

經濟論文
中央研究院經濟研究所
33:1(2005), 103-140

專利引證和國際知識外溢: 以電子業為例

鄭秀玲*

國立台灣大學經濟學系

張淑卿

國立台灣大學經濟學系碩士

關鍵詞: 專利引證、電子業、國際知識外溢

JEL 分類代號: C23, O14, O31

* 聯繫作者: 鄭秀玲, 國立台灣大學經濟學系, 台北市 100 中正區徐州路 21 號。電話: (02) 2351-9641 分機 533; 傳真: (02) 2341-4526; E-mail: sl.jang@msa.hinet.net。作者感謝兩位匿名審稿人費心審閱, 並提供本文不少寶貴意見。作者亦感謝行政院國科會計畫 (NSC 92-2415-H-002-013) 提供本文之經費補助以及助理陳尚賢和黃國綱的幫忙。

摘 要

本文以 1990 年至 1999 年期間世界各國在美國所獲專利資料, 以及 1981 年至 1998 年期間的專利引證資料, 應用專利引證機率模型, 來分析美國、日本、德國、台灣和南韓等五國電子業專利引證這五國專利所產生的知識外溢現象。本文主要發現為: (1) 除了日本外, 各國電子業專利引證美國專利的次數比例均為最高, 惟此項比例有逐年減少的趨勢。反之, 各國電子業專利引證日本專利的比例則有明顯增加的趨勢。各先進國家電子業專利引證台韓專利的比例非常低, 都在 2% 以下; (2) 日本、德國、南韓和台灣電子業專利引證日本專利的平均機率均高於引證美國專利, 其中台韓更為明顯。儘管各國電子業競相引證日本專利, 日本電子業專利引證他國專利的機率普遍偏低。因此, 本文之實證結果並未出現如過去文獻對 G5 國家的研究所得出的國與國間的知識流動呈雙向外溢, 而是呈現由科技實力較強的一方流向較弱的一方。類似的單向主導現象也出現在美國 V.S. 德國。(3) 在控制其他變數不變之下, 南韓及台灣的電子業專利引證日本和美國專利的速度均較美、日、德來得快速, 這可能反映了技術後進者急欲迎頭趕上先進者的強烈企圖心。此外, 台、韓電子業專利還引證一些老舊但技術性很關鍵的先進國家專利, 這個技術落後國的學習門檻現象, 是過去相關文獻從未發現過的。

1. 前言

隨著知識經濟時代的來臨, 創新活動已經成為經濟成長的主要動力來源。由於知識擴散具有外部性, 所以隨著廠商創新活動而來的技術進步, 對於個別廠商而言並非永久的比較利益。如果知識外溢至國外, 則國內研發密集的部門也不可能保有永久的比較利益。大部分的文獻為了分析便利, 多假定知識外溢僅存在於國內, 但實際上知識移轉的管道及機制有很多, 例如技術授權、專利的揭露、出版品或科技會議、與研發公司的員工交流、以及透過跨國企業的對外投資, 建立母公司與子公司之間的知識移轉。此外, 貿易也是國際間知識外溢的管道, 透過中間財之交易與貿易伙伴間產生知識外溢效果。知識外溢的形式多樣, 過去文獻主要著重於研發外溢的探討。然而由於研發活動的難以衡量, 加上近來專利引證資料的取得日趨容易, 因此有一些學者已經直接採用專利引證資料作為衡量知識外溢的指標。台灣於 2002 年時是全世界第十四大出口國, 主要出口產品集中在電子、資訊與通訊產品, 其中資訊產品產值排名全球第四。該年台灣半導體晶圓代工產業產值, 佔全球 73%, 與 IC 封裝業, 併列全球第一; IC 設計業產值佔全球 26%, 居世界第二; TFT/LCD 總產值達 34%, 也是排名全球第二。¹ 因此本文乃應用各國資訊電子業專利的相互引證資料, 來探討國際間電子科技知識外溢的情形。

知識外溢的定義分歧, De Bondt (1996) 認為知識外溢乃是將有用的科技資訊, 非志願性洩漏或是志願性的交換。Branstetter (2000) 對知識外溢有較嚴格的定義, 認為會進一步產生創新成果的知識, 才是真正的知識外溢。Jaffe et al. (1993) 是利用專利引證資料, 研究知識外溢的先驅。他們比較美國大學或公司被引證專利 (cited patent) 和引證專利 (citing patent) 地理位置的異同, 來衡量知識外溢的情形, 並假設專利相互引證就會伴隨著知識外溢現象。² 因為他們的樣本中被引證專利係以美國大學或公司的專利為主, 所以

¹ 根據 2002 年全球通訊會議 (Global Telecommunications Conference, GLOBECOM) 資料。

² 兩個發明間的關係可區分為三類: (1) 專利相互引證伴隨知識外溢; (2) 專利相互引證, 但沒有知識外溢的情形; (3) 有知識外溢, 但無產生引證關係。Jaffe et al. (1993) 的研究則假設專利相互引證會伴隨有知識外溢現象。

比較著重於美國境內的外溢效果,而非國際間的知識流動。他們發現美國本土的知識流動具有地區的集中性。而 Jaffe and Trajtenberg (1996) 進一步研究美國專利在世界各國中被引證的情形,也發現了美國本身最容易引證美國專利,因此認為知識外溢具有國內的集中性。Jaffe and Trajtenberg (1999) 則以 G5 國家在美國所獲專利進行研究,也發現了各先進國家引證同國專利的情形高於引證他國的專利。Branstetter (2001) 以日本及美國的 R&D 資料,也驗證了國內知識流通效果的存在。

至於國際之間的知識流動方面,過去文獻大多探討先進國家之間的知識外溢現象。例如 Jaffe and Trajtenberg (1996) 發現先進各國專利引證美國專利的情形不太相同。在其他條件相同之下,加拿大與歐洲引證美國專利的總引證次數高於美國。Jaffe and Trajtenberg (1999) 指出某些國家特有的引證趨勢,例如日本引證速度就比其他國家快。他們還進一步發現 G5 國家之間知識流動呈雙向流動的現象,也就是說,如果日本引證美國專利的機率高於德國引證美國專利,則美國引證日本專利機率也會高於引證德國專利,國與國之間的專利引證機率呈現對稱的關係。但是 Branstetter (2001) 不認同此點,其實證結果發現,日本會因為美國的知識外溢而受益,然而日本的知識外溢,卻對美國的研發產出有負面的影響。Berstein and Mohnen (1998) 的結論與 Branstetter (2001) 類似,都認為日本研發密集部門受到美國研發密集部門的外溢效果的影響,但是反之則無此效果。然而過去文獻卻極少探討先進國家與技術後進國家之間的知識外溢現象。只有 Hu and Jaffe (2003) 研究台灣和韓國這兩個新興國家單向引證美、日兩個先進國家專利的行為。他們發現韓國傾向引證日本專利甚於引證美國專利,而台灣則較平均地引證美國和日本專利。總之,過去文獻不論是探討先進國家或新興國家的知識外溢,都是以「國家」而非「個別產業」為分析對象。

隨著各個科技領域被引證的特性不同,其知識的流動情形呈現極大的差異。Jaffe and Trajtenberg (1996) 就指出醫藥領域的衰退性較小,專利發明十多年之後被引證的機率仍然很大。Mansfield (1985) 以產業為基準的問卷中也支持各產業特性的不同,是知識外溢速度差異的原因。然而,過去文獻中只有極少數研究是探討某一特定產業之國際間知識外溢,例如 Stolpe (2002) 運用美國專利分類號 349 類的專利引證資料,來分析面板相關技術於國際間知識外溢情形。本文則以近年來快速成長的資訊電子業為研究對象,探討新

興國家與先進國家在電子相關領域知識交流和擴散情形,可補充過去國外文獻在這方面研究的不足。過去國內文獻雖有莊奕琦與許碧峰(1999)探討研發的外溢效果,Chuang and Hsu(2004)分析外人投資、貿易和外溢效率的關係,以及Chuang(2004)研究知識外溢和國際貿易的關係,本文卻是國內少數著墨於專利引證所造成國際知識外溢現象的研究。

至於有關知識外溢的程度和流向的分析方法, Mansfield(1985)曾以問卷方式,針對100家公司的執行長,要求其估計公司研發過程,被對手所獲悉的時間,以瞭解產業技術的流動速度。Jaffe et al.(2000)利用問卷的方式調查專利引證與知識外溢的關聯性。Caballero and Jaffe(1993)則首先應用計量模型,以專利引證函數來分析新舊知識的傳遞機制。Jaffe and Trajtenberg(1999)及Hu and Jaffe(2003)應用類似的模型,估算國與國之間引證機率,也就是國際知識外溢程度。本文也採用類似的計量模型,來實證分析國際間資訊電子業專利因相互引證所產生的知識外溢的流向和程度。

本文主要以1990年至1999年期間世界各國在美國所獲專利資料,以及1981年至1998年期間的專利引證資料,應用專利引證機率模型,來分析美國、日本、德國、台灣和南韓等五國電子業專利引證這五國專利所產生的知識外溢現象。本文主要發現為:(1)除了日本外,各國電子業專利引證美國專利的次數比例均為最高,惟此項比例有逐年減少的趨勢。反之,各國電子業專利引證日本專利的比例則有明顯增加的趨勢。各先進國家電子業專利引證台韓專利的比例非常低,都在2%以下;(2)日本、德國、南韓和台灣電子業專利引證日本專利的平均機率均高於引證美國專利,其中台韓更為明顯。儘管各國電子業競相引證日本專利,日本電子業專利引證他國專利的機率普遍偏低。因此,本文之實證結果並未出現如Jaffe and Trajtenberg(1999)對G5國家的研究所得出的國與國間的知識流動呈雙向外溢,而是呈現由科技實力較強的一方流向較弱的一方。類似的單向主導現象也出現在美國V.S.德國。(3)在控制其他變數不變之下,南韓及台灣的電子業專利引證日本和美國專利的速度均較美、日、德來得快速,這可能反映了技術後進者急欲迎頭趕上先進者的強烈企圖心。此外,台、韓電子業專利還引證一些老舊但技術性很關鍵的先進國家專利,這個技術落後國的學習門檻現象,是過去相關文獻從未發現過的。

2. 資料來源

本文之原始資料來源為美國 NBER (National Bureau of Economic Research) 所收集之美國專利資料庫, 內含 1963 年至 1999 年世界各國在美國所獲專利共約 300 萬筆資料, 以及 1975 年至 1999 年約 1,400 萬筆的專利引證資料。Hall et al. (2001) 把 USPTO (U.S. Patent and Trademark Office, 美國專利商標局) 中 400 多個美國專利分類號, 依據科技領域的不同劃分為六大類: 涵括化學類 (Chemical, excluding Drugs)、電腦通訊類 (Computers and Communications)、醫學藥品類 (Drugs and Medical)、電子電機類 (Electrical and Electronics)、機械類 (Mechanical) 和其他類 (Others)。本文研究對象為電子業, 包括半導體產業、通訊產業、光電產業及電腦相關週邊產品產業等, 主要以上述 Hall et al. (2001) 分類中的電腦通訊類 (第二類) 與電子電器類 (第四類) 為主, 但新增了次分類 25 (即面板相關專利), 詳見附錄之附表 1。本文探討的焦點是國際間電子業知識流動的情形。NBER 專利資料庫涵括了全世界 162 個國家的資料。因為有些國家的專利總數太少, 不具代表性, 因此本文首先將全球的國家區域別簡化為六個, 即美國、日本、德國、台灣、南韓以及「其他國家」。³ 利用 NBER 資料庫中 1975 年至 1999 年這六國 (或國家群組) 電子業專利引證六國專利 (被引證的六國專利則不侷限於電子類專利, 每一類專利都有可能被引證) 的資料, 進行初步分析。接著再進一步篩選出兩個樣本, 即五國樣本和四國樣本, 進行計量模型的分析。

