

總體壓力測試之執行及運用

中央銀行金融業務檢查處

金融穩定評估科 吳宗錠

摘要

金融創新、風險分散與跨國資本移動，使得如何監督金融機構以確保達到金融體系穩定之目標更為複雜。本文介紹壓力測試的觀念與基本計量技術，據以評估金融體系總合風險相關議題，並提供執行壓力測試之基本工具與架構。

關鍵字：壓力測試(stress testing)、市場風險(market risk)、金融穩定 (financial stability)

1. 前言

大多數資產市場報酬率之歷史資料，無法提供極值事件可能發生的充份訊息，而壓力測試可輔助計量模型捕捉資產組合在市場極端狀況下的資訊，以計量技術評估銀行體系資產組合在總體經濟環境變動或是某些突發事件影響下的脆弱度，也就是估計資產組合在極端市場情況下可能之損失，使得風險可更具體且透明地表達。

壓力測試首先需決定何種風險形態需納入分析，例如可以聚焦於單一風險分析(如信用風險或利率風險)，或同時分析多種風險之相互影響，並選擇適當模型，然後再考量風險因子，設定情境，估計單一風險因子變動的衝擊(敏感度分析)，或是一組風險因子同時移動的效果(情境分析)。

情境設計需要使用過去曾發生衝擊情況的歷史情境，或考慮過去未曾發生但未來可能發生之假設情境，並擬定單一市場變動(例如價格)或不同市場間各資產潛在關係變動(相關度及波動度)。

目前有兩種計量技術亦應用於壓力測試，一為極值理論，其應用統計技術分析報酬率之分配尾部，一為最大損失法，藉由估計找出導致資產組合最大損失的風險因子組合。

2. 金融穩定壓力測試分析架構

發展嚴謹、邏輯一致且健全的架構以分析金融體系承受壓力能力，面臨很多已知且未能克服的挑戰。首先，金融體系之行為很難具體模型化，尤其在壓力情境下，市場參與者的策略互動與風險擴散及傳染效果非常重要，但卻很難具體描述這種現象；第二，金融體系發生壓力情境的機會微乎其微，所以參考歷史資料情境建立分析架構的幫助不是很大。

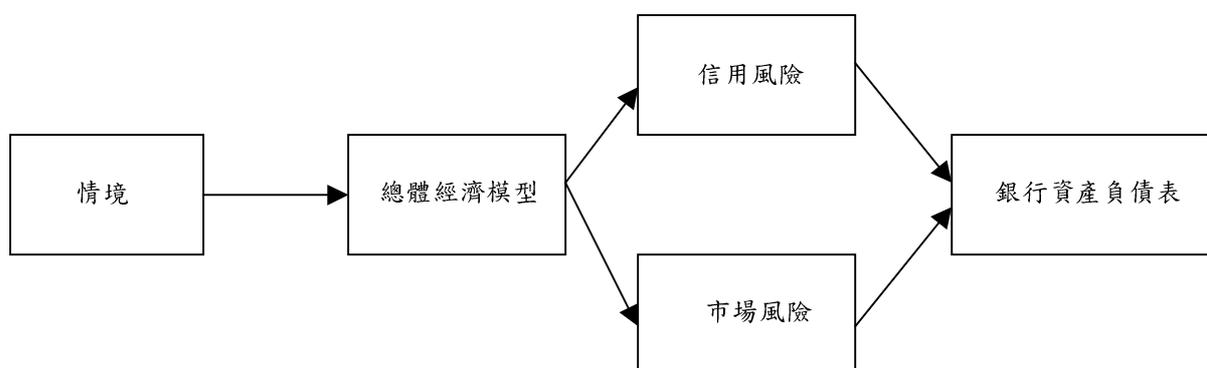
受到快速創新、跨國整合與總體經濟波動度低的影響，全球金融體系之變化腳步很大，金融市場正處於劇烈變動時期，尤其金融創新與整合對金融體系有很大影響，例如信用風險可以透過信用類衍生性金融商品及與之相關聯的結構性產品移轉風險，導致信用風險集中度降低，其雖可能增加金融體系對抗小型到中型不利衝擊的能力，但越多的金融整合亦表示金融機構間的境內與跨境關聯度增強，如果不利衝擊過大，這種金融網路充當風險移轉的管道，可能降低發生金融危機的頻率（不利衝擊轉由體質強健之金融機構吸收），但也可能增加金融危機的潛在衝擊程度（擴散效果）。

對監理機構及大型金融機構而言，改進金融穩定分析工具相當重要，而如何將壓力情境下的金融體系模型化成為主要挑戰。

2.1 傳統總體壓力測試分析架構

典型或傳統的壓力測試如圖 1 所示。第一階先決定邏輯一致的壓力情境，再使用總體計量模型（包括一些事先假定的內生政策反應）套入壓力測試架構，並藉由已辨識的重要風險擴散管道，估計金融部門信用風險可能損失，例如：對企業部門及家計部門資產負債表進行壓力測試，將其衝擊影響模型化，並據此估計對銀行信用暴險違約機率及償還率的影響，市場風險則係在壓力情境下，估計不同資產組合可能損失，最後加總各銀行的信用風險損失與市場風險損失求算銀行體系損失（也許可以加計在壓力情境下銀行淨利息收入與融資成本的損失），並將估計的銀行體系損失與淨利及資本緩衝相較，以評估在壓力情境下銀行體系的全面衝擊效果。

圖 1：傳統總體壓力測試



這個方法有很多好處，第一，它採用完全一致的總體經濟情境與計量技術，以估計不利經濟情境對銀行體系信用與市場暴險的衝擊；第二，建構經濟衝擊傳遞至金融體系的路徑，增加分析一致性，並可瞭解那條風險擴散路徑是重要的，有助於更瞭解風險的衝擊；第三，可容易地改變市場行為模型之假設進行敏感度分析（sensitivity analysis），例如企業暴險呆帳沖銷率(write-off)較預期高的狀況下，對金融體系風險的影響；第四，所估計結果可與由下而上（bottom-up）計算之壓力測試結果比較（銀行所用之壓力測試並未考慮總體經濟與金融部門的回饋效果）。

傳統壓力測試也存在一些限制，例如對金融體系內互動情形及回饋效果的處理過於簡略，其在評估擴散效應與廣泛系統風險壓力脆弱度，係重大缺點。如圖 2 所示¹，衝擊可能透過金融體系內某些途徑而擴大其效果，而傳統壓力測試尚未納入此項實證分析，例如：公司尋求低風險暴險而導致內生的市場流動性不足；動態避險行為（尤其不平衡的選擇權部位）²；放款的限制(credit crunch 或 financial accelerator effect)，傳統壓力測試尚未納入這些可能導致銀行或金融機構倒閉的潛在風險擴散與外溢效果。

