

產業聚集與廠商研發活動之研究 ——台灣電子業廠商之驗證

林惠玲

國立台灣大學經濟系教授

詹立宇

私立景文科技大學財務金融系助理教授

謝玉玫

國立台北商業技術學院財政稅務系講師

本文利用 1992-2000 年間電子廠商的資料，探討廠商的勞動聚集與研發聚集與其研發活動的關聯性。衡量聚集指標時，參考 Busch and Reinhardt (1999) 的方式，並考慮廠商間的距離，來衡量廠商的聚集程度，結果發現水平產業的研發聚集程度較勞動的聚集程度大；垂直產業的研發聚集程度與勞動聚集程度則大致較接近。無論是水平或垂直產業的勞動或研發聚集程度，均對廠商研發活動有正效果；研發活動本身亦對水平產業的廠商與垂直產業的廠商有外溢效果。此外亦驗證不同區域的特性對研發有顯著的差異影響。

關鍵字：勞動聚集、研發聚集、研發活動、電子產業

壹、前言

在經濟全球化的趨勢下，生產的地點隨比較利益快速移動，不再受限於地理疆界，為避免國內產業外移造成產業空洞化，積極從事研發已成為各國

企業提升競爭力的主要策略之一。然而正當研發已成為衡量競爭優勢的重要指標時，探討創新議題的學者卻發現創新或知識創造的企業活動，並未依成本優勢的考量自由分散各地，反而在某些特定區域呈現聚集的現象，因而認為知識外溢在空間上的侷限性是產業聚集的主因。Baptista and Swann (1998: 525-540) 指出產業群聚有助於專業人才的聚集、知識技術的擴散與網絡內相關知識及資訊的流通。Porter (1990; 1998: 77-90) 亦認為產業聚集產生的地理鄰近性有助於知識與技術的交流，因此地理較集中的產業其競爭力較強。Edquist (1997) 則主張，源自地方特有的文化、社會規範與習慣所衍生的信任，可降低知識傳遞時的不確定性，使互動學習更穩定，進而有助創新能力的提升。這些觀點均說明產業聚集與創新活動有著密不可分的關係。

近年來，空間觀念的創新議題雖引起廣泛討論，但國內外文獻多由國家或產業的觀點進行探討，卻忽略了廠商為創新研發活動中的基本執行單位，其研發投入對於整體創新成果有著舉足輕重的影響。電子產業近年來的創新科技日益發達，電子產業已成為所有產業創新最快的產業。依據中華民國科學統計要覽 1999 至 2003 年資料顯示（經濟部統計處，1999-2003），電子業在四年內平均研發經費達九百六十五億，平均研發密度為 6.06%，為所有製造業中最高，顯見電子廠商在台灣創新活動中扮演極重要的角色。

本文利用 1992-2000 年經濟部「工廠校正暨營運調查報告」中的電子廠商資料做為研究基礎，並以台灣西部十三個行政區域為主要研究的聚集區域，探討廠商產業聚集與其研發活動的關聯性（經濟部統計處，1992-2000）。衡量聚集指標時，則以學者 Busch and Reinhardt (1999: 1028-1050) 的方法，並考慮廠商間的距離來衡量。因為廠商間的距離會影響廠商的合作、資訊的擴散、群聚的外部性，進而影響廠商創新的效果。Marcon and Puech (2003: 409-428) 也曾利用距離觀念來衡量聚集程度，一般常用的是同產業（水平產業）的聚集，本文除計算同產業的聚集程度外，亦同時計算了垂直產業的聚集程度。由於計算產業聚集程度時，必須以廠商為主體來衡量，根據過去文獻大多以廠商就業人數為衡量聚集的主體（Krugman, 1991: 483-499; Ellison and Glaeser, 1997: 889-927; Barkley et al., 1999: 168-186; Holmes, 1999: 314-325），另外，亦有使用研發成果為聚集主體（Jaffe et al., 1993:

577-598)，本文除了用就業人數來計算水平產業勞動聚集程度與垂直產業勞動聚集程度，亦以研發支出為聚集主體，計算水平產業研發聚集程度與垂直產業研發聚集程度，並進一步探討這些產業聚集度指標對廠商研發活動是否如理論有正向效果。此外，本文亦同時探討水平產業與垂直產業的研發對廠商研發活動的外溢效果；區域與產業聚集的特性，對廠商研發行為的影響。實證研究時設定選擇模型 (selection model)，去探討聚集變數、R&D 外溢效果、區域特性對廠商研發行為的影響。

由以上說明可知，本文最大的貢獻之一是利用一個考慮廠商距離的指標來計算聚集程度，該聚集程度的衡量優於過去文獻曾用的 EG 指數 (Ellison and Glaeser, 1997: 889-927)。此外聚集程度的衡量提出了四種聚集指標：水平產業勞動聚集指標、水平產業研發聚集指標、垂直產業勞動聚集指標、垂直產業研發聚集指標。本文的實證結果發現：水平與垂直產業的勞動與研發聚集度對廠商研發的資本存量均有正向顯著的影響效果，同時研發活動本身亦對水平產業的廠商與垂直產業的廠商有外溢效果，最後，亦驗證不同區域的特性對研發有顯著的不同影響。

本文架構除本節為前言外，第二節說明產業聚集與研發的關係，第三節解釋產業聚集度的衡量，第四節為模型設定與變數說明，第五章為實證結果與分析，最後則為結論。

貳、產業聚集與研發的關係

自 Marshall (1890) 以外部經濟解釋產業地區化對工業發展的重要性以來，傳統群聚理論 (Myrdal, 1957; Hirschman, 1958; Jacobs, 1969) 均主張產業在特定地區聚集時，將因專業技術勞動市場、互補性產業的形成以及共享基礎設施等優勢，而降低營運成本、運輸成本、勞動成本等，為地區帶來優勢競爭力，因此強調地理鄰近所產生的成本優勢是關聯產業在空間聚集的主因。但隨著科技進步，經濟全球化後，規模經濟的靜態觀點，並無法解釋何以創新產業未隨要素移動分散世界，反在地理空間呈現聚集的現象，因此以知識為基礎，強調學習與創新的空間群聚理論應運而起。

Baptista and Swann (1998: 525-540) 指出地方化的產業網絡中，同質企業的競爭可促進技術創新，互補企業的差異性與多樣化使知識擴散，而供應商與顧客的互動為創新積蓄更多的能量。Porter (1990) 亦認為產業群聚的廠商藉著技術資訊傳遞的便利，從事研發以提升競爭力，當某特定產業技術革新時將產生知識外溢，使得地理較集中的產業有較高的成長效果，進而提升競爭力。

Audretsch and Feldman (1996: 630-640) 認為創新所需的知識，通常是個人或組織累積的經驗與心得，很難加以符碼化 (codifiable)，因此知識傳遞的邊際成本將隨著距離增加，故某些以知識為基礎的產業有地理聚集的傾向。Feser and Bergman (2000: 1-19) 指出廠商將因創新來源、生產要素和資源共享等經濟利益，而與其他廠商在多樣的共同行為上緊密連結。Malmberg and Maskell (2002: 429-449) 則認為同類型廠商由於學習近接的必要形成水平群聚，並經由觀察、模仿及競爭等方式創造技術。互補廠商因信賴產生垂直群聚，透過互動、交易、合作等方式進行學習與創新。由此可知，以知識為基礎的群聚理論主張知識外溢有空間的限制，故強調聚集所衍生之資訊、技術擴散的效益，才是以知識生產為主的廠商群集在空間的主要原因。

傳統群聚理論或融合知識外溢的空間群聚理論，均以地理的外部經濟來詮釋廠商聚集的動機。但另有學者將區域經濟與社會理論結合，來探討非經濟因素對產業群聚的影響。Edquist (1997)、Wolfe (2002: 11-38) 指出地方特有的社會文化、規範和組織間的信任基礎，皆可提高知識傳遞的穩定性，增進互動學習，進而有助創新能力的提升，並且認為區域內因技術創新所產生的經濟利益不具移轉性，故創新活動會出現空間集中的情形。Kanter (1999: 7-24) 主張創新環境不能僅憑政府或實驗室支持即可達成，還有賴社會網路中相關人員間互動的質量因素配合，才得刺激更多的創新活動。

由於制度乃綜合社會、文化及歷史等因素而形成，因此透過制度來探討群聚的形成與消長，更有助於深入了解不同群聚的差異性。尤其當競爭優勢愈仰賴在地的制度設計與社會資本時，以區域特有的文化習俗、社會制度對創新能力作用的觀點出發，應更可理解何以在全球化經濟持續擴張的同時，地方化經濟的重要性也日漸提升。

近年來與創新議題相關的實證研究，均將空間區位、產業網絡與外部環境的影響納入考量，以反映真實經濟的脈動。研究中透過各種方式來衡量群聚內的創新作用者（包含水平廠商、垂直產業、大學及研究機構、產銷網路等）如何影響區內產業的創新活動。Jaffe (1989: 957-970) 首次將空間鄰近性的觀念納入 Griliches (1979: 92-116) 的知識生產函數以觀察創新的空間面向，他認為同區的產業研發與學校研發會有地理共變數的產生，結果發現各州的專利數，與廠商和大學的地理共變數為正相關，顯示學校研發可促進廠商研發，因而使該區擁有較多的專利數。Feldman and Florida (1994: 210-229) 以美國 SBIDB (Small Business Administration's Innovation Data Base) 所統計的新產品數為創新代理變數，將資料依產業面及空間面作細分，運用相對成長法、創新區位商數法、迴歸分析進行實證，結果發現工廠聚集、大學研發、生產者服務業等技術設施 (technological infrastructure) 的集中度對產業的創新能力有正向影響。

