

## 第四章 研究結果

### 第一節 羅吉斯迴歸評分模型

使用 80%的建模樣本，以一比二重抽樣方法所建構之羅吉斯迴歸評分模型如下表。所有係數皆顯著、穩定，數值方向並符合單變量之分析以及主觀預期，模型選入之變數包括：C32 - 銀行長期借款 / (銀行長期借款 + 股東權益)、D18 - 稅後淨利 / 總資產、C22 - (現金及約當現金 + 短期投資) / 總資產、B7 - 營業收入 / 固定資產淨額、C29 - 銀行借款 / 總資產、B1 - 累計折舊 / 固定資產毛額、G2 - 長期借款是否增加、F1 - 負責人是否持有現金卡、E3 - 產業分群。

表十一：羅吉斯迴歸模型結果

	$\beta$ 估計	標準誤差	Wald	df	顯著性
截距	0.266	0.503	0.279	1	0.597
C22	-4.718	1.534	9.46	1	0.002
C29	2.122	0.655	10.491	1	0.001
C32	-2.545	0.728	12.231	1	0
D18	-2.823	1.094	6.662	1	0.01
B1	-2.606	0.696	14.003	1	0
B7	0.384	0.135	8.051	1	0.005
F1=0	-1.064	0.321	10.972	1	0.001
G2=0	-0.77	0.257	8.956	1	0.003
E3=1	1.052	0.314	11.249	1	0.001
E3=2	1.206	0.315	14.699	1	0

