

金融風險管理季刊  
民96，第三卷，第四期，1-23

## 信用評分模型區別力之穩健性研究\*

### The Research of Robustness in Discriminatory Power of Credit Scoring model

投稿日期：96.05.07

接受日期：96.11.26

洪明欽\*\*

**Ming-Chin Hung**

東吳大學商用數學系

Department of Business Mathematics,  
Soochow University

張揖平

**Yi-Ping Chang**

東吳大學商用數學系

Department of Business Mathematics,  
Soochow University

陳昱陵

**Yu-Ling Chen**

東吳大學商用數學系

Department of Business Mathematics,  
Soochow University

陳和貴

**He-Guei Chen**

東吳大學商用數學系

Department of Business Mathematics,  
Soochow University

\* 感謝本刊主編及兩位匿名評審細心審閱並提出寶貴的建議，使本文內容更為充實。

\*\* 作者通訊：洪明欽，台北市貴陽街一段56號東吳大學商用數學系，TEL：886-2-2311-1531#2620，  
E-mail：nhungg@bmath.scu.edu.tw

**摘要**

新巴塞爾資本協定 (The New Basel Capital Accord, 簡稱 Basel II) 允許銀行可自行發展信用評分模型, 而信用評分模型是銀行做為區別授信戶未來是否可能發生違約的重要依據, 其區別授信戶的能力稱之為信用評分模型區別力 (discriminatory power)。本文主要藉由財團法人金融聯合徵信中心 (聯徵中心) 之企業信用評分和歷史違約資料, 在不同情境下, 銀行信用評分模型區別力指標之信賴區間, 並探討信用評分模型區別力指標的穩健性。

本研究使用區別力指標 KS (Kolmogorov-Smirnov)、AUC (area under curve) 和 AR (accuracy ratio) 判斷信用評分模型的優劣, 研究結果發現當授信戶數相同時, 違約比率較低的銀行其區別力指標會較高, 但指標較不穩定 (信賴區間較寬); 此外, 在違約比率相同的情況之下, 授信戶數較少的銀行其區別力指標會較高, 但指標也較不穩定。因此, 在信用評分模型驗證 (validation) 時, 除了信用評分模型區別力指標外, 還需輔以信用評分模型區別力指標之信賴區間。

**關鍵詞** : 信用評分模型、區別力、信賴區間。

**JEL 分類代號** : G52, G28, G33

**Abstract**

The New Basel Capital Accord (Basel II) permits a bank to build its internal credit scoring model which is the key to tell if obligors will default or not. The ability of correctly distinguishing good or bad obligors is called the discriminatory power of credit scoring model. In this research, with data set provided by Joint Credit Information Center (JCIC), we calculate the confidence intervals of discrimination power indices - KS, AUC and AR and discuss the stability property of discrimination. We found that, with same number of obligors, when a bank has lower default rate, the discriminatory power index is higher but the index is unstable (i.e. the confidence interval of the discriminatory power is wider). Also, given a fixed default rate, when a bank has fewer obligors, its discriminatory power will be generally higher but the index is also unstable. We conclude that when judging a credit scoring model, in addition to the discriminatory power, regulator should also consider its confidence interval together.

**Keywords** : discriminatory power, credit scoring model, confidence interval.

**JEL Classification** : G52, G28, G33

**1. 前言**

新巴塞爾資本協定 (The New Basel

Capital Accord, 簡稱 Basel II) 於 2004 年 6 月底公佈, 台灣於 2007 年開始全面實施符合 Basel II 之風險控管相關規定。在 Basel

II 裡，允許在監理機關同意下採用內部評等法 (Internal Ratings-Based, IRB) 之銀行，自行評估相關參數來計算資本計提。此外，監理機關也需要進一步地驗證 (validation) 銀行所使用的內部信用評等系統 (internal credit rating system)，並判斷利用該內部信用評等系統所提的資本計提是否足夠。在內部信用評等系統中，銀行內部信用評分模型是重要的核心，因為銀行是利用其信用評分模型區分授信戶在未來是否會違約的重要依據，因此，信用評分模型的優劣便成為銀行相當關心的議題。而信用評分模型區別力是信用評分模型區別授信戶是否可能違約的能力，因此，信用評分模型區別力的探討是值得研究。

銀行的信用評分模型利用授信戶當下所屬的狀態，經過信用評分模型的計算轉換成分數，並依據分數預測授信戶未來是否發生違約。如果信用評分模型不能有效地區分授信戶未來是否發生違約，則銀行有可能放款給高違約 (high risk) 的授信戶，輕則影響銀行的營收，重則使銀行面臨倒閉的危機。探討信用評分模型區別力的目的主要在瞭解信用評分模型是否可以充分反應授信戶的信用狀況。而信用評分模型區別力的穩健性則是區別力的變化情形，亦即為信用評分模型區別力的信賴區間 (confidence interval)。

本文使用的信用評分模型區別力指標有 Kolmogorov-Smirnov (KS)、area under curve (AUC) 和 accuracy ratio (AR)，這些區別力指標在信用評分模型的應用可參考

Sobehart et al. (2001)、Deutsche Bundesbank (2003)、Engelmann et al. (2003a, b) 和 Basel Committee on Banking Supervision (簡稱 BCBS, 2005)。此外，本文利用拔靴法 (bootstrap) 得到信用評分模型的區別力指標的信賴區間，拔靴法是一種重抽樣法 (resampling method)，其作法是利用電腦亂數隨機抽取樣本做為重抽樣資料，並重複實驗很多次得到估計值的區間估計，由於是重複隨機抽取樣本，所以不會有資料相關 (data-dependent) 的問題。而由拔靴法所得到的信用評分模型區別力指標信賴區間，可以知道信用評分模型區別力的變化程度，亦可藉由信賴區間長了解信用評分模型的穩健性。在信用評分模型驗證時，應同時配合區別力指標和其信賴區間判斷。研究結果發現當授信戶數相同時，違約比率較低的銀行其區別力指標會較高，但指標較不穩定 (信賴區間較寬)；此外，在違約比率相同的情況之下，授信戶數較少的銀行其區別力指標會較高，但指標也較不穩定。因此，在信用評分模型驗證 (validation) 時，除了信用評分模型區別力指標外，還需輔以信用評分模型區別力指標之信賴區間。

本文第一節為前言，第二節為常用區別力指標介紹，第三節為使用的資料說明，第四節為研究設計，第五節為實證分析，最後為結論。

## 2. 區別力指標方法介紹

信用評分模型區別力指標是評斷兩組信用評分模型是否具區別力的重要依據，以下為本文所採用的指標：

### · KS(Kolmogorov-Smirnov)指標

KS 指標為違約授信戶和正常授信戶兩個母體，在各評分下累加相對次數最大的差異，其作法為：

1. 計算正常授信戶和違約授信戶在各評分下之累積機率。
2. 計算各各評分下累積機率之差。
3. 最大的累積機率之差，即為 KS 值 (KS value)。

當 KS 值越大，則表示違約授信戶和正常授信戶之樣本累積分配差異越大，即信用評分模型的區別力越好。

### · ROC 和 AUC 指標

BCBS (2005) 提到在銀行決策者依據評分結果，設定截斷點為  $C$  下，定義 hit rate ( $HR(C)$ ) 為：

$$HR(C) = \frac{H(C)}{N_D} \quad (1)$$

其中  $HR(C)$  為信用評分小於或等於門檻值  $C$  的違約授信戶數， $N_D$  為所有違約授信戶數，定義 false alarm rate ( $FAR(C)$ ) 為

$$FAR(C) = \frac{F(C)}{N_{ND}} \quad (2)$$

其中  $HR(C)$  為信用評分小於或等於門檻值  $C$

的正常授信戶數， $N_{ND}$  為所有的正常授信戶數。ROC (Receiver Operating Characteristic curve) 即對所有  $C$ ，( $FAR(C)$ ,  $HR(C)$ ) 所形成的曲線。當 ROC 趨向 (0, 1) 拗折，表示信用評分模型越能區別出正常授信戶和違約授信戶，亦即，當 ROC 下方面積越大，表示信用評分模型越能做出正確的區隔。定義 AUC 為 ROC 下方的面積，則 AUC 可視為信用評分模型對區別正常授信戶和違約授信戶的平均能力。