Suarez and Walrod (1997: 1343-1380) 將四位數字產業資料分成三類後，再區分為聚集與非聚集產業，來探討多種產業聚集對廠商研發行為、經營策略（包含 JIT, Just in time 與外包）及生產活動的關係。其實證結果顯示高科技產業的空間集中並不能刺激研發活動，反倒是非聚集廠商有高度的研發密集度。作者推論這可能與高科技產業的生產方式及重視保護研發成果的特性有關。

國內相關實證文獻近年有蔡政軒 (1998) 分析聚集因素對廠商研發行為與生產力的影響，實證結果發現，產業群聚對廠商的研發行為並無明顯影響，但對生產力的影響較顯著。楊志海和陳忠榮 (2001: 69-87) 則證明新竹科學園區的上市電子廠商的研發效率高於園區外，其推論原因是創新活動聚集造成的結果。而楊政龍和金家禾 (2002: 101-124)，以 1981 至 1996 年工商普查資料中類產業為研究對象，並依行政區將台灣劃分為 23 個空間分析單元，採創新區位商數衡量技術設施與創新產出在各產業及各地聚集的情形。結果發現，創新技術設施的空間分布與創新產出的空間分佈並不相符。經由迴歸分析探討技術設施對創新產出的影響，結果顯示生產者服務業家數對各產業群組的創新產出有顯著正面的助益，而相關工廠所形成的網絡則對各產業群的

創新產出則無顯著影響。許財良（2002）亦證實科學園區內的產業聚集對於廠商的創新能力與競爭力有正面顯著影響，而政府科技政策除可增進廠商創新能力，對於經營績效亦有正面顯著的效果。朱南玉（2003）建立以空間為基礎的地方創新能力模型。實證結果發現，產業群聚、學校研究、產業研究發展與技術購買等變數對地方創新產出有顯著的正向影響，且地區創新產出明顯受鄰近地區產業研發投入的影響。

綜觀過去國內外文獻在探討創新活動時，大多由國家與產業的觀點出發，較少研究聚集程度對廠商創新的效果，且其衡量聚集程度時，均未考慮廠商間聚集的距離。因此本文以台灣電子產業的廠商為研究對象，考慮廠商間聚集的距離，衡量二種產業聚集程度：勞動聚集程度與研發聚集程度，並探討產業聚集程度對廠商創新研發活動的影響。

參、產業聚集度的衡量

文獻上雖視產業聚集為垂直產業在特定空間上集中的一種現象，但往往在衡量聚集程度時，會面臨幾個關鍵問題。第一，產業聚集的主體為何？即該用何種變數來代表經濟活動在地理上的集中。第二，判定聚集強弱的標準為何？聚集空間的範圍應多大？第三，產業聚集應包含多大的產業範疇？這些問題的認定，關係著聚集程度衡量的方式，以及後續的實證結果。因此從 Krugman (1991: 483-499) 至 Ellison and Glaeser (1997: 889-927) 多位學者均試圖解決聚集衡量的問題。而他們在衡量時，多延續 Marshall (1920) 的觀念，認為產業聚集的重要因素之一，是可以藉由「專業技術勞動市場」的形成，使得供需雙方互蒙其利。故在考量產業聚集主體或聚集空間的範圍及產業範疇時，大多以特定產業其廠商就業人數（勞動人數）在空間上的分佈情形來代表產業聚集程度，亦即以某產業在各行政區域的就業人數佔該產業總就業人數比例為權數，再計算該產業的整體地理集中程度，若加權計算之後的聚集指標值較高時，則顯示該產業相對於其他產業在該區有聚集的現象。這種衡量法係源自於產業市場集中度的概念，與之相關的衡量指標如地理的 n 家廠商佔有率 (Geographic firm Concentration Ratio, GCR_n)、地

理的赫芬德指數 (Geographic Herfindahl-Hirschman Index, GHHI) 與地理熵指數 (Geographic Entropy Coefficient, GE)、地理吉尼係數 (Geographic Gini Index, GGini) 及 G 指數, 該 G 指數是 Ellison and Glaeser (1997: 889-927) 所建立, 是較粗的地理集中度 (raw geographic concentration) 指標。

上述這些指標均利用經濟活動在地理分佈的情形來衡量產業聚集程度, 雖可觀察出各產業在地理上的相對集中度, 卻未將產業聚集強調的地理鄰近性, 即距離因素納入衡量中, 然而距離遠近對於聚集所產生的外部經濟、知識外溢性與競爭合作等效果確有強弱不同的影響。故即使表面相同的集中度, 卻可能因內在距離不同而具有不同的聚集效應, 因而上述指標並不能反映真實聚集程度的意涵 (詹立宇、王嘉齡, 2004: 41-71)。此外, 由於垂直相關產業聚集產生的外部經濟亦會影響產業的地理集中度, 因此將產業聚集處鄰近區域的垂直相關產業經濟活動納入指標衡量中, 亦可提升聚集指標的可信度。因此本文在計算產業聚集指標時, 主要是參考 Busch and Reinhardt (1999: 1028-1050) 的計算方式將距離納入產業聚集程度的衡量。觀念上先界定產業聚集的空間、區域範圍, 再以區域內廠商所在村里的中心經緯度, 作為廠商的位置, 利用經緯度資料與距離計算公式來觀察廠商之間的距離遠近與聚集情形。

在聚集空間範圍方面, 國內文獻曾以科學園區為聚集空間, 採群聚分析 (cluster analysis) 方式來界定聚集空間的範圍, 例如: 楊志海和陳忠榮 (2001: 69-87)、蔡政軒 (1998)、朱南玉 (2003), 他們的界定範圍侷限於研究區域的範圍, 未能涵蓋產業在全國聚落的情形, 此外, 群聚分析在區域界定上易受限於資料蒐集問題, 因此國外相關研究多建議以都會統計區 (metropolitan statistical area, MSAs) 作為經濟區域的界定是較合乎實務上資料收集的方便性 (Anderson, 1994: 26-32; Feser and Bergman, 2000: 1-19)。再者, 本文考量國內電子業的分布範圍極廣, 除科學園區與工業區外, 全國的縣市亦存在不少電子廠商, 為避免資料遺漏造成實證結果的偏頗以及驗證區域特性的影響, 因此以台灣經濟活動較活絡的十三個區域作為研究區域, 這十三個區域在地理上將縣的直、省轄市合併為同區域。另外, 由於基隆面

積狹小，又與台北相鄰，故將之納入台北地區，因此區域範圍共有宜蘭、台北、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、南投、嘉義、台南、高雄、屏東等十三個區域。在產業範圍方面則以電子產業的四位數字產業為產業範圍（請參閱附錄一），衡量所有四位數字產業在十三個區域聚集的程度。產業聚集程度的衡量步驟如下：

步驟 1 衡量 i 產業在 K 地區的聚集中心經緯度座標值 $C_{iK} = (C_{iK}^{long}, C_{iK}^{lat})$

假設 i 表產業別， K 為區域別， $p_{fKV} = (p_{fKV}^{long}, p_{fKV}^{lat})$ 表 i 產業 K 地區內廠商 (f) 所處村里 (V) 的中心經緯座標值。 i 產業 K 地區的產業聚集中心，就是將區域內所有廠商 (f) 的村里中心經緯度，以廠商在區域內的就業人數佔有率為權數，求出經度與緯度的加權平均數如下：

$$C_{iK}^{long} = \frac{\sum_{f \in A_{iK}} p_{fKV}^{long} emp_{fK}}{\sum_{f \in A_{iK}} emp_{fK}}, C_{iK}^{lat} = \frac{\sum_{f \in A_{iK}} p_{fKV}^{lat} emp_{fK}}{\sum_{f \in A_{iK}} emp_{fK}} \quad (3.1)$$

emp_{fK} ：為 f 廠商在 k 地區的就業人數。

A_{iK} ：為 i 產業 K 地區的所有廠商 (f) 的集合。

若計算 i 產業 K 地區研發聚集度的中心經度與緯度，則以廠商在區域內的研發支出 (RD_{fK}) 為加權的基礎。其經度與緯度的公式則以 RD_{fK} 取代式 (3.1) 的 emp_{fK} 即可。

步驟 2 計算 i 產業 K 地區的聚集指數

(1) 計算 i 產業 K 地區內所有廠商 (f) 與其聚集中心 $C_{iK} = (C_{iK}^{long}, C_{iK}^{lat})$ 的距離 (弧距離)

$$d_{iKf} = 6370 * \arccos(\cos(C_{iK}^{lat}/57.2958) * \cos(p_{fKV}^{lat}/57.2958) * \cos(\min(360 - |C_{iK}^{long} - p_{fKV}^{long}|, |C_{iK}^{long} - p_{fKV}^{long}|)/57.2958) + \sin(C_{iK}^{lat}/57.2958) * \sin(p_{fKV}^{lat}/57.2958)) \quad (3.2)$$

\arccos ：為反餘弦函數

d_{iKf} ：代表 i 產業 K 地區內廠商 (f)，與 i 產業 K 地區聚集中心的距

離¹

(2)將所有廠商與聚集中心距離平均，可得 i 產業 K 地區的聚集指數

GCL_{ik} (Geographic Concentration using Labor) 如下：

$$GCL_{ik} = \sum_{f \in A_{ik}} \frac{d_{ikf}}{n_{iK}} \quad (3.3)$$

n_{iK} ：為 i 產業 K 地區內的廠商數。

若以研發支出為加權的基礎，計算出來的聚集指標我們稱之為研發聚集度，表為 $GCRD_{ik}$ (Geographic Concentration using R&D)