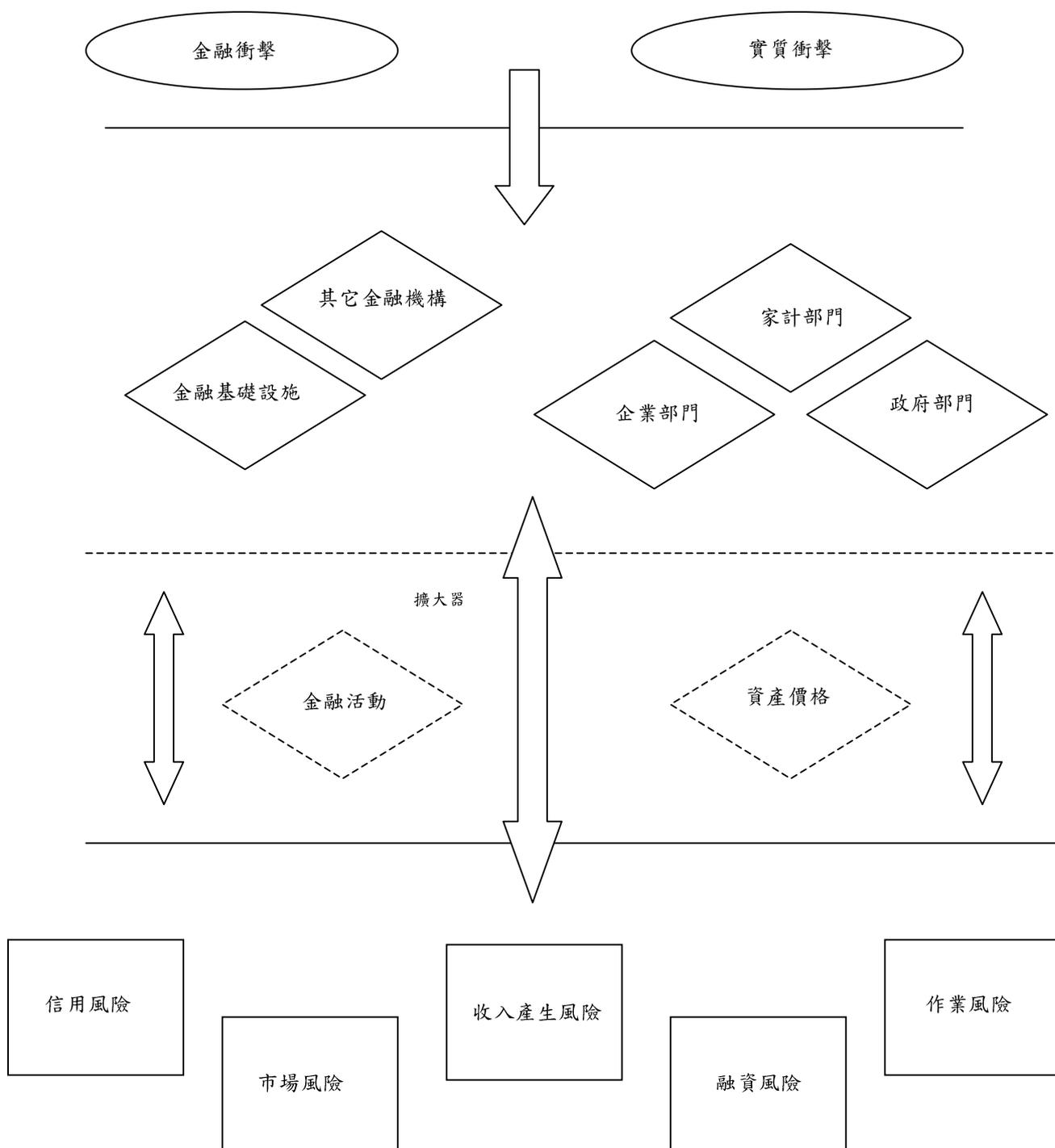
傳統壓力測試屬於線性思考方式，也就是「極端情境」只是「一般情境」的線性擴大版，而金融不穩定本質上應該具非線性特質，著重於違約、風險擴散及外溢效果等，屬於非常嚴重的系統失靈現象。

