

新臺幣對美元名目匯率及銀行間 拆放款利率變化之機率分配研究

李 桐 豪*

摘 要

匯率與利率是我國開放金融自由化與國際化時兩項重要的金融指標。研究這兩種金融資產報酬率之機率分配屬性有助於瞭解未來與兩者有關的衍生性金融商品的訂價問題。本文以新臺幣對美元名目匯率及銀行間拆放款利率的變化率為探討的對象，主要考慮的機率分配則是隨機漫步、跳躍的混合模型、韋伯穩定分配，以及GARCH模型。結果發現這些模型雖然較隨機漫步的高斯模型在峰度估計方面有所改進，但是與樣本實際觀察的數值仍有一段距離。混合機率分配僅能部份成功地抓住樣本的大尾特質，而GARCH模型卻產生過度高估峰度部份的參數。因此未來研究的方向似應採取 Mantegna 及 Stanley 的方式，針對高狹峰與大尾部份分別採用不同的機率分配模型混合估計，以得到更佳的機率分配特質。

壹、前言

匯率與利率是我國開放金融自由化與國際化時兩種引起市場參與者所關切的金融指標。

* 作者為本校金融系副教授

匯率的波動會使國際投資的報酬產生變化，而利率的變化則不僅是中央銀行貨幣政策的表現，更進而可能影響匯率的波動。同時，利率也是評估證券投資的計價基礎。當金融機構在朝現代化與國際化邁進時，資產負債的風險管理極需使用與匯率和利率相關的金融工具來避險。因此，在預見的未來我國匯率與利率的衍生性金融商品的開發將是迫切需要的。本文即是以實證方式探討新臺幣對美元的名目匯率以及銀行間拆放款利率變化之機率分配屬性。不同的分配屬性會使得資產與衍生性金融商品間的訂價關係有所不同。因此，為使新金融商品的開發更能符合實際市場的需要，研究特定市場的金融性資產報酬率究竟為何種分配實有其必要性。

過去在國外有關金融資產報酬率分配之研究主要著重於美國的股票與期貨報酬率。例如，Moore (1960)認為紐約證交所股票報酬應呈常態分配，Mandelbrot (1963)發現棉花期貨價格變動率與常態分配相比較具有高狹峰(leptokurtic)及大尾(fat-tailed)的特性，應為穩定分配(stable distribution)，Fama (1965)則發現道瓊工業股票報酬率亦為對稱之柏拉圖穩定分配(stable Paretian distribution)，Press (1967)認為股票報酬率的高狹峰及大尾的特性可以用零成長因子之隨機跳躍模型(diffusion-jump model with zero drift)來解釋，Fielitz及Smith (1972)則稱紐約證交所股票報酬率為不對稱穩定分配，Blattberg及Gonedes (1974)以為道瓊工業股票報酬率是 t 分配，Hsu、Miller及Wichem (1974)、Hagerman (1978)都拒絕股票報酬率為穩定分配，Oldfield等(1977)支持跳躍間具有自我相關的隨機跳躍模型，Westerfield (1977)與Kon (1984)則以常態分配的混合(mixture of normal distributions)較能描述股票報酬率分配，Beckers (1981)則以為非零成長因子之隨機跳躍模型較能解釋股票報酬率分配，而Ball及Torous (1983)則發現較簡單的非零成長因子伯努利(Bernoulli)跳躍模型亦是不錯的股票報酬率分配選擇，Fielitz及Rozelle (1983)以為常態或穩定分配的混合都可以解釋股票報酬率，Lee (1989)發現非零成長因子與非零跳躍因子之隨機跳躍模型最能解釋股票的報酬率，Tucker (1992)則主張常態分配的混合或隨機跳躍模型較適合解釋股票報酬率之分配。Mittnik及Rachev (1993)則發現無論是非隨機之極小(nonrandom-minimum)或幾何隨機和(geometric-random summation)的韋伯(Weibull)穩定分配較傳統的柏拉圖穩定分配更能解釋史丹普 500(S&P500)的股票報酬率。Mantegna及Stanley (1996)也研究史丹普 500的股票報酬率但其觀察區間最小至一分鐘，在使用柏拉圖穩

定分配估計指數報酬率在高狹峰部份的分配，而用冪指數分配來估計大尾部份的分配後，顯示如此的分配組合非常接近實際資料，而且一般的 ARCH (Engle, 1982)及 GARCH (Bollerslev, 1986)模型都不能對股票報酬率作出相匹配的配適。

至於我國學者研究資產報酬率的機率分配模型主要有：張金桂(1980)與簡仁德(1981) 都主張國內股票報酬率為穩定分配，而伍忠謙(1986)卻拒絕臺灣股價變動屬穩定分配，謝育萍(1994)拒絕臺灣股票報酬率為穩定分配，但在將股票報酬率隨機化後，則穩定分配的假設不能被拒絕，而李桐豪(1995)發現非零成長因子與非零跳躍因子之隨機跳躍或伯努利跳躍模型都能描述臺灣股票報酬率之分配。

相對於研究股票報酬率的機率分配文獻，匯率的機率分配研究起步要晚了許多，其主要原因應與 1973 年 3 月的浮動匯率制度變革有關。浮動匯率似乎沒有讓匯率的波動幅度隨時日的增加而減少，其機率分配問題遂為學者所關切。Meese 與 Rogoff (1983)實證比較 Frankel-Bilson 的浮動價格(flexible-price)貨幣模型、Dornbusch-Frankel 的僵性價格(sticky-price)貨幣模型、以及擴充 Dornbusch-Frankel 模型而考慮經常帳效果的 Hooper-Morton 模型，與隨機漫步模型的樣本外(out-of-sample)預測能力。結果發現美元與英鎊、德國馬克、日元以及交易加權美元匯率指數在一至十二個月的預測期間，隨機漫步模型與所比較結構模型的表現是一樣的，隨機漫步模型於是成為研究匯率變動的基本模型。

Baillie 與 McMahon (1987)檢視 1973 至 1980 年的匯率資料後，認為雖然隨機漫步模型在以月為測度單位下成立，但在以週為測度單位時卻不成立。Fuhrer 與 Weiller (1991)利用不同匯率模型間的互變異數資訊及貝氏規則(Bayes' rule)計算出事後機率，並以此修正當特定模型為真之預測機率，而後再比較各種匯率模型樣本外之預測表現，結果發現與 Meese 與 Rogoff 相反的結論。Liu 與 He (1991a, b)則利用變異數比例檢定(variance-ratio test) 檢定週或月之名目或實質匯率是否追隨隨機漫步模型，結果也都拒絕了隨機漫步的假設。

另一類研究匯率是否隨機漫步模型的文獻是探討效率市場下浮動匯率的機率分配特質。Burt, Kaen 與 Booth (1977)，Rogalski 與 Vinso (1978)都發現了匯率有與股票報酬類似的大尾機率分配的特性。究竟此現象是抽樣自某一特定的分配亦或是會隨時間的不同而異的分配成為學者討論的課題。Friedman 與 Vandersteel (1982)的檢驗結果發現對稱的穩定柏拉圖分配

或兩個常態的混合分配的假定都要遜於平均數與變異數會隨時間而不同的常態分配。Calderon-Rossell 與 Ben-Horim (1982) 亦認為匯率的實證分配顯示其抽樣結果不是來自獨立相同的分配(iid)，原因是平均數或偏度有所改變。Hsieh (1988)以匯率日資料檢驗其分配特質，結果發現由於平均數與變異數會改變，而拒絕匯率分配是來自獨立相同的大尾分配。Hsieh (1989, 1991)更進一步的認為 ARCH 與 GARCH 配合一定的非常態分配能解釋不少國家的匯率分配特質。

