

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：其他)

參加英格蘭銀行研訓中心訓練課程
「中央銀行人員所需之通膨預測」出國報告

服務機關：中央銀行

姓名職稱：張志揚/辦事員

派赴國家：英國

出國期間：101 年 9 月 22 日至 10 月 4 日

報告日期：102 年 1 月

目錄

壹、前言	1
貳、通膨預測的重要性	1
一、貨幣政策的轉變	1
二、通膨預測的重要性	3
參、模型在經濟預測中扮演的角色	4
肆、通膨預測可用的模型	5
一、短期通膨預測模型(Short Term Inflation Forecast; STIF).....	7
二、VAR 模型	8
(一) 模型介紹	8
(二) 台灣實證分析	9
三、貝氏 VAR 模型	10
(一) 模型介紹	10
(二) 台灣實證	12
四、半結構式模型 (semi-structural model).....	12
(一) 菲利普曲線 (Phillips Curve).....	13
(二) 利用菲利普曲線進行通膨預測的一些問題	14
五、DSGE 模型	16
(一) DSGE 模型介紹	16
(二) Patra and Kapur (2010) 之小型新凱因斯模型	16
(三) 台灣實證	19
(四) DSGE 模型的一些問題	24
伍、心得與建議	24

壹、前言

職奉 准於民國 101 年 9 月 22 日至 10 月 4 日參加英格蘭銀行研訓中心所主辦之「中央銀行人員所需之通膨預測」(Inflation forecasting for central bankers) 研習課程。

本次研習課程共有 26 位學員參加，為期 4 天。英格蘭銀行研訓中心系統性地設計課程，介紹通膨預測的基本概念，預測所需之計量模型，以及扇形圖 (fan chart) 的運用。課程中並帶領學員進行估計與模擬的操作。

本報告擬就通膨預測的重要性、通膨預測的基本概念、以及英格蘭銀行所使用之各種模型作一討論，共分為五個部分，除前言外，第二節討論貨幣政策制度的演進及通膨預測的重要性；第三節討論模型在經濟預測中扮演的角色；第四節討論本次課程所授的各種通膨預測模型，並以 EViews 進行台灣實證；第五節則為心得與建議。

貳、通膨預測的重要性

一、貨幣政策的轉變

1960 年代時，總體經濟的主流思想認為，中央銀行應採行主動的貨幣政策 (activist monetary policy)，即貨幣供給須因應景氣好壞而隨時調整，失業率超過自然失業率時，應以寬鬆的貨幣政策因應。主動的貨幣政策主要奠基於兩個原則：第一個原則是傳統的總體計量模型可精確估計貨幣政策和財政政策對總體經濟的影響，政策制定者便可據此降低景氣的波動。第二個原則是以前菲利普曲線 (Phillips curve) 為理論基礎，即通膨和失業間存在抵換 (trade-off) 關係，政策制定者可藉由容忍較高的通膨以降低失業率。

但其後，主動的貨幣政策受到許多質疑和挑戰，主要的三個論點為¹：貨幣政策長而多變的落後性 (long and variable lags)、貨幣政策的時間不一致性 (time-inconsistency)，以及長期的通膨和失業間並不存在抵換關係 (Friedman, 1968)。Friedman (1977) 更指出，長期下，太高的通膨甚至會使失業上升。Groshen and Schweitzer (1996) 也有類似的觀察，他們指出長期菲利普曲線具有些微的正斜率，尤其是在通膨超過 10% 時。

根據上述的論點，積極利用貨幣政策以追求產出成長（或增加就業）的目標，最後結果可能適得其反，於是各國政策制定者轉而將重心放在物價穩定上。主要的理由是，太高的通貨膨脹將造成巨大的社會成本。許多投資借貸與消費決策皆取決於當前與未來的相對價格，通膨將使這些價格所傳遞的資訊變得模糊不清，致使投資和資源配置的決策遭扭曲。

另外，高通膨會使人們對未來預期通膨提高，進一步加速通膨的上升，當通貨膨脹越高，此一傾向就越強烈，最終將演變成惡性通貨膨脹。財富重分配、稅制扭曲，亦皆為通膨會造成的問題。但通貨緊縮亦不為人們所樂見。長期的物價下跌將使消費者延遲消費，企業投資趨於保守。若預期物價持續下跌，導致有效需求更低，造成惡性循環，則通貨緊縮的危害可能更甚於通貨膨脹。另外，由於名目工資的僵固性，太低的通貨膨脹將限制實質工資調整的彈性，使得失業率提高。

因此，將通膨維持在低而穩定的水準，成為許多國家央行最重要的目標。根據 Mishkin (1997)，現行主要國家控制通貨膨脹的貨幣政策機制可分為四類：匯率目標機制 (exchange-rate pegging)、貨幣目標機制 (monetary targeting)、通膨目標機制 (inflation targeting) 和無

¹ 見 Mishkin (1997)。

明示目標機制 (pre-emptive monetary policy without an explicit nominal anchor)。90 年代起，通膨目標機制成為國際間的主流。自紐西蘭從 1989 年全球首度採用至今，已有 27 個國家採行通膨目標機制，包括 9 個工業國家和 18 個發展中及新興市場國家。一般認為，通膨目標機制對通膨及產出的穩定，都有很好的成效²。

二、通膨預測的重要性

通膨目標機制下，最主要的兩個挑戰為：政策制定者的執行面，以及社會大眾的監督面。由於貨幣政策長而多變的落後性，加以除政策工具外，還有許多因素會影響通膨，使得政策制定者難以完全掌控通膨，此為執行面的挑戰。監督面的挑戰則在於執行面的困難，使得央行無法達成通膨目標時，社會大眾無法判斷是因為其他因素的影響所致，還是因為央行的政策執行不力。

Svensson (1997) 指出，將通膨目標機制視為「通膨預測目標機制」(inflation forecast targeting)，是解決這兩個挑戰的最佳方法。該文指出，通膨預測目標機制將通膨預測視為中間目標 (intermediate target)，貨幣政策應使通膨的預測值落於目標區的機率極大。此作法的可控性較高，也較易觀察。另外，預測的過程應完全透明化，便可提高央行的可究責性和公信力。李怡庭 (2009) 也指出，在通膨目標機制下，貨幣政策的執行必須相當仰賴通貨膨脹率的預測。

以英國為例，英格蘭銀行每季發布對未來通膨的預測，並以扇形圖 (fan chart) 描繪通膨的未來走勢及其機率分配。若未達成通膨目標，需撰寫公開信予財政大臣，說明未達成的原因。此作法增加了貨幣政策的透明度。

² 關於通膨目標機制的詳細介紹可見陳佩玗 (2012)。

參、模型在經濟預測中扮演的角色³

在中央銀行運用政策工具以影響經濟活動的過程中，存在各種不同的時差和時間落後。因此，政策制定者需要預測未來經濟前景，以及模擬各種政策變動可能帶來的效果。要做到良好的預測和模擬，需要蒐集各種相關的資料，根據過去的經驗以及經濟理論的基礎，建立數種模型，使用計量技術協助模型結構的決定，以及係數的估計，以能最佳地解釋經濟現況。對中央銀行而言，模型主要的助益為：

- (1) 了解並量化貨幣政策對經濟體的影響；
- (2) 監控目前經濟的情勢，並進行短期的預測；
- (3) 進行長期預測，以決定貨幣政策如何施行。

至於模型的建構，由於市場經濟是由消費者、勞工、企業家和投資者所共同決定，他們對未來的預期，和對政策變動的反應，皆會影響整個經濟體，因此，要以模型描繪市場經濟是十分困難的任務。

實際上，經濟學家並不會(也無法)觀察每一個個體的行為。經濟學家預測經濟的方式，是觀察整個經濟體，或是較大的部門過去的行為，根據經濟理論建構模型，並藉由機率理論檢測經濟理論的有效性。根據經濟理論建構的模型稱為結構式模型，結構式模型較不易受到經濟結構性改變的影響，且易於模擬各種政策變動可能帶來的影響。

