

由 OECD 國家之經驗探討國際研發外溢效果

江文基*、黃思齊**、陸怡蕙***

摘要

基於中國與韓國之研發費用在近十年的快速成長，以及中韓兩國加入後全球研發在各國間的穩定分布所呈現之變化，本研究設定 G5 與中韓等七國為世界主要研發國，且為國際研發外溢的主要來源，並將經由主要研發國貿易夥伴所接收之間接研發外溢納入考量，以檢視國際研發外溢對 OECD 國家生產力成長與產業競爭力之影響。將 OECD 會員國區分為主要研發國與非主要研發國之實證結果顯示，直接外溢對主要研發國之總要素生產力與產業競爭力均呈現正向影響，而間接外溢雖然是非主要研發國技術進步的成長動力來源，但卻對於非主要研發國的產業競爭力具有排擠的效果。若進一步考量間接研發外溢透過生產力成長所產生的間接效果，本研究則發現間接外溢對於非主要研發國的產業競爭力能產生正向的影響效果。因此，在分析國際外溢效果的影響程度時，無貿易第三國透過其貿易夥伴間接接收主要研發國傳遞的研發外溢理應被納入考量。

關鍵詞：直接研發外溢、間接研發外溢、OECD 國家、總要素生產力成長、產業競爭力

JEL 分類代號：O40

* 國立臺灣大學農業經濟學系博士。

** 國立臺灣大學農業經濟學系碩士。

*** 國立臺灣大學農業經濟學系教授，本文之通訊作者。電話：(02)33662651。Email：yirhueihluh@ntu.edu.tw。

DOI：10.3966/054696002016060099006

由 OECD 國家之經驗探討國際研發外溢效果

江文基、黃思齊、陸怡蕙

壹、前言

在經濟發展的理論中，生產力的成長或是技術進步一直是解釋國家之間所得差距的重要因素。Romer (1990) 與 Parente and Prescott (1994) 指出，技術知識的差異是造成不同國家生產力差距的主要原因，在近年來經濟學界廣為討論的內生成長理論中，知識即是造成技術進步的原動力。在這樣的觀點之下，有許多實證研究發現國內研發存量是影響生產力的重要因素 (如 Griliches, 1988; Coe and Moghadam, 1993; Coe and Helpman, 1995; Lumenga-Neso et al., 2005)。然而，隨著全球化時代的來臨，國與國之間貿易與經濟活動愈來愈頻繁，一國的新知識或技術亦可透過不同管道向外擴散 (diffuse)，進而影響其他國家的技術水準與經濟表現，此種知識跨越國土疆界而外溢，或國與國之間知識與訊息的交換與傳播¹現象即為本研究著重討論的國際研發外溢效果。

由於國際研發外溢與總要素生產力的成長息息相關，因此過去之文獻多著重在世界主要研發國，尤其是美國與日本兩國的研發活動，並檢視由主要研發國傳遞之研發外溢對其他國家造成之影響。但隨著時間的遷移，世界各國的總體經濟表現與研發的積極度也發生了變化。根據圖 1 與圖 2 世界主要研發國國民所得 (以 2005 年價格為基準) 與研

¹ 直譯自“...an international exchange of information and dissemination of knowledge...” (Coe and Helpman, 1995, p.860)。

發費用時間趨勢圖可知，在 2000 年以前，國民所得最高者為美國，其次是日本，第三為德國。就韓國而言，該國人均所得在近十年已達每年 1 萬 9 千美元，且平均人口數達 4 千 6 百萬人，已接近 20-50 俱樂部²的標準，而該國之研發經費投入亦在 2000 年後呈現較為快速之成長，因此，韓國的研發活動是否會向外擴散，並對 OECD 會員國產生顯著的影響，是一值得探討的課題。

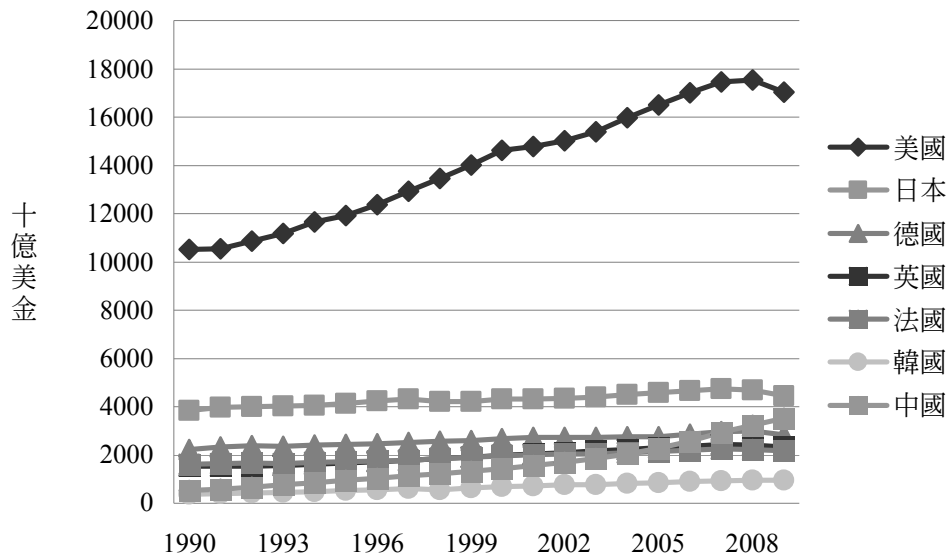


圖 1 世界主要研發國之國民所得

² 即人均所得達 2 萬美元，總人口達 5 千萬人。在本研究期間，進入 20-50 俱樂部的成員包括日本、美國、法國、義大利、德國與英國。

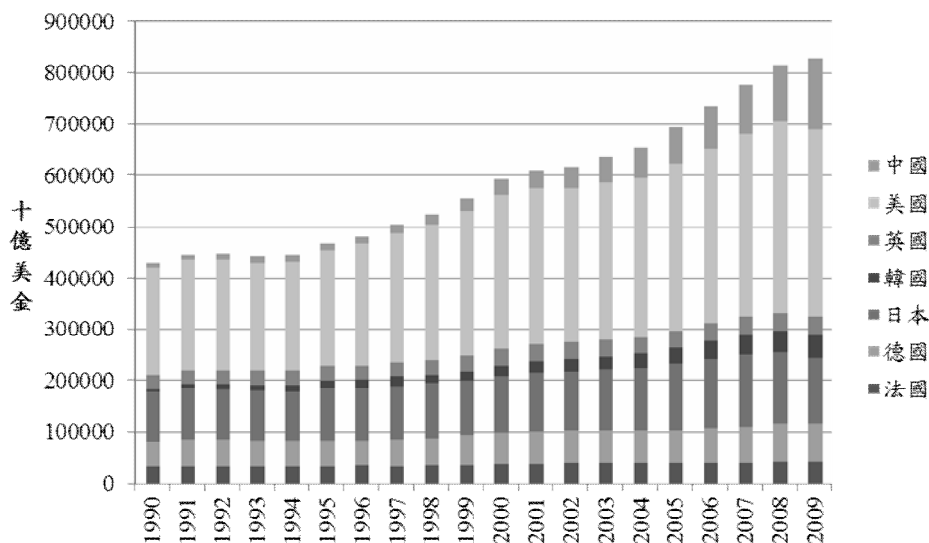


圖 2 世界主要研發國之研發經費投入

此外，本研究將中國列為世界主要研發國，除了其快速的經濟成長之外，中國在全球研發活動的表現亦是值得關注的目標。首先，中國自 1970 年代晚期改革開放以來，其經濟成長呈現出一些階段性的變化。由圖 1 可知，在 1990 至 2000 年之間，中國 GDP 呈現穩定成長的趨勢，而在 2001 年中國加入世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO) 之後，其 GDP 更快速成長，尤其在 2002 年至 2009 年期間，中國之 GDP 超越德、英與法國，成為僅次於美國與日本的第三大經濟體。因此，雖然過去中國被視為經濟發展較為弱勢的國家，但隨著其國內政策改革與快速的經濟成長，中國對於其他國家是否產生影響便成為一個值得探討的議題。

再者，如圖 2 所示，在 2000 年以前，全球的研發活動主要穩定分布於美國、日本、德國、法國以及英國等五國，但在 2000 年之後，全球的研發佈局發生了值得注意的變化。中國的研發支出不僅在 2002 年超越法國與英國，並躋身成為世界五大研發國之一。在 2005 年，中國更超越德國，成為全球第三大研發國，直到 2009 年已成為僅次於美國的世界第二大研發國。就比例而言，雖然美國研發支出占世界研發支出相當比例，但中國在

1990 至 2009 年之間，其研發支出占世界主要研發國支出由 2.3% 明顯地上升至 11.5%；在此同時，我們亦觀察到韓國之研發支出在世界主要研發國所占的比例呈現成長的趨勢。然而在本研究期間內，日本、德國、英國與法國占世界主要研發國之支出比例卻幾乎未見成長。故此，中國在快速的經濟成長之下，也同時在累積國內的研發存量，此現象也成為促使我們研究中國研發活動是否影響他國經濟表現的動機³。

過去文獻如 Arora and Vamvakidis (2011) 一文，亦證實無論就長期或短期而言，中國經濟成長對於世界其他國家皆具有影響力，但該研究僅止於討論加總過後的效果，並未進一步分析中國之影響是透過何種管道使然。此外，該文也指出，貿易可能是中國能夠影響世界其他國家的管道 (Arora and Vamvakidis, 2011)，因此，本研究鎖定貿易為國際研發外溢管道⁴，重新檢視中國加入之後，世界研發國之研發外溢如何影響 OECD 國家的經濟表現。由圖 4 可知，以平均年成長率而言，OECD 國家在 1990 至 2009 年之間自中國進口總值的平均年成長率為 17%；超出德國的 5% 與美國的 4.7%，且

³ 本研究亦進一步比較中國、加拿大、義大利與臺灣等國研發支出占世界研發支出比例變化情形，可發現中國在 1990 年代初期的研發支出占世界研發支出比例與加拿大相當，約為 2%，該比例低於義大利但高於台灣。而後中國研發支出比例快速的增加，在 1997 年，中國研發支出占世界研發支出比例為 2.7%，超過義大利的 2.4%。直到 2009 年，中國研發支出占世界研發支出比例高達 13%，遠大於義大利的 1.9%，加拿大的 2.1% 與台灣的 1.8%。此外，在研究期間內，義大利研發支出比例逐年下滑，加拿大研發支出比例則是穩定不變，而台灣研發支出比例呈現穩定成長的趨勢。因此，將中國納入世界七大主要研發國重新檢視國際研發外溢效果應為合理之設定 (圖 3)。感謝匿名審查人對此提出的寶貴建議。

⁴ 由於國際研發外溢的管道相當多元，在 Lee (2006) 一文中，國際研發外溢管道包含進口貿易、外商直接投資(inward FDI)、對外直接投資 (outward FDI) 與無形的外溢 (disembodied spillovers)。本研究之國際研發外溢泛指貿易相關的研發外溢 (trade-related spillovers)。「貿易相關研發外溢」一詞可將國際研發外溢的管道鎖定於貿易面，詳見 Keller (1998)，Lumenga-Neso et al. (2005)。感謝匿名審查人對此提出的寶貴建議。

