

行政院及所屬各機關出國報告

出國報告（出國類別：其他）

參加瑞士央行基金會舉辦之「進階貨幣經濟課題」

(Advanced Topics in Monetary Economics) 研習課程

出國報告

服務機關：中央銀行  
姓名職稱：鄭漢亮 副研究員  
派赴國家：瑞士  
出國期間：106年8月19日至  
106年9月3日  
報告日期：106年11月29日

## 目 錄

壹、前言 .....	1
貳、開放經濟體名目工資、匯率及失業之關聯 .....	1
一、外部衝擊下，固定匯率制度國家將出現失業上升等現象 .....	1
二、Ramsey 最適匯率政策.....	5
三、固定匯率制度對於外部衝擊之政策因應 .....	9
參、新凱因斯 DSGE 模型之意涵及其延伸應用 .....	10
一、價格僵固為貨幣政策有效性之重要假設 .....	10
二、外生衝擊對經濟體之影響及預測 .....	13
三、瑞士央行貨幣政策操作及 DSGE 模型之通膨預測分析.....	21
肆、新凱因斯小型開放經濟體 DSGE 模型之台灣資料應用 .....	22
一、模型設定.....	23
二、模型參數估計.....	26
三、衝擊反應函數及歷史分解 .....	27
伍、心得與建議.....	29
一、心得.....	29
二、建議.....	30
參考文獻.....	31

# 參加瑞士央行基金會舉辦之「進階貨幣經濟課題」(Advanced Topics in Monetary Economics) 研習課程出國報告

## 壹、前言

職奉派於民國106年8月21日至9月1日參加瑞士央行基金會舉辦之「進階貨幣經濟課題」(Advanced Topics in Monetary Economics) 研習課程。本次參加成員除職外，其餘來自亞美尼亞、澳洲、白俄羅斯、玻利維亞、巴西、加拿大、智利、捷克、芬蘭、德國、匈牙利、印尼、義大利、南韓、立陶宛、馬來西亞、墨西哥、荷蘭、巴基斯坦、波蘭、羅馬尼亞、俄羅斯、斯里蘭卡、泰國、烏干達及突尼斯等共27國。

本次研習課程為期2週，課程講師為美國哥倫比亞大學之Stephanie Schmitt-Grohe教授、美國西北大學之Lawrence J. Christiano教授，課程內容涵蓋開放總體經濟、新凱因斯(New Keynesian)動態一般均衡(Dynamic Stochastic General Equilibrium, DSGE)模型介紹與模型模擬及估計等；課程當中安排學員們實際操作Matlab及Dynare軟體，進行相關習作演練。另亦邀請瑞士央行的經濟學家介紹該行貨幣政策及DSGE模型之通膨預測分析，並進行經驗分享。

因本次課程主要與開放總體經濟、新凱因斯DSGE模型應用等有關，本文將依此進行分析。本文架構如下，除此前言外，第二部分簡介外部衝擊下，開放經濟體名目工資、匯率及失業等變化；第三部分探討新凱因斯DSGE模型之意涵及其延伸應用；第四部分為新凱因斯小型開放經濟體DSGE模型之台灣資料應用；第五部分則為心得與建議。

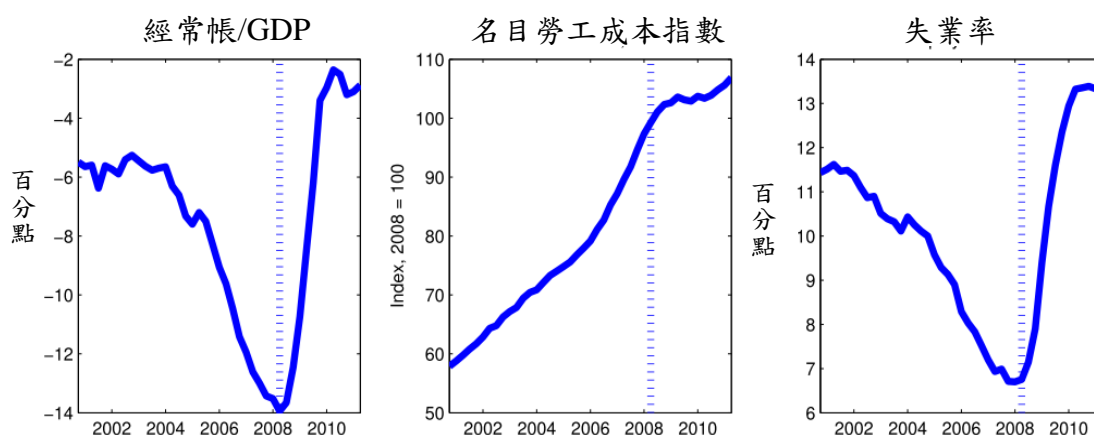
## 貳、開放經濟體名目工資、匯率及失業之關聯

### 一、外部衝擊下，固定匯率制度國家將出現失業上升等現象

1999年歐洲經濟整合度開始增加，吸引大量資本流入，歐洲周邊國家(例如保加利亞、賽普勒斯、愛沙尼亞、希臘、愛爾蘭、立陶宛、

拉脫維亞、葡萄牙、西班牙、斯洛維尼亞及斯洛伐克等) 利率持續下降，並於2000年~2008年期間，出現經常帳逆差擴大及名目工資上漲的景氣繁榮 (boom) 現象。2008年全球金融危機爆發，歐洲利率急速上升且總和需求萎縮，進入繁榮破滅 (bust) 階段。歐元區各國及部分採釘住歐元的國家，資本外流，經常帳逆差大幅改善，且失業率及名目勞工成本持續上揚 (見圖1)。

圖1 2000年~2011年歐洲周邊國家景氣繁榮至泡滅



資料來源：Uribe and Schmitt-Grohe (2017), *Open Economy Macroeconomics*, Princeton University Press

Uribe and Schmitt-Grohe (2017) 建立一個包含家計單位、貿易財、非貿易財以及勞動市場等部門之簡單開放經濟體模型，來闡述上述現象。

## (一) 模型基本設定

### 1. 家計部門

假設模型中存在家計單位，提供勞務給非貿易財部門，獲取工資，且其亦為非貿易財部門的擁有人，於每年年末收到利潤移轉支付。給定預算限制式下，家計單位消費由貿易財及非貿易財組合的商品，極大化效用，表示如下：

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(A(c_t^T, c_t^N)),$$

$$U(A_t) = \frac{A(c_t^T, c_t^N)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma}, \quad (1)$$

$$P_t^T c_t^T + P_t^N c_t^N + \varepsilon_t d_t = P_t^T y_t^T + W_t h_t + \varepsilon_t \frac{d_{t+1}}{1+r_t} + \Phi_t, \quad (2)$$

$$h_t \leq \bar{h}, \quad (3)$$

$$A(c_t^T, c_t^N) = [a(c_t^T)^{1-\frac{1}{\xi}} + (1-a)(c_t^N)^{1-\frac{1}{\xi}}]^{1/(1-1/\xi)}, \quad (4)$$

其中， $c_t^T$ 與 $c_t^N$ 分別為貿易財消費與非貿易財消費； $A(c_t^T, c_t^N)$ 為組合商品消費； $P_t^T$ 與 $P_t^N$ 則為貿易財價格與非貿易財價格； $\varepsilon_t$ 為1單位國外貨幣可換得本國貨幣之名目匯率； $d_{t+1}$ 為外幣計價債務； $r_t$ 為名目利率； $W_t h_t$ 為工資收入； $\bar{h}$ 為勞動供給時數上限， $h_t$ 為實際勞動供給， $h_t = \bar{h}$ 為充分就業， $h_t < \bar{h}$ 代表存在非自願性失業（involuntary unemployment）； $\Phi_t$ 代表非貿易財部門利潤移轉； $a$ 、 $\xi$ 、 $\sigma$ 及 $\beta$ 等為模型參數。

## 2. 貿易財與非貿易財部門

假設貿易財供給由國外廠商外生決定，且貿易財單一價格法則（Law of one price）成立。

$$P_t^T = \varepsilon_t P_t^*,$$

其中， $P_t^*$ 為國外貿易財價格。進一步標準化 $P_t^* = 1$ ，則 $P_t^T = \varepsilon_t$ 。

非貿易財廠商雇用勞工生產非貿易財，並極大化利潤，惟勞動市場雖然為完全競爭市場，但工資具向下僵固特性。

$$W_t \geq \gamma W_{t-1},$$

其中， $\gamma$ 代表工資僵固程度。

非貿易財廠商利潤極大化問題可表示為：

$$\max_{h_t} \Phi_t = P_t^N y_t^N - W_t h_t, \quad y_t^N = F(h_t) = h_t^\alpha,$$

其中， $y_t^N$ 為非貿易財產出； $F(h_t)$ 則是生產函數。

最適化條件為  $P_t^N F'(h_t) = W_t$ ，將等式左右兩邊同除  $P_t^T = \varepsilon_t$ ，可得非貿易財供給曲線：

$$p_t = \frac{W_t/\varepsilon_t}{F'(h_t)},$$

其中， $p_t \equiv P_t^N/P_t^T$  為非貿易財與貿易財相對價格。至於非貿易財需求曲線，則可由家計單位消費最適化條件及市場結清條件  $y_t^N = F(h_t) = c_t^N$  導出：

$$p_t = \frac{A_2(c_t^T, c_t^N)}{A_1(c_t^T, c_t^N)} = \frac{A_2(c_t^T, F(h_t))}{A_1(c_t^T, F(h_t))},$$

其中， $A_1(c_t^T, c_t^N)$  為貿易財消費邊際效用； $A_2(c_t^T, c_t^N)$  為非貿易財消費邊際效用。

值得注意的是，因效用函數為凹函數（concave function），給定其他條件不變下， $c_t^T$  消費減少， $p_t$  將下降。

### 3. 勞動市場

勞動市場結清條件要求：

$$(h_t - \bar{h})(W_t - \gamma W_{t-1}) = 0,$$

上式意味勞動市場若為充分就業，當期工資  $W_t$  將高於  $\gamma W_{t-1}$ ；反之，若勞動市場存在非自願性失業， $W_t$  將等於  $\gamma W_{t-1}$ 。

