

國立政治大學經濟學系碩士論文

指導教授: 徐士勛博士

以狀態空間模型即期預測台灣國內生產毛額



研究生: 陳亭翰

中華民國 105 年 6 月

謝辭

用一本碩士論文當作是我人生篇章中的一個逗點是再適合不過了。在開始寫謝辭之前，又拜讀了陳之藩先生的「謝天」一文。猶記得初次在國文課本中讀到時，尚不能體會作者的心境，直到這篇論文順利付梓，才能小小體會到陳先生所欲傳達的心情。

雖然這本碩士論文上面寫的是我的名字，但這絕不是專屬於我的論文，而是集眾人之力而成。首先，我的家人是居首功。若沒有父母在經濟上的援助和時不時的鼓勵、兩個妹妹對我從不動搖的信心，我絕對不可能如此順利地完成碩士學業。謝謝爸爸、媽媽、南君、宜謙，我愛你們。

在政治大學，我遇到了對學生非常有耐心且總是毫無保留提供幫助的指導教授，徐士勛老師。若沒有老師一路上的提攜，想必我已經頭破血流、滿身是傷了吧！在此，對老師不遺餘力提攜後進與嚴格治學的態獻上我最深的感謝之意。

芷筠、宗棋、佳馨，謝謝你們一路走來的幫助，有你們解答我一堆從天而降的怪問題，真是辛苦你們了。還有政大碩士班認識的好同學們，憲哥、宣智、柏堯、豪神、思予、庭瑄等等族繁不及備載。因為有你們的陪伴，讓我最後一段的學生生涯充滿歡笑與回憶。我會懷念那些跟你們一起讀書吃飯，一起為論文努力，一起說垃圾話的日子。

宜蓁，謝謝妳這些年的陪伴和鼓勵，妳的溫柔體貼成為我最堅實的後盾。有妳參與我的人生，是我最大的幸運。

若把我想感謝的人事物一次寫完, 恐怕謝辭的頁數就超過本文了, 請恕我
停筆於此。

「就謝天吧。」

陳亭翰

中華民國 105 年 6 月



摘要

國內生產毛額作為總和國內經濟狀況的綜合性指標，一直是政府機關與民間機構在進行決策時的重要參考之一。然而，也因為需要整合較多的統計資料做計算，國內生產毛額因此僅有季的低頻資料。為了能夠精準地預測此類低頻資料，多數學者遂以數學模型將高頻與低頻資料做連結，期能透過模型找到高頻資料所隱含的資訊來預測低頻資料，即期預測 (Nowcasting) 即是此類型預測的概稱。透過即期預測，我們可以快速掌握當下的經濟狀況，以做出更合適的決策。據此，本文將依 Banbura, Giannone and Reichlin (2010)，以狀態空間模型 (State Space Model) 搭配卡爾曼濾波器 (Kalman Filter) 來實現對國民生產毛額的即期預測，並藉此模型對我國經濟體進行相關分析。

關鍵詞: 即期預測, 狀態空間模型, 卡爾曼濾波器

目錄

1	緒論	1
1.1	研究動機與目的	1
1.2	研究架構	2
2	文獻回顧	3
3	研究方法	6
3.1	模型設定與演算法	7
3.1.1	月資料模型	7
3.1.2	卡爾曼濾波器	8
3.1.3	期望最大化演算法	10
3.1.4	季資料模型	12
3.1.5	遺失資料之處理	14
3.1.6	主成份分析法	15
3.2	估計步驟	18
4	實證結果	20
4.1	資料說明	20
4.2	單根檢定	20
4.3	分析結果	21

4.3.1	狀態空間模型之分析結果	21
4.3.2	狀態空間模型對月資料之預測	27
4.3.3	主成份分析法之分析結果	30
4.3.4	狀態空間模型與主成份分析法之比較	37
5	結論	39
A	狀態空間模型之矩陣形式	45
B	最大概似函數	47
C	敘述統計量	49
D	ADF檢定結果	55
E	表一詳細數據	58
F	狀態空間模型之估計係數	61

圖目錄

1	卡爾曼濾波器流程圖	11
2	狀態空間模型流程圖	19
3	狀態空間模型之因子	22
4	變數實際值與因子示意圖	23
5	傳導機制示意圖	27

6	變數配適圖	28
7	變數配適圖	29
8	主成份分析之前五項主成份	31
9	負載示意圖	32
10	變數實際值與主成份示意圖	34
11	變數實際值與主成份示意圖	35
12	調整後變數實際值與第二、第八主成份示意圖	36
13	因子分析係數折線圖	38
14	國內生產毛額配適圖 (月資料)	40
15	國內生產毛額配適圖 (季資料)	41
16	2014年第三季至 2015年第二季之國內生產毛額實際值及預測值	43

表目錄

1	因子中卡爾曼增益值, 由大至小排列	25
2	以均方誤差法所得之變數對照表	39
3	預測數值	43
4	月資料之敘述統計量	50
5	月資料之敘述統計量	51
6	月資料之敘述統計量	52
7	月資料之敘述統計量	53

8	月資料之敘述統計量	54
9	含截距與趨勢項	55
10	含截距與趨勢項	56
11	含截距與趨勢項	57
12	表一中變數之卡爾曼增益	58
13	表一中變數之卡爾曼增益	59
14	表一中變數之卡爾曼增益	60
15	Λ 之估計值	62
16	Λ 之估計值	63
17	Λ 之估計值	64
18	Λ_Q 之估計值	65
19	A_1 之估計值	65
20	f 之估計值	66
21	f 之估計值	67
22	f 之估計值	68
23	f 之估計值	69

1 緒論

1.1 研究動機與目的

在計量經濟與時間序列相關的領域中，對未來趨勢的預測一直是一個重要的研究方向。政府與民間企業在做相關決策時，常需參考各類經濟數據的預測，以調整決策的具體內容。為了可以即時地反映出國內經濟狀況，以給予政府及民間企業作為決策的參考，即時性 (Timely) 預測遂成為重要的一環。我國的各項經濟數據，不論是由政府或是民間研究單位所發布，都存在相當的延遲時間。以行政院主計處所公布之 105 年度的統計資料發布時間表為例，105 年度第一季的國內生產毛額的初步統計數其發布時間為 105 年 4 月 29 日，發布時間較調查的季度晚了一個月，表示在一月至三月間完全沒有關於國內生產毛額的直接數據資訊可供參考。

國內生產毛額 (Gross Domestic Product, GDP) 作為綜合反映國內經濟情況的代表性指標，其預測的重要性不言而喻。而像是國內生產毛額這類的低頻資料，由於其發布時間的間隔較長，又有延遲發布的問題，因此，若能建立一套方法，使我們能在低頻資料發布的間隔中，能夠準確地預測出當下的數據，則可以即時地掌握當時的經濟狀況，並做出更合適的決策。而這類將高頻資料應用在預測低頻資料的方法，稱為即期預測 (Nowcasting)。

本文將採用狀態空間模型 (State Space Model) 來進行對台灣國內生產毛額的即期預測，並由模型內之各項參數進行對我國經濟體之分析。

1.2 研究架構

本文共分五個章節，架構如下。第一章為緒論，探討即期預測的動機與目的。第二章為文獻回顧，討論國內外學者如何以不同模型進行即期預測。第三章為研究方法，說明狀態空間模型與演算法之建立。第四章為實證結果，說明由狀態空間模型所做之預測及由參數中所觀察到之台灣經濟體分析。第五章為結論。



2 文獻回顧

即期預測是以高頻資料進行對低頻資料的預測，而以數學模型找到高頻資料與低頻資料間的連結是關鍵所在。彭素玲和周濟 (2001) 遂以即期季模型 (Current Quarterly Model, CQM) 進行對台灣經濟數據之即期預測。該模型是先以自迴歸移動平均模型 (Autoregressive Integrated Moving Average Model, ARIMA) 來建立月資料之預測值，再以橋梁方程式 (Bridge Equation) 將月資料預測值與國內生產毛額作連結，進而預測出當下的國內生產毛額數值。此外，張志揚 (2013) 亦透過即期季模型來做即期預測，但在建立月資料預測值的部分是使用 ARIMA、向量自我迴歸模型 (Vector Autoregressions, VAR) 與貝氏 VAR (Bayesian VAR, BVAR)，並比較其優劣性。大致而言，若採用即期季模型來進行即期預測，第一階段都是先建立月資料的預測值，再以橋梁方程式與國內生產毛額做連結。此種方式雖較為直觀，但在第一階段中只針對月資料建立預測值，而忽略了季資料本身的模型建構，我們認為此種方式似乎無法包含季資料本身所隱含的資訊。此外，在彭素玲和周濟 (2001) 中提到，即期季模型所使用的月資料變數必須是經證實過與國內生產毛額高度相關之變數，而在張志揚 (2013) 中則認為這限制了月資料變數的數目，且無法處理月資料發布時間不同的問題。

在統計模型的預測中，大量的資料證實能使預測越趨準確，而台灣為一小型開放經濟體，國內的經濟情勢受國際因素影響甚劇，故在進行台灣國內生產毛額的預測時，必須考慮大量的國內及國外經濟因素，在建立預測用之統

計模型時,亦得納入許多經濟變數。因子模型 (Factor Model) 假設這些可觀察的 (Observed) 經濟變數僅受到少數幾個不可觀察的 (Unobserved) 變數影響;此因子或可視為經濟變數的投影。因此,適當利用因子模型,將可以表示數量龐大的各種經濟變數所包含的重要資訊。早期的因子模型採用主成份分析法 (Principle Component Analysis) 來估計因子,而在 Doz, Giannone and Reichlin (2006) 中,則採用兩步驟估計因子模型。所謂兩步驟即是先透過主成份分析法來產生初始的因子估計值,再由卡爾曼濾波器 (Kalman Filter) 以遞迴方式計算出因子的條件期望值以作為其最終估計值,此方法亦可應用於狀態空間模型的計算上。

Giannone, Reichlin and Small (2008) 建立狀態空間模型來預測當季的國內生產毛額,並將此種方法應用在即期預測 (Nowcasting) 上。當政府或研究機構發佈新的統計資料,則可利用已建立之模型來計算新的預測值,此步驟以往須經由人工來完成, Giannone, Reichlin and Small (2008) 則希望此方法可實現自動化的預測更新,隨最新資料之發佈,可立即利用月資料對應狀態空間模型來產生因子,而季資料在因子上之投影則為當季預測之值。Giannone, Reichlin and Small (2008) 以美國資料進行實證分析,顯示利用因子模型所建立的預測模式,其準確度高於簡單增長模型 (naive constant-growth model) 及美國聯準會公布之經濟預測。另一方面, Banbura, Giannone and Reichlin (2010) 則利用歐盟資料進行實證研究,並將資料分為硬性資料 (Hard Data) 和軟性資料 (Soft Data), 欲分析此兩類資料對於預測修正值 (Revision) 的貢獻 (Contribution) 是否有異。硬性資料指經由科學方法

蒐集並計算得出之經濟數據，這類資料通常不會在調查的當月公佈，但其數據是經由實際統計數字所得，故其數值較能真實表現出經濟情況。例如，匯率、失業率、物價指數等等。軟性資料指的是市場調查類的經濟數據，例如，經理人指數、市場信心調查，多是針對市場當下或未來經濟情況的信心展望作為評分標準；因是對未來情況的預估，故這類資料較具有即時性，但與硬性資料相較之下，無法準確反映現實中的經濟狀況。為了能同時兼顧準確性 (Precisely) 和即時性，Banbura, Giannone and Reichlin (2010) 同時納入兩種不同形式的資料，實證研究以 2008 年七月中旬至 2009 年一月下旬為例，顯示在經濟情況發生轉折的前後，即 2008 年 9 月，軟性資料所貢獻的修正值較高，而在轉折發生後，硬性資料的貢獻則會超越軟資料，且隨時間推進而越趨重要。

3 研究方法

在本文的分析中，我們將以狀態空間模型為基礎，建立與最高頻率資料相符的因子，而本文中最高頻率的資料為月資料，故建構出的因子之頻率亦為月。

在即期預測中有兩項主要的問題，分別是混和頻率 (Mixed Frequency) 和鋸齒邊緣 (Jagged Edge)。混合頻率指欲處理的資料中同時含有不同頻率的資料型態，較低頻率的變數其時間序列會有缺少資料的情況，則將此現象稱為混和頻率問題；例如，對一筆在每季最後一個月公布數據的季資料而言，在排列資料時僅有 3、6、9、12，四個月份會有資料出現，但對月資料而言，則 1 至 12 月都會有資料公布，因此在此例中，缺少季資料的月份就產生遺失資料 (Missing Data) 的問題。鋸齒邊緣指資料中所使用的變數其實際發布時間可能是不同的。當我們同時觀察所有已發佈資料的最新幾期數據，有的變數可能因為發佈時間未到而沒有資料，讓整批資料看起來像是鋸齒一般高高低低，故而稱作鋸齒邊緣；例如，以本文所採用的兩筆資料為例，資料分別為消費者物價指數及失業率，消費者物價指數公布的時間為每月 5 號左右，而失業率則是在每月 22 日公佈，若我們選在 5 號時更新資料，則會發現在失業率這一欄位仍然是空白的，故這種狀況也可視為某種遺失資料。以上兩種問題都會產生遺失資料，故每月一筆的因子和每季一筆 (Quarterly) 的季資料間，必須由橋梁方程式做連接，以同時解決混和頻率和鋸齒邊緣的問題。以下我們將就狀態空間模型及橋梁方程式進行說明。

3.1 模型設定與演算法

3.1.1 月資料模型

本文採用 Banbura, Giannone and Reichlin (2010) 所述內容來建立月資料的狀態空間模型。其模型設定如下：

$$\mathbf{x}_t = \Lambda \mathbf{f}_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \stackrel{i.i.d.}{\sim} N(0, R), \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

$$\mathbf{f}_t = A_1 \mathbf{f}_{t-1} + \mathbf{u}_t, \quad \mathbf{u}_t \stackrel{i.i.d.}{\sim} N(0, Q), \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

其中 \mathbf{x}_t 為可觀察到的月資料， \mathbf{f}_t 為不可觀察到的因子，在狀態空間模型中又可稱為狀態向量 (State Vector)。式 (1) 即為狀態空間模型中的測量方程式 (Measurement Equation)，式 (2) 為狀態空間模型中的狀態方程式 (State Equation)，且在式 (2) 中假設因子 \mathbf{f}_t 與 \mathbf{f}_{t-1} 之間具有時間相關性，一般假設為 AR(1) 之關係。在本文中，針對模型中不可觀察到的因子及係數，將使用卡爾曼濾波器 (Kalman Filter) 搭配期望最大化演算法 (Expectation Maximization Algorithm, EM Algorithm) 來進行運算。在傳統的因子分析中，並未有因子間必須為正交的假設，故在期望最大化演算法的估計下，可能會產生出相同的因子。而本文為了讓因子反映出不同面向的資訊，以便對經濟體進行分析，因此加入了因子間相互正交的假設，使 A_1 與 Q 為對角矩陣 (Di-

agonal Matrix)。假設採用 n 組因子, 即:

$$\mathbf{f} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1T} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2T} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & \cdots & f_{nT} \end{bmatrix}$$

其中之列向量即為第一組至第 n 組因子, 則

$$A_1 = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & a_{22} & \cdots & \vdots \\ \vdots & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & q_{22} & \cdots & \vdots \\ \vdots & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & q_{nn} \end{bmatrix}$$

a_{11} 為對應於第一組因子之係數, q_{11} 為第一組因子之自相關係數, 依此類推。

3.1.2 卡爾曼濾波器

卡爾曼濾波器為匈牙利數學家卡爾曼 (Rudolf Emil Kalman) 在 1960 年所提出, 並由於其優異的降噪能力而大量應用於工程界, 如影像處理、雷達系

統等等。其方法主要精神為利用第 $t - 1$ 期的資訊來估計第 t 期的參數, 再由新的參數值修正狀態向量, 重複多次以藉此達到抑制雜訊的目的。針對式 (2) 中的未知因子 f_t , 在卡爾曼濾波器中定義兩參數:

$$a_{t|t-1} = E[f_t|x_{t-1}]$$

$$P_{t|t-1} = Var[f_t|x_{t-1}]$$

其中 $a_{t|t-1}$ 和 $P_{t|t-1}$ 分別表示在擁有第 $t - 1$ 的資訊 x_{t-1} 下, 第 t 期的因子 f_t 的條件期望值和條件變異數。根據動態空間模型第 (2) 式, 透過預測方程式 (Prediction Equation) 可由第 $t - 1$ 期的資訊來預測第 t 期的參數, 方程式如下:

$$a_{t|t-1} = A_1 a_{t-1}$$

$$P_{t|t-1} = A_1 P_{t-1} A_1^T + Q_t$$

其中,

$$a_{t-1} = a_{t-1|t-1} = E[f_{t-1}|x_{t-1}]$$

$$P_{t-1} = P_{t-1|t-1} = Var[f_{t-1}|x_{t-1}]$$

再利用第 t 期的預測, 透過更新方程式 (Updating Equation) 來更新資訊, 方程式如下:

$$a_t = a_{t|t-1} + k g_t (y_t - \Lambda a_{t|t-1})$$

$$P_t = (I - k g_t \Lambda) P_{t|t-1}$$

其中, $k g_t$ 為卡爾曼增益 (Kalman Gain),

$$k g_t = P_{t|t-1} \Lambda^T [\Lambda P_{t|t-1} \Lambda^T + R_t]^{-1}$$

a_t 和 P_t 即為更新過後的參數值, 且將用於下一輪的迭代演算中。透過卡爾曼濾波器不斷將系統進行迭代, 會使 P_t 逐漸收斂至趨近於零, 此時則可得一穩定的系統。

3.1.3 期望最大化演算法

本文依 Banbura and Modugno (2010), 採用最大期望演算法來估計模型中之係數。在狀態空間模型中, 含有不可觀察的變量 f_t , 而最大期望演算法是為估計此種模型中的係數而發展出的演算法。在最大期望演算法中, 分有 E 步驟 (E-Step) 和 M 步驟 (M-Step), E 步驟是由當下的參數值來估計未知變量的期望值, M 步驟則先儲存 E 步驟中所得之數值, 再以最大概似法 (Maximum Likelihood) 重新估計參數。藉由 E 步驟 (E-Step) 和 M 步驟 (M-Step) 的重複進行直至收斂可估計出所需之參數。

