

國立政治大學經濟學系研究所

碩士學位論文

半導體合作專利之品質分析



指導教授：李浩仲 博士
李文傑 博士

研究生：施佳綸 撰

中華民國 一零八年 七月

致謝

很快地，碩士兩年也就過去了，在政大6年的日子，佔據了我至今為止的四分之一的時間，比例會隨著歲月減少，但重量卻不曾減輕。

非常感謝李浩仲老師和李文傑老師，從碩士二年級一開始幾乎是每週不間斷的 meeting，在專業知識上給予我很大的幫助。謝謝浩仲老師，如果不是因為當初跟您的一番談話，我可能完全不會想接觸以前從來沒有想過的專利資料，也就不會持續發想乃至於現在的論文。謝謝文傑老師，老師您跳躍式思考模式以及豐富的經驗與知識實在令人佩服，也在論文上許多地方給我非常好的觀點與文獻。當然，非常謝謝兩位口試委員：陳為政老師、楊志海老師。老師們在論文上幫助我看見自己許多的不足以及盲點，給了我很多的建議，讓我能更加完善我這篇碩士論文。

尚芸，我想在所有同學中我最感謝的就是妳了吧！妳含辛茹苦、不辭辛勞、焚膏繼晷、日以繼夜地幫忙我整理專利資料，幫助我處理令我心煩的公司名字比對，你實在是是我碩士生涯最好的夥伴。除了在論文方面，平時有事沒事抬槓、一起參加競賽、晚上一起相約召喚峽谷、一起經營默默無名的粉專，我想這都是碩士論文以外最棒的回憶。也感謝研究室的小夥伴：佳勳、冠好和禹歲。每週一起 meeting，偶爾一起出去玩、吃飯，我想這都是我能在碩士持續奮鬥下去最佳的調劑。

摘要

現代國家以專利制度為技術競爭訂定完整的遊戲規範。在技術發展以及追趕的過程中，合作研發專利是許多機構採納的一種重要手段。本研究選取當代重要技術產業——半導體——作為關注對象，透過專利引用關係網絡，分析美國專利局 1986 年至 2012 年半導體產業之合作專利。研究發現，由於多半為研發水平較低的機構參與，半導體合作專利在整體專利網絡中品質較低。然而若與獨自研發的專利相比，與近期研發水平不亞於自身的機構合作，或研發投入較為有潛力的領域，合作專利的品質均顯著高於自身專利。此外，本研究以合作專利建構機構關係網絡，亦發現合作策略背後隱含著國家政策、企業發展或區域聯盟的關係。

關鍵字：半導體、合作專利、網絡分析、技術追趕

Abstract

Literatures regarding patent races point out that firms are willing to form research joint ventures to ease the innovation barriers for advancing technological progress. However, the reduced theoretical analytical solution rarely mentions the payoffs to cooperate in the parenting efforts. Therefore, this dissertation innovates by providing the quality measurement of patented technologies by the patent evolution network as well as the standardized hand-collected patent dataset of United States Patent and Trademark office. The result in this thesis shows that cooperated patent report in general lower patent quality across all categories of technologies. However, for those patents in the advancing new fields, cooperative patenting efforts do achieve higher progress. That is to say that smallest innovative firms with few innovative resource can joint with larger mature firms to overcome the scale barriers of key technology invention. Further results also illuminate the insights here by sketching the cross-country innovation network in industrialized economies.

Key Words: semiconductor, cooperated patent, network analysis, technology catching-up

目次

摘要.....	II
表次.....	VI
圖次.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 以專利為核心的創新競爭.....	1
第二節 以合作為手段的技術追趕.....	1
第三節 以半導體為驅動的當代社會.....	4
第二章 文獻回顧.....	7
第一節 專利品質的衡量.....	7
第二節 網絡分析的應用.....	9
第三節 合作的優缺點.....	11
第三章 研究方法.....	13
第一節 研究流程.....	13
第二節 定義專利品質.....	14
第三節 定義機構的技術水平.....	17
第四節 切割子網絡.....	19
第四章 資料.....	25
第一節 來源.....	25
第二節 資料敘述.....	26
第五章 分析結果.....	35
第一節 合作專利之平均品質.....	35
第二節 合作對象與發展方向對合作專利品質的影響.....	42
第三節 由合作專利引生的合作網絡與其潛在意義.....	49
第六章 結論.....	60

參考文獻.....61
附錄 A.....68



表次

表 3-1 以 SPNP 計算各節點權重.....	16
表 3-2 百分位分群標準.....	23
表 3-3 技術生命週期分類標準.....	24
表 4-1USPTO 半導體專利基本資料.....	26
表 4-2 在 1976-2012 年與 1986-2012 年半導體合作與跨國比例.....	27
表 4-3 主要國家半導體專利機構平均擁有數.....	28
表 4-4 各 USPC 分類號合作專利與跨國合作專利比例.....	31
表 5-1 專利adjust_PathCi基本統計量.....	35
表 5-2 主要國家在各時期採取合作策略之機構數.....	36
表 5-3 採取合作策略機構之專利擁有分布.....	37
表 5-4 合作專利比例之基本統計量.....	37
表 5-5 平均adjust_PathCi,j,T 差值(合作專利-非合作專利)之基本統計量.....	39
表 5-6 平均adjust_PathCi,j,T 差值(合作專利-非合作專利)(分時期).....	39
表 5-7 近期生產之專利平均j,t、總生產專利之中心性基本統計量.....	40
表 5-8 技術水準指標分群之平均adjust_PathC 差值(合作專利-非合作專利).....	41
表 5-9 合作對象分群(以非合作專利平均 Recent Mean PathC).....	42
表 5-10 迴歸結果.....	47

圖次

圖 1-1 生產工具演變簡史	4
圖 3-1 研究流程圖	13
圖 3-2 利用 SPNP 計算引用關係權重	15
圖 3-3 以 SPNP 作 Component 分群	22
圖 4-1 合作專利趨勢(分年度).....	30
圖 4-2 台灣合作專利趨勢(分年度).....	31
圖 4-3 各分類號在主要國家的分布	32
圖 4-4 主要國家的各分類號分布	33
圖 4-5 合作專利趨勢(分年度、分類型).....	34
圖 5-1 合作專利與非合作專利數目與加權 SPNP 時間趨勢(分年度).....	36
圖 5-2 採取合作策略機構之專利擁有分布(全分布與 100 以內).....	37
圖 5-3 合作專利比例之分布	38
圖 5-4 近期生產之專利平均 j, t 、總生產專利之中心性分布	40
圖 5-5 平均 $adjust_PathC$ 差值(合作專利-非合作專利)(以合作對象分群)	43
圖 5-6 各生命週期階段之分布	44
圖 5-7 各類型專利在不同領域的分布	44
圖 5-8 各生命週期階段平均 $adjust_PathC$	45
圖 5-9 全時期合作機構關係網絡圖	49
圖 5-10 1986 年至 1990 年合作機構關係網絡圖	50
圖 5-11 1991 年至 1995 年合作機構關係網絡圖	51
圖 5-12 1996 年至 2000 年合作機構關係網絡圖	53
圖 5-13 2001 年至 2005 年合作機構關係網絡圖	54
圖 5-14 2006 年至 2012 年合作機構關係網絡圖	55
圖 5-15 1986 年至 2012 年台灣內外部合作機構關係網絡圖	56

第一章 緒論

第一節 以專利為核心的創新競爭

創新(innovation)一詞最早可追溯至 1912 年 Schumpeter 的《經濟發展理論》。Schumpeter 主張創新是資本主義發展的動力，所謂創新意指在相同生產要素下，以「新的組合」創造更多產出，因此創新也往往與技術進步同義。¹在此架構下，企業紛紛追逐創新，革新技術，投入研究與發展費用，以尋求更多超額報酬。在這場技術角力的競賽中，以現代國家強大的公權力為土壤發展出來的專利制度，從本質上與結構上為這場商業遊戲訂定了規則。國立台灣科技大學管中徽教授在其演講稿中提到在四種智慧財產權(著作、專利、商標、營業秘密)中，專利的排他性最強，國家利用專利建立與人民的交換制度，人民若揭露自身的發明，國家便透過公權力賦予專利權人一段時間內使用、製造、販賣、進口的權利。²由此可知，擁有者能夠透過宣示其專利所有權在特定區域對某一技術產生絕對競爭優勢。為了在專利戰爭中取得勝利，下至企業的研究單位，上至政府機關，均開始注重智財權與專利策略。

第二節 以合作為手段的技術追趕

若將技術發展比擬為一場賽跑，以廠商、機構(有時是國家)為單位的參賽者，無不冀望能拔得頭籌。因此過去數十年間許多研究一直圍繞著兩個問題：優勢廠商如何繼續維持其競爭優勢、落後廠商如何追趕先進廠商。前者所描述的優勢廠商在起始稟賦點便擁有大量資源與技術，乘其領先地位，對於技術變革的方向有較高的影響力，通常能保有一定時間的主導位置。然而，後者大多為後進廠商(或開發中國家)，既缺少技術蘊藏，亦在市場競爭性較弱。優勢廠商挾其龐大專利

¹ 引自中華經濟研究院吳惠林的評論。約瑟夫·熊彼得(Joseph A. Schumpeter)著，何畏、易家詳等譯，《經濟發展理論》(臺北：左岸文化，2009)，5-9。

² 管中徽於 2019 年國立政治大學演講講義。

權，對現有成熟的商品市場築起技術高牆，落後廠商更加容易積弱不振。

然而落後廠商(或落後國家)如何從惡性循環中跳脫出來呢？縱觀歷史發展可以發現，技術主導地位是會移轉的。英國稱霸 18、19 世紀，無論是鋼鐵、鐵路等工業領域均是先驅，然而最終仍被德國、美國超越。落後廠商(或國家)追趕優勢廠商(或國家)有兩種途徑，一是閉門造車，二是與優勢廠商(或國家)進行技術交流。以日本為例，從大航海時代開始，歐洲列強勢力延伸至東亞地區，當時以西班牙、葡萄牙為首的歐洲文化傳至日本，形成所謂南蠻文化，其中火繩槍也因此傳入日本，並廣為使用。然而日本自 1616 年開始，陸續頒布鎖國政策，使日本處於與外界交流斷層的狀態。爾後，歐洲經歷工業革命，技術水準大幅超越日本，日本因為鎖國政策，完全沒有跟上這趟革命列車。與此相對是 1868 年的明治維新，作為技術落後國的日本，透過一系列政策，企圖達到富國強兵。明治政府繼承幕藩的礦山和工場(官營事業)，並引進歐美機器設備、招來外國人技師，培育近代產業，其中在法國技師指導下設立的富岡製絲場更是成為各地的典範。1870 年代，引入超過 500 人(英法美德為主)，擔任各政府機構的顧問、工程師、學校教授等。乃至 1890(明治 23)年日本國內的棉絲生產量正式超過進口棉絲，日本的工業技術也不亞於歐洲列強。³

從上述的追趕模式可以發現，技術交流與學習看似比閉門造車地進行技術研究更加有效率。日本透過與外國人(尤其是當時先進國家)合作，促進自身技術突破。無獨有偶，以專利為核心的技術競爭亦是如此。中國大陸從 2003 年開始在 USPTO 的專利申請數量大幅增加，其中在 1997 年至 2007 年內 5374 筆核准專利中，共有 1650 筆專利的發明人團隊包含非中國人，此一發明團隊的國際化，顯示了新興國家在技術發展階段相當依賴國際合作。⁴根據 OECD 公布的「2009 年科學、技術與產業記分版」，台灣跨國專利占國內專利比例高達 52.2%，位居全

³ 政治大學歷史系副教授廖敏淑於 2016 年「日本現代史」上課講義。

⁴ Keun Lee、曹海濤、葉日崧等，《中國大陸技術追趕與產業發展》(臺北：國立台灣大學，2014)，112-115。

球之冠，反映台灣與全球技術研發關係密切，為此，OECD 強調：「為加速提升一國的研發創新能量及產業競爭力，政府應大力促進與國際研發合作交流。」⁵

如此看來，合作研發、技術交流應是落後廠商(或國家)在追趕技術的軌跡中重要議題。然而過去文獻對於由合作研發所產出的專利分析較少，大多僅將合作看為廠商策略或將合作專利數看作技術交流指標分析，因此本文希望能更進一步了解並量化個別合作專利的品質。



⁵ 科技產業資訊室，〈台灣在全球科研連結及知識擴散居重要角色〉。

第三節 以半導體為驅動的當代社會

如果將世界分為精神世界與物質世界，則物質世界是精神世界的基石，以生產工具為基底，向上發展出制度、思想等。因此，生產工具的革新象徵著技術的進步，亦是推動歷史的重要動力。

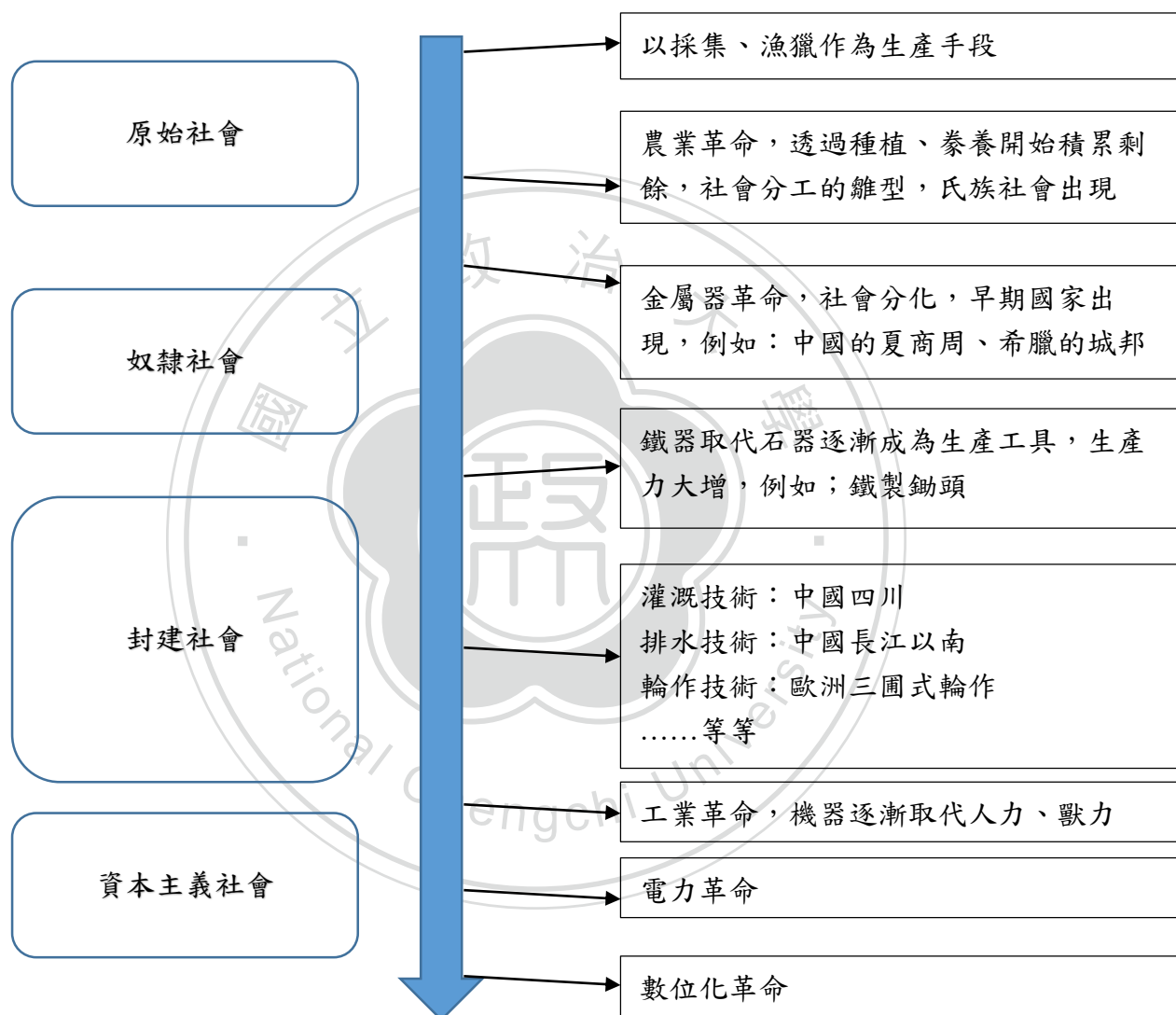


圖 1-1 生產工具演變簡史

Karl Marx 在其著作《資本論》中點出，由於工業革命，在積累和伴隨積累的積聚進程中資本可變部分(勞動)相對減少，原本的有機構成(資本與勞動的比例)發生結構性改變，而在此「特殊的資本主義生產方式」中，因為資本的集中、追

加資本與原有資本的技術變革，使得改變過程更快。⁶然而到了 20 世紀，隨著數位化革命，人們逐漸重視人力資本，勞動不再只是操作機器的工具，傳統的資本、勞動二元生產要素模式逐漸被打破，原本的有機構成再次發生結構性改變。

半導體是數位化革命中相當重要的一環，可以發現半導體影響現在生活甚鉅，舉凡生活周遭，不管是電腦、電視、廣播、電器、手機，乃至一切 3C 產品，都與半導體技術有關，當代生活品質完全依附於此。也正是半導體產品如此重要，因此衍生出龐大且難以衡量的商機，許多廠商紛紛投入此市場，冀望能在此商業戰爭中搶得先機。除此之外，由於半導體市場龐大，且背後技術的潛力足以影響一個國家未來數十年的經濟、軍事、政治局勢，任何國家在其發展階段或多或少都希望透過直接或間接的干預手段，藉由資金、人才、法人等方式，扶植國內廠商，組成國家隊與其他國家決一雌雄。以現今半導體產業的重鎮美國為例，透過早期軍方的購買幫助小公司度過前期缺乏資金的窘境，而後藉由創投公司的挹注，幫助其成長。⁷

因此，本研究以半導體產業做為研究標的，作為剖析當代技術發展的切入點，並透過網絡分析方式，希望提供半導體合作專利更深入的品質觀察。本文根據此目的提出三個問題。第一，誠如上述，合作是技術追趕中重要一環，由於合作能夠分散彼此的研發風險，並且透過技術的交流、學習，應該可以更有效率的發展技術；然而，機構間若是具有競爭關係，也有可能會對提供技術產生負面影響，因此相較於非合作專利，本研究想了解合作專利是否具有較高的品質。第二，合作專利代表著複數投入廠商，與誰合作至關重要。同時研發的方向亦會影響此專利的潛力。因此本研究在衡量合作專利品質後，進一步希望了解哪種合作專利品質更高。第三，合作研發有時不單純粹是為了技術，背後有時更代表陣營的興起、異業結合或是談判籌碼，因此本研究希望能初步探討由合作專利引生的合作網絡

⁶ 引用自第一卷第 23 章。卡爾·馬克思 (Karl Marx) 著，《資本論》(北京：人民出版社，1975)。

⁷ 李雅明，《半導體的故事：發展與現況》(台北：暖暖書屋，2013)，213-234。

與其潛在意義。

本研究第一章為緒論，敘述寫作本文的動機及目的。第二章為文獻回顧，分別討論過去研究對於專利品質、網絡分析以及合作策略的觀點。第三章為研究方法，先描述方法的流程，接著論述本文對於專利品質、技術水平、分群方法以及技術生命週期的定義與量化。第四章為資料敘述，提供本研究所使用的資料來源與基本敘述性統計。第五章為分析結果，分別就上述的三個問題，提出分析結果與看法。第六章為結論與研究限制和展望。



第二章 文獻回顧

本研究在方法論上主要根據 Triulzi(2015)，它證實了透過專利衡量半導體產業技術軌跡的可行性。透過網絡分析衡量廠商專利技術的中心性，發現亞洲國家(台灣、南韓及新加坡)於 1990 年代後，迅速追趕技術領先國家(美國、日本與歐洲)。然而，它雖然捕捉到落後國家廠商的崛起，並更進一步發現其與技術領先國家在不同技術領域的比較優勢，但是對於落後廠商的追趕策略卻是著墨較少。

