NARLabs 財團法人國家實驗研究院
科技政策研究與資訊中心
Science & Technology Policy Research and Information Center

STPI-D-E-OE-108-2

我國生技製藥產業之部門創新系統與研發合作網絡分析

Assessing the Sectoral Innovation System and R&D Collaboration Networks in Taiwan's Pharmaceuticals and Biotechnology Industry



政　策　導　航　·　科　技　創　新

cover designed from freepik

國研院科政中心 108 年度電子書

中華民國 109 年 6 月

我國生技製藥產業之部門創新系統與研發合作網絡分析

Assessing the Sectoral Innovation System and R&D Collaboration Networks in Taiwan's Pharmaceuticals and Biotechnology Industry

張錦俊、劉玳縈、林右人、呂侃霓、黃勁勳

中文摘要

鑒於生技製藥領域創新之新興發展及我國生技製藥領域學門的豐沛學術能量，政府近年大力投入於扶助生技產業，包括：大量經費補助學研機構之知識創造、推動國內外跨企業研發合作網絡與國內跨產學研發合作網絡、設置生技製藥園區、法規環境改善等，相關政策取得一定成果，然而許多實證研究指出，生技製藥領域的學研研究成果，並未產生顯著的產業創新績效提升。

由於特定國家的不同技術部門(technology sector)的部門創新系統(sectoral innovation system)有其不同的個別部門之特性，包括：技術基礎與創新場域(locus)、創新行動者組成、跨學門整合及組織學習速率、制度環境等，不同技術部門的進展速率，因此，本研究透過部門創新系統理論之觀點，以及演化經濟學對企業能力、組織能力與組織學習之觀點，說明生技製藥產業這個技術部門之知識基礎特性，其創新場域已由企業內部轉移至網絡，創新網絡中的知識不僅涉及技術性知識之學習，也包括學研組織知識生產的組織原則(organizing principle)之學習。生技公司藉由大量投資於合作研發網絡以鏈結學研網絡，並複製學研機構之組織原則，鼓勵研發人員進行學術論文發表，以吸收明星科學家及學術人才進入公司，同時建立其管理網絡能力，如此方能有效吸收鑲嵌於跨產業、跨企業、多元機構之組織慣例中的組織能力。

由美國的生技製藥產業的創新網絡發展，可以看到多元機構(產學研、病人團體、保險公司等)所形成的研發合作網絡與制度基礎環境(institutional infrastructure)，透過共同對話進行臨床試驗制度改良(如:臨床資料分享及真實世界實證之應用)。

此外，公共研究機構(public research organization， PRO) (包括大學和非營利研究機構))所主導的研發網絡以及創新聚落的政府機關參與之產官學網絡，透過開放科學之組織原則，提升了美國製藥產業研發網絡的機構多元性、促進了區域創新聚落的知識外溢。這些多元機構及多學門互動加速產學間人力流動與企業能力與重組能力之建構。本研究亦針對AI與大數據技術於藥物開發之應用，說明創新生態系統中的多元機構如何共同進行技術制度共同演進，生技製藥公司與數位科技公司如何透過形成聯盟、購併、研發合作等，分別運用組織能力及平台技術與數位能力相互競爭，此一新技術應用成為擁有健保大數據的我國的創新機會所在。

本研究聚焦於生技製藥產業之研發投資與研發合作行為，並整合GRB政府研究資料庫、Scopus、Factiva、SDC等資料庫之次級資料，分析我國生技製藥產業之部門之產學共著、學術論文發表及企業內部研發投資等概況，並由相關實證說明我國生技製藥部門創新系統之可能創新障礙，從而針對我國生技製藥產業之現況提出相關政策介入之建議，例如：鼓勵企業強化非技術性知識(組織原則)之學習與管理網絡能力、促進多元類型機構參與共同推動技術制度共同演進、鼓勵企業投資於學研合作網絡及論文發表以提升網絡能力等。

關鍵字：部門創新系統、研發聯盟、生技製藥、大數據、企業能力、重組能力、創新聚落

Abstract

Given the emerging development of global pharmaceutical sector and Taiwan's dynamic academic research capacities in this sector, Taiwan's administration committed large quantity of resources to facilitating the pharmaceutical sector in Taiwan by means of policy measures such as investment in the knowledge generation by academia, launch of inter-firm collaboration network and industry-university R&D collaboration network, establishment of biotechnology cluster, improvement ofregulatory infrastructure, etc. However, some evidence-based research demonstrate that the knowledge production in the academia did not substantially improve the pharmaceutical firms' technology commercialization indicated by patent stock. Since different sectoral innovation systems have different sector-specific characteristics such as: technology infrastructure and innovation locus, innovation actors components, inter-disciplinary integration and organizational learning speed, and institutional infrastructure, specific sectoral innovation system demonstrate divergent progress trajectory.

Employing the sectoral innovation system and evolutionary economics theories in which the firm capability, cominative capability, and organizational learning, this paper elaborates on the knowledge base and its shifting innovation locus toward inter-firm and multi-institutional network which make the academic organizations' organizing principle of knowledge production.

Aiming at effectively absorbing the organizing capability embedded in muti-industry and multi-institutional organizations' routines, pharmaceutical firms and biotechnology firms replicate the organizing principle of academic organizations to encourage the R&D staff to present scientific paper, attract star scientists and academic talents, and develop the network capability.

The evolution trajectory of the pharmaceutical sector's development in the United States demonstrates the collaboration network and dense institutional Infrastructure where the multi-institutional organizations (e.g., universities, firms, institutes and patient groups, and insurers) collectively interacted to carry out the technical and institutional co-evolution of clinical trials practices.

Besides, the R&D collaboration network dominated by public research organizations and geographic proximity facilitate the institutional diversty and knowledge spillover in the regional innovation cluster such as the Boston metropolitan area. The institutional diversity and multi-disciplinary interactions accelerate the industry-university talent mobility and development of of firm capabilities and combinative capabilities. Furthermore, with respect to the utilization of AI and big data in drug development, this paper tries to illustrate how the diversified instititions in the sectoral eco system jointly engage in technical and institutional co-evolution. By means of forming alliances, M&A, and R&D collaborations, the collaborations and interactions between pharmaceutical firms and digital tech firms employ the organizational, and technology platform and digital capability to outcompete each other. With the comprehensive coverage of Taiwan's national health insurance database, the utilization of AI and big data in drug development is promising in disrupting the innovation systems.

This paper focused on Taiwan's pharmaceutical firm' own R&D investment, R&D collaboration networks, etc., and integrated GRB (publicly-funded research database), Scopus, Factiva, SDC, etc. to assess the industry-university co-authorship, paper counts, own R&D investment, R&D collaborations of Taiwan's pharmaceutical firms to identify the innovation barriers, and propose the required policy interventions recommendations. The proposed policy measures include: encouraging firms to absorb the organizing principle and network capability, engaging the diversifie institutions in technical and institutional co-evolution, stimulating the firms to invest more in collaboration with university and institutes and paper presentation for the network capability development.

Keywords: Sectoral Innovation System, R&D Alliances, Pharmaceutical Firms, Big Data, Firm Capability, Combinative Capability, Regional Innvoation Cluster

執行摘要

研究背景與目的

我國政府近年大力推動生技製藥領域之科研計畫及產業環境改善措施，1995年，行政院通過「加強生物技術產業推動方案」，希望從法規面、投資面、國家型計畫、專案研究計畫、人才培育及生技園區等項目強化生技製藥產業發展之基礎環境，2009年，推動「生技起飛鑽石行動方案」方案，加上2016年行政院推動「生醫產業創新推動方案」，推動購併與策略聯盟，運用購併基金及聯貸等機制，購併優質潛力中小型國際藥廠，期望建置臺灣成為「亞太生醫研發產業重鎮」。我國推動生技製藥產業發展之相關政策已有相當成果，生技製藥廠商上市櫃公司數也大幅成長，然而，相關國際評比卻顯示產業的表現及外來投資吸引力仍不盡理想，許多研究也顯示，政府大量投資的學研研發成果，並未顯著提升製藥部門的專利存量(patent stock)，也就是說，學研成果對於國內製藥廠商之技術商業化的助益並不明顯，有些研究則針對政府科研計畫對製藥產業跨國研發合作網絡的促進政策以及關注知識創造的策略有效性提出檢討。我國相關政策研擬顯然取法國外發展經驗，然而，細部推動策略及計畫設計顯然需要更多具創新理論基礎、實證基礎之評估與檢視，方能理解企業為何難以發掘學研機構之研究成果價值?學研機構關注的學術自主原則與企業關注的商業原則如何影響跨組織研發合作與非研發合作?學研主導的研發合作網絡如何強化知識外溢?企業如何將研發合作網絡中之知識鑲嵌於企業能力之中?

本研究首先探討製藥產業之部門創新系統之特性，並由企業能力、重組能力與組織原則(organizing principle)的角度，解析美國生技製藥產業的研發合作網絡與創新區域群聚之發展經驗，其次，本研究聚焦於生技製藥產業之研發投資與研發合作行為，並整合GRB政府研究資料庫、Scopus、Factiva、SDC等資料庫之次級資料，分析生技製藥產業之部門創新系統特性，並由相關實證說明我國生技製藥產業之可能創新障礙，並針對我國生技製藥產業之現況提出相關政策介入之建議。

企業的研發策略與合作行為一方面受到國家創新體系的政府政策之形塑，另方面受到特定技術部門(technology sector)之部門創新系統(sectoral system of innovation)的技術特性與全球分工之形塑，本研究基於對製藥產業研發行為之核心關注，針對我國製藥產業的研發狀況之分析涉及製藥產業特性與結構、政府政策介入之誘因結構、知識生產體系結構(產官學分工與合作)、企業間合作與競爭動態進行解析。許多研究針對我國製藥產業技術進展與技術商業化進程之狀況。

部門創新系統(sectoral innovation system)的特性是一組隨著時間演進、區別系統組成及互動型式的一組特性(attribute)，這些特性包括：知識基礎、學習過程、企業與非企業組織

及網絡、制度、需求及地理界線等。部門創新系統具有一知識基礎、技術與需求，其中的代理者可能是個人或組織，具有特定的學習過程、能力(competency)、組織結構(organizational structure)等，代理者經由溝通、交流、合作、競爭與命令而進行互動，而此一互動受到制度所形塑，因此，個別部門有其特定的學習及創新過程、技術部門轉型模式以及技術與學習體制(technological and learning regime)。

對於企業組織而言，「知識」可區分為技術性資訊(information)與技能(know-how)，對組織而言，技能為「較高層次組織原則」(higher-order organizing principle)的「如何做到」(how to do)之知識。企業的技術性知識係被涵蓋(nested)在組織原則之下。

Kogut and Zander (1992)指出，企業之組織學習必須理解組織原則方能有效轉換至新的企業能力，因為企業能力鑲嵌在企業的慣例(routine)之中。在知識快速發展的生技製藥之技術部門創新系統中，當這些新知識所包含的技術性資訊與組織原則係來自外部組織時，企業該如何才能有效學習並取得這些技術性資訊與組織原則呢? Powell, Koput, Smith-Doerr, and Owen-Smith (1999)認為，應具備「管理跨企業關係」的獨特能力，他們認為，在生技製藥公司這樣知識快速發展的領域中，企業必須發展此一網絡能力(network competence)。他們的學習觀點將跨組織合作理解為自我維持的過程，他們的實證研究指出，在此一過程中初期的「研究關係」啟動了安排正式的「跨組織聯盟」的發展經驗。研發連結是張入場券，在此動態系統中，個別公司競相投入高速的學習競賽。創新場域(locus of innovation)不再是企業，而是網絡本身(Powell, Koput, and Smith-Doerr, 1996)。

生技製藥產業通常透過參與網絡來發展管理網絡之能力，例如，不僅吸收技術性知識，也透過吸收學界明星科學家，並使企業內部組織原則趨向學研研發機構之組織原則之作法，給予企業研發人員高度研發自主、鼓勵發表學術論文等，這些都可以由組合能力、網絡能力的概念中得到理解。除了從個別企業組織的角度可以看到組織重組能力可促進內外部研發分工的決策之外，在部門創新系統中，許多商業公司的出現，扮演獨特的組合能力場域(locus of combinatorial capability)之角色，推動了知識及學習的場域(locus) 的轉移，使得知識來源間的關係之動態及創新系統的界線改變，例如:許多企業推動醫療科技創新，使的原本以醫院及醫療體系為學習場域的技術學習場域，由醫院轉移至提供儀器和訓練的公司(Tether & Metcalfe, 2004)。

這也是為何一般產業的私人企業為了利用(appropriate)其研究投資之報酬，因此通常傾向於投資應用研究，而非科學基礎研究，且多不願積極進行研究結果的公開及發表(I. Cockburn & Henderson, 1996; Uttal, 1983)，而製藥產業卻相反地積極投入與學研機構(大學或研究機構)之研究合作，並鼓勵學術論文之發表(McKelvey, Orsenigo, & Pammolli, 2004)，這與製藥產業所需的新的技術學習體制有關。

美國的生技製藥產業的創新網絡發展具有高度的機構多元性，在創新聚落中形成密集制度基礎環境(institutional infrastructure)，這些進行新藥開發之投資或補助的多元機構的組織目標不僅是商業利益，還包括公共利益，例如，病人團體投資於罕見疾病藥物開發、Arnold Foundation補助研究機構進行臨床試驗的重製檢驗，這些研發投資機構多元性，顯示出不僅是商業邏輯主導的創新，而能透過公共利益的關注，避免臨床試驗制度偏誤，推動私人企業所不願進行的臨床試驗資料分享，以加速整體產業之藥物開發速率。

此外，實證研究指出，美國生技製藥產業的區域創新聚落係透過公共研究機構(public research organization， PRO) (包括大學和非營利研究機構)所主導的研發網絡以及創新聚落的政府機關參與之產官學網絡，以開放科學之組織原則，提升了研發網絡的機構多元性、促進網絡中的知識外溢，並與區域創新聚落的地理鄰近性發揮相乘效果，共同促使跨企業研發網絡的封閉式管道轉變為發散的、具有大量外溢知識的半開放渠道。在此一創新生態系統中，創投公司、法律事務所、獵人頭公司等多元機構，都在研發網絡形成及衍生的過程中扮演重要角色。

本研究亦針對AI與大數據技術於藥物開發之應用，說明創新生態系統中的多元機構如何透過形成聯盟、購併、研發合作等，分別運用組織能力及平台技術與數位能力相互競爭，此一新技術應用成為擁有健保大數據的我國的創新機會所在，但目前我國生技製藥產業應用AI與大數據領域進行藥物開發之產業並不多，對此，本研究解析新興技術之組織原則如何體現在企業的購併與合作策略之上。

本研究聚焦於生技製藥產業之研發投資與研發合作行為，經過整合GRB政府研究資料庫、Scopus、Factiva、SDC等資料庫，分析我國生技製藥產業之部門之產學共著、學術論文發表及企業內部研發投資等概況，發現國內製藥企業之自我研發投資不足，因而造成吸收能量不足，其次，企業對於論文發表及產學共著論文發表之投入狀況，近年雖有改善，但仍然偏低，這會造成企業對於網絡能力的投資不足，這不僅影響企業能見度，也會限縮企業經由研發聯盟衍生更多研發聯盟與非研發連結之機會，基於這些相關實證說明我國生技製藥部門創新系統之可能創新障礙，本研究最後針對我國生技製藥產業之現況提出相關政策介入之建議，包括：

- 促進多元類型機構參與共同推動技術制度共同演進

健保署應效法美國的產官學科技政策推動網絡之水平式推動策略，以需求面研發採購形成跨組織網絡共同尋找應用AI與大數據進行醫療成本降低之產業創新，共同進行實證對話，促成有利於創新的技術制度共同演進。

- 鼓勵企業強化非技術性知識(組織原則)之學習與管理網絡能力

我國的政府部門或企業，在進行相關政策設計時，相關政策措施設計應朝向由既有研發網絡中促進互動式學習，而非成為知識的被動接收者，並理解創新場域轉移至網絡的學習模式與應有治理模式，例如，生技公司內部研發治理結構應朝向學研組織方向調整。

● 鼓勵企業投資於學研合作網絡及論文、產學共著論文發表提升網絡能力

從吸收能量的角度來看，我國生技製藥產業的研發投入不足，造成企業難以發掘學研研發成果之價值並加以吸收，此外，由我國生技製藥企業的論文發表數來看，大致可以看出企業對於與學研合作網絡的投資極度不足，這些都會造成企業難以快速整合多學門、地理分散的網絡中的知識。必須強化相關政策措施設計時的組織原則複製策略。此外，應鼓勵企業主動投資於學研研究，並鼓勵公司內部人員進行產學共著論文發表。

● 強化PRO機構主導網絡之在區域創新聚落之整合角色

政府目前由PRO所形成的研發合作網絡，對於生技園區內的企業知識流動及知識外溢效果之影響為何?需要進行進一步的實證分析與評估，並經由評估結果修正PRO的網絡支持相關計畫之計畫設計。

● 強化學界研發之學術自主與彈性以促進創業精神、提升知識外溢

美國生技製藥領域之組織能力，也與美國大學中高度自主、競爭性、彈性、合作性的研發計畫執行模式有關，除了所謂學習創業之相關政策之外，應更系統性的提升我國科技計畫管理及執行機制，提供計畫在執行中變更的更大彈性、提升其學術自主，以促進創業精神之發展。

● 健保署應扮演投資者角色，鼓勵跨機構網絡建立大數據、AI之能量

如何透過健保大數據及分散在醫療院所的病患資料以及臨床試驗資料之整合，需要的是技術與制度的共同演進，需要的是機構多元性的產官學合作網絡，藉由PRO主導的網絡促進開放創新，同時解決問題並共同建構制度及技術發展路徑，這需要的不僅是垂直管控的計畫結構，而需要水平網絡的鏈結及密集溝通互動。

● 科技補助機關應善用需求面政策工具，強化研發生產力及企業研發投資需求

各國政府往往透過前商業研發採購等政策工具，協助企業降低風險，前商業研發採購係透過以研究與設計(research & design)和公私合作(public-private cooperation)為基礎的一種公共創新採購(Testoni & Boeri, 2015)。運用公共部門的力量，推動創新研發以解決社會問題，同時策略性地促成特定類型的研發(前商業階段)，測試與驗證平台技術。研發計畫(project)的篩選，除了個別考量鑲嵌於特定商品的技術特性或研發計畫特性之外，也應考量企業組織的核心能量，並擴及該技術或知識所鑲嵌其中的價值鏈(value chain)。

除此之外，技術擴散需要處理商業基礎環境(technology infrastructure)之障礙，透過價值鏈的重整與分工，強化技術擴散與技術的商業價值，許多研究指出，企業透過網絡連結、企業集團(business group)、策略聯盟等方式，克服異國市場的智財權保護不足、不熟悉市場需求，以及制度與文化差異等面向之風險(Scalera, Perri, & Hannigan, 2018; Zaheer, Oded, & Yong Kyu, 2015)。

- 強化需求面科技政策跨部會協調之機制

我國的生醫創新政策需要更完善的評估、協調、整合機制，以進行供給面與需求面政策工具之整合，因為，管制政策通常係由任務機關(mission agency)(如：國防部、衛福部、交通部所主導，而非由科技創新機關(如：經濟部、科技部等)所主導，因此更需要在行政院層級加強政策協調。

此外，供給面與需求面政策工具需要不同的評估工具，以需求面科技創新政策工具來說，需要透過事前事後評估、建構式科技評估(Constructive Technology Assessment, CTA)，進行效益及風險評估，以及需求探索與界定，以有效輔助科技決策。

我們由網絡分析資料可以發現，企業多半進行共同開發，而不願進行共同研究，或者整合共同研究與開發，這其間可能有競爭壓力下的技術外流之擔憂，此外，在與國際鏈結的網絡方面，所形成網絡也並不活絡。這也顯示我國製藥產業並未顯示出高度的開放創新與跨企業合作傾向。本研究僅針對我國製藥產業之部門創新系統的初步實證探討，後續研究將進行量化模型建立、完整資料蒐集，進行製藥產業之企業研發合作網絡之分析。

STPIBooks電子書城

目錄 CONTENTS

中文摘要 ii

Abstract iii

執行摘要 v

第一章　緒論 1

1.1 部門創新系統特性與研發進展 1

1.2 知識、組織原則、企業能力與研發網絡 3

1.3 製藥產業之企業能力、網絡能力與重組能力之建立策略 5

1.4 製藥公司類型、多元機構網絡與技術制度共同演進 6

1.5 機構分工、組織能力、地理群聚與公共研究機構角色 9

第二章　製藥產業研發分工與我國製藥產業政策 13

2.1 新藥開發成本上升與研發時程延長 13

2.2 加速研發之新技術與專殊化小型企業興起 16

2.3 以多元合作關係加速研發途徑與大數據、AI的破壞性創新機會 21

2.4 加速研發之研發網絡取向途徑與我國製藥廠商之產學連結 25

2.5 我國製藥產業推動政策、創新網絡與國際鏈結途徑 28

2.6 我國公私部門研發支出差異與企業吸收能量不足 30

第三章　製藥領域政府研發投資分析 37

3.1 製藥領域政府研發投資策略 37

3.2 製藥領域政府投入研究與開發：政府補助研究計畫分析 37

3.3 資料整合方法與敘述統計分析 40

3.4 政府補助製藥相關研究計畫之研發階段與研發類型分析 42

3.5 計畫執行單位與合作單位之研發合作模式分析 45

第四章　製藥領域企業研發投資分析 48
4.1 影響國內外廠商研發投資誘因之制度因素 48
4.2 上市櫃製藥企業之商業化與研發類型與企業特性分析 50
4.3 上市櫃製藥企業研發投資概況分析 56
第五章　創新網絡分析 74
5.1 政策驅動創新網絡 75
5.2 企業驅動創新網絡 97
5.3 製藥企業之資產關聯網絡 132
第六章　結語 141
參考文獻 146

表目錄

表2.1 藥物開發各階段之典型存活率 15
表2.2 各國製藥產業企業研發支出金額比較 31
表2.3 各國製藥產業境外資金投入金額比較 32
表2.4 各國製藥產業之貿易收支平衡與出口佔比 33
表2.5 工業生產與專利存量之知識存量 34
表3.1 103~108年各部會補助製藥相關200萬元以上之計畫 40
表3.2 計畫補助額度分布 41
表3.3 製藥相關計畫(200萬元以上)研究階段與補助金額之分布 43
表3.4 750筆計畫研究領域之分布 44
表4.1 BMI 亞太地區國家風險指數評比 49
表4.2 新藥開發、CRO與CMO之上市櫃製藥企業 51
表4.3 各研發階段之國內CRO公司清單 53
表4.4 上市櫃製藥公司清單 57
表4.5 GMP認證之上市櫃製藥公司 58
表5.1 政府補助計畫委託開發網絡機構簡稱對照表 77
表5.2 政府補助計畫委託開發網絡機構簡稱對照表 79
表5.3 政府補助計畫委託研究網絡機構簡稱對照表 82
表5.4 政府補助計畫委託研究與開發網絡機構簡稱對照表 84
表5.5 政府補助計畫共同開發網絡機構簡稱對照表 87
表5.6 政府補助計畫共同開發網絡機構簡稱對照表 90
表5.7 政府補助計畫共同開發與研究網絡機構簡稱對照表 94
表5.8 國內製藥公司各研發合作類型之研發合作統計 97
表5.9 技轉授權雙方製藥企業清單 100
表5.10 製藥企業共同開發網絡組成企業清單 111
表5.11 製藥企業共同研究網絡組成企業清單 121

表5.12 製藥企業共同研究開發網絡 126
表5.13 製藥企業共同製造網絡組成企業清單 129
表5.14 製藥企業共同製造開發網絡組成企業清單 132
表5.15 2010~2019年主動方企業名單及資產變動區分及件數 134
表5.16 2010~2019主動方企業名單及資產變動區分及件數 135
表5.17 2010~2019年被動方企業名單及資產變動區分及件數 136
表5.18 2010~2019年被動方企業名單及資產變動區分及件數 137
表5.19 台灣生技製藥上市櫃企業主動併購、合資與產業鏈分類 138

圖目錄

圖2.1 新藥開發平均時程變化 13
圖2.2 新藥開發各階段成本分布 14
圖2.3 新藥開發階段、時程、成本與成功率 16
圖2.4 Chorus新藥開發模式 26
圖2.5 我國上市櫃生技製藥企業各時期發表論文數 27
圖2.6 我國上市櫃生技製藥企業論文及產學共著論文數 28
圖2.7 各國化學製藥產業附加價值歷年變動趨勢 35
圖3.1 製藥相關政府補助研究計畫執行單位分布 42
圖3.2 計畫執行之研發合作模式分布 45
圖4.1 上市櫃製藥公司之規模、區域與企業市場進入類型之分析 55
圖4.2 上市櫃製藥公司成立時間分布 56
圖4.3 上市櫃製藥公司之研發投資總額、平均研發密度歷年折線圖 59
圖4.4 近年上市櫃製藥公司各子產業研發投資金額 60
圖4.5 近年上市櫃製藥公司各子產業研發密度 61
圖4.6 GMP認證上市櫃製藥公司之研發投資總額、平均研發密度 62
圖4.7 GMP認證上市櫃製藥公司各子產業之研發投資金額 62
圖4.8 GMP認證上市櫃製藥公司各子產業之平均研發密度 63
圖4.9 前十大原料藥公司之歷年研發投資金額 64
圖4.10 前十大原料藥公司之研發密度 64
圖4.11 前十大生物製劑公司之研發支出金額 65
圖4.12 前十大生物製劑公司之平均研發密度 66
圖4.13 前十大中藥製劑公司之研發支出金額 67
圖4.14 前十大中藥製劑公司之研發密度 68
圖4.15 國內前八大生物製劑公司研發支出 69
圖4.16 國內前十大生物製劑公司研發密度 69

圖4.17 生技製藥產業營收前十名企業之研發支出.....70
圖4.18 生物製藥公司營收前十大公司之研發密度.....71
圖4.19 學名藥前十大企業近年研發經費及研發密度變化.....72
圖4.20 國內製藥公司近十年研發密度分布.....73
圖5.1 政府補助計畫技轉授權網絡.....76
圖5.2 政府補助計畫委託開發網絡.....78
圖5.3 政府補助計畫委託研究網絡.....81
圖5.4 政府補助計畫委託研究與開發網絡.....83
圖5.5 政府補助計畫共同開發網絡.....85
圖5.6 政府補助研究共同開發網絡子網絡.....86
圖5.7 政府補助計畫共同研究網絡子群分析(walktrap算則).....89
圖5.8 政府補助計畫共同研究網絡子群分析(betweeness算則).....91
圖5.9 政府補助計畫共同開發與研究網絡.....92
圖5.10 政府補助計畫共同開發與研究網絡子群分析(walktrap算則).....95
圖5.11 政府補助計畫共同開發與研究網絡子群分析(betweeness算則).....95
圖5.12 製藥企業整體網絡連結情況.....96
圖5.13 製藥企業整體網絡技轉授權連結情況.....98
圖5.14 授權研發網絡之中介中心性.....105
圖5.15 製藥企業整體網絡共同開發連結情況.....106
圖5.16 製藥企業共同開發網絡.....107
圖5.17 共同開發資料，紅色節點是具有較高橋梁特性的公司與機構.....108
圖5.18 共同開發網絡子群分析(walktrap算則).....109
圖5.19 共同開發網絡子群分析(betweenes算則).....110
圖5.20 製藥企業整體網絡之共同研究連結情況.....117
圖5.21 製藥企業共同研究網絡.....119

圖5.22 製藥企業共同研究網絡子群分析(walktrap算則) 120
圖5.23 製藥企業共同研究網絡子群分析(betweeness算則) 120
圖5.24 製藥企業整體網絡共同研究開發連結情況 123
圖5.25 製藥企業共同研究開發網絡 124
圖5.26 製藥企業共同研究開發網絡子群分析(walktrap算則) 125
圖5.27 製藥企業整體網絡共同製造連結情況 127
圖5.28 製藥企業共同製造網絡 128
圖5.29 製藥企業整體網絡共同製造開發連結情況 130
圖5.30 製藥企業共同製造開發網絡 131

第一章　緒論

我國政府近年大力推動生技製藥領域之科研計畫及產業環境改善措施，1995年，為了使生物技術相關產業建立完整體系、加速關鍵性技術研究和具備國際競爭力，行政院又通過「加強生物技術產業推動方案」，希望從法規面、投資面、國家型計畫、專案研究計畫、人才培育及生技園區等項目切入，支持台灣仍在萌芽的生物技術產業成長。2009年，推動「生技起飛鑽石行動方案」方案，加上2016年行政院推動「生醫產業創新推動方案」，推動購併與策略聯盟，運用購併基金及聯貸等機制，購併優質潛力中小型國際藥廠，期望建置臺灣成為「亞太生醫研發產業重鎮」。此外，政府也投入大量科研經費，補助相關研發，在生醫園區發展方面，推動「南港新藥研發聚落」、「新竹生醫創新醫材聚落」、「特色藥品聚落」。

行政院於2009年3月26日宣布啟動「台灣生技起飛鑽石行動方案」(以下簡稱生技起飛方案)，主要內容包括：強化產業價值鏈(value chain)中產業化研發能量、成立生技創投基金、推動整合型育成機制，以及成立食品藥物管理署以建構與國際銜接的醫藥法規環境等4項重點。強化法人研究機構(生技中心、工研院、金工中心等)產業化研發的能量(包括藥品開發的轉譯研究及醫療器材的雛型品開發)，以承接國內外學研機構長期所累積的上游研究成果，並協助推進至臨床試驗階段(行政院國家發展委員會, 2009)。同時，善用國內外人力資源，以強化國內生技醫療產業的核心能力、吸引國內外資源投入，迅速累積我國生技產業發展的能量。

本研究首先探討製藥產業之部門創新系統之特性，並由企業能力、重組能力與組織原則(organizing principle)的角度，解析美國生技製藥產業的研發合作網絡與創新區域群聚之發展經驗，其次，本研究聚焦於生技製藥產業之研發投資與研發合作行為，並整合GRB (Publicly-funded Research Database)政府研究資料庫、Scopus、Factiva、SDC (Securities Data Company)等資料庫之次級資料，分析生技製藥產業之部門創新系統特性，並由相關實證說明我國生技製藥產業之可能創新障礙，並針對我國生技製藥產業之現況提出相關政策介入之建議。

1.1 部門創新系統特性與研發進展

企業的研發策略與合作行為一方面受到國家創新體系的政府政策之形塑，另方面受到特定技術部門(technology sector)的技術特性與全球分工之形塑，本研究基於對製藥產業研發行為之核心關注，針對我國製藥產業的研發狀況之分析涉及製藥產業特性與結構、政府政策介入之誘因結構、知識生產體系結構(產官學分工與合作)、企業間合作與競爭動態進行解析。許多研究針對我國製藥產業技術進展與技術商業化進程之狀況，由國家創新系統(National Innovation System, NIS)的角度，探討國家創新系統如何因應生技製藥產業與IT產業間差異進行制度調適與策略轉化(Dodgson, Mathews, Kastelle, & Hu, 2008)。國家創新體系之特性會形塑國內外企業於該國的研發投資行為，以及所採取的研發分工組織型態，例如：一國的專利保護與司法追訴效率等國家創新體系特性，會影響國際企業研發投資誘因，以及研發投資的模式，可能不採委託研發而採內部化策略(Holmes, Hoskisson, Kim, Wan, & Holcomb, 2018)，以子母公司型態進入該國市場。

除了國家創新體系之影響外，特定國家內部個別的技術部門(technology sector)之特性，也會影響該領域的技術進展速率，例如，我國資通訊領域之技術進展快速，生技製藥領域之技術進展與產業發展速率相對之下便較為遲緩。也因此，有些研究關注特定技術部門的基礎應用與開發研究之間互補性所形成的技術基礎環境(technology infrastructure)，如何影響該國的特定技術部門之研發生產力與技術進展(Tassey, 2004)。部門創新系統之特性會影響此一研發分工組織型態，以生技製藥產業而言，其商品特性就不如電子商品具有高度模組性，易於委外開發，因此研發分工組織的專殊化程度也就不同。而當研發分工高度專殊化會使得該技術部門的技術進展更快速，同時也會使的專業知識與技術、技能分散在不同類型機構中，因而，當需要進行激進創新時，便需要整合分散的知識與技術以進行創新(Hage & Hollingsworth, 2000; Jordan, Hage, & Mote, 2008)。

部門創新系統(sectoral innovation system)的特性是一組隨著時間演進、區別系統組成及互動型式的一組特性(attribute)，這些特性包括：知識基礎、學習過程、企業與非企業組織及網絡、制度、需求及地理界線等(Tether & Metcalfe, 2004)。部門創新系統是由一組執行市場與非市場互動的代理者(agent)所組成，這些代理者創造、生產及銷售該技術部門之商品，當一連串累積性問題或新問題出現，促進了可解決問題的各種專殊化知識之興起，並衍生出動態的互動型態。部門創新系統具有一知識基礎、技術與需求，其中的代理者可能是個人或組織，具有特定的學習過程、能力(competency)、組織結構(organizational structure)等，代理者經由溝通、交流、合作、競爭與命令而進行互動，而此一互動受到制度所形塑。(Malerba, 2004)。部門創新系統理論有助於更加理解各個部門創新系統的結構與邊界、代理者及其互動，並有助於掌握個別部門特定的學習及創新過程、技術部門轉型模式，以及企業績效差異的基礎。

Malerba (2004)並指出，個別部門創新系統有其特定的技術與學習體制(technological and learning regime)，而此一技術與學習體制表現在知識的三個關鍵面向:

- 可得性(accessibility)：具備技術或知識來源的程度。
- 機會(opportunity)：技術機會提供研發投入的創新及獲利之誘因，技術部門係由依據既有或新興需求，且具備共通基本知識的相關產品所統整(unified)。
- 累積性(cumulativeness)：首先是學習的認知之累積性，學習過程及過去知識制約及產生了新知識。其次，個別企業特定的組織能力(organizing capability)形塑了企業所能產生的知識。第三，市場回饋所產生的創新成功及獲利，促進了後續研發投資。

可得性、機會與累積性決定了特定部門創新系統的特性，例如：是否具有先行者優勢(first-mover advantage)，主要採取漸進創新或激進創新途徑等。

1.2 知識、組織原則、企業能力與研發網絡

Kogut and Zander (1992)認為，企業的知識必須被理解為社會建構(socially constructed)，存在於人社會關係的組織中(organizing of social relationship)之中。

對於企業組織而言，「知識」可區分為資訊(information)與技能(know-how)，對組織而言，資訊包括有關獲利、會計資料等「該做甚麼」(what to do)之資訊，組織的know-how則是關於如何協調團體並轉移技術的「較高層次組織原則」(higher-order organizing principle)的「如何做到」(how to do)之知識。企業的功能性知識(也就是資訊)係被涵蓋(nested)在組織原則(organizing principle)之下。企業的一般性能力被認為存在於組織原則上，企業組織內的個人間、團體內、團體間，及組織間的關係被組織原則所結構化。

Kogut and Zander (1992)和Nelson and Winter (1982)類似地將企業視為能力儲存庫(repository of capability)，企業能力(firm capability)具有慣性(inertia)(Nelson & Winter, 1982)，企業能力會受到組織原則之形塑，組織原則將個人關係加以結構化，而企業能力係鑲嵌於此一個人關係中的「社會知識」(social knowledge)。企業組織要轉換至新的企業能力是極度困難的，因為，如同Nelson and Winter (1982)所指出的，組織的績效係由慣例(routine)所決定，且涉及次慣例(subroutine)的有效整合，通常由組織無意識(without conscious awareness)地達成，也就是說不需要高階管理階層的注意。

因此，Nelson and Winter (1982)贊同Schumpeter的觀點，認為創新無法在全新的基礎上產生，經濟系統之創新必須由既有的概念及實體材料重組而成，組織的慣例之創新，大多由現有慣例所重組，在現有的次慣例之間建立新型態資訊及材料流，或以新慣例取代既有慣例的原有功能。核心的協調資訊(也就是組織原則)被儲存在組織的慣例運作(routine functioning)當中，並且經由執行而記憶(remembered by doing)，這也就是他們所說的企業組織「所知多於所能表達」(know more than what they can express)(Nelson & Winter, 1982)。

這也是為何Kogut and Zander (1992)認為，企業組織鑲嵌於現有關係中的知識和組織原則難以被良好理解，支持新學習所必須的社會構造(social fabric)更難以充分理解，因此，企業要轉換至新的企業能力是極為困難的，企業能力鑲嵌在企業的慣例之中，具有獨特性(idiosyncracy)且難以被模仿。

組織原則使企業不再是個人的集合體，組織是社會社群(social community)，組織不僅扮演社會知識被移轉的機制，也扮演新知識及學習被創造的機制，既然知識鑲嵌於企業組織鑲嵌於現有關係中，當企業面對技術機會欲進行學習時，便不能獨立於現有能力之外，必須理解知識的組織原則和社會構造，然而，如同Nelson and Winter (1982)所說的企業能力係鑲嵌於無意識的慣例之中，造成企業難以充分理解自身知識的組織原則以及支撐新學習所必須的社會構造。

McKelvey et al. (2004)便指出，新學習體制需要不同的學習與發現程序，隱含的

是搜尋空間的新結構，待解決問題的新定義，使用新詞彙與慣例來解決這些問題。

Kogut and Zander (1992)援引了「組合能力」(combinative capability)的概念來說明企業如何在既有企業能力(企業利用現有知識的能力)與技術機會(技術的未來潛力)之間取得交集。所謂組合能力也就是合成、應用現有及新取得知識的能力(Kogut & Zander, 1992)，企業的「組合能力」使企業在進行新學習時，可以由現有知識中產生新應用。

因此，企業一方面會傾向於內部發展那些與現有組織原則和資訊類似的生產性知識，另方面也要因應未來的技術機會，考慮內部發展預期會帶來經濟價值重組的知識，並且需評估是否能快速地創造或移轉技術讓競爭企業來不及模仿，那麼，在知識快速發展的生技製藥之技術部門創新系統中，當這些新知識所包含的技術性資訊與組織原則係來自外部組織時，企業該如何才能有效學習並取得這些技術性資訊與組織原則呢? Powell et al. (1999)進一步為企業能力的討論增加了「管理跨企業關係」的獨特能力，他們認為，在生技製藥公司這樣知識快速發展的領域中，企業必須發展此一網絡能力(network competence)。他們的學習觀點將跨組織合作理解為自我維持的過程，他們的實證研究指出，在此一過程中初期的「研究關係」啟動了安排正式的「跨組織聯盟」的發展經驗。研發連結是張入場券，在此動態系統中，個別公司競相投入高速的學習競賽。創新場域(locus of innovation)不再是企業，而是網絡本身(Powell, Koput, and Smith-Doerr, 1996)。

生技製藥產業通常透過參與網絡來發展管理網絡之能力，例如，不僅吸收技術性知識，也透過吸收學界明星科學家，並使企業內部組織原則趨向學研研發機構之組織原則之作法，給予企業研發人員高度研發自主、鼓勵發表學術論文等，這些都可以由組合能力、網絡能力的概念中得到理解。

除了從個別企業組織的角度可以看到組織重組能力可促進內外部研發分工的決策之外，在部門創新系統中，許多商業公司的出現，扮演獨特的組合能力場域(locus of combinatorial capability)之角色，推動了知識及學習的場域(locus) 的轉移，使得知識來源間關係之動態及創新系統的界線改變，例如:許多企業推動醫療科技創新，使的原本以醫院及醫療體系為學習場域的技術學習場域，由醫院轉移至提供儀器和訓練的公司(Tether & Metcalfe, 2004)。

由於新學習體制的出現會影響創新活動的組織結構，導致分工型態的重新設計，以及不同的誘因結構與篩選機制。製藥公司因為缺乏創新過程的關鍵面向之能力(competency)，尤其是臨床試驗的經驗與知識，以及產品批准及行銷的相關能力，因此，出現許多公司利用其能力，扮演研究公司及高科技中介產品的專殊化供應商，為主流製藥公司進行委託研究或合作研發(McKelvey et al., 2004)。

一般產業的私人企業為了利用(appropriate)其研究投資之報酬，因此通常傾向於投資應用研究，而非科學基礎研究，且往往限制研究結果的溝通，因此 私部門研究人員被視為較不可能出版其研究或產生科學知識的基本進展(Cockburn &

Henderson, 1996; Uttal, 1983)，然而，製藥產業卻積極投入與學研機構(大學或研究機構)之研究合作，並鼓勵學術論文之發表(McKelvey et al., 2004)，這與製藥產業之部門創新系統特性有關。Hage and Hollingsworth (2000)的「概念創新網絡理論」(idea innovation network)指出，當企業欲進行商品或程序的激進創新(radical innovation)時，基於下列兩個途徑，因而必須發展合作網絡：

- 整合開發、製造(生產)、品質、商業化四個研究領域：

  經由開發研究、生產與程序研究、品質研究與商業化研究這四個研究領域的機構間的緊密互動連結的網絡而達成激進創新。

- 整合開發、基礎與應用三個研究領域：

  經由開發研究與基礎研究、應用研究間的緊密互動連結的網絡而達成激進創新。

他們認為，當某些技術創新所需的先進知識是分散在不同國家、不同企業或不同產官學組織之間，若要達成激進的商品創新便必須形成密切互動連結的網絡，也就是所謂技術基礎改變會改變創新的場域。

製藥產業之分子生物學等「知識基礎」(knowledge base)之重大變遷促使科學學術網絡成為創新重心(Cockburn & Henderson, 1996)，製藥研發的「知識基礎」的跨學門、複雜性質，使得技術創新的達成需仰賴互動與合作，因此，創新場域不再是企業，而是網絡本身(Powell, Koput, and Smith-Doerr, 1996)，網絡結構及代理者在網絡中的位置決定其對科學與技術知識之來源的取得與績效。由企業學習新知識時需要以組合能力進行重組，製藥企業在進行合作(collaboration)時，不僅須將知識由生技公司「轉移」至主流製藥公司，其創新還需要「整合」(組合)不同知識與活動、「整合」不同學門。

1.3 製藥產業之企業能力、網絡能力與重組能力之建立策略

企業欲由外部網絡取得新的企業能力，必須建立內部能力(in-house competency)，企業因而必須成為科學社群的積極參與者而非僅是被動的觀察者及使用者，企業與公共研究之間應成為雙向的豐富資訊交流。這意味著企業必須建立與科學社群的更緊密連結，一方面需投資委託研究、長期補助協定等以取得新知識，另方面企業內部必須投資於監測與維護網絡以取得潛在資訊來源，許多研究(Cockburn & Henderson, 1996; McKelvey et al., 2004)指出，製藥企業首先須透過下列幾種方式投資於內部的企業能力(網絡能力)：

- 雇用與科學社群緊密連結之人員：例如，需招募明星科學家。
- 複製建立支撐整個企業的科學知識快速交流的組織結構：採用複製學術環境特性的組織實務與誘因結構，例如：鼓勵科學學術發表之誘因。

雇用明星科學家的作法，與Nelson and Winter (1982)的主張類似，鑲嵌於組織慣例中的企業能力之重製，可透過將實際執行的關鍵員工轉移至新機構之方式，達成企業能力之重製(replication)。複製學術環境特性的組織則是複製其組織原則，這種內部能力的建立係製藥企業對吸收能量(absorptive capacity)之投資，也就是Cohen and

Levinthal (1990)所提出的，投資於自我研發以發展吸收能量。業透過企業內部吸收能量之投資，讓公司內部的跨部門問題解決(如:新穎概念或新穎化合物)能在高度相互信賴的雙向互動過程中進行，這是要藉此解決類似R. M. Henderson and Clark (1990)所說的資訊過濾管道(information filter chart)既有技術僵固化的問題。

此外，對於明星科學家和組織結構複製之投資，可以取得科學社群的入場券(McKelvey et al., 2004; Powell, Koput, & Smith-Doerr, 1996)、取得技術性資訊(technical information)，並且能具備評估及測試替代途徑並整合不同技術與科學學門之能力(也就是建立組合能力)，並強化內部研究能力。

Powell et al. (1996)指出，研發合作除了資訊網絡的入場券之外，也是機會與障礙間的快速溝通載體，例如，許多與大學科學家合作的短期的小型研究計畫，當出現新藥開發的機會時 此一非正式關係會轉為正式及契約式關係，因此，生技公司不僅單純的從合作過程中取得資訊，同時學習該追求那些合作 以及該如何在多元合作性事業(cooperative venture)脈絡下發揮功能。因此，由不同來源取得概念與資訊以便在商業脈絡下利用研究發現是必須的，因為企業必須由探索中學習並體驗如何辨別及結構化跨越不同類型聯盟之協力，也就是學習管理網絡之能力。管理連結的經驗使企業得以快速地識別新計畫並將其傳輸到組織內部，產生更多的合作關係，並促使成長發生。

隨著企業參與研究、取得網絡經驗並組合多元的活動，企業愈能在網絡中處於核心位置，取得更高的能見度及聲譽，吸引更高素質科學家進入企業，並取得外溢效益，也愈能夠展現良好創新績效(Owens et al., 2015; Powell et al., 1996; Powell et al., 1999)。

Powell et al. (1996)指出，當合作源自於參與共同的技術社群，夥伴關係會被「慣例化」(routinized)，變得更容易發生、花費更少心力。一旦企業開始合作，企業會發展出合作的經驗及作為合作夥伴之名聲，漸漸地，企業發展出與其他企業互動的能力，具備合作網絡之經驗被證實為有助於後續正式夥伴關係及擴展非正式關係，較廣範圍的合作提供更多機會可「修正組織的合作慣例」，並使其更為多樣(Powell et al., 1996)。

1.4 製藥公司類型、多元機構網絡與技術制度共同演進

製藥產業可粗略區分為主流大型製藥公司與生技製藥公司，大型製藥公司主要由化學部門進入化學製藥部門，化學部門創新系統的特性便是科學基礎(science-based)，係由參與知識交流的化學企業、專殊化供應商及工程公司所組成的密集網絡(dense network)。其創新來自於學術機構、個別企業、政府政策與歷史事件的互動，企業內部研發能力與外部科學知識的連結是成功創新的條件。Geuna (2001) 研究指出，大學與公立研究機構所進行的基礎研究加速了組合化學(combinatorial chemistry)等新興製藥技術的發展。美國的大學與研究中心所執行研究促進了組合化學的新公司成立(Cesaroni, Gambardella, Garcia-Fontes, & Mariani, 2004)，許多大型化學公司建立與

學界之連結，招募大學科學家，強化研究實驗室與共同研究中心(joint research center)以開發新商品並申請共同專利(joint patent)(Cesaroni et al., 2004)。

許多新科學領域與生技公司緊密連結，包括:遺傳學、生物化學、細胞生物學、電腦科學、物理學、光學，現代科學並非單一學門或單一產業，而是與範圍廣泛且多學門、跨產業相關(Powell et al., 1996)。生技製藥較化學製藥公司有更強的科學連結，更重視學研機構之知識來源，傳統上市場競爭之對立(rivalry)會阻礙合作，然而，生技製藥公司在強烈競爭下卻呈現密集合作，因為生技製藥部門的基礎科學發現與新穎藥物商品的引入為競爭焦點，由於病人對於藥物需求殷切，速度成為競爭重點，生技製藥領域之技術發展快速，促成了生技製藥領域的獨特的合作性競爭(cooperative competition)型態(Powell et al., 1999)。

Tether and Metcalfe (2004)指出，部門創新系統透過「合作中學習」(learning by cooperating)，需要掌握對共同的高度脈絡性(contextual)知識，並發展共享的心理模式(shared mental model)，這表示需要協商式程序變遷(negotiated procedural change)的創新的柔性面(soft side)。以生技製藥公司而言，多學門和多元機構類型的網絡中成員促成了Powell et al. (1996)所說的技術與制度的共同演進，也可以說是網絡中成員共同摸索發展組織原則的共同演進。我們可以由服務主導邏輯(S-D Logic)的創新理論觀點來說明此一技術進展路徑和程序變遷的共同協商，S-D Logic眼中是個由服務交換與制度性邏輯所組成的相依的行動者網絡與服務的生態系統，透過行動者在環境中以互動產生之結構轉型為工具進行環境調適因應。企業在服務生態系統中，不僅是策略性地產生更好的商品，而是經由社會系統來重新界定現有市場。在此一相依的網絡結構中，也衍生與商品主導邏輯(G-D Logic)截然不同的運作與決策分析準則，Valery (2014)認為，此一相依的網絡結構中，如同實效理論(effectuation)理論所主張，行動者是在被網絡中其它行動者制約的環境中進行調適，而非商品主導邏輯下的利益極大化。因此，在技術發展路徑選擇時，企業必須發展網絡、理解其所處的產業環境、內外部資源狀態，並理解網絡中其它行動者的狀態，以進行網絡調適，而非在真空中的最佳化決策。Jacobides, Cennamo, and Gawer (2018)指出，創新生態系統不是層級式的供應鏈，不是市場交易的對象，而是透過協調多邊依賴增加價值，為實際交互依賴與密切互動的網絡。

生技製藥公司的合作網絡是多學門且多元機構類型，大學、新創公司、主流製藥公司、政府機關、非營利研究機構及大型醫院在研究的執行與資助方面扮演重要角色。此外，創投及法律事務所也扮演人才搜尋、顧問及融資者的角色。其中，「制度基礎環境」(institutional infrastructure)之組成包括：創投公司、法律事務所及技術人力、獵人頭公司、顧問公司等密集的交易基礎環境創造了跨組織合作的需求，分述如下：

- 創投公司：

創投除了提供財務資源之外，也提供管理建議與組織能力，創投要橋接科學與市場，因此必須強有力的財務方面的特定能力與技術能力，也需要深入了解相關科技，因此，創投公司吸收大量生醫博士投入創投

業。為了掌握最新科技知識動態，創投公司必須是研討會、文獻、科學家等同一網絡的一部分。(Tether & Metcalfe, 2004)。創投公司會提供這些生技製藥公司的管理介入之策略建議，並要求生技製藥公司進行必要的合作網絡建構，而許多生技領域的研究人員投入創投產業，也強化創投公司與研究網絡之連結，促進策略性聯盟與多元類型合作機構的發展。

- 法律事務所：

藥物開發成本極高，開發期長，這使地藥物開發的專利保護極為重要，這一方面係藥物專利的特性使然，雖然可針對化合物進行專利保護，然而專利無法保證「完整可利用性」(full appropriability)，有時可以周圍發明(invent around)來規避特定專利，敵對企業可以探索化學結構之變異體(variant)以發現相同有效且副作用較小的化學物。此外，製藥產業對於出版及科學家間公開溝通的鼓勵使科學知識往往快速地廣為散布(Henderson & Cockburn, 1993)。

因此，製藥領域的智慧財產權明確化，必須要法律事務所合作方能達成。明確界定的智財權促成美國的生技製藥公司成立，因為這些新創公司缺少大企業的互補性產以確保研發投資之報酬，因此更需要專利保護。例如：基因工程之性質處於基礎與應用研究之間的模糊地帶，多數是由大學或公立機構所執行研究，但其研究成果應專利化的程度引發激烈爭論。研究成果出版與專利間產生日益升高的緊張關係。專利法禁止授予已出版的研究發現。因此，訴訟成為生技公司的重要議題，來自法律事務所的智財權專家也成為企業人力資源的關鍵組成(Tether & Metcalfe, 2004)。

- 人力資源(獵人頭)公司：

雇用學界所訓練之生技人才係許多企業取得知識的重要來源，透過獵人頭公司可以僱用許多學界相關研究主題的科學家，因而強化企業培養管理合作網絡之人力，因而可促進合作。

- 政府機關：

美國1962年的Kefauver-Harris修正案，引入了新藥批准的效能驗證(proof-of-efficacy)要件，並建立臨床試驗管制規定，此後，美國食品藥物管理署(Food and Drug Administration，FDA)由研究實證評估者角色，轉化為此過程的實際參與者。此一管制規定強化了網絡中的知識並促成知識整合，管制造成研發成本上升，所需資源門檻大幅上升，這增加了模仿障礙，處罰較低創新性企業。臨床試驗管制的趨於嚴格，強化了製藥企業與大學及醫院的互動連結(McKelvey et al., 2004)。

此外，在美國，許多產官學組織透過水平式網絡進行複雜問題解決之政策方案探索與政策推動，這種產官學多元機構參與的網絡並非垂直管控之計畫結構，例如：美國的農業部的技術推廣計畫或州層級的產官學合作創新推動方案都藉由形成以知識為中心、具高度資源交互依賴的網絡以進行運作，藉此一網絡突破單一組織或個人的有限理性(bounded rationality)(Borgatti, Mehra, Brass, & Labianca, 2009)。

- 醫療保險公司：

美國的生技製藥產業創新中，許多醫療保險之服務公司亦扮演重要角色，例如：醫療維護機構(Health Maintenance Organization, HMO)、優選醫療機構保

險(Preferred Provider Organization，PPO)、藥物給付管理公司(Pharmaceutical Benefit Management, PBM)，HMO提供健康管理服務，透過預防性和綜合協調醫療服務，提升投保人健康，減少醫療費用。例如：所以，透過預防性醫療，為會員提供免費的年度體檢，疫苗注射等。PPO保險公司通過與醫生醫院談判獲得優惠的醫療服務價格，以提供更便宜的醫療保險。這些多元的醫療保險機構，被認為是限制藥價的最有效工具，這些機構經由議價權力等方式鼓勵醫師開立藥物處方時的成本意識，對於美國的醫藥分配與需求之結構產生深遠影響，成為區域創新系統的關鍵行動者。如同Economist (2020)所指出，政府健保計畫與醫療保險公司是影響特定治療方式與藥物處方的最重要影響因素，許多大型製藥公司透過收購PBM公司(如:Merck收購Medco Containment)，主要理由是這些PBM公司對於消費者行為、外科醫生行為之誘因具有深入理解，對大型企業的藥物行銷具有極大助益(Tether & Metcalfe, 2004)。

此一產官學所組成的多元機構網絡的制度基礎環境及網絡促進對合作之需求，並共同建構有利技術發展的制度變遷。例如，Economist (2020)指出，多數背痛係因心理及社會性因素所造成，但卻未受到適當治療，最主要原因係因政府與保險公司保險規劃的給付政策，華盛頓醫療研究院(Washington Health Research Institute)便指出，替代治療方法的給付很少、給付期間很短，而當既有治療被學界醫界或政府健保計畫所接受後，即便既有治療即用藥方式的有效性長期不佳，也很難以新的藥物或治療方式來加以取代，因為許多大型製藥公司或醫療器材公司非常善於行銷與遊說。政府與保險公司的給付政策也會降低企業對於替代治療方式之創新誘因。在此狀況，若有企業想要進行替代治療方式的創新，便需要一產官學機構成員所組成的網絡，進行技術與制度的共同演進，這表示多元的創新生態系統中的。