若資料不符經濟理論，則我們需了解其理由，並嘗試找出可用以解釋的經濟理論。但由於經濟學不若自然科學可重複進行可控的實驗，於是計量經濟學家同時也使用不具經濟理論基礎的方法 (atheoretic approach) 進行預測。雖然有時缺乏令人滿意的經濟理論來解釋我們看到的現象，但由於從歷史資料觀察而得的變數間關係，在未來仍可能持續發生，因此純統計方法對預測仍頗有助益。需注意的是，在沒有經濟理論作為基礎的情況下，經濟的結構變化可能使變數間的關係

³ 主要參考 Price (1996)。

改變。即使是中央銀行本身的行為改變 (如因應通膨和產出缺口的方式改變)，都可能使模型失效，進而使預測失準。

另外，對一般的預測機構、商業銀行或投資銀行而言，最在乎的僅是預測是否準確；但對中央銀行而言，政策模擬與分析亦十分重要，中央銀行會根據各種不同的假設進行多種預測。如英格蘭銀行每季發布通膨報告，並預測未來兩年的通膨，而此預測係基於其政策利率維持不變的假設。若對通膨的預測值高於目標，則可預期政策利率可能會提高。英格蘭銀行也會討論關於此預測值的各種不確定性，如貿易對手國需求變動、薪資改變等因素，對通膨帶來的影響。

除了模型外，人為判斷 (judgment) 仍扮演重要的角色。英格蘭銀行有專責小組負責通膨的預測，雖然預測值係由該小組以小型結構模型預測而得，但人為的判斷在預測的過程中仍是不可或缺的要素。如外生變數的設定，方程式的形式，或是對殘差的修正(常數項調整)，皆涉及人為主觀的判斷。牽涉人為判斷的部分，一定要能說明其理由，以維持其透明性。

肆、通膨預測可用的模型

多數採行通膨目標機制的央行，皆擁有一套完整的通膨預測模型。其中有適用於短期的預測模型，如英格蘭銀行所用的短期通膨預測模型 (Short Term Inflation Forecast, STIF)，用於預測未來 1 至 6 個月的通膨率；有適用於中期的預測模型，如 VAR 或 VECM 模型，用於預測未來 6 至 12 個月的通膨率。以上的模型皆為資料導向 (data driven) 的模型，不以經濟理論為基礎，其短中期預測績效良好；但由於缺乏經濟理論基礎，在經濟結構面臨劇變時，可信度會降低。

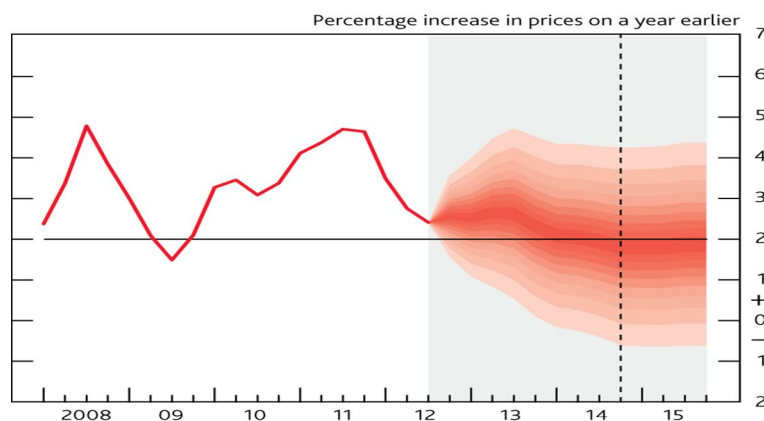
在長期預測方面，可使用結構式模型，如近年來許多央行所採用的 DSGE 模型。DSGE 模型具有個體的最適化決策，且考慮了前瞻性

(forward-looking) 的行為決策，尤其是考慮了對通膨的預期，使模型可免於盧卡斯批判 (Lucas critique) 的問題，對政策制定者而言十分重要。DSGE 模型具有複雜精細的結構，惟現階段仍需一些任意 (ad hoc) 的設定，方能使模擬出來的資料符合現實的情況。

另外，一般預測多將重心放在點估計上，但英格蘭銀行另強調預測值發生的「機率」的重要性。描繪預測值發生的機率的方式，是以「扇形圖 (fan chart)」呈現。

所謂的扇形圖是指，在以圖形描繪未來預測值的走勢外，另在預測值的上下方加上信賴區間，而區間的寬度則是由過去的預測誤差計算而得。扇形圖中，越接近中心點的區間顏色越深，代表發生的機率越高。由於點估計的預測值不可能完全正確，預測值的信賴區間可使我們了解預測值的不確定性，也可從上下方的區間大小，判斷未來預測值向上或向下的壓力較大。

圖 1 通膨預測扇形圖



資料來源：英格蘭銀行 Inflation Report, 2012 年 11 月

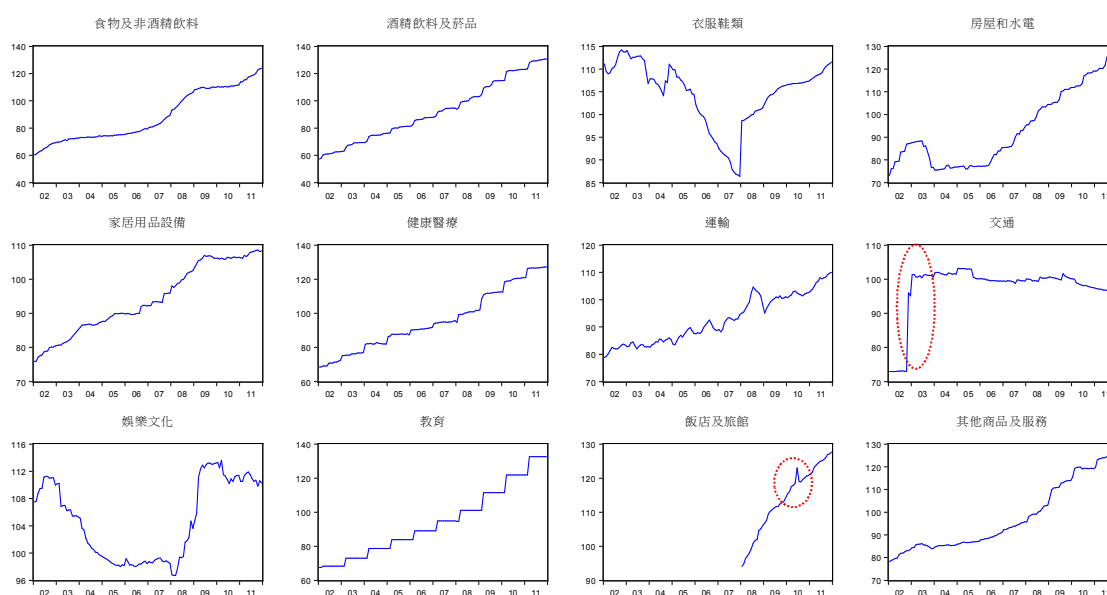
本節中，將依序介紹本次課程所講述的 STIF 模型、VAR 模型、貝氏 VAR 模型以及小型新興凱因斯模型，並進行簡單的實證分析。

一、短期通膨預測模型(Short Term Inflation Forecast; STIF)

英格蘭銀行建構短期通膨預測模型(以下簡稱 STIF)，用以預測短期的通貨膨脹率。所謂的「短期」指未來 6 個月的預測，其中尤以 3 個月內的預測為重點。STIF 模型不以經濟理論為基礎，而是以時間序列模型對 CPI 的組成項目進行預測後⁴，再依各項目的權重加總，以得到 CPI 的預測值。對各組成項目進行預測，而不直接對 CPI 進行預測，有以下幾個優點。首先，此作法於短期預測的績效相當良好(然於中長期並不理想)；第二，各組成項目的走勢並不相同，需要不同的模型設定；第三，可針對不同項目，加入不同的最新資訊，如倫敦奧運將使飯店及旅館的費用提高。最後，根據不同項目的預測結果及其預測誤差，可呈現不同的經濟故事。

