

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)

參加英國英格蘭銀行研訓中心訓練課程
「中央銀行人員所需模型之介紹」出國報告

服務機關：中央銀行

姓名職稱：陳佩玗/四等專員

派赴國家：英國

出國期間：102年4月27日至5月5日

報告日期：102年7月

目錄

| | |
|----------------------------|----|
| 壹、前言..... | 1 |
| 貳、名目 GDP 目標機制之探討..... | 2 |
| 一、通膨目標機制所面臨的挑戰及缺失..... | 2 |
| 二、名目 GDP 目標機制之優點..... | 3 |
| 三、新凱因斯模型之模擬結果..... | 5 |
| 四、名目 GDP 目標機制之缺點及風險..... | 7 |
| 參、BVAR 模型之簡介..... | 8 |
| 一、模型之簡介..... | 8 |
| 二、BVAR 模型之預測能力及應用領域..... | 10 |
| 肆、新台幣匯率之實證分析—BVAR 之應用..... | 10 |
| 一、匯率預測之相關文獻..... | 11 |
| 二、模型建構及資料來源..... | 13 |
| (一) 隨機漫步模型..... | 13 |
| (二) 貨幣學派分析模型..... | 13 |
| 三、模型之樣本外預測能力..... | 14 |
| 四、未來研究方向..... | 16 |
| 伍、心得與建議..... | 17 |
| 參考資料..... | 18 |
| 附錄、Dynare 語法說明..... | 21 |

壹、前言

職奉 准於民國 102 年 4 月 29 日至 5 月 3 日參加英國英格蘭銀行研訓中心所主辦之「中央銀行人員所需模型之介紹(Introduction to modeling for central bankers)」研習課程。本次參加成員，尚包括阿爾巴尼亞、巴西、保加利亞、克羅埃西亞、捷克、歐洲央行、印尼、義大利、科威特、挪威、菲律賓、羅馬尼亞、西班牙、烏克蘭、英格蘭銀行及尚比亞等國，共 18 位學員參加。

英格蘭銀行研訓中心有系統性地設計規劃課程，不僅介紹以經濟理論為基礎的 DSGE 模型，同時介紹許多時間序列模型，如 VAR、SVAR(Structural VAR)與BVAR(Bayesian VAR)模型等。課程當中亦安排學員們分組實際操作相關計量軟體(包括Eviews、WinSolve、Matlab及Dynare)進行模型估計與模擬。

與去(2012)年課程不同的是，此次課程特別加入Dynare語法介紹，並讓學員實務操作，使學員們能熟悉利用Dynare建立與分析DSGE模型。課程中並強化BVAR模型的分析，說明BVAR如何解決VAR模型可能遇到估計參數過多而使自由度不足的問題。除模型的介紹與實際計量軟體應用外，課程中特別講解今(2013)年2月底英格蘭銀行副總裁Charlie Bean針對名目GDP目標機制(nominal GDP target)的演講¹，除討論零利率底限 (zero lower bound) 環境對於貨幣政策的限制外，更帶領學員實際操作Dynare²，模擬該演講中所提新凱因斯模型面對負向需求面衝擊時，不同政策效果之比較，並說明名目GDP目標機制運用上的缺陷。

英格蘭銀行每年均開辦此一課程，有關課程中介紹之模型，部分已在

¹ 詳見 Bean (2013)

² 關於 Dynare 語法之說明，可詳見附錄。

歷次本行參訓人員之出國報告有詳細之說明，不再贅述³。本報告主要說明此次課程特別之處，共分為五個部分，除前言外，第二部分說明名目 GDP 目標機制之優缺點，並以課堂實例模擬分析在需求面衝擊下，不同貨幣政策之效果；第三部分則主要介紹 BVAR 模型；第四部分，嘗試利用 BVAR 模型進行新台幣匯率之實證分析，同時比較 VAR 與 BVAR 模型樣本外預測能力；第五部分為心得與建議。

貳、名目 GDP 目標機制之探討

通膨目標機制已實行超過 20 年，在這段期間，其架構逐漸成形⁴。然在金融危機過後，央行的任務更加複雜艱鉅，許多經濟學家開始檢視通膨目標區是否仍適用於當前的經濟狀況，並說明通膨目標機制之缺失，更有經濟學者開始提倡改採名目 GDP 目標機制。新上任之 BoE 總裁 Mark Carney 於去年 12 月 11 日任職加拿大央行總裁期間，曾在多倫多的演講⁵表示未來或可能改變 BoE 目前採取的通膨目標機制，改採名目 GDP 目標機制的貨幣政策架構，說明如下：

一、通膨目標機制所面臨的挑戰及缺失

Hammond (2012) 說明金融危機過後的通膨目標機制仍面臨一些挑戰，例如貨幣政策無法有效地阻擋金融不穩定的發生，且貨幣政策與金融體系之間的互動並不易了解。此外，央行執行貨幣政策是否應考量資產價格？而通膨目標又如何因應資產價格變化？

更有許多經濟學者直接點出通膨目標機制之缺失。Stiglitz (2008) 認為通膨目標機制是全球金融危機的主要原因，並呼籲放棄通膨目標機制。Eichengree *et al.* (2011) 表示通膨目標機制忽略了金融穩定與外溢效果，

³ 可詳見林依伶(2012)。

⁴ 有關通膨目標機制之介紹，可詳見陳佩玗(2012)。

⁵ 可詳見 Carney (2012)。

恐無法達成央行的政策目標。Pringle (2012)指出通膨目標機制忽略貨幣與信用成長，為其致命之缺點。Frankel (2012a,b)說明通膨目標機制的兩大缺點，包括：對資產價格泡沫的重視程度不足，且對供給面及貿易條件衝擊的反應並不合宜，遂宣告通膨目標機制已死亡，建議可漸進採行名目 GDP 目標機制。

二、名目 GDP 目標機制之優點

名目 GDP 目標機制又稱名目所得目標機制(nominal income target)，此一機制並不是一個全新的貨幣政策想法。1977 年諾貝爾經濟學獎得主 James Meade 即提出此一概念⁶，其說明凱因斯學派下的需求管理政策之總體目標為追求物價穩定，改善工資僵固機制可達成完全就業目標，而透過外匯政策可維持國際收支均衡目標。關於第一個目標，Meade 則是主張追求名目所得目標而非通膨目標來達成。另一位諾貝爾經濟學獎得主 James Tobin，也在同期間支持此一概念(Tobin,1980)。

Frankel (2012a,b) 指出許多先進國家的貨幣當局正面臨零利率底限的問題，亦即短期名目利率已經不能再低了。若是調高通膨目標，壓低實質利率，似可刺激經濟⁷，然對於央行維持物價穩定的公信力將造成威脅。因此 Frankel 建議可漸進採行訂定名目 GDP 目標機制，確保在實質經濟成長率較低的狀況下，實質利率下降，刺激經濟成長，並維持央行在物價穩定的公信力。而名目 GDP 目標機制相對通膨目標機制之優點為「穩定」，特別是在面對供給面衝擊以及貿易條件衝擊時⁸。名目 GDP 目標機制不會像通膨目標機制在面對負向供給面衝擊，造成過度緊縮；此外，其亦能穩定需求，在面對負向供給面衝擊時，可將不利影響平均分攤在通膨與實質

