

國立交通大學  
財務金融研究所

碩士論文

中小企業信用風險加成模型之實證研究—

以台灣之H銀行為例

CreditRisk<sup>+</sup> Model for Small and Medium Enterprises :

The Case of H bank in Taiwan

研究生：陳瑞娟

指導教授：王克陸 教授

中華民國九十五年六月

# 中小企業信用風險加成模型之實證研究

## — 以台灣 H 銀行為例

研究生：陳瑞娟

指導教授：王克陸教授

國立交通大學財務金融研究所

### 摘要

本研究以國內某商業銀行之中小企業授信戶為研究對象，依據各項授信資料建立信用風險模型，主要依據瑞士信貸第一波士頓銀行(Credit Swiss First Boston, CSFB)所提出的CreditRisk<sup>+</sup>建立中小企業授信戶之違約損失分配，希望藉此模型協助金融機構，在管理中小企業授信戶之信用風險時，能精確估計提列信用損失準備金，以因應非預期信用風險發生時的可能損失，提供金融機構管理信用風險的另一種模型。其研究結果如下：

1. 為了順利建立CreditRisk<sup>+</sup>模型，本研究利用非線性迴歸模型估計各信用等級之違約機率，其中信用等級A，其違約機率為0.12%；信用等級B，其違約機率為0.36%；信用等級C，違約機率為1.08%。呈現信用等級越差，違約機率越大之趨勢。
2. 運用CreditRisk<sup>+</sup>模型，建立投資組合之預期違約損失分配，求得各種百分位損失水準的臨界值資訊，精確的估計提列信用損失準備金：為因應當債權人發生非預期損失，銀行需要準備的額外自有資金為730,033千元，此為經濟資本。年度信用準備提撥金額(ACP)即是預期違約損失金額110,266千元。此外，當極端狀況出現時(99%水準)，附加信用準備上限(ICR cup)為840,299千元，此項金額的功能主要為用來彌補年度信用準備之不足。

**關鍵字：**信用風險加成模型、暴險額、違約機率、違約損失分配、經濟資本、損失準備、附加信用準備

# CreditRisk<sup>+</sup> Model for Small and Medium Enterprises :

## The Case of H bank in Taiwan

Student: Jui-Jan Chen

Advisor: Dr. Kehluh Wang

Institute of Finance  
National Chiao Tung University

### Abstract



The main purpose of this paper is to investigate the credit risk of the small and medium enterprises in Taiwan. CreditRisk<sup>+</sup> model is adopted to analyze important variables and to establish the loss distribution. Financial institutions can estimate appropriate credit provisions and provide protection against unexpected losses. Our empirical results include :

1. We estimate the default rate by nonlinear regression. It is 0.12% for rank A, 0.36% for rank B and 1.08% for rank C.
2. Using H bank's data about SMEs to estimate the loss distribution and to calculate the provision, the economic capital is 730,033 thousand dollars which is a cushion for unexpected credit default losses. The Annual Credit Provision (ACP) is the expected loss of 110,266 thousand dollars, and the ICR Cap is 840,299 thousand dollars.

**Keyword :** CreditRisk<sup>+</sup>, Credit Exposure, Default Rates, Loss Distribution, Economic Capital, Annual Credit Provision, Incremental Credit Reserve

## 誌謝

此論文能夠付梓，首先要感謝恩師王克陸教授這兩年來的指導，老師竭盡心力地幫助學生度過種種關卡，讓學生在浩大的學術領域中，尋找到自己感興趣研究的主題，對於觀念的釐清、資料的取得，甚至論文內容的修正更是給予學生諸多提點。此外，老師豐富的業界經驗與人生經歷亦使我獲益良多，老師適時給予之各項建議，讓即將步入社會的我，步伐可以更加堅定，勇往直前地面對未來各項挑戰。同時亦感謝許元春老師、張焯然老師、文敏鳴老師百忙之中撥冗審閱論文，口試時提供的寶貴意見，得使論文更為完備，謹致上最真摯的謝意。

除此之外，謝謝詹建、忠穎與惠華，從撰寫到完稿過程中的幫助及鼓勵；謝謝明輝與尚育在程式觀念上的解惑；謝謝儀貞、家農、柏豪、子健、柏鈞、慧妤、素貞及全班同學，給予生活上的調劑，因為有了你們使得兩年的研究生生活變得多彩多姿。也要謝謝嘉彥、又心與學長冠宇，在我撰寫論文期間中，除了給予我精神上的支持與鼓勵外，也提供了不少實質上的建議與幫助。

最後更要感謝最摯愛的家人，因為你們的關懷與支持，讓我在求學的道路上無後顧之憂，順利完成學業。

此刻謹將我的論文獻給所有親人與朋友，願論文完成的喜悅與你們分享，並再次獻上感激的心，謝謝你們！

陳瑞娟 謹誌

中華民國九十五年六月

于國立交通大學財務金融研究所

# 目錄

摘要.....	II
ABSTRACT.....	III
誌謝.....	IV
目錄.....	V
表目錄.....	VIII
圖目錄.....	IX
<b>第一章 緒論</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究動機與目的.....	1
1.2 論文架構.....	2
<b>第二章 文獻探討</b> .....	<b>4</b>
2.1 國內中小企業之發展與財務現況.....	4
2.1.1 中小企業之定義.....	4
2.1.2 金融機構與中小企業資金融通.....	5
2.2 信用風險評估模型簡介.....	9
2.2.1 信用風險發展過程.....	9
2.2.2 信用矩陣法 (CreditMetrics).....	10
2.2.3 KMV模型 (KMV Model).....	11
2.2.4 信用投資組合法 (Credit Portfolio View).....	12
2.2.5 信用風險加成模型 (CreditRisk <sup>+</sup> ).....	12
2.3 信用風險加成模型之相關文獻探討.....	12
<b>第三章 研究方法</b> .....	<b>15</b>

3.1 信用風險衡量.....	16
3.1.1 資料投入.....	16
3.1.2 信用風險加成模型的衡量過程.....	17
3.2 經濟資本.....	23
3.2.1 經濟資本(Economic Capital).....	23
3.2.2 情境分析(Scenario analysis).....	24
3.3 應用.....	24
3.3.1 年度損失準備 (Annual Credit Provision , ACP).....	25
3.3.2 附加信用準備 (Incremental Credit Reserve , ICR).....	25
3.3.3 附加信用準備上限 (ICR cup).....	25
3.3.4 信用限額 (Credit Limits).....	25
3.3.5 投資組合管理.....	26
<b>第四章 實證步驟.....</b>	<b>27</b>
4.1 實證步驟.....	27
4.1.1 違約機率與違約機率之波動度.....	27
4.1.2 求算損失分配.....	28
4.2 研究設計.....	30
4.2.1 研究樣本.....	30
4.2.2 取樣標準與違約定義.....	30
<b>第五章 實證結果分析.....</b>	<b>32</b>
5.1 敘述性統計.....	32
5.2 信用評等的違約機率與波動度.....	33
5.3 信用風險加成模型台灣資料實證結果.....	34
<b>第六章 結論與建議.....</b>	<b>38</b>

6.1 研究結論 .....	38
6.2 研究建議 .....	39
6.3 研究貢獻 .....	40
<b>參考文獻 .....</b>	<b>41</b>



## 表目錄

表 1	中小企業認定準則.....	4
表 2	大、中小企業外借資金與自有資金比重.....	7
表 3	大、中小企業負債與淨值結構.....	8
表 4	信用風險加成模型組合因子.....	16
表 5	信用暴險額與共同暴險指標.....	28
表 6	各別暴險類別的預期違約個數.....	29
表 7	H銀行各信用等級表示意義.....	30
表 8	信用等級的調整與比較.....	31
表 9	授信資料信用等級家數統計表.....	32
表 10	信用暴險額度統計表.....	33
表 11	信用等級違約機率及波動度.....	34
表 12	各種百分位損失水準的臨界值.....	36



## 圖目錄

圖 1	研究結構與流程.....	3
圖 2	信用風險加成模型的信用風險衡量過程.....	17
圖 3	預期違約損失分配與經濟資本.....	24
圖 4	信用風險準備提撥.....	26
圖 5	迴歸結果與原始資料散佈圖.....	34
圖 6	預期違約損失分配.....	36



# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機與目的

過去五十年來，中小企業在台灣經濟發展歷程上，一直扮演著舉足輕重的角色，並且在歷經了2001年全球經濟不景氣的逆境，台灣中小企業非但沒有因此而消弭反而愈挫愈勇，根據2004年資料顯示，在企業總數方面中小企業佔了97.8%，且支撐我國77%就業人口量；因此，中小企業不僅是我國經濟發展的中堅力量，更是穩定社會秩序的良好方。

雖然中小企業對我國經濟成長有重大貢獻。但，長久以來，資金籌措能力薄弱及管道欠缺，誠為中小企業在經營上所面臨之最大問題，無論從間接金融或直接金融管道來看，其籌資能力較大型企業相形遜色。但由於近年來經濟活動發展快速，融資與投資行為漸趨於大型化與多樣化，相較於間接金融，直接金融夾帶著龐大的優勢如：資金成本較低、訂價較有彈性、具有稅賦優勢，可供投資人運用、具有避免資訊不對稱的機制、以及可結合衍生性金融商品操作，並可依個別客戶的需求量身定做等，在大型企業逐漸走向直接金融去籌措資金之際，金融機構不再具有以往優勢，為開拓客源並爭取績效，金融機構轉而積極開發中小企業貸款，除非申請者具高風險特質，否則銀行莫不給予優惠條件，維持市場佔有率。

正當金融機構積極開發中小企業貸款之際，國際清算銀行（Bank for International Settlements，BIS）之巴塞爾銀行監理委員會（The Basel Committee on Banking Supervision，BCBS）於2004年公佈新版的新巴塞爾資本協定（The New Basel Capital Accord，以下簡稱Basel II），新協定中明確規定銀行所面臨的信用風險、市場風險與作業風險需全數納入資本計提的考量範圍內，且提出多種更具風險敏感性之資本計提的方法，預計於2006年年底全面實施；為了能與國際接軌，行政院金融監督管理委員會亦決定配合實施此一國際性的金融監理規範，現階段積極推展、輔導銀行業正視風險管理，以減緩新資本協定實施後對我國金融業之衝擊。是故，金融機構應確實瞭解自身暴險部位，借鑒國際上先進的信用風險管理經驗，銀行風險衡量方式與控管技巧，發展適合的信用風險管理模型，使資本能充份定位為銀行發生損失時的緩衝器。

目前國內外信用風險評估模型，主要有J.P.摩根公司(JP.Morgan)的CreditMetrics、

Moody's KMV公司的Credit Monitor Model、麥肯錫顧問公司(McKinsey Consulting)的Credeit Portfolio View。這些信用風險模型大多利用市場上財務報表相關資訊，例如股價及總體經濟環境的變化作為評估違約機率的基礎；由於中小企業會計制度不健全，財務資料缺乏有效控制與應用，報表缺乏或不實，加上中小企業多為家族式經營，風險過於集中於資本主，致使中小企業與金融體系存在著嚴重的資訊不對稱的問題，且財務報表的數字無法真實反映公司狀況，導致模型準確度偏低，也因此，CSFB提出的CreditRisk<sup>+</sup>模型可以規避此項缺失，對於資料需求方面盡可能地降低，並且提供風險管理者估計所需事先提列的信用損失準備金，來吸收預期的違約損失，達到風險規避的目標。