產業聚集對研發產生的外溢效果可能來自同產業（水平產業）的資訊交流與合作，亦可能來自上下游產業（垂直產業），如顧客或供給商的訊息，而產生的知識訊息，因此在衡量聚集程度時，我們衡量了水平產業的聚集度與垂直產業的聚集度。水平產業的聚集程度是以四位數字產業為產業範圍，以廠商規模（以就業人數來衡量）為主體來衡量聚集程度，我們稱之為水平產業勞動聚集程度；² 另外，本文的重點是要探討聚集程度與廠商研發的關係，因此同時以廠商研發活動（以研發經費來衡量）為另一主體來衡量聚集程度，我們稱之為水平產業研發聚集程度。另外，聚集的外部效果除來自水平產業外，垂直產業的外溢效果亦會發生，因此我們以產業關聯表中有投入產出關係的產業為垂直產業，並分別以其員工人數與研發經費為聚集主體，以衡量相關垂直產業勞動聚集度與垂直產業的研發聚集度。

根據以上的說明，本文所衡量的聚集程度包含：

-
- 1 該公式是地理學上計算地表上兩點弧距離的公式，許多地理資訊或數學網站皆有提供此公式，本文是參考美國普查局網站 United States Census Bureau (www.census.gov) 所提供之地理資訊。
 - 2 所謂水平產業是指生產同類（或相同、相似）產品，或在同一生產階段的廠商所成的集合，本文以行政院主計處（1996）中華民國行業標準分類的四位數字產業（4-digit industry）定義為同產品、或同生產階段的產業，因此本文的水平產業即為四位數字的產業。垂直產業則是指生產階段上有上下游關係，或有投入產出關係的廠商所成的集合，本文以行政院主計處（1996）出版之產業關聯表為基礎，若四位數字產業間有投入產出關係，則這些產業合起來稱為垂直產業。

1. 水平產業的聚集度：以廠商 f 為中心，算出與十三個地區水平產業勞動聚集度 HGCL (Horizontally Geographic Concentration using Labor) 與水平產業的研發聚集度 HGCRD (Horizontally Geographic Concentration using R&D)。
2. 垂直產業的聚集程度：以廠商 f 為中心，算出與十三個地區垂直產業勞動聚集度 VGCL (Vertically Geographic Concentration using Labor) 與垂直產業的研發聚集度 VGCRD (Vertically Geographic Concentration using R&D)。

上述的水平產業勞動聚集度、水平產業研發聚集度、垂直產業勞動聚集度、垂直產業研發聚集度，以所在廠商與各地區中心點的平均距離，因此所得的數值愈小，表示聚集的程度愈高。

表 1 是電子產業在 13 個地區的水平產業與垂直產業的聚集度，由表 1 發現，水平產業勞動與研發聚集度，均較垂直產業的勞動與研發聚集度的集中程度明顯的集中，顯示水平產業由於性質相近較易聚集在同一地區從事生產與研發活動。再就不同地區比較各產業聚集度，則發現宜蘭、南投、新竹、嘉義、屏東等地區，其廠商的勞動與研發集中程度較集中，台北、桃園、苗栗、高雄則集中程度較低，與我們一般的印象似乎不太一致，這是因為鄉村地區、偏遠地區、或經濟活動較不旺盛的地區，工廠設廠時反而較集中，反之，都市地區、經濟活動較旺盛地區則因交通便利、道路公共設施便利使工廠設廠地較分散，而在距離上顯得較不集中。³

圖 1 是電子業的水平產業勞動與研發聚集度分配圖，由圖 1 發現水平產業勞動聚集程度最多在 8-10 公里之間，而研發聚集程度則以 0-2 公里之間最多，顯示研發聚集度較勞動聚集度為集中。另外，由圖 2 得知，垂直產業勞

3 行政區域的大小可能會影響聚集程度的高低，可能的話，應盡量使其面積大小較接近，然而若是以面積劃分，則無法與行政區域一致，一些區域特性變數，如人口密度、所得等，不易衡量或取得。不過還好由上述各行政區域的面積來看，除高雄地區外，其他地區的面積並不影響聚集程度，如南投行政地區面積大，但聚集程度並未較小，反而較高，顯示該地區的電子產商相對聚集；又如桃園地區面積小，但聚集程度並未較高，聚集程度反而較小，顯示該地區廠商較分散。另外，一般印象認為電子產業主要集中在新竹地區，並非如此，其理由是台灣電子產業分布相當廣大，其中在新竹地區的只是一些高科技電子產業、或一些知名公司。

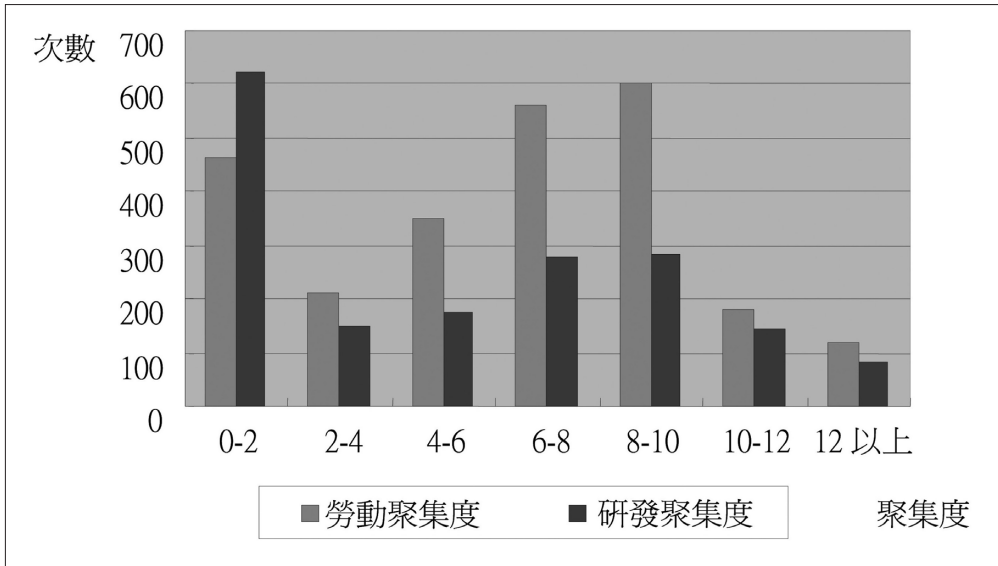


圖 1：電子產業的水平產業勞動聚集度與研發聚集度次數分配

註：1992 至 2000 年水平產業勞動聚集度總次數為 2492，研發聚集度總次數為 1741

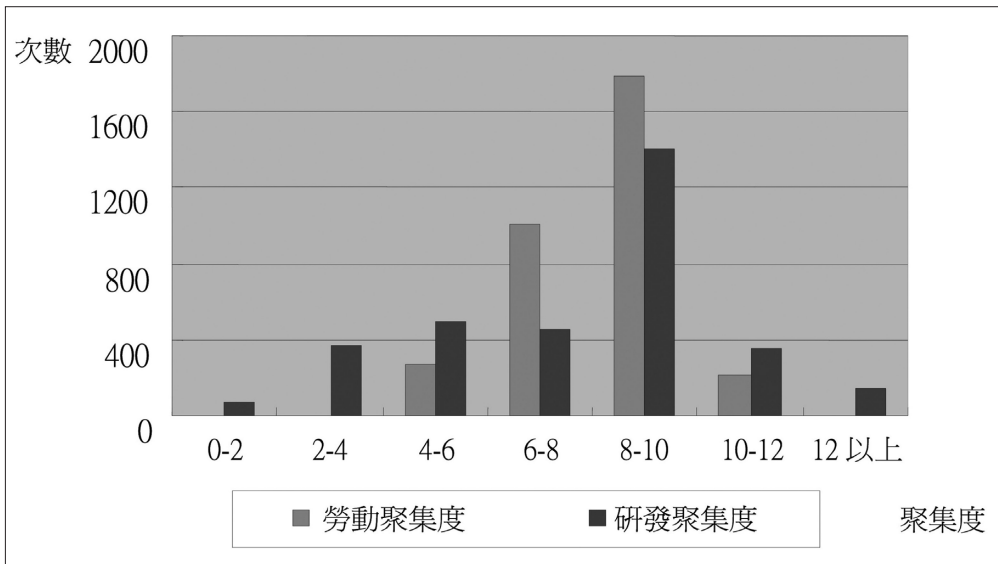


圖 2：電子產業的垂直產業勞動聚集度與研發聚集度次數分配

註：1992 至 2000 年垂直產業勞動聚集度與研發聚集度總次數為 3276

動聚集度與研發聚集度多在 8-10 之間，但就 0-6 公里的次數來看，研發聚集度相對勞動聚集度次數較多，顯示垂直產業廠商研發聚集度仍較勞動聚集度為小，亦即，聚集程度較大。

表 1 電子業在主要地區之同產業與垂直產業聚集度

81-89 年 平均聚集度	宜蘭	台北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	南投	雲林	嘉義	台南	高雄	屏東
水平產業 勞動聚集度	4.164	8.392	7.718	4.638	7.669	7.679	6.423	3.404	4.938	4.085	6.231	7.624	4.112
垂直產業 勞動聚集度	8.682	8.334	8.225	5.701	10.443	8.680	8.742	7.342	8.599	6.885	7.339	9.213	6.730
水平產業 研發聚集度	2.931	8.677	8.071	3.522	3.769	4.692	2.735	0.404	3.730	1.218	6.485	5.341	0.786
垂直產業 研發聚集度	8.418	8.827	8.841	4.618	13.124	8.164	9.360	3.814	7.032	7.735	9.228	9.620	3.051