⁶ 可詳見 Meade (1978)。

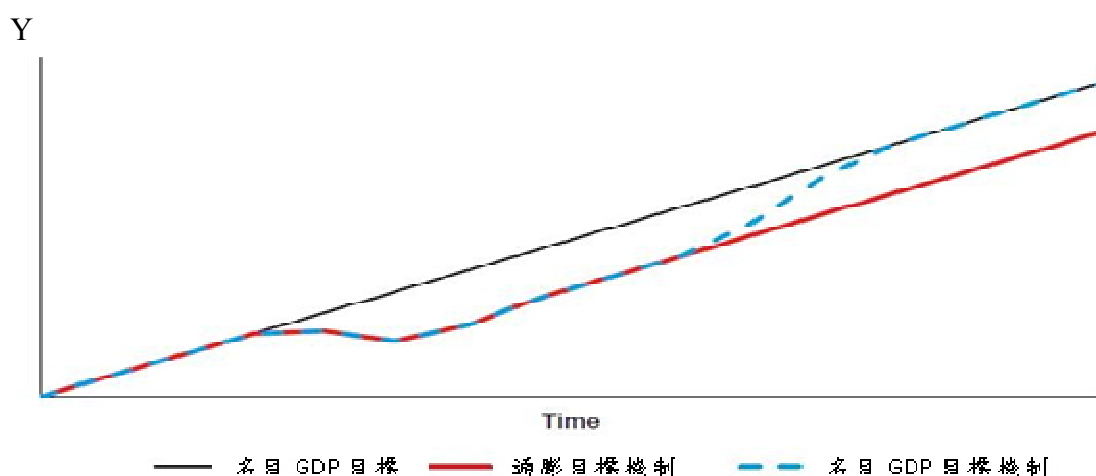
⁷ 有此提議之學者，如 IMF 首席經濟學家 Olivier Blanchard 曾提議央行應該調升通膨目標，從標準的 2%，調升至 4%。可詳見 Blanchard *et al.*(2010)。

⁸ Frankel 指出，2008 年 7 月歐洲經濟面臨衰退，然歐洲央行為了穩定物價，在面對國際油價上漲的壓力下，只好決定升息。若是當時歐洲央行採行名目 GDP 目標機制的話，則可避免此錯誤。

GDP 上。

新任的 BoE 總裁 Mark Carney 於去年 12 月 11 日演講中表示可能會改變 BoE 目前採取的通膨目標機制，因演講中提到「若需採取進一步的刺激經濟措施，則目前的政策可能需要改變，例如，採取名目 GDP 目標，此一機制在許多方面比起通膨目標機制來得有效。因為在貨幣政策中放入「歷史依賴度」(history dependence)，故在名目 GDP 目標機制下，歷史的軌跡仍很重要，亦即強迫央行朝向名目 GDP 的路徑，彌補過去未達成的目標(如圖 1 所示)⁹」，其進一步說明政策利率已經到零利率底限，因此最佳的作法為採行名目 GDP 目標機制，使政策更具可信度，且民眾易於了解。然轉換目標體制所產生的好處，仍須視彈性通膨目標機制架構下，其他非傳統貨幣政策措施之效果而定。

圖 1. 在名目 GDP 目標機制下，過去發生的事仍很重要



資料來源：Carney (2012)

英格蘭銀行副總裁 Charlie Bean 在今年 2 月 27 日的演講(Bean (2013)) 中提及在正常情況下，面對需求面衝擊，名目 GDP 目標機制與通膨目標機制的反應類似。但面臨負向成本面衝擊時，採用名目 GDP 目標機制之效果可在物價與產出之間做取捨(one-for-one trade-off)，而嚴格通膨目標

⁹ “...add ‘history dependence’ to monetary policy. Under NGDP targeting, bygone are not bygone and the central bank is compelled to make up for past misses on the path of nominal GDP.” 見 Carney (2012)。

機制則將所有的衝擊負擔都移轉至產出上。然英國所使用的為彈性通膨目標機制，即在面對負向成本面衝擊時，只要通膨在中期可以穩定下來，則可容許貨幣政策委員會(MPC)進行調節性因應措施。此情況下，彈性通膨目標機制與名目 GDP 目標機制相當接近。面對負向成本面衝擊時，英國需利用「限制性權衡」(constrained discretion)來解釋目前所採用的彈性通膨目標化機制，需短暫容忍實際通膨偏離目標，以避免產出及就業過度的波動，然此一情況會使得外界認為 MPC 不再認真看待通膨目標機制，因此若採取名目 GDP 目標機制則可降低此一風險，此為名目 GDP 目標機制之優勢。