當 ROC 為  $45^\circ$  對角線，即 AUC 為 0.5 時，表示信用評分模型是隨機區分正常授信戶和違約授信戶，稱為隨機模型 (random model)；當 AUC 為 1 時，表示信用評分模型能完全區隔正常授信戶和違約授信戶，稱為完美模型 (perfect model)。Deutsche Bundesbank (2003) 提到實務上完美模型是不存在的，一般而言，AUC 介於 0.5 和 1 間，AUC 越大表示信用評分模型的區別力越好。Engelmann et al. (2003) 證明：

$$AUC = P(S_D < S_{ND}) + 0.5 \times P(S_D = S_{ND}) \quad (3)$$

其中  $S_D$  為違約授信戶的信用評分， $S_{ND}$  為正常授信戶的信用評分，因此，可以利用 Mann-Whitney 不偏估計量  $\hat{U}$  估計 AUC：

$$\hat{U} = \frac{1}{N_D N_{ND}} \sum_{(D, ND)} u_{D, ND} \quad (4)$$

其中

表 1 各年無財報非公開發行與營建業之違約比率

年度		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
無財報 非公開發行	違約戶數	3681	4097	3676	5960	4280	2986	2383	3325
	正常戶數	87183	84712	84593	83783	82102	84884	92193	101140
	違約比率	4.05%	4.61%	4.16%	6.64%	4.95%	3.4%	2.52%	3.18%
營建業	違約戶數	454	488	445	1056	722	477	379	467
	正常戶數	7335	5996	6200	7828	7496	7519	8687	10436
	違約比率	5.83%	7.53%	6.7%	11.89%	8.79%	5.97%	4.18%	4.28%

$$u_{D,ND} = \begin{cases} 1 & \text{if } S_D < S_{ND} \\ \frac{1}{2} & \text{if } S_D = S_{ND} \\ 0 & \text{if } S_D > S_{ND} \end{cases} \quad (5)$$

#### · CAP 曲線和 AR

BCBS (2005) 提到 CAP (cumulative accuracy profile) 曲線是由在信用評分系統的某一個分數之下的累積授信戶比率與累積違約授信戶比率所形成的曲線。信用評分模型的區別力，可用  $AR$  指標衡量，

$$AR = \frac{a_R}{a_p} \quad (6)$$

Engelmann et al. (2003) 證明  $AR$  和  $AUC$  之間的關係為

$$AR = 2 \times AUC - 1 \quad (7)$$

當  $AR$  值為 0 時，信用評分模型是隨機區分正常授信戶和違約授信戶，稱為隨機模型；當  $AR$  值為 1 時，表示能完全區隔正常

授信戶和違約授信戶，稱為完美模型。Deutsche Bundesbank (2003) 提到實務上完美模型是不存在的，當  $AR$  值愈大則表示信用評分模型的區別力愈好。

### 3. 研究資料

本研究所採用之資料為財團法人金融聯合徵信中心（聯徵中心）提供的 1997 到 2004 年之企業信用評分資料和 1998 到 2005 年之授信戶違約資料。聯徵中心將企業分成三個部分：未上市櫃公開發行、有財報非公開發行和無財報非公開發行。

本文主要探討當銀行放款對象不同時，對銀行信用評分模型區別力的影響，而在無財報非公開發行之下又可細分產業別（聯徵中心共分為 11 個產業），為方便起見，本文使用無財報非公開發行的評分資料進行研究，又因為營建業的違約比率最高，因此，本文另以營建業的評分資料做為比較。表 1 為無財報非公開發行與營建業各年之違約比率，由表 1 可看出各年無財報