1.5 機構分工、組織能力、地理群聚與公共研究機構角色

藥物研究之成本極高，因此，取得政府補助和大型製藥公司的資金，是非常重要的，生技製藥公司通常缺乏大量資本以支應成本高昂的研究，也需要管理公司及執行臨床試驗、管制批准過程、製造、行銷與配送、銷售之協助。主流製藥公司因而進入生技製藥領域，初期與生技製藥公司形成聯盟進行研究合作並提供生技製藥公司所缺乏的組織能力，之後，生物技術的潛力促使主流製藥公司發展生技之新科學的內部能量，並形成與生技製藥公司的廣泛合作組合(portfolio of collaboration)(Powell et al., 1999)。

從生技公司的角度來看，這些公司因缺乏臨床試驗的經驗與知識，以及產品批准及行銷的相關能力，因此，許多公司利用其能力，扮演研究公司及高科技中介產品的專殊化供應商，為主流製藥公司進行委託研究，或合作研發，這些專殊化新生技公司開始與大製藥公司合作，一方面取得財務資源，另方面也為了取得組織能力，不同類型的製藥相關機構專殊於其最有效率的創新過程之階段，大學在第一階段、小企業在第二階段，大型既有企業在第三階段，不同行動者間的「網絡」提供創新過程中的創新分工之必要協調(McKelvey et al., 2004)。小型公司藉

由合作以取得資源，大型製藥公司或大學則形成聯盟以更深入、購併較低科層成本地進入創新活動(Powell et al., 1999) 。

McKelvey et al. (2004)指出，由於許多生技公司創立，係基於特定的假設或技術，隨著領域中的知識成長，知識明確性提高後，會產生替代假設的繁衍與分支，因此新生技公司日益專精於特定領域與技術，這不利於其成為完全整合的製藥公司，因為藥物發現與開發仍然需要有較寬廣且更普遍的觀點，較寬廣觀點的必要性在於，藥物開發需探索特定類別藥物的替代發現路徑、不同技術間的認知互補性、範疇經濟(economy of scope)的實現與利用。許多大型製藥公司挾著大量資本、組織能力與組合能力，收購生技公司，然而，如前所述，由於企業的組織原則鑲嵌於其慣例中，大型製藥公司若要維持生技製藥公司原本複製學研組織的組織原則，必須維持其組織結構，因此，許多大型製藥公司在取得多數股權之後，仍持續維持被收購生技公司之組織獨與營運獨立性，以確保被收購生技公司的科學和創業文化，許多觀察家甚至發現收購常使科學人才離職前往其他企業或大學(Powell et al., 1999)

大型製藥公司具有化學製藥公司所擅長的利用知識的範疇經濟及整合技術發展高度多樣的商品的重組能力(Cesaroni et al., 2004)。R. Henderson and Cockburn (1993)指出，研究生產過程本身具有顯著的規模經濟，較大型企業具有顯著的範疇經濟，在較大公司中所執行研究計畫會比小型企業之研究生產力更高。此外，在功能不全的創新市場中，大型企業可以在較大的銷售基礎下分攤研究的固定成本，較大型企業也能夠利用與企業的其他資產(行銷或製造)中的互補性，以增加研究生產力。

大型製藥公司與專殊化公司之間，一方面因為高額研發成本、互補性資產、行銷與管制等企業能力、範疇經濟、組合能力促成了合作必要性，Powell et al (1999)指出，生技公司的知識進展快速，技術領導分散，這表示生技製藥公司之間之競爭對立並未發生於企業與企業間層次，而是發生在網絡對網絡層次，也就是不同網絡間的競爭，大型製藥公司與生技公司形成的不同網絡間進行競爭。此外，合作網絡的投入成本高昂，會對於不同網絡產生影響，由於跨組織的知識轉移需要大量成本，尤其是隱性知識的移轉成本更高，此外，企業對合作網絡與技術市場之取得實際上也會因為成本而受限，因此，合作網絡往往會鞏固且日益層級化並擴張。網絡通常圍繞著一些穩定的核心公司，由大型製藥企業及新進的生技公司所組成(McKelvey et al., 2004)。

生技產業在美國波士頓等地形成地理群聚，地理鄰近性使得區域內的企業具備更跨學門專利、更大的發明者網絡，這是因為，在技術密集的群聚中，較容易發現複雜研發所需的專殊化及互補性能力。此外，由於具有互補性專業(expertise)的彼此間位置極為鄰近，合作的機率增加，這些企業可能利用技術群聚的優勢，以彌補其缺乏內部科學能力和協調能力的弱點(Cesaroni et al., 2004)。Owens et al. (2015)指出，在科學產業的多元組織間的正式聯盟就如同封閉式管道(conduit)中引導資訊及資源之轉移，同時，當區域群聚的企業間形成正式聯盟，主要透過兩個機制強化此一區域群聚的知識外溢效益。

- 地理鄰近性為正式聯盟所形成的開放渠道(channel)

地理鄰近性使得此一組織間的個人也會形成非正式連結，而形成發散的資訊外溢渠道，使企業得以取得經由非正式網絡渠道傳輸的資訊。

- 機構多元性與公共研究機構之開放科學影響

公共研究機構(Public Research Organization, PRO)包括大學及非營利研究機構，其角色及美國科技產業對多元組織形式的倚賴，形成美國高科技群聚的優勢。即使當個別聯盟受到夥伴的專有性規範(proprietary norm)而形成密封式的管道，一方面組織多元性有助於研究前沿(frontier)的知識發展，另方面，PRO機構主導的較大網絡會使整體結構更為開放，這是因為PRO機構很少被關閉或合併，且較不受市場壓力影響，因而有助於維持高度動態技術領域的穩定性，且PRO機構具有有開放的科學發現的散布及使用法則，與極為不同的研究評估篩選環境。

美國PRO機構對於美國的生醫研究發展具有相當突出的角色，首先，生醫研究主要由 NIH所管理，美國的生醫研究系統專注於特定疾病類別的新型知識之整合，NIH將生物領域研究對人類疾病之本質與機制、臨床研究、醫療實務與新治療方式的開發與發現進行整合。此外，美國透過各種補助來源與篩選機制，補充了NIH的角色，這些不同補助機制依據不同的補助經費分配原則，引進了經費贊助者之間的競爭，並容許多元性之探索，同時維持對頂尖基礎科學的重視，並形成較為整合之系統。相對地，歐洲的補助系統各國間存在分歧途徑，資源於各個研究間過於分散。歐洲的生醫研究通常限於大學的高度專殊化實驗室，與教學、醫療實務與產業研究較少互動，歐洲醫院的研究功能較低，造成生醫研究集中於國家實驗室，而非如同英美集中於醫學院(McKelvey et al., 2004)。

其次，美國的大學也為生技製藥公司的組織能力培養提供制度環境，Tether and Metcalfe (2004)指出，美國大學係以系為主體，教學與研究高度整合，提供管理複雜組織之經驗。此外，博士後研究人員必須在競爭環境下為科學研究募集經費，這些都有助於創業精神(entrepreneurship)之培養，畢業學生在完成研究後加入產業界，科學、組織與創業精神三者搭配，形成產學關係發展的重要條件。

本研究經由探討製藥產業之部門創新系統特性，並由企業能力、重組能力及網絡管理能力等組織學習觀點，探討美國生技製藥產業之研發網絡之機構多元性、機構基礎環境與地理群聚之交互影響，並探討企業投資於研發合作網絡如何取得其網絡管理能力，如何透過學研(PRO)主導網絡及地理群聚、機構多元性，產生大量的知識外溢。

本研究並探討製藥產業如何透過與多元研究機構合作(病人團體、保險公司)促進其藥物開發，並說明製藥公司如何透過合作網絡之槓桿，加速研發進程。

經由整合GRB、Factiva(研發聯盟資料)、SDC(併購資料)、Scopus(論文及共著資料)等資料庫資料，描繪我國上市櫃生技製藥公司的研發投資、論文發表、各類研發合作行為，並透過理論觀點，說明這些指標表

現所代表我國生技製藥領域之部門創新系統之特性。

創新網絡被視為後進國家吸收先進國家技術的重要策略，透過供應鏈中的角色(Zaheer et al., 2015)，以及政府以進入國內市場為交換，委由工研院等法人機構鏈結國外大型企業與國內企業，所形成的創新網絡，可有效地進行知識移轉與創新(Dodgson et al., 2008)。因而，本研究搭配巨觀層次(macro-level)實證與微觀層次實證進行結構分析，有助於理解如何規劃執行研發政策以促進成長 (Hage, Mote, & Jordan, 2013; Hu & Hung, 2014; Jordan et al., 2008; Oikawa, 2017)

掌握企業創新網絡，發掘其中的子群，將有助於由網絡的角度思考資源配置，以及促進知識流動(Borgatti et al., 2009; Thomson, Perry, & Miller, 2009)。如此，政府方得以更有效率更策略性地運用研發投資經費促進創新網絡發展。

第二章　製藥產業研發分工與我國製藥產業政策

2.1 新藥開發成本上升與研發時程延長

推升新藥開發成本的主要因素如下：

- 新藥批准管制審查趨嚴推升研發時程
- 新藥研發重心朝向慢性病用藥轉移
- 研發過程的高耗損率(attrition rate)

由於藥品管制機關更關注藥物安全標準並為避免副作用 因而提高管制標準，加上早期已能解決的疾病及化合物較為單純，但隨著新藥開發的研發成本上升被歸因於藥品開發重心轉移至慢性病之趨勢，慢性病需要較大的範圍，需要較長的臨床試驗與更特定且複雜的化合物辨識過程，藥物化合物及所需處理的疾病日益複雜造成藥品開發成本大幅提高(Kruse, Slomiany, Bitar, Jeffers, & Hassan, 2014; Nightingale, 2000)，1960年代至1990年代藥物研發平均時程由8年倍增至15年(Kruse et al., 2014; Nightingale, 2000)。

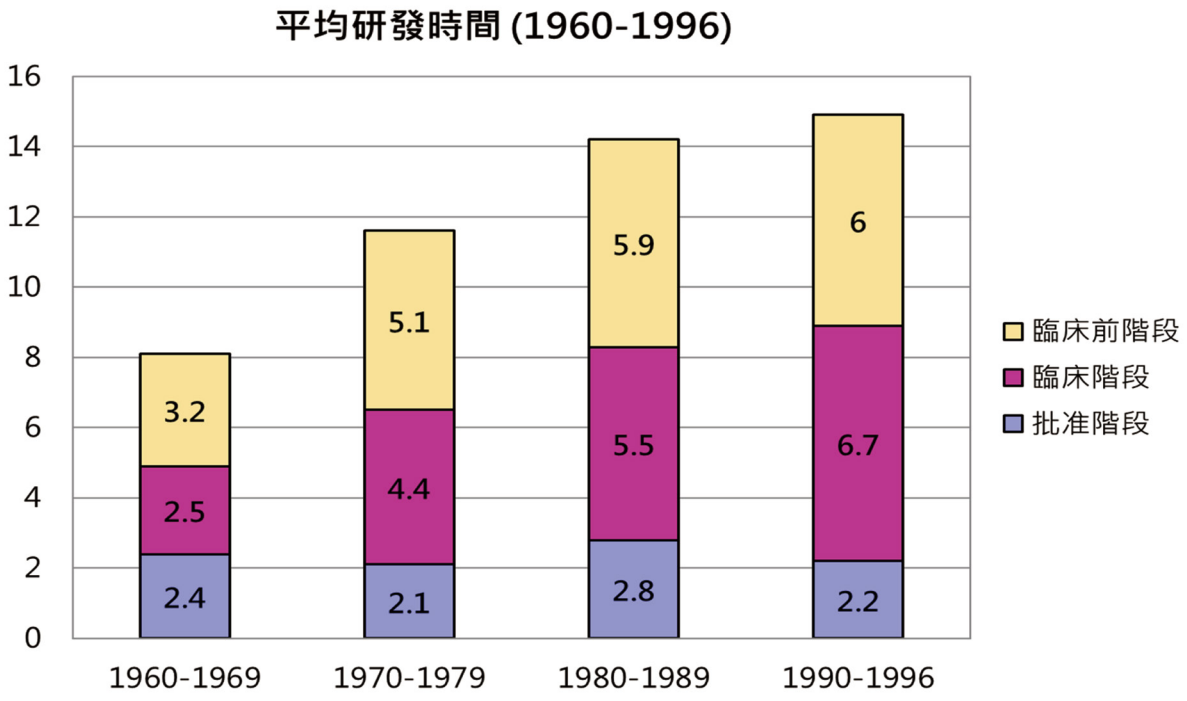


圖2.1 新藥開發平均時程變化
資料來源：PhaRMA(1998)。

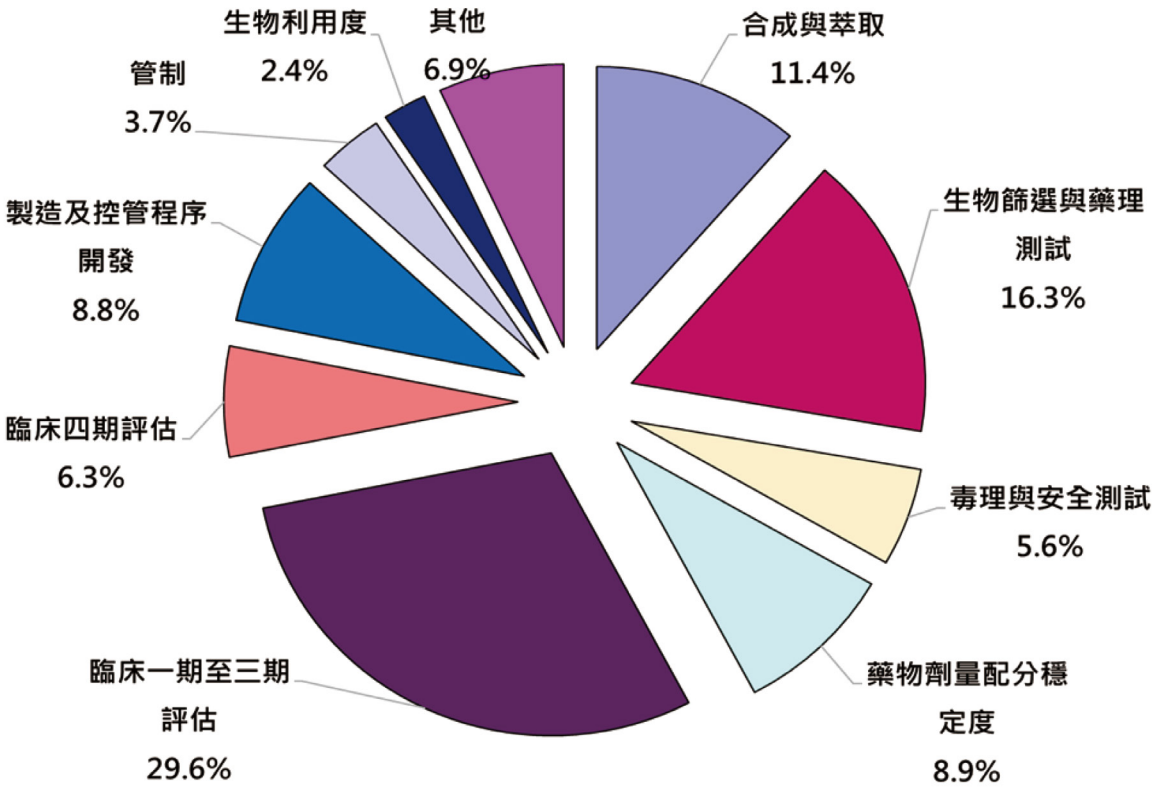


圖2.2 新藥開發各階段成本分布
資料來源：PhaRMA(1998)。

由於研發時程延長造成專利獲准後的市場專有權(market exclusivity)被限縮，使得新藥開發專利能於新藥上市後獲利的時間受到嚴重壓縮(Kruse et al., 2014)，進入臨床試驗階段的藥物開發中，僅有11%的藥物被批准，因此，這11%的成功開發新藥所獲得的商業利益除了必須支應自身的研發支出之外還必須支出那89%未成功開發之藥物開發成本，這些因素促使許多企業開始進行研發生產力提升之策略(Kruse et al., 2014)。PhaRMA(1998)指出，新藥開發各階段成本分布(圖2.2)臨床前相關成本約占40% (生物篩選與藥理測試占16.3%、合成與萃取占11.4%、毒理與安全測試5.6%、藥物劑量測試評估8.9%)臨床一期至三期試驗評估的開發費用占30 %，還有其他製造開發、管制與臨床四期試驗評估成本。

表2.1 藥物開發各階段之典型存活率

	髓床前	第 1 期 (50-100 位健康受試者)	第 1 期 (200-400 位患者)	第 1 期 (3,000 位以上患者)	註冊登記	產品上市
每 1,000 存活率	1000	480	220	71	61	60
市場佔有率	6%	12.5%	27%	85%	97.5%	100%
下一階段的百分比	48%	46%	32%	87%	97.5%	

資料來源：Nightingale(2000)。

傳統化學製藥無法掌握疾病機制的因果關係，以及化合物的化學與生物特性，首先必須合成大量的活性化合物(active compound)後進行藥理效果篩選，並將顯示藥效潛力的分子最佳化、進行密集的毒理測試，通過這些過程的化合物需要再經過臨床試驗，在所有欲銷售市場中取得批准。在早期研究階段，每10000個具有藥理效果潛力的化合物僅有1個化合物會進入場，此一過程必須仰賴嘗試錯誤(trial and error)。

在通過篩選進入前臨床階段劑型毒理測試的活性化合物中，成功機率也僅有百分之六，雖然當藥物研發逐步往臨床三期推進時 成功機率會逐步上升(Nightingale, 2000) (表2.1)，但是累積成本也同步上升(Roediger-Schluga, 2001)。新藥開發主要的階段有藥物探索(drug discovery)、臨床前(pre-clinical)試驗、臨床試驗(一、二、三期)、上市後監控。在藥物探索階段有目標發現、開發先導藥物及將先導藥物最佳化等階段(圖2.3)。Paul 等人(2010)發現新分子藥物(new molecular entity，NME)從一開始的藥物探索到一顆藥上市所需要的成本(需要從口袋拿出來)約8億7千3百萬美元，若計算資本成本(cost of capital)也就是考慮時間與機會成本，在此Paul等人以11%估算後所需的成本約是17億7800萬美元，所花費時間約11.4年到13.5年(圖2.3)(Paul et al., 2010)。

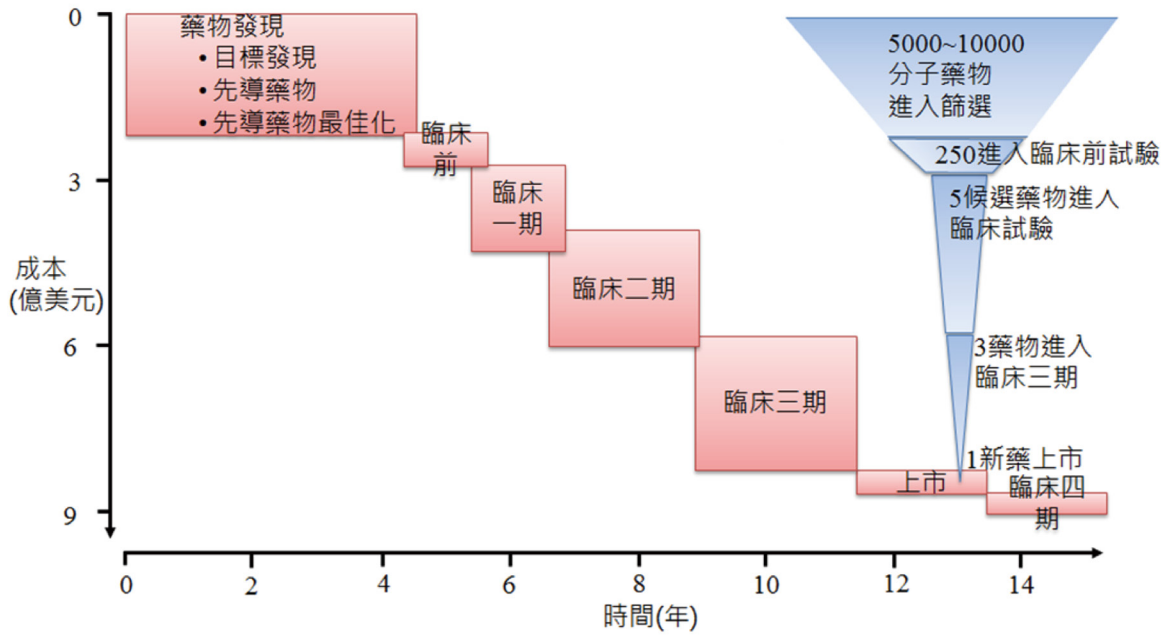


圖2.3 新藥開發階段、時程、成本與成功率
資料來源：Paul等人(2010)；Rousseaux & Bracken(2013)。

2.2 加速研發之新技術與專殊化小型企業興起

1. 研發分工與專殊化

1990年代，製藥業研發過程經歷了巨大的技術變遷，許多新技術工具出現，例如：組合化學(combinatorial chemistry)、高通量篩選(high throughput screening)、DNA化合物資料庫篩選等篩選方式(Leveridge, Chung, Gross, Phelps, & Green, 2018)，有助於藥物化學家開發先導化合物、後續藥物設計和修飾結構，以改善藥物代謝與藥物動力學、毒性和安全性等。以及在silico實驗中採用電腦輔助工具，大幅提高了製藥研發的研究效率。一般認為這些新興工具所帶來的研發生產力大幅提升實質地降低了製藥研究的規模門檻，使得製藥研究的瓶頸由合成及篩選足夠數量的化合物轉移至優異科學成果。

美國國防高等研究計畫署(DARPA) Make-It計畫和新成立的藥學探索與合成之機器學習(Machine Learning for Pharmaceutical Discovery and Synthesis)聯盟，聚焦在發展資料驅動合成規劃計畫和利用電腦模擬分析預測有機體反應的結果，應用於藥物探索加速找到有價值的小分子新合成路徑和更好的合成路徑到已知的分子等(Coley, 2018)。而英國創新藥物探索的國家機構Medicines Discovery Catapult與英國生技產業協會(UK BioIndustry Association)提出的最新的一份報告顯示英國的藥物探索正蓬勃發展，藥物探索產生大量複雜的生物、化學、臨床和安全的資訊，需要人工智慧和電腦模擬等新技術，幫助資料科學家分析藥物的最佳化與進展以利做出最佳決策(Grignolo & Siu)。

這些加速研發時程的新興藥物開發技術的興起，促成大量專殊化的小型製藥公司

的興起，研究指出，既有企業(established firms)因為組織的程序、常態實務、溝通結構都已被舊有知識型態所制度化(Cohen & Levinthal, 1990; R. M. Henderson & Clark, 1990)，因而難以接受及發展新的架構性知識，相反地，新進企業(entrant firm)更具備建立新的架構性知識(architectural knowledge)所需的知識與能量，以進行架構性創新(architectural innovation) (R. M. Henderson & Clark, 1990)，也可以說生技公司的組織原則更符合其以合作研發網絡作為學習管道及創新場域(locus)之需求。許多實證研究發現高度專殊化的較小規模企業更擅長產生優異的科學成果，這形成了由高度專殊化小型企業負責科學研究，大型製藥公司則專注於新藥的開發、測試與行銷的研發分工型態，這對於在製藥產業長期處於落後的亞洲國家開啟了機會之窗(Roediger-Schluga, 2001)，事實上這提供了破壞式創新之機會，本研究將在後續章節進行討論。

2. AI、大數據對研發生產力之影響

AI、大數據與模擬等資訊技術，逐漸由加速藥物開發進程的特定階段，如：篩選發現、臨床試驗病患篩選與設計等，生物模擬(Biosimulation)提高藥物開發的可預測性，避免臨床試驗晚期的意外挫敗，Merck所擁有的GNS公司專殊化於建立生物系統與程序的模型，Spotfire、Simulations Plus公司等較為專注於建立三D影像。在藥物開發的研究階段運用基礎科學強化對化學結構及生物活動間關係的理解，結構化學之進展與電腦模擬與視覺化技術使研究者得以將分子蛋白質與基因的結構模型化及視覺化以模擬其互動模式，藉此測試其隱含理論，模擬技術也可以用於過濾化合物資料庫(Nightingale, 2000)。

Novartis和Microsoft合作運用AI共同開發藥物距今約六年，當時前二十大企業僅有半數使用真實世界資料進行癌症藥物開發，目前則全數的前二十大藥廠都已投入(Neville, 2020)。在藥物探索方面，Google的DeepMind實驗室在解決蛋白質摺疊問題之預測競賽中大幅領先製藥公司及大學之研究人員，也正確地預測癌症病理。此外，生物模擬搭配AI，可協助，找出有希望的標的並判定藥物可影響此一標的程度，尋找最具潛力的候選藥物。

Johnson & Johnson公司經由生物模擬技術，輔助藥物篩選及開發，該公司為判定糖尿病的新療法的安全限制，運用一群虛擬病人，預測不同藥物用量下之風險，以設計臨床試驗藥物用量，使其可以事先免去五分之四的試驗、降低六成的招募病人、降低40%的臨床試驗期間(Economist, 2013)。

除了藥物發現階段之運用之外，以下簡要說明大數據與AI之創新需求之主要驅動因素及技術應用途徑：

- 保險公司和政府等支付方(payer)之藥物績效實證應用

隨著醫療成本飛漲，公民團體與保險公司及政府開始關注藥物的實證，醫療紀錄、社群媒體等大數據資料也開始成為支付方所關注之藥物實證來源。透過大數據及AI可以找出無效的藥物，這使得藥品療效的供應鏈的反饋更為快速直接，消費者成為藥物品質的更直接評估者。

- 醫療院所之醫療風險控管應用

醫生面臨患者不同症狀組合可能醫療風險，或者不同藥物合併使用可能產生風險，

在用藥時往往缺乏科學文獻或臨床研究的實證指引，透過醫療紀錄資料庫搜尋，進行相關性的統計分析以決定用藥，雖然相關性分析無法說明因果關係，且資料庫母體涵蓋範圍有限可能具有篩選偏誤，但對於醫療決策與風險管理仍提供有用的決策工具。

- 罕見疾病或老藥新用之真實世界實證(real world evidence)應用

自2016年美國通過二十一世紀治療法(21st Century Cures Law)例如，Pfizer藥廠開發了用於治療乳癌的Ibrance藥物，但由於此藥的臨床試驗病患及用藥處方指引都僅限於停經後的女性。因此，Pfizer利用既有的女性病患隨機臨床試驗資料，搭配來自其他男性的保險給付資料之醫療資料實證，也就是真實世界實證(real world evidence)進行比較分析後，成功向美國FDA、加拿大管制機關證明藥物對男女性病患之安全性及有效性。原本重新納入男性病患進行臨床試驗需要三至五年，透過大數據縮短至一年內。同樣地，瑞士藥廠Novartis透過大數據分析，將原本鎖定治療心臟病但臨床試驗初期結果不佳的新藥Canakinumab，重新分析臨床資料後，發現該藥對於肺癌具有顯著療效。這表示大數據的應用，甚至臨床試驗資料的整合，有助於非線性地探索藥物開發的方向，尤其，臨床試驗的統計正確性因為負向結果被藥物研發機構或企業所掩蓋，臨床試驗流程問題等因素，被認為存在著嚴重的虛假正向結果(false positive)、虛假負向結果(false negative)的問題，因此，大數據整合成為解決此一問題的重要方法，各國政府因而逐步推動臨床研究登錄、研究結果及資料分享等透明化機制，這意味著近年逐步強化的臨床試驗登錄及分享機制，不僅提高研究正確率，也讓研究者可以從大數據中找到許多虛假負面結果(false negative)、被錯殺的寶貴資料，重新調整研究方向，這表示臨床試驗大數據有助於提升臨床研究之正確性。此外，透過更即時、追蹤性的醫療大數據，可以對藥物品質及安全性提供後續實證檢驗，可解決臨床試驗外部效度、可概推性(generalizability)不足的問題(Economist, 2013)。

- 精準醫療及預防醫療興起

遺傳學的興起促成精準醫療興起，例如，不再只開發一種乳癌藥，而會開發多個子類乳癌藥，此一趨勢促使臨床試驗病患招募較為困難，藉由大數據資料，有助於通過FDA審查。基因學應用於個人化醫療被認為是趨勢,對於個人化治療或罕見疾病而言，只有少數病患較難以發現藥物間差異，可以透過與其他臨床試驗資料的整合之大數據來加以解決(T. Economist, 2015)。因此，Merck藥廠投資四千萬美金於臨床資料與分析公司TriNetX，而Roivant Sciences藥廠 投入四千萬美金於Detavant公司以連結分散的醫療資料供研究使用。保險公司、政府健保機關及醫療體系大量投入AI與大數據於藥物開發及使用之應用，這表現出研發經費贊助者的高度機構多元性(institutional diversity)。

因此，AI與大數據逐步更深入影響製藥公司的價值鏈及核心能力的重新定位，例如：瑞士藥廠Novartis自2018年起，將公司重新定位為資料科學公司(data science company)，將關於分子之資料視為公司的核心資產，致力於整合臨床試驗資料與病人之基因組成等其他匿名資料，以發掘最容易受益於新治療的超級反應者(super responder) (Neville, 2020)。

然而，AI技術於藥物開發之應用仍面臨重大挑戰，首先是技術發展成熟度問題，美國賓州大學生物統計學家Susan Ellenberg便認為，藥廠GSK與23andMe合作取得其基因資料庫資料進行AI分析，對個人的基因資訊進行醫學詮釋，但並未實現過去所預期的醫療革命，早期發現成千上萬個相關多數無法產生成果，他更擔心向人們呈現特定基因與健康結果之間的連結，可能會使其沒有必要地尋求針對尚未形成問題的狀況進行有害的治療。此外，AI雖然被用於基因資料之相關性分析，但生物對於機制及病理的理解程度仍然有限，限制了AI分析之成果(Neville, 2020)。此外，依據MIT電腦科學家Pentland估計，四分之三的AI機器學習領域的科學論文由於過度配適(overfitting)而無效(Economist, 2013)。許多研究者則指出藥物研究轉化為較便宜的醫藥效率提升的跡象仍不明顯，並提醒愈多資料，有可能以更多方式產生誤導，導致錯誤事物的更精確估計(Economist, 2015)。

再者，僅有AI數位能力不一定能加速藥物開發領域，McKelvey等人(2004)便指出，藥物發現與開發仍然需要有較寬廣且更普遍的觀點，較寬廣觀點的必要性在於，特定類別藥物的替代發現路徑、不同技術間的認知互補性、範疇經濟(economy of scope)的實現與利用。

例如，Google的DeepMind實驗室在蛋白質預測能力競賽中大幅領先學研研究人員，但Merck藥廠卻認為，此時將AI聚焦於探索蛋白質摺疊問題並非最重要的課題，而應將深度學習應用於蛋白質創造、生物過程模擬等藥物發現過程的其他面向，Merck所擁有的GNS公司專殊於建立生物系統與程序的模型，他們認為最可能提升藥物開發可預測性的是模擬生物過程的運作。

Nightingale (2000)則從新技術的引進的高成本角度指出，由於電腦模擬的成本高於預期，而正確性有限，複雜的量子機械運算往往超出超級電腦負荷，且受制於非線性錯誤。電腦輔助分子模型建立或理性藥物設計雖可縮小可能藥物標的數量，但無法完全淘汰嘗試錯誤(trial and error)導向開發途徑，因此，許多製藥公司在採用了理性藥物發現策略後又回到隨機方法，這些企業發現過度理性的途徑可能面臨產生具有類似績效的類似藥物之風險，使其商業潛力受限。簡言之，AI與大數據通常僅被應用於藥物開發與銷售的其中一環，對於整體的研發進程和生產力要產生重大正面影響，仍然必須整合於企業的既有能力之中，並發展重組能力。

3. 委託研究機構(CRO)之興起

此外，委託研究機構(Contract Research Organization, CRO)是製藥產業分工專殊化的一個最蓬勃的組織分工型態，依照實驗的屬性以及新藥開發的階段，CRO公司主要可以分為三種類型：

- 藥品開發/新藥探索：

可區分為化學服務及生物服務兩大類，化學服務的部分包含候選藥物/候選化合物的產出(類似物/衍生物的準備、藥物結構設計、分析化學等)，候選藥物/候選化合物篩選(高通量篩選、分析方法開發等)，先導藥物/化合物的最佳化(檢測執行、結構-活性關係評估、醫藥化學等)。生物服務的部分包含標的物識別(遺傳研究、蛋白質體學、純化、載體建構、基礎分子技術等)，標的物確認(功能基因體學、蛋白質化學、基因改造疾病模式、生物影像等)。

- 臨床前試驗：

臨床前的研究包含臨床有效性(微生物學試驗或是藥理學試驗包含體外以及動物試驗)，臨床前安全性評估(動物毒理，安全性藥理)以及藥物動力學評估。由於法規的關係，臨床前試驗委外比例最高的為大規模的GLP(good laboratory practice)動物實驗尤其是毒理試驗，另外就是動物的供應(如，國內廠商樂斯科及國家實驗研究院動物中心)。

- 臨床試驗：

主要分為四個階段，臨床試驗第1期階段所提供的服務包括藥物藥效學、藥物動力學及藥物安全性試驗；臨床試驗第2期、第3期階段提供的服務包括，研究設計試驗主持人之招募、受試者之招募、受試者之增招、研究監測、數據管理及生物統計、報告書撰寫、法規申請等；臨床試驗第4期階段所提供的服務則有藥品上市後監測，數據處理及生物統計(生物技術開發中心, 2013)。

在臨床CRO方面，由於研究成本的增加，藥物專利期過期導致收入損失以及缺乏內部研發基礎設施，加上有些亞洲國家擁有眾多先進設備和技術的專業臨床試驗中心、快速發展的資訊技術(IT)系統，並處於創新的前沿。例如，臺大醫院的心血管及腫瘤學領域以及在日本、中國、新加坡和韓國的許多其他地點進行幹細胞治療和再生醫學研究。這使得越來越多藥廠傾向把不同的研發類型外包給不同專項的CRO公司執行研究。2014年，全球臨床試驗CRO的市場突破230億美元，預計到2020年將會超過350億美元；Kalorama Information預測，到2021年，全球所有藥物發現研究的三分之一將移交給CRO(Landhuis, 2018)。

在臨床前CRO的部分，製藥領域開發朝向生技與資訊科技運用的新技術典範出現，促使大型製藥公司於臨床前階段納入小型CRO公司。2016年全球臨床前CRO市場規模為32.5億美元，預計在2018-2025期間將以8.3%的複合年增長率增長Frost & Sullivan預估2015-2020，CRO市場在亞洲環太平洋區(Asia-Pacific)的複合年增長率(compound annual growth rate, CAGR)為19.9%(Frost&Sullivan, 2015)。這個預測來自於多數新藥開發學公司對核心競爭力的投資與關注增加；為了減少研發成本加上非核心功能外包的增加，都將進一步推動臨床前CRO市場的增長。臨床前的研究主要有藥物動力學、藥物藥效學以及毒理學測試。而毒理學測試是美國FDA在審查研究性新藥開發(investigation of new drug，IND)最重要的一環；因此，毒理學的試驗一直都占有最大的市場價值。其次則是藥物動力學的委外研究，尤其是在申請美國FDA研究性新藥開發時，該項研究也是審查的重點之一。臨床前的試驗大多以實驗動物為主，而有些實驗則是以體外試驗(in vitro)進行測試。一般而言，由實驗動物進行的試驗都需要耗費大量的人力以及時間去維持動物的照護以及樣本的採集(血液、尿液、糞便等)。此外，毒理以及病理的判讀也都需要由專業合格的獸醫師進行。而大部分新藥開發公司都不具備所需要的設備以及人才，也不願意將研發成本過度地投入在維持整個研究團隊及設備，造就了臨床前CRO的市場利基。

在法規方面，ICH對於臨床前的要求相對於臨床試驗之規定較為寬鬆，最為嚴格是的毒理試驗以及藥物動力學的測試，都需要符合GLP(Good Laboratory Practice，優良實驗室操作規範)。毒理試驗更要求進入人體

臨床試驗之前，需對至少兩種哺乳類動物進行試驗，且應包含一種非嚙齒類動物(一般而言多用大鼠及米格魯狗)。臨床前的毒理試驗包含了單一劑量毒性、重覆劑量毒性、局部耐受性試驗、基因毒性試驗、致癌性試驗、生殖與發育毒性試驗、免疫毒性、光毒性、藥物成癮性試驗以及其他毒理性測驗。長期的臨床試驗需要由等長週期的重覆劑量毒理試驗支持。

2.3 以多元合作關係加速研發途徑與大數據、AI的破壞性創新機會

1. 機構多元性與策略聯盟促進研發進程

由於製藥業的新藥商品數量小，個別新藥的獲利波動性高，造成製藥公司的獲利波動性極大，為克服製藥產業的漫長藥物開發時程及龐大開發成本，以及商品數量有限、獲利波動性高的產業特性，某些大型製藥公司藉由併購擴大企業規模及市占以及商品數量，或者整合行銷通路，使規模成為規律獲利的緩衝(technology life cycle) (Nightingale, 2000; Roediger-Schluga, 2001)。除此之外，許多企業進行各類研發過程改革：收購(acquisition)、策略性合夥(strategic partnership)、預算削減(budget cut)、解雇(layoff)、專注於內部發現、與學研合作(partnership with academia)、研發機構遷移、研發機構關閉、縮小治療焦點等。

其中，收購除了係基於擴大商品組合及市占之外，許多製藥公司透過收購作為取得知識或技術能量的方式，這些企業尤其是跨國企業之所以會以收購方式而非研發聯盟的方式取得技術能量，有時係基於交易成本(transaction cost)考量，當雙方深入合作研發可能具有高度的技術外流的智財風險，將造成極高的交易成本，對於製藥產業的高額研發成本之特性而言，企業可能透過直接收購生技公司等專殊化小型企業以取得技術能量，同時避免研發合作可能的智財外流之交易成本。不過，如前文所述，大型製藥公司具有小公司所缺乏的互補性資產，可以大幅降低技術外流風險所造成傷害，此外，如同Kogut and Zander (1992)所說，當企業進行研發合作時，可以透過快速的學習速率，提高競爭者模仿所需時間及成本，並在競爭者模仿完成前更快速地進行技術移轉，對於生技公司這類技術進展快速的技術部門而言，往往採取合作研發而非購併，以避免購併的不可逆、大量成本。且為了鏈結學研的新興知識並快速溝通整合，即便大型製藥公司收購生技公司，也往往會維持該公司的營運獨立性，避免由於組織原則(organizing priniciple)衝突而使來自學界的科研人員因公司組織文化變動而離職。例如，瑞士製藥公司Novartis於2015年取得Flatiron公司百分之12的股權，利用其資料庫進行癌症藥物開發臨床試驗，2018年完全收購該公司，並且讓Flatiron取得營運獨立，以便於與其他藥廠合作(Neville, 2020)。

除了採取購併方式之外，隨著製藥業的研發合作契約日益複雜化，許多製藥公司會採取更彈性化的契約條款及搭配資產持股的方式，降低研發合作對象的智財侵權投機行為，可一方式被認為相較於收購更具彈性且具有可逆性(Choi & Contractor, 2016)。

此外，尚有以下幾類策略性合夥關係：

- 委外給委託研究機構(Contract Research Organization, CRO)

委託研究機構(contract research

organization, CRO)基於專殊化及組織結構，可提供各種臨床過程的更好服務，包括：研究管理、生物統計、資料管理、pharmacovigilance和實驗室處理。納入CRO高度參與的臨床開發計畫通常較為複雜，且通常時程上更有效率，此外，委外開發需要高度的相互信任，可促進資訊移轉。

研究指出與生技公司合作的協力研發計畫在藥品開發方面具有較高的成功機率，因此，許多企業選擇與生技公司建立夥伴關係、技轉技術，或直接收購該企業，許多藥廠基於降低研發成本而將研發外包給中國或印度公司，例如：Merck將部分藥物開發外包給中國的WuXI Pharmatech。許多企業則基於策略性考量而外包給CRO，例如：Pfzer-Parexel-ICON為Pfzer五年期的臨床試驗管理，Sanofi-Covance以十年的委託研發進行藥物開發，毒理學、化學、臨床試驗與市場進入服務，Eli Lilly則與CRO合作，以擴大於亞太市場之市場進入。

委外研發的缺點則是管制標準、品質與智財權方面之阻礙，以及犧牲開發參與及能力交換(capability bartering)之機會，因此，許多接受委託研發的企業出售委託企業的專利技術，這造成許多國際製藥大廠因而限縮委外研發。

- 與創投公司合作

除了內部企業創投(internal venture capital)之外，許多生技製藥公司已選擇將創投業務外包，藉由與創投公司的策略聯盟支持早期階段創新，雖然控制權降低，但更能分攤風險並提高彈性(Kruse et al., 2014)。

- 與病人團體合作

許多製藥公司與病人團體發展合作關係，除了基於聲望改善及公共推廣(public outreach)之外，也實際用於進行研發合作。例如許多製藥公司在愛滋病用藥開發過程中與愛滋病病患與權利倡議團體組成臨床試驗團體，並協助引導產業層次的臨床試驗設計以符合患者需求(Kruse et al., 2014)。

病人團體甚至會參與臨床試驗統計分析過程，病人團體的此一參與，不僅提升藥物開發過程的透明性並使其扣合患者需求，透過病人團體觀點及與藥物開發、統計專家間方法對話，也帶來許多臨床試驗方法的實質進展，例如：即便許多AIDS病患亟需雞尾酒療法以對抗可能感染，過去的臨床試驗基於實驗設計考量，並不允許臨床試驗病人服用試驗以外藥物，經由統計專家的解決方案，確保臨床試驗在容許病人服用其他藥物的同時，也可確保臨床試驗成果的正確性(Economist, 2015)。

此外，與罕見疾病之病人團體的合作，對於藥物開發臨床試驗之參與病患的取得極具助益，例如，Vertex公司基於囊腫性纖維化(Crystic Fibrosis)為罕見疾病，病人母體很小，因而與病人團體「囊腫性纖維化治療基金會」(Crystic Fibrosis Foundation Therapeutics)共同合作，以提升對臨床試驗與市場需求之認知。此外，雙方並共同出資進行孤兒藥開發(Kruse et al., 2014)，病人團體的參與如前文所述，顯示出美國研發經費的贊助者的「機構多元性」，在此醫密集的制度基礎環境(institutional infrastructure)下，有助於強化研發聯盟及非研發連結，並促進臨床試驗方法發展。

- 與學術機構之合作

製藥產業具有高度科學導向(science-based)，取得及利用科學知識為新藥與學名藥的製造與發現過程中的關鍵所在，製藥產業除了為了學習及吸收學研人才的目的而進行學術出版之外，也透過學術出版對醫藥社群進行商品訊息傳播並提高能見度，因此學術出版是具有高度成本有效性的工具，73%的製藥公司在臨床試驗階段便會開始醫藥研究發表以強化醫藥相關利害關係人之認知，並提升商業化之機會，因此專利及出版被製藥產業視為相互強化且互動的策略(Hu & Hung, 2014)。

由於PRO(大學及非營利研究機構)所主導網絡的開放科學角色，以及地理鄰近性促成非正式關係，促使正式研發聯盟的封閉式管道，成為具有外溢效果的渠道(channel)(Owen-Smith & Powell, 2004)，且研發合作關係會衍生更多後續研發聯盟及非研發連結(Powell et al., 1996)。因此，基於取得知識外溢及非研發連許多企業將研發地點轉移到鄰近知名學術機構附近，Pfizer和Sanofi將早期開發交由學術機構進行，以接觸研究者，及其研發計畫與既有技術，這對於轉譯醫學研究而言係重要連結(Kruse et al., 2014)。如同前文所述，與大學、非營利研究機構等學研機構的合作以及地理鄰近性，可以在正式關係管道(conduit)之基礎上形成非正式關係，產生大量的知識外溢，並促成更多的合作關係建立，同時藉此可接觸優質科學人才，形成更多元的知識來源(Owen-Smith & Powell, 2004)。

2. 製藥研發之破壞性創新：機會與挑戰

Gartner研究報告指出，醫療照護產業的無效率成本高漲及消費者不良醫療體驗，刺激新進企業(new entrants)，大型數位科技廠商將人工智慧機器學習、大數據、數位平台應用於醫療輸送醫療決策、消費者自我照護、資料可交互操作性以及研發，這必然對於醫療產業價值鏈帶來破壞(disruption)，而醫療照護產業則應透過槓桿醫療照護產業的生態系統，以取得新能力和數位服務(Ross, Holmes, & Lefebure, 2018)。面對資通訊科技公司的跨業挑戰，許多製藥公司開始致力於增加附加價值，形成聯盟以提升價值並重塑商品組合。本研究認為，製藥產業本身具有整合不同知識來源的重組能力，科技公司的數位能力對於製藥產業的研發生產力的提升程度，也不能過度樂觀。

在醫療生態系統的技術聚合趨勢下，一方面許多製藥產業透過與具數位能力的大型科技公司合作，例如，Novartis 與Microsoft合作發展AI於藥物開發之應用，Novartis是少數認知到數位創新對於製藥業之機會與挑戰，他們藉由與Microsoft的合作，重新檢視AI對該公司的所有企業活動的應用潛力，不僅是研發階段之應用，該公司理解到必須依據病人結果(outcome)來銷售藥品，將病人至於策略核心的解決方案，以重塑其價值鏈，否則將面臨嚴峻之挑戰(Economist, 2017)。Novartis的擔憂其來有自，首先，許多資通訊科技公司以資訊技術產品取代藥物之治療功能，例如，Nature Cycles公司以APP依據大量付費下載使用者所提供及偵測之個人經期及體溫變化等資料，精確地進行避孕指示，成為唯一取得FDA驗證之避孕用醫材，其預測失敗率與一般避孕藥相當(Economist, 2017)。其次，許多科技公司以預防性醫療服務避免罹病而與藥物進行競爭，例如，預測糖

尿病之高風險，提供健康監測與管理，從而避免罹患疾病及藥物治療。第三，許多大型平台技術科技公司，如：Amazon、Apple、Google、Walmart等，藉由數位能力(digital capability)跨入數位醫療領域對藥物開發，例如：Google於2014年以6.4億美元收購人工智慧分析新創公司DeepMind，DeepMind實驗室採用神經網絡(neural network)方法可預測蛋白質形狀，以利分子藥物開發。

面對此一挑戰，許多藥廠開始積極發展其數位能力，例如：藥廠GSK與23andMe合作取得其基因資料庫資料進行進一步的臨床研究，Novartis與Microsoft合作導入AI應用，運用AI進行臨床試驗資料大數據之分析，以使用「真實世界實證」進行癌症藥物開發。

這表示美國的大數據及AI技術之製藥領域應用之研發有更多元的贊助者來源之多元性，也創造出更多研發連結與非研發連結之機會。而許多技術平台的建立，尤其是可透過交互可操作性擴充的技術平台，例如，Pfizer藥廠開發了hemophilliavillage之網站，提供工具協助病人管理血友病，這些行動工具可與其他App、穿戴裝置和Facebook相整合。而Sanofi和Verily開發了全面性的糖尿病管理平台Onduo，這表示有更多患者的「真實世界實證」可以透過技術平台而被收集，而這些真實世界實證的健康資料，也具有極大的潛力可被用於輔助藥物開發，例如，Amazon收購處方藥郵件配送服務公司PillPack，PillPack原本與與藥商及保險公司合作，一方面避配藥用藥錯誤風險，同時結合自家開發的客戶資料管理平台PharmacyOS，輔助病患劑量安排，並與保險公司解決支付事宜。

此一技術聚合的發展一方面使製藥產業之市場與獲利受到威脅，但同時，也提供製藥公司槓桿平台與資料庫之醫療大數據，以進行藥物發現與開發之機會。許多醫藥產業公司，為重塑商品組合，納入數位服務與數位商品，而重新由「病人中心」(patient-centric)的更寬廣的終極目標，重新對應其核心能力(core competency)，與醫療體系和支付方(payer)合作，提供與現有藥物或服務相關的新服務。

由於許多醫療產業公司需透過形成、編排(orchestrating)和驅動數位醫療生態系統藉之成員，以此保護既有價值流並創造新的價值流，因此，許多醫療產業的業界領導者透過發展新平台能力，運用數位平台支援其技能與組織之變遷，同時透過數位平台支援醫療產業進行數位轉型所需建立的聯盟與合營事業(joint venture)(Ross et al., 2018)。Gartner研究報告因此建議，醫療產業必須透過資料分析、人工智慧從資料中萃取情報，進行商品與服務的差異化，建立多元的價值輸送管道，並透過與其他生態系統夥伴交換資訊以提升能力，包括(Ross et al., 2018)：

- 更積極地參與資料分享加總與分析(analytics)
- 經由API進行公開服務
- 建立具有新技能的團隊

臨床與財務資料的日益提升透明性，正驅動保險公司等支付方(payer)和醫療服務供應商(provider)之間的治療創新、改良與品質評估(Neville, 2020)。對我國而言，雖然因全民健保而無法像美國一樣有這麼多元

的保險公司與數位公司、製藥產業共同建立網絡進行創新，但健保署作為最大的醫療保險機構，仍應經由需求面的科技政策工具，支持相關研發創新以及跨產業合作網絡之建立。

2.4 加速研發之研發網絡取向途徑與我國製藥廠商之產學連結

Chorus 是Elly Lilly公司內部一個小型獨立運作的臨床發展組織專注於藥物篩選到概念驗證的藥物發展，主要任務是以低成本快速完成概念驗證為藥品後期發展定位成功的計畫，使用－小群具藥物發展經驗的內部人員和外部供應商網絡，進行藥物設計、化學實驗、製造和控制過程、臨床前的毒理學和生物學，以及臨床一、二期試驗，經過十多年的發展相較傳統製藥研發，Chorus顯示在時間和成本上持續地對生產力的改善(Bonabeau, Bodick, & Armstrong, 2008; Owens et al., 2015)。

Chorus模式之主要策略：

- 增加關鍵資訊內容轉換到相對較少花費的階段。
- 從原本消耗的費用拿來重新投資於研發核心，也就大幅增加於前期花費相對較低的藥物篩選、臨床前階段之研發投資，更快速的宣判候選藥物的生死(繼續或終止)以篩選成功率較高藥物進入後期(Paul et al., 2010)。

Chorus模式(圖2.4)強調進行充分的藥物探索後再進入臨床試驗，經過充分的概念驗證，這些候選物進入後期可以減少缺乏功效導致失敗消耗降低成本，而這些候選藥物經過相對充分且非常有力的概念驗證，因此命中率大幅提高(Paul et al., 2010)。採用Chorus模式研發速度快了近一倍且成本不到六分之一，只需要28個月和630萬美元，將開發縮短了20個月左右，研究顯示新藥每晚一年上市估計會損失10億美元(Owens et al., 2015)。

此外，Chorus透過整合內部專家與外部研發網絡加速研發進程，在挑選候選藥物的實驗設計或投藥方式(口服、注射等)等方面Chorus借助外部專家的建議，在製造和控制、毒理學、病患安全和臨床試驗外包給供應商(並且允許外包、採購與契約等的獨立性且具備可應變能力管理模式)，內部成員專注在試驗所得證據上。這組織模式使得大約25%是組織營運的固定成本，而75%為外部網路支出(Owens et al., 2015)，因此，Chorus模式可以說是更小、更靈活、更低成本和高度網絡化的研發管理模式。

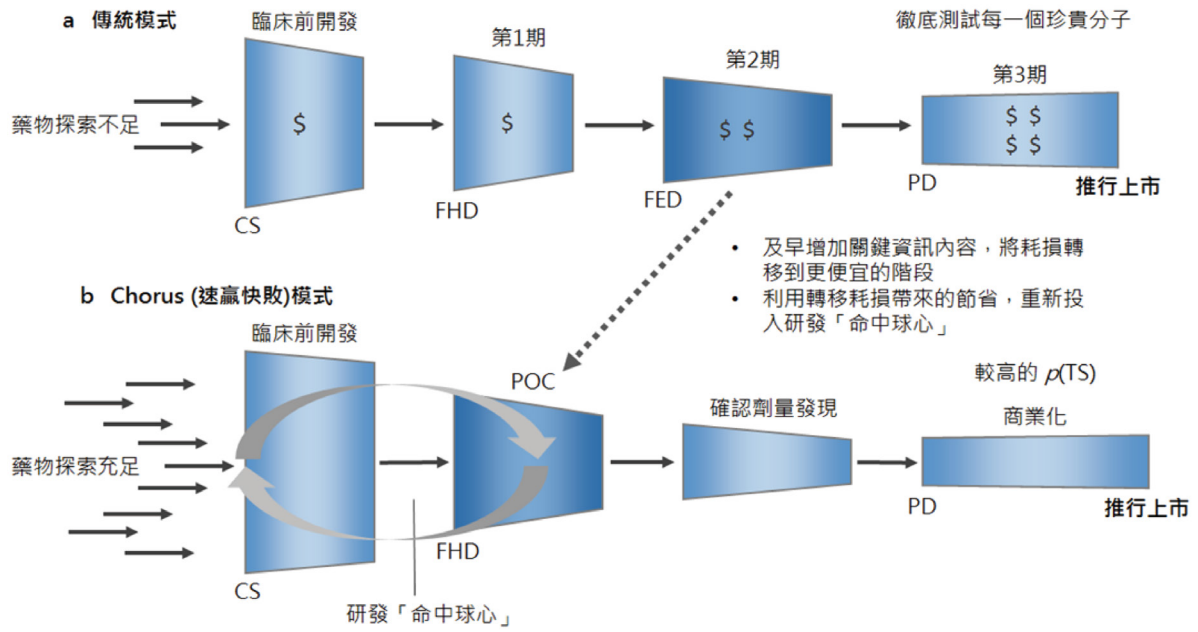


圖2.4 Chorus新藥開發模式

CS：篩選候選物(candidate selection)；FED：有效劑量(first efficacy dose)；FHD：人體劑量(first human dose)；PD：產品決策(product decision)；POC：概念驗證(proof-of-concept)；p(TS)：技術成功(technical success)機率。