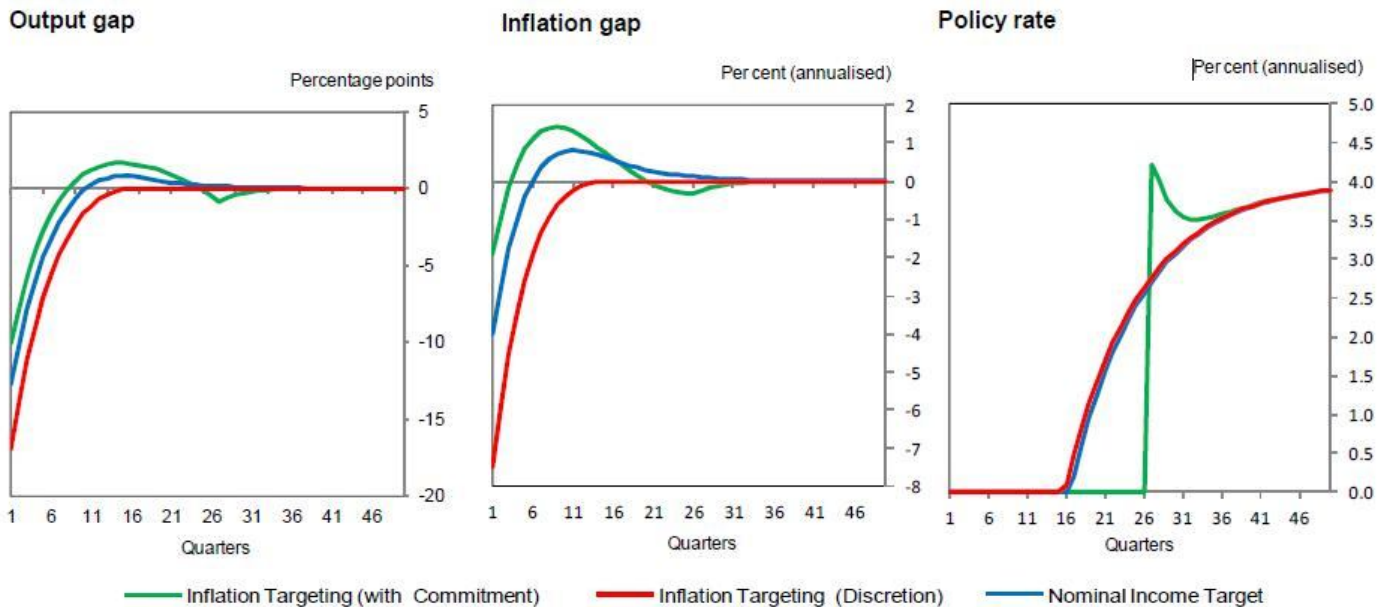
三、新凱因斯模型之模擬結果

Bean 提出應用新凱因斯模型，模擬當政策利率受限於零利率底限環境時，面對負向需求面衝擊下，央行採取不同政策之結果，並說明三種政策之限制，以及名目GDP目標機制運用上的缺陷。考慮三種情境進行模擬：第一個情境模擬為央行在政策執行上，執行「法則」通膨目標機制並遵守承諾（圖2中的綠線），然Bean不認為在實務上此一「法則」貨幣政策可以維持恆久，因央行決策者無法束縛後續繼任者之行為，然此政策可作為其他政策結果參考依據的基準。第二個情境模擬，為央行一樣採取通膨目標機制，但不承諾未來會遵守，即「權衡」貨幣政策(圖2中的紅線)。而第三個情境模擬，為央行執行名目GDP目標機制（圖2中的藍線）。

圖 2 為當經濟體系面臨負向需求面衝擊，三種貨幣政策的反應。第一個情境採行「法則」通膨目標機制，其產出缺口及通膨缺口皆下降，而政策利率停留在零利率底限的期間遠超過使產出及通膨恢復的期間，造成隨後景氣過熱且通膨較高的現象，但可預期未來可能出現暫時性的較高通膨，可降低預期實質利率，進而刺激需求。

第二個情境採行「權衡」通膨目標機制，其優點為以每季為基準來制定政策。當面對負向需求面衝擊時，產出缺口及通膨缺口下降較大，而政策利率一樣停留在零利率底限，只停留約4年且沒有景氣過熱的情況發生，而影響為預期實質利率高於第一種情境模擬的結果，使需求更加疲軟。以社會福利之觀點，「法則」通膨目標機制提供較佳的結果，主要因該機制係以一段期間的經濟過熱為代價，使得經濟更活絡，且無通貨緊縮的情況。然而因央行無法永遠約束未來繼任者之行為，故此一結果並無法達成。而第三個情境模擬下，央行採取名目GDP目標機制，在面對負向需求面衝擊時，產出及通膨下跌的程度介於前面兩個情境模擬之間。雖然政策利率的反應非常接近「權衡」通膨目標機制的結果，但是實質利率卻較低(因通膨率較高)，有助刺激需求。

圖 2. 三種貨幣政策之情境模擬—面臨負向需求面衝擊



資料來源：Bean (2013)

但 Bean 的模擬結果並不代表現實生活所碰到的情形，單純只顯示受限於零利率底限環境下政策利率之操作，在需求面的衝擊下導致有強烈的通膨緊縮，且實質利率較高的情況。但此一假設並無法完全描繪英國過去

五年平均通貨膨脹率高於通膨目標 2%，以致實質利率相當低的情況。此外，英國所面臨的經濟問題不只是總合需求不足的問題。由於生產力成長疲軟，金融危機對於英國的供給面也帶來顯著的負面影響。因此，名目 GDP 目標機制可能無法適用於負向需求面及供給面衝擊並存之經濟體。

四、名目 GDP 目標機制之缺點及風險

Bean(2013)以新凱因斯模型模擬貨幣政策受限於零利率底限，且經濟體系面臨巨大負面需求衝擊的情況，並說明使用名目 GDP 目標機制可能有意想不到的風險。若經濟體系同時遭遇負向的需求面與供給面衝擊，恐不易採行名目 GDP 目標機制；此外，該目標機制容許長期間存在通膨；且該機制要求即便經濟情況已恢復，仍須維持利率在很低水準，易造成金融不穩定。再者，Bean 亦指出名目 GDP 資料不如通膨率具即時性，且經常修正，故 MPC 不易對外界解釋。而名目 GDP 目標機制亦不如通膨目標機制有助形成通膨預期。因此若從通膨目標機制轉換成名目 GDP 目標機制，主要的影響為 MPC 如何向大眾解釋其政策。

Goodhart *et al.*(2013)一文中也說明，央行採用名目 GDP 目標機制會有下列問題：(1)起始日(start date)的選擇與成長路徑的訂定過於任意，會使得貨幣政策大幅寬鬆或緊縮；(2)名目 GDP 目標機制在操作上的缺點是通膨目標機制沒有的，即每月公布通膨資料，且很少進行修正，然 GDP 資料每季公布一次，且經常修正；(3)名目 GDP 目標機制似乎違背過去所接受的貨幣理論，因貨幣政策只影響名目變數，對實質變數無影響；(4)若由通膨目標機制轉換成名目 GDP 目標機制，將造成未來通膨的不確定性。

Velasco (2013) 說明名目 GDP 目標機制適合先進國家，但並不適合新興市場國家，主要是因為亞洲及拉丁美洲¹⁰等國家之央行自 1990 年代起採取通膨目標機制以來，仍面對三個主要問題，包括：面臨資本流入與匯

¹⁰ 巴西、智利、墨西哥、哥倫比亞、祕魯、南非、南韓、印尼、泰國及土耳其。

率升值；如何確保貨幣政策可以維持金融穩定；央行在危機時擔任最後貸款者之角色，而這些問題在名目 GDP 目標機制下卻無法解決。

參、BVAR 模型之簡介

一、模型之簡介

向量自我迴歸模型 (VAR 模型) 係 Sim (1980) 所提出的時間序列模型，VAR 模型將所有變數皆視為內生變數，避開了任意設定外生變數的問題，且預測績效良好。然而 VAR 模型欲估計的參數較多，若內生變數為 n 個，落後期為 p ，則欲估計的參數有 $n(np+1)$ 個，若是樣本數不夠多，恐會造成自由度不足問題。而為減少欲估計的參數，可採限定係數的方法，其中貝氏 VAR (Bayesian VAR) 模型，利用機率分配來限定係數，不失為實用的方法。

傳統的計量方法，視模型中的參數為固定，而在貝氏理論的架構下，模型中的參數被視為隨機變數且具有機率分配，這些機率分配可以描述參數的狀態。相較於傳統的計量方法在沒有事前情報的情況下，完全只以樣本資訊(概似函數 $L(y|\theta)$)為基礎得到參數估計，貝氏估計係在研究者的信心 (belief) (即 $p(\theta)$) 下，事前對係數設定一主觀的事前分配 (prior distribution)，再結合 $L(y|\theta)$ 當中的樣本資訊，共同決定得到係數的估計值，可大幅減少模型待估參數的數目。事後分配為概式函數與事前分配之相乘，可表示如下：

$$p(\theta|y) \propto L(y|\theta) \times p(\theta)$$

| | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------|----------|---------------------|
| 事後資訊 | \propto | 樣本資訊 | \times | 事前資訊 |
| (posterior information) | | (sample information) | | (prior information) |