另一方面，合作策略是本文主要討論的廠商追趕手段，Kamien, Muller, 與 Zang(1992)為合作策略對於 R&D 的影響提供理論基礎，認為研發具有外溢效果，因此合作有正向影響。然而部分實證關於合作策略對廠商技術發展的影響卻有相反看法，Howell(2018)分析中國汽車產業，當中國技術落後廠商與外國技術優勢廠商合作時，因較容易直接取得高技術，導致中國廠商對於技術突破的動力減少，對技術發展有負面影響。同時過去文獻大多僅將合作專利當作合作率的指標，較少直接討論合作研發的產出——合作專利——的品質。

因此，本研究希望結合兩者，以專利網絡分析，探討合作專利作為合作策略的產出在機構技術發展中扮演的角色。以下分別論述過去文獻對於專利品質、網絡分析以及合作策略的討論。

第一節 專利品質的衡量

Jaffe 與 de Rassenfosse (2017)在專利回顧文章中論述專利應用的發展，提到透過分析專利的引用，可以衡量專利的貢獻度不一的情況。透過分析專利的前引證數、後引證數、相似度與多樣性，可以建立不同專利的權重，透過加權方式可以更精確的衡量專利對於企業的影響及貢獻。

其中，Garfield(1955)最早使用前引證數的概念衡量專利的重要性。爾後

Trajtenberg, Henderson, 與 Jaffe(1997)將不同引證數做一系統性整理，他們將專利的引證數分為：前引證(Forward Citation)與後引證(Backward Citation)。前引證數為一專利被引用的數目，用以衡量此專利的影響力。後引證數為一專利引用他者的數目，用以衡量此專利的知識來源。並且更巧妙地利用折舊參數，將原本前後各一層的引用關係，擴展至 n 層，豐富了前後引證的內容。

此後，前引證數成為最廣為被眾多學者用以賦與專利重要性權重的方式。Chin, Lee, Chi, 與 Anandarajan(2006)利用 5 年內前引證數定義專利的重要性，並發現其與 R&D 外溢效果對 Tobin's Q 有正向且顯著的影響。Valentini(2012)分析併購對於企業專利數量與品質的影響，其中一個對於專利品質的定義即是前引證數，透過此方式衡量專利的影響力，並發現併購對於企業專利數量有正向影響，但對於專利品質是負向影響。Bellinzona 與 Pataconib(2013)使用 1985 年至 2007 年併購資料，分析 USPTO 與 EPO 專利品質，專利品質採取前引證數加權方式衡量。Bereskin, Campbell, 與 Hsu(2016)分析直接捐贈與基金會捐贈(受到 IRS 的限制)是否能促進企業創新，該文使用前引證數做為專利創新指標之一，發現直接捐贈在受到披露和競爭壓力影響下能夠促進創新。Lee, Zhou, 與 Hsu(2015)分析企業創新表現(以專利前引證數加權)、R&D 支出比率與存貨周轉率的關係，發現流程創新與產品創新分別具有長期與短期的正向效果。

除了直接以引證數做為衡量專利重要性指標外，其引證數的分布更是提供另一種維度的指標。Trajtenberg 等(1997)將前引證數在不同分類號之分布，提出一般性(General)的概念，當一專利被引用的範圍愈廣，代表此專利可以在不同領域中被使用，具備較高的一般性。將後引證數在不同分類號之分布，提出原創性(Original)的概念，當一專利的知識來源愈廣，代表此專利必須將不同領域的知識融合，勢必與其個別引用的技術相異，具備較高的原創性。Valentini(2012)在分析併購對專利品質的影響時，另一樣指標即是專利一般性，並發現併購對一般性有負向影響。Hirshleifer, Hsu, 與 Li(2017)透過專利引用的廣泛性，衡量企業的創新

能力，發現就算考慮了加權後的專利變數，透過專利引證建立的創新能力變數仍然對於企業的獲利能力、報酬變異等指標有顯著的影響。

然而上述引證加權的方式大多僅考慮到所衡量專利之前後關係，而網絡分析提供了另一種更全面的衡量路徑。Jackson(2008)認為透過網絡方法，可以有效地捕捉社會、經濟現象許多資訊，透過網絡中心性的比較，可以幫助研究者從微觀的角度了解個別節點在整體網絡中的重要性及影響力，並提出有效的網絡計量方式比單純計算節點連結數目更加具有可信度。網絡中心性的方法論有許多種，分別能捕捉到不同面向。在專利網絡的分析文獻中，Hummon 與 Doreain(1989)藉由引用關係建構專利的引用網絡，透過 Search path link count(SPLC)、Search Path Node Pair(SPNP)計算專利間引文的權重，藉此衡量個別引用關係在整體網絡的重要性與中心性。Batagelj(2003)將其概念從引文的權重擴展至個別專利的權重。Triulzi(2015)在分析半導體專利時，將個別專利之 SPNP 權重去除時間趨勢，並透過標準化的方式衡量廠商在整體專利網絡中心性的變化。

第二節 網絡分析的應用

網絡分析最直接的方式是透過各節點的屬性與連結，以圖學的方式解讀其意義。彭鈺娟(2001)透過整理台灣積體電路產業高階經理人學經歷的資料，建構人際流動的網絡圖，根據弱連帶優勢理論，發現以工研院、交通大學、台灣大學與清華大學為核心的高階經理人網絡關係。

然而專利引文網絡龐大且複雜，超過肉眼能夠解讀的界線，須利用各種分析技術。專利的網絡分析最早開始於 Hummon 與 Doreain(1989)分析 DNA 的網絡關係，透過 Node Pair Projection Count(NPPC)、Search path link count(SPLC)、Search Path Node Pair(SPNP)方式，賦予不同引用關係權重，並使用主要路徑分析說明 DNA 的技術發展軌跡。此方法在 Verspagen(2007)分析燃料電池一文中得到更進一步的改良。Verspagen 透過專利的前引與後引，建構關於燃料電池的技術網絡

圖，透過網絡分析，試圖找出知識發展的主要路徑。並且透過技術發展主要路徑的建構，分析技術發展歷史中是否存在被挑選性與掌握技術公司的關係，Verspagen 在原有的引用關係矩陣中，加入時間的維度，使主要路徑分析能夠呈現動態變化。Barberá-Tomás, Jiménez-Sáez, 與 Castelló-Molina(2011)亦採用 Verspagen 的方式，透過不同時間區段的主要路徑分析，建構人工椎間盤的技術軌跡，並提出在不同階段下，廠商的策略如何影響技術的走向。Hsiao, Tang 與 Liu(2015)先利用關鍵字分群，並透過主要路徑分析，建構理論發展軌跡，並提供當前最火熱的研究領域。Triulzi (2015)在分析半導體專利網絡時，就透過主要路徑分析，定義各期主要技術軌跡與次要技術軌跡，並發現跨期間的繼承關係與斷層。

分群為網絡分析應用上另一個重心。弱連通分量(Weakly Connected Components)是最直接的分群方式，Batagelj(2003)認為透過不同的引用關係加權後，可以藉由設定一臨界值用以排除數值較低的引用關係，就好比將整個網絡做枝葉的剪裁，並藉由弱連通分量達到分群的效果。此方式在 Verspagen(2007)中得到應用，Verspagen 透過主要路徑分析，發現不同起始專利可能會匯集至同一個終點，根據此方式，可以將燃料電池的發展軌跡區分成不同大小的技術群。

然而透過上述方式會排除掉過多的專利，不利於整體專利網絡分析，另一個廣為採用的方法為最適模塊度方法，此方式由 Newman(2004)提出，將複雜的網絡切割成不同大小的區塊，透過將距離較近的專利分群，藉此定義出子技術。Newman 與 Girvan(2004)在 Newman(2004)的基礎上，提出透過是先給定分群數量的參數，可以有效的加速最適模塊度的演算過程。對於節點間連結的非均質化，Newman(2004)亦證實最適模塊度方法可以被使用在帶有權重的專利網絡。爾後，許多學者透過加權網絡，幫助分群達到更有效率與效果。Liu, Liu 與 Qin(2013)發現 Newman(2004)在面對大型複雜網絡時，會產生許多分群的誤差，因此透過加權節點間的連結，可以有效的解決此問題。Liu, Feng, Shi, 與 Guo(2014)在分析大

型社交網絡時，亦使用帶有權重的網絡關係，並驗證其有效性與可靠性，且不需事先假設分群數量。Triulzi (2015)在分析半導體子技術過程中，結合主要路徑分析與網絡分群的方式，透過主要路徑分析將大型複雜網絡裁剪成較小的重要技術發展軌跡網絡，再以 Newman(2004)的最適模塊度方法區分不同子技術。

第三節 合作的優缺點

關於合作策略對於研發能量的影響，過去文獻大多抱持正面態度，其中主要聚焦在合資企業、垂直合作、水平合作等。Kamien, Muller, 與 Zang(1992)認為當 R&D 存在外溢效果時，透過建立研究單位的合資企業，並組成研發聯盟，是能有效提高社會總剩餘。Jorde 與 Teece(1990)認為同業競爭者間的合作關係是可能存在且有益的，此種合作在有效的政策規範下，能夠促進技術的商業化與實用性。Belderbos, Carreb, Diederenc, Lokshinb, 與 Veugelers(2004)則是提出另一種看法，透過荷蘭資料比較研發企業與競爭者、供應商、客戶與研究單位的合作關係，發現與研究單位合作所產生的技術外溢效果較為明顯，而與競爭者合作的效果較微小。Gnyawali 與 Park(2011)分析同業間大公司的合作關係，發現大公司的合作可以幫助彼此面對技術挑戰時有所助益，同時推動技術創新，並對其他廠商合作有正向影響。Hsu 與 Saxenian (2000, 2001) 和 Saxenian (2001) 亦討論台灣新竹科學園區的成功與美國矽谷的關係，發現除了人力資本與政府投資的因素外，人才背後隱含的人際網絡更是幫助竹科與矽谷建立強大的合作鏈結，並推動台灣技術突破。

然而合作策略除了正面影響外，亦會造成部分負面效果。Hagedoorn, Link, 與 Vonortas(2000)論及合作可以帶來降低成本、規模經濟、提高效率等益處，但不加以限制的合作關係可能會阻礙競爭並對未來研發產生反作用力。Gnyawali 與 Park(2009)認為透過合作策略，中小企業可以開發或使用原本無法達到的技術且分散風險，然而在與同業競爭者合作時，會因不信任產生技術風險，或是與高技

術水準的大公司合作時，喪失其靈活性與控制權。Howell(2018)利用專利分析汽車合資企業在面對 2009 年燃料經濟性政策的反應，發現由於與國外技術較高的廠商合作，降低本土合資企業對於技術突破的需求，進而導致中國的合資產業政策阻礙了技術的獲取。



第三章 研究方法

第一節 研究流程

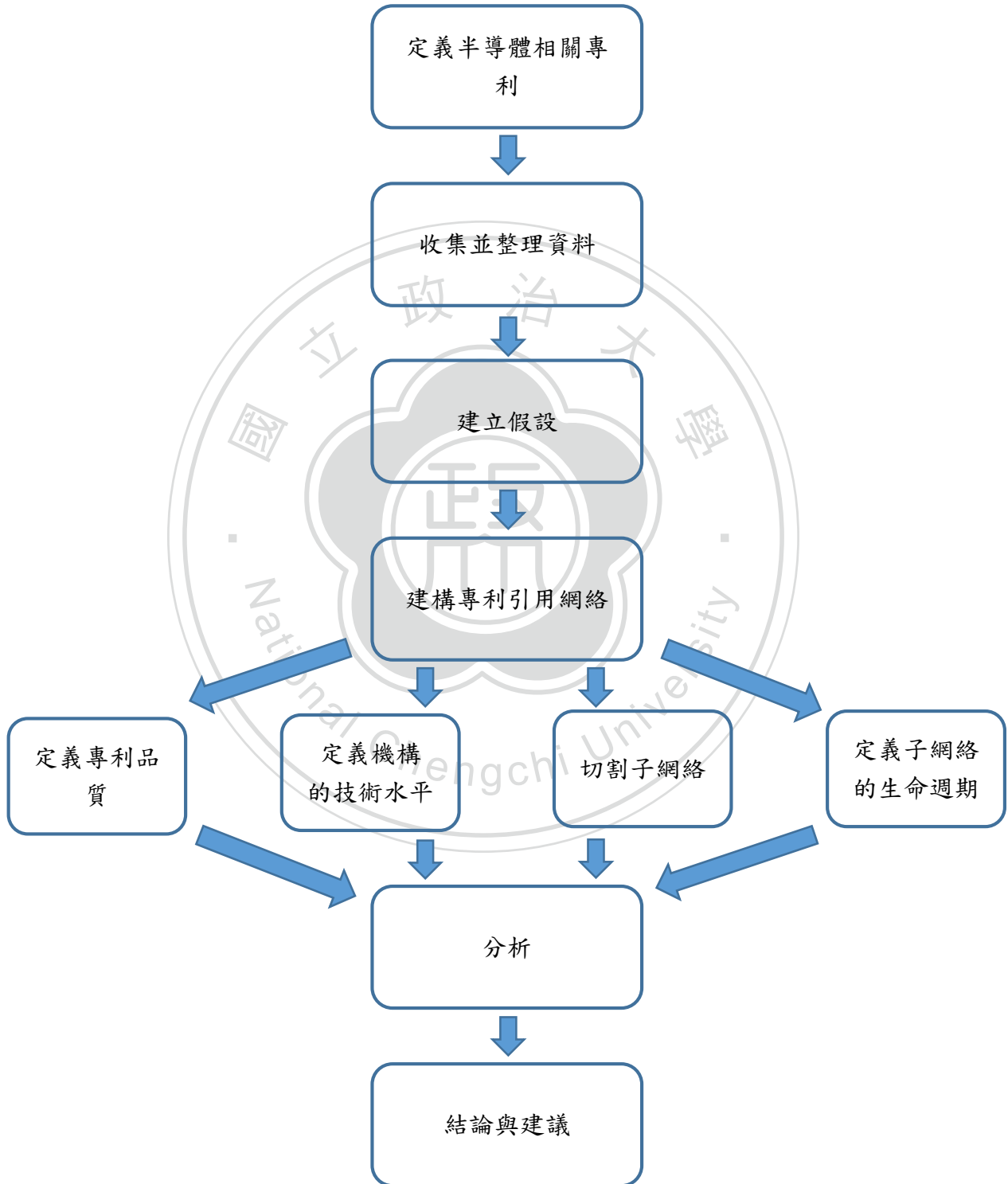


圖 3-1 研究流程圖

第二節 定義專利品質

專利在申請時必須詳盡檢附其引用的專利，同時專利局在審核專利時，也會考察各國已公告之專利以確保此專利之新穎性。因此本研究透過專利的引文關係，建構專利引用網絡，用以代表知識的傳遞軌跡，並藉由比較單一專利在整體網絡的重要性，衡量專利品質。

一、建構專利網絡

本研究根據 Hummon 與 Doreian(1989)、Batagelj(2003)、Verspagen(2007)建構專利引用網絡。首先，所有的專利均為節點(Vertexes)，令U為所有節點的集合。若一個專利，在本研究現有資料下，沒有引用其他專利，則稱為起始點。若一個專利，在本研究現有資料下，沒有被其他專利引用，則稱為終止點。若一個專利，在本研究現有資料下，沒有引用其他專利也沒有被其他專利引用，則稱為孤立點。

其次，建構專利引用關係R，兩個專利的引用關係稱之為弧(Arcs)。uRv代表專利v引用專利u，由於不會有兩個專利互相引用的情形，因此不會同時發生uRv和vRu，故此專利的引用關係是單向的。

根據節點集合U以及引用關係R可以定義專利引用網絡N：

$$N = (U, R) \quad (1)$$

二、衡量引用關係權重

本研究採用 Hummon 與 Doreian(1989)、Batagelj(2003)的搜尋技術節點對法(Search Path Node Pair，簡稱 SPNP)計算專利間引文的權重，並進一步賦予個別專利在整體網絡中的權重。

SPNP 為引用關係的權重，其值為通過兩點關係線的所有可能路徑。給定專

利引用網絡 $N = (U, R)$ ，同時 $u \in U$ 、 $v \in U$ 、 uRv 。

$$SPNP(u, v) = SPNP^-(u) * SPNP^+(v) \quad (2)$$

其中， $SPNP^-(u)$ 代表終止點為 u 的所有可能路徑(包含 $u \rightarrow u$)； $SPNP^+(v)$ 代表起始點為 v 的所有可能路徑(包含 $v \rightarrow v$)。因此 $SPNP^-(u) * SPNP^+(v)$ 就代表所有包含 uRv 的可能路徑值。

以圖 3-2 說明 SPNP 法如何計算引文權重。圖 3-2 為一個簡單的網絡，共有 15 個節點(Vertices)及 17 對弧(Arcs)或引文關係。在此網絡中，有 3 個起始點，例如圖 3-2 中的節點 A、節點 B 及節點 C；有 9 個中繼點，例如圖 3-2 中的節點 D、節點 E 及節點 F 等；有 3 個終止點，例如圖 3-2 中的節點 M、節點 I 及節點 N。

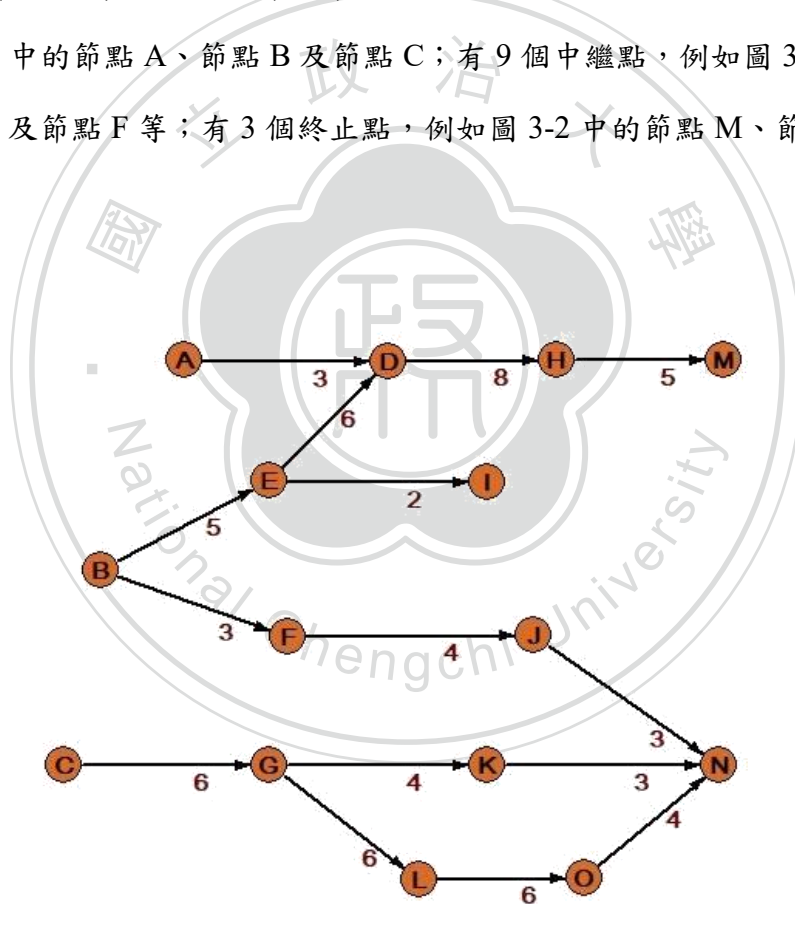


圖 3-2 利用 SPNP 計算引用關係權重

而 SPNP 法是透過計算有多少路徑組合會經過某個引文關係，並將此數字做為引文關係的權重。例如圖 3-2 中共有 6 種路徑組合會經過節點 C 與節點 G 之間的引文關係，分別為 C-G、C-G-K、C-G-K N、C-G-L、C-G-L-O 及 C-G-L-

O-N，因此節點 C 與節點 G 之間的引文關係權重為 6。同理，節點 F 與節點 J 之間引文權重則為 4，表示共有 4 種路徑組合會經過節點 F 與節點 J 之間的引文關係，分別為 B-F-J、B-F-J-N、F-J、F-J-N。

三、定義專利品質

Batagelj(2003)將搜尋技術節點對法(Search Path Node Pair, SPNP)從計算弧的權重，延伸至計算節點的權重。

$$SPNP(u) = SPNP^-(u) * SPNP^+(u) \quad (3)$$

以圖 3-2 為例，經過 A 節點的可能路徑共有 A、A-D、A-D-H、A-D-H-M，因此節點 A 的 SPNP 權重為 4。表 3-1 為圖 3-2 所有節點的 SPNP 值。

