

台灣銀行業生產力變動、產出偏誤技術變動 與投入偏誤技術變動

THE PRODUCTIVITY CHANGE, OUTPUT-BIASED TECHNICAL CHANGE AND INPUT-BIASED TECHNICAL CHANGE IN THE TAIWANESE BANKING INDUSTRY – AN APPLICATION OF DEA-MALMQUIST PRODUCTIVITY INDEX

陳振銘

真理大學財政稅務學系助理教授

楊永列

嶺東科技大學財務金融系副教授

Chen-Ming Chen

Assistant Professor, Department of Finance and Taxation

Aletheia University

Yung-Lieh Yang

Associate Professor, Department of Finance

Ling Tung University

摘要

近年來有關台灣銀行業生產力的實證文獻，皆利用 Färe, Grosskopf, Norries, and Zhang (1994) 以產出或投入距離函數為基礎的生產面 Malmquist 生產力指數，將生產力指數分解成與生產結構有關的技術效率變動指數與生產技術變動指數，冀掌握銀行產業技術的動態特質。但隨著時間經過，生產技術可能呈現非中性技術變動，使得各期生產邊界存在相交現象，導致以 Färe et al.作法，來判斷受評估銀行生產力進步或退步，可能產生誤判。同時，一些有關生產力變動來源與型態等技術相關訊息也因而被忽略。本文承襲 Färe, Grifell-Tatjé, Grosskopf, and Lovell (1997) 與 Nin, Arndt, and Preckel (2003) 作法，討論台灣銀行業生產力、產出偏誤技術變動與投入偏誤技術變動。主要實證結果顯示，近十餘年間台灣銀行業生產邊界呈現非中性技

術變動，產出偏誤、投入偏誤兩項偏誤技術變動，全期間以 1.44%速度帶動生產力改善；惟就生產面而言，銀行業投入與產出組合調整方向並不利於生產力之提升。未來，銀行業提高資本使用、資金使用，取代勞動投入，而提高淨投資/放款淨額比，將有助於進一步改善生產力。

關鍵字：銀行產業、資料包絡法、Malmquist 生產力指數、產出偏誤技術變動、投入偏誤技術變動

ABSTRACT

There are recently substantial papers that use the DEA-Malmquist productivity index developed by Färe, Grosskopf, Norries, and Zhang (1994) and identify the sources of productivity change in the Taiwanese banking industry. However, DEA-Malmquist productivity index may give misleading information when technical change is not neutral. This paper, following Färe, Grifell-Tatjé, Grosskopf, and Lovell (1997) and Nin, Arndt, & Preckel (2003), tends to decompose further the technical change component of DEA-Malmquist productivity index, which we express as the product of a magnitude index, the output-biased index, and the input-biased index. The approach is illustrated with a set of 36 banks in Taiwan from 1995 to 2005. Empirical results show that Taiwanese banking industry experienced a non-neutral technical change. Combined output-biased and input-biased technical change index value, these two biased technical change components make together positive contribution to productivity change at a rate of 1.44 per year during periods from 1995 to 2005. During the same time periods, the direction of adjustment of production point between two periods is less favorable situation for whole DMUs. For the purpose of productivity improvement, Taiwanese banking industry may increase further the investment/loan ratio associated with more use of physical capital and funds.

Keywords: Banking Industry, Data Envelopment Analysis, Malmquist Productivity Index, Output-biased Technical Change, Input-biased Technical Change

壹、前言

近十餘年來，銀行業進行一項台灣銀行史上最令人矚目的產業結構調整工程，目前仍持續進行中。這一波銀行產業結構調整的動因主要來自於金融業自由化政策與經營環境結構性改變兩方面。自 1991 年始，台灣推動金融自由化與國際化政策，放寬銀行設置與業務經營限制。十年後截至 2001 年底，本國銀行（一般銀行及中小企業銀行）52 家，分行數 3,068 家，整體銀行業供給面呈現大幅增加。而同期間債券及貨幣市場快速發展，企業籌措資金的方式日趨多元，直接金融比重快速攀升，銀行居間中介的間接金融角色大受侵蝕。加上我國步入已開發經濟成熟體後，銀行傳統存、放款業務成長已漸趨緩。由於同質性高的新設（改制）銀行激增，爭奪有限增加的銀行業務，導致銀行規模過小且市場過度競爭。為減少資源配置不當，提升金融機構的競爭力，2005 年施行二次金融改革方案，積極推動金融機構整併，銀行業進入重建與合併階段。十餘年間，銀行產業由解構到整併，對曾歷經長期管制的銀行業者形成重大調整壓力。加以，同期間銀行業外在經營環境已呈現結構性的改變，如 1997 年東亞金融危機後，國內經濟成長減緩、產業外移，以及房地產景氣不佳等諸多不利因素交互影響，更壓縮銀行營運空間，加深銀行產業調整的壓力與侷迫性。

檢視銀行產業整體調整過程，雖曾導致本國銀行體質惡化，不良放款金額持續擴大（2001 年逾放比達 7.48%），銀行獲利能力逐年惡化等後遺症。但不容忽略的是，在自由化氛圍下，整體銀行業因應經營環境快速變遷，相較以往信用管制、利率管制、金融機構設置規範等金融壓抑（financial depression）時代，呈現完全不同的面貌。同時，隨著金融自由化範圍加大，傳統銀行業、證券業及保險業業務區隔漸趨模糊，銀行同業與異業競爭程度加大，而加速銀行開發新金融商品、開發新市場的腳步。結合網際網路與電信科技，使得傳統銀行業之經營型態逐漸在轉型蛻變。短短十餘年間，經歷解除管制與經營環境結構性變遷，銀行業調整經驗在台灣銀行產業發展史上是嶄新的一頁。

一般而言，放寬經營限制的目的在於，藉由釋放銀行潛能及注入競爭壓力，刺激無效率銀行（在生產邊界內營運的銀行）提升生產效率，而促進銀行資源有效運用。因此，提高效率有助於銀行紓解競爭及環境變遷所帶來的衝擊。除改善效率表現外，銀行亦可從事開發新產品、新市場等技術創新活動來克服環境之變遷。改善效率與技術創新（生產邊界移動）乃銀行技術水準提升的兩個重要面向，二者關係密切但性質迥異，故實務上，宜加以區分。

Färe, Grosskopf, Norries, and Zhang (1994) 發展之 Malmquist 生產力指數，將生產力變動分解成爲兩項，一爲反映生產可能邊界擴張的技術變動（technological

change) 效果，藉以掌握銀行技術創新之相關訊息；另一則為反映經營技術向現有技術收斂之效率變動 (efficiency change) 效果，經由本效果可瞭解銀行技術模仿的概況 (Färe et al., 1994; Alam, 2001)。藉由該指數估算與分析，提供銀行業整體與個別銀行有關之生產力變動型態與來源，而有助於銀行經營技術水準之提升。由於，Malmquist 生產力指數能夠掌握銀行產業技術之動態特質，進行跨期比較，且提供更多之管理意涵，故近年來，已成為研究銀行業生產力相關領域中的重要研究方向。

近幾年來已有相當多文獻利用 Malmquist 生產力指數分析銀行業生產力變動。目前研究方向似有從過去著眼於生產力升降，轉移至生產力升降原因之探討上。如 Berg, Førsund, and Jansen (1992)、Wheelock and Wilson (1999) 及 Isik and Hassan (2003) 等對銀行生產力是否成長，看法不盡相同，但均主張效率變動是生產力改變的主因。另有文獻如 Grifell-Tatjé and Lovell (1997)、Alam (2001)、Mukherjee, Ray, and Miller (2001)、Casu, Girardone, and Molyneux (2004) 則認為技術變動項為生產力成長的主力。而國內文獻如許鈺珮與張錫介 (2005) 及詹維玲與劉景中 (2006) 等亦主張技術變動項為銀行生產力成長的主要來源。

Färe et al. (1994) 生產面產出導向 Malmquist 生產力指數，是以連續兩期 t 期及 $t+1$ 期技術為基準之生產面產出導向 Malmquist 生產力指數之幾何平均構成。然而，近年來許多討論生產力變動的實證文獻，如 Førsund (1993)、Grifell-Tatjé and Lovell (1996) 等指出，隨著時間經過，生產技術可能呈現非中性技術變動 (non-neutral technical change)，使得各期生產邊界存在相交 (intersect) 現象。最近，Nin, Arndt, and Preckel (2003) 即曾以開發中國家農業生產力為題，比較時間因素對生產力估計之影響，實證指出，連續兩期 t 期及 $t+1$ 期技術為基準之 Malmquist 生產力指數值不一致，顯示生產技術呈現非中性變動。同時指出未考慮時間經過所致之技術變動偏誤是造成生產力估計呈現向下偏誤的主因¹。Chen and Ali (2004) 也有類似論點，他們指出，生產邊界在不同產出階段的移動可能不盡相同，而有造成誤判技術變動之虞。這兩篇文獻從實證面，討論生產邊界不是平行移動 (非中性技術變動) 時，利用 Malmquist 生產力指數估算值，可能誤判受評估單位生產力進步或退步，而 Färe, Grifell-Tatjé, Grosskopf, and Lovell (1997) 延伸 Malmquist 生產力指數，以特定期 (t 期) 為基準，證明存在技術偏誤，但不影響生產力變動之條件。這些實證或理論文獻的結論在在指出，以 Färe et al. (1994) 之 Malmquist 生產力指數估算值，判斷受評估銀行生產力進步或退步，可能產生誤判。更值得注意的是，可能忽略技術偏誤變動對生產力變動的貢獻等技術相關訊息，如 Färe et al. (1997)、Chen and Ali (2004)。

