434%	0.1579%	-2.3012%
-1.6640%	-1.4961%	-0.1679%	-0.2656%	-0.1427%	-0.1228%	2.2381%	0.3837%	1.8544%
-3.6725%	-2.5881%	-1.0843%	0.3149%	0.4274%	-0.1125%	-2.0351%	-0.2210%	-1.8141%
-1.4063%	-1.1621%	-0.2442%	-0.9619%	-0.1430%	-0.8189%	0.1571%	-0.1179%	0.2750%
-0.4051%	-1.5010%	1.0959%	-1.8048%	0.8287%	-2.6336%	-1.7426%	0.0437%	-1.7863%
-3.0316%	-3.1144%	0.0828%	-2.5178%	-0.2026%	-2.3152%	1.0578%	0.3281%	0.7296%
-4.5561%	-4.8157%	0.2595%	-0.1527%	0.2233%	-0.3760%	-1.5605%	-0.1178%	-1.4427%
-2.2516%	-0.5457%	-1.7059%	4.1485%	1.5229%	2.6257%	-2.0787%	-0.1716%	-1.9071%
-2.3939%	-1.0200%	-1.3739%	-3.0010%	-0.3046%	-2.6965%	-0.4135%	-0.0811%	-0.3323%
1.7284%	2.8271%	-1.0987%	0.8282%	-0.2214%	1.0496%	-0.8626%	-0.0877%	-0.7749%
-3.9454%	-5.0155%	1.0701%	-0.2933%	-0.1302%	-0.1631%	1.1042%	-0.1821%	1.2863%
-0.3629%	1.9784%	-2.3413%	-0.6057%	0.6059%	-1.2116%	0.7908%	0.5460%	0.2448%
0.1251%	0.2270%	-0.1019%	1.0219%	0.4713%	0.5506%	0.1749%	0.0348%	0.1401%

續下表

續表 3

依據 ETF 價格計算結果

2015-2017			2018-2020			2021-2023		
總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)	總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)	總追蹤 誤差 (TE_n)	複利效果 追蹤誤差 (CE_n)	非複利 效果追蹤 誤差 (NCE_n)
-2.5124%	-2.6722%	0.1598%	-3.6811%	-4.4526%	0.7715%	2.9375%	-0.1696%	3.1071%
-3.8038%	-4.6397%	0.8359%	-0.6220%	-0.3549%	-0.2671%	-1.9400%	-0.3755%	-1.5645%
1.4908%	1.7660%	-0.2751%	-1.2319%	-0.1825%	-1.0494%	-2.5000%	-0.2538%	-2.2463%
-3.9702%	-3.5576%	-0.4127%	-0.9963%	-0.0601%	-0.9362%	-2.1137%	0.0849%	-2.1985%
1.3180%	-0.5085%	1.8265%	-0.9908%	-0.1267%	-0.8641%	-0.4929%	-0.7416%	0.2487%
4.8524%	3.9216%	0.9308%	-1.2789%	-0.2345%	-1.0444%	-3.9313%	-0.1346%	-3.7966%
5.7574%	6.3119%	-0.5544%	0.3033%	0.0731%	0.2302%	-0.7691%	-0.0778%	-0.6913%
10.2312%	7.1339%	3.0972%	0.2646%	-0.1640%	0.4285%	0.8431%	-0.1320%	0.9751%
-3.5578%	2.6535%	-6.2112%	0.3775%	-0.0869%	0.4644%	-1.8503%	-0.0177%	-1.8325%
-5.6922%	-4.1093%	-1.5828%	0.8645%	0.2359%	0.6286%	-0.4482%	-0.2237%	-0.2245%
2.0463%	1.4465%	0.5998%	-3.7166%	-0.0546%	-3.6619%	-0.7700%	-0.0679%	-0.7022%
0.6425%	0.7396%	-0.0970%	-0.7226%	-0.3175%	-0.4051%	-0.9361%	0.1322%	-1.0684%
-0.9681%	-0.0206%	-0.9474%	-0.7069%	-0.0744%	-0.6325%	1.3199%	-0.1571%	1.4771%
-2.4193%	-2.8955%	0.4761%	0.4115%	0.1638%	0.2476%	-2.0915%	-0.1669%	-1.9246%
-4.3269%	-5.2032%	0.8762%	-0.1549%	-0.0745%	-0.0804%	-1.1363%	-0.4810%	-0.6553%
2.6672%	3.7525%	-1.0853%	0.6799%	0.1182%	0.5618%	-1.2696%	0.2215%	-1.4912%
-2.4741%	-2.7851%	0.3110%	-0.7763%	0.0917%	-0.8681%	0.7152%	-0.4129%	1.1280%
-1.5228%	-1.0219%	-0.5009%	-1.0476%	-0.1132%	-0.9344%	-3.6868%	1.5133%	-5.2001%
-7.8644%	-5.7843%	-2.0801%	-4.2218%	-0.2052%	-4.0166%	-0.1743%	-0.5334%	0.3591%
-1.9310%	-1.5875%	-0.3435%	1.9770%	-0.2007%	2.1777%	-2.1722%	-0.2990%	-1.8732%
-3.8343%	-2.9986%	-0.8358%	-0.0672%	0.0126%	-0.0798%	-1.1766%	1.4018%	-2.5784%
-2.1382%	-2.7404%	0.6022%	1.1794%	0.2348%	0.9446%	-0.8511%	-0.6407%	-0.2104%
0.5060%	1.2077%	-0.7016%	0.7129%	-0.1017%	0.8145%	4.3050%	2.0620%	2.2430%
0.4847%	0.9832%	-0.4984%	0.2509%	0.1250%	0.1259%	-2.3194%	0.1579%	-2.4773%
-1.9094%	-1.4961%	-0.4133%	-0.3711%	-0.1427%	-0.2284%	2.0680%	0.3837%	1.6844%
-3.6747%	-2.5881%	-1.0866%	0.2187%	0.4274%	-0.2086%	-1.8547%	-0.2210%	-1.6337%
-1.5384%	-1.1621%	-0.3763%	-0.4743%	-0.1430%	-0.3314%	0.3440%	-0.1179%	0.4619%
-0.2070%	-1.5010%	1.2940%	-2.2621%	0.8287%	-3.0908%	-1.7459%	0.0437%	-1.7896%
-3.0316%	-3.1144%	0.0828%	-2.4214%	-0.2026%	-2.2187%	0.8812%	0.3281%	0.5530%
-4.6923%	-4.8157%	0.1234%	-0.0613%	0.2233%	-0.2846%	-1.7617%	-0.1178%	-1.6439%
-2.0416%	-0.5457%	-1.4959%	4.1485%	1.5229%	2.6257%	-1.6685%	-0.1716%	-1.4969%
-2.5373%	-1.0200%	-1.5173%	-2.8835%	-0.3046%	-2.5790%	-0.8417%	-0.0811%	-0.7605%
1.6550%	2.8271%	-1.1721%	0.5913%	-0.2214%	0.8127%	-0.4451%	-0.0877%	-0.3574%
-3.8778%	-5.0155%	1.1377%	-0.5305%	-0.1302%	-0.4003%	0.8972%	-0.1821%	1.0793%
-0.5146%	1.9784%	-2.4930%	-0.2850%	0.6059%	-0.8909%	0.9900%	0.5460%	0.4440%
0.2738%	0.2270%	0.0469%	0.4935%	0.4713%	0.0222%	-0.2510%	0.0348%	-0.2858%

