

應用生態學方法探討產業集群的競合關係

李陳國

嶺東科技大學國際企業研究所副教授

摘要

本文針對產業集群與生物種群之間的高度相似性，借鏡種群生態學理論中 Logistic 增長模式，構建了單一產業集群發展模式，分析了影響集群規模和增長的因素。此外，根據同一集群中三種不同的產業關係類型(競爭、合作以及掠食)，利用自治系統穩定性理論，分析了多種產業集群的變化趨勢。研究結果顯示，對於競爭性產業集群，產業的發展趨勢取決於兩個產業對資源的競爭能力；在互助性產業集群中，產業的相對地位決定了產業間相互支持的力度；在掠食性產業集群中，一方面應該提高資源的整合效率，另一方面還要注意保持一個最佳的掠食比例。

關鍵詞：產業集群、生態學、競合

Study on the co-opetition of industrial cluster by ecological methods

Chen-Kuo Lee

Associate professor, Department of International Business & Department Of
International Trade, Ling Tung University

Abstract

This study attempts to implement a unitary industrial cluster development model based upon the high level of similarity between industrial cluster and ecological groups via the logistic growth model outlined in the population ecological theory so as to analyze the factors that affect the scale and growth of industrial cluster and, meanwhile, to analyze the trend of changes for a number of industrial cluster based upon the three industrial cluster relationships (competition, mutual benefit, and loot) via the self-organization stationary theory. This study concludes that the competitive industrial cluster' s development trend is determined by two industrial cluster' s competition for resources ; and the looting industrial cluster upgrades its resource integration efficiency and maintains an optimal looting percentage at the same time.

Keywords : Industrial cluster, Ecology, Co-opetition

通訊作者：李陳國

Email : mmic2224@yahoo.com.tw

壹、緒論

競爭 (Competition) 是指兩個或兩個以上的事物或系統彼此妨礙或制約，以及爲了各自的「利益」相互對立、相互排斥或相互爭奪。合作 (Cooperation) 是指事物或系統在聯繫和發展過程中其內部各要素之間的有機結合、協調、配合的一致性或和諧性。競爭合作 (Co-opetition, 簡稱競合) 是指競爭與合作矛盾的雙方相互引導、相互轉化、相互聯繫、相互依賴的對立統一過程，競爭導致合作，合作引導競爭 (Chiarresio, Maria, & Micelli, 2004; Krafft, 2004a)。在日益激烈和複雜的競爭環境中，企業通過一定程度的合作和資源共享來求競爭優勢已成爲一種趨勢，而競爭與合作相統一的競合關係是知識經濟時代企業群體的競爭觀念創新。

集群中企業間的合作表現爲競合關係，競合關係是集中企業創新行爲的一種重要形式。首先，集群中企業創新行爲是一種競爭行爲。企業的發展，尤其是科學園區中高科技產業的發展，關鍵在於技術創新，誰能夠在技術創新方面取得成功，誰就能夠獲得競爭優勢 (Krafft, 2004b)。其次，集群中企業的創新行爲又是一種合作行爲。由於技術創新的高投入和市場的不確定性，帶來單一企業技術創新活動的高風險，再加上許多企業特別是中小企業，普遍存在創新資源不足的問題，單一企業難以進行有效的技術創新。而集群中的企業可以利用地理位置上的接近和產業的關聯，通過資源共享、優勢互補、共同投入、風險共擔實現合作創新，既可以克服創新資源不足的困難，又可以分散風險，提高創新能力和創新效率，使競爭的雙方實現「雙贏」局面。

產業集群也有類似於生命有機體的諸多生命現象。不過，與單一企業不同的是，產業集群是相互聯繫的多個企業的集合體，因此它與生物種群更爲相似。種群是生態學 (Ecology) 中的一個重要概念，它是指在一定空間中同一物種個體的集合，是物種存在的基本單位 (Fortis & Maggioni, 2002)。種群由個體組成，但不等於個體的簡單「相加」。種群內各個個體不是孤立的，而是通過複雜的種內關係組成的一個有機的統一體。將種群與產業集群的定義進行比較，可以看出產業集群與種群有一定的相似的特徵：(Fortis & Maggioni, 2002)

(1) 在一定空間中，產業集群由一定的相同或相關產業的經濟單位組成。每個產業集群都是由某個或某些產業內的企業及相關的機構組成的，產業組成的區別不同產業群的首要特徵。一個產業集群中涉及產業的多少，以及每一產業中企業和機構的數量，是度量產業集群多樣性的基礎。

(2) 產業集群由個體組成，但不等於個體的簡單「相加」，集群內各個成員不是孤立的，而是通過複雜的群內關係組成的一個有機的統一體。產業群中的企業和機構通過有效的整合實現有規律的共處，即在有序狀態下生存。一個產業群的形成和發展必須經過企業和機構對環境的適應和各產業之間相互適應這樣一個過程。

(3) 產業集群與集群環境是相互作用的。也就是說，產業集群對形成集群環境具有一定的動能作用。產業集群不僅受到當地環境的制約，也對其當地環境產生重大影響，並促進自身發展條件的形成。

(4) 產業集群具有一定的動態特徵。集群內企業和機構都具有一定的生命週期，處於不斷的動態變化中。不適應集群發展需要的企業或機構會被淘汰出局，新的企業或機構又不斷地加入，集群在動態的發展中不斷強化其競爭優勢。

(5) 產業集群具有一定的分布範圍。每一產業群都分布在特定地段或特定環境內，不同產業群的分布範圍也不同。

(6) 產業集群具有邊界特徵。有些產業群具有明顯的邊界，可以清楚地加以區分；有的則不具有明顯邊界，而處於連續變化中。

從生態學角度看，在一定地區內所棲息的各種生物種群（植物、動物和微生物）的自然組合，可分為生產者、初級消費者、次級消費者和分解者。各種群生物通過物質循環和能量流量，構成了一個具有與組成它們的種群所不同的靜態（如組成、結構等）和動態（如發展、演化）特徵的整體。一個自然而穩定的群落能夠最充分地利用能量和協調內部物種間的關係。與自然界的生態系統一樣，位於一個區域內的產業集群（industrial cluster）也是一個相互聯繫、相互制約的統一綜合體。在這個複雜的系統中，每一個企業都有其特定的位置，並與上下左右的企業建立了密切的聯繫。當產業集群內部成員之間的競爭與互利關係達到了平衡，就能在一定的時間內保持相當數量的相關企業的空間聚集（spatial agglomeration），並形成一定的產出規模。因此，將種群生態學引入產業集群研究，具有較強的適用性，這也是本研究主要動機。其具體研究目的有下列二點：

