國立政治大學經濟學系

碩士學位論文

能源市場衝擊與穩定政策效果之評估

The evaluation of the effects of the stabilization policy for energy market shocks

國立政治大學
National Chengchi University

指導教授：賴廷緯博士

研究生：黃崇岳撰

中 華 民 國 109 年 8 月

DOI:10.6814/NCCU202001742

摘要

本文透過建立一個新興凱因斯的動態隨機一般均衡模型，用以分析能源市場發生變化時，中央銀行採取穩定政策平穩經濟的效果。本文發現，若衝擊來自能源市場需求面，即要素生產力衝擊，則泰勒法則較麥卡勒姆法則具有穩定經濟的作用；若衝擊來自能源市場供給面，則泰勒法則在穩定通貨膨脹方面較為有效，而麥卡勒姆法則在穩定產出缺口方面較為有效。此外，本文亦發現依循麥卡勒姆法則制定的貨幣政策，對刺激家計單位的勞動供給以及經濟體系的均衡產出亦較為有效。

關鍵字：動態隨機一般均衡模型、能源市場衝擊、泰勒法則、麥卡勒姆法則、穩定政策。

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

Abstract

We analyze the effects of the stabilization policy for energy market shocks using a New Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model. In the case of the total factor productivity shock, which is the energy demand shock, the policy that follows Taylor's rule is more useful than the policy that follows McCallum's rule for stabilizing the economy. In the case of the energy supply shock, Taylor's rule is useful for stabilizing inflation, while McCallum's rule is useful for stabilizing output gap. Moreover, we find that McCallum's rule drives the labor supply of the household more obviously than Taylor's rule, and thus, McCallum's rule is more useful for driving the output.

Key words: DSGE model, energy market shocks, Taylor's rule, McCallum's rule, stabilization policy.

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

目次

表次 5

圖次 6

第一章：前言 7

第二章：文獻回顧 9

第三章：資料與景氣波動的特徵 11

第四章：理論模型 13

第一節：最終財廠商決策問題 13

第二節：中間財廠商決策問題 14

第三節：勞動仲介廠商決策問題 17

第四節：家計單位的決策問題 18

第五節：中央銀行施政法則 23

第六節：外生衝擊與全面均衡 23

第五章：參數校準 27

第六章：外生衝擊的效果分析 31

第一節：要素生產力衝擊的均衡分析 31

第二節：能源供給衝擊的效果分析 34

第三節：小結 37

第七章：結論 38

參考文獻 40

附錄 44

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

表次

表格 2-1：資料處理方式.....11

表格 2-2：2000:1-2019:4 期間能源相對價格以及實質產出與其他經濟變數的同期相關係數.....12

表格 5-1：模型參數校準結果.....27

表格 5-2：模型參數配適一階動差的校準結果.....29

表格 5-3：模型參數數值模擬以及與實際資料配適結果.....30

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

圖次

圖 6-1：在不同政策法則下，要素生產力提高與穩定政策對各變數的衝擊反應 33

圖 6-2：在不同政策法則下，能源供給減少與穩定政策對各變數的衝擊反應 ...36

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

第一章：前言

在過去分析能源價格波動與貨幣政策的文獻中，均將能源價格視為模型的外生變數。[1]然而能源價格的變化實為反映了能源需求或能源供給的變動，且整體經濟對能源需求與能源供給變化的衝擊反應是截然不同。因此本文想探討，當中央銀行面對能源市場需求面以及供給面衝擊時，如均以相同的政策法則施政，則對經濟體系造成的影響究竟為何。在貨幣理論的文獻與實際上各國中央銀行的做法中，泰勒法則(Taylor's Rule)與麥卡勒姆法則(McCallum's Rule)為最常見的控制景氣波動的做法。[2]泰勒法則是中央銀行根據當前的產出缺口(output gap)以及通貨膨脹(inflation rate)調整名目利率的穩定政策；而麥卡勒姆法則是透過調整貨幣供給成長率的穩定政策工具，在本文中我們將詳加比較這兩種政策法則對經濟體系造成的影響。

本文擬透過建構一個動態隨機一般均衡模型(dynamic stochastic general equilibrium model, DSGE model)用以分析，當能源市場的需求與供給發生波動而造成景氣波動時，中央銀行如何透過適當的貨幣政策以消弭此一波動帶來的景氣過熱或景氣衰退。除此之外，為了使模型的結果與實際資料相符合，我們將在模型中考慮價格僵固性(price rigidity)以及工資僵固性(wage rigidity)的設定。在模型中加入價格僵固性，可使得貨幣中立性不復成立，此時探討中央銀行的穩定政策效果才有意義。在模型中加入工資僵固性，可更詳盡地刻劃能源市場衝擊對於工資水準的影響。這與 Plante (2014)與 Bodenstein, Erceg, and Guerrieri (2008)的主張亦相符合。

---

[1] 例如 Leduc and Sill (2004)、Dhawan and Jeske (2008)、Finn (2000)、Rotemberg and Woodford (1996)以及 Kim and Loungani (1992)。而 Bodenstein, Erceg, and Guerrieri (2008)、Plante (2014)以及 Huynh (2016)等文則嘗試將能源價格視為模型的內生變數。

[2] 泰勒法則與麥卡勒姆法則分別出自 Taylor (1993)以及 McCallum (1988)。

DOI:10.6814/NCCU202001742

本文發現，當中央銀行為因應生產力衝擊(productivity shock)而實施穩定政策時，透過泰勒法則調整名目利率可達到穩定經濟的效果。當生產力提高時，中央銀行提高名目利率以穩定經濟體系。中央銀行的此一動作將會透過影響經濟體系的總需求，以及透過要素市場影響經濟體系的總供給平抑當期產出缺口，進而達到控制景氣的目的。

本篇文章與 Plante (2014)一文以及相關文獻不同之處在於，我們額外分析了在不同的政策法則之下，面臨外生衝擊時中央銀行穩定政策在效果上的差異。本文發現，當要素生產力提高時，若中央銀行依循麥卡勒姆法則穩定經濟，其穩定效果不如泰勒法則，但對刺激家計單位的勞動供給較有顯著的作用，這亦使得經濟體系的商品供給以及均衡產出得以提高。

當經濟體系面臨能源供給負向衝擊時，中央銀行為刺激總需求而採取擴張性貨幣政策，產生的通貨膨脹會使得經濟體系陷入衰退。1970 年代發生的能源危機正是一個例證，當時石油禁運政策使得世界各國的能源供給大幅減少，為此各國紛紛實施擴張性貨幣政策以挽救經濟，但結果卻是造成世界各國陷入高通貨膨脹率與高失業率的停滯性通貨膨脹。本文發現，當能源供給減少時，中央銀行依循泰勒法則的穩定政策在穩定產出缺口方面的效果不如麥卡勒姆法則的穩定政策，但在穩定通貨膨脹的部分則較有成效。而麥卡勒姆法則比泰勒法則更有穩定產出缺口的作用，但必須付出高通貨膨脹率的成本。

本文共分為七章，第一章為本文前言、第二章為文獻回顧、第三章為資料與景氣波動的特徵、第四章為理論模型、第五章為參數校準、第六章為外生衝擊的效果分析，最後第七章為本文的結論。

DOI:10.6814/NCCU202001742

第二章：文獻回顧

研究能源價格波動與景氣循環的相關文獻，最早可追溯至 Kim and Loungani (1992)一文。該文提供了將能源價格納入實質景氣循環模型(real business cycle model, RBC model)的基本架構，而後被 Rotemberg and Woodford (1996)以及 Finn (2000)擴充。Rotemberg and Woodford (1996)一文首先以建構不完全競爭市場描述能源價格衝擊對整體經濟影響的總體模型，而 Finn (2000)則將能源需求與資本財的資本利用率(capital utilization rate)連結。Leduc and Sill (2004)一文承襲 Rotemberg and Woodford (1996)以及 Finn (2000)的架構，並將貨幣政策納入理論模型中。Dhawan and Jeske (2008)一文將家計單位的消費行為區分成耐久財消費以及非耐久財消費兩個部分，並建立能源與耐久財消費的關係。Huynh (2016)一文延續此一架構，但在理論模型中加入能源供給廠商，使得能源價格為一內生變數，且均衡能源數量亦會受到能源市場需求面衝擊的影響。

在貨幣政策上，Orphanides (2002)一文提出 1970 年代由於各國中央銀行實施權衡性政策的不當，導致經濟體系面臨巨大的衰退，並以泰勒法則重新審視 1970 年代的政策。Razzak (2003)與 Gallmeyer, Hollifield and Zin (2005)等文將泰勒法則與麥卡勒姆法則加以比較並探討兩者的關聯。Jung (2018)一文延伸 Razzak (2003)一文，進一步以實證方法評估在金融危機期間歐洲中央銀行的貨幣政策效果，說明即使是在利率非常低的經濟環境，麥卡勒姆法則的政策效果也並不優於泰勒法則的政策效果，此一結論與本文分析外生衝擊的結果一致。Corsetti et al. (2019)一文則以歐元區生產活動疲軟以及通貨膨脹率低下為例，介紹擴張性貨幣政策與財政政策的搭配。

本文模型的鋪陳主要依循 Kilian (2009)、Plante (2014)以及 Bodenstein, Erceg, and Guerrieri (2008)等三篇文章。Kilian (2009)一文建議考慮能源市場

DOI:10.6814/NCCU202001742

需求面以及供給面對經濟體系的影響，其包含了外生衝擊對經濟體系產生的直接影響，以及能源市場衝擊對能源價格造成的變動，進而影響經濟體系的間接影響。這篇文章對於 2003 年後能源價格上漲卻並未對經濟體系產生衰退現象做出合理的解釋。Plante (2014)一文正式以理論模型刻劃 Kilian (2009)一文的主張，分離了能源需求與能源供給衝擊，並探討中央銀行最適貨幣政策的效果。該文強調了工資僵固性的必要性，也提供不同穩定政策的施政法則，並分析了在價格與工資僵固性存在與否的不同情形下，不同施政法則對經濟體系與社會福利的影響。這篇文章提供了我們建構包含能源市場與中央銀行的基準理論模型。Bodenstein, Erceg, and Guerrieri (2008)一文提出，當工資與價格具有僵固性時，能源供給負向衝擊會使得核心通貨膨脹率上升與名目工資下降。這篇文章提供了我們在能源供給衝擊發生時對勞動市場影響的預測，與本文的理論模型的預測亦相符。