基於上述原因，本文嘗試以信用風險加成模型（CreditRisk<sup>+</sup>）利用國內某知名銀行中小企業貸款相關資料，驗證其模型的可行性及如何有效的提撥經濟資本，與損失準備的提撥，並使用信用限額來管理投資組合的信用風險，提供金融機構在從事中小企業風險管理與衡量時另一個選擇，以健全台灣信用市場發展。

## 1.2 論文架構



本研究論文共分六章，第一章說明為何選擇CreditRisk<sup>+</sup>模型來探討中小企業信用風險管理之動機與目的。在確立研究目的後，第二章進行文獻的回顧與歸納整理，首先簡述國內中小企業定義，對資金融通狀況做探討；並對於近年來信用風險管理及衡量模式的發展過程做介紹，以作為本研究理論、模型建立的基礎。第三章為研究方法，以CSFB的信用風險加成模型為主，說明該模型衡量信用風險過程。第四章、第五章分別為實證分析與結果，針對國內某銀行所提供之國內中小企業授信客戶資料，進行歸納整理，並建立信用等級違約機率，運用信用風險加成模型模型化的過程，取得整個投資組合的損失分配函數，精確的估計提列相關的信用損失準備金額。第六章為結論與建議，包括本研究主要發現，以及對未來研究之建議。

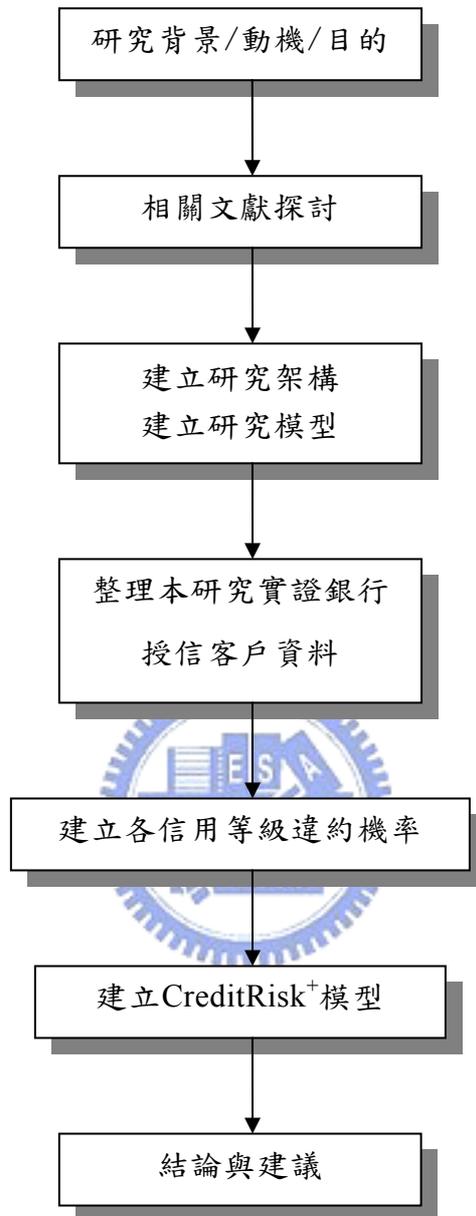


圖 1 研究結構與流程

## 第二章 文獻探討

本章將先簡述國內中小企業之定義與資金融通現況。並介紹近年來常見信用風險的衡量方法—信用風險評估模型，將諸模型加以整理。在第三部分，我們將針對本文的核心—瑞士信貸第一波士頓銀行（Credit Swiss First Boston，CSFB）提出的CreditRisk<sup>+</sup>模型做相關的介紹與文獻探討。

### 2.1 國內中小企業之發展與財務現況

#### 2.1.1 中小企業之定義

中小企業（small and medium enterprises，簡稱SMEs）在台灣的經濟發展歷程上，有著極大的貢獻。在進入正文前，我們必須對中小企業作出定義，明確規範出何種企業為中小企業。根據專司中小企業業務的機構—經濟部中小企業處，其認定準則為：

表 1 中小企業認定準則

行 業	規 模	中、小企業		小規模企業
		原則	例外	
製造業 營造業 礦業 土石採取業		實收資本額新台幣 八千萬元以下	經常僱用員工 <sup>1</sup> 未滿 二百人	未滿二十人
農林漁牧業 水電燃氣業 批發及零售業		前一年營業額新台幣 壹億元以下	經常僱用員工未滿 五十人	未滿五人

<sup>1</sup>經常僱用員工數，係以臺閩地區勞工保險機構受理事業最近十二個月平均月投保人數為準。

續表 1 中小企業認定準則

住宿及餐飲業			
運輸倉儲及通信業			
金融及保險業			
不動產及租賃業			
專業科學及技術服務業			
教育服務業			
醫療保健及社會福利服務業			
文化運動及休閒服務業			
其他服務業			

(資料來源：經濟部中小企業處)

此外，具有下列情形之一者，亦視同中小企業：

1. 中小企業經輔導擴充後，其規模超過第二條所定標準者，自擴充之日起，二年內視同中小企業。
2. 中小企業經輔導合併後，其規模超過第二條所定標準者，自合併之日起，三年內視同中小企業。
3. 輔導機關、輔導體系或相關機構辦理中小企業行業集中輔導，其中部分企業超過第二條所定標準者，輔導機關、輔導體系或相關機構認為有併同輔導之必要時，在集中輔導期間內，視同中小企業。

## 2.1.2 金融機構與中小企業資金融通

由於中小企業會計制度一般較不健全，徵信不易，且先天上既缺少自有資金，負債比率往往較大企業高，且易受環境衰退之影響，因此往往阻礙金融機構對其融資之意願，除非有擔保品，債權獲得確保，否則相較於大型企業而言，融資意願是相對較低的。

根據表2所示，台灣中小企業資金來源有三分之二係來自負債；且由表3觀察，中小企業對資金取得主要仰賴金融機構借款與商業授信，其中又以金融機構借款為高，佔了4成左右，金融機構對中小企業融資之重要性可見一般。但金融機構和中小企業的關係，總是在矛盾中求取平衡，此因中小企業規模較小、內部資訊不透明及會計制度一般較不健全等因素，導致在資金籌措能力較大型企業薄弱。

就外借資金<sup>2</sup>與自有資金的比重而言，由表2發現大企業與中小企業，至少呈現出下列兩項重要的差異：（1）在觀察期間的任一年，大企業外借資金的比重都低於中小企業，也就是說大企業自有資金比重都高於中小企業。（2）大致而言，大企業外借資金的比重逐年降低，而中小企業情形正好相反，逐年提升，中小企業與大企業的財務結構呈現出異化的走向。考其原因，由於近年來經濟活動發展快速，融資與投資行為漸趨於大型化與多樣化，相較於間接金融，直接金融夾帶著龐大的優勢如：資金成本較低、訂價較有彈性、具有稅賦優勢，可供投資人運用、具有避免資訊不對稱的機制、以及可結合衍生性金融商品操作，並可依個別客戶的需求量身定做等，加上大企業大都為公開發行公司，可以以現金增資方式向社會大眾籌募資金，致使大企業逐漸走向直接金融去籌措資金之際，金融機構不再具有以往優勢，又近年來政府數度挹注中小企業信用保證基金<sup>3</sup>淨值，強化該基金承保能力，藉以提供信用保證，補充中小企業擔保條件之不足，因而提高金融機構對中小企業放款意願。信保基金之「信用保證利用率<sup>4</sup>」，由2003年底之9.71%，上升為15.04%，由此觀之，在金融機構對大型企業融資利潤已極為有限之時，改以消費金融及中小企業金融為經營重點，來爭取績效、維持市場佔有率。

---

<sup>2</sup>外借資金係指負債總額，自有資金則包括實收資本額及累積盈虧。

<sup>3</sup>信用保證基金（簡稱信保基金），係政府未協助中小企業融資而設立之信用補強專責機構，設立的目的是提供信用保證，協助具有發展潛力但擔保品不足的中小企業順利自金融機構取得所需之融通資金。

<sup>4</sup>信用保證之中小企業融資餘額占中小企業放款總餘額之比率。

表 2 大、中小企業外借資金與自有資金比重

單位：%

年底	外借資金			自有資金		
	大企業	中小企業		大企業	中小企業	
1992	56.34	59.63		43.66	40.37	
1993	54.98	60.71		45.02	39.29	
1994	54.54	64.33		45.46	35.67	
1995	53.29	65.84		46.71	34.16	
1996	52.21	66.01		47.79	33.99	
1997	51.56	66.58		48.44	33.42	
1998	53.47	66.61		46.53	33.39	
1999	54.89	66.79		45.11	33.21	
2000	55.62	66.80		44.38	33.20	
2001	54.35	64.09		45.65	35.91	
2002	53.55	64.36		46.45	35.64	
2003	52.22	67.37	59.67	47.78	32.63	40.33
2004	52.16	68.28	59.65	47.84	31.72	40.35

(資料來源：中央銀行，「公民營企業資金狀況調查結果報告」，歷年。)

註：2003、2004年，中小企業直欄中，左方表中企業，右方表小企業。

表 3 大、中小企業負債與淨值結構

單位%

項 目	2000 年		2001 年		2002 年		2003 年			2004 年		
	大 企 業	中 小 企 業	大 企 業	中 小 企 業	大 企 業	中 小 企 業	大 企 業	中 企 業	小 企 業	大 企 業	中 企 業	小 企 業
負債合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1. 金融機構借款	40.35	37.98	39.28	38.40	33.93	37.87	43.31	46.46	39.67	40.80	43.78	40.34
2. 政府借款	1.04	0.09	0.82	0.08	0.68	0.07	0.07	0.05	-	0.11	0.04	0.18
3. 國外借款	0.05	0.05	0.69	0.08	0.70	0.06	0.32	0.04	-	0.78	1.33	2.01
4. 企業及個人借款	1.69	13.12	2.07	12.73	2.08	12.72	0.75	1.48	0.30	0.58	0.07	0.03
5. 附買回交易	-	-	1.32	0.01	1.51	0.01	0.02	-	-	0.12	0.00	0.00
6. 商業本票及銀行承兌匯票發行	12.77	2.30	10.68	2.42	8.63	1.90	4.87	0.28	-	3.40	0.08	0.00
7. 國內公司債	9.36	0.27	10.76	0.36	12.84	0.55	8.09	-	-	6.18	0.00	-
8. 國外有價證券	2.26	-	2.83	-	3.43	-	1.41	-	-	2.54	0.00	-
9. 商業授信	27.10	45.52	26.00	45.07	30.90	45.49	37.68	51.04	59.54	42.18	54.10	57.54
10. 各項準備及其他	4.92	0.67	5.55	0.85	5.66	1.33	3.46	0.65	0.48	3.37	0.64	0.13
淨值合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
實收資本	87.68	91.95	86.19	92.32	83.92	93.56	72.63	116.39	130.76	69.33	105.08	129.97
公積及累積盈虧	12.32	8.05	13.81	7.68	16.08	6.44	27.37	-16.39	-30.76	30.67	-5.08	-29.97

