

# 延時交易對台股指數效率性的影響 - 變異數比率檢定之應用

洪瑞成 · 劉洪鈞 · 顏偉倫\*

(收稿日期：96 年 9 月 5 日；第一次修正：96 年 11 月 20 日；  
接受刊登日期：97 年 1 月 10 日)

## 摘要

本文使用 Lo and Mackinlay (1988) 的參數型變異數比率檢定、Wright (2000) 以 rank 與 sign 為基礎之非參數變異數比率檢定、Chow and Denning (1993) 之多重變異數比率檢定與 Belaire-Franch and Contreras (2004) 的以 rank 與 sign 為基礎的多重變異數比率檢定，針對延長股市交易時間的措施，進行市場效率性的分析。實證的資料涵蓋延長交易時間前後各四年。由實證結果可知，延長交易時間後，電子與加權股價指數期貨皆由拒絕弱式效率市場假說轉為接受此假說。由此可知，在延長交易時間後，股票市場的效率性的確有顯著的提升。

關鍵詞彙：變異數比率檢定，多重變異數比率檢定，弱式效率市場，延長交易時間

## 壹· 前言

近年來，自 Lo and Mackinlay (1988, 1989) 提出以變異數比率 (Variance Ratio Test, VRT) 檢定弱式效率市場假說 (Weak-form Efficient Market) 後，許多研究皆致力於探討資產價格或股價指數是否服從隨機漫步假說 (Random Walk Hypothesis, RWH) 或稱為弱式效率市場假說 (Huang, 1995; Chang and Ting, 2000; Lima and Tabak, 2004; Belaire-Franch and Opong, 2005a, 2005b; Evans, 2006; Kim and Shamsuddin, 2007)。倘若檢定結果拒絕股票價格服從隨機漫步假說，隱含市場不具效率性，則股票報酬可經由過去歷史資訊加以預測，表示市場當中存在套利的空間。在財務學術領域，效率市場與資本定價息息相關，由於資本資產定價模型 (Capital Asset Pricing Model, CAPM)，乃建構於效率市場的基本假設下，若證券市場不具效率性，便影響此一模型的適用性。再者，就證券管理者的角度觀之，維持證券市場的效率性，使證券價格得以完全

---

\* 作者簡介：洪瑞成，元培科技大學財務金融系助理教授；劉洪鈞，明新科技大學財務金融系助理教授；顏偉倫，元培科技大學財務金融系學士。

反映過去歷史資訊，則證券市場才得以穩健成長。另外，機構投資人甚至於一般投資大眾則試圖在不具效率性之證券市場中尋找套利的機會，以獲取超額報酬。因此，弱式效率市場的檢定，為實證財務金融領域相當重要的研究議題。

目前，世界各大金融中心主要證券交易所的交易時間，除了德國的法蘭克福外，股市的交易時間都分為上、下午盤，此制度的用意在於可以隨時讓上市公司及其相關部門的最新資訊反映在其股價上，降低投機客炒作的空間<sup>1</sup>，進而減少散戶的比例。隨著資訊科技和網路的發展，多數國家都規劃延長交易時間，或推出盤後交易，以滿足不同投資人的需求。台灣的資本市場如果要與國際接軌、提高國際化程度，勢必要依循國際證券市場的潮流。但反對分盤措施的理由在於，目前台灣散戶比率高達八成，法人比例僅佔二成左右，屬於較不成熟的市場，此與美、日、德、新加坡等國家股票市場交易者的結構迥然不同。在散戶比重如此高的情況下，延長股市交易時間可能只是徒然虛耗更多的人力、物力，對證券交易制度的健全、股票市場的活絡毫無益處，也對證券市場國際化沒有幫助。

同屬亞洲的韓國股票市場，自 1981 年開始歷經四階段國際化的改革，Ayadi and Pyun (1994) 對韓國股票市場進行效率性分析，發現市場自由化的計畫確實提昇了市場的交易量，同時市場的效率性也顯著的提升 (Bark, 1991; Copper, 1983)。台灣股市的規模相較於國際股市仍屬於淺碟型市場，且散戶投資人高達八成比例以上，這些特性使得國內股市呈現高週轉率、暴起暴跌等不穩定的現象。為了改善這些現象，政府近年來常會公佈各項穩定股市的措施。如為提高股市成交量與符合國際股市交易之習慣，台灣證券交易所自 2001 年 1 月 1 日起，實施延長股市交易時間的措施，但由於台灣證券交易所制度仍未完全健全，財政部不敢貿然實施上、下午盤制度，先以延長股市收盤時間來代替，即股市交易時間從原本早上九點至十二點延長為早上九點至下午一點三十分，使得股市交易時間因而增加。

本研究的目的是使用 Belaire-Franch and Contreras (2004) 提出的以 rank 與 sign 為基礎的多重變異數比率檢定 (Ranks and signs-based multiple VRT)，檢視交易制度面的改變是否增進市場的效率性<sup>2</sup>。就效率市場假說的研究方法來說，傳統 Lo and Mackinlay 所提出的 VRT 需在大樣本下，才能得出穩健的結

<sup>1</sup> 由於股市交易時間拉長，使得股價能迅速反映該公司的利多或利空消息，將有效壓縮股票市場上套利的空間，甚至於無法存在短暫的套利機會，進而減低市場投機客從事套利的意願。

<sup>2</sup> Kim and Shamsuddin (2007) 認為股市通常因為金融風暴或是制度面的變革產生許多結構轉折和偏離值，因而對於統計檢定的穩健性產生不利的影響。然而，過往針對亞洲股票市場效率性的研究並未試圖將此結構性或制度性因素分離，而產生偏誤的結論。

果，並且樣本的長度會因為落後期 (Time interval)  $q$  的選取而產生型一誤差扭曲 (Size distortions) 的問題，導致偏誤的統計推論。針對此問題，Chow and Denning (1993) 提出多重變異數比率檢定 (Multiple VRT) 來解決傳統 VRT 在不同  $q$  期下，過度拒絕虛無假設的缺點。此外，由於金融資產報酬率多呈現非常態，Wright (2000) 提出非參數變異數比率檢定 (Nonparametric VRT) 來提高檢定統計量之可信度。本研究取台灣股票市場三大指數現貨 (電子、金融與台灣股價指數) 為實證對象，以「延長股市交易時間」之制度面的改變為切割點，將樣本分為二部份，分別對交易制度改變前與後的兩段子樣本期間，使用 (1)Lo and Mackinlay (1988) 的參數型變異數比率檢定、(2)Wright (2000) 以 rank 與 sign 為基礎之非參數變異數比率檢定、(3)Chow and Denning (1993) 之多重變異數比率檢定與(4)Belaire-Franch and Contreras (2004) 的以 rank 與 sign 為基礎的多重變異數比率檢定<sup>3</sup>，來檢測證交所採行的「延長股市交易時間」措施對於市場的效率性是否能有顯著的提升效果。

