

廠商聚集的區域鎖定效果
遞增報酬的模擬觀察

Regional Lock-in Effect of
Agglomeration of Firms
Some Observations from Increasing
Returns Simulations

賴世剛*

Shih-Kung Lai

陳增隆**

Tzeng-Long Chen

Abstract

The notion of agglomeration can be incorporated into a locational choice model of firms based on increasing returns. Chance and necessity are important components in that choice model. Under the assumption that the transaction cost of moving is zero, firms tend to lock in to a particular region. Such a regional lock-in effect is examined in the simulations using hypothetical, random data and real data of growth of firms in Taiwan. Two sets of simulations were conducted in the research design: pilot and control simulations. In the first set of simulations, firms' distance cost of moving were incorporated into the model to be compared with Arthur's original model of competing technologies. In the second set, the parameters of the model, including distance cost of moving, geographical benefit and rate of increasing

* 國立臺北大學地政系教授兼地政研究中心主任(lai@mail.ntpu.edu.tw)

Professor and Director, Center for Land Management and Technology, National Taipei University.

**國立臺北大學都市計劃研究所

Master's Graduate, Graduate Institute of Urban Planning, National Taipei University.

returns, were controlled to examine the regional lock-in effect. The results showed that distance cost of firms' moving played an important role as to whether firms would lock in to a region. Arthur's expectation of the properties of the lock-in behavior of increasing returns of competing technologies was found appropriate in the simulations. Regional differences in terms of the values of parameters significantly affected the regional lock-in effect in a non-linear way. Policies are proposed as to how to achieve balance amongst regional developments based on these observations.

Keywords : agglomeration, lock-in, increasing returns, path-dependence, regional balance

摘 要

臺灣截至目前人口與廠商聚集的概念可透過遞增報酬建立廠商區位選擇模式來表現。機會與必要性為該模式的兩個主要構件。假設廠商遷移的交易成本為零，則廠商傾向鎖定在某一特定區域。本研究利用假想隨機與臺灣本島實際廠商成長資料進行模擬以檢驗區域鎖定效果。研究設計提出兩組模擬：測試模擬與控制模擬。前者在比較考慮廠商遷移距離成本的區域選擇模式與 Arthur 的競爭科技模式的異同。後者則在調控模式參數值（包括距離成本、地理利益與遞增報酬率）以檢定區域鎖定效果。模擬結果顯示距離成本是廠商是否鎖定某一區域的重要因素。Arthur 對競爭科技模式鎖定行為特性的預期充分呈現在本研究之模擬中。模式參數值的區域性差異明顯地以非線性方式影響區域鎖定效果。基於模擬的觀察，本研究提出平衡區域發展的對策。

關鍵詞：聚集、鎖定、遞增報酬、路徑相依、區域均衡

前 言

城鄉發展的空間形態一直為從事都市及區域規劃等相關領域探討的主要課題。從過去以總體經濟由上而下的研究方法（例如 von Thünen (1826) 的古典理論、Weber (1909) 的區位理論及 Christaller (1933) 的中地論到 Isard (1956) 的聚集經濟分析及 Richardson (1973) 的區域經濟分析），以至於最近以個體為主 (agent-based) 由下而上的探討方式（如 Batty, 1995）進而以遞增報酬作為解釋聚集經濟的機制（例如 North, 1996 及 McCann, 1995），其目的無非在於從理論及實際資料中尋找土地使用空間演變的規律性。本文雖不擬將都市及區域空間演變理論在此作詳盡介紹，但 Anas 等 (1998) 已將有關都市空間結構及區域空間演變從傳統單核心都市空間結構到多核心邊緣城市就理論與實證發現作了完整的整理。該文並特別指出以非線性動態過程 (non-linear dynamic processes) 來解釋都市空間結構的非經濟動態模式已受到重視。在理論方面，Anas 等 (1998) 特別強調傳統聚集經濟都市模式可以和非經濟模式（如複雜理論）結合，例如可將經濟因素引入非經濟模式中或將非經濟模式中的分析技巧應用在都市經濟模式中。本文並不在嘗試此種結合，而是應用一非經濟模式，即都市規模遞增報酬效應，從事電腦模擬以檢視臺灣地區廠商聚集的趨勢與因素。

臺灣地區在地理形式上自成一格，但這並不意味著都市及區域的發展是一封閉的系統。隨著全球化趨勢的發展，未來臺灣地區的都市及區域的發展必然朝向更開放的系統演進。這種趨勢在城鄉發展的秩序上所代表的意涵為何？值得深思。而城鄉及區域發展的不均衡，一直是政府區域發展政策亟欲解決的問題。國內有關區域發展不均衡現象及原因之研究卻十分有限，且多以計畫願景（張桂林，1994）、地方財政（李顯峰、陳儷文，2001）、規劃理論（古宜靈、吳慶烜，1997）、政治經濟學（林德福，1992）及永續發展（羅登旭，1999）等面向探討，缺少直接針對人口或廠商空間聚集趨勢的探究。此外政府重大公共建設必然引起區域發展的變化。例如，第一高速公路興建的目標之一便在於促進區域發展的平衡。然而根據研究指出，區域不均衡發展不但未獲改善，甚至有加深的效果（曹壽民，1999；賴世剛，1999）。此是否意味著城鄉區域的發展其本質便是不均衡的聚集經濟形成過程？若果如此，政府花費再多的經費以中央主導由上而下的規劃方式企圖解決城鄉發展不均衡的自然趨勢，更顯徒勞無功。加上全球化趨勢有可能加速都市化的過程，更使城鄉差距拉大。根本之道在於從理論上及實際資料中探討都市及區域發展的秩序，進而尋求平衡區域發展的治本之道，方能解決城鄉空間發展差距的問題。

有鑑於此，本研究的研究範疇界定於探討我國城鄉發展的不均衡趨勢，並以區域廠商數的成長作為主要的指標及變數，嘗試從歷年統計資料的電腦模擬，就區域發展過程中廠商聚集的鎖定效果（Lock-in Effects），探討目前臺灣本島區域發展不均衡發生之原因。第二節及第三節論述以遞增報酬建構之廠商空間競爭模式其區域鎖定現象。第四節陳述研究設計與電腦模擬結果分析。第五節就相關議題討論之而第六節為結論。

