

出國報告(出國類別：考察)

# 「銀行業壓力測試理論與實務之研究」

—赴德國考察心得報告

服務機關：中央銀行

姓名職稱：黃淑君 副科長

魏錫賓 四等專員

派赴國家：德國

出國期間：101年6月9日至101年6月16日

報告日期：101年9月11日



## 摘要

國際間金融危機發生頻率與全球氣候變遷模型益加相似，不僅出現次數趨增、間隔時間縮短、衝擊規模擴大，且損害程度加劇。危機不僅隨銀行間交互傳遞管道，由單一國家、區域，蔓延至全球金融體系，甚而透過銀行部門與實質部門間之反饋效果，引發金融體系與實質經濟間惡性循環，嚴重威脅全球經濟發展。

隨歐洲主權債務危機升溫，銀行業壓力測試議題再度受到全球關注。鑑於壓力測試可用以評估個別銀行及整體金融體系，承受極端但有可能發生(extreme but plausible)的不利總體經濟衝擊以及因應危機之能力，全球央行、監理機關及國際組織，除積極嘗試開發與建立妥適之金融穩定分析架構外，並致力研擬各類風險壓力測試模型，且有越來越多央行將銀行業壓力測試視為用以辨識與評估系統風險之重要總體審慎監理工具。特別是當金融情勢不明、市場信心不足時，壓力測試結果亦可增加透明化，用以維繫大眾信心，例如自 2008 年-2009 年全球金融風暴後，歐美金融監理當局陸續採取銀行業壓力測試之舉，其隱含提振市場信心之宣示效果，應遠大於實際執行成效。

在金融環境變動日劇之際，本行亦陸續開發與建立壓力測試模型，並積極投入壓力測試的演練工作。繼 2010 年建立「銀行業市場風險總體壓力測試模型」後，2011 年進一步發展「信用風險總體壓力測試模型」，以逐步建立我國央行總體壓力測試架構。為落實總體審慎監理，改善目前總體壓力測試架構與執行方法，並提高模型精細度，本行爰派員赴德國考察，汲取先進國家監理機關與銀行之實作經驗，俾對銀行業壓力測試理論與運用有更進一步之認知與瞭解。

本報告以此次參訪心得為主軸，並參採德國央行及歐洲央行壓力測試執行現況，分析各國進行金融部門壓力測試普遍面臨之挑戰與問題，

及近期研究報告提出之改進方針，探究國際間壓力測試理論與實務之發展趨勢，以強化本行總體壓力測試架構，從而發揮總體審慎監理功能。本報告內容，除第壹章前言外，第貳章先探討壓力測試理論與全球發展趨勢，第參章簡述我國央行發展現況，做為檢討比較的基礎，第肆章說明歐洲央行與德國央行發展現況，以收他山之石的功效，第伍章著力於壓力測試之挑戰及未來改進方針，是監理機關和學界都希望取得進展，以強化壓力測試功用的關鍵議題，第陸章則是本次考察的心得與建議。

摘 要.....	I
壹、前言.....	1
貳、壓力測試理論與全球發展趨勢.....	3
一、壓力測試與審慎監理之關係.....	4
二、壓力測試基本架構.....	5
三、壓力測試執行程序.....	7
四、壓力測試方法.....	9
(一)個體壓力測試與總體壓力測試.....	10
(二)「由上而下法」與「由下而上法」.....	10
(三)敏感性分析法與情境模擬法.....	11
參、我國央行發展現況.....	12
一、市場風險壓力測試.....	12
(一)總體壓力測試模型.....	13
(二)總體經濟模型.....	14
二、信用風險壓力測試.....	14
(一)總體經濟模型.....	15
(二)蒙地卡羅模擬法與壓力測試.....	16
肆、歐洲央行及德國央行發展現況.....	17
一、歐洲央行.....	17
(一)總體及金融壓力情境設計.....	19
(二)決定基準參數.....	19
(三)清償能力分析—資產負債表工具.....	20
(四)反饋—傳染效果分析.....	21
二、德國央行.....	22
(一)信用風險壓力測試.....	23
(二)總體經濟壓力測試.....	25

(三)市場風險壓力測試.....	26
(四)壓力測試結果比較.....	28
<b>伍、壓力測試之挑戰及未來改進方針.....</b>	<b>28</b>
一、壓力測試對全球央行之挑戰.....	29
二、改善本行總體壓力測試架構.....	30
(一)現有模型未來改進方向.....	30
(二)請益事項與檢討議題.....	32
三、全球未來展望.....	34
(一)延長測試時程與強化資料細緻度.....	35
(二)系統風險衝擊之評估.....	36
(三)系統流動性風險之衡量.....	38
(四)系統性信用風險之評估.....	42
(五)監理措施影響銀行授信行為之評估.....	44
(六)金融部門衝擊實質經濟之傳遞效果及兩者間反饋效果之衡量.....	45
<b>陸、參訪心得及建議事項.....</b>	<b>47</b>
一、參訪心得.....	48
(一)央行執行總體壓力測試以維持金融穩定，已成國際間的普遍共識.....	48
(二)資料品質良窳仍是影響壓力測試實證結果之重要成因.....	49
(三)系統風險壓力測試方興未艾.....	49
(四)景氣循環效果及信用風險擴散與傳遞效果逐漸受到重視.....	49
二、建議事項.....	50
(一)要求國內銀行定期向本行陳報壓力測試結果.....	50
(二)壓力測試之設計應參酌各方意見.....	50
(三)審慎決定壓力測試結果是否公開.....	50
(四)研議其他風險類型之銀行業壓力測試作業準則.....	51
<b>附錄一.....</b>	<b>52</b>

## 表 次

表 2-1 「由上而下法」及「由下而上法」壓力測試之優缺點比較.....	10
表 5-1 歐洲央行與德國央行壓力測試架構之比較 .....	34
表 5-2 管理系統流動性風險之監理措施建議.....	40
表 5-3 系統整體流動性風險壓力測試之三大要項 .....	41

## 圖 次

圖 2-1 第一代壓力測試基本架構.....	6
圖 2-2 新一代壓力測試基本架構.....	7
圖 2-3 壓力測試執行政序 .....	8
圖 3-1 市場風險總體壓力測試模型架構.....	13
圖 3-2 信用風險總體壓力測試模型架構.....	16
圖 4-1 歐洲央行總體壓力測試架構.....	18
圖 4-2 德國央行總體審慎壓力測試架構.....	22
圖 5-1 系統性信用風險總體金融壓力測試架構.....	43



## 壹、前言

國際間金融危機發生頻率與全球氣候變遷模式益加相似，不僅出現次數趨增、間隔時間縮短、衝擊規模擴大，且損害程度加劇。危機不僅隨銀行間傳染效果，由單一國家、區域，蔓延至全球金融體系，甚而透過銀行部門與實質部門間之反饋效果，引發金融體系與實質經濟間惡性循環，嚴重威脅全球經濟發展。緣此，為降低系統風險並維持金融穩定，中央銀行與金融監理機關應隨時關注足以影響金融體系順利運作的風險與衝擊。

隨金融危機發生次數頻仍，壓力測試因可用以評估個別銀行及整體金融體系，承受極端但有可能發生(extreme but plausible)的不利總體經濟衝擊以及因應危機之能力，致其相關議題備受各方矚目。全球央行、監理機關及國際組織，除積極嘗試開發與建立妥適之金融穩定分析架構外，並致力研擬各類風險壓力測試模型。此外，為維護金融穩定，越來越多央行將銀行業壓力測試視為用以辨識與評估系統風險之重要總體審慎監理工具之一。

就監理機關而言，透過壓力測試之執行，可就各種不利情勢對金融體系潛在衝擊，進行前瞻性(forward looking)評估之演練。再者，特別是當金融情勢不明、市場信心不足時，壓力測試結果亦可增加透明化，作為維繫大眾信心之重要工具。例如，歐洲銀行監理局(European Banking Authority, EBA)及美國聯邦準備理事會(Board of Governors of the Federal Reserve System, Fed)自 2008 年-2009 年全球金融風暴後，陸續採取銀行業壓力測試之舉，其隱含提振市場信心之宣示效果，應遠大於實際執行成效。

鑑於銀行業總體壓力測試是中央銀行維持金融穩定、評估金融部門脆弱度的重要風險管理工具，益以央行從事金融監理，必須經常執

行壓力測試演練，已成國際間的普遍共識，為逐步建立我國央行總體壓力測試架構，近年來，本行陸續開發與建立壓力測試模型，並積極投入壓力測試的演練工作。繼 2010 年建立「銀行業市場風險總體壓力測試模型」(黃淑君，2011)後，2011 年進一步發展「信用風險總體壓力測試模型」(黃淑君，2012)，且將模型細緻化，除建構實質部門與金融部門間之鏈接模型外，亦透過前瞻性(forward-looking)壓力測試，採多期測試分析結構性風險，以考量衝擊之持續影響。

為改善目前總體壓力測試架構與執行方法，並提高模型精細度，本行爰派員赴德國考察，汲取先進國家監理機關與銀行之實作經驗，俾對銀行業壓力測試理論與運用有更進一步之認知與瞭解。本次參訪對象為歐洲央行(European Central Bank)、德國央行(Deutsche Bundesbank)及德國第二大商業銀行 Commerzbank，參訪過程中主要會見人員為各機關負責金融穩定研究及執行壓力測試之專家(名單如附錄 1)。參訪目的如次：

- 瞭解歐洲金融主管機關與商業銀行對總體(或個體)壓力測試模型之建置及實際運用情形，並學習其執行方法；
- 就本行現有之市場風險與信用風險總體壓力測試模型之未來發展方向，徵詢相關修正建議，以強化本行金融穩定評估業務之執行；
- 分享我國總體壓力測試實務，並擷取參訪機構建議，作為改進本行總體壓力測試模型之參考；以及
- 增強本行評估與監控金融穩定相關風險之技術。

本報告以此次參訪心得為主軸，並參採德國央行及歐洲央行壓力測試執行現況，分析各國進行金融部門壓力測試普遍面臨之挑戰與問題，及近期研究報告提出之改進方針，探究國際間壓力測試理論與實務之發展趨勢，以強化本行總體壓力測試架構，從而發揮央行總體審慎監理功能。

後續內容如次，第貳章首先介紹壓力測試之基本架構，其次比較個體壓力測試與總體壓力測試，並說明「由上而下法」與「由下而上法」之優缺點，最後探討壓力測試實務與特性；第參章說明本行發展總體壓力測試現況，包括「市場風險壓力測試模型」及「信用風險壓力測試模型」之建構與執行方法，做為檢討比較的基礎；第肆章以參訪機關為例，介紹歐洲央行及德國央行維護壓力測試模型之日常運作情形及其實務作業，以收他山之石的功效；第伍章以中央銀行維護金融穩定之角度，探討各國央行執行壓力測試面臨之挑戰及其改進方針，以供本行改善現有總體壓力測試架構與執行方法之參考；第陸章為本次考察心得與建議事項。

## 貳、壓力測試理論與全球發展趨勢

壓力測試之目的，在於評估於極端但可能發生之總體經濟或金融不利情境下，整體金融體系或個別銀行能否承受損失並維持正常運作。中央銀行進行壓力測試以達成總體審慎監理之職責，已成國際間共識。例如國際貨幣基金(International Monetary Fund, IMF)與世界銀行(World Bank)將壓力測試視為各種量化與質化之重要分析工具之一<sup>1</sup>，共同推動金融部門評估計畫(Financial Sector Assessment Program, FSAP)<sup>2</sup>。

然而，在執行壓力測試過程中，囿於部分風險變數資料不易取得或時間序列長度不夠，難以觀察壓力狀態下各項風險損失之非線性行為(鍾經樊, 2009)，致無法將壓力測試作為唯一分析工具，甚且沒有任何單一模型可充分地掌握到在不利益衝擊下，可能影響金融體系之各

---

<sup>1</sup> 自 1999 年 IMF 開始推行 FSAP 以來，已有超過 120 個國家參與該計畫，約佔 IMF 所有會員國的三分之二。

<sup>2</sup> FSAP 計畫的目標在於強化金融體系以提昇因應潛在金融危機的強韌性。因此，該計畫之設計重點在於評估整體金融體系而非個別金融機構的穩定，同時也強調預防與減少危機之發生，而不在於危機發生後之處理。

種管道(Bunn, Cunningham, and Drehmann, 2005)。職是之故，在衡量金融穩定之潛在威脅時，允宜將壓力測試作為總體審慎分析之輔助工具，而非替代工具。儘管如此，對央行及金融監理機關執行審慎監理而言，壓力測試仍有其必要性。

## 一、壓力測試與審慎監理之關係

金融業壓力測試不僅被當作風險管理與金融穩定分析工具，亦被視為不可或缺之危機管理要項，尤其是金融危機期間，其在決定資本援助水準及重振市場信心上，扮演舉足輕重角色。

從個體審慎監理角度來看，壓力測試係銀行業者執行持續風險管理作業之重要一環。近年來，國際組織擬定監理準則時，已逐漸將壓力測試納入考量，例如新巴塞爾資本協定(包括 Basel II 與 Basel III)中有數項規定(如增修之抗景氣循環資本緩衝及第二支柱之資本要求)，均以執行壓力測試為基礎；Basel II 與 Basel III 第二支柱—內部資本適足性評估程序(Internal Capital Adequacy Assessment Process, ICAAP)，亦將壓力測試列入銀行內部分析之一部分。

就總體審慎監理而言，監理機關對金融業進行全面性壓力測試，有助於掌握該國金融體系承受經濟環境變化之能力。例如 2008 年-2009 年全球危機期間美國 Fed 首度聯合其他監理機關執行「監理資本評估計畫」Supervisory Capital Assessment Program, SCAP)，對國內 19 家大型銀行控股公司進行壓力測試；而歐洲監理機關亦同步採取銀行部門壓力測試<sup>3</sup>。此外，監理機關公布一致之壓力測試準則，還可供業者

---

<sup>3</sup> 歐洲銀行管理局(European Banking Authority, EBA)之前身—歐洲銀行監理機關委員會(Committee of European Banking Supervisors, CEBS)先後於 2009 年及 2010 年，與歐盟各國

遵循相關規範之用。例如美國監理機關<sup>4</sup>於 2012 年 5 月 14 日聯合發布「合併資產逾 100 億美元之銀行業者壓力測試準則」定稿版<sup>5</sup>，並自同年 7 月 23 日起適用，在於提供國內銀行業者建立壓力測試架構之參考，並確保其採取妥適之壓力測試方法。

另依據美國Dodd-Frank法，總資產介於 100 億美元至 500 億美元的銀行控股公司、州會員銀行、儲貸控股公司等機構，每年至少需執行一次壓力測試。不過，為提高壓力測試品質，美國Fed正考慮將該項規定生效日期延後至 2013 年 9 月，以利適用機構有充分時間發展高品質之壓力測試執行程序與方法<sup>6</sup>。

## 二、壓力測試基本架構

Čihák (2007)提出一套完備的壓力測試執行程序，首先辨識風險並設定壓力情境(如外來衝擊)，其次建立總體經濟模型(將外在衝擊連結至總體經濟變數)及鏈接模型(將總體經濟變數連結至銀行財務報表變數)，再將衝擊對映(mapping)至個別銀行資產負債表之影響，最後分析個別銀行所需增資金額，及金融體系之承受衝擊能力(圖 2-1)。