表 3-1 以 SPNP 計算各節點權重

節點	SPNP 值
A	4
B	9
C	7
D	12
E	10
F	6
G	12
H	10
I	3
J	6
K	6
L	9
M	6
N	11
O	8

從表 3-1 可以發現，採用 SPNP 計算節點權重時，靠近網絡中間的節點容易擁有較為膨脹之 SPNP 值，並隨著時間推移，整體網絡的複雜化會使得膨脹比率更為嚴重，然而此 SPNP 差異僅是因為網絡範圍之限制造成，而非中間的專利較頭尾專利更為重要。

根據 Triulzi (2015) 的方法，為了規避 SPNP 值隨著整體網絡時間區段的拉長而膨脹所帶來的影響，加權 SPNP 值為原始 SPNP 值除以當年公告專利的平均 SPNP 值，稱為路徑中心指數(Path Centrality Index, PathC)。

$$\text{PathC}_i = \frac{SPNP_i}{\frac{1}{N_t} \sum_{j=1}^{N_t} SPNP_j} \quad (4)$$

PathC_i 為專利 i 的路徑中心指數，SPNP_i 為專利 i 的原始 SPNP 值，N_t 為當年度公告核准的專利總數，根據此方式，在概念是去除了時間所帶來的固定效果。

然而不同技術範疇，其 SPNP 膨脹速度可能有所差異，因此本研究依據 USPC 分類號，試圖進一步調整 PathC。根據 USPTO 美國專利局的資料，一筆專利可能同時所屬許多 USPC 分類號，本研究在此採取算術平均數的方式加權專利 i 所屬分類號群的平均 SPNP 值。

$$\text{adjust_PathC}_i = \frac{SPNP_i}{\frac{1}{n_{ik}} \sum_{k=1}^{n_{ik}} \left(\frac{1}{N_{tk}} \sum_{j=1}^{N_{tk}} SPNP_{jk} \right)} \quad (5)$$

其中 n_{ik} 為專利 i 所屬的分類號群，透過此方式，不但能規避掉因時間而膨脹的 SPNP 值所帶來的影響，亦能避免不同分類號在不同時期中各自成長速度的差異。

第三節 定義機構的技術水平

為了要衡量一個機構的技術水平，本研究採取兩種指標：近期生產之專利平均水平與總生產專利之中心性。前者希望捕捉一個機構現今的研發能量，後者希

望評估一個機構在整個時間區段下的技術重要性。

一、近期生產之平均專利水平

許多文獻在衡量近期的專利時，大多以 5 年為一個分水嶺，因此本研究以[t-4,t]的專利定義機構在 t 年所擁有的近期專利，並以平均PathC_i值衡量其專利水平。⁸

給定一個時間區段的專利引用網絡：

$$N_T = N_{[1976,t]} = (U_{[1976,t]}, R_{[1976,t]}), t \in \{1990, 1995, 2000, 2005, 2012\} \quad (6)$$

$$\text{近期生產之專利平均}_{j,t} (\text{Recent Mean PathC}_{j,t}) = \frac{1}{N_{j,T}} \sum_i^{N_{j,T}} \text{adjust_PathC}_{i,j,T} \quad (7)$$

$N_{j,T}$ 代表 j 機構在近期所公告的專利數； $\text{adjust_PathC}_{i,j,T}$ 代表在 N_T 專利網絡中，j 公司在近期 i 專利的 adjust_PathC 值。

二、總生產專利之中心性

根據 Triulzi (2015)的方法，在衡量個別機構 j 在整體網絡 N_T 的中心性時，計算 j 機構在 N_T 所生產的專利之平均 adjust_PathC 。

$$\text{PathC}_{j,T} = \frac{1}{N_{j,t}} \sum_{i=1}^{N_{j,t}} \text{adjust_PathC}_i \quad (8)$$

然而此計算過程中，大機構由於擁有較多的專利，因此計算平均PathC比較容易逼近各期平均值，而無法觀測到其真正中心性。為了避免機構大小所帶來的偏誤，透過抽樣的方式，得到與 j 機構相同數量專利的平均PathC，重複抽樣 1000 次，獲得與 j 機構相同數量專利的平均PathC之分布，並透過此平均PathC分布將

⁸ 由於本研究將資料從 1986 年至 2012 年共分為 5 期：1986 年~1990 年、1991 年~1995 年、1996 年~2000 年、2001 年~2005 年、2006 年~2012 年。前四期剛好以 5 年為一區間，因此定義近期專利為[t-4,t]。然而最後一期為 7 年的區間，因此定義近期專利為[t-6,t]。往後提到近期專利均以此為定義。

j 機構的 $PathC_{j,T}$ 做標準化。如此一來，在概念上規避了機構大小的效果，使得此數值能夠在跨機構互相比較。

$$z - PathC_{j,T} = \frac{Path_{j,T}^{empirical} - \mu_{PathC_{j,T}}^{random\ sample}}{\sigma_{PathC_{j,T}}^{random\ sample}} \quad (9)$$

第四節 切割子網絡

本文透過 USPC 碼 257、326、438、505 和 716 定義半導體相關專利，然而半導體技術之下仍然分屬許多子技術，不同子技術擁有各自的特性與重要專利，若在分析過程中不加以區分與定義，可能會錯失許多資訊。雖然專利分類號(包含 USPC 與 IPC)本身即代表技術的分類，透過分析第二層或第三層的分類號，的確可以定義出大技術範疇下的子技術，但是新分類號的產生通常代表著一項子技術的成熟，因此單純以分類號定義子技術會遺漏掉許多剛萌芽或正在發展階段的技術群。為此，本文採用 Newman(2004)所發展出的最適模塊度方法，將複雜的網絡切割成不同大小的區塊，透過將距離較近的專利分群，藉此定義出子技術。此方法規避了分類號中以後設角度定義子技術之盲點，而是直接以整體專利引用網絡分析。

假設存在一個網絡，並將其分群為 g 組，定義一個 $g \times g$ 矩陣 e ，其中 e_{ij} 為原始網絡中 i 群與 j 群的連結比重，在本文中也就是引用關係的比重。根據 Newman(2004)的文章，模塊度 Q 值的定義如下：

$$Q = \sum_i e_{ii} - \sum_{ijk} e_{ij}e_{ki} = \sum_i (e_{ii} - a_i^2) \quad (10)$$

上式中 e_{ii} 代表 i 群內部連結的比重， a_i^2 代表 i 群與外部連結的平方。Newman(2004)解釋 Q 值為內部連結比重減掉預期在相同規模族群下外部連結的算值。透過蒙地卡羅方法估計，極大化模塊度 Q 值(此方式不須假設任何參數)，使 Q 值不會再受到合併兩個族群而增加，數學式表示如下：

$$\Delta Q = e_{ij} + e_{ji} - 2a_i a_j = 2(e_{ij} - a_i a_j) \quad (11)$$

然而，極大化模塊度 Q 值仍然存在一些限制，相較於小族群，它更傾向將網絡切割成單一較大的族群，此限制在較小的網絡中尚且不明顯，然而在複雜的大型網絡則有可能使分析不精確。為了解決此困境，本文引入具有權重的引用關係，取代原始柏努利式引用關係。

原始的極大化模塊度 Q 值：

$$\max Q(G, C) \quad (12)$$

其中 $G = (V, E)$ ， V 代表所有專利的集合， E 代表未加權重的引用關係集合。 $E = \{e_{ij}\}$ ， $e_{ij} = 1$ 為專利 i 與專利 j 具有引用關係，其餘為 0。 C 為族群的集合， $C = \{c_k\}$ ， c_k 為落在 k 群的專利集合。

本文以 SPNP 權重取代原始的引用關係，因此，調整後的極大化模塊度 Q 值：

$$\max Q^w(G^w, C) \quad (13)$$

$$G^w = (V, E^w) \quad (14)$$

$$E^w = \{e_{ij}^w\} \quad (15)$$

$$e_{ij}^w = \text{SPNP}_{ij} \quad (16)$$

本研究為要了解網絡的動態變化，定義原始專利網絡部分仍以時間分為五期：1976-1990, 1976-1995, 1976-2000, 1976-2005, 1976-2012。因此根據調整後 Newman(2004)方法，可以定義 $D = \{\text{domain}_{T,i}\}$ ， D 為所有根據極大化模塊度 Q 值切割的群集之集合， $\text{domain}_{T,i}$ 為 T 期原始專利網絡下之第 i 個群集。

第五節 定義子網絡的生命週期

如同產品有其生命週期，作為與產品緊密相關的技術亦有其發展階段，不同

階段下的子技術會有許多相異的特徵。Triulzi(2015) 根據核心專利的發展軌跡，定義不同子技術群的特性，將技術群分為六大生命週期階段：突破性新興領域(Breakthrough emerging areas)、破壞性新興領域(Disruptive emerging areas)、早期成長領域(Early growth areas)、成熟領域(Mature areas)、更新領域(Renewing areas)與衰退領域(Exhausting areas)。⁹

一、定義各期核心專利的發展軌跡

本研究根據 Verspagen (2005)、Triulzi (2015)使用的主要路徑分析方法(Network Main Path)，衡量較具影響力之專利，並定義各期核心專利的發展軌跡(Main Components of NMPs)。

過程如下：

- (1)根據 SPNP 方法，給網絡每個引用關係權重。
- (2)從每一個起始點開始，選擇與其引用關係 SPNP 值最大的路徑，通往下一個節點，如遇 SPNP 值同為最大值的複數引用關係，則同時包含複數路徑。
- (3)重複(2)直至抵達終止點。

⁹ 各階段的詳細說明請參考附錄 A。

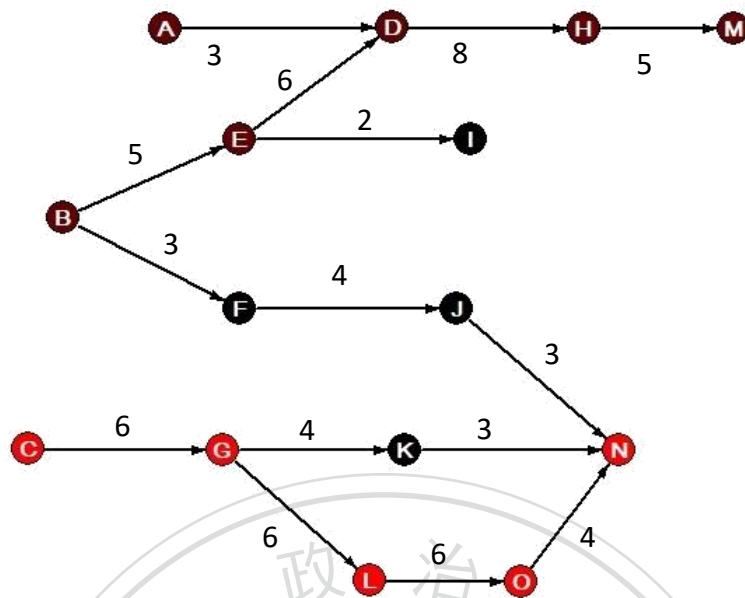


圖 3-3 以 SPNP 作 Component 分群

以圖 3-3 為例，共有 3 個起始點(A、B、C)，從 A 開始選取最大 SPNP 值為路徑，形成 A-D-H-M，以 B 為起始點形成 B-E-D-H-M，以 C 為起始點形成 C-G-L-O=N。

當採行上述方法後，原本大型複雜網絡會被裁剪成許多弱連通分量(Weakly Connected Components)，同樣以圖 3-3 為例，專利 A、B、D、E、H、M 為第一大連通分量(呈棕紅色)，專利 C、G、L、O、N 為第二大連通分量(呈鮮紅色)。

本研究將專利網絡分為五期：1976-1990、1976-1995、1976-2000、1976-2005、1976-2012，各期依照比例選取前一或前二大連通分量作為發展軌跡(Main Components of NMPs)的核心專利。

二、子網絡的生命週期分群

Triulzi(2015)是以各期 Main Components 為技術分群，再以各群中 Main Components 之專利特性區分發展階段。本研究與之相異的部分為直接以整體原始專利網絡進行技術分群，因此在各子技術群中必然同時包含 Main Components

的專利與非 Main Components 的專利。然而 Main Components 所代表的是各期的主要發展軌跡，若一子技術在發展軌跡中已趨於衰退領域，就算擁有許多影響力較低的專利，亦不能改變其頹勢；若一子技術雖專利數不多，然而在近期成為發展軌跡上的新星，亦不能忽視其未來成長力。根據上述理由，縱然本研究的子技術群中包含了許多非 Main Components 的專利，亦可以合理採取 Triulzi(2015)的方式，以各子技術群中 Main Components 專利的特性，作為區分發展階段的方式。

由於本研究有部分子技術群缺少 Main Components 的專利，代表其缺乏具有重要影響力的專利，因此在 Giorgio Triulzi(2015)六大生命週期階段外，新增一分類為邊緣領域。

Main Components 的專利根據其特性可區分為三種類別：Young patents、New old patents 與 Persistent old patents。Young patents 為當期才公告的專利，以 1976-2000 年的 Main Components 為例，Young patents 代表 1996-2000 年公告的專利。New old patents 為非當期公告且之前沒有出現過的專利。Persistent old patents 為非當期公告且過去曾經出現過的專利。

根據三大類型專利在該子技術群中 Main Components 專利的占比，區分為表 3-2 的分布。

表 3-2 百分位分群標準

Quantile classification	
Many	Q1(top 20%)
Mid	Q2, Q3, Q4 (mid 60%)
Few	Q5(bottom 20%)

資料來源：根據 Triulzi(2015)整理

七大分類的定義如下：

表 3-3 技術生命週期分類標準

	Main components 的專利數(q)	Young patents	New old patents	Persistent old patents
突破性新興領域	$q \geq \alpha$	Q1	Q2-Q5	Q5
破壞性新興領域	$q \geq \alpha$	Q2-Q4	Q1	Q5
早期成長領域	$q \geq \alpha$	Q1	Q2-Q5	Q2-Q4
成熟領域	$q \geq \alpha$	Q2-Q4	Q2-Q5	Q2-Q4
更新領域	$q \geq \alpha$	Q2-Q4	Q1	Q2-Q4
衰退領域	$q \geq \alpha$	Q5	Q5	Q1
邊緣領域	$q = 0$			

資料來源：根據 Triulzi(2015)及本研究整理

其中 α 為 Main components 專利數的臨界值，根據 Triulzi(2015)的文章，其最小的子技術群擁有 15 個 Main Components 專利，因此為了避免子技術群由於數量過小導致占比上的偏誤，本研究設置 $\alpha = 10$ 以規避此問題。

第四章 資料

第一節 來源

本研究所使用的專利資料來自 Incopat，Incopat 為一專利資料庫，其資料囊括全球各國專利局公告的數據。本文使用美國專利及商標局(The United States Patent and Trademark Office, USPTO)所核准的專利定義半導體技術發展。選用 USPTO 的原因如下：第一，美國是世界上最早對於專利採取保護措施的國家之一，其專利資料對於整體技術具有相當高的涵蓋；第二，美國專利亦具有相當高的商業價值，20 世紀以來，半導體主要市場與發展均以美國為核心地區，因此，世界上任何從事半導體相關技術的公司，若想將其商品賣至美國並獲得保障，幾乎必須向 USPTO 申請專利，因此，以 USPTO 之專利訂定半導體技術具有高度可信度。

本研究選用 USPTO 核准之專利共 5 個 USPC 大分類號，時間區間為公告日從 1976 年至 2012 年。5 個分類號如下：

257：主動固態元件。

326：電子數位邏輯電路。

438：半導體元件製造：工藝。

505：超導技術：設備、材料、工藝。

716：半導體裝置設計。

根據 USPTO 所公布以及過去許多文獻均顯示，USPTO 較為完整的資料為 1976 年之後所公告的專利。同時由於自 2013 年開始，美國專利局不再使用 USPC 編碼，在此之後申請之專利不再擁有對應的 UC 碼，因此將時間範圍訂定在公告

日從 1976 年至 2012 年，以符合資料的完整性。

第二節 資料敘述

表 4-1USPTO 半導體專利基本資料

項目	數目
Network 專利 PD:1976-2012 USPC: 257、438、326、505、716	264742
Network 專利(有 Applicant)	264474
Network 專利(有 Applicant)(拆分類號)	386707
UC 257(加權)	161198.67 (60.95%)
UC 326(加權)	17017.00 (26.14%)
UC 438(加權)	69155.83 (6.43%)
UC 505(加權)	4382.50 (1.65%)
UC 716(加權)	12720.00 (4.8%)

資料來源：Incopat 及本研究整理

如表 4-1 所示，本研究使用 USPTO 專利共 264742 筆，以此資料建構原始專利引用網絡，其中有 264474 筆具有申請人資料。由於每筆專利可能會配對到多組 USPC 分類碼。平均而言，一筆專利會擁有 1 至 2 個本文所選用的 5 個大份類號，並以分類號加權後，UC 碼 257 擁有 6 成左右的專利數量，為最重要的分類號；UC 碼 505 則是僅占 1.65%，為本資料中最小占比的分類號。

從專利申請人欄位以及專利申請國別欄位可以很明顯發現，一個專利可能同時擁有多個專利申請人，也可能擁有數個申請國別。依據此現象，本文以複數申請人定義一專利為合作專利，複數申請國別定義一專利為跨國專利，其原因為專利審查相當嚴謹，同時所獲得的保障相當強，若單一機構或個人對此專利沒有一

定程度上顯著的貢獻，基本從商業角度上不會隨便讓其他單位並列申請人。

表 4-2 在 1976-2012 年與 1986-2012 年半導體合作與跨國比例

時間	項目	數目	比例
1976-2012	非合作 - 非跨國	253631	95.9%
	合作 - 非跨國	8752	3.3%
	合作 - 跨國	1879	0.71%
	非合作 - 跨國	212	0.08%
1986-2012	非合作 - 非跨國	240941	95.92%
	合作 - 非跨國	8358	3.32%
	合作 - 跨國	1871	0.74%
	非合作 - 跨國	16	0.00%

資料來源：Incopat 及本研究整理

從表 4-2 可以發現，以 1976 至 2012 年為區間，非合作且非跨國專利大約占九成五，合作但非跨國之專利占 3.3%，跨國合作專利占 0.71%，顯示絕大多數專利為獨自研發，合作專利占比不高，跨國合作更是稀少。然而有 212 筆專利為跨國但非合作，這在概念是矛盾的。如果是母子公司，當發生跨國研發時，勢必伴隨著資金、技術、人員上的合作。如果是單一公司，便不可能發生跨國現象。可以發現這些專利絕大多數都落在 1976 年至 1985 年，並主要來自兩個部分：第一為日本公司所申請的專利，它們雖然在申請人部分只有一間日本公司，但在國籍上卻同時擁有日本及美國。第二為歐洲公司所申請之專利，它們在申請人部分只有該國公司，但在國籍上卻同時擁有該國國籍以及世界智慧財產權組織(World Intellectual Property Organization, 簡稱 WIPO)。因此，為了規避此問題，本研究將所分析之合作專利時間限縮於 1986 年至 2012 年，在 1986-2012 中，非合作-跨國只有 16 個專利，占極其微小的比例，其中排除 WIPO 和個人申請，只有三星的一個專利申請國同時有韓國及美國，因此本文將這 16 個專利分類到非合作

-非跨國。

若以國籍區分，根據半導體發展，本文僅將國家分為 7 大類：美國、日本、台灣、韓國、德國、法國和其他(未定義)，其分布如下。

表 4-3 主要國家半導體專利機構平均擁有數

國家	機構和個人擁有的專利數的總數	擁有的專利數	擁有的專利比率	平均擁有專利數
美國	10686	113352	0.447368525	10.60752386
日本	2710	75789	0.299117908	27.96642066
台灣	1034	19960	0.078776517	19.30367505
韓國	579	19728	0.077860878	34.07253886
德國	847	8657	0.034166749	10.22077922
法國	472	3046	0.012021707	6.453389831
未定義	2070	12843	0.050687716	

資料來源：Incopat 及本研究整理

美國擁有最多的申請人數目以及專利數，共 10686 個機構或個人以及 113352 筆專利，占全部專利 44.7%，美國的專利數同樣反映其蓬勃且成熟的半導體產業。