本次課程以南非的短期通膨預測為例⁵，將南非的 CPI 分解為 12 個項目(見圖 2)。

圖 2 南非 CPI 組成項目之走勢圖



⁴ 英格蘭銀行的 STIF 模型將 CPI 分解為 31 個項目。

⁵ 陳佩玕 (2012) 以相同模型進行台灣的實證分析。

我們可在設立模型前先藉由圖 2 觀察各項目的走勢，以建構不同的模型。如南非於 2010 年 6 月至 7 月間舉辦世界杯足球賽，「飯店及旅館業」費用因此上升，使其走勢於該時點脫離長期趨勢，我們便可於該時點設立虛擬變數以捕捉該效果。另從「交通」的走勢觀之，2002 至 2003 年發生明顯的結構性變化，建構模型時的估計樣本期間便可自 2003 年開始，以避免結構性變化造成的影響。

在模型選擇方面，可根據各項目不同的特性，使用 ARIMA 模型或不可觀測模型 (Unobserved Components model; UC model) 進行估計。英格蘭銀行進行預測時，約有 75% 的項目係使用 UC 模型估計。

二、VAR 模型

(一) 模型介紹

向量自我迴歸 (Vector Autoregressions, VAR) 模型係 Sims (1980) 所提出，將系統內的變數視為其自身落後項以及其他變數落後項的函數。VAR 模型的特點有：(1) 考慮了系統內跨變數的動態交互行為 (cross-variable dynamics)；(2) 將所有變數都視為內生變數，以避免任意限制總體經濟變數間的關係。

以一個落後期為 1 的 VAR 模型為例，考慮 3 個內生變數，產出缺口(y)、通膨率(π)和 M2 年增率(m)，模型如下：

$$y_t = c_1 + \alpha_{11}y_{t-1} + \alpha_{12}\pi_{t-1} + \alpha_{13}r_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$\pi_t = c_2 + \alpha_{21}y_{t-1} + \alpha_{22}\pi_{t-1} + \alpha_{23}r_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

$$m_t = c_3 + \alpha_{31}m_{t-1} + \alpha_{32}m_{t-1} + \alpha_{33}m_{t-1} + \varepsilon_{3t}$$

得到以上模型係數的估計值後，我們便可據此進行變數的預測。使用 VAR 模型進行預測的主要優點是其短中期之預測績效頗佳，且

模型操作簡便，所有的變數皆在系統內進行預測，由於所有解釋變數皆為落後期，因此不需另外設定外生變數便可進行預測。主要的缺點為其待估參數相當多⁶，此例中待估參數共有 12 個，若落後期為 2，則需估計 21 個參數之多。若樣本資料不夠多，將使自由度過低。基於此理由，VAR 模型中通常最多只會放入 5 至 6 個變數。但在不能放入太多變數的情況下，可能會有遺漏重要變數之虞，如某些國際變數或財務變數⁷。另外，VAR 模型完全仰賴統計上的關係，而不具經濟基礎。

(二) 台灣實證分析

本文以產出缺口⁸、通膨率和 M2 年增率三個變數，進行 VAR 模型實證分析，資料頻率為季。建構 VAR 模型後，我們便可利用 VAR 模型進行預測。以 1992 年第 1 季至 2009 年第 4 季作為樣本內估計期間，2010 年第 1 季至 2012 年第 3 季為樣本外預測期間。在估計時，樣本期間以遞迴方式增加樣本點，舉例而言，在往後預測 1 期的情況下，我們以 1992 年第 1 季至 2009 年第 4 季進行估計，並預測 2010 年第 1 季的預測值；其後增加 1 個樣本點，以 1992 年第 1 季至 2010 年第 1 季為樣本期間進行估計，並得到 2010 年第 2 季的預測值；以下依此類推。本文進行往後 1 期和 2 期的樣本外預測，圖 3 為 VAR 模型樣本外預測的結果。由圖 3 觀之，預測值的走勢與實際值大致類似，惟 2012 年第 2 季和第 3 季大幅低估。第 2 季低估主要係因政府宣布油電價格調漲，使通膨預期心理升高；以及蔬菜價格大漲所致。第 3 季低估則主要係因 7 月豪雨、颱風連續來襲，使蔬果價格高漲；以及國際原油及穀物價格居高所致。

若不以遞迴方式加入樣本點，亦可直接往後進行動態預測

⁶ VAR 模型中，待估參數為 $n \times (n+1)$ 個， n 為內生變數個數。

⁷ 一個可能的解決方式為使用因素擴充 VAR 模型 (factor-augmented VAR) 或貝氏 VAR 模型 (Bayesian VAR)。

⁸ 產出缺口計算方式為： $\log(\text{gdp}) - \log(\text{gdp}^*)$ ，其中 gdp^* 為潛在產出，係以 HP filter 計算而得。

(dynamic forecasting)。本文以 1992 年第 1 季至 2010 年第 4 季為樣本估計期間，以動態預測方式得到 2011 至 2012 年的季預測值，並繪製扇形圖⁹，如圖 4。

圖 3 VAR 模型預測結果

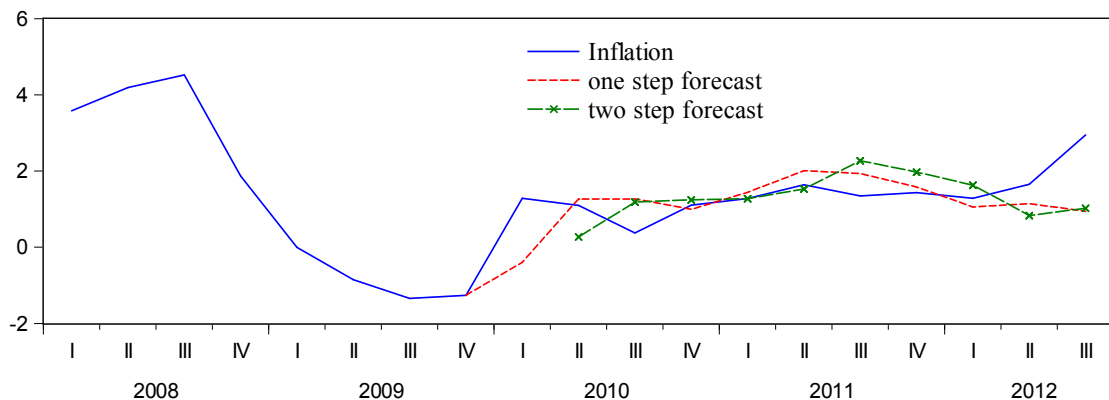
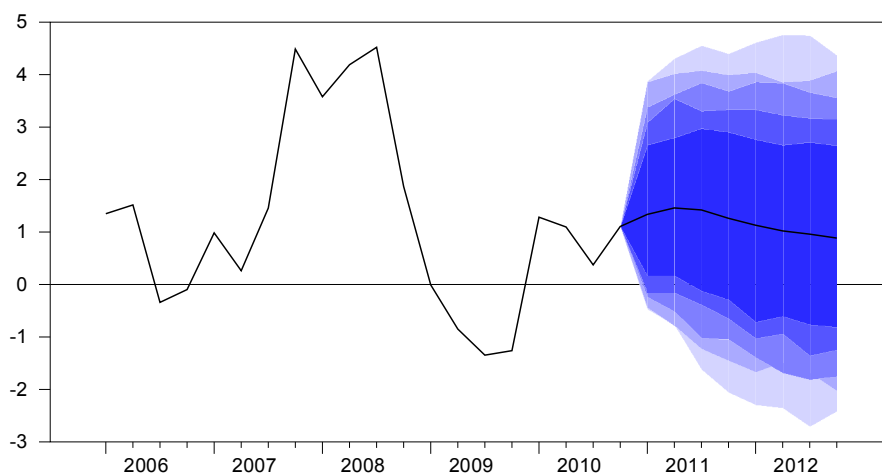


