

# 亞洲主要經濟體總要素生產力之評估 —隨機邊界模型之應用\*

鄭漢亮\*\*

## 摘要

近幾年，亞洲主要經濟體已成為驅動全球經濟發展之重要引擎，惟其經濟成長有放緩之現象，總要素生產力（TFP）滑落可能係一重要之因素，因此有必要重新對亞洲主要經濟體TFP變化加以評估。

本文消除translog生產函數要素投入間的共線性問題，並以卡方檢定挑選最適隨機邊界模型，進而拆解及估計亞洲主要經濟體TFP之變動。實證結果發現，1981年~1997年亞洲主要經濟體平均TFP成長主要來源為規模效果；1997年後，亞洲主要經濟體平均TFP成長放緩，且規模效果貢獻度下降，惟技術變動率貢獻度略升。其中，台灣的TFP成長長期主要受技術變動率驅動，若欲提升TFP，首先仍須持續加速技術進步。

此外，台灣與其他亞洲主要經濟體勞動產出彈性降低，惟因勞動生產力大幅增加，使邊際生產力上升；資本受邊際報酬遞減之影響，邊際生產力呈下滑趨勢。

\* 本文初稿完成於民國105年9月，106年8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、蔡副處長烟民、游襄理淑雅、汪研究員建南、彭研究員德明、吳副研究員俊毅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。

\*\* 作者為中央銀行經濟研究處副研究員。

## 壹、研究前言

### 一、研究動機

過去亞洲國家的廉價勞工及豐富天然資源吸引為數眾多的外人直接投資（Foreign Direct Investment, FDI）<sup>註1</sup>到亞洲設廠，加工生產大量便宜的商品，再出口至先進國家。然而，在1997年亞洲金融風暴後，這樣的生產模式漸改變。當時亞洲各國為因應危機，開始推動金融乃至實體經濟之深化改革，調整產業及經濟結構，朝向技術升級轉型的新模式發展。

2008年全球金融危機後，歐美經濟疲弱，全球經濟成長動能移轉至亞洲經濟體。2015年亞洲主要經濟體國內生產毛額（Gross Domestic Product, GDP）占全球GDP比重已達30.6%<sup>註2</sup>，在全球經濟扮演之角色越來越重要。

雖然亞洲主要經濟體GDP占全球比重逐年提升，惟近幾年經濟成長力道明顯不如從前強勁，除受國際經濟大環境欠佳影響，生產結構改變及資本累積趨緩等，均限縮總要素生產力（Total Factor Productivity, TFP，即產出增加無法被資本和勞動投入解釋的部分）成長。台灣身為其中一員，經濟深受亞洲主要經濟體的牽引，當無法置身事外。因此，有必要重新就亞洲主要經濟體TFP加以評估。

本文擬透過隨機邊界模型（Stochastic

Frontier Analysis, SFA）評估亞洲主要經濟體TFP變化，並將其拆解為技術變動（技術變動率與技術效率變動率）及擴大要素投入之規模效果，再從中進一步引伸出對台灣的意涵，供未來促進經濟發展之政策參考。

### 二、亞洲生產力研究之相關文獻回顧

生產力研究之所以重要在於當生產技術具有效率時可減少不必要的浪費，使產出更貼近生產效率前緣（efficiency frontier），充分發揮所有生產潛力，並得知改進之道，故有諸多文獻探討此議題。

惟國內學者對於國內生產力之研究鮮少論及GDP，多以產業做為主要研究對象。例如，李揚、李曉娟（2008）研究亞洲生技公司的TFP，發現其改善主要來自技術效率提升，而生產要素投入次之；黃台心、張寶光、邱郁芳（2009）檢視香港、泰國、馬來西亞、南韓、台灣及日本等銀行業之生產技術，發現日本銀行居六國之冠。GDP生產力研究方面，林慈芳（2008）以成長會計分析法（Growth Accounting Approach, GAA）探討台灣GDP的TFP之影響因素。

至於亞洲個別國家之生產力研究，Young（1992）使用成長會計分析法，估算新加坡及香港TFP，發現1970年~1990年新加坡TFP成長為負值，而香港則是正成長；

Fischer (1993) 使用1961年~1988年68國資料，以成長會計分析法研究TFP，發現新加坡TFP成長為負值，而台灣則是正成長。近期陳盈秀(2008)以1985年~2003年台灣、日本、南韓、新加坡、香港、菲律賓、泰國、馬來西亞、印尼及中國大陸等亞洲十個主要經濟體資料，使用隨機邊界模型，並考慮環境變數對生產力之影響，發現技術變動率為TFP每年成長3.1%之主要動力，此外，部分經濟體具有規模報酬遞增之特性；黃台心、陳盈秀、王美惠(2009)使用Kumbhakar (1990) 隨機邊界模型，發現1985年~2003年台灣、日本、南韓、新加坡、香港、菲律賓、泰國、馬來西亞、印尼及中國大陸等東亞經濟體TFP平均每年以6.57%的速度減少，若欲提升TFP成長，首先要調整生產至最適規模，其次須增加研發投入；Shahainejad et al. (2013) 使用隨機邊界模型，發現1998年~2007年亞洲國家技術變動率多為負成長，以致部分國家TFP成長為負值。

除個別國家研究，文獻亦關心亞洲四小龍及東協等經濟群體生產力。例如，長久以來文獻對於1960年~1990年中期亞洲四小龍及東協國家等締造之快速經濟成長，其來源究竟是要素投入增加抑或是TFP成長，一直存在爭議。有一派文獻認為要素投入增加是亞洲國家經濟成長來源，例如Young (1994, 1995) 及Krugman (1994) 認為東

亞國家過去快速經濟成長動力主要來自於要素投入增加，TFP貢獻相對較低。持不同看法者，包括Han et al. (2002) 及Kim and Lee (2006)，其中，Kim and Lee (2006) 研究發現1965年~1990年期間香港、台灣及南韓的TFP正成長主要歸因於技術效率改善。

另有關於亞洲經濟體在區域經濟發展的角色上，黃台心、陳盈秀、鍾銘泰(2012) 採用共同邊界生產函數，蒐集1985年~2004年G7工業國、非G7工業國、亞洲四小龍和非四小龍群組資料，探討各區域之生產力，發現G7工業國生產技術相對最為先進，亞洲四小龍及非亞洲四小龍逐漸縮小與G7工業國技術差距。

### 三、本文研究內容及貢獻

本文收集1980年~2013年亞洲主要經濟體之實質GDP、就業人數及實質固定資本存量等時間序列資料，並使用translog生產函數，以隨機邊界模型評估亞洲主要經濟體TFP之變化。

本文主要貢獻在於：

- (一) 目前以追蹤資料 (panel data) 估算各國GDP的TFP之方式，包括：隨機邊界模型、成長會計分析法以及資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA)<sup>註3</sup>。其中，成長會計分析法及隨機邊界模型，具可檢驗參數之優點，早期國外文獻亦多

以成長會計分析法估算亞洲主要經濟體GDP的TFP成長，而使用隨機邊界模型相對較少<sup>註4</sup>。

成長會計分析法使用新古典對數生產函數，具有計算簡單之優點。然而該方法有許多先驗假設，例如假設已達到技術與配置效率，生產函數為固定規模報酬等，導致成長會計分析法不符合實際情況，且成長會計分析法亦無法拆解TFP組成；而隨機邊界模型放寬生產達到技術效率及固定規模報酬之假設，並可將TFP成長拆解為技術變動、要素配置效率及規模效果等，能提供更多有用之資訊。

(二) Felipe (1997) 綜整文獻發現，東亞總要素生產力估計結果深受模型設定及假設之影響。為避免上述問題，本文以卡方檢定從Kumbhakar (1990)、Pitt and Lee (1981)、

Battese and Coelli (1988)、Battese and Coelli (1992) 等SFA模型中挑取最適模型，而非ad hoc直接設定某一種型態的SFA模型；本文亦消除translog生產函數要素投入間的共線性問題，改善隨機邊界模型估計係數可信度。

(三) 本文透過Quandt – Andrews (1993) 檢定認定亞洲主要經濟體固定資本存量及勞動產出彈性改變時點，並討論結構改變前後，亞洲主要經濟體要素投入邊際生產力及總要素生產力變化之趨勢，並從中引伸出對台灣提升TFP成長之意涵。

本文的章節安排如下：第二節，為隨機邊界模型設定及TFP成長之拆解；第三節，說明資料來源；第四節則是亞洲主要經濟體生產力評估；第五節為台灣及亞洲個別經濟體生產力變化之趨勢；第六節為結論。