事前分配有許多不同形式，此次課程主要是介紹 Litterman (1986) 的“Minnesota prior”。Litterman 發現多數總體資料具有隨機漫步的特點，

因此設定每一個變數與其落後一期之事前平均為 1，而其餘的事前平均則設定為 0。技術上來說，Minnesota 事前分配需要超參數 (hyperparameters) 的向量 $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_r)$ ，而 VAR 模型中各係數的事前共變異數矩陣則由這些超參數所定義，因此可將原本 VAR 模型欲估計的參數個數 $n(np+1)$ ，縮減成為 r 個，即超參數的個數。根據 Minnesota 事前分配，係數 β_{ij} 的變異數可定義如下：

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\lambda_1}{\rho^{\lambda_3}} \right)^2 & \text{if } i = j \\ & \left(\frac{\sigma_i \lambda_1 \lambda_2}{\sigma_j \rho^{\lambda_3}} \right)^2 & \text{if } i \neq j \end{aligned}$$

若是以 VAR(2)來說明 Minnesota 事前分配各係數之變異數，

$$\begin{aligned} y_{it} = c_i + \beta_{11,1} y_{1,t-1} + \beta_{12,1} y_{2,t-1} + \beta_{11,2} y_{1,t-2} + \beta_{12,2} y_{2,t-2} + \varepsilon_{it} \\ \updownarrow \quad \quad \quad \updownarrow \quad \quad \quad \updownarrow \quad \quad \quad \updownarrow \\ (\lambda_1)^2 \quad (\sigma_1 \lambda_1 \lambda_2 / \sigma_2)^2 \quad (\lambda_1 / \rho^{\lambda_3})^2 \quad (\sigma_1 \lambda_1 \lambda_2 / \sigma_2 \rho^{\lambda_3})^2 \end{aligned}$$

其中， ρ 為落後期數， $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 3 個超參數則由研究者所設定。 σ_i 與 σ_j 為迴歸式 i 及 j 誤差項之變異數，其中 i 代表第 i 條迴歸式中的被解釋變數， j 則為解釋變數， $\frac{\sigma_i}{\sigma_j}$ 此一比例考慮變數之間衡量單位的差異，用以調整變數值的規模(scale)。 $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\rho^{\lambda_3}}$ 是控制解釋變數的「緊度(tightness)」，即容許其值與假設期望值間的差異程度，其中超參數 λ_1 決定模型解釋變數迴歸係數整體的緊度，控制自身落後變數之參數(β_{ii})的標準差，若是我們降低 λ_1 的值，則緊度增加；超參數 λ_2 ($0 < \lambda_2 < 1$) 決定解釋變數 j 在第 i 條迴歸式的相對緊度，即控制非自身落後變數之參數(β_{ij})的標準差。 $\rho^{-\lambda_3}$ 控制解釋變數迴歸係數緊度與遞延長度間的關係，其中 λ_3 控制解釋變數迴歸係數緊度隨遞延增加而增加的程度¹¹，因此在進行 BVAR 模型分析時我們需對

¹¹ 若是 λ_3 愈大，且落後期數愈高，則迴歸係數會更快收縮至 0，緊度增加。

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 等超參數給予假設值。

二、BVAR 模型之預測能力及應用領域

關於 BVAR 模型的預測能力，許多文獻的結果皆顯示 BVAR 模型在經濟行為的預測能力是優於 VAR 模型。例如 Litterman (1986)、McNees (1986)、Ashley (1988) 和 Holden (1995) 研究美國的實質國民生產毛額，雖然使用的變數及樣本期間不完全相同，但結論皆顯示 BVAR 模型的預測結果比 VAR 模型來得好。Dua and Ray (1995) 利用 BVAR 模型預測美國康乃狄克州的經濟狀況(失業率、非農業就業率及實質個人所得等)，顯示不論在短期或長期的樣本期間，BVAR 模型的樣本外預測能力均佳。Sarantis and Stewart (1995) 比較 VAR 與 BVAR 模型對英鎊匯率的預測精確度，結論顯示 BVAR 模型在短期樣本期間下的預測能力勝過 AR 與 VAR 模型。Dua and Ranjan (2011) 使用 VAR 與 BVAR 模型來預測印度盧比與美元之間的雙邊匯率，實證結果顯示貨幣學派分析模型優於隨機漫步模型，且 BVAR 模型的預測表現優於 VAR 模型。

另一方面，BVAR 模型應用與 VAR 模型一樣十分廣泛。Dua and Smyth (1995) 利用 BVAR 模型來研究家戶資料中的購屋意願傾向來預測房屋的銷售；Geoff *et al.* (1998) 則採取 BVAR 模型來預測愛爾蘭的通膨率；Hsu *et al.* (2003) 使用 BVAR 模型來預測台灣的產業生產力。Wang and Kung (2008) 則利用 BVAR 模型來預測高科技股之股價。

肆、新台幣匯率之實證分析—BVAR 之應用

目前國內尚未有以 BVAR 模型來分析新台幣匯率的相關文獻，因此本節嘗試應用此次訓練課程中所介紹的 VAR 模型及 BVAR 模型，並參考 Dua and Ranjan (2011)，以 1999 年 1 月至 2013 年 4 月為樣本期間，建構貨幣學派分析模型，來檢視匯率預測結果是否優於隨機漫步模型，並比

較 VAR 與 BVAR 模型兩者的預測能力表現。

一、匯率預測之相關文獻

1973 年布列敦森林(Breton Wood)體系瓦解，各國改採取浮動匯率制度。隨後，許多文獻開始討論各種匯率決定模型，故匯率的決定成為國際金融研究的核心。自 70 年代後，探討匯率決定模型與其預測能力之文章紛紛出籠。然究竟是哪些經濟基本面因素影響匯率走勢，各學派(購買力平價理論、利率平價理論、國際收支平衡理論、貨幣學派分析模型、資產組合平衡模型)有不同的見解。

早期匯率預測大多採傳統結構式模型，如貨幣學派分析模型、資產組合平衡理論。Messe and Rogoff (1983a)以貨幣學派分析模型，就美元對英鎊、日圓及馬克進行分析，並與隨機漫步模型進行樣本外預測能力比較，結果顯示在短期樣本外預測，貨幣學派分析模型的預測表現較差，匯率走勢難以由經濟基本面所解釋。而 Messe and Rogoff (1983b) 以傳統結構模型預測一年以上的即期匯率，結果發現，優於隨機漫步模型。

