

台灣前瞻性泰勒法則之實證研究

壹、泰勒法則

美國史丹福大學經濟系 Taylor 教授於 1990 年代初期曾經致力於美國聯邦準備銀行貨幣政策的研究。他在 1993 年的一篇論文認為聯邦準備的貨幣政策是依據經濟體系的現實狀況（包括通膨率相對於通膨率目標值的差距及實際產出相對於潛在產出的差距）來調整名目聯邦基金目標利率，這就是著名的泰勒法則 (Taylor rule)。泰勒法則以數學式表示如下：

$$\text{模型 I : } i_t = \pi_t + r^* + \alpha_\pi(\pi_t - \pi^*) + \alpha_y y_t \quad (1)$$

式中 i_t 為 t 期聯邦基金目標利率， r^* 為長期實質利率， π_t 為 t 期通貨膨脹率， y_t 為 t 期產出缺口百分比， π^* 為通貨膨脹目標值（或長期通貨膨脹率），以 Y_t 表示第 t 期之實質 GDP 水準值， Y_t^* 為充分就業下的實質 GDP，則產出缺口 $y_t = (Y_t - Y_t^*)/Y_t^* \times 100$ ， α_π 為通貨膨脹缺口 $(\pi_t - \pi^*)$ 的權數， α_y 為產出缺口 (y_t) 的權數。理論上 α_π 與 α_y 皆大於零，代表央行在有通貨膨脹隱憂時會提高利率，在遭遇景氣衰退時會調降短期利率。值得注意的是，由泰勒法則所得到的 i_t 是聯邦基金目標利率，也就是聯邦公開市場操作委員會 (FOMC) 所設定的利率。決定此目標利率後，FOMC 會執行公開市場操作使得市場利率（亦即聯邦基金利率）趨近此目標利率。資料顯示，美國長期平均實質利率約為 2% ($r=2\%$)，長期平均通貨膨脹率為 2% ($\pi^*=2\%$)，以及實質 GDP 長期趨勢 y^* 以平均 2.2% 成長。根據這些資料，泰勒發現當通貨膨脹缺口與產出缺口的權數都設為 0.5 時，也就是 $\alpha_\pi = \alpha_y = 0.5$ ，此法則對於 1984-1992 年聯邦準備的貨幣政策執行策略有良好的解釋能力。也就是說，Taylor 用上式嘗試解釋過去聯邦準備貨幣政策的形成過程，並發現雖然聯邦準備在 1984-1992 年間宣稱採取貨幣目標機制，但實際上卻儼然遵守 $\alpha_\pi = \alpha_y = 0.5$ 之下的泰勒法則。根據泰勒法則可推論如下：

1. 如果通貨膨脹缺口為零，而且產出缺口為零，則聯邦準備會把聯邦基金目標利率設定在 4% 的水準。
2. 若通貨膨脹缺口或產出缺口為正值，則應該採取緊縮的貨幣政策，提高聯邦基金目標利率。
 - 聯邦準備可利用公開市場賣出政府證券、收回銀行體系資金，以提高市場的聯邦基金利率並使其趨近聯邦準備設定的目標利率水準。
3. 若通貨膨脹缺口或產出缺口為負值，則應該採取擴張的貨幣政策，降低聯邦基金目標利率。

- 聯邦準備可利用公開市場買進政府證券、釋出資金給銀行體系，創造寬鬆的貨幣環境，以降低市場的聯邦基金利率並使其趨近聯邦準備設定的目標利率水準。
4. 泰勒法則同時兼具權衡與法則的特性。泰勒法則具有回饋 (feedback) 機制，意思是貨幣政策的鬆緊會隨著當期景氣狀況（也就是通膨缺口與產出缺口）而調整，這是權衡部分；但同時又將此回饋機制法則化，形成一個具體的貨幣政策的行為準則。