台灣於 1973 年在美國獲得第一個專利, 且該年只獲得一個專利, 到了 2001 年則已躍升為全球第四, 共有 6,685 個專利, 僅次於美、日、德。值得注意的是南韓在 1980 年代專利數很少, 但到了 2001 年南韓的專利數排名已是全球第八, 總共有 3,853 個專利。台灣和南韓之專利數成長率遠高於歐美國家。例如台灣專利於 1997-2001 年的平均年成長率超過 30%, 為各國之首。南韓專利之平均年成長率亦接近 30%。比較台韓兩國專利表現, 發現南韓雖然早在 1964 年就有專利獲得, 台灣則晚了快十年在 1973 年才獲得第一個專

³ 此處之「其他國家」指除了美國、日本、德國、台灣和南韓以外的世界其他國家。

利，但卻在 1975 年專利數就超越南韓。台灣在其他類表現最佳（占 1973–2001 年專利總數的 33%），但是其他類多為家具、玩具、製鞋等雜項的專利項目，比較不屬於高科技領域，而電子電器類表現還不錯（占 1973–2001 年總數的 26.9%）。而南韓的專利主要屬電腦通訊類與電子電器類。於 1964–2001 年間，這兩類專利數占南韓專利總數高達 65%。自 1990 年開始，台灣與南韓的研發活動日趨熱絡，尤其是電子相關領域的研究頗有急起直追歐美先進各國的企圖心，惟與之仍有極大的差距。由圖 1 所示可知，美國和日本電子領域之專利數仍占全球該領域專利總數的絕大部分。南韓在電子電器類專利數與台灣不相上下，但在電腦通訊類方面，台灣的專利表現則不及南韓。

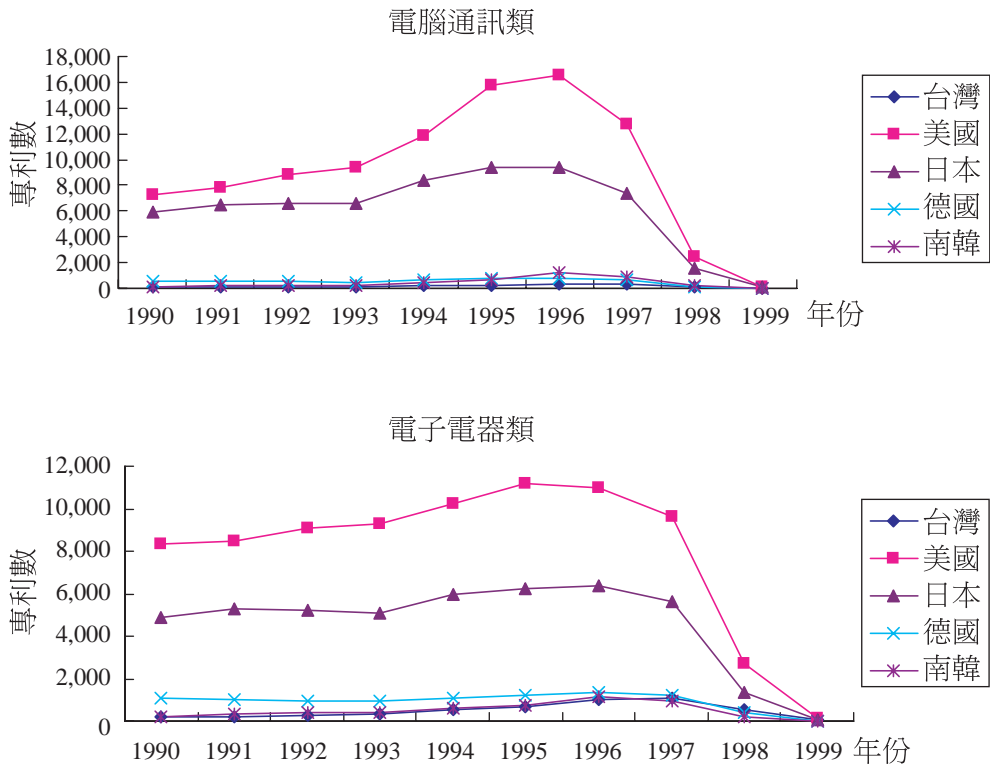


圖 1 各國電子業歷年專利數

3. 專利引證統計分析

由於屬於同一專利擁有者 (assignee) 的專利引證 (即自我引證, self-citation) 不屬於知識擴散 (Stolpe, 2002), 本文的專利引證資料已排除了自我引證的部分。從專利引證數的統計分析來看, 我們發現各國電腦通訊類專利引證同類的比例高達 80%, 各國電子電機類專利引證同類的比例也將近 70%。此外我們也分別畫了六國 (或國家群組) 歷年電子業專利引證資料的國別分布圖。因為篇幅有限, 僅列出圖 2, 其餘的圖只有文字敘述。六國電子業專利多以引證美國專利比例最多, 但日本除外。美國電子業專利引證美國本國專利的比重, 由 1975 年的 80%, 持續下降, 自 1993 年後大約均維持在 70% 左右。另一方面, 美國電子業專利引證日本專利有增加的趨勢, 1975 年比例約 5%, 但是到了 90 年代末期, 則維持在 16% 的水準。美國電子業專利引證新興工業國家 (如台、韓) 專利雖有增加, 可是比例極小, 低於 1%。以 1999 年為例, 美國電子業專利引證台灣專利的比例為 0.69%, 略高於南韓的 0.66%。

日本電子業專利早期多引證美國專利, 由 1975 年時約為 65%, 持續下降至 1999 年的 36%。而日本電子業專利引證日本本國專利, 由 1975 年的 15% 的低比例, 持續增加至 1999 年的 44%。由此可看出美國和日本專利被引證程度的消長。此外, 日本電子業專利引證德國專利情形漸減, 由 1975 年的 8% 到 1999 年只有 3%。日本電子業專利引證新興工業國家專利漸增, 但比例仍然很小, 日本引證南韓專利明顯高於引證台灣專利。以 1999 年為例, 日本電子業引證南韓專利佔總引證數比例 1.6%, 但引證台灣專利比例只有 0.7%。

德國電子業專利引證本國專利始終維持在 10% 左右, 與美、日各國引證本國專利比例相比, 算是很低的。德國電子業專利引證其他國家專利則維持於 15% 左右。德國電子業專利引證美國專利比例有減少的傾向, 由 1975 年的 68% 下降至 1999 年的 51%。德國電子業專利引證日本專利則有增加的趨勢, 由 1975 年的 8% 上升至 1999 年的 24%。此外, 德國電子業專利引證南韓專利略高於引證台灣專利, 於 1999 年引證南韓專利比例約 0.62%, 而同年引證台灣專利比例有 0.58%, 但就總引證數而言僅有 78 個, 可以說德國電子業專利幾乎沒有引證新興工業國家的傾向。因此, 就上述先進國家電子業而言, 引

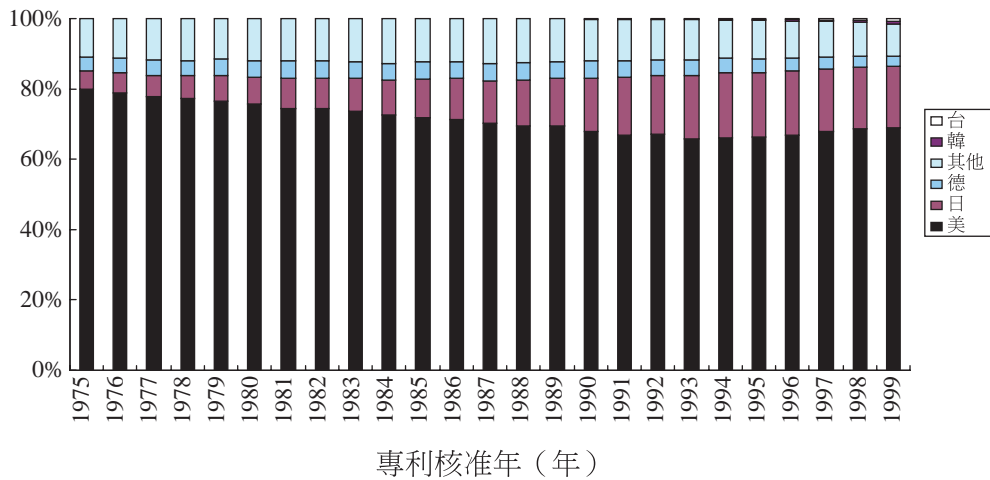


圖 2 美國電子業專利引證情形

證美國專利比例都有減少的趨勢，而引證日本專利確有漸增的趨勢，透露著日本電子業專利在國際上的重要性日趨增加。而先進國家電子業引證台韓專利的比例非常低，在 2% 以下，顯示兩者的科技實力仍然差距很大。

至於「其他國家」電子業專利引證美國專利比例由 1975 年的 69% 略為下降，至 1990 年代仍持續維持在 60% 左右。「其他國家」電子業專利引證日本專利，由 1975 年的 6% 上升至 1999 年的 18%，而其引證德國專利則約在 4-6% 之間；引證「其他國家」專利比例則在 15-20% 間波動；引證新興工業國專利方面，也是引證南韓專利高於台灣專利。

相對於前述的先進國家，新興國家電子業專利引證情形變化較大。台灣電子業專利引證美國專利的比例在 1990 年以前在 50%-90% 間大幅變化，到了 1990 年以後呈穩定狀態，約為 50% 左右。台灣電子業專利引證日本專利持續增加，由早期的個位數，到 90 年代後期持平於 24% 左右。台灣電子業專利引證台灣本國專利比例頗高，於 1999 年有 12%。1996 年之後台灣電子業專利引證南韓專利比例 (4.6%) 高於德國專利比例 (2.7%)。

南韓電子業專利引證美國專利比例於 1993 年 (42%) 首次低於引證日本專利 (46%)；但是 90 年代末期 (1998、1999 年)，引證美國專利比例又有攀升的趨勢，1999 年達 46%，相對於引證日本專利比例僅有 37%。南韓電子業專利引證南韓本國專利於 1992 年開始增加 (超過 1%)，於 1999 年有 4% 左右。另

外,南韓在90年代末期開始引證台灣專利,但是比例很小,約1-2%,總引證數僅200-300次。台韓等新興工業國家電子業專利起步較晚,因此向先進國家學習技術似乎是可預期的。由於台韓早期的電子業專利總數少,所以可能造成早年引證資料的變化幅度較大。

圖3至圖8係根據平均引證機率(citation frequency)以及引證專利和被引證專利的時間落差(citation time lag)分別畫出六個國家(或國家群組)專利被六國電子業專利引證的情形。引證機率的計算為引證數除以(被引證專利群專利總數 \times 引證專利群專利總數)。例如,美國1999年電腦通訊類專利有19,693個;美國1975年專利為44,280個;美國1999年電腦通訊類專利引證美國1975年專利的總引證次數為1,210個(已扣除自我引證的部分),則此組合的引證機率約為 1.39×10^{-6} (即 $1,210 / (19,693 \times 44,280)$)。因此圖3至圖8為給定引證專利和被引證專利核准年差距下,各國電子產業專利的平均引證機率,例如引證時間落差為35年(lag 35年)的引證機率係指1999年專利引證1964年專利、1998年專利引證1963年的專利、等所有引證機率平均值。

