

知識可及性對創新的影響： 以臺灣北部區域電子產業為例

EFFECTS OF KNOWLEDGE ACCESSIBILITY ON THE INNOVATION: A CASE STUDY OF ELECTRONIC INDUSTRY IN NORTHERN TAIWAN REGION

林楨家 Jen-Jia Lin¹

馮正民 Cheng-Min Feng²

李洋寧 Yang-Ning Lee³

(92 年 7 月 16 日收稿，92 年 10 月 27 日修改，93 年 5 月 14 日定稿)

摘 要

由於知識在空間上存在正外部性，使接近知識生產者的地區或廠商能因知識外溢效果而促進創新活動；過去文獻探討知識外溢效果多著墨於知識基礎設施、研發活動與地理空間，忽略交通可及性因素，以致無法了解運輸部門在知識經濟發展策略上應扮演的角色。本研究目的在以實證研究確認知識可及性對創新的影響，並將實證結果應用於知識經濟政策之評估。實證研究利用民國 85 年與 90 年臺灣北部區域各鄉鎮市區的電子產業為樣本資料，以多元迴歸模式建立知識生產函數；檢定結果確認以下假說成立：(1) 知識可及性對創新有正向影響，(2) 知識外溢效果有一定的空間範圍，(3) 學術機構對創新的影響力大於研究機構，(4) 知識外溢效果會因都市發展程度不同而有顯著差異；同時並

-
1. 臺北大學都市計劃研究所副教授（聯絡地址：104 臺北市建國北路二段 69 號臺北大學都市計劃研究所；電話：02-25009715；E-mail：jenjia@mail.ntpu.edu.tw）。
 2. 交通大學交通運輸研究所教授。
 3. 交通大學交通運輸研究所碩士。

發現：高等教育人口數與同業場所單位數對專利數為正向相關，異業場所單位數則為負向相關，大學與研究機構可及性亦為正向相關。最後以宜蘭縣為對象，設定各種高教建設與運輸建設的組合，探討不同建設組合對宜蘭縣創新活動的影響，並建議爭取知識經濟建設方案之優先順序為：新設大學院校、聯外交通改善以及境內交通改善。

關鍵詞：可及性；創新；知識外溢；迴歸分析

ABSTRACT

Due to significant spatial externality of knowledge, innovative activities of the firms near the knowledge creator may be enhanced by knowledge spillover effects. Many studies have discussed the roles of knowledge infrastructure, private research, and geographical consistency in knowledge spillover effects but ignored traffic accessibility. The role of transportation infrastructure in knowledge-based economy development then is still an unexplored issue. This study aims to explore the effects of knowledge accessibility on the innovation of electronic industry and apply the empirical results to assess the knowledge-based economy policies. The samples were investigated in the Northern Taiwan Region in 1996 and 2001, respectively and were analyzed by multiple regression models. The empirical results prove the following conclusions: (1) the improvement of accessibility significantly creates positive knowledge spillover effects; (2) the knowledge spillover effects are significantly working in a distance limitation of 20~30 km; (3) the accessibility of college creates more spillover effects than the accessibility of R&D; and (4) the spillover effects in metropolitan area are significantly different from that of the non-metropolitan area. We have also found that the number of higher education population, the number of firms of electronic industry and knowledge accessibility enhance innovation, while the number of firms of the industry related to electronic industry slightly reduces innovation. Finally, the case study concludes that the priorities of policy in I-Lan County should be sequenced in the following order: new college setting, improvement of external transportation and improvement of internal transportation.

Key Words: Accessibility; Innovation; Knowledge spillovers; Regression analysis

一、前言

傳統生產要素的土地、勞力、資本雖對經濟發展功不可沒，但供給與生產力的提升仍有其極限，經濟成長必然停滯，因此，先進國家的經濟與產業發展基礎逐漸擺脫實體物質的加工生產，轉而強調以非實體知識資本作為創造附加價值的重要來源。由於知識對經濟發展的重要性漸增，而知識在空間上存在的正外部性，使接近知識生產者（如大學或研究機構）的地區或廠商能獲得「知識外溢效果 (knowledge spillover effects)」而促進創新活

動；因此，接近知識設施的空間「近便性 (proximity)」成為獲得知識外溢效果的關鍵要素之一。最近各國均積極推動知識經濟發展政策，例如我國的「知識經濟發展方案」與「挑戰 2008：國家發展重點計畫」等專案，期待透過知識經濟的發展，將產業由以勞力密集與技術密集型態轉變為知識產業型態，並且不斷提升其技術，以高科技來提高生產力及產值，全力扶植知識密集產業的發展。在此趨勢下，具有空間聯繫功能的運輸部門究竟扮演何種角色？便成為值得探討的議題。

知識基礎設施不只是學術研究的場所，更能透過教育、研發、技術支援等功能，協助廠商增強創新與研發的能量。知識基礎設施包括大專院校、研究機構、教育機構或資料庫等設施，許多文獻認為大學院校的設立能使知識因聚集產生更大的正面效果，例如 Jaffe^[1]認為大學院校聚集高知識的學生，且大學系所、教職員、高品質實驗室及其他研究設施，都能夠促進周圍地區的創新能力；Nelson^[2]以研發部門經理為對象的調查發現，大學基礎研究是特定產業（如生物科技）創新的重要來源；Lund^[3]對研發部門經理的調查顯示，大學存在與否是廠商成立研發實驗室之區位選擇決策因子，因大學學術研究會對廠商研發活動產生正面效益。此外，Jaffe^[1]與 Anselin 等人^[4]構建知識生產函數進行實證研究，發現大學的基礎研究存在知識外溢效果，亦即大學或研究機構進行的研發活動，會使鄰近地區的產業獲得正外部性，因而促進創新活動，此正外部性即為空間的知識外溢效果。並且 Howells^[5]、Caniels^[6]、Jaffe^[1]等認為接近知識生產者的空間近便性對獲得知識外溢效果是有幫助的，即知識外溢效果受到地理空間因素（如地理距離）所影響。以上這些文獻探討地理空間的知識外溢效果，多以 Griliches^[7]提出的知識生產函數為基礎，探討因素多著墨於知識基礎設施、研發活動與空間近便性。

然而過去研究在與運輸部門有關的「空間近便性」因素上存在兩個問題待改善：一是變數衡量方法過於簡化且代表意義不完整，例如 Jaffe^[1]的地理一致性指標只反映大學與廠商在同一樣本空間範圍內的程度而忽略距離關係，Anselin 等人^[4]使用直線距離而非路徑距離於重力指標中；二是使用的樣本空間範圍過大，例如 Jaffe^[1]與 Anselin 等人^[4]使用州或都會統計區為樣本，致無法敏感且具體地描述空間近便性。在運輸領域與空間近便性接近的觀念為「可及性 (accessibility)」，雖然同樣是抽象的概念，但後者經過多年的研究已逐漸形成具體明確的定義，例如：Shimble^[8]利用圖形理論，定義可及性為網路距離連結的程度，Hansen^[9]提出可及性為交互活動機會的潛力，Ingram^[10]表示一地區在某種形式下運用資源以克服空間阻力所具有的特性或利益，Stopher^[11]定義為旅次產生地區受到土地發展程度影響的（旅次產生）密度，Baxter 等人^[12]提出可及性為某分區至其他分區的平均距離，Dalvi^[13]的可及性為使用特定交通系統自某地抵達任一土地使用活動區位的便利程度，藍武王^[14]提出某地至其他地區的便捷程度或各地區抵達此地之便捷程度為可及性，Richardson 和 Yong^[15]定義為兩地區藉著運輸系統實質連結且互相移動的程度，陳榮明^[16]定義為藉由運輸系統提供的服務以克服空間阻隔達到區位活動之目的，林啟聖^[17]認為可及性包含的意義應為「活動機會」、「距離因素」及「運輸設施服務績效」。由於問題特性不同，過去存在許多成熟的可及性衡量方法可供參考，Pirie^[18]、Song^[19]、Handy

和 Niemeier^[20]、Rietveld 和 Bruinsma^[21]、陳榮明^[16]等文獻均作過整理比較，大致上可基本的區別為以下四類：一是直接計算與其他地區空間阻力總和的空間阻力型態，例如 Ingram^[10]；二是加總特定旅行成本範圍內某種活動量的累積機會型態，例如 Song^[19]；三是同時考量空間阻隔與活動量的重力型態，例如 Hansen^[9]；四是以效用理論衡量的效用型態，例如 Miller^[22]。如果定義較為明確完整的可及性指標能用來取代傳統知識生產函數的空間近便性變數，則運輸部門在知識經濟上的角色當可更清楚地被討論。而為了可及性衡量的具體性，過去文獻使用的樣本空間（州或都會統計區）就必須予以適當地縮小為縣市或鄉鎮市。