至於利率的決定及其行為長期以來更是經濟學者的研究課題，其相關的文獻也就不勝枚舉。就實證層面而言，其探討的方式可以概分為四類。第一類是由傳統的可借貸資金理論(loanable fund theory)出發再配合上費雪假說與總體經濟結構模式發展而出的利率決定模型，Sargent (1969)，Echols 及 Elliot (1976)，Hoelscher (1986)，與 Mehra (1994)可為這類研究的代表。此一模式的優點是可以探討何種經濟變數對利率有影響，但利率的機率分配則仍延用了常態分配的假定。

第二類利率問題是研究中央銀行制度面的變革對利率行為的影響。舉例來說，除了經常探討的公開市場操作政策與貼現率政策的宣示性效果文獻外，Mankiw, Miron 及 Weil (1987, 1994)與 Angelini (1994)間爭論究竟利率的行為是否因中央銀行的設立而使利率行為由季節性與回歸平均的行為轉變成隨機漫步。

第三類問題是考慮衍生性金融商品訂價時所須架構的利率隨機模型，並研究相關的期限結構理論，如 Vasicek (1977)，Brennan 及 Schwartz (1979)，Cox, Ingersoll 及 Ross (1985)，與 Constantinides (1992)。另外，Chan, Karoyli, Longstaff, 及 Sanders (1992)，與 Tse (1995)則以一般動差法(GMM)直接檢定各種不同的利率隨機模型。結果發現就有些國家而言，隨機模型中的利率變異性若能反應利率水準，則較能掌握利率的動態行為。

第四類問題研究的是以資產訂價理論來探討利率的隨機行為，如 Evans 及 Martin (1992)就以消費為基礎的資本財訂價理論討論短期利率的變動，結果顯示除了預期物價上漲率外，實質利率與風險貼水的變動也是影響名目利率變動的重要因素。Den-Hann (1995)則修正傳統資本財訂價理論，加入資本、變動勞動供給與貨幣後，發現此一實質生產經濟社會中的利率行為應該是隨機漫步的。

相對於國外文獻，我國財金學者研究外匯與利率資產報酬分配的文獻就顯得稀少。林恩從(1993)以不同的測試方法檢定並確認新臺幣的五種外匯匯率行為均遵從隨機漫步的假定。可是此一結論卻在以單根檢定新臺幣對其他國家匯率的隨機性質時又有了不一致的結論如滑明曙(1992)與吳致寧(1993)，究竟新臺幣匯率行為是否為隨機漫步再次地被質疑。黃台心及許宗和(1995)比較隨機漫步模型及理性預期的貨幣模型對新臺幣匯率的預測能力，結果認為我國與他國的貿易關係決定何種模型有較佳的預測能力。就新臺幣對美元匯率而言，隨機漫步模型的預測能力較差。萬哲鈺(1995)也探討新臺幣與美元的匯率關係，結果再次否定隨機漫步的假定，而接受了 ARMA-ARCH 的模型。至於銀行間拆放款市場的利率雖然具有反應／影響中央銀行貨幣政策的功能，國內卻未見探討其隨機行為特質的相關文獻。

本文所要探討的就是新臺幣對美元即期匯率與銀行間拆放款利率變化之機率分配。根據股票報酬率分配的研究，我們主要估計的機率分配模型是隨機跳躍模型與韋伯穩定分配模型，並與目前流行的條件變異數模型，以 GARCH 為代表作一比較。首先，不論是匯率或是利率，我們都可以輕易地拒絕隨機漫步的模型。其次，我們再將這些分配的估計結果與研究股票報酬率常用的 GARCH 模型作一簡單比較而可得到這些分配的優劣點。我們發現沒有一個分配能完全掌握匯率與利率變化率的分配特性，過去的研究者似乎都對自己的模型過度有信心。關於學者常用的 GARCH 模型分配也並非是唯一／最佳的機率分配模型。若純就實用的觀點而言，當我們在建立相關資產的訂價模型時，使用 GARCH 模型反而要小心訂價模型的長期預測能力。至於穩定分配及其變化模型之估計，由於牽涉到不存在機率密度函數解析解可以直接估計的技術性問題，故宜留由未來專章探討而作為後續之研究。

除本節之前言外，本文餘節的討論結構如下：第貳節是架構各類機率分配模型及可能之假設檢定，第參節為實證之結果，用以比較各類分配的特點，而第肆節則為結論，探討究竟何種分配較能描述匯率及利率變化的隨機性質。

貳、機率分配模型

(甲) 隨機漫步與波氏跳躍之混合模型

Press (1967)假定金融資產（如股票）的報酬率為隨機漫步與波氏跳躍兩者混合的機率分配。亦即，

$$\begin{aligned} R(t) &= Z(t) - Z(t-1) \\ &= \alpha + \sum_{k=N(t-1)+1}^{N(t)} y_{t,k} + \varepsilon(t) \end{aligned} \quad (1)$$

其中：

$Z(t)$ = 在 t 期時取自然對數的金融資產價格（含如股利等的報酬）；

$R(t)$ = 金融資產的報酬率

α = 隨機漫步中的漂移項(drift term)；

$N(t)$ = 代表波氏計次過程中隨機事件個數，其參數為 λt ；

$y_{t,k}$ = 金融資產價格跳躍時之百分比變化量；在某一期間內的跳躍， $y_{t,i}$ 與 $y_{t,j}$ ， $i \neq j$ ，假設為幾何相關：

$$\text{cov}(y_{t,i}, y_{t,j}) = \rho^{(i-j)} \sigma_u^2, \quad |\rho| < 1 \text{ 及 } i \neq j, \text{ 且 } y_{t,k} \sim N(\mu, \sigma^2);$$

$\varepsilon(t)$ = 具有常態分配 $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ 的雜訊(white noise)。

此外， $N(t)$ ， $y_{t,k}$ 及 $\varepsilon(t)$ 亦被假定彼此獨立。(1)式之無條件機率密度函數可以下式表現：

$$\text{p.d.f. } R(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^n}{n!} N(\alpha + n\mu, \sigma_\varepsilon^2 + n\sigma_u^2 + 2\sigma_u^2 \sum_{i=1}^{n-1} (n-i)\rho^i) \quad (2)$$

(2)式為 Oldfield 等所設定模型的特例；跳躍為波氏過程且跳躍間互為相關（本文之一般化模型）。 n 分別等於 0 與 1 時，此一常態機率混合模型之條件變異量為 σ_ε^2 及 $\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2$ 。(2)式中的參數 α ， σ_ε^2 ， λ ， ν ， σ_u^2 及 ρ 彼此間為非線性相關，因此仍可用最大概似估計法(MLE)進行估計。若無跳躍情形發生時，亦即 λ 等於 0，此模型可簡化成簡單隨機漫步模型（簡稱高斯模型）。當 α 與 ρ 皆為 0 時，此模型成為 Press 的跳躍 - μ 模型；當 μ 與 ρ 皆為 0 時，此模

型又成為 Beckers 的跳躍 - α 模型。

(乙) 伯努利跳躍模型

若每一期間只允許最多一次的跳躍，而且此一跳躍的機率固定，(1)式遂可改以下式表之，而成為伯努利跳躍模式：

$$R(t) = \begin{cases} \alpha + y + \varepsilon(t) & \text{如果事件在 } t-1 \text{ 與 } t \text{ 期間發生的機率為 } \lambda \\ \alpha + \varepsilon(t) & \text{如果沒有事件在 } t-1 \text{ 與 } t \text{ 期間發生的機率為 } (1-\lambda) \end{cases} \quad (3)$$

