98cbc-經 1(委託研究報告)

最適貨幣政策之制定—考量存貨投資的小型開放經濟新興凱因斯 DSGE 模型

本報告係計畫主持人的個人意見，不代表委託機關及計畫主持人所服務單位之立場

計畫委託單位：中央銀行經濟研究處

計畫主持人：張永隆

中華民國九十八年十二月

中央銀行委託研究計畫編號
98cbc-經 1

最適貨幣政策之制定—考量存貨投資的小型開放經濟新興凱因斯 DSGE 模型

計畫委託單位：中央銀行經濟研究處

計畫主持人：張永隆

中華民國九十八年十二月

謝詞

作者謹在此感謝陳南光教授、黃俞寧教授、嚴處長宗大、林副處長宗耀、侯研究員德潛、蘇研究員導民、汪研究員建南、吳研究員懿娟、劉副研究員淑敏、及何副研究員棟欽、謬副研究員維正等對本計畫所提供的寶貴意見、建議與指正。作者並特別感謝劉副研究員淑敏在計畫執行期間所給予行政上的協助。另外，作者也要感謝研究助理鐘岳軒，王怡文和鐘宛臻的協助。本計畫的所有論點、皆屬作者個人意見，與中央銀行以及作者服務單位無關。文中的任何錯誤皆屬作者的責任。

目錄

表次

圖次

最適貨幣政策之制定—考量存貨投資的小型開放經濟新興凱因斯 DSGE 模型

關鍵詞：存貨投資；小型開放經濟體；新興凱因斯模型；最適貨幣政策

摘要

我們把存貨投資引入一個小型開放經濟體新興凱因斯模型，然後把模型校準成台灣的情形。我們用這個模型來探討存貨投資如何影響最適貨幣政策的制定。我們發現當定價方式是生產者貨幣定價以及出口替代彈性高時，考量存貨投資的存在，將增加穩定名目匯率的重要性。我們發現給定一個高但合理的出口替代彈性，固定匯率政策可以比嚴格的國內物價膨脹率目標化和嚴格的通貨膨脹率目標化帶來更高的福利。

1 前言

雖然存貨投資通常只是一個經濟體的實質國內生產毛額的一個非常微小的部份，但是存貨投資的波動在實質國內生產毛額的波動上扮演重要的角色卻是早已被注意到。比方說，Blinder and Maccini (1991) 發現，雖然存貨投資只是大約美國實質國內生產毛額 0.5%，在一個典型的戰後經濟衰退，存貨投資的下降可以解釋實質國內生產毛額 87% 的下降。這個令人不解的實證事實引發了很多關於存貨投資為什麼對景氣循環有這麼不成比例的影響的研究。[1] 然而，雖然文獻上有大量關於存貨投資的實證分析 (positive analysis)，卻很少有關於存貨投資的規範分析 (normative analysis)。一個例外是 Lubik and Teo (2009)。他們研究存貨投資如何影響封閉經濟體的最適貨幣政策的制定。 Lubik and Teo (2009) 發現在有存貨投資的新興凱因斯模型裡的最適貨幣政策和在沒有存貨投資的標準的新興凱因斯模型裡的最適貨幣政策有所不同，因為嚴格的物價膨脹率目標化 (strict inflation targeting) 不再是最適的貨幣政策。這篇文章的目的是要延續 Lubik and Teo (2009)，探討存貨投資如何影響開放經濟體的最適貨幣政策的制定。

存貨投資可能透過幾個途徑影響小型經濟體的最適貨幣政策的制定。第一，如 Lubik and Teo (2009) 的封閉經濟體模型，存貨投資提供一個額外的途徑讓消費可以更平順，這是央行必須考慮的一點。第二，當出口和進口貨物有存貨時，匯率的變動會對存貨的估價有所影響，進而影響廠商的價格設定行為。如果央行要極大化福利，就必須考慮貨幣政策對廠商價格設定行為的影響。這會影響央行所面對的取捨。

我們把存貨投資引進 Kollmann (2002) 的標準的小型開放經濟體新興凱因斯動態隨機一般均衡 (Dynamic Stochastic General Equilibrium, DSGE) 模型，然後把模型校準 (calibrate) 成台灣的情況。模型裡有極大化效用函數的代表性家計單位，獨占性競爭 (monopolistically competitive) 的廠商。存貨投資是透過如 Bils and Khan (2000) 般假設存貨存量促進銷售引入模型。Jung and Yun (2005) 和 Lubik and Teo (2009) 在封閉經濟體模型也用同一個方法。這個方法和避免缺貨

[1]請參閱Blinder and Maccini (1991), Ramey and West (1999) 和Khan (2003)。

(stockout avoidance) 的動機是一致的。Wen (2005) 發現避免缺貨理論比其他理論更能解釋存貨投資在不同頻率的波動。

我們的結果可以被摘要成以下幾點。當定價方式是生產者貨幣定價 (producer currency pricing) 和出口替代彈性比較小時，有存貨投資的小型經濟體模型的最適貨幣政策主要專注在穩定國內物價的膨脹率，而這是和標準的沒有存貨的模型是一樣的。但是，當出口替代彈性比較大時，最適貨幣政策會面對穩定國內物價膨脹率和穩定名目匯率的取捨。存貨的存在增加穩定匯率的重要性，因為它增加廠商在設定價格時，給定匯率變動的風險貼水。一個比較高的風險貼水會增加平均出口價格，進而減低出口收入，而這是一個不理想的情況。我們發現在考慮存貨投資的情況下，在合理的出口彈性下，固定匯率政策可以比嚴格的國內物價膨脹率目標化和嚴格的通貨膨脹目標化 (strict CPI inflation targeting) 帶來更高的福利。

文章的其餘部份是如下安排。第二節建構一個有存貨投資的小型經濟體新興凱因斯模型。第三節討論模型的解題方式和校準。第四節討論結果和敏感度偵測。第五節是結論。

2 模型

我們把存貨投資引入 Kollmann (2002) 的標準的小型開放經濟體新興凱因斯動態隨機一般均衡模型。我們遵循 Bils and Khan (2000) 的方法，假設存貨存量促進銷售。

2.1 最終財的生產

最終財，Z_t，是個國內中間財和進口中間財的 CES 集合:

$$Z_t = \left\{ \alpha^{\frac{1}{\vartheta}} \left(Q_t^d\right)^{\frac{\vartheta-1}{\vartheta}} + \left(1-\alpha\right)^{\frac{1}{\vartheta}} \left(Q_t^m\right)^{\frac{\vartheta-1}{\vartheta}} \right\}^{\frac{\vartheta}{\vartheta-1}}, \tag{1}$$

當中 $\alpha > 0$ 是國內中間財和最終財在靜止狀態的比例，$\vartheta > 0$ 是國內中間財和進口中間財的當期替代彈性。 Q_t^d 和 Q_t^m 是國內和進口中間財的 Dixit-Stiglitz 加總:

$$Q_t^d = \left\{ \int_0^1 \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}} \right)^{\frac{\gamma}{\nu}} Q_t^d(s)^{\frac{\nu-1}{\nu}} ds \right\}^{\frac{\nu}{\nu-1}}, \tag{2}$$

$$Q_t^m = \left\{ \int_0^1 \left(\frac{N_t^{m}(s)}{N_t^{m}} \right)^{\frac{\gamma}{\nu}} Q_t^m(s)^{\frac{\nu-1}{\nu}} ds \right\}^{\frac{\nu}{\nu-1}}, \tag{3}$$

當中 $Q_t^d(s)$ 和 $Q_t^m(s)$ 分別是國內中間財和進口中間財的 s 品牌。$\nu > 1$ 是不同品牌的中間財的替代彈性。 $N_t^{dx}(s)$ 是國內中間財可以銷售的貨物的存量，而 $N_t^m(s)$ 是進口中間財可以銷售的貨物的存量。 N_t^{dx} 和 N_t^m 是整個經濟體可以銷售的貨物的存量的加總。我們會稍後解釋為什麼我們把存貨引入 Dixit-Stiglit 的加總。

當我們解一個成本最小化的問題後，我們會得到下列需求函數：

$$Q_t^d(s) = \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_t^d(s)}{P_t^d} \right)^{-\nu} Q_t^d, \tag{4}$$

$$Q_t^m(s) = \left(\frac{N_t^{m}(s)}{N_t^{m}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_t^m(s)}{P_t^m} \right)^{-\nu} Q_t^m, \tag{5}$$

$$Q_t^d = \alpha \left(\frac{P_t^d}{P_t} \right)^{-\vartheta} Z_t, \tag{6}$$

$$Q_t^m = (1-\alpha) \left(\frac{P_t^m}{P_t} \right)^{-\vartheta} Z_t, \tag{7}$$

當中 $P_t^d(s)$ 和 $P_t^m(s)$ 分別是 s 品牌國內中間財和進口中間財的價格(以本國的貨幣計算)。 P_t^d，P_t^m 和 P_t 是價格指數，定義如下：

$$P_t^d \equiv \left\{ \int_0^1 \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}} \right)^{\frac{\gamma}{\nu}} P_t^d\left(s\right)^{1-\nu} ds \right\}^{\frac{1}{1-\nu}}, \tag{8}$$

$$P_t^m \equiv \left\{ \int_0^1 \left(\frac{N_t^{m}(s)}{N_t^{m}} \right)^{\frac{\gamma}{\nu}} P_t^m\left(s\right)^{1-\nu} ds \right\}^{\frac{1}{1-\nu}}, \tag{9}$$

$$P_t \equiv \left\{ \alpha\left(P_t^d\right)^{1-\vartheta} + \left(1-\alpha\right)\left(P_t^m\right)^{1-\vartheta} \right\}^{\frac{1}{1-\vartheta}}. \tag{10}$$

把可以銷售的貨物的存量引入第（2）和（3）式中的 Dixit-Stiglitz 加總讓我們得到第（4）和（5）式中銷售隨著可以銷售的貨物存量增加的需求函數。可以銷售的貨物存量增加銷售的方式是首先由 Bils and Kahn（2000）引入部份均衡模型。Jung and Yun（2005）和 Lubik and Teo（2009）把這個方法帶到封閉經濟體的 DSGE 模型。如我們可以從第（4）和（5）式中看見，參數 $\gamma > 0$ 反映需求對可以銷售貨存量的彈性。

2.2 中間財廠商

品牌 s 的國內中間財廠商的生產函數是:

$$Y_t\left(s\right) = \theta_t K_t\left(s\right)^{\psi} L_t\left(s\right)^{1-\psi}, \tag{11}$$

當中 $Y_t\left(s\right)$ 是 s 廠商的產出。 θ_t 是整個經濟體的技術參數。$K_t\left(s\right)$ 和 $L_t\left(s\right)$ 是 s 廠商所用的資本財和工作時數。參數 $\psi \in \left(0,1\right)$ 影響要素所得和產出的比例。廠商 s 選擇 $K_t\left(s\right)$ 和 $L_t\left(s\right)$ 來極小化總生產成本 $R_t^k K_t(s) + W_t L_t(s)$，給定生產函數的限制，(11)。當中 R_t^k 和 W_t 分別是資本財的名目租賃和名目工資。一階條件是:

$$R_t^k = \psi MC_t \frac{Y_t}{K_t}, \tag{12}$$

$$W_t = \left(1-\psi\right) MC_t \frac{Y_t}{L_t}, \tag{13}$$

當中 MC_t 是限制式的 Lagrange multiplier，它也可以被解讀為名目邊際成本。[2]

貨物 s 在本國以及國外銷售。國外銷售的需求函數，$Q_t^x(s)$，被假設成和國內銷售的需求函數的形式一樣：

$$Q_t^x\left(s\right) = \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma} \left(\frac{P_t^x\left(s\right)}{P_t^x}\right)^{-\nu} Q_t^x, \tag{14}$$

$$Q_t^x = \kappa \left(\frac{P_t^x}{P_t^*}\right)^{-\eta}, \tag{15}$$

當中 P_t^* 是外國的 CPI 指數。 η 是外國的當期替代彈性，也可以被解讀為出口的價格彈性。參數 κ 是個比例參數。 Q_t^x 和 P_t^x 是以下指數：

$$Q_t^x \equiv \left\{\int_0^1 \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\frac{\gamma}{\nu}} Q_t^x\left(s\right)^{\frac{\nu-1}{\nu}} ds\right\}^{\frac{\nu}{\nu-1}}, \tag{16}$$

$$P_t^x \equiv \left\{\int_0^1 \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma} P_t^x\left(s\right)^{1-\nu} ds\right\}^{\frac{1}{1-\nu}}. \tag{17}$$

為了簡化代數，我們假設廠商面對菜單成本，而不是遵循 Kollmann (2002) 採用 Calvo (1983) 方式的價格設定。品牌 s 的國內中間財廠商的利潤函數 $\pi_t^{dx}(s)$，和進口中間財廠商的利潤函數 $\pi_t^m(s)$ 分別是：

$$\pi_t^{dx}(s) = P_t^d\left(s\right)Q_t^d(s) + e_t P_t^x(s)Q_t^x(s) - MC_t Y_t(s) - AC_t^d(s) - AC_t^x(s), \qquad (18)$$

$$\pi_t^{m}(s) = P_t^m\left(s\right)Q_t^m(s) - e_t P_t^* Y_t^m(s) - AC_t^m(s), \qquad (19)$$

當中 $AC_t^d(s)$, $AC_t^x(s)$ 和 $AC_t^m(s)$ 是菜單成本函數。e_t 是名目匯率(在這裡名目匯率上昇是本國貨幣貶值)。進口中間財廠商從國外以 P_t^* 的價格進口一致化的外國貨物 $Y_t^m(s)$, 然後把它們轉換成不同品牌的貨物在國內銷售。廠商選擇價格和可以銷售的貨物的存量來極大化利潤, 給定需求函數和可以銷售的貨物的存量的累計方程式:

$$N_t^{dx}(s) = Y_t(s) + (1-\delta_N)\left[N_{t-1}^{dx}(s) - Q_{t-1}^d(s) - Q_{t-1}^x(s)\right], \qquad (20)$$

$$N_t^{m}(s) = Y_t^m(s) + (1-\delta_N)\left[N_{t-1}^{m}(s) - Q_{t-1}^m(s)\right], \qquad (21)$$

當中 $\delta_N \in [0,1]$ 是可以銷售的貨物的存量的折舊率。

在我們的基準模型, 我們也將做一個和 Kollmann (2002) 不一樣的假設, 也就是我們假設出口商以本國貨幣設定價格, 意即, 生產者貨幣定價 (producer currency pricing, PCP)。我們將會探討如果價格設定是當地貨幣定價 (local currency pricing, LCP) 時, 我們的結果的敏感度。我們在附錄推導 PCP 的最適價格設定條件如下:

[2]因為這個模型的結構, 不同廠商的名目邊際成本將會相同, 所以名目邊際成本沒有 s 的標籤。

$$
\begin{aligned}
0 &= (1-v)\frac{Q_t^d(s)}{P_t} + v(1-\delta_N)E_t\rho_{t,t+1}\frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}}\frac{Q_t^d(s)}{P_t^d(s)} \\
&- \varphi\left(\frac{P_t^d(s)}{\Pi P_{t-1}^d(s)}-1\right)\frac{Q_t^d}{\Pi P_{t-1}^d(s)}\frac{P_t^d}{P_t} \\
&+ E_t\rho_{t,t+1}\varphi\left(\frac{P_{t+1}^d(s)}{\Pi P_t^d(s)}-1\right)\frac{P_{t+1}^d(s)}{\Pi\left(P_t^d(s)\right)^2}\frac{P_{t+1}^d}{P_{t+1}}Q_{t+1}^d,
\end{aligned} \tag{22}
$$

$$
\begin{aligned}
0 &= (1-v)\frac{Q_t^x(s)}{P_t} + v(1-\delta_N)E_t\rho_{t,t+1}\frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}}\frac{Q_t^x(s)}{e_tP_t^x(s)} \\
&- \varphi\left(\frac{e_tP_t^x(s)}{\Pi e_{t-1}P_{t-1}^x(s)}-1\right)\frac{Q_t^x}{\Pi e_{t-1}P_{t-1}^x(s)}\frac{e_tP_t^x}{P_t} \\
&+ E_t\rho_{t,t+1}\varphi\left(\frac{e_{t+1}P_{t+1}^x(s)}{\Pi e_tP_t^x(s)}-1\right)\frac{e_{t+1}P_{t+1}^x(s)}{\Pi\left(e_tP_t^x(s)\right)^2}Q_{t+1}^x\frac{e_{t+1}P_{t+1}^x}{P_{t+1}},
\end{aligned} \tag{23}
$$

$$
\begin{aligned}
0 &= (1-v)Q_t^m(s) + v(1-\delta_N)E_t\frac{1}{R_t^*}P_{t+1}^*\frac{Q_t^m(s)}{P_t^m(s)/e_t} \\
&- \varphi\left(\frac{P_t^m(s)/e_t}{\Pi^*P_{t-1}^m(s)/e_{t-1}}-1\right)\frac{Q_t^m}{\Pi^*P_{t-1}^m(s)/e_{t-1}}\frac{P_t^m}{e_t} \\
&+ E_t\frac{1}{R_t^*}\varphi\left(\frac{P_{t+1}^m(s)/e_{t+1}}{\Pi^*P_t^m(s)/e_t}-1\right)\frac{P_{t+1}^m(s)/e_{t+1}}{\Pi^*\left(P_t^m(s)/e_t\right)^2}Q_{t+1}^m\frac{P_{t+1}^m}{e_{t+1}},
\end{aligned} \tag{24}
$$

當中 $\varphi > 0$ 是個菜單成本參數, $\rho_{t,t+1}$ 是個衡量跨期利潤的折扣率,[3] R_t^* 是國際利率的毛額。 $\Pi_t \equiv \frac{P_t}{P_{t-1}}$ and $\Pi_t^* \equiv \frac{P_t^*}{P_{t-1}^*}$ 分別是國內和國外 CPI 膨脹率的毛額。沒有時間標號的變數代表該變數的靜止值。

在 LCP 的情況下, 式子 (23) 和 (24) 由以下式子取代:

[3] Kim (2000) 推導顯示衡量跨期利潤的折扣率等於跨期邊際消費效用的比例, 也就是, $\rho_{t,t+1} = \beta\frac{C_t^{\xi}}{C_{t+1}^{\xi}}$.

$$
\begin{aligned}
0 &= (1-v)\frac{e_t Q_t^x(s)}{P_t} + v(1-\delta_N)E_t\rho_{t,t+1}\frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}}\frac{Q_t^x(s)}{P_t^x(s)} \\
&-\varphi\left(\frac{P_t^x(s)}{\Pi^* P_{t-1}^x(s)}-1\right)\frac{Q_t^x}{\Pi^* P_{t-1}^x(s)}\frac{e_t P_t^x}{P_t} \\
&+E_t\rho_{t,t+1}\varphi\left(\frac{P_{t+1}^x(s)}{\Pi^* P_t^x(s)}-1\right)\frac{P_{t+1}^x(s)}{\Pi^*\left(P_t^x(s)\right)^2}Q_{t+1}^x\frac{e_{t+1}P_{t+1}^x}{P_{t+1}},
\end{aligned}
\tag{25}
$$

$$
\begin{aligned}
0 &= (1-v)\frac{Q_t^m(s)}{e_t} + v(1-\delta_N)E_t\frac{1}{R_t^*}P_{t+1}^*\frac{Q_t^m(s)}{P_t^m(s)} \\
&-\varphi\left(\frac{P_t^m(s)}{\Pi P_{t-1}^m(s)}-1\right)\frac{Q_t^m}{\Pi P_{t-1}^m(s)}\frac{P_t^m}{e_t} \\
&+E_t\frac{1}{R_t^*}\varphi\left(\frac{P_{t+1}^m(s)}{\Pi P_t^m(s)}-1\right)\frac{P_{t+1}^m(s)}{\Pi\left(P_t^m(s)\right)^2}Q_{t+1}^m\frac{P_{t+1}^m}{e_{t+1}}.
\end{aligned}
\tag{26}
$$

可以銷售的貨物的存量的一階條件是:

$$
\gamma\frac{P_t^d(s)Q_t^d(s)+e_tP_t^x(s)Q_t^x(s)}{N_t^{dx}(s)P_t}-\frac{MC_t}{P_t}+(1-\delta_N)E_t\rho_{t,t+1}\frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}}\left(1-\gamma\frac{Q_t^d(s)+Q_t^x(s)}{N_t^{dx}(s)}\right)=0,
\tag{27}
$$

$$
\gamma\frac{P_t^m(s)Q_t^m(s)}{N_t^m(s)e_t}-P_t^*+(1-\delta_N)E_t\frac{1}{R_t^*}P_{t+1}^*\left(1-\gamma\frac{Q_t^m(s)}{N_t^m(s)}\right)=0.
\tag{28}
$$

2.3 代表性家計單位

代表性家計單位的跨期效用是由消費 C_t, 工作時數 L_t 和實質貨幣餘額(real money balance) $\frac{M_t}{P_t}$ 決定:

$$E_0 \sum_{t=0}^{t=\infty} \beta^t U\left(C_t, L_t, \frac{M_t}{P_t}\right), \tag{29}$$

當中 $\beta \in [0,1]$ 是主觀折扣因子。我們遵循 Kollmann (2002) 假設當期效用函數的形式如下:

$$U(C_t, L_t) = \frac{C_t^{1-\xi} - 1}{1-\xi} - \frac{L_t^{1+\omega}}{1+\omega} + \frac{\left(\frac{M_t}{P_t}\right)^{1-\varphi_m}}{1-\varphi_m}. \tag{30}$$

代表性家計單位擁有資本財 K_t，其累計方程式為:

$$K_{t+1} = K_t(1-\delta) + I_t - \frac{1}{2}\Phi\frac{(K_{t+1}-K_t)^2}{K_t}, \tag{31}$$

當中 $\frac{1}{2}\Phi\frac{(K_{t+1}-K_t)^2}{K_t}$，$\Phi > 0$ 是個資本調整成本。代表性家計單位也擁有所有的國內廠商。在第 t 期，代表性家計單位可以購買一個一期的國內債券 A_{t+1} 和一個以外幣計價的債券，B_{t+1}。A_{t+1} 和 B_{t+1} 的名目利率毛額分別是 R_t 和 R_t^f。代表性家計單位也累計名目貨幣餘額，M_t。代表性家計單位的預算限制式為:

$$M_t + A_{t+1} + e_t B_{t+1} + P_t(C_t + I_t) = M_{t-1} + A_t R_{t-1} + e_t B_t R_{t-1}^f + R_t^k K_t + \int_0^1 \pi_t^{dx}(s)\,ds + T_t + W_t L_t, \tag{32}$$

當中 T_t 是政府的定額移轉。

效用極大化的一階條件為:

$$1 = \beta R_t E_t\left\{\frac{P_t C_t^{\xi}}{P_{t+1} C_{t+1}^{\xi}}\right\}, \tag{33}$$

$$1 = \beta R_t^f E_t\left\{\frac{P_t C_t^{\xi} e_{t+1}}{P_{t+1} C_{t+1}^{\xi} e_t}\right\}, \tag{34}$$

$$1=\beta E_t\left\{\frac{C_t^{\xi}}{C_{t+1}^{\xi}}\frac{\frac{R_{t+1}^k}{P_{t+1}}+1-\delta+\Phi\frac{(K_{t+2}-K_{t+1})}{K_{t+1}}+\frac{1}{2}\Phi\frac{(K_{t+2}-K_{t+1})^2}{K_{t+1}^2}}{1+\Phi\frac{(K_{t+1}-K_t)}{K_t}}\right\}, \tag{35}$$

$$\frac{W_t}{P_t}=C_t^{\xi}L_t^{\omega}, \tag{36}$$

$$\left(\frac{M_t}{P_t}\right)^{-\varphi_m}\frac{1}{P_t}-\frac{1}{P_tC_t^{\xi}}+\beta E_t\frac{1}{P_{t+1}C_{t+1}^{\xi}}=0. \tag{37}$$

式子（33）和（34）是債券的 Euler 式子。式子（35）是資本財的 Euler 式子。式子（36）把工時的邊際效益和邊際成本相等。式子（37）是貨幣需求式子。我們遵循 Kollmann (2002)，引入一個非拋補利率衝擊，ϕ_t，進入外國債券的 Euler 式子，使式子（34）變成：

$$1=\phi_t\beta R_t^f E_t\left\{\frac{P_tC_t^{\xi}e_{t+1}}{P_{t+1}C_{t+1}^{\xi}e_t}\right\}. \tag{38}$$

我們引入非拋補利率衝擊以便式子（33）和（38）經由對數線性化得到：

$$E_t\widehat{\Delta e}_{t+1}\simeq\hat{R}_t-\hat{R}_t^f-\hat{\varphi}_t, \tag{39}$$

當中 $\Delta e_{t+1}\equiv e_{t+1}/e_t$ 而"ˆ"符號表示一個變數和其靜止值的對數差。

2.4 市場結清條件

廠商在均衡時是對等的，所以我們可以把 s 標籤從式子拿掉。最終財的結清需要：

$$Z_t=C_t+I_t+\frac{AC_t^d}{P_t}+\frac{AC_t^x}{P_t}. \tag{40}$$

我們可以注意到給定最終財 Z_t 的量，菜單成本減少可以供消費和投資用途的貨物。所以菜單成本是這個經濟體一個沒有效率的來源。為了解釋以下結果，我們將定義 RC_t 為菜單成本和最終財的比例，來反映價格調整所造成的資源成本：

$$RC_t \equiv \frac{\frac{AC_t^d}{P_t} + \frac{AC_t^x}{P_t}}{Z_t}. \tag{41}$$

國內債券的市場結清需要:

$$A_t = 0. \tag{42}$$

我們同時假設政府把鑄幣稅回歸成定額移轉給家計單位:

$$T_t = M_t - M_{t-1}. \tag{43}$$

最後，我們遵循 Kollmann (2002) 假設家計單位持有國際債券所收到的利率， R_t^f，和國際利率， R_t^*，相差 $\frac{\lambda B_{t+1}}{P_t^x Q_t^x}$，當中 $\lambda > 0$ 是一個反映國際金融市場整合程度的參數:

$$\frac{R_t^f}{\Pi^*} = \frac{R_t^*}{\Pi^*} - \frac{\lambda B_{t+1}}{P_t^x Q_t^x}. \tag{44}$$

$\frac{\lambda B_{t+1}}{P_t^x Q_t^x}$ 項也扮演完結 (closing) 小型經濟體模型的角色 (Schmitt-Grohe and Uribe, 2003)。

2.5 貨幣政策

因為我們將校準模型成台灣的情形，我們首先講假設央行遵循一個貨幣成長法則來執行貨幣政策。遵循 Teo (2009a)，我們將設定貨幣成長法則為:

$$\ln\left(\frac{\mu_t}{\mu}\right) \equiv \rho_\mu \ln\left(\frac{\mu_{t-1}}{\mu}\right) - \left(1-\rho_\mu\right)\left[\rho_{m1}\ln\left(\frac{\Pi_t}{\Pi}\right) + \rho_{m2}\ln\left(\frac{\Delta e_t}{\Delta e}\right)\right] + \varepsilon_t^m, \tag{45}$$

當中 $\mu_t \equiv \frac{M_t}{M_{t-1}}$ 是貨幣成長毛率， ε_t^m 是個 i.i.d. 貨幣衝擊，其標準差為 σ^m。

當我們考慮最適貨幣政策，我們將考慮 Ramsey 最適政策。[4] Ramsey 最適政策

[4]對於 Ramsey 最適政策在新興凱因斯模型的詳細討論,請參考 Khan et al. (2003), Levin et al.