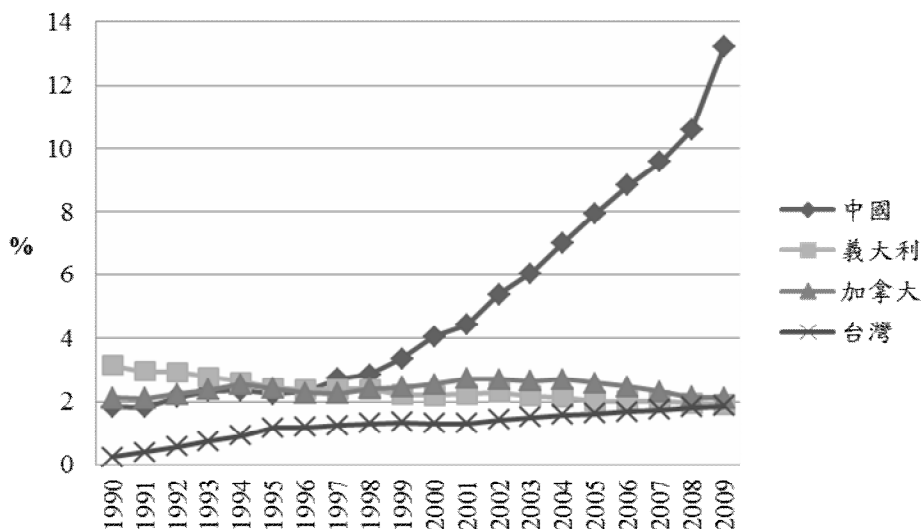


圖 3 中國、義大利、加拿大與台灣研發支出占世界研發支出比例

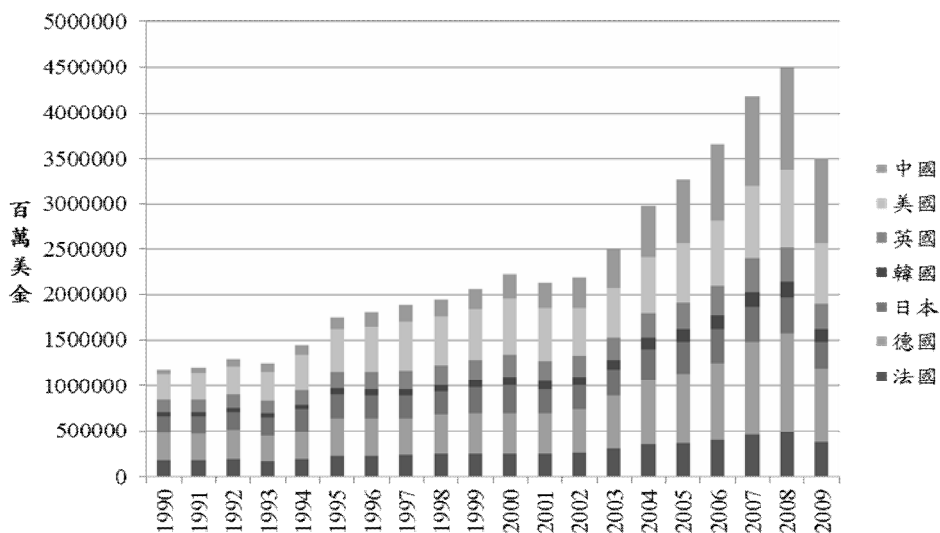


圖 4 OECD 國家 1990 至 2009 年由世界主要研發國進口概況

在2008年中國已超越德國成為OECD國家第一大進口國。綜合上述觀察，中國不僅經濟快速地成長，其國內研發亦是不斷地在累積。同時，相關文獻亦證實中國對於世界其他國家存在顯著的影響力。再觀察OECD國家之進口份額也可以發現，中國與OECD國家在貿易上有著密切的關係。這些都是本研究將中國列為世界七大研發國的原因，同時亦希望透過本文的探討，能夠對未來中國與國際研發外溢相關議題的研究有所啟發。

近年來國際研發外溢的相關文獻除了衡量透過貿易關係傳遞的直接研發外溢之外，更有學者提出不須透過直接貿易關係，無貿易第三國就能間接透過其他貿易夥伴接收主要研發國研發外溢的觀點。間接研發外溢效果的提出，除了將國際研發外溢的傳遞範圍擴大，更將過去國際研發外溢之研究重點由主要研發國及貿易的對象轉移至一國可接收的國際知識傳遞範圍。此外，現存相關文獻對於國際研發外溢的影響方向並未獲得一致的結論，除了觀察到國際研發外溢對生產力之正向影響，近年來也有部份文獻觀察到負向的效果，並推論此負向研發外溢效果與產業之競爭力有關，因此，本研究的另一個研究重點是將生產力成長與產業競爭力作一連結，並嘗試由直接與間接研發外溢的角度來解釋OECD各國在產業競爭力與總要素生產力上的變動。

本研究與現存文獻的主要區隔以及對相關文獻的貢獻可分三方面來說明。首先，過去分析或評估OECD會員國的文獻雖然已累積相當數量，但是對於研發外溢的來源，主要僅考慮美國與日本兩大主要研發國之國際研發外溢，如Bernstein (1998)、Bernstein and Mohnen (1998)、Branstetter (2001) 與 Acharya and Keller (2008) 等；僅少數文獻如Keller (2002)設定美國、日本、德國、法國與英國等G5國家為研發外溢之來源。由於近年來東亞部分國家如中國與韓國對於研發費用的投入已經逐漸趕上並躋身世界主要研發國之列，因此，本研究依循Keller (2002) 界定主要研發國的方式，並在其中加入中國與韓國，而以主要研發國累積的研發資本作為研發外溢之來源。將中國與韓國兩東亞新興研發國的研發活動納入考量，以檢視國際研發外溢的效果，正可以彌補現存文獻對於東亞研發活動缺乏討論之不足之處。

其次，過去部分討論研發外溢之文獻曾觀察到研發外溢對生產力所產生之負向影響

效果，並推測當外國的研發存量增加時，本國除了將接收更多的研發外溢，也有可能面臨研發國投入較多研發費用而提升其自身競爭力的壓力，因此造成本國競爭力在國際市場的相對下降（詳見 Jaffe，1986；Engelbrecht，1997b；陸怡蕙與施國珍，2005；Acharya and Keller，2008）。不過，這些文獻均只侷限於觀點的提出，而未具體地檢視國際研發外溢與產業競爭力之關係。本研究故而在產業競爭力之分析架構中納入國際外溢，以具體地探討國際研發外溢對產業競爭力的可能影響方向與程度，這在相關文獻中鮮少有類似的嘗試⁵，故由產業競爭力之角度來具體呈現國際研發外溢的影響，對於相關研究應該具有重要的參考價值。

最後，過去文獻以中國為研究對象討論國際知識之外溢效果時，大多將中國視為外溢效果的接受者，而且多著重在分析外商直接投資 (inward foreign direct investment) 所傳遞給中國的外溢效果，僅少數文獻曾討論貿易對於中國經濟發展的影響，但皆僅止於先進國家的外溢效果對於中國所產生之影響。本研究嘗試打破以往作法，將中國視為研發外溢的傳遞者，藉此觀察中國研發外溢對於 OECD 會員國之總要素生產力與競爭力的影響，並檢視中國的研發活動在國際經濟組織中之重要性。由於世界主要研發國家中只有中國不是 OECD 的會員國，因此本研究選定 1990 至 2009 年之 OECD 會員國作為觀察對象，以藉此突顯中國研發活動在國際經濟組織中之重要性。

本研究之組織架構如下。第二節為相關文獻回顧，除彙整過去各種量化國際研發外溢效果的文獻，也將回顧研發外溢與探討國家競爭力等相關文獻。第三節為本研究之模型設定；承接第三節，第四節說明本研究之資料來源，包括 OECD 會員國、中國與雙邊貿易資料的取得來源，此節亦將就相關變數的處理做一說明。本研究之實證結果呈現於第五節，本節就模型之估計結果做一闡述，最後一節則是總結本文之研究結果，並與過去之相關文獻進行比較。

⁵ Zhang (2015) 及 Luh et al. (2016) 等為少數的例外。

貳、文獻回顧

本研究共分為兩個部分來進行文獻回顧。第一個部分為討論研發投入對生產力影響的相關文獻回顧，並彙整各種量化國際研發外溢效果的國內外文獻；由於研發知識可能以直接或間接之方式外溢至他國，故此部分也會進一步探討無貿易第三國透過其主要貿易夥伴與主要研發國之間的貿易而間接收接收研發外溢的傳遞方式，即所謂間接研發外溢效果的相關文獻。第二部分將針對相關文獻中對於負向研發外溢效果與產業競爭力的討論做一介紹。

一、國內研發存量、國際研發外溢與技術進步

在探討國內研發存量與技術進步之間關係的現存文獻中，一個相當一致的結果是國內研發費用對一國技術進步率具有正向之影響 (如 Scarpetta et al., 2000; Bassanini et al., 2001; Guellec and dela Potterie, 2001)。因此，在分析技術進步的影響因素時，國內的研發存量往往是一項重要且不可忽略的解釋變數。

除了國內的研發費用之外，Grossman and Helpman (1991) 指出國際間的研發知識擴散亦是一國產出成長的重要影響因子。Coe and Helpman (1995) 認為國際研發外溢可以透過國與國之間的貿易來傳遞，並且可以縮小國與國之間的生產力差距。該文亦主張，透過貿易關係傳遞的研發外溢主要可分為兩種管道，一種是藉由進口新產品來模仿國外的技術，另一種管道則為新技術中間財的進口，不僅有助於發展新產品，亦將促使本國技術的進步。由實證分析的角度而言，Coe and Helpman (1995) 是第一篇強調透過貿易關係傳遞之研發外溢的文獻，該文以國外研發存量作為研發外溢的來源，再以進口份額為權數，衡量國際研發外溢對總要素生產力的影響，此種權數的計算方式隱含進口比例越高的國家，其傳遞至本國的知識外溢亦越多。Coe and Helpman (1995) 除了證實由較高研發水準之國家進口商品時，對本國之總要素生產力會產生正向的影響，亦說明貿易是國際

研發外溢的重要管道，同時也為相關實證研究提供了一個具體的架構。

有別於 Coe and Helpman (1995) 所提出之貿易相關的 (trade-related) 直接研發外溢，Lumenga-Neso et al. (2005) 的研究首先提出了「間接外溢」的概念，將與 OECD 會員國有貿易往來的國家定義為直接貿易國，直接貿易國提供的研發外溢即是直接外溢；而與 OECD 會員國無貿易之國家則藉由與其有貿易之非 OECD 會員國或是有貿易之 OECD 會員國傳遞間接的研發外溢。相對於直接外溢是直接由貿易行為帶來的國際研發外溢，間接外溢則是無貿易第三國藉由有貿易的國家間接將研發外溢傳入本國。假設以荷蘭為例，比利時與荷蘭之間有密切的貿易關係，比利時外溢至荷蘭的技術稱為直接外溢，若荷蘭和美國無貿易關係，而比利時和美國有貿易關係，考慮間接的知識外溢效果之後，美國便可透過比利時將研發外溢至荷蘭，即使荷蘭和美國沒有直接的貿易關係，也存在研發外溢。近期文獻對於間接研發外溢的討論並不多見，唯一的例外是 Schiff and Wang (2010)。依循 Lumenga-Neso et al. (2005) 定義之間接研發外溢的概念，Schiff and Wang (2010) 衡量直接與間接研發外溢加總後的總研發外溢對生產力的影響效果。該文發現研發密集的國家接受來自發展中國家的研發外溢對其總要素生產力並無顯著的影響力，但當發展中國家接受來自研發密集國家的研發外溢，對其總要素生產力則會產生顯著的正向影響效果。

國內有關國際知識外溢的相關研究如陸怡蕙與施國珍 (2005) 一文。該文係應用 Coe and Helpman (1995) 模型與知識具有公共財性質兩種概念建構國際外溢指標，進而比較兩種指標對台灣、日本與韓國三國生產力之影響。該文發現國際知識外溢為韓國與日本生產力成長的主要動力，並指出研發支出的多寡是決定國際外溢影響程度的重要因素。較近期之研究如印永翔與陳思遐 (2012) 則引進 Krugman (1991) 之空間概念，探討 G20 國家集團知識外溢現象。該文指出，當鄰近國家增加研發經費與人力資本投資，對於 G20 集團國內知識產出 (專利權數目) 有正面影響，反之，若鄰近國家延攬 G20 國家集團的人才，則對 G20 集團國內知識產出將產生負面顯著影響。以中國為研究對象者包括莊奕琦與許碧峰 (2001) 與翁嘉禧與朱毓涵 (2009) 等。莊奕琦與許碧峰 (2001) 分析進出口

與外商直接投資對於中國產業生產力的影響。其主要結果顯示，中國由 OECD 或是亞洲四小龍 (即台灣、香港、新加坡與南韓) 國家進口對於中國產業之生產力有明顯的正向影響。翁嘉禧與朱毓涵 (2009) 一文則是分析外商直接投資對於中國經濟發展的影響，其結論證實外商直接投資確實可以刺激中國的經濟發展。