圖 4 台灣通膨預測扇形圖



三、貝氏 VAR 模型

(一) 模型介紹

前述提及 VAR 模型的主要限制，即當變數落後期數太多，易導致待估參數過多而使自由度不足，可能造成係數估計不夠精確，使得

⁹ 信賴區間係以 bootstrap 方式求得。

模型將過去資料的若干雜訊誤認為變數間的關係，進而使樣本外預測的績效不佳。直接對係數設定限制亦非合理作法，這是因為縮減式 VAR 模型的係數並不代表任何結構上的經濟關係。貝氏 VAR 則可避免模型中參數過多而使自由度不足的問題。

相較於古典方法在沒有事前情報的情況下，完全以資料配適得到參數估計，貝氏估計係在事前對係數設定一主觀的先驗分配 (prior distribution)，再加入資料的訊息，共同決定得到係數的估計值。對係數設定先驗分配，可大幅減少模型待估參數的數目。

VAR 模型的先驗分配有許多形式，本節擬介紹許多文獻廣為應用的”Minnesota Prior”。根據 Litterman (1986)，Minnesota Prior 將各迴歸式落後一期項係數的事前平均數 (prior mean) 設定為 1，其他係數的事前平均數則設定為 0。這個作法主要是因為多數總體資料近似於隨機漫步模型。

模型中，第 i 條迴歸式中，解釋變數 j 的第 l 落後項係數之事前標準差設定如下：

$$S_{i,j,l} = \{\gamma g(l)f(i,j)\}s_i/s_j ; f(i,i) = g(l) = 1 \quad (1)$$

其中 s_i 為第 i 個迴歸式的單變量自我迴歸標準誤， s_i/s_j 的目的在於消除變數衡量單位不同所造成的影響。 γ 表示整體的「緊度(tightness)」¹⁰，為應變數落後 1 期項係數的標準差。 $g(l)$ 為落後 l 期項係數標準差和落後 1 期項係數標準差的相對大小，設定為 $g(l) = l^{-d}$ ， $g(l)$ 越大表示 l 期係數的標準差減少越快 (decay)。 $f(i,j)$ 為第 i 個迴歸式中第 j 個變數係數的標準差，相對於第 i 個的大小：

$$f(i,j) = \begin{cases} 1 & \text{if } i = j \\ \omega & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

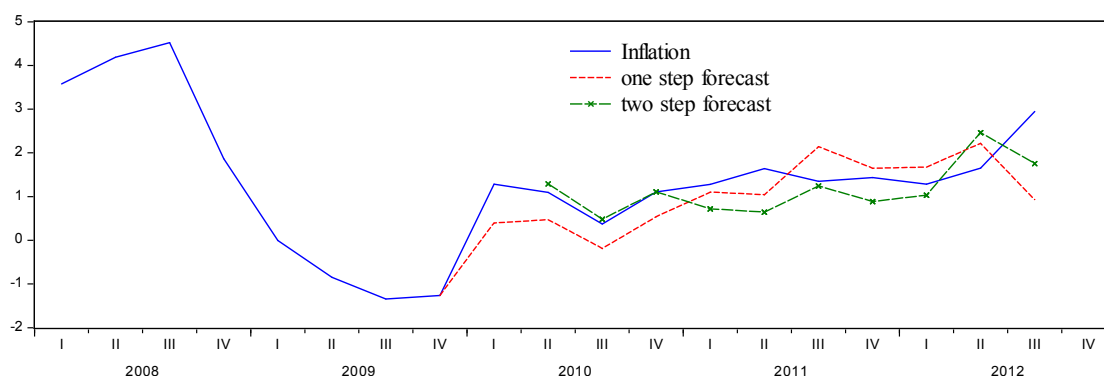
¹⁰ 緊度表示容許估計值與事前期望值之間差異的程度，即為變異數的大小。

一般而言，應變數的落後項在預測該應變數時，應比其他變數的落後項富有更多的資訊，因此在第 i 個迴歸式中，第 j 個變數的係數較第 i 個變數的係數更確信為 0，而這確信程度反應在變異數上，因此 ω 應介於 0 和 1 之間。

(二) 台灣實證

本文以 CPI、GDP 和 M2 進行貝氏 VAR 模型實證分析，由於 Minnesota Prior 適用於資料具單根型態時，因此變數僅取自然對數而不差分。落後期數依照 Doan (2010) 建議，設定為可包含 1 年加上 1 期之期數，也就是 5 期。參數設定的部分，將 γ 、 ω 和 d 分別設定為 0.2、0.1 和 0。另外，模型中也同時考慮常數項及季節虛擬變數。與前一節使用相同的方式進行遞迴估計並做樣本外預測，樣本外預測的結果見圖 5。

圖 5 貝氏 VAR 模型預測結果



四、半結構式模型 (semi-structural model)

前述提及之 STIF 模型、VAR 和貝氏 VAR 模型，皆為純統計預測模型，並未結合經濟理論。對央行而言，通膨預測不僅是供政策制定，使社會大眾了解通膨預測的過程及未來可能的風險，也是相當重要的任務。惟純統計模型缺乏豐富的經濟意涵及故事，使其預測過程

難以使社會大眾了解。因此，較具經濟結構的預測模型便顯得相當重要。

(一) 菲利普曲線 (Phillips Curve)

具經濟結構的通膨預測模型中，最常被使用的莫過於菲利普曲線模型。根據 Gordon (1997) 提出的三角菲利普曲線模型，影響通膨的三個要素為：慣性 (inertia)、需求面因素和供給面衝擊。模型如下：

$$\pi_t = \alpha + a(L)\pi_{t-1} + \rho(L)(u_t - u_t^*) + b(L)z_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

其中 π 為通膨率； u 為失業率， u^* 為 NAIRU¹¹； z 為未能事先預期的供給面衝擊(如實質油價變動)。一般而言，通膨具有強烈的慣性，這可能是由於通膨預期、名目契約 (nominal contract) 與資訊不完全 (imperfect information) 等因素所致。因通膨預期的變動較為緩慢，因此，在三角菲利普曲線模型中以通膨的落後期 $a(L)\pi_{t-1}$ 捕捉通膨的慣性。需求面因素以失業率缺口 $(u - u^*)$ 為代表。 z 則為供給面衝擊。Gordon (1997) 認為在菲利普曲線當中加入供給面的衝擊，目的在於求得「在供給面衝擊不存在的情況之下，維持通膨穩定的失業率」。若忽略了供給面衝擊對通膨造成的影響，則可能會有模型誤設的問題；1970 年代部分國家的通膨與失業關係呈現正相關，很可能是供給面衝擊造成 (Apel and Jansson, 1999)。

一般將(1)式稱為後顧式 (backward looking) 的菲利普曲線，因其解釋變數中放入的是通膨的落後項。但理論上，菲利普曲線中應放入的是通膨的預期項 $E_t\pi_{t+1}$ ，而非落後項。若放入通膨預期項，一般稱之為前瞻式 (forward looking) 的菲利普曲線。惟實證上，模型內放入通膨的落後項，配適結果通常較佳，於是有混合式 (hybrid) 的菲利普曲線，同時放入通膨的預期項和落後項。

¹¹ NAIRU 意指與維持通膨穩定一致的失業率。

新凱因斯菲利普曲線 (new Keynesian Phillips curve, NKPC) 則為近年文獻上較新的發展。新凱因斯菲利普曲線具個體基礎 (micro foundation)，係由廠商訂價的最適化決策推導而得，可表示如下：

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \kappa mc_t + u_t \quad (4)$$

