

信用風險操作模型的建置及其與市場風險操作模型的連結

受委託單位: 國立清華大學

研究主持人: 鍾經樊

研究期程: 中華民國 105 年 12 月至 107 年 5 月

研究經費: 68 萬元

摘要

本計畫包括兩個部分：第一部分是市場風險內部模型法/風險值評估程式 CB[®]，是根據鍾經樊 2015 年所提的市場風險模型所建置的「圖像式使用者介面」(Graphic User Interface, GUI)，使用者只需將股價、匯率、利率的時間序列資料，以及台灣各銀行最近一個月的股權、外匯、利率曝險橫斷面資料，以規定的形式置於 Excel 檔中，便可相當輕鬆的使用 CB[®] 程式深入分析台灣全體銀行以及所有個別銀行 (或是任何銀行組合) 的股權、外匯、利率市場風險，並計算對應的風險值。第二部分是信用風險內部模型法/風險值評估程式 CR[®]，是根據鍾經樊 2014 年所提的信用風險模型所建置的圖像式使用者介面，使用者只需總體經濟變量資料以及聯合徵信中心所提供之台灣各銀行信用曝險的資料，便可使用 CR[®] 程式深入分析台灣全體銀行以及所有個別銀行 (或是任何銀行組合) 的信用風險，並計算對應的風險值。

信用風險內部模型法程式的使用手冊

1	市場風險內部模型法程式	1
1.1	「利率風險」視窗的操作	2
1.1.1	設定說明	3
1.2	「股價風險」視窗的操作	6
1.2.1	設定說明	8
1.3	「匯率風險」視窗的操作	9
1.3.1	設定說明	10
2	信用風險內部模型法程式	15
2.1	「違約資料彙整」視窗的操作	18
2.1.1	曝險類別的按鈕選項	21
2.1.2	銀行類別的按鈕選項	22
2.1.3	分析方法與分組決策	23
2.2	「總體財經資料處理」視窗的操作	24
2.3	「分組違約迴歸模型」視窗的操作	25
2.4	「曝險金額資料處理」視窗的操作	33
2.4.1	分析方法與分組決策	33
2.5	「損失分配」視窗的操作	35
2.6	初步估計結果	35
2.7	附錄	35
2.7.1	安裝 R 的可能問題及其處理	35
2.7.2	違約迴歸模型及損失分配模擬的基本原理	36
2.7.3	線性迴歸模型的績效指標	40
2.7.4	Lasso 估計	42
3	期中報告意見回覆表	44
4	期末報告意見回覆表	51

市場風險內部模型法程式

市場風險內部模型法/風險值評估程式 CB[®] 是根據鍾經樊 2015 年所提的市場風險模型所建置的「圖像式使用者介面」(Graphic User Interface, GUI), 使用者只需將股價、匯率、利率的時間序列資料, 以及台灣各銀行最近一個月的股權、外匯、利率曝險橫斷面資料, 以規定的形式置於 Excel 檔中, 便可相當輕鬆的使用 CB[®] 程式深入分析台灣全體銀行以及所有個別銀行 (或是任何銀行組合) 的股權、外匯、利率市場風險, 並計算對應的風險值。

本計畫的基本目標是移轉評估與監控台灣銀行體系市場風險的技術。根據我承接政府計畫的多年經驗, 我發現以電腦程式為基礎的量化分析技術不易移轉, 因此, 除了紙本報告外, 不少極具實用價值的計畫隨著計畫結束而無法持續維護, 一個重要的原因是電腦程式過於繁雜 (不見得的是難), 包括一序列的子程式, 計畫主持人在時間壓力下編寫程式只能產生主要結果, 很難有時間針對各種情況做足各種子程式, 更重要的是, 通常都沒有時間進行完整的文件化, 再加上計畫主持人在執行計畫過程中遇到問題時, 常根據多年累積的經驗以及當時對整個計畫的瞭解, 隨之提出難以文件化的即時性解決方案, 這使得原本可能並不複雜的程式常因在中間過程中引入諸多解決次要問題的附加程式, 而最終成爲一個旁人很難接收的繁雜工程, 事實上, 同樣的問題甚至常使計畫主持人本身在一段時間後也無法複製自己之前所得計算結果 (財經實證論文的作者在在一段時間後無法複製論文結果是相當常見的現象)。

由於對央行金檢處而言, 計算市場風險值以作爲監控銀行業風險的量化依據是一個經常性的業務, 央行如何有效接收並能長期維護之前所做出的實證模型及計算方法便成爲一個必須解決的問題, 爲此我便開發出本計畫的主要成果 – 圖像式使用者介面 CB[®] 程式, 這個程式除了能讓使用者方便的定期得到市場風險監控指標外, 程式設計的另一個重要考量是盡量將操作的關鍵中間步驟圖像化, 容許使用者除了輸入必要的初始參數外, 也可選擇性的根據實際需要輸入中間步驟的參數, 這會讓使用者 (不得不) 對程式有相當程度的瞭解, 特別是對一些十分影響計算結果之關鍵參數的瞭解。由於圖像式使用者介面 (Graphic UserInterface, GUI) 極易操作, 使用者可不斷的測試不同參數並觀察比較對計算結果的影響, 唯有經過相當的測試才能獲得最合理的最終結果, 而這個過程本身也是一個重要的學習過程。

CB[®] 程式是使用微軟公司的 C# 與 WPF (Window Presentation Foundation) 程式語言所編製, 而進行底層運算的矩陣操作以及計量經濟模型的統計分析則仰賴 Stata 軟件及其提供的 Mata 程式語言, 程式因結合多種程式語言而極其複雜, 但由之所得到的 GUI 則能對市場風險的分析提供前所未有的深度與操作便利性。

1. 由於 CB[®] 程式仰賴 Stata 軟件進行矩陣運算以及計量經濟模型的統計分析, 所以使用 CB[®] 程式前必須先行安裝 Stata 軟件, 縱使 Stata 軟件已安裝完成, 仍需做一個簡單 (但必須完全無誤) 的調整步驟。

請先安裝第 13 版之後的 Stata (最新版是 14 版), 然後在桌面複製啟動 Stata 軟件的捷徑, 對此複製捷徑的內容需進行如下修正: 在「目標」欄內所顯示

```
"C:\Program Files (x86)\Stata13\StataSE-64.exe"
```

的最後附加「/Register」爲

```
"C:\Program Files (x86)\Stata13\StataSE-64.exe" /Register
```

完成後，跳出捷徑修正方塊後，以滑鼠右鍵執行此捷徑，然後選取「以系統管理員身份執行」，視窗不會有任何變動，但實際已完成在此電腦中「註冊」Stata 的程序。

除非解除 Stata 軟件的安裝，或是更新 Windows 作業系統，前述安裝步驟只需執行一次。

2. 執行 `cb.exe` 後可見如圖 1.1 所示的三個方塊選項：「利率曝險」、「股權曝險」、與「外匯曝險」。



圖 1.1

點選任一方塊便可進入如圖 1.2、1.8 或 1.13 所示之對應的「利率風險」、「股價風險」或「匯率風險」視窗，在這些視窗中只需點選右上角的左向箭頭便可退回圖 1.1 畫面。

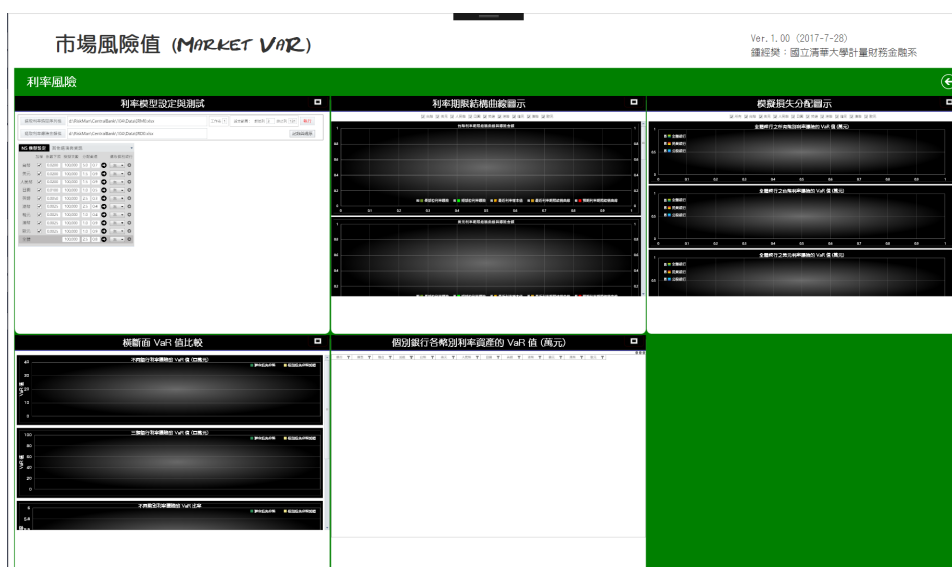


圖 1.2

1.1 「利率風險」視窗的操作

進入如圖 1.2 所示之股價風險視窗便可看見分割視窗的六個方塊，其中五個方塊均有黑底標題，在圖 1.2 中的五個標題分別是

1. 利率模型設定與測試

2. 利率期限結構曲線圖示
3. 模擬損失分配圖示
4. 橫斷面 VaR (Value at Risk) 值比較
5. 個別銀行各幣別利率資產的 VaR 值 (萬元)

點選任一標題便可放大對應方塊為視窗，以便使用者對各方塊中的選項進行操作 (事實上方塊縱使不放大仍可操作其中的選項)。

1.1.1 設定說明

使用者點選放大左上角第一個方塊便可見到如圖 1.3 所示的「利率模型設定與測試」子視窗，便可開始設定及測試利率期限結構模型的估計與損失分配的蒙地卡羅模擬。

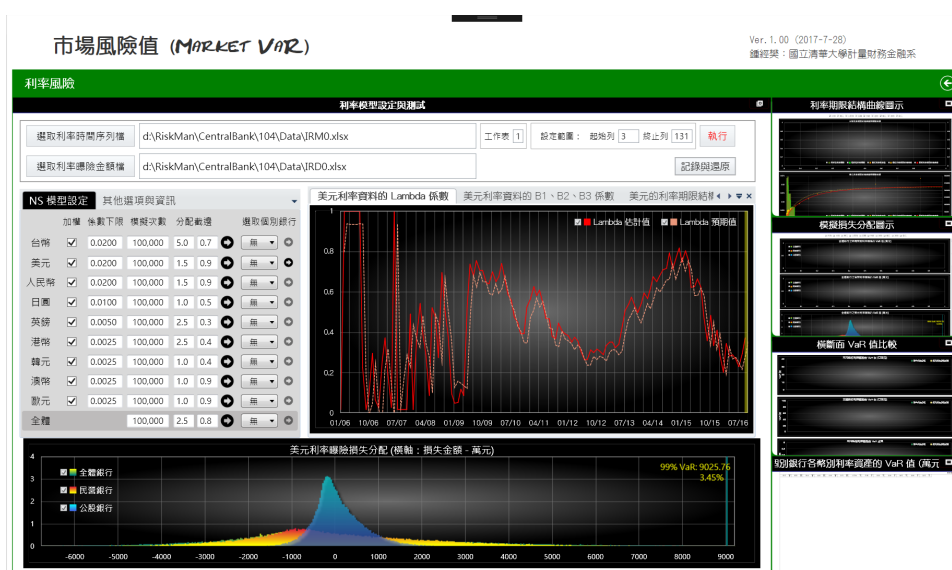


圖 1.3

1. 使用者首先需要分別點選左上角的「選取利率時間序列檔」與「選取利率曝險金額檔」選項，然後選取輸入適當的 Excel 檔名，我們將在附錄說明這些 Excel 檔所含資料的規格，接下來在其右方的其他選項內填入有關 Excel 檔內相關的參數。最右方的「執行」選項在未填入兩個 Excel 檔名前無法執行，但完成 Excel 檔名的輸入後則就可執行，我們將在之後解釋其功能，下方還有一個「記錄與還原」選項，我們也將在之後再解釋其功能。

輸入 Excel 檔名後便須接續設定估計模型與模擬分配的參數，由於台灣銀行業持有多國的利率曝險，我們將對其中 9 種主要幣別分別進行模型的設定。

2. CB[®] 程式採用 Nelson-Siegel 利率期限結構模型:

$$R(T) = \beta_1 + \beta_2 \cdot \left(\frac{1 - e^{-\lambda \cdot T}}{\lambda \cdot T} \right) + \beta_3 \cdot \left(\frac{1 - e^{-\lambda \cdot T}}{\lambda \cdot T} - e^{-\lambda \cdot T} \right), \quad (1.1)$$

其中 $R(T)$ 是期限為 T 的即期利率，等號右邊顯示的是期限 T 如何經由四個參數 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \lambda$ 而對即期利率 $R(T)$ 產生 (非線性的) 影響，

- ① 由 (1.1) 式可清楚看出前三個參數 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 均為簡單的「線性參數」, 非線性的期限效果完全由 λ 參數所掌控。CB[®] 程式將根據單日之不同期限 (大多 8 個以上) 的即期利率資料估計前述模型參數, 估計可能發生的問題在於所得到 λ 參數估計值太接近 0 (例如 0.0001), 由於 λ 參數理論上不能為 0, 太過接近 0 的 λ 參數估計值將導致其他三個參數 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 產生絕對值過大的估計值, 因而與之前利率期限結構產生過大的差異, 之後對這四個參數進行多變量時間序列模型 VAR(1) (亦即 Vector Autoregressive Model of the First Order) 的估計時就無法得到穩定而合理的結果, 最後的風險值將超過合理範圍。針對這個問題我們必須對 λ 參數估計值設定 (溫和和不過度的) 下限, 這便是使用者在圖 1.3 的「係數下限」欄選項內所須輸入的數值。
- ② 程式採用兩階段最小平方方法根據單日即期利率資料估計 Nelson-Siegel 利率期限結構模型的 4 個參數: 給定 λ 參數之後可採線性最小平方方法估計 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 三個參數, 然後使用線性搜尋找出由 0.0001 到 1 之間 (間距 0.0001) 的 λ 參數值何者可極小線性最小平方方法的所得到殘差平方和。
- 由於台灣銀行業所持有的利率曝險主要均為 1 年內的短期部位, 我們在估計 Nelson-Siegel 利率期限結構模型的 4 個參數時可嘗試加重短期即期利率對參數估計值的貢獻, 為此我們可以各期限的利率曝險 (總) 部位為權數進行加權最小平方估計, 若是如此, 便可勾選圖 1.3 的「加權」欄選項。
3. 圖 1.3 的「模擬次數」欄選項設定蒙地卡羅模擬的模擬次數, 至少應採 10 萬次, 但若擬得到更精準平滑的損失分配模擬值, 亦可增加到 100 萬次 (多花的時間並不多)。
4. 圖 1.3 「分配截邊」的兩個欄選可設定對模擬損失分配繪製直方圖時所設定左右界, 由於模擬損失分配的極大極小值通常相距甚遠, 若不截邊則模擬損失分配的直方圖在中間較為隆起的部分 (亦即最重要的部分) 將嚴重失真, 因此必須設定模擬損失分配的左右界, 其中數值是所擬截去 (左右尾所佔全部) 的百分比率。
5. 完成前述設定後便可按選右向箭頭執行 Nelson-Siegel 利率期限結構模型的參數估計, 以及模擬對應的損失分配。所得到的參數估計值將列於右邊, 模擬損失分配將列於下方。
- ① 右邊的參數估計結果將以爲三個圖示呈現, 第一圖呈現的是 λ 估計值的跨期結果, 除了估計值 (紅色實線) 外, 圖中還包括一期預測值 (黃色虛線)。之後的第二圖將呈現 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 三個參數估計值的跨期結果。
- 第三個圖不再是以日期為橫座標變量的歷史圖, 而是以期限為橫座標變量的利率期限結構, 包括最近一期的各期限即期利率 (大小不等的深黃色圓點), 對之進行 Nelson-Siegel 利率期限結構模型的估計後所得到的估計曲線 (黃色虛線), 以及根據 Nelson-Siegel 利率期限結構模型的估計值進行 4 變量時間序列模型 VAR(1) 估計, 再之以預測而得到的利率期限結構模型預測值 (紅色實線)。
- 同一圖中還以階梯圖呈現最近一期台灣所有銀行所持有之各期限的利率曝險金額, 深綠色實心階梯是長部位, 淺綠色線圖呈現的是短部位。此外, 之前所曾述及之各期限即期利率的深黃色圓點, 其大小是由各對應期限利率曝險的總部位決定。
- 前述圖示中各曲線或散佈點的座標值均可以滑鼠滑過游標的方式呈現,
- ② 模擬損失分配圖除了包括全體銀行的分配結果 (最底層的深青色) 外, 還重疊以公股銀行 (最上層的半透明藍色) 與民營銀行 (第二層的黃色) 的分配結果。我們可點選圖左方圖例中的小方塊, 決定是否顯現各個損失分配。
- 圖中最重要的是圖右方的垂直線及其文字標籤, 垂直線位置及標籤都顯示各幣別曝險的風險值以及 (風險值佔各幣別曝險金額) 風險值比率。

滑鼠滑過游標的方式可呈現上下兩個數值，下邊的數值是不同的可能損失金額，上方的數值則是可能損失金額在損失分配中的對應百分位，可顯示各個損失金額在損失分配中的相對位置。此外，在模擬損失分配圖中還可按選滑鼠右鍵並在顯現出來的選項填入適當數值，以改變分配圖的左右界（內縮左右界可使三個分配圖在較狹窄的區域內更為精準）。

6. 如前所述，每完成一個幣別的參數估計及損失分配模擬後，利率期限結構曲線圖與模擬損失分配圖便會分別複製到另外兩個視窗，以供集中分析比較。
7. 完成所有幣別的設定與執行後，還可再點選最後的「全體」列選項，則將模擬包含所有幣別曝險的整體損失分配（較費時，所花時間將接近個別幣別執行時間的總和）。

完成前述各步驟後，便可分別點選放大「利率期限結構曲線圖示」以及「模擬損失分配圖示」為子視窗，得到圖 1.4 與圖 1.5。

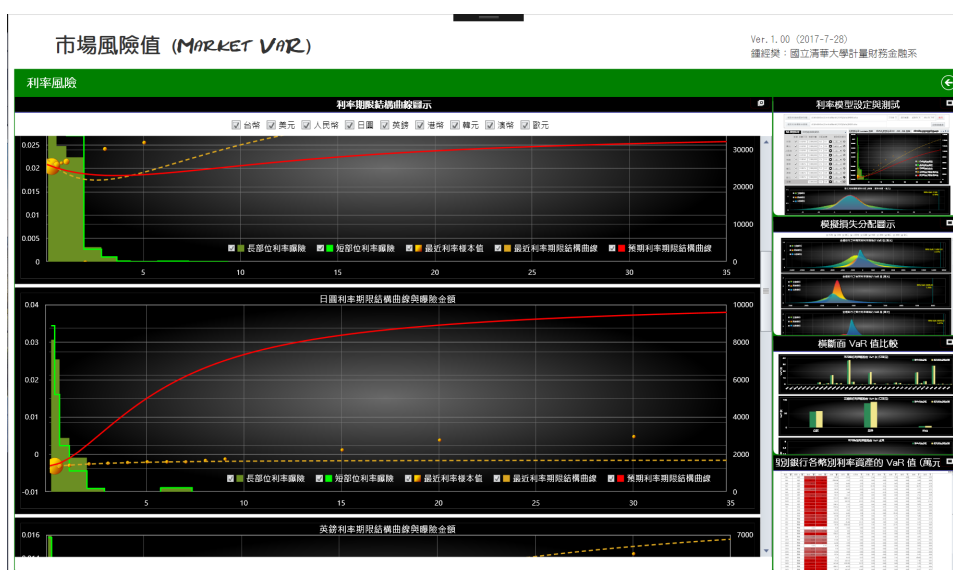


圖 1.4

圖 1.4 中包含 9 個幣別的子圖，圖 1.5 中包含 9 個幣別以及集合所有幣別的 10 個子圖，可點選圖示最上方的小方塊決定是否顯現各個子圖，這也有助於在任兩個子圖之間進行目視比較。

我們可在任意子圖中按選滑鼠右鍵並點選顯現出來的儲存選項，以將對應子圖儲存為 png 圖檔，這些圖檔將儲存在 c:\Users\Public\資料夾中。

紅色「執行」按鈕的功能： 這裡我們將說明之前曾提及之「執行」按鈕的功能，按選此按鈕後可計算各類風險值，包括個別銀行之各幣別與所有幣別集合起來的曝險，以及台灣全體銀行之各幣別與所有幣別集合起來的曝險，並將結果置於如圖 1.6 所示之「個別銀行各幣別利率資產的 VaR 值 (萬元)」子視窗內的表中。

在圖 1.6 所示之「個別銀行各幣別利率資產的 VaR 值 (萬元)」表中，第 3、4 欄中分別列舉各個銀行以及全體銀行的兩種風險值，均以不同深淺的紅底色呈現，數值越大者的紅底色越深。

第 3 欄的風險值是由包含所有幣別的聯合損失分配所得到的 99% 風險值，而第 4 欄則是各個幣別各自的風險值加總，由於聯合損失分配容許跨幣別的損益互抵（亦即容許跨幣別風險分散），所以第 3 欄的風險值一般而言都小於第 4 欄的對應值。