從圖3至圖8可看出,一般而言,美、日、德和「其他國家」等先進國家專利被六國電子業專利引證都呈現出一個類似的現象,就是在引證時間落差較短時,被引證機率呈增加趨勢,大多在被引證專利核發後第三年達到最高點,之後持續減少。而且本國電子業專利引證本國專利的引證機率通常都高於他國引證機率,這也就是Jaffe and Trajtenberg (1999)所稱的地理性的集中現象。先進國家專利被本國電子業專利引證的機率最高值多介於 10 至 15×10^{-6} 之間,被他國電子業專利引證的機率多介於 5×10^{-6} 左右。但是日本專利被本國電子業專利引證的機率最高值高達 30×10^{-6} ,被他國電子業專利引證的機率也高達 10×10^{-6} 以上。至於先進國家專利被台、韓電子業專利引證的機率波動大,且不見得隨引證時間落差的增加而下降。例如日本專利被南韓電子業專利引證的機率在引證時間落差為十幾年後的值已在 2×10^{-6} 以下,但在引證時間落差為八年時,曾出現一極端值 11.4×10^{-6} 。而日本專利被台灣電子業專利引證的機率在引證時間落差為十年時已低於 2×10^{-6} ,但在引證時間落差為十二年時,又出現極大值 29.5×10^{-6} 。這些都顯示先進國家專利被台、韓電子業專利引證的機率變異性很大,也就是說台、韓電子業專利有可能去引證一些年代較久但技術重要性很關鍵的先進國家專利。針對這個現象,本文於第5.4節有更詳細的分析。

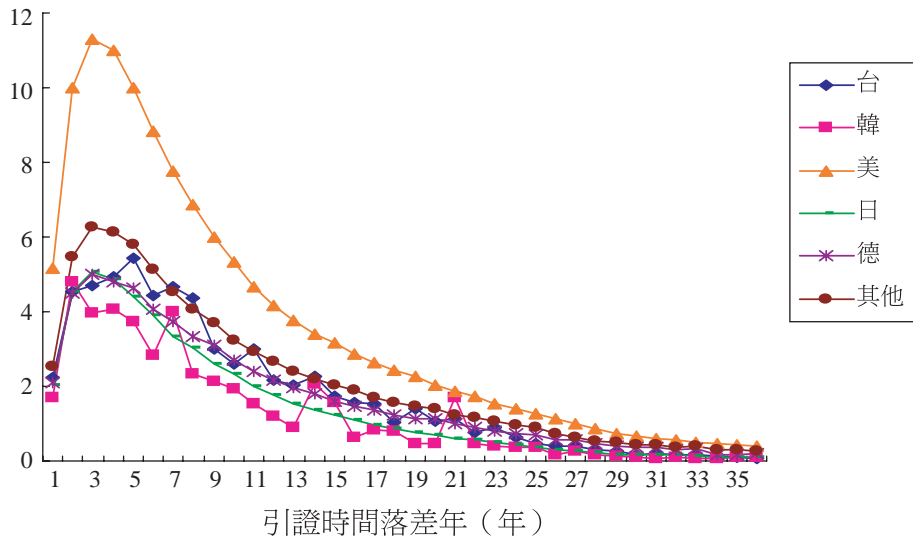


圖 3 美國專利被六國電子業專利引證情形

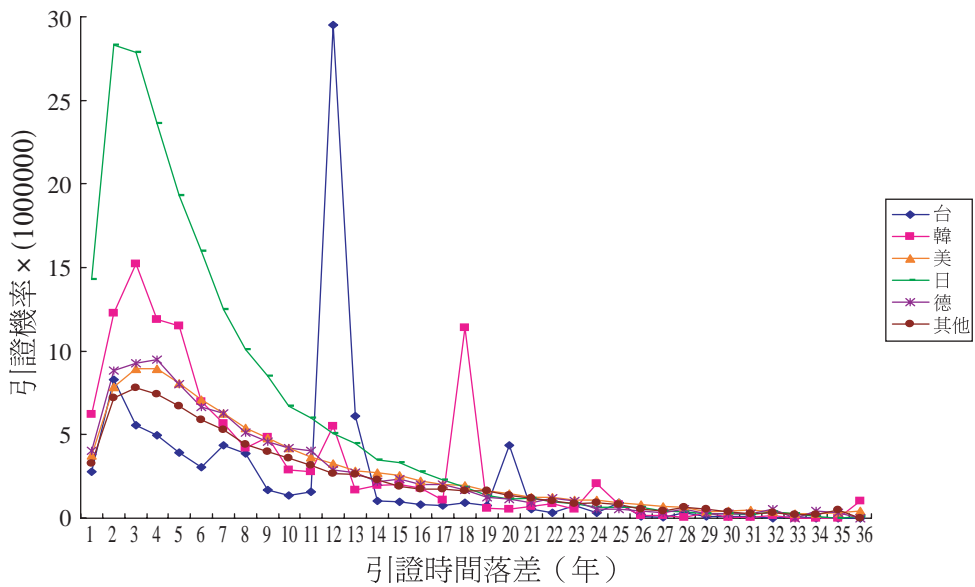


圖 4 日本專利被六國電子業專利引證情形

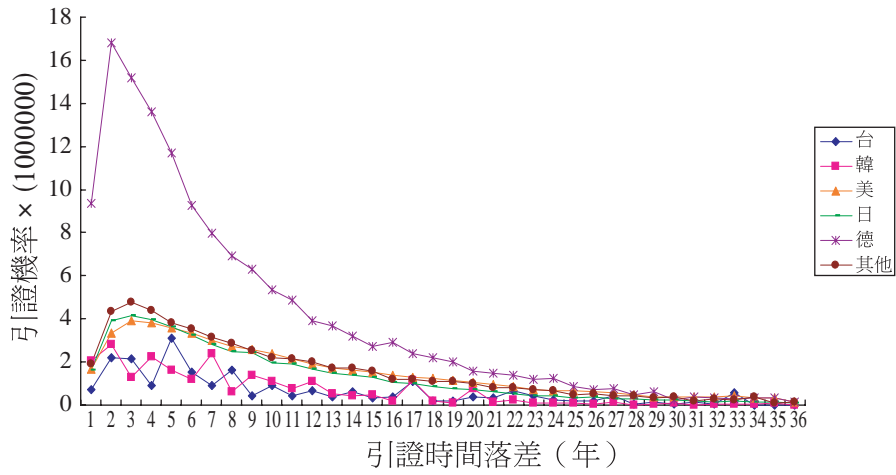


圖 5 德國專利被六國電子業專利引證情形

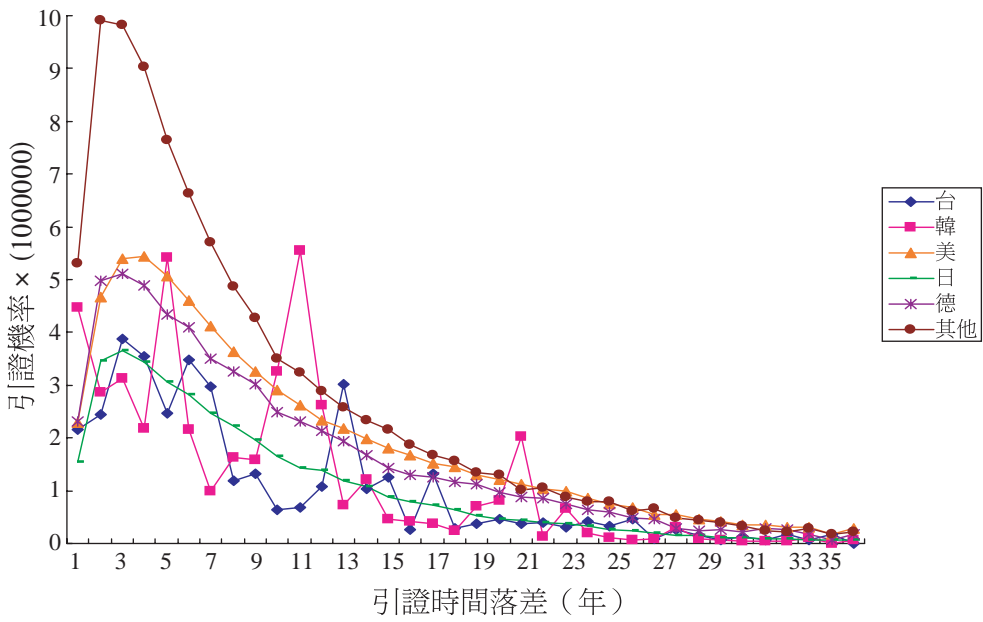


圖 6 其他國家專利被六國電子業專利引證情形

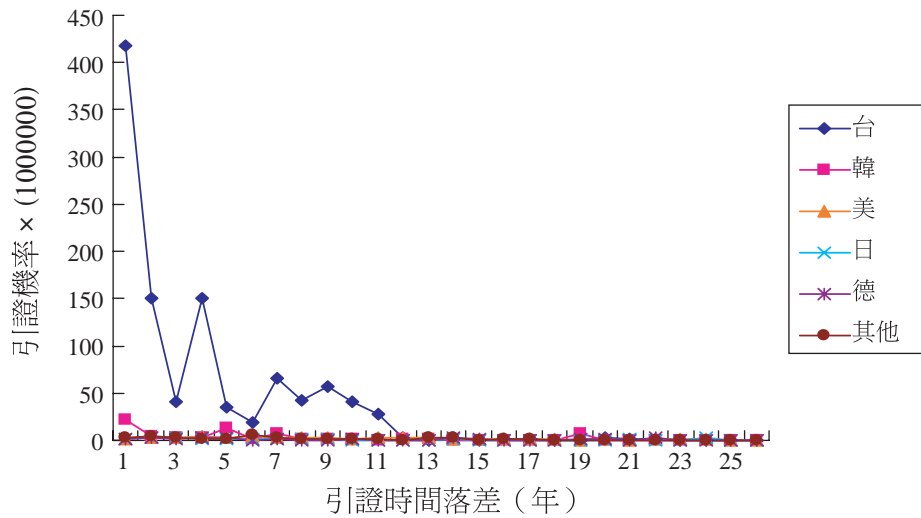


圖 7 台灣專利被六國電子業專利引證情形

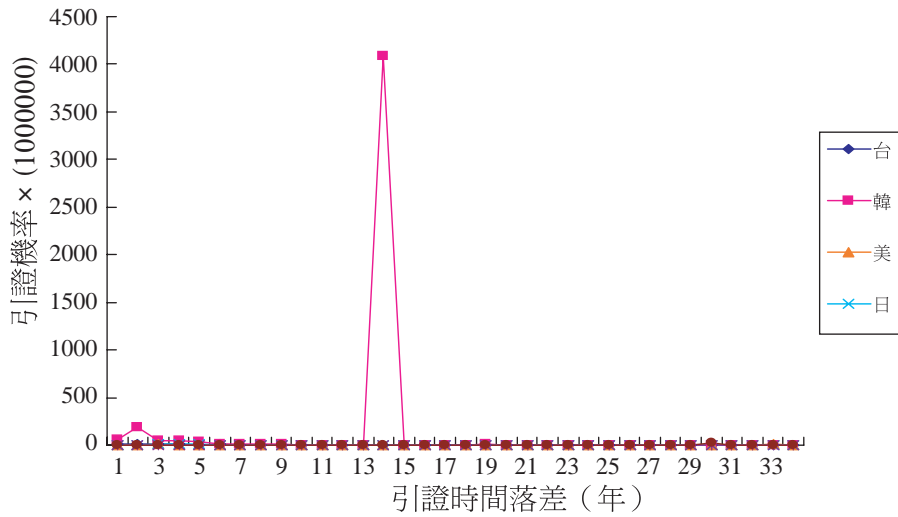


圖 8 南韓專利被六國電子業專利引證情形

圖7和圖8分別是台、韓專利被六國電子業專利引證的情形，與前述其他先進國家專利被引證所呈現的圖形迥異，幾乎毫無規則可循。台韓專利被先進國家電子業引證的機率極低。此外，台、韓專利被本國電子業專利引證的機率明顯異於被他國電子業專利引證的機率。例如台灣專利被本國電子業專利引證的機率在引證時間落差為兩年及四年時出現了 150.8×10^{-6} 與 149.8×10^{-6} ，韓國專利被本國電子業專利引證的機率甚至在引證時間落差為十二年出現了最大值 $4,082.5 \times 10^{-6}$ ，與被他國電子業專利引證的機率位於 0 至 100×10^{-6} 之間差異太大。此乃顯示台、韓兩技術相對落後國家之專利品質的歧異性太大。

