

台灣產出缺口估計方法之評估*

蕭宇翔、陳佩玗**

摘要

產出缺口可用以衡量通膨情勢，因此對於一國央行貨幣政策之制訂與執行具有重大涵義，央行可藉由觀察產出缺口之大小，瞭解景氣榮枯，進而預期未來通膨可能變化，採行合宜的貨幣政策因應。而估計產出缺口的方法各有優缺點，且結果可能並非一致，國內文獻多以HP濾波法及生產函數法估計產出缺口，近來亦有設定較為複雜之多變量狀態空間模型。本文除延續文獻的估計方法外，亦嘗試多種產出缺口估計方法，在單變量濾波法上，增加動態HP濾波法、不可觀察組成法及Band-Pass濾波法；在多變量模型，則嘗試在HP濾波法中分別加入經濟結構式與額外經濟變數的兩種設定。此外，基於生產函數法中的資本存量資料取得不易，本文除以永續盤存法進行資本存量的推算外，亦嘗試以基點插補法進行推估。

由於過去國內文獻並未評估各項估計方法的差異，故本文從模型是否具經濟理論意涵、模型方法之透明度、估計結果與其他經濟指標的對應程度，以及準即時(quasi real time)估計下的末端估計值修正程度等面向，嘗試對不同估計方法進行評估，作為選擇產出缺口估計方法之參據。經由本文分析及綜合評估不同估計方法各面向之表現，顯示加入景氣同時指標的多變量HP濾波法為現階段較佳的方法。

* 本文初稿完成於民國105年3月，105年6月修正完稿。本文承蒙嚴副總裁宗大、林處長宗耀、林副處長淑華、吳副處長懿娟、汪研究員建南、廖研究員俊男、鄭副研究員漢亮與兩位匿名審稿人之悉心審閱，以及處內其他同仁給予寶貴意見，特此衷心謝忱。惟本文觀點純屬個人意見，與服務單位無關，若有任何疏漏或錯誤，概由作者負責。

** 作者分別為中央銀行經濟研究處辦事員與四等專員。

壹、前言

潛在產出為在物價穩定的情形下，利用現有的資源及技術水準，所能達到的最大產出，而產出缺口為實際產出與潛在產出的差額。當產出缺口為正，此時總需求的成長率超過總供給的成長率，造成通膨壓力升高；當產出缺口為負，表示目前產出低於正常情況下的趨勢產能，可能有通縮壓力。因此，產出缺口對一國央行貨幣政策之制訂與執行具有重大涵義，央行可藉由觀察產出缺口之大小，瞭解景氣榮枯，進而預期未來通膨可能變化，採行合宜的貨幣政策因應。若考量反景氣循環(counter-cyclical)政策，當產出缺口擴大，景氣過熱時，通膨壓力上升，央行可能須採取緊縮性貨幣政策，減少總合需求與減緩通膨；若產出缺口為負，實際產出小於潛在產出，則央行可能採取寬鬆貨幣政策，激勵總合需求，促進經濟成長，以維持穩定的通膨率。

潛在產出與產出缺口為無法由實際資料觀察的抽象概念，需透過計量方法推估。各估計方法多先估計潛在產出，再計算對應的產出缺口。Lim(2007)將估計方法分成三大類：(1)單變量模型：不仰賴經濟理論，直接運用統計方法將GDP資料分解為趨勢項與波動項，趨勢項即為潛在產出，波動項則為產出缺口，如HP濾波法、不可觀察組成法(unobservable component)、Band-Pass濾波

法；(2)多變量模型：考量產出缺口的經濟結構式，或在統計濾波法中加入經濟結構式，如多變量HP濾波法、多變量狀態空間模型(state space model)法；(3)結構式模型：利用經濟理論來推估潛在產出與產出缺口，如生產函數法、結構式VAR(SVAR)模型。

本文嘗試以單變量模型、多變量模型及生產函數法來估計台灣潛在產出及產出缺口，其中單變量模型不僅使用傳統HP濾波法，更嘗試使用動態HP濾波法、不可觀察組成法及Band-Pass濾波法；多變量模型則使用多變量HP濾波法及多變量狀態空間法。此外，基於生產函數中的資本存量是重要的變數，然資本存量資料難以取得，本文除以永續盤存法進行資本存量的推算外，亦嘗試以基點插補法進行推估。因不同的產出缺口估計法得到的估計結果不盡相同，因此難以明確指出何種估計方式為最佳。故本文從模型是否具經濟理論意涵、模型方法之透明度、估計結果與其他經濟指標的對應程度、與準即時(quasi real time)估計下的估計值修正程度等方式，嘗試對不同估計方法進行評估，以作為選擇產出缺口估計方法之參據。

本文架構安排如下：第壹節為前言，第貳節為文獻探討，主要說明過去潛在產出相關文獻，運用的估計方法及主要實證結果；第參節為台灣產出缺口之估算，說明本文

採用的方法及推估結果；第肆節為不同產出缺口估計方法之評估；第伍節則為結論與建議。

貳、文獻探討

一、國外文獻指出，並無最佳的產出缺口估計方法

由於產出缺口無法直接觀察，國外文獻在估計一國產出缺口時，多同時採用數種估計方法，比較估計結果並衡量彼此間的優劣，再從中選擇較佳的方法。

Brouwer(1998)使用線性趨勢法、HP濾波法、多變量HP濾波法、不可觀察組成法及生產函數法等5種方法估計澳洲的產出缺口。而Claus *et al.*(2000)使用多變量HP濾波法、結構式VAR模型及多變量不可觀察模型估計紐西蘭的產出缺口。兩篇文獻皆發現，雖不同方法估計的缺口幅度存在不小差距，惟皆能有效提供額外訊息，預測未來通膨率。

Bjørnland *et al.* (2008)採用6種單變量或多變量模型衡量挪威的產出缺口，其發現不同方式所估計之產出缺口，整體走勢高度相關，其中多變量模型與較少修正的總體經濟指標(工業信心指數及失業率缺口)有高度相關，用以評估目前經濟狀態較具可信度。若以產出缺口預測通膨率，多變量模型預測通膨率之能力亦優於單變量模型。

Cheng, Chung and Yu(2011)則考慮生產函

數法、HP濾波法、不可觀察組成法及Benes *et al.* (2010)發展的多變量濾波法等4種方法估計香港的產出缺口。並以經濟理論基礎、估計方法透明度、修正程度的穩健性、預測未來通膨能力等準則評估各種估計方法，結果發現雖多變量濾波法整體表現較佳，惟其預測通膨的能力卻遜於不可觀察組成法。

上述的文獻皆發現，不同方法估計的產出缺口走勢大致相近，惟缺口幅度卻可能有不小的差異，且不存在各方面皆為最佳的估計方法。Banerghansa and Peralta-Alva (2009)與Murray(2014)則建議貨幣當局不宜僅以單一估計方法得到的產出缺口來作評斷，須依各國之國情、經濟金融情勢及資料取得性等選擇適宜之方法，且宜採用多種估計方法相互參照，作為決策之依據。

二、國內文獻並未評估各項估計方法的差異

國內文獻方面，探討潛在產出之文獻並不多。吳中書及林金龍(2002)，採用凱因斯總合供需架構及新古典架構，其中凱因斯總合供需架構，採用無加速通膨失業率(nonaccelerating inflation rate of

unemployment, NAIRU)概念，估算充分就業下之就業人口，以推估潛在產出。而新古典架構，則採用結構時間數列與不可觀察組成模型，將觀察到的產出與失業率釐析出長期趨勢，以推估潛在產出。實證結果顯示，兩種架構估計結果頗為相近，惟根據總合供需架構之估計結果較符合台灣當時經濟發展情勢。

劉瑞文(2003)運用HP濾波法、單變量時間序列法(即不可觀察組成法)、生產函數法及系統模型估計法(即多變量狀態空間模型法)4種計量方法推估台灣潛在產出，並與實際產出比較，同時以實證資料分析這些方法之優缺點，結果顯示四種估計方法的推估結果皆能捕捉1980年代國內經濟先是遭遇全球景氣巨幅下滑，再受十信金融事件之衝擊，因而兩度造成產出缺口為負的狀況。

林慈芳(2008)運用HP濾波法估算台灣潛在產出的變動趨勢，並利用總體生產函數法估算1985至2006年台灣潛在產出成長來源，及2009年至2012年台灣潛在勞動供給、潛在資本存量及潛在總要素生產力。實證顯示，2009至2012年總要素生產力成長對台灣潛在產出成長貢獻最大，而台灣潛在產出成長率長期呈趨降型態，突顯台灣經濟成長潛力趨弱，亟需改善。

林慈芳(2009)檢視金融風暴前與金融風暴後之台灣潛在產出之變化，以HP濾波法及總體生產函數法評估全球金融風暴對台灣中

期潛在產出(2009年至2012年)的影響程度，結果顯示全球金融風暴對台灣潛在產出成長的影響，除短期因廠商資本支出大幅縮減，使得資本投資貢獻減少外，中期(2009年至2012年)潛在產出成長率也因總要素生產成長率降低，使長期成長潛力下降，造成產出缺口擴大。

林依伶(2010)探討房市泡沫是否會造成台灣潛在產出高估。實證結果顯示在2006-2010年房市泡沫期間，不論採HP濾波法或生產函數法，去除房市泡沫所估算的潛在產出皆高於未去除房市泡沫影響所估算之數值，因此推論未排除房市泡沫所估計的台灣潛在產出，並無高估的情況。

Chen and Lin(2012)指出過去文獻推估自然失業率與潛在產出，常伴隨較高不確定性，為允許模型有較多不確定性，遂使用Watson (1986)不可觀察組成模型及Apel and Jansson(1999)系統估計法(即多變量狀態空間模型法)建立相對應貝式抽樣演算法，並以此推估台灣未經季節調整的潛在產出，最後再將季節單根引入模型。Lin and Chen(2013)以季節單根取代一般單根，考量更多季節波動，同樣以Watson (1986)及Apel and Jansson(1999)的方法推估台灣潛在產出，Chen and Lin(2012)與Lin and Chen(2013)實證結果皆呈現以不可觀察組成模型所推估的產出缺口，在1980年代早期及2000年代後期為負，而在1980年代中期與2000年代早期

為正；採系統估計法所推估的產出缺口，與 Watson (1986)方法的差異在於2000年代呈現的衰退程度較為嚴重，而造成差異主要是因這段期間的失業缺口為正^{註1}。

過去國內文獻針對不同估計方法的評估著墨較少，至多僅將產出缺口與實際經濟事件對應比較(如，劉瑞文, 2003)，缺乏較為客觀或統計量化的方法衡量不同估計方法間的優劣。

三、採行適宜的產出缺口估計方法的重要性

Marcellino and Musso(2010)指出，實際估計產出缺口時，往往面臨下列多種不確定性：(1)模型不確定性(model uncertainty)，有多種方法可估計產出缺口，不同方法各有優缺點，但缺乏普遍的共識與準則協助判斷應採用何種估計方法。(2)參數不穩定性(parameter instability)，在即時(real time)估計產出缺口時，每次加入最新數據，即須重新估計模型，得到新的參數估計值，進而改變過去的產出缺口估計值。(3)資料不確定性(data uncertainty)，產出缺口係從實質GDP估得，統計發布單位會因資訊落後反應、統計誤差或修正統計方法，而更新過去公布的實質GDP數值，造成產出缺口估計值的修正。

雖多種方法的估計結果可供政策制定者確認結果的合理性，惟由於估計上存在多種不確定性，不同方法的結果可能差異甚大，反而可能增加決策的困難。此外，即時估計時，產出缺口估計值會隨資訊的更新而有所修正，加深央行決策的不確定性，更可能造成決策錯誤(Grigoli *et al.*, 2015)。

產出缺口無法觀察，文獻上亦缺乏系統性的評估方法，因此，往往難以確知何種估計方法最佳。Cotis *et al.*(2005)認為由於潛在產出可用在許多不同的政策領域上，並沒有單一評斷的標準，端視政策使用者的用途而定。因此，在評判各種估計潛在產出的方法時，並不需要採用一個在各方面都具有絕對優勢者，而只需採用決策者最重視且有助於決策的方法即可。

如若欲以產出缺口掌握未來通膨情勢，就應選擇蘊含較多未來通膨訊息的產出缺口估計方法。若注重當前經濟情況，樣本點末端的估計值則最為重要，估計方法須具有在樣本末端判斷結構性改變的能力。至於跨國比較，因須採用一致的方法，故應考量資料的需求及各國資料取得的問題。因此了解不同產出缺口估計方法的特性，評估估計結果不同面向之優劣點，將有助於選擇適宜的方法，供央行決策參據。

參、台灣產出缺口之估算

本文嘗試以單變量模型、多變量模型及生產函數法來估計台灣的產出缺口(有關本文與其他國內文獻所採用的估計方法之比較，詳附錄一)，其中單變量模型使用傳統HP濾波法、動態HP濾波法、不可觀察組成法及Band-Pass濾波法；多變量模型則使用多變量HP濾波法及多變量狀態空間法。生產函數法方面，以永續盤存法及基點插補法推算資本存量。樣本期間為1982年第1季至2014年第4季，所使用之變數及其資料來源，詳見附錄二。

一、單變量模型

(一) HP濾波法

Hodrick and Prescott (1997) 提出的HP濾波法，是分離時間序列之長期趨勢與短期波動最常運用的統計方法。對季調後實質GDP序列^{註2}取自然對數(y_t)後，將其分解為趨勢項(潛在產出 y_t^*)和波動項(產出缺口 $ygap_t$)：

$$y_t = y_t^* + ygap_t \quad (1)$$

HP 濾波法的概念係建構最小損失函數，分離出長期趨勢以及短期波動成分，設定損失函數如下：

$$\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sigma_1^2} (y_t - y_t^*)^2 + \frac{1}{\sigma_0^2} (\Delta y_{t+1}^* - \Delta y_t^*)^2 \right) \quad (2)$$

其中， σ_1^2 為產出缺口的變異數， σ_0^2 為潛在產出變動的變異數， Δ 代表一階差分，

而參數 $\lambda_1 = \sigma_1^2 / \sigma_0^2$ ，為決定潛在產出平滑度的參數，數值愈大，潛在產出估計值則愈平滑。本文以季資料估計產出缺口，根據Hodrick and Prescott (1997)建議，將 λ_1 設為1600。

HP 濾波法為一種雙邊濾波法(two-sided filter)，同時使用過去和未來的資訊分離趨勢項，每個時點的估計值皆受全樣本資料影響。Stock and Watson(1999)指出使用過去與未來的資料，在預測上有許多不便，建議使用單邊HP濾波法(one-sided HP filter)，每個時點的估計值只使用包含該時點之前的資訊^{註3}。

(二) 不可觀察組成法

不可觀察組成法透過設定潛在產出與產出缺口的資料生成過程(data generating process)，再以實際資料配適出此兩個無法觀察的變數。在實際產出為潛在產出與產出缺口之和的設定下，

$$y_t = y_t^* + ygap_t \quad (3)$$

Watson(1986)假設潛在產出為含有漂移項(drift)的隨機漫步的形式，即

$$y_t^* = \mu_t + y_{t-1}^* + e_t^y \quad (4)$$

其中， μ_t 為漂移項，而 $e_t^y \sim N(0, \sigma_y^2)$ 。

根據Clark(1987)，設定漂移項為隨機漫步，

$$\mu_t = \mu_{t-1} + e_t^\mu \quad (5)$$

其中， $e_t^\mu \sim N(0, \sigma_\mu^2)$ ^{註4}。而Watson(1986)假設產出缺口為AR(2)形式，

$$ygap_t = c_0 + c_1 ygap_{t-1} + c_2 ygap_{t-2} + e_t^{gap} \quad (6)$$

其中， $e_t^{gap} \sim N(0, \sigma_{gap}^2)$ 。

給定不可觀察變數的動態過程以及與實際資料的關係式後，將之寫成狀態空間模型，利用卡門濾波法(Kalman filter)估計潛在產出及產出缺口。

(三) Band-Pass濾波法

Band-Pass濾波法將景氣循環視為特定頻率的波動，從頻率的角度(frequency-domain)進行循環波動分析。將高頻的波動視為不規則或季節性波動，低頻波動視為長期趨勢，而中頻的波動即為景氣波動或循環的成分。Band-Pass濾波法即是把在特定寬頻(frequency range)內的波動從原始數列中萃取出來，而過濾掉其餘的波動。

