

97CBC-金-1 (委託研究報告)

台灣金融體系之壓力測試

期末報告

本報告係計畫主持人的個人意見, 不代表委託機關及計畫主持人所服務單位的立場

計畫委託單位: 中央銀行金融業務檢查處

計畫主持人: 鍾經樊

中華民國九十八年一月

1	序言	1
2	壓力測試概論	1
2.1	壓力測試的特點	1
2.2	壓力測試的結構	3
2.2.1	呈現壓力測試結果的指標	5
2.3	壓力測試的測試範圍	7
3	風險因子的分析	8
3.1	資本適足率的分析	9
3.1.1	總體壓力測試程式	9
3.1.2	風險權數	10
3.1.3	資本適足率變動的解析	12
3.1.4	資產變動對資本適足率的影響	13
3.2	風險因子對資產負債表的影響	16
3.2.1	放款的預期損失與未預期損失	17
3.3	信用風險	18
3.3.1	逾期放款的增加	19
3.3.2	多種信評等級放款的降級	23
3.3.3	放款覆蓋率的變動	25
3.4	利率風險	27
3.4.1	淨利息現金收益	27
3.4.2	債券持有部位	29
3.5	權益價格風險	32
3.5.1	股票持有部位	32
3.6	匯率風險	33
3.6.1	外幣淨持有部位	34
3.7	企業與家計部門的信用連結	36
3.7.1	企業或個人的淨利息現金收益	38
3.7.2	企業或個人的債券持有部位	40
3.7.3	企業或個人的股票持有部位	42

3.7.4	企業或個人的外幣淨持有部位	44
3.8	流動性風險	46
3.8.1	日現金淨流入量與流動性風險	47
3.9	銀行間的傳染風險	50
3.9.1	債務矩陣	53
3.9.2	剩餘資本、破產指標、破產首發指標矩陣	54
3.9.3	破產的定義	56
3.9.4	特定壓力情境下的傳染風險	56
4	壓力測試實證結果	58
4.1	資料	58
4.2	壓力測試結果	58
5	結論	64
	附錄 1：2007 年第四季資料的基本統計量	66
	附錄 2：壓力測試結果	80
	附錄 3：「台灣金融體系之壓力測試」委託研究計畫期中報告審查會會議記錄	96
	附錄 4：「台灣金融體系之壓力測試」委託研究計畫期末報告審查會會議記錄	107

總體壓力測試程式中的資料向量與矩陣

符號	維數	解釋
a	$n \times 1$	資產
l	$n \times 1$	負債
c	$n \times 1$	資本
a*	$n \times 1$	風險加權資產
ψ	$n \times 1$	資本適足率
A	$n \times K$	K 種資產科目
a_j	$n \times 1$	第 j 種資產科目, 矩陣 A 的第 j 直欄
L	$n \times L$	L 種負債科目
l_j	$n \times 1$	第 j 種負債科目, 矩陣 L 的第 j 直欄
η	$K \times 1$	K 種資產科目的風險權數
$\bar{\eta}$	$n \times 1$	平均風險權數
$\dot{\psi}$	$n \times 1$	資本適足率的變動
$\dot{\mathbf{A}}$	$n \times K$	K 種資產科目的變動額
$\dot{\mathbf{L}}$	$n \times L$	L 種負債科目的變動額
信用風險:		
G	$n \times (m + 1)$	m 類放款以及總放款
λ	$(m + 1) \times 1$	逾放擴散係數
g	$n \times 1$	總放款, 矩陣 G 的最後一個直欄
\mathbf{g}^-	$n \times 1$	逾期放款
g_j	$n \times 1$	第 j 等級放款
h_j	$n \times 1$	第 j 等級擔保品價值
利率風險:		
\mathbf{b}_j^+	$n \times 1$	第 j 到期日別債券資產
\mathbf{b}_j^-	$n \times 1$	第 j 到期日別債券負債
\mathbf{d}_j^*	$n \times 1$	第 j 到期日別存續期間缺口
權益價格風險:		
s_j	$n \times 1$	第 j 種股票持有部位
匯率風險:		
f_j	$n \times 1$	第 j 種外幣淨持有部位

1 序言

本計畫的主旨在於設計適用於我國金融體系的壓力測試情境、評估各類壓力測試情境發生的可能性、並衡量其對金融體系的衝擊程度，以瞭解我國金融體系承受不同程度財金危機的能力。

1990 年代中期以來，由於臺灣銀行家數增加、銀行併購、金控成立、以及直接金融快速成長，金融體系的規模快速擴大，再加上金融自由化、全球化及 1980 年代以來開發中國家多次的金融危機，台灣金融體系越來越暴露於重大衝擊所帶來的風險，金融不穩定的機會大為增加，要如何維持金融穩定自然成爲我國中央銀行的一個重要課題，由 OECD 國家爲代表之多個國家所發佈的金融穩定報告可知，爲維持金融穩定，各國央行無不極力發展監控及評估金融穩定的方法，而壓力測試便是一個越來越重要的工具。

本計畫是以 IMF 研究員 Martin Čihák 所創製的壓力測試軟體 Stress Tester 2.0 爲根基，並進而參考各國先例，使用台灣資料，以設計適用於我國金融體系的壓力測試模型，探討我國金融體系對來自利率風險、匯率風險、信用風險、權益市值風險、以及銀行間傳染風險，乃至於流動性風險之壓力的敏感度，並考慮總合這些風險的情境壓力測試。

2 壓力測試概論

壓力測試的主要目的是檢驗一些極端但有一定可能性之事件的影響，也可用來測試金融機構或金融體系的曝險程度及風險承擔能力。

2.1 壓力測試的特點

1. 壓力測試的測試過程與分析結果直覺易懂，相關人士不論是否具備風險管理的專業知識，皆能了解壓力測試的意義，所以壓力測試是一個非常有效的信息揭露工具，不僅有助於外界了解壓力測試對象的曝險程度及風險承擔能力，也有助於壓力測試對象內部各部門之間的溝通。
2. 資料是壓力測試的基石，但由於壓力測試處理的是罕見的極端事件，尤其是那些因缺乏資料或因流動性不佳而無法使用統計指標（例如風險值）捕捉的極端風險，所以相關資料永遠是不足夠的，以至於壓力測試必須建立在許多簡化假設上，也因此進行壓力測試結果的分析前，必須明確的說明所做的假設以及這些假設的適用性。

3. 壓力測試的範圍與內容、執行的層次與深度, 乃至於壓力情境的設計, 均受到壓力測試對象所面對的風險類型以及所能獲取之資料多少的限制, 也很受到主其事者主觀意願的影響, 以致壓力測試的執行難以標準化, 對不同的壓力測試也不易進行比較分析。
4. 壓力測試可同時考慮多種不同的風險, 包括市場風險 (含利率、匯率、股價、不動產價格及商品價格變動所導致的風險)、信用風險、作業風險、流動性風險、以及銀行間傳染風險等, 也可同時納入政策法規、市場結構驟變、以及自然災害所造成的總合影響。但以往的壓力測試大多集中在有參考市價之市場風險的評估上, 雖然銀行所面對的信用風險遠大於市場風險, 對缺乏參考市價之信用風險則較少進行壓力測試。
5. 相同的壓力測試在不同時點執行所得到的任何改變都是警訊, 因此對不同時點之測試結果的比較非常重要, 正因為需要持續使用相同的壓力測試以比較其在不同時點的結果, 縱使已知某些壓力測試的情境設定已不合時宜也無法輕易更動。
6. 縱使根據相同的歷史事件 (例如 1987 年美國股市的崩盤), 情境的設計 (尤其是對衝擊大小的設定) 還是會有很大的差異。
7. 壓力測試僅能檢驗特定事件的直接衝擊, 較少深究連鎖反應的最後影響。
8. 壓力測試無法處理非量化的因素, 如公司治理、法律風險及稅務風險等。

風險值與壓力測試 風險值 (VaR) 所呈現的是在某一給定可能性下金融機構或金融體系所能遭遇到之最大負面衝擊的大小, 壓力測試相對於風險值有如下異同, 因此兩者間具互補作用:

- 風險值著重在正常市場狀況下的損失極限, 壓力測試所探討的則是異常事件的衝擊。
- 相對於風險值並不探究負面衝擊的肇因, 壓力測試的過程則可清楚呈現特定事件與其所造成之後果間的因果關係。
- 壓力測試著重在分析特定事件發生後的影響, 特定事件的可能性大小在壓力測試中並未扮演重要的角色 (只要求發生特定事件不是完全不可能), 因此統計分析乃至統計上的假設也就不是關鍵。相對的, 風險值則完全是統計分析的結果, 很受資料以及統計假設之適用性的影響, 若極端損失的案例在過去資料中極為罕見, 或是損失的分配假設 (多為常態分配假設) 有缺失, 則由此導出的風險值便很有問題, 非常需要不受這些問題影響之壓力測試的驗證。

2.2 壓力測試的結構

- 根據所考慮的風險數目, 壓力測試可分為敏感度測試與情境測試兩類:
 1. 敏感度測試是用來檢驗單一風險因子 (例如利率、匯率、或資產價格) 或是一小組彼此高度相關風險因子之劇烈變動的影響
 2. 情境測試可用來檢驗多個風險因子劇烈變動的影響, 情境又可分為歷史情境 (過去曾發生過的金融市場巨變) 和假設情境 (過去未曾發生但卻可能的金融市場巨變)。
- 根據所使用的資料類型, 壓力測試可分為由下而上與由上而下兩類:
 1. 建立在個別金融機構資料之「由下而上」的壓力測試
 2. 建立在彙總資料之「由上而下」的壓力測試

後者的優點是對資料的需求較低以及模型與計算過程都較簡單, 而缺點是無法考量個別金融機構的集中度風險以及銀行間的相關性與傳染風險 (不同銀行之相對風險的些許改變, 有時候是會造成很大的整體衝擊)。事實上, 同時採用個別金融機構資料與彙總資料的壓力測試最為常見。¹

- 壓力測試的模型架構大致可分為三部份:

1. 總體經濟模型:

壓力事件均源自總體經濟, 所以需經由總體經濟模型中的總體經濟變量呈現特定壓力事件的衝擊。

給定包含一組交互影響內生總體經濟變量的向量 \mathbf{x}_t 以及包含一組外生變量的向量 \mathbf{z}_t , 總體經濟模型乃一如下的 VAR 計量模型或是誤差修正修正計量模型

$$\mathbf{x}_{t+1} = g(\mathbf{X}^t, \mathbf{Z}^t | \boldsymbol{\psi}) + \boldsymbol{\varepsilon}_t, \quad (1)$$

這裡的 \mathbf{X}^t 代表在 t 時點之前 \mathbf{x}_t 的所有觀察值 (亦即 $\{\mathbf{x}_t, \mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{x}_{t-2}, \dots\}$), \mathbf{Z}^t 代表在 t 時點之前 \mathbf{z}_t 的所有觀察值 (亦即 $\{\mathbf{z}_t, \mathbf{z}_{t-1}, \mathbf{z}_{t-2}, \dots\}$), 而 $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ 乃一隨機誤差項, g 則是一個以 \mathbf{X}^t 與 \mathbf{Z}^t 為自變量的 (線性或是非線性) 函數式, 其內還包括一個未知而需要估計的參數向量 $\boldsymbol{\psi}$ 。所以進行壓力測試前, 通常需收集總體經濟變量的時間序列資料以估計參數向量 $\boldsymbol{\psi}$ 。

¹例如, 總體經濟變量對逾期放款的影响可以彙總資料進行推估, 逾期放款之變化對個別金融機構的影响則以金融機構資料進行推估。

2. 鏈接模型:

由於總體經濟模型大多未包括金融部門的變量, 所以需要一些鏈接模型將總體經濟變量與金融機構的財務報表相連結, 以將受到壓力事件衝擊之總體經濟變量的影響傳遞到金融機構的財務報表。鏈接模型與總體經濟模型一樣, 通常也需事先估計, 而這個估計過程除了需要總體經濟變量的時間序列資料外, 通常還需要多家金融機構的追蹤資料

鏈接模型通常可以如下形式表示:

$$y_{it} = h(\mathbf{X}^t, \mathbf{Z}_i^t | \theta) + u_{it} \quad (2)$$

這裡的 y_{it} 乃第 i 家金融機構之某一財務報表變量在第 t 時點的觀察值, \mathbf{X}^t 代表各家金融機構在 t 時點之前所面對之總體經濟變量 \mathbf{x}_t 的所有觀察值, 而 \mathbf{Z}_i^t 代表第 i 家金融機構在 t 時點之前所面對之其他變量 \mathbf{z}_{it} 的所有觀察值。進行壓力測試前, 通常需收集各家金融機構的追蹤資料以估計參數向量 θ 。

常見的鏈接模型包括:

- 各種風險因子對資本以及對風險加權資產的影響, 乃至於對資本適足率的影響。
- 總體經濟變量對信用風險的影響 (Pesola, 2005)。
- 利率對逾期放款的影響 (利率的信用風險)。
利率上升將增加借款人還款的負擔, 利率與逾期放款 (以及呆帳損失) 有正向關係, 雖然借款人收入相對於本金利息支出的大小、財務槓桿的高低、備抵呆帳與擔保的程度、乃至於不動產市場曝險的大小都有影響。
- 匯率對企業財務槓桿的影響, 以及企業財務槓桿對金融機構之逾期放款的影響 (匯率的信用風險)。

但在鏈接模型的設定與估計上可能會有如下問題:

- ① 根據承平時期的資料所估計的線性鏈接模型可能無法描述壓力情境下的非線性反應。
- ② 根據 Lucas 評議, 整個經濟體系在壓力情境下極可能會發生結構上的改變, 導致鏈接模型的係數估計乃至於模型結構產生改變。

因此有時不能完全訴諸於本國的歷史資料, 而必須參考他國的經驗甚至採用相當主觀的設計。

3. 金融機構的財務報表

壓力事件的衝擊最終將反應到金融機構的財務報表上, 並以一個或數個能夠代表金融機構健全度的指標 (請見下一小節) 來呈現壓力測試的結果。

2.2.1 呈現壓力測試結果的指標

壓力測試的結果必須經由一些對壓力測試之風險因子有所反應,且能呈現個別金融機構健全度 (financial soundness) 的指標。可能的指標包括:

1. 資本額 (capital) :

任何影響償債能力的風險因子都影響資本額,因而很易於將資本額與總體經濟相連結,但資本額做為絕對值較不易於做跨金融機構的比較。

① 資本化 (capitalization) :

通常以資本額 (或淨值) 除以資產 (或風險加權資產 RWA, 即資本適足率) 表示,是可進行跨金融機構比較之最常用的金融健全指標,但我們也必須了解,資本化的變動不見得就表示金融體系有問題。

② 所需資本挹注 (capital injection needed) :

代表金融體系在壓力情境下的潛在損失,直接呈現執行壓力測試者所最關心的結果。

2. 利潤 (profit) :

由於金融機構在正常狀況下應可獲得利潤,因此在動用資本額前當然會以利潤做為對抗壓力情境的第一線防衛,若直接以資本額的變動來呈現壓力情境下的損失,通常會高估風險因子的影響。²

要觀察風險因子對利潤的影響,通常可以風險因子對「利潤緩衝量」(profit buffer) 的衝擊來表示,而利潤緩衝量則定義為正常狀況下所可獲得的利潤,或是更具體的以金融機構過去十年的年平均利潤為其定義。

① 獲利能力 (profitability) :

以權益報酬率 (ROE)、資產報酬率 (ROA)、或風險調整後資產報酬率表示,一旦以權益或資產為基準來呈現利潤的大小,便可進行跨金融機構的比較。

② 淨利息收益等利潤細項:

可呈現特定風險因子對金融體系中特定部份的影響,例如,利率的變動可能對利潤中的淨利息收益有直接且較易進行計量分析的影響。

²也有人持不應考慮利潤之緩衝效果的保守觀點。

3. Z 評分 (z-scores) :

Z 評分可視為前述資本與利潤的結合, 其定義相當接近「違約距離」(distance to default) 的概念:

$$Z = \frac{\mu + k}{\sigma}$$

其中 k 是權益資本佔資產比例、 μ 是稅後報酬佔資產比例、 σ 是稅後報酬佔資產比例的標準差。Z 評分所顯示的是稅後報酬要降低多少個標準差以耗盡權益資本, 所以 Z 評分越高, 金融機構破產的可能性就越低。

4. 信用評等與違約機率:

信用評等與違約機率可顯示金融機構的償債能力與流動性, 故可做為壓力測試的評估基準, 尤其是若有現成的信用評等或違約機率模型, 則可直接用來分析風險因子對信用評等或違約機率的影響。

5. 貸放損失 (loan losses) :

貸放損失的計算要遠較資本損失為簡單, 但其缺點是未將資本與利潤等的破產緩衝機制納入考量, 且當貸放損失只侷限於部份金融機構時, 只看貸放損失會低估壓力測試的整體影響。

6. 流動性指標:

若壓力情境是建立在流動性風險因子上, 則其影響的評估必須納入一些流動性指標。

7. 市場價值指標:

相對於前述會計指標, 證券價格、違約距離、信用違約交換 (credit default swap, CDS) 溢酬等呈現金融機構之市場價值的指標雖有資料產生頻率較高的優點, 但前提是對應的市場夠深、交易量夠大。

除了以個別金融機構的指標來呈現壓力測試的結果, 也可將金融機構分為幾個不同的集團, 以集團的指標來呈現壓力測試的結果。常見的分組根據有:

- 業主類別: 公營、民營、外國
- 金融機構的大小
- 經營狀況的好壞

2.3 壓力測試的測試範圍

壓力測試可就其測試範圍分為如下兩類：

1. 個體壓力測試：

個別金融機構使用本身的資料執行壓力測試，各金融機構可根據自身的狀況設計客製化的測試模型並進行深入的壓力情境，可充分發揮風險管理人員的內部知識，但其缺點則是無法確保各金融機構執行可比較的壓力測試，也無法評估銀行間的相關性與傳染風險。

2. 總體壓力測試：

由獨立機構（中央銀行、金融監理當局、或國際金融組織）針對整個金融體系進行壓力測試，亦即對金融體系中所有的或是主要的金融機構執行統一的壓力測試。

個體壓力測試的發展 由於金融服務業的開放與整合、新種金融商品的創新與多元化、跨國資金流量的激增使得利率與匯率變動遠較以往為大等等因素，均使風險管理成為銀行極為關切的課題。1990 年代初期國際大型金融機構發展出壓力測試作為其風險管理工具，用以評估極端衝擊下對銀行資產負債組合的影響。之後「巴塞爾銀行監理委員會」(BCBS) 以及「國際證券監管組織」(International Organization of Securities Commissions, IOSCO) 更明白要求各金融機構將壓力測試列為管理風險的工具。這裡列舉世界各國的金融機構進行大量個體壓力測試後所得到的一些經驗：

- 壓力測試主題依序以股價（崩盤）、利率（上升）、新興市場（崩盤）、流動性（下降）、及信用利差（增加）³ 為最普遍，針對基本商品及選擇權的測試並不多見。
- 同時納入市場風險與信用風險及其交互作用的壓力測試很少見，但當不同產品間的交互作用對曝險有相當影響時，則壓力測試偶而會考慮這種交互作用。
- 壓力測試已經是一個標準的風險管理工具，大多數銀行每週甚至每天都要進行一些壓力測試以了解本身的風險面貌，也會將結果報知高層（銀行高層對壓力測試結果通常都相當有興趣），三分之二以上的銀行會根據壓力測試而改變部位。
- 對於壓力測試的結果並沒有制式化的回應，例如當採用壓力測試結果以設定交易部位的上下限時，銀行會對其現有部位，其他銀行的部位，乃至於市場的大小做綜合的考量。

³殖利率曲線的平行移動，亦即長短期債券殖利率的同步變動。

總體壓力測試的發展 在金融自由化及國際化的趨勢下，維持金融體系穩定的困難度大為提高，IMF、世界銀行、以及國際清算銀行等國際金融組織也因而建議，金融主管當局應將壓力測試列為監控金融體系的系統風險（以銀行間傳染風險為主）及脆弱性的重要工具。

總體壓力測試可說是肇始於 IMF 與世界銀行所共同推動之「金融部門評估計畫」(Financial Sector Assessment Program, FSAP)，許多國家的總體壓力測試都遵循 FSAP 的架構。尤其值得一提的是，在 FSAP 計畫下所建立的「金融健全指標」(Financial Soundness Indicators, FSI)，以及歐洲中央銀行體系 (The European System Central Banks, ESCB) 針對歐洲經濟的特性及需要所建置的「總體審慎指標」(Macroprudential Indicator, MPI)，做為承平時期的監控機制，可與監控危機狀態的壓力測試形成重要的互補關係。FSAP 更持續整合 FSI 與壓力測試，以擴增 FSI 的用途。

這裡列舉世界各國的金融主管機關進行總體壓力測試所得到的一些經驗：

- 多數國家的金融穩定報告 (Financial Stability Report) 都包括了總體壓力測試結果，測試結果大都支持相應金融體系的穩定及承擔風險的能力。
- 總體壓力測試大都涵蓋轄區內所有的銀行，其他類型的金融機構則不多見，若有則是以保險公司為主。絕大多數的總體壓力測試都是建立在個別銀行資料之「由下而上」的壓力測試。
- 總體壓力測試的測試對象以信用風險最普遍，利率風險次之，匯率風險也有，但大都只列舉淨外幣持有部位而未對之施行完整的壓力測試。匯率的間接風險乃至於銀行間傳染風險都較少考慮。
- 總體壓力測試大都採敏感度分析的型式，情境分析較少，有些也納入了計量模型，但相對於各國中央銀行用來分析總體經濟的總體經濟計量模型，總體壓力測試中的計量模型都相當簡單。

3 風險因子的分析

本研究將探討利率風險、匯率風險、信用風險、銀行間傳染風險、以及流動性風險的衝擊，乃至於總合這些風險的壓力情境，分析這些風險因子之極端不利的變動，如何經由個別銀行之財務報表中相關科目的變動，最終影響到各該銀行的兩大關鍵指標：資本適足率與現金流量，是故本研究以資本適足率或現金流量為分析標的之壓力測試的建置可分為三個步驟：

步驟一：肇因的確任 決定風險因子及其變動程度

步驟二：因果關係的確任 決定風險因子的變動如何影響銀行財報中資產、負債、與資本的各科目

步驟三: 結果的確任 決定銀行財報科目的變動對銀行資本適足率或現金流量的影響

本計畫所考慮的利率風險、匯率風險、信用風險、權益價格風險、銀行間傳染風險均以資本適足率為分析標的, 而流動性風險則是以現金流量為分析標的。

在本節的概括性理論分析中, 我們將以簡單的數式說明各種風險因子如何影響各銀行的資本適足率, 以及流動性風險發生時各銀行之現金流量所產生的變化。這些分析將成為壓力測試的設計根據, 除了讓我們得以綜觀壓力測試的設計原理及整體架構外, 更重要的是可以明確的列舉壓力測試設定中的各種假設, 尤其是那些將某些關鍵變量設定為固定不變之參數並賦予特定數值的假設。

3.1 資本適足率的分析

不論壓力測試所考慮的是風險因子為何 (利率、匯率、或信用), 只要測試的目的是觀察風險因子對資本適足率的影響, 便需對資本適足率進行深入的敏感度分析。給定資產 A 、負債 L 、資本 C 、與風險加權資產 A^* , 資本適足率 ψ 的定義是 C/A^* , 其中資本等於資產減負債 $C = A - L$, 而風險加權資產 A^* 則是資產的函數 — 不同類型的資產科目將根據不同的風險權數加總成為風險加權資產, 因此可得

$$\psi = \frac{C}{A^*} = \frac{A - L}{A^*} \quad (3)$$

風險因子在壓力測試中所被賦予的任何變動都必須遵循如下的模式來影響資本適足率: 一、經由對資產 A (或是負債 L) 的影響對資本 C 產生影響; 二、經由資產 A 的變動對風險加權資產 A^* 產生影響; 三、再加總這兩準種影響成為對資本適足率 $\psi = C/A^*$ 的最終影響。換言之, 以資本適足率為研究標的之壓力測試所探討的就是資本適足率的變動:

$$\Delta\psi = \frac{C + \Delta C}{A^* + \Delta A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (4)$$

$$= \frac{(A + \Delta A) - (L + \Delta L)}{A^* + \Delta A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (5)$$

這裡的 Δ 代表對應變量的變動值。壓力測試所做的不外乎就是針對給定風險因子的某些極端變動, 逐步計算風險因子對資產 A 與負債 L 的影響、對資本 C 與風險加權資產 A^* 的影響、最後導出資本適足率可能的變動。

3.1.1 總體壓力測試程式

總體壓力測試程式的主要特點是必須同時分析多家銀行的資本適足率如何受到不同風險因子的影響,

因此有必要將所有的分析過程與結果，採用能夠同時包含多家銀行資料的向量矩陣符號表示，以利於總體壓力測試電腦程式的編寫。

假設有 n 家銀行，並假設 \mathbf{a} 、 \mathbf{l} 、 \mathbf{c} 、 \mathbf{a}^* 、 $\boldsymbol{\psi}$ 分別為包含這 n 家銀行之資產 A 、負債 L 、資本 C 、風險加權資產 A^* 、與資本適足率 ψ 的五個 n 維資料向量，則由 (3) 式可得⁴

$$\boldsymbol{\psi} \equiv \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \equiv \frac{\mathbf{a} - \mathbf{l}}{\mathbf{a}^*} \quad (6)$$

以資本適足率為研究標的之壓力測試所探討的就是資本適足率的變動，由 (4) 與 (5) 式可得⁵

$$\dot{\boldsymbol{\psi}} = \frac{\mathbf{c} + \dot{\mathbf{c}}}{\mathbf{a}^* + \dot{\mathbf{a}}^*} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \quad (7)$$

$$= \frac{(\mathbf{a} + \dot{\mathbf{a}}) - (\mathbf{l} + \dot{\mathbf{l}})}{\mathbf{a}^* + \dot{\mathbf{a}}^*} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*}. \quad (8)$$

之後各章節中，在完成每一類型壓力測試的解釋與分析後，均會附加對應的總體壓力測試程式，也就是以向量矩陣符號表示壓力測試的關鍵步驟。這裡我們便以適才對資本適足率的分析為例，臚列以向量矩陣符號表示的對應結果。

3.1.2 風險權數

在分析風險因子對資本適足率的影響之前，必須先釐清資產 A 、資本 C 與風險加權資產 A^* 之間的關係。首先要指出，資產 A 與負債 L 都是由資產負債表中多個不同的資產科目 A_j 與負債科目 L_k 所加總而成：

$$A = \sum_j A_j, \quad L = \sum_k L_k, \quad (9)$$

每一資產科目 A_j 都有其特定的風險含量，而此風險的含量可以一固定的「風險權數」 η_j 表示 (η_j 越大代表 A_j 的風險就越大)，而風險加權資產便是

$$A^* = \sum_j \eta_j \cdot A_j \quad (10)$$

⁴ 這裡以分數型式呈現兩個維數相同之向量 (或矩陣) 代表的是「元素對元素的除法運算」，由這個向量 (或矩陣) 運算所得到的將是一個維數相同的向量 (或矩陣)，結果向量 (或矩陣) 的各個元素等於分子向量 (或矩陣) 的各個元素分別各自除以分母向量 (或矩陣) 的對應元素。例如， n 維向量 $\boldsymbol{\psi}$ 的各個元素分別等於 n 維向量 \mathbf{c} 的各個元素除以 n 維向量 \mathbf{a}^* 的對應元素。

⁵ 假設 \mathbf{X} 矩陣 (\mathbf{x} 向量) 包含 n 家銀行之變量 X 的資料，則 $\dot{\mathbf{X}}$ 矩陣 ($\dot{\mathbf{x}}$ 向量) 代表一維度相同的矩陣 (或向量)，其中包含的是 n 家銀行之 X 的變動值，亦即 n 家銀行之 ΔX 的數值資料。

給定資產與風險加權資產的分解, 資本適足率的變動便可進一步的寫成:

$$\Delta\psi = \frac{\left(A + \sum_j \Delta A_j\right) - \left(L + \sum_k \Delta L_k\right)}{A^* + \sum_j \eta_j \cdot \Delta A_j} - \frac{C}{A^*} \quad (11)$$

關於風險權數我們有如下兩點觀察:

- 代表資產科目 A_j 之風險含量的風險權數 η_j 可被解釋為資產科目 A_j 對風險加權資產 A^* 的影響:

$$\eta_j = \frac{\Delta A^*}{\Delta A_j}$$

我們特別要強調, 以特定符號 η_j 代表這個偏微分意味著我們將假設資產科目 A_j 對風險加權資產 A^* 的影響是一個固定不變的數值。

- 風險加權資產佔資產的比例可視為風險權數 (以各資產科目在總資產中的份額為權數) 的一種加權平均:

$$\frac{A^*}{A} = \sum_j \frac{A_j}{A} \cdot \eta_j \equiv \sum_j \omega_j \cdot \eta_j = \bar{\eta} \quad (12)$$

此加權平均風險權數可用來代表所有資產的總風險程度。由於以風險評估的角度來看, 資產 A 與資本 C 的風險含量是相當接近的, 所以資本適足率 C/A^* 與加權平均風險權數的倒數 $1/\bar{\eta} = A/A^*$ 的風險概念也就相當類似。

總體壓力測試程式 現以矩陣向量的附號來表示所有多家銀行之多種資產科目的分析: 假設資產科目的總數是 K , 再假設 $n \times K$ 矩陣 \mathbf{A} 包含 n 家銀行的 K 種資產科目的數額, $n \times L$ 矩陣 \mathbf{L} 包含 n 家銀行之 L 種負債科目的數額, 則資產向量與負債向量便等於

$$\mathbf{a} \equiv \mathbf{A}\mathbf{1} = \sum_j \mathbf{a}_j, \quad \mathbf{l} \equiv \mathbf{L}\mathbf{1} = \sum_k \mathbf{l}_k, \quad (13)$$

這裡的 $\mathbf{1}$ 所代表的是一個所有元素均為 1 的向量, \mathbf{a}_j 與 \mathbf{l}_k 分別代表第 j 種資產科目與第 k 種負債科目的資料向量, 亦即 \mathbf{a}_j 是矩陣 \mathbf{A} 的第 j 直欄, 而 \mathbf{l}_k 是矩陣 \mathbf{L} 與第 k 直欄。至於風險加權資產向量則等於

$$\mathbf{a}^* \equiv \mathbf{A}\boldsymbol{\eta} = \sum_j \eta_j \cdot \mathbf{a}_j \quad (14)$$

這裡 $K \times 1$ 向量 $\boldsymbol{\eta}$ 所包含的是 K 種資產科目的風險權數 $\eta_j, j = 1, \dots, K$ 。

資本適足率向量可進一步寫成

$$\boldsymbol{\psi} = \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} = \frac{\mathbf{a} - \mathbf{l}}{\mathbf{a}^*} = \frac{\mathbf{A}\mathbf{1} - \mathbf{L}\mathbf{1}}{\mathbf{A}\boldsymbol{\eta}} \quad (15)$$

而資本適足率的變動則可寫成

$$\dot{\boldsymbol{\psi}} = \frac{\mathbf{c} + \dot{\mathbf{A}}\mathbf{1} - \dot{\mathbf{L}}\mathbf{1}}{\mathbf{a}^* + \dot{\mathbf{A}}\boldsymbol{\eta}} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*}. \quad (16)$$

這裡的 $\dot{\mathbf{A}}$ 與 $\dot{\mathbf{L}}$ 分別包含 n 家銀行之 K 種資產科目與 L 種負債科目的變動額。由這些矩陣向量的結果可知:

- 壓力測試程式的設定中應包含資本適足率相關資料, 也就是要包含資本 C 與風險加權資產 A^* 的資料, 亦即向量 \mathbf{c} 與 \mathbf{a}^* 。
- 壓力測試程式的設定中必須要有受到風險因子之影響後資產 (或是負債) 變動的資料, 亦即矩陣 $\dot{\mathbf{A}}$ (或是 $\dot{\mathbf{L}}$)。特別值得一提的是, 若風險因子只影響某些特定資產與負債科目 A_j, A_k, L_ℓ, \dots , 則就只需要對應資產科目變動的資料, 亦即向量 $\dot{\mathbf{a}}_j, \dot{\mathbf{a}}_k, \dot{\mathbf{l}}_\ell, \dots$ 。
- 壓力測試程式設定中也必須包含各項資產科目之風險權數的信息, 亦即向量 $\boldsymbol{\eta}$ 。風險權數通常會被假設為固定不變的數值, 並由壓力測試主事者主觀決定, 也就是說, 各個風險因子之風險權數將是壓力測試程式中的重要「參數」。
- 壓力測試程式的設定中並不需資產 A 的資料, 亦即向量 \mathbf{a} 。

3.1.3 資本適足率變動的解析

根據微積分我們可將風險因子變動所導致之資本適足率的變動寫成:

$$\begin{aligned} \Delta\boldsymbol{\psi} &= \frac{1}{A^*} \cdot \Delta C - \frac{C}{A^{*2}} \cdot \Delta A^* \\ &= \frac{\Delta C}{A^*} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\Delta A^*}{\Delta C} \right) \end{aligned} \quad (17)$$

跟據資本與風險加權資產的定義可得

$$\Delta C = \Delta A - \Delta L = \sum_j \Delta A_j - \sum_k \Delta L_k \quad (18)$$

與

$$\Delta A^* = \sum_j \eta_j \cdot \Delta A_j \quad (19)$$

我們將稱呼 (17) 式為資本適足率變動的「解析式」, 這裡我們假設風險加權資產 A^* 的變動只能源自於各個資產科目 A_j 的變動, 對應的風險權數 η_j 是不會改變的。

根據微積分所得到的解析式只是資本適足率變動 $\Delta\psi$ 的逼近值, 亦即只有當 ΔC 、 ΔA 、 ΔL 的數值不很大時, 解析式 (17) 才會約略等於 $\Delta\psi$ 。資本適足率變動 $\Delta\psi$ 的計算將依照定義 (5) 或 (11), 而非解析式 (17), 我們推導出解析式的目的是希望能將資本適足率變動 $\Delta\psi$ 寫成多個比率的連乘積, 也就是說, 在之後的分析中我們可將 (17) 式中的 $\Delta C/A^*$ 更細緻的分解為多個比率的連乘積, 而每一個比率皆有特定的意義, 可隨之判斷其正負值及大小, 對這些比例進行分析可讓我們較為直覺的推知資本適足率變動的大小及可能方向。

3.1.4 資產變動對資本適足率的影響

大多數的風險因子都只影響少數幾個資產科目,⁶ 因此資本適足率的變動 (11) 可簡化為

$$\Delta\psi = \frac{A + \sum_j \Delta A_j}{A^* + \sum_j \eta_j \cdot \Delta A_j} - \frac{C}{A^*} \quad (20)$$

對應的解析式 (17) 可簡化為

$$\Delta\psi = \frac{\sum_j \Delta A_j}{A^*} \left[1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\sum_j \eta_j \cdot \Delta A_j}{\sum_j \Delta A_j} \right] \quad (21)$$

$$= \sum_j \frac{\Delta A_j}{A_j} \cdot \frac{A_j}{A} \cdot \frac{A}{A^*} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \sum_j \frac{\Delta A_j}{\Delta A} \cdot \eta_j \right) \quad (22)$$

$$= \sum_j \frac{\Delta A_j}{A_j} \cdot \frac{A_j}{A} \cdot \frac{1}{\tilde{\eta}} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \tilde{\eta} \right) \quad (23)$$

⁶有些風險因子會同步影響資產與負債, 我們通常也只考慮風險因子對資產淨值 (即資產減負債) 的影響, 也就是說我們將假設風險因子的變動只影響資產。

$$= \sum_j \text{第 } j \text{ 種資產科目變動百分比} \times \text{第 } j \text{ 種資產科目佔總資產比例} \\ \times \text{平均風險權數的倒數} \times (1 - \text{資本適足率} \times \text{變動加權平均風險權數}) \quad (24)$$

其中 $\bar{\eta}$ 是 (12) 式所定義的平均風險權數, 而

$$\bar{\eta} \equiv \sum_j \frac{\Delta A_j}{\Delta A} \cdot \eta_j \quad (25)$$

則可視為風險權數的另一種加權平均, 其權數是各資產科目的變動在總資產變動中的份額。

若風險因子只影響某一特定資產科目 A_j , 亦即 $\Delta C = \Delta A = \Delta A_j$,⁷ 則資本適足率的變動 (20) 可再簡化為

$$\Delta \psi = \frac{A + \Delta A_j}{A^* + \eta_j \cdot \Delta A_j} - \frac{C}{A^*} \quad (26)$$

對應的解析式 (21) – (24) 也可再簡化為

$$\Delta \psi = \frac{\Delta A_j}{A^*} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\Delta A^*}{\Delta A_j} \right) \quad (27)$$

$$= \frac{\Delta A_j}{A_j} \cdot \frac{A_j}{A} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \eta_j \right) \quad (28)$$

$$= \text{該特定資產科目變動百分比} \times \text{該特定資產科目佔總資產比例} \\ \times \text{平均風險權數的倒數} \times (1 - \text{資本適足率} \times \text{該特定資產科目的風險權數}) \quad (29)$$

由資本適足率變動的解析式可得到有如下的結論:

1. 原資本適足率是以減項形式出現, 表示原資本適足率越小, 則風險因子對資本適足率的影響就越大。
2. 平均風險權數 $\bar{\eta} \equiv A^*/A$ 是以倒數形式出現, 表示資產的整體風險越小, 則風險因子對資本適足率的影響就越大。
3. 特定資產科目的風險權數 $\eta_j \equiv \Delta A^*/\Delta A_j$ 是以減項形式出現, 表示特定資產科目的風險越小, 則風險因子對資本適足率的影響就越大。

其中後兩項結果中之兩種風險權數均與資本適足率有反向的關係, 其直覺意義是: 原本風險不大的總資產或是個別資產科目若產生變動, 對資本適足率反而會有較大的影響。

⁷若風險因子只影響負債 L , 亦即 $\Delta A = \Delta A^* = 0$, 則風險因子對資本適足率的影響將簡化為: $\Delta \psi = \Delta(C/A^*) = -\Delta L/A^*$, 平均風險權數 $\bar{\eta}$ 與風險因子的風險權數 η_j 均未出現, 而此結果之所以極其簡單的原因是, 只能影響負債 L 的風險因子並不會影響風險加權資產 A^* 。

解析式的功能 利用微分所求得之資本適足率變動的解析式, 大都可表示為如同 (24) 式或 (29) 式一樣之多個比率的連乘積, 這些比率大都具有合乎直覺的解釋, 很有助於進一步了解風險因子對資本適足率的因果關係以及影響流程。舉例來說, 若某風險因子會對資本適足率產生很大的影響, 我們經由對應解析式的分析, 便可了解其因果關係及影響流程中各個環節所扮演的角色。

之後章節中在寫出各個風險因子如何進入資本適足率變動的公式後, 例如 (20) 式或 (26) 式, 皆會以相當的篇幅推導並解釋對應的解析式。

總體壓力測試程式 以向量矩陣符號表示資本適足率變動的解析式 (17) – (19) 可得:⁸

$$\dot{\psi} = \frac{\dot{c}}{a^*} \cdot \left(\mathbf{1} - \frac{c}{a^*} \cdot \frac{\dot{a}^*}{c} \right) \quad (30)$$

$$= \frac{\dot{A}\mathbf{1} - \dot{L}\mathbf{1}}{a^*} \cdot \left(\mathbf{1} - \frac{c}{a^*} \cdot \frac{\dot{A}\eta}{\dot{A}\mathbf{1} - \dot{L}\mathbf{1}} \right) \quad (31)$$

- 若風險因子只影響資產 A , 亦即 $\dot{L} = \mathbf{0}$, 則資本適足率的變動 (16) 可簡化為

$$\dot{\psi} = \frac{c + \dot{A}\mathbf{1}}{a^* + \dot{A}\eta} - \frac{c}{a^*} \quad (32)$$

其解析式 (31) 可簡化為

$$\dot{\psi} = \frac{\dot{A}\mathbf{1}}{a^*} \cdot \left(\mathbf{1} - \frac{c}{a^*} \cdot \frac{\dot{A}\eta}{\dot{A}\mathbf{1}} \right) \quad (33)$$

上述的 (32) 與 (33) 式分別是以向量矩陣符號表示的 (20) 與 (21) 式。

- 若風險因子只影響某一特定資產科目 A_j , 亦即 \dot{A} 矩陣中將只有第 j 直欄 (以 \dot{a}_j 符號代表) 包含非零元素, 則 $\dot{A}\mathbf{1} = \dot{a}_j$, 則資本適足率的變動 (32) 可簡化為

$$\dot{\psi} = \frac{c + \dot{a}_j}{a^* + \eta_j \cdot \dot{a}_j} - \frac{c}{a^*} \quad (34)$$

其解析式 (33) 可簡化為

$$\dot{\psi} = \frac{\dot{a}_j}{a^*} \cdot \left(\mathbf{1} - \frac{c}{a^*} \cdot \frac{\eta_j \cdot \dot{a}_j}{\dot{a}_j} \right) \quad (35)$$

$$= \frac{\dot{a}_j}{a_j} \cdot \frac{a_j}{a} \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \left(\mathbf{1} - \frac{c}{a^*} \cdot \eta_j \right) \quad (36)$$

⁸這裡以“.”連結兩個維數相同之向量 (或矩陣) 代表的是「元素對元素的乘法運算」, 由這個向量 (或矩陣) 運算所得到的將是另一個維數相同的向量 (或矩陣), 結果向量 (或矩陣) 的各個元素將是原二向量 (或矩陣) 之對應元素的乘積。請見註 4 有關與此「元素對元素的乘法運算」對稱之「元素對元素的除法運算」。

上述的 (34)、(35) 與 (36) 式分別是以向量矩陣符號表示的 (26)、(27) 與 (28) 式, 其中 $\bar{\eta}$ 是包含 n 家銀行之平均風險權數的 n 維向量。