二、負向研發外溢效果與產業競爭力

除了前述文獻發現國際研發外溢效果有正向的影響，仍有部分文獻的結果顯示研發外溢具有負向影響效果，對於此結果之闡述，有文獻將研發外溢與產業競爭力作一連結，推論當他國投入較多研發時，導致本國相對總要素生產力下降，進而使得本國的產業競爭力相對下降。如 Jaffe (1986) 即發現，就本身研發能力較差的廠商而言，國際研發外溢除了帶來正向的技術效果以外，還會有傷害廠商利潤與市值的負向效果；Engelbrecht (1997b) 則進一步發現國際外溢對於國內研發支出水準較低的國家對生產力會產生負向影響的效果。陸怡蕙與施國珍 (2005) 的實證研究也發現，由於台灣的研發支出相對低於日本與韓國，使得台灣得到的正向研發外溢效果低於日、韓兩國許多；該文並指出，研發外溢效果為一淨效果，當中包含了外國研發導致競爭力下降的負向影響。此外，Acharya and Keller (2008) 則是在生產力成長估計式中加入世界主要研發國 (即美國) 之進口值，以衡量進口對生產力的負向選擇效果，並獲得與預期一致的結果。Acharya and Keller (2008) 對於為何國際外溢可能對生產力造成負向影響提供了另一個解釋。該文指出，由於國內廠商短期內無法自由進出市場，因此增加進口會有正向的技術外溢效果。但若就長期的角度來思考，進口的自由化會加劇國內廠商的市場競爭，造成國內市場之廠商的生產力下降，進一步使得國內的生產力下降。

在產業競爭力影響因素之相關文獻中，人力資本、研發存量、專利權、海外技術購買金額與公共建設等則是影響產業競爭力的傳統要素 (Limao and Venables, 2001)。Limao and Venables (2001) 指出，人力資本的提升不僅會促使技術進步，更能進一步增加產能

與生產力，因而提升產業競爭力，而研發存量決定於產業在技術研發上的投入，因此可用來代表該產業的技術層次；此外，海外技術購買金額由於可透過向國外購買技術與專利權以提升國內的技術水準，而公共建設則為決定技術與產能是否能得以充分發揮的關鍵因素，因此均可能影響產業競爭力。

參、模型設定

本節先介紹直接與間接研發外溢研發外溢之概念性架構，再依序說明總要素生產力成長模型以及產業競爭力之實證模型設定與估計方法。

一、直接與間接研發外溢

根據研發外溢之文獻，第 i 個國家在第 t 期接收的直接研發外溢為主要研發國累積研發存量與研發外溢吸收率 θ_{ijt} 乘積之加總，而 θ_{ijt} 為介於 0 至 1 間之數值，當 $\theta_{ijt} = 0$ ，表示在第 t 期時，第 i 個國家無法吸收由與第 j 個國家貿易所傳遞過來之研發外溢； $\theta_{ijt} = 1$ 則代表第 i 個國家可以完全吸收第 j 個國家之研發外溢。在 Coe and Helpman (1995) 與其後續研究⁶的架構下，本國與他國的進口貿易越密切，對他國之技術吸收程度越高，因此 θ_{ijt} 可以定義為第 i 個國家在第 t 期時由第 j 個國家進口之金額占總進口值的比例。本研究亦利用進口份額來代表技術吸收程度，因此，直接研發外溢計算如下：

$$DIR_{it} = \sum_{j \neq i}^N \frac{IM_{ijt}}{IM_{it}} RDSTOCK_{jt} \quad (1)$$

⁶ 此類文獻包括 Coe and Helpman (1995) 與其他相關研究如 Luh et al. (1997)、Acharya and Keller (2008)、Unel (2008) 與 Lumenga-Neso et al. (2005)。

上式中， IM_{jt} 為第 i 個國家自第 j 個國家進口之金額， IM_{it} 為第 i 個國家之總進口額。由上式可知直接研發外溢與進口份額及主要研發貿易國之研發存量成正比，表示進口份額或累積研發存量越多時，第 i 個國家吸收到的直接研發外溢亦愈多。本研究假設世界主要研發國為主要的研發外溢來源，其餘貿易國不會傳遞直接研發外溢，因此上式中的 N 個貿易國僅為與第 i 個國家有貿易關係的主要研發國。

值得一提的是，文獻中曾就進口份額作為權重是否能確實反映國際研發外溢之效果，做過深入的討論。Keller (1998) 將 Coe and Helpman (1995) 的模型設定作了一些修正，由隨機亂數模擬決定外溢權重，最後得到與 Coe and Helpman (1995) 之模型相似的係數與解釋能力，因此，Keller (1998) 質疑貿易在國際技術外溢所扮演的角色是否如 Coe and Helpman (1995) 所言具有影響力。除此之外，Keller (1998) 亦將世界其他各國的研發存量作簡單的加總，使國際研發外溢之傳遞範圍擴展至全球，並獲得比 Coe and Helpman (1995) 之模型更佳的解釋能力。針對該研究所獲得之結果，Coe and Hoffmaister (1999) 指出，Keller (1998) 的亂數模擬方式乃將權重大於 0.3 的國家排除在外，致使其建立的進口份額並非完全亂數。Coe and Hoffmaister (1999) 因此在與 Coe and Helpman (1995) 相同的研究架構下，提出另外三種隨機估計進口份額的方法，其結果發現，以隨機估計之進口份額為權數所計算而得的國際技術外溢並未對生產力產生顯著影響效果。Keller (2004) 一文並且進一步指出，Coe and Hoffmaister (1999) 以隨機估計進口份額的方式所獲得之不顯著技術外溢結果，可充分說明以實際雙邊貿易進口份額作為權數的國際外溢仍然具有某種程度的影響力。在較為近期的研究中，Coe et al. (2009) 之研究結果亦顯示透過國際貿易所傳遞的研發外溢效果是國內技術進步的重要影響因素之一。因此，回顧過去文獻可知，進口確實仍為國際研發外溢之重要管道。

本文延續 Lumenga-Neso et al. (2005) 的概念來衡量間接研發外溢。就第 i 個國家而言，假設共計 M 個貿易夥伴。由於雙方的貿易往來，世界主要研發國 j 將知識傳遞給第 i 個國家的第 z 個貿易夥伴，第 z 個貿易夥伴再將知識外溢傳遞給第 i 個國家。因此，即使世界主要研發國 j 與第 i 個國家沒有直接的貿易關係，其累積的研發存量仍將透過兩層

的貿易關係間接傳遞至該國。間接外溢的算式表示如下：

$$IND_{it} = \sum_{z \neq i}^M \sum_{j \neq z}^N \frac{IM_{izt}}{IM_{it}} \frac{IM_{zjt}}{IM_{zt}} RDSTOCK_{jt} \quad (2)$$

(1) 與 (2) 式之技術吸收率皆未考慮兩國之間的技術差距可能造成國際研發外溢影響效果的不同。舉例而言，若本國屬高技術水準的國家，致力於生產高技術含量的產品，同時大量從技術相對不足的他國進口技術含量較低產品，而得出本國擁有高技術吸收率的結論，似乎不太合理。有鑑於此，本研究設定世界研發七國為知識外溢來源國，知識外溢來源國致力於生產高技術含量產品，同時將知識進一步透過貿易擴散到其他國家。在這樣的考量下，本研究著重探討世界前緣國家知識存量所產生的國際研發外溢效果。此外，本研究所設定的世界研發七國，其研發存量在本研究期間囊括世界研發存量八成以上，故本研究實際上已排除研發知識由技術水準相對不足的他國外溢到高技術水準本國的可能性。

二、實證模型設定

根據 Grossman and Helpman (1991) 以及 Coe and Helpman (1995) 等設定之創新驅動成長模型，總要素生產力成長率可表示為研發存量與國際研發外溢等變數之函數，

$$gTFP_{it} = f(RDSTOCK_{it}, DIR_{it}, IND_{it}, HK_{it}) \quad (3)$$

其中 $gTFP$ 為總要素生產力成長率； $RDSTOCK$ 為研發存量； DIR 為直接研發外溢； IND 為間接研發外溢， HK 為人力資本，下標 i 代表國家， t 則代表時間。本研究使用之資料為 1990-2009 年 OECD 中之 26 個會員國，因此下標即 1990 年至 2009 年，共計 20 期。

本文設定的產業競爭力模型主要是以 Zhang (2010) 與 Barro and Sala-i-Martin (1995) 之競爭力模型為基礎，並做兩個方向上的延伸。首先，本研究結合國際外溢與產業競爭

力兩個研究方向，將直接與間接研發外溢納入競爭力影響因素之分析架構，以檢視研發外溢對於產業競爭力之影響。其次，傳統的產業競爭力模型並未考量生產力成長對競爭力的可能影響，但過去產業經濟領域的相關研究如 Oulton (1998) 與 Roberts and Tybout (1997) 等均發現高生產力的廠商才能在競爭激烈的市場中存活，因此，本研究依循 Fischer and Schornberg (2007) 及 Lall (2001) 的架構，在競爭力模型中，納入總要素生產力成長率做為解釋變數。產業競爭力的傳統影響因素包括研發人力素質、國內研發、專利權與境外購買技術支出金額、以及公共建設程度等。由於其他影響因素的資料在蒐集上有困難與嚴重缺漏，本文僅納入人力素質與國內研發兩傳統影響因素來解釋產業競爭力的變動。本文設定之競爭力模型表示如下：

$$IC_{it} = f(RD_{it}, DIR_{it}, IND_{it}, SPELIST_{it}, gTFP_{it}) \quad (4)$$

上式中， IC 為產業競爭力指標， RD 代表國內研發支出， $SPELIST$ 為研發人力素質變數，其他變數則如 (1) 式之定義。

根據前述架構，本研究之迴歸式包括生產力成長與競爭力兩式，實證模型之設定如下：

$$gTFP_{it} = \theta_0 + \theta_{year} year_{it} + \theta_{RDSTOCK} RDSTOCK_{it-1} + \theta_{DIR} DIR_{it-1} + \theta_{IND} IND_{it-1} + \theta_{HK} HK_{it} + c_i + \mu_{it} \quad (5)$$

$$IC_{it} = \alpha_0 + \alpha_{year} year_{it} + \alpha_{RDSTOCK} RD_{it-1} + \alpha_{DIR} DIR_{it-1} + \alpha_{IND} IND_{it-1} + \alpha_{SPELIST} SPELIST_{it} + \alpha_{TFP} gTFP_{it} + c_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

上式中， $year$ 為時間趨勢， θ_0 與 α_0 分別為生產力成長與競爭力兩式之截距項，不同下標之 θ 與 α 分別為兩式中的待估計參數，而 μ_{it} 及 ε_{it} 則為誤差項。考量研發投入的時間落遲性，實證模型之研發存量、研發支出、直接外溢與間接外溢四項變數皆取落遲一期之數值（以下標 $t-1$ 表示）。在此值得注意的是，在產業競爭力估計式 (6) 式中， RD 代表國

內研發為每年國內研發支出，是流量變數，並非國內研發存量之存量變數，原因為本研究在建構產業競爭力這項應變數之時，無論是國內生產毛額、總出口值、製造業產值與出口值、中高技術產業之產值與出口值，皆為流量，並未使到任何存量的概念在其中，故不似在累積總要素生產力成長率估計式中，以國內研發存量做為解釋變數，本研究以國內研發支出做為自變數，來解釋以流量概念建構而成的產業競爭力。

由於本研究所使用之資料為國家層級之橫斷面與時間序列合併資料，因此，有其必要考慮每個國家不可測量特性 (unobserved characteristics) 可能造成的內生性問題。一般文獻上處理國家不可測量特性通常是加入國別之虛擬變數，以控制國家不可測量特性，避免自變數與殘差項之間的相關性而造成估計參數之偏誤，此方法亦稱為最小平方虛擬變數法 (least squares dummy variable, LSDV)。然而，本研究之實證模型為一聯立方程式，若在每條估計式中皆加入國家之虛擬變數，則大量的估計參數會造成自由度不足的問題。因此，在估計 (5) 式與 (6) 式時，本研究將所有應變數與自變數皆取一階差分之後進行估計，如此便可將不隨時間變動的國家不可測量特性利用差分方式消除。值得注意的是，雖然一階差分可避免國家不可測量特性所產生的內生性問題，但若模型中有不隨時間改變或者是隨時間穩定變動之自變數，則該變數之效果亦會隨一階差分消失。舉例來說，(5) 式與 (6) 式之 *year* 為控制時間趨勢之自變數，此變數之效果將與國家不可測量特性隨著一階差分而消失⁷。