另外，由於知識基礎設施是各地方政府積極爭取的建設項目，雖然知識基礎設施能夠帶動地方發展，也能突破部分地區發展知識與創新學習能力的困難，然而，政府與社會資源有限，必須注意資源利用之效率性，同時知識設施規模有其飽和上限，因此探討知識基礎設施如何發揮其效益，並據以進行政策規劃討論，便成為相當重要的課題。因此，倘若可及性的改善能促進知識外溢，使未設立大學的地區因鄰近地區設置大學的近便性而獲得知識外溢效果，則政府因投資運輸建設而減少設立知識設施的壓力與競爭，可提高社會資源的利用效率。因此，本研究目的有二：一是以臺灣北部區域電子產業為對象，使用鄉鎮市為樣本空間單元，實證分析知識可及性對創新的影響關係。二是依據實證分析結果，進行知識經濟發展政策之評估，以宜蘭縣為對象，假設發展趨勢與其他因素不變，分析高等教育與運輸建設不同搭配組合下對創新的影響，說明實證研究結果之可能應用方式，並提供政策規劃之參考建議。本文共分為六個部分：在本段簡介研究內容與文獻回顧後，第二段將說明研究設計，第三段說明樣本資料，第四段進行假說檢定，第五段應用實證結果進行宜蘭縣之個案模擬，最後則提出結論與建議。

二、研究設計

本段首先探討影響創新的因素，了解知識可及性在知識外溢效果的角色，接著經由理論關係的探討而提出研究假說，最後設計檢定方法以驗證假說。

2.1 影響創新之因素

影響創新的重要因素如圖 1 所示，說明如下：

1. 知識累積機會

Jaffe^[1]與 Anselin 等人^[4]認為高技術員工、商業服務員工或人口愈多的地區，其創新與學習能力愈強，且愈容易吸收及運用知識而獲得更多外溢效果，進而增加知識產出。楊政龍與金家禾^[23]亦認為一地區的知識獨占性愈高或知識累積程度愈高，其產業發展的累積機會便愈高。因此「知識累積機會」為影響創新的重要因素，且其對創新具有正向影響關係。

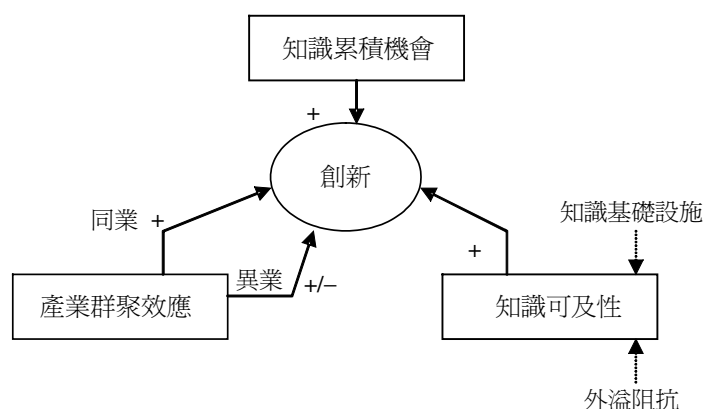


圖 1 影響創新的重要因素示意

2. 產業群聚效應

產業群聚分為垂直與水平兩種面向的意義，亦即同業與異業群聚效應。同業廠商競爭合作能共同研發相關的資訊與技術，使知識與資訊的流通、傳遞與運用更為容易（左珩^[24]），並因同業聚集提高競爭與創新氛圍，形成同業內部的專業化外溢，進而促進創新。異業群聚能支援產業生產必要的服務，也就是說電子產業的資本、技術會影響生產活動，若其他相關產業均能就近提供需要的原料、通路、運送、金融服務支援等服務，將對廠商的生產有正面影響；由於生產環境較為安逸，可能致使創新活動減少；然而如生產性服務業、競爭性、替代性或互補性產業等異業群聚使產業多樣化，形成不同產業間的外溢效果，可能對創新有正向影響。因此「產業群聚效應」為影響創新的重要因素，其對創新的影響關係，在同業群聚部分為正向，而異業群聚之影響關係則視正負影響關係的拉鋸而決定。

3. 知識可及性

知識可及性係由知識基礎設施與外溢阻抗整合而成，兩者對創新的影響關係分別說明如下：

(1) 知識基礎設施

「知識」創造的主要來源為知識基礎設施的研究成果，而知識設施的規模與水準愈高，周圍地區便能因其研究成果而獲得更多外溢效果，進而增加知識產出且提升創新。因此，「知識基礎設施」為影響創新之重要因素，且其對創新具有正向影響關係。

(2) 外溢阻抗

可區分為實體的空間阻抗與虛體的通訊阻抗。過去文獻均在探討地理空間的知識外溢效果，係以地理距離、地理一致性、重力與覆蓋指標等變數衡量空間阻抗程度，發現阻抗程度愈高，其外溢效果愈弱。此外，通訊阻抗（如網際網路）可突破地理空間阻隔，使知識與資訊的外溢與流通更為容易，同樣對創新產生影響，然而因合適的衡量變數不易建

立，且通訊基礎建設在已開發國家內不同地區間的差異性相當輕微，故過去文獻並未將之納入考量。因此，空間的「外溢阻抗」亦為影響創新的因素，且對創新具有負向影響關係。

上述兩種因素經過整合可定義為「知識可及性」，為影響創新的重要因素，其對創新有正向影響關係。

2.2 假說研提

為解析知識外溢效果與空間的關係，Caniels^[6]曾建立如下理論模型：(以兩個地區 i 與 j 為條件)

$$S_i = \frac{\delta_i}{r_{ij}} e^{-\left(\frac{1}{\delta_i} G_{ij} - \mu_i\right)^2} \quad (1)$$

$$G_{ij} = \ln \frac{K_i}{K_j} \quad (2)$$

其中， S_i 為地區 i 獲得地區 j 的外溢效果； G_{ij} 為地區 i 相對地區 j 的技術差距，由兩地的知識量 K_i (或 K_j) 決定； r_{ij} 為地區 i 與地區 j 之間的空間距離； δ_i 為地區 i 本身的學習能力，與人力素質或學習環境等因素有關； μ_i 為地區 i 趕上兩者技術差距 (G_{ij}) 的參數，與該地民眾意圖或決心有關。

上述理論模型顯示以下幾項關係與假說：

1. 某地所獲得知識外溢效果和外溢來源地的知識量成正相關，且與距來源地距離成負相關；因此，當來源地知識量愈高且相距愈近時，表示知識之近便性 (或可及性) 愈高，並且此可及性與知識外溢效果成正相關；此項關係隱含如下假說：

假說一：知識可及性對創新為正向影響。

2. (1)式顯示知識外溢效果隨距離而遞減，當距離大到某種程度以上時，其影響力便輕微到沒有作用，亦即外溢效果在空間上具有一定的影響範圍，了解這個範圍有助於知識基礎設施之區位評估，因此可提出假說如下：

假說二：知識外溢效果有一定的空間範圍。

3. 雖然(2)式顯示外溢來源地之知識量與外溢效果成正相關，但不同性質之知識設施之知識量恐不相同，例如大學之類的學術機構與工研院之類的研究機構，其間在發展目標、研究水準與資源多寡上的差異性可能對創新造成不同的影響。由於過去文獻均認為學術機構的基礎研究為知識創造的重要來源，因此提出假說如下：

假說三：學術機構對創新的影響力大於研究機構。

4. (1)式顯示某地之學習能力與發展意圖對知識外溢效果為正向相關，而一般認為都市發展程度愈高的地區，因為設施與資訊較為充足，並且人力素質與企圖心較高，導致知識外溢效果可能因都市發展程度不同而有差異，因此提出假說如下：

假說四：知識外溢效果會因都市發展程度不同而有顯著差異。

2.3 檢定方法

前段所提四項假說雖依據(1)式與(2)式演繹，但因該模型目的在討論兩個地區間的外溢關係，而某個地區的外溢效果來自所有地區，因此不適合直接使用該模型進行實證。本研究參考過去文獻^[1,4]，以多元迴歸分析構建知識生產函數進行假說檢定。