註：前面12列為各欄第一年（例如2015年）所含12個月份，中間12列為各欄第二年（例如2016年）所含12個月份，後面12列為各欄第三年（例如2017年）所含12個月份。

表 4 月累積報酬率之敘述統計分析結果

	台灣 50 指數 月累積 報酬率 (CR_n)	每日 正 2 倍 調整 月累積 報酬率 (CR_n^d)	每日 反 1 倍 調整 月累積 報酬率 (CR_n^i)	台灣 50 正向二倍 ETF 淨值 月累積 報酬率 (CRD_n)	台灣 50 正向二倍 ETF 價格 月累積 報酬率 (CRD_n)	台灣 50 反向一倍 ETF 淨值 月累積 報酬率 (CRI_n)	台灣 50 反向一倍 ETF 價格 月累積 報酬率 (CRI_n)
平均數	0.5115%	1.5372%	-0.7763%	2.2664%	2.2673%	-1.2307%	-1.2550%
中間值	0.1672%	1.7440%	-1.0352%	2.7427%	2.6252%	-1.7568%	-1.6512%
標準差	4.6387%	9.9252%	4.8017%	9.4602%	9.5035%	4.4247%	4.4019%
最小值	-13.8774%	-27.3498%	-15.7894%	-27.8143%	-28.1845%	-13.6249%	-14.0821%
最大值	17.8514%	37.9013%	14.7413%	32.0311%	32.6836%	12.9155%	13.4030%
峰度	3.5475	2.4310	2.3704	2.0254	2.1046	1.9795	2.0037
偏態	0.2533	0.2572	0.3890	0.0736	0.0842	0.4089	0.3310
樣本數	108	108	108	108	108	108	108

接著，觀察與分析追蹤誤差實證結果，依據表 5 中所顯示的統計結果數據也可引伸出三項結論，其一為使用 ETF 價格所計算出的平均總追蹤誤差雖略高於使用淨值，但也差異微小，其二為與前述結果一致，台灣 50 正向二倍 ETF 出現相對有利之追蹤誤差，以淨值為例，平均總追蹤誤差為 1.2434%，意即可說台灣 50 正向二倍 ETF 之平均月累積報酬率中有約 54.86%是由追蹤誤差貢獻，而台灣 50 反向一倍 ETF 出現相對不利之追蹤誤差，平均總追蹤誤差為-0.7192%，意即可說台灣 50 反向一倍之 ETF 平均月累積報酬率中有約 58.44%是因追蹤誤差造成。最後，同樣從長期平均角度觀察，台灣 50 正向二倍 ETF 之追蹤誤差生成結構中複利效果追蹤誤差約占 42%，而非複利效果追蹤誤差約占 58%。另一方面，台灣 50 反向一倍 ETF 之追蹤誤差生成結構中複利效果追蹤誤差約占 36%，而非複利效果追蹤誤差約占 64%，兩種槓桿型 ETF 之總追蹤誤差中非複利效果追蹤誤差占比均較高，其中又以台灣 50 反向一倍 ETF 尤為明顯。

再從追蹤誤差絕對值觀點分析，當僅考慮追蹤誤差值大小幅度而不考慮正負方向下，依據表 6 中所顯示的統計結果數據有兩項不同結果，其一為台灣 50 正向二倍 ETF 使用淨值所得之平均總追蹤誤差略高於使用價格，其二為由於同一期中複利效果與非複利效果追蹤誤差的正負方向可能相反，而使得該期中複利效果與非複利效果追蹤誤差絕對值之和高於總追蹤誤差絕對值，所以本研究僅以複利效果與非複利效果追蹤誤差絕對值進行相對比例分析。其中，台灣 50 正向二倍 ETF 之複利效果追蹤誤差稍高於非複利效果追蹤誤差，各約占 53%及 47%，而台灣 50 反向一倍 ETF 則複利效果追蹤誤差與非複利效果追蹤誤差近乎各占一半比例。

表 5 追蹤誤差之敘述統計分析實證結果

台灣 50 正向二倍 ETF						
	依據淨值			依據價格		
	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差
平均數	1.2434%	0.5142%	0.7250%	1.2444%	0.5142%	0.7301%
中間值	0.7715%	-0.0715%	0.4778%	0.7954%	-0.0715%	0.6334%
標準差	4.5097%	3.9083%	2.5569%	4.5742%	3.9083%	2.5939%
最小值	-17.0444%	-15.6134%	-6.2193%	-18.2039%	-15.6134%	-6.0087%
最大值	14.9450%	11.6020%	8.7160%	15.8680%	11.6020%	8.9004%
峰度	2.4972599	4.3504425	1.208908	3.1729263	4.3504425	1.483703
偏態	-0.349224	-0.170183	0.29697	-0.3790156	-0.170183	0.515344
樣本數	108	108	108	108	108	108
台灣 50 反向一倍 ETF						
	依據淨值			依據價格		
	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差
平均數	-0.7192%	-0.2648%	-0.4522%	-0.7411%	-0.2648%	-0.4763%
中間值	-0.8643%	-0.1223%	-0.3308%	-0.7695%	-0.1223%	-0.3504%
標準差	2.2995%	1.9405%	1.4118%	2.4001%	1.9405%	1.5273%
最小值	-7.3278%	-5.7843%	-4.5781%	-7.8644%	-5.7843%	-6.2112%
最大值	8.6905%	7.1339%	3.2556%	10.2312%	7.1339%	3.1071%
峰度	2.618705	3.542864	0.74909	4.0282347	3.542864	1.9978
偏態	0.694041	0.103461	-0.38974	0.8760942	0.103461	-0.6991
樣本數	108	108	108	108	108	108

表 6 追蹤誤差絕對值之敘述統計分析實證結果

台灣 50 正向二倍 ETF						
	依據淨值			依據價格		
	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差
平均數	3.3940%	2.1179%	1.9188%	3.3735%	2.1179%	1.9370%
中間值	2.4748%	0.3499%	1.3371%	2.5930%	0.3499%	1.2314%
標準差	3.2048%	3.3188%	1.8310%	3.3164%	3.3188%	1.8653%
最小值	0.0595%	0.0056%	0.0084%	0.0431%	0.0056%	0.0306%
最大值	17.0444%	15.6134%	8.7160%	18.2039%	15.6134%	8.9004%
峰度	3.4367453	3.3115863	1.876308	4.3409414	3.3115863	2.834319
偏態	1.6499331	1.9534347	1.473526	1.8193158	1.9534347	1.6795
樣本數	108	108	108	108	108	108
台灣 50 反向一倍 ETF						
	依據淨值			依據價格		
	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差
平均數	1.8124%	1.1351%	1.1132%	1.8467%	1.1351%	1.1618%
中間值	1.2473%	0.3110%	0.8267%	1.2985%	0.3110%	0.8500%
標準差	1.5794%	1.5925%	0.9739%	1.6950%	1.5925%	1.0951%
最小值	0.0148%	0.0126%	0.0019%	0.0613%	0.0126%	0.0222%
最大值	8.6905%	7.1339%	4.5781%	10.2312%	7.1339%	6.2112%
峰度	3.470141	2.739251	2.084569	5.6579368	2.739251	4.924304
偏態	1.606658	1.832267	1.445398	1.9402467	1.832267	1.935612
樣本數	108	108	108	108	108	108