(資料來源：中央銀行，「公民營企業資金狀況調查結果報告」，歷年。)

註：1.各表細項加總因四捨五入，或與總數未進相符。

2.-- 表示該科目金額為零，0則表示該科目金額低於0.5億元。

3.本調查依資產做DH分類 (Dalenius and Hodges,1959)，分為大、中、小企業三層，資產總額在198,558仟元以上為大企業，在20,625千元以下為小企業，中間為中企業，此處中小企業之定義與經濟部之中小企業有所不同。

## 2.2 信用風險評估模型簡介

新版的巴塞爾資本協定中，對於市場風險的計算允許銀行使用自有模型法（Use of Internal Models），也就是允許銀行使用其內部風險管理模型所產生之風險值，以決定應計提資本額，因此，關於信用風險值的產生，其中重要的風險評估模型有：有 J.P. 摩根公司（J.P. Morgan）的 CreditMetrics、Moody's KMV 公司的 Credit Monitor Model、麥肯錫顧問公司（McKinsey Consulting）的 Credit Portfolio View、以及瑞士信貸第一波士頓銀行（Credit Swiss First Boston）的 CreditRisk<sup>+</sup> 模型，本研究將先簡述信用風險的發展過程並依序介紹上述四個模型。

### 2.2.1 信用風險發展過程

#### 一、專家系統（expert systems）

傳統衡量企業信用風險衡量方式，最初為專家系統（expert systems），即信用的決策是由金融機構地方或分行的放款主管所決定的，而信用的給予全憑主管的專業知識、主觀的判斷以及某些重要因素的衡量。最常使用的專家系統是利用 5C 去判斷債務人的信用狀況，最後給予一個信用評分。其中 5C 分別表示：品格（Character）、資本（Capital）、能力（Capacity）、擔保品（Collateral）、經濟狀況（Cycle Conditions）。

使用專家系統衡量信用風險主要面臨兩大問題，其中一項是影響因素一致性的問題，不同債務人所選擇的影響因素應該是一致的還是因人而異；對於相同債務人而言，前後任金融主管主觀判斷可能不同，造成判斷上不一致的問題。再者，在選定因素之後，因素的權重該如何決定又是另一棘手的問題。為了彌補專家系統的缺失，進而衍生出以統計運算為基礎衡量信用風險的方法。

#### 二、多變量區別分析（Multiple Discriminant Analysis, MDA）

區別分析是早期最常使用的信用評等方法，主要是根據樣本的特性，將樣本歸類於數個事前群組中的某一群組，並依據樣本值建立區別函數，最後以區別函數值來對樣本進行分類，可找出各企業違約可能性之高低，來加以評分。

Altman（1968）是第一位利用多變量區別分析來進行企業違約的研究，認為以單一財務比率來評估企業是否將發生危機將會有所偏差，應綜合多項財務指標來評估才

具有客觀性，因而提出利用多變量區別分析的方法，將五項財務指<sup>5</sup>標納入模型當中，構成線性的區別模型，來區分正常及危機的企業，此即為著名的 Z - Score模型。

多變量區別分析的優點為可同時考慮多項財務指標、較能衡量企業整體之績效、可找出具區別能力之財務比率；缺點為變數需符合常態假設，而財務比率並不符合，且自變數間若存在共線性關係，則可能對模型的區別能力產生不良影響，因此導致分析結果常會有偏誤現象。此外分析的結果僅能分類出危機公司與非危機公司兩類，無法估計公司的違約機率，有鑑於此，故有學者建議使用迴歸方法（如Logit Model、Probit Model）來建立違約預警模型。

### 三、 迴歸模型（Logit Model 與 Probit Model）

利用迴歸方法可以解決使用區別分析時，財務變數不符合常態分配假設的情況。迴歸分析中，常用的屬質因變數有Logit Model與 Probit Model，它是將因變數劃分成兩類，即 0 或 1（違約或不違約）。然後在統計處理的過程當中將原來的模型轉換成為發生機率的模型，並且進一步求出事件發生的機率。

Probit模型為Kaplan與Urwitz提出，假設事件發生的機率服從標準常態分配，且採累加機率來進行轉換；Logit模型假設事件發生之機率服從累積 Logistic 分配（Logistic distribution），亦採累加機率來進行轉換。此二法皆可以解決自變數非常態的問題，並適用於非線性之情況，且所求得的機率值會落於 0 到 1 之間。但由於Probit模型的轉換程序較為複雜，且假設事件發生的機率服從標準常態分配過於強烈，實證上無Logit模型準確，因此過去研究以Logit模型居多。

## 2.2.2 信用矩陣法（CreditMetrics）

摩根銀行於1997年發展的信用矩陣法，可以評估當債務人信用等級改變時，整個債權價值的變動，進而評估整個投資組合的風險。該模型的基本假設：即某一特定時間內（通常為一年）貸款組合價值的分佈與將來債務人的信用等級變化程度有關，債務人的信用等級在未來可能上升、下降（包括違約），也可能維持不變。同時，信用

---

<sup>5</sup> Altman所採用之五項財務指標分別為：營運資金對總資產比率、保留盈餘對總資產比率、息前稅前盈餘對總資產比率、股本市值對總負債帳面價值比率、銷貨淨額對總資產比率。

等級的變動過程假設為穩定的馬可夫過程 (Markov Process)，即貸款本期信用等級變動與以前信用等級變動情況無關。

此法是利用債權資產價值的標準差作為衡量信用風險的方法，透過轉置矩陣的機率以及未來所有可能的債權資產分配之重估價值，計算出債權資產價值的平均值及變異數，進而求得個別債權資產或投資組合的「信用風險值」(credit value at risk)。計算步驟簡述如下：(1) 評估投資組合中每個債務人的「暴險狀況」；(2) 利用投資組合中所有債權資產的歷史信用等級變動情況，做成一個轉換矩陣 (transition matrix)，以求算債權資產在某一特定期間，信用評等由某等級移轉至另一等級，導致資產價值產生變化的情形；(3) 求出未來某一期間債權資產移轉至不同等級之價值，以建立債權資產的機率分配；(4) 結合上述個別資產的價值分配以產生投資組合的價值分配時，需考慮債權資產間的相關係數，以利我們計算債券投資組合價值變動之分配，並估計其信用風險值。

### 2.2.3 KMV 模型 (KMV Model)

Moody's KMV公司所發展出來的信用風險模型，主要是基於Merton (1974) 評價公司價值的選擇權模型，預測個別公司的違約機率，稱之為預期違約率 (Expected Default Frequency, 簡稱EDF)。此模型主要是利用選擇權定價理論建立監控模型，用來對上市公司和上市銀行的信用風險進行預測。一家公司發生違約事件與否，端看未來其資產的價值是否能夠應付負債情況，亦即違約的臨界點決定於資產市值。該模型主要目的在於，利用公司的財務報表與股價等相關資料，計算違約距離 (Distance to Default, DD)，推估可能發生的違約機率，以得知公司的信用風險情況。

違約機率的推導過程可分為三步驟，依序為：(1) 估計公司資產的市場價值及波動性；(2) 計算違約距離，此為KMV模型衡量公司發生違約事件機率的大小，違約距離是衡量資產價值分配平均數與某一個「違約點」(Default Point) 之間的標準差個數。數字愈大則代表資產價值距離違約點愈遠，故公司違約的機率越小；(3) 利用歷史違約資料庫，將不同的違約距離對應至實際的違約機率。

## 2.2.4 信用投資組合法 (Credit Portfolio View)

Credit Portfolio View模型是藉由總體經濟的變化來預測交易對手的違約機率，且不像一般信用評等是用來衡量交易對手的信用狀況，Credit Portfolio View模型是測量管理者所握有投資組合中隱含的風險以及信用暴露，所以當經濟情況產生變化時，投資組合風險也會隨之調整。

該模型評估公司信用風險大小的過程，主要藉由建立衡量系統風險的多因子迴歸模型 (multi-factor model) 來判斷經濟情況良窳，再以之調整公司發生違約的機率，進而求得可能的違約損失分配。步驟如下：

- (1) 挑選具影響力的總體經濟變數來模擬總體經濟情況，建立多因子迴歸模型；
- (2) 利用(1)模擬的總體經濟情況為條件下，計算某特定產業(或國家)一年期的違約機率。即利用(1)求得的 $Y_{t,j}$ 後，為使 $E(Y_{t,j})$ 值介於 0 與 1 之間，將 $Y_{t,j}$ 代入Logit，估計違約機率；
- (3) 判斷經濟情況，建立有條件的評等移轉矩陣，來衡量某特定產業(或國家)的損失分配。



## 2.2.5 信用風險加成模型 (CreditRisk<sup>+</sup>)

CreditRisk<sup>+</sup>信用風險模型是由CSFB於1997年所推出。該模型主要是利用保險精算方法，推衍出債券或是放款組合的損失分配，並據以算出授信損失準備的一種方法。CreditRisk<sup>+</sup>模型雖是信用風險的統計模型，但此模型未對違約風險發生原因作任何假設，而是將違約機率視為一種連續隨機變數，並考慮此違約機率的波動性。再者，此模型還能利用部門分析 (sector analysis) 衡量投資組合的集中風險，並藉由集中風險衡量結果評估分散投資的績效，以降低系統性之信用風險。此模型為本論文研究重點之一，其他重要觀念及計算過程於第三章研究設計中詳細說明之。

## 2.3 信用風險加成模型之相關文獻探討

Crouhy, Galai及Mark (2000) 有關信用風險模型的比較文章中，介紹近年來在信

用風險上盛行的四個模型：JP.Morgan的CreditMetrics、Moody's KMV的KMV法、CSFB提出的CreditRisk<sup>+</sup>以及McKinsey提出的CreditPortfolioView。其中Crouhy等人除了對於KMV法和CreditMetrics兩個方法了做詳盡的介紹外，也介紹了此兩種模型在信用風險衡量方面的相關應用；但對於CreditRisk<sup>+</sup>及CreditPortfolioView方面則只做了方法的介紹，無提及風險衡量之應用。而Gordy（2000）則是對CreditMetrics和CreditRisk<sup>+</sup>加以比較，認為這兩個模型雖然表面上看起來截然不同，但它們所用的數學結構是類似的，也因此，Gordy提出了一個新的比較基準點，讓這兩個模型彼此是可以相互映像（mapping）比較；且Gordy認為衡量結果的不一致主要是來自於違約機率分配假設及其函數形式上的差異。除了機率結構的比較之外，其強調考慮全部信用評等轉換狀態的CreditMetrics包含較寬廣的信用風險觀念，而只考慮有無違約兩種狀態的CreditRisk<sup>+</sup> model產生厚尾的可能性較大。並且，Gordy進一步指出，兩個模型在衡量信用風險時，對於違約機率的波動性皆有很高的敏感度。當違約機率的標準差提高兩倍時，機構需計提的資本會增加兩到三倍。

