# 國立政治大學經濟學系
# 碩士學位論文

## 考慮帶有金融市場摩擦的新凱因斯動態隨機一般均衡模型於台灣：基於貝式理論分析

## The New Keynesian DSGE Models with Financial Frictions for Taiwan: Based on Bayesian Methods

國立政治大學
National Chengchi University

碩士學生：胡凱翔
指導教授：吳致謙博士

中華民國 109 年 7 月

DOI:10.6814/NCCU202001384

**致謝**

感謝我的指導教授吳致謙老師，從最開始的模型建立到參數估計，以及最後論文的成型，都陪著我一一完成。在這一年的準備過程中，所有的嘗試都是陌生的，很多時候我並不知道應該怎麼辦；而吳致謙老師好像都會在研究室，總是能給予我立即且明確的支援。另外，我也感謝政治大學經濟系的賴廷緯老師，以及中研院經濟所的張俊仁老師擔任我的口委，藉由他們給予的意見，讓我的論文得以臻至完備。

最後，感謝一路上幫助我、關心我的人們，這是一趟很有趣的冒險，感謝你們陪我一起完成它。

國立政治大學
National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

## 摘要

本文使用台灣資料，探討考慮金融摩擦的情況下，是否能增進新凱因斯動態隨機一般均衡模型 (New Keynesian dynamic stochastic general equilibrium model, DSGE) 對於台灣總體資料的配適度。具體來說，我選用抵押限制(Collateral Constraint) 捕捉金融摩擦；我使用台灣資料，重新對模型參數進行校對 (Calibration) 與貝氏估計 (Bayesian estimation)，並在文末比較是否考慮金融摩擦會提升無金融摩擦模型的解釋能力。最後我發現無金融摩擦的模型在相關性、自我相關性的資料配適能力均優於考慮金融摩擦的模型。因此考慮金融摩擦並無法有效增進新凱因斯動態隨機一般均衡模型對台灣資料的配適能力。


國立政治大學 National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

**Abstract**

This paper investigates whether the New Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium model(DSGE) will improve its fitness to Taiwan macroeconomic data in the case of considering financial friction. In particular, I consider the Collateral Constraint as the financial friction. I estimate model parameters by using Taiwan data with Calibration and Bayesian Estimation, and compare the fitness to moments of Taiwan data with and without the financial friction. I find that the frictionless DSGE model has a better fitness to Taiwan data in terms of correlation and autocorrelation. To conclude, considering the credit constraint cannot boost the fitness to Taiwan macroeconomic data for New Keysian DSGE model.

國立政治大學
National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

# 目錄

**致謝** **i**

**中文摘要** **ii**

**英文摘要** **iii**

**1 緒論** **1**

**2 模型** **2**
2.1 商品廠商 . . . . . 2
2.2 勞動廠商 . . . . . 5
2.3 家計單位 . . . . . 6
2.4 政府和貨幣機構 . . . . . 8
2.5 企業與銀行機構 . . . . . 8
2.6 市場結清條件 . . . . . 10

**3 對數線性化** **10**
3.1 NK 模型 . . . . . 11
3.2 CC 模型 . . . . . 12

**4 參數估計** **14**
4.1 校對 . . . . . 14
4.2 貝氏估計 . . . . . 15

**5 動差分析** **18**

**6 脈衝反應分析** **20**

**7 結論** **22**

**參考文獻** **23**

**附錄A 資料處理** **25**
A.1 原始資料 . . . . . 25
A.2 資料處理-校對 . . . . . 25
A.3 資料處理-貝氏估計 . . . . . 25

**附錄B 校對過程** **26**
B.1 NK 模型 . . . . . 26
B.2 CC 模型 . . . . . 27

國立政治大學 National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

# 表目錄

1 校對 . . . . . 14
2 先驗與後驗分配-NK 模型 . . . . . 16
3 先驗與後驗分配- CC 模型 . . . . . 17
4 資料動差 . . . . . 18
5 模擬動差- NK 模型 . . . . . 19
6 模擬動差-CC 模型 . . . . . 20
7 原始資料簡述 . . . . . 25

# 圖目錄

1 衝擊反應 . . . . . 21

國立政治大學
National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

# 1 緒論

近幾年來動態隨機一般均衡模型 (Dynamic Stochastic General Equilibrium, DSGE) 的技術越來越進步，因此逐漸成為各國央行使用的經濟預測工具 (陳旭昇與湯茹茵, 2012)。例如 Smets and Wouters (2007) 建立了一個具有價格與工資僵固性的新凱因斯動態隨機一般均衡模型 (New Keynesian (NK) dynamic stochastic general equilibrium model)，其預測效果不亞於 VAR 或 BVAR 的預測效果，因此歐洲央行就參考此 NK 模型發展為 New Area-Wide model(NAWM)。然而，由於 DSGE 模型並沒有明確預測到 2007 年引發的金融危機而招致了許多批評。早期的 DSGE 模型不夠注重金融市場所可能造成的影響，無法想像單一市場的負向衝擊竟會拓展到總體經濟的全面衰退 (參見 Christiano et al. 2018)。危機過後，DSGE 模型開始注重對金融市場的探討，試圖發展一套含有金融摩擦的 DSGE 模型。

主流上捕捉金融摩擦的方式有兩種：外部融資貼水 (External Finance Premium , EFP) 以及抵押限制 (Collateral Constraint , CC)。前者由 Bernanke and Gertler (1989) 建立，後者則是由 Kiyotaki and Moore (1997) 建立。EFP 主要說明貸款供給者在面對未知的企業經營狀況下，為了確保自己能夠收支平衡，會收取一個 ETF 去補償自己所負擔的風險。當經濟環境不樂觀，企業營運風險提高，ETF 增加，導致企業貸款所需付出的成本越高，而無法增加資本設備以供未來生產使用，產出因此下跌。

另外一種捕捉金融摩擦的方式為 CC，它說明貸款需求者的淨資本價值會侷限他所能申請貸款的最高上限。這意味著當經濟環境不樂觀時，企業家的資本淨價值下降，會使得企業家能借貸的額度下降，進而影響到企業家對資本設備與消費的需求，影響到當期與未來的產出。

基於較少文獻比較這兩種方式對總體資料的解釋能力，Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) 使用美國資料比較這兩種方式能否增進 DSGE 模型的解釋能力，誰的解釋能力又比較好。具體來說，他首先參考 Smets and Wouters (2003) 以及 Christiano et al. (2005) 具有物價與工資僵固的 DSGE 模型，作為他文章的基礎模型。接著他參考 Christiano et al. (2010)，加入 EFP 以及 CC 進行比較，結果發現無論是哪種方式相較於 NK 模型的對資料的解釋能力都沒有太大的改善。

在台灣，Teo (2009) 依據台灣經濟環境建構了一個小型開放的新凱因斯 DSGE 模型，探討台灣最佳的貨幣政策為何，以及影響台灣景氣波動的最大因素為何。接著，Hwang and Ho (2012) 以及張蓁昀 (2012) 引入 EFP 捕捉金融摩擦的效果，將新凱因斯 DSGE 模型擴充為一個考慮金融摩擦的新凱因斯 DSGE 模型。前者探討考慮不同程度的金融摩擦下，能夠最大化社會福利的最適貨幣政策為何；除此之外，他也發現金融摩擦對台灣的經濟有顯著的影響。後者則使用台灣資料，重新估計既有模型的台灣參數，並且分析各項衝擊對景氣循環的影響為何。

就我所知，包括 Hwang and Ho (2012) 和張蓁昀 (2012) 這兩篇文章，台



DOI:10.6814/NCCU202001384

灣文獻尚未探討考慮 CC 的 DSGE 模型對台灣經濟環境的配適效果為何。這是很可惜的事情，因為國際上使用 CC 的效果並不遜於使用 EFP。舉例來說，Iacoviello (2005) 建立了以房產作為抵押限制 (CC) 的 DSGE 模型，並發現這個模型產生的脈衝反應 (IRF) 足夠貼近時間序列的資料。Guerrieri and Iacoviello (2017) 一樣引入房產作為貸款的抵押限制 (CC)，不同的是他設計的貸款限制並不是綁定的 (non-binding collateral constraint)，藉此他發現這種設計相較於綁定的貸款限制的 DSGE 模型，以及無金融摩擦的 DSGE 模型更切和資料。另外，他也實證出資料所支持的命題：當經濟體系面臨擴張時，CC 並不是推動擴張最重要的因素；但是當經濟體系面對衰退時，CC 可以解釋大部分的景氣衰退原因。最後，Jermann and Quadrini (2012) 使用了引入 CC 的 DSGE 模型，實證出金融摩擦是推動景氣循環最重要的因素；並且他的模型能夠良好詮釋 2008、1990-1991 和 2001 的景氣循環資料。

基於 CC 的實證效果優良，同時台灣文獻尚未討論相關議題，本篇文章實證考慮抵押限制的新凱因斯 DSGE 模型 (CC 模型)；並探討其配適台灣資料的能力，是否優於新凱因斯 DSGE 模型 (NK 模型)。另外，基於張蓁昀 (2012) 在校對 (Calibration) 的部分直接引用了許多文獻值，在具體作法上，這篇文章會重新使用台灣資料校對模型參數。

最後我發現，NK 模型相較 CC 模型在相關性以及自我相關性的比較中，均有較好的資料配適能力。這也說明考慮 CC 因素並無法改善 DSGE 模型。而這個結論與 Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) 使用美國資料所進行的實證結果相同。

本文其餘章節如下。第 2 節說明我使用的模型，第 3 節說明線性化之後的模型，第 4 節說明我如何估計參數，第 5 節比較 NK 模型與 CC 模型的模擬動差相對於資料動差的表現，第 6 節分析不同衝擊下對經濟的不同層面造成的影響。