3.2 風險因子對資產負債表的影響

由前一小節的分析得知, 風險因子對資本適足率的影響都是通過資產負債表中的資產 (與負債) 的改變, 再改變資本與風險加權資產, 最後才及於資本適足率, 在這一小節中我們將進一步的說明各種風險因子是如何改變資產負債表中的資產 (與負債), 更具體的說, 我們將說明各種風險因子是改變資產負債表中的哪一種資產科目 (與負債科目), 以及如何改變這些科目。之前我們無須區分風險因子的類型, 但在本小節中則需就不同的風險因子分別進行討論, 這是因為不同的風險因子將經由資產負債表中不同的資產科目 (與負債科目) 來改變資產 (與負債):

- 信用風險: 不論是全體授信戶、特定產業部門授信戶、或是前五大授信戶, 其償債能力之變動所導致的信用風險, 將影響資產負債表中各類型的正常放款與逾期放款。
- 利率變動所導致的利率風險, 將影響資產負債表中的三個科目:
 1. 銀行淨利息收益所帶來的現金
 2. 銀行的債券持有部位
 3. 企業授信戶的淨利息收益及債券持有部位因利率變動而改變, 進而影響其償債能力, 再影響資產負債表中的正常放款與逾期放款。

前兩項可說是利率風險對銀行的直接影響, 第三項則屬於間接影響。

- 匯率變動所導致的匯率風險, 將影響資產負債表中的兩個科目:
 1. 銀行的外幣淨持有部位
 2. 企業授信戶的外幣淨持有部位因匯率變動而改變, 進而影響其償債能力, 再影響資產負債表中的正常放款與逾期放款。

前者是匯率風險對銀行的直接影響, 後者則是間接影響。

- 股價指數變動所導致的權益價格風險, 將影響資產負債表中的兩個科目:
 1. 銀行的股票持有部位

2. 企業授信戶的股票持有部位因股價指數變動而改變，進而影響其償債能力，再影響資產負債表中的正常放款與逾期放款。

前者是權益價格風險對銀行的直接影響，後者則是間接影響。

- 銀行間傳染風險：一家或多家銀行破產所導致的銀行間傳染風險對其他銀行之資產（與負債）的影響將經由各銀行資產負債表中的正常放款與逾期放款。

3.2.1 放款的預期損失與未預期損失

銀行的許多資產都因暴露在市場風險、信用風險、作業風險、經營風險等多種風險之下而可能產生損失，給定可能損失的分配後，我們當然就可得知對應的期望值以及在某一個信賴水準（95% 或 99%）的風險值（VaR，即對應該信賴水準的百分位），損失的期望值自然是「預期損失」，而風險值減去「預期損失」則是所謂的「未預期損失」，常被視為風險的一種測度指標。此外，銀行資產本身的價值減去其「預期損失」後便是該銀行對「未預期損失」的曝險，銀行是以資本 C （即資產 A 與負債 L 之差）的計提來緩衝這種曝險。「預期損失」一般被視為資產的減項，不論是定義風險性資產 A^* 還是計算 C ，都不應將「預期損失」納入。

銀行資產負債表之各個資產科目中「預期損失」與「未預期損失」（即風險）最大的是放款，扣除「預期損失」後的放款淨額也是銀行風險性資產 A^* 之定義中最主要的項目，不同類型放款淨額在風險加權資產 A^* 中所被賦予之不同的風險權數則顯示其未預期損失的相對重要性，我們還要指出，各類放款的「預期損失」乃各類放款對象之三個信用風險因子：「違約機率」（Probability of Default）、「違約損失率」（Loss Given Default）、「違約曝險額」（Exposure at Default）的乘積，在資產負債表中則是以各類放款的「備抵呆帳」呈現這些放款的「預期損失」，從而成為資產負債表中是放款的減項，放款的「預期損失」便以「備抵呆帳」的形式被排除在資產 A 的定義之外，也就不納入風險性資產 A^* 或是資本 C 的計算。

綜上所述，銀行應撥提備抵呆帳以承擔放款的「預期損失」，再計提資本以緩衝放款的「未預期損失」，而銀行是否對放款所可能產生的損失有足夠承擔能力，便需視資本適足率的分析，對資本適足率（資產科目的未加權總和除以資產科目的加權總和）設定下限的目的自然就是要控制所有各類型放款之未預期損失的總量。換言之，對信用風險進行壓力測試所要檢測的是：在適當的防範各類型放款之預期損失後，銀行是否還有足夠的能力來承擔其未預期損失。

相對於放款所承受的信用風險，銀行資產負債表之其他資產與負債科目所承受的是利率、匯率、與股價指數變動的市場風險，市場風險對銀行之資產負債表乃至於資本適足率除了有此直接的影響外，

更重要的是，還會經由對授信戶償債能力的影響，對銀行之資產負債表乃至於資本適足率產生屬於信用風險的間接影響，市場風險的這些間接影響可稱為企業、家計之實質部門與銀行的「信用連結」。

3.3 信用風險

信用風險 (包括銀行間傳染風險) 對銀行的影響皆經由資產負債表中各類型的正常放款與逾期放款，縱使各類放款的金額不變，信用風險的影響還是會在其「預期損失」(即「備抵呆帳」) 呈現，因而牽動放款的「未預期損失」，乃至於資本 C 以及風險性資產 A^* 的金額，最後對資本適足率產生影響。

信用風險對銀行資本適足率的影響都是經由其資產負債表中不同類型的放款科目 G_j ，而各類型放款科目 G_j 在計入資產前必須先減去對應的「備抵呆帳」：

$$P_j \equiv \pi_j \cdot G_j \quad (37)$$

這裡的 π_j 是對應放款科目 G_j 的放款覆蓋率。正因為各類型放款科目 G_j 在計入資產前都必須先減去對應的「備抵呆帳」，各類型放款科目 G_j 對資本適足率 (不論是資本還是風險加權資產) 的影響，也就只有減去對應之「備抵呆帳」後的淨額部分：

$$G_j - P_j = (1 - \pi_j) \cdot G_j \quad (38)$$

備抵呆帳 P_j 代表放款科目 G_j 的「預期損失」，放款覆蓋率 π_j 同時反應放款類型 G_j 的違約機率、違約損失率、違約曝險額、與諸如擔保品多寡的風險抵減程度，一般而言，放款覆蓋率與違約機率、違約損失率、與違約曝險額均呈正比關係，但與風險抵減程度呈反比。我們還要強調，各類型放款的覆蓋率 π_j 與風險權數 η_j 之間通常存在一正比關係，亦即對任二類型放款 j 與 k 而言，若覆蓋率的大小排序是 $\pi_j < \pi_k$ ，則風險權數的大小排序便是 $\eta_j < \eta_k$ 。也就是說，預期損失較大的放款類型其未預期損失通常也較大。

最後值得一提的是，信用風險衝擊對銀行的影響主要是顯現在不同放款科目的相對大小，⁹ 縱使放款的總額不變，只要放款由覆蓋率小的類型移轉到覆蓋率大的類型，就會造成備抵呆帳 (預期損失) 的增加，因而造成資產與資本的減少，又因為覆蓋率與風險權數呈正比，放款科目的變遷也將提升放款的風險權數 (未預期損失)，導致風險加權資產的變動，當資本適足率定義的分子與分母都受到衝擊，資本適足率自然就會顯現很大的變動。

⁹放款覆蓋率 π_j 的變動雖不會改變不同放款科目之相對大小，但會改變備抵呆帳與資產 (進而改變資本、風險加權資產、以及資本適足率)，也屬於信用風險。

3.3.1 逾期放款的增加

在本小分節中我們將假設放款可分為正常放款 G^+ 與逾期放款 G^- 兩類, 以探討放款總額不改變的前提下正常放款大幅轉變成逾期放款的影響。

逾放擴散係數 逾期放款增額的決定必有所本, 且在決定逾期放款增額之前, 必須先根據逾期放款的屬性對逾期放款做出適當的分類, 例如:

1. 全體授信戶之逾期放款的增加:

此類型逾期放款的增幅可假設為原逾期放款 G^- 的某一比例 λ^- , 或是原正常放款 G^+ 的某一比例 λ^+ , 或是總放款 $G = G^+ + G^-$ 的某一比例 λ , 或是三者之總和:

$$\Delta G^- = \lambda^- G^- + \lambda^+ G^+ + \lambda G \quad (39)$$

2. 某些產業部門授信戶之逾期放款的增加:

此類型逾期放款的增幅可假設為這些產業部門之原逾期放款 $G^-_{\text{特定產業部門}}$ 的某一比例 λ^- , 或是這些產業部門之原正常放款 $G^+_{\text{特定產業部門}}$ 的某一比例 λ^+ , 或是這些產業部門之總放款 $G_{\text{特定產業部門}}$ 的某一比例 λ , 或是三者之總和:

$$\Delta G^- = \lambda^- G^-_{\text{特定產業部門}} + \lambda^+ G^+_{\text{特定產業部門}} + \lambda G_{\text{特定產業部門}} \quad (40)$$

3. 前五大授信戶之逾期放款的增加:

此類型逾期放款的增幅可假設為前五大授信戶之原逾期放款 $G^-_{\text{前五大授信戶}}$ 的某一比例 λ^- , 或是前五大授信戶之原正常放款 $G^+_{\text{前五大授信戶}}$ 的某一比例 λ^+ , 或是前五大授信戶之總放款 $G_{\text{前五大授信戶}}$ 的某一比例 λ , 或是三者之總和:

$$\Delta G^- = \lambda^- G^-_{\text{五大授信戶}} + \lambda^+ G^+_{\text{五大授信戶}} + \lambda G_{\text{五大授信戶}} \quad (41)$$

4. 不同類型 (大小、產業、信評等級、地區等) 企業授信戶受到市場風險的衝擊後之逾期放款的增加: 此類型逾期放款的增幅可假設為對不同類型企業授信戶之放款 G_i 的某一比例 λ_i :

$$\Delta G^- = \sum_i \lambda_i G_i \quad (42)$$

5. 不同類型 (所得水準、信評等級、地區等) 個人授信戶受到市場風險的衝擊後之逾期放款的增加: 此類型逾期放款的增幅可假設為對不同類型個人授信戶之放款 G_i 的某一比例 λ_i :

$$\Delta G^- = \sum_i \lambda_i G_i \quad (43)$$

上述逾期放款變動的決定式中的各個 λ 係數將被稱為「逾放擴散係數」。

放款總額不變 為簡化分析, 我們在這裡假設放款總額維持不變, 銀此不論逾期放款增加的原因為何, 它們必來自於正常放款的減少:

$$\Delta G^- = -\Delta G^+ \quad (44)$$

逾期放款增加對資產 (乃至於資本、風險加權資產、以及資本適足率) 的直接影響是

$$\Delta(G^- - P^-) = \Delta G^- - \pi^- \cdot \Delta G^- = (1 - \pi^-) \cdot \Delta G^- \quad (45)$$

逾期放款的增加也造成正常放款同步的減少, 因而對資產有反向的影響:

$$\Delta(G^+ - P^+) = \Delta G^+ - \pi^+ \cdot \Delta G^+ = (1 - \pi^+) \cdot \Delta G^+ = -(1 - \pi^+) \cdot \Delta G^- \quad (46)$$

由於逾期放款的放款覆蓋率 π^- 大於正常放款的放款覆蓋率 π^+ , 且在風險加權資產的計算中, 逾期放款淨值 $G^- - P^-$ 的風險權數 η^- 也大於正常放款 $G^+ - P^+$ 的風險權數 η^+ , 所以正常放款與逾期放款相對大小的變動, 便可改變資產 (乃至於資本、風險加權資產、以及資本適足率)。根據 (20) 式以及 (38) 式, 逾期放款變動對資本適足率的影響可寫成:

$$\Delta \psi = \frac{C + [(1 - \pi^-) - (1 - \pi^+)] \Delta G^-}{A^* + [\eta^-(1 - \pi^-) - \eta^+(1 - \pi^+)] \Delta G^-} - \frac{C}{A^*} \quad (47)$$

為進一步分析逾期放款對資本適足率的影響, 有必要寫出對應之資本適足率變動的解析式, 根據 (21)、(23) 與 (24) 式可得對應 (47) 式之資本適足率變動的解析式:

$$\Delta \psi = -\frac{(\pi^- - \pi^+) \Delta G^-}{A^*} \left\{ 1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{[\eta^-(1 - \pi^-) - \eta^+(1 - \pi^+)] \cdot \Delta G^-}{[(1 - \pi^-) - (1 - \pi^+)] \cdot \Delta G^-} \right\} \quad (48)$$

$$= -(\pi^- - \pi^+) \frac{\Delta G^-}{G^-} \cdot \frac{G^-}{G} \cdot \frac{G}{A} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \left[1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\eta^-(1 - \pi^-) - \eta^+(1 - \pi^+)}{(1 - \pi^-) - (1 - \pi^+)} \right] \quad (49)$$

= -放款覆蓋率之差 × 逾期放款變動百分比 × 逾放比

× 放款佔總資產的比例 × 平均風險權數的倒數

× (1 - 資本適足率 × 正常放款與逾期放款之風險權數的加權和) (50)

資本適足率變動的解析式明確的顯示資本適足率與逾期放款之間的反向關係。此外，逾期放款與正常放款的放款覆蓋率 π^- 和 π^+ 間差距越大，或是逾期放款變動百分比越大，¹⁰ 或是逾放比越大，或是放款佔總資產的比例越大，逾放比對資本適足率的影響就越大。至於正常放款與逾期放款之風險權數 η^+ 與 η^- 之相對大小對於上述資本適足率變動的影響則呈現較為複雜的非線性關係。

現考慮逾期放款之放款覆蓋率 $\pi^- = 1$ 的有趣特例，由於 $\pi^- = 1$ 的假設等同於將逾期放款完全沖銷，亦即逾期放款部分不再被視為資產，所以不進入資本與風險加權資產的計算，也就不再影響資本適足率，因此根據 (28) 式，逾期放款影響資本適足率的解析式可簡化為：

$$\Delta\psi = -(1 - \pi^+) \frac{\Delta G^-}{G^-} \cdot \frac{G^-}{G} \cdot \frac{G}{A} \cdot \frac{1}{\eta^-} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \eta^+ \right) \quad (51)$$

隨著正常放款之覆蓋率 π^+ 以及正常放款之風險權數 η^+ 的增加，逾放比對資本適足率的負面影響將隨之降低，換言之，對正常放款的「防範」越充足，逾期放款對資本適足率的負面影響就越小。

總體壓力測試程式 假設 $n \times (m + 1)$ 矩陣 \mathbf{G} 包含的是 n 家銀行之 m 類放款以及總放款的資料，其中第 (i, j) 元素是第 i 家銀行的第 j 類放款額， $i = 1, 2, \dots, n$ ； $j = 1, 2, \dots, m$ ，而第 (i, m) 元素是第 i 家銀行的總放款額，此外，不論 m 類放款是如何定義，我們要求這 m 類放款的總和就是放款總額。舉例來說， \mathbf{G} 可以是包含 n 家銀行之正常放款、逾期放款、與總放款的 $n \times 3$ 資料矩陣，也可以是包含 n 家銀行對 k 個產業之正常放款、逾期放款、與總放款的 $n \times 3k$ 資料矩陣，也可以是包含 n 家銀行對其前五大授信戶以及所有其他授信戶之正常放款、逾期放款、與總放款的 $n \times 18$ 資料矩陣（前面 15 欄分別包含前五大授信戶之正常放款、逾期放款、與總放款的資料，最後 3 欄分別所有其他授信戶之正常放款、逾期放款、與總放款的資料），也可以是包含 n 家銀行對 m 類企業（個人）授信戶之放款的 $n \times (m + 1)$ 資料矩陣。

給定 n 維向量 \mathbf{g}^- 包含的是 n 家銀行之逾期放款增額，需設定一個 $(m + 1)$ 維逾放擴散係數向量 $\boldsymbol{\lambda}$ ，此向量所包含的元素乃新增逾期放款與 \mathbf{G} 矩陣所包含之 m 類放款之間的比例，亦即

$$\mathbf{g}^- = \mathbf{G}\boldsymbol{\lambda} \quad (52)$$

¹⁰若逾期放款變動大小 ΔG^- 只受逾期放款本身大小 G^- 的影響，則逾期放款變動百分比 $\Delta G^- / G^-$ 就是對應於逾期放款的「逾放擴散係數」 λ^- 。若逾期放款變動大小 ΔG^- 只受總放款大小 G 的影響，則逾期放款變動百分比與逾放比的乘積 $(\Delta G^- / G^-) \cdot (G^- / G)$ 就是對應於總放款的「逾放擴散係數」 λ 。

給定正常放款與逾期放款的放款覆蓋率分別是 π^+ 與 π^- ，則可定義 $n \times 2$ 資產變動矩陣如下：¹¹

$$\dot{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} -(1 - \pi^+) \cdot \dot{\mathbf{g}}^- & (1 - \pi^-) \cdot \dot{\mathbf{g}}^- \end{bmatrix} \quad (53)$$

其中第一欄對應的是正常放款對資產所造成的減幅，第二欄對應的是逾期放款對資產所造成的增幅，對應這個 $\dot{\mathbf{A}}$ 矩陣的 $\boldsymbol{\eta}$ 向量是一個包含正常放款風險權數 η^+ 與逾期放款風險權數 η^- 的二維向量。

根據 (32) 式，資產的這種變動對資本適足率的影響是：

$$\dot{\psi} = \frac{\mathbf{c} + [(1 - \pi^-) - (1 - \pi^+)] \cdot \dot{\mathbf{g}}^-}{\mathbf{a}^* + [\eta^- (1 - \pi^-) - \eta^+ (1 - \pi^+)] \cdot \dot{\mathbf{g}}^-} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \quad (54)$$

根據 (33) 式，資本適足率變動的解析式是

$$\dot{\psi} = \frac{-(\pi^- - \pi^+) \cdot \dot{\mathbf{g}}^-}{\mathbf{a}^*} \cdot \left[\mathbf{1} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \cdot \frac{\eta^- (1 - \pi^-) - \eta^+ (1 - \pi^+)}{(1 - \pi^-) - (1 - \pi^+)} \right] \quad (55)$$

$$= -(\pi^- - \pi^+) \cdot \frac{\dot{\mathbf{g}}^-}{\mathbf{g}^-} \cdot \frac{\mathbf{g}^-}{\mathbf{g}} \cdot \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{a}} \cdot \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\eta}} \cdot \left[\mathbf{1} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \cdot \frac{\eta^- (1 - \pi^-) - \eta^+ (1 - \pi^+)}{(1 - \pi^-) - (1 - \pi^+)} \right] \quad (56)$$

這裡的 \mathbf{g}^- 、 \mathbf{g} 、 \mathbf{a} 、與 $\boldsymbol{\eta}$ 分別是逾期放款、總放款、資產、與平均風險權數的資料向量。

綜上所述，總體壓力測試程式應包括：

- 需主觀設定的參數：

1. 逾期放款增額，或是逾放擴散係數
2. 正常放款與逾期放款的放款覆蓋率 π^+ 與 π^-
3. 正常放款與逾期放款的風險權數 η^+ 與 η^-

- 需收集的資料：

1. 各銀行之正常放款與逾期放款資料，或是不同類型放款（產業別、前五大）之正常放款與逾期放款資料（其總和必須等於放款總額）
2. 各銀行之資本適足率相關資料：資本與風險加權資產（若擬進一步分析，則尚需資產資料）

¹¹原本資產變動矩陣 $\dot{\mathbf{A}}$ 的直欄數應與資產矩陣 \mathbf{A} 一樣，等於所有資產的總數，但在這裡因只考慮兩種資產（即正常放款與逾期放款）的變動，所以 $\dot{\mathbf{A}}$ 矩陣將只有兩個直欄包含非零的元素，其他各直欄將都是零，我們可刪除 $\dot{\mathbf{A}}$ 矩陣中所有的零元素後得到這裡的 $n \times 2$ 資產變動矩陣，對 $\dot{\mathbf{A}}$ 矩陣定義的這種改變不會影響之後數式的表達。

3.3.2 多種信評等級放款的降級

假設有 p 種不同信評等級的放款 G_j (例如合格放款、應予觀察放款、可望收回放款、收回困難放款、收回無望放款等), 其下標 j 越大, 對應放款的信評等級就越低。給定各等級放款的放款覆蓋率 π_j 與風險權數 η_j , 則信評等級較低放款的放款覆蓋率通常較高: $\pi_1 < \pi_2 < \dots < \pi_p$, 其風險權數也較高: $\eta_1 < \eta_2 < \dots < \eta_p$ 。¹²

假設 ΔG_{ij} 代表第 i 等級放款轉換成較低之第 j 等級放款的數額, 由於我們只考慮放款的降級變動, 所以 ΔG_{ij} 的下標須滿足 $i < j$ 。此外我們還可定義第 i 等級放款中轉換成較低等級放款的數額:

$$\Delta G_i^+ = \sum_{j=i+1}^p \Delta G_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, p-1,$$

以及第 j 等級放款中來自於較高等級放款的數額:

$$\Delta G_j^- = \sum_{i=1}^j \Delta G_{ij}, \quad j = 2, 3, \dots, p,$$

除了第 1 等級與最後一等級的放款外, 各等級放款的變動將包括流入與流出:

$$\Delta G_j \equiv \Delta G_j^- - \Delta G_j^+, \quad j = 2, 3, \dots, p-1. \quad (57)$$

由於我們只考慮放款的降級變動, 高信評等級放款 ΔG_1 、 ΔG_2 、... 傾向於是負值, 低信評等級放款 ...、 ΔG_{p-1} 、 ΔG_p 傾向於是正值, 而第 1 等級放款只有流出 (所以必然是負值):

$$\Delta G_1 \equiv -\Delta G_1^+ \quad (58)$$

最後一等級的放款只有流入 (所以必然是正值):

$$\Delta G_p \equiv \Delta G_p^- \quad (59)$$

如同前一小節逾期放款的決定過程, 這裡第 i 等級放款轉換成較低之第 j 等級放款的數額 ΔG_{ij} 的決定, 大致也應與第 i 等級放款與第 j 等級放款的原有水準成比例關係, 這些比例 (即前一小分節中的 λ^+ 與 λ^-) 將會是壓力測試的主要參數。¹³

¹²前一小節對逾期放款的分析可說是本小節對多種放款分析的特例, 當放款級別數 $p = 2$ 時, 本小節的分析就與前一小節完全相同。

¹³若進一步假設總放款額 (即所有信評等級放款的總和) 維持不變, 則各等級放款變動的總和將等於 0:

$$\sum_{j=1}^p \Delta G_j = 0.$$

根據 (20) 式以及 (38) 式, 多種信評等級放款之降級對資本適足率的影響可寫成:

$$\Delta\psi = \frac{C + \sum_{j=1}^p (1 - \pi_j) \Delta G_j}{A^* + \sum_{j=1}^p \eta_j (1 - \pi_j) \Delta G_j} - \frac{C}{A^*} \quad (60)$$

根據 (21)、(23) 與 (24) 式可得對應之資本適足率變動的解析式:

$$\Delta\psi = \frac{\sum_{j=1}^p (1 - \pi_j) \Delta G_j}{A^*} \left[1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\sum_{j=1}^p \eta_j (1 - \pi_j) \Delta G_j}{\sum_{j=1}^p (1 - \pi_j) \Delta G_j} \right] \quad (61)$$

$$= \sum_{j=1}^p (1 - \pi_j) \frac{\Delta G_j}{G_j} \cdot \frac{G_j}{G} \cdot \frac{G}{A} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \sum_{j=1}^p \tilde{\omega}_j \eta_j \right) \quad (62)$$

$$= \sum_{j=1}^p (1 - \text{第 } j \text{ 等級放款覆蓋率}) \times \text{第 } j \text{ 等級放款變動百分比} \\ \times \text{第 } j \text{ 等級放款佔總放款的比例} \times \text{放款佔總資產的比例} \times \text{平均風險權數的倒數} \\ \times (1 - \text{資本適足率} \times \text{所有等級放款之風險權數的加權和}) \quad (63)$$

其中權數的定義是 $\tilde{\omega}_j \equiv (1 - \pi_j) \Delta G_j / \sum_{k=1}^p (1 - \pi_k) \Delta G_k$, 是第 j 等級放款變動佔總放款變動的比列。

由於當多種信評等級放款降級時, 高信評等級放款 ΔG_1 、 ΔG_2 、... 傾向於是負值, 低信評等級放款 ...、 ΔG_{p-1} 、 ΔG_p 傾向於是正值, 且各等級放款覆蓋率 $\pi_1 < \pi_2 < \dots < \pi_p$, 因此在 (62) 式中, 負值的 $(1 - \pi_1) \Delta G_1$ 、 $(1 - \pi_2) \Delta G_2$ 、... 將大於正值的 ...、 $(1 - \pi_{p-1}) \Delta G_{p-1}$ 、 $(1 - \pi_p) \Delta G_p$, 這意味著多種信評等級放款的降級將導致資本適足率的下降。

總體壓力測試程式 給定 n 維向量 $\dot{\mathbf{g}}_j$ 包含的是 n 家銀行之第 j 等級放款的變動值, 亦即 ΔG_j 的資料向量, 則可定義 $n \times p$ 資產變動矩陣如下:

$$\dot{\mathbf{A}} = \left[(1 - \pi_1) \cdot \dot{\mathbf{g}}_1 \quad \dots \quad (1 - \pi_p) \cdot \dot{\mathbf{g}}_p \right] \quad (64)$$

對應這個 $\dot{\mathbf{A}}$ 矩陣的 $\boldsymbol{\eta}$ 向量包含 p 等級放款之風險權數 η_j 的 p 維向量。

根據 (32) 式, 多種信評等級放款的降級對資本適足率的影響是:

$$\dot{\psi} = \frac{\mathbf{c} + \sum_{j=1}^p (1 - \pi_j) \dot{\mathbf{g}}_j}{\mathbf{a}^* + \sum_{j=1}^p \eta_j (1 - \pi_j) \dot{\mathbf{g}}_j} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*}. \quad (65)$$

根據 (33) 式, 對應之資本適足率變動的解析式便是

$$\dot{\psi} = \sum_{j=1}^p (1 - \pi_j) \cdot \frac{\dot{\mathbf{g}}_j}{\mathbf{g}_j} \cdot \frac{\mathbf{g}_j}{\mathbf{g}} \cdot \frac{\mathbf{g}}{\mathbf{a}} \cdot \frac{\mathbf{1}}{\bar{\eta}} \cdot \left[\mathbf{1} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \cdot \frac{\sum_{j=1}^p \eta_j (1 - \pi_j) \dot{\mathbf{g}}_j}{\sum_{j=1}^p (1 - \pi_j) \dot{\mathbf{g}}_j} \right] \quad (66)$$

這裡的 \mathbf{g}_j 、 \mathbf{g} 、 \mathbf{a} 、與 $\bar{\eta}$ 分別是第 j 等級放款、總放款、資產、與平均風險權數的資料向量。

綜上所述, 總體壓力測試程式應包括:

- 需主觀設定的參數:

1. 不同等級放款的變動 $\dot{\mathbf{g}}_j$
2. 不同等級放款的放款覆蓋率 π_j
3. 不同等級放款的風險權數 η_j

- 需收集的資料:

1. 各銀行之不同等級放款的資料甚或是不同類型放款 (產業別、前五大) 之不同等級放款資料
2. 各銀行之資本適足率相關資料: 資本與風險加權資產 (若擬進一步分析, 則尚需資產資料)

3.3.3 放款覆蓋率的變動

假設有 p 種不同信評等級的放款 G_j 以及對應的放款覆蓋率 π_j 與風險權數 η_j , 根據 (20) 式以及 (38) 式, 覆蓋率之變動對資本適足率的影響可寫成:

$$\Delta\psi = \frac{C - \sum_{j=1}^p \Delta\pi_j G_j}{A^* - \sum_{j=1}^p \eta_j \Delta\pi_j G_j} - \frac{C}{A^*} \quad (67)$$

根據 (21)、(23) 與 (24) 式可得對應之資本適足率變動的解析式:

$$\Delta\psi = -\frac{\sum_{j=1}^p \Delta\pi_j G_j}{A^*} \left[1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\sum_{j=1}^p \eta_j \Delta\pi_j G_j}{\sum_{j=1}^p \Delta\pi_j G_j} \right] \quad (68)$$

$$= -\sum_{j=1}^p \Delta\pi_j \frac{G_j}{G} \cdot \frac{G}{A} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \sum_{j=1}^p \tilde{\omega}_j \eta_j \right) \quad (69)$$

$$= -\sum_{j=1}^p \text{第 } j \text{ 等級放款覆蓋率的的變動百分點} \times \text{第 } j \text{ 等級放款佔總放款的比例}$$

× 放款佔總資產的比例 × 平均風險權數的倒數

$$\times (1 - \text{資本適足率} \times \text{所有等級放款之風險權數的加權和}) \quad (70)$$

其中權數的定義是 $\tilde{\omega}_j \equiv \Delta\pi_j G_j / \sum_{k=1}^p \Delta\pi_k G_k$, 是第 j 等級放款變動佔總放款變動的比列。由 (69) 式可知覆蓋率的增加將導致資本適足率的下降。

總體壓力測試程式 給定覆蓋率的變動百分點 $\dot{\pi}_j$, 則可定義 $n \times p$ 資產變動矩陣如下:

$$\dot{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} -\dot{\pi}_1 \cdot \mathbf{g}_1 & \cdots & -\dot{\pi}_p \cdot \mathbf{g}_p \end{bmatrix} \quad (71)$$

對應這個 $\dot{\mathbf{A}}$ 矩陣的 $\boldsymbol{\eta}$ 向量包含 p 等級放款之風險權數 η_j 的 p 維向量。

根據 (32) 式, 多種信評等級放款的降級對資本適足率的影響是:

$$\dot{\boldsymbol{\psi}} = \frac{\mathbf{c} - \sum_{j=1}^p \dot{\pi}_j \mathbf{g}_j}{\mathbf{a}^* - \sum_{j=1}^p \eta_j \dot{\pi}_j \mathbf{g}_j} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*}. \quad (72)$$

根據 (33) 式, 對應之資本適足率變動的解析式便是

$$\dot{\boldsymbol{\psi}} = -\sum_{j=1}^p \dot{\pi}_j \cdot \frac{\mathbf{g}_j}{\mathbf{g}} \cdot \frac{\mathbf{g}}{\mathbf{a}} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \cdot \left[\mathbf{1} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \cdot \frac{\sum_{j=1}^p \eta_j \dot{\pi}_j \mathbf{g}_j}{\sum_{j=1}^p \dot{\pi}_j \mathbf{g}_j} \right] \quad (73)$$

這裡的 \mathbf{g}_j 、 \mathbf{g} 、 \mathbf{a} 、與 $\bar{\eta}$ 分別是第 j 等級放款、總放款、資產、與平均風險權數的資料向量。

綜上所述，總體壓力測試程式應包括：

- 需主觀設定的參數：
 1. 不同等級放款的變動 $\dot{\mathbf{g}}_j$
 2. 不同等級放款之放款覆蓋率的變動百分點 $\dot{\pi}_j$
 3. 不同等級放款的風險權數 η_j
- 需收集的資料：
 1. 各銀行之不同等級放款的資料甚或是不同類型放款 (產業別、前五大) 之不同等級放款資料
 2. 各銀行之資本適足率相關資料: 資本與風險加權資產 (若擬進一步分析, 則尚需資產資料)

3.4 利率風險

屬於市場風險的利率風險對銀行之資本適足率的直接影響是經由其資產負債表中各種對利率敏感的資產與負債, 其中最重要者為存放款與債券, 前者所產生的淨利息收益是銀行的主要收入來源, 也是銀行最受利率風險影響之處, 我們將在第 3.4.1 小節中研究存放款所產生之淨利息現金收益對資本適足率的影響。由於利率和債券市價呈反向關係, 利率變動自然也會影響銀行所持有的債券資產乃至於銀行所發行的債券負債之價值, 我們將在第 3.4.2 小節中研究利率風險如何經由所謂的存續期間缺口影響資本適足率。這裡要先強調, 利率變動對銀行資產負債表的影響中, 淨利息收益的變動被歸於現金變動, 債券市值的變動在債券未達到期日前被歸於未實現的現金變動, 兩者皆視為現金, 因此不影響風險加權資產, 所以對資本適足率的影響方式也較之前的信用風險為簡單。

利率風險對銀行資產負債表除了前述兩種直接影響外, 也會對銀行的授信戶產生影響, 再經由授信戶償債能力的變動對銀行資產負債表造成間接的影響, 利率風險的這些間接影響將在之後的第 3.7 小節再詳述。

3.4.1 淨利息現金收益

利率變動所導致的利率風險對銀行資產負債表的最直接而重要的影響是存放款的利息現金收益。假設對利率敏感的資產 (放款) 與負債 (存款) 可依其期限別分為 p 類, 現分別以 A_j 與 L_j 代表某一銀行所

擁有之第 j 期限別資產與第 j 期限別負債，再假設對應的利率分別是 r_j^+ 與 r_j^- ，則可得對應的利息現金收益 $r_j^+ \cdot A_j$ 與利息現金支出 $r_j^- \cdot L_j$ 。當利率改變時，則對應的淨利息現金收益也會隨之改變：

$$\Delta r_j^+ \cdot A_j - \Delta r_j^- \cdot L_j$$

根據 (20) 式，淨利息現金收益的改變對資本適足率的影響可寫成：

$$\Delta \psi = \frac{C + \sum_{j=1}^p (\Delta r_j^+ \cdot A_j - \Delta r_j^- \cdot L_j)}{A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (74)$$

由於淨利息現金收益是現金，現金的風險權數是 0，所以淨利息現金收益的變動不會影響風險加權資產 A^* 。

根據 (21)、(23) 與 (24) 式 (或由 (74) 式直接看出) 可得對應之資本適足率變動的解析式：

$$\Delta \psi = \frac{\sum_{j=1}^p (\Delta r_j^+ \cdot A_j - \Delta r_j^- \cdot L_j)}{A^*} \quad (75)$$

$$= \sum_{j=1}^p \left(\Delta r_j^+ \cdot \frac{A_j}{A} - \Delta r_j^- \cdot \frac{L_j}{A} \right) \frac{1}{\bar{\eta}} \quad (76)$$

$$= \sum_{j=1}^p \left(\begin{aligned} &\text{第 } j \text{ 期限別資產利率變動} \times \text{第 } j \text{ 期限別資產佔總資產比例} \\ &- \text{第 } j \text{ 期限別負債利率變動} \times \text{第 } j \text{ 期限別負債佔總資產比例} \end{aligned} \right) \\ \times \text{平均風險權數的倒數} \quad (77)$$

由於銀行的利息收益通常遠大於利息支出 (亦即企業的淨利息現金收益通常是正值)，資本適足率與利率有正向關係。

總體壓力測試程式 給定 n 維向量 \mathbf{a}_j 與 \mathbf{l}_j 分別包含 n 家銀行之第 j 期限別資產與第 j 期限別負債，則可定義 $n \times p$ 資產變動矩陣如下：

$$\dot{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} \Delta r_1^+ \cdot \mathbf{a}_1 - \Delta r_1^- \cdot \mathbf{l}_1 & \cdots & \Delta r_p^+ \cdot \mathbf{a}_p - \Delta r_p^- \cdot \mathbf{l}_p \end{bmatrix} \quad (78)$$

根據 (32) 式，淨利息現金收益的改變對資本適足率的影響是：

$$\dot{\psi} = \frac{\mathbf{c} + \sum_{j=1}^p (\Delta r_j^+ \cdot \mathbf{a}_j - \Delta r_j^- \cdot \mathbf{l}_j)}{\mathbf{a}^*} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \quad (79)$$

根據 (33) 式, 對應之資本適足率變動的解析式便是

$$\psi = \sum_{j=1}^p \left(\Delta r_j^+ \cdot \frac{\mathbf{a}_j}{\mathbf{a}} - \Delta r_j^- \cdot \frac{\mathbf{l}_j}{\mathbf{a}} \right) \cdot \frac{\mathbf{1}}{\bar{\eta}} \quad (80)$$

這裡的 \mathbf{a} 與 $\bar{\eta}$ 分別是資產與平均風險權數的資料向量。

綜上所述, 總體壓力測試程式應包括:

- 需主觀設定的參數:
 1. 不同期限別的利率變動
- 需收集的資料:
 1. 各銀行之不同期限別的資產與負債
 2. 各銀行之資本適足率相關資料: 資本與風險加權資產 (若擬進一步分析, 則尚需資產資料)

3.4.2 債券持有部位

利率變動所導致的利率風險對銀行資產負債表的另一個直接影響是債券持有部位的市值, 假設債券資產與債券負債可依其到期日分為 p 類, 現分別以 B_j^+ 與 B_j^- 代表某一銀行所擁有之第 j 到期日別債券資產與第 j 到期日別債券負債, 再假設對應的利率分別是 r_j^+ 與 r_j^- , 則債券市值的利率彈性約略等於其「存續期間」(duration) 之負值:¹⁴

$$\frac{\Delta B_j^+ / B_j^+}{\Delta r_j^+ / (1 + r_j^+)} \approx -D_j^+, \quad \frac{\Delta B_j^- / B_j^-}{\Delta r_j^- / (1 + r_j^-)} \approx -D_j^-.$$

當利率改變時, 則第 j 到期日別債券資產市值會隨之改變:

$$\Delta B_j^+ = \frac{B_j^+ \cdot (-D_j^+) \cdot \Delta r_j^+}{1 + r_j^+} \quad (81)$$

¹⁴個別債券之存續期間的定義是

$$\text{存續期間} = \sum_t t \cdot \frac{\text{債券所產生之第 } t \text{ 期現金流量的折現值}}{\text{債券的市值}}$$

第 j 到期日別債券負債市值也會改變:

$$\Delta B_j^- = \frac{B_j^- \cdot (-D_j^-) \cdot \Delta r_j^-}{1 + r_j^-} \quad (82)$$

資產的變動等於兩者之差額:

$$\Delta B_j^+ - \Delta B_j^- = \frac{B_j^+ \cdot (-D_j^+) \cdot \Delta r_j^+}{1 + r_j^+} - \frac{B_j^- \cdot (-D_j^-) \cdot \Delta r_j^-}{1 + r_j^-} \quad (83)$$

債券持有部位市值的變動不會影響風險加權資產 A^* ，根據 (20) 式，債券持有部位市值的改變對資本適足率的影響便可寫成:

$$\Delta \psi = \frac{C + \sum_{j=1}^P (\Delta B_j^+ - \Delta B_j^-)}{A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (84)$$

$$= \frac{C - \sum_{j=1}^P \frac{\Delta r_j^+}{1 + r_j^+} \cdot D_j^* \cdot B_j^+}{A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (85)$$

其中 D_j^* 是所謂的「存續期間缺口」, 其定義是

$$D_j^* \equiv D_j^+ - D_j^- \cdot \frac{1 + r_j^+}{1 + r_j^-} \cdot \frac{\Delta r_j^-}{\Delta r_j^+} \cdot \frac{B_j^-}{B_j^+} = D_j^+ \left(1 - \frac{\Delta B_j^-}{\Delta B_j^+} \right) \quad (86)$$

此存續期間缺口基於如下理由應為正值:

1. 債券負債與債券資產的利率大都同步變動, 因此 $\Delta r_j^- / \Delta r_j^+$ 通常是正值。
2. 銀行持有的債券資產 B_j^+ 通常大於其所持有的債券負債 B_j^- 。
3. 由於銀行大都是以接受短期低利率存款 (負債)、提供長期高利率貸款 (資產) 的方式經營, 因此資產的存續期間 D_j^+ 通常都是遠大於負債的存續期間 D_j^- , 且長期利率 r_j^+ 也大於短期利率 r_j^- 。

根據 (21)、(23) 與 (24) 式 (或由 (84) 與 (85) 式直接看出) 可得對應之資本適足率變動的解析式:

$$\Delta \psi = \frac{\sum_{j=1}^P (\Delta B_j^+ - \Delta B_j^-)}{A^*} \quad (87)$$

$$= - \sum_{j=1}^P \frac{\Delta r_j^+}{1 + r_j^+} \cdot D_j^* \cdot \frac{B_j^+}{A} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \quad (88)$$

$$= - \sum_{j=1}^p \text{第 } j \text{ 到期日別債券資產利率變動百分比} \times \text{第 } j \text{ 到期日別存續期間缺口} \\ \times \text{第 } j \text{ 到期日別債券資產佔總資產的比例} \times \text{平均風險權數的倒數} \quad (89)$$

資本適足率和債券資產利率有反向關係。此外，存續期間缺口越大或是債券資產佔總資產的比例越大，利率對資本適足率的影響就越大。

總體壓力測試程式 給定 n 維向量 \mathbf{b}_j^+ 與 \mathbf{b}_j^- 分別包含 n 家銀行之第 j 到期日別債券資產與債券負債，則可定義包含 n 家銀行之第 j 到期日別存續期間缺口的 n 維向量 \mathbf{d}_j^* ：

$$\mathbf{d}_j^* = D_j^+ \cdot \mathbf{1} - D_j^- \cdot \frac{1 + r_j^-}{1 + r_j^+} \cdot \frac{\Delta r_j^-}{\Delta r_j^+} \cdot \frac{\mathbf{b}_j^-}{\mathbf{b}_j^+} \quad (90)$$

$n \times p$ 資產變動矩陣如下：

$$\dot{\mathbf{A}} = \left[\begin{array}{ccc} -\frac{\Delta r_1^+}{1 + r_1^+} \cdot \mathbf{d}_1^* \cdot \mathbf{b}_1^+ & \dots & -\frac{\Delta r_p^+}{1 + r_p^+} \cdot \mathbf{d}_p^* \cdot \mathbf{b}_p^+ \end{array} \right] \quad (91)$$

根據 (32) 式，債券持有部位市值的改變對資本適足率的影響是：

$$\dot{\psi} = \frac{\mathbf{c} - \sum_{j=1}^p \frac{\Delta r_j^+}{1 + r_j^+} \cdot \mathbf{d}_j^* \cdot \mathbf{b}_j^+}{\mathbf{a}^*} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \quad (92)$$