運用Band-Pass濾波法時，必須設定循環波動持續的時間，即周期性(periodicities)，用以過濾過長與過短的波動。過去文獻設定的景氣循環持續時間多介於1.5至8年之間，若使用季資料，則設定為6季至32季。在給定周期後，對觀察值前後兩端的數值做加權移動平均(weighted moving average)，將數列循環波動的成分抽離出來。

本文採用的Band-Pass濾波法為Christiano-Fitzgerald濾波法(Christiano and Fitzgerald, 2003)^{註5}，此方法為全樣本不對稱

濾波法(full sample asymmetric filters)，以極小化均方誤(mean square error)得到權數，並允許領先與落後資料的權數不同，且權數隨觀察值而調整。Christiano-Fitzgerald濾波法為

$$ygap_t = \hat{B}(L)y_t = \sum_{j=-n_1}^{n_2} \hat{B}_{t,j} y_{t+j} \quad (7)$$

而權數 $\hat{B}_{t,j}$ 為極小化均方誤的解

$$\hat{B}_{t,j} = \arg \min E[(ygap_t - \widehat{ygap}_t)^2] \quad (8)$$

(四) 動態HP濾波法

傳統的HP濾波法並未考慮產出缺口可能具有持續性，Borio *et al.* (2014)建議，為解釋HP濾波法估計之產出缺口具序列相關的特性，可改採動態HP濾波法，假設產出缺口具AR(1)的特性：

$$y_t = y_t^* + \beta(y_{t-1} - y_{t-1}^*) + \varepsilon_{2,t} \quad (9)$$

其中， $\varepsilon_{2,t}$ 為平均數為0，變異數為 σ_2^2 的常態分配。極小化下列損失函數：

$$\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sigma_2^2} (\varepsilon_{2,t})^2 + \frac{1}{\sigma_0^2} (\Delta y_{t+1}^* - \Delta y_t^*)^2 \right) \quad (10)$$

由於式(9)可推得 $\text{Var}(y_t - y_t^*) = (1 - \beta^2)^{-1} \sigma_2^2$ ，為使動態HP濾波法能與HP濾波法 $\lambda_1 = \sigma_1^2 / \sigma_0^2 = 1600$ 的設定一致，須使 $\text{Var}(y_t - y_t^*) / \sigma_0^2 = 1600$ 成立，因此將動態HP濾波法的平滑參數設定為 $\lambda_2 = \sigma_2^2 / \sigma_0^2 = 1600(1 - \beta^2)$ 。

在上述的設定下，產出缺口的變動程度除了取決於 $\lambda_2 = \sigma_2^2 / \sigma_0^2$ 之外，還取決於 β 的

大小。若 $\beta = 1$ ，則產出缺口為一隨機漫步的序列；若 $\beta < 1$ ，則產出缺口具均值回歸(mean-reverting)的特性。

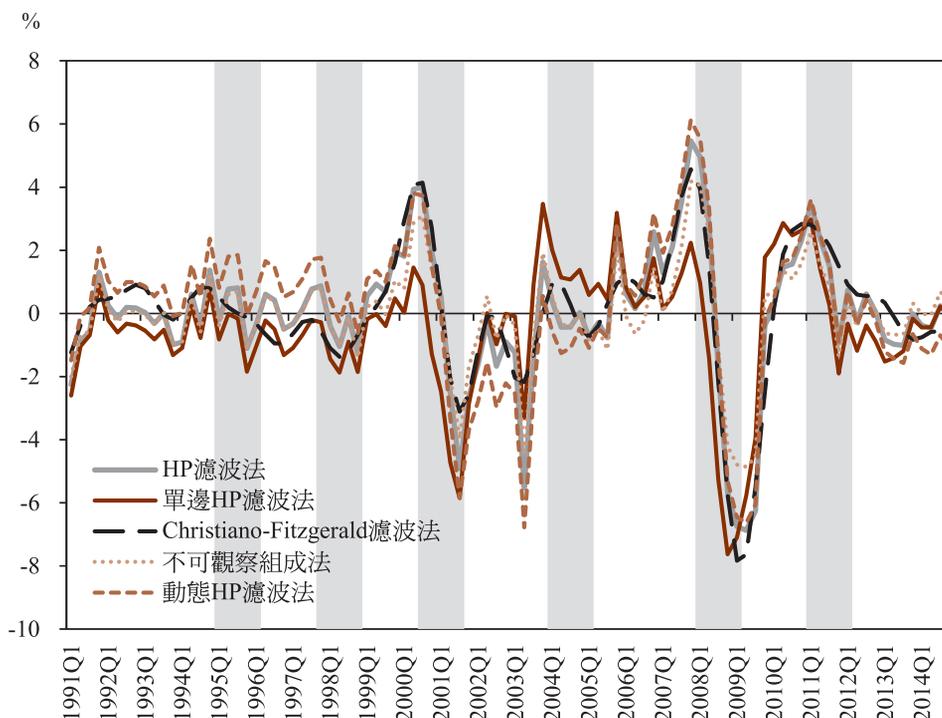
(五) 估計結果

圖1為5種單變量模型的產出缺口估計結果，灰色區間為國發會認定的景氣循環高峰至谷底的期間。整體而言，各方法估計的產出缺口皆能對應每個景氣循環時點，在灰色區間附近，產出缺口多由高峰轉至谷底。

單邊HP濾波法的產出缺口其缺口幅度在某些時點與其他方法有不小差異，如在2000年第2季科技泡沫與2007年第4季全球金融風暴

前，單邊HP濾波法正缺口的幅度明顯較小。Christiano-Fitzgerald濾波法估計的產出缺口較其他方法平滑，但缺口幅度相近。HP濾波法、不可觀察組成法與動態HP濾波法的產出缺口走勢相近，其中，不可觀察組成法在科技泡沫與全球金融海嘯時期，缺口波動幅度較小；動態HP濾波法的缺口在1991至1999年間較HP濾波法高，在2001-2006年與2013年以後，缺口幅度反較HP濾波法低。而在景氣劇烈波動時點，兩者相當一致(如2001年與2008-2009年)^{註6}。

圖1 單變量模型估計的產出缺口



二、多變量模型

(一) 多變量HP濾波法：加入經濟結構式

1. 分析方法

Laxton and Tetlow(1992)建議可在HP濾波法中加入額外的經濟結構關係式，一般而言，產出缺口為該結構關係式的解釋變數。常見的經濟結構關係式有菲利普曲線(Philips curve)與歐肯法則(Okun's law)。

假設在HP濾波法中加入下列的結構經濟關係式，

$$z_t = \gamma_0 + \gamma_2' x_t + \gamma_3(L)(y_t - y_t^*) + \varepsilon_{3,t} \quad (11)$$

其中， z_t 為被解釋變數(如通膨率、失業率等)， x_t 為其他經濟變數向量，可能包含 z_t 的領先或落後項， $\gamma_3(L)$ 為落後運算元，而 $\varepsilon_{3,t}$ 為平均數為0，變異數為 σ_3^2 的常態分配。Laxton and Tetlow(1992)加入經濟結構式的多變量HP濾波法損失函數為：

$$\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sigma_1^2} (y_t - y_t^*)^2 + \frac{1}{\sigma_0^2} (\Delta y_{t+1}^* - \Delta y_t^*)^2 + \frac{1}{\sigma_3^2} (\varepsilon_{3,t})^2 \right) \quad (12)$$

由上式可知，縮放因子(scaling factors) $\lambda_1 = \sigma_1^2/\sigma_0^2$ 與 $\lambda_3 = \sigma_1^2/\sigma_3^2$ 的大小會影響式(12)多變量HP濾波法損失函數中3個項目的相對權重。

由於 λ_1 的設定與單變量HP濾波法相同(式(2))，因此可將之設定為 $\lambda_1 = 1600$ ，以利與單變量HP濾波法的結果比較。而損失函數中第3項的相對權重決定於 λ_3 ，反映結構經

濟關係式的重要性^{註7}，可以由資料自行決定或由研究者預先設定。若 λ_3 顯著地大於 λ_1 ，則極小化損失函數就近乎等同於極小化結構經濟關係式的殘差。

然而，實務上並無判斷 λ_1 與 λ_3 相對大小的依據。Laxton and Tetlow (1992)多變量HP濾波法的產出缺口受到 λ 與結構經濟式複雜的交互關係影響，調整 λ 的設定，可能使估計的產出缺口大幅的變動(Borio *et al.*, 2014)。若考慮更多條結構經濟關係式，則要考慮更多參數 λ 的相對大小^{註8}，在設定上就更為複雜。

2. 估計結果

本文依據Borio *et al.*(2014)，在HP濾波法中加入菲利普曲線的限制，菲利普曲線^{註9}設定如下：

$$\pi_t = \gamma_0 + \gamma_1 \pi_{t-1} + \gamma_2 (y_{t-1} - y_{t-1}^*) + \varepsilon_{3,t} \quad (13)$$

其中， π_t 為官方季調後CPI年增率。

圖2為在HP濾波法中考慮菲利普曲線限制的產出缺口。棕線為縮放因子 $\lambda_1 = 1600$ ，而 λ_3 由資料自行決定的估計結果，由圖2可知，同Borio *et al.*(2014)的結果，若由模型自行決定縮放因子 λ_3 ，考慮菲利普曲線的HP濾波法估計結果與HP濾波法非常相近。圖2中的淺棕線為將 λ_3 設為0.005的估計結果^{註10}。由於放大了 λ_3 ，增加菲利普曲線對估計產出缺口的影響程度，使得產出缺口的估計值與通膨率存在同向關係，1997年前得到的產出缺口估計值大於HP濾波法，係因1997年前通

膨較高；而在1998至2003年間產出缺口小於（模型1及模型2）。HP濾波法，則是因為1998至2003年間較低的通膨率。兩種設定的估計結果如表1(分別為

圖2 加入菲利普曲線的多變量HP濾波法估計的產出缺口

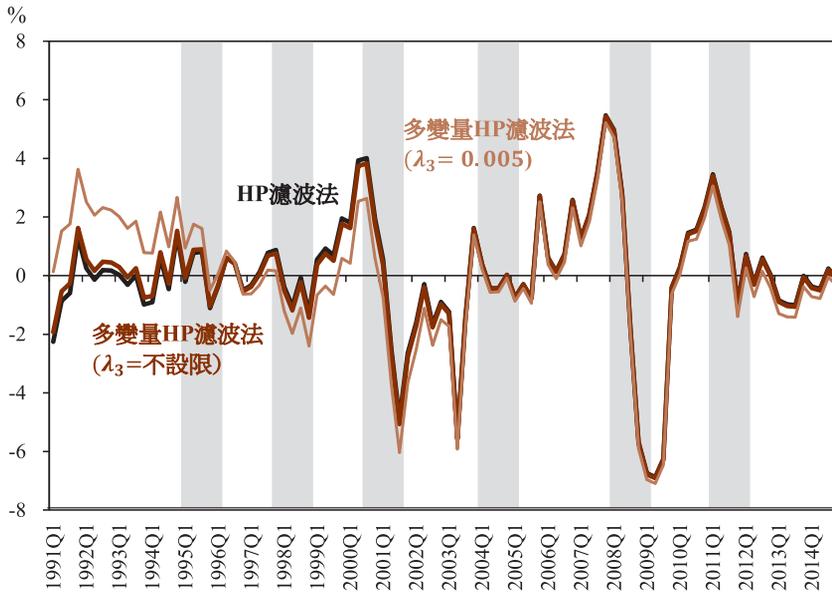


表1 加入菲利普曲線的多變量HP濾波法估計係數值

	模型1 (λ_3 不設限)	模型2 ($\lambda_3 = 0.005$)
γ_0	0.30** (0.13)	0.41*** (0.11)
γ_1	0.81*** (0.05)	0.75*** (0.05)
γ_2	9.44** (4.92)	12.94*** (2.32)
λ_1	1600	1600
λ_3	0.00074	0.005
Log likelihood	111.43	61.67

註：括號內為標準誤，此外，*為顯著水準10%下顯著，**為顯著水準5%下顯著，***為顯著水準1%下顯著。

(二) 多變量HP濾波法：加入額外經濟變數

1. 分析方法

不同於前小節加入額外的經濟結構的多變量HP濾波法，Borio *et al.* (2014)建議直接於動態HP濾波法的式(9)加入額外能解釋產出缺口的可觀察經濟變數。Borio *et al.* (2014)稱此方法為精簡的多變量濾波法(parsimonious multivariate filter)^{註11}。

Borio *et al.* (2014)認為精簡的多變量濾波法具下列優點：(1)可在加入額外多個經濟變數的資訊下，不需設定額外的縮放因子 λ ；(2)額外經濟變數係數值的大小與顯著程度可以判斷其對產出缺口的重要性；(3)此方法可讓研究者易於解釋估計結果及判斷合理性，並減輕模型誤設的可能性；(4)此方法在即時估計的表現良好。

在動態HP濾波法中加入經濟變數 z_t ，則可觀察式變為

$$y_t = y_t^* + \beta(y_{t-1} - y_{t-1}^*) + \gamma'z_t + \varepsilon_{4,t} \quad (14)$$

其中， $\varepsilon_{4,t}$ 的平均數為0，變異數為 σ_4^2 。則對應的損失函數為

$$\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sigma_4^2} (\varepsilon_{4,t})^2 + \frac{1}{\sigma_0^2} (\Delta y_{t+1}^* - \Delta y_t^*)^2 \right) \quad (15)$$

由於式(15)的損失函數中只有兩個項目，故只有一個縮放因子 $\lambda_4 = \sigma_4^2 / \sigma_0^2$ 決定兩者間的相對權重。若在AR(1)的產出缺口估計式中，經濟變數 z_t 能解釋落後項不能解釋

的部分，其係數值 γ 將會是統計顯著，進而影響潛在產出與產出缺口的估計值。

2. 估計結果

Borio *et al.* (2014)認為適合加入動態HP濾波法的經濟變數，除能提供解釋產出缺口的額外資訊外，該經濟變數不能具有長期趨勢，而需有穩定的平均值(stable mean)^{註12}。參考Borio *et al.* (2014)選擇的變數，本文分別於動態HP濾波法中考慮下列經濟變數：通膨率、核心通膨率、失業率、工業生產指數年增率、景氣同時指標(去除趨勢)，以及貨幣機構實質放款年增率和實質信義房價指數年增率^{註13}兩個金融變數^{註14}。

由於產出缺口不應具季節性因素，因此本文先對各變數作季節調整^{註15}，而台灣上述的經濟變數中，除了景氣領先指標已去除趨勢、工業生產指數年增率不具明顯趨勢外，其他變數皆具長期趨勢。為避免經濟變數的趨勢項影響產出缺口，爰將具長期趨勢的變數以HP濾波法^{註16}去除趨勢，而工業生產指數年增率則依據Borio *et al.* (2014)的建議，以Cesàro平均數^{註17}去除平均(de-mean)。最後將去除平均或去除趨勢的變數帶入式(14)，估計潛在產出與產出缺口。