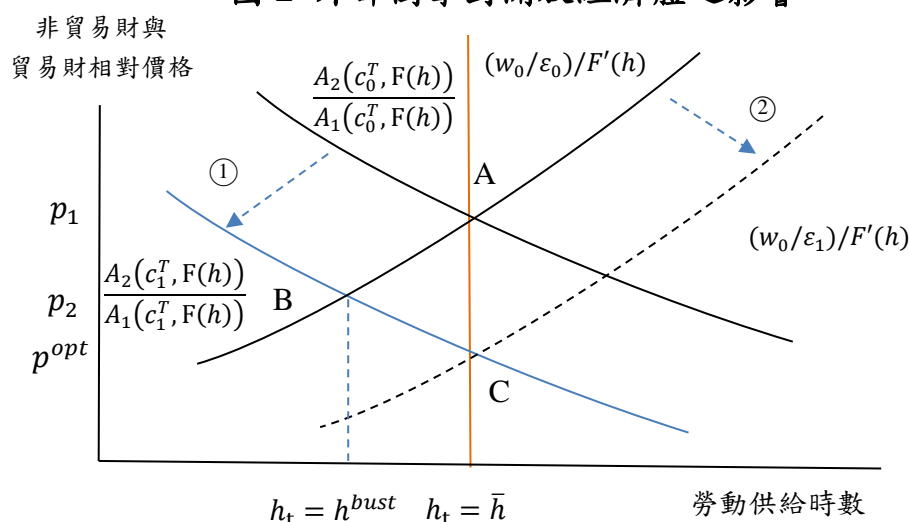
#### （二）不同匯率制度下，外部衝擊對開放經濟體之影響

Schmitt-Grohe認為全球金融危機引發歐洲國家景氣從繁榮至破滅，所出現的經常帳逆差改善、工資向下僵固及失業率上升等現象，主要是因危機引起的利率上升造成貿易財消費需求衰退，使非貿易財需求曲線左移。由於工資僵固，非貿易財供給曲線維持不變，勞動供給時數從充分就業水準  $\bar{h}$  降至  $h^{bust}$ （見圖2），非貿易財與貿易財相對價格自  $p_1$  微幅降至  $p_2$ ，均衡點則由A點移至B點。而非貿易財相對價格的下滑將激勵家計單位消費更多非貿易財，致減少貿易財進口，改

善經常帳逆差。

在浮動匯率下，央行可透過名目匯率貶值，降低非貿易財部門實質工資（由 $w_0/\varepsilon_0$ 降至 $w_0/\varepsilon_1$ ），進而增加非貿易財部門就業，減緩外部衝擊之不利影響，並使均衡點由 B 點再度恢復至充分就業水準的 C 點；但是歐元區各國及部分採釘住歐元的國家已喪失匯率政策工具，因而發生工資向下僵固、失業率上升及貿易帳逆差改善等現象。

圖 2 外部衝擊對開放經濟體之影響



資料來源：Uribe and Schmitt-Grohe (2017)

## 二、Ramsey 最適匯率政策

本節說明開放經濟體面對外部衝擊下之 Ramsey 最適匯率政策。

### (一) Ramsey 最適問題求解

最適匯率政策可透過 Ramsey 最適問題求解，Ramsey 最適問題係指社會規畫者（social planner）從所有可用資源中尋找一組，使家計單位終生效用極大的資源組合，此組合又稱為第一最佳解（first best social optimum）。

Ramsey 最適匯率政策問題，可表示為給定一階條件及資源限制式下，極大化代表性個人終生效用：

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(A(c_t^T, c_t^N)),$$

資源限制式及一階條件：

$$c_t^T + d_t = y_t^T + \frac{d_{t+1}}{1+r_t}, \quad (5)$$

$$\lambda_t = U'(A(c_t^T, F(h_t)))A_1(c_t^T, F(h_t)), \quad (6)$$

$$\frac{\lambda_t}{1+r_t} = \beta E_t \lambda_{t+1}, \quad (7)$$

$$p_t = \frac{A_2(c_t^T, F(h_t))}{A_1(c_t^T, F(h_t))}, \quad (8)$$

$$p_t = \frac{w_t}{F'(h_t)}, \quad (9)$$

$$w_t \geq \gamma \frac{w_{t-1}}{\epsilon_t}, \quad (10)$$

$$h_t \leq \bar{h}, \quad (11)$$

$$(h_t - \bar{h})(w_t - \gamma \frac{w_{t-1}}{\epsilon_t}) = 0, \quad (12)$$

其中， $\lambda_t$ 為拉氏（Lagrange）乘數； $w_t = W_t/\epsilon_t$ ； $\epsilon_t = \epsilon_t/\epsilon_{t-1}$ 為名目匯率毛變動率。

合併式(8)與(9)可得到：

$$\frac{A_2(c_t^T, F(\bar{h}))}{A_1(c_t^T, F(\bar{h}))} F'(\bar{h}) = w(c_t^T),$$

當外部衝擊引發貿易財消費需求衰退，為維持充分就業，工資 $w(c_t^T)$ 須下降，因 $\epsilon_t \geq \gamma w_{t-1}/w(c_t^T)$ ，隱含最適匯率政策為貶值，且貶值幅度與實質工資毛變動成反比，而與工資僵固程度成正比。

## （二）量化分析

Uribe and Schmitt-Grohe（2017）藉由前述模型模擬外部衝擊對阿根廷之影響。為簡化模型求解及方便分析，假設 $\sigma = 1/\xi$ ，詳細討論可見 Schmitt-Grohe and Uribe（2016）發表於 *Journal of Political Economy* 的文章。其餘模型校準（calibration）參數<sup>1</sup>設定如表 1。

<sup>1</sup> 由於有些參數難以估計，或者該參數數值在文獻上已有共識，會將其設為校準參數。



表 1 校準參數設定

參數	數值	說明
$\gamma$	0.99	名目工資向下僵固程度
$\sigma$	2	跨期替代彈性倒數
$y^T$	1	貿易財產出穩定狀態值
$\bar{h}$	1	勞動供給時數上限
$a$	0.26	貿易財消費占比
$\xi$	0.5	跨期替代彈性
$\alpha$	0.75	非貿易財部門勞動份額
$\beta$	0.9635	折現因子
$1+r$	1/0.9635	名目利率穩定狀態值

資料來源：Uribe and Schmitt-Grohe (2017)

Schmitt-Grohe 收集 1983 年 Q1~2001 年 Q3 阿根廷農林漁牧、礦業及土石開採、製造業等實質國內生產毛額總和做為貿易財產出  $y_t^T$  之代理變數， $r_t$  則以阿根廷新興市場債券指數 (Emerging Market Bond Index, EMBI) 利率與 90 天期美國國庫券 (Treasury Bill) 利率之和。進一步，估計  $\ln y_t^T$  及  $\ln \frac{1+r_t}{1+r}$  的 VAR(1) 過程，做為外部衝擊。

$$\begin{bmatrix} \ln y_t^T \\ \ln \frac{1+r_t}{1+r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.79 & -1.36 \\ -0.01 & 0.86 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln y_{t-1}^T \\ \ln \frac{1+r_{t-1}}{1+r} \end{bmatrix} + e_t,$$

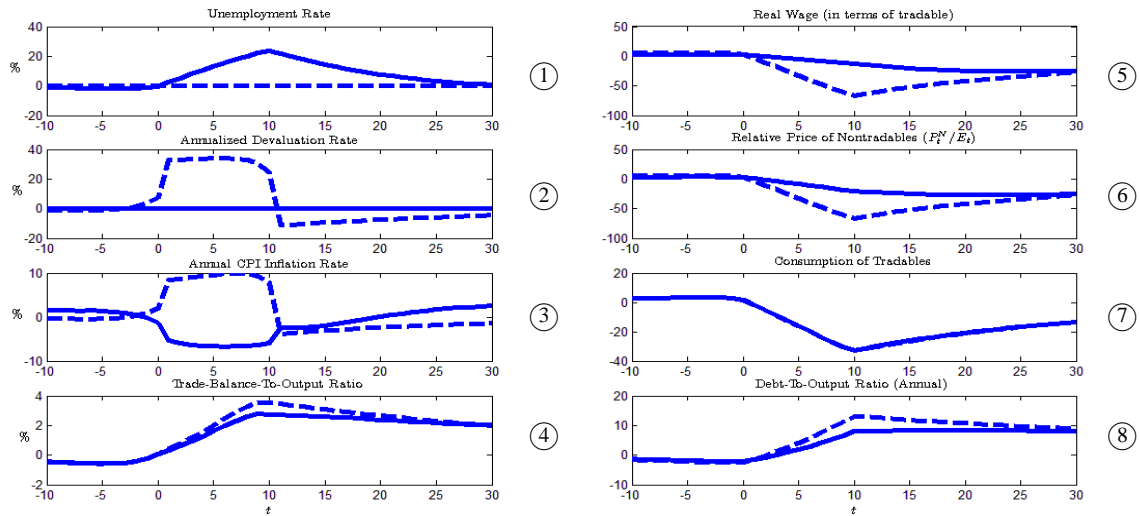
圖 3 為阿根廷面對外部衝擊，主要總體經濟變數之反應，其中實線及虛線分別代表固定匯率制度及最適匯率政策下之動態過程。

外部衝擊引發的貿易財產出下降及利率上升，將使家計單位減少貿易財消費 (圖 3-⑦)，改善貿易帳。在最適匯率政策下，匯率將貶值 (圖 3-②)，使非貿易財部門實質工資 ( $w/\varepsilon$ ) 下降 (圖 3-⑤)，維持充分就業；固定匯率制度下，實質工資僅微幅下滑，且失業率大幅上揚 (圖 3-①)。