4. 模型設定

前述第3節已分別就1975–1999年期間美國、日本、德國、台灣、南韓以及「其他國家」電子業專利引證這六國(或國家群組)專利的分佈情形，以及這六國(或國家群組)專利被這六國(或國家群組)電子業專利引證的情形，進行初步的統計分析。然而國與國電子業專利之相互引證，並非如此單純的兩國互動，而是複雜的多國間互動。惟有透過更嚴謹的計量模型分析，才能反映真實的國際間知識外溢現象。Caballero and Jaffe (1993) 首先以下列之引證函數來估計知識外溢：

$$a(t, s) = \delta \cdot \exp(-\beta \cdot (N_t - N_s)) \cdot \left[1 - \exp(-\gamma(t - s)) \right], \quad (1)$$

其中， t 為新知識發明的時間， s 為舊知識發明時間， $N_t - N_s$ 是新舊知識品質的差異， $t - s$ 是新舊知識間隔的時間長度。 $\delta \cdot \exp(-\beta \cdot (N_t - N_s))$ 代表舊觀念對新觀念的有用程度， δ 可分為 s 時的舊產品本身有用的程度，以及 t 時新產品的吸收能力。 $[1 - \exp(-\gamma(t - s))]$ 是一累積機率的形式，意指舊知識被後來知識觀察到的機率，因此估計係數 γ 越大則外溢的速度越快， γ 趨近於無窮大時，意謂知識外溢越即時。反之， γ 趨近零時，意味任何舊觀念對新觀念毫無貢獻，也就是說新知識的發明完全是偶然的，與之前的發明無關。

Jaffe and Trajtenberg (1996) 為了分析專利引證行為, 修正上述 Caballero and Jaffe (1993) 的模型, 將新舊知識的概念轉化為專利引證, 建立在 T 年核發的專利 K 引證 t 年核准的專利 k 之機率為:

$$p(K, k) = \alpha(K, k) \exp \left[-\beta_1(K, k)(T - t) \right] \left[1 - \exp \left(-\beta_2(T - t) \right) \right], \quad (2)$$

其中, $(T - t)$ 為專利 T 與專利 t 之核准年差距 (citation lag)。

上式表示引證機率之 $p(K, k)$ 會受到引證專利本身 (K) 和被引證專利 (k) 特性 (例如科技領域、核准年……等) 或是因引證慣例改變而變動。 α 愈高, 表示在所有引證時間落差下 (at all lags) 的平均引證次數愈多。估計係數 β_1 代表專利老舊速率 (the rate of obsolescence)。 α 和 β_1 均可能受到專利 K 與專利 k 本身性質影響, 以 $\alpha(K, k)$ 和 $\beta_1(K, k)$ 表示。估計係數 β_2 反映專利擴散速率 (the rate of diffusion), 公式 (2) 並假定所有專利的外溢速率相同, 不受專利 K 或專利 k 本身特性的影響。

本文擬探討新興工業國家與先進國家之間電子產業知識外溢的情形。參考 Jaffe and Trajtenberg (1999) 和 Hu and Jaffe (2003) 的模型設定方式並考量樣本的特性 (即引證專利為某國電子業, 而被引證專利為某國專利), 我們以下列之專利引證機率函數, 來分析電子專利知識外溢的速度, 與電子專利折舊率對引證機率的影響, 並進一步區分專利本身特性與被引證專利特性的差異。引證機率可解釋為引證專利群中任一專利隨機引證被引證專利群中的專利之機率。引證機率可用下列公式表示:

$$p(K, k) = \alpha_{L,l} \alpha_T \alpha_t \exp \left[-\beta_{1,L,l}(T - t) \right] \left[1 - \exp \left(-\beta_2(T - t) \right) \right], \quad (3)$$

其中 $p(K, k)$ 表示引證專利 (K) 於 T 年引用 t 年核准之被引證專利 (k) 的機率。本文考慮的引證專利可能影響引證機率之因素為 T 和 L , T 為引證專利 (K) 的專利核准年, L 為引證專利 (K) 的發明國家。另外, 被引證專利可能影響引證機率的之因素為 t 和 l , t 為被引證專利 (k) 的專利核准年, l 為被引證專利 (k) 的發明國家。因此以 (3) 式中的 $\alpha_{L,l}$, α_T , α_t 來表示。引證專利和被

引證專利的國別也會影響 β_1 值的大小, 因此 (3) 式中有 $\beta_{1,L,l}$ 。 $\beta_{1,L,l}$ 為專利知識折舊的速度, $\beta_{1,L,l}$ 值愈低, 折舊率愈低, 意味在專利核准後經過一段比較久的時間, 仍有許多的引證次數。此外, $(1/\beta_{1,L,l})$ 還可以詮釋為專利核准後在第 $(1/\beta_{1,L,l})$ 年可達到被引證機率的最高點,⁴ Jaffe and Trajtenberg (1999) 將此年期稱為 “modal lag”。

公式 (3) 的 β_2 為專利知識外溢的速度, 隨著引證時間落差越久, 專利新穎性衰退, 擴散率漸減, 對於後來專利的貢獻也就越少。 $[1 - \exp(-\beta_2(T-t))]$ 為引證專利觀察到被引證機率的累積機率, 因此引證時間落差越久, 被引證機率越容易被觀察到。而專利折舊速率與外溢速率兩者均與核准年差距 $(T-t)$ 呈函數關係。於實證分析時, 上述 (3) 式之 $p(K, k)$ 可用下式之引證機率來衡量:

$$p(K, k) = \frac{C_{T,L,t,l}}{N_{t,l} \times M_{T,L}}, \quad (4)$$

其中 $N_{t,l}$ 為潛在被引證的專利群總數, $M_{T,L}$ 為潛在引證專利群總數, $C_{T,L,t,l}$ 為實際上的總引用次數已排除自我引證的部分。例如, 台灣 1999 年電腦通訊類專利 (共 934 個, 為 (4) 式中的 $M_{T,L}$) 引用美國 1995 年專利 (共 55,739 個, 為 (4) 式中的 $N_{t,l}$) 的實際引證總數為 1,876 次 (為 (4) 式中的 $C_{T,L,t,l}$), 則台灣 1999 年電腦通訊類專利引用美國 1995 年專利的引證機率即為 $(1,876 / (934 \times 55,739)) = 0.00000876$ 。

考量本文之主旨在探討新興國家與先進國家之間電子業知識外溢的情形, 我們的實證研究樣本有以下兩個。第一個樣本為五國樣本, 即涵括 1990–1999 年期間美國 (US)、日本 (JP)、德國 (DE)、韓國 (KR) 和台灣 (TW) 等五國電子業專利相互引證這五國於 1981–1998 年期間所獲專利 (包括電子業和非電子業等所有專利) 的資料。本文將「其他國家」這個群組從原始資料中剔除, 主要是因為它包括了西北歐等先進國家、以色列和新加坡等新興國家、和其他未開發國家, 成分複雜, 將使吾人不易具體界定出知識外溢效果來自何處。此外由於台灣和韓國電子業之科技實力仍落後美、日、德等先進國家許多, 因此台灣電子業專利引證先進國家專利的比重很高, 但後者

⁴ 請參見附錄 2 之證明。

引證前者的比例則微不足道。此由前面第3節的統計分析亦可得到佐證。我們預期實證計量模型將不易模擬並估計出先進國家電子業引證台韓專利的知識外溢流量。因此,在模型設定時,本樣本排除了美、日和德國電子業專利引證台韓專利的相關引證資料,也就是只有考量台灣和韓國電子業專利單向引證美、日和德國專利的情形。依據引證專利的國別、科技領域(電子業專利包括電腦通訊類或電子電機類專利)、專利核准年,與被引證專利的國別、專利核准年的不同群組形成了本樣本之觀察值,扣除潛在引證專利群與潛在引證專利群專利數為零的觀察值,因此一共組成了4,050個觀察值。由表1可進一步看出這個樣本的資料特性。因為潛在引證專利群與潛在引證專利的專利數必須不小於零,計算引證機率時才有意義,所以潛在引證專利群總數與潛在引證專利群總數最小值同為1。各國1990年-1999年每年電子產業中的電腦通訊類與電子電機類的平均專利數為3,858個左右。各個群組中,引證總數最小為零,引證總數最大值為22,498次,但在扣除自我引證之後,引證總數最大值為19,348次。自我引證專利引證中占引證總數相當程度的比例,因此在衡量知識外溢過程中,若不將自我引證排除,可能會有偏誤的情形出現。

由於前述以五國樣本估計的五國電子業專利引證計量模型中,排除了美、日和德國電子業專利引證台韓專利的流向,因此並不是一個完整的雙向專利引證行為分析。加上為了配合台韓電子業於1990年代初期才崛起的考量,其樣本期間較短,只有涵括1990-1999年期間。本文接著以四國的樣本,即1975-1999年期間美、日、德及「其他國家」(包含臺、韓和其他國家)等四個國家群組的電子業專利引證資料,來分析這四國電子業專利兩兩相互引證這四國專利的國際知識外溢行為。用前述計算第一個樣本觀察值數目的類似方法,可得出第二個樣本一共有19,200個觀察值及其相關的變數統計量(見表1)。

表 1 變數統計量

變數	平均值	標準差	最小值	最大值
五國電子業專利引證的樣本				
被引證專利核准年 (t)	1987.556	4.375	1981	1998
潛在被引證的專利群總數 (N)	22312.44	16941.86	5467	80291
引證專利核准年 (T)	1995.111	2.807	1990	1999
潛在引證專利群總數 (M)	3858.215	4590.436	38	19693
引證總數 (扣除自我引證) (C)	497.5189	1270.502	0	19348
引證總數 (C')	572.328	1493.909	0	22498
引證機率 (扣除自我引證) ($P(K, k)$)	4.32E-06	3.46E-06	0	0.0000243
引證機率 ($P(K, k)'$)	4.93E-06	4.44E-06	0	0.0000354
核准年差距 ($T - t$)	7.556	4.375	1	18
四國電子業專利引證的樣本				
被引證專利核准年 (t)	1975.583	8.529	1963	1998
潛在被引證的專利群總數 (N)	25177.71	31969.93	407	240873
引證專利核准年 (T)	1989.167	6.878	1975	1999
潛在引證專利群總數 (M)	5385.964	6407.172	357	59079
引證總數 (扣除自我引證) (C)	222.683	650.560	0	19348
引證總數 (C')	248.096	760.685	0	22498
引證機率 (扣除自我引證) ($P(K, k)$)	2.18E-06	2.82E-06	0	0.000037
引證機率 ($P(K, k)'$)	2.52E-06	3.82E-06	0	5.37E-05
核准年差距 ($T - t$)	13.583	8.529	1	36