台灣銀行業近年歷經法規、結構及制度等環境變遷，各期生產邊界是否因技術變動而存在相交現象，而導致上述銀行業生產力及其變動來源不同，值得加以檢視²。而面對經營環境巨幅變遷下，銀行業之產出、投入調整是否有助於生產力提升，方向是否正確？更值得檢驗與討論。有鑑於此，本文延伸上述文獻作法，主要目的是在生產面產出導向 Malmquist 生產力指數之基礎上，利用所建構模型，討論生產力變動之來源與型態，特別針對存在技術偏誤情況下，Malmquist 生產力指數能否正確反映受評估銀行之生產力變動，及產出偏誤技術變動、投入偏誤技術變動對生產力變動之貢獻，加以討論。並以台灣 1995-2005 年銀行產業資料，做為實證對象。本文發現，技術創新之技術變動效果是因應競爭壓力之主要手段，而台灣銀行業生產邊界以非中性技術變動型態、正向向外移動，其中產出偏誤技術變動及投入偏誤技術變動均對銀行業生產力改善造成貢獻。銀行業提高資本使用（或/及資金使用）以取代勞動投入，提高淨投資/放款淨額比，將有助於改善生產力。

本文共分為五個部份，第壹部份前言、第貳部份為本文之研究方法，討論生產面產出導向 Malmquist 生產力指數、第參部份為實證資料說明、第肆部份為實證結果分析、第伍部份為本文結論。

貳、生產面產出導向 Malmquist 生產力指數

本文將承襲 Färe et al. (1997)、Nin et al. (2003) 等作法，以 DEA 為基礎之 Malmquist 生產力指數為研究方法。另考量銀行業生產力涉及多項產出及多項投入變數，囿於價格資料取得限制，以及投入變數，例如資本投入，受制於資本財特性，銀行自由調整投入受到限制，故採用生產面產出導向 Malmquist 生產力指數³，討論我國銀行業技術效率變動、生產技術變動與生產力變動及其意涵。

一、技術效率變動、技術變動與生產力變動

令有 J 家銀行使用 n 種投入生產 m 種產出，投入要素向量為 $x^t \in R_+^n$ ，產出向量為 $y^t \in R_+^m$ ， $t=1,2,\dots,T$ ，表示期間。對 $x^t \in R_+^n$ 而言，第 t 期生產技術之產出集合（output set）可表示為，

$$Y^t(x^t) = \{y^t : y^t \text{ 可由 } x^t \text{ 生產}\}, t = 1, \dots, T \quad (1)$$

令(1)式產出集合滿足凸性（convex）、封閉性（closed）、有界（bounded）及

強棄置 (strong disposability) 假設。我們將 $Y'(x^t)$ 的上邊界 (upper boundary) 視為 t 期技術，此一技術可能隨著時間而變動。根據 Färe (1994) 之定義，對任一投入產出向量 (x^t, y^t) 而言，其產出距離函數 (output distance function) 可表示為：

$$D_o^t(x^t, y^t) = \inf \{ \theta : (x^t, y^t / \theta) \in Y^t(x^t), \theta > 0 \}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

產出距離函數 $D_o^t(x^t, y^t)$ 之下標 “o” 表示該函數以產出導向計算，“ θ ” 表示 t 期技術下，給定 x^t 投入水準，產出 y^t 能夠最大比例擴張的倍數。而能夠最大擴張倍數的倒數即為產出距離函數 $D_o^t(x^t, y^t)$ 。同理，亦可以分屬不同期之觀察值及技術而定義，俾以探討技術變動。以連續兩期為例：

$$\begin{aligned} D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) &= \inf \{ \theta : (x^{t+1}, y^{t+1} / \theta) \in Y^t(x^{t+1}), \theta > 0 \} \\ D_o^{t+1}(x^t, y^t) &= \inf \{ \theta : (x^t, y^t / \theta) \in Y^{t+1}(x^t), \theta > 0 \} \end{aligned} \quad (3)$$

$D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 及 $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ 分別表示第 $t+1$ 期及第 t 期投入和產出偏離第 t 期及第 $t+1$ 期產出導向生產邊界的距離。

根據 Färe et al. (1994) 生產面產出導向 Malmquist 生產力指數，以下列兩個同期及跨期產出距離函數的幾何平均來測量，

$$OM(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)}^{1/2} \quad (4)$$

(4)式係以 t 期及 $t+1$ 期技術為基準之生產面產出導向 Malmquist 生產力指數構成，可避免估算結果因比較基準不同而不同⁴。若 $OM > 1$ ，表示受評估銀行從 t 期到 $t+1$ 期間生產力改善； $OM < 1$ ，則表示受評估銀行同期間生產力衰退，而 $OM = 1$ ，表示受評估銀行生產力呈現停滯狀態。以下，本文進一步分解(4)式，以討論本文研究主題⁵。

Färe et al. (1994) 指出，隨著時間經過，主要有兩項因素導致受評估銀行生產力產生變動。首先是技術效率變動所引發的投入或產出的增減，故效率變動表示受評估銀行技術向現有技術收斂或背離，如受評估銀行生產資源之管理與使用的進步或退步。其次是生產技術變動所可能導致的生產邊界移動，例如，運用資訊科技（如 ATM、網路銀行）、金融商品開發（如衍生性證券）、市場衝擊（如金融危機）、

市場結構改變（如銀行業解構與整併）或政府政策改變等因素均可能造成生產邊界移動，如 Alam（2001）、Wheelock and Wilson（1999）及詹維玲與劉景中（2006）等之討論。在固定規模報酬下，(4)式可加以分解成爲下式，

$$OM = \Delta TE \times \Delta T \quad (5)$$

(5)式表示受評估銀行生產力變動是由效率變動與與技術變動的乘積而得。第一項分解項，效率變動指數 ΔTE ，如下式所示，

$$\Delta TE(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (6)$$

效率變動指數爲兩期技術效率比，乃效率變動對生產力變動貢獻的衡量。亦即，藉由比較兩期生產點與各該期生產邊界之距離，相對接近或遠離生產邊界，來衡量受評估銀行在 t 至 $t+1$ 期期間之技術效率變動。若 $\Delta TE > 1$ ，受評估銀行在該期間技術效率改善；若 $\Delta TE < 1$ ，則表示技術效率呈現衰退。技術效率變動指數可進一步分解成純粹技術效率變動（pure technical efficiency change）與規模效率變動（scale efficiency change）兩項指數，如 Färe et al.（1994）、Grifell-Tatjé and Lovell（1996）、及 Wheelock and Wilson（1999）等文獻。惟本文主要目的在於審視銀行業是否存在非中性技術變動及產出偏誤技術變動與投入偏誤技術變動對生產力變動之貢獻，故未再對效率變動指數部份進一步分解與分析。

第二項分解項爲技術變動指數 ΔT ，如下式所示，

$$\Delta T(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (7)$$

(7)式中， $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})/D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 、 $D_o^t(x^t, y^t)/D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ 分別以 $t+1$ 期、 t 期生產點測量之 t 期至 $t+1$ 期生產邊界的射線距離，用以表示 t 至 $t+1$ 期生產邊界之移動幅度（技術變動）。技術變動指數 ΔT 乃二者之幾何平均，用以衡量技術變動對生產力變動的貢獻。若 $\Delta T > 1$ ，生產邊界正向移動，表示受評估銀行在 t 期至 $t+1$ 期呈現技術進步；若 $\Delta T < 1$ ，生產邊界負向移動，表示受評估銀行在同期間技術退步。至於， $\Delta T = 1$ ，表示生產邊界無移動，受評估銀行技術變動呈現停滯。

綜合以上，生產面產出導向 Malmquist 生產力指數可分解成技術效率變動指數

(ΔTE) 與技術變動指數 (ΔT)。若二個分解指數均大於一，生產力改善；均小於一，生產力衰退。但技術效率與技術變動不必然同方向變動，例如， $\Delta TE = 0.95$ ，技術效率衰退， $\Delta T = 1.11$ ，技術變動改善，按定義 $OM = 1.05$ ，生產力改善。

生產面產出導向 Malmquist 生產力指數及其分解指數是利用產出導向之距離函數來測量。我們承襲 Färe et al. (1994) 的作法，利用線性規劃型式估計受評估銀行之二個同期距離函數， $D_o^t(x^t, y^t)$ 、 $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ ，及二個跨期距離函數， $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 、 $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ 。假設有 J 家銀行，第 k 家銀行的同期產出導向距離函數，可用下列線性規劃型式來估計，

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \theta} & [D_o^t(x^t, y^t)]^{-1} = \theta^k \\ \text{s.t.} & \theta^j y_{km}^t \leq \sum_{j=1}^J \alpha_j y_{jm}^t, \quad m = 1, 2, \dots, M \\ & \sum_{j=1}^J \alpha_j x_{jn}^t \leq x_{kn}^t, \quad n = 1, 2, \dots, N \\ & \alpha_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, J \end{aligned} \quad (8)$$

將(8)式 t 換成 $t+1$ ，可算出 $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 。同理，第 k 家銀行的跨期產出導向距離函數 $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ ，計算如下式，