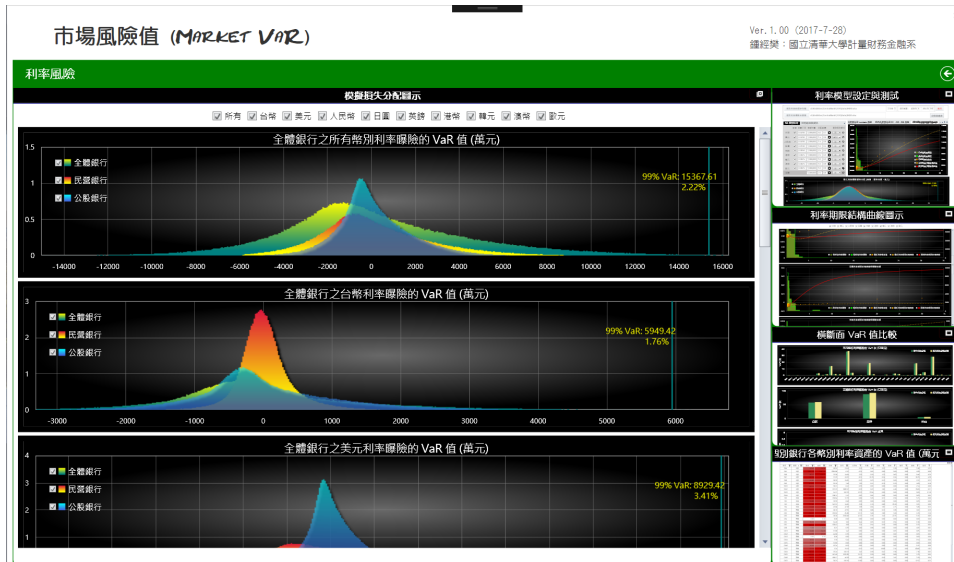


圖 1.5

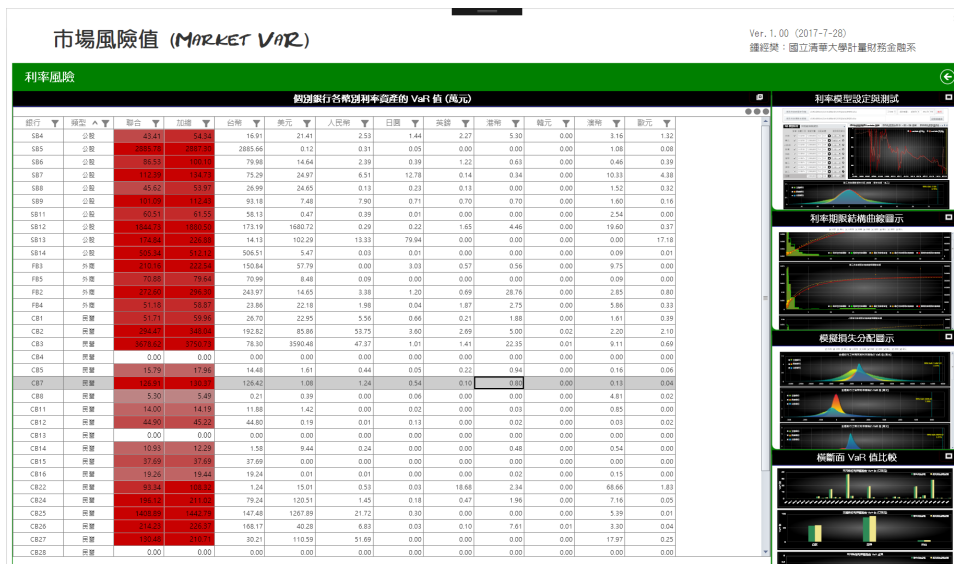


圖 1.6

紅色「執行」按鈕除了可產生前述表列結果外還會產生如圖 1.7 所示之「橫斷面 VaR 值比較」子視窗內的各個圖示, 採直方圖以比較不同銀行或幣別分類之間風險值的對比。

我們可在這些圖表中按選滑鼠右鍵並點選顯現出來的儲存選項。

「記錄與還原」按鈕的功能： 這裡我們將說明之前曾提及之「記錄與還原」按鈕的功能, 由於每次設定諸多選項並進行測試均須花費相當時間, 有些設定相當繁複而易於忽略, 這些都使得重新設定再執行有相當的繁雜度, 因此, 我們可在得到任何計算結果時按選記錄按鈕, 之後任何時間再按選還原按鈕將前次記錄結果全部復原。

1.2 「股價風險」視窗的操作

進入如圖 1.8 所示之股價風險視窗便可看見田字形的四個方塊, 每個方塊均有黑底標題, 在圖 1.8 中的四個標題分

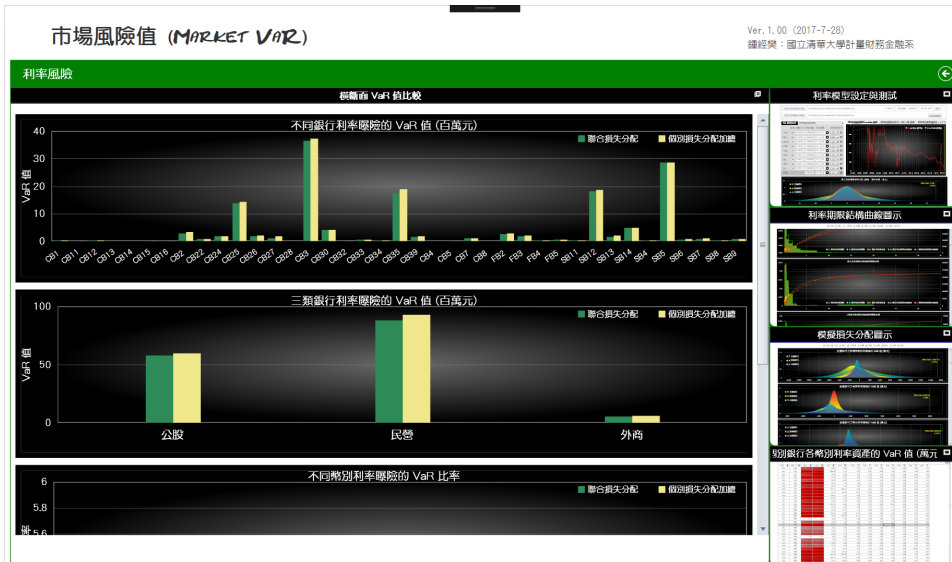


圖 1.7

別是

1. 計量經濟模型設定與測試
2. 橫斷面 VaR 值比較
3. 時間序列條件變異數圖示
4. 個別銀行各幣別股權資產的 VaR 值 (萬元)

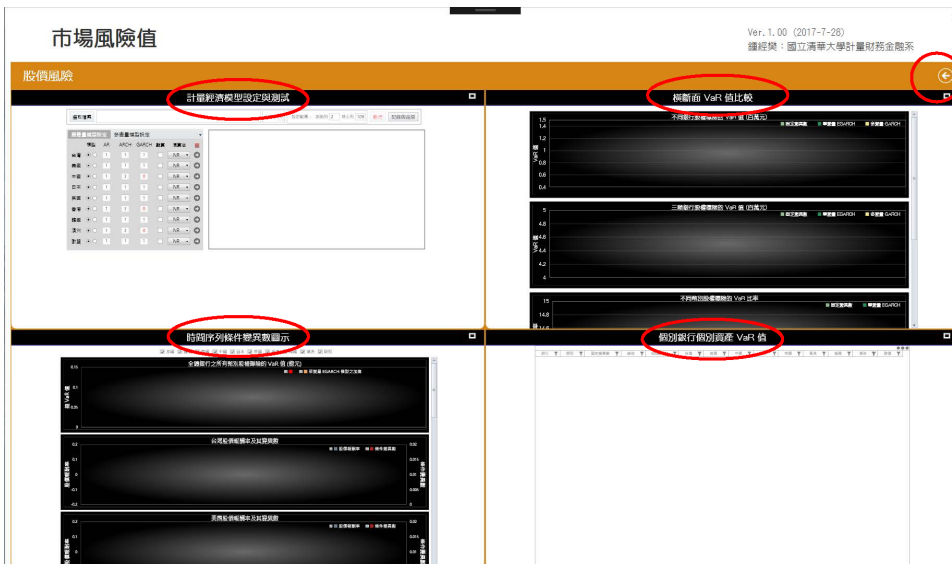


圖 1.8

點選任一標題便可放大對應方塊為視窗，以便使用者對各方塊中的選項進行操作 (事實上方塊縱使不放大仍可操作其中的選項)。

1.2.1 設定說明

使用者應先放大左上角第一個方塊「計量經濟模型設定與測試」為子視窗，在這個子視窗中可設定及測試計算股權風險值的基礎計量經濟模型：EGARCH 與 GARCH 模型。

1. 使用者首先需要分別點選左上角的「選取檔案」選項，然後選取輸入適當的 Excel 檔名，接下來在其右方的其他選項內填入有關 Excel 檔內相關的參數。右方的「執行」選項在未填入兩個 Excel 檔名前無法執行，但完成 Excel 檔名的輸入後則就可執行，最右方還有一個「記錄與還原」選項。

輸入 Excel 檔名後便須接續設定估計模型與模擬分配的參數，由於台灣銀行業持有多國的股權曝險，我們將對其中 9 種主要幣別分別進行。

2. 接下來便需依序對 9 種幣別的曝險依序進行 EGARCH 或 GARCH 模型設定，在「模型」欄中兩個按鈕使用來對 EGARCH 或 GARCH 模型進行二選一的設定（游標對準按鈕便可知左邊是 EGARCH 選項、右邊是 GARCH 選項），之後三欄分別列舉 EGARCH 或 GARCH 模型的 AR、ARCH 或 GARCH 參數的階數，可選數字都是 0、1、2、3，若 ARCH 階數為 0，則不能設定 GARCH 階數。

由於使用遞迴數值演算法求導 GARCH 模型（特別是 EGARCH 模型）的最大似估計值不易收斂，我們因而有必要選用不同的演算法，若計算時間過久仍未得到估計結果，便有必要終止計算，重選模型階數或演算法（亦可按選「難算」欄的按鈕）再重新進行估計。

完成所有初始參數的設定後，便可按選黑色右向箭頭開始進行估計，估計的工作是由底層的 Stata 程式負責執行。估計若成功便會如圖 1.9 所示在右邊空白區域內顯示 Stata 在成功估計 GARCH 或 EGARCH 模型後所列印的文字內容，主要是估計的中間結果以及估計完成後的 GARCH 或 EGARCH 模型參數估計值。

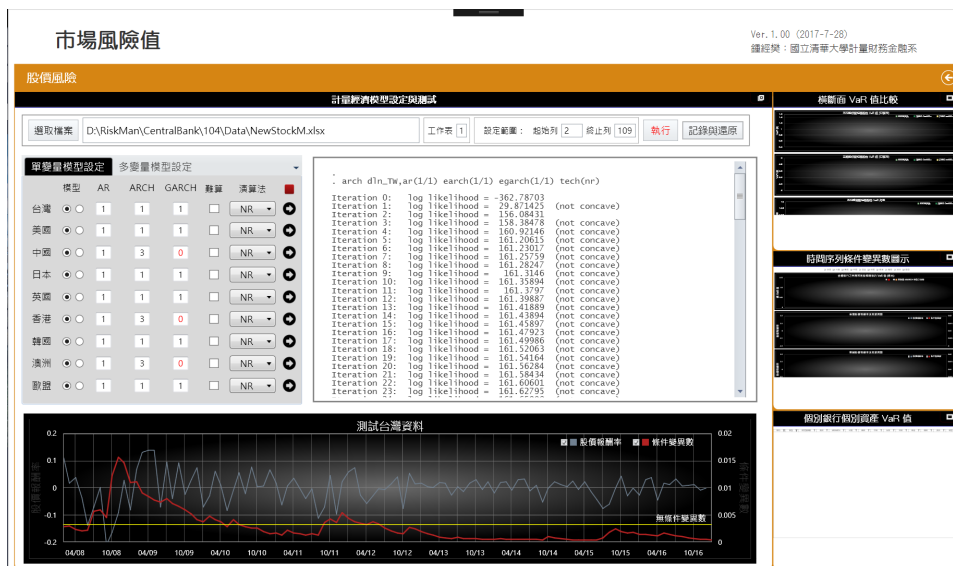


圖 1.9

估計成功後在下方的圖示中所呈現的主要是資料期間的股價報酬率以及估計 GARCH 或 EGARCH 模型所得到的條件變異數，條件變異數會因時而變，其中心區域尚包含一條固定不變的水平線，其位置顯示的是無條件變異數。

若因估計時間過久而擬終止 Stata 的計算，只需按選方形紅色按鈕，若過了兩秒程式仍未終止，可再按一次方形紅色按鈕。

- 完成對 9 種幣別的單變量模型設定及測試後，可進入第二頁次的「多變量模型」，多變量 GARCH 模型與單變量 GARCH 模型設定最重要的差別在於須在 9 種幣別中選取加入多變量模型的幣別，例如選取台幣、美元、與人民幣。理論上雖可同時選入 9 種幣別，但將很難得到估計結果。

多變量 GARCH 模型有三種分別稱為「ccc」、「vcc」、「dcc」的設定，分別代表 Constant Conditional Correlation (固定條件相關係數)、Varying Conditional Correlation (變動條件相關係數)、與 Dynamic Conditional Correlation (動態條件相關係數)，至於「條件相關係數」則是指多變量之間的條件相關係數矩陣之非對角元素。使用者可在對應的三個按鈕三選一，vcc 是 ccc 的一般化設定，前者較後者多了兩個參數，dcc 則與其他兩種設定有本質上的差異。

除了前述兩類選項外，多變量模型的其他選項與單變量模型均類似。

- 完成對 9 種幣別的單變量與多變量模型設定及測試後，便可按選紅色「執行」按鈕，程式將對單變量模型與多變量模型一次性的進行所有的估計，並根據估計結果計算各幣別股權曝險以及集合所有幣別曝險的對應風險值。

- 利用直方圖以比較不同銀行或幣別分類之間風險值的對比，這部分的結果將置於如圖 1.10 所示之「橫斷面 VaR 值比較」子視窗內的各個圖示中。



圖 1.10

- 資料期間的條件變異數估計結果將置於如圖 1.11 所示之「時間序列條件變異數圖示」子視窗中。
- 根據單變量模型及多變量模型的估價結果，針對所有個別銀行的各幣別曝險計算所得的風險值將置於如圖 1.12 所示之「個別銀行各幣別股權資產的 VaR 值 (萬元)」子視窗內的表中。

- 「記錄與還原」按鈕的功能與之前在利率曝險視窗節所述完全一樣，這裡便不再複述。

1.3 「匯率風險」視窗的操作

「匯率風險」視窗的操作幾乎與「股權風險」視窗的操作完全一樣。

進入如圖 1.13 所示之匯率風險視窗便可看見田字形的四個方塊，每個方塊均有黑底標題，在圖 1.13 中的四個標題分別是

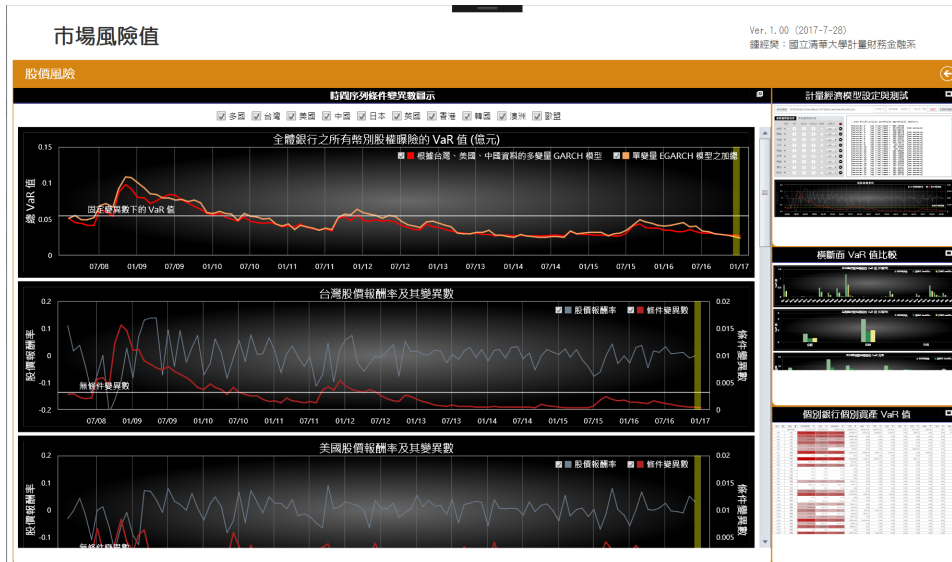


圖 1.11

銀行	類型	美元	港幣	新台幣	人民幣	日圓	英鎊	新加坡元	加元	澳幣	新加坡元	
S84	公債	539183.00	398224.26	2868316.48	1824623.33	185846.98	42734.36	121968.67	8499.82	0.00	7083.73	12543.39
S85	公債	257198.50	196693.88	128920.00	106693.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S86	公債	39320.90	34812.98	4205.11	34812.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S87	公債	229276.76	94282.41	119393.81	94282.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S88	公債	53303.89	13815.48	16653.45	13815.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S89	公債	21776.62	17144.50	772.87	699.63	0.00	0.00	0.00	0.00	16504.87	0.00	0.00
CB1	貨幣	619263.23	286418.12	340344.41	259193.93	12568.56	22161.71	1444.33	0.00	0.00	1068.60	0.00
CB2	貨幣	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB3	貨幣	131958.97	349168.56	80919.98	385266.80	2481.23	248192.27	0.00	0.00	9927.23	0.00	0.00
CB11	公債	8559.57	3555.05	4295.62	2035.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SB12	公債	191460.02	79423.56	95949.51	79423.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SB13	公債	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FB3	外幣	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FB5	外幣	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB4	貨幣	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB5	貨幣	32386.14	13434.77	16231.46	13434.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SB14	公債	3610.42	1497.71	1809.71	1497.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FB2	外幣	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB7	貨幣	38218.19	24150.70	28181.70	24150.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB8	貨幣	34897.24	148992.78	176998.28	142320.89	2370.90	0.00	291.90	0.00	0.00	0.00	0.00
FB4	外幣	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB11	貨幣	1428.47	592.57	716.02	592.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB12	貨幣	28896.53	11987.17	14464.30	11987.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB13	貨幣	12450.90	5160.02	6240.98	5160.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB14	貨幣	37388.89	39168.50	39847.99	9895.20	932.00	22339.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB15	貨幣	15215.65	7163.38	8931.10	4489.61	2819.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB16	貨幣	30768.12	12763.56	15422.43	12763.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB22	貨幣	511473.82	251285.68	284478.07	139374.63	119191.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB24	貨幣	16778.83	6960.29	8410.24	6960.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB25	貨幣	238287.25	58848.91	119440.79	98448.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB26	貨幣	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB27	貨幣	49004.89	233137.80	257474.58	199219.41	0.00	73992.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

圖 1.12

1. 計量經濟模型設定與測試
2. 橫斷面 VaR 值比較
3. 時間序列條件變異數圖示
4. 個別銀行各幣別外匯資產的 VaR 值 (萬元)

點選任一標題便可放大對應方塊為視窗，以便使用者對各方塊中的選項進行操作 (事實上方塊縱使不放大仍可操作其中的選項)。

1.3.1 設定說明

使用者應先放大左上角第一個方塊「計量經濟模型設定與測試」為子視窗，在這個子視窗中可設定及測試計算外匯風險值的基礎計量經濟模型: AR-GARCH 模型。

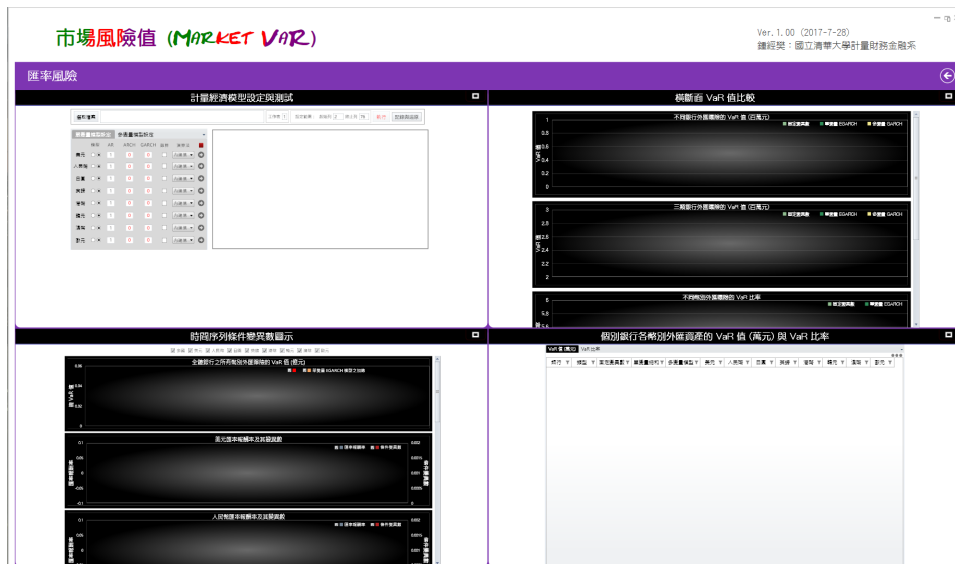


圖 1.13

1. 使用者首先需要分別點選左上角的「選取檔案」選項，然後選取輸入適當的 Excel 檔名，接下來在其右方的其他選項內填入有關 Excel 檔內相關的參數。右方的「執行」選項在未填入兩個 Excel 檔名前無法執行，但完成 Excel 檔名的輸入後則就可執行，最右方還有一個「記錄與還原」選項。

輸入 Excel 檔名後便須接續設定估計模型與模擬分配的參數，由於台灣銀行業持有多國的外匯曝險，我們將對其中 8 種主要幣別（新台幣除外）分別進行。

2. 接下來便需依序對 8 種幣別的曝險依序進行 AR-GARCH 模型設定，在「模型」欄中兩個按鈕使用來對 AR-GARCH 模型進行二選一的設定，之後三欄分別列舉 AR-GARCH 模型的 AR、ARCH 或 GARCH 參數的階數，可選數字都是 0、1、2、3，若 ARCH 階數為 0，則不能設定 GARCH 階數。

由於使用遞迴數值演算法求導 AR-GARCH 模型的最大似估計值不易收斂，我們因而有必要選用不同的演算法，若計算時間過久仍未得到估計結果，便有必要終止計算，重選模型階數或演算法（亦可按選「難算」欄的按鈕）再重新進行估計。

完成所有初始參數的設定後，便可按選黑色右向箭頭開始進行估計，估計的工作是由底層的 Stata 程式負責執行。估計若成功便會如圖 1.14 所示在右邊空白區域內顯示 Stata 在成功估計 AR-GARCH 模型後所列印的文字內容，主要是估計的中間結果以及估計完成後的 AR-GARCH 模型參數估計值。

估計成功後在下方的圖示中所呈現的主要是資料期間的外匯報酬率以及估計 AR-GARCH 模型所得到的條件變異數，條件變異數會因時而變，其中心區域尚包含一條固定不變的水平線，其位置顯示的是無條件變異數。

若因估計時間過久而擬終止 Stata 的計算，只需按選方形紅色按鈕，若過了兩秒程式仍未終止，可再按一次方形紅色按鈕。

3. 完成對 8 種幣別的單變量模型設定及測試後，可進入第二頁次的「多變量模型」，多變量 AR-GARCH 模型與單變量 AR-GARCH 模型設定最重要的差別在於須在 8 種幣別中選取加入多變量模型的幣別，例如選取台幣、美元、與人民幣。理論上雖可同時選入 8 種幣別，但將很難得到估計結果。