令模型中欲估計之參數為 $\theta = (\Lambda, A_1, R, Q)$, y_t 及 f_t 之聯合概似函數為 $l(y, f; \theta)$, 以下為演算法之步驟:

1. 初始化: 給予參數初始值

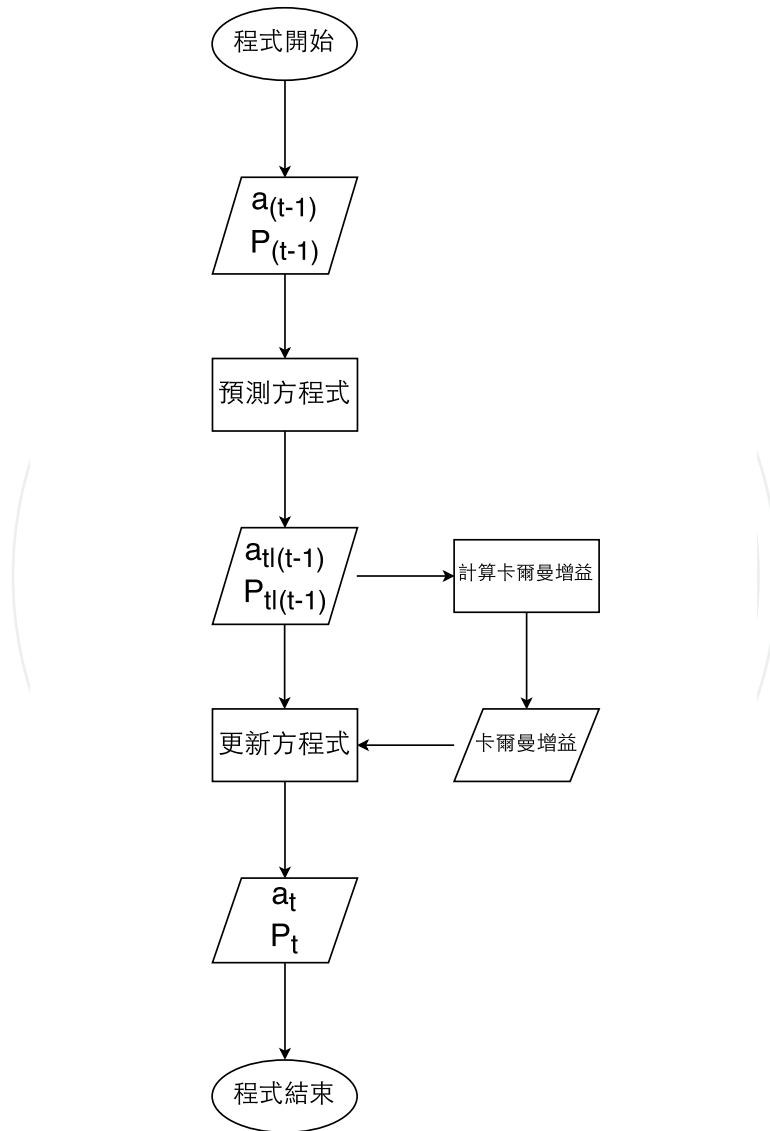


圖 1: 卡爾曼濾波器流程圖

2. E 步驟: 計算條件概似函數的期望值

$$L(\theta, \theta(r)) = E_{\theta(r)}[l(\mathbf{y}, \mathbf{f}; \theta) | \Omega_T]$$

其中 $\theta(r)$ 表示演化法中第 r 次迭代的係數, Ω_T 表示至第 T 期為止所有已知的資訊集合。

3. M 步驟: 極大化 E 步驟的概似函數以估計新的參數值。

$$\theta(r+1) = \arg \max_{\theta} L(\theta, \theta(r))$$

4. 重複 E 步驟及 M 步驟直至收斂

3.1.4 季資料模型

季資料模型將同樣依 Banbura, Giannone and Reichlin (2010) 所述, 採用與月資料相同的狀態空間模型, 不同點在於, 因為有混合頻率的資料, 因此季資料與月資料之間的關係必須透過橋梁方程式來連接。本文的橋梁方程式將遵循 Mariano and Murasawa(2003) 的推導, 並依此來建立季資料模型。因為本文預測之季資料為國內生產毛額成長率, 故以國內生產毛額為例來進行以下之推導。以 GDP_t^M 表示每月的國內生產毛額增加量, GDP_t^Q 表示每季的國內生產毛額增加量, 則可得下式:

$$GDP_t^Q = GDP_t^M + GDP_{t-1}^M + GDP_{t-2}^M, \quad t = 3, 6, 9 \dots \quad (3)$$

且令

$$Y_t^Q = 100 \times \log(GDP_t^Q)$$

$$Y_t^M = 100 \times \log(GDP_t^M)$$

則可得每月 GDP 的成長率 $y_t = \Delta Y_t^M = Y_t^M - Y_{t-1}^M$ ，代入因子模型如下：

$$y_t = \Lambda_Q f_t + \varepsilon_t^Q \quad (4)$$

式 (4) 為描述季資料的因子模型， y_t 的頻率為月資料，與式 (1)、式 (2) 所處理的資料頻率相同，惟係數 Λ_Q 與殘差 ε_t^Q 有所不同。依據 Mariano and Murasawa(2003)，由式 (3) 接續以下推導：

$$\begin{aligned} y_t^Q &= Y_t^Q - Y_{t-3}^Q \\ &\cong (Y_t^M + Y_{t-1}^M + Y_{t-2}^M) - (Y_{t-3}^M + Y_{t-4}^M + Y_{t-5}^M) \\ &= y_t + 2y_{t-1} + 3y_{t-2} + 2y_{t-3} + y_{t-4}, \quad t = 3, 6, 9 \dots \quad (5) \end{aligned}$$

其中 y_t^Q 為每季間 GDP 的成長率，且可表示為每月間 GDP 成長率 y_t ， y_{t-1} ， y_{t-2} ， y_{t-3} ， y_{t-4} 的關係式。式 (5) 即為橋梁方程式，資料與係數之對應矩陣排列將列於附錄。

3.1.5 遺失資料之處理

本文依據 Aruoba, Diebold and Scotti(2009) 及 Banbura, Giannone and Reichlin(2010) 來處理遺失資料的情形。接續 3.1.1 之月資料模型, 若有遺失資料之情形, 則將式 (1) 改爲

$$\mathbf{x}_t^* = \Lambda \mathbf{f}_t^* + \boldsymbol{\varepsilon}_t^*, \quad \boldsymbol{\varepsilon}_t^* \overset{i.i.d.}{\sim} N(0, R^*), \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (6)$$

且令

$$\mathbf{x}_t^* = w_t \mathbf{x}_t$$

$$\mathbf{f}_t^* = w_t \mathbf{f}_t$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t^* = w_t \boldsymbol{\varepsilon}_t$$

其中, 當第 t 期有遺失資料之情形時, 則 $w_t = 0$, 否則 $w_t = 1$ 。 w 爲月資料之選擇矩陣 (Selection Matrix), 季資料之選擇矩陣則爲 w^Q 。即

$$w = [w_1, w_2, \dots, w_T]$$

$$w^Q = [w_1, w_2, \dots, w_T]$$

例如, 在本文中季資料每逢三期才有值存在, 即除了 $t = 1, 4, 7, \dots$ 以外,

都是屬於遺失資料的情形, 即:

$$w_t^Q = \begin{cases} 1, & \text{第 } t \text{ 期存在數值} \\ 0, & \text{第 } t \text{ 期遺失資料} \end{cases}$$

則 w^Q 可寫為

$$w^Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \end{bmatrix}$$

將資料以選擇矩陣處理過後, 即可將式 (6) 作為卡爾曼濾波器之測量方程式, 接續期望最大化演算法之運算。

3.1.6 主成份分析法

主成份分析法為一種應用於資料分類之分析方法, 其主要精神為尋找已知變數的線性組合, 並使此線性組合的可解釋變異量最大化, 所得之線性組合則稱為主成份 (Principle Component)。假設有 m 筆標準化後之資料 X_1, X_2, \dots, X_m , 則主成份 Y_1, Y_2, \dots, Y_m :

$$\begin{aligned} Y_j &= \sum_{i=1}^m \beta_{ji} X_i \\ &= \beta_{j1} X_1 + \beta_{j2} X_2 + \dots + \beta_{jm} X_m, \quad j = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

關係矩陣 (Correlation Matrix) R 表示 X 的變異量,

$$R_{m \times m} = \frac{1}{N-1} X'X = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & \cdots & r_{1m} \\ r_{11} & 1 & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & r_{(m-1)m} \\ r_{m1} & \cdots & \cdots & r_{m(m-1)} & 1 \end{bmatrix}$$

其中,

$$r_{ij} = \frac{\text{cov}(X_i, X_j)}{\sqrt{\text{var}(X_i)\text{var}(X_j)}}$$

且因爲 X 爲標準化後之資料, 故

$$r_{ij} = 1, i = j$$

且根據瑞利里茲理論 (Rayleigh-Ritz Theorem), 爲求 β 之最適解需對 R 進行特徵分解 (Eigen-Decomposition):

$$R = \beta \Lambda \beta'$$

其中 β 爲 R 之特徵向量 (Eigenvector), Λ 爲 R 之特徵值 (Eigenvalue) 對角矩陣。又資料 X 與主成份 Y 之關係以矩陣表示爲:

$$Y_{N \times m} = X_{N \times m} B_{m \times m}$$

則主成份的共變異數矩陣可寫為:

$$\begin{aligned} cov(\mathbf{Y}) &= \frac{1}{N-1} \mathbf{Y}'\mathbf{Y} = \frac{1}{N-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) = \boldsymbol{\beta}'(\boldsymbol{\beta}\boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\beta}')\boldsymbol{\beta} \\ &= \boldsymbol{\Lambda} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & \cdots & 0 & \lambda_m \end{bmatrix} \end{aligned}$$

由主成份之共變異數矩陣可知主成份彼此間為正交, 即:

$$var(Y_j) = \lambda_j$$

$$cov(Y_i, Y_j) = 0, i \neq j$$

\mathbf{X} 和 \mathbf{Y} 關係矩陣為:

$$cor(X_i, Y_j) = \frac{cov(X_i, Y_j)}{\sqrt{var(X_i)}\sqrt{var(Y_j)}} = \frac{\beta_{ji}\lambda_j}{1 \times \sqrt{\lambda_j}} = \beta_{ji}\sqrt{\lambda_j} \quad (7)$$

其中, 因為 X 已經過標準化的處理, 所以 $var(X_i) = 1$ 。式 (6) 中, $\beta_{ji}\sqrt{\lambda_j}$ 稱為負載 (loadings), 其中 β_{ij} 可視為變數 X_i 在主成份 Y_j 中的加權, λ_j 表示主成份 Y_j 所佔的可解釋變異量為:

$$\frac{\lambda_j}{\sum_{i=1}^m \lambda_i}$$

故負載可用以觀察主成份中特定變數的可解釋變異量,並藉以衡量變數的重要性。

3.2 估計步驟

在本文所採用的動態空間模型中,係以期望最大化演算法來估計模型中的係數及不可觀察的因子數值。期望最大化演算法大致可分為兩個主要部分,其一為卡爾曼濾波器,其二為最大概似估計法。卡爾曼濾波器在此系統中的功能為濾去多餘的雜訊,並依照條件期望值調整卡爾曼增益,此卡爾曼增益即為誤差的權重,誤差經過加權運算後成為調整值,加上原本的因子後輸出的數值即是調整過後的因子。由於卡爾曼濾波器需要有前一期的資訊輸入作為當期輸出值的參考,故在系統的開端必須先預設一組初始值作為卡爾曼濾波器的輸入值。在模型中, f_t 是不可觀察的變數,因此模型中之係數 f_t 、 A_1 、 R 、 Q 、 Λ_t 、 Λ_t^Q 皆須預先設定初始值。在卡爾曼濾波器中需要兩個參數,分別為 a_t 及 P_t , a_t 代表因子 f_t 的期望值,因此可以將 f_t 的輸入值作為 a_t 的初始值,而代表因子變異數的 P_t 則不存在於模型中,故而需要另外假設一組數值作為 P_t 的初始值。將上述之初始值輸入卡爾曼濾波器,經過卡爾曼濾波器的計算後輸出的因子,搭配上可觀察到的實際數據 y_t 及 x_t ,作為最大概似法的輸入值,即可計算出新的係數 A_1 、 R 、 Q 、 Λ_t 、 Λ_t^Q 。系統在最後會以邏輯閘判斷是否構成收斂條件,判定收斂之條件為前後兩次迴圈中,所有係數的變動幅度小於千分之一時,則判定為收斂。若系統判定未收斂則將所有係數作為卡爾曼濾波器的輸入值,再次進入期望最大化演算法中,若系統

判定收斂則輸出 f_t 、 A_1 、 R 、 Q 、 Λ_t 、 Λ_t^Q 及 P_t 。

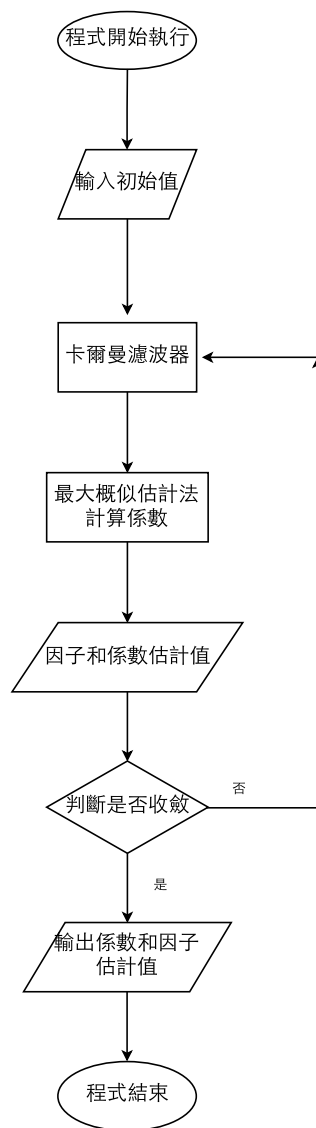


圖 2: 狀態空間模型流程圖

4 實證結果

4.1 資料說明

本文所用之資料出處為中華民國行政院主計總處所建之資料庫，月資料分析區間為 1998 年 8 月至 2015 年 6 月，季資料分析區間為 1998 年第三季至 2015 年第二季。所採用之資料涵蓋國內產業狀況 (工業生產指數、國內用電度數)、國內就業狀況 (失業率、就業人數、外勞人數等)、國內旅遊狀況 (來台旅客人數、各大機場旅客人數)、國內金融狀況 (利率、準備貨幣、國債價格等)、世界各大金融市場股市表現、進出口狀況 (進出口貿易額、外銷訂單、半導體指數等)、營造工程指數、國內物價情況 (消費者物價指數、進出口物價指數)、我國主要貿易對手之匯率、共 9 類 152 項，詳細資料如類別及敘述統計量載於附錄。為了配合模型中之橋梁方程式，所有月資料皆須化為成長率，並經過去季節性處理，故附錄所載之資料細節為經上述處理後之結果。

4.2 單根檢定

本文之單根檢定將採用 ADF 檢定 (Augmented Dicky Fuller Test)，以確定所用之資料是否為定態 (Stationary)。為了配合橋梁方程式，原始資料皆須做以下處理：將原始資料取自然對數後做一階差分，得原始資料之月成長率，並以虛擬變數 (Dummy Variable) 之方式進行去季節性處理。附錄為含截距與趨勢項之檢驗結果，落後期數是以 AIC (Akaike information criterion) 作為篩選標準。經過 ADF 檢定後，在 10% 信心水準下，所有資料皆為定態，故可

接續狀態空間模型之操作。

4.3 分析結果

4.3.1 狀態空間模型之分析結果

在本段落中，將著重於狀態空間模型所得之結果來進行分析。在動態空間模型所應用的期望最大化演算法中，在演算法結束後所輸出的結果可以分為兩個部分，其一是動態空間模型中的係數與因子，其二是卡爾曼濾波器中所用的各項參數。因為動態空間模型就是以估算原不可觀察的因子為目的，又卡爾曼增益是影響因子調整空間的重要參數，故我們將分別以這兩個面向來做分析討論。

第一個部分是針對狀態空間模型所得到的因子，此因子是由期望最大化演算法所產生，其為全體變數的投影，且在本文模型假設下，共產生五組彼此正交的因子，如圖 3 所示。

由於因子可視為全體變數的投影，故在本段落的分析中，我們想要得知因子是否與單一變數存在高度相關。若能找到此變數，就能賦予因子特定的經濟意涵，且我們或可將這些與因子相近的變數視為全體變數的縮影，意即透過觀察這些變數的改變，就可一窺整體經濟情勢的變動。我們由均方誤差 (Mean Square Error, MSE) 來找出與因子最為接近的變數，結果如圖 4 所示。

由均方誤差可知五個因子分別與出口物價總指數、資訊電子工業生產指數、貨幣總計數 M1B、新台幣對美金匯率、金屬機電工業生產指數等五項變數最為接近。其中，資訊電子工業與金屬機電工業向為我國主力出口產業

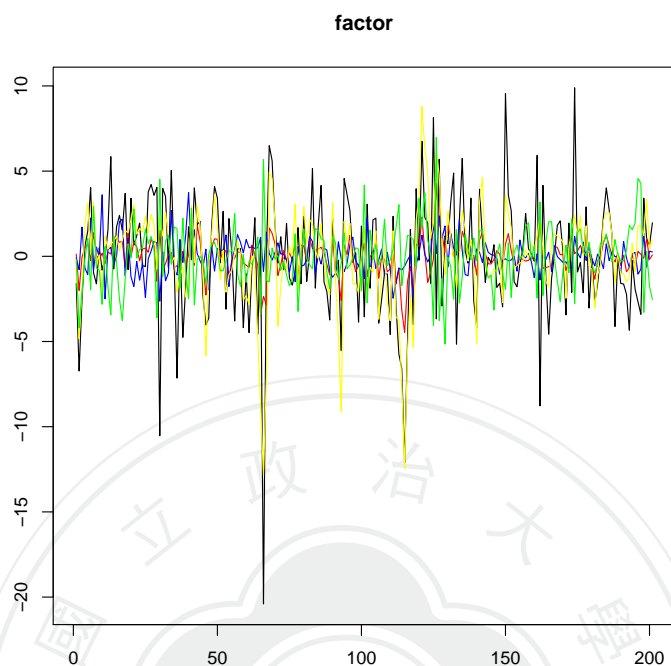
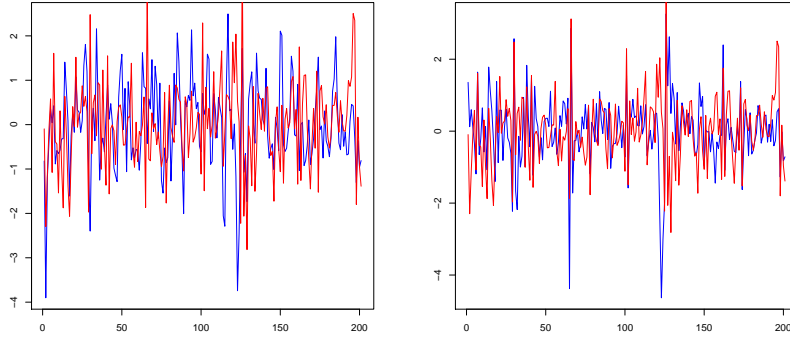