貳、個案研討

臺灣前瞻性泰勒法則估計之實證研究

一、實證模型

1.1 Taylor 法則

原始 Taylor 法則沒有考慮到央行會有「前瞻性」的預期行為，為了捕捉此效果，在模型設定上本講使用 Clarida et al. (1998) 之前瞻性法則方程式設定，即央行之目標利率 i_t^* 會依預期通貨膨脹缺口及實質產出缺口而反應：

$$i_t^* = i^* + \alpha_\pi (E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_y y_t \quad (2)$$

其中， i_t^* 表示該反應函數所建議設定之目標利率； i^* 表示名目利率之長期均衡水準； $E_t \pi_{t+h}$ 表示在第 t 期對第 $t+h$ 期之預期通貨膨脹率。若 $h=0$ ，即為傳統同期模型設定（即本講中的模型 I：同期模型）。如果考慮央行具有前瞻性的行為，則 $h>0$ （即本講的模型 II：前瞻性模型）。¹

另一方面，Judd and Rudebusch (1998) 假設央行將利率調整至目標利率 (i_t^*) 是一個動態的過程，名目利率變動 (Δi_t) 為：

$$\Delta i_t = \gamma (i_t^* - i_{t-1}) + \rho \Delta i_{t-1} + v_t \quad (3)$$

其中 γ 為漸進調整係數； ρ 為動量 (momentum) 調整係數； v_t 為誤差項。(3)式表示央行在第 t 期對利率之調整為部份修正上一期利率和目標利率之間的差異，並維持部分上期利率調整的幅度。將(2)式帶入(3)式，數學詳盡推導可參考附錄一，則可以得到欲估計之央行利率調整動態方程式：

$$\Delta i_t = \gamma \alpha - \gamma i_{t-1} + \gamma \alpha_\pi E_t \pi_{t+h} + \gamma \alpha_y y_t + \rho \Delta i_{t-1} + v_t \quad (4)$$

¹ 本講所分析的央行前瞻性行為是指對通貨膨脹缺口有前瞻性預期，文獻也大多採用此種設定，例如：Molodtsova et al. (2008)。為使模型儘可能簡潔，同時無損於對資料訊息問題的評估，本文假設央行對實質產出缺口無前瞻性預期。

其中 $\alpha = i^* - \alpha_\pi \pi^*$ 。我們無法由(4)式確切得知 i^* 和 π^* 的各別數值，但透過估計(4)式，可得出施政者偏好的通貨膨脹缺口影響目標利率之反應係數(α_π)，以及產出缺口影響目標利率之反應係數(α_y)。

若考慮貨幣政策具有不對稱的現象，即央行面對正向產出缺口和負向產出缺口會有不同的態度 (Blinder, 1998)。為了捕捉此現象，本講使用 Taylor and Davradakis (2006) 之設定：

$$i_t^* = \delta_t [i^* + \alpha_{\pi 1} (E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_{y 1} y_t] + (1 - \delta_t) [i^* + \alpha_{\pi 2} (E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_{y 2} y_t] \quad (5)$$

當景氣擴張產出缺口為正 ($y_t \geq 0$) 時， $\delta_t = 1$ ，此時央行對於產出缺口的反應係數為 $\alpha_{y 1}$ 。相反的，當景氣衰退產出缺口為負 ($y_t < 0$) 時， $\delta_t = 0$ ，央行對於產出缺口的反應係數是 $\alpha_{y 2}$ 。若 $\alpha_{y 2} > \alpha_{y 1} > 0$ ，則代表央行比較重視衰退時期之施政，在衰退時期會積極的利用貨幣政策對負向的產出缺口做出寬鬆貨幣政策的反應，相反的，面對景氣過熱央行可能選擇輕微或不進行干預。Shen (1995) 則發現臺灣中央銀行在不同的通膨水準之下有不同的政策反應，故在(5)式中我們亦允許央行對於通貨膨脹的態度，在經濟狀況處於過熱或是衰退下可有不同，使模型設定更符合實際情況。