多變量 AR-GARCH 模型有三種分別稱為「ccc」、「vcc」、「dcc」的設定（參見第 9 頁的說明），使用者可在對

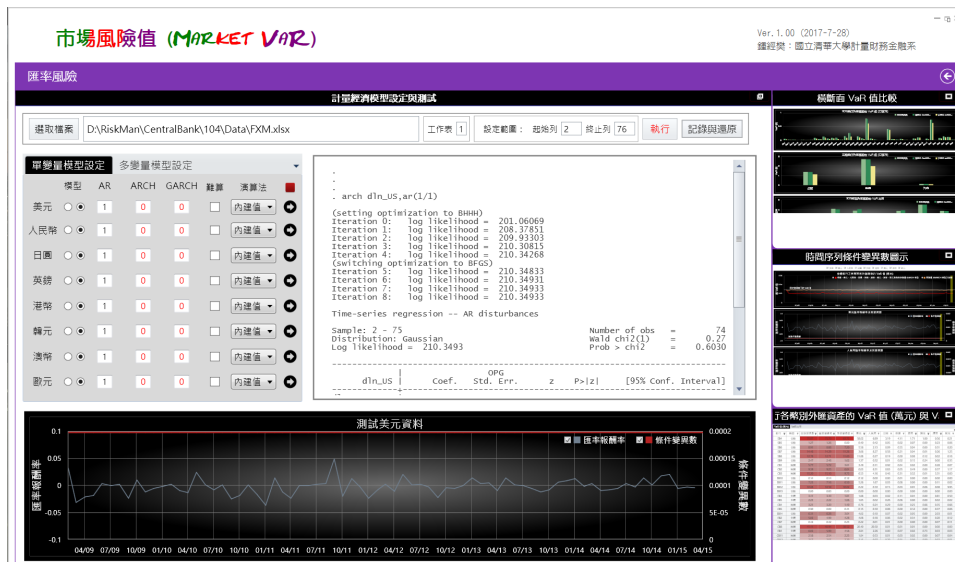


圖 1.14

應的三個按鈕三選一，vcc 是 ccc 的一般化設定，前者較後者多了兩個參數，dcc 則與其他兩種設定有本質上的差異。

除了前述兩類選項外，多變量模型的其他選項與單變量模型均類似。

4. 完成對 8 種幣別的單變量與多變量模型設定及測試後，便可按選紅色「執行」按鈕，程式將對單變量模型與多變量模型一次性的進行所有的估計，並根據估計結果計算各幣別外匯曝險以及集合所有幣別曝險的對應風險值。

- ① 利用直方圖以比較不同銀行或幣別分類之間風險值的對比，這部分的結果將置於如圖 1.15 所示之「橫斷面 VaR 值比較」子視窗內的各個圖示中。
- ② 資料期間的條件變異數估計結果將置於如圖 1.16 所示之「時間序列條件變異數圖示」子視窗中。
- ③ 根據單變量模型及多變量模型的估價結果，針對所有個別銀行的各幣別曝險計算所得的風險值將置於如圖 1.17 所示之「個別銀行各幣別外匯資產的 VaR 值 (萬元)」子視窗內的表中。

5. 「記錄與還原」按鈕的功能與之前在利率曝險視窗節所述完全一樣，這裡便不再複述。

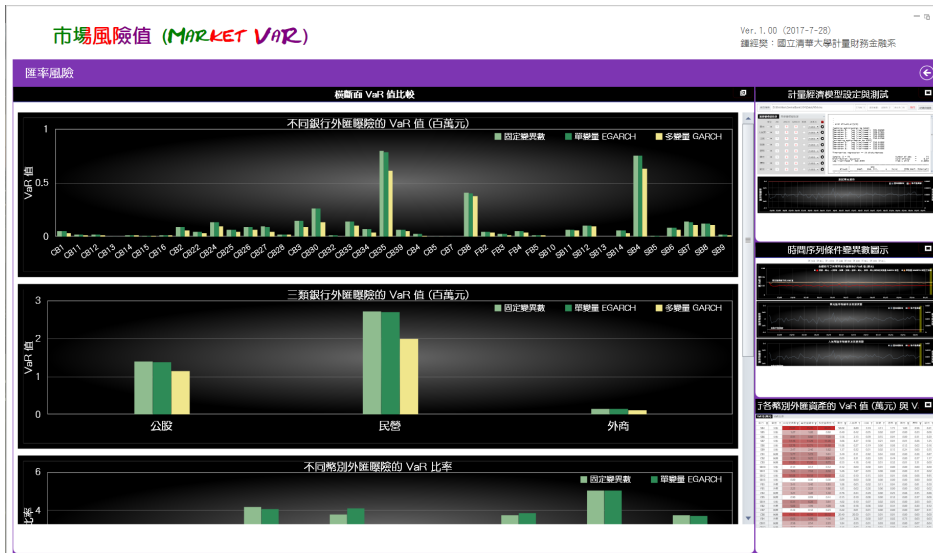


圖 1.15

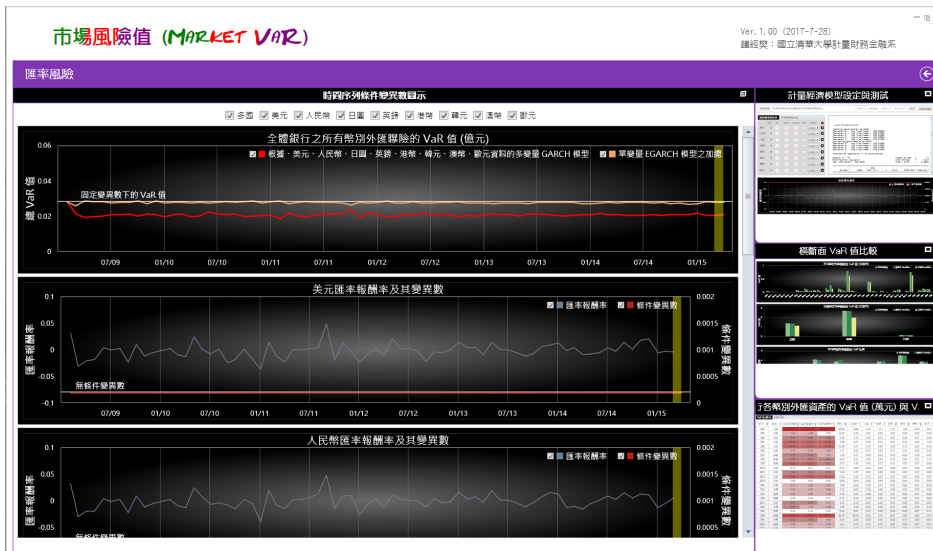


圖 1.16

市場風險值 (MARKET VaR)

匯率風險

個別銀行各幣別外匯風險的 VaR 值 (萬元) 與 VaR 比率

VaR 值 (萬元)	VaR 比率	銀行	類型	固定變異數	單變異總和	多變異模型	美元	人民幣	日圓	英鎊	港幣	韓元	澳幣	歐元
35.87	75.10	SB4	公股	35.87	75.10	13.75	58.02	6.89	3.19	4.11	1.71	1.00	0.56	0.21
1.27	1.26	SB5	公股	1.27	1.26	0.80	0.40	0.42	0.05	0.02	0.07	0.00	0.23	0.06
8.91	8.88	SB6	公股	8.91	8.88	7.20	5.56	2.13	0.09	0.55	0.04	0.00	0.31	0.20
14.46	14.29	SB7	公股	14.46	14.29	11.26	3.66	8.27	0.58	0.21	0.04	0.01	0.26	1.25
12.78	12.71	SB8	公股	12.78	12.71	11.60	11.88	0.27	0.19	0.00	0.08	0.12	0.02	0.16
2.47	2.46	SB9	公股	2.47	2.46	1.62	1.37	0.32	0.01	0.02	0.15	0.24	0.00	0.35
5.77	5.72	CB1	民營	5.77	5.72	3.61	3.49	0.11	0.92	0.04	0.02	0.00	0.28	0.87
9.39	9.25	CB2	民營	9.39	9.25	6.64	6.03	6.31	0.83	0.05	0.49	0.00	0.37	1.17
15.20	15.10	CB3	民營	15.20	15.10	9.75	6.53	4.16	0.46	0.31	0.32	0.01	3.31	0.00
0.14	0.14	SB10	公股	0.14	0.14	0.12	0.12	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
7.22	7.16	SB11	公股	7.22	7.16	6.50	5.26	1.67	0.03	0.08	0.00	0.00	0.11	0.02
10.68	10.59	SB12	公股	10.68	10.59	10.02	0.22	0.10	0.15	0.03	0.01	0.06	0.08	9.95
0.00	0.00	SB13	公股	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.41	3.40	FB3	外幣	3.41	3.40	1.81	1.88	0.03	0.02	0.11	0.04	0.00	0.81	0.50
2.23	2.22	FB5	外幣	2.23	2.22	1.86	1.85	0.02	0.26	0.06	0.00	0.00	0.02	0.02
3.21	3.20	CB4	民營	3.21	3.20	1.40	0.76	0.24	0.29	0.00	0.25	0.66	0.35	0.66
0.90	0.89	CB5	民營	0.90	0.89	0.44	0.15	0.10	0.08	0.00	0.12	0.00	0.37	0.06
6.31	6.28	SB14	公股	6.31	6.28	3.64	4.02	0.10	0.07	0.02	0.05	0.00	2.03	0.01
5.02	4.99	FB2	外幣	5.02	4.99	4.28	4.08	0.18	0.06	0.02	0.34	0.00	0.20	0.12
0.42	0.42	CB7	民營	0.42	0.42	0.23	0.22	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.11
41.41	40.94	CB8	民營	41.41	40.94	38.52	20.40	20.50	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
6.02	5.99	FB4	外幣	6.02	5.99	4.56	2.84	2.26	0.00	0.07	0.02	0.73	0.03	0.03
2.56	2.54	CB11	民營	2.56	2.54	2.23	1.84	0.53	0.01	0.03	0.02	0.00	0.07	0.04

計量經濟模型設定與測試

橫斷面 VaR 值比較

時間序列條件變異數顯示

圖 1.17

信用風險內部模型法程式

信用風險內部模型法/風險值評估程式 CR[®] 是根據鍾經燮 2014 年所提的信用風險模型所建置的「圖像式使用者介面」(Graphic User Interface, GUI), 使用者只需總體經濟變量資料以及聯合徵信中心所提供之台灣各銀行信用曝險的資料, 便可使用 CR[®] 程式深入分析台灣全體銀行以及所有個別銀行 (或是任何銀行組合) 的信用風險, 並計算對應的風險值。

CR[®] 程式是使用微軟公司的 C# 與 WPF (Window Presentation Foundation) 程式語言所編製, 底層的數學統計運算則仰賴 R 程式語言, 由之所得到的 GUI 則能對台灣銀行體系信用風險經濟資本的分析提供前所未有的深度與操作便利性。

R 程式語言具有高效的運算能力, 但就如同所有數學統計軟體一樣, 其指令式的傳統輸出入模式 (亦即不能採互動模式輸入資料與參數, 或根據需求以動態圖像展現計算結果) 讓不懂 R 的大多數使用者無法便捷的使用 R 程式。R 程式雖也有建置初步 GUI 輸出入媒介的函數, 但其功能遠不足以呈現 R 的多樣化運算結果, 導致不懂 R 的使用者就將因資料與參數的輸出入問題而無法深度使用 R 程式, 解決這個問題的辦法就是導入能夠建置功能強大 GUI 的 WPF 程式。

使用 WPF 建置動態 GUI 容許使用者設定參數並同步審視運算結果:

- 參數的引導式設定:

參數的設定過程會隨著 R 程式功能的增長而日趨複雜 (很多程式的功能只有在複雜的資料與參數設定下才能實現), 動態的 GUI 面板可用來引導程式使用者進行正確而高效的設定, 顯著降低程式使用者的學習成本。

- 分段執行程式以深入了解程式架構:

複雜的 R 程式可以分段執行, 容許程式使用者根據前一階段程式的運算結果設定下一階段程式的參數, 藉由這種分段的互動式操作, 程式使用者得以深入理解整個 R 程式的邏輯與流程, 也才能有效應用運算結果並提出更多的改進需求。

- 以互動式即時呈現運算結果:

以互動式即時呈現運算結果有助於使用者理解參數以及運算結果之間的動態關係, 許多運算結果只有在參數值不斷改變時才能體現其意義。

- WPF 是先進且完整資料視覺化工具:

結合兩種程式碼 (XAML 標記語言與 C# 程式語言) 得以一次性完成所有可能的資料視覺化建置, 編程者不需為開發新功能而不斷加碼學習新軟體。

安裝 R 軟體

使用 CR[®] 程式前必須先在網上搜尋免費的 R 軟體並安裝之, R 常常更新版本, R-3.4.1 版較為穩定。不論電腦的類型為何, 安裝 R 時均須採預設設定: 同時安裝 32 位元以及 64 位元兩個版本。安裝完成後須啟動 R (大多經由 R Studio 軟體) 再逐一安裝三個 R 套件:

```
install.packages("readxl")
install.packages("forecast")
install.packages("glmnet")
install.packages("lmtest")
install.packages("tseries")
```

安裝 R-3.4.1 版約需半分鐘, 進入 R 後安裝前述三個 R 套件反而較為費時, 且在視窗中會不斷呈現安裝信息 (安裝每個套件的過程中都會同時安裝許多其他相關套件), 一定要確認套件已完成安裝後才可再行安裝下一個套件。

啓動 CR® 程式

執行 CR.exe 後便可見到的 5 個方塊選項:「違約資料處理」、「總體財經資料處理」、「分組違約迴歸模型」、「曝險金額資料處理」、與「損失分配」。¹

資料檔格式: 由於本程式所需處理的資料類別多、數量且結構複雜, 使用者須先備妥格式固定之 3 個龐大的 Excel 檔, 分別儲存各類信用曝險的違約率時間序列資料、總體財經變量的時間序列資料、與各類信用曝險的金額橫斷面資料:

1. 儲存信用曝險違約率時間序列資料的 Excel 檔 (聯徵中心提供) 必須採用 2 × 3 塊狀矩陣結構, 缺漏值以 ‘.’ 表示:

- ① 各列採兩層樹狀結構: 第一層是銀行、第二層是季時點, 所有銀行的季時點數目應相同, 現行銀行共有 40 家, 每家銀行有 41 筆季資料
- ② 各欄位採三層樹狀結構: 第一層為消金產品以及大小企金產業 (之後將以「產品產業」稱之)、第二層為兩個信評、第三層分為正常放款與逾期放款, 現行消金產品有 3 個:

房貸	個人有擔	個人無擔
----	------	------

企金產業有 7 個:

電子製造業一	電子製造業二	營建業	製造業	非金屬製造業	買賣業	服務業
--------	--------	-----	-----	--------	-----	-----

每個產業再區分大小產業, 可得 14 個產業區隔, 因而總共有 17 個產品產業

2. 儲存總體財經變量資料的 Excel 檔 (中央銀行收集) 分為四類, 缺漏值為空白:

- ① 季資料 Excel 檔: 各列為季時點、各欄為變量, 第一欄列舉季時點字串、第一列則列舉變量名稱
- ② 月資料 Excel 檔: 各列為月時點、各欄為變量, 第一欄列舉季時點字串、第一列則列舉變量名稱
- ③ 日資料 Excel 檔: 各列為日時點、各欄為變量, 第一欄列舉季時點字串、第一列則列舉變量名稱
- ④ 年資料 Excel 檔: 各列為年時點、各欄為變量, 第一欄列舉季時點字串、第一列則列舉變量名稱

總體財經變量資料近期資料不能缺漏 (亦即不能缺漏任何新樣本), 但早期資料容許缺漏。現行總體財經變量共 366 個。

¹附錄的第 2.7.1 小節說明安裝 R 的過程中可能出現的問題及其解決方法。

3. 儲存信用曝險金額橫斷面資料的 Excel 檔 (聯徵中心提供) 必須採用 2 × 3 塊狀矩陣結構, 缺漏值以 ‘.’ 表示:

① 各列採兩層樹狀結構: 第一層是產品產業、第二層是曝險金額分組, 各產品產業的曝險金額分組數目各不相同, 現行共有 17 個產品產業, 各產品產業曝險金額分組數如下表所示:

消金產品	曝險金額分組數	曝險金額分組數		
		企金產業	大企業	中小企業
房貸	999	電子製造業一	10	10
個人有擔	249	電子製造業二	10	10
個人無擔	250	營建業	10	10
		製造業	10	10
		非金屬製造業	10	10
		買賣業	10	10
		與服務業	10	10

② 各欄位採兩層樹狀結構: 第一層銀行、第二層為兩個信評, 現行銀行共有 37 家 (相較於違約率時間序列資料少 3 家)

儲存信用曝險違約率時間序列資料的 Excel 檔必須採用如圖 2.1 所示的格式, 而儲存信用曝險金額橫斷面資料的 Excel 檔必須採用如圖 2.2 所示的格式, 至於儲存總體財經變量資料的 Excel 檔必須採用如圖 2.3 所示的格式。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
1	PD等級：企業信用評分1550分以下及個人信用評分550分以下為2																				
2		房貸					個人有擔					個人無擔					電子製造業一中小企業				電
3		PD等級					PD等級					PD等級					PD等級				
4			1		2		1		2		1		2		1		2		1		
5			放款情況		放款情況		放款情況		放款情況		放款情況		放款情況		放款情況		放款情況		放款情況		
6			正常放款	逾期放款	正常放款	逾期放款	正常放款	逾期放款	正常放款	逾期放款	正常放款	逾期放款	正常放款	逾期放款	正常放款	逾期放款	正常放款	逾期放款	正常放款		
7	SB4	2006Q1	87369	75	10354	514	7921	28	784	65	337688	915	56574	4099	35	0	6	0	51		
8		2006Q2	86978	86	10177	520	11675	24	1275	91	356601	2100	49836	3569	44	1	10	1	62		
9		2006Q3	89029	92	9954	508	11725	25	1255	73	360763	2497	44595	3302	39	1	8	1	63		
10		2006Q4	90791	74	9786	522	11829	30	1272	68	363379	2051	41290	4619	38	1	9	1	65		
11		2007Q1	110877	75	11375	538	18036	38	2587	108	398853	2216	47872	5340	44	1	7	1	62		
12		2007Q2	110408	74	11606	476	17215	29	3309	99	405965	4618	60838	4138	43	0	6	1	61		
13		2007Q3	110386	53	10944	467	17147	27	3195	81	413683	4962	59763	4256	43	1	6	0	61		
14		2007Q4	110127	48	10487	405	17098	33	3097	58	423252	3852	57532	5632	40	1	7	0	57		
15		2008Q1	112704	61	10056	379	21052	53	2044	81	421154	4108	58032	5804	41	0	6	0	58		
16		2008Q2	109195	76	9194	377	27402	67	2486	113	438433	3907	56859	4296	41	0	5	0	56		
17		2008Q3	109732	79	8537	381	30825	60	2789	128	442143	3763	56434	4270	37	0	7	0	60		
18		2008Q4	112008	80	8322	355	30539	57	2653	116	446793	1965	55392	5635	39	1	7	0	60		
19		2009Q1	114554	69	8014	310	30168	52	2544	108	459497	1611	56906	6230	37	1	8	0	58		
20		2009Q2	117150	57	7467	269	30016	37	2342	97	477722	3324	54146	4581	42	1	8	1	58		
21		2009Q3	120291	49	7045	215	30251	39	2168	78	484594	3623	53709	4346	46	0	5	2	54		
22		2009Q4	123250	52	6829	191	30132	39	2079	65	482888	1668	58613	6536	48	0	7	0	55		
23		2010Q1	125289	41	6470	187	30065	32	1974	70	500209	1632	53303	7054	44	0	8	0	55		
24		2010Q2	126143	40	6275	160	29939	32	1855	69	517732	2431	52378	4366	31	0	9	0	84		
25		2010Q3	127027	48	6157	160	29694	35	1869	55	524610	2795	53028	4641	29	0	10	0	86		
26		2010Q4	127692	39	5955	120	29506	24	1783	51	518034	1638	59804	5533	30	0	10	0	88		
27		2011Q1	128627	40	6146	121	29136	32	1759	41	353831	2150	36919	4740	31	0	10	0	83		

圖 2.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1					SB4		SB5		SB6		SB7		SB8		SB9		CB1		C
2					PD等級		PD等級		PD等級		PD等級		PD等級		PD等級		PD等級		PD
3		EAD組別	EAD分界值	EAD平均值	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
4	房貸	1	0	84.59	5658	133	11018	329	7732	166	3126	70	3008	66	2810	65	872	35	3015
5		2	178	212.45	2443	62	4417	153	3002	71	1529	26	1313	37	1313	24	271	5	1070
6		3	246	270.40	1808	39	3440	82	2529	67	1162	14	1048	20	991	23	198	5	846
7		4	293	312.52	1861	27	2868	68	1973	48	996	22	864	19	924	18	205	5	770
8		5	333	351.39	1459	38	2547	87	1652	44	906	20	814	14	805	9	162	3	651
9		6	370	387.70	1271	31	2159	73	1459	47	866	15	786	17	706	14	169	1	592
10		7	405	420.36	1173	27	2012	53	1360	29	810	8	684	19	655	10	163	2	514
11		8	436	450.21	1148	25	1809	51	1328	31	667	11	638	15	573	20	144	3	481
12		9	464	477.43	1022	23	1723	52	1264	37	678	15	611	13	569	15	130	3	491
13		10	490	501.99	915	24	1590	50	1116	22	695	7	585	22	543	15	140	3	454
14		11	514	526.09	995	23	1537	48	1037	26	623	1	558	12	600	16	131	0	402
15		12	538	549.77	858	15	1463	44	1009	22	594	13	521	11	499	11	127	1	380
16		13	560	571.02	870	30	1402	36	970	19	566	13	540	11	493	13	142	6	361
17		14	581	591.77	818	20	1338	38	898	17	598	13	505	18	456	7	125	5	387
18		15	602	611.25	804	17	1236	36	964	26	525	15	516	7	457	10	122	2	337
19		16	621	631.19	827	15	1209	34	848	20	508	14	468	12	430	12	120	4	333
20		17	641	650.26	768	25	1177	30	774	18	513	13	452	15	385	5	110	5	324
21		18	659	668.82	747	23	1198	36	765	20	495	11	471	17	415	8	103	4	295
22		19	678	686.76	733	16	1282	35	719	20	499	13	474	8	421	4	110	1	296
23		20	695	704.16	697	12	1124	30	761	21	441	11	476	10	377	2	111	2	320
24		21	713	722.29	687	20	1098	22	655	22	446	8	448	12	355	4	105	3	300
25		22	731	739.60	695	21	1040	37	652	13	469	8	414	6	350	5	110	3	293
26		23	748	756.18	654	21	1011	29	611	16	443	6	441	9	370	4	96	2	295
27		24	764	772.24	645	15	943	18	681	20	422	10	453	7	334	9	86	6	305