# 2 模型

這篇文章所探討的模型分為 NK 模型(新凱因斯動態隨機一般均衡模型)以及 CC 模型(考慮抵押限制的新凱因斯動態隨機一般均衡模型)，分別引用 Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) 所修改的 Smets and Wouters (2007) 模型，以及 Kiyotaki and Moore (1997) 模型，作為我們要探討的 NK 以及 CC 模型。為讀者理解方便，以下簡單敘述模型內容。

## 2.1 商品廠商

商品的製造過程可以分為中間財以及最終財，首先我們考慮最終財廠商的最適問題。最終財廠商 (Final goods producer) 面對完全競爭市場，他會購置中間財



DOI:10.6814/NCCU202001384

以合成最終財。他的最適問題如下:

$$\max_{y_t(i)} \; P_t y_t - \int_0^1 P_t(i) y_t(i) di \tag{1}$$

$$s.t \; y_t = \left( \int_0^1 y_t(i)^{\frac{1}{\phi_t}} di \right)^{\phi_t} \tag{2}$$

式 (1) 表示最終財廠商極大化他的利潤，其中 $P_t$ 為最終財的價格，$y_t$ 為最終財的數量，$P_t(i)$ 為第 $i$ 個中間財的價格，$y_t(i)$ 為第 $i$ 個中間財的數量。最終財廠商依據式 (2) 將中間財製造成最終財，其中 $\phi_t$ 是一外生變數，捕捉中間財之間的替代彈性，也是中間財的價格加成。由於最終財廠商面對完全競爭市場，因此他選擇購置多少中間財 $y_t(i)$ 去製造最終財。

於是我們對中間財廠商最適問題裡的 $P_t(i)$ 做偏微分，得出了最終財廠商的 FOC：

$$y_t(i) = \left( \frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{\frac{\phi_t}{1-\phi_t}} y_t \tag{3}$$

我們將此式帶入限制式 (2)，得到最終財的價格為:

$$P_t = \left( \int_0^1 P_t(i)^{\frac{1}{\phi_t - 1}} di \right)^{\phi_t - 1} \tag{4}$$

藉由上式，我們可以知道最終財價格與中間財價格的關係；換句話說，中間財價格如何組合而成最終財價格。

接著我們考慮中間財廠商 (Intermediate good producer) 的極大化問題如下：

$$\max_{P_t(i), n_{t+s}(i), k_{t+s-1}(i)} \; E_t \sum_{s=0}^{\infty} \theta^s \beta_{t+s}^{sd} \left[ P_{t+s}(i) y_{t+s}(i) - W_{t+s} n_{t+s}(i) - R_{t+s}^k k_{t+s-1}(i) \right] \tag{5}$$

$$s.t \; y_{t+s}(i) = \left( \frac{P_{t+s}(i)}{P_{t+s}} \right)^{\frac{\phi_{t+s}}{1-\phi_{t+s}}} y_{t+s} \tag{6}$$

$$y_{t+s}(i) = A_{t+s} k_{t+s-1}(i)^{\alpha} n_{t+s}(i)^{1-\alpha} \tag{7}$$

$$P_{t+s}(i) = P_t(i) (\prod_{l=1}^{s} \pi_{t+l-1}^{\zeta} \pi_*^{1-\zeta}) \tag{8}$$

在上述的最適問題中，$\beta_{t+s}^{sd}$ 為隨機的跨期消費折現 (Stochastic discount factor)，它的定義來自於家計單位的尤拉方程式 (Euler equation)。$A_t$ 為一外生的、自我回歸的變數，它捕捉技術水準的效果。另外，若 $s = 0$ 則 $\prod_{l=1}^{s} \pi_{t+l-1}^{\zeta} \pi_*^{1-\zeta} = 1$，其中，$\zeta$ 調整前期通貨膨脹率的比重。



DOI:10.6814/NCCU202001384

式 (6) 表示中間財廠商 $i$ 知道最終財廠商的最佳行為決策。式 (7) 表示中間財廠商選用勞動 $n_t(i)$ 以及資本 $k_{t-1}(i)$ 的來生產中間財，其中 $\alpha$ 是資本對產出的生產替代彈性。式 (8) 表示中間財價格有物價僵固的問題，亦即每一期都有 $\theta$ 的機率，中間財價格會沿用前一期的價格乘上一物價的調節因子 $\pi_{t-1}^{\zeta}\pi_{*}^{1-\zeta}$，作為中間財的當期價格。

式 (5) 表示中間財廠商極大化他第 $t+s$ 期的利潤，其中 $W_{t+s}$ 及 $R_{t+s}^{k}$ 分別為使用勞動及租借資本的邊際成本。然而，因為第 $t+s$ 期的中間財價格有 $\theta^s$ 的機率為第 $t$ 期的中間財價格乘上一物價調節因子，因此中間財廠商第 $t+s$ 期的利潤有 $\theta^s$ 的機率受到第 $t$ 期的決策影響。換句話說，中間財廠商在第 $t$ 期制定中間財價格時，是極大化跨期利潤的問題，而非只需極大化當期的例潤。

接下來，我們先分別對中間財廠商最適問題裡的 $n_t(i)$ 以及 $k_{t-1}(i)$ 做偏微分，得到兩個 FOC 的式子：

$$\Xi_{t+s}(i)(1-\alpha)y_{t+s}(i) = W_{t+s}n_{t+s}(i) \tag{9}$$

$$\Xi_{t+s}(i)(\alpha)y_{t+s}(i) = R_{t+s}^{k}k_{t+s-1}(i) \tag{10}$$

在這裡，拉格朗日乘數 (Lagrange multipliers) $\Xi_{t+s}(i)$ 其實就是中間財廠商的邊際成本 $MC_{t+s}(i)$，而且我們可以得到：

$$\begin{aligned} MC_{t+s}(i) &= \alpha^{-\alpha}(1-\alpha)^{\alpha-1}W_{t+s}^{1-\alpha}(R_{t+s}^{k})^{\alpha}A_{t+s}^{-1} \\ &= MC_{t+s} \end{aligned} \tag{11}$$

於是我們可以改寫中間財廠商的最適問題：

$$\max_{P_t(i)} \; E_t \sum_{s=0}^{\infty} \theta^s \beta_{t+s}^{sd} \left[P_{t+s}(i) - MC_{t+s}\right] y_{t+s}(i) \tag{12}$$

$$s.t \; y_{t+s}(i) = \left(\frac{P_{t+s}(i)}{P_{t+s}}\right)^{\frac{\phi_{t+s}}{1-\phi_{t+s}}} y_{t+s} \tag{13}$$

$$y_{t+s}(i) = A_{t+s}k_{t+s-1}(i)^{\alpha}n_{t+s}(i)^{1-\alpha} \tag{14}$$

$$P_{t+s}(i) = P_t(i)(\prod_{l=1}^{s} \pi_{t+l-1}^{\zeta}\pi_{*}^{1-\zeta}) \tag{15}$$

具體來說我們只改寫效用極大化的部分(也就是原來最適問題裡的式 (5))，限制式的部分均沿用原來最適問題裡的限制式。



DOI:10.6814/NCCU202001384

最後，我們對上述改寫之後的最適問題裡的 $P_t(i)$ 做偏微分，得到最後一個 FOC:

$$\sum_{s=0}^{\infty} \theta^s \beta_{t+s}^{sd} \frac{1}{\phi_{t+s}-1} \left[ P_t(i)(\prod_{l=1}^{s} \pi_{t+l-1}^{\zeta} \pi_*^{1-\zeta}) - \phi_{t+s} MC_{t+s} \right] y_{t+s}(i) = 0 \tag{16}$$

這個 FOC 說明廠商極大化利潤的原則下，制定中間財價格 $P_t(i)$ 的最適決策。並且搭配第 (4) 式，我求出最終財的價格：

$$P_t = [(1-\theta)P_t(i)^{\frac{1}{\phi_t-1}} + \theta(\pi_{t-1}^{\zeta}\pi_*^{1-\zeta}P_{t-1})^{\frac{1}{\phi_t-1}}]^{\phi_t-1} \tag{17}$$

第 (17) 式告訴我們第 $t$ 期的最終財價格會由當期的中間財價格以及第 $t-1$ 期的最終財價格組成；並且權重分別為 $1-\theta$ 以及 $\theta$。原因是我們透過第 (4) 式知道最終財價格由中間財價格組成；並且中間財價格要不可以重新制定，要不只能沿用前一期的中間財價格乘上一物價調節因子，而且分配這兩種可能性的機率分別為 $1-\theta$ 以及 $\theta$。

我們最後將式 (9) 與式 (10) 合併，得到:

$$\begin{aligned} k_{t+s-1}(i) = k_{t+s-1} &= \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{W_{t+s}}{R_{t+s}^k} n_{t+s}(i) \\ &= \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{W_{t+s}}{R_{t+s}^k} n_{t+s} \end{aligned} \tag{18}$$

此式說明中間財廠商最適的生產要素使用比例。

## 2.2 勞動廠商

勞動作為一中間財廠商需要的生產要素，可以分為最終勞動以及中間勞動。首先我們考慮最終勞動廠商 (Labour packer) 的最適問題。最終勞動廠商面對完全競爭市場，他會蒐集中間勞動以組合成最終勞動。最終勞動廠商的極大化問題為：

$$\max_{n_t(l)} \; W_t n_t - \int_0^1 W_t(l) n_t(l) dl \tag{19}$$

$$s.t \; n_t = \left[ \int_0^1 n_t(l)^{\frac{1}{\phi_{w,t}}} dl \right]^{\phi_{w,t}} \tag{20}$$

式 (19) 裡的 $W_t$ 為最終勞動的價格，$n_t$ 為最終勞動的數量，$W_t(l)$ 為第 $l$ 個中間勞動的價格，$n_t(l)$ 為第 $l$ 個中間勞動的數量。最終勞動廠商依據式 (20) 將中間勞動製造成最終勞動，其中 $\phi_{w,t}$ 是一外生變數，捕捉中間勞動之間的生產替代彈性，也是中間勞動的價格加成。由於最終勞動廠商面對完全競爭市場，因此他選擇購置多少中間勞動 $n_t(l)$ 去製造最終勞動。我們於是得到為中間勞動廠商的 FOC:

$$n_t(l) = \left( \frac{W_t(l)}{W_t} \right)^{\frac{\phi_{w,t}}{1-\phi_{w,t}}} n_t \tag{21}$$