表2為加入額外經濟變數的多變量HP濾波法估計結果，其中模型1即為前述動態HP濾波法的估計結果。而在動態HP濾波法中，分別加入上述額外的經濟變數時，只有失業率、工業生產指數年增率、景氣同時指標年

增率的估計值統計顯著且正負號符合理論，其他變數則不顯著。若加入額外經濟變數的係數估計值不顯著，表示該變數無法提供額外的訊息，則估計出的產出缺口會與動態HP濾波法很接近，因此無比較之意義。

圖3分別為模型4-6所估得的產出缺口，由圖3可知，分別加入此3個額外的經濟變數

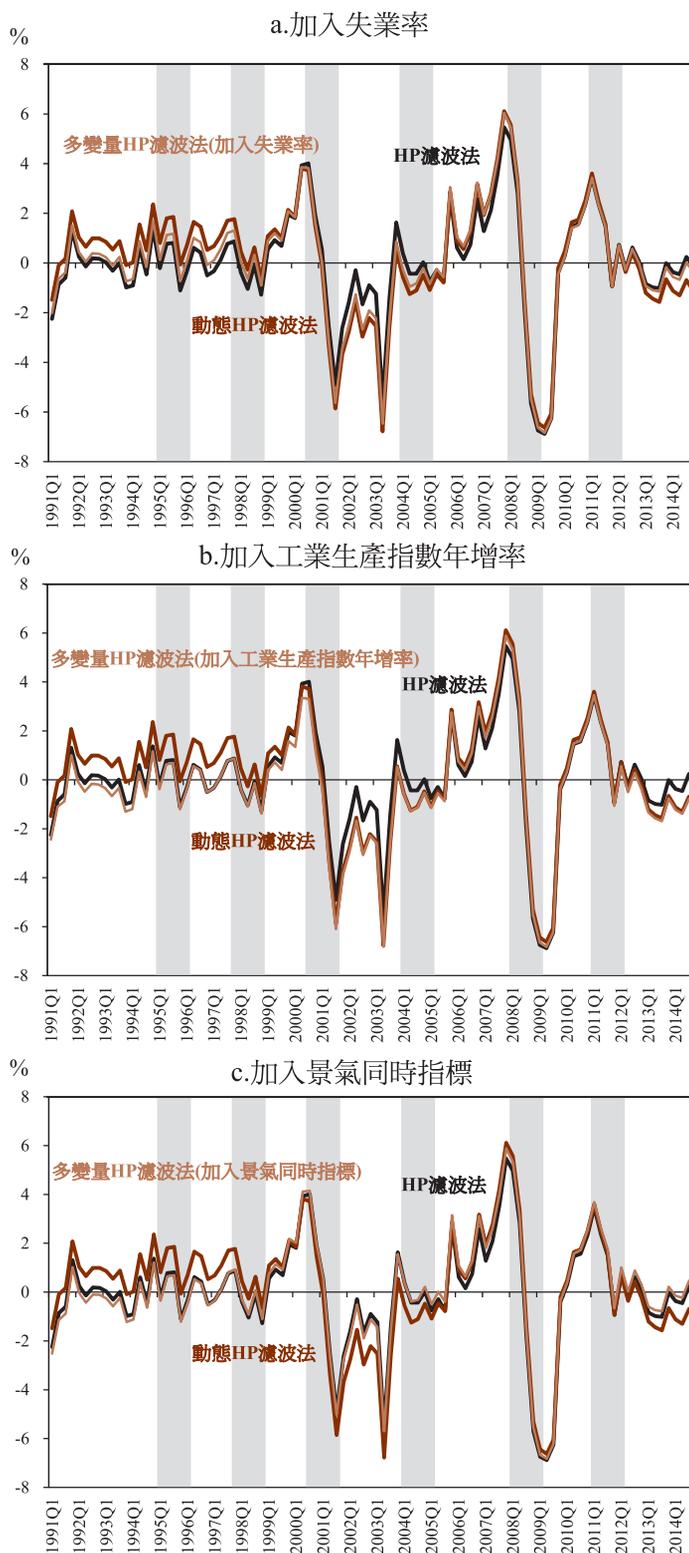
得到的產出缺口多介於HP濾波法與動態HP濾波法之間。惟3種方法在近期產出缺口的幅度有一些差異，於2014第4季，加入失業率估得的產出缺口為-0.20%，加入工業生產指數年增率估得的產出缺口為-0.93%，而加入景氣同時指標則為正缺口0.13%。

表2 加入額外經濟變數的多變量HP濾波法估計係數值

變數	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	模型7	模型8
落後項 β	0.70*** (0.06)	0.73*** (0.07)	0.73*** (0.06)	0.46*** (0.10)	0.59*** (0.06)	0.20*** (0.07)	0.69*** (0.07)	0.87*** (0.04)
通膨率	—	-0.09 (0.17)	—	—	—	—	—	—
核心通膨率	—	—	-0.19 (0.17)	—	—	—	—	—
失業率	—	—	—	-1.83*** (0.51)	—	—	—	—
工業生產指數年增率	—	—	—	—	0.09*** (0.01)	—	—	—
景氣同時指標	—	—	—	—	—	0.37*** (0.04)	—	—
實質放款年增率	—	—	—	—	—	—	0.02 (0.02)	—
實質房價指數年增率	—	—	—	—	—	—	—	0.06 (0.05)
Log likelihood	312.62	312.75	313.05	318.13	326.78	342.14	312.79	202.62

註：括號內為標準誤，此外，*為顯著水準10%下顯著，**為顯著水準5%下顯著，***為顯著水準1%下顯著。

圖3 加入額外經濟變數的多變量HP濾波法估計的產出缺口



(三) 多變量狀態空間模型

1. 分析方法

廖俊男與張志揚(2012)在狀態空間模型中加入菲利浦曲線、歐肯法則等經濟結構式，以系統性方法同時估計產出缺口與無加速通膨失業率，使這些無法觀察的變數估計值能符合經濟理論。

模型設定如下：

$$\pi_t = \alpha + a(L)\pi_{t-1} + \rho(L)(u_t - u_t^*) + b(L)z_t + e_t^\pi \text{ (菲利浦曲線)} \quad (16)$$

$$y_t - y_t^* = \phi(L)(u_t - u_t^*) + e_t^{gap} \text{ (歐肯法則)} \quad (17)$$

$$y_t^* = g_y + y_{t-1}^* + e_t^{y^*} \quad (18)$$

$$u_t^* = g_u + u_{t-1}^* + e_t^{u^*} \quad (19)$$

$$y_t - y_t^* = \delta(L)(y_{t-1} - y_{t-1}^*) + e_t^{yc} \quad (20)$$

其中， π_t 為通膨率； u_t 為失業率， u_t^* 為無加速通膨失業率； z_t 為未能事先預期的供給面衝擊(在此以IFS平均國際油價作為世界油價的替代變數)； y_t 為取自然對數的實質GDP， y_t^* 為潛在產出； $a(L)$ 、 $b(L)$ 、 $\rho(L)$ 、 $\phi(L)$ 、

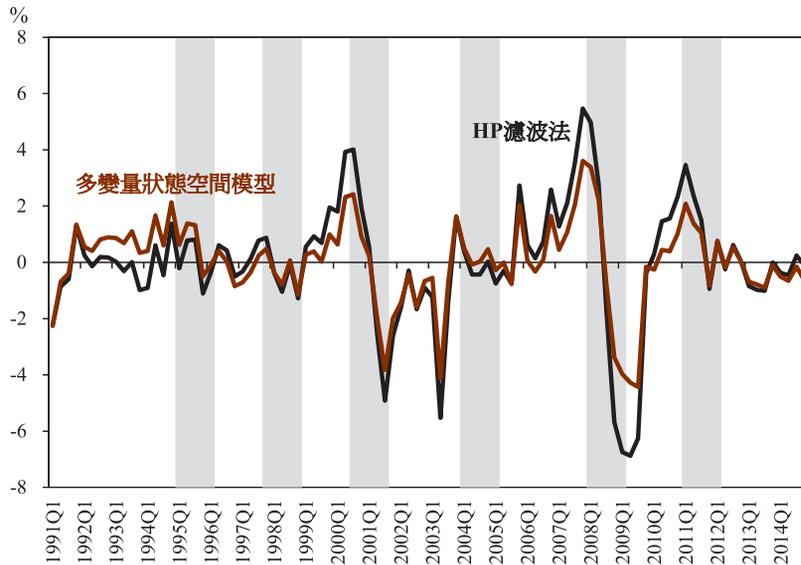
$\delta(L)$ 為落後運算元。

多變量狀態空間模型與前述的多變量HP濾波法不同之處在於，多變量狀態空間模型係設定各變數間的經濟結構關係(如菲利浦曲線、歐肯法則)，由可觀察資料在預先設定的經濟結構系統中，內生估計無法觀察的產出缺口與NAIRU。而Laxton and Tetlow(1992)與Borio *et al.*(2014)的多變量HP濾波法或精簡的多變量濾波法則是分別在單變量HP濾波法中，加入額外的經濟結構式(如菲利浦曲線)或額外的經濟變數，提供實質GDP以外的訊息。

2. 估計結果

運用廖俊男與張志揚(2012)多變量狀態空間模型得到的估計結果^{註18}大致與HP濾波法相近(見圖4)，惟在經濟劇烈波動期間，缺口幅度較小(如2000年與2008-2011年)，而在2014年底，多變量狀態空間模型估計的負產出缺口，缺口幅度較HP濾波法大。

圖4 多變量狀態空間模型估計的產出缺口



三、結構式模型：生產函數法

(一) 分析方法

與上述分析方法相較，生產函數法之經濟理論基礎最強。假設生產函數為固定規模報酬(constant return to scale)的Cobb-Douglas 函數型態如下：

$$Y_t = A_t L_t^{1-\alpha} K_t^\alpha \quad (21)$$

其中， Y_t 為季調後實質GDP， L_t 為勞動力(先以實際勞動就業量 E_t 估計參數值^{註19})， K_t 為實質資本存量， A_t 為技術進步的時間趨勢項^{註20}。將式(21)取自然對數後，

$$\begin{aligned} \ln Y_t &= \ln A_t + (1 - \alpha) \ln L_t + \alpha \ln K_t \\ \ln(Y_t/L_t) &= \ln A_t + \alpha \ln(K_t/L_t) \end{aligned}$$

參考Tatom(1979)的作法，生產函數模型除受生產要素(資本存量、勞動力)投入的變化而增減外，能源價格的變化亦會影響投資

及生產的決策，因此生產函數中另考慮國際油價此一變數，並設定如下：

$$\ln\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) = \ln A_t + \alpha \ln\left(\frac{K_t}{L_t}\right) + \beta \ln\left(\frac{P_t^{oil}}{PGDP_t}\right) \quad (22)$$

其中， $P_t^{oil}/PGDP_t$ 為國際油價對GDP平減指數的相對價格^{註21}。

由於技術進步非為可直接觀察之資料，需藉由上述提及之生產函數間接估計之，本文參考劉淑敏(1999)、侯德潛與田慧琦(2000)，以兩階段估計法估計。首先進行簡單迴歸估計參數：

$$\begin{aligned} \ln(Y_t/E_t) &= c_0 + c_1 \ln(K_t/E_t) \\ &\quad + c_2 \ln(P_t^{oil}/PGDP_t) \end{aligned} \quad (23)$$

其中， E_t 為實際勞動就業量，將式(23)的殘差項以HP濾波法平滑後所產生的新數列視為技術進步估計值 \hat{A}_t ，再對式(24)進行估計：

$$\ln(Y_t/E_t) = c_0^* + c_1^* \ln(K_t/E_t) + c_2^* \ln(P_t^{oil}/PGDP_t) + c_3^* \hat{A}_t \quad (24)$$

得到參數估計值 \hat{c}_0^* 、 \hat{c}_1^* 、 \hat{c}_2^* 、 \hat{c}_3^* 後，將式(24)的勞動就業量 E_t 以實際勞動力 L_t 取代，便可推估潛在產出 Y_t^* ，再將實質潛在產出的估計值代入式(25)，得到產出缺口。

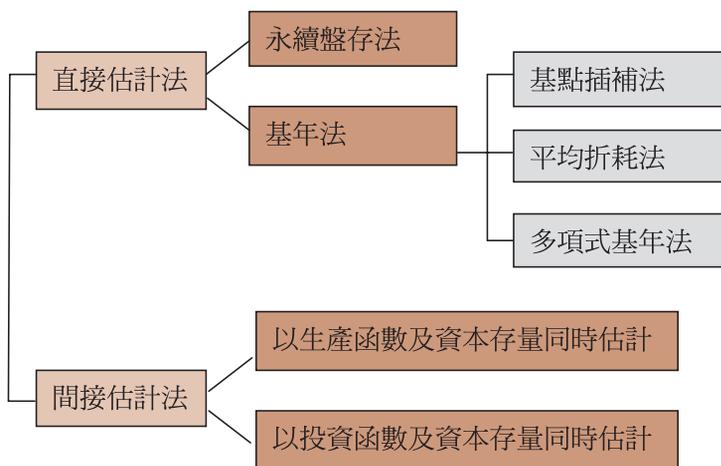
$$ygap_t = [\ln(Y_t) - \ln(Y_t^*)] \times 100. \quad (25)$$

(二) 生產函數法中資本存量之估算

資本存量資料取得不易往往是運用生產函數法的主要問題，根據陳證吉(2009)，SEACEN對成員國潛在產出估計的問卷結果，多數國家(如南韓、馬來西亞與台灣)皆

存在資本存量資料取得不易的問題。

台灣官方調查的固定資本存量資料，主要有國發會公佈之「中華民國64年台灣地區產業固定資本存量調查報告」(以K=1975表示)、主計總處編製之「中華民國70年臺閩地區工商業普查報告」^{註22}，而資本存量資料則有主計總處編製的「中華民國77年台灣地區國富調查報告」(以K=1988表示)。惟上述資料皆僅有該年的存量資料，並無長時間完整的時間數列資料。故許多學者都採取推估的方式來估算資本存量的時間數列資料，有關資本存量之推估方法，彙總如下^{註23}：



各國資本存量時間序列之推估方法不一，其中又以永續盤存法(Perpetual Inventory method)及基點插補法(Benchmark Year method)為主。一般具有完整(至少超過50年)資產別資本存量及平減價格時間數列的國家

多採用永續盤存法。在估計台灣潛在產出的相關文獻中，吳中書與林金龍(2002)採用主計總處1988年公佈的資本存量調查資料，以永續盤存法推估各時點的資本存量。侯德潛與田慧琦(2000)及林慈芳(2008)則使用國發

會1975年公佈的資本存量，再依據永續盤存法推導。而主計總處「多因素生產力趨勢分析報告」則是採基點插補法，推估台灣工業與服務業部門之固定資本存量資料。以下本文嘗試使用這兩種方法來推算資本存量。

1. 永續盤存法

本文的永續盤存法係根據劉淑敏(1999)及侯德潛與田慧琦(2000)等文，以 $K_t = K_{t-1} + Inv_t$ 的方式推估各季資本存量，其中 Inv_t 為 t 期的實質固定資本形成淨額(實質固定資本形成減實質固定資本消耗)。主計總處有完整的各季實質固定資本形成淨額統計資料，故能分別以1975年國發會與1988年主計總處公佈之資本存量資料^{註24}，向前與向後推估出1982第1季至2014第4季各季的資本存量。