Gordy（2002），為了改進CSFB提出的CreditRisk<sup>+</sup>模型內所用的Panjer遞迴演算法的不足，Gordy提出了比Panjer遞迴演算法更穩健的方法，它是建立在cdf(cumulant generating function)的觀念上，經由鞍點逼近法（Saddlepoint Approximation）直接估算CreditRisk<sup>+</sup>的損失分配。該方法無需將貸款的資產暴險額或損失的嚴重性湊成整數和劃分區段，而是在計算中直接使用違約的損失值，因此在信用風險的計算上較優於Panjer遞迴演算法，且有效地避免捨入誤差。且當我們使用較高階的程式語言進行運算時，運算速度仍然十分快速而有效率。

Mario（2004）提出利用快速傅立葉轉換（Fast Fourier Transform），可以更精確且快速的計算損失分配函數；文章中首先先介紹機率生成函數、遞迴關係以及CreditRisk<sup>+</sup>的應用。並且透過一些淺顯易懂例子，解釋在實務面如何藉由CreditRisk<sup>+</sup>使用遞迴關係，讓研究者更明瞭CreditRisk<sup>+</sup>的運算過程。

實證文獻方面，Balzarotti（2004），認為新興國家的經濟情勢很容易變動的，且和工業國家相比，其資產風險會有更多的相關性存在。因此Balzarotti針對阿根廷信貸局的歷史資料來討論在實務上CreditRisk<sup>+</sup>如何衡量信用風險，說明需要的資料型態及參數設定與選擇，經由CreditRisk<sup>+</sup>求得的損失分配提列各項準備金，且由實證過程中發現：違約機率的波動度越大，非預期損失變動的幅度會大於期望損失；除此之外，Balzarott亦利用相同資料模擬 Basel II 所規定的IRB漸近法，並比較用CreditRisk<sup>+</sup>模

擬和IRB做出來的結果有無差異。分析IRB漸近法應如何被重新校準，最後討論在新興市場中，其他關於IRB執行的其他議題。

國內張永吉(2005)利用國內某家公營銀行授信資料與台灣經濟新報資料庫內相關信用風險進行研究，以2004年一月一日起公開發行公司七年內平均累積違約機率之第一年違約機率作為估算各信用等級的違約機率，採用CreditRisk<sup>+</sup>模型幫助金融機構估計經濟資本與授信損失所需計提的各類信用準備；該研究風險期間為2004年一年，總計樣本為90家，依序將90位客戶資料區分為9個信用等級組合，再以區間計算方式取得各組織預期債權損失，進而估算出投資組合之預期損失金額為12,190百萬元；非預期違約損失(99.5%損失水準)金額為35,116百萬元；經濟資本為22,926百萬元；年度信用準備為6,475百萬元；附加信用準備上限(即99.5%損失水準)為35116百萬元。



### 第三章 研究方法

本研究目的為：希望利用CreditRisk<sup>+</sup>模型幫助金融機構，在管理中小企業授信戶之信用風險時，規避中小企業財務報表無法真實反映公司狀況之缺失，以較少的資料需求，精確的估計提列信用損失準備金，來因應非預期信用風險發生時的損失，金融機構因遭致信用危機而倒閉的情況。

信用風險加成模型（CreditRisk<sup>+</sup> model）是由瑞士信貸第一波士頓銀行（Credit Suisse First Boston, CSFB）於1997年所發展，此模型應用保險精算的技術分解信用風險，透過計算投資組合中信用暴險的預期違約損失分配來衡量信用風險。此模型並沒有衡量評等下降的風險，只衡量違約的風險，且假設違約風險與公司資本結構是無關的，此部分的假設與Moody's KMV的信用風險衡量方法是不同的。為了減少潛在的模型誤差，信用風險加成模型並沒有對違約發生的原因做任何的假設。只考慮違約模式的兩種可能，即違約或沒有違約，並無考慮評等變動所造成的損失。

信用風險加成模型假設：

對於貸款而言，相同期間的違約機率會相等。

該模型違約損失來自於大量的債務人違約，而特定債務人對於整體違約機率的影響很小。且一段時間發生違約事件個數會與另一段時間發生違約事件的個數相互獨立。

信用風險加成模型主要包括三大部分：信用風險衡量（credit risk measurement）、經濟資本（economic capital）、及後續應用等三大部分，茲將依序介紹說明之，在信用風險衡量部分，說明資料投入與模型的處理方法；經濟資本部分將介紹如何經由預期違約損失分配的取得，輔以情境分析（Scenario Analysis），以求算經濟資本，來量化控制違約損失；最後應用的部分將計算損失準備的提撥，並使用信用限額來管理投資組合的信用風險。

表 4 信用風險加成模型組合因子

信用風險衡量		經濟資本	應用
信用暴險額	違約機率	信用違約損失分配	損失準備的提撥
違約機率的波動性	回收率		信用限額
信用風險加成模型		情境分析	投資組合管理

## 3.1 信用風險衡量

### 3.1.1 資料投入

信用風險加成模型主要的資料投入包括了以下五項：

#### 1. 信用暴險額 (Credit Exposure)

當面臨交易對手違約時，可向其求償之金額。例如：銀行貸款給廠商所產生借款合同本身的名目本金無法收回的風險，此風險的金額稱之為信用暴險額。

CreditRisk<sup>+</sup>模型中考量了所有可能產生信用暴險額的工具，如：債券、放款、放款承諾、商業本票等。

#### 2. 違約機率 (Default Rates)

每位債務人發生違約事件的可能性。每位債務人均應評估。違約機率會隨著時間不同而產生變化，尤其是經濟不景氣時，違約機率會相對提升。

違約機率的取得可經由下述方式達成，例如：(1) 經由外部信用評等機構（如：Standard & Poor's或Moody's KMV）取得；(2) 觀察市場上流通債券信用評等的差距 (Credit Spread) 及其所代表的違約機率；(3) 利用統計方法取得，如：運用線性迴歸模型、Logit Model 或 Probit Model得之。

#### 3. 違約機率的波動性 (Default rate Volatility)

表示違約機率在平均違約機率上下變動的程度。

#### 4. 回收率 (Recovery Rate)

債務人發生違約時，債權人可回收金額對總債權金額的比率。回收率是根據債務求償順位 (seniority) 與其擔保品所計算而得，所以回收率會因不同的債務人的求償

順位與其擔保品的不同而不同，所以通常會對回收率從事壓力或逆境測試（Stress test），有助於了解不同情況下潛在損失分配。

### 5. 風險衡量期間

風險衡量期間的選取不能小於風險控管的時間。通常使用一年的風險衡量期間來衡量信用風險。

## 3.1.2 信用風險加成模型的衡量過程

信用風險加成模型以兩個階段來衡量信用風險，第一階段，衡量違約發生的頻率與違約發生時所面臨的損失嚴重性；第二階段，結合第一階段建構預期違約損失分配來衡量各種違約情況下的損失程度。信用風險加成模型的信用風險衡量過程可以表示如圖2。

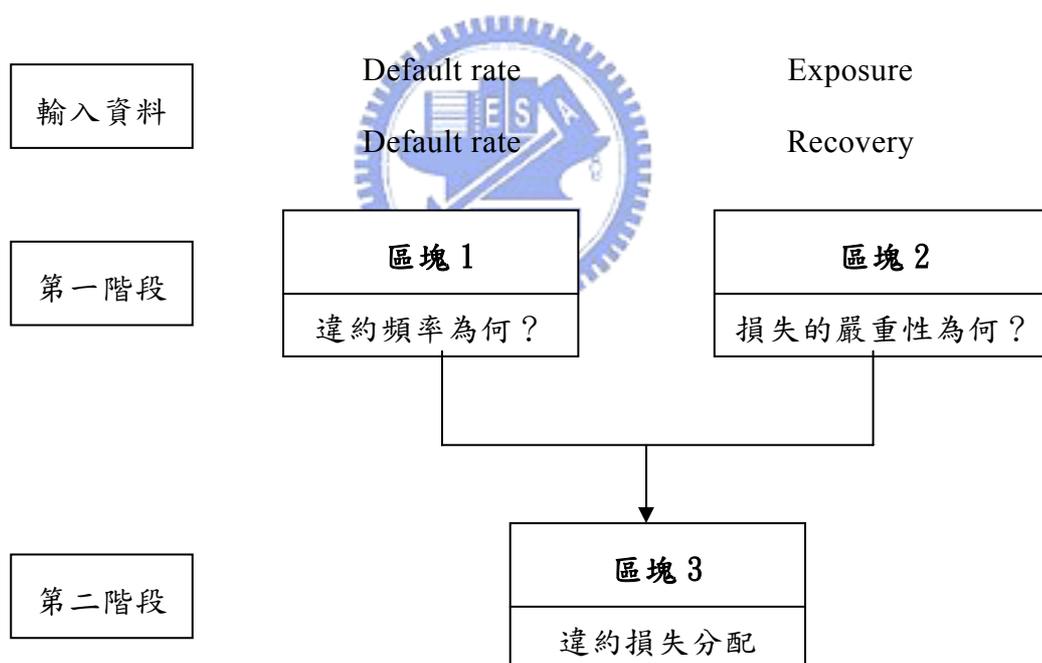


圖 2 信用風險加成模型的信用風險衡量過程

在信用風險加成模型中，違約相關乃假設利用「風險因子<sup>6</sup>（risk factors）」

<sup>6</sup> 風險因子為現在至風險衡量期間中總體經濟狀況的組合要素。

$x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  加以描述。在給定  $x$  的情況下，每位債務人在到期時候的狀況只有違約或不違約，因此利用 Bernoulli 分配來描述每位債務人發生違約事件的機率。假設每位債務人每年的違約機率已知，即  $P_A(x)$  表示在給定風險因子  $x$  下，A 債務人每年的違約機率。

在計算違約投資組合的損失機率分配前，首先介紹機率生成函數  $F_k(z)$  (probability generating function, pgf)，定義為：

$$F_k(z) = E(z^k) = \sum_{k=0}^{\infty} p(k) \cdot z^k \quad , \text{其中 } z \text{ 為輔助變數 (auxiliary variable)} \quad (1)$$

pgf 有兩個特殊的性質：

1. 若  $k_1$  和  $k_2$  兩個隨機變數彼此獨立，則兩個加總的 pgf 會等於兩個個別 pgf 相乘。

$$F_{k_1+k_2}(z) = E(z^{k_1+k_2}) = E(z^{k_1} \cdot z^{k_2}) = E(z^{k_1}) \cdot E(z^{k_2}) = F_{k_1}(z) \cdot F_{k_2}(z) \quad (2)$$

2. 若  $F_k(z|x)$  表示在給定  $x$  下， $k$  的 pgf，且  $x$  的機率分配為  $H(x)$ ，則沒有給定  $x$  條件下

$k$  的 pgf 為

$$F_k(z) = \int_x F_k(z|x) dH(x) \quad (3)$$

(一) 違約的頻率 (圖2內的區塊1, ie. 計算違約事件的機率分配) :

首先，先推導在給定風險因子  $x$  之下，整個投資組合違約事件的條件 pgf  $F(z|x)$ 。對於單一債務人  $i$  的 pgf :

$$F_i(z|x) = (1 - p_i)z^0 + p_i z^1 = 1 + p_i \cdot (z - 1) \quad (4)$$

又當  $y \approx 0$ ,  $\log(1 + y) \approx y$ 。(4)式可以改寫為

$$F_i(z|x) = \exp(\log(1 + p_i(z - 1))) \approx \exp(p_i(z - 1)) \quad (5)$$

上述的步驟為「Poisson 漸近」，因為(5)式等式右邊為 Poisson 分配隨機變數  $p_i$  的 pgf。因此，直觀而言，只要當  $p_i$  很小，我們可以忽略單一債務人違約一次的限制條件，債務人的發生違約事件機率分配不再是 Bernoulli 分配而是 Poisson 分配。