(5)式具有不對稱施政之貨幣政策在考慮利率的動態調整過程(3)式後，可改寫為下式：

$$\Delta i_t = \bar{\alpha} - \gamma i_{t-1} + \gamma \alpha_{\pi 1} \delta_t E_t \pi_{t+h} + \gamma \alpha_{\pi 2} (1 - \delta_t) E_t \pi_{t+h} + \gamma \alpha_{y 1} \delta_t y_t + \gamma \alpha_{y 2} (1 - \delta_t) y_t + \rho \Delta i_{t-1} + v_t \quad (6)^2$$

其中 $\bar{\alpha} = \gamma [\delta_t \alpha_1 + (1 - \delta_t) \alpha_2]$ ； $\alpha_1 = i^* - \alpha_{\pi 1} \pi^*$ ； $\alpha_2 = i^* - \alpha_{\pi 2} \pi^*$ 。

本研究欲探討之問題主要有二：

1. 臺灣央行施政是否有不對稱效果？
2. 法則的制訂是否具有前瞻性？

若臺灣央行之施政具不對稱性，則(6)式中的 $\alpha_{y 1}$ 應與 $\alpha_{y 2}$ 不同，且 $\alpha_{\pi 1}$ 亦可能與 $\alpha_{\pi 2}$ 不同。若臺灣央行之施政具前瞻性，則(4)式和(6)式之模型配適度及參數估計顯著性，在 $h > 0$ 下應優於 $h = 0$ 之傳統同期模型設定。

二、資料與估計方法

2.1 資料來源及變數說明

由前一節可知，欲估計 Taylor 法則，必須要有三個變數，分別為短期利率、實質產出缺口及通貨膨脹缺口。本講使用之短期利率為央行重貼現率 (rediscount rate) 與銀行同業隔夜

² 原著中的(5)式即為本講的(6)式，但經推導後可知原著中的(5)式缺少 γi_{t-1} ，否則將無法估計出參數 γ 。

拆款利率 (interbank offer rate)，該數據取自於臺灣中央銀行《金融統計月報》。為估計通貨膨脹缺口與實質產出缺口，需要修正實質 GDP、同期及預期通貨膨脹率，以上變數可從行政院主計處《國民所得及經濟成長→新聞稿→表 1-1 GDP 及經濟成長率》中獲得。網址：<https://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=41659&ctNode=497&mp=4>。主計處於統計表內公布的數值有三種意義：1. 標記為 r 的資料，代表已公佈的產出數據，但在本期作出修正。2. 標記為 p 的資料，代表對於上季產出初步統計出的數據。3. 標記為 f 的資料，代表對未來產出之預測值。經由觀察資料走勢可以發現，修正實質 GDP 可能具有季節性之問題。為修正季節性，本講採用 Census X-12 的方式進行修正。欲估計開放經濟體下之 Taylor 法則方程式，本文使用名目匯率 (exchange rate) 變動率之設定，而採用之匯率為臺幣兌美元之季平均匯率，資料來源為中央銀行《金融統計月報》。本研究採用的資料頻率為季資料，樣本期間為民國 89 年第四季至民國 97 年第四季，共 33 個樣本。整理本講中的變數名稱說明如下：央行重貼現率為 RR；銀行同業隔夜拆款利率為 IOR；修正實質 GDP 為 GDP_95R；同期通貨膨脹率為 CPI_t；往前 1 期和 2 期的預期通貨膨脹率為 CPI_{t+1} 和 CPI_{t+2}。本講是採用 Gretl 統計軟體執行所有分析。以下分別詳細說明各變數：

2.1.1 短期利率

本文主要採用兩種貨幣指標做為短期利率的代理變數，分別為中央銀行重貼現率與金融業同業隔夜拆款利率。由圖 1 可發現，民國 91 年第四季以前隔夜拆款利率均略高於央行重貼現率，但兩者仍亦步亦趨，走勢相當接近。民國 91 年第四季以後，隔夜拆款利率開始偏離央行重貼現率，到民國 97 年有將近 1.5% 年利率之差異，表示兩種利率帶有之訊息可能不盡相同。因此，本文將會比較此兩種利率指標對於法則方程式估計結果之影響。