2. 基點插補法

基點插補法係以1975年國發會與1988年主計總處的資本存量調查資料為基點年，利用楔形插補的方式銜接兩基點年間的資本存量。估計步驟如下：

(1) 運用永續盤存法，以1975年資本存量調查資料，推算1975年第4季至1988年第4季，各季的資本存量數值。令推算出的1988年第4季資本存量為 K'_{1988Q4} ，而1988年主計

總處資本存量調查資料為 K_{1988Q4} 。基點插補法係將 K_{1988Q4} 和 K'_{1988Q4} 的差距以楔形插補的方式銜接，楔形調整因素 d 為：

$$d = \frac{1}{N} \times \frac{K_{1988Q4} - K'_{1988Q4}}{K'_{1988Q4}}$$

其中， $N=13 \times 4=52$ ，表示1975年第4季至1988年第4季相隔52季。

(2) 將原先以永續盤存法推算出1975年第4季至1988年第4季的資本存量(K'_t)，以下式調整：

$$K_t = K'_t \times (1 + s_t \times d)$$

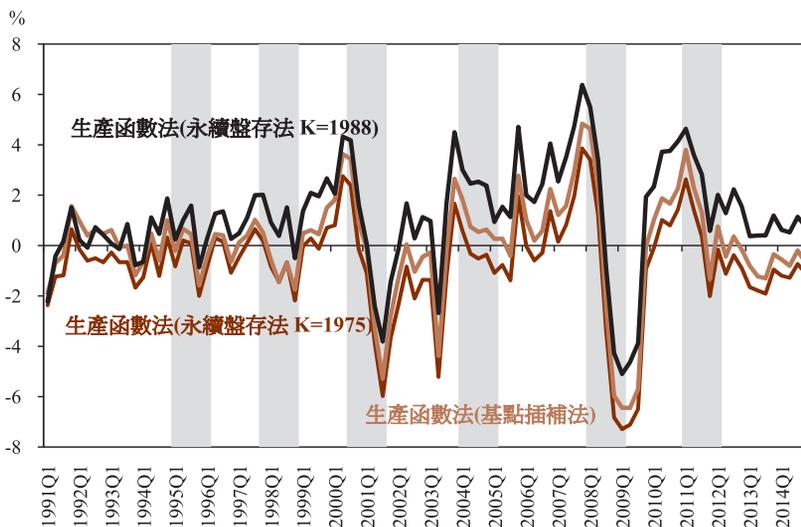
其中， K 的下標 t 表示時間， $t=[1975Q4, 1988Q4]$ ， s_t 表示 t 時點距1975年第4季相隔幾季， $s_t=[0, 52]$ 。

(3) 運用永續盤存法，以1988年主計總處資本存量調查資料(K_{1988Q4})，推算1989年第1季以後的資本存量。

(三) 估計結果

圖5為分別以3種資本存量推估法估計出的產出缺口。三者大致上走勢相近，在科技泡沫與全球金融海嘯時期，呈現大幅滑落，且明顯由正轉負，惟永續盤存法($K=1988$)，得出的產出缺口較其他方法高^{註25}。而採基點插補法估計的產出缺口多介於兩個永續盤存法的估計結果之間。

圖5 生產函數法估計的產出缺口



四、產出缺口估計值的概述統計量

圖6實線為對前述各方法估計的產出缺口取平均值，虛線為所有產出缺口的估計值最大與最小值。由圖6可知，不同方法估計出的產出缺口走勢大致相近，於科技泡沫與全球金融海嘯時期皆呈現大幅波動。整體而言，2007年第4季正缺口幅度最大，然而隨後全球金融海嘯的發生，使台灣產出缺口快速下降，於2009年第1至第3季負缺口的幅度達到最大，隔年受惠中國大陸等亞洲新興經濟體景氣復甦力道增強，產出缺口快速反彈，轉呈正缺口。惟受歐債危機蔓延拖累國際實質經濟，2011-2013年正缺口幅度持續下滑，2012-2013年多數估計方法皆呈負缺口，至2014年始略微回升，惟多數估計值仍為接近0的負數，顯示台灣復甦力道仍弱。

表3為各種估計方法的產出缺口概述統計量。各估計方法間的產出缺口統計性質大致相近，多數的產出缺口長期平均值接近於0^{註26}，惟生產函數法(永續盤存法K=1975)估計的產出缺口平均值略較其他方法低，而生產函數法(永續盤存法K=1988)的缺口幅度平均值則較其他方法高^{註27}。

除單邊HP濾波法，其他產出缺口的最大值皆出現在2007年第4季^{註28}，而最小值則出現在2009年第1至第3季。在缺口波動幅度的比較方面，HP濾波法和加入其他經濟變數或經濟結構式的多變量HP濾波法缺口的最大、最小值與標準差相近。多變量狀態空間模型估計的產出缺口最大值與最小值幅度明顯小於其他方法，且標準差亦較小，顯示此方法估計的缺口幅度較其他方法小；不可觀

察組成法缺口幅度亦相對其他方法小，致標準差相對較小；而單邊HP濾波法的產出缺口最大值為所有方法中最小。其他方法的標準差大致相近。

圖6 不同方法估計的產出缺口平均值與最大、最小值

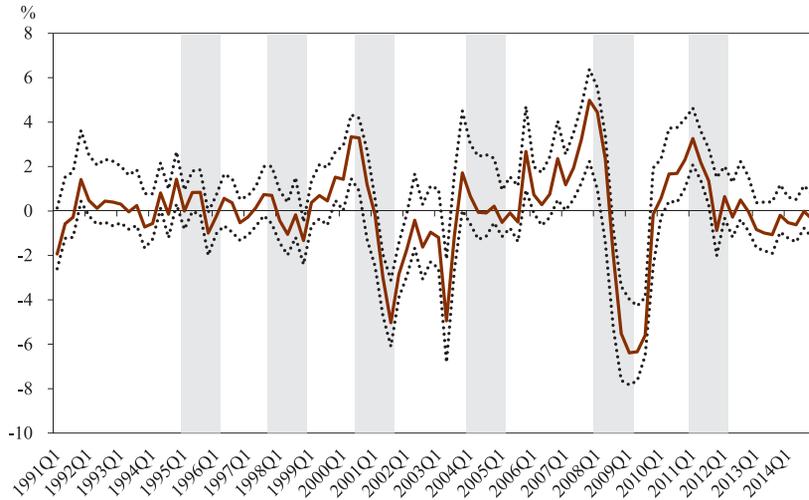


表3 不同估計方法的產出缺口概述統計量

估計方法	平均數	標準差	最大值	最小值	Pairwise Corr.	Auto Corr.
HP濾波法	-0.02	2.16	5.47	-6.88	0.95	0.72
單邊HP濾波法	-0.47	2.02	3.47	-7.63	0.79	0.74
Christiano-Fitzgerald濾波法	0.03	2.07	4.57	-7.83	0.86	0.87
不可觀察組成法	-0.05	1.63	4.19	-4.86	0.92	0.60
動態HP濾波法	0.14	2.42	6.11	-6.78	0.91	0.77
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線， λ_3 不設限)	-0.03	2.16	5.44	-6.91	0.95	0.72
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線， $\lambda_3 = 0.005$)	-0.05	2.34	5.22	-7.09	0.88	0.77
多變量HP濾波法(加入失業率)	0.02	2.34	6.05	-6.84	0.94	0.76
多變量HP濾波法(加入景氣同時指標)	0.05	2.26	5.88	-6.83	0.94	0.74
多變量HP濾波法(加入工業生產指數年增率)	-0.35	2.34	5.89	-6.83	0.93	0.76
多變量狀態空間模型	0.02	1.49	3.60	-4.44	0.91	0.64
生產函數法(永續盤存法K=1975)	-0.73	2.02	3.86	-7.29	0.94	0.71
生產函數法(永續盤存法K=1988)	1.17	2.11	6.38	-5.10	0.89	0.70
生產函數法(基點插補法)	0.03	2.08	4.84	-6.45	0.94	0.71

註 1：計算概述統計量的樣本期間為1991年第1季至2014年第4季。

註 2：Pairwise Corr.為成對相關係數，表示該估計方法與其他方法估計之產出缺口，兩兩間的相關係數平均值，Auto Corr.為產出缺口估計值的一階自我相關係數。

多數估計方法與其他方法估計的產出缺口的成對相關係數(pairwise correlation)多超過0.9，顯示缺口大小雖不盡相同，產出缺口的走勢卻非常接近，惟以單邊HP濾波法的成對相關係數最低，僅0.79。此外，產出缺口的一階自我相關係數多介於0.7至0.8之間，顯示台灣產出缺口的持續性高。

整體而言，各估計方法的走勢雖大致相

近，惟缺口幅度存在不小差異，於1991年第1季至2014年第4季間，只有34%的時點，所有方法估計的產出缺口正負號完全一致。此外，部分方法估計的產出缺口長期平均值明顯異於0，可能存在高估或低估缺口幅度的問題，以下本文即針對各方法的估計結果進行評估。

肆、不同產出缺口估計方法之評估

由於產出缺口無法從實際資料觀察，需透過計量方法進行推估，惟無論使用何種估計方法得出的資料都僅是估計值，且各方法得到的產出缺口往往有很大的差異，因此難以明確指出何種估計方式為最佳(Cotis *et al.*, 2005)。以下本文擬針對上述估計方法，就產出缺口估計方法與結果的特性，以模型是否具經濟理論意涵、估計方法之透明度、估計方法與其他經濟指標的對應關係及估計值修正程度等方式，嘗試對各方法進行評估，以供選擇產出缺口估計方法之參據。

一、估計方法是否具經濟理論意涵

Cotis *et al.*(2005)認為模型的複雜度有利於捕捉產出缺口的不穩定性，將資料與經濟理論結合得到的產出缺口通常具經濟意義^註29，有助於分析造成缺口正負值與缺口大小的原因；而不具經濟理論的估計方法，往

往難以解釋估得的產出缺口。依據Cotis *et al.*(2005)，若估計方法考慮額外的經濟結構關係式，本文即認定此方法具經濟理論意涵。

(一) 單變量模型

HP濾波法、不可觀察組成法與Christiano-Fitzgerald濾波法等單變量濾波法，未納入額外相關的經濟資訊，估計的產出缺口往往僅是統計上的結果，不具經濟理論意涵。而動態HP濾波法僅加入了產出缺口具序列相關的性質，未額外考慮產出缺口與其他經濟變數間的結構性關係，仍不能視為具經濟理論意涵。

(二) 多變量模型

Laxton and Tetlow(1992)與Borio *et al.*(2014)的估計方法皆在HP濾波法中加入額外的經濟資訊，以期改善HP濾波法不具經濟理論意涵的缺點。Laxton and Tetlow(1992)在

HP濾波法中，加入菲利浦曲線與歐肯法則等經濟結構式，使產出缺口估計值能與其他經濟變數存在經濟結構關係。而Borio *et al.* (2014)加入了額外能解釋產出缺口的經濟變數，提供實質GDP以外的資訊，但估計式不具經濟結構關係，故經濟理論意涵較弱。

而廖俊男與張志揚(2012)的多變量狀態空間模型，則是在狀態空間模型中加入菲利浦曲線、歐肯法則等經濟結構式，使產出缺口的估計能符合經濟理論。

(三) 結構式模型：生產函數法

生產函數法從總合生產函數出發，將總合生產函數設定為Cobb-Douglas形式，而總要素生產力即為梭羅殘差(solow residual)。此外，生產函數法還可進一步分析不同生產要素(資本、勞動與總要素生產力)對潛在產出的貢獻度。惟本文生產函數法的生產要素長期均衡值係經由HP濾波法得到，非所有內生變數皆由理論模型估計得到。

二、估計方法是否透明

由於產出缺口無法直接觀察，研究者往往難以確知何種估計結果最佳，因此估計方法的透明度就更為重要。若是估計方法需要研究者設定某些參數，又無明確的理論依據或標準，則估計結果可能僅是研究者主觀的選擇。未來在更新資料重新估計時，亦可能會因估計結果不符預期，而改變參數設定，估計方法即不具一致與透明度。此外，透明

的估計方法能讓他人易於重製原來的估計結果，提高央行決策的透明度。

(一) 單變量模型

單變量濾波法往往需要設定參數，如，HP濾波法須設定平滑參數 λ ，Christiano-Fitzgerald 濾波法須設定循環波動的週期，而不可觀察組成法須設定潛在產出與產出缺口的資料生成過程。這些方法多有相關文獻建議的參數或模型設定，普遍為研究者所接受，因此這些估計方法仍相對透明。

(二) 多變量模型

Laxton and Tetlow(1992)多變量HP濾波法須設定經濟結構式對HP濾波法的權重 λ_3 (式(12))，而 λ_3 的設定並無相關理論依據，且稍微調整 λ_3 值，估計結果可能會有很大變動。由於 λ_3 值的設定往往是研究者主觀決定，故估計方法較不透明。

Borio *et al.*(2014)提出資訊精簡的多變量濾波法，在動態HP濾波法中加入額外經濟變數，並由模型估計出該變數的係數值，無須額外設定其他參數，模型設定相對Laxton and Tetlow(1992)的估計方法簡單且透明。

廖俊男與張志揚(2012)的多變量狀態空間法，由模型設定經濟結構式，以可觀察資料配適經濟模型，進而估計無法觀察的產出缺口與NAIRU。惟狀態空間模型設定越複雜，須設定的參數起始值就越多，也越不易找到極大化概似函數的參數值；且稍微變動起始值，可能會使估計結果大幅變動。由於

起始值的設定缺乏統一透明的選擇依據，估計結果往往是研究者反覆測試後的選擇。

(三) 結構式模型：生產函數法

多數文獻的生產函數法，皆將總合生產函數設定為Cobb-Douglas形式(如Anand *et al.*, 2014與Lienert and Gillmore, 2015)。在明確的估計步驟下，無須額外的參數或起始值設定，他人可易於重製原來的估計結果，估計方法明確且透明。

三、與其他經濟指標的對應關係

雖然產出缺口無法被觀察，但可與其他經濟指標比較，以了解各種方法所估得的產出缺口是否描繪相同的景氣循環。此外，實質GDP往往經歷多次修正，即時估計時存在許多不確定性，若產出缺口與其他不隨時間修正的經濟指標有相似的循環波動，則估計而得的產出缺口就較為可信。

國發會認定的景氣循環高峰谷底日期一經認定後即不再修正，若產出缺口在景氣循環高峰谷底時點發生轉折，表示該估計方法能正確反映景氣的循環波動^{註30}。

表4為1991第1季至2014第4季各估計方法的產出缺口的轉折點領先或落後國發會景氣循環高峰、谷底日期的期數，產出缺口轉折點以Harding and Pagan(2002)的Quarterly Bry-Boschan(BBQ)^{註31}方法認定。由表4可知，多數的估計方法顯示其產出缺口除第13次循環的谷底時間落後時間較長外，其他時

點的轉折點與景氣循環高峰谷底日期的差距多在3季以內^{註32}。

此外，若產出缺口能對應於景氣循環，則對應於景氣循環高峰的產出缺口轉折點應為正值，而對應於谷底的產出缺口轉折點應為負值。因此，檢視對應於第8至第13循環的高峰與谷底，有幾個產出缺口的轉折點正負號不符合景氣循環的認定，亦可協助判斷產出缺口的幅度與方向是否合理。

表4最後一欄為產出缺口的轉折點對應於第8至12循環的高峰或谷底，有幾個轉折點的正負號與景氣循環的認定不同。其中，單邊HP濾波法與生產函數法(永續盤存法K=1988)有2個產出缺口轉折點的正負值與景氣循環高峰或谷底的認定不同，且生產函數法(永續盤存法K=1988)的2個錯誤皆出現在對應於景氣谷底的轉折點^{註33}，顯示以生產函數法(永續盤存法K=1988)估計的產出缺口其數值可能過大。而Christiano-Fitzgerald濾波法的產出缺口有1個轉折點正負值與景氣循環時點的認定不同，其餘方法與景氣循環的對應一致。