可以藉由設定一個 Lagrangian 的問題來計算，即假設央行的最適化行為係在家計單位和廠商的一階條件和市場結清條件都能滿足的情況下，求取代表性家計單位的終生效用函數最大化。我們利用 Levin and Lopez-Salido (2004) 發展的 Matlab 程式進行以上計算。

除了 Ramsey 最適政策，遵循 Devereux et al. (2006) 和 Sutherland (2006),[5] 我們將考慮以下的簡單法則:

$$\Pi_t^d = \Pi^d, \tag{46}$$

$$\Pi_t = \Pi, \tag{47}$$

$$\Delta e_t = \Delta e, \tag{48}$$

當中 $\Pi_t^d \equiv \frac{P_t^d}{P_{t-1}^d}$ 是國內物價膨脹毛率，$\Delta e = 1$。我們將稱式子 (46)-(48) 分別為嚴格國內物價膨脹率目標化 (strict domestic goods price inflation targeting, DPIT)，嚴格 CPI 膨脹率目標化 (strict CPI inflation targeting, CPIT) 和固定匯率 (FE)。

2.6 外生變數

我們將假設外生變數的變化是遵循一階自我回歸方式:

$$\theta_t = \left(1-\rho^\theta\right) + \rho^\theta \theta_{t-1} + \varepsilon_t^\theta, \tag{49}$$

$$\Pi_t^* = \left(1-\rho^*\right)\Pi^* + \rho^* \Pi_{t-1}^* + \varepsilon_t^*, \tag{50}$$

$$R_t^* = \left(1-\rho^R\right)R^* + \rho^R R_{t-1}^* + \varepsilon_t^R, \tag{51}$$

(2006) 和 Schmitt-Grohe and Uribe (2007)。

[5]但是，Devereux et al. (2006) 和 Sutherland (2006) 沒有考慮 Ramsey 最適政策。

$$\phi_t = \left(1-\rho^\phi\right) + \rho^\phi \phi_{t-1} + \varepsilon_t^\phi, \tag{52}$$

當中 $\rho^\theta, \rho^*, \rho^R, \rho^\phi \in [0,1)$ 和 $\varepsilon_t^\theta, \varepsilon_t^*, \varepsilon_t^R, \varepsilon_t^\phi$ 是平均為零的 i.i.d. 衝擊,其標準差分別為 $\sigma^\theta, \sigma^*, \sigma^R, \sigma^\phi$。

2.7 福利標準

我們用代表性家計單位第零期的預期終身效用, CV_0,作為福利標準:[6]

$$CV_0 \equiv E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\xi}-1}{1-\xi} - \frac{L_t^{1+\omega}}{1+\omega} \right). \tag{53}$$

我們遵循 Schmitt-Grohé and Uribe (2007),以原始狀態是靜止狀態來計算福利。這樣做的好處是模型的經濟體會從同一個原始狀態開始,因為給定參數值,模型的靜止狀態在所有我們考慮的貨幣政策下,都是一樣的。

我們遵循 Lucas (1987) 把福利轉換成百分比, ζ,以反映家計單位願意放棄的靜止狀態消費,以使它在靜止狀態下和在某個貨幣政策 a 下有同樣的福利。 ζ 可以從以下求出:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{\left[\left(1-\frac{\zeta}{100}\right)C\right]^{1-\xi}-1}{1-\xi} - \frac{L^{1+\omega}}{1+\omega} \right\} = CV_0^a. \tag{54}$$

比較高的 of ζ 值表示比較低的福利。

3 模型的解和校準

我們用二階泰勒逼近法 (Schmitt-Grohé and Uribe, 2004) 來解模型。其中,二階泰勒逼近是以 Dynare (Juillard, 1996) 這個軟體程式來計算。

為了使用二階逼近法,我們必須校準模型的參數。我們將把模型校準成對應 19952Q1 到 2009Q1 的台灣情況。模型裡一期是一季。主觀折扣率, β,被設為

[6] 當效用函數被用為福利標準時,我們遵循 Obstfeld and Rogoff (2000) 省略效用函數中的貨幣餘額。這樣做的好處是可以避免 Friedman Rule 相關的問題。

0.9945，這和數據上平均實質利率[7] 是 2.2%（年率）相符合。靜止狀態的國內通貨膨脹率，Π 被設為 1.004，這和數據上平均通貨膨脹率 1.6%（年率）是相符合的。為簡單起見，我們也設定 $\Pi^* = \Pi$ 。[8] α 被設為 0.5，以便靜止狀態的進口和 GDP 的比例是 50%，這和台灣的數據上的平均相符合。我們遵循 Teo (2009a) 把貨物之間的替代彈性，v 設為 6，以便靜止狀態的加碼 (markup) 是 20%。同樣的，我們遵循 Teo (2009a)，把技術參數，ψ，設為 0.3 而折資本財舊率 δ 設為 0.025。菜單成本參數，φ，被校準使得這個模型的對數線性化後的菲利普曲線和 Kollmann (2002) 模型裡的一樣。以台灣的情形，Teo (2009a) 發現平均價格設定期間為 2 到 3 季，視貨物的種類而定。我們會設 φ 以便它和平均價格設定期為 2 季相符。進口的價格彈性，ϑ 被設為 1.7，這是 Teo (2009a) 所得到的進口消費財價格彈性和進口資本財價格彈性的中間值。出口價格彈性，η 被設為 1.11，這是 Teo (2009a) 所得到的後驗平均。我們遵循 Teo (2009a)，把 Frish 勞動彈性的倒數，ω 和貨幣需求彈性，φ_m 分別設為 5 和 4。風險趨避係數 ξ 被設為 5。這個值是在文獻上常用的值的範圍內。[9,10] 參數 κ 被校準成讓靜止狀態實質匯率 1。我們校準資本財調整成本參數 Φ，以便投資的標準差和產出的標準查的比例和數據相符。我們遵循 Kollmann (2002) 把反映國際金融市場的整合程度的參數 λ，設為 0.0019。關於貨幣成長法則，我們設定 $\rho^{\mu} = 0.681, \rho_{m1} = 1.116$ and $\rho_{m2} = 0.403$ 和 $\sigma^m = 0.008$，而這是跟據 Teo (2009a) 的結果。關於外生衝擊，我們以 AR(1) 的方式來估計美國 1992Q1 到 2009Q1 間的通貨膨脹率和名目利率。我們得到 $\rho^* = 0.15, \rho^R = 0.99$，$\sigma^* = 0.001, \sigma^R = 0.002$。關於技術衝擊，因為我們沒有台灣的 Solow 余數，所以我們設定 $\rho^{\theta} = 0.9$，然後校準 σ^{θ} 以便模型的產出標準差和數據相符。這讓我們設定 $\sigma^{\theta} = 0.0085$。關於 UIP 衝擊，因為我們沒有台灣的估計，我們將遵循 Kollmann (2002) 設定 $\rho^{\phi} = 0.5$ 和 $\sigma^{\phi} = 0.033$ 。同樣的，因

[7]我們參考的是金融業拆款。

[8]靜止狀態的通貨膨脹率不會影響這篇文章的結果，因為我們的菜單成本有完全和靜止狀態通貨膨脹率指數掛鉤。

[9]Lucas (1987)。

[10]我們需要這個相對高的值來讓模型所得到的消費的相對波動性和數據相符。

為我們沒有現有的實證估計，可以銷售貨物的折舊率，δ_N 和銷售對可銷售貨物的存量的彈性，γ，將分別被設為 0.01 和 0.37，而這是遵循 Jung and Yun (2005) 和 Lubik and Teo (2009) 在美國的模型所用的值。

表一顯示一些我們關心的變數在模型裡和在數據上的標準差。如我們可以從表中看到，這個模型有能力反映這幾個變數的相對標準差。[11,12]

4 結果

4.1 基準參數值

表二顯示基準參數值下的結果。為了作為比較，我們也顯示沒有存貨的標準新興凱因斯小型經濟體模型的結果。如從表中所見，我們的有存貨的模型和標準的沒有存貨的模型的 Ramsey 最適政策有許多共同點。如標準的沒有存貨的模型，有存貨的模型的 Ramsey 最適政策帶來相對低的國內物價膨脹率標準差，同時它讓 CPI 膨脹率和匯率改變率的標準差比較大。這個結果和 Sutherland (2006) 的發現是一致的，也就是當國內和國外貨物的替代性小時，最適貨幣政策比較關注穩定國內物價的膨脹率。

雖然 Ramsey 最適貨幣政策比較關注穩定國內物價的膨脹率，國內物價的膨脹率的標準差，在 1.54% (年率)，雖然相對小，但也不是微不足道。這和 Sutherland (2006) 的結果是一致的，也就是在小型經濟體模型，完全的穩定國內物價膨脹率並不是最適合的，除了在國內和國外的貨物的替代彈性剛好的情況下。這個結果的經濟直覺是當國內和國外的貨物的替代彈性不，最適政策容許國內物價膨脹率一些波動，以容許一些匯率波動來影響貿易條件 (terms of trade) (Sutherland, 2006)。另外，DPIT, CPIT 和 FE 的福利排行在有和沒有存貨的模型，都和 Sutherland (2006) 的結果一致，也就是當國內和國外貨物的替代彈性小時，DPIT 是三種簡單法則中最好的，而 FE 是最差的。值得一提的是，相較於 DPIT, CPIT 和 FE 帶來 0.1

[11] 但是，值得一提的是，比較這些標準差是為了得到一些可以讓模型和數據大致相符的參數，而不是為了讓模型所有的二階動差和數據相符。這篇文章的目的也不在於探討存貨投資的季節性。

[12] 模型裡的 Y_t 對應數據中的 GDP 因為 Y_t 反映當期的產出。Y_t 的一部份將被用作存貨投資，但這和數據上的國民所得會計恆等式相符。

到 0.46% 的靜止狀態消費福利差別，而這在景氣循環的分析裡是相當大的。CPIT 和 FE 帶來相當大的福利成本因為它們帶來波動比較大的國內物價膨脹率，進而透過菜單成本帶來高資源成本(表二裡 RC 列所顯示)。這子節顯示在基準參數值下，最適貨幣政策在有存貨的模型和沒有存貨的模型非常相似。

4.2 其它出口替代彈性的值

以上子節的結果是在出口替代彈性，η，是 1.11 的假設下獲得。但是，文獻上 η 的值還有些不確定。比方說，Teo (2009a) 在一個估計的台灣 DSGE 模型發現，η 的 90% 信心區間是 0.66 到 2.37。文獻上，其它國家的 η 的估計區間更大。比方說，Lai and Trefler (2002) 從一組已開發國家和發展中國家發現，它們的綜合工業貨物的替代彈性的估計是 5 到 8。Anderson and van Wincoop (2003) 從實證結果的整理回顧提出結論，認為 5 到 10 的貿易彈性是合理的。Hummels (2001) 利用美國和 5 個其它國家的分類數據發現大部份貨物的替代彈性介於 3 到 8，但是一些貨物的替代彈性高感。貨物間的替代彈性可以影響不同貨幣政策的福利排行。Sutherland (2006) 發現替代彈性是個影響貨幣政策應不應該穩定名目匯率的關鍵參數。Teo (2009b,c) 延伸 Sutherland (2006) 的結果，發現出口替代彈性比國內貨物和進口貨物間的替代彈性對不同貨幣政策的影響來得重要。[13] 考量以上理論和實證結果，我們將先詳細探討模型的結果在 η 的時候的穩定性，然後再做更多的其它 η 值的敏感性。

表3顯示 $\eta=10$ 的結果。如表中顯示，在有存貨的模型，Ramsey 最適政策穩定名目匯率成長率比穩定國內物價膨脹率和 CPI 膨脹率來得多。名目匯率成長率的標準差現在比國內物價膨脹率和 CPI 膨脹率小幾倍。在沒有存貨的模型，雖然 Ramsey 最適政策依然穩定國內物價膨脹率比穩定 CPI 膨脹率和名目匯率成長率來得多，但是名目匯率成長率的標準差現在比基準模型小了好幾倍。這個結果是和 Sutherland (2006) 和 Teo (2009b,c) 的結果是一致的，也就是當出口替代彈性增加時，最適貨幣政策會更關注在穩定名目匯率。這個結果的經濟直覺是名目匯率的

[13]在Sutherland (2006) 的文章，出口替代彈性和國內貨物和進口貨物間的替代彈性的值是一樣的。

波動會增加出口價格的風險貼水，進而增加平均出口價格。[14] 當出口替代彈性高時，比較高的平均出口價格帶來比較低的出口收入， $p_t^x Q_t^x$，而這是個不好的結果。所以，當出口替代彈性大時，最適貨幣政策面對穩定國內物價膨脹率以減少菜單成本所造成的資源浪費，以及穩定名目匯率以增加出口收入的取捨。

有趣的是，在有存貨的模型，三個簡單法則的福利排行現在和基準模型完全相反。FE 是最好的簡單法則，第二是 CPIT 而 DPIT 是最差的。在沒有存貨的模型，雖然三個簡單法則的福利排行仍然和基準模型一樣，它們間的福利成本差距現在變得比較小了。這個結果顯示，在穩定匯率的重要性隨著出口替代彈性增加的同時，存貨的存在增強了這個效果。為了進一步探討這個議題，圖1 和 2 分別顯示在有和沒有存貨的模型，在 η 變動下，三種簡單法則的福利成本。如圖1 所見，在有存貨的模型，當 $\eta > 3$ FE 開始比 DPIT 好，而當 $\eta > 8$，FE 成了三種簡單法則中最好的。當 η 是介於 3 到 8，CPIT 是最好的簡單法則。相反的，在沒有存貨的模型，圖2 顯示，在我們考慮的 η 值，FE 沒有比 DPIT 和 CPIT 來的好。因此，考量存貨減低 FE 成為最好的簡單法則的關鍵 η 值。為什麼考量存貨使穩定名目匯率變得更重要？這個結果的經濟直覺如下：名目匯率的波動增加出口價格的風險貼水，而當 $\eta > 1$ 將降低出口收入。給定一個名目匯率的波動程度，存貨的存在會放大出口價格的風險貼水，因為廠商必須考量名目匯率對於存貨的估價影響。存貨的存在增加名目匯率波動對出口收入的負面影響因而使穩定名目匯率變得更重要。

4.3 敏感性分析

在這子節，我們考慮基準模型的一些變化，來檢查結果的穩定性。

4.3.1 需求對可以銷售的貨物存量的彈性

我們首先考慮需求對可以銷售的貨物存量的彈性， γ。圖三顯示當 $\gamma = 0.8$ 時的結果。這是 Jung and Yun (2005) 和 Lubik and Teo (2009) 也考慮的一個值。如從圖中所見，無論是質量上還是數量上，這個情形的結果都和基準模型的結果非常相

[14]在表2和3，出口價格， p_t^x 是除以外國 CPI 的，也就是， $p_t^x \equiv P_t^x / P_t^*$.