5. 實證結果分析

本文以加權的非線性最小平方法 (weighted nonlinear least square method), 分別用五國和四國等兩個樣本來估計公式 (3) 之專利引證機率模型。由於各國潛在被引證的專利權總數 ($N_{t,l}$) 和潛在引證專利權總數 ($M_{T,L}$) 存在極大的差異, 因此必須處理其誤差項變異的問題, 才能改善估計效率。我們參考 Jaffe and Trajtenberg (1999) 的做法, 假設公式 (3) 之誤差項變異數與 ($N_{t,l} \times M_{T,L}$) 呈比例關係, 因此將該式之左右兩邊的每個變數以 $1/\sqrt{N_{t,l} \times M_{T,L}}$ 予

以加權，再行估計，即可解決誤差項異值性的問題。這兩個樣本的完整估計結果列於附錄之附表 2 和附表 3。我們將此估計結果的重點整理於文內之表 2 和表 3，並討論如下：

5.1 五國電子業國際間知識外溢分析

整體而言，本模型之估計係數結果相當好，大部分估計係數均具統計顯著性，且其 adjusted R^2 高達 0.746。而各估計係數值之標準差沒有特別大，各解釋變數之間的相關係數亦不大，因此應沒有共線性（multicollinearity）的問題。此外，此估計模型之 Durbin-Watson 值為 1.793，屬於“zone of indecision”，無法證明誤差項間有明顯的自我相關。本模型所估計出的國家別引證機率效果 ($\alpha_{L,l}$)，引證專利年份效果 (α_T)，被引證專利年期效果 (α_t)，和專利折舊率效果 ($\beta_{1,L,l}$) 分別是以 α_{US-US} ， α_{1900} ， $\alpha_{1981-1985}$ ，和 $\beta_{1,US,US}$ 為對照組（它們的值均設定為 1），來加以比較。首先，從估計係數 α 值的大小可看出，相對於美

表 2 國際知識外溢模型迴歸結果：五國

α 值	引證國				
	美國	日本	德國	韓國	台灣
被引證國					
美國	1.000 (N.A.)	0.454 (0.355)	0.478 (0.196)	0.753 (0.277)	0.658 (0.238)
日本	0.939 (0.397)	1.709 (0.642)	0.891 (0.319)	2.530 (0.892)	1.186 (0.418)
德國	0.313 (0.159)	0.294 (0.160)	0.858 (0.304)	0.397 (0.142)	0.339 (0.121)
達到被引證機 率最高點年數	美國	日本	德國	韓國	台灣
美國	3.944 (0.820)	3.627 (1.452)	3.939 (0.495)	2.771 (0.180)	3.296 (0.180)
日本	3.799 (0.500)	3.180 (0.232)	3.646 (1.165)	2.526 (0.045)	2.878 (0.069)
德國	4.573 (1.062)	3.660 (0.892)	3.512 (0.126)	3.319 (0.146)	3.127 (0.143)

註：括弧中的數字為 asymptotic standard error.

表 3 國際知識外溢模型迴歸結果: 四國

α 值	引證國			
	美國	日本	德國	其他國家
被引證國				
美國	1.00 (N.A.)	0.692 (0.112)	0.591 (0.073)	0.306 (0.107)
日本	1.084 (0.126)	3.172 (0.344)	1.503 (0.163)	0.548 (0.074)
德國	0.414 (0.568)	0.583 (0.068)	0.736 (0.080)	0.228 (0.043)
其他國家	0.149 (0.058)	0.156 (0.044)	0.172 (0.028)	0.103 (0.058)
達到被引證機 率最高點年數	美國	日本	德國	其他國家
美國	4.457 (0.306)	3.820 (0.087)	4.412 (0.077)	4.069 (0.200)
日本	3.815 (0.661)	3.160 (0.048)	3.583 (0.055)	3.419 (0.060)
德國	4.796 (0.091)	4.359 (0.071)	4.671 (0.072)	4.136 (0.105)
其他國家	6.302 (0.330)	5.562 (0.021)	5.700 (0.126)	5.397 (0.393)

註: 括弧中的數字為 asymptotic standard error.

國電子業專利引證美國本國專利的機率, 國與國兩兩之間的平均引證機率值。除了 α_{JP-US} 外, 幾乎所有估計係數均具統計顯著性。由於公式(3)是非線性模型, 此處所謂統計顯著性係表示顯著異於 1。從表 2 的估計結果可知, α_{JP-JP} 的值為 1.709, 此乃表示在控制其他變數不變之下, 日本電子業專利引證日本本國專利的平均機率为美國電子業專利引證美國專利的 1.709 倍。這也就是說日本電子業的國內引證相對於美國電子業的國內引證有較高的地區集中性。Jaffe and Trajtenberg (1999) 和 Hu and Jaffe (2003) 的國家別(不是針對特定產業)專利引證的研究結果也發現日本有此強烈的地區集中性。至於 α_{DE-DE} 的值則是 0.858, 此乃表示德國電子業引證德國本國專利的平均引證機率只有美國電子業引證美國本國專利機率的 85.8% 而已。

在其它的 α 估計值方面, 比較值得吾人注意的是南韓和台灣等新興國家

電子業引證先進國家專利的機率表現。從表 2 的估計結果可知 α_{KR-JP} 和 α_{KR-US} 分別為 2.539 和 0.753。這個結果顯示出南韓電子業專利引證日本專利的機率極高，約有 α_{US-US} 的 2.539 倍左右；而南韓電子業引證美國電子業專利的機率則相對較低，只有對照組 α_{US-US} 的 75.3%。也就是說南韓電子業專利傾向引證日本專利的平均機率为其引證美國專利平均機率的 3.372 倍之多。至於台灣電子業專利引證美、日專利的機率，由 α_{TW-JP} 和 α_{TW-US} 分別為 1.186 和 0.658 可知，也呈現與南韓電子業類似的引證模式。也就是說台灣電子業專利傾向引證日本專利的平均機率高於引證美國專利的平均機率，但前者只有後者的 1.802 倍，低於南韓的 3.372 倍。然而，本文所發現的這個南韓和台灣電子業引證先進國家專利的模式卻與 Hu and Jaffe (2003) 的研究結果不一致。他們分析台灣與南韓專利（僅就國別，而非產業別）引證美國和日本專利的行為發現，南韓與日本有較美國更緊密的外人投資和進出口貿易方面等經貿關係，因此韓日兩國之間有較強烈的知識外溢現象；而台灣也因與美國有較為密切的經濟活動關係，造成台灣電子業專利引證美國專利的機率略多於引證日本專利。然而從 Hu and Jaffe (2003) 的國家層次研究降到本文更具體的產業層次的知識外溢分析，我們發現產業科技實力的相對優勢可能才是主導國與國之間知識外溢流向的主要因素。由於最近十年來（即本樣本所涵括的期間，1990–1999），日本電子業的科技研發實力已大幅提昇，促使技術後進國如台、韓會傾向引證較多的日本專利。

此外，從表 2 之估計結果也可以看出德國的電子業引證日本專利的機率亦遠高於引證美國的專利。而美國電子業專利引證日本專利的機率也相當高，其 α_{US-JP} 值高達 0.939。這些現象都可說明日本電子業專利在國際間電子知識外溢的重要性。然而，儘管各國電子業競相引證日本專利，日本電子業專利引證別國專利的機率卻普遍都偏低， α_{JP-US} 的值只有 0.454， α_{JP-DE} 為 0.294。因此，我們發現 1990–1999 年期間五國電子業專利相互引證所產生的國際間外溢現象並未出現如 Jaffe and Trajtenberg (1999) 對 G5 國家的實證研究所得出的國與國間的知識流動呈雙向外溢 (bi-directional diffusion flows)，而是呈現一面倒的傾向引證日本專利。

從附表 2 的估計結果還可以看出被引證專利年期效果 (α_t) 和引證專利年份效果 (α_T) 的估計係數值的大小。 $\alpha_{1981-1985}$ 為 α_t 的對照組，其值設為 1。在控制其他變數不變之下，相對於 1981–1985 年期間被引證專利的平均引證

機率為 1。然而隨著時間演進, 於其後才被核准的專利, 因問世時間較短, 被引證的平均機率, 則越趨下降, $\alpha_{1986-1990}$ 、 $\alpha_{1991-1995}$ 和 $\alpha_{1996-1998}$ 的估計值分別只有 0.980、0.850 和 0.764。至於引證專利年份效果(α_T) 的對照組則為 α_{1990} , 其值設為 1。在控制其他變數不變之下, 相對於 1990 年核准的電子業專利之引證機率為 1, 其他年核准的電子業專利的引證機率均顯著異於 1, 但呈現不太規則的變化, 以 α_{1998} 的估計值最高, 為 1.290, 而 α_{1991} 的估計值最低, 為 0.948。

從附表 2 之估計結果可知 β_1 的估計係數顯著異於零, 其值為 0.254, 此乃表示平均而言, 美國電子業專利引證美國本國專利的折舊率為 25.4%。與 Jaffe and Trajtenberg (1999) 和 Hu and Jaffe (2003) 的國家層級研究的結果比較, 可發現他們的 β_1 估計值分別是 0.19 和 0.20, 遠較本文的 0.25 為低。這與一般預期相符, 即屬高科技領域的電子業專利的折舊率會比整體製造業專利的平均折舊率來的高。如附錄 2 的公式所示, $1/\beta_1$ 的值可被解釋為美國電子業專利引證美國本國專利的引證機率於美國專利取得 3.944 年後達到最高峰。其他兩兩國與國之間的 $\beta_{1,L,l}$ 估計值, 則表示相對於對照組 $\beta_{1,US-US}$ 為 1 之下的專利折舊率。我們將這些估計值一一換算成達到引證機率最高峰的時間長短(以年計), 列於表 2。我們發現除了美國之外, 本國電子業引證其國內專利的速度通常大於引證他國專利, 例如日本僅需 3.180 年, 德國需 3.512 年即可達引證機率最高峰。美國電子業專利引證美國本國專利的機率需費 3.944 年才達到高峰, 但是美國電子業專利引證日本專利的機率則僅需 3.799 年就可達到最大值, 此乃表示美國電子業發明人引證日本專利的速度反而大於引證美國本國專利。

從附表 2 之估計結果還可發現一個有趣的現象, 就是南韓及台灣的 $\beta_{1,L,l}$ 估計值均遠高於美國、日本和德國。以各國電子業專利引證美國專利為例來說明, 在控制其他變數不變之下, 南韓及台灣的電子業專利傾向引證較新的美國專利; 南韓及台灣的電子業專利僅分別花費 2.771 年和 3.296 年就可達到引證機率最高峰, 遠較美國、日本和德國的電子業專利為短。南韓及台灣的電子業專利引證日本專利(或德國)時也出現相同行為, 即南韓及台灣的電子業專利引證日本專利的速度較為快速。這個現象可能反映了技術後進者(如南韓及台灣的電子業)欲積極迎頭趕上先進者(如美國和日本)的強烈企圖心。

5.2 四國電子業國際間知識外溢分析

以四國樣本估計的結果列於附表 3。所有估計係數均具統計顯著性，其 adjusted-R² 比五國樣本（五國電子業專利引證的樣本）的估計結果還佳，高達 0.763。透過相關係數和 Durbin-Watson 值的檢驗結果，無法證明本模型有明顯的線性重合或自我相關等計量問題存在。以各國電子業專利引證本國專利的機率來看， α_{JP-JP} 的值最高，達 3.172，其次分別為 α_{US-US} 、 α_{DE-DE} 和 $\alpha_{OTHER-OTHER}$ 的 1、0.736 和 0.103。與前述五國樣本的估計結果比較，我們發現日本電子業專利的地區集中性更加強烈。