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \theta} & [D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})]^{-1} = \theta^k \\ \text{s.t.} & \theta^j y_{km}^{t+1} \leq \sum_{j=1}^J \alpha_j y_{jm}^t, \quad m = 1, 2, \dots, M \\ & \sum_{j=1}^J \alpha_j x_{jn}^t \leq x_{kn}^{t+1}, \quad n = 1, 2, \dots, N \\ & \alpha_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, J \end{aligned} \quad (9)$$

將(9)式之 t 與 $t+1$ 互換，即可計算出 $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ 。

二、技術變動偏誤與生產力變動

許多討論生產力變動的實證文獻發現，隨著時間經過，生產技術可能呈現非中性技術變動 (non-neutral technical change)，亦即各期生產邊界存在相交現象，導致偏誤的技術變動，如 Førsund (1993)、Grifell-Tatjé and Lovell (1996)、Färe et al. (1997)、Nin et al. (2003) 等文獻。技術變動偏誤對生產力變動的貢獻，值得進一

步討論。

技術隨著時間經過而變動，銀行運用新科技、開發新金融商品，因應經營環境變遷、市場結構改變或政策改變等因素，產出及投入組合均可能改變。而生產邊界之移動幅度，以不同期生產資料來觀察，可能不同。換言之，生產邊界可能不是平行移動，甚且不同期生產邊界呈現相交。文獻將此一情況，以偏誤技術變動（*biased technical change*）或非中性技術變動（*non-neutral technical change*）稱之，如 Färe et al.（1997）等。值得一提的是，當生產邊界呈現相交，以一特定期生產資料（生產階段）來觀察，生產邊界呈現正向移動，表示受評估銀行在 t 期至 $t+1$ 期呈現技術進步；但以另一生產階段觀察。則出現生產邊界負向移動，受評估銀行在同期間技術退步。此一情況下，並非指受評估銀行現有技術遭遺忘或棄之不用，只是意謂受評估銀行面對制度、經營環境等之變遷，生產邊界之移動、偏向於特定之產出組合或投入組合，如 Grifell-Tatjé and Lovell（1996）之討論。

技術變動偏誤可以從二方面來討論。首先，是在給定投入組合下，產出組合改變所帶來的技術變動效果。其次是給定產出組合下，投入組合改變所帶來的技術變動效果。

Chambers and Färe（1994）將產出中性技術變動定義為，「若且惟若產出距離函數可表示視為 $D_o^t(x^t, y^t) = A^t(x^t)D_o(x^t, y^t)$ ，在此情況下，技術變動不影響產出的邊際轉換率」（引自 Färe et al.（1997））。由此一定義，隨著時間經過，生產邊界由 $Y^t(X)$ 平行移至 $Y^{t+1}(X)$ ，產出組合由 y^t 調整至 y^{t+1} ，如圖 1。沿著 y^t 射線、 y^{t+1} 射線分別與 $Y^t(X)$ 、 $Y^{t+1}(X)$ 交點之切線的斜率，即邊際轉換率，不變。換言之，生產邊界平行移動，邊際轉換率不受影響，呈現產出中性技術變動。同理，我們可以圖 2 來說明產出偏誤技術變動。圖 2 中，生產邊界不是平行移動，邊際轉換率受技術變動影響，而呈現產出偏誤技術變動。

而根據 Hicks（1932）、Chambers and Färe（1994）等，投入中性技術變動可定義為，「若且惟若投入距離函數可表示視為 $D_o^t(y^t, x^t) = A^t(y^t)D_o(y^t, x^t)$ ，這此情況下，技術變動不影響投入的邊際替代率」（引自 Färe et al.（1997））。我們以單一產出、兩投入為例，投入組合由 x^t 調整至 x^{t+1} ，在圖 3 中，沿 x^t 、 x^{t+1} 射線與生產邊界交點之切線的斜率（邊際替代率），不受技術變動影響，呈現投入中性技術變動。而圖 4 中，技術變動影響投入之邊際替代率，呈現投入偏誤技術變動。

為衡量技術變動偏誤對生產力變動的貢獻，Färe et al.（1997）與 Nin et al.（2003）

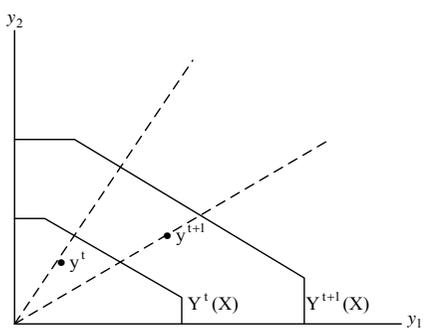


圖 1 產出面中性技術變動

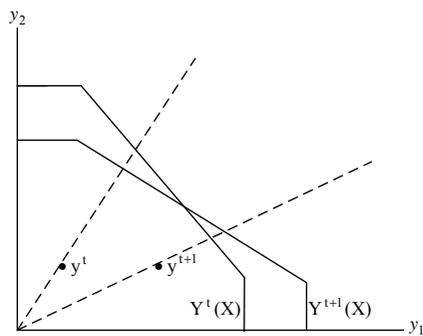


圖 2 產出面非中性技術變動

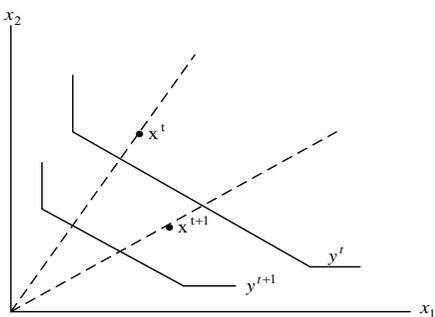


圖 3 投入面中性技術變動

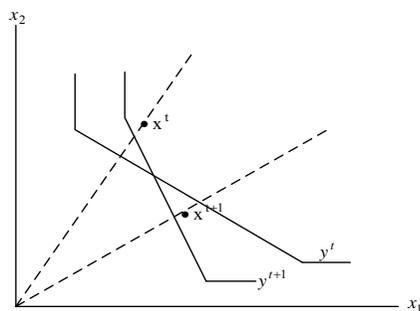


圖 4 投入非面中性技術變動

延伸(7)式，將受評估銀行技術變動指數再分解成爲三項分解項之乘積，如下式⁶，

$$\Delta T(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \Delta M(x^t, y^t) \times \Delta OB(y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \times \Delta IB(x^t, y^t, x^{t+1}) \quad (10)$$

利用(10)式可以討論技術變動偏誤對生產力變動的貢獻⁷。第一分解項 $\Delta M(x^t, y^t)$ 爲技術變動幅度指數，如下式所示，

$$\Delta M(x^t, y^t) = \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (11)$$

$\Delta M(x^t, y^t)$ 是依據通過 t 期資料 (x^t, y^t) 之射線所測量之技術變動幅度，用以衡量受評估銀行，在給定 t 期資料下，t 期與 t+1 期生產邊界的相對距離。第二分解項爲

產出偏誤技術變動指數，如下式所示，

$$\Delta OB(y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})/D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^{t+1}, y^t)/D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^t)} \right)^{1/2} \quad (12)$$

$\Delta OB(y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ 係指沿通過 y^{t+1} 射線之技術變動相對於沿通過 y^t 射線之技術變動。因投入組合維持於 x^{t+1} 水準，反映兩期生產邊界相對距離的變動，故可做為產出偏誤技術變動之衡量。第三分解項為投入偏誤技術變動指數，如下式所示，

$$\Delta IB(x^t, y^t, x^{t+1}) = \left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^t)/D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^t)}{D_o^t(x^t, y^t)/D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right)^{1/2} \quad (13)$$

$\Delta IB(x^t, y^t, x^{t+1})$ 為沿通過 x^{t+1} 射線之技術變動對沿通過 x^t 射線之技術變動的比列，在產出組合維持於 y^t 水準下，反映兩期生產邊界相對距離的變動，故為投入偏誤技術變動之衡量。

若 $\Delta OB(y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \times \Delta IB(x^t, y^t, x^{t+1}) = 1$ 或 $\Delta OB(y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = 1$ 且 $\Delta IB(x^t, y^t, x^{t+1}) = 1$ 成立⁸，則 $\Delta T(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \Delta M(x^t, y^t)$ 。由(7)及(11)式，整理如後式，

$$\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} = \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (14)$$

即由 $t+1$ 期生產資料 (x^{t+1}, y^{t+1}) 及 t 期生產資料 (x^t, y^t) 所測量之 t 至 $t+1$ 期間技術變動幅度相等（生產邊界的相對距離不變）。此時，不論是否存在技術變動偏誤，不影響受評估銀行生產力變動。表 1 呈現決定技術變動 ΔT 方向之各種情況。

- (a) 若 $\Delta OB \geq 1$ 且 $\Delta IB \geq 1$ ， $\Delta OB = \Delta IB \neq 1$ ， $\Delta M \geq 1$ ；或 $\Delta OB = \Delta IB = 1$ ， $\Delta M > 1$ 成立，則 $\Delta T > 1$ ，表示受評估銀行在 t 期至 $t+1$ 期呈現技術進步。
- (b) 若 $\Delta OB = \Delta IB = \Delta M = 1$ ，則 $\Delta T = 1$ ，受評估銀行在 t 期至 $t+1$ 期呈現中性技術變動。
- (c) 若 $\Delta OB \leq 1$ 且 $\Delta IB \leq 1$ ， $\Delta OB = \Delta IB \neq 1$ ， $\Delta M \leq 1$ ；或 $\Delta OB = \Delta IB = 1$ ， $\Delta M < 1$ 成立，則 $\Delta T < 1$ ，表示受評估銀行在 t 期至 $t+1$ 期呈現技術退步。
- (d) ΔT 方向不明確。