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

第三章：資料與景氣波動的特徵

在本節我們將從實際資料觀察 2000 年以後各個實質變數與能源相對價格的同期相關係數。所有資料均取自美國聯邦儲備經濟資料庫(Federal Reserve Economic Database, FRED)，資料的頻率是季。表格 2-1 陳列 2000:1-2019:4 間美國實質產出、消費、投資、勞動工時、實質工資、能源相對價格、名目利率與通貨膨脹率的資料處理方式。

資料	處理方式
實質產出	將名目產出(資料代號：GDP)除以當期的人口數(資料代號：B230RC0Q173SBEA)後，以 GDP 平減指數(GDP Deflator，資料代號：GDPDEF)平減，再計算其季變化率。[3]
消費	將名目消費(資料代號：PCEC)除以當期的人口數後，以 GDP 平減指數平減，再計算其季變化率。[4]
投資	將非住宅投資支出(資料代號：PNFI)除以當期的人口數後，以 GDP 平減指數平減，再計算其季變化率。
勞動工時	非農業部門每週平均工時(資料代號：PRS85006023)的季變化率。
實質工資	將非農業部門的勞工每小時的報酬(資料代號：COMPNFB)除以 GDP 平減指數後計算其季變化率。
能源相對價格	將西德州原油現貨價格(資料代號：WTISPLC)除以 GDP 平減指數後計算其季變化率。
名目利率[5]	將美國三個月國庫券月利率(資料代號：TB3MS)以計算幾何平均數的方式轉換為季利率。
通貨膨脹率	GDP 平減指數的季變化率。

表格 2-1：資料處理方式

[3] 在此我們並未採用景氣循環理論中經常使用的 HP 濾波器(HP filter)，原因在於在後續的數值模擬中，我們將所有變數均以百分比變動表示。為了使得理論模型與實際資料產生的動差具有比較的意義，故我們計算各變數季變化率而非採用 HP 濾波器。

[4] 為了使得理論模型與實際資料產生的動差具有比較的意義，故我們將消費與投資以 GDP 平減指數進行平減，而非消費支出與投資支出的價格。

[5] 在此我們依循毛慶生(2014)的建議，以三個月國庫券利率作為名目利率的替代變數。若改以有效聯邦利率(Effective Federal Funds Rate)作為替代變數，不影響主要結論，但在 1%的顯著水準之下，我們無法拒絕有效聯邦利率具有單根的虛無假說，因此我們以三個月國庫券利率做為名目利率的替代變數。

DOI:10.6814/NCCU202001742

我們以表格 2-2 陳列 2000:1-2019:4 期間能源相對價格與其他經濟變數的同期相關係數：

	能源相對價格	實質產出
能源相對價格	1	0.3079
實質產出	0.3079	1
消費	0.4444	0.6660
投資	0.2103	0.6097
勞動工時	0.1037	0.4470
實質工資	0.0064	-0.0405
名目利率	0.0986	0.0190
通貨膨脹率	0.3301	0.1702

表格 2-2：2000:1-2019:4 期間能源相對價格以及實質產出與其他經濟變數的同期相關係數

從表格 2-2 可發現，實質產出與能源相對價格的同期相關係數呈現中度正相關的現象，可知在此樣本期間內，主導能源價格變化的外生衝擊是能源需求衝擊為主要。能源需求正向衝擊與能源供給負向衝擊均會使得能源價格提高，但能源需求正向衝擊會使得消費與產出提高，而能源價格因廠商的能源需求提高而提高，因此能源價格將與消費與產出等變數呈現正相關的現象；能源供給負向衝擊降低消費與產出，而能源價格因能源供給減少而提高，因此能源價格將與消費與產出等變數呈現負相關的現象。而能源相對價格與勞動工時以及實質工資變化近乎無關，則源於勞動市場的摩擦。

我們將在建構理論模型時考慮價格僵固性與工資僵固性，用以呈現我們在資料上的觀察。在分析中央銀行實施貨幣政策與穩定政策的效果時，亦將強調名目利率改變對各變數影響的管道。

DOI:10.6814/NCCU202001742

第四章：理論模型

在本章中我們將建構一個包含能源市場與貨幣市場的新興凱因斯 DSGE 模型，用以分析當能源市場的需求與供給發生波動而造成景氣波動時，中央銀行如何透過適當的貨幣政策以消弭此一波動帶來的景氣過熱或景氣衰退。

第一節：最終財廠商決策問題

我們從最終財廠商的選擇行為開始。令y_t代表最終財廠商的產量、$y_t(q)$為為了生產最終財所需投入的第q種中間財(intermediate goods)，且我們將中間財廠商的總數單位化為一，則最終財廠商的生產函數為

$$y_t = \left\{ \int_0^1 [y_t(q)]^{\left(\frac{\phi_1 - 1}{\phi_1}\right)} dq \right\}^{\left(\frac{\phi_1}{\phi_1 - 1}\right)}, \qquad \phi_1 > 0,$$

其中ϕ_1為中間財之間的替代彈性(elasticity of substitution)。令P_t代表最終財商品價格、$P_t(q)$代表第q種中間財價格、$V_{f,t}$代表最終財廠商的利潤。給定最終財與中間財價格$\{P_t, P_t(q)\}$不變下，最終財廠商利潤極大化的決策問題為

$$\max_{y_t(q)} V_{f,t} = P_t y_t - \int_0^1 [P_t(q) y_t(q)] dq,$$

第q種中間財的要素需求函數為

$$y_t(q) = \left(\frac{P_t(q)}{P_t}\right)^{-\phi_1} y_t,$$

由於最終財廠商為完全競爭廠商，在商品市場為價格接受者，且其生產函數為一階齊次生產函數，故其利潤必然等於零。即

$$V_t = 0 \Rightarrow P_t y_t = \int_0^1 [P_t(q) y_t(q)] dq,$$

再將$y_t(q)$代入上式，可得

DOI:10.6814/NCCU202001742

$$P_t = \left\{ \int_0^1 [P_t(q)]^{1-\phi_1} dq \right\}^{\left(\frac{1}{1-\phi_1}\right)},$$

此即此經濟體系的平均商品價格。

第二節：中間財廠商決策問題

接著我們探討中間財廠商的選擇問題。令A_t代表所有中間財廠商的平均總要素生產力、$n_t(q)$代表第q家中間財廠商的勞動投入、$\tilde{k}_t(q)$代表有效資本投入(efficient capital input)、$e_{f,t}(q)$代表能源投入。第q家中間財廠商的生產函數為

$$y_t(q) = A_t\big(n_t(q)\big)^{\alpha_1}\left(\tilde{k}_t(q)\right)^{\alpha_2}\left(e_{f,t}(q)\right)^{1-\alpha_1-\alpha_2}, \tag{1}$$

其中參數α_1代表勞動產出彈性、α_2代表資本投入的產出彈性，我們要求α_1與α_2個別與總和均介於 0 到 1 之間。

我們先求解第q家中間財廠商成本極小化的問題，即先求取在特定產量以及定價下的最適要素投入，而在利潤極大化決策問題時再求取最適定價。令$TC_t(q)$代表第q家中間財廠商的實質生產成本、W_t代表名目工資、R_t^k代表有效資本投入的租賃價格、$P_{e,t}$代表能源價格、$P_{G,t}$代表經濟體系的平均物價水準、w_t代表實質工資、r_t^k代表有效資本投入的租賃相對價格、$p_{e,t}$代表能源相對價格，w_t、r_t^k以及$p_{e,t}$的定義式分別為

$$w_t = \frac{W_t}{P_{G,t}}, \tag{2}$$

$$r_t^k = \frac{R_t^k}{P_{G,t}}, \tag{3}$$

$$p_{e,t} = \frac{P_{e,t}}{P_{G,t}}, \tag{4}$$

DOI:10.6814/NCCU202001742

第q家中間財廠商成本極小化的決策問題為

$$\min_{\{n_t(q),\tilde{k}_t(q),e_{f,t}(q)\}} TC_t(q) = w_t n_t(q) + r_t^k \tilde{k}_t(q) + p_{e,t} e_{f,t}(q),$$

$$\text{s.t.} \quad y_t(q) = A_t\big(n_t(q)\big)^{\alpha_1}\left(\tilde{k}_t(q)\right)^{\alpha_2}\left(e_{f,t}(q)\right)^{1-\alpha_1-\alpha_2},$$

令$\{\mu_{t+s}\}_{s=0}^{\infty}$代表此決策問題的拉氏乘數，則此決策問題的拉氏函數為

$$\mathcal{L} = w_t n_t(q) + r_t^k \tilde{k}_t(q) + p_{e,t} e_{f,t}(q)$$
$$+ \mu_t\left(y_t(q) - A_t\big(n_t(q)\big)^{\alpha_1}\left(\tilde{k}_t(q)\right)^{\alpha_2}\left(e_{f,t}(q)\right)^{1-\alpha_1-\alpha_2}\right),$$

第q家中間財廠商最適選擇的一階條件為

$$w_t = \alpha_1\left(\frac{y_t(q)}{n_t(q)}\right)\mu_t, \tag{5}$$

$$r_t^k = \alpha_2\left(\frac{y_t(q)}{\tilde{k}_t(q)}\right)\mu_t, \tag{6}$$

$$p_{e,t} = (1-\alpha_1-\alpha_2)\left(\frac{y_t(q)}{e_{f,t}(q)}\right)\mu_t, \tag{7}$$

以上一階條件代表，當第q家中間財廠商增加一單位要素投入時，其額外增加的邊際成本必須等於生產要素的邊際生產力。第q家中間財廠商的成本函數為

$$TC_t(q) = \alpha \cdot w_t^{\alpha_1}\left(r_t^k\right)^{\alpha_2} p_{e,t}^{1-\alpha_1-\alpha_2}\left(\frac{1}{A_t}\right) y_t(q), \tag{8}$$