DOI:10.6814/NCCU202001384

將此式帶入限制式 (20)，我們得到最終勞動的價格為:

$$W_t = \left[\int_0^1 W_t(l)^{\frac{1}{\phi_{w,t}-1}} dl\right]^{\phi_{w,t}-1} \tag{22}$$

這個式子告訴我們最終勞動價格如何透過中間勞動價格組成。

接著我們考慮中間勞動廠商 (Labour union) 的最適問題如下：

$$\max_{W_t(l)} \; E_t \sum_{s=0}^{\infty} \theta_w^s \beta_{t+s}^{sd} \left[W_{t+s}(l) - W_{t+s}^h\right] n_{t+s}(l) \tag{23}$$

$$s.t \; n_{t+s}(l) = (\frac{W_{t+s}(l)}{W_{t+s}})^{\frac{\phi_{w,t+s}}{1-\phi_{w,t+s}}} n_{t+s} \tag{24}$$

$$W_{t+s}(l) = W_t(l)(\prod_{d=1}^{s} \pi_{t+d-1}^{\zeta_w} \pi_*^{1-\zeta_w}) \tag{25}$$

其中，$W_t^h$ 是中間勞動廠商雇用家計單位勞力時所需要付出的成本。另外，若 $s=0$ 則 $\prod_{d=1}^{s} \pi_{t+d-1}^{\zeta_w} \pi_*^{1-\zeta_w} = 1$，其中，$\zeta_w$ 捕捉通貨膨脹率的權重。

式 (24) 表示中間勞動廠商 $l$ 知道最終勞動廠商的最佳行為決策，因此列入他的決策考慮中。式 (25) 表示中間勞動有工資僵固的問題：每一期的中間勞動價格都有 $\theta_w$ 的機率被迫沿用前一期的中間勞動價格乘上一物價的調節因子 $\pi_{t-1}^{\zeta_w} \pi_*^{1-\zeta_w}$，作為當期的中間勞動價格。

式 (23) 表示中間勞動廠商極大化第 $t+s$ 期的利潤。由於第 $t+s$ 期的中間勞動價格有 $\theta_w^s$ 的機率為第 $t$ 期的中間勞動價格乘上一物價調節因子，因此第 $t+s$ 期的利潤有 $\theta_w^s$ 的機率會受到第 $t$ 期影響。換句話說，中間勞動廠商制定第 $t$ 期的中間勞動價格時，是一極大化跨期利潤的決策，而非僅僅極大化當期利潤。

我們對上述極大化問題的 $W_t(l)$ 做偏微分，得到中間勞動廠商的 FOC 如下：

$$\sum_{s=0}^{\infty} \theta_w^s \beta_{t+s}^{sd} \frac{1}{\phi_{w,t+s}-1} \left[W_{t+s}(l) - \phi_{w,t+s} W_{t+s}^h\right] n_{t+s}(l) = 0 \tag{26}$$

結合 (22) 式，我得到了最終勞動的價格:

$$W_t = [(1-\theta_w) W_t(l)^{\frac{1}{\phi_{w,t}-1}} + \theta_w (\pi_{t-1}^{\zeta_w} \pi_*^{1-\zeta_w} W_{t-1})^{\frac{1}{\phi_{w,t}-1}}]^{\phi_{w,t}-1} \tag{27}$$

我們可以透過上式知道：最終勞動價格由當期中間勞動價格以及前一期的最終勞動價格組成，而且組合的權重分別為 $1-\theta_w$ 以及 $\theta_w$。

## 2.3 家計單位

代表家計單位 $h$ 極大化他的終身效用，他的效用函數如下:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\Gamma_t \frac{(c_t(h) - \xi c_{t-1})^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} - A_n \frac{n_t(h)^{1+\sigma_n}}{1+\sigma_n}\right] \tag{28}$$



DOI:10.6814/NCCU202001384

其中，$\beta$ 是消費的跨期折現；$\Gamma_t$ 是一外生的、自我回歸的變數，它捕捉家計單位對當期消費的偏好；$c_t(h)$ 代表家計單位 $h$ 的消費；$n_t(h)$ 為代表家計單位 $h$ 的勞動供給；$\sigma_c$ 和 $\sigma_n$ 分別為消費以及勞動的跨期替代彈性；$\xi$ 是外部消費習慣 (External habit formation)；$A_n$ 是家計單位勞動的負效用權重。

接著，代表家計單位 $h$ 的預算限制式如下:

$$P_t c_t(h) + \frac{B_t(h)}{R_t} + i_t(h) = W_t n_t(h) + R_t^k k_{t-1}(h) + Q_t[k_t(h) - (1-\delta)k_{t-1}(h)] - T_t(h) + B_{t-1}(h) \tag{29}$$

家計單位的可支用所得來源有：(1) 供給中間財廠商生產所需的勞動報酬、租借資本報酬 (2) 家計單位為了提供資本租借服務，他購置投資 $i_t(h)$ 以製造資本 $k_t(h)$，並用 $Q_t$ 的價格賣出賺取報酬 (3) 前一期儲蓄 $B_{t-1}(h)$ 所產生的利息報酬。

家計單位分配它的可支用所得到消費 $c_t(h)$、投資 $i_t(h)$ 以及當期的儲蓄 $B_t(h)$ 和一次總賦稅 (Lump-sum Tax) $T_t(h)$ 上。

另外，家計單位使用式 (30) 將他購買的投資 $i_t(h)$ 轉化為當期資本 $k_t(h)$：

$$k_t(h) = (1-\delta)k_{t-1}(h) + \psi_t(1 - S_t(\frac{i_t(h)}{i_{t-1}(h)}))i_t(h) \tag{30}$$

其中，$\delta$ 代表資本折舊率；$\psi_t$ 描繪了一外生的、自我回歸的資本轉換技術；$S_t(\frac{i_t}{i_{t-1}})$ 則是當廠商調整投資時所需付出的成本，並且 $S(1) = 0$, $S'(1) = 0$, $S''(1) > 0$。因此我們可以將上式理解為當期資本 $k_t(h)$ 等於尚未折舊的前一期資本 $(1-\delta)k_{t-1}(h)$，再加上當期使用投資 $i_t(h)$ 所製造的資本 $\psi_t(1 - S_t(\frac{i_t(h)}{i_{t-1}(h)}))i_t(h)$。

家計單位會挑選消費、勞動供給、儲蓄、投資、資本數量以最大化他的終生效用，以下列出他的 FOC (為方程式簡潔，以下方程式省略家計單位代表的代號 $h$)。我將 (29) 式的拉格朗日乘數 (Lagrange multipliers) 作為 $\lambda_t$，$q_t$ 則是資本 $k_t$ 的實質價格:

$$(\partial c_t(h)) \qquad \lambda_t = \Gamma_t(c_t(h) - \xi c_{t-1})^{-\sigma_c} \tag{31}$$

$$(\partial n_t(h)) \qquad \lambda_t W_t = A_n n_t^{\sigma_c} \tag{32}$$

$$(\partial B_t(h)) \qquad \lambda_t = \beta R_t E_t[\frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}}] \tag{33}$$

$$(\partial i_t(h)) \quad 1 = q_t\psi_t(1 - S(\frac{i_t}{i_{t-1}}) - S'(\frac{i_t}{i_{t-1}})) + \beta E_t[q_{t+1}\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\psi_{t+1}S_t'(\frac{i_{t+1}}{i_t})(\frac{i_{t+1}}{i_t})^2] \tag{34}$$



DOI:10.6814/NCCU202001384

$$(\partial k_t) \qquad q_t = \beta E_t \left[ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} (\frac{R^k_{t+1}}{P_{t+1}}) + q_{t+1} \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} (1-\delta) \right] \tag{35}$$

其中，式 (33) 捕捉家計單位效用的跨期影響，我們可以透過此式定義 $\beta^{sd}_t$ 為：

$$\beta^{sd}_t = E_0 \left[ \frac{\lambda_t}{\lambda_0} \right] \tag{36}$$

## 2.4 政府和貨幣機構

政府採用一次總賦稅 (Lump-sum Tax) $T_t = G_t$，其中 $G_t$ 是一外生的、自我回歸的變數，它捕捉政府支出。

而貨幣機構在制定貨幣政策時則使用泰勒法則 (Taylor rule)：[1]

$$R_t = \left( \frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\gamma_R} \left( (\frac{\pi_t}{\pi})^{\gamma_\pi} (\frac{y_t}{y})^{\gamma_y} \right)^{1-\gamma_R} e^R_t \tag{37}$$

其中 $e^R_t$ 捕捉利率的外生衝擊。

## 2.5 企業與銀行機構

這一部分是 CC 的部分，完整的 CC 模型除了這部分外，還會沿襲前面 2.1 至 2.4 NK 模型的部分總共五個部分。

首先 CC 模型多了企業家 (Entrepreneur) 的角色，企業家會極大化他的終身效用。他的終生效用函數如下:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t_E \frac{(c_{E,t}(\iota) - \xi c_{E,t-1})^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} \tag{38}$$

其中，$\beta_E$ 為企業家的跨期消費折現；$c_{E,t}(\iota)$ 為企業家 $\iota$ 的消費，$\xi$ 為外部的消費習慣；$\sigma_c$ 為跨期消費之間的替代彈性。

