

台灣地區生技產業經營績效之研究

—DEA 方法與 Malmquist 生產力指數之應用

A Study on the Operational Efficiency of Taiwan Biotechnological Industry : An Application of DEA and Malmquist Productivity index

劉祥熹 Hsiang-Hsi Liu

國立台北大學 National Taipei University

朱珮宏 Pei-Hung Chu

佛光人文社會學院 Fo Guang University

摘要

生技產業為廿一世紀全球最新興的產業，世界各國都將生技產業列為國家級的發展產業，生技產業擁有投入大量資本與高素質的生技人才，研究報酬時程較長且報酬獲利龐大的特色，針對以上特點採用資料包絡分析法來衡量生技整體產業與個別廠商之經營效率與效率變動及 Malmquist 生產力變動的情形，並將生技產業依據其產品的類型分為幾類型，經分析後將獲得下列數點結論：

一、整體產業的結論

- (一) 生技產業無效率單位多數皆為效率不佳，深究其原因多數為規模效率偏低，表示之意涵為廠商規模不佳，須改善廠商規模的問題。
- (二) 估計整體產業的生產力指數，可由實證結果得知其規模技術效率變動在逐年下降且 TFP 生產力指數則為下降的情況，表示每年生技產業的生產力均退步。

二、個別廠商的結論

- (一) 估計個別生技廠商效率值中可發現技術效率值均不高，但根據實證結果可知強勢效率單位有 4 個單位存在，無效率單位則有 14 個左右，其中 14 無效率單位的平均效率值都未達 50%，在經濟的涵意上為多浪費了 50% 的資源。
- (二) 根據估計生技相關廠商類型的效率值中可知農業生技產業與生技服務業、醫療品、醫療器材為規模效率相對偏低，需改善本身的廠商規模程度，特用化學品及食品為純粹技術效率偏低，為管理效率不佳所致，需要解決管理效率的問題。
- (三) 近一、二年來個別廠商之資產總額須改善，但機器及儀器設備成本與研究發展費用有投入過多的問題存在，對機器及儀器成本、研究發展費用、員工人數需有更嚴謹的評估。

關鍵字：資料包絡分析法、生物科技、效率、馬奎斯特生產力指數

Abstract

The biotechnology industry is the new industry in the twenty-one century. It owns the characteristics of large capitals, high-quality talents, longer reward and profit for research.

Based on these characteristics, this study has taken the method of the DEA and the Malmquist product index to measure, to detect the change of operational efficiency for both individual firm and whole industry.

Major conclusions of the empirical research are as follows :

Firstly, concerning the whole industry, lower efficiency of the industry is mostly caused by pure technological inefficiency. while applying the sense of TFP index, the changes of TFP in biotechnological

industry is must accounted by the efficiency changes lower than technological charges.

Secondly, concerning the individual firms, there are 4 firms involved in the strong efficiency units , however, the 14 firms located in the inefficiency units. Furthermore, in the classification of biotechnological firms, agriculture biotechnological industry and biotechnological service industry have lower scale efficiency while other have lower pure technological efficiency.

Last, in the case of slack variable analysis, in order to improve the operational efficiency, the firm need to reduce the factor cost of machine, equipment and personnel.

Key word : Data Envelopment Analysis 、Biotechnology 、Efficiency 、Malmquist Productivity Index

壹、緒論

一、動機與背景

生物科技產業為知識密集的產業，特色為需要投入大量資本、與數量龐大的高素質之專業人才、產品應用範圍廣、報酬獲利時間加長，當針對市場需求研發出新的技術或者新的醫藥，上市時獲利都常非常可觀，然而生技產業的營運，也常面對風險的不確定性，為使生技廠商在時間變動過程能持續爭取競爭優勢或產業競爭力，更須使投入資源與產出有效利用獲取效益，該效益的提升，通常源於生物科技廠商技術與資源有效的使用所促成，因此探討生技產業的經營效率及評估該項效率的來源及其是否有某類廠商經營績效較好有關，均成為本文研究之重要課題。

政府於 1982 年開始修訂「科技發展方案」後，明訂生物技術為八大重點科技，開啓生物科技在台灣的發展，此時為是政府正式全面推動生物技術產業的發展時機，且人們生活品質要求日益升高，更造成生技產業發展空間，該項發展更有賴生技產業資源的有效配置與效率的提升，此也是本文探討生技產業經營效率之重要動機之一，另外國內民間的傳統產業，常因本身發展條件差異化，進而進軍生物技術產業，因此產生相當多的生物科技相關廠商，本文也欲知生技相關廠商的相對性績效，因此本文有關為有效分析生技產業之經營效率，除分析整體產業經營效率大小與變動情形及生技個別廠商之效率外，進一步針對各類型廠商的相對績效作評估，提出未來該六大類廠商經營發展之方向。

事實上，政府與民間紛紛投入大量的經費、人力與技術來發展生物技術產業，政府甚且輔導傳統產業的升級或轉型，為生技相關產業作為國內經濟成長發展的動力，另外在日趨競爭的國內生技產品市場中，瞭解並評估生技廠商經營效率變動及其影響因素，更能協助業者研擬與提出改善績效之策略以強化企業體質，相關資訊可協助政府擬定發展國內生技產業相關政策之參考。

二、研究目的

由於生物科技的投入產出重要變數不易量化，且評估台灣生物科技廠商經營績效或是外在環境影響甚重，因此在實證方法上，需找尋一套能結合不易量化，且又能評估其多元準則的方法，來討論其投入產出間的關係。資料包絡分析法(data envelopment analysis；DEA)正可解決投入或產出不易量化的廠商經營效率分析。

本文研究決定採用 DEA 模式衡量生物科技廠商最近三、四年來的經營績效，對於多產出多投入的生物技術相關產業，進行相對且較為準確的比較。基本上，本研究目的歸納如下：

- (一)探討 DEA 方法與理論作為本文分析生技廠商之整體效率之依據。
- (二)瞭解生物科技產業之整體效率、技術效率、規模效率與經濟規模情況並加入 Malmquist 生產力指數，以評估生物科技產業之整體經營績效。
- (三)針對上市上櫃生物科技相關廠商共十八家及分成六大類，求各廠商與各分類群體廠商之整體效率、技術效率、規模效率與 Malmquist 生產力指數，瞭解其廠商之間的相對效率。
- (四)根據相對效率之比較，瞭解其生物科技廠商之經營效率之變化，並針對相對無效率之生物科技廠商，對投入資源的使用與未來改善方向，也一併討論。
- (五)根據上述分析結果，提供所獲之資訊，提供生物科技廠商之管理者，擬定改善績效措施之策略政府相關政策之參考。

貳、理論基礎

線性規劃分析法以資料包絡分析法為代表，而最早是由 Farrell(1957)提出，線性規劃的效率評估是以假設前為確定模型且無須統計上之檢定，並可以同時處理多投入、多產出的模式，且計算之前緣符合邊際效率的概念，其設定廠商目標為追求成本最小或利潤最大，廠商在原有技術下達到生產效率者形成前緣，相反地，無效率者則落在生產前緣下方，另有 Malmquist 生產力指數方法以資料包絡分析法為基礎，輔助以距離函數的概念，評估跨年度的生產力，觀察產業或廠商技術或資源分配的改變，並提出改善的方向與策略。

一、DEA 理論

效率前緣的概念最早由 Farrell(1957) 提出確定性無參數前緣 (deterministic non-parametric frontier) 的觀念，「確定性」是在所有 DMU 之技術水準相同，面對共同的生產前緣，「無參數前緣」指未預設生產函數的型態。前緣生產函數的觀念，來衡量生產效率水準，概念為廠商利用現有的技術水準，配合設定的要素組合，若生產達到其潛在的最大產出水準，則為最有效率的生產點，連接各個最有效率的生產點，使其形成生產前緣，若廠商生產未能達到其潛在的最大產出水準，則有生產無效率的情形發生，Farrell 說明效率，將效率分為技術效率(technical efficiency, TE)與分配效率(allocative efficiency, AE)兩種，技術效率為在投入固定的條件下，所可生產出的最大產量，分配效率為在技術與投入要素價格固定的條件下，最適合的投入組合去生產產品的情況。

DEA 理論模式中有三個重要的假設，首先是由最有效率的 DMU 所組成有效率的生產前緣，無效率的 DMU 則都位於此生產前緣的下方。第二為假設皆為固定規模報酬，第三為生產前緣凸向原點(convex)，因此每點斜率皆不為正。

DEA 數學模式是利用包絡線的觀念區別一般個體經濟學中的生產函數，包絡線在經濟學上的意義就是指所有可能中最適樣本單位所形成的邊界，DEA 模式藉此觀念來衡量所謂的相對效率區分出有效率與無效率的決策單位，有效率的決策單位構成效率前緣，無效率的決策單位則可以本身與效率前緣的相對位置，衡量出無效率程度。

本文引用圖 1 說明 Farrell(1957)生產效率：假定一組廠商要素投入 $X=(x_1, x_2)$ ，要素價格 $W=(w_1, w_2)$ ，生產單一產品 Y 價格為 P 產出水準 $Y=f(x_1, x_2)$ ，等產量線 II' ， AA' 為等成本線，實際產出位於 $I I'$ 上，則廠商的生產行為具有完全的技術效率，若實際產出偏離了生產邊界 II' 則此廠商的生產行為是技術無效率(technical inefficiency)， $I I'$ 為等產量線，實際生產組合為右上方， $I I'$ 線上每點效率值為 1， II' 為生產前緣線， D 點為 E 點的投射， D 點投入為 E 點的 OD/OE (相同產出下)，若 $TE=1$ 具有完全技術效率，若 $TE<1$ 則表示技術無效率。

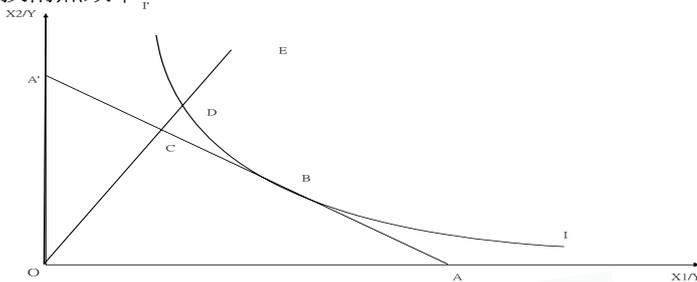


圖 1 Farrell 生產效率邊界(技術效率與配置效率)