資料來源：Paul等人(2010)。

圖2.5為我國生技製藥產業上市櫃公司之論文發表數，資料取自Scopus資料庫之書目計量資料，因為化學製藥或生技製藥公司基本上是科學基礎(science-based)的，因此，論文數可以粗略地反映生技製藥企業之組織原則(organizing principle)及企業內部績效體制是否鼓勵發表論文，是否可能具有來：自學界之研究人員，我們將其區分為兩個時期，第一個時期為2009至2014年，第二個時期為2015至2019年，第二個時期中，完全沒有論文發表的企業家數大幅度地由60多家降至約40家左右，在發表篇數方面，在絕大多數的篇數類別下，2015至2019年這個時期，都明顯地較第一時期的論文發表企業數更高。不過，整體而言，我國上市櫃生技製藥公司的論文發表數都相當低，在11年期間，發表論文數的前十名生技製藥公司依序為：葡萄王(55篇)、賽亞基因(54篇)、尖端醫療生技(33篇)、有勁生技(30篇)、太景-KY(28篇)、台灣神隆(24篇)、行動基因(21篇)、永信(20篇)、科達製藥(19篇)，也就是說，發表篇數前十名的生技製藥公司中，平均每年發表篇數亦僅約2至5篇。

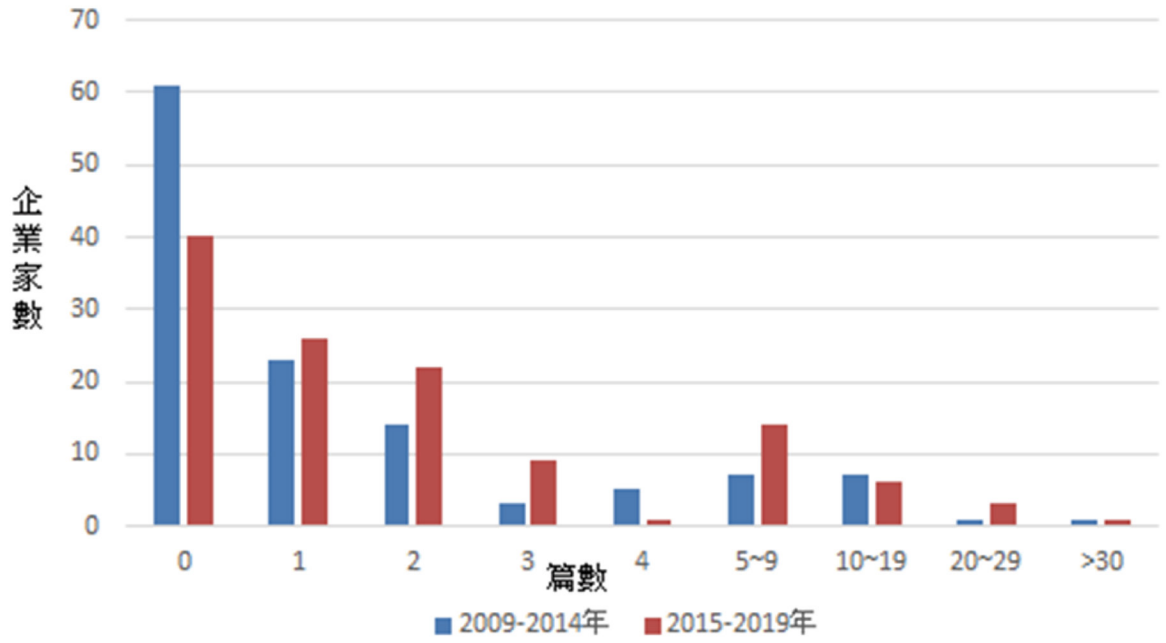


圖2.5 我國上市櫃生技製藥企業各時期發表論文數
資料來源：Scopus資料庫

2009至2014年間有51%生技製藥上市櫃公司完全沒有論文發表，約七成發表篇數3篇以下，2015至2019年間，完全沒有發表論文數的企業占比大幅地降至32%，2010年後新成立的生技製藥上市櫃公司共有34家，這些新進企業絕大多數都有發表論文，因此大幅降低無論文發表之企業家數。由論文發表篇數可以粗略地顯示，我國生技製藥上市櫃公司的公司組織原則和績效體制可能並不鼓勵學術發表，此外，可能由學研機構所雇用研究人員的情況並不常見。

我國上市櫃生技製藥公司自2009-2019年間11年內，總共發表643篇論文，其中613篇論文係產學共著論文，產學共著論文可以表現該製藥公司與學研界的研發合作及連結程度，這些研發連結可能促成後續的產學研發合作或非研發連結，或雇用人力之流動。共著論文篇數前十大生技製藥公司依序為葡萄王(52篇)、賽亞基因(52篇)、尖端醫(33篇)、友勁生技(30篇)、太景-KY(25篇)、行動基因(20篇)、永信(20篇)、科達製藥(19篇)、國璽(19篇)、台灣神隆(16篇)。完全沒有共著論文發表之家數，由2009至2014年間的61家，大幅降至2015-2019年間的40家。雖然呈現改善的趨勢，但整體而言，顯示我國生技製藥產業與學研界的合作仍然相當低，即便是高度重視與學研連結的生技公司也非常高比例完全沒有論文或產學共著論文之發表。這可能表示國內生技製藥企業對於學研連結的投資極度不足，當然這跟企業規模有極大關係。

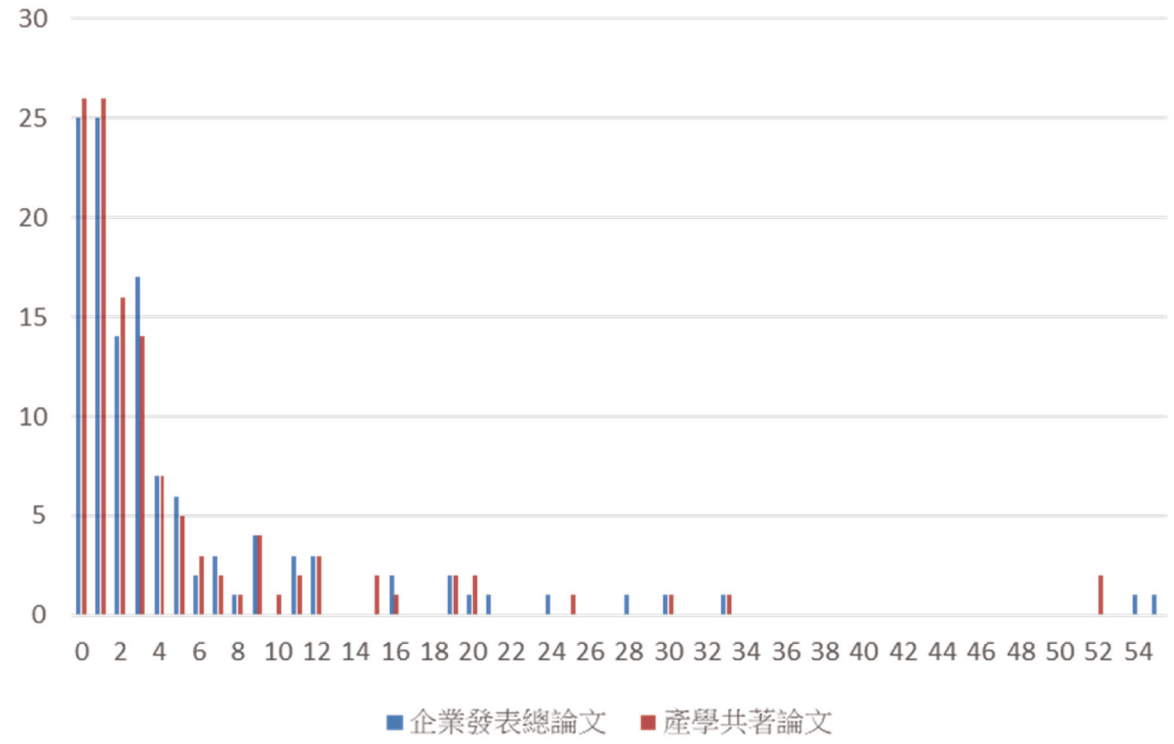


圖2.6 我國上市櫃生技製藥企業論文及產學共著論文數
資料來源：Scopus資料庫

2.5 我國製藥產業推動政策、創新網絡與國際鏈結途徑

1950年代台灣出現了600多家中小型藥品包裝工廠，1960年代至1970年代外國製藥公司武田及杏輝分別採取合資經營(joint venture)和外資所有的模式進入台灣協助提升台灣本地製藥技術。

1980年代我國政府施行藥品GMP管制政策大幅降低一半以上的製藥公司數量，進行產業升級。1990年代台灣政府針對藥品生產推行Bioavailability/Bioequivalency測試標準。

1995年實施全民健保造成以學名藥為主的台灣製藥產業獲利受到壓縮 許多藥廠轉往東南亞或大陸設廠並朝向保健用品、經營行銷通路，台灣多數產業都具有同業間的網絡式組織型態的生產模式，以產生集體學習效果並達到技術創新，藥廠多半是垂直整合，模組性較低，難以如同資通訊產業一樣，全球產業分工促成ICT的產品的模組化(王振寰 & 吳翰有, 2014)。

台灣生技產業的成功仰賴創新技能的發展而不僅只仰賴技術擴散，此一創新技能可驅動新市場及技術發展，台灣的工研院成為創新網絡內的創新技能發展的核心。法人研究機構成為台灣高科技發展無可或缺的創新中介並領導台灣的技術擴散策略，工研院發展生技部門的創新網絡的型態非常不同，雖然仍然會發掘國際市場機會，並在組成網絡以掌握這些機會方面扮演核心角色，然而，網絡的結構極為不同，不再是圍繞著多國企業輸入知識，生物技術網絡圍繞著主要研究機構而形成，以發展新知識為目標，這表現在許多新的生技科學園區形成。

1999年工研院成立生技中心，東亞企業利用產業下滑(downturn)運用創新網絡擴散下滑期間所取得技術營收大幅增加但仍不及其他主要產業，工研院的生技開發中心所成立的跨國研發聯盟與IT領域納入大型國際企業以進行知識移轉，但生技領域的創新網絡中的外國企業的規模都與國內廠商規模類似，其創新網絡的目標不在於知識移轉而在於發展新知識，東亞企業利用產業下滑運用創新網絡擴散下滑期間所取得技術發展在地的創新能量。生技領域的成功所需的研究類型不同於IT領域，且通常要較長的育成(incubation)時間(Dodgson et al., 2008; Hu & Hung, 2014)。

生技產業創新網絡的差異的外部因素可能與產業動態有關，內部因素如網絡結構，東亞企業利用產業下滑運用創新網絡擴散下滑期間所取得技術然而生物技術發展較沒有循環週期，這與生物技術產業特性有關，並不像IT領域一樣有產業標準可作為主流設計，而是standalone。

研究指出，在資通訊領域後進國家企業有五個主要途徑可在既有主流企業的優勢下創造動態競爭力(dynamic competitive force) (Dodgson et al., 2008)：

- 利用產業波動之缺口進行研發投資
- 創造新商品
- 發展新程序
- 發展替代品
- 在市場下滑時進入市場(Dodgson et al., 2008)

這些因素在生技製藥產業領域則較為困難，因為製藥產業的產品較為獨立，而不同於資通訊產品的高度模組性(Dodgson et al., 2008; 王振寰 & 吳翰有, 2014)，得以槓桿外部資源進行整合以超越競爭者，新商品開發時程又長，市場波動也不大，缺少資通訊產業所長出現的市場對商品技術績效之需求低於企業所提供之商品技術績效水準，也就是出現績效剩餘(performance surplus)，因而形成以較傳統技術結合新的商業模式進行破壞式創新(disruptive innovation)(Clayton M. Christensen, 1992)的機會。

台灣缺乏大型國際製藥公司與台灣的合作研發，大型國際製藥公司的參與被認為是生技研發協力的關鍵成分，由於大型製藥公司具備發展及保護高商業潛力智財權的專業，有完備的行銷與配送管道，且熟悉應對嚴格的管制指引，因而，可對於創新網絡具有重大貢獻，大型製藥公司的這些將技術商業化的技能是台灣生技產業的創新網絡所欠缺的(Dodgson et al., 2008)。他們認為政府雖然2007年起的生技產業發展政策已致力於改變此一缺乏對應結構性機制，專注於以財務補貼及研究成果由公立研究機構向私人企業的擴散的新藥研發但部門創新網絡仍然有限，直到2009年的生物技術起飛方案致力於經由不同的組織形式(授權協定、非資產聯盟、技術與科學服務供給供應等)，試圖建立生技製藥產業的開放創新系統，以建立與大型製藥公司、產品生技公司、平台生技公司及大學間的各種夥伴關係。

生技產業起飛方案有四個強化價值鏈的途徑：

- 強化產業價值鏈連結，尤其是商業化過程的前臨床開發
- 建立生技創投基金(公私部門共同集資)
- 推廣整合性的育成機制

- 建立台灣食品藥物管理署已使台灣製藥相關管制環境符合國際標準
- 其目的在於建立開放創新系統，彌平產業價值鏈間與內部外部落差，並建立商業化機制(Hu & Hung, 2014)

不過，健保管制政策、藥品給付及定價政策、醫藥分業政策等需求面因素造成大型製藥公司缺乏投入台灣市場的誘因(BMIResearch, 2016, 2018; 王振寰 & 吳翰有, 2014)，僅尋求智財權保護，槓桿管制性、製造、 行銷與配銷經驗，台灣的新政策能否成功仍存在許多變數(BMIResearch, 2016, 2018; Dodgson et al., 2008; Roediger-Schluga, 2001)。其中613篇論文係產學共著論文(圖2.6)，是否有效值得商榷。我國僵化的藥物給付和定期砍價的健保藥物價格管理政策是否有效值得商榷，BMIResearch (2018)指出，我國健保藥物給付政策之藥物價格嚴格管控之作法，事實上只是將成本轉移給病人及其家屬。Tether and Metcalfe (2004)亦指出，外科醫生的行為有很強的習慣性，受到行銷策略的極大影響，由於對這些誘因的理解不足，降低了價格管制的效果，此外，他們認為藥物市場的強力競爭及國際競爭，可產生較佳的藥物創新績效。過度仰賴管控工具會保護較低效率的廠商。

由於新進企業(entrant firms)的組織型態對於生技製藥這類新興藥物開發途徑具有組織結構上的優勢，不同於大型製藥企業本身的組織分工、溝通結構(Cohen & Levinthal, 1990; Henderson & Clark, 1990)、內部程序與慣例(Christensen & Kaufman, 2006)、商業模式(Chesbrough, 2011)等都已被既有製藥技術所制度化，小型企業特別能利用創新網絡來克服規模上的劣勢(Dodgson et al., 2008; Henderson & Clark, 1990)。

而對小型製藥企業而言，有幾種途徑可以取得競爭優勢：

- 槓桿外部風險資金
- 形成與國際大型企業的夥伴關係
- 進行國際企業的收購或被收購

其中，在形成與國際大型企業的夥伴關係方面，可形成創新網絡，一方面是策略性考量，搭配稀有的技術性能力(尤其是互補性技術資源)，其次為經濟性考量。台灣廠商形成研究聯盟以經由資源轉移及集體提升吸收量來促進小企業成長，並分攤計畫的成本與風險(Dodgson et al., 2008)。在進行國際企業收購或合併方面可以帶來顯著的內外部資源整合的效益，許多研究指出，企業集團(business group)的運作模式，在專利保護、資本市場條件不成熟的國家，可以提供企業的創新性、高度研發投資誘因(Mahmood, Chung, & Mitchell, 2013; Wan, 2015)。藉由企業集團內部的高度凝聚性與信任，一方面降低於不成熟制度環境下的交易成本，另方面可以提高能見度，提高國際企業對其評價，而促進交流。

不論採取鏈結國際創投、創新網絡或企業集團模式，都可以有效突破知識流動的國際障礙，對於欠缺吸引國際製藥企業投資的台灣製藥市場而言，都是亟需推動的方向。

2.6 我國公私部門研發支出差異與企業吸收能量不足

許多研究指出，企業必須進行自我研發

才能累積對外部知識的吸收能量(absorptive capacity)(Cohen & Levinthal, 1990; Jaffe, 1986; Zahra & George, 2002)，Cohen and Levinthal(1990)認為，由於企業的學習具有路徑依賴的累積性(accumulativeness)特性，自我研發一方面可以確保外向吸收能量(outward-looking absorptive capacity)所需的知識多元性，另方面可以提高向內吸收能量(inward-looking absorptive capacity)，經由自我研發使企業內部的知識重疊(knowledge overlap)提高，因而提高對外部知識的發掘(identify)、吸收(assimilate)、利用(exploit)之能力。有些研究則認為研發合作(R&D partnership)可以提升企業的吸收能量，因此，由吸收能量的觀點來看，當企業本身並未進行足夠的自我研發時，將難以吸收外部知識。

表2.2 各國製藥產業企業研發支出金額比較

製藥產業按當期價格和購買力平價計算的企業研發支出							
	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012
比利	661.4	1416.1	1467.8	1529.9	1701.0	2050.9	
法國	2511.7	3908.5	3956.4	3953.8	3760.5	3705.3	
德國	2320.8	3983.6	4206.6	4833.1	4692.2	5227.0	5270.3
愛爾蘭	-	-	-	270.1	279.4	153.8	
以色列	-	-	-	-	313.8	283.2	
義大利	630.7	515.5	608.6	687.2	714.2	752.7	
日本	4814.8	10422.0	11088.0	10339.7	11434.4	11446.0	
南韓	185.3	775.9	807.5	839.9	876.6	1010.1	1231.9
荷蘭			530.7	486.7	449.7	420.5	
瑞典		957.8		711.5		878.9	
瑞士	991.8		2988.4				
英國	4480.4	6106.7	6639.3	6783.5	6705.1	6946.8	
美國	12,793	47,732	48,131	44,936	49415.0	45949.0	
經濟合作與發展組織							
中國	855.4		3225.5	4277.2	5024.1	6026.1	8075.4
新加坡	18.5	116.2	29.7	71.6	100.6	109.1	
台灣	69.8	141.2	195.3	211.6	248.5	313.3	332.6

資料來源：(BMIResearch, 2018)。

單位：百萬美金

台灣製藥產業主要為國內市場導向(Dodgson et al., 2008; Hu & Hung, 2014; 蘇友珊 & 吳豐祥, 2015)，與資通訊產業由大型跨國公司所主導，與台灣其他產業較多中小型企業的結構不同，佔全球藥品市場的比例極低，銷售額前十大製藥廠商絕大多數為大型多國企業。

表2.3 各國製藥產業境外資金投入金額比較

境外資金投入佔各國研發支出百分比							
	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012
比利時	12.0	10.8	9.7	9.8	10.9	10.4	-
法國	9.0	9.6	10.2	9.1	9.2	9.0	-
德國	2.1	3.7	3.7	3.4	3.4	4.0	4.0
愛爾蘭	7.6	20.6	20.6	20.8	20.8	24.8	24.8
以色列	24.9	29.3	33.2	51.9	53.0	50.2	-
義大利	8.2	14.6	10.5	12.6	13.2	12.5	-
日本	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5
南韓	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3
荷蘭	15.4	14.5	-	15.9	-	13.5	-
瑞典	-	10.9	-	12.1	-	13.3	-
瑞士	5.8	-	7.1	-	-	-	15.4
英國	21.5	23.2	23.5	21.6	22.4	21.4	23.7
美國	-	-	-	-	5.2	5.3	5.2
經濟合作與發展組織	-	-	-	-	**6.1**	**6.2**	-
中國	4.0	1.5	1.4	1.6	1.6	1.6	1.1
新加坡	6.0	6.0	6.9	8.9	7.3	7.3	8.8
台灣	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

資料來源：(BMIResearch, 2018)。　　單位：百分比

由於後進國家的產業技術進展可透過跨企業研發合作關係(Oikawa, 2017)，以及跨國企業經由供應鏈合作進行知識移轉(Zaheer et al., 2015)，因此，境外資金佔我國企業研發投資比例，也成為重要觀察指標，我國與南韓、中國的佔比都相當低，相對地，以色列的境外資金佔比則高達25%至50%左右，對照以色列的生技製藥產業高度發展，與國際資金的連結為重要原因之一，國際資金連結不僅提供研發所需知識或提供技術上連結交流的機會(Scalera et al., 2018)，更重要的是可以強化對市場需求之理解，並強化將技有資源重新組合的能力(Arora, Belenzon, & Patacconi, 2018)。

自2002以來，政府雖大力推動生技製藥產業政策，但製藥產業的產值並未大幅成長，低附加價值藥品產值因中國市場興起而增加，但高附加價值藥品的產值則並未增加(Hu & Hung, 2014)。由下表2.4中可以看出，我國的藥品進出口基本上呈現逆差的狀況。

表2.4 各國製藥產業之貿易收支平衡與出口佔比

製藥產業之貿易平衡與出口市場比例						
	貿易平衡 (當期百萬美元)			出口市場比例 (百分比)		
	2006	2009	2012	2006	2009	2012
比利時	2599.1	8562.4	8932.8	12.46	11.46	9.33
法國	6079.8	7015.5	5702.5	7.91	7.65	7.19
德國	10132.7	17526.7	22524.5	14.30	14.42	13.89
愛爾蘭	15007.1	25415.5	25479.6	5.75	6.58	6.35
以色列	2135.2	3129.7	4874.2	1.02	1.02	1.34
義大利	-1483.2	-5204.5	-2603.2	4.54	3.60	4.31
日本	-5372.3	-10144.1	-20333.8	1.02	0.91	0.79
南韓	-1934.9	-2281.8	-3089.0	0.19	0.26	0.30
荷蘭	162.0	2011.5	3300.2	4.20	6.19	3.60
瑞典	5540.2	4827.1	3959.8	2.80	1.98	1.71
瑞士	15679.6	26783.5	36536.1	9.80	9.89	11.84
英國	7864.1	10617.8	8266.0	8.13	7.04	7.32
美國	-17748.1	-16369.1	-24628.3	9.26	9.74	8.85
經濟合作與發展組織	**15784.4**	**38096.1**	**41719.2**	**93.24**	**92.16**	**89.46**
中國	1942.3	1997.8	-1745.1	1.50	1.94	2.43
新加坡	3644.8	3727.9	6595.7	1.70	1.29	1.85
台灣	-1286.2	-1698.0	-2100.2	0.06	0.05	0.09

資料來源：(BMIResearch, 2018)。

台灣的製藥產業的遲緩表現可能部分原因係由於較低的研發密度(研發支出/銷售額)。1999至2011年間，國營事業的平均研發密度為5% 產業平均研發密度則為3.8%，相較於同期的全球製藥業平均研發密度10%以上、美國製藥業平均約20%，差距甚大。

GMP標準的提升也沒有讓台大製藥產業顯著提升產值/出口比率，研發人力與公部門研發支出對於創新環境建立或強化製藥產業創新能力並沒有顯著的影響(Hu & Hung, 2014)。Hu and Hung(2014)以量化資料依據內生成長理論檢視了科學知識對於專利存量(patent stock)之影響，結果顯示，除了工業生產具有顯著的影響係數，包括期刊論文在內的其他變數都與企業專利存量沒有顯著關係，它們認為這可能再次顯示後進國家資源主要專注於程序創新之特性，而基礎研發(科學論文)及應用研發(專利)之間缺乏對應。這表示公部門所進行的大量製藥相關研究所累積大量的知識，雖然表現在期刊論文發表上，但卻無法透過知識流動，顯著影響企業的專利存量。

表2.5 工業生產與專利存量之知識存量

	知識概念		創新基礎環境		技術部門創新系統：包含所有變數
	工業生產	專利存量	工業生產	專利存量	專利存量
共同創新基礎環境					
A L 專利存量	0.308**		0.349		
A L 工業生產		9.442***		3.469**	8.994**
H^a L FTE S&E	1.009	1.518	1.745	1.833	2.037
H^a L POP	6.192***		2.639*		0.213
X^{INF} 教育共享			1.288	1.512	1.642
X^{INF} 公共研發			0.525	0.605	-2.532
X^{INF} 專利			2.580*	2.115	-1.479
個別群聚新環境					
Y^{clus} 私人研發					-3.846
Y^{clus} 專殊化					1.274
連結品質					
Z^{link} 大學研發					1.511
Z^{link}VC					-3.653
控制變數					
各年固定效果	顯著	顯著	不顯著	不顯著	顯著
R 平方	0.908	0.934	0.957	0.971	0.983
調整 R 平方	0.873	0.907	0.907	0.92	0.996
N	12	12	12	12	12

備註：*p<0.l, **p<0.05, ***p<0 .01.

資料來源：Hu and Hung(2014)。

由於台灣製藥產業的中小企業及家族事業之性質，台灣製藥產業的研發活動主要由公部門進行研發支出，公共研發支出由2000年時的1.89億美金增加至2007年的3.1億美金(占整體公共研發投資預算的17%)高於與台灣同為製藥業後進國家的印度。相較之下，台灣的私部門研發投資僅有0.77億美金，製藥產業平均的研發密度約為4%(相較於印度製藥產業約為7%至8%)。

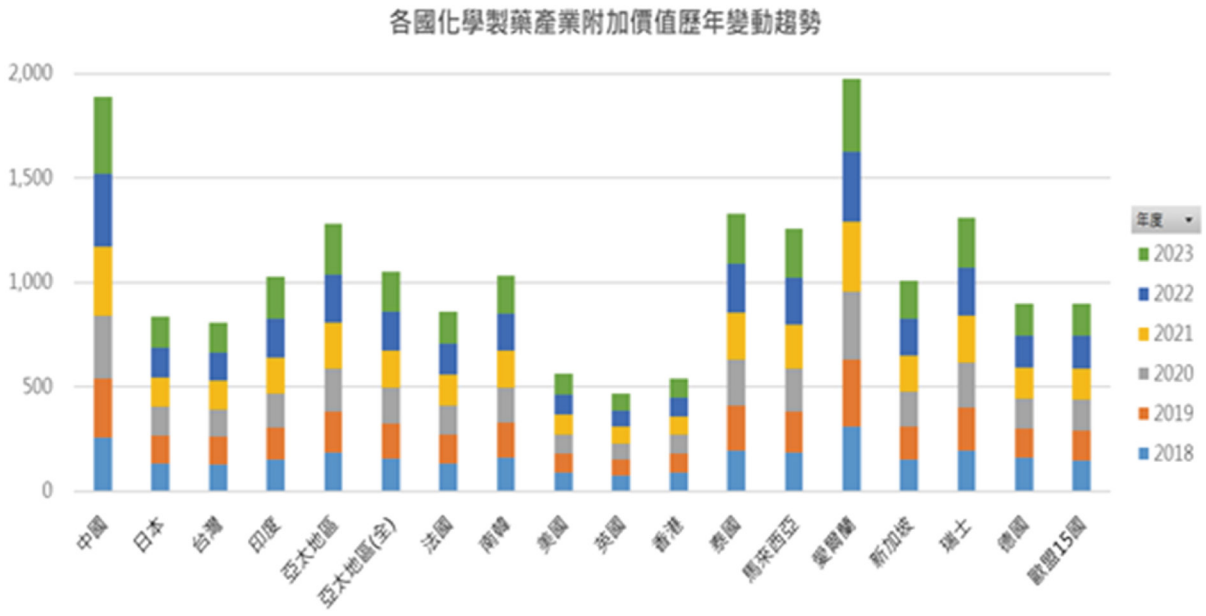


圖2.7 各國化學製藥產業附加價值歷年變動趨勢
資料來源：本研究繪製。

Hu and Hung (2014)認為，這造成雖然我國公共研究的成果豐碩，但私部門製藥產業的研發過低無法連結公部門，此一公共研發與私人研發間的缺乏對應，阻礙了台灣製藥產業的技術商業化。59%的台灣製藥專利是由公共研究機構所擁有，主要為分子生物學及微生物學相關之專利，僅有28%是由私部門製藥產業所擁有，主要為下游應用，如：bio-affecting和body-treating composition，台灣的製藥產業所累積知識主要集中於上游研究，較少關注下游應用開發。技術集中度(technology concentration)下滑及技術優勢值(Revealed Technology Advantage, RTA)僅有0.14為台灣製藥產業的全球市場表現不佳的原因之一，RTA指標大於1表示該國家/地區在選定的技術領域有相對技術優勢，反之，RTA指標小於1，在選定的技術領域(生技製藥領域)有相對劣勢，顯示製藥產業尚未成為策略性及開放的創新技術部門。台灣的研究活動主要集中於公共研究機構，但私部門創新活動仍待發展，私部門的激勵(inducement)係建立永續創新體系並反映商業利益的最有效率及有效之創新途徑，並可強化產業內的技術擴散效果，台灣私部門的低度發展的創新能力(innovative capabiltiy)一方面源自於家族經營的中小事業的保守態度，也由於有限的開放創新網絡及產業群聚。

台灣的國家產業政策專注於建立內生性的技術能力，公立研究機構所產生的研究成果被要求擴散或技轉授權給在地企業，而非考量全球市場需求。公私部門之間創新能力的不對稱加上保守的創投環境，阻礙了創新產生於密切的協力，因而形成台灣製藥產業的價值鏈的落差。這也是我國近年大力推動生技創投，以政策鼓勵國內外創投進行製藥產業研發投資的原因。

第三章　製藥領域政府研發投資分析

3.1 製藥領域政府研發投資策略

2004的生技研發支出為1995年的研發支出的13倍。生技產業專注於產生新商品而非產生新應用，這表現在其研發投資型態中。技術部門結構改變也必須改變經費來源，IT領域的經費主要由參與企業所提供，然而，在生技創新網絡中，生技產業專注於產生新商品而非產生新應用，這表現在其研發投資型態中(Dodgson et al., 2008)。

在IT領域的創新網絡的研究投資(research funding)的型態是反循環的(counter-cyclical)研究聯盟成員企業將成長時期的獲利再投資於產業衰退期。生物技術網絡的的研究投資主要來自政府與創投資金在創投資金部分，創投資金主要回台灣在地的創投資金，而政府出資支持或減稅以支持創投基金(Dodgson et al., 2008)。

政府希望改變輸入技術的方式改採國內創新(domestic innovation)以發展創新能力(innovative capacity)，設立生技園區發展新商品，並資助大量基礎科學研究，大學與研究機構扮演重要研發角色，若能成功對資源有限的小國將很有意義(Dodgson et al., 2008)，Dodgson等人(2008)雖然認為小國資源有限，採取國內創新的途徑，進行基礎科學研究以發展在地的創新能量，若能成功將對小國有極大意義，然而，另方面，如同Tassey所指出小國的研發投資可能有極大的朝向大國的外溢效果，小國投資研發所培養的在地科技人才可能被研究環境與創新環境更好的大國所吸收，而小國研發投資可能僅能強化小國對大國知識的吸收能量(absorptive capacity)(Tassey, 1997)，只不過，當公共研究主要的研發執行單位為學研機構，政府此一研發投資模式可能仍然無法強化企業的吸收能量(Dodgson et al., 2008)。

技術部門結構改變也必須改變經費來源，IT領域的經費主要由參與企業所提供，然而，在生技創新網絡中，主要成員有極大的財務彈性，因此，更加需要私人創投來資助研究投資，初期政府直接投資小型高科技新創。但逐漸由創投公司提供資金，台灣的創投公司快速增加，但創投仍然不太願意投資生技。

政府透過科技基本法等措施支持學研機構與產業間的技術擴散，鼓勵創業(entrepreneurship)成立spinoff，工研院在由研究團隊spin off之後仍加入此一網絡中。

3.2 製藥領域政府投入研究與開發：政府補助研究計畫分析

本研究利用GRB平台、經濟部白皮書及經濟部A+企業創新研發淬鍊推動與管理計畫網站與內部資料，截至108年9月底蒐集103~108年各部會補助製藥相關200萬元以上之計畫，進行750筆(補助金額約250億元)計畫的六大研究分類(基礎研究、應用研究、產品開發研究、生產研究與程序研究、品質研究及商業化研究)的分類(Hage and Hollingsworth, 2000)，並進行主要與次要的製藥研究階段分析，其中297筆(約40%)資料有計畫書或成果書將進行產學合作的分析。

本研究首先針對GRB之製藥相關研究計畫採用新的分類架構進行研發類型分類，傳統上將研發區分為基礎研究、應用研究與開發研究，基本上隱含的是個線性的創新模型，先經由基礎研究產生概念後，進入應用研究針對特定應用標的進行概念驗證，之後進行商品開發。Hage & Hollingsworth (2000)將研發區分為六個類型：基礎研究、應用研究、開發研究、生產與程序(製造)研究、品質研究與商業化研究，所謂生產與程序研究係指製造程序等生產過程之研究，例如：提升製造良率、改良製造程序提高商品的客製化程度。品質研究則係指品質控管、提升商品的新特性(如：提高商品環保性)。商業化研究係指探索利基市場、縮短進入市場時間。若要達成商品與程序的激進創新，可以透過下列途徑：

- 重新連結基礎研究與應用研究以大幅提升商品特性：例如：採取新的技術途徑以提升商品的系統特性。這不僅是始於基礎研究、應用研究而擴及開發研究，而是由開發研究回到基礎研究、應用研究。Hage & Hollingsworth (2000)舉Dupont成功開發尼龍材料的案例，Dupont先執行開發研究開發出了尼龍材料，之後才興起更深入地探索聚合物產業之基礎研究之興趣，而回頭進行更深入的基礎研究(Hage et al., 2013)。
- 藉由生產程序研究或製造研究、商業化研究大幅地改良產品或服務的其他特性：如此可確保開發研究中的激進創新能夠經由其他領域創新的接力創新，成功地進行市場擴散。這是因為，許多激進創新的新商品可能需要其他研究領域激進創新的配合(例如：全新的行銷管道創新)才能在市場中成功完成商品擴散。

因此，Hage & Hollingsworth (2000)認為，將研發區分為六個研究領域的第一個優點是避免過度專注於將開發研究與基礎、應用研究相連結的創新路徑。我們可以由績效剩餘的觀點來加以說明，Christensen (1992)指出，當商品功能性(functionality)的進展落後於顧客需求時，會出現績效落差(performance gap)，此時企業為了達成較高的產品技術績效提升，必須進行垂直整合，進行大量的內部研發，以大幅度地提升產品技術績效(Clayton M Christensen, 1992)。反之，當商品功能性的進展超過顧客需求時，會出現績效剩餘，此時消費者不再願意付高價來購買具備較高產品績效的產品，轉而重視其它特性如即時性或便利的運送服務等等，這表示某一廠商提高次佳商品卻可能因為加速進入市場(商業化研究成果)或者進行產品客製化(生產及程序研究)而取得創新成功，這也就是所謂非線性創新、破壞式創新(disruptive innovation)(Clayton M Christensen, 1992)。以下簡述計畫六大研究領域分類原則：

- 基礎研究(不具特定應用或使用目的，以獲得現象與可觀察事實為目的的實驗性或理論性研究)，範例：探討分子互動、藥物代謝、毒理學等。
- 應用研究(有特定應用目標，但非針對特定商品之研究)，範例：
  (1) 標的確認(Target identification)：發掘及確認人類和病原體衍生的生物分子以作為藥物靶點(標的)。
  (2) 標的確效(Target validation)：確認靶點(標的)在細胞實驗中是否具有調節化合物的生物活性，透過實驗證明藥物是通過某一特定靶點作用。
  (3) 藥物探索：概念驗證，如：先導藥物

合成、候選藥物評估與篩選(組合化學、機器輔助高通量篩選、電腦輔助模擬篩選)。

(4) 先導藥物優化：針對先導化合物(lead compound)進行化學修飾加以優化，以增強其活性或降低毒性等，建立結構與活性的構效關係(structure-activity relationship)。

(5) 臨床前試驗階段的開發藥品規格、最佳適用劑量範圍之研究。

(6) 臨床前試驗階段藥物動力學、安全性藥理、毒理試驗。

- 產品開發研究(運用現有知識，產生新材料商品及商品原型)，範例：
  (1) 臨床一期試驗(不含製造與品質研究相關研究活動)。
  (2) 臨床二期試驗(不含製造與品質研究相關研究活動)。
  (3) 臨床三期試驗至藥物批准(不含製造與品質研究相關研究活動)。
- 生產研究或程序研究(設計新製造商品或程序，以提升製造生產力、提升製造之客製化等)，範例：
  (1) 臨床前試驗階段之生產(製造)與品質研究：化學製造與監控(Chemical Manufacture and Control, CMC)，包括化合物大量製造、純度分析、安定性試驗、劑型設計，以及，藥物動力學、安全性藥理、毒理試驗。
  (2) 臨床試驗階段之生產製造與品質研究：GMP程序驗證啟動及試驗性生產之相關製程驗證、規格確認。
  (3) 改良製程以降低產品瑕疵率、提升良率、提升生產效率之研究。
  (4) 進行藥物生產的產品或製造客製化之研究，如：某些精準醫療研究。
  (5) 強化臨床試驗管理與分析之研究。

說明：若有臨床前CMC研究，則同時歸入生產與程序研究、品質研究這兩類中。

- 品質研究與品質控管研究：商品品質管控管及提升商品品質之研究，範例：
  (1) 臨床前試驗階段之生產(製造)與品質研究：化學製造與監控(Chemical Manufacture and Control, CMC)，包括化合物大量製造、純度分析、安定性試驗、劑型設計，以及，藥物動力學、安全性藥理、毒理試驗。
  (2) 臨床試驗階段之生產製造與品質研究：GMP程序驗證啟動及試驗性生產之相關製程驗證、規格確認。
  (3) 批准後和臨床四期的副作用追蹤、藥品安全監測。
  (4) 改良藥物安全監測的法規之研究(單純投資於臨床試驗設備之研究)

(說明：1.若有臨床前CMC或臨床試驗階段之GMP研究，則同時歸入生產與程序研究、品質研究這兩類中。2.提高客製化視為程序研究，加速進入市場之研究則歸入商業化研究，如：因應個人基因所進行的醫藥或因應不同人種體質所進行的客製化)。

- 商業化研究：探討顧客需求、改良行銷或配送、強化研發分工以加速產品進入市場、商品差異化等之研究，例如：
  (1) 強化藥品銷售之行銷策略研究。
  (2) 探索既有藥物之新適應症之研究。
  (3) 利用大數據探索利基市場之研究。
  (4) 整合研發與製造分工加速產品進入市場。
  (5) 強化學界研究成果之產業應用或商業化(強化產學鏈結)。

3.3 資料整合方法與敘述統計分析

蒐集截至108年9月30日所能蒐集各部會於103至108年補助製藥相關200萬元以上之計畫。本研究之資料蒐集、整理流程與限制如下：

- GRB資料庫：政府補助計畫多數計畫可在GRB查詢到，蒐集103~108年藥學、基礎醫學、臨床醫學、生物科學、醫學技術等領域200萬元以上約2700支計畫，再進行製藥相關計畫篩選有646 筆計畫。
- 公開網站與出版刊物：經濟部白皮書及經濟部A+企業創新研發淬鍊推動與管理計畫網站，103~108年製藥相關計畫200萬元以上約63筆資料。
- 內部研究：團隊小組計畫研究的資料103~108年製藥相關計畫200萬元以上有41筆資料。

以上資料為近六年(103~108年)各部會補助製藥相關200萬元以上之計畫，由於本研究愈探討合作關係之網絡，補助金額愈大愈可能有不同部門、跨團隊或跨機構的合作，因此篩選200萬元以上計畫，而製藥需要較長研發時間因此蒐集近六年計畫。科技部與衛福部補助計畫大多可以在GRB資料庫上找到，而經濟部技術處網頁有將其補助計畫的金額與年度羅列出來，若資料不在公開網站或刊物上，則無法蒐集也無法分析。

資料整合結果之敘述統計分析概述如下：

- 主要補助單位：主要部會機關為科技部(含行政院國家科學委員會)、經濟部、衛生福利部、財團法人國家衛生研究院(簡稱國衛院)、中央研究院(簡稱中研院)、行政院原子能委員會核能研究所(簡稱原核所)等。
- 部會補助單位件數與金額：200萬元以上計畫補助補助件數以科技部最多383筆、經濟部(180筆)與衛福部(131筆)也超過一百件，國衛院、原核所、中研院分別為23、19與9筆，而其他單位有5筆，總合為750筆。200萬元以上計畫補助金額6年累加後，以經濟部補助金額最高約130億元(13,024,069,000元)，科技部(4,178,359,000元)與衛福部(4,161,103,000元)各約42億元，而國衛院(1,434,316,000元)與中研院(1,421,639,000)各約14億元，原核所(526,952,000)與其他單位(320,382,000)分別為約5千萬元與3千萬元，總計補助約高達250億元(25,066,820,000元)，各部會補助如下表。

科技部主要補助計畫為200萬元以下計畫，若加上這些小型計畫的補助金額，則近6年科技部於製藥相關計畫之補助總額也達上百億元。

表3.1 103~108年各部會補助製藥相關200萬元以上之計畫

補助單位	科技部	衛福部	經濟部	國衛院	中研院	原核所	其他	合計
計畫筆數	383	131	180	23	9	19	5	750
補助金額 (千元)	4,178,359	4,161,103	13,024,069	1,434,316	1,421,639	526,952	320,382	25,066,820

資料來源：公開網站。

- 計畫補助金額分布

由於計畫補助額度分布非常廣200萬元到5億以上都有，將補助額度區分為6類200~499萬元、500~999萬元、1000~4999萬元、5000~9999萬元、10000~49999萬元與5億元以上。200~499萬元計畫有332筆占44%，小於1000萬元的計畫有434筆約占58%，因此千萬元以上計畫有316筆約占42%；千萬元以上計畫又可區分為補助金額一億元以下有253筆(33.7%)與一億元以上計畫有63筆(8.4%)，一億元以上計畫筆數占8.4% (下表)。一千萬元以下計畫補助金額加總約17億元(6.7%)，一千萬以上一億元以下計畫補助金額加總約95億元(38.1%)，額度一億元以上計畫補助金額超過總額的一半高達138億元(55.2%)。

表3.2 計畫補助額度分布

補助額度(元)	200~499 萬	500~999 萬	1000~4999 萬	5000~9999 萬	1億~4億999萬	>5 億
筆數	332 (44.2%)	102 (13.6%)	187 (24.9%)	66 (8.8%)	58 (7.7%)	5 (0.7%)
金額	981,984,000 (3.9%)	706,582,000 (2.8%)	4,900,095,000 (19.5%)	4,643,342,000 (18.5%)	11,021,167,000 (44.0%)	2,813,649,000 (11.2%)

資料來源：本研究整理。

- 計畫主要執行單位

將750筆計畫的執行單位歸類約有220個不同的執行單位，這些執行單位可能執行很多計畫而有些可能僅有一個計畫，執行單位分布主要以學校單位為主占44% (下圖)，企業與研究單位分別占24%與23%，而其他(政府單位)與醫院各占6%與5%，由於研究單位如財團法人工業技術研究院、財團法人醫藥品查驗中心、財團法人生物技術開發中心與財團法人國家衛生研究院等執行多筆計畫，因此研究單位的占比小於企業的執行單位。

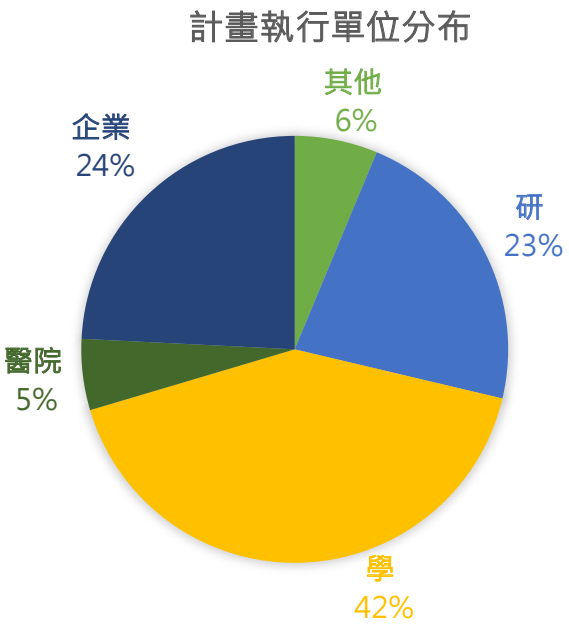


圖3.1 製藥相關政府補助研究計畫執行單位分布
資料來源：本研究繪製。

3.4 政府補助製藥相關研究計畫之研發階段與研發類型分析

3.4.1 政府補助計畫之研究階段分布

本研究採用製藥補助計畫的計畫摘要、計畫書、成果書或網頁內容，進行研發階段分析，依照新藥開發的階段(Choi & Contractor, 2016)區分為探索前(Pre-discovery)、標的確認(Target identification)、標的確效(Target validation)、藥物探索(Drug discovery)、先導藥物最佳化(Lead Optimization)、早期安全測試(Early Safety Test)、臨床前試驗(Pre-clinical Testing)、臨床一期(Phase I)、臨床二期(Phase II)、臨床三期(Phase III)、藥管機關批准(FDA Approval)與其他(產學合作、建立平台、輔導廠商等)共12個階段。由於較計畫大型計畫研發階段不只一種，在此區分為主要研發階段與次要研發階段，而有些計畫目標非常聚焦單一因此主要研發階段足以說明其研發階段。

盤點750筆計畫發現以其他類(建立平台、輔導廠商或媒合廠商為主)為主要與次要研發階段分別161與60筆且估算補助金額約74億元(29.6%)；而以臨床前試驗為主要研發階段有160筆而次要研發階段63筆，並且補助金額估算約69億元(表3.3)；藥物探索主要與次要研發階段的計畫加起來189筆而補助金額約41億元；先導藥物最佳化與標的確認也超過百筆計畫估計補助經費分別為14億元與8億元；早期安全測試接近百筆計畫(主要加上次要研發階段)補助金額達到14億元。主要階段為臨床一期、臨床二期、臨床三期與藥管機關批准的計畫加總不到百筆，補助金額約23億元(9%)，詳細件數與金額見下表。

由盤點結果可知，補助計畫主要研發階段為「臨床前試驗」階段占補助金額27.4%(表3.3)，而從探索前、標的確認、標的確效、藥物探索、先導藥物最佳化、早期安全測試與臨床前試驗等7個臨床前研究階段，為主要研發階段有517筆占近七成(517/750)，補助金額約153億元占約為六成；平台、輔導或媒合廠商類計畫占三成；而臨床階段補助金額不到一成在件數或金額上相對補助較少。

表3.3 製藥相關計畫(200萬元以上)研究階段與補助金額之分布

研發階段	探索前 (Pre-discovery)	標的確認 (Target identification)	標的確效 (Target validation)	藥物探索 (Drug discovery)	先導藥物最佳化 (Lead Optimization)	早期安全測試 (Early Safety Test)	臨床前試驗 (Pre- clinical Testing)	臨床一期 (PhaseI)	臨床二期 (PhaseII)	臨床三期 (PhaseIII)	藥管機關批准 (FDA Approval)	其他
主要研發階段(筆數)	38	71	37	123	61	27	160	37	20	8	7	161
次要研發階段(筆數)	8	45	35	68	47	67	60	15	7	1	0	60
補助金額(千元)	454,826	822,296	250,371	4,106,244	1,392,783	1,471,667	6,857,413	1,364,771	539,215	284,321	95,947	7,426,966
補助金額(%)	1.8	3.3	1.0	16.4	5.6	5.9	27.4	5.4	2.2	1.1	0.4	29.6

資料來源：本研究整理。

3.4.2 政府補助製藥研究計畫之研究類型分布

採用上述計畫六大研究領域分類原則將本研究所盤點計畫進行分類，結果發現單一領域計畫458筆(61%)金額約93億元(37%)，而跨領域(兩個領域以上)計畫292筆(39%)金額158億元(63%)，因單一領域筆數多但額度較低因此補助總額占不到四成，反觀多領域計畫筆數少但補助總額超過六成。在跨領域中兩個領域有150筆約57億元、跨三個領域有97筆約62億元、跨四個領域有31筆約24億元與跨五個領域有14筆約14億元(表3.4)。

而在領域研究中以應用研究所占297筆與近46億元最多，兩個領領域有八種組合其中以應用、生產與品質研究筆數與金額最高為72筆與33億元，跨四個領與跨五個領域的計畫僅有三種組合與兩種組合(表3.4)，隨著跨領域數愈多筆數也愈少。

由下表中可以看出政府補助製藥相關研究計畫有以下幾項特色：

- 多數為專注於單一研究領域(reseach arena)的研究計畫，其中，又以遊學研所執行的應用研究為為最多，不僅計畫筆數最多，計畫金額也最高。相較之下，其次為商業化研究約21億，而補助開發研究僅約10億。
- 跨研究領域的研究計畫則聚焦於應用研究與製程研究，金額達到33億元，其次為整合基礎與應用研究之補助計畫，經費達27億。涉及應用與開發研究整合的研究計畫僅約18億。

表3.4 750筆計畫研究領域之分布

單一或跨領域	研究領域	筆數	金額
單一領域 458 筆 9,250,861,000 元	應用	297	4,567,412
	基礎	6	18,361
	開發	45	1,035,209
	品質	81	1,498,575
	商業	29	2,131,305
兩個領域 150 筆 5,832,194,000 元	基礎、應用	79	2,716,990
	應用、開發	15	169,023
	應用、品質	7	369,584
	應用、商業化	19	1,278,862
	開發、商業化	1	20,070
	生產、品質	15	612,322
	品質、商業化	14	665,343
三個領域 97 筆 6,186,454,000 元	基礎、應用、開發	4	178,670
	基礎、應用、品質	1	47,789
	基礎、應用、商業化	6	487,551
	基礎、生產、品質	1	3,300
	應用、生產、品質	72	3,301,262
	應用、品質、商業化	4	1,892,437
	開發、生產、品質	3	131,146
	生產、品質、商業化	6	144,299
四個領域 31 筆 2,429,463,000 元	基礎、應用、生產、品質	19	710,902
	應用、開發、生產、品質	10	1,670,561
	應用、生產、品質、商業化	2	48,000
五個領域 14 筆 1,367,849,000 元	基礎、應用、開發、生產、品質	11	585,419
	基礎、應用、生產、品質、商業化	3	782,430

資料來源：本研究整理。

此一政府補助製藥相關研究計畫之分析結果，基本上呼應了許多研究所指出，我國製藥相關公共補助研發主要集中於學研所執行之研究領域，這強化了公私部門間的知識存量與吸收能量的不對稱情況，而不利於我國製藥產業的技術擴散與進展(Dodgson et al., 2008)。

3.5 計畫執行單位與合作單位之研發合作模式分析

將有計畫書或成果書之297筆(約40%)計畫進行內容分析以研究是否有機構或單位間的合作關係，並且區分為單向合作之授權開發、單向合作之委託開發、單向合作之委託研究、單向合作之委託開發與委託研究、雙向合作之共同開發、雙向合作之共同研究及雙向合作之共同開發與共同研究七種類型。若多個中心彼此有合作關係則兩兩羅列出來共有556筆。單向委託研究、雙向共同開發與共同研究、單向委託開發以及雙向共同研究分別占有21%、19%、19%與18%皆有百筆以上；單向委託開發與委託研究筆數也有13%，而單向授權開發與雙向共同開發筆數較少分別占6%與4% (圖3.2)。

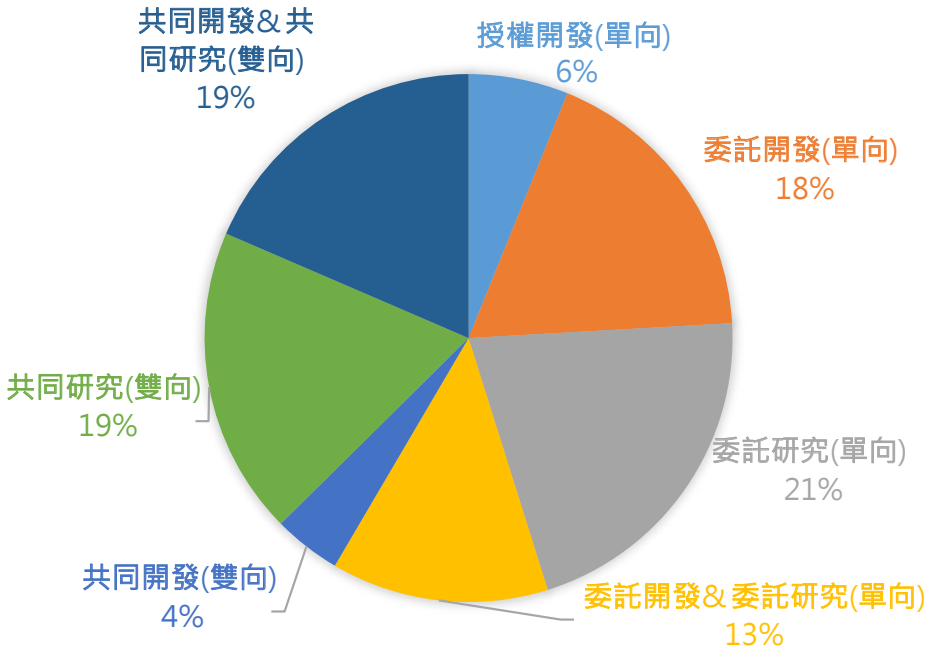


圖3.2 計畫執行之研發合作模式分布
資料來源：本研究繪製。

- 單向授權開發：

在本研究盤點有計畫書或成果書的計畫297筆中，其成果中有技轉並已經完成技轉共有34筆資料列入分析，主要技轉授權給國內外製藥企業的單位是中研院、高雄醫學大學、國衛院、衛福部、中國醫藥大學、原核所、財團法人生物技術開發中心(簡稱生技中心)、成功大學、陽明大學與台灣大學共10個機構/學校。技轉34筆其中接近30%(11筆)是技轉給國外藥廠，如輝瑞(Pfizer)、嬌生(Johnson & Johnson)與必治妥施貴寶(Bristol-Myers Squibb)等國際大藥廠。約70%(23筆)是技轉給國內藥廠，如東洋與生脈生技等製藥企業。

- 單向委託開發：

在本研究盤點有計畫書或成果書的計畫中，有描述委託開發100筆列入分析，委託方與被委託方可能為產官學研醫，委託方企業約占50%而被委託方醫院約占70%，企業會委託醫院進行臨床試驗研究開發；如國際大藥廠阿斯特捷利康(AstraZeneca)、默沙東(Merck)和輝瑞等委託各大醫院(如成大醫院、台大醫院)進行臨床試驗。若醫院是委託方則被委託方有可能是學校、研究單位、其他醫院或企業，例如，醫院委託國內外大學進行提升品質的統計驗證或影像平台系統開發。