此外，由於 (5) 式中的總要素生產力成長率為 (6) 式中的內生變數，(5) 式與 (6) 式

⁷ 若欲探討時間趨勢之效果，可在每條估計式中加入國家之虛擬變數並以兩階段最小平方方法進行估計，以避免三階段最小平方方法會所面臨之自由度不足問題。明確來說，第一階段先跑 TFP 成長對所有解釋變數之迴歸並且計算 TFP 成長之估計值，然後第二階段將此估計值代回產業競爭力估計式中取代原有 TFP 成長之實際觀察值，接著進行最小平方方法估計以得到不偏的估計量。然而，兩階段最小平方方法未考慮到模型系統中不同結構方程式之隨機誤差項之間的相關性，因此，本研究係以三階段最小平方方法配合變數一階差分進行模型係數的估計，以得更有效率之估計量。

之殘差項可能彼此存在相關性，因而產生內生性問題，因此，本研究在估計 (5) 式與 (6) 式時，是使用三階段最小平方方法進行估計。三階段最小平方方法包含了第一階段將總要素生產力成長率對所有外生變數做迴歸，並取其預測值代入第二階段之產業競爭力估計式。為了求得較具有效率的估計參數，第三階段則是利用第二階段 (5) 式與 (6) 式的殘差估計值，建立兩式殘差的變異數與共變數矩陣，進行一般化最小平方方法估計，進而得到模型之所有待估參數估計值。

肆、變數定義說明與資料來源

一、變數定義與說明

本小節分就迴歸式之應變數，包括總要素生產力成長率與競爭力指標，以及迴歸式之解釋變數等三部分依序說明。

(一)總要素生產力成長率

首先，根據 Coelli et al. (1998)，估算生產力之方法包括迴歸計量模型、總要素生產力指數、資料包絡法與隨機邊界模型等四種方法。由於 Malmquist 與 Tornqvist 兩種總要素生產力指數對於資料的需求較小，且計算軟體的操作相對簡易，致使這兩種指數成為近年來衡量總要素生產力的主要工具。由於本研究未能蒐集如工資所得與資本價格等資料，故本文採用計算 Malmquist 指數的計算來衡量總要素生產力的成長率，設定就業人口與固定資本形成為投入要素，國內生產毛額為產出。由於當期總要素生產力指數之成長率 (TFP_t/TFP_{t-1}) 為一相對概念，該數值的成長可能是由分母較小 (當期總要素生產力較小) 所致，不必然為分子大幅度的成長，因此，本研究以累積總要素生產力成長率作

為生產力成長模型之應變數⁸。

在本研究實證模型中，生產力成長估計式乃以累積總要素生產力成長率作為應變數，其優點在於此作法能夠平滑 (smooth) 總要素生產力之成長率。舉例來說，假設一個國家在第 t 年面臨嚴重的經濟衰退，則該國在第 t 年之總要素生產力成長率必定大幅度下降或者為負，若藉由累積方式計算總要素生產率，將會使得該國在第 t 年之累積總要素生產率下降幅度不至於太大，以窄化與限制總要素生產力成長率極端值的出現。此外，迴歸模型之所以以累積指數作為應變數，是由於總要素生產力變動率是以比值的概念進行衡量。當該指數較大時，有可能是由於分母數值較小所造成，而非真正是由分子產生大幅度的變動。因此，文獻中在檢視一國或經濟體的成長型態時，多以變動率的累積值作為畫圖或迴歸分析的依據，類似的呈現方式可參考 (Coelli et al. 1998; Luh et al., 2008; Palanisami and Ranganathan, 2012; Strauss and Samkharadze, 2011)。

(二)競爭力指標

過去文獻在衡量競爭力時採用的方式頗為分歧，本文採用聯合國工業發展組織 (United Nations Industrial Development Organization，以下簡稱 UNIDO) 設定之產業競爭力指標。依照 UNIDO 產業統計書的定義，競爭產業表現 (competitive industrial performance, CIP) 指標由人均製造業附加價值 (manufacturing value added per capita)、人均製造業出口值 (manufactured exports per capita)、產業化強度 (intensity of

⁸ 過去文獻在探討知識外溢與總要素生產力之間的關聯時，通常以總要素生產力或者是總要素生產力之成長率作為應變數，國際研發外溢對前者之影響為水準效果 (level effect)；對後者之影響則稱之為成長效果 (growth effect)。然而，在實證研究中，要選擇以總要素生產力或是其成長率作為應變數來分析國際知識外溢的影響並無定論，本研究選擇以總要素生產力之成長率作為應變數，故國際研發外溢在 TFP 成長估計式中所衡量的效果為成長效果而非水準效果。

industrialization) 與出口量能 (export quality) 四個指數所組成。根據 UNIDO (2010) 的闡釋，人均製造業產出為平均每人之製造業產值，可用來代表相同規模之經濟體的工業化程度；人均製造業出口為平均每人之製造業出口值，表示相同規模經濟體的製造業產品出口競爭力；產業化強度由製造業占全國產值之比例與製造業產出的中高技術產值所佔比例所組成，前者代表製造業對該國經濟之貢獻比例，而後者代表製造業之技術發展程度，因此，此兩比值加總之平均值可用來衡量該國之工業化程度。出口量能由製造業出口值佔總出口值之比例與製造業出口的中高技術產值比例所組成，前者代表製造業在出口上的重要性，後者為該國外銷高技術產品之能力，兩者加總之平均值代表該國出口工業化產品之能力與其技術能力。若以 $X_{i,j}^k$ 代表第 i 個國家第 j 期之第 k 個 CIP 組成， $\max(X_j^k)$ 與 $\min(X_j^k)$ 分為在第 j 期第 k 個 CIP 組成表現最佳與最差國家之組成值，則可依 (12) 式行常態化的處理：

$$IC_{i,t} = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \frac{X_{i,t}^k - \min(X_{i,t}^k)}{\max(X_{i,t}^k) - \min(X_{i,t}^k)},$$

$$i = 1, 2, \dots, 26; t = 1990, 1991, \dots, 2009; k = 1, \dots, 4 \quad (7)$$

利用常態化後的 X^k 值計算簡單算術平均即可得各國各年之產業競爭力指標。

此外，上式之競爭力指標為製造業競爭力指標，並未包括農業與服務業。過去文獻中有關競爭力的討論主要是分三個層級－企業、產業、以及國家－來進行。UNIDO 提出產業競爭力指標之後，由於該指標能從多個面向檢視產業的表現，因此成為繼瑞士洛桑國際管理學院 (International Institute for Management Development, IMD)、瑞士世界經濟論壇 (World Economic Forum, WEF) 以及美國喬治亞理工學院 (Georgia Institute of Technology, GIT) 等機構所做的國際競爭力評比之後，成為第一個廣為國際社會所接受的產業競爭力指標，並受到國外學界之重視。根據聯合國工業發展組織的定義，產業競爭力代表一個國家生產與出口工業產品的能力。產業競爭力指標則由四個構面組成：製造業的人均附加價值 (value added per capita)，製造業的每人出口值 (exports per capita)，

中高技術產品產值在製造業總附加價值所占份額，以及中高技術產品出口值在製造業總出口值所占份額。前兩種指標代表一個國家製造的能力，而後兩種指標則代表一個國家工業產品的技術複雜度 (technological complexity) 以及產業升級 (industrial upgrading)。

在過去研究國際研發外溢的相關文獻中，常以各國製造業為主要研究對象，原因為製造業之產出不同於農業與服務業，尤其是以 OECD 國家來說，除了紐西蘭這種以農業為主之國家，其製造業產出通常為技術密集 (technology intensity) 型產品，再透過貿易方式將商品與技術擴散至世界其他國家，進而產生技術外溢的現象。而服務業未如製造業，具有實質產出或商品可以衡量，故在探討技術外溢對於產業競爭力之影響時，本研究並未將服務業納入產業競爭力指標的建構之中。再者，承如上述，在討論國際研發外溢的範疇中，本研究鎖定之技術外溢傳遞的管道為國家之間的貿易，亦即國外技術或是知識是蘊含在製造業之產品，再透過兩國之間的雙邊貿易而產生技術外溢的現象。因此，國外技術或是知識並非蘊含在農產品之中，故在探討國際研發外溢與產業競爭力之關聯時，只考慮製造業競爭力，並未將農業與服務業之競爭力納入考量之中。基於服務業在各國 GDP 比例日趨重要，將在未來研究方向加入服務業競爭力指標，並進一步探討服務業競爭力之影響因素。

最後，在產業競爭力指標當中，是由算術平均將競爭力指標中各組成給予相同權數，求得產業競爭力指標。觀察本研究所建構之產業競爭力指標，可以發現其指標是由人均製造業產值、人均製造業出口值、產業化強度與出口量能等四項組成所形成，故本研究之產業競爭力指標同時涵蓋了各樣本國在製造業生產面與貿易面的競爭力。相對於因應國內需求的製造業產能，此競爭力指標更能突顯出口導向的產能，因此，在此競爭力指標中，以出口為導向的小型經濟體如瑞士，將呈現較高的指標值 (UNIDO, 2010)，同時，這也可反映國家之製造業若能夠以出口為導向，其製造業在國際市場上也應該相對地具有競爭優勢之事實。在過去研究之中，Zhang (2010) 與 Notta and Vlachvei (2011) 亦使用 UNIDO 所定義之產業競爭力指標來衡量競爭力。而文獻中並無先驗的思維，究竟是生產

面或出口面的組成對整體競爭力較為重要，而應給予較大的權數，因此，本研究依循過去文獻中產業競爭力指標之建構方式應為合理。

(三)本國人力資本、研發人力素質與研發存量

在內生成長理論中，確實已有理論模型說明人力資本是技術進步或影響生產力成長的內生引擎 (Romer, 1990)。內生成長理論強調經濟成長的動力來源主要來自經濟體系之內生因素，而這些帶來經濟成長動力的內生因素包括技術創新與人力資本的累積，因此，在考慮內生成長模型的驅動因素之時，技術創新與人力資本為兩個不可忽略的核心變數。過去在實證研究當中，亦有文獻強調人力資本對於經濟成長的重要性 (Barro, 1991; Benhabib and Spiegel, 1994)。Coe and Helpman (1995) 雖然利用實證資料發現國際研發外溢對於生產力的正向貢獻，但該研究並未進一步考慮人力資本對於技術進步率的影響。有鑒於此，本研究回顧過去文獻，發現 Engelbrecht (1997a) 是第一篇延伸自 Coe and Helpman (1995) 之研究架構，並探討 OECD 國家國際研發外溢、人力資本與生產力三者關聯之文獻。該文研究結果顯示，在加入人力資本變數之後，國內研發與國際研發外溢變數之估計係數變小但仍維持高度顯著性，而人力資本為 OECD 國家技術進步之重要影響因素。而後，在內生成長模型的理論架構與 Engelbrecht (1997a) 實證發現下，便有許多實證文獻探討人力資本與總要素生產力之間的關係。一般而言，過去研究發現人力資本對於總要素生產力成長有著正向且顯著之影響 (Bronzini and Piselli, 2009; Frantzen, 2000; Miller and Upadhyay, 2000)；不過，但仍有部分文獻並未發現人力資本對於總要素生產力之顯著正面影響 (Kumar and Kober, 2012)。本研究以高等教育入學人數占 15-25 歲人口的比例建構 OECD 各會員國的人力資本變數，藉此突顯素質較高之人力資本對於總要素生產力成長率的影響。

研發人力素質為影響競爭力的因素之一，然而，欲精確衡量一國之研發人力素質並不容易；本研究係以研發人員數占就業人口之比例作為該國研發人力素質之代理變數，以強調從事研發活動的人力素質對於國家競爭力的影響。過去文獻類似做法亦可見於

Zhang (2010), Zhang (2010) 利用高等教育入學人數與總人口之比例作為人力素質之代理變數，假設高等教育人口可衡量一國之人力素質，並利用總人口數將其標準化，可比較不同國家之間人力素質的高低。

在研發存量方面，由於研發知識會隨著時間累積，故文獻中多使用研發存量而非研發費用作為生產力成長或競爭力的解釋變數。另一方面，知識會隨著技術創新而被取代或是專利權的消失使得研發存量產生折舊，因此本文亦沿用相關文獻中的作法⁹，以永續存貨法 (perpetual inventory method) 計算研發存量，計算式如下：

$$RDSTOCK_t = RD_t + (1 - \delta) * RDSTOCK_{t-1} \quad (8)$$

上式中， $RDSTOCK_t$ 為一國在第 t 期之研發存量¹⁰， RD_t 為第 t 期之研發投入費用， δ 為研發資本折舊率。根據 R&D Master File，研發資本折舊率為 0.1 或 0.12，而過去在文獻中，部分研究設定研發資本折舊率為 0.1 (如 Keller, 2002; Peri, 2005)，亦有部分文獻設定研發資本折舊率為 0.12 (如 Luh and Chang, 1997)，本研究分別設定研發資本折舊率為 0.12 與 0.1 計算研發資本存量，由於估計結果相近，因此最後設定研發資本折舊率為 0.12。