表 1 生產技術變動

情況	ΔOB	ΔIB	ΔM	ΔT
i	>1	>1	≥ 1 (<1)	>1 (?)
ii	>1	$=1$	≥ 1 (<1)	>1 (?)
iii	>1	<1	≥ 1 (<1)	? (?)
iv	$=1$	>1	≥ 1 (<1)	>1 (?)
v	$=1$	$=1$	$=1$	$=1$
vi	$=1$	<1	≥ 1 (<1)	? (<1)
vii	<1	>1	≥ 1 (<1)	? (?)
viii	<1	$=1$	≥ 1 (<1)	? (<1)
ix	<1	<1	≥ 1 (<1)	? (<1)

我們由(7)式來討論 ΔT 方向不明確的原因。(7)式是由 t 期生產點 (x^t, y^t) 與 $t+1$ 期生產點 (x^{t+1}, y^{t+1}) 測量之 t 至 $t+1$ 期技術變動的幾何平均。因此，若

$$(d-1) \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} > 1 \text{ 且 } \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} < 1$$

顯示受評估銀行生產點由 t 期生產邊界負向移動階段，調整至 $t+1$ 期正向移動階段。若生產邊界正向移動階段的移動幅度大於負向移動階段的移動幅度，平均生產邊界正向移動， $\Delta T > 1$ ，受評估銀行技術進步；反之， $\Delta T < 1$ ，受評估銀行技術退步。

$$(d-2) \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} < 1 \text{ 且 } \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} > 1$$

顯示受評估銀行生產點由 t 期生產邊界正向移動階段，調整至 $t+1$ 期負向移動階段。若生產邊界正向移動階段的移動幅度大於負向移動階段的移動幅度，平均生產邊界正向移動， $\Delta T > 1$ ，受評估銀行技術進步；反之， $\Delta T < 1$ ，受評估銀行技術退步。

由上表可討論，若存在非中性技術變動，生產邊界在不同生產階段的移動方向及幅度可能不同，以(4)式生產面產出導向 Malmquist 生產力指數估算值判定受評估銀行 t 至 $t+1$ 期生產力改善或落後，不僅有誤判之虞，同時一些重要的技術相關訊息也受到忽略。尤其是忽略生產技術變動型態相關技術訊息，可能無法為銀行產業及個別銀行改善生產力，提供正確的方向，最值得注意。

參、資料來源與變數選取

一、研究資料搜集與變數選取

台灣地區銀行產業含本國銀行、外國銀行在台分行、基層金融機構、信託投資公司、票券金融公司。其中，本國銀行截至 2006 年 12 月底共有 42 家與 3,285 家分行數。存款佔有率為 92.25% 及放款佔有率 92.46%，是台灣地區銀行產業最重要的產業別，為本文主要研究對象。本文研究資料之蒐集期間為 1995 年至 2005 年間具有完整年資料之 36 家臺灣地區本國銀行的資料。資料之來源分別取自中央銀行「本國銀行營運績效季報」之資產負債表及各銀行年報。

本文採用 Sealey and Lindley (1977) 所發展之仲介法 (intermediation approach) 來界定研究變數。該法將放款、債券投資視為銀行之產出變數，而以存款、勞動成本、實物資本為投入變數，能夠彰顯銀行的資產類型與多重產出與投入之特性。同時，銀行業效率相關文獻亦常採用該法來界定研究變數，本文遂採用之。本文中，假設銀行使用營運資金、資本設備及勞動等三種生產因素，銀行產出分為兩種，分別是政府債券及其它投資淨額、放款及貼現淨額，如 Barros, Managi, and Matousek (2009)、詹維玲與劉景中 (2006)、許鈺珮與張錫介 (2005) 及王美惠與黃台心 (2005) 等。

(一) 銀行產出變數之說明：

1. 實質政府債券及其它投資淨額 (Y1)

本變數包括銀行持有之政府發行的甲種或乙種國庫券、公司行號所發行的公司債券、商業本票或上市公司股票等及其它投資(如央行儲蓄券、可轉讓定期存單等)。本研究以銀行資產負債表中的「政府債券」及「其他投資」兩科目加總之後，再扣除「備抵投資損失」，再以 2001 年為基期之消費者物價指數 (CPI) 加以平減，即可得出實質政府債券及其它投資淨額 (除勞動人數外，其餘變數均按此方向調整)。資料來源為中央銀行所編製之「本國銀行營運績效季報」之資產負債表資料。

2. 實質放款及貼現淨額 (Y2)

本變數包括銀行主要業務，短期放款及中長期放款，再加上貼現、進出口押彙、透支、其他放款及催收款項，本文以各銀行資產負債表中的「放款及貼現」總額，扣除「備抵放款損失」後，得出放款及貼現淨額，再以消費者物價指數加以平減。

資料來源為中央銀行所編制之「本國銀行營運績效季報」之資產負債表資料。

(二) 銀行投入變數之說明：

1. 實質資金使用量 (X1)

本文加總銀行資產負債表中的「存款」及「借入款」兩項，做為銀行要素投入之資金使用量，再經由消費者物價指數調整而得。其中，存款包括支票存款、活期存款、定期存款、儲蓄存款、外匯存款及公庫存款等。存款與借入款之資料來源為中央銀行所編制之「本國銀行營運績效季報」之資產負債表資料。

2. 實質資本使用量 (X2)

資本使用量 (X2) 係指固定資產淨額。其計算方式係以資產負債表之「固定資產」扣除「累計折舊」後，再以 2001 年為基期之資本財物價指數平減而得。

3. 員工人數 (X3)

本研究員工人數 (X3) 取自各銀行年度年底總雇用人數。

中央銀行「本國銀行營運績效季報」之資產負債表資料，截至 2005 年 12 月 31 日，本文產出項中之本國銀行整體「政府債券及其它投資淨額」、「放款及貼現淨額」佔資產比重分別為 14.22%、60.42%，合計 74.64%。投入項之本國銀行整體「資金使用量」佔負債比重 87.11%，而反映「資本使用量」的固定資產佔資產比重 2.36%。員工人數為數量資料暫且不論，本文以仲介法認定之投入產出變數在反映銀行營運績效上應有其代表性。

另外，本文所選定之投入與產出變數之相關係數，如表 2。投入變數與產出變數呈現顯著正相關，亦即投入數量增加，產出數量不致減少，由此可推論本文所選定之變數具合理性⁹。

二、投入與產出變數之敘述統計值

本文使用之產出與投入變數平均值與變動率數值如表 3。實質放款及貼現淨額乃銀行業傳統最重要的業務，全期間平均值 2,699 百萬元（以 2001 年幣值表示），遠高於實質政府債券及其它投資淨額平均值 584 百萬元。但實質放款及貼現淨額變動率平均 9.21%，僅達實質政府債券及其它投資淨額平均變動率 18.63%之一半。反映企業籌措資金的方式日趨多元，直接金融比重快速攀升，銀行的傳統存、放款業務

表 2 銀行業投入產出變數相關係數

	資金使用量	資本使用量	員工人數
淨投資	0.8468	0.8568	0.7057
放款淨額	0.9776	0.9740	0.8420

表 3 臺灣銀行產業 1995-2005 年投入與產出變數之平均值及變動率

期間	實質政府債券及其它 投資淨額 (Y1)	實質放款及貼現 淨額 (Y2)	實質資金使用量 (X1)	實質資本使用 量 (X2)	員工人數 (X3) (人)
1995	275.3963	1689.3320	2032.2810	1761.6310	2324.9440
1996	373.3949 (31.71%)	1890.8030 (12.75%)	2369.9400 (17.96%)	2104.0400 (20.55%)	2771.5280 (7.27%)
1997	305.3093 (1.85%)	2198.3670 (20.80%)	2609.9770 (18.43%)	2342.5600 (18.99%)	2517.5000 (18.38%)
1998	454.5070 (39.61%)	2391.2940 (12.33%)	2962.2410 (16.30%)	2687.5490 (18.06%)	2596.2500 (4.57%)
1999	538.1647 (18.35%)	2644.7390 (10.19%)	2903.9270 (-1.88%)	2824.9980 (5.50%)	2604.5830 (-0.29%)
2000	460.5008 (-4.96%)	2885.2990 (4.71%)	3174.6060 (6.64%)	3103.1220 (6.19%)	2668.8610 (2.85%)
2001	558.3087 (17.57%)	2846.1540 (-0.87%)	3396.4980 (5.94%)	3317.4840 (6.22%)	2721.9440 (3.67%)
2002	638.7526 (12.35%)	2827.6900 (1.37%)	3501.1240 (3.09%)	3436.2560 (3.14%)	2807.6670 (4.37%)
2003	774.7704 (8.77%)	3020.7300 (8.25%)	3778.9160 (8.56%)	3693.5950 (8.34%)	2853.8060 (4.29%)
2004	1051.2400 (48.55%)	3408.2810 (10.92%)	4164.0730 (10.62%)	4082.7110 (10.52%)	3283.6940 (20.57%)
2005	998.1896 (12.50%)	3883.0340 (11.68%)	4713.2560 (12.15%)	4626.6860 (12.63%)	3516.6110 (7.62%)
全期間	584.4123 (18.63%)	2698.7020 (9.21%)	3236.9850 (9.78%)	3089.1480 (11.02%)	2787.9440 (7.33%)