---

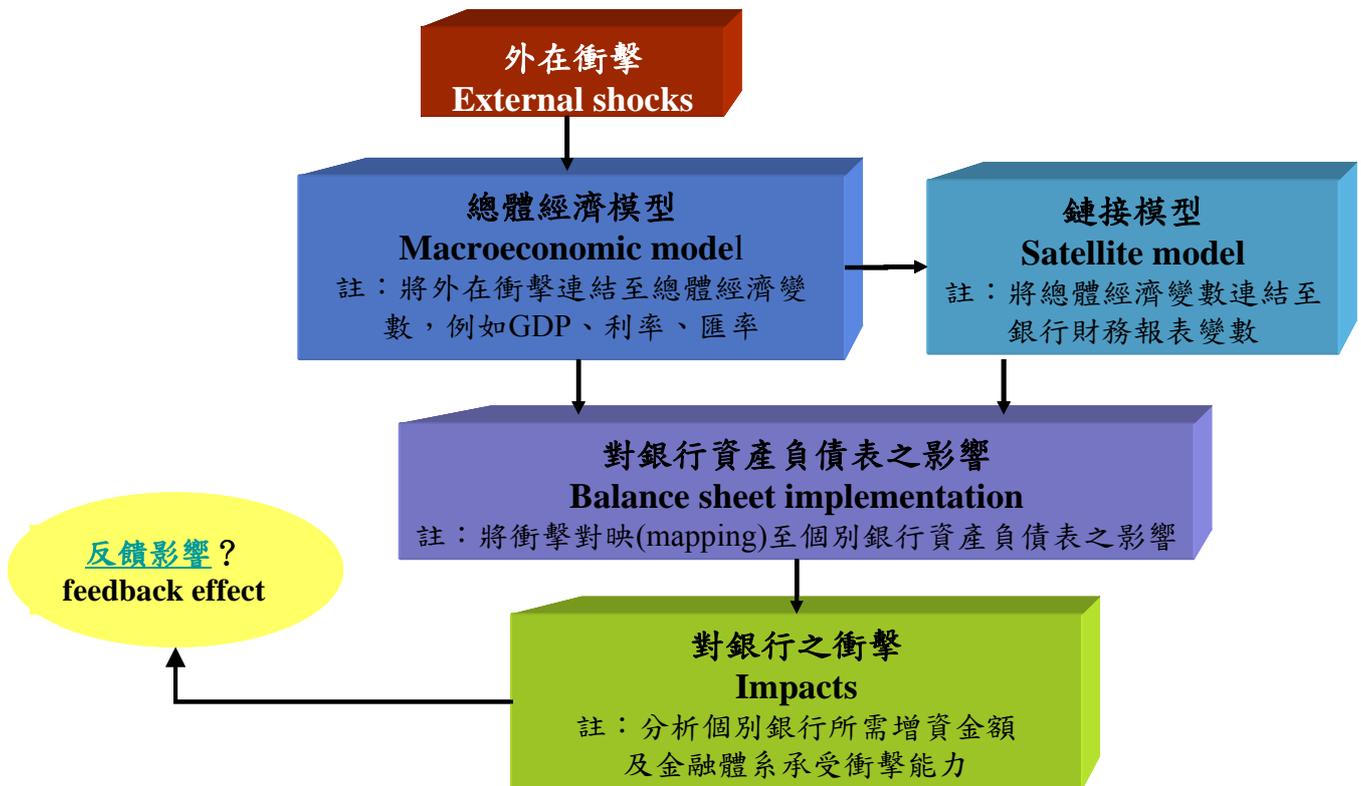
監理機關及歐洲中央銀行密切進行壓力測試之合作。2010 年，執行壓力測試之整體目標在於提供政策資訊，以評估歐盟銀行體系對可能發生之不利經濟情勢的復原力，並評估銀行吸收信用及市場風險（包括主權債務風險）可能衝擊之能力。2011 年 7 月 15 日歐洲銀行監理局公佈歐洲 21 國境內 90 家銀行壓力測試結果，其中只有 8 家銀行因核心第一類資本比率低於 5% 未能通過測試，另有 16 家銀行之核心第一類資本比率介於 5% 至 6%。

<sup>4</sup> 係指美國財政部金融管理局(OCC)、聯邦準備理事會(Fed)及聯邦存款保險公司(FDIC)。

<sup>5</sup> OCC (2012)。

<sup>6</sup> 2012 年 8 月 27 日美國OCC及FDIC亦同步發布新聞稿，將延後實施日期至 2013 年 9 月。

圖 2-1 第一代壓力測試基本架構



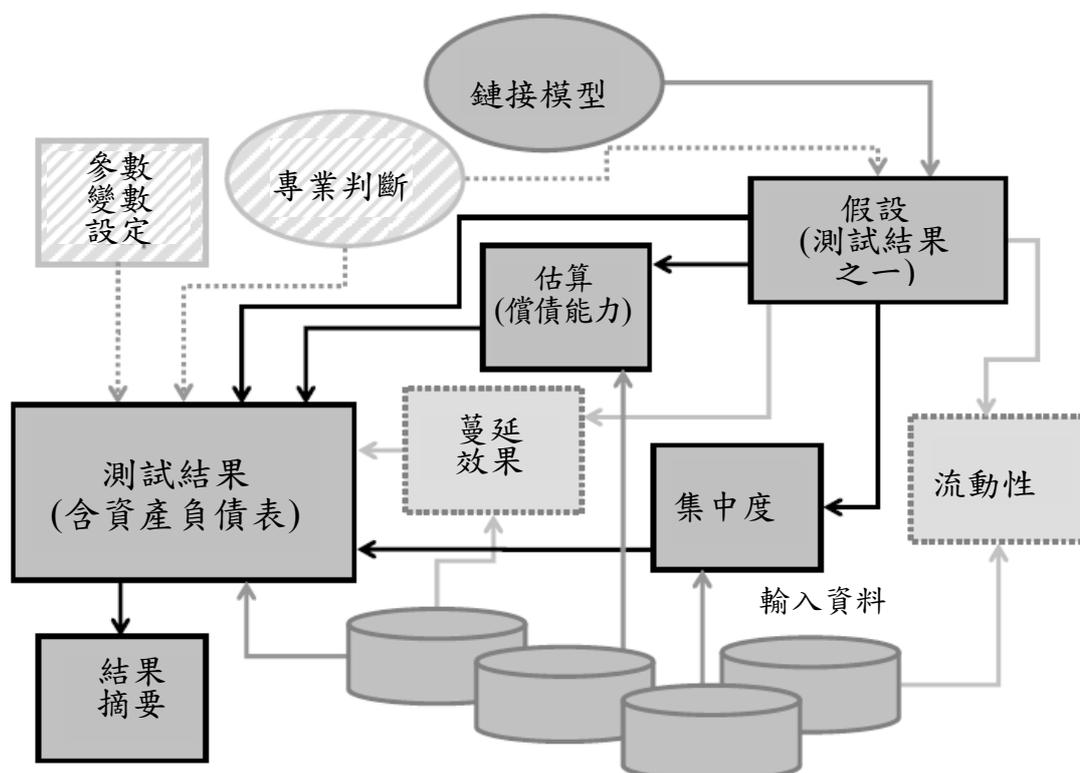
資料來源：Čihák (2007).

其後，Schmieder, Pühr and Hasan (2011)擴大 Čihák (2007)之壓力測試架構範圍，試圖在強化壓力測試風險敏感度之同時，亦使其操作較具彈性、資訊透明且便於使用。新一代壓力測試架構(圖 2-2)主要貢獻如次：

- 藉由捕捉風險性資產(risk-weighted assets, RWAs)變動情形，提高壓力測試之風險敏感度，適用對象包括未採用內部評等法(internal ratings based, IRB)之銀行，可透過「準內部評等法」(quasi-IRB approach)為之。
- 提供壓力測試執行者更周全的操作平台來使用鏈接模型，並定義各種不同之假設及情境。

- 依據資料之可供使用情形，讓壓力測試執行者得以同時對數百家銀行進行跨期(最長為 5 年)情境之測試。

圖 2-2 新一代壓力測試基本架構



註：本架構係由不同成分組成，並以試算表 Excel 作為估算為基礎。核心部分為不同資料來源彙整、設定假設及參數測試表單，以及壓力測試結果。測試對象為個別銀行及整體金融體系。

資料來源：Schmieder, Puhr and Hasan (2011)。

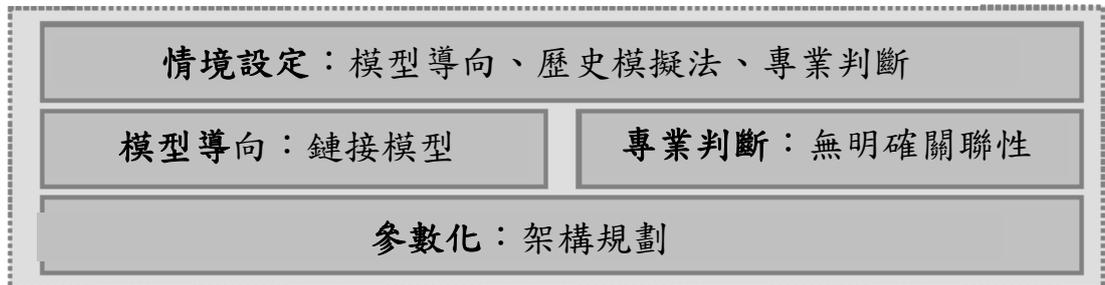
### 三、壓力測試執行程序

執行壓力測試之主要程序包括，(1)設定模擬情境、建立壓力測試架構及輸入資料；(2)連接總體經濟情境至金融風險；及(3)執行壓力測試(圖 2-3)<sup>7</sup>。

<sup>7</sup> Schmieder, Puhr and Hasan (2011)。

圖 2-3 壓力測試執行程序

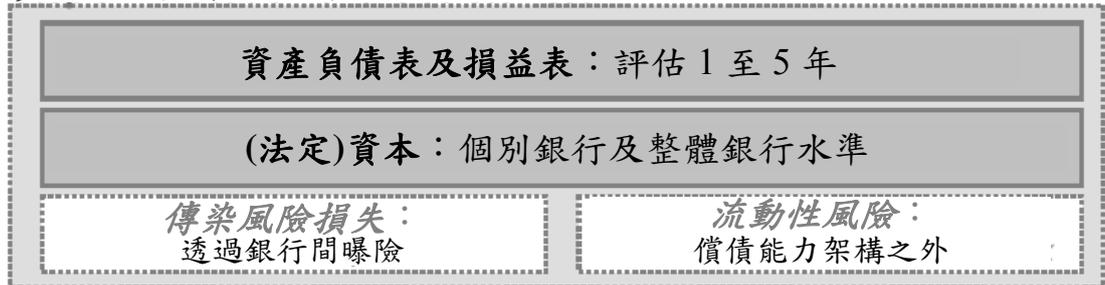
步驟 1 - 定義總體壓力情境



步驟 2 - 連接總體壓力情境至個體衝擊效果



步驟 3 - 執行壓力測試



註：可另行透過不同的作業流程，評估傳染效果及流動性風險。

資料來源：Schmieder, Pühr and Hasan (2011)。

步驟一：首先設定總體經濟情境，俟輸入資料後，使用者可依據銀行家數及信用資產組合之資料細緻程度，直接更改模型參數。除進行模擬情境測試外，Schmieder, Pühr and Hasan (2011)建議使用者，亦可透過反向壓力測試(亦即求出銀行足以因應壓力之門檻)，模擬銀行處理不同程度壓力之能力。採用反向壓力測試之原因在於，情境模擬通常以現值為基礎，恐對當期稅前損失較高之銀行較為不利。不過，若改以預期違約機率之前瞻性壓力測試，則較無此疑慮。

步驟二：連結總體壓力情境至個體衝擊效果。在最簡單情況，壓

力測試執行者可就信用、市場、作業或集中度風險進行敏感性分析。抑或評估多重總體經濟衝擊同時發生之情況，透過鏈接模型，將總體經濟風險因子連結至金融機構財務報表變數(例如與銀行資產品質良窳有關之違約率及違約損失率)。

步驟三：執行壓力測試。一旦設妥壓力測試情境、修正鏈接模型，即可求出銀行獲利及自有資本之最後變動結果。其中銀行償債能力壓力測試，主要揭露個別銀行在壓力情況下之償債能力，以及各種金融健全指標(financial soundness indicators, FSIs)，包括不同業務項目(以營業收入作為支應信用、交易及投資等損失之第一道緩衝)在各種壓力情境下之風險貢獻情形。

#### 四、壓力測試方法

依過去經驗顯示，為使壓力測試能有效扮演更廣泛之風險管理工具，必須符合下列三項條件<sup>8</sup>。首先，嚴重不利衝擊(情境)之假設條件及其持續期間，應極端且可能發生，並足以妥適評估個別金融機構及整體金融體系之復原力。其次，用以評估不利衝擊對償債能力(復原力)影響效果之壓力測試架構，應具備充分的風險敏感性。是以，變更風險參數除須依據法規修訂(通常有欠風險敏感度)外，尚須衡酌償債能力之衡量結果。最後，壓力測試結果必須易於與決策者(如政策決定者及銀行高階管理階層)溝通。儘管第三個條件相當明確，但實際執行卻頗具挑戰，係因敏感度越高之壓力測試，往往意味其結構越複雜且精細，越不易向決策者解釋與說明。

實務上，依據資料來源，可將壓力測試執行方法分為建立在個別金融機構資料之「由下而上法」(bottom-up approach)或建立在整體金融機構彙整資料之「由上而下法」(top-down approach)；並依模型風險因子特定性與關聯性，區分為「敏感性分析法」或「情境模擬法」。

---

<sup>8</sup> Schmieder, Hesse, Pühr, Neudorfer and Hasan (2012)。

## (一)個體壓力測試與總體壓力測試

個體壓力測試係指各金融機構運用內部資料與模型進行測試，並將測試結果申報主管機關，不考慮銀行間傳染效果及對總體經濟影響；總體壓力測試則是中央銀行或金融監理機關利用金融機構彙整資料，運用總體經濟模型及總體壓力測試模型進行測試，以評估金融體系承受衝擊能力及對總體經濟影響，並可供內部決策參考。以我國為例，央行主要發展總體壓力測試，金管會則側重個體壓力測試，兩者相輔相成。

## (二)「由上而下法」與「由下而上法」

個體壓力測試係以「由下而上法」為主，由個別銀行以自行設定或監理機關訂定之壓力情境，利用內部資料及模型進行壓力測試，以瞭解個別銀行能否承受壓力情境之衝擊，並研判是否需採行因應監理措施。總體壓力測試則多採「由上而下法」，通常由中央銀行或金融監理機關依據擬定之壓力情境，利用銀行定期申報資料，以自行建置之總體經濟模型及鏈接模型進行測試，俾瞭解整體金融體系承受衝擊之能力。有關兩種壓力測試方法之優缺點如表 2-1。

表 2-1 「由上而下法」及「由下而上法」壓力測試之優缺點比較

壓力測試方法	優點	缺點
由下而上法 (由銀行執行)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 資料細緻度較高。</li><li>• 利用銀行內部模型進行測試，較能捕捉銀行本身業務特性，提高測試結果之精確性。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 執行步驟欠缺一致性。</li><li>• 未考慮銀行間傳染效果及其對總體經濟之反饋效果。</li></ul>
由上而下法 (由中央銀行或金融監理機關執行)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 執行步驟一致。</li><li>• 資料處理較透明。</li><li>• 監理機關可靈活模擬各種壓力情境。</li><li>• 可考慮銀行間傳染效果及其對總體經濟之反饋效果。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 資料細緻度較不足。</li><li>• 無法辨識個別銀行特有情況。</li><li>• 資料及時性較不足，若提高銀行報送資料頻率，則有增加監理負擔之虞。</li></ul>