似。雖然隨著需求對可以銷售的貨物存量的彈性的增加，需求會對存貨更敏感，因此出口價格的風險貼水會對名目匯率波動更敏感，但是和基準模型比較，我們得到的結果是無論在質量上和數量上，它們都和基準模型差距很小。

4.3.2 國際金融市場整合程度

在基準模型，我們設定影響金融整合程度的參數，λ 是 0.0019。在這裡，我們探討當 λ 減低到 0.001 時(也就是，國際金融市場整合程度增加)，結果的穩定性。如圖4 所見，結果無論是質量上還是數量上都和基準模型非常相似。唯一的差別是，三個簡單法則的福利成本都比基準模型稍微來得小。

4.3.3 國內貨物和進口貨物間的替代彈性

在基準模型，我們設定國內貨物和進口貨物間的替代彈性，ϑ，在 1.7。在這個子節，我們探討結果對 ϑ 的穩定性。我們考慮 ϑ 等於 2.5。這是 Teo (2009a) 得到的消費財的後顯平均。如圖5 所見，結果在質量上和基準模型相似。在數量上，比較高的 ϑ 把讓 FE 成為最好的簡單政策的關鍵 η 值從 8 減低到 7。

4.3.4 衝擊標準差

在基準模型，我們大約校準技術衝擊和 UIP 衝擊的標準差。在這子節，我們探討結果對這兩個標準差的穩定性。圖6 考慮當 $\sigma^{\theta}=0.004$，也就是基準模型的一半，而圖7 考慮 $\sigma^{\phi}=0.017$，也是基準模型的一半。如這兩個圖所顯示，結果無論是質量上和數量上都和基準模型相似。

4.3.5 當地貨幣定價

在以上的結果，支出移轉對福利排行的影響很重要。如果價格設定是當地貨幣(LCP)計價，支出移轉效果會變得不重要。在 LCP 的情況下，出口價格是以出口市場的貨幣定價而進口價格是以本國的貨幣定價。這意味著出口和進口價格不會那麼受到名目匯率波動的影響。因此，LCP 下的最適貨幣政策會專注在穩定國內物價膨脹率。

圖8 顯示，當價格設定是 LCP，在我們考慮的 η 值中，DPIT 是三種簡單法則中最好的，而 FE 是最差的。

台灣的出口價格可能大部份是以外幣定價。從這個角度來看，LCP 可能比 PCP 更能解釋台灣的情形。但是，在現實世界裡，有可能廠商會以外幣定價，但仍然允許出口價格隨匯率改變而做出一些變動。我們可以在這裡透過假設價格設定是 LCP 但同時允許價格和匯率指數掛鉤來探討這種情形。圖9 考慮價格設定是 LCP，但是 50% 的匯率變動會自動轉嫁到出口價格。[15] 如預期的，結果是在 PCP 和純粹的 LCP 的情形之間。FE 在當 $\eta > 14$，是三種簡單法則中最好的。

5 結論

我們探討一個校準到台灣情形的小型經濟體新興凱因斯 DSGE 模型的最適貨幣政策。我們發現當價格設定是生產者貨幣定價（PCP）時，存貨影響最適貨幣政策所面對的取捨。更仔細的來說，在 PCP 下，當出口替代彈性高時，存貨的存在增加穩定名目匯率的重要性。我們進一步顯示，在一個高但是合理的出口替代彈性下，固定匯率可以比嚴格的國內物價膨脹率目標化和 CPI 膨脹率目標化帶來更高的福利。

我們以討論未來研究方向來總結這篇文章。首先，我們可以探討文章的結果是否會因為使用其他引入存貨的方法，如產出平滑，而改變。第二，Kahn, McConnel and Perez-Quiros（2002）發現在美國存貨和銷售的比例有下降的趨勢。探討這個趨勢是否在台灣也有，以及它如何影響最適貨幣的制定會是有趣的方向。[16] 最後，我們也可以引入非貿易財和習慣消費（habit consumption）這些可能影響貨幣政策的模型設計，來探討這篇文章的結論的敏感性。

[15]詳細的模型會在附錄討論。

[16]然而，在這個模型，因為我們發現結果對需求對可以銷售的貨物存量的彈性，γ，不敏感，很有可能存貨對銷售的比例的下降趨勢不會對結果有很大的影響。

參考文獻

Anderson, J., van Wincoop, E., (2003). Trade costs. Manuscript.

Bils, Mark, and James A. Kahn, (2000) What Inventory Behavior Tells Us About Business Cycles. *American Economic Review*, 90(3), 458-481.

Blinder, Alan S., and Louis J. Maccini (1991): Taking Stock: A Critical Assessment of Recent Research on Inventories. *Journal of Economic Perspectives* 5 (1), 73-96.

Calvo, Guillermo A., (1983). Staggered prices in a utility maximizing framework. Journal of Monetary Economics 12, 383--398.

Devereux, M.B, Lane, P.R., Xu, J., (2006). Exchange Rates and Monetary Policy in Emerging Market Economies. Economic Journal 116, 478-506.

Hummels, D., (2001). Toward a geography of trade costs. Mimeo, Purdue University.

Julliard, C. (1996). Dynare : a program for the resolution and simulation of dynamic models with forward variables through the use of a relaxation algorithm. CEPREMAP Working Paper 9602.

Jung, YongSeung, and Tack Yun (2005): Monetary Policy Shocks, Inventory Dynamics and Price-setting Behavior. Manuscript.

Kahn, James A., Margaret McConnell, and Gabriel Perez-Quiros, (2002). On the

Causes of the Increased Stability of the U.S. Economy. Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review, 8(1): 183--202.

Khan, Aubhik, (2003): The Role of Inventories in the Business Cycle. *Federal Reserve Bank of Philadelphia Business Review*, Third Quarter, 38-46.

Khan, Aubhik, Robert G. King, and Alexander Wolman (2003): Optimal Monetary Policy. *Review of Economic Studies*, 70, 825-860.

Kim, Jinill, (2000). Constructing and estimating a realistic optimizing model of monetary policy. Journal of Monetary Economics 45, 329-359.

Kollmann, R., (2002). Monetary policy rules in the open economy: Effects on welfare and business cycles. Journal of Monetary Economics 49, 989-1015.

Lai, H., Trefler, D., (2002). The gains from trade with monopolistic competition: specification, estimation, and mis-specification. NBER Working Paper 9169.

Levin, Andrew T., and David Lopez-Salido (2004): Optimal Monetary Policy with Endogenous Capital Accumulation. Manuscript.

Levin, Andrew T., Aleksii Onatski, John C. Williams, and Noah Williams (2006): Monetary Policy under Uncertainty in Micro-founded Macroeconometric Models. In: Gertler, Mark, and Kenneth Rogoff (Eds.). *NBER Macroeconomics Annual 2005*. MIT Press, Cambridge, London, 229-287.

Lucas, Robert (1987). *Models of Business Cycles*. Yrjö Johansson Lectures

Series. London: Blackwell.

Lubik, Thomas A., and Wing Leong Teo (2009): Inventories and Optimal Monetary Policy. Manuscript.

Obstfeld, M. and K. Rogoff (2000). "New Directions for Stochastic Open Economy Models," *Journal of International Economics*, 50, 117-153.

Ramey, Valerie A., and Kenneth D. West (1999): Inventories. In: John B. Taylor, Michael Woodford (eds.), *Handbook of Macroeconomics*, Volume 1, 863-923.

Schmitt-Grohé, S., Uribe, M., (2003). Closing small open economy models. Journal of International Economics 61(1), 163--185.

Schmitt-Grohé, Stephanie, and Martín Uribe (2004): Solving Dynamic General Equilibrium Models Using a Second-order Approximation to the Policy Function. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 28, 755-775.

Schmitt-Grohé, Stephanie, and Martín Uribe (2007): Optimal, Simple and Implementable Monetary and Fiscal Rules. *Journal of Monetary Economics*, 54, 1702--1725.

Sutherland, A., (2006). The expenditure switching effect, welfare and monetary policy in a small open economy. Journal of Economic Dynamic and Control 30, 1159-1182.

Teo, Wing Leong (2009a). An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Taiwanese Economy. Pacific Economic Review 14(2), 194-231.

Teo, Wing Leong (2009b). Can Exchange Rate Rules be Better Than Interest Rate Rules? Japan and the World Economy 21, 301-311.

Teo, Wing Leong (2009c). Revisiting Expenditure Switching. Manuscript.

Wen, Yi (2005): Understanding the Inventory Cycle. *Journal of Monetary Economics*, 52, 1533--1555.

表1：基準校準下一些變數的標準差

變數	標準差(%)	
	模型	數據
Y_t	2.39	2.38
C_t	1.51	1.20
I_t	10.80	10.83

表2：基準參數的結果($\eta = 1.11$)

	Ramsey	DPIT	CPIT	FE
A：有存貨投資的模型				
福利成本(ζ)	0.28	0.30	0.40	0.60
平均				
RC_t	0.01	0.00	0.11	0.26
p_t^x	0.09	0.13	-0.04	-0.14
$p_t^x Q_t^x$	-0.01	-0.01	0.00	0.02
標準差				
Π_t^d	1.54	0.00	5.91	9.11
Π_t	8.85	12.35	0.00	5.21
Y_t	2.40	2.40	2.42	2.44
Δe_t	5.47	6.96	1.90	0.00
RER_t	3.78	4.12	2.99	2.58
B：沒有存貨投資的模型				
福利成本(ζ)	0.17	0.17	0.30	0.63
平均				
RC_t	0.00	0.00	0.07	0.30
p_t^x	0.11	0.10	-0.01	-0.18
$p_t^x Q_t^x$	-0.01	-0.01	0.00	0.02

標準差

Π_t^d	0.63	0.00	4.88	9.79
Π_t	6.30	5.61	0.00	5.60
Y_t	2.66	2.65	2.59	2.56
Δe_t	3.41	3.21	1.60	0.00
RER_t	2.33	2.32	2.21	2.12

表3: 高出口替代彈性的結果($\eta=10$)

	Ramsey	DPIT	CPIT	FE
A: 有存貨投資的模型				
福利成本(ζ)	0.66	1.25	0.73	0.67
平均				
RC_t	0.19	0.00	0.08	0.18
p_t^x	0.16	1.13	0.36	0.18
$p_t^x Q_t^x$	-1.45	-10.13	-3.28	-1.61
標準差				
Π_t^d	7.77	0.00	4.92	7.59
Π_t	4.75	10.35	0.00	4.38
Y_t	2.34	2.30	2.32	2.33
Δe_t	0.65	5.84	1.59	0.00
RER_t	1.44	2.97	1.90	1.50
B: 沒有存貨投資的模型				
福利成本(ζ)	0.17	0.17	0.18	0.21
平均				
RC_t	0.00	0.00	0.01	0.04
p_t^x	0.04	0.04	0.03	0.02
$p_t^x Q_t^x$	-0.32	-0.34	-0.26	-0.17

標準差

Π_t^d	0.33	0.00	1.36	3.40
Π_t	1.11	1.41	0.00	2.25
Y_t	2.69	2.70	2.67	2.64
Δe_t	0.84	0.91	0.58	0.00
RER_t	0.50	0.50	0.50	0.49

