

## 台灣銀行業動態化財務預警模型之研究

### A Study of Dynamic Financial Predicting Model in Taiwan Banking Industry

陳建宏 朝陽科技大學財務金融系副教授  
鄭艾絹 朝陽科技大學財務金融研究所碩士  
張輝鑫 朝陽科技大學財務金融系講師

Chien-Hung Chen, Ai-Chuan Cheng, Huei-Hsin Chang

#### 摘要

本研究應用 Theodossiou (1993) 之動態化模型，建立國內上市櫃銀行的財務預警 CUSUM 模式。以 1999 年至 2004 年為研究期間，31 家銀行為研究對象，自 22 項財務比率中，以因素分析法對國內銀行進行績效綜合評分，依據評分結果區分問題銀行與非問題銀行。預警模型最後挑選淨值比率、金融業務成本率、稅前純益率、流動準備比率、存款成長率五項比率作為績效指標，探討問題銀行與非問題銀行財務比率的時間序列行為差異，最後結合多變量時間序列分析與 CUSUM 管制圖，探討銀行經營狀況的變化過程。實證結果顯示，非問題銀行測試樣本的管制圖都維持在管制下限以上，而問題銀行測試樣本則低於管制下限。顯示動態化預警模型能夠對問題與非問題銀行作出正確的區別，且對於財務狀況逐漸惡化的銀行能事先偵測並提出警訊。

**關鍵詞：**財務預警、因素分析、CUSUM

## 壹、前言

銀行業是以吸收大眾存款從事資金貸放之行業，提供經濟發展所需之信用，並具擔任經濟社會支付制度媒介之特性，營業性質與一般營利事業自有不同，其經營的優劣影響社會大眾權益、金融情況及經濟秩序頗鉅。而吸收存款之金融機構若經營不善而倒閉，不僅累及投資者和從業人員，且使存款人之權益受損，影響經濟活動的正常運作，造成嚴重之社會問題。1980 年政府開啓金融自由化政策之後，銀行就面臨前所未有的挑戰，檢視過去我國銀行概況，整體而言不但獲利減少，經營效率也有逐漸下滑的跡象。金融業務的鬆綁政策本意在於增進我國銀行的經營效率與金融市場的活絡，但民營銀行開放、大型公營行庫開始民營化之後，競爭力不但未明顯提升，反而因為市場結構改變、競爭激烈、放款品質不良與逾期放款問題侵蝕銀行的體質。

在金融體系朝向全球化、自由化趨勢下，政府紛紛進行一連串金融改革，金融控股公司成爲一種趨勢，而這樣的跨業經營雖然存在綜效，但也可能帶來更大的風險，因此，建立良好的財務預警模型更是刻不容緩。鑑於以往國內銀行預警系統的研究大多屬於靜態模型，亦即在某一特定點對銀行財務資料作評等，其缺點爲忽略了時間變化的過程中，銀行因財務狀況不佳，所反映在財務資料上的長期訊息。因此本研究採用 Theodossiou (1993) 的動態化模型，利用時間序列 VARMA 模型估計銀行各財務變數間之動態關係，再以 CUSUM (Cumulative Sum ; CUSUM) 管制圖捕捉銀行經營績效的累積變化過程，以建立良好的動態化財務預警模型。

## 貳、文獻探討

早期的預警系統多採單變量分析，即每次只就單一財務比率的區別能力進行測試。此種方法雖然簡易，但不同的財務比率其預測方向與能力仍有相當大的差距，導致不同結論。隨著資訊的發達、科技的進步，發展至今，財務預警系統已兼具金融監理與績效評估兩種特性，常見的財務預警模型如下：

- (1) 多變量區別分析模型：區別分析模型是早期信用評等分類領域中最為普遍運用的方法，此方法主要根據樣本之個別特性，將其歸類於數個事前群體中的某個群體，並建立區別函數，利用區別函數值座落在不同區間來對樣本進行分類。亦即對於混合在一起的樣本，設法找出一個區別法則或模型，使各個獨立個體經過此一模型後，就能按其各自所屬的群體，清楚區分開來。採用此模型之研究有：Altman (1968)、Sinkey (1975)、吳祁蔓 (2002)等。
- (2) Logit 分析模型：Logit 為屬質分析，模式中以累積分配進行轉換，用 Logit 分析模型預測失敗與否之相關文獻有：Martin (1977)、Collins and Green (1982)、Esphodi (1991)、潘玉葉 (1990)、鄒香蘭 (2001)、劉文仲 (2002) 等。
- (3) 因素分析模型：因素分析法係先選取一組能衡量金融機構經營狀況的財務指標，根據事先設定的評分標準，就各指數加以評分。再以各指標得分加權平均求得總平均，依總評分之高低決定等級，判定該機構是否為問題機構。此外，因素分析法可有效改善所選定的指標間相關係數過高的問題，相關研究如 West (1985)、魏國慈 (1986)、陳曉容 (1997)、李玉蘭 (1999)等。

而多變量 CUSUM 模型則是利用銀行之財務比率跨時間變化過程，建立動態預警模型，當銀行經營狀況隨財務比率惡化而超出一定下限時，即出現警訊。Theodossiou (1993) 首先將 CUSUM 模型應用於財務危機預警模式。以 1970 年至 1980 年間美國上市的製造及零售業中選出 62 家危機公司，並隨機抽取 197 家健全公司作為配對樣本，並以固定資產/總資產、淨營運資金/總資產、每股盈餘/每股股價、存貨/銷貨和營業收入/總資產等五項財務變數建構模型。首先，檢定危機公司與健全公司的財務特性，並進而建構 CUSUM 模型，計算出每一家公司的 CUSUM 值，再利用測試樣本測試模型的預測能力。實證結果顯示危機公司與健全公司的財務特性有顯著差異，且 CUSUM 模型有高度準確的預測能力。Theodossiou and Kahya (1999) 以美國 1974 年至 1991 年間 72 家失敗企業與 117 家健全企業進行動態化財務危機預警模型的實證分析。並將動態化預警模型與區別分析以及 Logit 模型進行比較，結論認為動態化預警模型有較佳的預警效果。