由於違約事件間彼此獨立，因此在給定x之下，整個投資組合違約事件的 pgf 等於個別的 pgf 相乘：

$$F(z|x) = \prod_i F_i(z|x) \approx \prod_i \exp(p_i(z-1)) = e^{\mu(z-1)} \quad , \text{其中 } \mu = \sum_i p_i \quad (6)$$

且

$$F(z|x) = \sum_{n=0}^{\infty} p(n|x) \cdot z^n = e^{\mu(z-1)} = e^{-\mu} \cdot e^{\mu z} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-\mu} \mu^n}{n!} z^n \quad (7)$$

因此由(7)式發現，在給定x下，整個投資組合違約事件的機率分配為 Poisson分配，即

$$p(n|x) = \frac{e^{-\mu} \mu^n}{n!} \quad (8)$$

若欲得到在沒有給定x下的 pgf  $F(z)$ ，我們須對 x 做積分，在信用風險加成模型中，風險因子被假設服從  $Gamma(\alpha_k, \beta_k)$ ，平均數為  $\mu_k$ 、變異數為  $\sigma_k^2$ ， $k=1,2,\dots,K$ ，則  $F(z)$  可以透過(3)式表示為

$$F(z) = \prod_{k=1}^K F_k(z) = \prod_{k=1}^K \left( \frac{1 - \delta_k}{1 - \delta_k z} \right)^{\alpha_k} \quad (9)$$

其中， $\delta_k = \frac{\beta_k}{1 + \beta_k}$ ， $\alpha_k = \frac{\mu_k^2}{\sigma_k^2}$ ， $\beta_k = \frac{\sigma_k^2}{\mu_k}$ 。

因此由(9)式發現，在沒有給定x下，整個投資組合違約事件的 pgf 是由K個獨立的負二項分配變數加總而得；也就是說，每個部門（風險因子）發生違約事件的分配為負二項分配。

## (二) 損失的嚴重性（圖2內的區塊2，ie. 計算違約損失的機率分配）：

當投資組合的預期違約個數( $\mu$ )可求得時，則可進一步求算投資組合的預期違約損失的機率分配。為了求算投資組合的預期違約損失的機率分配，如上述(一)求算違約事件機率分配一樣，首先必須求算投資組合預期違約損失的 pgf。茲先定義以下符號：

符號意義	符號
貸款人 (Obligor)	$i$
暴險單位 (a unit amount of exposure)	$L$
暴險額 (Exposure)	$L_i$
期望損失 <sup>7</sup> (Expected Loss)	$\lambda_i$
以 $L$ 表示的暴險額	$v_i \quad \therefore L_i = L * v_i$
以 $L$ 表示的期望損失	$\varepsilon_i \quad \therefore \lambda_i = L * \varepsilon_i$

投資組合可以被分成  $m$  個暴險分類， $1 \leq j \leq m$ ，符號定義如下：

符號意義	符號
在暴險分類 $j$ 下，以 $L$ 表示的共同暴險額	$v_j$
在暴險分類 $j$ 下，以 $L$ 表示的期望損失	$\varepsilon_j$
在暴險分類 $j$ 下，預期違約個數	$\mu_j$

其中

$$\varepsilon_j = v_j * \mu_j; \text{ 因此 } \mu_j = \frac{\varepsilon_j}{v_j} = \sum_{i:v_i=v_j} \frac{\varepsilon_i}{v_i} \quad (10)$$

對應於(6)式，令  $\mu$  表示整個投資組合一年內預期發生違約事件的個數，因此  $\mu$  可以表示為每個暴險分類的期望違約事件個數之加總，即

$$\mu = \sum_{j=1}^m \mu_j = \sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j} \quad (11)$$

<sup>7</sup> 期望損失(expected loss) = 信用暴險額 \* 違約機率 \* 違約損失率;  
其中違約損失率 (LGD) = 1 - 回收率。

(I) 求算各暴險類別違約損失的 pgf :

將每一個暴險類別是為一個獨立的投資組合，令  $G_j$  表示第  $j$  個暴險類別違約損失的 pgf。因此，在給定風險因子  $x$  下，

$$G_j(z|x) = \sum_{n_j=0}^{\infty} p(\text{損失} = n_j \cdot v_j | x) z^{n_j v_j} \quad (12)$$

由於(12)式中，共同暴險指標  $v_j$  為一已知數； $n_j \cdot v_j$  為  $j$  暴險類別中  $n_j$  位債務人發生違約時的損失金額，因此損失金額的變動是來自於暴險類別中違約數目  $n_j$  的不確定。在此情況下，違約損失發生的機率和違約次數發生的機率相同且可以互換，即  $p(\text{損失} = n_j \cdot v_j | x) = p(\text{違約次數} = n_j | x)$ ，所以(12)式可改寫如下：

$$G_j(z|x) = \sum_{n_j=0}^{\infty} p(n_j | x) z^{n_j v_j} \quad (13)$$

上式中， $n_j$  為  $j$  暴險類別的違約次數， $p(n_j | x)$  為  $j$  暴險類別中  $n_j$  位債務人發生違約的機率。根據(8)式，可知各違約次數發生的機率  $p(n_j | x)$  呈現Poisson分配；因此，

$$G_j(z|x) = \sum_{n_j=0}^{\infty} \frac{e^{-\mu_j} \mu_j^{n_j}}{n_j!} z^{n_j v_j} \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

經由泰勒定理予以展開，(14)式可表示成

$$G_j(z|x) = \sum_{n_j=0}^{\infty} \frac{e^{-\mu_j} \mu_j^{n_j}}{n_j!} z^{n_j v_j} = e^{-\mu_j + \mu_j z^{v_j}} \quad (15)$$

(II) 求算整個投資組合中違約損失的 pgf :

由於每一個暴險類別視為一個獨立的投資組合。因此，根據(2)式可知，在給定  $x$  下，整個投資組合違約損失的 pgf 為個暴險類別違約損失的 pgf 連乘，即

$$G(z|x) = \prod_{j=1}^m G_j(z|x) = \prod_{j=1}^m e^{-\mu_j + \mu_j z^{v_j}} = e^{-\sum_{j=1}^m \mu_j + \sum_{j=1}^m \mu_j z^{v_j}} \quad (16)$$

同理，欲得到在沒有給定 $x$ 下的 pgf  $G(z)$ ，我們須對  $x$  做積分。

(I) 求算各部門(風險因子)違約損失的 pgf：

令  $G_k$  表示第  $k$  個部門(風險因子)違約損失的 pgf

$$G_k(z) = \sum_{n=0}^{\infty} z^n p(\text{損失} = nL | x_k) \cdot f_k(x_k) dx_k = \left( \frac{1 - \delta_k}{1 - \frac{\delta_k}{\mu_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \frac{\varepsilon_j^{(k)}}{v_j^{(l)}}} \right)^{\alpha_k} \quad (17)$$

(II) 求算整個投資組合違約損失的 pgf：

$$G(z) = \prod_{k=1}^K G_k(z) = \prod_{k=1}^K \left( \frac{1 - \delta_k}{1 - \frac{\delta_k}{\mu_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \frac{\varepsilon_j^{(k)}}{v_j^{(l)}}} \right)^{\alpha_k} \quad (18)$$

(三) 損失分配 (圖一內的區塊3, ie. 計算整個投資組合的預期違約損失分配)：

在給定風險因子  $x$  的情況下，整個投資組合的預期違約損失分配

$$p(\text{損失} = n \cdot L | x) = \frac{1}{n!} \left. \frac{d^n G(z|x)}{dz^n} \right|_{z=0} = A_n \quad n = 1, 2, \dots \quad (19)$$

使用 Leibniz's formula，則

$$A_n = \sum_{j: v_j \leq n} \frac{\varepsilon_j}{n} A_{n-v_j} \quad (20)$$

$$A_0 = G(0) = F(P(0)) = e^{-\mu} = e^{-\sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j}} \quad (21)$$

藉由(20)、(21)式，透過反覆疊代的過程，可以很快速的計算在給定風險因子  $x$  下，整個投資組合的預期違約損失分配。

在未給定風險因子  $x$  的情況下，整個投資組合的預期違約損失分配  $p(\text{損失} = n \cdot L) = A_n$ ，透過一般的遞迴關係(General Recurrence Relation)，我們可以得到，即

$$A_{n+1} = \frac{1}{b_0(n+1)} \left( \sum_{i=0}^{\min(r,n)} a_i A_{n-i} - \sum_{j=0}^{\min(s-1,n-1)} b_{j+1} A_{n-j} \right) \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (22)$$

$$A_0 = \left( \frac{1 - \delta_k}{1 - \delta_k \cdot 0} \right)^{\alpha_k} = (1 - \delta_k)^{\alpha_k} \quad (23)$$

其中

$$\begin{cases} A(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \dots + a_r z^r \\ B(z) = b_0 + b_1 z + b_2 z^2 + \dots + b_s z^s \end{cases} \quad (24)$$

$$\begin{cases} A(z) = \frac{\delta_k \alpha_k}{\mu_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \varepsilon_j^{(k)} z^{v_j^{(k)} - 1} \\ B(z) = 1 - \frac{\delta_k}{\mu_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \frac{\varepsilon_j^{(k)}}{v_j^{(k)}} z^{v_j^{(k)}} \end{cases} \quad (25)$$

利用(22)、(23)遞迴關係式求算整個投資組合的預期違約損失分配之前，我們需利用(25)式求得  $A(z)$  與  $B(z)$  兩條方程式，再對應到(24)式中，取得  $a_0, a_1, \dots, a_r$ 、 $b_0, b_1, \dots, b_s$  和  $r$  與  $s$  各數值。



## 3.2 經濟資本

### 3.2.1 經濟資本(Economic Capital)

分析不確定性是風險管理的基本工作，衡量投資組合中非預期損失的變化為信用風險的重要任務。因此，所謂經濟資本就是當發生非預期違約損失時，債權人需要額外準備的自有資本，其目的在因應未預期的損失情況。事實上，任一期間內的實際違約損失皆會明顯不同於預期違約損失，而這兩者的差額即為發生違約後所產生的非預期違約損失。通常非預期違約損失的金額十分龐大，一旦發生非預期約違約損失可能會讓銀行的營運產生危機，為了使銀行能夠承受非預期損失帶來的衝擊，因此銀行準備經濟資本來應付非預期損失的發生，所以經濟資本可視為非預期違約損失風險的緩衝器。