非貿易財相對價格方面，固定匯率制度下，因工資僵固性，實質工資向下調整過程緩慢，非貿易財相對價格下跌有限 (圖 3-⑥)；相反地，最適匯率政策下，匯率貶值使實質工資大幅調降，非貿易財相

對價格迅速滑落。

圖 3 外部衝擊動態過程



資料來源：Uribe and Schmitt-Grohe (2017)

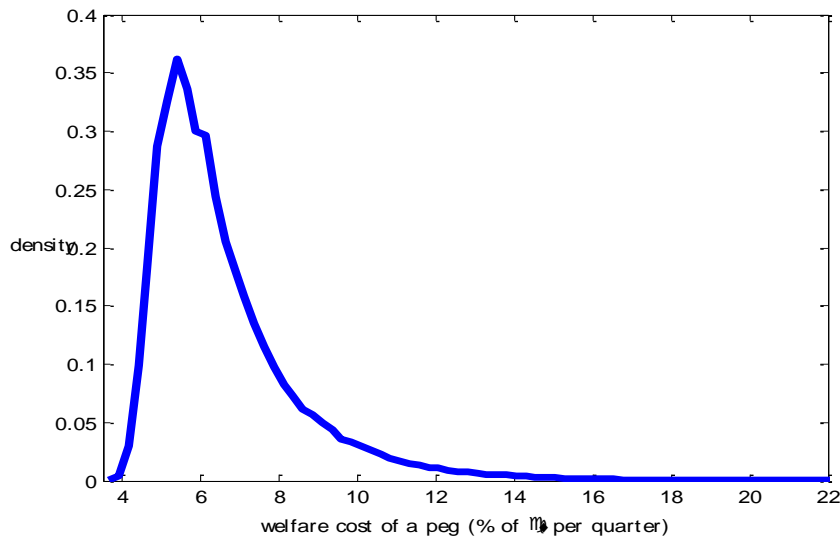
由於固定匯率制度下，央行無法調整匯率來降低非貿易財部門實質工資，維持充分就業水準，因而擴大外部衝擊影響，並弱化家計單位平滑消費之能力，造成社會福利損失。固定匯率制度下之福利損失，可透過每一期須補貼家計單位多少比率的消費，達到與最適匯率政策下相同的終生效用來衡量，數學式表示如下：

$$E_t \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s \frac{\left[ c_{t+s}^{PEG} \left( 1 + \frac{\Lambda(y_t^T, r_t, d_t, w_{t-1})}{100} \right) \right]^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} = v^{OPT}(y_t^T, r_t, d_t),$$

其中， $c_{t+s}^{PEG}$  為固定匯率制度下的消費； $v^{OPT}$  代表最適匯率政策下之效用價值函數（value function）； $\Lambda$  則是固定匯率制度下每期須補償家計單位消費之比率。

圖 4 社會福利損失分配顯示，固定匯率制度造成每期家計單位平均約損失 7.8% 的消費，且損失分配呈右偏，隱含固定匯率制度存在引發巨額效用損失之可能。

圖 4 固定匯率制度造成之社會福利損失



資料來源：Uribe and Schmitt-Grohe (2017)

### 三、固定匯率制度對於外部衝擊之政策因應

採固定匯率制度及具工資向下僵固特性的國家，在景氣繁榮階段，工資將大幅上升，但在外部衝擊造成繁榮破滅階段，工資無法下調將導致勞動市場失衡及失業率上升，傷害經濟成長。Schmitt-Grohe 建議可以下列方式解決。

1. 補貼非貿易財部門工資：政策當局在外部衝擊引發的繁榮破滅階段，可透過補貼非貿易財廠商 $s^h$ 比例的工資支出，以維持充分就業狀態，及降低不利因素之影響。一旦衝擊結束，則應立即取消補貼，避免影響勞動市場及充分就業目標之達成。
2. 補貼非貿易財部門銷售：對非貿易財銷售補貼可減緩外部衝擊造成的總合需求衰退。
3. 非貿易財消費補貼：非貿易財消費補貼可直接彌補總合需求之不足。
4. 資本管制之總體審慎政策：在固定匯率制度下，為防止資本流動造成的波動，在景氣繁榮階段，政策當局可對家計單位持有之淨國

外負債課徵比例稅；在繁榮破滅階段，則是應調降或補貼資本流入稅，讓國內部門有多餘資金減緩外部衝擊對就業之影響。

### 參、新凱因斯 DSGE 模型之意涵及其延伸應用

新凱因斯 DSGE 模型自 1990 年代發展以來，廣為應用於學術領域，亦漸為政策機構使用，特別是中央銀行。相較傳統凱因斯 IS 及 LM 模型任意設定的行為方程式，新凱因斯 DSGE 模型具有個體基礎 (micro-foundation) 及景氣循環學派架構，且透過價格僵固設定，可允許探討政策分析，已是當前總體經濟政策不可或缺工具。以下就 Christiano 建立的簡單新凱因斯 DSGE 模型特徵及其應用加以介紹。

#### 一、價格僵固為貨幣政策有效性之重要假設

##### (一) 模型基本設定

Christiano 簡單新凱因斯 DSGE 模型各部門設定，說明如下。

#### 1. 家計部門

家計部門提供廠商勞動，在獲得工資收入後，購買商品及債券等來極大化效用。

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\log C_t - \exp(\tau_t) \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi}),$$

$$s.t.: P_t C_t + B_{t+1} \leq W_t N_t + R_{t-1} B_t + T_t,$$

其中， $C_t$  為消費； $N_t$  為勞動供給時數； $W_t$  為名目工資； $P_t$  為物價水準； $B_t$  為債券； $R_{t-1}$  為名目利率； $T_t$  為年末移轉支付； $\tau_t$  為服從  $\tau_{t+1} = \lambda \tau_t + \varepsilon_{t+1}^\tau$  之勞動供給縮減衝擊， $\varepsilon_{t+1}^\tau$  為常態分配之隨機變數。

#### 2. 中間財廠商

中間財廠商使用勞動做為生產要素投入，並將異質化中間財  $Y_{i,t}$  銷售給最終財廠商。

$$Y_{i,t} = e^{a_t} N_{i,t} ,$$

其中， $a_t = \log(A_t)$  為技術進步，服從  $\Delta a_{t+1} = \rho_\alpha \Delta a_t + \varepsilon_{t+1}^a$  過程， $\varepsilon_{t+1}^a$  為常態分配之隨機變數。

中間財廠商具有壟斷性競爭定價能力且面臨 Calvo (1983) 式的價格僵固 (price rigidity)。Calvo (1983) 假設廠商在每一期有  $1-\omega$  機率可調整產品價格為  $P_t^*$ ， $\omega$  機率依前期價格  $P_{t-1}$  定價。

在廠商定價行為下，通膨調整滿足下列過程：

$$\hat{\pi}_t = \frac{(1-\beta\omega)(1-\omega)}{\omega} (1-\varphi)x_t + \beta E_t \hat{\pi}_{t+1} ,$$

其中， $\hat{\pi}_t$  為  $(\pi_t - \bar{\pi})/\bar{\pi}$ ， $\pi_t$  為毛通膨率且  $\bar{\pi} = 1$ ； $x_t = \log(Y_t) - \log(Y_t^*)$  為實際產出與價格彈性 (flexible) 調整下的產出之差距，其中  $Y_t^*$  又稱為自然產出 (natural output)，可進一步表示為：

$$y_t^* = a_t + \frac{\tau_t}{1+\varphi} ,$$

其中， $y_t^* = \log(Y_t^*)$ 。

### 3. 最終財廠商

最終財廠商向中間財廠商購買異質性商品後，以 Dixit and Stiglitz 生產函數組合成最終財。

$$Y_t = \left[ \int_0^1 Y_{i,t}^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} di \right]^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} ,$$

### 4. 泰勒法則 (Taylor rule) 之利率政策

中央銀行利率隨通膨與產出缺口改變而調整。

$$R_t/R = (R_{t-1}/R)^\alpha \exp[(1-\alpha)\phi_\pi(\hat{\pi}_t - \bar{\pi}) + \phi_x x_t] , \text{ 或}$$

$$r_t = \alpha r_{t-1} + (1-\alpha)\phi_\pi(\hat{\pi}_t - \bar{\pi}) + (1-\alpha)\phi_x x_t .$$

其中， $r_t = \log(R_t) - \log(R)$ 。

## 5. 市場結清條件

均衡時，模型解須滿足最適一階條件，以及商品與勞動市場結清條件 $Y_t = C_t$ 及 $N_t^D = N_t^S$ 。

## 6. 自然利率

自然利率（natural rate）為價格彈性調整下的利率水準，可表示如下：

$$R_t^* = \frac{1/C_t}{\beta E_t C_{t+1}} = \frac{1}{\beta E_t \exp(-\Delta a_{t+1} + \Delta \tau_{t+1}/(1+\varphi))},$$

左右取對數，

$$r_t^* = E_t \Delta a_{t+1} - E_t \left( \frac{\Delta \tau_{t+1}}{1+\varphi} \right),$$

其中， $r_t^* = \log(R_t^*) - \log(R^*)$ 。

## 7. 產出成長率

由產出缺口定義 $x_t = \log(Y_t) - \log(Y_t^*)$ ，可得產出成長率為：

$$\Delta y_t = \Delta x_t + \Delta a_t - \frac{\tau_t - \tau_{t-1}}{1+\varphi}.$$

其中， $y_t = \log(Y_t)$ 。

### （二）價格僵固假設下，短期貨幣政策將能影響產出

在價格彈性調整下，所有名目變數將隨物價調整，貨幣政策將出現古典二分法（Classical Dichotomy）或稱貨幣中性之現象，貨幣餘額增加只影響物價及名目工資等變數，但不會帶來勞動及產出等實質變數的改變，最終僅名目變數同比例增加。貨幣政策只是一層面紗，對於實體經濟完全沒有影響力。