1. 衡量變數

知識生產函數之因變數為「創新」，而影響創新的因素包括知識累積機會、產業群聚效應（同業與異業群聚）以及知識可及性，各項因素之衡量變數說明如下：

(1) 創新

過去文獻多以專利數的差量來衡量創新（例如 Jaffe^[1]與 Anselin 等人^[4]），本研究以各樣本單元單一年期（如民國 90 年）公告通過的新增專利數為知識生產函數之應變數的衡量，專利數之統計以專利登記地址為準，此資料可從經濟部智慧財產局取得。由於本研究取得資料無法依個人、廠商或學校等專利擁有者加以分類，故各樣本單元專利數係所有專利擁有者之加總。而多數情況下，專利若為工作屬性的研發則屬廠商所有並登記廠商地址，若為個人自行研究則屬個人所有且登記個人地址，因此專利發生與登記地址不在同一處的資料偏誤有限。

(2) 知識累積機會

本研究以「高等教育人口數」代表樣本單元的知識累積程度，以呈現因知識累積而發展的機會，高等教育係指大學（含獨立學院）以上程度，資料可從各縣市統計要覽獲得。

(3) 產業群聚效應

產業群聚效應分為同業群聚效應與異業群聚效應，本研究以場所單位數進行衡量。在同業群聚效應上，係在中華民國行業分類表中，選擇電子產業應歸屬之行業及其場所單位數，為「同業群聚效應」的衡量變數。在異業群聚效應上，則由中華民國產業關聯程度表，歸納出與電子產業有高度關聯的產業，其場所單位數即為「異業群聚效應」的衡量變數。上述資料可自行政院主計處工商普查報告獲得。

(4) 知識可及性

本研究探討的知識可及性，係結合知識基礎設施與可及性指標的影響因素。在知識基礎設施上，過去文獻衡量知識基礎設施的變數通常為研究經費或人員數，且以前者分析較佳；然而研究經費多屬機構內部資料或商業機密不易取得，且國科會公布之中華民國科學技術統計要覽僅整理全國的研究經費總計資料，無法依樣本作更細的切割，故本研究以人員數代表知識基礎設施之規模；知識基礎設施規模係以學術機構教師數與研究機構的人員數為衡量變數，資料可由中華民國學術與研究機構名錄獲得。在可及性指標上，本研究以交通部運輸研究所出版之「新世紀臺灣地區交通路網數值地圖 1.0 版^[25]」為路網基礎，以

旅行距離衡量空間之外溢阻抗；將上述知識基礎設施教師數或人員數與空間阻抗加以整合，即為「知識可及性」衡量變數。

2. 模式認定

本研究以臺灣北部區域電子產業為對象，以鄉鎮市區為樣本單元，構建知識生產函數。由於知識自獲得至創新產出有時間落差，根據 Mansfield^[26]的估計，時間落差平均約七年，有兩年的標準差；本研究依據楊政龍與金家禾^[23]的建議，並配合取得資料之時間（我國工商普查報告之調查時間間隔為五年），以五年為知識投入與創新產出的時間落差。據此，知識生產函數假設為如下之線性函數：

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 \quad (3)$$

其中，應變數 Y 是樣本單元基年之後第 5 年的專利數，模式的自變數 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 分別為基年的高等教育人口數、同業場所單位數、異業關聯產業場所單位數以及知識可及性。

3. 假說檢定

假說檢定架構示意如圖 2，首先進行模式構建；由於本研究目的在探討知識可及性對創新的影響，因此先對(3)式 X_4 以外的控制變數進行迴歸分析，繼而依研究目的需要設計重力型態與累積機會型態兩種知識可及性變數分別進行迴歸模式的校估與檢定，依據解釋能力決定最佳的知識生產函數。接著進行假說檢定，假說一是以模式中知識可及性的迴歸係數顯著性與符號，檢視知識可及性對創新是否為顯著的正向影響；假說二是選擇含有距離門檻值限制的累積機會型態模式，將不同門檻值的知識可及性納入模式討論，並由知識可及性變數之迴歸係數顯著性檢定 t 值與距離門檻值的關係，檢視知識外溢效果的空間影響範圍；假說三係依據知識生產函數中「學術機構」與「研究機構」兩個可及性變數對專利數的影響關係與大小進行研判；假說四是將樣本區分為臺北都會區與非臺北都會區兩個群組，使用 Chow test 檢定兩群樣本所構建之模式係數是否有顯著差異進行研判。

三、樣本資料

樣本空間範圍為臺灣北部區域，包括基隆市、臺北市、臺北縣、桃園縣、新竹市、新竹縣與宜蘭縣等行政區；考量樣本資料特性與可及性計算之差異性，決定以鄉鎮市區為樣本單元；其中，新竹市因面積較小且資料未以區界統計，故將新竹市界定為一個樣本單元；此外，在初步資料處理與檢誤作業中發現有兩個樣本為非常明顯的離群值而刪除之；總計使用 85 筆樣本進行迴歸分析。由於知識自獲得至創新有時間落差，依據研究設計以五年為時間落差，因此本研究自變數使用民國 85 年資料，應變數使用民國 90 年資料。

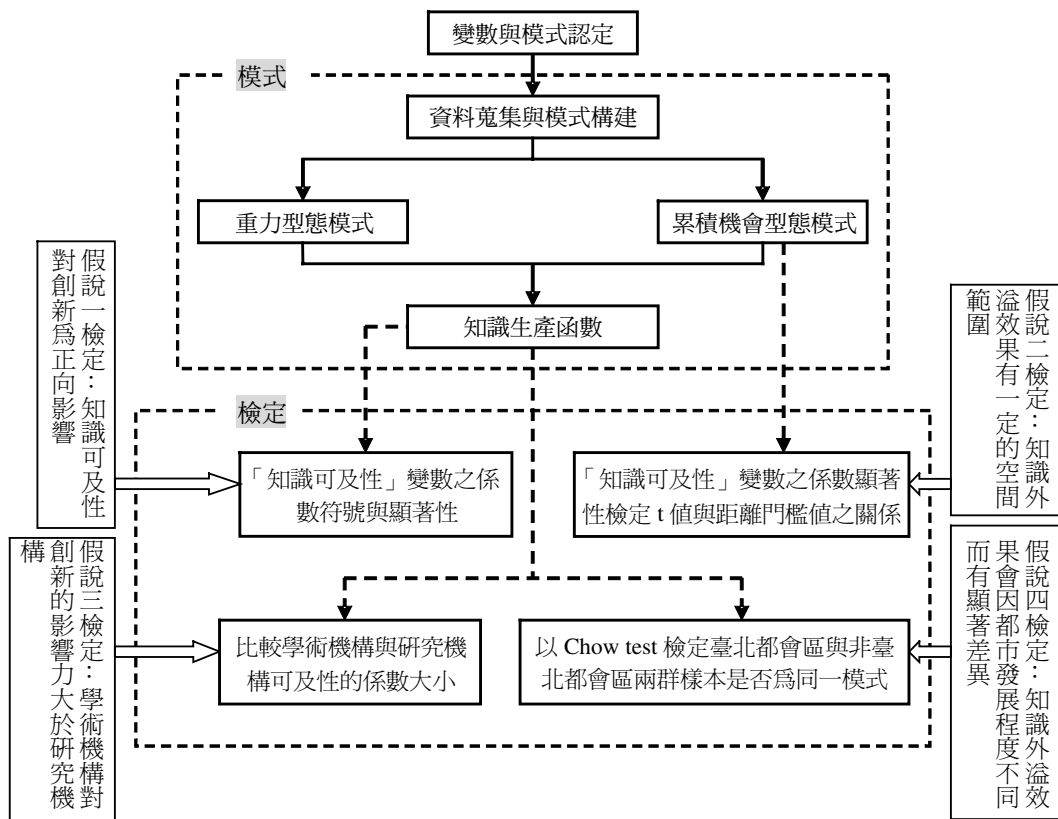


圖 2 假說檢定架構示意

本研究以「電子產業」為例，產業範疇以中華民國行業分類之中分類「電力及電子機械器材製造修配業」為準。由於各變數的行業分類或標準並不一致，為了避免各變數資料範疇分類標準不一而造成偏誤，參照國內外文獻、政府與民間標準等準則，再由先驗知識調整明顯無關聯之範疇，依照各變數的資料型態、定義予以分類，歸納出與本研究電子產業相關之資料範疇及其資料來源，如表 1 所示。