- (1) 利用生態學理論中 Logistic 增長模式，構建了單一集群發展模式，分析影響集群規模和增長的因素，
- (2) 根據同一集群中三種不同的產業關係類型，分析了多種產業集群的變化趨勢。

貳、文獻探討

最近十幾年來，在國際重要經濟學期刊上，頻頻見到用空間經濟（spatial economics）理論研究各種經濟學問題的文章，其中有構造純理論模型，也有實証分析的。我們將有代表性的觀點概述如下：

20 世紀 80 年代中期國際出現了一些關係新工業區（New Industrial District, NID）的文獻材料。工業區的概念最先由 Marshall（1890）提出，而新工業區的相關文獻著力於解釋位於已開發國家或是開發中國家邊際地區的一些集群（cluster）得以成

功的原因。有三點原因可以解釋，(1) 新科技的引入使得生產彈性化，(2) 集群的公司可以通過域內合作和共同的行動來獲取額外的好處，(3) 集聚促進了勞動分工，使得不同的公司可以專業化生產產品鏈上的某個環節，並提供給其他公司，這就是產生了外部經濟。而 Krugman (1991、1993、1995、1999、2001) 則從需求、外部經濟、以及地方專業化本身可能只是一個歷史的偶然，來解釋集群形成的主要原因。Krugman 思考為什麼集群會出現在最初的地方，而 NID 文獻則幾乎沒有關注這個問題。Krugman 看到了為了獲取規模經濟而集中生產的趨勢，也發現大公司坐落在一起是為了獲取外部性 (Helmsing, 2001)。

Porter (1990) 認為產業的地理集中是競爭所效，集群有助於提升產業競爭力。Forslid 等 (2002)、Hanson (1998) 認為貿易成本的降低增加了產業集群且有轉移集群中心的效果；Venables 等 (1996) 證明在區域一體化過程中，貿易成本降低，一些產業可能發生集群，但另一些產業可能回應要素價格的差異而分散。Forslid (2002) 建立了一個大規模可算一般均衡模型，仿真模擬了歐盟貿易自由化與產業集群之間的關係。Markusen & Venables (2000)、Barrell & Pain (1999)、Head, Ries & Swenson (1995) 分析了跨國企業海外投資的集群現象及其原因。Puga & Venables (1999) 建立了一個模型，說明集群將形成中心與外圍的世界經濟景觀。Krugman (1991) 說明，對於外圍的地區，經濟一體化與福利之間有一種 U 型關係。

從產業經濟的角度來看，Brulhart & Torstensson (1996)、Amiti (1998) 認為集群與規模經濟有關，集群的產業都是規模報酬遞增的；Ciccone (2002) 認為產業集群是高生產率的結果，同時也是高生產率的原因。Dumais, Ellison & Glaeser (1997) 認為產業集群與工廠生命周期相關。關於集群的外部性，Marshall (1890) 和 Romer (1990) 認為一個產業在特定地區的集群可以促進知識在同產業的不同公司間的擴散，從而提高研究、發展和創新活動，他們的工作被 Glaeser 等人 (1992) 稱之為「MAR 外部性」。Kim (1995)、Bottazzi (2001) 更進一步地分析了集群中的知識外溢以及對高科技產業的效應。而 Jacobs (1969) 則認為，不同產業的公司集群在特定的地區可以產生「相互孕育」的效果，這不僅有利於知識外溢 (spillover) 的產出，同時還推動了地方競爭，從而加速了技術的使用。這與 Porter (1990) 的部分觀點不謀而合。Henderson (1996) 還認為，「地理位置毗鄰的公司處在促進交流和知識外溢的網絡中」。產業的集群並不一定能保證知識的轉移，但卻必定能使這一過程變得簡單。

Coffey & Shearmur (2001) 認為高階服務和人性的特點決定了面對面接觸的重要性，進而引起了集群。Jaffee & Trajtenberg (1998)、Audretsch & Feldman (1996) 以及 Anselin 等 (1997) 的研究都表明，資訊和緘默 (tacit) 知識的跨地區擴散並不是完全自由的。因此，產業集群對企業共享地方資訊外溢仍是十分重要的。從城市和地方專業化的角度來看，Fujita 等 (1999) 認為人口集群使圍繞城市的農業

腹地擴張，形成多個城市的發展，Henderson（1974）認為，因為城市的規模受制於整體的地方擁塞和運輸成本（Helmsing, 2001），所以，由於地方化經濟效益，城市趨向於專業化以提高與運輸的擁塞成本相關的產業集群收益。從公共政策和公共管理角度來看，Baldwin（1999）和 Markusen & Venables（2000）分析了集群中工人的前瞻預期和公共部門（稅收負擔和公共管理效率）所起到的作用。Baldwin & Martin（1999）考慮到內生變數對集群的影響，認為降低資訊交易成本的融合政策可以鼓勵經濟活動的擴散，降低貨物交易成本的政策則會鼓勵產業集群。

綜合以上分析顯示，關於產業集群的研究大多數仍然囿於區域經濟學和傳統的經濟地理學的藩籬。但隨著產業的分工，現代企業的競爭優勢已經演繹為企業所加入的產業集群的競爭與合作的關係。因此，本研究將以生態學方法來探討，產業集群的競合關係。

參、研究方法

與自然界中生物種群共生的進化過程相類似，經濟生活中的企業集群現象同樣經歷了一個產生、發展和穩定共生的演化過程。因此，運用動態系統描述集群的演化過程可能相對貼切一點。

在本文我們借用生物學中描述不同種族共生現象的 logistic model 來描述經濟生活中的產業集群現象的動態演化過程，並且在模型中將處於整個集群動態演化過程中企業所經歷的內生的和外生的變化（例如，技術、資訊、制度安排、地域生產環境等變化）典型地簡化為企業的產量信號，通過對企業產量變化的刻劃來解釋集群的形成過程（Fortis & Maggioni, 2002）。

一、前提假設

- （1）用 $x(t)$ 表示企業的產量，即假定企業的產出水平是時間 t 的函數，出於處理上的方便，時間 t 所表達的內容要稍加修改，在這裏，時間 t 不僅有日常意義上的含義，並且還有技術、資訊、專業化和分工、交易成本等全部影響產出水準的因素的變化的含義，而且由於這些因素都可以簡單地被認為是時間的函數，因此用時間 t 來表達這樣一種較為寬泛的含義。所以，用企業的產量水平變化來刻劃集群的動態形成過程。
- （2）在給定的一段時間內，某一地域空間裏，假定各種要素稟賦（包括技術、原材料、勞動力、資本和市場規模等）一定，並且我們把各種生產要素、資料被有效組合和充分利用這樣一種狀態定義為自然狀態。那麼，在自然狀態下，每個企業的產量將有一個潛在的極限，換句話說，存在一個最大