許多學者認為匯率與經濟基本面長期存在密不可分之關係。Chinn and Mess(1995) 發現若將時間拉長(至 36 個月)則總體經濟基本面模型可勝過隨機漫步模型。Mark (1995)與 Mark and Sul (2001)發現長期匯率會隨本國與外國相對貨幣存量與相對所得的變動而變動，且時間愈長，關係愈密切。但近期也有研究指出，沒有模型能比隨機漫步模型對匯率變動有更好的解釋能力(Cheung, Chinn and Garcia (2003))。

此外，亦有許多文獻以不同模型估計方式(VAR、VECM¹²、BVAR)建構貨幣學派分析模型，結果顯示其匯率預測表現優於隨機漫步模型。例如 MacDonald and Taylor(1993,1994) 及 Choudry and Lawler (1997)主要以

¹² VECM 代表向量誤差修正模型。

VAR 模型進行分析、Chen and Leunh(2003)以 BVAR 及 BVECM 來進行分析；Zita and Gupta(2007)則是同時比較 VAR、VECM、BVAR 及 BVECM¹³。近期，Dua and Ranjan (2011)使用 VAR 與 BVAR 模型來預測印度盧比與美元之間的雙邊匯率，並增加貨幣學派分析模型中的變數來檢視，變數的增加是否會增加其預測能力。實證結果顯示貨幣學派分析模型優於隨機漫步模型，且 BVAR 模型的預測表現優於 VAR 模型，此外，其亦發現若模型放入央行外匯干預變數，可增加預測的準確度。

關於台灣實證研究方面，周國偉與曾翊恆 (2008) 使用資產訂價模型，發現經濟基本面與匯率似未存在顯著的因果關係。陳佩玗與田慧琦 (2012)發現 1999 年以來，新台幣實質有效匯率和國內外相對生產力、相對貿易條件、相對消費比例及相對經濟開放程度等變數，具有長期共整合關係，且經濟基本面變數大致上可捕捉新台幣實質有效匯率之中長期趨勢。而周國偉與楊咕予(2012) 發現僅考慮台灣與美國雙邊匯率模型時，匯率與基本面之間並未存在相關性；但考量名目有效匯率模型時，經濟基本面變數可解釋匯率變動。張天惠(2013)利用匯率反應函數檢視匯率變動是否根據經濟基本面的變化進行調整。結果顯示，央行的匯率反應函數，主要考量產出缺口、預期通膨率、預期利率及預期資金淨匯入等變數。

國內文獻中，對於新台幣匯率之分析，尚未見以 BVAR 模型進行估計。因此本文參考 Dua and Ranjan (2011)一文，使用貨幣學派分析模型，並分別以 VAR 與 BVAR 模型估計，並比較其與隨機漫步模型的樣本外預測能力表現。

¹³ BVECM 代表 Bayesian VECM，貝氏向量誤差修正模型。

二、模型建構及資料來源

簡單說明所使用的模型如下：

(一) 隨機漫步模型

本文所採用的是含截距項的隨機漫步模型，模型設定如下：

$$e_t = a_0 + e_{t-1} + \varepsilon_t^i$$

其中 e_t 為以自然對數表示之匯率， e_{t-1} 為前期項， $\varepsilon_{i,t}$ 為隨機干擾項且為白噪音(white-noise)。

(二) 貨幣學派分析模型

本文所使用的貨幣分析模型設定 (同 Dua and Ranjan (2011)之設定) 如下：

$$e_t = f[(i_t - i_t^*), (y_t - y_t^*), (m_t - m_t^*)]$$

其中，星號代表外國，因此 $(i_t - i_t^*)$ 代表國內外利率差距； $(y_t - y_t^*)$ 代表以自然對數表示之國內外相對所得； $(m_t - m_t^*)$ 代表以自然對數表示之國內外相對貨幣供給。

本文實證樣本期間為 1999 年 1 月至 2013 年 4 月，主要分析新台幣兌美元匯率。因分析雙邊匯率，故貨幣學派分析模型中的國外資料，以美國資料來表示。相關變數說明及資料來源可見表 1，除利率外，其餘變數經自然對數處理。

BVAR 模型估計部分，關於事前分配的處理，主要是使用 Minnesota 事前分配，其中超參數 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 的設定，根據 Dua and Ranjan (2011)進

行設定，整體緊度(λ_1)設定為 0.2， λ_2 設定為 0.7，遞延長度(λ_3)設定為 1¹⁴。

表 1. 實證變數資料來源與說明

| 實證變數 | 說明 | 資料來源 |
|--------------------------|--|--------------------|
| 新台幣兌美元匯率 (e) | 新台幣/美元的即期匯率 | 中央銀行 |
| 國內外相對所得 ($y-y^*$) | 台灣資料：季調後工業生產指數 國外資料：美國季調後工業生產指數 | 經濟部統計處 美國聯邦儲備銀行 |
| 國內外利率差距 ($i-i^*$) | 台灣資料：1 至 30 天次級市場商業本票利率 國外資料：美國 30 天期商業本票利率 | 中央銀行 美國聯邦儲備銀行 |
| 國內外相對貨幣供給 ($m-m^*$) | 台灣資料：M2,並採 X12 季調 國外資料：美國季調後 M2 | 中央銀行 美國聯邦儲備銀行 |

三、模型之樣本外預測能力

本文以貨幣學派模型(分別以 VAR 模型及 BVAR 模型估計)進行估計，並比較其新台幣匯率之樣本外之預測能力是否優於隨機漫步模型。本節採用的預測誤差評量指標，包括：(1) 平均誤差絕對值 (Mean Absolute Error；MAE)，(2)平均誤差絕對百分比(Mean Absolute Percentage Error；MAPE)與(3)誤差均方根 (Root Mean Squared Error；RMSE)，衡量模型預測誤差的大小。其公式分別表示如下：

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=T+1}^{T+N} |y_t - \hat{y}_t|$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=T+1}^{T+N} \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=T+1}^{T+N} (y_t - \hat{y}_t)^2}$$

¹⁴ Eviews7.2 中有 add-in 「Bayesian VAR」可用於估計 BVAR 模型，可以自行選擇欲使用的事前分配。

其中 y_t 為實際值， \hat{y}_t 為預測值，而 $T+N$ 為全部樣本，保留 N 筆當作樣本外資料，因此以第 1 筆到第 T 筆為樣本內資料來估計模型，再以第 $T+1$ 筆開始，一直到第 $T+N$ 筆為止當作樣本外資料(共 N 筆樣本外資料觀察值)之預測能力評估。

本節樣本外預測方式，主要採取遞迴(recursive)估計¹⁵，遞迴估計的步驟為模型使用至 T 期的資料，即以 1999 年 1 月至 2010 年 12 月為樣本期間，進行向前 N 期($N=1、2、3、4、5、6$)的預測(N -period ahead forecast)¹⁶，以得 $T+N$ 期之預測值。以 $N=2$ 為例，表示先以 1991 年 1 月至 2010 年 12 月為樣本期間，預測 2011 年 1 月及 2 月匯率之預測值及 MAE、MAPE 與 RMSE，然後加入 1 個樣本點進行估計，再預測 2011 年 2 月及 3 月匯率之預測值及 MAE、MAPE 與 RMSE，重覆此一程序，一直估算到樣本期間為 1999 年第 1 季至 2012 年 10 月，預測 2012 年 11 月及 12 月匯率之預測值及 MAE、MAPE 與 RMSE 為止。¹⁷