根據 (33) 式，對應之資本適足率變動的解析式便是

$$\dot{\psi} = - \sum_{j=1}^p \frac{\Delta r_j^+}{1 + r_j^+} \cdot \mathbf{d}_j^* \cdot \frac{\mathbf{b}_j^+}{\mathbf{a}} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \quad (93)$$

這裡的 \mathbf{a} 與 $\bar{\eta}$ 分別是資產與平均風險權數的資料向量。

綜上所述，總體壓力測試程式應包括：

- 需主觀設定的參數：

1. 不同到期日別的利率變動百分比 $\Delta r_j^+ / (1 + r_j^+)$ 與 $\Delta r_j^- / (1 + r_j^-)$

- 需收集的資料：

1. 不同到期日別的存續期間 D_j^+ 與 D_j^-
2. 不同到期日別的利率 r_j^+ 與 r_j^-
3. 各銀行之不同到期日別的債券資產與債券負債
4. 各銀行之資本適足率相關資料：資本與風險加權資產 (若擬進一步分析，則尚需資產資料)

3.5 權益價格風險

屬於市場風險的權益價格風險對銀行資產負債表的影響是在股票持有部位。

3.5.1 股票持有部位

假設有 p 種不同股票, 再假設某一銀行所擁有之第 j 種股票市值是 $S_j = P_j \cdot Q_j$, 其中 P_j 與 Q_j 分別是對應股票的價格與該銀行所持有的數量, 給定股價指數 P_0 後, 則由「資本資產定價模型」可得

$$\frac{\Delta P_j}{P_j} = \alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_0}{P_0}. \quad (94)$$

其中 α_j 與 β_j 分別是第 j 種股票的 α 值與 β 值。當股價指數改變時, 則股票持有部位的市值也會改變

$$\begin{aligned} \Delta S_j &= \Delta P_j \cdot Q_j \\ &= P_j \cdot Q_j \cdot \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_0}{P_0} \right) \\ &= S_j \cdot \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_0}{P_0} \right), \end{aligned}$$

由於股票持有部位市值被視為現金, 風險權數是 0, 所以股票持有部位的變動不會影響風險加權資產 A^* 。因此根據 (20) 式, 股票持有部位市值的改變對資本適足率的影響可寫成:

$$\Delta \psi = \frac{C + \sum_{j=1}^p \Delta S_j}{A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (95)$$

$$= \frac{C + \sum_{j=1}^p S_j \cdot \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_0}{P_0} \right)}{A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (96)$$

根據 (21)、(23) 與 (24) 式 (或由 (95) 與 (96) 式直接看出) 可得對應之資本適足率變動的解析式:

$$\Delta \psi = \frac{\sum_{j=1}^p \Delta S_j}{A^*} \quad (97)$$

$$= \sum_{j=1}^p \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_0}{P_0} \right) \cdot \frac{S_j}{A} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \quad (98)$$

$$= \sum_{j=1}^p \left(\alpha_j + \beta_j \times \text{股價指數變動百分比} \right) \times \text{第 } j \text{ 種股票持有部位佔總資產比例} \\ \times \text{平均風險權數的倒數} \quad (99)$$

資本適足率和股價指數之間是正向關係。此外，股票持有部位佔總資產的比例越大，股價指數變動對資本適足率的影響就越大。

總體壓力測試程式 給定 n 維向量 \mathbf{s}_j 包含 n 家銀行之第 j 種股票持有部位，則可定義 $n \times p$ 資產變動矩陣如下：

$$\dot{\mathbf{A}} = \left[\left(\alpha_1 + \beta_1 \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right) \cdot \mathbf{s}_1 \quad \cdots \quad \left(\alpha_p + \beta_p \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right) \cdot \mathbf{s}_p \right] \quad (100)$$

根據 (32) 式，股價指數的改變對資本適足率的影響是：

$$\dot{\psi} = \frac{\mathbf{c} + \sum_{j=1}^p \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right) \cdot \mathbf{s}_j}{\mathbf{a}^*} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \quad (101)$$

根據 (33) 式，對應之資本適足率變動的解析式便是

$$\dot{\psi} = \sum_{j=1}^p \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right) \cdot \frac{\mathbf{s}_j}{\mathbf{a}} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \quad (102)$$

這裡的 \mathbf{a} 與 $\bar{\eta}$ 分別是資產與平均風險權數的資料向量。

綜上所述，總體壓力測試程式應包括：

- 需主觀設定的參數：
 1. 股價指數變動百分比 $\Delta P_o / P_o$ 。
- 需收集的資料：
 1. 各種股票的 α 值與 β 值
 2. 各銀行之各種股票的持有部位
 3. 各銀行之資本適足率相關資料：資本與風險加權資產 (若擬進一步分析，則尚需資產資料)

3.6 匯率風險

屬於市場風險的匯率風險對銀行之資本適足率的影響是經由其資產負債表中外幣淨持有部位科目。

3.6.1 外幣淨持有部位

假設有 p 種不同外幣, 再假設某一銀行以本國貨幣表示之第 j 種外幣的淨持有部位是 F_j , 對應的匯率 (每一單位外國貨幣所能兌換的本國貨幣) 是 e_j , 則按照匯率的定義可得

$$F_j = e_j \cdot F'_j$$

這裡的 F'_j 是以外國貨幣表示之第 j 種外幣的淨持有部位。當匯率改變時, 則以本國貨幣表示之外幣淨持有部位也會隨之改變:

$$\Delta F_j = \Delta e_j \cdot F'_j \quad \text{或是} \quad \frac{\Delta F_j}{F_j} = \frac{\Delta e_j}{e_j}$$

亦即外幣淨持有部位變動的百分比應等於匯率變動的百分比。

根據 (20) 式, 外幣淨持有部位的改變對資本適足率的影響可寫成:

$$\Delta \psi = \frac{C + \sum_{j=1}^p \Delta F_j}{A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (103)$$

$$= \frac{C + \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot F_j}{A^*} - \frac{C}{A^*} \quad (104)$$

由於外幣淨持有部位是現金, 現金的風險權數是 0, 所以外幣淨持有部位的變動不會影響風險加權資產 A^* 。

根據 (21)、(23) 與 (24) 式可得 (或由 (103) 與 (104) 式可直接看出) 對應之資本適足率變動的解析式:¹⁵

$$\Delta \psi = \frac{\sum_{j=1}^p \Delta F_j}{A^*} \quad (105)$$

¹⁵匯率變動對資本適足率的影響也可改寫為:

$$\Delta \psi = \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot \frac{F_j}{C} \cdot \frac{C}{A^*}$$

其中 F/C 便是所謂的「市場風險敏感度」(Sensitivity to Market Risk), 這是 IMF 金融健全指標 (FSI) 之核心指標的一員。

$$= \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot \frac{F_j}{A} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \quad (106)$$

$$= \sum_{j=1}^p \text{第 } j \text{ 種外幣匯率變動百分比} \times \text{第 } j \text{ 種外幣淨持有部位佔總資產比例} \\ \times \text{平均風險權數的倒數} \quad (107)$$

資本適足率和匯率之間是正向關係。此外，外幣淨持有部位佔總資產的比例越大，匯率變動對資本適足率的影響就越大。

總體壓力測試程式 給定 n 維向量 \mathbf{f}_j 包含 n 家銀行之第 j 種外幣淨持有部位，則可定義 $n \times p$ 資產變動矩陣如下：

$$\dot{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta e_1}{e_1} \cdot \mathbf{f}_1 & \cdots & \frac{\Delta e_p}{e_p} \cdot \mathbf{f}_p \end{bmatrix} \quad (108)$$

根據 (32) 式，淨利息現金收益的改變對資本適足率的影響是：

$$\dot{\psi} = \frac{\mathbf{c} + \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot \mathbf{f}_j}{\mathbf{a}^*} - \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{a}^*} \quad (109)$$

根據 (33) 式，對應之資本適足率變動的解析式便是

$$\dot{\psi} = \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot \frac{\mathbf{f}_j}{\mathbf{a}} \cdot \frac{1}{\bar{\eta}} \quad (110)$$

這裡的 \mathbf{f}_j 、 \mathbf{a} 、與 $\bar{\eta}$ 分別是第 j 種外幣淨持有部位、資產、與平均風險權數的資料向量。

綜上所述，總體壓力測試程式應包括：

- 需主觀設定的參數：
 1. 各幣別的匯率變動百分比 $\Delta e_j/e_j$
- 需收集的資料：
 1. 各銀行之各種外幣淨持有部位
 2. 各銀行之資本適足率相關資料：資本與風險加權資產（若擬進一步分析，則尚需資產資料）

3.7 企業與家計部門的信用連結

市場風險 (利率風險、權益價格風險、與匯率風險) 對銀行之資本適足率的影響, 除了前述的直接影響外, 還包括了經由企業授信戶以及個人授信戶的償債能力對銀行所產生的間接影響。在這一小節中我們將先分析企業與個人的「負債比例」如何影響其償債能力進而影響銀行的逾期放款以及資本適足率, 之後我們將再分節解釋各種市場風險如何影響其負債比例。

企業或個人的信用連結係數 假設一銀行的第 i 類企業 (個人) 授信戶的負債與權益 (可支配所得) 分別是 L_i 和 E_i , 則該類企業 (個人) 負債比例 L_i/E_i 的變動將直接影響其償債能力, 並可進而影響銀行對該類企業 (個人) 的逾放比, 這個關係可以如下比率表示:

$$\frac{\Delta G_i^- / G_i}{\Delta(L_i/E_i)} \equiv \phi_i > 0 \quad (111)$$

這裡的 G_i 與 G_i^- 分別是銀行對第 i 類企業 (個人) 的總放款與逾期放款, 而 ϕ_i 將被稱為「企業 (個人) 信用連結係數」, 其所顯示的是銀行之各類別企業 (個人) 逾放比對各該類別企業 (個人) 負債比例的敏感度, ϕ_i 之為正值表示第 i 類企業 (個人) 之負債比例與銀行對該類企業 (個人) 的逾放比之間存在正向關係。

逾放擴散係數 假設銀行的企業 (個人) 授信戶可分為 m 類, 則其逾期放款將等於

$$\begin{aligned} \Delta G^- &= \sum_{i=1}^m \Delta G_i^- \\ &= \sum_{i=1}^m G_i \cdot \lambda_i \end{aligned} \quad (112)$$

其中 λ_i 便是所謂的「逾放擴散係數」,¹⁶ 根據 (111) 式可知這個逾放擴散係數等於企業 (個人) 信用連結係數與企業 (個人) 負債比例變動的乘積:

$$\lambda_i \equiv \phi_i \cdot \Delta\left(\frac{L_i}{E_i}\right) \quad (113)$$

這裡的 (112) 式事實上就是 3.3.1 小節所列舉出之作為逾期放款變動 ΔG^- 原因之一的 (42) 式, 我們要特別指出, 在 3.3.1 小節中並未詳述逾期放款變動原因的前提下, 我們已藉由 (47) 式與 (49) 式, 完

¹⁶參見 3.3.1 小節的 (39) – (43) 式。

整的解釋了銀行逾期放款的變動 ΔG^- 是如何影響銀行的資本適足率,¹⁷ 在本節中我們將對 3.3.1 小節所未能詳述之逾期放款變動 ΔG^- 之諸多肇因中最重要的「來自於企業 (家計) 部門逾期放款變動」進行深入的分析, 我們將探討企業 (家計) 部門是如何在受到各種市場風險衝擊之後成為銀行信用風險的來源, 更具體的說, 由於我們已假設逾放擴散係數 λ_i 定義中之企業 (個人) 信用連結係數 ϕ_i 為固定參數, 我們將集中探討各種市場風險對逾放擴散係數 λ_i 定義中負債比例變動 $\Delta(L_i/E_i)$ 項的影響, 一旦完成, 便可將這些結果直接代入 (47) 式與 (49) 式中的 ΔG^- 項, 從而了解各種市場風險對銀行資本適足率的間接影響。

企業 (個人) 負債比例 在探討個別市場風險之前, 我們將先對負債比例的變動作一簡單的綜合分析。負債比例變動的定義是:

$$\Delta\left(\frac{L_i}{E_i}\right) = \frac{L_i + \Delta L_i}{E_i + \Delta E_i} - \frac{L_i}{E_i} \quad (114)$$

但我們也可根據微積分導出如下的解析式:

$$\Delta\left(\frac{L_i}{E_i}\right) = \frac{\Delta E_i}{E_i} \left(\frac{\Delta L_i}{\Delta E_i} - \frac{L_i}{E_i} \right) \quad (115)$$

或是

$$\frac{\Delta(L_i/E_i)}{L_i/E_i} = \frac{\Delta E_i}{E_i} \left(\frac{\Delta L_i/L_i}{\Delta E_i/E_i} - 1 \right) \quad (116)$$

$$= \text{權益或可支配所得變動的百分比} \times (\text{負債的權益彈性} - 1).$$

當負債的權益彈性大於 1 時, 負債比例便與權益有相同方向的變動; 反之, 當負債的權益彈性小於 1 時, 負債比例便與權益有相反方向的變動。

任何市場風險對企業 (個人) 負債比例的影響必然是經由企業權益 (個人可支配所得) E_i 與 (或) 企業 (個人) 負債 L_i 。其中, 風險因子通常會影響企業權益, 但卻不見得會影響企業負債, 當 $\Delta L_i = 0$ 時, 則負債比例變動可簡化為

$$\frac{\Delta(L_i/E_i)}{L_i/E_i} = -\frac{\Delta E_i/E_i}{1 + (\Delta E_i/E_i)} \quad (117)$$

而對應的解析式 (116) 可寫成

$$\frac{\Delta(L_i/E_i)}{L_i/E_i} = -\frac{\Delta E_i}{E_i} \quad (118)$$

¹⁷對應的矩陣式 (52) 式、(54) 式、與 (56) 式更清楚的標示了要如何編寫對應的總體壓力測試程式。

亦即企業財務負債比例的變動百分比等於負的企業權益變動百分比。¹⁸

各風險因子對企業 (個人) 負債比例的影響

可能影響企業 (個人) 負債比例之各種市場風險有:

1. 利率變動經由企業 (個人) 的淨利息現金收益影響其負債比例
2. 利率變動經由企業 (個人) 的債券持有部位的市值影響其負債比例
3. 股價指數變動經由企業 (個人) 的股票持有部位影響其負債比例
4. 匯率變動經由企業 (個人) 的外幣淨持有部位影響其負債比例

我們還要強調, 銀行的企業 (個人) 授信戶數目眾多, 不同類別的企業 (個人) 授信戶對銀行所能產生的風險也各不相同, 所以在分析企業 (個人) 授信戶的風險前, 必須先將企業 (個人) 授信戶分類 (例如按照企業大小、所屬產業、借款多少、信評等級、地區等), 如何決定各銀行之不同分類企業 (個人) 授信戶的代表性參數值 (例如不同類別企業或個人的信用連結係數 ϕ_i), 將是壓力測試程式設定的最主要問題。

3.7.1 企業或個人的淨利息現金收益

在本小分節中我們將分析利率如何影響企業 (個人) 的淨利息收益, 再進而影響這些企業 (個人) 的負債比例。假設對利率敏感的資產 (放款) 與負債 (存款) 可依其期限別分為 p 類, 現分別以 A_{ij} 與 L_{ij} 代表第 i 類企業 (個人) 之第 j 期限別資產與第 j 期限別負債, 再假設對應的利率分別是 r_j^+ 與 r_j^- , 則可得第 i 類企業 (個人) 之利息現金收益 $r_j^+ \cdot A_{ij}$ 與利息現金支出 $r_j^- \cdot L_{ij}$ 。當利率改變時, 則對應的淨利息現金收益也會隨之改變, 進而造成第 i 類企業權益 (個人可支配所得) 的改變:

$$\Delta E_i = \sum_{j=1}^p \left(\Delta r_j^+ \cdot A_{ij} - \Delta r_j^- \cdot L_{ij} \right)$$

¹⁸負債比例變動的定義 (117) 與對應的解析式之間的差異是

$$\left[-\frac{\Delta E_i / E_i}{1 + (\Delta E_i / E_i)} \right] - \left[-\frac{\Delta E_i}{E_i} \right] = \frac{(\Delta E_i / E_i)^2}{1 + (\Delta E_i / E_i)}$$

當 $(\Delta E_i / E_i)^2$ 很小而可被忽略時, 兩者差別不大。

這裡我們假設了利率變動所造成之淨利息現金收益的變動會直接改變權益，但不影響負債，因此根據 (118) 式便可將企業 (個人) 負債比例的變動百分比寫成¹⁹

$$\frac{\Delta(L_i/E_i)}{L_i/E_i} = - \sum_{j=1}^p \left(\Delta r_j^+ \cdot \frac{A_{ij}}{E_i} - \Delta r_j^- \cdot \frac{L_{ij}}{E_i} \right) \quad (119)$$

$$= - \sum_{j=1}^p \left(\begin{aligned} &\text{第 } j \text{ 期限別資產利率變動} \times \text{第 } j \text{ 期限別資產佔權益比例} \\ &- \text{第 } j \text{ 期限別負債利率變動} \times \text{第 } j \text{ 期限別負債支出佔權益比例} \end{aligned} \right) \quad (120)$$

由於企業利息支出通常遠大於利息收益 (亦即企業的淨利息現金收益通常是負值)，因此企業的負債比例便與利率呈正向關係。至於個人的利息收支則變化較大，個人負債比例與利率的關係較不明確。

給定企業 (個人) 信用連結係數 ϕ_i ，由 (113) 式得知可進一步將對應的逾放擴散係數寫成

$$\lambda_i = -\phi_i \cdot \frac{L_i}{E_i} \cdot \sum_{j=1}^p \left(\Delta r_j^+ \cdot \frac{A_{ij}}{E_i} - \Delta r_j^- \cdot \frac{L_{ij}}{E_i} \right) \quad (121)$$

再根據 (112) 式得知利率變動所導致之逾期放款的變動為

$$\Delta G^- = \sum_{i=1}^m G_i \cdot \lambda_i = - \sum_{i=1}^m G_i \cdot \phi_i \cdot \frac{L_i}{E_i} \cdot \sum_{j=1}^p \left(\Delta r_j^+ \cdot \frac{A_{ij}}{E_i} - \Delta r_j^- \cdot \frac{L_{ij}}{E_i} \right) \quad (122)$$

若將此式代入 (47) 式，便可得知利率變動經由對各類企業 (個人) 授信戶之淨利息現金收益，再對銀行資本適足率所產生的間接影響。若將 (122) 式代入 (49) 式則可得到對應的解析式。

由於企業利息支出通常遠大於利息收益 (亦即企業的淨利息現金收益通常是負值)，(122) 式顯示了逾期放款與利率之間是正向關係，所以銀行資本適足率與利率的間接影響有著反向關係，這個結果可對比 (76) 式所顯示之利率變動的正向直接影響。

總體壓力測試程式 3.3.1 小節中的矩陣式 (52) 式、(54) 式、與 (56) 式可不需修正的用於編寫利率對銀行資本適足率所產生之間接影響的總體壓力測試程式，這裡唯一需要說明的是，在計算逾期放款變動向量 \mathbf{g}^- 之 (52) 式中，對應之 $n \times (m + 1)$ 矩陣 \mathbf{G} 的前 m 個直欄所包含的將是 n 家銀行對 m 類企業 (個人) 的放款資料，而對應之 $(m + 1)$ 維向量 $\boldsymbol{\lambda}$ 的定義則較為複雜：除了最後一個元素是不需要的 0 外，前 m 個元素是由 (121) 式所定義的 m 個逾放擴散係數。

¹⁹這裡採用的負債比例變動的解析式 (118) 而非負債比例變動的嚴格定義 (117)，如註 18 所示，當 $(\Delta E_i/E_i)^2$ 很小而可忽略時，兩者差別不大。

我們要強調 λ 向量中的 m 個逾放擴散係數 $\lambda_1, \dots, \lambda_m$ 對銀行而言可說是總體經濟變量, 亦即所有銀行都面對著相同的 m 個逾放擴散係數, 這些逾放擴散係數數目不多 (等於企業或個人的類別數), 但卻需大量資料才得以算出: 每一個逾放擴散係數都需要對應企業 (個人) 類別之 p 類期限別利率敏感資產 (放款) 與負債 (存款) 的資料: A_{ij} 與 L_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, p$, 以及企業 (個人) 的負債與權益 (可支配所得) 資料: L_i 與 E_i , $i = 1, 2, \dots, m$, 再加上 p 類利率的變動值: Δr_j^+ 與 Δr_j^- , $j = 1, 2, \dots, p$, 乃至於企業 (個人) 信用連結係數 ϕ_i 的設定值。

綜上所述, 總體壓力測試程式應包括:

- 需主觀設定的參數:

1. 銀行之各類別企業 (個人) 的信用連結係數 ϕ_i
2. 不同期限別的利率變動
3. 正常放款與逾期放款的放款覆蓋率
4. 正常放款與逾期放款的風險權數

- 需收集的資料:

1. 各類別企業 (個人) 的負債與權益 (可支配所得) 資料
2. 各類別企業 (個人) 之不同期限別利率敏感資產 (放款) 與負債 (存款) 的資料
3. 各銀行對各類別企業 (個人) 之放款資料
4. 各銀行之資本適足率相關資料: 資本與風險加權資產 (若擬進一步分析, 則尚需資產資料)

3.7.2 企業或個人的債券持有部位

在本小分節中我們將分析利率如何影響企業 (個人) 的債券持有部位市值, 再進而影響這些企業 (個人) 的負債比例。假設債券資產與債券負債可依其到期日分為 p 類, 現分別以 B_{ij}^+ 與 B_{ij}^- 代表第 i 類企業 (個人) 之第 j 到期日別債券資產與第 j 到期日別債券負債, 再假設對應的利率分別是 r_j^+ 與 r_j^- , 則債券資產與債券負債市值的利率彈性約略等於各自存續期間 D_j^+ 與 D_j^- 之負值:

$$\frac{\Delta B_{ij}^+ / B_{ij}^+}{\Delta r_j^+ / (1 + r_j^+)} \approx -D_j^+, \quad \frac{\Delta B_{ij}^- / B_{ij}^-}{\Delta r_j^- / (1 + r_j^-)} \approx -D_j^-.$$

當利率改變時, 則債券市值也會隨之改變, 並進而影響第 i 類企業 (個人) 的權益 (可支配所得) 與負債:

$$\Delta E_i = \sum_{j=1}^p \Delta B_{ij}^+ = \sum_{j=1}^p \frac{B_{ij}^+ \cdot (-D_j^+) \cdot \Delta r_j^+}{1 + r_j^+} \quad (123)$$

$$\Delta L_i = \sum_{j=1}^p \Delta B_{ij}^- = \sum_{j=1}^p \frac{B_{ij}^- \cdot (-D_j^-) \cdot \Delta r_j^-}{1 + r_j^-} \quad (124)$$

根據 (118) 式便可將企業 (個人) 負債比例的變動百分比寫成:

$$\frac{\Delta(L_i/E_i)}{L_i/E_i} = - \sum_{j=1}^p \frac{\Delta r_j^-}{1 + r_j^-} \cdot D_{ij}^* \cdot \frac{B_{ij}^-}{L_i} \quad (125)$$

$$= - \sum_{j=1}^p \text{第 } j \text{ 到期日別債券負債利率變動百分比} \times \text{第 } j \text{ 到期日別存續期間缺口} \\ \times \text{第 } j \text{ 到期日別債券負債佔總資產的比例} \quad (126)$$

其中 D_{ij}^* 是所謂的「存續期間缺口」, 其定義是

$$D_{ij}^* \equiv D_j^- - D_j^+ \cdot \frac{1 + r_j^-}{1 + r_j^+} \cdot \frac{\Delta r_j^+}{\Delta r_j^-} \cdot \frac{B_{ij}^+/E_i}{B_{ij}^-/L_i} = D_j^- \left(1 - \frac{\Delta B_{ij}^+/E_i}{\Delta B_{ij}^-/L_i} \right) \quad (127)$$

此存續期間缺口與 (86) 式所定義之存續期間缺口有相反的符號, 且基於如下理由應為正值:

1. 債券負債與債券資產的利率大都同步變動, 因此 $\Delta r_j^+/\Delta r_j^-$ 通常是正值。
2. 企業持有的債券負債 B_{ij}^- 通常是大於其所持有的債券資產 B_{ij}^+ , 且 B_{ij}^-/L_i 也會大於 B_{ij}^+/E_i 。
3. 由於企業大都以發行長期公司債 (負債) 籌資經營、購買短期債券 (資產) 進行短期投資套利, 因此債券負債的存續期間 D_j^- 通常都是遠大於債券資產的存續期間 D_j^+ , 且長期利率 r_j^- 也大於短期利率 r_j^+ 。

因此利率與企業負債比例有反向關係, 且存續期間缺口越大或是債券負債佔總資產的比例越大, 利率對企業負債比例的影響越大。

由 (113) 式得知可進一步將對應的逾放擴散係數寫成

$$\lambda_i = - \phi_i \cdot \frac{L_i}{E_i} \cdot \sum_{j=1}^p \frac{\Delta r_j^-}{1 + r_j^-} \cdot D_{ij}^* \cdot \frac{B_{ij}^-}{L_i} \quad (128)$$

而由 (112) 式得知利率變動所導致之逾期放款的變動為

$$\Delta G^- = \sum_{i=1}^m G_i \cdot \lambda_i = - \sum_{i=1}^m G_i \cdot \phi_i \cdot \frac{L_i}{E_i} \cdot \sum_{j=1}^p \frac{\Delta r_j^-}{1 + r_j^-} \cdot D_{ij}^* \cdot \frac{B_{ij}^-}{L_i} \quad (129)$$

若將之代入 (47) 式, 便可得到利率變動經由對各類企業 (個人) 授信戶之債券持有部位市值再對銀行資本適足率所產生的間接影響。若將之代入 (49) 式則可得到對應的解析式, 由於 (129) 式顯示逾期放款與利率是反向關係, 所以銀行資本適足率與利率之間接影響便是正向關係, 這個結果可對比 (88) 式所顯示之利率變動的反向直接影響。

總體壓力測試程式 3.3.1 小節中的矩陣式 (52) 式、(54) 式、與 (56) 式可不需修正的用於編寫利率對銀行資本適足率所產生之間接影響的總體壓力測試程式。在計算逾期放款變動向量 \mathbf{g}^- 之 (52) 式中, $n \times m$ 矩陣 \mathbf{G} 所包含的將是 n 家銀行對 m 類企業 (個人) 的放款資料, 而 m 維向量 $\boldsymbol{\lambda}$ 則包含由 (128) 式所定義的 m 個逾放擴散係數。這 m 個逾放擴散係數對銀行而言可說是總體經濟變量, 亦即所有銀行都面對著相同的 m 個逾放擴散係數, 計算這些逾放擴散係數所需的資料包括: m 企業 (個人) 類別之 p 類到期日別債券資產與債券負債的資料, 以及 m 企業 (個人) 類別的負債與權益資料, 再加上利率變動、債券資產與債券負債的存續期間、乃至於 ϕ_i 參數的設定值。

綜上所述, 總體壓力測試程式應包括:

- 需主觀設定的參數:
 1. 銀行之各類別企業 (個人) 的信用連結係數 ϕ_i
 2. 不同到期日別之債券資產與債券負債的利率變動百分比
 3. 正常放款與逾期放款的放款覆蓋率
 4. 正常放款與逾期放款的風險權數
- 需收集的資料:
 1. 各類別企業 (個人) 的負債與權益 (可支配所得) 資料
 2. 各類別企業 (個人) 不同到期日別之債券資產與債券負債的存續期間 (計算存續期間的相關資料)
 3. 各類別企業 (個人) 不同到期日別之債券資產與債券負債資料
 4. 各銀行對各類別企業 (個人) 之放款資料
 5. 各銀行之資本適足率相關資料: 資本與風險加權資產 (若擬進一步分析, 則尚需資產資料)

3.7.3 企業或個人的股票持有部位

在本小分節中我們將分析股票指數如何影響企業 (個人) 的股票持有部位市值, 再進而影響這些企業 (個人) 的負債比例。假設有 p 種不同股票, 再假設第 i 類企業 (個人) 所擁有之第 j 種股票市值是 $S_{ij} = P_j \cdot Q_{ij}$, 其中 P_j 與 Q_{ij} 分別是對應股票的價格與該類企業 (個人) 所持有的數量, 給定股價指數 P_0 。後, 則由「資本資產定價模型」可得

$$\frac{\Delta P_j}{P_j} = \alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_0}{P_0}. \quad (130)$$

其中 α_j 與 β_j 分別是第 j 種股票的 α 值與 β 值。當股價指數改變時，則股票持有部位的市值也會改變，進而直接改變權益，但不影響負債：

$$\begin{aligned}\Delta E_i &= \sum_{j=1}^P \Delta S_{ij} = \sum_{j=1}^P \Delta P_j \cdot Q_{ij} = \sum_{j=1}^P P_j \cdot Q_{ij} \cdot \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right) \\ &= \sum_{j=1}^P S_{ij} \cdot \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right)\end{aligned}\quad (131)$$

根據 (118) 式便可將企業 (個人) 負債比例的變動百分比寫成：

$$\frac{\Delta(L_i/E_i)}{L_i/E_i} = - \sum_{j=1}^P \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right) \cdot \frac{S_{ij}}{E_i} \quad (132)$$

$$= - \sum_{j=1}^P \left(\alpha_j + \beta_j \times \text{股價指數變動百分比} \right) \times \text{第 } j \text{ 種股票持有部位佔權益比例} \quad (133)$$

企業 (個人) 的負債比例與股價指數呈反向關係。

由 (113) 式得知可進一步將對應的逾放擴散係數寫成

$$\lambda_i = - \phi_i \cdot \frac{L_i}{E_i} \cdot \sum_{j=1}^P \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right) \cdot \frac{S_{ij}}{E_i} \quad (134)$$

而由 (112) 式得知利率變動所導致之逾期放款的變動為

$$\Delta G^- = \sum_{i=1}^m G_i \cdot \lambda_i = - \sum_{i=1}^m G_i \cdot \phi_i \cdot \frac{L_i}{E_i} \cdot \sum_{j=1}^P \left(\alpha_j + \beta_j \cdot \frac{\Delta P_o}{P_o} \right) \cdot \frac{S_{ij}}{E_i} \quad (135)$$

若將之代入 (47) 式，便可得到股價指數變動經由對各類企業 (個人) 授信戶之股票持有部位再對銀行資本適足率所產生的間接影響，若將之代入 (49) 式則可得到對應的解析式。由於 (135) 式顯示逾期放款與股價指數是反向關係，所以銀行資本適足率與股價指數之間接影響就是正向關係，這個結果可對比 (98) 式所顯示之股價指數變動的正向直接影響。

總體壓力測試程式 3.3.1 小節中的矩陣式 (52) 式、(54) 式、與 (56) 式可不需修正的用於編寫利率對銀行資本適足率所產生之間接影響的總體壓力測試程式。在計算逾期放款變動向量 \mathbf{g}^- 之 (52) 式中， $n \times m$ 矩陣 \mathbf{G} 所包含的將是 n 家銀行對 m 類企業 (個人) 的放款資料，而 m 維向量 $\boldsymbol{\lambda}$ 則包含由 (134) 式所定義的 m 個逾放擴散係數。這 m 個逾放擴散係數對銀行而言可說是總體經濟變量，亦即所有銀行都面對著相同的 m 個逾放擴散係數，計算這些逾放擴散係數所需的資料包括： m 企業 (個人) 類別之

p 類股票持有部位資料, 以及 m 企業 (個人) 類別的負債與權益資料, 再加上股價指數變動百分比、 p 類股票之 α 與 β 值、乃至於 ϕ_i 參數的設定值。

綜上所述, 總體壓力測試程式應包括:

- 需主觀設定的參數:

1. 銀行之各類別企業 (個人) 的信用連結係數 ϕ_i
2. 股價指數變動百分比
3. 正常放款與逾期放款的放款覆蓋率
4. 正常放款與逾期放款的風險權數

- 需收集的資料:

1. 各類別企業 (個人) 的負債與權益 (可支配所得) 資料
2. 各種股票之 α 與 β 值
3. 各類別企業 (個人) 之各種股票持有部位資料
4. 各銀行對各類別企業 (個人) 之放款資料
5. 各銀行之資本適足率相關資料: 資本與風險加權資產 (若擬進一步分析, 則尚需資產資料)

3.7.4 企業或個人的外幣淨持有部位

在本小分節中我們將分析匯率如何影響企業 (個人) 的外幣淨持有部位, 再進而影響這些企業 (個人) 的負債比例。假設有 p 種不同外幣, 再假設第 i 類企業 (個人) 所擁有以本國貨幣表示之第 j 種外幣的淨持有部位是 F_{ij} , 對應的匯率 (每一單位外國貨幣所能兌換的本國貨幣) 是 e_j , 當匯率改變時, 則以本國貨幣表示之外幣淨持有部位也會隨之改變, 進而直接改變權益, 但不影響負債:

$$\Delta E_i = \sum_{j=1}^p \Delta F_{ij} = \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot F_{ij} \quad (136)$$

根據 (118) 式便可將企業 (個人) 負債比例的變動百分比寫成:

$$\frac{\Delta(L_i/E_i)}{L_i/E_i} = - \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot \frac{F_{ij}}{E_i} \quad (137)$$

$$= - \sum_{j=1}^p \text{第 } j \text{ 種外幣匯率變動的百分比} \times \text{第 } j \text{ 種外幣淨持有部位佔權益比率} \quad (138)$$

由上述的結果可知

1. 由於匯率貶值時 $\Delta e_j > 0$, 匯率升值時 $\Delta e_j < 0$, 因此:
 - ① 當外幣淨持有部位是正值時, 匯率貶值會導致負債比例的降低。
 - ② 當外幣淨持有部位是負值時, 匯率貶值會導致負債比例的提高。
2. 外幣淨持有部位佔權益的比率越大, 匯率貶值降低負債比例的幅度就越大。

由 (113) 式得知可進一步將對應的逾放擴散係數寫成

$$\lambda_i = -\phi_i \cdot \frac{L_i}{E_i} \cdot \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot \frac{F_{ij}}{E_i} \quad (139)$$

而由 (112) 式得知匯率變動所導致之逾期放款的變動為

$$\Delta G^- = \sum_{i=1}^m G_i \cdot \lambda_i = - \sum_{i=1}^m G_i \cdot \phi_i \cdot \frac{L_i}{E_i} \cdot \sum_{j=1}^p \frac{\Delta e_j}{e_j} \cdot \frac{F_{ij}}{E_i} \quad (140)$$

若將之代入 (47) 式, 便可得到匯率變動經由對各類企業 (個人) 授信戶之外幣淨持有部位再對銀行資本適足率所產生的間接影響, 若將之代入 (49) 式則可得到對應的解析式。由於 (140) 式顯示逾期放款與匯率是反向關係 (假設企業或個人的外幣淨持有部位是正值), 所以銀行資本適足率與匯率之間接影響就是正向關係, 這個結果可對比 (106) 式所顯示之匯率變動的正向直接影響。

總體壓力測試程式 3.3.1 小節中的矩陣式 (52) 式、(54) 式、與 (56) 式可不需修正的用於編寫匯率對銀行資本適足率所產生之間接影響的總體壓力測試程式。在計算逾期放款變動向量 \mathbf{g}^- 之 (52) 式中, $n \times m$ 矩陣 \mathbf{G} 所包含的將是 n 家銀行對 m 類企業 (個人) 的放款資料, 而 m 維向量 $\boldsymbol{\lambda}$ 則包含由 (134) 式所定義的 m 個逾放擴散係數。這 m 個逾放擴散係數對銀行而言可說是總體經濟變量, 亦即所有銀行都面對著相同的 m 個逾放擴散係數, 計算這些逾放擴散係數所需的資料包括: m 企業 (個人) 類別之 p 類外幣淨持有部位資料, 以及 m 企業 (個人) 類別的負債與權益資料, 再加上匯率變動百分比、乃至於 ϕ_i 參數的設定值。

綜上所述, 總體壓力測試程式應包括:

- 需主觀設定的參數:
 1. 銀行之各類別企業 (個人) 的信用連結係數 ϕ_i

2. 匯率變動百分比
 3. 正常放款與逾期放款的放款覆蓋率
 4. 正常放款與逾期放款的風險權數
- 需收集的資料:
 1. 各類別家計的負債與權益資料
 2. 各類別企業 (個人) 之各種外幣淨持有部位資料
 3. 各銀行對各類別企業 (個人) 之放款資料
 4. 各銀行之資本適足率相關資料: 資本與風險加權資產 (若擬進一步分析, 則尚需資產資料)

3.8 流動性風險

流動性壓力測試所考量的是, 當一銀行因發生擠兌而逐日流失大量現金時, 若無中央銀行及其他銀行的奧援, 該銀行是否有能力在一特定的期間 (通常是 5 日) 內持續保有足夠的現金應付擠兌。相較於以資本適足程度為壓力測試標的之其他風險, 流動性壓力測試有二個不同的特質; 一是測試標的是現金而非資本, 二是測試期間長短 (以日為單位) 明確訂定。

流動性壓力測試需要計算各銀行現金流量的日資料, 也需考慮中央銀行的對銀行流動性的監控規定。

擠兌可能性指數與安全度變量 銀行是否會發生擠兌乃至於發生擠兌後流失現金的速度, 都與外界對該銀行之「安全度」的認知有密切關係。一般可以如下多種變量中之一做為評估銀行安全與否的根據:

- 總資產
- 加權總資產: 公營銀行資產權數加倍
- 信用評等
- 流動資產佔總資產 (FSI 核心指標)
- 流動資產佔短期負債 (FSI 核心指標)
- 存放比
- 三十天累計缺口佔淨值

- 擔保品品質
- 作業風險大小

以總資產或信用評等為例，安全度變量越高，銀行的安全度就越高。不論採用哪一種安全度變量，給定各銀行的安全度變量值，我們便可先求得所有銀行之安全度變量值中的最大者與最小者，再定義銀行 i 的「擠兌可能性指數」為：

$$\text{擠兌可能性指數}_i = \frac{\text{安全度變量之最大值} - \text{安全度變量}_i}{\text{安全度變量之最大值} - \text{安全度變量之最小值}} \quad (141)$$

這個指數介於 0 和 1 之間，指數值越大，擠兌可能性就越高。

流動性指數與流動性變量 銀行除了可用庫存現金以支應現金流出外，還可將一定比例的流動資產與固定資產轉換成現金，銀行對現金需求的大小除了與銀行資產本身的流動性有高度相關性外，還與下列因素有關：

- 銀行現金需求相對於整體現金流量的大小 (銀行現金需求量大，流動性越低)
- 市場風險 (市場風險越大，流動性越低)
- 總體經濟 (總體經濟越差，投資人越趨避風險，流動性越低)

給定各銀行的流動性變量值，我們便可先求得所有銀行之流動性變量值中的最大者與最小者，再定義銀行 i 的「流動性指數」為：

$$\text{流動性指數}_i = \frac{\text{流動性變量之最大值} - \text{流動性變量}_i}{\text{流動性變量之最大值} - \text{流動性變量之最小值}} \quad (142)$$

這個指數介於 0 和 1 之間，指數值越大，流動性就越高。

3.8.1 日現金淨流入量與流動性風險

銀行發生擠兌時，不同類型的存款會以不同的提取比例大量流失，這就構成了銀行的日現金流出量。銀行為支應現金流出，除了可用庫存現金外，還可將一定比例的流動資產與固定資產快速轉換成現金，此即銀行的日現金流入量。日現金流入量與日現金流出量之間的差額就是「日現金淨流量」，而所謂的「日現金存量」則是累積多日之日現金淨流入量的總和。當某日的日現金存量與日現金流入量不足以支付該日的日現金流出量，便是所謂的「流動性風險」，銀行發生擠兌 (亦即日現金流出量暴增) 問題

後，一定要有能維持至少五日（一週）之內不發生流動性風險，亦即要有能力保持至少五日的日現金存量為正值。一般認為，銀行若能在擠兌問題發生後維持五日不發生流動性風險，通常便能獲得中央銀行或其他銀行的奧援而度過擠兌難關。

- 日現金流出量：

1. 本幣與外幣活期存款、以及本幣與外幣定期存款各有其每日提取比例的上下限。
2. 各種存款的提取比例也受到銀行之擠兌可能性指數的影響：

$$\text{提取比例}_i = \text{提取比例下限} + \text{擠兌可能性指數}_i \times (\text{提取比例上限} - \text{提取比例下限})$$

擠兌可能性指數越高，提取比例就越高，過高的提取比例就是所謂的擠兌。

3. 隨著各種存款每日以不同的提取比例轉換成現金，這些存款也會逐日減少。

- 日現金流入量：

1. 各類流動資產與固定資產各有其每日變現比例的上下限。
2. 各種資產的變現比例受到銀行之流動性指數的影響：

$$\text{變現比例}_i = \text{變現比例下限} + \text{流動性指數}_i \times (\text{變現比例上限} - \text{變現比例下限})$$

流動性指數越高，變現比例就越高。

3. 隨著流動資產與固定資產每日以不同的比例快速轉換成現金，這些資產也會逐日減少。

根據銀行 i 在第 t 日之存款與資產的存量可分別計算該日之日現金流出量與流入量，再進而計算銀行 i 在第 t 日的日現金存量：

$$\text{日現金存量}_i^{(t)} = \text{日現金存量}_i^{(t-1)} + \text{日現金流入量}_i^{(t)} - \text{日現金流出量}_i^{(t)} \quad (143)$$

$$\begin{aligned} &= \text{日現金存量}_i^{(t-1)} \\ &+ \sum_{j=1}^2 \text{資產}_{ij}^{(t)} \times \left[\text{變現比例下限}_j \right. \\ &\quad \left. + \text{流動性指數}_i \times (\text{變現比例上限}_j - \text{變現比例下限}_j) \right] \\ &- \sum_{j=1}^4 \text{存款}_{ij}^{(t)} \times \left[\text{提取比例下限}_j \right. \\ &\quad \left. + \text{擠兌可能性指數}_i \times (\text{提取比例上限}_j - \text{提取比例下限}_j) \right] \quad (144) \end{aligned}$$