¹ 參閱 Bank of England Financial Stability Report June 2006 及 April 2007 之壓力測試分析。

² Bank of England Financial Stability Report July 2006 Box 5, Page 33。

傳統壓力測試基本上只注重特殊不利情境的影響，然而這些情境發生的機率實際上幾乎為零，且並未對壓力測試結果導出其相對的機率分配。

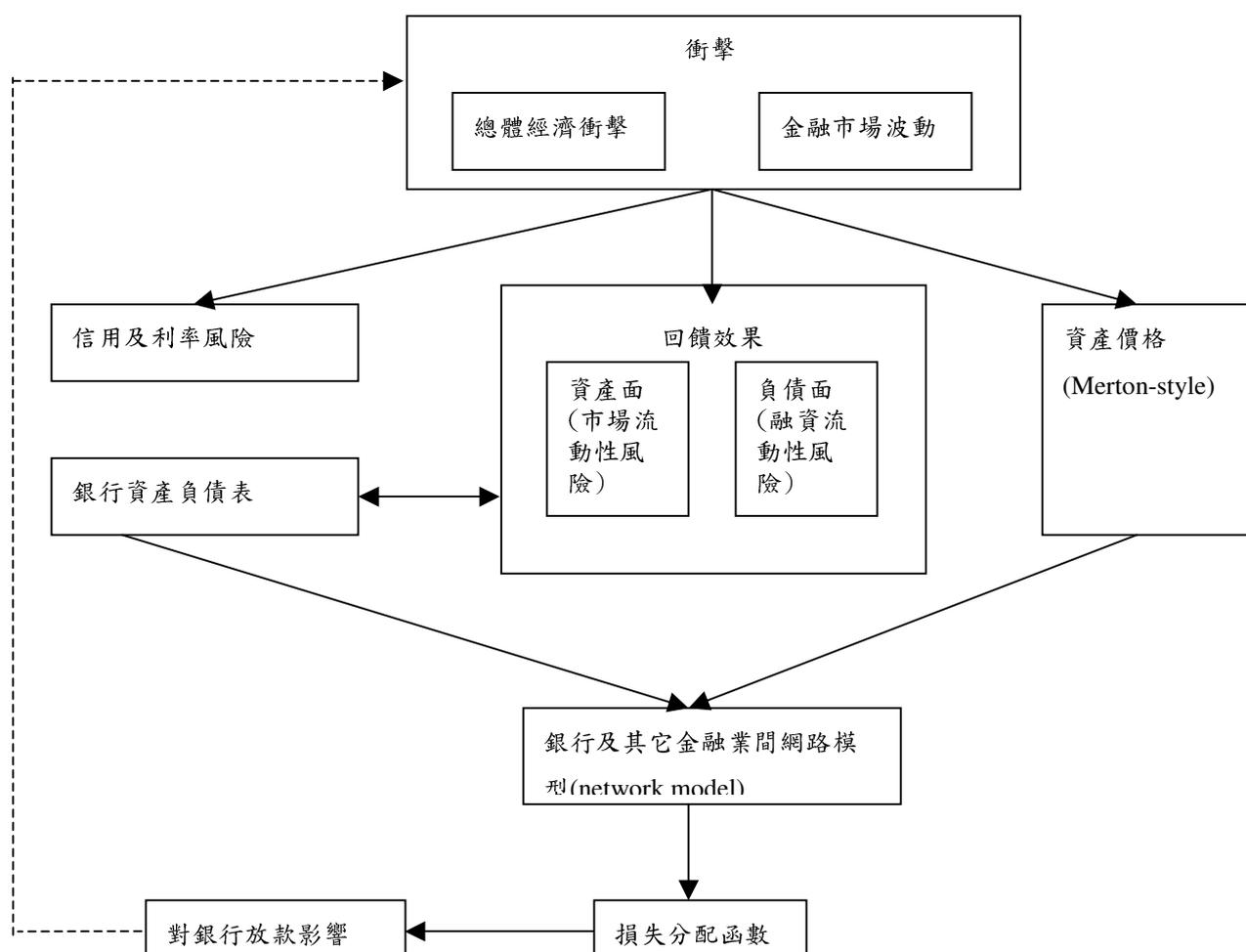
圖 2：風險傳遞途徑



2.2 英格蘭銀行的壓力測試模型

英格蘭銀行為改善傳統壓力測試模型，試圖將可能的金融體系壓力傳遞途徑更精確且合理地運用於實際狀況，且建構損失分配函數，規劃新的壓力測試模型，並納入金融體系緩衝機制，如純益，以提供系統脆弱度的統計數據³。

圖 3：英格蘭銀行規劃中的壓力測試模型



英格蘭銀行新的壓力測試模型如圖 3 所示，圖的左邊主要描述衝擊透過傳統的信用及市場風險途徑傳遞到金融體系的過程，圖的右邊

³奧地利中央銀行也發展一套系統性風險監測(Systemic Risk Monitor)，描述其銀行體系架構與衝擊之間的互動關係，估計結果並提供其內部政策討論之用。

則利用資產定價模型(asset-pricing model)評估銀行資產負債表的部位以及從市場價格資料(如股價)來衡量違約可能性,在有限的資產負債表資訊與難以認定表外新型態商品暴險的本質情形下,資產定價模型可以做為核對結構化模型所得出的結果。

圖 3 的壓力測試模型主要強調市場流動性風險及銀行融資流動性風險的回饋效果以及它們在網路中的互動關係。此外,個別銀行或全體銀行對衝擊的集體行為反應回饋到總體經濟的可能效果(金融加速效果, financial accelerator effect)也納入新的壓力測試模型中。該模型雖在發展的初步階段,不過英格蘭銀行對此模型之初步結果還感到滿意。

圖 4 之左圖為模型所導出未來可能的銀行體系資產分配機率圖,右圖則為左尾分配的放大圖,由此可看出銀行間暴險、違約公司資產價格與市場流動性透過金融網路所引起的銀行體系違約風險的情況,雖然違約公司資產賤售(firesale)行為可能是引發連串反應的來源,不過還需要更多的實證研究,才能賦予此分配真正計量上的意義。

圖 4：銀行體系資產分配機率圖

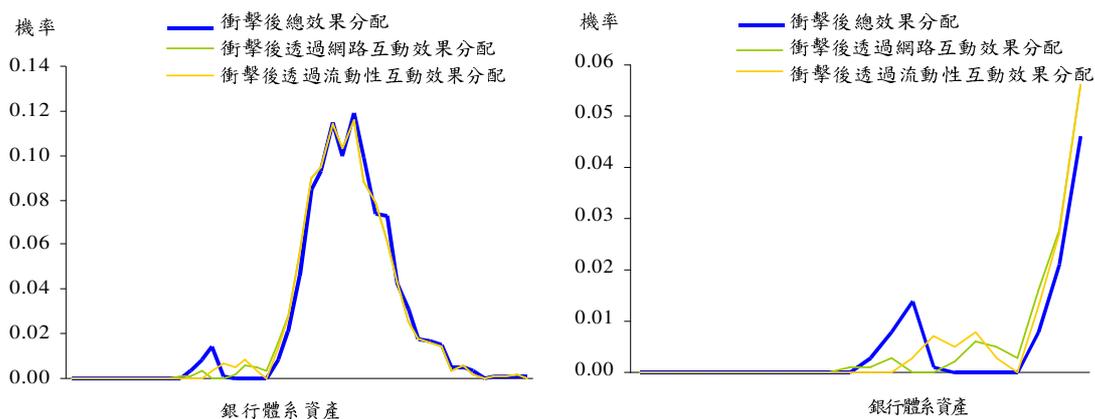


圖 4：銀行體系資產分配

圖 5 則可由發布的金融穩定報告(Financial Stability Reports, FSRs)，追蹤銀行體系資產分配移動的情形。實務上，這樣的分配移動可以幫助判斷金融體系脆弱度如何改變，惟此種解釋方式應該提供系統內之壓力點及傳遞管道與可能擴散途徑等額外訊息。