新凱因斯 DSGE 模型將價格僵固納入模型之內，並假設央行採用泰勒利率法則。在家計單位避免跨期消費產生過大波動以及價格僵固性下，若央行降低利率，將使消費擴大，而受價格僵固影響，工資上

漲幅度將超過物價，惟廠商利潤仍提高（雖然工資上漲程度高於物價，若程度有限且消費需求大幅增加，仍可改善廠商利潤），雇用更多勞工，使產出擴大。價格僵固的假設下，短期貨幣政策將能影響產出，而透過反景氣循環（countercyclical）政策機制則可減緩景氣波動。

### （三）價格僵固將造成資源扭曲

由於存在價格僵固性，部分廠商無法依最適定價調整價格，導致資源扭曲，實際產出將小於最適產出。

$$Y_t = p_t^* Y_t^* = p_t^* e^{a_t} N_t,$$

其中， $p_t^* = (P_t^*/P_t)^\varepsilon < 1$ 。

若價格彈性調整， $p_t^* = 1$ ，資源扭曲現象消失，實際產出將等於自然產出。

### （四）通膨目標機制可能引發資產價格泡沫

歷史資料顯示股價初漲階段，通膨通常在很低的水準，若央行採通膨目標（inflation targeting）機制，須調降利率以推升物價水準，此將激勵股票價格及產出上升，引發泡沫，最明顯的例子如日本 1990 年代的資產泡沫。

新凱因斯 DSGE 模型中的理性預期及物價形成機制可提供前述現象一個合理解釋，該模型認為通膨主要受勞工邊際生產成本影響，當未來持續發生技術進步推動經濟成長，帶動勞動邊際生產成本下降，因人們具有理性預期行為，已預先知道經濟將成長的資訊，當期通膨將下滑。若此時央行採通膨目標機制，利率須下調，此將激勵產出及股價上升，引發泡沫。

## 二、外生衝擊對經濟體之影響及預測

新凱因斯 DSGE 模型透過貝氏估計模型參數後，可利用 Matlab

及 Dynare (詳參 Griffoli, T. M. (2013) 及 Dynare 4.16 Reference Manual)，進一步模擬外生衝擊對經濟體之影響以及預測總體變數走勢。

貝氏參數估計主要是經由假設 DSGE 模型參數之先驗機率分配 (prior distribution)，透過貝氏機率更新資料資訊，估計 DSGE 模型參數，過程具有下列優點<sup>2</sup>：

- (1) 完全反映資料特性，具高透明度。
- (2) 透過 Metropolis-Hastings 演算法，可避免最大概似法僅求得區域極大值，而非全域極大值之問題。
- (3) 待估參數的先驗機率分配設定有助認定參數及避免參數估計產生不合經濟理論之結果。
- (4) 根據估計結果可進一步比較不同模型配適度。

以下就 Metropolis-Hastings 演算法及簡單新凱因斯 DSGE 模型之參數估計等加以介紹。

### (一) Metropolis-Hastings 演算法

貝氏推論 (Bayesian Inference) 的後驗機率分配 (posterior distribution) 可表示為：

$$P(\theta|Y^{data}) = \frac{P(Y^{data}|\theta)P(\theta)}{P(data)} \propto P(Y^{data}|\theta)P(\theta), \quad (13)$$

其中， $\theta$  代表模型參數向量； $P(\theta)$  為  $\theta$  的先驗機率分配；而  $P(Y^{data}|\theta)$  為由狀態空間模型之狀態移轉方程式 (state-transition equation) 及衡量方程式 (measurement equation) 建構之最大概似函數。

最大概似函數建構方式說明如下：從 Christiano 簡單新凱因斯 DSGE 模型之通膨方程式、線性化對數跨期最適消費一階條件、利率

---

<sup>2</sup> 主要參考 Griffoli (2013)。



泰勒法則與自然利率，以及產出成長率、外生隨機過程等，可求解得到以下 7 條狀態移轉方程式：

$$S_t = AS_{t-1} + Be_t, \quad (14)$$

其中， $S_t = [r_t, x_t, r_t^*, \hat{\pi}_t, \Delta a_{t+1}, \tau_{t+1}, \Delta y_t]$ ， $A$ 、 $B$  為由  $\theta$  構成之參數矩陣。

至於衡量方程式，假設  $[\Delta y_t \ \pi_t]$  可被觀測，惟存在測量誤差。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \Delta y_t^0 \\ \pi_t^0 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta y_t \\ \hat{\pi}_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega_1 v_{1t} \\ \omega_2 v_{2t} \end{bmatrix}, \\ \Rightarrow Y_t^{data} &= CS_t + Dv_t \end{aligned} \quad (15)$$

$$v_t = \begin{bmatrix} v_{1t} \\ v_{2t} \end{bmatrix} \sim N(0, I_2),$$

$$Cov(v_t, e_s) = 0,$$

結合式(14)及式(15)透過卡爾曼濾波 (Kalman filter)，即可建構最大概似函數  $P(Y^{data}|\theta)$ 。

由於後驗機率分配  $P(\theta|Y^{data})$  及個別參數  $\theta_i$  邊際機率分配通常難以直接積分計算，Metropolis-Hastings 演算法提供模擬後驗機率分配之方式，其步驟如下。

### 步驟 (1) : 產生 $\theta$ 序列

$$\theta^{(r)} = \begin{cases} \theta^{(r-1)} \\ x = \theta^{(r-1)} + \kappa S \end{cases},$$

$S$  為常態分配隨機變數； $\kappa$  為一個常數，代表搜尋  $\theta$  落於後驗機率分配範圍之幅度。

### 步驟 (2) : 產生一個亂數 $u \sim U(0,1)$

從均勻分配(uniformly distribution)中抽取亂數  $u$ ，如果  $u \leq r_k$ ，則接受  $\theta^{(r)} = x$ ，否則  $\theta^{(r)} = \theta^{(r-1)}$ 。接受  $\theta^{(r)} = x$  之比率稱為接受率。

$$r_k = \min \left( 1, \frac{P(Y^{data}|x)P(x)}{P(Y^{data}|\theta^{(r-1)})P(\theta^{(r-1)})} \right),$$

**步驟 (3)** : 反覆步驟 (1) 與 (2)，捨棄前面 1,000 個  $\theta$  以避免起始值的干擾，剩餘  $\{\theta^i\}_{i=1000}^N$  形成的分配即為  $\theta$  後驗機率分配。

值得注意的是， $\kappa$  的大小決定收斂速度及接受率，最適值為使接受率約為 23.4%，參見 Roberts et al. (2015)。若接受率大於 23.4% 則可提高  $\kappa$  值。

## (二) 簡單新凱因斯 DSGE 模型貝式參數估計

本節以模擬資料介紹貝式估計。假設模型參數  $\beta = 0.97$  ;  $\phi_x = 0$  ;  $\phi_\pi = 1.5$  ;  $\alpha = 0$  ;  $\rho_\alpha = 0.2$  ;  $\lambda = 0.5$  ;  $\varphi = 1$  ;  $\omega = 0.75$ ，並依據式 (14) 的 AR(1) 方程式，抽取常態隨機變數，模擬 80 個  $S_t$  樣本點。為避免初始值的影響，捨棄前 50 個觀察值，以 30 個樣本期間進行估計。

在估計之前，先設定模型校準參數：泰勒法則之通膨及產出缺口反應係數分別為  $\phi_\pi = 1.5$  及  $\phi_x = 0.15$  ; 廠商價格僵固機率  $\omega = 0.75$  ; 勞動彈性倒數  $\varphi$  則為 1，剩餘參數  $\theta = [\sigma_a, \sigma_\tau, \rho_\alpha, \lambda]$  則以貝式估計。

進一步依據經濟理論假設  $\theta_i$  的先驗機率分配  $P(\theta_i)$ ，例如模型假設各變數為定態，外生衝擊變數的自我相關係數須小於 1，其先驗機率分配可設為介於 0~1 間之貝塔分配 (Beta distribution) ; 而外生衝擊的標準差因介於 0~ $\infty$ ，則可將其設為反伽瑪分配 (inverse Gamma distribution)。

Christiano 認為測量誤差的存在難以用經濟理論解釋，且模型應儘量貼近資料，因此假設測量誤差  $v_t = 0$ 。表 2 為參數先驗機率分配設定，分別設定  $\sigma_a$  與  $\sigma_\tau$  是平均數 ( $\mu$ ) 為 0.02，標準差 ( $\sigma$ ) 為 10 之反伽瑪分配 ;  $\rho_\alpha$  為平均數 0.9，標準差為 0.04 之貝塔分配 ;  $\lambda$  為平均數 0.5，標準差為 0.04 之貝塔分配。

表 2 先驗機率分配設定

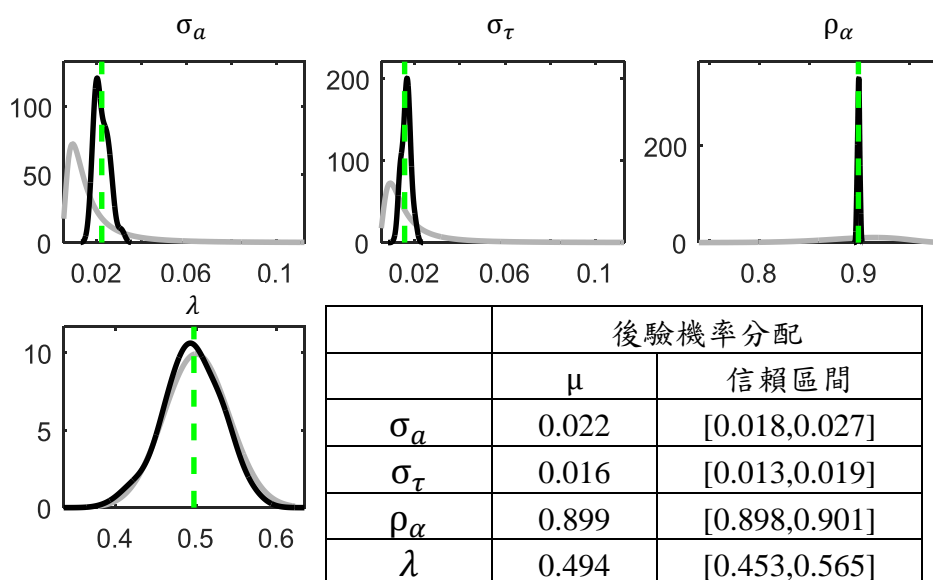
參數	說明	分配	$\mu$	$\sigma$
$\sigma_a$	技術成長衝擊標準差	inverse gamma	0.02	10
$\sigma_\tau$	勞動供給衝擊標準差	inverse gamma	0.02	10
$\rho_\alpha$	技術成長一階自我相關係數	Beta	0.9	0.04
$\lambda$	勞動供給衝擊一階自我相關係數	Beta	0.5	0.04