產量，記為 N 。因此，這裏隱含的另一個假設是，每個企業產量的增長率隨產出水平的提高而下降並將趨於零。

- (3) 假定在產業集群的現象中，在地理位置上相對集中的企業，彼此的存在對對方產量的增長起促進作用。這方面可以通過規模效益、外部效益、分工和專業化協調合作等途徑引起交易成本的降低、工作效率的提高、激勵方式的改進、資訊和專業化制度的創造、名聲等集體財富的累積、創新條件的改善而促使企業產量增長得到解釋。
- (4) 企業的自然市場規模飽和度對企業產出水平的增長率有阻滯作用。在這裏，定義自然市場規模飽和度為： $x(t)/N$ 。這裏的含義同第二個假設中的一樣 $x(t)$ 表示企業的產量。

在此我們引用生物學中的 logistic model 來描述經濟現中企業產量的增長變化的演化過程：

$$dx(t) / dt = rx (1 - x / N) \quad (1)$$

這裏， $x(t)$ 的含義同第一個假設； r 表示該企業所在行業的平均產出的增長率； N 的含義同第二個假設。顯然，當 $x=N$ 時 $dx(t) / dt = 0$ ，換句話說， $x(t)=N$ 是企業的最大產出規模，是一個穩定平衡點。

下面，我們將分別討論 Malthus model、Logistic model 以及多種關係模型 (Fortis & Maggioni, 2002)，來探討基於種群生態學建模方法的基本特點：

二、Malthus model

Malthus 通過研究百餘年人口統計資料發現：單位時間內人口的增加量與當時人口數成正比，以 $N(t)$ 表示第 t 年時的人口數， $N(t+\Delta t)$ 表示 $t+\Delta t$ 年時的人口數。把 $N(t)$ 作為 t 的連續函數來處理，則有 $\frac{N(t+\Delta t) - N(t)}{\Delta t} = rN(t)$ 。其中 r 為常數，即單位時間內人口的增加量與人口的總數成正比。當 $\Delta t \rightarrow \infty$ 時，由上式及初始 (initial) 條件得到 Malthus model：

$$\frac{dN(t)}{dt} = rN(t) \quad (2)$$

$$N(t_0) = N_0 \quad (3)$$

該微分方程的解 ($t-t_0$)：

$$N(t) = N_0 e^{r(t-t_0)} \quad (4)$$

該初初始條件為 $t_0=0$ 時， $N(0)=N_0$ ，由上式得 $N(t) = N_0 e^{kt}$ 。如果取 $t=0,1,2,3,\dots$ ，則對應的 $N(t)$ 為 $N_0, N_0 e^k, N_0 e^{2k}, N_0 e^{3k}, \dots$ 。這是公比為 e^k 的幾何級數，因此 Malthus 認為人口按幾何級數增長 (Fortis & Maggioni, 2002)。

實証研究表明，用 Malthus model 進行短期人口預測還是比較準確的。在資源豐富、人口比較稀少時的人口統計數據也比較吻合。但是對於長期預測是不準確的，因為 $r > 0$ 時，當 $t \rightarrow +\infty$ 時， $N(t) \rightarrow +\infty$ 。這種錯誤結論是根源是 Malthus 假設的局限性。Malthus 的關鍵假設—人口自然增長率 r 是一常數並不總是成立。事實上在人口比較稀少、資源比較豐富的條件下才存在這一規律，但是當人口數量達到一定程度時，由於土地、資源的限制，會出現食物短缺、資源緊張以及生存環境惡化。這此因素對人口增長產生了阻滯作用，此時人口增長率隨人口增加而減少，因此 Malthus model 中人口淨增長率為常數的假設必須修改。

三、Logistic model

為了克服 Malthus 模型假設的缺陷，荷蘭生物學家 Verhulst 引入自然資源和環境所允許的最大人口數 N_m ，同時假設淨相對增長率為 $(1 - N/N_m)$ ，即淨相對增長率隨 N 增加而減少，且當 $N(t) \rightarrow N_m$ 時，淨增長率趨於零。所以 Logistic model 表示為：

$$\frac{dN(t)}{d(t)} = r(1 - \frac{N(t)}{N_m})N(t) \quad (5)$$

$$N(t_0) = N_0 \quad (6)$$

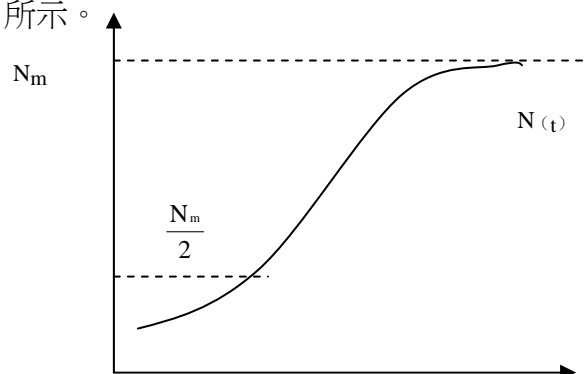
其中 r 為常數，是不受資源環境限制的人口增長率，因此稱為內生增長率。上式是一個可分離變數的一階常微分方程，其解為：

$$N(t) = \frac{N_m}{1 + (\frac{N_m}{N_0} - 1)e^{-r(t-t_0)}} \quad (7)$$

從上式可以看出：當 $t \rightarrow +\infty$ 時， $N(t) \rightarrow N_m$ ，即人口總數趨向於極限值 N_m ，而與人口初始數量無關。當 $0 < N_0 < N_m$ 時，由 $N(t)$ 的二階條件可以得到：

$$\frac{d^2N}{dt^2} = r(1 - \frac{2N}{N_m})\frac{dN}{dt} \quad (8)$$

因此，當 $N < N_m/2$ 時， $d^2N/dt^2 > 0$ ；當 $N > N_m/2$ 時， $d^2N/dt^2 < 0$ 。因此，Logistic model 的曲線如圖 1 所示。



54 圖 1 Logistic 模型曲線

四、多種群關係模型

t

上述 Malthus model 與 Logistic model 不僅適用於人口問題，同時也適用於其他單一種群問題。但是實際上，在自然界中更多的種群是雜居在一起的，各種生物根據其生理特點、食物來源分成了不同的層次，各層次之間及同一層次的生物種群之間有著各式各樣的聯繫，尤其是相互之間影響非常大的生物種群，需要放在一起進行討論，這就是多種群關係模型。下面以兩個種群為例進行分析 (Volterra, 1959)。