圖1：簡單法則在有存貨投資的模型裡的福利成本

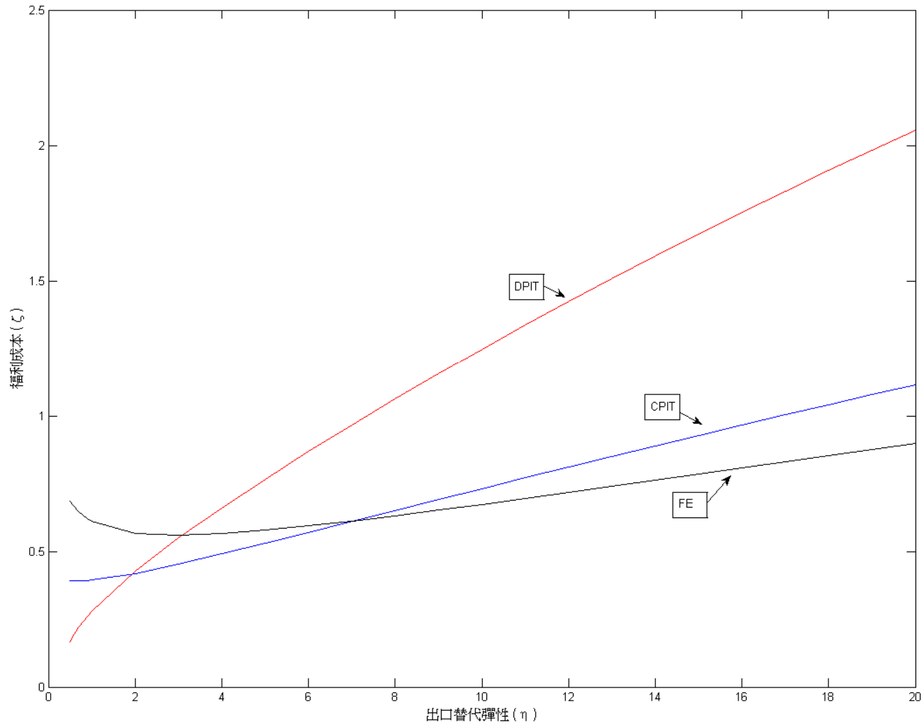


圖2：簡單法則在沒有存貨投資的模型裡的福利成本

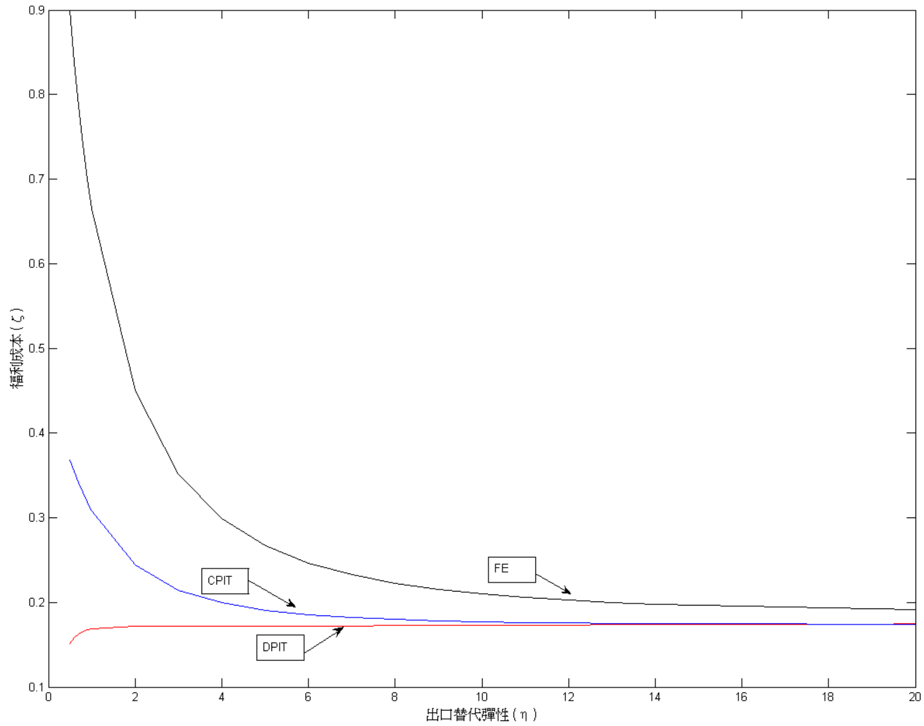


圖3: 簡單法則在有存貨投資的模型裡的福利成本給定 $\gamma = 0.8$

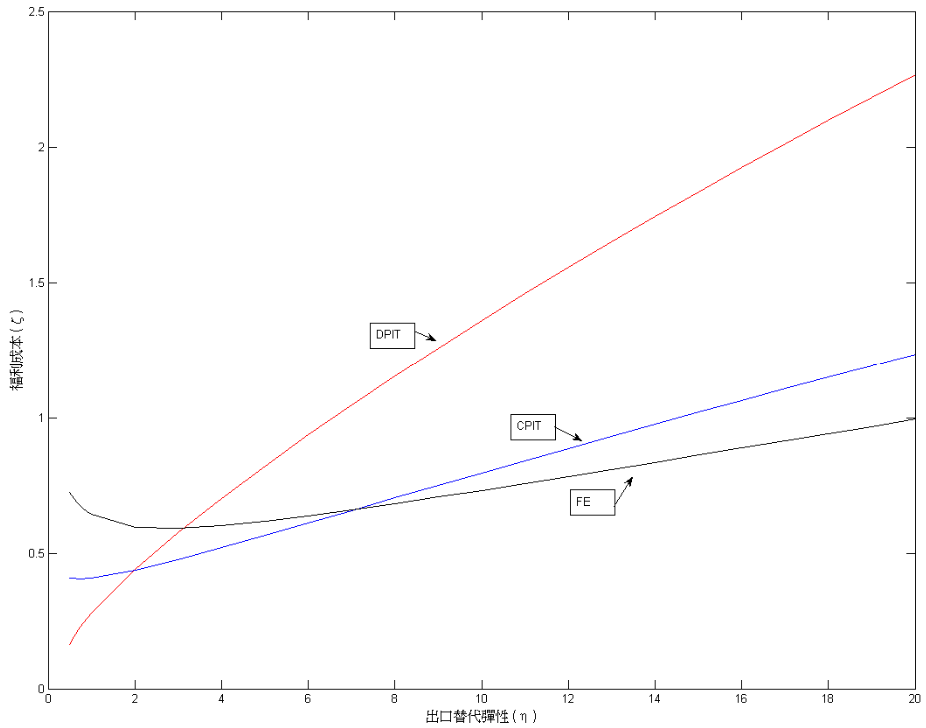


圖4：簡單法則在有存貨投資的模型裡的福利成本給定 $\lambda = 0.001$

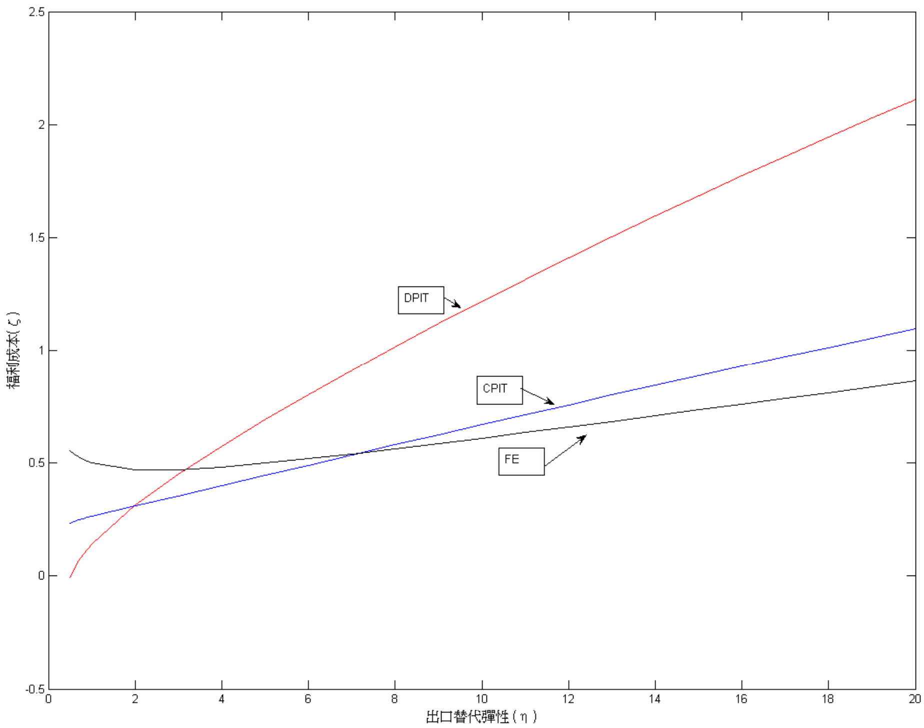


圖5: 簡單法則在有存貨投資的模型裡的福利成本給定 ϑ = 2.5

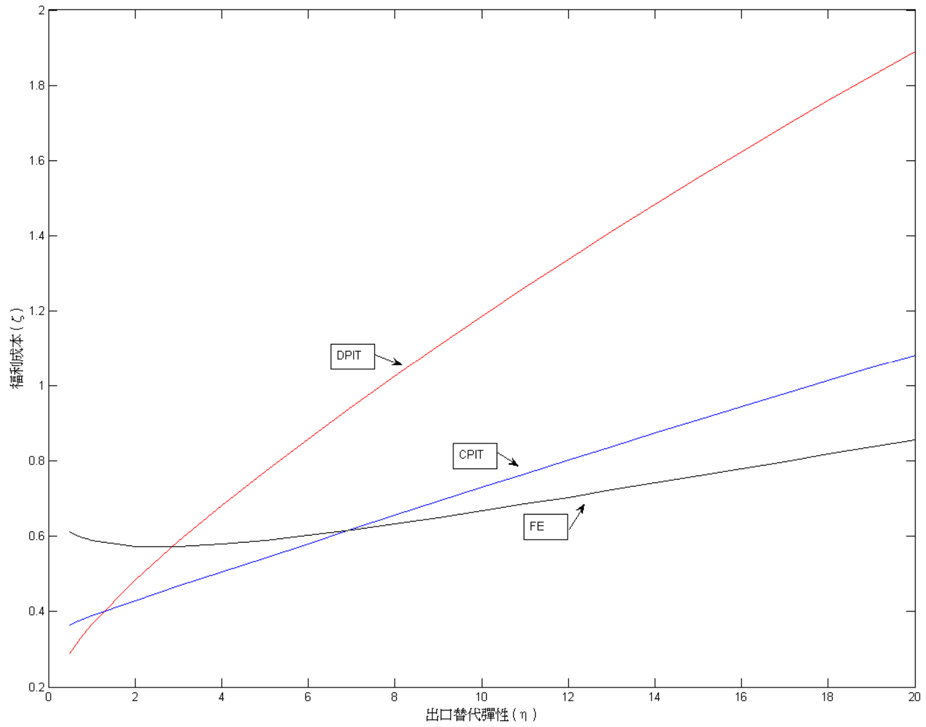


圖6：簡單法則在有存貨投資的模型裡的福利成本給定 $\sigma^{\theta} = 0.004$

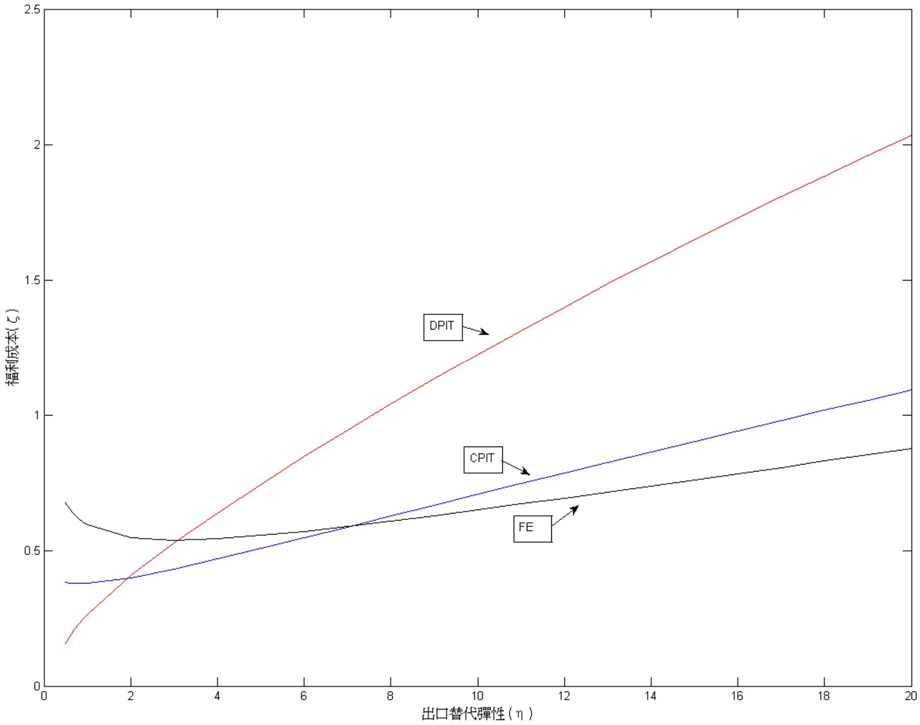


圖7：簡單法則在有存貨投資的模型裡的福利成本給定 $\sigma^{\phi}=0.017$

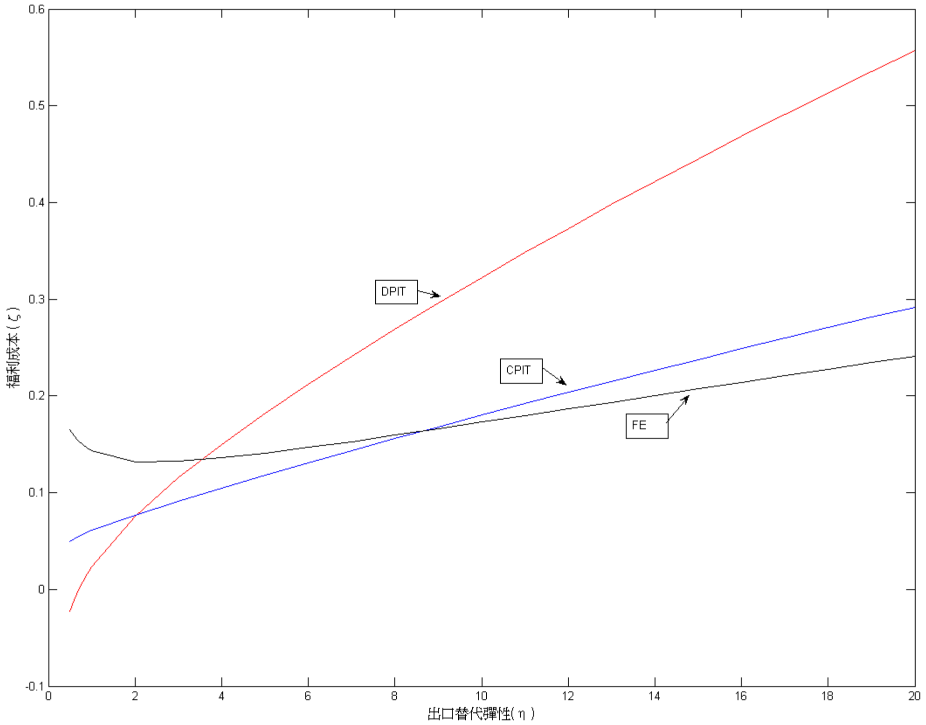


圖8：簡單法則在有存貨投資的模型裡的福利成本給定價格設定是LCP

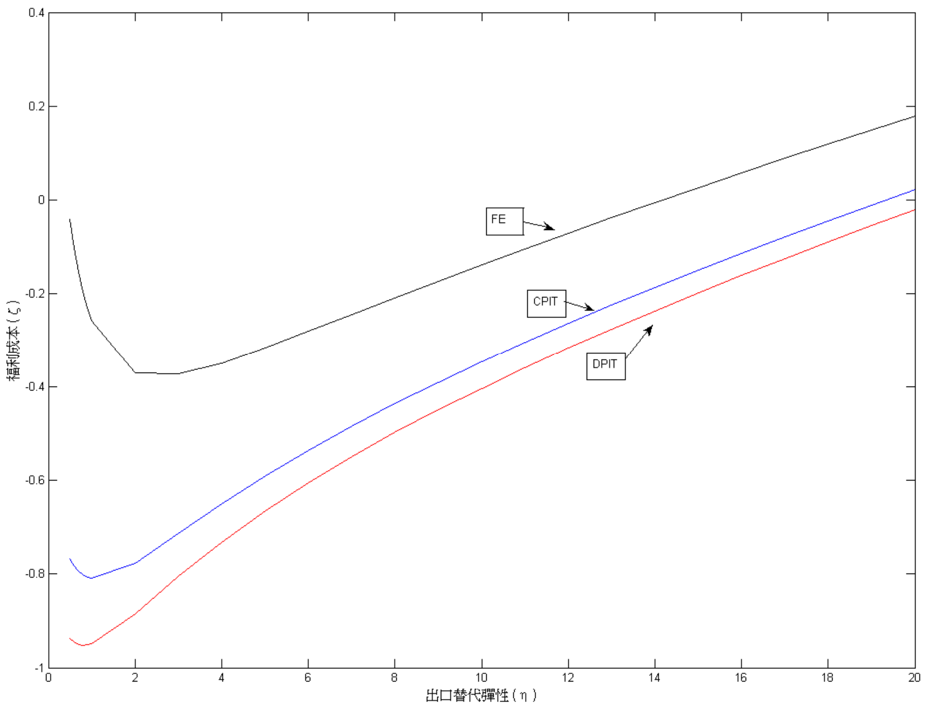
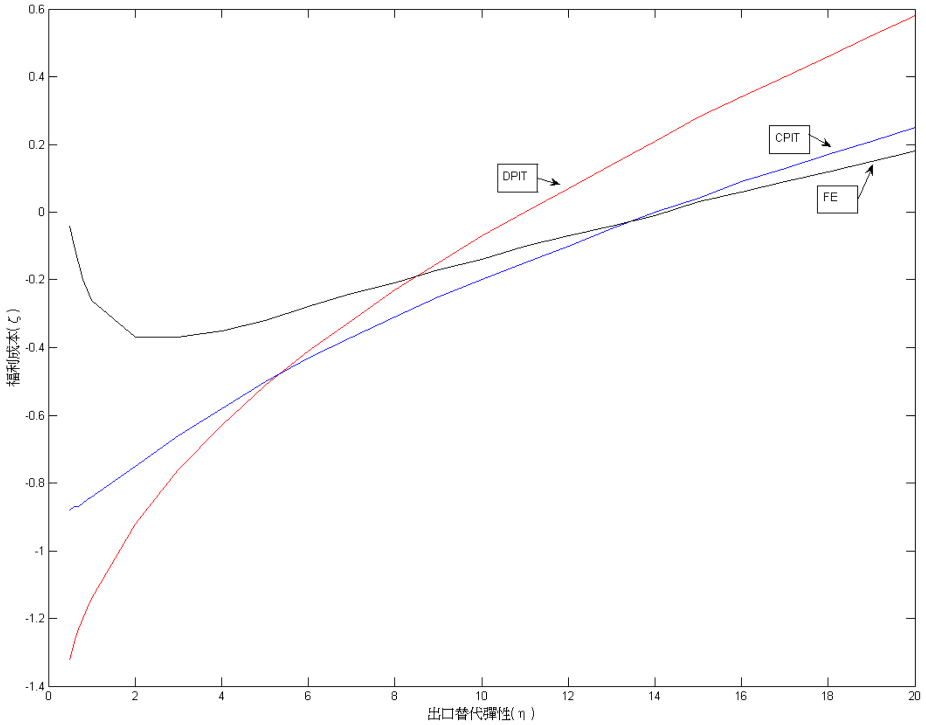