其中參數$\alpha = 1/\left[\alpha_1^{\alpha_1}\alpha_2^{\alpha_2}(1-\alpha_1-\alpha_2)^{(1-\alpha_1-\alpha_2)}\right]$。值得一提的是，若我們將第(5)式至第(7)式代入第(8)式，可得

$$TC_t(q) = \alpha \cdot \left[\alpha_1\left(\frac{y_t(q)}{n_t(q)}\right)\mu_t\right]^{\alpha_1}\left[\alpha_2\left(\frac{y_t(q)}{\tilde{k}_t(q)}\right)\mu_t\right]^{\alpha_2}$$
$$\cdot\left[(1-\alpha_1-\alpha_2)\left(\frac{y_t(q)}{e_{f,t}(q)}\right)\mu_t\right]^{(1-\alpha_1-\alpha_2)}\left(\frac{1}{A_t}\right) y_t(q)$$
$$= \frac{y_t(q)}{A_t\big(n_t(q)\big)^{\alpha_1}\left(\tilde{k}_t(q)\right)^{\alpha_2}\left(e_{f,t}(q)\right)^{1-\alpha_1-\alpha_2}} \cdot y_t(q)\mu_t = y_t(q)\mu_t,$$

第q家中間財廠商生產的邊際成本為

DOI:10.6814/NCCU202001742

$$MC_t(q) = \frac{\partial TC_t(q)}{\partial y_t(q)} = \mu_t, \qquad \forall q,$$

可知第q家中間財廠商成本極小化決策問題的拉氏乘數μ_t即為生產的邊際成本。

在此我們假定中間財廠商具有訂價能力，且調整其定價時必須負擔調整定價的調整成本。第q家中間財廠商的實質利潤為

$$\left(\frac{P_t}{P_{G,t}}\right) d_t(q) = \left(\frac{P_t}{P_{G,t}}\right)\left(\frac{P_t(q)}{P_t}\right)^{1-\phi_1} y_t - \frac{\omega_1}{2}\left(\frac{P_t(q)}{P_{t-1}(q)} - 1\right)^2 y_t - TC_t(q),$$

其中我們以參數ω_1衡量價格調整成本的大小。

我們假設中間財廠商由家計單位持有，故中間財廠商的決策問題為極大化家計單位的財富，且以家計單位以未來消費替代當期消費的邊際替代率作為折現未來各期利潤的隨機折現因子。令c_t代表家計單位在第t期的商品消費、U代表預期終身效用函數，則中間財廠商的隨機折現因子為

$$\frac{\partial U/\partial c_{t+s}}{\partial U/\partial c_t} \equiv \Omega_{t+s}, \qquad s = 0,1,\ldots,$$

第q家中間財廠商的預期終身價值為

$$V = \sum_{s=0}^{\infty}\left\{\prod_{g=0}^{s}\left[\Omega_{t+g}\left(\frac{P_{t+s}}{P_{G,t+s}}\right) d_{t+s}\right]\right\}.$$

給定各期總要素生產力、平均價格、平均產量、要素價格、平均物價水準與隨機折現因子$\{A_{t+s}, P_{t+s}, y_{t+s}, w_{t+s}, r_{t+s}^k, p_{e,t+s}, P_{G,t+s}, \Omega_{t+s}\}_{s=0}^{\infty}$以及前期定價$\{P_{t-1}(q)\}$不變下，第$q$家中間財廠商透過選擇各期商品價格$\{P_{t+s}(q)\}_{s=0}^{\infty}$極大化其預期終身價值。第$q$家中間財廠商最適選擇的一階條件為

$$\begin{aligned}(\phi_1 - 1)\left(\frac{P_t}{P_{G,t}}\right)\left(\frac{P_t(q)}{P_t}\right)^{-\phi_1} &+ \omega_1\left(\frac{P_t(q)}{P_{t-1}(q)} - 1\right)\left(\frac{P_t}{P_{t-1}(q)}\right) \\ &= \phi_1\left(\frac{P_t(q)}{P_t}\right)^{-\phi_1-1}\mu_t \\ &\quad + \omega_1 E_t\left[\Omega_{t+1}\left(\frac{P_{t+1}(q)}{P_t(q)} - 1\right)\left(\frac{P_{t+1}(q)}{P_t(q)}\right)\left(\frac{P_t}{P_t(q)}\right)\left(\frac{y_{t+1}}{y_t}\right)\right],\end{aligned} \tag{9}$$

DOI:10.6814/NCCU202001742

當第q家中間財廠商提高其定價時，產生的邊際成本包含商品定價提高使得商品需求下降，以及調整定價時必須負擔額外的價格調整成本；產生的邊際利益為提高商品定價使得廠商每單位產量的利潤得以提高，以及可節省下一期價格調整成本兩個部分。結合上述調整商品定價的邊際利益以及邊際成本，即得第(9)式。

第三節：勞動仲介廠商決策問題

接下來我們探討勞動仲介廠商(labor packer)的選擇行為。站在任何t期，勞動仲介廠商將各式各樣不同的勞動力「包裝」成最終的勞動投入，並將之「販賣」給中間財廠商。令n_t代表中間財廠商總合的勞動需求、$n_t(j)$代表第j個家計單位的勞動供給，且我們將家計單位總數單位化為一，則勞動仲介廠商的生產函數為

$$n_t = \left\{ \int_0^1 [n_t(j)]^{\left(\frac{\phi_2 - 1}{\phi_2}\right)} dj \right\}^{\left(\frac{\phi_2}{\phi_2 - 1}\right)}, \qquad \phi_2 > 0.$$

其中ϕ_2為勞動供給之間的替代彈性。令W_t代表平均名目工資、$W_t(j)$代表第j種勞動供給的名目工資、$V_{l,t}$代表勞動仲介廠商的利潤。給定$\{W_t, W_t(j)\}$不變下，勞動仲介廠商利潤極大化的決策問題為

$$\max_{n_t(j)} V_{l,t} = W_t n_t - \int_0^1 [W_t(j) n_t(j)] dj,$$

與最終財廠商決策問題類似的過程，我們可輕易推得勞動仲介廠商的要素需求函數以及平均名目工資分別為

$$n_t(j) = \left(\frac{W_t(j)}{W_t}\right)^{-\phi_2} n_t, \qquad W_t = \left[\int_0^1 \left(W_t(j)\right)^{1-\phi_2} dj\right]^{\left(\frac{1}{1-\phi_2}\right)}.$$

DOI:10.6814/NCCU202001742

第四節：家計單位的決策問題

接下來我們探討第j種家計單位的選擇行為，我們設定不同的異質性家計單位當中，僅有勞動供給與名目工資制定的決策存在異質性。[6]又我們假設資本財由消費者持有，故投資決策亦由消費者決定。令u_t代表資本利用率(capital utilization rate)、δ_t代表資本折舊率，則家計單位的資本財折舊函數為

$$\delta_t = \delta_0 + \frac{\delta_1}{2}u_t^2, \qquad \delta_0, \delta_1 > 0, \tag{10}$$

其中$\{\delta_0, \delta_1\}$代表資本折舊率與資本利用率的參數，我們要求其均為正值。令i_t代表家計單位的投資支出、k_t代表期末資本存量，則第j種家計單位的資本累積方程式為

$$i_t = k_t - (1-\delta_t)k_{t-1}, \tag{11}$$

中間財廠商為了進行其生產活動，必須進入完全競爭的資本財租賃市場向家計單位租用有效資本，在此我們遵循 Greenwood, Hercowitz, and Huffman (1988)的定義，設定家計單位出租給中間財廠商的有效資本為$\tilde{k}_t = u_t k_{t-1}$。

令$e_{c,t}$代表家計單位的能源消費、M_t代表期末名目貨幣餘額、l_t代表中央政府的定額移轉、d_t代表所有中間財廠商創造的利潤、B_t代表期末名目債券餘額、R_{t-1}代表期初名目利率，則以名目變數衡量的第j種家計單位預算限制式為

$$\begin{aligned} P_t c_t + P_t i_t + B_t + M_t + P_{e,t} e_{c,t} \\ &= P_t d_t + W_t(j) n_t(j) - \frac{\omega_2}{2}\left(\frac{W_t(j)}{W_{t-1}(j)} - 1\right)^2 W_t n_t + R_t^k u_t k_{t-1} \\ &\quad + (1+R_{t-1})B_{t-1} + M_{t-1} + P_{G,t} l_t. \end{aligned}$$

其中參數ω_2用以衡量名目工資調整的調整成本大小。由於勞動供給存在異質性，故家計單位對名目工資具有訂價能力。在考慮調整工資的調整成本時，亦

[6] 在一般的異質性家計單位的模型當中，不同家計單位對於消費、勞動、儲蓄等等決策亦不相同。但 Erceg, Henderson, and Levin (2000)一文指出，在具有工資僵固性的模型架構下，若家計單位有平滑各期消費的儲蓄手段，則異質性家計單位之間僅有勞動供給與名目工資的決策需要考慮其異質性。

DOI:10.6814/NCCU202001742

由家計單位負擔工資調整的調整成本。[7]

令f_t代表商品消費與能源消費的合成消費，f_t的定義為[8]

$$f_t = \left[c_t^{1-\left(\frac{1}{\phi}\right)} + \theta e_{c,t}^{1-\left(\frac{1}{\phi}\right)} \right]^{\frac{\phi}{\phi-1}}, \qquad \phi > 0, \tag{12}$$

其中ϕ代表商品消費與能源消費的替代彈性、θ代表商品消費與能源消費的分配參數。在此設定下，經濟體系平均物價水準$P_{G,t}$為

$$P_{G,t} = \left(P_t^{1-\phi} + \theta^{\phi} P_{e,t}^{1-\phi} \right)^{\frac{1}{1-\phi}}, \tag{13}$$