圖 2.2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	yqs	經濟成長	景氣動向	景氣對策	工業生產	失業率	美國PMI	中國PMI	消費者物	實質有效	大盤股價	集中交易	集中交易	短期實質	中期實質	長期實質	存放款利	三個月期	十年期公
2	1996q1																		2.74
3	1996q2																		2.76
4	1996q3																		2.74
5	1996q4																		2.77
6	1997q1	5.66	52.77	31	52.96	2.79	53.8		1.1	110.607				3.92	4.92	5.02		2.82	
7	1997q2	5.58	53.88	28	50.99	2.67	54.9		1.83	108.312				3.19	4.12	4.01		2.86	
8	1997q3	6.25	54.17	31	52.51	2.84	53.9		0.63	109.406				4.58	5.395	5.54		2.95	
9	1997q4	6.89	53.43	29	57.7	2.45	54.5		0.27	108.513				4.94	5.755	6.23		2.95	
10	1998q1	4.85	52.28	25	54.63	2.34	52.9		2.47	105.464				3.98	4.05	4.07		2.87	
11	1998q2	4.28	51.37	20	54.11	2.7	48.9		1.44	102.357				4.93	5.09	4.96		2.77	
12	1998q3	4.7	51.83	18	55.8	2.98	48.7		0.41	98.9833				5.85	6.069	4.81		2.69	
13	1998q4	3.11	53.69	14	57.08	2.8	46.8		2.11	96.3825				2.55	3.33	3.01		2.73	
14	1999q1	6.28	56.75	16	59.09	2.84	52.4		-0.47	96.2873				4.88	5.5	5.67		2.86	
15	1999q2	7.25	59.12	25	58.76	2.92	55.8		-0.84	97.3889				5.26	5.86	7.04		3	
16	1999q3	5.86	60.35	19	55.34	3.08	57		0.59	97.3607				3.83	4.44	5.47		3.1	
17	1999q4	7.45	61.95	28	62.44	2.85	57.8		0.15	97.3348				4.27	4.88	5.88		3.16	
18	2000q1	6.04	63.4	29	63.92	2.83	54.9		1.12	99.458				3.3	3.9	4.88		3.11	
19	2000q2	6.22	62.9	27	63.86	2.89	51.4		1.36	100.62				3.05	3.66	4.42	3.06	5.0766	5.69
20	2000q3	7.35	60.68	28	63.49	3.1	49.7		1.62	100.927				2.72	3.32	3.8	2.93	5.0172	5.51
21	2000q4	6.05	57.9	16	62.31	3.27	43.9		1.65	97.6161				2.69	3.35	3.48	2.85	5.3	5.31
22	2001q1	1.59	55.6	10	61.87	3.89	43.1		0.43	98.459	5797.92	0.05426		3.75	4.23	4.15	2.74	4.3281	4.485
23	2001q2	-2.39	53.84	9	55.46	4.51	43.2		-0.15	96.0172	4883.43	-0.03277		3.86	4.23	3.99	2.82	3.8472	3.669
24	2001q3	-3.83	54.19	9	53.31	5.26	46.2		-0.52	93.6073	3636.94	-0.16744		3.39	3.64	4.03	2.9	2.9679	3.212
25	2001q4	-0.24	57.75	15	56.15	5.22	45.3		-1.69	94.1752	5551.24	0.19469		3.82	4.1	5.5	3.14	2.3911	3.843
26	2002q1	1.96	61.46	20	61.5	5.16	52.4		0.01	95.3283	6167.47	0.08567	0.10781	2	2.29	4.02	3.08	2.3435	4.049
27	2002q2	6.88	62.46	25	60.49	5.11	53.6		0.1	94.7741	5153.71	-0.09196	0.10963	1.89	2.22	3.68	3.2	1.9683	3.622

圖 2.3

這些 Excel 資料檔都十分龐大，只要電腦記憶體夠大，程式可充分運用「多工運算」(Concurrent Programming) 與「平行運算」(Parallel Programming) 功能，非常有效率的處理極多個信用曝險類別 (最多分為 8370 個曝險類別) 以及極多個總體財經變量 (366 個總體財經變量加上對應的 4 期滯後項總共 1830 個變量)。

2.1 「違約資料彙整」視窗的操作

啟動 CR® 程式後可得到如圖 2.4 所示畫面，按選並展開「違約資料處理」視窗後，可得到如圖 2.5 所示畫面。

在「1. 分組違約資料」方塊中，將信用曝險 Excel 檔的檔名 (連同資料夾名稱) 填入第一個欄位，並根據信用曝險 Excel 檔中所存消費金融產品以及企業金融產業的名稱依序填入其下的兩組欄位中，其中消費金融最多可填寫 10 個產品名稱 (現行消金產品為房貸、個人無擔、個人有擔)，企業金融最多可填寫 15 個產業名稱 (現行企金產業為電子製造業一、營造業、服務業等)，企業金融產業名稱中必須包含「業」字，這裡所填寫的產品與產業名稱將成為之後呈現各分組資料分析結果的標題。

按選右上方「執行」按鈕，程式將自動讀取儲存信用曝險違約率之 Excel 檔內的所有資料，並如圖 2.6 所示在「2. 違約率時間序列」方塊中呈現各個分組違約時間序列的折線圖 (共 13 個圖示)，可再按選「2. 違約率時間序列」標籤得到如圖 2.7 所示的擴展圖示，以更清楚的比較分析各分組違約時間序列。



圖 2.4



圖 2.5



圖 2.6



圖 2.7

回到圖 2.5 的「1. 分組違約資料」方塊, 在下半部有許多黃色按鈕選項, 使用者可按選這些按鈕, 按選後按鈕中心便出現黑點成爲「已按選」狀態, 每次按選後在「2. 違約率時間序列」方塊中便會即時更新所有圖示, 得到所有「已按選」按鈕的對應圖示, 對已按選的按鈕再次按選將取消其「已按選」狀態。

黃色按鈕選項分爲兩部分, 第一部分可用來選取曝險類別, 第二部分可用來選取銀行類別, 接下來我們將更詳細的說明這些按鈕的功能。

2.1.1 曝險類別的按鈕選項

在圖 2.5 之「曝險類別」標題下 5 個按鈕的功能是即時在「2. 違約率時間序列」方塊中得到各類曝險的違約率時間序列走勢圖。

曝險類別

1. 全體曝險	按選後可得全體曝險、全部消費金融曝險、與全部企業金融曝險的三組違約率時間序列走勢圖
2. 消費金融	按選後可得消費金融各個產品分組 (例如房貸、個人有擔、個人無擔) 的違約率時間序列走勢圖
3. 企業金融	按選後可得企業金融各個產業分組 (例如電子製造業一、營造業、服務業等) 的違約率時間序列走勢圖
4. 評等	按選後可在前述各分組違約率的圖示中, 進一步加入「高信用評等」與「低信用評等」兩個分組的時間序列走勢圖
5. 企業大小	按選後可在前述各企業金融產業分組違約率的圖示 (不影響各消費金融產品分組圖示) 中, 進一步加入「大企業」與「中小企業」兩個分組的時間序列走勢圖

若同時按選「評等」與「企業大小」按鈕, 則各企業金融產業分組違約率的圖示將包含 5 條折線圖, 除了全體曝險 (綠色) 違約率時間序列走勢圖外, 還包括「高評等大企業」、「高評等中小企業」、「低評等大企業」、「低評等中小企業」之四個交叉分組違約率的時間序列走勢圖。

我們可按選「曝險類別」之 5 個按鈕的任何組合, 在「2. 違約率時間序列」方塊中得到對應的組合圖示, 我們可拉動其右邊的滑竿或是滾動滑鼠轉輪以瀏覽所有的圖示。

圖 2.8 顯示按選所有 5 個按鈕後的結果, 除了可瀏覽比較各個分組違約率折線的整體趨勢外, 還可將滑鼠箭標置於任何折線上讀取對應的時點與違約率 (此功能稱爲「瞄球」Trackball), 按選「2. 違約率時間序列」方塊的標題可擴大該方塊得到圖 2.9, 可更清楚的瀏覽比較。



圖 2.8



圖 2.9

2.1.2 銀行類別的按鈕選項

在圖 2.8 之「銀行類別」標題下 5 個按鈕的功能是用來選取銀行分組資料，例如我們可選取所有銀行的資料製作前述的違約率時間序列走勢圖，也可選取大民營銀行的資料製圖，甚至可選取個別銀行的資料製圖：

銀行類別

1. 全體銀行	按選後可得所有銀行的違約率時間序列走勢圖
2. 公股銀行	按選後可得所有公股銀行的違約率時間序列走勢圖
3. 大民營銀行	按選後可得所有大民營銀行的違約率時間序列走勢圖
4. 小民營銀行	按選後可得所有小民營銀行的違約率時間序列走勢圖
5. 外商銀行	按選後可得所有外商銀行的違約率時間序列走勢圖

在「個別銀行」標題下 40 個按鈕的功能則是用來選取個別銀行的違約率時間序列走勢圖。

不論是選取哪一類銀行還是哪一個銀行，都會配合之前選取的曝險類別製作對應銀行類別之各類曝險的違約率時間序列走勢圖。

2.1.3 分析方法與分組決策

在「2. 違約率時間序列」方塊內所呈現的各類銀行之各類曝險的違約率時間序列走勢圖中，除了可讓使用者瞭解台灣信用曝險的違約走勢外，也提供使用者進行下一步建模與分析所需的關鍵信息，亦即根據違約率時間序列走勢圖判斷各消金產品與企金產業的違約率是否很受信用評等高低或是企業大小的影響，例如，若使用者由違約率時間序列走勢圖確認某消金產品或企金產業不太受信評與企業大小的影響，便可選擇不對該曝險進行信評與企業大小的分組，亦即只對該曝險的不分組樣本進行下一階段之違約迴歸模型的建模，反之，若信評高低對某個消金產品或企金產業有很大的影響（其高低信評分組違約率的歷史趨勢有相當大的差異），則之後便將對該曝險的高信評分組與低信評分組違約樣本分別進行下一階段的違約迴歸模型的建模，對於企業大小影響的分析可依此類推。

一旦決定各個消金產品與企金產業的分組模式後，便可按選「1. 分組違約資料」方塊中「消費金融產品」與「企業金融產業」之各個分組名稱旁的箭頭按鈕（參見圖 2.10），在展開後的選單（參見圖 2.11）中，使用者可點選其中的選項以決定該消金產品或企金產業的分組模式：「不分組」、或是「高低信評分組」、或是「企業大小分組」等，這個選擇便將成為下一階段在「違約迴歸模型建置」視窗內進行建模所採用的違約率分組。

逐一點選所有消金產品與企金產業的分組選擇後便算是完成「違約資料彙整」視窗的操作，將進入下一階段「總體財經資料處理」與「違約迴歸模型建置」視窗的操作過程。



圖 2.10



圖 2.11

2.2 「總體財經資料處理」視窗的操作

回到圖 2.4 所示畫面，按選「總體財經資料處理」方塊，程式可對頻率不同的各總體財經變量資料採行如下處理過

程:

1. 對低頻年資料的自動進行「線性內插」季化處理
2. 對高頻月資料與日資料的季化處理, 使用者可選擇「季初值」、「季末值」、「季平均值」、或「季中位數」四種, 預設處理方法為「季末值」
3. 對近期缺漏值將自動進行線性內插填補, 對早期缺漏值將自動選用最適的 ARIMA 模型進行「反向預測」並以所得到的反向預測值填補

2.3 「分組違約迴歸模型」視窗的操作

回到圖 2.4 所示畫面, 按選「分組違約迴歸模型」方塊, 點選「分組違約迴歸模型」視窗的標題便可得到如圖 2.12, 所呈現的是使用者在之前圖 2.11 所選擇之消金產品或企金產業的分組模式:「不分組」、或是「高低信評分組」、或是「企業大小分組」等。²



圖 2.12

違約率對數險算比時間序列走勢圖

確認圖 2.12 無誤後, 便可按選下方「新建」按鈕得到圖 2.13, 乃之前圖 2.11 與圖 2.13 所列消金產品或企金產業之各分組的「違約率對數險算比」時間序列走勢圖。給定任一曝險類別的違約率時間序列樣本 p_t , 其對數險算比 (亦即所謂的 logit 轉換) 是 $\ln [p_t / (1 - p_t)]$, 與違約率有相同的變動方向 (成正比), 相對於違約率是限於 0 與 1 之間的數值, logit 轉換後的數值可正可負, 沒有數值上的限制, 當違約率小於 0.5, 對應的 logit 轉換將為負值, 由於違約率的實際資料幾乎全小於 0.5, 對應的 logit 轉換也就幾乎都是負值。這裡之所以對違約率資料進行 logit 轉換

²使用者雖可在此視窗內改變其中的選項, 但比較好的做法是回到圖 2.11 依照之前所述步驟在該處進行點選。

是因為建模需要：相對於數值介於 0 與 1 之間的違約率，以數值沒有限制的違約率 logit 轉換值作為分組違約迴歸模型的應變量較沒有模型限制。



圖 2.13

圖 2.13 所示之各曝險分組違約率 logit 轉換值時間序列的走勢圖，基本上與之前「違約資料處理」視窗下所呈現之各曝險分組違約率走勢圖是相同的資訊，³ 其差別除了違約率及其 logit 轉換值的不同外，圖 2.13 中的每個圖形內均只有單一的折線，以便於我們可分別就此單一時間序列時間序列進行建模，也就是可針對以單一違約率 logit 轉換值為應變量的線性迴歸模型，由之前「總體財經資料處理」視窗所彙整而得的大量總體財經中篩選出最合適的解釋變量。

決定變量長名單

用滑鼠點選圖 2.13 中任一曝險分組子圖的標題，便可擴展該子圖得到圖 2.14，其中除了對應曝險分組的違約率 logit 轉換值時間序列走勢圖外，還有一個標籤為「總體財經變量短名單篩選」的「參數輸入面板」，此面板最上方有兩列標籤為「逐步增刪」與「Lasso」的選項，其右尚有一標籤為「執行」的按鈕，在下方是兩組稱為「短名單變量拖放區」的黑色區域，每個黑色區域下緣還有標籤為「驗證樣本數」與「預測樣本數」的兩列選項，我們將逐一說明參數輸入面板內這些選項的功能。

³對違約率 logit 轉換值時間序列折線使用滑鼠瞄球功能所顯示的數值仍然是違約率，而非 logit 轉換值，例如，圖 2.13 中瞄球所顯示之對應 2010Q3 的數值 1.042% 顯然是違約率，而非該圖縱座標（違約率對 logit 轉換值）所標示的 -4.59，這種顯示方法有助於使用者獲知各個時點的違約率。介於 0 與 1 之間的違約率要比可正可負之 logit 轉換值更易於瞭解。

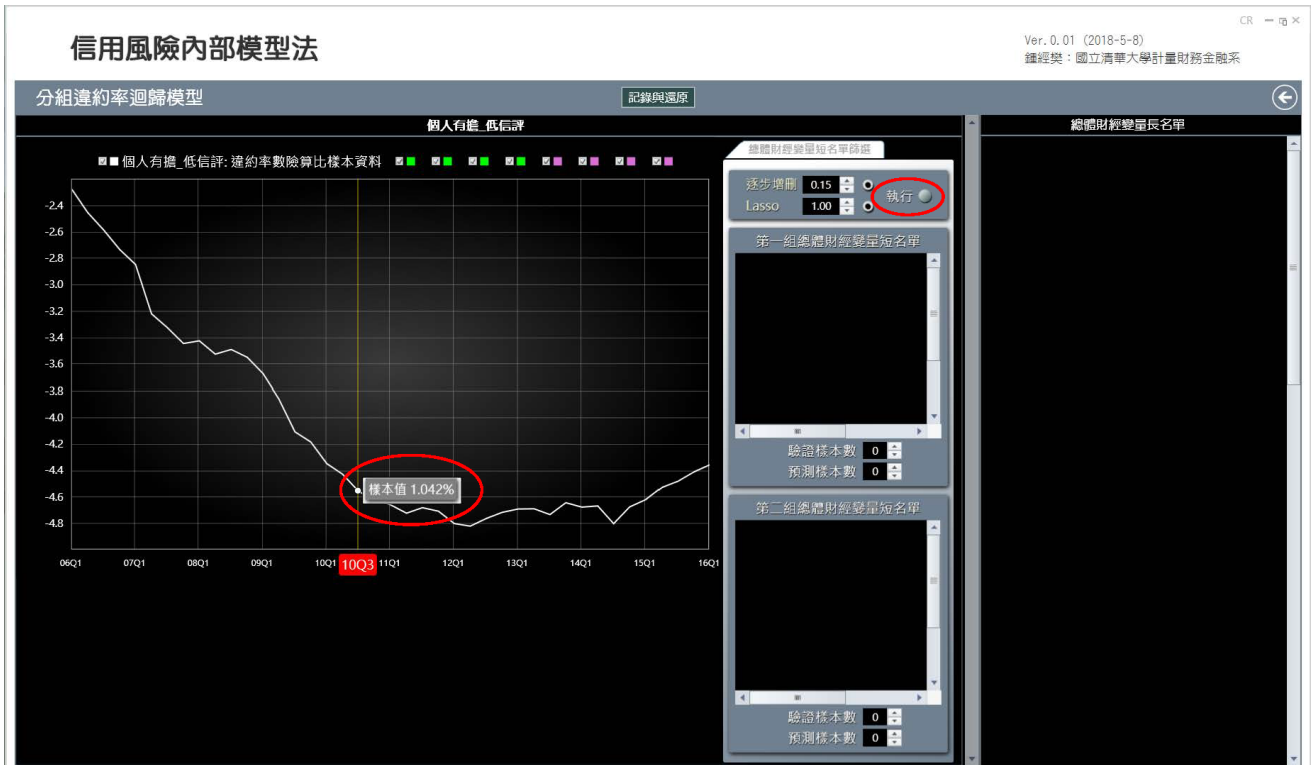


圖 2.14

按選參數輸入面板右上方的「執行」按鈕稍候 3 到 5 秒後，參數輸入面板右邊的「總體財經變量長名單」中將出現如圖 2.15 所示的 50 個變量名稱，這些變量都是由之前在「總體財經資料處理」視窗階段有原始資料檔所輸入及整理的候選總體財金變量中，根據兩種「機器學習」挑選解釋變量的演算法：「逐步增刪法」與「Lasso 法」，所篩選出之最能解釋與預測違約 logit 轉換值的總體財金變量將稱為「長名單變量」。

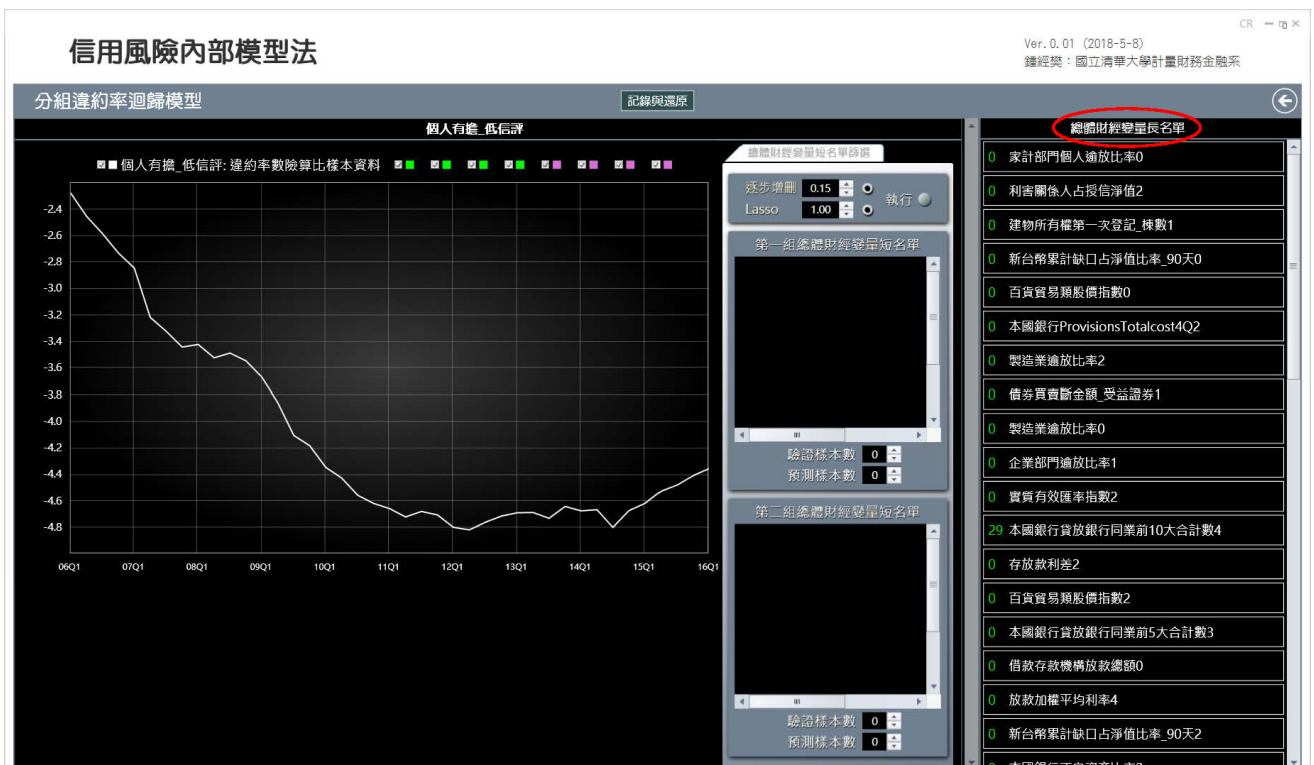


圖 2.15

- 長名單變量是依照其解釋與預測違約 logit 轉換值的能力排序, 排名越前者越有解釋與預測力。
- 變量名稱前附有 0 或其他整數值, 乃該變量的「Lasso 排序」, 若該數值為 14, 便表示該變量的 Lasso 排名為 14, 若為 0, 則表示該變量並非 Lasso 的前 50 名。
- 變量名稱後皆附有 0、1、2、3、4 的數字, 分別代表這些變量屬於當期項、滯後 1 期、滯後 2 期、滯後 3 期、與滯後 4 期, 換言之, 每個來自於原始資料檔之候選總體財金變量當期項與 4 個滯後項均為獨立的候選變量, 皆可能被選入長名單, 事實上大部分的長名單變量均非當期項。