圖 5：銀行體系資產分配機率變動圖

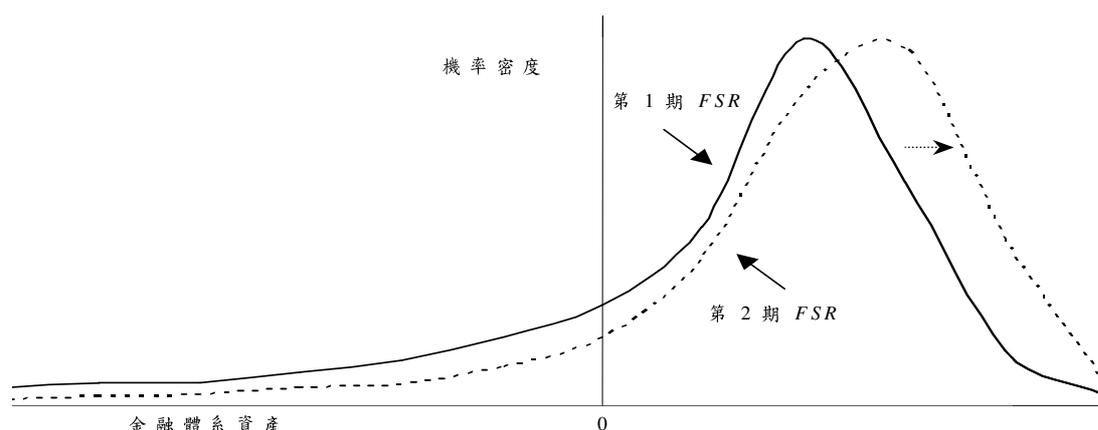


圖 5：銀行體系資產分配變動

3.我國壓力測試模型芻議

壓力測試程序一般包括(i)脆弱點或焦點辨識；(ii)建立情境；(iii)將情境對應至金融機構資產負債表及損益表分析；(iv)資料分析及統計估計；(v)考慮間接效果；(vi)結果摘要與解釋 (Jones, Hilbers, and Slack, 2004；IMF and World Bank, 2005b)。實際執行時不一定要按照上述次序，可依工作進度與實際情況而進行調整。

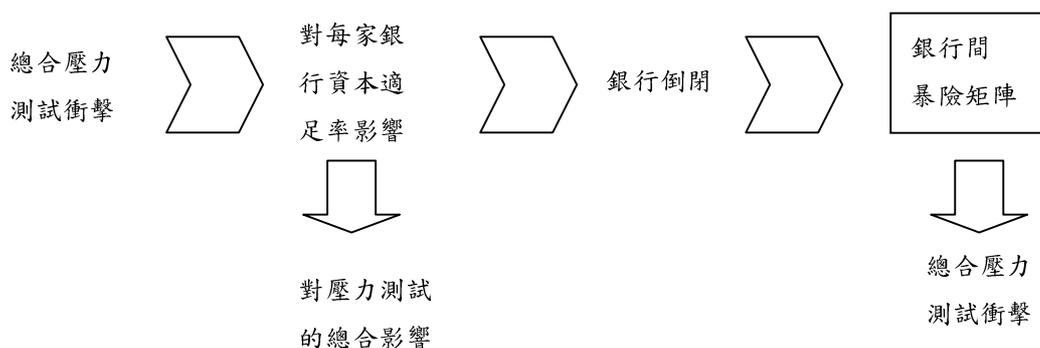
將總體經濟衝擊及情境轉化為金融部門變數有兩種主要方法：以個別銀行資產組合資料估計影響程度的「由下而上法(bottom-up)」及以全體銀行總合資料估計影響程度的「由上而下法(top-down)」。英格蘭銀行及 Norges Bank 的金融穩定報告壓力測試分析係以「由上而下法」為主，而 Austrian National Bank 及 Czech National Bank 則以「由下而上法」為主，De Nederlandsche Bank 的金融穩定報告壓力測試分析則融合兩種方法，本文則建議採用以「由上而下

法」為主，輔以「由下而上法」進行壓力測試分析，可以計算總合衝擊如何影響個別銀行及整個金融體系。

壓力測試實際計算可分為「集中式(centralized)」及「分散式(decentralized)」兩種，其中「集中式」係指由單一機構進行所有壓力測試的計算（例如：中央銀行、金融監理機構或 IMF 的專家）；「分散式」，則由銀行自行進行壓力測試，此法通常應用於先進國家。「分散式」的優點為可用資料豐富、模型精密，且可與專家及銀行風險部門結合，但「分散式」可能無法充分反應銀行間的傳染效果，因其僅加總所有銀行的測試結果，並無法充分表達對系統的衝擊，且各銀行自行設定模型，難以確保各銀行假定情境與衝擊影響的一致性，故本文建議採用「集中式」壓力測試，雖然有計算複雜及資料收集受限而不夠精密之缺點，但其具有著重總體經濟因素間關係、有效整合信用風險與市場風險、具一致性、可分析金融機構間資產組合相關度，可分析傳染效果等優點。

雖然英格蘭銀行壓力測試模型可算出銀行體系發生危機的機率，但我國銀行體系壓力測試尚屬初期發展階段，資料常有欠缺，導致需要簡化假設低機率尾端事件，且對非線性函數的衝擊現象之處理尚無經驗，加上不易取得銀行的貸款暴險與績效的詳細資料，以及公司部門與家計部門財務健全性資料，以建立信用風險與總體經濟關聯性，故宜採介於傳統壓力測試模型與英格蘭壓力測試模型間之方法，亦即先建立各相關壓力測試簡單模組(信用風險、市場風險、傳染效果、流動性風險等簡單計算模式)，進行單期壓力測試(圖 6)，再依模型建立之初期經驗值，循序調整模型以更精確評估金融體系因應極端事件的能力。

圖 6：我國壓力測試模型（建議）



3.1 壓力測試情境

情境主要描述不同風險因子如何結合，以形成對金融體系衝擊，使用情境而不是直接使用風險因子來進行壓力測試，主要原因是因為在總體經濟中，風險因子變動是彼此互相影響的，例如：名目利率大幅增加會導致實質利率增加(也許有一期的落差)，可能導致企業借款成本增加無力承擔，使得銀行不良債權也會增加，在這個假設情境下，銀行不僅受到名目利率增加的直接衝擊，也受到信用風險的間接衝擊，故使用風險因子不足以表達其間的相關度，而壓力測試之目的，在看不同風險因子衝擊組合如何影響金融體系的資本適足率。

一致性情境之設計，一般有兩種方式。第一種係在某既定的可能性下，選擇那種情境對金融體系有最壞的影響(最差情境法，the worst case approach)；第二種方式在某既定的影響下，最有可能產生此種影響的衝擊組合為何(門檻法，the threshold approach)。