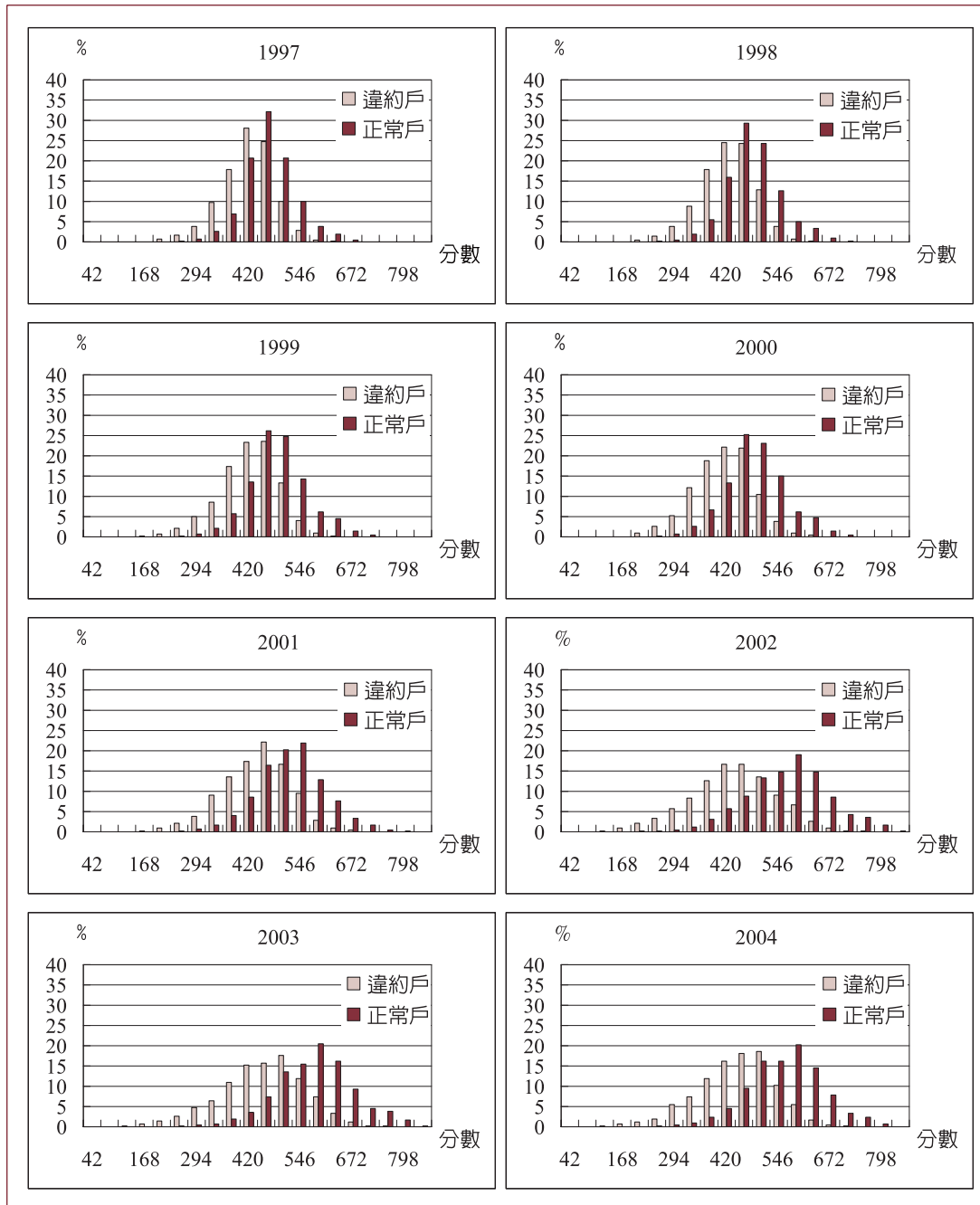


圖 1 各年無財報非公開發行之企業評分資料直方圖

非公開發行之違約比率均低於營建業之違約比率，且2003年無財報非公開發行與營

建業之違約比率低於其餘年度之違約比率。

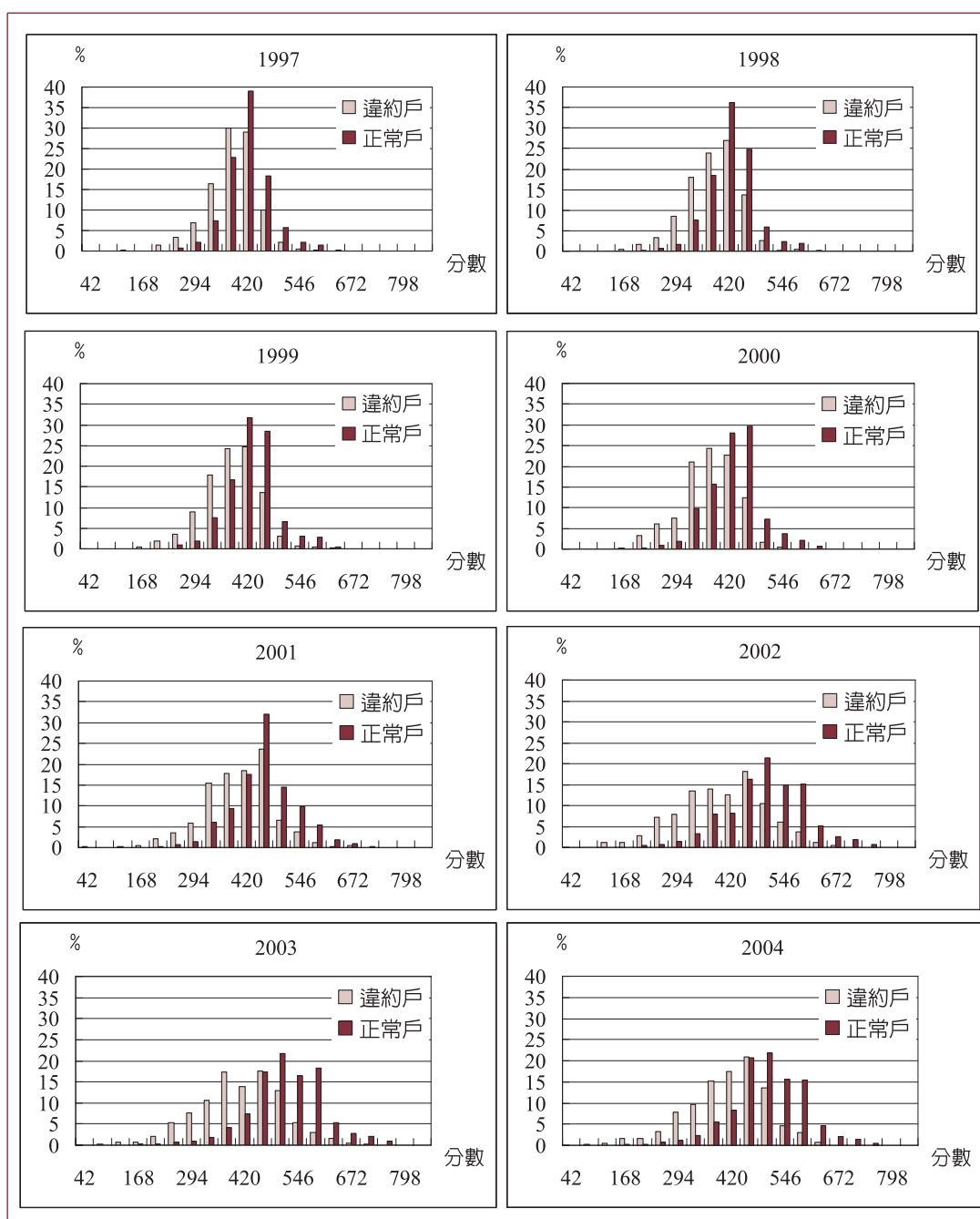


圖 2 各年營建業評分資料直方圖

圖 1 和圖 2 分為無財報非公開發行與營建業各年信用評分資料之直方圖（聯徵中

心的企業評分分數界於 0 到 840 之間，本文將評分分為 20 組，所以直方圖每組間距為



42分)，其中淺色表示違約授信戶評分資料直方圖，深色表示正常授信戶評分資料直方圖。由圖1、圖2可看出聯徵中心無財報非公開發行與營建業每年的違約授信戶與正常授信戶是區隔開的，亦即，聯徵中心的企業評分模型具有一定程度的區別力。

#### 4. 研究設計

本文主要探討聯徵中心之企業評分模型區別力指標之估計值與信賴區間，此外，藉由聯徵中心的企業評分資料和違約資料，計算在不同情境下，銀行若採用聯徵中心的企業信用評分模型，探討其信用評分模型區別力指標的信賴區間和穩健性。

本文主要利用拔靴法得到信用評分模型區別力指標的信賴區間，其概念為利用資料的重覆隨機抽樣，所以是一種重抽樣法，其優點在於不確定資料分配特性時，亦可由拔靴法得到未知參數的近似分配和信賴區間。假設某銀行利用自有的信用評分模型得到其 $N$ 個授信戶之評分，且此 $N$ 個授信戶可被區分為正常授信戶與違約授信戶二群。若銀行想要知道其自有的信用評分模型之KS的 $100(1-\alpha)\%$ 信賴區間，則可由拔靴法得到，作法如下：首先分別從二群授信戶樣本中採取出放回 (sampling with replacement) 抽取重抽樣樣本，重複次數越多越好，例如10000次，而每組重抽樣樣本均可計算出一個KS值，此10000個KS中位數 (median) 可視為銀行自有信用評分模

型的KS估計值，此外，可將此10000個KS值由小排到大，則 $100(1-\alpha)\%$ 信賴區間的下界為第 $10000 \times \alpha/2$ 個排序KS值，上界為第 $10000 \times (1-\alpha/2)$ 個排序KS值，本文將以此作法計算聯徵中心之企業評分模型區別力指標之信賴區間。有關拔靴法的相關作法與性質，可參考Efron and Tibshirani (1993)和Davison and Hinkley (1997)。

本研究除探討聯徵中心之企業評分模型區別力指標之信賴區間，亦探討若銀行放款對象分散於無財報非公開發行或是集中於營建業，對信用評分模型區別力指標的影響，其中銀行放款資料亦由聯徵中心之企業評分資料採拔靴法得到重抽樣樣本，其抽樣方法為抽樣後不放回 (sampling without replacement)，重抽樣家數為1000和5000。本文考慮不同的抽樣情境：

1. 當銀行受信戶的違約比率與聯徵中心授信戶的違約比率略相同。
2. 當銀行受信戶的違約比率與聯徵中心授信戶的違約比率不同時，將違約比率固定為1%、3%與5%。
3. 預測下一年的信用評分模型區別力指標之估計值與信賴區間。假設未來一年景氣會和過去八年其中一年相同，且銀行受信戶的違約比率與當年聯徵中心授信戶的違約比率約略相同。

#### 5. 聯徵中心企業信用評分模型之區別力指標實證分析



表 2 無財報非公開發行和營建業區別力指標的估計值與 95% 信賴區間

年度		2001	2002	2003	2004	
無財報 非公開發行	KS	估計值	0.3836	0.4923	0.4845	0.4853
		區間估計下界	0.3700	0.4765	0.4666	0.4710
		區間估計上界	0.3970	0.5078	0.5024	0.4989
	AUC	估計值	0.7594	0.8174	0.8179	0.8194
		區間估計下界	0.7524	0.8100	0.8095	0.8126
		區間估計上界	0.7665	0.8248	0.8261	0.8260
	AR	估計值	0.5189	0.6348	0.6357	0.6389
		區間估計下界	0.5049	0.6199	0.6189	0.6252
		區間估計上界	0.5329	0.6495	0.6523	0.6520
營建業	KS	估計值	0.3009	0.4092	0.4746	0.4273
		區間估計下界	0.2657	0.3711	0.4314	0.3896
		區間估計上界	0.3357	0.4467	0.5173	0.4662
	AUC	估計值	0.7002	0.7666	0.7992	0.7801
		區間估計下界	0.6796	0.7438	0.7758	0.7596
		區間估計上界	0.7208	0.7885	0.8220	0.8000
	AR	估計值	0.4004	0.5331	0.5984	0.5602
		區間估計下界	0.3592	0.4876	0.5516	0.5192
		區間估計上界	0.4415	0.5770	0.6441	0.6000

### 5.1 聯徵中心企業信用評分模型之區別力 指標估計值與信賴區間

本節主要針對聯徵中心建立的企業信用評分模型，利用拔靴法得到其區別力指標估計值和信賴區間，並探討此模型區別力之穩健性，其使用資料為 2001 到 2004 年的企業評分資料，和 2002 到 2005 年的授信戶違約資料。首先，利用時間  $t+1$  之授信戶違約資料將時間  $t$  之企業評分資料分為違約授信戶與正常授信戶二群，再由這二群中分別隨機抽取和資料個數相同的重抽樣樣

本，重覆重抽樣 10000 次，由此計算區別力指標的中位數作為估計值，並且計算區別力指標的 95% 信賴區間。

表 2 是無財報非公開發行和營建業的區別力指標之中位數與信賴區間。由表 2 可以觀察到 2001 到 2004 年無財報非公開發行與營建業的區別力指標均達一般的標準，因此，聯徵中心的信用評分模型應是具有區別力的，此結果與圖 1 和圖 2 是一致的。為了較容易觀察出無財報非公開發行和營建業的差異，將表 2 以圖形表示，因這些指標