二、資料來源

本研究所用之資料為 1990-2009 年 OECD 中之 26 個會員國各年總體資料，資料來源主要分為兩部分，第一部分包含 OECD 之國別資料，第二部分則為中國與非 OECD 會員國之資料。除了中國以外，本研究有關 OECD 之各國總體資料均取自 OECD 網路資料庫 (OECD iLibrary)，其中國內生產毛額與製造業附加價值取自 OECD 國富統計 (OECD

⁹ 詳見 Griliches (1980) 與 Goto and Suzuki (1989)。

¹⁰ 第零期之研發存量即等於該年之研發費用投入。

National Accounts Statistics)，就業人口資料取自 OECD 生產力統計 (OECD Productivity Statistics)，人口總值則取自 OECD 就業與勞動市場統計 (OECD Employment and Labour Market Statistics)。由於蒐集之資料皆以當年度幣值計算，因此，本研究進一步以消費者物價指數進行平減消費者物價指數的資料則取自主要經濟指數資料庫 (Main Economic Indicators)。其他如研發支出與高等教育研究人員數資料係取自 OECD 科技技術研發統計 (OECD Science, Technology and R&D Statistics)，而各國進出口總值、製造業總出口、中高技術產品之產值以及固定資本形成則取自 OECD 結構性分析統計 (STAN: OECD Structural Analysis Statistics)。至於國對國之進出口貿易資料，我們主要是取自 2010 雙邊貿易結構性分析資料庫 (STAN Bilateral Trade Database 2010)，其中希臘、日本、墨西哥、紐西蘭、瑞士與土耳其等國之國別資料在 OECD 資料庫中並未提供，故改由世界銀行資料庫 (The World Bank) 中所提供的資料加以補齊。為了轉換為實質幣值，本研究皆以 2005 年美金作為購買力之平減。

OECD 會員國的貿易對象除同屬 OECD 的其他會員國以外，還包括中國以及其他非 OECD 會員國¹¹。本研究使用的中國之國別資料與其對外貿易資料係取自 AREMOS 台灣經濟統計資料庫，而中國以外的其他非 OECD 會員國 (如印尼、馬來西亞、俄國與越南等) 與 OECD 各國的雙邊貿易資料，則取自世界銀行資料庫 (The World Bank)。

三、樣本敘述統計

本研究將 OECD 會員國區分為主要研發國及非主要研發國兩類樣本。由表 1 之分群樣本敘述統計值可知，主要研發國之平均國內生產毛額約為 3 兆 5 千 5 百億美元，非主要研發國則約為 4 千 5 百億美元，兩群組之平均國內生產毛額差距約為 8 倍；而主要研

¹¹ 扮演間接研發外溢之中間傳遞者角色的非 OECD 會員國包含阿根廷、巴西、保加利亞、賽普勒斯、香港、印度、印尼、立陶宛、馬來西亞、馬爾他、菲律賓、羅馬尼亞、俄羅斯、新加坡、南非、泰國、台灣與越南等 18 個國家。

發國之總人口數平均約為 1 億人，非主要研發國平均約 2 千萬人。由前述統計數字可知，主要研發國與非主要研發國之人均所得分別為 3 萬 3 千與 2 萬 2 千美元¹²。若由國內生產毛額來觀察，主要研發國約為非主要研發國的 8 倍，而主要研發國之人均所得則是非主要研發國的 1.6 倍，顯示兩種不同類型國家的大小存在相當程度的差異，因此，將 OECD 國家分為主要研發國與非主要研發國，進一步觀察國際研發外溢對於此兩種國家的影響有何差異是值得探討的議題。

此外，主要研發國之研發人員數為 10 萬人，非主要研發國之研發人員數為 1 萬 7 千人，依據本研究對於研發人力素質的定義，研發人力素質為研發人員數與就業人口之比例，雖然主要研發國研發人員數高於非主要研發國，但主要研發國之國內就業人口 (5 千 3 百萬人) 亦高於非主要研發國 (9 百萬人)，故主要研發國人力素質指標為 0.00204，略低於非主要研發國人力素質指標 0.00257。由此可知，雖然主要研發國研發人員數較高，但經過總就業人口數標準化之後，其研發人力素質反而較非主要研發國低。值得注意的是，主要研發國在總進口、總出口與製造業產值的表現分為 5 千億美元、5 千 6 百億美元與 6 千 1 百億美元，遠高於非主要研發國的 1 千 1 百億美元、1 千 1 百億美元與 7 百 6 十億美元。以產業競爭力指標來看，平均而言，主要研發國之產業競爭力 (0.328) 高於非主要研發國 (0.279)，原因在於主要研發國在製造業出產值、製造業出口值與中高技術製造業產值的表現皆優於非主要研發國，致使主要研發國之產業競爭力較非主要研發國為高。觀察透過貿易所傳遞的國外知識存量可知，平均而言，1990 年至 2009 年之間透過貿易管道進到主要研發國之國外知識存總量約為三千七百億美金；其中直接外溢大約占 61%，而間接外溢大約占 39%。另外，就非主要研發國來說，研究期間內透過貿易管道進到本國的國外知識存量平均為三千七百五十億美金；其中直接外溢大約占 76%，而間接外溢大約占 24%。由此可知，間接外溢在總知識外溢具中占有一定比重，因此，確實有必要在模型中進一步檢視間接外溢對於生產力成長與產業競爭力的影響。

¹² 此數據來自表 1 之國內生產毛額除以總人口數。

表1 OECD各國變數敘述統計值

單位：萬人，十億美金，%

變數名稱	分群樣本		全樣本
	主要研發國	非主要研發國	
國內生產毛額	3550 (3450)	447 (426)	1160 (2140)
固定資本形成	34800 (77800)	162 (182)	8160 (40000)
總人口	10900 (8130)	2070 (2480)	4100 (5800)
就業人口	5310 (4240)	855 (925)	1880 (2880)
研發人員數	10.1 (6.90)	1.67 (4.54)	3.61 (6.28)
研發人力素質	0.00204 (0.00099)	0.00257 (0.00535)	0.00245 (0.00472)
人力資本	0.284 (0.089)	0.263 (0.101)	0.268 (0.099)
總出口	500 (266)	111 (101)	201 (226)
總進口	555 (397)	111 (98)	213 (280)
製造業產值	612 (502)	76 (76)	199 (337)
製造業出口	464 (242)	96 (91)	181 (210)
中高技術製造業產值	331 (183)	53 (54)	117 (154)
研發存量	469 (554)	29 (32)	131 (325)
競爭力指標	0.328 (0.053)	0.279 (0.146)	0.291 (0.132)
總要素生產力成長率	1.06 (0.215)	1.07 (0.164)	1.07 (0.177)
直接研發外溢	228.53 (121.7)	285.19 (269.59)	272.12 (244.62)
間接研發外溢	141.19 (101.45)	90.1 (44.11)	101.89 (65.73)
樣本數	120	400	520

註：括號內為標準差。

表 2 所列為 OECD 主要研發國之各國基本統計值。美國之國內生產毛額、製造業產值、中高技術製造業產值與研發存量等數值均為 OECD 主要研發國之冠。值得注意的是，在本研究期間，美國是研發存量唯一超過 1 兆美元的國家，由圖 2 亦可觀察到，美國歷年之研發經費投入皆超過 2 千億美元，而且相較於其他 OECD 主要研發國，美國之研發經費持續維持明顯的成長趨勢，因此，過去文獻將美國視為研發外溢的主要提供者並非沒有道理，其所累積的龐大研發量能很明顯一直居於世界首位。不過，觀察 OECD 主要研發國之製造業出口值，可以發現美國並非第一，而是由德國的 7 千 3 百億美元製造業出口值位居第一，其原因應是在於德國的汽車製造業、機械製造業、電機工業與化學業是世界經濟的重要產業，因此使得德國在製造業出口的表現勝過美國。再觀察主要研發國之產業競爭力與生產力，可發現美國之競爭力指標為 0.303，僅次於德國與日本，但其總要素生產力過去 20 年的平均值僅為 96.3，顯示平均而言，美國的技術呈現稍微衰退的現象（本文設定 1990 年之總要素生產力為 100）。除了美國以外，英國也面臨技術衰退的現象，其總要素生產力在過去 20 年的平均值僅為 82.5。除此之外，在主要研發國中，固定資本形成以韓國為最多，其數值為 2 兆美金，而韓國過去 20 年的總要素生產力平均值為 143，亦為主要研發國中生產力成長速度最快者。在競爭力指標部分，主要研發國若依產業競爭力做一排序，則最高者為德國，其次為日本，其他則依序為美國、韓國、法國和英國。由圖 5 與圖 6 總要素生產力與競爭力時間趨勢來觀察，韓國在樣本觀察期間生產力與競爭力皆有明顯成長的現象，雖然平均而言，韓國競爭力指標並不高，但配合圖 6 之競爭力指標趨勢圖，可以發現韓國是在近 10 年內方才快速成長，因此，韓國所具備的潛在經濟實力是在本研究期間的晚期才顯現出來，其影響 OECD 其他國家的力量不應被忽視。

表2 OECD主要研發國各國變數敘述統計值

單位：百萬人，兆美金，%

變數名稱	美國	德國	法國	英國	日本	韓國
國內生產毛額	10.800 (1.610)	2.450 (0.162)	1.710 (0.182)	1.700 (0.252)	3.710 (0.142)	0.889 (0.222)
固定資本形成	1.89 (0.47)	0.476 (0.0308)	0.309 (0.0509)	0.17 (0.0504)	1.33 (0.0832)	2.05 (38.1)
總人口	279 (17.7)	81 (4.22)	59.3 (1.89)	58.9 (1.16)	126 (1.39)	46.4 (1.9)
就業人口	141.0 (9.38)	38.8 (0.87)	24.9 (1.37)	27.3 (1.36)	65.2 (1.34)	21.2 (1.72)
研發人員數	0.194 (0.028)	0.0673 (0.00568)	0.0583 (0.0088)	0.0848 (0.0476)	0.179 (0.0354)	0.0228 (0.0081)
總出口	0.814 (0.162)	0.771 (0.243)	0.373 (0.0697)	0.323 (0.0494)	0.529 (0.077)	0.19 (0.104)
總進口	1.27 (0.393)	0.653 (0.179)	0.391 (0.0971)	0.406 (0.0942)	0.43 (0.0987)	0.181 (0.0991)
製造業產值	1.62 (0.0585)	0.515 (0.0386)	0.244 (0.0236)	0.253 (0.0256)	0.83 (0.0626)	0.214 (0.0568)
製造業出口	0.726 (0.145)	0.729 (0.221)	0.351 (0.0665)	0.284 (0.0432)	0.507 (0.0685)	0.188 (0.104)
中高技術 製造業產值	0.533 (0.107)	0.507 (0.157)	0.218 (0.0459)	0.193 (0.0314)	0.413 (0.0511)	0.121 (0.0701)
研發存量	1.45 (0.6770)	0.31 (0.1330)	0.198 (0.0800)	0.165 (0.0682)	0.591 (0.2510)	0.102 (0.0667)
競爭力指標	0.303 (0.0111)	0.405 (0.0405)	0.299 (0.0102)	0.289 (0.0139)	0.371 (0.0185)	0.299 (0.0523)
總要素生產力成長率	0.963 (0.047)	1.06 (0.039)	1.06 (0.023)	0.825 (0.064)	1.05 (0.059)	1.43 (0.252)
樣本數	20	20	20	20	20	20