(3)式中 y 為平均數 μ 與變異數 σ_u^2 的常態分配。根據(3)式，其機率密度函數可簡化成：

$$\text{p.d.f } R(t) = \lambda N(\alpha + \mu, \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2) + (1-\lambda)N(\alpha, \sigma_\varepsilon^2) \quad (4)$$

(4)式可視為(2)式中當 n 最多為 1 之線性估計式。當 μ 為 0 時，本式成為 Ball 與 Torous 的伯努利 - α 模型。

(2)式與(4)式皆為常態分配的混合，可以概似函數表之。為避免概似值因估計時變異數趨近於 0 而成為無限大，變異數在估計時被限制大於 0；如果估計的變異數非常接近 0，則最大概似值將無法收斂而造成估計的失敗。此外，在建構以(2)式為主體的概似函數值時，波氏計量 n 值須加總至無限大。在估計概似函數值時，一定程度的誤差容忍度必須被接受以便估計的進行。本研究採取的策略是固定取 n 等於 11 的大數值以取代無限大的 n 值。採用此一策略的主要理由有二：一為影響金融資產價格變動的事件在一短期間內多次發生的機率應該不高，取一大的波氏計量 n 值應足以估計真實的概似函數值；其次在電腦的模擬中理論概似函數值很快的因 n 值的增加而趨近某一水平，因此給定某一較大的 n 值應足以估計概似函數中的各個參數。

由(2)式與(4)式，我們可以架構十個子模型，其中六個由(2)式發展出，三個由(4)式發

展出，最後一個則是(2)式與(4)式所共有的高斯模型。這些模型可分別以(2)式與(4)式為中心架構出波氏與伯努利型式的網絡式檢定(nested test)。由此一檢定架構，我們可以探討下列的問題。第一，隨機漫步的高斯模型是否就足以描述金融資產的價格（報酬）行為，還是跳躍現象也要一併列入考慮。第二，某一期間內若有多次跳躍發生時，跳躍之間是否有自我相關的現象。第三，伯努利式的跳躍是否是波氏跳躍的一個不錯的替代，還是必須使用較複雜的跳躍或一般化模型。第四，過去的研究常設定隨機漂移項或平均跳躍為0的限制是否合理。本文主要就是以概似比率檢定(likelihood ratio test)探討此四問題是否存在於我國的外匯市場與銀行間拆放款市場。

(丙) 韋伯分配

由於 Mittnik 及 Rachev (1993)主張韋伯(Weibull)穩定分配較能解釋金融資產報酬的隨機行為，我們亦可以嘗試以此分配來作配適。韋伯的機率密度函數可以表示如下：

$$\text{p.d.f. } R(t) = c \alpha^{-1} \{(R(t) - \xi_0) / \alpha\}^{c-1} \exp[-\{(R(t) - \xi_0) / \alpha\}^c] \quad (5),$$

其中 $\xi_0 < R(t)$ ， c 及 α 皆大於 0。 ξ_0 的估計值須滿足以(5)式建立的正規方程組，否則 ξ_0 可取所有金融資產報酬率中之極小值為其最大概似估計式。根據 Johnson 與 Kotz (1969)，當參數 c 大於 2 時，此一機率密度函數之最大概似估計式具有一般的極限分配，而若「已知」 c 介於 0 與 1 之間則金融資產報酬率樣本中之極小值為 ξ_0 的「超級有效」(super efficient)估計式。

此外，一般在應用韋伯分配時，研究者常假定(5)式中的 ξ_0 為 0，因此(5)式可以簡化成為

$$\text{p.d.f. } R(t) = c \alpha^{-1} \{R(t) / \alpha\}^{c-1} \exp[-\{R(t) / \alpha\}^c] \quad R(t) > 0 \quad (6)。$$

本文首先將所研究之金融資產報酬率分別依(5)式及(6)式估計，其次再取樣本中之極小值估計 ξ_0 ，亦即取 ξ_0 之超級有效估計式後，再對(5)式進行估計。因此總共有三種不同的設定來確

立究竟何種韋伯分配模式較適合應用於我國的外匯市場與銀行間拆放款市場。此外，如果(6)式的估計結果優於其他兩種模型，我們就進一步地將樣本依其正負值加以分割，然後再重新對(6)式估計。這樣的估計策略對於樣本的配適結果應該更好，但有可能因估計參數的不同而產生不對稱之韋伯分配。

(丁) GARCH 分配

自從 Engle 於 1982 年介紹自我相關變異質的 ARCH 模型後，引發學者一窩蜂地以此模型來探討資產報酬率的隨機行為，相關回顧文獻可參考 Bollerslev, Chou, 與 Kroner (1992)。Bollerslev 於 1986 將 ARCH 模型擴大發展出一般化的 GARCH(r,m)模型，而成為學者常用的模型之一：

$$\begin{aligned} R(t) &= B_0 + \mu(t); \mu(t) = \sqrt{h(t)}v(t) \\ h(t) &= A_0 + A_1 \mu(t-1)^2 + \dots + A_m \mu(t-m)^2 + C_1 h(t-1) + \dots + C_r h(t-r) \end{aligned} \quad (7)$$

其中 $v(t)$ 假定為標準常態分配。

ARCH 與 GARCH 模型都能掌握資產報酬率分配常見的高狹峰－大尾現象。我們為了比較此類分配與其他分配間的關係，於是估計了 GARCH(1,1), GARCH(1,2)與 GARCH(2,1)三個模型，而後再依 Akaike 的資訊標準(AIC)選出最佳模型。由於(7)式為條件變異數的形式，為與其他分配的特質作比較，我們在估計出參數值後，藉由模擬的方式取得非條件性的機率分配。我們的模擬策略是模擬一千個樣本點成為一分配，如此反覆操作二十次，再檢視這些分配平均值的統計量特質。

參、實證結果

(甲) 基本統計量

本文所研究的外匯匯率為新臺幣對美元的名目匯率，利率則是探討銀行間的拆放款利率。

此兩項指標為我國中央銀行所關切，前者與我國的匯率政策息息相關，而後者則與貨幣政策有不可分離的關係。本文資料取得來源為財團法人經濟資訊推廣中心的資料庫。匯率的研究期間是由民國 78 年 4 月 1 日起，至民國 85 年 2 月 29 日止之日資料，代表匯率自由化後的隨機行為；利率的研究期間則是由民國 80 年 10 月 1 日起，至民國 85 年 3 月 28 日止之日資料，為本文研究時在資料庫中所能取得的最長資料。表一與表二分別說明有關匯率及利率的基本統計資料。

表一 新臺幣對美元名目匯率基本統計資料摘要

1989.4.1—1996.2.29

變數	樣本個數	平均數	標準差	偏度	峰度
匯率	2001	26.35828	0.73529	-0.25968*	-0.88546*
匯率變化率	1601	-0.00005	0.00210	2.99486*	101.31892*

*：顯著水準 1%。

表二 銀行間拆放款利率基本統計資料摘要

1991.10.1—1996.3.31

變數	樣本個數	平均數	標準差	偏度	峰度
利率	1302	6.3751536	1.0106941	0.65205*	1.12050*
利率變化率	1045	-0.0025074	0.0563619	2.39577*	15.80036*

*：顯著水準 1%。

雖然由表一中匯率變化率的平均值為負來看，新臺幣在這段期間有升值的現象，但由正偏度與高峰度可以看出外匯市場在中央銀行的外匯干預下，平時新臺幣對美元的交換率傾向於穩定，但偶爾會有大幅度波動且新臺幣有貶值的傾向。由此可知，新臺幣與美元交換率變化的