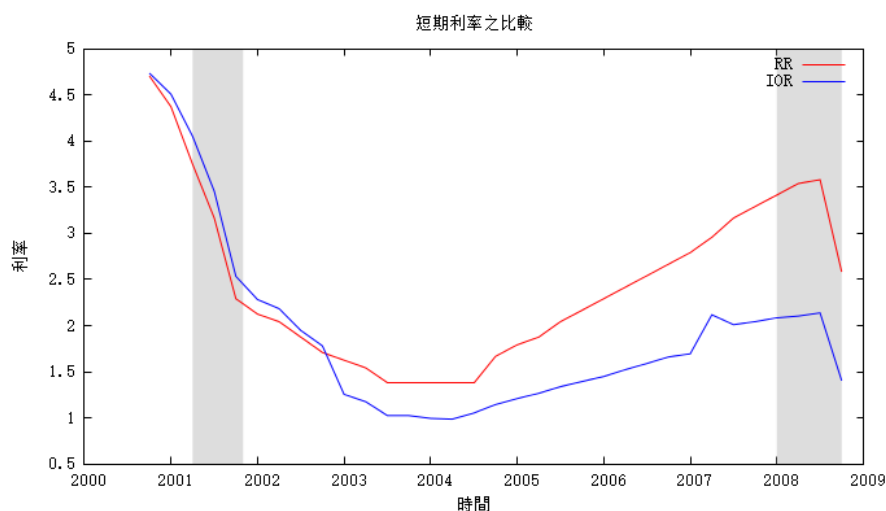


圖 1 短期利率之比較

2.1.2 實質產出缺口

本講使用按 95 年價格計算之「修正實質 GDP」估計實質產出缺口，所謂「修正」是指主計處針對已公佈的產出數據，在本期作出修正，統計資料可於行政院主計處統計資料庫取得。

2.1.3 預期通貨膨脹缺口

本講欲探討臺灣之中央銀行在制訂貨幣政策時，是否具有前瞻性的行為。因此，本講中對於通貨膨脹缺口有兩種定義方式，其一為同期之通貨膨脹缺口，其二為預期之通貨膨脹缺口。(4)式和(6)式中可以看出，在考慮央行對利率的調整是一動態過程下，央行設定之目標通貨膨脹率(π^*)及均衡名目利率(i^*)，會併入迴歸的常數項中。因此，本研究中並不需實際估計同期通貨膨脹缺口和預期通貨膨脹缺口，只需同期通貨膨脹率和預期通貨膨脹率即可估計(4)式和(6)式。本講之通貨膨脹率樣本依然取自主計處《國民所得及經濟成長→新聞稿→表 2 各類物價變動》。

網址：<https://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=41659&ctNode=497&mp=4>，本文取出表 2 所有標記為 p 的消費者物價指數，定義其為「即時通貨膨脹率(π_t)」；此外，主計處除了發布即時通貨膨脹率，也會對未來幾季之通貨膨脹率做出預測(f)。惟主計處對通貨膨脹預測的期數長短不一，為求樣本數之一致性，本研究只採用主計處新聞稿內往前一期通貨膨脹率預測值($E_t\pi_{t+1}$)以及往前兩期通貨膨脹率預測值($E_t\pi_{t+2}$)。

2.2 實質產出缺口

欲估計(4)式與(6)式，必須先估計實質產出缺口(y_t)。Taylor (1993) 是將對數後的實質 GDP 事後資料，配適線性趨勢線，再取該趨勢線之殘差作為產出缺口的估計值。但本講另使用 Hodrick-Prescott Filter (Hodrick and Prescott, 1997，本講之後縮寫成 HP Filter)。³。圖 2 為使用 HP Filter 所估計出的實質產出缺口。