這裡的「資產 $_{ij}^{(t)}$ 」是指銀行 i 在第 t 日之第 j 類資產 (流動資產或固定資產) 的存量,「變現比例上下限 $_j$ 」是對應資產變現比例的上下限,同理,「存款 $_{ij}^{(t)}$ 」是指銀行 i 在第 t 日之第 j 類存款 (本幣或外幣活期存款、或本幣或外幣定期存款) 的存量,「提取比例上下限 $_j$ 」是對應存款提取比例的上下限。

若銀行 i 無法在特定的日數 (通常是五日, 亦即 $t = 1, 2, \dots, 5$) 內持續正的日現金存量, 便發生流動性問題, 我們將紀錄發生流動性問題的銀行家數。

現以矩陣向量的符號表示前述的遞迴式。給定 n 家銀行, 假設 $\mathbf{A}_1^{(t)}$ 是包含所有銀行在第 t 日之流動資產與固定資產存量的 $n \times 2$ 矩陣, $\mathbf{A}_2^{(t)}$ 是包含所有銀行在第 t 日之 4 類存款 (本幣與外幣活期存款、以及本幣與外幣定期存款) 存量的 $n \times 4$ 矩陣, 再假設 \mathbf{a}_1 與 \mathbf{b}_1 分別是包含流動資產與固定資產之日變現比例下限與上限的 2×1 向量, \mathbf{a}_2 與 \mathbf{b}_2 分別是包含 4 類存款存量之日提取比例下限與上限的 4×1 向量, 最後假設 \mathbf{s}_1 與 \mathbf{s}_2 分別是包含所有銀行之流動性指數與擠兌可能性指數的 $n \times 1$ 向量, $\boldsymbol{\lambda}^{(t)}$ 是包含所有銀行在第 t 日之日現金存量的 $n \times 1$ 向量, 則可得如下遞迴式:

$$\boldsymbol{\lambda}^{(t)} = \boldsymbol{\lambda}^{(t-1)} + [\mathbf{A}_1^{(t-1)} \mathbf{a}_1 + \Delta(\mathbf{s}_1) \mathbf{A}_1^{(t-1)} (\mathbf{b}_1 - \mathbf{a}_1)] - [\mathbf{A}_2^{(t-1)} \mathbf{a}_2 + \Delta(\mathbf{s}_2) \mathbf{A}_2^{(t-1)} (\mathbf{b}_2 - \mathbf{a}_2)], \quad (145)$$

$$\mathbf{A}_1^{(t)} = \mathbf{A}_1^{(t-1)} - [\mathbf{A}_1^{(t-1)} \Delta(\mathbf{a}_1) + \Delta(\mathbf{s}_1) \mathbf{A}_1^{(t-1)} \Delta(\mathbf{b}_1 - \mathbf{a}_1)], \quad (146)$$

$$\mathbf{A}_2^{(t)} = \mathbf{A}_2^{(t-1)} - [\mathbf{A}_2^{(t-1)} \Delta(\mathbf{a}_2) + \Delta(\mathbf{s}_2) \mathbf{A}_2^{(t-1)} \Delta(\mathbf{b}_2 - \mathbf{a}_2)], \quad (147)$$

這裡的 $\Delta(\mathbf{s}_1)$, $\Delta(\mathbf{a}_1)$, ... 分別是以 \mathbf{s}_1 , \mathbf{a}_1 , ... 向量的元素為對角元素的對角矩陣。至於各矩陣、向量的起始值是: $\boldsymbol{\lambda}^{(0)}$ 、 $\mathbf{A}_1^{(0)}$ 、和 $\mathbf{A}_2^{(0)}$ 分別包含所有銀行在擠兌開始之日的庫存現金、流動資產與固定資產存量、和 4 類存款存量。注意: 日變現比例下限與上限 \mathbf{a}_1 與 \mathbf{b}_1 、日提取比例下限與上限 \mathbf{a}_2 與 \mathbf{b}_2 、以及流動性指數向量 \mathbf{s}_1 與擠兌可能性指數向量 \mathbf{s}_2 均為不隨時間改變的常數向量。

總體壓力測試程式 壓力測試程式應包含:

- 需主觀設定的參數:
 1. 本幣與外幣活期存款、以及本幣與外幣定期存款每日提取比例的上下限
 2. 流動資產與固定資產日變現比例的上下限
 3. 日現金存量須為正值的日數
- 需收集的資料:
 1. 各銀行之本幣與外幣活期存款、以及本幣與外幣定期存款

2. 各銀行之現金、流動資產、與固定資產
3. 各銀行之流動性變量以定義流動性指數
4. 各銀行之安全度變量以定義擠兌可能性指數

3.9 銀行間的傳染風險

銀行間的傳染風險是指某些銀行因破產而無法償還對其他銀行的負債，導致其他銀行也隨之破產的風險。更具體的說，銀行間的傳染風險是指某一家銀行（銀行 i ）破產因而無法償還對其他銀行的負債，導致另一家銀行（銀行 j ）也破產的風險，銀行 i 的破產不見得會導致銀行 j 立即破產，很可能是先造成其他銀行——銀行 k 及銀行 l ——的破產，再因銀行 k 及銀行 l 的破產，間接導致銀行 j 破產，而這個過程也顯示銀行間的傳染風險會以逐漸擴散的方式遞迴發生。

我們可更具體的說明破產傳染的過程如下：假設 C_j 是銀行 j 在期初的資本， N_{ij} 是銀行 i 欠銀行 j 的債務數額，若銀行 i 於期初破產，則在「第一回合」中銀行 j 的資本將等於 $C_{ij}^{(1)} = C_j - N_{ij}$ ，也就是說，由於銀行 i 破產，它對銀行 j 的欠債 N_{ij} 便將轉為呆帳而須由銀行 j 的資本中扣除。²⁰ 當銀行 j 的期初資本無法覆蓋此呆帳損失導致 $C_{ij}^{(1)}$ 成為負值時，銀行 j 便會破產。反之，則銀行 j 將進入「第二回合」。

假設有兩家銀行——銀行 k 與銀行 l ——無法承擔銀行 i 期初破產對之所造成的呆帳損失而在第一回合中破產，則銀行 j 在第二回合中就會受到銀行 k 與銀行 l 的影響，使得第二回合後銀行 j 的資本將減少為 $C_{ij}^{(2)} = C_{ij}^{(1)} - N_{kj} - N_{lj}$ 。若銀行 j 之第一回合後的剩餘資本無法覆蓋此呆帳損失而導致 $C_{ij}^{(2)}$ 成為負值，則銀行 j 便會在第二回合中破產。反之，銀行 j 便將進入第三回合，再重複同樣的計算。破產的遞迴傳染將持續進行到沒有正常銀行破產為止。

我們因此得知，銀行在各回合後的剩餘資本將隨著回合數的遞增而逐漸由正的期初資本遞減，若一銀行的剩餘資本在某一回合中由正值轉變為負值，則該銀行便會在該回合中破產：

- 任何銀行都只能破產一次，也只有破產發生的回合中會對其他銀行產生影響，在之後的回合中將不會再對其他銀行產生任何影響。
- 銀行在破產之後的回合中其剩餘資本仍然還會因其他銀行的破產而繼續遞減，亦即負的剩餘資本仍可繼續減少。

²⁰若 $N_{lj} = 0$ ，亦即銀行 l 不欠銀行 j ，則自然也就不會影響銀行 j 的資本。

- 銀行不破產就不會對其他銀行產生任何影響。

爲了更清楚的說明破產遞迴傳染的過程，給定銀行 i 於期初破產，我們可定義銀行 j 在第 m 回合後的剩餘資本如下：

$$C_{ij}^{(m)} = C_{ij}^{(m-1)} - \sum_{k=1}^n d_{ik}^{(m-1)} N_{kj}, \quad m = 1, 2, \dots \quad (148)$$

其中 $d_{ik}^{(m)}$ 是銀行 k 在第 m 回合前尚未破產，但在第 m 回合中破產第一次發生的指標，亦即

$$d_{ik}^{(m)} \equiv \begin{cases} 1, & \text{若 } C_{ik}^{(m)} \leq 0 \text{ 且 } \sum_{\ell=0}^{m-1} d_{ik}^{(\ell)} = 0, \\ 0, & \text{其他。} \end{cases} \quad (149)$$

上述「破產首發指標」的定義中 $\sum_{\ell=0}^{m-1} d_{ik}^{(\ell)} = 0$ 條件的用意是在確保銀行只能破產一次：若銀行 k 在第 m 回合破產，則此銀行之前必然沒有破產過。

- 假設如前所述 C_j 是銀行 j 在期初的資本，則給定銀行 i 於期初破產，銀行 j 在第 0 回合的剩餘資本是 $C_{ij}^{(0)} = C_j$ ，而該回合的破產指標是

$$d_{ik}^{(0)} = \begin{cases} 1, & \text{當 } k = i, \\ 0, & \text{當 } k \neq i. \end{cases} \quad (150)$$

也就是說，銀行 i 於第 0 回合 (即期初) 被設定爲破產。因此，銀行 j 在第 1 回合後的剩餘資本是

$$C_{ij}^{(1)} = C_{ij}^{(0)} - N_{ij} = C_j - N_{ij} \quad (151)$$

- 如前所述，「破產首發指標」定義中附加 $\sum_{\ell=0}^{m-1} d_{ik}^{(\ell)} = 0$ 條件的用意是在確認銀行 k 若在第 m 回合破產，這個銀行之前必然沒有破產過。這個條件有如下的意涵：

- 「破產首發指標」只有在破產首次發生的回合中是 1，在之前與之後的回合中都只能是 0，亦即隨著回合數 m 的遞增，「破產首發指標」 $d_{ik}^{(m)}$ 最多只有一次是 1 (也可能沒有 1)。
- 「破產首發指標」 $d_{ik}^{(m)}$ 並非「破產指標」，「破產指標」定義是：

$$b_{ik}^{(m)} \equiv \sum_{\ell=0}^m d_{ik}^{(\ell)} \quad (152)$$

這個指標可顯示一家銀行在第 m 回合是否處於破產狀態: 若 $b_{ik}^{(m)} = 0$, 則銀行 k 在第 m 回合未破產, 但 $b_{ik}^{(m)} = 1$, 則銀行 k 在第 m 回合則處於破產狀態。因此, 「破產首發指標」

$$d_{ik}^{(m)} = b_{ik}^{(m)} - b_{ik}^{(m-1)} \quad (153)$$

並不能用來顯示一家銀行是否處於破產狀態, 亦即隨著回合數 m 的遞增, 「破產首發指標」 $d_{ik}^{(m)}$ 最多只有一次是 1 (也可能沒有 1), 而「破產指標」 $b_{ik}^{(m)}$ 則會由 0 轉變為 1, 且一旦轉變為 1 後, 則在之後的各回合中就維持為 1, 不會再轉變回 0 (「破產指標」 $b_{ik}^{(m)}$ 也可能永遠為 0)。

- 剩餘資本 $C_{ij}^{(m)}$ 的遞迴定義中所採用的是「破產首發指標」 $d_{ik}^{(m)}$ 而非「破產指標」 $b_{ik}^{(m)}$, 這是因為銀行只有在破產發生的回合中會對其他銀行產生影響, 在之後的回合中將不會再對其他銀行產生任何影響。剩餘資本 $C_{ij}^{(m)}$ 的遞迴定義可改寫為:

$$C_{ij}^{(m)} = C_{ij}^{(0)} - \sum_{\ell=0}^{m-1} \sum_{k=1}^n d_{ik}^{(\ell)} N_{kj} \quad (154)$$

$$= C_{ij}^{(0)} - \sum_{k=1}^n b_{ik}^{(m-1)} N_{kj}. \quad (155)$$

- 在前述給定銀行 i 於期初破產、銀行 j 在第 m 回合後之剩餘資本 $C_{ij}^{(m)}$ 的討論中, 我們隱含的假設 $i \neq j$, 我們現在將討論 $i = j$ 的情形: 我們將假設銀行 i 欠自己的債務數額 N_{ii} 是 0, 由於已假設銀行 i 於期初破產, 銀行 i 在第 0 回合的剩餘資本也就假設為 0: $C_{ii}^{(0)} = 0$, 因此, 銀行 i 在第 1 回合後的剩餘資本是

$$C_{ii}^{(1)} = C_{ii}^{(0)} - N_{ii} = 0 - 0 = 0. \quad (156)$$

也就是說, 假設給定銀行 i 於期初破產, 則銀行 i 在第 1 回合後的剩餘資本便是 0。此外我們還要指出, 由於早先已假設給定銀行 i 於期初破產, 銀行 i 的「破產首發指標」在第 0 回合的數值是 1, 亦即 $d_{ii}^{(0)} = 1$, 在所有未來回合此「破產首發指標」的數值都只能是 0, 亦即 $d_{ii}^{(1)} = d_{ii}^{(2)} = d_{ii}^{(3)} = \dots = 0$, 因此, 在第 0 回合後 $N_{ii} = C_i$ 就再也不會影響其它銀行的剩餘資本。最後還要指出, 給定銀行 i 於期初破產, 它自己的「破產指標」自然永遠都是 1, $b_{ii}^{(0)} = b_{ii}^{(1)} = b_{ii}^{(2)} = \dots = 1$ 。

綜合前述的分析可知, 給定銀行 i 於期初破產, 銀行 j 在各回合後的剩餘資本 $C_{ij}^{(m)}$ 將隨著 m 的遞增而逐漸由正的期初資本 C_j 遞減, 在第 1 回合後此剩餘資本將減少 N_{ij} , 而在之後的回合中將視是否還

有其他銀行破產來決定剩餘資本的遞減程度。若 $C_{ij}^{(m)}$ 一直得以保持為正值，則銀行 j 就不會破產，對應的「破產首發指標」 $d_{ij}^{(m)}$ 以及「破產指標」 $b_{ij}^{(m)}$ 就一直保持為 0。但若 $C_{ij}^{(m)}$ 在某一回合成為負值，銀行 j 就在該回合破產，對應的「破產首發指標」 $d_{ij}^{(m)}$ 以及「破產指標」 $b_{ij}^{(m)}$ 也將由 0 轉變為 1，而在之後的回合中「破產首發指標」 $d_{ij}^{(m)}$ 將變回 0，但「破產指標」 $b_{ij}^{(m)}$ 則將一直維持為 1。

破產的遞迴傳染將持續進行到沒有銀行再首發破產為止，亦即回合數 m 將遞增到所有「破產首發指標」都等於 0 為止： $d_{ij}^{(m)} = 0$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$)，此時所有的剩餘資本 $C_{ij}^{(m)}$ (所有 $i, j = 1, 2, \dots, n$) 不論正負也都不會再改變，因此之後也就不可能再有銀行首發破產。

3.9.1 債務矩陣

假設 N_{ij}^- 代表銀行 i 欠銀行 j 的債務數額，並進一步假設 N_{ii}^- 等於 0。當 $i \neq j$ 時， N_{ij}^- 的數值可正可負，且 $N_{ij}^- = -N_{ji}^-$ ，亦即銀行 i 欠銀行 j 的債務數額與銀行 j 欠銀行 i 的債務數額有相同的數值，相反的符號。再定義 N_{ij} 如下：

$$N_{ij} = \begin{cases} N_{ij}^-, & \text{若 } N_{ij}^- \geq 0, \\ 0, & \text{若 } N_{ij}^- < 0. \end{cases} \quad (157)$$

假設 $\mathbf{N}^- = [N_{ij}^-]$ 和 $\mathbf{N} = [N_{ij}]$ 。

- 給定銀行家數為 n ， \mathbf{N}^- 是一個顯示各銀行間交互曝險淨額的 $n \times n$ 正方矩陣，矩陣中的每一個元素均是對應橫列銀行欠對應直欄銀行的債務數額。這個正方矩陣必然是一「反對稱」矩陣，亦即對角線上三角區域內的任一元素與對角線下三角區域內的對稱元素有相同的數值，相反的符號。若只保留此「反對稱」矩陣中的正值元素，並將負值元素全部轉成 0，便得到 \mathbf{N} 矩陣。 \mathbf{N} 矩陣事實上包含了 \mathbf{N}^- 矩陣的所有信息。
- \mathbf{N}^- 與 \mathbf{N} 的對角線元素均設為 0： $N_{ii}^- = N_{ii} = 0$ ，亦即任何銀行對自己的欠款均為 0。
- 假設 $\mathbf{c} = [C_1 \ C_2 \ \dots \ C_n]'$ 是包含各銀行之期初資本的 $n \times 1$ 向量，則債務矩陣 \mathbf{N} 的矩陣結構可解釋如下：
 - \mathbf{N} 之第 i 橫列顯現的是銀行 i 欠各家銀行的債務數額，比較此橫列的各個元素可知銀行 i 的最大債主是哪一家銀行、對哪些銀行沒有債務、債務是否分散等等：
 1. \mathbf{N} 之第 i 橫列元素的加總 (亦即 $\mathbf{N}\mathbf{1}$ 之第 i 個元素) 是銀行 i 欠各家銀行的債務總額。

2. $\mathbf{N1}$ 的最大元素是債務總額最大的銀行。

- \mathbf{N} 之第 j 直欄顯現的銀行 j 對各家銀行的曝險。比較此直欄的各個元素可知銀行 j 的最大債務人是哪一家銀行、對哪些銀行沒有曝險、曝險是否集中等等：

1. \mathbf{N} 之第 j 直欄元素的加總 (亦即 $\mathbf{1}'\mathbf{N}$ 之第 j 個元素) 是銀行 j 對各家銀行的曝險總額。
2. $\mathbf{1}'\mathbf{N}$ 的最大元素是曝險總額最大的銀行。

3.9.2 剩餘資本、破產指標、破產首發指標矩陣

假設 $\mathbf{C}^{(m)} = [C_{ij}^{(m)}]$ 、 $\mathbf{B}^{(m)} = [b_{ij}^{(m)}]$ 、與 $\mathbf{D}^{(m)} = [d_{ij}^{(m)}]$ 分別是第 m 回合的剩餘資本、破產指標、破產首發指標矩陣, 給定債務矩陣 \mathbf{N} , 則

$$\mathbf{C}^{(m)} = \mathbf{C}^{(m-1)} - \mathbf{D}^{(m-1)}\mathbf{N} \quad (158)$$

$$= \mathbf{C}^{(0)} - \mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{N}, \quad (159)$$

$$\mathbf{B}^{(m)} = (\mathbf{C}^{(m)} \leq 0), \quad (160)$$

$$\mathbf{D}^{(m)} = \mathbf{B}^{(m)} - \mathbf{B}^{(m-1)}, \quad (161)$$

而各矩陣的期初值是

$$\mathbf{C}^{(0)} = \mathbf{1} \cdot \mathbf{c}' - \Delta(\mathbf{c}), \quad \mathbf{D}^{(0)} = \mathbf{B}^{(0)} = \mathbf{I}. \quad (162)$$

這裡的 $\mathbf{1}$ 是所有元素均為 1 的 $n \times 1$ 向量, $\Delta(\mathbf{c})$ 是一個以向量 \mathbf{c} 之元素為對角元素的對角矩陣, \mathbf{I} 是單位矩陣。剩餘資本、破產指標、破產首發指標矩陣的遞迴定義將持續到 $\mathbf{D}^{(m)}$ 的所有元素均為 0 為止。

- 剩餘資本矩陣 $\mathbf{C}^{(m)}$ 的矩陣結構:

- $\mathbf{C}^{(m)}$ 之第 i 橫列所顯示的是銀行 i 之期初破產對各家銀行的影響, 此橫列中的各個元素分別代表各家銀行受到銀行 i 之期初破產的影響後, 在第 m 回合後所剩的資本。
- $\mathbf{C}^{(m)}$ 之第 j 直欄所顯示的是各家銀行之期初破產對銀行 j 的影響, 此直欄中的各個元素分別代表銀行 j 受到各家銀行之期初破產的影響後, 在第 m 回合後所剩的資本。

- 破產指標矩陣 $\mathbf{B}^{(m-1)}$ 的矩陣結構:

- $\mathbf{B}^{(m-1)}$ 之第 i 橫列所顯示的是銀行 i 之期初破產經傳染後, 各家銀行破產的狀況。
 1. $\mathbf{B}^{(m-1)}$ 之第 i 橫列元素的加總 (亦即 $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{1}$ 之第 i 個元素) 是銀行 i 之期初破產經傳染後, 銀行破產的總數。
 2. $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{1}$ 的最大元素指出哪一家之期初破產能造成最多銀行的破產, 亦即破壞力最大的銀行。
 3. $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{1}$ 的最小元素指出哪一家之期初破產能造成最少銀行的破產, 亦即破壞力最小的銀行。

- $\mathbf{B}^{(m-1)}$ 之第 j 直欄所顯示的是哪些銀行之期初破產經傳染後可導致銀行 j 的破產。
 1. $\mathbf{B}^{(m-1)}$ 之第 j 直欄元素的加總 (亦即 $\mathbf{1}'\mathbf{B}^{(m-1)}$ 之第 j 個元素) 指出有幾家銀行之期初破產經傳染後經傳染後可導致銀行 j 的破產。
 2. $\mathbf{1}'\mathbf{B}^{(m-1)}$ 的最大元素指出哪一家銀行受到最多銀行之期初破產的影響而破產, 亦即對傳染風險抵抗力最小的銀行。
 3. $\mathbf{1}'\mathbf{B}^{(m-1)}$ 的最小元素指出哪一家銀行受到最少銀行之期初破產的影響而破產, 亦即對傳染風險抵抗力最大的銀行。

- 資本減損矩陣 $\mathbf{C}^{(0)} - \mathbf{C}^{(m)} = \mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{N}$ 的矩陣結構:

- $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{N}$ 之第 i 橫列所顯示的是銀行 i 之期初破產經傳染後, 各家銀行資本減損的金額。
 1. $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{N}$ 之第 i 橫列元素的加總 (亦即 $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{N}\mathbf{1}$ 之第 i 個元素) 是銀行 i 之期初破產經傳染後造成其他銀行資本減損的總金額。
 2. $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{N}\mathbf{1}$ 的最大元素指出哪一家之期初破產能造成最大的資本減損, 亦即破壞力最大的銀行。²¹
 3. $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{N}\mathbf{1}$ 的最小元素指出哪一家之期初破產能造成最小的資本減損, 亦即破壞力最小的銀行。

- $\mathbf{B}^{(m-1)}\mathbf{N}$ 之第 j 直欄所顯示的是各家銀行之期初破產經傳染後所造成之銀行 j 的資本減損。

- 首發破產指標矩陣 $\mathbf{D}^{(m-1)}$ 的功能有二:

²¹破壞力的定義可以根據破產銀行家數的多少, 也可以根據資本減損金額的大小。

- 決定每一回合各銀行資本減損的數額, 強調一銀行的破產只在破產首發的回合中減損其他銀行的資本。
- 決定遞迴傳染何時停止。

3.9.3 破產的定義

前述的分析中是以資本減少到負值做為銀行破產 (無法償還對其他銀行的負債) 的定義, 破產可採用不同的定義, 例如我們可根據資本適足率是否達到 4% 來定義破產。由於資本適足率牽涉到風險加權資產, 所以必須先定義各回合的資本適足率。給定跨銀行借貸的風險權數 η , 各回合的風險加權資產矩陣隨著資本矩陣 $\mathbf{C}^{(m)}$ 的遞減以如下方式遞減

$$\mathbf{A}^{(m)} = \mathbf{A}^{(m-1)} - \eta \cdot \mathbf{D}^{(m-1)} \mathbf{N} \quad (163)$$

$$= \mathbf{A}^{(0)} - \eta \cdot \mathbf{B}^{(m-1)} \mathbf{N}, \quad (164)$$

這個矩陣的第 i, j 個元素 $A_{ij}^{(m)}$ 是給定銀行 i 之期初破產, 銀行 j 在第 m 回合的風險加權資產。風險加權資產矩陣的期初值是

$$\mathbf{A}^{(0)} = \mathbf{1} \cdot \mathbf{a}' - \Delta(\eta \cdot \mathbf{c}). \quad (165)$$

這裡的 $\mathbf{a} = [A_1 \ A_2 \ \dots \ A_n]'$ 一個是包含各銀行之期初風險加權資產的 $n \times 1$ 向量, 其中 A_i 是銀行 i 之期初風險加權資產。

有了各回合的風險加權資產矩陣與資本矩陣, 便可定義對應回合的資本適足率矩陣:

$$\mathbf{Q}^{(m)} = \mathbf{C}^{(m)} / \mathbf{A}^{(m)}, \quad (166)$$

而該回合的破產指標矩陣便可定義為

$$\mathbf{B}^{(m)} = (\mathbf{Q}^{(m)} < 0.4). \quad (167)$$

不論銀行破產如何定義, 之前關於債務矩陣 \mathbf{N} 、剩餘資本矩陣 $\mathbf{C}^{(m)}$ 、破產指標矩陣 $\mathbf{B}^{(m)}$ 、破產首發指標矩陣 $\mathbf{D}^{(m)}$ 以及相關分析均可維持不變。

3.9.4 特定壓力情境下的傳染風險

在前述的分析中, 每一個矩陣的 n 個橫列事實上都代表 n 個彼此獨立執行的壓力情境 (每一個壓力情境中分別有一家銀行於期初破產), 因此遞迴傳染結束後的資本矩陣 $\mathbf{C}^{(m)}$ 與資本適足率矩陣 $\mathbf{Q}^{(m)}$ 的 n 個橫列所呈現的是 n 個彼此獨立之壓力情境的遞迴傳染結果。

我們當然也可以分析單一但較為複雜之壓力情境下的傳染風險，壓力情境本身不是重點，我們只需知道壓力情境下各銀行的資本以及風險加權資產，再加上債務矩陣便可進行傳染風險的分析。

假設壓力情境下銀行 i 的資本與風險加權資產分別是 C_i 與 A_i ，假設 $\mathbf{c} = [C_1 C_2 \cdots C_n]'$ 和 $\mathbf{a} = [A_1 A_2 \cdots A_n]'$ 分別是包含各銀行之資本與風險加權資產的 $n \times 1$ 向量，由於只專注單一壓力情境，各回合的剩餘資本、風險加權資產、資本適足率、破產指標、破產首發指標將都可以 $n \times 1$ 向量呈現，現以 $\mathbf{c}^{(m)}$ 、 $\mathbf{a}^{(m)}$ 、 $\mathbf{q}^{(m)}$ 、 $\mathbf{d}^{(m)}$ 、 $\mathbf{b}^{(m)}$ 分別代表之。給定債務矩陣 \mathbf{N} 後，便可根據如下的遞迴式定義這些向量

$$\mathbf{c}^{(m)'} = \mathbf{c}^{(m-1)'} - \mathbf{d}^{(m-1)'}\mathbf{N} \quad (168)$$

$$= \mathbf{c}^{(0)'} - \mathbf{b}^{(m-1)'}\mathbf{N}, \quad (169)$$

$$\mathbf{a}^{(m)'} = \mathbf{a}^{(m-1)'} - \eta \cdot \mathbf{d}^{(m-1)'}\mathbf{N} \quad (170)$$

$$= \mathbf{a}^{(0)'} - \eta \cdot \mathbf{b}^{(m-1)'}\mathbf{N}, \quad (171)$$

$$\mathbf{q}^{(m)} = \mathbf{c}^{(m)} / \mathbf{a}^{(m)}, \quad (172)$$

$$\mathbf{b}^{(m)} = \begin{cases} (\mathbf{c}^{(m)} \leq 0), \\ (\mathbf{q}^{(m)} < 0.4), \end{cases} \quad (173)$$

$$\mathbf{d}^{(m)} = \mathbf{b}^{(m)} - \mathbf{b}^{(m-1)}, \quad (174)$$

而各向量的期初值是

$$\mathbf{c}^{(0)} = \mathbf{c}, \quad \mathbf{a}^{(0)} = \mathbf{a}, \quad \mathbf{q}^{(0)} = \mathbf{c}/\mathbf{a}, \quad \mathbf{d}^{(0)} = \mathbf{b}^{(0)} = \begin{cases} (\mathbf{c}^{(0)} \leq 0), \\ (\mathbf{q}^{(0)} < 0.4), \end{cases} \quad (175)$$

剩餘資本、破產指標、破產首發指標向量的遞迴定義將持續到 $\mathbf{d}^{(m)}$ 的所有元素均為 0 為止。

總體壓力測試程式 根據以上的理論分析，壓力測試程式應包含如下的構面：

- 需主觀設定的參數：
 1. 破產定義
 2. 跨銀行借貸的風險權數
- 需收集的資料：

1. 各銀行之跨銀行借貸
2. 各銀行之資本適足率相關資料: 資產、資本、與風險加權資產

4 壓力測試實證結果

本研究根據前述章節所所列的分析結果, 並以 Čihák 所製作之 Stress Tester 2.0 壓力測試軟體為範本,²² 使用 STATA 軟體編寫一套適用於我國銀行個別財報資料之「由下而上」的壓力測試電腦程式, 可探討信用風險、利率風險、匯率風險、銀行間傳染風險、以及流動性風險的衝擊, 乃至於總合這五種風險的壓力情境。

4.1 資料

本計畫進行壓力測試所使用的資料是由央行所獲得之台灣 38 家銀行於 2007 年年底的財報資料, 這 38 家銀行包括 11 家公營 (SB) 銀行、25 家 (CB) 民營銀行、及兩家外國 (FB) 銀行。壓力測試所涉及的變量包括各銀行的資產、負債、資本、存款、放款、及其多種分類, 乃至於外幣及權益持有部位等, 在附錄 1 中我們以直方圖方式呈現這些變量的樣本值。除了個別銀行的樣本值外, 我們還將銀行分為公營二組, 再各依 ROE、逾放比、及存放比的排序將 38 家銀行分為三組, 並列舉對應的分組中位數。

4.2 壓力測試結果

我們進行了五種信用風險、兩種利率風險、一種匯率風險、兩種流動性風險、兩種銀行間傳染風險的壓力測試, 壓力情境的設計如下所示, 對各銀行及銀行分組之資本適足率的影響, 則由收集在附錄 2 的直方圖來呈現。每一種壓力測試的結果都將以三個直方圖呈現:

- 第一個直方圖呈現所有銀行的資本適足率
- 第二個直方圖呈現各銀行分組之資本適足率分組中位數
- 第三個直方圖呈現各銀行分組之資本適足率低於 8% 的家數

²²Stress Tester 2.0 是 IMF 研究員 Martin Čihák 總結 FSAP 計畫執行壓力測試的多年經驗後所創製的壓力測試軟體, 詳細說明可見 Martin Čihák (2007) "Introduction to Applied Stress Testing," IMF Working Paper WP/07/59。

各圖表中的黑色直方高度為 2007 年年底 (衝擊前) 的資本適足率, 兩種淡色直方高度則是壓力情境下 (衝擊後) 的資本適足率。

由圖 2-2 中的黑色直方可知, 在 2007 年年底公民營銀行間、不同獲利率 (ROE) 之銀行分組間、以及不同流動性 (存放比) 之銀行分組間的資本適足率並無顯著差距, 其中獲利率 (ROE) 及流動性 (存放比) 較低的銀行分組有稍高的資本適足率, 前者顯示較保守的銀行傾向於有較高的資本適足率, 後者顯示流動性風險較高的銀行也傾向於有較高的資本適足率。相對的, 不同資產品質 (逾放比) 之銀行分組間的資本適足率則有較大差異, 且資產品質差 (逾放比高) 的銀行分組其資本適足率顯然也較低。

信用風險一：風險權數驟增

- 五類放款 (兩類正常放款與三類不良放款) 的風險權數由 50%、50%、100%、100%、150% 分別增加為 100%、100%、150%、150%、150%

結果：

- 圖 2-1：各銀行資本適足率下降幅度不明顯
- 圖 2-2：各銀行分組的資本適足率大致同比微幅下降
- 圖 2-3：問題銀行的家數增加不多

信用風險二：備抵覆蓋率倍增

- 五類放款中之三類不良放款的備抵覆蓋率由 10%、50%、100% 分別增加為 20%、100%、100%

結果：

- 圖 2-4：各銀行資本適足率下降幅度不明顯
- 圖 2-5：各銀行分組的資本適足率大致同比微幅下降
- 圖 2-6：問題銀行的家數增加不多

信用風險三：逾期放款驟增

- 正常放款的 10% 轉變為逾期放款
- 正常放款的備抵覆蓋率 0.1%，逾期放款的備抵覆蓋率 100%
- 正常放款的風險權數 50%，逾期放款的風險權數 150%

結果：

- 圖 2-7：資本適足率較低的銀行之資本適足率下降幅度較大
- 圖 2-8：資產品質最差 (逾放比最高) 之銀行分組的資本適足率中位數不足 8%
- 圖 2-9：民營銀行以及資產品質差 (逾放比高) 的問題銀行家數升幅較大

信用風險四：集中度風險

- 前五大授信戶由正常放款轉變為逾期放款
- 正常放款的備抵覆蓋率 0.1%，逾期放款的備抵覆蓋率 100%
- 正常放款的風險權數 50%，逾期放款的風險權數 150%

結果：

- 圖 2-10：各銀行資本適足率大幅下降
- 圖 2-11：各銀行分組的資本適足率同比下降，獲利率 (ROE)、逾放比較低以及流動性 (存放比) 較高的銀行分組較能維持合格的資本適足率
- 圖 2-12：各銀行分組之問題銀行家數大幅同比增加

信用風險五：不動產放款

- 不動產放款的 10% 由正常放款轉變為逾期放款
- 不動產正常放款的備抵覆蓋率 2%，不動產逾期放款的備抵覆蓋率 100%
- 不動產正常放款的風險權數 50%，不動產逾期放款的風險權數 150%

結果:

- 圖 2-13：各銀行資本適足率大幅下降
- 圖 2-14：各銀行分組的資本適足率同比下降, 獲利率 (ROE)、逾放比較低以及流動性 (存放比) 較高的銀行分組較能維持合格的資本適足率
- 圖 2-15：各銀行分組的問題銀行家數大幅上升

利率風險一：利率下降

- 4 類不同到期日資產利率降低 5 個百分點
- 4 類不同到期日負債利率降低 4 個百分點

結果:

- 圖 2-16：各銀行資本適足率中幅下降
- 圖 2-17：各銀行分組的資本適足率大致同比下降, 資產品質最差 (逾放比最高) 之銀行分組的資本適足率中位數不足 8%
- 圖 2-18：各銀行分組的問題銀行家數小幅上升, 民營銀行以及資產品質差 (逾放比高) 的問題銀行家數升幅較大

利率風險二：利率上升

- 所有資產利率增加 2 個百分點
- 所有負債利率增加 2.5 個百分點

結果:

- 圖 2-19：各銀行資本適足率小幅下降
- 圖 2-20：各銀行分組的資本適足率大致同比小幅下降
- 圖 2-21：各銀行分組的問題銀行家數小幅上升

匯率風險一：台幣升值至歷史新高

- 台幣對美元升值, 美元匯率降到歷史新低; 32.41 ↓ 24.76
- 台幣對日圓升值, 日圓匯率降到歷史新低; 0.28 ↓ 0.11
- 台幣對加幣升值, 加幣匯率降到歷史新低; 4.39 ↓ 2.51
- 台幣對歐元升值, 歐元匯率降到歷史新低; 47.26 ↓ 27.19

結果:

- 圖 2-22：各銀行資本適足率微幅下降
- 圖 2-23：各銀行分組的資本適足率大致同比微幅下降
- 圖 2-24：各銀行分組的問題銀行家數微幅上升

流動性風險一

- 五種資產 (一、現金及存放同業; 二、公平價值變動列入損益之金融資產; 三、附賣回票債券投資; 四、備供出售金融資產-淨額; 五、採權益法之股權投資-淨額) 每天變現比例分別為 100%, 40%, 30%, 20%, 10%
- 存款每天提領比例 0% – 5%
- 以總資產為安全度指標

結果:

- 圖 2-25：流動性風險嚴重, 五分之一的公營銀行與三分之一的民營銀行無法存活五天
- 圖 2-26：流動性 (存放比) 中等之銀行的流動性風險反而遠較流動性 (存放比) 差的銀行為嚴重

流動性風險二

- 五種資產 (一、現金及存放同業; 二、公平價值變動列入損益之金融資產; 三、附賣回票債券投資; 四、備供出售金融資產-淨額; 五、採權益法之股權投資-淨額) 每天變現比例分別為 100%, 40%, 30%, 20%, 10%
- 存款每天提領比例 0% – 10%
- 以總資產為安全度指標

結果:

- 圖 2-27：流動性風險非常嚴重, 25 家民營銀行中有 18 家無法存活五天
- 圖 2-28：流動性 (存放比) 中等之銀行的流動性風險遠較流動性 (存放比) 差的銀行為嚴重

銀行間傳染風險一

- 分別假設每家銀行倒閉

結果:

- 由於銀行間拆借款金額低, 沒有任何銀行會因某一銀行的倒閉而倒閉, 銀行間傳染風險很低。

銀行間傳染風險二

- 假設拆借款較多的銀行 SB01、SB02、SB03、CB04、CB16 同時倒閉

結果:

- 沒有任何其他銀行會因此而倒閉, 銀行間傳染風險很低。

總和情境: 信用風險、集中度風險、利率風險、與匯率風險的總和

- 信用風險四 (集中度信用風險)

- 信用風險五 (不動產信用風險)
- 利率風險二
- 匯率風險一

結果:

- 圖 2-29：資本適足率大幅下降, 只剩三家得以維持 8%
- 圖 2-30：各銀行分組的資本適足率大幅同步下降
- 圖 2-31：各銀行分組的問題銀行家數大幅上升

5 結論

本研究針對各風險因子 (信用風險、利率風險、權益價格風險、匯率風險、流動性風險、銀行間傳染風險) 對資本適足率的影響做了相當深入的分析, 並以易於轉寫成電腦程式語言的矩陣像量符號表示這些分析結果, 也因此得以在短時間內就完成一個初步測試成功的電腦程式 (以 STATA 軟體編寫), 並利用央行資料完成一系列的壓力測試, 得到一些全新的測試結果, 可由之初步了解我國金融體系對極端不利情境衝擊的承受能力。

本計畫礙於時間人力的不足, 對如下重要課題未能有深入的探討:

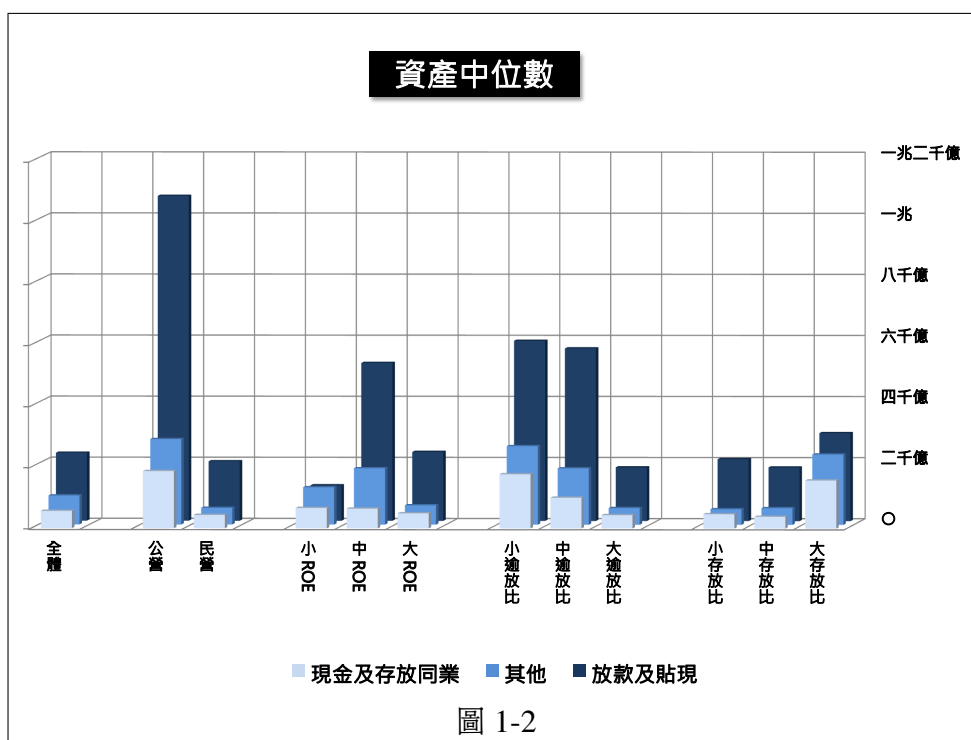
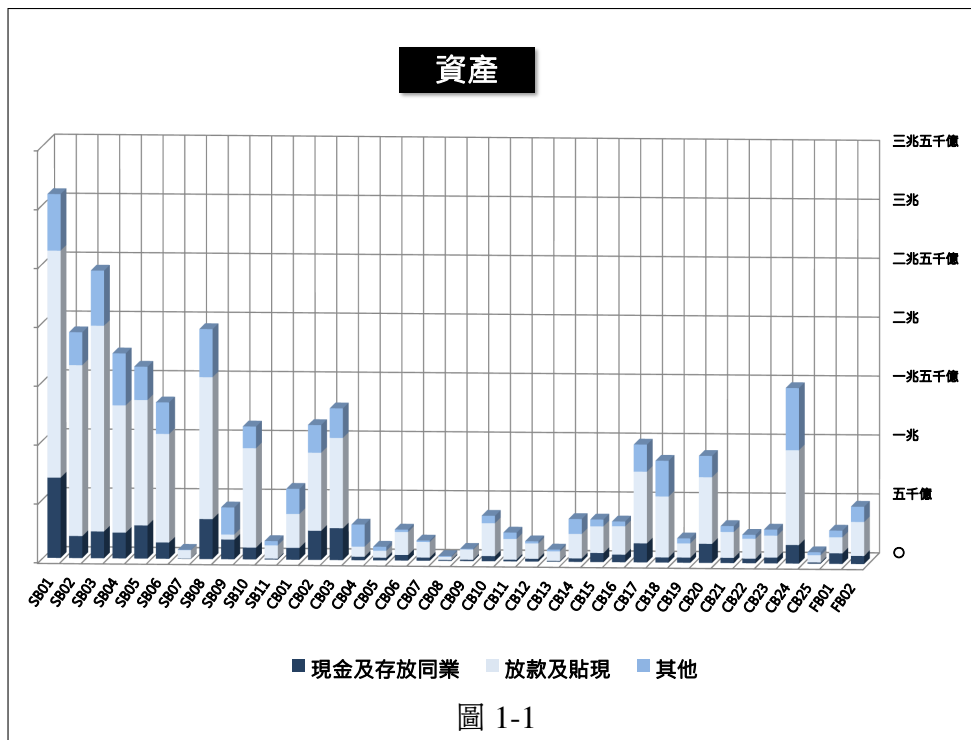
- 未能研擬 2.2 小節所述之鏈接模型, 也就無法實證推導總體經濟變量對風險因子的影響, 對壓力情境中各風險參數無法做出較有實證意義的設定。
- 未能根據新巴賽爾協議對壓力測試中的風險加權資產做出更精緻的定義與計算。
- 由於資料不足, 無法將 3.7 小節所討論之「企業與家計部門的信用連結」(亦即市場風險對資本適足率的間接影響) 納入壓力測試, 也無法設計出更有實證意義 (而非只專注於銀行間拆借款) 的銀行間傳染風險。
- 除了資本適足率與現金流量外, 未能考量 2.2.1 小節中所述之其他壓力測試指標, 尤其是銀行獲利能力方面的考量。