實證結果指出，在延長股市交易時間前，加權股價指數與電子現貨指數皆拒絕弱式效率市場之虛無假設，但在延長股市交易時間後，三指數皆不拒絕弱式效率市場。因此，本文認為延長股市交易時間之措施有助於市場效率性的提升。本文之研究架構如下：第二節為相關文獻回顧；第三節說明本文之研究方法；第四節為實證資料來源、實證結果分析與探討，最後則是結論及建議。

## 貳· 文獻回顧

效率市場假說 (Efficient Market Hypothesis, EMH) 為現代財務理論的基石。Fama (1970) 回顧相關文獻，奠定效率市場在財務理論領域的重要地位。所謂效率市場係指在一個資訊傳遞無障礙的市場中，資產價格皆能正確、即時並充分地反映所有攸關訊息，投資人無論進行何種交易策略皆無法獲得超額報酬或稱異常報酬 (Abnormal return)。換言之，市場永遠處於均衡的狀態，無人能以特殊的交易策略擊敗市場。股票市場是否具有效率，將影響到市場投資者或法人機構的投資策略。若股票市場符合弱式效率市場假說，則投資人將無法透過技術分析獲取超額報酬。然而，就證券管理當局而言，維持證券市場的效率性，使證券價格得以完全反映過去歷史資訊，便是對一般投資人最佳的保障，使證券市場穩健成長。

<sup>3</sup> Kim and Shamsuddin (2007) 所使用的聯合符號檢定 (Joint sign test, JS) 與 Belaire-Franch and Contreras (2004) 的  $S_{\alpha}^*(q)$  統計量相似。

自 Fama 提出效率市場假說後，弱式效率市場的檢定乃成為實證財務領域當中重要的研究議題。Lo and Mackinlay (1988) 提出變異數比率檢定，以 NYSE 的週報酬率為研究標的，實證結果發現，股票指數連續複利週報酬率呈現正自我相關，長期則是呈現負自我相關。其後，許多學者皆延續 Lo and Mackinlay (1988) 提出之方法，對全球主要股市甚至許多新興股票市場進行弱式效率市場假說檢定 (Ayadi and Pyun, 1994; Huang, 1995; Chang and Ting, 2000; Lee et al., 2001; Evans, 2006)。

Ayadi and Pyun (1994) 使用 1984 年至 1998 年之日資料對韓國股市進行弱式效率市場檢定，實證結果拒絕韓國股市為弱式效率市場。Huang (1995) 則以 8 個亞洲主要股票市場<sup>4</sup>為研究標的，實證資料取 1988 年至 1992 年之週資料，分別以 ADF 與 VRT 進行檢測，結果顯示台灣股市符合弱式效率市場。Lee et al. (2001) 則同樣以 ADF 與 VRT 對 1990 年至 1997 年中國上海 A、B 股與深圳 A、B 股之日資料進行實證，發現報酬率存在長期記憶性 (Long memory)，與波動性持續性 (Volatility persistence)，顯示大陸股市不為弱式效率市場，因此存在較大的套利機會。陳淑容 (1993) 以 Hurst (1951) 提出之傳統 R/S 檢定 (Range over standard deviation, R/S)、Lo (1991) 之修正 R/S 檢定與 VRT 等三種方法對台灣、日本、香港及新加坡四國股價指數<sup>5</sup>進行實證。結果顯示不論以日資料或者週資料進行檢測時，此四國股市皆無法拒絕弱式效率市場假說。丁國玄 (1996) 同樣以 VRT 對台灣加權股價指數自 1971 年至 1996 之不同頻率資料 (週、月、季、年) 的股價走勢行為進行弱式效率市場檢定。實證結果指出，當以週資料進行檢測時，不論是 25 年的研究期間抑或是區分為兩個子區間，其檢定結果皆拒絕弱式效率市場假說。然而，丁國玄以季資料或年資料進行實證時，將面臨樣本過小而導致型一誤差扭曲或檢定力不足的問題。另一方面，Chang and Ting (2000) 則選取與丁國玄 (1996) 相同研究期間之台灣加權股價指數為實證資料 (自 1971 年至 1996 年)，使用 VRT 對台股進行弱式效率市場檢定，發現以週資料之檢定結果拒絕弱式效率市場假說，與丁國玄 (1996) 的研究結果一致。不過當使用較低頻率的資料 (月、季、年資料) 時，可能是由於小樣本導致 VRT 檢定力不足，而有相反的結論。近年，Evans (2006) 分別利用 ADF 單根檢定、KPSS 檢定與 VRT，對英國 FTSE-100 futures (股價指數期貨)、Long Gilt (債券期貨) 與 Short Stirling (利率期貨) 進行效率

<sup>4</sup> 香港、印尼、韓國、日本、菲律賓、新加坡、泰國與台灣等八個亞洲股市。

<sup>5</sup> 陳淑容 (1993) 之實證資料選取期間如下：(1)台灣：1971 年 1 月至 1992 年 6 月；(2)日本、香港、新加坡：1987 年 1 月至 1992 年 6 月。

性檢定，同時針對電子交易系統實施後，此制度對於市場效率性的影響進行分析。實證結果指出，所有市場均呈現弱式效率。再者，電子交易制度實施前，債券期貨市場最具效率；然而，電子交易制度實施後，以股價指數期貨市場最具效率。因此，電子交易制度對期貨市場的效率性有顯著的影響。