註：括號內為標準差。

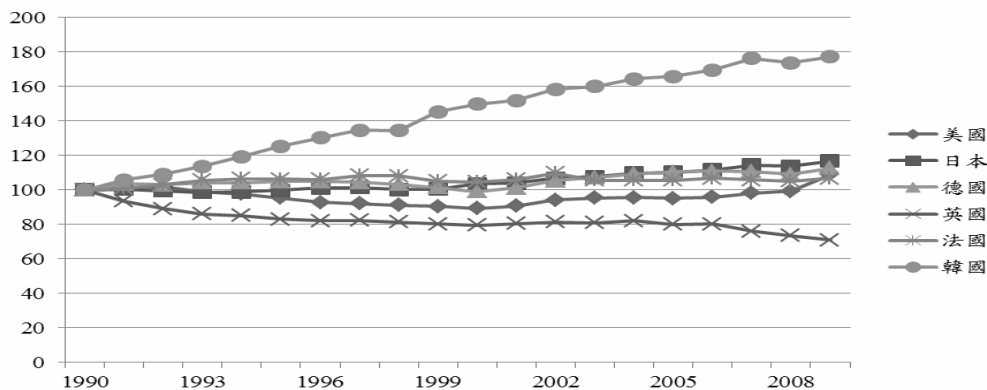


圖 5 OECD 主要研發國之總要素生產力

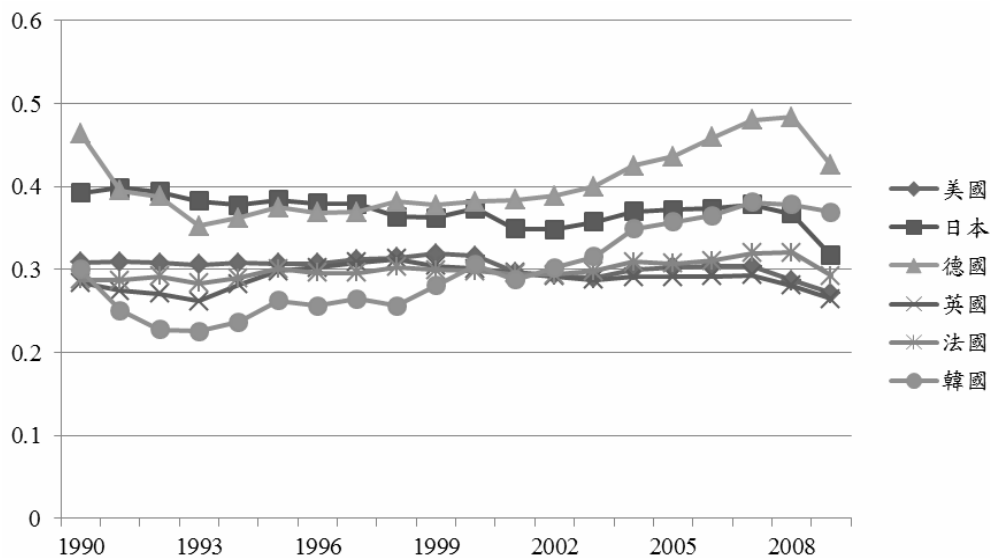


圖 6 OECD 主要研發國之競爭力指標

伍、實證結果

表 3 分別為主要研發國與非主要研發國之估計結果。以主要研發國而言，國內研發存量與直接外溢對於總要素生產力成長有顯著正向影響（估計係數分別為 0.154 與 0.333）；且國內研發支出與直接研發外溢對於提升產業競爭力亦有顯著之效果。觀察非主要研發國之實證結果則可發現，間接外溢為刺激非主要研發國之技術進步的動力來源（估計係數為 1.039），但間接外溢對非主要研發國之產業競爭力也同時產生排擠效果（估計係數為 -0.004）。此外，國內研發存量與國內研發支出分別對於非主要研發國之技術進步與競爭力未產生統計上之顯著影響。若非主要研發國欲提升其國內產業競爭力，則需要透過刺激總要素生產力成長，進一步使國內製造業在國際市場上的競爭力得以提高。在此有幾個必須探討的問題，首先，國內研發存量變數在 TFP 成長估計式為何只有在主要研發國呈現統計上顯著性，在非主要研發國則不具有顯著性？且國內研發支出對產業競爭力之影響亦有相同的現象？針對此結果之解釋，本研究由資料整理出主要研發國與非主要研發國之研發密集度，發現在樣本期間內，主要研發國之研發密集度平均值為 0.024，標準差為 0.005；而非主要研發國 0.015，標準差為 0.008，此現象與本研究一開始所提出之主要研發國之研發活動較非主要研發國積極的觀點一致，而主要研發國活絡的國內研發活動確實是總要素生產力成長與提升產業競爭力的動力之一。相較之下，非主要研發國雖然也有國內研發投入，但就研發密集度來說，其國內研發密度明顯不足，因而可能是國內研發無法成為國內技術進步與競爭力提升之影響因素。其次，間接外溢為非主要研發國提升 TFP 之動力，為何在其產業競爭力估計式中呈現負號而且達統計上顯著？在過去研究中，有部分文獻發現國際技術外溢並非全然皆為技術進步的內生引擎，在他國投入較多研發時，反而導致本國相對總要素生產力下降，甚至是使得本國產業競爭力的相對下降；如 Jaffe (1986) 發現就本身研發能力較差的廠商而言，國際研發外溢

除了帶來正向的技術效果以外，還會有傷害廠商利潤與市值¹³的負向效果。Engelbrecht (1997b) 則進一步發現國際外溢對於國內研發支出水準較低國家的生產力亦會產生負向影響的效果。國內研究如陸怡蕙與施國珍 (2005) 的實證研究也發現，由於台灣的研發支出相對低於日本與韓國，因此台灣得到的正向研發外溢效果遠低於日、韓兩國。該文指出，研發外溢效果為一淨效果，包含外國研發導致競爭力下降的負向影響，由此可知，若國內研發水準若相對不足，則國際研發外溢可能導致負向之影響，進而可說明間接外溢對非主要研發國之負向影響可能係由於其國內研發強度相對不足所致。

值得注意的是，在表 3 中，為何直接外溢對於非主要研發國之總要素生產力與產業競爭力並未產生顯著之影響？針對此結果，本研究也嘗試由下列觀點來解釋。對照本文對於直接研發外溢與間接研發外溢之建構，可知直接研發外溢是世界主要研發七國透過貿易方式，直接將技術或知識外溢至本國，而研發外溢之吸收率即為本國進口量占總進口量的份額；間接研發外溢則是世界主要研發七國先將技術外溢到非主要研發國或是非 OECD 國家，接著再透過本國與那些國家之貿易，間接吸收世界主要研發七國之技術外溢，因此，間接技術外溢是透過「兩層吸收率」來形成技術外溢的管道¹⁴。故而在考慮間接外溢的影響之後，本研究發現研發密集度較低的非主要研發國可能由於其國內研發水準相對不足，以至於無法直接吸收來自世界主要研發七國的技術外溢，因此直接外溢之估計參數未達到統計上之顯著。反之，間接外溢係先由與本國研發密集度相當的非主要研發國或是非 OECD 國家吸收世界研發國之技術外溢，而後本國再藉由與此研發水平相當的第三國進行貿易並間接吸收國外知識存量。因此，透過與非主要研發國研發水平相當的國家所傳遞的間接技術外溢更能發揮提升其總要素生產力的效果。

¹³ Klette (1999) 利用市場佔有率 (market power) 來衡量產業的競爭能力，或是 Sekkat (2009) 使用利潤率指標作為市場佔有率的代理變數。

¹⁴ 間接外溢吸收率係決定於樣本國與研發七國以外國家之貿易密切度 (IM_{izt}/IM_{it}) 以及樣本國的研發七國以外貿易夥伴與七國之貿易密切度 (IM_{jzt}/IM_{zt})。

表3 實證模型之估計結果

變數	主要研發國		非主要研發國	
	<i>gTFP</i>	<i>IC</i>	<i>gTFP</i>	<i>IC</i>
<i>DIR</i>	0.333 ** (2.360)	0.002 ** (2.320)	-0.123 (-1.620)	0.000 (0.070)
<i>IND</i>	-0.811 ** (-2.720)	-0.002 * (-1.890)	1.039 *** (3.390)	-0.004 * (-1.780)
<i>RDSTOCK</i>	0.154 ** (2.270)		0.332 (0.490)	
<i>HK</i>	0.179 * (1.780)		-0.020 (-0.330)	
<i>RD</i>		0.666 ** (2.530)		-1.422 (-0.550)
<i>SPELIST</i>		2.001 (0.310)		0.020 (0.150)
<i>gTFP</i>		-0.003 (-1.430)		0.011 *** (4.940)
彈性值 ($\varepsilon_{X,Y}$)				
<i>DIR</i>	0.069	0.131	0	0
<i>IND</i>	-0.103	-0.101	0.134	-0.164
<i>RDSTOCK</i>	0.064		0	
<i>HK</i>	0.048		0	
<i>RD</i>		0.186		0
<i>SPELIST</i>		0		0
<i>gTFP</i>		0		3.459

註：括號內為 t 值。*，**，***分別代表在 10%，5%，1% 顯著水準下顯著。主要研發國聯立估計式之樣本觀察個數為 108 筆；非主要研發國聯立估計式之樣本觀察個數為 360 筆。

再者，在產業競爭力估計式中，研發人力素質變數皆不具統計上的顯著性，對照 Zhang (2010) 之研究，可以發現 Zhang (2010) 亦得到相同之結果，Zhang (2010) 提出人力資本不會直接影響競爭力的觀點。該文認為人力資本會與全球化形成互補之關係，而在累積一定程度的人力資本之後，國內全球化的提升方有助於刺激產業競爭力。除此之外，Zhang (2010) 的研究對象包含 OECD 國家、開發中國家與低度開發國家¹⁵，而本研究則是針對 OECD 之 26 國進行實證研究，雖然兩者皆未發現人力資本或研發人力素質對於產業競爭力具有顯著影響，但其對於開發中國家或是低度開發國家之產業競爭力是否會產生不一樣的影響，這部份可在日後研究做更進一步的探討。

為了進一步比較各變數的影響程度，本研究亦將基本模型各解釋變數的彈性值整理於表 3。彈性值皆以樣本平均值來衡量，以間接研發外溢為例，當間接研發外溢變動一個百分點，總要素生產力成長率平均的相對應百分比變動可計算如下：

$$\varepsilon_{IND,TFP} = \frac{\partial gTFP}{\partial IND} \frac{\overline{IND}}{\overline{gTFP}}$$

比較彈性值可以發現，就主要研發國而言，提升技術進步率的主要動力為其他主要研發國之直接外溢，其次才是國內研發存量，而人力資本之影響則為最小，故可知透過國際貿易產生的直接研發外溢效果為主要研發國技術進步之主要原因。若將此結果與 Coe and Helpman (1995) 之研究做比較，可以發現 Coe and Helpman (1995) 之研究結果為大國¹⁶之國內研發存量為提升國內生產力之主要原因，其次才是直接研發外溢，因此，該文雖然亦獲得研發外溢的顯著影響，但就影響幅度而言，與本研究所獲結果並不一致。

¹⁵ 詳細國家列表可參閱 Zhang (2010)，509 頁。

¹⁶ 本研究將 OECD 會員國分成主要研發國與非主要研發國，而主要研發國包含美、日、德、法、英與韓；Coe and Helpman (1995) 則將 OECD 之大國設定為美、日、德、法、義、英與加。

本研究獲得與 Coe and Helpman (1995) 不一致的結果，其原因可能是由於本研究之研究期間與 Coe and Helpman (1995) 並不相同。該文之研究期間為 1971 年至 1990 年，尚處於全球化初期之階段，例如關稅暨貿易總協定 (General Agreement on Tariffs and Trade, GATT) 在 1973-1979 年所舉行的東京回合談判與 1986-1994 年的烏拉圭回合談判，目的皆在協議各國之間關稅與貿易障礙的降低。再者，在 1990 年代初期，WTO 成立，並且取代原來的 GATT，成為世界貿易自由化各國之間進行談判的重要組織。隨著 WTO 的成立，各國之間的貿易障礙也逐漸降低，因此愈容易接收其他國家所帶來的知識外溢。本研究之研究期間為 1990 年至 2009 年，此階段屬於全球化過程之中間階段，在此時期，各國的貿易應比 1971 年至 1990 年之間要更為開放，因此各國之間能夠接收到更多的國外知識外溢，致使國外知識外溢成為技術進步的主要因素。因此，貿易自由化程度愈高，國際研發外溢效果愈大。其次，本研究參照 Keller (2002) 之研究，除了將世界主要研發國設定為 G5 國家，亦將近期在研發支出與總體經濟兩方面快速成長的中國與韓國加入世界主要研發國之列，而在 Coe and Helpman (1995) 的研究中，並無世界研發外溢來源國的設定，只要兩個國家彼此之間有貿易，便有研發外溢的效果產生。