以 $x(t)$, $y(t)$ 分別表示兩個種群在 t 時刻的數量，假設每一個種群的相對增長率僅與雙方數量有關，因此多種群關係模型為：

$$\frac{1}{x} \cdot \frac{dx(t)}{dt} = f_1(x) + g_1(y) \quad (9)$$

$$\frac{1}{y} \cdot \frac{dy(t)}{dt} = f_2(x) + g_2(y) \quad (10)$$

其中，右端函數 $f_1(x)$ 和 $g_2(y)$ 分別表示兩個種群因各自的發展規律所引起的自身相對增長率。 $g_1(y)$ 和 $f_2(x)$ 分別表示另一個種群對本種群的影響。這四個函數都依賴於具體對象和環境。如果 $f_1(x)$, $g_1(y)$, $f_2(x)$ 以及 $g_2(y)$ 都是線性函數〔註一〕，則得到相互作用的兩個種群的 Volterra model：

$$\frac{dx}{dt} = x(a_1 + b_1x + c_1y) \quad (11)$$

$$\frac{dy}{dt} = y(a_2 + a_2x + c_2y) \quad (12)$$

在上面的模型中， a_1 和 a_2 分別是種群 x 和 y 的內生增長率，即在食物和環境不受限制的條件下的自然增長率，其正負由它們各自的食物來源所決定。例如，當 x 種群的食物是 y 種群以外的自然資源時， $a_1 \geq 0$ ；而當 x 種群僅以 y 種群的生物為食時， $a_2 \leq 0$ 。 b_1x^2 和 b_1y^2 反映的是各個種族內部的數量制約因素，即種族內競爭，所以 $b_1 \leq 0$, $c_2 \leq 0$ 。 c_1xy 和 b_2xy 是兩個種群之間的相互作用。 c_1 和 b_2 的正負號要根據兩個種群之間的相互作用關係而定，一般分為以下三種類型。第一種關係是競爭型，兩個種群相互殘殺或者爭奪同一食物資源，各自的存在對彼此都不利，一個種群的存在對另一個種群數量的增長起到促進作用， $c_1 \geq 0$, $b_2 \geq 0$ 。第三種關係是掠奪型，例如種群 y 以種群 x 為食物來源，此時種群 x 的存在對種群 y 的增長有利，而種群 y 的存在對種族 x 不利， $c_1 \leq 0$, $b_2 \geq 0$ 。

當 Volterra model 的參數具體給出時，可用數值法求得近似解。在只給出參數符號或者變化範圍時，可以運用自治系統穩定性理論研究各個種群的變化趨勢。

註一：Volterra 模型很好地解釋了自然系統的特有規律，但後續研究發現它也有

局限性。首先，自然界生態平衡系統的結構是穩定的，即系統受到干擾而偏離原來的周期軌道後，其內部的制約作用會使系統恢復原狀態。而 Volterra 模型不是穩定結構，一旦離開一條閉軌線，就進入另一條閉軌線，不可能恢復原狀。其次，生態學家指出，觀察不到 Volterra 模型顯示的周期振蕩，而是趨向於某個平衡狀態，即系統存在穩定平衡點。因此，可以在 Volterra 模型中加入考慮自身阻滯作用的 logistic 項進行改進，為符合本文研究方法需求，假設 $f_1(x)$ 、 $g_1(y)$ 、 $f_2(x)$ 以及 $g_2(y)$ 都是線性函數。

肆、模型建立

一、集群收益、集群成本以及最適化（optimal）集群規模

企業根據加入集群所獲得的利潤，來決定是否加入該集群。這種利潤是加入集群產生的收益與成本之差。為了便於分析，可以假設，對集群外企業來說，加入集群的收益與成本依賴於集群中已有企業的數量。

設企業 f 加入集群 q 所獲得的集群收益為 A_{fq} ，進一步可以將集群收益分為位置性收益和集聚性收益：

$$A_{fq} = H_{fq}(k_q, l_q, s_q, u_q) + B_{fq}(n_q) \quad (13)$$

其中，位置性收益 H_{fq} 與集群所處的地理位置有關，例如，當地的資本 k_q ，勞動力收益 l_q ，當地供應商以及商業服務網絡的效率 s_q ，城市和行業基礎設施的質量 u_q 。而集聚性收益 $B_{fq}(n_q)$ 是集群中企業數量的凹的（concave）非單調函數。這個假設意味著，當集群 q 中的企業數量逐漸增加時，集聚性收益呈現先遞增而後遞減的趨勢。因為當企業數量較少時，增加集群內的企業數量，可以促進生產分工，提高當地勞動者技能，擴大研發以及商業的外溢（spillover）效應，降低交易成本，但是當集群內的企業數量達到一定程度，集群內將出現排擠效應（crowding effect），減少了集聚的經濟性，從而使集群收益降低。

與集群收益類似，集群成本 C_{fq} 也包括兩部分：位置性成本和集聚性成本。

$$C_{fq} = h_{fq}(w_q, r_q, d_q, t_q) + b_{fq}(n_q) \quad (14)$$

其中，位置性成本 h_{fq} 反應了集群的成本結構，包括當地工資水平 w_q 、利率 r_q 、商業服務的平均價格 d_q 、地租 t_q 。而集聚性成本 b_{fq} 是集群中企業數量的凸的（convex）非單調函數。這個假設意味著，對於一定的城市、產業環境設施以及資源來說，當集群 q 中的企業數量達到「最佳」值；然後隨著企業數量的進一步增加，競爭變得更加激烈，導致特定投入（例如，資本、勞動力、商業服務、土

地和公共設施等) 價格的增加, 從而便集聚性成本增加。

企業加入集群所獲得的集群利益是 A_{iq} 和 C_{iq} 兩式之差:

$$N_{iq} = A_{iq} - C_{iq} = G_{iq} (w_q, r_q, d_q, t_q, k_q, l_q, s_q, u_q) + g_{iq} (n_q) \quad (15)$$