資料來源：Lawrence Christiano (2017) 授課講義

圖 5 為各參數先驗及後驗機率分配圖，灰色線代表先驗機率分配；黑色線為後驗機率分配；綠色線為出現次數最多的眾數 (mode)。由於先驗平均數設定得當， $\sigma_a$ 、 $\sigma_\tau$ 、 $\rho_\alpha$  及  $\lambda$  等後驗機率分配平均值分別為 0.022、0.016、0.899 及 0.494，與先驗機率分配設定接近。

若資料能提供有用資訊，後驗機率分配的峰態在最大概似函數分配為常態假設下，將被常態分配支配，而與先驗機率分配差異加大。圖 5 中， $\sigma_a$ 、 $\sigma_\tau$ 、 $\rho_\alpha$  等參數後驗機率分配峰態與先驗機率分配有明顯差別，代表最大概似函數主導後驗機率分配。

圖 5 貝式估計先驗機率分配及後驗機率分配

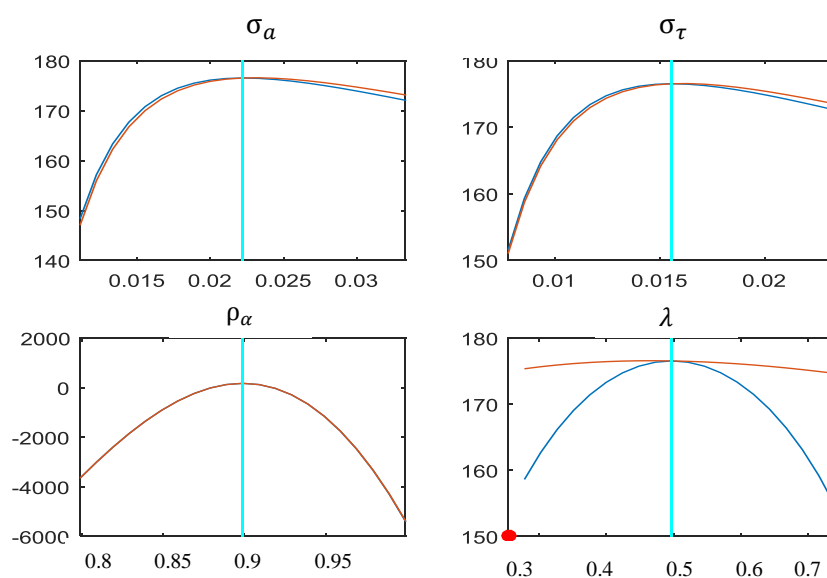


資料來源：Lawrence Christiano (2017) 授課講義重製

雖然貝式估計法有助搜尋全域極大值，但是後驗機率分配是否真實存在極大值，則可利用眾數檢驗確定。圖 6 青色垂直線代表眾數；

紅色線則為參數邊際最大概似函數；藍色線代表參數 $\theta_i$ 之邊際後驗核心（marginal posterior kernel）。各參數眾數均通過邊際後驗核心之高點，邊際後驗核心至少存在（局部）極大值。另邊際最大概似函數與邊際後驗核心差距約為參數先驗機率分配對估計提供的資訊量，差距越大，代表先驗機率分配提供的資訊越多，而邊際最大概似函數提供的資訊越少。由圖 6 可知， $\sigma_a$ 、 $\sigma_\tau$ 、 $\rho_\alpha$  等參數估計資訊主要由邊際最大概似函數提供，而 $\lambda$ 則是多來自先驗機率分配，與圖 5 分配峰態表現一致。

圖 6 眾數檢驗



資料來源：Lawrence Christiano (2017) 授課講義重製

### (三) 衝擊反應函數及歷史分解

在進行完貝式參數估計後，可藉由衝擊反應函數觀察給定某一外生衝擊下，總體變數如何隨時間改變，以及透過歷史分解解析外生衝擊及初始條件（initial value，即初始偏離穩定狀態的程度），如何影響總體變數變動<sup>3</sup>。

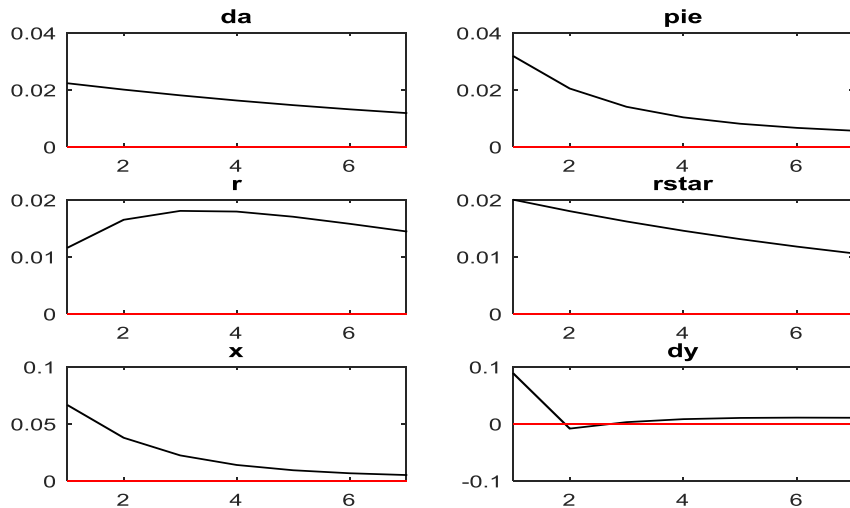
圖 7 顯示，技術進步成長（da）發生時，將提高產出成長率（dy），並擴大產出缺口（x），通膨（pie）隨之上升。由於家計單位預期財富將增加，大幅提高當期消費，為減緩當期消費意願，自然利率（

<sup>3</sup> DSGE 模型內生變數變動軌跡主要受到初始條件和隨後到來的外生衝擊影響。

rstar) 上升，以平滑家計單位終生消費；圖 8 顯示，當家計單位減少勞動供給 ( $\tau$  上升)，產出成長率將下滑，自然利率與通膨微幅上升

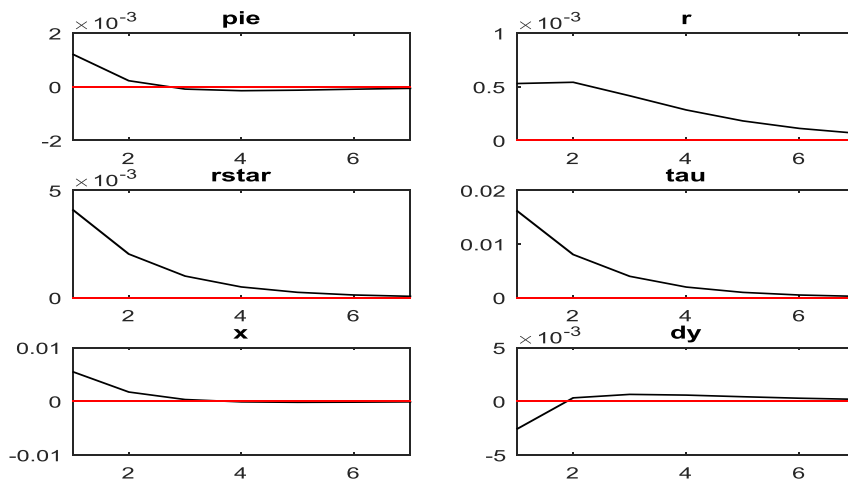
。

圖 7 各變數對技術進步成長衝擊之反應函數



資料來源：Lawrence Christiano (2017) 授課講義重製

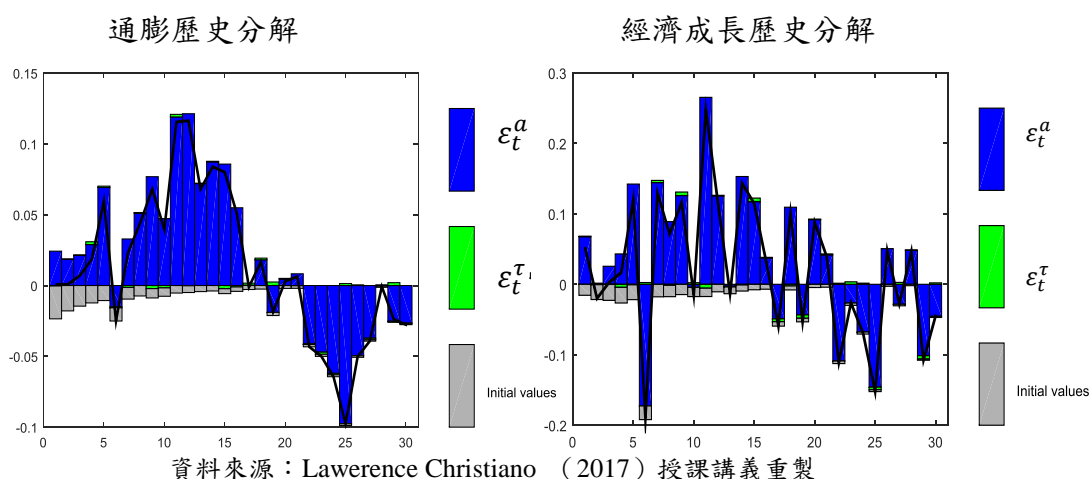
圖 8 各變數對勞動供給衝擊之反應函數



資料來源：Lawrence Christiano (2017) 授課講義重製

圖 9 通膨及經濟成長歷史分解顯示，在此簡單新凱因斯 DSGE 模型中通膨及經濟成長波動主要受到技術進步成長驅動；初始條件的影響隨時間增加而遞減；勞動供給衝擊影響則微乎其微。