分配應非一般常態分配所能解釋。由表二利率變化率的資料，我們可以看出利率水準在這段期間內亦是下跌的，但正偏度與高峰度也說明了其分配並未具備常態分配的特質，不過利率變化的峰度較匯率變化的峰度要低了許多。因此，表一與表二皆顯示新臺幣對美元的匯率與銀行間拆放款利率亦如同其他金融資產一般，應具有非常態的機率分配的特質。

(乙) 概似比檢定結果

我們用最大概似法估計與跳躍相關的各類機率分配模型後，再以網絡式檢定（一）各種分配模型之配適是否優於高斯分配，（二）一般化模型是否優於其他模型，以及（三）各大類模型內個別子模型配適的優越性。表三綜合了有關匯率變化率機率分配的檢定結果，表四則就利率變化率作出相關的檢定結果。

由表三與表四我們可以清楚地看出相對於其他各類模型，高斯模型可以輕易的被拒絕。這個結果在我們檢查基本統計量時便已察覺，而正式的檢定更確認了先前的臆測。一般化模型顯著地優於跳躍與伯努利模型，但在匯率部份，不同的一般化子模型間無法區別何種配適具有優越性，而在利率部份則是一般化模型顯著地優於一般化 -u 模型。至於跳躍模型方面，

表三 新臺幣對美元名目匯率變化率之混合機率分配檢定

	概似值	高斯vs.	一般化vs.	跳躍vs.	伯努利vs.
高斯	7599.6158				
一般化	8352.2801	1505.3286			
一般化- α	8352.1102	1504.9888	0.3398		
一般化- μ	8352.1781	1505.1246	0.2040		
跳躍	8324.4720	1449.7124	55.6162		
跳躍- α	8324.3668	1449.5020	55.8266	0.2104	
跳躍- μ	8323.9788	1448.7260	56.6026	0.9864	
伯努利	8305.0725	1410.9134	94.4152		
伯努利- α	8305.0386	1410.8456	94.4830		0.0678
伯努利- μ	8304.2058	1409.1800	96.1486		1.7334

表四 銀行間拆放款利率變化率之混合機率分配檢定

	概似值	高斯vs.	一般化vs.	跳躍vs.	伯努利vs.
高斯	1523.0898				
一般化	1822.9493	599.7190			
一般化- α	1821.1872	596.1948	3.52420		
一般化- μ	1801.4617	556.7437	42.9753		
跳躍	1812.9334	579.6872	20.0318		
跳躍- α	1808.1733	570.1670	29.5520	9.5202	
跳躍- μ	1790.5293	534.8790	64.8400	44.8082	
伯努利	1807.6083	569.0370	30.6820		
伯努利- α	1804.2356	562.2916	37.4274		6.7454
伯努利- μ	1787.8575	529.5354	70.1836		39.5016

利率部份則是含有漂移項與非零跳躍值的架構顯著優於其他模型，但在匯率部份卻無法作出相同的結論。最後，同樣的結論亦可在伯努利模型的檢定中求得。

原則上，表三與表四的檢定說明一般化的模型較能解釋我國匯率與利率的波動情形；若要簡化模型，利率變化的機率分配則是含有漂移項與非零跳躍值的架構要優於其他，但是匯率方面則無此結論。不過，由於估計模型的複雜性，若僅就最大概似估計值的結果來斷定各類模型的優劣，有時可能會因存在著第二類誤差(type II error)而產生誤導的結論，我們因此必須再就估計參數的合理性，進一步確認模型是否合用。

(丙) 隨機漫步、波氏跳躍之混合模型與伯努利跳躍模型之估計結果

表五與表六分別綜合了新臺幣對美元之名目匯率及銀行間拆放款利率變化率的各種跳躍模型的估計結果。首先，比較高斯模型的估計值與各樣本的基本統計量，我們可以驗證模型估計的正確性。其次，不論匯率或利率資料都顯示出單一時段內多次跳躍間具有極高度的正相關性。此一結果與臺灣的股票交易資料結果相似(Lee,1995)，卻與美國股票交易資料不同(Lee,1989)。這似乎意味著如果資訊的變化會影響金融資產報酬率，其影響方向是單向的，

表五 新臺幣對美元名目匯率變化率之各種混合分配最大概似估計值

	概似值	λ	α	μ	σ_ϵ	σ_μ	ρ	
高斯分配	7599.6158		-0.000047		0.002099*			
波 氏	一般化	8352.2801	0.28320*	-0.000016	-0.000092	0.000686*	0.002858*	0.99160*
	一般化 - α	8352.1102	0.28252*	-0.000020		0.000687*	0.002862*	0.99106*
	一般化 - μ	8352.1781	0.28805*		-0.000120	0.000682*	0.002829*	0.99981
跳 躍	跳躍	8324.4720	0.21182*	-0.000025	-0.000105	0.000765*	0.003822*	
	跳躍 - α	8324.3668	0.21123*	-0.000027		0.000767*	0.003830*	
	跳躍 - μ	8323.9788	0.21524*		-0.000150	0.000761*	0.003794*	
伯努利跳躍	8305.0725	0.14395*	-0.000034	-0.000059	0.000840*	0.005079*		
伯努利跳躍 - α	8305.0386	0.14522*	-0.000034		0.000837*	0.005043*		
伯努利跳躍 - μ	8304.2058	0.14878*		-0.000176	0.000831*	0.004952*		

*：顯著水準 1%。

**：顯著水準 5%。

表六 銀行間拆放款利率變化率之各種混合分配最大概似估計值

	概似值	λ	α	μ	σ_ϵ	σ_μ	ρ	
高斯分配	1523.0898		-0.00251		0.05634*			
波 氏	一般化	1822.9493	0.39636*	-0.00700*	0.00816	0.02113*	0.06655*	0.99982
	一般化 - α	1821.1872	0.40055*	-0.00618*		0.02098*	0.06675*	1.00000*
	一般化 - μ	1801.4617	0.38264*		-0.00348	0.02250*	0.06776*	1.00000**
跳 躍	跳躍	1812.9334	0.28341*	-0.24926	0.22733*	0.02511*	0.06750*	
	跳躍 - α	1808.1733	0.28297*	-0.00614*		0.02414*	0.09134*	
	跳躍 - μ	1790.5293	0.24675*		0.00542	0.02620*	0.09635*	
伯努利跳躍	1807.6083	0.18584*	-0.00686*	0.02326**	0.02658*	0.11308*		
伯努利跳躍 - α	1804.2356	0.18776*	-0.00613*		0.02648*	0.11487*		
伯努利跳躍 - μ	1787.8575	0.17295*		0.00962	0.02804*	0.11705*		

*：顯著水準 1%。

**：顯著水準 5%。

結果造成單一期間內多次跳躍的方向一致。這或許能說明臺灣「淺碟型」市場的特徵。

另外，在匯率部份，Oldfield等的一般化模型及其子模型間的參數如 λ 和不同的標準差估計值之大小相似，但在利率部份， μ 值之估計卻變了符號。匯率變化的跳躍參數在28%左右，而利率跳躍的參數則可高到39%上下。至於跳躍的標準差方面，在匯率部份是隨機漫步的四倍左右，而在利率部份則只有三倍左右。雖然這可能是利率市場本身平時的波動幅度較大所致，但這似乎也意味著外匯市場可能有著較大的「人為」干擾因素。因此，一般來說，我國外匯市場的價格波動在中央銀行的主導下較銀行間拆放款市場的利率波動要穩定，但是匯率如果有所調整，其調整幅度就會比利率調整為大。