篩選長名單變量的預設步驟是先使用逐步增刪法由所有候選變量中挑選 15% 的變量, 再計算這些變量排名前 50 者的 Lasso 排名, 使用者可經由圖 2.15「執行」按鈕左邊之兩組選項。現進一步說明如何改變長名單變量的內建篩選步驟:

1. 「逐步增刪」列:

- 黑色小方塊中的數值容許使用者改變逐步增刪法的「篩選比例」, 可選數值介於 0 與 1 之間, 預設值是 0.15, 逐步增刪法將如前所述, 由候選變量中挑選總數之 15% 的變量。若使用者將篩選比例降低為 0.07, 則逐步增刪法將只挑選總數之 7% 的變量。
- 使用者可按選黑色小方塊右邊的按鈕以選擇不使用逐步增刪法。

2. 「Lasso」列:

- 黑色小方塊中的數值是 Lasso 估計法的主要參數「ElasticNet Mixing 參數」, 預設值為 1, 可選數值介於 0 與 1 之間, 對應預設值 1 的是標準的 Lasso 估計法, 若將該數值降為 0, 則將採用所謂的「Ridge 估計法」, 介於 0 與 1 之間的數值對應的是 Lasso 估計法與 Ridge 估計法的混合, 一般稱為「ElasticNet 估計法」。
- 使用者可按選黑色小方塊右邊的按鈕以選擇不使用 Lasso 估計法。

逐步增刪法參數的設定: 逐步增刪法是以線性迴歸模型估計的 AIC 值 (Akaike Information Criterion 值越小越好, 其功能類似調整後的 R^2 值, 以變量數作為懲罰項: 變量數越多, AIC 值就越高) 作為篩選變量的績效指標, 逐步增刪法在其篩選過程中將逐一測試候選變量的每一個變量, 在線性迴歸模型中不斷加入 AIC 值最低的解釋變量, 也會在已加入的解釋變量組合中嘗試排除 AIC 值最高者, 這種不斷重複的篩選過程相當耗時, 特別是當候選變量多且篩選比例也很高時。一般而言, 逐步增刪法可以很迅速的篩選出 60 個以下的變量, 但隨著篩選變量設定數的增加, 計算時間會高倍數的增長。例如, 現行總體財經變量共 366 個, 加上 4 個滯後項達 1830 個候選變量, 使用逐步增刪法篩選其中 15% 的變量 (亦即 274 個變量) 所費時間就不短 (大約 5 秒)。若將篩選比例提高到 20% (亦即 366 個變量), 則計算時間將增加到 15 秒。若再將篩選比例提高到 30% (亦即 549 個變量), 則計算時間將超過一分鐘。

我們要強調, 逐步增刪法會因所設篩選比例的不同而得到不同的變量長名單, 不同的長名單中不僅可能包含完全不同的變量, 相同變量的排名也可能改變。篩選比例設得越高, 逐步增刪法所篩選出的變量組合就有越高的解釋與預測能力, 使用者因而須評估是否要提高篩選比例, 花費較長的時間以篩選出較佳的變量組合。

不論逐步增刪法的篩選比例的高低, 在圖 2.15 右邊之「總體財經變量長名單」中所列舉的都只是排名前 50 的變量, 但若篩選比例低到逐步增刪法所篩選出的變量數少於 50, 則列舉而出的變量數也就會少於 50。

Lasso 法參數的設定： 使用 Lasso 法不需設定篩選比例，Lasso 法會由所有的候選變量中自行篩選出小部分的變量，若如預設所示同時按選逐步增刪法與 Lasso 法，程式就會以逐步增刪法為主，在圖 2.15 右邊之「總體財經變量長名單」中列舉逐步增刪法之排名前 50 的變量，再附加這些變量的 Lasso 排名。一般而言，逐步增刪法所篩選出的變量與 Lasso 法所篩選出的變量有很大的差異，因而逐步增刪法之排名前 50 的絕大多數都不是 Lasso 法所篩選出的變量，偶或有重複，其 Lasso 法的排名也都後，造成這種差異的原因除了因兩種演算法所遵循的是全然不同的績效表現外，Lasso 法所篩選出的變量會受候選變量排序的影響，因此，由 Lasso 法所得到的排名只供參考。

由前述說明可知，使用者一般多採用預設選項以逐步增刪法為主，Lasso 法雖只具參考價值，但因其計算相當快速，一般還是會導入其排名。

使用 Lasso 法時可設定對應的 ElasticNet Mixing 參數為一個低於預設值 1 的數值，若是如此，Lasso 法便會如前所述的變成為 ElasticNet 估計法，隨著 ElasticNet Mixing 參數值的遞減，ElasticNet 估計法所篩選出的變量數就會遞增，當 ElasticNet Mixing 參數值降為 0 時，所有的候選變量都會被選入，ElasticNet 估計法便又變成為 Ridge 估計法，所有的候選變量就都會有排名序號，越早被選入的變量其排名序號就越低。

變量篩選方法的選擇： 逐步增刪法與 Lasso 法除了各自的參數按鈕外，都有一個選擇按鈕，使用者可重複按選此二按鈕以決定是否要導入逐步增刪法與 Lasso 法。若只按選 Lasso 法的按鈕（亦即不按選逐步增刪法的按鈕），則將只執行 Lasso 法（或 ElasticNet 估計法），長名單中所列的將是根據此法所篩選出的前 50 名變量，反之，若只按選逐步增刪法的按鈕（亦即不按選 Lasso 的按鈕），則長名單中所列的將是根據此法所篩選出的前 50 名變量，各變量名稱前不會附加 Lasso（或 ElasticNet 估計法）的排名。若兩個按鈕都不按選則等同於兩個按鈕都按選。

決定變量短名單

使用者可如圖 2.16 所示，使用滑鼠將長名單中任何的變量名稱拖放到參數輸入面板中的「短名單變量拖放區」，成為短名單變量，每拖放一個變量便可在左邊圖示中產生一條對應的綠色折線，乃以短名單變量為解釋變量、違約 logit 轉換值為應變量之線性迴歸模型的「樣本配適線」（違約 logit 轉換值配適點的連線），圖示下方也會顯現包含如下線性迴歸模型典型績效指標的圖示：

- 線性迴歸模型的典型績效指標：

1	調整後 R^2	越大越好
2	AIC (Akaike Information Criterion) 值	越小越好
3	BIC (Bayesian Information Criterion) 值	越小越好
4	交叉驗證統計量 CV	越小越好

由這些績效指標我們可確認包含短名單解釋變量的線性迴歸模型能否對違約率 logit 轉換值提供足夠的解釋與預測能力。

- 由於違約率（及其 logit 轉換值）是時間序列，對於線性迴歸模型殘差還有如下績效指標：
 1. 檢測線性迴歸模型殘差是否為白噪音（彼此不相關、期望值為 0、變異數固定不變的時間序列）的 Ljung-Box 檢定統計量、Durbin-Watson 檢定統計量與 Breusch-Godfrey 的 LM 檢定統計量：須確保對應的 p 值大於 1% 或 5%
 2. 檢測殘差是否為常態隨機變量的 Jarque-Bera 檢定統計量：須確保對應的 p 值大於 1% 或 5%

由於信用風險損失分配的模擬是建立在「違約率 logit 轉換值遵從這裡所建置之線性迴歸模型的常態隨機變量」假設上, 由這些檢定統計量我們可確認 logit 轉換值樣本沒有顯著的違反這個假設。

使用者可用滑鼠不斷將長名單變量拖放到短名單拖放區中 (最多可拖放 15 個), 也可用滑鼠點選短名單變量的名稱刪除之, 每次改動短名單變量便會在圖示中產生不同的綠色樣本配適線, 前述列表中的統計量也會隨之更新, 使用者經由觀察比較對應的樣本配適線與同圖中白色樣本線的契合程度, 並參考比較對應的績效指標後, 決定最佳的短名單變量。

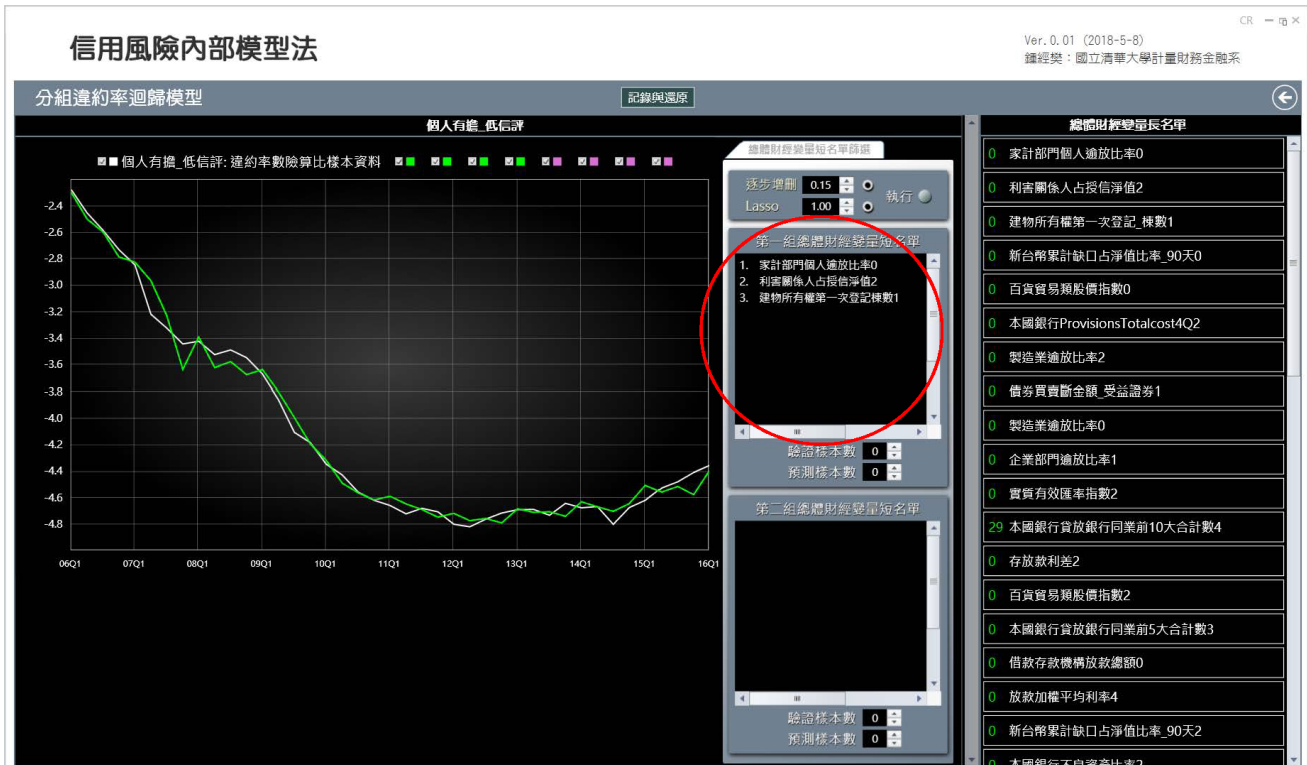


圖 2.16

穩定度測試

在決定短名單變量的過程中, 使用者還可在參數輸入面板中短名單變量拖放區下方, 使用滑鼠點選改變「驗證樣本數」及「預測樣本數」的 0 預設值。改變驗證樣本數會如圖 2.17 所示在左圖中增加一條異於違約 logit 轉換值樣本配適線 (綠色實線) 的綠色虛線, 乃違約 logit 轉換值的「樣本內預測線」(樣本內預測點的連線), 其上下方還會出現暗綠色區域, 乃信賴水準為 95% 的「預測區間」。此外, 改變預測樣本數則會將綠色虛線向右邊延伸, 得到違約 logit 轉換值的「樣本外預測線」(樣本外預測點的連線), 其上下方也會出現信賴水準為 95% 的「預測區間」。

樣本內預測線與其預測區間: 假設驗證樣本數由預設的 0 值改換為 4, 程式便將在刪除最後 4 筆樣本後重估以短名單變量為解釋變量、違約 logit 轉換值為應變量之線性迴歸模型, 綠色虛線便是由此刪除最後 4 筆樣本進行迴歸模型估計後所得到的違約 logit 轉換值樣本配適線, 其中最後 4 個樣本點的對應樣本配適值是樣本內預測值而非配適值, 由於可對任何預測值建置信賴水準為 95% 的「預測區間」, 樣本內預測線周圍的暗綠色區域便是此預測區間, 實際樣本值落在此預測區間內的可能性是 95%。

隨著驗證樣本數的改變, 除了新增前述的樣本內預測線外, 圖示下方的列表內也會新增針對樣本內預測值的績效指標: MSE (Mean Square Error)、MAPE (Mean Absolute Percentage Error)、與 MMA (Min Max Accuracy)。

樣本內預測相當重要, 可用來評估以短名單變量為解釋變量、違約 logit 轉換值為應變量之線性迴歸模型的「穩定度」, 若驗證樣本數的遞增會導致違約 logit 轉換值樣本內預測線 (綠色虛線) 大幅偏離對應的樣本配適線 (綠色實線), 就代表線性迴歸模型的估計結果並不穩定, 很可能有「過度配適」(Overfitting) 的嚴重問題, 亦即使用迴歸模型預測違約率 logit 轉換值之未來走勢的表現有可能遠不如之前迴歸模型估計績效指標 (諸如調整後 R^2 、AIC、BIC 等) 所示, 因而有必要考慮更動短名單變量。

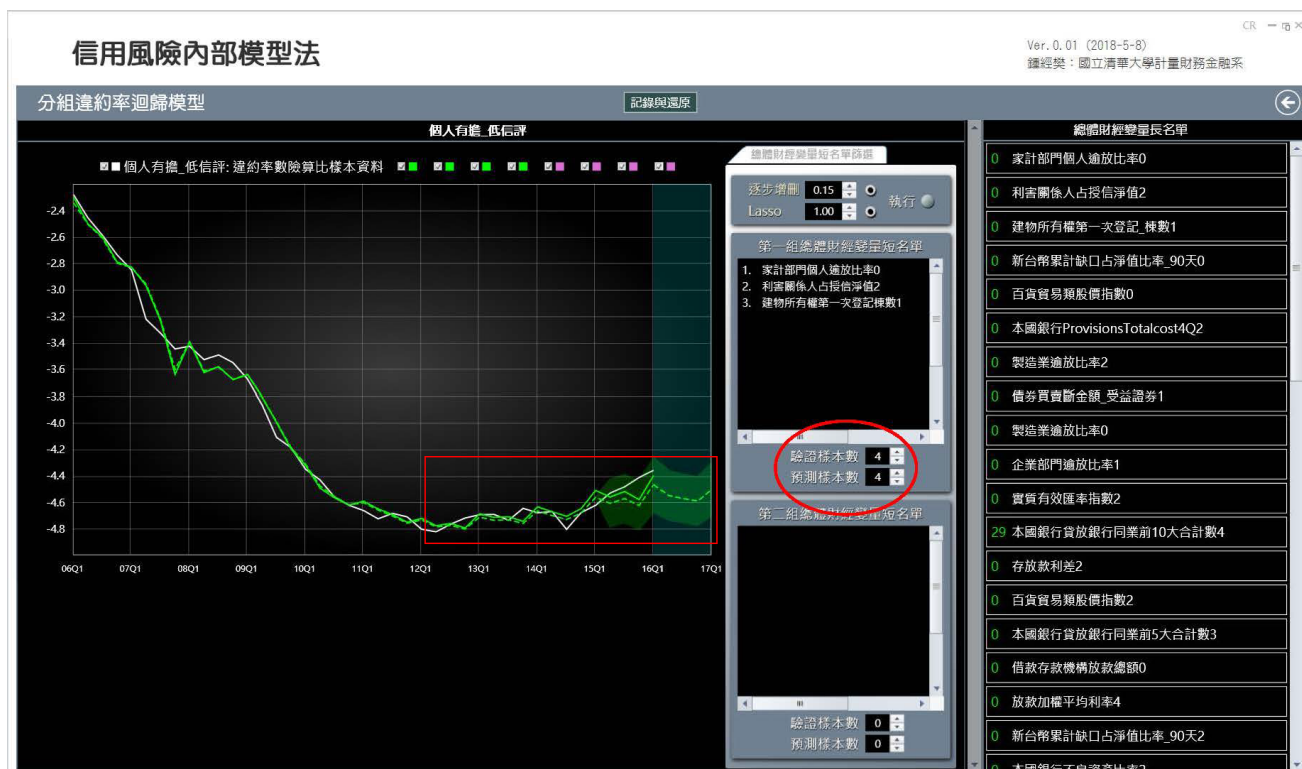


圖 2.17

樣本外預測線與其預測區間： 假設預測樣本數由預設的 0 值改換為 4, 程式便將針對每一個短名單變量分別進行不同階數設定的 ARIMA 時間序列模型並隨之求導最適階數 (根據 BIC 績效指標), 然後利用各個最適的 ARIMA 模型估計結果分別計算各短名單變量的樣本外 4 期預測值, 然後將這些樣本外 4 期預測值代入違約 logit 轉換值迴歸模型, 求導違約 logit 轉換值的樣本外 4 期預測值, 並隨之產生圖 2.17 中違約 logit 轉換值樣本內預測線 (綠色虛線) 的延伸, 這條違約 logit 轉換值的樣本外預測線可作為預測未來違約率的根據, 也可用來評估以短名單變量為解釋變量、違約 logit 轉換值為應變量之線性迴歸模型所做的預測是否符合主觀判斷。若明顯的違反主觀判斷, 便有必要考慮更動短名單變量。

跨模型比較： 圖 2.18 顯示參數輸入面板包含兩個短名單變量拖放區, 使用者可在下方的短名單變量拖放區中建構與測試第二組短名單變量, 並在左圖中會產生另一個版本的紫色折線群, 其中紫色實線是對應第二組短名單變量的樣本配適線, 而紫色虛線及其周圍的暗紫色區域則是對應第二組短名單變量的樣本內 (外) 預測線及信賴水準為 95% 的預測區間。

藉由兩組短名單變量配適與預測結果的對比, 使用者可比較深入的瞭解短名單中各個總體財經變量或是其組合對樣本配適的影響與貢獻。

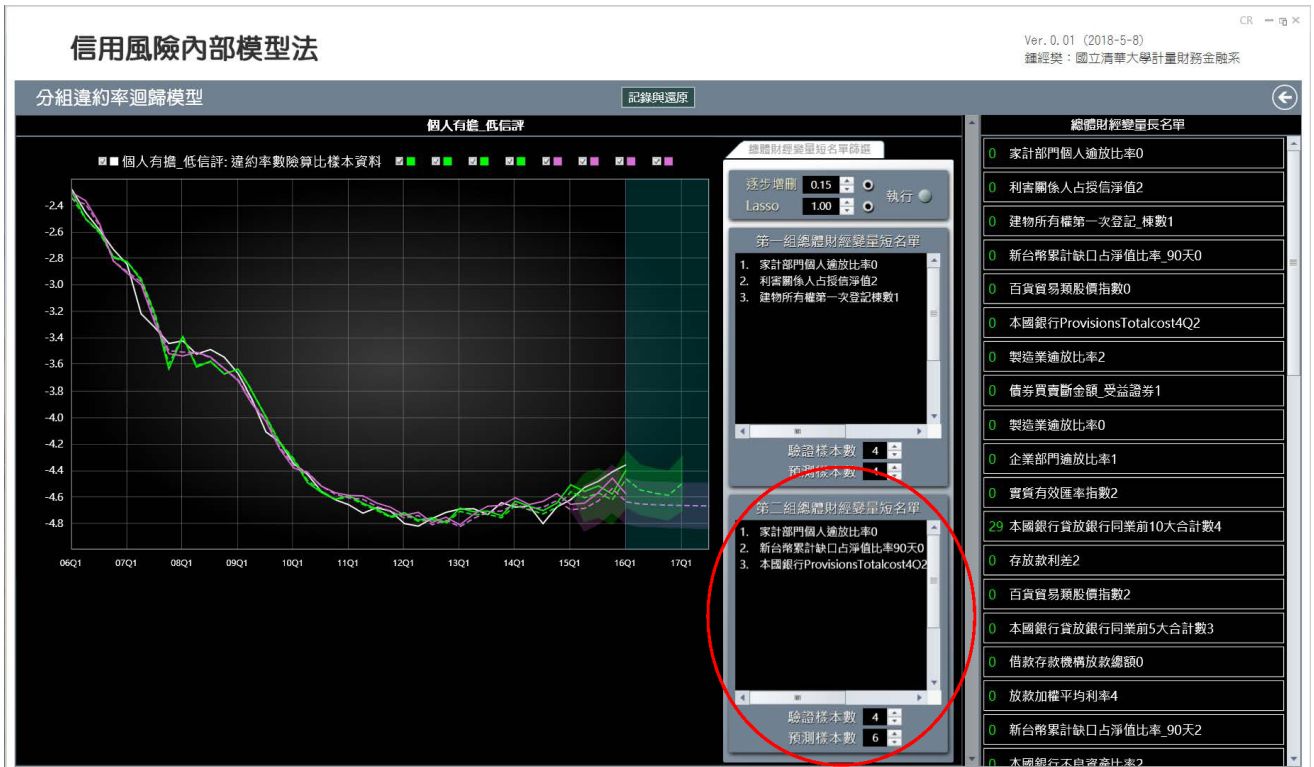


圖 2.18

記錄與還原

使用者可逐一在每一類曝險分組的圖示與參數輸入面板中採用前述操作決定各類曝險分組的短名單變量，在這個分組建模過程中的任何時點，使用者都可按選視窗中上方的「記錄與還原」後再按選「記錄」，將視窗中已建置完成的短名單儲存起來，之後每次按選圖 2.12 下方「新建」按鈕，便可自動呈現所儲存之各類曝險分組短名單變量。