三、實證結果分析

3.1 修正資料估計之同期 Taylor 法則

為了探討央行是否具前瞻性行為，本小節先以修正實質 GDP 資料估計出修正實質產出缺口(y_t)，帶入 $h = 0$ 之(4)式 (對稱 Taylor 法則) 和(6)式 (不對稱 Taylor 法則)，並以非線性

³ 我國官方單位並未揭露官方實質產出缺口估計方法，因此本講僅能採用文獻上較常使用之方法進行實質產出缺口估計。本講資料型態為季資料，故 HP Filter 的 λ 值設定為 1600。

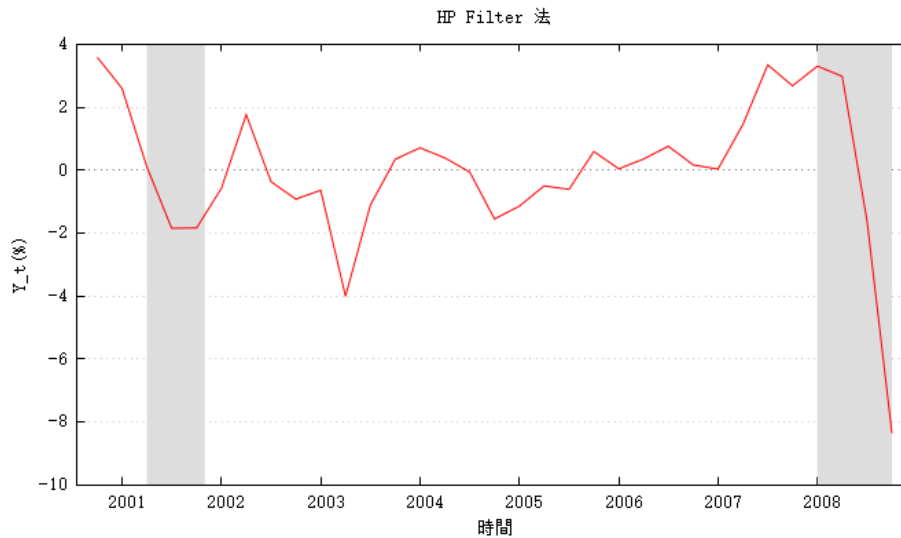


圖 2 使用 HP Filter 所估計出的實質產出缺口

最小平方法進行估計並在共變異矩陣採用 Newey-West 方法修正，做為比較的基礎模型。表 1 的(A)和(B)欄區分出第(4)式和第(6)式之估計參數。先從(4)式討論，央行利率漸進調整係數(γ)之估計值都介於 0 到 1 之間，此結果代表利率的調整是漸進地。實質產出缺口的反應係數(α_y)，在 HP Filter 實質產出缺口估計法中為正向統計顯著；然而膨脹缺口的反應係數(α_π)估計值都為正但不顯著，反應了央行法則設定若為對稱 Taylor 法則（即(4)式）時，央行只關心產出缺口對經濟體系的衝擊。

導致 α_π 不顯著的原因，可能有兩個，一是央行可能有前瞻性的施政態度；二是貨幣當局施政態度可能會因經濟景氣變化而有所不同。例如，施政當局可能在景氣過熱時不使用干預性的貨幣政策，相反的，施政當局可能十分關注景氣衰退的影響，進而增加干預的程度。因此，本研究考慮我國央行施政是否具有不對稱性，模型設定如(6)式，估計結果彙整於表 1 的(B)欄，正向的實質產出缺口反應係數及膨脹缺口反應係數，分別以 α_{y1} 及 $\alpha_{\pi1}$ 表示；負向的實質產出缺口反應係數及膨脹缺口反應係數，則分別以 α_{y2} 及 $\alpha_{\pi2}$ 表示。本文發現在使用修正資料之同期模型下（即不考慮前瞻性 Taylor 法則），除了 $\alpha_{\pi1}$ 不顯著外，其餘估計參數皆為正值且統計顯著，非常合理的估計結果。例如： $\hat{\alpha}_{y1}$ 為正值，它代表央行在景氣繁榮的正向產出缺口擴大時採用更緊縮的貨幣政策，所以是非常合理結果。而且 $\hat{\alpha}_{y1}$ 小於 $\hat{\alpha}_{y2}$ 的估計值，顯示央行在景氣衰退的情況下，會更積極採取更寬鬆的貨幣政策。因此，顯示臺灣央行施政具有不對稱效果。由上述結果可知，在我國若運用修正資料估計傳統同期的 Taylor 法則時，得到可信賴的結果。