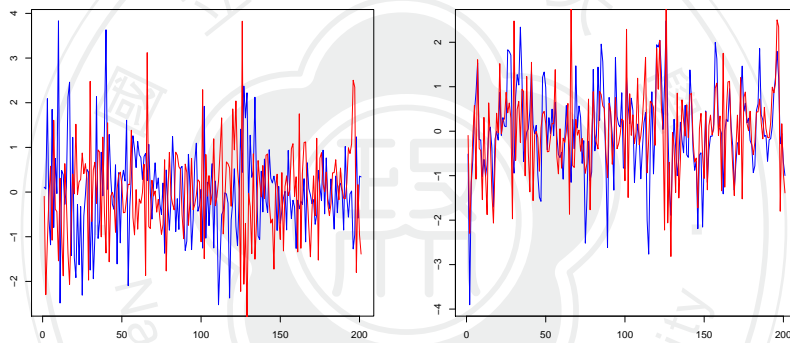
圖 3: 狀態空間模型之因子: 1. 圖中黑色線段、紅色線段、藍色線段、黃色線段、綠色線段、分別為不同之因子。2. 橫軸為月資料之期數。3. 資料起始月為 1998 年 8 月, 結束月為 2015 年 6 月。

(根據 2014 年資料, 兩者分佔我國外銷訂單金額第一位及第二位), 出口物價總指數與新台幣對美金匯率則會影響出口金額的多寡, 因此我們可以大致歸納出, 這五組因子主要是反映出我國的出口面向, 而有部分是反映在貨幣供給上。而這亦代表, 我國的整體經濟波動狀況與出口貿易高度相關, 而僅次於出口貿易的則是貨幣供給量。

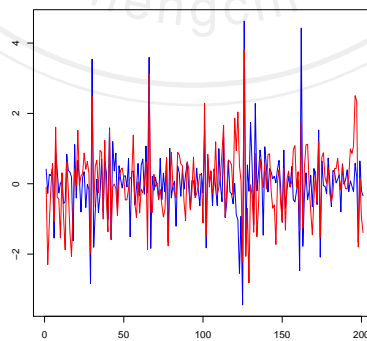
第二個部分是針對卡爾曼濾波器中的卡爾曼增益來分析。在卡爾曼濾波器中, 每個變數對不同的因子都有相對應的卡爾曼增益, 當單獨觀察某一因子時, 可以透過卡爾曼增益的大小和正負號得知此因子受到某特定變數的影響多寡和方向。因為卡爾曼增益值為時變 (Time Varying) 變數, 故本文進行比較時所用之卡爾曼增益為單一變數對單一因子值之平均。例如, 第一組因



(a) 因子 1 - 國內物價情況, 出口物價指數 (b) 因子 2 - 國內產業狀況, 資訊電子工業生產指數



(c) 因子 3 - 國內金融狀況, 貨幣總計數 (d) 因子 4 - 我國主要貿易對手之匯率, 新台幣對美金匯率



(e) 因子 5 - 國內產業狀況, 金屬機電工業生產指數

圖 4: 變數實際值與因子示意圖: 1. 圖中黑色線段為變數實際值、紅色線段為因子。2. 縱軸單位為%, 橫軸為月資料期數。3. 資料起始月為 1998 年 8 月, 結束月為 2015 年 6 月。

子中，營造工程總指數的卡爾曼增益值為 -3.3551，其值為所有變數中最大者，表示營造工程總指數對於第一組因子的影響較其他變數為大，且影響方向為負向。本文將依據卡爾曼增益值的由大至小來排序變數，並依序將前十項列於表 1。



表 1: 因子中卡爾曼增益值, 由大至小排列

第一組因子	第二組因子
營造工程總指數 躉售物價指數. 製造業產品 製造業生產指數 躉售物價指數. 製造業產品. 重化工業產品 貨幣總計數.M1B 新臺幣對美金匯率 消費者物價指數. 雜項製品 土木工程總指數 金屬機電工業生產指數 建築工程總指數	營造工程總指數 躉售物價指數. 製造業產品 製造業生產指數 躉售物價指數. 製造業產品. 重化工業產品 貨幣總計數.M1B 金屬機電工業生產指數 土木工程總指數 新臺幣對美金匯率 資訊電子工業生產指數 建築工程總指數
第三組因子	第四組因子
貨幣總計數.M1B 製造業生產指數 躉售物價指數. 製造業產品 營造工程總指數 躉售物價指數. 製造業產品. 重化工業產品 新臺幣對美金匯率 出口物價總指數 消費者物價指數. 雜項製品 躉售物價指數. 製造業產品. 非重化工業產品 土木工程總指數	營造工程總指數 躉售物價指數. 製造業產品 貨幣總計數.M1B 製造業生產指數 躉售物價指數. 製造業產品. 重化工業產品 出口物價總指數 新臺幣對美金匯率 消費者物價指數. 雜項製品 躉售物價指數. 製造業產品. 非重化工業產品 消費者物價指數. 機器. 電機. 電視影像及聲音 記錄機等設備
第五組因子	
製造業生產指數 營造工程總指數 貨幣總計數.M1B 躉售物價指數. 製造業產品. 重化工業產品 躉售物價指數. 製造業產品 新臺幣對美金匯率 出口物價總指數 消費者物價指數. 雜項製品 土木工程總指數 躉售物價指數. 製造業產品. 非重化工業產品	

我們發現對應每一組因子卡爾曼增益的前五項變數，都是由營造工程總指數、製造業產品躉售物價指數、製造業生產指數、重化工業產品躉售物價指數、貨幣總計數 M1B 等五項變數根據不同順序排列而成。故我們可以初步認定此五項變數對於全部因子的形成應具有最大的影響。若結合本段落第一部分的結果進行綜合分析，可以依序歸納出變數與因子交互影響的前後順序。以第一組因子為例，在第一部分中我們發現，第一組因子與出口物價總指數最為相近，且在第二部分中，我們發現第一組因子的卡爾曼增益值排列中，前十大者依序為營造工程總指數、製造業產品躉售物價指數、製造業生產指數、重化工業產品躉售物價指數、貨幣總計數 M1B、新台幣對美金匯率、雜項製品消費者物價指數、土木工程總指數、金屬機電工業生產指數、建築工程總指數等十項，則每次的資料更新後，我們最先需要觀察的就是這些卡爾曼增益值較大的變數，若這些變數有明顯的修正，就會透過卡爾曼濾波器將修正值傳導至相對應的因子中，將變數變動造成的修正值反映在因子上。透過這樣的傳導機制，將使得因子反映出不同的觀察面向，最後則透過狀態空間模型得到整體變數的預測。

因此，在第二部分的分析中，依卡爾曼增益值所得到的大小排序，就是在上述傳導機制中提供最直接影響的變數。若從經濟預測的層面來看傳導機制，做出對變數的預測後，首先觀察出是哪一因子對此次預測造成的影響最鉅，然後針對此一因子的卡爾曼增益值分析，就可反過來利用傳導機制找到對此次預測影響最大的變數。如圖 5 所示。

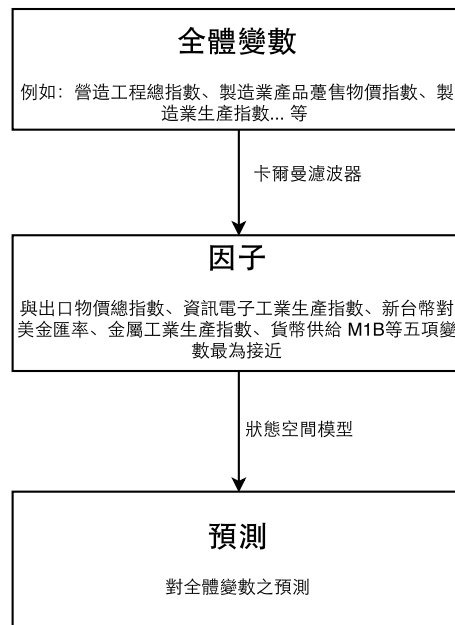


圖 5: 傳導機制示意圖

4.3.2 狀態空間模型對月資料之預測

以下將就每類中取一項變數表示所建立之模型對月資料的預測能力, 所選取之變數為國內產業狀況-工業生產總指數、國內就業狀況-失業率、國內旅遊狀況-桃園機場旅客人數、國內金融狀況-利率、世界各大金融市場股市表現-美國道瓊指數、進出口狀況-出口貿易額、營造工程指數-營造工程總指數、國內物價情況-消費者物價指數、我國主要貿易對手之匯率-新台幣對美金匯率。結果如圖 5 所示, 在圖中我們可以發現有些變數的配適情形遠較其他變數為佳, 例如, 圖 6 (a) 的製造業生產指數、圖 6 (d) 的貨幣總計數 M1B、圖 7 (c) 的營造工程總指數、圖 7 (d) 的製造業產品躉售物價指數、圖 7 (e) 的新台幣

對美金匯率等。其中，製造業生產指數、貨幣總計數 M1B、營造工程總指數、製造業產品躉售物價指數等四項，在五組因子中，其卡爾曼增益值皆排在前五位，而新台幣對美金匯率在五組因子中，其卡爾曼增益值也皆在前十位(可參見表 1)。我們認為，因為這五項變數對於因子的影響較其他變數大，故模型對其之預測會明顯較其他變數為佳。

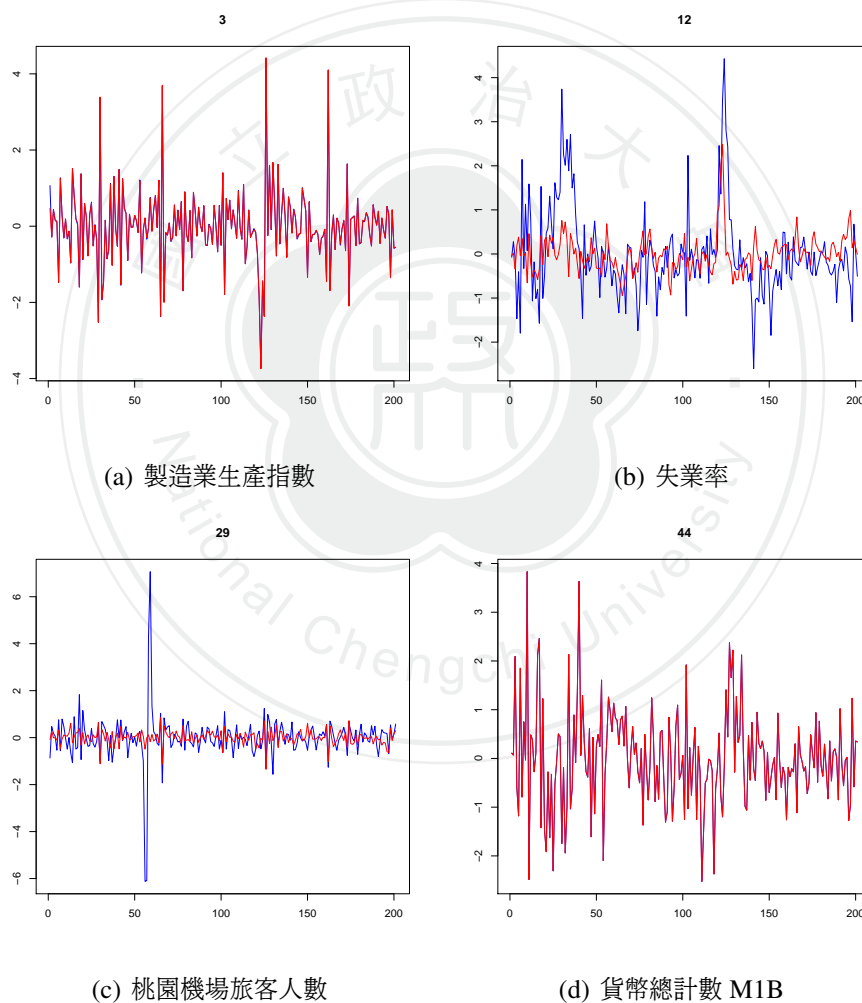
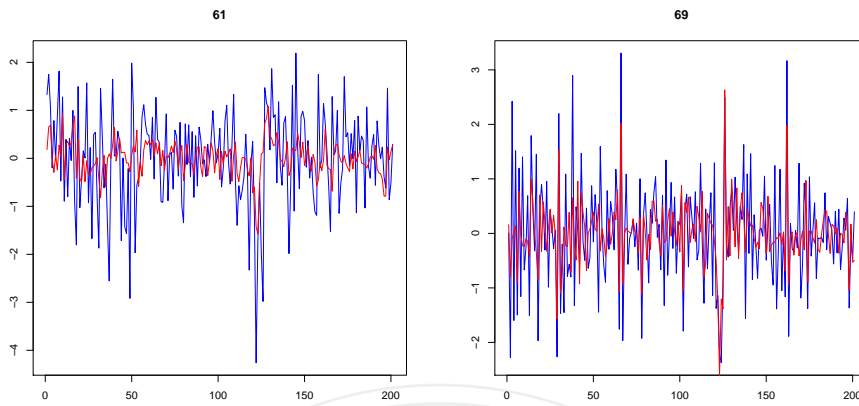
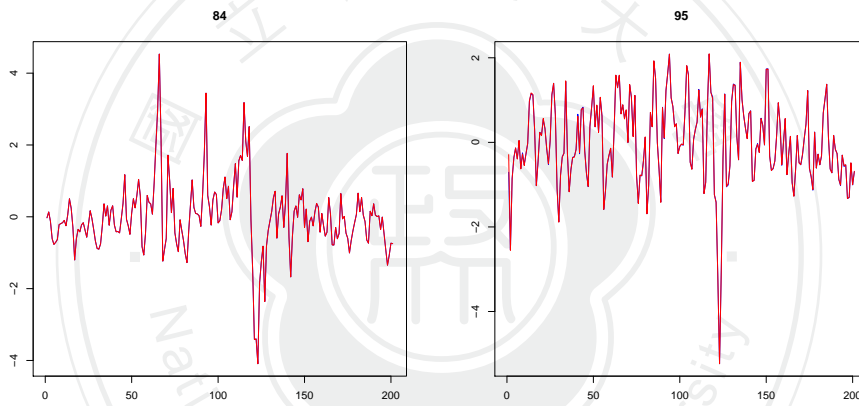


圖 6: 變數配適圖: 1. 圖中藍色線段為實際值, 紅色線段為估計值 2. 縱軸單位為 %, 橫軸為月資料期數 3. 資料起始月為 1998 年 8 月, 結束月為 2015 年 6 月。



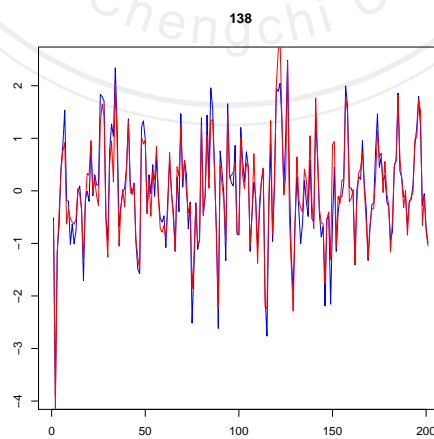
(a) 美國道瓊指數

(b) 出口貿易額



(c) 營造工程總指數

(d) 製造業產品躉售物價指數



(e) 新台幣對美金匯率

圖 7: 變數配適圖: 1. 圖中藍色線段為實際值, 紅色線段為估計值。2. 縱軸單位為 %, 橫軸為月資料期數。3. 資料起始月為 1998 年 8 月, 結束月為 2015 年 6 月。

4.3.3 主成份分析法之分析結果

在 Doz, Giannone and Reichlin (2006) 的兩步驟估計法中, 以主成份分析法來產生投入期望最大化演算法中的初始值, 這可能意謂主成份分析法中所包含的資訊會與因子分析有關。而本文應用在期望最大化演算法的初始值是由亂數決定, 與文獻所述不同, 故先將兩者結果分別呈現, 並在下個段落中觀察兩種分析方式所傳達的資訊是否有相關之處。主成份分析法中, 負載所傳達的資訊是為變數本身經由加權後組成的主成份對於整體變數的影響。在此段中, 我們將觀察特定變數的負載, 即可知道此變數對於主成份, 乃至於全體變數的影響。為了利於觀察, 我們將第一主成份、第二主成份、及主成份平均之負載繪製為折線圖, 圖中軸線上所呈現的值皆為正規化後所得, 故三者平均皆為零。

在主成份分析法中, 第一主成份和第二主成份所佔的解釋變異量會高於其他的主成份, 是故第一主成份和第二主成份的負載其組成對於被解釋變數也會占據重要的角色。首先綜觀所有負載的數值, 我們觀察到有幾個類別會出現群聚的現象, 第一個群聚的區域在表示國內產業狀況 (包括工業生產指數, 企業用電量) 的類別, 在這個類別中, 尤以工業生產指數總指數、製造業生產指數、金屬機電工業生產指數、資訊電子工業生產指數、化學工業生產指數、民生工業生產指數等幾項指標的數值特別突出。第二個群聚的區域在表示國內進出口狀況的類別, 尤以出口金額、進口金額、電子產品外銷訂單、基本金屬及其製品外銷訂單、精密儀器 (含鐘錶、樂器) 外銷訂單、塑膠及橡