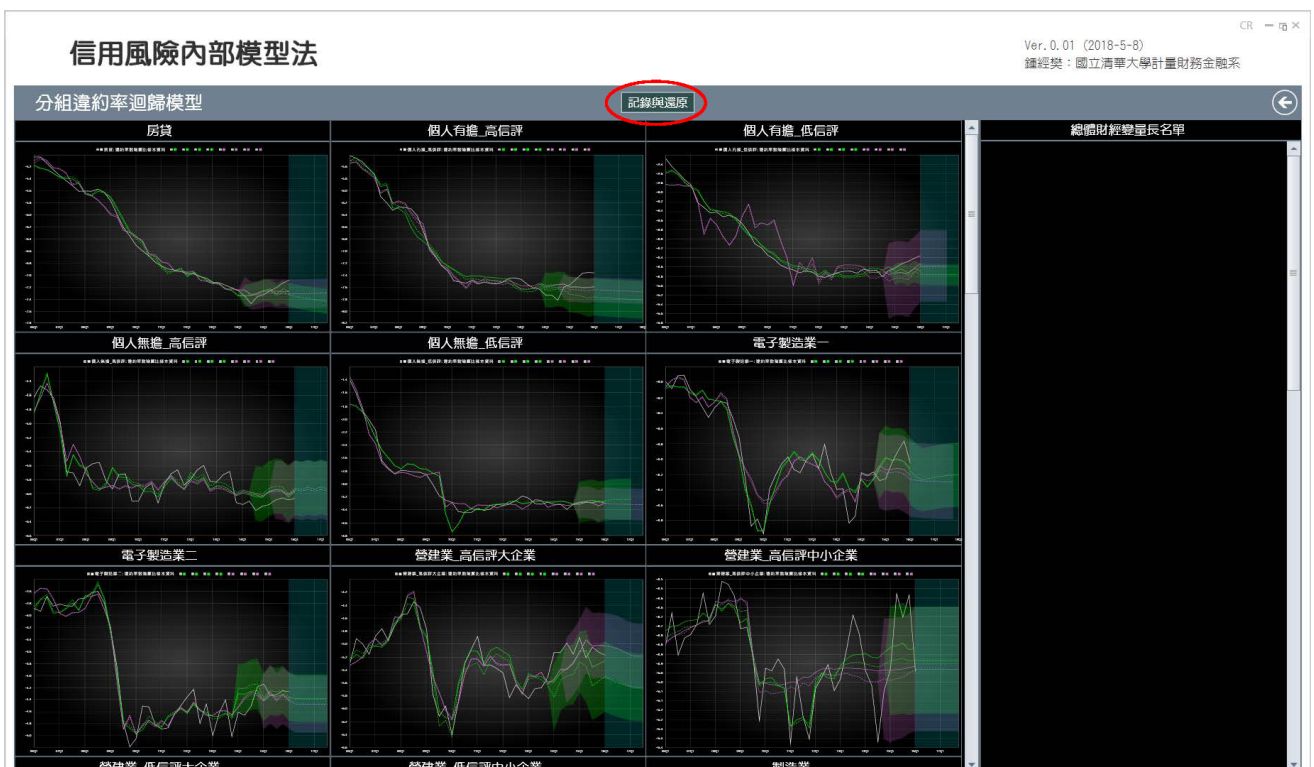


圖 2.19

圖 2.19 便是所有各類曝險分組皆已完成短名單建置後的圖示。按選「記錄與還原」後再按選「清除」便可清除記錄檔。

2.4 「曝險金額資料處理」視窗的操作

回到圖 2.4 所示畫面，按選「曝險金額資料處理」方塊，可得到如圖 2.20 所示畫面。



圖 2.20

圖 2.20 中除了一兩個標籤外，其結構與圖 2.5 完全相同，按選右上方「執行」按鈕，程式將自動讀取儲存曝險金額資料之 Excel 檔內的所有資料，並如圖 2.21 所示在「2. 曝險金額分佈」方塊中呈現各個分組之曝險金額的直方圖（共 13 個圖示），可再按選「2. 曝險金額分佈」標籤得到如圖 2.22 所示的擴展圖示，以更清楚的比較分析各分組曝險金額的分佈。

2.4.1 分析方法與分組決策

在之前「違約資料彙整」視窗下的分析中，我們根據圖 2.6 所示「2. 違約率時間序列」方塊內所呈現的各類銀行之各類曝險的違約率時間序列走勢圖，判斷各消金產品與企金產業的違約率是否很受信用評等高低或是企業大小的影響，然後在圖 2.10 中按選「1. 分組違約資料」方塊中「消費金融產品」與「企業金融產業」之各個分組名稱旁的箭頭按鈕，在展開後的選單（參見圖 2.11）中點選其中的選項以決定該消金產品或企金產業的分組模式：「不分組」、或是「高低信評分組」、或是「企業大小分組」等，這個選擇便將成為下一階段在「違約迴歸模型建置」視窗內進行建模所採用的違約率分組。

這裡對圖 2.20 到圖 2.22 的分析也相當類似，我們根據圖 2.20 所示「2. 曝險金額分佈」方塊內所呈現的各類銀行之各類曝險的曝險金額的直方圖，判斷各消金產品與企金產業的曝險金額是否會因信用評等高低或是企業大小的不同而有顯著差異，然後在圖 2.20 中按選「1. 分組違約資料」方塊中「消費金融產品」與「企業金融產業」之



圖 2.21



圖 2.22

各個分組名稱旁的箭頭按鈕，在展開後的選單中點選其中的選項以決定該消金產品或企金產業的分組模式，這個選擇連同之前所得到的分組違約迴歸模型估計結果，成為下一階段在「損失分配」視窗內模擬損失分配的基礎。

2.5 「損失分配」視窗的操作

在前一方塊視窗完成違約迴歸模型建模後，便可在本方塊視窗中直接進行 TTC (Through The Cycle, 跨循環) 損失分配的模擬。此外，還須在本方塊視窗中對選取的總體財經變量進行 VAR 模型 (向量自我迴歸模型) 的建模，主要是決定 VAR 模型的變異數共變數矩陣的設定，然後進行 PIT (Point In Time, 單時點) 損失分配的模擬。

本方塊視窗的主要結果是模擬損失分配的圖示，除了台灣全體銀行的模擬損失分配，還將呈現四個銀行類別分組以及企業金融與消費金融的模擬損失分配以進行跨樣本分組的比較分析。由各個模擬損失分配便可求導對應的預期損失、風險值、與預期短缺，以進一步求導經濟資本。

在本階段分析中我們還可進行模擬損失分配對不同違約迴歸模型建模的敏感度分析。

2.6 初步估計結果

	預期損失	風險值	預期短缺	經濟資本 = 風險值 - 預期損失
市場風險				
利率曝險	0	15,465,884		15,465,884
外匯曝險	0	4,280,523		4,280,523
股權曝險	0	2,559,964		2,559,964
信用風險				
跨循環	58,881,544	245,365,840	201,968,272	186,484,296
跨循環 (加壓)	64,180,883	291,985,350	244,381,609	227,804,467
單時點	49,989,896	77,177,372	73,472,620	27,187,476
單時點 (加壓)	54,139,057	95,699,941	92,575,501	41,560,884
合計				
跨循環	58,881,544	267,672,211	201,968,272	208,790,667
跨循環 (加壓)	64,180,883	314,291,721	244,381,609	250,110,838
單時點	49,989,896	99,483,743	73,472,620	49,493,847
單時點 (加壓)	54,139,057	118,006,312	92,575,501	63,867,255

註：所有數值的單位均為新台幣元。

2.7 附錄

2.7.1 安裝 R 的可能問題及其處理

安裝 R-3.4.1 版的 R 一般而言不會有問題，但若安裝的較新的 R-3.4.3 版，則有些電腦執行 CB[®] 程式會出現「無法找到 'r1apack.dll' 檔」的錯誤訊息，解決這個問題的方法是對 Windows 進行如下的調整：啟動 Windows 的控制台選取「系統及安全性」、「系統」後，點選螢幕左邊的第 4 個選項「進階系統設定」，在隨之出現的視窗中按選倒數第二列的「環境變數」按鈕，然後在出現之視窗下半部的「系統變數」窗格中找到 'Path' 變數後按「編輯」按鈕，最後在出現之小視窗中的文字之最前方加入如下設定：

```
C:\Program Files\R\R-3.4.3\bin\i386;
```

安裝最新的 R-3.5.0 版本也會發生無法執行 CB[®] 程式的問題, 對此尚未找到解決方案。

2.7.2 違約迴歸模型及損失分配模擬的基本原理

這裡我們先簡述程式所根據的基本模型。信用曝險 i 的違約損失 L_i 可以如下方式分解成三個部分:

$$L_i \equiv d_i \times s_i \times \text{EAD}_i, \quad (2.1)$$

其中

- d_i 是表示違約與否的隨機虛擬變數 (亦即二元隨機變量或是柏努利隨機變數), 我們也可稱之為「違約狀態變數」, d_i 等於 1 時代表違約, 等於 0 時就是不違約, d_i 等於 1 的可能性 $P(d_i = 1)$ 一般稱為「違約機率」(PD, Probability of Default), d_i 等於 0 的可能性自然就是 $P(d_i = 0) = 1 - P(d_i = 1)$ 。 d_i 作為二元隨機變量的期望值就是其違約機率 $P(d_i = 1)$ 。
- EAD_i 是「違約曝險額」(Exposure at Default), 信用曝險金額可因時而變因而也可能是隨機變量, 違約曝險額乃在信用曝險違約當時的金額。
- s_i 是一個數值介於 0 和 1 之間的隨機變數, 代表違約時違約曝險額中無法回收而成為損失的比率, 亦即違約損失的嚴重程度, s_i 的大小很受相關信用抵減措施 (包括擔保品、保證等) 的影響, 給定 d_i 等於 1 的條件下, s_i 的條件期望值 $E(s_i | d_i = 1)$ 通常為「違約損失率」(LGD, Loss Given Default)。

由多筆信用曝險所組成之信用資產組合 (credit portfolio) 的違約損失將是各筆信用曝險之違約損失的總和, 假設一個信用資產組合是由 m 筆信用曝險所組成, 則其違約損失是

$$L \equiv \sum_{i=1}^m L_i = \sum_{i=1}^m d_i \times s_i \times \text{EAD}_i, \quad (2.2)$$

違約損失 L 的分配便是損失分配。

- 若假設 EAD_i 為固定常數, 則損失分配就會是 $d_i \times s_i$ 之加權和 (以 EAD_i 為權數) 的分配。
- 若同時假設 EAD_i 與 s_i 皆為固定常數, 後者必然等於其期望值 LGD_i , 則損失分配就會是 d_i 之加權和 (以 $\text{LGD}_i \times \text{EAD}_i$ 為權數) 的分配。

信用曝險的單位 i 不見得是個別企業或個人, 也可能是組合, 例如不同信用評等、貸款成數、求償順位、擔保品類別、產業、產品、規模大小、地區等之曝險對象的組合, 也就是說, 前述信用資產組合將是 m 個組合的組合。我們要求組合 i 做為信用資產組合中基本單位, 必須滿足如下條件:

- 單位組合 i 中之各曝險具顯著的同質性屬於同組合 i 之各曝險的 PD、LGD、EAD、各曝險之間的相關性、以及這些參數受到各種風險因子影響的程度, 都要有相當穩定的類似性
- 單位組合 i 中之曝險的額度與筆數不能過多, 以維持曝險的穩定同質性, 並使組合達到一定的「細緻程度」(granularity)

- 單位組合中 i 之曝險的額度與筆數不能過少, 以獲得基本單位組合 i 諸如 PD、LGD、EAD 之各種統計量的有效的估計值

給定任一信賴水準 α (例如 99%), 我們可根據損失分配求取對應的第 α 百分位做為損失分配的「風險值」(VaR, value-at-risk), 換言之, 風險值是某一特定的損失值, 損失超過該特定損失值的機率是 α :

$$P(L \leq \text{VaR}) = \alpha.$$

給定預期損失

$$\text{EL} \equiv E(L) = \sum_{i=1}^m \text{PD}_i \times \text{LGD}_i \times \text{EAD}_i,$$

經濟資本 (EC) 一般就定義為

$$\text{EC} \equiv \text{VaR} - \text{EL},$$

亦即扣除預期損失後的風險值。

風險值無法表示為預期損失 (或任何條件預期損失) 的形式, 亦即風險值不是一個相容的 (coherent) 風險測度, 「預期短缺」(ES, Expected Shortfall) 做為一個相容風險測度近年來獲得越來越多的重視, 其定義是

$$\text{ES} \equiv E(L | L \geq \xi),$$

其中 ξ 是損失分配的某一給定的百分位, 亦即預期短缺是在給定損失大於 ξ 值之條件下的損失預期值, 乃是損失分配右尾尾端的平均值。

假設信用曝險可分為 m 類, 第 i 類信用曝險在第 t 時點的筆數是 N_{it} , 對信用曝險的違約做出如下 4 個假設:

假設一: 第 i 類之 N_{it} 筆信用曝險的違約狀態 d_{iht} , $h = 1, 2, \dots, N_{it}$, 都是以 p_{it} 為共同違約機率的柏努利隨機變量:

$$d_{iht} = \begin{cases} 1 \text{ (違約)}, & \text{機率是 } p_{it}, \\ 0 \text{ (未違約)}. & \text{機率是 } 1 - p_{it}. \end{cases} \quad h = 1, 2, \dots, N_{it},$$

這裡的 p_{it} 可稱為類別違約機率。

假設二: 類別違約機率 p_{it} , $i = 1, 2, \dots, m$, 會受到因時而變之共同風險因子的影響因而彼此相關。

假設三: 在違約機率 p_{it} 固定的條件下所有違約狀態 d_{iht} , $h = 1, 2, \dots, N_{it}$, 彼此獨立, 亦即 d_{iht} , $h = 1, 2, \dots, N_{it}$, 之間的相關全源自於隨機的違約機率 p_{it} 。

假設四: 不論違約狀態 d_{iht} 是否可觀察, 假設我們可觀察到信用曝險的各類別平均違約比率:

$$\bar{d}_{it} = \frac{1}{N_{it}} \sum_{h=1}^{N_{it}} d_{iht}, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

假設三之違約狀態 d_{iht} 的條件獨立意味著假設四中每一個時點的平均違約比率 \bar{d}_{it} 是違約機率 p_{it} 的不偏估計式, 這是因為會影響違約機率 p_{it} 的共同風險因子在任一特定時點都是固定之故。

假設二明確指出違約相關性源自於總體經濟系統風險因子, 我們將以違約機率 p_{it} 的不偏估計式 \bar{d}_{it} 作為應變量, 以共同風險因子作為解釋變量的線性迴歸模型來呈現這個關係, 之後再根據這個關係推导出違約相關性以及對應的損失分配。但使用最小平方估計線性迴歸模型的一個先決條件是應變量必須是一個數值不受限制的連續變

量, 而這裡的 \bar{d}_{it} 是一個介於 0 和 1 之間的數值 (N_{it} 個 d_{iht} 中 1 的比率), 為此我們有必要先行對其進行如下的 logit 轉換 (對數險算比轉換) 使之成為數值沒有任何限制的連續變量:⁴

$$q_{it} \equiv \ln \frac{\bar{d}_{it}}{1 - \bar{d}_{it}},$$

接下來我們所考慮的將就只是以 q_{it} 為應變量、以共同風險因子為解釋變量的線性迴歸模型。

為簡化符號, 將 m 個“類別違約機率” q_{it} 與 k 個系統風險因子 x_{it} 的時間序列資料分別以向量形式表示:

$$\mathbf{q}_t = \begin{bmatrix} q_{1t} \\ q_{2t} \\ \vdots \\ q_{mt} \end{bmatrix}, \quad \text{與} \quad \mathbf{x}_t = \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \\ \vdots \\ x_{kt} \end{bmatrix},$$

我們將假設 \mathbf{q}_t 是一個以系統風險因子 \mathbf{x}_t 及其多期滯後項為解釋變量的線性迴歸模型:

$$\mathbf{q}_t = \mathbf{B} \mathbf{x}_t + \sum_{j=1}^J \mathbf{B}_j \mathbf{x}_{t-j} + \mathbf{B}_0 \mathbf{x}_0 + \boldsymbol{\varepsilon}_t, \quad (2.3)$$

此外, 我們還更進一步假設總體經濟系統風險因子的時間序列資料遵從如下的一階 VAR (Vector Autoregressive) 模型:

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{A} \mathbf{x}_{t-1} + \mathbf{A}_0 \mathbf{x}_0 + \boldsymbol{\eta}_t, \quad (2.4)$$

其中 \mathbf{x}_0 是一個包含常數項之不隨時間改變純外生變量的向量, 我們要特別強調, 所有的係數矩陣 \mathbf{B} 、 \mathbf{B}_j 、 \mathbf{B}_0 、 \mathbf{A} 與 \mathbf{A}_0 均可包含 0 元素, 因此 m 個類別違約機率 q_{it} 可以受到完全不同之系統風險因子 x_{it} 及其滯後項的影響, 而各個系統風險因子 x_{it} 也可受到不同系統風險因子之滯後項的影響。

我們對 (2.3) 式與 (2.4) 式兩個隨機誤差項 $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ 與 $\boldsymbol{\eta}_t$ 分別做出如下的統計分配假設。

- 假設 (2.4) 式的誤差項 $\boldsymbol{\eta}_t$ 是以 0 為期望值、以 $\boldsymbol{\Sigma}$ 為變異數共變數矩陣的 k 維常態分配:

$$\boldsymbol{\eta}_t \sim \text{i.i.d. } \mathcal{N}^{(k)}(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma}). \quad (2.5)$$

這裡的 i.i.d. (independently and identically distributed) 代表互相獨立且有完全相同的分配。

- 假設 (2.3) 式的誤差項 $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ 則是以 0 為期望值、以 $\boldsymbol{\Omega}$ 為變異數共變數矩陣的 m 維常態分配:⁵

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t \sim \text{i.i.d. } \mathcal{N}^{(m)}(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}), \quad (2.6)$$

⁴這個轉換的反函數是標準羅吉斯分配的分配函數 $\exp(\bar{d}_{it})/[1 + \exp(\bar{d}_{it})]$ 。

⁵這個假設意味著 $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ 的 m 個元素均為彼此獨立的常態分配:

$$\varepsilon_{it} \sim \text{i.i.d. } \mathcal{N}(0, \omega_{ii}), \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

其中變異數共變數矩陣 Ω 因假設三所以是對角矩陣如下:

$$\Omega = \text{Var}(\boldsymbol{\varepsilon}_t) = \begin{bmatrix} \omega_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \omega_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \omega_{mm} \end{bmatrix}. \quad (2.7)$$

- (2.3) 式的誤差項 $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ 所代表的是影響 m 個類別違約機率的非系統隨機衝擊, 而 (2.4) 式的誤差項 $\boldsymbol{\eta}_t$ 則代表系統風險因子自我相關趨勢之外的隨機衝擊。這裡我們還將進一步假設影響類別違約機率的隨機衝擊是與當期以及所有過去各期的系統風險因子完全無關的非系統衝擊, 換言之, $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ 與所有各期的 $\boldsymbol{\eta}_t$ 彼此獨立:

$$\text{Cov}(\boldsymbol{\varepsilon}_t, \boldsymbol{\eta}_{t-j}) = \mathbf{O}, \quad j = 0, 1, 2, \dots$$

根據 (2.4) 式與分配假設 (2.5) 式, 我們可導出系統風險因子的條件分配:

$$\mathbf{x}_t | \mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{x}_{t-2}, \dots \sim \text{i.i.d. } \mathcal{N}^{(k)}(\bar{\mathbf{x}}_t, \Sigma), \quad (2.8)$$

其中⁶

$$\bar{\mathbf{x}}_t \equiv E_{t-1}(\mathbf{x}_t) = \mathbf{A} \mathbf{x}_{t-1} + \mathbf{A}_0 \mathbf{x}_0, \quad (2.9)$$

以及

$$\Sigma \equiv \text{Var}_{t-1}(\mathbf{x}_t) = \text{Var}(\boldsymbol{\eta}_t). \quad (2.10)$$

根據 (2.6) 的分配假設, 再加上誤差項 $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ 與系統風險因子及其滯後項 $\mathbf{x}_t, \mathbf{x}_{t-1}, \dots$ 彼此獨立的假設,⁷ 我們可導出

$$\mathbf{q}_t | \mathbf{x}_t, \mathbf{x}_{t-1}, \dots \sim \text{i.i.d. } \mathcal{N}^{(m)}(\boldsymbol{\mu}_t, \Omega), \quad (2.11)$$

其中條件期望值向量是

$$\boldsymbol{\mu}_t \equiv E(\mathbf{q}_t | \mathbf{x}_t, \mathbf{x}_{t-1}, \dots) = E_{t-1}(\mathbf{q}_t | \mathbf{x}_t) = \mathbf{B} \mathbf{x}_t + \sum_{j=1}^J \mathbf{B}_j \mathbf{x}_{t-j} + \mathbf{B}_0 \mathbf{x}_0, \quad (2.12)$$

條件變異數共變數矩陣是 (2.7) 式的

$$\Omega = \text{Var}_{t-1}(\mathbf{q}_t | \mathbf{x}_t) = \text{Var}(\boldsymbol{\varepsilon}_t). \quad (2.13)$$

給定第 i 筆信用曝險在第 t 時點的違約損失率 LGD_{it} 與違約曝險額 EAD_{it} , 兩者的乘積 $\zeta_{iht} \equiv \text{LGD}_{iht} \times \text{EAD}_{iht}$ 便是所謂的「違約損失額」, 我們可隨之定義違約損失為違約狀態變量 d_{iht} 以 ζ_{iht} 為權數的加權和如下

$$L_t = \sum_{i=1}^m \sum_{h=1}^{N_{it}} d_{iht} \cdot \zeta_{iht}. \quad (2.14)$$

⁶這裡的期望值與變異數共變數矩陣均是給定系統風險因子的過去信息 $\{\mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{x}_{t-2}, \dots\}$ 下的條件動差, 條件期望值將以 E_{t-1} 的符號表示, 條件變異數將以 Var_{t-1} 的符號表示。亦即 $E(\cdot | \mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{x}_{t-2}, \dots) \equiv E_{t-1}(\cdot)$ 與 $\text{Var}(\cdot | \mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{x}_{t-2}, \dots) \equiv \text{Var}_{t-1}(\cdot)$ 。