分配效率：邊際替代率(marginal rate of substitution,MRS)= $\frac{W_1}{W_2}$ 要素價格比，若邊際替代率不等於其價格比率，則稱為分配無效率(allocative inefficiency)，AA'為等成本線， x_1, x_2 相對價格比，就是其斜率，B 點(I I'與 AA')可達最小成本，B 點的生產成本為 D 點的 OC/OD，而 E 點的配置效率為 OC/OE，若 AE=1，為分配有效率，若 AE<1 則為分配無效率，所以 E 點的生產效率 = $\frac{OC}{OD} * \frac{OD}{OE} = \frac{OC}{OE}$ ，為無技術效率與分配效率(技術與配置上達完全效率下，投入成本只需要目前的 OC/OE 倍)，B 點符合技術效率與分配效率具有生產效率，D 點具有技術效率無分配效率。Farrell 以此觀點，利用數學的線性模式，建立無母數方法進行效率的評估。

註解 [1]:

DEA 是以投入、產出的總合比例作為衡量生產效率的指標，透過數學規劃的極大或極小得到效率前緣，也就是在所有評估的對象中，相互比較求得效率值，以單一投入要素及單一產出為例，假設有五個決策單位：1、2、3、4、5 的投入—產出觀察值，從圖 2 中可以找到 1、2、3 包絡所有的專案，1、2、3 稱為包絡曲線，曲線上的 1、2、3 即是 Farrell 所指的技術有效率點，4、5 便是技術無效率點

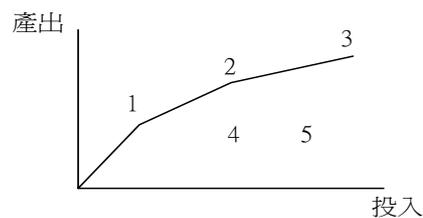


圖 2 包絡線概念

再以二投入要素 X_1 、 X_2 與單一產出 Y 的評估問題為例(圖 3)，同樣有五個 DMU 之投入與產出，以加權產出/加權投入的效率概念，計算出個別廠商相對於其他廠商的效率值。凡位於生產邊界上的 DMU 如 A、B、C，其相對效率值皆為 1，為有效率的單位；而不在生產邊界上者，如 D 與 E，其效率值皆小於 1，為無效率的單位，將相對無效率單位 D 與 E 的效率值計算定義為 DMU 到原點之距離與效率前緣到原點之距離的比值，所以 D 的相對效率值為 OD'/OD ，E 點的相對效率為 OE'/OE 。

根據 Farrell(1957)提出的模式, Chanes(1978) 等人再加以延伸其概念, 於是產生 CCR 模式與 BCC 模式, 其分析如下

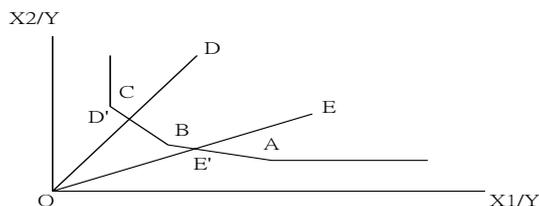


圖3 相對效率圖

1.CCR 模式

CCR 模式為 Charnes、Cooper 與 Rhodes(1978)提出, 此概念為 Farrell 生產效率概念再加以延伸到運用比率方式衡量多產出及多投入之生產效率衡量, 應用上, 因非線性規劃的模式不易求解, 因此將 DEA 模式轉換為線性規劃, 並加入對偶定理的觀念, 最後模式產生具有經濟意義的結果。

假設有 n 個 DMU, 各有 s 種產出, m 種投入, 則第 k 個受評估單位 DMU_k 的效率評估模式

$$\text{Max } \frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_i x_{ik}} \quad (1)$$

$$\text{s.t } \frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, k, n$$

$$U_r \geq \varepsilon > 0 \quad r = 1, k, s$$

$$V_i \geq \varepsilon > 0 \quad i = 1, k, m$$

y_{rk} : 第 k 個 DMU 的第 r 種產出

x_{ik} : 第 k 個 DMU 的第 i 種投入

U_r : 第 r 種產出的加權乘數

V_i : 第 i 種投入的加權乘數

因(式 1)非線性規劃的模式不易求解, 可經由參數的轉換, 將其轉為線性規劃式(式 2)

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (2)$$

$$\text{s.t } \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, k, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad r = 1, k, s$$

$$v_i \geq \varepsilon > 0 \quad i = 1, k, m$$

為對模式中得到更多的訊息與計算的方便性，再將式 3-2 取對偶(duality)轉換，其(式 3)如下：

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \theta_k - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^s S_{rk}^+ + \sum_{i=1}^m S_{ik}^- \right) \quad (3) \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_{ik}^- = \theta_k x_{jk} \quad i = 1, k, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_{rk}^+ = y_{rk} \quad r = 1, k, s \\ & \lambda_j, S_{rk}^+, S_{ik}^- \geq 0 \quad j = 1, k, n \end{aligned}$$

2. BCC 模式

Banker, Charnes and Cooper(1984)將 CCR 模式中固定規模報酬的限制假設改成變動規模報酬的假設，將無效率的原因分成技術的無效率或營運規模不當，並引用 Shephard 的距離函數(distance function)觀念導出 BCC 模式，可衡量各決策單位的純粹技術效率，BCC 模式同時也放寬 CCR 模式固定規模報酬的前提假設，即把 CCR 模式的技術效率細分為純粹技術效率和規模效率，即各決策單位的規模報酬可能為遞增、遞減或固定，決策單位的無效率，可能是投入與產出的分配不當外，也有可能是因本身決策單位的規模不適當所致，或是因為管理階層的決策錯誤造成資源過多投入，因此規模效率也是必須探討的因素，CCR 模式加入 $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$ 的限制後，成為 BCC 模式如式 4 所示。

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} + u_0 \quad (4) \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_0 \leq 0 \quad j = 1, k, m \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\ & u_r \geq \varepsilon > 0 \quad r = 1, k, s \\ & v_i \geq \varepsilon > 0 \quad i = 1, k, m \\ & u_0 \text{ 無限制} \end{aligned}$$

將式 4 對偶化成爲式 5

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \theta_k - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^s S_{rk}^+ + \sum_{i=1}^m S_{ik}^- \right) \quad (5) \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_{ik}^- = \theta_k x_{jk} \quad i = 1, k, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_{rk}^+ = y_{rk} \quad r = 1, k, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, k, n \\ & \lambda_j, S_{rk}^+, S_{ik}^- \geq 0 \end{aligned}$$

由式 5 說明得知，BCC 模式比 CCR 模式多一個限制式 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ，可確保生產邊界凸向原點(convexity)，BCC 模式引入新變數 u_k 作為判斷規模報酬的指標，原則如下： $u_0 > 0$ 規模報酬遞減，表示 DMU 在大於最適規模狀態下生產， $u_0 = 0$ 規模報酬固定，表示 DMU 在最適規模狀態下生產， $u_0 < 0$ 規模報酬遞增，表示 DMU 在小於最適規模狀態下生產。

3. DEA 模式的選取

(1) 規模報酬模式的選擇

固定規模報酬(CRS)模式可評估總效率(overall efficiency, OE)，變動規模報酬(VRS)則是評估技術效率(technical efficiency, TE)，固定規模報酬模式是所有 DMU 一起比較之效率評估，變動規模報酬模式則是與條件相當之受評單位來做比較，其間之差異即在受評單位之生產規模是否相當，在選擇的投入產出項目通過同質性檢驗後，接著要選擇

分析所用的 DEA 模式，以 CCR 模式求解效率值，並使用 BCC 模式，配合 CCR 模式深入討論各 DMU 的整體技術效率、純粹技術效率及規模效率，其中過程會利用 SPSS 計算相關係數及繪圖。

(2) 導向模式之選擇

模式的導向可分為投入導向與產出導向；投入導向模式為對投入量可加以控制者，即是將現有產出值固定來計算投入要素可以縮減之部份，如對產出量可加以控制者，即可採用產出導向樣式，亦將現有投入量固定來計算產出要素可以擴張之部份，正確導向模式之選擇，端視決策單位對投入產出要素之控制能力而定。投入導向指將投入做一定比例的縮減以使無效率的 DMU 往前緣線移動，相反地，產出導向是以透過產出比例增加的方式達到目標，從公司經營的角度，控制投入的減少，比追求產出的增加更容易實行，因此本研究採投入導向的 DEA 模式。

4. DEA 模式結果之分析方法

欲解釋 DEA 評估之結果可由四方面來討論：效率分析(efficiency analysis)，規模報酬分析(return to scale analysis)，差額變數分析(slack variable analysis)，敏感度分析(sensitivity analysis)。

(1) 效率分析

Farrell(1953)將總效率定為技術效率與配置效率的乘積，之後 Banker et al.(1984)將技術效率分解為純技術效率及規模效率之乘積

成本效率=技術效率 x 配置效率=純技術效率 x 規模效率 x 配置效率

(2) 規模報酬分析

執行 DEA 計算出某 DMU 之參考集合後，經由這些參考集合參數之加總，可以判斷該 DMU 是處於那一種規模報酬狀態，在固定規模模式下，若 $\sum \lambda = 1$ ，表示該決策單位在最適生產規模下生產，屬於固定規模報酬階段，若 $\sum \lambda > 1$ ，表示該決策單位在大於最適規模下生產，屬於規模報酬遞減階段，若 $\sum \lambda < 1$ ，表示該決策單位在小於最適規模下生產，屬於規模報酬遞增階段。

BCC 模式在原 CCR 模式中多加一個變數 U_0 ，代表規模報酬的指標，在變動規模報酬模式下，若 $U_0^* = 0 \rightarrow CRS$ (Constant Return to Scale)， $U_0^* < 0 \rightarrow IRS$ (Increasing Return to Scale)， $U_0^* > 0 \rightarrow NIRS$ (Non-Increasing Return to Scale)。