日本則是僅次於美國，共有 2710 個機構或個人以及 75789 筆專利，占全部專利 29.9%。日本雖然相較於歐洲和美國而言，較晚進入半導體產業，然而自 20 世紀中期開始，其半導體產值急起直追，於 1980 年代，日本半導體產值正式超越美國。然而從 1990 年代開始，日本半導體產業開始走下坡，逐漸被後進國追趕，縱然如此，從專利表現上面，日本至今仍可稱作為半導體大國。

台灣以及南韓在半導體專利擁有率方面表現得差不多，分別為 19960 筆和 19728 筆，各占全部 7.8%與 7.7%。台灣與南韓約莫在 1990 年代進入半導體產業，並在之後急起直追，一躍成為半導體大國，例如台灣有台積電、聯電，南韓

有三星、海力士。

作為半導體的發源地歐洲，德國與法國仍然在世界舞台上占有一席之地，德國擁有 8657 筆專利，占全部專利 3.4%，法國擁有 3046 筆專利，占全部專利 1.2%。雖然不若美國、日本蓬勃發展，也不像亞洲國家新興崛起，德法仍然擁有世界知名的半導體公司，例如德國的西門子、法國的意法半導體。

其餘國家本文並無特別定義，大約占整體比例 5%，由於其他國家發展暫時未成氣候，同時這 5% 內包含許多人名、小機構，因此對整體分析影響應該可以被忽略。

此外，從平均每機構(或個人)擁有之專利數來看，韓國名列第一，平均擁有高達 34 個專利。其次為日本，平均擁有將近 28 個專利。這也某方面反應各國半導體產業結構的差異，韓國、日本的半導體產業主要是由大企業主導，透過垂直整合增加其競爭力。美國、台灣則是較偏向市場競爭。

圖 4-1 呈現合作專利數量與占比的時間趨勢，其中合作包含跨國與非跨國。可以發現在合作率的部分，長期呈現占整體專利 4% 左右，並在 1995 年時有個高峰，大約 6%。跨國合作率部分則是呈現緩步上升，與合作率相似，大約在 1995 年至 2000 年左右有個區域性峰點，並在 2001 年達到谷底後呈上升趨勢，遲至 2012 年止，大約占整體專利近 2%，亦即占合作專利約 50%。

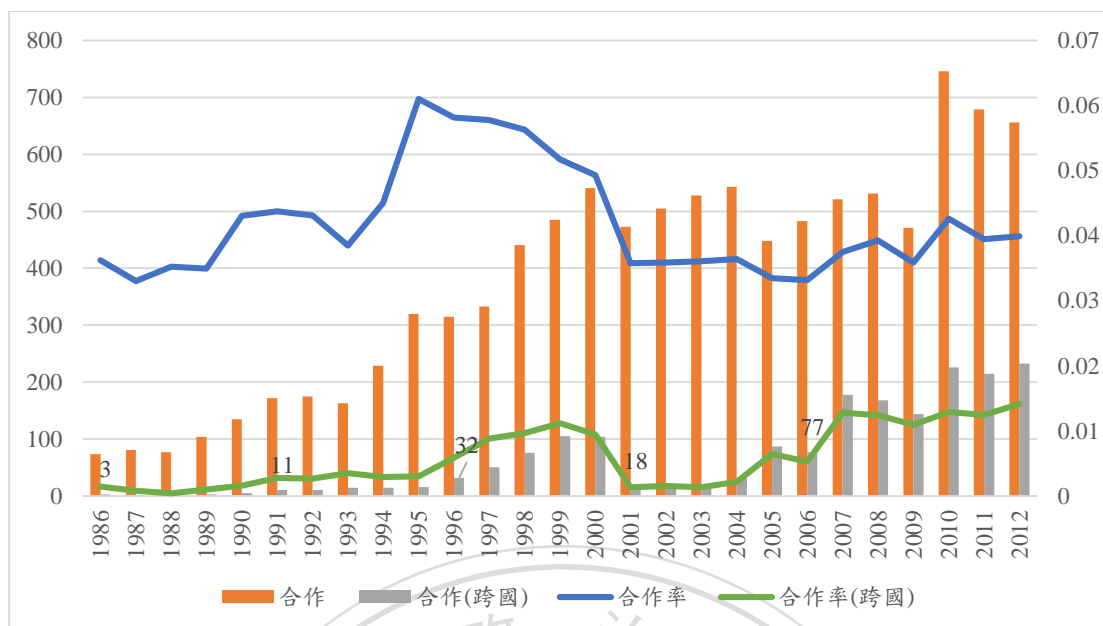


圖 4-1 合作專利趨勢(分年度)
資料來源：Incopat 及本研究整理

事實上，以全產業來看，半導體產業平均合作比例 4%、平均跨國合作比例近 2%是相當地低。同樣以 USPTO 為例，2004 年至 2006 年間，跨國合作比例便達到 10.8%。¹⁰其中很大一部分是電腦技術與製藥。¹¹由此可見，相較於其他高技術產業，大多機構在研發半導體技術時，更多以自行開發為主。

然而相較於全球合作比率呈現穩定趨勢，台灣在 USPTO 的合作半導體專利則是波動較大。圖 4-2 顯示，從 1991 年至 2006 年間，合作專利比率大約落在 2%，跨國合作率大約落在 1%，甚至更低。從 2007 年開始，合作專利比率跳躍性上升至 7%，跨國合作則上升至 6%左右，後期平均比率均超過全球平均，並跨國合作專利占合作專利的比率也較全球高，主要擁有機構為鴻海、南茂、工研院、旺宏等。

¹⁰ 科技產業資訊室，〈台灣在全球科研連結及知識擴散居重要角色〉。

¹¹ 張書豪，〈主要國家專利國際合作領域態勢分析〉。

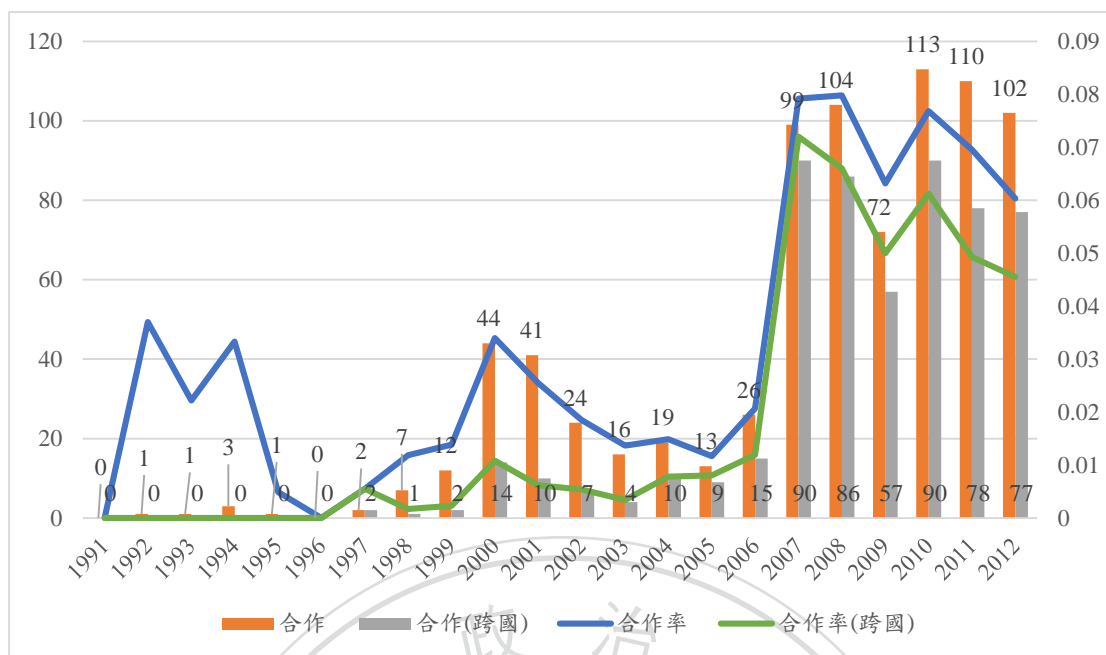


圖 4-2 台灣合作專利趨勢(分年度)

資料來源：Incopat 及本研究整理

合作專利占整體專利比例僅 4% 左右，其內部仍然呈現相當高的異質性。表 4-4 為各分類號之合作比率。

表 4-4 各 USPC 分類號合作專利與跨國合作專利比例

USPC 碼	合作比率	合作(跨國)比率
257	0.042533696	0.008100564
326	0.028358609	0.002840595
438	0.038215149	0.007830142
505	0.105448317	0.005878813
716	0.029173154	0.003810049

資料來源：Incopat 及本研究整理

可以很明顯發現，USPC 505 的合作比率為最高，大約為 10.5%。USPC 505 主要為超導技術。超導現象最早於 1911 年荷蘭萊登大學發現。¹²並於 1986 年 IBM 發現一種氧化物的超導臨界溫度為零下 238 度後，此領域又再次蓬勃發展。

¹² 吳茂昆，〈高溫超導的鐵器時代—從「銅基超導」到「鐵基超導」〉，《數理人文期刊》，第 4 期，50-61。

¹³ 其中主要採取合作技術的機構為超導體技術公司 (Superconductor Technologies Inc.)。

各國家在不同分類號的比重亦是各不相同，圖 4-3 呈現國家在各個分類號的專利擁有率。可以很明顯發現，無論是在哪個分類號，美國的專利擁有率呈領導地位，日本次之。但是若以單一國家內部的技術比較優勢來看，美國主要在 USPC 326 與 716，日本主要在 USPC 257 與 505，台灣與韓國主要在 USPC 257 與 438，德國與法國較不明顯。

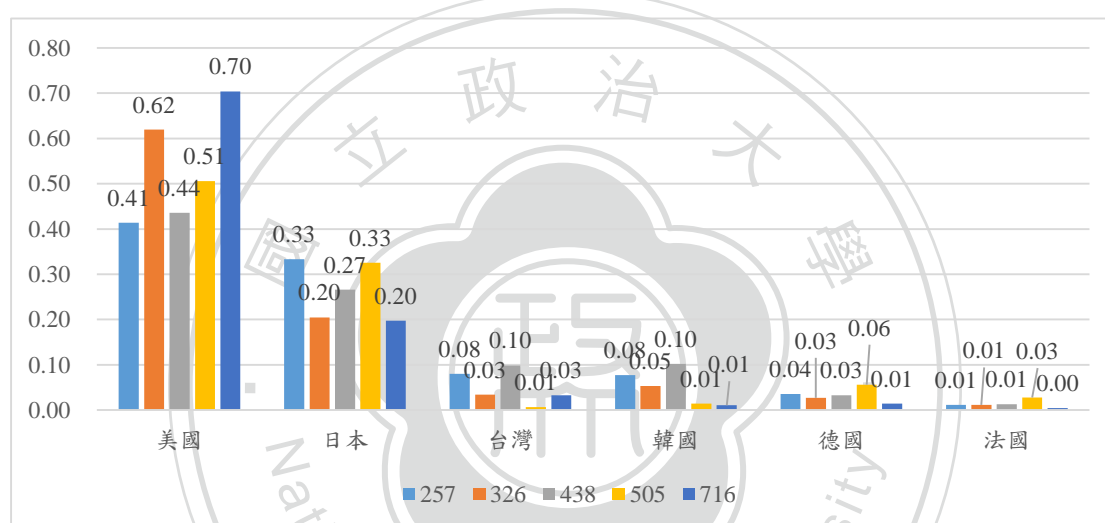


圖 4-3 各分類號在主要國家的分布

資料來源：Incopat 及本研究整理

雖然各國在不同分類號有相異的比較優勢，但其方向卻又與合作研發的方向有所差異。圖 4-4 為不同國家在各分類號下，合作專利占其擁有的專利之比率，以美國而言，所有分類號的比率均低於全球平均，代表美國參與合作研發的意願較低。日本與法國則是相反，合作研發的意願高於其他國家。其中日本自身專利優勢與合作研發方向相近。台灣與韓國則是自身專利優勢與合作研發相反的代表，兩國在 USPC 257 與 438 上比率均小於全球平均。台灣在 USPC 716 上合作比率高於平均，韓國則在 USPC 505 上有較高的比率。

¹³ 研之有物，〈「超導體，我研究了一輩子！」專訪超導物理專家吳茂昆〉。

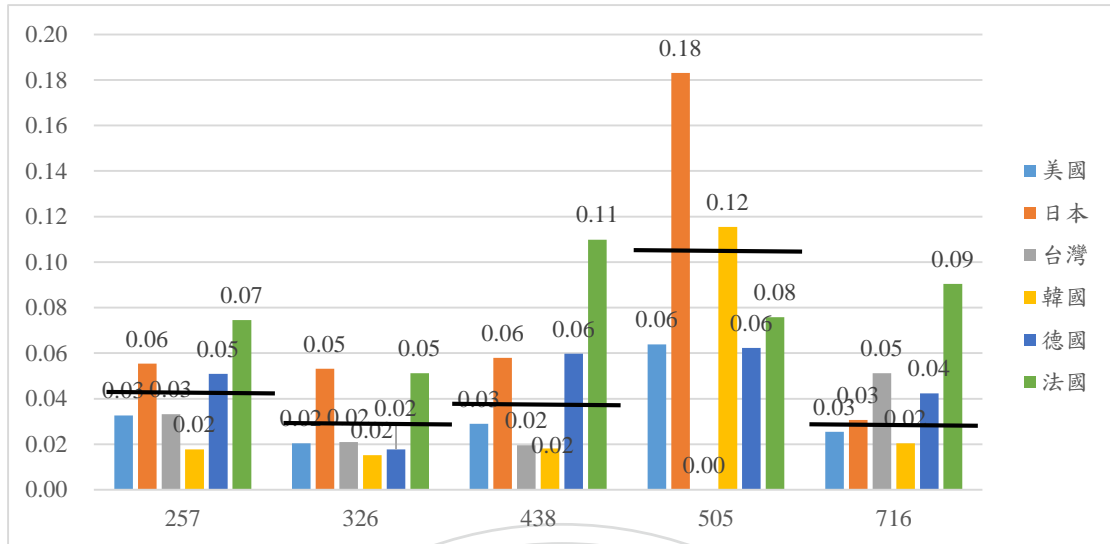


圖 4-4 主要國家的各分類號分布
資料來源：Incopat 及本研究整理

合作專利中的合作對象也呈現不同的趨勢，本研究將申請人定義為機構、個人與未知，其中機構再細分為公司、學校與法人，根據此定義可以依據申請人將合作專利分為九種類型；2 個公司、2 個學校、2 個法人、1 個公司搭配 1 個學校、1 個公司搭配 1 個法人、1 個學校搭配 1 個法人、3 個申請人以上、1 個機構搭配個人(或未知)與純粹個人(或未知)的組合。

圖 4-5 為不同類型的合作專利占比之時間趨勢。可以發現 2 個公司的占比從 1976 年約 35%至 2012 年約 50%，呈現上升趨勢，表示後前約有一半的合作專利由兩個公司合作生產。1 個公司搭配 1 個學校的占比呈現大幅增加，從早期的 1%至 2%，到 2012 年已有約 13.7%，表示產學合作已然成為趨勢。1 個學校搭配 1 個法人的比率亦大幅上升，至 2012 年也占了全部合作專利的 3.6%。1 個公司搭配 1 個法人的比例則呈現穩定趨勢，大約占了 5%。

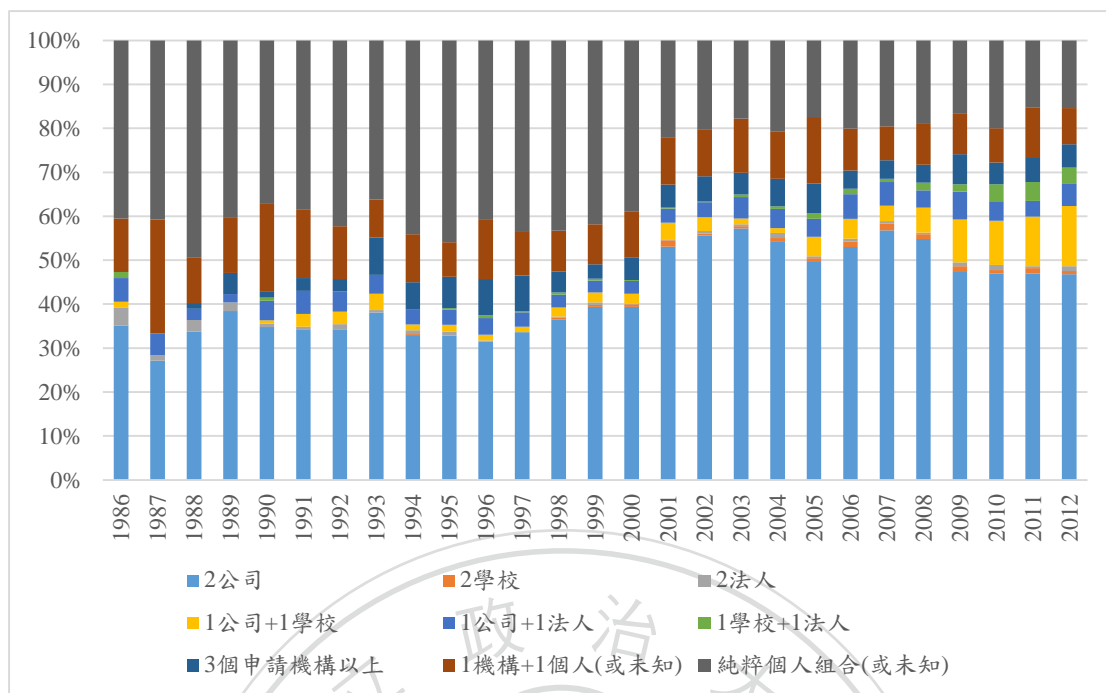


圖 4-5 合作專利趨勢(分年度、分類型)

資料來源：Incopat 及本研究整理

第五章 分析結果

第一節 合作專利之平均品質

本研究第一個問題為合作專利的品質是否比非合作專利更高，首先給定 1976 年至 2012 年專利引用網絡：

$$N_T = N_{[1976,2012]} = (U_{[1976,2012]}, R_{[1976,2012]}) \quad (17)$$

計算 1986 年至 2012 年每個擁有申請人之專利的 adjust_PathC_i ，表 5-1 為 adjust_PathC_i 的分布情況，可以發現 adjust_PathC_i 的平均值為 0.841，並呈現正偏態分布。

表 5-1 專利 adjust_PathC_i 基本統計量

Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max
0	0	0	0.841	0.001	5226.918

圖 5-1 根據是否為合作專利分群之平均 adjust_PathC_i 的時間趨勢，可以發現除了少數幾年合作專利的平均 adjust_PathC_i 高於非合作專利的 adjust_PathC_i ，大多數時間內合作專利的平均 adjust_PathC_i 是遠遠低於非合作專利的。其中 1986 年至 1995 年間，合作專利的平均 adjust_PathC_i 較高的原因可能因為其數量較少所導致的偏誤。從 2008 年開始，合作專利的平均 adjust_PathC_i 更是趨近於零，其專利品質的表現甚是慘淡。

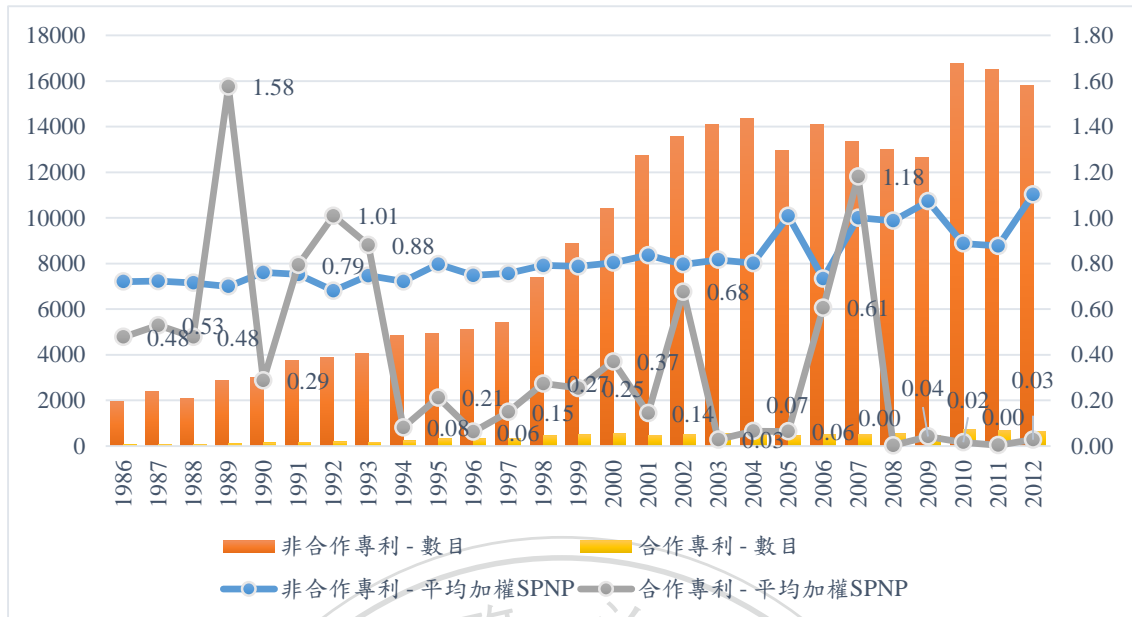


圖 5-1 合作專利與非合作專利數目與加權 SPNP 時間趨勢(分年度)