聚集、遞增報酬、路徑相依與鎖定

以非經濟動態模式了解都市及區域變遷的原因，由於複雜科學的興起，在學界引起不少討論（例如：Allen, 1997 及 Portugali, 2000）。其中 Arthur (1997) 應用遞增報酬 (increasing returns) 解釋廠商空間聚集的鎖定過程 (lock-in processes) 頗具說服力¹。根據 Arthur 的概念，假設廠商聚集促成勞動市場的深化及產業專業化等效果，使得聚集利益與聚集規模成正比。易言之，當廠商在某一區域形成聚集區塊 (clusters)，例如新竹科學園區，聚集利益的增加將吸引更多廠商至該區設廠。正回饋 (positive feedback) 有如滾雪球般，使得聚集規模急遽上升。理論上，最終該區在空間上將壟斷該產業使得所有廠商遷入該區。問題是當替選區域有一個以上時，我們能否預測最終的廠商區位分派結果？Arthur (1990a) 的答案既是且非。聚集利益無上限時，當廠商一一遷入 N 個不同區域時，最終必有一個區域脫穎而出在空間上壟斷該產業。至於哪一個區域成為優勝者，取決於廠商遷入的順序或小事件 (small events)。因此整個過程是路徑相依的 (path dependent)。當聚集利益有上限時，最終可能由一組區域共同支配空間市場，也有可能由某一區域壟斷該產業，端視某些小事件的影響是否擴大。

其實 Arthur 所欲解決的問題可將其一般化應用描述其他許多隨機成長現象，統計學上稱之為非線性 Polya 過程 (non-linear Polya processes)。Polya 所提的問題為：假設在一個容量無限大的袋中存有兩個不同顏色 (黑與白) 的球。今若由袋中隨機抽取一球，視所抽取球的顏色增加袋中同顏色球一粒。如此重複此抽取動作並同時增加同顏色的球，是否兩種顏色球數比率會收斂至一定值？顯然每次

增加某顏色球的機率為該顏色球數佔總球數的比率，且該機率將隨著時間的改變而改變。結果 Arthur 藉由其他統計學者的協助證明每一種顏色球數比率將收斂於所對應機率函數的定點 (fixed point)。在該定點上增加某一顏色球的機率恰好等於該顏色球的比率 (Arthur, 1997: 6)。乍看之下，這種機率過程 (stochastic processes) 只是一個數學問題，然而其不但是 Arthur 遞增報酬理論的基礎，在應用上更十分廣泛，包括廠商空間聚集及科技市場競爭過程的描述。本文重點並不在於非線性 Polya 過程機率理論的延伸，而是以 Arthur 的廠商空間競爭模式為基礎，根據歷年來臺灣本島區域廠商成長動態資料進行電腦模擬，進而對區域不均衡發展現象作檢視並提出可能的對策。因此有關非線性 Polya 過程機率理論技術性的內容，讀者可參考 Arthur 及其同僚的原著 (例如：Arthur *et al.*, 1987 及 Arthur, 1990a 等)。

廠商空間競爭模式

在進行說明本研究內容與結果分析前，必須對 Arthur 如何將非線性 Polya 過程機率理論應用在廠商空間競爭模式的建構作一說明。首先陳述競爭科技模式 (competing technologies)，因為廠商空間競爭模式似乎是由科技競爭模式轉變而來。假設市場上的個體 (agents) 可免費採用兩種不同的科技，而該科技必須透過既有的機械設備來實現。不同的新科技可同時存在而互相競爭以取代舊有的科技。例如，核能與煤、水力及燃油競爭作為發電的動力。報酬遞增為這些科技競爭過程中不可避免的現象。當某一科技尚未成為標準或傳統時，它的型態往往是流動的：該科技型態不斷改變使得設計一再更新而產生替選型態 (variants)。一旦採用者增加，該科技的應用與經驗不斷建構在更可靠及更有效的替選型態中，即所謂由使用中學習 (learning-by-using) 的現象。該現象在科技競爭模式中以一種純粹的遞增報酬方式表達，即報酬隨著採取某科技個體的增加而增加。

現假設市場上擁有大量個體擬採用兩種前述的科技 A 及 B。市場個體分為兩類且個數相等：R 及 S。此兩類個體對兩種科技的偏好不同，R 類個體喜好科技 A 的替選型態而 S 類偏愛 B 的替選型態。個體在採用所偏愛科技的時間點互為獨立，而採用某科技的替選型態其報酬取決於 n_A 及 n_B (先前採用 A 及 B 的個數) 如表 1 所示。根據假設 $a_R > b_R$ 且 $a_S < b_S$ ，且選擇報酬是否為遞增、遞減或固定取決於 r 及 s 是否為正、負或零。

表 1 給定先前採用個數選擇 A 或 B 科技的報酬

	A 科技	B 科技
R—個體	$a_R + rn_A$	$b_R + rn_B$
S—個體	$a_S + sn_A$	$b_S + sn_B$

個體在採用不同科技過程中有許多歷史小事件 (historical small events) 無法觀察到，例如公司破產及人事調整等，使得最終結果無法預料。這些歷史小事件的發生超出觀察者分析能力之外無法在模式中反應出來。因此從觀察者的角度來看，整個過程形成一不可預測的二元序列，亦即每一時點 R 或 S 出現的機率分別為 0.5。在這樣的新古典分派模式令人感到興趣的是當報酬分別呈現遞增、遞減或固定時，不同選擇次序小事件所帶來的騷擾 (fluctuations) 如何影響最終的分派結果？

首先，假設個體為均質的簡單情況，即個體類別僅有一種。當兩種科技 A 和 B 均呈現遞減報酬

時，分派結果是可預測的 (predictable)、具路徑效率性 (path efficient) 且為彈性的 (flexible)²。在遞增報酬的情況下，當第一位個體選擇某科技 (例如 A) 時使得選擇 A 的報酬因該個體的選擇而增加，接下來的個體均會採用 A。A 在選擇過程中持續被採用，結果 B 最終被市場排除在外。這樣的結果是可預測的且具路徑效率性 (假設不同科技報酬率相同)，但不具彈性。

若個體為不均質時結果有何不同？假設個體有兩類 R 及 S，其報酬函數如表 1 所示。現考慮固定報酬並令

$$d_n = n_A(n) - n_B(n), \quad (1)$$

其中 n 為總選擇數， $n_A(n)$ 及 $n_B(n)$ 分別為 A 及 B 的選擇數，而 d_n 表選擇 A 與 B 的個數差異。A 的市場佔有率 x_n 可以 (2) 式表示如下：

$$x_n = 0.5 + d_n/2n. \quad (2)$$

由於 $n_A(n)$ 及 $n_B(n)$ 的大小不影響選擇 A 或 B 的報酬值，R 個體將永遠選擇 A 且 S 個體將選擇 B，在 (n, d_n) 的平面上此選擇過程的軌跡將呈現隨總選擇數的增加在 $d_n=0$ 橫軸上隨機游走 (random walk)。