⁷在一些有關 (2.4) 式之穩定性假設下, 系統風險因子 \mathbf{x}_t 可以寫成隨機衝擊項 $\boldsymbol{\eta}_t, \boldsymbol{\eta}_{t-1}, \dots$ 的線性組合:

$$\mathbf{x}_t = \sum_{j=0}^{\infty} \Psi_j \boldsymbol{\eta}_{t-j},$$

其中的係數矩陣 Ψ_j 便是所謂的「衝擊反應係數」。由於 $\boldsymbol{\eta}_t$ 與所有各期的 $\boldsymbol{\eta}_t$ 彼此獨立, 所以也就與 $\mathbf{x}_t, \mathbf{x}_{t-1}, \dots$ 彼此獨立。

由於違約狀態變量 d_{iht} 是間斷型隨機變量，違約損失因而也是一個間斷型隨機變量，其分配便是所謂的「違約損失分配」或簡稱「損失分配」。損失分配最重要的性質就是等於違約狀態變量的聯合分配：

$$\begin{aligned} P_{t-1} \left(L_t = \sum_{i=1}^m \sum_{h=1}^{N_{it}} l_{ih} \cdot \zeta_{iht} \right) &= P_{t-1}(d_{11t} = l_{11}, \dots, d_{21t} = l_{21}, \dots, d_{mN_{mt}} = l_{mN_{mt}}) \\ &= E_{t-1} \left[\prod_{i=1}^m \sum_{h=1}^{N_{it}} p_{it}^{l_{ih}} (1 - p_{it})^{1-l_{ih}} \right], \end{aligned} \quad (2.15)$$

這裡的 P_{t-1} 與 E_{t-1} 分別是給定系統風險因子的過去信息 $\{\mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{x}_{t-2}, \dots\}$ 下的條件機率與條件期望值，亦即 $P_{t-1}(\cdot) \equiv P(\cdot | \mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{x}_{t-2}, \dots)$ 與 $E_{t-1}(\cdot) \equiv E(\cdot | \mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{x}_{t-2}, \dots)$ ，其中條件期望值 E_{t-1} 的計算是建立在隨機機率 $p_{1t}, p_{2t}, \dots, p_{mt}$ 的分配上，此外，所有的 l_{ih} 均是給定數值 0 或 1。更具體的說，給定違約損失額 ζ_{iht} ，我們將多個違約狀態變量 d_{iht} 的多變量二元分配數直接轉換成一個損失變量的間斷型損失分配，損失分配的密度函數 f_{L_t} 就是條件獨立之違約狀態變量的聯合機率：

$$f_{L_t}(\ell_t) = E_{t-1} \left[\prod_{i=1}^m \sum_{h=1}^{N_{it}} p_{it}^{l_{ih}} (1 - p_{it})^{1-l_{ih}} \right], \quad (2.16)$$

這裡的 $\ell_t \equiv \sum_{i=1}^m \sum_{h=1}^{N_{it}} l_{ih} \cdot \zeta_{iht}$ 。

求導損失分配的最大問題在於該分配是由多個違約損失值以及對應的機率所組成，且每一個機率的計算又包含針對 m 個隨機機率 $p_{1t}, p_{2t}, \dots, p_{mt}$ 的 m 重積分，很不容易計算，只能訴諸於電腦模擬。

2.7.3 線性迴歸模型的績效指標

違約率線性迴歸模型估計的標準計算結果包括迴歸係數估計值向量

$$\mathbf{b} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y},$$

我們可隨之計算配適值 $\hat{\mathbf{y}}$ 與殘差向量 \mathbf{e} ：

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{X}\mathbf{b}, \quad \mathbf{e} = \mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b},$$

並進而計算「總平方和」TSS、「殘差平方和」RSS 與「可解釋平方和」ESS：

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= (\mathbf{y} - \bar{y} \cdot \mathbf{1})'(\mathbf{y} - \bar{y} \cdot \mathbf{1}) = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, \\ \text{RSS} &= \mathbf{e}'\mathbf{e} = (\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}) = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \mathbf{x}_i'\mathbf{b})^2, \\ \text{ESS} &= \text{TSS} - \text{RSS}, \end{aligned}$$

其中 \bar{y} 是應變量的樣本平均。

模型的配適績效指標

由前述平方和可計算 R^2 、調整後的 R^2 、F 統計量：

$$R^2 = 1 - \frac{\text{RSS}}{\text{TSS}} = \frac{\text{ESS}}{\text{TSS}}, \quad \text{調整後的 } R^2 = 1 - \frac{\text{RSS}/(n-K)}{\text{TSS}/(n-1)}, \quad F = \frac{\text{ESS}/(K-1)}{\text{RSS}/(n-K)},$$

以及可作為誤差項 ε_i 變異數 σ^2 之估計值的「迴歸變異數」:

$$s^2 = \frac{1}{n - K} \cdot \text{RSS}.$$

其中 K 是包括常數項之解釋變量的數目。

違約率線性迴歸模型的績效指標還包括 Akaiki's Information Criterion 與 Schwarz's Bayesian Information Criterion 統計量:

$$\text{AIC} = -2 \cdot \ln L + 2 \cdot p = n + n \cdot \ln(2 \cdot \pi) + n \cdot \ln\left(\frac{\text{RSS}}{n}\right) + 2 \cdot p,$$

$$\text{BIC} = -2 \cdot \ln L + p \cdot \ln n = n + n \cdot \ln(2 \cdot \pi) + n \cdot \ln\left(\frac{\text{RSS}}{n}\right) + p \cdot \ln n,$$

不論是 AIC 還是 BIC, 其數值越小代表模型配適度就越好。前述公式中的 L 是指樣本在常態分配假設下的概似函數值, n 與 $p = K + 1$ 分別是樣本數與迴歸模型中的參數總數 (包括常數項與 σ^2 , 亦即非常數項解釋變量數加 2), AIC 與 BIC 是差別在於給予參數數目 p 的懲罰權數 κ : AIC 的 κ 是 2, BIC 的 κ 則是 $\ln n$, BIC 加重對樣本數的懲罰。此外還有所謂的調整後的 AIC:

$$\text{AICc} = \text{AIC} + \frac{2 \cdot p \cdot (p + 1)}{n - p - 1}.$$

交叉驗證: 所謂的「交叉驗證」(Cross-Validation) 是指使用各種不同的方法分割樣本為建模样本與驗證樣本, 並隨之計算對應的樣本外預測及其績效指標, 線性迴歸模型的典型交叉驗證統計量是輪流建置單一驗證樣本的交叉驗證統計量 CV (又稱為「排除 1 個樣本交叉驗證統計量」或 Allen's PRESS 統計量):

$$\text{CV} = \sum_{i=1}^n (y_i - \mathbf{x}'_i \mathbf{b}_{-i})^2,$$

其中 \mathbf{b}_{-i} 是排除第 i 個樣本後所得到迴歸係數估計值, 因而 $\mathbf{x}'_i \mathbf{b}_{-i}$ 為 y_i 的樣本外預測值。排除 1 個樣本的交叉驗證統計量還可以另一種方法計算如下:

$$\text{CV} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{e_i}{1 - h_i} \right)^2,$$

其中 h_i 是 $\mathbf{H} = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$ 的第 i 個對角元素。

當樣本數 n 很大時, 使用 CV 指標挑選解釋變量組合等同於使用 AIC 指標, 此外, 給定

$$v := n \cdot \left(1 - \frac{1}{\log(n) - 1} \right),$$

使用排除 v 個樣本的交叉驗證統計量挑選解釋變量組合等同於使用 BIC 指標。

樣本內的預測績效指標

給定 $\tilde{\mathbf{x}}$ 是一建模样本以外的非隨機驗證樣本, 則對應預測值 $\tilde{y} = \tilde{\mathbf{x}}'\mathbf{b}$ 的變異數是

$$\text{Var}(\tilde{y}) = \sigma^2 \left[1 + \tilde{\mathbf{x}}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\tilde{\mathbf{x}}' \right],$$

可用來建置預測區間。若 $\tilde{\mathbf{x}}$ 是隨機變量, 則前述變異數將低估預測值 \tilde{y} 的變異程度。

給定 y_i 是 n 個驗證樣本中的第 i 個樣本值, \hat{y}_i 是對應的預測值, 則可定義

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2, \quad \text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\hat{y}_i - y_i|}{y_i}, \quad \text{MMA} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\min\{y_i, \hat{y}_i\}}{\max\{y_i, \hat{y}_i\}},$$

其中 MSE 是指 Mean Square Error, MAPE 是指 Mean Absolute Percentage Error, MMA 是指 Min Max Accuracy。

2.7.4 Lasso 估計

任何參數估計的 MSE 是等於該估計值的偏誤值平方與變異數之和，迴歸模型中的解釋變量越多，迴歸係數估計的偏誤就傾向於越小，但估計變異數（因彼此的 Multicollinearity）就傾向於越大，因而若以 MSE 作為選取解釋變量的準則，就必須在估計的偏誤與變異程度之間取得平衡。

給定 OLS 估計式 b_j ，所謂的「收縮估計式」(Shrinkage Estimator) 是數值介於 0 與 b_j 之間的估計值，給定 b_j 是不偏估計式，則收縮估計式便有偏誤，但也有助於縮小估計式的變異數，在偏誤與變異數的綜合考量下，我們可採用如下幾種方式進行收縮估計：

- 「Ridge 估計式」是由附加如下限制式的最小平方方法導出：

$$\text{給定 } \|\boldsymbol{\beta}\|_2^2 = \sum_{j=1}^p \beta_j^2 < t_1, \quad \text{求導 } \min_{\beta_0, \boldsymbol{\beta}} \frac{1}{n} \cdot (\mathbf{y} - \beta_0 - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \beta_0 - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}),$$

其中 t_1 是任何給定正值， β_0 是常數項的迴歸係數，而 $\boldsymbol{\beta}$ 則是不包含常數項的 p 維迴歸係數向量。

我們之所以要考慮 Ridge 估計式的原因是，當候選變量數目很大時，有些變量組合之間便傾向於有很高的相關性 (Multicollinearity 問題)，Ridge 估計式有助於解決這個問題：任何與其他解釋變量高度相關的解釋變量只要有助於預測應變量便會被選入模型，但對應的迴歸係數估計值將被收縮，以降低 MSE 中迴歸係數估計式之原本過大的變異數。

- 「Lasso 估計式」則是改換限制式的最小平方方法：

$$\text{給定 } \|\boldsymbol{\beta}\|_1 = \sum_{j=1}^p |\beta_j| < t_2, \quad \text{求導 } \min_{\beta_0, \boldsymbol{\beta}} \frac{1}{n} \cdot (\mathbf{y} - \beta_0 - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \beta_0 - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}),$$

其中 t_2 是任何給定正值。

- 「ElasticNet 估計式」是結合前述兩種附加限制式的最小平方估計法：

$$\min_{\beta_0, \boldsymbol{\beta}} \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{n} \cdot (\mathbf{y} - \beta_0 - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \beta_0 - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) + \lambda \cdot \left[(1 - \alpha) \cdot \frac{1}{2} \|\boldsymbol{\beta}\|_2^2 + \alpha \cdot \|\boldsymbol{\beta}\|_1 \right],$$

其中 α 是可能值介於 0 與 1 之間的 ElasticNet Mixing 參數：

- 若 α 等於 1，則由 λ 所導入的懲罰項便可得到 Lasso 估計式
- 若 α 等於 0，則由 λ 所導入的懲罰項便可得到 Ridge 估計式

而 λ 則是介於兩個給定 $\bar{\lambda}$ 與 $\underline{\lambda}$ 值之間的「懲罰參數」或「規範參數」(Regularization Parameter)。⁸

若為挑選解釋變量則應以 Lasso 估計為主，之所以要納入 Ridge 估計的原因是：當解釋變量之間高度相關時，Lasso 估計式傾向於在高度相關的解釋變量群組中隨機選取一個，以致於被選取之解釋變量的名單可能隨機改變，相對的，Ridge 估計較有能力將高度相關的解釋變量群組全體納入再給予收縮估計值。

⁸ λ 可被視為是之前 t_1 與 t_2 之和的負值， λ 越大， t_1 與 t_2 就越小，懲罰就越嚴厲。

估計步驟： 求導迴歸係數估計值的步驟大致如下：由上限 $\log(\bar{\lambda})$ 均勻選取遞減的 $\log(\lambda)$ 值直到下限 $\log(\underline{\lambda})$ ，然後在各個給定 λ 值下使用「座標降階搜索法」(Coordinate Descent Search) 遞迴計算所有的迴歸係數估計值。⁹ 當 λ 值很大時，對應的迴歸係數估計值都將很接近 0，以此估計值作為座標降階搜索法的起始值 (稱為加溫起始值) 有助於快速達到收斂。

給定 ElasticNet 參數 $\alpha = 1$ (亦即我們將使用 Lasso 估計式)，則 L_1 限制式 $\|\boldsymbol{\beta}(\lambda)\|_1$ 將隨著懲罰參數 λ 值的降低而變大，¹⁰ 就會有越來越多的迴歸係數估計值之絕對值由 0 遞增，越早離開 0 值者的對應候選變量越重要。¹¹ 給定

$$\text{標準化 } L_1 \text{ 值} = \frac{\|\boldsymbol{\beta}(\lambda)\|_1}{\|\boldsymbol{\beta}(0)\|_1}$$

其中分母是 OLS 估計值的 L_1 值，標準化迴歸係數估計值 (縱座標) 與標準化 L_1 值 (橫座標) 之間 Piecewise Linear 關係的圖形稱為「Lasso 係數路徑」(Lasso Coefficient Path)。隨著標準化 L_1 值的增加 (懲罰參數 λ 值的降低)，標準化迴歸係數估計值越早成為非零值代表對應解釋變量越重要，因此 Lasso 係數路徑越早由橫座標軸分叉而出，對應的解釋變量就越應被保留。

每次遞減 λ 值時，都可能新增解釋變量，對於各個新增變量我們可採用所謂的「強規則」(Strong Rule) 來決定接受與否：給定 x_{ji} 是根據第 $k+1$ 輪的 $\lambda(k+1)$ 值所新增之 (標準化後的) 變量，則只有當 x_{ji} 滿足如下不等式才會被接受：

$$\sum_{i=1}^n \left\{ x_{ji} \cdot [y_i - \mathbf{x}_i(k)' \boldsymbol{\beta}(k)] \right\}^2 > \lambda(k+1) - [\lambda(k) - \lambda(k+1)],$$

亦即只有當新增變量與前一輪估計之殘差的交乘平方和 (Inner Product) 大於 $\lambda(k+1)$ (減去一小數值： $\lambda(k) - \lambda(k+1)$) 時才會被接受。這個機制非常有助於較快的篩選出真正必要的解釋變量。

至於懲罰參數 λ 值的決定通常是建立在一些樣本外預測的績效指標 (例如 k -Fold Cross-Validation 統計量) 上，一般是根據數懲罰參數 $\log(\lambda)$ 值對這些績效指標與之間的關係求導出使績效指標最佳的 $\log(\lambda)$ 值，一旦決定懲罰參數 λ 值後，便可決定對應的標準化 L_1 值，也就可決定哪些標準化迴歸係數估計值不等於 0，對應的解釋變量便是該保留者。

規範化與過度配適： 對迴歸模型之迴歸係數的估計附加前述限制的做法稱為「規範化」(Regularization)，其主要作用在於降低「過度配適」(Overfitting) 的可能，亦即因可解釋變異過大導致殘差變異 (RSS) 傾向於過小的可能。

針對包含所有候選變量 (數目甚至可大於樣本數) 的迴歸模型進行規範化的過程中，特別是經由 Lasso 限制式，部分解釋變量的 Lasso 估計值會因等於 0 而形同被排除，Lasso 估計因而成為篩選解釋變量的方法，其基本概念異於之前所述的逐步增刪變量模式。

⁹所謂的座標降階搜索法是指在給定 λ 值下，固定其他迴歸係數估計值後分別求導每一個迴歸係數的估計值，遞迴求導各迴歸係數的估計值直到所有估計值均穩定為止，這種方法事實上可適用於任何的目標函數以及任何附加懲罰項的求解。

¹⁰ λ 值越小表示 $\|\boldsymbol{\beta}(\lambda)\|_1$ 限制式越不重要，滿足限制式的迴歸係數就越少。

¹¹Lasso 估計式的懲罰項等同於限制迴歸係數向量必須落在菱形體 (以直線連結在座標軸上的端點) 上，而 Ridge 估計式的懲罰項則是圓球體，由於極小化殘差平方和所得到的無限制迴歸係數估計值都落在同心橢圓體上 (中心點是 OLS，離中心點越遠的橢圓其對應的殘差平方和越大)，橢圓體與圓球體的接觸點不會落在座標軸上 (除非同心橢圓體的中心點 OLS 本來就在座標軸上：亦即原本就有迴歸係數的 OLS 等於 0)，亦即所有迴歸係數的 Ridge 估計式都不會等於 0 (除非 OLS 原本就等於 0)，而橢圓體與矩形體的接觸點則可落在座標軸上，這就表示有些迴歸係數的 Lasso 估計可以等於 0。

「信用風險操作模型的建置及其與市場風險操作模型的連結」

期中報告審查意見及計畫主持人鍾教授回覆

2017 年 7 月

單位	期中報告審查意見	鍾教授回覆
<p>清華大學經濟學系 黃朝熙教授</p>	<p>本計畫係將主持人前所建構之銀行市場風險模型以圖形使用者介面(GUI)的方式呈現，以便於使用者操作，並可根據所輸入銀行之債券、股權、與外匯等淨部位的相關資料，計算並呈現各銀行以及整體銀行與利率、股價、以及匯率相關的市場風險。</p> <p>本計畫提供了金融監督主管當局以及銀行業界一個非常便利的估算銀行市場風險暴險程度的工具，其成果值得推廣普及。以下為個人對本計畫之一些建議：</p> <p>一、本計畫估算銀行與利率相關市場風險的一個重要步驟為利用 Nelson-Siegel 的殖利率曲線配適方法，估計與預測未來的殖利率曲線，此方法按照銀行實際持有各長短期債券資產的數量設定權數，進行加權最小平方估計。本計畫宜對此權數的設定做更深入的說明與探討。例如，預測結果以及所估算銀行與利率相關的市場風險對此權數的敏感度如何？此外，使用者是否應有嘗試不同權數之選項？</p>	<p>以各期限利率暴險總部位(長部位加短部位)為權數，有助於得到比較穩定的 Nelson-Siegel 利率期限模型的預測值。此外，在最小平方估計過程中，使用者亦可不選用此權數，但所得到的估計結果傾向於較不穩定。</p> <p>除了前述兩種做法外，使用者沒有別的選擇。</p>
	<p>二、關於銀行與股價相關市場風險的估算，本計畫採用 ARCH 或 GARCH 等模型估計與預測未來股價的變動幅度。關於 ARCH 或 GARCH 模型的設定，尤其是其遞延項的期數等，係採用何種 criterion 選擇？所計算銀行與股價相關的市場風險對此遞延項設定的敏感度如何？本計畫宜進一步探討之。又，使用者是否有嘗試不同遞延項之選項？</p>	<p>在計量經濟學中對 GARCH 階數的選擇是有一些諸如 AIC、BIC 的評估基準統計量，一般而言，只要估計過程收斂，一般就是 ARCH 採 1 階、GARCH 採 1 階，使用者可觀察跨期的條件變異數走勢判斷估計結果的好壞，再以最後所獲 VaR 值的大小以及是否穩定作為判斷標準，導入太多的統計量似乎會使整個平台過於學術導向。</p>
	<p>三、關於銀行與匯率相關風險的估算，本計畫亦係採用單變量或多變量時間序列模型估</p>	<p>匯率風險值的評估是以單變量的 AR 加上 GARCH 時間序列模</p>

單位	期中報告審查意見	鍾教授回覆
	<p>計與預測未來匯率變動。由於本計畫的預測屬於短期預測，宜比較這些預測是否優於假設匯率為 Martingale (or random walk) series 之預測。此外，是否考慮將經濟理論，例如利率平價理論(interest rate parity)，納入預測模型的設定？又，使用者是否有採用不同預測模型的選項</p>	<p>型為主，是有過於簡單的疑慮，但一般而言不容易對匯率做出好的短期預測模型。之後會嘗試將總體變量導入包括匯率在內的三類暴險之底層計量經濟模型(這也是進行壓力測試的基礎步驟)，在匯率方面，跨國利差將是第一個被納入考慮的總體變量。</p>
<p>臺灣大學財務金融學系 陳業寧教授</p>	<p>一、期中報告的主要內容為市場風險操作模型的使用說明。在報告中，主持人詳細說明該應用軟體如何求出利率市場風險，及其風險管理功能。由報告，該軟體可以精確的呈現殖利率曲線、計算各銀行及整體銀行業的利率市場風險預測，使用者亦可調整參數以使估計更為合理。報告中對於應用軟體在股權及外匯市場風險部分的功能也有扼要的說明。</p>	<p>無</p>
	<p>二、如主持人在報告中所述，本計畫對貴行有兩點重要貢獻。第一是經驗傳承，由本計畫所建構之應用軟體，貴行同仁可以很容易的應用主持人長期以來為貴行執行之研究計畫的研究成果，使研究成果能產生更大的效益。第二是滿足監理需求。透過該應用軟體，相關同仁可以即時掌握各銀行的市場風險狀況，在有需要時可以很快的做出適當的判斷與處置。這兩種貢獻都非常重要，尤其是第二點有廣泛的應用含意。國內金融監理單位均有相當豐富的資料，但似乎未必都能做到即時的資料整理與分析。若監理單位對於各種重要資料均能如本計畫所處理的市場風險，做到完整、精確而即時的整理與分析，相信對於未來在監理上及早發現金融機構問題會有很大的幫助。</p>	<p>無</p>
	<p>三、目前計畫中所呈現的市場風險分析已經相當完備。以下是對於未來進一步發展的幾</p>	