因為本研究之實證期間中涵蓋了於2019年年底爆發之COVID疫情，因此，為了特別觀察引起金融市場激烈動盪的COVID疫情期間（主要影響期間大略為2020年到2022年）對於槓桿型ETF之追蹤誤差的影響程度是否有所差異，所以將本研究之實證期間劃分成2015年至2019年與2023年共六年期間，以及2020年到2022年共三年期間兩部分，並以追蹤誤差絕對值做為比較基準進行差異分析，同時，由於價格與淨值所得結果相近，故僅呈現依據價格計算結果。此一實證研究相關之統計分析結果摘述於表7中，從表7中可觀察到兩種槓桿型ETF疫情期間之總追蹤誤差都低於非疫情期間，此一情況可能與疫情期間中盤勢經常處於上下起伏變動有關。此外，台灣50正向二倍ETF及台灣50反向一倍ETF之疫情期間及其他非疫情期間的複利效果追蹤誤差與非複利效果追蹤誤差各分別約占15%與85%及65%與35%，以及23%與77%及61%與39%，兩者都呈現出疫情期間非複利效果追蹤誤差影響程度明顯較大，而非疫情期間則複利效果追蹤誤差影響程度明顯較大的差異結果。本研究嘗試從標的指數波動度角度探究其差異原因，COVID疫情期間之平均月內指數波動度1.2836%，顯然高於而非疫情期間之平均月內指數波動度0.9071%，波動度增高或許即導致非複利效果追蹤誤差隨之增大，也可能尚存在其他未來值得進一步探討之原因。

二、追蹤誤差之關鍵影響因素分析

本節之研究目標為檢視影響槓桿型ETF追蹤誤差之關鍵因素，以及影響方向與影響程度，本研究利用前述之各項迴歸分析模型執行實證研究，表8與表9中分別顯示台灣50正向二倍ETF與台灣50反向一倍ETF的迴歸分析結果。從表8與表9中所呈現之迴歸結果數據可清楚觀察到相當分歧情況，先就台灣50正向二倍ETF來看，依據淨值與依據價格所得結果相當一致，台灣50指數月價格波動度及台灣50指數月內日平均報酬率對於總追蹤誤差、複利效果追蹤誤差及非複利效果追蹤誤差都呈現負向影響（意謂當其值變大時對於累積報酬率為相對不利影響）。

然而兩者影響不同的是，由迴歸係數值來看，台灣50指數月價格波動度對於總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差存在極其顯著負向影響，當月價格波動度升高1%時，將使得總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差各約分別減少2.7%及2.3%，但對於非複利效果追蹤誤差則存在不顯著負向影響。另一方面，月內日平均報酬率則對於總追蹤誤差及非複利效果追蹤誤差分別存在顯著與極其顯著負向影響，當月內日平均報酬率升高1%時，將使得總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差各約分別減少3.7%及3%，但對於複利效果追蹤誤差則存在不顯著負向影響。

表 7 COVID-19 疫情期間與非疫情期間追蹤誤差之差異分析結果

台灣 50 正向二倍 ETF						
	COVID-19 疫情期間			其他非疫情期間		
	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差
平均數	2.7122%	0.4710%	2.7022%	3.7349%	2.9414%	1.5271%
中間值	2.3728%	0.2531%	2.2728%	2.7095%	0.7658%	1.0434%
標準差	2.0524%	0.5047%	2.0368%	3.6123%	3.7961%	1.5939%
最小值	0.0595%	0.0056%	0.0092%	0.0737%	0.0103%	0.0084%
最大值	7.4906%	2.1985%	7.2004%	17.0444%	15.6134%	8.7160%
峰度	0.078956	3.434992	-0.60652	2.342461	1.0803873	6.457409
偏態	0.790267	1.921981	0.609094	1.4876764	1.3579912	2.280725
樣本數	36	36	36	72	72	72
台灣 50 反向一倍 ETF						
	COVID-19 疫情期間			其他非疫情期間		
	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差	總追蹤誤差	複利效果 追蹤誤差	非複利效果 追蹤誤差
平均數	1.5404%	0.4356%	1.4760%	1.9483%	1.4848%	0.9319%
中間值	1.1300%	0.2235%	1.2465%	1.4215%	0.4461%	0.7179%
標準差	1.1323%	0.4769%	1.0690%	1.7524%	1.8269%	0.8752%
最小值	0.1527%	0.0177%	0.1125%	0.0148%	0.0126%	0.0019%
最大值	4.3050%	2.0620%	4.2634%	8.6905%	7.1339%	4.5781%
峰度	0.083124	3.8131	-0.15913	2.816052	0.759032	5.648756
偏態	0.929812	2.043202	0.707162	1.529941	1.299812	2.083978
樣本數	36	36	36	72	72	72

表 8 台灣 50 正向二倍 ETF 之迴歸分析實證結果

自變數	因變數	截距項	迴歸係數	解釋力 (R^2)	
台灣 50 指數 月價格波動度	複利效果追蹤誤差	0.029258 (0.003227***)	-2.33542 (0.008499***)	0.252056	
	淨值	總追蹤誤差	0.040372 (0.000477***)	-2.70558 (0.008229***)	0.253068
		非複利效果追蹤誤差	0.010988 (0.096455*)	-0.36191 (0.539351)	0.059704
	價格	總追蹤誤差	0.041117 (0.000449***)	-2.77689 (0.007473***)	0.256076
		非複利效果追蹤誤差	0.01186 (0.076969*)	-0.44147 (0.460309)	0.07179
	台灣 50 指數 月內日平均報酬率	複利效果追蹤誤差	0.005352 (0.162005)	-0.73891 (0.637399)	0.045864
淨值		總追蹤誤差	0.013495 (0.002199***)	-3.74582 (0.03651**)	0.201502
		非複利效果追蹤誤差	0.008106 (0.000952***)	-3.02051 (0.00264***)	0.286573
價格		總追蹤誤差	0.013489 (0.002562***)	-3.69027 (0.042363**)	0.195715
		非複利效果追蹤誤差	0.008138 (0.001109***)	-2.95136 (0.003834***)	0.276023

註：括號內數字為 p-value 值，數字後符號*、**、***分別表示在 90%、95%、99%顯著水準下呈現顯著結果。

表 9 台灣 50 反向一倍 ETF 之迴歸分析實證結果

自變數	因變數	截距項	迴歸係數	解釋力 (R^2)	
台灣 50 指數 月價格波動度	複利效果追蹤誤差	-0.01411 (0.004301***)	1.109526 (0.011921**)	0.241178	
	淨值	總追蹤誤差	-0.01897 (0.001378***)	1.140221 (0.029821**)	0.209161
		非複利效果追蹤誤差	-0.00479 (0.188764)	0.026277 (0.935724)	0.007851
	價格	總追蹤誤差	-0.02057 (0.000872***)	1.274484 (0.019789**)	0.223986
		非複利效果追蹤誤差	-0.00647 (0.101655)	0.164958 (0.639647)	0.045559
	台灣 50 指數 月內日平均報酬率	複利效果追蹤誤差	-0.0029 (0.126093)	0.870812 (0.262073)	0.108863
淨值		總追蹤誤差	-0.00806 (0.00024***)	3.052319 (0.000677***)	0.322015
		非複利效果追蹤誤差	-0.00514 (0.000102***)	2.188794 (6.03E-05***)	0.376118
價格		總追蹤誤差	-0.0083 (0.000297***)	3.122689 (0.000877***)	0.315624
		非複利效果追蹤誤差	-0.0054 (0.000175***)	2.251878 (0.000144***)	0.357682