資料來源：作者整理自 Schmieder et al. (2012)及相關文獻。

### (三)敏感性分析法與情境模擬法

敏感性分析法係透過簡單模型，分析某一特定風險因子或一組風險因子依執行者所設定的極端情況變動時，對銀行資產負債表中特定資產組合之影響效果。近年來，單一因子敏感性分析為參與IMF金融部門評估計畫(FSAP)國家，最常使用之壓力測試方法。敏感性分析法在操作上雖較簡易，惟該項壓力測試並未考量總體經濟變數間之相互關係，部分國家央行爰進一步採取情境模擬法，利用一組風險因子定義某種情境，分析整體銀行部門在個別情境下之壓力損失。

情境模擬法依其事件設計方式，主要分為歷史情境分析(historical scenario)與假設性情境分析(hypothetical scenario)。前者係利用某一過去曾經發生的市場劇烈變動事件，評估其對當前的資產組合會產生何種影響效果。例如考量 1997 年亞洲金融危機，計算當時之匯率變動幅度，並依此為基礎，分析評估對銀行資產組合、獲利能力或自有資本之影響。至於假設性情境分析，則由壓力測試執行者透過假設性或主觀模型設定，自行設計可能之各種價格、波動及相關係數等情境，再評估其對銀行資產負債表或損益表相關項目之影響。

英格蘭銀行 Hoggarth, Sorensen and Zicchino (2005)認為，假設性情境可透過不同方法來設定；Elsinger, Lehar and Summer (2002)更進一步考量奧地利國內銀行財務狀況與總體經濟之交互作用，並以利率衝擊、匯率與股市變動情形，以及與營業週期相關衝擊之聯合機率分配，作為總體經濟情境之假設基礎，除評估個別銀行面臨一連串總體經濟因子衝擊之倒閉機率外，亦將該等倒閉事件對金融體系其餘部門之影響效果納入考量。

## 參、我國央行發展現況

有鑑於壓力測試在模型建構過程中，無論是理論架構、資料庫建置、程序驗證，甚而結論之形成，均需審慎為之；而在實務上，雖有不少國家央行或國際組織公布其壓力測試之相關設計及其試測結果，但卻鮮少公布其採用資料與方法所隱含之限制。本行爰參採先進國家經驗，初期自市場風險著手，俟累積相關經驗與技術後，再進行信用風險等其他風險之壓力測試，以逐步建構更完備之總體壓力測試架構，本行目前建構之兩大總體壓力測試模型，其測試結果可提供評估我國銀行體系潛在市場風險、信用風險與脆弱度之一項嘗試與演練。

### 一、市場風險壓力測試

2010年建立之市場風險壓力測試架構，係以Čihák (2007)壓力測試模型<sup>9</sup>為基礎，並參酌香港金融管理局Wong, Choi and Fong (2006)、與清大鍾經樊教授(2009)「台灣金融體系之壓力測試」研究報告等相關作法進行規畫，旨在建立一套市場風險壓力測試模型，以觀察本國銀行對極端但有可能發生之市場風險壓力情境的敏感度，並評估我國銀行體系的潛在風險與脆弱度。

此外，採用向量自我迴歸(Vector Autoregression, VAR)總體經濟模型，建立總體經濟變數(如匯率、利率及股價)與特定壓力事件衝擊之關聯性，檢驗各項壓力情境所處之總體經濟環境及其合理性，以期實證結果更能真實反應我國銀行體系之壓力測試情勢，有關模型架構(圖 3-1)如后。

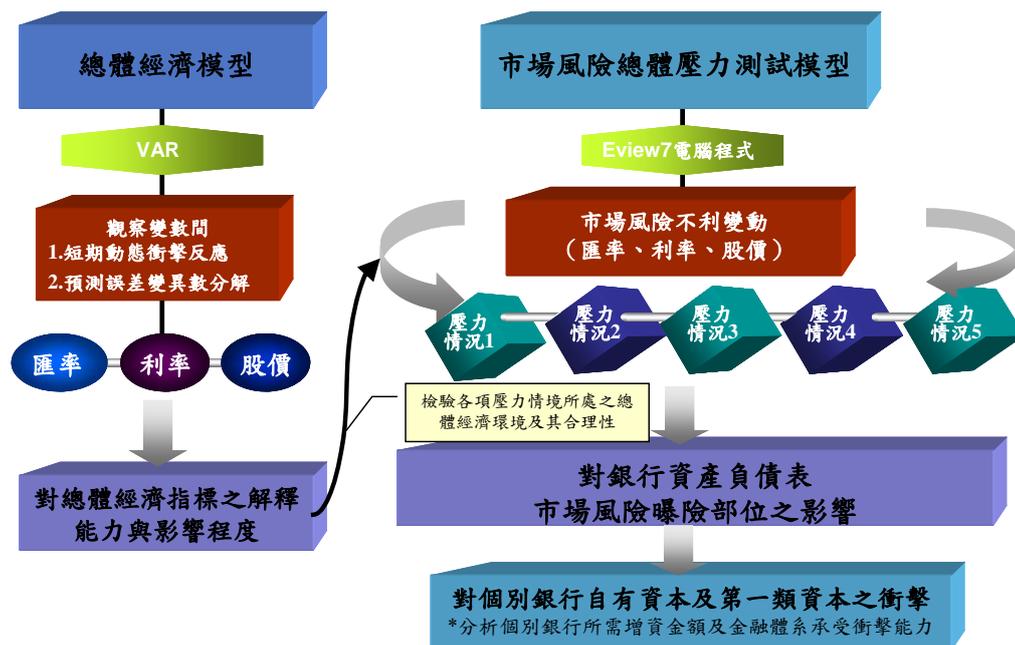
---

<sup>9</sup> 2006年IMF審查各國金融部門評估計畫(FSAP)之獨立評估單位(Independent Evaluation Office)，發現各國FSAP結果經常採用黑箱作業方法(“black-box” approach)，且幾乎不討論資料與方法的限制，及其選擇衝擊的相關分析。

### (一)總體壓力測試模型

依據Čihák (2007)研發之Stress Tester 2.0 壓力測試軟體，並參考鍾教授(2009)壓力測試模型之Stata程式，編寫Eviews 7 電腦程式，利用向量矩陣就 37 家本國銀行最近三年(2007 年、2008 年及 2009 年)之市場風險曝險部位，在五種壓力情境、不同風險因子及時點之變動情形，求出其所對應之各種壓力測試結果及敏感性，以估算利率風險、匯率風險及權益證券風險等三大市場風險之極端不利變動，如何影響個別銀行資產負債表中相關科目之變動，進而衝擊其第一類資本及自有資本之影響效果<sup>10</sup>。

圖 3-1 市場風險總體壓力測試模型架構



資料來源：黃淑君 (2011)。

<sup>10</sup> 央行市場風險總體壓力測試架構之壓力情境分為敏感度測試及情境測試兩種。在敏感度測試情境方面有二：一是參照鍾教授「台灣金融體系之壓力測試」假設之市場風險因子變動情形，另一則是參照金管會(2010「本國銀行壓力測試作業規劃」假設之市場風險因子變動參數。至於情境測試亦區分為三種，包括曾對我國金融市場造成衝擊之亞洲金融風暴、2008 年全球金融危機等歷史情境，以及假設近 15 年來金融市場風險因子最大變動幅度同時發生之最嚴重的不利情勢模擬。

## (二)總體經濟模型

先利用單根檢定(unit-root test)、Granger 因果關係檢定及可能的共整合檢定，評估外生變數與總體經濟變數(如我國經濟成長率、消費者物價指數、金融業隔夜拆款利率、新台幣對美元匯率，以及台灣上市股價指數等變數等)是否存有因果關係，且彼此間是否存在長期均衡的共整合關係。再以向量自我迴歸模型(VAR)對各變數進行衝擊反應分析，藉以瞭解市場風險相關變數(如匯率、利率及股價)與我國經濟成長率間之動態關係，從而壓力測試模型執行假設性情境模擬參數設定之參考。

該市場風險壓力測試架構，係本行建立總體壓力測試模型之第一步，主要演練發現如下：1.整體而言，本國銀行之強韌度應足可承受不同的市場風險因子衝擊，並沒有造成系統風險之疑慮。2.就不同市場風險之衝擊效果觀察，以股價大幅下跌對銀行資本之衝擊最大；利率風險之衝擊次之，惟影響有限；匯率風險之衝擊最小。3.探究權益證券風險衝擊較大，而利率及匯率風險較小，主要與本國銀行資產負債結構有關<sup>11</sup>。

## 二、信用風險壓力測試

本行建立之銀行業信用風險總體壓力測試架構旨在檢測我國銀行業放款業務承受總體經濟衝擊之能力，主要由兩大結構組成：一為用以反映違約率與總體經濟變化關聯之總體經濟模型；另一為用以計算違約率(或信用損失率)分配之蒙地卡羅模擬法與銀行業壓力測試。

為使總體經濟變量能連結至銀行財務報表，進而反應總體經濟情境與授信戶衝擊間之因果關係，該架構係以香港金融管理局 2006 年

---

<sup>11</sup> 本國銀行之權益證券部位均為多頭部位，故受股價下跌之影響較大；利率風險與匯率風險因利率敏感性資產與負債有相抵效果，加以外幣多頭與空頭部位相抵後之外幣淨部位不大，故對本國銀行之衝擊效果較小。

發展之信用風險壓力測試模型為基礎<sup>12</sup>，並參酌國內外相關文獻<sup>13</sup>及本行 2009 年委外研究計畫「我國銀行信用損失評估之研究」相關作法進行規劃。透過銀行業違約率與主要總體經濟因素(包括我國與全球實質GDP、全球出口值、利率、房價及失業率)間統計關係之分析結果，分別就基準情況及受壓情況下，比較放款損失分配機率與頻率之變動情形，及其對銀行第一類資本及自有資本之影響效果，估算整體銀行未來一年六大類放款曝險部位之可能信用損失，以觀察其獲利是否足以支應所有損失，進而評估不利總體經濟衝擊對整體銀行第一類資本比率及資本適足率之影響程度。

此外，該架構建立實質部門與金融部門間之鏈接模型，將總體經濟變量連結至銀行財務報表變量，以反映各項壓力情境所處之總體經濟環境對銀行信用品質之衝擊；並以多期測試分析結構性風險，考量衝擊之累積效果持續影響，觀察跨越不同期間之動態結果，亦即動態信用風險。本行初步建置之信用風險總體壓力測試模型架構如圖 3-2。

### (一)總體經濟模型

假設各類放款違約率除受總體經濟變量影響外，亦受違約率本身滯後項之影響，並將總體經濟變量均設為自我迴歸模型，以反映總體經濟變量間之慣性(inertia)作用。另在違約率與損失嚴重程度彼此獨立之假設下，各筆信用曝險(主要是違約率變量)間關聯性，並不影響信用資產組合之預期損失，也不影響損失準備之大小。

透過 logit 函數式轉換違約率，以變異數共變數矩陣設定總體經濟變數與違約率之聯合誤差項後，再進行迴歸分析，以篩選出對本國

---

<sup>12</sup> 香港金融管理局 Wong et al. (2006)壓力測試模型之作法與設定主要參考Wilson (1997a, 1997b)、Boss (2002)及 Virolainen(2004)等文獻。

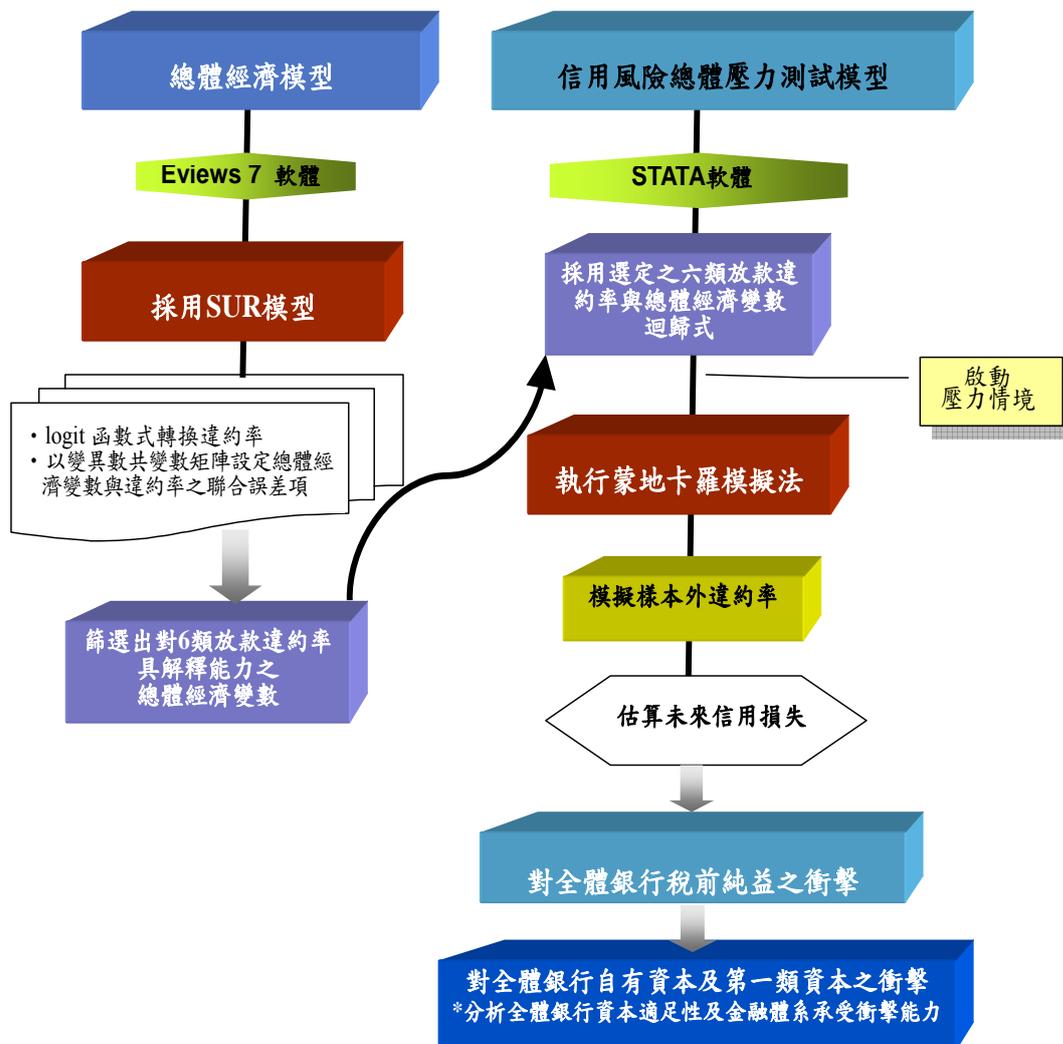
<sup>13</sup> 例如，洪明欽、張揖平、尹晟懿、黃珏茹(2009)之作法，對銀行業未來一年違約率之預測值，先以歷史違約率結合總體經濟變量，再透過標準常態分配產生模擬值，並參考沈中華、林昆立(2007)等相關文獻之研究估計，作為篩選與違約率有顯著相關之總體經濟變量之參考。

銀行 6 類放款(包括全體、民營企業、個人、不動產業、電子業放款及房貸)違約率具解釋能力之總體經濟變數。

## (二)蒙地卡羅模擬法與壓力測試

利用選定之 6 類放款違約率與總體經濟變數迴歸式，並以蒙地卡羅法隨機反覆抽樣，產生大量未來一年各類放款之模擬違約率，再就基準情況(未考量不利經濟因素)與受壓情況(涵蓋不利經濟因素)，分別估算各類放款期末違約率之機率分配。