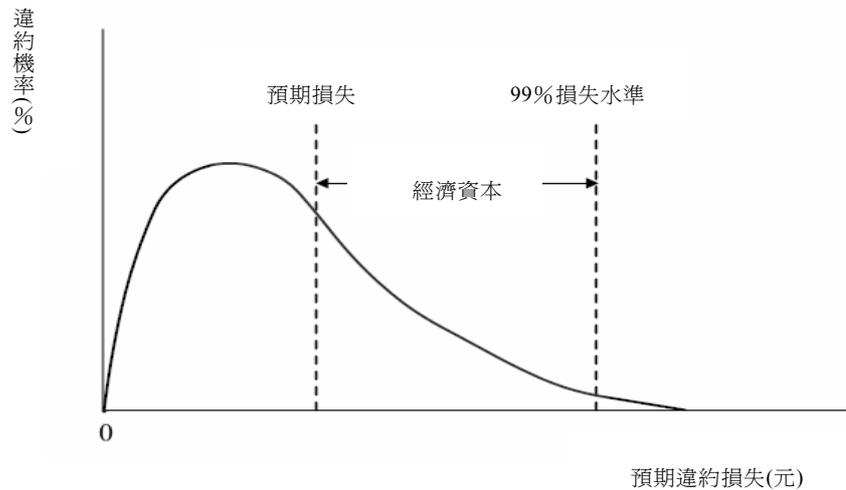


圖 3 預期違約損失分配與經濟資本

### 3.2.2 情境分析(Scenario analysis)

情境分析的目的是要找出可能未能經由統計模型辨認出「機率低但可能發生的事件」的後果。在信用風險模型中，為了衡量此極端之損失發生的可能性，可採用風險值 (VaR) 或壓力測試 (stress test) 兩個方法。

風險值通常於估計預期違約損失分配95%至99%損失水準之間的臨界值；而壓力測試的估計則更為極端，通常為99%損失水準以上的臨界值，也就是說壓力測試是針對比風險值更極端的損失進行估計。

### 3.3 應用

在求得損失分配後，雖然極端損失只是偶發事件，但由於極端損失金額龐大，會導致整個投資組合的平均違約損失值增加，使得觀察到的損失金額偏離平均違約損失。換言之，實際發生違約時的損失與平均違約損失是有所落差，為了避免損失超過所賺取利潤的情況發生，信用損失準備的提撥是必要且重要的。信用損失準備的提撥主要包括：

### 3.3.1 年度損失準備 (Annual Credit Provision, ACP)

在CreditRisk<sup>+</sup>中，將投資組合的暴險分成履約與非履約兩部分。在暴險履約的部分，雖然沒有發生違約，但為了保守估計原則，需要計畫一前瞻性的損失準備提撥方法，即「年度損失準備提撥」，此部分的提撥為投資組合履約部分之暴險於未來發生違約時所產生的預期違約損失；換言之，即為了因應未來預期的信用損失而需提撥的損失準備，其計算如下：

$$\text{年度損失準備提撥} = \text{信用暴險} \times \text{違約機率} \times (1 - \text{回收率})$$

### 3.3.2 附加信用準備 (Incremental Credit Reserve, ICR)

年度信用損失準備只針對預期違約損失來提撥損失準備。實際上，任一年所發生的實際違約損失會受到經濟情況或利率等因素變化影響，使得實際違約損失會偏離平均值。為了因應非預期違約損失的發生，CreditRisk<sup>+</sup>模型提供了另一個損失準備提撥方法—附加信用準備。圖4中的附加信用準備為各金融機構非預期違約損失（超過預期違約損失部分）提供一個防備，在CreditRisk<sup>+</sup>中沒有對針對附加信用準備訂定明確的提撥水準，所以提撥金額的多寡視金融機構對於風險的承受程度不同而不同。

### 3.3.3 附加信用準備上限 (ICR cup)

在CreditRisk<sup>+</sup>模型中附加信用準備上限係指當極端狀況（99%損失水準）出現時，銀行需承擔的最大信用損失。

### 3.3.4 信用限額 (Credit Limits)

信用限額方法為目前的信用風險管理最佳方法之一。金融機構利用各種限額方法來監督管理暴險，以找出潛在非必要的暴險。信用限額係指在貸款協定簽訂時，在約定的貸款期限內，貸款銀行對借款人提供了一個最大的借款額度，只要是在該借款額度規定的幅度內，借款人可根據需要，自行決定是否使用這一額度以及實際使用這一

額度的頻率。換言之就是金融機構透過個別信用工具的暴險規模來管理投資組合。

### 3.3.5 投資組合管理

以投資組合為基礎來控制風險其目的是為了建構一個多樣化的投資組合，而「預期違約損失分配」及「經濟資本」就是用來衡量投資組合多樣化程度好壞的指標。如果投資組合較分散，則僅需要較低的經濟資本水準；反之投資組合不分散，則需較高的經濟資本。

使用風險貢獻 (Risk Contribution) 從事投資組合管理。風險貢獻是指當某一暴險從現在投資組合移除後，對預期損失分配函數，在一選定百分比水準下的邊際影響。風險貢獻有下列特徵：

1. 所有個別債務人風險貢獻的總和大於或等於整個投資組合的風險貢獻。
2. 投資組合中的信用工具持有部位改變時，將影響投資組合的風險貢獻。
3. 一般而言，為了有效管理投資組合信用風險，風險管理者會專注於管理風險貢獻較顯著的信用工具。

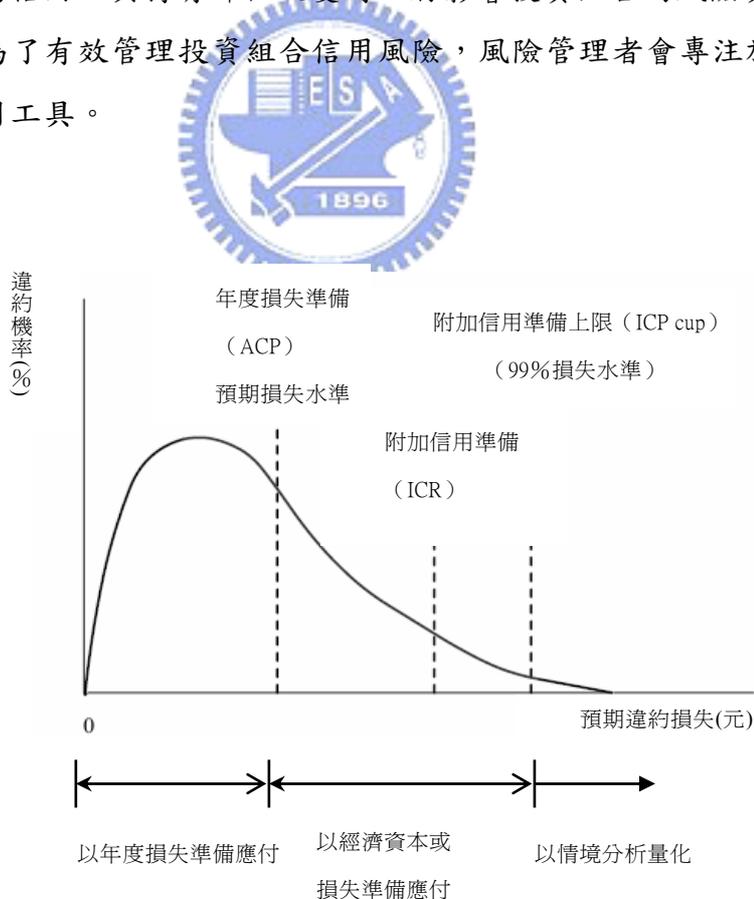


圖 4 信用風險準備提撥

## 第四章 實證步驟

### 4.1 實證步驟

利用CreditRisk<sup>+</sup>模型，來評估國內中小企業的信用風險，並提撥信用損失準備來預防非預期損失。以下，將說明本研究的實證步驟。

#### 4.1.1 違約機率與違約機率之波動度

在建立CreditRisk<sup>+</sup>模型前，由於需事先已知各個信用評等的違約機率（mean default rate）及波動度（volatility）。之後再建立本論文的核心模型—CreditRisk<sup>+</sup>模型。

本研究違約機率及其波動度之求算，乃根據Bluhm（2003）指出：根據實證違約資料顯示，違約次數會隨著信用等級變差(Rating有小到大)呈現指數成長。因此利用非線性迴歸來配適模型。茲說明如下：

1. 分別統計2003年1月份到12月份中，每個Rating發生違約之件數，並計算發生違約的頻率  $h_i(R)$ ， $i = 1, 2, \dots, 12$ 。例如： $h_8(A)$ 表示2003年8月等級為A的違約頻率。之後再計算這段期間內，固定信用評等下違約頻率的平均數和標準差，分別表示如下：

$$m(R) = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} h_i(R) \quad (26)$$

$$s(R) = \sqrt{\frac{1}{12-1} \sum_{i=1}^{12} (h_i(R) - m(R))^2} \quad (27)$$

2. 利用非線性迴歸來配適模型，其中 $m(R)$ 為模型中的應變數(Y)，信用等級為自變數(x)。迴歸模型如下：

$$DP(x) = c \cdot e^{\beta x} \quad x = 1, 2, 3 \quad (28)$$

其中  $x=1$  表信用評等為 A； $x=2$  表信用評等為 B； $x=3$  表信用評等為 C。

3. 利用(28)式計算每個信用等級的違約機率值。

## 4.1.2 求算損失分配

在求得違約機率與違約波動度後，緊接著建立損失分配。

### 1. 求算暴險分類 (Exposure Bands)

在求算損失分配時，為了精簡計算債務人的資料，所以信用風險加成模型將暴險金額用共同暴險指標 ( $v_j$ ) 表示，主要是以暴險單位 ( $L$ ) 的整數倍數來劃分。說明如下：

假設暴險單位 ( $L$ ) 為 17,500 千元，且暴險類別的劃分級距設為 17,500 千元，因此暴險金額低於 17,500 千元的債務人共同暴險指標為 1，其暴險類別  $j=1$ ，介於 17,500 千元~ 35,000 千元者共同暴險指標為 2，其暴險類別  $j=2$ ，以此類推，結果誠如表 5 所示。

表 5 信用暴險額與共同暴險指標

貸款者 ( $i$ )	信用暴險額(千元) ( $L_i$ )	共同暴險指標 ( $v_i$ )	暴險類別 ( $j$ )
1	1,500	1	1
2	5,230	1	1
3	50,000	3	3
4	164,000	10	10
5	200,000	12	12
6	377,000	22	22
7	650,743	38	38
.....	.....	.....	.....