註：括號內數字為 p-value 值，數字後符號*、**、***分別表示在 90%、95%、99%顯著水準下呈現顯著結果。

接著，觀察與檢視台灣50反向一倍ETF迴歸結果，同樣依據淨值與依據價格所得結果也相當一致，但顯然不同的是，台灣50指數月價格波動度及台灣50指數月內日平均報酬率對於總追蹤誤差、複利效果追蹤誤差及非複利效果追蹤誤差都呈現正向影響（意謂當其值變大時對於累積報酬率為相對有利影響），不過兩者影響情況卻與台灣50正向二倍ETF相同，由迴歸係數值來看，台灣50指數月價格波動度對於總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差存在顯著正向影響，當月價格波動度升高1%時，將使得總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差各約分別提高1.2%及1.1%，但同樣對於非複利效果追蹤誤差則存在不顯著正向影響。另一方面，月內日平均報酬率則對於總追蹤誤差及非複利效果追蹤誤差都存在極其顯著正向影響，當月內日平均報酬率升高1%時，將使得總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差各約分別提高3.1%及2.2%，但同樣對於複利效果追蹤誤差則存在不顯著正向影響。

伍、結論與建議

指數股票型基金（ETF）如今在全球主要集中市場都成為交投熱絡的金融商品，近年來隨著金融創新活動的蓬勃發展與持續推進，目前除了原型 ETF 商品之外，槓桿型與反向型 ETF 商品亦在全球各交易所紛紛推出，藉以滿足投資人多元投資需求，而且不論基於投機、避險或套利等不同交易動機都可藉由持有槓桿型與反向型 ETF 部位來達成既定之交易目的。然而，一般投資人往往忽略一項重要的真實性質，由於受到 ETF 所標示倍數報酬的直觀印象，從而誤認為在持有期間中槓桿型 ETF 將提供與其標的資產一致的既定倍數報酬，由於諸多內生與外在因素交雜作用之下，極可能導致實際報酬績效偏離預定之倍數報酬目標而產生追蹤誤差，包括內生固有之複利效果追蹤誤差以及外在投資人交易行為及交易與管理成本等因素產生之非複利效果追蹤誤差，因此，本研究即將研究焦點設定在深入探討與解析槓桿型 ETF 之追蹤誤差生成來源結構。除了提出槓桿型 ETF 累積報酬率追蹤誤差之理論生成結構之外，本研究選取台灣證券市場中最具代表性的台灣 50 正向二倍與反向一倍 ETF 作為實證研究對象，並且進行長達 9 年期間之實證研究。

彙整實證結果可明確總結出四項實證發現，其一為長期來看，台灣 50 正向二倍 ETF 存在相對有利之追蹤誤差，而台灣 50 反向一倍 ETF 存在相對不利之追蹤誤差。其二為從總追蹤誤差之生成結構觀察，複利效果產生之追蹤誤差約佔 40%，而非複利效果產生之追蹤誤差約佔 60%。其三為台灣 50 指數月價格波動度對於台灣 50 正向二倍 ETF 之總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差存在顯著負向影響，對於台灣 50 反向一倍 ETF 之總追蹤誤差及複利效果追蹤誤差則存在顯著正向影響，台灣 50 指數月內日平均報酬率對於台灣 50 正向二倍 ETF 之總追蹤誤差及非複利效果追蹤誤差存在顯著負向影響，對於台灣 50 反向一倍 ETF 之總追蹤誤差及非複利效果追蹤誤差則存在顯著正向影響。最後為當台灣 50 指數月價格波動度或台灣 50 指數月內日平均報酬率增大時，都會導致台灣 50 正向二倍 ETF 之追蹤誤差減小，亦即也對其月累積報酬率造成相對不利影響，然而不同的是，都會導致台灣 50 反向一倍 ETF 之追蹤誤差增大，亦即也對其月累積報酬率造成相對有利影響。

綜言之，本研究之研究構想與研究成果不但對於槓桿型 ETF 之相關研究領域具有學術參考意義，更重要的是在實務應用方面所提供之實用參考價值，特別是實證研究發現事項應可提供槓桿型 ETF 之發行與管理機構（如投信公司等）或一般投資人重要且實用的實務應用參考價值。槓桿型 ETF 發行機構可參據本研究成果，思考每日再平衡操作機制之修正與改善方法用以減輕追蹤誤差從而提升追蹤績效，例如當連日內報酬複利效果增大或標的指數波動度提高時，即應衡酌變化情況適度增減調整由平時每日再平衡操作機制所估得之期貨部位數量藉以降低追蹤誤差，如此應能提升投資人對於槓桿型 ETF 商品之信賴度與好感度。另一方面，槓桿型 ETF 投資人也可參考實證結果以決定其對於槓桿型 ETF 之交易決策與適宜持有期間。

參考文獻

一、中文部分

1. 林昱廷(2015)，ETF 發展新紀元：槓桿型及反向型 ETF 與期貨 ETF，會計研究月刊，356，52-55。
Lin, Y. T. (2015). A new era of ETF development: Leveraged and inverse ETFs and futures ETFs. Accounting Research Monthly, 356, 52-55.
2. 洪世昌、鍾惠民、邱敬賢、童宥舜(2023)，投資人恐慌情緒與槓桿型 ETF 報酬背離現象之研究：台灣證券市場為例，期貨與選擇權學刊，16(1)，43-91。
Hung, S. C., Chung, H., Chiu, J., & Tong, Y. S. (2023). Investor fear sentiment and the return deviation of leveraged exchange-traded funds: Evidence from Taiwan stock market. Journal of Futures and Options, 16(1), 43-91.
3. 李存修、尤亭歡(2015)，臺灣、香港、中國大陸三地 ETF 追蹤誤差之研究，兩岸金融季刊，3(1)，1-22。
Lee, T. S., & Yu, T. H. (2015). An investigation of ETF tracking errors in Taiwan, Hong Kong and Mainland China. Cross-Sreait Banking and Finance, 3(1), 1-22.
4. 李存修、林澄馨(2017)，槓、反 ETF 追蹤誤差與影響因素分析－臺、日、韓之比較，期貨與選擇權學刊，10(2)，51-87。
Lee, T. S., & Lin, C. C. (2017). The factors affecting tracking errors of leveraged and inverse ETFs in Taiwan, Japan and Korea. Journal of Futures and Options, 10(2), 51-87.