Principle components of PCA

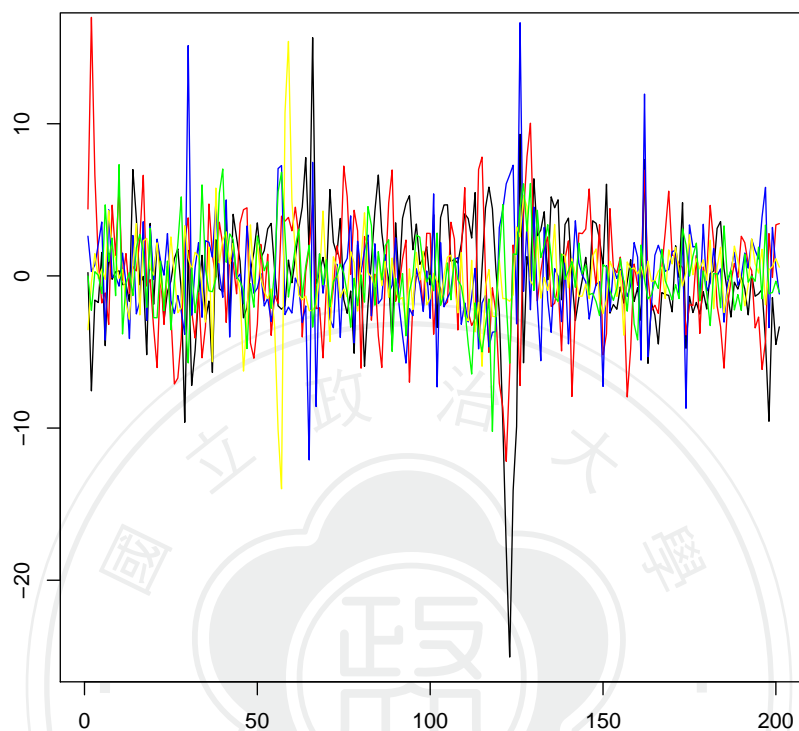


圖 8: 主成份分析之前五項主成份: 1. 圖中黑色線段、紅色線段、藍色線段、黃色線段、綠色線段、分別為第一主成份至第五主成份。2. 橫軸為月資料期數。3. 資料起始月為 1998 年 8 月, 結束月為 2015 年 6 月。

膠製品外銷訂單、機械外銷訂單等指標的數值較為突出。第三個群聚是在表示國內物價情況的類別中, 屬於進口物價指數的機器 (含電機、電視影像及聲音紀錄機) 進口物價指數、運輸工具進口物價指數、光學 (含計量、醫療器材、樂器及其零件) 進口物價指數、雜項製品進口物價指數等四項指標的負載較大。第四個群聚是在我國主要貿易對手之匯率的類別, 包括英國、韓國、加拿大、中國、澳洲、馬來西亞、歐盟等國的匯率都有較突出的數值。在圖中的第一、二、四個群聚, 都是與出口貿易有關的類別, 再再揭櫫了出口貿易對

loadings

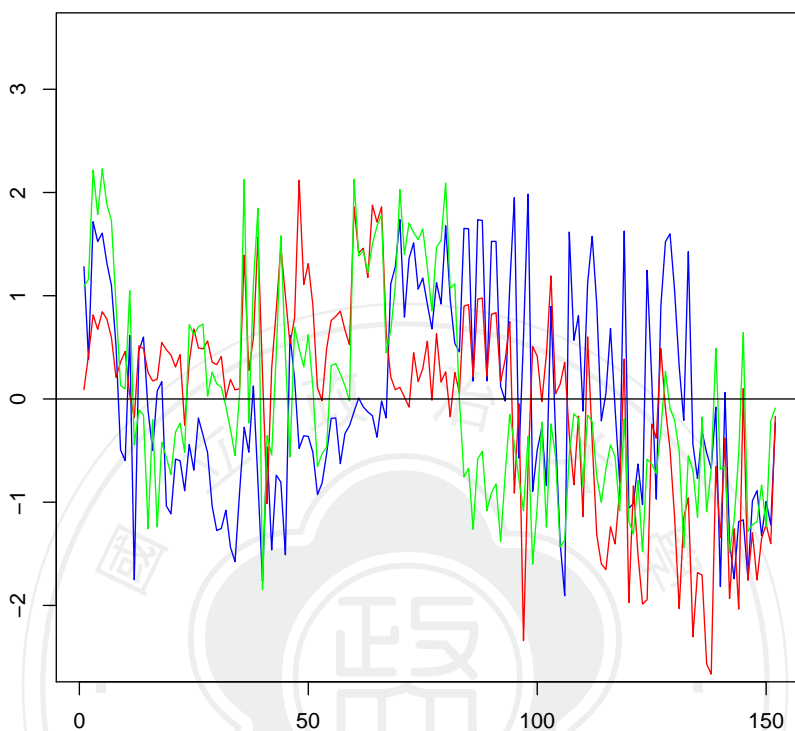


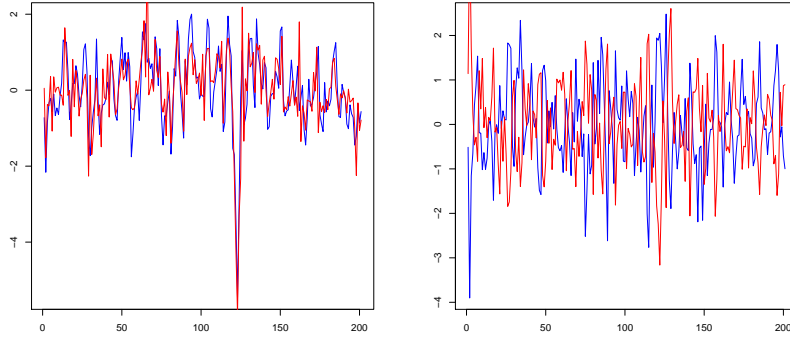
圖 9: 負載示意圖: 1. 圖中藍色線段、紅色線段、綠色線段分別為第一主成份、第二主成份、主成份平均之負載。2. 橫軸為變數項數。

我國經濟的重要性。

欲單獨以各個主成份觀察之, 亦可由均方誤差的方式, 找到與欲觀察之主成份波動最接近的變數。這部分所得之結果, 具有兩層涵義, 第一, 當我們找到了與主成份最接近的變數, 即表示此主成份反映出的可能就是此變數所隱含的訊息。第二, 因為主成份可視為全部變數的投影, 又此單一變數的波動與主成份呈現高度相關時, 則表示我們可以透過此一變數的變化觀察到主成份所相對應的解釋變量。例如, 在本文中, 第一主成份所佔的解釋比例約為 11.8270 %, 又與第一主成份最為接近的變數為重化工業產品躉售物價指數,

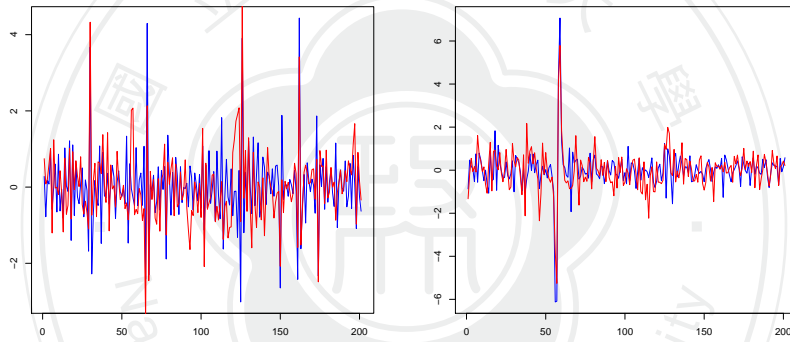
在兩者高度相關的假設下，則重化工業產品躉售物價指數在全體變數所佔的解釋變異理論上也會接近 11.8270 %。本文將取前十個主成份來分析，並對應到變數上，以探討其對整體經濟因素之影響。以均分誤差分析變數所得之結果如圖 11 及圖 12 所示，第一主成份至第十主成份分別與重化工業產品躉售物價指數、外匯存底期底數、民生工業生產指數、台灣桃園機場旅客人數、貨幣總計數 M1B、外匯交易銀行間市場小計、產業外籍勞工合計人數、光學，計量，醫療儀器，樂器及其零件進口物價指數、社福外籍勞工人數、建築工程業生產指數等十項變數最為接近。





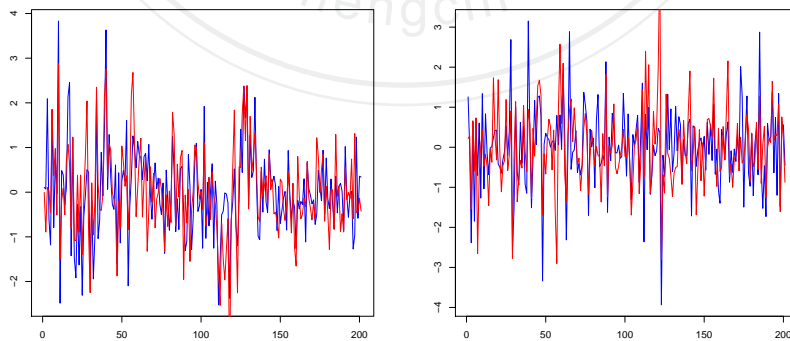
(a) 第一主成份 - 國內物價情況, 重化工
業產品躉售物價指數

(b) 第二主成份 - 國內金融狀況, 外匯存
底期底數



(c) 第三主成份 - 國內產業狀況, 民生工
業生產指數

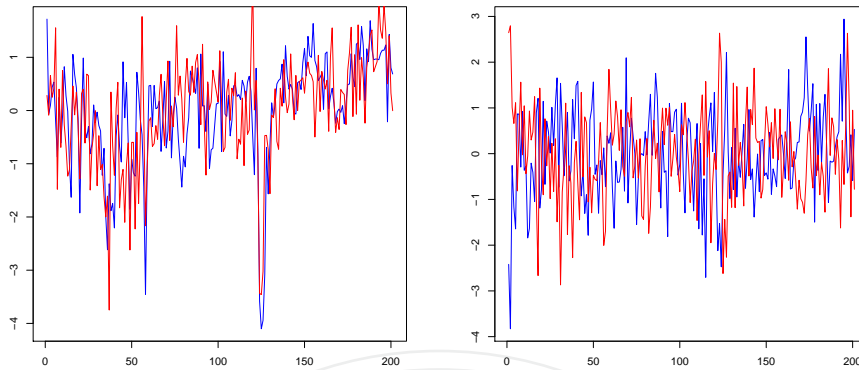
(d) 第四主成份 - 國內旅遊狀況, 台灣桃
園國際機場旅客人數



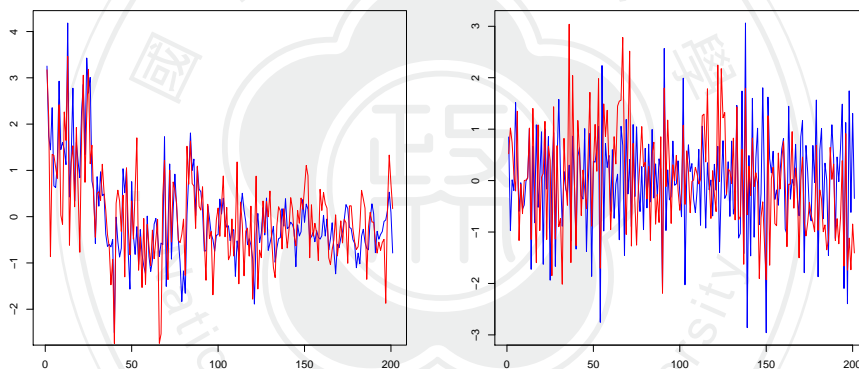
(e) 第五主成份 - 國內金融狀況, 貨幣總
計數 M1B

(f) 第六主成份 - 國內金融狀況, 外匯交
易、銀行間市場小計

圖 10: 變數實際值與主成份示意圖: 1. 圖中黑色線段為變數實際值、紅色線段為主成份。2. 縱軸單位為 %, 橫軸為月資料期數。3. 資料起始月為 1998 年 8 月, 結束月為 2015 年 6 月。



(a) 第七主成份 - 國內就業狀況, 產業外籍勞工、合計 (b) 第八主成份 - 國內物價情況, 光學、計量、醫療儀器、樂器及其零件進口物價指數



(c) 第九主成份 - 國內就業狀況, 社福外籍勞工、合計 (d) 第十主成份 - 國內產業狀況, 建築工程業生產指數

圖 11: 變數實際值與主成份示意圖: 1. 圖中黑色線段為變數實際值、紅色線段為主成份。2. 縱軸單位為 %, 橫軸為月資料期數。3. 資料起始月為 1998 年 8 月, 結束月為 2015 年 6 月。

主成份分析法中的負載是由組成某主成份的係數乘上此主成份的解釋比例, 因此由負載可以解讀出此變數對主成份的影響。以前十個主成份為例, 負載值最高者依序為重化工業產品躉售物價指數、新台幣對美金匯率、民生工業生產指數、台灣桃園機場旅客人數、貨幣總計數 M1B、外匯交易銀行間市場小計、產業外籍勞工合計人數、日圓對美金匯率、社福外籍勞工人數、建

築工程業生產指數。而在前段所述結果中，針對各個主成份以均方誤差所分析出之結果，我們發現，針對第二個及第八個主成份而言，兩種分析方法的結果是不同的。發生這種情形的原因是，新台幣對美金匯率和日圓對美金的負載為負值，因此若我們將資料反轉後再以均方誤差法重新分析，則第二個與第八個主成份相對應的變數就會是新台幣對美金匯率及日圓對美金匯率，如圖 13 所示。

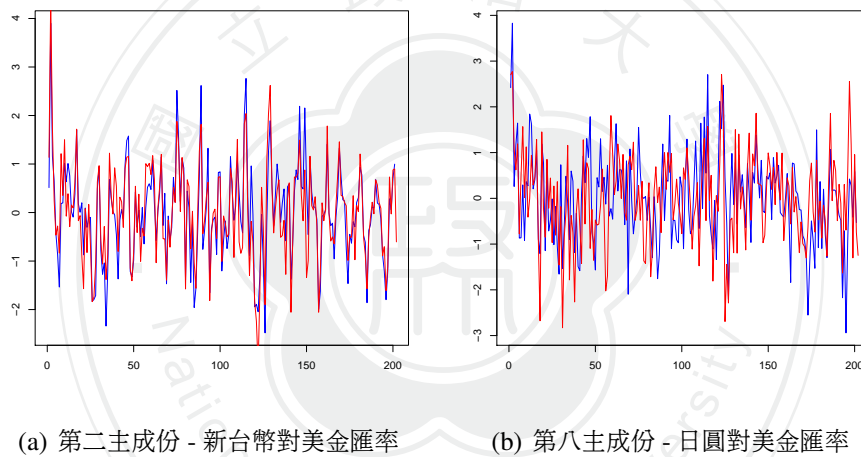


圖 12: 調整後變數實際值與第二、第八主成份示意圖: 1. 圖中藍色線段為變數的反轉值、紅色線段為主成份。2. 縱軸單位為 %，橫軸為月資料期數。3. 資料起始月為 1998 年 8 月，結束月為 2015 年 6 月。

前十項主成份之變異量佔總體變異量的 52.2365 %，此意謂在主成份分析中，只需要用十個主成份就可以解釋超過一半的變異量，若以整體變數觀之，在主成份與變數高度相關的前提下，僅用十個變數就可以解釋全體 152 項變數超過一半的變動。

4.3.4 狀態空間模型與主成份分析法之比較

因子分析 (Factor Analysis) 透過演算法找到一組不可觀察到的因子, 而可觀察到的變數則可以全部表示為此組因子的線性組合。動態空間模型即屬於因子分析, 所用的演算法則是期望最大化演算法。因子分析的目的是觀察相同的因子如何藉由不同的線性組合, 表達出所有的變數, 並由線性組合的係數觀察變數間的關係。例如, 圖 14 中繪出代表進出口狀況的 16 個變數 (進出口狀況、外銷訂單等) 之係數, 每條線段代表單一變數, 橫軸 1 至 5 代表第一組至第五組因子, 縱軸為係數 (Λ)。我們可以由圖中發現, 這些變數的組成似乎有相同的趨勢, 例如, 第一、五組因子的係數皆接近零, 第二組因子的係數皆為正數, 第三、四組因子的係數皆為負數等。若將此結果與段落 4.2.1 的分析結果相互映照, 則可以解釋為: 對於表示進出口狀況的變數而言, 電子資訊工業生產指數的影響明顯較大, 且影響為正向, 而貨幣總計數 M1B 及新台幣對美金匯率的影響稍小, 且影響為負向。此分析方式亦可應用於其他類的變數, 則我們可以釐清各類變數乃至各變數是如何受到因子影響。

主成份分析法透過變數來組合出主成份, 其目的是找到能解釋最多變異量的主成份, 並可知道解釋變異量佔全部變異量的比例。以第四個主成份為例, 依變數之負載大小排列, 前十項分別為台灣桃園機場旅客人數、美洲地區來台旅客人數、亞洲地區來台旅客人數、高雄國際機場旅客人數、大洋洲地區來台旅客人數、歐洲地區來台旅客人數、台中機場旅客人數、馬公機場旅客人數、台東機場旅客人數。由此十項變數可以清楚得知, 第四主成份的

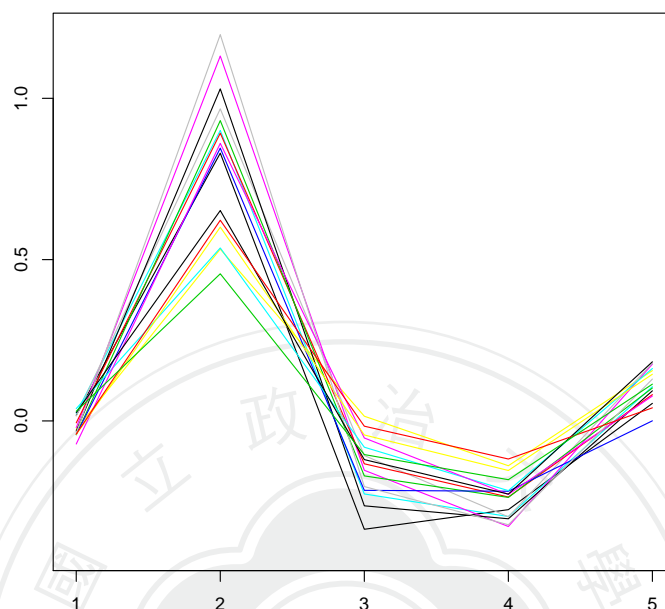


圖 13: 因子分析係數折線圖: 1. 一種顏色代表一種變數。例如, 紅色代表的變數為進口總金額, 則我們可以看出進口總金額對第二個因子的係數約為0.6。2. 縱軸為係數值, 橫軸為因子。