如此看來，在整體專利網絡中，合作專利的品質看似遠遠不如非合作專利。然而不同機構有其自身研發能力的差異，若以全部專利的差異來衡量合作專利的品質高低，可能會陷入因機構不同導致的內生性問題。為了解決此現象，本文將 1986 年至 2012 年劃分為 5 個時期，分別為：1986-1990、1991-1995、1996-2000、2001-2005、2006-2012，並定義所謂採取合作方式生產專利的機構，由於為了比較其合作專利與非合作專利的差異，這些機構在不同時期必須同時擁有這兩種類型的專利。

表 5-2 主要國家在各時期採取合作策略之機構數

Period	總數	台灣	美國	日本	德國	韓國	法國	其他
1986-1990	98	1	20	58	8	1	7	3
1991-1995	188	2	60	97	11	5	5	8
1996-2000	273	9	116	111	14	6	4	13
2001-2005	401	23	148	162	20	13	9	26
2006-2012	528	46	147	212	34	33	19	37
總共	1488	81	491	640	87	58	44	87

表 5-2 為不同時期間採取合作策略的機構。可以發現日本與美國占比最高，

囊括了超過一半的機構，台灣與韓國則是增長快速，從 1986 年至 1990 年的 1 家機構，遲至 2012 年分別增加至 46 家與 33 家。共 1488 個觀察值。

表 5-3 為 1488 個觀察值所擁有之專利數分布，可以發現不同觀察值所擁有的專利數差異相當大，最小為 2 個專利，最大為 6374 個專利，兩者相差 3000 多倍，並呈現嚴重正偏態分布。圖 5-2 分別為全部觀察值的分布與限制專利數 100 以下的分布，可以發現均呈現正偏態分布。

表 5-3 採取合作策略機構之專利擁有分布

變數	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max
專利數	2	6	18	126	62	6374

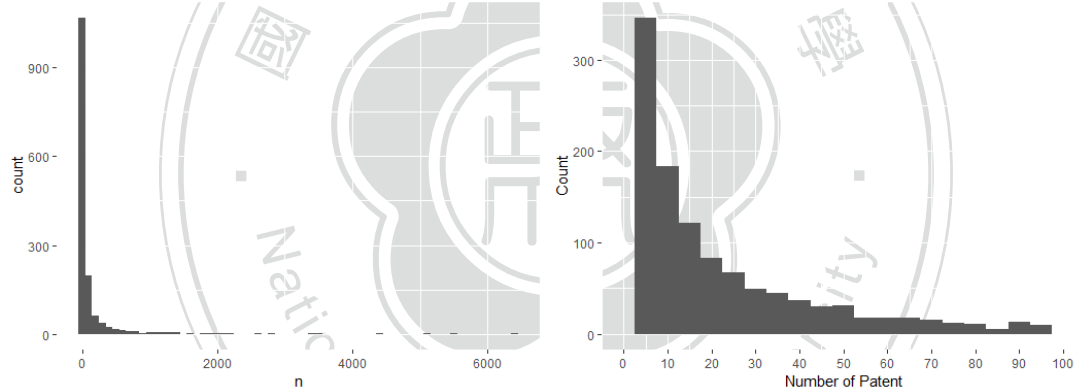


圖 5-2 採取合作策略機構之專利擁有分布(全分布與 100 以內)

定義不同的觀察值之合作專利率為合作專利數占全部專利數的比例，其分布如表 5-4，大多數觀察值的合作率落在 20% 以下，占比超過五成，合作率 50%(49.5%-50.5%)的數目最多，擁有超過 100 個觀察值。

表 5-4 合作專利比例之基本統計量

變數	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max
合作專利比例	0.0004511	0.0614288	0.1666667	0.2399816	0.3517857	0.9782609

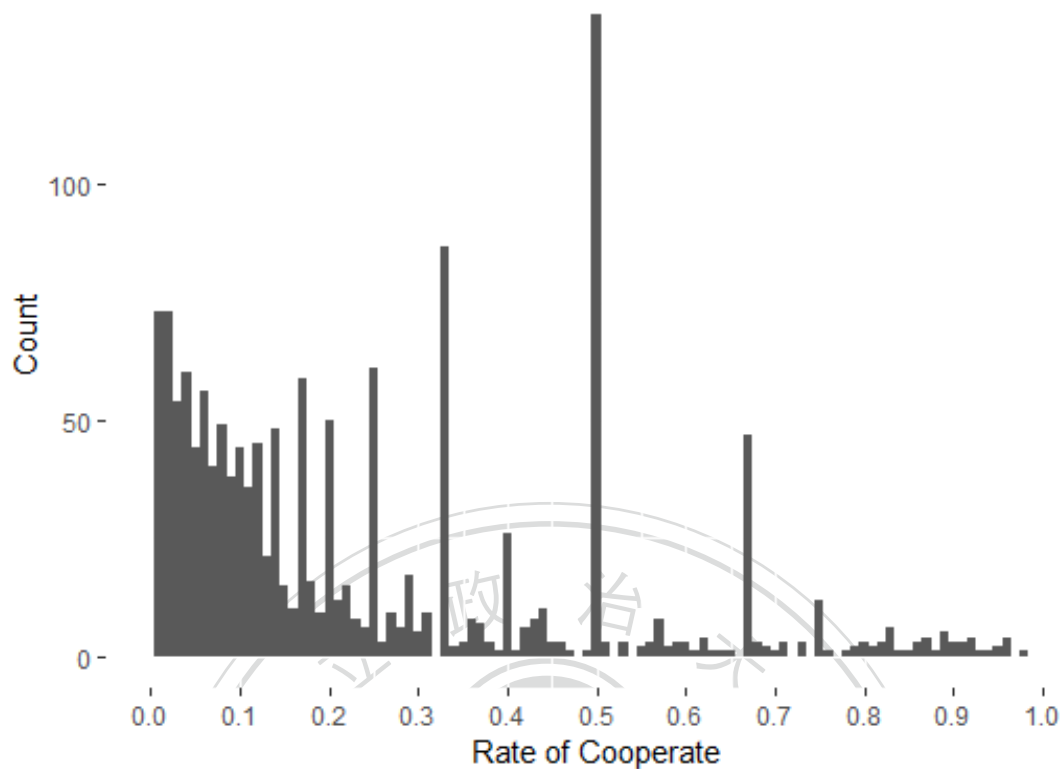


圖 5-3 合作專利比例之分布

由於部分機構因為本身專利數目太少，導致比較其合作與非合作專利時容易產生偏誤，另外有部分機構其合作專利率過低，很難以認定其為採取合作策略的機構。因此本研究排除專利數少於第一四分位數和合作率低於第一四分位數的觀察值，共得 801 個觀察值。

此外，為了更精確衡量不同專利的品質，分別以 1976-1990 年、1976-1995 年、1976-2000 年、1976-2005 年、1976-2012 年的專利引用網絡衡量 1986-1990 年、1991-1995 年、1996-2000 年、2001-2005 年、2006-2012 年的專利。¹⁴

$$N_T = N_{[1976,t]} = (U_{[1976,t]}, R_{[1976,t]}),$$

$$t \in \{1990, 1995, 2000, 2005, 2012\} \quad (18)$$

$adjust_PathC_{i,j,T}$ 為 j 機構，在 T 時間區段的專利網絡之 i 專利品質。在此以個別觀察值為單位，計算其合作專利的平均 $adjust_PathC_{i,j,T}$ 與非合作專利的

¹⁴ 以 2002 年公告的 A 專利為例，以 1976 至 2005 年的專利網絡衡量其 $adjust_PathC$ 。

$adjust_PathC_{i,j,T}$ ，其相差為合作專利相較於非合作專利之表現。

表 5-5 平均 $adjust_PathC_{i,j,T}$ 差值(合作專利-非合作專利)之基本統計量

變數	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max
平均(合作-非合作)	-7.3929	-0.0238	-0.0001	0.0456	0.0048	21.6683
			T 值 平均(合作-非合作)			0.0397

從表 5-5 可以發現，相較於比較整體專利時合作專利遠遠不如非合作專利，當控制了採取合作策略的機構下，平均而言個別觀察值的合作專利表現與非合作專利無異，平均值為 0.0456，T 值為 0.0397，並沒有達到統計顯著水準。

表 5-6 平均 $adjust_PathC_{i,j,T}$ 差值(合作專利-非合作專利)(分時期)

時間	平均(合作-非合作)	T 值
1985-1990	-0.072290467	-0.11361151
1991-1995	0.048197794	0.02613776
1996-2000	0.165541406	0.08803416
2001-2005	0.036090460	0.04758292
2005-2012	0.008694616	0.01884343

表 5-6 為根據時期分組，組內合作專利的平均 $adjust_PathC_{i,j,T}$ 與非合作專利的 $adjust_PathC_{i,j,T}$ 之差異，可以發現，在不同時期下，合作專利與非合作專利的差異不明顯，且不具備統計顯著。

由於不同觀察值可能因為其自身技術水平差異，而在合作專利表現上有所差異，為此定義 j 機構自身的技術水平(排除合作專利)：近期生產之專利平均 $_{j,t}$ (Recent Mean $PathC_{j,t}$)、總生產專利之中心性($z - PathC_{j,T}$)。

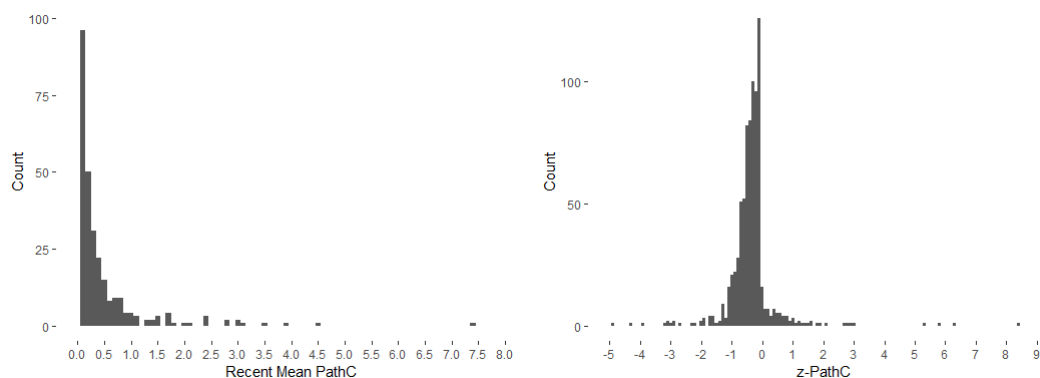


圖 5-4 近期生產之專利平均 $_{j,t}$ 、總生產專利之中心性分布

表 5-7 近期生產之專利平均 $_{j,t}$ 、總生產專利之中心性基本統計量

變數	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max
Recent Mean PathC $_{j,t}$	0.0000	0.0002	0.0122	0.1759	0.1241	7.3929
z - PathC $_{j,t}$	-4.9020	-0.5990	-0.3061	-0.1775	-0.1258	29.2778

從圖 5-4、表 5-7 可以得知，個別觀察值的「近期生產之專利水平」平均值為 0.1756，並呈現正偏態分布，代表平均而言，大多數採取合作策略的機構為近期研發能量較低的機構。個別觀察值的「總生產專利之中心性」平均值為 -0.1775，中位數為 -0.3061，亦表示大多數採取合作策略的機構在整體專利表現上較為低落。

根據觀察值的技術水準指標，將其依據百分位劃分為五個等第：0%~20%、21%~40%、41%~60%、61%~80%、81%~100%。然而，表 5-8 顯示縱然控制了觀察值的技術水準，在相同技術等第下，其合作專利與非合作專利的差異仍然不明顯，且不具備統計顯著。

表 5-8 技術水準指標分群之平均adjust_PathC差值(合作專利-非合作專利)

Recent Mean PathC 百分位	0%~20%	21%~40%	41%~60%	61%~80%	81%~100%
平均(合作-非合作)	0.00163	0.06921	0.085459	0.21612	-0.23882
T 值	0.2	0.1312	0.105	0.1605	-0.1978
Z-PathC 百分位	0%~20%	21%~40%	41%~60%	61%~80%	81%~100%
平均(合作-非合作)	0.031696	-0.00089	0.033153	-0.01587	0.180114
T 值	0.1128	-0.0043	0.0659	-0.0549	0.0726

總結上述，合作專利在整體專利網絡中處在品質較低的位置，其主要原因為參與合作策略的機構平均而言本身研發水平較為低落。當排除掉非參與合作策略的機構後，無論是不同時期、或是不同研發水平分群下，平均來看，合作專利與非合作專利品質相差無幾。然而，從資料上也可以看出合作專利的品質有很高的異質性。如表 5-5 所示，合作專利的平均 $adjust_PathC_{i,j,T}$ 與非合作專利的 $adjust_PathC_{i,j,T}$ 分布相當廣，最小值為-7.3929，最大值為 21.6683，因此，本研究會在後續章節更細緻探討可能影響合作專利品質的因素。

第二節 合作對象與發展方向對合作專利品質的影響

本文定義合作專利為申請人超過一個機構(或個人)之專利，因此此類專利的品質不單單受到單一機構的影響，亦會與合作對象有所關係。根據上節所定義採取合作策略之機構，將其合作專利依據母機構與合作對象以一對一配對之方式，共得 4056 筆觀察值。¹⁵

根據各機構非合作專利之 Recent Mean PathC 分為五個等第，表 5-9 呈現母機構與合作對象在不同等第中的觀察值筆數，可以發現合作關係呈顯兩種極端，低、中低等第在與同樣低、中低等第間的合作觀察值比例較大，無獨有偶地，高、中高等第同樣與同等級的合作觀察值呈現相當大的比例，兩部分總和筆數有 2438 筆，占整體觀察值超過六成，顯示較多的合作專利仍然主要以相似等第(尤其是高低兩端)的機構互相合作所產生。

表 5-9 合作對象分群(以非合作專利平均 Recent Mean PathC)

		Partner				
		非合作 SPNP(低)	非合作 SPNP(中 低)	非合作 SPNP(中)	非合作 SPNP(中 高)	非合作 SPNP(高)
Player	非合作 SPNP(低)	270	375	66	26	8
	非合作 SPNP(中低)	375	354	178	59	104
	非合作 SPNP(中)	66	178	86	123	202
	非合作 SPNP(中高)	26	59	123	176	288
	非合作 SPNP(高)	8	104	202	288	312

¹⁵ 在此本研究排除兩種類型的資料，第一專利申請人數目大於 2，因為當申請人數目過大，無法定義出與較優或較弱的機構合作；第二，申請人名稱過於接近，雖然此合作專利申請人為複數，但其名稱過於相似，亦是本次排除名單。

圖 5-5 呈現不同等第合作中，平均合作專利與非合作專利的差異，整體來看，大多數母機構與跟自身相近或高於自身等地的機構合作時，產出的專利比自身自行生產的專利具有更高品質。

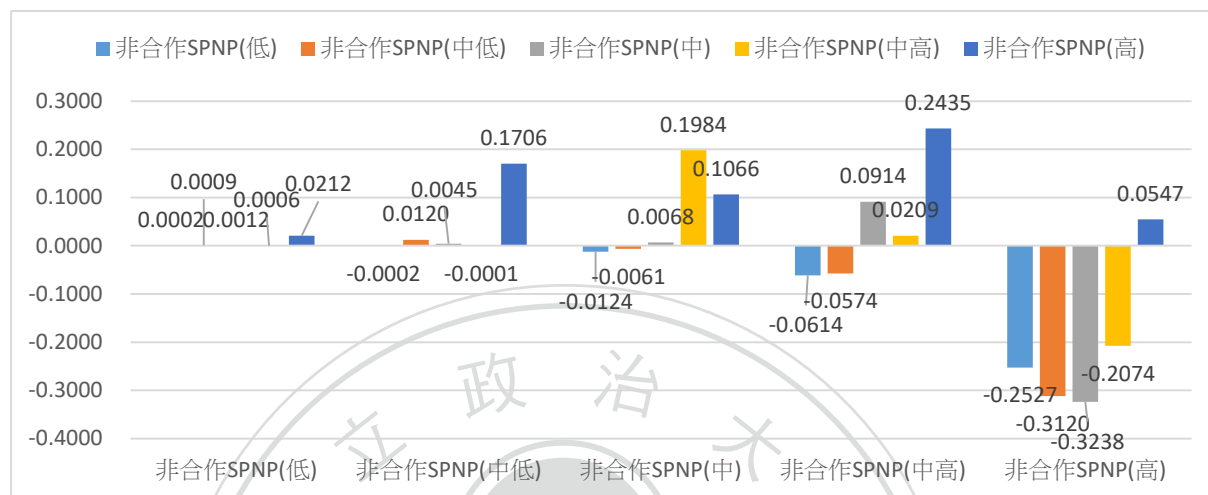


圖 5-5 平均adjust_PathC 差值(合作專利-非合作專利)(以合作對象分群)

合作專利的品質不只是會受到合作對象的影響，亦有可能與發展的技術領域有關。本文根據核心專利定義邊緣領域與核心領域，再以核心領域中不同類型專利之比例定義六種生命週期之領域。

圖 5-6 為核心領域中六種生命週期的分布情況，圓圈大小為專利數，顏色區分六種階段的生命週期。可以發現，衰退領域所占的專利數相當少，因為它在當期年間所擁有的核心專利是最低比例的，既然這個領域處在下坡階段，自然而然當期也就較少專利會以這方面發展；成熟領域所擁有的領域數最多，雖然它在當期年間核心專利占比並非最高，然而其當期專利數規模卻是最大的，可以反應其進入門檻較低且為當時主要趨勢。早期成長領域雖然當期核心專利占比最高，然而其當其所擁有的專利數卻是相對較少，可能反應其進入門檻高且必須承擔較高的風險。

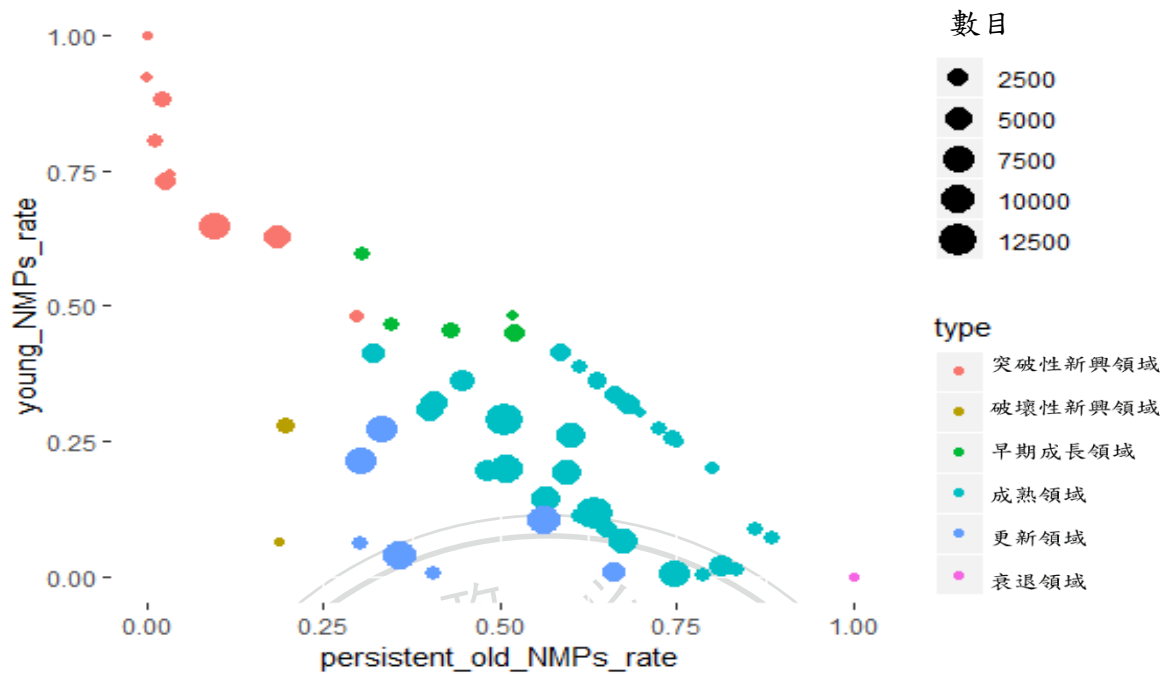


圖 5-6 各生命週期階段之分布

圖 5-7 為全部專利、採取合作策略機構之非合作專利、採取合作策略機構之合作非跨國專利與採取合作策略機構之跨國合作專利在不同領域的分布情況，可以很明顯看到大抵上全部專利與採取合作策略機構之非合作專利在不同領域分布情況較為相近，採取合作策略機構之合作非跨國專利與採取合作策略機構之跨國合作專利則尚在邊緣領域有較高的占比，而在其他領域比例較低。