圖 9 通膨及經濟成長歷史分解



#### (四) DSGE模型預測

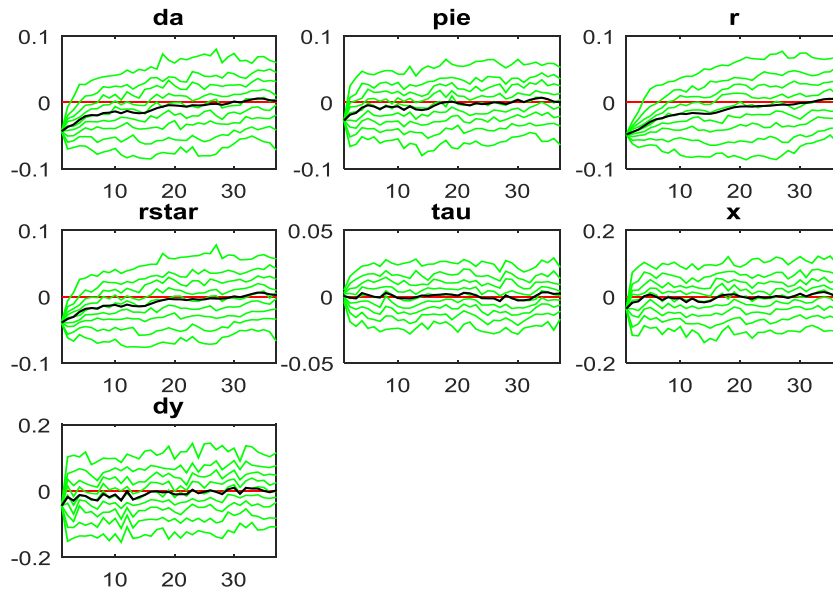
DSGE 模型預測係指給定外生變數及前期變數下，預測當期及未來總體變數之走勢。根據 DSGE 模型聯立方程解之式(14)，第  $t$  期對  $t+j$  期總體變數  $S_{t+j}$  的條件預測值為：

$$E_t S_{t+j} = A^j S_t。$$

由於  $S_t$  為定態序列， $A$  矩陣特性根絕對值皆小於 1，當預測期間  $j$  趨近無窮大， $A^j$  將等於零，隱含預測期間越長所含資訊將愈少，最佳預測值為零。圖 10 為 Christiano 簡單新凱因斯 DSGE 模型預測結果，其顯示隨著時間經過，各變數的預測值將回到零附近（黑色實線）。

Christiano 認為簡單新凱因斯 DSGE 模型中的產出成長主要受技術進步驅動，而模型求解出的動態方程式為描繪上期總體變數與當期總體變數之關係，與未來關聯性低，加以外生衝擊發生將立即影響家計單位行為，惟現實生活多存在遞延效果，以致模型較難捕捉實際產出走勢。Christiano 建議可加入後瞻性（backward looking）變數，使外生衝擊影響能平滑移至未來，強化模型預測能力。

圖 10 簡單新凱因斯 DSGE 模型預測

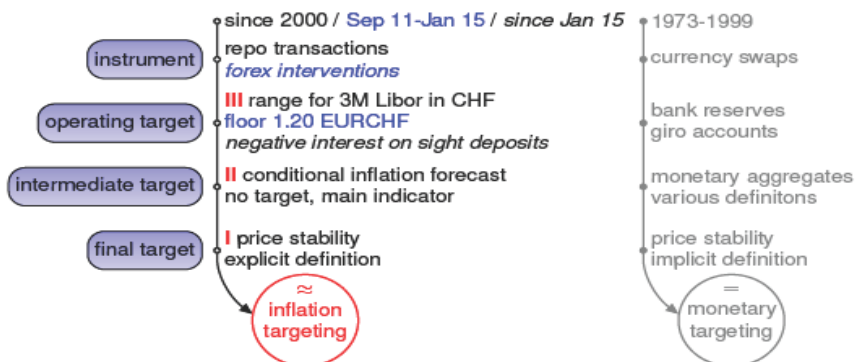


資料來源：Lawrence Christiano (2017) 授課講義重製

### 三、瑞士央行貨幣政策操作及 DSGE 模型之通膨預測分析

1973 年~1999 年瑞士央行貨幣政策採取貨幣目標機制 (monetary targeting, MT)，自 2000 年改為通膨目標機制 (inflation targeting, IT)，並宣示通膨率須低於 2%，惟不得小於 0% (見圖 11)。其主要貨幣操作工具是附買回交易 (repo transaction)，操作目標為 3 個月期倫敦同業拆款利率 (3M Libor)，而中間目標則是假設未來利率不變下所得之條件式 (conditional) 通膨預測。

圖 11 瑞士央行貨幣政策演變



資料來源：Cuche-Curti, Nicolas A. (2017)

瑞士央行除使用因子擴充向量自我迴歸 (factor-augmented vector

autoregressive, FAVAR) 模型及 DSGE 模型預測未來經濟成長及模擬不同情境對經濟成長之影響外，亦使用包括非結構性的整合移動平均自我迴歸 (autoregressive integrated moving average, ARIMA) 模型、半結構式的結構向量自我迴歸 (structural vector autoregressive monthly, SVARm) 模型、共整合向量自我迴歸 (co-integrated vector autoregressive, CVAR) 模型、結構式的大型結構計量模型 (large structural econometric model, LSEM)、新開放經濟模型 (new open economy model, NOEM) 及 DSGE 等 6 種模型預測通膨。瑞士央行每季公布之未來 12 季條件式通膨預測值，係上述 6 種模型通膨預測值之加權平均，加上專業判斷後而得。

瑞士央行之所以使用 DSGE 預測通膨及經濟成長，主要是因時間序列模型認定參數能力較差，DSGE 可得到更為精確的預測結果，惟 DSGE 仍有模型設定錯誤風險，故使用多種模型預測通膨。

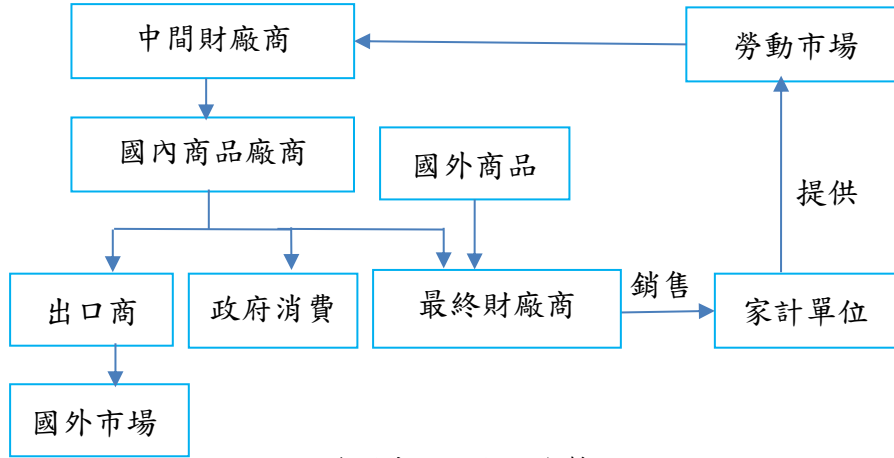
瑞士央行指出，DSGE 模型透過未拋補利率平價 (Uncovered Interest Rate Parity Rule) 管道，可使外部通膨因素直接經由匯率影響物價，模型對通膨預測能力較經濟成長高。

#### **肆、新凱因斯小型開放經濟體 DSGE 模型之台灣資料應用**

本節收集台灣資料，並利用 Christiano 建立之新凱因斯小型開放經濟體 DSGE 模型，進行貝氏估計及衝擊反應分析，模型架構如下圖所示。新凱因斯小型開放經濟體 DSGE 模型相關討論亦可參見 Copaciu et al. (2015)。



圖12 新凱因斯小型開放經濟體DSGE模型



資料來源：自行繪製

## 一、模型設定

### 1. 家計單位

家計單位消費由進口及國內商品組成的複合商品，及購買國外資產，並向中間財廠商提供勞務。家計單位之效用函數及預算限制式為：

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\log C_t - \exp(\tau_t) \frac{N^{1+\varphi}}{1+\varphi} + \mu_t h_t(\frac{S_t A_{t+1}^f}{P_t^C})) ,$$

$$s. t. : S_t A_t^f + P_t^C C_t + B_{t+1} \leq W_t N_t + R_{t-1} B_t + S_t R_{t-1}^f A_t^f + T_t ,$$

$$h_t \left( \frac{S_t A_{t+1}^f}{P_t^C} \right) = -\frac{1}{2} \gamma \left( \frac{S_t A_{t+1}^f}{P_t^C} - U_t \right) ,$$

$$C_t = \left[ (1 - \omega_c)^{\frac{1}{\eta_c}} (C_t^d)^{(\eta_c - 1)/\eta_c} + \omega_c^{\frac{1}{\eta_c}} (C_t^m)^{(\eta_c - 1)/\eta_c} \right]^{\eta_c / (\eta_c - 1)} ,$$

其中， $\tau_t$ 為勞動供給衝擊； $N_t$ 為勞動供給時數； $R_t^f$ 為國外資產報酬； $h_t(\cdot)$ 為購買國外資產產生之效用； $\mu_t = 1/A_t$ 用以消除資產成長趨勢， $A_t$ 為技術進步； $A_t^f$ 為國外資產； $S_t$ 為名目匯率； $R_t$ 為名目利率； $B_t$ 為國內債券； $P_t^C$ 為最終財價格； $W_t$ 為工資； $T_t$ 為移轉支付； $U_t$ 為資本外流衝擊； $C_t$ 為最終財消費，而 $C_t^d$ 為國內商品消費， $C_t^m$ 為進口商品消費， $\eta_c$ 則是國內及進口商品替代彈性。