其中， π 為通膨率偏離其 steady-state 的程度； β 為代表性家計單位的折現因子； mc 為廠商的實質邊際成本(偏離其 steady-state 的程度)； u 則為成本推動 (cost push) 的衝擊。

(二) 利用菲利普曲線進行通膨預測的一些問題

1. 實質缺口的估計

在菲利普曲線中的失業率缺口為實際失業率和 NAIRU 的差距，而 NAIRU 為一不可觀察的變數，如何估計 NAIRU 便成為一個值得探討的問題。

文獻上估計 NAIRU 的方式有純統計法、結構法和混合法。純統計法不考慮任何經濟理論基礎，純以統計方法將 NAIRU 區分為趨勢成分和循環成分，如：(1) 趨勢法 (trending methods)，將實際失業率分為確定趨勢成分和循環成分，確定趨勢成分為時間 t 的函數；(2) 單變量濾波法 (filter)，如 Hodrick-Prescott filter (HP filter)；(3) 不可觀測成分模型 (Unobserved Component model, UC model)，給定無法觀察成分特定的動態調整過程¹²，利用狀態空間模型 (state space model) 和 Kalman filter 進行估計。

結構法以經濟理論為基礎進行推估，如 King and Morley (2007) 利用 Blanchard and Quah (1989) 的長期限限制認定結構 VAR 進行估計，依經濟理論給定長期限限制後，利用歷史分解 (historical decomposition)

¹² 如將趨勢成分設定為隨機漫步過程，循環成分設定為 AR 過程。

去除供給面衝擊和需求面衝擊，以得到自然失業率的估計值。鍾經樊和林志宇 (2007) 運用此法進行台灣自然失業率的推估。

混合法同時結合經濟理論和純統計的濾波法，如 Apel and Jansson (1999) 的系統估計法結合菲利普曲線、歐肯法則、NAIRU 和潛在產出的動態調整過程，再使用 Kalman filter 進行估計。廖俊男和張志揚 (2012) 運用此法進行台灣 NAIRU 的推估。

2. 菲利普曲線的穩定性

利用菲利普曲線進行通膨預測，一個重要的前提是菲利普曲線中的變數間存在穩定的關係，惟文獻上對此並無定論。如 Stock and Watson (1999) 認為後顧式的菲利普曲線易傾向不穩定，而不穩定的來源主要來自通膨的落後項，即慣性的部份。Zhang et al. (2008) 則認為前瞻式的新凱恩斯菲利普曲線亦有類似問題。一個解決的方式是使用前述提及的混合法進行系統估計，使我們可估計隨時間可變的 (time-varying) 的係數及 NAIRU。

3. 其他重要變數

除了前述提及的變數外，可能還有許多重要的變數有助於我們提升通膨預測的能力，如資產價格、匯率和利率的期限利差 (term spread) 等。資產價格諸如股價、房價、全球原物料價格等，對通膨皆具有影響力，且資產價格內含社會大眾的預期，對通膨預測應有助益。匯率方面，小型開放經濟體之通膨受匯率影響大，當匯率趨貶時，國內物價有上升的壓力。期限利差為長短期利率的差距，通常被視為具前瞻性的變數 (Stock and Watson, 2003)，這是因為殖利率曲線斜率的正負可由預期理論 (expectations theory) 來解釋。

五、DSGE 模型

(一) DSGE 模型介紹¹³

動態隨機一般均衡 (Dynamic Stochastic General Equilibrium, DSGE) 模型近年來的重要性不斷提高，並受世界各國中央銀行的重視與採用。在英格蘭銀行的經濟預測系統中，亦以 DSGE 模型作為核心模型¹⁴，再以其他套組模型 (suite model) 作為輔助。

DSGE 模型主要的特色是具個體基礎，而非如傳統的大型總體計量模型般任意設定方程式。模型中，家計部門、廠商、政府、貨幣決策者等每一個參與者，皆根據其偏好及對未來的預期做出最適決策，此特點體現了其「一般均衡」的精神。另外，各部門做決策時考慮的是「跨期」最適選擇。最後，經濟體系會受到各種不同的外生隨機衝擊所影響，如貨幣政策衝擊。

DSGE 模型起源自實質景氣循環模型，在市場完全競爭、價格完全調整和市場結清的古典架構下進行分析。在古典的架構下，貨幣政策衝擊對實質變數的影響十分微小。其後，學者逐漸加入新凱因斯學派的元素，如獨佔競爭和名目價格僵固等假設，使得貨幣政策對景氣波動有所影響。

(二) Patra and Kapur (2010) 之小型新凱因斯模型

本次課程以 Patra and Kapur (2010) 為例，進行小型 DSGE 模型的政策分析模擬。此模型為適用於印度的小型新凱因斯模型，包含了以菲利普曲線為基礎的總合供給函數、以 IS 曲線為基礎的總合需求函數，以及貨幣政策反應函數。以下說明 Patra and Kapur (2010) 的設定。

¹³ 主要參考陳旭昇和湯茹茵 (2012)。

¹⁴ 英格蘭銀行將其稱為 COMPASS (Central Organising Model for Projections and Stochastic Simulations)。

1. 總合供給函數

總合供給函數，或菲利普曲線，主要奠基於 Calvo staggered pricing (Calvo, 1983) 的形式，即廠商根據預期未來邊際成本 (marginal cost)，於每一期的期初有 $(1-\theta)$ 的機率會改變商品的價格。據此，可導引出純粹的前瞻式菲利普曲線¹⁵。惟在實證上，通膨的落後期仍扮演相當重要的角色；且修正後的 Calvo 訂價，假設僅有一部分的廠商會做出訂價的最適選擇，其餘廠商則以過去的價格平均以及預期通膨訂定價格。於是許多文獻採用混合式的菲利普曲線（如 Smets and Wouters, 2003; Linde, 2005），同時放入預期通膨和通膨的落後項。根據以上的假設，可得到如下的菲利普曲線：

$$\pi_t = a_0 + a_1 mc_t + a_2 E_t \pi_{t+1} + a_3 \pi_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

其中， π 為通膨率， mc 為實質邊際成本（偏離 steady state 的程度）。實質邊際成本常以產出缺口作為替代變數。

而在實證上，菲利普曲線常包含其他變數，如單位勞動成本、供給面衝擊和原物料價格等。雖逕自擴增相關解釋變數，將使 DSGE 模型中強調的個體基礎減弱，惟此類解釋變數通常具有良好的解釋力，且對新興市場經濟體而言，全球原物料價格和匯率變動往往是影響短期通膨的最重要因素。因此，(5)式可擴充為：

$$\pi_t = a_0 + a_1 mc_t + a_2 E_t \pi_{t+1} + a_3 \pi_{t-1} + a_4 \pi_t^* + a_5 \Delta ey_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

其中， π^* 為全球原物料價格膨脹率， Δey 為名目匯率年增率。

2. 總合需求函數

新凱因斯的總合需求函數，或 IS 曲線，係在家計單位以跨期最

¹⁵ 且其預期通膨為 $E_t \pi_{t+1}$ ，而非傳統預期擴充菲利普曲線所使用的 $E_{t-1} \pi_t$ 。

適選擇做決策，以及市場結清的條件下，對消費的 Euler 方程式做對數線性化 (log linearize) 而得。在新凱因斯 IS 曲線中，產出缺口受預期未來的產出缺口和實質利率影響。若預期未來的產出增加，會使得當期的消費增加，使當期產出上升。若實質利率上升，則跨期替代彈性會使得消費減少、儲蓄增加，於是實質利率和產出缺口間的關係應為負向。且產出不僅受當期實質利率的影響，同時也會因預期未來的實質利率路徑而變動。此隱含在名目變數僵固的情況下，貨幣政策可透過利率來影響總合需求 (Clarida et al., 1999)。

