



姓名：陳宜廷

學歷：

國立臺灣大學經濟學博士
中央研究院人文社會科學研究中心副研究員
國立臺灣大學財務金融研究所兼任副教授

現職及經歷：

中央研究院中山人文社會科學研究所助研究員
國立臺灣大學財務金融研究所兼任助理教授



著作名稱：

時間不可逆性的經濟計量研究

中文簡介：

我的得獎作品是一系列關於時間不可逆性(time irreversibility)的經濟計量研究。在總體與財務經濟學的實證研究中，學者經常藉由分析時間序列資料以瞭解或預測經濟變數的動態行為。早期的研究大多以具有常態序列不相關誤差項(Gaussian white noise)的自我迴歸移動平均模型(AutoRegressive Moving Average model，簡稱ARMA模型)，作為經濟時間序列分析的模型。在適當地選取模型中的落後項階次之後，此類線

性模型通常能成功地刻畫經濟資料的序列相關(serial correlation)結構。文獻中，亦有諸如Box and Pierce (1970)或Ljung and Box (1978)所發展的自我相關檢定 (autocorrelation test)，可用於評估ARMA模型解釋序列相關的配適度(goodness-of-fit)。這套線性的模型與檢定方法，雖具有容易操作的優點，但卻未必能完全適用於分析結構複雜的經濟時間序列資料。

自從1940年代即有許多重要的經濟學家觀察到，經濟成長率、失業率等總體經濟變數在景氣衰退期與擴張期中可能會有不同的行為。驗證此種景氣循環不對稱性(business cycle asymmetry)是否存在，對於評估總體經濟理論與政策擬定有相當重要的意

涵。為檢定景氣循環不對稱性，Ramsey and Rothman (1996)將統計文獻中的時間不可逆性的觀念引進總體時間序列分析中。令 $\{y_t\}$ 代表一個穩定的(stationary)時間序列， \bar{F}_k 與 \bar{F}_k^- 分別表示 $(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-k})$ 與 $(y_{t-k}, y_{t-(k-1)}, \dots, y_{t-1})$ 的聯合機率分配函數。倘若 $\{y_t\}$ 是時間可逆的(time reversible)則以下條件：

$$\bar{F}_k = \bar{F}_k^-, \quad \forall k = 1, 2, 3, \dots,$$

必須成立；否則 $\{y_t\}$ 是時間不可逆的。Ramsey and Rothman (1996)注意到在時間可逆的條件之下，對稱雙共變異數(symmetric bivariate covariance)：

$$\gamma_{21,k} := E[y_t^2 y_{t-k}] - E[y_t y_{t-k}]^2$$

會等於零。利用這個可檢驗的意涵(testable implication)，他們發展出時間可逆檢定(time reversibility test，簡稱 TR 檢定)，並將 TR 檢定應用於總體時間序列研究，得出許多支持景氣循環不對稱性的現象。

不同於 Ramsey and Rothman (1996)的研究，我與共同作者的時間不可逆性研究特別強調 TR 檢定在分類與區別時間序列計量模型(time series econometric models)的重要性。由前述的條件可知，獨立等同分配的(i.i.d.)隨機變數序列與 Gaussian ARMA 序列為時間可逆的。反之，如同 Cox (1990)與 Tong (1990)所強調過的，多數的非線性時間序列一般而言是時間不可逆的。這意謂著將 TR 檢定應用於原始時間序列資料(raw series)，應能發揮初步的模型分類功能。倘若

我們所欲分析的對象是時間不可逆的，則應放棄常用的 Gaussian ARMA 模型，而改採某種足以解釋此結構的非線性時間序列模型。

在 Chen, Chou, and Kuan (2000)的研究中，我們實踐了這種模型分類的想法。重要的是，我們注意到 Ramsey and Rothman (1996)的檢定方法，一般而言需要 $E[y_t^6] < \infty$ 這個動差條件。就總體時間序列而言，這個條件或許並不會形成太大的問題；但就財務時間序列來說即會成為過於嚴格的動差限制。這是源於財務商品的價格經常有急漲急跌的特性，因此報酬率的機率分配經常會出現厚尾(heavy tail)特徵，使得此類分配可能不存在有限的高階動差。實際上，de Lima (1997)等人的研究顯示股票報酬率分配經常不存在四階以上的動差。所以，Ramsey and Rothman (1996)的檢定可能無法直接應用於這些財務時間序列。為此，我們重新審視對稱雙共變異數 $\gamma_{21,k}$ 的意義，注意到在 $\{y_t\}$ 為嚴格穩定序列的情況下， $\gamma_{21,k}$ 與 $y_t - y_{t-k}$ 的三階動差： $E[(y_t - y_{t-k})^3]$ 其實有等價的意義；並進一步證明在時間可逆條件之下， $y_t - y_{t-k}$ 的機率分配必定是對稱的。因此，Ramsey and Rothman (1996)是由三階動差或偏態係數(skewness coefficient)代表分配不對稱性的傳統觀點，檢定 $y_t - y_{t-k}$ 的對稱性。但對稱性或非對稱性本質上是一種無關乎動差存在與否的機率分配特徵。由特徵函數(characteristic function)出發，我們建構了一組不需任何動差限制的 TR 檢定。蒙地卡羅模擬(Monte Carlo simulation)與實證研究均顯示，我們的 TR 檢定較 Ramsey and Rothman