國內動態預警模型的相關研究方面，如廖一夫 (2002) 應用 Theodossiou (1993) 的多變量 CUSUM 動態化模型，建立國內銀行預警系統。以 41 家本國銀行作為研究樣本，利用因素分析法篩選出淨值比率、催收比率、營業費用率、稅前純益和存放比率等五個重要的財務變數。再利用這五個財務變數進行銀行績效評估，根據個別銀行的得分與排名來區分銀行的經營狀況等級，排名在最後 D 和 E 等級的銀行則作為問題銀行。實證結果顯示動態化預警模式確實能夠經由銀行經營績效的累積變化過程對問題和非問題銀行做出正確的區別，且能在營運績效惡化的早期階段就能提供警訊。潘曉寧 (2003) 則以時間序列 CUSUM 統計方法與 EWMA 統計方法為基礎，建構台灣上市電子公司的動態財務危機模式。歐黛瑩 (2003) 分別將 CUSUM 模型與 EWMA 模型應用於財務危機預警模式。實證結果顯示，危機公司與健全公司的財務特性有顯著差異，而 CUSUM 模式與 EWMA 模式的正確性皆相當高，但對於危機公司偵測的敏感度而言，CUSUM 模式的敏感度高於 EWMA 模式，亦即 CUSUM 模式能較早期偵測出財務危機公司。郭虹伶 (2004) 將 CUSUM 模型應用於財務危機預警模式。實證結果顯示，僅使用財務變數所建構之 CUSUM 模式和使用財務與股權結構變數所建構之 CUSUM 模式都能夠在危機發生前準確的預測出財務危機公司，且正確區別率皆為 100%。尤其是加入股權結構變數後所建構之模式，更可以增進財務危機預警模式的預測能力。鄭元麒 (2004) 以時間序列 CUSUM 統計方法與 EWMA 統計方法為基礎，建立國內銀行預警系統。實證結果顯示 CUSUM 模式與 EWMA 模式皆具有良好的區別能力。

經由相關文獻探討可知：相較於其他靜態預警系統，動態化預警模型能夠涵蓋較長期間的資料，以較充分的訊息與累積的觀察指標，來對所研究之樣本的經營績效做出合理預測，而非單獨以前一期的變數估計下一期的狀況。因此，採用動態化預警模型不但能夠瞭解問題樣本的走勢，也可以依據管制界限來判斷何時該加以注意，而能判斷出經營狀況惡化的時點。

## 參、研究方法

### 1. 因素分析法

因目前國內沒有真正銀行倒閉的實例，因此利用因素分析法，自財務比率中，萃取重要解釋變數，計算上市櫃銀行綜合得分，進而區分等級，作為分類問題銀行與非問題銀行的依據。因素分析法假設一群變數中，有共同因素存在，且每個變數除了含有共同因素外，尚具有獨特因素。模型可表示為：

$$X_n = \mu_n + \theta_{n1}f_1 + \theta_{n2}f_2 + \cdots + \theta_{nk}f_k + \varepsilon_n$$

其中  $f_1, \dots, f_k$  是共同因素，為每一個變數  $X$  所共有，而  $\varepsilon_n$  為獨特因素，只有在第  $n$  個變數  $x_n$  中才擁有。 $\theta_{nk}$  為第  $n$  個變數  $x_n$  在第  $k$  個共同因素  $f_k$  的因素負荷。根據 Kaiser (1974) 的觀點，可從取樣適切性量數 (Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy; KMO) 值的大小判斷資料是否適合進行因素分析。如果 KMO 值愈大，即變數間的共同因素愈多，愈適合進行因素分析。一般來說，當 KMO 值小於 0.5 時，資料較不宜進行因素分析。另外，也可從 Bartlett 球形檢驗的統計量是否達顯著，決定是否適合進行因素分析。

本研究以 SPSS 統計軟體進行因素分析，以主成份分析來萃取因素，選取特徵值大於一的所有因素，並採最大變異數法對因素矩陣進行轉軸，之後進行權數的設計與調整，以各因素的解釋變異占總變異之百分比乘以調整後的解釋變異，所得之值即為指標權數。因為各財務變數的數值區間不同，因此進行標準化的程序使其具有可加性。且為避免受極端值影響，當標準化變數值  $> 3$ ，則給予滿分；當標準化變數值  $< -3$ ，則給予零分。最後將指標權數乘以指標分數加總，即可得銀行綜合評分。求得每家銀行的綜合評分後，再求算所有銀行綜合評分的平均數、標準差，將平均數分別加減 0.5、1.5 個標準差，把銀行區分為 A、B、C、D、E 五個等級，以此做為區分問題與非問題銀行的依據。

### 2. 財務資料特性檢定

- (1) 兩母體平均數檢定：為瞭解問題銀行與非問題銀行間的各项財務比率是否有顯著的差異，因此本研究採用無母數統計法中的 Mann-Whitney-Wilcoxon 檢定法來進行兩母體平均數的檢定。

(2) 單根檢定：使用提出 ADF (Augmented Dickey-Fuller) 單根檢定法，在模式中加入時間序列解釋變數之滯後期的變動值，考慮迴歸誤差項  $\varepsilon_t$  可能產生自我相關現象的問題，使殘差項服從白噪音過程 (White Noise Process)。單根檢定的目的在於確定時間序列的整合階次，確定變數的時間序列整合階次之後，才能給予適當的模型，以判定該變數的時間序列是否具有定態性質。

### 3. CUSUM 模型

#### (1) CUSUM 管制圖

CUSUM 管制圖，在於改善其他管制圖只考慮製程中最後繪製在圖上所提供的訊息，忽略整個圖上各點序列性變化之缺點。CUSUM 管制圖不僅觀測當期的數值，並累積前期的判別值作為當期的判別值，亦即將整個製造過程所提供的訊息整合起來，形成一種動態化的檢定模式。CUSUM 的基本計算方式為：

$$C_m = \sum_{i=1}^m (\bar{x}_i - \mu_0)$$

其中  $\bar{x}_i$  為  $i$  個樣本平均數， $\mu_0$  為製程平均的目標值。 $m$  為樣本數， $C_m$  為  $m$  個樣本之累積和，它考慮到一系列樣本所提供的訊息，在偵測品質變動時相當敏感。當樣本的  $C_m$  值超出品質管制臨界值時，應特別加以注意並採取適當措施導正之。

#### (2) VARMA 過程

將銀行的經營狀況視為一個產品，品質特徵視為財務比率，然後利用 CUSUM 管制圖來監控其變化過程。不過序列資料須滿足無自我相關的假設，但如果財務比率具有自我相關的特性，須將資料配適一個適當的時間序列 VARMA 模式，把隱藏的序列自我相關性模式化，以使誤差項相互獨立且服從常態性假設。