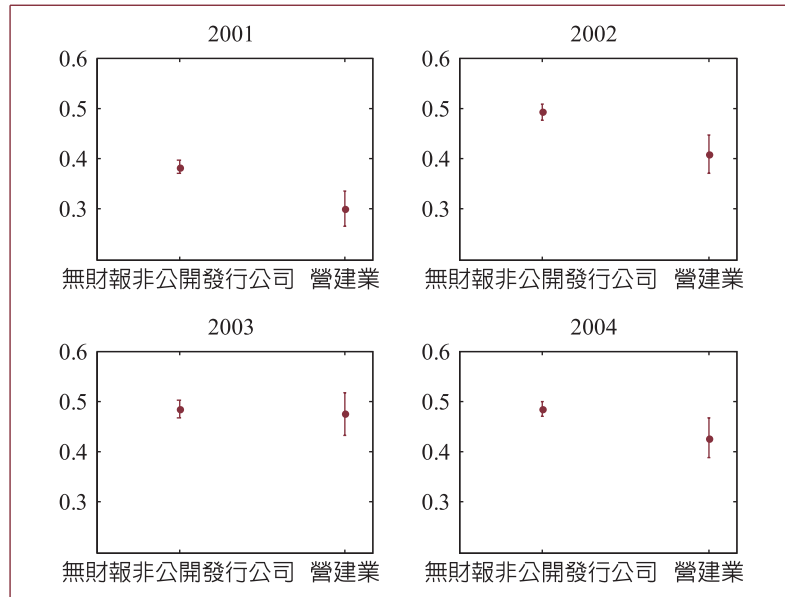


圖 3 無財報非公開發行與營建業 KS 估計值和 95% 信賴區間

表 3 無財報非公開發行和營建業之 KS 的百分位數檢定

年度	中位數	2.5 百分位數
	營建業 < 無財報非公開發行	營建業 < 無財報非公開發行數
2001	✓	✓
2002	✓	✓
2003	✓	✓
2004	✓	✓

所呈現的圖形是一致的，所以僅以 KS 為例說明，KS 的結果如圖 3，AUC 和 AR 的結果請參考附錄 1。由表 2 和圖 3，可以觀察到 2001 到 2004 年無財報非公開發行之 KS 的估計值均比營建業大，且其信賴區間長度大約是營建業的  $1/\sqrt{10}$ ，主要原因應為無財報非公開發行之資料數約為營建業的 10 倍。

一般以區別力指標值越大即表示信用評分模型越好，較少考慮到區別力指標可能發生的最差情況（亦即信賴區間估計下界）。本文亦針對區別力指標之區間估計下界（即 2.5 百分位數），利用檢定方法探討營建業之區別力指標的中位數是否小於無財報非公開發行之區別力指標的中位數，此外，亦探討 2.5 百分位數的比較結果。因

表4 重抽樣時，1997到2004年無財報非公開發行之違約比率

年度	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
違約比率	4%	5%	4%	7%	5%	3%	3%	3%

表5 重抽樣時，1997到2004年營建業之違約比率

年度	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
違約比率	6%	8%	7%	12%	9%	6%	4%	4%

為一般的無母數檢定法在使用上有一些條件限制，但這些條件目前並不符合（由圖3可以看出無財報非公開發行與營建業KS的95%信賴區間差異很大，所以二組KS值之標準差和形狀並不相同），因此本文使用Kosorok (1999) 提出的二樣本百分位數檢定法 (two-sample quantile tests)，檢定營建業之區別力指標的百分位數是否小於無財報非公開發行之區別力指標的百分位數，其顯著水準 (significance level) 取為0.05。表3為各年無財報非公開發行與營建業的百分位數檢定結果，若百分位數檢定的結果符合預期則以✓表示，反之，則以✕表示。AUC和AR的整理結果請參考附錄1。由表3可以知道聯徵中心信用評分模型之各年的KS的中位數與2.5百分位數比較，營建業均顯著小於無財報非公開發行。

## 5.2 銀行放款對象對信用評分模型區別力指標的影響

本節藉由銀行放款對象不同的情境設

計，比較銀行授信對象分散在無財報非公開發行與集中在營建業對區別力指標的影響。使用資料仍為聯徵中心2001到2004年的受信評分資料，和2002到2005年的違約資料。

### 5.2.1 單年重抽樣且違約比率與聯徵中心資料約相同

本節主要探討當銀行放款家數之違約比率與聯徵中心資料約相同的情境下，銀行放款對象分散於無財報非公開發行與集中在營建業，對信用評分模型區別力穩健性之影響。為了計算方便，將違約比率4捨5入至小數點第2位。表4和表5分別表示無財報非公開發行和營建業各年的重抽樣違約比率。區別力指標估計值與95%信賴區間以圖形表示，KS的結果如圖4，因為KS、AUC和AR所呈現的圖形是一致，所以僅以KS為例說明，AUC和AR的結果請參考附錄2。此外，亦使用Kosorok (1999) 提出的二樣本百分位數檢定法檢定營建業

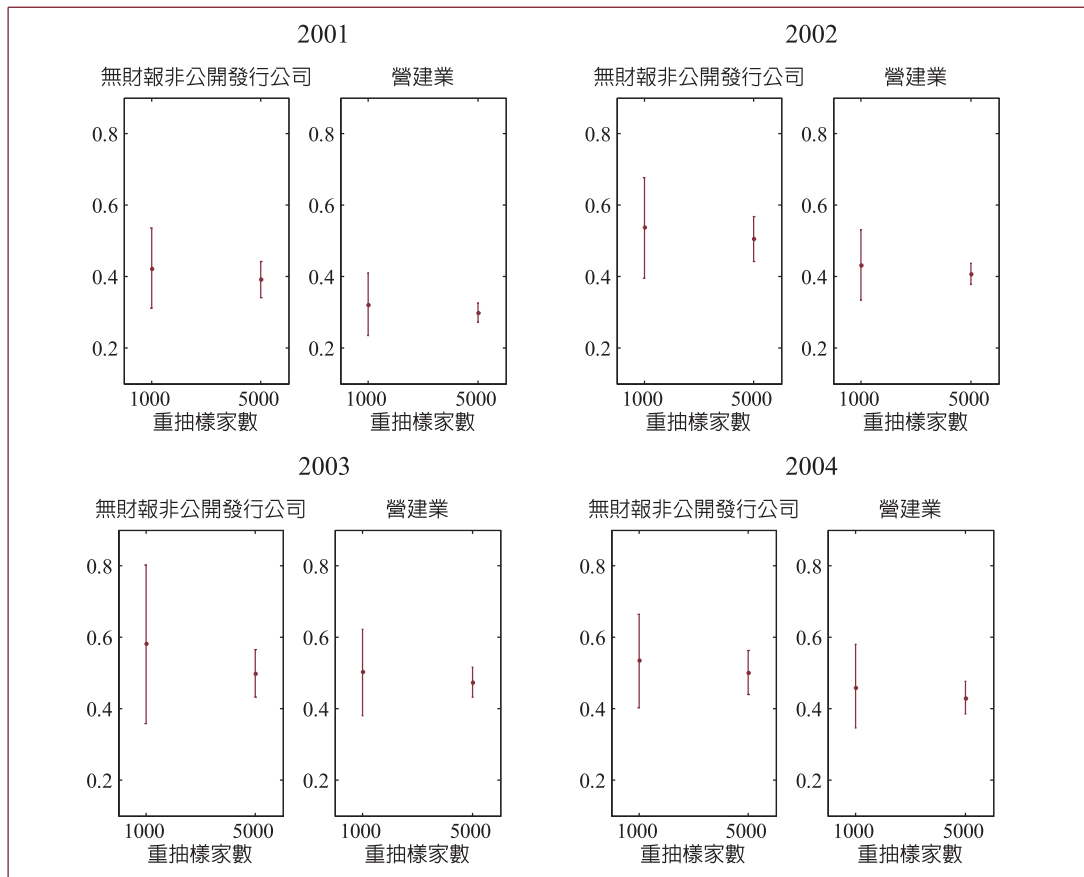


圖4 重抽樣違約比率與聯徵中心資料約相同之KS估計值和95%信賴區間

之區別力指標百分位數是否小於無財報非公開發行之區別力指標百分位數，表6為各年檢定結果，AUC和AR的結果請參考附錄2。

由圖4可看出當重抽樣數越大時，無財報非公開發行和營建業之KS估計值均會越小且95%信賴區間均會越來越窄，表示KS的穩健性越高。營建業的KS估計值較無財報非公開發行為小，但其95%信賴區間卻較無財報非公開發行為窄，其可能原因為營建業之總授信戶較無財報非公開發行為