在各國專利兩兩相互引證的關係中，最引人注意的是各國電子業引證日本專利的情形。在控制其他變數不變之下，美國電子業引證日本專利的平均機率為日本電子業專利引證美國專利機率的 1.566 倍 ($\alpha_{US-JP} = 1.084$ V.S. $\alpha_{JP-US} = 0.692$)。類似的算法，德國電子業（或「其他國家」電子業）引證日本專利的機率為日本電子業引證德國專利（或「其他國家」專利）機率的 2.578 倍（或 3.513 倍）。這個實證結果再次驗證了日本的科技實力及其專利在國際電子業知識外溢所扮演的重要性，同時也說明它們的引證流向不是 Jaffe and Trajtenberg（1999）所稱的雙向流向，科技知識是由研發實力較強的一方流向實力較弱的一方。這個單向主導的現象也出現在德國電子業專利引證美國專利，或「其他國家」電子業專利引證美國專利的關係中，只是美國專利的主導性不像前述日本專利那麼強烈而已。

從附表 3 的估計結果，還可以看出被引證專利年期效果 (α_t) 和引證專利年份效果 (α_T) 的估計值。 $\alpha_{1963-1965}$ 為 α_t 的對照組，其值設為 1。可能由於四國樣本的樣本時間較長（為 1963–1998 年）所估計出來的每五年的 α_t 估計值呈現出隨時間演進而遞增的現象，與前述五國樣本的 α_t 估計結果不同。 $\alpha_{1966-1970}$ 的值為 0.857，到了 $\alpha_{1996-1998}$ 則增至 1.188。此乃表示在控制其他變數不變之下，早期核准的專利（例如 1966–1970 年期間），由於新穎性或創新性不足，被電子業專利引證的機率較近期核准的專利（例如 1996–1998 年期間）為低。

本模型之 α_T 的對照組為 α_{1975} ，其值設為 1。所有 α_T 的估計值均顯著異於 1，且呈現出規則性變化。從 α_{1976} 之 1.014，逐年下降至 α_{1992} 的 0.768 之後，

反轉變為逐年增加, 至 α_{1998} 達最高值 1.041。也就是說電子業專利的引證機率高峰分別出現在 1970 年代後期和 1990 年代後期, 此或許與關鍵電子科技之突破時間點有密切的關係。

以四國樣本所估計出來的 $\beta_{1,L,l}$ 相關估計值則與五國樣本的估計結果不盡相同。專利引證的國內地理集中性現象只有出現在日本, 並未在別的國家顯現出來, 也就是只有日本電子業專利引證其本國專利的速度快於引證他國專利。而各國(包括美國、德國和其他國家)電子業專利引證日本專利的機率卻較引證其本國專利更快達到高峰, 此乃表示各國電子業發明人引證日本專利的速度都快於引證其本國專利。這個現象在估計五國樣本時, 只有出現在美國電子業, 而在四國樣本估計結果則更加強烈了。

從上述 5.1 節和 5.2 節的實證結果, 我們得出兩個過去文獻未曾發現的現象: (1) 各國電子業專利引證日本專利的平均機率均高於引證美國專利; (2) 技術落後國的專利引證行為迥異於先進國家。針對這些發現, 吾人不禁要問以下兩個問題: (1) 近年來日本專利品質是否已快速提昇, 直追美國專利? (2) 台韓電子業專利引證老舊美日專利的目的何在? 這些專利的特性為何? 以下兩小節分別就這兩個問題進行討論:

5.3 美國和日本專利品質的比較

我們依據 Hall et al. (2001) 所提的方法, 來衡量歷年美國和日本專利品質。他們應用各國在美國所獲專利的引證資料, 計算每個專利的原創性 (originality) 和一般性 (generality)。如果某個專利 i 引證之前的專利係分布於各領域, 則表示該專利結合較多先前累積的智慧, 其原創性高。應用 HHI 集中度指數的概念, 以每個專利之引證資料來計算原創性指數如下:

$$O_i = 1 - \sum_{j=1}^J \left(\frac{N_{ij}}{N_i} \right)^2, \quad (5)$$

其中 O_i 是指專利 i 的原創性指數, N_i 是專利 i 引證其他專利總次數, 而 N_{ij} 是指專利 i 引證技術分類 j 中的專利次數, $\sum_{j=1}^J (N_{ij}/N_i)^2$ 可衡量專利 i 引證其他專利的集中度, $1 - \sum_{j=1}^J (N_{ij}/N_i)^2$ 就是衡量專利 i 引用不同技術領域專利的程度。用類似的方法, 換成被後人引證的次數, 可衡量某個專利 i 的一般

性。一般性越高，表示該專利被其後橫跨各領域的專利所引證，則其對後來的研究影響領域越廣，專利的品質因而越高。

從圖9可看出1975–1999年期間，平均而言，歷年美國專利的原創性均遠較日本專利為高，此與Hirschey and Richardson (2001)的研究結果一致。Hirschey and Richardson (2001)針對1989–1995年期間的美日專利加以比較，發現日本專利的原創性雖然較美國為低，但其技術循環時間(technology cycle time)相當短，也就是日本專利可以快速的尾隨美國相關發明，發展出類似但稍有改良的專利。從圖9我們也看出美國專利的一般性(被後來專利引證的情形)仍然高於日本專利，只是於1995年後兩者的差距已逐漸縮小。總之，依據前述兩項專利品質指標，我們看不出日本的專利品質有趕上美國專利的跡象，更無法解釋為何各國電子業專利傾向引證日本專利而非美國專利的現象。或許未來我們應收集更多相關資訊，例如美日兩國專利的實用性比較，才能深入分析，找出原因所在。

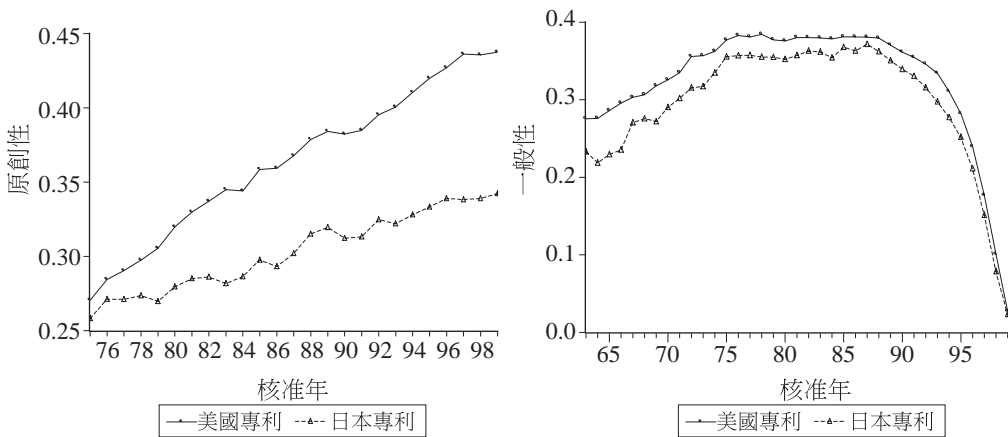
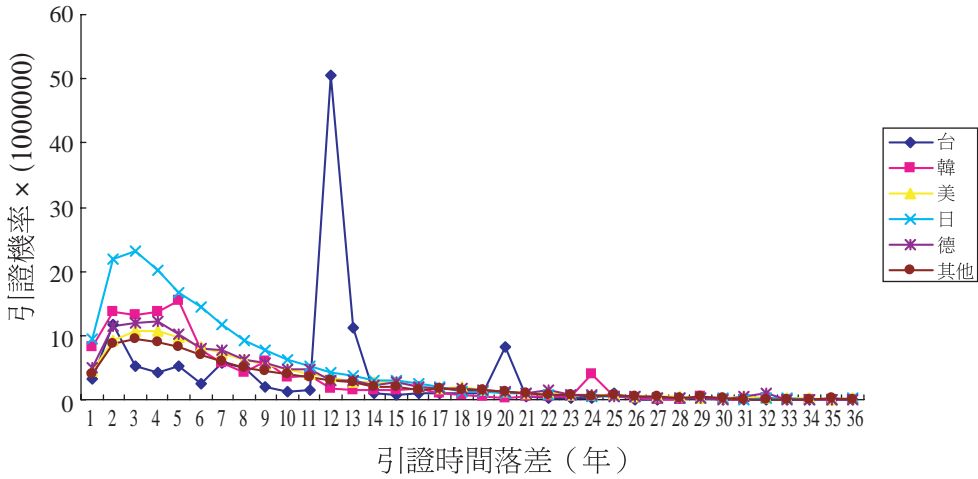


圖9 美國和日本專利品質的比較

5.4 技術落後國的學習門檻

至於有關前述所提台韓電子業專利引證先進國家專利的行為特性，我們以台灣和南韓電子業專利(涵括電腦和通訊類專利及電子和電器類專利)引證日本專利為例，繪製其引證機率圖。從圖10可知，不像先進國家專利相互引證的行為模式(也就是在引證時間落差越短時，被引證機率越大)，台灣的電腦

電腦及通信類專利



電子和電器類專利

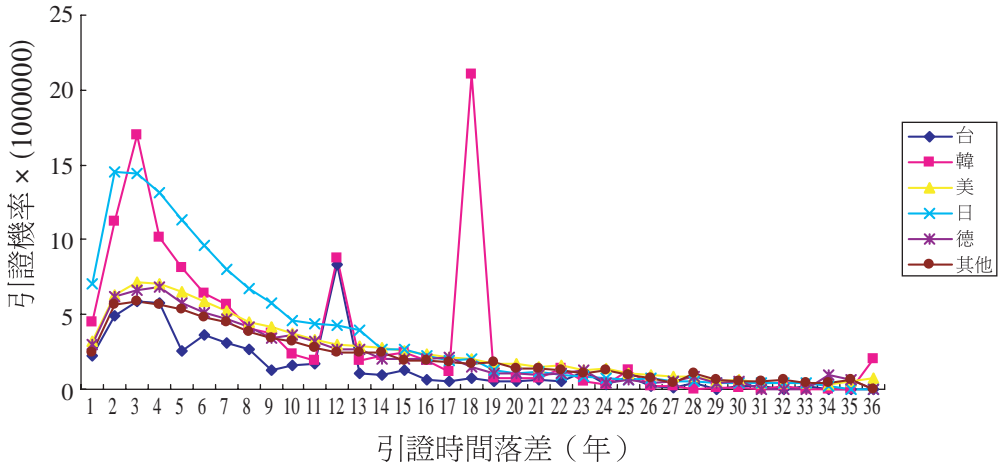


圖 10 台韓電子業引證日本專利情形

和通訊類專利與日本專利之間，於專利引證落差為 10–14 年時（以及 19–21 年時），仍有極高的引證機率；台灣的電子和電器類專利與日本專利之間，於專利引證落差為 11–13 年時，也有很高的引證機率。類似的情形，南韓的電腦和通訊類專利與日本專利之間，於專利引證落差為 4–5 年和 23–25 年時，有很高的引證機率；南韓的電子和電器類專利與日本專利之間，於專利引證落差為 11–13 年和 18–21 年時，也出現很高的引證機率。針對這些極端值，我們找出