失業率亦是較少修正的經濟變數，可用以判斷產出缺口是否確實反映真實經濟情勢^{註34}。依據Bjørnland *et al.* (2008)，將官方季調後失業率以 $\lambda = 40,000$ 的HP濾波法去除時間趨勢得到失業率缺口^{註35}。為使失業率缺口與產出缺口能反映相同的經濟情況，本文先將失業率缺口乘上-1，再計算產出缺

口與失業率缺口的相關係數，及McDermott and Scott(2000)提出的一致性程度(degree of concordance)。其中，一致性程度(C_{ij})計算方法為

$$C_{ij} = T^{-1} \sum_{t=1}^T \{(S_{it} \times S_{jt}) + (1 - S_{it}) \times (1 - S_{jt})\}$$

當第*i*個方法估計的產出缺口在時點*t*為正

時， $S_{it}=1$ ；反之， $S_{it}=0$ 。當乘上-1的失業率缺口為正時， $S_{jt}=1$ ；反之， $S_{jt}=0$ 。

相關係數可反映產出缺口與失業率缺口的走勢與波動幅度是否相近，而一致性程度係反映產出缺口與失業率缺口是否位於相同經濟情況^{註36}。 C_{ij} 數值越大表示產出缺口與失業率缺口反映相同經濟情況的比率越高。

表4 產出缺口轉折點與景氣循環時點對應關係

估計方法	第8 循環	第9 循環	第10 循環	第11 循環	第12 循環	第13 循環	轉折點正 負號錯誤
HP濾波法	+1/+1	0/0	0/0	+1/-2	+1/-1	0/-6	0
單邊HP濾波法	+1/+1	+1/0	+1/0	+1/-8	+1/+1	0/+1	2
Christiano-Fitzgerald濾波法	+2/-2	-1/-2	0/0	-1/0	+1/0	+1/-7	1
不可觀察組成法	+1/+1	0/0	0/0	+1/-2	+1/-1	0/+1	0
動態HP濾波法	+1/+1	0/0	+1/0	+1/+3	+1/-1	0/-6	0
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線， λ_3 不設限)	+1/+1	0/0	0/0	+1/-2	+1/-1	0/-6	0
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線， $\lambda_3 = 0.005$)	+1/-3	+1/0	0/0	+1/-2	+1/-1	0/-6	0
多變量HP濾波法(加入失業率)	+1/+1	0/0	+1/0	+1/-3	+1/-1	0/-6	0
多變量HP濾波法(加入工業生產指數年增率)	+1/+1	0/0	+1/0	+1/0	+1/-1	0/-6	0
多變量HP濾波法(加入景氣同時指標)	+1/+1	0/0	0/0	+1/0	+1/-1	0/-6	0
多變量狀態空間模型	+1/-3	0/0	0/0	+1/-2	+1/-2	0/-6	0
生產函數法(永續盤存法K=1975)	+1/+1	+1/0	+1/0	+1/-2	+1/0	0/+1	0
生產函數法(永續盤存法K=1988)	+1/+1	0/0	+1/0	+1/0	+1/0	0/+1	2
生產函數法(基點插補法)	+1/+1	+1/0	+1/0	+1/-2	+1/-1	0/+1	0

註1：第2至第7欄內之數字為產出缺口轉折點領先或落後景氣循環高峰/谷底時點的期數，+為領先景氣循環高峰或谷底，-為落後景氣循環高峰或谷底。第8欄的數字為對應於12個景氣循環高峰或谷底，有幾個產出缺口轉折點正負號與景氣循環的認定不同。

註2：第8循環高峰時點為1995年第1季，谷底為1996年第1季；第9循環高峰為1997年第4季，谷底為1998年第4季；第10循環高峰為2000年第3季，谷底為2001年第3季；第11循環高峰為2004年第1季，谷底為2005年第1季；第12循環高峰為2008年第1季，谷底為2009年第1季；第13循環高峰為2011年第1季，谷底為2012年第1季。

表5 產出缺口與失業率缺口的相關係數與一致性程度

估計方法	相關係數	一致性程度
HP濾波法	0.55	0.59
單邊HP濾波法	0.24	0.45
Christiano-Fitzgerald濾波法	0.55	0.64
不可觀察組成法	0.45	0.53
動態HP濾波法	0.66	0.66
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, λ_3 不設限)	0.58	0.59
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, $\lambda_3 = 0.005$)	0.65	0.65
多變量HP濾波法(加入失業率)	0.64	0.63
多變量HP濾波法(加入工業生產指數年增率)	0.61	0.53
多變量HP濾波法(加入景氣同時指標)	0.56	0.59
多變量狀態空間模型	0.62	0.66
生產函數法(永續盤存法K=1975)	0.51	0.45
生產函數法(永續盤存法K=1988)	0.36	0.69
生產函數法(基點插補法)	0.47	0.56

註1：計算相關係數與一致性程度的樣本期間1991年第1季至2014年第4季。

註2：失業率缺口係將官方季調後失業率每三個月取平均得到季資料，再以HP濾波法去除趨勢，並乘上-1，使失業率缺口與產出缺口的正負值反映相同的經濟情況。

表5為產出缺口與失業率缺口的相關係數與一致性程度，其中，單邊HP濾波法估計的產出缺口與失業率缺口的相關係數較低，主要係因單邊濾波法估計的產出缺口，其缺口大小未能反映真實經濟擴張與衰退幅度^{註37}，致與失業率缺口的相關係數較低^{註38}。

整體而言，單邊HP濾波法估計的產出缺口幅度可信度較差，致與景氣循環時點及失業率缺口的對應性較差，而生產函數法(永續盤存法K=1988)估計的缺口數值可能過高。其餘方法估計的產出缺口與景氣循環時點及失業率缺口的對應關係尚可接受。

四、準即時估計的修正幅度

對於需要隨資料更新反覆估計產出缺口

的央行而言，產出缺口往往會有大幅的修正，難以確知當前缺口的幅度。若最初使用即時資料得到的估計值與之後使用修正資料的估計值，兩者差距大，則此產出缺口估計方法的可信度就較差。此外，對央行而言，產出缺口的末端估計值最為重要。若是估計方法未能正確地估計末端點的產出缺口，可能使施政當局對當前經濟情勢做出錯誤的判斷。

Orphanides and van Norden (2002)指出，產出缺口的修正幅度來自於兩方面：(1)新增資料重新估計模型，得到新的參數估計值，使過去的產出缺口估計值改變，即參數不穩定性。(2)官方修正過去公布的資料，改變原產出缺口估計值，即資料不確定性。

由於台灣並無建置即時資料庫，而自行整理過去即時資料需耗費大量時間，因此，本文參考Pichette *et al.* (2015)與Blagrave *et al.* (2015)，以準即時估計方法，評估不同產出缺口估計值的穩定性。準即時估計係以官方最新公布的資料^{註39}，採遞迴估計方法，以一次增加一個樣本點的方式，反覆重新估計產出缺口。本文先以1982第1季至2005第1季的資料估計產出缺口，再增加一個樣本點，以1982第1季至2005第2季的資料重新估計產出缺口，重複此過程直到最後的樣本點，2014第4季，共重複估計40次。比較這40次重複估計的產出缺口，可瞭解不同方法因新增資料，重新估計模型，造成產出缺口估計值修正的幅度^{註40}。且藉由觀察全球金融海嘯前後的產出缺口估計值，亦可了解不同方法是否具即時反應經濟結構變動的能力(Bersch and Sinclair, 2011)。準即時估計的詳細結果如附錄三。

依據準即時估計的結果，可計算各估計方法產出缺口的平均修正幅度。令 $ygap_t^i$ 為產出缺口數列在時點 t 的估計值，上標 i 表示以前述準即時方法遞迴估計40次中的第 i 次估計， T_i 為第 i 次估計產出缺口數的樣本長度^{註41}，則各產出缺口估計方法的平均修正幅度為

Mean Revision =

$$\frac{1}{\sum_{i=1}^{40-h} T_i} \sum_{i=1}^{40-h} \sum_{t=1}^{T_i} |ygap_t^i - ygap_t^{i+h}|$$

令 $h=1, 4, 8$ 。在40次遞迴估計中，兩兩相隔1季、1年與2年的產出缺口估計值的修正幅度，從第一個樣本點至最後一個樣本點的平均絕對誤差。

表6為準即時估計下，產出缺口估計的平均修正幅度，因多變量狀態空間模型不會因樣本數的增加而降低過去估計值的修正幅度(詳附錄三)，故平均修正幅度較其他方法大；其他方法過去的估計結果會隨樣本數的增加而逐漸降低過去估計值修正幅度，因此整體的平均修正幅度較小。除單邊HP濾波法外，以加入景氣同時指標的多變量HP濾波法估計結果的修正幅度最小。

然而實務上，央行多關心當前的產出缺口幅度，故末端估計值的修正幅度最為重要。因此，本文另計算40次遞迴估計中的最後一個估計值的修正幅度。令 $ygap_{T_i}^i$ 為第 i 次遞迴估計產出缺口的最後一個估計值，則各估計方法的最後一個估計值的平均修正幅度為

Mean Revision =

$$\frac{1}{40-h} \sum_{i=1}^{40-h} |ygap_{T_i}^i - ygap_{T_i}^{i+h}|$$

令 $h=1, 4, 8$ ，表示初次估計最新一季的產出缺口與1季後、1年後、2年後重新估計該期的產出缺口，兩者間的平均絕對誤差。例如，第1次估計(樣本期間為1982年第1季至2005年第1季)的最後一個估計時點為2005年

第1季，當 $h=1$ ，表示與第2次估計(樣本期間為1982年第1季至2005年第2季)的2005年第1季比較；當 $h=4$ ，表示與第5次估計(樣本期

間為1982年第1季至2006年第1季)的2005年第1季比較，以此類推。

表6 各估計方法整筆產出缺口估計值的修正幅度

單位：百分點

估計方法	1季後 ($h=1$)	1年後 ($h=4$)	2年後 ($h=8$)
HP濾波法	0.02	0.07	0.10
單邊HP濾波法	0	0	0
Christiano-Fitzgerald濾波法	0.05	0.13	0.20
不可觀察組成法	0.02	0.06	0.07
動態HP濾波法	0.06	0.16	0.25
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, λ_3 不設限)	0.03	0.08	0.11
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, $\lambda_3 = 0.005$)	0.05	0.12	0.17
多變量HP濾波法(加入失業率)	0.04	0.11	0.15
多變量HP濾波法(加入工業生產指數年增率)	0.04	0.11	0.16
多變量HP濾波法(加入景氣同時指標)	0.02	0.04	0.06
多變量狀態空間模型	0.27	0.36	0.40
生產函數法(永續盤存法 $K=1975$)	0.03	0.10	0.14
生產函數法(永續盤存法 $K=1988$)	0.04	0.12	0.18
生產函數法(基點插補法)	0.04	0.12	0.16

註：多變量狀態空間模型因估計樣本自1991年第1季起，因此計算準即時估計平均修正幅度的期間為1991年第1季至2014年第4季，其餘方法計算平均修正幅度的期間為1982年第1季至2014年第4季。

表7為各估計方法的產出缺口最後一個估計值的修正誤差。由表7可知，末端估計值的平均修正幅度遠大於整筆產出缺口數列的平均修正幅度。如2005年第1季至2014年第4季間，HP濾波法估計的產出缺口最後一個估計值在下一季平均修正0.4百分點，一年後修正1.2百分點，兩年後修正1.56百分點。而在傳統HP濾波法中加入額外的訊息較能改善末端估計值不穩定的問題，如動態HP濾波法、加入菲利浦曲線或加入額外經濟變數

的方法皆能降低末端估計值的修正幅度，其中，加入菲利浦曲線的改善程度最小，加入額外經濟變數的改善程度較大，且以加入景氣同時指標的平均修正幅度最低。多變量狀態空間模型雖然整體的修正幅度較大，但末端估計值修正幅度卻相對較小，表示具即時反應經濟結構變化的能力。生產函數法中的永續盤存法末端估計值平均修正幅度小於HP濾波法，而基點插補法的修正幅度反而大於HP濾波法。

表7 各估計方法產出缺口末端估計值的修正幅度

單位：百分點

估計方法	1季後 ($h=1$)	1年後 ($h=4$)	2年後 ($h=8$)
HP濾波法	0.40	1.20	1.56
單邊HP濾波法	0	0	0
Christiano-Fitzgerald濾波法	0.19	1.25	1.59
不可觀察組成法	0.44	1.05	1.17
動態HP濾波法	0.38	1.01	1.36
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, λ_3 不設限)	0.39	1.17	1.52
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, $\lambda_3 = 0.005$)	0.55	1.19	1.43
多變量HP濾波法(加入失業率)	0.37	1.11	1.47
多變量HP濾波法(加入工業生產指數年增率)	0.28	0.81	1.16
多變量HP濾波法(加入景氣同時指標)	0.21	0.54	0.78
多變量狀態空間模型	0.52	0.72	0.81
生產函數法(永續盤存法 $K=1975$)	0.35	1.03	1.31
生產函數法(永續盤存法 $K=1988$)	0.35	1.04	1.39
生產函數法(基點插補法)	0.45	1.28	1.57

註：計算準即時估計末端值平均修正幅度的期間為2005年第1季至2014年第4季。

產出缺口為正或負值對央行亦有重要意義，若缺口正負號在未來重新估計時改變，可能使央行對經濟情勢解讀錯誤。表8為在40次遞迴估計中，產出缺口的末端估計值正負號在1季、1年與2年後改變的比例^{註42}。表8顯示，產出缺口估計值正負號改變的比例並不低，Christiano-Fitzgerald濾波法在2年

後改變正負號的比例更達40%。除單邊濾波法外，以加入景氣同時指標的動態HP濾波法，2年後末端估計值正負號改變的比率較低，而以永續盤存法估算資本存量的生產函數法，末端值符號改變的比率亦較其他方法低。

表8 各估計方法末端估計值正負號改變的比例

單位：%

估計方法	1季後 ($h=1$)	1年後 ($h=4$)	2年後 ($h=8$)
HP濾波法	2.6	27.8	34.4
單邊HP濾波法	0	0	0
Christiano-Fitzgerald濾波法	7.7	33.3	40.6
不可觀察組成法	5.1	22.2	21.9
動態HP濾波法	10.3	27.8	28.1
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, λ_3 不設限)	5.1	27.8	31.3
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, $\lambda_3 = 0.005$)	12.8	22.2	37.5
多變量HP濾波法(加入失業率)	5.1	22.2	31.3
多變量HP濾波法(加入工業生產指數年增率)	5.1	22.2	25.0
多變量HP濾波法(加入景氣同時指標)	5.1	13.9	15.6
多變量狀態空間模型	10.3	25.0	31.3
生產函數法(永續盤存法 $K=1975$)	2.6	16.7	21.9
生產函數法(永續盤存法 $K=1988$)	5.1	11.1	21.9
生產函數法(基點插補法)	10.3	25.0	34.4

註：計算準即時估計末端值正負號修正的期間為2005年第1季至2014年第4季。

整體而言，除不會因增加樣本而修正過去估計值的單邊HP濾波法外，加入額外經濟變數的多變量HP濾波法能有效降低估計值的修正幅度，惟此額外的經濟變數須能有效解釋產出缺口，且不具長期趨勢，才能避免末端估計值不穩定的問題。本文結果顯示，加入景氣同時指標的估計結果修正幅度最小^{註43}。