### 第二節 相關性分析

下表為模型納入之連續變數的 Pearson 相關係數，所有係數絕對值皆小於 0.6，代表顯示變數間相關性小，不存在共線性的問題。

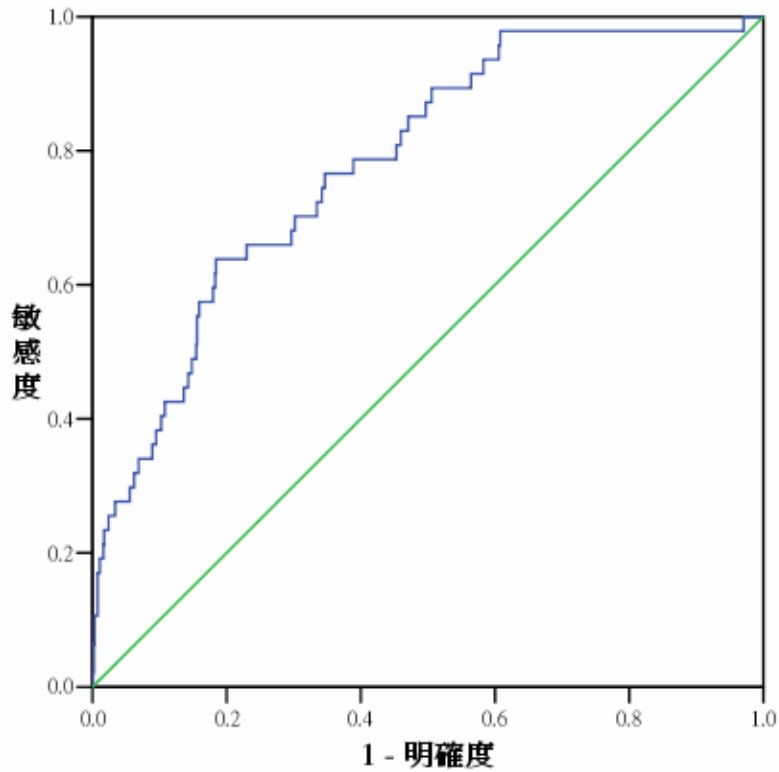
表十二：模型變數相關係數

		C22	C29	C32	D18	B1	B7
C22	Pearson 相關	1	-0.21225	-0.17245	0.065382	0.100437	0.127858
	顯著性 (雙尾)		4.57E-38	1.65E-25	8.41E-05	1.45E-09	1.23E-14
	個數	3612	3612	3612	3612	3612	3612
C29	Pearson 相關	-0.21225	1	0.393924	-0.05005	-0.04292	0.050201
	顯著性 (雙尾)	4.57E-38		2.2E-134	0.002621	0.009885	0.002545
	個數	3612	3612	3612	3612	3612	3612
C32	Pearson 相關	-0.17245	0.393924	1	-0.04721	-0.27799	-0.29006
	顯著性 (雙尾)	1.65E-25	2.2E-134		0.004544	4.28E-65	5.83E-71
	個數	3612	3612	3612	3612	3612	3612
D18	Pearson 相關	0.065382	-0.05005	-0.04721	1	-0.0061	0.059126
	顯著性 (雙尾)	8.41E-05	0.002621	0.004544		0.714017	0.000377
	個數	3612	3612	3612	3612	3612	3612
B1	Pearson 相關	0.100437	-0.04292	-0.27799	-0.0061	1	0.44489
	顯著性 (雙尾)	1.45E-09	0.009885	4.28E-65	0.714017		3.8E-175
	個數	3612	3612	3612	3612	3612	3612
B7	Pearson 相關	0.127858	0.050201	-0.29006	0.059126	0.44489	1
	顯著性 (雙尾)	1.23E-14	0.002545	5.83E-71	0.000377	3.8E-175	
	個數	3612	3612	3612	3612	3612	3612

### 第三節 預測力測試

使用 20%之驗證樣本進行之 ROC 與預測矩陣的預測力測試如下圖表，AUC 為 0.781。顯示羅吉斯模型之預測力表現良好。

ROC 曲線



\*註：1-明確度(specificity)即型 I 誤差率；敏感度(sensitivity)即 1-型 II 誤差率

圖十六：驗證樣本 ROC

#### 第四節 標準化比較

下表格為本研究建構之羅吉斯迴歸模型以及外部模型於截斷點為 0.5 時之預測分類矩陣，整體預測正確率分別為 87.358%與 90.544%，型一誤差率分別為 0.101 與 0.071，型二誤差率皆為 0.617，外部模型表現略佳，但差異仍在合理範圍之內，此結果視為通過外部模型之標準化比較測試。

表十三：羅吉斯迴歸模型預測分類矩陣

羅吉斯迴歸模型		預測	
		非違約戶 (%)	違約戶 (%)
實際	非違約戶 (%)	85.4922	9.6373
	違約戶 (%)	3.0052	1.8653

表十四：外部模型預測分類矩陣

外部模型		預測	
		非違約戶(%)	違約戶(%)
實際	非違約戶(%)	88.9504	6.8866
	違約戶(%)	2.5686	1.5943

本研究針對標竿比較的另一項測試係比較羅吉斯迴歸模型與類神經網路模型的預測能力。我們使用重抽樣建模重覆執行十次後的結果，計算樣本內 ROC 曲線與預測分類矩陣的平均預測能力。下表即為羅吉斯迴歸模型與類神經網路模型樣本內的平均預測能力，羅吉斯迴歸模型的 AUC、Accuracy(整體預測力)、Precision(1-型二誤差率)皆高於類神經網路模型，因此可得知羅吉斯迴歸模型預測能力較佳。