表 4 台韓電子業(電腦和通訊類)專利引證老舊日本專利的特性分析

台灣引證日本, 時間落差為 10-14 年					
專利號碼	被引證次數	專利核准年	專利持有人	相對一般性	相對原創性
4963002	6	1990	Sharp	2.471	0.910
4893196	6	1990	Toshiba	1.979	-
4806917	6	1989	Alps Electric	0.777	2.011
5050125	4	1991	Toshiba	0.888	-
4974098	4	1990	Fuji Pho	-	1.264
4897638	4	1990	Hitachi	0.817	-
4891711	4	1990	Ricoh	-	-
4879604	4	1989	Toshiba	1.903	-
4870505	4	1989	Dainippo Screen Mfg.	1.427	-
4831457	4	1989	Toshiba	1.744	1.248
台灣引證日本, 時間落差為 19-21 年					
專利號碼	被引證次數	專利核准年	專利持有人	相對一般性	相對原創性
4132975	2	1979	NEC	2.041	1.524
4135186	2	1979	Hitachi, Ltd.	2.143	2.144
4139803	2	1979	Fujitsu	1.219	0.750
4157222	2	1979	Minolta Camera	0.878	1.401
4170360	2	1979	Sony	0.878	0.952
4183093	2	1980	Hitachi	1.826	2.054
4231024	2	1980	Toshiba	1.229	1.232
4240150	2	1980	Citizen Watch	1.902	1.051
4264906	2	1981	Wakatake Yoshimasa	1.367	1.822
4293927	2	1981	Casio Computer	1.165	2.161
韓國引證日本, 時間落差為 4-5 年					
專利號碼	被引證次數	專利核准年	專利持有人	相對一般性	相對原創性
5600587	14	1997	NEC	-	-
5508953	12	1997	NEC	-	-
5590051	12	1996	NEC	2.091	-
5457473	10	1995	Hitachi	1.967	1.601
5487029	10	1996	Hitachi	0.818	0.662
5615144	10	1997	NEC	-	-
5521878	10	1996	Mitsubishi Denki	1.380	-
5457650	8	1995	Toshiba	1.063	-
5522076	8	1996	Toshiba	3.657	1.281
5583527	8	1996	Fujitsu	0.897	1.281

表 4 台韓電子業(電腦和通訊類)專利引證老舊日本專利的特性分析(續)

韓國引證日本, 時間落差為 23-25 年					
專利號碼	被引證次數	專利核准年	專利持有人	相對一般性	相對原創性
4044349	6	1977	Fujitsu	-	-
4115809	4	1978	Victor Company of Japan	1.029	-
4111533	2	1978	LC Chemical	-	2.322
4068018	2	1978	NEC	1.037	-
4052739	2	1977	Matsushita	1.725	2.447
4047228	2	1977	Oki Electric	0.755	1.779
3999193	2	1976	Nippon Kogaku	1.170	1.618
3973088	2	1976	Kokusai Denshin Denwa	-	-
3920314	2	1975	-	0.549	2.146
3872381	2	1975	-	1.466	-

了相關的日本專利來分析其特性,冀能從中推斷出台韓電子業專利引證先進國家專利的動機。表 4 和 5 列出在不同專利引證落差時期下的前十個相關的日本專利的詳細資訊,包括專利號碼、專利核准年、專利持有人、「相對一般性值」和「相對原創性值」。最後兩個變數是專利品質指標,也就是每個專利的品質相對於該年該類技術領域世界各國在美所獲所有專利的平均專利品質水準。分析這些專利相關資訊,我們發現它們具有以下幾個共同特色:(1)專利所有人多為日本主要之大型資訊電子公司,如 Toshiba, Hitachi, NEC 等公司;(2)這些專利的品質多在世界平均水準之上。由此可知,技術落後國(如台韓)為了迎頭趕上先進國家的科技水準,會藉由引證一些老舊但技術性很關鍵的先進國家專利所產生的國際知識外溢,來學習基礎的科技。一旦跨過此學習門檻,他們將更容易提昇其科技實力,擷取更新穎、更先進的新科技。

表 5 台韓電子業(電子和電器類)專利引證老舊日本專利的特性分析

台灣引證日本, 時間落差為 11-13 年					
專利號碼	被引證次數	專利核准年	專利持有人	相對一般性	相對原創性
4740480	8	1988	NEC	1.611	-
4536949	7	1985	Fujitsu	1.477	1.778
4818911	6	1989	ASMO	1.071	-
4742386	6	1988	Sony	1.704	0.916
4743121	5	1988	Terumo	1.446	1.631
4717684	5	1988	Hitachi	0.292	1.374
4978310	4	1990	Hosiden Electronics	1.098	-
4980676	4	1990	IBN Japan	1.946	1.264
4936795	4	1990	Hirose Electric	0.578	-
4935379	4	1990	Toshiba	1.590	0.911
韓國引證日本, 時間落差為 11-13 年					
專利號碼	被引證次數	專利核准年	專利持有人	相對一般性	相對原創性
5021719	10	1991	Hitachi	2.121	-
5004702	10	1991	Toshiba	-	-
4916365	6	1990	Anritsu	1.406	-
4900989	6	1990	Matsushita	1.464	1.264
4900885	6	1990	Toshiba	0.447	1.053
4870329	6	1989	Nippon Gijutsu Boeki	1.771	-
4814287	6	1989	Matsushita	1.517	1.179
4737687	6	1988	Fujitsu	1.947	0.916
4651406	6	1987	Hitachi	0.586	1.749
4742018	5	1988	Hitachi	1.615	-
韓國引證日本, 時間落差為 18-21 年					
專利號碼	被引證次數	專利核准年	專利持有人	相對一般性	相對原創性
4332993	6	1982	Toshiba	0.761	1.973
4369347	4	1983	Sharp	1.071	-
4340908	4	1982	Sony	1.532	1.403
4283614	4	1981	Matsushita	1.043	1.181
4191876	3	1980	Matsushita	1.535	1.841
4121078	3	1978	Matsushita	0.208	-
3891792	3	1975	-	2.104	2.189
3761848	3	1973	-	1.821	-
4420933	2	1983	Honda Giken Kogyo	0.761	0.867
4410290	2	1983	Pilot Ink	-	-

6. 結論

本文首先以 1963 年至 1999 年期間世界各國在美國所獲專利資料, 以及 1975 年至 1999 年期間的專利引證資料, 來進行全球(包括美國、日本、德國、台灣、南韓和「其他國家」等六國)電子業專利引證的初步統計分析。我們得出以下幾項有趣的現象: (1) 除了日本電子業之外, 美、德、台、韓和「其他國家」等各國電子業專利引證美國專利的次數比例均為最高, 惟此項比例有逐年減少的趨勢。反之, 各國電子業專利引證日本專利的比例則有明顯增加的趨勢。至於各先進國家電子業專利引證台韓專利的比例非常低, 都在 2% 以下, 此乃顯示先進國家之資訊電子業技術與台韓的科技實力仍有一段很大的差距。(2) 美、日、德和「其他國家」等先進國家專利被先進國家電子業專利引證時, 引證時間落差越短, 被引證機率越大, 大多在被引證專利核發後第三年的機率達到最高點。而且本國電子業專利引證本國專利的引證機率通常都高於他國引證機率, 這就是 Jaffe and Trajtenberg (1999) 所稱的地理性的集中現象。然而先進國家專利被台、韓電子業專利引證的機率則不見得隨引證時間落差的增加而下降。本文發現台韓電子業專利除了引證較新穎的先進國家專利外, 還引證了一些年代久遠但很關鍵的先進國家專利。他們必須學會這些基礎的科技, 才能跨過門檻, 吸收更先進科技。這個技術落後國的學習門檻現象, 是過去相關文獻從未發現過的。

本文接著進一步分別用五國樣本(美、日、德、台、韓)和四國樣本(美、日、德和其他國家(包括台、韓和其他國家在內)), 來估計專利引證機率之計量模型。本文之實證結果有下列主要發現:

- (1) 在控制其他變數不變之下, 日本電子業專利引證日本本國專利的平均機率为美國電子業專利引證美國專利的 1.709 倍。Jaffe and Trajtenberg (1999) 和 Hu and Jaffe (2003) 的國家別(不是針對特定產業)專利引證的研究結果也發現日本有此強烈的地區集中性。
- (2) 德國、南韓和台灣電子業專利引證日本專利的平均機率均高於引證美國專利, 其中台韓更為明顯。然而, 本文所發現的這個現象卻與 Hu and Jaffe (2003) 的研究結果不一致。他們發現南韓與日本有較美國更緊密的經貿

關係, 因此韓日兩國比韓美之間有較強烈的知識外溢現象; 而台灣也因與美國有較為密切的經濟活動, 造成台灣電子業專利引證美國專利的機率略多於引證日本專利。我們認為產業科技實力的相對優勢可能才是主導國與國之間知識外溢流向的主要因素。

- (3) 儘管各國電子業競相引證日本專利, 日本電子業專利引證他國專利的機率普遍都低。因此, 我們發現 1990–1999 年期間五國電子業專利相互引證所產生的國際間外溢現象並未出現如 Jaffe and Trajtenberg (1999) 對 G5 國家的實證研究所得出的國與國間的知識流動呈雙向外溢, 而是呈現由研發實力較強的一方流向較弱的一方。類似的單向主導現象也出現在美國 V.S. 德國。本文以四國樣本去分析, 亦得出相同的結果。
- (4) 本國電子業引證其國內專利的速度通常大於引證他國專利, 但在估計五國樣本時, 我們發現美國電子業發明人引證日本專利的速度反而大於引證美國本國專利。這個現象在估計四國樣本時, 更加強烈, 各國電子業發明人引證日本專利的速度都快於引證其本國專利。
- (5) 最後, 我們還發現一個有趣的現象。在控制其他變數不變之下, 南韓及台灣的電子業專利傾向引證較新的日本和美國專利, 也就是南韓及台灣的電子業專利引證日本和美國專利的速度均較美、日、德來得快速, 這可能反映了技術後進者急欲迎頭趕上先進者的強烈企圖心。

用專利引證來代表知識外溢的替代變數, 其實有一些限制, 例如: 專利數所代表的價值並不能完全反映知識的價值、專利的品質依其組成內涵及功用亦有差異、每個專利在每個時點所代表的價值不同等。本文之實證模型並未將這些限制納入考量。未來的相關研究或可朝此方向加以改進。

附錄 1

附表 1 電子業所屬 NBER 分類與美國專利分類號

分類	名稱	次分類	專利分類號
二	電腦通訊類	21	178, 333, 340, 342, 343, 358, 367, 370, 375, 379, 385, 455
		22	341, 380, 382, 395, 700, 701, 702, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 712, 713, 714
		23	345, 347
		24	360, 365, 369, 711
		25	349, 359, 382, 399, 430
四	電子電器類	41	174, 200, 327, 329, 330, 331, 332, 334, 335, 336, 337, 338, 392, 439
		42	313, 314, 315, 362, 372, 445
		43	73, 324, 356, 374
		44	250, 376, 378
		45	60, 136, 290, 310, 318, 320, 322, 323, 361, 363, 388, 429
		46	257, 326, 438, 505
		49	191, 218, 219, 307, 346, 348, 377, 381, 386

附錄 2

為了證明 $1/\beta_{1,L,l}$ 為專利核准後在第 $1/\beta_{1,L,l}$ 年達到被引證機率的最高點 $\max_{(T-t)} p(k, K) = \alpha_{L,l} \alpha_T \alpha_t \exp[\beta_{1,L,l}(T-t)][1 - \exp(-\beta_2 T - t)]$, 需令一階微分 $\delta p(k, K)/\delta(T-t) = 0$, 即:

$$-\alpha_{L,l} \alpha_T \alpha_t \exp[-\beta_{1,L,l}(T-t)] + \alpha_{L,l} \alpha_T \alpha_t (\beta_{1,L,l} + \beta_2) \exp[-\beta_{1,L,l} + \beta_2)(T-t)] = 0.$$