(3) 差額變數分析

差額變數分析可就資源使用狀況提供資訊，瞭解受評估單位與效率目標相差程度，還有多少改善空間，當決策單位未達最適境界時，投入與產出為數 (X_{ik}, Y_{rk}) ，當最佳解為 ϕ_k^* 、 λ_j^* 、 S_i^{-*} 、 S_r^* 時，則 (X_{ik}, Y_{rk}) 在效率前緣之投射為：

$$\hat{X}_{ik} = X_{ik} \phi_k^* - S_i^{-*} \quad i=1, \dots, m \quad (6)$$

$$\hat{Y}_{rk} = Y_{rk} + S_r^* \quad r=1, \dots, s$$

由式 6 求得決策單位之最適投入產出值，並可得知 (X_{ik}, Y_{rk}) 與最適數量之差距為：

$$\Delta X_{ik} = X_{ik} - \hat{X}_{ik} \quad i=1, \dots, m \quad (7)$$

$$\Delta Y_{rk} = Y_{rk} - \hat{Y}_{rk} \quad r=1, \dots, s$$

由式 7 得知，第 k 個決策單位若減少 ΔX_{ik} 之投入並增加 ΔY_{rk} 之產出，便達相對效率目標，此亦可作為管理單位做規劃、執行及考核時之參考。

(4) 敏感度分析

DEA 之目的為衡量決策單位之相對效率，而對每一決策單位作評估時，其他各決

策單位之每一投入與產出因素都必須予以考慮，故 DEA 分析對決策單位與投入產出之變動非常敏感。當決策單位變動情形如所增、減之決策單位為位於效率前緣上之 DMU，則其他單位的效率值是否改變，須視所增、減之決策單位是否為其參考集合而定，如果是，則效率值會改變，如果不是，則效率值不會改變，而當所增減之決策單位非位於效率前緣上之 DMU 時，則其增減並不會影響其他各決策單位之效率評估。若投入產出要素變動時，由於任一決策單位在評估時，其他各決策單位之全部投入產出項均須列入考慮，故投入產出因素項目之增減會影響決策單位的效率評估，因而可測得某些因素之影響程度。Charnes, Cooper, Lewin, Morey 與 Roussean(1985)指出，一有效率之 DMU 其投入產出項變動時，對該 DMU 效率值之影響程度，必須檢視該增減之投入產出要素項目所對應之虛擬乘數是否趨近於 0，若趨於 0，則所有 DMU 之效率值不受影響，否則所有 DMU 之效率值將會改變。

參、實證結果與分析

本章根據第貳節的理論基礎、配合生物產業投入與產出資料，先行建構實證引用模式，再利用相關係數選擇適當的投入與產出變數，並將生技產業與個別廠商作效率與效率變動之實證結果與分析，且對生技相關廠商作差額變數與敏感度實證結果與分析，最後將本節實證結果作一小結。

一、實證引用模式建立—效率與效率變動估計方法之建構

本研究希望以 DEA 模式分析生技相關廠商的成本效率值，並探討成本無效率是因資源的浪費還是配置無效率所造成的，並瞭解在最具生產力規模下的投入、產出量與改善的方向，以下是想要探求的成本、分配、技術、純粹技術及規模效率值的模式建構。

(一)全面效率(Overall efficiency)與效率之衡量

1.全面效率

總效率是給定其投入要素成本，於目前得生產水準下，理想成本佔實際投入要素成本的比值，為成本效率(cost efficiency)，衡量模式如下：

$$\begin{aligned} \text{目標式} \quad \text{Min } COST_k &= \sum_{i=1}^m P_{ik} X_i \\ \text{限制式} \quad X_i - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j &\geq 0 \quad \text{for } i=1, \dots, m \quad (8) \\ \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j &\geq Y_{rk} \quad \text{for } r=1, \dots, s \\ \lambda_j &\geq 0 \quad \text{for } j=1, \dots, n \end{aligned}$$

X_{ij} : (m×j)投入項矩陣

Y_{rj} : (s×j)產出項矩陣

P_{ik} : 第 k 家廠商(1×m)的投入價格矩陣

λ_j : 第 k 家廠商想要達到成本極小化的強度權數(Intensity weights)

由式 8 可求得既定投入價格下，成本最小的投入組合 $X_k^* = (X_1^*, X_2^*, \dots, X_m^*)$ ，全面效率如下式 9：

$$OE = \frac{COST_k^*}{COST_k} = \frac{P_i X_k^*}{P_i X_k} = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ik} X_k^*}{\sum_{i=1}^m P_{ik} X_{ik}} \quad (9)$$

$COST_k = \sum_{j=1}^m P_{ik} X_{ik}$ ：第 k 個 DMU 之實際成本

$COST_k^* = \sum_{j=1}^m P_{ik} X_k^*$ ：第 k 個 DMU 在設定價格下所求出之最少投入之成本

2. 技術效率與規模效率

技術無效率形成的原因有二：一是管理者的決策錯誤，造成資源的浪費，一為組織非處於最適規模報酬下進行生產，所以有必要找出真正造成無效率的原因，經由前述的理論分析，將兩種原因從技術效率分解出，分別稱為規模效率與純技術效率，在固定規模報酬假設中

$$(TE_A^1) = MGMA = \frac{OY_A / OX_G}{OY_G / OX_G} = OX_G / OX_A = OX_G / OX_A^* OY_A / OY_E$$

$$(PTE_A^1) = MB / MA = \frac{OY_A / OX_A}{OY_B / OX_B} = OX_B / OX_A$$

$$(SE_A^1) = MGMB = \frac{OY_B / OX_B}{OY_G / OX_G} = OX_G / OX_B = OX_E / OX_B * OY_B / OY_E$$

假設有 n 個 DMU_j (j = 1, ..., n)，M 種投入 (i = 1, ..., m)，S 種不同產出 Y_r (r = 1, ..., n)，其技術效率、純技術效率與規模效率的衡量模式如下

目標式 $\text{Min } TE_K^I = \phi_K$

限制式 $\phi_K X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad (10)$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{rK}$$

目標式 $\text{Min } PTE_K^I = \phi_K$

限制式 $\phi_K X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad (11)$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{rK}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

其 λ_j 為所有具有效率之廠商與第 k 家無效率廠商在投入產出項的相對權數，式 10 中 ϕ_K

為第 k 家之相對效率值，將其乘上投入量，則為具有效率之邊界廠商投入量，式 11 中 ϕ_k 為第 k 家相對純粹效率(PTE)，規模效率值與分配效率值，分別獲得：

$$OE=TE*AE \quad (12)$$

$$TE=PTE*SE \quad (13)$$

OE：成本效率(全面效率)

TE：技術效率 AE：配置效率(分配效率)

PTE：純粹技術效率 SE：規模效率

再者為規模報酬的判斷，要判斷廠商的生產行為究竟處於何種生產規模，是因規模報酬乃是指資源比例變動時，廠商產出變動情況，能夠幫助廠商調整其經營規模，當 $SE = 1$ 此決策單位為固定規模報酬， $SE < 1$ 可能為規模報酬遞增或遞減，若將求得的純技術效率與原來的純技術效率相等，則代表此廠商處於規模報酬遞減，反之，代表規模報酬遞增。

(二)效率變動之分析

本文有關效率變動係依 Malmquist 生產力指數之概念作為衡量依據。茲將 Malmquist 指數所引說明效率變動或技術變動的數理過程與模式說明如下：

定義 Malmquist 指數如下：

$$x^t = (x_1^t, x_2^t, \dots, x_n^t) \geq 0 \quad x^t \text{ 為 } t \text{ 期的投入項}$$

$$y^t = (y_1^t, y_2^t, \dots, y_m^t) \geq 0 \quad y^t \text{ 為 } t \text{ 期的產出項，}$$

期間為 $t=1, 2, \dots, T$

廠商在 t 期間下，生產技術為 $P^t = \{(x^t, y^t) | x^t \text{ can produce } y^t\}$ ， P^t 代表所有投入與產出的生產可能組合，採用 P^t 來衡量生產力改變時，t 與 t+1 期的產出距離函數可定義為：

$$D_0^t(x^t, y^t) = \inf \{ \theta : (x^t, y^t / \theta) \in P^t \}$$

$$D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf \{ \theta : (x^{t+1}, y^{t+1} / \theta) \in P^{t+1} \} \quad (14)$$

式 14 中， θ 為達到生產前緣所有產出所需之增加比率

$$\text{Caves et al. (1982) 將 Malmquist 生產力指數 } t \text{ 期定義為 } M_0^t = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)}$$

(15)

$$T+1 \text{ 期為 } M_0^{t+1} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (16)$$

又 Fare et al. (1994) 利用上述之 Malmquist 指數之幾何平均數在固定規模報酬下衡量生產力：

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) \times D_0^{t+1}(x^t, y^t)}{D_0^t(x^t, y^t) \times D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (17)$$

又可改寫為

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) \times D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) \times D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

$$\left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) \times D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) \times D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

代表生產前緣隨時間改變的程度，可衡量技術變動

(technological change, TC), TC>1 技術進步, TC<1 則為技術退步。

$$\left[\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right]$$

的比率可表示實際產出距離生產前緣的程度，因此可衡量效率變動

(efficiency change, EC) EC>1 為效率改善，反之為效率沒有改善。

Fare et al.(1994)指出加入 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 的限制後，可求解變動規模報酬的距離函數，因此進一步分析生產規模的隨時間變化的情況。

$$\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | VRS)}{D_0^t(x^t, y^t | VRS)} * \left[\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | CRS)}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | VRS)} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t | VRS)}{D_0^t(x^t, y^t | CRS)} \right]$$

$$\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | VRS)}{D_0^t(x^t, y^t | VRS)} : \text{純粹技術效率變動(pure technical efficiency change, PTEC)}。$$

$$\left[\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | CRS)}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | VRS)} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t | VRS)}{D_0^t(x^t, y^t | CRS)} \right] : \text{規模效率變動(scale efficiency change, SEC)}。$$

使原始模式為 $M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = EC * TC$ 可再分為 $M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = PEC * SEC * TC$ 其中 SEC>1 代表產業趨向長期的最適規模，SEC<1 則表示偏離長期的最適規模。

模型變數之選擇

本研究考慮生物科技公司是屬於要求高科技技術、高素質人才的條件，因此選擇影響產出最有關的投入變數，包括機器成本、員工素質與資產較為有關的變數，作為考量之依據。圖 4 指出本研究有關生技公司投入項與產出項最具相關的項目，可作為本文投入產出變數處理之參考。

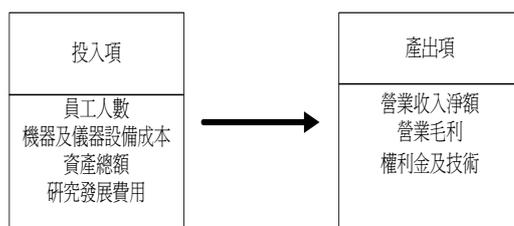


圖 4 投入產出變數

根據圖 4 所示，有關本文分析台灣生技產業投入產出變數處理方式說明如下(表 1)：本文為選出分析生技產業經營效率所涉及之投入產出變數，能符合 DEA 方法與 Malmquist 生產力指數理論所估計的效率衡量效果，根據投入產出所估相關係數(表 2)進行變數之相關性分析：