表 2 為使用隨機漫步模型，以及採 VAR 模型與 BVAR 模型來估計貨幣學派分析模型分析新台幣匯率之樣本外預測能力表現的結果。結果顯示，以 VAR 方式估計之貨幣學派分析模型，其預測能力並不優於隨機漫步模型。然而，改採 BVAR 方式進行估計後，貨幣學派分析模型的預測能力勝過隨機漫步模型，此一結果否定 Meese and Rogoff (1983) 說明總體基本面變數的預測表現無法勝過隨機漫步模型此一論點。此外，BVAR 預測結果優於 VAR 估計之預測結果，此結論與 Dua and Ranjan (2011)相同。由此可知，使用 BVAR 方式進行估計確實可以明顯改善 VAR 模型之缺失，有助於提高預測準確度。

¹⁵ Giacomini and White(2006) 說明遞迴估計法的優點為使用某個時間點所有可用的資訊來進行預測，但滾動(rolling)估計法因每增加一筆樣本點時，則必須剔除前個估計樣本期間第一期資料，則會有遺漏資訊的缺點，然在樣本出現一些結構性改變的情況下，則滾動估計法可能較為適用。

¹⁶ 在 EViews 稱之 N -step ahead forecast。

¹⁷ 每個向前 N 期預測，均控制移動樣本點為 23 個。

表 2. 樣本外預測能力比較

| 預測期間 | 模型 估計方式 | 隨機漫步模型 | 貨幣學派分析模型 | |
|----------|------------|--------|----------|--|
| | | | VAR 模型 | BVAR 模型 $\lambda_1 = 0.2, \lambda_2 = 0.7, \lambda_3 = 1$ |
| 向前 1 期預測 | MAE | 0.26 | 0.27 | 0.23 |
| | MAPE | 0.88 | 0.92 | 0.78 |
| | RMSE | 0.26 | 0.27 | 0.23 |
| 向前 2 期預測 | MAE | 0.36 | 0.38 | 0.32 |
| | MAPE | 1.21 | 1.30 | 1.08 |
| | RMSE | 0.38 | 0.41 | 0.35 |
| 向前 3 期預測 | MAE | 0.38 | 0.47 | 0.39 |
| | MAPE | 1.28 | 1.61 | 1.33 |
| | RMSE | 0.41 | 0.52 | 0.44 |
| 向前 4 期預測 | MAE | 0.52 | 0.56 | 0.47 |
| | MAPE | 1.78 | 1.91 | 1.59 |
| | RMSE | 0.59 | 0.62 | 0.54 |
| 向前 5 期預測 | MAE | 0.58 | 0.64 | 0.53 |
| | MAPE | 1.95 | 2.16 | 1.80 |
| | RMSE | 0.64 | 0.71 | 0.62 |
| 向前 6 期預測 | MAE | 0.60 | 0.69 | 0.58 |
| | MAPE | 2.04 | 2.34 | 1.93 |
| | RMSE | 0.67 | 0.77 | 0.66 |

四、未來研究方向

本節應用課程中所介紹的 BVAR 模型，並參考 Dua and Ranjan (2011) 一文，使用貨幣學派分析模型進行新台幣匯率樣本外預測能力之比較，初步結果顯示，使用 BVAR 模型估計之貨幣學派分析模型其預測能力優於隨機漫步模型，可見採 BVAR 模型進行估計，確實有助於提高預測的準確度。未來可考慮納入影響匯率之其他重要總體變數於貨幣學派分析模型中，甚至可放入央行對外匯市場干預變數，來檢視是否更有助於新台幣匯率之預測表現，俾供貨幣政策制定之參考。

伍、心得與建議

本次參加之英格蘭研訓中心訓練課程，內容包括多種總體模型及實證運用之分析，講師們亦不吝提供程式語法指令及相關文獻供學員參考，並藉此與各國貨幣當局的人員進行交流，得以進一步了解各模型的基本架構與分析運用，獲益良多，有助於日後相關模型研究之改進。建議如下：

1. 在貨幣政策之模擬及分析上，只使用單一模型可能具有風險。因此本篇報告嘗試應用 VAR 模型與 BVAR 模型，建構貨幣學派分析模型，以比較兩模型對新台幣匯率的預測能力。未來可嘗試在模型中加入更多重要變數，進行更深入之研究，俾供制定貨幣政策之參考。
2. 英格蘭銀行在貨幣政策的模擬上，已使用 DSGE 模型進行分析，其他國家貨幣當局亦投入相當人力建構 DSGE 模型。而我國尚未建置 DSGE 模型，然投入 DSGE 模型之建置，需有大量的人力與時間進行研究，若本行有意發展此一模型，可定期派員參與相關研習課程。
3. 本次參與英格蘭銀行研訓中心所舉辦之課程，不僅有助於了解英格蘭銀行目前相關模型之發展，更能與來自其他國家貨幣當局的人員交換意見，獲取更多新知，未來若有相同之課程，似可積極參與。

參考資料

- 英國英格蘭銀行研訓中心「中央銀行人員所需模型之介紹」(Introduction to modeling for central bankers) 研習課程上課講義。
- 林依伶(2012),「參加英國英格蘭銀行研訓中心訓練課程「中央銀行人員所需模型之介紹」出國報告」,中央銀行出國報告。
- 周國偉與曾翊恆(2008),「總體經濟基本面的預測表現:臺灣與其他六國匯率模型之實證分析」,第六卷,頁36-65。
- 周國偉與楊咕予(2012),「雙邊匯率、多方匯率予總體經濟基本面:以我國為例」,東吳經濟商學學報,第七十六期,頁33-54。
- 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」,中央銀行出國報告。
- 陳佩玗與田慧琦(2012),「影響中長期新台幣實質有效匯率因素的探討」,中央銀行季刊,第三十四卷第二期,頁43-84。
- 張天惠(2013),「小型開放經濟體之匯率政策反應函數—台灣實證分析」,中央銀行內部報告。
- Ashley. R. (1988),“On the Relative Worth of Recent Macroeconomic Forecasts,” *International Journal of Forecasting*, 4, 363-376.
- Bean, Charlie (2013), “Nominal Income Targets: an Old Wine in a New Bottle,” Speech at the Institute for Economic Affairs Conference on the State of the Economy, London, 27, Feb.
- Biggs, M. and T. Mayer (2012), “How Central Banks Contributed to the Financial Crisis,” *VoxEU*, Sep. 10.
- Carney, M. (2012), “Central Bank Policy Guidance,” CFA Society Toronto Toronto, Ontario, 11 Dec.
- Charles A.E. Goodhart, Melanie Baker, Jonathan Ashworth (2013), “Monetary Targetry: Might Carney make a difference?” *VoxEU*, Jan. 22.
- Chen, A. and M. T. Leung(2003), “A Bayesian Vector Error Correction Model for Forecasting Exchange Rates,” *Computers and Operations Research*, 30, 887-900.
- Cheung, Y. W., M. D. Chinn, and P. A. Garcia (2003), “Empirical Exchange Rate Models of the Nineties: Are Any Fit to Survive?” Working Paper, University of California-Santa Cruz.
- Choudhry T. and P. Lawler (1997), “The Monetary Model of Exchange Rates: Evidence from the Canadian Float of the 1950s,” *Journal of Macroeconomics*, 19, 349-362.
- Chinn, M. D. and R. A. Meese (1995), “Banking on Currency Forecasts: How Predictable Is Change in Money?” *Journal of International Economics*, 38,

161-178.