在遞減報酬的情況下，我們可很容易推論此市場選擇過程的軌跡將在 (n, d_n) 平面上、下限 ΔR 及 ΔS 間隨機游走如圖 1 所示，其中

$$\Delta R = (a_R - b_R)/(-r) \quad (3)$$

$$\Delta S = (a_S - b_S)/s \quad (4)$$

如圖 1 所示，當 d_n 接近 ΔR 上限時，R 個體因遞減報酬的緣故將由選擇 A 轉而選擇 B，逼迫選擇軌跡折返向 $d_n=0$ 的方向演進。反之，當 d_n 接近 ΔS 下限時，S 個體因遞減報酬的緣故將由選擇 B 轉而選擇 A，亦逼迫選擇軌跡折返向 $d_n=0$ 的方向演進。不論初始狀況如何，最終 A 與 B 將共同佔有此市場。

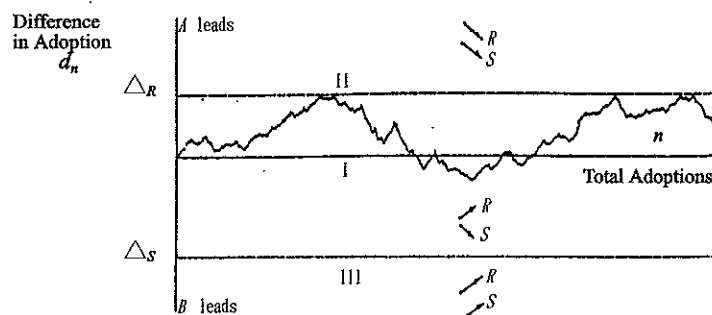
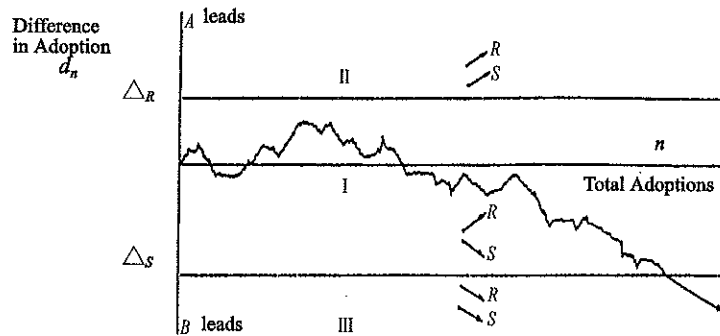


圖 1 遞減報酬選擇軌跡 (Arthur, 1997: 22)

如圖 2 所示，在遞增報酬的情況則出現與前述皆不同的現象。同理根據 (3) 及 (4)，此時 ΔS 及 ΔR 分別為上、下分界線 (因為此時 r 及 s 均為正值)。當 d_n 超過 ΔS 分界線時，S 個體因遞增報酬的緣故將由選擇 B 轉而選擇 A，加上 R 個體原本就偏愛 A，將使得採用 A 的個數急遽增加，最終 A 將壟斷整個市場。反之，當 d_n 超過 ΔR 分界線時，R 個體因遞增報酬的緣故將由選擇 A 轉而選擇 B，加上 S 個體原本就偏愛 B，將使得採用 B 的個數急遽增加，最終 B 將壟斷整個市場。初始狀況的小事件將決定最終到底由 A 或 B 壟斷整個市場。共同佔有的情形不再有可能發生。



資料來源：Arthur (1997: 23)

圖 2 遞增報酬選擇軌跡

由此可見，不同的報酬率條件導致性質截然不同的動態選擇過程。綜合而言，在三種報酬率條件下：固定、遞減及遞增，科技動態選擇過程呈現不同的性質整理如表 2 (Arthur, 1997)。本研究重點在以遞增報酬的概念探討廠商空間聚集的過程，故在報酬率為正的情況下，動態選擇過程所具有的特性值得深入探討。

表 2 不同報酬率下的選擇過程特性

	可預測的	彈性的	恆定的	路徑效率的
固定報酬	是	否	是	是
遞減報酬	是	是	是	是
遞增報酬	否	否	否	否

資料來源：Arthur (1997: 23)

在遞增報酬的條件下，雖然市場結果必定導致某一科技最終壟斷該市場。易言之，市場鎖定 (lock in) 在該科技。但是哪一種科技會成為優勝者，將受到小事件的左右而事先完全無法預測。一旦市場鎖定在某一科技，所需的課稅或補助額以影響市場使其採用另一科技將無上限。因此，市場失去彈性。市場結果受到個體類別採用不同的順序影響；有時一系列的個體選擇造成市場傾向 A，而有其他系列時使其傾向 B。這個獨特的順序最終將決定市場分配的路徑，於是整個過程是非恆定性的 (non-ergodic)。

廠商空間競爭現象與競爭科技模式有密切的關聯。具體而言，我們可將競爭科技模式中的 R 個體或 S 個體視為不同類別的廠商，而 A 科技或 B 科技則為不同的區域。不同類別廠商在選擇不同區域進駐時似可與在市場中的個體選擇不同的科技作類比。假設兩種類別的廠商逐一進駐兩個區域中。下一個廠商在選擇進駐哪一個區域時可能考慮兩個因素：(一) 該廠商對不同區域自然條件的偏好及(二) 不同區域既存的廠商個數規模。如果廠商個數規模會造成聚集利益，表一中的報酬函數便可粗略解釋廠商區位選擇的決策規則。雖然 Arthur 以非線性 Polya 過程從理論模式建構上嘗試預測廠商動態區位選擇的特性，但其與競爭科技模式的基本概念幾乎一致，甚至可以說前者是後者理論的延伸。例如：Arthur (1997: 52) 認為不同類型的廠商對區位有不同的要求，而廠商進駐某區域的利益可簡潔

地以下列公式表達：

$$r_{ij} = q_{ij} + g(y_j), \quad (5)$$

其中 r_{ij} 表廠商 i 進駐區域 j 的總利益； q_{ij} 為廠商 i 進駐區域 j 的「地理利益」(geographical benefit) (假設無其他廠商進駐時)；而 $g(y_j)$ 則為廠商 i 選擇區域 j 時，因該區域內已有 y_j 廠商進駐所帶來的聚集利益 (agglomeration benefit)。比較 (5) 的利益函數與表 1 的報酬函數，廠商空間競爭模式與競爭科技模式基本結構的一致性是无庸置疑的。本研究基於這樣的觀察，嘗試以表 1 的報酬函數為基礎，利用歷年來臺灣本島區域的廠商成長資料從事電腦模擬，分析比較是否廠商聚集鎖定的現象已經發生，並藉以提出可能的因應之道。