在 CC 模型裡，資本租借服務由企業家提供。企業家的可支用所得來源有：(1)租借資本以及賣出未折舊資本的報酬 (2)借貸。企業家分配他的可支用所得到消費需求、資本需求、借貸還款以及企業家與家計單位之間的移轉收入上。企業家的預算限制式如下:

$$\begin{aligned} P_t c_{E,t}(\iota) + & Q_t k_t(\iota) + R_{L,t-1} L_{t-1}(\iota) + P_t t_E \\ & = [R^k_t + Q_t(1-\delta)] k_{t-1}(\iota) + L_t(\iota) \end{aligned} \tag{39}$$

[1] Hwang and Ho (2012) 指出適合台灣的貨幣政策為貨幣成長率 (Money growth rule)，這個結論與 Teo (2009) 的結論一樣。然而由於這篇文章的目的為比較不同模型對於台灣總體資料的配適能力，而非嘗試建立一個適合台灣經濟環境的總體模型；又陳旭昇與吳聰敏 (2010)指出 1998-2008 期間以利率法則 (Interest rate rule) 較能描繪台灣的貨幣政策，因此使用利率法則並不會造成偏誤。於是貨幣政策的部分我們沿用原文而不多做修改。



DOI:10.6814/NCCU202001384

其中 $t_E$ 為一固定的、實質的、來自家計單位的企業移轉收入；$L_t$ 為貸款數量；$R_{L,t}$ 為貸款利息。

雖然企業家可以向銀行體系借貸以增加他的可支用所得，但是借貸的額度是有限制的：借貸的上限會受到他下一期持有的資本淨值侷限，也就是下列的不等式：

$$R_{L,t}L_t(\iota) \leq m_t E_t[Q_{t+1}(1-\delta)k_t(\iota)] \tag{40}$$

其中，$m_t$ 是外生的、自我回歸的變數，它捕捉企業的貸款價值比。根據 Kiyotaki and Moore (1997)，只要 $\beta_E$ 足夠低於 $\beta$，並且經濟體系幾乎接近 Steady-state，那麼企業家就會借貸到上限。

結合式 (39) 及 (40)，我們對式中的資本 $k_t$ 做偏微分，可以得到企業家的 Euler equation：

$$\begin{aligned}\lambda_{E,t}q_t = &-(1-\delta)\lambda_{E,t+1}m_t q_{t+1} \\ &+\lambda_{E,t+1}[r_{k,t+1}+(1-\delta)q_{t+1}] \\ &+\lambda_{E,t}m_t q_{t+1}\pi_{t+1}(1-\delta)R_{L,t}^{-1}\end{aligned} \tag{41}$$

接著，由於 CC 模型裡的企業家提供資本租借服務(而不是家計單位)，因此我們需要將原來 NK 模型裡家計單位預算限制式 (29)，改寫成下式：

$$P_t c_t(h) + P_t i_t(h) + \frac{B_t(h)}{R_t} = W_t n_t(h) + Q_t[k_t - (1-\delta)k_{t-1}] - T_t(h) + B_{t-1}(h) \tag{42}$$

我們將原本 NK 模型裡家計單位的資本租借報酬 $R_t^k k_{t-1}$ 去除掉。此時，家計單位購置投資的目的為生產資本以賣給企業家，賺取 $Q_t[k_t-(1-\delta)k_{t-1}]$ 的資本報酬，也讓企業家可以提供資本租借服務。相應的，我去除掉在 NK 模型裡的式 (35) 以因應 CC 模型。

接著，CC 模型多了銀行體系 (Banking sector) 的角色，我們可以將其區分為最終金融機構及中間金融機構。最終金融機構面對完全競爭市場，他以利息 $R_t(\iota)$ 蒐集中間金融機構的中間資金，並以 $R_{L,t}$ 的價格借貸給企業家。他的最適問題如下：

$$\max_{L_t(\iota)} R_{L,t}L_t - \int_0^1 R_{L,t}(\iota)L_t(\iota)d\iota \tag{43}$$

$$L_t = \left[\int_0^1 L_t(\iota)^{\frac{1}{\phi_{L,t}}}d\iota\right]^{\phi_{L,t}} \tag{44}$$

其中，$\phi_{L,t}$ 為一外生的、自我回歸的變數，它描繪不同儲蓄間的替代彈性。式 (44) 說明最終金融機構如何組合中間資金為最終資金。

我們可以得到這個最適問題的解如下：



DOI:10.6814/NCCU202001384

$$L_t(\iota) = \left[\frac{R_{L,t}(\iota)}{R_{L,t}}\right]^{\frac{\phi_{L,t}}{1-\phi_{L,t}}} L_t \tag{45}$$

接著我們考慮中間金融機構的問題。首先，中間金融機構知道最終金融機構的最適決策為何。他面對獨佔競爭市場，因此他可以制定中間資金的價格 $R_{L,t}$。他以 $R_t$ 的價格蒐集來自家計單位的儲蓄 $D_t(\iota)$，並且將這些儲蓄組合成中間資金 $L_t(\iota)$。他的最適問題如下：

$$\max_{R_t(\iota)} \; E_t \sum_{s=0}^{\infty} \beta_t^{sd} \left[R_t(\iota)L_t(\iota) - R_t D_t(\iota)\right] \tag{46}$$

$$s.t \; D_t(\iota) = L_t(\iota) \tag{47}$$

$$L_t(\iota) = \left[\frac{R_{L,t}(\iota)}{R_{L,t}}\right]^{\frac{\phi_{L,t}}{1-\phi_{L,t}}} L_t \tag{48}$$

其中，式 (46) 說明中間金融機構極大化他的利潤；式 (47) 表示中間金融機構將儲蓄轉換為中間資金的技術；式 (48) 表示中間金融機構會將最終金融機構的最適決策納入自己的考量。

我們可以得到上述最適問題的解如下:

$$R_{L,t} = \phi_{L,t} R_t \tag{49}$$

企業家租借資本給中間財廠商去生產中間財。並且為了能夠向家計單位購置資本以提供租借服務，企業家需要借貸。在 CC 模型裡，家計單位的儲蓄除了能夠應付下一期的消費外，還可以貸款給企業家去購置資本。

## 2.6 市場結清條件

模型的市場結清條件可以分為 NK 模型及 CC 模型。

NK 市場結清條件：

$$c_t + i_t + g_t = y_t \tag{50}$$

在 NK 模型裡，我求解 $\{c_t, i_t, y_t, \pi_t, k_t, r_t^k, w_t, n_t\}_{t=0}^{\infty}$。

CC 市場結清條件：

$$c_t + i_t + g_t + c_{E,t} = y_t \tag{51}$$

在 CC 模型裡，我求解 $\{c_t, i_t, y_t, \pi_t, k_t, r_t^k, w_t, n_t, R_{L,t}, L_t, c_{E,t}\}_{t=0}^{\infty}$

# 3 對數線性化

現在我將上面所得到的方程式都轉換為線性方程式，把變數轉換為波動的形式。舉例來說 $\hat{c}_t = \ln c_t - \ln c$，其中 $c_t$ 是上述方程式中所使用的消費，$\ln c$ 代表消費的長期趨勢值，將兩者扣除之後就得到消費波動：$\hat{c}_t$。



DOI:10.6814/NCCU202001384

## 3.1 NK 模型

首先，我列出 NK 模型的線性方程式：

家計單位的邊際效用：下式轉換第 (31) 式

$$\hat{\lambda}_t = \hat{\Gamma}_t - \frac{\sigma_c}{1-\xi}(\hat{c}_t - \xi\hat{c}_{t-1}) \tag{52}$$

家計單位的尤拉方程式：下式轉換第 (33) 式

$$\hat{\lambda}_t = E_t\hat{\lambda}_{t+1} + \hat{R}_t - E_t\hat{\pi}_{t+1} \tag{53}$$

資本累積方程式：下式轉換第 (30) 式

$$\hat{k}_t = (1-\delta)\hat{k}_{t-1} + \delta(\hat{i}_t + \hat{\Psi}_t) \tag{54}$$

投資需求：下式轉換第 (34) 式

$$\hat{i}_t = \frac{\beta}{1+\beta}E_t\hat{i}_{t+1} + \frac{1}{1+\beta}\hat{i}_{t-1} + \frac{1}{\kappa(1+\beta)}(\hat{q}_t + \hat{\Psi}_t) \tag{55}$$

資本供給：下式轉換第 (35) 式

$$\hat{q}_t = E_t\hat{\lambda}_{t+1} - \hat{\lambda}_t + \beta\hat{r}^k r^k_{t+1} + \beta(1-\delta)\hat{q}_{t+1} \tag{56}$$

勞動供給：下式先合併式 (26)、(27)、(32)，再做線性轉換

$$\begin{aligned} w_t =& \frac{(1-\beta\theta_w)(1-\theta_w)}{\theta_w(1+\sigma_n\frac{\phi_w}{\phi_w-1})(1+\beta)}(\sigma_n\hat{n}_t - \hat{\lambda}_t - \hat{w}_t + \hat{\phi}_{w,t}) \\ &+ \frac{\beta}{1+\beta}(E_t\hat{w}_{t+1} + E_t\hat{\pi}_{t+1}) - \frac{1+\beta\zeta_w}{1+\beta}\hat{\pi}_t \\ &+ \frac{1}{1+\beta}(\hat{w}_{t-1} + \zeta_w\hat{\pi}_{t-1}) \end{aligned} \tag{57}$$

總和供給線：下式先合併式 (11)、(16)、(17)，再做線性轉換

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_t =& \frac{(1-\beta\theta)(1-\theta)}{\beta(1+\beta\zeta)}(\alpha\hat{r}^k_t + (1-\alpha)\hat{w}_t - A_t + \phi_t) \\ &+ \frac{\beta}{1+\beta\zeta}E_t\hat{\pi}_{t+1} + \frac{\zeta}{1+\beta\zeta}\hat{\pi}_{t-1} \end{aligned} \tag{58}$$