(1a) 及 (1b) 式即為配適後的 VARMA 模式：

$$X_{i,t} - \mu_h = \sum_{k=1}^p \Phi_k (X_{i,t-k} - \mu_h) + \varepsilon_{i,t} - \sum_{s=1}^q \Theta_s \varepsilon_{i,t-s} \quad (1a)$$

$$X_{i,t} - \mu_{f,m} = \sum_{k=1}^p \Phi_k (X_{i,t-k} - \mu_{f,m+k}) + \varepsilon_{i,t} - \sum_{s=1}^q \Theta_s \varepsilon_{i,t-s} \quad (1b)$$

$$E(\varepsilon_{i,t}) = 0 \quad E(\varepsilon_{i,t} \varepsilon'_{i,t}) = \Sigma, \quad \text{and} \quad E(\varepsilon_{i,t} \varepsilon'_{j,s}) = 0$$

for  $i \neq j$  and/or  $t \neq s$   $m=0,1,2, \dots,S$

$i, j=1, 2, \dots, N$  and  $N = N_f + N_h$

$X_{i,t}$  是個別銀行財務比率， $\mu_h$ 、 $\mu_{f,m}$  分別代表非問題與問題銀行的財務變數平均值， $\Phi_k$ 、 $\Theta_s$  分別表示 AR 與 MA 過程的係數矩陣， $\varepsilon_{i,t}$  為白噪音誤差項(期望值=0，共變異矩陣= $\Sigma$ )， $m$  為危機發生前的季數， $N_f$  為問題銀行家數， $N_h$  為非問題銀行家數， $i \neq j$  或  $t \neq s$ ， $E(\varepsilon_{i,t} \varepsilon'_{j,s})=0$  表示誤差項在不同銀行或不同時間之間是不相關的。因此，可以將配適後之模式帶入 CUSUM 模型進行管制。而為了使變數在比較上有相同的基礎設定，Theodossiou (1993) 假設問題群組與非問題群組的誤差項共變異數矩陣相同，即  $\Sigma_h = \Sigma_f = \Sigma$ ，以便於預警模式的建構。

### (3) CUSUM 模型

CUSUM 模型是一種累積的觀念，CUSUM 分數 ( $C_{i,t}$  值) 的上界值為 0，對非問題銀行而言，在  $K < E\langle Z_t | h \rangle = D/2$  的條件下，非問題銀行的累計 CUSUM 分數正向移動且接近上界值的機率為 1。當一銀行的財務條件惡化時， $Z_t$  值將會遞減並低於  $K$  值，此時  $C_{i,t}$  值將會累積負值直到低於危機臨界值  $-L$ 。 $C_{i,t}$  為第  $i$  家銀行第  $t$  期的 CUSUM 值， $Z_{i,t}$  為第  $i$  家銀行在第  $t$  期的  $Z$  值， $D$ 、 $K$  為修正 CUSUM 模式敏感度的常數， $-L$  為危機臨界值，當一企業的累積 CUSUM 值低於危機臨界值  $-L$  時，則表示該銀行財務條件已經陷入危機情況。

CUSUM 值的計算方式：首先將 (4) 式  $\beta_0$  與 (5) 式  $\beta_1$  代入 (3) 式中求得  $Z_{i,t}$  值，再將每一家銀行每一期的  $Z_{i,t}$  代入 (2) 式，且  $K < E\langle Z_t | h \rangle = D/2$ ， $D$  值由 (6) 式中求得，即可求出每家銀行每一期的 CUSUM 值，非問題銀行的 CUSUM 值會趨近於 0，而當一家銀行的 CUSUM 值低於  $-L$  值時，會被判定為問題銀行。

$$C_{i,t} = \min (C_{i,t-1} + Z_{i,t} - K, 0) < -L, \quad \text{for } K, L > 0 \text{ and } t=1,2,0\dots \quad (2)$$

$$Z_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \left[ X_{i,t} - \sum_{k=1}^p \Phi_k X_{i,t-k} + \sum_{s=1}^q \Theta_s \varepsilon_{i,t-s} \right], \quad (3)$$

$$\beta_0 \equiv \frac{-1}{2D} \left[ (\mu_h - \mu_f) - \sum_{k=1}^p \Phi_k (\mu_h - \mu_{f,k}) \right] \Sigma^{-1} \left[ (\mu_h + \mu_f) - \sum_{k=1}^p \Phi_k (\mu_h + \mu_{f,k}) \right] \quad (4)$$

$$\beta_1 \equiv (1/D) \left[ (\mu_h - \mu_f) - \sum_{k=1}^p \Phi_k (\mu_h - \mu_{f,k}) \right] \Sigma^{-1} \quad (5)$$

$$D^2 \equiv \left[ (\mu_h - \mu_f) - \sum_{k=1}^p \Phi_k (\mu_h - \mu_{f,k}) \right] \Sigma^{-1} \left[ (\mu_h - \mu_f) - \sum_{k=1}^p \Phi_k (\mu_h - \mu_{f,k}) \right] \quad (6)$$

(4) 訂定適當的 K 值與 L 值

Theodossiou (1993)指出，K 值的範圍為  $K < E(Z_t | h) = D/2$ ，亦即 K 值的範圍不可超過估計之參數 D 值的二分之一，否則模型計算出來非問題銀的分數會大幅震盪。基於 L 值會隨著 K 值的變化而改變，但 K 值卻不受 L 值的影響，因此，本研究先固定 K 值後再訂定 L 值。在 K 值訂定後，由樣本資料可算出所有問題銀行與非問題銀行的 CUSUM 值，然後以能區別出問題銀行與非問題銀行的最小數值作為 L 值的訂定基準。

## 肆、研究設計

### 1. 操作性定義

#### (1) 問題銀行之意義

我國銀行法並未對問題銀行做明確的定義，但從銀行法對問題金融機構的規範條文可知，具備下列情況之一者，應可認定為問題銀行。(a) 銀行法第四十三條規定，「為促使銀行對其資產保持適當之流動性，中央銀行經洽商中央主管機關後，得隨時就銀行流動資產與各項負債之比率，規定其最低標準。未達最低標準者，中央主管機關應通知限期調整之」，當金融機構無法達到該最低標準，可能已發生經營上的危機。(b) 銀行法第六十二條規定，「銀行因業務或財務狀況顯著惡化，不能支付其債務或有損及存款人利益之虞時，中央主管機關得勒令停業並限期清理、停止其一切業務、派員監管或接管、或為其他必要之處置，並得洽請有關機關限制其負責人出境」。(c) 銀行法第六十四條規定，「銀行虧損逾資本三分之一者，其董事或監察人應即申報中央主管機關。中央主管機關對具有前項情形之銀行，得限期命其補足資本；逾期未經補足資本者，應勒令停業」。