此經濟體系的通貨膨脹率為

$$\pi_{G,t} = \frac{P_{G,t} - P_{G,t-1}}{P_{G,t-1}}, \tag{14}$$

可知當外生衝擊發生導致能源價格波動時，此衝擊不但會影響商品價格，能源價格的波動也會直接影響平均物價水準與通貨膨脹率。

第j種家計單位的預期終身效用函數為

$$U(j) = \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s E_t \left[\ln f_{t+s} + \ln\left(\frac{M_{t+s}}{P_{G,t+s}} \right) - \chi \left(\frac{1}{1-\eta} \right) \left(n_{t+s}(j) \right)^{1-\eta} \right],$$

其中β代表家計單位的主觀折現因子、η代表勞動跨期替代彈性的倒數、χ代表勞動的校準參數。

在家計單位的決策問題中，我們將勞動仲介廠商的要素需求函數代入家計單位的預算限制式以及預期終身效用函數。令p_t代表最終商品的相對價格、$w_t(j)$代表家計單位制定的實質工資水準、b_t代表期末實質債券餘額、m_t代表期末實質貨幣餘額，p_t與$w_t(j)$的定義式分別為

$$p_t = \frac{P_t}{P_{G,t}}, \tag{15}$$

[7] 在 Leduc and Sill (2004)以及 Born and Pfeifer (2020)等文中亦採取此一作法。

[8] 此效用函數的設定以及f_t的定義參考自 Plante (2014)。

DOI:10.6814/NCCU202001742

$$w_t(j) = \frac{W_t(j)}{P_{G,t}},$$

以實質變數表示的家計單位的預算限制式改為[9]

$$\begin{aligned} p_t c_t + p_t i_t + b_t + m_t + p_{e,t} e_{c,t} \\ &= p_t d_t + \left(w_t(j)\right)^{1-\phi_2} w_t^{\phi_2} n_t - \frac{\omega_2}{2}\left[\frac{\left(1+\pi_{G,t}\right) w_t(j)}{w_{t-1}(j)} - 1\right]^2 w_t n_t \\ &\quad + r_t^k u_t k_{t-1} + \left(\frac{1+R_{t-1}}{1+\pi_{G,t}}\right) b_{t-1} + \left(\frac{1}{1+\pi_{G,t}}\right) m_{t-1} + l_t. \qquad (16) \end{aligned}$$

預期終身效用函數改為[10]

$$U = \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s E_t \left[\ln f_{t+s} + \ln m_{t+s} - \chi\left(\frac{1}{1-\eta}\right)\left(w_{t+s}(j)\right)^{-\phi_2(1-\eta)} w_{t+s}^{\phi_2(1-\eta)} n_{t+s}^{1-\eta}\right],$$

經過上述代換之後，家計單位將不再需要決定各期的最適勞動供給，僅需決定實質工資水準。

給定各期中間財廠商利潤、平均實質工資、平均勞動工時、相對商品價格、有效資本租賃價格、能源價格、通貨膨脹率、名目利率與中央銀行定額移轉$\{d_{t+s}, w_{t+s}, n_{t+s}, p_{t+s}, r_{t+s}^k, p_{e,t+s}, \pi_{G,t+s}, R_{t+s-1}, l_{t+s}\}_{s=0}^{\infty}$以及期初資本存量、期初債券、期初貨幣餘額與前期決定的工資$\{k_{t-1}, b_{t-1}, m_{t-1}, w_{t-1}(j)\}$不變下，家

---

[9] 家計單位的預算限制式中，僅有$W_t(j)n_t(j)$項與$n_t(j)$有關。我們將其改寫為

$$W_t(j)n_t(j) = W_t(j)\left(\frac{W_t(j)}{W_t}\right)^{-\phi_2} n_t = \left(W_t(j)\right)^{1-\phi_2} W_t^{\phi_2} n_t,$$

在調整成本部分，我們將其改寫為

$$\left(\frac{W_t(j)}{W_{t-1}(j)} - 1\right)^2 = \left[\frac{\left(W_t(j)/P_{G,t}\right)}{\left(W_{t-1}(j)/P_{G,t-1}\right)\left(P_{G,t-1}/P_{G,t}\right)} - 1\right]^2 = \left[\frac{\left(1+\pi_{G,t}\right) w_t(j)}{w_{t-1}(j)} - 1\right]^2.$$

[10] 我們將預期終身效用函數進行以下改寫：

$$\begin{aligned} U &= \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s E_t \left[\ln f_{t+s} + \ln m_{t+s} - \chi\left(\frac{1}{1-\eta}\right)\left(n_{t+s}(j)\right)^{1-\eta}\right] \\ &= \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s E_t \left\{\ln f_{t+s} + \ln m_{t+s} - \chi\left(\frac{1}{1-\eta}\right)\left[\left(\frac{W_{t+s}(j)}{W_{t+s}}\right)^{-\phi_2} n_{t+s}\right]^{1-\eta}\right\} \\ &= \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s E_t \left[\ln f_{t+s} + \ln m_{t+s} - \chi\left(\frac{1}{1-\eta}\right)\left(w_{t+s}(j)\right)^{-\phi_2(1-\eta)} w_{t+s}^{\phi_2(1-\eta)} n_{t+s}^{1-\eta}\right]. \end{aligned}$$

DOI:10.6814/NCCU202001742

計單位選擇各期商品消費、期末資本存量、資本利用率、能源消費、期末債券餘額、期末實質貨幣餘額以及名目工資

$\{c_{t+s}, k_{t+s}, u_{t+s}, e_{c,t+s}, b_{t+s}, m_{t+s}, w_{t+s}(j)\}_{s=0}^{\infty}$極大化預期終身效用。令$\pi_t$代表商品價格的變化率，即

$$\pi_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \tag{17}$$

第j種家計單位最適選擇的一階條件為

$$\left(\frac{f_t}{c_t}\right)^{\frac{1}{\phi}} = \beta E_t \left\{ \left(\frac{f_{t+1}}{c_{t+1}}\right)^{\frac{1}{\phi}} \left[\left(\frac{r_{t+1}^k}{p_{t+1}}\right) u_{t+1} + (1 - \delta_{t+1}) \right] \right\}, \tag{18}$$

$$\delta_1 p_t u_t = r_t^k, \tag{19}$$

$$\theta \left(\frac{c_t}{e_{c,t}}\right)^{\frac{1}{\phi}} = \frac{p_{e,t}}{p_t}, \tag{20}$$

$$\left(\frac{f_t}{c_t}\right)^{\frac{1}{\phi}} = \beta E_t \left[\left(\frac{1 + R_t}{1 + \pi_{t+1}}\right) \left(\frac{f_{t+1}}{c_{t+1}}\right)^{\frac{1}{\phi}} \right], \tag{21}$$

$$\left(\frac{f_t}{c_t}\right)^{\frac{1}{\phi}} = \frac{p_t}{m_t} + \beta E_t \left[\left(\frac{1}{1 + \pi_{t+1}}\right) \left(\frac{f_{t+1}}{c_{t+1}}\right)^{\frac{1}{\phi}} \right], \tag{22}$$

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

$$(\phi_2-1)\left(\frac{w_t}{w_t(j)}\right)\left(\frac{f_t}{c_t}\right)^{\frac{1}{\phi}}+\omega_2\left[\frac{(1+\pi_{G,t})w_t(j)}{w_{t-1}(j)}-1\right]\left(\frac{w_t}{w_{t-1}(j)}\right)\left(\frac{f_t}{c_t}\right)^{\frac{1}{\phi}}$$

$$=\phi_2\cdot\chi\left(\frac{w_t}{w_t(j)}\right)^{\phi_2(1-\eta)}\left(\frac{p_t}{w_t(j)}\right)n_t^{-\eta}$$

$$+\omega_2\beta E_t\left\{\left(\frac{1+\pi_{G,t+1}}{1+\pi_{t+1}}\right)\left[\frac{(1+\pi_{G,t+1})w_{t+1}(j)}{w_t(j)}-1\right]\right.$$

$$\left.\cdot\left[\frac{w_{t+1}(j)}{(w_t(j))^2}\right]\left(\frac{n_{t+1}}{n_t}\right)\left(\frac{f_{t+1}}{c_{t+1}}\right)^{\frac{1}{\phi}}\right\}. \tag{23}$$

第(18)式代表消費者累積一單位資本的邊際成本必須等於其邊際利益，其中邊際利益包含可增加下一期資本財租賃收入以及資本的殘餘價值兩個部分；第(19)式代表消費者提高一單位資本利用率時，邊際成本為當期資本折舊費用將提高，而邊際利益為當期資本財的租賃收入將會增加；第(20)式代表消費者以能源消費替代商品消費的邊際替代率必須等於能源與商品的相對價格；第(21)式代表消費者持有債券的邊際成本必須等於其邊際利益；第(22)式代表消費者持有實質貨幣的邊際成本必須等於其邊際利益，邊際利益包含當期效用水準的提高，以及下一期消費水準提高帶來的效用增量。第(23)式代表家計單位提高工資水準的邊際利益必須等於其邊際成本。當第j種家計單位提高名目工資水準時，產生的邊際成本包含工資提高，使得廠商的勞動需求量減少以及工資調整成本；產生的邊際利益包含效用水準因工資提高而提高，以及可節省下一期的工資調整成本。

DOI:10.6814/NCCU202001742

第五節：中央銀行施政法則

中央銀行的預算限制式為

$$M_t = M_{t-1} + P_{G,t} l_t \Rightarrow m_t = \left(\frac{1}{1+\pi_{G,t}}\right) m_{t-1} + l_t.$$

令τ_t代表中央銀行的貨幣供給成長率，則

$$M_t = (1+\tau_t) M_{t-1} \Rightarrow m_t = \left(\frac{1+\tau_t}{1+\pi_{G,t}}\right) m_{t-1}. \tag{24}$$

在此我們考慮兩種政府的政策法則：泰勒法則(Taylor's Rule)以及麥卡勒姆法則(McCallum's Rule)。若中央銀行按照泰勒法則施政，則其施政法則為

$$R_t = \rho_Y \left(\frac{y_t - y^*}{y^*}\right) + \rho_\pi \left(\pi_{G,t} - \pi_G^*\right), \qquad \rho_Y, \rho_\pi > 0, \tag{25}$$