商品生產方程式：下式線性轉換式 (14)

$$\hat{y}_t = \hat{A}_t + \alpha\hat{k}_{t-1} + (1+\alpha)\hat{n}_t \tag{59}$$

最適生產要素使用比例：下式線性轉換式 (18)

$$\hat{r}^k_t = \hat{w}_t + \hat{n}_t - \hat{r}^k_t \tag{60}$$



DOI:10.6814/NCCU202001384

總預算限制式：下式線性轉換式 (50)

$$\hat{y}_t = \frac{c}{y}\hat{c}_t + \frac{i}{y}\hat{i}_t + \frac{g}{y}\hat{g}_t \tag{61}$$

泰勒方程式：下式線性轉換式 (37)

$$\hat{R}_t = \gamma^r \hat{R}_{t-1} + (1-\gamma^r)(\gamma^\pi \hat{\pi}_t + \gamma^y \hat{y}_t) + \hat{e}_t^R \tag{62}$$

在 NK 模型中，$\hat{A}_t$、$\hat{\Gamma}_t$、$\hat{\Psi}_t$、$\hat{\phi}_t$、$\hat{\phi}_{w,t}$、$\hat{g}_t$ 為自回歸的變數。

## 3.2 CC 模型

CC 模型除了 56 式以及式 61 外，沿用所有 NK 模型的方程式，再加上下列的方程式。

企業家的邊際效用：下式線性轉換式 (38)

$$\hat{\lambda}_{E,t} = -\frac{\sigma_c}{1-\xi}(\hat{c}_{E,t} - \xi \hat{c}_{E,t-1}) \tag{63}$$

企業家的尤拉方程式：下列線性轉換式 (41)

$$\begin{aligned}\hat{\lambda}_{E,t} = &- \hat{q}_t + \beta_E r_k E_t[\hat{\lambda}_{E,t+1} + \hat{q}_{t+1}] \\ &+ \frac{\pi}{R_L} m(1-\delta) E_t[\hat{\lambda}_{E,t} + \hat{\pi}_{t+1} - \hat{R}_{L,t} + \hat{m}_t + \hat{q}_{t+1}] \\ &- \beta_E m(1-\delta) E_t(\hat{\lambda}_{E,t+1} + \hat{m}_t + \hat{q}_{t+1})\end{aligned} \tag{64}$$

企業家的預算限制式：下列線性轉換式 (51)

$$\begin{aligned}\frac{c_E}{y}\hat{c} = &\, r_k \frac{k}{y}(\hat{r}_{k,t} + \hat{k}_{t-1}) + \frac{k}{y}(1-\delta)(\hat{q}_t + \hat{k}_{t-1}) \\ &+ \frac{l}{y}\hat{l}_t - \frac{k}{y}(\hat{q}_t + \hat{k}_t) \\ &- \frac{R_l}{\pi}\frac{l}{y}(\hat{R}_{L,t-1} + \hat{l}_{t-1} - \hat{\pi}_t)\end{aligned} \tag{65}$$

企業家的貸款需求：下列線性轉換式 (40)

$$\hat{R}_{L,t} = \hat{m}_t + \hat{q}_{t+1} + E_t \hat{\pi}_{t+1} + k_t - l_t \tag{66}$$

貸款供給：下列線性轉換式 (49)

$$\hat{R}_{L,t} = \hat{\phi}_{L,t} + \hat{R}_t \tag{67}$$

總和預算限制式：下列線性轉換式 (51)

$$\frac{c}{y}\hat{c}_t + \frac{i}{y}\hat{i}_t + \frac{g}{y}\hat{g}_t + \frac{c_E}{y}\hat{c}_{E,t} = \hat{y}_t \tag{68}$$



DOI:10.6814/NCCU202001384

在 CC 模型中，$\hat{\phi}_{L,t}$ 以及 $\hat{m}_t$ 為自回歸的變數。

自回歸變數除了會受到前一期的影響外，還會受到一服從常態分佈的外生衝擊影響。舉例來說，如果 $\hat{X}_t$ 是模型裡的自回歸變數，那麼 $\hat{X}_t$ 可以寫成下列形式：

$$\hat{X}_t = (1 - \rho_X)\hat{X}_{t-1} + \hat{e}_t^X$$

其中 $\hat{e}_t^X \sim N(0, \sigma_X)$。

國立政治大學
National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

表 1: 校對

| 涵意 | 值 | 來源備註 |
|---|---|---|
| NK 模型 | | |
| $\phi$ 中間財的價格加成 | 1.1 | 參考Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) |
| $\phi_w$ 中間勞動的價格加成 | 1.2 | 參考Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) |
| $\beta$ 家計單位的效用折現 | 0.9940 | 隔夜拆款利率、通貨膨脹率 |
| $\alpha$ 資本對生產的彈性 | 0.4599 | 勞動報酬對產出份額 |
| $\delta$ 資本折舊率 | 0.0045 | 投資對產出的份額 |
| CC 模型 | | |
| $\phi_L$ 公司債利差 | 1.0001 | 五年期公司債利率 |
| $m$ 貸款價值比(loan-to -value) | 0.5054 | |
| $\beta_E$ 企業家效用折現 | 0.9917 | |
| $t_E$ 企業家移轉收入 | 0.098 | 參考Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) |

# 4 參數估計

為了模擬台灣的真實經濟環境，在這裡我首先使用校對 (Calibration) 的方式挑選參數；如果有無法校對的參數，就待到貝氏估計 (Bayesian estimation) 的時候再估計。在資料上我參考 Smets and Wouters (2007)、Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013)，選用台灣 1990Q1-2019Q4 近 30 年的資料，當中包括消費、投資、工資、勞動、通貨膨脹率、利率、產出去估計 NK 模型的部分；以及額外選用公司債利率以及公司債兩筆資料去估計 CC 模型的部分。詳細的資料處理過程置於附錄 A.3。

## 4.1 校對

我按照表 1 校對模型參數，資料的詳細處理過程請見 A.2。首先，在 NK 模型的部分，我參考 Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013)、Teo (2009) 設定中間財的價格加成為 1.1，以及中間勞動的價格加成為 1.2。我使用隔夜拆款利率及通貨膨脹率得到家計單位的效用折現為 0.9940；Teo (2009) 則是得到 0.998。我使用勞動報酬對產出份額求出資本對生產的彈性為 0.4599；Teo (2009) 則得到 0.3。我使用投資對產出份額求出資本折舊率為 0.0045；Teo (2009) 則依據文獻設定為 0.025。

在 CC 模型的部分，我參考 Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) 沿用 NK 模型裡校對完成的參數。我設定企業家消費對產出的比重為 5%[2]，藉此設定我求出企業家的效用折現為 0.098、貸款價值比為 0.5054。最後我使用五年期公司債

[2]原文釘住企業家消費 0.5% 作為校對的目標，但台灣的資料在此目標下無法滿足 Blanchard-Kahn condition，因此我改為釘住企業家消費為 5% 去做校對。未來有機會的話能夠針對這個問題再作探討。



DOI:10.6814/NCCU202001384

利率與隔夜拆款利率求出公司債利差為 1.0001。

相較於美國資料校對的結果，美國企業家的效用折現為 0.9917，台灣的結果低很多。值得注意的是，根據 Kiyotaki and Moore (1997) 區分 CC 模型中家計單位與企業家的方式為：企業家更傾向在當期消費，也就是說企業家的效用折現要低於家計單位，而我校對模擬的結果確實符合這個假設。

## 4.2 貝氏估計

接著，我使用貝氏估計法求出無法校對 (Calibation) 的參數。經由貝氏估計，我可以具體理解資料如何調整我對模型參數的先驗預期。首先，我參考 Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) 設定先驗分配、先驗平均值及後驗標準差去進行最大概似估計，接著我使用馬可夫鏈蒙地卡羅 (Markov chain Monte Carlo，MCMC) 抽取 50,000 次，並捨棄前 25,000 筆結果，使用後 25,000 筆結果。

我將估計的參數、估計所設定的先驗分配與平均值、後驗標準差，以及估計之後的結果列成表格。NK 模型的先驗與後驗分配請參見表 2，CC 模型的先驗與後驗分配請參見表 3。其中，beta 為貝塔分配，norm 為常態分配，gamma 為伽瑪分配，invg 為逆伽瑪分配。

首先，在消費習慣 ($\xi$) 的比較上，CC 模型的估計結果 0.523 比 NK 模型的估計結果 0.420 來的高，說明相比 NK 模型，CC 模型的總體實質面的傳導力量比較大，這也符合 Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) 使用美國資料估計的結果。然而相較於 Teo (2009) 的估計為 0.74 或者黃俞寧 (2012) 的估計為 0.64 皆為較低。

在勞動供給的跨期替代彈性 ($\sigma_n$) 上，NK 模型及 CC 模型分別估計為 1.936 及 2.0404，相較於黃俞寧 (2012) 的估計結果 4.5579 相差很多。

在物價僵固 ($\theta$) 的比較上，NK 模型顯示後驗平均值比先驗平均來的大，為 0.811；CC 模型則顯示較小，為 0.626。相較於黃俞寧 (2012) 的估計結果為 0.380，兩者的估計結果均大上許多。

在工資僵固 ($\theta_w$) 的比較上，NK 模型顯示後驗平均值比先驗平均值來的小，為 0.617，CC 模型則顯示較大，為 0.748。相較於黃俞寧 (2012) 的估計結果為 0.507，兩者的估計結果均較大。

在投資調整成本 ($\kappa$) 的比較上，NK 模型的估計結果為 1.788，CC 模型的估計結果為 6.147。CC 模型的估計結果比 NK 模型大上許多，並且 CC 模型的估計結果較接近黃俞寧 (2012) 考慮金融摩擦的估計結果 5.062；NK 模型的估計結果則較接近 Teo (2009) 無考慮金融摩擦的估計結果 3.211。

在泰勒方程式的參數估計上，我們可以發現不管是 NK 模型還是 CC 模型，在政策上對於通貨膨脹率的穩定都是較為注重的，因為對通貨膨脹率的係數皆大於對產出的係數。這樣的結果與 Teo (2009) 和黃俞寧 (2012) 的估計結果皆一致。