## (2) 問題銀行之判斷標準

本研究根據中央存款保險公司的檢查資料評等系統，以資本適足性、資產品質、管理能力、獲利性、流動性、市場風險之敏感度，再加上成長性，共七類指標，以因素分析法對銀行進行綜合評分。將每年評分結果由高至低分成 A、B、C、D、E 五等級，將評等結果多落在 D、E 等級的銀行判斷為問題銀行。

## 2. 研究期間與研究樣本

- (1) 研究期間：本研究是以 1999 年第 1 季至 2004 年第 4 季，共 24 季的資料為研究期間。而高雄中小企業銀行與中興商業銀行因經營不善，已於 2002 年 1 月 17 日下市。因此，高雄中小企業銀行的樣本期間為 1995 年第 3 季至 2001 年第 2 季；中興商業銀行的樣本期間則為 1995 年第 4 季至民國 2001 年 3 季。
- (2) 研究樣本：本研究主要以本國上市櫃銀行為研究樣本，扣除因組成金融控股公司而下市的銀行、被合併而下市的銀行後，研究樣本如表 1 所示，共 31 家本國銀行

一般而言，在建立模型的估計樣本時，通常採規模、型態相近為配對原則，以一家問題銀行配對兩家非問題銀行進行配對，測試樣本則是用來驗證模型是否有良好的區別能力。本研究由各銀行 24 季的績效表現來篩選問題與非問題銀行，然後觀察其過去財務比率時間序列走向之差異，從而建構動態化預警模型。因此，本研究根據因素分析法評分結果挑選三家問題銀行，再以規模、型態相近為原則配對六家非問題銀行做為估計樣本。另外，使用已下市的高雄中小企業銀行與中興商業銀行，做為測試樣本的問題銀行，測試模型的區別能力。

表 1 研究樣本

1. 彰化商業銀行	2. 第一商業銀行
3. 華南商業銀行	4. 中國國際商業銀行
5. 新竹國際商業銀行	6. 台北國際商業銀行
7. 台南中小企業銀行	8. 台東中小企業銀行
9. 台中商業銀行	10. 中國信託商業銀行
11. 中國農民銀行	12. 交通銀行
13. 國泰世華銀行	14. 台北銀行
15. 中華商業銀行	16. 台灣區中小企業銀行
17. 高雄銀行	18. 萬泰商業銀行
19. 聯邦商業銀行	20. 建華銀行
21. 玉山商業銀行	22. 富邦商業銀行
23. 復華銀行	24. 台新國際商業銀行
25. 遠東國際商業銀行	26. 大眾商業銀行
27. 安泰商業銀行	28. 寶華銀行
29. 日盛國際商業銀行	30. 華僑商業銀行
31. 合作金庫銀行	

資料來源：台灣經濟新報資料庫

### 3. 研究變數選取

本研究根據中央存款保險公司的檢查資料評等系統，以資本適足性、資產品質、管理能力、獲利性、流動性、市場風險之敏感度、成長性等，共七類指標 22 項財務變數，使用因素分析法對銀行進行綜合評分，而各財務變數定義如表 2 所示：

表 2 研究變數

<b>資本適足性</b>	1. 資本適足率 = 自有資本 / 風險性資產
	2. 第一類資本與風險性資產比 = 第一類資本 / 風險性資產
	3. 負債比率 = 負債 / 淨值
	4. 淨值比率 = 淨值 / 資產總額
<b>資產品質</b>	5. 逾放比率 = 逾期放款 / 放款總額
	6. 催收款比率 = 催收款毛額 / 放款
	7. 備抵放款損失率 = 備抵呆帳 / 逾期放款
<b>管理效率</b>	8. 營業費用率 = 營業費用 / 營業收入
	9. 用人費用率 = (薪資費用 + 直(間)接人工) / 營業收入
	10. 金融業務成本率 = 金融業務成本 / 營業收入

獲利性	11. 稅前純益 / 平均淨值
	12. 資產報酬率 = 稅前純益 / 平均資產
	13. 稅前純益率 = 稅前純益 / 營業收入
	14. 員工獲利率 = 稅前純益 / 員工人數
流動性	15. 流動準備比率 = 流動準備 / 新台幣負債餘額
	16. 存放比率 = 放款 / 存款
	17. 定期性存款 / 存款
市場風險之 敏感性	18. 利率敏感性資產 / 利率敏感性負債
	19. 利率敏感性缺口 / 淨值
成長性	20. 存款成長率 = (本期存款 - 上期存款) / 上期存款
	21. 放款成長率 = (本期放款 - 上期放款) / 上期放款
	22. 投資成長率 = (本期投資 - 上期投資) / 上期投資

資料來源：台灣經濟新報資料庫、本國銀行營運績效季報

## 伍、實證結果

### 1. 因素分析

由於國內並無真正倒閉銀行，因此，先以因素分析法，對各銀行每年度進行績效綜合評分，再以此做為判斷問題銀行與非問題銀行之依據。期間從 1999 年至 2004 年，共六年 22 項財務變數進行因素分析。為確認資料是否適合進行因素分析，先檢定每年度的 KMO 值與 Bartlett 檢驗的顯著性。一般而言，當 KMO 值低於 0.5 時，或 Bartlett 檢驗不具顯著性時，則不適合進行因素分析。由表 3 可知，KMO 值均大於 0.5，而 Bartlett 檢定的 P 值皆具顯著性，顯示資料適合進行因素分析。

表 3 因素分析模型適合度檢定

	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
KMO 值	0.549	0.514	0.533	0.674	0.585	0.549
Bartlett	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