至於隨機漫步與波氏跳躍混合模型方面，外匯市場與利率市場的跳躍參數分別較一般化模型下跌7%與12%左右。不過，利率樣本所估計的 μ 值並沒有發生符號扭轉的現象，可是在跳躍模型中的估計值卻明顯地偏高，以沖銷偏高的隨機漫步負 α 值。嚴格地說，使用利率樣本所估計的跳躍模型並不成功。此外，隨機與跳躍標準差異較一般化模型有擴大的現象，而且利率跳躍的標準差在各子模型中有升高的趨勢。由此參數估計的結果，我們因此對利率變化行為是否適合跳躍相關模型持一保留態度，進一步的探討顯有其必要性。而在伯努利模型部份，匯率14%的跳躍機率要較利率的18%為低，而且不論是匯率或利率跳躍的標準差都較一般化模型與跳躍模型有更擴大的現象。因此伯努利模型雖然有較低的跳躍機率，但是每次跳躍時幅度似乎會更大。

除了利率的一般化- μ 模型外，所有模型估計結果皆顯示匯率變化跳躍的平均值為負—新臺幣對美金升值，而利率變化的跳躍平均值為正—銀行間的拆放款利率水準上升。將此結論再與匯率及利率的樣本基本統計資料相比，我們可以看出將跳躍因子析出後，匯率的變化是兩項新臺幣升值過程的加總，而利率卻是一負一正過程的加總。如果不將跳躍過程分離，我們似乎不能得到這樣的結論。最後，由實證結果我們亦可看出，不論是Press，Beckers，或是Ball與Torous的特例模型在匯率與利率的市場中的配適均不如Oldfield等的一般化模型，而此一結論與臺灣及美國的股票報酬率隨機模型(Lee, 1995, 1989)亦有所不同。

(丁) 韋伯分配與 GARCH 模型之估計結果

表七是不同的韋伯分配的估計結果。由於在估計匯率與利率的韋伯(Weibull)穩定分配時，我們分成三種估計策略－參數全部開放估計，限制 ξ_0 為 0，以及 ξ_0 取樣本最小值，因此一個小的網絡式概似比檢定亦可建立。由概似比的檢定，沒有限制的韋伯分配可以輕易的被 ξ_0 為 0 或樣本最小值所排除。固然 ξ_0 為 0 或最小樣本值之間無法以網絡式的檢定來討論，但若以概似值之大小作為配適之良窳，那麼無疑的當 ξ_0 被限制為 0 時的概似值要顯著的優於其他模型。我們因此進一步使用此一模式先將匯率與利率的變化率分為正負兩部份後，再分別進行估計，以增加資料配適的效果。這種正負值分開估計的方式使得資產報酬率的機率分配參數會因報酬率的正負值有所不同，而成為不對稱之韋伯分配，此與 Mittnik 及 Rachev 的處理方式是一致的。表七的下半部便是我們將樣本分成正負值後所得的估計結果。在匯率變化

表七 不同分配之韋伯分配家族最大概似估計值

		概似值	c	α	ξ_0
匯 率	沒有限制	6797.9296	5.57334*	0.02370*	-0.02280
	ξ_0 為最小值	6733.2981	5.48129*	0.02346*	-0.02260
	ξ_0 為 0	6890.5190	1.03536*	0.00135*	0
	樣本 ≥ 0	3330.6235	1.03108*	0.00134*	0
	樣本 < 0	3559.9769	1.03975*	0.00137*	0
利 率	沒有限制	1388.2515	3.66977*	0.26569*	-0.24667*
	ξ_0 為最小值	1400.6229	3.66267*	0.26339*	-0.24414
	ξ_0 為 0	2405.9251	0.91533*	0.03272*	0
	樣本 ≥ 0	916.8119	0.81754*	0.03492*	0
	樣本 < 0	1507.1981	1.03360*	0.03118*	0

註：匯率變化率之極小值為-0.02260；利率變化率之極小值為-0.24414。

*：顯著水準 1%。

部份， c 與 α 值的大小並不因正負報酬率的分開估計而有太大的差異，但是利率變化的部份則是當樣本大於或等於0時之 c 值較小，而樣本小於0時之 α 則較小。匯率與利率之變化顯然是受不同的機率分配所影響，要瞭解不同金融資產報酬率的隨機行為，就須對個別金融資產單獨作研究，一以貫之的機率分配參數並不存在。

表八是我們以三種 GARCH 模型估計匯率與利率變化的結果。若根據 AIC 作為模型選定標準，則無論是匯率或是利率的變化率都以 GARCH(1,1)為較佳的估計模式。由估計的 GARCH 參數值我們可以看出，不同的模型中相同參數的估計值有類似等級(order)的大小。此外，匯率變化率的參數要小於利率變化率的參數，代表兩種資產的隨機行為的不同，而由 A_1 與 C_1 的估計值可以看出利率的波動性要大於匯率的波動性。

GARCH 模型若要與其他模型比較須將條件分配轉換非條件性的分配，可是這樣的轉換顯然會受期初值的影響。雖然我們採取的策略是藉由多次的模擬取平均分配來減輕此一問題，但不同的模擬仍會產生不同的分配結果。因此，由模擬產生 GARCH 模型非條件性機率分配的統計量僅能供參考使用，而並非取得漸近分配(asymptotic distribution)後的統計量。

表八 不同 GARCH(r,m)分配最大似估計值

$$R(t) = B_0 + \mu(t); \quad \mu(t) = \sqrt{h(t)}v(t)$$

$$h(t) = A_0 + A_1\mu(t-1)^2 + \dots + A_m\mu(t-m)^2 + C_1h(t-1) + \dots + C_rh(t-r)$$

	GARCH	AIC 值	概似值	B_0	A_0	A_1	A_2	C_1	C_2
匯 率	(1,1)*	-14.46885	11.23442	6.33E-6	1.73E-11	2.5E-7		5.8E-4	
	(1,2)	-8.03061	9.01530	1.24E-5	1.72E-11	2.6E-5	2.5E-5	5.1E-4	
	(2,1)	-5.11530	7.55765	1.40E-5	1.74E-11	2.7E-5		2.7E-5	7.9E-5
利 率	(1,1)*	1.13344	3.43328	0.00169	1.21E-04	0.5455		0.6010	
	(1,2)	3.18585	3.40708	0.00108	1.65E-04	0.3798	1.6E-8	0.6679	
	(2,1)	3.05937	3.47032	0.00152	2.79E-04	0.6590		0.0559	0.3915

*被選為模擬分配之模型。

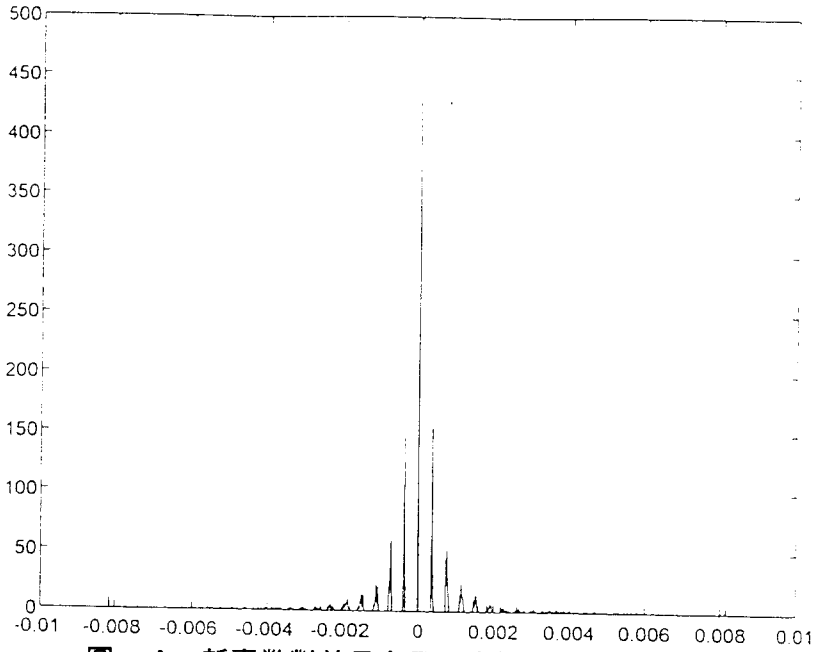
(戊) 由模擬基本統計量比較各種分配優缺點

我們由表一與表二的基本統計量可以看出，無論是匯率或是利率的變化率都是右偏且具有很高的峰度值。因此，我們估計的機率分配模型如果不僅能掌握匯率或是利率變化率的平均值與標準差，且亦具有類似的偏度與峰度的水準，那麼該模型應較能描述匯率或利率變化率的隨機行為特質。