## 貳、隨機邊界模型及TFP成長之拆解

本節就隨機邊界模型及TFP成長拆解說明如下。

### 一、隨機邊界模型及總要素生產力

假設各國擁有相同的生產方式<sup>註5</sup>，第*i*國在第*t*期的生產函數為：

$$Y_{it} = F(X_{it}, t; \beta)e^{-u_{it}}, \quad (1)$$

其中，下標*i*=1,2,……,N及*t*=1,2,……,T，分別代表不同國家及時間點； $Y_{it}$  為實際實質產出水準； $F(X_{it}, t; \beta)$  代表最適產出，又稱為隨機邊界； $X_{it}$  為要素投入矩陣； $\beta$  是未知技術參數向量； $u_{it}$  是一個非負隨機變

數，代表技術無效率，當  $u_{it}$  越大則實際產出偏離最適產出愈遠，無效率程度越高。

依據Christensen et al. (1973)，本文假設生產函數為translog形式：

$$\begin{aligned} \ln F(X_{it}, t; \beta) = & \beta_i + \sum_{m=1}^M \beta_m \ln X_{mit} + \beta_t t + \\ & \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^M \beta_{mk} \ln X_{mit} \ln X_{kit} + \\ & \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 + \sum_{m=1}^M \beta_{tm} t \ln X_{mit}, \end{aligned} \quad (2)$$

在生產函數中加入時間趨勢項 ( $t$ ) 主要是要捕捉時間趨勢的影響。將式 (2) 帶入取對數後的式 (1)，並令  $u_{it} = u_i g_t$ ，再加上一個隨機干擾項  $v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ ，模型可改寫為：

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \beta_i + \sum_{m=1}^M \beta_m \ln X_{mit} + \beta_t t + \\ & \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^M \beta_{mk} \ln X_{mit} \ln X_{kit} + \\ & \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 + \sum_{m=1}^M \beta_{tm} t \ln X_{mit} + \varepsilon_{it}, \end{aligned} \quad (3)$$

其中， $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_i g_t$  稱為組合誤差項， $u_i$  是個別國家非負之無效率隨機變數， $g_t$  為與時間有關的函數，代表技術無效率隨時間改變的情形。

由於  $u_{it} = u_i g_t$  為非負隨機變數，代表其

零以下的分配被截斷。對此，有兩種設定方式可處理該分配形式，其一是假設  $u_i$  服從零以下部分被截斷之常態分配，如半常態分配 (Half Normal, NH)，可表示為  $u_i$  服從  $|N(0, \sigma_u^2)|$ ；其二是假設  $u_i$  為截斷常態分配 (Truncated Normal, TN)，即  $u_i$  服從  $N(0, \sigma_u^2)$  且  $u_i \in (0, b)$ 。若  $b = \infty$ ，截斷常態分配將等於半常態分配，換言之，半常態分配為截斷常態分配的特例。因截斷常態分配假設  $u_i$  小於某正數，而半常態分配允許極端值發生 ( $u_i$  可以是無窮大)，故當  $u_i$  特性未知情況下，假設  $u_i$  服從半常態分配相對合理。而何者解釋能力較高，端視資料表現而定。

文獻上將  $u_i$  假設為半常態分配有 Kumbhakar (1990) 模型及 Pitt and Lee (1981) 模型；Battese and Coelli (1988) 模型與 Battese and Coelli (1992) 模型則是假設  $u_i$  為截斷常態分配。至於  $g_t$  函數的設定，不同模型設定方式不盡相同，Kumbhakar (1990) 與 Battese and Coelli (1992) 等模型設定  $g_t$  具有時間趨勢，Pitt and Lee (1981) 與 Battese and Coelli (1988) 等模型的  $g_t$  則與時間趨勢無關 (見表1)。



表1 隨機邊界模型主要類型

文獻	$u_i$ 分配	$g_t$ 函數
Kumbhakar (1990)	$u_i$ 服從 $ N(0, \sigma_u^2) $ 之半常態分配	$g_t = [1 + \exp(\gamma t + \theta t^2)]^{-1}$
Pitt and Lee (1981)		$g_t = 1$
Battese and Coelli (1988)	$u_i$ 服從 $N(\mu_i = Z_{it}\delta, \sigma_u^2)$ 之截斷常態分配	$g_t = 1$
Battese and Coelli (1992)		$g_t = \exp[-\eta(t-T)]$

說明： $Z_{it}$ 為無效率變化之解釋變數， $T$ 為樣本期間終點， $\gamma$ 、 $\theta$ 、 $\eta$ 、 $\delta$ 及 $\sigma_u^2$ 為待估計參數。  
資料來源：作者自行整理

## 二、TFP成長之技術變動、配置效率及規模效果

依據Faruq and Telaroli (2011)及Van Dai and Sarath (2015)，本文假設生產函數使用勞動與固定資本存量做為要素投入，令 $X_{it}=[K_{it}, L_{it}]$ ，其中 $K_{it}$ 代表實質固定資本存量， $L_{it}$ 代表就業人數。

將式(1)取對數後全微分，再將等式兩邊同除以 $dt$ ，算出產出成長率，如下所示：

$$\dot{Y}_{it} = \Delta T_{it} + \sum_{m=1}^2 \eta_{mit} \dot{X}_{mit} + \Delta TE_{it}, \quad (4)$$

其中， $\dot{Y}_{it} = (dY/dt)/Y_t$ 代表產出成長率； $\Delta T_{it} = \partial \ln F_{it} / \partial t$ 代表技術變動率，若為正值，則代表發生技術進步； $\eta_{mit}$ 是 $K_{it}$ 及 $L_{it}$ 的產出彈性，定義為 $\partial \ln F_{it} / \partial \ln X_{mit}$ ； $\dot{X}_{mit} = (dX_{mit}/dt)/X_{mit}$ 為第 $m$ 個生產要素成長率； $\Delta TE_{it} = -du_{it}/dt$ 為技術效率之變動率。

根據前面式(2)和式(3)，可導出上式等號右邊各項：

$$\Delta T_{it} = \frac{\partial \ln F}{\partial t} = \beta_t + \beta_{tt}t + \sum_{m=1}^2 \beta_{tm} \ln X_{mit}, \quad (5)$$

$$\eta_{mit} = \frac{\partial \ln F}{\partial \ln X_{mit}} = \beta_m + \sum_{k=1}^2 \beta_{mk} \ln X_{kit} + \beta_{tm}t, \quad (6)$$

$$\Delta TE_{it} = -\frac{du_{it}}{dt} = -u_i \frac{\partial g_t}{\partial t} = -u_i g'_t, \quad (7)$$

其中， $\Delta TE_{it}$ 依據不同 $g_t$ 之設定，技術無效率與時間的關聯亦有所差別，例如若為Pitt and Lee (1981)及Battese and Coelli (1988)模型技術無效率與時間無關。

TFP<sub>it</sub>成長率可定義為：

$$T\dot{F}P_{it} = \dot{Y}_{it} - \dot{X}_{it} = \dot{Y}_{it} - \sum_{m=1}^2 S_{mit} \dot{X}_{mit}, \quad (8)$$

$S_{mit} = W_{mit}X_{mit}/E_{it}$ 是第 $m$ 種要素的支出份額，其中 $W_{mit}$ 為第 $m$ 種要素價格， $E_{it}$ 為要素總支出。

進一步，將式(4)代入式(8)，整理後得到：

$$\begin{aligned}
 TFP_{it} = & \\
 & \underbrace{\Delta T_{it} + \Delta TE_{it}}_{\text{技術變動}} + \underbrace{\sum_{m=1}^2 \left( \frac{\eta_{mit}}{\eta_{it}} - S_{mit} \right) \dot{X}_{mit}}_{\text{要素配置效率}} \\
 & + \underbrace{(\eta_{it} - 1) \sum_{m=1}^2 \frac{\eta_{mit}}{\eta_{it}} \dot{X}_{mit}}_{\text{規模效果}}, \quad (9)
 \end{aligned}$$

上式顯示  $TFP_{it}$  成長可拆解為技術變動、要素配置效率及規模效果。等式右邊第一項為技術變動率  $\Delta T_{it}$  加上技術效率變動率  $\Delta TE_{it}$ 。等式右邊第二項為要素配置效率，反映出在價格與生產技術固定下，生產決策單位是否在最小成本下生產。若要素使用達到配置效率，第二項為零。由於計算要素配

置效率須有資本及勞動要素價格，惟並非每一個國家皆可取得，根據 Kumbhakar and Lovell (2000) 及黃台心、陳盈秀、王美惠 (2009) 之建議，本文假設亞洲主要經濟體要素使用已達配置效率。

等式右邊第三項稱為規模效果，其中  $\eta_{it} = \sum \partial \ln F(X_{it}, t; \beta) / \partial (\ln X_{mit})$  代表規模彈性，當  $\eta_{it}$  大於 1，為規模報酬遞增，要素投入增加可改善  $TFP_{it}$ ；當  $\eta_{it}$  等於 1，為固定規模報酬，要素投入並不影響  $TFP_{it}$ ；當  $\eta_{it}$  小於 1，為規模報酬遞減，要素投入越多， $TFP_{it}$  反而降低。