本研究進行之電腦模擬的基本假設包括 (一) 每一年新增廠商可視各區域之總利益大小自由進駐至任何區域，且往後每年可視該總利益因聚集利益的改變而改變進行遷移；(二) 廠商分為兩種類別：基礎產業廠商-1 (第一級產業) 與非基礎產業廠商-2 (第二及第三級產業)；(三) 區域總利益的計算方式由表 1 之遞增報酬函數表示，即該總利益包括兩個構件：地理利益與聚集利益以下式表示

$$\pi_{ij} = a_{ij} + \lambda_{ij} n_j, \quad i=1, 2 \text{ 且 } j=1, 2, 3 \text{ 及 } 4, \quad (6)$$

其中 π_{ij} 為廠商 i 進駐區域 j 的總利益； a_{ij} 為區域 j 對廠商 i 的地理利益； λ_{ij} 為廠商 i 在區域 j 的遞增報酬率而 n_j 表廠商 i 進駐時 j 區域的廠商個數；(四) 廠商遷移包含兩項成本：遷出區域所放棄的機會成本 (即該區域遷移時的總利益) 及距離成本，其中距離成本表因遷入新區域所造成之交通成本及交易成本等；廠商是否遷移取決於淨利益的決策規則，即

$$t_{ioj} = \pi_{ij} - \pi_{io} - c_{oj}, \quad i=1, 2; o, j=1, 2, 3 \text{ 及 } 4, \quad (7)$$

其中 t_{ioj} 為廠商 i 由區域 o 遷入 j 的淨利益； π_{ij} 表廠商 i 進駐 j 的總利益； π_{io} 為廠商 i 進駐 o 的總利益而 c_{oj} 則為區域 o 及 j 的距離成本。當 $\text{Max}[t_{ioj}; j \neq o] > 0$ 時，廠商 i 將會遷移至造成其淨利益最大的區域。

研究設計與結果分析

本研究所應用之理論基礎建立在非經濟動態過程模式，其主要的限制在於缺乏如地價因素等之價格系統作為空間決策的誘因。然而如前言所述，本研究並不擬整合經濟與非經濟模式，而在於應用非經濟模式分析技巧的優點探討廠商空間聚集的現象。模式應用條件著重在廠商空間區位決策的互動上，而忽略其他人類社會經濟活動。由於遞增報酬在高科技產業競爭上尤為顯著，故適合用以預測未來臺灣地區的產業聚集動向。所採用歷年廠商數增加資料分為兩組：第一組就基礎與非基礎產業以電腦隨機方式在 1 到 40 (百家) 區間產生；另一組則根據主計處於民國六十五至八十六年出版之臺灣省統計年報中臺灣省商業登記家數及其資本額以每百家為一單位就基礎及非基礎產業整理而得，以與前一組模擬結果作比較。因此，本研究主要目的在以臺灣本島區域計畫的四個區域 (北部-1、中部-2、南部-3 及東部-4) 歷年 (民國 66 年至 87 年) 來廠商成長資料為基礎，藉由報酬遞增的競爭科技模式 (表 1 及公式 (5) 之總利益函數) 及廠商空間競爭模式的電腦模擬，觀察區域鎖定現象並說明可能的對策。

根據前節所陳述之廠商進駐及遷移行為的假設，本研究電腦模擬分兩階段進行。首先進行廠商

空間競爭模式的測試模擬 (pilot simulation)，即假設兩類別廠商進駐兩區域的數量在時點上隨機產生而無一定形態，在考量遷移成本與不考慮遷移成本的條件下，觀察其鎖定效果是否產生及差異並與 Arthur 的競爭科技模式模擬結果比較。其次再將兩類別廠商 (基礎產業及非基礎產業) 進駐四個區域 (北部、中部、南部及東部) 的順序分為兩組：隨機資料與實際資料進行控制模擬 (control simulation)，分別就 (7) 中之參數 (包括距離成本、地理利益、遞增報酬率、產業差異及區域差異) 從基本值為 1 逐漸加以調控以觀察區域鎖定現象的產生並比較之。電腦模擬設計如表 3 及表 4 所示。

表 3 測試模擬設計 (僅考慮兩類別廠商與兩個區域)

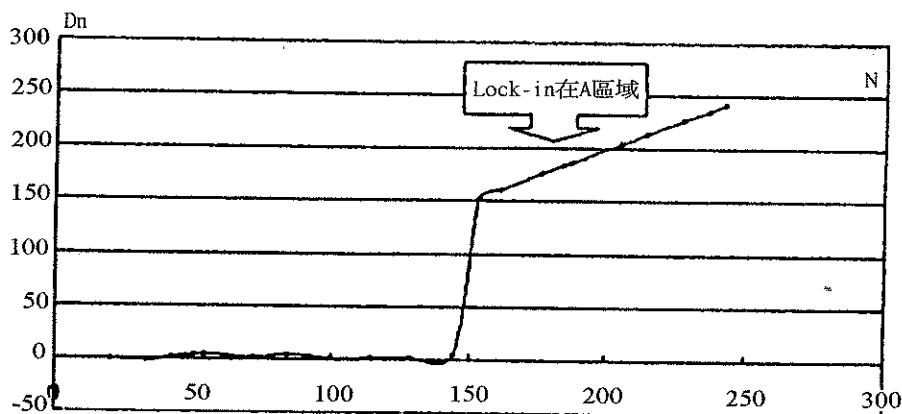
	不考慮遷移成本 (公式 6)	考慮遷移成本 (公式 7)
廠商進駐數量隨機產生	模擬一	模擬二

表 4 控制模擬設計 (考慮兩類別廠商與四個區域)