註：\* 代表已達 5% 顯著水準。

因素分析法以主成份分析萃取因素，以最大變異數法對因素矩陣進行轉軸。再將各因素之調整前解釋變異除以所篩選因素合計之調整前解釋變異，即為該因素之調整後解釋變異。各變數權重求法，乃將該因素所包含的變數之因素負荷量平方加總，再計算各變數因素負荷量平方所佔的比重，乘上調整後的解釋變異，即為該變數應得的權重。求得各變數權重後，再將原始資料各變數標準化，求得各變數指標分數，將指標權重乘以指標分數，即可得到各銀行該年度之綜合評分。本研究根據李聿偉 (2003)，以六個年度因素評分算出平均數，再將平均數加減 0.5 和 1.5 個標準差，將銀行區分為 A、B、C、D、E 五個等級，各年度銀行評等結果列於表 4。

根據因素分析評等的結果，可看出華僑商業銀行與寶華銀行在六年的評等中，評等結果出現過最多次 D、E 等級，共出現過六次，而台南中小企業銀行也出現過四次，因此將這三家列為估計樣本中的問題銀行。然後再以規模、型態相近為配對原則，挑選台北國際商業銀行、建華銀行、玉山商業銀行、台新國際商業銀行、萬泰商業銀行、聯邦商業銀行等六家銀行，做為估計樣本中的非問題銀行。此外，建立測試樣本方面，本研究以已下市的中興商業銀行與高雄中小企業銀行，做為測試樣本中的問題銀行；另取中國國際商業銀行、中國信託商業銀行、交通銀行、國泰世華銀行、富邦商業銀行、遠東商業銀行等六家銀行，做為測試樣本中的非問題銀行。

表 4 各年度因素分析評等結果

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1·彰銀	C+	C-	D	E	D	C+
2·一銀	C+	C-	D	E	D	C+
3·華銀	C+	C+	C-	E	C+	C+
4·中商銀	B	B	B	B	B	B
5·竹商銀	C+	D	D	C+	C-	C+
6·北商銀	C+	B	B	B	C+	C+
7·南企	E	D	C-	C+	D	E
8·東企	C+	D	A	E	C+	C+
9·台中銀	C-	C-	C+	D	D	C-
10·中信銀	C-	B	B	A	A	C-
11·農民銀	C-	C-	D	E	D	C-
12·交銀	A	A	A	A	B	A
13·國泰世華	B	B	C+	E	B	B

14·北銀	C+	B	B	B	C+	C+
15·中華銀	B	B	D	C+	D	B
16·台灣企銀	C-	C-	D	C-	D	C-
17·高雄銀	D	C-	C+	B	D	D
18·萬泰銀	D	E	D	B	B	D
19·聯邦銀	C+	C-	D	C+	C+	C+
20·建華銀	D	B	C+	A	B	D
21·玉山銀	C+	B	C+	C+	B	C+
22·富邦銀	D	C+	C+	B	B	D
23·復華銀	C+	E	C-	C-	B	C+
24·台新銀	C-	C+	C+	A	C+	C-
25·遠東銀	C+	C+	B	C+	B	C+
26·大眾銀	C-	C+	C-	D	C+	C-
27·安泰銀	B	B	D	C-	D	B
<b>28·寶華銀</b>	D	D	D	D	D	D
29·日盛銀	C-	D	C-	D	D	C-
<b>30·華僑銀</b>	D	E	E	D	E	D
31·合庫	B	C+	C+	B	D	B

## 2. 進行財務資料特性之檢定

因素分析的結果，亦可作為動態化預警模型挑選變數時的參考。在資本適足性因素方面，淨值比率的因素負荷量較高。資產品質方面，催收款比率的因素負荷量較高。管理效率方面，金融業務成本率的因素負荷量較高。在獲利性和流動性方面，稅前純益率和流動準備比率的因素負荷量較高。最後在利率敏感性和成長性方面，以利率敏感性缺口/淨值和存款成長率的因素負荷量較高。因此針對此七項財務變數進行檢定。

### (1) 兩母體平均數之檢定

由於建構動態預警模型所挑選的變數，必須能明顯區分問題銀行與非問題銀行兩群體，為瞭解所篩選出的財務變數是否足以真正具區別性，本研究對問題銀行與非問題銀行做兩母體平均數檢定。許多研究皆指出，財務變數的特性為非常態，因此採用無母數統計法中的 Mann-Whitney-Wilcoxon 檢定，對問題銀行與非問題銀行之母體平均數進行差異性檢定。虛無假設 ( $H_0$ ) 為問題銀行與非問題銀行的平均數無差異，在顯著水準為 5% 下進行檢定，檢定結果列於表 5。由表 5 中可知，淨值比率、催收款比率、金融業務成本率、稅前純益率、流動準備比率、

利率敏感性缺口/淨值、存款成長率的 P 值皆小於顯著水準 5%，拒絕虛無假設，表示此七項財務變數之問題銀行與非問題銀行的平均數有顯著差異。

## (2) 單根檢定

由於 VAR 模式有財務資料的時間序列須為定態之限制條件，所以在建立模式之前要先做單根檢定。本研究採用 ADF 單根檢定法，檢定 VAR 模式中各個財務變數是否為定態。虛無假設 ( $H_0$ ) 為財務變數資料為非定態，在顯著水準為 5% 下進行檢定，檢定結果列於表 6。由表 6 中可知，除了催收款比率和利率敏感性缺口/淨值此二項變數為非定態之外，淨值比率、金融業務成本率、稅前純益率、流動準備比率、存款成長率的檢定統計量皆大於顯著水準為 5% 下的臨界值，結果拒絕虛無假設，表示此五個財務變數皆為定態。因此，本研究乃以此五項財務變數做為建構動態化模型的依據。

表 5 兩母體平均數檢定結果

財務變數	群組	平均數	p 值	結論
淨值比率	問題	5.55	0.000*	拒絕 $H_0$
	非問題	8.91		
催收款比率	問題	12.32	0.000*	拒絕 $H_0$
	非問題	2.46		
金融業務成本率	問題	83.05	0.000*	拒絕 $H_0$
	非問題	58.58		
稅前純益率	問題	-2.13	0.000*	拒絕 $H_0$
	非問題	18.93		
流動準備比率	問題	11.78	0.000*	拒絕 $H_0$
	非問題	20.49		
利率敏感性缺口/淨值	問題	-451.39	0.000*	拒絕 $H_0$
	非問題	-156.86		
存款成長率	問題	0.77	0.000*	拒絕 $H_0$
	非問題	11.88		