根據研究變數需有高度正向關連可代表相互相關性較高，並依據表 2 得知：產出變數中的營業收入淨額與營業毛利有較高的相關係數，其餘之產出變數則有相關性不高的問題，不符合『isotonicity』，因此本研究將其剔除，又營業收入淨額與營業毛利同屬營業額，且營業收入淨額相關係數不如營業毛利，故不考慮營業收入淨額之變項。

表 1 變數說明表

	變數	說明
產出項	營業收入淨額	公司營業收入扣除稅金後之淨額
	營業毛利	公司營業所得之金額
	權利金及技術	收取創新技術之權利金
投入項	員工人數	公司之員工人數
	機器及儀器設備成本	每年購置與維護機器及儀器設備成本之費用
	資產總額	公司之資產總額如土地、廠房、機器設備等
	研究發展費用	公司每年投入研究發展的費用
投入價格	每一員工之薪資單位	薪資費用／員工人數
	每一機器及儀器設備成本產生之單位成本	機器及儀器設備成本／營業收入淨額
	利率	資產總額之價格
	每一研究發展費用產生之單位成本	研究發展費／營業收入淨額

資料來源：本研究整理

表 2 投入產出相關係數之估計結果

投入 \ 產出	營業收入淨額	營業毛利	權利金及技術
員工人數(人)	0.532	0.868	0.061
機器及儀器設備成本	0.539	0.744	0.102
資產總額	0.923	0.487	0.091
研究發展費	0.203	0.762	0.023

資料來源：本研究整理

最後選擇之投入變數為機器與儀器設備成本、資產總額、研究發展費、員工人數，產出變數選擇營業毛利，作為分析生技產業之經營效率。

二、效率與效率變動估計之結果與分析

本研究之經營效率分析所使用之資料主要為民國 89 至民國 91 年之生物科技相關廠商之投入產出資料，分別估計整體產業、個別廠商與不同類型生技產業之經營效率與效率變動之概況。本節先行探討生技產業的經營效率，再而說明效率變動之效果。

(一)效率估計之結果與分析

本段首先將效率的判斷指標作一說明，作為生技產業經營效率優劣之判斷。第二部分分別探討生技產業民國 89 至 91 年營運之平均效率，第三部分依據各年度資料分別評估其經營效率，第四部分利用前述說明之生技分類，將生技廠商作生技類型的區別探討何種類型之廠商較為有效。

1.效率判斷指標之說明

根據 Noman, Michael and Stocker(1991)於執行效率分析後，可將全部 DMU 之整體效率值，依其強度分四類：

(1)強勢效率單位：由相對效率值等於一的 DMU 組成，此組合中符合 $h_k^* = \lambda_j^* = 1$

$s_i^- = s_i^+ = 0$ ，當 DMU 出現在效率參考組合的次數很多(一般以三次為標準)，出現的次數越多越強勢。

(2)邊緣效率單位：由相對效率值等於一的 DMU 組成，此組合中符合 $h_k^* = 1$ 和 $s_i^- = s_i^+$ 但不一定為 0，當 DMU 出現在效率參考組合的次數以一次或沒有出現在無效率的參考組合中，此組合之 DMU 常形成受評估單位中的外圍值(Outlier)。

(3)邊緣非效率單位：由無效率 DMU 所組成的組合，其組合的 DMU 相對效率值都界於 0.9 與 1 之間，同時差額變數 $s_i^- = s_i^+$ 皆不為 0，此 DMU 之投入產出項，只要稍微調整一下就可達到相對有效率的境界。

(4)明顯非效率單位：由無效率 DMU 所組成的群體，其群體中的 DMU 相對效率值小於 0.9，同時差額變數 $s_i^- = s_i^+$ 皆不為 0。

將以上方法整理歸納如下：強勢效率單位：技術效率=1 且參考次數>1，邊緣效率單位：技術效率=1 且參考次數=1 或 0，邊緣非效率單位：0.9<技術效率<1，明顯非效率單位：技術效率<0.9。

2.89-91 年間生技產業營運之平均效率分析

根據第本章第一節用予衡量成本效率(CE)、技術效率(TE)、配置效率(AE)、純粹技術效率(PTE)、規模效率(SE)之模式，可估計生技產業之各項效率值並列於表 3。根據表 3 可知，達到成本效率、配置效率(AE=1, CE=1)的廠商只有加捷一家，有 4 家生技廠商達到完全技術效率(TE=1)為百略、東貿、加捷、博登，7 家達到純粹技術效率(PTE=1)為興農、永信、百略、東貿、必翔、加捷、博登等，4 家達到規模效率(SE=1)為和桐、百略、東貿、加捷、博登等，將以上結果歸納於表 4。

又依據表 3 得知百略、東貿、博登等廠商均為技術效率等於 1 時，配置效率未達 1，其成本效率值與配置效率相同，成本效率均未達到最適，原因則為配置效率未達最適，因此須先改善本身的資源配置。技術無效率原因可分為兩種，一種為純粹技術不佳，另一種為規模效率不佳，該 14 無效率單位中，有和桐、生達、杏輝、濟生，是純粹技術效率不彰(0.308 至 0.469)，乃是生技廠商對於資源使用缺乏有效管理所致，此也顯示為改善經營效率應提升管理手段以調整投入產出，節省資源使用，有中化、葡萄王、興農、永信、必翔、五鼎、永日、東洋、雅博、邦拓，此為規模效率小於 1(0.223 至 0.678)，該無效率經營單位須強化本身的規模，依據表 5 就民國 87-90 年中生技產業可判定，無效率單位有 14 個，其平均效率值達 30.2%，其經濟上的意義為現有產出水準下，多使用了 69.8%的資源。

表 3 民國 89-91 年生技廠商之效率平均值

名稱	TE	PTE	SE	AE	CE
中化	0.134	0.543	0.247	0.929	0.125
葡萄王	0.465	0.841	0.553	0.579	0.269
興農	0.294	1.000	0.294	0.988	0.290
和桐	0.254	0.340	0.748	0.071	0.018
永信	0.276	1.000	0.276	0.984	0.271
生達	0.235	0.469	0.500	0.982	0.230
必翔	0.506	1.000	0.506	0.569	0.288
五鼎	0.289	0.550	0.525	0.883	0.255
杏輝	0.293	0.381	0.770	0.986	0.289
永日	0.154	0.465	0.330	0.942	0.145
百略	1.000	1.000	1.000	0.550	0.550
東貿	1.000	1.000	1.000	0.178	0.178
東洋	0.516	0.830	0.622	0.990	0.511
雅博	0.583	0.860	0.678	0.814	0.475
邦拓	0.092	0.410	0.223	0.976	0.089
加捷	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
博登	1.000	1.000	1.000	0.305	0.305
濟生	0.139	0.308	0.449	0.978	0.136
平均值	0.457	0.722	0.596	0.761	0.301

資料來源：本文整理

表 4 民國 89-91 年度績效評估結果

評估結果		個數	百分比
技術效率=1	純技術效率=1	4	22.2%
技術效率<1	純技術效率=1	3	16.7%
所有效率皆小於 1		11	61.1%
總計		18	100.00%

資料來源：本研究整理

表 5 民國 89-91 年間的廠商效率單位

評估結果	個數	百分比
有效率單位	4	22.2%
非效率單位	14	77.8%
總計	18	100%

資料來源：本研究整理

(C)各年度生技廠商之經營效率分析

前面已探討民國 89-91 年生技產業營運之平均效率，基於各廠商因應每年的外在投資、生產與總體經濟環境之不同，常反應不同的效率，因而本文進一步針對個別廠商進行橫斷面的效率評估，實證結果依各年度所估各項效率值分析如下：

a.民國 89 年各生技廠商估計結果與分析

依據表 6 可知，達到成本效率、配置效率(AE=1, CE=1)的廠商只有加捷一家，有 4 家生技廠商達到完全技術效率(TE=1)為百略、東貿、加捷、博登等，7 家達到純粹技術效率(PTE=1)為興農、永信、必翔、百略、東貿、加捷、博登，4 家達到規模效率(SE=1)為百略、東貿、加捷、博登等，將以上結果歸納於表 7。又依據表 6 得知百略、東貿、博登等廠商均為技術效率等於 1 時，配置效率未達 1，其成本效率值與配置效率相同，成本效率均未達到最適，原因則為配置效率未達最適，因此須先改善本身的資源配置。又依據表 8 中可看出，無效率單位有 14 個，其平均效率值達 30.2%，其經濟上的意義為現有產出水準下，多使用了 69.8%的資源，技術無效率原因可分為兩種，一種為純粹技術不佳，另一種為規模效率不佳，該 14 無效率單位中，有和桐、生達、杏輝、濟生，是純粹技術效率不彰(0.308 至 0.469)，乃是生技廠商對於資源使用缺乏有效管理所致，此也顯示為改善經營效率應提升管理手段以調整投入產出，節省資源使用，有中化、葡萄王、興農、永信、必翔、五鼎、永日、東洋、雅博、邦拓，此為規模效率小於 1(0.223 至 0.678)，該無效率經營單位須強化本身的規模。

註解 [N2]:

b.民國 90 年各生技廠商估計結果與分析

從表 6 可知，達到成本效率、配置效率(AE=1, CE=1)的廠商只有加捷一家，有 4 家生技廠商達到完全技術效率(TE=1)為百略、東貿、加捷、博登等，9 家達到純粹技術效率(PTE=1)為興農、和桐、永信、百略、必翔、東貿、東洋、加捷、博登等，4 家達到規模效率(SE=1)為百略、東貿、加捷、博登等，將以上結果歸納於表 7。依據表 6 得知