## 參、資料來源

本節說明實證資料來源及資料處理方式，如下。

### 一、國內生產毛額、投資及就業人數資料來源

本文收集印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國、中國大陸、南韓、日本、台灣及香港等十個亞洲主要經濟體資料<sup>註6</sup>，進行實證分析。

各經濟體資料分別來自：

- (一) 實質資本形成毛額 (Real Gross Capital Formation)<sup>註7</sup>、實質 GDP：資料來源為世界銀行資料庫 (World Bank, WB) 及 IHS Global

Insight；台灣資料取自主計處。實質 GDP 及實質資本形成毛額的樣本期間為 1970 年~2013 年。

- (二) 就業人數<sup>註8</sup>：資料來源為國際勞工組織 (International Labour Organization, ILO)；台灣的就業人數取自勞動部<sup>註9</sup>。資料期間起訖為 1980 年~2013 年。

### 二、以永續盤存法推估亞洲主要經濟體固定資本存量

大多數國家或因統計不健全或因調查成本過高，缺乏固定資本存量資料，造成利用生產函數估計 TFP 時之困難。對此，文獻多

以推估方式計算固定資本存量，主要方法有永續盤存法（Perpetual Inventory Method）及基點插補法（Benchmark Year Method）。

台灣部分，1975年國發會曾進行固定資本存量調查，並發布「中華民國64年台灣地區產業固定資本存量調查報告」；而主計處分別在1980年及1987年調查台灣固定資本存量，發布「中華民國70年台閩地區工商業普查報告」及「中華民國77年台灣地區國富調查報告」。

對於台灣固定資本存量推估，文獻多以永續盤存法為主，例如吳中書、林金龍（2002）與侯德潛、田慧琦（2000）及林慈芳（2008）皆採永續盤存法，分別以77年國富調查及「中華民國64年台灣地區產業固定資本存量調查報告」推估出國內固定資本存量。

陳佩玕、蕭宇翔（2015）使用「中華民國64年台灣地區產業固定資本存量調查報告」推估國內資本存量，進而計算潛在產出，並發現64年固定資本存量調查為基礎的潛在產出，對景氣循環轉折及失業率等解釋能力較佳。因此，本文選擇以「中華民國64年台灣地區產業固定資本存量調查報告」搭配永續盤存法推估固定資本存量。

永續盤存法的概念來自於國民所得帳中固定資本與投資恆等式，可表示成：

$$K_t = K_{t-1} + (I_t - \delta_k K_{t-1}), \quad (10)$$

其中， $I_t - \delta_k K_{t-1}$  為實質固定資本形成

淨額（實質固定資本形成毛額減實質固定資本消耗）， $\delta_k$  為折舊率。

依據式（10），若知道固定資本存量起始值  $K_0$ 、 $I_t$  及  $\delta_k$ ，則可透過迭代方式，算出固定資本存量  $K_t$ 。文獻上對於  $\delta_k$  的設定差異頗大，鍾佳蓉（2008）利用主計處折舊金額計算2008年固定資本存量折舊率為5.81%；林慈芳（2008）計算1998年~2007年台灣固定資本存量平均折舊率為7.17%。為避免不同  $\delta_k$  設定值所造成的誤差，本文參考陳佩玕與蕭宇翔（2015）作法，以主計處公布的實質固定資本形成扣除實質固定資本消耗（折舊），當作每期實質固定資本形成淨額，並利用固定資本平減指數平減64年國富調查固定資本存量  $K_0$ ，再反覆套代，算出實質固定資本存量序列。

至於其餘亞洲經濟體，多數沒有固定資本存量調查，即使有亦可能難以取得。King and Levine（1994）提出長期均衡穩定概念來設算  $K_0$ ，其令第  $i$  個國家1970年代所得成長率為  $\bar{r}_i = \lambda r_i + (1 - \lambda)r_w$ ，做為長期穩定均衡成長率（steady state rate），其中， $r_w$  是世界平均成長率， $r_i$  為該國所得成長率， $\lambda$  為權數。第  $i$  個國家長期固定資本存量產出比（ $\bar{K}_i/\bar{Y}_i$ ）為  $\bar{k}_i = \bar{i}_i/(\delta + \bar{r}_i)$ ，其中  $\bar{i}_i$  是平均投資率（ $\bar{I}_i/\bar{Y}_i$ ）。

King and Levine（1994）設定  $r_w = 0.04$ 、 $\lambda = 0.25$ 、 $\delta_k = 0.07$ ，依此得到1970年~1972年固定資本存量產出比  $\bar{k}_i$ ，進一步



乘上平均實質產出  $\bar{Y}_i$ ，即可得到1971年第  $i$  個國家實質固定資本存量  $K_{i0}$  近似值。由於 King and Levine (1994) 的方法簡單且操作容易，被廣為使用，黃台心、陳盈秀、鍾銘泰、林延霖 (2014) 及 Limam and Miller (2004) 等均使用該方法及參數設定估算固

定資本存量。

在得到台灣在內的亞洲主要經濟體實質固定資本存量序列後，配合前揭收集的實質GDP及就業人數資料，可得到1980年~2013年亞洲主要經濟體的實質GDP、實質固定資本存量及就業人數之追蹤資料。

## 肆、亞洲主要經濟體生產力評估

回顧亞洲經濟發展，1997年亞洲金融風暴絕對是不可忽略的重要事件，亞洲國家之所以受到重創，反映出金融體系存在的嚴重缺陷及產業脆弱性。當時亞洲國家外債高築，泰銖重貶及外資抽離引爆泰國金融危機，股匯市重挫、企業倒閉及失業率暴增等效應很快蔓延至鄰邊國家。印尼、泰國及南韓在金融風暴中受創最嚴重，而菲律賓、新加坡及香港等具有較健全金融體系的經濟體，遭受損害較輕微（見李晶晶 (2007)）。

1997年亞洲金融風暴過後，各國為因應危機開始推動深化改革，並廣泛調整產業及經濟結構，致資本及勞動使用方式發生變化。

### 一、勞動邊際生產力提升，資本邊際生產力下降

Felipe (1997) 發現東亞總要素生產力的估計結果，深受模型設定及假設之影響，

鑑此，本文考慮變數之間的共線性問題，並以卡方檢定挑選SFA模型。

本文設定的translog生產函數形式具有估計彈性較大之優點，惟因包含平方項在內，容易造成解釋變數平方項與解釋變數間的高度共線性，影響模型可信度（參見彭作奎、黃博暉、謝佑立 (2010)；黃美珠、陳玉麟 (2009)）。在迴歸之前，本文先依據 Belsley et al. (1980) 提出的共線性檢定方法，檢驗  $X_{it} = [\ln K_{it} \ln L_{it} (\ln K_{it})^2 (\ln L_{it})^2]$  之間是否存在嚴重的共線性，檢定結果拒絕沒有共線性的虛無假設<sup>註10</sup>。此外，為多方求證，也使用卡方檢定檢驗模型設定好壞，結果顯示沒有加入  $(\ln K_{it})^2$  及  $(\ln L_{it})^2$  變數的模型較為洽當。因此，刪除  $(\ln K_{it})^2$  及  $(\ln L_{it})^2$  等平方項解釋變數。

表2列出隨機邊界模型估計結果，卡方檢定顯示，在10%顯著水準下，Pitt and Lee (1981)、Battese and Coelli (1988) 及 Battese and Coelli (1992) 等模型不拒絕包

絡於Kumbhakar (1990) 模型之虛無假設，代表Kumbhakar (1990) 模型為最佳模型。

Kumbhakar (1990) 模型中，除 $\ln(L_{it})$ 及 $t \ln(K_{it})$ 之估計係數不顯著異於零之外，其餘參數均顯著異於零，其中， $\vartheta > 0$ 且 $\gamma < 0$ ，代表 $\lim_{t \rightarrow \infty} g_t^* = -(\gamma + 2\vartheta t) \exp(\gamma t + \vartheta t^2) [1 + \exp(\gamma t + \vartheta t^2)]^{-2} \rightarrow 0$ ， $\lim_{t \rightarrow \infty} \Delta TE_{it} = -u_i g_t^* \rightarrow 0$ ，技術效率隨時間增加呈現改善狀態。

此外，從要素投入交乘項係數之正負號可判斷不同要素之間是屬於替代或是互補關係，表2中Kumbhakar (1990) 模型的 $\ln(K_{it})$ 和 $\ln(L_{it})$ 交乘項係數大於零，代表資本與勞動之間為互補關係，此可促使亞洲主要經濟體隨著外資帶來的新技術和管理模式，產生邊做邊學 (learning by doing) 效果，增長勞工知識及生產力<sup>註11</sup>。