表 1 模型 I (HP filter 法, $h = 0$) 估計結果

$\Delta i_t = \gamma\alpha - \gamma i_{t-1} + \gamma\alpha_\pi E_t \pi_{t+h} + \gamma\alpha_y y_t + \rho\Delta i_{t-1} + v_t \quad (4)$		
$\Delta i_t = \bar{\alpha} - \gamma i_{t-1} + \gamma\alpha_{\pi 1} \delta_t E_t \pi_{t+h} + \gamma\alpha_{\pi 2} (1 - \delta_t) E_t \pi_{t+h} + \gamma\alpha_{y1} \delta_t y_t + \gamma\alpha_{y2} (1 - \delta_t) y_t + \rho\Delta i_{t-1} + v_t \quad (6)$		
	(A)	(B)
	(4) 式：對稱法則	(6) 式：非對稱法則
γ	0.166 (0.000)	0.143 (0.004)
α_π	0.201 (0.128)	
α_y	0.433 (0.000)	
$\alpha_{\pi 1}$		0.111 (0.461)
$\alpha_{\pi 2}$		0.354 (0.035)
α_{y1}		0.406 (0.005)
α_{y2}		0.632 (0.041)
ρ	0.394 (0.026)	0.417 (0.016)
Adj-R ²	0.757	0.759
Akaike criterion	-24.038	-22.725
S.E. of regression	0.153	0.152

註：括號內之數值為 p 值，運用 Newy-West 方法修正殘差項。Akaike criterion 值愈小表示模型愈好。S.E. of regression 值愈小表示模型配適度愈好。

3.2 估計前瞻性 Taylor 法則

為了討論我國央行的 Taylor 法則是否具有前瞻行為，本文對於預期通貨膨脹率的設定是採用主計處之官方預測數據，並在上述設定下，以修正實質 GDP 估計出的實質產出缺口 (y_t)，重新估計(4)式及(6)式，估計的前瞻性 Taylor 法則結果列於表 2，分別有通貨膨脹率往前期與兩期預測的兩種模型。接著由表 2 之(A)和(C)欄發現，前瞻性對稱法則，通貨膨脹缺口反應係數 $\hat{\alpha}_\pi$ 仍是統計顯著，顯示央行會關心通貨膨脹缺口，這與表 1 之(A)欄無前瞻性 Taylor 法則的估計結果截然不同，此發現說明我國央行在制定貨幣政策時具有前瞻性行為，即央行注重的是「未來」可能發生之通貨膨脹，並不是著眼於「當下」已經發生之通貨膨脹。因為學界普遍認為貨幣政策存在時間落後，央行施政具前瞻性，才可能有效預防未來發生之通貨膨脹問題。在前瞻性的不對稱模型中 ((B)欄、(D)欄)，實質產出缺口反應係數同樣都呈現不顯著，但是在前瞻性的對稱模型中是顯著。以表 2 之(B)欄為例， $\hat{\alpha}_{y2}$ 為 0.584，即表示當產出低於潛在產出 1% 時，央行會調低利率 0.584% 以刺激景氣。而且對於央行面臨正向產出缺口時的反應小於負向產出缺口，這與表 1 之(B)欄無前瞻性 Taylor 法則的估計結果相同。由以上分析可推論，我國央行可能較重視負向實質產出缺口，而對正向之產出缺口傾向不做出反應。另外，我們可以發現前瞻性模型設定 ($h=2$) 在模型配適度上，