註：依據公式 (3.1)~(3.3) 計算而得

肆、模型設立與變數說明

一、樣本說明

資料來源主要有兩種，皆來自經濟部統計處「工廠校正暨營運調查報告」中電子業資料 (1992-2000)，以及台灣地區村里中心的經緯度資料 (1992-2000)。前者可提供與廠商特性變數及產業特性變數有關的資料，並可提供廠商的地理位置資訊 (村里代號) 與後者連結，獲得廠商地理位置所在的經緯度，以計算代表各區電子業的產業聚集度。區域特性變數中，各區大專院學校研發經費來自科技研究政策與資訊中心 (1992-2002)，而代表市場規模變數之各縣市平均每人所得，其資料來源則為行政院主計處家庭收支調查報告 (1992-2000)。

在研究樣本方面，由於本文以研發資本存量作為研發投入的代理變數，因此在刪除 1992 至 2000 年間因工廠未完全存續，致使研發資本存量無法計算的廠商以及各區完全無研發活動，無法探討研發聚集效應的產業後，可供

研究之電子廠商追蹤樣本數為 18829 個。資料的期間為 1992-2000 年，其中 1996 年為普查年，未有工廠校正資料，又為計算研發資本存量，取三年來算，又減少三年，因此樣本廠商有 18829 個，期間為 6 年，為一 balanced panel data。

二、實證模型設定與估計方法

經濟理論提出決定廠商研發行為的因素有很多，而決定台灣電子廠商是否研發的關鍵因素有哪些？聚集效應、研發的外溢、地區差異對從事研發廠商的影響如何？皆是本文研究的主題之一，本節將利用二元選擇模型，設立廠商研發行為的實證模型。模型設立如下：

$$\ln RD_{1i}^* = X'_{1i}\beta_1 + u_{1i} \quad (4.1)$$

$$W_i = 1 \quad \text{if } \ln RD_{1i}^* > 0$$

$$W_i = 0 \quad \text{if } \ln RD_{1i}^* \leq 0$$

$$\ln RD_{2i}^* = X'_{2i}\beta_2 + u_{2i} \quad (4.2)$$

$$\ln RD_{2i} = \ln RD_{2i}^* \quad \text{if } \ln RD_{1i}^* > 0$$

$$= 0 \quad \text{if } \ln RD_{1i}^* \leq 0$$

$(u_{1i}, u_{2i}) \sim \text{iid 二元常態分配 } (0, \Sigma)$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 \end{bmatrix}$$

(1)式中：

$\ln RD_{1i}^*$ ：廠商是否有意願從事研發的指標，為一 latent 變數，但無法觀察到。

W_i ：可觀察到廠商有無研發的決策； $W_i = 1$ 表示廠商有研發， $W_i = 0$ 則表示廠商無研發。

(2)式中：

$\ln RD_{2i}^*$ ：廠商潛在的研發資本存量， RD_{2i}^* 無法全部觀察得到，資料有截斷情形。

$\ln RD_{2i}$ ：為可觀察到的廠商研發資本存量；當 $\ln RD_{1i}^* \leq 0$ 時，表示該

廠商未進行研發，因此 $\ln RD_{2i} = 0$ 。 $\ln RD_{1i}^* > 0$ 時，表示廠商有進行研發，因此 $\ln RD_{2i} = \ln RD_{1i}^*$ 。

X_1 ：影響廠商研發決策的變數，包含廠商特性變數、產業特性變數。

X_2 ：影響廠商研發的變數，包含聚集度、廠商特性變數、產業特性變數、區域特性變數。

β_1 、 β_2 ：解釋變數之係數。

此模型可考慮廠商從事研發的自我選擇的特性，避免有很多廠商不須從事研發，而被誤為其研發量為“0”，在估計上可能造成一些偏誤，由上述模型可知， $(W_i, \ln RD_{2i})$ 為觀察到是否有研發 (W_i) 及廠商研發資本存量。我們利用最大概似法去估計模型中的參數，從此選擇模型的估計結果，可估計有從事研發廠商和全體廠商的平均研發資本存量，如下：

$$E(\ln RD_{2i} | \ln RD_{1i}^* > 0) = X'_{2i}\beta_2 + \sigma_{12}\sigma_1^{-1}\lambda(X'_{1i}\beta_1) \quad (4.3)$$

$$\text{其中 } \lambda(X'_{1i}\beta_1) = \frac{\phi(X'_{1i}\beta_1)}{\Phi(X'_{1i}\beta_1)}$$

$$\text{以及 } E(\ln RD_{2i}) = \Phi(X'_{1i}\beta_1) X'_{2i}\beta_2 + \sigma_{12}\phi(X'_{1i}\beta_1) \quad (4.4)$$

三、檢定的假設

Jaffe (1989: 957-970)、Feldman and Florida (1994: 210-229) 的研究皆證實地理鄰近性有利於知識、技術的傳播，對產業研發活動確實有正的影響。但 Krugman (1991: 483-499) 認為知識傳遞可能經由市場交易機制完成，當內隱 (tacit) 知識外顯化效益大於成本時，則知識的傳播將不受地理範圍的限制，Suarez and Walrod (1997: 1343-1380) 的實證結果亦顯示高科技產業的空間集中並不能刺激研發支出，其推論可能與高科技產業的生產方式及重視保護研發成果的特性有關。因此本文將對下列假設進行檢定：

假設一：產業的廠商愈聚集時，廠商愈會進行研發活動，故水平與產業的勞動聚集度愈強（聚集度指標數值愈小），廠商研發資本愈高，亦即勞動聚集度係數與研發資本呈負向關係。

假設二：產業的廠商其研發活動愈聚集的地區，外溢效果愈強，故水平與垂直產業的研發聚集對廠商研發資本具有正的影響。亦即研發聚集係數與研發資本間呈負向關係。

除產業聚集程度會影響研發活動外，Griliches (1979: 92-116) 更指出水平廠商因存在高度競爭性，因此當對手研發投入愈多，將產生示範效果，激發更多廠商從事研發，過程中所產生的知識與利潤的外溢，能提升他廠的生產力、市場價值，並降低生產成本。因此當產業研發投入愈多，廠商因接受外溢的新知與技術，將有助於自身研發活動的進行。但 Jaffe (1986: 984-1001) 則認為企業間從事特定生產技術或新產品開發時可能存在相互競爭的情形，因此研發活動具有正的外部性（示範性）及負的競爭性兩種效果，若欲估計研發外溢效果對廠商績效的影響，需視研發外部性與競爭性的強弱而定。此外，由於生產過程本屬環環相扣的價值鏈，知識、技術傳播的管道不限於水平間，因此關聯產業的研發投資亦影響廠商經營績效及從事研發的能力。Bernstein (1988: 324-347)、Goto and Suzuki (1989: 555-564) 皆證實研發外溢存在各產業中，不同產業外溢的程度及接受外溢的能力均不相同。故本文針對下列兩項假設進行檢定：

假設三：水平產業研發資本存量愈多，研發產生的水平外溢效果愈大，將使廠商從事更多的研發活動。

假設四：垂直產業的研發資本存量愈多時，研發產生的垂直外溢效果愈大，故可增加廠商的研發資本存量。

另外，Schumpeter (1942)、Galbraith (1956) 認為寡佔廠商因市場佔有率高，完整的行銷網有利新產品推廣，故研發報酬率較完全競爭廠商為高，再加上規模大，擁有較寬鬆的剩餘資金進行研發，且承受研發風險的能力也較小廠強，因此從事研發的誘因較大。故本文預期產業集中度、廠商規模以及利潤率對廠商的研發活動均有正向的影響。

至於區域特性對研發的影響，Feldman and Florida (1994: 210-229)、Mansfield and Lee (1996: 1047-1058) 指出大學除經由學術研究提供新知識給企業外，亦經由離開大學的師生提供技術勞力來增添廠商創新的能量。而 Edquist (1997) 認為地方特有的社會制度、文化背景與組織間的信任基礎，

皆有助創新能力的提升，故地區特性確實是影響廠商從事研發的因素之一。本文認為研發目的在於將知識轉化在產品、製程及服務方面的創新，以便為個人或組織帶來更多價值，因此商業化為研發最後手段。尤其自經濟全球化後，為因應多變的消費需求，在生產方式上需轉為彈性、專業且多樣化，所以各地市場規模的大小將影響研發誘因，故本文將對以下假設進行檢定：

假設五：各區學校研發經費愈多，愈能提供更多的研究人力與資訊，增加廠商的研發活動。

假設六：各地區每人平均所得愈多時，意味市場規模愈大，消費需求愈多樣化，故廠商需進行更多的研發活動。

四、變數說明

(一)被解釋變數——研發資本存量

由於研發活動具有累積與遞移的特性，故本文以研發資本量衡量廠商研發行為。至於落後期數的設算，文獻上並不一致，Griliches (1981: 183-187) 以當期及五年落後期對研發資本存量加總，楊志海和陳忠榮 (2001: 69-87) 則採當期與落後一期研發支出。在折舊率的認定上多採 Griliches (1981: 183-187)，Cockburn and Griliches (1988: 419-423) 及 Hall (1998) 所用的研發支出折舊率為 15 至 20% 或 Megna and Klock (1993: 265-269) 使用二項函數式，做為建構研發支出存量的權數，由模型自行決定的方式決定折舊率。本文在計算研發支出存量時，為考慮各年物價水準波動的影響，計算 2000 年的研發存量時，各年的研發支出均以 2000 年的躉售物價指數來平減，採當期及落後二期的研發支出，折舊率固定 15% 的方式做存量加總，⁴ 計算研發資本存量。其計算公式如下：

$$RD_t = \frac{P_t}{P_t} K_t + (1 - \delta) \frac{P_t}{P_{t-1}} K_{t-1} + (1 - \delta)^2 \frac{P_t}{P_{t-2}} K_{t-2} \quad (4.5)$$