註：\* 代表已達 5% 顯著水準。

表 6 財務變數單根檢定結果（包含截距項與趨勢項）

	落後期	臨界值	統計量
淨值比率	4	-3.43	-3.39*
催收款比率	9	-3.43	-2.76
金融業務成本率	8	-3.43	-4.07*
稅前純益率	5	-3.43	-5.29*
流動準備比率	4	-3.43	-3.53*
利率敏感性缺口/淨值	3	-3.43	-3.31
存款成長率	4	-3.43	-4.38*

註：\* 代表已達 5% 顯著水準

### 3. VAR 模式之鑑定和估計參數

根據以上的分析，得到估計樣本為 3 家問題銀行與 6 家非問題銀行，以及每家各 5 個 24 季財務比率，構成  $9 \times 24 \times 5$  的資料矩陣。現在以合併的方式把資料堆疊成  $216 \times 5$  的資料矩陣，其中前面  $72 \times 5$  為問題銀行，後面  $144 \times 5$  為非問題銀行資料，然後配適一個適當的多變量時間序列模式。

在建構時間序列模型前，須先將原始資料進行處理，將問題銀行每季財務比率資料減去該季所有問題銀行該比率的平均值，而非問題銀行的每季財務比率則減去該比率所有非問題銀行所有季別的平均值，再進行多變量時間序列分析。首先利用  $AIC = \log \det(\Sigma) + (2M / NT)$ ，求算出模式中最適滯後期數 (lags)。其中  $\det$  為矩陣相乘， $\Sigma$  為誤差共變異矩陣， $M$  為被估計係數的數目， $NT$  為每年觀測值的數目。經由 RATS 套裝軟體估算出 VAR 模式的係數矩陣與誤差共變異矩陣後，再求算出 AIC 值最小之最適滯後期數。求算結果如表 7 所示，VAR (1) 模式所得的 AIC 值最小，故最適滯後期數為 1 期。而 VAR (1) 模式中的係數矩陣與誤差共變異矩陣則如表 8 所示，其中  $\Phi_1$  為滯後 1 期的係數矩陣， $\Sigma$  為誤差共變異矩陣。

表 7 VAR 模式最適滯後期數

lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AIC	23.64	24.83	25.94	26.77	27.99	27.69	27.11	25.71	26.73

表 8 滯後 1 期之係數矩陣和誤差共變異矩陣

係數 矩陣 $\Phi_1$	0.8297	-0.0085	-0.0063	-0.0077	-0.0013
	4.6178	0.6979	0.0499	-0.0106	0.1474
	-4.9373	-0.4972	0.1180	-0.0739	-0.1283
	-0.1356	0.0283	0.0104	0.9062	-0.0667
	-3.4105	0.0411	0.1764	0.1064	0.7743
誤差 共變異 矩陣 $\Sigma$	0.2615	-0.2459	0.4402	-0.1193	-0.3439
	-0.9916	62.2025	-0.7438	-0.0913	-0.0742
	1.6080	-41.9028	51.0290	0.0029	-0.0185
	-0.2044	-2.4121	0.0703	11.2227	0.2056
	-1.2847	-4.2749	-0.9653	5.0300	53.3502

#### 4. CUSUM 模式之建立

經由 VAR 模式的鑑定和參數的估計，得到 VAR (1) 模式下的係數矩陣 ( $\Phi_1$ ) 與誤差共變異矩陣 ( $\Sigma$ )，將之代入 CUSUM 模式中建立財務預警模式。以下將依序建立 CUSUM 模式，首先，計算 CUSUM 模式中的共同係數  $D$ 、 $\beta_0$  和  $\beta_1$ ，之後再計算個別銀行各期的  $Z$  值和訂定  $K$  值，最後再計算個別銀行各期的 CUSUM 值和訂定  $L$  值。

##### (1) 計算 CUSUM 模式中之共同係數

將 VAR (1) 模式中所得到的係數矩陣與誤差共變異矩陣，代入 CUSUM 模式之 (4) ~ (6) 式中，即可求出 CUSUM 模式的共同係數  $D$ 、 $\beta_0$  和  $\beta_1$ ，結果如下：

$$D = 5.3436$$

$$\beta_0 = 0.1084$$

$$\beta_1 = [ 0.0127 \quad -0.0261 \quad 0.1283 \quad 0.1098 \quad 0.0007 ]$$

其中淨值比率的  $\beta$  值為 0.0127，表示當銀行的淨值比率愈高， $Z$  值會愈大；金融業務成本率的  $\beta$  值為 -0.0261，表示當銀行的金融業務成本率愈高， $Z$  值會愈小；稅前純益率的  $\beta$  值為 0.1283，表示當銀行的稅前純益率愈高， $Z$  值會愈大；流動準備比率的  $\beta$  值為 0.1098，表示當銀行的淨值比率愈高， $Z$  值也會愈大；存款成長率的  $\beta$  值為 0.0007，表示當銀行的存款成長率愈高， $Z$  值將會愈大。



## (2) 計算個別銀行各期的 Z 值及訂定 K 值

將所求得的  $\beta_0$  和  $\beta_1$  代入 (3) 式中即得到下式，並將問題銀行與非問題銀行 24 季的財務比率，分別為淨值比率、金融業務成本率、稅前純益率、流動準備比率、存款成長率等五個財務變數代入，即可求算出各銀行各期的 Z 值。在訂定 K 值方面，Theodossiou (1993) 提到，K 值不可超過 D 值的二分之一，否則誤判的機率將會大幅增加，本研究求算出的 D 值為 5.3436，因此將 K 值訂定為 2.67。

$$\hat{Z}_{i,t} = 0.1084 + [0.0127 \ -0.0261 \ 0.1283 \ 0.1098 \ 0.0007] \times \left[ X_{i,t} - \sum_{k=1}^p \Phi_k X_{i,t-k} \right]$$

## (3) 計算個別銀行各期的 CUSUM 值及 L 值的訂定

計算出個別銀行各期的 Z 值和訂定 K 值為 2.67 之後，將之代入以下的計算式求算出個別銀行各期的 CUSUM 值。

$$C_{i,t} = \min (C_{i,t-1} + Z_{i,t} - 2.67, 0) < -L,$$

for  $L > 0$  and  $t = 1, 2, \dots$

將各銀行各期的 CUSUM 值彙整於表 9，並以能夠區別問題銀行與非問題銀行的最小 CUSUM 值作為本研究的 -L 值。由表 9 可知，非問題樣本中的萬泰商業銀行，在第 16 期的 -L 值為 -19.01，為所有估計非問題樣本中 -L 值最小者，因此本研究將 -L 值訂定為 -19，亦即當一銀行的 CUSUM 值低於 -19 時，將判定此銀行為問題銀行。