	距離成本	地理利益	遞增報酬率	產業差異	區域差異
隨機產生	模擬三	模擬四	模擬五	模擬六	模擬七
實際資料	模擬三	模擬四	模擬五	模擬六	模擬七

(一) 模擬——無遷移成本

此模擬假設有兩類別廠商 (基礎產業及非基礎產業) 進駐兩個假想區域。每個時點不同類別的廠商進駐數量隨機產生 (從 1 至 10 由亂數函數產生)。廠商選擇進駐區域的偏好函數係根據公式 (6) 而定。參數值 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 及 a_{22} 分別設定為 30、10、10 及 30。 λ_{11} 、 λ_{12} 、 λ_{21} 及 λ_{22} 則分別為 10、10、8 及 8³。模擬結果發現在第 10 個時點左右發生鎖定現象，所有的廠商皆遷入或進駐區域 2。有趣的是當廠商進入系統的序列不同時，所有廠商有時會鎖定在區域 1。此結果與 Arthur 競爭科技模式的結果一致，即小事件 (廠商進駐的順序) 將決定鎖定的區域，事先完全無法預測。圖 3 顯示此模擬表現在 (n, d_n) 平面上的軌跡。



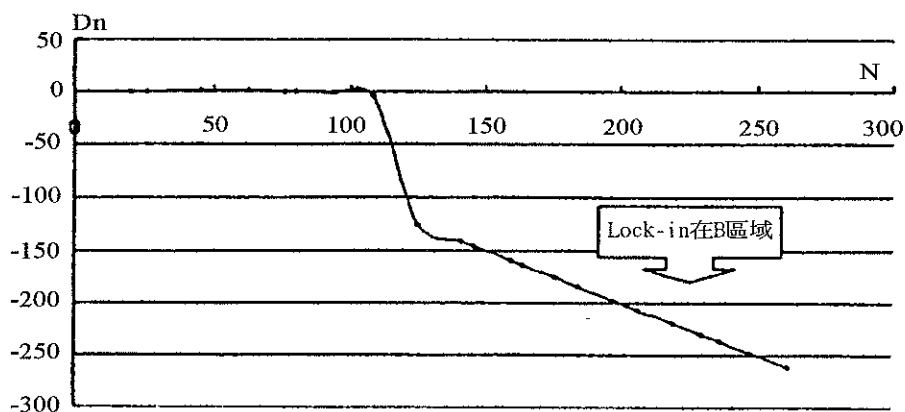


圖 3 模擬一的結果

(二) 模擬二—有遷移成本

模擬二與模擬一類似，所不同的是廠商一旦進駐某區域並在往後的時點欲遷入另一區域時，它必須考慮放棄所在區域的總利益（即該區域的機會成本）以及因遷入新區域所造成的距離成本。易言之，廠商依照假設（四）公式（7）的淨利益計算方式及所附帶的遷移決策規則選擇區域。模擬二的參數值與模擬一相同，所不同的在於距離成本的設定與廠商個數進入系統的順序⁴。模擬二的結果與模擬一十分類似（見圖 4）。主要差異在於發生鎖定的時點較晚（例如：圖 4 鎖定現象發生在第 60 個時點左右）。可見遷移成本的考慮使得廠商的可移動性（mobility）大為降低，但也比較接近真實情況。

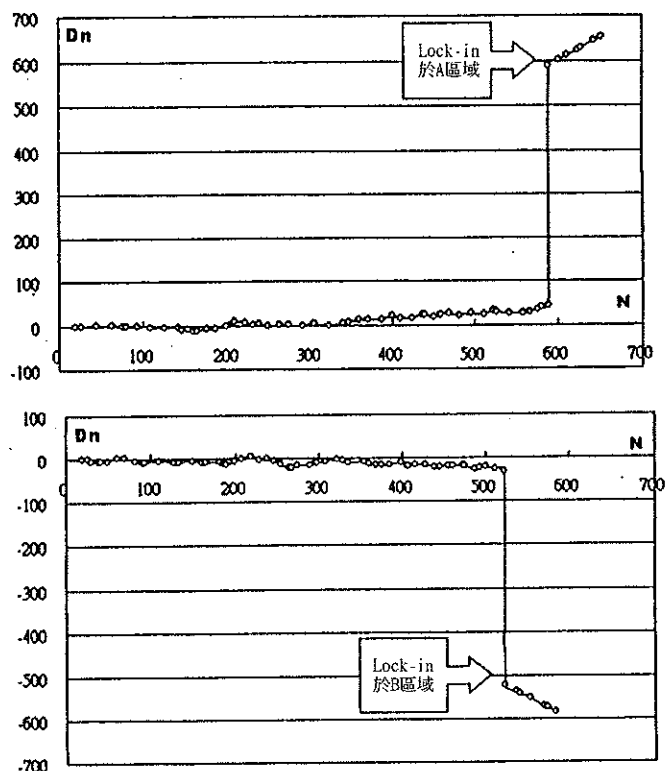


圖 4 模擬二的結果

由表 6 的結果得知，隨機廠商成長數變動資料與實際資料形成截然不同的鎖定效果。由於距離成本皆設定為 1，因此鎖定現象不論地理利益如何在各區域變動其必然發生，只是鎖定的區域隨地理利益的區域差異而有所不同。顯然地，實際廠商成長個數資料遠較隨機資料對地理利益的區域性差異為敏感。例如中部及南部區域的地理條件作些微改善（由 1 增為 2），鎖定區域便由原來的北部區域轉而為南部區域。隨機資料的結果則呈現一固定型態：當某區域地理條件逐漸改善時，廠商在空間上先鎖定北部區域，直到該參數值升高到一定門檻時，廠商才轉而鎖定該區域。比較之下顯然實際資料已隱含某種程度的聚集趨勢。有趣的是當地理條件在某區域逐漸獲得改善時，實際資料顯示南部區域先成為廠商的鎖定對象，之後再鎖定至該區域（例如中部區域）。而東部區域一直無法透過地理條件的改善增加其為鎖定對象的可能性。可見南部區域的發展程度其實為僅次於北部區域而具可觀之廠商聚集潛力，此項觀察與現況相符。

(五) 模擬五一遞增報酬率

公式 (7) 的廠商區域選擇模式其遞增報酬率 λ_j 的大小表示因廠商數的增加所帶來淨利益或公式 (6) 之總利益增量變動率的大小。影響遞增報酬的因素有許多，其中至少包括聚集經濟及網路外部性。前者已在第一節有所表述，而後者則指廠商在既有制度層面下與其他廠商互動而形成的外部效果 (North, 1996)。當所有參數設定在基本值 1 時，由實際資料得知廠商「自然」鎖定在北部區域。如果各區域遞增報酬率 λ_j 同時改變時，鎖定現象可有何變動？模擬五即在探討這個問題，模擬結果如表 7 所示。

表 7 模擬五的結果

報酬	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	50
隨機資料	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區
實際資料	鎖定北區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區