5. 李存修、徐慧釗(2018)，槓桿型與反向型 ETF 是否影響其標竿指數之期貨市場？SGX 之 A50 股指期貨之實證，期貨與選擇權學刊，11(2)，1-39。
Lee, T. S., & Hsu, H. C. (2018). Do leveraged and inverse ETFs bring about macro effects on the futures market of the ETFs' underlying indices? An empirical analysis of A50 index futures of SGX. Journal of Futures and Options, 11(2), 1-39.
6. 張森林、徐宇薇(2017)，槓桿型與反向型 ETF 追蹤績效分析與模擬，期貨與選擇權學刊，10(3)，85-165。
Chang, S. L., & Hsu, Y. W. (2017). An investigation of short- and long-term tracking performance and portfolio simulation of leveraged and inverse ETFs. Journal of Futures and Options, 10(3), 85-165.
7. 陳其財(2014)，開放投信事業募集槓桿型及反向型 ETF，證券暨期貨月刊，32(12)，5-12。
Chen, Q. C. (2014). Open investment trust business to raise leveraged and inverse ETFs. Securities and Futures Monthly, 32(12), 5-12.
8. 蘇亭丰(2016)，槓桿型與反向型 ETF 長短期追蹤績效之研究，期貨與選擇權學刊，9(1)，61-101。
Su, T. F. (2016). An investigation of short- and long-term tracking performance of leveraged and inverse ETFs. Journal of Futures and Options, 9(1), 61-101.

二、英文部分

1. Avellaneda, M., & Zhang, S. (2010). Path-dependence of leveraged ETF returns. SIAM Journal on Financial Mathematics, 1(1), 586-603.
2. Bai, Q., Bond, S. A., & Hatch, B. (2015). The impact of leveraged and inverse ETFs on underlying stock returns. Real Estate Economics, 43(1), 37-66.
3. Bansal, V. K. (2015). Impact of volatility on leveraged ETFs. Journal of Business and Behavioral Sciences, 27(1), 86.
4. Bansal, V. K., & Marshall, J. F. (2015). A tracking error approach to leveraged ETFs: Are they really that bad? Global Finance Journal, 26, 47-63.
5. Charupat, N., & Miu, P. (2011). The pricing and performance of leveraged exchange-traded funds. Journal of Banking & Finance, 35(4), 966-977.

6. Charupat, N., Ma, Z., & Miu, P. (2023). Understanding leveraged ETFs' compounding effect. Managerial Finance, 49(1), 163-186.
7. Cheng, M., & Madhavan, A. (2009). The dynamics of leveraged and inverse exchange-traded funds. Journal of Investment Management, 7(4), 43-62.
8. Dai, M., Kou, S., Soner, H. M., & Yang, C. (2023). Leveraged exchange-traded funds with market closure and frictions. Management Science, 69(4), 2517-2535.
9. Guasoni, P., & Mayerhofer, E. (2023). Leveraged funds: Robust replication and performance evaluation. Quantitative Finance, 23(7-8), 1155-1176.
10. Jarrow, R. A. (2010). Understanding the risk of leveraged ETFs. Finance Research Letters, 7(3), 135-139.
11. Loviscek, A., Tang, H., & Xu, X. E. (2014). Do leveraged exchange-traded products deliver their stated multiples? Journal of Banking & Finance, 43(6), 29-47.
12. Rompotis, G. (2016). Return and volatility of emerging markets leveraged ETFs. Journal of Asset Management, 17(3), 165-194.
13. Tang, H., & Xu, X. E. (2013). Solving the return deviation conundrum of leveraged exchange-traded funds. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 48(1), 309-342.
14. Trainor Jr., W. J. (2010). Do leveraged ETFs increase volatility? Technology and Investment, 1(3), 215-220.
15. Trainor Jr., W. J., & Baryla, E. A. (2008). Leveraged ETFs: A risky double that doesn't multiply by two. Journal of Financial Planning, 21(5), 48-55.
16. Yao, N. (2018). Optimal leverage ratio estimate of various models for leveraged ETFs to exceed a target: Probability estimates of large deviations. International Journal of Financial Engineering, 5(2), 1850016.

113 年 03 月 05 日收稿

113 年 04 月 24 日初審

113 年 05 月 31 日複審

113 年 06 月 13 日接受

附錄一 基本變量之實證結果數據

附表 1-1 台灣 50 指數

2015-2017			2018-2020			2021-2023		
月累積報酬率	月內日平均報酬率	月價格波動度	月累積報酬率	月內日平均報酬率	月價格波動度	月累積報酬率	月內日平均報酬率	月價格波動度
-0.9434%	-0.0499%	1.1516%	0.2793%	0.0133%	0.7939%	5.4049%	0.2774%	1.5915%
-1.2534%	-0.0970%	0.7837%	-2.7632%	-0.2153%	1.8638%	3.7147%	0.2810%	2.0751%
0.7275%	0.0330%	0.8026%	0.4762%	0.0207%	0.9186%	1.2855%	0.0581%	1.1401%
-0.7235%	-0.0363%	1.0896%	-3.2870%	-0.1855%	0.9713%	4.6077%	0.2374%	0.7909%
-0.2480%	-0.0124%	0.6370%	1.0941%	0.0495%	0.8152%	-2.0746%	-0.0998%	1.9626%
0.9427%	0.0447%	0.9993%	-0.3326%	-0.0167%	1.1123%	0.9130%	0.0433%	0.8480%
0.4050%	0.0184%	1.0160%	4.2842%	0.1909%	0.6873%	-2.7691%	-0.1276%	0.8423%
2.4847%	0.1169%	1.8842%	1.0938%	0.0473%	0.8976%	3.5169%	0.1572%	1.1015%
0.8307%	0.0414%	1.5348%	0.0431%	0.8215%	0.6952%	-4.0481%	-0.2064%	0.9538%
-0.3211%	-0.0153%	0.8176%	-10.3855%	-0.4972%	1.9756%	-0.0898%	-0.0045%	1.0852%
-0.8949%	-0.0428%	1.2193%	-2.0686%	-0.0950%	0.6706%	1.7480%	0.0788%	0.6838%
0.8430%	0.0365%	0.9873%	-1.2557%	-0.0602%	1.2830%	4.9679%	0.2206%	0.6801%
0.7027%	0.0350%	1.2226%	3.5894%	0.1765%	1.0247%	-1.8112%	-0.1075%	1.0767%
0.3293%	0.0253%	0.8693%	4.8232%	0.3630%	0.6028%	-1.9017%	-0.1279%	1.1888%
0.1952%	0.0085%	0.6672%	2.1932%	0.1085%	0.8008%	-0.1857%	-0.0081%	1.4793%
-1.2618%	-0.0668%	0.9797%	4.1625%	0.2041%	0.4688%	-7.0278%	-0.3828%	1.2052%
0.0634%	0.0030%	0.9857%	-5.3296%	-0.2486%	0.9366%	1.8041%	0.0852%	1.5031%
1.1871%	0.0562%	1.0741%	2.1570%	0.1124%	0.9418%	-13.2281%	-0.6734%	1.3127%
-1.4744%	-0.0742%	0.9222%	-1.3355%	-0.0584%	0.9996%	2.5058%	0.1179%	1.7429%
-0.5308%	-0.0231%	0.6729%	1.1029%	0.0522%	1.0358%	-0.6232%	-0.0272%	1.1704%
-1.4083%	-0.0746%	1.2872%	2.7058%	0.1336%	0.5598%	-12.7151%	-0.6455%	1.2417%
-0.2583%	-0.0129%	0.5153%	6.2596%	0.2895%	0.7887%	-3.8292%	-0.1950%	1.9986%
0.3824%	0.0174%	1.1499%	1.8396%	0.0868%	0.8239%	17.8514%	0.7494%	1.7329%
1.0403%	0.0471%	0.7276%	5.3791%	0.2384%	0.8305%	-6.3687%	-0.2987%	1.0672%
0.1428%	0.0095%	0.5898%	-5.1043%	-0.3735%	1.7056%	9.5510%	0.7631%	1.9531%
-0.1826%	-0.0102%	0.4298%	-0.9351%	-0.0494%	0.9936%	-0.2003%	-0.0111%	1.1407%
-0.5516%	-0.0240%	0.6151%	-13.8774%	-0.6768%	3.0704%	2.7739%	0.1190%	0.9411%
0.1917%	0.0106%	0.7257%	11.8201%	0.5602%	1.4624%	-3.4701%	-0.2075%	0.6667%
-1.0303%	-0.0518%	0.5120%	-1.9336%	-0.0976%	1.1113%	7.2842%	0.3201%	0.8609%
-0.4717%	-0.0206%	0.6857%	6.6054%	0.3203%	0.9661%	1.2564%	0.0624%	0.8407%
0.0196%	0.0009%	0.6693%	14.7578%	0.6003%	1.2542%	0.1987%	0.0095%	0.9285%
0.0026%	0.0001%	0.6401%	-2.1785%	-0.1048%	1.3114%	-2.9558%	-0.1363%	0.8793%
0.3892%	0.0169%	0.5956%	0.7097%	0.0321%	1.0418%	-2.5155%	-0.1273%	0.8761%
0.0928%	0.0049%	0.5108%	-0.0566%	-0.0030%	0.8506%	-0.9283%	-0.0466%	0.9970%
-2.1992%	-0.1010%	0.7317%	9.5959%	0.4373%	1.0392%	8.7589%	0.3824%	0.8187%
0.9515%	0.0431%	0.7096%	8.5516%	0.3574%	0.9290%	2.9887%	0.1403%	0.4967%