4 Megna and Klock (1993: 265-269) 計算折舊率的方式雖然不同，但在他的文章結論指出，折舊率的計算方式不會影響實證結果，因此他指出計算 R&D 資本時，以 15% 為折舊率是一個通常可接受的處理方式。

RD_t : 第 t 年實質研發資本存量

K_t : 第 t 年研發支出, $t=0,1,2$

P_t : 第 t 年躉售物價指數, $t=0,1,2$

δ : 折舊率, $\delta=0.15$

(二)解釋變數

1. 產業聚集程度：

(1)水平產業勞動聚集度 (HGCL)、垂直產業勞動聚集度 (VGCL)。

(2)水平產業研發聚集度 (HGCRD)、垂直產業研發聚集度 (VGCRD)。

2. 廠商特性變數：

(1)廠商規模 (SIZE)：以廠商員工人數取對數 (lnEMP) 作為廠商規模的代理變數。

(2)獲利能力 (PROFIT)：以當期及前二期之廠商三年利潤總和,除以此三年的資產總和,計算出廠商的平均資產報酬率,藉以代表廠商的獲利能力。

3. 產業特性變數：

(1)水平產業的研發資本存量 (lnCOMRD)：本文定義廠商同屬四位數字產業即為水平產業,因此水平產業的研發資本存量指第 n 家廠商所屬四位數產業的其他廠商的研發支出採當期與落後二期,分別乘以折舊率所產生之權數後加總再取對數衡量。

(2)垂直產業的研發資本存量 (lnOTRD)：本文依據產業關聯表定義生產上具有上、下游關係的產業為垂直產業,因此垂直產業的研發資本存量指第 n 家廠商所屬上游廠商的研發支出採當期與落後二期,分別乘以折舊率所產生之權數後加總再取對數衡量。

(3)產業集中度 (CR4)：以產業內前四大廠商的銷售份額加總得出 CR4 衡量各產業的市場集中度。

4. 區域特性變數：

(1)學校研發經費 (lnSRD)：將各區大專院校與學術機構的研發經費加總後取對數,以區別各區的研發能量。

(2)平均每人所得 (lnAVEGDP)：以各區平均每人所得取對數做為各區市場規模的代理變數。

表 2 為 18829 個電子業廠商 6 年各解釋變數之敘述統計表，發現從事研發的廠商在聚集度、水平研發資本存量、產業集中度、廠商規模、獲利能力的平均水準皆較未研發廠商高。進一步觀察更發現研發廠商的水平與垂直產

表 2 電子業解釋變數之敘述統計表

廠商家數	全體廠商		從事研發廠商		未從事研發廠商	
	18829		6927		11902	
解釋變數	平均數 (標準差)	最小值 (最大值)	平均數 (標準差)	最小值 (最大值)	平均數 (標準差)	最小值 (最大值)
水平產業 勞動聚集度(HGCL)	8.050 (1.571)	0 (18.235)	7.964 (1.747)	0 (18.235)	8.101 (1.456)	0 (18.2351)
垂直產業 勞動聚集度(VGCL)	8.150 (0.958)	5.107 (11.537)	8.089 (0.999)	5.107 (11.537)	8.185 (0.932)	5.107 (11.537)
水平產業 研發聚集度(HGCRD)	7.969 (3.376)	0 (31.627)	7.827 (3.230)	0 (31.627)	8.052 (3.455)	0 (31.627)
垂直產業 研發聚集度(VGCRD)	8.417 (1.758)	0.824 (24.355)	8.263 (1.843)	0.824 (24.355)	8.506 (1.700)	0.824 (24.355)
水平產業研發資本存量 (lnCOMRD) (千元)	12.759 (2.642)	0 (19.090)	13.079 (3.075)	0 (19.090)	12.573 (2.333)	0 (19.090)
垂直產業研發資本存量 (lnOTRD) (千元)	18.249 (1.248)	8.043 (20.138)	18.242 (1.426)	8.043 (20.138)	18.257 (1.131)	8.043 (20.138)
產業集中度 (CR4)	0.258 (0.133)	0.104 (0.899)	0.287 (0.146)	0.104 (0.899)	0.241 (0.122)	0.104 (0.899)
廠商規模(人) (lnEMP)	3.079 (1.474)	0 (9.441)	4.100 (1.477)	0 (9.441)	2.458 (1.100)	0 (7.314)
獲利能力 (PROFIT)	0.241 (0.769)	-13.112 (48.507)	0.278 (0.798)	-3.486 (30.699)	0.219 (0.751)	-13.112 (48.507)
學校研發經費 (lnSRD) (千元)	11.334 (2.863)	0 (15.736)	11.620 (2.748)	0 (15.736)	11.168 (2.914)	0 (15.736)
地區別變數 (lnAVEGDP) (元)	13.127 (0.162)	12.619 (13.342)	13.142 (0.158)	12.619 (13.342)	13.119 (0.165)	12.619 (13.342)
水平產業研發資本存量 (lnCOMRD) (百萬元) *未取對數之原資料	2554.988 (11362.324)	1 (195223.545)	4534.536 (17811.466)	1 (195207.904)	1402.887 (4001.261)	1 (195223.545)
垂直產業研發資本存量 (lnOTRD) (百萬元) *未取對數之原資料	156749.655 (171171.852)	3.112 (557084.532)	161487.196 (174551.132)	3.112 (557084.532)	153992.392 (169120.336)	3.112 (557084.532)

業勞動聚集度的差異不高，但水平研發聚集度則高出垂直產業研發聚集度很多，顯示水平因競爭激烈、技術高度關聯，故群聚在一起更有助研發活動的進行。另外，從附錄二的相關係數表可知水平產業的兩種聚集度指標（勞動與研發）的相關係數值頗高，為 0.539，同樣的，垂直產業的兩種聚集度指標的相關係數值亦很高，為 0.7117。但水平產業與垂直產業的相關係數均不高，可將水平產業與垂直產業的聚集指標放在同模型中。而在下一節實證研究時，水平的兩種聚集指標與垂直的兩種聚集指標將不宜放在同一模型中。

伍、實證結果與分析

本節針對 18829 家電子廠商，利用選擇模型驗證聚集效應與研發活動之間的關聯性，在進行迴歸分析前，為避免假性迴歸結果，先對各變數進行單根檢定，採用 Levin et al. (2002: 1-24) test (LLC) 進行檢定，檢定結果如表 3，由表 3 可知，所有變數在 1% 的顯著水準下，皆拒絕單根現象，因此可得知所有變數是定態的。此外，聚集度對研發支出的影響可能存在內生性問題，我們利用 Wu-Hausman 檢定發現表 4 中的 RES 估計係數在模型 1、2、3、4 中均不顯著，亦即，四個聚集度指標 HGCL、VGCL、HGCRD、VGCRD 對 R&D 資本並無內生性的問題。表 4 中的 RES 是以上述四個聚集度指標為應變數，以常數項、lnCOMRD、lnOTRD、lnEMP 及工具變數：同產業就業人數、相關產業就業人數、同產業廠商數目、相關產業廠商數目為自變數，進行估計後所得之殘差值。

在確定無單根現象及內生性問題之後，我們進行 (4.1) 式及 (4.2) 式的實證估計，實證時，共有六個模型，請參見表 5，每個模型除包含廠商規模 (lnEMP)、獲利能力 (PROFIT)、水平產業研發資本存量 (lnCOMRD)、垂直產業研發資本存量 (lnOTRD)、產業集中度 (CR4)、平均每人所得 (lnAVEGDP)、學校研發經費 (lnSRD) 外，各模型主要差異為有不同的聚集指標變數，以探討聚集效果對廠商研發行為的影響。

比較表 5 中各個模型的 Log Likelihood，以模型 6 的 Log Likelihood - 22057.97 最大，顯示隱含資訊與技術集中的研發聚集度要比代表員工匯集

表 3 LLC 檢定結果

變數	LLC test
研發資本存量	-127.788*** (0.0000)
水平產業勞動聚集度 (HGCL)	-40.6806*** (0.0000)
垂直產業勞動聚集度 (VGCL)	-36.8068*** (0.0000)
水平產業研發聚集度 (HGCRD)	-32.9895*** (0.0000)
垂直產業研發聚集度 (VGCRD)	-34.0918*** (0.0000)
水平產業研發資本存量 (lnCOMRD)	-118.899*** (0.0000)
垂直產業研發資本存量 (lnOTRD)	-137.688*** (0.0000)
產業集中度 (CR4) (%)	-35.1916*** (0.0000)
廠商規模 (lnEMP)	-87.2564*** (0.0000)
獲利能力 (PROFIT) (%)	-37.0342** (0.0000)
學校研發經費 (lnSRD)	-115.9341*** (0.0000)
地區別變數 (lnAVEGDP)	-51.7817*** (0.0000)

說明：1. ***代表在 1% 的顯著水準下顯著

2. 括弧內的數字為 P 值

的勞動聚集度 (模型 5 Log Likelihood 為 -22069.75)，對電子廠商的研發行為有較大的解釋能力。接著分別就各解釋變數的實證結果分析如下：

(一) 產業聚集度的影響

以勞動人數所衡量的水平產業勞動聚集度 (HGCL) 及垂直產業勞動聚

表 4 聚集度與研發資本的內生性檢定

解釋變數	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
常數項 (C)	-13.604*** (2.134)	-14.195*** (2.272)	-13.584*** (2.342)	-13.814*** (2.008)
水平產業 勞動聚集度 (HGCL)	-0.0814*** (0.0114)			
垂直產業 勞動聚集度 (VGCL)		-0.1430*** (0.0284)		
水平產業 研發聚集度 (HGCRD)			-0.0648*** (0.0061)	
垂直產業 研發聚集度 (VGCRD)				-0.0865*** (0.0121)
水平研發資本存量 (lnCOMRD)	0.0329** (0.0078)	0.0253*** (0.0078)	0.0328*** (0.0075)	0.0280*** (0.0055)
垂直產業研發資本 存量 (lnOTRD)	0.1245*** (0.0145)	0.1278*** (0.0154)	0.0375*** (0.0121)	0.1292*** (0.0135)
產業集中度 (CR4) (%)	2.4155*** (0.1722)	2.5135*** (0.2783)	2.4558*** (0.1730)	2.6765*** (0.1763)
廠商規模 (lnEMP)	1.0824*** (0.0582)	1.1432*** (0.0557)	1.1427*** (0.0562)	1.1527*** (0.0508)
獲利能力 (PROFIT) (%)	0.0484* (0.0376)	0.0474* (0.0343)	0.0407* (0.0281)	0.0431* (0.0287)
學校研發經費 (lnSRD)	0.0661*** (0.0078)	0.0651*** (0.0085)	0.0747*** (0.0092)	0.0647*** (0.0093)
平均每人所得 (lnAVEGDP)	1.0021*** (0.1894)	1.1303*** (0.2722)	1.0954*** (0.1708)	1.1920*** (0.1665)
RES	0.7942 (0.5297)	0.5020 (0.5578)	0.6012 (0.4785)	0.6581 (0.5983)
Log-Likelihood	-22058	-22076	-22035	-22069