另外，新凱因斯 IS 曲線理論上應為純粹前瞻性的模型，惟後顧式和混合式的設定較符合實際情況 (Rudebusch, 2002; Peerman and Smets, 1999)。在消費具有慣性 (habit persistence in consumption) 的假定下，可設定混合式的 IS 曲線如下：

$$y_t = b_0 + b_1(i_t - E_t\pi_{t+1}) + b_2E_ty_{t+1} + b_3y_{t-1} + g_t \quad (7)$$

其中， y 為產出缺口； i 為名目利率； $(i_t - E_t\pi_{t+1})$ 為實質利率。

而實證上，可能因為遺漏了重要的解釋變數而使實質利率和產出缺口的負向關係不顯著 (Goodhart and Hofmann, 2005)，於是，(7)式可擴充加入需求面的變數，如農業所得 (印度有 2/3 的人口從事農業) 和資產價格。擴充的 IS 曲線如下：

$$y_t = b_0 + b_1(i_t - E_t\pi_{t+1}) + b_2E_ty_{t+1} + b_3y_{t-1} + b_4YAGR_t + b_5x_t + b_6REER_t + b_6NFC_t + b_7BSES_t + g_t \quad (8)$$

其中， $YAGR$ 為實質農業所得； x 為世界出口(缺口)； $REER$ 為實質有效匯率(缺口)； NFC 為銀行信貸； $BSES$ 為股價。

3. 貨幣政策反應函數

根據泰勒法則 (Taylor's rule)，貨幣政策所重視的目標為通膨和產出的穩定。據此，並加入前瞻性的設定，Clarida et al. (2000) 將貨幣政策反應函數設定如下：

$$i_t = c_0 + c_1 E_{t-j} \pi_{t+k} + c_2 E_{t-j} y_{t+m} + c_3 i_{t-1} + v_t \quad (9)$$

其中， i 為政策利率； y 為產出缺口； π 為通膨缺口。而若 j 和 m 皆大於 0，則表示此為具前瞻性的泰勒法則；若兩者皆小於 0，則為後顧式。

另對新興國家而言，減低匯率的波動是政策的重要考量，因此可將貨幣反應函數進一步擴充如下：

$$i_t = c_0 + c_1 E_{t-j} \pi_{t+k} + c_2 E_{t-j} y_{t+m} + c_3 i_{t-1} + c_4 \Delta eq_t + c_5 i_t^* + v_t \quad (10)$$

其中， Δeq 為匯率變動； i^* 為美國聯邦基準利率 (Fed Fund Rate)。

Patra and Kapur (2010) 利用上述之菲利普曲線、IS 曲線和貨幣政策反應函數，建構一個小型的新凱因斯模型。在給定外生變數的情況下，可進行模型的動態模擬及預估。另外，利用此模型可模擬內生變數或外生變數發生衝擊時，對其他變數所造成的影響。例如，文中結果顯示，世界原物料價格上升的衝擊，將使印度通膨大幅提升，政策利率提高，但產出缺口影響不大。

(三) 台灣實證

1. 主要估計式

本文參考 Patra and Kapur (2010)，按台灣特性建構台灣的小型新凱因斯模型，並按本次課程所講授之估計方法，利用 EViews 進行總

體變數的模擬與分析。按照上一小節的說明，本文建構菲利普曲線和 IS 曲線如下：

$$\pi_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + a_2 E_t \pi_{t+1} + a_3 \pi_{t-1} + a_4 \pi_{t-1}^* + a_5 \Delta eq_{t-4} + a_6 \Delta my_{t-1} + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$y_t = b_0 + b_1 (i_t - E_t \pi_{t+1}) + b_2 E_t y_{t+1} + b_3 x_t + g_t \quad (12)$$

與 Patra and Kapur (2010) 最大的不同處在於，本文在菲利普曲線的解釋變數中加入 M2 的年增率 (Δmy)。加入 M2 的主要原因在於，貨幣對台灣通膨率具有顯著的解釋力，如劉淑敏 (2008) 的實證結果指出，通膨預測的績效可因納入貨幣資訊而提升。侯德潛和徐千婷 (2002)、黃朝熙 (2007) 在建構台灣通膨預測模型時，皆將貨幣數量納入考量。

至於政策反應函數的部分，由於我國央行貨幣政策之中間目標為 M2 年增率，並自 1992 年起開始公告 M2 成長目標區，因此不同於 Patra and Kapur (2010) 所採用之利率反應函數，本文建構貨幣成長率反應函數，政策的目標則同樣為穩定產出、通膨及匯率變動，並加入 M2 年增率的前期項以反應政策平滑 (policy smoothing) 的特性。本文建構之貨幣成長率反應函數如下：

$$\Delta my_t = c_0 + c_1 E \pi_{t+2} + c_2 E y_{t+2} + c_3 \Delta my_{t-1} + c_4 E \Delta eq_{t+1} + v_t \quad (13)$$

2. 實證結果

本文估計樣本期間為 1995 年第 1 季至 2012 年第 3 季，資料頻率為季。資料來源為主計總處、中央銀行網站及 Bloomberg。

進行主要估計式(11)至(13)式的估計時，係以實際值代替預期項

代入估計式中¹⁶，此作法將使殘差項中包含預測誤差；另外，其他同期變數皆可能具有內生性問題。由於以上因素，殘差項不符合迴歸分析所要求的外生性假設，最小平方法便不適用。據此，本文使用一般化動差法 (GMM) 進行估計，選取的工具變數為各式被解釋變數和解釋變數的落後 1 至 4 期，估計結果如表 1，係數皆符合預期。

表 1 主要估計式估計結果

被解釋變數： π_t		被解釋變數： y_t		被解釋變數： Δmy_t	
c	-0.271 (-1.581)	c	-0.013 (-0.095)	c	0.893 (2.072)**
y_{t-1}	0.092 (3.372)***	$i_t - \pi_{t+1}$	-0.045 (-1.215)	Δmy_{t-1}	0.907 (18.435)***
π_{t+1}	0.387 (7.263)***	y_{t+1}	0.813 (9.851)***	π_{t+2}	-0.369 (-3.640)***
π_{t-1}	0.420 (9.064)***	x_t	0.117 (5.601)***	y_{t+2}	-0.171 (-2.618)**
π_{t-1}^*	0.011 (2.401)**			Δeq_{t+1}	-0.041 (-0.761)
Δey_{t-1}	0.030 (2.331)**				
Δmy_{t-1}	0.056 (2.340)**				
J-stat	12.620	J-stat	8.686	J-stat	9.274
p-value	0.56	p-value	0.47	p-value	0.68
adjusted R ²	0.73	adjusted R ²	0.77	adjusted R ²	0.82