表 2 模型 II (前瞻性模型, HP filter 法, 修正資料) 估計結果

$\Delta i_t = \gamma\alpha - \gamma i_{t-1} + \gamma\alpha_\pi E_t \pi_{t+h} + \gamma\alpha_y y_t + \rho\Delta i_{t-1} + v_t \quad (4)$				
$\Delta i_t = \bar{\alpha} - \gamma i_{t-1} + \gamma\alpha_{\pi 1} \delta_t E_t \pi_{t+h} + \gamma\alpha_{\pi 2} (1 - \delta_t) E_t \pi_{t+h} + \gamma\alpha_{y1} \delta_t y_t + \gamma\alpha_{y2} (1 - \delta_t) y_t + \rho\Delta i_{t-1} + v_t \quad (6)$				
	(A)	(B)	(C)	(D)
	$h = 1$	$h = 1$	$h = 2$	$h = 2$
	(4) 式	(6) 式	(4) 式	(6) 式
γ	0.162(0.000)	0.133(0.008)	0.154(0.000)	0.128(0.009)
α_π	0.268(0.081)		0.573(0.005)	
α_y	0.374(0.000)		0.309(0.000)	
$\alpha_{\pi 1}$		0.242(0.211)		0.562(0.028)
$\alpha_{\pi 2}$		0.501(0.068)		0.795(0.031)
α_{y1}		0.304(0.118)		0.234(0.166)
α_{y2}		0.584(0.089)		0.497(0.151)
ρ	0.393(0.022)	0.427(0.013)	0.355(0.012)	0.412(0.012)
Adj-R ²	0.755	0.758	0.774	0.770
Akaike criterion	-23.847	-22.635	-26.345	-24.286
S.E. of regression	0.153	0.152	0.147	0.148

註：括號內之數值為 p 值，運用 Newy-West 方法修正殘差項。Akaike criterion 值愈小表示模型愈好。S.E. of regression 值愈小表示模型配適度愈好。

均較傳統同期模型設定 ($h = 0$) 為佳，例如：Adj-R² 在表 1 之(A)與(B)欄分別為 0.757 與 0.759，而表 2 (C)與(D)欄的 Adj-R² 分別為 0.774 與 0.770；Akaike criterion 在表 1 之(A)與(B)欄分別為-24.03 與-22.725，而表 2 之(C)與(D)欄的 Akaike criterion 分別為-26.345 與-24.286；S.E. of regression 在表 1 之(A)與(B)欄分別為 0.153 與 0.152，而表 2 之(C)與(D)欄 S.E. of regression 分別為 0.147 與 0.148。

四、結論

本研究欲探討之問題有二：

1. 臺灣央行施政是否有不對稱效果：從不對稱的同期模型估計結果發現，我國央行對負向產出缺口的反應較大，會以調降短期利率的寬鬆貨幣政策因應，但對正向產出缺口反應較小但仍統計顯著性。央行面對緊縮缺口，會比膨脹缺口，採更為積極的貨幣政策。
2. 法則的制訂是否具有前瞻性；由 $\alpha_{\pi 1}$ 和 $\alpha_{\pi 2}$ 的顯著性得知，我國央行在施政時確實有前瞻性的行為，故主計處之預測通貨膨脹率資料，應是估計前瞻性 Taylor 法則方程式時，最簡單、正確之方法。