由於 VRT 需在大樣本下，才能得出穩健的結果。同時為了解決落後期選取而產生型一誤差扭曲的問題，Chow and Denning (1993) 提出多重變異數比率檢定來解決傳統 VRT 在不同落後期下，過度拒絕虛無假設的缺點。國內蔡啓明 (1996) 以 1985 年至 1995 年之台灣加權股價指數之週資料作為研究標的，分別採取 VRT 與 Chow and Denning (1993) 之多重變異數比率，檢定台股之效率性，並以 1990 年股市的崩盤做一分界線，探討市場之股價產生行為有無顯著的改變。實證結果指出以前半部樣本 (1985-1990) 或全樣本進行檢測時，皆拒絕弱式效率市場假說；若單以後半部樣本 (1991-1995) 進行檢測則無法拒絕弱式效率市場假說。Ryoo and Smith (2002) 以韓國證券交易所 (Korea Stock Exchange, KSE) 的 55 支代表性股票為實證對象，研究期間為 1988 年至 1998 年，資料頻率為日資料，探討韓國股市漲跌幅限制之制度的改變後，是否能促進股市效率性。利用多重變異數比率檢定結果發現，在歷經 5 次漲跌幅限制改革後，韓國股市為弱式效率市場。Lima and Tabak (2004) 則選取 1992 年至 2000 年之中國大陸上海 A、B 股指數、深圳 A、B 股指數、香港恆生指數與新加坡海峽指數之日資料進行實證。結果指出大陸 A 股與香港恆生指數為弱式效率市場。此結果隱含市場流動性 (Market liquidity) 與市場自由化 (Market liberalization) 的程度，對弱式效率市場而言，是相當重要的。

Wright (2000) 利用非參數檢定 (Nonparametric test) 的概念，提出以順序 (rank) 以及符號 (sign) 為基礎的變異數比率檢定統計量，較以往 VRT 更具可信度。Belaire-Franch and Opong (2005a) 檢驗歐元外匯市場是否服從隨機漫步假說，採取順序與符號為基礎的修正多重變異數比率檢定，實證結果符合隨機漫步過程，亦即歐元外匯市場為弱式效率市場。

Kim and Shamsuddin (2007) 針對 1990 年至 2005 年亞洲九個主要股價指數為實證對象，以多重變異數比率檢定市場效率性。實證結果指出市場效率性隨著各國股票市場自由化發展程度的不同而有所不同<sup>6</sup>。亦即市場自由化程度較高的台灣、日本、南韓、香港與新加坡等，符合弱式效率市場假說。然而，印尼、馬來西亞與菲律賓股市並不效率。其中，新加坡與泰國股市，在 1997

<sup>6</sup> 此結果與 Lima and Tabak (2004) 之結論一致。亦即，市場流動性與其自由化的程度，在市場效率性上，扮演重要的角色。

年亞洲金融風暴後，轉趨於效率市場。Kim and Shamsuddin (2007) 亦認為後續研究可探討制度面因素的改變對市場效率性的影響<sup>7</sup>。因此本文以台灣股市延長交易時間之制度性改變，進一步檢視此措施是否能顯著提升市場的效率性。

綜合而論，以往對於股票市場效率性之研究，並無一致性的結論，可部分歸因於檢定方法之穩健與否。因此本文涵蓋傳統研究經常使用之參數型變異數比率檢定 (VRT) 與 Wright (2000) 提出之非參數變異數比率檢定，更進一步採取 Chow and Denning (1993) 之多重變異數比率檢定，結合 Belaire-Franch and Contreras (2004) 計算臨界值的方法，來檢測「延時交易」措施對於市場效率性之影響，以期提供更為一致性的結論。

## 參· 研究方法

### 一、LOMAC 變異數比率檢定

本文採用 Lo and Mackinlay (1988) 所提出的變異數比率檢定 (簡稱 LOMAC 檢定)，將此方法簡述如下：

$$p_t = \mu + p_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中， $p_t = \log(P_t)$  且  $P_t$  為資產價格或是股價指數， $\mu$  為截距項，而  $\varepsilon_t$  為服從  $NID(0, \sigma^2)$  的隨機干擾項。若式(1)成立下，則資產價格或是股價指數就服從隨機漫步的假說，或稱為弱式效率市場假說。若在隨機漫步假說成立下， $q$  期的變異數應為一期變異數的  $q$  倍，即  $\text{Var}(p_t - p_{t-q}) = q\text{Var}(p_t - p_{t-1})$ ，故變異數比率為

$$\text{VR}(q) = \frac{\frac{1}{q} \text{Var}(p_t - p_{t-q})}{\text{Var}(p_t - p_{t-1})} = \frac{\sigma^2(q)}{q\sigma^2(1)} \stackrel{a}{=} 1 + 2 \sum_{k=1}^{q-1} \left(1 - \frac{k}{q}\right) \cdot \hat{\rho}(k) \quad (2)$$

其中， $\text{VR}(q)$  表示  $q$  期的變異數比率， $\sigma^2(q)$  為  $q$  期的變異數， $\sigma^2(1)$  為一期的變異數， $\hat{\rho}(k)$  為落階  $k$  期的自我相關係數， $a$  則表示漸進 (asymptotically) 的意思。 $\sigma^2(q)$  與  $\sigma^2(1)$  的估計方式如下：

<sup>7</sup> Ryoo and Smith (2002) 與 Evans (2006) 分別曾就漲跌幅限制、電子交易系統等制度面因素，進行效率市場檢定。

$$\sigma^2(q) = \frac{1}{m} \sum_{t=q}^{nq} (p_t - p_{t-q} - q\hat{\mu})^2 \quad (3)$$

$$\sigma^2(1) = \frac{1}{nq-1} \sum_{t=1}^{nq} (p_t - p_{t-1} - \hat{\mu})^2 \quad (4)$$

其中， $m=(nq-q+1)(1-q/nq)$  且  $\hat{\mu} = (1/nq) \sum_{t=1}^{nq} (p_t - p_{t-1}) = (1/nq)(p_{nq} - p_0)$ 。在隨機漫步假說成立下， $VR(q)=1$ ，爲了要檢定資產價格是否服合隨機漫步假說，LOMAC 便在虛無假設爲隨機漫步下，並分別假設資產價格爲齊質變異 (homoskedasticity) 與異質變異下 (heteroskedasticity)，發展出兩種檢定統計量  $Z_1$  與  $Z_2$ ，將其表示如下：

$$Z_1(q) = \frac{VR(q)-1^a}{[\phi(q)]^{1/2}} \sim N(0,1) \quad (5)$$

其中， $\phi(q) = \frac{2(2q-1)(q-1)}{3q(nq)}$ 。由於財務時間序列的資料可知，其變異數爲隨時間變動的，故以下的檢定統計量  $Z_2$  爲考慮異質變異特性下所提出的，將其表示如下：

$$Z_2(q) = \frac{VR(q)-1^a}{[\phi^*(q)]^{1/2}} \sim N(0,1) \quad (6)$$

其中， $\phi^*(q) = \sum_{j=1}^{q-1} \left[ \frac{2(q-j)}{q} \right]^2 \hat{\delta}(j)$  且  $\hat{\delta}(j) = \frac{\sum_{t=j+1}^{nq} (p_t - p_{t-1} - \hat{\mu})^2 (p_{t-j} - p_{t-j-1} - \hat{\mu})^2}{[\sum_{k=1}^{nq} (p_t - p_{t-1} - \hat{\mu})^2]^2}$ 。