其中我們以x^*代表變數x在恆定狀態下的數值，且ρ_Y與ρ_π分別代表中央銀行對於產出缺口與通貨膨脹的相對關心係數。[11]若中央銀行按照麥卡勒姆法則施政，則其施政法則為

$$\tau_t = -\rho_Y \left(\frac{y_t - y^*}{y^*}\right) - \rho_\pi \left(\pi_{G,t} - \pi_G^*\right), \qquad \rho_Y, \rho_\pi > 0. \tag{26}$$

我們將在後續分別考慮這兩種政策法則對經濟體系造成的影響。

第六節：外生衝擊與全面均衡

我們引用 Kormilitsina (2011)所述，將能源總需求視為扣除國內可供給的部分之後，對能源進口的淨需求；再引用 Plante (2014)的設定，將能源供給視為一外生變數。經濟體系內各個市場的結清條件為

1. 債券市場：$b_t = 0$。[12]

[11] 在此我們設定無論中央銀行採取何種法則穩定經濟，對於產出缺口與通貨膨脹率均有相同的相對關心係數，以確保兩種法則有更加客觀的比較標準。

[12] 在債券市場的結清條件中，由於政府部門並未發行公債，且私部門的借貸行為均相互抵消，故債券淨供給恆等於零

DOI:10.6814/NCCU202001742

2. 勞動市場：$\int_0^1 n_t^d(q)dq = \int_0^1 n_t^s(j)dj$。

3. 資本財租賃市場：$\int_0^1 \tilde{k}_t^d(q)dq = \tilde{k}_t^s = u_t k_{t-1}$。[13]

4. 能源市場：$e_{c,t} + \int_0^1 e_{f,t}(q)dq = \overline{e}_t$。

最後，根據 Walras 市場法則，我們不考慮商品市場的結清條件。

我們考慮要素生產力與能源供給兩種外生衝擊。生產力衝擊與能源供給衝擊服從以下一階自我迴歸過程

$$A_t = (1-\rho_A)A^* + \rho_A A_{t-1} + \varepsilon_t^A, \qquad \varepsilon_t^A \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0,\sigma_A^2), \tag{27}$$

$$\overline{e}_t = (1-\rho_E)\overline{e}^* + \rho_E \overline{e}_{t-1} - \varepsilon_t^E, \qquad \varepsilon_t^E \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0,\sigma_E^2), \tag{28}$$

我們將在後續分析以上兩種衝擊對經濟體系均衡狀態的影響，以及中央銀行介入前後對實質變數的影響，從而評估中央銀行穩定政策扮演的角色。

此經濟體系的社會福利函數為

$$U = \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s E_t \left[\ln f_{t+s} + \ln m_{t+s} - \chi \left(\frac{1}{1-\eta} \right) n_{t+s}^{1-\eta} \right],$$

令$v_t = \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s E_t \left[\ln f_{t+s} + \ln m_{t+s} - \chi \left(\frac{1}{1-\eta} \right) n_{t+s}^{1-\eta} \right]$，則社會福利函數可改寫為

$$v_t = \ln f_t + \ln m_t - \chi \left(\frac{1}{1-\eta} \right) n_t^{1-\eta} + \beta E_t(v_{t+1}). \tag{29}$$

給定$\{A_{t+s}, \overline{e}_{t+s}\}_{s=0}^{\infty}$以及$\{k_{t-1}, P_{t-1}, P_{G,t-1}, W_{t-1}\}$不變下，全面均衡要求所有家計單位預期終身效用極大、所有廠商預期終身價值極大、中央銀行的政策法則必須滿足，以及所有市場達於結清狀態。我們將所有全面均衡條件陳列如下：

A. 家計單位最適選擇的一階條件為前述第(18)式至第(23)式，而在對稱均衡時，所有家計單位均會選擇相同的名目工資。因此第(23)式改為

[13] 在勞動市場與資本財租賃市場的結清條件中，等號左邊代表所有中間財廠商的總合勞動及有效資本需求；等號右邊代表所有家計單位的總合勞動及有效資本供給。

DOI:10.6814/NCCU202001742

$$(\phi_2 - 1)\left(\frac{f_t}{c_t}\right)^{\frac{1}{\phi}} + \omega_2\left[\frac{(1+\pi_{G,t})w_t}{w_{t-1}} - 1\right]\left(\frac{w_t}{w_{t-1}}\right)\left(\frac{f_t}{c_t}\right)^{\frac{1}{\phi}}$$

$$= \phi_2 \cdot \chi\left(\frac{p_t}{w_t}\right)n_t^{-\eta}$$

$$+ \omega_2\beta E_t\left\{\left(\frac{1+\pi_{G,t+1}}{1+\pi_{t+1}}\right)\left[\frac{(1+\pi_{G,t+1})w_{t+1}}{w_t} - 1\right]\left(\frac{w_{t+1}}{w_t^2}\right)\right.$$

$$\left.\cdot\left(\frac{n_{t+1}}{n_t}\right)\left(\frac{f_{t+1}}{c_{t+1}}\right)^{\frac{1}{\phi}}\right\}. \tag{30}$$

B. 在對稱均衡時，所有中間財廠商均會選擇相同的要素使用量、商品價格以及產量，因此所有中間財廠商的利潤以及生產成本也將相同。結合對稱均衡的定義、家計單位消費的邊際替代率、有效資本的定義、邊際成本與總成本的關係與第(15)式以及第(17)式，第(1)式以及第(5)式至第(9)式改為

$$y_t = A_t n_t^{\alpha_1}(u_t k_{t-1})^{\alpha_2} e_{f,t}^{1-\alpha_1-\alpha_2}, \tag{31}$$

$$w_t = \alpha_1\left(\frac{y_t}{n_t}\right)\mu_t, \tag{32}$$

$$r_t^k = \alpha_2\left(\frac{y_t}{u_t k_{t-1}}\right)\mu_t, \tag{33}$$

$$p_{e,t} = (1-\alpha_1-\alpha_2)\left(\frac{y_t}{e_{f,t}}\right)\mu_t, \tag{34}$$

$$\mu_t = \frac{\alpha \cdot w_t^{\alpha_1}\left(r_t^k\right)^{\alpha_2} p_{e,t}^{1-\alpha_1-\alpha_2}}{A_t}, \tag{35}$$

DOI:10.6814/NCCU202001742

$$(\phi_1 - 1)p_t + \omega_1 \pi_t (1 + \pi_t)$$
$$= \phi_1 \mu_t + \omega_1 \beta E_t \left[\left(\frac{f_{t+1}}{f_t} \right)^{\frac{1}{\phi}} \left(\frac{c_t}{c_{t+1}} \right)^{\frac{1}{\phi}} \pi_{t+1} (1 + \pi_{t+1}) \left(\frac{y_{t+1}}{y_t} \right) \right], \tag{36}$$

C. 第(24)式必須滿足，且中央銀行在名目利率以及貨幣供給成長率兩者只能擇一控制，即第(25)式與第(26)式只有其中之一必須滿足。

D. 在對稱均衡下，能源市場結清條件為

$$e_{c,t} + e_{f,t} = \overline{e}_t. \tag{37}$$

此經濟體系的社會資源限制式為如下形式[14]

$$p_t c_t + p_t i_t + p_{e,t} \overline{e}_t$$
$$= p_t y_t - \frac{\omega_1}{2} \left[\frac{(1 + \pi_{G,t}) p_t}{p_{t-1}} - 1 \right]^2 y_t - \frac{\omega_2}{2} \left[\frac{(1 + \pi_{G,t}) w_t}{w_{t-1}} - 1 \right]^2 w_t n_t, \tag{38}$$

以上第(4)式、第(10)式至第(15)式、第(17)式至第(22)式、第(25)式或第(26)式以及第(29)式至第(38)式等二十四個全面均衡條件共可解得以下內生變數：

a. 實質變數

$$\{c_{t+s}, k_{t+s}, n_{t+s}, i_{t+s}, u_{t+s}, \delta_{t+s}, e_{c,t+s}, e_{f,t+s}, y_{t+s}, m_{t+s}, f_{t+s}, v_{t+s}, \mu_{t+s}\}_{s=0}^{\infty},$$

b. 價格變數以及中央銀行政策工具

$$\{P_{t+s}, P_{e,t+s}, P_{G,t+s}, p_{t+s}, p_{e,t+s}, w_{t+s}, r_{t+s}^k, \pi_{t+s}, \pi_{G,t+s}, \tau_{t+s}, R_{t+s}\}_{s=0}^{\infty}.$$

[14] 此經濟體系的資源限制式的推導過程，請見附錄。

DOI:10.6814/NCCU202001742

第五章：參數校準

我們以下表呈現模型中參數校準的結果：

參數	意義	數值
δ_0	資本利用率與折舊率校準參數	0.0089753
δ_1	資本利用率與折舊率校準參數	0.054055
α_1	勞動產出彈性	0.4893
α_2	有效資本產出彈性	0.33
ϕ	商品與能源消費替代彈性	0.25
ϕ_1	中間財替代彈性	2.4664
ϕ_2	勞動供給替代彈性	21
η	勞動跨期替代彈性的倒數	1
β	家計單位的主觀折現因子	0.993
θ	商品與能源消費校準參數	0.082956
χ	勞動供給校準參數	0.10905
ω_1	商品價格調整成本	100
ω_2	名目工資調整成本	237.515
ρ	時間偏好率	0.007
ρ_Y	央行對產出缺口的相對關心係數	0.2
ρ_π	央行對通貨膨脹的相對關心係數	1.5
ρ_A	生產力衝擊持續性	0.95
ρ_E	能源供給衝擊持續性	0.8
σ_A	生產力衝擊標準差	0.34
σ_E	能源供給衝擊標準差	0.0141841