表2 隨機邊界模型估計結果

變數	Kumbhakar (1990)		Pitt and Lee (1981)		Battese and Coelli (1988)		Battese and Coelli (1992)	
	參數	p值	參數	p值	參數	p值	參數	p值
t	0.0817***	0.00	0.0808***	0.00	0.0803***	0.00	0.0691***	0.00
$\ln(K_{it})$	-0.4445***	0.00	-0.4326***	0.00	-0.4276***	0.00	0.0181	0.90
$\ln(L_{it})$	-0.1269	0.13	-0.1318	0.14	-0.1262*	0.10	0.0404	0.60
t $\ln(K_{it})$	-0.0001	0.75	-0.0001	0.76	-0.0001	0.79	0.0018***	0.00
t $\ln(L_{it})$	-0.0080***	0.00	-0.0080***	0.00	-0.0079***	0.00	-0.0091***	0.00
$1/2t^2$	0.0001***	0.00	0.0002***	0.00	0.0002***	0.00	0.0002***	0.00
$\ln(K_{it})\ln(L_{it})$	0.1105***	0.00	0.1097***	0.00	0.1092***	0.00	0.0669***	0.00
常數項	3.2709***	0.00	3.2900***	0.00	3.2330***	0.00	1.3628*	0.07
$\mu$					-0.6635	0.84	-0.3215	0.85
$\delta (Z_{it} = 1)$					0.42646	0.81	-0.9167	0.62
$\eta$							0.0149***	0.00
$\vartheta$	0.0987***	0.00						
$\gamma$	-3.5119***	0.00						
$\sigma_u^2$	1.0223**	0.04	1.0013**	0.04	1.5283***	0.00	0.3966	0.60
$\sigma_v^2$	0.0591***	0.00	0.0593***	0.00	0.0035	0.55	0.0033***	0.00
樣本數(T×N)	340							
最大似似函數率檢定 (卡方)			$X^2(2)=2.2$	0.13	$X^2(2)=2.1$	0.15	$X^2(12)=-30.3$	1.00

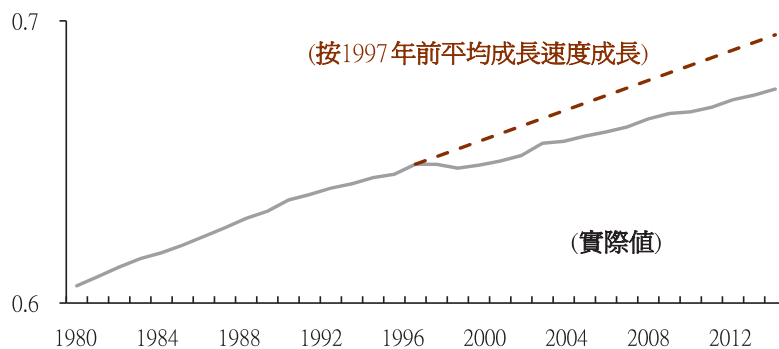
說明：1. 最大似似函數率檢定其虛無假設為：Pitt and Lee (1981) 或Battese and Coelli (1988) 或Battese and Coelli (1992) 模型包絡於Kumbhakar (1990) 模型。

2. \*、\*\*、\*\*\*分別代表在10%、5%、1%顯著水準下拒絕虛無假設。

3. 為簡單化模型及減少估計參數，本文設  $Z_{it} = 1$ 。

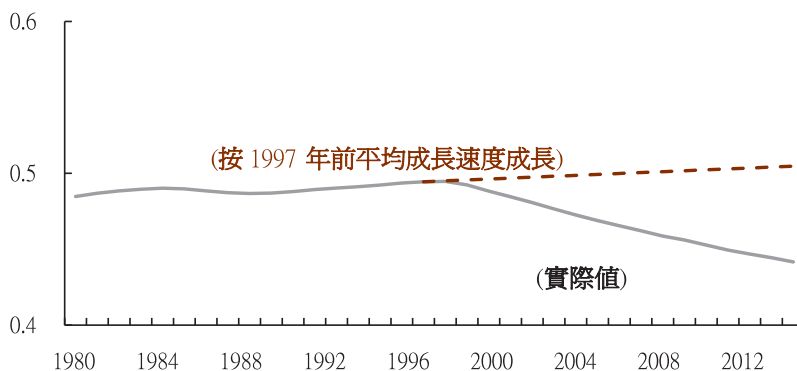
進一步，依據Kumbhakar（1990）模型所估計之係數，計算出要素產出彈性<sup>註12</sup>，如圖1及圖2，顯示1997年以後，亞洲主要經濟體固定資本存量及勞動產出彈性增加速度分別走緩及下降。

圖1 固定資本存量產出彈性



資料來源：作者自行計算

圖2 勞動產出彈性



資料來源：作者自行計算

為確認固定資本存量及勞動產出彈性是否在1997年發生結構性改變，表3列出Quandt—Andrews（1993）未知結構改變時點檢定，Sup-F統計量拒絕沒有結構性改變的虛無假設，並指出結構改變時點分別為1997年及1998年。

表3 Quandt－Andrews 未知結構改變時點檢定<sup>註13</sup>

變數	Sup-F	P值	結構改變時點
固定資本存量 產出彈性	8.15	0.00	1997年
勞動產出彈性	21.12	0.00	1998年

資料來源：作者自行計算

由上述未知結構改變時點檢定結果顯示，產出彈性約在1997年亞洲金融風暴時改變，為捕捉其影響，加入若 $t > 1997$ 年 Dummy=1的虛擬變數重新估計<sup>註14</sup>。估計結

果如表4，Dummy係數雖不大，惟顯著小於零，因此，1997年是亞洲主要經濟體發展之重要分水嶺，後續內文將以此為切點，分段討論。

表4 Kumbhakar (1990) 模型加入虛擬變數估計結果

變數	參數	p值
Dummy	-0.0337***	0.01
t	0.0826***	0.00
$\ln(K_{it})$	-0.4299***	0.00
$\ln(L_{it})$	-0.1457*	0.10
$t \ln(K_{it})$	-0.0002	0.58
$t \ln(L_{it})$	-0.0079***	0.00
$1/2t^2$	0.0002***	0.00
$\ln(K_{it})\ln(L_{it})$	0.1095***	0.00
常數項	3.3909***	0.00

說明：1. \*、\*\*、\*\*\*分別代表在10%、5%、1%顯著水準下拒絕虛無假設。

2. 為節省空間， $\theta$ 、 $\gamma$ 、 $\sigma_u^2$ 、 $\sigma_v^2$ 等參數不再呈列。

表5與表6列出1997年前後，亞洲主要經濟體平均勞動及固定資本存量邊際生產力指數。雖然1997年後亞洲主要經濟體勞動產出彈性明顯下降，惟因勞動與資本具互補性，及勞工產生邊做邊學效應，生產力大幅提

升，使勞動邊際生產力指數上升；另受外人投資影響，資本迅速累積，惟因邊際報酬遞減，固定資本存量邊際生產力指數呈下滑趨勢。

表5 亞洲主要經濟體平均勞動邊際生產力指數

期間	勞動生產力指數 ( $Y_{it}/L_{it}$ ) (A)	勞動產出彈性 [( $L_{it}/Y_{it}$ )( $\partial Y_{it}/\partial L_{it}$ )] (B)	勞動邊際生產力指數 ( $\partial Y_{it}/\partial L_{it}$ ) (A) × (B)
1981年~1997年	0.52	0.47	0.24
1998年~2013年	0.87	0.44	0.38
1981年~2013年	0.69	0.45	0.31

說明：1. 勞動生產力指數為GDP/就業人數，並將2011年標準化為1。

2. 因TFP換算為成長率，故觀察值從1981年起。

資料來源：作者自行計算

表6 亞洲主要經濟體平均固定資本存量邊際生產力指數

期間	資本生產力指數 ( $Y_{it}/K_{it}$ ) (C)	固定資本存量 產出彈性 [( $K_{it}/Y_{it}$ )( $\partial Y_{it}/\partial K_{it}$ )] (D)	固定資本存量 邊際生產力指數 ( $\partial Y_{it}/\partial K_{it}$ ) (C) × (D)
1981年~1997年	1.07	0.65	0.70
1998年~2013年	0.97	0.67	0.65
1981年~2013年	1.02	0.66	0.67