- 單向委託研究：

分析盤點計畫有相關資料如計畫書或成果書297筆，進行委託研究整理分析，單向委託研究是最多筆數的類型有117筆，委託方與被委託方可能為產官學研醫，委託方為學研共占約68%而被委託方為醫院與研究單位共占約62%，學校或研究單位委託研究單位進行藥物探索、篩選候選藥物或不同癌症細胞株之特定化合物重新檢驗等，例如，學研委託中研院基因體研究中心進行超高速篩選從幾百萬個藥物化學資料庫中，尋找具高活性的分子化合物，了解特定功能機制以利於後續藥物開發或治療開發。在被委託方為企業或研究單位主要是進行整合提升轉譯研究能力、動物毒理分析、體外細胞毒性測試或第三方藥效確認等委託研究。

- 單向委託開發與委託研究：

在本研究盤點計畫有相關資料如計畫書或成果書等，整理分析歸類委託開發與研究，委託方與被委託方可能為產官學研醫，這些資料顯示委託方以政府為主約占六成，進行藥品安全與品質提升、法規布局策略分析和法規科學研究或新穎治療策略研究等。若被委託方為醫院，主要進行臨床試驗設計與創新、特定疾病資料庫分析應用與低副作用藥物研發或檢測流程與檢驗機構品質提升。

- 雙向共同開發：

盤點計畫297筆，相關資料中被歸類為共同開發23筆皆為外部(不同機構或單位)共同開發，主要有學研技轉給企業後共同開發、企業委託醫院進行臨床試驗第一、二或三期並且共同發表論文刊登於國際期刊等視為共同開發或醫院引進國際CRO大廠進行臨床試驗與多中心試驗案簽訂合作備忘錄等。例如，AbbVie (艾伯維)、阿斯特捷利康、默沙東、諾華(Novartis)和輝瑞等國際藥廠與台大醫院進行臨床試驗並將研究成果發表於國際期刊。

- 雙向共同研究：

盤點計畫297筆計畫書、成果報告書或其他資料，其椿被歸類為共同研發有103

筆，被歸類為共同研究105筆，有27筆為內部共同研究其餘約74 %皆為外部共同研究。主要為藥物探索、安全性測試、先導藥物最佳化、細胞內確認藥效等共同研究。或者進行新技術研究，如藥物與抗體共軛複合體藥物技術的研發。

- 雙向共同開發與共同研究：

依照計畫書、成果書或其他資料被歸類為共同研發有103筆其中8筆為內部共同研究其餘約92%皆為外部共同研究。有國際大藥廠與醫院的合作共同設計與執行臨床試驗，因此視為共同開發與共同研究；研究單位研發新穎候選發展藥物或治療癌症新藥物技轉給既有生技公司或促成新(衍生)生技公司成立，與該公司合作進行後續共同開發與研究。例如，國衛院將抗癌新藥DBPR115技轉給泰緯公司並繼續合作新藥後續研究與開發，工研院生醫所將治療肝癌植物新藥BEL-X技轉給貝爾克斯生技公司並促成該公司的成立，生技中心2016年技轉相關大分子藥物安全性檢測製程與技術而後衍生成立。

第四章　製藥領域企業研發投資分析

4.1 影響國內外廠商研發投資誘因之制度因素

4.1.1 市場結構、管制政策與可獲利性對研發投資之影響

國家創新系統之制度誘因會影響企業研發投資的可獲利性，製藥產業具有開發期程長、技術風險高、獲利波動性高、研發成本高等特性，許多管制政策會影響企業研發投資誘因，市場結構之可獲利性(profitability)：大型企業的市占率較高，行銷能力較高，價格定價能力較高，因此較能從研發投資中獲利，因而使大型企業具有較高的研發投資誘因。由於我國的製藥產業結構較偏向中小型企業，因此研發投資誘因較低(Dodgson et al., 2008; Hu & Hung, 2014; Roediger-Schluga, 2001)。

健保制度等醫藥管制制度：1995年，政府推行全民健康保險，大幅降低國內製藥市場的獲利(BMIResearch, 2016, 2018; Dodgson et al., 2008; FitchSolutions, 2019; 王振寰 & 吳翰有, 2014)。台灣的健保藥價的定價體制(pricing regime)，也被專業機構認為自1995年以來BNHI壟斷控制了給付與定價，由於缺乏健保署(BNHI)和食藥署(BPA)之間缺乏溝通，使訂價和給付體系不透明且複雜。更關鍵的是，多國製造創新商品(multinational-manufactured products)之價格係由BNHII參照十個國家藥品價格後所設定，通常價格設定在較低的區間，例如：PhRMA所提交的2012件提案，僅有兩項商品取得「突破性創新」(breakthrough innovation)，而得以被定價於參照國家訂價的較高價格區間，BNHI的給付水準大約僅是先進國家創新商品定價的60%。加上健保財務壓力下的藥價檢討定期地大幅砍藥價，造成新穎藥品訂價過低，學名藥訂價較高，這使得國外廠商不願在台灣市場推出新藥(BMIResearch, 2016)。

- 偏好地方產業而非外籍企業的相對不透明的管制環境。
- 不當藥價管制與審查機制限縮藥品公司獲利。
- 醫藥分業未落實，藥品收入成為醫院重要財務來源，傾向於開立國內廠商生產之學名藥。
- 健保給付與定價政策政策有利於國產學名藥(相較於自行研發產品價格高)。
- 創新藥品研發藥品批准比率極低且價格過低(定期砍價)。
- 聚焦健保財務支出降低的財務導向醫療科技評估(Health Technology Assessment, HTA)忽略隱藏社會成本，將藥物的財務負的擔轉嫁至病人身上。

4.1.2 智財權保護體制對研發投資之影響

專利保護等智財權保護機制一方面會影響企業是否願意投資於自我研發(own R&D) (I. M. Cockburn & Griliches, 1987; Cohen & Levinthal, 1990; Corsino, Mariani, & Torrisi, 2019)，另方面會使企業因擔心難以制裁研發合作過程的智財侵權投機行為(Choi & Contractor, 2016)，影響企業進行研發合作的意願。當大型國際企業欲進行跨國研發合作時，若欲合作對象企業之位處國家的智財權保護不足時，可能會降低合作意願，或者促使該公司改以股權收購或合併的

方式進行跨國研發，許多國家的強制技轉規定也會使某些國際企業不願到該國進行研發投資。智財權保護程度表現在專利審查機制的公平與透明性、藥品審查能否有效阻絕侵權之新藥申請、司法體系能否有效追訴侵權行為等。

就台灣而言，智財權保護程度不佳被國際上認為是不利於製藥業投資研發之因素，依據2016年第二季，BMI亞太地區國家風險指數評比，2016年第二季台灣的國家風險與產業風險台灣的整體風險分數為23.7，遠高於區域平均分數19.3。在產業風險方面，台灣的專利尊重相對較高。批准權宜(approval expediency)係指，台灣的風險分數為5.6，遠高於區域平均風險的3.9。在國家風險方面，台灣平均風險分數為滿分14分的9分，高於區域平均的8.3分，司法勤勉(legal diligence)風險分數為滿分3分的2分，高於區域平均的1.6分，商業透明度為1.4分，高於區域平均的2分。

依據Fitch Solutions所出版2019年的研究報告，台灣的短期政治風險為75.6，高於區域平均的72.5以及全球平均的63.1。長期政治風險則為75.1高於區域平均得63.6，與長期平均的62.0，在國家風險方面則為75.1，高於區域平均國家風險65.0和全球平均國家風險55.2 (FitchSolutions, 2019)。

台灣幾度被美國藥品研究與製造商組織(PhRMA)建議列為特別301報告觀察名單，因為台灣在管制性資料保護及智財權爭議的早期解決之執行機制非常不足，未能有效阻止侵權藥品進入市場，歷年出現數十個專利侵權藥品在台被核准上市並納入給付清單。

表4.1 BMI 亞太地區國家風險指數評比

	專利尊重 Patent Respect	政策落實 Policy Enforcement	草率批准 Approvals Expediency	產業風險 Industry Risks	經濟勤勉 Economic Diligence	政策持續性 Policy continuity	官僚體系不足 Lack of Bureaucracy	法律勤勉 Legal Diligence	商業透明性 Business transparency	國家風險 Country Risks	風險 Risks
權重	7	7	7	21	3	3	3	3	2	14	35
日本	6.3	5.6	4.9	16.8	1.8	2.4	2.1	2.4	1.8	10.6	27.4
澳洲	4.9	5.3	4.9	15.1	2.3	2.4	2.5	2.3	1.9	11.5	26.5
南韓	4.9	4.9	4.9	14.7	2.0	2.1	2.6	1.6	1.4	9.7	24.4
台灣	4.9	4.2	5.6	14.7	1.7	2.1	1.7	2.0	1.4	9	23.7
香港	4.9	4.2	4.9	14.0	1.8	2.7	2.4	2.4	1.6	11	25.0
中國	4.9	4.2	4.9	14.0	2.0	2.7	1.5	1.6	0.6	8.4	22.4
新加坡	5.6	5.6	5.6	16.8	1.9	2.7	2.7	2.5	1.2	11	27.8
馬來西亞	4.9	4.9	4.9	14.7	2.1	2.4	2.3	2.0	0.9	9.7	24.4
印度	2.1	4.2	4.2	10.5	2.0	2.4	0.5	1.3	0.9	7.1	17.6
紐西蘭	4.2	4.2	4.2	12.6	2.5	2.4	2.8	2.7	1.9	12.3	24.9
印尼	2.8	2.8	2.8	8.4	2.1	2.1	0.6	0.9	0.8	6.5	14.9
泰國	1.4	3.5	2.8	7.7	2.0	1.8	2.1	1.8	0.8	8.4	16.1
越南	2.8	2.8	2.8	8.4	1.8	2.1	1.2	1.1	0.3	6.5	14.9
菲律賓	2.8	2.8	3.5	9.1	2.0	2.1	1.1	1.2	0.5	6.8	15.9
孟加拉	1.4	3.5	3.5	8.4	1.6	1.8	0.7	0.7	0.5	5.2	13.6
巴基斯坦	2.1	2.1	2.8	7.0	1.6	1.8	1.2	1.0	0.3	5.9	12.9
斯里蘭卡	2.8	2.8	2.8	8.4	1.8	2.1	1.2	1.3	0.5	6.9	15.3
柬埔寨	2.1	2.1	2.1	6.3	1.2	2.1	1.1	0.7	0.4	5.5	11.8
緬甸	0.0	1.5	1.5	2.9	1.0	2.1	1.0	0.7	0.4	5.2	8.1
區域平均	3.5	3.7	3.9	11.1	1.9	2.2	1.6	1.6	1.0	8.3	19.3

資料來源：BMI Research (2016)。

此一智財權保護體制不佳的情況對我國製藥產業的研發投資、可獲利性、專業分殊化或知識流動會產生幾方面影響，首先，我國製藥企業本身投資研發之意願會下降，其次，國際製藥企業則一方面委託我國CRO進行研發之意願因擔心侵權行為而下降，因而降低我國CRO製藥公司之發展，並降低其經由CRO角色而取得大型國際製藥企業之知識流動(knowledge)之機會(Zaheer et al., 2015)，對於後進國家之技術進展與產業發展會產生極大的不利影響。

4.2 上市櫃製藥企業之商業化與研發類型與企業特性分析

本研究利用TEJ資料庫將製藥相關上市櫃企業產品組合分類100家公司(有些公司在TEJ資料庫沒有產品因此這些公司沒有列入製藥領域分析)，並依照產銷組合將製藥企業分類為新藥開發、CRO-藥品開發、CRO-臨床前試驗、CRO-臨床試驗、CMO-原料藥、CMO-藥物產品、CMO-生物製劑7類；並且也將公司所投入研發分成上述六大研究領域(基礎、應用、產品開發、生產研究或程序、品質研究與品質控管、商業化)。

4.2.1 上市櫃製藥企業涉足新藥開發、CRO或CMO領域

將TEJ資料庫中上市櫃製藥企業有產銷組合的100家公司依照產品與公開資訊(如企業本身網頁說明、相關新聞資訊)分類，其中進行新藥開發的上市櫃公司有60家，有投入藥品委託研究/開發CRO的公司約37家，而藥品製造的企業有50家，如下表。

台灣目前臨床前的CRO公司仍多以毒理試驗及藥物動力學試驗為主。以國內臨床前CRO的龍頭業者為例，提供多樣化的動物實驗模型並維持不同動物模型的族群數量是台灣在環太平洋地區的利基之一，如樂斯科在源自患者異種移植(Patient-Derived Xenografts，PDXs)的小鼠模型是癌症研究一個有潛力的模型，主要是將病人的腫瘤切除之後的組織轉殖到擬人化小鼠身上進行藥物測試，將動物實驗結果提供病患做為用藥參考。此動物模型將會是未來在發展精準治療相當重要的臨床前試驗平台。除此之外，在硬體的設備方面，有美國國際實驗動物管理評鑑及認證學會(AAALAC)認證的動物房，以及TAF ISO17025認證都有助於我國臨床前CRO公司在國際上的競爭力。

表4.2 新藥開發、CRO與CMO之上市櫃製藥企業

新藥開發公司 60 家		CRO 公司 37 家	CMO 50 家	
1760 寶齡富錦	4726 永昕	1789 神隆	1701 中化	4139 馬光 -KY
1799 易威	4732 彥臣	1795 美時	1707 葡萄王	4142 國光生
4105 東洋	4743 合一	3118 進階	1711 永光	4144 康聯 -KY
4108 懷特	6446 藥華藥	3705 永信	1716 永信藥品	4152 台微體
4114 健喬	6461 益得	4105 東洋	1720 生達	4157 太景 *-KY
4117 普生	6472 保瑞	4111 濟生	1734 杏輝	4166 友霖
4119 旭富	6492 生華科	4114 健喬	1752 南光	4167 展旺
4120 友華	6496 科懋	4119 旭富	1760 寶齡富錦	4168 醣聯
4123 晟德	6535 順藥	4123 晟德	1762 中化生	4191 法德藥
4127 天良	6562 聯亞藥	4128 中天	1777 生泰	4192 杏國
4128 中天	6564 安特羅	4130 健亞	1789 神隆	4415 台原藥
4130 健亞	6566 創益	4133 亞諾法	1795 美時	4726 永昕
4133 亞諾法	6576 逸達	4142 國光生	2905 三商	4743 合一
4142 國光生	6580 台睿	4144 康聯 -KY	3705 永信	4746 台耀
4144 康聯 -KY	6586 醣基	4152 台微體	4102 永日	4747 強生
4147 中裕	6589 台康生技	4157 太景 *-KY	4105 東洋	5398 慕康生醫
4152 台微體	6610 安成生技	4166 友霖	4108 懷特	6242 立康
4157 太景 *-KY	6617 共信 -KY	4174 浩鼎	4111 濟生	6446 藥華藥
4162 智擎	6620 漢達	4191 法德藥	4114 健喬	6452 康友 -KY
4166 友霖	6621 華宇藥	4192 杏國	4117 普生	6472 保瑞
4168 醣聯	6652 雅祥生醫	4732 彥臣	4119 旭富	6562 聯亞藥
4169 泰宗	6657 華安	4746 台耀	4123 晟德	6589 台康生技
4170 鑫品	6713 博謙生技	6446 藥華藥	4128 中天	6677 瑩碩生技
4172 因華	8432 東生華	6492 生華科	4130 健亞	6713 博謙生技
4174 浩鼎	4118 友合生技	6496 科懋	4133 亞諾法	8279 生展
4180 安成藥	4194 禾生技	6535 順藥		
4191 法德藥	4911 德英	6562 聯亞藥		
4192 杏國	6479 瑞寶基因	6564 安特羅		
4193 喬本	6547 高端疫苗	6576 逸達		
4415 台原藥	8490 利得	6586 醣基		
		6589 台康生技		
		6620 漢達		
		6621 華宇藥		
		6645 金萬林		
		6662 樂斯科		
		6677 瑩碩生技		
		6713 博謙生技		

資料來源：本研究整理。

我國在臨床階段的 CRO 公司之發展優勢主要如下：

- 病歷文書為英文書寫

台灣在這個環太平洋區亞洲市場的臨床研究，相較於其他國家有幾點利基：首先，台灣臨床研究者與臨床工作者所使用的語言與病歷檔案書寫的文字皆為英文，而日本與韓國都還是使用該國語言為主。因此，對於歐美國家而言在溝通與資料處理上節省了大量的時間與金錢進行翻譯與對照。

- 臨床人員具專業認證

台灣臨床研究人員大多熟悉ICH-GCP(International Committee on Harmonization of Good Clinical Practice，國際臨床醫學質量管理規範委員會)的指南並接受過國際培訓。

- 亞洲市場樞紐地位

在近年政府政策強力的支持之下，許多醫院提供了更完善的軟硬體設備進行臨床研究，如臺大醫院。另外，台灣地處東亞島弧的樞紐位置，鄰近日本、韓國、中國這些亞洲主要市場。尤其是對於中國，台灣的語言優勢是歐美國家進入中國市場很有利的條件之一。此外，台灣與中國在2012年簽署了"兩岸醫學與衛生合作框架協議"促進兩國間醫療保健和臨床研究領域的訊息交流，該協議使得藥品審查流程得以加速促使更多在台灣開發的藥物進入中國市場。在這個趨勢之下，2013-2018就有10家以臨床研究為主的CRO公司成立，其中有6家是外商所成立的公司(一〇四人力銀行, 2020; 經濟部商業司, 2019)。民國

在劣勢方面，則包括下列主要因素：

- 臨床試驗審查時程相對較長

台灣TFDA(Taiwan Food and Drug Administration，食品藥物管理署)在新藥臨床試驗計畫審核的速度上仍不及韓國與中國(台灣醫藥品法規學會, 2019)，依照美國FDA的規定，國際藥廠進行新藥人體臨床試驗送件30天內沒有收到任何回覆，則表示通過。日本與韓國都已採用此模式，而台灣則是一定要拿到主管機關的核准公文始得進行臨床試驗，這增加了試驗執行時程安排的不確定性。

- 研究護理師待遇不佳

臨床試驗不僅需要醫師的參與，第一線進行臨床試驗的研究護理師也需要大量的人才進駐。在國外，研究護理師具有專業證照待遇與臨床護理師相當。總而言之，台灣在這個趨勢之中確有其優勢，政府應順應業界的需求推動友善的政策環境以及法規因應接下來的挑戰。

我國在CRO公司方面，近幾年以大量成長，幾年前，許多生技產業調查報告指出，我國CRO企業數量與研發能量極為不足(生物技術開發中心, 2013)，下表中的CRO公司包含上市櫃公司與非上市櫃公司，上市櫃公司部分係依據TEJ資料庫之產銷組合進行認定，非上市櫃公司部分則依據經濟部工業局「生技醫藥產業委託國內醫藥研發服務公司參考名單認定要點」(經濟部工業局, 2019)，並由臨床試驗資訊平台(藥品查驗中心, 2019)中參與臨床試驗單位資料中，蒐集實際進行CRO業務之未上市公司名單，然而，若是實際執行臨床前階段之未上市櫃CRO公司則可能未被收入清單中。下表中的

CRO公司多非專門經營CRO業務之公司，而係多角化經營CRO業務。經比對TEJ資料庫及公司登記資料，2013-2018共有16家專門從事CRO業務之專殊化公司成立，其中有10家是國內專注於臨床研究的公司，有6家是由外資所成立的CRO，這6家外資CRO公司中，有3家是執行臨床前研究的公司，3家是進行藥品開發/新藥探索的公司。

本研究針對下表將國內CRO公司區分為三個研發階段，分別將國內在各個研發階段從事CRO業務的公司列表如下：

表4.3 各研發階段之國內CRO公司清單

CRO 業務類型	公司名稱
藥品開發 / 新藥探索	神隆 , 東洋 , 濟生 , 健喬 , 旭富 , 晟德 , 中天 , 健亞 , 亞諾法 , 國光生 , 康聯 , 台微體 , 太景 , 友霖 , 浩鼎 , 法德藥 , 彥臣 , 台耀 , 藥華藥 , 生華科 , 科懋 , 順藥 , 聯亞藥 , 逸達 , 醣基 , 台康生技 , 漢達 , 華宇藥 , 瑩碩生技 , 博謙生技 ; 世成生技 , 加樂生醫 , 台灣檢驗 , 永昕生醫 , 禾百安 , 旭能依藥 , 汎球生技 , 百力生技 , 艾默生醫 , 行動基因 , 佳生科技 , 昌達生技 , 明生生技 , 明欣生技 , 金昇化學 , 健誼生技 , 啟弘生技 , 基龍米克斯 , 盛德生技 , 賽亞基因
臨床前試驗	東洋 , 健喬 , 旭富 , 晟德 , 中天 , 亞諾法 , 國光生 , 康聯 , 台微體 , 友霖 , 浩鼎 , 法德藥 , 彥臣 , 台耀 , 藥華藥 , 科懋 , 順藥 , 聯亞藥 , 逸達 , 醣基 , 台康生技 , 漢達 , 華宇藥 , 瑩碩生技 , 博謙生技 , 進階 , 杏國 , 樂斯科 ; 世成生技 , 加樂生醫 , 台灣檢驗 , 汎球生技 , 昌達生技 , 明生生技 , 啟弘生技 , 台美檢驗 , 亮宇生技 , 科邁基因 , 麥德凱 , 創醫生技
臨床試驗	友霖 , 浩鼎 , 科懋 , 聯亞藥 , 杏國 , 美時 , 安特羅 ; 世成生技 , 台灣檢驗 , 明生生技 , 佳生科技 , 台灣布萊特 , 邱以思 , 益欣國際 , 泉源生技 , 台灣艾康恩 , 盈帆達 , 艾昆緯 , 台灣立力科 , 美捷國際 , 諾佛葛生技 , 百瑞精鼎 , 法馬蘇提克 , 保瑞爾生技 , 飛銳思達 , 台昇 , 台塑生醫 , 台灣雙健維康 , 永欣生技 , 生醫服務坊 , 全面顧問 , 佳捷生技 , 昆翊生技 , 倍思大 , 晉加 , 康煜生技 , 頂尖生技 , 華鼎生技顧問 , 維州生技 , 台灣泰格 , 賦格生技 , 鴻諭生技 , 醫睿醫藥

資料來源：本研究整理。

4.2.2 上市櫃製藥公司之規模、區域與企業市場進入類型之分析

以下採用樣本為TEJ資料庫119家上市櫃製藥公司，進行公司規模(公司員工數)、區域(登記地址)與企業市場進入類型分析。

(1)企業規模

不同國家所定義的中小型企業會不同，在此我們採用歐盟所提出的小於50人小型企業50以上未達250人為中型企業而250人以上為大型企業(Plewka, 2013)，歐盟將小於10人的公司稱為微小單位，在此我們只分大中小型企業。在TEJ資料庫119家製藥上市櫃公司中33家是小型企業(28%)、50家中型企業(42%)與36家大型企業(30%)，大中小型公司分布並沒有差太多(下圖左上)。

(2)企業市場進入類型

將企業市場進入分成多角化公司、原生技醫藥領域與新創公司三種類型，多角化依照TEJ資料庫產銷組合有跨入不同產業類型則歸類為多角化公司，所謂多角化企業係指該企業原先不屬製藥產業，但後來經由多角化進入製藥產業。例如：三商企業被歸類為其他綜合商品零售業(4719中華民國行業標準分類 - 行政院主計總處)，其產銷組合中有原料藥製造業(2001)的產品，因此視為多角化公司。原生技醫藥領域公司係指既有企業(established firms)指公司主要還是以原本製藥相關產品為主。新創公司則係指新進企業(new entrant)。依文獻新創公司為創立時間小於42個月的公司(以2019/9/30為基準則要在2016/4/1以後成立的公司)，新創公司僅1家，大多數為原生技醫藥領域公司94家(79%)，而多角化公司有24家(20%)。這呼應了許多研究指出，在美國這類鼓勵市場競爭的國家，國家介入會聚焦於創造自由競爭，避免既有企業的壟斷，因而企業具有高度分殊化，大量的專殊化的生技製藥中小型企業進入市場，而在習於國家主導與市場介入的國家中，其政策介入主要在於補助政府法人研究機構、學研機構與企業間的協力合作，因此，較難以產生新進企業。

4.2.3 上市櫃製藥公司之區域與分布與成立時間

區域集中在北部96家(81%)、南部13家、中部6家、東部1家與海外2家，以北部為主也跟產業發展區域有關。有18家位於南港新藥研發園區、3家在新竹生技醫藥園區、98家(82%)不在上述園區內。

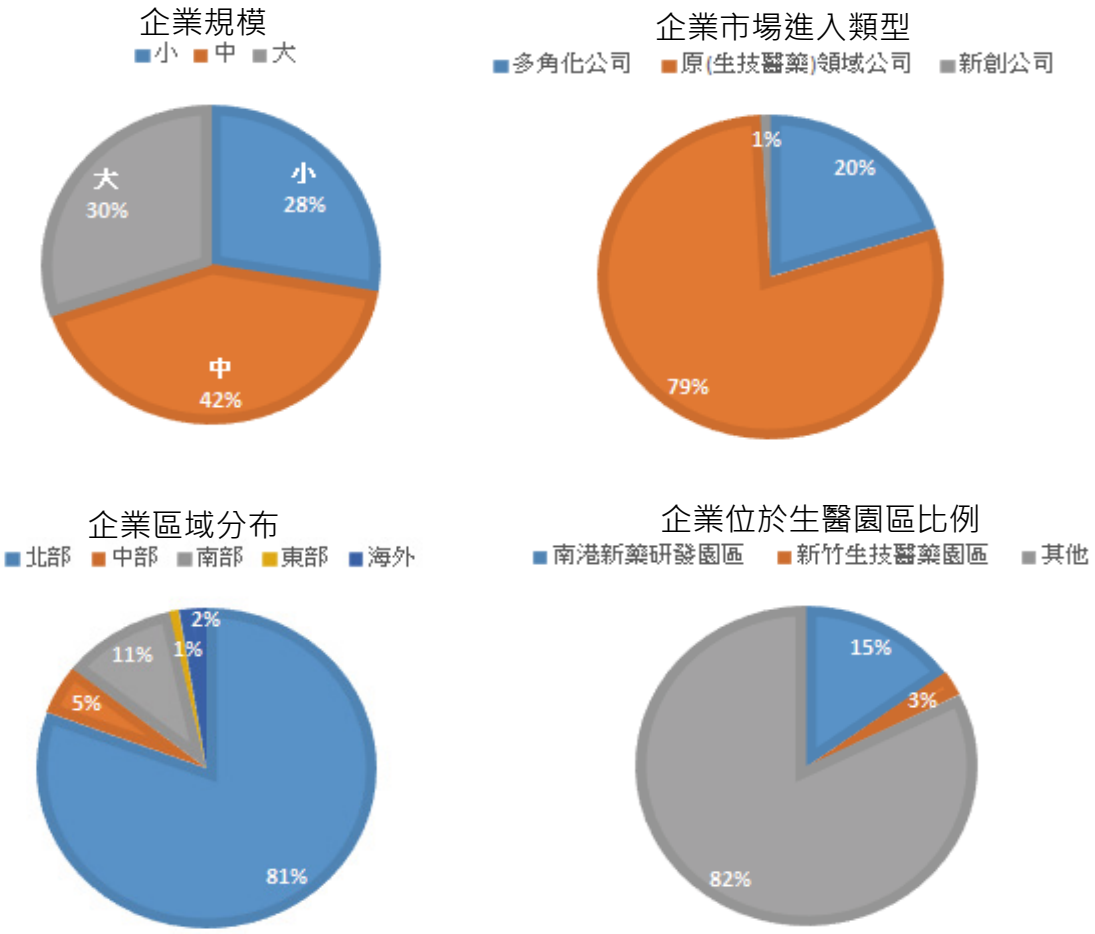


圖4.1 上市櫃製藥公司之規模、區域與企業市場進入類型之分析
資料來源：本研究繪製。

在上市櫃製藥公司成立時間方面，製藥相關公司成立時間區分為小於5年、5~10年、10~20年、20~30年、30~40年、40~50年與50年以上，有六成以上公司小於20年(62%)而50年以上的公司也有11家(9%)。10~20年的公司有42家占35%而5~10年有30家占25%，公司成立為20~30年有12%、30~40年為8%、40~50年與50年以上皆為9%這些占比在10%上下。

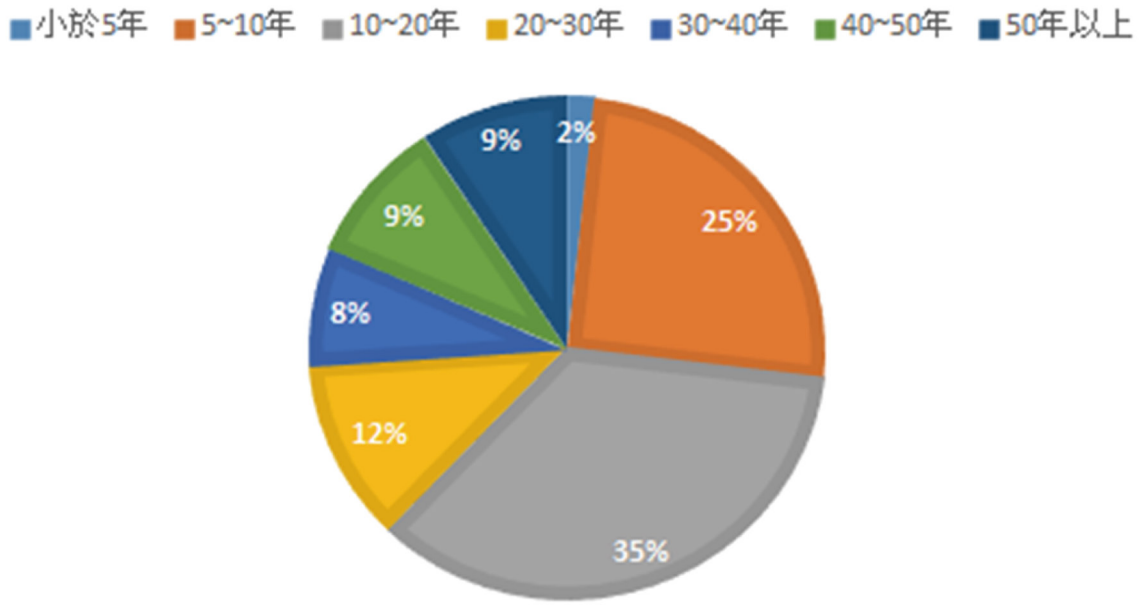


圖4.2 上市櫃製藥公司成立時間分布
資料來源：TEJ資料庫。

4.3 上市櫃製藥企業研發投資概況分析

本研究針對國內製藥企業之研發狀況分析，區分為「上市櫃製藥公司」，與「GMP認證之上市櫃製藥公司」，上市櫃製藥公司係依據主計處分類，於TEJ資料庫中，被歸類為原料藥、中藥製劑、西藥製劑四個類別的企業，在「符合GMP標準之上市櫃製藥公司」方面，我們參照DCB 2019醫藥產業年鑑(巫文玲 et al., 2019)及衛福部臺灣通過GMP查核之製藥廠商名單，認定符合GMP標準之製藥企業。

表4.4 上市櫃製藥公司清單

製藥產業				
原料藥	西藥製劑		中藥製劑	生物製劑
1711 永光	1701 中化	4194 禾生技	1716 永信藥品	1716 永信藥品
1716 永信藥品	1711 永光	4169 泰宗	1734 杏輝	1796 金穎生技
1720 生達	1716 永信藥品	4172 因華	3205 佰研	3176 基亞
1762 中化生	1720 生達	4173 久裕	4108 懷特	4108 懷特
1777 生泰	1734 杏輝	4732 彥臣	4127 天良	4120 友華
1789 神隆	1752 南光	4180 安成藥	4128 中天	4133 亞諾法
1799 易威	1760 寶齡富錦	4191 法德藥	4139 馬光 -KY	4142 國光生
3705 永信	1770 信東	6446 藥華藥	4193 喬本	4147 中裕
4102 永日	1795 美時	6452 康友 -KY	4743 合一	4726 永昕
4108 懷特	4132 國鼎	6461 益得	4911 德英	4168 醣聯
4119 旭富	3550 佰研	6472 保瑞	6242 立康	4170 鑫品
4167 展旺	3705 永信	6483 原創		4174 浩鼎
4746 台耀	4104 佳醫	6492 生華科		4186 尖端醫
6446 藥華藥	4105 東洋	6496 科懋		6479 瑞寶基因
6452 康友 -KY	4108 懷特	6497 亞獅康 -KY		6487 源一
6713 博謙生技	4111 濟生	6535 順藥		6547 高端疫苗
8279 生展	4114 健喬	6549 景凱		6562 聯亞藥
	4747 強生	6550 北極星藥業 -KY		6564 安特羅
	4118 友合生技	6562 聯亞藥		6567 生控
	4120 友華	6575 心悅		6586 醣基
	4123 晟德	6576 逸達		6589 台康生技
	4911 德英	6580 台睿		6652 雅祥生醫
	4128 中天	6610 安成生技		6712 長聖
	4130 健亞	6617 共信 -KY		
	4144 康聯 -KY	6620 漢達		
	4743 合一	6634 欣耀		
	4152 台微體	6657 華安		
	4157 太景 *-KY	6676 祥翊		
	4162 智擎	6677 瑩碩生技		
	4164 承業醫	6713 博謙生技		
	4192 杏國	8279 生展		
	4726 永昕	8403 盛弘		
	4166 友霖	8432 東生華		
	4415 台原藥	8490 利得		
	4167 展旺			

資料來源：TEJ 資料庫。

目前國內上市櫃製藥公司中，主要集中於西藥製劑領域，計有79家，其次微生物製劑有23家，原料藥有17家，中藥製劑有11家。其中，少數企業如：永信藥品、懷特等企業橫跨四個領域，永信等企業橫跨兩個領域，其他多數企業專注於特定領域。

符合GMP標準之上市櫃製藥公司方面，主要集中於西藥製劑領域，共計有29家製藥企業通過GMP認證，約占西藥製劑整體公司數的四成左右。其次為原料藥產業，共計有15家企業符合GMP認證標準，約占原料藥產業整體企業數的九成左右。在生物製劑產業方面，計有5家企業符合GMP標準，占生物製劑產業整體企業數的2成左右。

表4.5 GMP認證之上市櫃製藥公司

製藥產業			
原料藥	西藥製劑	中藥製劑	生物製劑
1711 永光	1701 中化	4128 中天	4142 國光生
1716 永信藥品	1716 永信藥品	4193 喬本	6547 高端疫苗
1720 生達	1720 生達		6562 聯亞藥
1762 中化生	1734 杏輝		6589 台康生技
1777 生泰	1752 南光		6652 雅祥生醫
1789 神隆	1760 寶齡富錦		
3705 永信	1770 信東		
4102 永日	1795 美時		
4108 懷特	4105 東洋		
4119 旭富	4111 濟生		
4167 展旺	4114 健喬		
4746 台耀	4123 晟德		
6446 藥華藥	4130 健亞		
6713 博謙生技	4142 國光生		
8279 生展	4166 友霖		
	4167 展旺		
	4180 安成藥		
	4726 永昕		
	4747 強生		
	4911 德英		
	6242 立康		
	6472 保瑞		
	6562 聯亞藥		
	6713 博謙生技		
	4120 友華		
	6496 科懋		
	4132 國鼎		
	6461 益得		
	6676 祥翊		

資料來源：TEJ 資料庫。

4.3.1 上市櫃製藥公司之研發投資概況

下圖為上市櫃製藥公司之研發投資總額、平均研發密度的歷年折線圖，由下圖顯示，自2009年至2018年間，上市櫃製藥公司之研發支出總額呈現呈現大幅上升走勢，由2008年的28億元逐年上升至99.6億元。在平均研發密度方面，則在2009至2013年間的研發密度處於低檔的62%至33%之間，2014 年起大幅提高至202%，2016年再度跳升至352%，2017年更高達1095%，2018年又大幅回落至129.5%。若對照研發投資金額的穩定上升趨勢，顯示2017與2018年的研發密度巨幅波動應與企業營收的波動有關。

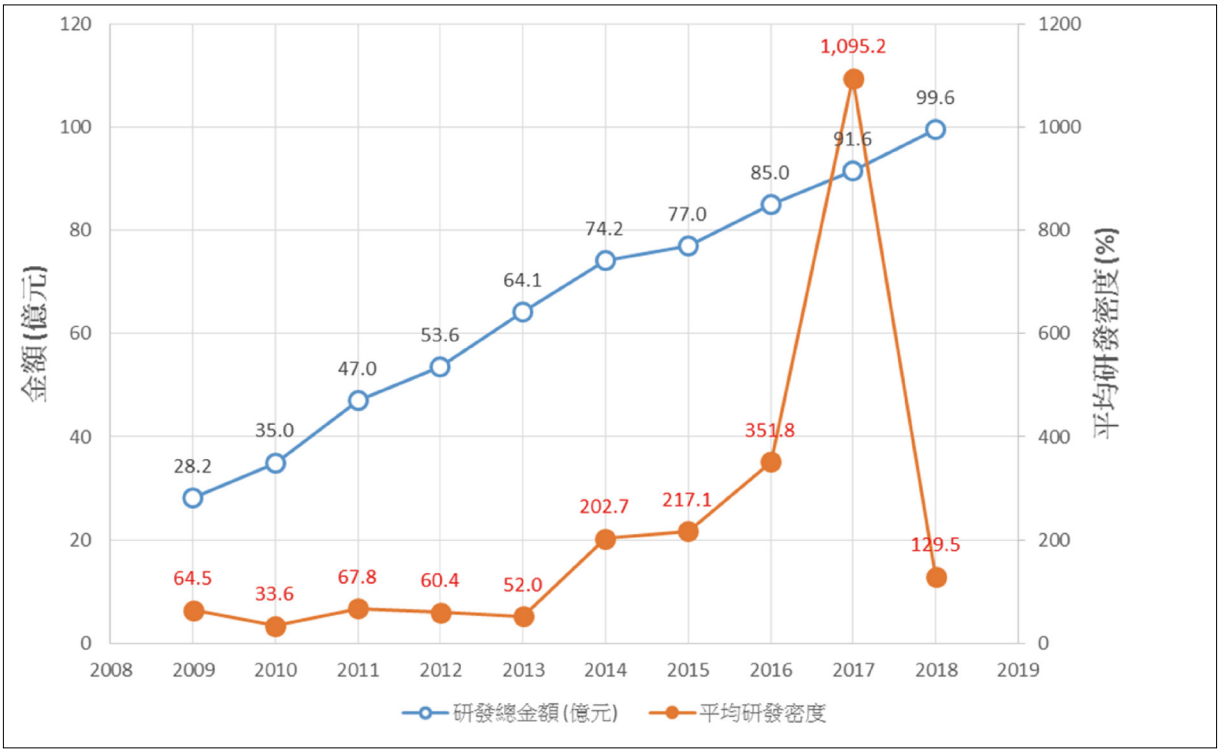


圖4.3 上市櫃製藥公司之研發投資總額、平均研發密度歷年折線圖
資料來源：TEJ資料庫。

進一步區分子產業之研發投資總額、平均研發密度的歷年走勢，在研發投資金額方面，由下圖中可以看出，研發投資金額最多的是西藥製劑產業，其次依序為原料藥產業、生物製劑產業，最低的則是中藥產業。西藥製劑產業除了是平均研發投資總額最高的產業之外，此一子產業也是研發投資總額年成長率最高的子產業。

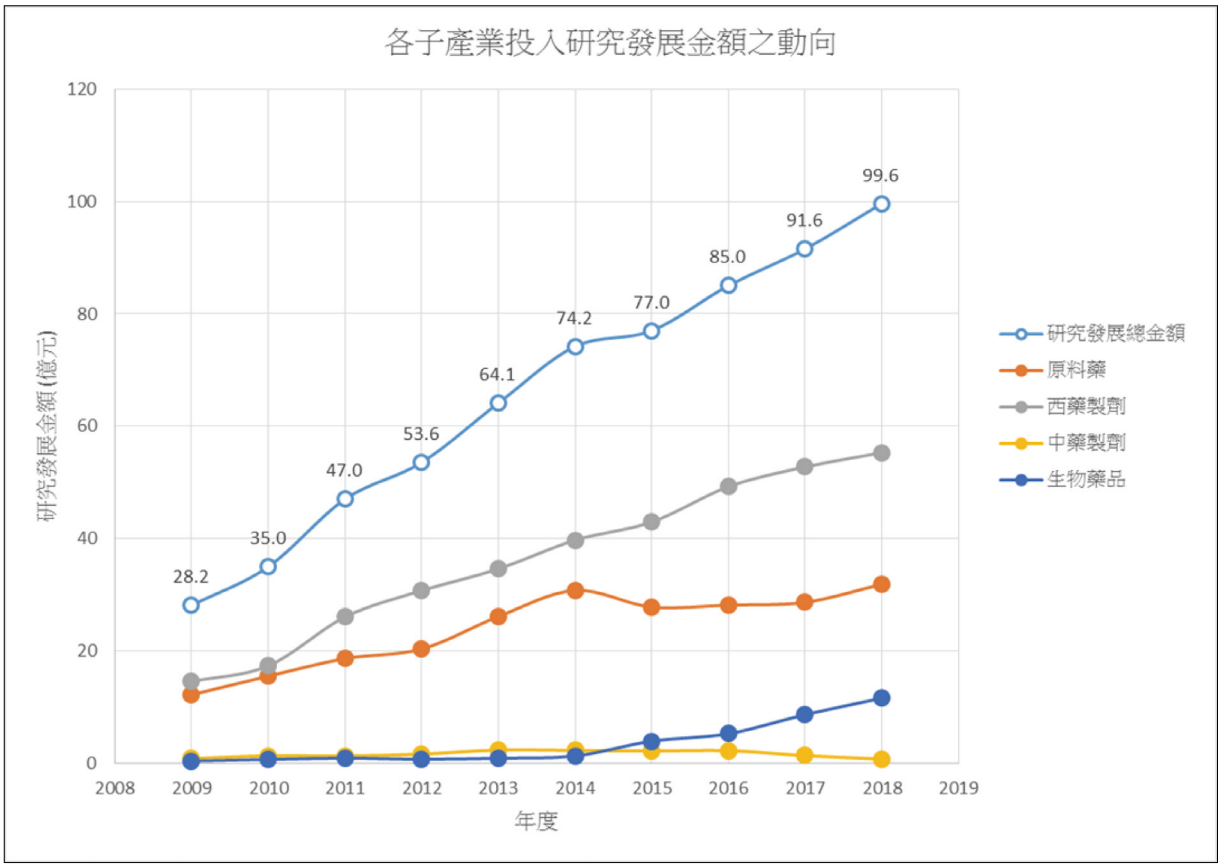


圖4.4 近年上市櫃製藥公司各子產業研發投資金額
資料來源：TEJ資料庫。

下圖為上市櫃製藥公司近年個子產業研發密度的折線圖，虛線部分為整體上市櫃製藥公司的平均研發密度，原料藥產業的平均研發密度除了2009、2010年之外，都高於上市櫃製藥企業的平均研發密度，西藥製劑產業則多低於上市櫃製藥企業的平均研發密度，生物製劑產業則除了2017年高於上市櫃製藥企業的平均研發密度之外，其他年度多低於或趨近於上市櫃製藥企業的平均研發密度，中藥產業則是研發密度最低，遠低於上市櫃製藥企業的平均研發密度的產業。

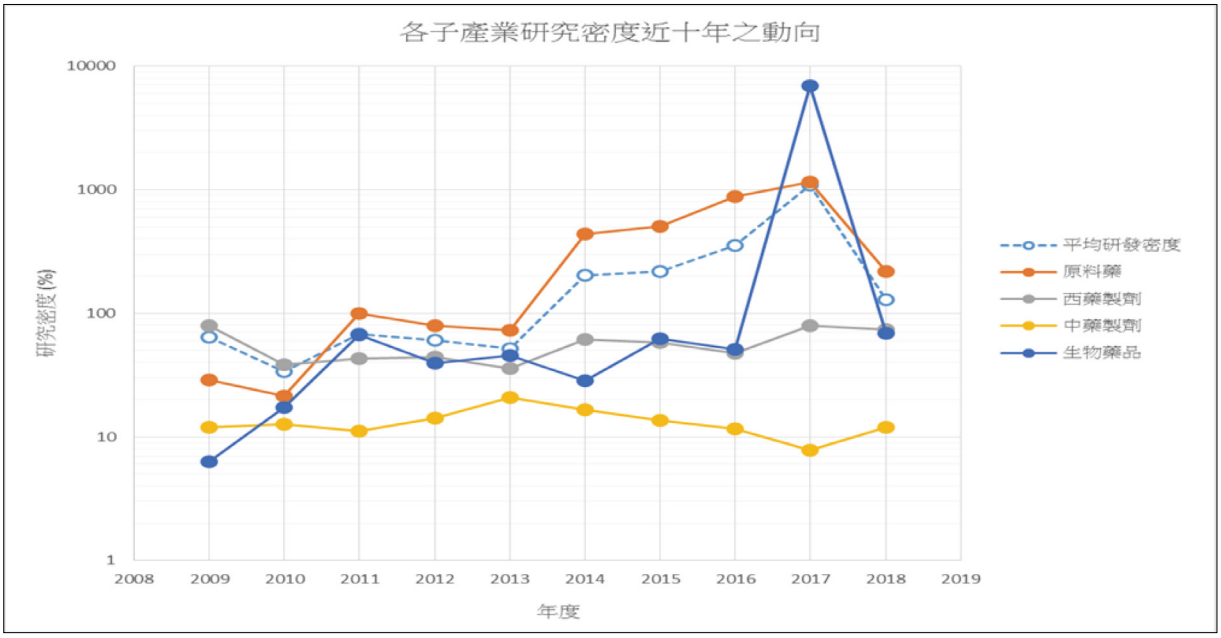


圖4.5 近年上市櫃製藥公司各子產業研發密度
資料來源：TEJ資料庫。

4.3.2 GMP認證之上市櫃製藥公司研發投資概況

GMP認證之上市櫃製藥公司的研發投資總額與平均研發密度的歷年折線圖，在研發投資總額方面，呈現逐年穩定上升的趨勢，但在平均研發密度方面，則有極大的波動，2015 年以前的平均研發密度多低於50%，2016年以後，則大幅上升至超過150%。顯示GMP認證藥廠投入了更多研發預算以進行技術升級，以及營收下降的影響。

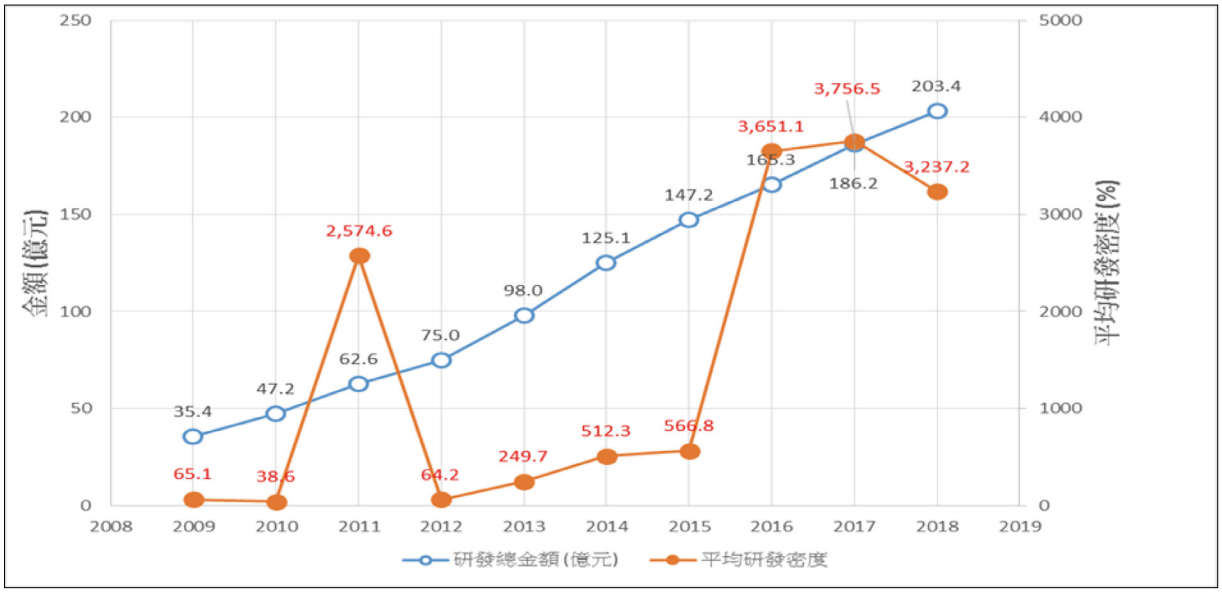


圖4.6 GMP認證上市櫃製藥公司之研發投資總額、平均研發密度
資料來源：TEJ資料庫。

下圖為GMP認證上市櫃製藥公司中的整體企業與各個子產業的研發支出總額，整體企業的研發支出總額由2009年的35.4億元逐年大幅上升至2018年的203億元，子產業中，西藥製劑產業與生物製劑產業的研發投資金額成長最為顯著，其中又以西藥製劑產業的研發投資金額最高。

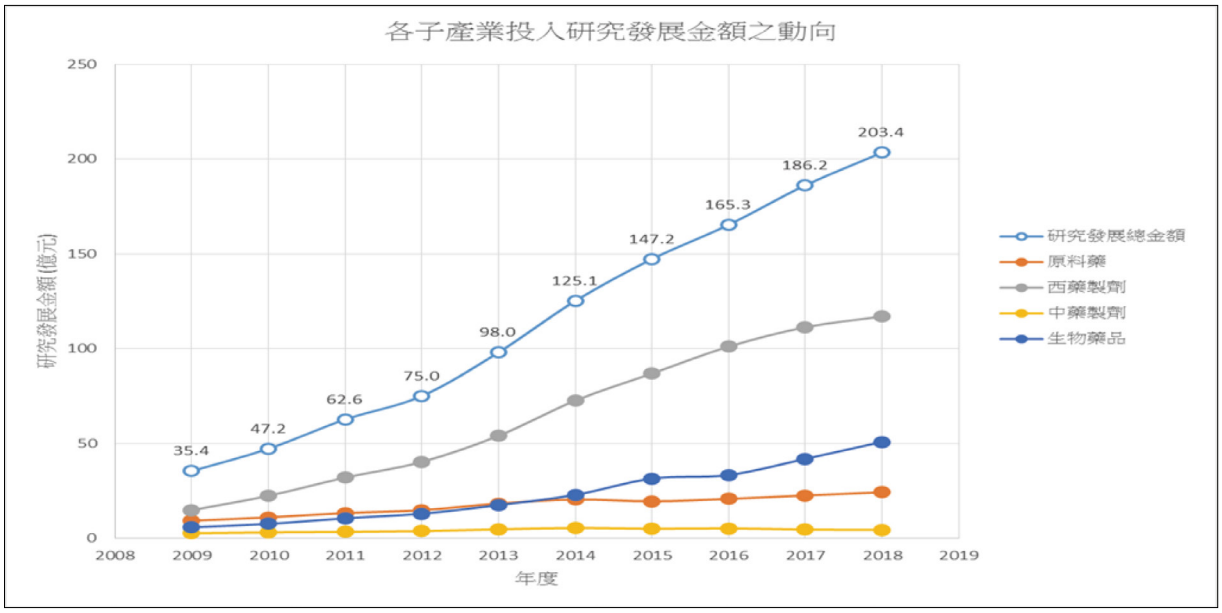


圖4.7 GMP認證上市櫃製藥公司各子產業之研發投資金額
資料來源：TEJ資料庫。

下圖中藍色虛線為GMP認證上市櫃製藥公司的整體平均研發密度，以子產業來看，生物製藥產業的歷年平均研發密度多高於整體GMP認證製藥公司的平均研發密度。其次為西藥製劑產業，平均研發密度大致趨近於整體GMP認證製藥公司的平均研發密度，原料藥產業與中藥製劑產業之平均研發密度則更低。

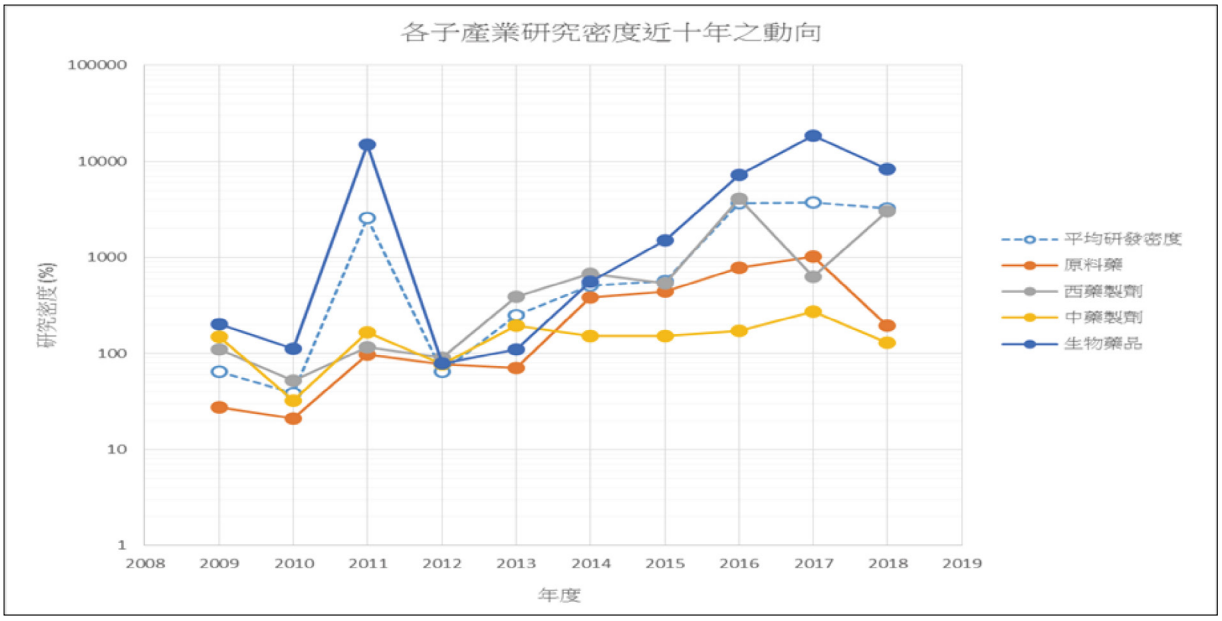


圖4.8 GMP認證上市櫃製藥公司各子產業之平均研發密度
資料來源：TEJ資料庫。

4.3.3 上市櫃製藥企業主要原料藥公司之研發投資概況

下圖為國內前十大原料藥公司之歷年研發投資金額，整體而言，以神隆 (1789)、台耀(4746)的研發投資金額最高，神隆自2009年起投資於研究發費用平均約為三億元左右，而2013及2014年，更有超過4 億的經額投入，為國內原料藥公司平均投資之冠，而台耀公司則從2009年起，從一億元逐步調高其研究發展經費，至2018年時達約4.6億台幣，為該年度原料藥公司中領先者。