圖 7：最差情境法與門檻法

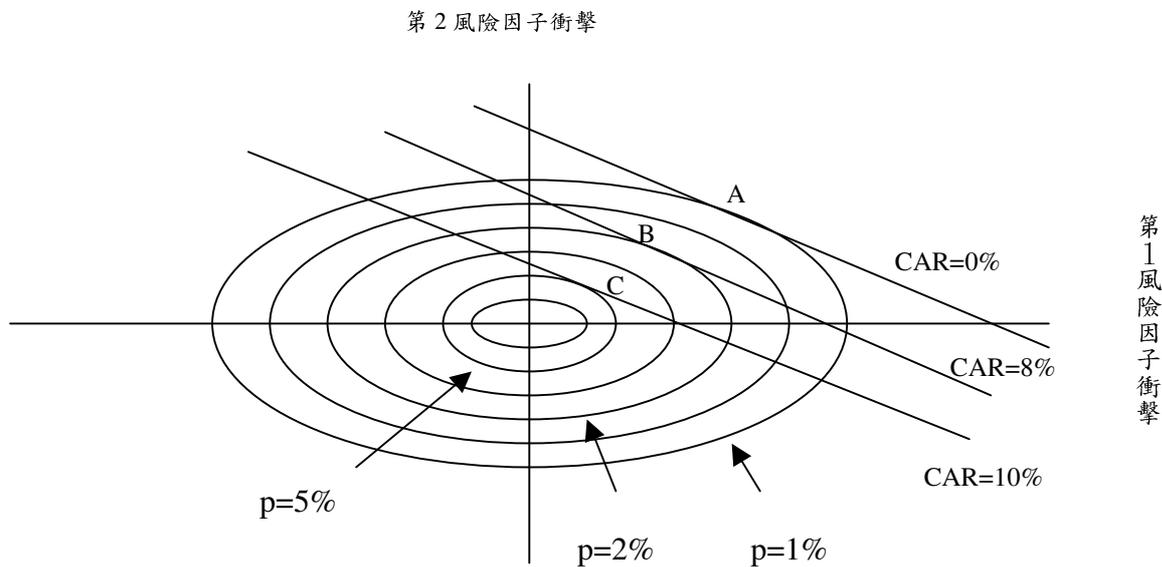


圖 7 說明了最差情境法與門檻法的情境選擇過程，為求簡化，僅用兩個風險因子來說明(例如利率變動與匯率變動)。圖 7 中每一個橢圓代表在相同發生機率下兩個風險因子組合，橢圓的形狀代表兩個風險因子的相關度，其大小表示發生的機率(橢圓越大，發生機率就

越小)。圖中斜線則代表導致相同全面衝擊的風險因子組合，這種衝擊以金融體系資本適足率(capital adequacy ratio, CAR)變動來衡量，隨著風險因子衝擊增加，資本適足率朝東北方向遞減(斜線並不一定是直線，在這裏只是為了簡化圖形分析)。從圖 7 可知，以最差情境法與門檻法分析相同問題，基本上可得到相同的解，最差情境法選定情境發生機率(例如 2%)，並在此機率下，尋找對銀行體系資產組合有最大衝擊的風險因子組合(B 點)，而門檻法則是在既定銀行體系資產組合衝擊下(例如 CAR=10%)，尋找最有可能發生情境的風險因子組合(B 點)。

3.2 信用風險

大部分之銀行體系中，放款是傳統銀行的核心業務，所以信用風險是主要風險型態。壓力測試分析中，有三類基本方法將信用風險模型化：第一類是機械法(mechanical approaches)，通常用於資料不足或出現新型態的衝擊；第二類方法係以放款績效資料(如違約率、違約損失、逾期放款與損失準備等)及迴歸(例如單變量方程式、結構式及向量自身迴歸等)將信用風險模型化；第三類方法則以企業部門資料(例如槓桿比率或是利息保障倍數等)及家庭部門(雖然資料較企業部門更難搜集)將信用風險模型化。

初期建議使用最簡單之信用風險模型，惟後續研究需參酌上述計量方法改進以補捉銀行體系的信用風險。

機械法進行信用風險壓力測試基本程序如下：

首先計算損失準備，亦即依據銀行有關信用風險資產計算法定損失準備，並假定以下衝擊狀況：

衝擊一：假設發生衝擊使放款的逾放比率增加 X%，導致銀行逾期放款增加，進而增加損失準備，這可以瞭解那些銀行承受不了逾放比率增加 X%，以致資本不足或倒閉，以及政府需要投入多少資本以挽救這些銀行。

衝擊二：假設發生衝擊導致對某些產業的放款的逾放比率增加，以致某些行業的逾期放款增加 X%，進而增加損失準備，這可瞭解那些銀行對那些產業的衝擊較為敏感。

衝擊三：假設衝擊導致銀行最大放款對象之逾期放款增加，這可瞭解那些銀行的集中度風險較高。

3.3 匯率風險

匯率風險可區分為以銀行外幣淨部位計算的直接匯率風險及以外幣放款計算的間接匯率風險。

3.3.1 直接匯率風險

F 為外幣淨部位，C 為資本，ARW 為風險調整資產，e 為匯率（外幣/本國幣），匯率貶值會導致以本國幣計價的外幣淨資產價值成比例減少， $\Delta e/e = \Delta F/F$ ($F \neq 0$)，並假設這樣的貶值會直接導致資本的減少， $\Delta e/\Delta F = 1$ 。那麼匯率衝擊對資本適足率的影響如式 1：

$$\frac{\Delta[C(e)/ARW(e)]}{\Delta e} \cong \frac{\frac{F}{e} ARW - C \frac{\Delta ARW}{\Delta C} \frac{F}{e}}{A_{RW}^2} \cong \frac{1}{e} \frac{F}{C} \frac{C}{ARW} \left(1 - \frac{\Delta ARW}{\Delta C} \frac{C}{ARW} \right) \dots\dots\dots(1)$$

資本適足率變動如式 2：

$$\Delta[C(e)/ARW(e)] \cong \frac{\Delta e}{e} \frac{F}{C} \frac{C}{ARW} \left(1 - \frac{\Delta ARW}{\Delta C} \frac{C}{ARW} \right) \dots\dots\dots(2)$$

$\Delta ARW/\Delta C$ 的值為介於 0-1 之間，表示資本與風險性調整資產共移動的程度，當 $\Delta ARW/\Delta C = 0$ ，表示風險性調整資產不變下，匯率變動引起資本適足率變動等於匯率變動乘上暴險額，暴險額等於「外幣淨部位對自有資本之比率」乘上「資本適足率」，這兩項比率都是 IMF(2004)所定義的核心金融健全指標(core FSIs)。上式基本上只是一條線性近似式，對簡單金融體系而言已可表達匯率風險，但在複雜金融體系下，匯率變動跟對資本的衝擊影響可能為非線性關係，這種情況下，外幣淨部位就需要再更進一步分析，以找出它們之間的關係，實證上， $\Delta ARW/\Delta C$ 可以用迴歸式估計其關係式。

3.3.2 間接匯率風險

匯率變動可能影響企業部門的還款能力，主要透過兩種方式：第一種係匯率會影響企業部門的競爭力，第二種則透過企業部門的外幣淨部位直接影響企業的資產負債表(例如公司可能有外幣借款)。