表格 5-1：模型參數校準結果

在此我們先根據文獻上的設定，賦予參數數值。根據 Plante (2014)一文，我們設定家計單位的主觀折現因子$\beta = 0.993$，隱含主觀折現率為$\rho = (1-\beta)/\beta \cong 0.007$、能源供給衝擊的持續性為$\rho_E = 0.8$，以及商品與能源消費的替代彈性為$\phi = 0.25$。根據 Walsh (2017)一書，我們設定勞動供給跨期替代

DOI:10.6814/NCCU202001742

彈性的倒數為$\eta = 1$、生產衝擊的一階自我相關係數為$\rho_A = 0.95$，以及生產衝擊的標準差為$\sigma_A = 0.34$。根據 Nath (2016)一文，我們設定勞動供給的替代彈性為$\phi_2 = 21$以及名目工資調整成本參數為$\omega_2 = 237.515$。

根據 Basu and Bundick (2017)一文，我們設定商品價格調整成本大小為$\omega_1 = 100$、有效資本產出彈性$\alpha_2 = 0.33$、中央銀行對產出缺口的相對關心係數為$\rho_Y = 0.2$、對通貨膨脹的相對關心係數為$\rho_\pi = 1.5$，以及恆定狀態下的資本折舊率為$\delta^* = 0.025$。根據 Finn (2000)一文，能源產出彈性為 0.1807，故勞動產出彈性α_1為

$$1 - \alpha_1 - \alpha_2 = 0.1807 \Rightarrow \alpha_1^* = 0.4893.$$

根據 2000:1-2019:4 美國總工業產能利用率的實際資料，我們可算出樣本期間平均產能利用率為 77.006%，我們將其視為恆定狀態下的資本利用率。恆定狀態下的資本利用率與資本折舊率分別為

$$u^* = \sqrt{2\left(\frac{\rho + \delta_0}{\delta_1}\right)}, \qquad \delta^* = \delta_0 + \frac{\delta_1}{2}(u^*)^2,$$

據此我們可反求參數δ_0與δ_1為

$$\delta_0^* = \frac{\delta^* - \rho}{2}, \qquad \delta_1^* = 2\left[\frac{\rho + \delta_0^*}{(u^*)^2}\right].$$

根據 2000:1-2019:4 美國的實際資料，投資支出佔實質產出的比例為$(i/y)^* = 0.16696$，我們透過調整參數ϕ_1實現此一校準目標。恆定狀態下理論模型的資本產出比為

$$\frac{k^*}{y^*} = \left(\frac{\phi_1 - 1}{\phi_1}\right)\left(\frac{\alpha_2}{\rho + \delta^*}\right),$$

恆定狀態下的投資支出為$i^* = \delta^* k^*$，將其代入資本產出比可得

$$\left(\frac{1}{\delta^*}\right)\left(\frac{i^*}{y^*}\right) = \left(\frac{\phi_1 - 1}{\phi_1}\right)\left(\frac{\alpha_2}{\rho + \delta^*}\right) \Rightarrow \frac{\phi_1 - 1}{\phi_1} = \left(\frac{\rho + \delta^*}{\alpha_2 \delta^*}\right)\left(\frac{i}{y}\right)^*,$$

我們將(i^*/y^*)改以校準目標$(i/y)^*$呈現。我們定義$\kappa \equiv \left(\frac{\rho+\delta^*}{\alpha_2\delta^*}\right)\left(\frac{i}{y}\right)^*$，則參數$\phi_1$的數值為

DOI:10.6814/NCCU202001742

$$\phi_1^* = \frac{1}{1-\kappa}.$$

接著我們調整參數θ使得恆定狀態下的能源消費為特定的水準。根據2000:1-2019:4 美國的實際資料，非能源消費佔實質產出的比例為$(c/y)^* = 0.64897$，以此我們可決定恆定狀態下的消費水準c^*。又恆定狀態下的資源限制式可改寫為

$$\frac{p_e}{p} = \frac{y^* - c^* - i^*}{\overline{e}^*},$$

因此參數θ的數值為

$$\theta^* = \left(\frac{e_c^*}{c^*}\right)^{\frac{1}{\phi}} \left(\frac{p_e}{p}\right)^*.$$

我們調整勞動校準參數χ使得恆定狀態下的勞動水準n^*為特定的水準。因此參數χ的數值為

$$\chi^* = \theta^* \left(\frac{\phi_2 - 1}{\phi_2}\right) (f^*)^{\frac{1}{\phi}-1} (c^*)^{-\frac{1}{\phi}} \left(\frac{W^*}{P^*}\right) (n^*)^{-\eta}.$$

我們以表四呈現參數校準的一階動差：

目標	數值
商品消費佔產出比例	0.64897
投資支出佔產出比例	0.16696
資本利用率	0.77006
資本折舊率	0.025
恆定狀態勞動水準	1/3

表格 5-2：模型參數配適一階動差的校準結果

最後，我們設定能源供給衝擊的標準差$\sigma_E = 0.0141841$，使得理論模型中能源相對價格與實質產出的同期相關係數$\widehat{\mathrm{Corr}}(p_{e,t}, y_t) = 0.3079$。本文模型的數值模擬結果為[15]

[15] 由於我們並未將能源消費從總消費中分離，故在表五中理論模型的消費與能源相對價格以及

DOI:10.6814/NCCU202001742

	理論模型		實際資料	
	能源相對價格	實質產出	能源相對價格	實質產出
能源相對價格	1	0.3079	1	0.3079
實質產出	0.3079	1	0.3079	1
消費	0.0697	0.7788	0.4444	0.6660
投資	0.3064	0.9965	0.2103	0.6097
勞動工時	-0.2590	-0.0649	0.1037	0.4470
實質工資	0.2305	0.0618	0.0064	-0.0405
名目利率	0.2419	-0.0499	0.0986	0.0190
通貨膨脹率	-0.0777	-0.5288	0.3301	0.1702

表格 5-3：模型參數數值模擬以及與實際資料配適結果

從以上數值模擬的結果，我們發現：

1. 能源相對價格與消費的同期相關係數$\widehat{\mathrm{Corr}}(p_{e,t}, f_t)$明顯地低估實際資料的結果，而能源相對價格與投資的同期相關係數$\widehat{\mathrm{Corr}}(p_{e,t}, i_t)$則高估。實質產出與消費的同期相關係數$\widehat{\mathrm{Corr}}(y_t, f_t)$以及與投資的同期相關係數$\widehat{\mathrm{Corr}}(y_t, i_t)$亦高估實際資料的結果。在實質工資以及名目利率的部分，雖然同期相關係數的正負號不同，但均捕捉到了近乎無關的結果。
2. 在進行數值模擬時，我們以麥卡勒姆法則作為全面均衡的條件。當我們欲以泰勒法則作為全面均衡條件時，能源相對價格與實質變數的同期相關係數均遠高於實際資料的結果。這代表本文模型在動差配適方面受到極大的限制，在模型設定與參數給定的部分有許多改進的空間。

消費與實質產出的同期相關係數是以合成消費f_t計算而非商品消費c_t計算。

DOI:10.6814/NCCU202001742

第六章：外生衝擊的效果分析

在本章我們將著眼於外生衝擊對經濟體系的影響。我們分別討論要素生產力正向衝擊以及能源供給負向衝擊的當期效果，以及當中央銀行採取不同施政法則的時候，對經濟體系會產生何種的影響。在外生衝擊持續性的部分，我們直接沿用前述校準參數的結果，假定要素生產力衝擊以及能源供給衝擊具有一定程度的持續性。

第一節：要素生產力衝擊的均衡分析

當要素生產力提高時，產生正向的財富效果使得當期消費水準提高、勞動供給下降，且此衝擊具有持續性，因此廠商的投資需求會提高。廠商投資需求的提高意味著資本累積，對家計單位而言等同創造未來的財富，因此財富效果會進一步提高商品消費與能源消費、降低勞動供給。

要素生產力提高使得廠商的能源需求與勞動需求提高。然而，由於在本文模型中能源供給為外生給定，在本文模型的參數設定下，家計單位的能源需求提高、廠商的能源需求減少。又勞動需求提高但勞動供給減少，因此均衡實質工資提高，商品供給與均衡勞動的變化未定。由於此衝擊具有持續性，因此商品需求與商品供給的變化均較為明顯，然而要素生產力提高降低廠商的生產成本，因此商品價格亦變化未定，但較傾向下降。

若中央銀行依循泰勒法則穩定經濟，則在本文模型與參數給定下，中央銀行將降低名目利率。當名目利率降低時，跨期替代效果將使得家計單位的商品及能源消費提高，且勞動供給下降。又利率變化不影響廠商的勞動需求，因此均衡勞動下降。利率降低使得家計單位能源需求提高，使得廠商的能源需求量下降，使得經濟體系的商品供給因均衡勞動與廠商的能源需求下降而減少，但

DOI:10.6814/NCCU202001742

在本文模型與參數給定下，均衡產出仍高於恆定狀態水準。又名目利率降低提高了提高中間財廠商提高商品價格的邊際利益，因此商品價格上漲，而根據需求法則以及商品消費與能源消費的互補性，家計單位的能源消費下降，在本文模型與參數給定下，能源相對價格下降。最後，由於消費提高且勞動供給減少，故社會福利提高。