DOI:10.6814/NCCU202001384

表 2: 先驗與後驗分配-NK 模型

| | 先驗分配 | 先驗平均值 | 後驗標準差 | 後驗平均值 | 90% HPD 區間 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\xi$ | beta | 0.600 | 0.100 | 0.420 | [0.389 | 0.456] |
| $\sigma_c$ | norm | 2.000 | 0.500 | 1.826 | [1.685 | 1.979] |
| $\sigma_n$ | norm | 2.000 | 0.050 | 1.936 | [1.927 | 1.946] |
| $\theta$ | beta | 0.660 | 0.100 | 0.811 | [0.785 | 0.834] |
| $\zeta$ | beta | 0.500 | 0.150 | 0.077 | [0.037 | 0.115] |
| $\theta_w$ | beta | 0.660 | 0.100 | 0.617 | [0.598 | 0.638] |
| $\zeta_w$ | beta | 0.500 | 0.150 | 0.128 | [0.091 | 0.170] |
| $\kappa$ | norm | 4.000 | 1.500 | 1.788 | [1.510 | 2.049] |
| $\gamma_r$ | beta | 0.750 | 0.100 | 0.982 | [0.978 | 0.987] |
| $\gamma_\pi$ | norm | 1.500 | 0.100 | 1.545 | [1.518 | 1.579] |
| $\gamma_y$ | norm | 0.500 | 0.100 | 0.313 | [0.292 | 0.334] |
| $\rho_a$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.774 | [0.743 | 0.807] |
| $\rho_\Gamma$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.957 | [0.937 | 0.976] |
| $\rho_\Psi$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.425 | [0.401 | 0.449] |
| $\rho_g$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.595 | [0.519 | 0.662] |
| $\rho_\phi$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.252 | [0.199 | 0.305] |
| $\rho_{\phi_w}$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.242 | [0.209 | 0.277] |
| $\sigma_a$ | invg | 0.010 | Inf | 0.023 | [0.020 | 0.026] |
| $\sigma_\Gamma$ | invg | 0.010 | Inf | 0.065 | [0.057 | 0.073] |
| $\sigma_\Psi$ | invg | 0.010 | Inf | 0.095 | [0.079 | 0.110] |
| $\sigma_g$ | invg | 0.010 | Inf | 0.074 | [0.066 | 0.082] |
| $\sigma_\phi$ | invg | 0.010 | Inf | 0.231 | [0.165 | 0.291] |
| $\sigma_{\phi_w}$ | invg | 0.010 | Inf | 0.906 | [0.756 | 1.059] |
| $\sigma_R$ | invg | 0.010 | Inf | 0.001 | [0.001 | 0.001] |

最後在外生衝擊的部分，我們可以首先發現 NK 模型裡的消費偏好衝擊以及 CC 模型裡的貸款價值比皆有較高的延續性，分別為 0.957 及 0.999。另外，我們可以發現 CC 模型裡外生衝擊的變異數皆較 NK 模型大，說明波動性較高。

透過參數估計，我求得符合台灣經濟環境的參數，並且基於這些參數去模擬模型動差以及脈衝反應。具體來說，在之後的章節我會將 NK 模型與 CC 模型的模擬動差與資料動差做比較，討論是否 CC 模型相較 NK 模型更配適台灣資料；另外，我也會針對不同外生變數的衝擊模擬 NK 模型與 CC 模型的脈衝反應 (IRF)。



DOI:10.6814/NCCU202001384

表 3: 先驗與後驗分配- CC 模型

| | 先驗分配 | 先驗平均值 | 後驗標準差 | 後驗平均值 | 90% HPD 區間 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\xi$ | beta | 0.600 | 0.100 | 0.523 | [ 0.522 | 0.523] |
| $\sigma_c$ | norm | 2.000 | 0.500 | 1.986 | [ 1.985 | 1.987] |
| $\sigma_n$ | norm | 2.000 | 0.050 | 2.040 | [ 2.040 | 2.040] |
| $\theta$ | beta | 0.660 | 0.100 | 0.626 | [ 0.625 | 0.626] |
| $\zeta$ | beta | 0.500 | 0.150 | 0.249 | [ 0.248 | 0.250] |
| $\theta_w$ | beta | 0.660 | 0.100 | 0.748 | [ 0.747 | 0.748] |
| $\zeta_w$ | beta | 0.500 | 0.150 | 0.632 | [ 0.632 | 0.632] |
| $\kappa$ | norm | 4.000 | 1.500 | 6.147 | [ 6.145 | 6.150] |
| $\gamma_r$ | beta | 0.750 | 0.100 | 0.711 | [ 0.711 | 0.712] |
| $\gamma_\pi$ | norm | 1.500 | 0.100 | 1.518 | [ 1.517 | 1.519] |
| $\gamma_y$ | norm | 0.500 | 0.100 | 0.529 | [ 0.528 | 0.529] |
| $\rho_a$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.436 | [ 0.436 | 0.436] |
| $\rho_\Gamma$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.799 | [ 0.798 | 0.799] |
| $\rho_\Psi$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.475 | [ 0.474 | 0.475] |
| $\rho_g$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.642 | [ 0.642 | 0.642] |
| $\rho_\phi$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.626 | [ 0.626 | 0.627] |
| $\rho_{\phi_w}$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.546 | [ 0.545 | 0.547] |
| $\rho_m$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.999 | [ 0.999 | 0.999] |
| $\rho_{\phi_L}$ | beta | 0.500 | 0.200 | 0.501 | [ 0.501 | 0.501] |
| $\sigma_a$ | invg | 0.010 | Inf | 0.091 | [ 0.089 | 0.093] |
| $\sigma_\Gamma$ | invg | 0.010 | Inf | 0.134 | [ 0.131 | 0.135] |
| $\sigma_\Psi$ | invg | 0.010 | Inf | 2.827 | [ 2.821 | 2.834] |
| $\sigma_g$ | invg | 0.010 | Inf | 1.272 | [ 1.256 | 1.288] |
| $\sigma_\phi$ | invg | 0.010 | Inf | 2.509 | [ 2.486 | 2.532] |
| $\sigma_{\phi_w}$ | invg | 0.010 | Inf | 2.059 | [ 2.047 | 2.071] |
| $\sigma_{\phi_L}$ | invg | 0.010 | Inf | 0.001 | [ 0.001 | 0.001] |
| $\sigma_R$ | invg | 0.010 | Inf | 0.008 | [ 0.007 | 0.008] |
| $\sigma_m$ | invg | 0.010 | Inf | 2.716 | [ 2.696 | 2.739] |

國立政治大學 National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

表 4: 資料動差

| | $c$ | $r$ | $\pi$ | $i$ | $w$ | $n$ | $y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volatility | 1.025 | 0.034 | 0.172 | 2.155 | 0.672 | 0.862 | 1 |
| Autocorrelation | 0.942 | 0.931 | -0.052 | 0.885 | 0.799 | 0.948 | 0.908 |
| Correlation Matrix | | | | | | | |
| $c$ | 1.000 | -0.216 | -0.348 | 0.708 | 0.854 | 0.021 | 0.923 |
| $r$ | - | 1.000 | 0.291 | -0.024 | -0.175 | 0.891 | -0.145 |
| $\pi$ | - | - | 1.000 | -0.211 | -0.343 | 0.219 | -0.299 |
| $i$ | - | - | - | 1.000 | 0.668 | 0.130 | 0.867 |
| $w$ | - | - | - | - | 1.000 | 0.072 | 0.875 |
| $n$ | - | - | - | - | - | 1.000 | 0.094 |
| $y$ | - | - | - | - | - | - | 1.000 |

# 5 動差分析

經由校對以及貝氏估計求出參數之後，我模擬 NK 模型以及 CC 的模型動差；為了瞭解兩個模型孰優孰劣，我將它們與資料動差做比較：我會專注在產出對消費、利率、通貨膨脹率、投資、薪資、勞動的相關性、波動性[3]以及自我相關性的比較上。(資料動差請見表 4，NK 模型的模擬動差請見表 5，CC 模型的模擬動差請見表 6)。

首先我根據表 4、表 5、表 6 的 Correlation Matrix 部分比較不同模型下，各個變數的相關性。我發現 NK 模型相較 CC 模型表現較好的有消費、利率、實質工資對產出的相關性。在消費與產出相關性的比較上，資料顯示為 0.923，NK 模型顯示為 0.534，CC 模型顯示為 -0.940；在利率對產出的相關性比較上，資料顯示為 -0.145，NK 模型顯示為 -0.370，CC 模型顯示為 -0.898；在實質工資對產出的相關性比較上，資料顯示為 0.875，NK 模型顯示為 0.421，CC 模型顯示為 -0.784。

而 CC 模型相較 NK 模型表現要好的有通貨膨脹率、投資對產出的相關性。在通貨膨脹率對產出的相關性比較中，資料顯示為 -0.299，NK 模型顯示為 0.207，CC 模型顯示為 -0.918。在投資對產出的相關性比較中，資料顯示為 0.867，NK 模型顯示為 0.276，CC 模型顯示為 0.579。

接著我根據表 4、表 5、表 6 的 Volatility 部分比較不同模型下，各個變數的波動程度。我發現 NK 模型較 CC 模型表現要好的有利率、通貨膨脹率。在利率波動性的比較上，資料顯示為 0.034，NK 模型顯示為 0.173，CC 模型顯示為 0.976；在通貨膨脹率的波動性比較上，資料顯示為 0.172，NK 模型顯示為 0.365，CC 模型顯示為 0.970。