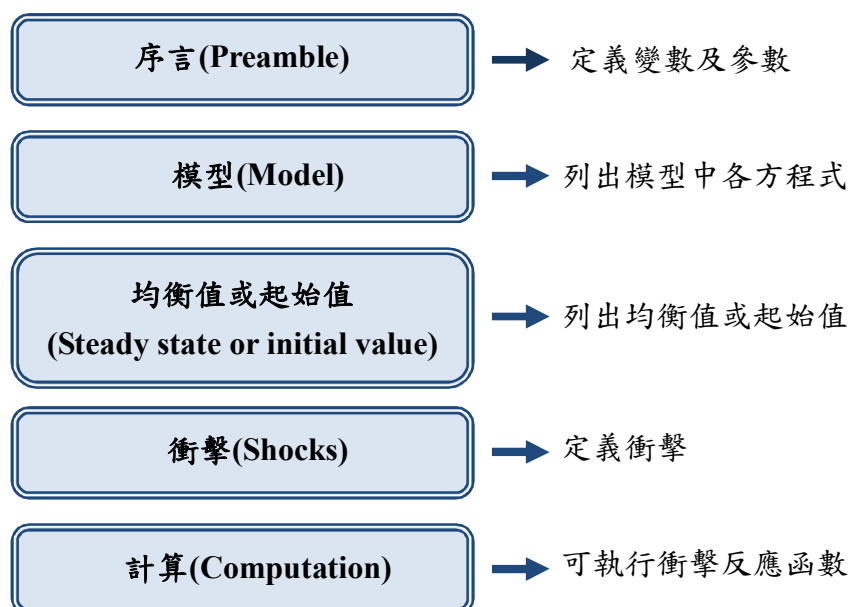
- Dua, P. and S. C. Ray (1995), "A BVAR Model for the Connecticut Economy," *Journal of Forecasting*, 14, 167-180.
- Dua, P. and D. J. Smyth (1995), "Forecasting U.S. Home Sales Using BVAR Models and Survey Data on Households' Buying Attitude," *Journal of Forecasting*, 14,167-180.
- Dua, P. and R. Ranjan (2011), "Modelling and Forecasting the Indian RE/US Dollar Exchange Rate," Centre for Development Economics Working Paper No. 197.
- Eichengree B., E. Prasad and R. Rajan (2011), "Rethinking Central Banking," *VoxEU*, 20 Sep.
- Frankel, J. (2012a), "The Death of Inflation Targeting," *Project Syndicate*, May 16.
- Frankel, J. (2012b), "Central Banks Can Phase in Nominal GDP Targets Without Damaging the Inflation Anchor," *VoxEU*, Dec. 19.
- Galí J.(2008), *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle*, Princeton, Chapter3, The Basic New Keynesian Model.
- Giacomini, R. and H. White (2006), "Test of Conditional Predictive Ability," *Econometrica*, 74(6), 1545-1578.
- Goodhart, C., M. Baker, and J. Ashworth (2013), "Monetary Targetry: Might Carney Make a Difference?" *VoxEU*, 22 Jan.
- Hammond, G. (2012), "State of the Art of Inflation Targeting—2012," Centre for Central Banking Studies Handbook, No.29.
- Holden, K. (1995), "Vector Autoregression Modeling and Forecasting," *Journal of Forecasting* ,14,159-166.
- Hsu, P. H., C. H. Wang, J. Z. Shyu and H. C. Yu (2003), "A Litterman BVAR Approach for Production Forecasting of Technology Industries," *Technological Forecasting and Social Change*, 70 (1).
- Kenny, G., A. Meyler and T. Quinn (1998), "Bayesian VAR Models for Forecasting Irish Inflation," Central Bank and Financial Services Authority of Ireland Technical Paper Series, 4, 1-37.
- Litterman, R. (1986), "Forecasting with Bayesian Vector Autoregression: Five Years of Experience," *Journal of Business and Economic Statistics*, 4(1), 25-38.
- MacDonald, R. and M. P. Taylor (1993), "The Monetary Approach to the Exchange Rate: Rational Expectations, Long-run Equilibrium and Forecasting," IMF Working Paper WP/92/34.
- MacDonald, R. and M. P. Taylor (1994), "The Monetary Model of the Exchange Rate: Long Run Relationships, Short Run Dynamics and How to Beat a Random Walk," *Journal of International Money and Finance*, 13, 276-90.

- Mark, N. C. (1995), "Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long Horizon Predictability," *American Economic Review*, 85, 201-18.
- Mark, N. C. and D. Sul (2001), "Nominal Exchange Rates and Monetary Fundamentals: Evidence from a Small Post-Bretton Woods Sample," *Journal of International Economics*, 53, 29-52.
- McNees, S. K (1986), "Forecasting Accuracy of Alternative Techniques: A Comparison of U.S. Macroeconomic Forecasts," *Journal of Business and Economic Statistics*, 4, 5-15.
- Meade, J.E. (1978), "The Meaning of Internal Balance," *Economic Journal*, 88, 423-435.
- Meese, R. and K. Rogoff (1983a), "Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?" *Journal of International Economics*, Vol.14, No.1, PP. 3-24.
- Meese, R. and K. Rogoff (1983b), "The Out of Sample Failure of Empirical Exchange Models," In *Exchange Rates and International Macroeconomics*, edited by Jacob A. Frankel. Chicago: Univ. Chicago Press (for NBER).
- Blanchard, Oliver, Giovanni Dell' Ariccia, and Paolo Mauro (2010), "Rethinking Macroeconomic Policy," *IMF Staff Position Note*, SPN/10/03, Feb. 12.
- Pringle, R. (2012), "Robert Pringle's Viewpoint: Fatal Flaws in Inflation Targeting," *Central Banking*, 19 June.
- Sarantis, N. and C. Stewart (1995), "Structural, VAR and BVAR Models of Exchange Rate Determination: A Comparison of Their Forecasting Performance," *Journal of Forecasting*, 14, 201-215.
- Sim, C. A. (1980), "Comparison of Interwar and Postwar Business Cycles," *American Economic Review*, 70(2), 250-257.
- Stiglitz, J. (2008), "The Failure of Inflation Targeting," *Project Syndicate*, May. 6.
- Tobin, J. (1980), "Stabilization Policy Ten Years After," *Brookings Papers on Economic Activity*, 11, 19-90.
- Velasco, A. (2013), "Monetary Regime Transition in the Emerging World," *Project Syndicate*, 7 Jan.
- Wang, C. H. and S. K. Kung (2008), "Forecasting High Technology Stock Price by Using BVAR Model," *Academy of Taiwan Business Management Review*, 4(2),
- Zita, S. and R. Gupta (2007), "Modelling and Forecasting the Metical-Rand Exchange Rate," University of Pretoria Department of Economics Working Paper Series:2007-02.