上式可表示成:

$$\beta_{1,L,l} = (\beta_{1,L,l} + \beta_2) \exp(-\beta_2(T-t)).$$

即:

$$\ln\left(\frac{\beta_{1,L,l}}{\beta_{1,L,l} + \beta_2}\right) = -\beta_2(T-t).$$

上式可進一步表示成：

$$(T - t) = \frac{1}{\beta_2} \ln \left(1 + \frac{\beta_2}{\beta_{1,L,t}} \right) \cong \frac{1}{\beta_2} \times \frac{\beta_2}{\beta_{1,L,t}} = \frac{1}{\beta_{1,L,t}}$$

附錄 3

附表 2 專利引證機率模型之估計結果：五國樣本

變數	估計係數	「趨近」 標準差	變數	估計係數	「趨近」 標準差
α_{US-US}	1.000	N.A.	α_{1992}	1.044**	0.026
α_{JP-US}	0.454	0.355	α_{1993}	1.000**	0.032
α_{DE-US}	0.478**	0.196	α_{1994}	1.140**	0.041
α_{KR-US}	0.753**	0.277	α_{1995}	1.135**	0.048
α_{TW-US}	0.658**	0.238	α_{1996}	1.122**	0.054
α_{US-JP}	0.939**	0.397	α_{1997}	1.128**	0.061
α_{JP-JP}	1.709**	0.642	α_{1998}	1.290**	0.081
α_{DE-JP}	0.891**	0.319	α_{1999}	1.032**	0.081
α_{KR-JP}	2.539**	0.892	β_1	0.254**	0.053
α_{TW-JP}	1.186**	0.418	$\beta_{1,US-US}$	1.000	N.A.
α_{US-DE}	0.313**	0.159	$\beta_{1,JP-US}$	1.087**	0.489
α_{JP-DE}	0.294**	0.160	$\beta_{1,DE-US}$	1.001**	0.241
α_{DE-DE}	0.858**	0.304	$\beta_{1,KR-US}$	1.423**	0.308
α_{KR-DE}	0.397**	0.142	$\beta_{1,TW-US}$	1.197**	0.255
α_{TW-DE}	0.339**	0.121	$\beta_{1,US-JP}$	1.038**	0.228
被引證專利年期			$\beta_{1,JP-JP}$	1.240**	0.271
$\alpha_{1981-1985}$	1.000	N.A.	$\beta_{1,DE-JP}$	1.082**	0.228
$\alpha_{1986-1990}$	0.980**	0.030	$\beta_{1,KR-JP}$	1.561**	0.324
$\alpha_{1991-1995}$	0.850**	0.047	$\beta_{1,TW-JP}$	1.390**	0.289
$\alpha_{1996-1998}$	0.764**	0.078	$\beta_{1,US-DE}$	0.862**	0.267
引證專利年份			$\beta_{1,JP-DE}$	1.078**	0.344
α_{1990}	1.000	N.A.	$\beta_{1,DE-DE}$	1.123**	0.235
α_{1991}	0.948**	0.022	β_2	0.71E-05**	0.250E-05
觀察值數				4,050	
Adjusted- R^2				0.746	

註：(1) 表內打 ** 表示在 0.05 的水準下具統計顯著性。

(2) 表內的標準差是用以檢定 β_1 和 β_2 是否顯著異於 0，以及其餘估計係數是否顯著異於 1。

附表 3 專利引證機率模型之估計結果: 四國樣本

變數	估計係數	「趨近」 標準差	變數	估計係數	「趨近」 標準差
α_{US-US}	1.000**	N.A.	α_{1984}	0.837**	0.026
α_{JP-US}	0.692**	0.112	α_{1985}	0.833**	0.029
α_{DE-US}	0.591**	0.073	α_{1986}	0.822**	0.030
$\alpha_{OTHER-US}$	0.306**	0.107	α_{1987}	0.792**	0.033
α_{US-JP}	1.084**	0.126	α_{1988}	0.798**	0.035
α_{JP-JP}	3.172**	0.344	α_{1989}	0.817**	0.038
α_{DE-JP}	1.503**	0.163	α_{1990}	0.792**	0.039
$\alpha_{OTHER-JP}$	0.548**	0.074	α_{1991}	0.770**	0.041
α_{US-DE}	0.414**	0.057	α_{1992}	0.768**	0.042
α_{JP-DE}	0.583**	0.068	α_{1993}	0.807**	0.046
α_{DE-DE}	0.736**	0.080	α_{1994}	0.783**	0.047
$\alpha_{OTHER-DE}$	0.228**	0.043	α_{1995}	0.816**	0.051
$\alpha_{US-OTHER}$	0.149**	0.058	α_{1996}	0.816**	0.053
$\alpha_{JP-OTHER}$	0.156**	0.044	α_{1997}	0.913**	0.060
$\alpha_{DE-OTHER}$	0.172**	0.028	α_{1998}	1.041**	0.073
$\alpha_{OTHER-OTHER}$	0.103*	0.058	α_{1999}	0.736**	0.059
被引證專利年期			β_1	0.224**	0.015
$\alpha_{1963-1965}$	1.000	N.A.	$\beta_{1,US-US}$	1.000	N.A.
$\alpha_{1966-1970}$	0.857**	0.016	$\beta_{1,JP-US}$	1.166**	0.119
$\alpha_{1971-1975}$	1.104**	0.031	$\beta_{1,DE-US}$	1.010**	0.078
$\alpha_{1976-1980}$	1.127**	0.045	$\beta_{1,OTHER-US}$	1.096**	0.240
$\alpha_{1981-1985}$	1.137**	0.059	$\beta_{1,US-JP}$	1.169**	0.083
$\alpha_{1986-1990}$	1.163**	0.077	$\beta_{1,JP-JP}$	1.411**	0.096
$\alpha_{1991-1995}$	1.177**	0.094	$\beta_{1,DE-JP}$	1.244**	0.084
$\alpha_{1996-1998}$	1.188**	0.127	$\beta_{1,OTHER-JP}$	1.304**	0.102
引證專利年份			$\beta_{1,US-DE}$	0.930**	0.078
α_{1975}	1.000	N.A.	$\beta_{1,JP-DE}$	1.022**	0.074
α_{1976}	1.014**	0.015	$\beta_{1,DE-DE}$	0.955**	0.065
α_{1977}	0.968**	0.015	$\beta_{1,OTHER-DE}$	1.077**	0.122
α_{1978}	0.944**	0.017	$\beta_{1,US-OTHER}$	0.707**	0.165
α_{1979}	0.904**	0.017	$\beta_{1,JP-OTHER}$	0.801**	0.135
α_{1980}	0.888**	0.020	$\beta_{1,DE-OTHER}$	0.782**	0.077
α_{1981}	0.924**	0.022	$\beta_{1,OTHER-OTHER}$	0.826**	0.268
α_{1982}	0.834**	0.022	β_2	5.184E-06**	0.584E-06
α_{1983}	0.822**	0.024			
觀察值數			19,200		
Adjusted-R2			0.763		

註: (1) 表內打 ** 表示在 0.05 的水準下具統計顯著性。

(2) 表內的標準差是用以檢定 β_1 和 β_2 是否顯著異於 0, 以及其餘估計係數是否顯著異於 1。

參考文獻

- 莊奕琦與許碧峰 (1999), 「研究發展對生產力的貢獻及產業間的外溢效果: 台灣製造業實證」, 《經濟論文》, 27:(3), 407–432。
- Berstein, J. I. and P. Mohnen (1998), “International R&D Spillovers between U.S. and Japanese R&D Intensive Sectors,” *Journal of International Economics*, 44, 315–338.
- Branstetter, L. G. (2000), “Is Foreign Direct Investment a Channel of Knowledge Spillovers? Evidence from Japanese FDI in the U.S.,” *NBER Working Paper*, No. 8015.
- Branstetter, L. G. (2001), “Are Knowledge Spillovers International or Intranational in Scope? Microeconomic Evidence from the U.S. and Japan,” *Journal of International Economics*, 53, 53–79.
- Caballero, R. J. and A. Jaffe (1993), “How High Are the Giants’ Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth,” *NBER Macroeconomics Annual 1993*, 15–86, Cambridge, MA: MIT Press.
- Chuang, Y. C. (2004), “Knowledge Spillover, Trade and Economic Growth,” *Journal of International and Comparative Economics*, 5, 249–269.
- Chuang, Y. C. and P. F. Hsu (2004), “FDI, Trade, and Spillover Efficiency: Evidence from China’s Manufacturing Sector,” *Applied Economics*, 36(10), 1103–1115.
- De Bondt, R. (1996), “Spillovers and Innovative Activities,” *International Journal of Industry Organization*, 15, 1–28.
- Hall, B. H., A. Jaffe, and M. Trajtenberg (2001), “The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insight, Methodological Tools,” *NBER Working Paper*, No. 8498.
- Hirschey, M. and V. J. Richardson (2001), “Valuation Effects of Patent Quality: A Comparison for Japanese and U.S. Firms,” *Pacific-Basin Finance Journal*, 9, 65–82.
- Hu, A. and A. Jaffe (2003), “Patent Citations and International Knowledge Flow: The Cases of Korea and Taiwan,” *International Journal of Industrial Organization*, 21, 849–880.
- Jaffe, A. and M. Trajtenberg (1996), “Flows of Knowledge from Universities and Federal Labs: Modeling the Flow of Patent Citations over Time and across Institutional and Geographic Boundaries,” *NBER Working Paper*, No. 5712.

- Jaffe, A. and M. Trajtenberg (1999), "International Knowledge Flows: Evidence from Patent Citations," *Economics of Innovation & New Technology*, 8(1–2), 105–136.
- Jaffe, A., M. Trajtenberg, and M. S. Fogarty (2000), "Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors," *American Economic Review*, 90(2), 215–218.
- Jaffe, A., M. Trajtenberg, and R. Henderson (1993), "Geographic Localization of Knowledge Spillovers As Evidenced by Patent Citations," *Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 577–598.
- Mansfield, E. (1985), "How Rapidly Does New Industrial Technology Leak Out?" *Journal of Industrial Economics*, 34(2), 217–223.
- Stolpe, M. (2002), "Determinants of Knowledge Diffusion As Evidenced in Patent Data: The Case of Liquid Crystal Display Technology," *Research Policy*, 31, 1181–1198.

**PATENT CITATION AND INTERNATIONAL
KNOWLEDGE SPILLOVERS:
EVIDENCE FROM I.T. INDUSTRY**

Show-Ling Jang*

Department of Economics
National Taiwan University

Shu-Ching Chang

Department of Economics
National Taiwan University

Keywords: Patent citation, IT industry, International knowledge spillovers

JEL classification: C23, O14, O31

* Correspondence: Show-Ling Jang, Department of Economics, National Taiwan University, Taipei 100, Taiwan. Tel: (02) 2351-9641 ext. 533; Fax:(02) 2341-4526; E-mail: sl.jang@msa.hinet.net.

ABSTRACT

This paper examines patterns of international knowledge diffusion in the IT industry among the US, Japan, Korea and Taiwan using patent citation as an indicator of knowledge flow. We estimate a knowledge diffusion model using a data set of the patents granted in the US to inventors residing in these four countries during 1990–1999. We find (1) the patterns of international knowledge diffusion are not bidirectional as found in the existing literatures, whereas patents whose inventors reside in technology latecomer country are more likely to cite the patents owned by the country of the technology generator; (2) for all of the countries, patents in the IT area are more likely to cite Japanese patents than American patents.