圖 3-2 信用風險總體壓力測試模型架構



資料來源：黃淑君 (2012)。

該信用風險壓力測試演練結果指出，1.整體而言，本國銀行未來一年之整體預估盈餘與自有資本，尚有承受能力不利之總體經濟壓力情境對銀行信用曝險部位之衝擊；2.我國銀行業對信用風險壓力情境之承受能力尚佳；3.本國銀行主要放款業務之信用風險尚屬溫和；4.由於我國為小型開放經濟體，經濟景氣受國外衝擊影響較大，惟國內金融體系相對穩定，以致經濟成長的起伏對銀行業信用損失，並不致產生較大幅波動。

## 肆、歐洲央行及德國央行發展現況

鑑於壓力測試為評估嚴峻、短暫金融及總體經濟衝擊對金融體系影響的主要工具，歐洲金融業壓力測試，係由各國金融主管機關、三大歐洲監理機關(European Supervisory Authorities, ESAs<sup>14</sup>)及各國中央銀行等機關，依其職責及監管目的分工執行，前兩者著重於個別銀行監理，採由下而上法執行個體壓力測試，後者考量總體金融穩定，使用由上而下法之總體壓力測試。本章以本次參訪機關—歐洲央行及德國央行為例，說明歐洲地區央行發展總體壓力測試架構現況及其挑戰。

### 一、歐洲央行

為落實總體審慎監理，歐洲央行擔任風險評估之角色，包括兩大要項：一為提供歐盟整體壓力測試之必要輸入資訊<sup>15</sup>，如提供負面總體情境之假設<sup>16</sup>、基準違約機率與違約損失率<sup>17</sup>、總體風險參數<sup>18</sup>(如

---

<sup>14</sup> 包括歐洲銀行監理局(European Banking Authority, EBA)、歐洲證券暨市場管理局(European Securities and Markets Authority, ESMA)及歐洲保險和職業年金管理局(European Insurance and Occupational Pensions Authority, EIOPA)。

<sup>15</sup> 歐洲銀行監理局(EBA)與歐洲保險和職業年金管理局(EIOPA)之壓力測試分別適用於銀行業及保險業。

<sup>16</sup> 提供EBA與EIOPA使用。

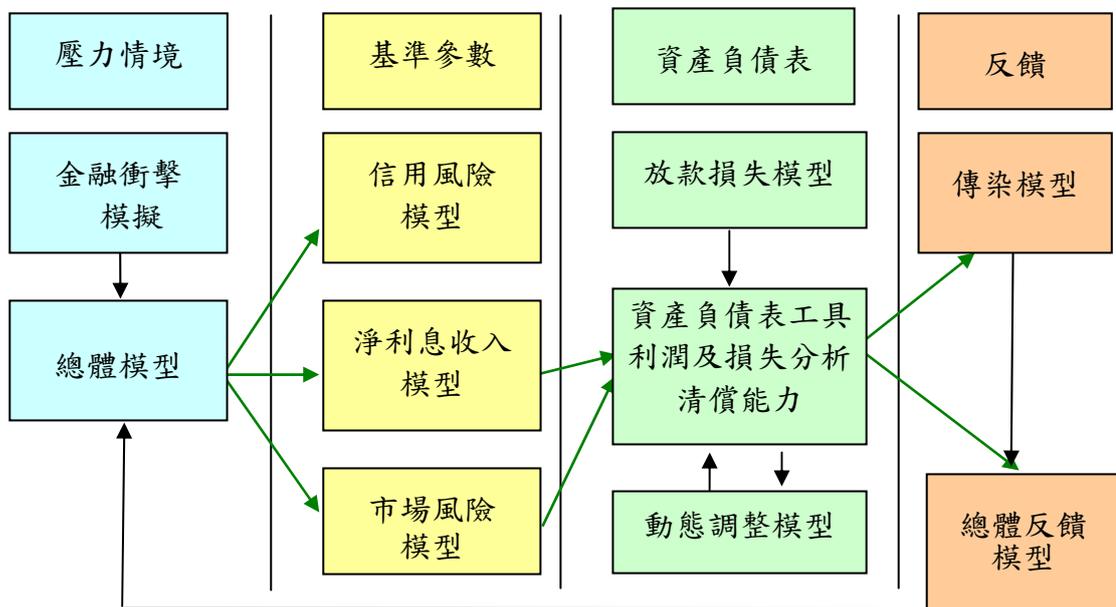
<sup>17</sup> 提供EBA使用。

<sup>18</sup> 提供EBA使用。

交易部位價值減損比率)等資料。另一為執行由上而下法之總體壓力測試，如歐盟整體壓力測試之同業評核(peer review)與一般風險評估。該行總體壓力測試主要使用公開可得資料，適用對象為 90 家歐盟境內大型銀行，其評估結果可用於監控歐洲總體風險、內部評估及各國監理。

歐洲央行壓力測試架構主要由四部分組成，分別是壓力情境設定、基準參數的決定、資產負債表所受影響及反饋效果等，每一部分均透過不同模型進行檢驗測試，希望達到合理可信的結果，如圖 4-1 所示，各組成部分雖有流程關係，但透過結果的反饋，可再提供新的循環。以下將分述各組成部分所採用之相關模型。

圖 4-1 歐洲央行總體壓力測試架構



資料來源：Sørensen (2012)。

## (一)總體及金融壓力情境設計

歐洲央行在歐盟之銀行壓力測試中，除參與從模型之建立至完成測試後之檢討等各階段的協商外，另扮演一重要的角色，即情境之設定。其設定情境之方式，主要如下：

### 1. 歐盟總體情境：壓力測試的彈性設定

(1) 泛歐盟多國衝擊模擬工具：此係以內生變數相應於預先定義的外生衝擊之衝擊反應函數為根據。

(2) 特色：容許衝擊限定於特定國家，並結合泛歐盟之外溢效果(透過貿易連結區塊)。

### 2. 非歐盟總體情境：外部模型，例如跨國總體計量模型(National Institute Global Econometric Model, NIGEM)。

### 3. 連結金融部門及實體部門間反饋效果之大規模總體模型，例如動態隨機一般均衡模型(dynamic stochastic general equilibrium, DSGE)、多國模型(Multi-Country Model, MCM), 貝氏向量自我迴歸模型(Bayesian Vector Autoregression, BVAR)、全域向量自我迴歸模型(Global Vector Autoregression, GVAR)。

### 4. 推引單純金融衝擊情境之模型。

## (二)決定基準參數

透過不同模型，以求得影響銀行資產負債表及資本之基準參數。

### 1. 信用風險模型

(1) 採用自我迴歸遞延分配模型(Autoregressive Distributed Lag model)。

(2) 資料範圍：整體歐元區、季資料。

(3) 以微型金融機構之呆帳比率做為非金融企業、抵押貸款及消費者信用貸款組合之損失比率。

(4)主權及金融機構違約機率則採用 Kamakura PD (但實務上，歐洲央行係採以評等為基礎的 PD)。

(5)當國家層級之風險有預期變化時，亦納為決定個別銀行層級之 PD 的參考。

## 2.市場風險模型

採用下列兩種方式，但其主要限制為：在由上而下法中，部位資料遭忽略；交易壓力之短期性質難以融入銀行簿之中、長期壓力；難以捕捉事件風險(event risk)。

(1)交易簿之主權債券的價值減損：透過淨現值債券評價公式，推導指標殖利率改變對到期債券評價之衝擊；或是以握有之每一債券價格損失百分比及國家別債券餘額加權平均計算。

(2)以模型為根據：使用具弱外生獨立變數之時間數列模型，以推導市場風險變數的條件密度(conditional density)。

## 3.淨利息收入模型

透過貨幣市場利率傳遞至個別國家存貸比之估計，以預估銀行之淨利息收入的變化，亦即觀察銀行之存放資金缺口和市場利率，以預估淨利息收入的變化，其中批發資金成本(wholesale funding costs)以兩年期信用違約交換(CDS)利差替代。

### (三)清償能力分析—資產負債表工具

壓力測試的目的在於了解銀行體質健全程度及其資本能否承受經濟金融壓力衝擊，最終要判斷銀行在壓力下的清償能力，以推斷整體金融市場受到的影響。

歐洲央行透過上一步驟求得信用規模成長情形、利潤走勢、信用風險、市場風險等參數後，再經由資產負債表之組成分析銀行清償能力，所以其壓力測試也結合了鏈接程式(satellite equations)和個別銀行

的資料(資料來源均為公開揭露，分別來自 EBA、銀行財務報表、歐洲央行的統計及私人資料庫等)。至於清償能力分析則包括資產負債表項目及損益項目。再經由此一分析，導出在不同情境下，個別銀行之清償能力。

#### (四)反饋—傳染效果分析

##### 1.金融部門和實質部門間

(1)偏離靜態資產負債表的假設，並結合動態銀行的行為(即資本部位應考慮壓力測試衝擊的影響)。使用之方法包括再投資規則(reinvestment rule)及動態最適化(dynamic optimization)。

(2)DSGE 模型或大規模總體模型。

##### 2.銀行間傳染的網絡分析(Network analysis)

(1)個別銀行之破產很可能透過雙向曝險，而外溢至其他銀行。

(2)目前有不少研究計畫還在發展中，包括：由支付系統資料(TARGET2)辨別銀行間的存貸關係、以隨機配對程序模擬銀行間的網絡，探求整體銀行間的存貸關係，以提供銀行間傳染的圖例、結合資金流動和金融機構資產負債表中銀行間存貸資料。

綜言之，歐洲央行認為採機構別且由上而下的模型在分析總體金融衝擊情境對銀行資產負債表之影響，是一相當有力的方法，主要優點包括可做跨機構比較、可依主要情境進行敏感性分析等。然而，以該行參與的壓力測試為例，仍有不少挑戰需要克服如次：

- 如何選擇適當的壓力情境？
- 如何捕捉銀行間及銀行部門以外的傳染效果？
- 金融部門和實體部門的連結及其反饋效果的分析。
- 如何在系統中引進負債面(籌資及流動性)的反饋效果？
- IFRS 定義須入帳之「準備」(provisions)及風險加權資產、資產

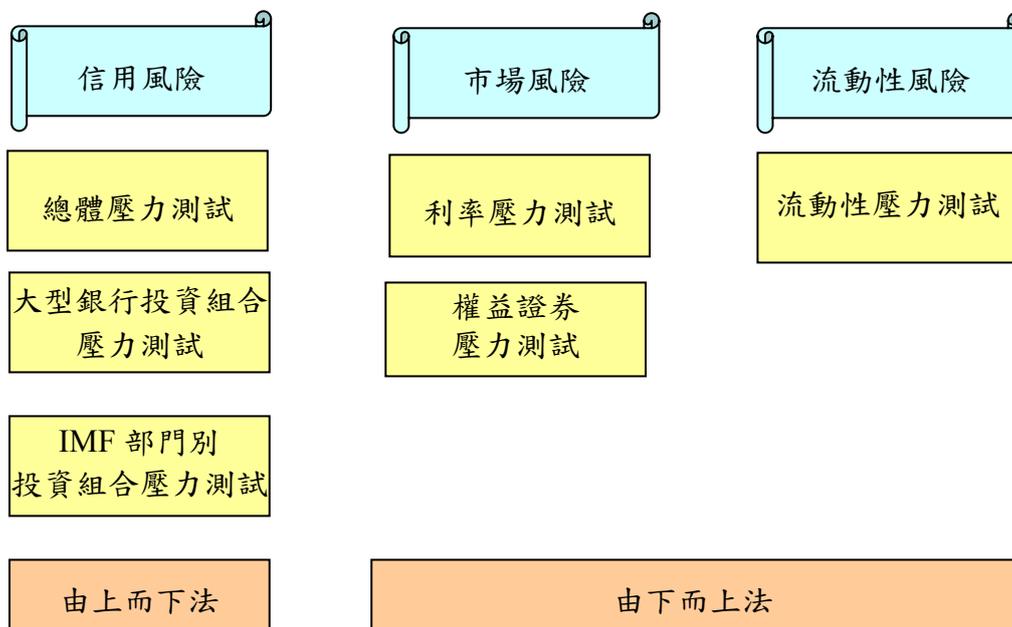
處分之處理。

- 是否應該包括銀行以外之其他金融機構？
- 資料之一致性及可得性。
- 如何維持全部整合在一起之架構？
- 如何進行金融機構內在調整之模型化？

## 二、德國央行

德國央行考量歐元推出後，會員國間金融往來將更為緊密，爰自2003年起定期對該國金融體系進行壓力測試，其間參酌國際組織的方法，以及金融情勢之轉變，歷經多次增補修訂，以期建構完整周全之總體壓力測試架構，評估個別金融機構及整體金融體系於市場劇變或負面總體衝擊後的復原力。即使在經濟金融並無太大變化期間，該行壓力測試的結果仍被用於銀行監理及金融穩定之分析。

圖 4-2 德國央行總體審慎壓力測試架構



資料來源：Keim (2012)。

德國央行執行壓力測試主要目的及理由為：1.做為整體風險管理之基礎；2.壓力測試較其他統計方法更具彈性；及3.協助辨別特定風險或新的風險。為了建構完整之風險管理制度，該行分別就信用風險、市場風險及流動性風險建立總體審慎壓力測試架構(圖 4.2)，以評估金融機構及金融體系之穩定及風險承受能力。以下為該行目前執行情形，包括壓力測試之架構、方法及其過去執行之部分結果。

## (一)信用風險壓力測試

### 1.簡單部門別壓力測試(Simple Sectoral Portfolio Stress Tests)

#### (1)資料來源

- 借款機構統計資料：對 20 個主要產業曝險。
- 聯邦統計局(Federal Statistical Office)資料庫：部門別破產比率(sectoral insolvency ratio, IR)。
- 時間數列：13 年。

(2)預期損失 =  $\sum_{Portfolios} \text{Exposure at Default} * PD * LGD (=45\%)$ ，實際計算時，係以部門別之 IR，代替部門別 PD。

#### (3)情境設計

- 嚴重情境
  - 經濟嚴重衰退：所有部門平均破產比率增加。
  - 全球失衡惡化：出口導向部門的企業破產比率增加。
- 一般情境：交通及通訊部門的破產比率增加(以過去 13 年最大增幅之 2 或 3 倍估算)。

### 2.進階大型銀行信用組合壓力測試

#### (1)目的

測試德國主要銀行承受德國境外全球信用緊縮的能力。

#### (2)資料

- 資料來源為德國央行之大額曝險信用登錄資料(credit

register)。依德國銀行法(German Banking Act)規定，銀行對個別客戶信用曝險達一定門檻者，必須向德國央行申報相關資料，目前門檻為 1.5 百萬歐元；資料中並將相關借款人歸戶為一「借款單位」(borrow unit)，以捕捉個別借戶之集中情形。

- 樣本數包括合計資產總額約達德國金融體系 56%之 24 家較大型銀行，約涵蓋 8 萬筆借款單位。

### (3)性質

- 個別借戶之 PD 係以內部評等法為基礎。另本模型中個別借戶之違約率於必要時亦可以部門別違約率代替。
- LGD 依不同產業而異，非由個別銀行提報。

### (4)主要模型

- 總體經濟計量預測模型
- 採用VAR模型<sup>19</sup>；• 預測期程為一年。
- 假設多個產業部門同時承受一致的壓力。
- 壓力情境定義為「一系列系統性風險因子對壓力反應之期望值」。
- 此法較「單點預測」(point forecast)穩健，且已知發生的機率。
- 信用組合風險模型
- 以部門間之關聯性捕捉信用風險外溢至其他部門的程度。
- 自動捕捉部門別或個別借戶的信用集中度。
- 多因子信用組合模型(multi-factor portfolio model)

$$Y_i = r \cdot X_{s(i)} + \sqrt{1-r^2} \cdot \varepsilon_i$$
， $Y_i$  為無法觀察的違約啟動變數， $X$  為系統性風險(產業風險)， $\varepsilon_i$  為非系統性風險(個別風險)， $r$  為系統性風險權重。

$$L_n = \sum_{i=1}^n w_i \cdot LGD_i \cdot 1_{\{Y_i \leq \gamma_i\}}$$
， $L_n$  為信用組合損失， $\gamma_i$  為違約下界