企業部門之負債 $D_c(e)$ 、權益 $E_c(e)$ 及外幣淨部位 $F_c(e)$ ，並假設與銀行外幣淨部位類似，匯率變動會導致企業部門以本國幣計價的外幣淨部位相同比例變動，最後使企業部門權益也有相同變動， $\Delta E_c / \Delta e = \Delta F_c / \Delta e = F_c / e$ 。匯率變動對企業槓桿比率之影響如式 3：

$$\frac{\Delta[D_c(e)/E_c(e)]}{\Delta e} \cong \frac{\frac{\Delta D_c}{\Delta E_c} \frac{F_c}{e} E_c - D_c \frac{F_c}{e}}{E_c^2} \cong -\frac{1}{e} \frac{F_c}{E_c} \left(\frac{D_c}{E_c} - \frac{\Delta D_c}{\Delta E_c} \right) \dots\dots\dots(3)$$

因此，如果企業部門外幣淨部位為短部位，匯率貶值會導致它槓桿比率增加，而企業槓桿比率與銀行逾期比率呈正相關(NPL/TL)，也就是 $\Delta(NPL/TL) / \Delta(D_c/E_c) = a > 0$ 。匯率變動對逾放比率的影響可為式 4：

$$\Delta(NPL/TL) \cong a \Delta[D_c(e)/E_c(e)] \cong -\frac{\Delta e}{e} \frac{F_c}{E_c} a \left(\frac{D_c}{E_c} - \frac{\Delta D_c}{\Delta E_c} \right) \dots\dots\dots(4)$$

當 $\Delta D_c / \Delta E_c = 0$ ，逾放比率變動等於匯率變動乘外幣淨部位再乘上參數 a 。 a 可由實證估計得出，IMF(2003)與 Boss 等(2004)都已估出 a 值，並假設信用衝擊會使部分正常放款轉為逾期放款，故將 C/ARW 對 NPL/TL 微分，將 NPL/TL 代入上式，並得出如式 5：

$$\Delta(C/ARW) \cong \frac{\Delta e}{e} \frac{TL}{ARW} \left(1 - \frac{C}{ARW} \frac{\Delta ARW}{\Delta C} \right) \pi \frac{F_c}{E_c} a \left(\frac{D_c}{E_c} - \frac{\Delta D_c}{\Delta E_c} \right) \dots\dots\dots(5)$$

其中 π 為損失準備率

匯率風險的間接效果使得匯率風險分析更為複雜，且需要更多假設或迴歸分析，上式也反應了匯率變動對企業部門淨現值的影響，也就是納入公司未來盈餘的淨現值，例如在出口導向的國家，匯率貶值通常預期企業部門未來盈餘會增加，為求精確衡量匯率變動對企業部門淨現值的影響，可以先估計盈餘/利息費用對匯率彈性，然後再迴歸分析此指標與逾放比率的關係，以計算對公司盈餘流量的影響。另也可編製一個指標來衡量企業部門盈餘流量暴險，例如外幣盈餘占總盈餘比率或外幣盈餘對外幣利息費用比率。

我們可計算名目匯率變動透過信用風險對銀行的影響，例如藉由假設 NPL 變動是和銀行外幣放款成比例，這樣假設意謂貶值會增加以本國幣計價的外幣放款價值，使得外幣借款人更難償還。

3.4 利率風險

利率風險來自於利率變動造成債券價格變動，即殖利率曲線風險，當殖利率曲線形狀或斜率改變時所帶來的風險。

3.4.1 直接利率風險

利率提高對資本及資本適足率的直接影響，如式 6 所示：

$$\frac{\Delta A(r_A)}{A(r_A)} \cong \frac{-D_A \Delta r_A}{(1+r_A)}, \quad \frac{\Delta L(r_L)}{L(r_L)} \cong \frac{-D_L \Delta r_L}{(1+r_L)} \dots\dots\dots (6)$$

A(r_A)及 L(r_L)分別為金融體系資產與負債的市值，r_A 及 r_L 分別為資產及負債的年利率，資本適足率對利率微分再代入式 6 可得：

$$\frac{\Delta [C(r_A, R_L) / A_{RW}(r_A)]}{\Delta r_A} \cong -\frac{(L / A_{RW})}{1+r_A} \left(D_A - D_L \frac{1+r_A}{1+r_L} \frac{\Delta r_L}{\Delta r_A} \right) \frac{1 - \frac{\Delta A_{RW}}{A_{RW}} \frac{C}{\Delta C}}{1 - \frac{\Delta A}{A} \frac{C}{\Delta C}} \dots\dots\dots (7)$$

假設風險調整後資產和總資產同比例移動，

$\Delta ARW/ARW = \Delta A/A$ ，則上式可簡化成式 8：

$$\frac{\Delta [C(r_A, r_L) / A_{RW}(r_A)]}{\Delta r_A} \cong -\frac{(L / A_{RW})}{1+r_A} GAP_D, \dots\dots\dots (8)$$

$$GAP_D = D_A - D_L \frac{1+r_A}{1+r_L} \frac{\Delta r_L}{\Delta r_A}$$

大多數金融機構傾向以短期低利率的負債支應長期高利率的資產，這意謂 $D_A \gg D_L$ ， $r_A > r_L$ 且 $GAP_D > 0$ ，因此利率提高對金融機構的淨值與資本產生不利衝擊，使得金融體系脆弱度增加。

3.4.2 間接利率風險

名目利率增加可能增加實質利率，使得借款人還債或取得新貸款更加困難，這種情況可能對金融機構借款人的信用風險有負面影響。

在其他狀況不變之下，高風險最後會轉變成實際損失，造成金融機構淨值減少，精確的衝擊狀況則視借款人收入、貸款損失準備與放款證券化的程度而定，從各國實例顯示利率提高跟呆帳與放款損失有正向關係。

間接利率風險計算並不包含名目利率變動對實值利率的影響進而衝擊借款人的還款能力與信用，例如金融機構貸款之企業戶槓桿比率過高，其信用品質易受利率變動影響，或金融機構的房貸業務(房貸業務的借款戶信用品質也很容易受利率變動影響)。為了要評估這類風險，通常要用迴歸模型來估計利率變動對不良債權的影響，

3.5 流動性風險

各國央行及 IMF 報告較少談論流動性風險，主要因流動性風險模型化的程序較為複雜，第一，要正確將銀行流動性波動風險模型化，需要很詳細且高頻率之資料，就如同商業銀行用於流動性管理模型的資料，第二，要將流動性衝擊影響模型化，必需考量較廣的流動性管理架構，尤其需考慮央行最後融通者的功能。