註：() 內數值為年變動率。

的成長已趨緩之事實。

投入變數方面，實質資金使用量為銀行之營運資金，主要來源為各類存款。1998年變動率 16.30%，隨後急轉直下，轉呈個位數值或負值，直到 2004 年變動率方再恢復二位數，全期間變動率為 9.78%。顯示，近年金融商品發展推陳出新，資金供

給者的資金運用更加多元、靈活，導致銀行業吸收存款的能力下降。同期間，實質資本使用量、員工人數平均變動率各為 11.02%、7.33%。

表 4 列示全期間投入與產出變數之資料型態。由各變數之最大值與最小值資料，本文樣本銀行之各變數存在極大差異。而各變數之中位數均小於平均數顯示各變數之分配呈現右偏。

肆、實證結果分析

本文首先利用 DEAP Version 2.0 之電腦程式，估算台灣 36 家具有完整資料之本國銀行 1995-2005 年各生產面產出距離函數值。再根據各銀行之產出距離函數值，計算個別銀行之生產效率值（TE）、Malmquist 生產力指數及其各分解指數值。再利用個別銀行上述數值資料求幾何平均，做為台灣銀行產業生產效率估算值、Malmquist 生產力指數及其各分解指數值。

一、銀行產業生產力指數值之估算與分析

台灣銀行產業 1995-2005 年技術效率值資料，如表 5。整體之平均技術效率值 0.5813，全期間銀行產業效率水準存在 41.87%（ $1-0.5813$ ）之提升空間。

本文利用 Fare et al.（1997）發展之生產面產出導向 Malmquist 生產力指數，進一步估算台灣銀行產業生產力變動值，以期在效率水準的基礎上，瞭解台灣銀行產業之生產力變動，以及技術創新與技術模仿在生產力變遷過程中的相對重要性。表 6 呈現台灣銀行產業 1995-2005 生產力變動（OM）、效率變動（ ΔTE ）及技術變動（ ΔT ）等指數估算值。

首先從全期間來觀察，1995-2005 生產力變動指數 1.0225（表列之第 4 欄資料），顯示台灣銀行產業在該期間整體呈現改善狀態。此或許反映過去十多年中，金融自由化與國際化政策，陸續解除各項金融管制，銀行家數與分支機構大幅增加，業者競爭激烈，而刺激生產力，全期間以 2.25% 速度變動。其次，就生產力變動的內涵來看（表列之第 2 欄及 3 欄資料），表示生產邊界擴張的技術變動（ ΔT ）效果，全期間指數值 1.0294，呈現改善狀態。反映台灣銀行產業業者為克服經營環境變遷，全期間以 2.94% 的速度從事技術創新。相對而言，經營技術向現有技術收斂之效率

表 4 臺灣銀行產業 1995-2005 全期間投入與產出變數之敘述統計量

	實質政府債券及其它 投資淨額 (Y1)	實質放款及貼 現淨額 (Y2)	實質資金使用量 (X1)	實質資本使用量 (X2)	員工人數 (X3) (人)
平均數	584.4123	2698.7020	3236.9850	3089.1480	2787.9440
中位數	271.5837	1445.3843	1607.0210	1498.3692	1780.2498
最大值	5820.7430	12016.9100	18729.5100	18736.8200	16118.0000
最小值	4.7555	102.9897	212.2672	208.1488	503.0000
標準差	751.4314	2672.5940	3423.5620	3324.7500	2137.8160

表5 台灣銀行產業生產效率估算值

年別	生產效率值 (TE)
1995	0.6157
1996	0.6791
1997	0.5175
1998	0.5282
1999	0.5286
2000	0.6290
2001	0.6152
2002	0.5693
2003	0.5760
2004	0.5800
2005	0.5761
全期間 (1995-2005)	0.5813

變動 (ΔTE) 效果，呈現微幅退步。全期間退步 0.64%。就此估算數據來說，技術變動效果是影響台灣銀行業生產力變動的主因。

值得注意的是，生產面產出導向 Malmquist 生產力指數本質上係一相對概念，技術變動反映最佳銀行從事技術創新，使得全銀行產業生產邊界向外擴張的速度，而效率變動反映後進銀行從事技術模仿，向現有技術水準追趕的速度。換言之，這些數據可能僅突顯後進銀行追趕不及，導致效率變動相對退步，如 Grifell-Tatjé and Lovell (1996)、Nin et al. (2003)。

其次，由表 6 台灣銀行業生產力變動指數及其分項指數各年估算值來觀察，時間趨勢並不明顯，逐年迭有不同。例如，生產力指數估算值，1995-1996 為 1.1051，1996-1997 為 0.8837，兩年內年生產力由改善幅度達 10.51%，降至年生產力退步 11.67%；而下一年 1997-1998 生產力改善幅度又達 13.21%，期間變動幅度不可謂不大。由於本文實證期間涵蓋 11 年，是否因時間因素，造成生產邊界在不同生產階段的移動幅度或方向不同（非中性技術變動）所致，值得進一步討論。

生產面產出導向 Malmquist 生產力指數是由連續兩期生產力變動指數 $M^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ 與 $M^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ 的幾何平均而得。在技術呈現中性變動條件下， $M^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ 與 $M^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ 估算之兩期期間生產力變動值相同。因此，比較表 6 之第 5 欄（ M^t ）及第 6 欄（ M^{t+1} ）資料，可以提供吾人台灣銀行產業是否呈現非中性技術變動之相關訊息。以下分成三類情況討論。

1. M^t 與 M^{t+1} 均大於 1。例如，1995-1996 之 M^t 值 1.1428， M^{t+1} 值 1.0685，以 1995 技術為基準或以 1996 技術為基準，所估算的 1995-1996 生產力變動值，均顯示 1995-1996 台灣銀行業生產力呈現改善。
2. M^t 與 M^{t+1} 均小於 1。例如，2004-2005 之 M^t 值 0.9817， M^{t+1} 值 0.9661，以 2004 技術為基準或以 2005 技術為基準，所估算的 2004-2005 生產力變動值，均顯示 2004-2005 台灣銀行業生產力呈現退步。
3. M^t 與 M^{t+1} 方向不同。例如，2000-2001 之 M^t 值 1.0249， M^{t+1} 值 0.9979，以 2000 技術為基準，所估算的生產力變動值，顯示 2000-2001 台灣銀行業生產力呈現改善，而以 2001 技術為基準，估算結果則呈現退步。雖然，平均 OM 值 1.0113，大於 1，但因跨越生產力改善與退步兩生產階段，我們並無法據以判斷 2000-2001 台灣銀行業生產力是改善還是退步。

上述估算結果與 Nin et al. (2003) 之結論相一致。綜合以上，比較 M^t 與 M^{t+1} 估算值，可以歸納以下兩點，一、各年之 M^t 與 M^{t+1} 估算值均不同，顯示在 1995-2005 觀察期間內，台灣銀行業生產邊界不是平行移動（非中性技術變動），各年生產邊界可能出現相交現象。二、除 1998-1999 外，各年生產階段由生產力改善幅度高或生產力退步幅度低的階段，調整至改善幅度低或退步幅度高的階段。就生產面而言，顯示兩期間生產階段調整方向，不利於生產力改善。

兩期之生產力變動方向不一致是來自兩期衡量之技術變動不一致，亦即生產技術呈現非中性變動所造成。表 7 呈現台灣銀行產業 1995-2005 技術變動指數及其三

項分解指數之估算值，其中， $\Delta T = \Delta M \times \Delta OB \times \Delta IB$ 。全期間（1995-2005）產出偏誤技術變動（ ΔOB ）、投入偏誤技術變動（ ΔIB ）及技術變動幅度（ ΔM ）估算值各為 1.0067、1.0076 及 1.0149，均大於 1，顯示全期間銀行業生產邊界 t 期至 $t+1$ 期間呈現非中性技術變動、正向向外移動。其中，產出組合調整以 0.67% 的速度造成生產技術改善；投入組合調整以 0.76% 的速度造成生產技術改善；生產邊界以 1.49% 的速度外移，是銀行業生產技術改善的主要力量。三者共同造成台灣銀行業全期間生產技術以 2.94% 的速度改善。顯示，近十餘年間，銀行產業經歷解除管制與經營環境結構性變遷，其間雖有東亞金融危機等不利之市場衝擊因素影響，但在自由化氛圍下，業者運用資訊科技、引進新金融商品、開發新市場、及增設分行與營業據點等作為，已有初步成效。

另外，由於全期間產出偏誤技術變動（ ΔOB ）、產出偏誤技術變動（ ΔIB ）及技術變動幅度（ ΔM ）估算值均大於 1，顯示台灣銀行業技術變動型態屬於表 1 所示之情況 i ，表示受評估銀行在 t 期至 $t+1$ 期呈現技術進步。惟值得注意的是，全期間 M^t 與 M^{t+1} 各為 1.0371 及 1.0081（表 6），則揭示，銀行業整體投入與產出組合是由生產力改善幅度高的階段，往改善幅度低的階段調整。就生產面而言，全期間整體銀行業 t 期至 $t+1$ 生產階段的調整，雖造成生產力提升，但調整方向並不正確，如圖 5。圖 5 中， y^t 與 y^{t+1} 分別表示二產出變數在 t 期及 $t+1$ 期的產出組合。基於討論方便，令 y_1 為放款淨額， y_2 為淨投資。 y^t 與 y^{t+1} 均座落於生產邊界向外移動區域，但生產邊界外移幅度，在 y^t 生產階段大於 y^{t+1} 生產階段。由於 y^t 射線斜率大於 y^{t+1} 射線斜率，故其意義在於，為達到提高生產力之目的，銀行業任兩期間產出組合調整，宜提高淨投資/放款淨額比。