假設位置性收益和位置性成本不隨時間改變而改變。因此, 我們將涉及位置因素的部份 G_{iq} 簡化為一個參數 β_q , 它僅僅地改變集群利潤方程, 則集群利潤又可以表示為:

$$N_{iq} = \beta_q + g_{iq} (n_q) \quad (16)$$

從(16)式可以看出, 由於 N_{iq} 等於凹性方程 $A_{iq}(n_q)$ 和凸性方程 $C_{iq}(n_q)$ 之差, 所以, 集群利潤方程總是凹的。換句話說, 每人進入集群的邊際 (marginal) 企業, 可以增加進入集群的平均利潤, 直到一個臨界值為止。當超過臨界值, 再進入新企業將會降低集群內企業和新進入企業的平均淨收益。這個結論恰恰與產業區理論和城市/區域經濟學中的分析吻合, 這些理論表明, 給定企業的空間聚集條件, 由於淨收益方程式的凹性, 因此產業集群一定存在最適化規模 (optimal scale)。

我們也可以表述為, 如果潛在進入者的數量足夠大, 並且沒有相應的進入壁壘, 那麼集群利潤最初是增加的, 企業進入率也隨之增加; 然而隨著集群利潤的降低, 進入率最終將會降低到零。

二、單一產業集群的 Logistic 模型

種群生態學模型描述了在一定環境下, 由於自身複製能力的驅動, 以及有限資源和其他種群的限制, 該種群的增長過程。從數學建模的角度出發, 這些條件可以抽象為微分方程 (或者是一組微分方程), 這些方程表示變數隨時間變化而變化的規律。類似地, 在下面的討論中, 企業決定進入集群 (以及進入率和產業集群的演化途徑), 可以理解為某一類具有一定經濟特徵的種群的增加。下面討論單一產業集群的 Logistic 模型。

設 n 為單一產業集群 q 中的企業數量, 它隨著時間 t 的變化而變化。在一定時間和空間條件下, 各種要素稟賦不變, S 為產業集群的最大規模, 即 $S = \lim_{t \rightarrow \infty} x(t)$ [註二]。同時, 設 r 為初始 (或者最大的) 增長率, 當集群利用各種資源的能力不隨集群規模變化而變化時, r 可以被視為常數。在種群生態學中, r 等於出生率和死亡率之差。而在產業集群理論中, 集群增長速率可以是某一時間內的進入率和退出率之差。所以, 單一產業集群的 Logistic 模型表示為:

$$\begin{aligned} \frac{dn}{dt} &= r \left(1 - \frac{n}{S}\right) \\ N(0) &= n_0 \end{aligned} \quad (17)$$

註二: 如果從所有可能的初始條件出發微分方程 $\dot{x}(t) = f(x)$ 的解 $x(t)$ 都滿足:

$\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = x_0$ ，那麼，就稱平衡點 x_0 是穩定的，否則，就稱 x_0 是不穩的。

由 (17) 式可以看出：當集群較小時， n 接近於 0，括號部分接近 1，因此 Logistic 過程大致表現為一個指數性增長；但是當 n 接近 S 時，括號部分接近 0，使集群增長速度減弱為 0。由 (17) 式可以解得：

$$n = \frac{S \cdot n_0 e^{rt}}{S + n_0 (e^{rt} - 1)} \quad (18)$$

產業集群的 Logistic 增長過程與均衡規模和增長速率有關。當 S 值越大，圖 1 中曲線的上限越高；當 r 值越大，圖 1 中的曲線越陡。

S 是一個產業集群獨自可以支持的盈利企業的最大數量，對於單一產業集群來說，代表了某一區域的產業承載能力。一個特定區域可以容納的產業集群的最大規模是由自然資源、基礎設施、制度環境、勞動力資源、技術條件以及市場需求等因素所決定的。

自然資源主要是指與產品生產和經營相關的，具有地方特色的資源，例如土地、礦產、農作物等。顯然當這些資源的總量越大時，那麼以這些資源為投入要素的集群，其潛在規模也將會越大。基礎設施主要是指交通、運輸、通訊、供電、供水等條件，它是集群賴以生存和發展的必要條件，這些設施的供給越充分，就越不容易出現交通擁擠、能源緊張等「排擠效應」，區域所能容納的產業集群規模越大。制度環境包括法律法規、政府效率、文化習慣等制度因素，是集群生存的社會環境，完善的經濟法律制度、適宜的產業扶植政策、高效的地方政府以及積極開放的人文氣氛將有助於提高產業集群的最大規模。勞動力和技術條件是集群生產所需的關鍵投入要素，因此，加強地方科技文教水平，改善勞動力素質，增加技術要素存量，都將使集群的規模擴大。同時，市場需求也是影響集群的規模上限的重要因素。根據產品生命周期理論，處於成長期和成熟期的產品，市場需求規模較大；處於衰退期的產品，市場需求將不斷縮小。

r 是一個產業集群的增長率，它取決於集群有機地利用各種資源的能力，其中主要包括核心競爭能力、網絡學習能力和品牌建設能力三個方面。

產業集群的核心競爭能力具有技術和組織兩個維度，其中技術維度可以通過產品和製程的競爭優勢來衡量，而組織維度表現為集群組織的慣例，是根植於集群成員企業之間特定的互動模式。慣例存在於集群組織的記憶之中，並由集群成員努力維護，但是它絕非是一組靜態的策略集合 (strategic set)，而是一個開放的動態系統。通過系統自身的演化，以及系統與環境在物質、資訊、能量上的交流，成功的慣例將會得到加強和複製，而失敗的慣例被減弱，從而進一步提高產業集群的核心競爭力。

產業集群的網絡學習能力的重要性是由產品知識的局限性、隱藏性（tacit）和複雜性造成的。現代生產知識已經不能單獨通過市場途徑獲得，而產業集群從時空上為不同企業提供了一種長期合作學習的平台。組織間的知識學習可以分為可編碼知識（codified knowledge）與隱藏性知識（tacit knowledge）兩大類。在每個集群企業正式網絡的背後存在著大量的非正式網絡，隱藏性知識正是依賴這些非正式網絡得以擴散。網絡為創新主體提供了一種啟發式學習模式，即不僅要知識技術的功能是什麼，而且要知道如何利用和拓展這些功能，更重要的是集群網絡也可以分享「失敗經驗」，從而增加創新成功的機會。

產業集群的品牌建設能力指集群建立和維護區域品牌、擴大銷售網絡、將集群產品推向市場的能力。集群成員企業之間高度的信任性合作是影響集群品牌的重要因素。與單個企業不同，產業集群是由大量成員組成的集合體，它為企業之間重複性合作提供了條件。重複賽局理論（Repeated game theory）認為在有限次的賽局中，重複本身並不會改變囚犯困境（prisoner's dilemma）的均衡（equilibrium）結果，但是如果賽局重覆無窮次且每個人都有足夠的耐心，任何短期的機會主義行為都是微不足道的，局中人（player）有積極性為自己建立一個樂於合作的聲譽，同時也有積極性懲罰對方的機會主義行為。