對銀行流動性測試之標準，是衡量銀行在無其他銀行或央行提供流動性援助下可以存活的天數，通常金融監理機關以 5 天為衡量銀行是否有能力承受流動性連鎖效應的重要門檻，這 5 天門檻已考量銀行管理當局及金融監理機關組成處理小組、評估狀況及決定對大眾公布時機與方法的喘息時間，以及銀行週末或假日不營業的影響。

以下列示兩種衡量流動性風險之簡單方法：

1. 流動性喪失可依據銀行活期及定期存款餘額比例影響金融體系內所有銀行。其假設活期存款及定期存款每天之流失比率，以及流動性資產及其它資產每天轉換成現金比率。
2. 流動性傳染效果：假設流動性喪失從最小的銀行或最脆弱的銀行開始，測試其如何影響較大銀行或體質較健全銀行。有三種衡量銀行安全性的方式：(1)總資產；(2)總資產加上國有股權溢價；(3)衝擊前的評等。第一種方式，存款人覺得銀行安全性跟銀行大小有關，可以用總資產代表；第二種方式，存款人覺得公股銀行比私人銀行安全，因為公股銀行存在明顯或不明顯的政府保證；第三種方式，存款人覺得銀行安全性跟銀行最近的財務績效有關。

流動性傳染效應(Liquidity contagion)跟倒閉效應(solvency contagion)的暴險矩陣(exposure matrix)觀念類似，差異點只是流動性傳染效應係將銀行間未擔保暴險淨額以銀行間安全性差異值取代。

3.6 銀行間(償付能力)傳染風險 interbank(solvency)risk

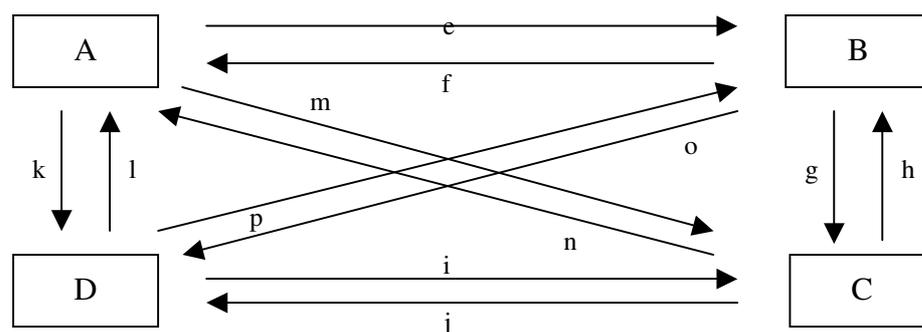
傳染效果可分為兩類，一為流動性傳染效果，主要為另一家銀行倒閉所引發的連鎖效應，另一為銀行本身償付能力不足引發的銀行間償付能力傳染風險。所有的傳染測試，原則上都需要銀行間暴險矩陣，但流動性風險需要不同矩陣之設定。大部分銀行間傳染風險只分析國內銀行體系，包括外商銀行，但不納入跨國之暴險及傳染效應，因實務上不易取得跨國銀行暴險資料。

銀行間傳染效果可能發生於下列三種狀況：(i)市場上流動性不足；(ii)市場的預期效果；(iii)銀行倒閉產生連鎖效應。必須注意的是，銀行間拆借市場只是分配現有的市場流動性，並無法創造市場流動性，因此在上述三種情況下，市場流動性是無法自行創造。

分析銀行間傳染效果所誘發倒閉風險，首先必須繪製出銀行間之信用淨曝險矩陣，並假設某一銀行發生倒閉，再透過淨曝險矩陣之傳染效果分析是否會誘發其他銀行倒閉，或者以總體情境模擬是否有銀行會因總體經濟之變化而倒閉，再分析對其他銀行之傳染效果。

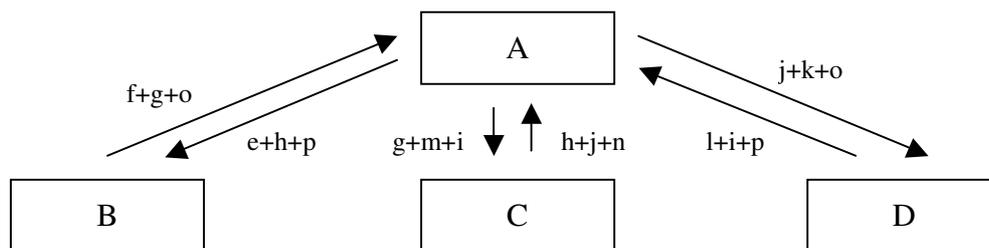
分析方法有完全結構(complete structure)與資金調度中心結構(money center structure)兩種，透過這種網路結構，可以瞭解直接與間接的傳染效果。完全結構描述金融系統中個別銀行間的所有金流聯結關係，如圖 8 所示從 e 到 p。

圖8 完全架構



上述完全架構可轉為資金調度中心結構，以銀行 A 為調度中心，其它銀行間無往來關係，而是透過銀行 A 聯結。例如，在完全架構下，銀行 B 在銀行 A 有存款 f ，在銀行 C 有存款 g ，在銀行 D 有存款 o ，轉為資金調度中心架構，銀行 B 在資金調度中心銀行 A 就有 $f+g+o$ 的存款，同樣的道理適用於銀行 A, C, D 如圖 9 所示。

圖 9 資金調度中心結構



3.7 壓力測試與早期預警系統

金融危機預警系統主要藉由相關指標的變動趨勢來產生預警訊息，可有效評估金融體系之脆弱度及危機發生時點，俾使決策者能及時採取因應措施，以降低危機發生的機率。壓力測試與早期預警系統（early warningsystem, EWS）均可辨識銀行部門的脆弱性，兩種方法具有互補性。其互補關係如下：

- (一) 早期預警系統可偵測目前某條件下之銀行倒閉的風險；壓力測試則專注於總體經濟與金融環境的改變，評估銀行部門或其它經濟部門的脆弱性。
- (二) 早期預警系統不像壓力測試可假定未來的發展以及根據假定做出條件預測。利用早期預警系統的CAMEL評等以評估銀行健全性，再結合壓力測試與其他定性分析，可對銀行進行更有力的金融監理。
- (三) 利用早期預警系統估算出銀行倒閉的機率風險，可作為壓力測試中銀行間傳染分析（interbank contagion analysis）的投入變數（input）。

可作為 EWS 核心指標之變數可分為以下三類：

1. 總體基本面變數：如高估之實質匯率、財政赤字、經常帳赤字、國內信用成長率、產出成長率、進出口餘額等。

2. 脆弱性評估變數：如外匯存底相對短期外債之比率、國內外融資需求、金融部門健全度。
3. 市場預期性變數：如利差、債券價差、遠期匯率及其他可代表投資人風險偏好之變數。