由歷年估算值來觀察。技術變動幅度（ ΔM ）幾乎是銀行業各年生產技術變動之主導因素，如 1996-1997 之 ΔM 、 ΔT 估算值各為 1.1371 及 1.1596。除 2000-2001 之 ΔOB 值 1.0042、 ΔIB 值 1.0092 及 ΔM 值 1.0202，均大於 1， ΔT 值 1.0339，能正確反映生產技術改善外，其餘各年由於三項分解指數估計值方向不盡相同，無法根據 ΔT 估算值，判斷該年生產技術改善或退步。尤其是 1995-1996 技術變動（ ΔT ）估算值 1.0020，技術變動幅度（ ΔM ）估算值 0.9688，兩期生產點落在生產邊界移動方向不同的區域。顯示銀行業逐年邊界曲線不是中性技術變動，以 Färe et al.（1994）之 Malmquist 生產力指數估算值，判斷生產技術進步、退步，恐有誤導之虞。

二、銀行產業非中性技術變動原因與意涵

本文最後想瞭解的是，台灣銀行業在觀察期間為何呈現非中性技術變動？如前文所述，Malmquist 生產力指數本質上係一相對概念，技術變動反映最佳銀行從事技

表6 台灣銀行產業1995-2005生產力變動指數估計值

年別	效率變動 (ΔTE)	技術變動 (ΔT)	生產力變動 (OM)	M^t	M^{t+1}
1995-1996	1.1029	1.0020	1.1051	1.1428	1.0685
1996-1997	0.7621	1.1596	0.8837	0.9012	0.8666
1997-1998	1.0205	1.1093	1.1321	1.1597	1.1052
1998-1999	1.0009	1.0636	1.0645	1.0474	1.0820
1999-2000	1.1899	0.7995	0.9513	0.9905	0.9137
2000-2001	0.9781	1.0339	1.0113	1.0249	0.9979
2001-2002	0.9254	1.1032	1.0209	1.0214	1.0204
2002-2003	1.0118	1.0387	1.0509	1.0595	1.0425
2003-2004	1.0068	1.0491	1.0562	1.0673	1.0452
2004-2005	0.9933	0.9805	0.9739	0.9817	0.9661
全期間 (1995-2005)	0.9934	1.0294	1.0225	1.0371	1.0081

表7 台灣銀行產業 1995-2005 技術變動

年度	技術變動 (ΔT)	產出偏誤技術變動 (ΔOB)	投入偏誤技術變動 (ΔIB)	技術變動幅度 (ΔM)
1995-1996	1.0020	0.9700	1.0662	0.9688
1996-1997	1.1596	1.0585	0.9634	1.1371
1997-1998	1.1093	0.9900	1.0347	1.0830
1998-1999	1.0636	1.0479	0.9390	1.0810
1999-2000	0.7995	1.0010	1.0402	0.7679
2000-2001	1.0339	1.0042	1.0092	1.0202
2001-2002	1.1032	1.0501	0.9527	1.1026
2002-2003	1.0387	0.9964	1.0118	1.0303
2003-2004	1.0491	0.9707	1.0411	1.0381
2004-2005	0.9805	0.9828	1.0257	0.9727
全期間 (1995-2005)	1.0294	1.0067	1.0076	1.0149

術創新，使得全銀行產業生產邊界向外擴張 (Grifell-Tatjé & Lovell, 1996)。因此，

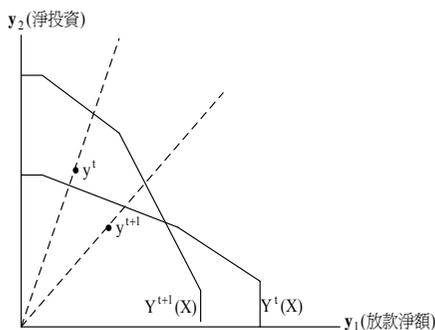


圖 5 銀行業生產階段之調整

藉由觀察最佳銀行的技術變動，可進一步佐證台灣銀行業逐年邊界曲線不存在平行移動。在此之前，我們先討論個別銀行是否存在技術變動偏誤。表 8 呈現個別銀行 1995-2005 年全期間生產力變動與偏誤技術變動指數值。透過第三~五欄資料比較，有助於掌握個別銀行是否存在技術變動偏誤。以下分成三類情況討論。

1. M_t 與 M_{t+1} 方向不同，偏誤技術變動指數偏高。例如，交通銀行， M_t 值呈現生產力進步（1.2068）， M_{t+1} 值卻呈現生產力退步（0.8711），該銀行總偏誤技術變動（ $\Delta TB = \Delta OB \times \Delta IB$ ）值高達 1.1770，居所有受評估銀行之首。由於基期不同，所估算之連續兩期生產力變動方向不同，相互抵銷，因而影響生產力變動（OM）指數值估計。
2. M_t 與 M_{t+1} 方向相同，衡量值差異大，偏誤技術變動指數亦偏高。如台灣銀行 M_t 、 M_{t+1} 值呈現生產力進步（各達 1.1546、1.0079）， ΔTB 值達 1.0703。其他如土地銀行、國際商銀、第一銀行、台北銀行（台北富邦）及建華商銀（永豐銀行）等均有此現象。
3. M_t 與 M_{t+1} 方向相同，衡量值差異不大，不論生產力是進步或退步，技術變動偏誤指數低。前者如中信商銀、台新銀行、萬泰銀行、玉山銀行等；後者如台灣企銀、遠東商銀， ΔTB 估算值趨近於 1。

根據本文各年個別銀行效率估計資料（未在文中列示），共計有 10 家銀行在全期間內，至少有一年之效率值為 1（表 8 中第一欄標示“*”的銀行）。這些銀行大部分屬於前述總偏誤技術變動指數值偏高之第 1 類及第 2 類銀行，其中又以歷年均為最佳銀行的交通銀行，總偏誤技術變動情形最為嚴重。由於銀行業生產邊界移動及

位置受最佳銀行所左右，顯示銀行業逐年邊界曲線不存在平行移動（中性技術變動）。換言之，從不同投入或產出方向觀察，生產力變動產生不一致。

我們先從產出組合面，討論造成生產邊界外移的原因。表 9 呈現各最佳銀行在其為最佳銀行年度之產出組合（以淨投資/放款淨額比表示）資料。由此資料可概略看出，交通銀行之淨投資/放款淨額比呈現上升趨勢。而 2002-2005 各最佳銀行之比例大致高於 1995-2000 最佳銀行。以最佳銀行而論，近年產品偏誤技術似乎偏向於淨投資，而帶動全產業生產邊界正向、非中性移動。

近年新進銀行激增，各家業務差異不大，同質性高，傳統放款業務卻增加有限，全期間放款平均年增率 9.21%，遠低於淨投資之 18.63%。技術變動偏向淨投資，或許正與近年銀行經營環境變遷，傳統放款業務開拓不易有關。因此，不論是全體銀行或個別銀行，致力於運用資訊科技、開發或引進新金融商品，提高淨投資配比，將助於提升技術變動及生產力。

其次，由投入組合面討論造成生產邊界外移的原因。表 9 呈現各最佳銀行在其為最佳銀行年度之任兩種要素使用比，其中，資本使用/勞動比、資金使用/勞動比呈現上升趨勢，而資本使用/資金使用比之時間趨勢不明顯。顯示，觀察期間內，對資本使用與勞動而言，最佳銀行偏向使用較多資本；對資金使用與勞動而言，最佳銀行偏向使用較多資金，而帶動全產業生產邊界正向移動。

根據王美惠與黃台心（2005）我國銀行業投入關係之研究指出，我國銀行業資金與勞動、資本與勞動呈現替代關係，而資本與資金關係不顯著。上述最佳銀行之投入選擇，與該文發現一致。另由前文討論，全期間資本使用、資金使用量、員工人數變動率各為 11.02%、9.78%及 7.33%，勞動使用成長速度最慢。推測原因可能在於，工資成本日趨昂貴¹⁰，銀行業以資本、資金使用取代勞動所致。因此，全體銀行或個別銀行多用資本及資金，以取代勞動，將有助於提升技術變動與生產力。

以上討論，歷年最佳銀行存在產出偏誤技術變動及產出偏誤技術變動，是造成台灣銀行業在觀察期間生產邊界呈現非中性變動的主因。就產出偏誤技術變動而言，技術變動相對偏向淨投資，而不利於放款；就投入偏誤技術變動而言，技術變動相對偏向資本使用及資金使用，而不利於勞動。顯示，為進一步提升生產技術，而加速生產力改善，產出組合的調整方向在於，提高淨投資/放款淨額比；投入組合的調整方向在於多用資本使用（或/及資金使用）以取代勞動投入。