三、多種產業集群的發展模型

大量的實証研究表明，集群中往往不止存在一個產業，更多時候表現為不同產業集聚（agglomeration）在一起，與生態系統中多種群關係類似，在集群中各個產業也存在著競爭、互利以及掠食型三種關係，下面僅就集群中包含兩個產業的情況進行分析。

（1）競爭關係模型

假定集群中存在兩個具有一定的競爭性的產業 1 和 2。在 t 時刻，產業 1 和 2 中的企業數量分別是 n_1 、 n_2 。由於該地區的資源是有限的，所以集中每個產業的企業數量都存在最大值， S_1 、 S_2 分別是產業 1 和 2 所能承載的最大企業數量。 r_1 、 r_2 分別是產業 1 和 2 的初始（或者最大的）增長率。因此競爭關係模型可以表示為：

$$\begin{aligned} \frac{dn_1}{dt} &= r_1 \cdot n_1 \left(1 - \frac{n_1}{S_1} - \alpha_1 \frac{n_2}{S_2}\right) \\ \frac{dn_2}{dt} &= r_2 \cdot n_2 \left(1 - \frac{n_2}{S_2} - \alpha_2 \frac{n_1}{S_1}\right) \end{aligned} \quad (19)$$

其中， $(1 - n_i / S_i)$ 反映了產業 i 消耗有限資源，導致對自身增長的阻滯作用， n_i / S_i 可以解釋為，相對於 S_i 而言，單位數量的企業消耗的資源（設資源總量為 1）。當兩個產業在同一區域爭奪有限資源時，產業方對資源的消耗將對產業 i 產生不利影響，這種影響顯然與產業 j 的規模成正比，因此表示 $-\alpha_i \cdot n_j / S_j$ 。 α_i 表示消耗其中一方資源對另一方產生的影響。例如，如果 $\alpha_i > 1$ ，

表 j 在消耗產業 i 的資源時，產業 j 的消耗多於產業 i ，因而產業 j 對產業增長的阻滯作用大於產業 i ，即產業 j 的競爭力強於產業 i 。

爲了研究集群中兩個產業相互競爭的結果，即當 $t \rightarrow +\infty$ 時， $n_1(t)$ 和 $n_2(t)$ 的趨勢，需要對平衡點進行穩定性分析，設

$$\begin{aligned} f(n_1, n_2) &= r_1 n_1 \left(1 - \frac{n_1}{S_1} - \alpha_1 \frac{n_2}{S_2}\right) = 0 \\ g(n_1, n_2) &= r_2 n_2 \left(1 - \frac{n_2}{S_2} - \alpha_2 \frac{n_1}{S_1}\right) = 0 \end{aligned} \quad (20)$$

由 (20) 式可以得到 4 個平衡點：

$$P_1(S_1, 0); P_2(0, S_2); P_3\left(\frac{S_1(1-\alpha_1)}{1-\alpha_1\alpha_2}, \frac{S_2(1-\alpha_2)}{1-\alpha_1\alpha_2}\right); P_4(0, 0)$$

顯然只有當 α_1, α_2 同時小於或者大於 1 時， P_3 位於第 1 象限，才是具有實際意義的平衡點。設

$$\begin{aligned} m &= (fn_1 + gn_2) \Big|_{P_i} \\ n &= \begin{vmatrix} fn_1 & fn_2 \\ gn_1 & gn_2 \end{vmatrix} \Big|_{P_i} \end{aligned} \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (21)$$

利用四個平衡點 m, n 的結果，根據穩定性理論可以獲得集群內產業競爭模型的均衡點及穩定性結果（如表 1 所示）。

表 1 產業競爭模型的平衡點及其穩定性

平衡點	m	n	穩定條件
$P_1(S_1, 0)$	$r_1(1-\alpha_2) - r_1$	$-r_1 \cdot r_2(1-\alpha_2)$	$\alpha_1 < 1, \alpha_2 > 1$
$P_2(0, S_2)$	$r_1(1-\alpha_1) - r_2$	$-r_1 \cdot r_2(1-\alpha_1)$	$\alpha_1 > 1, \alpha_2 < 1$
$P_3\left(\frac{S_1(1-\alpha_1)}{1-\alpha_1\alpha_2}, \frac{S_2(1-\alpha_2)}{1-\alpha_1\alpha_2}\right)$	$-\frac{r_1(1-\alpha_1) + r_2(1-\alpha_2)}{1-\alpha_1\alpha_2}$	$\frac{r_1 r_2(1-\alpha_1)r_2(1-\alpha_2)}{1-\alpha_1\alpha_2}$	$\alpha_1 < 1, \alpha_2 < 1$
$P_4(0, 0)$	$r_1 + r_2$	$r_1 r_2$	不穩定

下面根據 α_1, α_2 的意義，進一步解釋平衡點 P_1, P_2, P_3 的經濟含義：(1) 當 $\alpha_1 > 1$ 時，表明在產業的資源競爭中，產業 i 的競爭力較強，而 $\alpha_2 > 1$ 表明在產業的資源競爭中，產業 i 的競爭力仍然較強，因此集群中產業 j 將被擠垮，而產業 i 的企業數量增加到最大值，即 $n_1(t), n_2(t)$ 趨向於 $P_1(S_1, 0)$ 。(2) 當 $\alpha_1 > 1, \alpha_2 < 1$ 時，情況與 (1) 正好相反。(3) 當 $\alpha_1 < 1, \alpha_2 < 1$ 時，在產業 i 的資源競爭中，產業 j 的競爭力較強；而在產業 j 的資源競爭中，產業 i 的競爭力較強。因此兩個產業達到一個共存的穩定的平衡狀態 P_3 。

(2) 互利關係模型

假定集群中存在兩個具有一定的互助性的產業 1 和 2。在 t 時刻，產業 1 和 2 中的企業數量分別是 n_1, n_2 。 S_1, S_2 分別是產業 1 和 2 所能承載的最大企業數量， r_1, r_2 分別是產業 1 和 2 的初始（或者最大的）增長率。因此互助關係模型可以表

示為：

$$\begin{aligned} \frac{dn_1}{dt} &= r_1 n_1 \left(1 - \frac{n_1}{S_1} + \alpha_1 \frac{n_2}{S_2}\right) \\ \frac{dn_2}{dt} &= r_2 n_2 \left(1 - \frac{n_2}{S_2} + \alpha_2 \frac{n_1}{S_1}\right) \end{aligned} \quad (22)$$