(1996) 的方法更適用於具有厚尾邊際分配的時間序列。

在完成這個研究後，我們很快再注意到 TR 檢定應該不僅止於對原始時間序列的模型分類功能。時間不可逆性通常是一種非對稱的動態結構，在發現此種結構之後我們尚須有適當的模型加以解釋，並需有適當的方法檢定模型對於詮釋此結構的能力。這種過程應該非常類似於傳統時間序列分析利用自我相關係數 (autocorrelation coefficient) 發現序列相關結構，並以 Ljung-Box-Pierce 檢定檢驗 Gaussian ARMA 模型估計過之殘差項 (estimated residuals) 是否已無殘存的序列相關。在這個想法下，Chen and Kuan (2002) 將 TR 檢定應用於股票報酬率的實證研究，以區別究竟是 Engle (1982)-Bollerslev (1986) 的一般化自我迴歸條件異質性模型 (generalized autoregressive conditional heteroskedasticity model，簡稱 GARCH 模型)，抑或 Nelson (1991) 的指數化 GARCH (exponential GARCH, EGARCH) 模型，何者較能解釋這些報酬率的財務波動性 (financial volatility)。不同於 GARCH 模型是一個典型之對稱的財務波動模式，EGARCH 模型是一個容需出現市場正負衝擊對財務波動產生非對稱效果的模型，這兩種模型對於瞭解財務波動行為與資產定價會有不同的意涵。在利用重覆抽樣 (bootstrap) 的方法修正 TR 檢定統計量應用在模型標準化殘差項 (standardized residuals) 時所產生的偏誤後，我們發現 TR 檢定明顯棄絕了 GARCH 模型，而接受了適當的 EGARCH 模型。這顯示出考慮波動不對稱性 (volatility asymmetry) 在實證上的

重要性。此外，我們亦發現在 GARCH 研究中，經常被用於檢驗模型設定正確與否的 Ljung-Box-Pierce 檢定與 Brock et al. (1996) 的 BDS 檢定，幾乎無任何合理的能力區分 GARCH 與 EGARCH 模型的差異。這更突顯出進行 TR 檢定在財務時間序列分析中的重要性。

為使 TR 檢定的理論更臻至完善，我在 Chen (2003) 的研究中重新思索可用於檢定時間不可逆性的動差方法 (method of moment)，並得到一個非常一般化的動差條件。包含 Ramsey and Rothman (1996) 與 Chen, Chou, and Kuan (2000) 所採用的檢定基礎均成為此條件的特例。此外，我利用一般化的條件異質性模型將包含原始序列、ARMA 模型、GARCH-type 模型與其他各種常見的模型涵蓋成為特例。在這些架構下，分析出一般化 TR 檢定所應具有的大樣本性質 (asymptotic properties)。這個理論工作不僅將 Ramsey and Rothman (1996) 與 Chen, Chou, and Kuan (2000) 的方法特例化，並提供大樣本理論使這些方法不但能用於檢定原始序列，亦使之能應用於各種時間序列模型的標準化殘差項成為正式的模型設定檢定 (model specification test)。蒙地卡羅模擬與實證研究均支持這個理論工作的重要性。

綜合來說，這一系列的工作不僅在文獻中貢獻出一套檢驗時間不可逆性的方法與實證範例；就個人而言，這些工作亦讓我體會出從無到有、由淺至深、觸類旁通的學術研究樂趣。

評審簡評：

陳宜廷先生的代表作均發表於重要國際期刊，其中兩篇合著論文發表於 J. of Econometrics 與 J. of Applied Econometrics，均為計量經濟領域中的頂尖期刊；而另一獨著論文發表於 SNDE，為 Internet 期刊，但亦具相當高的學術水準。申請人 SNDE 上之論文發表 2003 年，但已名列該刊前十名被下載的論文。

被推薦人的研究兼具理論與實證。在理論方法的研究上，被推薦人針對時間可逆性設計出新檢定方法，該檢定方法具有優越的統計性質，遠勝於文獻中相關方法。在實證研究上，被推薦人將其檢定方法應用於股價指數分析，經過細緻的分析方式，被推薦人的研究成果顯示出過去研究所不能表現的資料特性。綜合而言，被推薦人的研究顯示其研究品質極高，亦有創新性，顯已達國際水準。