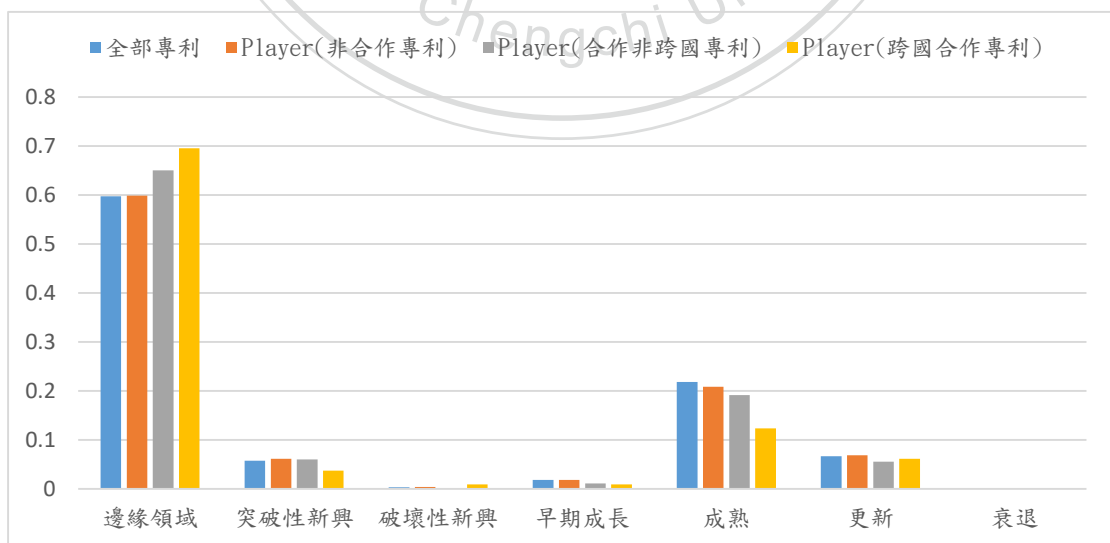


圖 5-7 各類型專利在不同領域的分布

除此之外，本研究亦發現由於不同領域其發展階段不同，在當期的重要性也有很明顯的差異。圖 5-8 為不同領域當其專利的平均adjust_PathC值，在邊緣領域與衰退領域重要性相當低，成熟領域雖然表現比上述兩者較好，但由於其發展已達到高峰，未來較不被看好，因此仍然低於平均值；反觀突破式新興領域、破壞式新興領域與更新領域，雖然專利數占比不高，但均為未來的可能發展，其平均adjust_PathC值均大於整體平均，早期成長領域更是因為已具初步規模，所面臨之發展風險較低，其重要性遠遠高於其他領域。

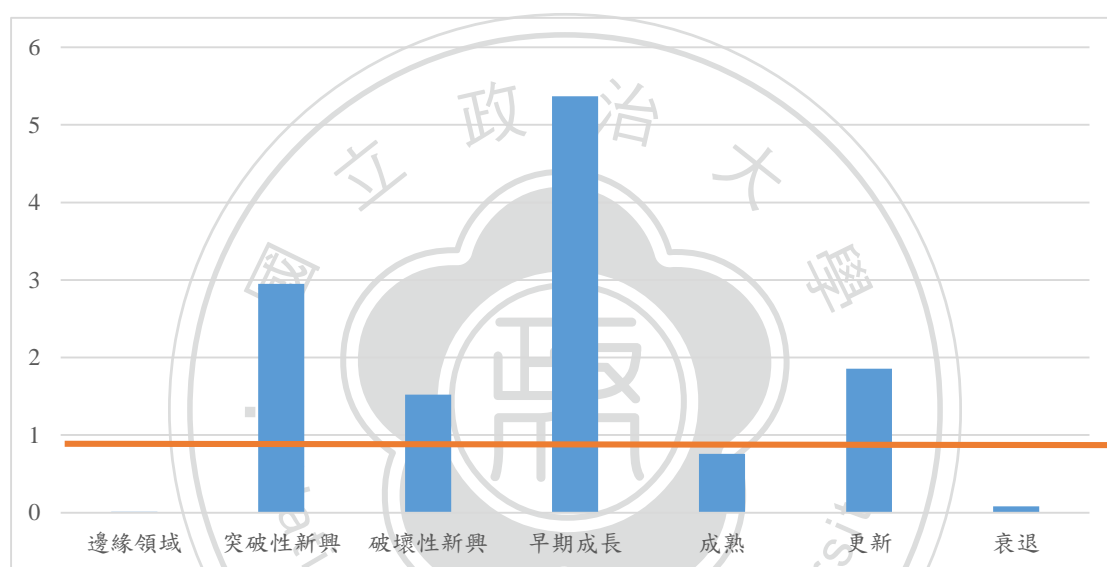


圖 5-8 各生命週期階段平均 adjust_PathC

小節上述，可以發現若要生產相較於自身研究水準更好的合作專利，與至少不比自身近期研發等第低的機構合作看似是相當重要，並且研發的方向亦扮演重要角色，整體來看，當生產之專利落在突破式新興領域、破壞式新興領域、早期成長領域與更新領域時，其平均專利品質較為突出。因此，根據上述論點，本研究提出兩個假設：

Hypothesis1：若母機構與不低於自身近期研發等第之機構合作，其合作專利較自己單獨生產之專利品質較高。

Hypothesis2：若母機構選擇突破式新興領域、破壞式新興領域、早期成長領

域與更新領域作為合作專利發展方向，其合作專利品質較高。

為了驗證以上假設，本研究建立 OLS 模型，模型設置如下：

$$\begin{aligned} \text{SPNP dif}_i = & \beta_0 + \beta_1 * \text{CoperateType}_i + \beta_2 * \text{DomainType}_i + \\ & \beta_3 * \text{International}_i + \beta_4 * \log(\text{PatentNumber}_i) + \beta_5 * \\ & \text{Zlevel}_i + \beta_6 * \text{Taiwan}_i + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (18)$$

SPNP dif_i 為合作專利 i 的 adjust_PathC 與母機構非合作專利的平均 adjust_PathC 之差值。CoperateType_i 代表合作對象的近期研發水準是否高於或等於母機構，是的話為 1，不是為 0。DomainType_i 代表此合作專利 i 是否落在突破式新興領域、破壞式新興領域、早期成長領域與更新領域，是的話為 1，不是為 0。International_i 代表此合作專利是否為跨國合作專利。log(PatentNumber_i) 代表此合作專利之母機構當期專利總數取對數，在此希望能控制住母機構研發規模的影響。Zlevel_i 代表此合作專利之母機構從過去至今的研發中心性，在此希望能控制住母機構歷史研究水平的影響。Taiwan_i 代表此合作專利是否有台灣機構參與。

表 5-10 迴歸結果

	OLS (1) (pooling)	OLS (2) (Clustered Standard Errors)	OLS (3) (Clustered Standard Errors)
<i>Intercept</i>	-0.28509*** (-3.65)	-0.28509** (-2.11)	-0.25512** (-1.99)
<i>CoperateType</i>	0.19782*** (4.95)	0.19782*** (3.19)	0.16028*** (3.00)
<i>DomainType</i>	0.52492*** (9.16)	0.52492*** (3.72)	0.2585 (1.39)
<i>CoperateType * DomainType</i>			0.37861 (1.47)
<i>International</i>	0.06546 (1.52)	0.06546 (1.31)	0.0665 (1.33)
<i>log(PatentNumber)</i>	0.03712 (1.18)	0.03712 (0.71)	0.03423 (0.67)
<i>Zlevel</i>	-0.03631* (-2.53)	-0.03631 (-1.28)	-0.03661 (-1.33)
<i>Taiwan</i>	0.01451 (0.18)	0.01451 (0.23)	0.0076 (0.13)
<i>Observations</i>	3924		3924
<i>R-squared</i>	0.0304		0.0327

表 5-10 為迴歸結果，OLS(1)為一般線性迴歸，然而因為樣本中不同的 SPNP dif_i 可能其母機構為同一機構，因此在以 OLS (Clustered Standard Errors) 方式估計 OLS(2)。從 OLS(2) 的結果可以發現，本研究主要觀察的變數 *CoperateType* 與 *DomainType* 均呈現正值且統計顯著，代表與不亞於自身近期研發水平的對象合作合作，和母機構生產出較高品質的專利具有高度正相關性，並且合作方向若落在較具發展潛力領域，和母機構生產出較高品質的專利亦有正向關係，這個結果某種程度上支持了本研究的兩個假設。其中 *DomainType* 的係數為 *CoperateType* 的 2.7 倍左右，表示在影響 SPNP dif_i 斜率方面，選擇好領域更為重要。

OLS(3)多添增 *CoperateType* 與 *DomainType* 的交乘項，可以發現雖然 *DomainType* 與 *CoperateType * DomainType* 並沒有呈現統計顯著，但其係數均為正數。代表當控制住研究對象為不亞於自身機構時，選擇較好的研究領域與因合作而產出的專利品質呈正相關。或是控制住選擇較好的研究領域情況下，不亞於自身機構合作與因合作而產出的專利品質亦呈正相關。

在控制變數方面， $\log(PatentNumber)$ 、*International*、*Zlevel*、*Taiwan* 均呈現統計不顯著，表示母機構專利數量大小、是否採取跨國合作其實與母機構生產出較高品質的專利相關性不大，並且機構過去歷史上的成功對於此合作策略產出亦不具效果，台灣所採行的合作策略亦與其他國家相似，不具特殊性。

總結上述，本研究透過合作對象與發展領域兩個面向剖析合作專利品質的異質性，發現與好對象合作與挑對領域發展均對於母機構生產出較具品質之專利有正向關係。

第三節 由合作專利引生的合作網絡與其潛在意義

機構發展過程中，不單單只是成本與利潤的考量，有時與外部機構、人員的關係連結強弱，會對技術的取得、專業分工等發展策略造成重大影響。Hsu 與 Saxenian (2000, 2001) 提到過，由於台灣技術人員與美國矽谷的關係密切，左右了新竹科學園區的成功。彭鈺娟(2001)認為台灣積體電路產業發展過程中，關係網絡扮演至關重要的角色。根據弱連帶優勢理論，發現以工研院、交通大學、台灣大學與清華大學為核心的高階經理人網絡關係，並指出台灣積體電路產業處於訊息流通較佳的狀態。本研究根據合作專利的申請人資料，建立機構間的合作關係，形成「社會網絡」。這種關係是最直接且強烈的，因為當兩個機構共同申請專利時，必定隱含其內部資源、技術、人員等互相交流，又或是隱含其他特殊目的，例如：結盟、談判、讓利等策略。

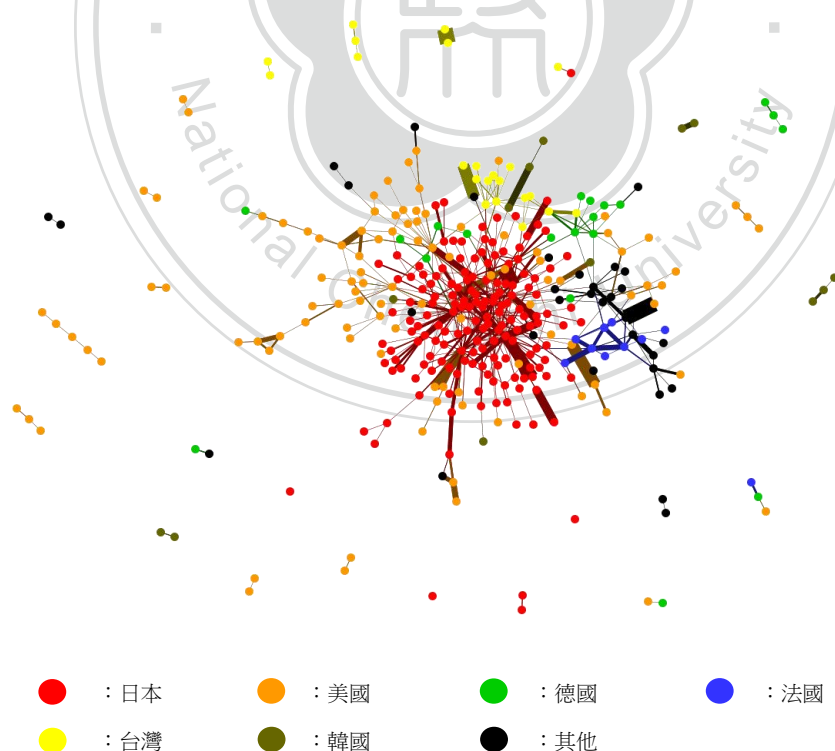


圖 5-9 全時期合作機構關係網絡圖

圖 5-9 為以 1986 年至 2012 年合作專利建構的機構之合作網絡圖，不同顏色

的圓點代表不同國家的機構，兩點之間連結線的粗細代表合作專利數之權重。¹⁶ 可以明顯發現，日本機構數最多，同時日本機構呈現最為複雜及緊密的合作關係，它們占據整個網絡的中心位置。機構數第二多是美國，它們相較於日本來說相對鬆散，與外國合作的部分較多，但自身內部鏈結不似日本那麼強烈。台灣、德國、法國則是各自有各自的核心區，並部分與外國接觸、合作。可以發現台灣向外接觸的主要是日本、美國與德國。韓國在合作機構方面則是較為缺乏，並未形成自身內部核心區，數量也較少。以下分別就不同時期討論。

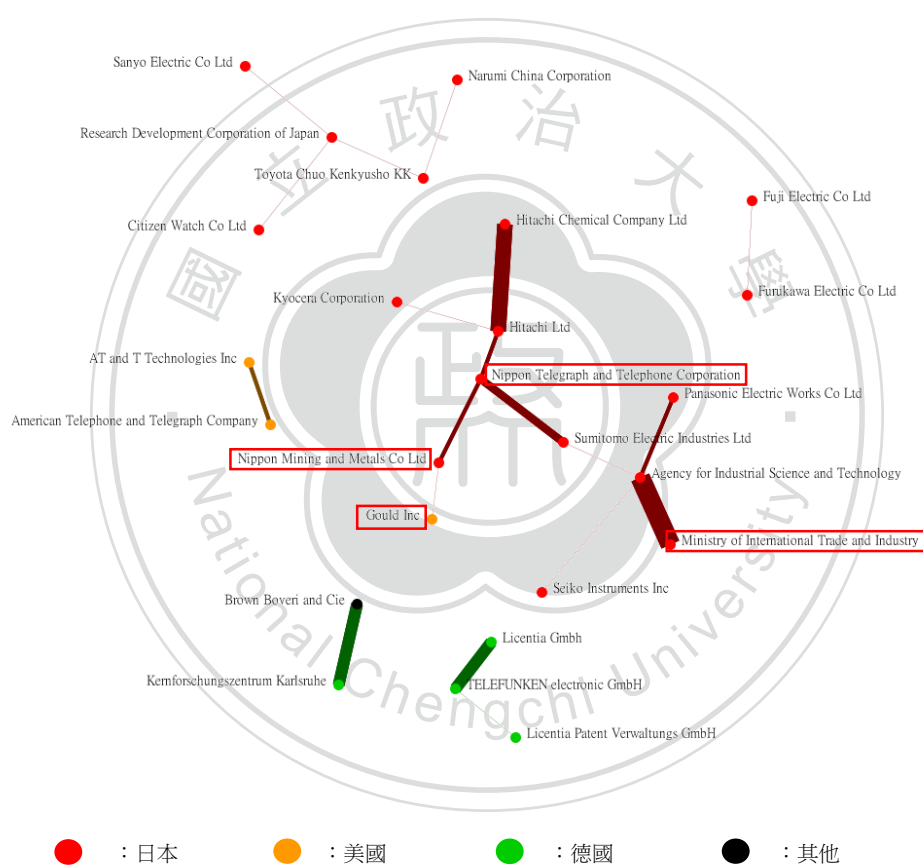


圖 5-10 1986 年至 1990 年合作機構關係網絡圖

圖 5-10 為以 1986 年至 1990 年合作專利建構的機構之合作網絡圖，可以發現主要以日本、德國與美國為主。日本方面以日本電話電信公司（Nippon Telegraph and Telephone Corporation，簡稱 NTT）與通產省（Ministry of International

¹⁶ 若合作專利 A 有 n 個申請機構，則任意兩個機構的連結權重為 1/n。

Trade and Industry，簡稱 MITI) 為核心的合作關係已初步構成。事實上日本在致力投入半導體產業的過程中，日本政府的直接介入扮演重要角色，並主導一系列合作計畫，NTT 從 1960 年代便開始投入半導體基礎研究，由於其本身並沒有製造廠，因此與許多企業有密切合作關係。MITI 在 1976 至 1980 年執行超大型積體電路(VLSI)計畫，透過官民合作共同研發，提升日本半導體產業的競爭力。¹⁷ 跨國部分，日本半導體同樣與美國有所連結，1987 年，日本最大的冶煉公司 Nippon Mining and Metals 以超過 10 億的價格買下 Gould，成為一家大型電子公司。¹⁸ 並在日後持續研發半導體技術。

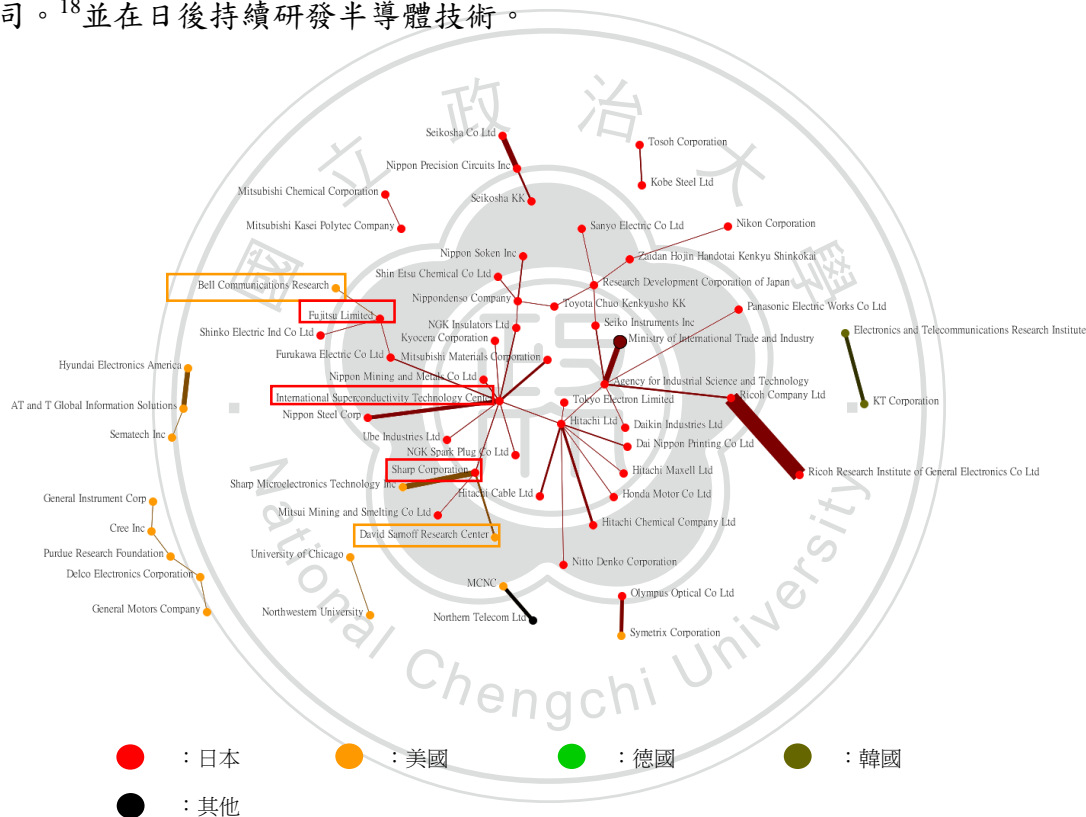


圖 5-11 1991 年至 1995 年合作機構關係網絡圖

圖 5-11 為以 1991 年至 1995 年合作專利建構的機構之合作網絡圖，可以發現整體網絡更顯複雜，但同樣日本占據主導地位。以日本國際超導產業技術研究中心(ISTEC)、MITI 為首的日本官方機構仍然在其中扮演重要地位。日本從 1980

¹⁷ 經濟部，《日本及韓國 IC 工業之發展策略與國際競爭力分析，政府對共同研發的支援》(臺北：經濟部，2000)。

¹⁸ Case Western Reserve University, “GOULD INC.”, Retrieved June 28 2019.