五、整體評估

本節嘗試以不同面向評估產出缺口估計方法的優劣。各估計方法是否具經濟理論意

涵、模型透明度、與經濟指標的對應關係及末端估計值修正程度的表現整理如表9。

(一) 單變量濾波法，如HP濾波法、Band-Pass濾波法與不可觀察組成法等，雖不具經濟意義，但估計方法相對簡單且透明，估計出的產出缺口與其他經濟指標的對應性亦佳，且僅需要實質GDP的資料，因此常運用於跨國比較的研究。惟單變量濾波法最大的問題在於末端點的估計值修正幅度較大，恐無法即時反應經濟情勢的轉變。

- (二) Laxton and Tetlow(1992)提出加入經濟結構式的多變量HP濾波法，改良了單變量HP濾波法不具經濟意義的缺點，惟須設定額外的縮放因子，又無相關理論依據，估計方法較不透明。此外，此法估計出的產出缺口與其他經濟指標的對應良好，惟相較HP濾波法，僅能些微減少末端估計值的修正幅度。
- (三) Borio *et al.* (2014) 建議於動態HP濾波法加入額外經濟變數的估計方法，雖未考慮經濟理論的限制式，經濟理論意涵較少，惟透過加入額外經濟變數，能提供其他經濟訊息，且估計方法透明，與經濟指標的對應性亦佳，而末端估計值修正程度亦小於其他方法，其中，又以加入景氣同時指標的多變量HP濾波法最能顯著降低末端估計值的修正程度，對關心近期經濟情勢的央行而言，應是較佳的選擇。
- (四) 廖俊男與張志揚(2012)建立的多變量狀態空間模型，透過設定多個經濟結構式，估計無法觀察的產出缺

口，雖此法須多次設定起始值，始能得到較佳結果，估計方法較不透明，惟估計出的產出缺口與景氣循環時點的對應性佳，且末端估計值的修正幅度較其他方法小。

- (五) 生產函數法具經濟理論意涵且估計方法透明，惟本文採用的3種推估資本存量的方法顯示，使用1988年公布之資本存量，並採永續盤存法推估的產出缺口，缺口幅度可能過高，致與景氣循環時點對應性較差；以基點插補法推估資本存量所估算的產出缺口，末端估計值修正幅度較HP濾波法大。而使用1975年公布之資本存量，並採永續盤存法所估算的產出缺口在各方面的表現為3種資本存量推估方法中最佳。

本文的評估結果顯示，加入景氣同時指標的多變量HP濾波法與生產函數法(永續盤存法 $K=1975$)為較佳的方法，而前者的末端估計值修正幅度又小於後者，因此若以評估當前及未來經濟情勢為主要目的，應採用加入景氣同時指標的多變量HP濾波法估計台灣產出缺口。

表9 不同估計方法的性質比較

估計方法	具經濟理論意涵	模型透明度	與其他經濟指標的對應性	末端估計值修正程度
HP濾波法	X	○	○	X
單邊HP濾波法	X	○	X	○
Christiano-Fitzgerald濾波法	X	○	△	X
不可觀察組成法	X	○	○	△
動態HP濾波法	X	○	○	△
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, λ_3 不設限)	○	X	○	△
多變量HP濾波法(加入菲利浦曲線, $\lambda_3 = 0.005$)	○	X	○	△
多變量HP濾波法(加入失業率)	△	○	○	△
多變量HP濾波法(加入工業生產指數年增率)	△	○	○	△
多變量HP濾波法(加入景氣同時指標)	△	○	○	○
多變量狀態空間模型	○	X	○	△
生產函數法(永續盤存法K=1975)	○	○	○	△
生產函數法(永續盤存法K=1988)	○	○	X	△
生產函數法(基點插補法)	○	○	○	X

註 1：由於產出缺口缺乏明確的判斷準則，上述的評估係作者主觀判斷。○代表該估計方法表現相對較佳，△代表表現相對欠佳，X代表表現相對較差。

註 2：與其他經濟指標的對應性係以表4與景氣循環時點的對應關係為判斷標準；而末端估計值修正幅度係依據表7的結果，並以HP濾波法2年後之修正幅度為比較基準。

六、產出缺口與央行貨幣政策

前言提及央行可藉由觀察產出缺口之大小，瞭解景氣榮枯，進而預期未來通膨可能變化，採行合宜的貨幣政策因應。若考量反景氣循環政策，當產出缺口為正且擴大，表示景氣過熱，通膨壓力上升，則央行須採取緊縮性貨幣政策，減少總合需求與減緩通膨；若產出缺口為負且擴大，則央行可能採取寬鬆貨幣政策，激勵總合需求，促進經濟成長，以維持穩定的通膨率。前述評估結果

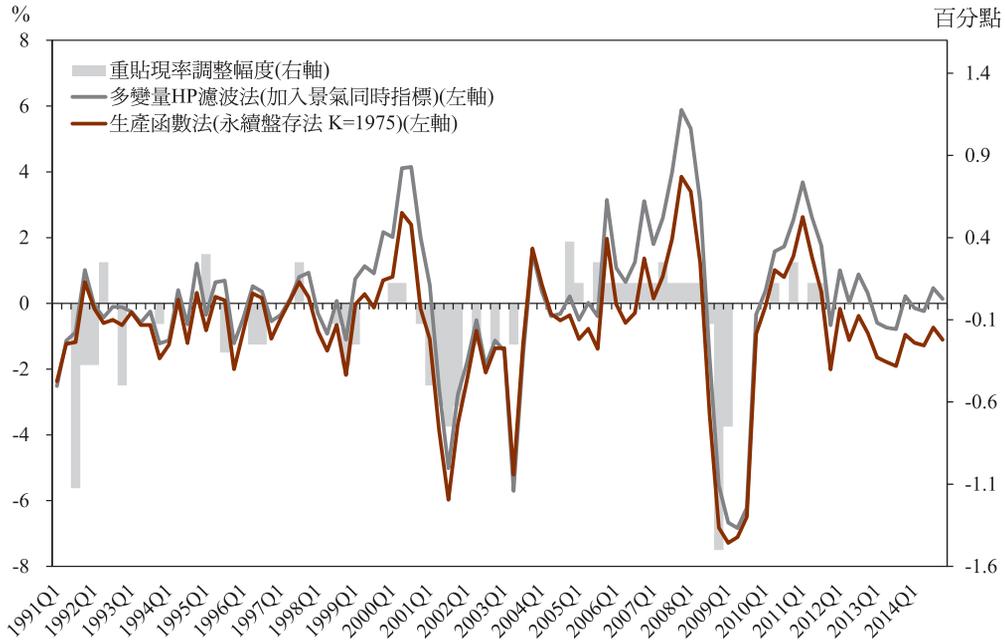
顯示加入景氣同時指標的多變量HP濾波法與生產函數法(永續盤存法K=1975)為較佳的估計方法，故本小節比較此二方法估計的產出缺口與過去央行重貼現率調整幅度，檢視產出缺口對央行貨幣政策的適用性。

由圖7可知，2000年科技泡沫發生及2008年全球金融海嘯時期，台灣產出缺口快速下降，此段期間央行基於物價上漲壓力消退，經濟成長下滑風險升高，遂採行寬鬆貨幣政策。在網路科技泡沫與SARS疫情期間，即自2000年第4季至2003年第2季央行共

調降重貼現率3.375個百分點；全球金融海嘯後，負缺口加速擴大，央行自2008年第3季至2009年第1季共調降政策利率2.375個百分

點，營造資金寬鬆環境，促進經濟成長，增加國內需求，以助景氣復甦。

圖7 央行重貼現率變動幅度與產出缺口



註：重貼現率調整幅度係指央行在該季總計調整重貼現率的幅度。

2005年至2007年，產出缺口快速攀升，至2007年第4季正缺口幅度最大，此段期間央行認為通膨風險仍大，且經濟溫和擴張，為穩定物價，抑制通膨預期心理及兼顧經濟成長，在這段期間酌予調升政策利率。2010年至2011年亞洲新興國家經濟強勁成長，帶動台灣出口與民間消費成長，正產出缺口幅度擴大，同時進口原物料成本攀升，致通膨升溫，因此央行連續5次調升政策利率各半

碼。

綜合來說，當台灣產出缺口為正時，通膨壓力升高，央行確實為了減緩通膨壓力，採行緊縮性貨幣政策，調升政策利率；而當面臨產出缺口為負時，央行採取寬鬆貨幣政策，調降政策利率以促進經濟成長，增加國內需求。由此可知，合宜的產出缺口估計方法確實有助於央行進行政策評估。

伍、結論與建議

一、實證結論

鑒於產出缺口的估計存在許多不確定性，且台灣過去產出缺口的文獻並未對不同估計方法進行完整的評估，因此，本文以台灣資料嘗試多種產出缺口估計方法，並評估其優劣點，以供央行選擇產出缺口估計方法的參考。謹將本文主要結果簡述如下：

- (一) 本文採用3大類共14種方法估計台灣產出缺口，估計結果顯示不同估計方法的產出缺口走勢大致相近，科技泡沫與全球金融海嘯時期皆呈現大幅波動。2007年第4季正缺口幅度最大，而隨後發生全球金融海嘯，使台灣產出缺口快速下降，於2009年第1至第3季達到最大的負缺口，隔年受惠中國大陸等亞洲新興經濟體景氣復甦力道增強，產出缺口快速反彈，轉呈正缺口。惟受歐債危機蔓延拖累全球經濟，2011-2013年正缺口幅度持續下滑，2012-2013年多數估計方法皆呈負缺口，至2014年始略微回升，惟產出缺口多為接近0%的負值，顯示台灣復甦力道仍弱。
- (二) 不同估計方法的產出缺口走勢雖相近，缺口的大小卻差異甚大，加深了央行判斷當前經濟情勢的困難，

更突顯選擇適宜方法之重要性。理想上，產出缺口估計方法應具備經濟理論意涵，使估計結果符合產出缺口的經濟理論概念；估計方法亦須透明，避免人為調整的可能；估計結果應與台灣其他經濟指標相對應，以確保估計結果之正確性；此外，對欲掌握當前與未來經濟情勢的央行而言，產出缺口的末端估計值須能即時反映真實經濟情況，修正幅度不宜過大。本文即依據上述4個面向，對產出缺口估計方法進行評估，以供央行選擇估計方法之依據。

- (三) 本文的評估結果顯示，加入景氣同時指標的多變量HP濾波法與生產函數法(永續盤存法 $K=1975$)為較佳的方法。加入景氣同時指標的多變量HP濾波法雖不具經濟結構式，致經濟理論基礎遜於生產函數法(永續盤存法 $K=1975$)，惟模型納入景氣同時指標，亦能提供額外經濟訊息。此外，兩估計方法皆相對透明，估計結果與其他經濟指標對應良好，且產出缺口估計值與過去台灣經濟情況吻合。在樣本點末端估計值的修正幅度方面，兩方法皆較

傳統HP濾波法佳，而加入景氣同時指標的多變量HP濾波法又優於生產函數法(永續盤存法 $K=1975$)，應是目前較佳的選擇。

二、對產出缺口估計與後續研究之建議

- (一) 由於不存在完美的產出缺口估計方法，因此，央行應選擇數種估計方法，相互參照。如Lim(2007)指出新加坡金融管理局採用多變量HP濾波法、Friedman's span smoother^{註44}與單變量HP濾波法估計產出缺口，依三種方法的產出缺口對通膨率預測能力的高低，做加權平均^{註45}。建議未來欲研究過去產出缺口的幅度與潛在產出成長率的變化時，可利用符合經濟意涵、透明度及與其他經濟指標的對應性，選擇多種較佳的估計方法，構成一產出缺口區間。另一方面，欲檢視當前的產出缺口的幅度時，可使用加入景氣同時指標的多變量HP濾波法估計。如此便形成一套可應付各種狀態的估計模式。
- (二) 其他估計方法仍有不同應用價值，可提供額外的政策分析。如，多變量狀態空間模型能同時估計產出缺口與NAIRU，有助於瞭解勞動市場與產出間的關係，並分析失

業率攀升之原因(見廖俊男與張志揚, 2012)。而生產函數法能估算資本投入、勞動投入與技術進步率對潛在產出成長率的貢獻度，分析潛在產出成長率變化之原因。在產出缺口的應用上，仍須依不同分析目的，採行適宜的估計方法。

- (三) 鑒於不存在最佳的估計方法，未來仍需持續改進既有產出缺口估計方法，並嘗試新的方法，降低央行決策不確定性。如，可參考林慈芳(2008)，將生產函數法中的潛在生產要素，改由模型內生估計。或分別估算三級產業的產出缺口，再加總成整體的產出缺口^{註46}；而Blagrove *et al.*(2015)提出另一種多變量濾波法(multivariate filter)的設定，同時估計產出缺口與無加速通膨失業率，亦是未來可以嘗試的方向。
- (四) 本文僅以準即時資料估計產出缺口，惟近來相關文獻(如Marcellino and Musso, 2010與Grigoli *et al.*, 2015)關心即時估計產出缺口的可信度，檢視即時估計的產出缺口是否能提供貨幣政策和通膨預測正確訊息。未來可嘗試整理台灣即時資料，分析台灣產出缺口即時估計的修正幅度^{註47}，更深入了解台灣產出缺口在即時估計上的可信度。

附 註

- (註1) Lin and Chen(2013)文中說明2001年國內需求疲弱，使得失業率上升，造成產出缺口呈現負值，2008年金融海嘯也造成失業率高達6%，進而導致無加速通膨失業率急升。
- (註2) 本文以季調後資料進行產出缺口估計，惟使用季調後的資料可能存在下列問題，需特別說明：(1)季節調整去除季節性的過程已破壞時間數列前後之間的關係，可能影響時間數列模型的準確性。(2)季節調整須使用者設定部分參數，致每個人做出的季節調整數列皆不相同。(3)季節調整數列會隨時間經過而更新，將對本文第肆節的遞迴估計造成影響。作者感謝匿名評審之提醒。
- (註3) 單邊HP濾波法係以遞迴(recursive)估計的方法，一次增加一個樣本來估計雙邊HP濾波法，每一次估計的最後一個值就是單邊HP濾波法的估計值。因此，單邊HP濾波法的損失函數應與雙邊HP濾波法相同，只是其樣本時點不考慮估計的時點 t 以後的資料。
- (註4) 若 $e_t^d = 0$ ，則潛在產出的成長率為固定，Watson(1986)即依此設定進行美國資料的估計，但對其他國家未必適用，如，Gerlach and Yiu(2002)假設成長率隨時間變動，來估計5個亞洲國家(包含台灣)的產出缺口。
- (註5) 另一種常見的Band-Pass濾波法為Baxter-King濾波法，惟Baxter-King濾波法為固定區間的對稱濾波法(Fixed length symmetric filters)，無法得到最新時點的產出缺口，對央行而言較不具參考價值，因此，本文不予考慮。
- (註6) 可能係因景氣劇烈波動時，常顯現兩濾波法均受到誤差項的衝擊；而其他時段衝擊緩和，導致動態HP濾波法的AR(1)項影響較為明顯。
- (註7) 若 λ_3 提高，表示 σ_1^2 相對 σ_3^2 增加，則 $1/\sigma_3^2$ 相對 $1/\sigma_1^2$ 增加，使經濟結構式的權重增加。
- (註8) 例如，若同時加入菲利普曲線與歐肯法則，即須設定菲利普曲線與歐肯法則的兩個 λ 相對權重。
- (註9) Borio *et al.*(2014)只加入一條菲利普曲線的限制，Laxton and Tetlow(1992)則同時加入菲利普曲線、歐肯法則與產能利用率等三條限制式。菲利普曲線的設定上，本文亦嘗試將產出缺口設為同期，惟係數估計值並不顯著，故將菲利普曲線中的產出缺口設定為落後一期。
- (註10) λ_3 的設定並無相關的理論依據，研究者僅能依資料性質與估計結果主觀選擇合適的數值。若 λ_3 由模型自行估計，則估計出的產出缺口會很接近HP濾波法的結果；若預先設定的 λ_3 值太大，則估計出的產出缺口走勢難以與台灣過去的實際經濟情況對應。本文最終選擇 $\lambda_3 = 0.005$ ，其估計結果可由菲利普曲線來解釋估計出的產出缺口，較具經濟上的合理性。
- (註11) Borio *et al.* (2014)認為設定產出缺口為AR(1)的動態HP濾波法較符合真實資料，故以動態HP濾波法作為基本的設定。
- (註12) 若變數 z_t 有長期趨勢，則估計出的產出缺口亦具長期趨勢，故須先將變數去除趨勢。
- (註13) 分別以名目放款金額與信義房價指數除以CPI乘上100後，再計算年增率，作為實質年增率。
- (註14) Borio *et al.*(2013)認為在產出缺口的估計式中考慮信用及資產價格的漲跌能捕捉金融因子對經濟活動的影響，反映在金融暴漲(financial booms)時，實際產出明顯高於潛在產出，但與通膨水準高低無關的情形。
- (註15) 失業率及CPI通膨率取官方季調後資料，而景氣同時指標已去除季節性因子，不須再進行季調，其他變數以X12-ARIMA進行季調。
- (註16) 對具明顯長期趨勢的變數以Borio *et al.* (2014)建議的Cesàro平均數去除平均，並無法移除該變數的長期趨勢，故本文改以HP濾波法去除趨勢。惟以HP濾波法去除趨勢，在即時估計時，會使該經濟變數的末端點修正幅度擴大，進而影響到產出缺口的末端估計值，使即時估計的表現較差(Borio *et al.*, 2014)，本文於第肆節討論此影響。
- (註17) Borio *et al.* (2014)計算Cesàro平均數的步驟如下：(1)對 t 時點的變數 z_t ，取第1期至第 t 期的的平均數： $\bar{z}_t = 1/t \sum_{i=1}^t z_i$