少，所以在相同重抽樣數下，營建業重抽樣之樣本差異會較小，因而使95%信賴區間較窄。由表6可以知道除了2003年外，重抽樣數為1000或5000之區別力指標KS的中位數與2.5百分位數比較，營建業會顯著小於無財報非公開發行，而2003年結果顯示重抽樣數為1000或5000之區別力指標KS的中位數比較，營建業會顯著小於無財報非公開發行，但區別力指標KS的2.5百分位數比較，營建業卻沒有顯著小於無財報非公開發行，亦即，2003年區別力指標

表 6 重抽樣違約比率與聯徵中心資料約相同之KS的百分位數檢定

年度	重抽樣數	中位數	2.5百分位數
		營建業 < 無財報非公開發行	營建業 < 無財報非公開發行
2001	1000	✓	✓
	5000	✓	✓
2002	1000	✓	✓
	5000	✓	✓
2003	1000	✓	✗
	5000	✓	✗
2004	1000	✓	✓
	5000	✓	✓

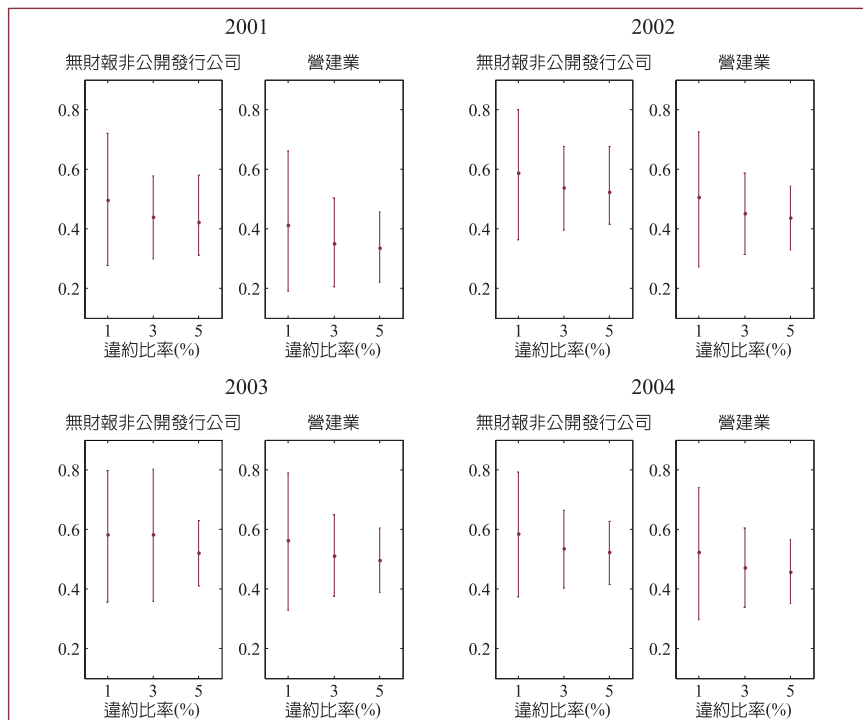


圖 5 重抽樣數為 1000，重抽樣違約比率固定為 1%、3% 或 5% 之 KS 估計值和 95% 信賴區間

KS的中位數比較和2.5百分位數比較的檢定結果並不一致，由此亦可知不能僅使用

區別力指標之估計值，亦需要配合區別力指標之區間估計，判斷信用評分模型之區

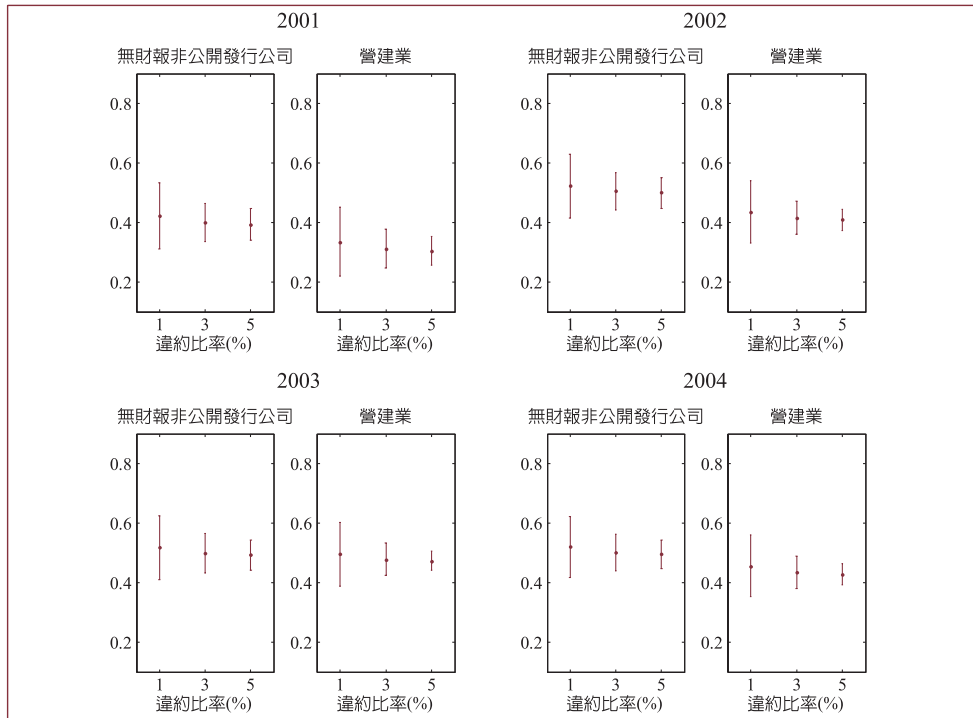


圖 6 重抽樣數為 5000，重抽樣違約比率固定為 1%、3% 或 5% 之 KS 估計值和 95% 信賴區間

別能力。

### 5.2.2 單年重抽樣且違約比率固定

本節主要是探討當銀行放款對象之違約比率固定為 1%、3% 或 5% 時，銀行放款分散於無財報非公開發行與集中在營建業，對信用評分模型區別力指標穩健性的影響。KS 之結果如圖 5 和圖 6，因為 KS、AUC 和 AR 的結果一致，所以僅以 KS 為例說明，AUC 和 AR 的結果請參考附錄 3。使用 Kosorok (1999) 提出的二樣本百分位數檢定法檢定營建業之區別力指標 KS 之百分位數是否小於無財報非公開發行，僅有 2003

年區別力指標 KS 之中位數比較和 2.5 百分位數比較的檢定結果不一致，其餘檢定結果均一致，表 7 為 2003 年之區別力指標 KS 的檢定結果，AUC 和 AR 的結果請參考附錄 3。

由圖 5 和圖 6 可看出當違約比率越大時，KS 估計值越小且 95% 信賴區間會越窄，而當重抽樣家數越多時，KS 之 95% 信賴區間也會越窄，表示 KS 的穩健性越高，此外，授信戶集中於營建業的之 KS 估計值較分散於無財報非公開發行之 KS 估計值為小。由表 7 可以知道除了 2003 年，重抽樣家數為 1000 且違約比率為 3% 的區別力指

表 7 重抽樣違約比率固定下，KS 的百分位數檢定

年度	重抽樣數	違約比率	中位數	2.5百分位數
			營建業 < 無財報非公開發行	營建業 < 無財報非公開發行
2003	1000	1%	✓	✓
		3%	✓	✗
		5%	✓	✓
	5000	1%	✓	✓
		3%	✓	✓
		5%	✓	✓