主要參考資料:

Martin Čihák, 2007, "*Introduction to Applied Stress Testing*," IMF Working Paper WP/07/59

Pesola, Jarmo, 2005, "Banking Fragility and Distress: An Econometric Study of Macroeconomic Determinants," *Bank of Finland Research Discussion Papers* No. 13 (Helsinki: Bank of Finland). http://www.bof.fi/eng/6_julkaisut/6.1_SPn_julkaisut/6.1.5_Keskustelualoitteita/0513_netti.pdf

附錄 1：2007 年第四季資料的基本統計量



負債與淨值

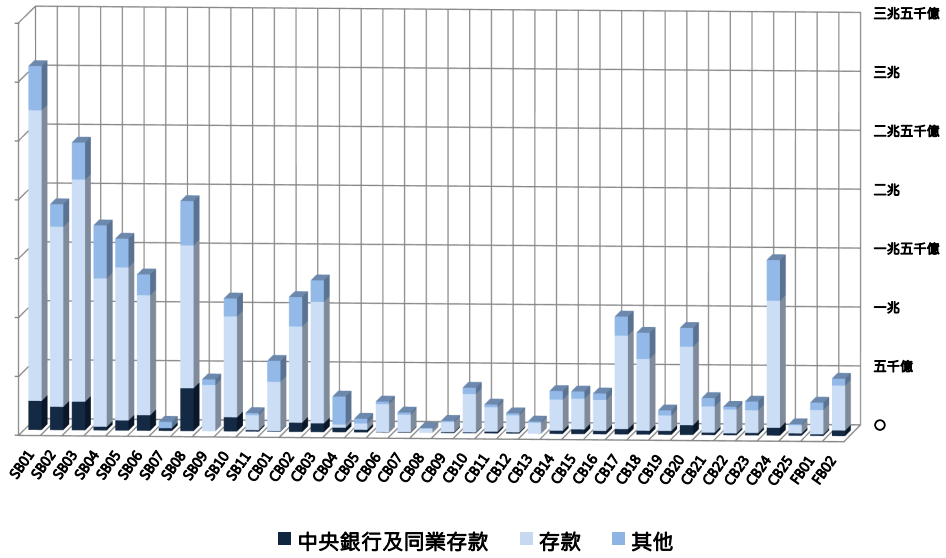


圖 1-3

負債與淨值中位數

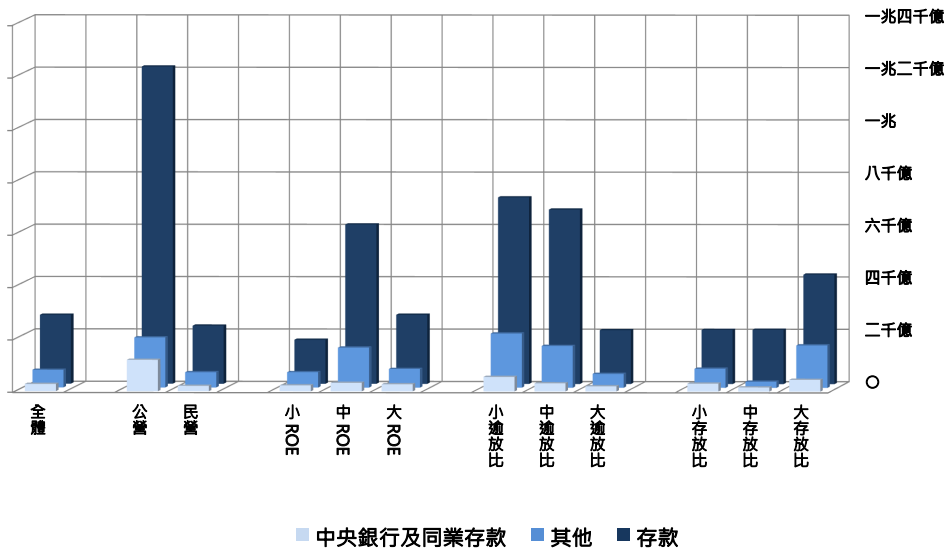


圖 1-4

存款與放款

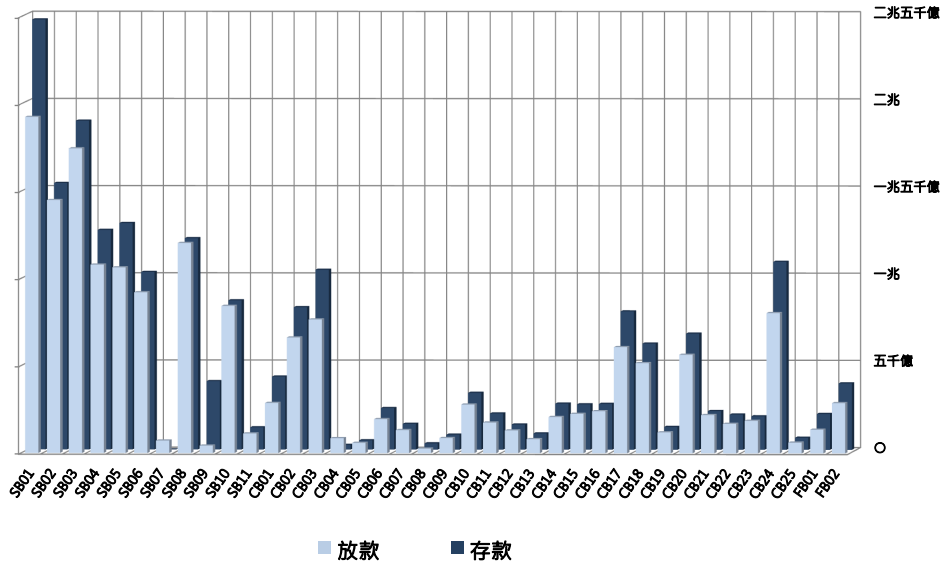


圖 1-5

存款與放款中位數

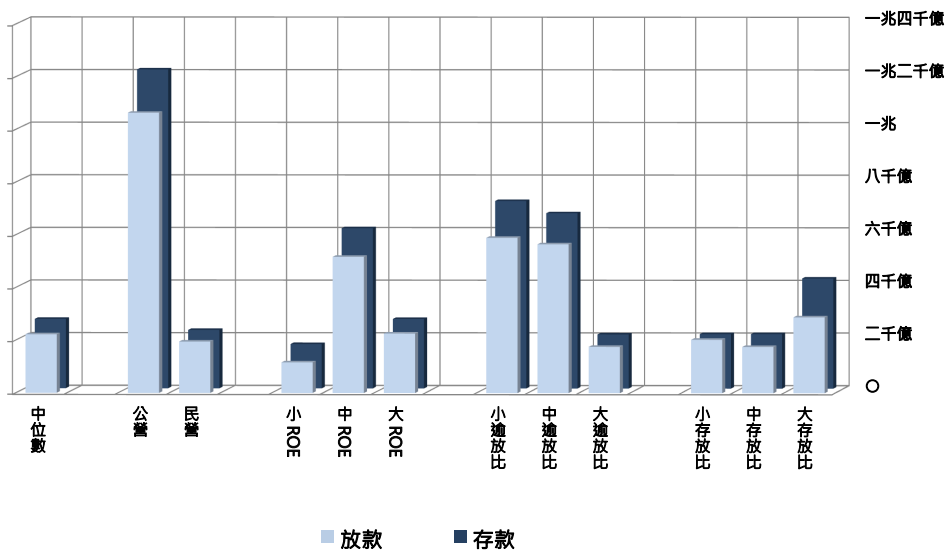


圖 1-6

各類放款比例

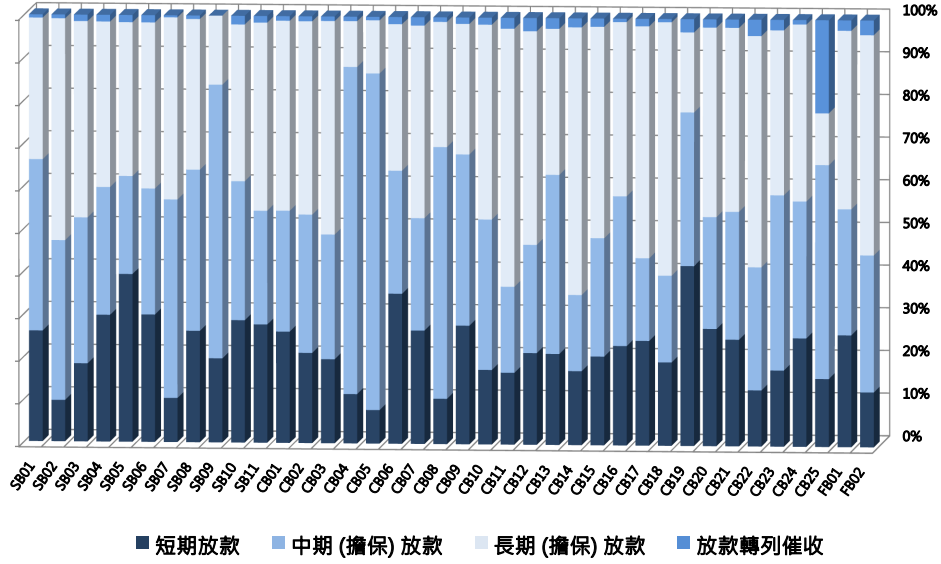


圖 1-7

各類放款比例中位數

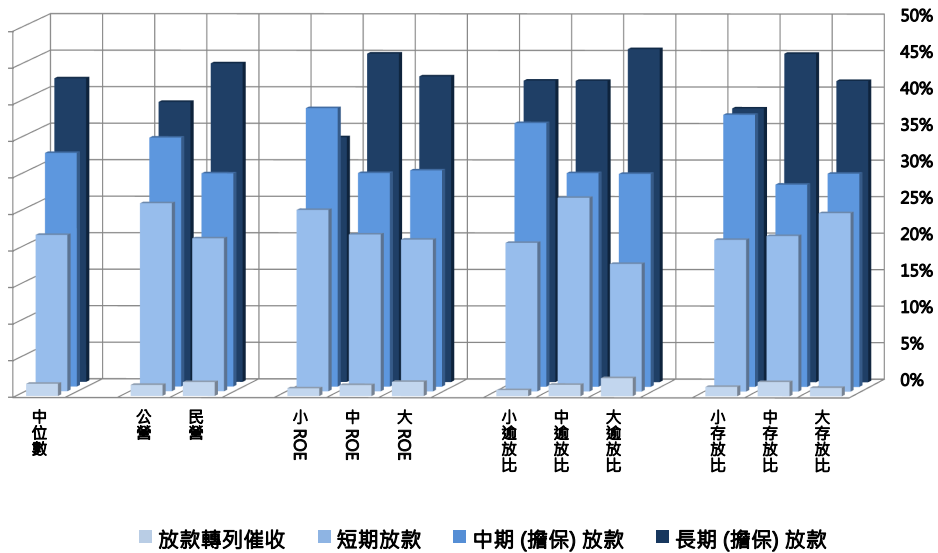


圖 1-8

各類放款對象佔總放款比例

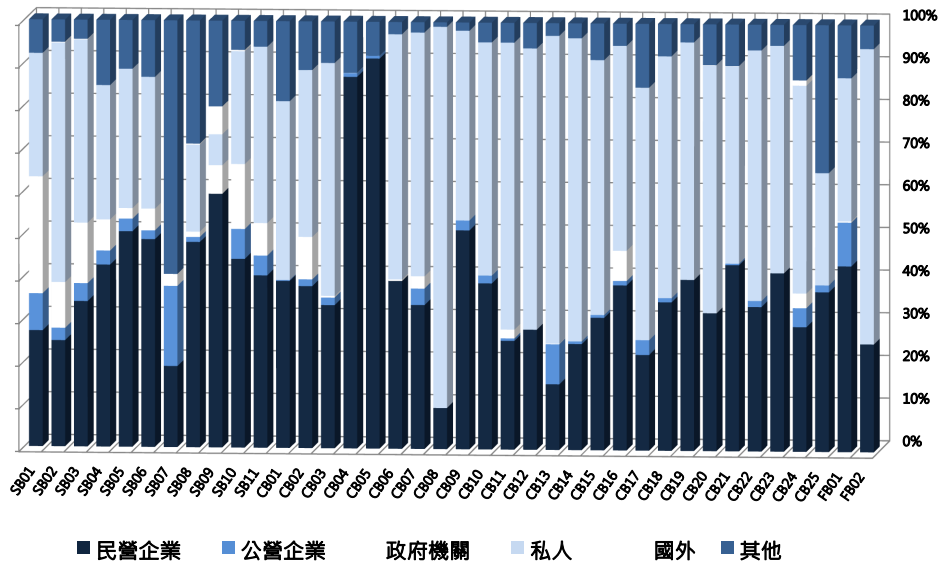


圖 1-9

各類放款對象佔總放款中位數

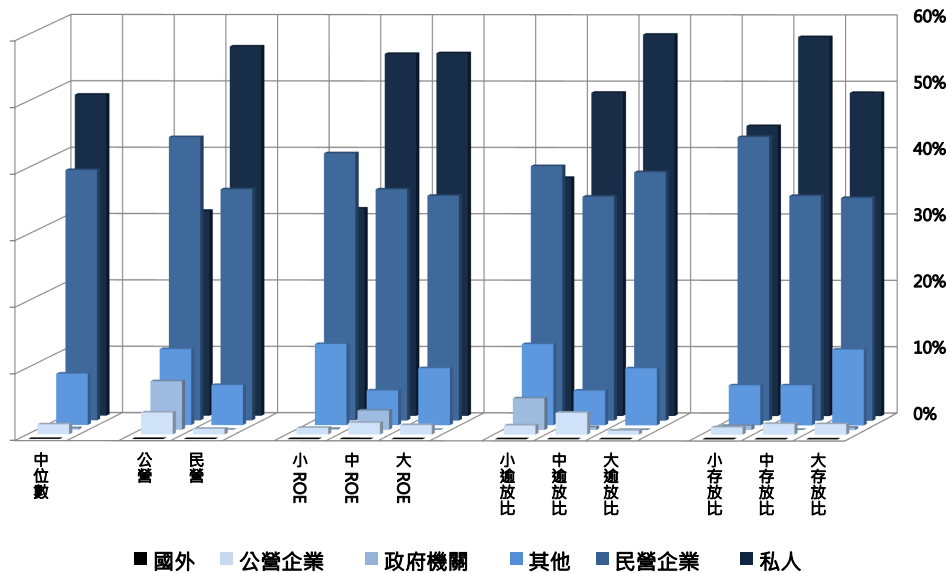


圖 1-10

四類非正常放款佔總放款比例

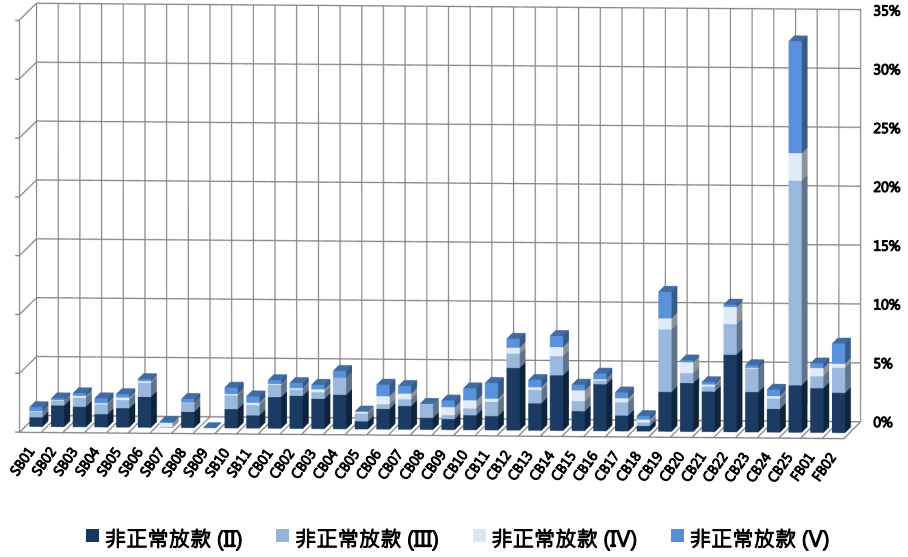


圖 1-11

四類非正常放款佔總放款比例中位數

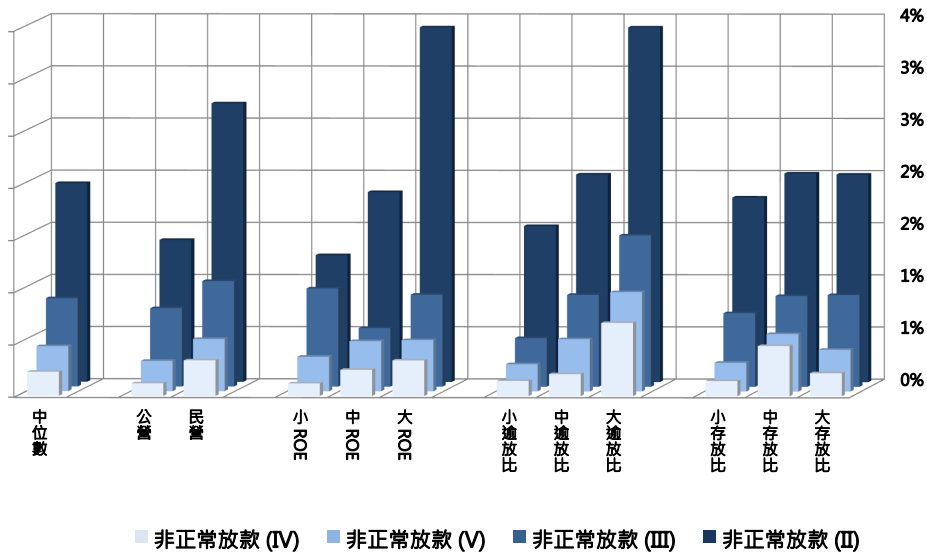


圖 1-12

前五大授信戶放款佔總放款比例

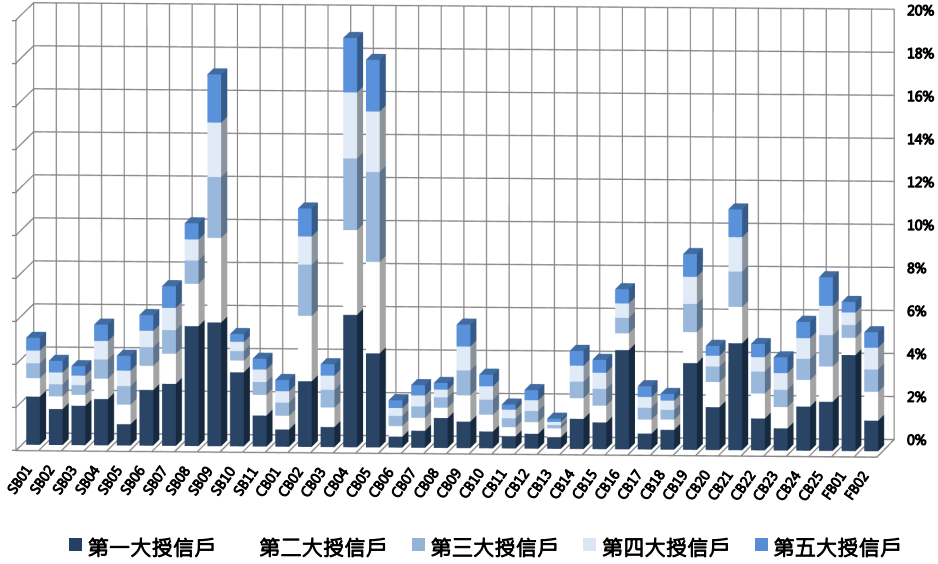


圖 1-13

前五大授信戶放款佔總放款比例中位數

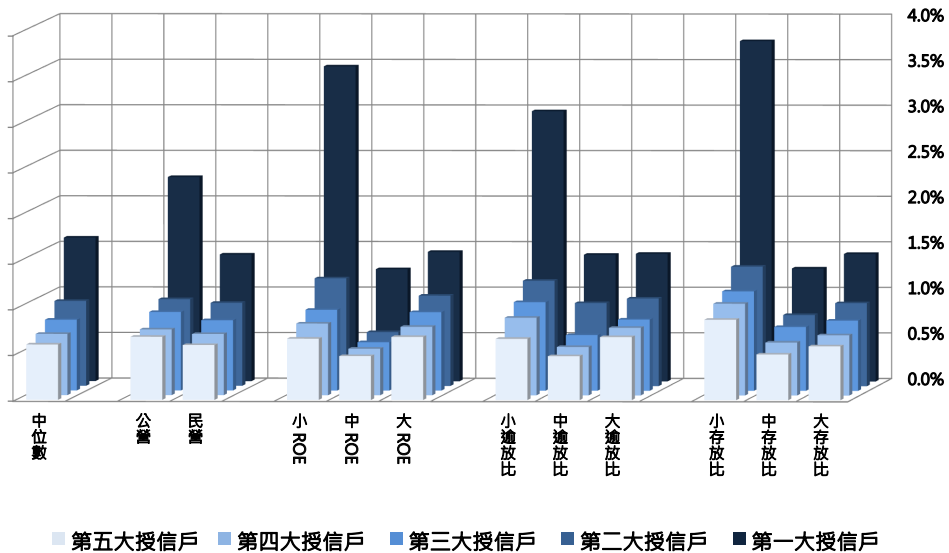


圖 1-14

不同擔保品放款佔總放款比例

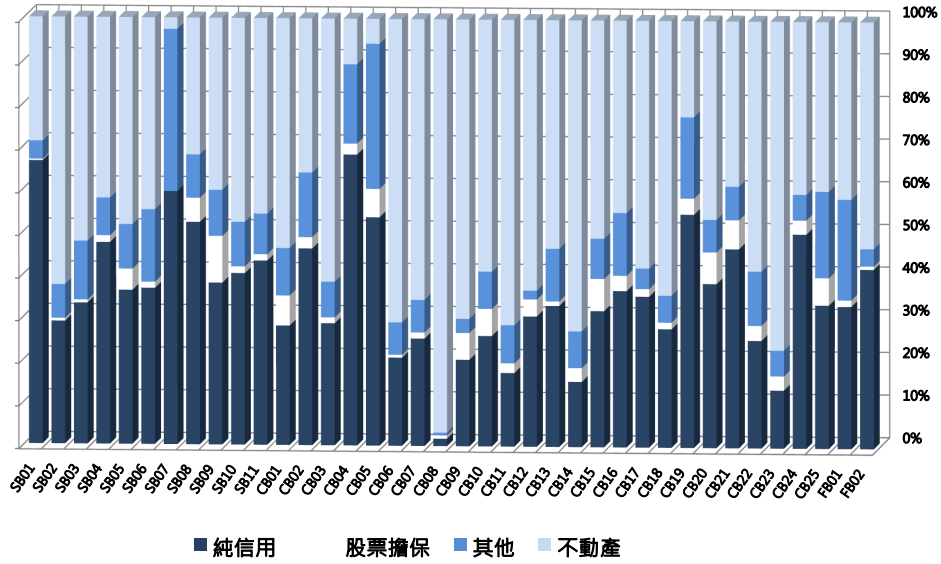


圖 1-15

不同擔保品放款佔總放款比例中位數

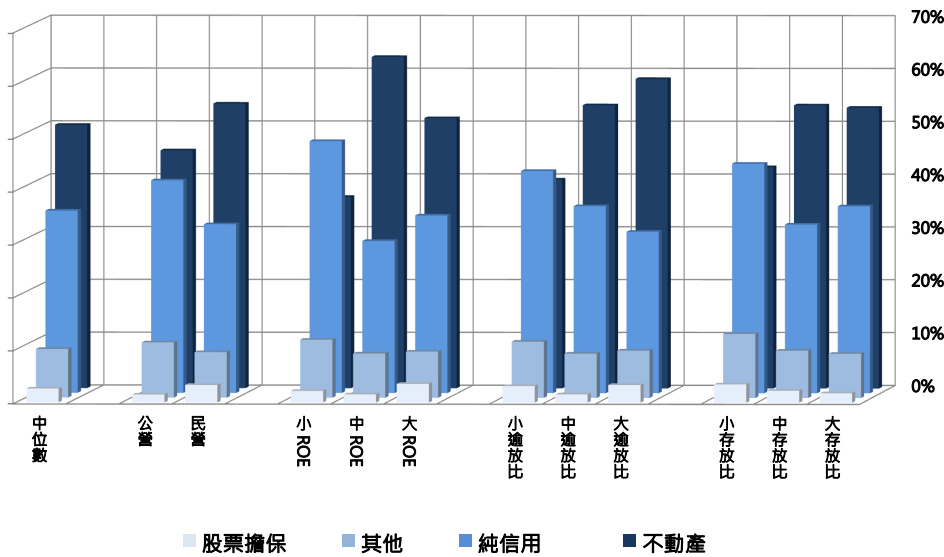


圖 1-16