組成是以表現國內旅遊狀況的變數為主, 且其可解釋變異量占全部變異量之比例約為 4.65%。

因為因子分析與主成份分析在目的及方法上存在本質上的不同, 故而兩者所得之結果與後續分析也有迥異之處。從狀態空間模型來觀察, 我們可從中得知因子對變數預測之直接影響, 也可由個別因子的組成分析變數間之關係。從主成份分析則是可以發現能解釋最多變異量的方向, 並可以從解釋變異量占全體變異量的比例來分析主成份的重要性。但不論從何角度分析, 首要目標都是要找出對整體變數之影響力最大的變數, 因此將狀態空間模型產生之因子與主成份分析所產生之主成份, 同樣以均方誤差所找到與之最相似的變數, 或可成為最簡要的比較基礎。

表 2: 以均方誤差法所得之變數對照表

狀態空間模型	主成份分析
出口物價總指數	重化工業產品躉售物價指數
資訊電子工業生產指數	新台幣對美金匯率
貨幣總計數 M1B	民生工業生產指數
新台幣對美金匯率	台灣桃園機場旅客人數
金屬機電工業生產指數	貨幣總計數 M1B

由表 2 可發現, 兩種分析方法所重疊的變數僅貨幣總計數 M1B, 且相較下, 狀態空間模型所著重的變數較偏向出口類型, 而主成份分析則較多元化, 兩種分析方式所呈現的角度完全不同。

5 結論

本文所著重處為建立狀態空間模型, 並以期望最大化演算法產生因子, 再利用橋梁方程式解決混和頻率問題, 最後以建立之模型預測台灣每月的國內生產毛額成長率。圖 15 為模型所配適之台灣每月國內生產毛額成長率, 其中, 藍色線段為國內生產毛額季成長率, 且因此圖為針對月資料之配適結果, 而國內生產毛額之實際值為季資料, 遇有缺少資料的部分以零表示, 故藍線有部分線段呈現水平狀態。

由於本文所預測之當月國民生產毛額無其他資料可做為比較, 故為了衡量預測之準確度, 我們將呈現模型所配適之當季成長率作為比較。圖 16 為每季國內生產毛額之季成長率與模型配適結果之比較。

為了真實表現出模型之預測能力, 並與傳統經濟預測方式做比較, 本文將利用所建之狀態空間模型及期望最大化演算法預測 2014 年第三季至 2015

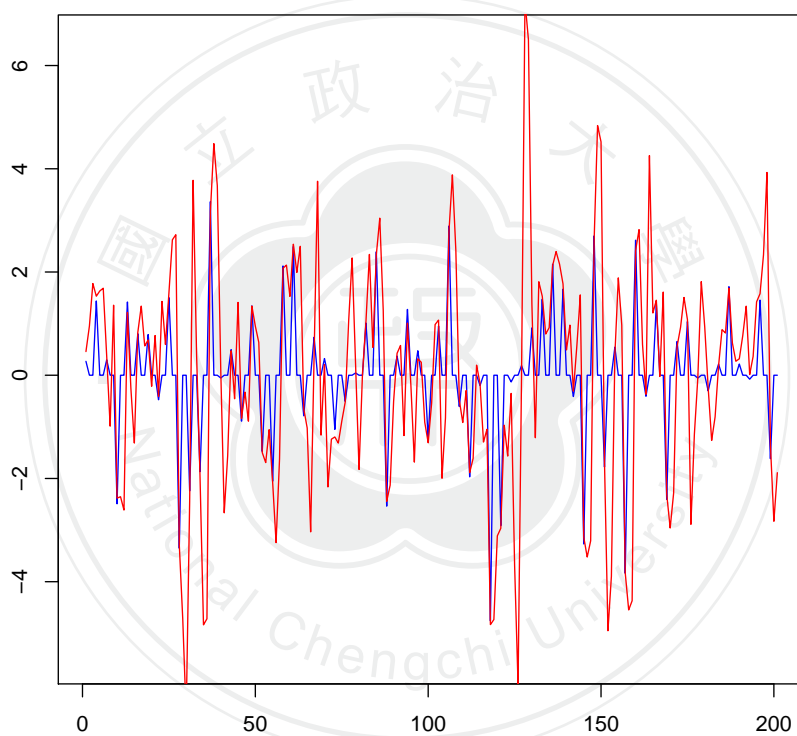


圖 14: 國內生產毛額配適圖(月資料): 1. 圖中藍色線段、紅色線段分別為國內生產毛額實際資料、狀態空間模型預測值。2. 縱軸單位為 %, 橫軸為月資料期數。3. 資料起始月為 1998 年 8 月, 結束月為 2015 年 6 月。

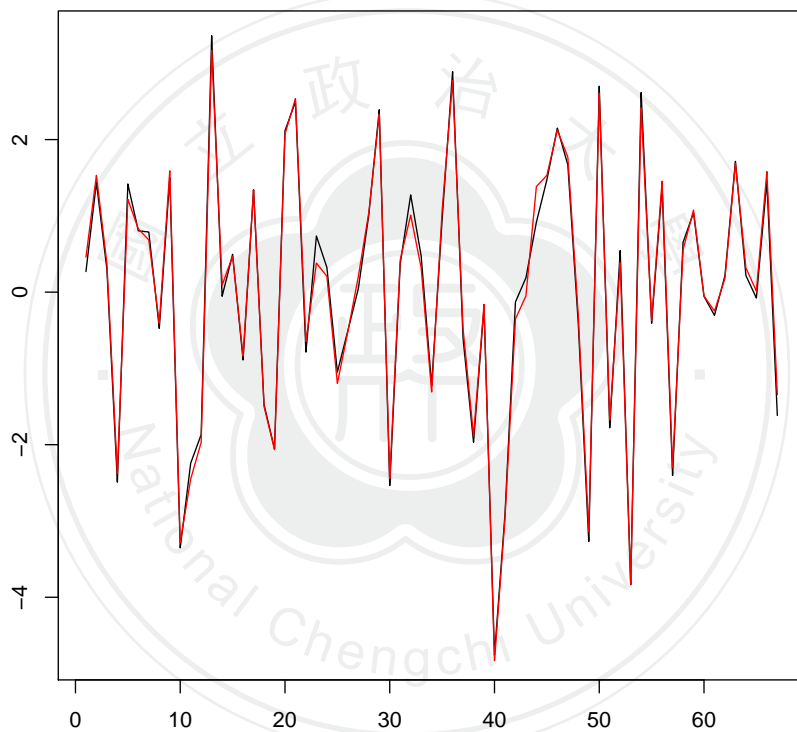


圖 15: 國內生產毛額配適圖(季資料): 1. 圖中黑色線段、紅色線段分別為國內生產毛額實際資料、狀態空間模型預測值。2. 縱軸單位為 %, 橫軸為季資料期數。3. 資料起始季為 1998 年第三季, 結束季為 2015 年第二季。

年第二季之國內生產毛額。在此部分中，爲了真實檢驗出即期預測的能力，在資料的處理中，我們將 2014 年第三季至 2015 年第二季的國民生產毛額季資料設定爲遺失資料，月資料則持續更新，意謂在 2014 年第三季至 2015 年第二季間僅以月資料及 2014 年第二季前之資料作爲建立模型的資訊。藉此測試模型是否能在缺少此四筆季資料的情形下成功進行即期預測。爲了檢驗狀態空間模型與傳統經濟預測方式的預測能力，我們選擇中華民國行政院主計總處之預測結果做爲比較值。因爲我們所欲比較的是即期預測的能力，故爲了盡量讓兩者進行預測時能擁有等量的資訊，我們採用的主計總處預測值分別爲在民國 103 年 8 月 15 日、民國 103 年 11 月 28 日、民國 104 年 2 月 16 日及民國 104 年 5 月 22 日所公布之當季國民生產毛額預測值，且公布的時間點距離預測之季度的結束時間僅差一個月左右，故主計總處在這些時間點所公布的預測值最能符合即期預測之精神，但因爲主計總處公佈此即期預測的時間點離預測之季度結束時間尚有一個月，所能用於即期預測的資訊量亦較少，故本文亦將主計總處在民國 103 年 10 月 31 日、民國 104 年 1 月 30 日、民國 104 年 4 月 30 日、民國 104 年 7 月 31 日所公佈之前一季度的國民生產毛額概估統計值 (Advance estimate) 一併繪入圖中進行比較。

由圖中可觀察到，由於主計總處之概估統計值是基於統計資料的基礎所得而非一般用於預測的數學模型，因此並不具有即期預測的意涵。而本文所採用的國內生產毛額實際資料是主計總處進行修正後所公佈之修正值，由圖形可以看出概估統計值與最後的修正值相比有不小的誤差，且此誤差甚至大過於主計總處之即期預測的誤差。狀態空間模型與主計總處即期預測值之均

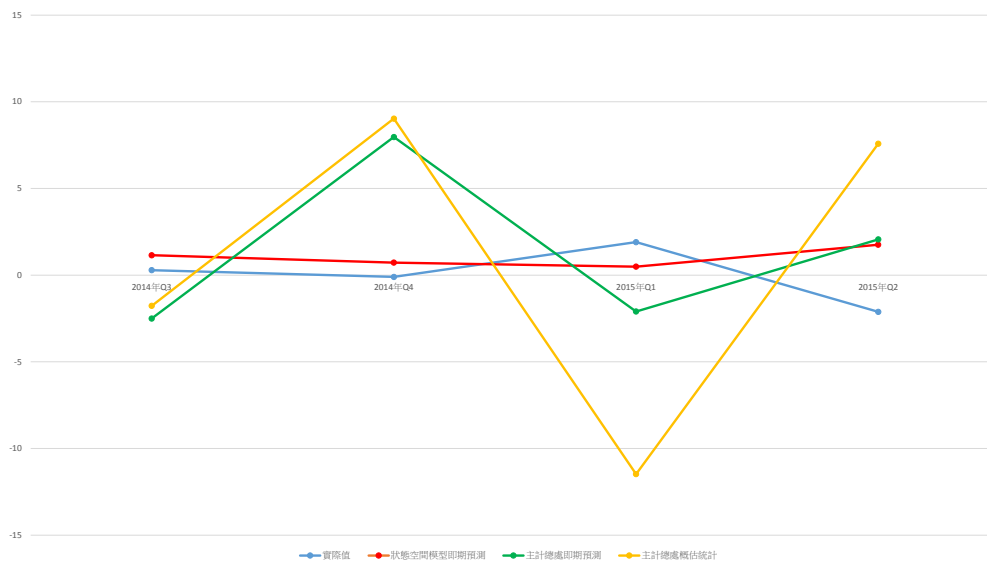


圖 16: 2014年第三季至 2015年第二季之國內生產毛額實際值及預測值: 1. 圖中藍色線段、紅色線段、綠色線段、黃色線段分別為實際資料、動態空間模型預測值、主計總處即期預測值、主計總處概估統計值。2. 縱軸單位為 %, 橫軸為季度。

方誤差分別為 18.3541 與 106.3204, 狀態空間模型之即期預測明顯優於主計總處之即期預測。由季資料配適情形與即期預測值之比較, 我們認為狀態空間模型在季資料的即期預測上, 存有一定的可信度, 故對當月資料之即期預測, 應可作為決策時參考之用。

表 3: 預測數值

	2014年第三季	2014年第四季	2015年第一季	2015年第二季
GDP實際值	0.2851	-0.1007	1.9030	-2.1158
狀態空間模型預測值	1.1469	0.7183	0.4906	1.7502
主計總處預測值	-2.5032	7.9674	-2.0967	2.0621

參考文獻

- 張志揚 (2013), 「台灣總體經濟即期季模型之建立-運用月資料改善國民所得預測」, 中央銀行季刊, 第 35 卷第 3 期, 頁 37 - 60。
- 彭素玲、周濟 (2001), 「台灣總體經濟即期季模型之建立與應用」, 中央研究院經濟研究所, 台灣經濟預測與政策, 第 32 卷第 1 期, 頁 77 - 116。
- Aruoba, S.B., Diebold, F.X. and Scotti, C. (2008), "Real-Time Measurement of Business Conditions." NBER Working Paper No. 14349
- Banbura, M., Giannone, D., Reichlin, L. (2010), "Nowcasting." eCB Working Paper No 1275, Europe Central Bank.
- Doz, C., D. Giannone, and L. Reichlin (2005), "A two-step estimator for large approximate dynamic factor models based on Kalman Filtering." Manuscript, Universit'e Libre de Bruxelles.
- Giannone D, Reichlin L, Small D. (2008), "Nowcasting: the real-time informational content of macro economic data." Journal of Monetary Economics, 55(4), 665 - 676.
- Mariano, R., Murasawa, Y. (2003), "A new coincident index of business cycles based on monthly and quarterly series." Journal of Applied Econometrics 18 : 427 - 443.

A 狀態空間模型之矩陣形式

以下為狀態空間模型與橋梁方程式藉由矩陣形式之呈現:

$$\bar{x}_t = z(\theta)\gamma_t$$

$$\gamma_t = T(\theta)\gamma_{t-1} + \eta_t, \quad \eta_t \stackrel{i.i.d.}{\sim} N(0, \Sigma_\eta(\theta))$$

$$\underbrace{\begin{pmatrix} x_t \\ y_t^Q \end{pmatrix}}_{\bar{x}_t} = \begin{bmatrix} \Lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & I_n & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \Lambda_Q & 2\Lambda_Q & 3\Lambda_Q & 2\Lambda_Q & \Lambda_Q & 0 & 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} \underbrace{\begin{bmatrix} f_t \\ f_{t-1} \\ f_{t-2} \\ f_{t-3} \\ f_{t-4} \\ \varepsilon_t \\ \varepsilon_t^Q \\ \varepsilon_{t-1}^Q \\ \varepsilon_{t-2}^Q \\ \varepsilon_{t-3}^Q \\ \varepsilon_{t-4}^Q \end{bmatrix}}_{\gamma_t}$$

$z(\theta)$

$$\underbrace{\begin{bmatrix} f_t \\ f_{t-1} \\ f_{t-2} \\ f_{t-3} \\ f_{t-4} \\ \varepsilon_t \\ \varepsilon_t^Q \\ \varepsilon_{t-1}^Q \\ \varepsilon_{t-2}^Q \\ \varepsilon_{t-3}^Q \\ \varepsilon_{t-4}^Q \end{bmatrix}}_{\gamma_t} = \underbrace{\begin{bmatrix} A_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ I_r & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I_r & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_r & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_r & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \text{diag}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_Q & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_{T(\theta)} \underbrace{\begin{bmatrix} f_{t-1} \\ f_{t-2} \\ f_{t-3} \\ f_{t-4} \\ f_{t-5} \\ \varepsilon_{t-1} \\ \varepsilon_{t-1}^Q \\ \varepsilon_{t-2}^Q \\ \varepsilon_{t-3}^Q \\ \varepsilon_{t-4}^Q \\ \varepsilon_{t-5}^Q \end{bmatrix}}_{\gamma_{t-1}} + \underbrace{\begin{bmatrix} u_t \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ e_t \\ e_t^Q \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}}_{\eta_t}$$

B 最大概似函數

本文之最大概似函數依據 Banbura, M and M. Mondugno(2010) 和 Banbura, Giannone and Reichiln(2010) 來估計係數。需以最大概似法估計之係數包含 A_1 , Q , R , Λ , Λ_Q 。對第 $r + 1$ 個演算法回合之估計式如下：

$$A_1(r+1) = \left(\sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[f_t f_{t-1}' | \Omega_T] \right) \left(\sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[f_{t-1} f_{t-1}' | \Omega_T] \right)^{-1}$$

$$\Lambda(r+1) = \left(\sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[x_t f_{t-1}' | \Omega_T] \right) \left(\sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[f_t f_t' | \Omega_T] \right)^{-1}$$

$$Q(r+1) = \frac{1}{T} \left(\sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[f_t f_t' | \Omega_T] - A_1(r+1) \left(\sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[f_{t-1} f_t' | \Omega_T] \right) \right)$$

$$R(r+1) = \text{diag} \left(\frac{1}{T} \left(\left(\sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[x_t x_t' | \Omega_T] \right) - \Lambda(r+1) \left(\sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[f_t x_t' | \Omega_T] \right) \right) \right)$$

本文所用之月資料不含有遺失資料，故根據 Engle(1983) 之推導：

$$E_{\theta(r)}[x_t x_t'] = x_t x_t'$$

$$E_{\theta(r)}[x_t f_t'] = x_t E_{\theta(r)}[f_t' | \Omega_T]$$

而條件期望值如 $E_{\theta(r)}[f_t f_{t-1}' | \Omega_T]$ 、 $E_{\theta(r)}[f_{t-1} f_{t-1}' | \Omega_T]$ 、 $E_{\theta(r)}[f_t f_t' | \Omega_T]$ 、 $E_{\theta(r)}[f_t' | \Omega_T]$ 等，可由卡爾曼濾波器的輸出而得。

在季資料之係數 Λ_Q 的計算中，先令

$$f_t^{(p)} = [f_t', \dots, f_{t-p+1}']'$$

$$D = \sum_{t=1}^T E_{\theta(r)}[f_t^{(5)} f_t^{(5)' | \Omega_T] w_t^Q$$

則未受限之係數為：

$$\text{vec}(\bar{\Lambda}_Q^{ur}(r+1)) = D^{-1} \left(\sum_{t=1}^T w_t^Q y_t^Q E_{\theta(r)}[f_t^{(5)' | \Omega_T] \right)'$$

根據 Banbura and Modugno(2014), 本文之模型屬於混和頻率模型, 故須對係數做出限制。

受限之係數為:

$$\bar{\Lambda}_Q(r+1) = \bar{\Lambda}_Q^{ur}(r+1) - D^{-1}C'(CDC')^{-1}C\bar{\Lambda}_Q^{ur}(r+1)$$



C 敘述統計量

表 4 至表 8 將列出所用月資料共 152 項變數之敘述統計量。且爲了配合本文模型之橋梁方程式, 所有資料皆爲取自然對數後一階差分所得, 故以下所列皆爲處理後資料之數值。