**5. CUSUM 模式之測試**

為驗證估計樣本所建立的預警模型是否適用，另選取中興銀與高雄企銀，做為測試樣本中的問題銀行；非問題銀行則取中國商銀、中信銀、交銀、國泰世華、富邦銀、遠東銀等六家銀行，做為測試樣本中的非問題銀行。

(1) 測試樣本的 Z 值：將測試樣本的淨值比率、金融業務成本率、稅前純益率、流動準備比率、存款成長率等五個財務變數代入 (3) 式，計算測試樣本各期的 Z 值。

(2) 計算測試樣本的 CUSUM 值：估計樣本求得的 K 值為 2.67，-L 值為 -19，連同測試樣本所求得的 Z 值代入 (2) 式，計算測試樣本各期的 CUSUM 值，計算結果列於表 10。由表 10 可知，非問題銀行的 CUSUM 值皆未低於問題銀行的臨界值(-19)。而中興銀行在下市前 12 季的累計 CUSUM 值為-43.00，低於臨界值-19，因此 CUSUM 模式在中興銀行下市前 12 季已偵測出其為問題銀行。此外，高雄企銀在下市前 19 季的累計 CUSUM 值為-21.89，低於臨界值-19，因此 CUSUM 模式在下市前 19 季偵測出高雄企銀為問題銀行。

表 9 估計樣本銀行之 CUSUM 值

期數	南企*	寶華*	華僑*	北商	建華	玉山	台新	萬泰	聯邦
2	-2.17	-1.81	-3.84	0.00	0.00	-0.69	-0.97	-0.46	-0.60
3	-4.46	-3.67	-6.84	0.00	0.00	-0.08	-0.05	-1.67	-0.87
4	-8.36	-4.87	-10.33	0.00	0.00	0.00	-0.00	-2.29	-1.45
5	-8.43	-5.96	-12.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.59	-2.32
6	-11.87	-7.76	-16.42	0.00	0.00	0.00	-0.04	-3.15	-2.54
7	-14.56	-9.37	-20.36	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.36	-3.06
8	-17.82	-11.56	-24.85	-0.05	0.00	0.00	0.00	-9.00	-3.62
9	-19.23	-13.10	-27.39	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.47	-3.40
10	-21.82	-14.81	-30.99	0.00	-0.59	0.00	0.00	-10.19	-4.07
11	-24.34	-17.39	-34.98	0.00	-1.15	0.00	0.00	-11.82	-4.83
12	-26.68	-20.12	-39.89	0.00	-1.72	0.00	0.00	-13.29	-6.24
13	-28.47	-21.24	-42.80	0.00	-0.73	0.00	0.00	-14.29	-6.51
14	-31.54	-24.42	-47.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.32	-8.29
15	-34.08	-27.98	-51.57	0.00	-1.18	-0.18	0.00	-16.13	-9.57
16	-40.78	-31.73	-56.78	-0.18	-1.80	-6.74	-3.50	-19.01	-13.03
17	-41.56	-32.03	-61.38	0.00	-2.17	-2.05	-4.37	-18.66	-12.63
18	-45.00	-35.57	-69.32	0.00	-2.57	-3.01	-5.10	-18.13	-12.51
19	-48.30	-40.07	-74.29	0.00	-3.24	-3.50	-6.35	-18.03	-12.20
20	-51.38	-44.76	-79.66	0.00	-4.30	-5.02	-7.60	-18.60	-12.19
21	-54.22	-45.97	-83.74	0.00	-4.57	-4.10	-6.65	-18.11	-11.55
22	-57.15	-51.66	-89.50	0.00	-5.82	-1.93	-7.49	-17.31	-12.07
23	-59.80	-57.38	-96.20	0.00	-8.24	-1.35	-7.53	-15.64	-12.86
24	-62.66	-63.09	-103.95	0.00	-9.68	-1.62	-7.05	-14.84	-12.10

註：表中陰影部分代表該期 CUSUM 值已低於管制下限，\* 則代表問題銀行。

表 10 測試樣本銀行之 CUSUM 管制值

期數	中興*	高企*	中國商銀	中信銀	交銀	國泰世華	富邦	遠東
2	0.00	-3.44	0.00	-0.34	-1.09	0.00	0.00	0.00
3	0.00	-6.38	-0.45	-1.77	-0.14	0.00	0.00	0.00
4	-0.57	-10.99	-1.33	-2.90	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-1.60	-16.44	-0.79	-1.91	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	-21.89	-1.28	-3.20	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-3.65	-24.91	-1.44	-4.16	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	-31.07	-2.01	-3.20	0.00	0.00	-0.46	0.00
9	0.00	-36.97	-1.26	-2.67	0.00	0.00	0.00	0.00
10	-0.57	-43.85	-1.44	-2.14	0.00	0.00	0.00	0.00
11	-6.70	-51.46	-0.68	-2.43	0.00	0.00	0.00	-0.00
12	-17.11	-58.61	-1.12	-2.28	0.00	0.00	0.00	-0.33
13	-43.00	-58.52	-1.37	-0.69	0.00	0.00	0.00	-0.51
14	-41.51	-70.58	-0.31	-0.96	0.00	-2.86	0.00	-1.52
15	-54.92	-66.75	0.00	-1.33	0.00	-6.03	0.00	-2.41
16	-77.60	-78.39	0.00	-1.01	0.00	-8.74	0.00	-9.48
17	-114.12	-95.99	0.00	0.00	0.00	-3.11	0.00	-4.64
18	-131.48	-114.16	0.00	0.00	0.00	-2.66	0.00	-4.87
19	-158.80	-133.63	-2.02	0.00	0.00	-1.13	0.00	-10.10
20	-232.75	-149.49	-1.24	-0.23	0.00	-2.82	0.00	-9.62
21	-320.31	-168.94	-1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.12
22	-291.67	-231.27	-2.77	-0.41	0.00	0.00	0.00	-7.89
23	-526.08	-258.10	-4.33	-1.23	0.00	0.00	0.00	-8.25
24	-583.57	-351.86	-3.89	-3.17	0.00	0.00	0.00	-9.28