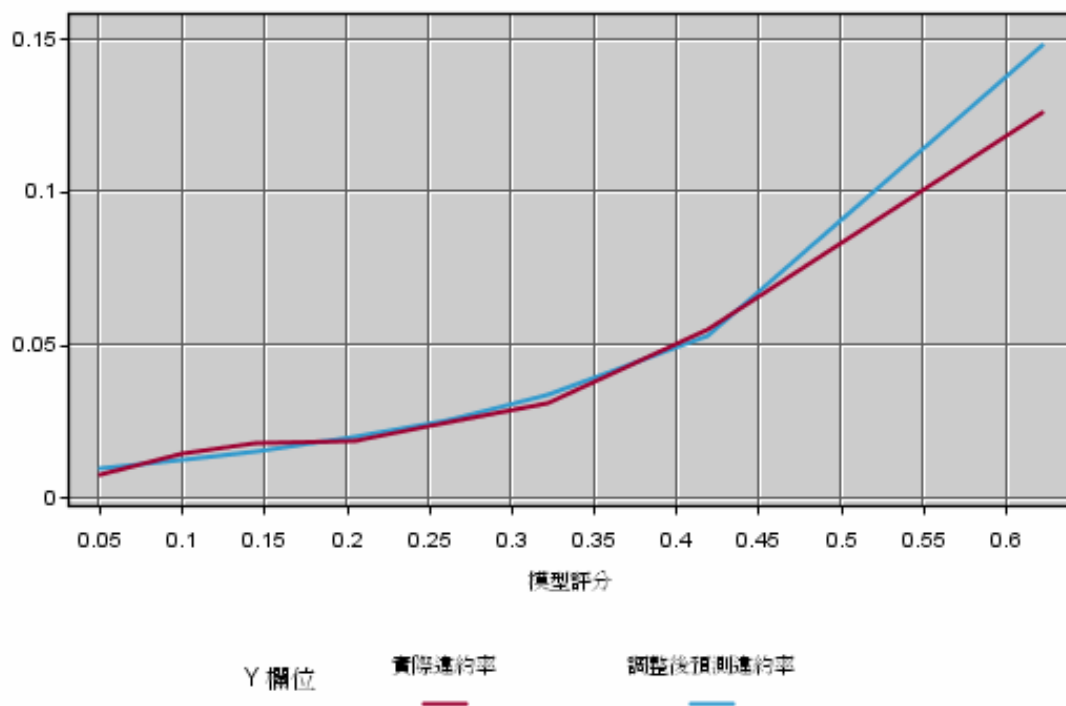
表十五：樣本內羅吉斯迴歸與類神經網路平均預測能力

		羅吉斯迴歸模型	類神經網路模型
平均	Accuracy	0.885	0.872
	Precision	0.394	0.363
	AUC	0.753	0.655

## 第五節 評等分級

利用評等評分平均以及評等群組違約率所配適估計的結果如下式與下圖。其中「predictedPD」為調整預測違約機率；「modelscore」為模型評分，在利用羅吉斯迴歸模型取得評分後便可由以下結果計算對映之調整預測機率，例如若一企業戶之羅吉斯迴歸評分為 0.5，則其調整預測違約機率為  $0.007828 * \text{EXP}(4.527837 * 0.5) = 0.075311$ 。下表與圖則為評等分級後的企業戶數目與預測違約機率，共將企業戶分為八個等級(七個非違約等級加上一個違約等級)計算方式係將每一評等等級內之企業戶的調整預測違約機率平均，即為最後預測評等違約機率。

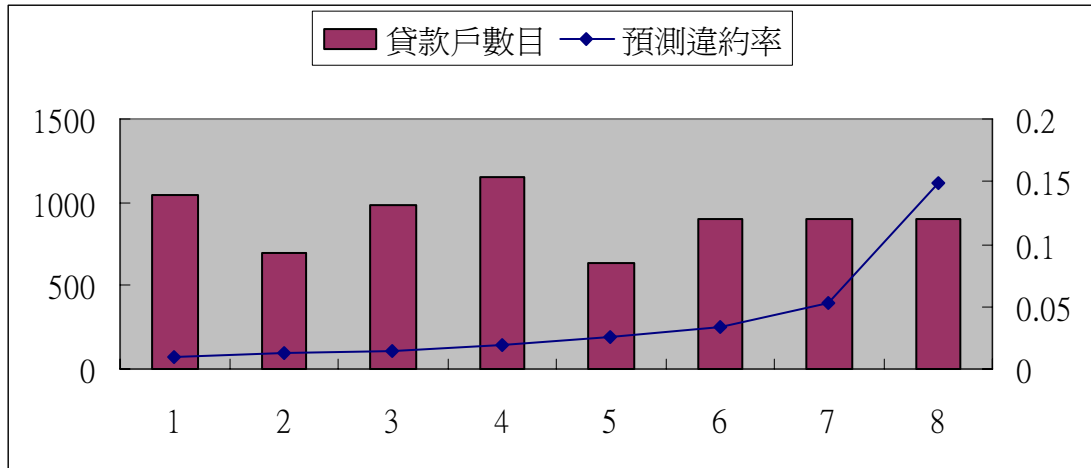
$$\text{predicted PD} = 0.007828 * \exp(4.527837 * \text{modelscore})$$



圖十七：調整預測違約機率曲線圖

表十六：評等分級結果

評等	企業戶數	預測違約率	調整違約機率範圍	羅吉斯評分範圍
1	1042	0.009837534	(0.007828 , 0.011347)	(0, 0.081988)
2	698	0.012337501	( 0.011347,0.013409)	(0.081988,0.118875)
3	984	0.01509593	(0.013409,0.016895)	(0.118875,0.169909)
4	1156	0.019852433	(0.016895,0.023204)	(0.169909,0.23999)
5	634	0.025608161	(0.023204,0.028407)	(0.23999,0.284664)
6	904	0.03370521	(0.028407,0.040505)	(0.284664,0.363026)
7	902	0.052875752	(0.040505,0.072487)	(0.363026,0.491559)
8	904	0.148461699	(0.072487,0.723985)	(0.491559,1)