爲了研究集群中兩個產業的互助結果，即當 $t \rightarrow +\infty$ 時， $n_1(t)$ 和 $n_2(t)$ 的趨勢，需要對平衡點進行穩定性分析，設

$$\begin{aligned} f(n_1, n_2) &= r_1 n_1 \left(1 - \frac{n_1}{S_1} + \alpha_1 \frac{n_2}{S_2}\right) = 0 \\ g(n_1, n_2) &= r_2 n_2 \left(1 - \frac{n_2}{S_2} + \alpha_2 \frac{n_1}{S_1}\right) = 0 \end{aligned} \quad (23)$$

對上面的微分方程組進行求解，可以得到穩定的平衡點

$$P\left(\frac{S_1(1 + \alpha_1)}{1 - \alpha_1 \alpha_2}, \frac{S_2(1 + \alpha_2)}{1 - \alpha_1 \alpha_2}\right)$$

由於 $n_1, n_2 > 0$ ，所以 $\alpha_1 \alpha_2 < 1$ 是集群中兩個產業互利共生達到均衡狀態應滿足的條件。

例如，集群中產業 1 是主導產業，而產業 2 是配套產業，那麼兩類產業在規模、能力上往往具有相當差距，所以 α_1 很小而 α_2 較大。這意味著在主導—配套型產業集群中，配套產業對主導產業的依賴程度大於主導產業的依賴程度，集群中主導產業向配套產業採購的中間產品，佔配產業總產量的很大比率，此外主導企業還可以從自身角度出發，爲衛星企業提供多方面的支持，例如，主動地從技術創新和組織創新角度對配套產業進行支持。因此，主導產業對配套產業的促進作用比較大。而配套產業向主導產業提供的產品只是一種或幾種中間產品，並且配套產業的企業數目較多，主導產業的促進作用較小。此時， $\alpha_1 \alpha_2 < 1$ 表示在主導—配套型產業集群中，成員間互利共生（symbiotic）達到均衡狀態的條件是 $\alpha_2 > 1$ ， $\alpha_1 < 1$ 。

對於 $\alpha_1 \alpha_2 < 1$ 來說，另外一種情況是 $\alpha_1 < 1$ ， $\alpha_2 < 1$ 。這代表了集群中兩個相關產業生產同類產品的情況。此時集群中兩個產業彼此的貢獻應相差不大，與主導—配套型產業集群相比，雖然這種集群也可以通過共享基礎設施、專業化分工、知識外溢等機制，來促進彼此的發展，但是由於在產品市場上存在競爭，因此對彼此的促進力度較小。

(3) 掠食關係模型

除了競爭與互助型關係以外，集群中兩個產業還可能存在掠食關係。例如，在高科技產業集群中，產業 1 是直接面向產品市場的製造產業，而產業 2 是專門從事技術創新的研發產業，製造產業的企業通過收購研發產業的企業，來獲得相

關的生產技術。對於研發產業來說，如果沒有製造產業的收購，則研發產業規模滿足 Logistic 增長： $\frac{dn_2}{dt} = r_2 \cdot n_2 \cdot (1 - \frac{n_2}{S})$ 。其中， n_2 為在 t 時刻研發企業的數量， r_2 為研發產業的初始（initial）（或者最大的）增長率， S 為環境所能容納的最大集群規模。對於製造產業來說，假定在不收購研發企業時，由於技術的衰減和老化，產品將逐漸失去市場競爭力，從說使得製造產業中的企業數量按照幾何級數減少： $\frac{dn_1}{dt} = -r_1 \cdot n_1$ ，其中 n_1 為在 t 時刻製造企業的數量， r_1 為製造企業的初始（或者最大的）增長率。根據 Lotka—Volterra model，可以將集群中兩個產業掠食關係的模型表達為：

$$\begin{aligned} \frac{dn_1}{dt} &= (-r_1 + \beta q n_2) \cdot n_1 \\ \frac{dn_2}{dt} &= r_2 n_2 \cdot (1 - \frac{n_2}{S}) - q n_1 n_2 \end{aligned} \quad (24)$$

其中， q 為製造產業對研發產業的收購率， β 為製造產業對研發產業成果的轉化率。(24) 式的微分方程組描述了集群中製造產業和研發（R&D）企業的收購與被收購關係。從模型可知，製造產業對研發產業的收購量減少時，研發產業中創新企業的數量增加；當研發產業中的企業供應不足時，製造業規模也將減少。當研發產業正好滿足製造產業的需要，而創造企業的數量又不增加（即研發產業出現零增長）時，可以認為兩個產業達到了平衡。即對研發產業有：

$$\frac{dn_2}{dt} = r_2 n_2 \cdot (1 - \frac{n_2}{S}) - q n_1 n_2 \quad (25)$$

由 (25) 式可得出：如果 n_1 和 n_2 為坐標作圖，因為 r_2, q, S 均為常數，所以研發產業中企業數量零增長線為一條直線。同理，可得製造產業中企業數量的零增長線為 $n_2 = \frac{r_1}{q\beta}$ 。兩條直線的交點就是達到穩定平衡點時，製造產業和研發產業中企業數量的組合，其坐標為：

$$P(\frac{r_2}{1 - \frac{r_1 r_2}{\beta S q^2}}, \frac{r_1}{q\beta}) \quad (26)$$

因此，製造產業和研發產業達到均衡狀態需要滿足的條件是 $\frac{r_2}{q} - \frac{r_1 r_2}{\beta S q^2} > 0$ ，即

$$q\beta > \frac{r_1}{S}。$$

製造—研發產業集群達到均衡狀態的條件 $q\beta > \frac{r_1}{S}$ 意味著，製造產業將研發產業的技術成果轉化為生產製程的效率越高，或者製造產業對研發產業的收購率越大時，製造—研發產業集可以達到平衡狀態。雖然，提高製造產業對研發產業的技術成果轉化效率，以及對研發產業的收購率有利於兩個集群中產業的規模達

到平衡。但是，並不是說製造產業對研發產業的收購率越大越好。

從平衡點 P 的坐標可以看出，當 β 增加時，平衡點中研發企業的數量下降，而製造企業的數量增加。因此，製造產業提高技術成果轉化效率，對增強整個集群產品的市場佔有率都有利。而參數 q 的變化對集群的影響則比較複雜。從平衡點 P 的坐標可以看出，平衡點中研發產業的企業數量與 q 的關係則是一條曲線。如果以製造產業的企業數量 n_i 為縱坐標， $1/q$ 為橫坐標，可以得到一條開口向下的拋物線。也就是說，對於製造產業來說，存在一個最佳的中間產品收購率，使得製造產業規模達到最大值。當收購率小於最佳值時，製造產業規模隨收購率的增加而上升；當收購率大於最佳值時，製造產業規模隨收購率的增加而下降。