表 4: 月資料之敘述統計量

	最小值	最大值	平均值	中位數	標準差
國內產業狀況					
工業生產總指數	-17.4598	24.4094	0.0000	0.1446	7.3683
礦業及土石採取業生產指數	-32.2019	32.2202	0.0000	-0.0665	7.4733
製造業生產指數	-18.9592	22.3000	0.0000	-0.1905	5.0640
金屬機電工業生產指數	-22.1793	29.74855	0.0000	0.3157	6.4202
資訊電子工業生產指數	-28.9987	20.3874	0.0000	0.1420	6.2425
化學工業生產指數	-10.5652	17.7683	0.0000	-0.0932	4.1867
民生工業生產指數	-17.4916	25.6782	0.0000	-0.0365	5.7933
電力及燃氣供應業生產指數	-11.5287	15.8705	0.0000	-0.2175	4.2642
供水供應業生產指數	-12.8028	6.1348	0.0000	0.0403	1.8276
建築工程業生產指數	-62.8764	65.4098	0.0000	0.4372	21.3406
電力、企業、總用電量、十億度。	-26.8448	41.2598	0.0000	-0.3934	7.6102
國內就業狀況					
失業率	-5.5526	9.4701	0.0000	-0.3111	2.1329
就業人數	-0.7259	0.3486	0.0000	0.0125	0.1774
非農業部門就業人數, 千人。	-0.7624	0.4108	0.0000	0.0038	0.1924
產業外籍勞工, 合計	-4.7455	1.9851	0.0000	0.1563	1.1540
產業外籍勞工, 農、林、漁、牧業, 國內外船員。	-10.7420	15.8043	0.0000	-0.1515	2.7272
產業外籍勞工, 製造業	-4.9625	1.9600	0.0000	0.1486	1.1675
產業外籍勞工, 製造業, 重大投資	-8.1535	8.5662	0.0000	1.2058	3.3033
產業外籍勞工, 營造業	-11.4758	13.8396	0.0000	-0.0617	3.6806
產業外籍勞工, 營造業, 重大公共工程	-12.4033	12.2406	0.0000	-0.0039	3.7134
社福外籍勞工, 合計	-3.0770	5.1458	0.0000	-0.3125	1.2272
社福外籍勞工, 看護工	-3.2417	7.4862	0.0000	-0.4183	1.4618
社福外籍勞工, 家庭幫傭	-10.7080	4.4476	0.0000	0.4670	2.1374
國內旅遊狀況					
亞洲地區來台旅客人數	-95.2312	97.7410	0.0000	0.1996	13.5693
美洲地區來台旅客人數	-88.7873	97.4527	0.0000	0.1323	13.7143
歐洲地區來台旅客人數	-83.1770	98.3161	0.0000	-0.3966	14.3132
大洋洲地區來台旅客人數	-85.1774	93.9723	0.0000	-1.4361	15.6387
非洲地區來台旅客人數	-81.1157	58.3973	0.0000	-0.8475	20.6143
臺灣桃園國際機場旅客人數	-68.7555	79.4514	0.0000	0.1328	11.2220
高雄國際機場旅客人數	-46.6905	44.6675	0.0000	-0.0710	8.8515
臺北松山機場旅客人數	-45.3091	43.5953	0.0000	0.2337	9.9373
花蓮機場旅客人數	-41.7735	50.6156	0.0000	0.3679	10.1081
臺東機場旅客人數	-34.2814	44.8601	0.0000	-0.3605	11.1482
馬公機場旅客人數	-68.3556	48.6496	0.0000	0.5408	14.9046
臺中機場旅客人數	-49.9333	31.6313	0.0000	0.3340	10.0847

表 5: 月資料之敘述統計量

國內金融狀況	最小值	最大值	平均值	中位數	標準差
存款貨幣. 計	-4.3627	6.6988	0.0000	-0.1338	1.5590
存款貨幣. 支票存款	-44.5409	24.8691	0.0000	-0.8397	9.7136
存款貨幣. 活期存款	-12.7685	13.5448	0.0000	-0.2715	3.4341
存款貨幣. 活期儲蓄存款	-5.2128	6.2091	0.0000	-0.1118	1.7059
存款貨幣. 定期及定期儲蓄存款	-1.4076	2.5692	0.0000	-0.0618	0.5427
準備貨幣. 外匯存款	-9.7436	11.4275	0.0000	-0.0453	3.2435
準備貨幣. 郵政儲蓄	-1.7919	1.8345	0.0000	-0.0116	0.5160
貨幣總計數.M1A	-5.9694	7.8006	0.0000	-0.0779	2.1438
貨幣總計數.M1B	-3.8145	5.8146	0.0000	-0.0498	1.5159
貨幣總計數.M2	-1.3703	1.1459	0.0000	0.0187	0.4619
中央銀行重貼現率	-30.9159	16.6783	0.0000	0.4086	4.8876
政府十年期公債	-24.6460	24.5861	0.0000	0.1162	6.7232
外匯存底. 期底數	-3.3860	5.0768	0.0000	-0.1946	1.2795
銀行對顧客市場.. 小計	-52.3862	32.3216	0.0000	0.5188	9.8700
銀行對顧客市場.. 即期	-58.4446	42.3953	0.0000	-0.0011	11.6906
銀行對顧客市場.. 遠期	-89.5143	71.5827	0.0000	0.6823	21.2877
銀行對顧客市場.. 換匯	-138.4926	67.4022	0.0000	-0.7347	23.4766
銀行對顧客市場.. 保證金交易	-109.0731	106.3960	0.0000	-1.8384	25.4959
銀行對顧客市場.. 選擇權	-107.8186	117.1805	0.0000	1.8069	29.8458
銀行間市場.. 小計	-40.4190	32.3700	0.0000	0.0608	10.2424
銀行間市場.. 即期	-52.5847	41.1022	0.0000	0.4748	11.9882
銀行間市場.. 遠期	-56.0237	70.5576	0.0000	0.0460	19.4411
銀行間市場.. 換匯	-43.9167	38.9562	0.0000	-0.2440	10.9611
銀行間市場.. 選擇權	-102.6579	121.1752	0.0000	2.1653	25.6594
世界各大金融市場股市表現					
臺灣加權指數	-18.2131	20.5816	0.0000	-0.0235	6.7741
美國道瓊工業指數	-17.2104	8.8609	0.0000	0.1531	4.0305
日本日經 225	-25.5480	10.0388	0.0000	0.7773	5.5393
倫敦金融時報	-13.3377	8.1732	0.0000	0.5362	3.8474
香港恆生指數	-28.5411	22.2237	0.0000	0.3701	6.4758
韓國綜合指數	-26.5436	26.0099	0.0000	0.1824	7.3572
新加坡海峽時報	-28.8940	23.3112	0.0000	-0.1203	5.9604

表 6: 月資料之敘述統計量

進出口狀況	最小值	最大值	平均值	中位數	標準差
半導體接單出貨比	-59.6063	28.8978	0.0000	-0.1569	9.0784
進口總金額	-24.8851 2	34.8762	0.0000	0.6014	9.8278
出口總金額	-17.4598	24.4094	0.0000	0.1446	7.3683
外銷訂單總額	-24.4396	25.6749	0.0000	0.1725	5.2690
資訊與通信產品外銷訂單金額	-26.7878	20.7197	0.0000	0.5424	7.3331
電子產品外銷訂單金額	-28.7408	24.1726	0.0000	-0.3049	5.6961
基本金屬及其製品外銷訂單金額	-26.4704	23.7559	0.0000	-0.3554	6.8158
精密儀器、鐘錶、樂器外銷訂單金額	-43.8406	36.7589	0.0000	0.3637	10.6245
塑膠、橡膠及其製品外銷訂單金額	-19.9073	37.0307	0.0000	0.2846	7.8227
化學品外銷訂單金額	-31.0325	32.9865	0.0000	-0.1635	9.6586
電機產品外銷訂單金額	-37.7891	30.6265	0.0000	-0.1569	9.891
機械外銷訂單金額	-31.7176	24.3619	0.0000	0.1153	7.7448
美國地區外銷訂單金額	-22.939	21.3532	0.0000	0.0112	6.0531
大陸含香港地區外銷訂單金額	-34.838	41.3022	0.0000	-0.3791	7.9396
歐洲地區外銷訂單金額	-27.2134	25.1325	0.0000	-0.1535	7.6253
日本地區外銷訂單金額	-28.393	26.5354	0.0000	-0.2684	7.9026
東協六國地區外銷訂單金額	-45.9679	118.1698	0.0000	-0.4586	15.4609
營造工程指數					
營造工程總指數	-3.8485	4.265	0.0000	-0.056	0.9386
一. 營造工程-材料類	-5.8073	6.0488	0.0000	-0.064	1.367
二. 營造工程-勞務類	-0.9088	0.9112	0.0000	-0.0112	0.2139
建築工程總指數	-4.329	4.5486	0.0000	-0.0678	0.9704
一. 建築工程-材料類	-6.4023	6.3585	0.0000	-0.0933	1.3915
二. 建築工程-勞務類	-1.0352	1.0077	0.0000	-0.0063	0.2374
土木工程總指數	-3.4184	4.0455	0.0000	-0.0528	0.9282
一. 土木工程-材料類	-5.206	5.822	0.0000	-0.0576	1.3702
二. 土木工程-勞務類	-0.9339	0.8898	0.0000	-0.0199	0.2083

表 7: 月資料之敘述統計量

物價狀況	最小值	最大值	平均值	中位數	標準差
一. 農林漁牧業產品零售物價指數	-7.9305	7.8323	0.0000	-0.1242	2.9138
二. 土石及礦產品零售物價指數	-17.6834	10.6724	0.0000	0.2784	4.5381
三. 製造業產品零售物價指數	-4.9228	1.9638	0.0000	-0.0368	0.9379
四. 水電燃氣零售物價指數	-8.3715	7.9774	0.0000	0.0206	1.5824
製造業產品. 一. 非重工業產品零售物價指數	-2.7039	1.6054	0.0000	0.0382	0.5965
製造業產品. 二. 重工業產品零售物價指數	-6.0481	2.2145	0.0000	-0.0632	1.1028
消費者物價指數	-1.8794	1.5587	0.0000	-0.0238	0.6265
一. 食物類消費者物價指數	-4.1121	5.0706	0.0000	-0.071	1.6501
二. 衣著類消費者物價指數	-6.7582	8.4838	0.0000	0.0208	1.7047
三. 居住類消費者物價指數	-2.502	1.879	0.0000	0.0218	0.3272
四. 交通及通訊類消費者物價指數	-3.8336	2.6271	0.0000	1.00E-04	0.7529
五. 醫療保健類消費者物價指數	-1.3384	5.7093	0.0000	-0.0795	0.6112
六. 教養娛樂類消費者物價指數	-2.6767	2.7651	0.0000	-0.0054	0.6189
七. 雜項類消費者物價指數	-13.8392	11.1949	0.0000	-0.0221	3.0743
進口物價總指數	-6.2203	4.0155	0.0000	-0.0519	1.4901
第1. 類動物產品進口物價指數	-4.8489	6.1283	0.0000	-0.2604	1.8913
第2. 類植物產品進口物價指數	-12.4755	11.4049	0.0000	-0.2277	3.0983
第4. 類調製食品, 飲料, 酒及菸類進口物價指數	-5.5489	5.2691	0.0000	-0.0799	1.2983
第5. 類礦產品進口物價指數	-17.9579	11.1668	0.0000	0.426	4.9175
第6. 類化學或有關工業產品進口物價指數	-9.4636	7.2053	0.0000	0.0043	2.096
第7. 類塑膠, 橡膠及其製品進口物價指數	-3.8426	5.5376	0.0000	-0.07	1.4482
第8. 類皮革及其製品進口物價指數	-7.6562	6.3977	0.0000	-0.047	1.9526
第9. 類木及木製品進口物價指數	-6.1091	4.5619	0.0000	-0.0771	1.4875
第10. 類木漿, 紙及其製品進口物價指數	-9.6275	4.8718	0.0000	0.1637	1.9216
第11. 類紡織及其製品進口物價指數	-6.5678	9.5963	0.0000	-0.0768	1.6845
第13. 類石料製品, 玻璃及玻璃器進口物價指數	-10.2619	9.8946	0.0000	0.2607	2.8385
第15. 類基本金屬及其製品進口物價指數	-15.6237	9.2527	0.0000	-0.0521	2.9951
第16. 類機器, 電機, 電視影像及聲音記錄機等設備進口物價指數	-2.9858	6.2917	0.0000	0.0782	1.1185
第17. 類運輸工具進口物價指數	-4.3448	5.1369	0.0000	-0.1299	1.4007
第18. 類光學, 計量, 醫療儀器, 樂器及其零件進口物價指數	-4.6074	3.0642	0.0000	-0.028	1.1846
第20. 類雜項製品進口物價指數	-2.5113	3.572	0.0000	-0.0467	1.0407

表 8: 月資料之敘述統計量

物價狀況	最小值	最大值	平均值	中位數	標準差
出口物價總指數	-3.9663	2.5348	0.0000	-0.005	1.0138
動物產品出口物價指數	-12.7976	16.5394	0.0000	0.2792	3.5769
調製食品、飲料、酒及菸類出口物價指數	-31.8849	11.7298	0.0000	-0.0603	3.4798
礦產品出口物價指數	-23.4375	19.2322	0.0000	0.0049	6.3323
化學或有關工業產品出口物價指數	-13.3263	5.938	0.0000	0.3996	2.5758
塑、橡膠及其製品出口物價指數	-7.1971	6.379	0.0000	-0.0592	1.7764
木漿、紙及其製品出口物價指數	-6.2853	5.036	0.0000	0.1308	1.5839
紡織及其製品出口物價指數	-6.4665	3.5581	0.0000	-0.0458	1.203
石料製品、玻璃及玻璃器出口物價指數	-8.0596	12.9265	0.0000	-0.1235	2.4909
基本金屬及其製品出口物價指數	-8.6154	4.6971	0.0000	-0.1235	1.8117
機器、電機、電視影像及聲音記錄機等設備出口物價指數	-4.3134	2.6731	0.0000	0.0064	1.1126
運輸工具出口物價指數	-2.8581	4.8511	0.0000	-0.0539	1.0747
光學、計量、醫療儀器、樂器及其零件出口物價指數	-5.1545	3.6051	0.0000	0.07	1.5652
雜項製品出口物價指數	-4.6108	4.2109	0.0000	-0.045	1.2149
我國主要貿易對手之匯率					
新臺幣	-4.4938	2.8486	0.0000	-0.0464	1.1492
日圓	-9.4217	7.2157	0.0000	-0.0555	2.4583
英鎊	-5.6048	9.1134	0.0000	-0.0215	2.0854
港幣	-0.4380	0.2966	0.0000	-0.0046	0.0964
韓元	-7.1583	14.7965	0.0000	-0.1985	2.3679
加拿大幣	-5.266	10.9947	0.0000	-0.0987	1.8599
新加坡元	-4.7948	3.7049	0.0000	-0.0901	1.2086
人民幣	-1.4858	0.4609	0.0000	0.1222	0.3109
澳幣	-6.4043	17.0926	0.0000	-0.0709	2.9259
印尼盾	-25.7745	14.8441	0.0000	0.0996	4.1188
泰銖	-5.3161	4.9071	0.0000	0.0098	1.5069
馬來西亞幣	-9.2518	3.8858	0.0000	0.0274	1.3211
菲律賓披索	-6.883	6.6098	0.0000	0.0924	1.5714
歐元	-6.4809	8.2448	0.0000	0.0758	2.4536
越南盾	-5.8807	6.5403	0.0000	-0.1527	0.9050

D ADF檢定結果

表 9: 含截距與趨勢項

	統計量	落後期數	p-value
工業生產總指數	-9.3406	2	0.0000***
礦業及土石採取業生產指數	-10.289	2	0.0000***
製造業生產指數	-10.9756	1	0.0000***
金屬機電工業生產指數	-13.3333	1	0.0000***
資訊電子工業生產指數	-7.5185	2	0.0000***
化學工業生產指數	-10.9606	1	0.0000***
民生工業生產指數	-10.123	3	0.0000***
電力及燃氣供應業生產指數	-9.4376	3	0.0000***
用水供應業生產指數	-11.6369	1	0.0000***
建築工程業生產指數	-9.8357	5	0.0000***
電力. 企業. 總用電量. 十億度.	-9.6334	4	0.0000***
失業率	-4.2019	2	0.0000***
就業人數	-7.7455	1	0.0000***
非農業部門就業人數. 千人.	-7.0138	1	0.0000***
產業外籍勞工. 合計	-5.1167	3	0.0000***
產業外籍勞工. 農. 林. 漁. 牧業. 國內外船員.	-3.8745	3	0.0165***
產業外籍勞工. 製造業	-4.7362	2	0***
產業外籍勞工. 製造業. 重大投資	-3.7576	2	0.0223***
產業外籍勞工. 營造業	-3.8788	3	0.0163***
產業外籍勞工. 營造業. 重大公共工程	-3.2606	4	0.0793**
社福外籍勞工. 合計	-4.3961	3	0.0000***
社福外籍勞工. 看護工	-4.148	3	0.0000***
社福外籍勞工. 家庭幫傭	-3.2314	3	0.0842**
亞洲地區來台旅客人數	-10.7105	2	0.0000***
美洲地區來台旅客人數	-7.825	5	0.0000***
歐洲地區來台旅客人數	-8.9182	4	0.0000***
大洋洲地區來台旅客人數	-8.0641	5	0.0000***
非洲地區來台旅客人數	-8.3309	5	0.0000***
臺灣桃園國際機場旅客人數	-10.526	2	0.0000***
高雄國際機場旅客人數	-15.5021	0	0.0000***
臺北松山機場旅客人數	-12.3372	1	0.0000***
花蓮機場旅客人數	-11.3921	1	0.0000***
臺東機場旅客人數	-9.9508	3	0.0000***
馬公機場旅客人數	-12.6692	1	0.0000***
臺中機場旅客人數	-11.686	1	0.0000***
存款貨幣. 計	-13.1215	0	0.0000***
存款貨幣. 支票存款	-9.5913	4	0.0000***
存款貨幣. 活期存款	-6.9936	3	0.0000***
存款貨幣. 活期儲蓄存款	-6.0668	3	0.0000***
準貨幣. 定期及定期儲蓄存款	-5.5564	2	0.0000***
準貨幣. 外匯存款	-7.2284	2	0.0000***
準貨幣. 郵政儲金	-4.1562	4	0.0000***
貨幣總計數.M1A	-9.1866	2	0.0000***
貨幣總計數.M1B	-13.882	0	0.0000***
貨幣總計數.M2	-10.4445	1	0.0000***
央行重貼現率	-4.9808	2	0.0000***
政府十年期公債利率	-9.5151	1	0.0000***
外匯存底. 期底數.	-5.6662	2	0.0000***
銀行對顧客市場. 小計	-10.1027	2	0.0000***