表 7 的結果顯示以實際廠商數的資料進行模擬，當其他參數值設定為基本值 1 時，廠商所鎖定的區域對報酬遞增率的增加十分敏感。具體而言，報酬率由 1 增加至 2 後，原來廠商鎖定在北部區域改為鎖定在南部區域，且此趨勢持續不變。顯示南部區域的發展潛力極高，與事實相符。隨機資料的鎖定區域則不受遞增報酬率的增加而有所改變。

(六) 模擬六一產業差異

此模擬目的在了解當遞增報酬率在產業間有差異時，其對廠商空間鎖定效果所造成的影響。具體而言，當非基礎產業遞增報酬率 λ_j 設定為基本值 1，而基礎產業報酬率 λ_j 由基本值 1 逐漸增加時；或設定基礎產業遞增報酬率為 1，再逐漸增加非基礎產業遞增報酬率時，對廠商區域間空間競爭行為有何影響？模擬結果如表 8 所示。

表 8 模擬六的結果

報酬率		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	50
隨機資料	基礎產業	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區
	非基礎產業	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區
實際資料	基礎產業	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區
	非基礎產業	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定北區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區

由表 8 的結果顯示，基礎產業及非基礎產業其遞增報酬率的改變對隨機產生廠商數的區域鎖定現象無任何影響。在實際廠商資料的檢驗下發現當非基礎產業報酬遞增率逐步增加時，廠商鎖定的區域從北部區域轉移到南部區域。而基礎產業遞增報酬率對鎖定效果無任何影響。顯示南部區域以非基礎產業為主的空間鎖定效果其潛力雄厚，與現況相符。

(七) 模擬七一區域差異

區域間遞增報酬率的不同可能會造成不同的區域間廠商空間競爭的結果。當所有參數值設定在基本值 1 時，廠商「自然」鎖定在北部區域（參見模擬二的結果）。以此為基準，當某區域遞減報酬率逐步增加而其他區域報酬率維持在基本值 1 時，區域間的廠商聚集將產生何種變化？表 9 為此模擬設計的執行結果。

表 9 模擬七的結果

報酬率		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	50
中部區域	隨機資料	鎖定北區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區
	實際資料	鎖定北區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區	鎖定中區
南部區域	隨機資料	鎖定北區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區
	實際資料	鎖定北區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區
東部區域	隨機資料	鎖定北區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區
	實際資料	鎖定北區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定南區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區	鎖定東區

由表 9 的結果觀之，不難發現不論以廠商數的隨機資料或實際資料進行模擬，鎖定現象對各區域遞增報酬率的變化皆十分敏感。當各區域報酬率由基本值 1 增為 2，廠商鎖定的區域立刻由北部區域轉變為各該區域。值得注意的是，東部區域在用實際資料進行模擬時，發現廠商因報酬率的增加先鎖定在南部區域，然後才鎖定在東部區域。可見東部區域在區域間廠商空間鎖定競爭上，處於弱勢的立場。此結果與目前的現況相符。

綜合而言，本研究的模擬說明了公式 (7) 廠商空間競爭模式參數值的變化對區域鎖定效果的敏感性分析。就隨機產生之廠商成長資料而言，由於每一時點間廠商數為獨立的，因此所得到的結果無異凸顯該選擇模式的參數特性，並無實證的意義。這一組資料的模擬分析其結果包括下列五點（皆假設其他參數值設定在基本值 1）：（一）距離成本的增加將使得鎖定效果消失，即廠商持續同時存在各區域中；（二）某區域地理條件逐漸獲得改善有助於使得廠商進駐選擇最終將鎖定在該區域；（三）所有區域遞增報酬率同時逐步增加將不影響廠商原來鎖定的區域；（四）個別產業遞增報酬率的逐步增加將不影響廠商原來鎖定的區域及（五）個別區域遞增報酬率的逐步增加使得廠商進駐選擇立即轉而鎖定在該區域。簡言之，參數值的區域性差異將使得廠商鎖定在具參數優勢的區域，但距離成本是鎖定現象是否發生的決定因素。

另一組實際廠商成長資料的模擬結果則呈現較為複雜的形態。由於此組資料反應歷年來各區域廠商數成長的真實現象，該組數字背後所隱含的意義應極為複雜。本研究也嘗試將該組資料模擬結果歸納為下列七點：（一）當所有參數值設定為 1 時，北部區域為廠商鎖定的對象，表示該組資料說明了廠商傾向聚集在北部區域的事實；（二）當距離成本提昇到某一門檻值時，廠商轉而鎖定南部區域，且不論距離成本提昇到多高鎖定現象必然發生，顯示南部區域相較於北部區域的競爭力；（三）地理利益對改變既有鎖定趨勢的敏感度以南部區域為最，中部次之而東部最差，此排序與現況相符；（四）所有區域遞增報酬率同時提昇將立即使得南部區域成為廠商鎖定的對象；（五）非基礎產業遞增報酬率的增加將使廠商轉而鎖定在南部區域；（六）遞增報酬率區域性的增加將使得該區域成為廠商鎖定的對象及（七）提昇某區域的參數值優勢（如中部區域的地理利益及東部區域的遞增報酬率）可能使得廠商先鎖定在其他區域（如南部區域），然後再鎖定至該區域。雖然模擬結果顯示目前廠商傾向聚集於北部區域，該結果卻也暗示南部區域似乎是目前僅次於北部區域廠商聚集的選擇，因為大多數因參數值變化而導致鎖定區域的改變多以南部區域為鎖定對象。此與目前人口聚集的趨勢吻合。

討 論

如果廠商區位的鎖定效果是必然的現象，為何在現實生活中廠商聚落的分布如此零散，而不是一個區位吸引所有產業的廠商。也許部分的答案在於公式 (7) 中的距離成本。Arthur 的廠商空間競爭模式並未考慮重新選擇區位 (relocation) 的問題，而本研究所提模擬設計將遷移成本納入區位選擇模式中，因此更趨真實。在模擬三我們看到當距離成本過大時，區域鎖定並不見得發生，廠商分布在各區域間。理論上，當聚集利益具有上限時，區域間共同分享廠商空間市場也是有可能的 (Arthur, 1990a)。不論何種解釋，小事件所形成的機會 (chance) 主導廠商空間分布形態。哪一個區域最終成為優勝者，取決於廠商入場的順序。但這並不意味機會主宰一切。廠商區位決定的另一股力量是地理條件（即公式 (6) 中的地理利益），也就是傳統區位理論所強調的均衡條件或區位的必要性 (necessity)。這兩股力量共同影響廠商區位的選擇。有些區域在先天條件上也許具有絕對優勢的必要性，但若機會不在它那邊，較差的區域反而能脫穎而出。矽谷便是一個很好的例子，如果當初的廠商在其他具類似條件的地點設廠，今日的矽谷有可能在美國東岸形成。本研究模擬所依據的廠商區位選擇模式及遷移決策規則實際上已同時考慮機會與必要性兩個影響力，故具說服力。