樣本資料的初步統計分析如表 2 所示，民國 90 年樣本的專利數多在 50 筆以內，平均 33 筆，標準差 68 筆，最大值為新竹市 445 筆；此外，部分樣本單元並無專利數，故模式構建時須特別留意是否有離群值。民國 85 年高等教育人口數全部樣本的平均數為 4,814 人、標準差 8,444 人，而屬於臺北市與新竹市的多數樣本的高等教育人口數高於平均值，表示這兩個都市累積較多知識存量。民國 85 年同業場所單位數的平均家數為 119 家，標準差為 179 家，基隆市、新竹縣、宜蘭縣以及臺北縣部分樣本的同業場所單位數多在平均家數以下，顯示這些縣市樣本的電子產業群聚現象較不顯著，也代表這些樣本的電子產業發展可能較不發達；若由北部區域整體觀點視之，可看出樣本的電子產業群聚現象強弱的差異很大，僅有 25 個樣本單元超過平均家數。民國 85 年異業關聯產業場所單位數（異業

場所單位數) 平均家數為 1,440 家，標準差 1,977 家，若以各縣市樣本單元的分布情形來看，基隆市、新竹縣、宜蘭縣所有樣本的異業場所單位數幾乎都在 1,000 家以下，遠低於全部樣本的平均值 1,440 家，顯示這些縣市樣本的異業群聚現象並不明顯，也表示能夠給予電子產業的支援服務可能有限。

表 1 變數資料範疇

變數名稱	資料範疇		年份 (民國)	參考依據	資料來源
專利數	國際專利分類 F：機械工程、G：物理、H：電學		90 年	依國際專利分類自行分類整理	行政院經濟部智慧財產局
高等教育人口數	教育程度在大學院校（含獨立學院）以上的人口數		85 年	※不分類	北部區域各縣市民國 85 年統計要覽
同業場所單位數	中華民國行業中分類「電力及電子機械器材製造修配業」		85 年	中華民國行業分類	民國 85 年工商及服務業普查報告 ^[27]
異業場所單位數 (異業關聯產業)	產業關聯係數大於屬「電力及電子機械器材製造修配業」部門之平均值的行業		85 年	中華民國 85 年產業關聯報告 ^[28]	民國 85 年工商及服務業普查 ^[27]
知識設施可及性	學術機構 教師數	資訊工程、資訊科學、電機、電子工程、光電、電訊、機電整合、控制領域	85 年	楊政龍與金家禾 ^[23]	中華民國大專院校概況統計 ^[29]
	研究機構 人員數	電子及電機、資訊工程、機械領域	85 年	國科會科學技術資料中心	中華民國研究機構名錄 ^[30]
	可及性指標	重力型態、累積機會型態 (空間阻抗：旅行距離)	85 年	文獻回顧	新世紀臺灣地區交通路網數值地圖 1.0 版 ^[25]

資料來源：李洋寧^[31]。

由於本研究使用多種可及性指標型態，因此僅計算各樣本至所有知識基礎設施（大學、專科、研究機構）的平均距離作初步分析。民國 85 年北部區域的知識基礎設施共有 57 處，計有大學院校 19 所、專科學校 18 所、研究機構 20 所，半數以上分布於臺北都會區。知識設施資源較少的縣市為基隆市與宜蘭縣，基隆市僅有一所國立大學設立，宜蘭縣則僅有兩所專科學校，基隆市接近臺北都會區，知識資源尚稱充足，而宜蘭縣受限於山脈阻隔，成為知識資源缺乏的偏遠地區。各樣本的知識設施平均距離以宜蘭縣南澳鄉 139 公里為最大，全部樣本的平均值約近 50 公里，標準差 24 公里。從知識基礎設施分布區位與

平均距離可知，由於知識基礎設施過半數集中在臺北都會區，因此位於北部區域邊緣地帶的新竹市、宜蘭縣以及其他縣市較偏遠的鄉鎮市區至知識基礎設施的平均距離較長，均超過全部樣本的平均值；而臺北市、臺北縣及桃園縣的樣本單元則低於平均值，顯示北部區域樣本的知識設施可及性有顯著差異，符合本研究的期待。此外，平均距離難以真正代表樣本的知識設施可及性，亦非本研究將採用的可及性指標，故僅為本研究樣本之可及性是否有顯著差異的參考。

表 2 樣本資料特性

樣本數=85				
變數	平均數	標準差	最大值	最小值
民國 90 年專利數 (筆)	33	68	445	0
民國 85 年高等教育人口數 (人)	4,814	8,444	37,623	8
民國 85 年同業場所單位數 (家)	119	179	887	0
民國 85 年異業場所單位數 (家)	140	1,977	9,072	5
民國 85 年距知識設施平均距離 (公里)	50	24	139	26

資料來源：經濟部智慧財產局；民國 85 年臺北市統計要覽^[32]；民國 85 年臺北縣統計要覽^[33]；民國 85 年宜蘭縣統計要覽^[34]；民國 85 年桃園縣統計要覽^[35]；民國 85 年基隆市統計要覽^[36]；民國 85 年新竹市統計要覽^[37]；民國 85 年新竹縣統計要覽^[38]；民國 85 年工商及服務業普查^[27]；新世紀臺灣地區交通路網數值地圖 1.0 版^[25]；本研究整理。

四、假說檢定

本段首先進行控制變數的校估，接著將知識可及性變數納入，建立知識生產函數，最後進行假說檢定。

4.1 控制變數

表 3 說明控制變數與應變數間之先驗關係，高等教育人口數與同業場所單位數對專利數的先驗關係為正，異業場所單位數則不確定。

為決定控制變數之型態，本研究觀察控制變數各種可能的型態（變數一次項、變數二次項、變數三次項、變數的自然對數值以及變數的開根值）與專利數間的相關係數，發現所有控制變數均以變數一次項有最高相關係數，故決定以此型態進行迴歸分析。使用 SPSS 套裝軟體之 OLS (ordinary least-squares) 方法進行 (3) 式校估，結果如表 4 所示。顯示「高等教育人口數」與「同業場所單位數」對專利數有正向影響，「異業場所單位數」對專利數呈負向影響，符合先驗知識的預期或可被合理解釋。同時各個自變數均通過係數顯著不為零 ($\alpha = 0.05$) 的檢定，由 VIF (variance inflation factors) 值可知變數間無嚴重共線性問

題 ($VIF < 10$)，DW 檢定在 $\alpha = 0.05$ 顯著水準下落於無自我相關區間，故三項控制變數適合置於知識生產函數中；但 Park-Glejser 檢定發現殘差變異同質性假設不成立，後續之模式校估將使用 WLS (weighted least-squares) 方法改正。

表 3 控制變數與先驗關係

影響因素	變數名稱	型態	預期符號	先驗因果關係說明
知識累積機會	高等教育人口數	X_1	+	• 高等教育人口數愈多，表示此地區的知識累積程度愈高且學習能力愈強，而有更多創新產出。
產業群聚效應	同業場所單位數	X_2	+	• 知識的流通、吸收與應用更為容易，營造競爭與創新氛圍，形成同業間因專業化程度而有的外溢效果，利於創新。
	異業場所單位數	X_3	+/-	• 異業關聯產業的多樣化能促進不同產業之間的外溢，故對創新有正向影響。 • 然而，亦因異業關聯產業能提供廠商生產的有力支援，使生產成本已維持在較低水準，致廠商創新之動力減弱。 • 因此在正負影響拉鋸之下，無法先驗異業場所單位數對專利數呈何種關係。

資料來源：李洋寧^[31]。

表 4 控制變數 OLS 校估結果 (應變數 = 專利數)

自變數	符號	迴歸係數	t 值	VIF
常數	C	1.124	0.169	-
高等教育人口數	X_1	2.670E-03	2.637**	2.603
同業場所單位數	X_2	0.322	7.226**	2.251
異業場所單位數	X_3	-1.323E-02	-2.348**	4.416
F 檢定	F	27.393**		
判定係數	R^2	0.504		
調整後判定係數	R^2 -adj	0.485		
Durbin-Watson statistic	DW	2.003**		
通過顯著水準 $\alpha = 0.05$ 檢定，以**表示。				