說明：1. 括弧內為標準誤。***：1%非常顯著，**：5%顯著，*：10%顯著

2. 四個模型中 RES 分別代表以 HGCL、VGCL、HGCRD、VGCRD 為應變數。以常數項、lnCOMRD、lnOTRD、lnEMP 及工具變數：水平產業就業人數、垂直產業就業人數、水平產業廠商數目、垂直產業廠商數目為自變數，進行估計後所得之殘差值。

表 5 電子業聚集度與研發資本的實證結果

解釋變數	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
常數項 (C)	-14.7224*** (2.0387)	-15.1631*** (2.1544)	-14.8512** (2.0111)	-13.8512*** (2.001)	-16.6690*** (2.1439)	-16.7518*** (2.0344)
水平產業 勞動聚集度 (HGCL)	-0.1187*** (0.0118)				-0.1038*** (0.0136)	
垂直產業 勞動聚集度 (VGCL)		-0.1566*** (0.0237)			-0.0699** (0.0271)	
水平產業 研發聚集度 (HGCRD)			-0.0661*** (0.0059)			-0.0541*** (0.0062)
垂直產業 研發聚集度 (VGCRD)				-0.0950*** (0.0111)		-0.0605*** (0.0122)
水平研發資本存量 (lnCOMRD)	0.0323*** (0.0069)	0.0263*** (0.0070)	0.0446*** (0.0070)	0.0300*** (0.0069)	0.0298*** (0.0070)	0.0411*** (0.0071)
垂直產業研發資本 存量 (lnOTRD)	0.1300*** (0.0133)	0.1386*** (0.0133)	0.1248*** (0.0133)	0.1382*** (0.0132)	0.1324*** (0.0134)	0.1289*** (0.0132)
產業集中度 (CR4) (%)	2.6020*** (0.1612)	2.7694*** (0.1598)	2.5028*** (0.1636)	2.7900*** (0.1593)	2.6132*** (0.1613)	2.5509*** (0.1636)
廠商規模 (lnEMP)	1.1901*** (0.0487)	1.2014*** (0.0475)	1.1892*** (0.0487)	1.1975*** (0.0473)	1.1889*** (0.0486)	1.1855*** (0.0485)
獲利能力 (PROFIT) (%)	0.0579* (0.0279)	0.0569* (0.0271)	0.0569* (0.0283)	0.0587* (0.0273)	0.0589* (0.0276)	0.0596* (0.0280)
學校研發經費 (lnSRD)	0.0698*** (0.0088)	0.0678*** (0.0095)	0.0817*** (0.0084)	0.0695*** (0.0091)	0.0593*** (0.0096)	0.0657*** (0.0091)
平均每人所得 (lnAVEGDP)	1.1871*** (0.1587)	1.2323*** (0.1724)	1.1516*** (0.1546)	1.0913*** (0.1542)	1.3780*** (0.1714)	1.3386*** (0.1579)
Log Likelihood	-22073.31	-22100.32	-22069.89	-22088.47	-22069.75	-22057.97
$\sigma(1)$	1.5900*** (0.0278)	1.6014*** (0.0284)	1.5890*** (0.0278)	1.6007*** (0.0287)	1.5892*** (0.0278)	1.589*** (0.0280)
$\rho(1,2)$	0.3227*** (0.0785)	0.3382*** (0.0754)	0.3220*** (0.0786)	0.3440*** (0.0750)	0.3228*** (0.0785)	0.3263*** (0.0782)

說明：括弧內為標準誤。***：1%非常顯著，**：5%顯著，*：10%顯著

表 6 電子業 R&D 選擇模型實證結果

解釋變數	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
常數項 (C)	-3.1419*** (0.1547)	-3.1408*** (0.1547)	-3.1404*** (0.1548)	-3.1428*** (0.1545)	-3.1416*** (0.1547)	-3.1407*** (0.1546)
水平產業研發資本存量 (lnCOMRD)	0.0126*** (0.0038)	0.0130*** (0.0038)	0.0127*** (0.0038)	0.0125*** (0.0038)	0.0131*** (0.0038)	0.0127*** (0.0038)
垂直產業研發資本存量 (lnOTRD)	0.0220** (0.0082)	0.0215** (0.0082)	0.0218** (0.0082)	0.0221** (0.0082)	0.0214** (0.0082)	0.0218** (0.0082)
產業集中度 (CR4) (%)	1.2690*** (0.0771)	1.2708*** (0.0771)	1.2688*** (0.0772)	1.2707*** (0.0771)	1.2732*** (0.0771)	1.2716*** (0.0771)
廠商規模 (lnEMP)	0.5996*** (0.0094)	0.6002*** (0.0094)	0.5997*** (0.0094)	0.5996*** (0.0094)	0.6004*** (0.0094)	0.5998*** (0.0094)
獲利能力 (PROFIT) (%)	0.0029 (0.0123)	0.0028 (0.0123)	0.0029 (0.0123)	0.0031 (0.0123)	0.0029 (0.0123)	0.0031 (0.0123)

說明：括弧內為標準誤。***：1%非常顯著，**：5%顯著，*：10%顯著

集度 (VGCL)，與電子廠商的研發活動均呈現顯著的負向關係，顯示當電子廠商群聚在各地時，將匯集眾多科技人力，有利廠商進行研發活動，均驗證了本文所提的假設一與假設二，且此結果與 Jaffe (1989: 957-970)、Feldman and Florida (1994: 210-229) 所主張的理論相符。若深入比較模型 5 中水平產業勞動聚集度的係數 -0.1038 垂直產業勞動聚集度的係數為 -0.0699，顯示勞動聚集愈集中，R&D 的存量愈多，廠商人力的聚集對廠商的創新活動有顯著的正向影響，此外，由表 7 模型 3 的邊際效果可知，水平為 -0.0875，垂直產業則為 -0.0589，顯見水平人力聚集相較垂直產業人力聚集時較能增加廠商的研發投入。再觀察表 7 模型 6 中研發經費衡量的聚集度的邊際影響效果，則以垂直產業研發聚集度 (VGCRD) 對電子廠商研發活動的邊際影響為 -0.0536 較水平 -0.0479 為大，顯示電子各業多屬垂直生產鏈，關聯性高，故為維持競爭力，需與其他關聯產業群聚在同一空間，透過進階學習以提升技術與產品附加價值。

表 7 電子業聚集度對研發資本之邊際效果

解釋變數	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
常數項 (C)	-12.6257*** (2.0387)	-12.2223*** (2.1544)	-14.0553*** (2.1439)	-12.5092** (2.0111)	-11.4508*** (2.001)	-14.8354*** (2.0344)
水平產業 勞動聚集度 (HGCL)	-0.1018*** (0.0118)		-0.0875*** (0.0136)			
垂直產業 勞動聚集度 (VGCL)		-0.1263*** (0.0234)	-0.0589** (0.0271)			
水平產業 研發聚集度 (HGCRD)				-0.0557*** (0.0059)		-0.0479*** (0.0062)
垂直產業 研發聚集度 (VGCARD)					-0.0785*** (0.0111)	-0.0536*** (0.0122)
水平產業研發 資本存量 (lnCOMRD)	0.0277*** (0.0072)	0.0212** (0.0073)	0.0251*** (0.0073)	0.0400*** (0.0074)	0.0248*** (0.0073)	0.0364*** (0.0074)
垂直產業研發 資本存量 (lnOTRD)	0.1219*** (0.0138)	0.1302*** (0.0138)	0.1244*** (0.0138)	0.1167*** (0.0138)	0.1298*** (0.0138)	0.1208*** (0.0138)
產業集中度 (CR4) (%)	2.1360*** (0.2083)	2.2767*** (0.2061)	2.1474*** (0.2083)	2.0376*** (0.2103)	2.2882*** (0.2058)	2.0794*** (0.2101)
廠商規模 (lnEMP)	0.9700*** (0.0780)	0.9687*** (0.0765)	0.9688*** (0.0779)	0.9697*** (0.0780)	0.9609*** (0.0763)	0.9631*** (0.0778)
獲利能力 (PROFIT) (%)	0.0569* (0.0282)	0.0558* (0.0275)	0.0578* (0.0280)	0.0558* (0.0286)	0.0575* (0.0277)	0.0585* (0.0283)
學校研發經費 (lnSRD)	0.0698*** (0.0088)	0.0547*** (0.0095)	0.0478*** (0.0096)	0.0688*** (0.0084)	0.0575*** (0.0091)	0.0582*** (0.0091)
平均每人所得 (lnAVEGDP)	1.0181*** (0.1587)	0.9938*** (0.1724)	1.1108*** (0.1714)	0.9700*** (0.1546)	0.9022*** (0.1542)	1.1855*** (0.1579)