如果廠商持續分布在各區域間而不能產生鎖定現象，區域間廠商佔有率是否具有一定的型態？Arthur 回答了這個問題，但似乎不夠完整。他從理論模式上推論區域間廠商佔有率分配必然朝向機率函數的「吸子」(attractors) 或「定點」(fixed points) 演變，使得區域間廠商佔有率與區域間廠商進駐的機率相等。但問題是區域間廠商佔有率的分配可有任何固定型態？Krugman (1996a 及 1996b) 似乎想解答這個問題，但也沒有成功。他根據 Zipf 所觀察實際的美國都會區人口資料的排序—規模定律 (rank-size law)⁷，嘗試以 Simon (1955) 對都市人口分布所建立的機率機制來解釋此定律形成的原因。但 Krugman 發現這樣的解釋在理論上與實際資料有矛盾之處，因此他認為以 Simon 的機率模式解釋 Zipf 法則仍有盲點。無論如何，廠商空間競爭模式中區域間廠商佔有率的分配是否具有固定的型態是個值得深入探討的研究題目。

本研究模擬結果發現一有趣的現象，即當東部區域的地理利益或遞增報酬率參數值逐漸增加時，廠商反而鎖定在南部區域而非東部區域本身。同樣地，當中部區域的地理利益參數值逐漸增加時，也可觀察到廠商先鎖定在南部區域後才再鎖定在中部區域本身。作者懷疑這是因為空間互動非線性關係特性使然。例如如果東部區域、中部區域與南部區域之間有網路外部性關係存在時，對中部或東部的自然或人為環境的改善其受益者卻因網路外部性效果之影響反而是南部區域。因此，由於複雜的空間互動依存關係，對於政府干預政策所可能帶來的後果則十分難以預測。此外，實際資料中各區域廠商成長數的來源為何，由於缺乏說明資料難以判斷。但有可能部分是由既有廠延伸 (spin off) 而產生。如果廠商的增加完全由既有廠延伸而來，則整個空間競爭模式便形成機率理論中的 Polya 程序，此時機會主宰一切而完全無法預測，且任何廠商空間分配型態皆有可能。實際上，廠商的來源應包括由外地新進駐、既有廠商延伸及從其他區域遷入三種可能性。本研究廠商區選擇模式採用實際各區域新增廠商數，因此應包括此三種可能性。也就是說，本研究模擬所採用的模式不是純粹的機會模式。

結 論

Arthur 的競爭科技模式為非線性 Polya 程序機率分配模式的例子之一。本研究將該模式修正應用在廠商空間競爭模式之模擬，並考慮區域機會成本與距離成本以趨真實。模擬結果大致與 Arthur 的預測吻合，即在距離成本相當低時，廠商區域選擇過程是不可預測的、無彈性的、非恆定的及非路徑效率的。廠商區域分配同時受到機會 (廠商進場順序) 與必要性 (地理利益) 的影響。距離成本是廠商是否鎖定某區域的關鍵因素。當參數值設定在基本值 1 時，實際資料顯示廠商「自然」鎖定在北部區域。區域間參數值差異性的增加將影響廠商鎖定效果：參數值高的區域較有可能成為鎖定的對象，且此效果傾向為非線性而增加預測的困難度。全島性的參數變異對區域鎖定效果影響有限。南部區域似乎為北部區域以外的次佳廠商鎖定對象。模擬結果的政策意義為：類似交通建設的改善以降低距離成本的政策應會加速廠商在北部區域的聚集，進而使得區域發展不均衡。政府若要改善此不均衡發展，似乎應提昇落後區域的區域選擇模式參數值，包括區域性地理利益與產業 (尤其是非基礎產業) 遞增報酬率的提昇。

謝 辭

作者感謝行政院國家科學委員會對本研究經費的補助 (NSC88-2415-H-005A-011)。

註 解

- 1 為準確說明如何應用遞增報酬解釋廠商聚集的現象，本節及下節的概念以 Arthur 的相關著作為基礎整理並評論之。
- 2 Arthur (1997) 對此動態分派模式的特性區分為四類。當起初騷擾隨時間演進逐漸消逝時，稱為可預測的 (predictable)。當對某科技報酬的納稅或補助額小於一定的常數以改變市場選擇時，稱為具彈性的 (flexible)。當所有可能不同的小事件順序均導致相同的市場結果時，稱為恆定的 (ergodic)。當市場選擇的科技恆較落後的科技在相同情況下產生的利益為高時，稱為具路徑效率性 (path efficient)。
- 3 比較嚴謹的作法為以隨機方式抽取大量參數值的樣本並以統計方法檢測各種假說。由於參數多造成樣本過大且 Arthur 的理論已初步建構完成，故本研究重點不在理論的延伸或檢定，而是以臺灣本島的資料作個案的實證探討，此處參數值的設定係用來觀察 Arthur 競爭廠商模式遞增報酬效果是否出現，以測試本研究模擬的可信度。這些參數值的意義表現在其相對大小對模擬過程的影響，不具實質的意義，故不設定單位。以圖 3 鎖定 B 區域的模擬為例，共進行約 20 個時點，基礎產業廠商進入系統隨機產生的個數依序為 10、3、10、9、6、2、6、6、9、7、1、5、2、9、4、10、9、5、3 及 4。非基礎產業廠商進入系統的個數序列則為 10、3、9、9、7、2、7、9、8、9、4、9、2、3、5、3、0、8、7 及 3。
- 4 為使距離成本 c_o 的效應反應在廠商區域選擇決策規則中，每單位距離成本乘上遷出區域 o 的廠商個數 n_{io} 。廠商個數進入系統的資料請參見陳增隆 (1999)。
- 5 無鎖定指的是四個區域同時皆有廠商進駐，無任何區域在空間上壟斷所有產業。
- 6 我們懷疑實際廠商年成長數的序列已經隱含區域鎖定的形態。此項揣測所根據的理由為比較各區域廠商年平均成長數可發現北部區域最高，其次為南部區域、中部區域及東部區域。顯然北部區域已逐漸形成廠商區域成長的重鎮。換言之，若遷移成本為零，很可能北部區域將在空間上壟斷所有產業。此推測與模擬結果一致。也就是說當所有參數值設定為 1 時，實際資料使得北部區域「自然」成為鎖定的對象。
- 7 即都會區人口數與排序取對數後呈線性關係，又稱為 Zipf 法則。