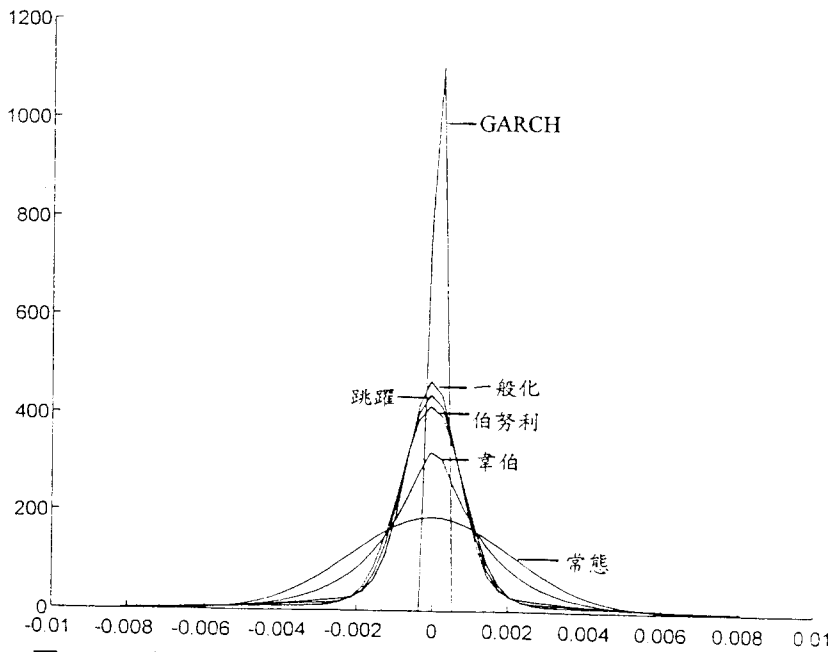
首先，圖一與圖二是我們以各種代表性分配之參數值，模擬在正負四個標準差範圍內的一千個可能數值所產生的機率分配圖型。由這些機率分配圖「形狀」看來，在匯率部份，雖然在混合分配中一般化模型較能抓住高狹峰的特性，但是跳躍及伯努利模型亦相差不遠，至於 GARCH 模型則是分配過度集中於眾數附近；至於利率部份，則跳躍分配對右偏大尾現象頗能掌握韋伯分配似乎更能反應樣本眾數附近的表現，而 GARCH 模型在眾數的表現仍過度集中。

由於目測可能會有所誤導，由模型分配所產生的基本統計量或許可以有較佳的答案。表九與表十便是依模擬分配圖型所作的匯率與利率變化之基本統計量。與樣本之基本統計量相比，高斯模型能完全掌握樣本的平均數與變異數，但是在偏度與峰度方面則失去準確性。在另一方面，GARCH 模型模擬統計量的平均值與標準差與樣本統計量的差距最大，而且平均數模擬值符號還與實際數值相反。

在偏度方面，只有利率的跳躍 - α 模型能反應樣本特性，而匯率變化的估計符號則與實際數值相反。至於 GARCH 模型在匯率部份高估了偏度，但在利率部份卻不僅低估偏度，且估計方向與樣本統計量相反。至於峰度問題，雖然使用不同的機率分配模型有助於峰度的模擬，可是仍不能充份反應實際的樣本情形。無論是高斯分配、混合分配、或是韋伯分配的峰度統計量都太低，而 GARCH 模型卻又過度的高估實際的樣本值。模擬的偏度與峰度兩個統計量顯示不同的機率分配模型對於樣本右偏大尾的部份未能完全成功的配適。因此，雖然我們估計的模型多少能部份成功地抓住新臺幣對美元匯率與銀行間拆放款利率變化之機率分配特質，但是這與實際資料—尤其是峰度部份，仍有一段距離。至於最近學者所鼓吹使用的 GARCH 模型則無法在本文證實此一模型在其他研究中所獲得的肯定。