百略、東貿、博登等廠商均為技術效率等於 1 時，配置效率未達 1，其成本效率值與配置效率相同，成本效率均未達到最適，原因則為配置效率未達最適，因此須先改善本身的資源配置。技術無效率原因可分為兩種，一種為純粹技術不佳，另一種為規模效率不佳，該 14 無效率單位中，有 5 個無效率單位(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝)，是純粹技術效率不彰(0.288 至 0.514)，指出技術無效率乃是生技廠商對於資源使用缺乏有效管理所致，此也顯示為改善經營效率應提升管理手段以調整投入產出，節省資源使用，有興農、和桐、永信、必翔、永日、東洋、雅博、邦拓、濟生，其規模效率小於 1，該廠商須強化本身的規模。從表 8 中，看出無效率單位有 14 個，其平均效率值達 36.1%，其經濟上的意義為現有產出水準下，多使用了 63.9%的資源。

c.民國 91 年各生技廠商估計結果與分析

從表 6 可知，達到成本效率、配置效率(AE=1, CE=1)的廠商只有加捷一家，有 4 家生技廠商達到完全技術效率(TE=1)為百略、東貿、加捷、博登等，9 家達到純粹技術效率(PTE=1)為興農、和桐、永信、百略、必翔、東貿、東洋、加捷、博登等，4 家達到規模效率(SE=1)為百略、東貿、加捷、博登等，將以上結果歸納於表 7。又依據表 6 得知百略、東貿、博登等廠商均為技術效率等於 1 時，配置效率未達 1，其成本效率值與配置效率相同，成本效率均未達到最適，原因則為配置效率未達最適，因此須先改善本身的資源配置，而博登則為技術效率比配置效率高，其成本效率未達最適，除了改善其技術效率中的規模效率外，還需先從本身資源配置著手。從表 8 中，得知無效率單位有 14 個，其平均效率值達 31.8%，其經濟上的意義為現有產出水準下，多使用了 68.2%的資源，技術無效率原因可分為兩種，一種為純粹技術不佳，另一種為規模效率不佳，該 14 無效率單位中，有 6 個無效率單位(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、雅博)，是純粹技術效率不彰(0.239 至 0.619)，指出技術無效率乃是生技廠商對於資源使用缺乏有效管理所致，此也顯示為改善經營效率應提升管理手段以調整投入產出，節省資源使用，有興農、和桐、永信、必翔、永日、東洋、邦拓、濟生，為規模效率小於 1，該無效率經營單位須強化本身的規模。

表 6 各年度經營績效表

公司名稱	89 年度					90 年度					91 年度				
	TE	PTE	SE	AE	CE	TE	PTE	SE	AE	CE	TE	PTE	SE	AE	CE
1701 中化	0.134	0.543	0.247	0.929	0.125	0.131	0.341	0.385	0.971	0.127	0.109	0.269	0.403	0.951	0.103
1707 葡萄王	0.465	0.841	0.553	0.579	0.269	0.449	0.514	0.873	0.597	0.268	0.414	0.579	0.715	0.562	0.233
1712 興農	0.294	1	0.294	0.988	0.290	0.342	1	0.342	0.985	0.336	0.418	1	0.418	0.702	0.294
1714 和桐	0.254	0.34	0.748	0.071	0.018	0.713	1	0.713	0.044	0.032	0.7	1	0.7	0.044	0.031
1716 永信	0.276	1	0.276	0.984	0.271	0.324	1	0.324	0.976	0.316	0.267	1	0.267	0.974	0.260
1720 生達	0.235	0.469	0.5	0.982	0.230	0.241	0.432	0.558	0.982	0.237	0.228	0.476	0.48	0.986	0.225
1729 必翔	0.506	1	0.506	0.569	0.288	0.646	1	0.646	0.564	0.364	0.526	1	0.526	0.541	0.285
1733 五鼎	0.289	0.55	0.525	0.883	0.255	0.284	0.5	0.567	0.996	0.283	0.223	0.466	0.479	0.993	0.222
1734 杏輝	0.293	0.381	0.770	0.986	0.289	0.287	0.288	0.997	0.983	0.282	0.22	0.239	0.921	0.986	0.217
4102 永日	0.154	0.465	0.330	0.942	0.145	0.164	0.62	0.265	0.886	0.145	0.133	0.679	0.196	0.863	0.115
4103 百略	1	1	1	0.550	0.550	1	1	1	0.525	0.525	1	1	1	0.359	0.359
4104 東貿	1	1	1	0.178	0.178	1	1	1	0.158	0.158	1	1	1	0.117	0.117
4105 東洋	0.516	0.830	0.622	0.990	0.511	0.643	1	0.643	0.986	0.634	0.462	1	0.462	0.996	0.46
4106 雅博	0.583	0.86	0.678	0.814	0.475	0.558	0.754	0.741	0.988	0.551	0.45	0.619	0.727	0.990	0.445
4107 邦拓	0.092	0.41	0.223	0.976	0.089	0.113	0.512	0.22	0.932	0.105	0.095	0.462	0.206	0.93	0.088
4109 加捷	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4110 博登	1	1	1	0.305	0.305	1	1	1	0.305	0.305	1	1	1	0.222	0.222
4111 濟生	0.139	0.308	0.449	0.978	0.136	0.163	0.434	0.375	0.814	0.133	0.212	0.58	0.365	0.481	0.103
平均值	0.457	0.722	0.596	0.761	0.301	0.503	0.744	0.647	0.761	0.322	0.47	0.743	0.604	0.705	0.266

表 7 各年度績效評估結果

		89		90		91	
評估結果		個數	百分比	個數	百分比	個數	百分比
技術效率=1	純技術效率=1	4	22.2%	4	22.2%	4	22.2%
技術效率<1	純技術效率=1	3	16.7%	5	27.8%	5	27.8%
所有效率皆小於 1		11	61.1%	9	50%	9	50%
總計		18	100.00%	18	100.00%	18	100.00%

資料來源：本研究整理

表 8 各年度效率單位表

		89		90		91	
評估結果		個數	百分比	個數	百分比	個數	百分比
有效率單位	強勢效率單位	2	11.1%	3	16.7%	3	16.7%
	邊緣效率單位	2	11.1%	1	5.5%	1	5.5%
非效率單位	邊緣非效率單位	0	0%	0	0%	0	0%
	顯著非效率單位	14	77.8%	14	77.8%	14	77.8%

資料來源：本研究整理

三、不同生技產業類型之經營效率分析

將研究樣本 18 家廠商分為下列五種生技產業(醫療品、醫療器材、特用化學品及食品、農業生物科技、生技服務業)，從中獲得何種生技類型其相對效率較好，而效率表現不好的則又為何種生技類型。依該項生技產業類型分別估計其影響營運效率的各項效率，並進一步分析。

依據表 9 中，可知生技服務業技術效率最高，已達最適效率的階段，其中以醫療藥品的生技類型廠商，技術效率最低，就經濟涵意來說，浪費 75.5%的資源，醫療品生技類型，技術效率不佳的原因，有兩種可能一為純粹技術效率不佳，或是規模效率不佳所造成。

註解 [N3]:

註解 [N4]:

表 9 生技產業類型之效率值

	TE	PTE	SE
醫藥品	0.245	0.499	0.486
特用化學品及食品	0.573	0.727	0.767
農業生技	0.294	1.000	0.294
醫療器材	0.535	0.830	0.601
生技服務業	1.000	1.000	1.000

資料來源：本文整理

從表 9 也可知醫療品生技類型為規模效率較為不佳未達最適境界，因此廠商規模上有待改善，農業跟醫療器材也有同樣的問題，均需要規模效率方面的提升，生技特用化學品類型為技術效率較為不佳，因此此類型廠商需改善其技術與管理方面。

四、效率變動估計之結果與分析

本段先將判定效率變動之生產力指標作一說明，作為生技產業經營效率變動與生產力進步與否之判斷。第二部分個別探討生技產業民國 89 至 91 年營運之效率變動與生產力增減之情況，第三部分依據各年度資料針對個別廠商分別評估其經營效率變動與生產力指數的改變。

3.4.1 Malmquist 生產力指數所示效率變動之依據

根據前述本文研究的效率變動即是 Malmquist 生產力指數模型，依該模型可看出 Malmquist 生產力指數分為技術效率變動(technical efficiency change, EC)與生產技術變動(technological change, TC)

$$M^{t,t+1} = \Delta Eff^{t,t+1} \times \Delta Tech^{t,t+1}$$

生產力變動的情形，可分成技術效率改變與生產技術的改變，假設生物科技產業為固定規模報酬，可將技術變動 $\Delta Eff^{t,t+1}$ 分成規模效率的變動 $\Delta Scale^{t,t+1}$ 與純粹技術效率的變動

$$\Delta PureEff^{t,t+1}。$$

$$\Delta Eff^{t,t+1} = \Delta Scale^{t,t+1} \times \Delta PureEff^{t,t+1}$$

$$\Delta PureEff^{t,t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | VRS)}{D_0^t(x^t, y^t | VRS)}$$

$$\Delta Scale^{t,t+1} = \left[\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | CRS)}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | VRS)} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t | VRS)}{D_0^t(x^t, y^t | CRS)} \right]$$

依上式可知 $M^{t,t+1} = \Delta PureEff^{t,t+1} \times \Delta Scale^{t,t+1} \times \Delta Tech^{t,t+1}$ 判別法則：

- (A)技術效率變動：當其大於 1，表示技術有改善，若是小於 1 則表示技術呈現衰退情況。
- (B)生產技術變動：大於 1，生產技術有改善，小於 1 則為生產技術衰退。
- (C)規模效率變動：越接近 1，則表示本年比去年更接近固定規模報酬。
- (D)生產力指數變動：TFP 大於 1，其生產力有改善，小於 1 則生產力衰退。

3.4.2 民國 89-91 年整體產業每年效率變動估計之結果與分析

根據第四節用予衡量技術效率變動(TEC)、生產技術效率變動(PTEC)、純粹生產技術變動(PTEC)、規模技術效率變動(SEC)、生產力指數(TFP)之模式，可估計生技產業之各項效率與生產力變動值並列於表 10。

依據表 10 可知在生技廠商在 EC89-90 為 1.125 顯示其技術效率皆有改善，但 EC90-91 顯示為 0.910，其技術效率有衰退的現象。

表 10 民國 89-91 年整體產業生產力指數

	EC	TEC	PEC	SEC	TFP
89-90	1.125	0.923	0.991	1.135	1.079
90-91	0.910	1.078	0.980	0.928	0.981
平均 值	1.012	0.998	0.985	1.027	1.009

資料來源：本研究整理

TC90-91 呈現 1.078 表示其生產技術效率有改善，且 TC89-90 為 0.923 表示其生產技術效率衰退，而 SEC89-90 顯示為 1.135，表示其較前一期間更接近固定規模報酬，而 SEC90-91 為 0.928 此表示為沒有比前一期更靠近固定規模報酬，TFP89-90 顯示為 1.079 表示其生產力皆有改善，TFP90-91 顯示為 0.981 表示其生產力未有改善。

3.4.3 民國 89-91 年個別廠商經營效率變動之分析(各年度)