## 2. 求算預期違約數

由上一節 (10) 式： $\varepsilon_j = v_j * \mu_j \Rightarrow \mu_j = \frac{\varepsilon_j}{v_j} = \sum_{i:v_i=v_j} \frac{\varepsilon_i}{v_i}$  得知， $j$  暴險類別中以暴險

單位表示的期望違約損失<sup>8</sup>( $\varepsilon_j$ )為  $j$  暴險類別中共同暴險指標乘上  $j$  暴險類別中的預期違約個數( $\mu_j$ )。又根據(11)式，整個投資組合一年內預期發生違約事件的個數為每個暴險分類的期望違約事件個數之加總，因此 可以表示

$$\mu = \sum_{j=1}^m \mu_j = \sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j}。$$

說明如下：將表5中暴險類別相同者加以統計，得到表6，其中期望違約損失為相同暴險類別中各自債務人期望違約損失加總。

表 6 各別暴險類別的預期違約個數

暴險類別 ( $j$ )	債務人人數 ( $n_j$ )	共同暴險指標 ( $v_j$ )	期望違約損失 ( $\varepsilon_j$ )	期望違約事件個數 ( $\mu_j = \frac{\varepsilon_j}{v_j}$ )
1	361	1	0.45	0.450
2	153	2	0.53	0.265
3	71	3	0.35	0.117
4	37	4	0.30	0.075
...	...	...	...	...
52	1	52	0.03	0.00059
...	...	...	...	...
合計	763			$1.21 = \mu = \sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j} = \sum_{j=1}^m \mu_j$

<sup>8</sup> 期望違約損失=信用暴險 × 違約機率 × (1-回收率)。j類別的期望違約損失 ( $\varepsilon_j$ ) 乃是先個別求算期望違約損失後，將暴險類別相同者加總而得。

### 3. 求算預期違約損失分配

利用上一節中(20)~(25)式各遞迴關係求得。

## 4.2 研究設計

### 4.2.1 研究樣本

#### 一、 研究期間

2003年1月31日至2004年12月31日，共計24個月。

#### 二、 資料來源

本研究係採用H銀行提供之中小企業授信資料作為研究資料來源。該公司信用評等分級總共區分為1~9等，其中1為最好，9為最差。各評等所代表之意義分述如表7。

表 7 H 銀行各信用等級表示意義

信用等級	代表意義
1 與 2	正常風險案件
3 與 4	可接受風險案件
5 與 6	需留意風險案件
7 與 8	高風險
9	會遭受損失風險案件

### 4.2.2 取樣標準與違約定義

#### 一、 取樣標準

以H銀行提供之中小企業為樣本，基於一般產業與金融相關產業特性的不同，受政府管制較大，且會計處理不同於其他行業，茲將樣本中金融相關產業刪除，並剔除無信

用評等、資料不全、或資料不合理(疑似有資料輸入問題)者後，共計樣本數有 1583 筆。

誠如上節所述，在建立CreditRisk<sup>+</sup>模型前，需事先已知各個信用評等的違約機率及波動度；之後再建立本論文的核心模型—CreditRisk<sup>+</sup>模型。為了建立各評等違約機率及波動度，我們利用 4.1.1 節所述之方法，先分別統計 2003 年 1 月份到 12 月份中，每個信用等級發生違約之件數，並計算發生違約的頻率  $h_i(R), i=1,2,\dots,12$ ，但礙於資料本身的限制，並非每個月份、每個等級都有歷史違約，導致最後利用(26)、(27)式計算出的  $m(R)$ 、 $s(R)$  出現「0」的數值，為了避免上述情事及順利用運用指數形式的非線性迴歸模型，茲將該商業銀行各信用等級由原本訂定的 9 個等級調整為 3 個等級，分別為低風險型、中風險型、高風險型，其調整說明於表 8。

表 8 信用等級的調整與比較

原本該商業銀行之信用等級		本研究之信用等級	
信用等級	代表意義	信用等級	代表意義
1 與 2	正常風險案件	A	低風險
3 與 4	可接受風險案件		
5 與 6	需留意風險案件	B	中風險
7 與 8	高風險	C	高風險
9	會遭受損失風險案件		

## 二、違約定義

根據新巴塞爾資本協定指出：債權人對債務的償還逾期超過九十天視同違約；因此將樣本中，變數「本月逾期期間項目」超過九十天者與變數「本月滯納天數記號項目」標示異常者，定義為違約。

## 第五章 實證結果分析

由於銀行內部資料取得不易，本研究對象H銀行只提供2003年、2004年，共兩年中小企業授信資料。為順利建構各信用等級違約機率與波動度及建立CreditRisk<sup>+</sup>模型，茲將資料分為兩部分，本研究係利用2003年各月份信用貸款歷史資料來建構各信用等級違約機率與波動度，總計有802筆；再以2004年，共763家中小企業信用貸款資料建製CreditRisk<sup>+</sup>模型，以提撥各項準備金。

### 5.1 敘述性統計

在授信資料方面，經本研究整理發現信用等級為A者在2003年有212家，等級為B者有565家，等級為C者有43家；在2004年等級為A者有84家，等級為B者有493家，等級為C者有186家。整體而言，本研究資料授信戶多被評等為信用等級B。如表9所示。

在信用暴險額度方面，2003年信用暴險平均值為88,032千元，最大暴險額為2,000,000千元，最小暴險額為208千元，差距為1,999,792千元；2004年信用暴險平均值為57,279千元，最大暴險額為1,750,000千元，最小暴險額為84千元，差距為1,749,916千元。由於信用暴險額數值分布甚廣，為了能有效及清楚地分類，我們將信用暴險額取自然對數後將其分組統計，再轉換為信用暴險額，如表10所示。在信用暴險額度中，以16,000千元至32,000千元為數最多，佔了全體比例20%左右，其次為8,000千元至16,000千元。

表 9 授信資料信用等級家數統計表

信用等級	A	B	C	總計
2003年	212	565	43	820
2004年	84	493	186	763

表 10 信用暴險額度統計表

ln( 信用暴險額 )	對應之信用暴險額 ( 千元 )	2003 年 百分比		2004 年 百分比	
$x < 6.91$	$x < 1,0000$	12	1.46	10	1.31
$6.91 \leq x < 7.6$	$1,000 \leq x < 2,000$	27	3.29	23	3.01
$7.6 \leq x < 8.29$	$2,000 \leq x < 4,000$	80	9.76	64	8.39
$8.29 \leq x < 8.99$	$4,000 \leq x < 8,000$	100	12.20	111	14.55
$8.99 \leq x < 9.68$	$8,000 \leq x < 16,000$	130	15.85	142	18.61
$9.68 \leq x < 10.37$	$16,000 \leq x < 32,000$	174	21.22	163	21.36
$10.37 \leq x < 11.07$	$32,000 \leq x < 64,000$	101	12.32	98	12.84
$11.07 \leq x < 11.76$	$64,000 \leq x < 128,000$	82	10.00	63	8.26
$11.76 \leq x < 12.45$	$128,000 \leq x < 256,000$	49	5.98	51	6.68
$12.45 \leq x < 13.15$	$256,000 \leq x < 512,000$	33	4.02	26	3.41
$x \geq 13.15$	$x \geq 512,000$	32	3.90	12	1.57
總計		820	100.00	763	100.00
最小值		208(千元)		84(千元)	
最大值		2,000,000(千元)		1750,000(千元)	
平均值		88,032(千元)		57,279(千元)	

## 5.2 信用評等的違約機率與波動度

本研究係利用2003年各月份信用貸款歷史資料，總計有802筆，來建構各信用等级違約機率；再將各信用等级違約機率映象到各個授信戶，以順利建立CreditRisk<sup>+</sup>。

根據第4.1.1節所述，運用指數形式之非線性迴歸<sup>9</sup>模型來配適模型，得到迴歸模型如下：

$$DP(x) = 0.000403 \cdot e^{1.094953 \cdot x} \quad x = 1, 2, 3 \quad (29)$$

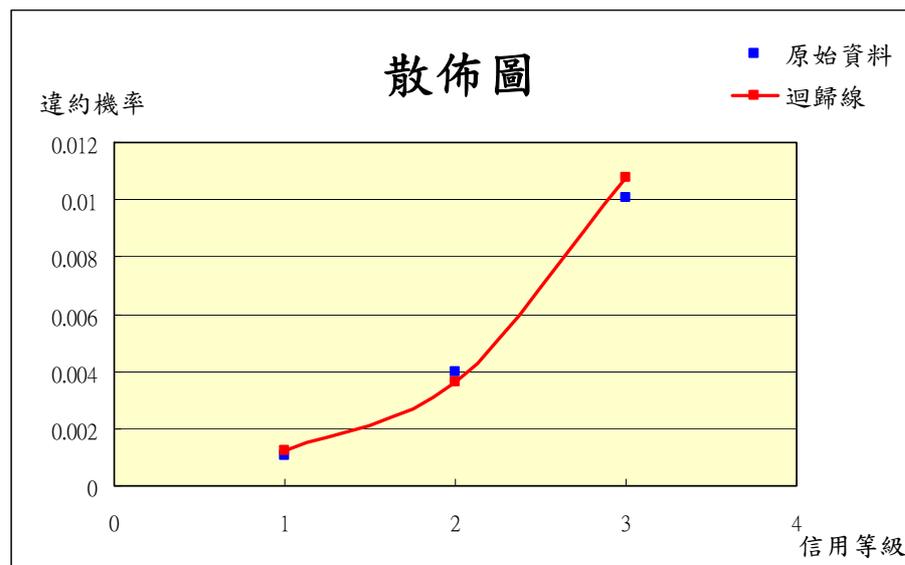
將x=1、2、3分別帶入(29)式中，得到各個信用等级的違約機率值，經由表11，我們可以觀察到評等越差的公司發生違約的可能性越高。圖5為迴歸結果與原始資料之比較。

<sup>9</sup> 本研究計算違約機率方面，經原始資料散佈圖觀察，因信用等级分類只有三個分類，信用等级與違約機率呈現線性，因此本研究嘗試利用線性迴歸來配適，其迴歸模型如下： $DP(x) = -0.003106 + 0.004081x$ ， $x=1, 2, 3$ ，其中信用等级A，其違約機率為0.10%；信用等级B，其違約機率為0.51%；信用等级C，違約機率為0.91%。經散佈圖比較發現，在模型配適方面指數形式之非線性迴歸較線性迴歸佳，因此，本研究最後採用「指數形式之非線性迴歸」來求算違約機率值。

表 11 信用等級違約機率及波動度

信用等級	違約機率 <sup>10</sup> (%)	違約機率波動度
A	0.12	0.0036
B	0.36	0.0094
C	1.08	0.0081

圖 5 迴歸結果與原始資料散佈圖



### 5.3 信用風險加成模型台灣資料實證結果

經由上一小節求得違約機率與違約波動度後，緊接著建立損失分配，本節依照第

<sup>10</sup>洪雪媚(2003),”新巴塞爾資本協定對國內中小企業影響之實證研究”, 檢測 85~90 年為基期受評公司樣本之違約機率發現，國內零售型中小企業 (small and medium enterprises, 簡稱SMEs) 違約機率僅 0.92%。

四章第一節的作法來建立H銀行2004年中小企業授信戶之損失分配函數。

在求算損失分配時，為了精簡計算債務人的資料，及運算上便利性，做了以下的假設：

1. 為了精簡計算債務人資料，將2004年中小企業授信戶中，最大的暴險額除以100作為暴險單位，即暴險單位 $L = 17500$ (千元)。
2. 假設回收率(Recovery Rate)為 50%。
3. 由於資料上的限制，無法明確的歸類得知各債務人主要受到哪些系統因素所影響，因此，假設所有的債務人的違約機率波動度只受到一個系統性因素的影響，因此將所有債務人分配至一個部門(one sector)，即部門分配比率為100%。

#### 一、預期違約數

整個投資組合經過分類後，可以算出預期約有1.21個授信戶在未來的風險衡量期間會發生違約。換言之，在此包含763位債務人的投資組合中，平均約有2位債務人會在未來的風險衡量期間內將發生違約。因此，此投資組合的平均違約機率大約為0.26% (=  $2/763 * 100\%$ )。



#### 二、預期違約損失分配

利用前述假設及估計的違約機率，本研究針對H銀行所收集到763個中小企業授信資料，藉由CreditRisk<sup>+</sup>模型，計算每位債務人的預期違約損失，並且建立其預期違約損失分配（圖6），及求得各種百分位損失水準的臨界值（表12）等資訊，提供金融機構風險管理者在管理信用風險之用。