<sup>19</sup> 落後期數為 3 期。

(default barrier)可進而求得信用組合損失之期望值。

#### (5)主要假設

- 邊際收益之增加無法彌補違約率提高產生之損失。
- 壓力情境及關聯性是以德國及歐盟資料估計，但使用於所有的組合。

#### (6)壓力測試結果及未來模型擴充

- 採部門別之違約率較個別借款人之違約率所估計之違約損失為高(僅使用 2009 年的資料)，且大幅扭曲其結果。
- 總體預測模型較適於估計全球信用緊縮對主要因子的量化影響。
- 部門間相關性在衡量信用組合損失時，扮演關鍵角色。
- 計畫中之模型將擴展至「多期模型」及「以市場價格評價之損失衡量模型」。

### (二)總體經濟壓力測試

#### 1.採用三階段模型

- 階段一：定義適當之壓力情境，計算基準情境及壓力情境之國內生產毛額和利率等之差異。
- 階段二：在不同情境下，預測壓力下之逾放比和利息收入等，並計算個別銀行之各項比率及變數。
- 階段三：以銀行評等模型計算銀行之違約率；並設定壓力以評估違約率分配之改變。

#### 2.德國央行實際測試過程

- 確認德國經濟的總體經濟風險，如油價衝擊、全球貿易失衡和經濟嚴重衰退等。
- 推導出風險情境(如：經濟成長率和利率等資料)。
- 將情境納入德國央行之總體計量模型。

- 以德國央行之個體計量模型預測每一壓力情境下受壓銀行的資產負債表資料，如：逾放比、貸款損失準備、利息收入等。

### 3.德國央行之個體計量模型

- 使用動態一般動差模型(dynamic generalized method of moments, GMM)。
- 資料：銀行資產負債表之年度資料、總體經濟數據；期間由 1993 至 2006 年，每年超過 2,000 筆。
- 分別以逾放比、貸款損失準備及利息收入對放款比率為因變數，觀察其受放款期限、長短期利率、經濟成長率等因素之影響。
- 德國央行發現 2009 年之存款金融機構之表現較 2008 年為佳。

### (三)市場風險壓力測試

#### 1.概觀

- (1)市場風險敏感性分析：包括利率、權益證券價格、匯率、信用價差(credit spreads 2006 年以後引入)及波動度等。
- (2)範圍：要求銀行計算在預定之壓力情境下所持有總部位(包括交易簿及銀行簿)之市場價值改變。
- (3)執行頻率：從 2003 年起每年 1 次。
- (4)樣本：從公營、民營銀行及基層金融機構選定中、大型銀行；2003 至 2005 年選擇 15 至 20 家，2006 年以後選擇 30 家。以是否具系統重要性為選擇標準。然而，也選擇不同種類(公營、民營銀行及基層金融機構)之數家中型銀行，目的不在判斷德國整體銀行狀況，而是在觀察不同銀行種類間之潛在弱點的差異。

#### 2.情境設定

##### (1)利率變動

- 壓力情境：將利率變動，以時間短(3 個月內)、中(3 個月至 5 年)及長期(5 年以上)的基本點(basis points)變化，及同時間

長、短期利率變動幅度相同或相異等劃分不同之情境。

- 德國央行以 2006 及 2007 年基本點平行上升 150 點為例，發現地區型金融機構及不動產銀行受到較大衝擊(資本減損達 12%以上)，但一般商業銀行則相對較小(2006 年約 4%，2007 年則不到 3%)。

### (2)權益證券價格變動

- 壓力情境：全球股價重挫 30%。
- 商業銀行所受影響最大(由 2003 至 2007 年間之資料可以發現，其資本之加權平均減損約在 8%至 13%間)，其次為地區型基層金融機構。

### (3)匯率變動

- 壓力情境：包括歐元對其他所有通貨升值 15%及貶值 15%兩種情境。
- 以歐元升 15%觀察，各類金融機構所受之影響均相對較小，資本減損均在 1.5%內。

### (4)波動度變動

- 壓力情境：利率、權益證券價格及匯率之波動度變動 50%。
- 以設定之情境觀察，各類銀行資本所受影響均不大，而且有正負之可能。

### (5)信用價差變動

- 壓力情境：信用評等 AAA 等級信用價差提高 10 個基本點、AA 或 A 等級提高 20 個基本點、BBB 等級提高 50 個基本點、BB 或 B 等級提高 100 個基本點、CCC 等級以下提高 200 個基本點。
- 以上述壓力情境分析，德國央行發現各類型銀行之資本均受負面影響，但均在 1%至 3%間。

#### (四)壓力測試結果比較

- 以上述壓力情境分析，德國央行發現各類型銀行之資本均受負面影響，但均在 1%至 3%間。
- 利率風險和權益證券風險為最主要之風險因子。
- 小型基層金融機構具有相當高的利率風險。
- 一直到 2006 年，大型銀行都有相當高的權益證券風險；但 2007 年以後，已有適當之調整。
- 所有壓力測試之結果均公布於德國央行金融穩定報告(Financial Stability Review)。

#### 伍、壓力測試之挑戰及未來改進方針

不少先進國家央行已將壓力測試視為執行總體審慎監理之重要分析工具之一，惟壓力測試結果有時被質疑過於樂觀或過於嚴苛，探究原因主要是壓力情境設定有欠縝密，而低估或高估系統性風險，往往是資料限制而不得不簡化模型所致。近年來，許多銀行及金融監理機關在利用計量經濟模型，以發展評估金融體系脆弱度之多項風險總體壓力測試方面，有長足進步，惟囿於資料限制或因假定總體衝擊間彼此相互獨立且無交互作用，缺少全面反饋與交互作用之系統性風險評估，易產生偏誤與不確定性等問題，導致模型結論彼此不一。未來，如何提高資料細緻度、考慮景氣循環效果、進行樣本外驗證及回溯測試之模型檢驗、考量反饋效果及內生參數不穩定性、從總體觀點將整個金融體系之部分損失(partial losses)予以模型化、延長風險衡量期間以配合部分金融失衡之處理時效等，均是不小挑戰。

本章試以中央銀行維護金融穩定職責之角度，探討各國央行執行壓力測試面臨之挑戰及本行擬加強現有壓力測試之處，並提供國際組織及全球監理機關改進方針，藉以協助本行壓力測試之設計與執行更加完善。

## 一、壓力測試對全球央行之挑戰

各國中央銀行與金融監理機關基於維持金融穩定之職責，不僅關注如何量化總體與個體之關聯性，且致力發展特定模型化專業技術。此係各國央行在執行方法上，經常面臨相同挑戰，致使該等專業技術可作為發展全球央行之共同分析起點。

為瞭解全球央行執行總體壓力測試可能面臨之挑戰，Foglia (2009)彙整全球主要央行或監理機關之信用風險壓力測試模型，試比較該等模型在衡量方法、情境設定及測試結果等面向之差異，並聚焦於分析總體經濟之風險驅動因子與個別銀行信用風險衡量結果之關聯性。依據其分析結果，現有模型在處理主要金融體系交互作用上，似嫌不足，致使中央銀行在執行總體審慎監理時，可能面臨一些重大挑戰。例如：

- 鮮少有以模型推估市場流動性壓力對籌資之衝擊效果或信用、市場及流動性風險間關聯性者。
- 忽略金融部門對實質部門之反饋效果。
- 未能將風險之跨國傳遞管道(包括銀行間之跨國蔓延效果)列入內生變數考量。
- 預測變數或風險關聯性時，往往忽略其潛在非線性或結構性關係。
- 部分方法以預測之條件均值估算壓力情境下可能結果，卻未考量個別金融機構在真實壓力情況下，可能出現之損失分配。

此外，在技術層面上，各國透過總體壓力測試模型，進行總體審慎監理之際，亦有下列數項缺口尚待解決<sup>20</sup>，俾利於央行或監理機關及早辨識可能威脅金融體系之潛在風險與弱點。

- 模型難以真實反映金融部門內部之傳染效果，特別是金融部門傳遞至實質經濟之反饋效果。

---

<sup>20</sup> BCBS (2012)。

- 為反映經濟衰退時期，個別銀行在追求利潤下之行為差異，勢必投入更多人力與時間，藉以從金融變數、總體經濟變數與金融健全指標間統計關係中，掌握可能影響金融穩定之非線性及結構性因子。
- 擴大總體壓力測試涵蓋之風險範圍，並掌握模擬情境對資產負債表外部位之衝擊效果。由於該等效果彼此交錯或具擴大效果，監理機關需致力於掌握各類風險間之重要交互作用，以達成此一目標。
- 總體壓力測試模型通常僅著重銀行部門，而忽略其他類型金融機構，例如納入銀行以外之金融部門。就某些國家而言，以模型推估極端不利衝擊在金融部門內部蔓延情形，或預測金融部門與實質部門間傳遞效果時，可能須將不受監管之非銀行金融機構列入測試對象。

## 二、改善本行總體壓力測試架構

壓力測試的特性之一，就是可隨時間經過加以追蹤與改進，尤其是金融情勢隨時變動，且發生系統性衝擊的機率極低，因此過去的經驗並非未來的可靠指引，而風險預測又不具任何可信度，惟壓力測試可提供銀行脆弱性的數值規模，特別是對風險管理的形成、風險減緩作業及金融危機應變計畫，具有相當廣泛的效益。檢討本行執行總體壓力測試過程，在強化整體架構與執行方法，以及提高模型設計精細度，尚有改善空間，茲臚列該等模型未來可作進一步改進方向<sup>21</sup>，以及此次就相關議題向參訪機關請益內容如后。

### (一)現有模型未來改進方向

#### 1.市場風險壓力測試

- 逐步建立完整的總體經濟金融模型及鏈接模型，並加強具金融與

---

<sup>21</sup> 黃淑君 (2011; 2012)。

實質面交互作用之系統性風險評量，包括考量金融部門與整體經濟之雙向連結。

- 測試方法可採動態分析法以取代現有靜態分析，以觀察持續性衝擊下，對金融體系之累積影響；總體經濟模型可採結構式 VAR (SVAR)以取代現有 VAR 模型。
- 市場風險因子的考量，亦可更細緻，如不同國家外幣變化的關聯性；探討匯率、利率與股票市場間的關聯性及此三種市場風險間之交互影響效果；深入分析間接市場風險所涉及之信用風險，及其對銀行部門之衝擊；以及市場風險經由銀行部門擴散至實質經濟之反饋效果。
- 給定各項衝擊之參數時，應考量其發生機率，以確實掌握銀行第一類資本及自有資本之可能變動情況；將匯率及股票波動度增加之衝擊，列入壓力測試情境。
- 可嘗試將「反向壓力測試」之概念納入壓力測試情境，預先設定可能發生之危機規模，透過總體經濟模型，反向推估未來危機發生時之總體情境，以避免因壓力情境不夠嚴重，致無法有效預警金融危機。
- 受壓單位可擴及外國銀行在台分行，俾更能評估整體銀行業所受風險；並可進一步研究個別銀行之集中度風險及銀行間之共同曝險與傳染風險，以瞭解金融體系之系統風險。
- 似可建立小型傳統總體計量模型，以國內外研究機構之中長期預測為基準情境，先模擬我國經濟發展實況，再按 Basel III 逐年模擬資本要求提高對國內銀行業整體與個別銀行之影響，供作央行整體系統性金融穩定政策參考。

## 2.信用風險壓力測試

- 提高資料細緻度：受資料限制，目前模型 LGD 係採假設固定值，俟未來銀行 LGD 資料庫建妥後，似可依目前估計違約率分配之作

法，求出 LGD 之分配情形，俾利確實反映現況；在房貸重要變量方面，除國泰房地產指數及信義房價指數外，可進一步蒐集其他房貸相關變量資料，例如貸放成數、貸款所得比(DBR)等。

- 考量景氣循環效果：未來可針對不同景氣循環時期，研究銀行放款餘額之變化程度，用以推估壓力測試時之違約曝險額(EAD)，亦可考量不同景氣循環階段對 PD 及 LGD 之影響，以及跨循環(through the cycle)之效果。
- 本信用風險壓力測試模型係將總體經濟變量視為外生變量，後續研究方向或可探討信用風險經由銀行部門擴散至實質經濟之鏈接模型及反饋效果；並進行樣本外驗證及回溯測試之模型檢驗。
- 未來可將放款種類區分為抵押貸款與非抵押貸款進行測試，以瞭解壓力情況下，放款擔保品對放款違約率之貢獻情形；或改採「由下而上法」，除分析個別銀行對信用風險之承受能力外，並可依照銀行所有權或銀行規模將本國銀行分為不同群組，進行壓力測試並予以比較。

## (二)請益事項與檢討議題

此次向歐洲央行及德國央行請益事項與檢討內容，以探討各國目前建構與執行壓力測試模型相關議題與挑戰為主軸，並瞭解受訪單位進行壓力測試之制度面資訊(表 5-1)，謹摘要討論大綱如下：

- 權責性(accountability)
  - 金融監理機關要求銀行執行壓力測試之法源依據。
  - 負責執行總體/個體壓力測試之金融監理機關。
  - 有權檢覈銀行壓力模型合理性之金融監理機關。
- 制度架構
  - 各項壓力測試模型發展初始時間。
  - 現有壓力測試方法與模型。

- 負責模型發展與維護之單位及其員額。
- 模型驗證機制之建立。
- 資料可取得性與一致性
  - 可用以替代「違約損失率」、「違約曝險額」之資料。
  - 資料細緻度
    - 貸放成數(LTV)、貸款所得比等資料是否納入可能影響房貸違約率之重要變數?
    - 各類放款違約率資料是否採反映單時點(point in time)訊息?能否切實反映跨循環(through the cycle)之效果?
- 模型精細化
  - 模型修正頻率。
  - 在前瞻性壓力測試下，如何延長模擬情境之跨期期數?
  - 在衡量金融部門與實質經濟間反饋效果時，除採 DSGE 外，有否其他更好的方法?
  - 設定模型參數時，是否考量順景氣循環效果及網絡外部性?
  - 設計壓力測試情境時，是否採取「反向壓力測試」<sup>22</sup>(reserve stress testing)?
  - 進行模型檢驗時，有否作樣本外驗證及回溯測試<sup>23</sup>(back test)?
- 監理機關專業能力
  - 囿於監理資源有限且專業能力不足，金融監理機關如何驗證銀行所採之個體壓力測試方法與模型是否妥適?
  - 對於發展壓力測試剛起步之監理機關，如何與時俱進，使其調整模型之腳步，能趕得上國內金融體系發展速度?