而 CC 模型表現較 NK 模型要好的有消費、投資、實質工資、勞動的波動

[3]波動性是變數標準差與產出標準差的比例



DOI:10.6814/NCCU202001384

表 5: 模擬動差- NK 模型

| | $c$ | $r$ | $\pi$ | $i$ | $w$ | $n$ | $y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volatility | 1.846 | 0.173 | 0.365 | 5.865 | 1.115 | 2.115 | 1 |
| Autocorrelation | 0.972 | 0.991 | 0.621 | 0.968 | 0.937 | 0.820 | 0.896 |
| Correlation Matrix | | | | | | | |
| $c$ | 1.000 | 0.082 | 0.231 | -0.631 | 0.079 | 0.399 | 0.534 |
| $r$ | - | 1.000 | 0.395 | -0.453 | -0.721 | 0.236 | -0.370 |
| $\pi$ | - | - | 1.000 | -0.072 | -0.218 | 0.650 | 0.207 |
| $i$ | - | - | - | 1.000 | 0.310 | 0.071 | 0.276 |
| $w$ | - | - | - | - | 1.000 | -0.080 | 0.421 |
| $n$ | - | - | - | - | - | 1.000 | 0.615 |
| $y$ | - | - | - | - | - | - | 1.000 |

性。在消費的波動性比較上，資料顯示為 1.025，NK 模型顯示為 1.846，CC 模型顯示為 1.755。在投資的波動性比較上，資料顯示為 2.155，NK 模型顯示為 5.865，CC 模型顯示為 1.751；在實質工資的波動性比較上，資料顯示為 0.672，NK 模型顯示為 1.115， CC 模型顯示為 0.486；在勞動的波動性比較上，資料顯示為 0.862，NK 模型顯示為 2.115，CC 模型顯示為 1.465

最後我根據表 4、表 5、表 6 的 Autocorrelation 部分比較不同模型下，各個變數的自我相關性。我發現 NK 模型表現較 CC 模型要好的有消費、利率、實質工資、產出的自我相關性。在消費的自我相關性比較上，資料顯示為 0.942，NK 模型顯示為 0.972，CC 模型顯示為 0.998。在利率的自我相關性比較上，資料顯示為 0.931，NK 模型顯示為 0.991，CC 模型顯示為 0.995。在實質工資的自我相關性比較上，資料顯示為 0.799，NK 模型顯示為 0.937，CC 模型顯示為 0.976。在產出的自我相關性比較上，資料顯示為 0.908，NK 模型顯示為 0.896，CC 模型顯示為 0.944。

而 CC 模型表現較 NK 模型要好的有投資、勞動的自我相關性。在投資的自我相關性比較上，資料顯示為 0.885，NK 模型顯示為 0.968，CC 模型顯示為 0.818。在勞動的自我相關性比較上，資料顯示為 0.948，NK 模型顯示為 0.820，CC 模型顯示為 0.909。

總結來說，NK 模型不管是在相關性、自我相關性的比較上，它的資料配適能力都優於 CC 模型；然 CC 模型在波動性的比較上，其資料的配適能力優於 NK 模型。由於 CC 模型無法在所有的動差比較上優於 NK 模型，因此考慮金融摩擦並無法改善 DSGE 模型。



DOI:10.6814/NCCU202001384

表 6: 模擬動差-CC 模型

| | $c$ | $r$ | $\pi$ | $i$ | $w$ | $n$ | $y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volatility | 1.755 | 0.976 | 0.970 | 1.751 | 0.486 | 1.465 | 1 |
| Autocorrelation | 0.998 | 0.995 | 0.991 | 0.818 | 0.976 | 0.909 | 0.944 |
| Correlation Matrix | | | | | | | |
| $c$ | 1.000 | 0.947 | 0.961 | -0.412 | 0.898 | -0.930 | -0.940 |
| $r$ | - | 1.000 | 0.991 | -0.203 | 0.760 | -0.846 | -0.898 |
| $\pi$ | - | - | 1.000 | -0.290 | 0.767 | -0.867 | -0.918 |
| $i$ | - | - | - | 1.000 | -0.377 | 0.622 | 0.579 |
| $w$ | - | - | - | - | 1.000 | -0.829 | -0.784 |
| $n$ | - | - | - | - | - | 1.000 | 0.982 |
| $y$ | - | - | - | - | - | - | 1.000 |

# 6 脈衝反應分析

為了具體理解加入 CC 會對 NK 模型帶來什麼影響，對於外生衝擊的反應有什麼不同，在這一章節我參考 Teo (2009) 的方式比較 NK 模型與 CC 模型面對外生衝擊時，它們的產出 ($y_t$)、通貨膨脹率 ($\pi_t$)、利率 ($r_t$) 各會如何回應外生衝擊。

我將 NK 模型以及 CC 模型的脈衝反應畫在同一張圖形上以利比較，黑色虛線代表 CC 模型；藍色實線實現則代表 NK 模型。

首先是利率衝擊發生的時候，圖 1 第一行顯示 NK 模型及 CC 模型裡的產出、通貨膨脹率均下降，這代表利率衝擊造成了總和需求下降；另外，CC 模型的波動幅度均較 NK 模型來的大。

生產力衝擊發生的時候，圖 1 第二行顯示 NK 及 CC 模型裡的通貨膨脹率、利率均下降，但是 CC 模型的產出是上升的，NK 模型的產出是下降的。原因是 CC 模型裡的生產力衝擊有較大的變異數 0.0915，相比 NK 模型則只有 0.023，因此生產力衝擊在 NK 模型中造成產出下降，在 CC 模型中卻造成產出上升。

消費偏好衝擊發生的時候，圖 1 第三行顯示 NK 模型及 CC 模型的通貨膨脹率、利率均上升，但 NK 模型的產出上升，CC 模型的產出卻下降。原因是家計單位的消費上升會擠壓到其他需求，而在 CC 模型裡企業家的消費需求及資本需求皆下降，造成投資需求相較 NK 模型下降更多。因此總和需求下降，生產要素需求下降，總和供給下降，最後均衡產出下降。

最後，中間財價格衝擊發生的時候，圖 1 第四行顯示 NK 模型的通貨膨脹率、利率都上升，產出減少。這代表中間財價格上升會導致總和供給減少。另外，CC 模型的波動幅度也較 NK 模型的變動幅度來的大。



DOI:10.6814/NCCU202001384

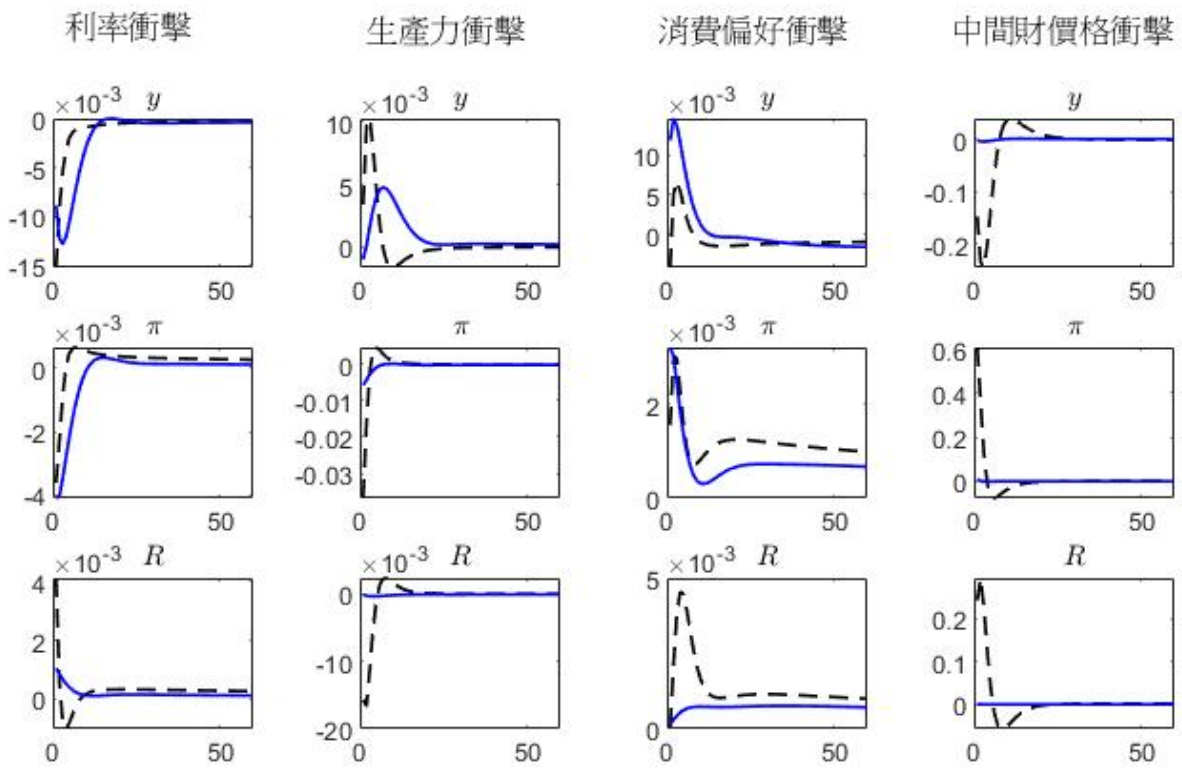


圖 1: 衝擊反應



DOI:10.6814/NCCU202001384

# 7 結論

在這篇文章中，我分別對新凱因斯 DSGE 模型在考慮以及沒有考慮金融摩擦的情況下，去估計台灣參數，並比較這兩者的模擬動差對於台灣總體資料的配適能力如何。總結來說， NK 模型在資料的相關性、自我相關性的配適上，均優於 CC 模型；而在波動性的比較上，CC 模型的資料配適能力優於 NK 模型。因此加入金融摩擦並不會增進 NK 模型的配適能力。

由於本篇文章主要探討不同模型對資料的配適能力，因此沒有針對台灣特別建立一個小型開放經濟體模型，而是在資料處理上將 GDP 扣除淨出口。未來可以基於此篇文章，針對台灣的經濟環境建立模型，相信會有更好的結果。

國立政治大學
National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

# References


陳旭昇與吳聰敏, "台灣貨幣政策法則之檢視," 經濟論文 38 (Mar 2010), 33–59.