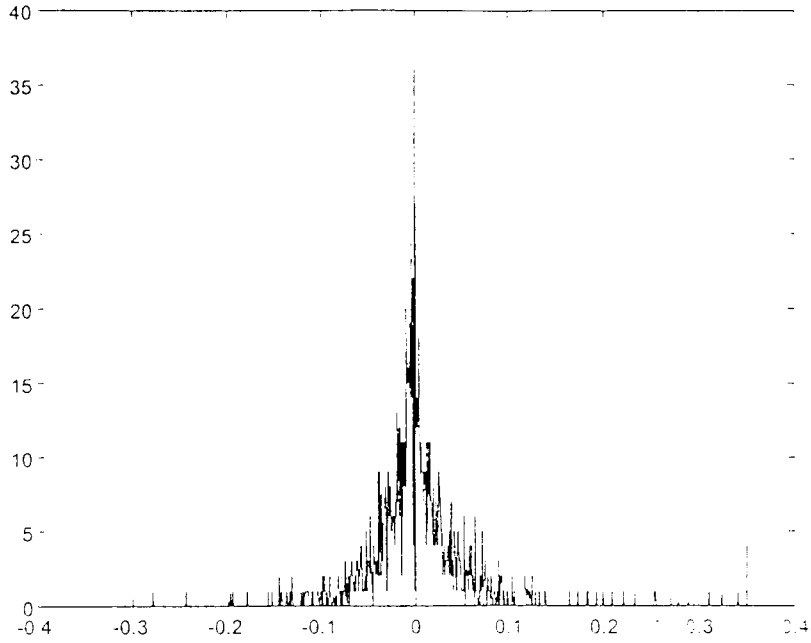


圖一 A 新臺幣對美元名目匯率變化率之樣本分配

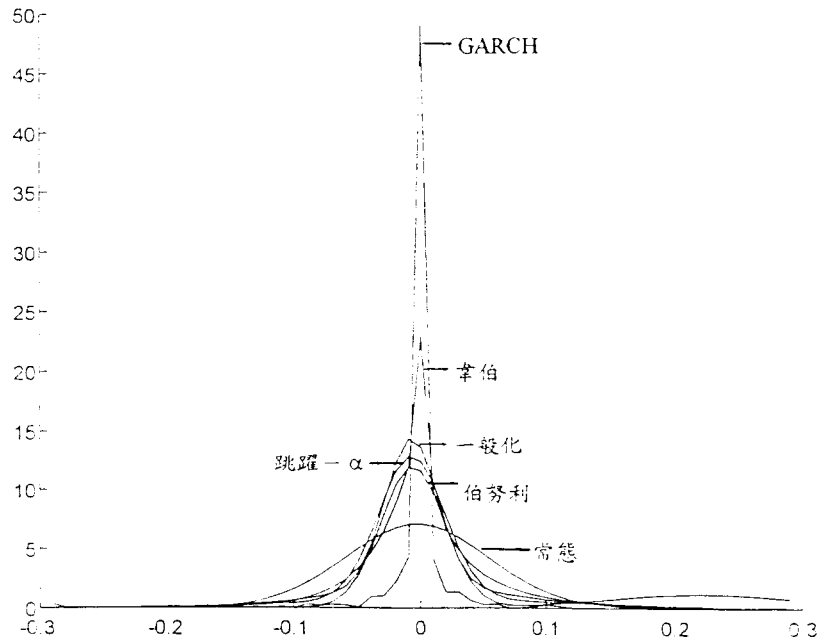


圖一 B 新臺幣對美元名目匯率變化率之不同模型模擬結果

新臺幣對美元名目匯率及銀行間拆放款利率變化之機率分配研究



圖二 A 銀行間拆放款利率變化率之樣本分配



圖二 B 銀行間拆放款利率變化率之不同模型模擬結果

表九 新臺幣對美元名目匯率變化率不同模型模擬配適之基本統計量

不同模型模擬配適之基本統計量

	平均值	標準差	偏度	峰度
高斯	-0.00005	0.00201	0.00031	-0.01135
一般	-0.00004	0.00160	-0.07887	5.56925
跳躍	-0.00004	0.00167	-0.06387	6.14227
伯努利	-0.00004	0.00161	-0.00490	7.19141
韋伯	-0.00001	0.00181	-0.01393	1.75215
GARCH*	0.00018	0.00039	4.96072	417.650

* GARCH 模擬之各項基本統計量隨模擬參數設定之不同而異。

表十 銀行間拆放款利率變化率不同模型模擬配適之基本統計量

不同模型模擬配適之基本統計量

	平均值	標準差	偏度	峰度
高斯	-0.00251	0.05632	0.00065	-0.00914
一般	-0.00403	0.04768	0.33510	4.20439
跳躍	0.01649	0.06393	2.02863	3.40266
伯努利	-0.00327	0.04980	0.57924	4.98317
韋伯	0.00285	0.04903	0.70233	2.87166
GARCH	0.00015	0.03466	-0.2833	21.9544

肆、結論

本文所探討的是新臺幣對美元名目匯率及銀行間拆放款利率變化之可能的機率分配。我們以含跳躍之隨機漫走模型、穩定之韋伯分配與 GARCH 模型作為探討對象。在這些可能的

分配中，究竟那一分配較能解釋實際的資料？除了用網絡式的統計檢定可以查證出部份的答案外，我們亦檢查各類分配的配適圖形及各個分配的基本統計量特質。

我們發現，高斯模型所代表的平均數與標準差最能掌握匯率與利率的樣本平均值與標準差，可是在統計檢定過程中卻被其他混合機率模型所拒絕。至於目前學者常用的 GARCH 模型則不僅平均值、標準差、與偏度的模擬數值與相對樣本值有異，而且峰度的模擬數值也過高。另外，Mittnik 及 Rachev 所主張的韋伯分配的優越性，在我們的研究中亦未能獲得證實。相形之下，混合型機率分配也有不能完全掌握樣本特質的困擾。

瞭解金融資產報酬率的分配特質固然有助於事前預測資產尚未發生報酬率的機率，但是選擇適當的機率分配模型來估計卻不是一件容易的事。由本文之討論，我們似可得到以下之結論：如果我們僅是關心金融資產報酬率的平均值與變異數，那麼簡單的高斯分配就足以滿足我們的需要。如果偏度與峰度都很重要，而且計算資源又有限，那麼伯努利模型似乎可被接受，而一般化模型則是在統計顯著性上雖較安心，可是對實際樣本配適的優良性上仍有一段距離。另外，在利率的分配方面，跳躍模型似乎可以考慮。至於 GARCH 模型過高的峰度則暗示少數特異的觀察值(outliers)影響了整個分配的穩定性。

最近 Mantegna 及 Stanley 利用柏拉圖穩定分配估計資產報酬率在高狹峰部份的分配，再用冪指數分配來估計大尾部份的分配而得到極佳的配適結果，這種分開控制資產報酬率分配特質的作法可算是一大突破，正可彌補我們估計各種模型估計時的缺點，所以也是我們未來研究此類問題時應走的方向。

參考文獻

中文部份：

伍忠謙（民國 75 年），台灣股票市場價格變動習性為隨機漫步假定之再驗證，淡江大學管理科學研究所管理經濟組碩士論文。

吳致寧（民國 82 年），匯率與單根－台灣之實證研究，經濟論文，22:1，101-133。

林恩從（民國 82 年），臺灣即期匯率隨機漫步行為檢定－不同測試方法之應用，交大管理學報，13 卷 2 期，61-72。

林啟淵（民國 68 年），貨幣供給對台灣股票市場影響之研究，政治大學企業管理研究所碩士論文。

- 林煜宗（民國 67 年），市場因素對台灣證券市場股票變動之影響，證交資料，194 期，1-9。
- 徐世豪（民國 68 年），台灣證券有效性之研究－過濾法投資效益之評估，政治大學企業管理研究所碩士論文。
- 張金桂（民國 69 年），台灣股票市場股價行為之實證研究，大同工學院事業經營研究所碩士論文。
- 黃台心，許宗和（民國 84 年），我國外匯匯率之研究－比較融合理性預期的貨幣分析模型與隨機漫步模型的預測能力，企銀季刊，18 卷 3 期，70-97。
- 滑明曙（民國 81 年），新臺幣／美元實質匯率為一隨機漫步過程嗎？，台北市銀月刊，23 卷 11 期，2-13。
- 簡仁德（民國 70 年），台灣證券市場價格變動習性為隨機漫步假定之實證分析，淡江大學管理科學研究所博士論文。
- 謝育萍（民國 83 年），台灣股票報酬率分配之實證研究，政治大學國際貿易研究所碩士論文。

英文部份：

- Akgiray, Vedat and Geoffrey Booth, 1986, Stock Price Processes with Discontinuous Time Paths: An Empirical Examination, *The Financial Review*, 31,163-184.
- Angelini, Paolo, 1994, More on the Behavior of Interest Rates and the Founding of the Fed, *Journal of Monetary Economics*, 34(3), 537-553.
- Arditti, Fred D., 1967, Risk and the Required Return on Equity, *Journal of Finance*, 22,19-36.
- Back, Kerry, 1991, Asset Pricing for General Processes, *Journal of Mathematical Economics*, 20, 371-395.
- Baillie, Richard T. and Patrick C. McMahon, 1987, Empirical Regularities in Exchange Rate Behaviour, Exchange Rates and the Open Economy, ed. by K. A. Chrystal and Robert Sedgwick, 7-29.
- Ball, C. A. and W. N. Torous, 1983, A Simplified Jump Process for Common Stock Returns, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 18,53-65.
- _____, 1985, On Jumps in Common Stock Prices and Their Impact on Call Pricing, *Journal of Finance*, 40, 155-173.
- Beckers, Stan, 1981, A Note on Estimating the Parameters of the Diffusion-Jump Model of Stock Returns, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 16,127-140.
- Brennan, M. J. M. and E. S. Schwartz, 1979, A Continuous Time Approach to the Pricing of Bonds, *Journal of Banking and Finance*, 3,133-155.
- Bollerslev, Tim, 1986, Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, 31,307-327.
- _____, Ray Y. Chou, and Kenneth F. Kroner, 1992, ARCH Modeling in Finance, *Journal of Econometrics*, 52,5-59.
- Burt, John, Fred R. Kaen and G. Geoffrey Booth, 1977, Foreign Market Efficiency Under Flexible Exchange Rates, *Journal of Finance*, 32,1325-1330.
- Calderon-Rossell, Jorge R., and Moshe Ben-Horim, 1982, The Behavior of Foreign Exchange Rates, *Journal of International Business Studies*, 13,99-111.
- Chan, K.C., G. A. Karoyli, F.A. Longstaff and A. B. Sanders, 1992, An Empirical Comparison of