年代開始至 2010 年共有 10 個關於數位電子的發展計畫，1988 年 ISTECC 成立，並吸引許多國內企業、大學，甚至是國外單位加入，從 1988 年至 1997 年共有兩個關於超導體技術研究的計畫，並主要由 MITI 與新能源產業技術綜合開發機構 (NEDO) 支持，參與的企業共有富士通、日立、三菱電機、日本電氣、沖電氣、三洋、住友電氣工業以及東芝。¹⁹

此外，在 VLSI 計畫之後，由 MITI 提出並推動「第五代電腦計畫」，目標旨在超越 IBM，此計畫雖然在一開始民間參與度不高，但由於 MITI 的強力遊說以及全額資金支持，除了之前參與「超級電腦計畫」的 NEC、富士通、日立、三菱、東芝及沖電氣，更加入松下、聲寶、NTT 與許多國內外研究機構。²⁰

日本與外國連結的部分，仍然以與美國為合作對象，早在 1968 年美國無線電公司致力發展 LCD 時，夏普便希望能夠進入這一高科技市場。在與美國無線電公司接洽後，最初對方拒絕了夏普的合作方案。然而夏普仍然沒有放棄這一產業，並於 1976 年公布全世界第一個商業 LCD 計算機。²¹1984 年 11 月 29 日夏普與 RCA 談成合作協議，並於 1985 年投資 2 億元在美國設廠。²²數年之後，時任 David Sarnoff Research Center records 董事長的 James J. Tietjen 在談論中亦提到：「LCD...雖然開始於美國無線電公司，但是在夏普手中完成。」²³

另一方面關於富士通與貝爾通信研究所，貝爾在 SONET 應用在美國市場中貢獻很大，1989 年時，北美市場是所有 SONET 市場中最為成熟的，富士通決議專注在北美 SONET 的地方交換市場，並成功抓準此機會，也因為幾乎富士通所有客戶皆是貝爾相關企業，與貝爾建立密切關係，並在北美擁有 2400 名員工、

¹⁹ Horst Rogalla, Peter H. Kes, (2011). *100 Years of Superconductivity*, Boca Raton: CRC Press, 399-401.

²⁰ 劉大年、顧瑩華、陳添枝，《日本半導體共同研發制度之研究（計畫編號：30620010019817）》（臺北：經濟部，1999）。

²¹ Jonathan Gruber, Simon Johnson (2019). *Jump-Starting America How Breakthrough Science Can Revive Economic Growth and the American Dream*, America:Public Affairs.

²² Sarnoff Corporation, David Sarnoff Research Center records, Retrieved June 28 2019.

²³ 引自 Jonathan Gruber, Simon Johnson (2019).原文為“LCDs... had started in RCA Laboratories, but ended up at Sharp Corporation.”

一個主要製造中心、五個開發中心。²⁴

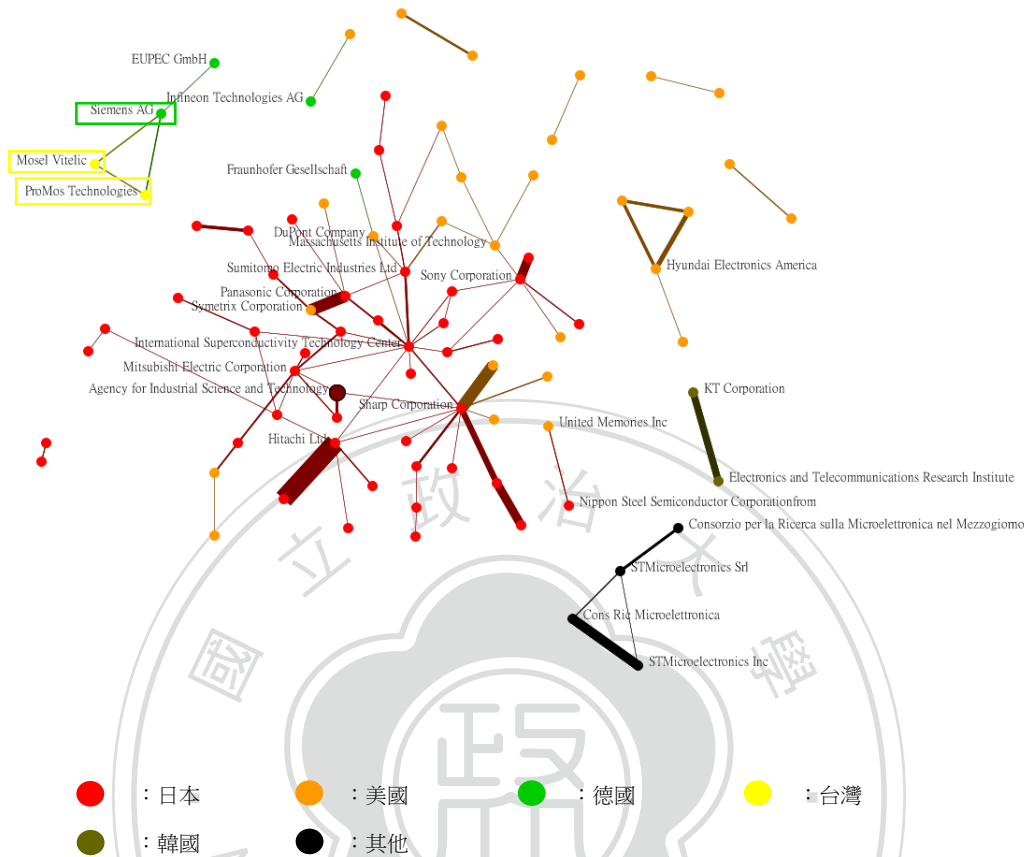


圖 5-12 1996 年至 2000 年合作機構關係網絡圖

圖 5-12 為以 1996 年至 2000 年合作專利建構的機構之合作網絡圖，可以發現日本仍然維持緊密關係，核心區域以官方色彩的 ISTEK 與民間企業日立、松下等大企業，其跨國合作對象依舊以美國為主。美國則是內部連結初步發展，但仍無形成較為明顯的核心區。

另一方面，台灣機構正式出現在此一合作網絡中，其主要合作對象為德國。1996 年，茂矽與德國西門子簽屬合資建廠契約，以茂矽 62%、西門子 38% 的比例，共 450 億於新竹科學園區成立茂德科技。²⁵

²⁴ Chaffee, C. David, (2001). *Building the Global Fiber Optics Superhighway*, New York: Kluwer Academic Publishers, 42-45.

²⁵ 經濟日報，〈黃日燦看併購，茂矽辛苦求變一場空 (上)〉。

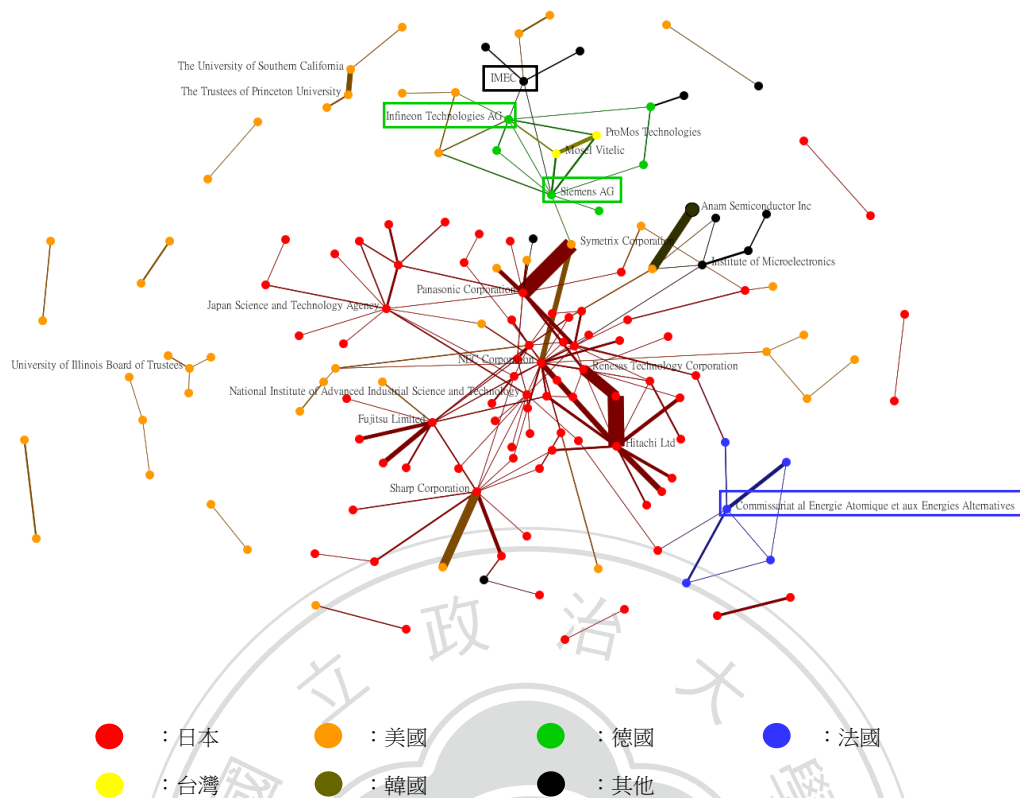


圖 5-13 2001 年至 2005 年合作機構關係網絡圖

圖 5-13 為以 2001 年至 2005 年合作專利建構的機構之合作網絡圖，可以發現在日本之外，出現了兩個較具明顯的核心區：德國與法國。

延續上一時期，德國以西門子與英飛凌為核心。西門子於 1847 年成立，歷經二次世界大戰，並跨足家用電器、半導體、電腦等產業，為歐洲最大工業集團。英飛凌為 1999 年 4 月自西門子獨立出來的半導體公司，它是比利時微電子研究中心(IMEC)的合作對象，比利時微電子研究中心從事 CMOS 製成、系統晶片等領域，並與許多國際大廠合作，包含英特爾、美光、台積電等，為首屈一指的研發中心。²⁶歐洲的另一核心則是法國的原子能和替代能源委員會與意法半導體，意法半導體為 1987 年義大利的 SGS 微電子公司與法國湯姆遜公司的半導體事業部合併，此時歐洲公司的出現，也正符合當時歐洲半導體事業的蓬勃。

²⁶ 吳宗翰，〈360°科技：IMEC〉。

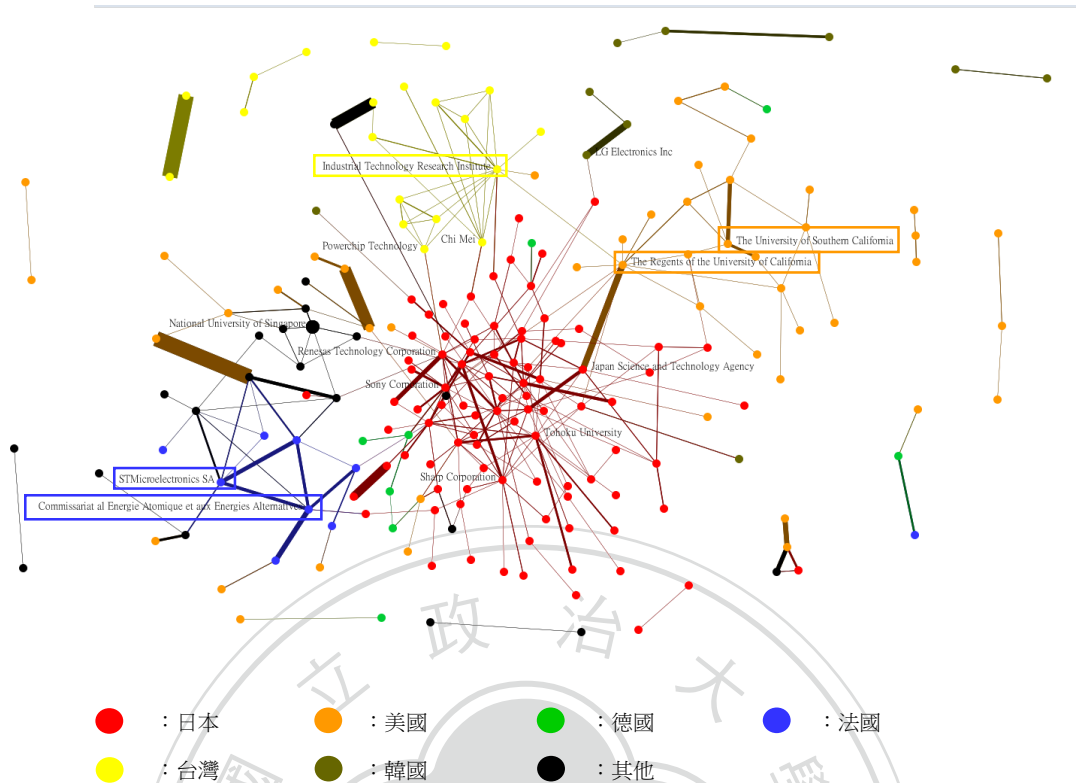


圖 5-14 2006 年至 2012 年合作機構關係網絡圖

圖 5-14 為以 2006 年至 2012 年年合作專利建構的機構之合作網絡圖，可以很明顯發現合作關係共有四個內部核心區：日本、美國、台灣與法國。其中，日本與法國原則上依循之前的時期。

美國事實上很早就有合作機構，但大多結構上較為鬆散，但到了這個時期，可以明顯從圖 5-14 發現內部以加州大學、南加大等機構形成核心區。事實上，美國政府對於半導體產業的政策與日本、韓國大不相同，日本、韓國大多是以政府直接介入促進產業發展的方式，而美國政府大多不會直接干預市場，多以各種方式創造產業有利條件。在 1997 年，美國國防部以及美國半導體及供應商企業通過焦點中心研究計畫補助大學進行研究，包含普林斯頓大學、麻省理工學院、加州大學伯克利分校等知名大學；2013 年的「半導體先進技術研發網路」計畫為焦點中心研究計畫的延伸，建立 6 個跨校的研究中心，這些計畫也同時內入與產

業界的合作，包含英特爾、美光、德州儀器等企業。²⁷從資料上亦可顯示美國大學在其合作網絡中的重要性，從 1976 年至 2012 年的合作網絡中，美國共有 105 個機構，其中就有 31 個機構為學校單位，占比將近 3 成，相較之下，日本的學校占比僅不到 7%，兩者相差懸殊。

台灣的部分已自行成為一個內部連結高的區域，其中核心機構為工研院，這部分會在下面做更細部討論。

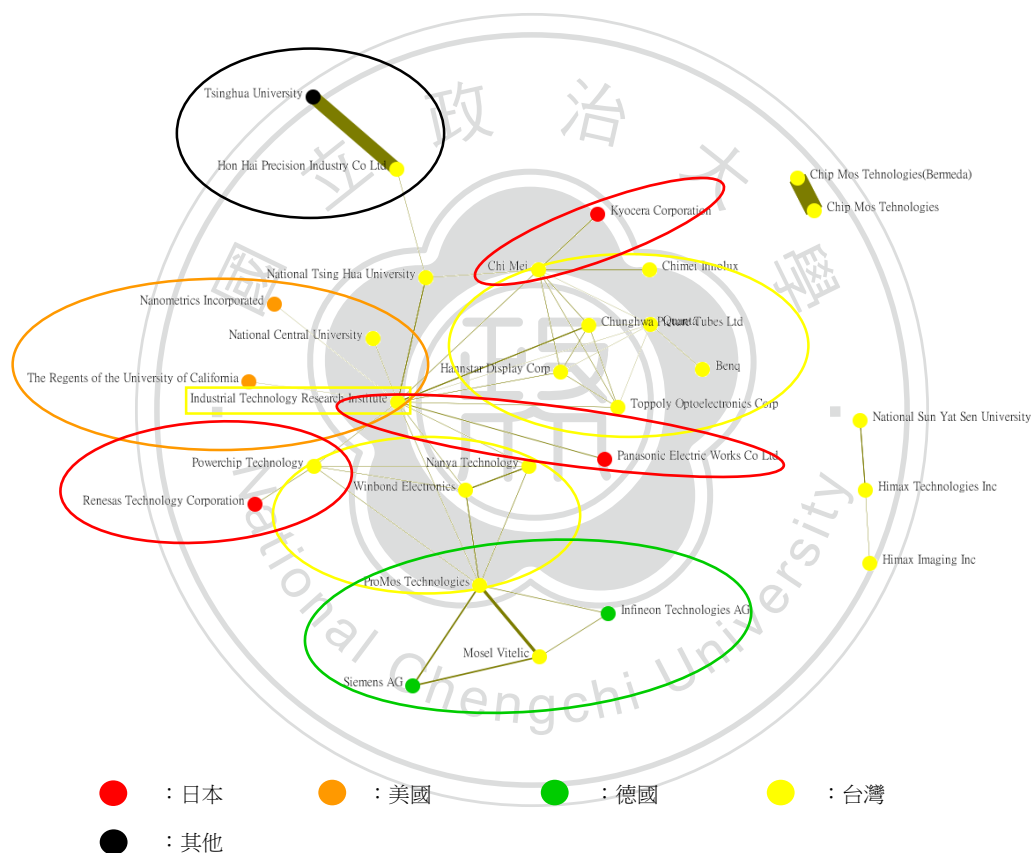


圖 5-15 1986 年至 2012 年台灣內外部合作機構關係網絡圖

圖 5-15 為以 1986 年至 2012 年年台灣合作專利建構的機構之合作網絡圖。內部連結的部分，可以發現共有一個主要核心點與兩個次要核心區：工研院、LCD 與 DRAM。工研院成立於 1973 年，在推動台灣產業發展方面提供很大的助力，在半導體研究部分，除了自身部門的研發成果，更是結合產、官、學界的資源，

²⁷ 楊絳，〈美國多方合作確保在半導體引領地位〉。

推動許多專案計畫，不但提供企業申請使用其專利，遲至今日更是新創及育成許多間公司。台灣內部以工研院為核心的結果亦與彭鈺娟(2001)透過高階經理人分析的結果結果相似。

LCD 產業為 21 世紀初台灣的發展重心，從圖 5-15 可以看到參與合作專利的共有：奇美、廣達(旗下子公司包含廣輝電子)、中華映管、翰宇彩晶、統寶光電、明碁電通(隸屬明基友達集團)、群創光電。事實上台灣經濟部於 2002 年擬定「兩兆雙星產業發展計畫」，為面板廠業提供有利政策支持，液晶面板迅速蓬勃，台灣在面板產業巔峰時，當時以友達光電、廣輝電子、中華映管、奇美電子、瀚宇彩晶形成「面板五虎」的產業板塊。²⁸然而好景不常，整體產業慘澹加上競爭激烈，讓許多家公司面臨財務問題，2006 年 10 月 1 日廣輝電子併入友達光電。²⁹2009 年 10 月，群創光電以換股的方式合併統寶光電，並在不到一個月內再次宣布以換股方式合併奇美電子，市值超過 3000 億元。³⁰