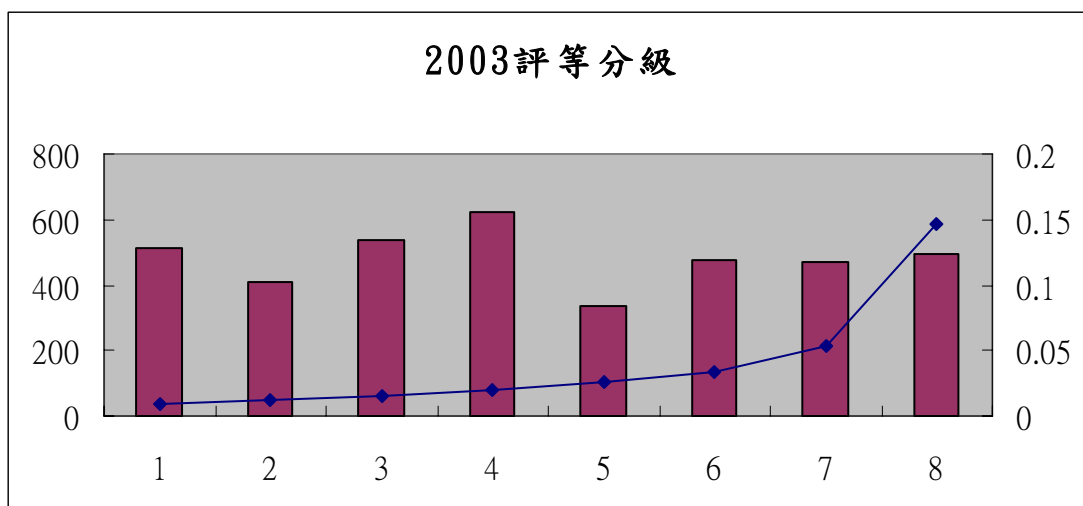


圖十八：評等分級違預測違約率分佈

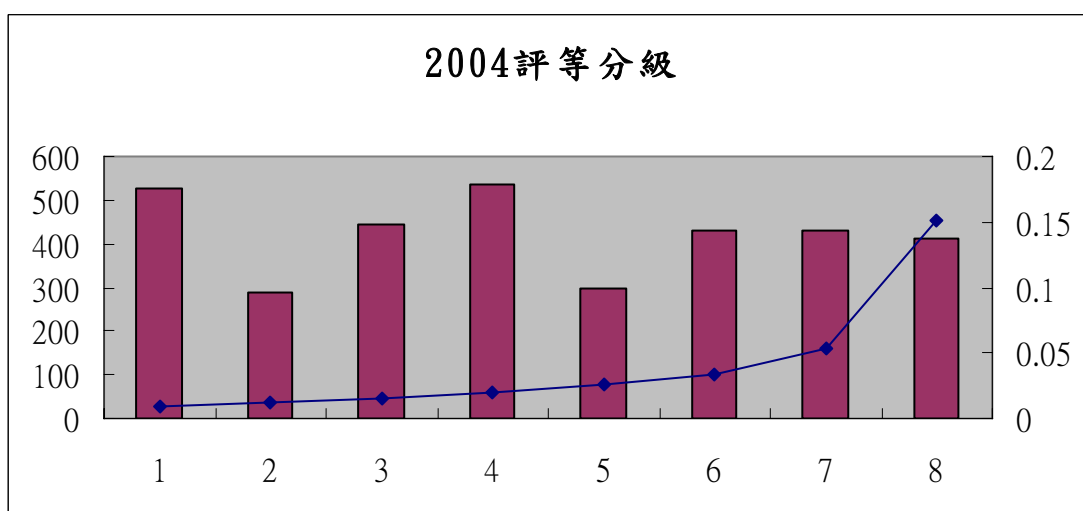
模型建構樣本之年度為 2003 與 2004 兩年，因此本研究將評等後的結果區分後檢驗之，結果如下表與下圖，可得知兩年的企業戶數與預測違約機率分配相同，因此可確認評等分級之穩定。

表十七：每年評等分級

評等	2003		2004	
	貸款戶數	預測違約率	貸款戶數	預測違約率
1	514	0.009841784	528	0.009833396
2	410	0.012344373	288	0.012327719
3	538	0.015156566	446	0.015022788
4	622	0.019800915	534	0.01991244
5	338	0.025634489	296	0.025578097
6	474	0.033771417	430	0.033632229
7	470	0.053054165	432	0.052681646
8	494	0.146068143	410	0.151345642