資料來源：李洋寧^[31]。

4.2 知識生產函數

可及性的定義與衡量型態種類繁多，依陳榮明^[16]與李洋寧^[31]分類整理，將可及性分類為網路空間阻力型態、累積機會型態、重力型態、效用型態以及其他型態（如運具別）。基於可及性必須能夠衡量且具有驗證假說的能力之前提下，本研究選擇「重力型態」與「累積機會型態」兩種可及性指標，進行後續的模式構建與假說驗證分析。首先將知識基礎設施區分為大學院校、專科學校以及研究機構三類，並以重力與累積機會兩種指標型態建立各種設施的可及性指標，將各種可及性指標以不同組合方式納入(3)式中校估。各種可及性指標列如附錄，由於樣本單元為鄉鎮市區，在計算可及性之前，先找出各樣本單元的發展重心或人口集中點，以重心點代表此樣本的區位，作為可及性計算之標的，亦即計算樣本單元重心點至知識基礎設施的最短旅行距離，代入可及性公式以計算此樣本單元的各式可及性變數值。

整個校估過程基於控制篇幅考量，本文只作概略性說明，詳細過程請參閱李洋寧^[31]。首先以 OLS 方法對 26 組重力型態迴歸模式進行校估，以判定係數值最高者之變數組合進行 WLS 校估以處理殘差變異異質性問題，校估結果如表 5 所示。在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 的條件下，所有自變數均通過係數顯著不為零之檢定，並通過變異數分析的 F 檢定；由 VIF 值判斷變數間無嚴重共線性問題，且在 $\alpha = 0.1$ 顯著水準下 DW 值落於無自我相關區間；依據 Gauss-Markov theorem，可接受表 5 校估結果為最佳線性不偏估計式。繼而同樣以 OLS 方法對 60 組累積機會型態模式進行校估，以判定係數值最高者之變數組合進行 WLS 校估以處理殘差變異異質性問題，校估結果如表 6 所示。在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 的條件下，所有自變數均通過係數顯著不為零之檢定，並通過變異數分析的 F 檢定；由 VIF 值判斷變數間無嚴重共線性問題，且在 $\alpha = 0.1$ 顯著水準下 DW 值落於無自我相關區間；依據 Gauss-Markov theorem，可接受表 6 校估結果為最佳線性不偏估計式。

由於重力型態模式之解釋能力較累積機會型態模式為佳，本研究選擇表 5 之校估結果為知識生產函數。表 5 顯示各個自變數對專利數的影響力並不相同，其中以同業場所單位數 (X_1)、大學院校可及性 (A_{112}) 與研究機構可及性 (A_{132}) 對創新的影響力較大。若以產業觀點而言，同業產業群聚對創新的影響大於異業關聯產業，並且異業關聯產業雖為負向相關，因其係數很小，故對創新的負面影響不大。而大學與研究機構的基礎研究原本就是知識創造的重要來源，與本模式結果相符。

本研究依前述構建之模式，進行研究假說的驗證，說明如下：

1. 表 5 顯示大學院校與研究機構可及性的迴歸係數 t 值顯著且為正向符號，故可判斷知識可及性對創新有正向相關，亦即改善可及性能促進知識外溢，有利於創新產出，故「假說一：知識可及性對創新為正向影響」成立。
2. 累積機會型態可及性變數之大學院校與研究機構距離門檻對應於知識可及性變數 t 檢定值關係如圖 3 所示，可知隨距離門檻值增加，知識可及性變數係數之顯著性逐漸下降，門檻超過 30 公里以上其 t 值便不顯著；顯示大學院校與研究機構之知識外溢範圍約在

20~30 公里之間，超出 30 公里範圍之知識外溢效果便不顯著。因此，可接受「假說二：知識外溢效果有一定的空間範圍」在大學院校與研究機構是成立的，且範圍約在 20~30 公里的旅行距離。

表 5 重力型態可及性變數 WLS 校估 (應變數 = 專利數)

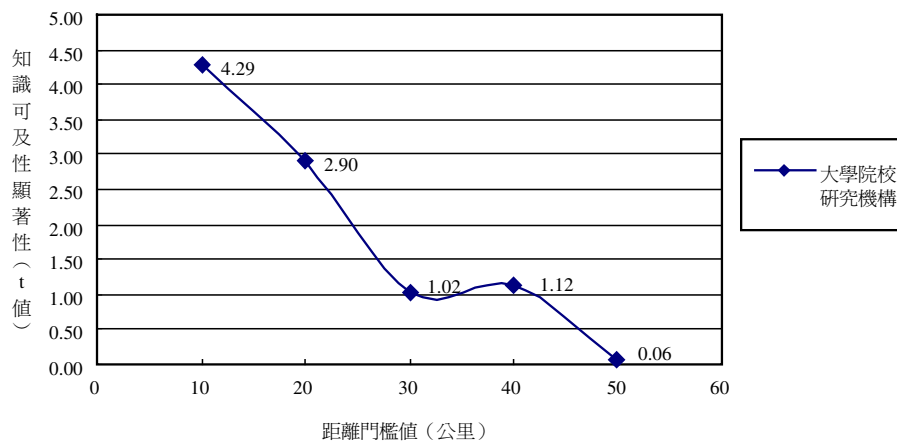
名稱	自變數	迴歸係數	t 值	VIF
常數	C	-7.139E-02	-0.126	-
高等教育人口數	X_1	2.133E-03	5.170**	2.507
同業場所單位數	X_2	0.258	15.855**	2.609
異業場所單位數	X_3	-1.111E-02	-5.521**	4.596
大學院校可及性 (距離平方)	A_{112}	0.615	18.329**	1.284
研究機構可及性 (距離平方)	A_{132}	0.234	8.205**	1.184
F 檢定	F	516.525**		
判定係數	R^2	0.989		
調整後判定係數	R^2 -adj	0.987		
Durbin-Watson statistic	DW	2.305*		
通過顯著水準 $\alpha = 0.05$ 檢定，以**表示；通過顯著水準 $\alpha = 0.1$ 檢定，以*表示。				

資料來源：李洋寧^[31]。

表 6 累積機會型態可及性變數 WLS 校估 (應變數 = 專利數)

名稱	自變數	迴歸係數	t 值	VIF
常數	C	-0.827	-0.785	-
高等教育人口數	X_1	1.251E-03	2.998**	2.823
同業場所單位數	X_2	0.324	12.183**	2.270
異業場所單位數	X_3	-1.856E-02	-7.605**	4.257
知識設施可及性 (大學院校與研究機構加總， 門檻值 10km)	$A_{211}+A_{231}$	5.125E-02	8.643**	1.683
F 檢定	F	64.589**		
判定係數	R^2	0.860		
調整後判定係數	R^2 -adj	0.847		
Durbin-Watson statistic	DW	2.292*		
通過顯著水準 $\alpha = 0.05$ 檢定，以**表示；通過顯著水準 $\alpha = 0.1$ 檢定，以*表示。				

資料來源：李洋寧^[31]。



資料來源：李洋寧^[31]。

圖 3 大學與研究機構距離門檻設定與知識可及性變數 t 檢定值關係

- 表 5 顯示大學院校與研究機構可及性對創新有顯著且正向的影響效果，而大學院校可及性的係數 (0.646) 明顯地大於研究機構可及性的係數 (0.214)，可判斷學術機構對創新的影響力大於研究機構，因此「假說三：學術機構對創新的影響力大於研究機構」成立。
- 本研究將樣本區分為臺北都會區及非臺北都會區兩個群組，以表 5 之變數組合進行 Chow test，由 F 值檢定兩個群組的模式係數是否有顯著差異，檢定結果如表 7 所示，發

表 7 假說四 Chow test 結果

自變數	臺北都會區	非臺北都會區
常數 (C)	7.550 (0.705)	-2.198 (-0.510)
高等教育人口數 (X_1)	1.952E-03 (1.871)	3.807E-03 (1.100)
同業場所單位數 (X_2)	0.233 (4.736**)	0.378 (5.294**)
異業場所單位數 (X_3)	-8.798E-03 (-1.376)	-2.819E-02 (-2.442**)
大學院校可及性 (A_{112})	-0.487 (-0.389)	0.607 (7.108**)
研究機構可及性 (A_{132})	3.746E-02 (0.118)	0.223 (6.386**)
樣本數	37	46
SSE	59059.952	19706.460
F 檢定結果	$\because F = 35.297^{**} > F_{(2,71,0.05)} = 3.13$ $\therefore$ 顯著拒絕兩者為同一模式之假設	
通過顯著水準 $\alpha = 0.05$ (雙尾) 檢定，以**表示。		