不同類型存款佔總存款比例

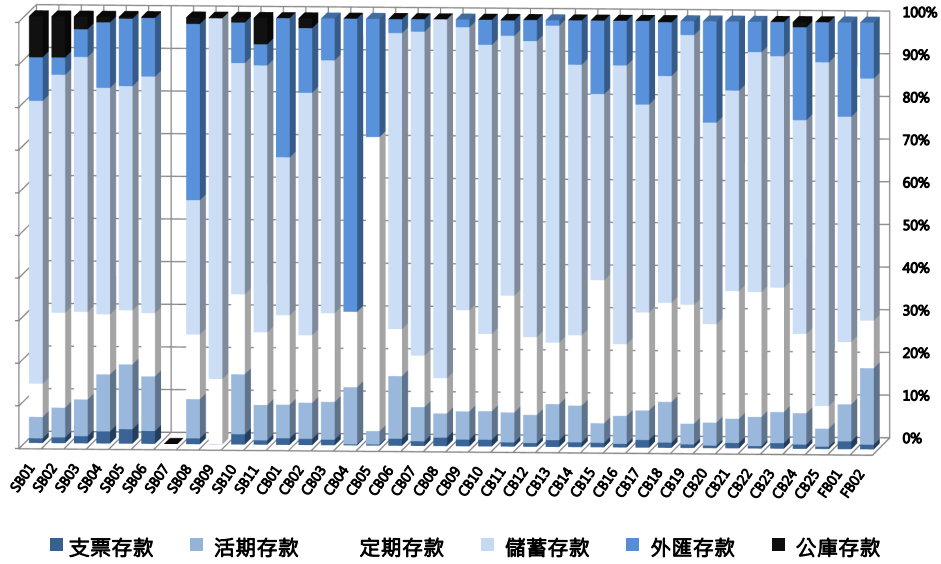


圖 1-17

不同類型存款佔總存款比例中位數

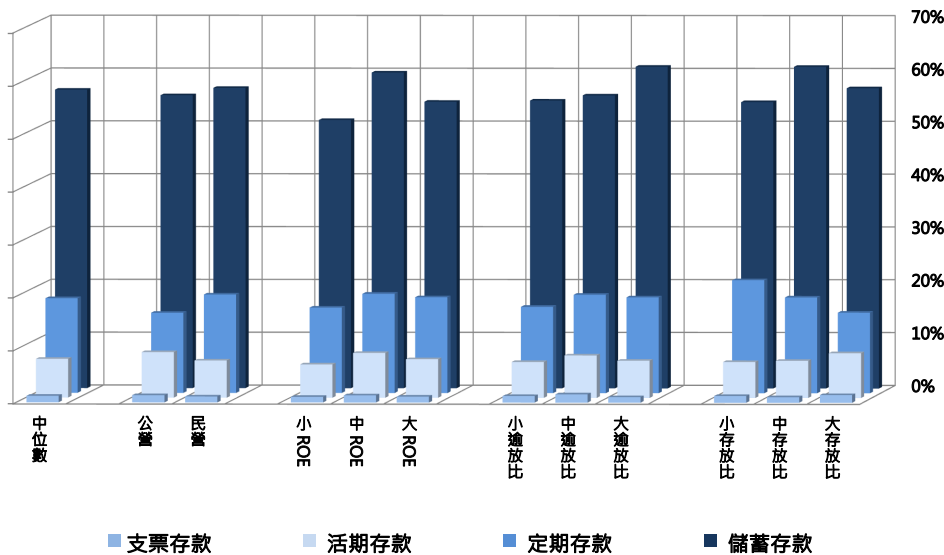


圖 1-18

各類利率敏感性資產佔總資產比例

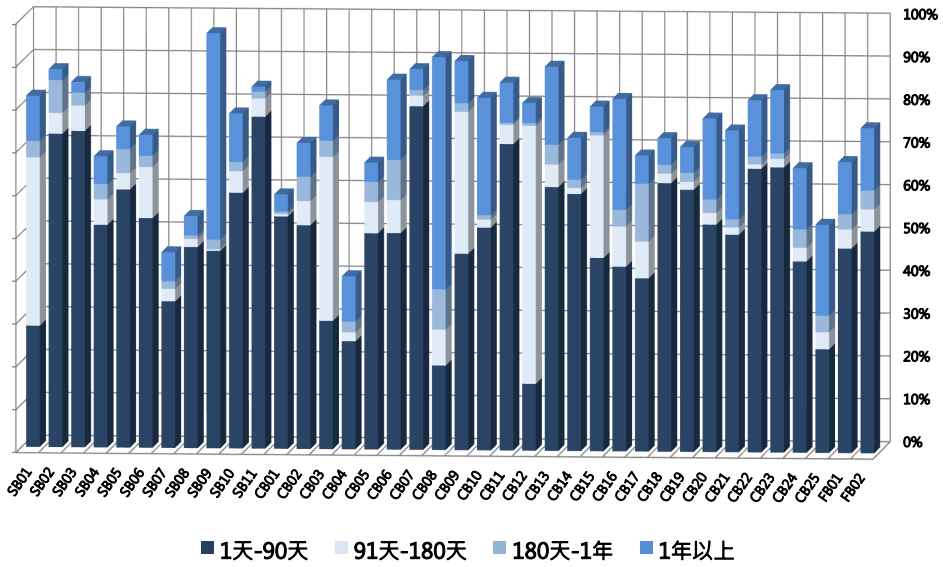


圖 1-19

各類利率敏感性資產佔總資產比例中位數

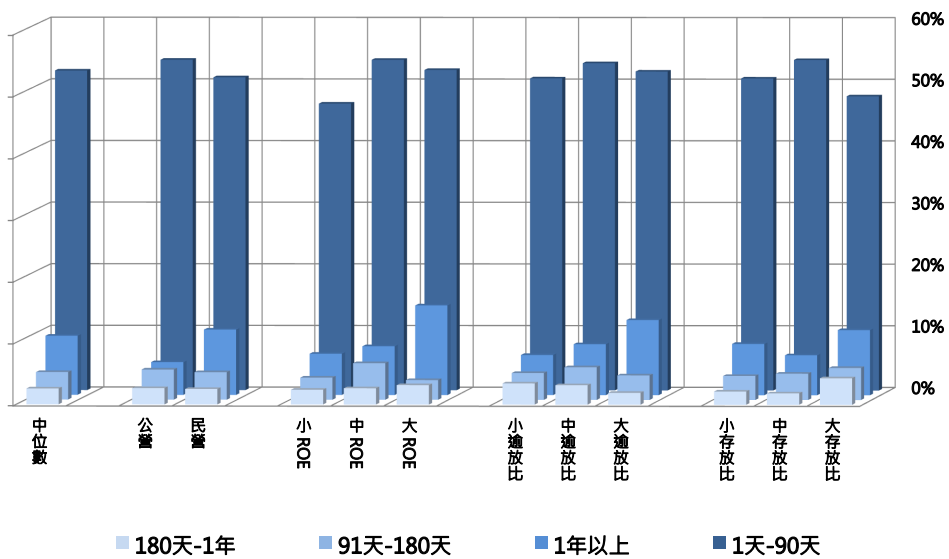


圖 1-20

各類利率敏感性負債佔總負債比例

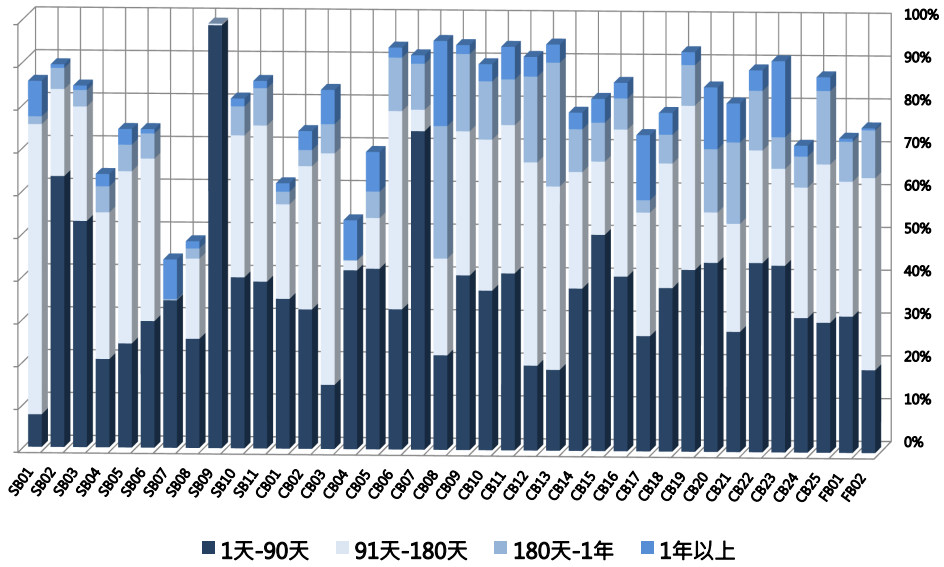


圖 1-21

各類利率敏感性負債佔總負債比例中位數

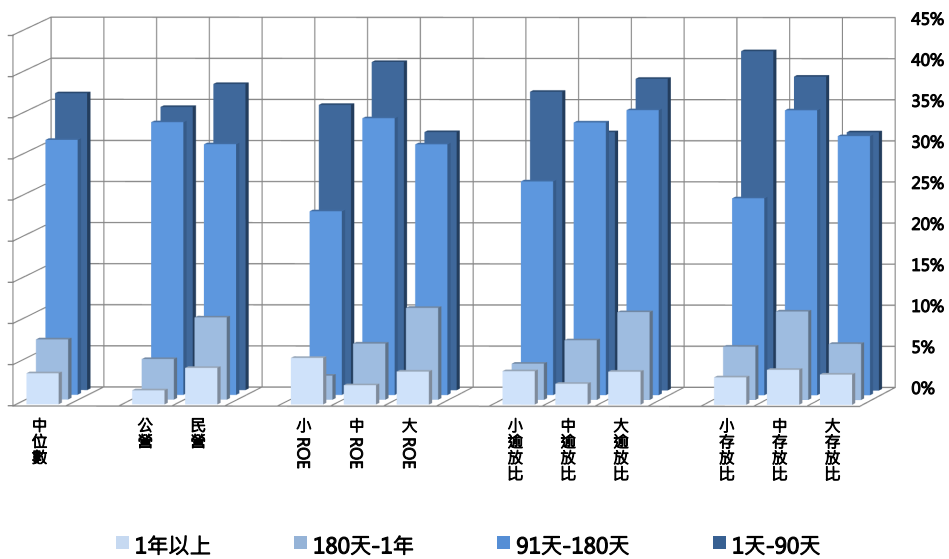


圖 1-22

各類利率缺口佔總資產比例

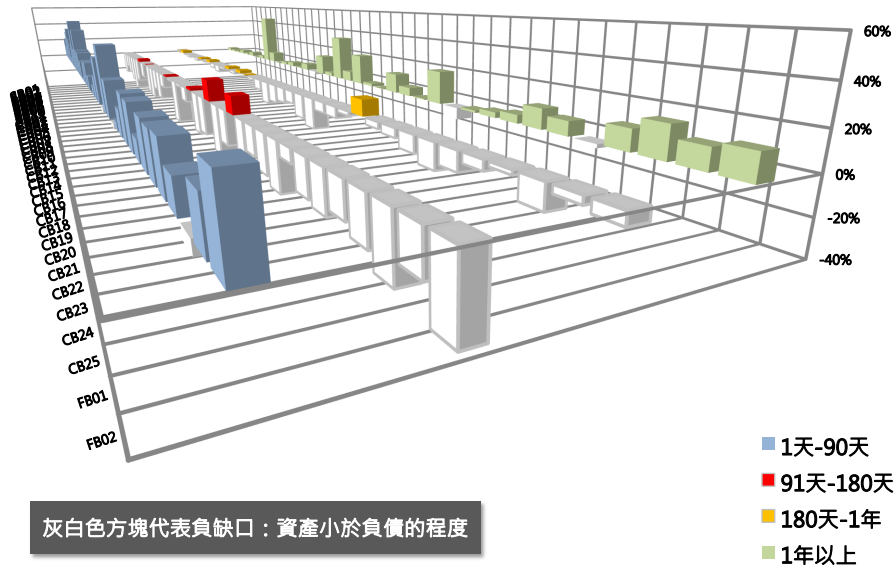


圖 1-23

各類利率缺口佔總資產比例中位數

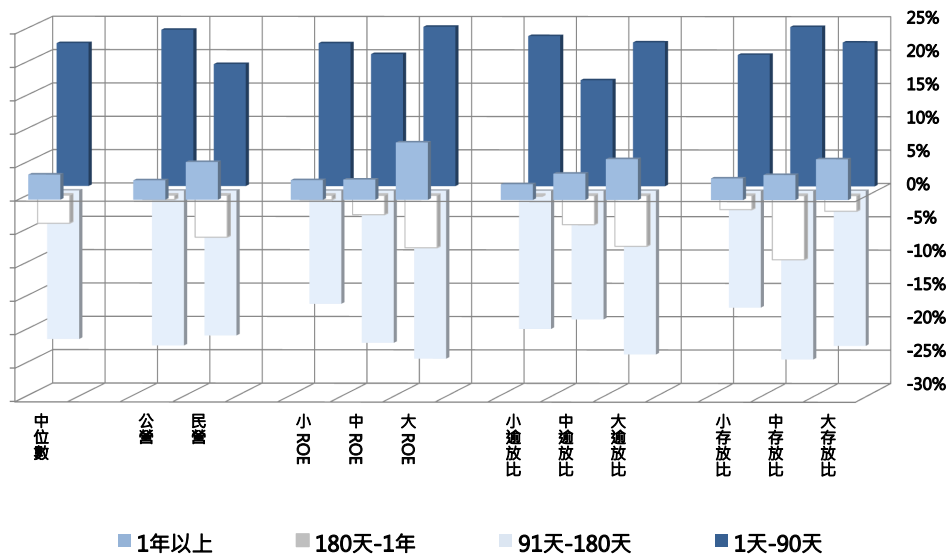


圖 1-24

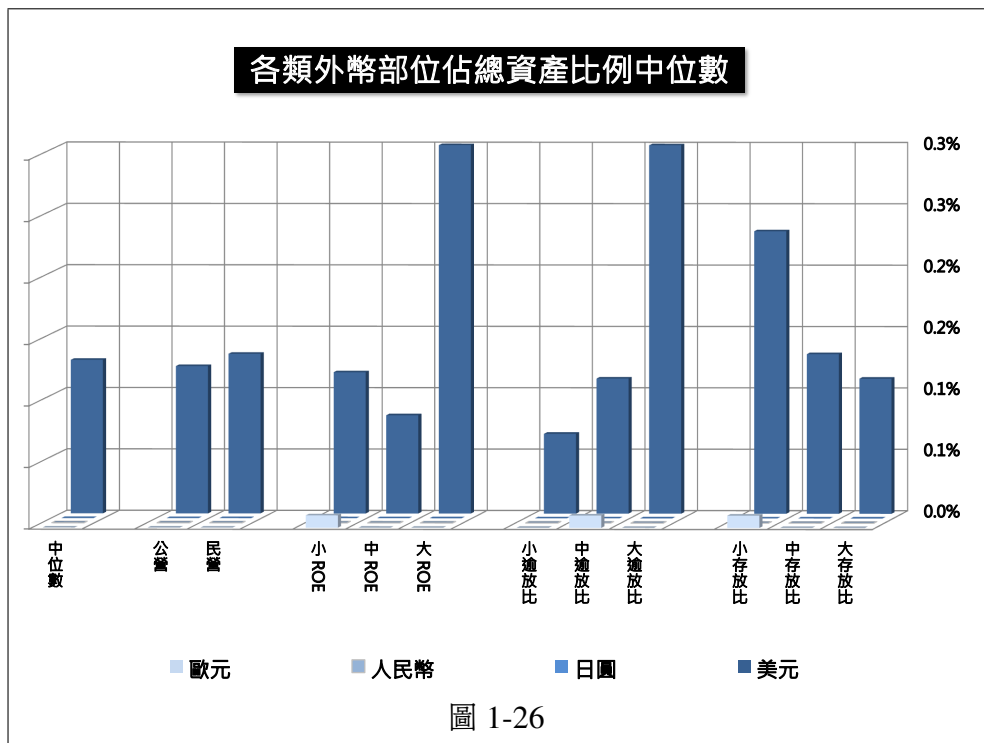
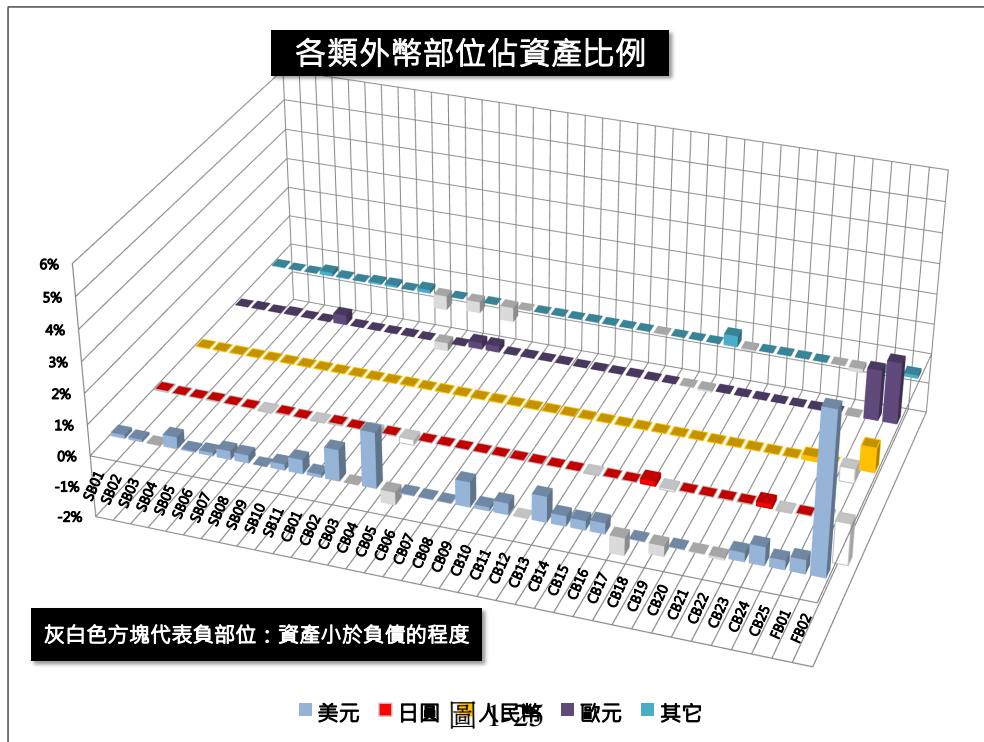
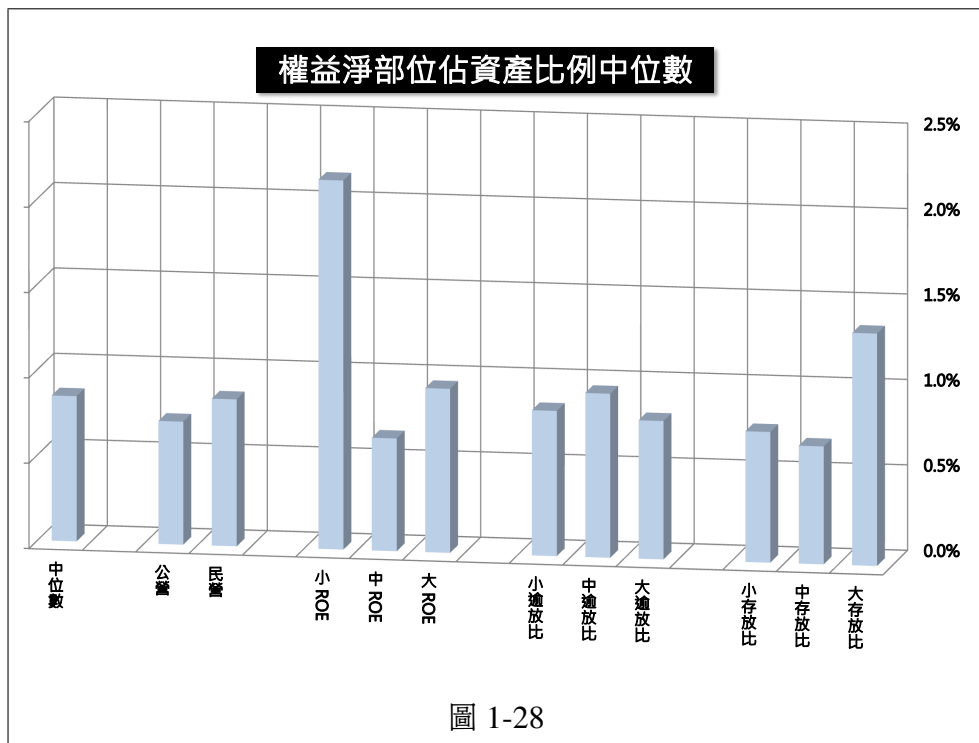
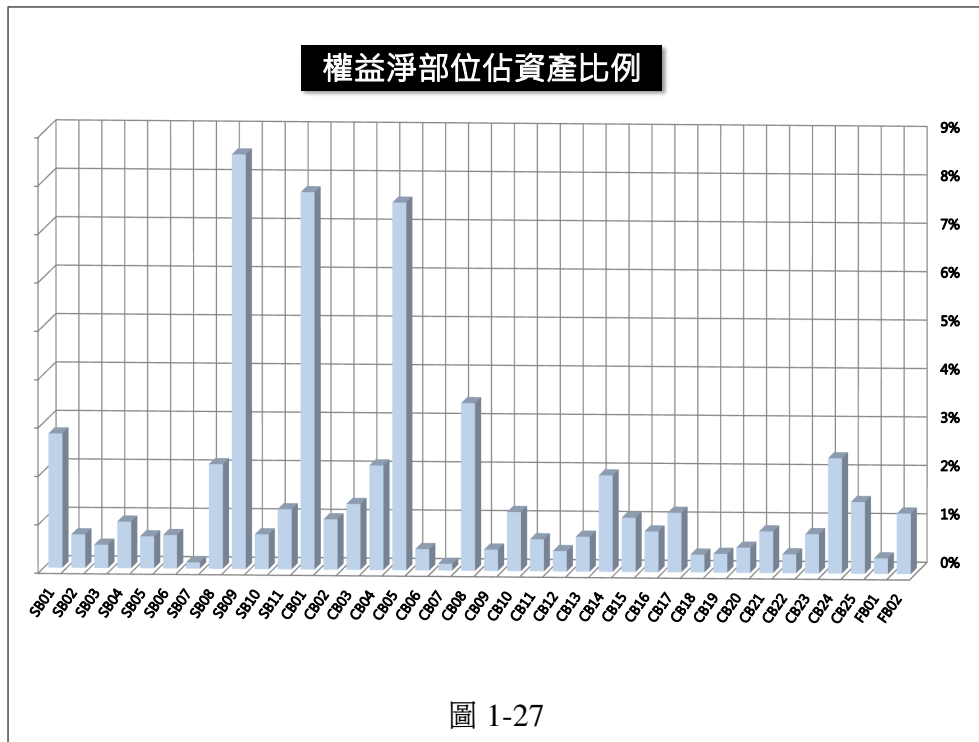
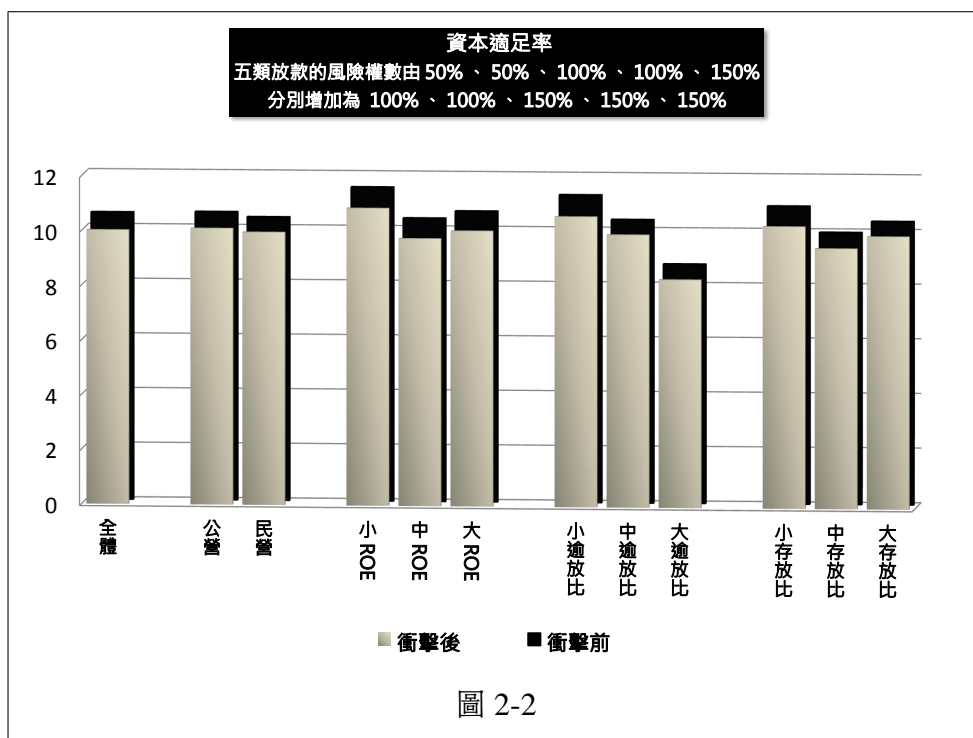
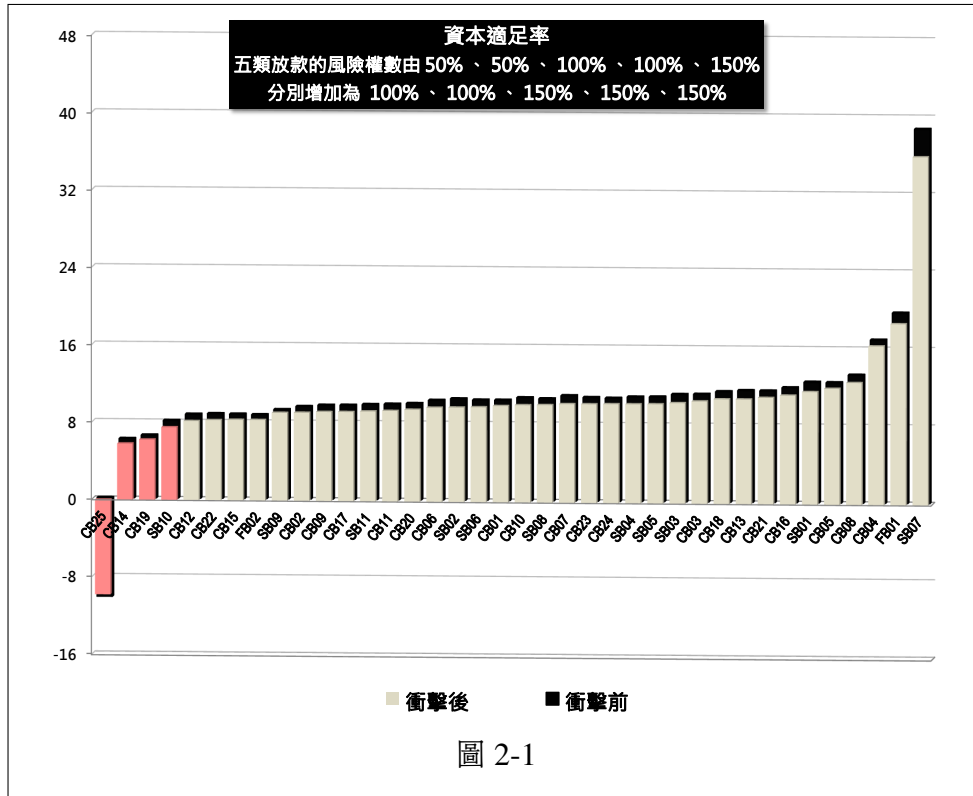
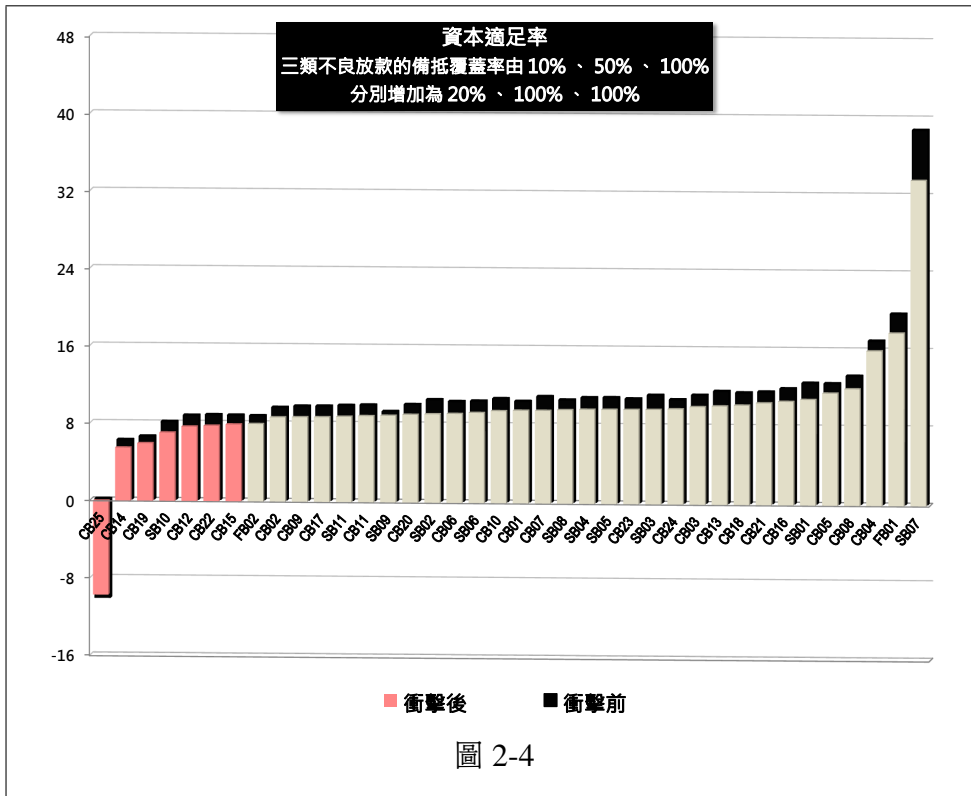
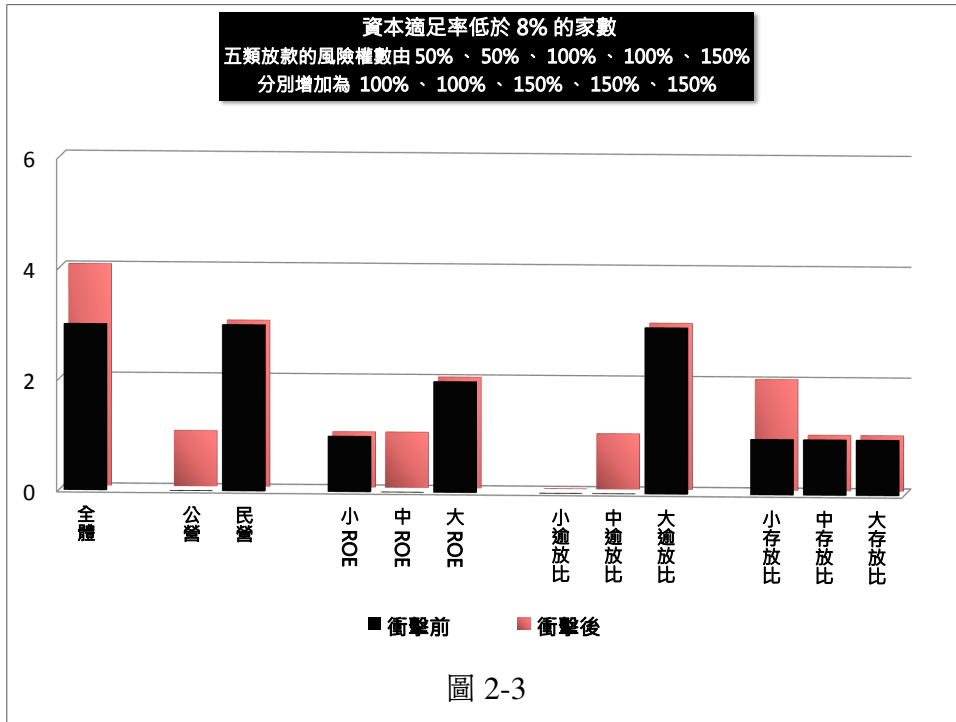


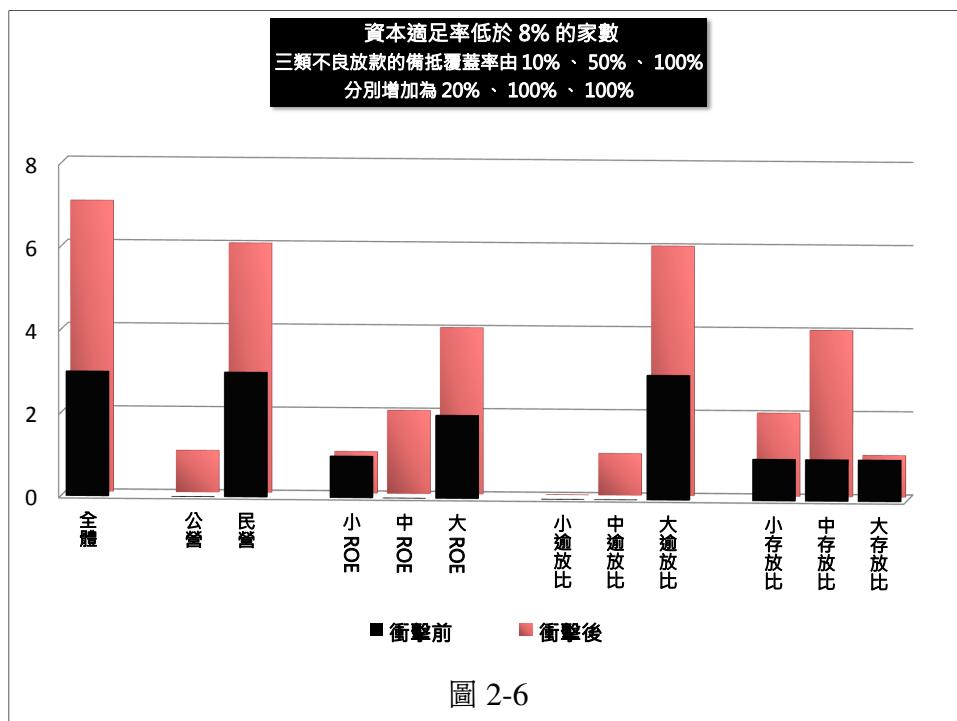
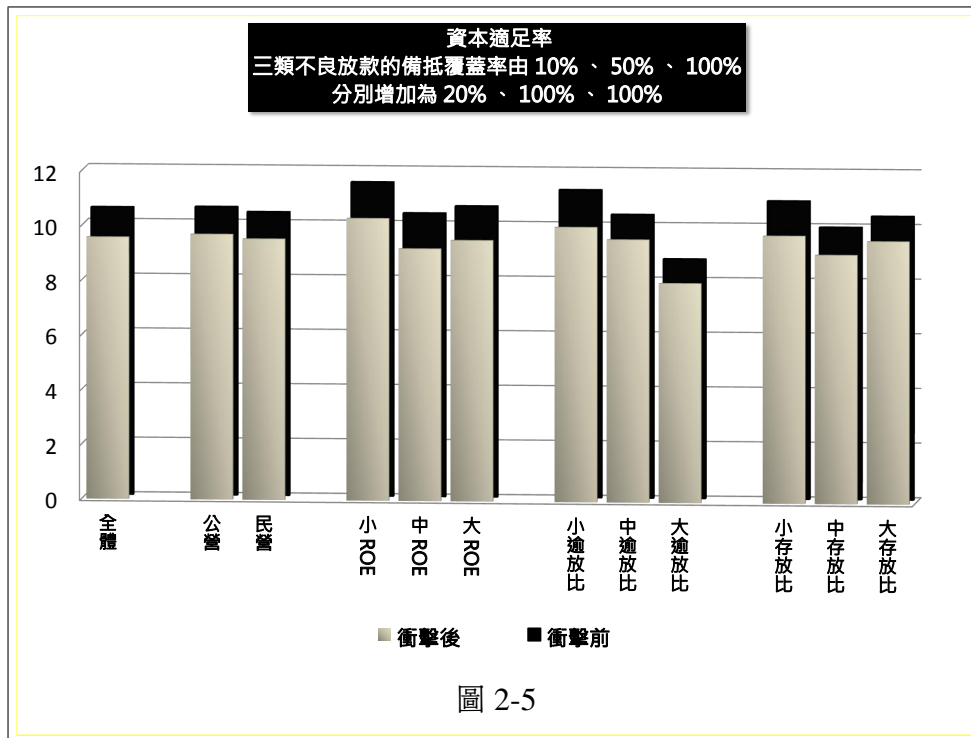
圖 1-26

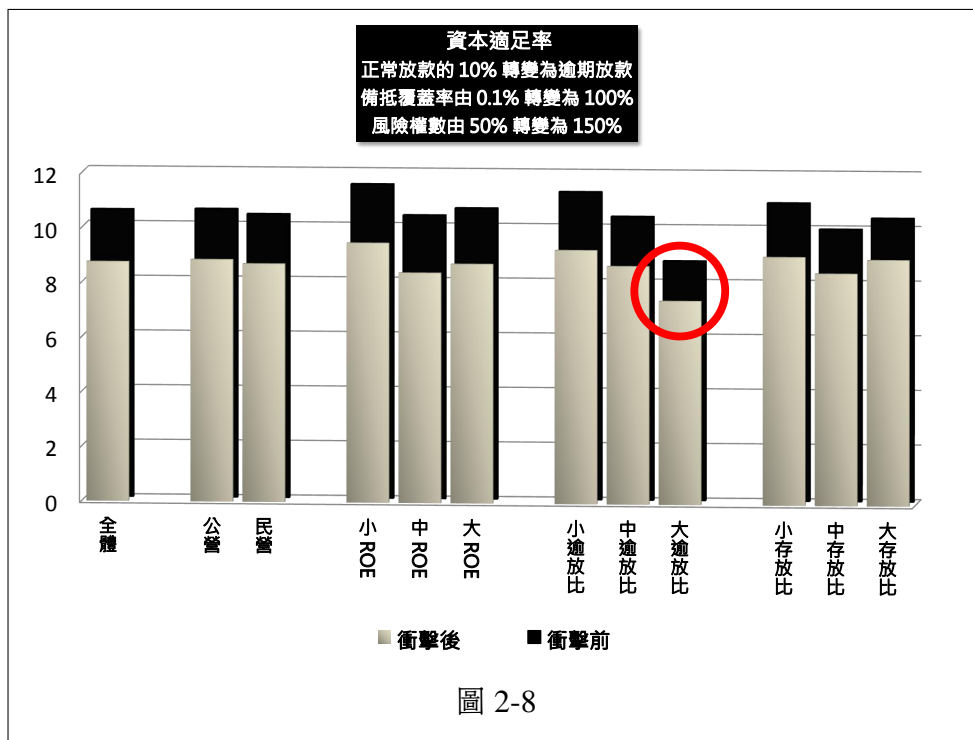
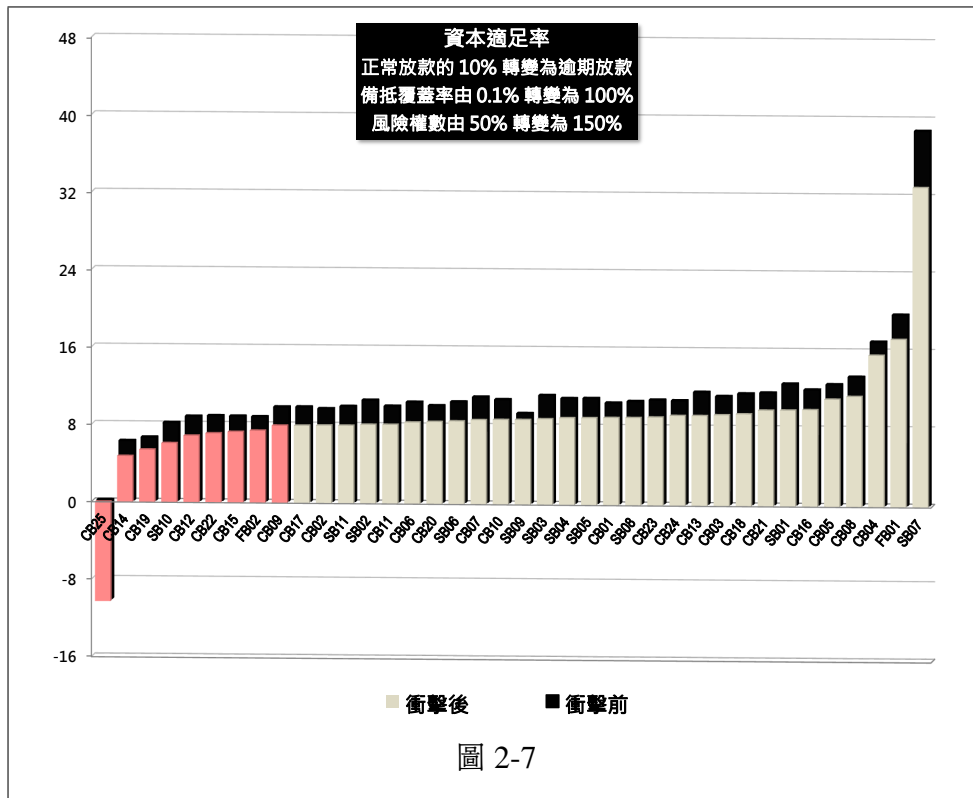


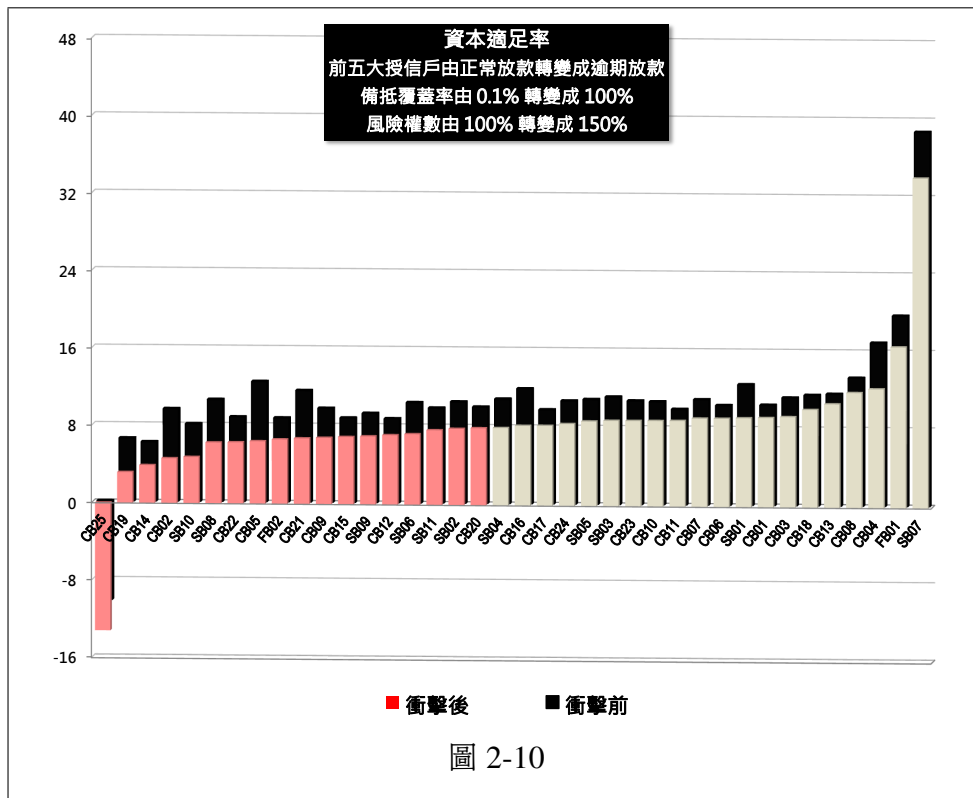
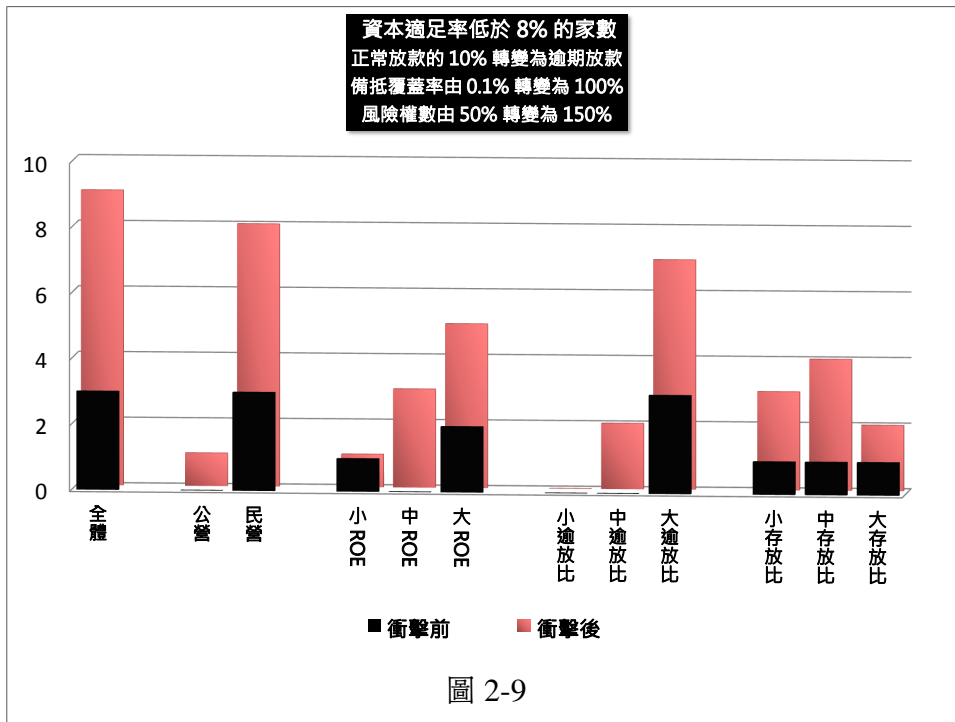
附錄 2：壓力測試結果

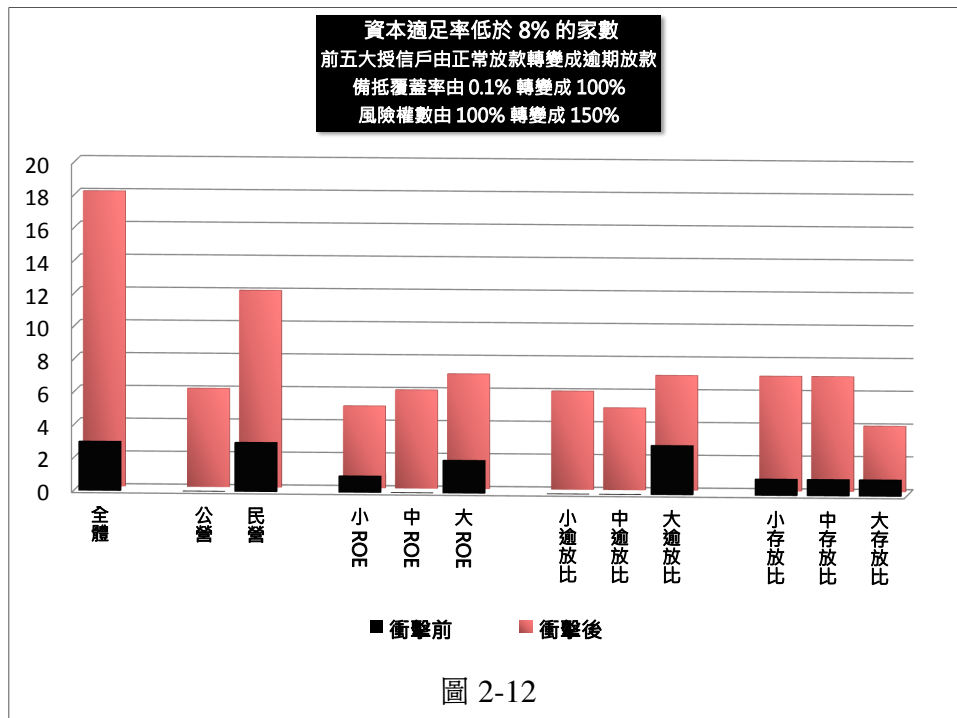
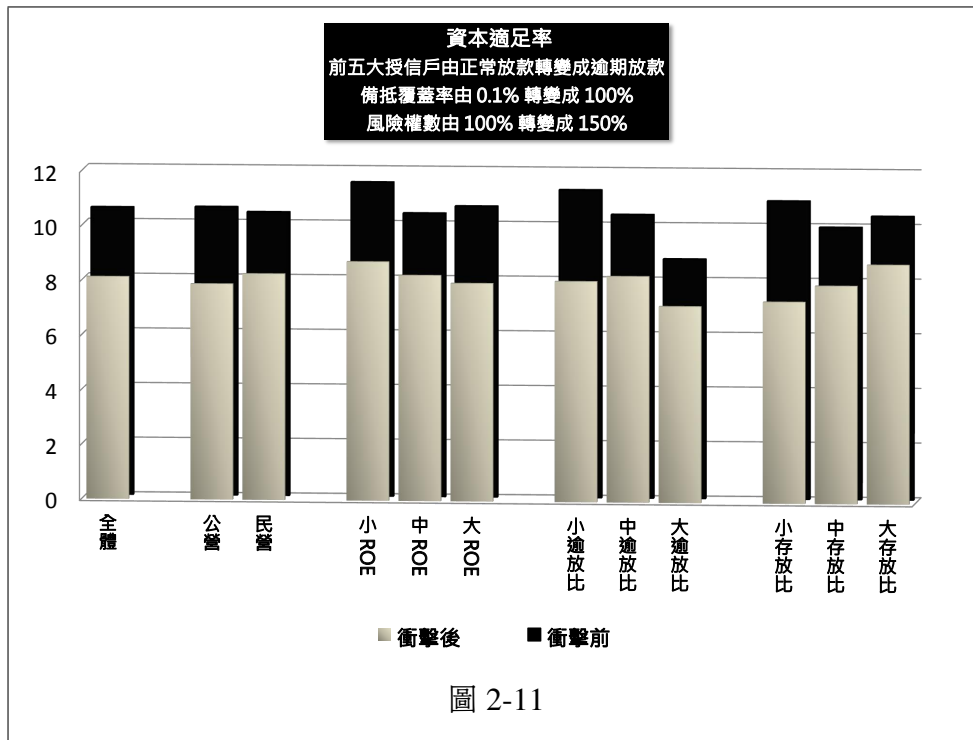


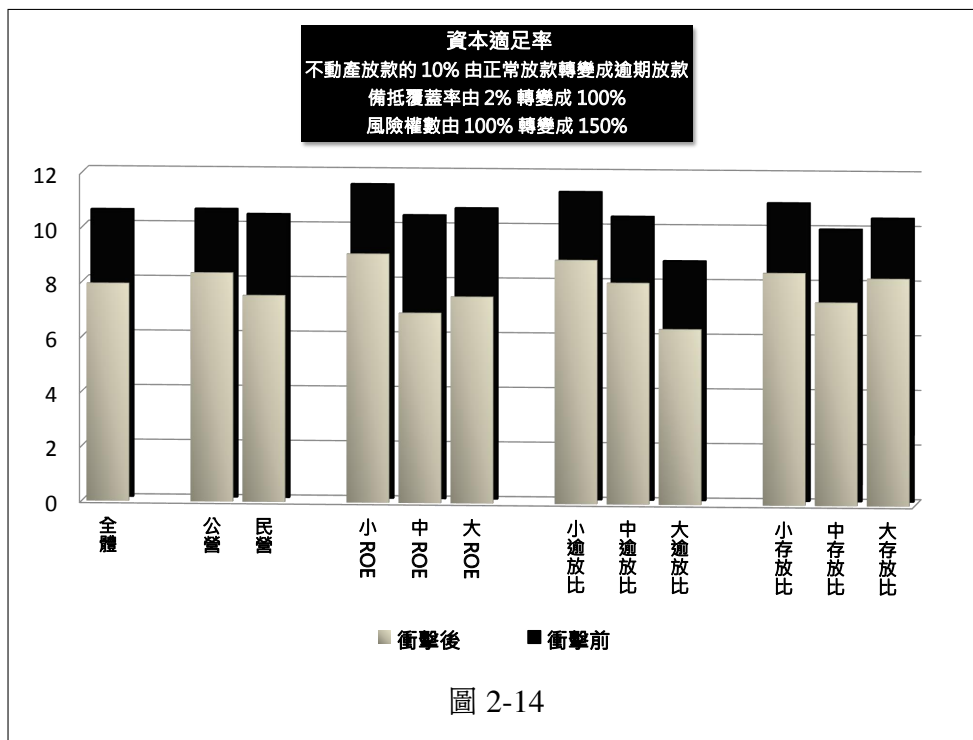
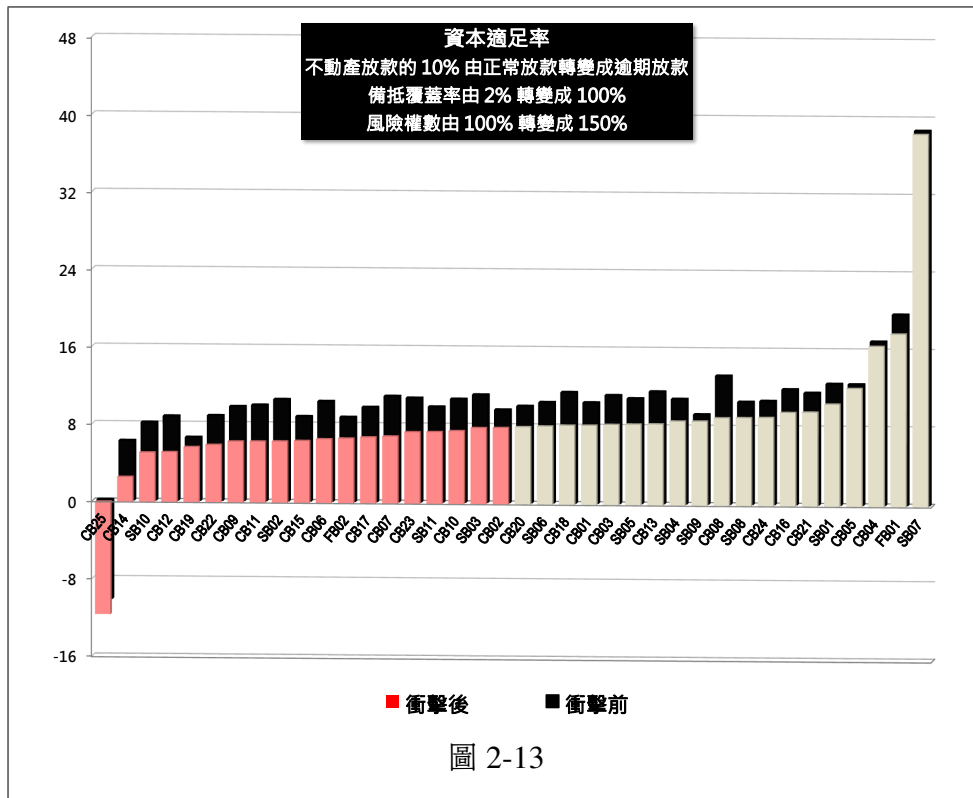