說明：1. 固定資本存量生產力指數為GDP/固定資本存量，並將2011年標準化為1。

2. 因TFP換算為成長率，故觀察值從1981年起。

資料來源：作者自行計算

## 二、技術變動率對TFP成長之貢獻度略升

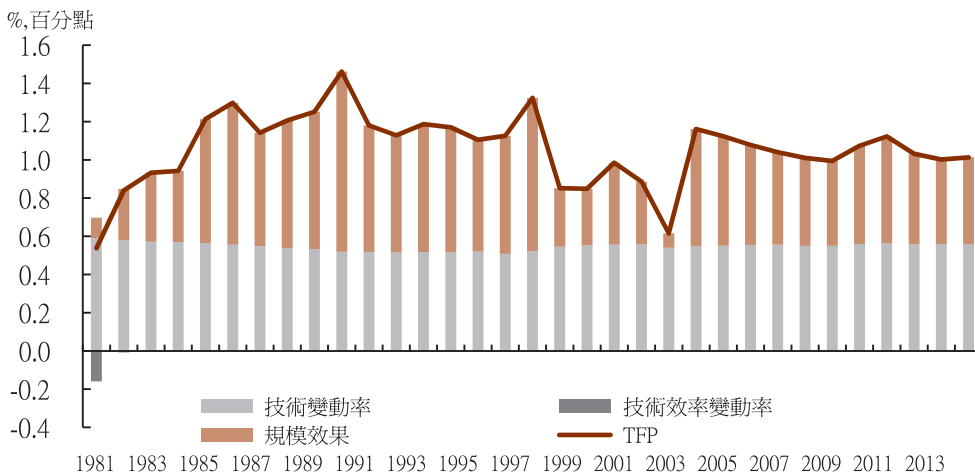
亞洲主要經濟體個別  $TFP_{it}$  成長率可藉由表2迴歸係數估計結果，分別計算式(5)~式(7)的數值，再將其帶入式(9)後，即可得出。另在要素使用已達到配置效率假設下，TFP成長率等於技術變動率、技術效率變動率及規模效果之總和，其中技術變動率與技術效率變動率之和，又稱為技術變動。技術效率變動率與規模效果主要反映出生產決策單位在給定要素投入集合下，能獲得最大產出的能力；技術變動率則代表生產可能

邊界的移動。茲將亞洲主要經濟體平均TFP成長率及其組成之貢獻度置於圖3及表7。

圖3顯示1997年亞洲金融風暴過後，亞洲主要經濟體接連遭受2001年美國網路股泡沫及2008年全球金融危機衝擊，TFP的平均成長率趨緩；技術效率變動率則是在1981年~1982年改善後<sup>註15</sup>，不再變動<sup>註16</sup>，惟技術變動率貢獻度先微幅下降，之後穩定增加；另由於規模效果貢獻度均大於零，代表給定要素投入集合下，部分亞洲經濟體適度擴大生產規模，仍可獲得更多產出及帶動TFP成長<sup>註17</sup>。



圖3 亞洲主要經濟體平均TFP成長率及其組成之貢獻度



說明：1. 技術變動率定義為  $\Delta T = \partial \ln F / \partial t$ ；技術效率變動率定義為  $\Delta TE = -u_i g_t^i$ ；規模效果為  $((\eta_{it} - 1) \sum_{m=1}^2 (\eta_{mit} / \eta_{it}) \dot{X}_{mit})$ 。  
 2. 平均為透過簡單平均得到。  
 資料來源：作者自行計算

表7進一步顯示1981年~2013年亞洲主要經濟體TFP平均每年成長1.06%，主要成長動力為技術變動率，平均每年成長0.55%。若以1997年為分水嶺，1981年~1997年亞洲主要經濟體TFP成長主要來自於規模效果；

1997年後，規模效果對TFP成長之貢獻度減少，技術變動率貢獻度略升，此代表亞洲主要經濟體經濟結構漸擺脫藉由要素投入規模擴大帶動TFP成長之發展模式，轉為技術變動率驅動。

表7 不同時期亞洲主要經濟體平均TFP成長率及其組成之貢獻度

單位：百分點；%

期間	組成	組成項之貢獻度(占比)			TFP成長率 (4) = (1) + (2) + (3)
		技術變動		規模效果 (3)	
		技術變動率 (1)	技術效率變動率 (2)		
1981年~ 1997年		0.54 (48.21)	-0.01 (-0.89)	0.59 (52.67)	1.12 (100)
1998年~2013年		0.55 (55.55)	0.00 (0.00)	0.44 (44.44)	0.99 (100)
1981年~2013年		0.55 (51.89)	-0.01 (-0.95)	0.52 (49.06)	1.06 (100)

說明：技術變動率定義為  $\Delta T = \partial \ln F / \partial t$ ；技術效率變動率定義為  $\Delta TE = -u_i g_t^i$ ；規模效果為  $((\eta_{it} - 1) \sum_{m=1}^2 (\eta_{mit} / \eta_{it}) \dot{X}_{mit})$ 。  
 資料來源：作者自行計算

1997年後，亞洲主要經濟體規模效果對TFP成長之貢獻度下滑，推測可能與經濟結構發生轉變有關，包括：

- (一) 1981年~1997年，亞洲主要經濟體貿易及FDI快速擴張，但也因工資成本上漲，漸失勞力密集產品的競爭優勢（陳寧馨、余玉春、邱美菁（2010））。近年亞洲主要經濟體

產業對勞動需求減弱，就業人數成長明顯放緩。

- (二) 1997年前亞洲主要經濟體受惠於資本迅速累積，而大幅提高生產力，惟近年來資本累積及邊際報酬趨緩，難再倚靠資本擴增誘發TFP成長。

## 伍、台灣及亞洲個別經濟體生產力變化之趨勢

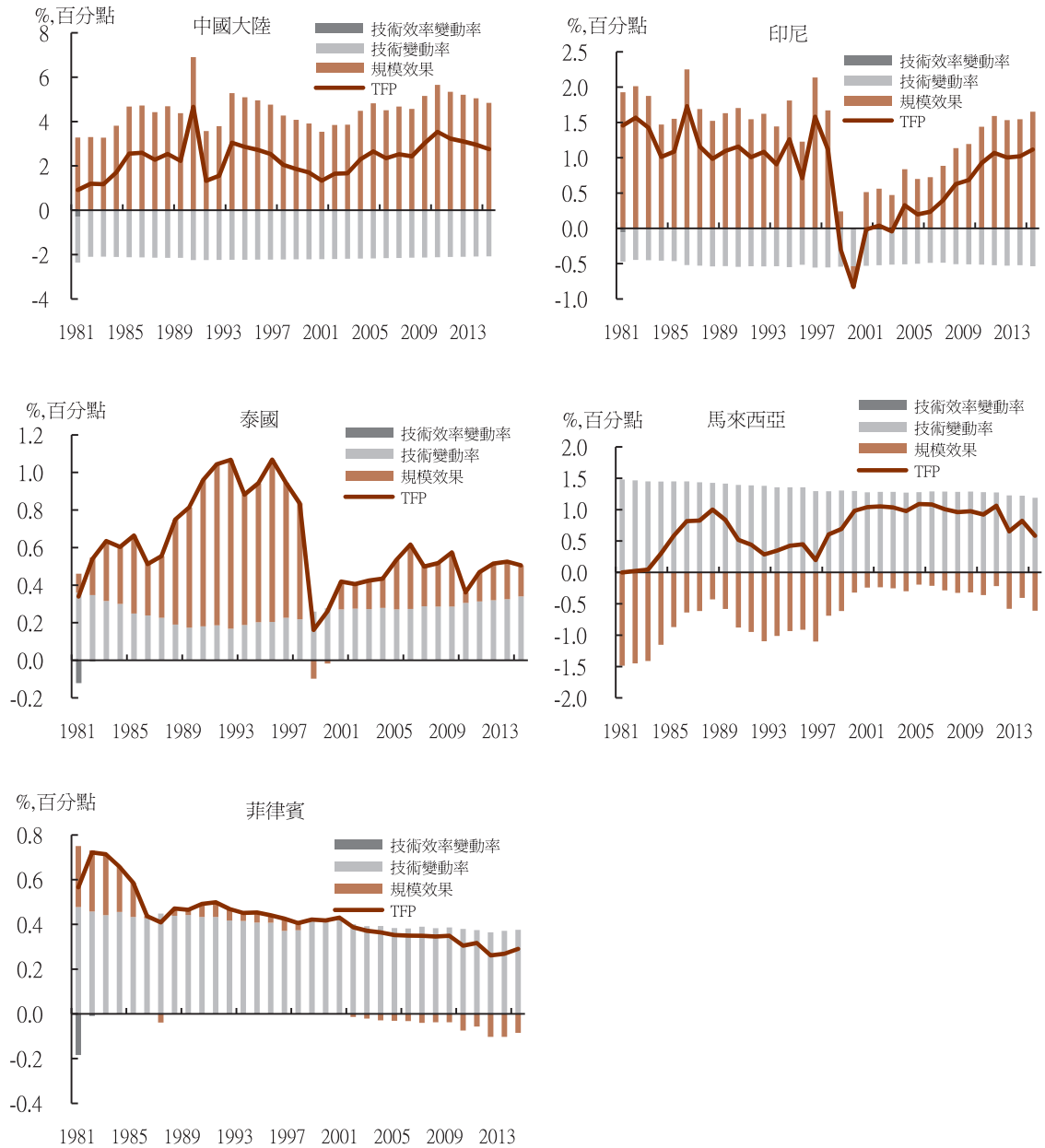
本節分析台灣及亞洲個別經濟體生產力變化情形，如下。

### 一、台灣及亞洲先進經濟體TFP成長來源多為技術變動率

為方便比較亞洲各經濟體總要素生產力及其組成貢獻度之變化，進一步將亞洲主要經濟體區分為中國大陸、印尼、泰國、馬來西亞及菲律賓等新興經濟體，以及日本、台灣、南韓、新加坡及香港等先進經濟體。