附 錄

附錄表 1 及表 2 為歷年各區域產業別廠商成長數。附錄表 1 為由 1 至 40 百家隨機產生，而表 2 為根據「臺灣省統計年報—臺灣省商業登記家數及其資本額」整理而得。間距的選取應不會影響模擬結果，理由見註解 3。

附錄表 1 廠商成長數隨機資料

(單位：百家)

產業 年份	北部區域		中部區域		南部區域		東部區域	
	基礎 產業	非基礎 產業	基礎 產業	非基礎 產業	基礎 產業	非基礎 產業	基礎 產業	非基礎 產業
66-67	9	12	13	11	12	34	11	28
67-68	36	26	3	30	24	17	8	22
68-69	28	29	32	10	2	27	5	6
69-70	32	18	13	31	19	20	6	9
70-71	2	40	18	4	9	33	14	31
71-72	24	1	35	7	15	18	34	16
72-73	27	14	1	33	13	5	13	29
73-74	14	15	28	32	36	12	32	28
74-75	40	32	10	36	35	35	23	4
75-76	3	5	21	19	27	28	16	28
76-77	18	5	25	9	14	29	20	21
77-78	7	29	24	32	6	20	30	20
78-79	26	16	20	23	29	25	5	24
79-80	2	37	22	8	28	22	30	23
80-81	4	17	19	12	17	32	1	9
81-82	18	34	10	38	16	37	21	12
82-83	35	20	16	8	9	23	13	13
83-84	14	6	4	6	15	7	3	31
84-85	29	25	15	7	8	28	25	4
85-86	11	30	29	33	34	24	4	25
86-87	19	24	4	25	28	0	3	9

附錄表 2 廠商成長數實際資料

(單位：百家)

產業 年份	北部區域		中部區域		南部區域		東部區域	
	基礎 產業	非基礎 產業	基礎 產業	非基礎 產業	基礎 產業	非基礎 產業	基礎 產業	非基礎 產業
66-67	4	62	3	31	0	156	0	6
67-68	0	73	0	29	0	30	0	4
68-69	5	89	7	44	1	57	0	8
69-70	5	101	6	55	3	77	0	11

70-71	2	108	10	47	2	75	0	10
71-72	3	109	5	49	0	45	0	9
72-73	4	134	3	0	51	78	0	10
73-74	9	108	1	100	0	62	0	7
74-75	2	114	3	445	1	60	0	5
75-76	7	88	8	39	7	65	0	5
76-77	6	100	7	37	4	59	0	6
77-78	2	88	2	37	2	42	0	1
78-79	2	46	0	8	0	23	0	3
79-80	0	38	1	16	0	12	1	6
80-81	0	20	2	36	2	23	1	7
81-82	4	88	1	43	8	70	1	7
82-83	0	61	1	32	12	65	1	8
83-84	4	19	2	28	10	54	1	9
84-85	2	30	0	0	0	4	0	0
85-86	0	39	0	14	0	3	0	1
86-87	0	38	0	30	0	31	0	6

參考文獻

- 古宜靈、吳慶烜 (1997) 臺灣區域空間結構之變遷及展望，臺灣土地金融季刊，34(2):1-15。
- 李顯峰、陳麗文 (2001) 臺灣地方財政不均與區域發展之研究，財稅研究，1: 47-104。
- 林德福 (1992) 區域不平等發展之研究：論屏東地區檳榔之資本積累性質與機制，國立臺灣大學建築與城鄉研究所碩士論文。
- 陳增隆 (1999) 廠商空間聚集之電腦模擬實驗—以報酬遞增觀點為基礎之探討
- 曹壽民 (1997) 城際運輸建設與地方發展之整合，國科會專題研究計畫成果報告 (NSC86-2621-E-002-003)。
- 張桂林 (1994) 國土規劃與區域發展的展望，國家政策雙周刊，88: 8-13。
- 賴世剛 (1999) 重大開發計畫對城鄉發展與區域均衡影響之研究子計畫五：重大交通建設對城鄉發展及區域均衡影響之研究—政府部門，發表於國科會
- 羅登旭 (1999) 都市永續發展之空間策略研究—以臺灣地區為例，國立臺北大學都市計劃研究所碩士論文。
- Allen, P. M. (1997) *Cities and Regions as Self-organizing Systems: Models of Complexity*, Amsterdam, the Netherlands: Gordon and Breach.
- Anas, A., Arnott, R., and Small, K. A. (1998) Urban spatial structure, *Journal of Economic Literature*, XXXVI (September):1426-1464.

- Arthur, W. B. (1990a) 'Silicon valley' locational clusters: When do increasing returns imply monopoly? *Mathematical Social Sciences*, 19:235-251.
- Arthur, W. B. (1990b) Positive feedbacks in the economy, *Scientific American*, 262(2): 92-99.
- Arthur, W. B. (1997) *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*, Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Arthur, W. B., Ermoliev, Y. M., and Kaniovski, Y. M. (1987) Path-dependent processes and the emergence of macro-structure, *European Journal of Operational Research*, 30:294-303.
- Batty, M. (1995) New ways of looking at cities, *Nature*, 377: 574.
- Christaller, W. (1933) *Central Places in Southern Germany* (English Translation by C. W. Baskin, 1966), London: Printice-Hall Press.
- Isard, W. (1956) *Location and Space Economy*, New York: The Technology Press and John Wiley and Sons.
- Krugman, P. (1996a) *The Self-Organizing Economy*, Cambridge, MA: Blackwell.
- Krugman, P. (1996b) Confronting the mystery of urban hierarchy, *Journal of the Japanese and International Economies*, 10: 399-418.
- McCann, P. (1995) Rethinking the economics of location and agglomeration, *Urban Studies*, 32(3): 536-577.
- North, D. C. (1996) *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Portugali, J. (2000) *Self-organization and the City*, New York: Springer.
- Richardson, H. W. (1973) *Regional Growth Theory*, London: Mac Millan.
- Simon, H. A. (1955) On a class of skew distribution functions, *Biometrika*, 52:425-440.
- von Thünen (1826) *The Isolated State* (English Translation by J. Heinrich, 1966), Oxford: Pergamon Press.
- Weber, A. (1909) *Theory of the Location of Industries* (English Translation by J. Friedrich, 1929), Chicago: Chicago University Press.

90年11月23日 收稿

91年5月15日 接受