附表 1-2 台灣 50 正向二倍 ETF

2015-2017		2018-2020		2021-2023	
淨值月累積 報酬率	價格月累積 報酬率	淨值月累積 報酬率	價格月累積 報酬率	淨值月累積 報酬率	價格月累積 報酬率
2.9439%	2.9481%	8.6969%	9.3582%	4.3667%	4.5773%
5.6287%	5.4545%	-5.7483%	-5.4809%	11.8771%	10.4016%
-2.1487%	-2.2414%	2.1978%	1.6958%	6.0876%	6.6698%
5.7971%	6.2610%	-5.8065%	-5.5406%	14.1270%	14.0796%
-2.6152%	-3.0705%	3.6244%	2.9043%	-6.5226%	-6.4776%
-6.4791%	-6.6353%	1.0190%	1.6602%	8.8882%	9.0574%
-10.1641%	-10.2705%	9.7874%	9.3631%	-3.9081%	-4.3217%
-12.0751%	-13.2345%	2.0363%	1.6924%	4.6391%	4.5562%
1.8465%	4.0636%	-0.6328%	-0.3916%	-5.7965%	-5.4846%
10.0283%	10.1302%	-21.6507%	-21.6216%	0.1272%	0.1192%
-6.2822%	-7.0401%	1.8443%	2.0376%	4.2715%	4.5653%
-0.6044%	-0.6633%	-3.6525%	-3.7174%	10.9800%	10.8580%
1.8065%	0.8144%	8.2759%	7.9751%	-6.3508%	-5.9365%
6.0675%	6.0589%	9.0082%	8.8146%	-0.5233%	-1.0156%
9.7140%	10.1197%	4.3127%	4.2737%	-0.0950%	0.3664%
-9.3458%	-8.8933%	7.8154%	8.1704%	-11.8335%	-12.0117%
4.8833%	4.3926%	-9.8961%	-9.6335%	1.2360%	1.2033%
5.2250%	5.3506%	6.6172%	6.1935%	-19.3953%	-19.3522%
11.9961%	12.9191%	5.8460%	5.5484%	6.4044%	5.9481%
2.8973%	2.4891%	-2.5791%	-2.2983%	0.8598%	1.3916%
4.0956%	4.3034%	5.7692%	5.5556%	-21.3792%	-21.2494%
4.5492%	4.0441%	11.3105%	11.6169%	-7.1687%	-7.5120%
-1.8032%	-2.2379%	2.5880%	2.7613%	32.0311%	32.6836%
0.2395%	0.4418%	10.4632%	10.6862%	-8.7585%	-9.1087%
3.4086%	3.9505%	-10.4576%	-10.1654%	15.7643%	16.2148%
5.5960%	5.7198%	-3.1814%	-3.2945%	2.9220%	2.3330%
1.4519%	1.6340%	-27.8143%	-28.1845%	4.7139%	5.0514%
1.8605%	1.3576%	31.1307%	31.6735%	-3.8452%	-3.9574%
4.5311%	4.8290%	-0.3807%	-0.0448%	13.1406%	13.6464%
9.5094%	9.3141%	13.9613%	13.7229%	5.6426%	5.4581%
4.2037%	4.2756%	26.0209%	25.8858%	3.9688%	3.4011%
3.7986%	3.7168%	-0.7201%	-1.1728%	-5.5726%	-5.3629%
-3.9149%	-3.4983%	-0.4415%	0.1582%	-3.4306%	-3.4379%
9.3003%	8.9891%	-0.2217%	0.3160%	-4.7183%	-4.6948%
-6.0778%	-5.3272%	22.6825%	21.7323%	17.7384%	17.8161%
0.8053%	-0.1143%	16.2375%	16.4295%	5.5451%	5.3659%