前述已探討民國 89-91 年生技整體產業營運之效率變動情況，基於各生技廠商因應每年的儀器成本、員工素質與總體經濟環境之不同，需反應不同的效率變動與生產力的增減，因而本文進一步針對個別廠商進行橫斷面的效率變動與生產力之評估。

依表 11 可知在在民國 89-90 年間，TFP 生產力小於 1 的廠商有 9 家(中化、生達、五鼎、杏輝、永日、東貿、加捷、博登、濟生)，表示民國 89-90 年間以上 9 家廠商，生產力有衰退的現象，TFP 生產力大於 1 的廠商有 9 家(葡萄王、興農、和桐、永信、必翔、百略、東洋、雅博、邦拓)，表示在民國 89-90 年生產力有進步的現象。研究生產力衰退的原因，分為效率衰退(EC<1)與技術衰退(TC<1)，中化、葡萄王、五鼎、杏輝、雅

博均為效率衰退，表示效率沒有改善，效率衰退的原因又分為純粹技術衰退(PTEC<1)或是規模效率衰退(SEC<1)，中化、葡萄王、杏輝為純粹技術衰退，為管理效率沒有改善，五鼎、雅博為規模效率衰退，興農、和桐、永信、生達、永日、東貿、東洋、邦拓、加捷、博登、濟生則為技術衰退，且東貿、加捷、博登三家廠商都有一個共同點為效率均為 1(EC=1)。

表 11 民 89-91 年度個別廠商生產力指數與效率變動情形

	EC 89-90	TEC 89-90	PEC 89-90	SEC 89-90	TFP 89-90	EC 90-91	TEC 90-91	PEC 90-91	SEC 90-91	TFP 90-91
中化	0.978	0.996	0.864	1.132	0.974	0.828	1.109	0.869	0.953	0.918
葡萄王	0.966	1.069	0.716	1.348	1.032	0.922	1.080	1.176	0.784	0.996
興農	1.164	0.901	1	1.164	1.048	1.223	1.041	1	1.223	1.273
和桐	2.802	0.611	1.698	1.65	1.711	0.983	1.101	1	0.983	1.082
永信	1.175	0.901	1	1.175	1.058	0.826	1.158	1	0.826	0.956
生達	1.027	0.901	0.907	1.132	0.925	0.947	1.158	1.144	0.828	1.096
必翔	1.276	1.059	1	1.276	1.352	0.815	1.075	1	0.815	0.876
五鼎	0.982	0.958	1.063	0.924	0.941	0.787	1.158	0.874	0.901	0.911
杏輝	0.979	0.901	0.846	1.157	0.882	0.765	1.158	0.95	0.806	0.886
永日	1.068	0.901	0.883	1.209	0.962	0.812	1.158	0.789	1.030	0.941
百略	1	1.166	1	1	1.166	1	0.958	1	1	0.958
東貿	1	0.940	1	1	0.94	1	0.917	1	1	0.917
東洋	1.245	0.901	1.136	1.096	1.121	0.719	1.158	1	0.719	0.832
雅博	0.957	1.104	1.024	0.935	1.056	0.806	1.158	0.939	0.858	0.933
邦拓	1.229	0.901	1.056	1.063	1.107	0.843	1.158	0.931	0.905	0.976
加捷	1	0.815	1	1	0.815	1	0.945	1	1	0.945
博登	1	0.924	1	1	0.924	1	1.052	1	1	1.052
濟生	1.175	0.82	0.917	1.281	0.964	1.303	0.938	1.035	1.259	1.222
平均值	1.125	0.923	0.991	1.135	1.039	0.910	1.078	0.980	0.928	0.981

資料來源：本研究整理

在民國 90-91 年間，TFP 生產力小於 1 有中化、葡萄王、永信、必翔、五鼎、杏輝、永日、百略、東貿、東洋、雅博、邦拓、加捷，表示生產力有衰退的現象，TFP 生產力大於 1 有興農、和桐、生達、博登、濟生，表示生產力有進步。中化、葡萄王、和桐、永信、生達、必翔、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博、邦拓均為效率衰退，表示效率沒有改善，中化、五鼎、永日為純粹技術衰退，為管理效率沒有改善，葡萄王、和桐、永信、生達、必翔、杏輝、東洋、雅博、邦拓為規模效率衰退，百略、東貿、加捷、濟生則為技術衰退，為技術退步，且百略、東貿、加捷有一個共同點為效率均為 1(EC=1)。

3.4.4 個別生技廠商 4 年平均效率變動與生產力變動之分析

前述已探討過每年各廠商之效率變動，由於未獲知民國 89-91 間，生技廠商之效率

總變動與生產力的增減，因此本部分針對民國 89-91 年間各生技廠商效率變動及生產力作一估計與結果分析，實證結果之各項效率變動值整理分析如下。從表 12 可知在生技廠商在 $TFP > 1$ 有葡萄王、興農、和桐、永信、生達、必翔、百略、邦拓、濟生，表示其生產力皆有改善，則中化、五鼎、杏輝、永日、東貿、東洋、雅博、加捷、博登其生產力有衰退。

表 12 各年度個別廠商生產力指數之變動情形

	EC	TEC	PEC	SEC	TFP
中化	0.9	1.051	0.866	1.038	0.946
葡萄王	0.943	1.074	0.918	1.028	1.014
興農	1.193	0.968	1	1.193	1.155
和桐	1.659	0.820	1.303	1.273	1.361
永信	0.985	1.021	1	0.985	1.006
生達	0.986	1.021	1.019	0.968	1.007
必翔	1.020	1.067	1	1.020	1.088
五鼎	0.879	1.053	0.964	0.912	0.926
杏輝	0.866	1.021	0.896	0.966	0.884
永日	0.931	1.021	0.835	1.116	0.951
百略	1	1.056	1	1	1.056
東貿	1	0.928	1	1	0.928
東洋	0.946	1.021	1.066	0.888	0.966
雅博	0.878	1.130	0.981	0.895	0.993
邦拓	1.018	1.021	0.992	1.026	1.039
加捷	1	0.877	1	1	0.877
博登	1	0.986	1	1	0.986
濟生	1.237	0.877	0.974	1.270	1.085
平均值	1.012	0.998	0.985	1.027	1.009

資料來源：本研究整理

研究生產力衰退的原因有兩項，一項為效率退步($EC < 1$)，另一項為技術退步($TEC < 1$)，中化、葡萄王、永信、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博均為效率衰退，表示效率沒有改善，而效率衰退的原因又可分為純粹技術衰退($PEC < 1$)或是規模效率衰退($SEC < 1$)，中化、葡萄王、杏輝、永日、邦拓、濟生為技術衰退，為管理效率沒有改善，永信、生達、五鼎、東洋、雅博為規模效率衰退，興農、和桐、東貿、加捷、博登、濟生則為技術衰退，表示其廠商技術退步，且東貿、加捷、博登有一個共同點為效率均為 $1(EC=1)$ 。將以上之結果歸納於表 13。

表 13 廠商生產力指數結果

TFP>1	生產力進步	葡萄王、興農、和桐、永信、生達、必翔、百略、邦拓、濟生
TFP<1	生產力退步	中化、五鼎、杏輝、永日、東貿、東洋、雅博、加捷、博登
EC<1	效率退步	中化、葡萄王、永信、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博
PEC<1	純粹技術退步	中化、葡萄王、杏輝、永日、邦拓、濟生
SEC<1	規模效率退步	永信、生達、五鼎、東洋、雅博
TC<1	技術退步	興農、和桐、東貿、加捷、博登、濟生

資料來源：本研究整理

註解 [u5]:

五、差額變數與敏感度估計結果與分析

第一部分利用差額變數分析，探討各生技產業與個別廠商之投入、產出項與資源運用是否適當，及提供未達最適效率廠商改善之方向與增減其投入產出項的數量，第二部分使用敏感度分析，估計廠商之相對效率值以尋找其中整體產業關鍵性的投入產出變數，及個別廠商之優勢變數。

3.5.1 差額變數分析

根據 DEA 估計方法過程中，可進一步估計廠商投入與產出項的差額變數，依差額變數可算出各非效率單位要改善為有效率單位時，投入與產出之間還有多少改善的空間，其有效率單位的差額變數值均為零，非效率單位之投入項之差額變數則是其該減少投入項，而產出則出現為該增加之產出數量。前述已討論過生技產業與個別廠商之經營效率值，但未能得知投入、產出項數量及資源的運用是否適當，因而本文進一步針對每年個別廠商進行投入、產出項的改善空間與增減方向，實證結果依據各年度所估之差額變數歸納結果如下：

A.民國 89 年生技廠商差額變數估計之結果與分析

從表 14 可知，共有 7 家廠商(興農、永信、必翔、百略、東貿、加捷、博登)其規模達到最適，不用增加產出項或減少其投入項的數量，減少機器及儀器設備成本共有 11 家廠商(中化、葡萄王、和桐、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博、邦拓、濟生)，減少員工人數共有 11 家(中化、葡萄王、和桐、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博、邦拓、濟生)，減少資產總額 11 家(中化、葡萄王、和桐、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博、邦拓、濟生)，減少研究發展費共 11 家(中化、葡萄王、和桐、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博、邦拓、濟生)，其結果歸納於表 15。

B.民國 90 年生技廠商差額變數估計之結果與分析

從表 14 可知，共有 9 家廠商(興農、和桐、永信、必翔、百略、東貿、東洋、加捷、

博登)其規模達到最適，不用增加產出項或減少其投入項的數量，減少機器及儀器設備成本共有 9 家廠商(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、雅博、邦拓、濟生)，減少員工人數共有 9 家(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、雅博、邦拓、濟生)，減少資產總額 9 家(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、雅博、邦拓、濟生)，減少研究發展費共 9 家(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、雅博、邦拓、濟生)，其結果歸納於表 15。

C.民國 91 年生技廠商差額變數估計之結果與分析

從表 14 可知，共有 9 家廠商(興農、和桐、永信、必翔、百略、東貿、東洋、加捷、博登)其規模達到最適，不用增加產出項或減少其投入項的數量，減少機器及儀器設備成本共有 9 家廠商(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、雅博、邦拓、濟生)，減少員工人數共有 9 家(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、雅博、邦拓、濟生)，減少資產總額 9 家(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、雅博、邦拓、濟生)，減少研究發展費共 9 家(中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、雅博、邦拓、濟生)，其結果歸納於表 15。