表 10: 含截距與趨勢項

	統計量	落後期數	p-value
銀行對顧客市場.. 即期	-10.2081	2	0.0000***
銀行對顧客市場.. 遠期	-8.9152	3	0.0000***
銀行對顧客市場.. 換匯	-11.5639	2	0.0000***
銀行對顧客市場.. 保證金交易	-8.9040	3	0.0000***
銀行對顧客市場.. 選擇權	-10.5958	2	0.0000***
銀行間市場.. 小計	-8.9577	3	0.0000***
銀行間市場.. 即期	-7.7491	5	0.0000***
銀行間市場.. 遠期	-9.7763	2	0.0000***
銀行間市場.. 換匯	-7.4243	5	0.0000***
銀行間市場.. 選擇權	-10.4342	2	0.0000***
臺灣加權指數	-7.3658	2	0.0000***
美國道瓊工業指數	-13.2931	0	0.0000***
日本日經 225	-8.5640	1	0.0000***
倫敦金融時報	-13.4502	0	0.0000***
香港恆生指數	-7.9256	2	0.0000***
韓國綜合指數	-6.0104	4	0.0000***
新加坡海峽時報	-5.4843	4	0.0000***
半導體接單出貨比	-6.7198	3	0.0000***
進口總金額	-7.1190	3	0.0000***
出口總金額	-9.3406	2	0.0000***
外銷訂單總額	-11.2150	1	0.0000***
資訊與通信產品外銷訂單金額	-10.2276	2	0.0000***
電子產品外銷訂單金額	-8.3864	2	0.0000***
基本金屬及其製品外銷訂單金額	-11.7288	1	0.0000***
精密儀器. 鐘錶. 樂器外銷訂單金額	-11.7736	1	0.0000***
塑膠. 橡膠及其製品外銷訂單金額	-12.8628	1	0.0000***
化學品外銷訂單金額	-9.3581	2	0.0000***
電機產品外銷訂單金額	-9.6822	2	0.0000***
機械外銷訂單金額	-11.0735	1	0.0000***
美國地區外銷訂單金額	-9.9007	2	0.0000***
大陸含香港地區外銷訂單金額	-11.4956	1	0.0000***
歐洲地區外銷訂單金額	-6.7082	5	0.0000***
日本地區外銷訂單金額	-11.8184	1	0.0000***
東協六國地區外銷訂單金額	-9.865	2	0.0000***
營造工程總指數	-6.0906	2	0.0000***
X.一. 營造工程.材料類	-6.1458	2	0.0000***
X.二. 營造工程.勞務類	-5.1422	2	0.0000***
建築工程總指數	-6.2061	2	0.0000***
X.一. 建築工程.材料類	-6.2559	2	0.0000***
X.二. 建築工程.勞務類	-5.1491	2	0.0000***
土木工程總指數	-5.943	2	0.0000***
X.一. 土木工程.材料類	-5.9928	2	0.0000***
X.二. 土木工程.勞務類	-5.2938	2	0.0000***
一. 農林漁牧業產品躉售物價指數	-13.9082	0	0.0000***
二. 土石及礦產品躉售物價指數	-7.5436	1	0.0000***
三. 製造業產品躉售物價指數	-7.3786	2	0.0000***
四. 水電燃氣躉售物價指數	-15.1291	0	0.0000***
製造業產品. 一. 非重工業產品躉售物價指數	-8.0294	2	0.0000***
製造業產品. 二. 重工業產品躉售物價指數	-7.1883	2	0.0000***
消費者物價指數	-11.6877	1	0.0000***
一. 食物類物價指數	-14.9549	0	0.0000***
二. 衣著類物價指數	-7.2015	5	0.0000***
三. 居住類物價指數	-6.3241	3	0.0000***
四. 交通及通訊類物價指數	-8.0089	1	0.0000***
五. 醫藥保健類物價指數	-13.921	0	0.0000***
六. 教養娛樂類物價指數	-12.2757	1	0.0000***
七. 雜項類物價指數	-11.7479	3	0.0000***

表 11: 含截距與趨勢項

	統計量	落後期數	p-value
進口物價總指數	-6.5869	3	0.0000***
第.1. 類動物產品進口物價指數	-6.6669	2	0.0000***
第.2. 類植物產品進口物價指數	-6.0876	2	0.0000***
第.4. 類調製食品. 飲料. 酒及菸類進口物價指數	-7.1366	3	0.0000***
第.5. 類礦產品進口物價指數	-7.3572	1	0.0000***
第.6. 類化學或有關工業產品進口物價指數	-7.9217	2	0.0000***
第.7. 類塑. 橡膠及其製品進口物價指數	-7.1719	2	0.0000***
第.8. 類皮革及其製品進口物價指數	-6.9461	2	0.0000***
第.9. 類木及木製品進口物價指數	-6.3666	2	0.0000***
第.10. 類木漿. 紙及其製品進口物價指數	-6.0946	4	0.0000***
第.11. 類紡織及其製品進口物價指數	-6.7114	2	0.0000***
第.13. 類石料製品. 玻璃及玻璃器進口物價指數	-5.9623	3	0.0000***
第.15. 類基本金屬及其製品進口物價指數	-6.7973	2	0.0000***
第.16. 類機器. 電機. 電視影像及聲音記錄機等設備進口物價指數	-8.4294	1	0.0000***
第.17. 類運輸工具進口物價指數	-7.6008	2	0.0000***
第.18. 類光學. 計量. 醫療儀器. 樂器及其零件進口物價指數	-8.6935	1	0.0000***
第.20. 類雜項製品進口物價指數	-7.1562	3	0.0000***
出口物價總指數	-8.7747	2	0.0000***
第.1. 類動物產品出口物價指數	-9.1314	1	0.0000***
第.4. 類調製食品. 飲料. 酒及菸類出口物價指數	-13.3468	0	0.0000***
第.5. 類礦產品出口物價指數	-8.6279	1	0.0000***
第.6. 類化學或有關工業產品出口物價指數	-8.2858	2	0.0000***
第.7. 類塑. 橡膠及其製品出口物價指數	-8.2542	2	0.0000***
第.10. 類木漿. 紙及其製品出口物價指數	-7.3732	2	0.0000***
第.11. 類紡織及其製品出口物價指數	-9.3346	2	0.0000***
第.13. 類石料製品. 玻璃及玻璃器出口物價指數	-5.9083	4	0.0000***
第.15. 類基本金屬及其製品出口物價指數	-6.2056	2	0.0000***
第.16. 類機器. 電機. 電視影像及聲音記錄機等設備出口物價指數	-7.8644	2	0.0000***
第.17. 類運輸工具出口物價指數	-8.4607	3	0.0000***
第.18. 類光學. 計量. 醫療儀器. 樂器及其零件出口物價指數	-8.1822	2	0.0000***
第.20. 類雜項製品出口物價指數	-7.9848	2	0.0000***
新臺幣	-7.1764	2	0.0000***
日圓	-7.0774	2	0.0000***
英鎊	-8.1826	1	0.0000***
港幣	-8.9211	2	0.0000***
韓元	-7.0662	2	0.0000***
加拿大幣	-8.6675	1	0.0000***
新加坡元	-7.4087	2	0.0000***
人民幣	-3.5499	3	0.0394***
澳幣	-6.0271	3	0.0000***
印尼盾	-10.4305	2	0.0000***
泰銖	-8.1618	2	0.0000***
馬來西亞幣	-7.7056	2	0.0000***
菲律賓披索	-6.6286	3	0.0000***
歐元	-9.1279	1	0.0000***
越南盾	-15.8088	0	0.0000***

E 表一詳細數據

表 12: 表一中變數之卡爾曼增益

第一組因子	
變數	卡爾曼增益
營造工程總指數	-3.3551
製造業產品躉售物價指數	2.8905
製造業生產指數	-1.9524
重化工業產品躉售物價指數	0.5785
貨幣總計數.M1B	0.1579
新臺幣對美金匯率	-0.1102
雜項製品物價指數	-0.0727
土木工程總指數	-0.0463
金屬機電工業生產指數	-0.0369
建築工程總指數	0.0368
第二組因子	
變數	卡爾曼增益
營造工程總指數	-1.1023
製造業產品躉售物價指數	0.5972
製造業生產指數	0.5511
重化工業產品躉售物價指數	0.0954
貨幣總計數.M1B	0.0686
金屬機電工業生產指數	0.0070
土木工程總指數	-0.0059
新臺幣對美金匯率	-0.0059
資訊電子工業生產指數	0.0056
建築工程總指數	0.0048

表 13: 表一中變數之卡爾曼增益

第三組因子	
變數	卡爾曼增益
貨幣總計數.M1B	0.9894
製造業生產指數	-0.1832
製造業產品躉售物價指數	0.1150
營造工程總指數	-0.0898
重化工業產品躉售物價指數	-0.0387
新臺幣對美金匯率	0.0378
出口物價總指數	0.0274
雜項製品物價指數	0.0248
非重化工業產品躉售物價指數	0.0133
土木工程總指數	0.0130
第四組因子	
變數	卡爾曼增益
營造工程總指數	-3.3311
製造業產品躉售物價指數	1.3268
貨幣總計數.M1B	-0.5692
製造業生產指數	0.3628
重化工業產品躉售物價指數	0.1632
出口物價總指數	0.0307
新臺幣對美金匯率	0.0198
雜項製品物價指數	0.0123
非重化工業產品躉售物價指數	0.0090
機器. 電機. 電視影像及聲音記錄機等設備出口物價指數	0.0059

表 14: 表一中變數之卡爾曼增益

第五組因子 變數	卡爾曼增益
製造業生產指數	1.0359
營造工程總指數	0.6627
貨幣總計數.M1B	-0.6199
重化工業產品躉售物價指數	-0.5703
製造業產品躉售物價指數	-0.4221
新臺幣對美金匯率	0.3484
出口物價總指數	0.2315
雜項製品物價指數	0.2285
土木工程總指數	0.1202
非重化工業產品躉售物價指數	0.1195



F 狀態空間模型之估計係數

以下將列出模型中各係數之估計值, 含 Λ 、 Λ_Q 、 A_1 及 f 。

表 15 至表 17 為係數 Λ 之估計值, 表左方之數字 1 至 152 為表內之數值對應之月資料變數, 表上方之數字 1 至 5 為對應之因子。

表 18 為係數 Λ_Q 之估計值, 表左方之數字 1 至 25 是因本文估計之因子共有五組, 且為對應橋梁方程式, 故 1 至 25 是對應 f_t 至 f_{t-4} 。

表 19 為係數 A_1 之估計值, 表左方之及上方數字 1 至 5 皆為對應之因子。

表 20 至表 23 為 f 之估計值, 表左方之數字 1 至 201 為數值對應之期數, 表上方之數字 1 至 5 為對應之因子。



表 15: Λ 之估計值

	1	2	3	4	5
1	0.0238	0.9005	-0.2264	-0.2963	0.1063
2	-0.0943	0.5456	-0.0015	-0.0849	0.0576
3	-0.1235	1.3517	-0.2375	-0.3115	0.0234
4	-0.1225	1.1473	-0.2449	-0.2635	0.0602
5	-0.0970	1.3633	-0.2223	-0.3207	-0.0205
6	-0.1001	1.1874	-0.2472	-0.2782	0.0026
7	-0.1580	0.9128	-0.0573	-0.1494	0.0789
8	-0.0166	0.5610	-0.1808	-0.1511	0.0692
9	-0.0172	0.1309	0.0010	-0.0172	-0.0282
10	-0.0499	0.0455	0.1140	0.0119	-0.0095
11	-0.0357	0.6135	-0.0906	-0.1435	0.1419
12	-0.0968	-0.6471	0.0994	0.3420	0.0474
13	0.0924	0.4946	-0.0007	-0.3054	0.0421
14	0.1039	0.5614	-0.0706	-0.3364	0.0344
15	0.0370	0.0231	-0.2662	-0.0916	0.0290
16	0.0155	0.0248	-0.1079	-0.0304	0.0177
17	0.0622	0.1235	-0.2998	-0.1528	0.0419
18	0.0812	0.3951	-0.2299	-0.2403	-0.0558
19	-0.0712	-0.2125	-0.0364	0.1647	-0.0901
20	-0.0656	-0.2430	-0.0601	0.1775	-0.0911
21	0.0121	0.1798	-0.2588	-0.023	-0.0974
22	0.0006	0.1895	-0.2375	-0.0186	-0.1241
23	0.0078	-0.2762	0.0688	0.0850	0.1598
24	0.0065	0.2242	-0.1449	-0.0660	-0.0577
25	-0.0043	0.0595	-0.0478	-0.0454	-0.1010
26	-0.0282	0.2305	-0.1854	-0.0673	-0.0397
27	-0.0083	0.0703	-0.1408	-0.0392	-0.0383
28	-0.0002	-0.0241	-0.2431	-0.0236	-0.0712
29	0.0654	-0.0600	-0.0541	-0.0393	-0.0861
30	0.0648	-0.0651	-0.0259	-0.0087	-0.1217
31	0.0477	-0.0798	0.0237	0.0048	-0.1299
32	0.0634	-0.1750	0.0174	0.0173	-0.0125
33	0.0853	-0.3488	0.0802	0.0397	-0.0646
34	0.1162	-0.3519	0.0258	0.0157	-0.0731
35	0.0866	0.0153	0.0123	-0.0778	-0.0200
36	-0.1025	0.4663	0.8023	-0.0817	-0.0766
37	0.0330	0.0654	0.3325	-0.0588	0.0397
38	-0.0652	0.4438	0.1952	-0.0747	0.0157
39	-0.1042	0.2207	0.7449	-0.0142	-0.1464
40	-0.1050	-0.7527	-0.0658	0.3024	-0.0117
41	0.1382	0.0444	0.0204	-0.0644	0.2470
42	0.0009	-0.3612	0.2671	0.1233	-0.0279
43	-0.0271	0.1741	0.7043	-0.0594	-0.0383
44	-0.0841	0.2555	0.9053	-0.0476	-0.1178
45	-0.1021	-0.2432	0.7652	0.1323	-0.0552
46	0.0907	0.5465	-0.409	-0.2804	-0.0622
47	0.0186	0.4854	-0.1784	-0.2081	-0.0759
48	-0.1465	0.1900	-0.0533	-0.028	-0.3334
49	0.0250	0.3072	0.0768	-0.1467	-0.1437
50	-0.0414	0.305	0.1039	-0.0942	-0.1681
51	0.0319	0.1842	0.0384	-0.1048	-0.1235
52	0.0420	-0.0644	0.0473	0.000	-0.025
53	0.0695	-0.1368	0.0450	-0.0126	0.0369
54	0.0606	0.0900	0.0277	-0.1070	-0.0149
55	0.0390	0.3053	0.0687	-0.1627	-0.0354
56	0.0237	0.2607	0.0532	-0.139	-0.0396
57	-0.002	0.0443	0.1803	-0.0603	-0.0501
58	0.0017	0.2148	0.0090	-0.0795	-0.0660

表 16: Λ 之估計值

59	0.0560	0.2443	-0.0031	-0.1488	-0.006
60	-0.1293	0.4356	0.3230	-0.0786	-0.1934
61	-0.0366	0.4635	0.0045	-0.1279	-0.1721
62	-0.0569	0.3897	-0.0377	-0.0822	-0.2091
63	-0.0305	0.3130	-0.0149	-0.0853	-0.1258
64	-0.0872	0.4607	-0.0261	-0.1000	-0.2697
65	-0.0968	0.3196	0.0919	-0.0429	-0.2156
66	-0.0802	0.5240	0.0281	-0.1255	-0.2482
67	-0.0404	0.3290	-0.0156	-0.0545	-0.0661
68	0.0175	0.8299	-0.3358	-0.2751	0.0544
69	0.0238	0.9005	-0.2264	-0.2963	0.1063
70	-0.0209	1.1311	-0.1530	-0.3273	0.1761
71	-0.0263	0.5326	0.0146	-0.1389	0.1560
72	0.01520	0.9674	-0.1074	-0.2973	0.1790
73	-0.0313	1.0294	-0.2631	-0.3033	0.0933
74	-0.0060	0.8920	-0.1329	-0.2359	0.0816
75	-0.0429	0.9308	-0.1704	-0.2372	0.1021
76	-0.0425	0.8455	-0.2152	-0.2179	0.0003
77	0.0382	0.5361	-0.0815	-0.2161	0.1625
78	-0.0716	0.8603	-0.0529	-0.2278	0.0773
79	-0.0418	0.6007	-0.0435	-0.1536	0.1448
80	-0.038	1.1974	-0.2035	-0.3218	0.1297
81	0.0259	0.6521	-0.1199	-0.2269	0.1832
82	-0.0407	0.6220	-0.0163	-0.1180	0.0406
83	0.0298	0.4561	-0.1043	-0.1822	0.1140
84	0.2135	0.7905	-0.4060	-0.7327	0.1667
85	0.2122	0.8023	-0.3938	-0.7337	0.1650
86	0.0838	0.1451	-0.2389	-0.2154	0.0854
87	0.2131	0.8864	-0.4321	-0.7503	0.1383
88	0.2127	0.8948	-0.4195	-0.7513	0.1369
89	0.0755	0.1674	-0.2114	-0.2089	0.0860
90	0.2099	0.6819	-0.3694	-0.7014	0.1921
91	0.2080	0.6948	-0.3602	-0.7022	0.1897
92	0.0922	0.1165	-0.2440	-0.2113	0.0875
93	0.0272	0.0304	0.0419	-0.1353	0.1023
94	0.1948	1.1945	-0.5718	-0.5568	-0.1801
95	0.4510	1.4753	-0.5015	-0.8764	0.2828
96	0.0417	0.0565	-0.0341	-0.0283	0.0094
97	0.3807	0.3908	0.0686	-0.4047	0.6009
98	0.4355	1.5409	-0.5561	-0.8910	0.2208
99	0.0838	-0.1283	-0.1127	-0.0820	-0.0907
100	-0.0171	-0.1297	-0.0566	-0.0004	0.0115
101	0.0375	0.2160	0.0725	-0.0907	0.0845
102	0.0812	-0.0373	-0.2035	-0.0582	-0.1427
103	0.1680	1.206	-0.6460	-0.5631	-0.2788
104	0.0448	0.1114	-0.0934	-0.0651	0.0231
105	0.0992	-0.1697	-0.0453	-0.0183	-0.0863
106	0.0813	-0.5898	0.1756	0.0955	-0.0833
107	0.3726	1.3783	-0.5563	-0.7673	0.0975
108	0.2499	0.6302	-0.1161	-0.3717	0.2180
109	0.1622	0.6044	-0.1804	-0.3688	0.1638
110	0.2234	0.1599	0.0173	-0.2249	0.3206
111	0.2149	1.2311	-0.5942	-0.5739	-0.1646
112	0.3463	1.3698	-0.5128	-0.7216	0.1016
113	0.3326	0.7431	-0.1939	-0.5099	0.3401
114	0.1925	0.0183	0.0609	-0.1043	0.3666
115	0.2203	0.016	0.1818	-0.1724	0.4824
116	0.2759	0.5054	0.0399	-0.399	0.3684
117	0.2244	0.2385	0.0308	-0.1888	0.3015
118	0.0887	-0.2353	0.1537	0.0114	0.2634