附錄、Dynare 語法說明

Dynare 為 Matlab 下的免費運算工具¹⁸，且易於使用、便於模擬及估計 DSGE 模型。Dynare 之基本語法¹⁹依序為(可見附圖 1)：(1)序言(preamble)：定義變數及參數；(2)模型(model)：寫入模型中主要的方程式；(3)均衡狀態或起始值(steady state/initial values)；(4)衝擊(shocks)：設定外生變數衝擊的程度；(5)計算(computation)：可執行衝擊反應函數。

附圖 1. Dynare 之基本語法步驟



本節將以課程中的實例，藉由基本的封閉式新凱因斯模型方程式，簡單說明 Dynare 語法的運用。

考慮一個基本的封閉式新凱因斯模型方程式²⁰：

$$y_t = E_t y_{t+1} - \sigma^{-1} (i_t - E_t \pi_{t+4}) \quad (1)$$

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \kappa y_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

¹⁸可在 <http://www.dynare.org> 免費下載使用。

¹⁹有關 Dynare 的詳細使用方式，可詳見 Dynare User Guide。

<http://www.dynare.org/documentation-and-support/user-guide/Dynare-UserGuide-WebBeta.pdf/view>

²⁰相關模型介紹可詳見 Galí J. (2008), Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle, Princeton, Chapter3. The Basic New Keynesian Model.

$$i_t = \rho_y y_t + \rho_\pi \pi_t \quad (3)$$

式(1)為新凱因斯模型動態 IS 曲線，式(2)為新凱因斯模型的菲利浦曲線，其中帶有供給面之衝擊，式(3)為標準的泰勒法則。而以下將以新凱因斯模型依序解說 Dynare 基本語法如下：

一、序言

此一部份的語法主要是先宣告模型中哪些變數為內生變數、外生變數及參數，並給予這些參數數值。值得注意的是，每行指令，都需以分號(;)做結尾，指令才能進行運算。

附表 1. 序言之指令

```
var y,i,pi ;
varexo eps;
parameters beta, kappa, sigma,rho_y,roh_pi;
beta=0.99;
kappa=0.05;
sigma=2;
rho_y=0.5;
rho_pi=1.5;
```

附表 1 為序言之指令，其中 **var** 指令乃是認定哪些變數為內生變數，模型當中，內生變數有 3 個，分別為 y 、 i 及 π 。而 **varexo** 則是認定外生變數，模型中外生變數為供給面之衝擊 ε 。**parameters** 表示參數，模型中共有 5 個參數 $\beta, \kappa, \sigma, \rho_y, \rho_\pi$ ，並給予數值。

二、模型

此一部份的語法以 **model(linear)**；為開頭，**end**；為結尾。其中方程式的順序並不影響估計。附表 2 的指令顯示方程式(1)至(3)，方程式數目

與內生變數數目是相同的，其中變數及參數的表示必須與前面的序言之語法是一致的。此處，需注意的是，Dynare 語法中通常以 $x(+1)$ 代表 $E_t x_{t+1}$ ，而 $x(-1)$ 代表 x_{t-1} ，因此式(1)中的 $E_t y_{t+1}$ ，在表 2 是以 $y(+1)$ 來表示。

附表 2. 模型之指令

```
model(linear);  
  y=y(+1)-(1/sigma)*(i-pi(+1));  
  pi=beta*pi(+1)+kappa*y+eps;  
  i=rho_y*y+rho-pi*pi;  
end;
```

三、均衡狀態或起始值

此部份的語法，我們可以給予均衡狀態之數值，或是讓 Dynare 透過數值方法來尋找均衡狀態值。在這情況下，指令以 **initval;** 為開頭，接著給予每個內生變數起始值，再以 **end;** 為結尾。接續使用 **steady;**，此指令是表示控制模型的模擬或衝擊反應函數從均衡狀態或從 **initval** 的值開始。在 **initval ...end** 這一區塊之後加入 **steady;** 可使 Dynare 由起始值或由均衡狀態下開始進行模擬或是衝擊反應函數。相反地，若是不放入 **steady** 這項指令，即使 Dynare 基於線性化的目的，已計算出模型的均衡狀態，但模型的模擬及衝擊反應函數仍從起始值開始。

附表 3. 均衡狀態或起始值之指令

```
initval;  
  y=0;  
  pi=0;  
  i=0;  
end;  
steady;
```

四、衝擊

指令 **shock;** 則是設定該模型之衝擊，每個衝擊之變異數以 **var** 來表

示。如前所述，新凱因斯模型中的衝擊為供給面衝擊 ε ，在此設定供給面衝擊為 0.001。

附表 4. 衝擊部分之指令

```
shocks;
  var eps=0.001;
end;
```

五、計算

一旦建構好前述序言、模型、均衡狀態及衝擊的指令後，便可以模擬模型。若是要模擬模型，必須輸入 **stoch_simul** 指令，並搭配其他指令使 Dynare 知道我們需要執行的分析為何（有關 **stoch_simul** 指令常見之選項可見附表 5），例如 Dynare 最後的產出計算結果，像是模型描述、特徵根、外生衝擊的共變異數矩陣等。若是設定多少期間的衝擊反應函數，則設 **stoch_simul(IRF=30)**，代表計算 30 期的衝擊反應函數。

附表 5. **stoch_simul** 指令常見之選項

| 選項 | 意義 | 指令預設值 |
|-------------------|--------------------------------------|----------|
| ar=INTEGER | AR 模型之階數 | 5 |
| hp_filter=INTEGER | 計算動差前 HP filter 之次數 | 無 filter |
| irf=INTEGER | 計算衝擊反應函數之期數 | 40 |
| nocorr | 不列出變異數矩陣 | 列出 |
| nofunctions | 不列出估計結果之係數 | 列出 |
| nomoments | 不列出內生變數之動差 | 列出 |
| noprint | 不列出所有結果，這項指令對於進行迴圈(loop)相當有用 | |
| order=1 或 2 | Taylor 近似值之階數，除非是使用線性模型，此情況下階數自動設為 1 | 2 |
| peroids=INTEGER | 設定進行模擬的期數 | 0 |