圖9：簡單法則在有存貨投資的模型裡的福利成本給定價格設定是有匯率指數掛鉤的LCP



附錄1　LCP的價格設定

因為 $P_t^x(s)$ 是以外幣計算而 $P_t^m(s)$ 是以本國貨幣計算，先解釋 LCP 的價格設定會比較簡單。LCP 的菜單成本函數被假設為以下方式：

$$AC_t^d(s)=\frac{\varphi}{2}\left(\frac{P_t^d(s)}{\Pi P_{t-1}^d(s)}-1\right)^2 P_t^d Q_t^d, \tag{55}$$

$$AC_t^x(s)=\frac{\varphi}{2}\left(\frac{P_t^x(s)}{\Pi^* P_{t-1}^x(s)}-1\right)^2 e_t P_t^x Q_t^x, \tag{56}$$

$$AC_t^m(s)=\frac{\varphi}{2}\left(\frac{P_t^m(s)}{\Pi P_{t-1}^m(s)}-1\right)^2 P_t^m Q_t^m, \tag{57}$$

當中 φ 是個菜單成本的參數。菜單成本會隨著價格膨脹率遠離靜止狀態通貨膨脹率而增加。國內中間財廠商 s 極大化以下的跨期折扣利潤：

$$E_t\sum_{\tau=0}^{\infty}\rho_{t,t+\tau}\frac{\pi_{t+\tau}^{dx}}{P_{t+\tau}}, \tag{58}$$

透過選擇 $P_t^d(s)$，$P_t^x(s)$ 和 $N_t^{dx}(s)$ 給定以下限制式 (4)，(14)，(18)，(20)，(55) 和 (56)。這個極大化問題可以透過 (18) 替代 π_t^{dx}，(20) 替代 $Y_t(s)$，(55) 替代 $AC_t^d(s)$，(56) 替代 $AC_t^x(s)$，(4) 替代 $Q_t^d(s)$，和 (4) 替代 $Q_t^x(s)$ 進入 (58) 得到簡化：

$$
E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \frac{\rho_{t,t+\tau}}{P_{t+\tau}} \left[\begin{array}{c}
P_{t+\tau}^{d}(s) \left(\frac{N_{t+\tau}^{dx}(s)}{N_{t+\tau}^{dx}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_{t+\tau}^{d}(s)}{P_{t+\tau}^{d}} \right)^{-\nu} Q_{t+\tau}^{d} \\
+e_{t+\tau} P_{t+\tau}^{x}(s) \left(\frac{N_{t+\tau}^{dx}(s)}{N_{t+\tau}^{dx}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_{t+\tau}^{x}(s)}{P_{t+\tau}^{x}} \right)^{-\nu} Q_{t+\tau}^{x} \\
-MC_{t+\tau} \left\{ N_{t+\tau}^{dx}(s) - (1-\delta_N) \left[\begin{array}{c}
N_{t+\tau-1}^{dx}(s) \\
-\left(\frac{N_{t+\tau-1}^{dx}(s)}{N_{t+\tau-1}^{dx}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_{t+\tau-1}^{d}(s)}{P_{t+\tau-1}^{d}} \right)^{-\nu} Q_{t+\tau-1}^{d} \\
-\left(\frac{N_{t+\tau-1}^{dx}(s)}{N_{t+\tau-1}^{dx}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_{t+\tau-1}^{x}(s)}{P_{t+\tau-1}^{x}} \right)^{-\nu} Q_{t+\tau-1}^{x}
\end{array} \right] \right\} \\
-\frac{\varphi}{2} \left(\frac{P_{t+\tau}^{d}(s)}{\Pi P_{t+\tau-1}^{d}(s)} - 1 \right)^{2} P_{t+\tau}^{d} Q_{t+\tau}^{d} - \frac{\varphi}{2} \left(\frac{P_{t+\tau}^{x}(s)}{\Pi^{*} P_{t+\tau-1}^{x}(s)} - 1 \right)^{2} e_{t+\tau} P_{t+\tau}^{x} Q_{t+\tau}^{x}
\end{array} \right]
$$

對 $P_t^d(s)$ 的一階條件是:

$$
\begin{aligned}
0 = & \frac{(1-\nu)}{P_t} \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_t^d(s)}{P_t^d} \right)^{-\nu} Q_t^d \\
& +\nu(1-\delta_N) E_t \rho_{t,t+1} \frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}} \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_t^d(s)}{P_t^d} \right)^{-\nu-1} \frac{1}{P_t^d} Q_t^d \\
& -\varphi \left(\frac{P_t^d(s)}{\Pi P_{t-1}^d(s)} - 1 \right) \frac{Q_t^d}{\Pi P_{t-1}^d(s)} \frac{P_t^d}{P_t} \\
& +E_t \rho_{t,t+1} \varphi \left(\frac{P_{t+1}^d(s)}{\Pi P_t^d(s)} - 1 \right) \frac{P_{t+1}^d(s)}{\Pi \left(P_t^d(s) \right)^2} \frac{P_{t+1}^d}{P_{t+1}} Q_{t+1}^d .
\end{aligned}
$$

利用 $Q_t^d(s) = \left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}} \right)^{\gamma} \left(\frac{P_t^d(s)}{P_t^d} \right)^{-\nu} Q_t^d$, 以上式子可以被簡化為:

$$
\begin{aligned}
0 = & (1-\nu) \frac{Q_t^d(s)}{P_t} + \nu(1-\delta_N) E_t \rho_{t,t+1} \frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}} \frac{Q_t^d(s)}{P_t^d(s)} \\
& -\varphi \left(\frac{P_t^d(s)}{\Pi P_{t-1}^d(s)} - 1 \right) \frac{Q_t^d}{\Pi P_{t-1}^d(s)} \frac{P_t^d}{P_t} \\
& +E_t \rho_{t,t+1} \varphi \left(\frac{P_{t+1}^d(s)}{\Pi P_t^d(s)} - 1 \right) \frac{P_{t+1}^d(s)}{\Pi \left(P_t^d(s) \right)^2} \frac{P_{t+1}^d}{P_{t+1}} Q_{t+1}^d ,
\end{aligned}
$$

也就是文中的（22）式。

對 $P_t^x(s)$ 的一階條件是:

$$
\begin{aligned}
0=&\frac{(1-\nu)e_t}{P_t}\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma}\left(\frac{P_t^x(s)}{P_t^x}\right)^{-\nu}Q_t^x\\
&+\nu(1-\delta_N)E_t\rho_{t,t+1}\frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}}\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma}\left(\frac{P_t^x(s)}{P_t^x}\right)^{-\nu-1}\frac{1}{P_t^x}Q_t^x\\
&-\varphi\left(\frac{P_t^x(s)}{\Pi^*P_{t-1}^x(s)}-1\right)\frac{Q_t^x}{\Pi^*P_{t-1}^x(s)}\frac{e_tP_t^x}{P_t}\\
&+E_t\rho_{t,t+1}\varphi\left(\frac{P_{t+1}^x(s)}{\Pi^*P_t^x(s)}-1\right)\frac{P_{t+1}^x(s)}{\Pi^*\left(P_t^x(s)\right)^2}Q_{t+1}^x\frac{e_{t+1}P_{t+1}^x}{P_{t+1}}.
\end{aligned}
$$

利用 $Q_t^x(s)=\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma}\left(\frac{P_t^x(s)}{P_t^x}\right)^{-\nu}Q_t^x$，以上式子可以被簡化為:

$$
\begin{aligned}
0=&(1-\nu)\frac{e_tQ_t^x(s)}{P_t}+\nu(1-\delta_N)E_t\rho_{t,t+1}\frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}}\frac{Q_t^x(s)}{P_t^x(s)}\\
&-\varphi\left(\frac{P_t^x(s)}{\Pi^*P_{t-1}^x(s)}-1\right)\frac{Q_t^x}{\Pi^*P_{t-1}^x(s)}\frac{e_tP_t^x}{P_t}\\
&+E_t\rho_{t,t+1}\varphi\left(\frac{P_{t+1}^x(s)}{\Pi^*P_t^x(s)}-1\right)\frac{P_{t+1}^x(s)}{\Pi^*\left(P_t^x(s)\right)^2}Q_{t+1}^x\frac{e_{t+1}P_{t+1}^x}{P_{t+1}},
\end{aligned}
$$

也就是文中的（25）式。

對 N_t^{dx} 的一階條件是:

$$
\begin{aligned}
0=&\gamma\frac{P_t^d(s)\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma-1}\frac{1}{N_t^{dx}}\left(\frac{P_t^x(s)}{P_t^x}\right)^{-\nu}Q_t^x+e_tP_t^x(s)\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma-1}\frac{1}{N_t^{dx}}\left(\frac{P_t^x(s)}{P_t^x}\right)^{-\nu}Q_t^x}{P_t}-\frac{MC_t}{P_t}\\
&+(1-\delta_N)E_t\rho_{t,t+1}\frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}}\left(1-\gamma\begin{bmatrix}\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma-1}\frac{1}{N_t^{dx}}\left(\frac{P_t^x(s)}{P_t^x}\right)^{-\nu}Q_t^x\\+\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma-1}\frac{1}{N_t^{dx}}\left(\frac{P_t^x(s)}{P_t^x}\right)^{-\nu}Q_t^x\end{bmatrix}\right),
\end{aligned}
$$

利用 $Q_t^d(s)=\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma}\left(\frac{P_t^d(s)}{P_t^d}\right)^{-\nu}Q_t^d$ 和 $Q_t^x(s)=\left(\frac{N_t^{dx}(s)}{N_t^{dx}}\right)^{\gamma}\left(\frac{P_t^x(s)}{P_t^x}\right)^{-\nu}Q_t^x$，以上式子可以被

簡化為:

$$\gamma \frac{P_t^d(s)Q_t^d(s)+e_tP_t^x(s)Q_t^x(s)}{N_t^{dx}(s)P_t}-\frac{MC_t}{P_t}+(1-\delta_N)E_t\rho_{t,t+1}\frac{MC_{t+1}}{P_{t+1}}\left(1-\gamma\frac{Q_t^d(s)+Q_t^x(s)}{N_t^{dx}(s)}\right)=0,$$

也就是文中的 (27) 式。

進口中間財廠商 s 要極大化以下跨期折扣利潤:

$$E_t\sum_{\tau=0}^{\infty}R_{t,t+\tau}\frac{\pi_{t+\tau}^m}{e_{t+\tau}}, \tag{59}$$

當中 $R_{t,t+\tau}=\prod_{k=1}^{k=\tau-1}\left(R_{t+k}^*\right)^{-1}$, $\tau>1$ 是進口廠商所用的利潤折扣率。[17] 進口中間財廠商 s 選擇 $P_t^m(s)$ 和 $N_t^m(s)$ 極大化 (59) 式, 給定以下限制式 (5), (19), (21) and (57)。一階條件是 (26) 和 (28) 式。

[17]我們遵循Kollmann (2002) 假設進口廠商由外國擁有。

附錄2 PCP的價格設定

在 PCP 下，我們必須定義兩個輔助變數：讓 $P_t^{x,PCP}(s)$ 代表以本國貨幣計算的出口價格和 $P_t^{m,PCP}(s)$ 代表以外幣計算的進口價格。它們和 $P_t^x(s)$ 和 $P_t^m(s)$ 的關係是：

$$P_t^x(s) = P_t^{x,PCP}(s)/e_t, \tag{60}$$

$$P_t^m(s) = e_t P_t^{m,PCP}(s). \tag{61}$$

在 PCP 下，廠商選擇 $P_t^{x,PCP}(s)$ 和 $P_t^{m,PCP}(s)$ 來極大化利潤。調整 $P_t^{x,PCP}(s)$ 和 $P_t^{m,PCP}(s)$ 的菜單成本是：

$$AC_t^x(s) = \frac{\varphi}{2}\left(\frac{P_t^{x,PCP}(s)}{\Pi P_{t-1}^{x,PCP}(s)} - 1\right)^2 e_t P_t^x Q_t^x, \tag{62}$$

$$AC_t^m(s) = \frac{\varphi}{2}\left(\frac{P_t^{m,PCP}(s)}{\Pi^* P_{t-1}^{m,PCP}(s)} - 1\right)^2 P_t^m Q_t^m. \tag{63}$$

在 PCP 下，調整 $P_t^d(s)$ 的菜單成本是和 LCP 的一樣。

國內中間財廠商 s 透過選擇 $P_t^d(s)$，$P_t^{x,PCP}(s)$ 和 $N_t^{dx}(s)$，極大化跨期折扣利潤（58），給定以下限制式（4），（14），（18），（20），（55），（60）和（62）。一階條件是（22），（23），（27）。

進口中間財廠商 s 透過選擇 $P_t^{m,PCP}(s)$ 和 $N_t^m(s)$ 極大化（59）給定以下限制式（5），（19），（21），（61）和（63）。一階條件是（24）和（28）.