，得到遞迴平均數數列。(2)將前述的遞迴平均數數列再取第1期至第*t*期的平均： $c_t = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t \bar{z}_i$ ， c_t 即為Cesàro平均數。

(註18) 本文採用廖俊男與張志揚(2012)文中的NAIRU模型估計產出缺口，樣本期間為1991年第1季至2014年第4季。

(註19) 惟實務上如劉淑敏(1999)一文所言，估計生產函數法會面臨3個問題：資本存量實際資料之欠缺；充分就業勞動量之估算；時間趨勢項 A_t 之估算。因此本文資本存量之估算，嘗試以永續盤存法及基點插補法進行銜接及整理。而充分就業勞動量的估算，因自然失業率估計上牽涉許多參數設定問題，故此處單純以「實際勞動力」作為充分就業之勞動量。此外，時間趨勢項 A_t 之估算乃是參考劉淑敏(1999)、侯德潛和田慧琦(2000)採兩階段估計法進行處理。

(註20) 促進經濟發展之因素並不侷限要素投入量的增加，常因某些非經濟因素(如教育、研究發展、金融制度變革)而發生，一般稱之為技術進步。

(註21) 以IFS平均國際油價(以美元/桶表示)乘上新台幣兌美元匯率，折算為以新台幣表示之油價。

(註22) 因資料不易取得，故本文並未使用。

(註23) 關於資本存量的推算，可參考邱賢文(1991)、黃子晉(2003)與張雅棻與官德星(2005)等。

(註24) 本文假設國發會與主計總處調查之1975與1988年資本存量為該年第4季之數值。

(註25) 推測可能原因為，以兩種資本存量分別估計第(24)式，會得到不同的截距項與係數估計值。以永續盤存法(K=1988)估計的生產函數，截距項較永續盤存法(K=1975)小，因此以第(24)式估算出的潛在產出較小，使得其產出缺口較永續盤存法(K=1975)高。

(註26) 除多變量狀態空間模型外，其他方法的樣本期間為1982年第1季至2014年第4季，而計算概述統計量的期間始自1991年第1季，亦為造成平均值偏離0的原因。

(註27) 關於產出缺口的長期平均值是否應接近於0，文獻上並無定論，Bjørnland *et al.* (2008)認為一個產出缺口的重要性質為其長期平均應接近於0，並以缺口平均值是否近於0作為判斷估計方法優劣之依據。然而Alichi *et al.* (2015)指稱單變量統計濾波法估計出的產出缺口長期平均必接近於0，反而不是理想的性質。後續本文將產出缺口與其他經濟指標對應，以判斷產出缺口的估計結果是否高估或低估。

(註28) 單邊HP濾波法缺口的最大值出現在2003年第4季。

(註29) 估計方法具經濟理論結構的可能問題為：模型設定是否正確？如國外文獻設定的非利浦曲線、歐肯法則是否適用於台灣？而這些經濟結構是否會隨時間改變？若模型設定錯誤，估計出的產出缺口的可信度也就降低。惟由於產出缺口無法觀察，以具經濟理論意涵的估計方法得到的結果，自然較為可信。

(註30) 國發會認定之景氣循環時點係依據(1)實質GDP、(2)工業生產指數、(3)製造業銷售量指數、(4)商業營業額、(5)非農業部門就業人數及(6)實質海關出口值等指標，所構成的基準循環數列作為判斷標準。而從潛在產出的定義可知，產出缺口應不只包含實質GDP的訊息，亦與勞動、資本的利用及各產業的生產、銷售有關。因此本文以景氣循環時點的高峰谷底作為判斷產出缺口合理性的指標之一。

(註31) Harding and Pagan(2002)的BBQ將Bry and Boschan (1971)對月資料數列認定高峰與谷底的演算法，調整為處理季資料的演算法，認定數列局部的最大與最小值(local minima and maxima)。依據Harding and Pagan(2002)，本文設定循環(cycle)最少持續5季，階段(phase)至少持續為2季，再分別對不同方法估計的產出缺口判斷其轉折點。

(註32) 唯一例外為單邊HP濾波法的產出缺口對第11循環的谷底落後達8季。

(註33) 對應於谷底的產出缺口轉折點應為負值，而生產函數法(永續盤存法K=1988)估計的缺口為正值。

(註34) 雖然失業率為景氣循環的落後指標，惟依據歐肯法則，可知產出缺口與失業率缺口應具同期關係。

(註35) Bjørnland *et al.* (2008)指出自然失業率應為平滑且僅小幅波動的數列，因此將 λ 設為40,000，而失業率缺口即為實際失業率與HP濾波法估計的失業率的趨勢項之差距占趨勢項的百分比。

- (註36) 不同於相關係數，一致性程度並不考慮缺口的大小，只關心產出缺口與乘上-1的失業率缺口正負號是否相同。
- (註37) 由本文圖1亦可知，單邊HP濾波法在2000年科技泡沫與2008年全球金融海嘯前，正缺口的幅度反而比2004年還小。
- (註38) 本文亦嘗試以 $\lambda = 1600$ 的HP濾波法估計失業率缺口，而仍以單邊HP濾波法與失業率缺口的對應關係最差。
- (註39) 本文並未實際使用政府機關初次發布的數據作為估計產出缺口的資料，而是使用多年修正後的資料，因此稱為「準」即時估計方法。故此小節僅能探討因新增資料，重新估計模型，導致修正過去的產出缺口估計值，並無法分析官方修正過去資料造成產出缺口的修正。然而，Orphanides and van Norden(2002)與Marcellino and Musso(2010)以即時資料估計美國與歐元區的產出缺口皆發現，即時估計與最終估計的產出缺口的差異，主要來自新增額外的樣本點，在重新估計模型後，造成參數的不穩定性，而修正資料造成產出缺口的修正相對較少。
- (註40) 然而，若要評估產出缺口真正的修正幅度，則需使用真正的即時資料，即官方過去每一季初次公布的整筆GDP數列，估計過去每一季的產出缺口。而即時估計與準即時估計間，產出缺口的修正幅度，即是因資料修正導致的產出缺口修正。
- (註41) T_i 即為第 i 次估計樣本的個數，如第1次估計的樣本期間為1982年第1季至2005年第1季，因此 $T_1 = 93$ ，第2次估計樣本期間為1982年第1季至2005年第2季， $T_2 = 94$ ，以此類推。
- (註42) 僅觀察產出缺口末端估計值正負號改變的比例，並不能完全反應修正幅度的大小，因為正負號改變往往發生在產出缺口接近於0時，估計值的正負號改變比例高，未必表示修正幅度較大。
- (註43) 惟需注意的是，此係在準即時估計下的結果。實際上，景氣同時指標會隨每月公布最新資料而修正過去的數列，因此在此即時估計時，加入景氣同時指標的多變量HP濾波法修正幅度會更大。工業生產指數亦會逐月修正上月的統計值，而失業率資料較少修正。
- (註44) Friedman's span smoother係由Friedman(1984)提出，為一種無母數的平滑數列方法，惟文獻上較少以此方法估計產出缺口。
- (註45) 一種可行的加權平均方法為，以通膨率對14種產出缺口及失業率缺口做迴歸，並以其係數值(經標準化後)作為權數，求算加權平均的產出缺口與就業缺口。然而Marcellino and Musso(2010)以歐元區進行實證研究，結果顯示將數個估計方法的產出缺口取平均，並未能明顯降低產出末端估計值的修正幅度。
- (註46) 美國國會預算辦公室(Congressional Budget Office)分別估計5個部門的潛在產出：非農經濟、政府、農業、家庭和非營利機構(households and nonprofit institution)及住宅部門(housing sector)，再加總成全國的潛在產出(Congressional Budget Office, 2001)。作者感謝匿名評審之建議。
- (註47) 姚睿、朱俊虹與吳俊毅(2010)以主計總處初次發布之新聞稿數據作為台灣即時資料，發現使用即時資料估計泰勒法則較使用事後修正資料的結果更為合理，表示估計台灣之泰勒法則，應使用央行決策當時所擁有的資料，否則可能會錯估央行對通膨與產出缺口的反應。惟該文並未探討即時估計下的產出缺口是否能提供貨幣當局正確判斷經濟情勢。
- (註48) 季調後失業率(去除趨勢)、工業生產指數年增率(去除平均)及景氣同時指標與由HP濾波法估得的產出缺口相關係數分別為：-0.64、0.51與0.84。
- (註49) 多變量狀態空間模型無法得到一致結果可能的原因為，每一次估計結果無法得到一致的極大化似函數的估計值，致每新增一筆資料估算出的產出缺口不完全相同。

參考文獻

中文文獻

- 邱賢文(1991)，「台灣工業部門資本存量推估之研究」，台灣銀行季刊，第43期第3卷，頁230-257。
- 吳中書與林金龍(2002)，「台灣潛在國內生產毛額的推估及其在政策上的應用」，自由中國之工業，頁1-34。
- 黃子晉(2003)，「台灣資本存量之推估與分析」，台灣銀行季刊，第54期第1卷，頁42-96。
- 張雅榮與官德星(2005)，「總要素生產力與經濟成長：台灣的實證研究」，經社法制論叢，第36期，頁111-154。
- 林慈芳(2008)，「2012年台灣經濟成長潛力及政策模擬分析」，國家發展委員會網站<http://www.ndc.gov.tw/ml.aspx?sNo=0011881>
- 林慈芳(2009)，「全球金融風暴對台灣潛在GDP之影響」，國家發展委員會網站<http://www.ndc.gov.tw/ml.aspx?sNo=0014999>
- 林依伶(2010)，「房市泡沫與產出缺口的估計—台灣實證分析」，國際金融參考資料，第六十輯，頁27-37。
- 侯德潛與田慧琦(2000)，「通貨膨脹預期與泰勒法則—台灣地區實證分析」，中央銀行季刊，第22卷第3期，頁21-48。
- 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，第41卷第1期，頁85-119。
- 陳證吉(2009)，「參加東南亞國家中央銀行研訓中心所舉辦之『第3屆總體經濟及貨幣政策管理』研討會出國報告書」，中央銀行。
- 廖俊男與張志揚(2012)，「台灣地區無加速通膨失業率(NAIRU)之探討」，中央銀行季刊，第34卷第3期，頁51-82。
- 劉淑敏(1999)，「泰勒法則在台灣的實證研究」，中央銀行季刊，第21卷第4期，頁77-96。
- 劉瑞文(2003)，「台灣潛在國內生產毛額之推估」，主計月刊，第576期，頁19-40。

英文文獻

- Alich, A., O. Bizimana, S. Domit, E. F. Corugedo, D. Laxton, K. Tanyeri, H. Wang, and F. Zhang (2015), "Multivariate Filter Estimation of Potential Output for the Euro Area and the United States," *IMF Working Paper*, WP/15/253.
- Anand, R., K. C. Cheng, S. Rehman, and L. Zhang (2014), "Potential Growth in Emerging Asia," *IMF Working Paper*, WP/14/2.
- Apel, M. and P. Jansson(1999), "System Estimates of Potential Output and NAIRU," *Empirical Economics*, 24(3), 373-388.
- Banternghansa, C. and A. Peralta-Alva (2009), "Has the Recent Real Estate Bubble Baised the Output Gap?" *St. Louis Fed, Monetary Trends*, December.
- Benes, J., K. Clinton, R. Garcia-Saltos, M. Johnson, D. Laxton, P. Manchev, and T. Matheson (2010), "Estimating Potential Output with a Multivariate Filter," *IMF Working Paper*, WP/10/285.
- Bersch, J. and T. M. Sinclair(2011), "Mongolia: Measuring the Output Gap," *IMF Working Paper*, WP/11/79.
- Bjørnland, H. C., L. Brubakk ,and A. S. Jore(2008), "Forecasting Inflation with an Uncertain Output Gap," *Empirical Economics*, 34, 413-436.
- Blagrove, P., R. Garcia-Saltos, D. Laxton, and F. Zhang (2015), "A Simple Multivariate Filter for Estimating Potential Output," *IMF Working Paper*, WP/15/79.
- Brouwer, G. (1998), "Estimating Output Gaps," *Reserve Bank of Australia Research Discussion Paper* 9809, 35.
- Borio, C., P. Disyatat, and M. Juselius(2013), "Rethinking Potential Output: Embedding Information About The Financial Cycle," *BIS Working Papers*, No. 404.