表8 個別銀行 1995-2005 年生產力變動與偏誤技術變動指數

銀行別	生產力變動(OM)	M ^t	M ^{t+1}	總偏誤技術變動 ($\Delta TB = \Delta OB \times \Delta IB$)	產出偏誤技術變動(ΔOB)	投入偏誤技術變動(ΔIB)
* 臺灣銀行	1.0788	1.1546	1.0079	1.0703	1.0811	0.9900
中信商銀	1.0289	1.0333	1.0246	1.0042	0.9896	1.0148
* 土地銀行	1.0729	1.1053	1.0415	1.0302	1.0306	0.9996
* 國際商銀	1.1074	1.1370	1.0786	1.0267	0.9865	1.0407
第一商銀	1.1058	1.1612	1.0531	1.0501	1.0150	1.0346
合作金庫	1.0551	1.0804	1.0304	1.0240	1.0304	0.9938
* 世華商銀(國泰世華)	1.0724	1.0909	1.0543	1.0172	0.9963	1.0210
* 交通銀行	1.0253	1.2068	0.8711	1.1770	1.0601	1.1103
彰化商銀	1.0716	1.1069	1.0375	1.0329	1.0258	1.0069
華南商銀	1.0939	1.1136	1.0746	1.0180	0.9968	1.0212
* 台北銀行(台北富邦)	1.0604	1.0965	1.0255	1.0340	1.0356	0.9985
上海商銀	1.0847	1.1017	1.0679	1.0157	0.9862	1.0299
臺灣企銀	0.9887	0.9792	0.9982	0.9904	1.0104	0.9803
台新商銀	1.0624	1.0661	1.0587	1.0035	0.9360	1.0721
* 臺北商銀	1.0313	1.0439	1.0188	1.0123	1.0436	0.9700
* 建華商銀(永豐銀)	1.0300	1.0529	1.0075	1.0223	0.9875	1.0352
玉山商銀	1.0490	1.0573	1.0407	1.0079	0.9629	1.0468
萬泰商銀	1.0145	1.0150	1.0140	1.0005	0.9844	1.0164
中華商銀	0.9972	0.9781	1.0166	0.9809	0.9937	0.9871
聯邦商銀	1.0167	1.0197	1.0138	1.0029	0.9814	1.0219
大眾商銀	1.0017	1.0008	1.0026	0.9991	0.9609	1.0398
安泰商銀	1.0024	1.0195	0.9856	1.0171	0.9625	1.0566
* 遠東商銀	0.9691	0.9683	0.9699	0.9992	0.9969	1.0022
新竹商銀(渣打)	1.0439	1.0618	1.0264	1.0171	1.0136	1.0035
農民銀行	1.0287	1.0370	1.0205	1.0081	1.0189	0.9894
臺中銀行	0.9680	0.9584	0.9777	0.9901	1.0318	0.9595
日盛商銀	0.9483	0.9305	0.9665	0.9812	0.9864	0.9947
復華商銀(元大銀)	0.9995	1.0133	0.9858	1.0139	0.9957	1.0183
慶豐商銀	0.9360	0.9311	0.9410	0.9947	1.0586	0.9397
高雄銀行	1.0494	1.0777	1.0219	1.0269	1.0151	1.0116
華僑商銀	0.9836	1.0034	0.9641	1.0201	1.0207	0.9994
汎亞商銀(寶華)	0.9591	0.9508	0.9675	0.9914	0.9924	0.9990
臺南企銀(京城銀)	1.0009	0.9915	1.0105	0.9906	1.0215	0.9698
中央信託局	1.0041	0.9831	1.0257	0.9790	0.9779	1.0011
花蓮企銀	0.9562	0.9542	0.9582	0.9979	1.0534	0.9473
* 臺東企銀	0.9511	0.9376	0.9649	0.9857	1.0169	0.9694

表 9 各年最佳銀行之產出比值及投入比值

年度	銀行名稱	Y1/Y2	X1/X3	X2/X3	X2/X1
1995	世華商銀 (國泰世華)	0.2585	1.5096	1.3097	0.8676
	交通銀行	0.1063	0.5908	0.5908	1.0000
1996	臺灣銀行	0.2590	1.7575	1.6110	0.9166
	土地銀行	0.1670	2.0145	1.5363	0.7626
	世華商銀 (國泰世華)	0.3252	1.2900	1.1861	0.9194
	交通銀行	0.0975	0.6734	0.7100	1.0543
	復華商銀 (元大銀)	0.3138	1.0115	0.9377	0.9271
	臺東企銀	0.3086	0.5423	0.4795	0.8843
1997	世華商銀 (國泰世華)	0.3089	1.4518	1.3508	0.9304
	交通銀行	0.1176	0.9565	1.0120	1.0580
1998	臺灣銀行	0.2456	2.0748	1.9534	0.9415
	交通銀行	0.1311	1.0803	1.1552	1.0694
1999	臺灣銀行	0.3394	2.0449	2.0153	0.9855
	世華商銀 (國泰世華)	0.4326	1.6714	1.6058	0.9607
	交通銀行	0.1663	0.9678	0.9759	1.0084
2000	世華商銀 (國泰世華)	0.3216	1.8199	1.7895	0.9833
	交通銀行	0.1375	1.7915	1.6369	0.9137
	臺北商銀	0.3019	1.0858	1.1416	1.0513
2001	世華商銀 (國泰世華)	0.3900	1.9411	1.8951	0.9763
	交通銀行	0.1113	1.3223	1.2356	0.9344
	台北銀行 (台北富邦銀)	0.3643	1.3454	1.2424	0.9235
2002	國際商銀	0.4087	1.5939	1.5571	0.9769
	交通銀行	0.1920	1.4706	1.4651	0.9962
	建華商銀 (永豐銀行)	0.5298	1.1085	1.0971	0.9897
2003	國際商銀	0.5346	1.6672	1.6544	0.9923
	世華商銀 (國泰世華)	0.3316	2.4036	2.4194	1.0066
	交通銀行	0.1909	1.6074	1.5896	0.9889
2004	臺灣銀行	0.5376	2.7761	2.7787	1.0009
	交通銀行	0.2074	1.5927	1.5732	0.9877
	台北銀行 (台北富邦銀)	0.7788	1.7215	1.7292	1.0045
2005	國際商銀	0.4804	2.1253	2.1020	0.9890
	交通銀行	0.2221	1.6662	1.6028	0.9619

註：Y1：淨投資，Y2：放款淨額，X1：資金使用，X2：資本使用，X3：勞動

伍、結語

Färe et al. (1994) 發展之 Malmquist 生產力指數能夠掌握銀行產業技術之動態特質，進行跨期比較，且提供更多之管理意涵，故近年已成爲研究銀行業生產力相關領域中的重要研究方向。然而，該指數在運用上，若未考慮跨期生產技術可能呈現非中性技術變動，將導致誤判受評估銀行生產力進步或退步之後果，更有甚者可能忽略技術偏誤變動對生產力變動的貢獻等重要技術相關訊息。

本文承襲 Färe et al. (1997) 與 Nin et al. (2003) 作法，建構生產面產出導向 Malmquist 生產力指數及其分解指數。討論台灣銀行業生產力、產出偏誤技術變動與投入偏誤技術變動及其意涵。本文的目的在於審視銀行業是否存在非中性技術變動及產出偏誤技術變動與投入偏誤技術變動對生產力變動之貢獻，故未再對效率變動指數部分進一步分解與分析。本文以 1995-2005 年間具有完整年資料之 36 家臺灣地區本國銀行爲驗證對象，假設銀行使用營運資金、資本設備及勞動等三種投入變數，銀行產出變數分爲兩種，分別是政府債券及其它投資淨額、放款及貼現淨額。實證結果說明如後。

台灣銀行產業觀察期間由解構到整併，法規、市場及制度等經營環境產生結構性變遷。整體銀行業經營型態逐漸在轉型蛻變，相較以往金融壓抑時代，呈現完全不同的面貌。本文由生產力變動的層面來觀察，1995-2005 年觀察期間，台灣銀行產業整體生產力變動指數 1.0225，呈現進步狀態。此或許反映過去 10 多年中，金融自由化與國際化政策，陸續解除各項金融管制，全期間銀行產業的調適結果表現在生產力以 2.25% 速度成長。改善效率與技術創新乃銀行生產力變動的兩個重要面向，實證結果顯示，技術創新之技術變動效果是影響台灣銀行業生產力變動的主因，全期間以 2.94% 的速度成長。顯示業者運用資訊科技、引進新金融商品、開發新市場、及增設分行與營業據點等作爲，已有初步成效。然而，經營技術向現有技術收斂之效率變動效果，呈現微幅退步，全期間退步 0.64%。當然，這並不一定意謂銀行業效率退步，可能只是反映最佳銀行快速技術變動，相形之下，後進銀行追趕不及，導致效率變動相對退步。即便如此，爲避免後進銀行拖垮整體銀行業生產力，強化受評估銀行生產資源之管理與使用，提高經營效率乃是當務之急。

其次，台灣銀行業面對環環快速變遷，生產邊界是否因技術變動而存在相交現象，導致本文銀行業全期間 Malmquist 生產力指數值 1.0225 呈現誤判生產力變動之虞？值得檢視。全期間以 t 期、 $t+1$ 期爲基準之 Malmquist 生產力指數值， M^t 與 M^{t+1} 各爲 1.0371 及 1.0081，任兩期間不論基期，生產力呈現改善。顯示，全期間銀行產業雖呈現非中性技術變動，惟幾何平均之 Malmquist 生產力指數值，尙無誤判我國銀行業生產力變動之虞，至少在本文觀察期間內是如此。然而， M^t 與 M^{t+1} 數值同時

也顯現出一般吾人常忽略的管理訊息，亦即銀行業任兩期投入與產出組合是由生產力改善幅度高的階段（ t ）期，往改善幅度低的階段（ $t+1$ ）調整。就生產面而言，全期間整體銀行業 t 期至 $t+1$ 生產階段（投入與產出組合）的調整，雖造成生產力提升，但調整方向並不正確。