附錄3　有匯率指數掛鉤的LCP

在有匯率指數掛鉤的 LCP，我們假設出口和進口的菜單成本是：

$$AC_t^x(s)=\frac{\varphi}{2}\left(\frac{(\Delta e_t)^{\varsigma}P_t^x(s)}{\Pi^* P_{t-1}^x(s)}-1\right)^2 e_t P_t^x Q_t^x, \tag{64}$$

$$AC_t^m(s)=\frac{\varphi}{2}\left(\frac{P_t^m(s)}{(\Delta e_t)^{\varsigma}\Pi P_{t-1}^m(s)}-1\right)^2 P_t^m Q_t^m, \tag{65}$$

當中ς 反映匯率指數掛鉤的程度。匯率指數掛鉤反映菜單成本會因為 $P_t^x(s)/P_{t-1}^x(s)$ 和 $P_t^m(s)/P_{t-1}^m(s)$ 反映匯率變動而變小。

這個情況下，對 $P_t^x(s)$ 和 $P_t^m(s)$ 的一階條件是：

$$\begin{aligned}0=&(1-v)e_t+v(1-\delta_N)\beta E_t\frac{C_t^{\xi}}{C_{t+1}^{\xi}}\frac{MC_{t+1}}{P_t^x}\frac{P_t}{P_{t+1}}-\varphi\left(\frac{(\Delta e_t)^{\varsigma}P_t^x}{\Pi^*P_{t-1}^x}-1\right)\frac{(\Delta e_t)^{\varsigma}e_tP_t^x}{\Pi^*P_{t-1}^x}\\&+\beta E_t\frac{C_t^{\xi}}{C_{t+1}^{\xi}}\varphi\left(\frac{(\Delta e_{t+1})^{\varsigma}P_{t+1}^x}{\Pi^*P_t^x}-1\right)\frac{(\Delta e_{t+1})^{\varsigma}P_tP_{t+1}^x}{\Pi^*\left(P_t^x\right)^2}\frac{Q_{t+1}^x}{Q_t^x}\frac{e_{t+1}P_{t+1}^x}{P_{t+1}},\end{aligned} \tag{66}$$

$$\begin{aligned}0=&(1-v)\frac{1}{e_t}+v(1-\delta_N)E_t\frac{1}{R_t^*}P_{t+1}^*\frac{1}{P_t^m}-\varphi\left(\frac{P_t^m}{(\Delta e_t)^{\varsigma}\Pi P_{t-1}^m}-1\right)\frac{1}{(\Delta e_t)^{\varsigma}\Pi P_{t-1}^m}\frac{P_t^m}{e_t}\\&+E_t\frac{1}{R_t^*}\varphi\left(\frac{P_{t+1}^m}{(\Delta e_{t+1})^{\varsigma}\Pi P_t^m}-1\right)\frac{P_{t+1}^m}{(\Delta e_{t+1})^{\varsigma}\Pi\left(P_t^m\right)^2}\frac{Q_{t+1}^m}{Q_t^m}\frac{P_{t+1}^m}{e_{t+1}}.\end{aligned} \tag{67}$$

4.3.5節考慮 $\varsigma=0.5$ 。

附錄4　最適貨幣成長法則

在這個子節，我們簡單地討論央行採用貨幣成長法則來執行貨幣政策的情形。我們假設央行選擇貨幣成長法則裡的政策係數來極大化家計單位的福利。我們考慮的貨幣成長法則的形式如下:

$$\ln\left(\frac{\mu_t}{\mu}\right) \equiv \rho_\mu \ln\left(\frac{\mu_{t-1}}{\mu}\right) - \left(1-\rho_\mu\right)\left[\rho_{\pi^d} \ln\left(\frac{\Pi_t^d}{\Pi^d}\right) + \rho_\pi \ln\left(\frac{\Pi_t}{\Pi}\right) + \rho_{\Delta e} \ln\left(\frac{\Delta e_t}{\Delta e}\right)\right],$$

我們假設央行選擇 ρ_μ, ρ_{π^d}, ρ_π 和 $\rho_{\Delta e}$ 來極大化家計單位的福利。我們透過網格搜索(grid search)尋找最適合的 ρ_μ, ρ_{π^d}, ρ_π 和 $\rho_{\Delta e}$。我們搜尋 $\rho_\mu \in [0, 0.9]$, 中間的間隔是 0.1 和 ρ_{π^d}, ρ_π 和 $\rho_{\Delta e} \in [0, 300]$, 中間的間隔是10。因此我們一共搜尋297,910 組合的政策係數。[18] 表A1 顯示基準有存貨的模型的結果。

[18]我們搜索 ρ_{π^d}, ρ_π 和 $\rho_{\Delta e} \in [0, 300]$ 因為如果我們用比較小的範圍,我們會碰到邊界問題。

表A1：最適貨幣成長法則

η	最適係數			
	ρ_{μ}	ρ_{π^d}	ρ_{π}	$\rho_{\Delta e}$
1.11	0.2	300	70	0
10	0	0	0	300

如從表所見，當 η 比較小時，最適貨幣成長法則對國內物價膨脹率的反應係數很大。相反的，當 η 比較大時，最適貨幣成長法則對匯率成長率的反應係數很大。這些結果和我們簡單法則的結果是一致的。

附錄5　期中報告審查會會議紀錄

時　間：民國98年8月20日上午10時至12時

地　點：中央銀行第2大樓第1102會議室

主　席：嚴處長宗大

報告人：張永隆助理教授（台灣大學經濟學系）

出　席：

評論人：陳南光教授（台灣大學經濟學系）

黃俞寧教授（政治大學經濟學系）

經研處：嚴處長、林副處長宗耀、黃研究員富櫻、侯研究員德潛、吳研究員懿娟、彭副研究員德明、廖副研究員俊男、徐副研究員千婷、蔡副科長美芬、田專員慧琦、李專員岱青、陳專員裴紋、尤專員義明、徐辦事員婉容、陳辦事員證吉、林辦事員鈺洺

業務局：何副研究員棟欽

外匯局：蘇研究員導民、繆副研究員維正

記　錄：劉副研究員淑敏

報告內容：詳附件

壹、評論人意見與報告人答覆：

陳教授南光：

一、本文的主要特色為：1、小型開放DSGE模型加上存貨投資；2、採用預期終生效用函數作為衡量福利的標準，並且以泰勒展開至第2階；3、比較4種貨幣政策的福利水準：Ramsey最適政策、國內物價目標(DPIT)、CPI目標(CPIT)、與固定匯率(FE)。

二、本文的主要發現為：1、引入存貨投資增加名目匯率穩定對於福利分析的重要性；

2、當出口的替代彈性比較高時(但不是太高)，在生產者貨幣定價(PCP)之下，CPI 目標是最適的貨幣政策；3、當出口的替代彈性比較高時，在當地貨幣定價(LCP)之下，DPI 目標是最適的貨幣政策。

三、本文結構嚴謹，模擬技巧純熟。結果與直覺也有清楚的分析。最後，本文的結論有兩個重要的政策涵義：1、由於導入存貨投資增加名目匯率穩定的重要性，當存貨投資的重要性下降，從福利的角度而言，匯率穩定的重要性也降低；2、台灣應是符合當地貨幣定價(LCP)的方式。因此，國內物價穩定(DPIT)是最適的貨幣政策。

四、討論：

（一）本文的存貨投資是中間財，因此模型裡的中間財並未包括在市場結清條件之中，但是資料中的存貨投資是包括在總投資內。這會不會影響模型參數值的選擇以及福利分析？

（二）模型中的存貨是以 Dixit-Stiglitz 的方式引入(2)與(3)式，使得各種中間財的需求成為相對存貨量的正函數，也就是文中“存貨有助銷售”的假設。然而此假設是否能捕捉存貨投資在景氣循環中的特性？

（三）存貨投資的動機一般有兩種看法：產出平滑說與避免缺貨說。這篇文章所引的看法來自 Blinder (1981)與 Blinder and Maccini (1991)，他們發現美國的存貨投資在歷次的衰退裡可解釋 GDP 變動的 87%，屬於避免缺貨說。另外，最近的研究 Wen (2005)發現存貨投資在高頻率的資料上(2~3 季)顯示強烈的反向循環現象(此符合生產平滑說)；然而在低頻率的資料上(8~40 季)卻顯示順向循環(此符合避免缺貨說)。同時，也有研究發現存貨投資的雜訊太多，可能無法作為 GDP 的先行指標 (Hornstein (1998))。基於此，作者可能必須對於“存貨有助銷售”的假設提供多一些解釋與佐證。

（四）由於存貨管理的技術日益進步，存貨-銷售比例有下降的趨勢 (Kahn and McConnell (2002))，因此，存貨投資在景氣循環中所扮演的角色可能不

如過去。

五、有關福利分析的頑強性檢測之建議為：1、可考慮更一般化的效用函數，模擬不同的消費跨期替代彈性對福利分析的影響；2、可考慮(1)式中不同的本國與外國中間財之間的替代彈性；3、可考慮不同的國際資本市場之整合程度(λ)。

張教授永隆答覆：

一、 有關存貨投資列入中間財，主要的考量是模型的技術分析較為簡單，基本上，應不至於影響模型之結果。

二、 有關存貨投資的動機設定及存貨管理的技術進步的相關假設是否合理，可以進行頑強性檢定（robust test）加以檢測，期末報告時，可加以補充相關資料。

三、 有關陳教授所提到的福利分析，確實可進行頑強性檢測。但期中報告主要在提出一個基準模型（benchmark model）以供作為模擬的基準，原則上，基準模型是簡單而不繁複，而變動參數將使基準模型較為複雜，可作為未來相關研究的後續改進方向。

黃教授俞寧：

本計畫係以一具有存貨投資的動態隨機一般均衡模型（DSGE）來分析一小型開放經濟體系下之最適貨幣政策。其模型大致上遵循 Kollmann (2002) 之設定，在其中加入存貨投資。初步結果顯示，當出口品替代彈性相當高時，固定匯率制度會較彈性匯率制度為優。

DSGE 模型於過去十年來已為各國央行與國際貨幣基金等國際機構所採為主要的總體經濟模型，用以進行貨幣政策的探討，本計畫之研究成果當可為台灣央行的貨幣政策提供嚴謹的理論依據。在此謹對本計畫之模型與初步結果提供一些看法與建議，以供參考：

一、存貨投資的波動性對於相關貨幣政策下之福利水準的影響主要來自於其對產出，進而對消費所造成的影響。建議在前言中能加入存貨投資影響最適貨幣政策

選擇的直覺解釋,並簡述存貨投資在小型開放經濟體系與封閉經濟體系下可能存在之差異。

二、本計畫中之貨幣政策目前是依循 Sutherland (2005) 的設定，主要在比較與通貨膨脹目標化 (inflation targeting)之貨幣法則與固定匯率制度之優劣。然因本文加入了可能影響產出波動甚劇的存貨投資，貨幣政策之設定若能改以一般的泰勒法則，兼而考慮 output gap,則完全的物價與匯率穩定未必為最適的貨幣政策。

三、評估 DSGE 模型表現好壞的其中一個判定標準來自於其模型所產生之內生變數的波動性與景氣循環文獻中所得之實證結果是否一致。但表一與表二的結果只列了產出、通貨膨脹率與匯率之標準差，因本文主要是在具有存貨投資的模型下探討最適貨幣政策，若能加入投資與消費的波動性，將可使此計畫所得之結果更具說服力。

四、參數的設定在模擬分析中扮演了相當重要的角色。因本計畫乃欲藉此模型來對台灣貨幣政策進行政策建議，若能改以台灣資料估計所得之參數值來進行模擬,可能會得到不同的政策意涵。例如本文假設進口品比例佔總合商品的 30%，此數值雖普遍為文獻所採用，但此數值主要是由已開發國家的資料估計所得。對台灣而言，貿易財佔了相對較高的比例，此數值的變動可能會對結果造成顯著影響。

五、本文主要的結論成立在替代彈性相當高 (57 以上)的情況下，但文獻上替代彈性的數值通常是在 10 以下，甚少有高於 10 的數值。本文中雖然提及 Hummels (2001) 中的研究在某些商品品項中得到了 79 的數值，但此當為極端值，且其估計所得應為本文中的 υ 值，而非 η 值，因此 Hummels (2001) 的文章似乎不足以為如此高的替代彈性提供實證上的支持。建議可再以不同的參數值進行模擬，且摘要與結論中應強調存貨投資加強了匯率穩定的重要性，而非僅強調固定匯率制度與替代彈性之間的關聯性。

張教授永隆答覆：

一、 黃教授建議在前言中加入存貨投資影響最適貨幣政策選擇的直覺解釋，在期

末報告中會嘗試加入相關說明。

二、 貨幣政策考量泰勒法則的結果，已有嘗試過，只是該結果並無特殊之處，所以在報告正文中並無討論，或許會在期末報告中以附錄呈現。

三、 黃教授所提到的以內生變數波動性來評估 DSGE 模型表現的好壞，在本文中亦已有考量，只不過報告正文的重點在討論最適貨幣政策，所以揭露的資訊較為簡單，期末報告時，可將相關投資與消費的波動性，在正文或附錄中加以揭露。

四、 本文的參數值設定，採用 Kollmann (2002)的設定，亦是一般文獻通常採用的數值。在期末報告中，可嘗試以台灣的情況來設定相關參數值。

五、 替代彈性 57 以上似嫌太高，因此，會嘗試以不同的參數值來作頑強性測試。此外，本文主要傳達的訊息為考量存貨投資的貨幣政策，將加強匯率穩定的重要性，並非強調匯率政策一定要採用固定匯率。

貳、本行同仁發言意見與報告人答覆(依發言順序記錄)：

侯研究員德潛：

本計畫旨在討論台灣的最適貨幣政策，但模型中卻沒有「貨幣」變數，在目前央行仍採用貨幣目標區時，討論最適貨幣政策，卻沒有「貨幣」似嫌不妥？

張教授永隆答覆：

文獻已有證明，假如央行的貨幣供給是充分支應家計與廠商部門，則在模型中是否放入「貨幣」變數，對結果的影響並不大；除非是在模型中有加入「銀行等金融部門」，結果才會有影響。若導入「銀行等金融部門」，基準模型的結構相對複雜，可作為未來後續研究的模型改進方向。

蘇研究員導民：

一、產出函數(1 式)為何採用 CES 函數？如果直接將存貨變數納入消費與投資函數

中，則無存貨變數究竟為最終消費財或中間財的爭議。

二、同意張教授所言，將貨幣納入模型中，將使整體模型架構變得相當複雜。因為此時必須納入中央銀行的反應函數，亦要將銀行部門納入。建議可先以遊戲理論（game theory）將央行與銀行的互動，透過央行控制變數加以呈現，然後以外生的方式加入模型中。