說明：括弧內為標準誤。***：1%非常顯著，**：5%顯著，*：10%顯著

邊際效果的公式為： $\frac{\partial E(\ln RD_i/X_i)}{\partial X_i} = \beta_i \Phi\left(\frac{\beta' X_i}{\sigma}\right)$ ，其中以 X_i 的平均值代入

(二) 產業特性的影響

水平與垂直產業發所累積的研發資本存量 ($\ln\text{COMRD}$ 、 $\ln\text{OTRD}$)，皆對廠商的研發活動有正向且顯著的影響，驗證了本文所提的假設三與假設四，證明研發活動確實存在水平與垂直的外溢效果。但就邊際效果觀察，則發現垂直產業研發資存量增加百分之一時，可增加廠商研發的能力遠高過水平研發資本存量，由此更支持電子業因技術關聯高，故垂直的外溢效果高於水平的外溢效果，故廠商會隨垂直產業研發資本的累積，投入更多研發。而產業集中度 (CR4) 對廠商研發活動存在顯著且正向的影響，當市場集中度提升百分之 1 時，將使廠商增加百分之 2.1 的研發資本存量，顯示台灣電子業身為世界電子零件的代工工廠，面臨全球強烈競爭，因此當市場獨佔力愈大時，產業內的廠商為維持其市佔率將積極從事研發活動，以避免被市場淘汰。此結果與 Schumpeter (1942) 所主張「寡佔市場的廠商較具研發的能力」相符。

(三) 廠商特性的影響

實證結果顯示規模愈大的廠商從事研發活動的能力愈高，驗證研發行為有廠商規模的效果，亦即研發活動中，規模大的廠商在資金籌集、專業設備與人力支持、承受風險的能力均較小廠佔有優勢，因此較易進行研發。而該變數對廠商研發活動的邊際影響約為 0.97，表示若廠商員工人數增加百分之一時，將使廠商的研發資本存量增加百分之 0.97。廠商獲利能力 (PROFIT) 的係數具統計顯著，尤其該變數對廠商研發活動的邊際效果約為 0.056~0.059，結果驗證文獻上主張「獲利能力愈高的廠商，因經營能力佳，故擁有較多的資金進行研發，且高額報酬是廠商投入研發的主因」，顯示獲利能力確實是影響電子廠商從事研發活動的重要因素之一。

(四) 地區特性的影響

學校研發經費 ($\ln\text{SRD}$) 與代表各區市場規模差異的各區平均每人所得 ($\ln\text{AVEGDP}$) 對廠商研發活動的影響均呈現正向顯著，驗證本文所提的假設五與假設六。依據模型 6 的邊際效果顯示，當學校研發經費增加百分之一，

表 8 聚集度種類與高低對廠商研發資本的影響 單位：千元

聚集度的衡量方式	平均研發資本	高聚集度	中聚集度	低聚集度
含水平、垂直產業 勞動聚集度	全體廠商	100.49	97.41	94.86
	有研發廠商	61925.35	56551.73	52344.13
含水平、垂直產業 研發聚集度	全體廠商	101.11	96.98	94.21
	有研發廠商	63367.92	56095.45	51539.23

註：本表利用表 3 中選擇模型估計結果，利用公式 (4.3)、(4.4) 算出

將使廠商增加百分之 0.0582 的研發資本存量，驗證 Feldman and Florida (1994: 210-229)、Mansfield and Lee (1996: 1047-1058) 大學及研究機構的研發投入愈多，愈能協助廠商進行研發，而當平均每人所得每增加百分之一時，廠商研發資本存量則增加百分之 1.1855，亦說明市場規模愈大時，可激勵廠商從事研發。這些均證實 Edquist (1997) 所言，廠商研發活動明顯受地區特性的影響。

接著，根據表 4 選擇模型的估計結果，定義第一、二、三個四分位數的聚集度為高、中、低聚集度，並在其他解釋變數皆為平均數的條件下利用公式 (4.2)、(4.3) 估算不同產業聚集度所對應之全體廠商及有研發廠商的平均研發資本。由表 6 得知若研發聚集為高度聚集時，有研發廠商的平均研發資本存量為 63367.92 千元，相對勞動聚集度為高聚集度的 61925.35 千元高出許多，並且隨聚集度降低，研發資本亦下降快速，顯示研發活動聚集所產生的知識外溢確實影響廠商研發行為。再就全體廠商觀察，則發現兩種聚集效應差異並不顯著，且聚集度高低對全體廠商平均研發資本的影響也不如有研發廠商大，更可說明在實證時必須考量廠商是否進行研發行為的重要性，因聚集效應對於一些原先就沒有能力或無研發計劃的廠商影響不大。

陸、結論

過去文獻多以產業觀點分析聚集效應與研發活動的關聯性，較少去分析聚集對廠商研發活動的影響，此外亦未考慮地區差異性的影響效果。故本文

藉由選擇模型，探討各地區的產業勞動聚集、研發聚集對台灣電子廠商研發活動的影響。研究資料主要取自經濟部 1992 至 2000 年「工廠校正暨營運調查報告」的原始資料，以了解這段期間內，廠商的研發行為和兩種產業聚集效應之間的關聯性。實證主要結果為：

1. 電子業的水平產業勞動聚集度多在 8-10 公里之間，研發聚集度則以 0-2 公里之間，顯示研發聚集度較勞動聚集度為集中。垂直產業的勞動聚集度與研發聚集度多集中在 8-10 公里之間，但綜合而言，仍顯示垂直產業廠商聚集程度仍較勞動聚集度為集中。
2. 以勞動人數所衡量的水平產業及垂直產業聚集程度，均有利於廠商進行研發活動。而水平產業勞動聚集度的邊際效果較垂直產業勞動聚集度的邊際效果為大，顯見同產業員工的聚集更能增加廠商的研發投入。若以研發經費衡量聚集度，則水平與垂直產業的聚集亦對廠商研發有正的影響，且解釋能力更佳，但以垂直產業的影響較水平產業的影響為大，顯示垂直產業研發活動聚集後所衍生的知識外溢效果較大，亦證實廠商的研發活動確實存在地理空間的限制。
3. 在產業特性變數方面，電子廠商的研發行為受垂直產業研發資本存量的影響較水平產業為巨，更證明電子各業的關聯性高，故研發活動的垂直外溢效果較水平外溢效果大。另外，產業集中度愈高，廠商愈從事研發，可證實 Schumpeter (1942) 所主張「寡佔市場的廠商較具研發能力」。
4. 在廠商特性變數中，廠商的規模愈大，參與研發活動的機率愈高。而獲利能力是激發電子廠商研發的重要誘因，顯示電子廠商在面對全球競爭壓力下，更需進行研發來降低生產成本，獲取更高的利潤。
5. 以學校研發經費與各地平均每人所得衡量的地區別變數，對電子廠商的研發活動均呈現正向顯著的影響，充分反映出學校研發活動愈蓬勃，愈能提升廠商研發能力。並且廠商會隨著各人平均所得的提升、市場規模的擴大，更積極從事研發活動，以因應消費者多樣化的需求。
6. 利用選擇模型實證研究聚集效應對全體廠商、有研發廠商之平均研發資本的影響大小，結果發現聚集效應，尤其是研發聚集效應對有研發廠商的平均 R&D 資本影響大，高聚集廠商較低聚集廠商的研發資本高出 11828.7

仟元，但對全體廠商平均 R&D 資本的影響較不顯著。

由本文實證結果可知聚集效應、研發外溢與區域特性明顯影響電子的廠商研發活動，因此政府若欲藉由科學園區的設立，發揮聚集效應來推展研發活動，除需考量影響廠商研發的個別因素、產業的特性外，市場規模、學術機構的研發活動等區域差異性，更是攸關科學園區能否發揮聚集效應的關鍵要素。本文受限於資料，未將出口變數納入模型中，但台灣電子業一向以出口為導向，在全球競爭壓力下，廠商的研發活動當然與出口存在密切關係。因此未來研究時，若能將出口變數納入模型中，應更可呈現廠商研發行為的原貌。

參考資料

行政院主計處

1992-2000 《家庭收支調查報告》。台北：行政院主計處。

1996 《產業關聯表編製報告—民國 85 年》。台北：行政院主計處。

行政院主計處（編印）

1996 《中華民國行業標準分類》，第六次修訂。台北：行政院主計處。

朱南玉

2003 「從研發知識及產業群聚效益建立地方創新能力模型之研究」，台北大學都市計劃研究所博士論文。

科技政策研究與資訊中心

1992-2002 科技政策研究機構原始資料。台北：科技政策研究與資料中心。

許財良

2002 「廠商創新能力、產業發展與政府科技政策對科學園區廠商競爭優勢及績效影響之研究」，成功大學企業管理研究所碩士論文。

蔡政軒

1998 「產業群聚與研發行為：台灣製造業之實證研究」，暨南國際大學經濟研究所碩士論文。

楊政龍、金家禾

2002 〈知識設施空間分佈對台灣製造業創新成效之影響〉，《台灣土地研究》4: 101-124。

楊志海、陳忠榮

2001 〈研究發展、技術引進與專利——一般動差法於可追蹤資料的應用〉，《經濟論文叢刊》29(1): 69-87。

詹立宇、王嘉齡

2004 〈台灣製造產業聚集之觀察——以距離為基礎〉，《台灣經濟論衡》2(5): 41-71。
經濟部統計處

1992-2000 《工廠校正暨營運調查報告》，原始調查資料。台北：經濟部統計處。

1999-2003 《中華民國科學統計要覽》。台北：經濟部統計處。

Anderson, G.

1994 "Industry Clustering for Economic Development," *Economic Development Review* 12(2): 26-32.