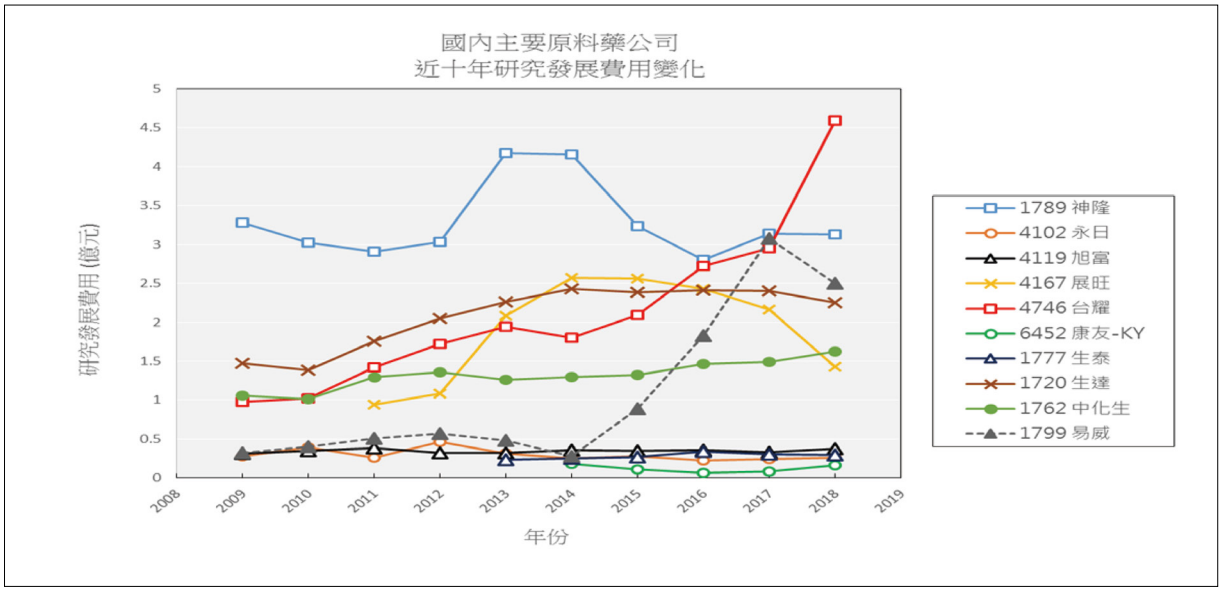


圖4.9 前十大原料藥公司之歷年研發投資金額
資料來源：TEJ資料庫。

在研發密度方面，原料藥的發展，抗生素原料藥大廠展望(4167)在2013~2015年有一波較高比例的研發投入，應與該公司下階段胜肽API原料藥開發有關，而原主要從事體溫量測醫材公司易威(1799)跨足新藥開發的領域，除2014及2015兩年外，兩波投入研究經費為原料藥公司之中研發密度最高之公司，2017年甚至高達82%，估計與新藥正式進入臨床試驗相關，一般而言，原料藥公司較多維持約在10%以內的研發密度支出。

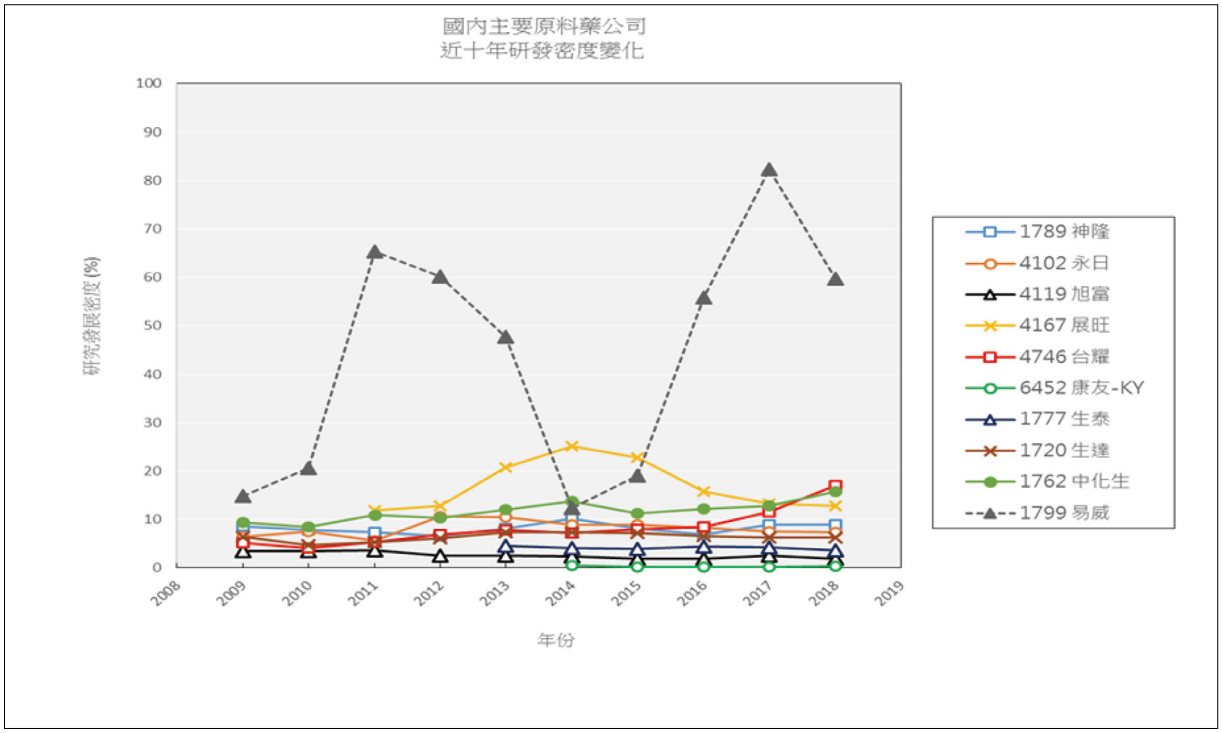


圖4.10 前十大原料藥公司之研發密度
資料來源：TEJ資料庫。

4.3.4 上市櫃製藥企業主要西藥製劑公司之研發投資概況

國內的西藥廠商主要可分為兩種型態，一為東洋(4105)、杏輝(1734)、晟德(4123)等傳統製藥廠商，早期主要以製造學名藥及代工為主，產品多為內銷，然而隨著健保制度及國際藥廠競爭，國內這些西藥廠商尋求轉型的契機，開始逐年提高投入研究經費，或者成立子公司專司新藥開發。因此在前十大西藥製劑公司中研發投資金額最大且成長率最為顯著的是安成藥與智擎及晟德，三家公司都是極為積極地進行策略性研發之企業。其他的西藥製劑公司的研發投資金額近年走勢則較為平緩。

在平均研發密度方面，企業規模較大、成立時間較長的西藥製劑廠商的平均研發密度較低，每年維持約10%左右的研發密度，另一類型為企業規模較小、成立時間較短的生技製藥公司，如：台微體(4152)、智擎(4162)。台微體主要研發微脂體藥物傳輸系統，用以降低藥物毒性、提升藥效、延長體內代謝時間，其研發密度較高。

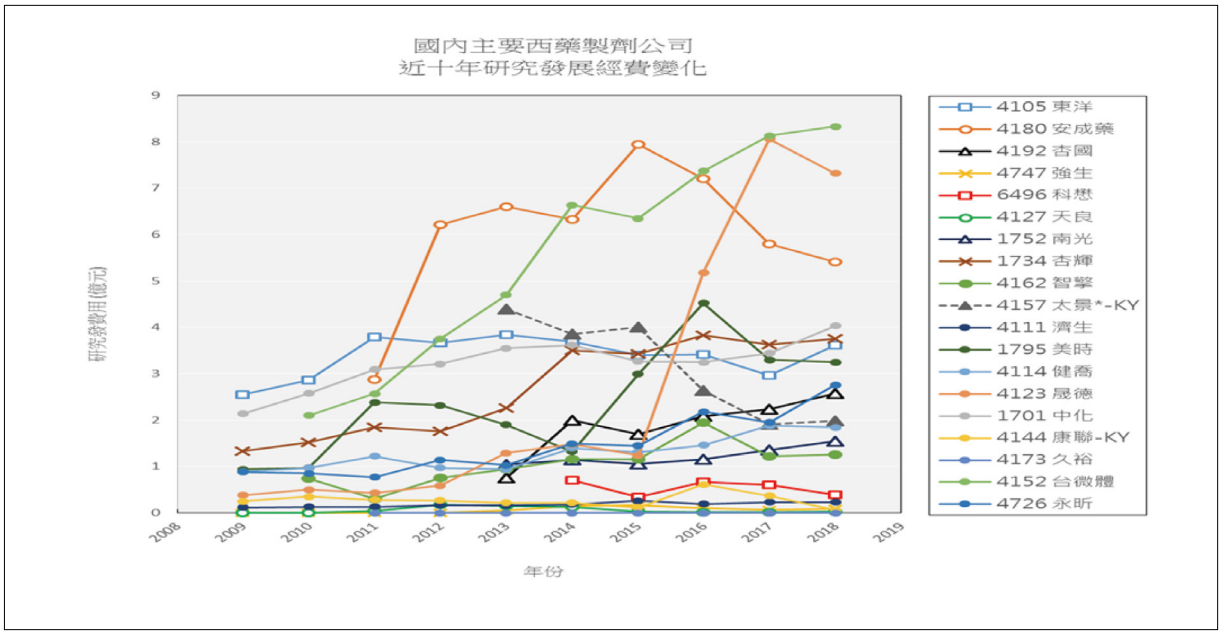


圖4.11 前十大生物製劑公司之研發支出金額
資料來源：TEJ資料庫。

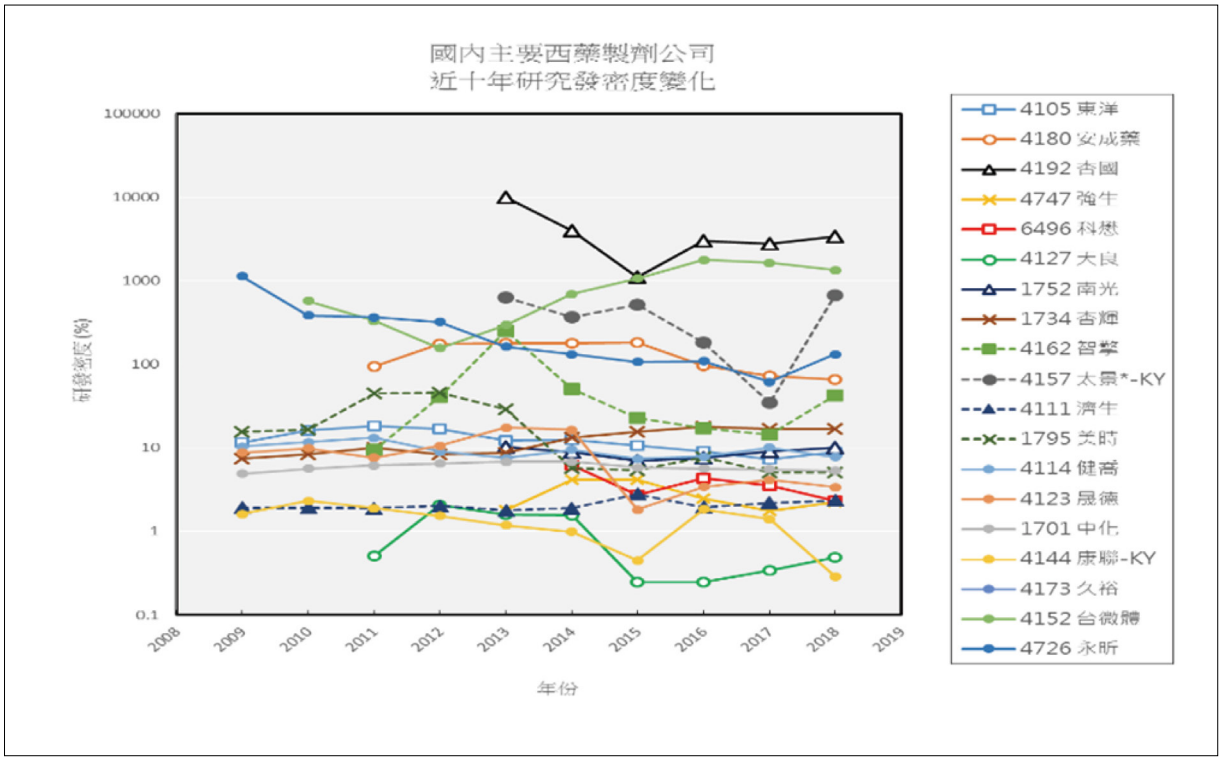


圖4.12 前十大生物製劑公司之平均研發密度
資料來源：TEJ資料庫。

4.3.5 上市櫃製藥企業主要中藥製劑公司之研發投資概況

下圖為國內上市櫃製藥公司中的前十大中藥製劑公司的研發支出金額，其中以友華及杏輝兩間公司的研發投資金額與成長率最高，從2009年起持續投入研究發展費，至2018年底呈現倍數的成長，分別達到4.18及2.83倍之多。

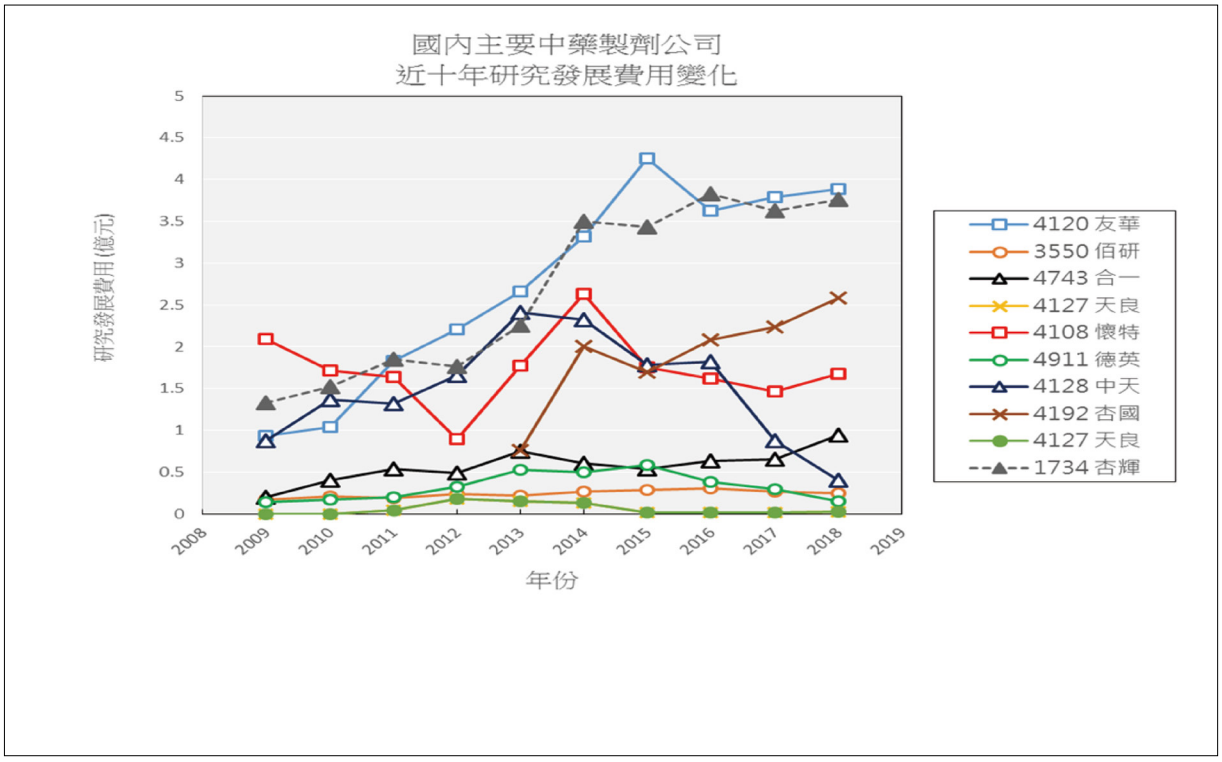


圖4.13 前十大中藥製劑公司之研發支出金額
資料來源：TEJ資料庫。

以研發密度看中藥製劑公司，可大略區分為兩個族群(<20%及>20%)，其中大於20%有四間公司：杏國(4192)、合一(4743)、懷特(4108)、德英(4911)：杏國為杏輝(1734)集團下子公司專做新藥開發；合一則為中天(4128)旗下新藥開發公司，研發植物萃取藥物；懷特為美吾華集團下植物新藥開發生產；德英為高雄醫大郭國華教授2002創立之植物新藥公司。這四間公司做為集團或母公司下專司新藥開發單位或新創立之製藥公司，在營收淨額較低的情況下，其研發密度均較其餘中藥製劑公司為高。

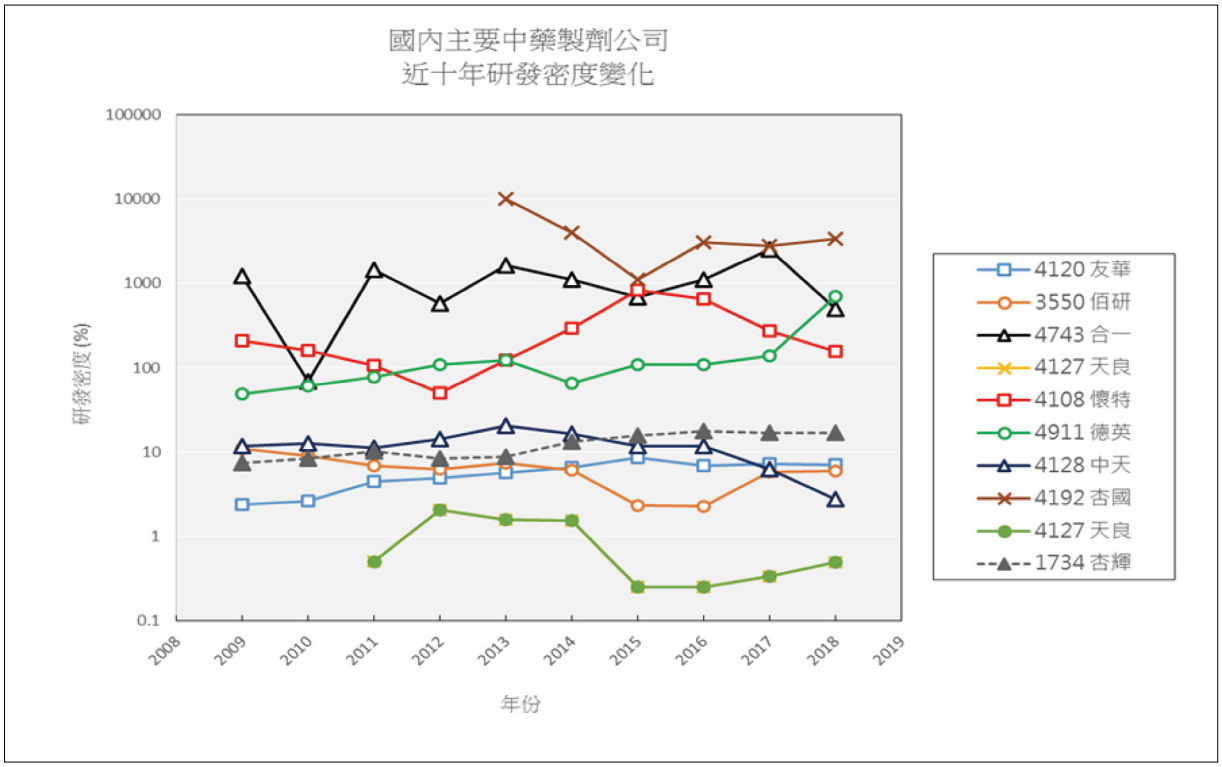


圖4.14 前十大中藥製劑公司之研發密度
資料來源：TEJ資料庫。

4.3.6 上市櫃製藥企業主要生物製劑公司之研發投資概況

隨著醫療科技的進步及基因體學之興起，生物製劑類的藥品在近年來成為世界各藥廠研發重點投入的項目，因此在研發資金挹注的情況遠較傳統小分子藥物明顯，多數公司在研究發展費用皆逐年上升。其中浩鼎(4174)更以每年約以近一億的金額增加，估計與其開發生物新藥時，需要支付後期龐大金額的藥物臨床試驗開發有關，同樣的研發費用情形亦可於其他生劑製藥公司見到(如：基亞3176，中裕4147及醣聯4168等)。

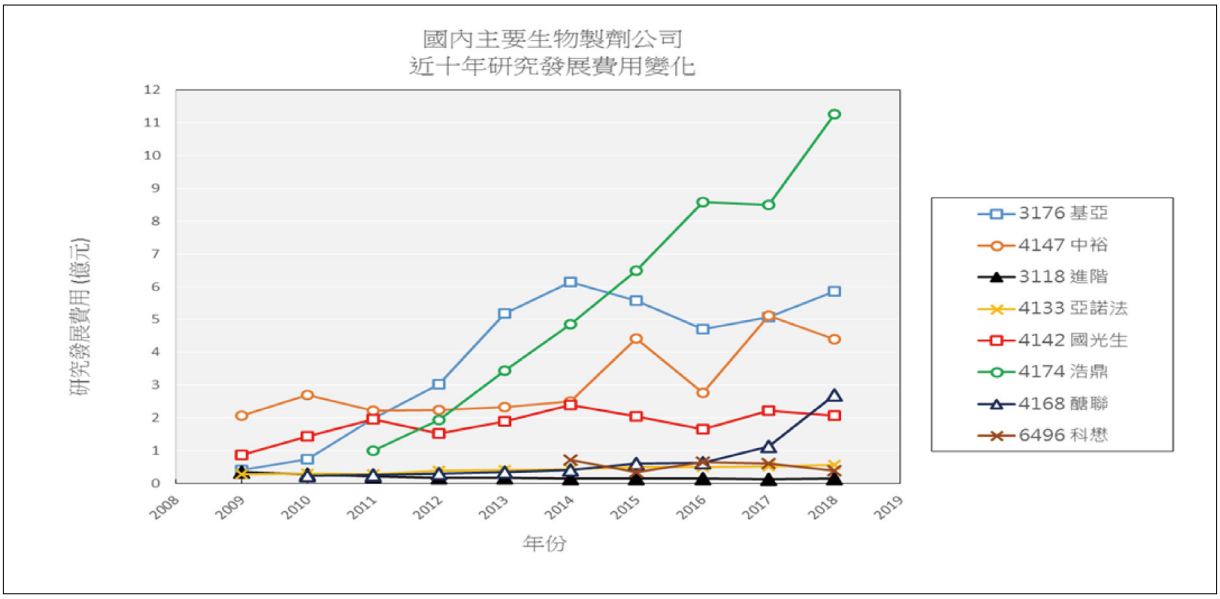


圖4.15 國內前八大生物製劑公司研發支出
資料來源：TEJ資料庫。

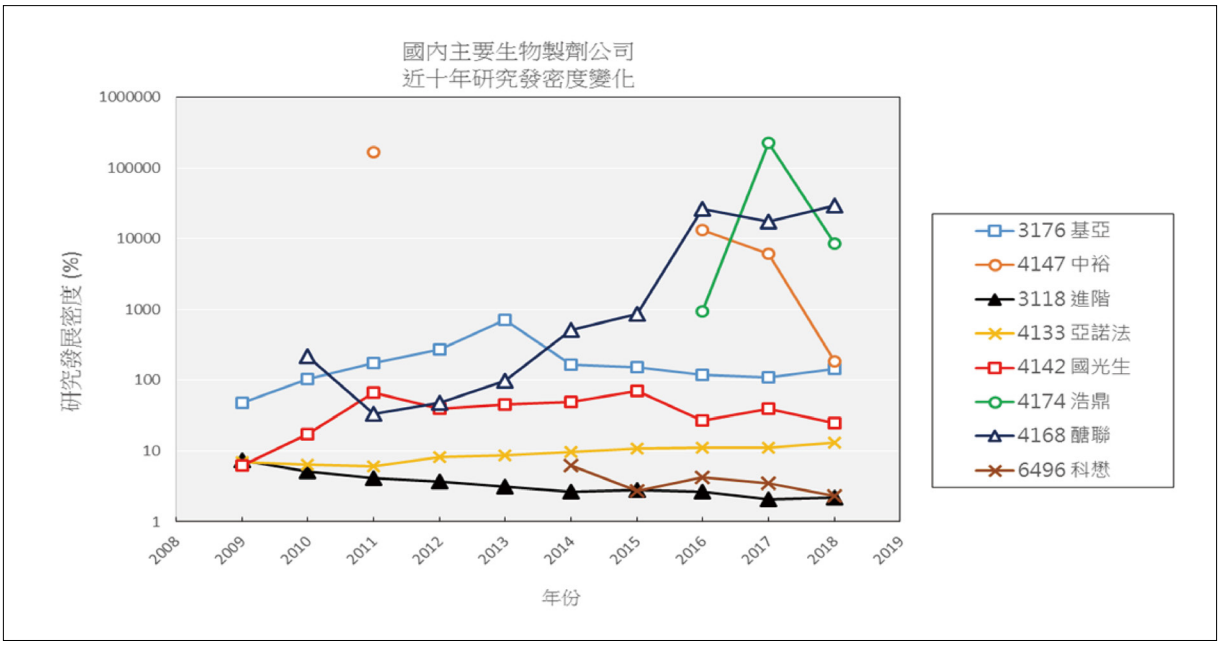


圖4.16 國內前十大生物製劑公司研發密度
資料來源：TEJ資料庫。

而國內大多數的生物製藥公司處於藥品NDA上市前開發階段，尚未有能提供穩定營收的藥品項目，這也造成多數的生技製藥公司營收淨額相對較小甚至沒有，進而計算出高於其他製藥產業許多的研發密度，生物製劑產業的平均值為製藥產業中最高子產業。

檢視國內2018營收前十名之主要製藥公司之研發支出，可以發現國內前十大營收製藥公司除了安成藥2015後研究投資開始下降及其他少數波動外，2009至2018年底大致呈現增長的情況，尤其以晟德(4123)公司在2016~2017投入研究發費用的成長率最為驚人，分別達5.18及8.06億元。

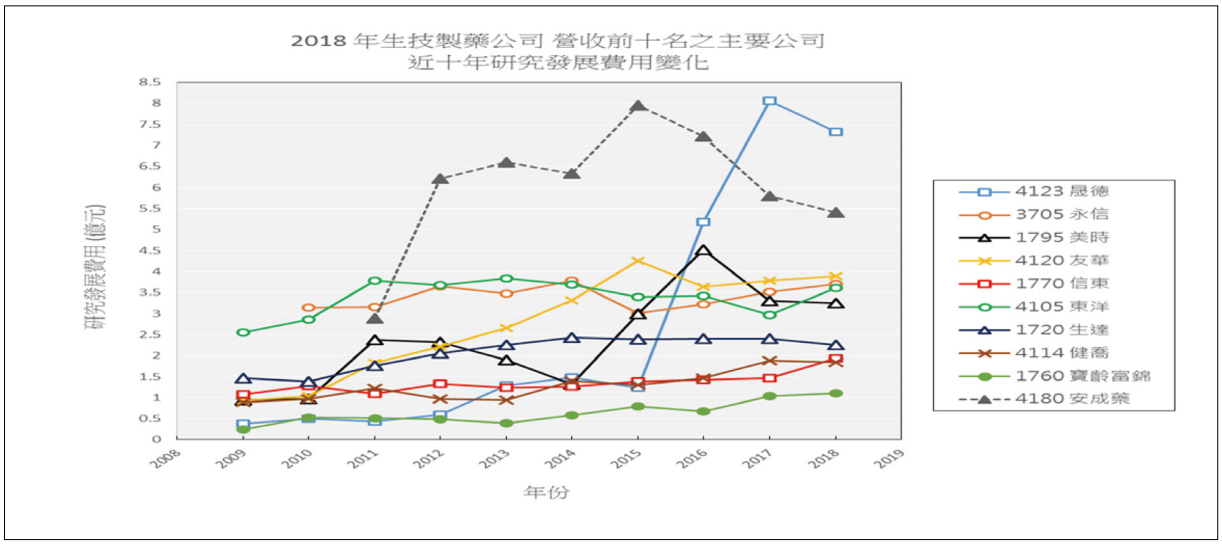


圖4.17 生技製藥產業營收前十名企業之研發支出
資料來源：TEJ資料庫。

但晟德的營收淨額從2013年的7.42億大幅成長，至2018年底達216.5億，相對的研發密度反而因此而降低。營收前十大公司的研發密度多控制在5~10%的區間之中，安成藥(4180)原為國內特殊學名藥公司，從2011年起研發密度均在65%以上，但2018年與加陳國際藥業公司換股下市。美時(1795)則在2014年與國際藥廠艾威群集團(Alvogen)策略聯盟，艾威群並其取得美時67%股權，進而將艾威群旗下韓國、印度與台灣子公司併入，大幅擴大營收，也因此研發密度從2014年後下降至5~7%的範圍。

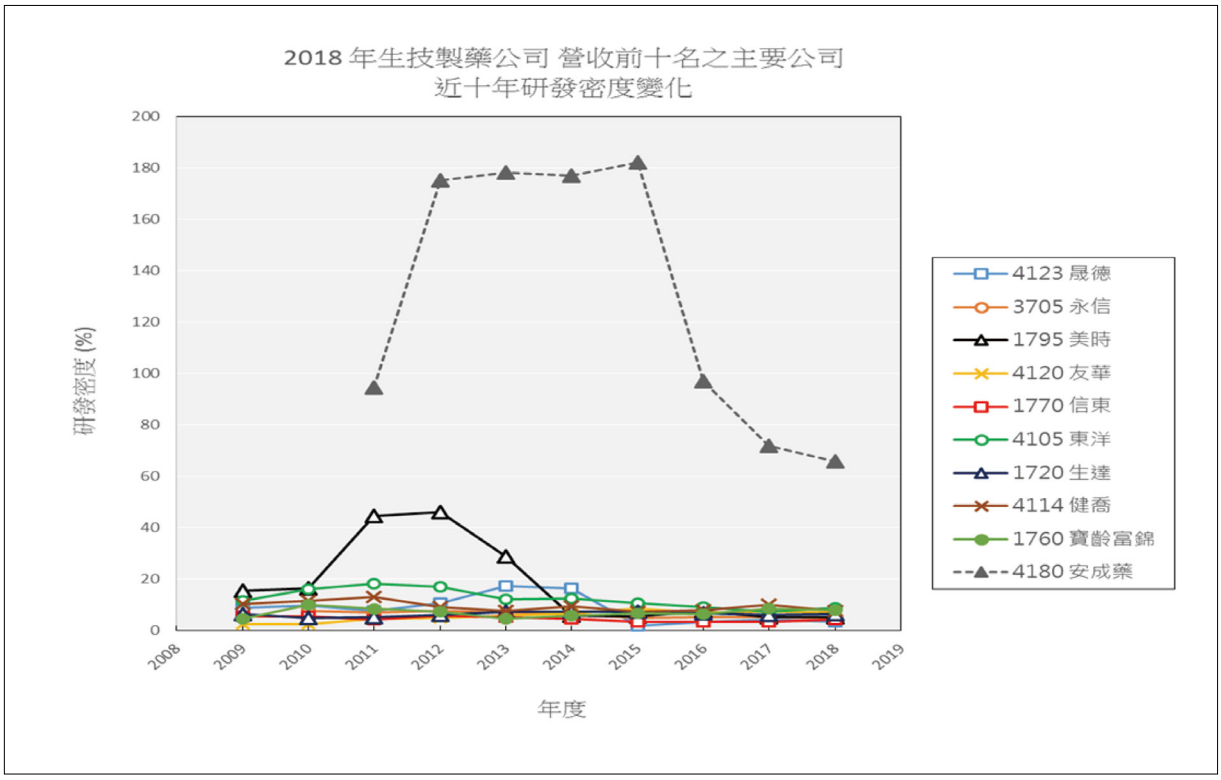


圖4.18 生物製藥公司營收前十大公司之研發密度
資料來源：TEJ資料庫。

4.3.7 上市櫃製藥企業主要生物製劑公司之研發投資概況

學名藥營收前十大企業中，大致上以中化(1701)、永信、東洋、杏輝的研發出金額最高，杏輝與美時的研發支出成長率最為顯著，其中，杏輝除了轉投資成立新藥開發的杏國子公司，杏輝亦有新藥臨床試驗的發展，其研發密度從2013年前的8%逐步調升至近幾年的17%，成長兩倍之多。中化(1701)近年逐漸擴大事業版圖，除了水平與垂直整併，更計畫成為整合型製藥公司進軍國際，因此其產品線的多元化，開發新藥的經費支出有增加的走勢，但其營收近年達近五成的成長，造成研發密度相對下降的形態。南光(1752)為國內老牌學名藥廠，著眼在高門檻學名藥、505(b)2類新藥的開發，其研發費用、研發密度呈現緩慢上升，其餘國內學名藥廠商大多維持在6~8%左右的研發密度波動。

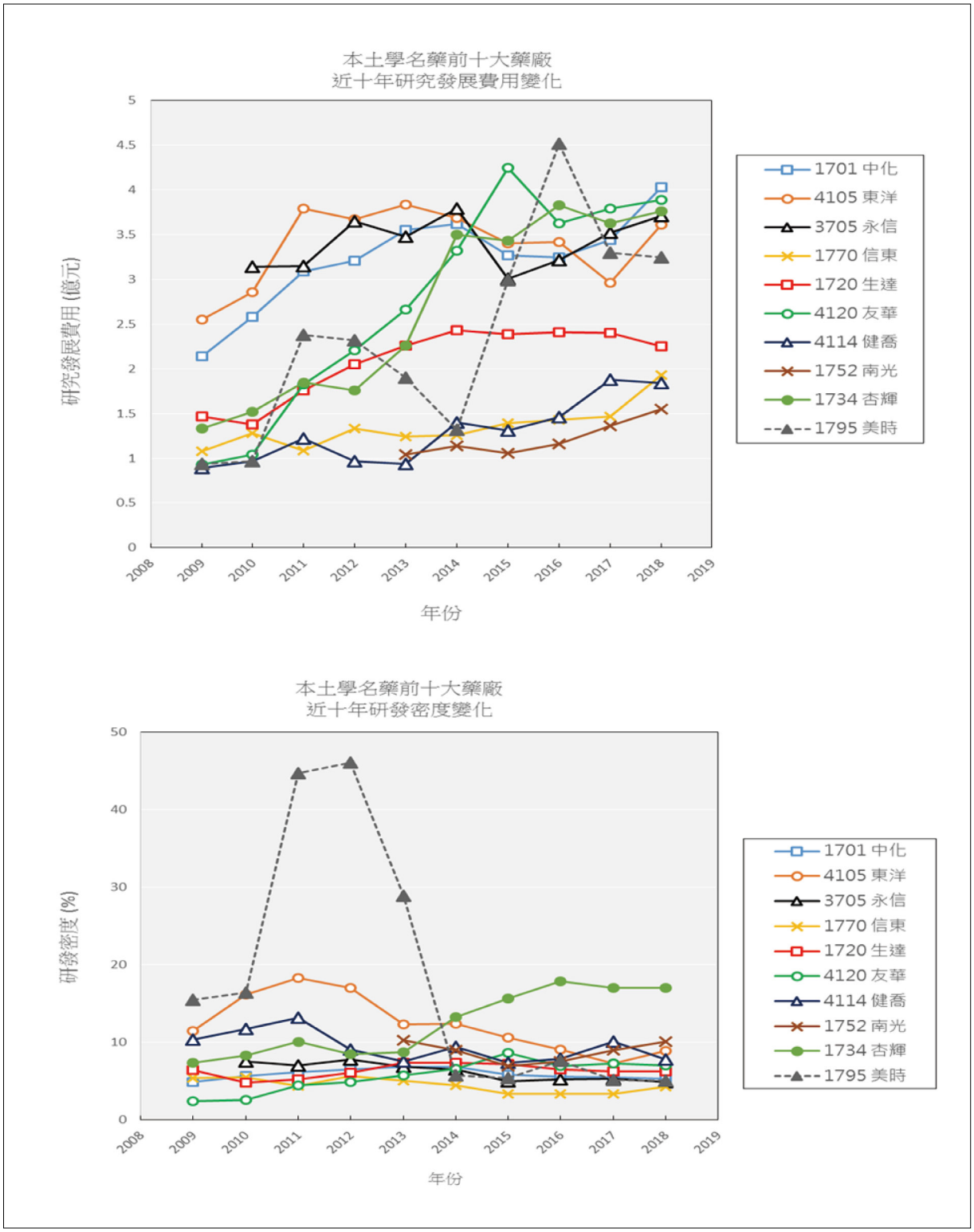


圖4.19 學名藥前十大企業近年研發經費及研發密度變化
資料來源：TEJ資料庫。

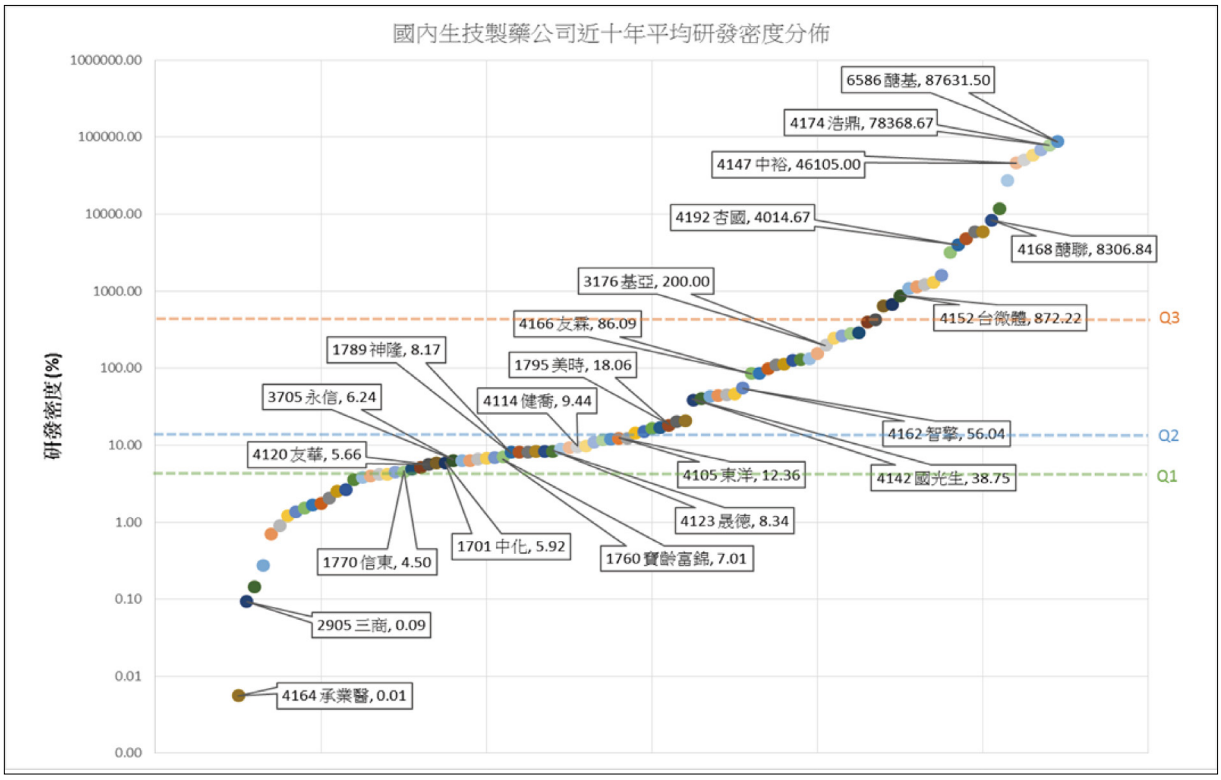


圖4.20 國內製藥公司近十年研發密度分布
資料來源：TEJ資料庫。

第五章　創新網絡分析

後進國家的產業研發需要仰賴與先進國家產業間鏈結的知識流動，過去台灣的資通訊產業便透過與大型國際企業的產業鏈結，包括，扮演國際企業的供應商角色，以取得技術流動(Dodgson et al., 2008)，除了直接的共同研發與技術移轉之外，共同製造也被視為研發聯盟的型態之一(Yayavaram, Srivastava, & Sarkar, 2018)，因為製造技術所涉及的製程知識為隱性知識，透過共同製造會產生知識流動，因而成為重要的知識流動途徑。

許多研究指出，我國的資通訊產業之所以能吸引國際廠商與我國廠商形成創新網絡進行知識流動，主要在於以進入市場作為交換誘因(Dodgson et al., 2008)。有些企業則採取企業集團的模式進行子公司間的研發合作，以避免某些國家的智財權保護或資本市場不成熟所帶來的風險(Holmes et al., 2018; Mahmood et al., 2013)。

生物技術在製藥產業的重要性的日益升高，促成製藥產業研發分工的分殊化，由概念創新網絡的觀點來看，更多的專殊化會產生更多的合作需求，因為知識與專業分散在多重機構，此外，分殊化促使許多研究機構的因獨立成立而具有更高的能見度(Hage & Hollingsworth, 2000)，這更強化了彼此合作的可能性。此外，網絡連結成為重新組合知識、資源以達成創新的重要關鍵所在(Arora et al., 2018)。

企業的研發合作關係具有財務風險以及知識分享的智財侵權風險，往往必須與參與效益兩者之間進行權衡。即使有明顯效益，研發合夥關係非常難以維持，公共機關可扮演促進創新網絡的關鍵角色，創新網絡形成可能透過兩個路徑：1.理解夥伴關係好處的參與企業主動啟動 2.公共機關所鼓勵。

由於企業間進行研發會存在著許多認知距離，包括：技術距離、地理距離、制度與文化差異等(Jaffe, 1986; Nooteboom, Van Haverbeke, Duysters, Gilsing, & van Den Oord, 2007; Scalera et al., 2018; Yayavaram et al., 2018)。由於全球研發組織分工的專殊化，許多知識與技術日益分散在不同地區與不同類型組織中，某些技術與知識較非明文化(less codified)，因此知識傳遞會需要透過大型國際企業的供應鏈關係進行密集互動與知識流動，或者透過在生技製藥的群聚(cluster)，以地理鄰近的方式，促進產官學連結互動，因此連結各國生技群聚也成為技術創新的重要策略(Scalera et al., 2018)。

目前國際上有四個重要的生技群聚：美國加州San Diego、英國劍橋、德國Munich、法國Evry-Ile de France(Dodgson et al., 2008)。

2002年我國政府也將生技產業是為國家策略重點，優先推動生技製藥產業，建立了新竹生技園區與國家醫療研究院(National Health Research Institute)作為研究Hub以及南港生技園區，將臺大醫院與中研院作為研究hub，這些產業群聚納入了部門創新系統(sectoral system of innovaton) (如：大學、法人研究機構、金融誘因、法律管制)，以及取得國外技術與進入國外市場等方案(Dodgson et al., 2008)。

工研院的成功策略專注於運用創新網絡進行技術擴散，工研院發掘國際市場機會後，組成由許多大型跨國公司及許多台灣小型企業所組成的網絡， 以進入亞洲市場交換技術取得，參與的台灣廠商被結構化以極大化組成企業之間的知識流動，這些參與廠商合作依據取得技術建立產品也各自競爭以推出商品進入市場，一段時間後此一網絡中會產生二到三個主導企業， 具有成功進行國際競爭的技術性及學習技能(Dodgson et al., 2008)。但由於我國藥品市場較缺乏吸引大型國際藥廠的市場吸引力，加上製藥產業較低度的模組化與專殊化分工，較難以建立國內企業與大型企業之創新網絡，因而政府主要改採由中型外國企業與國內企業共同組成的創新網絡，而這些創新網絡所專注的是基礎應用的臨床前階段之知識創造而非技術應用。

本研究依據實證資料進行社會網絡分析，初步地描述探討我國政府與企業所啟動之研發合作網絡的型態與特性，並作為未來進行更深入的理論假設分析，將網絡測量特性作為控制變數或解釋變數，以更深入了解企業的特性與創新績效間關係如何受到網絡結構之形塑。當我們更能理解企業創新行為與創新績效間的因果關係，以及位於網絡結構中的企業如何受到制約時，這些對於決策者而言，便可以網絡的子群連結的角度以進行組合最佳化，而不在是由個別企業的優先排序之觀點進行決策，將可提高計畫組合的互補性，以提高研發預算分配之效益。

5.1 政策驅動創新網絡

5.1.1政府補助計畫之技轉授權網絡

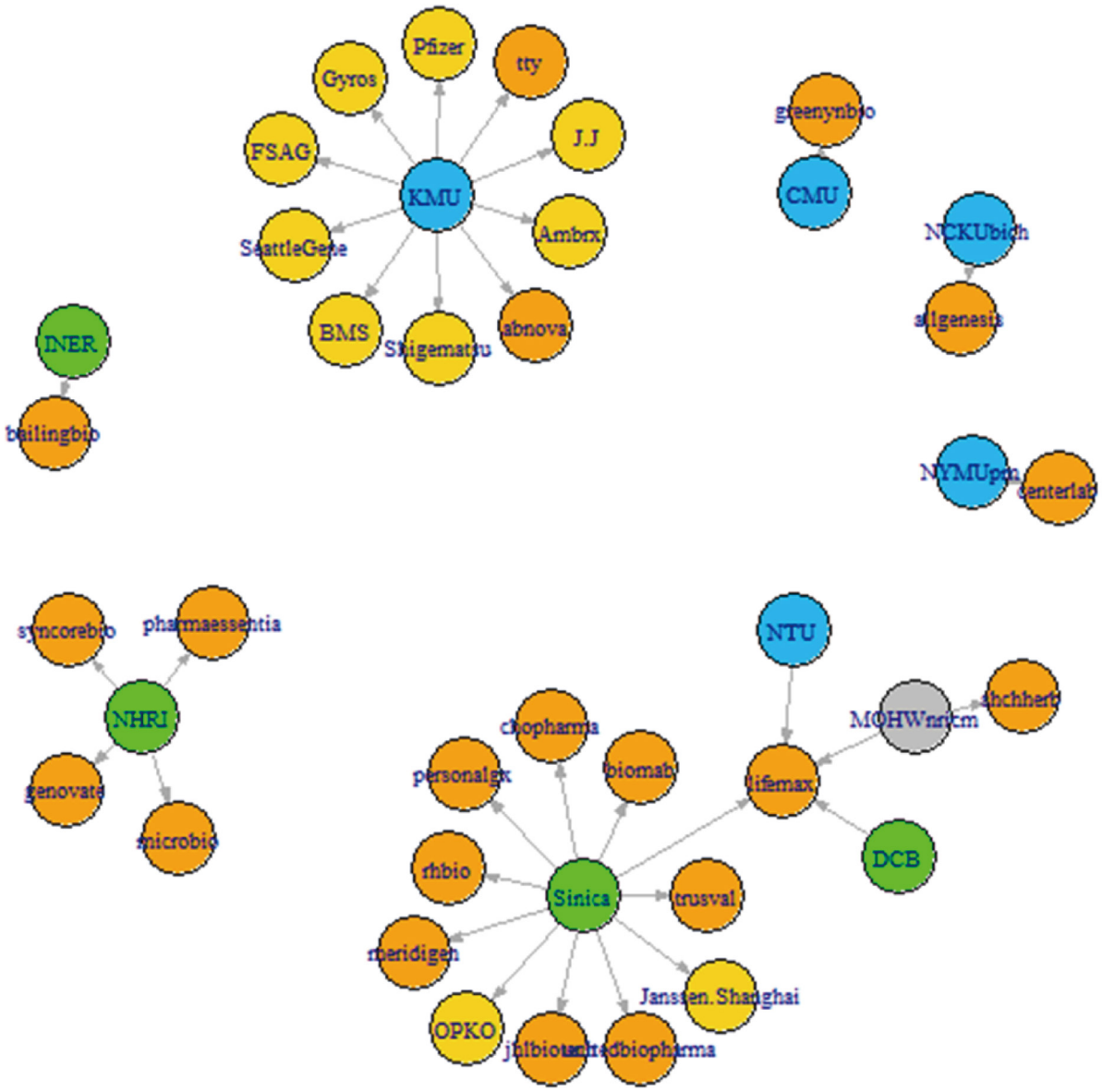


圖5.1 政府補助計畫技轉授權網絡
資料來源：GRB資料庫。

上圖是盤點計畫中在計畫書、成果資料或相關報導明確指出有技轉授權的資料進行網絡分析，主要是研究單位與學校授權給國內或國外製藥生技公司，授權筆數超過四筆的有高雄醫學大學、中研院與國衛院，其中高雄醫學大學生物醫學暨環境生物學系的成果主要來自單一計畫(以抗聚乙二醇雙功能抗體非共價鍵修飾聚乙二醇-奈米分子以進行腫瘤標的治療)，並指出技轉給208公司而明確寫於成果報告中的僅有十家公司包括輝瑞、必治妥施貴寶、嬌生與亞法諾等國內外製藥大廠，技轉金額達一千五百萬元(NT$ 15,028,557)。而中研院的技轉授權來自多筆不同計畫共十多家生技公司，主要是國內生技公司及Janssen(嬌生旗下位於上海的創新中心詹森實驗室)。

國衛院與衛福部分別技轉授權給四家與兩家國內生技製藥公司，台大、成大、陽明、北醫、生技中心與核能所技轉授權一家國內廠商。

由上圖中可以看出，中研院與高雄醫學大學具有最多的技轉，其中，中研院的技轉對象多數為國內企業，少部分為國外企業，相對地，高雄醫學大學則主要技轉對象為國外企業，在技轉方面與國外企業有更多的連結性。另外，其他如生技中心等法人研究機構也有些技轉授權。值得注意的是，生脈生技公司非常積極地由國內學研機構(中研院、台大等)取得授權進行後續研發，事實上，生脈生技也非常積極地由各國企業取得技術授權。

表5.1 政府補助計畫委託開發網絡機構簡稱對照表

英文代號	單位	英文代號	單位
Abnova	亞諾法	Meridigen	宣捷生物科技
Allgenesis	新源生物科技股份有限公司	Microbio	中天生技
Ambrx	Ambrx Inc.	MOHW	衛福部國家中醫藥研究所
Bailingbio	百靈雲生醫科技有限公司	NCKU	國立成功大學生物化學科暨生物化學暨分子生物學研究所
Biomab	百優生醫股份有限公司	NHRI	財團法人國家衛生研究院
BMS	Bristol-Myers Squibb	NTU	臺灣大學
Centerlab	晟德大藥廠	NYMU	國立陽明大學生物藥學研究所
Chopharma	醣基公司	OPKO	OPKO Health Inc.
CMU	中國醫藥大學	Personalgx	體學生物科技股份有限公司
DCB	生技中心	Pfizer	輝瑞
FSAG	Fisher Scientific AG	Pharmaessentia	藥華醫藥
Genovate	健亞生技	Rhbio	潤宏生技
Greenynbio	綠茵生技股份有限公司	SeattleGene	SeattleGenetics
Gyros	Gyros AB	Shchherb	勝昌製藥公司
INER	行政院原子能委員會核能研究所	Shigematsu	Shigematsu & Co. Ltd
J&J	Johnson & Johnson	Sinica	中央研究院
Janssen Shanghai	Janssen Shanghai	Syncorebio	杏國新藥
Jhlbiotech	喜康生技	Trusval	信綻科技股份有限公司
KMU	高雄醫學大學	TTY	台灣東洋
Lifemax	生脈生技公司	Unitedbiopharma	聯合生物製藥

資料來源：本研究整理。

5.1.2 政府補助計畫之委託開發網絡

委託開發之定義為生技製藥公司委託醫院進行新藥的臨床第一、二或三期的試驗或是學研委託生技製藥公司進行製程與品質等開發設計，如原料量產或劑型開發，以利於進行臨床試驗藥品量產。在本研究的資料中(見網絡分析圖)可看出台大醫院與成大醫院有很多國內外製藥公司委託進行臨床試驗，北醫與其附設醫院形成一個小群體有國內外生技製藥公司委託開發，而榮民總醫院體系、陽明大學與核能所形成一個小群體，可能其體系有關係。長庚醫院委託國外大學開發影像醫學臨床模式並實際運用在不同人體臨床試驗影像中。中國醫藥大學附設醫院(CMUH)創辦提供執行臨床試驗學術性臨床研究組織(Academic Research Organization, ARO)，ARO獲得美國國衛院及澳洲政府認可並委託CMUH統籌在台灣執行的多中心臨床試驗。國防醫學院藥學系委託開發。