亞洲新興經濟體的TFP組成之貢獻度方面（見圖4），技術效率變動率多在1981年~1982年改善後，無法再進一步改善。1997年以前，中國大陸、印尼及泰國的TFP成長主要受規模效果帶動，惟1997年之後，泰國TFP成長逐漸擺脫對規模效果之依賴；中國大陸及印尼規模效果貢獻度先下降後轉為上升。馬來西亞及菲律賓的TFP成長長期穩定主要受技術變動率驅動。

圖4 亞洲新興經濟體TFP成長率及其組成之貢獻度

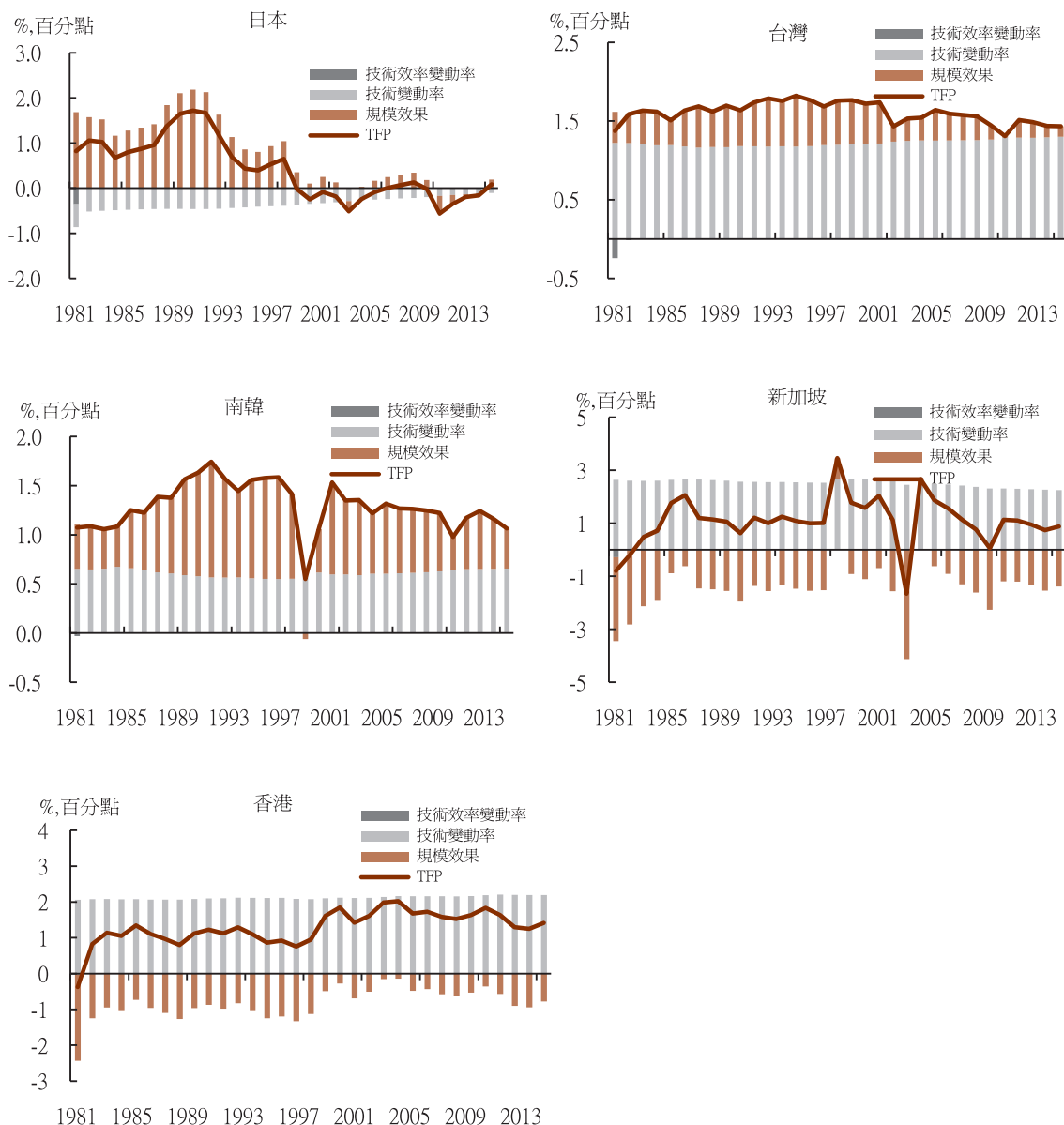


資料來源：作者自行計算

亞洲先進經濟體的TFP組成之貢獻度方面（見圖5），技術效率變動率亦多在1981年~1982年達到最適後，無法再進一步改善。其中，日本受「失落的十年<sup>註18</sup>」影響，

近幾年TFP成長平疲，且技術變動率持續呈負成長；香港及新加坡的TFP成長穩定主要受技術變動率驅動。

圖5 亞洲先進經濟體TFP成長率及其組成之貢獻度



資料來源：作者自行計算

南韓TFP組成之貢獻度變化與台灣相似，1997年後規模效果貢獻度明顯下降，技術變動率漸成為TFP成長主要來源，惟台灣TFP成長長期穩定，主要由技術變動率驅動。表8進一步顯示，台灣規模效果對TFP成

長之貢獻度自1981年~1997年的0.49個百分點降至1998年~2013年的0.29個百分點，而技術變動率的貢獻度則微幅上升，自1.19個百分點升至1.26百分點，對提升TFP成長更為重要。

表8 不同時期台灣平均TFP成長率及其組成

單位：百分點；%

期間	組成	組成項之貢獻度（占比）			TFP成長率 (4) = (1) + (2) + (3)
		技術變動		規模效果 (3)	
		技術變動率 (1)	技術效率變動率 (2)		
1981年~1997年		1.19 (71.25)	-0.01 (-0.60)	0.49 (29.34)	1.67 (100)
1998年~2013年		1.26 (81.29)	0.00 (0.00)	0.29 (18.70)	1.55 (100)
1981年~2013年		1.22 (75.77)	0.00 (0.00)	0.39 (24.22)	1.61 (100)

資料來源：作者自行計算

若從全體TFP走勢觀察，圖4及圖5顯示印尼、泰國及南韓等國的TFP受1997年亞洲金融風暴衝擊最深，其中，印尼衰退最嚴重，泰國次之<sup>註19</sup>，主要係因當時印尼位處於風暴中心，導致經濟受創嚴重。

值得注意的是，中國大陸、印尼及日本等國技術變動率長期呈現負成長，結果較不具說服力。根據式（5），技術變動率主要來自時間趨勢項及要素投入，由於要素投入對技術變動率有負向影響（ $\beta_{\text{TK}} & \beta_{\text{UL}} < 0$ ），以致中國大陸、印尼及日本等擁有高資本存量及人口的國家，技術變動率出現負成長。惟黃台心、陳盈秀、王美惠（2009）以隨機邊界模型估計標準生產函數模型時，也發現中國大陸、印尼及日本平均技術變動率為負成長，且亞洲各國生產彈性係數不合理；Shahinejad et al.（2013）同樣得到1998

年~2007年中國大陸及印尼等亞洲經濟體技術變動率為負值。顯見，隨機邊界模型估計技術變動率可能出現負成長之現象。

黃台心、陳盈秀、王美惠（2009）認為透過使用產出成長率模式的隨機邊界模型，可解決生產彈性係數不合理之問題，惟其估計結果將出現更多亞洲國家平均總要素生產力為負成長之現象。本文透過解決變數之間的共線性問題，發現已適度改善技術變動率及總要素生產力負成長之現象，加以即便中國大陸、印尼與日本技術變動率為負成長，惟除日本失落的十年中期至今及亞洲金融風暴期間外，中國大陸、印尼與日本的總要素生產力仍為正值，符合理論預期（總要素生產力是經濟成長主要來源之一，見Comin（2006）），該結果尚屬可接受範圍。



## 二、台灣與亞洲主要經濟體相同，勞動邊際生產力上升

回顧台灣經濟發展，1960年代推行加工出口區，創造大量順差及外匯，並加速工業化進程，成為經濟起飛之重要基石。時至1980年代，台灣勞動成本逐漸上升，政府開始在新竹設置科學園區，朝向高科技產業發

展。

在高科技產業的新技術、新管理模式及資本迅速累積下，台灣與其他亞洲經濟體發展趨勢相同，勞動邊際生產力指數自1997年後持續增加，參見表9，固定資本存量則受限於邊際報酬遞減法則，邊際生產力指數呈現下滑趨勢，參見表10。

表9 台灣平均勞動邊際生產力指數

期間	勞動生產力指數 (Y/L) (A)	勞動產出彈性 [(L/Y)(∂Y/∂L)] (B)	勞動邊際生產力指數 (∂Y/∂L) (A) × (B)
1981年~1997年	0.42	0.54	0.23
1998年~2013年	0.85	0.53	0.45
1981年~2013年	0.63	0.54	0.34