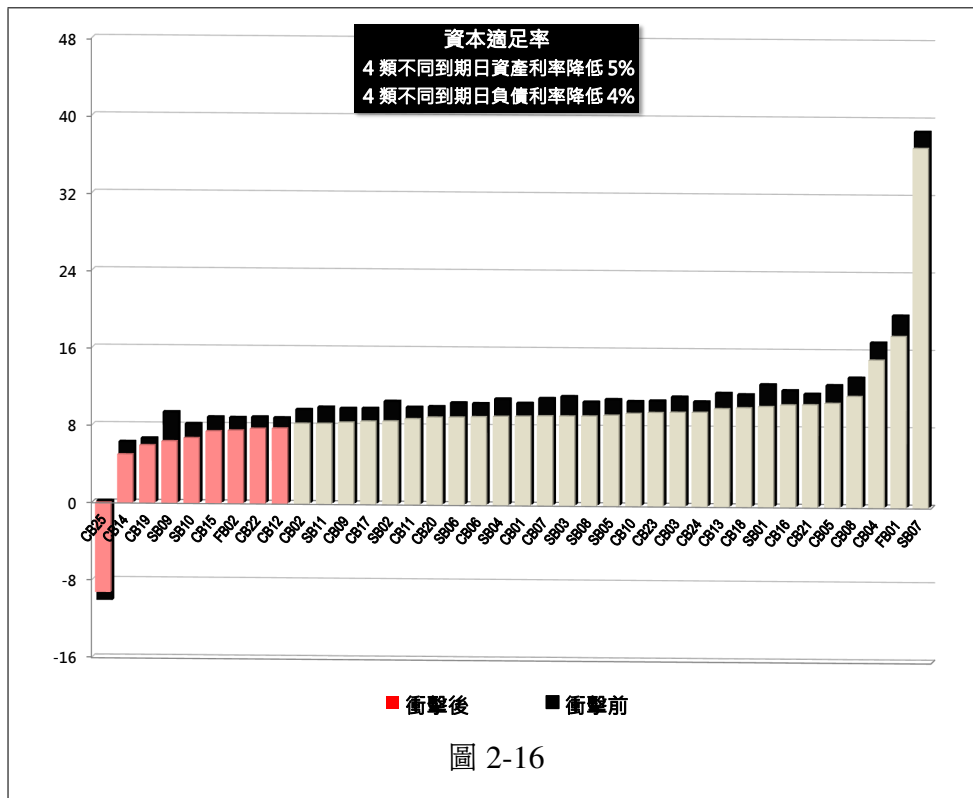
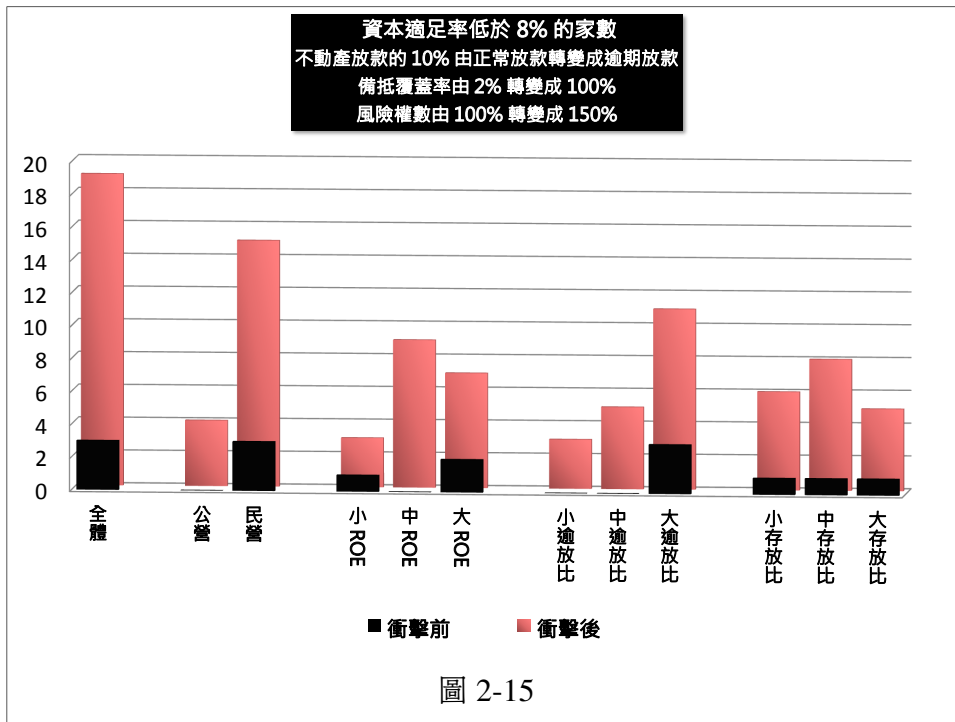


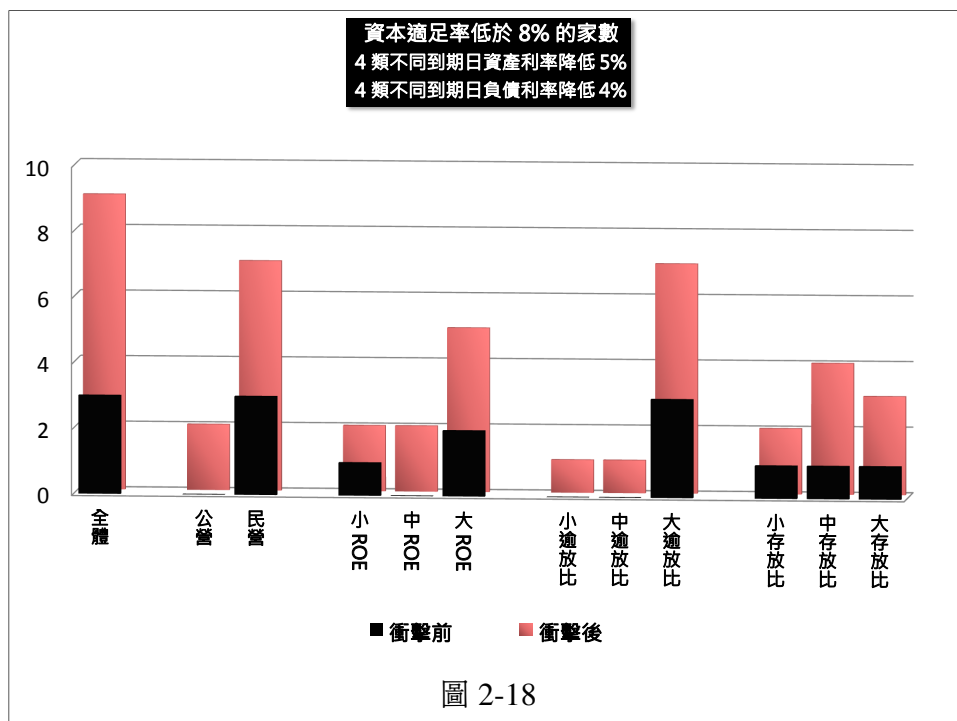
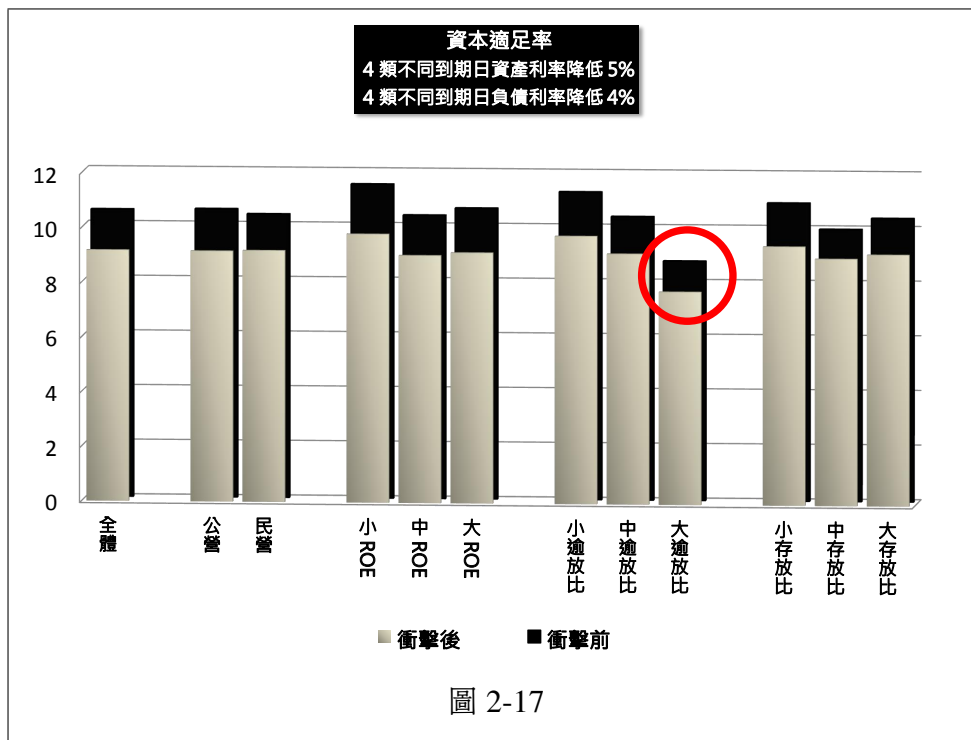












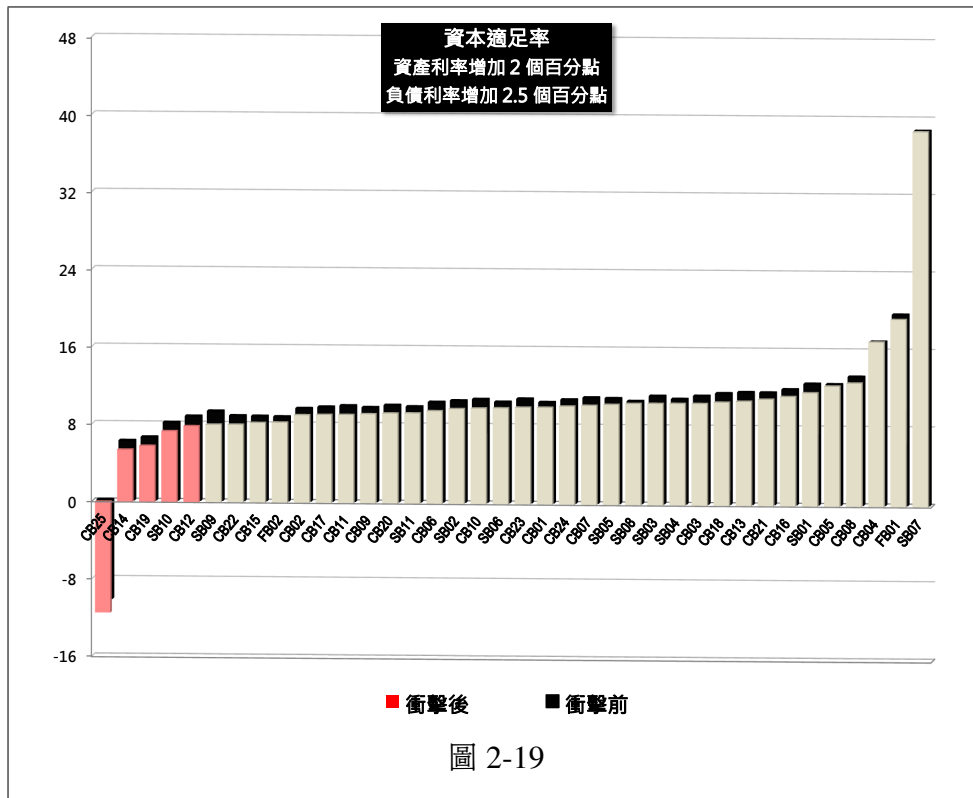


圖 2-19

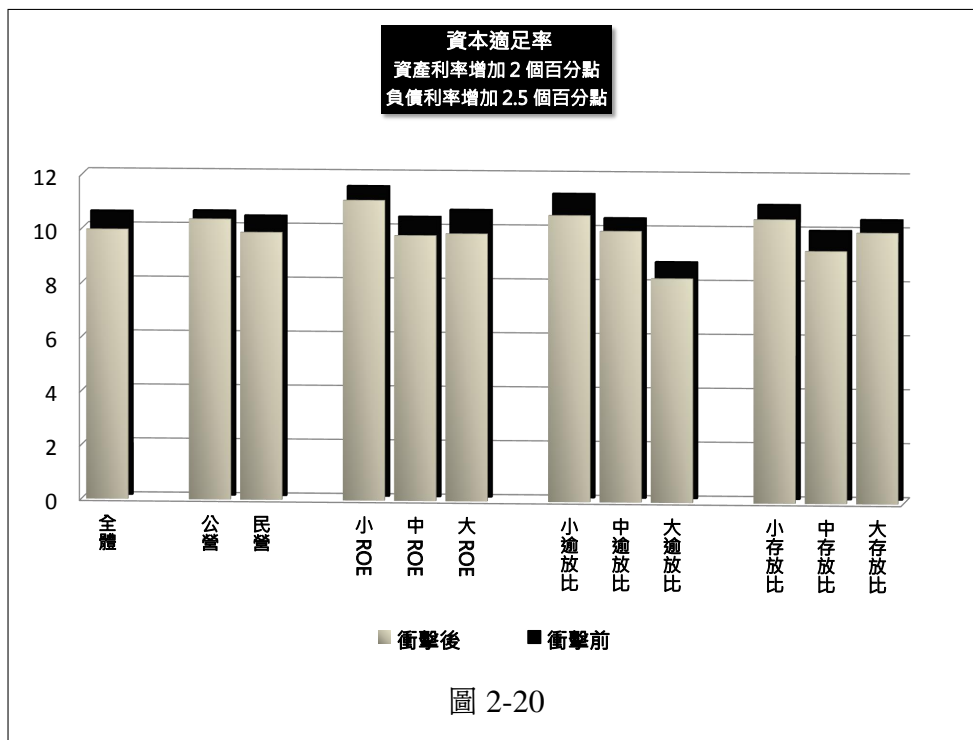
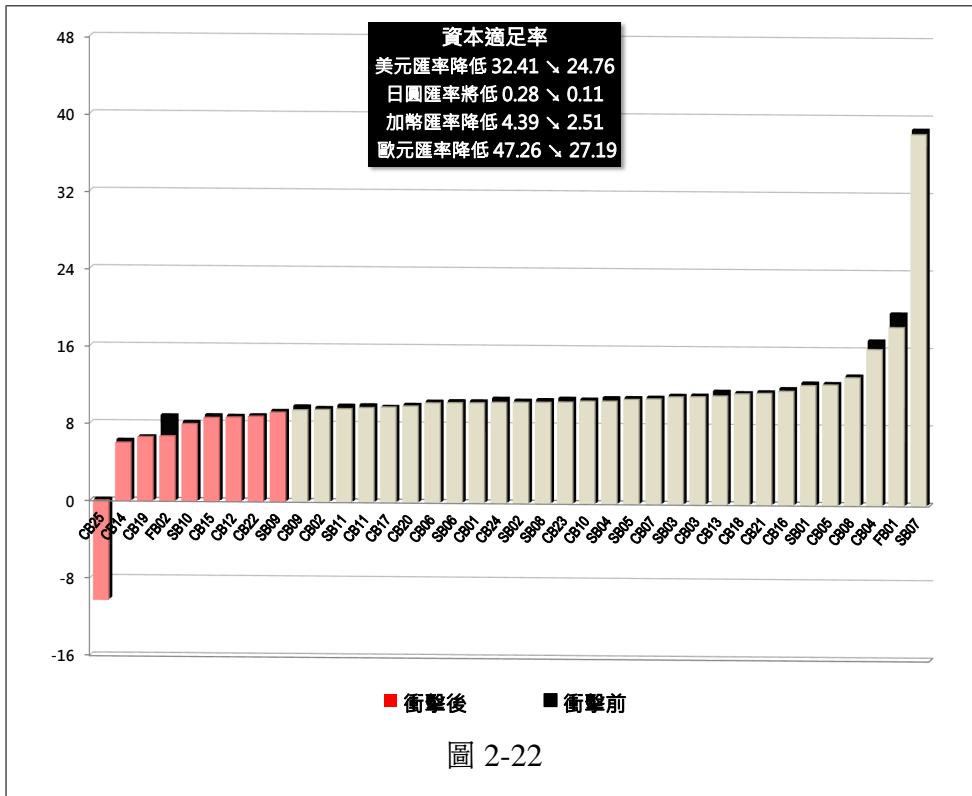
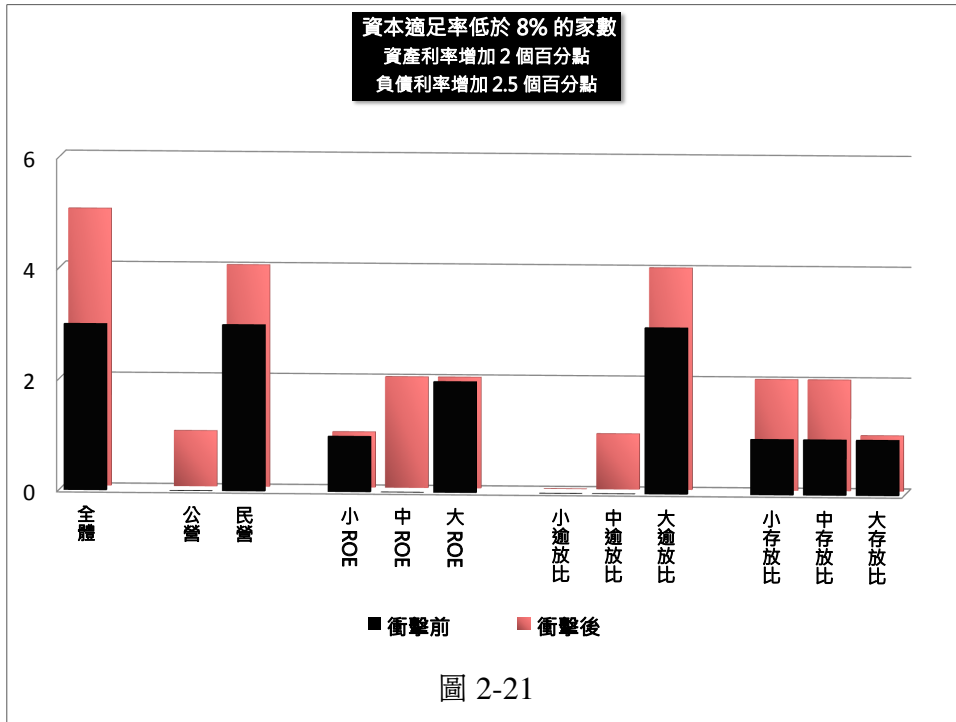
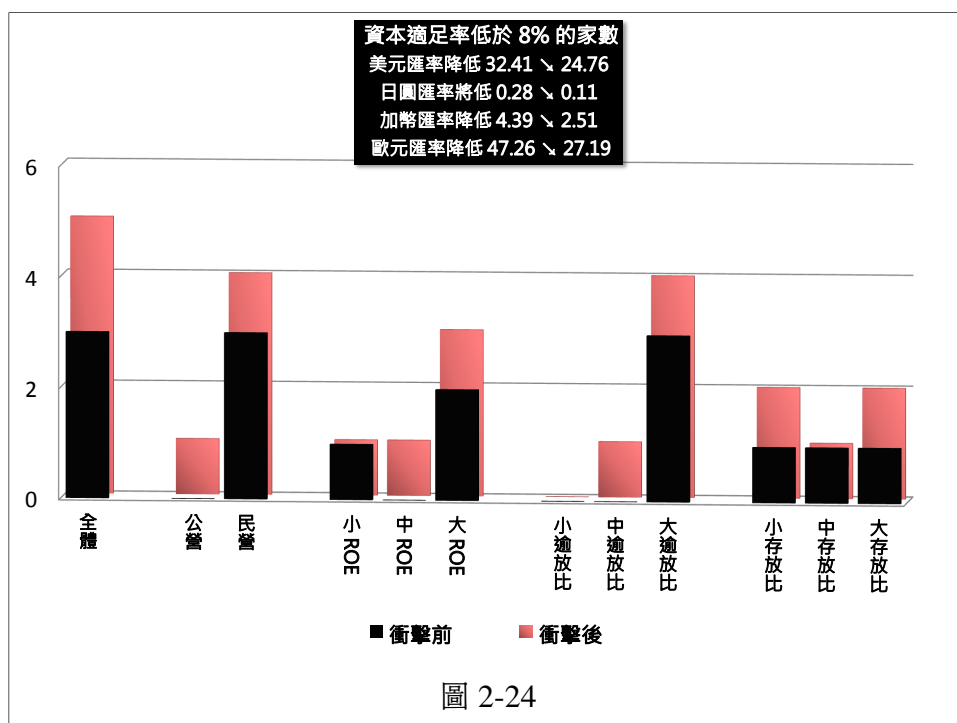
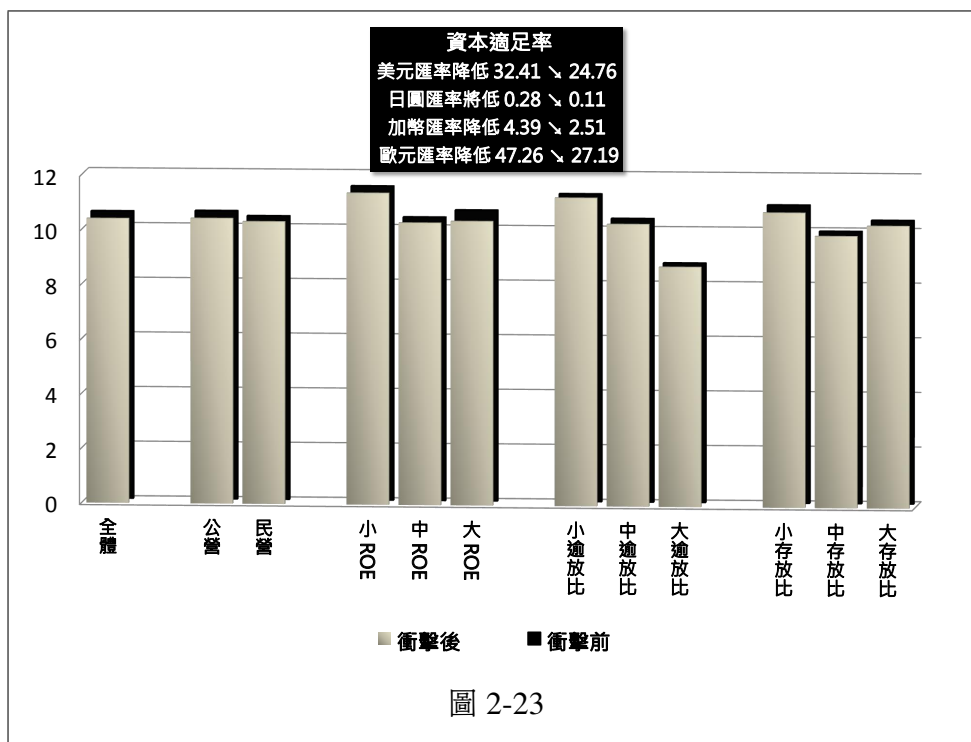
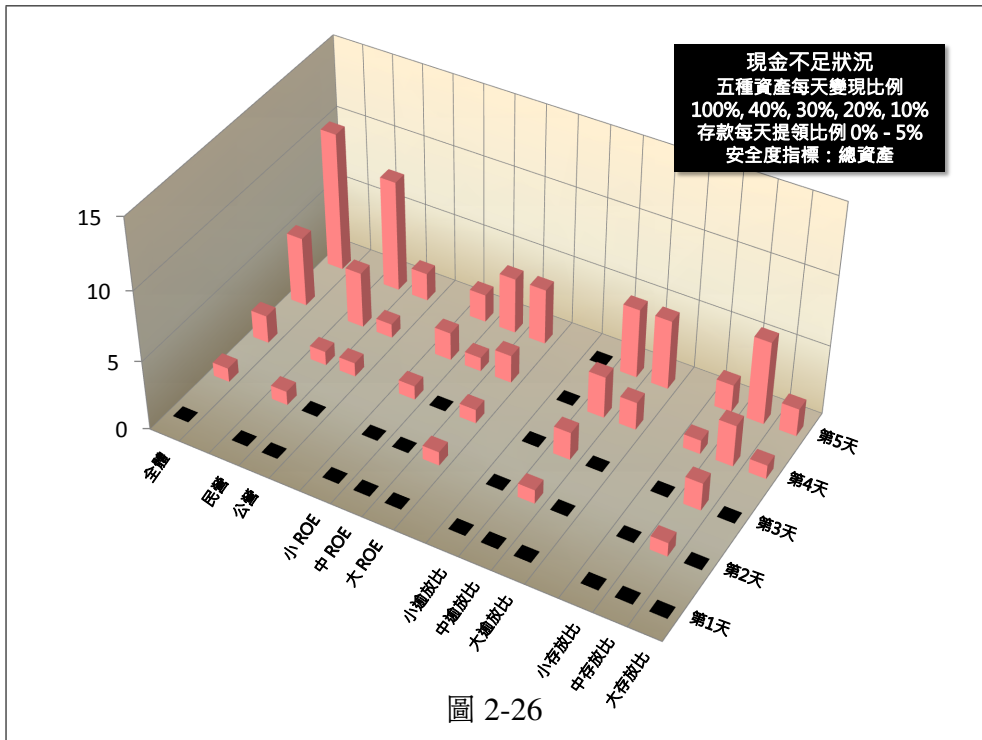
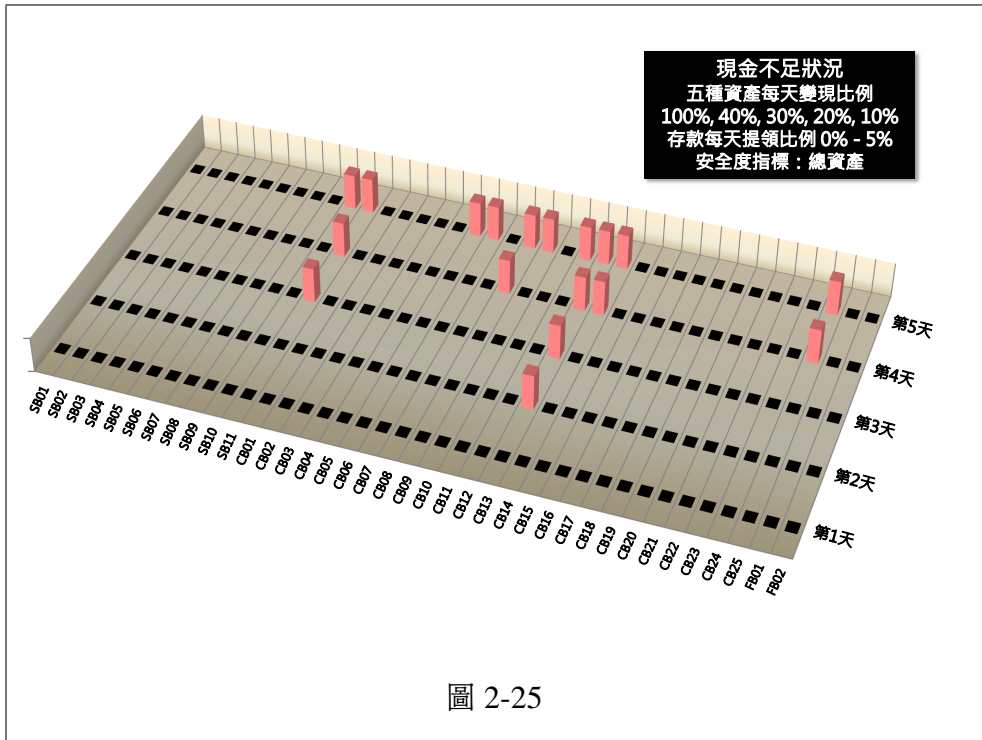
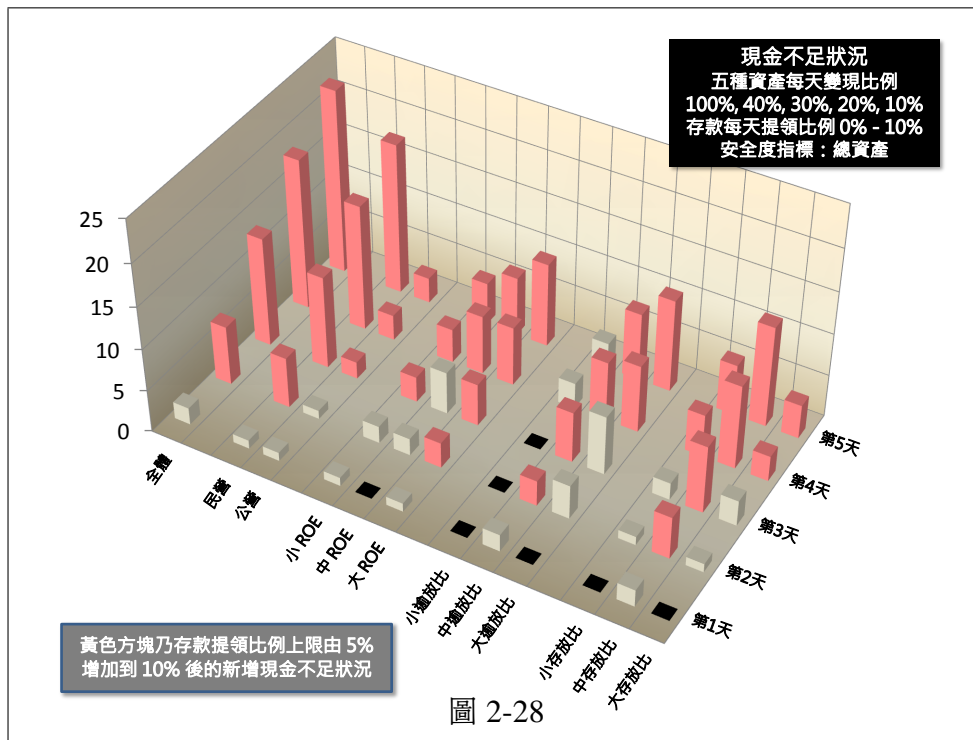
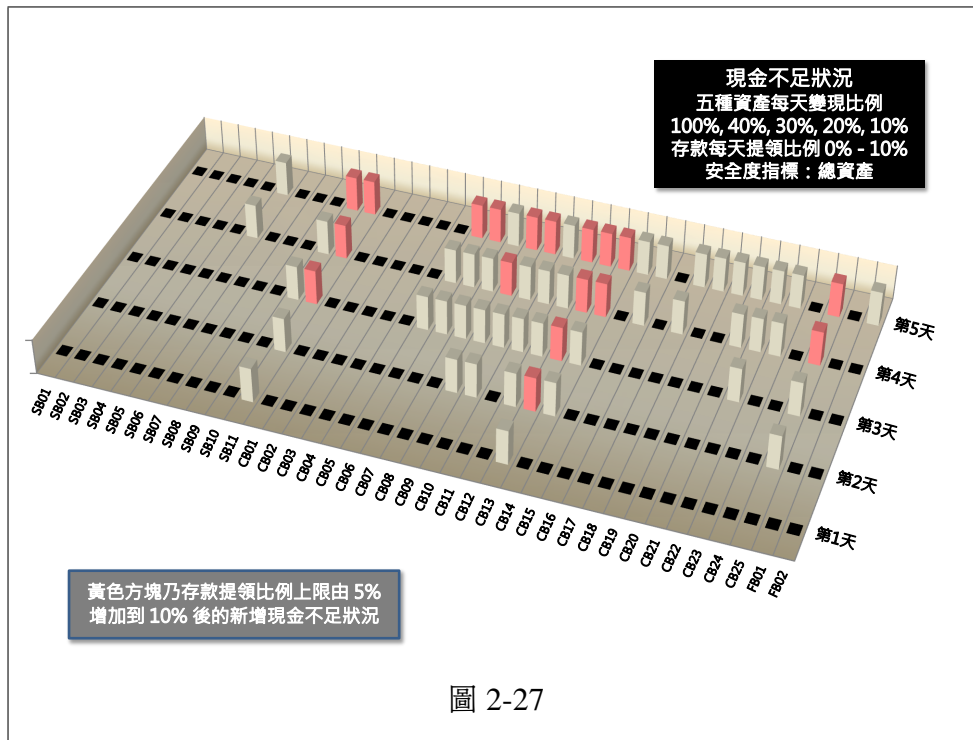


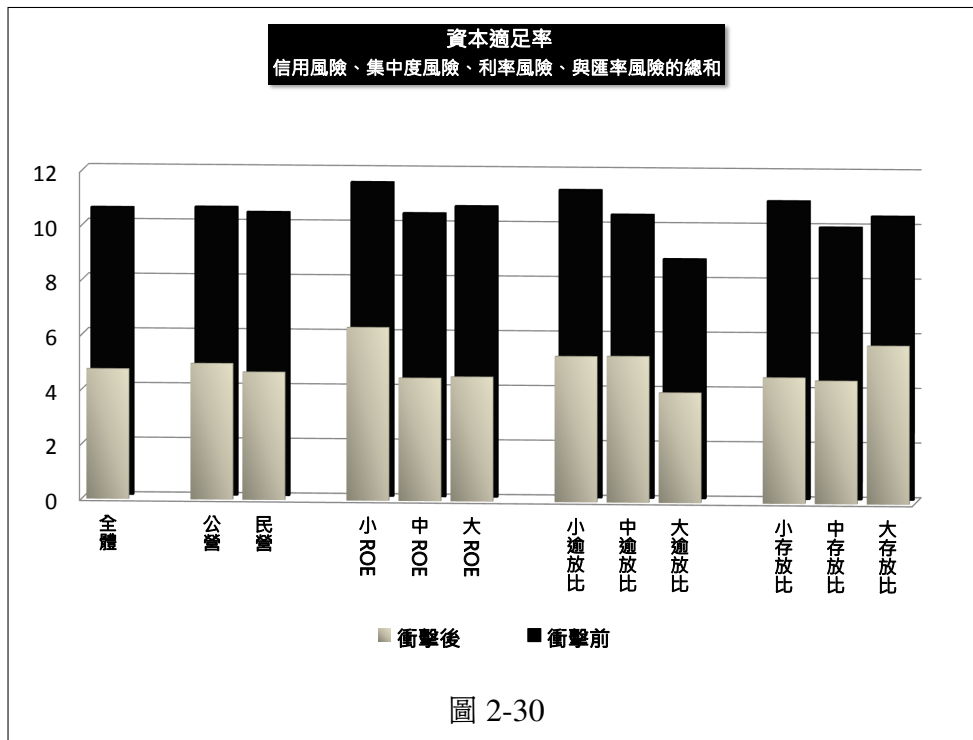
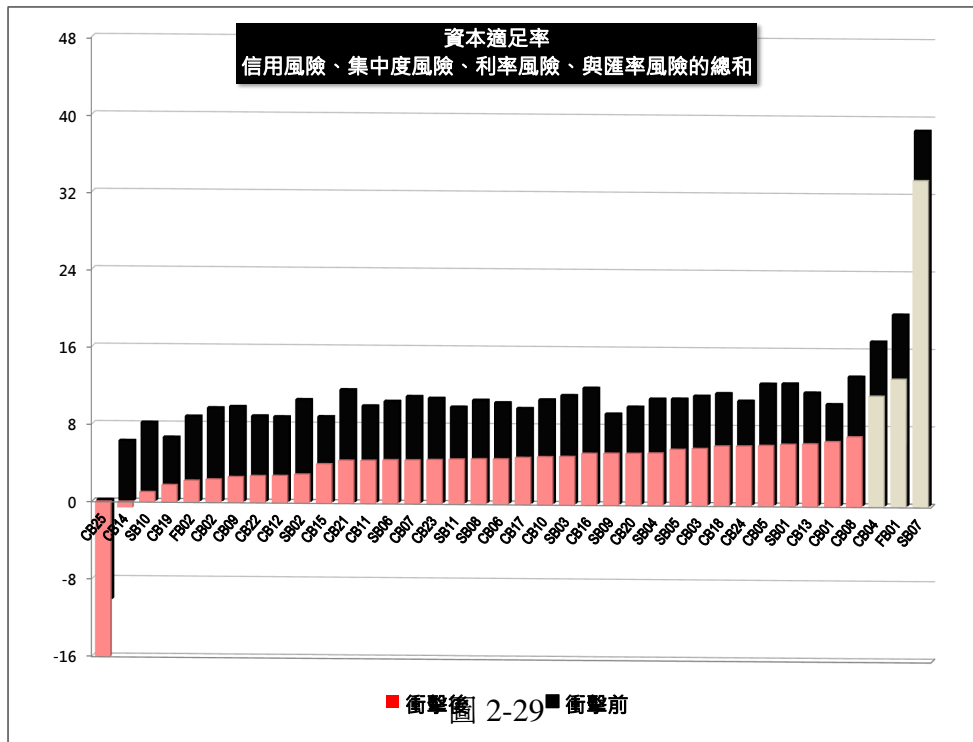
圖 2-20

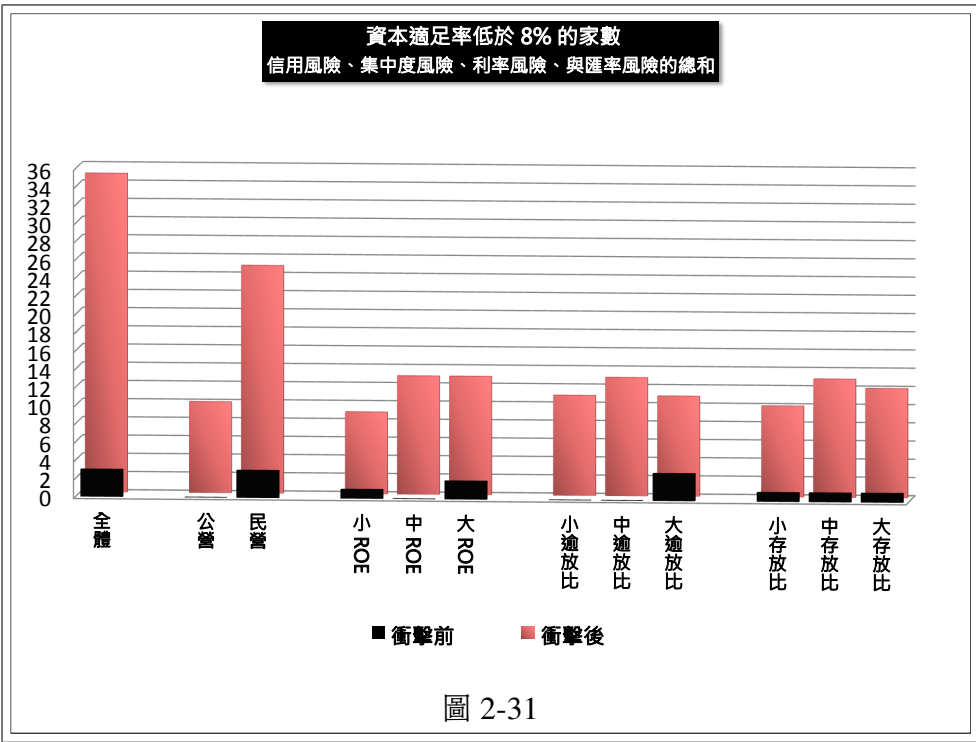












附錄 3 :「台灣金融體系之壓力測試」委託研究計畫期中報告審查會會議記錄

「台灣金融體系之壓力測試」委託研究計畫 期中報告審查會會議記錄

時間：民國 97 年 8 月 15 日（星期五）上午 9 時 30 分至
11 時 30 分

地點：中央銀行第 2 大樓 11 樓 1102 會議室

主席：楊副總裁金龍

報告人：鍾經樊教授（清華大學計量財務金融系教授兼主任）

出席：

評論人：郭震坤教授（國立台灣大學國際企業學系教授）

沈大白教授（私立東吳大學會計系教授）

金檢處：黃副處長少華、盧稽核志敏、黃稽核秋光、林科長
銘寬、潘科長雅慧、顧專員石望、洪專員櫻芬、吳
專員宗錠、李專員佩真

業務局：賴襄理朝明、陶副研究員慧恆

外匯局：賀副研究員蘭芝、蔡副研究員炯民

經濟研究處：侯研究員德潛、吳研究員懿娟、廖專員俊男

記錄：金檢處/金融穩定評估科/黃副科長淑君

會議內容：詳附件

第一部份、行外評論人意見與報告人答覆：

郭教授震坤

一、本研究擬探討金融體系壓力測試系統建置所面臨的理論基礎、資料蒐集及軟體應用問題。壓力測試是假設發生重大特殊事件的情境分析。此種事件不常發生，但一旦發生，常會造成金融機構龐大的損失，且可能在金融體系中引發傳染作用。壓力測試被認為可彌補一般風險管理系統之不足，已是整體風險管理重要的一環。本研究以 Martin Čihák 的壓力測試軟體 (Stress Tester 2.0, 試算表格式) 為基礎，但加入研究者對程式修改的新觀念，因此建議：

1. 研究者在其所提新觀念之處予以述明，並適當解釋提出新觀念的理由（特別是各公式及其推導方法）。
2. 我國資料若與原軟體設計者設想之資料性質有異，希望研究者予以說明。
3. 風險加權資產的定義與測度非常重要，請研究者予以較詳細討論，例如是否依央行所定之 VaR(風險值, value at risk) 計算。
4. 計算外幣淨持有部位與淨利息收益是否需考慮利率平價關係(Interest Rate Parity)? 各種匯率的相關性能否納入? 本報告若不考慮此相關性，請以假設述明。

二、由央行使用之觀點：

1. 壓力測試是對於特殊事件損失的評估，因此與 VaR 屬互補作用。但我國對兩者之設計是否易於達成互補效果? 可能需參考 VaR 之計算規定。另要求金融機構提供資料，是否造成各機構額外的負擔?