資料來源：李洋寧^[31]。

現都會區樣本之模式係數與非都會區樣本有顯著差異，故「假說四：知識外溢效果因都市發展程度不同而有顯著差異」成立。進一步比較兩群樣本之知識可及性變數係數，發現都會區樣本的知識可及性變數係數並不顯著且係數值遠低於非都會區樣本，顯示對都會區而言，知識可及性的重要性不如非都會區重要；可能原因有二：一是都會區之資訊基礎服務較佳，取代傳統以空間實體運輸取得知識的方式，達到非空間形式的知識外溢；二是都會區因運輸系統服務便捷，造成以距離衡量的可及性之重要性下降。

五、個案模擬

本段以宜蘭縣為對象進行個案模擬，經由政策規劃與評估，說明知識生產函數於知識經濟發展政策之可能應用。

5.1 政策規劃

依據民國 90 年宜蘭縣綜合發展計畫第一次修訂^[39]內容，宜蘭縣既定與研擬中的高等教育建設（以下簡稱「高教建設」）與運輸建設規劃示意如圖 4，說明於下：

1. 高教建設

宜蘭縣正推動大學城計畫，包括 10 處大學院校之校區、分部或實驗站；其中，宜蘭大學三星校區與清華大學宜蘭校區將規劃以資訊、電子、電機等學群之發展為主，預期能提升宜蘭縣與北部區域電子產業之基礎研究、研發與創新能量。因此，高教建設政策係以上述兩個校區不同規劃內容進行分析。新設大學院校將產生大學教師數的增量 (ΔU_j) 而影響知識生產函數之「知識可及性」變數，繼而影響專利數增量。由於兩校區尚在規劃中，假定教育部對這兩所學校電子資訊相關科系教師數的總量管制為 100 人，本研究以不同師資（教育資源）分配組合進行外溢效果評估。

2. 運輸建設

本研究定義知識可及性變數與公路網最有關聯，宜蘭縣既定與研擬中的重大公路建設有北宜高速公路南港頭城段、北宜高速公路頭城蘇澳段、東西向快速道路以及西環快速道路路廊工程計畫；依道路功能分類，北宜高速公路南港頭城段與頭城蘇澳段屬聯外交通改善，東西向及西環快速道路屬境內交通改善。由於運輸建設能縮短鄉鎮市區之間的空間距離，造成 (Δd_{ij}) 負向增量，經由改善知識可及性而促進創新發展，本研究將運輸建設區分為聯外交通改善與境內交通改善兩類進行分析。

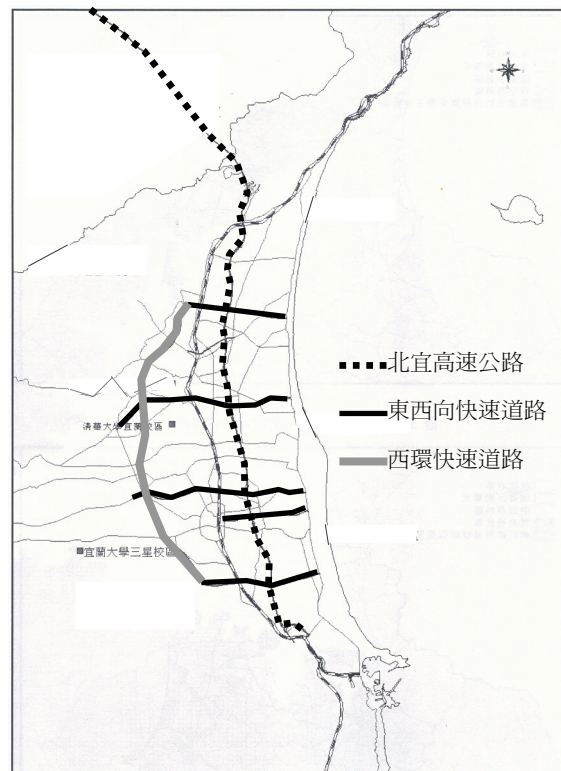


圖 4 政策規劃示意

5.2 政策評估

假設發展趨勢與其他因素維持不變，本研究分析 13 種建設組合之知識外溢效果如表 8 所示，其中，高教一到五代表只實施不同教師數分配之高教建設，運輸一只實施聯外交通改善，運輸二代表同時實施聯外與境內交通改善，高教運輸一到六代表兩類建設的各種組合。

表 8 之高教建設部分顯示，在不同教師數分配組合下，宜蘭縣專利數增量將介於 +13.58~+36.19 單位之間，而宜蘭大學三星校區對宜蘭縣創新發展的影響力大於清華大學宜蘭校區，亦即宜蘭大學分配資源愈多，宜蘭縣整體的專利數增量愈多。運輸建設部分則顯示，聯外交通改善對全縣專利數增量為 1.28 單位，而聯外與境內交通均改善使全縣增量為 1.32 個單位，可知宜蘭縣在現有條件下，規劃的聯外交通改善建設產生的知識外溢效果大於境內交通改善建設。若高教與運輸兩者組合並行，高教建設之知識外溢效果遠高於運輸，故全縣專利數增量大小仍受宜蘭大學分配資源多寡所影響，宜蘭大學分配資源愈多，宜蘭縣整體的專利數增量就愈大。綜合上述，若高教與運輸建設並行，對宜蘭縣創新發展的影響力最大，單獨投入高教建設或運輸建設的影響力則分居第二與第三。由運輸

建設產生有限的知識外溢效果可知，目前宜蘭縣運輸建設規劃內容對知識經濟發展的助益不大，值得再予重新檢討調整。

表 8 政策評估整理

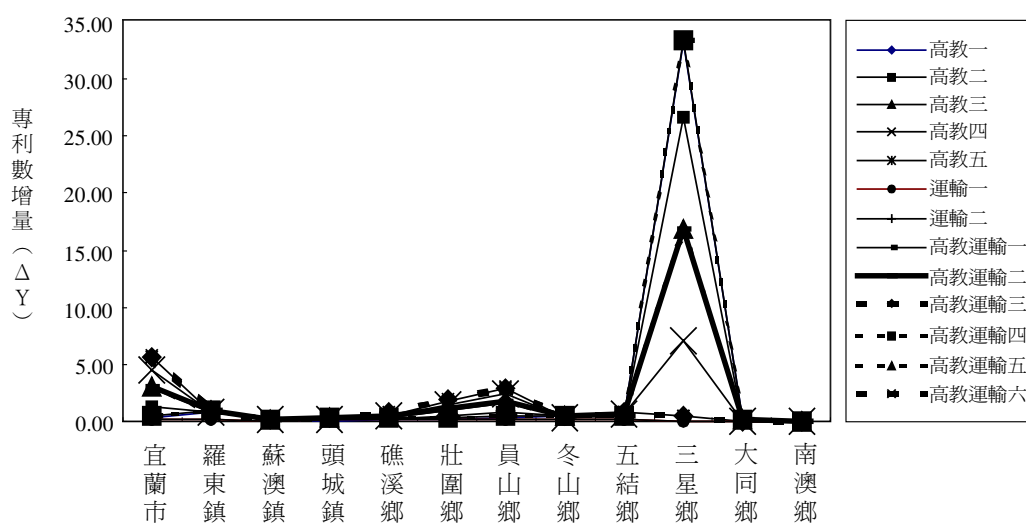
建設組合	宜蘭大學 三星校區 教師數	清華大學 宜蘭校區 教師數	北宜高速公路 南港頭城段 頭城蘇澳段 (聯外交通)	東西向與西環 快速道路 (境內交通)	宜蘭縣 專利數增量 (ΔY)
高教一	100	0			36.19
高教二	80	20			31.67
高教三	50	50			24.89
高教四	20	80			18.10
高教五	0	100			13.58
運輸一			√		1.28
運輸二			√	√	1.32
高教運輸一	100	0	√		37.47
高教運輸二	50	50	√		26.17
高教運輸三	0	100	√		14.86
高教運輸四	100	0	√	√	37.51
高教運輸五	50	50	√	√	26.21
高教運輸六	0	100	√	√	14.90

資料來源：李洋寧^[31]。

圖 5 為各鄉鎮市專利數增量分布，顯示在各種建設組合下，宜蘭縣各鄉鎮市專利數增量的分配並不均勻，尤以新設大學院校對各鄉鎮市創新的影響程度差距最大。再者，若探討新設大學院校對鄉鎮市專利數增量的影響，以宜蘭大學或清華大學所在的三星鄉或宜蘭市的增量為最高，距兩者愈遠者的增量愈減，以最南端的南澳鄉為最低。若探討聯外與境內交通改善對鄉鎮市專利數增量的影響，則以位在北宜高速公路主線（南港頭城段）北面端點的礁溪鄉與頭城鎮為最高，而位於北宜高速公路南面端點，以及連結北宜高、東西向與西環快速道路之可及性愈低的鄉鎮市，亦即宜蘭縣愈往南與往西之鄉鎮市的專利數增量愈減，故仍以南澳鄉為最低。