說明：1. 勞動生產力指數為GDP/就業人數，並將2011年標準化為1，資料取自主計處。

2. 因TFP換算為成長率，故觀察值從1981年起。

資料來源：作者自行計算

表10 台灣平均固定資本存量邊際生產力指數

期間	資本生產力指數 (Y/K) (C)	固定資本存量 產出彈性 [(K/Y)(∂Y/∂K)] (D)	固定資本存量 邊際生產力指數 (∂Y/∂K) (C) × (D)
1981年~1997年	1.10	0.55	0.61
1998年~2013年	0.94	0.57	0.54
1981年~2013年	1.03	0.56	0.58

說明：固定資本存量生產力指數為GDP/固定資本存量，並將2011年標準化為1，資料取自主計處。

資料來源：作者自行計算

## 陸、結 論

2008年全球金融危機後，全球經濟動能逐漸轉移至亞洲國家，2015年印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國、中國大陸、南韓、日本、台灣及香港等亞洲主要經濟體GDP占全球比重已達30.6%。

雖然2009年前國內有若干文獻估算亞洲主要經濟體總要素生產力，惟近幾年亞洲主要經濟體多出現經濟成長放緩之現象，除全球金融危機陰影猶存，TFP成長滑落亦可能係一個重要因素，加以台灣經濟走勢深受亞洲主要經濟體轉變之影響，有必要重新評估。

本文收集亞洲主要經濟體的就業人數、實質資本形成毛額及實質GDP等資料，透過卡方檢定選取隨機邊界模型，避免模型任意設定，同時消除解釋變數間的共線性問題，評估亞洲主要經濟體的TFP變化，並將其拆解為技術變動（技術變動率與技術效率變動率）及擴大要素投入帶動TFP成長之規模效果，以了解亞洲主要經濟體經濟發展趨勢，進一步從中引申對台灣提升TFP成長之政策意涵。

主要研究結論，如下：

(一) 1997年後亞洲主要經濟體平均TFP成長趨緩，印尼的TFP成長受亞洲金融風暴衝擊最深

1997年亞洲金融風暴，印尼、泰國及

南韓等TFP成長受創最深，又以印尼最為嚴重。亞洲金融風暴過後，接連發生美國網路股泡沫及全球金融危機，致亞洲主要經濟體平均TFP成長率放緩。

(二) 1997年後技術變動率對亞洲主要經濟體平均TFP成長之貢獻度略升

1997年前亞洲主要經濟體平均TFP成長主要受規模報酬遞增帶動；1997年後，各國產業結構改變及資本累積趨緩，規模效果對TFP成長之貢獻度下降，技術變動率貢獻度略升。

在此趨勢下，技術變動率漸成為南韓TFP成長主要來源，泰國TFP成長亦漸擺脫對規模效果之依賴；其他亞洲四小龍包括台灣、香港及新加坡的TFP成長則是穩定受技術變動率驅動。

(三) 亞洲主要經濟體平均勞動邊際生產力提升，平均資本邊際生產力下降

過去台灣及其他亞洲經濟體因新技術和新管理模式的引進，加以勞動與資本具互補性，及勞工產生邊做邊學效應，勞動邊際生產力從1980年後持續增加；資本邊際生產力受限於邊際報酬遞減法則，呈下降趨勢。

(四) 對台灣提升TFP成長之意涵

長久以來，台灣的TFP成長主要受技術變動率驅動，若欲提升TFP，首先須持續加速技術進步，其次是適度擴大生產規模。

## 1. 結構性改革促進技術進步，激勵TFP成長

有鑑於台灣TFP成長來源的結構，若欲提升TFP成長，首先須持續提升技術進步<sup>註20</sup>，如提高研發經費。另Felipe and Wei (2016)認為透過財政、勞動市場、商品市場及治理改革等結構性改革，將有助提升經濟成長，並促進創新及技術擴散。因此，亦可透過結構性改革促進技術進步。

## 2. 適度擴大生產規模，帶動TFP成長

由於台灣規模效果對TFP成長存在正面效應，所以除進行結構性改革之外，亦可擴大調整勞動及資本投入，促進TFP成長。

最後，由於傳統SFA模型受到若干限制，例如，忽略經濟體之間的彼此差異，及結論深受模型設定及變數選擇之影響，未來研究可就該方面進一步探討<sup>註21</sup>。

## 附 註

- (註1) 依據聯合國Foreign Direct Investment: Inward and Outward Flows (1980-2014)，1980年亞洲主要經濟體（印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國、中國大陸、南韓、日本、台灣及香港）僅占全球外人投資4.9%，2014年迅速成長到30.6%。
- (註2) 依據IMF的World Economic Outlook Database (April 2016)中Gross Domestic Product Based on Purchasing-Power-Parity (PPP) Share of World Total (Percent)序列加總得到。1980年亞洲主要經濟體GDP僅占全球的14.8%。
- (註3) 資料包絡分析法與隨機邊界模型的最大差異在於前者無法處理隨機干擾因素之影響及參數檢驗。
- (註4) 隨機邊界模型須給定明確之生產函數和機率函數的假設，樣本數過少，容易影響結果，詳見Gong and Sickles (1992)。
- (註5) 各國可能因為基礎設施、資源稟賦及制度不同而有相異之生產前緣，見O' Donnell et al. (2009)，然礙於傳統隨機邊界模型假設各國擁有相同之技術，加以須有足夠的樣本數，以避免估計之問題（參見Gong and Sickles (1992)），因此有些文獻並沒有對不同發展水準的國家加以分類估計，例如Pires and Garcia (2012)以及陳盈秀 (2008)等研究均沒有對不同國家分類估計。若是檢驗不同國家或區域經濟成長收斂理論，則多會進一步將資料分類（例如陳谷菂、楊浩彥 (2008)，其利用中所得與低所得國家的總體資料，探討技術追趕效果，結果發現，技術水準低的國家，追趕速度較快）。另本文亦嘗試刪除已開發國家—日本進行估計，惟可能受樣本數不足影響，導致1997年亞洲金融風暴下，各經濟體總要素生產力反而上升，且技術變動率隨時間下降之現象。為維持足夠樣本數，仍將日本納入樣本資料，且不進一步分類。
- (註6) 亞洲主要經濟體摒除樣本期間過短的越南，以及經濟規模過小的汶萊、寮國、緬甸及柬埔寨等國家。
- (註7) 資本形成包含「固定資本形成毛額」及「存貨變動」，係在一定期間內，國內生產者購入之商品，未用於當期中間消費，而成為當期存貨及固定資產之增加者。由於亞洲各經濟體實質固定資本形成毛額期間過短，本文以實質資本形成毛額替代。另由於亞洲主要經濟體缺乏資本形成毛額平減指數，實質資本形成毛額皆利用世界銀行資料庫內的資本形成毛額占GDP比重乘上實質GDP得到。台灣部分則利用「中華民國64年台灣地區產業固定資本存量調查報告」搭配永續盤存法推估實質固定資本存量，樣本期間為1975年~2013年。
- (註8) 由於部分亞洲經濟體就業人數資料缺漏，本文以兩點間簡單平均插補。
- (註9) 勞動部統計資料庫內分別統計受雇人數及就業人數，其中就業人數包含自營人員。

- (註10) Belsley et al. (1980) 統計量是檢定  $\chi^2$  的條件指數 (conditional index)，檢定結果為135.42，大於臨界值50，代表  $X=[\ln L \ln K (\ln K)^2 (\ln L)^2]$  存在嚴重共線性。
- (註11) 若固定資本存量與勞動為替代關係，固定資本存量成長會降低勞動生產力，參見徐美、陳明郎 (2010)。若為互補關係，固定資本存量提高，則有助勞動生產力提升。
- (註12) 資本及勞動產出彈性分別為： $\partial \ln F / \partial \ln K_{it} = -0.4445296 - 0.000135t + 0.1105252 \ln(L_{it})$ ； $\partial \ln F / \partial \ln L_{it} = -0.1268716 - 0.0079625t + 0.1105252 \ln(K_{it})$ 。
- (註13) Andrews (1993) 推導出Chow統計量的漸近分配Sup-F，可做為未知結構改變時點檢定，又稱Quandt-Andrews檢定。由於Quandt-Andrews檢定進行滾動式Chow 檢定，會去除前後樣本各5%，因樣本數目有限，本文僅假設固定資本產出彈性受到前一期產出彈性及時間趨勢影響，勞動產出彈性同之。
- (註14) 因時間趨勢的一次項與平方項及與其他變數交乘項已可捕捉時間趨勢對產出的影響，不須再加入時間趨勢虛擬變數，參見黃台心、陳盈秀、王美惠 (2009)。
- (註15) 1982年技術效率變動率較微小，無法在圖形中顯現。
- (註16) 亞洲主要經濟體技術效率不再改善，推測可能是因亞洲產業及生產方式之間具有密切關聯，使其一同朝向最適生產效率前緣前進有關。黃台心、陳盈秀、鍾銘泰、林延霖 (2014) 研究亦發現1980年至2000年低所得國家、中所得國家、高所得國家之平均技術效率變動率約等於零。
- (註17) 由於擴大生產規模需要新的市場及要素投入，惟每個經濟體的市場及要素數量均受稟賦及經濟條件限制，不可能無限制地擴張生產規模，僅能適度擴大。
- (註18) 日本失落的十年起於1990年代，惟因2000年後日本經濟成長未見明顯改善，也有學者稱失落的二十年。
- (註19) 1998年印尼經濟衰退13.7%最為嚴重，泰國衰退8%次之。
- (註20) 文獻研究發現TFP成長通常與教育水準、研發經費、開放程度 (Openness)、對外直接投資 (Outward Direct Investment, ODI) 及FDI密切相關，參見林慈芳 (2008)、Ray (2012)、Sohrab and Manish (2009) 及Li and Roe (2008)。不同因素對總要素生產力之影響偏離本研究主題，惟可做為後續研究。
- (註21) 例如，若要處理各經濟體間的差異性，一個可能的作法是估計不同國家的單獨生產前緣，然後再形成一個共同前緣 (meta-frontier)。