## 2. 中間財廠商

中間財廠商將成品銷售給國內商品廠商，具有壟斷性競爭定價能力，且面臨 Calvo (1983) 式價格僵固，每一期廠商有  $1-\theta$  機率可將產品價格調整為  $P_t^*$ ， $\theta$  機率定價為  $P_{t-1}$ 。國內商品價格調整滿足下列過程：

$$P_t^* = \frac{K_t}{F_t},$$

$$F_t = \frac{Y_t}{C_t} + E_t \pi_{t+1}^{\varepsilon-1} \beta \theta F_{t+1},$$

$$K_t = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} (1-\nu) \exp(\tau_t) N_t^\varphi \times \frac{1}{A_t C_t} p_t^C + E_t \pi_{t+1}^\varepsilon \beta \theta K_{t+1},$$

其中， $p_t^C = P_t^C / P_t$ ； $P_t$  為國內商品價格； $K_t$ 、 $F_t$  為遞迴變數。

## 3. 國內商品廠商

國內商品廠商購買中間財生產國內商品，並將其銷售給最終財廠商、出口商及政府。國內商品市場結清條件為：

$$Y_t = A_t p_t^* N_t = C_t^d + X_t + G_t,$$

其中， $G_t = g_t Z_t$  為政府消費， $Z_t$  為政府消費成長趨勢； $X_t$  為出口。

## 4. 最終財廠商

最終財廠商購買國內商品及進口商品做為要素投入，極大化利潤。

$$\max_{C_t, C_t^d, C_t^m} P_t^C C_t - P_t C_t^d - P_t^m C_t^m,$$

其中， $P_t^m$  為進口商品價格。

## 5. 出口商及進口商

假設國外對本國出口商品需求由國外產出  $Y_t^f$  外生決定，如下式；進口商則是進口國外商品滿足家計單位消費需求。

$$X_t = \left( \frac{P_t^x}{P_t^f} \right)^{-\eta_f} Y_t^f,$$

其中， $P_t^f$ 為國外物價； $P_t^x$ 為出口商品價格。

在完全競爭市場假設下，出口商及進口商利潤為零，進口及出口商品價格滿足：

$$P_t^m = S_t P_t^f, \quad (16)$$

$$P_t = S_t P_t^x, \quad (17)$$

式(16)意味國外物價可透過匯率及商品價格變動轉嫁給進口價格，進而導致本國物價上漲。

由式(16)、式(17)及結合實質匯率定義 $q_t = S_t P_t^f / P_t^c$ ，可得實質匯率動態方程式，如下式：

$$\frac{q_t}{q_{t-1}} = S_t \frac{\pi_t^f}{\pi_t^c}, \quad (18)$$

其中， $s_t = S_t / S_{t-1}$ ； $\pi_t^c$ 為本國通膨； $\pi_t^f$ 為國外通膨。

## 6. 貨幣政策當局

貨幣政策當局執行泰勒法則之利率政策。

$$\log\left(\frac{R_t}{R}\right) = \rho_R \log\left(\frac{R_{t-1}}{R}\right) + (1 - \rho_R) \left[ r_\pi \log\left(\frac{\pi_t^c}{\pi_t^c}\right) + r_y \log\left(\frac{y_t}{y}\right) + r_s \log(\tilde{S}_t) \right] + e_{-R_t},$$

其中， $R$ 與 $y$ 為穩定狀態值； $\pi_t^c$ 為通膨目標； $\tilde{S}_t$ 為名目匯率除以均衡匯率。

## 7. GDP之計算

模型中 GDP 為國內總和需求，等於民間消費+政府消費+淨出口 (Net Export) 平減最終財物價 $P_t^c$ ，可表示如下：

$$\begin{aligned} \text{GDP}_t &\equiv \frac{\overbrace{P_t^c C_t}^{\text{名目民間消費}} + \overbrace{P_t g_t Z_t}^{\text{名目政府消費}} - \overbrace{S_t P_t^f C_t^m}^{\text{名目進口}} + \overbrace{X_t P_t}^{\text{名目出口}}}{P_t^c}, \\ &= A_t \left[ C_t + \frac{g_t Z_t P_t}{P_t^c} - \frac{S_t P_t^f C_t^m}{P_t^c} + \frac{X_t P_t}{P_t^c} \right] = A_t (\text{gdp}_t), \end{aligned}$$

其中， $c_t = C_t/A_t$ ； $z_t = Z_t/A_t$ ； $c_t^m = C_t^m/A_t$ ； $x_t = X_t/A_t$ 。

GDP成長率可定義為：

$$\log \text{GDP}_t - \log \text{GDP}_{t-1} = \Delta \log A_t + \log(\text{gdp}_t) - \log(\text{gdp}_{t-1}) ,$$

## 8. 外生變數隨機過程

Christiano 新凱因斯小型開放經濟體 DSGE 模型之外生變數包含資本外流衝擊、通膨目標、勞動供給衝擊、技術進步、政府消費、國外利率、國外產出以及國外通膨等，並假設渠等服從 AR(1)過程。

$$U_t = (1 - \rho_u)\bar{U} + \rho_u U_{t-1} + \sigma_u * e_{-U_t} ,$$

$$\bar{\pi}_t^c = (1 - \rho_{\bar{\pi}^c})\bar{\pi}^c + \rho_{\bar{\pi}^c}\bar{\pi}_{t-1}^c + 0.001 * e_{-\bar{\pi}_t^c} ,$$

$$\tau_t = (1 - \rho_\tau)\bar{\tau} + \rho_\tau \tau_{t-1} + \sigma_\tau * e_{-\tau_t} ,$$

$$\Delta \log A_t = (1 - \rho_A)\overline{\Delta \log A} + \rho_A \Delta \log A_{t-1} + \sigma_A * e_{-A_t}$$

$$\log(g_t) = (1 - \rho_g)\log(\bar{g}) + \rho_g \log(g_{t-1}) + \sigma_g * e_{-g_t} ,$$

$$R_t^f = (1 - \rho_{R^f})\bar{R}^f + \rho_{R^f} R_{t-1}^f + \sigma_{R^f} * e_{-R_t^f} ,$$

$$\log(Y_t^f) = (1 - \rho_{Y^f})\log(\bar{Y}^f) + \rho_{Y^f} \log(Y_{t-1}^f) + \sigma_{Y^f} * e_{-Y_t^f} ,$$

$$\pi_t^f = (1 - \rho_{\pi^f})\bar{\pi}^f + \rho_{\pi^f} \pi_{t-1}^f + \sigma_{\pi^f} * e_{-\pi_t^f} ,$$

## 二、模型參數估計

在使用貝式估計模型參數前，假設模型校準參數 $\theta = 0.75$ ； $\beta=0.9926$ ； $\eta_f=1.5$ ； $\eta_c = 3$ ； $\eta_f = 1.5$ ； $r_\pi=1$ ； $\varphi=1$ ； $r_S=0.02$ ； $r_y=0.05$ ； $\gamma=2$ ； $\varepsilon=6$ ； $\nu=1/6$ ； $\omega_c = 0.3$ ； $\rho_{\bar{\pi}^c} = 0.99$ ，主要估計參數為外生變數一階自我相關係數及其標準差。至於，估計所需資料，台灣實質 GDP、CPI 取自主計處，台幣兌美元匯率、隔夜拆款利率則自央行網站下載；美元兌歐元匯率、美國及歐元區實質 GDP 以及 CPI 來自

Christiano 網站。

表 3 為估計結果，政府消費一階自我相關係數達 0.9826，序列持續性及波動為所有外生變數中最大，此可能是因模型忽略投資部門，導致投資對其他變數的影響皆由政府消費捕捉所致。

表 3 先驗及後驗機率分配設定

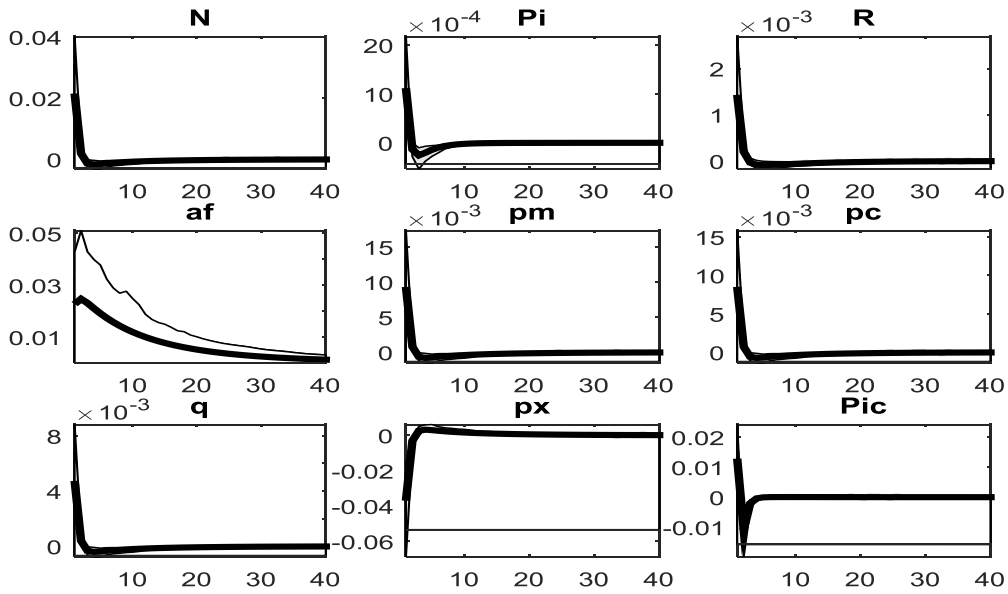
參數	先驗機率分配			後驗機率分配	
	分配假設	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	信賴區間
$\rho_u$	Beta	0.9	0.04	0.9009	[0.8393,0.9534]
$\rho_\tau$	Beta	0.9	0.04	0.8918	[0.8013,0.9729]
$\rho_A$	Beta	0.9	0.04	0.8082	[0.7425,0.8801]
$\rho_g$	Beta	0.9	0.04	0.9826	[0.9677,0.9967]
$\rho_{R^f}$	Beta	0.9	0.04	0.9302	[0.8921,0.9679]
$\rho_{Y^f}$	Beta	0.9	0.04	0.9259	[0.8800,0.9694]
$\rho_{\pi^f}$	Beta	0.9	0.04	0.8528	[0.7655,0.9342]
$\sigma_u$	inverse gamma	0.02	10	0.0393	[0.0168,0.0591]
$\sigma_\tau$	inverse gamma	0.02	10	0.3304	[0.2457,0.4052]
$\sigma_A$	inverse gamma	0.02	10	0.0115	[0.0062,0.0159]
$\sigma_g$	inverse gamma	0.02	10	0.1841	[0.1553,0.2144]
$\sigma_{R^f}$	inverse gamma	0.02	10	0.0027	[0.0024,0.0031]
$\sigma_{Y^f}$	inverse gamma	0.02	10	0.0066	[0.0054,0.0079]
$\sigma_{\pi^f}$	inverse gamma	0.02	10	0.0063	[0.0053,0.0074]