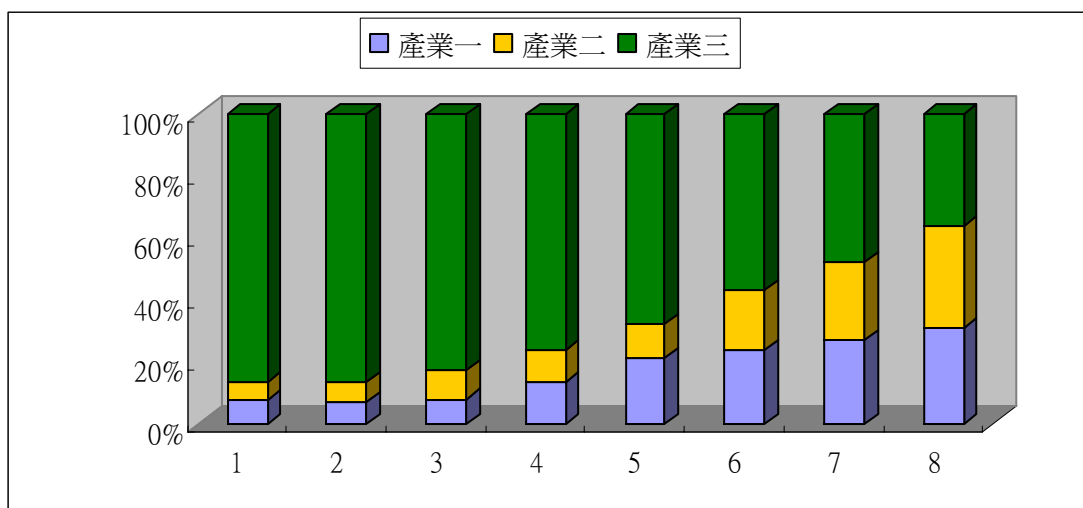


圖十九：2003 年評等分級預測違約率分佈

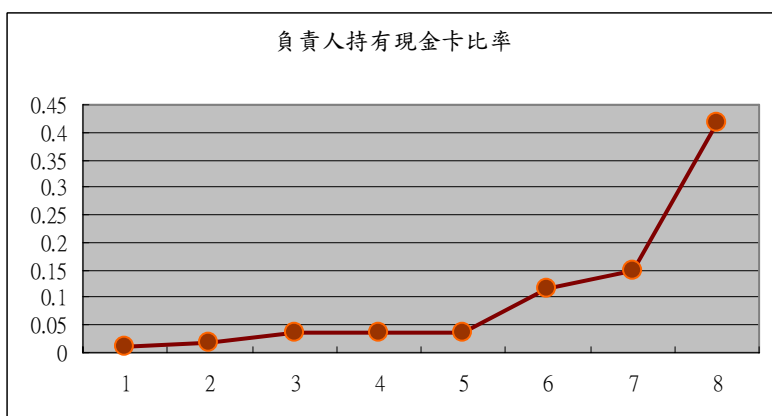


圖二十：2004 年評等分級預測違約率分佈

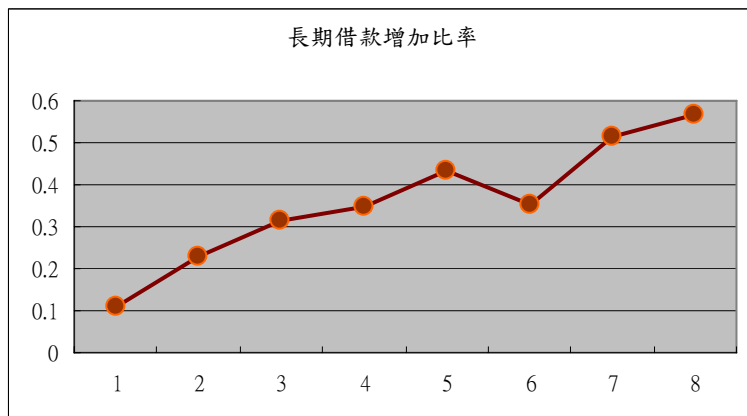
下列圖表係將模型中所使用的九個變數依據評等分級後的結果計算其平均或分配，可看出除了變數 C32：銀行長期借款/(銀行長期借款+股東權益)之外的八個變數大致上皆能被評等有效區分，並且其趨勢方向皆與羅吉斯模型估計係數相同。