- Borio, C., P. Disyatat, and M. Juselius(2014), “A Parsimonious Approach to Incorporating Economic Information in Measures of Potential Output,” *BIS Working Papers*, No. 442.
- Bry, G. and C. Boschan (1971), “Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs,” *NBER Technical Paper 20*, Columbia University Press.
- Chen, S. H. and J. L. Lin (2012), “Bayesian Estimates of Potential Output and the NAIRU for Taiwan,” *Academia Economic Papers*, 40(4), 483-523.
- Cheng, M., L. Chung, and I. W. Yu (2011), “On the Estimation of the Output Gap of Hong Kong,” *Hong Kong Monetary Authority Occasional Paper 03/2011*, 29.
- Christiano, L. J. and T. J. Fitzgerald (2003), “The Band Pass Filter,” *International Economic Review*, 44(2), 435-465.
- Clark, P. K. (1987), “The Cyclical Component of U.S. Economic Activity,” *Quarterly Journal of Economics*, 102, 797-814.
- Claus, I., P. Conway, and A. Scott (2000), “The Output Gap: Measurement, Comparisons and Assessment,” *Reserve Bank of New Zealand Research Paper*, No.44.
- Congressional Budget Office (2001), “CBO’s Method for Estimating Potential Output: An Update,” The Congress of the United States, August.
- Cotis, J., J. Elmeskov, and A. Mourougane (2005), “Estimates of Potential Output: Benefits and Pitfalls from a Policy Perspective,” in L. Rechling (ed.) *Euro Area Business Cycle: Stylized Facts and Measurement Issues*, CERP London, Feb.
- Friedman, J. H. (1984), “A Variable Span Scatterplot Smoother. Laboratory for Computational Statistics,” *Stanford University Technical Report*, No. 5.
- Gerlach, S. and M. S. Yiu(2002), “Unobservable-Component Estimates of Output Gaps in Five Asian Economies,” *HKIMR Working Paper*, No.5/2002.
- Grigoli, F., A. Herman, A. Swiston, and G. D. Bella (2015), “Output Gap Uncertainty and Real-Time Monetary Policy,” *IMF Working Paper*, WP/15/14.
- Harding, D. and A. Pagan(2002), “Dissecting the Cycle: A Methodological Investigation,” *Journal of Monetary Economics*, 49, 365-381.
- Hodrick, R. and E. Prescott (1997), “Postwar US Business Cycles: An Empirical Investigation,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 29, 1-16.
- Laxton, D. and R. Tetlow (1992), “A Simple Multivariate Filter for The Measurement of Potential Output,” *Bank of Canada Technical Report*, 59.
- Lienert, A. and D. Gillmore (2015), “The Reserve Bank’s Method of Estimating Potential Output,” *Reserve Bank of New Zealand Analytical Note*, ISSN 2230-5505.
- Lim, C. S. (2007), “Estimation and Use of the Potential GDP for Monetary Policy for the SEACEN Countries,” The South East Asian Central Banks (SEACEN) Research and Training Centre.
- Lin, J. L. and S. H. Chen (2013), “Estimating Potential Output for Taiwan with Seasonally Unadjusted Data,” *Taiwan Economic Forecast and Policy*, 43(2), 23-49.
- Marcellino, M. and A. Musso(2010), “Real Time Estimates of the Euro Area Output Gap: Reliability and Forecasting Performance,” *European Central Bank Working Paper Series* No. 1157 / February 2010.
- McDermott, J. and A. Scott(2000), “Concordance in Business Cycles,” *IMF Working Papers*, No. 00/37.
- Murray, J. (2014), “Output Gap Measurement: Judgement and Uncertainty,” *OBR Working Paper*, No.5.

- Orphanides, A. and S. van Norden(2002), "The Unreliability of Output-Gap Estimates in Real Time," *Review of Economics and Statistics*, 84, 569-583.
- Pichette, L., P. St-Amant, B. Tomlin, and K. Anoma(2015), "Measuring Potential Output at the Bank of Canada: The Extended Multivariate Filter and the Integrated Framework," *Bank of Canada Discussion Paper*, 2015-1.
- Stock, J. H. and M. W. Watson(1999), "Forecasting Inflation," *Journal of Monetary Economics*, 44, 293-335.
- Tatom, J. A. (1979), "Energy Prices and Capital Formation: 1972-1977," *Federal Reserve Bank of St. Louis Economic Review*, May, 2-11.
- Watson, M. W. (1986), "Univariate Detrending Methods with Stochastic Trends," *Journal of Monetary Economics*, 18(1), 49-75.

附錄一 本文與國內其他文獻所使用估計方法之比較表

估計方法 \ 文獻	Lin and Chen(2013)	Chen and Lin (2012)	林依伶 (2010)	林慈芳 (2009)	林慈芳 (2008)	劉瑞文 (2003)	吳中書與林金龍 (2002)	本文
HP濾波法			✓	✓	✓	✓		✓
不可觀察組成法	✓	✓				✓	✓	✓
Band-Pass 濾波法								✓
動態HP濾波法								✓
多變量HP濾波法：加入經濟結構式								✓
多變量HP濾波法：加入額外經濟變數								✓
多變量狀態空間模型(系統估計法)	✓	✓				✓	✓	✓
生產函數法			✓	✓	✓	✓		✓

附錄二 資料來源

變數名稱	資料來源	資料頻率
經季節調整之實質國內生產毛額	主計總處	季
實質固定資本形成	主計總處	季
實質固定資本消耗	主計總處	季
勞動力人數	主計總處	月
就業人數	主計總處	月
工業生產指數	主計總處	月
經季節調整之消費者物價指數	主計總處	月
核心消費者物價指數	主計總處	月
景氣同時指標(去除趨勢)	國發會	月
經季節調整之失業率	勞動部	月
貨幣機構放款(以原始成本衡量)	中央銀行	月
新台幣兌美元匯率	中央銀行	月
信義房價指數	信義房屋	季
平均國際油價	IFS	月

註：月資料係以每三個月平均轉換為季資料。

附錄三 各估計方法準即時估計的結果

本文第肆節以1982年第1季至2005年第1季起，一次增加一個樣本點，遞迴估計40次的準即時估計結果，詳附圖。由附圖可知，除了單邊HP濾波法因為只用到過去資料，不會因增加樣本而重新修正過去的估計值，其餘的估計方法皆會隨樣本的增加，而修正過去的估計值。且在發生劇烈經濟波動時(如全球金融海嘯前後)，修正幅度會更大。

比較各估計方法與HP濾波法的修正幅度。Christiano-Fitzgerald濾波法對全球金融海嘯前正缺口的調整幅度明顯較大，以1982年第1季至2007第4季的資料估計2007第4季的產出缺口為-0.003%，而使用1982年第1季至2014第4季的資料，2007第4季的產出缺口增為4.566%。不可觀察組成法在2007-2008年間修正幅度較HP濾波法小，惟2008-2010年間修正幅度反較HP濾波法大。

考慮產出缺口動態項的動態HP濾波法，在2008-2010年修正的幅度較HP濾波法小，似較能即時反應結構性變動。而在HP濾波法中加入菲利普曲線並未明顯降低修正幅度，在 λ_3 由模型自由決定的情況，修正幅度與HP濾波法相近；而在 $\lambda_3=0.005$ 的情況，2007-2011年間修正幅度較HP濾波法小，但2006年前與2012年後，修正幅度反較HP濾波法大。

而加入額外經濟變數的多變量HP濾波法

估計的產出缺口修正幅度較HP濾波法小。然而考慮不同變數的修正幅度亦不相同，以加入景氣同時指標的修正幅度最小，可能係因景氣同時指標較能提供額外資訊來解釋產出缺口^{註48}，且無須去除趨勢，變數的末端值不隨新增樣本而修正，故能大幅降低估計值的修正幅度。而失業率須先以HP濾波法去除趨勢，使去除趨勢後的失業率末端值會隨樣本增加而修正，進而修正加入失業率的多變量HP濾波法產出缺口末端估計值，使修正幅度較加入景氣同時指標與工業生產指數的結果大。

多變量狀態空間模型的結果則與其他方法的結果不同。其產出缺口估計值修正幅度在全球金融海嘯前後並未明顯大於其他估計方法，惟此估計方法會隨新增資料而持續修正過去所有的產出缺口估計值，過去的估計結果並不會隨樣本長度的增加而趨近於穩定的數值^{註49}。

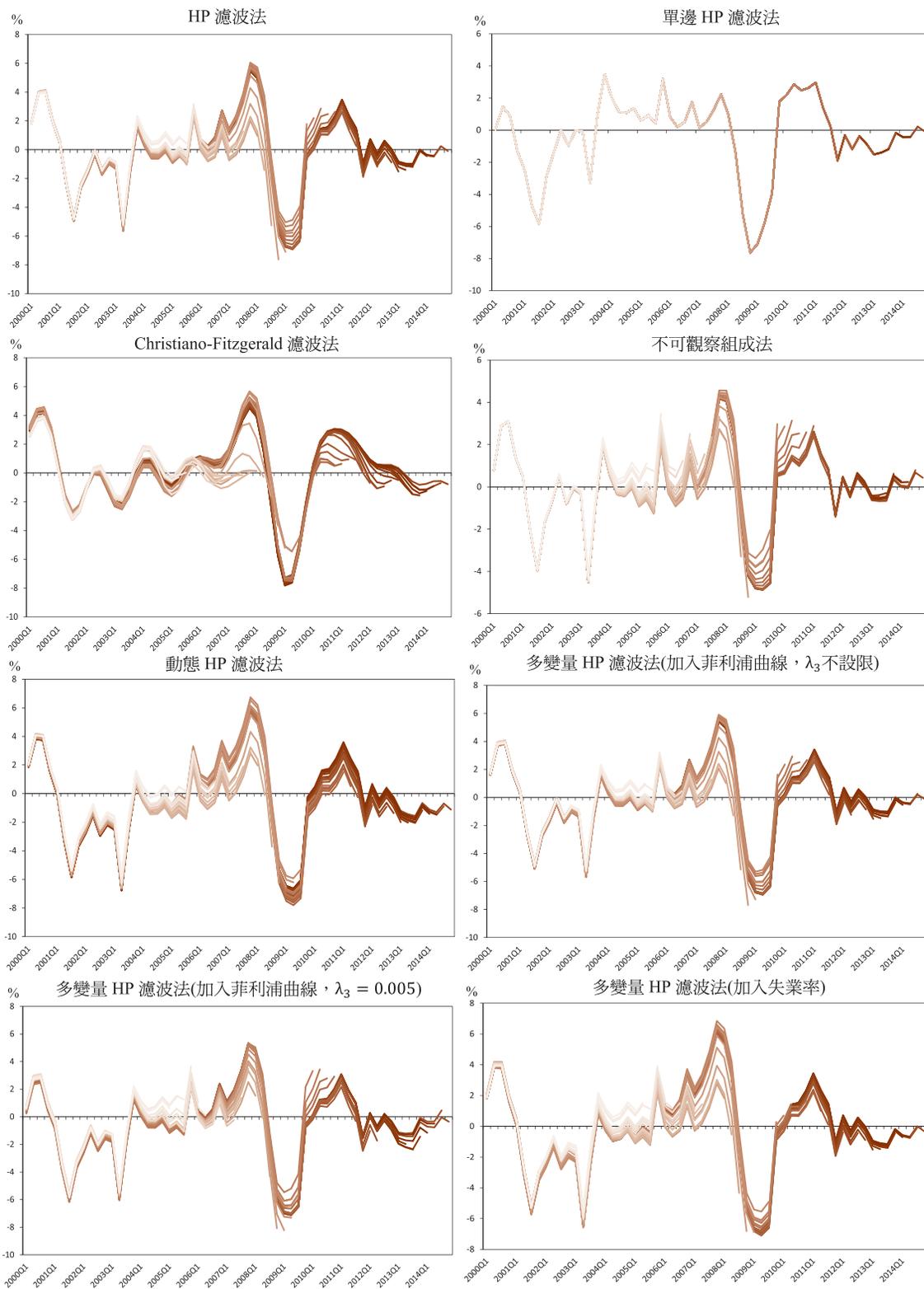
理論上，生產函數法只會用到過去資料，對樣本點末段的估計值的修正幅度應較低。惟附圖顯示生產函數法估計的產出缺口的修正幅度未明顯低於HP濾波法，主要係因生產函數法中的總要素生產力與國際油價皆使用HP濾波法估計長期趨勢值，使生產函數法的產出缺口末端估計值亦有不小的修正。

而生產函數法中，三種計算資本存量方

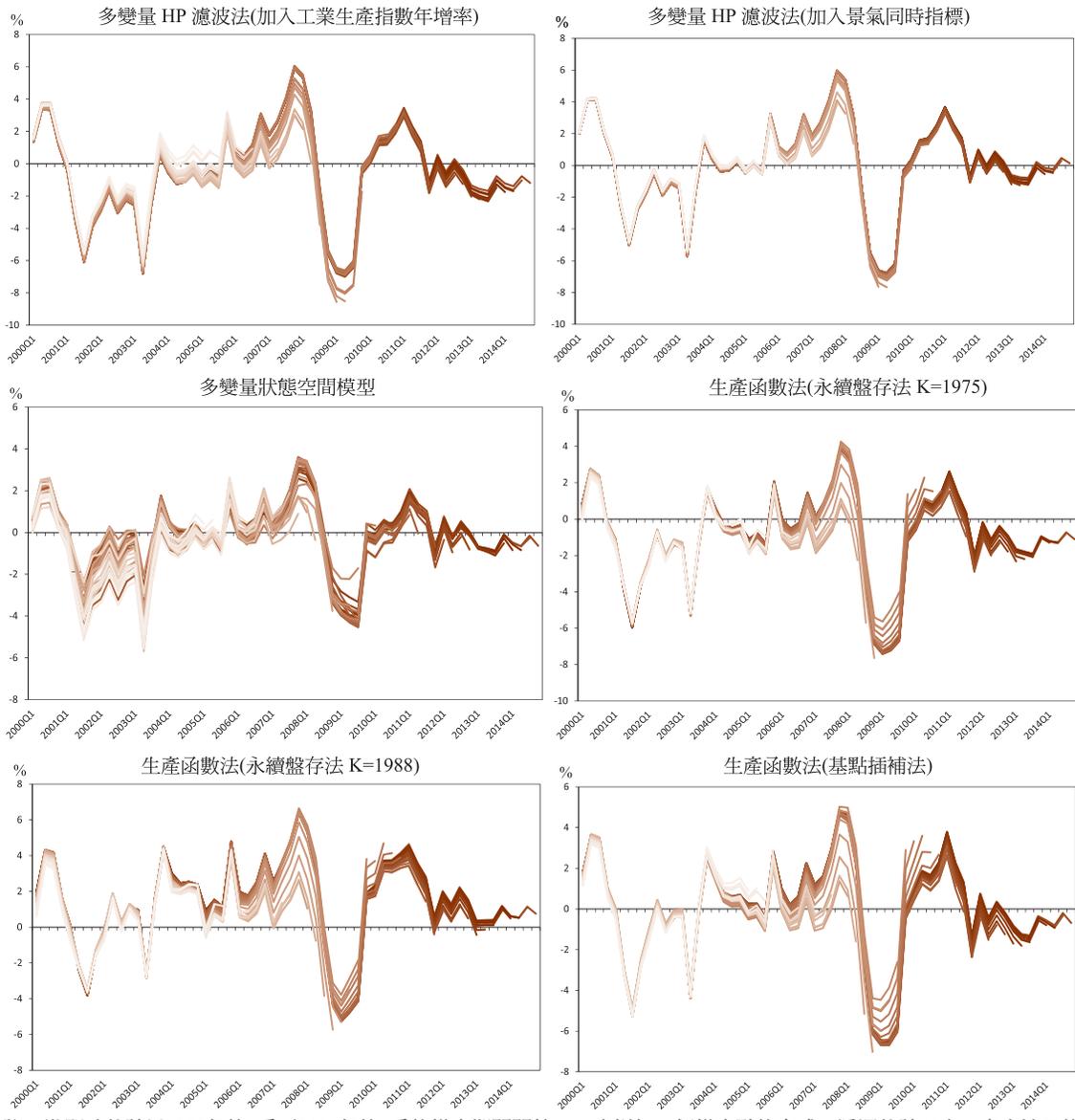
法的估計結果，末端估計值的修正幅度亦不相同。由附圖可知，基點插補法的產出缺口修正幅度比永續盤存法大，而兩個不同資本

存量基期年的永續盤存法，產出缺口的修正幅度似無明顯差距。

附圖 不同產出缺口估計方法的準即時估計結果



附圖 不同產出缺口估計方法的準即時估計結果(續)



註：準即時估計以1982年第1季至2005年第1季的樣本期間開始，一次增加一個樣本點的方式，遞迴估計40次。產出缺口的顏色越淺表示樣本期間越短，顏色越深表示樣本期間越長。