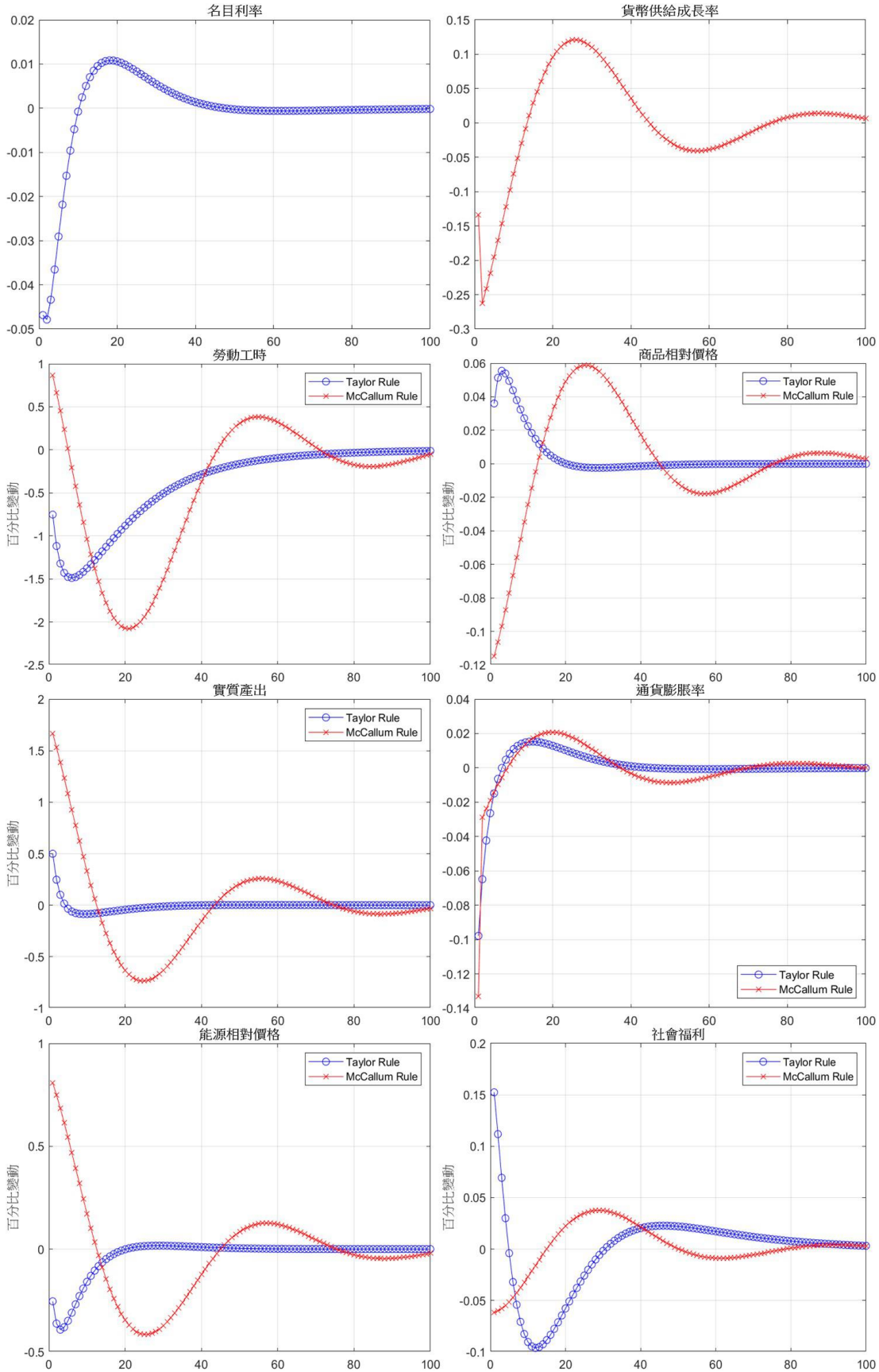
若中央銀行依循麥卡勒姆法則穩定經濟，則在本文模型與參數給定下，中央銀行將降低貨幣供給成長率。此政策將使得當期通貨膨脹率下降，使得當期商品消費、能源消費與勞動供給均提高，而廠商的勞動需求不受影響，因此均衡勞動將因勞動供給增加而提高。然而廠商的能源使用量因家計單位的能源消費提高而被排擠，因此商品供給的變化未定。在本文模型與參數給定下，經濟體系的均衡產出將提高，而商品相對價格因通貨膨脹率下降而降低。最後，由於家計單位的勞動供給提高，因此社會福利下降。

由以下的衝擊反應函數可以看出，當經濟體系面臨要素生產力的正向衝擊時，透過泰勒法則可達到穩定經濟體系的作用，而依循麥卡勒姆法則實施穩定效果時，無論是對實質產出或者是通貨膨脹率，均會產生較大的波動，也較難達到穩定經濟的效果。

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

圖 6-1：在不同政策法則下，要素生產力提高與穩定政策對各變數的衝擊反應



DOI:10.6814/NCCU202001742

第二節：能源供給衝擊的效果分析

在此我們著眼於能源供給衝擊的效果分析。與要素生產力衝擊的情形不同的是，此衝擊會同時造成需求面與供給面的變動，我們將探討中央銀行採取不同穩定政策對經濟體系造成的影響。

當能源供給減少時，會同時造成商品市場需求面與供給面的負向衝擊，需求面衝擊源於家計單位的能源消費減少導致商品消費減少，而供給面衝擊源於廠商的能源消費減少導致產出減少，產生負向財富效果使得家計單位的勞動供給增加。而產出減少使得廠商減少其勞動需求以及能源需求，又能源供給減少使得能源價格上漲，造成廠商生產成本的提高，因此廠商會提高其商品價格以支應成本，進而使得經濟體系的通貨膨脹率提高。

若中央銀行依循泰勒法則穩定經濟，則在本文模型與參數給定下，中央銀行將降低名目利率。當名目利率降低時，跨期替代效果將使得家計單位的商品及能源消費提高，且勞動供給下降。又利率變化不影響廠商的勞動需求，因此均衡勞動下降，且廠商的能源需求因家計單位的能源消費提高而進一步被排擠，因此均衡產出下降。在能源相對價格部分，名目利率下降使得家計單位的能源需求提高，使得能源相對價格進一步提高，使得通貨膨脹率仍有較大的波動。最後，由於家計單位的消費水準下降，因此社會福利下降。

若中央銀行依循麥卡勒姆法則穩定經濟，則在本文模型與參數給定下，中央銀行將降低貨幣供給成長率。貨幣供給成長率降低使得當期實質貨幣餘額下降，消費與持有貨幣的邊際替代率提高，故家計單位的商品消費與能源消費均下降，且勞動供給增加。又利率變化不影響廠商的勞動需求，因此均衡勞動下降；但廠商的能源需求因家計單位的能源消費下降而提高，唯在能源供給減少的情形下，即使廠商的能源需求相對提高，對商品供給的影響亦有限。在本文模型與參數給定下，均衡產出仍低於恆定狀態的水準，且通貨膨脹率仍遠大於

DOI:10.6814/NCCU202001742

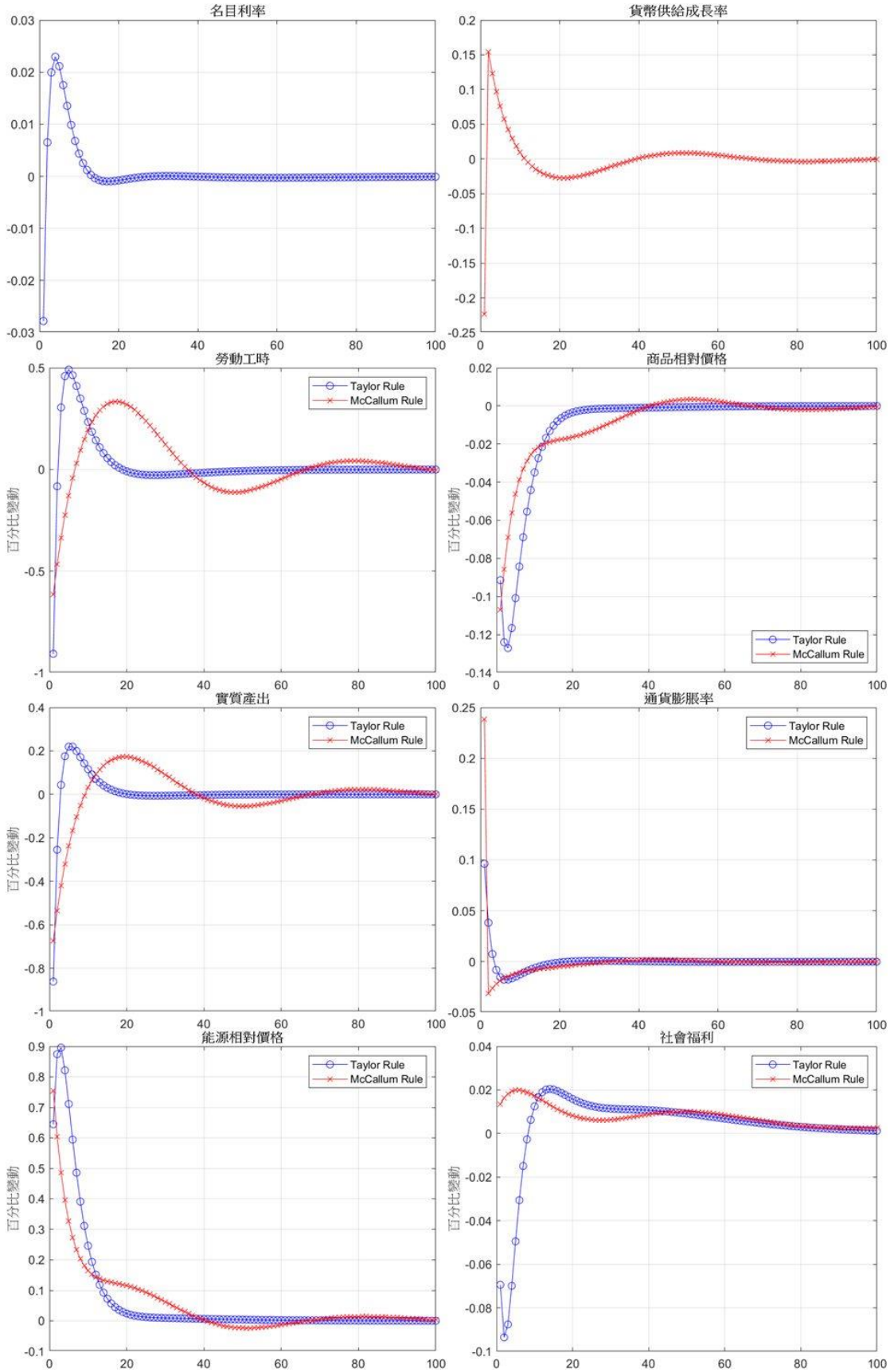
恆定狀態下的水準。

最後，在本文模型與參數設定下，中央銀行透過麥卡勒姆法則穩定經濟後的均衡產出較高，因此商品消費與投資支出高於透過泰勒法則穩定經濟後的結果，因此社會福利較高。然而，即使社會福利較高，但在穩定通貨膨脹缺口的部分，泰勒法則仍略勝一籌。