由於，銀行產業呈現非中性技術變動，有關技術偏誤變動對生產力變動的貢獻相關訊息，不容忽視。全期間反映產出組合調整之產出偏誤技術變動值（ ΔOB ）1.0067，反映投入組合調整之投入偏誤技術變動值 1.0076，而反映中性技術變動下生產邊界移動之技術變動幅度（ ΔM ）估算值 1.0149，均大於 1，顯示全期間銀行業生產邊界 t 期至 $t+1$ 期間呈現非中性技術變動、正向向外移動。其他情況不變下，產出組合調整以 0.67% 的速度，投入組合調整以 0.76% 的速度，生產邊界以 1.49% 的速度外移，改善生產技術，而提高銀行業生產力。

生產邊界的移動幅度與位置，受最佳銀行技術變動所影響。本文檢驗全期間至少有一年之效率值為 1 的 10 家最佳銀行之偏誤技術變動值，這些銀行相對於其他銀行偏高，且 M_t 與 M_{t+1} 估算值差異較大。顯示，歷年最佳銀行存在產出偏誤技術變動及產出偏誤技術變動，是造成台灣銀行業在觀察期間生產邊界呈現非中性變動的主因。藉由觀察最佳銀行之技術變動，本文發現台灣銀行業之產出偏誤技術變動相對偏向淨投資，而不利於放款，投入偏誤技術變動相對偏向資本使用、資金使用，而不利於勞動。顯示，為進一步提升生產技術，而加速生產力改善，銀行產出組合的調整方向在於，提高淨投資/放款淨額比；投入組合的調整方向在於多用資本及資金，以取代勞動投入。

綜合以上，台灣銀行產業在觀察期間（1995-2005）呈現非中性技術變動，生產邊界正向、向外移動。銀行業未來進一步提高資本及資金密集度，開拓淨投資業務，將有助於改善生產力，而減輕經營環境變遷所帶來的衝擊。

最後，台灣銀行產業存在技術變動偏誤，逐年邊界曲線不是中性技術變動，可能影響個別銀行上述指數估算數值，為提高估算的精確度，以涵蓋全期間所有受評估銀行資料而構建之全域基準技術來討論銀行生產力變動，是未來值得進一步討論的方向。

註釋

1. Nin et al. (2003) 利用 Malmquist 指數，討論 1961-1994 期間共 20 個開發中國家農業生產力問題的文獻。他們指出，Färe 指數值較低的受估國家，技術變動偏誤值及兩基期 Malmquist 指數值差異亦大，甚且生產力呈現不同變動方向。故認為忽略技術邊界隨時間移動之型態，是造成一般文獻獲得「開發中國家農業生產力低落」結論的主因。
2. 另有些文獻認為研究變數涵蓋面不同是造成上述銀行業生產力及其變動來源不同的主因，如 Alam (2001)、Lozano-Vivas and Humphrey (2002) 等。
3. 另有文獻利用投入距離函數，建構投入導向 Malmquist 生產力指數，如 Chen and Ali (2004)、Maniadakis and Thanassoulis (2004) 等。有關於產出導向與投入導向之關係可參 Caves, Christensen and Diewert (1982)。
4. 以 t 期技術（後視法，backward-view approach）為基準及以 t+1 期技術（前視法，forward-view approach）為基準所估算之 t 至 t+1 期間生產力變動，在特定條件下（如技術呈 Hicks 中性技術變動），二者結果相同（Färe et al., 1997）。惟條件較嚴格，現實面不易成立。
5. Grifell-Tatje and Lovell (1995, 1997) 雖指出，在變動規模報酬情況下，利用（4）式判定生產力改善或退步，存在系統性之偏誤。然而，Färe et al. (1994)、Ray and Delsi (1997) 則指出，固定規模報酬設定下之指數，衡量生產力變動的精確程度，與生產技術為固定規模報酬，抑或變動規模報酬無關。因此，本文仍加以援用。
6. 本文主要目的在於，透過本式進行實證估算，以瞭解隨時間經過生產邊界之移動。因此，生產力變動、偏誤技術變動，係就受評估銀行的技術層面，而非對於受評估銀行的行為層面來討論。
7. Färe et al. (1997) 採後視觀點建構 Malmquist 生產力指數，Nin et al. (2003) 採幾何平均來建構。為與（7）式一致，本文採後者作法。
8. $\Delta OB(y^t, x^{t+1}, y^{t+1})=1$ ， $\Delta IB(x^t, y^t, x^{t+1})=1$ 及 $\Delta OB(y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \times \Delta IB(x^t, y^t, x^{t+1})=1$ 成立的條件，Färe et al. (1997) 已有詳盡的證明，有興趣讀者請自行參閱。
9. 如許鈺珮與張錫介 (2005) 認為，投入與產出變數應符合「單調性」(Isotonicity) 假設。
10. 根據楊永列與黃鏡如 (2009)，台灣銀行業 1995-2003 平均實質資金價格、資本價格及勞動價格各為 0.0469、0.0242、0.9876。

參考文獻

一、中文部分

1. 王美惠、黃台心(2005)，考慮計數與配置無效率下的銀行業規模與多元經濟分析，東吳經濟商學學報，50，1-44。
2. 許鈺珮、張錫介(2005)，金融控股公司法實施控對台灣銀行業經營效率影響之分析，金融風險管理季刊，1(2)，33-56。
3. 楊永列、黃鏡如(2009)，台灣地區本國銀行生產面與成本面 Malmquist 生產力指數之估計，經濟論文叢刊－生產效率專輯，(Accepted, forthcoming)。
4. 詹維玲、劉景中(2006)，金融自由化後台灣銀行的效率與生產力，經濟論文，34(2)，251-300。

二、英文部分

1. Alam, I. M. S. (2001). A parametric approach for assessing productivity dynamics of large U.S. banks. Journal of Money, Credit and Banking, 33(1), 121-139.
2. Barros, C. P., Managi, S., & Matousek, R. (2009). Productivity growth and biased technologic change: Credit banks in Japan. Journal of International Financial Markets, Institutions & Money, 19(5), 924-936.
3. Berg, S. A., Førsund, F. R., & Jansen, E. S. (1992). Malmquist indices of productivity growth during the deregulation of Norwegian banking, 1980-89. Scandinavian Journal of Economics 94, 211-228.
4. Casu, B., Girardone, C., & Molyneux, P. (2004). Productivity change in European banking: A comparison of parametric and non-parametric approaches. Journal of Banking & Finance, 28(10), 2521-2540.
5. Chambers, R. G., & Färe, R. (1994). Hicks' neutrality and trade biased growth: A taxonomy. Journal of Economic Theory, 64, 554-567.
6. Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and measurement of input, output, and productivity. Econometric, 50(6), 1393-1414.

7. Chen, Y., & Ali, A. I. (2004). DEA Malmquist productivity measure: New insights with an application to computer industry. European Journal of Operational Research, 159(1), 239-249.
8. Färe, R., Grifell-Tatjé, E., Grosskopf, S., & Lovell, C. A. K. (1997). Biased technical change and the Malmquist productivity index. Scandinavian Journal of Economics, 99(1), 119-127.
9. Färe, R., Grosskopf, S., Norries, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. The American Economic Review, 84(1), 166-83.
10. Førsund, F. R. (1993). Productivity growth in Norwegian ferries. In H. O. Fried, A. K. Lovell, & S. S. Schmidt (Eds.), The measurement of productive efficiency: Techniques and applications. NY: Oxford University Press.
11. Grifell-Tatjé, E., & Lovell, C. A. K. (1995). A note on the Malmquist productivity index. Economics Letters, 47(2), 169-175.
12. Grifell-Tatjé, E., & Lovell, C. A. K. (1996). Deregulation and productivity decline: The case of Spanish saving banks. European Economic Review, 40(6), 1281-1303.
13. Grifell-Tatjé, E., & Lovell, C. A. K. (1997). The sources of productivity change in Spanish banking. European Journal of Operational Research, 98(2), 364-380.
14. Hicks, J. R. (1932). The theory of wage. London: Macmillan.
15. Isik, I., & Hassan, M. K. (2003). Financial deregulation and total factor productivity change: An empirical study of Turkish commercial banks. Journal of Banking & Finance, 27(8), 1455-1485.
16. Lozano-Vivas, A., & Humphrey, D. B. (2002). Bias in Malmquist index and cost function productivity measurement in banking. International Journal of Production Economics, 76(2), 177-188.
17. Maniadakis, N., & Thanassoulis, E. (2004). A cost Malmquist productivity index. European Journal of Operational Research, 154(2), 396-409.
18. Mukherjee, K., Ray, S. C., & Miller, S. (2001). Productivity growth in large US commercial banks: The initial post-deregulation experience. Journal of Banking &

Finance, 25(5), 913-939.

19. Nin, A., Arndt, C., & Preckel, P. (2003). Is agricultural productivity in developing countries really shrinking? New evidence using a modified nonparametric approach. Journal of Development Economics, 71(2), 395-415.
20. Ray, S. C., & Desli, E. (1997). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries: Comment. The American Economic Review, 87(3), 1033-1039.
21. Sealey, C., & Lindley, J. (1977). Inputs, outputs, and a theory of production and cost at depository financial institutions. Journal of Finance, 32(4), 1251-1266.
22. Wheelock, D. C., & Wilson, P. W. (1999). Technical progress, inefficiency, and productivity change in U.S. banking. Journal of Money, Credit and Banking, 31(2), 1984-1993.

2009年02月18日收稿

2009年02月25日初審

2009年07月23日複審

2009年12月31日接受