Audretsch, D. B. and M. P. Feldman

1996 "R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production," *The American Economic Review* 86(3): 630-640.

Baptista, R. and P. Swann

1998 "Do Firms in Clusters Innovate More?" *Research Policy* 27: 525-540.

Barkley, D. L., M. S. Henry, and Y. Kim

1999 "Industry Agglomerations and Employment Change in Non-metropolitan Areas," *Review of Urban and Regional Development Studies* 11(3): 168-186.

Bernstein, J. I.

1988 "Costs of Production, Intra- and Inter-industry R&D Spillovers: Canadian Evidence," *Canadian Journal of Economics* 21: 324-347.

Busch, M. L. and E. Reinhardt

1999 "Industrial Location and Protection: The Political and Economic Geography of U.S. Nontariff Barriers," *American Journal of Political Science* 43(4): 1028-1050.

Cockburn, I. and Z. Griliches

1988 "Industry Effects and Appropriability Measures in the Stock Market's Valuation of R&D and Patents," *American Economic Review* 78: 419-423.

Edquist, C.

1997 *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*. London: Pinter/Cassell.

Ellison, G. and E. L. Glaeser

1997 "Geographic Concentration in U.S. Manufacturing Industries: A Dartboard Approach," *Journal of Political Economy* 105: 889-927.

Feldman, M. P. and R. Florida

1994 "The Geographic Sources of Innovation: Technological Infrastructure and Product Innovation in the United States," *Annals of the Association of American Geographers* 84(2): 210-229.

Feser, E. and E. Bergman

2000 "National Industry Cluster Templates: A Framework for Applied Regional Cluster Analysis," *Regional Studies* 34(1): 1-19.

Galbraith, J. K.

1956 *American Capitalism: The Concept of Countervailing Power*. Boston: Houghton—Mifflin.

- Goto, A. and K. Suzuki
1989 "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries," *The Review of Economics and Statistics* 71 (4): 555-564.
- Griliches, Z.
1979 "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth," *Bell Journal of Economics* 10: 92-116.
1981 "Market Value, R&D, and Patents," *Economics Letters* 7(2): 183-187.
- Hall, B.
1998 "Innovation and Market Value," *NBER Working Paper Series*, No. 6984.
- Hirschman, A. O.
1958 *The Strategy of Economic Development*. New Haven: Yale University Press.
- Holmes, T. J.
1999 "Localization of Industry and Vertical Disintegration," *The Review of Economics and Statistics* 81(2): 314-325.
- Jacobs, J.
1969 *The Economy of Cities*. New York: Random House.
- Jaffe, A.
1986 "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value," *American Economic Review* 76: 984-1001.
1989 "Real Effects of Academic Research," *American Economic Review* 79: 957-970.
- Jaffe, A., M. Trajtenberg, and R. Henderson
1993 "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citation," *Quarterly Journal of Economics* 108 (3): 577-598.
- Krugman, P.
1991 "Increasing Returns and Economic Geography," *Journal of Political Economy* 99: 483-499.
- Kanter, R. M.
1999 "Change is Everyone's Job: Managing the Extended Enterprise as a Globally Connected World," *Organizational Dynamics* 28(1): 7-24.
- Levin, A., C. F. Lin, and C. Chu
2002 "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties," *Journal of Econometrics* 108: 1-24.
- Malmberg, A. and P. Maskell
2002 "The Elusive Concept of Localization Economics: Towards a Knowledge-based Theory of Spatial Clustering," *Environment and Planning A* 34: 429-449.
- Mansfield, E. and J. Y. Lee
1996 "The Modern University: Contributor to Industrial Innovation and Recipient of Industrial R&D Support," *Research Policy* 25(7): 1047-1058.

- Marcon, E. and F. Puech
2003 "Evaluating the Geographic Concentration of Industries Using Distance-based Methods," *Journal of Economic Geography* 4(3): 409-428.
- Marshall, A.
1890 *Principles of Economics*. London: Macmillan.
1920 *Principles of Economics*. London: Macmillan.
- Megna, P. and M. Klock
1993 "The Impact of Intangible Capital on Tobin's in the Semiconductor Industry," *American Economic Review* 83(2): 265-269.
- Myrdal, G.
1957 *Economic Theory and Urban-Development Regions*. London: Gerald Duckworth & Co. Ltd.
- Porter, M. E.
1990 *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press.
1998 "Clusters and the New Economics of Competition," *Harvard Business Review* 76(6): 77-90.
- Schumpeter, J.
1942 *Capitalism, Socialism and Democracy*. N.Y.: Harper & Row.
- Suarez, V. L. and W. Walrod
1997 "Operational Strategy, R&D and Intra Metropolitan Clustering in a Polycentric Structure: The Advanced Electronics Industries of the Los Angeles Basin," *Urban Studies* 34(9): 1343-1380.
- United States Census Bureau
2007 *U.S. Census Bureau Geographic Information Systems FAQ*. Retrieved May 30, 2007, from <http://www.census.gov/cgi-bin/geo/gisfaq?Q5.1>
- Wolfe, D. A.
2002 "Social Capital and Cluster Development in Learning Regions," pp. 11-38 in J. A. Holbrook & D. A. Wolfe (eds.), *Knowledge Clusters and Regional Innovation: Economic Development in Canada*. Montreal: McGill-Queens University Press.

附錄一 電子產業四位數字產業表

31	電力及電子機械器材製造修配業
311	電力機械器材製造修配業
3111	發電、輸電、配電機械製造修配業
3112	電線及電纜製造業
312	家用電器製造業
3121	冷凍空調器具製造業
3122	洗衣設備製造業
3123	電熱器具製造業
3124	電扇製造業
3129	其他家用電器製造業
313	照明設備製造業
3131	電燈泡及燈管製造業
3132	照明器具製造業
314	資料儲存及處理設備製造業
3141	資料處理設備製造業
3142	資料儲存媒體製造業
3143	資料終端裝置製造業
3144	資料輸出入周邊設備製造業
3145	電腦組件製造業
3149	其他電腦設備製造業
315	視聽電子產品製造業
3151	電視機、錄放影機製造業
3152	電廠機、收錄音機製造業
3153	影視音響零配件製造業
3159	其他視聽電子產品製造業
316	通信機械器材製造業
3161	有線通信機械器材製造業
3162	無線通信機械器材製造業
3169	其他通信機械器材製造業
317	電子零組件製造業
3171	電子管製造業
3172	半導體製造業
3173	光電材料及元件製造業
3174	被動電子元件製造業
3179	其它電子零組件製造業
318	3180 電池製造業
319	3190 其它電力及電子機械器材製造修配業

資料來源：中華民國行業標準分類（行政院主計處（編印），1996）

附錄二 各變數相關係數表

	水平產業 勞動聚集度 (HGCL)	垂直產業 勞動聚集度 (VGCL)	水平產業 研發聚集度 (HGCRD)	垂直產業 研發聚集度 (VGCRD)	水平研發 資本存量 (lnCOMRD) (千元)	垂直產業 研發資本 (lnOTRD) (千元)	產業 集中度 (CR4) (%)	廠商規模 (lnEMP) (人)	獲利能力 (PROFIT) (%)	學校研發經費 (lnSRD) (千元)	平均每人所得 (lnAVEGDP) (元)
水平產業勞動聚集度 (HGCL)	1										
垂直產業勞動聚集度 (VGCL)	0.4736	1									
水平產業研發聚集度 (HGCRD)	0.539	0.2262	1								
垂直產業研發聚集度 (VGCRD)	0.3972	0.7117	0.2621	1							
水平研發資本存量 (lnCOMRD) (千元)	0.1333	0.0195	0.3276	0.0081	1						
垂直產業研發資本 (lnOTRD) (千元)	0.0615	0.0739	0.0467	0.0599	0.1501	1					
產業集中度(CR4) (%)	-0.0816	0.016	-0.1568	-0.0028	-0.0075	-0.0971	1				
廠商規模(lnEMP) (人)	-0.0452	-0.0764	-0.0251	-0.0886	0.1491	-0.0488	0.1432	1			
獲利能力(PROFIT) (%)	0.01	0.0091	0.0073	0.0001	-0.0086	0	0.0354	0.0629	1		
學校研發經費(lnSRD) (千元)	-0.2137	-0.3471	0.0095	-0.3045	0.3781	0.1124	0.1128	0.0544	0.0046	1	
平均每人所得 (lnAVEGDP) (元)	0.1611	0.234	0.2551	0.0643	0.5265	0.147	0.1049	0.0068	0.0086	0.476	1

Industrial Agglomeration and R&D Activities: The Evidence from Taiwan's Electronics Firms

Hui-lin Lin

Professor

Department of Economic, National Taiwan University

Li-yu Cham

Assistant Professor

Department of Finance, Jin-wen University of Science and Technology

Yue-mei Hsieh

Assistant Professor

Department of Public Finance and Tax Administration
National Taipei College of Business

ABSTRACT

Using 1992-2000 data on electronics manufacturers, this paper aims to investigate the relationship between the two types of agglomeration—labor and R&D agglomeration—and R&D activities. The measurement of agglomeration is primarily based on Busch and Reinhardt's method (1999). In addition, distance between manufacturers is also integrated into the measurement. Empirical results show that among the manufacturers in a horizontally-related industry, their R&D agglomeration is greater than their labor agglomeration. In comparison with other manufacturers, i.e. those in a vertically-related industry, no significant difference in the degree of the two agglomerations is observed. The two types of agglomeration in a horizontally-related industry and vertically-related industry both have a positive effect on R&D activities for the electronics industry. The R&D activities themselves have vertical and horizontal spillover effects. In addition, empirical results also point out that regional differences have a significant impact on R&D activities.

Key Words: labor agglomeration, R&D agglomeration, R&D activities, electronics industry