<sup>22</sup> 先假設危機之損失規模，再透過總體經濟模型，反向推估該等危機發生時所處之總體情境。

<sup>23</sup> 以信用風險壓力測試為例，回溯測試之進行方式係將各年度之模型變數代入，得出各年度之預期放款違約率後，再將其與實際違約率比較，以檢視模型過去之預測能力。

表 5-1 歐洲央行與德國央行壓力測試架構之比較

機關名稱	執行依據	專責單位	權責範圍	模型種類	模型建構 初始時間
歐洲央行	為「歐洲金融監理制度」 <sup>1</sup> 架構之一環	「區域金融穩定評估」部門 <sup>2</sup>	·執行歐盟國家總體壓力測試(由上而下法) ·提供EBA壓力測試的總體壓力情境及變數 <sup>4</sup>	·信用風險 ·市場風險 ·獲利情況 ·傳染風險 ·系統風險 ·總體反饋效果	2003年
德國央行	德國銀行法	「銀行與金融監理」部門 <sup>3</sup>	·執行國內大型銀行資產組合總體壓力測試 ·執行國內金融機構個體壓力測試	·信用風險 ·市場風險 ·流動性風險 ·總體經濟 ·大型資產組合	2003年

註：1. European System of Financial Supervision (ESFS).

2. DIV Financial Stability Assessment.

3. Department of Banking and Financial Supervision.

4. 歐洲銀行管理局(European Banking Authority, EBA)依據其組織法，與歐盟各國監理機關、ECB、歐洲系統風險委員會(European Systemic Risk Board, ESRB)及歐洲委員會(European Commission)等機關合作，採由下而上法，執行歐盟地區主要大型銀行之個體壓力測試(2011年共計21國90家大型銀行參與測試)。

資料來源：作者整理。

### 三、全球未來展望

全球金融危機發生前，總體經濟模型主要探討資訊不對稱、不完全市場及道德風險可能擴大景氣循環，且擔保品放款可能擴大波及範圍等議題，儘管有不少金融體系潛在弱點與風險，在危機發生前已略

見端倪，加以各國央行亦嘗試透過壓力測試予以偵測，但仍無法完全予以迴避。探究原因在於該等總體經濟模型及壓力測試均未能充分掌握導致金融危機之重要成因，例如系統性重要金融機構引發之系統風險、不同金融機構產生總和信用系統性風險、金融市場風險與資金流動性風險間之交互作用、跨國傳染效果、金融體系與實質經濟之傳遞管道、金融部門與實質部門間之反饋效果，以及新監理措施導致銀行授信行為變化等因素。此外，測試時程長短與資料細緻度，亦被視為影響壓力測試結果之癥結。茲彙整國際重要組織如巴塞爾銀行監理委員會(Basel Committee on Banking Supervision, BCBS)、IMF 及相關文獻就前揭議題，提出相關建議及改進方針如后。

### (一)延長測試時程與強化資料細緻度

近年來各國監理機關普遍將銀行業壓力測試執行時程訂為兩年，例如 2011 年歐盟壓力測試及美國「監管資本評估計畫」(SCAP) 壓力測試等。不過，已有部份市場參與者將執行時程延長(例如五年)，試以較長的時間觀察銀行以稅前損益支應壓力衝擊損失之變動情形，從而預測壓力情境對銀行利差變動及信用損失之跨期累積效果。

不少文獻指出<sup>24</sup>，採用較細緻資料產生之壓力測試結果通常會較使用總和資料者為佳。使用總和資料須假設金融部門內所有機構曝險品質一致，惟實務上，部分金融機構在高風險策略下採取之經營模式可能大相逕庭。以目前總體壓力測試模型來看，尚無法明確地將銀行間蔓延效果模型化，除非以細部資料(*granular data*)為之。益以從分析金融部門間相互作用或金融部門至實質經濟反饋效果模型之角度來看，提供細部資料有其必要性。

---

<sup>24</sup> Bolt et al (2010), Coffinet et al. (2009), Duellmann and Kick (2012), and Van den End and Tabbae (2012)。

依據BCBS信用管道與貨幣傳遞機制研究工作小組(Research Task Force Transmission Channel, RTF-TC)之調查結果<sup>25</sup>，執行總體壓力測試時，銀行曝險資料越細緻越好。再者，採較細緻授信資料(如個別銀行本身對每筆曝險之違約機率及預估違約損失率)產生之壓力測試結果，迥異於採部門平均借款資料者(Duellmann and Kick (2012))。

## (二)系統風險衝擊之評估

金融危機發生後，系統風險壓力測試在國際組織及各國監理機關蔚為風潮。系統風險係指使金融體系之部分或全部受到損害，導致金融服務中斷，並可能對實質經濟產生不利影響之風險(IMF, BIS and FSB, 2009)，主要可分為總合風險<sup>26</sup>(aggregate risk)或稱順金融循環風險，以及跨部門之網絡風險<sup>27</sup>(network risk)兩大類型<sup>28</sup>。鑑於系統風險不易衡量，且衡量指標不易制定，若系統風險指標可列入總體經濟分析範圍，決策者則可提早偵測系統風險，更精確評估潛在外部衝擊及政策干擾結果。

然而，目前尚無任何單獨模型足以周全地衡量系統風險，且無各界廣泛接受之統一模型。取而代之，研究人員多以一連串模型及方法，檢核一項或少數系統風險要項。儘管相關模型琳瑯滿目且其基本假設互異，但該等模型共同點，均將銀行部門健全性視為金融穩定之要件，且認為系統風險之出現與銀行未來資本及流動性惡化可能性遽增息息相關。至於模型分析面向也不盡相同，其中包括分析動機(如實證或理論範疇)及涵蓋範圍(個別銀行、金融部門或整體經濟情況)。依該等模型及方法之複雜度及其捕捉金融部門與實質部門相互

---

<sup>25</sup> BCBS (2012)。

<sup>26</sup> 係指金融機構普遍在景氣好時過度承擔風險，景氣差時卻縮緊銀根，導致金融循環波動幅度超過景氣循環波動幅度，損害金融部門及實質經濟之穩定。

<sup>27</sup> 係指金融機構因持有相同或類似資產，或透過網路關係相互連結，以致直接或間接暴露於共同衝擊或風險因子，導致該等金融機構於特定時點發生連鎖倒閉之風險。

<sup>28</sup> Borio (2009) and Hannoun (2010)。

關係之能力，主要可分為下列幾種方法：

1. 早期預警模型：該模型係以總和資料為基礎之簡單指標(如授信相對國內生產毛額比率)或主要資產價格指標(住宅、商用不動產及股票價格指數)構成。該等指標多透過檢核總體變數偏離其長期趨勢程度來計算。若偏離值(deviations)過大，表示金融市場恐無法持續發展且金融情勢可能面臨急遽反轉。一般而言，該等指標因可掌握大部分跨部門及跨國間逐漸升高之系統性或一般風險訊息，通常可提供有用之金融危機警訊，惟在預測樣本外資料方面，卻有可信度不足之虞<sup>29</sup>。針對此點，Alessi and Detken (2011)試以股價、房價及信用指標等跨國實證資料，預測總體經濟情勢，來解決標準早期預警模型之樣本外資料問題。
2. 違約距離衡量法(distance-to-default)：以即時且現成之個別部門或特定金融機構資料(例如採銀行股價之資產價格，或銀行資本或流動性部位之資產負債表資料)作為系統風險指標，將不同細緻程度資料加總後，利用簡單統計分析(如平均值或中位數)衡量系統風險。Carlson, King and Lewis (2011)及Jokipii and Monnin (2010)分別採用此法，以美國及OECD會員國銀行資料，估算銀行違約該情形，後者並透過GARCH模型預估內生價格波動度。
3. 因素分析(factor analysis)或主成分分析(principal component analysis)法：當有龐大資料庫可資利用時，可透過該等方法擷取出潛在因子，避免在選取相關總體變數上，產生偏誤或不對稱問題。該等統計技術有助於獲得較穩健之風險指標，且在預測能力、辨識時間序列資料，相當有用。特別是，將風險指標與總體經濟變數之聯合行為模型化時，以因素分析法可用於解決遺漏變數偏差及模型自由度

---

<sup>29</sup> 例如Assenmacher-Wesche and Gerlach (2010)表示，該等指標對不利總體情勢之預測能力有限，遂未評估其在預測金融危機或資產價格泡沫化之表現情形。

問題。此外，透過統計技術篩選重要因子，進行總體動態模型化時，該等方法因可提供較精簡方式來考量個體面資訊，故可將衡量總體及個體系統風險之方法加以整合。

4. 分量迴歸<sup>30</sup>(quantile regression): De Haan and Klomp (2011)透過此法捕捉在不同風險分配之百分位數下，銀行遵循審慎措施之潛在異質情形(heterogeneities)。研究結果指出，資本規定、業務限制、監理控制及進入市場規定等監理措施，與銀行健全性，在統計上具顯著相關，且銀行業務越趨向高風險分配區，該效果愈明顯。

### (三)系統流動性風險之衡量

除系統風險外，金融體系內金融機構與市場間之籌資及市場流動性風險相互連結衝擊產生之外部效果，亦逐漸受到重視，惟相關研究報告不多。首先，為找出符合有效評估系統流動性風險條件之總體審慎方法，需適度蒐集資料，以涵蓋跨國間金融部門特質及監理組織架構之異質性。其次，衡量系統風險方法必須因時制宜，且應排除流動性風險之順景氣循環趨勢，並考量景氣變化對個別金融機構風險貢獻度之影響。最後，需建立風險調整後定價機制，要求系統流動性風險貢獻越高之金融機構，應計提較高之資本。反之，若金融機構有助於吸收急遽上升之金融體系整體流動性風險，則資本要求相對較低。

針對前揭議題，已有文獻討論如何將流動性風險之公共部門成本透過不同途徑予以內部化(表 5-2)，例如透過保險制度(Goodhart, 2009; Perotti and Suarez, 2009; 2011)、資本計提(Brunnermeier and Pedersen, 2009)、稅賦(Acharya, Cooley, Richardson, and Ingo, 2010a; Acharya, Santos and Yorulmazer 2010b)、投資規定(Valderrama, 2010)及減少擔保品鑑價等措施，以降低賤賣資產引發之整體金融體系不利衝擊。特別

---

<sup>30</sup> 係探討不同分量位數下，解釋變數對被解釋變數各種可能影響的情形，亦即給定解釋變數於分量 0.25,0.5,0.75 等不同的情況下，觀察被解釋變數與解釋變數之間的關係。

是，Gorton (2009)提倡向金融機構徵收系統流動性風險之保險保證金，藉以瞭解公共部門援助被保險之資金市場，其所需耗費成本。另Schmieder, Hesse, Neudorfer, Pühr and Schmitz (2012)建構系統整體(system-wide)流動性壓力測試架構，除考量集中風險分析及Basel III規定之流動性比率外，亦嘗試透過隱含現金流量分析法(Implied Cash Flow Analysis)、期限錯配/展期(rollover)壓力測試，以及流動性與償債能力合併測試等三大要項(表 5-3)，評估個別銀行及整體金融體系承受流動性相關風險衝擊之能力。

儘管近年國際間發展系統流動性風險壓力測試架構已略見雛型，然而，以現階段可供採用之總體審慎壓力測試來看，能充分考量金融機構償債能力、流動性與金融體系整體籌資衝擊效果間交互作用者，依然闕如。有鑑於此，Jobst (2012)提出一套系統流動性風險調整後(systemic risk-adjusted liquidity, SRL)模型，除從整體金融體系角度，擴大穩定資金之評估範圍，以強化目前 Basel III 流動性架構外，並透過實證分析，量化不同類型之總體審慎工具(資本計提、規費、稅賦或保險費)，使其可用以定價或有流動性之使用。

前揭 SRL 模型結合選擇權定價、市場資訊及資產負債表資料，以概率法衡量多家金融機構面臨共同流動性不足事件之頻率與嚴重性。在風險概況個別變動及市場情勢共同變動情況下，將影響金融機構籌資穩定性之資產與負債期限錯配(maturity mismatch)與其他機構相關特質相連結。該套模型可用以量化個別金融機構在不同時點對整體流動性短缺之貢獻度，並可定價總體審慎監理架構下之流動性風險(例如用以估算應計提資本或保險費率)，有助於流動性管理人員將其系統性風險內部化。該模型亦可納入特定金融機構及/或整體籌資衝擊，推估嚴重壓力情境下系統流動性風險之預測值。

表 5-2 管理系統流動性風險之監理措施建議

作者	Goodhart (2009)	Perotti and Suarez (2009 and 2011)	Brunnermeier and Pedersen (2009)	Acharya et al. (2010a, 2010b, and 2012)	Cao and Illing (2009), Farhi and others (2009)	Valderrama (2010)
建議內容	流動性保險：徵收保費(景氣好時亦然)、監控風險、處罰過度承擔風險行為。	課徵短期批發資金稅，作為法定流動性保險資金來源。	計提期限錯配資本。	對業務行為課徵相關稅賦(景氣好時亦然)，以取得政府保證(含放款保證及流動性援助機制)。	訂定流動性資產最低投資限額或準備金規定。	減少附買回交易之擔保品貸放值。
系統風險處理方式	取決於保費調整方法。費率差異可依個別金融機構之系統重要性而定。	保費多寡取決於個別金融機構引發系統風險之不利外部效果而定。	依據個別機構之外部性(例如採 CoVAR 衡量)，調整資本計提金額。	依個別金融機構系統風險貢獻度，調整稅率。	若相關金融機構持有較多流動性，則金融體系整體復原力將隨之增強。再者，可對系統重要性金融機構採取額外流動性要求。	若不考慮市場與籌措流動資金間，透過業務循環之交互作用，除影響銀行外，是否亦會影響廣泛的市場參與者？
缺點	未提供具體實例說明，如何計算保費。	未提供具體實例說明，如何衡量系統風險對批發資金架構之影響。	未明確解釋以償債能力為導向之 CoVAR，可否用來計算應計提資本。	未提供具體實例說明，如何執行稅賦策略。係指衡量外部性或其貢獻度亦有窒礙之處。	基於相互連結及其他外部性考量，應將系統面資訊列入分析。	未提供具體實例說明，如何執行。

資料來源: Jobst (2012)。

表 5-3 系統整體流動性風險壓力測試之三大要項

測試類型	內容	結果
隱含現金流量分析法	<p>模擬一段期間內(一為連續 5 期，如 5 天、5 週、5 個月；另一為固定期間，如 30 天、3 個月)評估銀行因應擠兌事件之能力。</p> <p>模擬情境考量資產在賤價拋售時之市場流動性。</p> <p>逐步執行反向壓力測試。</p>	<p>哪家銀行未能通過測試？(可作不同群組比較)</p> <p>銀行中有哪些部位在特定情境下，仍能維持流動性？</p> <p>在模擬情況下，銀行及整個銀行體系之流動性短缺情形。</p>
	<p>可用以計算 Basel III 流動性覆蓋比率(LCR)，評估銀行支應未來 30 天流動性需求之能力；可變更風險權數，以評估其敏感度。</p>	<p>銀行有哪些部位符合監理規定？</p> <p>在模擬情況下，流動性短缺金額為何？</p>
期限錯配/展期壓力測試	<p>模擬資產與負債期限錯配產生之流動性缺口，並找出各種模擬情境下，不同期限部位之流動性缺口。</p> <p>當資料有限時，可將該項測試視為簡單版之壓力測試，或可作為較周詳之現金流動測試。</p>	<p>銀行有哪些部位在特定期限下，仍能維持流動性？</p> <p>在模擬情況下，流動性短缺金額為何？</p>
	<p>可用以計算 Basel III 淨穩定資金比率(NSFR)，評估銀行在較結構性條件下，資金來源之穩定性。</p>	<p>銀行有哪些部位符合監理規定？</p> <p>在模擬情況下，流動性短缺金額為何？</p>
流動性與償債能力合併測試	<p>模擬償債能力及集中度風險變動時，對銀行流動性之衝擊效果，反之亦然。</p> <p>(前兩個模組需分別自償債能力測試及籌資成本模型輸入資料)。</p>	<p>銀行有哪些部位在特定假設條件下，仍能維持流動性/償債能力？</p> <p>在模擬情況下，流動性/資本短缺金額為何？</p>