表 14 各年度差額變數表

公司	89 年度投入項				90 年度投入項				91 年度投入項			
	機器儀器	資產總額	員工人	研究發	機器儀器	資產總	員工人	研究發展	機器儀	資產總	員工人	研究發
中化	266154	3817006	369	51164	322120	4262838	494	70276	315602	4549672	556	87661
葡萄王	355014	305845	24	7158	373483	1017760	66	21046	340235	1091344	63	14928
興農	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
和桐	454563	9898555	66	4324	0	0	0	0	0	0	0	0
永信	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
生達	376333	1194930	265	53252	385166	1456893	287	42781	313883	1350627	243	35256
必翔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
五鼎	7023	247865	66	20044	31906	356967	103	36014	53402	428077	157	54965
杏輝	141964	649127	314	25056	177343	888433	371	46857	195677	1193406	385	63561
永日	146608	280042	54	10168	221441	219038	42	6537	223679	176669	42	6949
百略	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東貿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東洋	55045	139299	125	26797	0	0	0	0	0	0	0	0
雅博	1325	56400	112	2884	6973	116854	103	20944	13851	230117	163	20655
邦拓	80736	349581	121	8379	166391	340333	156	7136	190821	436189	178	7803
加捷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
博登	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
濟生	121745	545841	183	9089	148815	490494	167	4882	105314	421836	158	2447

資料來源：本研究整理

表 15 各年度差額變數結果表

	87 年度	88 年度	89 年度	90 年度
減少機器及儀器設備成本	葡萄王、永信、生達、五鼎、杏輝、永日、邦拓、濟生、東洋	葡萄王、生達、杏輝、永日、濟生、永信、五鼎、東洋、邦拓	中化、葡萄王、永信、生達、杏輝、永日、東洋、邦拓、濟生	中化、葡萄王、生達、五鼎、杏輝、永日、邦拓、濟生、永信、東洋
減少員工人數	杏輝、五鼎、邦拓、濟生	中化、生達、杏輝、永日、邦拓、濟生	五鼎、永日、邦拓、濟生	永信、必翔、杏輝、永日、濟生、五鼎、邦拓
減少資產總額		五鼎	無	無
減少研究發展費	中化、葡萄王、永信、五鼎、杏輝、邦拓、生達、永日、濟生	五鼎、杏輝、永日、濟生、永信、東洋、邦拓	永信、杏輝、五鼎、永日、東洋、邦拓、濟生	五鼎、東洋、永信、永日、濟生、邦拓
增加營業收入淨額	五鼎、邦拓	五鼎、邦拓、永日	五鼎、永日、邦拓	五鼎、永日、濟生、邦拓

資料來源：本研究整理

3.5.2 敏感度分析

資料包絡分析法衡量之效率值是受到決策單位的個數與投入、產出項的變數影響，因此依 DEA 模式所估計效率值的變動程度是否受決策單位與投入產出項的改變或增減的程度作判定，此即所謂的敏感度分析。該分析方式有兩種，一為刪除或增加決策單位的數量，二是減少或增加投入產出的變數或是合併其變數。本研究採用第二種方式為減少投入變數，來進行敏感度分析，將原始與改變後的模式作比較，若新模式在增減某一投入項後，若造成各廠商效率值的改變幅度大，則表示該變數會影響原有模式所估計各廠經營效率值程度也愈大。茲針對決策單位每一個投入變數僅刪除一項的各種情形分別計算相對技術效率值的變動情形，並針對每年(民國 89 年至民國 91 年)該項敏感度來逐一探討，所示相關內容可作此項敏感度分析分別歸納於表 16：

A.民國 87 年

- (a)機器及儀器設備成本：有 16.7%的 DMU(五鼎、百略、雅博)作了移動，其平均效率值從 0.457 下降至 0.437，因此剔除此變數對全 DMU 並不會改變很大，但對五鼎、百略、雅博而言，剔除此變數，會從有效率單位下降為無效率單位(百略 1 降至 0.767)，對百略影響相當大，此變數是百略的優勢變數。
- (b)員工人數：有 22.2%DMU(4 個，中化、葡萄王、和桐、必翔)作了移動，除了葡萄王、和桐以外，其他廠商效率值變動幅度都較小，整體效率改變從 0.457 降至 0.428。
- (c)資產總額：有 55.5%的 DMU(10 個，興農、永信、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博、邦拓、濟生)作了變動，其整體效率值也從 0.457 降至 0.397，每一個變動之 DMU 均變動相當多，此變數對本模式很重要。
- (d)研究發展費用：有 5.5%之 DMU(1 個，博登)變動，且整體效率從 0.457 下降至 0.420，剔除此變數，會從有效率單位下降為無效率單位(博登 1 降至 0.327)，對博登影響相當大，此變數是博登的優勢變數。

B.民國 88 年

- (a) 機器及儀器設備成本：沒有任何 DMU 作了移動，效率值也沒有改變。
- (b)員工人數：有 22.2%DMU(4 個，中化、葡萄王、和桐、必翔)作了移動，除了和桐、必翔以外，其他廠商效率值變動幅度都較小，整體效率改變從 0.503 降至 0.446。
- (c)資產總額：有 55.5%的 DMU(10 個，興農、永信、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博、邦拓、濟生)作了變動，其整體效率值也從 0.503 降至 0.426，每一個變動之 DMU 均變動相當多，此變數對本模式很重要。
- (d)研究發展費用：有 27.8%之 DMU(5 個，葡萄王、和桐、必翔、博登、濟生)變動，除了博登以外，其他廠商效率值變動幅度都較小，且整體效率從 0.503 下降至 0.440，下降並不多，所以剔除此變數對模式效率值改變不多，但是博登是從有效率單位至無效率單位(博登從 1 降至 0.308)，此變數對博登來說，是很重要的變數。

C.民國 91 年

- (a)機器及儀器設備成本：沒有任何 DMU 作了移動，效率值也沒有改變。
- (b)員工人數：有 16.7%DMU(3 個，葡萄王、和桐、必翔)作了移動，除了和桐、必翔以外，葡萄王效率值變動幅度較小，整體效率改變從 0.7 降至 0.418。

- (c)資產總額：有 55.5%的 DMU(10 個，興農、永信、生達、五鼎、杏輝、永日、東洋、雅博、邦拓、濟生)作了變動，其整體效率值也從 0.47 降至 0.418，每一個變動之 DMU 均變動相當多，此變數對本模式很重要。
- (d)研究發展費用：有 33.3%之 DMU(6 個，葡萄王、興農、和桐、必翔、博登、濟生)變動，除了博登以外，其他廠商效率值變動幅度都較小，且整體效率從 0.47 下降至 0.401，下降並不多，所以剔除此變數對模式效率值改變不多，但是博登是從有效率單位至無效率單位(博登從 1 降至 0.353)，此變數對博登來說，是很重要的變數。

肆、結論與政策涵意

一、結論

生物科技產業屬新興產業，最近兩三年因政府的推動，世界的趨勢造成生技公司數目爆增，但因其要求高素質的人才，高科技的生產、需要投入大量研究發展費用，使得其資料比一般產業難尋，或者資料有遺漏，因此對生物科技產業應有相關性之權利金與技術變數項目，選擇變數上就因資料的遺漏而刪除，第三節實證效率分析得知，當某年其決策單位(DMU)為技術效率為 1 時，其餘年度有很大比例會是技術效率為 1，其中以百略、東貿、加捷、博登等代表，且技術效率單位為 1 的單位都比較接近是生技醫學器材類、生物特用化學類的公司，應該是因為他們屬於代工加工廠，不用投入太多成本，可獲致較好的營業收入，生技農產品(興農)則純粹技術效率均為 1，規模效率未達到 1，因此是未在最適規模下生產，應可解釋為此廠商均是本業跨投資生技產業，所以技術方面沒問題，但其廠商規模需要加強，生技特用化學及食品(葡萄王)則因技術效率的不佳而造成，本研究中上櫃公司廠商則因成立不久，因此均有規模效率不足之處，需要改善。

二、建議

根據上述研究結論，本文所擬之建議包括政策意涵，提供生技廠商決策建議，冀望於有助改善台灣地區生技產業與相關廠商之經營效率，並提供政府制定生技相關政策之參考，有關生技相關產業未來研究方向亦一併說明，分述如下：

4.2.1 政策意涵

(A)對業者之建議

- a.從實證結果知道生技產業的技術效率相對都不好，因此生技產業如要進步，需要先從純粹技術效率與規模效率來著手，上市公司廠商則多以純粹技術效率不好，表示生技廠商需要改善本身的管理問題，而上櫃公司廠商則以規模效率較差，需注意其規模是否有過大的情況。
- b.從差額變數看，需要改善之生技廠商皆有資產總額的增減問題，也有機器成本投入過大，研究發展費用投入過多，員工人數過多的情況，但因生技產品的獲利相對較晚，且生技廠商創立時間不夠長，效率不佳的原因是否會隨著獲利報酬後而有改善。
- c.生技類型廠商則以醫療藥品、農業生技與生技服務業廠商技術效率較低，探究其原因為規模效率不佳所致，因此需加強改善規模方面的問題，僅有生物特用化學類型廠商是技術效率不佳，需改善管理與技術方面。

87 投入項						90 投入項					91 投入項				
廠商名稱	相對技術效率值	刪去機器設備成本	刪去資產總額	刪去員工人數	刪去研究發展費用	相對技術效率值	刪去機器設備成本	刪去資產總額	刪去員工人數	刪去研究發展費用	相對技術效率值	刪去機器設備成本	刪去資產總額	刪去員工人數	刪去研究發展費用
中化	0.134	0.134	0.134	0.125	0.134	0.131	0.131	0.131	0.128	0.131	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
葡萄王	0.465	0.465	0.465	0.273	0.465	0.449	0.449	0.449	0.273	0.431	0.414	0.414	0.414	0.236	0.409
興農	0.294	0.294	0.142	0.294	0.294	0.342	0.342	0.215	0.342	0.342	0.418	0.418	0.283	0.418	0.299
和桐	0.254	0.254	0.254	0.050	0.254	0.713	0.713	0.713	0.142	0.344	0.7	0.7	0.7	0.187	0.341
永信	0.276	0.276	0.226	0.276	0.276	0.324	0.324	0.228	0.324	0.324	0.267	0.267	0.207	0.267	0.267
生達	0.235	0.235	0.168	0.235	0.235	0.241	0.241	0.165	0.241	0.241	0.228	0.228	0.162	0.228	0.228
必翔	0.506	0.506	0.506	0.382	0.506	0.646	0.646	0.646	0.364	0.607	0.526	0.526	0.526	0.285	0.522
五鼎	0.289	*0.255	0.223	0.289	0.289	0.284	0.284	0.163	0.284	0.284	0.223	0.223	0.111	0.223	0.223
杏輝	0.293	0.293	0.119	0.293	0.293	0.287	0.287	0.106	0.287	0.287	0.22	0.22	0.102	0.22	0.22
永日	0.154	0.154	0.128	0.154	0.154	0.164	0.164	0.135	0.164	0.164	0.133	0.133	0.105	0.133	0.133
百略	1	*0.767	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
東貿	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
東洋	0.516	0.516	0.299	0.516	0.516	0.643	0.643	0.306	0.643	0.643	0.462	0.462	0.399	0.462	0.462
雅博	0.583	0.481	0.362	0.583	0.583	0.558	0.558	0.223	0.558	0.558	0.45	0.45	0.199	0.45	0.45
邦拓	0.092	0.092	0.049	0.092	0.092	0.113	0.113	0.069	0.113	0.113	0.095	0.095	0.066	0.095	0.095
加捷	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
博登	1	1	1	1	0.327	1	1	1	1	0.308	1	1	1	1	0.353
濟生	0.139	0.139	0.070	0.139	0.139	0.163	0.163	0.12	0.163	0.138	0.212	0.212	0.14	0.212	0.106
平均效率值	0.457	0.437	0.397	0.428	0.420	0.503	0.503	0.426	30 0.446	0.440	0.47	0.47	0.418	0.418	0.401