由過去的危機事件資料尋找相關之模型解釋變數的過程，易導致模型之過度解讀，亦即加入過多非必要之解釋變數，如此一來 EWS 雖可用於精確解釋過去所發生之危機事件，卻欠缺準確預測未來可能之危機事件的能力，而理想的 EWS 應可同時預測過去及未來的危機事件，但不同時期所發生的危機事件之特性及成因可能不同，惟可從中尋找普遍共同之危機現象，作為有效之模型變數。

此外要注意不同變數間的相關性問題，即有些變數對危機事件之解釋能力可藉由其他具相關性變數的引用來達到相同之預測效果，如大額財政赤字及高通貨膨脹率雖是可能導致危機發生之解釋變數，但高估之實質匯率及經常帳赤字等變數之導入亦可間接解釋其相關現象，因此在選擇模型變數時要考慮變數間之替代性。

最後要注意的是，所選擇的變數是否能提供足夠且一致之時間序列資料、是否有完整之跨國資料、是否能提供高頻率數據等，如用以評估金融部門健全度之逾放比率，即是未符合上述標準之典型例子，另政治風險亦是難以一致性標準加以衡量。此外，具特殊性質之變數如油價，在有些新興國家之影響效果可能不明顯或甚至有反效果。

4. 結論

本報告為中央銀行 96 年度專題考察項目「總體壓力測試之執行與應用」，筆者於 96 年 9 月至 10 月間奉派赴英執行此研究計劃，拜會英格蘭銀行 Adrian Penalver(Senior Manager, Macroeconomic and Capital Markets Team, Systemic Risk Assessment Division)，HSBC 銀行 Zoran Stanisavljevic(Senior Quantitative Credit Analyst, Credit Risk Management)及 Andrea Serafino(Quantitative Risk Analyst, Corporate analytics, Credit Risk Management)，蘇格蘭銀行 Kirsten McLeod(Head of portfolio Analytics & Business Advisory)、Mat Knowles(Fixed Income Quantitative Solutions)及 Kenneth Tan(Basel2 support)，Barclays 銀行 Mathieu Veillette(Barclays Risk)等 4 家銀行共 7 人，透過本次考察機會，

對於如何執行總體壓力測試以評估金融體系穩定有更深入之了解，亦擴大了個人國際視野，並獲得考察結果如下：

- (一) 英格蘭銀行係依IMF建議之Stress Testing of Financial Systems的方法論，以excel試算表進行英國銀行體系壓力測試，該行並建議本行初期應先採取類似方法建構我國銀行體系壓力測試，並提供該行參考之各國所使用簡單架構之excel試算表檔案，且表示其有開設壓力測試課程，歡迎本行派員參加。
- (二) HSBC除提供壓力測試之理論資料外，並說明其壓力測試情境之選擇，係以過去某些危機時點(如企業違約率最高點)之各種總體變數資料，以建立各種壓力情境，對該行目前之資產組合進行壓力測試。
- (三) 蘇格蘭銀行除簡介Basel 1及2之變動對其銀行資本適足率衝擊外，並提供該衝擊分析excel試算表以供研究，另Kirsten McLeod簡介該行使用PD(probability of default)為因變數，選定一些總體變數為自變數建構數個single equation 的總體經濟及信用風險壓力測試模型。
- (四) Barclays銀行則簡介該行執行總體壓力測試之組織及行政流程。

依上述考察結果及本文對總體壓力測試之簡介，本行執行總體壓力測試似可採取以下方式：

- (一) 依英格蘭銀行及HSBC銀行建議，採IMF方法論，利用金檢處搜集之本國銀行資料及金融健全指標，分市場風險(利率風險及匯率風險等)、信用風險及其它(流動性及傳染效果等)，採歷史情境法分析各種不同情境下對我國銀行體系之衝擊。
- (二) 循本行「金融穩定評估會」架構，由各局處派員參與，對相關壓力測試方法、變數定義及結果，提供專業意見。
- (三) 派員參加英格蘭銀行、BIS及美國聯邦準備銀行舉辦之相關課程及研討會，學習各種不同壓力測試研究方法，以增進本行與各國央行在壓力測試領域之交流。

5. 參考文獻

1. 吳懿娟，「我國金融危機預警系統之研究」，中央銀行季刊，第25 卷第3 期，92年9月。
2. 李佩真，「金融模型運用於金融穩定評估之研究」，公務出國報告，96年4月。
3. 侯德潛，「評量金融穩定風險的新方法」，國際貨幣金融資訊簡報第116 期，中央銀行，96年5月。
4. 黃淑君，「參加英格蘭銀行研訓中心舉辦之金融穩定研討會」，公務出國報告，96年12月。
5. 廖俊男，「金融體系壓力測試之認識與應用」，中央銀行季刊，第27 卷第32 期，94年9月。
6. 潘雅慧，「國際間促進金融穩定之評估架構及實務運作」，「金融監理與風險管理選輯」，95年3月。
7. Aghion, Philippe, Patrick Bolton and Mathias Dewatripont(2000), "Contagious Bank Failures in a Free Banking System." *European Economic Review* 44, 713-18.
8. Hoggarth, Glenn, Andrew Logan, and Lea Zicchino(2005), "Macro Stress Tests of UK Banks," *BIS Papers* No. 22, pp. 392-408.
9. Lehar, Alfred(2003), "Measuring Systemic Risk : A Risk Management Approach". Mimeo, University of British Columbia.
10. Martin Čihák(2007), "Introduction to Applied Stress Testing" ,IMF Working Paper No. 07/59.
11. Mc Andrews, James J. and Simon M. Potter (2002), "Liquidity Effects of the Events of September 11, 2001", *FRBNY Economic Policy Review*, , 59-79.
12. Segoviano Basurto, Miguel A., and Pablo Padilla(2006), "Portfolio Credit Risk and Macroeconomic Shocks: Applications to Stress Testing Under Data-Restricted Environments," IMF Working Paper No. 06/283 (Washington: International Monetary Fund).
13. Upper, Christian and Andreas Worms (2002), "Estimating Bilateral Exposures in the German Interbank Market: Is there a Danger of Contagion." Deutsche Bundesbank Discussion Paper 9.
14. Wells, Simon(2002), "UK Interbank Exposures : systemic risk implications." *Financial Stability Review*, 175-82.
15. Virolainen, Kimmo(2004), "Macro Stress Testing with a Macroeconomic Credit Risk Model for Finland," Bank of Finland Discussion Paper No. 18/2004.