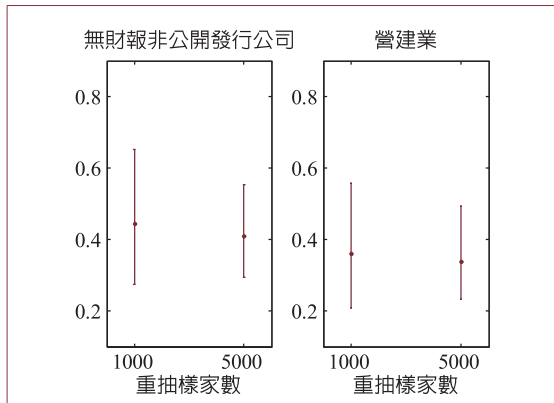


圖 7 八年隨機重抽樣且違約比率與聯徵中心資料約相同之 KS 估計值和 95% 信賴區間

標 KS 之 2.5% 百分位數比較，營建業不顯著小於無財報非公開發行外，其餘 KS 之中位數與 2.5% 百分位數比較，營建業均顯著小於無財報非公開發行。亦即，不能僅使用區別力指標之估計值判斷信用評分模型，亦需要配合區別力指標之區間估計，判斷信用評分模型之區別能力。

### 5.3 八年隨機重抽樣且違約比率與聯徵中心資料約相同

假設未來一年景氣和過去八年其中一年相同，每次重抽樣前先隨機決定是哪一年的資料，由此抽樣設計所計算之區別力指標，可視為信用評分模型下一年之預測區別力指標。由於 KS、AUC 和 AR 的結果一致，所以僅以 KS 為例說明，KS 的結果如圖 7，AUC 和 AR 的結果請參考附錄 4。使用 Kosorok (1999) 提出的二樣本百分位數檢定法檢定營建業之區別力指標 KS 的百分位數是否小於無財報非公開發行，其結果顯示中位數比較和 2.5% 百分位數比較，營建業均顯著小於無財報非公開發行。由圖 7 亦可知當重抽樣數越大時，因為授信戶個數增加而更能充分描述授信戶評分之特性，所以 KS 之 95% 信賴區間會越窄，表示若銀行放款數大時，則下一年之預測 KS 值會越穩健。



## 6. 結論

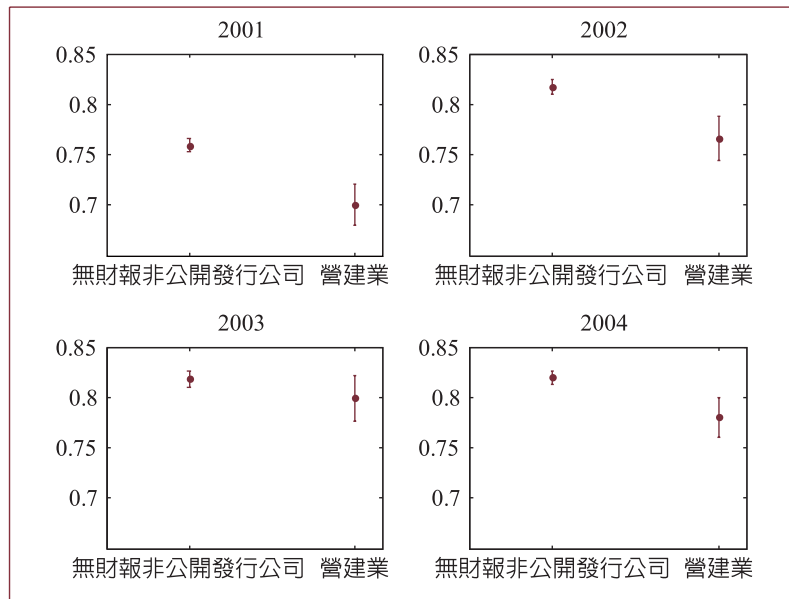
由本文之信用評分模型區別力指標的相關探討發現，違約數之多寡會影響信用評分模型區別力指標之估計值和信賴區間。在違約比率相同時，授信戶數較多的銀行之區別力指標雖比較少的銀行之區別力指標小，但其區別力指標卻較穩健。在銀行授信戶固定下，當違約比率較小時，區別力指標估計值雖較大，但其區別力指標卻較不穩健。

在銀行授信對象不同時（如無財報非公開發行和營建業），各年違約比率較低的無財報非公開發行其模型區別力指標幾乎在各種情況下均優於各年違約比率較高的營建業，但其區別力指標較不穩定（信賴區間較寬）。而授信戶數的增加可使區別力指標較穩健，亦可以使信賴區間下界較大。

本研究亦發現在銀行信用評分模型區別力指標達到一定標準（例如KS為0.55），但其變化程度很大（例如95%信賴區間為0.2到0.9）的情況下，若只以區別力指標做為判斷的依據是不夠的，應該同時使用區別力指標估計值和區間估計一起作判斷。

## 參考文獻

- Basel Committee on Banking Supervision (2005), "Studies on the Validation of Internal Rating Systems," *Working Paper*, No.14, Bank for International Settlements.
- Davison, A.C. and D.V. Hinkley (1997), "Bootstrap Methods and Their Application," Cambridge University Press.
- Deutsche Bundesbank(2003), "Approaches to the Validation of Internal Rating System," Monthly report from Deutsche Bundesbank, 55, No. 9, 59-71.
- Efron, B. and R.J. Tibshirani (1993), "An Introduction to the Bootstrap," Chapman & Hall, New York.
- Engelmann, B., E. Hayden and D. Tasche(2003a), "Measuring the Discriminative Power of Rating Systems," Discussion paper No. 1, Deutsche Bundesbank Series 2: Banking and Financial Supervision.
- Engelmann, B., E. Hayden and D. Tasche(2003b), "Testing Rating Accuracy," *Risk*, 16, No. 1, 82-86.
- Kosorok, M.R.(1999), "Two-Sample Quantile Tests under General Conditions," *Biometrika*, 86, No. 4, 909-921.
- Sobehart, J., S. Keenan and R. Stein(2001), "Benchmarking Quantitative Default Risk Models: A Validation Methodology," *Algo Research Quarterly*, 4, No. 1, 57-72.



附圖 1 無財報非公開發行與營建業 AUC 估計值和 95% 信賴區間

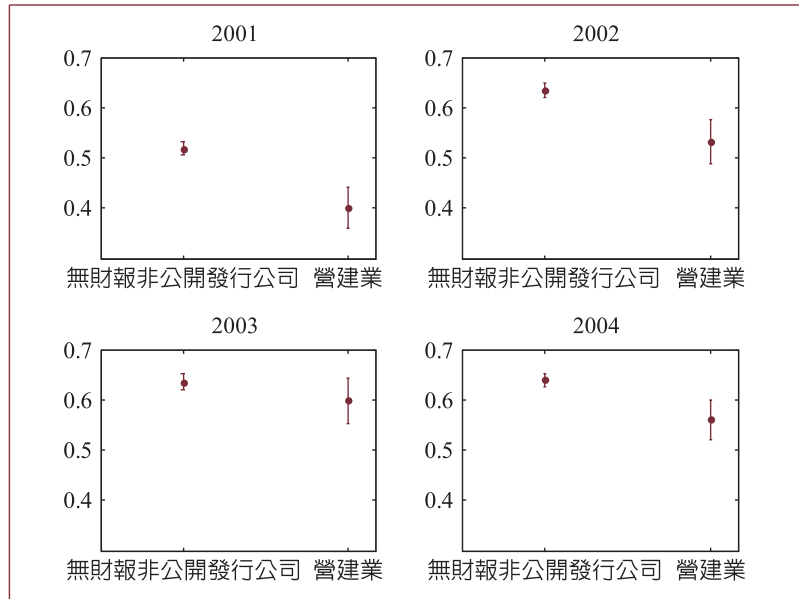
### 附錄 1 聯徵中心信用評分模型之 AUC 和 AR 估計值與信賴區間

附圖 1 和附圖 2 為無財報非公開發行與營建業 AUC 和 AR 之估計值和 95% 信賴區間。AUC 和 AR 中位數比較和百分位數檢定之結果皆一致。由附圖 1 和附圖 2 可以看出 2001 到 2004 年之 AUC 和 AR 的估計值，無財報非公開發行均比營建業大。