單位	期中報告審查意見	鍾教授回覆
	<p>點建議。</p> <p>(一)希望應用軟體能提供 backtesting 功能，也就是檢視模型預測在過去 250 交易日的準確程度，讓使用者瞭解所使用模型的預測效率。如此使用者在使用時會更清楚知道模型的可信度，測試結果也可作為使用者在調整模型參數時的重要參考依據。</p> <p>(二)希望應用軟體能進一步整合三種主要市場風險(利率、股權、匯率)，得出各金融機構的整體市場風險值。此點之所以重要，是因為就監理的角度來看，監理者關心的是各金融機構的整體風險。此外，在金融危機發生時常會有資產報酬相關程度劇烈改變的 correlation breakdown 的現象。若未來能在此問題上做更仔細的考量，則能讓監理單位對於各金融機構在金融危機發生時市場風險的變化會有更清楚的瞭解。當然，除了整合市場風險的三種風險外，建議也可以更進一步整合信用風險與市場風險的風險分析。</p> <p>(三)在市場風險的估計上，除了風險值(Value at Risk)之外，另一種主要的衡量方式是 Expected Shortfall (ES)。由於 Basel 法規中的市場風險衡量將由 VaR 改成 ES，建議未來應用軟體也能計算各銀行的 ES。</p>	<p>(一)未來將導入回顧測試，乃至於歷史模擬法等使用日資料的相關功能。</p> <p>(二)這點是之前未考慮的層面，由於只顧及 VaR 的計算，沒考慮跨資產相關性在金融危機期惡化的可能性。我也贊同跨期觀察比較資產相關性的重要性，這也將會是平台未來發展的一個可能重點。</p> <p>(三)之後會將 ES 的計算納入。</p>
	<p>四、本計畫的內容對於貴行相當重要，但計畫涵蓋的範圍甚廣，且應用軟體的建置相當耗費時間與心力，而要因應使用者需求所需做的修改會因使用單位需求變化而經常發生，需要頻繁的人力投入，然而專題計畫所能投入的資源有限。建議貴行可考慮：(1)與主持人建立長期且穩定的合作關係，(2)訓練數名貴行同仁，使其熟悉該應用軟體的修改工作，以便未來可以自行進行修改或開發新功能，如此將能使計畫的成果發揮更大的效益。</p>	<p>完全贊成陳教授的兩點建議，就我個人而言，願意配合央行任何中長期的計畫。至於訓練央行同仁使其有能力維護及修正未來可能建立的軟體平台，這相當有必要，但也牽涉到央行能否找到有意願的人才進行耗時的深度培訓，不僅要有風控專業知識，還要願意對編程投入大量時間。</p> <p>我還要呼應陳教授的建議：建</p>

單位	期中報告審查意見	鍾教授回覆
		<p>立能夠進行深入資料分析視覺化平台是現今大數據時代的趨勢，問題不在於要不要做，而是要如何做好，這也是人工智慧的初級階段。</p>
<p>金融業務檢查處侯德潛研究員</p>	<p>一、本報告是一個很好的金檢業務人機介面 (operational interface)，符合最重要的操作便利 (user friendly) 特性。基於既定的投入資料庫 (input database) 是 Microsoft Excel，其報表型態是二維 (各銀行的金融穩定相關項目報表資料)，但如果加入時間歷程的比較，就會成為三維追蹤資料矩陣，而時間軸的比較是判定信用與市場風險的重要基準，因此建議將各銀行風險值按原先投入的報表格式作為輸出檔 (output file)，以便利未來判定風險情勢變動的業務應用。</p> <p>二、本報告的操作介面是線上作業 (interactive)，建議增加批次 (batch) 作業的功能。由於各銀行的信用與市場風險模型是整體金融系統風險的重要一環，簡單的說就是重要的衛星模型，如果未來要連結其他總體或金融模型，本模型的建置就必須考量增加批次作業的功能，使這一部分可直接轉化成金融的部門模型運用，俾利於成為整體金融模型模擬演練的重要環節。</p>	<p>能夠在軟體視窗中呈現的任何計算分析結果，均能單鍵輸出 (使用者按一個鍵便能輸出) 成 Excel 檔、圖像檔、或純文字檔，輸出檔不是問題，比較重要的是同仁們對現行程式越來越熟悉後，能更進一步提出想要看到的分析比較結果，並將之導入程式使之成為可動態比較的視窗，隨之單鍵輸出不會是問題。</p> <p>單鍵完成所有分析 (亦即批次作業) 也可以是互動分析的一部分，現行版本對現有的所有計算與分析就已有這個功能。之後隨著程式功能的擴大，導入更多風險部門，整合各部門的結果將也會是平台的基本功能，單鍵作業功能當然也會隨之擴大，使用者似乎不需再另行編寫程式集合多個檔案進行整合，平台應該就有這種功能。</p>
<p>金融業務檢查處</p>	<p>一、本研究計畫旨在建立友善的電腦操作模組，以提高本行建置與操作銀行風險計量模型之方便度。計畫主要分為信用風險操作模型及市場風險操作模型兩大部分，後者係本行 104 年委託研究計畫市場風險內部模型之延伸。</p>	<p>無</p>
	<p>二、囿於前揭風險操作模型為國內首創且建置過程難度甚高，以下僅就其期中報告初步完成之市場風險部分進行評論，並從考量友善操作之角度提供一些看法。</p>	<p>無</p>

單位	期中報告審查意見	鍾教授回覆
	<p>三、建議或參考事項</p> <p>(一)整體操作介面</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.資料期間係採起始列與中止列設定，似可考量以日期起訖時點表示資料涵蓋期間。 2.為求導 GARCH 與 EGARCH 之最大概似估計值，操作介面提供四種不同遞迴數值演算法選項，供操作者自行試作出較能收斂之演算法，可否改由模型自行判定最適演算法來產生參數估計值或內建遞迴次數上限，以減少人工操作之頻率。 3.為利求出 GARCH 或 EGARCH 模型參數估計值或便於表達較佳直方形圖，介面提供「難算」、「分配截邊」等設定，似可提供對話方塊說明，此外，相關圖例(如，「條件變異數」與「固定變異數」)之意涵，亦可加註說明。 4.似可考量增添操作「復原」功能，例如各子圖調整左右軸量尺輸入錯誤時，無須重新鍵入資料。 5.為便於操作者瞭解資料分析內容，右視窗子圖「橫斷面 VaR 值比較」之表頭，似可改為「銀行間 VaR 值比較」。 6.現行市場風險各模組 VaR 值信賴水準均固定為 99%，建議於各模組操作介面增加「VaR 值信賴水準」之選擇欄位，以保留調整信賴水準之彈性。 7.設定資料讀取行列數時，均需以上下鍵調整，無法直接鍵入行列數，不利操作。 8.建議將介面之所有雙軸圖上方加註單位，以利判讀。 9.未來似可考量做出風險值之跨期比較。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.可增加使用資料起訖時點的設定。 2.人工操作有其必要，使用者可藉此判斷資料的穩定性，這部分不應省略，雖然大部分時間這些設定可以不變。 3.這是所謂的 Tooltip 功能，之後將會廣設 Tooltip 的說明功能。 4.將會加設復原功能。 5.將改進。 6.將增設此功能。 7.將改進。 8.將加註。 9.這將會是未來的重點功能。
	<p>(二)利率風險操作介面</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Nelson-Siegel 利率期限結構模型之 λ 值估算不易，除目前已增添不同演算法供操作者選擇外，似可考量參採國外文獻相關作法，另提供固定值或移動平均值之選項。 2.為避免模擬損失分配之直方圖中間最重要部 	<ol style="list-style-type: none"> 1.由現行實證結果可知，絕對不應將 lambda 設為固定值，之前亦曾考慮移動平均，除了效果不佳外，需要更多不知後果的主觀設定。

單位	期中報告審查意見	鍾教授回覆
	<p>分失真，介面訂有模擬繪製直方圖左右界之「分配截邊」設定，該等設定值需逐項跨時更新嗎？</p> <p>3.子圖「不同幣別利率暴險的 VaR 比率」及「不同幣別利率暴險的 VaR 值(百萬元)」中，單一幣別下聯合損失分配及個別損失分配加總之 VaR 比率及 VaR 值如何求得？其與全體幣別合計值有何不同？</p> <p>4.為何利率風險模型未設定可終止 Stata 繼續演算之功能(如股權與匯率風險之方形紅色按鈕)？</p> <p>5.利率風險未似股票及匯率風險介面，可於讀檔後記憶前次資料路徑。</p> <p>6.在利率風險介面下若需執行個別幣別之模擬，須將檔案放置於使用者桌面下方可順利運行，似可提供更具彈性之作法。</p> <p>7.利率風險模型因演算過程相當繁複雜，致執行參數估算時易出現操作介面中斷現象。</p>	<p>2.基本可以不變，但若要改變也是幾秒鐘便可搞定之事。</p> <p>3.之後在手冊中將說明其間差別，簡單來說，就像是對各幣別暴險用單變量模型還是用多變量模型之間的差別。</p> <p>4.利率模型沒有無法收斂的問題，因而不需此功能。</p> <p>5.已修改。</p> <p>6.這應不是問題。</p> <p>7.應該不會。</p>
	<p>(三)股權與匯率風險介面</p> <p>1.應於停止運算功能鍵旁邊加註使用說明。</p> <p>2.股票及匯率風險之圖形可比照利率風險之圖形，可用滾輪進行放大縮小之功能。</p> <p>3.匯率風險可否在子圖「不同外匯暴險的 VaR 值長條圖」中，顯示各銀行不同幣別之風險值。</p>	<p>1.將改進。</p> <p>2.將視需要加入滾輪功能。</p> <p>3.請見表列數字，若製圖，圖數將超過 40 個，將超過使用者接受能力。</p>
	<p>(四)文字及表格之修正建議</p> <p>1.第 1 頁「本計畫的基本目標是移轉品股與監控台灣銀行體系……」，「品股」擬修正為「評估」。</p> <p>2.第 2 頁「點選任一方塊便可進入如圖 8 所示之對應……」，建議刪除「如圖 8 所示之」。</p>	<p>將改進。</p>
經濟研究處	<p>一、在進去利率暴險、股價暴險與外匯暴險後，進去操作的各子視窗則需點選各子視窗上頭的黑色標題處(且只能按一下，按兩下又無回應)或是右上方小方塊才能夠縮小或放大視窗，而無法透過直接點選該方塊畫面的來進行縮小或放大。</p>	<p>這是內建設定，無法改變，但這實在不是問題。</p>

單位	期中報告審查意見	鍾教授回覆
	二、選取資料檔案時，能否固定目前資料所在的位置，類似 R 統計軟體可變更現行目錄的概念。	如前所述，已修改。
	三、使用手冊提及「記錄與還原」按鈕的功能，乃是基於每次設定諸多選項均花費許多時間，可以以此記錄，下次再檢視可以按選還原。然此一功能每次記錄是否會覆蓋上次記錄的過程？若每次設定不同選項是我都想要記錄起來，是否可以類似存檔的概念分別儲存呢？	會覆蓋上次記錄，但使用者可主動將各次記錄檔改名保存，以備之後隨時調出還原。
	四、操作畫面中，有許多選項基於版面關係，只能用幾個字來做表示，如利率模型設定與測試中的「加權」、「難算」等等，可否在文字旁建個小問號，若使用者有疑問可以滑鼠移置該處，則跳出此選項的用處，或者可以如 Eviews 內建 help，若操作有所疑問可點選 help 叫出使用手冊參考。	將會附加 Tooltip 說明功能。
	五、可畫圖的方塊視窗，若要調整縱坐標上界，必須點滑鼠右鍵後，滾輪滑動調整上界數字，能否可以直接手 key 數字而不須用滾輪滑動。	應該可手動輸入，但不易操作，多個輸入項皆有類似問題，將設法改進。
	六、股價風險，時間條件變異數圖示中，台幣(美元、人民幣等)股價報酬率及其變異數，只能調整右軸縱座標上界，而無法調整左軸。此外，縱座標的部分是否可設計成亦可以調整下界。匯率風險亦是相同建議，且因為縱座標無法調整下界，故許多圖，如澳幣、韓元，部分資料序列無法完整呈現。	我將視需要加入調整功能。

「信用風險操作模型的建置及其與市場風險操作模型的連結」

期末報告審查意見及計畫主持人鍾教授回覆

2018 年 1 月

單位	期末報告審查意見	鍾教授回覆
<p>清華大學經濟學系 黃朝熙教授</p>	<p>本計畫期中報告，已將主持人前所建構之銀行市場風險模型以圖形使用者介面(GUI)的方式呈現，以便於使用者操作，此模型與使用者介面提供了金融監理機關以及銀行業界一個非常便利的估算銀行市場風險暴險程度的工具。</p> <p>本計畫的期末報告則增加了銀行信用風險模型的視覺化操作程式，其將前所建構的銀行信用風險模型以圖形使用者介面的方式呈現。銀行信用風險模型的主體為各企金產業與消金產品的歷史違約率迴歸模型，其採用聯徵所提供 2006Q1 以來所有銀行的貸款違約件數占總放款件數的比例作為應變數，總體變量作為解釋變量。根據此違約率迴歸模型，視覺化操作程式使用者可自行建模(亦即搜尋最適當的總體變量)，之後程式會根據違約率迴歸模型的誤差項進行違約率的模擬，並自動導入 Loss Given Default 資料(聯徵所提供之各曝險類別的歷史平均違約損失率)以及「信用轉換因子」(Credit Conversion Factor, CCF)，得到各企金產業與消金產品的違約損失模擬值，並得以導出違約損失分配及對應的風險值。</p> <p>本計畫使用的銀行信用風險模型架構已相當完備，期中報告到計畫結案間的主要工作，主要是將銀行信用風險模型的估計程式由之前的 Stata 程式改換為 R 程式，使程式運行更為順暢，並將模型使用操作方式以視覺化使用者介面呈現。而如何將程式設計成能讓非計量模型與資料處理的專家方便上手，是本計畫執行較複雜的部份。</p> <p>個人認為，本計畫程式設計宜注意以下幾點：</p> <p>一、在模型設定上，如何在「使用者彈性」與</p>	<p>正如黃教授所述，為使程式有相當彈性，使用者可輸入的參數選項很多，但每個參數選項都有經過測試的內建值，特別是較為次要的參數選項。除幾個關鍵參數選項(期末報告均明確指出那些參數選項屬關鍵參數)外，使用者可不必修改直接選用內建值。</p>

單位	期末報告審查意見	鍾教授回覆
	<p>程式「自動選取最適設定」間取一平衡，至為關鍵。係當模型給予使用者對於解釋變數、迴歸遞延期數、以及模型參數等設定的選擇過多的彈性，則其結果可能會因設定的不同而有非常大的差異。此時應採用何種設定所產生的結果作為信用風險(違約損失)評估的基準，將難以判斷。若模型能在保持若干使用者彈性下自動選擇「最適」設定或提供較佳設定的建議，則其產生的結果可能更具可信度與準確性。</p>	
	<p>二、與上述模型設定相關的是有關信用風險模型中的迴歸配適，包括違約率迴歸模型以及用來預測未來總體變量的向量自我迴歸模型，若在估計時發生所謂「過度配適」(over-fitting)問題，將會導致總體變量預測及信用風險評估失準。建議在程式中納入避免上述迴歸過度配適的設計，並適時對使用者提出警示。</p>	<p>1. 由於使用者可在信用風險模型所屬違約迴歸模型中，不限數目輸入經由機器學習模式驗證極具預測力的解釋變量，因而可能會發生過度配適的問題，根據黃教授的建議，程式導入逐一減少建模樣本之「樣本內預測」測試方法(參見期末報告第30頁的說明)，以防範過度配適的可能。</p> <p>2. 防範過度配適及其衍生之模擬穩定性問題相當重要，除在建模階段的前述測試外，圖像式介面程式既具彈性且使用方便，容許使用者快速針對不同模型設定逐一檢驗其對最終風險值計算結果的影響，這是確保模擬結果穩定性的保證。</p>
	<p>三、總括而言，本計畫所提供銀行市場與信用風險操作模型的圖形使用者介面，對於降低模型操作的進入障礙及未來推廣應用，皆有莫大的助益。個人也期待本計畫所使用的銀行市場與信用風險模型以及所建構的圖形使用者介面未來會根據使用者經驗逐步改善，以達到更 user friendly 並準確評</p>	<p>圖像式介面程式的最大效益在於「使用便利性」，事實上，本程式除使用便利外，亦嘗試達到「使用者體驗」(user experience)的要求，這已是藉由圖像式介面程式展現資料視覺化的普遍要求。舉例來說，本</p>

單位	期末報告審查意見	鍾教授回覆
	估銀行市場與信用風險的目標。	程式除有完整的經濟資本計算功能外，亦非常重視使用者使用程式過程的快捷性與邏輯性，使用者可在很短時間內便學會上機操作，縱使所使用的資料量非常龐大，所有計算步驟均可快速得到結果，使用者則可由程式結果反向瞭解程式底層量化風險模型的架構。
臺灣大學財務金融學系 陳業寧教授	<p>由期末報告，本計畫的主要內容為建構一使用相對容易、且具視覺效果的金融機構風險監控系統。該系統可計算金融機構之市場風險與信用風險，並將不同種類的風險予以整合。報告中對於系統的原理與使用方式有詳細的說明。該系統不僅能讓央行更能運用主持人近年來為央行執行研究計畫之研究成果，也可以讓央行更有效的監控銀行的風險。以下為評論：</p> <p>一、由於要建置整個風險監控系統，該計畫的內容相當龐大。由期末報告來看，目前似乎尚未建置完成。考量計畫內容的複雜程度，目前的進度已經相當難能可貴。</p>	本程式每一階段進度確實都超出預期的費時。
	<p>二、本計畫最大的貢獻在於提出一可能性，即央行在進行金融穩定之監理時，有可能使用自己所發展的系統，且以更為及時的方式來監控金融穩定程度。由此來看，本計畫的內容未來還可以視央行需要繼續擴充，但目前的結果已經展示了此方向的可行性。</p>	本程式早期結果預示監控金融穩定監控系統的可能性，最終則驗證其可行性。
	<p>三、該系統能發揮的貢獻大小，取決於央行對其重視與使用的程度。詳言之：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 是否將此系統納入金融穩定的監控系統。如納入，就配合央行整體金融穩定監控架構來看，此系統還要做哪些方向的拓展？ 2. 央行要投入多少資源繼續發展此系統？發展系統需要相當的人力投入，絕非目前數個委外研究計畫的資源就可以達成。要讓此系統有更完整的功能，央行必須投入一 	本人非常同意陳教授對本系統的期許與對央行的建議。

單位	期末報告審查意見	鍾教授回覆
	組團隊，不但能維護與調整該系統與所需資料，也能繼續發展新的功能。	
	四、個人建議央行能對本計畫 commit 並投入更多、更長期的資源。這不僅對於金融穩定監理有幫助，更重要的是能進一步提升央行在總體金融監理的人力資本。發展相關人力資本，將能使央行更能結合學術與實務監理需要，讓總體的金融監理更有效率。	本人非常同意。
	五、由主持人提出的補充資料，該系統已經能整合信用風險與市場風險。建議主持人對於如何整合(例如如何計算不同風險之間的相關程度)能做更詳細說明。	現階段只能針對市場風險與信用風險分別計算風險值及經濟資本，整合兩種風險模型一般可使用 Copula 機制，在現有程式的架構中導入 Copula 原則上不難，但如何以圖像式介面呈現整合風險則可能相當費時，這將是程式未來發展的一個重要方向，因為市場風險與信用風險之間的交互影響在承平時期可能很小而忽視，但在金融危機時期卻常常是最重大的風險因子。
	六、就風險監控系統來看，本計畫還有一些地方可以更完整，例如上次侯研究員所提跨時風險資料呈現，以及模型正確性的檢驗(特別是 Out-sample 的預測能力)、壓力測試等。期待未來能看到更完整的成果。	程式已導入相當多的樣本外測試(詳參期末報告第 31 頁)。另外，現有程式已有完整的基礎架構進行壓力測試，但如何以圖像式介面呈現壓力測試將是近期研發的重點。

單位	期末報告審查意見	鍾教授回覆
金融業務檢查處	<p>本研究計畫旨在建立友善的電腦操作模組，以提高本行建置與操作銀行風險計量模型之方便度。計畫主要分為信用風險操作模型及市場風險操作模型兩大部分，後者係本行 104 年委託研究計畫市場風險內部模型之延伸。經審視該期末報告尚有待完成或修正者。</p> <p>一、囿於前揭風險操作模型為國內首創且建置過程難度甚高，本研究目前已完成市場風險操作模型之建置，信用風險部分則完成相關模型之程式撰寫及「資料處理」、「違約率迴歸模型」之視窗化，惟仍有待完成：</p> <p>(一) 信用風險電腦操作模組中，有關「損失分配模擬」之視窗化。</p> <p>(二) 建立信用與市場風險整合模型及電腦操作模組。</p> <p>(三) 提供使用手冊，並協助本行完成系統安裝及穩定運作。</p> <p>二、就報告內容及文字部分，建議修正如次：</p> <p>(一) 5.1 節監理科技乙節似可置於研究動機。</p> <p>(二) 第 1 頁標題「中央銀行委託研究計畫期中報告」，應修正為期末報告。</p> <p>(三) 第 1 頁標題「信用風險操作模型的建置及其與信用風險操作模型的連結」應修正為「市場風險操作模型的建置及其與信用風險操作模型的連結」。</p> <p>(四) 第 2 頁「點選任一方塊便可進入如圖 8 所示之對應……」，建議刪除「如圖 8 所示之」。</p> <p>(五) 第 3 頁「進入如圖 2 所示之股價風險視窗」，股價應修正為利率。</p> <p>(六) 第 6 頁「在圖 7 所示之……」，7 應修正為 6。</p> <p>(七) 第 7 頁「這裡我們將說明之前曾提及之「執行」按鈕的功能」，應修正為「記錄與還原」按鈕的功能。</p>	<p>本程式系統基本上已完成，本人一定負責將系統的操作維護完整移交予央行，並解決系統操作的所有問題。</p> <p>1. 監理科技的論述雖然重要，本程式系統也屬監理科技的重要實踐，但為節省篇幅，已刪除監理科技的闡述。</p> <p>2. 文字說明的修改建議均已盡可能的回應。</p>

單位	期末報告審查意見	鍾教授回覆
	<p>(八) 第 9 頁內文提到有關多變量 GARCH 模型三種設定，即「ccc」、「vcc」與「dcc」，但並未說明其相關差異與設定原因，可否簡單說明。</p> <p>(九) 第 9 頁「...dcc 則與其他兩類設定由本質上的差異」似為「...有本質上的差異」。</p> <p>(十) 第 17 頁內文「樣本期間(2016Q1 到 2016Q1 總共 41 季)」，應修正為 2006Q1 到 2016Q1。</p> <p>(十一) 第 18 頁內文中「Konw Your Customs」及「Konw Your Data」均應修正為「Know」。</p>	