註 1：括號內皆為 t 值，「*」為顯著水準 10% 下顯著，「**」為顯著水準 5% 下顯著，「***」為顯著水準 1% 下顯著。

3. 模型模擬與分析

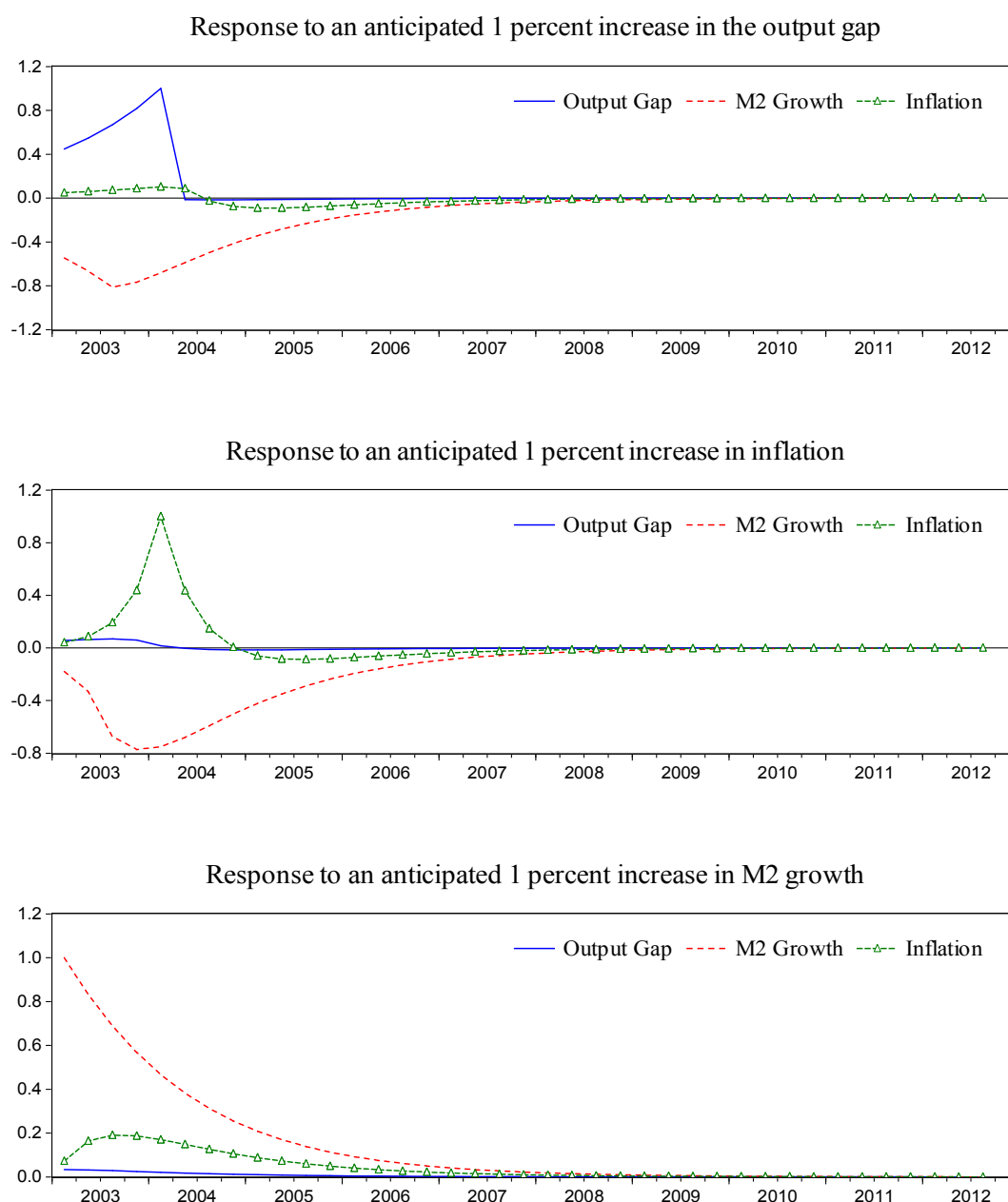
根據以上的估計結果，我們可利用模型的動態求解，以了解某一內生變數或外生變數發生衝擊時，其他內生變數的反應。

圖 6 為各內生變數面對某一內生變數發生衝擊時的反應。結果顯

¹⁶ 如 $E\pi_{t+2}$ 直接以 π_{t+2} 代入。

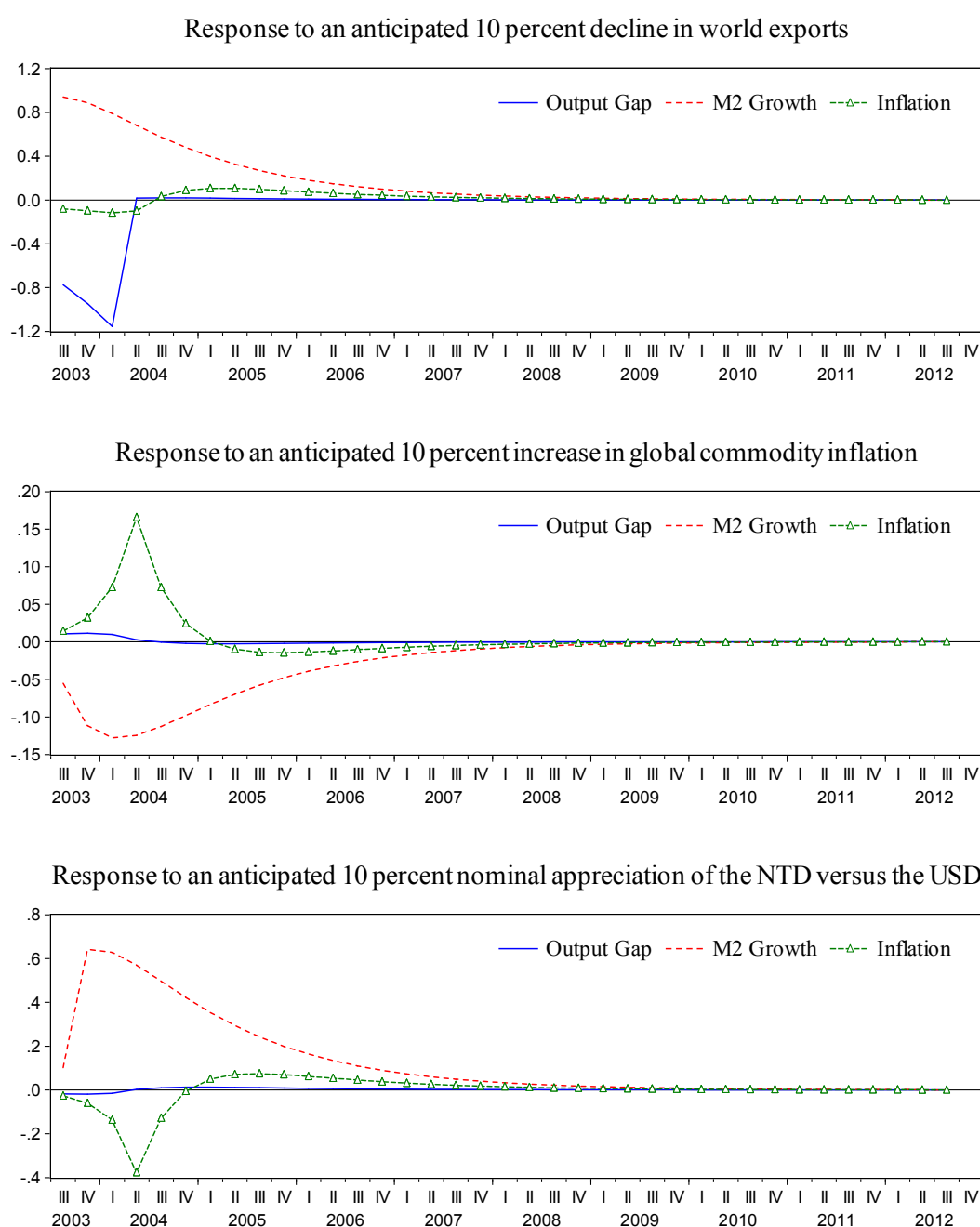
示，若產出缺口上升 1 個百分點，則 M2 年增率將提前下降以抑制過熱景氣；通膨則因 M2 年增率下降而受到抑制，反應不大，僅於初期微幅上升。若通膨上升 1 個百分點，則 M2 年增率將下降以減輕通膨壓力，且下降幅度大於面對產出缺口衝擊時的反應；產出缺口受 M2 下降影響，反應不大。若 M2 年增率上升 1 個百分點，則通膨將上升，且經過約 12 季的時間通膨才回到基準解的水準；但產出缺口受貨幣衝擊的反應不大。

圖 6 各內生變數面對內生衝擊時的反應



各內生變數面對外生變數衝擊時的反應可見圖 7。若世界出口缺口下降 10 個百分點，則產出缺口將大幅下降，M2 年增率則會上升以刺激產出，通膨變化則不大。若世界原物料價格上升 10 個百分點，則國內通膨將上升，M2 年增率則會下降以減緩通膨壓力，產出缺口變化則不大。若台幣對美元匯率升值率增加 10 個百分點，則 M2 年增率將上升以減緩升值壓力；匯率升值使國內通膨下降，惟因 M2 年增率為因應匯率升值而上升，使得通膨其後略為增加。