Lo and Mackinlay (1989) 使用 Monte Carlo 模擬法指出  $Z_2(q)$  的漸近分配在小樣本下表現良好，並且聲稱變異數比率檢定的檢定力較 ADF (Dickey and Fuller, 1979, 1981) 與 Box-Pierce 高。

## 二、Rank-based與Sign-based變異數比率檢定

Wright (2000) 利用非參數檢定 (nonparametric test) 的概念，提出以順序 (rank) 以及符號 (sign) 爲基礎的變異數比率檢定統計量，試圖提升 LOMAC 所提出之變異數比率檢定統計量的檢定力。此修正後的檢定統計量具有兩個優點，第一，LOMAC 的變異數比率檢定法是利用漸進分配理論推導出來的，所以在小樣本下，會具有型一誤差扭曲的問題，Wright (2000) 所提出的統計量

可改善此問題，同時具有較高的檢定力；第二，多數的金融資產報酬率分配多數為非常態，Wright (2000) 使用非參數方式提出的檢定統計量較傳統的 LOMAC 變異數比率檢定更具可信度。

若給定  $T$  筆資產報酬率  $\{y_1, \dots, y_T\}$ ，則 Wright (2000) 所提出以順序為基礎的檢定統計量可表示如下：

$$R_1 = \left( \frac{\frac{1}{Tq} \sum_{t=q}^T (r_{1t} + \dots + r_{1t-q+1})^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_{1t}^2} - 1 \right) \times \phi(q)^{-1/2} \quad (7)$$

$$R_2 = \left( \frac{\frac{1}{Tq} \sum_{t=q}^T (r_{2t} + \dots + r_{2t-q+1})^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_{2t}^2} - 1 \right) \times \phi(q)^{-1/2} \quad (8)$$

其中， $r_{1t} = \left( r(y_t) - \frac{T+1}{2} \right) / \sqrt{\frac{(T-1)(T+1)}{12}}$ ， $r_{2t} = \Phi^{-1}(r(y_t)/(T+1))$ ，且  $\phi(q) = \frac{2(2q-1)(q-1)}{3qT}$ 。  $r(y_t)$  為報酬率序列  $\{y_1, \dots, y_T\}$  的排列順序， $\Phi^{-1}$  為常態分配累積機率密度函數的反函數。另外，以符號為基礎的檢定統計量可表示如下：

$$S_1 = \left( \frac{\frac{1}{Tq} \sum_{t=q}^T (s_{1t} + \dots + s_{1t-q+1})^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T s_{1t}^2} - 1 \right) \times \phi(q)^{-1/2} \quad (9)$$

$$S_2 = \left( \frac{\frac{1}{Tq} \sum_{t=q}^T (s_t(\bar{\mu}) + \dots + s_{t-q+1}(\bar{\mu}))^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T s_t(\bar{\mu})^2} - 1 \right) \times \phi(q)^{-1/2} \quad (10)$$

其中， $s_t = 2u(y_t, 0)$  且  $u(x_t, q) = \begin{cases} 0.5 & \text{if } x_t > q, \\ -0.5 & \text{otherwise.} \end{cases}$ 。



因此，統計量  $S_1$  假設漂移項為零，但若當漂移項為未知時，則可根據 Campbell and Dufour (1997) 與 Luger (2003) 的方式來計算  $S_2$ 。此方式包含了兩個步驟，第一要先建立漂移項  $\mu$  的信賴區間，若  $y_{(1)}, \dots, y_{(T)}$  表示樣本  $y_1, \dots, y_T$  的順序統計量，則  $\mu$  在信心水準為  $1 - \alpha_1$  時的信賴區間可表示為  $[y_{(h+1)}, y_{(T-h)}]$ ，其中  $h$  為使得二項隨機變數  $B$  在試行次數為  $T$  且成功機率為 0.5 下，滿足  $\Pr[B \leq h] \leq \alpha_1/2$  的一最大整數。在樣本夠大的情況下，二項機率分配會近似於常態分配。第二個步驟為根據信賴區間中的每個漂移項的候選值  $b$  計算統計量  $S_2$ ，則統計量  $S_2$  可定義如下

$$S_2(q) = \inf\{|S_2(q, b)| : b \in CI_\mu(\alpha_1)\} \quad (11)$$

其中， $b \in CI_\mu(\alpha_1)$  且  $S_2(k, b)$  為根據  $s_1(b) = 2u(y_t, b)$  所計算出的。最後根據  $\alpha_2$  來判斷顯著與否，其中  $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ 。值得注意的是，本文根據 Belaire-Franch and Opong (2005a, 2005b) 的研究，將  $\alpha_1$  與  $\alpha_2$  設定為 0.01 與 0.04。

### 三、CHODE 多重變異數比率檢定

Chow and Denning (1993) (簡稱 CHODE) 修正與延伸 LOMAC 的變異數比率檢定法成為多重變異數比率檢定。CHODE 指出在  $100\alpha$  的顯著水準下的臨界值對於每一個不同  $q$  期下的變異數比率檢定是不適當的，因為對於多重比較而言，其忽略了控制整體的檢定型一誤差機率，故將導致型 I 誤差 (Type I error) 不適當的擴大，意即使用 LOMAC 的變異數比率檢定在不同  $q$  期下，將過度拒絕虛無假設。

CHODE 提出多重變異數比率檢定法，並使用 SMM (Studentized Maximum Modulus, SMM) 臨界值控制整體檢定型一誤差機率，針對不同  $q$  下的變異數比率進行聯合檢定。在虛無假設成立下，對於單一的變異數比率為  $VR(q) = 1$ ，令  $M_r(q) = VR(q) - 1 = 0$ 。

考慮由  $m$  個不同  $q$  下的變異數比率  $\{M_r(q_i) | i = 1, \dots, m\}$ ，其中  $\{q_i | i = 1, 2, \dots, m\}$ ，