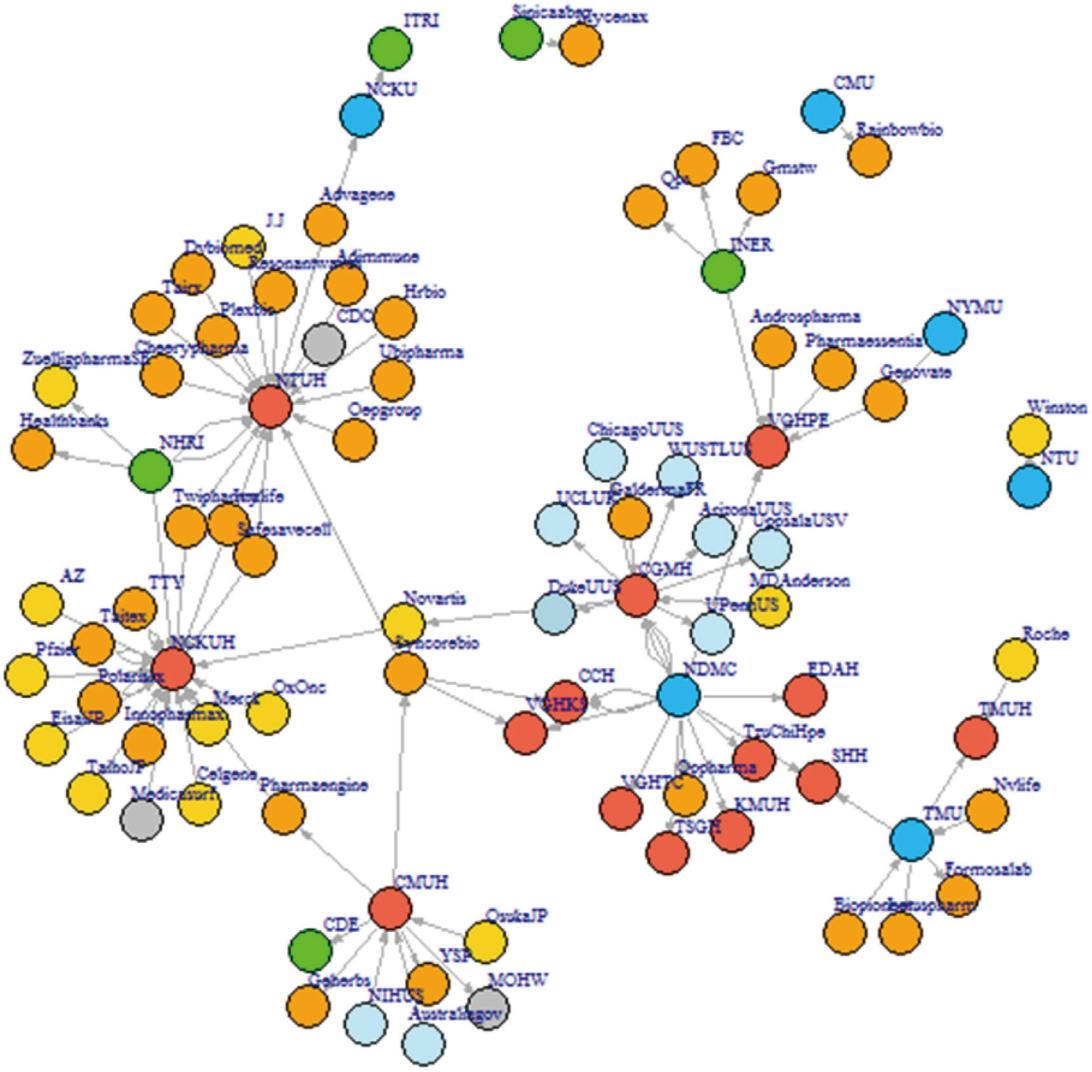


圖5.2 政府補助計畫委託開發網絡
資料來源：GRB資料庫。

表5.2 政府補助計畫委託開發網絡機構簡稱對照表

英文代號	單位	英文代號	單位
Adimmune	國光生物科技	NIHUS	美國國家衛生研究院
Advagene	昱厚生技	Novartis	諾華股份有限公司
Androspharma	竟天生物科技	NTU	臺灣大學
ArizonaUUS	美國亞利桑那大學	NTUH	臺灣大學醫學院附設醫院
Australiagov	澳洲政府	Nvlife	納維再生科技公
AZ	阿斯特捷利康	NYMUtr	國立陽明大學傳統醫藥研究所
Biopioneer	太鼎生技公司	Oepgroup	友華生技
CCH	財團法人彰化基督教醫院	Oppharma	友霖生技醫藥股份有限公司
CDC	衛福部疾病管制署 (CDC)	OsukaJP	大塚公司
CDE	醫藥品查驗中心	OxOnc	OxOnc Development LP 公司
Celgene	美商 Celgene	Pfzier	輝瑞大藥廠
CGMH	長庚紀念醫院	Pharmaengine	智擎
Cheerypharma	祈瑞新藥	Pharmaessentia	華醫藥股份有限公司
ChicagoUUS	美國芝加哥大學	Plexbio	博鋮生技
CMU	中國醫藥大學新藥開發研究所	Polarisrx	瑞華新藥 (Polaris)
CMUH	中國醫藥大學附設醫院	Qps	昌達公司
DukeUUS	Duke University	Rainbowbio	銳博生技公司
Dvbiomed	翔宇生醫	Resonantwaves	台灣共振波
EDAH	義大醫院	Roche	瑞士藥廠 F.Hoffman n-La Roche
EisaiJP	日資衛采製藥股份有限公司 (Eisai)	Safesavecell	世福細胞醫學科技股份有限公司
FBC	台塑生醫 CRO 公司	SHH	雙和醫院
Formosalab	台耀化學	Sinicaabrc	中央研究院農業生物科技研究中心
GaldermaFR	法商高德美公司皮膚科	Syncorebio	杏國
Geherbs	德英	TaihoJP	日商大鵬藥品
Genovate	健亞生物科技	Tairx	台睿生技

英文代號	單位	英文代號	單位
Gmstw	台灣新吉美碩股份有限公司	Taitex	泰緯
Healthbanks	生寶公司	TMUH	北醫醫院
Hrbio	喜瑞生生物科技	TMU	臺北醫學大學
INER	行政院原子能委員會核能研究所	TSGH	三軍總醫院
Innopharmax	因華生技製藥股份有限公司	TTY	台灣東洋
ITRI	新竹工研院 GMP 工廠	Twipharma	安成國際藥業股份有限公司
Ivylife	長春藤生命科學股份有限公司	TzuChiHpe	慈濟綜合醫院台北分院
J&J	嬌生股份有限公司	Ubipharma	聯亞藥業
KMUH	私立高雄醫學大學附設中和紀念醫院	UCLUK	英國倫敦大學
Lotuspharm	美時化學製藥	UPennUS	美國賓州大學
MDAnderson	MD Anderson	UppsalaUSV	瑞典 Uppsala 大學
Medicasurf	生醫服務坊	VGHKS	高雄榮民總醫院
Merck	默沙東藥廠	VGHPE	台北榮民總醫院
MOHW	衛生福利部	VGHTC	台中榮民總醫院
Mycenax	永昕生物醫藥股份有限公司	Winston	溫士頓醫藥股份有限公司
NCKU	國立成功大學醫學系內科學科	WUSTLUS	美國聖路易華盛頓大學
NCKUH	成大醫院	YSP	永信
NDMC	國防醫學院藥學系	ZuelligpharmaSE	裕利股份有限公司
NHRI	財團法人國家衛生研究院生技與藥物研究所		

資料來源：本研究整理。

其中，成大醫院所形成的委託開發網路有更多與外國企業的連結，這表示有更多與外國企業間的知識流動機會。而長庚醫院與中國醫藥大學則與國外大學有更多的委託開發網絡。較特殊的是，國防醫學院有較多的委外給國內醫院的委託研發網絡。

5.1.3 政府補助計畫之委託研究網絡

委託研究之網絡係指大學委託生技製藥企業或研究單位進行臨床前、藥物篩選階段之研究，如中國醫藥大學、成大、陽明、高醫等委託國內外企業進行研究，而許多國內外生技製藥公司委託國衛院進行研究，許多大學與政府單位委託生技中心進行研究，例如：生技中心委託國內醫院進行臨床前之研究，成大、陽明大學等少數大學委託國外企業進行研究。而生春堂製藥(Shengfatsia)則委託國內醫院進行研究。

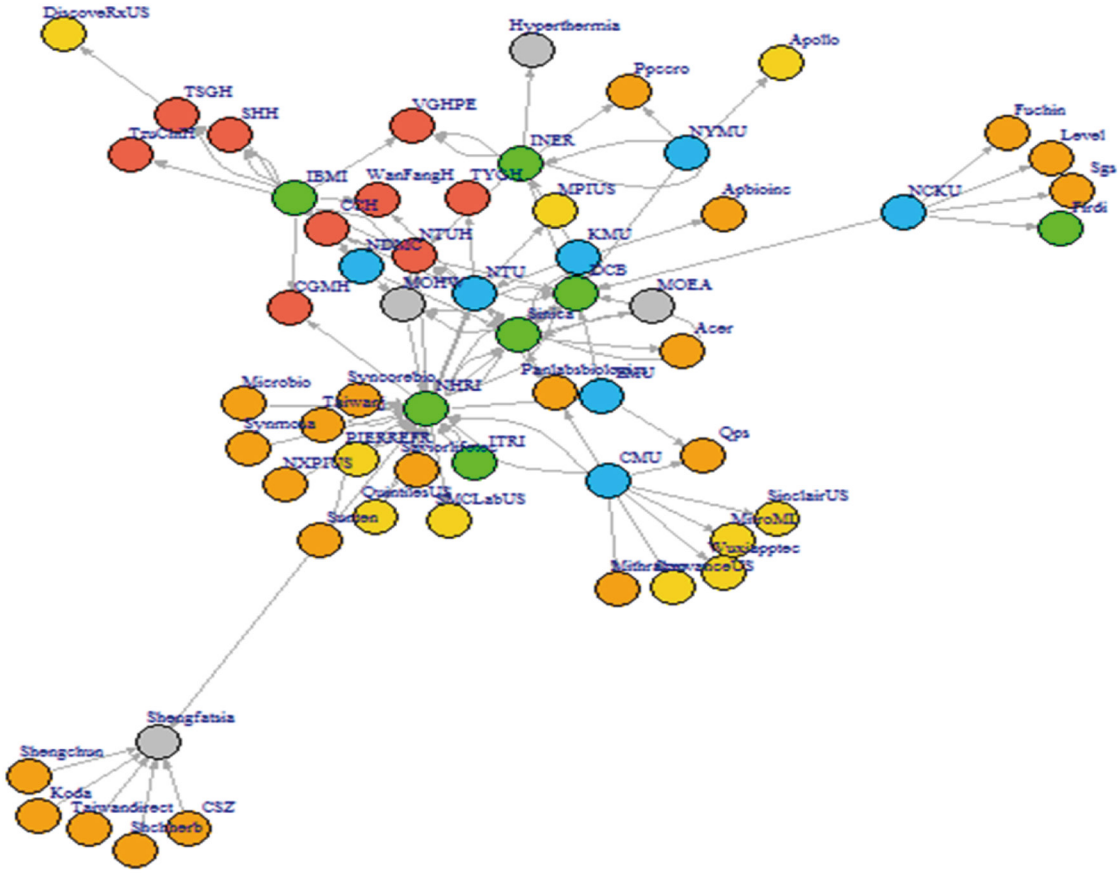


圖5.3 政府補助計畫委託研究網絡
資料來源：GRB資料庫。

表5.3 政府補助計畫委託研究網絡機構簡稱對照表

英文代號	單位	英文代號	單位
Acer	宏碁股份有限公司	NTUH	台大內科
Apbioinc	圓祥生技	NXPIUS	台灣恩智浦半導體
Apollo	A+ Inc (apollo) CRO	NYMU	國立陽明大學生物藥學研究所
CCH	彰化醫院	Panlabsbiologics	汎球藥理研究所股份有限公司
CGMH	長庚醫院	PIERREFR	法國 PIERRE FABRE
CMU	中國醫藥大學新藥開發研究所	Ppccro	佳生
ConvanceUS	美國 Convance 公司	Qps	昌達生化科技股份有限公司
CSZ	莊松榮製藥廠有限公司	QuintilesUS	昆泰股份有限公司
DCB	財團法人生物技術開發中心	Saviorlifetec	展旺
DiscoveRxUS	美國 DiscoveRx	Sgs	台灣檢驗科技股份有限公司
Firdi	食品工業發展研究所	Shchherb	勝昌製藥廠股份有限公司
Fuchin	輻新企業股份有限公司	Shengchun	生春堂製藥工業股份有限公司
Hyperthermia	台灣癌症熱治療協會	Shengfatsia	『中藥製劑層析指紋成分鑑定』產學聯盟
IBMI	財團法人生技醫療科技政策研究中心	SHH	雙和醫院
INER	行政院原子能委員會核能研究所	SinclairUS	美國 Sinclair 公司
ITRI	工研院	Sinica	中研院
KMU	高雄醫學大學	SMCLabUS	SMC Laboratories
Koda	科達製藥股份有限公司	Sunten	順天堂藥廠股份有限公司
Level	進階生物科技股份有限公司	Syncorebio	杏國新藥
Microbio	中天生技	Synmosa	七星化學
Mithracro	明生生物科技	Taiwandirect	台灣德瑞特生物科技股份有限公司
MitroML	Mitro Biotech CRO 實驗室	Taiwanj	景凱
MOEA	經濟部	TMU	台北醫學大學
MOHW	衛福部	TSGH	三軍總醫院神經外科
MPIUS	MPI research (CRO)	TYGH	部立桃園醫院內科部
NCKU	成功大學	TzuChiH	慈濟醫院
NDMC	國防醫學院	VGHPE	榮民總醫院
NHRI	財團法人國家衛生研究院	WanFangH	萬芳結核病中心
NTU	台大醫學院	Wuxiapptec	Wuxi Apptec Biotech CRO 實驗室

資料來源：本研究整理。

5.1.4 政府補助計畫之委託研究與委託開發網絡

在此類整合研究與開發之計畫所形成研發合作網絡中，最主要為衛福部委託國內企業或國內其他研究機構執行，在衛福部此類計畫中，並未納入國外企業，較缺乏與國外企業與研究機構間的網絡連結。僅有國衛院委託國外企業與機構，整合臨床前階段之研究與臨床階段之開發，並接受國內醫院委託執行研究與開發，為唯一連結國外企業的研究機構。而台大為重要的委託與被委託研發執行單位。

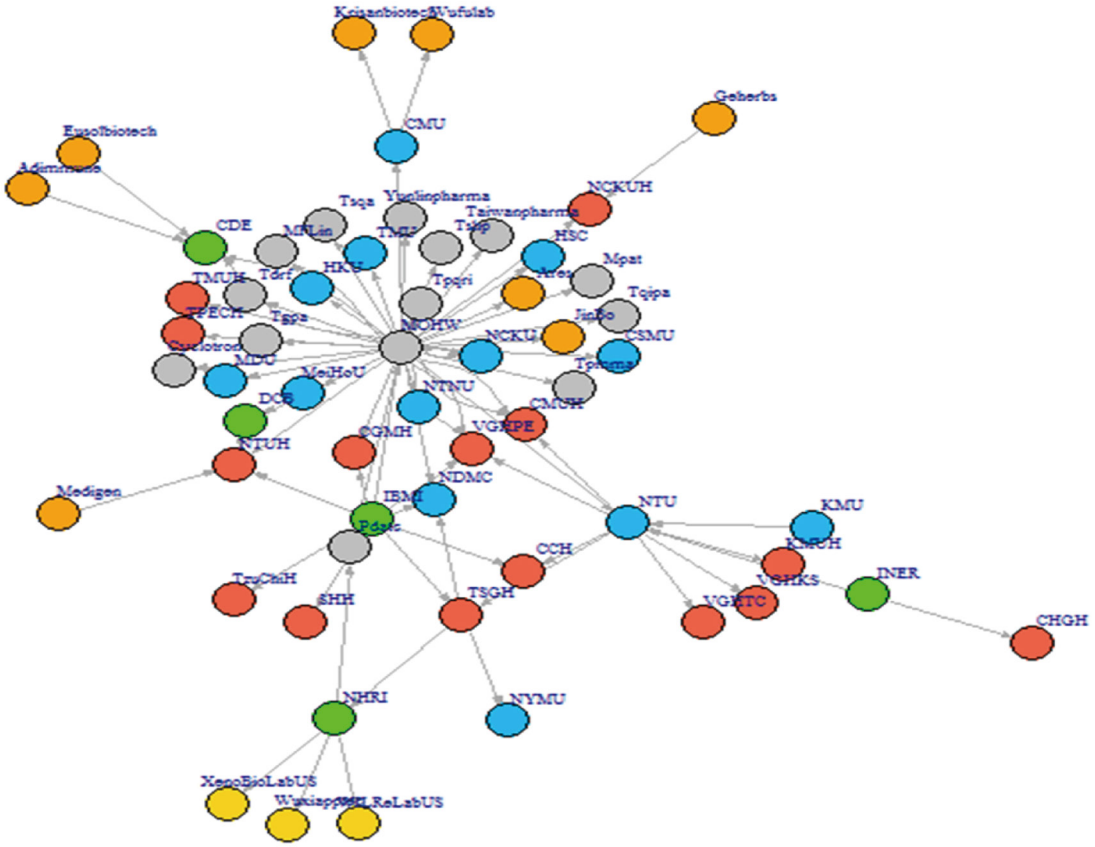


圖5.4 政府補助計畫委託研究與開發網絡
資料來源：GRB資料庫。

表5.4 政府補助計畫委託研究與開發網絡機構簡稱對照表

英文代號	單位	英文代號	單位
Adimmune	國光生技	NDMC	國防醫學係神經外科洪東源助理教授
Ares	資通電腦股份有限公司	NHRI	財團法人國家衛生研究院
CCH	彰化基督教醫院	NTNU	國立台灣師範大學
CDE	財團法人醫藥品查驗中心	NTU	國立台灣大學
CGMH	長庚醫院	NTUH	台大醫院
CHGH	台北振興醫院胃腸科何愛生醫師	NYMU	陽明大學藥學系（胡德民副教授）
CMU	中國醫藥大學新藥開發研究所	Pdatc	社團法人中華無菌製劑協會
CMUH	中國醫藥大學附設醫院	SHH	雙和醫院
CSMU	中山醫學大學醫學系	Taiwanpharma	藥師公會全聯會
Cyclotron	台灣醫用迴旋加速器學會	Tdrf	財團法人藥害救濟基金會
DCB	財團法人生物技術開發中心	Tgpa	中華民國學名藥協會
Eusolbiotech	雅祥生技	TMU	臺北醫學大學
Geherbs	德英生技	TMUH	台北醫學大學附設醫院
HKU	弘光科技大學	TPECH	臺北市立聯合醫院
HSC	新生醫護管理專科學校	Tpmma	中華民國藥品行銷暨管理協會
IBMI	財團法人生技醫療科技政策研究中心	Tpqri	社團法人台灣藥物品質協會
INER	行政院原子能委員會核能研究所	Tqipa	中華民國藥事品質改革協會
JinBo	景博科技股份有限公司	TSGH	三軍總醫院
KMU	高雄醫學大學	Tshp	社團法人台灣臨床藥學會
KMUH	高雄醫藥大學附設中和紀念醫院	Tsqa	台灣生醫品質保證協會
Krisanbiotech	建誼生技	TzuChiH	慈濟醫院
MDU	明道學校財團法人明道大學	VGHKS	高雄榮民總醫院
Medigen	基亞	VGHPE	台北榮民總醫院
MeiHoU	美和學校財團法人美和科技大學	VGHTC	台中榮民總醫院
MFLin	財團法人林明芳教授臨床藥學發展基金會	WILReLabUS	WILReLabUS
MOHW	衛生福利部	Wufulab	五福化學製藥公司
Mpat	台灣醫界聯盟基金會	Wuxiapptec	藥明康德有限公司
NCKU	國立成功大學	XenoBioLabUS	XenoBioLabUS
NCKUH	成功大學醫學院附設醫院	Yunlinpharma	雲林縣健保特約藥局協會

資料來源：本研究整理。

5.1.5 政府補助計畫之共同開發網絡

共同開發係雙向的知識流動，合作雙方必須有深入的知識分享，因此，有更多的明文知識(codified knowledge)與隱性知識(tacit knowledge)外洩的問題(Ariño, 2010; Yayavaram et al., 2018)，此一風險造成許多企業進行共同研發的誘因不足，當企業需要進行共同開發，以進行技術能量與資源之互補及互動交流以創造更大的協力價值時，往往需要透過縝密的合約條文規定，納入技術里程碑、資產及行銷權益的分配及分享，降低投機行為，並創造共同研發的共同利益基礎(Devarakonda & Reuer, 2018; Furr & Kapoor, 2018)。

由GRB資料庫之資料顯示，政府補助研究計畫中極少共同開發研究，主要由台大醫院與國外企業，少數為國內企業共同開發，藥品查驗中心、中興大學進行共同開發，有生技製藥企業幾個企業彼此兩兩連結成群、企業與研究單位進行共同開發或是醫院與藥廠進行共同開發。相較於其他類型研究或開發此類筆數較少，這也呼應了研究所指出，我國製藥相關科技之公共補助研發計畫主要聚焦於臨床前的研究所形成的國內外共同研究網絡(Dodgson, Mathews et al. 2008)。此一型態，會造成難以強化國內製藥企業與國外企業或研究機構之創新網絡，因而難以藉此進行知識流動。

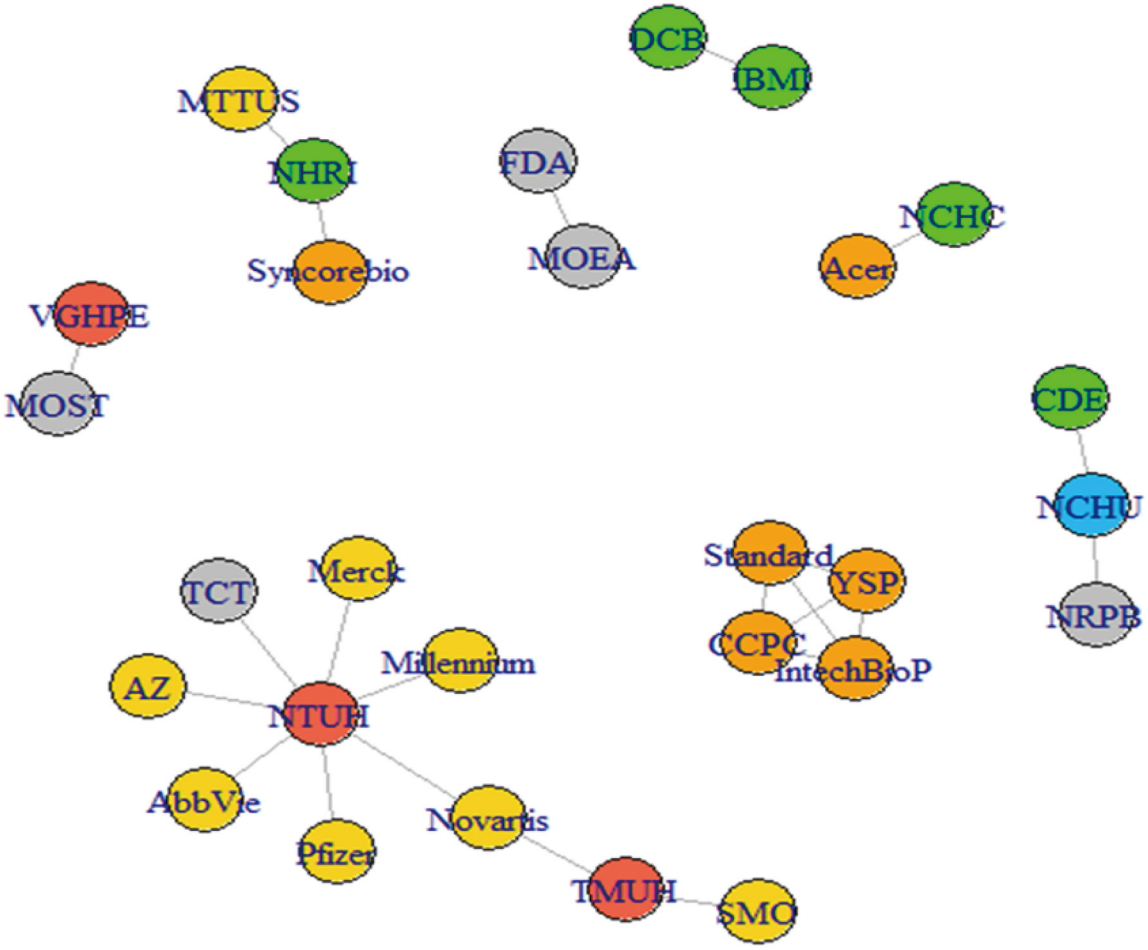


圖5.5 政府補助計畫共同開發網絡
資料來源：GRB資料庫。

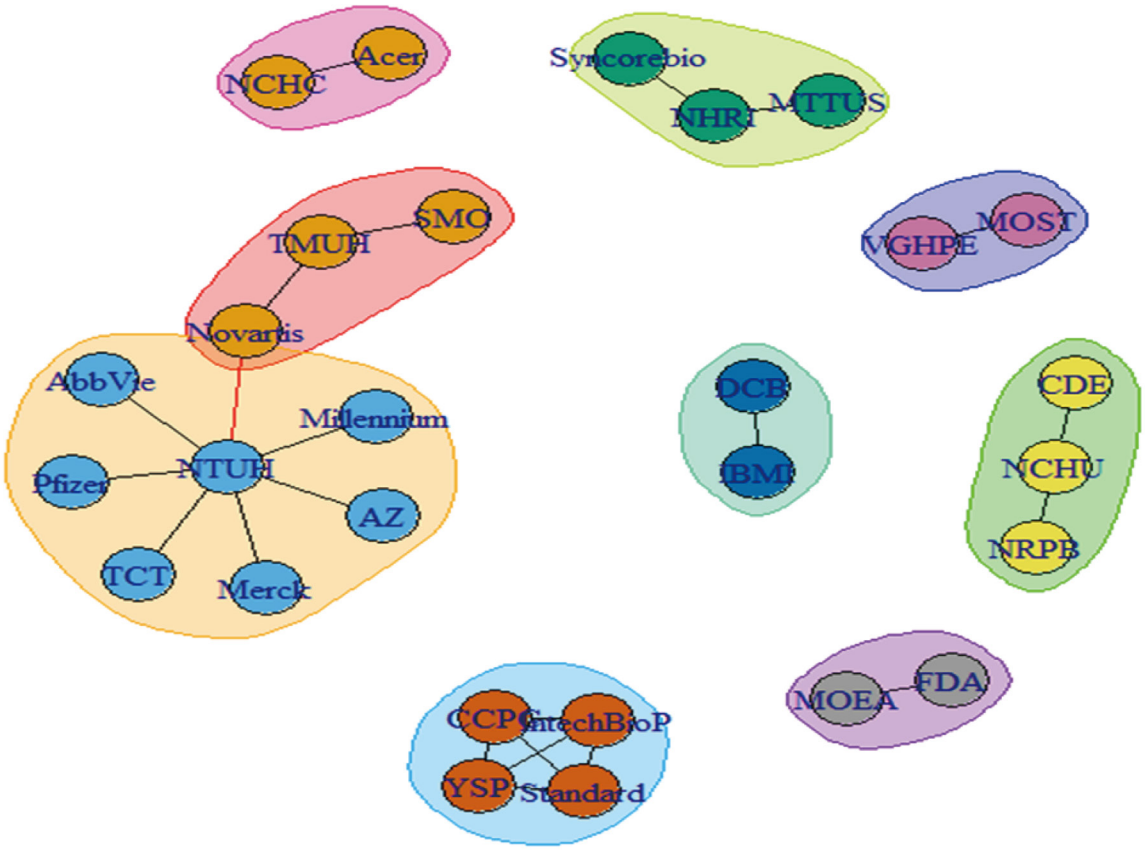


圖5.6 政府補助研究共同開發網絡子網絡
資料來源：GRB資料庫。

利用walktrap或betweenness模式運算社群計算共同開發網路的子群體發現網絡的子群體，除了臺大醫院與北醫形成的大子群體外，其他子群體大多四個以下企業、研究或政府單位或醫院形成一個群。

表5.5 政府補助計畫共同開發網絡機構簡稱對照表

英文代號	單位
AbbVie	AbbVie Inc 美國艾伯維製藥公司
Acer	宏碁股份有限公司
AZ	英國阿斯特捷利康公司
DCB	財團法人生物技術開發中心
CCPC	中國化學製藥股份有限公司
CDE	財團法人醫藥品查驗中心
MOHW	中華民國衛生福利部
IBMI	社團法人國家生技醫療產業策進會
IntechBioP	益得生物科技股份有限公司
Merck	德國默克公司
Millennium	美國千禧製藥公司
MOEA	中華民國經濟部
MOST	中華民國科技部
MTTUS	美國分子標靶科技公司
NCHC	財團法人國家實驗研究院國家高速網路與計算中心
NCHUchem	國立中興大學化學系
NHRI	財團法人國家衛生研究院
Novartis	瑞士諾華製藥公司
NRPB	生技醫藥國家型科技計畫
NTUH	國立臺灣大學醫學院附設醫院
Pfizer	美國輝瑞大藥廠
SMO	國際 SMO 公司 START 始達公司
Standard	生達化學製藥股份有限公司
Syncorebio	杏國新藥股份有限公司
TCT	臺灣感染症臨床試驗合作聯盟
TMUH	臺北醫學大學附設醫院
VGHPE	臺北榮民總醫院
YSP	永信藥品工業股份有限公司

資料來源：本研究整理。

5.1.6 政府補助計畫之共同研究網絡

研究聯盟可由私人企業、大學、研究機構所形成，共同針對通用技術而非商品的專有技術(proprietary technology)進行研究，參與的研究機構各自將知識、技術與資源投入並進行分享。共同研究也是同樣針對通用技術所共同進行之研究(ASU, 2019; Wagner et al., 2005)，由於這類研究並非針對專有技術，因此，在合作過程中產生知識外溢或智財侵權的機會較低，合作的意願因而較高，這類研究因為有公共財性質，也因此，對於政府而言，較具有科技政策介入的正當性，較無干預市場的爭議(Tassey, 2004)。

由概念創新理論的觀點來看，共同研究所涵蓋的研究領域(research arena)是基礎及應用研究，相較於整合應用與開發的研究，困難度較低，因為基礎應用與開發研究之間存在著較大的認知距離與技術距離(Cohen & Levinthal, 1990; Hage & Hollingsworth, 2000; Nooteboom et al., 2007)，Hage and Hollingsworth(2000)指出，企業創新不一定必須整合基礎應用與開發研究，但若需進行激進創新時，則必須進行基礎應用與開發之間的整合。而當基礎應用研究與開發研究因為組織分殊化而存在於不同類型機構中(企業、學研機構等)時，便需要進行深入的合作與互動連結，才能順利整合知識與資源以進行創新。

以製藥業來說，學名藥公司比較屬於漸進創新的模式，而新藥開發則屬於較接近激進創新途徑，兩者所需要的跨研究領域整合的程度也有所不同。對於共同研究而言，也算是基礎應用的研究，若要成功推動此一類型研究，則主要的關鍵在於研究團隊專業知識的多元性與研究的高度自主性，因此，如何整合多元的研究團隊便成為關鍵所在，因此，與國內外研究單位的鏈結也成為確保研究團隊組成多元性的重要關鍵。

私人企業往往透過共同研究來進行某些與商品開發無直接關聯的通用技術之研發，由參與的企業這類技術通常有如同某些研究所指出，我國的政府補助研究計畫，主要聚焦在臨床前的研究階段，共同研究網絡遠大於共同開發研究網絡。

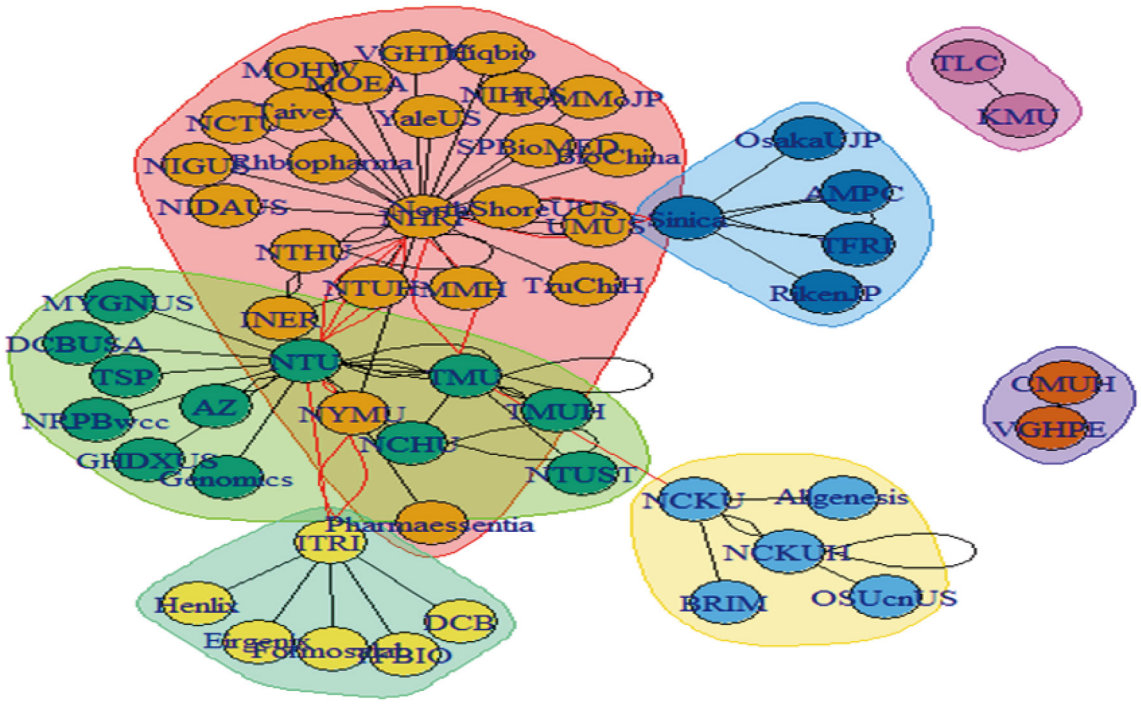


圖5.7 政府補助計畫共同研究網絡子群分析(walktrap算則)
資料來源：GRB資料庫。

表5.6 政府補助計畫共同開發網絡機構簡稱對照表

英文代號	單位	英文代號	單位
Allgenesis	新源生物科技股份有限公司	NorthShoreUUS	美國北岸大學醫療系統
AMPC	Asian Mouse Mutagenesis Resource Association (AMMRA) &Asian Mouse Phenotyping Consortium (AMPC)	NRPBwcc	生技醫藥國家型科技計畫 - 婦癌聯盟
AZ	AstraZeneca 英國阿斯特捷利康公司	NTHU	國立清華大學
BioChina	中華生物科技股份有限公司	NTUH	國立臺灣大學醫學院附設醫院
BRIM	全福生物科技股份有限公司	NTUST	國立臺灣科技大學
CMUH	中國醫藥大學附設醫院	NTU	國立臺灣大學
DCB	財團法人生物技術開發中心	NYMU	國立陽明大學
DCBUSA	DCB-USA LLC	OsakaUJP	日本大阪大學倉光成紀教授實驗室
Eirgenix	台康生技股份有限公司	OSUcnUS	俄亥俄州立大學癌症中心
Formosalab	台耀化學股份有限公司	Pharmaessentia	藥華醫藥股份有限公司
Genomics	基龍米克斯生技股份有限公司	Rhbiopharma	潤惠生技股份有限公司
GHDXUS	Genomic Health	RikenJP	日本理化學研究所放射光科學總合研究中心
Henlix	漢霖生技股份有限公司	Sinica	中央研究院
INER	行政院原子能委員會核能研究所	Taivex	泰緯生命科技股份有限公司
ITRI	財團法人工業技術研究院	TFBIO	天福健康生技有限公司
KMU	高雄醫學大學生物醫學暨環境生物學系	TFRI	行政院農業委員會林業試驗所
MMH	台灣基督長老教會馬偕醫療財團法人馬偕紀念醫院	TLC	台灣微脂體股份有限公司
MOEA	中華民國經濟部	TMUH	臺北醫學大學附設醫院
MOHW	中華民國衛生福利部	TMU	臺北醫學大學
MYGNUS	Myriad Genetics 美國麥利亞德基因科技公司	TSP	台灣病理學會
NCHU	國立中興大學化學系	VGHPE	臺北榮民總醫院
NCKUH	國立成功大學醫學院附設醫院	VGHTC	臺中榮民總醫院
NCKU	國立成功大學	YaleUS	美國耶魯大學
NCTU	國立交通大學應用化學系	Hiqbio	中華海洋生技股份有限公司
NHRI	財團法人國家衛生研究院	SPBioMED	杏圃生技股份有限公司
NIDAUS	美國國家藥物濫用研究院	ToMMoJP	日本東北大学東北メディカル・メガバンク機構 (ToMMo)
NIGUS	美國國家老年疾病研究院	TzuChiH	佛教慈濟綜合醫院醫療財團法人花蓮慈濟醫院
NIHUS	美國國家衛生研究院	UMUS	美國密西根大學

資料來源：本研究整理。

台大是共同研究的重要機構，除了與國內其他大學間的共同研究，也包括與國內醫院與研究機構的共同研究。工研院生技中心主要與國內企業直接連結，而透過台大與國際企業產生共同研究之連結。國家衛生研究院則是另一個共同研究的核心機構，中研院和成功大學則是個較小的共同研究核心機構，而這些不同子網絡的核心機構之間彼此也有直接的共同研究之合作關係，相較於同開發具有更高度的交互連結性。

上圖網絡線緊密連結在一起，可看出國衛院、中研院、台大、北醫、陽明與工研院等連結在一起，利用walktrap或betweeness模式運算社群計算共同研究網路的子群體(Luke, 2015)，發現有7個網絡子群體，其中國衛院、中研院、台大、成大與工研院自己形成一子群體並且這5個子群體中的一個至少跟其他一個相連。高醫與生技公司形成一子群而北榮與中國醫形成一子群體共同進行研究。

其中，依據walktrap所計算出之子群，最大的子群為以國衛院為核心的共同研究網絡，其次為台灣大學為核心的子群，這兩個子群間有較大程度的重疊，工研院生技中心則是第三大子群，與其他子群並未重疊。

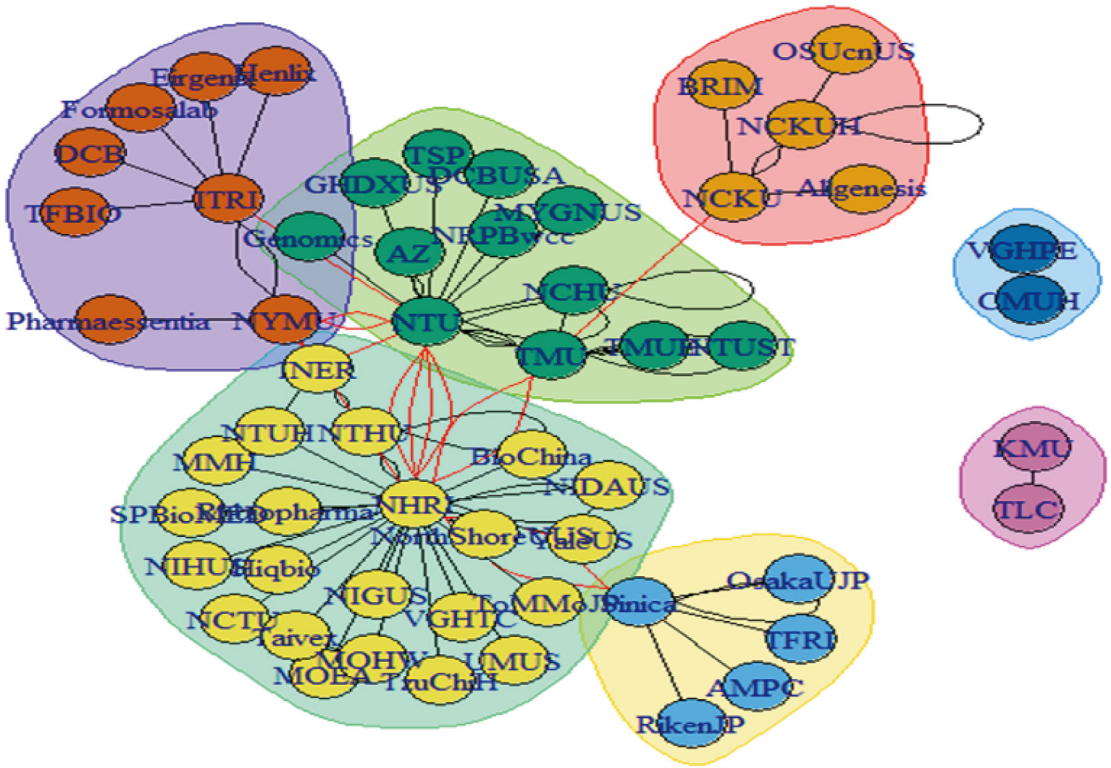


圖5.8 政府補助計畫共同研究網絡子群分析(betweeness算則)
資料來源：GRB資料庫。

透過betweeness算則運算，則形成上圖的子群，所形成的子群分析結果中，最大的子群改變為國衛院，其次為台大與工研院生技中心，而子群間較無重疊情形。以社會網絡分析運算出網絡的子群，對於決策者而言，可以決定是否每個子群都有足夠的計畫介入，計畫介入不須納入每個子群，但應該納入每個子群體，以促進技術與知識擴散(Provan, Veazie, Staten, & Teufel-Shone, 2005)。

5.1.7 政府補助計畫之共同開發與研究網絡

由上圖可以看出，共同開發與研究網絡主要有兩大群，第一大子群是學術單位、國外研究單位、研究單位與生技製藥企業連結的一子群體，第二大子群是研究單位與生技製藥企業連結的一子群體。利用walktrap或betweenness模式運算社群計算共同研究網路的子群體，分別發現有8個與7個網

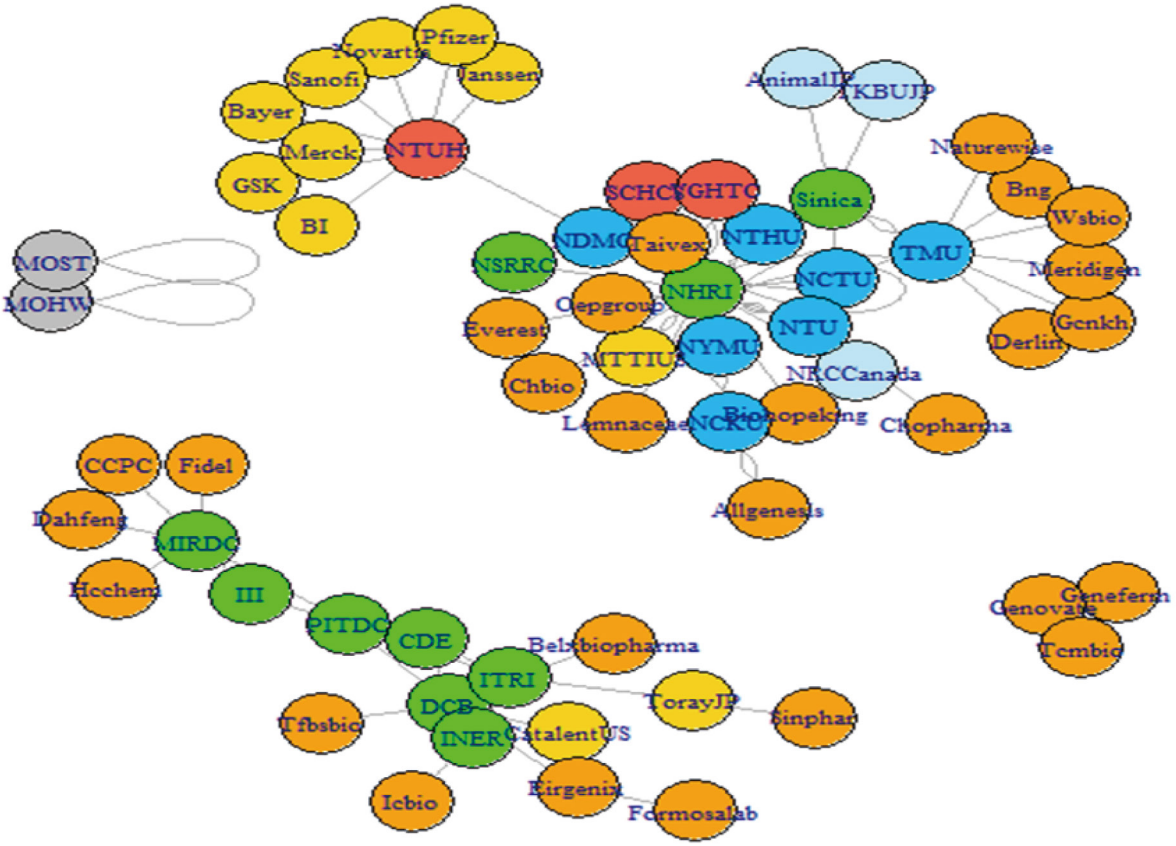


圖5.9 政府補助計畫共同開發與研究網絡
資料來源：GRB資料庫。

絡子群體，此兩種方法都將第一大子群分成3個小子群體，其中國衛院、台大、陽明、清大、交大、成大、中研院與企業形成一個群體，臺大醫院與台北醫學大學分別形成一個子群，並且與國衛院形成的群體有連結。walktrap方法將第二大子群分成3個小子群體而betweenness方法將第二大子群分成2個小子群體，雖然有一點差異，大體的網絡子群體仍一致。

共同開發與研究由上圖可以看出主要有兩大群，第一大子群是國衛院與中研院等學術單位、國內大學、國內生技製藥企業所形成的網絡，其次為以工研院生技中心與核能所、藥品查驗中心等國內研究機構，以及國內製藥企業間所形成的共同研究與開發網絡。再其次為以台大醫院為核心所形成的共同研究與開發網絡，值得注意的是，此一網絡與國外企業有最強的連結。

表5.7 政府補助計畫共同開發與研究網絡機構簡稱對照表

英文代號	單位	英文代號	單位
Allgenesis	新源生物科技股份有限公司	MOHW	中華民國衛生福利部
AnimalJP	公益財團法人實驗動物中央研究所 (日本)	MOST	中華民國科技部
Bayer	Bayer 德國拜耳公司	Merck	MSD 美國默沙東公司
DCB	財團法人生物技術開發中心	MTTIUS	美國分子標靶科技公司
Belxbiopharma	貝爾克斯生技股份有限公司	Naturewise	彥臣生技藥品股份有限公司
BI	德國百靈佳殷格翰公司	NCKU	國立成功大學
Biohopeking	霍普金生醫股份有限公司	NCTU	國立交通大學應用化學系 (所)
Bng	腦得生生物科技股份有限公司	NDMC	國防醫學院
CatalentUS	美國 Catalent 公司	NHRI	財團法人國家衛生研究院
CCPC	中國化學製藥股份有限公司	Novartis	瑞士諾華製藥公司
CDE	財團法人醫藥品查驗中心	NRCCanada	加拿大渥太華國家研究院
Chbio	智合精準醫學科技股份有限公司	NSRRC	財團法人國家同步輻射研究中心
Chopharma	醣基生醫科技公司	NTHU	國立清華大學
Dahfeng	大豐膠囊工業股份有限公司	NTUH	國立臺灣大學醫學院附設醫院
Derlin	德林生物科技股份有限公司	NTU	國立臺灣大學
Eirgenix	台康生技股份有限公司	NYMU	國立陽明大學
Everest	永勝藥品工業股份有限公司	Oepgroup	友華生技醫藥股份有限公司
Fidel	富德爾生物科技股份有限公司	Pfizer	美國輝瑞大藥廠
Formosalab	台耀化學股份有限公司	PITDC	財團法人醫藥工業技術發展中心
Gcnkh	國強生技股份有限公司	Sanofi	法國賽諾菲公司
Geneferm	金穎生物科技股份有限公司	SCHCS	秀傳醫療社團法人秀傳紀念醫院
Genovate	健亞生物科技股份有限公司	Sinica	中央研究院
GSK	葛蘭素史克公司	Sinphar	杏輝藥品工業股份有限公司
Hcchem	華興化學製藥廠股份有限公司	Taivex	泰緯生命科技股份有限公司
Icbio	躍欣生技醫藥股份有限公司	Tcmbio	泰宗生物科技股份有限公司
III	財團法人資訊工業策進會	Tfbsbio	啟弘生技科技股份有限公司
INER	行政院原子能委員會核能研究所	TKBUJP	日本筑波大學 生命科學 動物資源中心
ITRI	財團法人工業技術研究院	TMU	臺北醫學大學
Janssen	Janssen 比利時楊森製藥公司	TorayJP	日本東麗株式會社
Lemnaceae	那米亞發酵股份有限公司	VGHTC	臺中榮民總醫院
Meridigen	宣捷細胞生物製藥股份有限公司	Wsbio	偉翔生技開發股份有限公司
MIRDC	財團法人金屬工業研究發展中心		

資料來源：本研究整理。

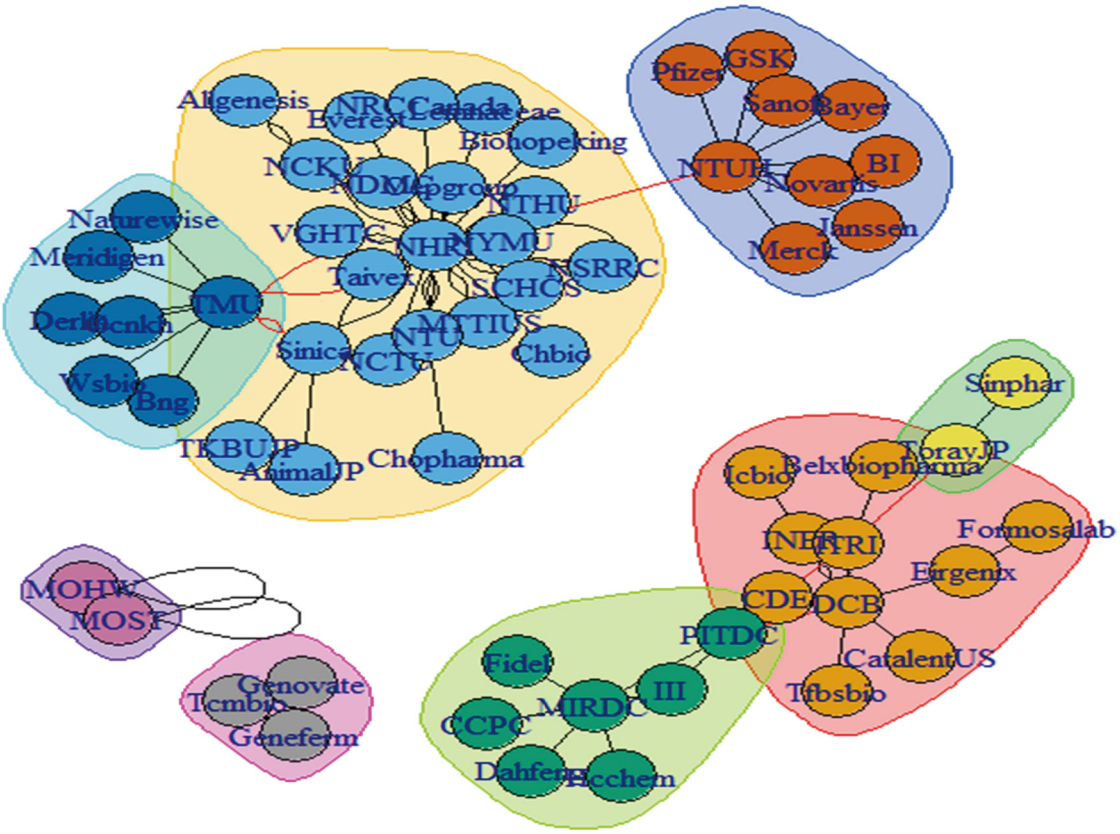


圖5.10 政府補助計畫共同開發與研究網絡子群分析(walktrap算則)
資料來源：GRB資料庫。

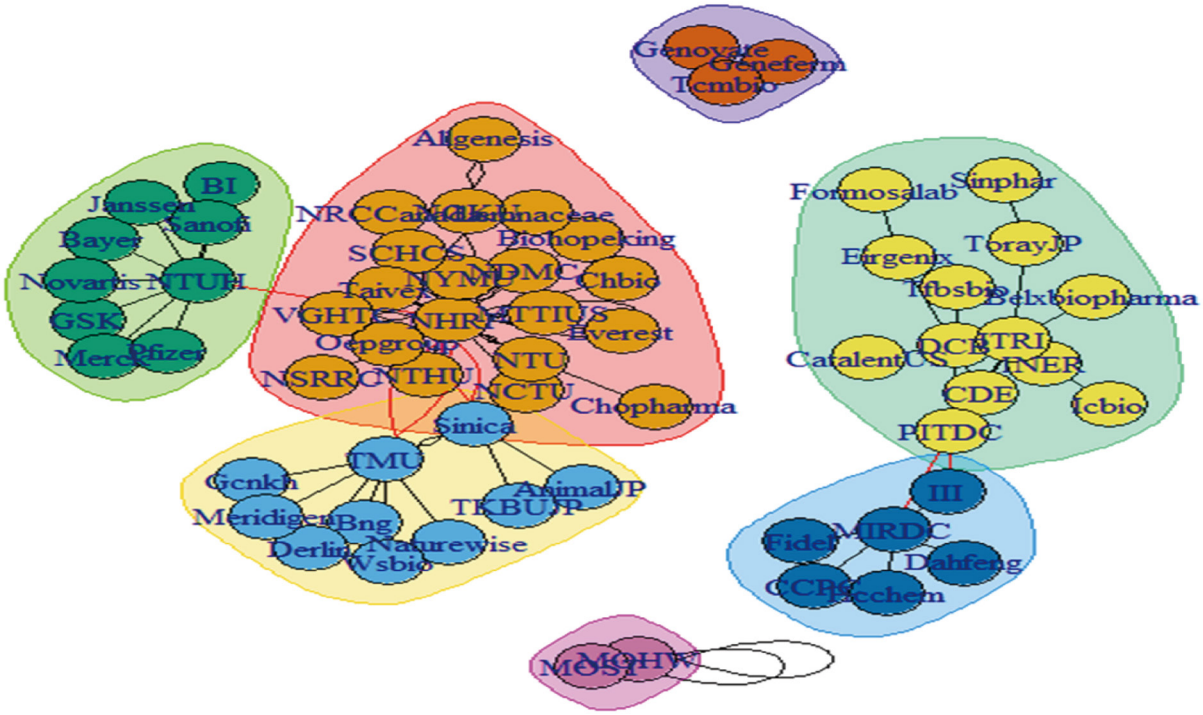


圖5.11 政府補助計畫共同開發與研究網絡子群分析(betweeness算則)
資料來源：GRB資料庫。

利用walktrap或betweenness模式運算社群計算共同研究網路的子群體，分別發現有8個與7個網絡子群體，此兩種方法都將第一大子群分成3個小子群體，其中國衛院、台大、陽明、清大、交大、成大、中研院與企業形成一個子群體，臺大醫院與台北醫學大學分別形成一個子群，並且與國衛院形成的群體有連結。Walktrap方法將第二大子群分成3個小子群體而betweenness方法將第二大子群分成2個小子群體，雖然有一點差異，大體的網絡子群體仍一致。