附表 1-3 台灣 50 反向一倍 ETF

2015-2017		2018-2020		2021-2023	
淨值月累積 報酬率	價格月累積 報酬率	淨值月累積 報酬率	價格月累積 報酬率	淨值月累積 報酬率	價格月累積 報酬率
-1.6728%	-1.5690%	-3.7376%	-3.9604%	-2.3188%	-2.4673%
-2.5518%	-2.5505%	2.1395%	2.1412%	-6.2315%	-5.6548%
0.7092%	0.7634%	-1.7067%	-1.7081%	-3.4810%	-3.7855%
-3.0878%	-3.2468%	2.2889%	2.2907%	-6.8852%	-6.7213%
1.5651%	1.5660%	-2.2377%	-2.0849%	1.7606%	1.5817%
3.5773%	3.9097%	-0.7103%	-0.9464%	-4.6713%	-4.8443%
5.3135%	5.3524%	-4.2130%	-3.9809%	1.6334%	2.0000%
6.2059%	7.7465%	-0.8299%	-0.8292%	-2.6786%	-2.6738%
-2.7553%	-4.3884%	0.4184%	0.3344%	2.5688%	2.1978%
-5.3249%	-5.3711%	11.1667%	11.2500%	-0.7156%	-0.3584%
2.8380%	2.9412%	-1.5742%	-1.6479%	-2.3423%	-2.5180%
-0.2007%	-0.2005%	1.3709%	0.5331%	-5.3506%	-5.9041%
-1.8164%	-1.6708%	-4.2963%	-4.2963%	2.9354%	3.1311%
-3.1000%	-2.7486%	-4.4118%	-4.4118%	-0.1901%	-0.1898%
-4.1796%	-4.5221%	-2.3482%	-2.3482%	-0.9524%	-0.9506%
4.3080%	3.9290%	-3.3997%	-3.4826%	5.9615%	5.7582%
-2.9943%	-2.5375%	4.4635%	4.5533%	-1.2704%	-1.0889%
-2.7142%	-2.7099%	-3.3689%	-3.2046%	10.4779%	0.0000%
-5.8534%	-6.3900%	-2.8912%	-2.8862%	-3.6606%	6.6055%
-1.6851%	-1.4002%	0.8757%	0.8741%	-1.2090%	-1.5491%
-2.3641%	-2.4260%	-2.6910%	-2.7730%	11.7133%	11.5385%
-2.0581%	-1.8799%	-4.9955%	-5.0802%	2.8169%	2.9781%
0.0618%	0.1236%	-1.3146%	-1.1268%	-13.5464%	-13.5464%
-0.6177%	-0.5556%	-4.7574%	-5.1282%	4.2254%	4.0493%
-1.8069%	-2.0522%	4.8387%	4.7331%	-7.3129%	-7.4830%
-3.4898%	-3.4921%	1.2500%	1.1538%	-1.8349%	-1.6544%
-0.8547%	-0.9868%	12.9155%	13.4030%	-2.6168%	-2.4299%
-0.5968%	-0.3987%	-13.6249%	-14.0821%	1.7274%	1.7241%
-2.0013%	-2.0013%	-0.5842%	-0.4878%	-6.2264%	-6.4030%
-4.0844%	-4.2206%	-6.7581%	-6.6667%	-2.8169%	-3.0181%
-2.2711%	-2.0611%	-10.6092%	-10.6092%	-2.2774%	-1.8672%
-2.3965%	-2.5399%	-0.8226%	-0.7051%	2.5424%	2.1142%
1.3393%	1.2658%	0.1185%	-0.1183%	1.6529%	2.0704%
-4.0382%	-3.9706%	-0.2367%	-0.4739%	2.0325%	1.8256%
1.8363%	1.6845%	-10.2017%	-9.8810%	-7.9681%	-7.7689%
-0.8264%	-0.6777%	-7.5297%	-8.0581%	-2.8139%	-3.2397%

附錄二 複利效果產生之追蹤誤差估計結果

附表 2-1 台灣 50 正向二倍 ETF

2015-2017			2018-2020			2021-2023		
每日調整 月累積 報酬率	2 倍 月累積 報酬率	追蹤誤差	每日調整 月累積 報酬率	2 倍 月累積 報酬率	追蹤誤差	每日調整 月累積報 酬率	2 倍 月累積 報酬率	追蹤誤差
2.8034%	-1.8868%	4.6903%	9.7285%	0.5585%	9.1699%	10.5860%	10.8098%	-0.2238%
6.8683%	-2.5067%	9.3750%	-5.8682%	-5.5263%	-0.3419%	7.0064%	7.4295%	-0.4231%
-2.4442%	1.4549%	-3.8991%	0.7678%	0.9524%	-0.1846%	2.3050%	2.5709%	-0.2659%
5.1957%	-1.4470%	6.6427%	-6.6255%	-6.5739%	-0.0516%	9.2942%	9.2153%	0.0789%
0.2900%	-0.4960%	0.7861%	2.0569%	2.1882%	-0.1313%	-4.8399%	-4.1491%	-0.6908%
-6.2828%	1.8854%	-8.1683%	-0.8984%	-0.6651%	-0.2332%	1.6877%	1.8261%	-0.1383%
-11.4690%	0.8101%	-12.2791%	8.6370%	8.5684%	0.0685%	-5.6061%	-5.5381%	-0.0680%
-10.6440%	4.9693%	-15.6134%	2.0162%	2.1875%	-0.1713%	6.8795%	7.0338%	-0.1543%
-4.8368%	1.6613%	-6.4982%	-0.0001%	0.0861%	-0.0862%	-8.1018%	-8.0961%	-0.0056%
7.5777%	-0.6422%	8.2199%	-20.4320%	-20.7710%	0.3389%	-0.3968%	-0.1795%	-0.2173%
-5.3793%	-1.7897%	-3.5896%	-4.1874%	-4.1372%	-0.0502%	3.4237%	3.4959%	-0.0722%
-0.4341%	1.6860%	-2.1201%	-2.8163%	-2.5115%	-0.3049%	10.0652%	9.9359%	0.1293%
0.6025%	1.4054%	-0.8029%	7.0901%	7.1789%	-0.0888%	-3.7702%	-3.6224%	-0.1478%
6.4626%	0.6586%	5.8041%	9.8136%	9.6465%	0.1671%	-3.9635%	-3.8035%	-0.1600%
11.3679%	0.3903%	10.9776%	4.3043%	4.3865%	-0.0822%	-0.8482%	-0.3714%	-0.4768%
-9.8291%	-2.5235%	-7.3055%	8.4444%	8.3251%	0.1193%	-13.8152%	-14.0555%	0.2403%
5.3280%	0.1268%	5.2012%	-10.5549%	-10.6592%	0.1043%	3.1701%	3.6082%	-0.4381%
3.8358%	2.3741%	1.4617%	4.1952%	4.3140%	-0.1189%	-25.0435%	-26.4561%	1.4126%
8.6531%	-2.9489%	11.6020%	-2.8700%	-2.6710%	-0.1990%	4.4324%	5.0116%	-0.5791%
1.8420%	-1.0616%	2.9036%	1.9977%	2.2057%	-0.2080%	-1.5396%	-1.2464%	-0.2933%
2.3427%	-2.8166%	5.1593%	5.4219%	5.4116%	0.0103%	-24.1219%	-25.4301%	1.3082%
4.9870%	-0.5165%	5.5036%	12.7533%	12.5192%	0.2340%	-8.2431%	-7.6583%	-0.5848%
-2.4536%	0.7648%	-3.2184%	3.5717%	3.6793%	-0.1076%	37.9013%	35.7028%	2.1985%
-0.2182%	2.0806%	-2.2988%	10.8754%	10.7582%	0.1172%	-12.5599%	-12.7375%	0.1776%
3.2043%	0.2856%	2.9187%	-10.3386%	-10.2086%	-0.1301%	19.4598%	19.1021%	0.3578%
4.8817%	-0.3653%	5.2470%	-3.1906%	-1.8702%	-1.3204%	-0.6216%	-0.4006%	-0.2210%
0.9795%	-1.1031%	2.0826%	-27.3498%	-27.7548%	0.4049%	5.4174%	5.5478%	-0.1303%
3.1926%	0.3833%	2.8093%	24.4627%	23.6401%	0.8225%	-6.8933%	-6.9401%	0.0468%
4.1398%	-2.0605%	6.2004%	-4.0633%	-3.8671%	-0.1962%	14.8991%	14.5684%	0.3307%
8.9237%	-0.9434%	9.8671%	13.4242%	13.2107%	0.2134%	2.3921%	2.5128%	-0.1207%
0.8692%	0.0391%	0.8301%	31.1568%	29.5155%	1.6413%	0.2231%	0.3974%	-0.1743%
1.8002%	0.0052%	1.7950%	-4.6446%	-4.3570%	-0.2876%	-5.9825%	-5.9117%	-0.0708%
-4.9246%	0.7783%	-5.7029%	1.1921%	1.4194%	-0.2272%	-5.1102%	-5.0310%	-0.0792%
10.8538%	0.1856%	10.6682%	-0.2420%	-0.1132%	-0.1288%	-2.0348%	-1.8567%	-0.1781%
-8.1934%	-4.3983%	-3.7951%	19.8128%	19.1919%	0.6210%	18.0864%	17.5179%	0.5685%
1.1576%	1.9031%	-0.7455%	17.5797%	17.1032%	0.4765%	6.0105%	5.9774%	0.0331%