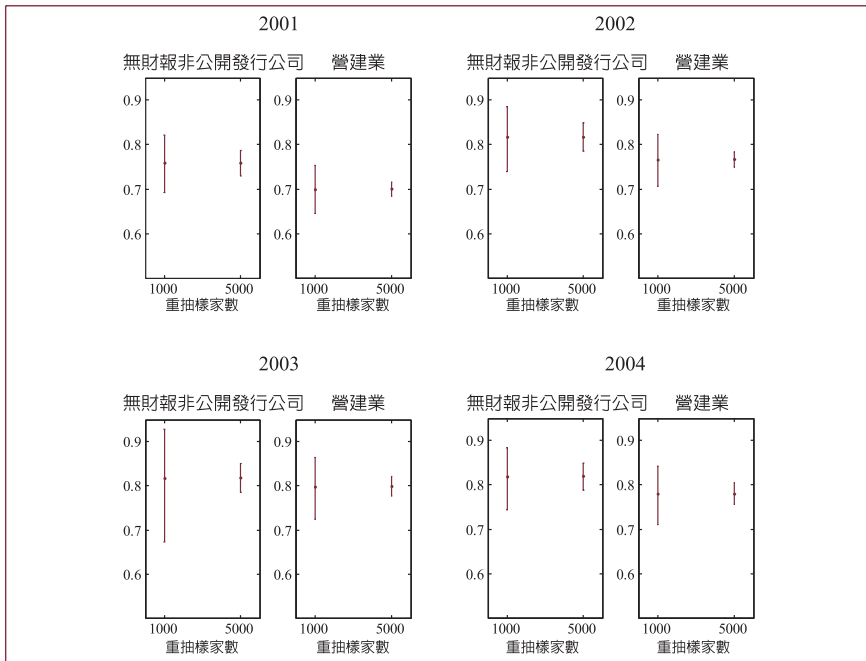
### 附錄 2 單年重抽樣且違約比率與聯徵中心資料約相同之 AUC 和 AR 估計值與信賴區間

附圖 3 和附圖 4 為當銀行放款數之違約

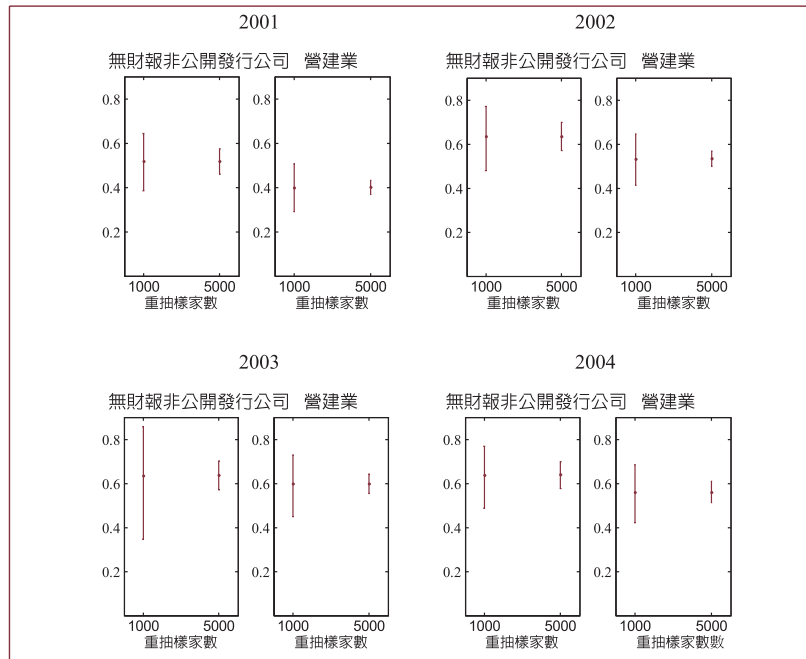
比率與聯徵中心的違約比率約相同的情境下，無財報非公開發行與營建業之 AUC 和 AR 估計值和信賴區間之結果。AUC 和 AR 中位數比較和 2.5% 百分位數檢定之結果皆一致，由附圖 3 和附圖 4 可以看出當重抽樣數越大時，無財報非公開發行和營建業之 AUC 與 AR 估計值均會越小，且信賴區間均會越窄。營建業的 AUC 與 AR 估計值雖較無財報非公開發行小，但營建業的信賴區間卻較無財報非公開發行為窄，這是因為營建業的總授信戶較少，所以在相同重抽樣家數之下，營建業重抽樣之樣本差異會較小，因而使信賴區間較窄。



附圖 2 無財報非公開發行與營建業 AR 估計值和 95% 信賴區間



附圖 3 重抽樣違約比率與聯徵中心資料約相同之 AUC 估計值和 95% 信賴區間



附圖 4 重抽樣違約比率與聯徵中心資料約相同之 AR 估計值和 95% 信賴區間

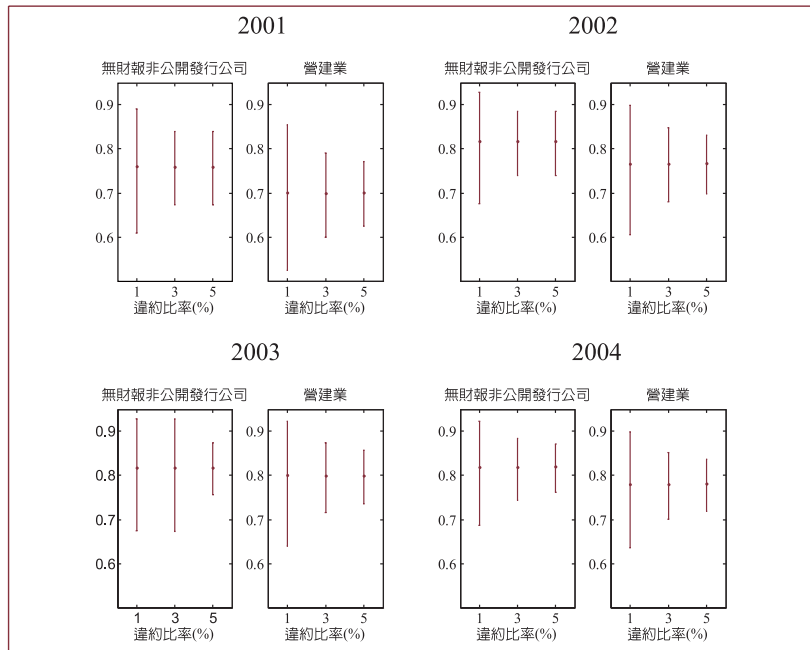
### 附錄 3 單年重抽樣且違約比率固定之 AUC 和 AR 估計值與信賴區間

附圖 5 和附圖 6 為當銀行放款對象之違約比率固定為 1%、3% 或 5% 的情境下，無財報非公開發行與營建業之 AUC 估計值和信賴區間之結果，附圖 7 和附圖 8 為 AR 估計值和信賴區間的結果。因為僅有 2003 年中位數比較和 2.5% 百分位數檢定之結果不一致，附表 1 與附表 2 為 2003 年 AUC 和 AR 之檢定結果。由附圖 5 至附圖 8 可看出當違約比率越小時，AUC 與 AR 估計值越大，表示信用評分模型越具有區別力。而當違約比率越大或重抽樣數越多時，因為授信戶個數增加而更能描述授信戶評分之特

性，因此信賴區間會越窄，表示穩健性越高。此外，也可觀察到放款家數集中於營建業的銀行其信用評分模型之 AUC 與 AR 估計值較分散於無財報非公開發行的估計值為小。而由附表 1 與附表 2 可以看出除了在 2003 年，重抽樣數為 1000 且違約比率為 3% 時，AUC 與 AR 之 2.5 百分位數，營建業不會顯著小於無財報非公開發行之外，其餘 AUC 與 AR 之 2.5 百分位數，營建業均會顯著小於無財報非公開發行。

### 附錄 4 八年隨機重抽樣之 AUC 和 AR 估計值與信賴區間

附圖 9 和附圖 10 為無財報非公開發行



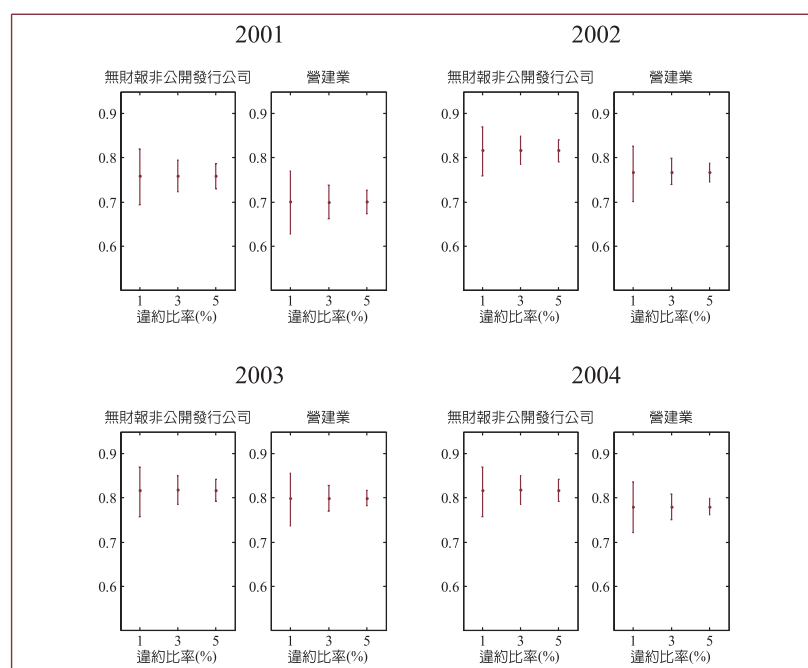
附圖 5 重抽樣數為 1000，重抽樣違約比率固定為 1%、3% 或 5% 之 AUC 估計值和 95% 信賴區間