- 六、在分析標的方面，確實不宜只側重資本適足率，而忽略銀行之利潤，亦即僅觀察銀行資產負債表而忽略損益表之變動情形。鑑於獲利能力為銀行健全經營之第一道防線，儘管原壓力測試軟體未將利潤列入考量，惟若有資料，本研究會將利潤因素作進一步討論。
- 七、本報告目前尚未將開放兩岸金融業務對金融體系之影響情形列入考量，惟未來可考慮將其列為新的風險因子或風險情境予以分析。

沈教授大白

- 一、本研究參考國際貨幣基金軟體的架構，設計國內金融體系壓力測試相關變數，具有相當參考價值，考慮因素甚廣，應對於委託單位有相當助益。
- 二、未來委託單位面臨之壓力將包括因應經濟金融改革，對於一些政策或法令的開放與鬆綁，尤其是匯率相關商品方面，或許可加強研究，以提供委託單位更多的政策參考與評估工具。
- 三、法律風險、稅務風險等，雖不能透過連續變量處理，但仍可參考過去歷史經驗或外部資料與模擬方式(包括專家評估)結合統計處理，包括簡單的事件分析等模式，進行大略評估，以考慮若干重要變數的影響。
- 四、本架構運用許多彈性概念，而這些彈性在較極端情境下是否仍有一穩定的關係與關聯性及結果之可靠性，至為攸關。
- 五、對於計算壓力測試時相關資料的合理性，需要一套完整的驗證機制。
- 六、對於銀行之間交互影響如傳染風險，其中一大部分與集團企業(非金融企業)有關(如力霸事件)。

鍾教授經樊回覆

- 一、由於壓力測試僅適用於極端情況，而極端情況之資料卻往往難以取得，故僅能訴諸假設一途。本報告試圖以較嚴謹之態度，對相關參數作極端情況之設定，至於能否設計一套機制使該等參數能隨極端情況之變動而調整，依據目前蒐集相關文獻顯示，各國對此壓力測試之內生問題，在實務操作上尚無較佳之解決方法，故本報告至多只能在最後測試結果說明各種參數之假設背景為何，未來並擬依央行所重視之主要風險適時調整相關參數之設定。
- 二、至於新的金融開放政策是否會對我國金融體系產生壓力，頗值得研究，不過，本報告將優先進行標準的歷史情境測試，待操作較為純熟後，再考量對全新模擬之假設情境進行參數之設定與分析。
- 三、有關資料品質之良窳，例如變量定義之一致問題，本人贊同應對銀行陳報資料作簡單的檢測。
- 四、以台灣現況來看，銀行同業間的影響可能不是銀行間傳染風險之主要來源，而個別銀行背後之集團才是對其他銀行產生重大衝擊之主因。現有程式雖未考量銀行傳染風險之間接影響，惟未來傳染風險之程式進行修改時，若可取得相關資料，可考慮將每一金融集團背後企業對銀行之間接影響因子納入優先修改對象。再者，基於本報告已將該軟體背後之理論基礎予以釐清，未來作相關程式之修正應是可行。

第二部分、本行同仁發言意見與報告人綜合答覆：

本行同仁綜合意見

壹、整體意見

- 一、本委外研究計畫希望研究成果能確實運用於本處金融穩定分析。就目前期中報告而言，所提研究方向原則上符合委託研究之需求，惟報告僅說明理論架構及 IMF 壓力測試程式內容，尚未說明如何因應我國金融體系特性進行有關參數及模型之修改，而後者係整個研究計畫之重點所在。建議未來研究過程能持續與金檢處保持密切聯繫，以確保符合研究需求。
- 二、本報告之壓力測試方法係針對銀行採用「由下而上」(bottom up) 及「由上而下」(top down) 分析方法，此二者的結果可用來交互檢視是否具有一致性，故皆有其重要性。例如，IMF 於 2007 年發布有關葡萄牙之壓力測試報告，同時採用「由下而上」與「由上而下」分析方法，分別針對銀行與保險業者進行壓力測試。(有關 IMF 之壓力測試經驗之摘要說明，可參考：Swinburne Mark (2007), “The IMF’s Experience with Macro Stress-Testing”, *ECB High Level Conference on Simulating Financial Instability Frankfurt*, July 12-13, 2007)
- 三、有關「針對各種風險因子來進行不同程度的衝擊效果分析」，似可參考 IMF 近期發布之報告，俾有助於期末報告實證結果之呈現。(參見 Worrell DeLisle (2008), ”Stressing to Breaking Point: Interpreting Stress Test Results”, *IMF Working Paper*, WP/08/148)
- 四、金融穩定分析的量化分析與方法包括：壓力測試與金融健全

指標、總體與部門別資產負債表分析、預警系統等，彼此具相輔相成的作用，似可在文中略作補充說明。

- 五、期中報告尚未提及壓力測試情境應如何設定，包括信用風險之逾放增加幅度、匯率風險之匯率貶值幅度、利率風險之利率升降幅度、流動性風險之存款流失幅度等，建議進一步研究適合我國實況且合理之壓力測試情境。另本報告可否進一步考慮進行房地產價格下跌對銀行房貸，及企業部門與家庭部門償債能力惡化對銀行企業與個人放款之壓力測試？
- 六、報告中第 17 頁及第 40 頁「撥備覆蓋率」似為大陸用語，另第 11 頁又使用「備抵覆蓋率」，兩者應係指我國常用語「備抵呆帳提列比率」，且文中呆帳與壞帳字眼同時出現，本文用語似可統一。
- 七、壓力測試在評估各種風險因子對銀行財務報表科目的影響，但衍生性金融商品屬表外資產負債表，如何評估其風險，似應一併考量。

貳、壓力測試之理論架構

- 一、由於壓力測試表現在兩大關鍵金融健全指標：資本適足率（CAR）、現金流量，建議章節架構安排如下：

(一)對個別金融機構資本適足率、現金流量之影響

以下每節中均應導出 $\frac{\Delta CAR}{\Delta Risk Factor}$ 、 $\frac{\Delta Net Cash Outflow}{\Delta Risk Factor}$ 關係式。

1.市場風險

(1)利率風險

A. 直接管道（現有版本之§3.2~§3.3）

B. 間接管道 (§3.6)

(2) 匯率風險

A. 直接管道 (§3.4)

B. 間接管道 (§3.6)

2. 信用風險 (§3.5)

3. 流動性風險 (§3.8)

4. 風險間傳染效果：如市場風險→流動性風險→信用風險，或其他順序。

(二) 對整體金融體系資本適足率、現金流量之影響

1. 銀行間傳染風險 (§3.7)

2. 是否可導出金融體系 $\frac{\Delta CAR}{\Delta Risk Factor}$ 、 $\frac{\Delta Net Cash Outflow}{\Delta Risk Factor}$ 關係式。

3. 經由上述兩節，以便央行 (Lender of Last Resort) 預估，當所有個別金融機構都須籌資，或金融體系缺乏流動性時，本行業務局需挹注多少新台幣、本行外匯局需轉換多少外幣資產因應。

二、建議將各風險因子變動對資本適足率影響的數學式編成一張比較表，表中並說明實證處理中所使用之假定 (接近可能的實際情況)，以與後面實證分析有所連繫，較為簡明易懂。另建議報告表達上能簡要地將各項風險因子變動對資本適足率之影響以 T 字帳列示，將有助於讀者理解，亦更易於未來與總體模型的資金流量進行聯結。

三、第 8 頁第 2 段說明本研究計畫考慮之風險因子包括權益價格風險，惟後續理論架構均未述及該風險對銀行之直接及間接影響，建議增列。

四、有關 3.1 資本適足率的分析 (p9、p12)

(一) ①段中「風險因子本身所含的風險越小，風險因子對資本

適足率的影響就越大」乙節，似與一般認知有所差異，建議進一步釐清風險因子、風險權數與資本適足率間之關係。

(二) 關於 $\frac{\Delta A^*/A^*}{\Delta A/A} = \eta$ 之值(亦即資產的風險彈性)，報告稱 η 可以是

任何正值，範圍很廣，不知如何設定其值以進行壓力測試。

(三) 另 $\eta > 0$ ，應只涵蓋「新增」資產變動之情況，未涵蓋同時有「新增與資產轉換」之情況，似宜重新檢視模型。舉例如下：設一銀行原始資產：100 元無風險性資產，風險權數 0%，100 元風險性資產，風險權數 100%，

$$\begin{cases} A_0 = 200 \\ A_0^* = 100 * 0 + 100 * 100\% = 100 \end{cases},$$

若銀行有「新增與資產轉換」，

$$\begin{cases} A_1 = 300 \\ A_1^* = 250 * 0 + 50 * 100\% = 50 \end{cases}, \text{ 則 } \frac{\Delta A^*/A^*}{\Delta A/A} = \frac{-50/100}{100/200} < 0。$$

(四) 利率變動造成淨利息收益的變動將「直接改變資產」...(p12)，不知其邏輯為何？因淨利息收益的變動應是影響損益表，再影響保留盈餘及淨值，似與資產面無關。

五、有關 3.2 淨利息收益(p12)

(一) 關於 $I_k = r_k(A_k - L_k)$ 之全微分，應為 $\Delta I_k = \Delta r_k(A_k - L_k) + r_k(\Delta A_k - \Delta L_k)$ ，惟本報告未包含第二項，似乎是想假設利率變動不影響資產與負債帳面價值，亦即想假設銀行簿資產與負債不須按市價評估(Mark-to-Market)，唯事實不然，建議重新檢視模型。

(二) 鍾教授在簡報時提到，以利率提高 20% 進行台灣 40 家銀行的壓力測試，結果並無太大影響。此一結果，是否與未能考慮近幾年來銀行提高利率導致存放利差縮減有關？

亦或與文中第 12 頁對於淨利息收益之定義係將 k 類期限別資產與 k 類期限別負債的利率視為一樣有關？鑑於銀行之資產多為長期、負債多為短期，且利率不見得連動，建議將資產與負債利率分開處理。

六、有關 3.4 債券市值(p15)

「存續期間缺口為正值，所以利率對資本適足率的影響是負的」乙節，說明似過於簡化，因利率對資本適足率為正向或負向影響，應視利率上升或下降而定。

七、有關 3.6 企業債本比(p18-20)

本節說明利率風險及匯率風險透過對銀行企業借款戶之償債能力，間接影響銀行資本適足率，惟其後之 IMF 壓力測試程式並無相關內容，未來是否納入本研究範圍？

八、有關 3.7 銀行間的傳染風險(p29)

有關銀行破產之定義，本報告以資本適足率達 4% 來定義破產，似過於簡化，可考慮依銀行資本適足率在某一區間定義破產機率，例如資本適足率 7~8% 的破產機率為 20%、5~6% 的破產機率為 50%（餘類推）等，進一步進行銀行傳染風險壓力測試，或許更為客觀。

九、有關 3.8 流動性風險(p31-33)

- (一) 報告未說明安全度變量值之給定過程，無法瞭解總資產、加權總資產與評等三個變量與安全度變量值之關係，建議補充。
- (二) 本計畫模型只考慮擠兌時，個別銀行之現有資金是否足夠，以及資產變現能力，但資金調度能力尚包括 Repo-Cash

Line，該項機制不易表現在財務報表中，但可反映在資產變現比例之設定上。

參、壓力測試程式

- 一、壓力測試程式中許多參數係 IMF 直接設定，惟該些參數設定不一定符合我國金融體系實況，建議進行更深入研究及調整，最好有實證或國內外相關研究結果之支持，例如：4.1「資料彙總表」之表 A5 有關 FSI 對應之評等門檻值與權數(p.39)、表 A6 有關 FSI 評等之違約機率(p.39)；4.2「信用風險工作表」中表 C2 壓力測試情境之備抵呆帳覆蓋率(p.41)；4.6「流動性工作表」之存款提取比例等(p.46)。
- 二、有關 4.4「外匯工作表」之表 E2 (p44)，其匯率風險壓力測試之匯率衝擊設定值為 55%略高，似可考慮降低至 20%~30%。根據 IMF 及 WB 的建議，本國貨幣升貶幅度的衝擊可設定在 10~50% 之間。

鍾教授經樊回覆

- 一、有關整體意見部分，會依據央行建議進行修正或進一步補充說明。此外，有關不動產市場及家庭部門重大衝擊對銀行部門之壓力測試，若能取得房價指數或家庭部門償債能力等相關資料，可將其納入信用風險之相關因子，比照企業債本比對銀行部門影響之推估方法，進行相關壓力測試。另在總體因子如何影響個別銀行之相關因子方面，因以計量模型推估之資料仍以正常時期（而非極端情況）之總體經濟資料為依據，往往因數據過小而不具意義，故目前研究重點仍會以修訂流動性風險及傳染風險之相關程式與參數為優先。
- 二、有關央行對壓力測試理論架構之建議，會列入未來報告修正之參考。其中：

- (一)有關權益價格風險(p8)對銀行之直接及間接影響，目前應可將直接影響部分列入理論架構。
- (二)資本適足率分析(p9)中，資產的風險彈性 η 將不作特別假設；對於風險因子、風險權數與資本適足率間之關係，亦將進一步解釋。
- (三)淨利息收益(p12)中，對 $I_k = r_k(A_k - L_k)$ 之全微分推導過程，將作進一步說明；淨利息收益恆等式 $\frac{\Delta I_k}{I_k} = \frac{\Delta r_k}{r_k}$ ，會將利率 r 依資產與負債利率分開處理。
- (四)債券市值(p15)有關存續期間缺口對資本適足率之影響，將修正為「存續期間缺口為正值，所以利率對資本適足率的影響為反向變動」，以免誤解。
- (五)有關流動性風險(p15)未說明安全度變量值之給定過程，將進一步作安全度設定，並與金檢處同仁討論相關參數之決定。
- (六)有關能否依銀行資本適足率在某一區間內定義破產機率(p29)，因壓力測試不作機率預測，故暫不考慮，惟將對銀行破產定義作進一步研究與討論。
- (七)有關銀行資金調度能力是否考量到 Repo-Cash Line 等機制(p31-33)，未來研究將區別資產類別，作為設定資產變現比例之參考。
- 三、有關壓力測試程式之參數設定值，鑑於絕大多數參數仍難以藉由實證或相關研究結果取得，目前僅能先依據軟體本身預設值或個人主觀直接設定，惟為使壓力測試情境更能符合我國國情，將與金檢處同仁就相關參數設定，充分討論並作適當研究與調整。另有關新增企業債本比對資本適足率之壓力測試程式(p18-20)，若可取得相關資料，將納入本研究範圍。

附錄 4 :「台灣金融體系之壓力測試」委託研究計畫期末報告審查會會議記錄

「台灣金融體系之壓力測試」委託研究計畫 期末報告審查會會議記錄

時間：98 年 1 月 16 日（星期五）上午 9 時 30 分至 11 時 50 分

地點：中央銀行第 2 大樓 11 樓 1102 會議室

主席：楊副總裁金龍

報告人：鍾經樊教授（國立清華大學計量財務金融系教授兼主任）

出席：

評論人：郭震坤教授（國立台灣大學國際企業學系教授）

沈大白教授（私立東吳大學會計系教授）

業務局：陶慧恆副研究員、何棟欽副研究員

外匯局：賀蘭芝副研究員、蔡炯民副研究員

經濟研究處：侯德潛研究員、吳懿娟研究員、廖俊男專員

金檢處：孫全玉處長、邱明全副處長、黃少華副處長、盧志敏稽核、胡亞生稽核、黃秋光稽核、潘雅慧科長、顧石望專員、黃淑君副科長、洪櫻芬專員、吳宗錠專員、李佩真專員

記錄：金檢處/金融穩定評估科/黃淑君副科長

會議內容：詳附件

第一部份、行外評論人意見與報告人答覆：

沈教授大白

架構設計相當有彈性，且有明確理論與制度關聯基礎，對於未來的發展奠立了良好的基礎。

- 一、流動性風險本質上是其他風險產生後的結果，可以研究如何將其他風險與流動性風險加以聯結。
- 二、自金融風暴後，包括美國對於信評公司的倚賴度都大幅降低，一些參考信用評等所進行的評估，宜更審慎處理。
- 三、國際信評公司擬將企業風險管理納入信評考量，未來架構在這方面宜予考量。
- 四、民間資料庫有 Bank Loan 的資料，或可參考。
- 五、可考慮以風險調整後的績效進行銀行組別之分類。
- 六、金融機構與其集團互動產生的風險宜予考量。
- 七、巴賽爾協定第二支柱與第三支柱所揭露的資料，未來應對壓力測試有相當幫助。
- 八、房地產價格及股價變動(包括抵押品價值大幅下跌)，對於企業還款能力影響甚鉅，其對銀行信用風險之影響宜予考量。

郭教授震坤

壓力測試是最壞情境的測試。歷史上發生的次數不多，故難就歷史資料求取模型的參數。各國的作法主要是參考國際機構，例如巴賽爾銀行監理委員會的建議，進行壓力測試的規劃。但不論是個別銀行的模型，以至央行基於監控所擬建立的模型，均須長期間的測試，因為資料收集、人員訓練及模型修正，均須審慎進行。雖然已有許多文獻及他國作法可供參考，但個別銀行或本國情況有其特殊性，須要予以微調。因此本研究所提模型應屬初步的架

以持續強化本研究所提的架構。

- 五、本國股市常因外資的大量買進或賣出而產生壓力事件，而外資的進出又影響匯市，本研究是否能納入該等階段性壓力事件之影響，例如股市影響匯市，又進一步影響利率。
- 六、第 3.3.3 節討論擔保品價值的降低，希望提供央行一些可能的評估準則或資訊來源。

鍾教授經樊回覆

- 一、流動性風險係以現金流量是否足夠為衡量基礎，而銀行是否會擠兌，乃至於擠兌後現金流失速度，均與銀行之「安全度」有關，本報告目前僅以銀行總資產作為評估銀行安全度之變量，若能取得各銀行評等資料，將一併列入銀行安全度變量，以作為評估銀行存款提領速度及每天提領比例之參考。
- 二、市場風險對銀行資本適足率之影響，主要來自兩部分，一為直接衝擊，另一為間接衝擊。本報告對間接衝擊部分，亦即市場風險影響企業部門及家庭部門償債能力，進而影響銀行資本適足率，尚未進行壓力測試，主要受限於現有資料不足，若能取得銀行對不同類型企業借戶之放款資料，再對不同類型企業借戶進行壓力測試，將有助於瞭解市場風險透過實質部門對銀行之間接衝擊程度。
- 三、本報告係依據銀行淨值報酬率（ROE）規模大小分類，事實上，應可參考郭教授之建議以風險調整後資本（RAROC）來分類，惟RAROC資料可能取得不易，加上本報告係依據銀行在特定壓力情境下受到不同風險衝擊前後之資本適足率變動情形，觀察我國金融體系遭受重大衝擊時之可能影響及承受損失能力，若以RAROC來分類，分析結果恐較不顯著。
- 四、有關壓力測試正式上線部分，基於本報告已釐清IMF所創製

之壓力測試軟體背後之理論基礎，並將相關程式轉為STATA統計軟體之操作程式，擬逐步修正本報告所建立模型及相關程式，以供央行未來可以實際用以定期觀察我國金融體系之壓力測試結果，並作為該行金融穩定評估架構之一部分。

- 五、沈教授所提出外資撤資時之傳染性風險因子，值得列入考量。
- 六、有關壓力情境設定問題，將補充說明極端情況(worst case)之情境為何。
- 七、有關參考文獻部分，將再作補充。至於市場風險對銀行各類別企業（個人）信用連結係數之影響、資料落後及風險權數調整問題，將作進一步檢討。

第二部分、本行同仁發言意見與報告人綜合答覆：

主辦科-潘科長雅慧

- 一、本研究建立之壓力測試模型，係參酌IMF發展之壓力測試軟體，有相當實用價值。惟目前模型結果僅就銀行現行申報資料，進行風險因子變動對銀行資本適足率影響之分析，未來若欲實際運用，仍須進一步就各項風險別蒐集更多資料且建立更精緻模型，分析結果始具參考價值。此外，未來實際運用時，仍宜建立各項風險之「鍊接模型」，使風險因子變動情境之設定，更符合實際且具理論基礎。
- 二、第3章風險因子的分析
 - (一) p.46流動性風險乙節說明流動性壓力測試係考量當某家銀行發生擠兌時，若無中央銀行及其他銀行的奧援時，該銀行是否有能力在一特定期間內(通常為5日)持續保有足夠的現金。似宜說明「5日」係主觀認定或有其他參考來源。

- (二) p.46第三段「可以如下三種變量中之一作為評估銀行安全與否的根據」，惟其後列示之變量達七種，似有不符。

三、第4章壓力測試實證結果(P57-91)

- (一) 本研究報告尚未建立鏈接模型，故需對參數作主觀假定(例如全體違約率增加10%)。建議進一步說明該等假設之依據，若依據國內外文獻者，則可補充相關文獻之實證結果作為參考。
- (二) p.57第一段文字說明本壓力測試電腦程式，係探討「信用風險、利率風險、匯率風險、銀行間傳染風險及流動行風險之衝擊，乃至於總合這五種風險之壓力情境」，惟壓力測試結果並未列示總合五種風險之壓力情境實證結果。
- (三) 「信用風險三」有關非正常放款違約率增加1倍，其備抵覆蓋率均假設為25%。惟實務上，我國法規規定第2類至第5類非正常放款之備抵呆帳提存率各有不同，建議依實務規定比率進行調整。
- (四) 「信用風險五」有關不動產放款違約率增加50%，實證結果對各銀行之資本適足率影響不大。惟比較「信用風險二」情境在全體違約率增加10%及備抵覆蓋率40%下，全體資本適足率下降約4個百分點，而占放款總額4成比重之不動產放款，在違約率增加50%及備抵呆帳覆蓋率40%之情境下，資本適足率影響數不及1%，似有不合理之處，建議進一步檢視模型。
- (五) 有關利率風險情境，均係假設利率降低，例如「情境一」假設4種不同到期日資產利率降低5%，負債降低4%。惟自93年起，本國銀行放款加權平均利率均未超過4%，存款更低於2%，此項假設情境似不合理。或許

可改測試利率上升之情境。

- (六) 有關銀行間傳染風險，報告指出因銀行間拆款金額低，故實證結果銀行間傳染風險很低。惟銀行間信用暴險除拆款外，尚有股權或金融債券投資交易，以及債票券交易往來，本處前曾提供銀行間信用暴險統計資料，建議以該資料再次進行銀行間傳染風險之實證，或許結果會不一樣。
- (七) 國際間對金融危機所做之實證研究顯示，受流動性衝擊所引發之傳染風險，在平常期間與金融危機期間有所不同。平常期間，市場流動性不足通常是暫時性現象，惟在金融危機期間，卻可能存在幾種不同之擴散機制，使得流動性衝擊擴散至其他金融市場或銀行，進而導致系統性風險，例如 King and Wadhvani (1990), Lin, Engle, and Ito (1994), de Santis and Gerard (1997), Longin and Solnik(2001) 及 Annastiina Silvennoinen and Timo Teräsvirta (2008)。我國銀行體系傳染性風險之擴散途徑，在流動性風險嚴重情形下，是否如實證結果顯示之傳染風險很低，值得進一步確認。
- (八) 圖1-26「各類利率缺口占總資產比例中位數」之標題，似為「外幣部位占總資產比例中位數」之誤植。另附錄2有關個別銀行衝擊前後之圖表(例如圖2-1)，衝擊後長條圖依顏色分為兩類，建議補充說明其意義。

金檢處-盧稽核志敏

- 一、本篇報告所採用的壓力測試基本上是先從個別銀行進行測試，再彙總得到總體衝擊之由下而上 (bottom up approach)

分析結果。其壓力測試作法主要是依據總體經濟衝擊以進行敏感度分析。這種由下而上的敏感度分析作法與目前世界上多數國家央行已公佈的壓力測試作法相近。依據 Martin Cihak (2007)所彙整的資料：截至 2005 年底為止，各國央行所發布的金融穩定報告中附有壓力測試者約佔 55%，其中主要是有關信用風險與利率風險的敏感度計算 (sensitivity calculations)。

- 二、本文 p.10 提到：「在完成每一類型壓力測試的解釋與分析後，均會附加對應的總體壓力測試程式，也就是以向量矩陣符號表示壓力測試的關鍵步驟。」惟文中的這些向量矩陣符號表示，只是將原來一家銀行的情形，改用 n 家的情形表示，其內容與一家的情形重覆，是否有必要於本文中列示，似值得斟酌。

鍾教授經樊回覆

- 一、對於不動產放款違約率增加 50%，銀行資本適足率並未受重大影響之實證結果，將作進一步檢核。
- 二、衡量銀行間傳染風險，除採銀行間拆借款金額外，將就金檢處所提供相關變量（如股權、金融債券投資交易、債票券交易往來等），列入壓力測試之實證檢測。
- 三、其餘意見將依據央行建議進行修正或進一步補充說明。

侯研究員德潛

本文使用國際貨幣基金 (IMF) 的壓力測試軟體 Stress Tester 2.0，設計我國金融體系的壓力測試模型，為金融穩定政策提供重要的參考依據。觀察近年 IMF 所發展的經濟模型有兩種：動態隨機一般均衡模型 (DSGE) 與全球估測模型 (GPM)，有鑑於 DSGE 模型

是國內外學者與央行最常應用的一種模型，雖然本文目前的架構並沒有與總體經濟模型鏈接（本報告 2.2 節，p.3），惟作者同樣認為是未來發展的重要課題（本報告結論，p.63），因此以 DSGE 的觀點提出一些意見供作者參考。

一、部分均衡分析：壓力測試是部分均衡分析，對於本文結論的參考性，特別要加以審慎說明。

兩個應注意的壓力測試基本問題是：1、個別衝擊（shock）間的影響相互獨立，如利率的衝擊並不影響匯率；2、合併衝擊的影響任意設定，如利率與匯率的同期影響是人為設定的，並非依據經濟體系的一般均衡關聯產生（模型的外生設定而非內生產生）。

二、橫斷面分析：壓力測試是就不同時點的靜態分析，無法考量動態情況下個別衝擊的累積影響。

以金融體系面臨衝擊的時間動態過程觀察，一次的衝擊過大雖可能造成金融機構的系統性風險，惟持續衝擊所累積的風險，亦可能引發金融體系的系統性風險；本報告的壓力測試僅能分析金融體系的結構性風險，似無法考量個別衝擊的累積影響，並非金融體系動態的系統性風險。

三、確定式分析：壓力測試是確定式分析，無法考量經濟行為改變的影響。

當金融體系面對不同的衝擊，有可能因應衝擊而產生行為模式的改變，例如 Lucas 批判認為政策改變將影響經濟模型的參數變化；簡言之，相同的衝擊在不同的時期可能有不同的效果（如非線性的變化），行為反應函數中簡單法則（simple rule）的設定與估測，例如 Taylor's 法則，在經濟模型的應用上已經相當普遍，除納入行為反應函數外，似可考量在未來對不同的參數給與不同的機率分配，對不同的變數組合進

行具隨機性的壓力測試。

鍾教授經樊回覆

不同期間所採之參數設定是否需要一致，尚待實證檢測，加以承平期間資料可能無法充分反映壓力情境下之非線性反應，且總體經濟在壓力情境下，可能發生結構上改變，致鏈接模型之係數估計改變(Lucas Critic)，故本報告在無法完全訴諸於歷史資料情況下，對於模型相關係數及部分參數，現階段僅能採取相當主觀之設定，惟將參酌國內外文獻或他國經驗，並作比較，以使參數設定更為一致。

吳研究員懿娟

- 一、是否可根據本報告的總體壓力測試結果，針對此次面臨全球金融海嘯及景氣前景惡化的情境下，簡要說明我國銀行體系能否維持穩健？
- 二、由於多家銀行同時破產通常會提高系統性風險發生的機率，但模擬結果卻顯示——「即使有 5 家銀行（包括 3 家公營、2 家民營）同時倒閉，但沒有任何其他銀行會因此而倒閉」。由於本報告探討的銀行間傳染風險，係以「銀行間拆借款金額」來反映銀行間互相關聯的程度，據以評估系統性風險，惟此種假設恐略為簡化，值得未來進一步探究。
- 三、本報告的總體壓力測試方法較著重於單一風險因子的衝擊，分別估計其影響。不知是否亦有對同時納入數種風險因子，考量各種風險傳遞管道彼此間的相關性，進行綜合效果分析？
- 五、p.63 提及本報告並未針對總體經濟金融變量對風險因子之影響。未來似可加以補充分析，如房價大跌、利率急升、或經濟成長 GDP 大降等情況分別發生或同時發生，對銀行放款違

約率（信用風險）的影響。

六、本報告是否有考量依風險因子之衝擊程度大小，致銀行資本或獲利呈現非線性反應，而非等比率的線性變動？

鍾教授經樊回覆

- 一、有關外部經濟變數對風險因子之影響，例如 GDP 下降或失業率上升，企業部門與家庭部門償債能力惡化，將衝擊銀行資本適足率，甚而提高銀行倒閉機率，鑑於本報告尚未建立總體經濟與金融部門間之鏈接模型，尚無法分析在全球金融海嘯衝擊下，有哪些銀行會首當其衝受到影響，以及個別銀行之資本適足率變動情形。不過，鏈接模型可作為本模型未來發展目標。
- 二、有關納入數種風險因子，並考量各種風險傳遞管道之關聯性及互補關係，以分析壓力測試之綜合效果，值得考量，惟囿於相關變量之樣本數不足（目前金檢處僅提供 96 年底單季資料，而實際上至少需要十五年以上之時間序列資料），現階段恐不易執行。

廖專員俊男

- 一、壓力測試在金融穩定分析扮演重要的角色，加上它與其他量化分析方法，彼此具相輔相成的作用，建議文中除了本報告說明之風險值與壓力測試關係外，亦應一併說明壓力測試與金融健全指標，及與預警系統等之關係。另外，壓力測試為靜態分析，分析上仍有某些限制（如資料可能落後真實情況等），似可在 p.2「壓力測試的特點」補充說明。
- 二、有關各風險因子之壓力測試結果，本文大多僅簡略交代，建議應加強特殊原因之說明，如 p.61 提及（利率風險二）公營

銀行 SB09 的資本適足率不減反而大增；p.62 (流動性風險一) 圖 2~28 流動性中等銀行之流動性風險反較流動性差的銀行嚴重等。

- 三、p.55 直接以資本適足率達 4% 來定義破產，似過於主觀簡化，可否進一步考慮依銀行資本適足率在某一區間定義破產機率，如資本適足率 7~8% 的破產機率為 10%、5~6% 的破產機率為 40%、3~4% 的破產機率為 70% (餘類推) 等，進行銀行傳染風險壓力測試，情境設定或許更為客觀。

陶副研究員慧恆

本報告之內容充實且資料豐富，值得肯定。茲就報告內容提出下列意見：

- 一、本次因美國次貸危機所引發的全球金融危機，有關其成因與演變歷程，對許多人而言是一個全新的(而且痛苦的)經歷，但對相關實證研究者而言，卻是一個很好的驗證與檢討的機會，可供研究者檢視模型中的假設、參數設定、情境設定等條件是否合理與充分。若參考本次全球金融危機之經驗，對本報告之問題如下：

- (一) p.46 有關對流動性風險的測量，其就評估銀行安全與否的根據提出 7 項變量，其中包括「信用評等」。惟經歷本次金融危機後，已使許多人對信用評等的可靠度抱持相當大的懷疑態度，因此此處是否仍宜以「信用評等」作為評估銀行安全與否的根據，值得商榷。
- (二) p.49 有關對銀行間傳染風險的測量，文中指稱「銀行間的傳染風險是指某些銀行因破產而無法償還其他銀行的負債，導致其他銀行也隨之破產的風險」，另 p.50 稱「銀行不破產就不會對其他銀行產生任何影響」。惟依

據本次金融危機的經驗顯示，許多金融機構僅僅因為市場上傳出不利於其主要交易對手的消息，就面臨營運困境；再者，實務上而言，當一家銀行發生擠兌時就很可能對其他銀行或金融機構造成不利影響，這也是為何一般各國中央銀行對銀行擠兌事件均採取明快處理措施的原因。此外，p.62-63 的銀行間傳染風險一與二的測量結果分別為：「由於銀行間拆借款金額低，沒有任何銀行會因某一銀行的倒閉而倒閉，銀行間傳染風險很低」、「沒有任何其他銀行會因此倒閉，銀行間傳染風險很低」，這是否表示根據本文的測量結果，國內銀行並不存在系統性風險？這種結果似乎與一般認知有很大的差異，建議作者有必要重新檢視此議題，或提出進一步的說明。

- 二、本文 p.1 指出：「壓力測試的主要目的是檢驗一些極端但有一定可能性之事件的影響，也可用來測試金融機構或金融體系的曝險程度及風險承擔能力」，p.2 則指出：「壓力測試的過程可清楚呈現特定事件與其所造成之後果間的因果關係」，另 p.63 結論又指出：「...得到一些全新的測試結果，可由之初步了解我國金融體系對極端不利情境衝擊的承受能力」。不過作者對於其所作的 12 種壓力測試，僅於報告 p.57-63 簡單列出結果，並未就該 12 種壓力測試作進一步的說明與綜合分析，亦未闡述其對決策者與監理機關之政策涵義。建議報告增列相關說明與分析及其政策涵義。

何副研究員棟欽

- 一、沒有參考文獻
- 二、p.3、p.9、p.63：錯字

- 三、放款與投資（債券）均是銀行信用風險來源。
- 四、p.18： π_j ：放款覆蓋率（似與本行金融穩定報告之放款準備提存率相同，指備抵呆帳/放款，宜定義）。逾期放款覆蓋率＝逾放備抵呆帳覆蓋率。
- 五、p.18：請再 check (37) 式及其所代表之意義：放款減擔保品折扣後價值。
- 六、本文實屬佳作，研讀後個人思考下列問題：
- (一) 備抵呆帳是要承擔放款之預期損失（Basel II 建議提放款損失準備），而預期損失＝ $PD \times LGD \times EAD$ ，兩者不同，分別為事後與事前觀念。授信條件大部份在處理 LGD、EAD。備抵呆帳能否代表預期損失，國外文獻如何處理放款損失準備。
 - (二) 金融壓力來臨時，「haircut」會大幅跳升，金融機構需降低槓桿因應，它們在壓力測試時對資本適足率之影響與角色。
 - (三) 實際資本、經濟資本（壓力情境衝擊反映）、法令資本（銀行資本適足率反映），若經濟資本原本就小於法令資本，而壓力測試後出現資本適足率（實即經濟資本）下降，則到底是反映經濟資本下降還是法令資本下降不得而知，此時有資料調整的問題（IMF (2007), “A. Credit Shock 1,” p.27)。
 - (四) 高違約機率(PD)，接近違約時，違約暴險(EAD)上升幅度緩和；低 PD，接近違約時，EAD 上升幅度迅速，所以，PD 會影響 EAD 而影響資本適足率，備抵呆帳覆蓋率較大（代表呆帳可降低對資本適足率的負面影響），資本適足率降得較多（圖 2-1、2-4），why？
 - (五) 風險會相互傳染（次貸危機由信用風險→流動性風險

→信用風險)，違約也會相互傳染（雙 D 產業問題），銀行資本適足率受 PD、default 或 asset correlation、EAD、LGD 等影響。

(六) 放款資料分企金、消金 (MAS Staff Paper No. 34, Aug 2004)。

(七) p.21:H=0 → 回收率為零 → LGD=1 → 資本適足率應增加 (根據 Basel II 風險加權資產計算得知 (BIS (2006) "International Convergence of Capital Measurement and Capital Standard: A Revised Framework Comprehensive Version" Basel Committee of Banking Supervision, June, p.63))，而不是不受影響。

(八) CDS premium 是企業信用風險指標，實證顯示信評 (實務界雖批評，但仍認為是必要之惡) 為 CDS premium 的最佳預測因子，企業股價波動也是主要的解釋變數，因此，外資撤退會影響企業股價，因而外資撤退可能是銀行信用風險來源。

賀副研究員蘭芝

3.1 資本適足率的分析

T=0：假設資產負債表如下

A^0	η	$A^{*,0}$	$L^0 + C^0$
$A_1^0 = 100$	$\eta_1 = 0\%$	$A_1^{*,0} = \eta_1 * A_1^0 = 0$	$L^0 = 190$
$A_2^0 = 100$	$\eta_2 = 100\%$	$A_2^{*,0} = \eta_2 * A_2^0 = 100$	$C^0 = 10$
$A^0 = \sum A_j^0 = 200$		$A^{*,0} = \sum \eta_j * A_j^0 = 100$	$L^0 + C^0 = 200$
$\Psi^0 = C^0 / A^{*,0} = 10 / 100 = 1/10$ $A^{*,0} / A^0 = 100 / 200 = 1/2$			

T = 1 :

<例一> 資產的增加全由資本增加而來，負債不變

A^1	η	$A^{*,1}$	$L^1 + C^1$
$A_1^1 = 50$	$\eta_1 = 0\%$	$A_1^{*,1} = \eta_1 * A_1^1 = 0$	$L^1 = 190$
$A_2^1 = 250$	$\eta_2 = 100\%$	$A_2^{*,1} = \eta_2 * A_2^1 = 250$	$C^1 = 110$
$A^1 = \sum A_j^1 = 300$		$A^{*,1} = \sum \eta_j * A_j^1 = 250$	$L^1 + C^1 = 300$
$\Psi^1 = C^1 / A^{*,1} = 110 / 250 = 11 / 25$ $A^{*,1} / A^1 = 250 / 300 = 5 / 6$			
$\Delta\Psi = \Psi^1 - \Psi^0 = 11/25 - 1/10 = 85/250$ $\Delta A = A^1 - A^0 = 300 - 200 = 100$ $\Delta A^* = A^{*,1} - A^{*,0} = 250 - 100 = 150$			

請教如下：

一、p.11, (11) 式與 (12) 式中間，是否應為 $\eta_j = \frac{\Delta A_j^*}{\Delta A_j}$?

若是， η_j 係 BIS 定義之風險權數，本就是固定值，似不須「假設」為固定值。

若如文中所示 $\eta_j = \frac{\Delta A^*}{\Delta A_j}$ ，則 $\eta_1 = \frac{\Delta A^*}{\Delta A_1} = \frac{150}{-50} \neq 0\%$ 。

二、(17) 式以下之推導是否合理？以上例數字檢驗之：

$$(4) \Delta\Psi = \frac{C^0 + \Delta C}{A^{*,0} + \Delta A^*} - \frac{C^0}{A^{*,0}} = \frac{10 + 100}{100 + 150} - \frac{10}{100} = \frac{11}{25} - \frac{1}{10} = \frac{85}{250} \quad (\text{OK})$$

$$(12) \frac{A^{*,0}}{A^0} = \sum_j \frac{A_j^0}{A^0} * \eta_j \equiv \frac{100}{200} * 0\% + \frac{100}{200} * 100\% = \frac{1}{2} = \sum_j w_j^0 * \eta_j = \bar{\eta}^0$$

$$\frac{A^{*,1}}{A^1} = \sum_j \frac{A_j^1}{A^1} * \eta_j \equiv \frac{50}{300} * 0\% + \frac{250}{300} * 100\% = \frac{5}{6} = \sum_j w_j^1 * \eta_j = \bar{\eta}^1$$

$$(17) \Delta\Psi = \frac{\Delta C}{A^*} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\Delta A^*}{\Delta C} \right) = \frac{100}{100} \left(1 - \frac{10}{100} \cdot \frac{150}{100} \right) = \frac{85}{100} \quad (\text{Not OK})$$

$$(20) \Delta\Psi = \frac{A + \Delta A}{A^* + \Delta A^*} - \frac{C}{A^*} = \frac{200 + 100}{100 + 150} - \frac{10}{100} = \frac{30}{25} - \frac{1}{10} = \frac{275}{250} \quad (\text{Not OK})$$

$$(21)\sim(23) \Delta\Psi = \frac{\Delta A}{A^*} \left[1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\Delta A^*}{\Delta A} \right] = \frac{100}{100} \left(1 - \frac{10}{100} \cdot \frac{150}{100} \right) = \frac{85}{100} \quad (\text{Not OK})$$

T = 1 :

<例二> 例一中，若資產的增加全由負債增加而來

($L^1 = L^0 + \Delta L = 190 + 100 = 290$)，資本不變 ($\Delta C = 0$)，則 (17) 式 $\Delta\Psi = 0$ 。 (Not OK)

同理，

<例三> 資產組合改變，風險加權資產增加，資產總額、負債、資本皆不變

A^1	η	$A^{*,1}$	$L^1 + C^1$
$A_1^1 = 50$	$\eta_1 = 0\%$	$A_1^{*,1} = \eta_1 * A_1^1 = 0$	$L^1 = 190$
$A_2^1 = 150$	$\eta_2 = 100\%$	$A_2^{*,1} = \eta_2 * A_2^1 = 150$	$C^1 = 10$
$A^1 = \sum_j A_j^1 = 200$		$A^{*,1} = \sum_j \eta_j * A_j^1 = 150$	$L^1 + C^1 = 200$
$\Psi^1 = C^1 / A^{*,1} = 10/150 = 1/15$			
$A^{*,1} / A^1 = 150/200 = 3/4$			
$\Delta\Psi = \Psi^1 - \Psi^0 = 1/15 - 1/10 = -5/150$			
$\Delta A = A^1 - A^0 = 200 - 200 = 0$			
$\Delta A^* = A^{*,1} - A^{*,0} = 150 - 100 = 50$			

$$(17) \Delta\Psi = \frac{\Delta C}{A^*} \left(1 - \frac{C}{A^*} \cdot \frac{\Delta A^*}{\Delta C} \right) = \frac{0}{100} \left(1 - \frac{10}{100} \cdot \frac{50}{0} \right) = ? \quad (\text{Not OK})$$

蔡副研究員炯民

一、能否將銀行間傳染風險與流動性風險合併考量？報告係以一家銀行倒閉，是否會因銀行彼此拆借損失導致另一家銀行倒閉，來評估銀行間傳染風險。但亦可能發生某家銀行面臨擠

兌問題，而導致其他銀行亦發生擠兌之銀行間傳染風險，是否能將此流動性問題之傳染風險，進行壓力測試。

- 二、利率風險係以資產利率降低 5% 或 4%，及負債利率降低 4% 或 2% 之情境來衡量。此處多少% 係指變動率，還是利率水準值？如為水準值，此情境是否合理，否則利率水準可能為負值；但如為變動率，似乎又屬太小的變動幅度。
- 三、p.49「一般認定銀行若能在擠兌問題發生後維持五日不發生流動性風險，通常便能獲得中央銀行或其他銀行奧援而度過擠兌難關」，此認定係來自何處？為何是五日？
- 四、報告中各項風險係單獨計算，是否可在不涉及總體模型假設或與總體變數之關聯性下，單就個別事件可能引發多項風險因素均發生變化之情境，進行測試，以了解此事件所帶來之整體影響。例如：
 - (一) 某銀行發生鉅額損失：流動性風險上升(擠兌)及銀行間傳染風險上升等不利情境同時發生，合併考量此事件所引發兩項不利情境下對資本適足率整體負面衝擊。
 - (二) 信用緊縮 (credit crunch) 事件：信用風險上升及利率下降等不利情境同時發生。
- 五、外資撤離：可能直接引發權益價格風險上升，但外幣部位風險下降等多空情境

主席結論-楊副總裁

- 一、基於時間關係，鍾教授對其餘意見部分，暫毋須於本次會議中作個別回覆，惟請於會後就相關建議或意見進行資料補充說明，或據以作為模型或程式修改之參考，並將修正後之期末報告於一月底前送請金檢處會辦。
- 二、散會。