表 17: Λ 之估計值

119	0.2812	1.1059	-0.3822	-0.7292	0.1135
120	0.1834	-0.2793	0.2423	0.0400	0.4244
121	0.0827	-0.2637	0.1845	0.0484	0.2225
122	0.1440	-0.0651	0.2830	-0.0283	0.3944
123	0.1607	-0.4310	0.2441	0.0790	0.4680
124	0.4541	0.9836	-0.1990	-0.6448	0.4859
125	0.1296	0.3165	0.0087	-0.2457	0.1804
126	0.0540	-0.2830	0.1866	0.0478	0.1575
127	0.1930	1.0875	-0.5814	-0.5023	-0.1338
128	0.3024	1.4171	-0.5507	-0.6967	0.0276
129	0.3242	1.2711	-0.4187	-0.6846	0.1689
130	0.2798	0.6209	-0.0234	-0.4695	0.4075
131	0.3211	0.4059	0.1253	-0.3194	0.4805
132	0.1964	0.0462	0.0355	-0.1757	0.2983
133	0.3704	0.9566	-0.2363	-0.6758	0.3619
134	0.2754	-0.0629	0.2724	-0.1082	0.5632
135	0.1582	-0.243	0.1398	0.0267	0.3972
136	0.2002	0.0121	0.2295	-0.0962	0.4518
137	0.2701	-0.2727	0.3969	-0.0664	0.6663
138	0.2506	-0.2584	0.4170	-0.0073	0.6388
139	0.1278	0.1698	0.0911	-0.1131	0.2109
140	-0.0054	-0.9087	0.3740	0.3641	0.3099
141	0.1329	0.2560	-0.1869	-0.2075	0.119
142	0.1238	-0.6877	0.3481	0.1710	0.4693
143	-0.0275	-0.8551	0.2926	0.3312	0.3154
144	0.1145	-0.5638	0.3810	0.1800	0.4553
145	-0.0454	-0.0663	0.2325	0.1596	-0.0371
146	0.0293	-0.7975	0.2914	0.3209	0.3594
147	0.0944	-0.3888	0.0755	0.0977	0.2514
148	0.1712	-0.2927	0.0384	0.026	0.3301
149	0.0620	-0.5486	0.2717	0.1829	0.3109
150	0.1431	-0.3232	0.1020	0.0044	0.2758
151	0.0322	-0.5076	0.3443	0.2131	0.3258
152	0.0806	0.2279	-0.1416	-0.1109	0.0531

表 18: Λ_Q 之估計值

	V1
1	-0.2198
2	0.7148
3	-0.2053
4	-0.0264
5	0.0099
6	-0.4396
7	1.4295
8	-0.4105
9	-0.0527
10	0.0199
11	-0.6595
12	2.1443
13	-0.6158
14	-0.0791
15	0.0298
16	-0.4396
17	1.4295
18	-0.4105
19	-0.0527
20	0.0199
21	-0.2198
22	0.7148
23	-0.2053
24	-0.0264
25	0.0099

表 19: A_1 之估計值

	1	2	3	4	5
1	-0.1724	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.1122	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.0571	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.7865	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.2930

表 20: f 之估計值

	1	2	3	4	5
1	-1.5814	0.1240	-0.0997	-0.2747	-0.1783
2	-6.7321	-2.0033	-0.7828	-4.8286	-4.1917
3	-2.5490	-0.0452	1.7163	-2.0314	-2.0183
4	0.5821	0.4815	-0.6791	1.8574	-0.1848
5	1.4695	0.7471	-1.0775	3.1196	1.0529
6	4.0390	-0.2539	2.2455	0.1828	-1.9687
7	-0.9590	1.3819	-0.8053	3.1875	2.9288
8	-1.6180	0.0339	0.5474	-0.6003	-0.7043
9	0.4995	-0.1509	-0.0472	0.0852	-0.8028
10	-0.8118	0.1864	3.6101	-2.4518	-2.8133
11	-0.0655	-0.4204	-2.4963	1.1751	0.5616
12	1.5412	0.2454	0.4024	0.4321	-1.7578
13	5.8505	0.1345	0.5261	0.7051	-3.4260
14	-0.7452	1.1500	-0.5011	0.8788	1.1558
15	1.7329	1.0180	0.0099	1.1854	-0.3732
16	2.3991	0.8234	2.0308	0.2963	-2.4987
17	1.5387	0.8749	2.1737	0.9703	-3.7728
18	3.6949	-0.6634	-1.1344	1.5215	-1.3307
19	-0.7792	1.4344	1.0445	1.3852	0.7342
20	3.4075	-0.037	-1.1965	2.1699	-0.0757
21	0.6565	0.8405	-1.7726	3.0140	2.7664
22	1.2076	0.5583	-0.2964	1.3177	-0.1087
23	1.9480	-0.2743	-1.4002	1.6407	0.4077
24	-0.5477	0.4303	-0.3895	1.4121	0.5120
25	-0.5986	0.4796	-2.4104	2.3341	1.5912
26	3.7855	0.2403	-0.1365	1.3769	0.7484
27	4.2125	1.0089	0.3122	2.4693	1.1542
28	3.5785	0.6345	0.8771	1.8365	0.5344
29	4.0450	-1.4694	0.7772	-0.7411	-3.5979
30	-10.5332	1.5283	-2.6316	2.2675	4.5168
31	3.9924	-0.7201	0.2694	1.1946	-1.2022
32	3.5088	-0.4351	-1.4411	2.588	0.8985
33	-0.6452	0.1203	-0.9749	1.1087	1.2152
34	5.0366	0.2243	2.6835	-0.3748	-0.4641
35	-0.4397	-0.6763	-0.7756	-0.064	1.7173
36	-7.1484	-0.5456	-1.0988	-2.1074	1.6298
37	0.9487	-0.7369	0.9817	-1.161	-1.8344
38	-4.7545	0.2915	-0.3575	-0.6176	2.2405
39	-1.7829	-0.5214	1.2701	-2.3973	-0.8475
40	1.7295	0.0729	3.7363	-1.7422	-2.4928
41	-0.2070	1.7375	0.0846	2.9785	2.8229
42	4.0133	-0.5231	1.5552	-0.3474	-2.8526
43	1.8650	1.8152	0.1543	2.9898	-0.1632
44	2.0465	0.8912	-0.2682	1.7720	-0.0132
45	-2.3446	-0.3645	-0.6412	-1.2925	-0.2564
46	-4.0264	-2.2721	0.4198	-5.8305	-1.6443
47	-3.6350	-0.5477	-1.9665	-0.4377	0.1257
48	1.7815	0.5201	0.6534	1.2168	0.7046
49	4.0980	1.0249	-0.8683	3.6293	0.8087
50	3.4123	1.0011	0.4468	1.7551	0.3040
51	-0.3812	-0.1549	0.3672	-1.3622	-0.8486
52	2.6416	0.2729	0.351	0.3407	-0.8356
53	-3.1000	0.332	1.2523	-2.1013	-0.2459
54	2.2123	-1.2555	-1.7712	-1.0777	0.3151
55	0.2216	-0.2933	-0.266	-0.8297	0.2997
56	-3.796	-0.0941	0.3943	0.2843	2.5204
57	0.4396	0.2687	1.2706	0.9310	-1.038
58	0.4550	0.2147	0.8288	0.1408	-1.7543

表 21: f -之估計值

59	-4.1914	-0.3824	0.2036	-2.5383	0.0953
60	-1.0275	-0.5264	0.9873	-2.3130	-1.5190
61	-4.4782	-0.6465	0.5010	-2.8365	-0.2865
62	-0.5654	0.6566	0.5585	0.0282	-0.4622
63	2.2639	0.0764	0.4583	-0.7918	-0.0277
64	-4.5653	-0.5263	0.5048	-4.6381	1.1327
65	0.9482	-3.4514	1.1105	-8.8708	-3.4086
66	-20.4032	-2.3483	-0.889	-12.8767	5.6899
67	-0.0639	-2.8503	1.4183	-7.1153	-1.4179
68	6.4933	1.6700	0.1694	4.9442	-1.4904
69	5.6139	1.3455	-0.2235	4.5578	0.4797
70	1.8059	0.7244	0.2189	1.9717	-0.1672
71	-0.3976	-1.1235	0.792	-4.0988	0.0389
72	1.1465	-0.4934	0.1343	-1.8131	-0.8232
73	-0.7773	0.3326	0.1342	-0.1699	-0.3042
74	1.9319	-0.2374	-0.2416	-0.8883	-1.0972
75	-1.2614	0.1964	-0.9218	0.5714	-1.7299
76	-1.6934	-0.1897	-0.0479	0.0594	-1.3193
77	-0.9111	0.8201	-1.495	3.0720	1.3137
78	1.6823	-1.3898	0.5721	-1.9458	-3.2276
79	-1.6084	0.6666	-0.5577	1.0400	-0.1916
80	2.3589	0.6038	-0.5297	2.9082	1.6171
81	-1.471	-0.2963	-0.2223	0.7579	-0.1256
82	0.1923	1.0311	1.151	2.1608	-0.4872
83	5.1526	0.4656	0.8659	1.8961	-0.7328
84	-1.8651	0.3594	-1.0229	0.3335	1.6263
85	1.7885	0.4258	0.0711	-0.1192	1.5017
86	4.1587	0.5324	-0.4517	1.9131	1.0334
87	-1.5096	0.2071	0.4885	-0.4052	0.9254
88	-2.0838	-0.4641	0.3674	-1.6301	-0.9223
89	-3.7393	-1.0886	-0.8718	-2.2561	-1.9102
90	2.2484	1.0956	-1.2310	3.1404	1.1392
91	-0.9024	-0.9520	-0.9948	-1.3564	0.7962
92	-0.2220	-1.2672	0.8521	-4.5755	-1.3595
93	-5.5347	-2.6023	-0.1721	-9.1113	-0.3803
94	4.5651	0.6665	-0.9006	2.0487	1.3720
95	3.6261	0.1134	-0.4088	0.8609	-0.7238
96	2.6886	1.2282	0.6748	1.9302	-0.5196
97	-0.3624	-0.1865	1.1272	-1.6049	-0.1282
98	0.2117	-0.8918	-0.2226	-1.6063	0.4971
99	-3.8615	-0.5581	-0.5945	-2.1502	0.4238
100	1.7763	-0.1394	0.0140	0.1288	-2.036
101	-3.5531	0.7888	-1.3082	1.6389	4.1763
102	3.0593	-1.1861	2.2524	-2.5232	-2.7235
103	-1.8680	-0.0088	-1.1458	-0.6541	1.5298
104	2.1429	0.1698	0.3250	-0.9226	-0.1720
105	2.2351	0.9113	-0.7158	1.4888	0.6666
106	-3.9242	-1.2886	-0.2208	-3.6906	-0.5137
107	-2.5483	-0.0549	0.4261	-0.9343	-0.0419
108	-1.0204	-0.1772	-1.1227	0.4355	2.1701
109	-1.0396	-0.9085	0.2164	-2.7169	-0.5594
110	-4.5920	-0.7409	-0.7556	-3.7845	-0.206
111	2.3479	0.0909	-2.4596	1.4955	0.4314
112	-2.9276	-1.6259	-1.4702	-3.5492	1.6521
113	-5.7404	-0.7556	-0.6811	-3.7531	3.0250
114	-6.5861	-3.1535	-0.8031	-7.4089	-1.7129
115	-12.1157	-4.4724	-0.5781	-12.4488	-0.3249
116	-4.9581	-1.4747	-0.2218	-5.5049	1.2279
117	1.5783	-0.6003	0.0757	-2.2582	1.1526
118	-4.0117	-2.1972	-2.5266	-5.3431	0.9788

表 22: f -之估計值

119	3.9655	0.7134	-0.4830	2.1480	-0.5821
120	-0.2272	0.5901	0.1824	3.2787	3.3914
121	6.7553	2.3027	1.2403	8.8181	1.7174
122	2.2826	0.2478	0.1097	6.3597	3.7167
123	1.9696	-1.5304	-0.3295	4.9052	0.9476
124	-1.5829	-0.9653	7.00E-04	1.0485	0.1168
125	8.1521	-0.1533	1.9300	1.9294	-4.059
126	-3.6715	4.2583	0.1755	6.1305	6.9743
127	5.6982	1.9201	2.3705	4.7800	-3.7656
128	-2.9196	1.2951	1.0708	0.7661	-1.2812
129	1.2047	0.2133	1.7805	-1.0614	-5.1425
130	0.7315	1.8096	-0.6223	2.6529	-0.0578
131	3.1697	1.2188	1.3394	1.1659	-0.6006
132	4.8868	-0.0429	0.4935	-0.1920	-2.5174
133	-5.1552	0.2871	0.0726	-1.8508	1.5579
134	2.1463	0.263	2.1101	-0.0749	-2.7437
135	5.7473	1.4604	0.3121	2.6972	-1.1897
136	0.3397	0.929	-1.0672	1.6162	1.2814
137	-0.3986	-0.0872	-1.1447	-0.2749	0.4339
138	3.4132	0.0787	0.8350	0.9708	-0.2026
139	-2.6283	0.0479	-0.6435	-0.6552	1.0779
140	-4.1683	-1.1034	0.4359	-5.1203	-0.2722
141	3.9381	0.9675	0.2237	3.1636	1.5000
142	1.035	1.3977	-0.3554	4.6432	1.5513
143	-1.5332	0.1749	0.8009	-0.0529	-0.3937
144	-0.059	-0.439	0.2345	-1.1261	-1.2719
145	-0.3773	-0.4485	0.1041	-1.3153	-1.1026
146	0.6778	-0.1823	0.0614	-0.7334	-3.1508
147	-1.8244	0.3325	-0.1303	-0.9171	0.0911
148	-1.5799	0.1295	-1.0491	-0.2171	0.7269
149	-2.9685	-0.6255	-0.2348	-2.7068	-1.0172
150	9.5410	0.7110	-0.1487	3.5971	-1.9382
151	3.5941	1.3279	-0.2609	2.5106	0.7893
152	2.6690	0.3257	-0.2169	1.6470	-2.4092
153	-1.4907	-0.4631	0.0011	-0.7163	0.2232
154	-1.7872	-0.6117	-0.8726	-0.5367	0.6572
155	-0.4578	-0.0403	0.9567	-0.3955	-0.1500
156	0.3529	-0.1897	0.0432	-0.2952	0.0811
157	2.5199	-0.2792	-0.0941	0.3795	1.7656
158	0.4421	-0.236	0.1563	-0.1308	1.9716
159	0.1410	-0.0631	-0.3244	0.6939	-0.1786
160	-0.287	-0.2261	-1.2552	0.3838	0.6185
161	5.9284	-0.1876	0.1482	1.2172	-2.4494
162	-8.7807	2.4745	-1.3892	2.3414	3.1907
163	4.1622	-0.7121	0.0825	0.4615	-2.2985
164	-1.1573	-0.6565	-0.1953	-1.4761	0.8408
165	-4.5681	-0.6106	0.247	-1.7808	2.0178
166	-1.2875	-0.5125	-0.883	1.0923	2.0435
167	0.0311	0.5785	0.6178	1.3371	-0.1234
168	1.8209	0.5238	-0.0169	1.1827	-1.4327
169	2.0804	0.0972	-0.1903	1.0485	-2.6482
170	0.1487	0.1152	-0.3634	0.827	-0.7722
171	-3.4429	-0.8284	-0.3189	-2.4526	0.6555
172	1.9469	-0.2756	-0.6392	0.4811	-0.9712
173	-2.1166	1.2096	-0.7272	1.5744	2.1932
174	9.8896	0.1565	1.1753	2.3866	-2.7819
175	-0.9204	0.3206	0.1944	1.0993	1.3777
176	-0.3612	0.6307	-0.0916	2.3664	1.6038
177	-2.1375	0.1598	0.8367	0.0618	0.3097
178	2.8996	0.2526	-0.2448	1.7900	0.0173

表 23: f 之估計值

179	-3.0361	0.2220	0.5756	-0.5641	0.8133
180	-0.1481	-0.5463	-0.1324	-0.7604	-0.5015
181	-2.7188	-1.3438	-0.563	-3.0485	-0.9682
182	-1.5975	-0.2536	0.1294	-1.1100	-0.4632
183	0.0827	-0.0502	-0.1700	-0.4908	0.7823
184	2.3478	0.8159	-0.7165	2.0761	0.7869
185	4.0136	1.2178	0.7307	2.5547	1.3160
186	2.7201	0.619	-0.2521	2.5603	0.3521
187	1.2425	0.0646	0.2644	1.2162	-0.3165
188	-4.1204	-0.3401	-0.0234	-1.545	0.9779
189	0.0140	0.2137	-0.0095	0.2216	0.1027
190	-1.5865	-0.5356	-1.0233	-1.0261	-0.2575
191	-1.6289	0.0635	0.8681	-1.0149	-0.2756
192	-2.2183	-0.9064	-0.106	-1.4902	0.3719
193	-4.3389	-0.6702	-0.6642	-1.2447	1.8051
194	-0.2559	0.0799	0.1518	0.7676	1.5699
195	-1.9309	-0.6064	0.2258	-0.8874	1.9554
196	-2.6677	0.2850	-1.0463	1.7838	4.5642
197	-3.4066	0.1232	-0.7556	1.7812	4.2803
198	3.4153	-0.1160	1.3508	1.2129	-3.2861
199	1.0235	1.0622	-0.6348	3.3268	0.2998
200	0.6481	-0.1796	0.3011	0.4306	-1.7556
201	1.9661	0.0799	0.2550	0.9621	-2.5351