參考文獻：

- 姚睿、朱俊虹與吳俊毅 (2010)，「臺灣泰勒法則估計之資料訊息問題」，〈臺灣經濟預測與政策〉，**41**(1)，85 - 119。
- Blinder, A. S. (1998), *Central Banking in Theory and Practice*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Clarida, R., J. Gali, and M. Gertler (1998), "Monetary Policy Rules in Practice: Some International Evidence," *European Economic Review*, **42**(6), 1033-1067.
- Hodrick, R. J. and E. C. Prescott (1997), "Postwar US Business Cycles: An Empirical Investigation," *Journal of Money, Credit, and Banking*, **29**(1), 1-16.
- Judd, J. P. and G. D. Rudebusch (1998), "Taylor's Rule and the Fed: 1970-1997," *Economic Review-Federal Reserve Bank of San Francisco*, 3-16.
- Shen, C. H. (1995), "Monetary Policy as a Decision-Making Hierarchy: The Case of Taiwan," *Journal of Macroeconomics*, **17**(2), 357-368.
- Taylor, J. B. (1993), "Discretion versus Policy Rules in Practice," *Carnegie-Rochester Series on Public Policy*, **XXXIX**, 195-214.
- Taylor, M. P. and E. Davradakis (2006), "Interest Rate Setting and Inflation Targeting: Evidence of a Nonlinear Taylor Rule for the United Kingdom," *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, **10**(4), 1-20.

附錄：臺灣泰勒法則估計之實證研究數學推導

原始泰勒法則：

$$i_t = \pi_t + r^* + \alpha_\pi(\pi_t - \pi^*) + \alpha_y y_t \quad (1)$$

假設央行之目標利率 i_t^* 會依預期通貨膨脹缺口及實質產出缺口而反應，修改式 (1)如下：

$$i_t^* = i^* + \alpha_\pi(E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_y y_t \quad (2)$$

假設央行將利率調整至目標利率(i_t^*)是一個動態的過程，名目利率變動(Δi_t)為：

$$\Delta i_t = \gamma(i_t^* - i_{t-1}) + \rho \Delta i_{t-1} + v_t \quad (3)$$

將(2)式帶入(3)式，然後展開化簡：

$$\begin{aligned} \Delta i_t &= \gamma \left\{ \left[i^* + \alpha_\pi(E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_y y_t \right] - i_{t-1} \right\} + \rho \Delta i_{t-1} + v_t \\ \Delta i_t &= \gamma(i^* - \alpha_\pi \pi^*) + \gamma \alpha_\pi E_t \pi_{t+h} + \alpha_y y_t - \gamma i_{t-1} + \rho \Delta i_{t-1} + v_t \end{aligned}$$

令 $\alpha = i^* - \alpha_\pi \pi^*$ ，可得欲估計之央行利率調整動態方程式：

$$\Delta i_t = \gamma \alpha - \gamma i_{t-1} + \gamma \alpha_\pi E_t \pi_{t+h} + \alpha_y y_t + \rho \Delta i_{t-1} + v_t \quad (4)$$

若考慮貨幣政策具有不對稱的現象，將式(2)分成兩段處理，模型可設定如下：

$$i_t^* = \delta_t [i^* + \alpha_{\pi 1}(E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_{y 1} y_t] + (1 - \delta_t) [i^* + \alpha_{\pi 2}(E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_{y 2} y_t] \quad (5)$$

我們考慮利率的動態調整過程式(3)，將式(5)代入式(3)：

$$\Delta i_t = \gamma \left\{ \delta_t [i^* + \alpha_{\pi 1}(E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_{y 1} y_t] + (1 - \delta_t) [i^* + \alpha_{\pi 2}(E_t \pi_{t+h} - \pi^*) + \alpha_{y 2} y_t] - i_{t-1} \right\} + \rho \Delta i_{t-1} + v_t$$

將其展開一一整理化簡如下式：

$$\Delta i_t = \bar{\alpha} - \gamma i_{t-1} + \gamma \alpha_{\pi 1} \delta_t E_t \pi_{t+h} + \gamma \alpha_{\pi 2} (1 - \delta_t) E_t \pi_{t+h} + \gamma \alpha_{y 1} \delta_t y_t + \gamma \alpha_{y 2} (1 - \delta_t) y_t + \rho \Delta i_{t-1} + v_t \quad (6)$$

其中 $\bar{\alpha} = \gamma [\delta_t \alpha_1 + (1 - \delta_t) \alpha_2]$ ； $\alpha_1 = i^* - \alpha_{\pi 1} \pi^*$ ； $\alpha_2 = i^* - \alpha_{\pi 2} \pi^*$ 。