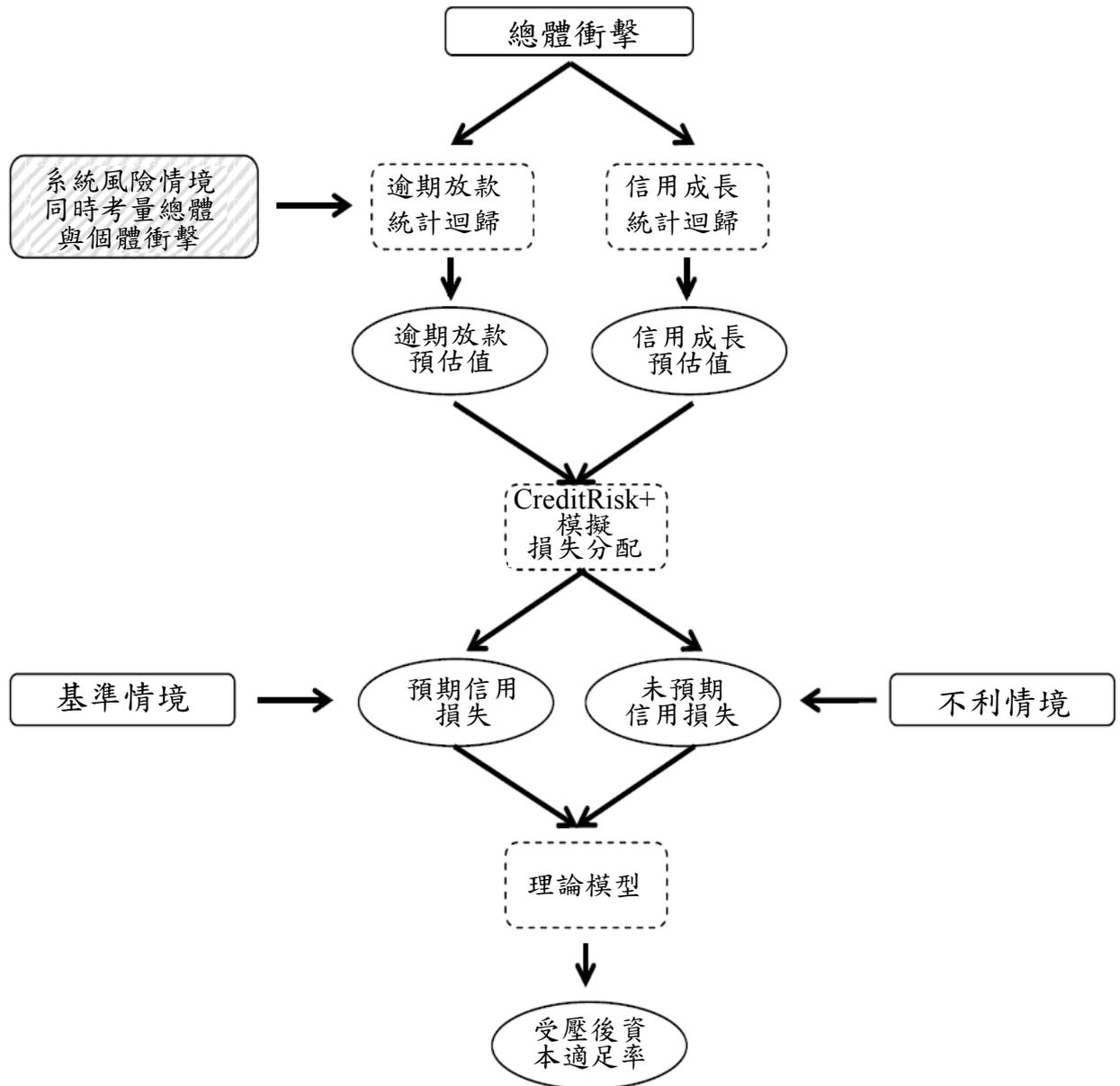
資料來源: Schmieder et al. (2012)。

#### (四)系統性信用風險之評估

金融業共同潛在弱點往往源自金融機構對總體經濟風險之曝險部位，惟金融體系內個別銀行間尾端風險之共同變動趨勢往往不易捕捉。有鑑於此，Maino and Tintchev (2012)透過 CreditRisk+ 量化迴歸，以簡單的總體金融壓力測試的架構(圖 5-1)，合併用以評估總和及個別風險因子衝擊之系統風險情境，並利用格式化理論模型，衡量未來信用損失、信用成長及淨利息收入對銀行資本適足率之衝擊情形，從而瞭解總體經濟變數變動對金融體系穩定之影響。總體金融壓力測試架構進行模型化之步驟如后。

- 首先，透過計量模型將銀行信用品質及信用成長視為相關風險因子之函數，並利用統計迴歸估計值，推估不同壓力情境下之銀行逾放比率及信用成長情形。
- 其次，依據統計迴歸估計值，以 CreditRisk+ 模型模擬銀行信用損失分配，並衡量其預期損失及經濟資本。
- 最後，推導出以資本適足率為未來信用風險、信用成長及信用價差函數之簡單理論模型，並將信用損失及信用成長預測值列入理論模型，以推估不同壓力情境對銀行資本適足率之衝擊效果。

圖 5-1 系統性信用風險總體金融壓力測試架構



資料來源：Maino and Tintchev (2012)

## (五) 監理措施影響銀行授信行為之評估

衡量總體變數改變時，對銀行授信行為之影響效果，特別是，將銀行對總體審慎政策及總體情勢改變之回應情形予以量化，為各國央行執行總體審慎壓力測試普遍關注之議題。

鑑於進行實證分析時，須採用較精細資料及具辨識度假設，以區別不同行為反應效果，目前用來分析總合授信改變情況方法之一，係以問卷調查借戶及放款者之回應意見為基礎，該等調查結果可供監理機關從個體層面，事前瞭解外部效果影響信用環境之資訊。Ciccarelli, Maddaloni and Peydró (2010) 假設銀行資深放款人員之反應，最能真實表達市場情勢，並於問卷中納入銀行改變貸放標準之理由等問題，從而依其借款需求、放款行為及資產負債表相關科目，直接分解出授信變動情形。

然而，此種作法可能有問卷作答者僅回覆央行關注重點之虞。是以，Foglia (2010) 利用借戶問卷回覆資料，找出惜貸機構，並將調查結果與監理資料核對，以提高其樣本有效性。Jiménez, Peydró, Ongena and Saurina (2010) 發現銀行授信管道對企業授信影響甚鉅，而家計部門貸款更因借戶信用品質良窳不一，致差異性更為顯著。

針對解釋變數資料不足問題，部分文獻指出，即便在欠缺放款申請資料下，仍可透過觀察同一貸放機構之各類放款或不同貸放機構之同類放款間承貸情形，辨識出總體審慎政策或總體經濟變數改變時，影響銀行信用供給與需求之變化。例如 Black and Rosen (2011) 認為，在考量財務健全前題下，金融機構規模大小會影響其承貸金額。此外，金融機構亦可藉由變更新貸案還款期限之方式，調整其核心資產部位。再者，Havro and Vale (2011) 將銀行競爭對手提供之放款利率視為移轉銀行信用需求之外生變數，找出挪威國內銀行承貸之授信案。

綜言之，目前用來解決辨識及衡量信用供給與需求議題之方法，雖為數不少，但均未臻完備，仍有賴其他更有可信且有力之分析工具。

#### (六)金融部門衝擊實質經濟之傳遞效果及兩者間反饋效果之衡量

2008年-2009年全球金融危機突顯出監理機關應將兩大要素納入總體審慎模型。一來應考量銀行核心業務之信用移轉行為有加重經濟與金融衝擊之虞；二來應審酌主要金融與總體經濟變數間線性與非線性之相互依存性，以及金融部門與實質部門間反饋效果。緣此，建構總體審慎模型應逐步納入模型均衡點外之動態情形、群聚行為及蔓延效果等因子。BCBS研究小組<sup>31</sup>就前揭觀點，提出兩大模型可供監理機關酌參：一為動態隨機一般均衡模型(DSGE)；另一為以經濟計量為基礎之進階總體壓力測試模型。

#### DSGE模型

DSGE模型最初出現於實質景氣循環(Real Business Cycle)文獻，其後發展之DSGE模型則多以新興凱因斯學派為基礎，透過不完全競爭市場，加入名目價格與工資僵固性(rigidity)等因素，且假設短期貨幣政策對實質經濟活動之影響不具中立性。該等模型主要由複雜且非線性之均衡模型組成，透過以實際時間序列資料為基礎之模型校準(calibration)與估計(estimation)，不僅可判別模型之良窳，亦可透過量化結果，對未來經濟變數進行預測。由於DSGE模型能提供較精準之政策分析與經濟預測<sup>32</sup>，近年來以此為應用之研究主題，在世界各國央行逐漸盛行。該等模型具有三大特色：1.模型為動態一般均衡體系，且完全以個體經濟為基礎，並假設個別監理機關行為理性且具前

---

<sup>31</sup> BCBS (2012)。

<sup>32</sup> 陳旭昇、湯茹茵(2011)指出，DSGE模型中具有個體基礎之最適化決策，不但可免於盧卡斯批判(Lucas critique)，使得政策實證結果較為精確，不會因預期改變，影響政策分析結論。再者，模型中具體呈現消費者的效用與偏好，有助於決策者進一步執行福利分析，並思考最適政策之執行。

瞻性；2.模型內部假設一致，可用以捕捉家計部門、金融機構與決策者間之互動關係；3.傳統DSGE模型無法隨意將非理性行為、無效率市場及資產泡沫形成等因子納入模型。

鑑於總體經濟文獻多忽略銀行業務特性，且銀行授信行為改變會使總體經濟波動加劇等(特別是總體一般均衡模型)，加以DSGE模型在解釋與預測2008年-2009年金融風暴上的表現不盡理想，目前已有不少研究報告，嘗試將銀行部門及其他金融業務納入DSGE模型，以改善相關缺點。Christiano, Motto and Rostagno (2010)將標準貨幣政策DSGE模型，加入銀行部門及金融市場，以歐元區及美國資料評估可能影響總體經濟波動之金融因子。分析結果指出，金融契約、銀行流動性限制，以及改變金融風險偏好與影響金融媒介功能之各項衝擊等金融因子，為決定經濟波動度之主要因素。

至於如何衡量金融部門在不同監理制度下，對總體經濟衝擊程度，Pariès, Sørensen and Palenzuela (2010)以歐元區為對象，建立一套封閉經濟(closed-economy)動態隨機一般均衡模型，評估監理制度改變(如實施風險敏感性及更嚴格之資本要求)對金融部門之影響，並建議監理機關允宜採用更著重個體基礎之最適化政策，以瞭解總體審慎政策與貨幣政策間之交互作用。

### 進階總體壓力測試模型

在壓力情況下，總體經濟變數與銀行財務狀況指標間之統計關係，可能出現大幅變動。因此，若僅聚焦於風險衡量之條件均值，可能無法妥適評估總和衝擊效果。在極端壓力期間，為評估損失分配之尾端值，聚焦於未預期損失可能益顯重要。BCBS (2012)指出，可採用分量迴歸解決該等議題，透過給定壓力指標在不同分量下之統計分配變動情形，估算極端事件引發銀行健全指標與總體經濟變數間統計關係變動之機率。

分量迴歸可充分運用於極端事件，亦可用於產生密度函數估計值，預測實質經濟活動與金融壓力，並推估系統性實質部門風險與系統性金融風險之預期短缺。尤其是將總體信用風險關聯性模型化時，分量迴歸比其他方法更能產生較保守之預測結果，加以操作靈活亦能將壓力測試做更多的應用，例如預測利息收入、手續費收入、稅前盈餘或放款損失準備；以及影響風險性資產及資本適足率之預估違約機率及預估違約損失率。

## 陸、參訪心得及建議事項

延宕未決的歐洲財政與金融問題，已使全球經濟與金融市場不利風險增加，儘管國際間紛紛推出新的監理法規(如 Basel III)，欲透過更嚴格之資本及流動性要求，以提升金融體系復原力，惟該等調整措施難免會伴隨其他不利風險，恐使金融穩定之不確定性升高。特別是，隨歐洲主權債務危機升溫，壓力測試再度受到全球關注，促使各國益加重視金融業之抗壓能力，及其是否足以因應另一波金融風暴之挑戰。如何加強「壓力測試」之情境設計，使其能更嚴謹、且更實際地模擬極端但可能發生的不利衝擊，以評估銀行業整體系統性的承受力，益以審時度勢適當校準並調整總體監理分析工具，以防微杜漸，避免危機再度發生，成為當前維持金融穩定亟待因應之重要課題。

緣此，為落實總體審慎監理，各國中央銀行及監理機關發展或修正壓力測試架構時，除應強化模型精細度外，尚應考量其執行成效，以達成維護金融穩定之目標。另就金融機構而言，誠如美國三大監理當局在其「合併資產逾 100 億美元之銀行業者壓力測試準則」所述，壓力測試雖能就潛在未來結果提供有用的訊息，但與其他風險管理工具相同的是，其有受限之處且無法充分肯定假設事件與衝擊之意涵。基於未有單一壓力測試得以確切預估所有壓力事件及情況之衝擊，執行者應瞭解壓力測試之限制與不確定性，在採用壓力測試時，尚須輔

以其他風險管理工具，以提供風險管理、業務操作甚或監理決策有用之訊息。

我國央行初步建置之市場風險、信用風險總體壓力測試模型，雖與歐美先進國家測試模型面臨相同挑戰，皆囿於部分資料不足，致研究成果僅能視為評估我國銀行體系潛在信用風險與脆弱度之一項演練，惟仍有助於揭露重要的潛在結構性風險，且至少可提供一致性的量化衡量結果，並可據以追蹤與改進。

展望未來，基於「促進金融穩定」之法定經營目標，本行將持續強化總體壓力測試功能，並密切觀察最新國際發展趨勢、重新檢視本行現有總體壓力測試未臻完備之處，以加強總體審慎分析工具與能力，從而提高評估金融體系健全性之成效。爰臚列此次參訪歐洲央行、德國央行及德國商業銀行心得，並綜合渠等執行壓力測試實務經驗，以及國際組織及全球央行推動總體壓力測試最新趨勢，研提有助於強化我國中央銀行總體壓力測試架構之建議事項如次：

## 一、參訪心得

### (一) 央行執行總體壓力測試以維持金融穩定，已成國際間的普遍共識

在總體壓力測試方面，歐洲央行與德國央行分別於「金融穩定部門」與「金融監理部門」下，設立執行壓力測試之專責單位(參第伍章 5-1 圖)。在個體壓力測試方面，Commerzbank 亦於 2011 年在原有風險控制與資本管理部門下，設立負責執行壓力測試與情境模擬之單位。本行目前有關壓力測試模型之建置與維護，係由本處「金融穩定評估模型建置及壓力測試小組」負責，惟參考前揭機關之運作，在資料提供與模型技術支援方面，仍有必要加強本行相關局處之聯繫與合作。

## (二)資料品質良窳仍是影響壓力測試實證結果之重要成因

執行計量模型需仰賴大量時間序列資料，惟金融部門變數易出現樣本數不足、資料有欠細緻或不一致等問題，例如，德國央行研究報告指出<sup>33</sup>，採用部門別(sector-specific)而非借戶別(borrower-specific)違約率會嚴重扭曲實證結果。對於無現成資料庫之變數，目前普遍使用替代資料(proxy data)或固定值<sup>34</sup>。本行現有壓力測試模型面臨之銀行部門資料品質問題，亦是亟待解決之重要課題。

## (三)系統風險壓力測試方興未艾

除傳統信用風險與市場風險壓力測試外，國際組織(如IMF及國際清算銀行)及歐洲央行等亦積極投入系統風險壓力測試之研究與發展，以辨識可能引發金融機構間系統性倒閉之共同風險。鑑於我國總體審慎監理係由中央銀行主導，為強化總體審慎分析工具，有必要建構可用以辨識與監控系統風險之總體壓力測試模型。針對此點，本處已於2010年及2011年委託國內學者進行相關研究<sup>35</sup>，未來擬參酌該等研究成果，逐步聚焦於系統風險之總體壓力測試之發展。

## (四)景氣循環效果及信用風險擴散與傳遞效果逐漸受到重視

先進國家央行正嘗試將景氣循環效果納入壓力測試模型，例如：依循景氣循環階段，研究銀行放款餘額之變化，用以推估壓力測試時之「違約曝險額」，並考量不同景氣循環階段對「違約機率」及「違約損失率」之影響；而發展可衡量銀行部門與實質部門(如家計部門、企業部門)之互動關係及其反饋效果傳遞路徑之平台(如DSGE模

---

<sup>33</sup> Duellmann and Kick (2012).