資料來源：作者自行計算

### 三、衝擊反應函數及歷史分解

由於資本外流衝擊對於小型開放經濟體有重要的影響，以下說明台灣主要總體變數對資本外流衝擊之反應。圖 13 顯示當家計單位大量購買國外資產 (af) 引發資本外流，起初實質匯率 (q) 貶值並帶動進口價格 (pm) 上揚，促使通膨 (Pic) 升溫；之後隨時間經過，漸漸回復至穩定狀態。

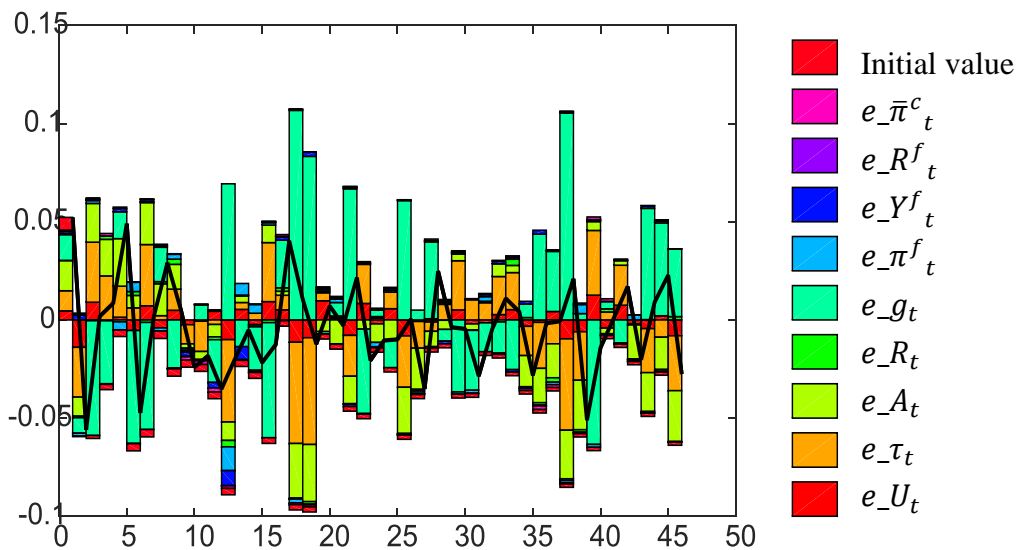
圖 13 主要總體變數對資本外流衝擊之反應



資料來源：作者自行計算

另圖 14 經濟成長歷史分解顯示，由於 Christiano 新凱因斯小型開放經濟體 DSGE 模型缺乏投資部門，台灣 GDP 成長波動主要是由政府消費衝擊( $e_{g_t}$ )驅動，而勞動供給衝擊( $e_{\tau_t}$ )及技術進步( $e_{A_t}$ )等次之。

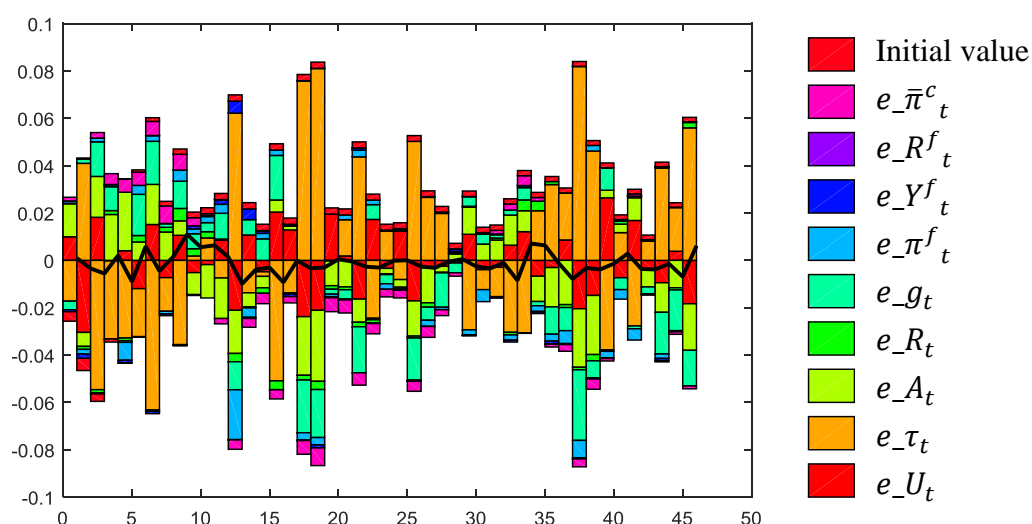
圖 14 GDP 成長 (QoQ) 歷史分解



資料來源：作者自行計算

圖 15 顯示台灣通膨波動主要是受勞動供給衝擊、技術進步、政府消費及資本外流衝擊等帶動，因此，穩定的資本流動及匯率將有助於穩定國內物價。

圖 15 通膨成長 (QoQ) 歷史分解



資料來源：作者自行計算

## 伍、心得與建議

### 一、心得

DSGE模型已成為許多先進國家（如瑞士、英國、美國等）貨幣政策分析的重要工具，開發中國家（如巴基斯坦、斯里蘭卡、烏干達等）亦相當重視DSGE的發展及建模。

本次「進階貨幣經濟課題」課程之講師均為國際著名經濟學家，參與本次研習課程，除了解小型開放經濟體的基本模型設定概念，亦學習新凱因斯DSGE模型的估計、模擬及預測等應用，同時藉此與其他學員進行經驗交流。

## 二、建議

首先，本次講師Schmitt-Grohe認為浮動匯率下，當外部衝擊發生，央行可透過名目匯率貶值降低非貿易財部門實質工資，進而提升非貿易財部門就業及降低非貿易財價格，以減緩衝擊之影響，其政策意涵值得本行貨幣政策操作之借鏡。

其次，本文使用台灣資料，並套用Christiano新凱因斯小型開放經濟體DSGE模型進行貝式估計、衝擊反應函數分析及歷史分解等，以了解不同外生衝擊對總體變數之影響。衝擊反應函數分析顯示資本外流發生之初，實質匯率將貶值並促使進口價格上漲，致通膨上升；歷史分解則顯示台灣通膨波動主要是受勞動供給衝擊、技術進步、政府消費及資本外流衝擊等帶動，因此穩定的資本流動及匯率將有助於安定國內物價。另因Christiano模型缺乏投資部門設定，GDP成長波動主要是由政府消費驅動，較不符合實際狀況，須有更完整的模型才能得知台灣GDP成長波動來源。

本行尚未有完整的新凱因斯小型開放經濟體DSGE模型，未來可嘗試建立，並將其延伸至預測通膨及GDP成長，或模擬特殊事件等。惟因DSGE模型需耗費大量人力與時間來建構，恐非一蹴可成，建議可鼓勵更多本行同仁到國外參與相關課程，並密切注意最新發展，將有助於未來建立適用台灣的DSGE模型。值得注意的是，根據瑞士央行經驗，DSGE模型對GDP成長預測能力並不算優良，雖然如此，其他預測模型也存在缺點，無法相互替代，建議未來本行運用DSGE模型進行預測時，應以多種模型預測值之加權平均及專家意見，做為最終結果。



## 參考文獻

- Calvo, G.A. (1983), “Staggered Prices in A Utility-Maximizing Framework,” *Journal of Monetary Economics*, 12 (3), 383–398.
- Copaciu, Mihai, Valeriu Nalban and Cristian Bulete (2015), “R.E.M. 2.0, An Estimated DSGE Model for Romania,” *Dynare Working Papers Series*.
- Cuche-Curti, Nicolas A. (2017), “Monetary Policy at the Swiss National Bank,” Studienzentrum Gerzensee, August 22.
- Dynare 4.16 Reference Manual*.
- Griffoli, T. M. (2013), *DYNARE User Guide*, CEPREMAP mimeo.
- Roberts, G. O., A. Gelman and W. R. Gilks (2015), “Weak Convergence and Optimal Scaling of Random Walk Metropolis Algorithms,” *The Annals of Applied Probability*, 7(1), 110-120.
- Schmitt-Grohe, Stephanie and Martin Uribe (2016), “Downward Nominal Wage Rigidity, Currency Pegs, and Involuntary Unemployment,” *Journal of Political Economy*, 124, 1466-1514.
- Uribe, Martin and Stephanie Schmitt-Grohe (2017), *Open Economy Macroeconomics*, Princeton University Press.