最後，由下圖中可以看出，多數的生技製藥企業並未在政府補助研究計畫所形成的研發網絡中，從計畫組合(project portfolio)評估與管理的觀點來看，社會網絡分析可以幫助決策進行政策介入與研發補助分配時，以實證依據引導決策分析。個別計畫的最佳化排序與篩選，並不必然產生組合層次的最佳化，以網絡分析層次而言，個別最佳的受補助對象可能會在網絡結構中形成子群中的冗贅的連結。

此外，更多的子群體可以產生更多元的知識，再子群體內部，少數節點向內部其他節點之知識流動，所能產生的知識擴散效果會優於多數節點像子群內部其他節點之知識流動，因為對於子群要吸收外部知識而言，有更多的子群可以具有更高的多元性，使其具備吸收外部知識之吸收能量。而當子群要往內擴散知識時，有更多共同知識基礎會使擴散的成效及速度更好。當進行計畫補助決策時，可考量這些網絡結構性因素。

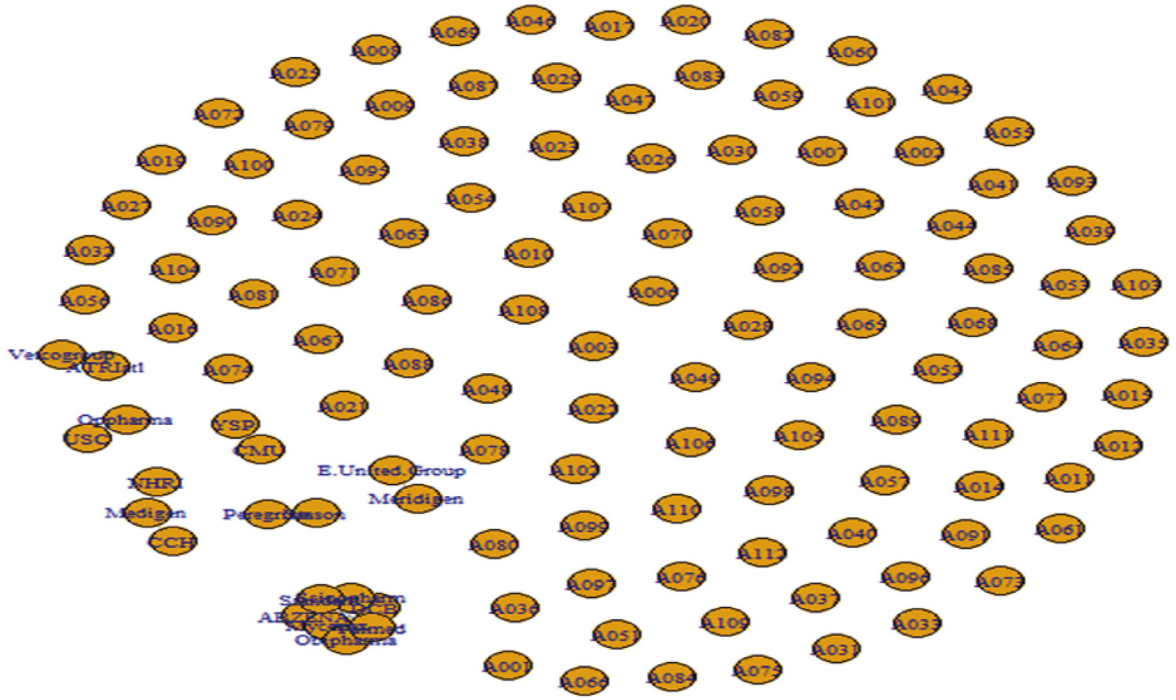


圖5.12 製藥企業整體網絡連結情況
資料來源：GRB資料庫。

5.2 企業驅動創新網絡

本研究依據SDC(Securities Data Company)資料庫及Factiva 資料，進行超過1000筆資料的閱讀彙整與交叉比對，以及多重訊息之交叉分析整理成786筆資料。SDC資料庫為全球金融交易資料庫，有很完整的併購歷史資料以及部分的合資資料，蒐集SDC內99~108年(108/09/25截止)的台灣醫藥產業公司之併購與合資的資料。Factiva資料庫提供大量且重要的商業新聞和資訊，並且可以追蹤企業的商業資訊，利用Factiva資料庫搜尋台灣製藥公司與其他公司有任何合作關係的相關新聞，包含策略聯盟、交叉持股、專利、產學合作和技術移轉的新聞，蒐集整理99年~108年(108/10/31截止)近十年有關的新聞。

參照製藥產業研究之分類架構(Choi & Contractor, 2016)，去除委託行銷、委託製造及共同授權&製造的資料筆數有619筆，區分為單向技轉授權、單向委託開發、單向委託研究、單向委託開發與研究、共同開發、共同研究、共同研究與開發、共同製造、共同開發與製造9種，採用授權與共同合作類共6種類型進行網絡分析，而SDC與Factiva資料庫僅限於上市櫃公司，以及與上市櫃公司合作的非上市櫃公司，因此，並未能涵蓋所有的製藥產業公司。此外，由於許多製藥公司基於商業機密與競爭考量，有時不會完全揭露合作對象的確切名稱，而僅會揭露合作案內容，不過由於本研究的資料蒐集時間長達十年，許多研發合作初期未揭露，也會在後期揭露或被報導，可以降低這部分篩選偏誤問題，無論如何，無法完整取得製藥產業的研發合作資料是次級資料途徑的研究限制所在。

在整體研發合作資料中，單向委託研究僅3筆資料比數太少沒有進行網絡分析，沒有資料被歸類為單向委託開發與研究，由於對製藥企業間共同合作是研究重點加上授權資料資訊明確且筆數較多，因此進行6種類型網絡分析，首先界定製藥企業116家主要為上市櫃公司與國際大藥廠，先了解界定製藥公司(116家)在不同類型的網絡連結，再縮小到有連結的企業網絡。

表5.8 國內製藥公司各研發合作類型之研發合作統計

	單向授權	委託開發	委託研究	共同開發	共同研究	共同開發與研究	共同製造	共同製造與開發
Factiva資料筆數	113	17	3	196	233	28	17	12
占比	18.3%	2.7%	0.5%	31.7%	37.6%	4.5%	2.7%	1.9%
涵蓋單位	132	26	6	178	68	20	24	17
界定藥企	34	17	3	40	20	7	12	6

資料來源：本研究整理。

5.2.1 製藥企業之技轉授權網絡與中介中心性

單向授權資料有113筆，共有34家界定的製藥企業與技轉授權有關，有可能是將技術/藥品授權給其他公司或從其他公司取得技術/藥品授權。下圖節點是116家界定製藥企業加上授權資料上的國內外企業與學研發單位等共209個單位，紅色是本研究從Factiva資料中分類為技術授權的單位，橘黃色的節點是界定製藥企業但未有授權資料者。箭頭的方向A→B是指A將技術或產品授權給B。

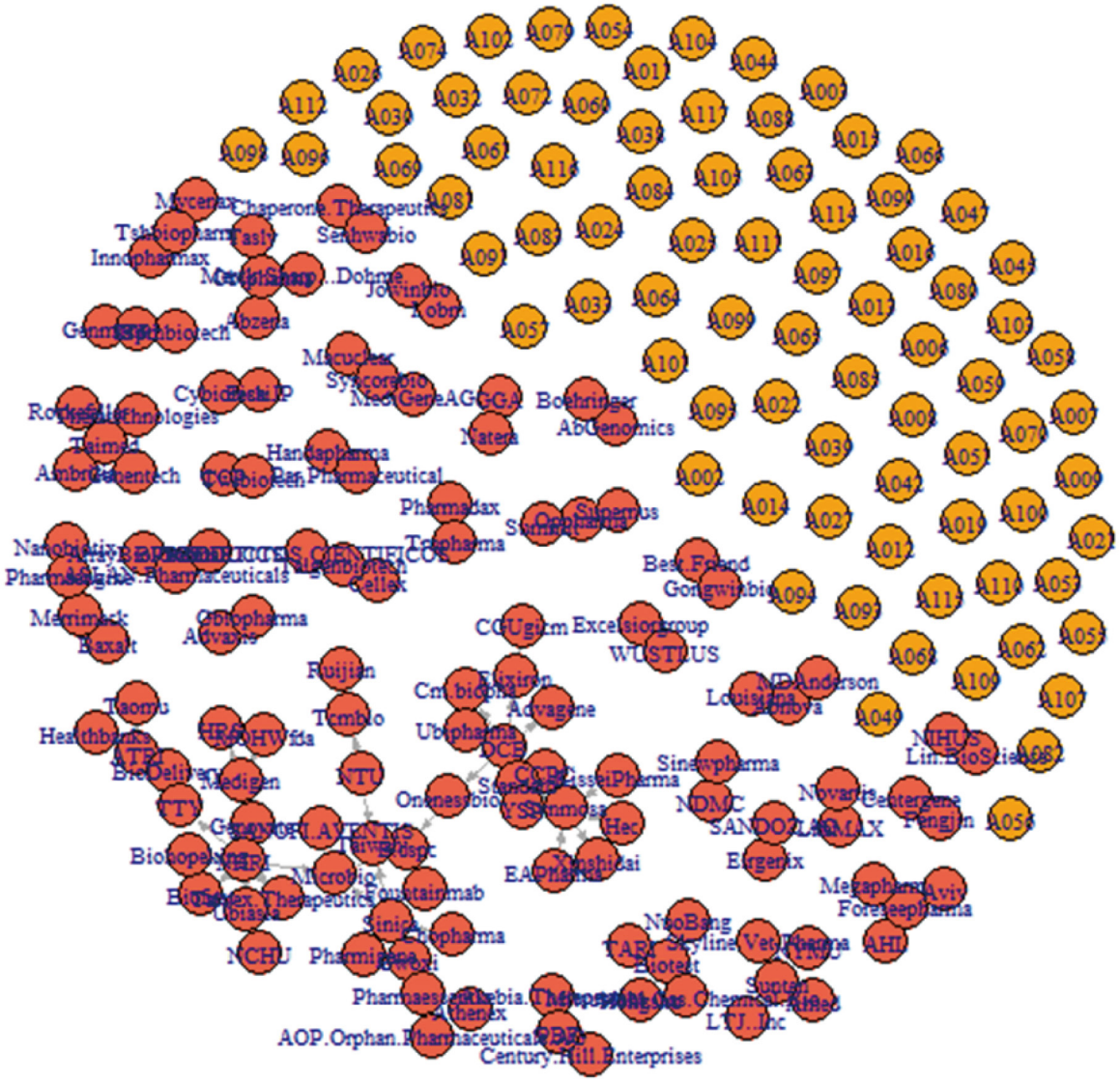


圖5.13 製藥企業整體網絡技轉授權連結情況
資料來源：Factiva資料庫。

由下表中，可以看到企業啟動的技轉授權之企業或研究機構，中研院、工研院、國衛院、臺大醫院、長庚大學等仍是主要的技轉單位之外，在企業啟動的技轉方面，相較於政府補助計畫所啟動之技轉，有更多的外國企業參與其中，這些外國企業以美國及中國製藥公司為最多，有些公司係基於市場考量而技轉給中國在地公司，以加速藥品開發上市，除了取得權利金之外，同時分享行銷利益。

此外，由於中國的專利保護與侵權行為追訴較為無效率，且侵權行為盛行，許多國際企業進入中國市場委託中國當地CRO公司進行開發，卻發生技術外流侵權狀況，因而有些國際企業會採取內部化的方式來避免這些風險(Li & Bathelt, 2018)，透過企業集團的方式運作，在這些智財侵權風險高的國家中採取設立子公司，或者取得對方持股的方式，避免侵權投機行為之誘因(Holmes et al., 2018; Mahmood et al., 2013)。

因此，許多國內廠商所採取的方式是到中國設立子公司，或者取得技轉中國合作企業的持股。

有些製藥企業可能在銷售利益共享或取得持股的契約下，在將技術技轉後持續與對方共同開發，此外，技轉授權也不是線性單向的，有少部分公司會在技轉合約中設計但書，保留技轉後開發進度不如預期時可收回授權的彈性，或者在技轉給其他公司後，自己持續進行臨床前研究，而後決定收回授權，自行採其他方式進行技轉開發項目之研究重新設計，以進行技術開發。

表5.9 技轉授權雙方製藥企業清單

英文代號	單位
英文代號	單位
AbGenomics	荷商台醫股份有限公司台灣分公司
Abnova	亞諾法生技股份有限公司
Abzena	Abzena
Advagene	昱厚生技股份有限公司
Advaxis	Advaxis Inc
AHL	Accord Healthcare Ltd.
Akebia Therapeutics	Akebia Therapeutics, Inc.
Ambrilia	Ambrilia Biopharma Inc.
Amed	安美得生醫股份有限公司
AOP Orphan Pharmaceuticals AG	AOP Orphan Pharmaceuticals AG
ArrayBioPharma	Array BioPharma
ASLAN Pharmaceuticals	亞獅康股份有限公司
Athenex	Athenex, Inc.(Kinex Pharmaceuticals)
ATRI	財團法人農業科技研究院
ATRIatl	財團法人農業科技研究院動物科技研究所
ATRIavdc	財團法人農業科技研究院動物疫苗開發中心
Aviv	Aviv Therapeutics, Inc.
Baxalt	Baxalt
Best Friend	Best Friend International Ltd
BioDelivery	BioDelivery Sciences International, Inc
Biofirst	匯特生物科技股份有限公司
BIOGENETICS	BIOGENETICS
Biohopeking	霍普金生醫集團
Biotest	台灣尖端先進生技醫藥股份有限公司
Boehringer	台灣百靈佳殷格翰股份有限公司
Bpmbiotech	新穎生醫股份有限公司
CCP	Castle Creek Pharmaceuticals(CCP)
CCPC	中國化學製藥股份有限公司

英文代號	單位
Cellex	Cellex
Centergene	蘇州晟濟藥業有限公司
Century Hill Enterprises	Century Hill Enterprises
CGUgicm	長庚大學臨床醫學研究所
Chaperone Therapeutics	Chaperone Therapeutics Inc
Chopharma	醣基生醫股份有限公司
Cm-biopha	中美生技醫藥股份有限公司
Cybiotech	創益生技股份有限公司
DCB	財團法人生物技術開發中心
EAPharma	EA Pharma Co., Ltd
E-cspc	石藥集團有限公司
Eirgenix	台康生技股份有限公司
EisaiJP	衛采製藥股份有限公司
Elixiron	安立璽榮生醫股份有限公司
Excelsiorgroup	科懋生物科技股份有限公司
Fengjin	山東豐金生物醫藥有限公司
Foreseepharma	逸達生物科技股份有限公司
Fountainmab	泉盛生物科技股份有限公司
Gbiopharma	創祐生技股份有限公司
Genentech	基因工程科技公司
Genmont	景德製藥股份有限公司
Genovate	健亞生物科技股份有限公司
GGA	創源生物科技股份有限公司
Gongwinbio	共信醫藥科技控股股份有限公司
Gwoxi	國璽幹細胞應用技術股份有限公司
Handapharma	漢達生技醫藥股份有限公司
Healthbanks	生寶生物科技股份有限公司
Hec	宜昌東陽光長江藥業股份有限公司
Hongshu	鴻樹生科元有限會社
HRS	江蘇恆瑞醫藥股份有限公司

英文代號	單位
Innopharmax	因華生技製藥股份有限公司
I-obm	原創生醫股份有限公司
ITRI	財團法人工業技術研究院
ITRIbio	財團法人工業技術研究院生醫與醫材研究所
Jowinbio	傑安生技股份有限公司
KisseiPharma	KISSEI PHARMACEUTICAL CO.,LTD.
LifeMAX	生脈生物科技股份有限公司
Lin BioScience	仁新醫藥股份有限公司
Louisiana	路易斯安那州立大學
LTJ, Inc	LTJ, Inc
Macuclear	MacuCLEAR, Inc.
MDAnderson	MD Anderson
Medigen	基亞生物科技股份有限公司
MediGeneAG	MediGene AG
Megapharm	Megapharm
Merck Sharp & Dohme	Merck Sharp & Dohme 美商默沙東藥廠股份有限公司台灣分公司
Merrimack	Merrimack Pharmaceuticals
Microbio	中天生物科技股份有限公司
Mitsubishi Gas Chemical(Bio)	日本三菱瓦斯化學藥業株式會社
MOHWfda	衛生福利部疾病管制署
Mycenax	永昕生物醫藥股份有限公司
Nanobiotix	Nanobiotix S.A.
Natera	Natera International,Inc.
NCHU	國立中興大學
NDMC	國防醫學院
NHRI	財團法人國家衛生研究院
NIHUS	美國國家衛生研究院
Novartis	Novartis Pharma AG
NTU	國立臺灣大學
NuoBang	無錫諾邦生物科技有限公司

英文代號	單位
NYMU	國立陽明大學
Obipharma	台灣浩鼎生技股份有限公司
Onenessbio	合一生技股份有限公司
Oppharma	友霖生技醫藥股份有限公司
Par Pharmaceutical	Par Pharmaceutical
PBF	寶齡富錦生技股份有限公司
Pharmadax	法德生技藥品股份有限公司
Pharmaengine	智擎生技製藥股份有限公司
Pharmaessentia	藥華醫藥股份有限公司
Pharmigene	世基生物醫學股份有限公司
PRODUCTOS CIENTIFICOS	PRODUCTOS CIENTIFICOS SA DE CV
Rockefeller	美國洛克斐勒大學
Ruijian	上海睿鑒生物科技有限公司
SANDOZ AG	SANDOZ AG(山德士)
SANOFI-AVENTIS	賽諾菲安萬特集團 (SANOFI-AVENTIS GROUP)
Senhwabio	生華生物科技股份有限公司
Sinewpharma	欣耀生醫股份有限公司
Sinica	中央研究院
Skyline Vet Pharma	Skyline Vet Pharma
Standard	生達化學製藥股份有限公司
Summit	Summit
Sunten	順天醫藥生技股份有限公司
Supernus	Supernus Pharmaceuticals
Syncorebio	杏國新藥股份有限公司
Synmosa	健喬信元醫藥生技股份有限公司
Taigenbiotech	太景生物科技股份有限公司
Taimed	中裕新藥股份有限公司
TaimedUS	TaiMed Biologics USA, Inc 中裕新藥股份有限公司
Taivex Therapeutics	泰緯生命科技股份有限公司
Taiwanj	景凱生物科技股份有限公司

英文代號	單位
Taomu	牟牧生物科技股份有限公司
TARI	行政院農業委員會農業試驗所
Tasly	天士力生物醫藥股份有限公司
Tcmbio	泰宗生物科技股份有限公司
Theratechnologies	Theratechnologies
Trupharma	Trupharma LLC
Tshbiopharm	東生華製藥股份有限公司
TTY	臺灣東洋藥品工業股份有限公司
Twibiotech	安成生物科技股份有限公司
Ubiasia	聯亞生技開發股份有限公司
Ubipharma	聯亞藥業股份有限公司
WUSTLUS	美國聖路易大學
Xinshidai	山東新時代藥業有限公司
YSP	永信藥品工業股份有限公司

資料來源：本研究整理。

網絡分析可以依據連結的數量或是位置來了解節點的特性與重要性，在此我們採用中介中心性(betweenness centrality)與程度中心性(degree centrality)來加以測量，中介中心性強調一個節點的位置在網絡的中間性具有橋梁性質，由於研發合作網絡作為知識及資源的載體，中介中心性較高的節點可能顯示更多的資源及知識取得的機會。程度中心性則顯示一個節點在網絡中的連結、鑲嵌程度，就資訊傳送而言，程度中心性愈高，雖然代表很強的網絡連結，但也有更大的資訊重複機會。我們取Factiva的單向授權資料與共同開發兩個網絡來探討節點的重要性。

在單向授權資料方面，計算中介中心性指標，若設定此指標前7%(臨界值/閾值100)則有9個單位大於此閾值，包括生物技術開發中心(DCB)、石藥集團有限公司(E.cspc)、中天生物科技股份有限公司(Microbio)、國家衛生研究院(NHRI)、合一生技股份有限公司(Onenessbio)、中央研究院(Sinica)、健喬信元醫藥生技股份有限公司(Synmosa)、景凱生物科技股份有限公司(Taiwanj)、台灣東洋藥品工業股份有限公司(TTY)，這表示這9個機構或企業是有較高的中介特性。而這9個單位中，欲了解哪些企業與機構具有較高的網路影響力，可以看程度中心性，生物技術開發中心、國家衛生研究院、中央研究院與健喬信元醫藥生技股份有限公司具有較高網路影響力因具有較高的程度中心性。

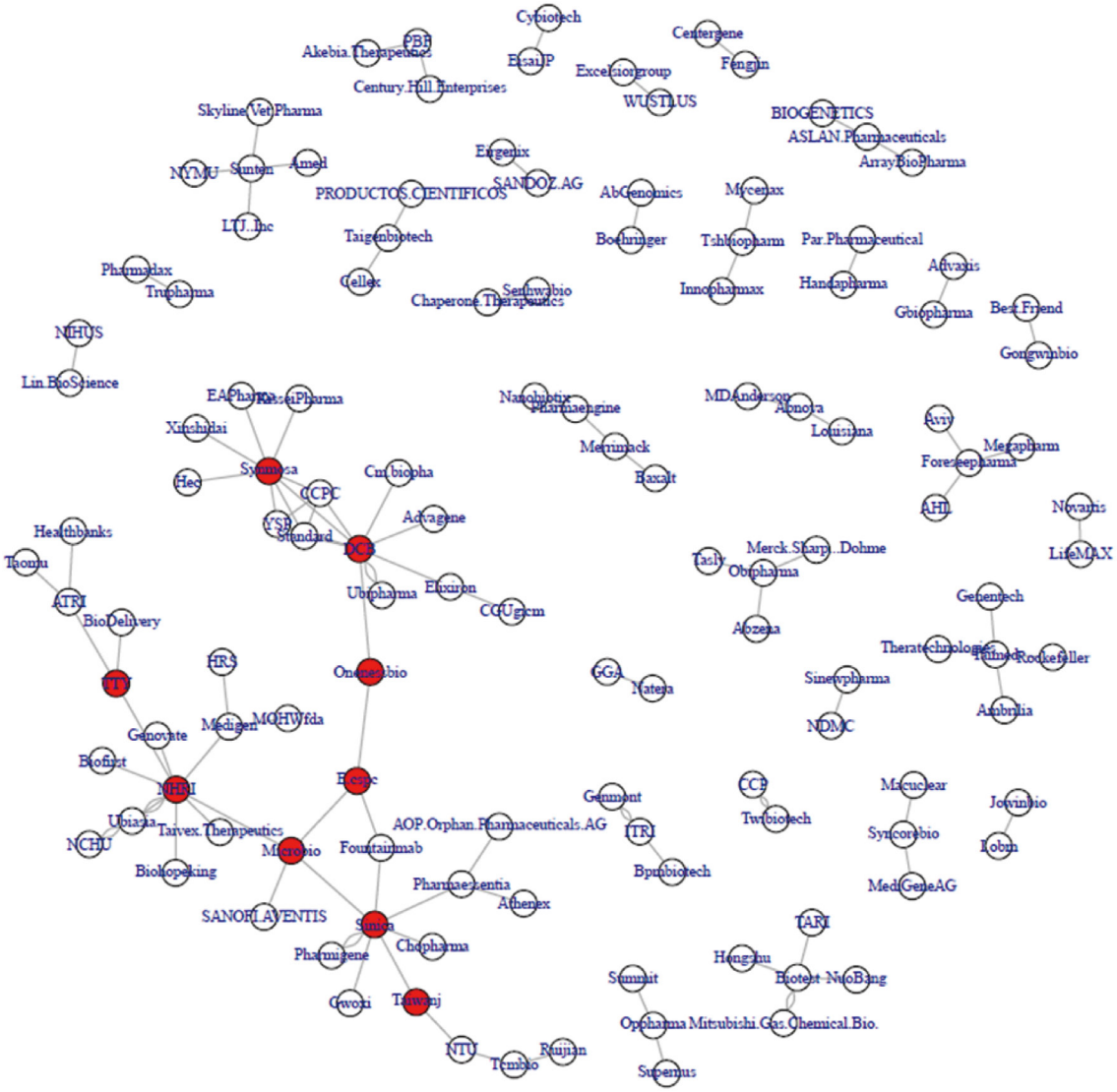


圖5.14 授權研發網絡之中介中心性
資料來源：Factiva資料庫。

5.2.2 製藥企業之共同開發網絡與中介中心性

196筆共同開發資料，涵蓋178個國內外企業、學校、研究單位與醫院等，其中共有40家界定的製藥企業進行共同開發。下圖節點是本研究界定的製藥企業與其合作對象，包括：國內外企業與學研單位等共251個單位，以此作為網絡邊界。紅色節點是本研究從SDC、Factiva資料中有進行共同開發的單位，橘黃色的節點是在製藥企業範圍的邊界內，但在資料庫所界定的資料中未與其他單位進行共同開發。由下圖中顯示，相較其他合作類型，有較多製藥公司有進行共同開發。

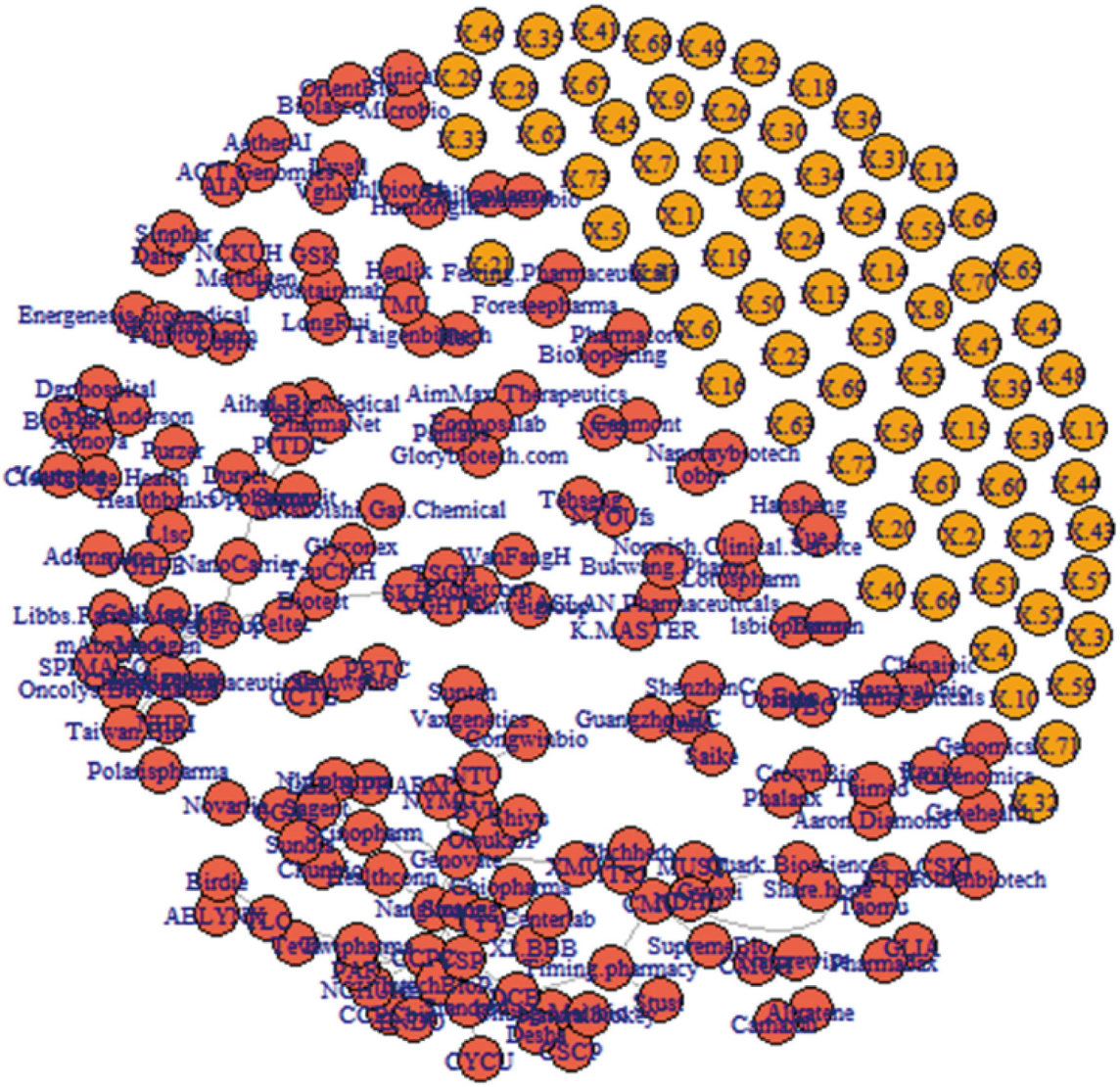
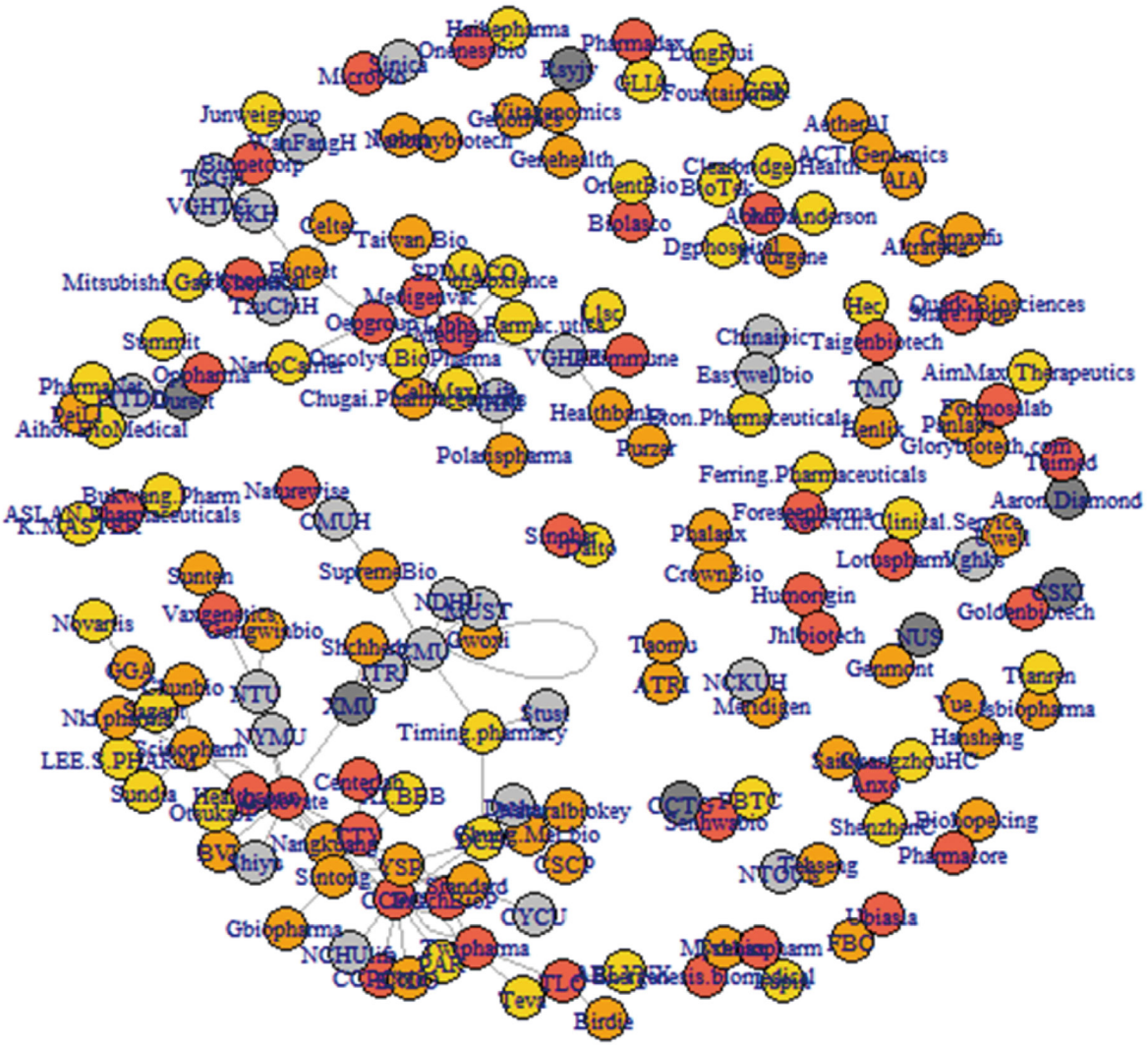


圖5.15 製藥企業整體網絡共同開發連結情況
資料來源：Factiva資料庫。



紅色: 有連結進行共同開發之界定製藥企業

橘色: 有連結進行共同開發但不是本研究界定製藥企業

黃色: 國外製藥企業

淡灰色:國內其他單位

深灰色:國外其他單位

圖5.16 製藥企業共同開發網絡
資料來源：Factiva資料庫。

在共同開發資料節點特性方面，計算中介中心性指標，若設定前7%的公司(臨界值/閾值400)則有12個單位大於此閾值，包括健亞生物科技股份有限公司(Genovate)、中國化學製藥股份有限公司(CCPC)、基亞生物科技股份有限公司(Medigen)、友華生技醫藥股份有限公司(Oepgroup)、台灣神隆股份有限公司(Scinopharm)、中國醫藥大學(CMU)、生物技術開發中心(DCB)、台灣尖端先進生技醫藥股份有限公司(Biotest)、廈門大學(XMU)、NanoCarrier株式會社(NanoCarrier)、友霖生技醫藥股份有限公司(Oppharma)、安成國際藥業股份有限公司(Twipharma)，表示這12個機構或企業是

有較高的中介特性(下圖紅色節點)。而這12個單位中，中國化學製藥股份有限公司、健亞生物科技股份有限公司、基亞生物科技股份有限公司、生物技術開發中心與中國醫藥大學具有較高網路影響力，具有較高的程度中心性，也就是直接連結數較多。下圖可以看到以中國化學製藥股份有限公司與基亞生物科技股份有限公司為首的兩大網絡子群。

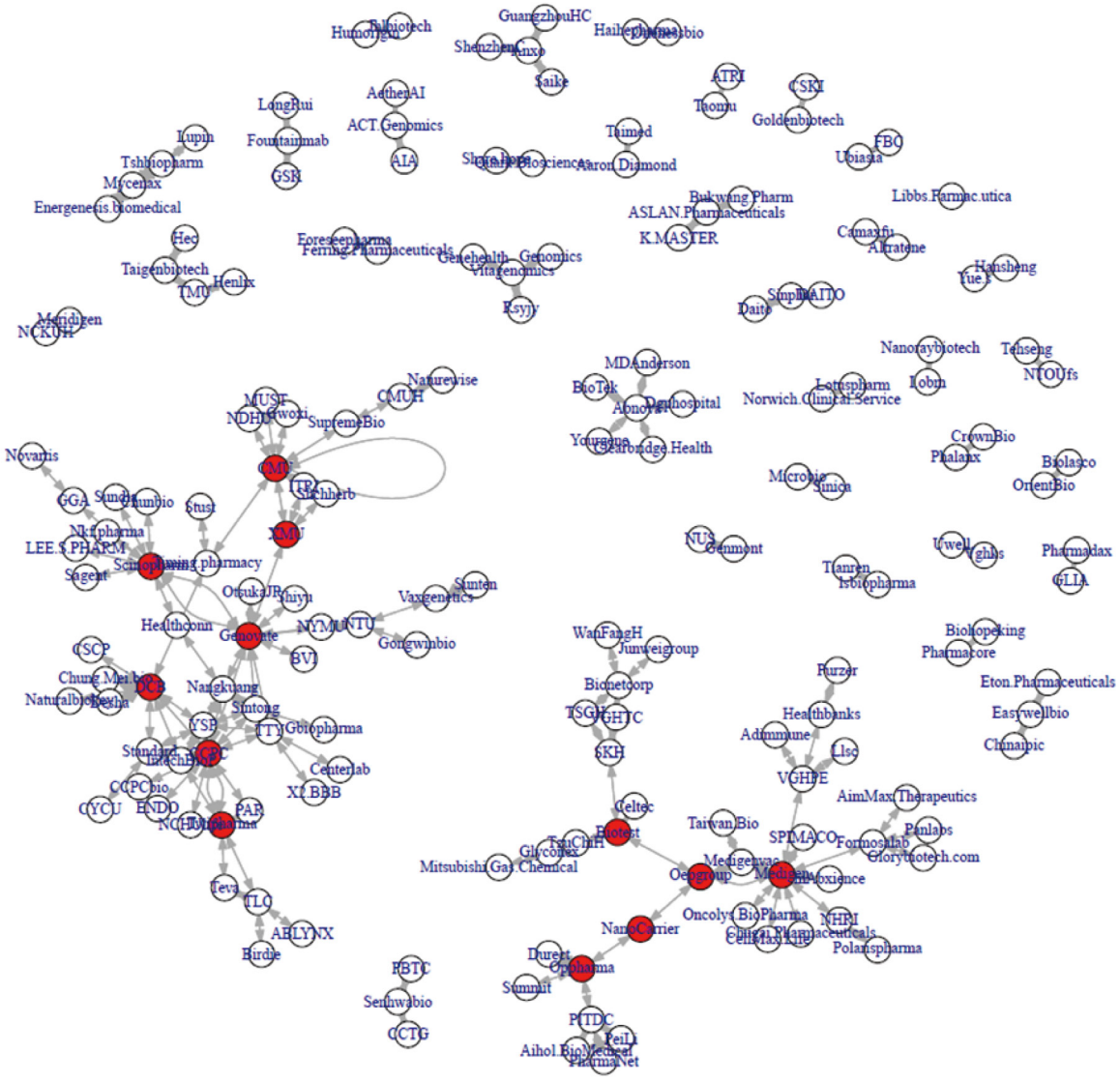


圖5.17 共同開發資料，紅色節點是具有較高橋梁特性的公司與機構
資料來源：Factiva資料庫。

此外，利用walktrap或betweenness模式運算社群計算共同開發網路的子群體，發現有眾多網絡子群體，大多六個單位以內成子群，有兩三個大子群。有國內企業之間兩兩或多個、國內外企業間兩兩或多個(安成藥、中化及美國PAR合作開發新藥NIFEDIPINE，中化負責製造代工，PAR負責美國通路銷售)、醫院與企業(訊聯生技與臺北市立萬芳醫院合作，向衛福部提出本案「自體脂肪幹細胞移植」計畫)、學校與企業(醣聯、尖端醫與慈濟三方合作開發幹細胞治療、CAR-T抗癌市場)、國內研究中心與國內企業、國內學研企業與國外學校間多個(工研院、我國的中國醫藥大學、勝昌製藥和中國的廈門大學共同加入中草藥科技創新平台)以及醫院與醫院之間進行共同開發。

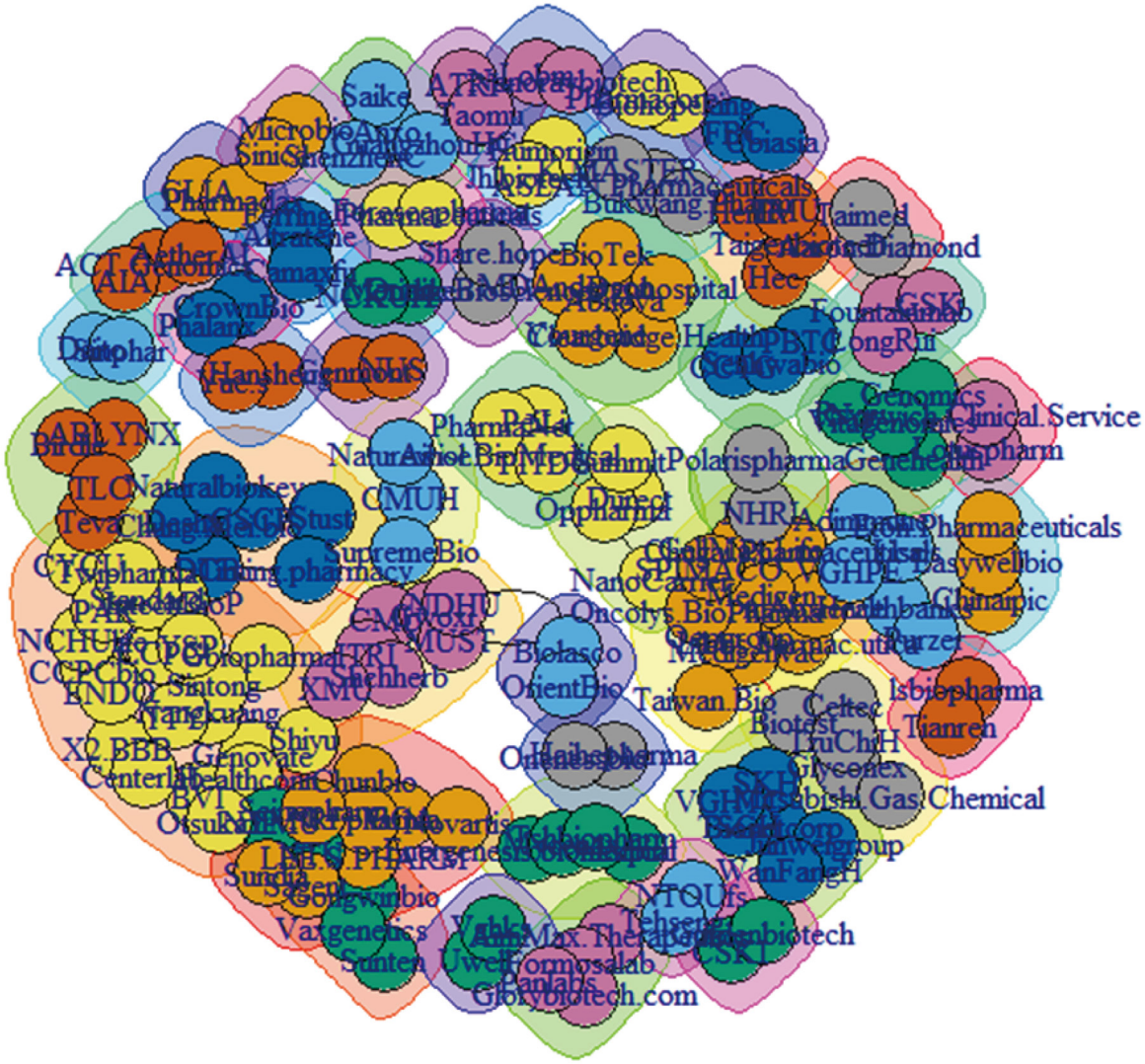


圖5.18 共同開發網絡子群分析(walktrap算則)
資料來源：Factiva資料庫。

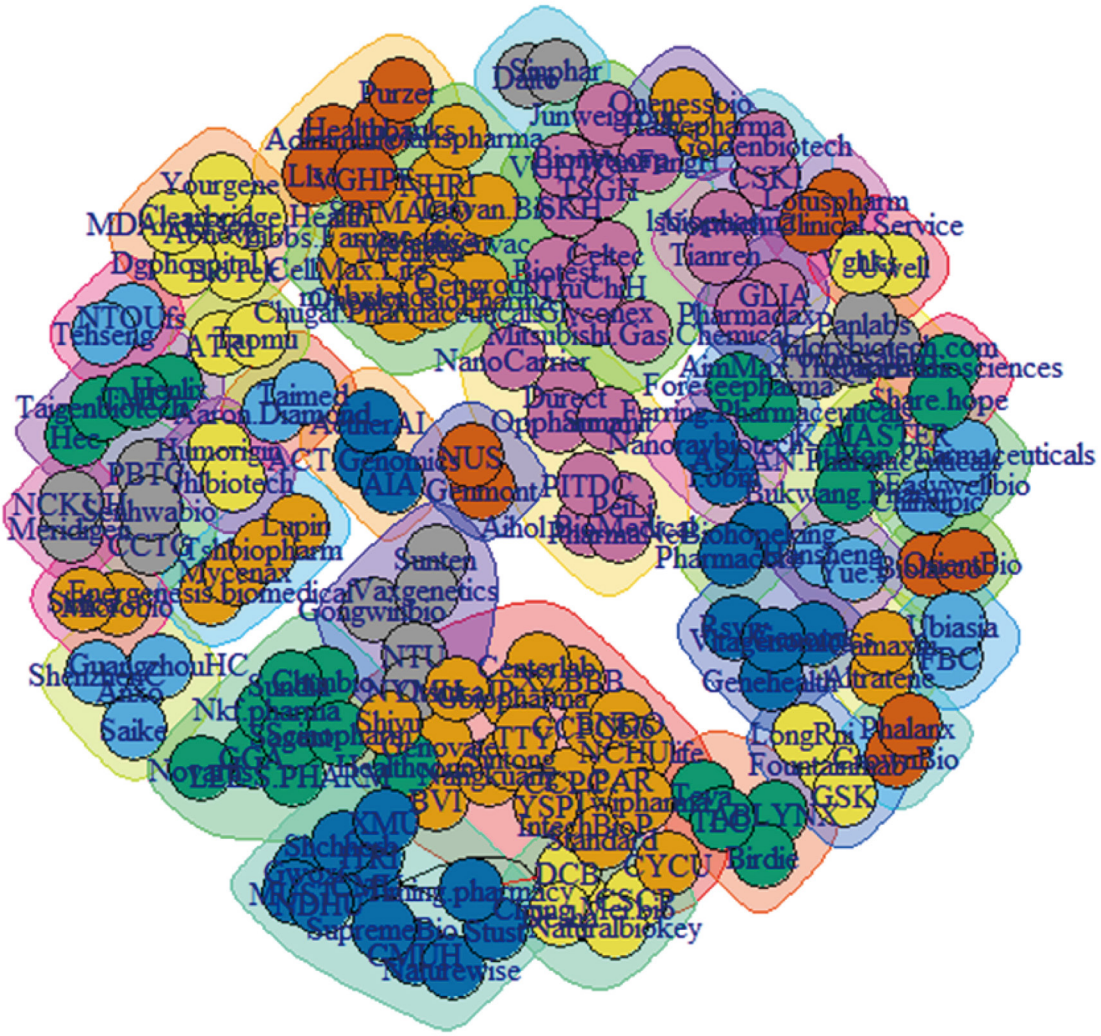

Purzer
Yourgene
Taimed
Hanlim
Taigenbiotech
Humorigin
PBTC
NCKUH
Lupin
Mycenax
Sunten
Vatgenetics
Gongwinbio
Saike
Nkt pharma
Shivom
Sagentpharma
Genova
Suntong
Pangkuang
YSPH
InteChBioP
Standard
DCB
GYCU
Birdie
GSK
Fountainhab
LongRui
Phalanx
Ubiasia
PBC
Genehealth
Vitaregen
Yue
OrientBio
Pharmaden
Bukwang
Foreseepharma
NanoCarrier
Mitsubishi Gas Chemical
Glycenex
Pharmadax
Lotuspharm
Tianren
Golden biotech
CSKI
Onenessbio
Junwei
Dato
Simphar
Adimmune
Healthbanks
Cleveland Heath
MDA
Dgphospital
Tehseng
NTOUfs
Chugai Pharmaceutical
Mitsubishi Gas
Panlabs
Share.hope
Bukwang Pharmaceutical
Pharmaceuticals
Pharmaceutical
Pharmaceutical Service
Clinical Service
Pharmaceutical Sciences
Pharmaceuticals
Pharmaceutical
Pharmaceutical
Pharmaceutical

表5.10 製藥企業共同開發網絡組成企業清單

英文代號	單位名稱
2-BBB	荷蘭公司 (2-BBB)
Aaron Diamond	美國 Aaron Diamond AIDS Research Center
ABLYNX	比利時藥企 Ablynx
Abnova	亞諾法生技股份有限公司
ACT Genomics	行動基因生技股份有限公司
Adimmune	國光生物科技股份有限公司
AetherAI	雲象科技股份有限公司
AIA	英屬百慕達商友邦人壽保險股份有限公司
Aihol BioMedical	Aihol BioMedical LLC
AimMax Therapeutics	AimMax Therapeutics
Altratene	立弘生化科技股份有限公司
Anxo	瑩碩生技醫藥股份有限公司
ASLAN Pharmaceuticals	亞獅康股份有限公司
ATRI	財團法人農業科技研究院
Biohopeking	霍普金生醫股份有限公司
Biolasco	樂斯科生物科技股份有限公司
Bionetcorp	訊聯生物科技股份有限公司
BioTek	伯騰儀器有限公司
Biotest	台灣尖端先進生技醫藥股份有限公司
Birdie	博迪生技醫藥有限公司
Bukwang Pharm	Bukwang Pharmaceutical Co., Ltd.
BVI	培力健康產品有限公司
Camaxfu	加美福生物科技
CCPC	中國化學製藥股份有限公司
CCPCbio	中化合成生技股份有限公司
CCTG	加拿大癌症臨床試驗研究群
CellMax Life	合度精密生物科技股份有限公司
Celtec	震泰生醫股份有限公司
Centerlab	晟德大藥廠股份有限公司

英文代號	單位名稱
Chinaipic	華訊智財顧問有限公司
Chugai Pharmaceuticals	台灣中外製藥股份有限公司
Chunbio	中生醫藥股份有限公司
Chung Mei bio	中美兄弟製藥股份有限公司
Clearbridge Health	Clearbridge Health Limited
CMU	中國醫藥大學
CMUH	中國醫藥大學附設醫院
CrownBio	台灣中美冠科生物技術股份有限公司
CSCP	濟生醫藥生技股份有限公司
CSKI	中國天一藥業集團有限公司
CYCU	中原大學
Daito	大東製藥工業株式會社
DCB	財團法人生物技術開發中心
Desha	德山製藥股份有限公司
Dgphospital	東莞市人民醫院
Durect	Durect Corporation
Easywellbio	易威生醫科技股份有限公司
ENDO	Endo Pharmaceuticals Inc
Energenesis-biomedical	華安醫學股份有限公司
Eton Pharmaceuticals	Eton Pharmaceuticals, Inc
FBC	台塑生醫科技股份有限公司
Ferring Pharmaceuticals	輝凌藥品股份有限公司
Foreseepharma	逸達生物科技股份有限公司
Formosalab	台耀化學股份有限公司
Fountainmab	泉盛生物科技股份有限公司
Gbiopharma	創祐生技股份有限公司
Genehealth	台灣基康股份有限公司
Genmont	景岳生物科技股份有限公司
Genomics	基龍米克斯生物科技股份有限公司
Genovate	健亞生物科技股份有限公司
GGA	創源生物科技股份有限公司

英文代號	單位名稱
GLIA	GLIA, LLC
Glorybiotech.com	得榮生物科技股份有限公司
Glyconex	台灣醣聯生技醫藥股份有限公司
Goldenbiotech	國鼎生物科技股份有限公司
Gongwinbio	共信醫藥科技股份有限公司
GSK	葛蘭素史克藥廠股份有限公司
GuangzhouHC	廣州 HC 公司
Gwoxi	國璽幹細胞應用技術股份有限公司
Haihepharma	上海海和生物製藥有限公司
Hansheng	漢聖製藥科技股份有限公司
Healthbanks	生寶生物科技股份有限公司
Healthconn	康聯控股有限公司
Hec	宜昌東陽光長江藥業股份有限公司
Henlix	漢霖生技股份有限公司
Humorigin	源一生物科技股份有限公司
IntechBioP	益得生物科技股份有限公司
I-obm	原創生醫股份有限公司
ITRI	財團法人工業技術研究院
Jhlbiotech	喜康生技股份有限公司
Junweigroup	武漢軍威集團
K-MASTER	K-MASTER
LEE’ S PHARM	台灣李氏藥業有限公司
Libbs Farmacêutica	Libbs Farmacêutica
Llsc	麗寶生醫股份有限公司
LongRui	深圳龍瑞藥業有限公司
Lotuspharm	美時化學製藥股份有限公司
lsbiopharma	龍杏生技製藥
Lupin	Lupin Pharmaceuticals, Inc
mAbxience	mAbxience
MDAnderson	MD Anderson
Medigen	基亞生物科技股份有限公司

英文代號	單位名稱
Medigenvac	高端疫苗生物製劑股份有限公司
Meridigen	宣捷細胞生物製藥股份有限公司
Microbio	中天生物科技股份有限公司
Mitsubishi Gas Chemical	日本三菱瓦斯化學
MUST	明新科技大學
Mycenax	永昕生物醫藥股份有限公司
Nangkuang	南光化學製藥股份有限公司
NanoCarrier	NanoCarrier 株式會社
Nanoraybiotech	和鑫生技開發股份有限公司
Naturalbiokey	佰研生化科技股份有限公司
Naturewise	彥臣生技藥品股份有限公司
NCHUlife	國立中興大學生命科學院
NCKUH	國立成功大學醫學院附設醫院
NDHU	東華大學
NHRI	財團法人國家衛生研究院
Nkf-pharma	南京健友生化制药股份有限公司
Norwich Clinical Service	Norwich Clinical Service
Novartis	台灣諾華股份有限公司
NTOUfs	國立台灣海洋大學食品科學研究所
NTU	臺灣大學
NUS	新加坡國立大學
NYMU	國立陽明大學
Oepgroup	友華生技醫藥股份有限公司
Oncolys BioPharma	Oncolys BioPharma Inc.
Onenessbio	合一生技股份有限公司
Oppharma	友霖生技醫藥股份有限公司
OrientBio	OrientBio Inc.
OtsukaJP	大塚製藥株式會社
Panlabs	汎球生物藥劑研發股份有限公司
PAR	PAR Pharmaceutical
PBTC	Pediatric Brain Tumor Consortium

英文代號	單位名稱
PeiLi	培力藥品工業股份有限公司
Phalanx	華聯生物科技股份有限公司
Pharmacore	博謙生技股份有限公司
Pharmadax	法德生技藥品股份有限公司
PharmaNet	PharmaNet Inc
PITDC	財團法人醫藥工業技術發展中心
Polarispharma	英屬開曼群島商北極星藥業集團股份有限公司
Purzer	瑞安大藥廠股份有限公司
Quark Biosciences	奎克生技光電股份有限公司
Rsyjy	吉林省人參科學研究院
Sagent	Sagent Pharmaceuticals
Saike	华润赛科药业有限责任公司
Scinopharm	台灣神隆股份有限公司
Senhwabio	生華生物科技股份有限公司
Share-hope	盛弘醫藥股份有限公司
Shchherb	勝昌製藥廠股份有限公司
ShenzhenC	深圳 C 公司
Shiyu	世育興業股份有限公司
Sinica	中央研究院
Sinphar	杏輝藥品工業股份有限公司
Sintong	信東生技股份有限公司
SKH	新光吳火獅紀念醫院
SPIMACO	SPIMACO
Standard	生達化學製藥股份有限公司
Stust	南臺科技大學
Summit	Summit
Sundia	桑迪亞醫療科技集團
Sunten	順天醫藥生技股份有限公司
SupremeBio	長聖國際生技股份有限公司
Taigenbiotech	太景生物科技股份有限公司
Taimed	中裕新藥股份有限公司