$q_i$  為大於 1 的整數且  $q_i \neq q_j, \forall i \neq j$ 。在此考量下，虛無假設可由  $m$  個子虛無假設構成，意即：

$$H_{0i} : M_r(q_i) = 0 \text{ for } i=1, 2, \dots, m$$

$$H_{0i} : M_r(q_i) \neq 0 \text{ for any } i=1,2,\dots,m \quad (12)$$

任意一個或多個  $H_{0i}$  被拒絕，則代表隨機漫步的虛無假設將被拒絕。令  $Z_1^*$ 、 $Z_2^*$ 、 $R_1^*$ 、 $R_2^*$  與  $S_1^*$  為上述檢定統計量中，分別在不同  $q$  下取絕對值後的最大值，意即：

$$Z_j^*(q) = \max_{1 \leq i \leq m} |Z_j(q_i)|, \text{ for } j = 1, 2$$

$$R_j^*(q) = \max_{1 \leq i \leq m} |R_j(q_i)|, \text{ for } j = 1, 2 \quad (13)$$

$$S_j^*(q) = \max_{1 \leq i \leq m} |S_j(q_i)|, \text{ for } j = 1, 2$$

CHODE 的多重變異數比率檢定使用 Boferroni 不等式推論上述的統計量的臨界值，假設  $\{z_i | i = 1, \dots, m\}$  為一由  $m$  個常態變量所組成的集合，則此不等式可表示如下：

$$\Pr[\max(|z_1|, \dots, |z_m|) \leq Z_{\alpha/2}] \geq (1 - \alpha) \quad (14)$$

其中， $Z_{\alpha/2}$  標準常態分配右尾機率為  $\alpha'/2$  下的臨界值且  $\alpha' = \alpha/m$ 。假設  $z_i$  皆為相互獨立的常態隨機變數，Sidak (1967) 針對 Boferroni 不等式給予更嚴苛的區間，隨後 Hochberg (1974) 在  $z_i$  為具有相關性下，將上述的不等式推廣為下式：

$$\Pr[\max(|z_1|, \dots, |z_m|) \leq \text{SMM}(\alpha; m; N)] \geq (1 - \alpha) \quad (15)$$

其中， $\text{SMM}(\alpha; m; N) = Z_{\alpha^+/2}$ ，為 SMM 分配在參數為  $m$  與樣本數為  $N$  下，右尾機率為  $\alpha$  下的臨界值。當  $N = \infty$  時，Hochberg 不等式將等價於 Sidak 不等式，故

$\text{SMM}(\alpha; m; \infty) = Z_{\alpha^+/2}$  且  $\alpha^+ = 1 - (1 - \alpha)^{1/m}$ 。CHODE 認為將 LOMAC 所提出的變異數比率檢定統計量經由 SMM 修正後，此多重變異數比率檢定將可有效降低型 I 誤差並控制檢定型一誤差機率。故本文於實證部份將採用 LOMAC 所提出的  $Z_1$  與  $Z_2$  以及 Wright 所提出的  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $S_1$  與  $S_2$  等檢定統計量，並搭配 CHODE 所提出的多重變異數比率檢定，包括  $Z_1^*$ 、 $Z_2^*$ 、 $R_1^*$ 、 $R_2^*$ 、 $S_1^*$  與  $S_2^*$  等統計量進行實證研究分析。

## 肆· 實證結果與分析

### 一、資料來源與處理

本文以台灣的股票指數為主要的研究對象，其中分別包含電子、金融與台指的現貨指數，進行檢定延長股市交易時間對台股效率性的影響。實證研究所需之相關資料，皆取自 Aremos 資料庫，且資料型態為日資料，研究期間從 1997 年 1 月 1 日到 2004 年 12 月 31 日止，樣本數共 2085 筆。

### 二、基本統計量分析

表一為股票指數連續複利報酬率之基本統計量分析，即  $r_t = \ln(p_t / p_{t-1}) \times 100$ 。值得注意的是，本文探討的議題為台股延長交易後對市場效率性的影響，故本文在此將全樣本期間以 2001 年 1 月 1 日分為兩部分<sup>8</sup>，即延長交易時間前與延長交易時間後，表一提供此兩個子資料期間的基本統計量，延長交易時間前有 1093 筆報酬率，而延長交易時間後有 991 筆報酬率。由表一的基本統計量可得知，無論電子、金融或台指現貨指數，在兩個期間的超額峰態係數皆顯著為正，且由 J-B 檢定 (Jarque and Bera, 1987) 可知所有的報酬率序列均在 1% 的顯著水準下拒絕常態分配。

由報酬率 1 到 5 期的相關係數與 Ljung-Box 序列相關檢定可發現，在延長交易時間前，除了金融指數外，電子與台指的報酬率具有顯著的自我相關，而在延長交易時間後，發現 Ljung-Box 統計量均轉變為不顯著。因此，由此統計量似乎可初步判定延長交易時間對台股市場的效率提升似乎是有正向的影響。然而，Lo and Mackinlay (1989) 與 Liu and He (1991) 認為此方法的檢定力不足，因此本文在下節中將使用較穩健的變異數比率檢定，針對延長交易時間是否可提升市場的效率性進行更精確的檢定。

<sup>8</sup> 本文使用事件時間點前後各四年的資料基於下述幾點原因: (1) 樣本不至於過少，四年約 1000 筆左右，故較無須擔心檢定統計量是否在因為樣本過少而導致型一誤差扭曲或檢定力不足等問題。(2) 樣本過長可能會包含過多的 outlier 以及結構轉折的問題，因而扭曲實證結果。

表一 基本統計特性

	延長交易時間前			延長交易時間後		
	電子	金融	加權指數	電子	金融	加權指數
觀測值個數	1093	1093	1093	991	991	991
平均數	0.065	-0.080	-0.033	-0.000	0.042	0.022
標準差	2.417	1.950	1.700	1.957	0.710	1.657
偏態係數	-0.148*	0.349*	-0.088	0.098	0.064	0.039
超額峰態係數	0.323*	1.446*	1.471*	0.748*	0.894*	1.089*
J-B	8.780*	117.571*	99.985*	24.708*	33.682*	49.203*
Autocorrelations						
1	0.107*	0.058	0.066*	0.075*	0.011	0.057
2	0.061*	-0.023	0.025	0.018*	0.000	0.015
3	0.057*	0.008	0.044	0.020	0.054	0.046
4	-0.072*	-0.064	-0.087*	0.014	-0.015	0.022
5	-0.028*	-0.006	-0.023*	-0.004	-0.007	-0.002
Ljung-BoxQ (5)	27.157*	9.074	16.646*	6.704	3.324	6.175
Ljung-BoxQ <sup>2</sup> (5)	168.623*	64.017*	153.758*	52.228*	68.234*	45.155*