註：表中陰影部分代表該期 CUSUM 值已低於管制下限，\* 則代表問題銀行。

中興銀行成立於 1992 年，為金融自由化後成立的新銀行之一。因財政部依據個別銀行的績效，限制分行的設立，而中興銀行因為歷年來表現不佳，故分行數目受到限制。為了擴充其營運通路，陸續購併財務困難的信用合作社，雖然快速的擴張經營規模，但卻使銀行的資產品質不良。2000 年 3 月，財政部接獲消息指出，中興銀行未經過應有的授信程序，分行經理即核貸撥款，主要貸款對象皆是台鳳集團關聯戶。在媒體報導台鳳集團貸款弊案後，引發存款人對中興銀行喪失信心，發生嚴重的擠兌事件，流失存款達台幣 150 億元。2001 年 10 月 25 日由財政部指派中央存款保險公司監管，而中興銀行的股票也於 2002 年 1 月 17 日起下市。

高雄企銀前身為創立於 1950 年的高雄區合會儲蓄股份有限公司。由於高雄企銀長期存在著內部兩黨派的經營權鬥爭，在原本銀行經營體質不佳的情況下，加上問題放款日益嚴重，2002 年初遭政府接管，使得高雄企銀的股票於 2002 年 1 月 17 日起下市。2004 年 6 月，玉山銀行以 134 億元的價格買下 60 家高企分行，高企成為國內第一家經由公開標售途徑，退出市場的問題金融機構。

綜合八家銀行的測試效果可知，兩家問題銀行之 CUSUM 值都在數期之前便已經低於管制下限；而六家非問題銀行之 CUSUM 值皆保持於管制下限之上。由此可見，本研究所建立之動態化預警模型，確實能夠對問題銀行與非問題銀行做出正確的判斷，可作為良好的早期預警系統。由於動態化模型提供了問題銀行的 CUSUM 管制圖，能夠觀察銀行財務狀況的累積變化，避免橫斷面計量方法常見的各期之間分數上下跳動的問題。此外，管制圖也表現出財務狀況明顯趨向問題銀行的轉折點，此皆為其他預警模型所無法提供的重要功能。故在金融監理的應用上，動態化模型提供較多的資訊，應為一理想的預警輔助工具。

## 陸、結論

本研究以國內 31 家銀行為研究對象，應用動態化預警模型之 CUSUM 管制圖，來對國內銀行經營績效進行及時監控，以建立國內銀行預警系統。此外，本研究亦以測試樣本來檢驗銀行動態化預警模型的功能，以確認所建構的模型具備良好的預警能力。由實證結果中得到下列結論：(1) 由因素分析評等結果顯示，華僑商業銀行、寶華銀行與地區性中小企業銀行的績效較為不佳。(2) 問題銀行與非問題銀行的淨值比率、催收款比率、金融業務成本率、稅前純益率、流動準備比率、利率敏感性缺口/淨值與存款成長率等七項財務變數皆有明顯的差距。

(3) 本研究選取八家銀行作為測試樣本，模型測試結果顯示，CUSUM 模型對於財務狀況逐漸惡化的銀行，如中興商業銀行與高雄中小企業銀行皆能事先偵測並提出警訊。

## 參考文獻

- 李玉蘭 (1999)，「建立票券金融公司預警系統之研究」，碩士論文，輔仁大學金融研究所。
- 李聿偉 (2003)，「金融預警制度之研究」，碩士論文，中山大學財務管理研究所。
- 吳祁蔓 (2002)，「金融預警系統之研究－以台灣地區銀行為例」，碩士論文，東吳大學企業管理研究所。
- 陳曉容 (1997)，「CAMEL 與銀行評等－兼論商業銀行自有資本與資產品質間的關係」，碩士論文，政治大學金融研究所。
- 郭虹伶 (2004)，「運用財務及股權結構因素建立台灣上市公司動態化財務預警模式之研究」，碩士論文，朝陽科技大學財務金融研究所。
- 鄒香蘭 (2001)，「我國股票上市公司財務危機預警模型之比較」，碩士論文，彰化師範大學商業教育研究所。
- 廖一夫 (2002)，「台灣銀行業動態化預警模型之研究」，碩士論文，成功大學政治經濟研究所。
- 劉文仲 (2002)，「銀行早期預警系統－市場與會計資訊之應用」，碩士論文，東吳大學經濟研究所。
- 鄭元麒 (2004)，「我國銀行業動態預警系統－CUSUM 與 EWMA 模型之比較」，碩士論文，嶺東技術學院財務金融研究所。
- 潘玉葉 (1990)，「台灣上市公司財務危機預警分析」，博士論文，淡江大學管理科學研究所。
- 潘曉寧 (2003)，「台灣上市電子公司財務危機預警模式」，碩士論文，朝陽科技大學 財務金融研究所。

- 歐黛瑩 (2003)，「台灣股票上市公司動態化財務預警模式之研究－CUSUM 模式和 EWMA 模式之比較」，碩士論文，朝陽科技大學財務金融研究所。
- 魏國慈 (1986)，「商業銀行經營評效之分析－台灣的實證」，碩士論文，淡江大學管理科學研究所。
- Altman, E. I. (1968), "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Predication of Corporate Bankruptcy," *Journal of finance*, Vol.23, No.4, pp.589-609.
- Collins, R. A. and Green, R. D. (1982), "Statistical Method for Bankruptcy Forecast," *Journal of Economics and Business*, Vol.34, pp.348-354.
- Espahbodi, P. (1991), "Identification of Problem Banks and Binary Choice Models," *The Journal of Banking and Finance*, Vol.15, No.1, pp.53-71.
- Kaiser, H. F. (1974), "An Index of Factorial Simplicity," *Psychometrics*, Vol.39, pp.31-36.
- Martin, D. (1977), "Early Warning of Banking Failure," *The Journal of Banking and Finance*, Vol.1, pp.249-276.
- Sinky, J. F. (1975), "A Multivariate Statistical Analysis of the Characteristic of Problem Bank," *Journal of finance*, Vol.23, pp.21-36.
- Theodossiou, P. T. (1993), "Predicting Shifts in the Time Series Process : An Application in Predicting Business Failure," *Journal of the American Statistical Association*, Vol.88, No.422, pp.441-449.
- Theodossiou, P. T., and Kahya, E. (1999), "Predicting Corporate Financial Distress: A Time-Series CUSUM Methodology.," *Review of Quantitative Finance and Accounting*, Vol.13, pp.323~345.
- West, R. C. (1985), "A Factor-Analytic Approach to Bank Condition," *The Journal of Banking and Finance*, Vol.9 pp.253-266.