張教授永隆答覆：

一、產出函數採用 CES 函數是與 Kollmann (2002)的設定完全相同。直接將存貨變數納入消費與投資函數中，與目前的模型架構所得到的結果並無太大差異。

二、有少部分文獻將貨幣考量納入 Ramsey 最適政策中，但結果差異並不大，主要是因為假設央行的貨幣供給是充分支應家計與廠商部門。至於加入「銀行等金融部門」或以遊戲理論先行處理，都會使基準模型變得相當複雜。

何副研究員棟欽：

一、本文的結論為：當出口替代彈性較高，且在當地貨幣定價(LCP)之下，國內物價目標(DPIT)將是最適的貨幣政策。由於台灣的出口替代彈性高，且符合 LCP，由本文的結論來看，最適貨幣政策似乎為國內物價目標，但目前卻罕見以國內物價為貨幣政策執行目標的國家。

二、許多採行通膨目標機制的國家所釘住的通膨目標多以核心物價(Core CPI)為依歸，而在匯率政策上多以浮動匯率為主流，本研究是否有加入這些較符合實務的考量。

張教授永隆答覆：

一、本文主要強調穩定匯率政策對出口替代彈性高的小型開放經濟體的重要性。雖然，實務上，以國內物價為目標的國家相當少，且多數國家為浮動匯率機制，與本研究以學術(academic)討論為出發點所建構的理論模型,確實有一些差距。

二、本文中所討論的最適貨幣政策，有納入 CPI 目標，而非 Core CPI，主要是考量 CPI 較為淺顯易懂。至於納入 Core CPI 目標作比較，可視為未來後續研究的方

向。

吳研究員懿娟：

一、目前各國所採行的通貨膨脹目標機制，有嚴格與彈性之分別，不知本文為何種通貨膨脹目標機制？

二、張教授在文中的參數選擇多參考 Kollmann(2002)的設定，雖然這些設定在文獻上也常被引用，但其假設基準的(benchmark)價格彈性相同(皆為 0.6)，而進口占 GDP 比率僅為 30%，小於台灣的實際比率(見原文第 11 頁)，或許張教授可適度參酌台灣的實際狀況來設定參數值，以使模型結果較符合實務需要。

三、價格僵固性為新興凱因斯模型的特色，請問本文的價格僵固性設定方式，為何廠商的訂價考量為菜單成本(menu cost)，而非如 Kollmann(2002)般，以 Calvo(1983)的方式來訂價？

張教授永隆答覆：

一、有關本文的通貨膨脹目標機制，主要設定為釘住一點，應較近於嚴格的通貨膨脹目標機制，不過，通貨膨脹目標機制究竟為嚴格或彈性，本文並無特別區分。

二、如果時間許可，會嘗試在期末報告中，將參數設定以較近於台灣的實況加以設定，或進行相關的頑強性檢定。

三、廠商訂價考量以菜單成本(menu cost)表現，而非如 Kollmann(2002)般，以 Calvo(1983)的方式來訂價，主要的考量是簡化模型，並使基準模型較好操作。

<u>**叁、主席結論與裁示**</u>**：**

一、首先感謝張教授今天給我們作了相當清楚及完整的期中報告發表，亦感謝兩位評論人所提出的精湛意見，本人甚感獲益良多。

二、本研究主要是建構屬於台灣的 DSGE 模型，並希望透過委託研究及處內訓練的方式，使同仁對 DSGE 模型有更多的認識與了解。最後，希望張教授能斟酌考量兩位評論人及央行同仁所提供的意見，使期末報告更臻完善。

附錄 6　期末報告審查會會議紀錄

時　間：民國 98 年 11 月 24 日上午 10 時至 11 時 30 分

地　點：中央銀行第 2 大樓第 1102 會議室

主　席：嚴處長宗大

報告人：張永隆助理教授（台灣大學經濟學系）

出　席：

評論人：陳南光教授（台灣大學經濟學系）

黃俞寧助理教授（政治大學經濟學系）

經研處：嚴處長、林副處長宗耀、黃研究員富櫻、汪研究員建南、張研究員炳耀、程研究員玉秀、吳研究員懿娟、劉副研究員淑敏、繆副研究員維正、李專員岱青、蘇專員慶祥、尤專員義明、方專員耀、陳辦事員證吉、林辦事員鈺洺

業務局：何副研究員棟欽

外匯局：蘇研究員導民

記　錄：繆副研究員維正

報告內容：詳附件

壹、評論人意見與報告人答覆：

陳教授南光：

一、與先前版本比較

1. 重新作模型參數值的校正(calibration)，比如：折現因子（β），通貨膨脹率（π），技術參數（ϕ），進口-GDP 比（α），價格僵固性（Φ）與出口替代彈性（η）均重新校正以符合台灣的資料。

2. 提供更多的頑強性檢驗，以測試模型的結論是否會隨設定或參數值改變而不同。

3. 上述頑強性檢驗的其中一項比較 PCP 與 LCP 的差異。並且考慮 LCP 之下貿易契約採取匯率指數化 (indexation)。

二、模型結論與政策涵義

1. 出口替代彈性 (η) 不必小於 1 即可複製 Sutherland (2006) 的結果。

2. 固定匯率(FE)政策在 η 比較小的臨界值之下(η>8)更可優於其他兩種政策。

3. 在頑強性檢驗之中，當金融市場整合程度較高 (λ 比較低)，或是國內財與進口財的替代彈性較高 (ϑ 較高) 時，模型結果維持不變。

4. 目前模型的政策涵義是，在有存貨投資的情況下，出口替代彈性 (η) 低的國家的最適貨幣政策是穩定國內物價 (DPIT)，其次的國家應採穩定 CPI (CPIT)，η 最大的國家應採固定匯率 (FE)。

   (a) 此政策涵義的順序具有頑強性。

   (b) 此政策涵義也可解釋為一國多數出口商品及勞務的替代彈性很小(大)時，最適貨幣政策是 DPIT (FE)。

5. 在 LCP 之下引入匯率指數化 (indexation) 增加穩定匯率的必要性。由於匯率指數化在實務上並不存在，此項作法可解釋為匯率避險，儘管此兩者非常不同：匯率指數化是發生在貿易契約，而匯率避險是用在外匯交易契約。

三、進一步的討論

1. 由模型的結論，我們發現出口的替代彈性對於政策的福利分析結果非常重要。

   (a) Lai and Trefler (2002)估計一組已開發和開發中國家的出口替代彈性，約為 5 至 8 之間。Teo(2009)[19]估計台灣的出口替代彈性在 0.66 至 2.37 之間。

   (b) Hummel (2001)發現在 57 種 2-digit 的商品中，出口替代彈性在 3 至 8 之

[19] 本文中提及的 Teo(2009)皆為 Wing Leong Teo (2009), An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Taiwanese Economy, Pacific

間，平均值為 5.6。其意義是，比如說，當關稅上升 10%時，出口下降 56%。其中像是機器設備類平均高達 8，科儀設備更高達 78.6。

2. 根據上述，有哪些因素會影響出口替代彈性呢？哪一個國家或哪些商品的出口替代比較高呢？

（a） 就一國整體而言，關稅、運輸成本、偏好、訊息等均會影響一國的出口替代彈性。

（b） 就商品和勞務種類而言，終端的消費商品有比較低的出口替代彈性。此特性吻合台灣主要出口商品的種類。

3. 匯率指數化是一個有趣的想法。

（a） 貿易契約都是“名目”的，亦即未有匯率指數化，是為什麼？

（b） 此為絕大部分的借貸市場的契約相同，只有非常少數的借貸契約有指數化，像是美國通膨保值債券（TIPS）。

黃教授俞寧：

一、 本計畫係以一具有存貨投資的動態隨機一般均衡模型（DSGE）來分析一小型開放經濟體系下之最適貨幣政策。其結果顯示，當出口的替代彈性高時，固定匯率將是最佳的貨幣政策。

二、 此為依台灣數據估計出來的參數值而做的校對模擬（calibration）分析，當可為台灣貨幣政策的制定提供一嚴謹的參考依據。相較於期中報告，在參數值改為以台灣數值為主之後，期末報告中，決定最適貨幣政策的關鍵角色 – 替代彈性 – 之 critical value 已大幅地下降至合理的水準。期末報告亦加入了較多的敏感性分析，特別是其依據台灣的情況，在當地貨幣定價（local-currency pricing）的情況下，納入匯率指數化的考量。無論是在內容或是結果上，期末報告相較於期中報告都有相當程度的改善。

Economic Review 14(2), 194-231.

三、 基於此計畫當為為台灣貨幣政策建構一 DSGE 模型的初步架構，以下僅對此模型未來可能的發展與修正，提出一些看法與建議，以供參考：

1. 可考慮加入非貿易財。除了這樣的設定較為符合現實的情況之外，Obstfeld (2006) 顯示，非貿易財會增加最適匯率波動的程度。因本篇文章中，在較高的替代彈性下，固定匯率政策會為最適，加入非貿易財之後，這樣的結果可能會有些微修正。
2. 在效用函數中加入習慣形成 (habit formation)。根據 Fuhrer (2000) 與 Amato and Laubach (2004) 的研究可知，習慣形成可以刻劃貨幣政策衝擊下，消費呈現的 hump-shaped 的調整過程，因此應為較適當的效用函數設定。因不同貨幣政策的比較基準在於效用水準的高低，效用函數的設定將會影響最適貨幣政策的決定。

張教授永隆答覆：

六、 陳教授指出，匯率指數化 (exchange rate indexation) 在現實世界不存在，簽訂買賣契約時，價格通常不會隨匯率自由調整。然而，在封閉經濟體的文獻中，通貨膨脹率指數化 (inflation rate indexation) 已是廣為接受的事實，在物價改變之後，買賣雙方約定的價格可能會做調整。開放經濟體中，匯率波動對價格的決定有類似的效果，也是相當符合直覺的。然而，據我所知，開放經濟體的文獻中尚未有人正式引進匯率指數化。

七、 避險 (hedging) 與指數化 (indexation) 的確有差別，一個廠商購買金融商品趨避匯率波動的風險，與這裡提到的指數化不相同，可作為未來研究方向。

八、 黃教授提到的非貿易財與習慣形成 (habit formation)，可做為未來研究的方向。目前為了單純化研究架構，尚未考慮此兩議題。

<u>貳、本行同仁發言意見與報告人答覆</u>(依發言順序記錄)：

吳研究員懿娟：

一、 感謝張教授在期中報告到期末報告這段期間中投注的心血。在報告的第 11 頁（中文）中，貨幣成長法則（45）式沒有包括產出（output）變數。請問張教授是否曾經嘗試在模型中同時放入產出、CPI、匯率等變數，發現產出項並不顯著，才採取（45）式的模型設定？

二、 關於台灣模型的校正結果，本文第 13 頁（中文）中將進口價格彈性設定為 1.7。不知您是否亦試過其他數值，譬如採用其他國內相關實證文獻提出的數值，進行頑強性檢定（robustness check）？此外，您提到平均實質利率設定為 2.2%，係指哪一種利率？第 13 頁的風險趨避係數，您將其設定成 5，不知是否有相關文獻提出其他合理的數值？

張教授永隆答覆：

一、 關於貨幣成長法則沒有產出變數，的確是因為台灣的實證結果中，產出的係數並不顯著。貨幣成長法則的設定是為了使模型與資料相符合。我認為，如果將產出放進貨幣成長法則，投資的波動性增大，可能需要改變資本調整成本，但對結果影響相當有限。此外，若將產出放入最適貨幣成長法則中，模型估計所耗費的時間會變得相當大。

二、 本國進口價格彈性設定為 1.7，是根據過去我做過台灣實證結果所做的設定。相較而言，出口替代彈性會比進口價格彈性對結果的影響來得大。本文實質利率是指隔夜拆款利率。此外，風險趨避係數設定成 5，也是參照一般文獻的設定，文獻常用的數字是 2，但 1 到 5 都有人用，1 到 10 也算是合理的範圍。

蘇研究員導民：

一、 報告第 10 頁（英文）固定匯率設定為 $\Delta e_t = \Delta e$，似乎在直覺上不易解釋。為何這樣設定？

二、　福利函數中沒有 real money balance 這一項，是根據 Obstfeld and Rogoff (2000)的設定，有無特別意義？

三、　台灣的係數在本模型中是否有重新設定？所根據的是哪一篇文獻？

四、　張教授二月在本行報告的文章中，沒有考慮匯率指數化。若考慮匯率指數化是否會有不同結果？

五、　第 16 頁（英文）第五行「qualitative」打字錯誤。

汪研究員建南：

固定匯率制度並不是台灣的選項，台灣是將匯率的變異數（variance）控制在某範圍之內。如何將台灣的變異數控制設定在模型中？

何副研究員棟欽：

除了固定匯率與 DPIT 之外，核心 CPI 也是我們關注的部份，若加入核心 CPI 可能更有參考價值。

張教授永隆答覆：

一、　回應蘇研究員：

1. 匯率的穩定態是$\Delta e = 1$，寫成$\Delta e_t = \Delta e$的形式是為了與前兩式形式相同。期末報告中會以附註說明。
2. Obstfeld and Rogoff (2000)的設定中沒有 real money balance，主要是為了避免 Friedman rule 的問題。歐美國家主要使用利率來討論貨幣政策。
3. 本文的模型參數設定主要根據 Teo(2009)[20]。雖然重新估計參數比較好，但是相當耗費時間。且在本文的架構下，參數值應該不會有太大改變。

[20] 見第 54 頁註 19。

4. 若考慮匯率指數化，會得到「穩定匯率是重要的」的結果。

二、 回應汪研究員，關於變異數控制的問題，現在還不知道該怎麼做，可以想到的是，若貨幣政策法則反映匯率的影響，是否還是在目標範圍內。若變異數控制以 conditional variance 的方式呈現，可能在模型上可以做，但若是 unconditional variance 比較不容易做。

三、 回應何副研究員，DPIT 可解釋為核心通貨膨脹率，在封閉經濟體的架構下，DPIT 與 CPIT 沒有差別。但在開放經濟體的架構下，如 Kollman (2002)中發現，DPIT 比 CPIT 好。一般央行多半關注 CPI，雖然有實證文獻支持 DPIT，但現實是否可實行，可能要考慮民眾觀感。

<u>叁、主席結論與裁示</u>：

感謝張教授今天給我們作了相當清楚及完整的期末報告發表，亦感謝兩位評論人所提出的精湛意見，謝謝大家。