註：1. \*表示在 5%的顯著水準下顯著。

2. J-B 代表 Jarque-Bera (1987) 之常態分配檢定統計量。

### 三、變異數比率檢定

表二為本文採用 LOMAC (1988) 和 Wright (2000) 所提出的參數與非參數變異數比率檢定，對電子、金融與加權股價指數現貨指數進行弱式效率市場假說之檢定。值得注意的是，從表一的 Ljung-BoxQ<sup>2</sup>(5) 可知報酬率的平方是具有顯著的序列相關，也就是報酬率具有異質變異的特性，因此，本文於實證分析時將省略  $Z_1$  統計量，因為它前提假設是同質變異，如果用  $Z_1$  統計量來進行弱式效率市場假說的檢定，很容易導致錯誤結果。

表二 變異數比率檢定結果

		延長交易時間前			延長交易時間後		
		電子	金融	加權指數	電子	金融	加權指數
Z <sub>2</sub>	q=2	1.107* (2.997)	1.058 (1.522)	1.066 (1.730)	1.075* (2.223)	1.011 (0.322)	1.058 (1.710)
	q=4	1.250* (3.696)	1.061 (0.887)	1.145* (2.016)	1.134* (2.068)	1.039 (0.592)	1.118 (1.826)
	q=8	1.241* (2.259)	0.987 (-0.123)	1.086 (0.763)	1.173 (1.658)	1.054 (0.510)	1.177 (1.694)
	q=16	1.324* (2.079)	0.890 (-0.730)	1.098 (0.602)	1.156 (1.005)	1.055 (0.349)	1.166 (1.064)
R <sub>1</sub>	q=2	1.102* (3.374)	1.032 (1.045)	1.076* (2.524)	1.056 (1.752)	0.962 (-1.181)	1.037 (1.164)
	q=4	1.249* (4.406)	1.010 (0.174)	1.175* (3.089)	1.113 (1.903)	0.969 (-0.529)	1.094 (1.581)
	q=8	1.280* (3.132)	0.952 (-0.538)	1.173 (1.937)	1.166 (1.765)	0.970 (-0.322)	1.137 (1.462)
	q=16	1.411* (3.088)	0.917 (-0.623)	1.265* (1.992)	1.203 (1.450)	0.993 (-0.051)	1.145 (1.038)
R <sub>2</sub>	q=2	1.109* (3.604)	1.050 (1.638)	1.071* (2.331)	1.073* (2.281)	0.996 (-0.127)	1.051 (1.607)
	q=4	1.251* (4.442)	1.045 (0.788)	1.159* (2.815)	1.135* (2.270)	1.017 (0.280)	1.115 (1.932)
	q=8	1.241* (2.692)	0.984 (-0.182)	1.121 (1.347)	1.187* (1.991)	1.029 (0.305)	1.172 (1.828)
	q=16	1.332* (2.496)	0.919 (-0.607)	1.164 (1.230)	1.196 (1.401)	1.038 (0.270)	1.168 (1.200)
S <sub>1</sub>	q=2	1.081* (2.692)	1.010 (0.333)	1.059* (1.966)	1.038 (1.208)	0.925* (-2.352)	1.022 (0.699)
	q=4	1.196* (3.460)	0.992 (-0.146)	1.139* (2.458)	1.108 (1.818)	0.908 (-1.546)	1.058 (0.968)
	q=8	1.212* (2.367)	0.983 (-0.194)	1.144 (1.611)	1.195* (2.079)	0.894 (-1.128)	1.084 (0.892)
	q=16	1.269* (2.017)	1.073 (0.584)	1.185 (1.393)	1.221 (1.579)	0.829 (-1.226)	1.137 (0.980)
S <sub>2</sub>	q=2	1.074* (2.450)	0.999 (0.030)	1.039 (1.300)	1.030 (0.953)	0.973 (0.826)	1.014 (0.444)
	q=4	1.173* (3.071)	0.997 (0.048)	1.107 (1.907)	1.087 (1.477)	1.003 (0.050)	1.033 (0.560)
	q=8	1.192 (2.152)	1.000 (0.010)	1.086 (0.966)	1.176 (1.874)	0.999 (0.005)	1.031 (0.333)
	q=16	1.239 (1.802)	0.998 (0.012)	1.093 (0.702)	1.156 (1.120)	0.990 (0.066)	1.045 (0.326)

註：1. \*表示在 5%的顯著水準下顯著。

2. 表中之數值表示變異數比率，括弧中之數值則表示檢定統計值。

表二為變異數比率檢定之結果。在表二中包含五個統計量  $Z_2$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $S_1$  與  $S_2$  的變異數比率與檢定統計值，其中落後期間的選取包括  $q = 2、4、8$  與  $16$ 。若表二的變異數比率大於一時，表示報酬率具有正的自我相關；反之，若變異數比率小於一，則表示報酬率具有負的自我相關。在延長交易時間前，可發現電子現貨指數報酬率之所有變異數比率皆大於一，除了  $S_2$  在  $q = 8$  與  $q = 16$  時不顯著外，其餘的變異數比率檢定皆在 5% 的顯著水準下顯著，表示電子現貨指數報酬率具顯著正的自我相關現象，亦即電子現貨指數在延長交易時間前強烈拒絕弱式效率市場假說。另外，加權股價現貨指數之所有變異數比率皆大於一，且在  $Z_2 (q = 4)$ 、 $R_1 (q = 2, 4, 16)$ 、 $R_2 (q = 2, 4)$ 、 $S_1 (q = 2, 4)$  為顯著的，表示加權股價現貨指數在延長交易時間前拒絕弱式效率市場假說，與 Chang and Ting (2000) 使用週資料之檢定結果一致。再者，金融現貨指數報酬率之變異數比率大多為小於一的情況，表示金融現貨指數報酬率呈現負的自我相關，但全為不顯著的。

然而，在延長交易時間後，由電子現貨指數之數據發現，所有之變異數比率皆較延長交易時間前下降，且仍保持正的自我相關，但顯著的情況亦大幅降低（僅剩六個檢定值為顯著），因此可看出延時交易的措施確實能增進電子現貨指數市場之效率性。其次，加權股價現貨指數部分，可發現除  $Z_2 (q = 8, 16)$ 、 $R_2 (q = 8, 16)$  外，其餘之變異數比率皆較延長交易時間前下降，同時，所有檢定統計量皆為不顯著，表示加權股價現貨指數在延時交易的措施後，為弱式效率市場。最後，金融現貨指數除  $S_1 (q = 2)$  外，其餘皆為不顯著的情況。因此，由以上實證分析之結果可發現，延長交易時間的措施，對於促進市場效率性似乎是有幫助的。