經由前述政策評估，能獲得各種建設組合對提升宜蘭縣整體創新能量的影響效果，並據此針對電子產業提出下列建議：

1. 宜蘭縣應積極爭取電子產業相關科系之知識基礎設施（如大學院校），才能快速提升知識基礎建設之水準以及累積知識資本與創新能量，因此根據政策分析結果，宜蘭縣政府在知識基礎建設與資源嚴重不足下，應優先爭取或完成的知識基礎建設方案之順序為新設大學院校、聯外交通改善與境內交通改善。



資料來源：李洋寧^[31]。

圖 5 政策評估在鄉鎮市之變化

2. 既有聯外與境內交通改善建設規劃無法產生明顯的知識外溢效果，顯示在規劃知識基礎設施與運輸建設時並未將兩者加以連結思考。因此，宜蘭縣進行知識經濟政策規劃時，應將知識設施與運輸建設加以連結，例如高快速道路所規劃之路網應與知識基礎設施有適當連結，並視政策目標設計使外溢效果更均勻分布的路網方案。
3. 由實證研究發現，同業場所單位數也會產生顯著且正向的知識外溢效果，因此除了前面討論的教育與運輸建設配合外，同時應將產業建設納入考量，亦即知識經濟發展政策應在「教育」、「交通」以及「經濟」三個部門共同搭配下進行規劃。如宜蘭縣積極規劃知識產業園區以吸引高科技廠商進駐，透過知識密集產業的群聚效應對知識經濟發展持續加溫；並且知識產業園區之選址應考量與知識基礎設施的策略性引導，以獲得知識設施基礎研究的外溢效果，增加創新能量且提升技術；因此，宜蘭縣除了爭取新設大學與規劃知識產業園區，也應以運輸建設投資加強兩者在空間上的連結，透過彼此相互支援與技術合作，增強知識資本與創新能量的加成果。

六、結論與建議

本研究以臺灣北部區域鄉鎮市區的電子產業為樣本資料，實證分析知識生產函數，經由統計檢定確認以下假說成立：(1) 知識可及性對創新有正向影響，(2) 知識外溢效果有一定的空間範圍，(3) 學術機構對創新的影響力大於研究機構，(4) 知識外溢效果會因都市發展程度不同而有顯著差異。同時並發現：高等教育人口數與同業場所單位數對專利數為正向相關，異業場所單位數則為負向相關，大學與研究機構可及性亦為正向相關。最後以宜

蘭縣為對象，設定各種高教建設與運輸建設的組合，探討不同建設組合對宜蘭縣創新發展的影響，並建議爭取知識經濟建設方案之優先順序為：新設大學院校、聯外交通改善以及境內交通改善；惟前項結論是在發展趨勢與其他因素不變之假設下方成立。

本研究將知識基礎設施歸類為大學院校、專科學校及研究機構，由模式校估結果得知，大學與研究機構可及性對創新有顯著正向相關，顯示大學與研究機構的基礎研究仍為創新的重要來源，此與過去文獻相符；但是專科學校對創新的影響並不顯著，可能原因在於專科學校的重心並非基礎研究，且教學與研究資源不若大學或研究機構來得充足，因此對提升地區或廠商的知識資本與創新能量的影響有限。另一方面，由累積機會型態模式的校估結果得知，大學與研究機構的知識外溢效果範圍在 20~30 公里旅行距離以內，此結論表示北部區域鄉鎮市區之知識外溢效果不受區域以外知識設施影響；Anselin 等人^[4]認為大學基礎研究的外溢空間範圍為 75 英里，與本研究發現的 20~30 公里有差異，可能原因有三：一是本研究使用的樣本單元為鄉鎮市區，較過去研究使用的州或都會統計區為小，這也表示較大的樣本單元會造成較粗略分析結論的可能性；二是本研究使用知識可及性變數與過去文獻使用的空間近便性指標不同，尤其衡量方式的設計有較為多樣的特性；三是本研究係針對電子產業作分析，而過去研究並未區分產業種類。

本研究主題之後續研究方向建議如以下十點：

1. 「知識可及性」變數是由知識基礎設施規模與空間阻抗因素所組合而成，本研究以實際路網的最短旅行距離來衡量空間阻抗因素，未來若資料取得可行，使用旅行時間為衡量因素應更合適。
2. 虛體的通訊阻抗因素未在本研究中分析，然而通訊科技能縮短地理空間障礙，使知識外溢與流通更為容易，應為知識經濟發展的重要角色；因此若能進一步探討其影響，對知識外溢效果的說明將更為完整。
3. 雖然過去文獻大多以創新的變化來探討知識外溢效果，但因創新能使技術升級而提高生產力與產值，故產值的變化應為知識外溢的另一項效果；若能進一步探討知識外溢在產值上的效果，則能擴大政策討論的內容。
4. Acs^[40]綜合美國之實證研究發現知識外溢效果會因資本、企業規模、勞力、工資、產業種類等特性而有差異，未來依據本研究作法之概念與架構，可對上述因素進行更深入的探討比較。
5. 本研究僅將知識基礎設施分類為大學院校、專科學校與研究機構，且變數僅就「量」的差異來探討，如教師數或人員數，後續研究若能將知識設施作更細分類，如學術機構分為國立與私立大學、一般大學與科技大學（技術學院）；或是將學術與研究機構的教師或人員依發表期刊、專案研究等更嚴謹的定義與分類，便能探討知識基礎設施於「質」的差異對創新的影響。
6. 本研究以場所單位數衡量產業群聚程度，若能區隔大小廠商或以其他變數（如員工數、總產值）衡量群聚程度，能避免廠商之間真實情況無法反映在場所單位數的缺失；如某

樣本單元內的同業場所單位數雖然很多，但若僅有其中一兩家大廠商獨大，致使外溢效果內部化，同業間專業化的外溢效果根本不存在。因此，後續研究若能區隔大小廠商或以其他變數衡量產業群聚效應，將使模式構建的理論與實務更具合理性。

7. 由於本研究所取得之專利數資料無法以擁有者分類加以切割，如依個人、廠商或學校等知識設施之擁有者分類，故本研究各樣本單元的專利數係所有擁有者加總計算。然而，學校或其他知識設施擁有的專利可能就是自己的基礎研究成果，嚴格說來不能算是因獲得知識外溢效果而有的創新。基於此項限制可能影響本研究在知識外溢效果影響範圍結論之正確性，建議後續研究者可自經濟部智慧財產局取得專利登記之原始紀錄，逐筆判斷分類，進行更細部與完整的分析。
8. 本研究以鄉鎮市區為樣本單元，並以旅行距離代表知識在空間外溢的阻隔，然而某些鄉鎮市區之間的距離過短，對彼此空間的互動幾乎沒有影響。因此，後續研究可加強空間互動關係的討論，例如以 GIS 進行空間自我相關分析，或是以傳統區位理論模擬知識在空間上的集結處，便可得知哪些地區為知識輸出區，以深化知識外溢效果在空間上的討論。
9. 本研究使用民國 85 年自變數資料與民國 90 年的應變數資料，然而知識外溢效果的影響可能是持續的，也就是說，獲得基礎研究成果的外溢效果後，不只是影響五年後當期的創新產出，可能這五年內或五年後的創新仍受此知識外溢效果的影響，因此後續研究若能探討知識外溢效果對知識存量累積的動態影響，實務操作上即以累積五年或十年的專利數作為知識生產函數的應變數，便能得知知識外溢效果對知識存量累積的動態影響關係與程度。
10. 以虛擬變數 (dummy variable) 進行假說四的驗證較能了解兩群樣本之間真正的差異，而 Chow test 僅能說明兩者是否為同一模式。然而，使用虛擬變數會因增加自變數而降低統計檢定之自由度，因本研究樣本數有限，故未採行，但後續研究可視樣本數是否足夠而納入討論。

參考文獻

1. Jaffe, A., "Real Effects of Academic Research", *American Economic Review*, 79, 1989, pp. 957-970.
2. Nelson, R. R., "Institutions Supporting Technical Advance in Industry", *American Economic Review*, 76, 1986, pp. 186-189.
3. Lund, L., "Locating Corporate R & D Facilities", *Conference Board Report*, No. 892, Conference Board, New York, 1986.
4. Anselin, L., Varga, A., and Acs, L., "Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations", *Journal of Urban Economics*, 42, 1997, pp. 422-448.
5. Howells, J., "Tacit Knowledge, Innovation and Economic Geography", *Urban Studies*, 39, 2002,