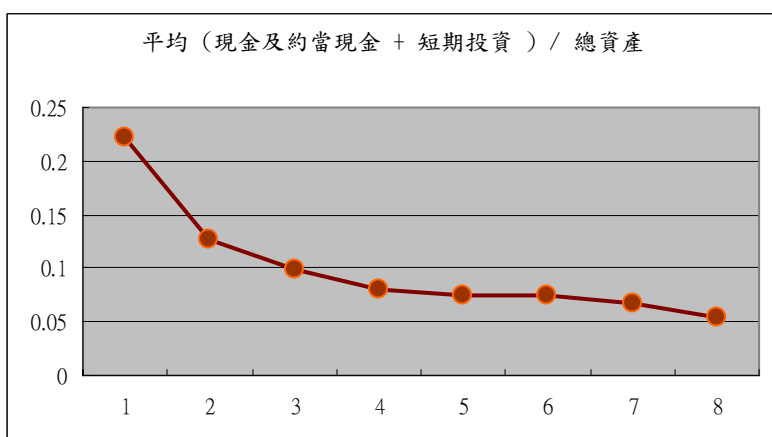
圖二十一：變數 E3 評等分級分佈



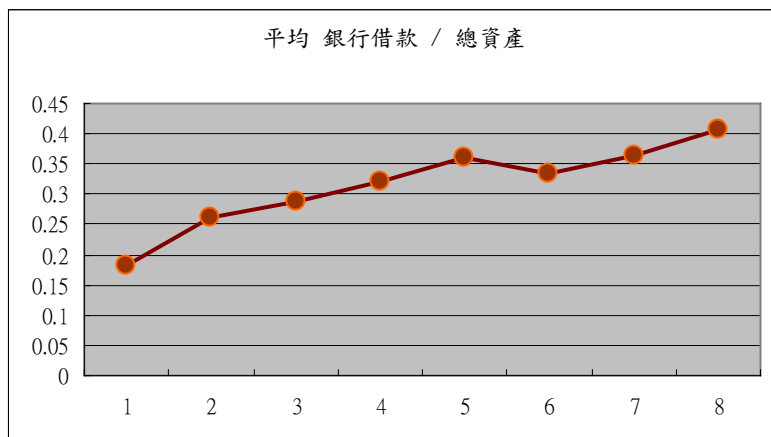
圖二十二：變數 F1 評等分級分佈



圖二十三：變數 G2 評等分級分佈

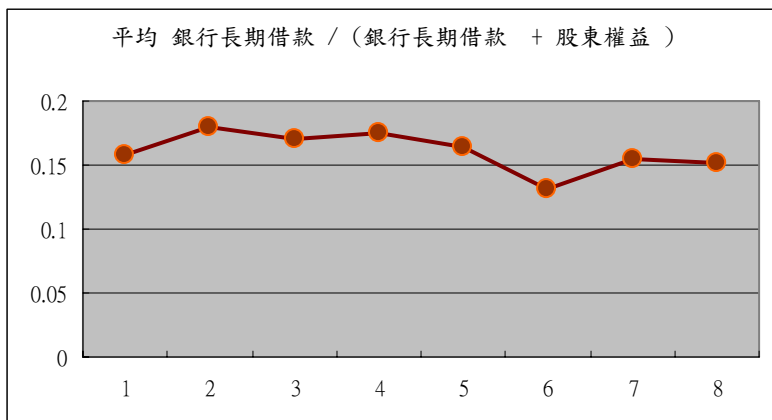


圖二十四：變數 C22 評等分級分佈

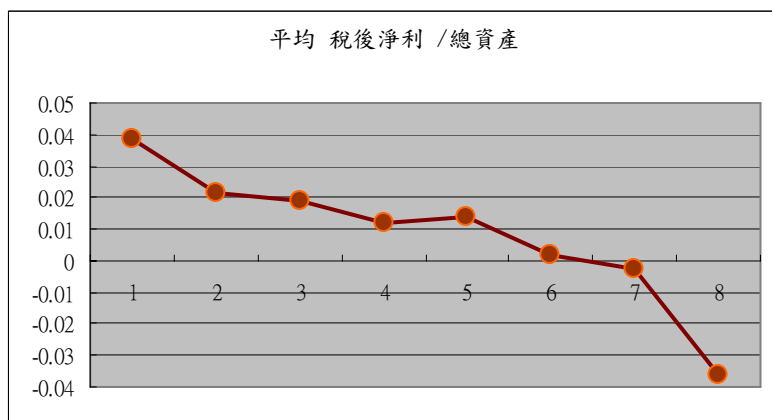


圖二十五：變數 C29 評等分級分佈

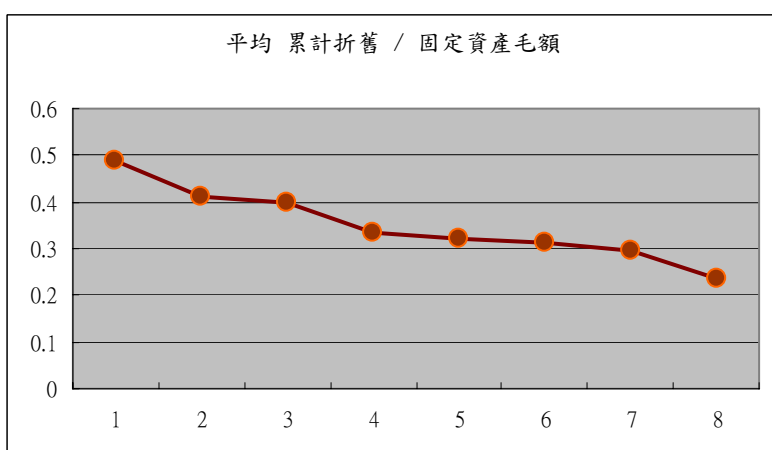




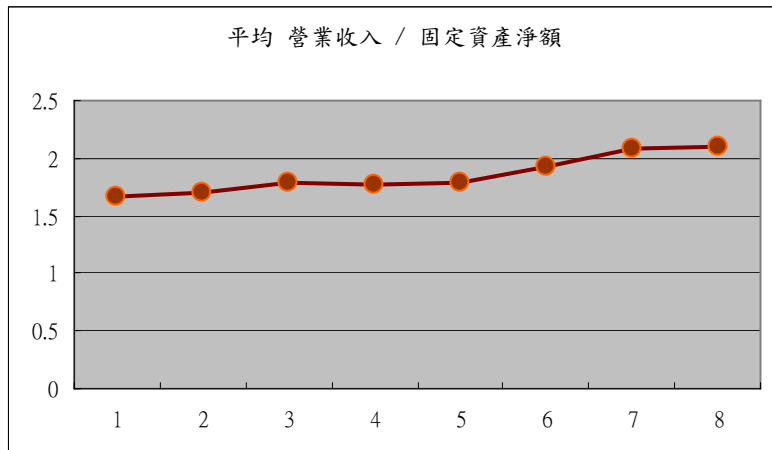
圖二十六：變數 C32 評等分級分佈



圖二十七：變數 D18 評等分級分佈



圖二十八：變數 B1 評等分級分佈



圖二十九：變數 B7 評等分級分佈

## 第六節 評等同質性測試

下表為雙尾 Binomial 檢定結果( $\alpha=0.05$ )，八個評等等級的實際違約戶數皆不超過臨界值，因此我們不拒絕實際違約機率等於估計違約機率之虛無假設，意即評等分級有效區隔了不同信用品質的企業授信戶，使信用品質相近的授信戶分配至同一評等等級之中。

表十八：評等分級 Binomial 檢定

評等	實際違約數	實際違約率	預測違約率	貸款戶數	下界 d(K, 0.025)	上界 d(K, 0.075)
1	8	0.007677543	0.009837534	1042	2	20
2	10	0.014326648	0.012337501	698	2	18
3	18	0.018292683	0.01509593	984	6	26
4	22	0.019031142	0.019852433	1156	10	36
5	16	0.025236593	0.025608161	634	6	28
6	28	0.030973451	0.03370521	904	16	46
7	50	0.055432373	0.052875752	902	30	68
8	114	0.126106195	0.148461699	904	106	164

## 第七節 評等穩定性測試

如先前所述，矩陣的計算僅納入了兩年皆被評等的企業戶，即計算 1243 個企業戶的一年評等轉移。評等轉移矩陣結果如下表，可得知大部份的公司在一年的變動皆在可接受範圍內(灰色區塊)。