附表 2-2 台灣 50 反向一倍 ETF

2015-2017			2018-2020			2021-2023		
每日調整 月累積 報酬率	2 倍 月累積 報酬率	追蹤誤差	每日調整 月累積 報酬率	2 倍月累 積報酬率	追蹤誤差	每日調整 月累積 報酬率	2 倍 月累積 報酬率	追蹤誤差
-1.7288%	0.9434%	-2.6722%	-4.7319%	-0.2793%	-4.4526%	-5.5744%	-5.4049%	-0.1696%
-3.3863%	1.2534%	-4.6397%	2.4083%	2.7632%	-0.3549%	-4.0902%	-3.7147%	-0.3755%
1.0385%	-0.7275%	1.7660%	-0.6587%	-0.4762%	-0.1825%	-1.5392%	-1.2855%	-0.2538%
-2.8341%	0.7235%	-3.5576%	3.2269%	3.2870%	-0.0601%	-4.5228%	-4.6077%	0.0849%
-0.2605%	0.2480%	-0.5085%	-1.2208%	-1.0941%	-0.1267%	1.3330%	2.0746%	-0.7416%
2.9789%	-0.9427%	3.9216%	0.0981%	0.3326%	-0.2345%	-1.0477%	-0.9130%	-0.1346%
5.9068%	-0.4050%	6.3119%	-4.2111%	-4.2842%	0.0731%	2.6913%	2.7691%	-0.0778%
4.6493%	-2.4847%	7.1339%	-1.2577%	-1.0938%	-0.1640%	-3.6489%	-3.5169%	-0.1320%
1.8228%	-0.8307%	2.6535%	-0.1300%	-0.0431%	-0.0869%	4.0303%	4.0481%	-0.0177%
-3.7883%	0.3211%	-4.1093%	10.6214%	10.3855%	0.2359%	-0.1339%	0.0898%	-0.2237%
2.3414%	0.8949%	1.4465%	2.0140%	2.0686%	-0.0546%	-1.8158%	-1.7480%	-0.0679%
-0.1035%	-0.8430%	0.7396%	0.9382%	1.2557%	-0.3175%	-4.8357%	-4.9679%	0.1322%
-0.7233%	-0.7027%	-0.0206%	-3.6638%	-3.5894%	-0.0744%	1.6540%	1.8112%	-0.1571%
-3.2247%	-0.3293%	-2.8955%	-4.6594%	-4.8232%	0.1638%	1.7348%	1.9017%	-0.1669%
-5.3983%	-0.1952%	-5.2032%	-2.2678%	-2.1932%	-0.0745%	-0.2953%	0.1857%	-0.4810%
5.0143%	1.2618%	3.7525%	-4.0444%	-4.1625%	0.1182%	7.2493%	7.0278%	0.2215%
-2.8485%	-0.0634%	-2.7851%	5.4213%	5.3296%	0.0917%	-2.2170%	-1.8041%	-0.4129%
-2.2090%	-1.1871%	-1.0219%	-2.2702%	-2.1570%	-0.1132%	14.7413%	13.2281%	1.5133%
-4.3099%	1.4744%	-5.7843%	1.1303%	1.3355%	-0.2052%	-3.0392%	-2.5058%	-0.5334%
-1.0567%	0.5308%	-1.5875%	-1.3036%	-1.1029%	-0.2007%	0.3241%	0.6232%	-0.2990%
-1.5903%	1.4083%	-2.9986%	-2.6932%	-2.7058%	0.0126%	14.1168%	12.7151%	1.4018%
-2.4821%	0.2583%	-2.7404%	-6.0248%	-6.2596%	0.2348%	3.1885%	3.8292%	-0.6407%
0.8252%	-0.3824%	1.2077%	-1.9413%	-1.8396%	-0.1017%	-15.7894%	-17.8514%	2.0620%
-0.0571%	-1.0403%	0.9832%	-5.2541%	-5.3791%	0.1250%	6.5266%	6.3687%	0.1579%
-1.6389%	-0.1428%	-1.4961%	4.9615%	5.1043%	-0.1427%	-9.1673%	-9.5510%	0.3837%
-2.4055%	0.1826%	-2.5881%	1.3625%	0.9351%	0.4274%	-0.0207%	0.2003%	-0.2210%
-0.6105%	0.5516%	-1.1621%	13.7344%	13.8774%	-0.1430%	-2.8918%	-2.7739%	-0.1179%
-1.6927%	-0.1917%	-1.5010%	-10.9913%	-11.8201%	0.8287%	3.5137%	3.4701%	0.0437%
-2.0841%	1.0303%	-3.1144%	1.7309%	1.9336%	-0.2026%	-6.9560%	-7.2842%	0.3281%
-4.3439%	0.4717%	-4.8157%	-6.3821%	-6.6054%	0.2233%	-1.3742%	-1.2564%	-0.1178%
-0.5652%	-0.0196%	-0.5457%	-13.2349%	-14.7578%	1.5229%	-0.3703%	-0.1987%	-0.1716%
-1.0227%	-0.0026%	-1.0200%	1.8739%	2.1785%	-0.3046%	2.8747%	2.9558%	-0.0811%
2.4380%	-0.3892%	2.8271%	-0.9311%	-0.7097%	-0.2214%	2.4278%	2.5155%	-0.0877%
-5.1083%	-0.0928%	-5.0155%	-0.0736%	0.0566%	-0.1302%	0.7462%	0.9283%	-0.1821%
4.1775%	2.1992%	1.9784%	-8.9900%	-9.5959%	0.6059%	-8.2129%	-8.7589%	0.5460%
-0.7246%	-0.9515%	0.2270%	-8.0803%	-8.5516%	0.4713%	-2.9540%	-2.9887%	0.0348%

作者介紹

Author's Introduction

姓名 陳台霖
Name Chen, Tai-Lin
服務單位 靜宜大學國際企業學系助理教授
Department Assistant Professor, Department of International Business, Providence University
聯絡地址 台中市沙鹿區台灣大道 7 段 200 號
Address No.200, Sec. 7, Taiwan Blvd., Shalu Dist., Taichung City, Taiwan
E-mail talchen@pu.edu.tw
專長 資訊管理、供應鏈管理
Specialty Information Management, Supply Chain Management

姓名 黃明官
Name Huang, Ming-Guan
服務單位 實踐大學財務金融學系教授
Department Professor, Department of Finance and Banking, Shih Chien University
聯絡地址 台北市中山區大直街 70 號
Address No.70, Ta-Chih Street, Taipei 104336, Taiwan
E-mail hmg@g2.usc.edu.tw
專長 財務管理、投資學、衍生性商品
Specialty Finance Management, Investments, Derivatives