<sup>34</sup> 例如德國央行與歐洲央行將所有放款之違約損失率(loss given default, LGD)均採固定值為45%，此點與本行目前作法相似。

<sup>35</sup> 本行金檢處於2010年委託清華大學鍾經樊教授執行「我國金融系統風險數量化監控之研究」研究計畫；2011年委託台灣大學俞明德教授與中正大學馮立功副教授進行「金融系統流動性風險之評估」研究計畫。

型)，亦逐漸成為各國央行評估金融穩定之重要工具。

## 二、建議事項

### (一)要求國內銀行定期向本行陳報壓力測試結果

歐洲銀行管理局(European Banking Authority, EBA)於2011年發表之泛歐盟九十家大型銀行的測試結果，西班牙銀行均無增資需求，但近日西班牙政府卻為其銀行業尋求紓困，部分原因為官方壓力測試須有一致性的測試，要有較長時間準備期，所以不夠及時，可能無法捕捉金融體系之變化。因此，為能較完整監控金融市場，似可請銀行定期向本行陳報較短期的壓力測試報告，必要時，並可在市場波動較大期間，要求銀行縮短函報壓力測試結果之時程，不過，搭配此一措施，就必須要有足夠的人物力。

### (二)壓力測試之設計應參酌各方意見

EBA 壓力測試的總體壓力情境及變數，主要係由歐洲央行提供；而歐洲央行決定情境，除了根據研究結果，並有一定的程序，不僅各國央行參與，也有大型商業銀行與會。反觀本行目前總體壓力測試之情境模擬，主要參酌國內外相關文獻或依實務經驗作成，未來似可廣納內部相關單位之意見，俾使模型參數之設定更能反映金融與經濟實態。

### (三)審慎決定壓力測試結果是否公開

歐盟講求透明度，所以公開大型銀行壓力測試結果，但是對此議題，不僅商業銀行有不同意見，部分主管機構人員也有相當顧忌，因為資訊公開雖可以消弭市場猜疑，但對部分處於合格邊緣的銀行或是資本不足的銀行可能造成更大壓力，是否有助金融體系之穩定，仍待進一步評估。

#### (四)研議其他風險類型之銀行業壓力測試作業準則

為引導本國銀行發展符合自身風險管理需求之個體壓力測試，我國金管會於 2012 年元月公布「銀行信用風險壓力測試作業指引」<sup>36</sup>，並要求銀行逐步落實。該項指引除提供一般性原則外，亦涵蓋信用風險相關之其他各項風險，惟內容與定位仍以信用風險為主軸<sup>37</sup>。為使我國銀行壓力測試作業指導方針更加周全，未來似可考量進一步研議其他風險類型(如市場風險、流動性風險及系統風險等)之壓力測試作業準則。

---

<sup>36</sup> 金管會銀行局 (2011)。

<sup>37</sup> 蘇敏賢(2012)，說明「銀行信用風險壓力測試作業指引」之定位與內涵，以供銀行與主管機關運用與決策之參考。

## 附錄一 會見人員

- 歐洲央行：Mr. Christoffer KOK (Principle Financial Stability Expert, DIV Financial Stability Assessment)
- 德國央行：Mr. Sebastian KEIM (Financial Economist, Department of Banking and Financial Supervision)
- 德國商業銀行 Commerzbank
  - Mr. Volker GERTH (Managing Director, Group Risk Controlling & Capital Management, Capital & Risk Sensitivity)
  - Mr. Lars WERNER (Managing Director Department Head, Group Risk Controlling & Capital Management, Stress & Simulation)
  - Dr. Oliver MASPFUHL (Group Risk Controlling & Capital Management, Methods/Portfolio Models & Stress testing Methodology)

## 參考資料

### 中文部分

沈中華、林昆立 (2007), 「台灣金融機構資本適足之壓力測試」, 金融風險管理季刊, 第三卷第一期, 頁27-61。

金融監督管理委員會銀行局 (2010), 「銀行辦理壓力測試作業規劃」, 7月。

金融監督管理委員會銀行局 (2011), 「銀行信用風險壓力測試作業指引」, 新巴塞爾資本協定持續研議工作小組壓力測試分組, 12月。

俞明德、馮立功 (2012) 「金融系統流動性風險之評估」, 中央銀行金融業務檢查處委託研究報告, 5月。

洪明欽、張揖平、尹晟懿、黃珏茹 (2009), 「台灣銀行業信用風險壓力測試研究」, 金融聯合徵信雙月刊, 第十期, 頁3-14。

陳旭昇、湯茹茵 (2011), 「動態隨機一般均衡(DSGE)模型在貨幣政策制定上的應用: 一個帶有批判性的回顧與展望」, 1月。

黃淑君 (2011), 「我國銀行業之市場風險總體壓力測試」, 中央銀行金融業務檢查處研究報告, 1月, 未出版。

黃淑君 (2012), 「我國銀行業之信用風險總體壓力測試」, 中央銀行金融業務檢查處研究報告, 2月, 未出版。

鍾經樊 (2009), 「台灣金融體系之壓力測試」, 中央銀行金融業務檢查處委託研究報告, 1月。

鍾經樊 (2010), 「我國銀行信用損失評估之研究」, 中央銀行金融業務檢查處委託研究報告, 1月。

蘇敏賢 (2012), 「淺談『銀行信用風險壓力測試作業指引』內涵」, 金融聯合徵信雙月刊, 第二十期, 頁38-47。

## 英文部分

Acharya, V. V., T. F. Cooley, M. P. Richardson, and W. Ingo (2010a), “Regulating Wall Street: A New Architecture for Global Finance,” Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Acharya, V. V., J. A. C. Santos and T. Yorulmazer (2010b), “Systemic Risk and Deposit Insurance Premiums,” *Economic Policy Review*, Federal Reserve Bank of New York, August.

Acharya, V. V., L. H. Pedersen, T. Philippon, and M. P. Richardson, (2012), “Measuring Systemic Risk,” *CEPR Discussion Paper* 8824, February, from the World Wide Web:  
<http://www.cepr.org/pubs/dps/DP8824.asp>.

Alessi, L. and C. Detken (2011): “Quasi real time early warning indicators for costly asset price boom/bust cycles: a role for global liquidity”, *European Journal of Political Economy*, vol 27, no. 3, pp 520–533.

Assenmacher-Wesche, K. and S. Gerlach (2010), “Monetary policy and financial imbalances: facts and fiction”, *Economic Policy*, July, pp 1–46.

Basel Committee on Banking Supervision (2012), “Models and tools for macroprudential analysis,” *Bank for International Settlements Working Paper* no. 21, Revised version, May, from the World Wide Web:

[http://www.bis.org/publ/bcbs\\_wp21.pdf](http://www.bis.org/publ/bcbs_wp21.pdf)

Black, L. and R. Rosen (2011), “The effect of monetary policy on the availability of credit: how the credit channel works,” *FRB of Chicago Working Paper* No. 2007-13 (revised), March.

Bolt, W., L. D. Haan, M. Hoeberichts, M. V. Oordt and J. Swank (2010), “Bank profitability during recessions,” *DNB Working Paper* no. 251.

Borio, C. (2009), “Implementing the macroprudential approach to financial regulation and supervision,” *Banque de France Financial Stability Review*, No. 13, September.

Boss, M. (2002), “A macroeconomic credit risk model for stress testing the Austrian credit portfolio,” *Oesterreichische Nationalbank Financial Stability Report*, No. 4.

Brunnermeier, M., and L. Pedersen (2009), “Market Liquidity and Funding Liquidity,” *Review of Financial Studies*, Vol. 22, No. 6, pp. 2201–38.

Bunn, P., A. Cunningham, and M. Drehmann (2005), “Stress Testing as a Tool for Assessing Systemic Risks,” *Bank of England Financial Stability Review*, June, pp. 116-26.

Cao, J., and G. Illing, 2009, “Endogenous Systemic Liquidity Risk,” *CESIFO Working Paper* No. 2627, April.

- Carlson, M. A., T. B. King and K. F. Lewis (2011), “Distress in the Financial Sector and Economic Activity,” *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, Vol. 11, No. 1, article 35.
- Christiano, L., R. Motto and M. Rostagno (2010), “Financial Factors in Economic Fluctuations,” *European Central Bank working paper series* NO 1192, May.
- Ciccarelli, M., A. Maddaloni and J.-L. Peydró (2010), “Trusting the bankers: a new look at the credit channel of monetary policy and hints for the crisis,” *European Central Bank working paper series* NO. 1228, July.
- Čihák, M. (2007), “Introduction to Applied Stress Testing,” *IMF Working Paper* no. WP/07/59.
- Coffinet, J., S. Lin and C. Martin (2009), “Stress testing French banks’ income subcomponents,” *Banque de France working paper* no 242.
- De Haan, J. and J. Klomp (2011): “Banking risk and regulation: does one size fit all?” *DNB Working Paper* no. 323.
- Duellmann, K. and T. Kick (2012), “Stress testing German banks against a global cost-of-capital shock,” *Deutsche Bundesbank Discussion Paper* no. 04/2012.
- Elsinger, H., A. Lehar, and M. Summer (2002), “Risk assessment for banking systems,” *Oestereichische Nationalbank Working Paper*, No. 79.
- Farhi, E., M. Golosov, and A. Tsyvinski (2009), “A Theory of Liquidity and Regulation of Financial Intermediation,” *Review of Economic Studies*, Vol. 76, No. 3, pp. 973–92.

- Foglia, A. (2009) “Stress testing credit risk: a survey of authorities’ approaches,” *International Journal of Central Banking*, Vol. 5, No. 3, September.
- Foglia, A., F. Piersante and R. Santoro (2010), “The importance of the bank balance sheet channel in the transmission of shocks to the real economy,” *working paper*.
- Goodhart, C., 2009, “Liquidity Management,” Jackson Hole Financial Stability and Macroeconomic Policy Symposium, Federal Reserve Bank of Kansas City, August.
- Gorton, G. B., and A. Metrick, 2009, “Securitized Banking and the Run on the Repo,” *NBER Working Paper* No. 1522.
- Hannoun, H. (2010) “Towards a global financial stability framework,” BIS Deputy General Manager Speech at the 45th SEACEN Governors’ Conference, Siem Reap province, Cambodia, February, pp. 26-27, from the World Wide Web:  
[www.bis.org/speeches/sp100303.htm](http://www.bis.org/speeches/sp100303.htm)
- Havro, G. and B. Vale (2011), “Bank lending channel during an exogenous liquidity shock,” *Norges Bank working paper*, January.
- Hoggarth, G., S. Sorensen, and L. Zicchino (2005), “Stress tests of UK banks using a VAR approach,” *Bank of England Working Paper*, No. 282.
- International Monetary Fund, Bank for International Settlement and Financial Stability Board (2009), “Guidance to Assess the Systemic Importance of Financial Institutions, Markets and Instruments: Initial Considerations,” Report to G20 Finance Ministers and Governors, October.

- Jiménez, G, J-L Peydró, S Ongena and J Saurina (2010): “Credit availability: identifying balance-sheet channels with loan applications and granted loans”, *European Central Bank working paper series* NO 1179, April.
- Jobst, A. A, (2012), “Measuring Systemic Risk-Adjusted Liquidity (SRL) — A Model Approach” *IMF Working Paper* no. WP/12/209, August.
- Jokipii, T. and P. Monnin (2010): “The impact of banking sector stability on the real economy”, *Swiss National Bank Working Papers* no. 2010-5.
- Keim, S. (2012), “Stress Testing of Credit Institutions—Macro-prudential stress tests in the Deutsche Bundesbank,” Deutsche Bundesbank, Handout presented at the meeting with visitors from the CBC, Frankfurt, 14 June.
- Maino, R. and K. Tintchev (2012), “From Stress to CoStress: Stress Testing Interconnected Banking Systems,” *IMF Working Paper* no. WP/12/53, February.
- Office of the Comptroller of the Currency (2012), “the Currency Supervisory Guidance on Stress Testing for Banking Organizations with More Than \$10 Billion In Total Consolidated Assets,” Department of the Treasury, Docket No. OCC-2012-0004.
- Pariès, M. D., C. K. Sørensen and D. R. Palenzuela (2010), “Macroeconomic propagation under different regulatory Regimes Evidence from an estimated DSGE model for the euro area,” *European Central Bank working paper series* NO 1251, October.
- Perotti, E., and J. Suarez (2009), “Liquidity Risk Charges as a Macroprudential Tool,” *CEPR Policy Insight* No. 40, from the World Wide Web:

Perotti, E., and J. Suarez (2011), “A Pigovian Approach to Liquidity Regulation,” *Working paper*, Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI), from the World Wide Web:

<http://www.cemfi.es/~suarez/perotti-suarez2011.pdf>.

Schmieder, C., C. Puhr, and M. Hasan (2011), “Next Generation Balance Sheet Stress Testing” *IMF Working Paper* no. WP/11/83, April.

<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2012/wp12209.pdf>

Schmieder, C., H. Hesse, B. Neudorfer, C. Puhr, and S. W. Schmitz (2012), “Next Generation System-Wide Liquidity Stress Testing” *IMF Working Paper* no. WP/12/3, January.

Sørensen, C. K. (2012), “Systemic risk assessment using the ECB macro stress testing framework,” European Central Bank, Handout presented at the meeting with visitors from the CBC, Frankfurt, 13 June.

Valderrama, L. (2010), “Macroprudential Regulation under Repo Funding,” *IMF Working Paper* No. 10/220.

Van den End, J. W. and M. Tabbæ (2009), “When liquidity becomes a macroprudential issue: empirical evidence of bank behaviour”, *DNB Working Paper* no. 230.

Virolainen, K. (2004), “Macro Stress-Testing with a Macroeconomic Credit Risk Model for Finland,” Bank of Finland Discussion papers 18.

Wilson, T. C. (1997a), “Portfolio Credit Risk (I),” *Risk*, Vol. 10(9), pp. 111-117.

Wilson, T. C. (1997b), "Portfolio Credit Risk (II)," *Risk*, Vol. 10(10), pp. 56-61.

Wong, J., K. Choi, and T. Fong (2006), "A Framework for Macro Stress-Testing the Credit Risk of Banks in Hong Kong," *Hong Kong Monetary Authority Quarterly Bulletin*, December, pp. 25-38.