表十九：評等分級轉移矩陣

		2004							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2003	1	70.41%	10.65%	8.88%	4.14%	2.37%	0.59%	1.18%	1.78%
	2	29.92%	29.92%	19.69%	11.02%	1.57%	3.94%	1.57%	2.36%
	3	10.75%	17.74%	26.88%	22.58%	10.75%	7.53%	1.61%	2.15%
	4	5.34%	7.28%	19.90%	30.10%	15.05%	11.17%	8.74%	2.43%
	5	0.83%	5.79%	9.92%	16.53%	18.18%	22.31%	16.53%	9.92%
	6	1.32%	1.32%	6.62%	17.88%	13.25%	23.84%	21.85%	13.91%
	7	0.72%	0.72%	3.60%	12.95%	5.76%	23.74%	30.94%	21.58%
	8	0.00%	0.00%	1.39%	3.47%	4.17%	14.58%	25.69%	50.69%

## 第八節 壓力測試

壓力測試係檢驗在不同情境下之信用評等模式的合理與穩定，本研究之情境分析結果如下表。首先利用建構樣本變數的極大值以及極小值建立最糟、最佳以，此係指可能發生的企業戶特性中最糟及最佳的狀態，再計算變數的中位數建

立一般情境：結果顯示，最佳與最糟情境的預測違約機率如預期落在模型評等範圍的極端值，分別為 0.783%及 72.455%，一般情境的預測違約機率(3.79%)則與母體實際違約率(3.93%)相近，亦如預期；接著，觀察在一般情境下令單一變數調整至極大極小值時的變動狀態：結果顯示，較佳情境的評等分級散佈在等級一至等級四，而較糟情境的評等分級散佈在等級七與等級八，其中變數 D18 變動情形最大(71.65%)，變數 C29(23.11%)次之，表示此兩變數為信用風險評估的強力指標。

表二十：情境分析

情境	F1	C22	C29	C32	D18	B1	B7	G2	E3	Predicted PD	評等	ΔPredicted PD
最佳	0	0.9736	0	0.839941	3.06639	1	0	0	3	0.007828	1	-0.03009
一般	<b>0</b>	<b>0.06523</b>	<b>0.29599</b>	<b>0.0678</b>	<b>0.00988</b>	<b>0.31581</b>	<b>1.54453</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0.03791</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
最糟	1	0	1.125158	0	-3.82123	0	5.755786	1	2	0.724545	8	0.686631
B1(佳)	0	0.065226	0.295988	0.0678	0.009875	<b>1</b>	1.544527	0	1	0.011372	2	-0.02654
B7(佳)	0	0.065226	0.295988	0.0678	0.009875	0.315814	<b>0</b>	0	1	0.021977	4	-0.01594
C22(佳)	0	<b>0.9736</b>	0.295988	0.0678	0.009875	0.315814	1.544527	0	1	0.008091	1	-0.02982
C29(佳)	0	0.065226	<b>0</b>	0.0678	0.009875	0.315814	1.544527	0	1	0.02139	4	-0.01652
C32(佳)	0	0.065226	0.295988	<b>0.83994</b>	0.009875	0.315814	1.544527	0	1	0.010734	1	-0.02718
D18(佳)	0	0.065226	0.295988	0.0678	<b>3.06639</b>	0.315814	1.544527	0	1	0.007831	1	-0.03008
E3(佳)	0	0.065226	0.295988	0.0678	0.009875	0.315814	1.544527	0	<b>3</b>	0.015964	3	-0.02195
B1(糟)	0	0.065226	0.295988	0.0678	0.009875	<b>0</b>	1.544527	0	1	0.094065	8	0.056152
B7(糟)	0	0.065226	0.295988	0.0678	0.009875	0.315814	<b>5.75579</b>	0	1	0.213021	8	0.20519
C22(糟)	0	<b>0</b>	0.295988	0.0678	0.009875	0.315814	1.544527	0	1	0.052689	7	0.014776
C29(糟)	0	0.065226	<b>1.12516</b>	0.0678	0.009875	0.315814	1.544527	0	1	0.240537	8	0.202624
C32(糟)	0	0.065226	0.295988	<b>0</b>	0.009875	0.315814	1.544527	0	1	0.045466	7	0.007552
D18(糟)	0	0.065226	0.295988	0.0678	<b>-3.8212</b>	0.315814	1.544527	0	1	0.724422	8	0.686508
E3(糟)	0	0.065226	0.295988	0.0678	0.009875	0.315814	1.544527	0	<b>2</b>	0.044583	7	0.006669
F1(糟)	<b>1</b>	0.065226	0.295988	0.0678	0.009875	0.315814	1.544527	0	1	0.122643	8	0.084729
G2(糟)	0	0.065226	0.295988	0.0678	0.009875	0.315814	1.544527	<b>1</b>	1	0.088656	8	0.050742