本研究設定 G5 與中韓為世界主要研發國，且為研發外溢的主要來源，是因這些國家的研發存量占世界研發存量八成以上，且在區分直接與間接研發外溢的影響時，若將非主要研發國也視為產生研發外溢的來源將造成重複計算外溢效果的問題，因此本研究選定研究量能充沛且具代表性的 G5 加中韓為世界研發國。此在主要研發外溢來源設定之不同，也可能為造成本研究與 Coe and Helpman (1995) 之結果有所差異的原因之一。再者，本文與 Coe and Helpman (1995) 的主要差異是在研究設計上。本文除了考慮直接外溢，亦考慮間接外溢，且本研究發現間接外溢亦是影響 OECD 會員國生產力成長的重要因素，因此分析時若未將間接外溢納入考量，將造成計量估計上的偏誤並可能低估國際外溢的影響。

表 3 的彈性值說明，與主要研發國不同，非主要研發國之總要素生產力成長是以透過貿易國傳遞的間接外溢效果影響為主，彈性值為 0.134。由此結果可知，若將研發外溢

區分為直接與間接研發外溢，對於不同類型的 OECD 國家，其影響的效果也不同。本研究發現直接外溢是造成主要研發國技術進步的主要動力，而就非主要研發國而言，間接外溢才是造成技術進步的內生引擎。在競爭力模型之彈性值部分，主要研發國以彈性值為 0.186 的國內研發支出之影響最大，而彈性值為 0.131 的直接外溢的影響次之。影響非主要研發國產業競爭力之主要因素為總要素生產力成長，其次為直接外溢效果，彈性值分別為 3.459 與 -0.164。

由於近期文獻對於間接研發外溢的討論並不多見，唯一的例外是 Schiff and Wang (2010)，且本研究亦提供了間接外溢效果對於總要素生產力的影響，因此，以下討論並比較本文與該文之結果。本研究與 Schiff and Wang (2010) 相同之處為考慮 Lumenga-Neso et al. (2005) 所提出之間接外溢，將國際知識外溢影響範圍拓展至無貿易第三國藉由貿易國來間接將技術外溢至本國的概念。然而，Schiff and Wang (2010) 一文將直接技術外溢與間接技術外溢加總形成總技術外溢，只衡量總技術外溢對於總要素生產力的影響，而本研究則區分直接與間接兩種不同形式的外溢，探討其與產業競爭力之間的關聯。再者，Schiff and Wang (2010) 以 24 個開發中國家之製造業為研究對象，本研究則是將 26 個 OECD 國家區分成主要研發國與非主要研發國兩種不同類型的國家，觀察直接與間接外溢對於不同類型國家的影響效果。因此，儘管 Schiff and Wang (2010) 與本研究皆考慮了過去文獻上鮮少探討的間接外溢，在實證設計或是研究對象上，本文與該文仍然有不同的考量與目的。

就研究結果而言，Schiff and Wang (2010) 發現開發中國家的總技術外溢對於研發密集國家的總要素生產力並沒有顯著影響；而研發密集國家的總技術外溢則為提升開發中國家總要素生產力的重要因素。若以該文之研發密集國家類比本文之主要研發國，可以發現本文與該文的一致結果是高研發密集度國家的技術外溢是造成其他國家技術進步的重要內生引擎。此外，本研究進一步區分直接與間接的外溢效果之後發現，高研發密集度的國家主要是經由彼此之間直接貿易所產生的技術外溢來提升其總要素生產力。對研發密集度相對較低的非主要研發國而言，間接外溢是影響總要素生產力的重要因素。

在本研究實證模型設計之下，無論是直接研發外溢或間接研發外溢，其對於產業競爭力除了產生直接影響，此兩項變數亦會透過總要素生產力成長來間接影響產業競爭力。以間接研發外溢之計算為例，其對產業競爭力產生之影響包括直接效果 (*DIR.EFFECT*) 以及間接效果 (*IND.EFFECT*)：

$$\varepsilon_{IND.IC} = \frac{dIC}{dIND} \frac{\overline{IND}}{\overline{IC}} = DIR.EFFECT_{IND.IC} + IND.EFFECT_{IND.IC}$$

其中， $\varepsilon_{IND.IC}$ 、 $DIR.EFFECT_{IND.IC}$ 與 $IND.EFFECT_{IND.IC}$ 分別為間接研發外溢對產業競爭力所造成之總效果、直接效果與間接效果；而直接效果與間接效果又可分別表示為以下二式，

$$DIR.EFFECT = \frac{\partial IC}{\partial IND} \frac{\overline{IND}}{\overline{IC}}$$

$$IND.EFFECT = \frac{\partial IC}{\partial gTFP} \frac{\overline{gTFP}}{\overline{IC}} \frac{\partial gTFP}{\partial IND} \frac{\overline{IND}}{\overline{gTFP}}$$

在表 3 所衡量之彈性值中，無論是主要研發國或是非主要研發國皆只呈現直接影響，而未考量直接研發外溢與間接研發外溢等變數透過生產力成長對於產業競爭力所產生的影響。依此，本研究將研發存量、直接研發外溢與間接研發外溢對於產業競爭力之影響效果做進一步之拆解並列於表 4。

由表 4 之拆解結果可知，非主要研發國直接外溢變數之估計參數在總要素生產力成長與產業競爭力估計式中，皆未達統計上之顯著水準，故而其對於產業競爭力之直接效果與間接效果皆為 0。而間接外溢對於非主要研發國產業競爭力之直接與間接效果分別為 -0.164 與 0.464，由於正向間接效果大於負向直接效果，因此，非主要研發國間接外溢對於產業競爭力之總效果為正，數值為 0.300。此結果隱含非主要研發國若是促進該國與其他研發國的貿易或是其他研發國的研發存量增加，因而多接收 1% 的間接研發外溢，將

會直接造成產業競爭力指標下降 0.164%，同時也會由於刺激技術進步，使得競爭力指標再度上升 0.464%。因此，間接研發外溢一方面可提升非主要研發國總要素生產力成長，但另一方面卻會對產業競爭力產生衝擊，而本研究顯示，非主要研發國透過總要素生產力成長的提升，可以達到減輕間接外溢對於產業競爭力的負面衝擊效果。就主要研發國而言，由於表 3 之估計結果顯示總要素生產力成長對於其產業競爭力並無顯著影響，故在表 4 之中，所有間接效果皆為 0，因此直接研發外溢與間接研發外溢對於非主要研發國之產業競爭力影響效果僅剩直接效果。

表 4 研發外溢效果之拆解

變數	主要研發國產業競爭力		
	直接效果	間接效果	總效果
<i>DIR</i>	0.131	0	0.131
<i>IND</i>	-0.101	0	-0.101
	非主要研發國產業競爭力		
	直接效果	間接效果	總效果
<i>DIR</i>	0	0	0
<i>IND</i>	-0.164	0.464	0.300

陸、結論

本研究針對 OECD 會員國之總要素生產力與產業競爭力進行分析。為了與主要文獻做一明顯區隔，並有別於過去文獻對於研發外溢來源之定義，本研究將中國與韓國納入世界主要研發國 (G5 加二) 之列，並假設主要研發國為主要的研發外溢來源，以藉此檢視直接與間接之國際研發外溢效果。由於世界主要研發國家中只有中國不是 OECD 的會員國，因此本研究選定的研究對象與主題足以突顯中國研發活動在國際經濟組織中的重要性。

綜合實證模型之估計結果可以發現，國際知識外溢是否為 OECD 國家總要素生產力

成長的動力，端視國家研發密度與研發外溢種類。本研究發現直接外溢對主要研發國之總要素生產力與產業競爭力均呈現正向影響，而間接外溢則是非主要研發國技術進步的成長動力來源，然而，本研究亦發現間接外溢對於非主要研發國的產業競爭力具有排擠效果，其背後原因可能是非主要研發國國內研發密集度相對不足所致。若非主要研發國欲提升其國內產業競爭力，則需要透過刺激總要素生產力成長，進一步使國內製造業在國際市場上的競爭力得以提高。

中韓兩國隨著經濟發展與成長，已經逐漸成為世界上不可忽視的經濟體及新興研發國，過去相關文獻通常是以研發量能較為充沛的 G5 國家作為世界研發外溢之來源國，少有文獻討論其他新興研發國產生的研發外溢對於其他國家的影響效果。因此，本研究之主要目的之一在於將中韓兩東亞新興研發國累積之研發存量納入考量，以重新檢視國際研發外溢對 OECD 各國之影響。本研究之結果顯示，中韓在近年累積的研發量能結合了 G5 傳統研發國的研發而對於 OECD 國家生產力成長與產業競爭力產生顯著影響。因此，往後國際研發外溢的相關研究應將近代崛起的新興研發國之外溢效果納入考量，以避免因遺漏重要變數而造成估計上之偏誤。

在產業經濟的範疇中，以中國作為來源的研發外溢內涵為何？或者中國究竟是以何種『技術』或『知識』來影響 OECD 國家之經濟表現？都是未來值得繼續研究的議題。事實上，中國自開放以來，已經成為全球經濟發展不可忽略的重要經濟體。雖然過去研究皆把中國視為國際研發外溢的接受者，然而，透過長期地吸收國外知識與技術，中國也可能開始逐漸擁有自己的研發。另一方面，Smith (1999) 也指出中國為高度模仿威脅類型的國家，即該國家具高度模仿能力與低智慧財產權 (strong threat-of-imitation and weak property right)。因此，以國際研發外溢角度而言，中國研發可能先由模仿國外先進技術開始，隨時間經過，再漸漸發展出自己的核心技術，進而影響世界其他國家之經濟表現¹⁷。

¹⁷ 舉例而言，「山寨廠」一詞描述的是規模與成本相對較低的工廠因缺乏設計能力轉而以代工或仿製的方式進行生產。近來常聽見的山寨機，也是因為 2000 年後中國在深圳一帶電子製造業興起，製造並模仿名牌的手機而得名。而山寨機不但具有低成本與低

因此，在往後國際研發外溢的相關研究中，應謹慎檢視中國的研發對其他國家可能產生的影響。

Breznitz and Murphree (2010) 強調，儘管中國要完全學會核心技術與新產品創新仍需一段時間，但先進國家更應該要注意的是中國在組織創新、漸進式創新 (incremental innovation)¹⁸、製程創新與第二代創新上的表現，這些研發創新都是中國在世界市場上具有競爭優勢的主要原因。同時，Breznitz and Murphree (2010) 亦指出，中國從國外新技術所造就的第二代創新與高模仿學習能力將會有助於其國內經濟成長的提升¹⁹。若由技術傳遞者的角度來檢視中國在經濟起飛之後投入的研發，此種以吸收到的國外技術為基礎所產生的第二代創新，亦有可能透過貿易的方式出口至世界其他國家，從而影響其他國家之經濟表現。因此，本研究的結果說明，包含在中國對外貿易中的第二代創新技術與知識可能是中國投入研發可以影響 OECD 國家總要素生產力成長與產業競爭力的主要原因。

由於目前少有文獻討論中國或是韓國此二東亞新興國家的技術外溢對於世界其他國家造成的影響，因此，沒有先前的經驗可以說明中國或是韓國的技術外溢對世界其他國家而言是重要的。在此考慮之下，本研究以保守之作法，將中國與韓國納入世界研發國，考量中國與韓國之技術外溢對於 OECD 國家經濟表現的影響。在未來研究方向上，可以

價格的市場競爭優勢，其外觀亦有流行手機之設計感。另一方面，為了符合社會一般大眾的需求，中國廠商在製造山寨機時也會增加各種不同的附加功能，例如超長待機時間、雙藍芽裝置、雙卡雙待機功能或聲控拍照等，這些為了滿足特定需求所研發的附加功能也被稱為「第二代創新 (second generation innovation)」(Breznitz and Murphree, 2010)。

¹⁸ 所謂漸進式創新，是將過去設計加以改善，並加強或改進當中某獨立元件，目的是要增加市場上的競爭力 (Henderson and Clark, 1990)。

¹⁹ 該文指出，中國之第二代創新與其高模仿學習能力會有助於經濟成長的提升，原因為此兩因素會使中國產生龐大的就業機會。

納入其他東亞研發國，並以日本、中國、台灣與韓國等為主要研究對象，藉此突顯東亞國家研發外溢的重要性。

值得注意的是，國際研發外溢除了能夠透過貿易傳遞之外，亦可透過外商直接投資、對外直接投資與無形的外溢傳遞至其他國家(Lee, 2006)。舉例而言，de la Potterie and Lichtenberg (2001) 的實證研究發現，對外直接投資是國際研發外溢的重要管道；而無形的外溢則不需要透過國與國之間經濟上的交換或投資即可產生外溢效果。利用國與國之技術相似性 (technology proximity) 作為外溢的吸收率，Lee (2006) 指出即使沒有任何經濟交換，新知識也可能透過無形的外溢管道在不同國家間傳遞。未來研究可延伸本文，探討不同管道傳遞的國際研發外溢對於生產力與產業競爭力的影響。此外，由於專利權、境外購買技術支出金額以及公共建設程度等變數不屬於本研究探討範圍，故本研究並未納入實證模型設定中；進一步檢視前述變數在國際研發外溢過程中所扮演的角色將是未來另一個重要的延伸方向。