附表 1 重抽樣違約比率固定的 AUC 分析

年度	重抽樣數	違約比率	中位數	2.5百分位數
			營建業 < 無財報非公開發行	營建業 < 無財報非公開發行
2003	1000	1%	✓	✓
		3%	✓	✗
		5%	✓	✓
	5000	1%	✓	✓
		3%	✓	✓
		5%	✓	✓

與營建業八年隨機重抽樣且違約比率與聯徵中心資料約相同之 AUC 和 AR 的結果，由附圖 9 和附圖 10 可以看出當重抽樣數越大時，因為授信戶數增加而更能充分描述

授信戶評分之特性，所以 AUC 與 AR 之信賴區間會越窄，此外，無財報非公開發行之 AUC 與 AR 的估計值會較營建業為大，但其信賴區間與營建業差異不大。AUC 和

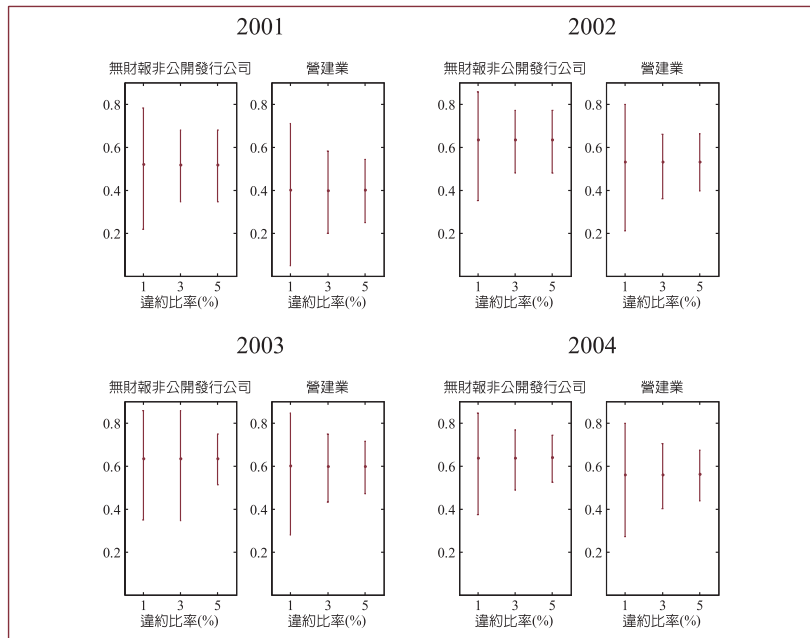


附圖 6 重抽樣數為 5000，重抽樣違約比率固定為 1%、3% 或 5% 之 AUC 估計值和 95% 信賴區間

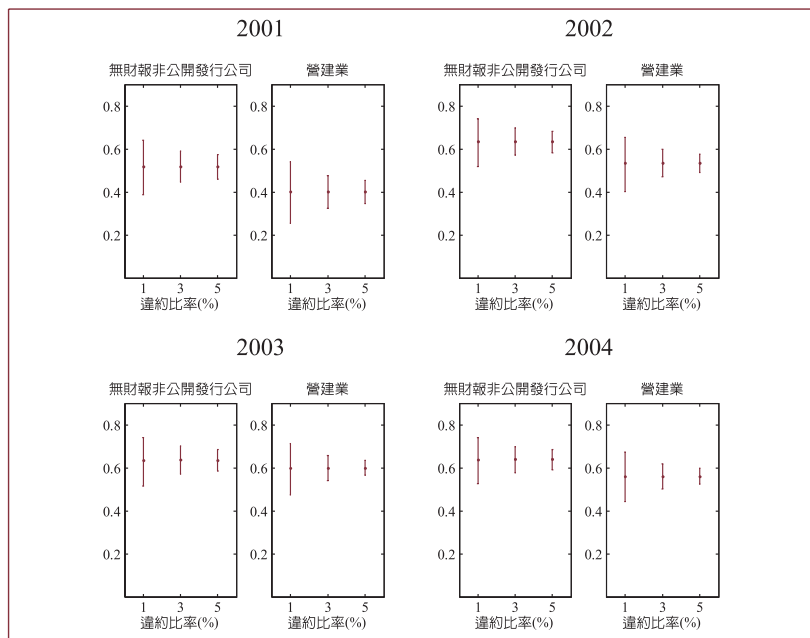
附表 2 重抽樣違約比率固定的 AR 分析

年度	重抽樣數	違約比率	中位數	
			營建業 < 無財報非公開發行	營建業 < 無財報非公開發行
2003	1000	1%	✓	✓
		3%	✓	✗
		5%	✓	✓
	5000	1%	✓	✓
		3%	✓	✓
		5%	✓	✓

AR 中位數比較和 2.5% 百分位數檢定之結果，營建業均顯著小於無財報非公開發行。

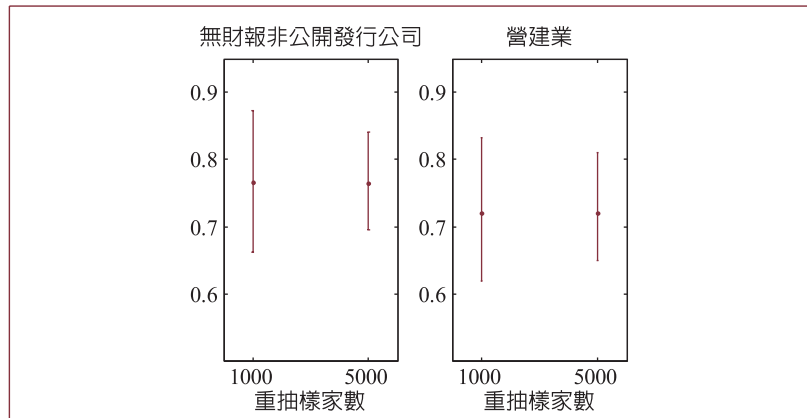


附圖 7 重抽樣數為 1000，重抽樣違約比率固定為 1%、3% 或 5% 之 AR 估計值和 95% 信賴區間

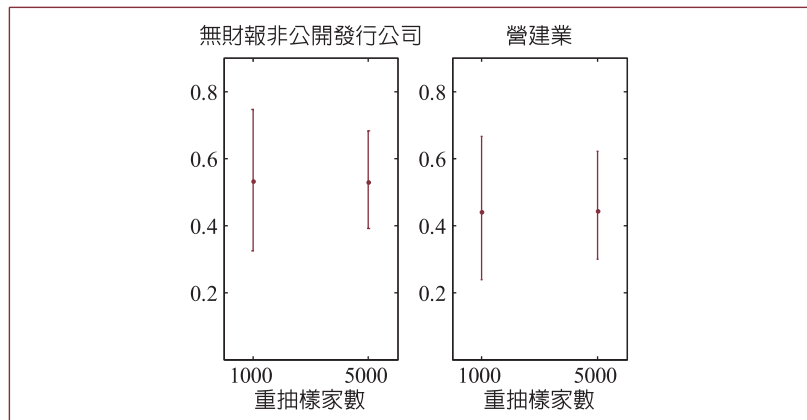


附圖 8 重抽樣數為 5000，重抽樣違約比率固定為 1%、3% 或 5% 之 AR 估計值和 95% 信賴區間





附圖 9 八年隨機重抽樣目約比率與聯徵中心資料約相同之 AUC 估計值和 95% 信賴區間



附圖 10 八年隨機重抽樣目約比率與聯徵中心約相同之 AR 估計值和 95% 信賴區間