為了避免得到不確切的結果，本文進一步使用 CHODE 多重變異數比率檢定來避免過大的型一誤差。CHODE 多重變異數檢定是採用 SMM 分配計算統計量的臨界值。而根據 Belaire-Franch and Contreras (2004) 的方法， $R_j^*(q)$  的臨界值可以下列方式計算：

$$\max\{|R_j^\dagger(q_1)|, |R_j^\dagger(q_2)|, \dots, |R_j^\dagger(q_m)|\} \quad (16)$$

其中， $R_j^\dagger(q_1)$  表示將 i.i.d. 序列  $\{y_t\}_{t=1}^T$  隨機排序後，以 rank 為基礎的變異數比率檢定。另外， $S_j^*(q)$  的臨界值可以下列方式計算

$$\max\{|S_j^\dagger(q_1)|, |S_j^\dagger(q_2)|, \dots, |S_j^\dagger(q_m)|\} \quad (17)$$

其中， $S_j^\dagger(q_1)$  表示 i.i.d. 的平賭序列  $\{s_t^\dagger\}_{t=1}^T$  ( $s_t^\dagger = 1$  的機率為 0.5 且  $s_t^\dagger = -1$  的機率為 0.5)，以 sign 為基礎的變異數比率檢定。在本文中， $R_j^*(q)$  以及  $S_j^*(q)$  的分配皆經由 100,000 的模擬得出，並將其臨界值附於表三之 Panel B。

表三 CHODE 多重變異數比率檢定結果與臨界值

Panel A.	CHODE 多重變異數比率檢定					
	延長交易時間前			延長交易時間後		
	電子	金融	加權指數	電子	金融	加權指數
$Z_2^*$	3.696*	1.522	2.016	2.223	0.592	1.826
$R_1^*$	4.406*	1.045	3.089*	1.903	1.181	1.581
$R_2^*$	4.442*	1.638	2.815*	2.281	0.305	1.932
$S_1^*$	3.460*	0.584	2.458*	2.079	2.252	0.980
$S_2^*$	3.071*	0.048	1.907	1.874	0.826	0.560
Panel B.	Rank、Sign 多重變異數比率檢定之臨界值					
	T = 1094 (q = 2, 4, 8, 16)			T = 991 (q = 2, 4, 8, 16)		
$R_1^* (\alpha = 5\%)$	2.323			2.325		
$R_2^* (\alpha = 5\%)$	2.322			2.323		
$S_1^* (\alpha = 5\%)$	2.330			2.325		
$S_2^* (\alpha_2 = 4\%)$	2.418			2.411		

註：1. \*表示在 5% 的顯著水準下顯著。

2.  $SMM(\alpha, m = 4, \infty)$  在  $\alpha$  為 5% 的臨界值為 2.491。

3. Panel B. 之臨界值皆經由 100,000 次模擬所得。

CHODE 多重變異數比率檢定結果與其對應之臨界值列於表三。由表三之 Panel A 可知，在延長交易時間前，電子現貨指數的五個檢定統計值在 5% 下皆為顯著，而由  $R_1^*$ 、 $R_2^*$  與  $S_1^*$  之檢定統計量亦發現，加權股價指數也為顯著的；而金融指數在 5% 皆不顯著。然而，在延長交易時間後，可清楚的發現所有的檢定統計量皆為不顯著的，表示市場的效率性在延長交易時間後有顯著的提升。Kim and Shamsuddin (2007) 使用  $Z_2^*$  與  $S_1^*$  兩統計量所得之結果與本研究相似，使用  $Z_2^*$  統計量發現延長交易時間前後市場均不拒絕效率市場假說，而使用  $S_1^*$  統計量發現在 1997 至 2001 年期間為拒絕效率市場假說，然而在 2001 年之後可發現  $S_1^*$  統計值漸漸地小於臨界值，意味著市場慢慢地朝效率市場靠攏，

此與 Kawakatsu and Morey (1999) 的結論一致，即市場需要時間來反應制度因素改變對市場效率性的影響。本文結果隱含在「延長交易時間」制度實施後，台股證券價格較能充分反映過去歷史資訊，提升市場效率。另一方面，亦顯示一般投資大眾在此制度實施後，試圖在台股尋找套利的空間將受到壓縮。

## 伍· 結論與建議

自亞洲金融風暴後，台灣的投資環境已逐步走向自由化與國際化的金融市場，因此吸引許多境外法人投資機構與外國投資客的進駐。但台灣的資本市場若要能與國際接軌、提高國際化程度，勢必得依循國際證券市場的潮流，延長股市交易時間，使得上市櫃公司及其相關部門的最新資訊，能即時反映在其股價上，壓縮市場投機客套利的空間，進而減少散戶的比例。然而，延時交易能否提升股市交易之效率性，勢必值得進一步探討。

本文使用變異數比率檢定分析「延長交易時間」之措施對於台灣股市效率性的影響，以 2001 年 1 月 1 日為事件點，分別蒐集延長交易時間前與後各四年之日資料進行市場效率性的比較與分析。由實證結果可知，電子現貨指數與加權股價現貨指數報酬率呈現正的自我相關；反之，金融現貨指數報酬率則大多呈現負的自我相關現象。在延長交易時間實施前，加權股價指數與電子現貨指數皆拒絕弱式效率市場，但在延長交易時間後，三指數皆不拒絕弱式效率市場。此結果顯示，延長股市交易時間之措施對於市場效率性的提升確有所助益。

有別於以往文獻，本文涵蓋傳統研究經常使用之參數型變異數比率檢定、Wright (2000) 之 rank 與 sign 為基礎的變異數比率檢定，並進一步利用 Chow and Denning (1993) 的多重變異數檢定與 Belaire-Franch and Contreras (2004) 之 rank 與 sign 為基礎的多重變異數比率檢定，對台股進行弱式效率市場假說檢定，以期提供更為穩健的檢定結論，並為台灣股票市場之投資大眾擬定投資策略時，提供重要之參考依據。