- Alternative Models of the Short-Term-Interest Rate, *Journal of Finance*, 47,1209-1227.
- Clark, Peter K., 1973, A Subordinated Stochastic Process Model with Finite Variance for Speculative Prices, *Econometrica*, 41,135-155.
- Constantinides, G. M., 1992, A Theory of the Nominal Term Structure of Interest Rates, *The Review of Financial Studies*, 5,531-552.
- Cootner, Paul H., 1964, *The Random Character of Stock Market Prices*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Cox, J. C., J.E. Ingersoll and S.A. Ross, 1985, A Theory of the Term Structure of Interest Rates, *Econometrica*, 53,385-407.
- Den-Haan, Wouter J., 1995, The Term Structure of Interest Rates in Real and Monetary Economics, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19(5-7),909-940.
- DuMouchel, W., 1971, *Stable Distributions in Statistical Inference*, Unpublished Ph. D. Dissertation, Yale University, Department of Statistics.
- Echols, Michael E. and Jan Walter Elliot, 1976, Rational Expectations a Disequilibrium Model of the Term Structure, *American Economic Review*, 66,28-44.
- Engle, Robert F., 1982, Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U. K. Inflation, *Econometrica*, 50,987-1008.
- Epps, Thomas W. and Mary Lee Epps, 1976, The Stochastic Dependence of Security Price Changes and Transaction Volume: Implications for the Mixture-of-Distribution Hypothesis, *Econometrica*, 44,305-321.
- Evans, Martin and Paul Wachtel, 1992, Interpreting the Movements in Short-Term Interest Rates, *Journal of Business*, 65(3),395-429.
- Fama, Eugene F., 1965, The Behavior of Stock-Market Prices, *Journal of Business*, 38,34-105.
- Friedman, Daniel and Stoddard Vandersteel, 1982, Short-run Fluctuations in Foreign Exchange Rates, *Journal of International Economics*, 13,171-186.
- Fuhrer, Jeffrey C. and Kenneth J. Weiller, 1991, A Multivariate Posterior Odds Approach to Assessing Competing Exchange Rate Models, *Review of Economics and Statistics*, 73(1),113-124.
- Hoelscher, Gregory, 1986, New Evidence on Deficits and Interest Rates, *Journal of Money, Credit, and Banking*, 17,1-17.
- Hsieh, David A., 1988, The Statistical Properties of Daily Foreign Exchange Rates:1974-1983, *Journal of International Economics*, 24(1/2),129-145.
- Hsieh, David A., 1989, Modeling Heteroscedasticity in Daily Foreign-Exchange Rates, *Journal of Business and Economic Statistics*, 7(3),307-317.
- Hsieh, David A., 1991, Implications of Observed Properties of Daily Exchange Rate Movements, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 1(1),61-71.
- Hsu, Der-Ann, R. B. Miller and D. W. Wichern, 1974, On the Stable Paretian Behavior of Stock-Market Prices, *Journal of the American Statistical Association*, 69,108-113.
- Jarrow, Robert A. and Eric R. Rosenfield, 1984, Jump Risks and the Intertemporal Capital Asset Price Model, *Journal of Business*, 57,337-352.

- Johnson, Norman L. and Samuel Kotz, 1969, *Distributions in Statistics: Discrete Distributions*, Boston, Houghton Mifflin Company.
- Karlin, Samuel and Howard M. Taylor, 1981, *A Second Course in Stochastic Processes*, New York, Academic Press.
- Kon, Stanley J., 1984, Models of Stock Returns: A Comparison, *Journal of Finance*, 39,147-166.
- Lee, Tung-Hao, 1989, Maximum Likelihood Estimation and Tests of Stock Returns with the Random Walk-Jump Model, Manuscript, Claremont McKenna College and Claremont Graduate School.
- _____, 1995, Maximum Likelihood Estimation and Tests of Stock Returns with the Random Walk-Jump Model - the Taiwan's Case, Presented at the Fourth Annual Conference on the Theories and Practices of Security and Financial Market, National Sun-Yat Sun University, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.
- _____, and Jia He, 1991, A Variance-Ratio Test of Random Walks in Foreign Exchange Rates, *Journal of Finance*, 46(2),773-785(1991a).
- Liu, Christina Y. and Jia He, 1991, Do Real Exchange Rates Follow Random Walks? : A Heteroscedasticity-Robust Autocorrelation Test, *International Economic Journal*, 5(3),39-48(1991b).
- Mankiw, N. Gregory, Jeffrey A. Miron and David N. Weil, 1987, The Adjustment of Expectations to a Change in Regime: A Study of the Founding of the Federal Reserve, *American Economic Review*, 77,358-374.
- Mankiw, N. Gregory, Jeffrey A. Miron and David N. Weil, 1994, The Founding of the Fed and the Behavior of Interest rates: What Can Be Learned from Small Samples? *Journal of Monetary Economics*, 34(4),555-559.
- Mantegna, Rosario. and H. Eugene Stanley, 1995, Scaling Behaviour in the Dynamics of an Economic Index, *Nature*,376,46-49.
- Meese, Richard A. and Kenneth Rogoff, 1983, Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?, *Journal of International Economics*, 14(1-2),3-24.
- Mehar, Yash P., 1994, An Error-Correction Model of the Long-Term Bond Rate, *Economic Quarterly* (Federal Reserve Bank of Richmond), 80(4),49-68.
- Merton, Robert C., 1976, Option Pricing When Underlying Stock Returns are Discontinuous, *Journal of Financial Economics*, 3,125-144.
- Mittnik, Stefan and Svetlozar T. Rachev, 1993, Modeling Asset Returns with Alternative Stable Distributions, *Econometric Reviews*, 12(3),261-330.
- Naik, Vasanttilak, and Moon Lee, 1990, General Equilibrium Pricing of Options on the Market Portfolio with Discontinuous Return, *Review of Financial Studies*, 3,493-521.
- Oldfield, G. S. Jr., R. Rogalski and R. Jarrow, 1977, An Autoregressive Jump Process for Common Stock Returns, *Journal of Financial Economics*, 5,389-418.
- Praetz, Peter D., 1972, The Distribution of the Share Price Changes, *Journal of Business*, 45,49-55.
- Press, S. James, 1967, A Compound Events Model for Security Prices *Journal of Business*, 40,317-335.
- Rogalski, Richard J. and Joseph D. Vinso, 1978, Empirical Properties of Foreign Exchange Rates,

- Journal of International Business Studies, 9,69-79.
- Sargent, Thomas J., Commodity Price Expectations and the Interest Rate, Quarterly Journal of Economics, 83,127-140.
- Scott, Louis O., 1989, Stock Prices Changes with Random Volatility and Jumps: Some Empirical Evidence, Quarterly Review of Economics and Business, 29,21-32.
- Timmermann, Allan, 1995, Scales and Stock Markets, Nature, 376,18-19.
- Trippi, Robert R., E. A. Brill and R. B. Harriff, 1992, Pricing Options on an Asset with Bernoulli Jump-Diffusion Returns, Financial Review, 27,59-79.
- Tse, Y. K., 1995, Some International Evidence on the Stochastic Behavior of Interest Rates, Journal of International Money and Finance, 14(5),721-738.
- Vasicek, O., 1977, An Equilibrium Characterization of the term Structure, Journal of Financial Economics, 5,177-188.
- Westerfield, Janice M., 1977, An Examination of Foreign Exchange Risk Under Fixed and Floating Rate Regimes, Journal of International Economics, 7,181-200.