圖 7 各內生變數面對外生衝擊時的反應



(四) DSGE 模型的一些問題

能夠提供經濟預測及政策分析，且具經濟理論基礎的 DSGE 模型，近年來在各國中央銀行間頗為流行，惟 DSGE 模型仍存在一些問題尚待克服。如 DSGE 模型在大型經濟體的預測相當良好 (Smets and Wouters, 2004; Edge et al., 2010)，但在小型開放經濟體則未必有同樣良好的預測績效，這是因為小型開放經濟體的 DSGE 模型多加入利率平價說的假設，但此假設在實務上常不成立。

另外，陳旭昇和湯茹茵 (2012) 以 Smets and Wouters (2007) 為例，指出 DSGE 模型的問題有：(1) 由於模型加入一些不具個體基礎的新凱因斯元素，如 Calvo 訂價法則，使得其仍無法免除盧卡斯批判的問題；(2) 外生結構衝擊的結構性不足；(3) 模型的實證表現尚待改善，如 Smets and Wouters (2004) 在預測能力上，未執行正式的統計檢定，無法得知預測能力是否顯著；此模型所預測的是變數的恆定狀態偏離值，而非水準值，但一般關心的是水準值而非偏離值。

伍、心得與建議

本次參加英格蘭銀行研訓中心的訓練課程，得以了解計量模型在經濟預測中扮演的角色。透過講師的介紹，使學員可深入了解 VAR 模型、菲利普曲線模型和 DSGE 模型的主要優缺點及用途。課程中亦安排學員進行 EViews 和 WinSolve 兩個統計軟體的實際演練，使學員可學習模型的實際運用方式，獲益良多。個人的心得與建議如下：

1. 本文嘗試以課程所授模型進行台灣的實證分析，惟使用架構仍過於簡略，需要於未來進一步建構較完整的模型，以分析台灣的貨幣政策與總體經濟的互動關係，並提供更多通膨預測的資訊以資參考。

2. 我國雖未採行通膨目標機制，惟物價穩定亦為我國貨幣政策最重要的目標，未來或可依循英格蘭銀行作法，以內部通膨報告方式，詳加說明對未來通膨的預測及風險。
3. 本次參與訓練課程，除增進經濟預測的概念，了解各種模型的用途外，更藉由與講師和其他學員的互動，獲取更多新知。未來若有相同之課程，似可多鼓勵同仁積極參加。

參考文獻

- 李怡庭 (2009), 「貨幣銀行與金融市場」, 翰蘆圖書出版有限公司。
- 侯德潛、徐千婷 (2002), 「我國通貨膨脹預測模型之建立」, 中央銀行季刊, 第 24 卷第 3 期
- 黃朝熙 (2007), 「台灣通貨膨脹預測」, 中央銀行季刊, 第 29 卷第 1 期。
- 陳旭昇、湯茹茵 (2012), 「動態隨機一般均衡(DSGE)模型在貨幣政策制定上的應用：一個帶有批判性的回顧與展望」, 經濟論文叢刊, 第 40 卷第 3 期。
- 陳佩玗 (2012), 「參加英國英格蘭銀行研訓中心訓練課程：危機後通膨目標機制」出國報告。
- 劉淑敏 (2008), 「貨幣成長對通貨膨脹預測之重要性評估——以貝氏 VAR 模型實證檢測」, 中央銀行經濟研究處, 未發表之論文。
- 廖俊男、張志揚 (2012), 「台灣地區無加速通膨失業率(NAIRU)之探討」, 中央銀行季刊, 第 34 卷第 3 期。
- 鍾經樊、林志宇 (2007), 「應用結構 VAR 模型探討臺灣 NAIRU」, 國民經濟動向統計季報, 第 116 期。
- Apel, M. and P. Jansson(1999), "System Estimates of Potential Output and NAIRU," *Empirical Economics*, Vol.24, No.3, 373-88.
- Blanchard, O. and D. Quah (1989), "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances," *American Economic Review*, Vol. 79, No.4, 655-673
- Calvo, G. (1983), "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 12, 1411-28.
- Clarida, Richard, Jordi Gali and Mark Gertler (1999), "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective", *Journal of Economic Literature*, Vol. 37 (4), December, 1661-1707.
- Clarida, Richard, Jordi Gali and Mark Gertler (2000), "Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory",

Quarterly Journal of Economics, February, 147-180.

Doan, T. A. (2010), RATS User's Guide, Estima.

Edge, Rochelle M. and Gürkaynak, Refet S. (2010), "How Useful are Estimated DSGE Model Forecasts for Central Bankers?" Conference Paper, Fall 2010 conference of the Brookings Papers on Economic Activity (BPEA), URL:
<http://www.brookings.edu/economics/bpea.aspx>.

Friedman, M. (1968), "The Role of Monetary Policy," *American Economic Review*, 58(1), 1-17.

Friedman, M. (1977), "Nobel Lecture: Inflation and Unemployment," *Journal of Political Economy*, 85(3), 451-72.

Goodhart, Charles and Boris Hofmann (2005), "The IS Curve and Transmission of Monetary Policy: Is there a Puzzle?", *Applied Economics*, Vol.37, 29-36.

Gordon, R. (1997), "The Time-varying NAIRU and Its Implications for Economic Policy," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.11, No.1, 11-32.

Groshen, E.L. and M.E. Schweitzer (1996), 'The Effects of Inflation on Wage Adjustments in Firm-Level Data: Grease or Sand?' Federal Reserve Bank of New York Staff Reports No. 9.

King, T. B. and J. Morley (2007), "In Search of the Natural Rate of Unemployment," *Journal of Monetary Economics*, Vol. 54, No.2, 550-564.

Linde J. (2005), "Estimating New-Keynesian Phillips Curves: A Full Information Maximum Likelihood Approach," *Journal of Monetary Economics*, Vol. 52, September, 1135-1149.

Litterman, Robert (1986), "Forecasting With Bayesian Vector Autoregression," *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 4, 25-38.

Mishkin F. S. (1997), "Strategies for Controlling Inflation", in P Lowe (ed), *Monetary Policy and Inflation Targeting*, Proceedings of a

- Conference, Reserve Bank of Australia, Sydney, 7–38.
- Patra, M. D. and M Kapur (2010), “A monetary Policy Model without Money for India,” IMF Working Paper WP/10/183.
- Peersman, G. and F. Smets (1999), "The Taylor Rule: A Useful Monetary Policy Benchmark for the Euro Area?" *International Finance*, Vol. 1, 85-116.
- Price L. (1996), “Economic Analysis in a Central Bank- Models versus Judgment,” Centre for Central Banking Studies Handbook (no.3).
- Rudebusch, Glenn (2002), "Assessing Nominal Income Rules for Monetary Policy with Model and Data Uncertainty", *Economic Journal*, Vol. 112, 401-32.
- Smets, Frank and Raf Wouter (2003), “An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area,” *Journal of the European Economic Association*, Vol. 1(5), 1123-1175.
- (2004), “Forecasting with a Bayesian DSGE Model: An application to the Euro area,” *Journal of Common Market Studies*, 42(4), 841-867.
- (2007), “Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach,” *American Economic Review*, 97(3), 586-606.
- Stock, J H and Watson, M W (1999), “Forecasting Inflation,” *Journal of Monetary Economics*, Vol.44, No.2, 293-335.
- Stock, J H and Watson, M W (2003), “Forecasting output and inflation: the role of asset prices,” *Journal of Economic Literature*, Vol.41, No.3, 788-829.
- Svensson, Lars E. O. (1997), “Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets,” *European Economic Review*, 41, June, 1111-47.
- Zhang, C, Osborn, D R and Kim, D H (2008), “The New Keynesian Phillips Curve: From Sticky Inflation to Sticky Prices,” *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol.40, No.4, 667-99.