## 參考文獻

丁國玄，「台灣股市的隨機漫步假說與平均反轉現象」，清華大學經濟學研究所碩士論文，1996 年。



- 陳淑容，「中、日、港、新四國股市弱式效率市場假說檢定」，淡江大學金融研究所碩士論文，1993年。
- 蔡啓明，「利用變異數比率檢定台灣股票市場效率性之研究」，交通大學科技管理研究所碩士論文，1996年。
- Ayadi, O. F. and Pyun, C. S., "An Application of Variance Ratio Test to the Korean Securities Market", *Journal of Banking and Finance*, 18, 1994, pp.643-658.
- Bark, H. K., "Risk, Return, and Equilibrium in the Emerging Markets: Evidence from the Korean Stock Market", *Journal of Economics and Business*, 43, 1991, pp.353-362.
- Belaire-Franch, J. and Contreras, D., "Ranks and Signs-based Multiple Variance Ratio Tests", Working paper, University of Valencia, 2004.
- Belaire-Franch, J. and Opong, K. K., "Some Evidence of Random Walk Behavior of Euro Exchange Rates using Ranks and Signs", *Journal of Banking and Finance*, 29, 2005a, pp.1631-1643.
- Belaire-Franch, J. and Opong, K. K., "A Variance Ratio Test of the Behaviour of Some FTSE Equity Indices using Ranks and Signs", *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 24, 2005b, pp.93-107.
- Campbell, B. and Dufour, J.-M., "Exact Nonparametric Tests of Orthogonality and Random Walk in the Presence of a Drift Parameter", *International Economic Review*, 38, 1997, pp.151-173.
- Chang, K. P. and Ting, K. S., "A Variance Ratio Test of the Random Walk Hypothesis for Taiwan's Stock Market", *Applied Financial Economics*, 10, 2000, pp.525-532.
- Chow, K. V. and Denning, K. C., "A Simple Multiple Variance Ratio Test", *Journal of Econometrics*, 58, 1993, pp.385-401.
- Copper, J. C. B., "The Korean Stock Exchange: A Qualitative and Quantitative Assessment", *The Investment Analyst*, 70 (October), 1983, pp.5-12.
- Dickey, D. A. and Fuller, W. A., "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association*, 74, 1979, pp.427-431.
- Dickey, D. A. and Fuller, W. A., "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica*, 49, 1981, pp.1057-1072.
- Evans, T., "Efficiency Tests of the UK Financial Futures Markets and the Impact of Electronic Trading System", *Applied Financial Economics*, 16, 2006, pp.1273-1283.
- Fama, E., "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", *Journal of Finance*, 25, 1970, pp.383-417.
- Hochberg, Y., "Some Generalizations of T-method in Simultaneous Inference", *Journal of Multivariate Analysis*, 4, 1974, pp.224-234.
- Huang, B. N., "Do Asian Stock Market Prices Follow Random Walks? Evidence from the Variance Ratio Test", *Applied Financial Economics*, 5 (4), 1995, pp.251-256.
- Hurst, H., "Long Term Storage Capacity of Reservoirs", *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 116, 1951, pp.770-799.

- Jarque, C. M. and Bera, A. K., "A Test for Normality of Observations and Regression Residuals", *International Statistical Review*, 55, 1987, pp.163-172.
- Kawakatsu, H. and Morey, M. O., "An Empirical Examination of Financial Liberalization and the Efficiency of Emerging Market Stock Prices", *Journal of Financial Research*, 22, 1999, pp.385-411.
- Kim, J. H. and Shamsuddin A., "Are Asian Stock Markets Efficient? Evidence from new Multiple Variance Ratio Tests", *Journal of Empirical Finance*, doi:10.1016/j.jempfin.2007.07.001 (in press), 2007.
- Lee, C. F., Chen, G. M. and Rui, O. M., "Stock Returns and Volatility on China's Stock Markets", *Journal of Financial Research*, 24, 2001, pp.523-543.
- Lima, E. J. A. and Tabak, B. B., "Test of the Random Walk Hypothesis for Equity Markets: Evidence from China, Hong Kong and Singapore", *Applied Economics Letters*, 2004, 11, pp.255-258.
- Liu, C. Y. and He, J., "A Variance-ratio Test of Random Walks in Foreign Exchange Rates", *Journal of Finance*, 46 (2), 1991, pp.773-785.
- Lo, A. W., "Long-term Memory in Stock Market Prices", *Econometrica*, 59, 1991, pp.1279-1336.
- Lo, A. W. and Mackinlay, A. C., "Stock Market Prices do not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test", *The Review of Financial Studies*, 1 (1), 1988, pp.41-66.
- Lo, A. W. and Mackinlay, A. C., "The Size and Power Variance Ratio test in Finite Samples: A Monte Carlo Investigation", *Journal of Econometrics*, 40, 1989, pp.203-238.
- Luger, R., "Exact Non-parametric Tests for a Random Walk with Unknown Drift under Conditional Heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 115, 2003, pp.259-276.
- Ryoo, H. J. and Smith, G., "Korean Stock Prices under Price Limits: Variance Ratio Tests of Random Walks", *Applied Financial Economics*, 12 (8), 2002, pp.545-553.
- Sidak, Z., "Rectangular Confidence Regions for the Means of Multivariate Normal Distributions", *Journal of the American Statistical Association*, 62, 1967, pp.626-633.
- Wright, J. H., "Alternative Variance-ratio Tests using Ranks and Signs", *Journal of Business & Economic Statistics*, 18 (1), 2000, pp.1-9.

# The Impact of Extending Trading Hour on the Efficiency of Taiwan Stock Market by Using Variance Ratio Tests

JUI-CHENG HUNG, HUNG-CHUN LIU, WEI-LUN YEN \*

## ABSTRACT

This study utilizes the parametric variance ratio test of Lo and Mackinlay (1988), the ranks and signs-based nonparametric variance ratio test of Wright (2000), the multiple variance ratio test of Chow and Denning (1993) and the ranks and signs-based multiple variance ratio test of Belaire-Franch and Contreras(2004) to examine the impact of extending trading hour on the efficiency of Taiwan stock market. The empirical data covers four years before and after the introduction of extending trading hour. Empirical results indicated that the electronic index and stock index do not support the weak-form efficiency market hypothesis before extending trading hour. After extending trading hour, however, both indices tend to support the weak-form efficiency market hypothesis. Accordingly, the act of extending trading hour indeed improved the efficiency on Taiwan stock market.

Keywords: variance ratio tests, multiple ratio tests, weak-form efficient market, extending trading hour

---

\* Jui-Cheng HUNG, Assistant Professor, Department of Finance, Yuanpei University. Hung-Chun LIU, Assistant Professor, Department of Finance, Minghsin University of Science and Technology ; Wei-Lun YEN, Bachelor, Department of Finance, Yuanpei University.