伍、結論

本文針對產業群與生物種群之間的高度相似性，借用生物學中解釋不同生物種族共生的 logistic model，給出了產業集群中單一產業集群及多種產業集群兩種集群模式達到共生穩定狀態的一個動態描述，並給出了動態均衡所需的條件及其經濟學上的含義。從中我們得到一個主要的結論是：無論是在單一產業集群還是多種產業集群（競爭、合作、以及掠食）模式中，集群達到共生穩定狀態的關鍵是激烈的競爭。其中研究結果顯示：

- (1) 對於競爭性產業集群中，產業的相對地位決定了產業間相互支持的力度；
- (2) 在互助性產業集群中，產業的相對地位決定了產業間相互支持的力度；
- (3) 在掠食性產業集群中，一方面應該提高資源的整合效率，另一方面還要注意保持一個最佳的掠食比例。

參考文獻

1. ti, M. (1998), New Trade Theories and Industrial Location in the EU: A Survey of Evidence, *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 14, No.2, PP. 45 - 53.
2. Audretsch, D. B. and Feldman, M. (1996), R&D-spillovers and the geography of innovation and production, *American Economic Review*, 86: 630 - 640.
3. Baldwin, R. E. (1999), Agglomeration and endogenous capital, *European Economic Review*, 43: 253 - 280.
4. Barrell, R. and Pain, N. (1999), Domestic institutions agglomerations and foreign direct investment in Europe, *European Economic Review*, 43: 925-934.
5. Brulhart, M. and Torstensson, J. (1996). Regional integration, scale economies, and industry location, Discussion paper No. 1435, CEPR, London.

6. Bottazzi, L. (2001), Globalization and local proximity in innovation : A dynamic process, *European Economic Review*, 45 : 731-741.
7. Baldwin, R. E. and P. Martin (1999), Two waves of Globalization : Superficial similarity and fundamental differences, NBER Working Paper 66904.
8. Ciccone, A (2002), Agglomeration effects in Europe, *European Economic Review*, 46 : 213-227.
9. Coffey, W. J. and Shearmur, R. G.(2002), Agglomeration and dispersion of high - order service employment in the Montreal metropolitan region, 1981-96, *Urban Studies*, 39 : 359-378.
10. Chiarvesio, M.; Maria. E. D.; Micelli, S. (2004), From Local Networks of SMEs to Virtual Districts? Evidence from Recent Trends in Italy, *Research Policy*, 33(10), Dec., PP. 1509-1528.
11. Dumais, G., Ellison, G. and Glaeser, E. L. (1997), Geographic Concentration as A Dynamic Process, NBER Working Paper No.6270.
12. Forslid, R., J. I. Haaland, K. H. Midelfart Knarvik (2002), A U-shaped Europe? A simulation study of industrial location, *Journal of International Economics* 57 : 273-297.
13. Fujita, M., Krugman, P. and A. J. Venables (1999), *The spatial economy : cities, regions and international trade*, MIT Press, Cambridge MA.
14. Fortis, M. & Maggioni, M. A.(2002), *Competitive and industrial clusters : dynamics and models in theory and practice*. New York : Physica-Verlag.
15. Glaeser, E. H., Scheinkman, J. and Shieifer, A (1992), Growth of Cities, *Journal of Political Economy*, 100 : 1126-1152.
16. Helmsing, A. H. J. (Bert)(2001), Externalities, Learning and Governance : New Perspectives on Local Economic Development, *Development and Change* Vol. 32, 277-308.
17. Hanson, G. (1998), Market Potential, Increasing Returns, and Geographic Concentration, NBER Working Paper, 6429.
18. Head, K., Ries, J. and Swenson, D. (1995), Agglomeration benefits and location choice : evidence from Japanese manufacturing in the United States, *Journal of International Economics*, 38, 223-247.
19. Henderson, J. V. (1996), Ways to think about urban concentration : neoclassical urban systems versus the new economic geography, *International Regional Science Review*, 19 : 31-36.
20. Henderson, J. V. (1974), The sizes and types of cities, *American Economic Review*, 64 : 640-656.
21. Jaffe, A. and M. Trajtenberg (1998), International Knowledge Flows : Evidence from Patent Citations, NBER working paper 6507, April.

22. Jacobs, J. (1969), *The Economy of Cities*, New York, Vintage Books.
23. Krugman, P. (1999), *The spatial economy : cities, regions, and international trade*, MIT Press.
24. Krugman, P. (1991), Increasing returns and economic geography, *Journal of Political Economy*, 99, PP.483-499.
25. Krugman, P. (1993), First nature , second nature, and metropolitan location, *Journal of Regional Science*, 34 : 129-144.
26. Krugman, P. (1995). The localization of the world economy, *New Perspectives Quarterly Winter*, 34-38.
27. Krugman, P. (2001). Complex Landscapes in Economic Geography, *Complexity In Economic Theory*, Vol. 84, No. 2.
28. Kim, S. (1995), Expansion of markets and the geographic distribution of economic activities : the trends in U. S. regional manufacturing structure, 1860-1987, *Quarterly Journal of Economics* 110(4) : 881-908.
29. Krafft, J. (2004a), Entry, Exit and Knowledge : Evidence from a Cluster in the Into-communications Industry, *Research Policy* 33(10), Dec. PP. 1687-1706.
30. Krafft, J. (2004b), Knowledge Flows through Informal Contacts in Industrial Clusters : Myth or Reality?, *Research Policy*, 33(10), Dec. PP. 1673-1686.
31. Marshall, A. (1890), *Principles of Economics, An Introductory Volume*, London : Macmillan.
32. Markusen, J. R. and Venables, A. J. (2000), The theory of endowment, intra-industry and multinational trade, *Journal of International Economics*, 52 : 209-234.
33. Puga, D. and Venables, A. J. (1999), Agglomeration and economic development : import substitution versus trade liberalization, *Economic Journal*, 109 : 292-311.
34. Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, New York.
35. Romer, P. (1990), Endogenous technological change, *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
36. Venables, A. J. (1996), Equilibrium locations of vertically linked industries, *International Economic Review*, 37 : 341-359.
37. Volterra, A., 1959 (1929), *Theory of Functionals and of Integral and Integro-Differential Equations*, New York, Dover Publications reprint of the 1929 English edition, London, Blackie & Son.