(B)對政府之建議

- a.因產業多有成本投入過多的問題，因此政府多增加輔助方案與人才的協助，將產業成本降至最低，生技人才的加強訓練，讓研究發展時間縮短，讓研究獲利報酬提前達到。
- b.多增加生技產業園區的設置，讓生技相關產業形成一個聚落，將生技產業的成本影響降至最低。

4.2.2 未來研究方向

- (A)國內生物科技公司仍屬於萌芽期，許多資料甚少，待其產業成熟後，再行分析或許有關經營績效之分析能更準確，值得進一步研究。
- (B)可依地理位置探討生物科技在北部、中部、南部與東部科技園區之經營績效，因政府規劃促進北部科技園區，進行生物醫學之產業，而南部與東部則進行農業生物技術產業的促進，建議政府規劃區域生技產業發展動向與環境之參考。
- (C)重要變數因生物科技產業屬於新興產業，其研發之結果還沒出現，因此其因創新技術所收取之權利金，資料甚少，可待生物科技產業更為繁盛後將其納入作一進一步分析。
- (D)本文採用非參數的 DEA 方法與 Malmquist 生產力指數來探討台灣生物科技產業的經營效率，其方法仍可用於其他產業。
- (E)績效評估方式有許多種，可將其他方法運用於此生技相關產業上。

伍、參考文獻

一、中文

- 1.王意婷(2002)，*台灣商業銀行建立經營績效評估模型之研究*，國立台北大學統計學系碩士論文
- 2.李巧玉(1998)，*生物技術產業*，*台北銀行月刊*，第 28 卷第 7 期，頁 126-130
- 3.李慧瑜(2001)，*生物科技產業*，*華銀月刊*，第 601 期，頁 44-49
- 4.林進榮(2002)，*國內航空公司經營效率之研究*，國立台灣科技大學企業管理學系碩士論文。
- 5.林榮昌(1997)，*台灣地區漁會信用部經營效率之分析—資料包絡分析法之應用*，國立台灣海洋大學漁業經濟研究所碩士論文。
- 6.林嘉玲(1998)，*台電公司經營績效之研究—DEA 之應用*，國立中興大學企業管理學系碩士論文。
- 7.馬維揚 楊永列(2000)，*科學園區生技產業特性及效率評估--1993~1998*，*產業金融季刊*，第 107 期，頁 39-54
- 8.陳俊男(1999)，*國籍航空公司營運績效之研究*，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 9.徐萬爐(2001)，*台灣地區商業銀行效率之研究—應用資料包絡分析法*，暨南國際大學國際企業學系碩士論文。
- 10.孫智麗(2002)，*建構知識經濟運作之創新系統：台灣生物技術產業發展現況與策略*，台北市，台灣經濟研究院。
- 11.孫智麗(2002)，*2002 年台灣生技產業實況*，台北市，台灣經濟研究院。
- 12.莊渝萍(2002)，*台灣地區銀行業經營效率之研究—DEA 與馬奎斯特生產力指數*，長榮管理學院經營管理研究所碩士論文。

- 13.曹嘉麟(2002)，*生物科技廠商效率分析*，東吳大學經濟學系碩士論文。
- 14.黃仁德 姜樹翰(2001)，我國生物科技產業的展望與區位選擇，*經濟情勢與評論*，第7卷第1期，頁90-119
- 15.黃亭瑜(2001)，*行動電話效率分析—資料包絡分析法*，東吳大學經濟學系碩士論文。
- 16.彭若青 林宏欣 李政安採訪 吳行健編(2001)，21世紀新銳企業，*管理雜誌*，第321期，頁44-62
- 17.黃英彥(2002)，*我國民營公用瓦斯事業經營績效之探討*，國立台北大學會計研究所在職專班碩士論文。
- 18.楊憶萱(2000)，臺灣化工產業的新天地--生物科技，*台研兩岸產業與投資*，第17期，頁10-16
- 19.葉萬福(2002)，*台灣地區行動電話業競爭效率之研究*，國立台灣科技大學企業管理系碩士論文。
- 20.歐陽如虹(2002)，*台灣證券商經營效率分析*，銘傳大學國際企業管理學系碩士論文。
- 21.歐陽國舜(2001)，*資料包絡分析法評估物流業經營績效之研究*，逢甲大學工業工程研究所碩士論文。
- 22.廖美智、蕭斯欣(1999)，台灣生技產業現況與展望—生物技術投資產業，*財團法人生物技術開發中心*。
- 22.蔡蕙鈺(2002)，*應用資料包絡分析法與主成份分析法在國內產物保險業經營效率分析之研究*，長庚大學企業管理學系碩士論文。
- 23.盧冠嘉(2001)，*台灣生物科技公司經營效率之研究*，國立政治大學企業管理學系碩士論文。
- 24.錢國基(1999)，台灣生物技術產業概況，*產業經濟*，第212期，頁1-37
- 25.蘇遠志(2000)，生物技術產業國內外市場發展趨勢，*生物醫學報導*，第1期。
- 26.財團法人生物技術開發中心(2000)，*生物技術/製藥產業之現況與趨勢—回顧1999 展望2000*。

二、英文

- 1.Aigner, D. J. and C. K. Lovell, and P.J. Schmidt (1977), "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Models," *Journal of Econometrics*, Vol.6,pp.21-37.
2. Alam ,I.M.S(2001) "A nonparametric approach for assessing productivity dynamics of large U.S. banks," *Journal of Money*, Vol. 33 Issue 1, pp.121-139.
- 3.Andersoen, P and N. C. Petersen (1993), "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis," *Management Science* , Vol.39, No.10, pp.1261-1264
- 4.Banker, R. D., A. Charnes and W.W. Cooper (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, Vol.15,pp.1078-1092
- 5.Charnes, A., W. W. Cooper, A.Y. Lewin, R.C. Morey and J. Rousseau (1985), "Sensitivity and Stability Analysis in DEA," *Annals of Operation Research*, Vol.2,pp.139-156.
- 6.Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision

- Making Units,” *European Journal of Operational Research*, Vol.2, pp.429-444.
- 7.Chang, H., and S. Majumdar (1997), “The Optimal Local Exchange Carrier Size,” *Review of Industrial Organization*, In press.
 8. Chen, T. Y. and T. L. Yeh (2000), “A measurement of bank efficiency, ownership and productivity changes in Taiwan,” *The Service Industries Journal*, Vol. 20 pp.95-109.
 - 9.Chen, Y. and A. I. Ali (2002), “Output-Input Ratio Analysis and DEA Frontier,” *European Journal of Operational Research*,Vol.142 pp.476-479.
 10. Coelli , T (1998), “A Multi-Stage Methodology For the Solution of Orientated DEA Models,” *Operations Research Letters*,Vol.23 ,pp.143-149.
 - 11.Coelli ,T.andS.Perelman(1999),“ Acomparison of Parametricand Non-Parametric Distance Functions : With Application to European Railways ,”*European Journal of OperationalResearch*,Vol.117, pp.326-339.
 - 12.Farell,M.J (1957), “The Measurement of Productive Efficiency,” *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol.120,pp.253-281.
 - 13.Golany B. and Roll Y. (1989), “ An Application Procedure for DEA, ” *OMEGA*,Vol.17,No.3,pp.237-250.
 - 14.Hines,R.D (1982), “The Measurement of Productive Efficiency,” *Journal of the Royal Statistical Society A*, General,Vol120,Part3, pp.253-281.
 - 15.Hong Y., Q. Wei and G. Hao (2002), “DEA Models for Resource Reallocation and Production Input/Output Estimation,”*European Journal of Operational Research*,Vol.136 pp.19-31.
 - 16.Kim S. and H. Gwangho (2001), “A Decomposition of Total Factor Productivity Growth in Korean Manufacturing Industries : A Stochastic Frontier Approach,” *Journal productivity analysis* Vol.16 pp.269-281.
 - 17.Donthu,N. and Y. Boonghee (1998),”Retail Productivity Assessment Using Data Envelopment Analysis,” *Journal of retailing*, Vol. 74(1), pp.89-105.
 - 18.Piyu, Y. (1992), “Date Envelopment Analysis and Commercial Bank Performance: A Primer with Applications to Missouri Bank,” *Federal of St.Louis* , pp.31-45.
 - 19.Seiford,L.M. and R. M. Thrall (1990), “Recent Development in DEA-The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis,” *Journal of Econometrics*,Vol.46,pp.7-38.
 - 20.Sueyoshi,T(2000), “Stochastic DEA For Restructure Strategy : An Application to a Japanese Petroleum Company,” *Omega*,Vol.28, pp.385-398.
 - 21.Zhu, J(2000), “Multi-Factor Performance Measure Model with an Application to Fortune 500 Companies,” *European Journal of Operational Research*,Vol.123,pp.105-124.
 - 22.Zhu, J(1998), “Data Envelopment Analysis vs. Principal Component Analysis : An Illustrative Study of Economic Performance of Chinese Cities,” *European Journal of Operational Research*,Vol.111,pp.50-61.
 - 23.Zilla S.S. and L. Friedman (1998), “DEA and the Discriminant Analysis of Ration for Ranking Units,” *European Journal ofOperationalResearch*,Vol.111,pp.470-478.