根據表12顯示，此一投資組合的平均違約損失(預期違約損失)為110,266千元。預期違約損失分配的99%損失水準臨界值為840,299千元。

如果透過預期違約損失分配的99%損失水準臨界值求算經濟資本時，此經濟資本為730,033千元 (=  $840,299 \text{千元} - 110,266 \text{千元}$ )。也就是說當債權人發生非預期損失時，銀行需要準備的額外自有資金為730,033千元，以因應非預期性的損失。

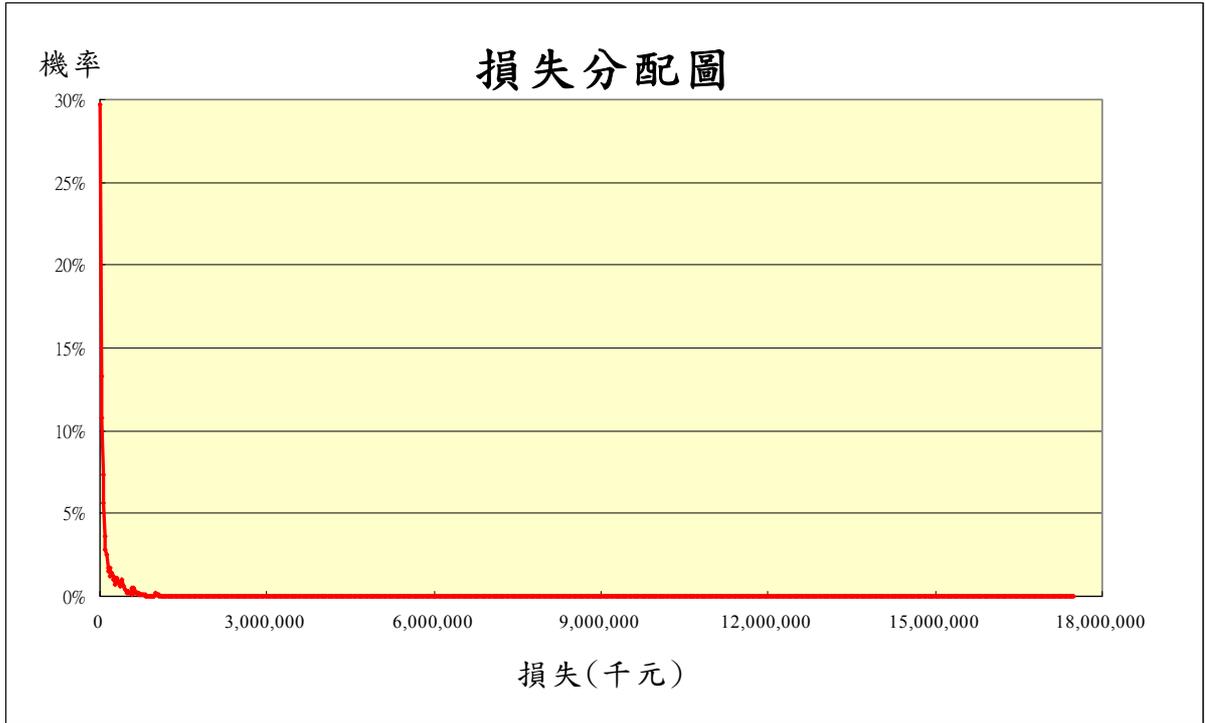
年度信用準備提撥金額(ACP)即是預期違約損失金額110,266千元。

若附加信用準備上限(ICR cup)定義為預期違約損失分配的99%損失水準臨界值時，其為840,299千元。換言之，當極端狀況出現時(99%水準)，銀行需承擔最大的信用損失為840,299千元，此項金額的功能為用來彌補年度信用準備之不足。

表 12 各種百分位損失水準的臨界值

Percentile	Credit Loss Amount
	(千元)
Mean	110,266
50.00	28,835
75.00	116,674
95.00	472,161
97.50	623,392
99.00	840,299
99.50	1,005,989
99.75	1,085,745
99.90	1,262,160

圖 6 預期違約損失分配



## 第六章 結論與建議

### 6.1 研究結論

本研究主要針對CSFB提出CreditRisk<sup>+</sup>模型在信用風險管理上加以探討，並且利用H銀行中小企業貸款相關資料，驗證其模型的可行性，提撥各項經濟資本、損失準備等，提供金融機構在從事中小企業風險管理與衡量時另一個選擇。由前一章節台灣資料實證結果，我們針對損失分配及各項準備金做以下結論：

- 一、 CreditRisk<sup>+</sup>模型最主要是用來衡量及管理信用違約風險。當投資組合預期損失發生時，運用事前提撥的年度信用損失準備（ACP）來做有效的控制。當投資組合中非預期信用損失發生時，金融機構事前需要額外準備自有資本，來因應未預期信用損失所帶來的衝擊，該模型提出了利用提列經濟資本來有效規避非預期損失的發生；且提出利用邊際信用損失準備的上限（ICR cup），來避免當更極端的狀況出現時（99%水準），伴隨而來的非預期損失。若損失超過非預期信用損失區間時（如超過99%水準），利用情境分析，來模擬較大範圍的變動（如增加違約率及違約波動性來模擬經濟蕭條等）對於整個投資組合的影響。利用各種限額管理制度，來避免金融機構遭致重大損失而倒閉。例如運用信用限額來控制暴險額的大小，信用評等佳或是借款期限較短者，給予較大的限額；運用集中限額來控制國家、或產業部門的集中程度，管理尾端風險。
- 二、 在使用CreditRisk<sup>+</sup>模型前，需先已知各個授信戶之違約機率，本研究利用指數形式之非線性迴歸模型來配適模型，得到各個信用評等的違約機率：信用等級A，其違約機率為0.12%；信用等級B，其違約機率為0.36%；信用等級C，其違約機率為1.08%。呈現信用等級越差，違約機率越大之趨勢。
- 三、 本研究計算出預期約有1.21個授信戶在未來的風險衡量期間會發生違約。換言之，在此含有763位債務人的投資組合中，平均約有3位債務人會在未來的風險衡量期間內將發生違約。因此，此投資組合的平均違約機率大約為0.26%，對應於各信用等級違約機率，我們推測投資組合內各中小企業授信戶多為信用等級B者居多，其推論結果與實際結果相符。
- 四、 本研究嘗試將中小企業授信戶資料代入模型後，估計各項損失及提撥準備額度

如下：

損失及提撥準備	千元
預期違約損失	110,266
預期違約損失分配的99%損失水準臨界值	840,299
經濟資本	730,033
年度信用準備提撥金額(ACP)	110,266
附加信用準備上限(ICR cup)	840,299

## 6.2 研究建議

- 一、由於國內金融機構對於信用風險管理起步較國外大型金融機構晚，國內商業銀行內部普遍甚少建立相關資料庫以利風險管理時之用，銀行客戶數量龐大，短時間收集建制完整性的資料有其困難度，囿於資料蒐集之限制，本研究的时间範圍侷限在2003年至2004年間，由於所蒐集到的授信戶其信用評等多集中於某幾個評等上，故本研究將信用評等分類做了些許調整合併；並且由於樣本數及無法真實獲知授信戶會受到哪些系統性因素之影響，故違約率的波動性本研究暫不予以考慮，且假設全體授信戶只會受到相同系統性因素影響。未來研究方向，可以運用較長的時間範圍與增加公司樣本，以建立模型的廣度與加強解釋能力，以幫助銀行對於中小企業授信戶的風險管理。
- 二、在估算違約機率方面，本研究礙於歷史資料嚴重不足，採用非線性迴歸來估算，建議後續讀者未來估算違約機率時，方可考慮利用財務比率相關資訊及債權人本身信用資料，運用Logit Regression或Probit Regression取得違約機率，亦是另一途徑。
- 三、雖然信用風險在金融機構中佔的比率高達60%，但由近幾年重大的金融風險事件觀察，並非單單只是由單一風險造成，往往是信用風險、市場風險與作業風險交互作用所造成的災難。故如何同時衡量各項風險與建制整體的風險管理體制，亦可以作為後續研究者研究的方向。

## 6.3 研究貢獻

- 一、 國內學者在研究信用風險模型所採用的樣本多為上市、上櫃公司，本研究以中小企業為研究對象，明確描述金融機構在管理中小企業信用風險時可能面臨的困境，即中小企業之會計制度較不健全、財務資訊無法真實反應公司情況，並針對此一困境尋求解決之道，提出CreditRisk<sup>+</sup>模型，來協助金融機構有效管理其信用風險，精確提列各項準備金。
- 二、 實證方面，回顧過去相關風險管理文獻，多以KMV模型、Credit Metrics模型等結構型模型為主軸，加以探討應用，鮮少以CreditRisk<sup>+</sup>模型來做探討研究。藉由本研究的探討，方可提供給學術界及後續研究者對於該議題相關研究一些參考與幫助，並提供金融機構管理信用風險的另一種模型選擇。



## 參考文獻

1. 于宗先、王金利(2000),「台灣中小企業的成長」,聯經出版事業公司。
2. 洪雪媚(2003),「新巴塞爾資本協定對國內中小企業影響之實證研究」,國立台灣大學國際企業學研究所。
3. 吳惠林(2005),「中小企業白皮書」,經濟部中小企業處。
4. 經濟部中小企業處(2005),「中小企業融資指南」。
5. 張永吉(2005),「新版巴塞爾資本協定本國銀行業信用風險之探討- CreditRisk<sup>+</sup>信用風險模型研究」,東吳大學商學院企業管理學系碩士在職專班碩士論文。
6. 黃仁德、陳淑郁著(2005),「信用風險衡量理論與實務」,財團法人中華民國證券暨期貨市場發展基金會。
7. Altman, E. (1968), "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy.", *The Journal of Finance*, pp. 589-609.
8. M.B. Gordy(2000), "A Comparative Anatomy of Credit Risk Models.", *Journal of Banking and Finance*, 24 (1-2), 119-149
9. M. Crouhy, D. Galai, R. Mark(2000), "A comparative analysis of current credit risk models.", *Journal of Banking & Finance*, Number 24 59-117
10. M.B. Gordy(2002), "Saddlepoint Approximation of CreditRisk<sup>+</sup>.", *Journal of Banking and Finance*, Volume 26, Number 7, pp. 1337-1355
11. R.Mario(2004), "CreditRisk<sup>+</sup> by Fast Fourier Transform.",  
[http:// gloriamundi.org/picsresources/mrm.pdf](http://gloriamundi.org/picsresources/mrm.pdf)
12. Verónica Balzarotti, Christian Castro and Andrew Powell(2004), "Capital Requirements in Emerging Countries: Calibrating Basel II using Historical Argentine Credit Bureau Data and CreditRisk<sup>+</sup>", Business School Working Papers from Universidad Torcuato Di Tella.

<http://www.utdt.edu.tw/departamentos/empresarial/cif/pdfs-wp/wpcif-072004.pdf>

13. C. Bluhm, L. Overbeck, C. Wagner(2003), “An Intorduction to Credit Risk Modeling”,  
Chapman & Hall/CRC