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

圖 6-2：在不同政策法則下，能源供給減少與穩定政策對各變數的衝擊反應



DOI:10.6814/NCCU202001742

第三節：小結

在本章我們探討了在不同外生衝擊下，中央銀行透過不同的穩定政策的政策法則對經濟體系造成的影響。我們發現，當中央銀行依循麥卡勒姆法則制定穩定政策時，會伴隨著較大幅度的物價變動，因此在穩定經濟體系的效果方面，泰勒法則較麥卡勒姆法則為優；然而麥卡勒姆法則在刺激產出的方面較為有效，即使是在能源供給負向衝擊的情形下，若中央銀行依循麥卡勒姆法則穩定經濟，其透過勞動市場刺激產出的效果較佳。

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

第七章：結論

本文透過建立一個包含價格僵固性與工資僵固性的 DSGE 模型，用以分析能源市場發生衝擊時，對經濟體系的影響，以及中央銀行貨幣政策的效果分析。

本文發現，無論衝擊來自能源市場需求面或供給面，透過泰勒法則調整名目利率的穩定政策較麥卡勒姆法則能達到穩定經濟的效果，其原因在於當中央銀行依循麥卡勒姆法則穩定經濟時，均會伴隨較大的物價波動，以穩定經濟的觀點視之，泰勒法則優於麥卡勒姆法則。然而本文亦發現，當中央銀行依循麥卡勒姆法則穩定經濟時，對於產出的提升較有幫助，因為以麥卡勒姆法則制定的貨幣政策較能刺激家計單位的勞動供給，因此均衡勞動將會提高，使得經濟體系的均衡產出也傾向提高。

有關於本文後續的研究工作，我們有如下建議：

1. 動差配適：在本文的參數校準當中，除了商品消費與投資對產出的比例以外，其餘動差的配適程度均不理想。平心而論，本文的理論模型有太多如久財與非耐久財的消費行為，以及其他的能源市場需求面或供給面衝擊等未考慮的因素。後續可將本文的理論模型進行延伸，以更詳盡地探討能源市場衝擊與景氣波動關聯性，以及進行更為詳盡的動差配適。[16]
2. 通貨膨脹的福利成本分析：當中央銀行依據麥卡勒姆法則制定貨幣政策以穩定經濟時，對於經濟體系的均衡產出較有幫助，但必須承受較高的通貨膨脹率，進一步排擠私人消費與投資支出，造成福利損失。這種福利損失即為貨幣政策的福利成本，在後續的研究工作中可加入福利成本分析的討論，更進一步地刻劃對貨幣政策效果的評估。

[16] Huynh (2016)與 Dhawan and Jeske (2008)提供了此研究方向的基本架構。

DOI:10.6814/NCCU202001742

3. 最適貨幣政策分析：在本文探討的貨幣政策法則中，假設中央銀行依循其政策法則制定穩定政策，而非基於社會福利極大化的最適化決策。在後續的研究工作中可加入最適貨幣政策的討論，更進一步地刻劃對貨幣政策效果的評估。[17]

4. 能源市場衝擊與勞動市場摩擦：能源與勞動同為經濟體系的生產要素，而在許多相關文獻中，也探討了要素市場之間的連動關係，然而在本文中並未詳盡地刻畫這兩者的關係。後續可將本文的理論模型進行延伸，以更詳盡地探討能源市場衝擊如何透過勞動市場的摩擦，對景氣波動產生影響。

國立政治大學
National Chengchi University

[17] Plante (2014)一文探討了最適貨幣政策的課題，而 Kormilitsina (2011)一文以 Ramsey 最適貨幣政策為探討的重點。

DOI:10.6814/NCCU202001742

參考文獻

毛慶生（2014）。總體經濟學：古典新論(一)。臺北市：雙葉書廊。

Walsh, C. E. (2017). *Monetary theory and policy*. MIT press.

Basu, S., & Bundick, B. (2017). Uncertainty shocks in a model of effective demand. *Econometrica*, *85*(3), 937-958.

Bodenstein, M., Erceg, C. J., & Guerrieri, L. (2008). Optimal monetary policy with distinct core and headline inflation rates. *Journal of Monetary Economics*, *55*, S18-S33.

Born, B., & Pfeifer, J. (2020). The new keynesian wage phillips curve: Calvo vs. rotemberg. *Macroeconomic Dynamics*, *24*(5), 1017-1041.

Corsetti, G., Dedola, L., Jarociński, M., Maćkowiak, B., & Schmidt, S. (2019). Macroeconomic stabilization, monetary-fiscal interactions, and Europe's monetary union. *European Journal of Political Economy*, *57*, 22-33.

Dhawan, R., & Jeske, K. (2008). Energy price shocks and the macroeconomy: the role of consumer durables. *Journal of Money, Credit and Banking*, *40*(7), 1357-1377.

DOI:10.6814/NCCU202001742

Finn, M. G. (2000). Perfect competition and the effects of energy price increases on economic activity. *Journal of Money, Credit and banking*, 400-416.

Gallmeyer, M. F., Hollifield, B., & Zin, S. E. (2005). Taylor rules, McCallum rules and the term structure of interest rates. *Journal of Monetary Economics*, *52*(5), 921-950.

Greenwood, J., Hercowitz, Z., & Huffman, G. W. (1988). Investment, capacity utilization, and the real business cycle. *The American Economic Review*, 402-417.

Huynh, B. T. (2016). Macroeconomic effects of energy price shocks on the business cycle. *Macroeconomic Dynamics*, *20*(3), 623-642.

Jung, A. (2018). Does McCallum's rule outperform Taylor's rule during the financial crisis? *The Quarterly Review of Economics and Finance*, *69*, 9-21.

Kilian, L., & Lewis, L. T. (2011). Does the Fed respond to oil price shocks? *The Economic Journal*, *121*(555), 1047-1072.

Kilian, L. (2009). Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market. *American Economic Review*, *99*(3), 1053-69.

Kim, I. M., & Loungani, P. (1992). The role of energy in real business cycle models. *Journal of Monetary Economics*, *29*(2), 173-189.

DOI:10.6814/NCCU202001742

Kormilitsina, A. (2011). Oil price shocks and the optimality of monetary policy. *Review of Economic Dynamics*, *14*(1), 199-223.

Leduc, S., & Sill, K. (2004). A quantitative analysis of oil-price shocks, systematic monetary policy, and economic downturns. *Journal of Monetary Economics*, *51*(4), 781-808.

McCallum, B. T. (1988, January). Robustness properties of a rule for monetary policy. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy* (Vol. 29, pp. 173-203). North-Holland.

Nath, R. (2016). Asset Pricing in a New Keynesian Model with Nominal Price and Wage Rigidities.

Orphanides, A. (2002). Monetary-policy rules and the great inflation. *American economic review*, *92*(2), 115-120.

Plante, M. (2014). How should monetary policy respond to changes in the relative price of oil? Considering supply and demand shocks. *Journal of Economic Dynamics and Control*, *44*, 1-19.

Razzak, W. A. (2003). Is the Taylor rule really different from the McCallum rule? *Contemporary Economic Policy*, *21*(4), 445-457.

DOI:10.6814/NCCU202001742

Rotemberg, J. J., & Woodford, M. (1996). *Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity* (No. w5634). National Bureau of Economic Research.

Taylor, J. B. (1993, December). Discretion versus policy rules in practice. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy* (Vol. 39, pp. 195-214). North-Holland.

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202001742

附錄

在此我們推導此經濟體系的資源限制式。首先我們將債券市場以及政府的預算限制式代入家計單位的預算限制式可得

$$p_t c_t + p_t i_t + p_{e,t} e_{c,t}$$
$$= p_t d_t + \left(w_t(j)\right)^{1-\phi_2} w_t^{\phi_2} n_t - \frac{\omega_2}{2}\left[\frac{\left(1+\pi_{G,t}\right) w_t(j)}{w_{t-1}(j)} - 1\right]^2 w_t n_t$$
$$+ r_t^k u_t k_{t-1},$$

將對稱均衡的定義以及中間財廠商的利潤函數代入上式可得

$$p_t c_t + p_t i_t + p_{e,t} e_{c,t}$$
$$= p_t y_t - \frac{\omega_1}{2}\left(\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1\right)^2 y_t - TC_t + w_t n_t$$
$$- \frac{\omega_2}{2}\left[\frac{\left(1+\pi_{G,t}\right) w_t}{w_{t-1}} - 1\right]^2 w_t n_t + r_t^k u_t k_{t-1},$$

明顯地，廠商的生產成本等於$TC_t = w_t n_t + r_t^k \tilde{k}_t + p_{e,t} e_t$，將生產成本以及勞動市場、資本財租賃市場與能源市場結清條件可得

$$p_t c_t + p_t i_t + p_{e,t} \bar{e}_t = p_t y_t - \frac{\omega_1}{2}\left(\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1\right)^2 y_t - \frac{\omega_2}{2}\left[\frac{\left(1+\pi_{G,t}\right) w_t}{w_{t-1}} - 1\right]^2 w_t n_t,$$

最後，利用第(14)式以及第(15)式，我們將上式改寫為

$$p_t c_t + p_t i_t + p_{e,t} \bar{e}_t$$
$$= p_t y_t - \frac{\omega_1}{2}\left[\frac{\left(1+\pi_{G,t}\right) p_t}{p_{t-1}} - 1\right]^2 y_t - \frac{\omega_2}{2}\left[\frac{\left(1+\pi_{G,t}\right) w_t}{w_{t-1}} - 1\right]^2 w_t n_t,$$

此即此經濟體系的資源限制式。

DOI:10.6814/NCCU202001742