另一個內部核心是 DRAM 產業，圖 5-15 參與的機構包含：茂德、茂矽、南亞科、華邦電與力晶。事實上台灣 DRAM 產業以中小企業為主體，與三星、美光、海力士等國際大廠競爭，然而在德國奇夢達記憶大廠倒閉後，國內主要銷售以美光為主，南亞科、華邦轉型為利基型記憶體廠，力晶轉型為晶圓代工廠，茂德轉型為 IC 設計公司。³¹

與外國連結部分，主要有美國、德國、日本與中國。從圖 5-15 可以知道，與美國連結的部分以工研院為主，工研院不但為台灣內部機構連結的核心，更是透過與美國部分機構合作，促進雙方半導體技術交流。德國方面，如之前所述，以茂矽、茂德、西門子、英飛凌為主體，1995 年的 DRAM 市場，主要由日本、韓國業者瓜分，此時排名第 13 與 14 名的茂矽與英飛凌(當時還是西門子旗下半導

²⁸ 科技產業資訊室，〈台灣 LCD 產業鏈概況〉。

²⁹ 電子工程專輯，〈友達光電與廣輝電子合併〉。

³⁰ 經濟日報，〈黃日燦看併購，群創統寶奇美電 世紀聯盟三合一〉。

³¹ 連于慧，〈台灣 DRAM 產業現況〉。

體事業體)聯手，成立茂德科技，使得茂矽與英飛凌成能增加、風險減少，英飛凌也與 IBM、東芝合作，企圖搶占 DRAM 市場。³²2000 年，茂矽更是與英飛凌簽訂多項技術合作契約，使其技術持續進步。³³爾後 2006 年 5 月，英飛凌把其記憶體部門獨立出來，成立奇夢達公司，茂矽、茂德在當時便是處在奇夢達陣營中。

關於與日本連結的部分，力晶與瑞薩科技關係緊密，瑞薩科技曾任力晶董事，並在 2005 年辭去董事職位後持續與力晶保持合作關係。³⁴2007 年 1 月 16 日，力晶與瑞薩科技宣布合資成立晶片設計公司 Vantel，主要是 flash 產品與其消費性電子商品。³⁵2008 年 2 月，瑞薩科技、夏普與力晶宣布成立 LCD 合資公司，主要應用在行動手機市場。³⁶工研院在 200 年 5 月 11 日與日本松下簽訂合作契約，共同發展無線通訊技術。³⁷奇美在 2004 年 1 月授權 Kyocera 關於 OLCD 技術，並期待未來推動 Kyocera 與奇美在日本的子公司 IDTech 長期合作。³⁸

與中國連結的部分，則是鴻海集團與北京清華大學，從 2000 年開始，富士康便與北京清華展開技術合作模式，2002 年 4 月正式簽屬《清華-富士康納米科技研究中心建設合約》，該研究中心於 2003 年 12 月正式啟用，更加加深兩者的合作關係；從專利分系來看，在 2008 年以前，北京清華大學在美國擁有的專利中，有 3 成 7 是與鴻海集團共同擁有，美國早期專利中更是占據將近 8 成。³⁹2011 年，時任鴻海集團董事長郭台銘表示，10 年內共向北京清華大學捐贈 10 億元人民幣，亦是北京清華百年校慶中最大額度的社會捐贈，兩者的合作不單是技術層面，更是擴及人才交流、創業獎勵、育成中心等。⁴⁰

³² 數位時代，〈透視英飛凌·茂矽·南亞科的 DRAM 三角戀情〉。

³³ 台灣茂矽電子股份有限公司，大事記表。

³⁴ 電子工程專輯，〈瑞薩辭力晶董事 由爾必達接替出任〉。

³⁵ Taipei Time, “Powerchip, Renesas plan JV firm”, Retrieved June 28 2019.

³⁶ Reuters, “UPDATE 1-Renesas, Sharp, Powerchip plan LCD chip venture”, Retrieved June 28 2019.

³⁷ 黃美菁，〈工研院、松下壽技術合作，藍芽微型模組首度現身〉。

³⁸ MIC, “Display - Chi Mei Finds OLED Subsidiary”, Retrieved June 28 2019.

³⁹ 科技產業資訊室，〈北京清華大學與鴻海集團奈米技術合作成果逐漸展現〉。

⁴⁰ 新浪網，〈台灣富士康捐 10 億助力清華〉。

總結上述，從合作專利建構的機構合作網絡中可以捕捉部分機構間的合作策略，雖然並不能囊括所有合作模式，但共同研發所透露的資訊是最直接且強烈的。透過跨時間的比較，發現日本、美國、德國、法國與台灣有其各自的演變，並透過內部核心與外部連結的觀察，表現機構的主要發展方向與政府的介入。



第六章 結論

根據本研究分析，關於合作專利之品質大致上可以有以下結論。首先，由於參與合作策略的機構，大多數屬於研發水準較低的機構，因此導致合作專利相較於整體專利平均而言品質偏低；然而當將範圍限縮在這些採取合作策略的機構時，平均而言，合作專利與非合作專利差異並不大。

其次，根據上述結果，本研究更進一步探討合作對象和發展領域與合作專利品質的相關性，發現當與近期技術水平不亞於自身的機構合作時，平均而言合作專利的品質較自身研發的非合作專利更高，同時，若在較具發展潛力的技術領域研發合作專利時，平均而言合作專利的品質亦較自身高。

最後，本研究透過合作專利建立機構的合作網絡，發現此方式的確可以捕捉到部分合作關係，同時亦觀察到不同國家間由於政策因素、廠商角色，在合作網絡中的發展大不相同，其中台灣內部以工研院、LCD、DRAM 為核心，向外與美國、日本、德國和中國合作。

總結來說，本研究提供機構在採取合作方式研發專利時，一些策略性的方向，同時提供一種較為量化的方式，評估專利的加權品質，以便讓機構檢測自身的策略效果。然而，本研究僅就半導體合作專利作討論，關於專利策略中仍有許多模式並未考量到，同時許多機構由於並未上市上櫃，其個別機構特質較難控制，並且不同產業可能有其獨特性質，這也都是未來研究能繼續發展的。此外，對於合作網絡本研究僅捕捉到合作研發的關係，若未來能夠納入各種契約、聯盟、人員流動的關係等，或許可以更能反應整體產業關係結構。

參考文獻

中文文獻：

卞志昕，〈日本超導材料發展狀況〉，擷取日期：2019年6月29日，網址：

<http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=2271>。

卡爾·馬克思 (Karl Marx) 著，《資本論》，北京：人民出版社，1975。

台灣茂矽電子股份有限公司，大事記表，擷取日期：2019年6月29日，網

址：http://www.mosel.com.tw/about_3.html。

吳宗翰，〈360°科技：IMEC〉，擷取日期：2019年6月29日，網址：

https://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?cnlid=10&id=0000080620_a7a1c0557r391uzlcr3ft&ct=2。

吳茂昆，〈高溫超導的鐵器時代—從「銅基超導」到「鐵基超導」〉，《數理人文期刊》，第4期，50-61。

李雅明，《半導體的故事：發展與現況》，台北：暖暖書屋。

林惠玲、鄭秀玲主編，《中國大陸技術追趕與產業發展》，臺北：國立台灣大學，2014。

研之有物，〈「超導體，我研究了一輩子！」專訪超導物理專家吳茂昆〉，擷取日期：2019年6月29日，網址：<http://research.sinica.edu.tw/superconductor-wu-maw-kuen/>。

科技產業資訊室，〈北京清華大學與鴻海集團奈米技術合作成果逐漸展現〉，擷取日期：2019年6月29日，網址：

<http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=3285>。

科技產業資訊室，〈台灣 LCD 產業鏈概況〉，擷取日期：2019年6月29日，

網址：<http://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=1974>。

科技產業資訊室，〈台灣在全球科研連結及知識擴散居重要角色〉，擷取日期：

2019 年 6 月 29 日，網址：

<http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=4832>。

約瑟夫·熊彼得(Joseph A. Schumpeter)著，何畏、易家詳等譯，《經濟發展理論》，臺北：左岸文化，2009。

張書豪，〈主要國家專利國際合作領域態勢分析〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：

<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10275;jsessionid=428478B5216A485B2DA1D5C39B4CA86E>。

連于慧，〈台灣 DRAM 產業現況〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：

https://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?id=0000368095_ymtlm637lcqkpf4xx3wrw。

彭鈺娟(2001)，〈台灣積體電路產業人際關係網絡之分析〉。

http://ir.lib.ncu.edu.tw:88/thesis/view_etd.asp?URN=88424020_88424020。

黃美菁，〈工研院、松下壽技術合作，藍芽微型模組首度現身〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：<https://www.ithome.com.tw/news/750>。

新浪網，〈台灣富士康捐 10 億助力清華〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：<http://finance.sina.com/bg/tech/sinacn/20110412/1329262494.html>。

楊絳，〈美國多方合作確保在半導體引領地位〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：

<http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=8216>。

經濟日報，〈黃日燦看併購，茂矽 辛苦求變一場空 (上)〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：<https://www.jonesday.com/zh-CHT/-----05-30-2013/>。

經濟日報，〈黃日燦看併購，群創統寶奇美電 世紀聯盟三合一〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：<https://www.jonesday.com/zh-CHT/----03-28-2013/>。

經濟部，《日本及韓國 IC 工業之發展策略與國際競爭力分析，政府對共同研發的支援》，臺北：經濟部，2000。擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：http://ebooks.lib.ntu.edu.tw/1_file/moea/111820/index.html。

電子工程專輯，〈友達光電與廣輝電子合併〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：https://archive.eettaiwan.com/www.eettaiwan.com/ART_8800414003_480702_NT_de17523f.HTM。

電子工程專輯，〈瑞薩辭力晶董事 由爾必達接替出任〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：https://archive.eettaiwan.com/www.eettaiwan.com/ART_8800356343_628626_NT_a75b51c1.HTM。

廖敏淑，日本現代史(上課講義)，2016。

管中徽, From Exclusive to Open: The emergency of Patent Pledges(演講題目), 2019.

劉大年、顧瑩華、陳添枝，《日本半導體共同研發制度之研究（計畫編號：30620010019817）》，臺北：經濟部，1999。擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：http://ebooks.lib.ntu.edu.tw/1_file/moea/111832/。

數位時代，〈透視英飛凌·茂矽·南亞科的 DRAM 三角戀情〉，擷取日期：2019 年 6 月 29 日，網址：<https://www.bnext.com.tw/article/6521/BN-ARTICLE-6521>。

英文文獻：

Adams, J.D. & Link, A.N. (2018) The structure and performance of U.S. research joint ventures: inferences and implications from the Advanced Technology Program. *Economics of Innovation and New Technology*, 27(5-6), 551-575.

Barberá-Tomás D., Jiménez-Sáez, F. & Castelló-Molina, I. (2011). Mapping the Importance of the Real World: The Validity of Connectivity Analysis of Patent

Citations Networks. *Research Policy*, 40(3), 473-486 . DOI:

10.1016/j.respol.2010.11.002

Batagelj V. (2003). Efficient Algorithms for Citation Network Analysis. *Preprint Series*, 41.

Batagelj, V.(2003). Course on Social Network Analysis Weights. From:

<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/course/weights.pdf>

Belderbosa, R., Carreeb, M., Diederenc, B., Lokshinb. B. & Veugelers, R. (2004).

Heterogeneity in R&D cooperation strategies. *International Journal of Industrial Organization*, 22(8-9), 1237-1263.

Bellinzona, S. & Pataconib, A. (2013). Innovation and firm value: An investigation of the changing role of patents, 1985–2007. *Research Policy*, 42 (8), 1496-1510.

Bereskin, F.L., Campbell, T.L., Hsu P.-H.(2016). Corporate Philanthropy, Research Networks, and Collaborative Innovation. *Financial Management*, 45(1), 175-206.

Case Western Reserve University, “GOULD INC.”, Retrieved June 28 2019, from:

<https://case.edu/ech/articles/g/gould-inc>.

Chaffee, C. D. (2001). Building the Global Fiber Optics Superhighway, New York: Kluwer Academic Publishers.

Chin, C.-L., Lee, P., Chi, H.-Y. & Anandarajan, A. (2006).Patent Citation, R&D

Spillover, and Tobin’s Q: Evidence from Taiwan Semiconductor Industry.

Review of Quantitative Finance and Accounting, 26(1), 67-84.

<https://doi.org/10.1007/s11156-006-7034-1>

Garfield, E. (1955). Citation indexes for science: A new dimension in documentation through Association of Ideas. *Science*, 122(3159), 108-11.

Gnyawali, D.R. & Park, B-J.(Robert) (2009). Co-opetition and technological

innovation in small and medium-sized enterprises: A multilevel conceptual

model. *Journal of Small Business Management*, 47(3), 308-330.

<https://doi.org/10.1111/j.1540-627X.2009.00273.x>.

- Gnyawali, D.R. & Park, B-J.(Robert) (2011). Co-opetition between giants: Collaboration with competitors for technological innovation. *Research Policy, Elsevier*, 40(5), 650-663.
- Gruber, J. & Johnson, S. (2019). Jump-Starting America How Breakthrough Science Can Revive Economic Growth and the American Dream. America:Public Affairs.
- Hagedoorn, J., Link, A. N. & Vonortas, N.S., (2000). Research partnerships. *Research Policy*, 29 (4-5),567-586.
- Hirshleifer, D. A., Hsu, P.-H. & Li, D.(2017) Innovative Originality, Profitability, and Stock Returns (July 5, 2017). *Review of Financial Studies, Forthcoming*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2117516> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2117516>.
- Howell, S.T. (2018). Joint ventures and technology adoption A Chinese industrial policy that backfired. *Research Policy, Elsevier*, 47(8), 1448-1462.
- Hsiao, C.-H., Tang, K.-Y. & Liu, J.S. (2015). Citation-based analysis of literature: a case study of technology acceptance research. *Scientometrics, Springer;Akadémiai Kiadó*, vol. 105(2), 1091-1110.
- Hsu, J.-Y. & Saxenian, A.L. (2000). The Limits of Guanxi Capitalism: Transnational Collaboration between Taiwan and the USA. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 32(11), 1991-2005. <https://doi.org/10.1068/a3376>.
- Hummon, N.P. & Doreain, P. (1989). Connectivity in a Citation Network: the Development of DNA Theory. *Social Networks*, 11, 39-63.
- Jackson, M.O.(2008). *Social and Economic Networks*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Jaffe, A. B. & Gaétan de Rassenfosse (2017). Patent citation data in social science

- research: Overview and best practices, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 68(6), 1360-1374.
- Jorde, T.M. & Teece, D.J. (1990). Innovation and cooperation: implications for competition and antitrust. *Journal of Economic Perspectives*, 4(3), 75-96.
- Kamien, M.I., Muller, E. & Zang, I. (1992). Research Joint Ventures and R&D Cartels. *American Economic Review*, 82(5), 1293-306.
- Lee, H.-H., Zhou, J., Hsu, P.-H.(2015) The role of innovation in inventory turnover performance. *Decision Support Systems*, 76, 35-44
- Liu, R., Feng, S., Shi, R., & Guo, W. (2014). Weighted Graph Clustering for Community Detection of Large Social Networks. *ITQM*.
DOI:10.1016/j.procs.2014.05.248.
- Liu, Y., Liu, G. & Qin, Z. (2013) Community Detection in Real Large Directed Weighted Networks. *International Journal of Digital Content Technology and its Applications(JDCTA)*, 7, 521-529. doi:10.4156/jdcta.vol7.issue5.62.
- MIC, “Display - Chi Mei Finds OLED Subsidiary”, Retrieved June 28 2019, from: https://mic.iii.org.tw/english/AsiaExpress_Detail.aspx?doc_sqno=1420&year=2004&m=09&domain_name=East%20Asian%20ICT&domain_sqno=5.
- Newman, M.E.J. & Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Phys. Rev. E*, 69, 026113. doi: 10.1103/PhysRevE.69.026113.
- Newman, M.E.J. (2004). Analysis of weighted networks. *Phys. Rev. E*, 70, 056131. doi: 10.1103/PhysRevE.70.056131.
- Newman, M.E.J., (2004). Detecting community structure in networks. *Eur. Phys. J. B* 38, 321-330. <https://doi.org/10.1140/epjb/e2004-00124-y>.
- Reuters, “UPDATE 1-Renesas, Sharp, Powerchip plan LCD chip venture”, Retrieved June 28 2019, from: <https://www.reuters.com/article/sharp-powerchip-renesas-idUST28802820080213>.

- Rogalla, H. & Kes, P.H. (2011). 100 Years of Superconductivity, Boca Raton: CRC Press.
- Sarnoff Corporation, David Sarnoff Research Center records, Retrieved June 28 2019, from:https://findingaids.hagley.org/xtf/view?docId=ead/2464_09.xml.
- Saxenian, A.L. & Hsu, J.-Y. (2001). The Silicon Valley–Hsinchu connection: technical communities and industrial upgrading. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 893–920.
- Saxenian, A.L. (2001). Taiwan’s Hsinchu Region: Imitator and Partner for Silicon Valley. Working Paper. Stanford Institute for Economic Policy Research (SIEPR), Stanford University, Stanford CA.
- Taipei Time, “Powerchip, Renesas plan JV firm”, Retrieved June 28 2019, from: <http://www.taipeitimes.com/News/biz/archives/2007/01/16/2003345053>.
- Trajtenberg, M., Henderson, R., & Jaffe, A. (1997). University versus corporate patents: A window on the basicness of invention. *Economics of Innovation and new technology*, 5(1), 19-50.
- Triulzi, G.(2015). Looking for the right path : technology dynamics, inventive strategies and catching-up in the semiconductor industry. *Maastricht: Datawyse / Universitaire Pers Maastricht*.
- Valentini, G. (2012). Measuring the effect of M&A on patenting quantity and quality. *Strategic Management Journal* (33), 336-346.
- Verspagen, B.(2007). Mapping technological trajectories as patent citation networks: A study on the history of fuel cell research. *Advances in Complex Systems*, 10(01), 93-115.

附錄 A

根據 Giorgio Triulzi(2015)的定義，技術發展軌跡的專利可分為 3 種類型：Young patents、New old patents 與 Persistent old patents，根據此 3 種類型專利的比例，可以定義出六種發展階段。

突破性新興領域(Breakthrough emerging areas)：

突破式新興領域是指打破既有的技術累積模式，因此它跟過去解決技術困境的方法與發展軌跡有很大的差異，Giorgio Triulzi 認為此一階段的領域若存在，必定包含大量的年輕且具有影響力的專利(Young patents)，同時或許會存在少量的 New old patents 與 Persistent old patents(但不必然)。

破壞性新興領域(Disruptive emerging areas)：

破壞性新興領域反映了位於技術困境的高度探索，此一領域不但對於過去不存在的可能解決方向著墨，亦同時對過去既有的但不曾被關注的方向摸索。此一領域會存在一定數量的 Young patents 與 New old patents，但 Persistent old patents 的比例則是較低

早期成長領域(Early growth areas)：

如果突破性新興領域或是破壞性新興領域發展成功，便會進入早期成長領域。在此階段，會吸引大量研發能量的投入與高度被重視，並且逐間形成固定的發展軌跡，因此 Young patents 比例仍然很高，同時 Persistent old patents 會逐漸增加，New old patents 的比例則是偏低。

成熟領域(Mature areas)：

成熟領域與早期成長領域相近，但相較於早期成長領域此領域吸引較少的新研發投入，亦即 Young patents 比例不高，同時隨著 Persistent old patents 增加，

技術變革的風險也逐步提升，代表其面性技術困境的可能性愈高，未來可能需要探索其他路徑以便其繼續發展。

更新領域(Renewing areas)：

在成熟領域之後，隨著技術困境愈發明顯，技術開始走向衰退，Persistent old patents 比例升高，此時會面臨到兩種路徑，持續發展或是停止發展，若走向持續發展的路線，亦會產生兩種結果，第一，產生新領域解決此困境(如突破性新興領域或破壞性新興領域)；第二，在此成熟領域繼續發展。若走向第二種結果，則是進入更新領域，代表在 New old patents 與 Persistent old patents 上延伸建立 Young patents。

衰退領域(Exhausting areas)：

代表存在很少(或幾乎沒有) Young patents，並存在大量 Persistent old patents，同時幾乎沒有 New old patents。