## 參考文獻

### 中文文獻

- 吳中書、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」，行政院經濟建設委員會委託研究計畫。
- 李揚、李曉娟 (2008)，「亞洲生技產業之總要素生產力解析－應用隨機邊界模型」，農業與資源經濟，5：1，頁55－76。
- 李晶晶 (2007)，「亞洲金融風暴十週年回顧與前瞻」，亞洲經貿投資研究季刊，第36卷，頁1－19。
- 林慈芳 (2008)，「2012年台灣經濟成長潛力及政策模擬分析」，綜合規劃研究，行政院經濟建設委員會。
- 侯德潛、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。
- 徐美、陳明郎 (2010)，「縮短工時對產業勞動生產力變動之影響－分量迴歸模型之應用」，經濟論文叢刊，第38卷第4

期，頁523－559。

陳亨安（2008），「外人直接投資發展趨勢與課題評析」，經濟研究，第8期，頁195－217。

陳谷茹、楊浩彥（2008），「共同邊界Malmquist 生產力指數的延伸：跨國總體資料的實證分析」，經濟論文叢刊，第36卷第4期，頁551－588。

陳佩玗、蕭宇翔（2015），「台灣產出缺口估計方法之評估」，中央銀行季刊，第38卷第3期，頁3－41。

陳盈秀（2008），「考慮環境變數下生產效率與總要素生產力之跨國比較」，健康與管理學術研討會，元培科技大學。

陳寧馨、余玉春、邱美菁（2010），「亞洲新興工業國家以及後起新興工業國家出口貿易結構探析」，臺灣銀行季刊，第61卷第1期，頁221－236。

彭作奎、黃博暉、謝佑立（2010），「研究發展對生技產業經營績效影響之實證研究」，生物產業科技管理叢刊，第二卷第一期，頁1－43。

黃台心、張寶光、邱郁芳（2009），「應用共同成本函數探討亞洲六國銀行業之生產效率」，經濟論文，第37卷，頁61－100。

黃台心、陳盈秀、王美惠（2009），「我國與東亞諸國總體生產效率與生產力之研究」，經濟論文叢刊，第37卷第4期，頁379－414。

黃台心、陳盈秀、鍾銘泰（2012），「應用共同邊界函數探討 OECD 與 APEC 諸國總體生產效率」，經濟研究，48：1，頁1－50。

黃台心、陳盈秀、鍾銘泰、林延霖（2014），「應用隨機邊界模型探討收斂假說－兼論人力資本、金融發展與經濟成長之關係」，經濟研究，第50卷第1期，頁101－140。

黃美珠、陳玉麟（2009），「薪酬與生產技術效率的解釋：性別與層級在台灣會計師產業扮演的角色」，當代會計，第十卷第二期，頁163－188。

鍾佳蓉（2008），「投資率與台灣經濟成長」，綜合規劃研究，行政院經濟建設委員會。

## 英文文獻

Andrews, D. W. K. (1993), "Tests for Parameter Instability and Structural Change with Unknown Change Point," *Econometrica*, 59, 817-858.

Battese, G. and T. Coelli (1988), "Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data," *Journal of Econometrics*, 38, 387-399.

Battese, G. and T. Coelli (1992), "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: with Application to Paddy Farmers in India," *Journal of Productivity Analysis*, 3(1/2), 153-169.

Belsley, D., E. Kuh and R. Welsch (1980), *Regression Diagnostics*, Wiley.

Christensen, L. R., D. W. Jorgenson and L. J. Lan (1973), "Transcendental Logarithmic Production Frontiers," *Review of Economics and Statistics*, 54(1), 28-45.

Comin, Diego (2006), "Total Factor Productivity," New York University and NBER.

Faruq, H. A. and P. J. Telaroli (2011), "Factors Affecting Manufacturing and Agricultural Productivity Trends among Asian Countries," *ASEAN Economic Bulletin*, 28(1), 45-60.

Felipe, J. and S. J. Wei (2016), "Structural Reforms Key to Raising Asia's Potential Growth," *Op-Eds and Opinion*, ADB, Jun. 1.

Felipe, Jesus (1997), "Total Factor Productivity Growth in East Asia: A Critical Survey," EDRC Report Series No.65.



- Fischer, S. (1993), "The Role of Macroeconomic Factors in Growth," *Journal of Monetary Economics*, 32, 485-512.
- Gong, Byeong-Ho and Robin C. Sickles (1992), "Finite Sample Evidence on the Performance of Stochastic Frontiers and Data Envelopment Analysis Using Panel Data," *Journal of Econometrics*, 51(1-2), 259-284.
- Han, G., K. Kalirajan and N. Singh (2002), "Productivity and Economic Growth in East Asia: Innovation, Efficiency and Accumulation," *Japan and the World Economy*, 14(4), 401-424.
- Kim, S. and Y. H. Lee (2006), "The Productivity Debate of East Asia Revisited: a Stochastic Frontier Approach," *Applied Economics*, 38 (14), 1697-1706.
- King, R. G. and R. Levine (1994), "Capital Fundamentalism, Economic Development and Economic Growth," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 40, 259-292.
- Krugman, P. (1994), "The Myth of Asia's Miracle," *Foreign Affairs*.
- Kumbhakar, S. (1990), "Production Frontiers, Panel Data and Time-Varying Technical Inefficiency," *Journal of Econometrics*, 46, 201-212.
- Kumbhakar, S. C. and C. A. K. Lovell (2000), *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Li, N. C. and T. L. Roe (2008), "Taiwanese Outward Investment: Economic Bane or Boon?" *Taiwan Economic Forecast and Policy*, 38(2), 73-109.
- Limam, Yasmina Reem and Stephen M. Miller (2004), "Explaining Economic Growth: Factor Accumulation, Total Factor Productivity Growth, and Production Efficiency Improvement," *Economics Working Paper*, University of Connecticut, March.
- O'Donnell, Christopher J., D. S. Prasada Rao and George E. Battese (2008), "Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-Level Efficiencies and Technology Ratios," *Empirical Economics*, 34(2), 231-255.
- Pires, Jorge Oliveira and Fernando Garcia (2012), "Productivity of Nations: A Stochastic Frontier Approach to TFP Decomposition," *Economics Research International*, Article ID 584869, 1-19.
- Pitt, M. and L. Lee. (1981), "The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry," *Journal of Development Economics*, 9, 43-64.
- Ray, S. (2012), "Determinants of Total Factor Productivity Growth in Selected Manufacturing Industries in India," *Research and Social Practices in Social Sciences*, 7(2), 25-43.
- Shahinejad, Vahid, Mohammad Reza Zare Mehrjerdi and Morteza Yaghoubi (2013), "Total Factor Productivity Growth, Technical Change and Technical Efficiency Change in Asian Economies: Decomposition Analysis," *Iranian Journal of Economic Studies*, 2(2), 47-69.
- Sohrab, A. and P. Manish (2009), "Trade Openness, Structural Change and Total Factor Productivity," *International Economic Journal*, 23(4), 545-559.
- Van Dai, P. and D. Sarath (2015), "The RER Misalignment and Total Factor Productivity: An Empirical Analysis in East Asian Economies," *Economic Papers*, 34 (3), 177-191.
- Young, A. (1992), "A Tale of Two Cities: Factor Accumulation and Technical Change in Hong Kong and Singapore," *NBER Macroeconomics Annual* (University of Chicago Press), 7, 13-54.
- Young, A. (1994), "Lessons from the East Asian NICs: A Contrarian View," *European Economic Review*, XXXVII, 964-973.
- Young, A. (1995), "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience," *Quarterly Journal of Economics*, 110(3), 641- 680.