- pp. 871-884.
6. Caniels, M. C. J., *Knowledge Spillovers and Economic Growth: Regional Growth Differentials across Europe*, Edward Elgar Publishing Limited, UK, 2000.
 7. Griliches, Z., "Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth", *Bell Journal of Economics*, 10, 1979, pp. 92-116.
 8. Shimble, A., "Structural Parameters of Communication Networks", *Bull. Mathl. Biophys.*, 15, 1953, pp. 501-507.
 9. Hansen, W. G., "How Accessibility Shapes Land Use", *J. Am. Inst. Plann.*, 25, 1959, pp. 73-76.
 10. Ingram, D. R., "The Concept of Accessibility: A Search for an Operational Form", *Regional Studies*, 5, 1971, pp. 101-107.
 11. Stopher, P. R. and Meyberg, A. H., *Urban Transportation Modeling and Planning*, Heath and Company, D.C., 1975.
 12. Baxter, R. S. and Lenzi, G., "The Measurement of Relative Accessibility", *Regional Studies*, 9, 1975, pp. 479-482.
 13. Dalvi, M. Q. and Martin, K. M., "The Measurement of Accessibility: Some Preliminary Results", *Transportation*, 5, 1976, pp. 17-42.
 14. 藍武王, 「運輸設施對土地使用影響之研究」, *運輸計劃季刊*, 第十卷, 第二期, 民國七十年, 頁 217-227。
 15. Richardson, A. J. and Young, W., "A Measure of Linked-Trip Accessibility", *Transportation Planning and Technology*, 7, 1982, pp. 73-82.
 16. 陳榮明, 「可及性指標在運輸網路設計應用上之研究」, 交通大學運輸工程研究所碩士論文, 民國七十四年。
 17. 林啟聖, 「臺北都會區可及性與易行性之研究」, 中興大學都市計劃研究所碩士論文, 民國七十八年。
 18. Pirie, G. H., "Measuring Accessibility: A Review and Proposal", *Environment and Planning A*, 11, 1979, pp. 299-312.
 19. Song, S. F., "Some Tests of Alternative Accessibility Measures: A Population Density Approach", *Land Economics*, 72(4), 1996, pp. 474-482.
 20. Handy, S. L. and Niemeier, D. A., "Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives", *Environment and Planning A*, 29, 1997, pp. 1175-1194.
 21. Rietveld, P. and Bruinsma, F., *Is Transport Infrastructure Effective: /Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space Economy/*, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1998.
 22. Miller, H. J., *Measuring Space-Time Accessibility Benefits within Transportation Networks; Basic Theory and Computational Procedures*, University of Utah, Salt Lake City, 1998.
 23. 楊政龍、金家禾, 「知識設施空間分布對臺灣製造業創新成效之影響」, *臺灣土地研究*, 第四期, 民國九十一年, 頁 101-124。

24. 左珩，「社會資本與臺灣知識經濟發展」，**自由中國之工業**，第九十二卷，第九期，民國九十一年，頁 33-71。
25. 交通部運輸研究所，**新世紀臺灣地區交通路網數值地圖 1.0 版**，民國九十年。
26. Mansfield, C., "Academic Research and Industrial Innovation", *Research Policy*, 20(1), 1991, pp. 1-12.
27. 行政院主計處，**工商及服務業普查**，民國八十五年。
28. 行政院主計處，**產業關聯報告**，民國八十五年。
29. 行政院教育部統計處，**中華民國大專院校概況統計**，民國八十五年。
30. 行政院國家科學委員會科學技術資料中心，**中華民國研究機構名錄**，民國八十五年。
31. 李洋寧，「知識可及性對創新的影響－以臺灣北部區域電子產業為例」，交通大學交通運輸研究所，民國九十二年。
32. 臺北市政府主計處，**臺北市統計要覽**，民國八十五年。
33. 臺北縣政府主計處，**臺北縣統計要覽**，民國八十五年。
34. 宜蘭縣政府主計處，**宜蘭縣統計要覽**，民國八十五年。
35. 桃園縣政府主計處，**桃園縣統計要覽**，民國八十五年。
36. 基隆市政府主計處，**基隆市統計要覽**，民國八十五年。
37. 新竹市政府主計處，**新竹市統計要覽**，民國八十五年。
38. 新竹縣政府主計處，**新竹縣統計要覽**，民國八十五年。
39. 宜蘭縣政府，**宜蘭縣綜合發展計畫（第一次修訂）**，民國九十年。
40. Acs, Z. J., *Innovation and Growth of Cities*, Edward Elgar Publishing Limited, UK, 2002.

附 錄

知識設施可及性變數說明表

指標型態	知識基礎設施	變數名稱	可及性變數	說 明
重力型態	大學院校	A_{111}	$\sum_{j=1}^n U_j d_{ij}^{-1}$	樣本單元至所有大學院校，其教師數與距離一次方倒數乘積的總和
		A_{112}	$\sum_{j=1}^n U_j d_{ij}^{-2}$	樣本單元至所有大學院校，其教師數與距離二次方倒數乘積的總和
	專科學校	A_{121}	$\sum_{j=1}^n U_j d_{ij}^{-1}$	樣本單元至所有專科學校，其教師數與距離一次方倒數乘積的總和
		A_{122}	$\sum_{j=1}^n U_j d_{ij}^{-2}$	樣本單元至所有專科學校，其教師數與距離二次方倒數乘積的總和
	研究機構	A_{131}	$\sum_{j=1}^n U_j d_{ij}^{-1}$	樣本單元至所有研究機構，其人員數與距離一次方倒數乘積的總和
		A_{132}	$\sum_{j=1}^n U_j d_{ij}^{-2}$	樣本單元至所有研究機構，其人員數與距離二次方倒數乘積的總和
累積機會	大學院校	A_{211}	$\sum_{d_{ij} \leq 10} U_j$	距樣本單元發展重心點 10 公里內大學院校教師數總和
		A_{212}	$\sum_{d_{ij} \leq 20} U_j$	距樣本單元發展重心點 20 公里內大學院校教師數總和
		A_{213}	$\sum_{d_{ij} \leq 30} U_j$	距樣本單元發展重心點 30 公里內大學院校教師數總和
		A_{214}	$\sum_{d_{ij} \leq 40} U_j$	距樣本單元發展重心點 40 公里內大學院校教師數總和
		A_{215}	$\sum_{d_{ij} \leq 50} U_j$	距樣本單元發展重心點 50 公里內大學院校教師數總和
	專科學校	A_{221}	$\sum_{d_{ij} \leq 10} U_j$	距樣本單元發展重心點 10 公里內專科學校教師數總和
		A_{222}	$\sum_{d_{ij} \leq 20} U_j$	距樣本單元發展重心點 20 公里內專科學校教師數總和
		A_{223}	$\sum_{d_{ij} \leq 30} U_j$	距樣本單元發展重心點 30 公里內專科學校教師數總和
		A_{224}	$\sum_{d_{ij} \leq 40} U_j$	距樣本單元發展重心點 40 公里內專科學校教師數總和
		A_{225}	$\sum_{d_{ij} \leq 50} U_j$	距樣本單元發展重心點 50 公里內專科學校教師數總和

知識設施可及性變數說明表（續）

指標型態	知識基礎設施	變數名稱	可及性變數	說 明
累積機會	研究機構	A_{231}	$\sum_{d_{ij} \leq 10} U_j$	距樣本單元發展重心點 10 公里內研究機構人員數總和
		A_{232}	$\sum_{d_{ij} \leq 20} U_j$	距樣本單元發展重心點 20 公里內研究機構人員數總和
		A_{233}	$\sum_{d_{ij} \leq 30} U_j$	距樣本單元發展重心點 30 公里內研究機構人員數總和
		A_{234}	$\sum_{d_{ij} \leq 40} U_j$	距樣本單元發展重心點 40 公里內研究機構人員數總和
		A_{235}	$\sum_{d_{ij} \leq 50} U_j$	距樣本單元發展重心點 50 公里內研究機構人員數總和

註： i 代表樣本； j 代表知識基礎設施； U_j 為知識基礎設施 j 的教師數或人員數，代表知識設施的研究規模； d_{ij} 表樣本 i 至設施 j 的最短旅行距離，代表空間阻力。