(收件日期為民國 103 年 10 月 20 日，接受日期為民國 104 年 8 月 7 日)

參考文獻

一、中文部分

- 印永翔與陳思遐，2012，「創新與研發、知識外溢之因果分析—以 G20 國家集團為例」，
經濟論文叢刊，40：515-538。
- 陸怡蕙與施國珍，2005，「國際研發外溢效果對生產力的貢獻—臺、日、韓三國之比較
分析」，臺灣經濟預測與政策，36：103-130。
- 翁嘉禧與朱毓涵，2009，「外資的研發外溢效果與中國經濟發展之關係」，第一屆發展
研究年會會議論文，台北：國立政治大學。
- 莊奕琦與許碧峰，2001，「國際貿易、外商直接投資與產業生產力：中國大陸實證研究」，
經濟論文，29：221-249。

二、英文部分

- Acharya, R. C. and W. Keller, 2008, "Estimating the Productivity Selection and Technology
Spillover Effects of Imports," *NBER Working Paper*, No. 14079.
- Arora, V. and A. Vamvakidis, 2011, "China's Economic Growth: International Spillovers,"
China and World Economy, 19: 31-46.
- Barro, R. J., 1991, "Economic Growth in Cross Section of Countries," *Quarterly Journal of
Economics*, 106: 407-443.
- Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin, 1995, *Economic Growth*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Bassanini, A., S. Scarpetta, and P. Hemmings, 2001, "Economic Growth: The Role of Policies

- and Institutions. Panel Data Evidence from OECD Countries,” *OECD Economics Department Working Paper*, No. 283.
- Benhabib, J. and M. M. Spiegel, 1994, “The Role of Human Capital in Economic Development Evidence from Aggregate Cross-country Data,” *Journal of Monetary Economics*, 34: 143-173.
- Bernstein, J. I., 1998, “Factor Intensities, Rates of Return, and International R&D Spillovers: The Case of Canadian and U.S. Industries,” *Annales d’Économie et de Statistique*, 49/50: 541-564.
- Bernstein, 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., 2001, “Are Knowledge Spillovers International or Intranational in Scope? Microeconomic Evidence from the U.S. and Japan,” *Journal of International Economics*, 53: 53-79.
- Breznitz, D. and M. Murphree, 2010, *Run of the Red Queen: Government, Innovation, Globalization, and Economic Growth in China*, New Haven and London: Yale University Press.
- Bronzini, R. and P. Piselli, 2009, “Determinants of Long-run Regional Productivity with Geographical Spillovers: The Role of R&D, Human Capital and Public Infrastructure” *Regional Science and Urban Economics*, 39: 187-199.
- Coe, D. T. and E. Helpman, 1995, ”International R&D Spillovers,” *European Economic Review*, 39: 859-887.
- Coe, D. T., E. Helpman, and A. W. Hoffmaister, 2009, “International R&D Spillovers and Institutions,” *European Economic Review*, 53: 723-741.
- Coe, D. T. and A. W. Hoffmaister, 1999, “Are There International R&D Spillovers among Randomly Matched Trade Partners? A Response to Keller,” *IMF Working Paper*, No. 18.
- Coe, D. T. and R. Moghadam, 1993, “Capital and Trade as Engines of Growth in France: An Application of Johansen’s Cointegration Methodology,” *IMF Staff Papers*, 40: 542-566.
- Coelli, T. J., D. S. P. Rao, C. J. O’Donnell, and G. E. Battese, 1998, *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, NY: Springer Press.

- De la Potterie, B. V. P. and F. Lichtenberg, 2001, "Does Foreign Direct Investment Transfer Technology Across Borders?" *Review of Economics and Statistics*, 83: 490-497.
- Engelbrecht, H. J., 1997a, "International R&D Spillovers, Human Capital and Productivity in OECD Economies: An Empirical Investigation," *European Economic Review*, 41: 1479-1488.
- Engelbrecht, H. J., 1997b, "International R&D Spillovers amongst OECD Economies," *Applied Economics Letters*, 4: 315-319.
- Fischer, C. and S. Schornberg, 2007, "Assessing the Competitiveness Situation of EU Food and Drink Manufacturing Industries: An Index-based Approach," *Agribusiness*, 23: 473-495.
- Frantzen, D., 2000, "R&D Human Capital and International Technology Spillovers: A Cross-Country Analysis," *Scandinavian Journal of Economics*, 102: 57-75.
- 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," *Review of Economics and Statistics*, 71: 555-564.
- Griliches, Z., 1980, "R&D and the Productivity Slowdown," *American Economic Review*, 70: 343-348.
- Griliches, Z., 1988, "Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation," *Journal of Economic Perspectives*, 2: 9-21.
- Grossman, G. M. and E. Helpman, 1991, *Innovation and Growth in the World Economy*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Guellec, D. and B. V. P. de la Potterie, 2001, "R&D and Productivity Growth : Panel Data Analysis of 16 OECD Countries," *OECD Economic Studies*, 33: 103-126.
- Henderson, R. M. and K. B. Clark, 1990, "Architectural Innovation: the Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms," *Administrative Science Quarterly*, 35: 9-30.
- Jaffe, A. B., 1986, "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firm's Patents, Profits, and Market Value," *American Economic Review*, 76: 984-1001.
- Keller, W., 1998, "Are International R&D Spillovers Trade-related? Analyzing Spillovers

- among Randomly Matched Trade Partners,” *European Economic Review*, 42: 1469-1481.
- Keller, W., 2002, “Geographic Localization of International Technology Diffusion,” *American Economic Review*, 92: 120-142.
- Keller, W., 2004, “International Technology Diffusion,” *Journal of Economic Literature*, 42: 752-782.
- Klette, T. J., 1999, “Market Power, Scale Economies and Productivity: Estimates from a Panel of Establishment Data,” *Journal of Industrial Economics*, 47: 451-476.
- Krugman, P. R., 1991, *Geography and Trade*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Kumar, A. and B. Kober, 2012, “Urbanization, Human Capital, and Cross-country Productivity Differences,” *Economics Letters*, 117: 14-17.
- Lall, S., 2001, *Competitiveness, Technology and Skills*, USA: Edward Elgar Press.
- Lee, G., 2006, “The Effectiveness of International Knowledge Spillover Channels,” *European Economic Review*, 50: 2075-2088.
- Limao, N. and A. J. Venables, 2001, “Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport Costs, and Trade,” *World Bank Economic Review*, 15: 451-479.
- Luh, Y. H., and S. K. Chang, 1997, “Building the Dynamic Linkages between R&D and Productivity Growth,” *Journal of Asian Economics*, 8: 525-545.
- Luh, Y. H., C. C. Chang, and F. M. Huang, 2008, “Efficiency Change and Productivity Growth in Agriculture: A Comparative Analysis for Selected East Asian Economies,” *Journal of Asian Economics*, 19: 312-324.
- Luh, Y. H., W. J. Jiang, and S. C. Huang, 2016, “Trade-related Spillovers and Industrial Competitiveness: Exploring the Linkages for OECD Countries,” *Economic Modelling*, 54: 309-325.
- Lumenga-Neso, O., M. Olarreaga, and M. Schiff, 2005, “On ‘Indirect’ Trade-related R&D Spillovers,” *European Economic Review*, 49: 1785-1798.
- Miller, S. M. and M. P. Upadhyay, 2000, “The Effects of Openness, Trade Orientation, and Human Capital on Total Factor Productivity,” *Journal of Development Economics*, 63: 399-423.
- Notta, O. and A. Vlachvei, 2011, “Competitiveness in Food and Beverage Manufacturing

- Industries,” *International Conference on Applied Economics – ICOAE 2011*, 437-442.
- Oulton, N., 1998, “Competition and the Dispersion of Labour Productivity amongst U.K. Companies,” *Oxford Economic Papers*, 50: 23-38.
- Palanisami, K. and C. R. Ranganathan, 2012, “Measuring the Performance of River Basins: Application of Total Factor Productivity Approach to Andhra Pradesh, India,” *Economics Research International*, 2012: 1-17.
- Parente, S. L. and E. C. Prescott, 1994, “Barriers to Technology Adoption and Development,” *Journal of Political Economy*, 102: 298-321.
- Peri, G., 2005, “Determinants of Knowledge Flows and Their Effect on Innovation,” *Review of Economics and Statistics*, 87: 308-322.
- Roberts, M. J. and J. R. Tybout, 1997, “The Decision to Export in Colombia: An Empirical Model of Entry with Sunk Costs,” *American Economic Review*, 87: 545-564.
- Romer, P., 1990, “Endogenous Technical Change,” *Journal of Political Economy*, 98: S71-S102.
- Scarpetta, S., A. Bassanini, D. Pilat, and P. Schreyer, 2000, “Economic Growth in the OECD Area: Recent Trends at the Aggregate and Sectoral Level,” *OECD Economics Department Working Papers*, No. 248.
- Schiff, M. and Y. Wang, 2010, “North-South Technology Spillovers: The Relative Impact of Openness and Foreign R&D,” *International Economic Journal*, 24: 197-207.
- Sekkat, K., 2009, “Does Competition Improve Productivity in Developing Countries?” *Journal of Economic Policy Reform*, 12: 145-162.
- Smith, P. J., 1999, “Are Weak Patent Rights a Barrier to U.S. Exports?” *Journal of International Economics*, 48: 151-177.
- Strauss, H. and B. Samkharadze, 2011, “ICT Capital and Productivity Growth,” *EIB papers*, 16: 8-28.
- UNIDO, 2010, *Industrial Statistics - Guidelines and Methodology*, Vienna: UNIDO.
- Unel, B., 2008, “R&D Spillovers through Trade in a Panel of OECD Industries,” *Journal of International Trade and Economic Development*, 17: 105-133.
- Zhang, K. H., 2010, “How does Globalization Affect Industrial Competitiveness?”

Contemporary Economic Policy, 28: 502-510.

Zhang, K. H., 2015, “What Drives Export Competitiveness? The Role of FDI in Chinese Manufacturing,” *Contemporary Economic Policy*, 33: 499-512.

Probing the International Spillover Effects through the Experiences of OECD Countries

Wun-Ji Jiang^{*}, Szu-Chi Huang^{**}, and Yir-Hueih Luh^{***}

Abstract

In light of the rapid growth of South Korea and China's R&D expenditure and the change of global R&D distribution since the two countries emerged into world R&D club, the present study attempts to investigate R&D spillover effects from the seven R&D countries including G5, South Korea and China. In addition to direct spillovers, we also take into account indirect spillovers from the seven R&D countries while examining the impact of international spillovers on the productivity growth and industrial competitiveness of the OECD countries. The sample countries are divided into two subgroups including major R&D countries and rest-of-OECD countries. Empirical results indicate a statistically positive effect of direct spillovers on major R&D countries' productivity growth and industrial competitiveness. For the group of rest-of-OECD countries, indirect spillovers are found to be a driver for productivity growth but in the mean-time a crucial factor that can dampen industrial competitiveness. However, when taking into account the indirect effect that indirect spillovers work through productivity growth, the results suggest indirect spillovers can generate positive

* Ph.D., Department of Agricultural Economics, National Taiwan University.

** Master, Department of Agricultural Economics, National Taiwan University.

*** Professor, Department of Agricultural Economics, National Taiwan University.

Corresponding Author. Tel: +886-2-3366-2651. E-mail: yirhueihluh@ntu.edu.tw.

DOI: 10.3966/054696002016060099006

effect on industrial competitiveness for the rest-of-OECD countries. Therefore, it is important to incorporate the notion of indirect spillovers explicitly into modeling the impact of international spillovers.

Keywords: Direct Spillovers, Indirect Spillovers, OECD Countries, Total Factor Productivity Growth, Industrial Competitiveness

JEL Classification: O40