黃俞寧, "動態隨機一般均衡架構在台灣貨幣政策制定上之應用," Technical Report, 2012.

陳旭昇與湯茹茵, "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 40 (Sep 2012), 289–323.

張蓁昀, "在金融摩擦下外部融資溢酬之分析—以台灣DSGE實證為例," (2012).

Bernanke, B. and M. Gertler, "Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations," *The American Economic Review* 79 (1989), 14–31.

Brzoza-Brzezina, M. and M. Kolasa, "Bayesian Evaluation of DSGE Models with Financial Frictions," *Journal of Money, Credit and Banking* 45 (2013), 1451–1476.

Christiano, L., M. Eichenbaum and C. Evans, "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy," *Journal of Political Economy* 113 (2005), 1–45.

Christiano, L., R. Motto and M. Rostagno, "Financial Factors in Economic Fluctuations," Working Paper Series 1192, European Central Bank, May 2010.

Christiano, L. J., M. S. Eichenbaum and M. Trabandt, "On DSGE Models," *Journal of Economic Perspectives* 32 (August 2018), 113–40.

Guerrieri, L. and M. Iacoviello, "Collateral Constraints and Macroeconomic Asymmetries," *Journal of Monetary Economics* 90 (2017), 28 – 49.

Hwang, Y.-N. and P.-Y. Ho, "Optimal Monetary Policy for Taiwan: A Dynamic Stochastic General Equilibrium Framework," 經濟論文 40 (Dec 2012), 447–482.

Iacoviello, M., "House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle," *American Economic Review* 95 (June 2005), 739–764.

Jermann, U. and V. Quadrini, "Macroeconomic Effects of Financial Shocks," *American Economic Review* 102 (February 2012), 238–71.

Kiyotaki, N. and J. Moore, "Credit Cycles," *Journal of Political Economy* 105 (1997), 211–248.

Smets, F. and R. Wouters, "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area," *Journal of the European Economic Association* 1 (2003), 1123–1175.

———, "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach," *American Economic Review* 97 (June 2007), 586–606.




DOI:10.6814/NCCU202001384

Teo, W. L., "Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Taiwanese Economy," *Pacific Economic Review* 14 (2009), 194–231.

國立政治大學
National Chengchi University



DOI:10.6814/NCCU202001384

# 附錄 A　資料處理

## A.1　原始資料

表 7 是我所選用的原始資料，資料來源皆為 AREMOS 或台灣總體資料庫。

表 7: 原始資料簡述

| 資料代號 | 資料 |
|---|---|
| $Y^{qdata}$/ $Y^{ydata}$ | 國內生產毛額 (季/年資料) (新台幣百萬元) |
| $X^{qdata}$/$X^{ydata}$ | 4.商品及服務輸出 (季/年資料) (新台幣百萬元) |
| $N^{qdata}$/$N^{ydata}$ | 5.商品及服務輸入 (季/年資料) (新台幣百萬元) |
| $P^{qdata}$ | 平減價格指數- 國內生產毛額(基期: 民國105 年=100) |
| $C^{qdata}$ | 國內生產毛額依支出分(按當期價格計算) - 民間消費 |
| $I^{qdata}$ | 固定資本形成毛額- 民間(按當期價格計算) (新台幣百萬元) |
| $G^{qdata}$ | 國內生產毛額依支出分(按當期價格計算) - 政府消費(新台幣百萬元) |
| $R^{mdata}$ | 金融業拆款利率- 隔夜- 加權平均(年息百分比率) |
| $n^{mdata}$ | 受雇員工每人每月平均工作時數- 工業及服務業(小時) |
| $W_c^{ydata}$ | 國內生產及要素所得-受僱人員報酬- 工業與服務業(年) |
| $W^{mdata}$ | 受雇員工每人每月薪資- 工業及服務業(新台幣元) |
| $R_L^{mdata}$ | 資本市場利率- 公司債- (5 年期) (年息百分比率) |
| $POP^{mdata}$ | 15 歲以上民間人口- 計(千人) |
| $L^{mdata}$ | 國內公司債- 餘額(新台幣百萬元) |

因為 $R^{mdata}$、$n^{mdata}$、$W^{mdata}$、$R_L^{mdata}$、$POP^{mdata}$、$L^{mdata}$ 皆是月資料。我首先使用平均法將它們轉換成季資料。這時它們的代稱將分別轉換為 $R^{qdata}$、$n^{qdata}$、$W^{qdata}$、$R_L^{qdata}$、$POP^{qdata}$、$L^{qdata}$。

由於這裡我使用的模型為封閉的總體經濟模型，因此我將國內生產毛額季(年)資料扣除商品及服務輸出季(年)資料，再加上商品及服務輸入季(年)資料，以轉換成一個封閉經濟體模型的產出季(年)資料。這時的封閉經濟體產出我稱之為 $Y_{closed}^{qdata}$ ($Y_{closed}^{ydata}$)。

最後為了行文簡潔，我將 $P_t^{qdata}/P_{t-1}^{qdata}$ 的代號稱作 $\pi^{qdata}$。

## A.2　資料處理-校對

以下詳細說明表 1 的資料處理過程。其中 Mean 意旨求取平均值

家計單位的效用折現：$Mean[R^{qdata}/\pi^{qdata}]$

勞動對產出的份額：$Mean[W_c^{ydata}/Y_{closed}^{ydata}]$

投資對產出的份額：$Mean[I^{qdata}/Y_{closed}^{qdata}]$

公司債利差：$Mean[R_L^{qdata}/R^{qdata}]$

## A.3　資料處理-貝氏估計

接著我參考 Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) 的方式，分別使用 $\lambda = 10^{10}$ 的



DOI:10.6814/NCCU202001384

HP-濾波將取對數後的資料去趨勢；以及去長期平均值 (demeaned) 的方式，去掉取資料取對數後的長期平均值。另外，在取對數之前，變數皆須去除季節性波動。在之後處理資料我將分別簡稱 HP 代表使用 HP-濾波求資料趨勢， Mean 代表取平均。。

1. $y_t = LN(Y_{closed}^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{data})) - HP[LN(Y_{closed}^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata}))]$
2. $c_t = LN(c^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata})) - HP[LN(c^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata}))]$
3. $i_t = LN(i^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata})) - HP[LN(i^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata}))]$
4. $R_t = LN(R^{qdata}) - Mean[LN(R^{qdata})]$
5. $\pi_t = LN(P_t^{qdata}/P_{t-1}^{qdata}) - Mean[LN(P_t^{qdata}/P_{t-1}^{qdata})]$
6. $n_t = LN(n^{qdata}) - Mean[LN(n^{qdata})]$
7. $w_t = LN(W^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata})) - HP[LN(W^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata}))]$
8. $R_{L,t} = LN(R_L^{qdata}) - Mean[LN(R_L^{qdata})]$
9. $l_t = LN(L^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata})) - HP[LN(L^{qdata}/(P^{qdata}\,POP^{qdata}))]$

# 附錄 B　校對過程

以下分別詳述 NK 模型[4]以及 CC 模型[5]的校對過程。

## B.1　NK 模型

1. $mc = \frac{1}{\phi}$
   其中，$mc$ 為中間財廠商的實質生產邊際成本。
2. $\beta = \frac{\pi}{R}$
3. $\alpha = 1 - \frac{wn}{y} \cdot \frac{1}{mc}$
4. $\delta = \frac{1-\beta^{-1}}{1-\frac{mc\cdot\alpha}{i/y}}$
5. $r^k = \delta + \beta^{-1} - 1$

[4]在 NK 模型部分，我們可以使用資料求出 $\pi$、$R$、$\frac{wn}{y}$、$\frac{i}{y}$、$\frac{g}{y}$ 的長期特性，在此基礎上校對出其他的值。

[5]在 CC 模型部分，除了沿用校對 NK 模型所需要的 $\pi$、$R$、$\frac{wn}{y}$、$\frac{i}{y}$、$\frac{g}{y}$ 長期資料值以外，還需要額外的 $R_L$ 資料值。另外，依據 Brzoza-Brzezina and Kolasa (2013) 我們將 $\frac{l}{y}$ 設定為 $\frac{k}{y}$ 的兩倍。最後，由於在 CC 模型裡存在金融摩擦，我們在此下修投資對產出的比重，以捕捉金融摩擦下投資減少的現象。



DOI:10.6814/NCCU202001384

6. $\frac{k}{y} = mc \cdot \frac{\alpha}{r^k}$

7. $\frac{c}{y} = 1 - \frac{i}{y} - \frac{g}{y}$

## B.2 CC 模型

1. $mc = \frac{1}{\phi}$

2. $\beta = \frac{\pi}{R}$

3. $\alpha = 1 - \frac{wn}{y} \cdot \frac{1}{mc}$

4. $\delta = 0.0045$[6]

5. $\frac{k}{y} = \frac{i}{y} \cdot \frac{1}{\delta}$

6. $r^k = mc \cdot \alpha \cdot \frac{1}{k/y}$

7. $\phi_L = \frac{R_L}{R}$

8. $\frac{l}{y} = \frac{k}{y}/2$

9. $m = R_L \cdot \frac{l}{y} \cdot \frac{1}{\pi(1-\delta)} \cdot \frac{1}{k/y}$

10. $\beta_E = \frac{1-m\cdot\pi(1-\delta)\cdot R_L^{-1}}{r^k+(1-\delta)-m(1-\delta)}$

11. $\frac{t_E}{y} = [r^k + (1-\delta)]\frac{k}{y} + \frac{l}{y} - \frac{c_E}{y} - \frac{k}{y} - R_L \cdot \frac{l}{y} \cdot \frac{1}{\pi}$

12. $\frac{c}{y} = 1 - \frac{i}{y} - \frac{g}{y} - \frac{c_E}{y}$

國立政治大學 National Chengchi University

[6]這裡我們直接沿用 NK 模型的校準值



DOI:10.6814/NCCU202001384