英文代號	單位名稱
Taiwan Bio	台寶生醫股份有限公司
Taomu	牟牧生物科技股份有限公司
Tehseng	得生製藥股份有限公司
Teva	Teva Pharmaceutical Industries
Tianren	福建天人药业有限公司
Timing-pharmacy	天明製藥股份有限公司
TLC	台灣微脂體股份有限公司
TMU	臺北醫學大學
TSGH	三軍總醫院
Tshbiopharm	東生華製藥股份有限公司
TTY	台灣東洋藥品工業股份有限公司
Twipharma	安成國際藥業股份有限公司
TzuChiH	慈濟醫療財團法人
Ubiasia	聯亞生技開發股份有限公司
Uwell	宇越生醫科技股份有限公司
Vaxgenetics	生控基因疫苗股份有限公司
Vghks	高雄榮民總醫院
VGHPE	台北榮民總醫院
VGHTC	臺中榮民總醫院
Vitagenomics	賽亞基因科技股份有限公司
WanFangH	臺北市立萬芳醫院
XMU	廈門大學
Yourgene	有勁基因股份有限公司
YSP	永信藥品工業股份有限公司
Yue's	臺灣樂氏同仁堂有限公司

資料來源：本研究整理。

5.2.3 製藥企業之共同研究網絡

共同研究有233筆資料，涵蓋68個國外企業、學研單位與醫院等單位，其中共有20家界定的製藥企業進行共同開發。下圖節點是本研究所界定的116家製藥企業加上視為共同研究資料上所提及的國內外企業與學研發單位等共164個單位，紅色是本研究從Factiva資料中有進行共同研發的藥企或學研等單位，橘黃色的節點是界定製藥企業但在界定的年度範圍的Factiva資料庫未有發現與其他單位進行共同研究。

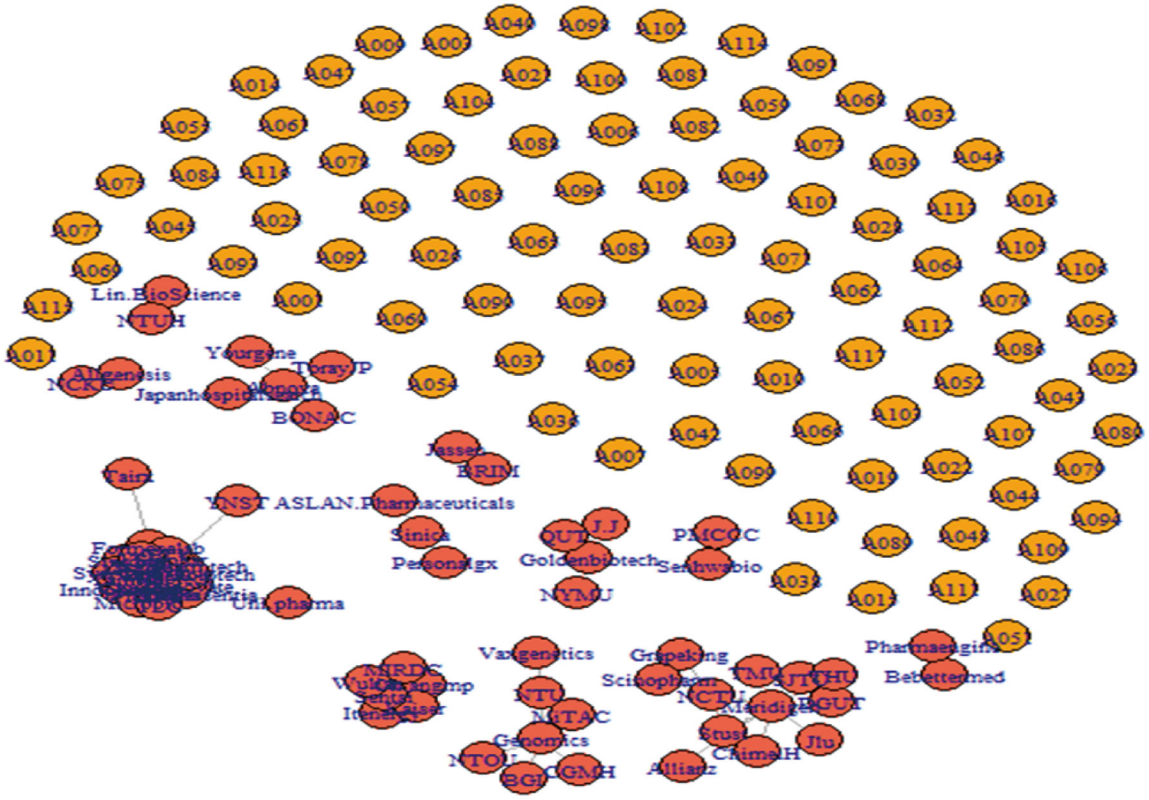
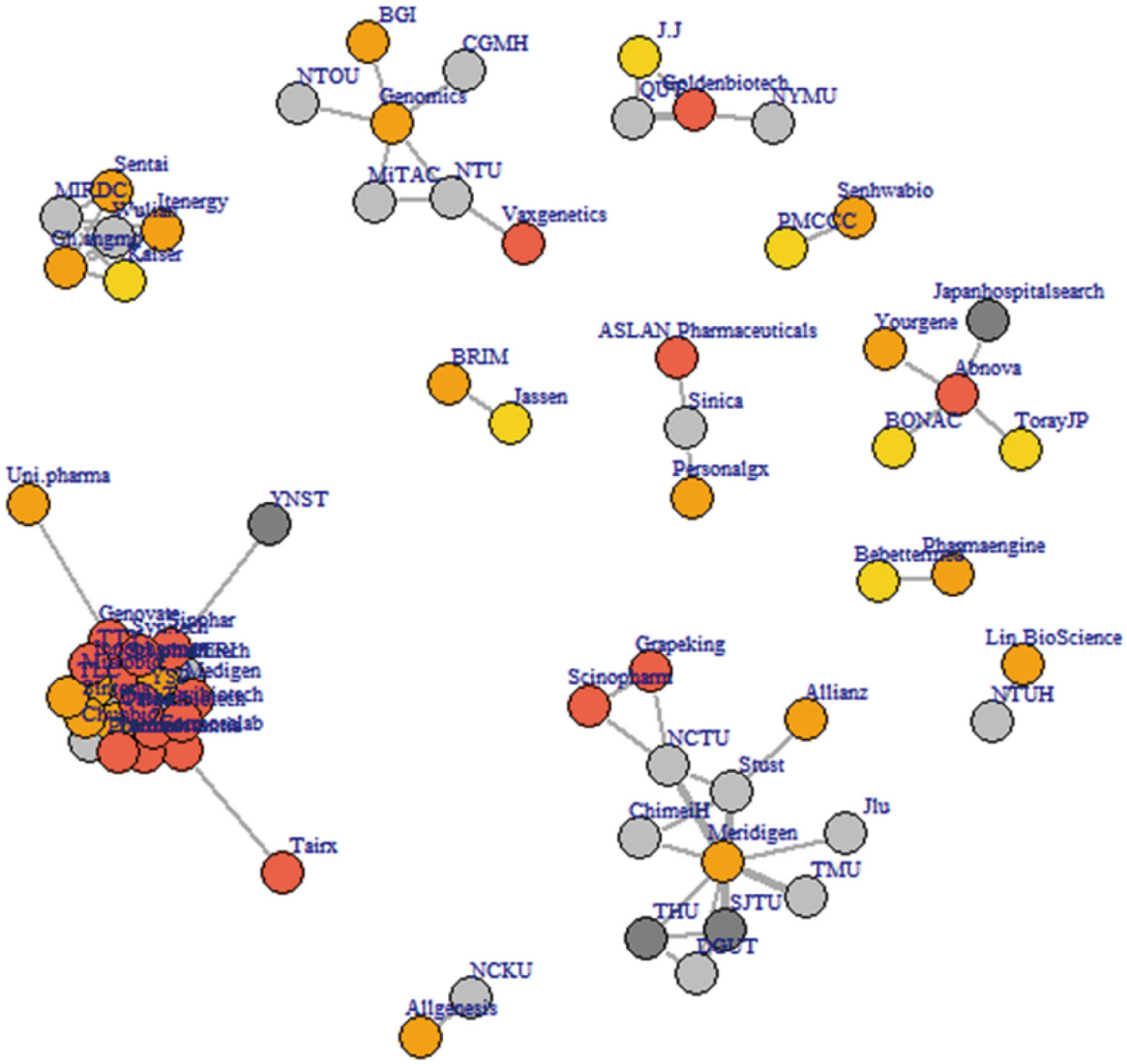


圖5.20 製藥企業整體網絡之共同研究連結情況
資料來源：Factiva資料庫。

由上圖中可以看出，製藥產業進行共同研究的製藥企業比率明顯低於企業參與共同開發之比例，美國NIST經濟評估辦公室的Tassey便指出，基礎應用研究因為具有公共財性質，私人企業會因為無法獨佔研發投資之利益，因此較願意投資於與商品直接相關的專有技術(proprietary technology)(也就是開發階段)，而非基礎技術(infratechnology)(也就是基礎研究)或通用技術(generic technology)(也就是應用研究)，並認為基礎、應用與開發三類技術間的互補性形成特定技術部門的技術基礎環境(technology infrastructure)，此一技術基礎環境會影響研發進展速度與效率，他並認為，美國的生技領域技術的國際表現不如資通訊產業，主要在於政府與私人企業對於生醫領域的基礎應用研究的投資不足所致(Jordan et al., 2008; Tassey, 2004)。

國內製藥產業較少進行共同研究的現況，若對照政府部門對於製藥相關之研發補助投入大量預算，且較專注於研究階段，未來可以建立理論導向之量化分析模型，檢視是否政府對於研究領域之大量研發投入是否取代私人企業之研發。此外，我國資通訊領域有非常高的共同研究(如：研究聯盟)，再者，(Azagra-Caro, Barberá-Tomás, Edwards-Schachter, & Tur, 2017)由於生技製藥業本身相較於資通訊科技，是更為科學取向(scientific orientation)，許多針對製藥產業的研究也發現，具有較高的科學論文發表的企業會具有較高的與專殊化企業進行合作研發的機率(Corsino et al., 2019)。因此，如何透過網絡的子群分析更策略性地連結以提升共同研究，是可以思考的分析方向。

共同研究筆數最多但涵蓋的單位與共同開發的單位相比還少了很多，這表示子群體兩兩合作關係緊密次數也多，或是一群群共同進行研究，例如，工研院、台灣微脂體、台耀、安成生技、太景、基亞、中裕新藥、東洋、生泰合成、因華生技、藥華醫藥、永信藥品、中生醫、 健亞、旭富、信東、中天生技、德山製藥、杏輝製藥共同成立「小分子藥物開發產業聯盟」進共同研究，下圖左下角的緊密連結子群體。而右下角的大子群是因為有節點(如宣捷生技與交大)而形成較大的子群，宣捷生物科技與新竹交通大學、南台科技大學進行共同研究締結幹細胞技術，而宣捷生物科技又與北京清華大學、上海交通大學及東莞理工學院締結產學合作關係，而交通大學又與神隆、葡萄王共同合作，以精準醫療結合仿生精算與統計學習，共同研究以達到藥物最佳的整合性平台。聯結線的粗細代表筆數多寡。由下圖中可以看出，與國外企業或研究機構進行共同研究的網絡較少，且多與中國企業或研究機構進行共同研究。



紅色: 有連結進行共同研究之界定製藥企業

橘色: 有連結進行共同研究但不是本研究之界定製藥企業

黃色: 國外製藥企業

淡灰色:國內其他單位

深灰色:國外其他單位

圖5.21 製藥企業共同研究網絡
資料來源：Factiva資料庫。

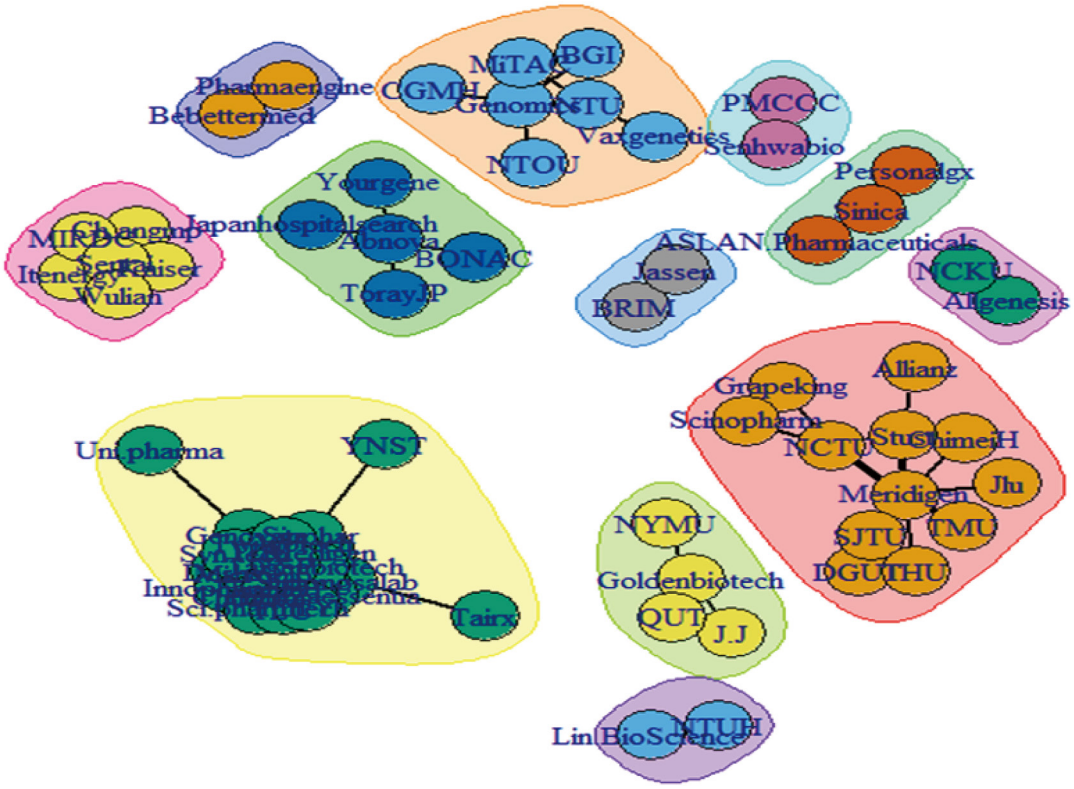


圖5.22 製藥企業共同研究網絡子群分析(walktrap算則)
資料來源：Factiva資料庫。

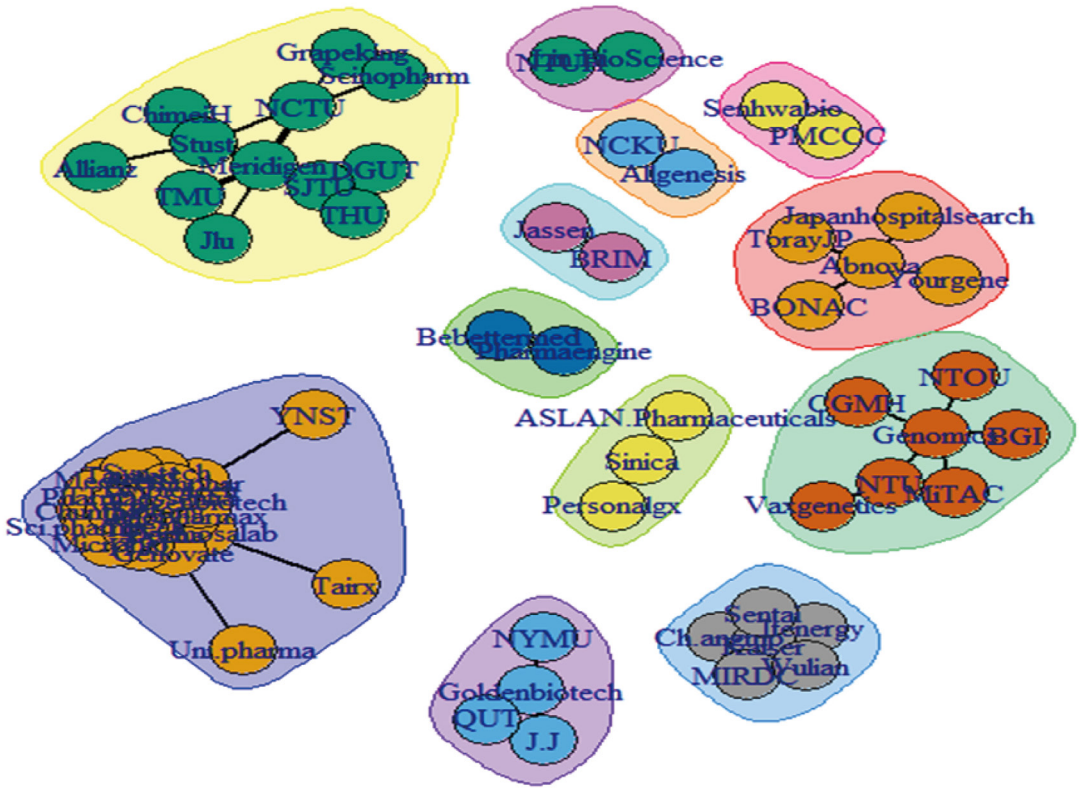


圖5.23 製藥企業共同研究網絡子群分析(betweeness算則)
資料來源：Factiva資料庫。

表5.11 製藥企業共同研究網絡組成企業清單

英文代號	單位	英文代號	單位
Abnova	亞諾法生技股份有限公司	NTOU	國立台灣海洋大學
Allgenesis	新源生物科技股份有限公司	NTU	國立臺灣大學
Allianz	有聯生技股份有限公司	NTUH	國立臺灣大學醫學院附設醫院
ASLAN Pharmaceuticals	亞獅康股份有限公司	NYMU	國立陽明大學
Bebettermed	廣州必貝特醫藥技術有限公司	Personalgx	體學生物科技股份有限公司
BGI	華大基因	Pharmaengine	智擎生技製藥股份有限公司
BONAC	BONAC	Pharmaessentia	藥華醫藥股份有限公司
BRIM	全福生物科技股份有限公司	PMCCC	Peter MacCallum Cancer Centre(彼得麥克林癌症中心)
CGMH	長庚大學	QUT	澳洲昆士蘭科技大學
Ch-angmp	晉安製藥股份有限公司	Scinopharm	台灣神隆股份有限公司
ChimeiH	奇美醫院	Sci-pharmtech	旭富製藥科技股份有限公司
Chunbio	中化生醫科技股份有限公司	Senhwabio	生華生物科技股份有限公司
Desha	德山製藥股份有限公司	Sentai	仙台藥品工業股份有限公司
DGUT	東莞理工學院	Sinica	中央研究院
Formosalab	台耀化學股份有限公司	Sinphar	杏輝藥品工業股份有限公司
Genomics	基龍米克斯生物科技股份有限公司	Sintong	信東生技股份有限公司
Genovate	健亞生物科技股份有限公司	SJTU	上海交通大學
Goldenbiotech	國鼎生物科技股份有限公司	Stust	南臺科技大學
Grapeking	葡萄王生技股份有限公司	Syn-tech	生泰合成工業股份有限公司

英文代號	單位	英文代號	單位
Innopharmax	因華生技製藥股份有限公司	Taigenbiotech	太景生物科技股份有限公司
Itenergy	天一藥廠股份有限公司	Taimed	中裕新藥股份有限公司
ITRI	財團法人工業技術研究院	Tairx	台睿生物科技股份有限公司
J&J	嬌生公司(Johnson&Johnson)	THU	北京清華大學
Japanhospitalsearch	日本國立癌症研究中心	TLC	台灣微脂體股份有限公司
Janssen	JANSSEN	TMU	臺北醫學大學
Jlu	吉林大學白求恩醫學部	TorayJP	TORAY
Kaiser	港香蘭藥廠股份有限公司	TTY	台灣東洋藥品工業股份有限公司
Lin BioScience	仁新醫藥股份有限公司	Twibiotech	安成生物科技股份有限公司
Medigen	基亞生物科技股份有限公司	Uni-pharma	華宇藥品股份有限公司
Meridigen	宣捷細胞生物製藥股份有限公司	Vaxgenetics	生控基因疫苗股份有限公司
Microbio	中天生物科技股份有限公司	Wulian	伍蓮香業開發有限公司
MIRDC	財團法人金屬工業研究發展中心	YNST	中國雲南省科學技術院
MiTAC	神通資訊科技股份有限公司	Yourgene	有勁基因股份有限公司
NCKU	國立成功大學生物化學暨分子生物學研究所	YSP	永信藥品工業股份有限公司
NCTU	國立交通大學		

資料來源：本研究整理。

5.2.4 製藥企業之共同研究共同開發網絡

共同開發&共同研究有28筆資料，主要為國內企業學研單位與醫院，外國單位只有4筆等單位，其中共有7家界定的製藥企業進行共同開發與研究，由下圖中可以明顯看出，我國製藥產業參與共同研究共同開發以整合研究與開發之比率很小，高達95%的界定製藥企業未有此類研發的資料。這可能同時整合研究與開發需要更緊密的互動與連結，具有較高的認知距離與執行難度，且對於製藥業具有高度的技術外流風險的產業特性而言，較不具參與誘因。由下圖中可以看到參與的共同研究開發的通常為兩兩關係，且彼此間的交集很少，下圖節點是本研究所界定的116家製藥企業加上視為共同研究資料上所提及的國內外企業與學研發單位等共130個單位，紅色是本研究從Factiva資料中有進行共同開發&研究的藥企或學研等單位，橘黃色的節點是界定製藥企業但在界定的年度範圍的Factiva資料庫未有發現與其他單位進行共同研究與開發。

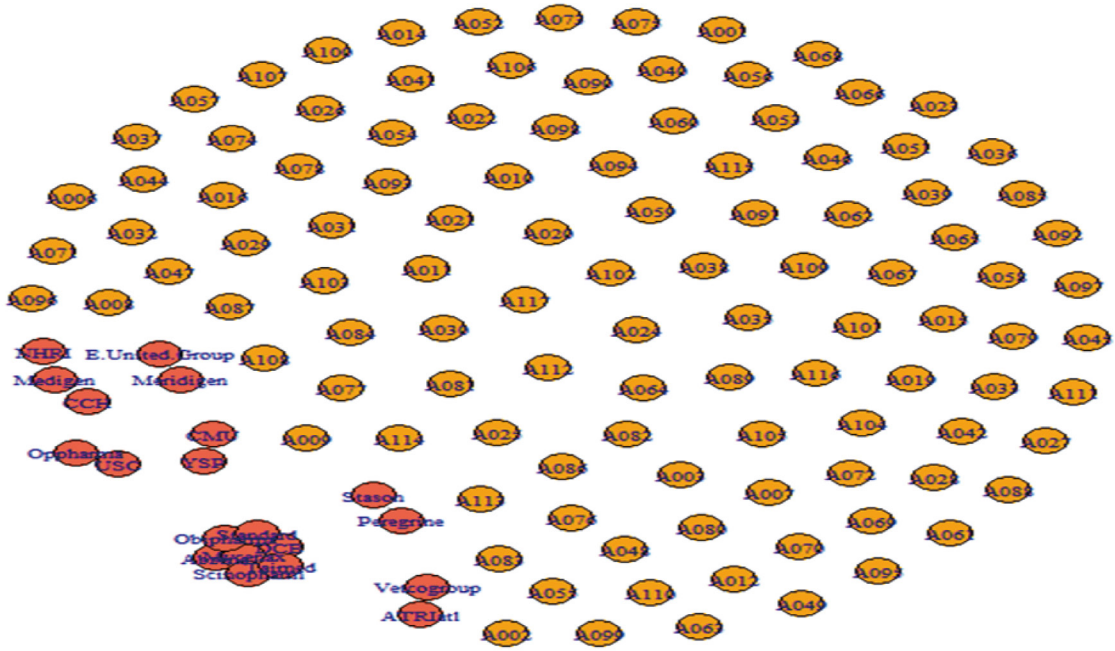
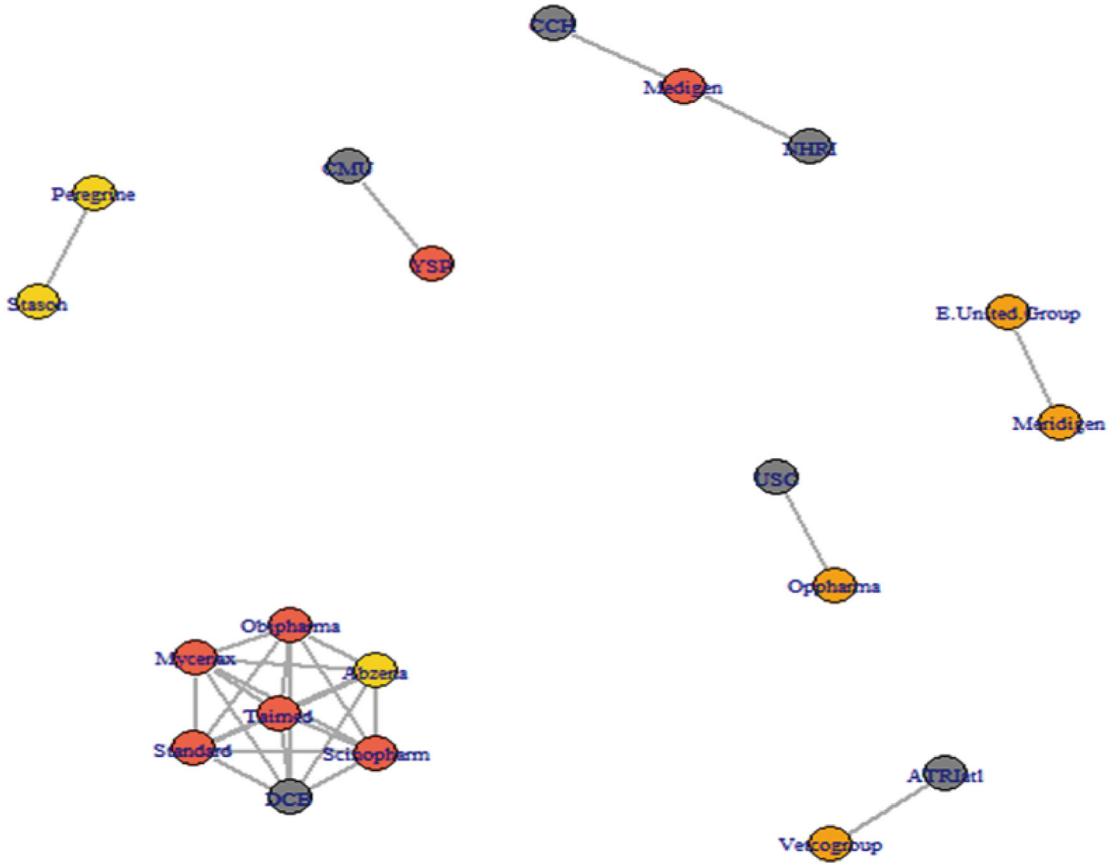


圖5.24 製藥企業整體網絡共同研究開發連結情況
資料來源：Factiva資料庫。



紅色: 有連結進行共同研究開發之界定製藥企業

橘色: 有連結進行共同研究開發但不是本研究之界定製藥企業

黃色: 國外製藥企業

灰色: 國內其他單位

圖5.25 製藥企業共同研究開發網絡
資料來源：Factiva資料庫。

檢視連結企業的網絡圖發現子群體的連結壁壘分明，其中最大的子群為生技中心所主導成立「次世代抗體藥物聯盟」，神隆、浩鼎、中裕新藥、永昕生物醫藥、生達化學製藥和英國ABZENA等國內外數十家大廠合作進行共同研究與共同開發。由於網絡子群體太明顯，在此僅展示walktrap模式運算的子群體。

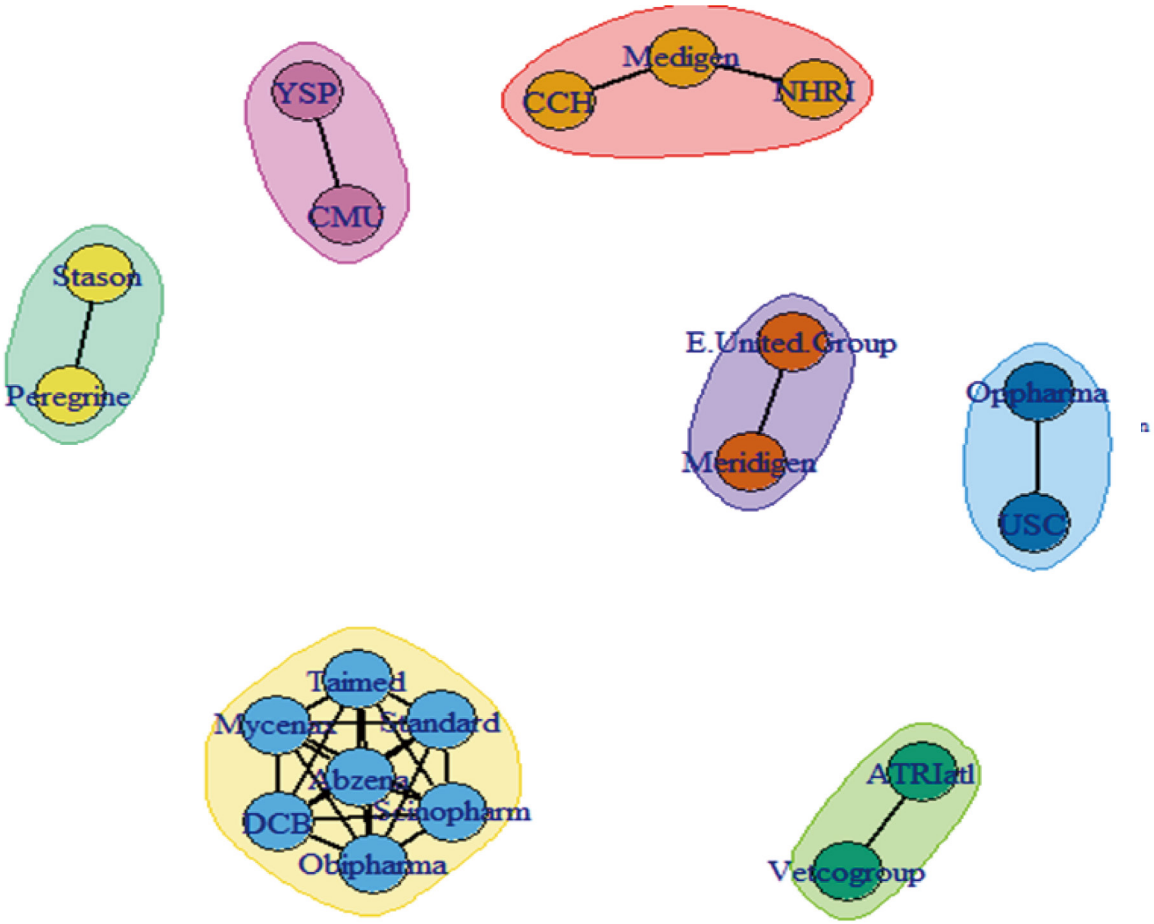


圖5.26 製藥企業共同研究開發網絡子群分析(walktrap算則)
資料來源：Factiva資料庫。

表5.12 製藥企業共同研究開發網絡

英文代號	單位
ABZENA	ABZENA
ATRIatl	財團法人農業科技研究院動物科技研究所
CCH	彰化基督教醫療財團法人彰化基督教醫院
CMU	中國醫藥大學
DCB	財團法人生物技術開發中心
E United Group	義聯集團
Medigen	基亞生物科技股份有限公司
Meridigen	宣捷細胞生物製藥股份有限公司
Mycenax	永昕生物醫藥股份有限公司
NHRI	財團法人國家衛生研究院
Obipharma	台灣浩鼎生技股份有限公司
Oppharma	友霖生技醫藥股份有限公司 /OPRX
Peregrine	Peregrine
Scinopharm	台灣神隆股份有限公司
Standard	生達化學製藥股份有限公司
Stason	Stason Pharmaceuticals
Taimed	中裕新藥股份有限公司
USC	南加州大學
Vetcogroup	臺灣動藥國際股份有限公司
YSP	永信藥品工業股份有限公司

資料來源：本研究整理。

5.2.5 製藥企業之共同製造網絡

Hage and Hollingsworth將研究區分為六大研究領域(arena)，製造研究為其中一類，他並且認為，製造研究較低度明文化(less codified)，較難以透過專利、論文等管道知識流動，因而需要更多的面對面密集互動，才能進行知識擴散(Hage & Hollingsworth, 2000)。由於共同製造需要密集的製程溝通因此也被視為研發聯盟的一種型態(Martínez-Noya & Narula, 2018)。

619筆資料被分類到共同製造僅有17筆，涵蓋的單位有24個主要是國內製藥企業與國外製藥企業共同進行製造，例如，永信、台耀化學與中國內江匯鑫製藥三方合資於中國成立永耀鑫藥業，進行共同製造與行銷；永昕生物醫藥與荷商Biosana Pharma，共同進行Xolair蛋白質相似藥之製程開發。

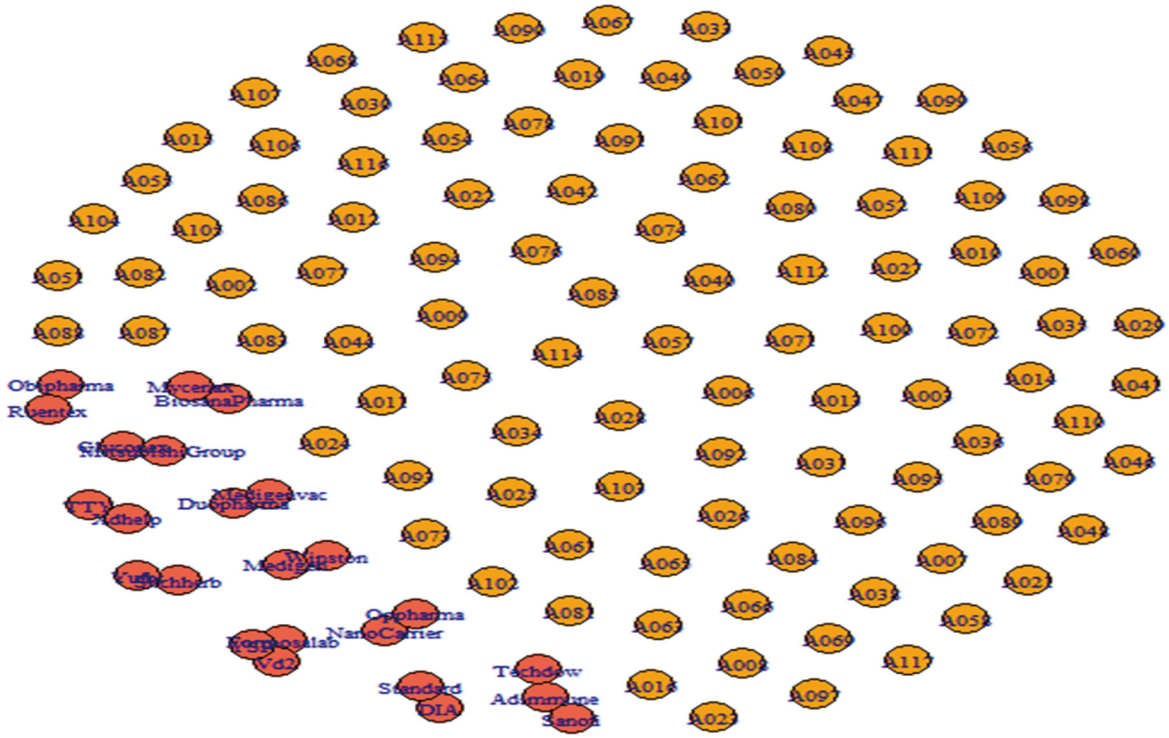


圖5.27 製藥企業整體網絡共同製造連結情況
資料來源：Factiva資料庫。

也因為密集互動會有較高的知識外流的風險，因此，由下圖中可以看出所形成的關係多為兩兩策略聯盟關係。共同製造的子群體都兩兩一組，最多三家企業形成一子群，這一子群是永信、台耀化學與中國四川內江匯鑫製藥合資成立永耀鑫藥業有限公司，在2014年與2015年的資料都出現因此彼此連線有2條，但2017年底永信終止永耀鑫藥業有限公司投資案與經營運作，我們只看有簽訂的新聞，之後退出的資料沒有在本研究範圍內。由於網絡子群體太明顯，在此不展示walktrap模式運算的子群體，僅呈現一般網絡繪圖。

STPIBooks電子書城

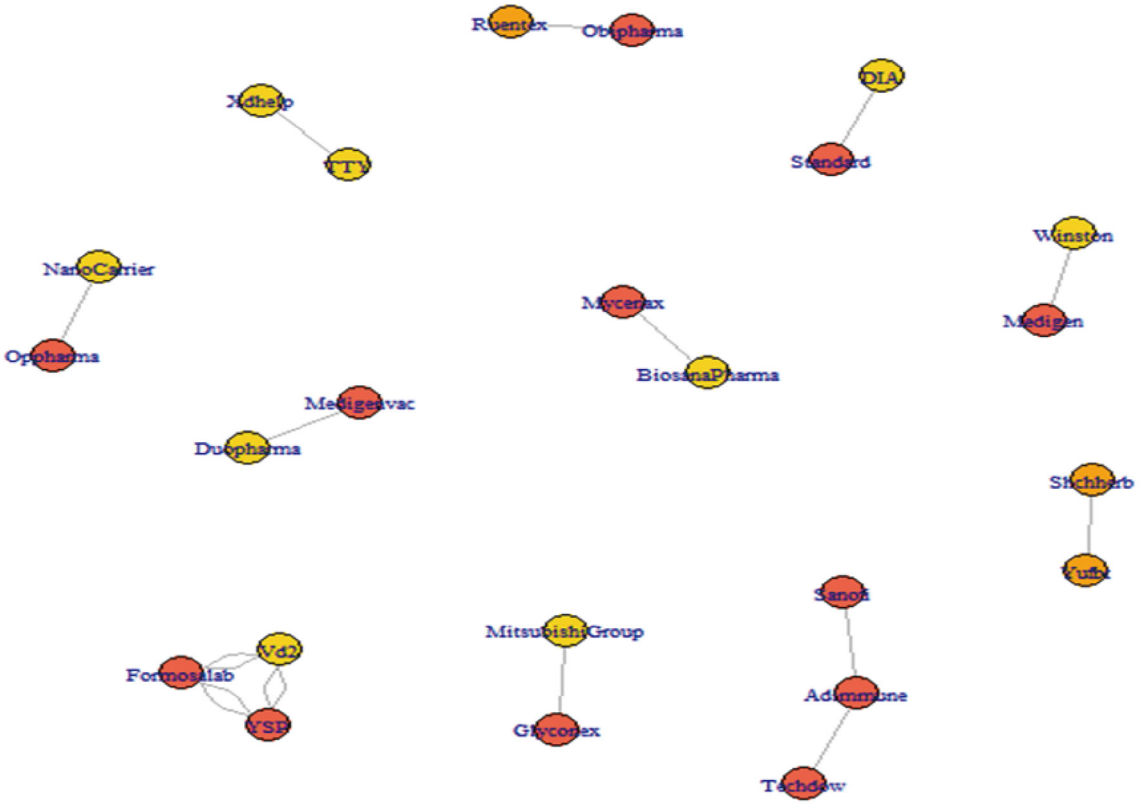


圖5.28 製藥企業共同製造網絡
資料來源：Factiva資料庫。

表5.13 製藥企業共同製造網絡組成企業清單

英文代號	單位
Adimmune	國光生物科技股份有限公司
BiosanaPharma	BiosanaPharma
DIA	Dia Pharmaceutical CO., LTD
Duopharma	Duopharma Biotech Berhad
Formosalab	台耀化學股份有限公司
Glyconex	台灣醣聯生技醫藥股份有限公司
Medigen	基亞生物科技股份有限公司
Medigenvac	高端疫苗生物製劑股份有限公司
MitsubishiGroup	日本三菱集團
Mycenax	永昕生物醫藥股份有限公司
NanoCarrier	NanoCarrier Co.,Ltd.
Obipharma	台灣浩鼎生技股份有限公司
Oppharma	友霖生技醫藥股份有限公司
Ruentex	潤泰企業集團
Sanofi	Sanofi S.A.
Shchherb	勝昌製藥廠股份有限公司
Standard	生達化學製藥股份有限公司
Techdow	深圳市天道醫藥有限公司
TTY	臺灣東洋藥品工業股份有限公司
Vd2	四川內江匯鑫製藥公司
Winston	溫士頓醫藥股份有限公司
Xdhelp	上海旭東海普藥業有限公司
YSP	永信藥品工業股份有限公司
Yufbt	玉富生物科技股份有限公司

資料來源：本研究整理。

5.2.6 製藥企業共同製造共同開發網絡

分類為共同製造之資料有12筆，涵蓋的單位有17個主要是國內製藥企業之間、國內製藥企業與國外製藥企業共同進行製造與開發，例如，基亞生技、福又達生技與賽宇科技合資成立基亞疫苗公司，共同製造與開發人用疫苗；聯生藥與美國GE Healthcare進行共同製程開發。

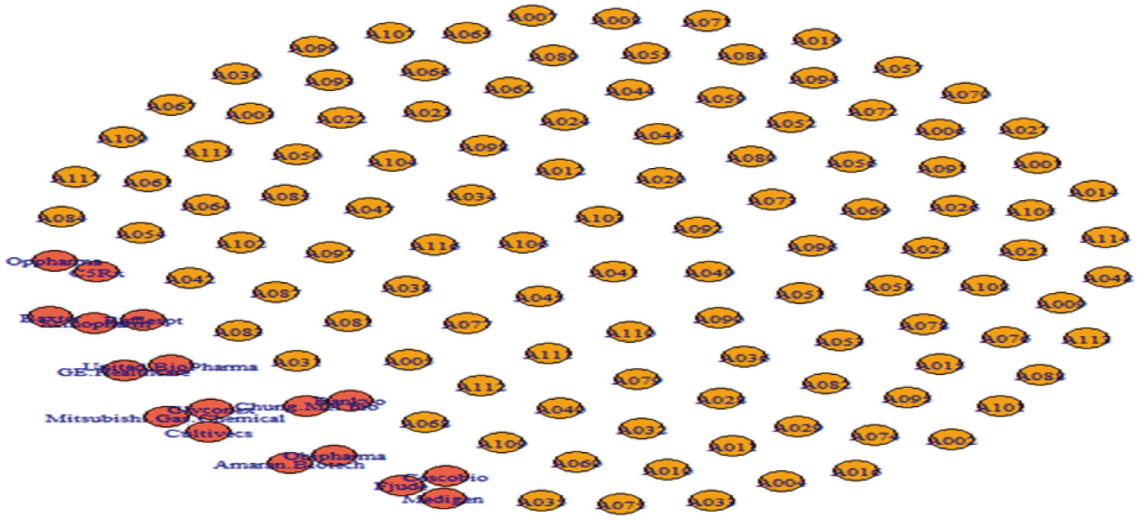


圖5.29 製藥企業整體網絡共同製造開發連結情況
資料來源：Factiva資料庫。

共同製造與開發的子群體都兩兩一組，最多三家企業形成一子群，基亞生技、福又達生技與賽宇科技合資成立基亞疫苗公司。由於網絡子群體太明顯，在此不展示walktrap模式運算的子群體，僅呈現一般網絡繪圖。

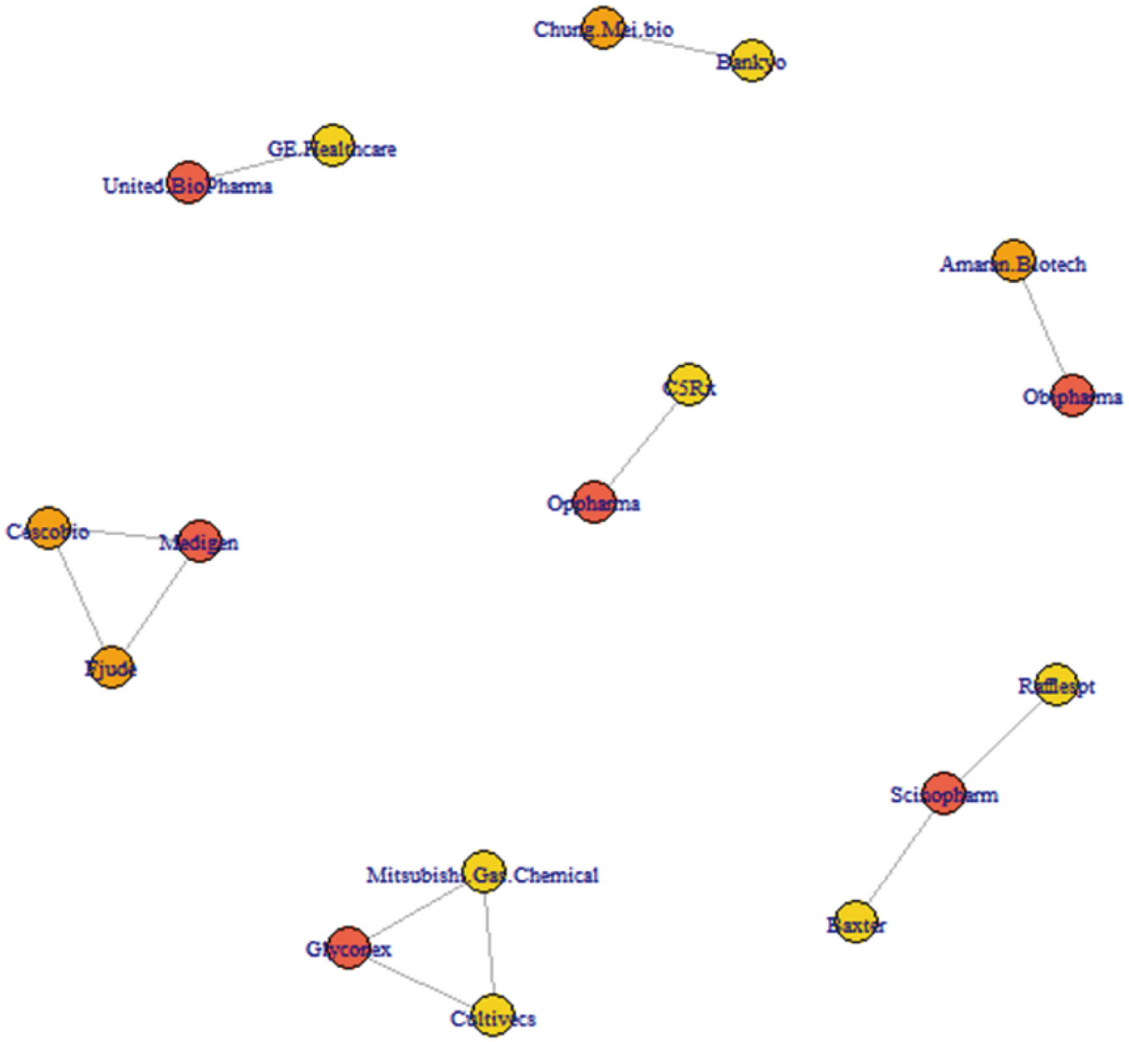


圖5.30 製藥企業共同製造開發網絡
資料來源：Factiva資料庫。

表5.14 製藥企業共同製造開發網絡組成企業清單

英文代號	單位
Amaran Biotech	潤雅生技股份有限公司
Bankyo	萬協製藥株式會社
Baxter	百特醫療產品股份有限公司
C5Rx	C5Rx Pharmaceuticals, Inc
Cescobio	賽宇細胞科技股份有限公司
Chung Mei bio	中美兄弟製藥股份有限公司
Cultivecs	Cultivecs Inc.
Fjude	福又達生物科技股份有限公司
GE Healthcare	GE Healthcare
Glyconex	台灣醣聯生技醫藥股份有限公司
Medigen	基亞生物科技股份有限公司
Mitsubishi Gas Chemical	日本三菱瓦斯化学株式會社
Obipharma	台灣浩鼎生技股份有限公司
Oppharma	友霖生技醫藥股份有限公司
Rafflespt	廣東萊佛士製藥技術有限公司
Scinopharm	台灣神隆股份有限公司
United BioPharma	聯合生物製藥股份有限公司

資料來源：本研究整理。

5.3 製藥企業之資產關聯網絡

由於製藥產業具有高度的智財權風險，且具有高度的技術開發風險，因此，各國企業多以取得資產的方式使雙方利益一致，並進行更深入的策略聯盟與研發合作。有些企業則以企業集團的子母公司型態創造內部市場，以解決經商環境中智財權保護不足、資本市場不成熟、人力不足的問題。

因此，製藥公司的股份持有、收購及合併，與庫存、廠房等資產移轉都是值得觀察的面向。因此，本研究將以Factiva資料庫進行生技製藥產業的策略聯盟資料蒐集，包括(1)資產購買及股權收購等資料、(2) 企業集團間關係資料(是否為母、子關係企業)、(3)各類跨機構跨企業合作等資料。

※說明：(2)企業集團間關係資料(是否為母、子關係企業)、(3)各類跨機構跨企業合作等資料。尚未進行分析。

5.3.1 資產購買及股權收購

整理自2010至2019年生技製藥產業資產相關資料，結果顯示十年期間，總計165筆資料與資產變動相關。

若將資產變動資料範圍限縮為參與公司需設籍於台灣，結果顯示擔任主動併購或合資方總計151筆事件，擔任被併購或合資方總計125筆事件，而主、被動之公司皆設籍於台灣者總計104筆事件。

為了進一步了解台灣生技製藥企業資產變動行為，將資產變動區分為股權收購、企業合併、企業合資、資產購買(購買藥證、庫存、廠房) 等四項目，並以(1)台灣企業擔任主動併購或合資方(以下簡稱為主動方) (2)台灣企業擔任被動併購或合資方(以下簡稱為被動方) 做為分析群體。

1. 台灣生技製藥企業十年主動方資產變動狀況

台灣生技製藥企業主動方的資產變動以收購股權為最多的行為，總計64件、27間公司參與。而股權收購又以健喬信元、友華、永信藥品、慕康為收購最熱絡公司。其次為合資行為，總計46件合資案於十年期間發生，前三大主動合資企業分別為基亞、聯亞生技、東洋、永信藥品、晟德藥廠。在資產購買部份，東洋為最大宗企業，其次為美吾華。而十年期間，四項資產變動行為當中，以企業合併為最少次數(表5.15)。

進一步以台灣上市、櫃生技製藥公司為研究群體分析資產變動行為，結果如表5.16所示，以上櫃企業進行收購次數及參與公司最多，分別為健喬信元、友華、晟德為前三公司。其次為合併行為，第三為合資行為。

合併以上資料，顯示台灣生技製藥公司進行資產變動，不論是否為上市櫃企業皆以收購行為為主，上市櫃佔總體生技製藥產業主動收購行為高達69%，而合資行為則以非上市櫃企業為主動合資方，佔整體企業的85%。

表5.15 2010~2019年主動方企業名單及資產變動區分及件數

收購 [1](64)[2]				
健喬信元 (9)	友華 (5)	永信藥品 (5)	慕康 (5)	晟德 (4)
浩鼎 (3)	安成國際 (3)	加陳國際 (3)	基龍米克斯 (3)	康聯藥 (3)
杏輝 (3)	基亞 (2)	因華生技 (2)	美時化學 (1)	台原藥 (1)
保瑞藥 (1)	美吾華 (1)	生達化學 (1)	醣聯 (1)	大學光 (1)
聯合生物 (1)	聯亞藥 (1)	懷特 (1)	台灣沁月 (1)	安成生技 (1)
杏國新藥 (1)	台新藥 (1)			
合併 (15)				
安成國際 (3)	永信藥品 (2)	合一 (1)	佳醫 (1)	泉盛 (1)
晟德 (1)	華宇藥 (1)	順天醫藥 (1)	優良化學 (1)	
三晃 (1)	彥臣 (1)	健康化學 (1)		
合資 (46)				
基亞 (5)	聯亞生技 (4)	晟德 (3)	東洋 (3)	永信藥品 (3)
天明製藥 (2)	勝昌 (2)	潤泰 (2)	正和 (2)	賽亞基因 (2)
法德生技 (1)	友霖 (1)	宣捷 (1)	台塑 (1)	台睿 (1)
康友生醫 (1)	醣聯 (1)	普生 (1)	順天堂 (1)	順天醫藥 (1)
萬菱 (1)	福又達 (1)	佳醫 (1)	太景 (1)	台耀 (1)
藥華醫藥 (1)	永日化工 (1)	浩鼎 (1)		
資產購買 (22)[3] 及移轉 [4](4)				
浩鼎 [3] (1)	杏力奈米 [3] (1)	東洋 [3] (5)	保瑞藥業 [3] (1)	美吾華 [3] (3)
美時 [3](1)	晟德 [3] (1)	高德美 [3] (1)	健喬信元 [3] (2)	基亞 [3] (1)
瑩碩 [3] (1)	神隆 [3] (1)	元宙 [3](1)	永信藥品 [3] (1)	國光生技 [3](1)
生華 [4] (1)	漢達 [4] (1)	聯亞生技 [4] (2)		

[1] 收購係包含股權收購、合併

[2] 括弧中數字表示為資產變動行為發生次數

[3] 表示企業十年間發生資產購買；[4] 表示企業十年間發生資產移轉

表5.16 2010~2019主動方企業名單及資產變動區分及件數

	上市	上櫃	興櫃	公開發行
收購[1] (44)[2]	1734 杏輝 (3) 1731 美吾華 (1) 4144 康聯藥業 (1)	4114 健喬信元 (9) 4120 友華 (5) 4123 晟德 (4) 4147 浩鼎 (3) 1795 美時化學 (2) 3176 基亞生技 (2) 4192 杏國新藥 (1) 4415 台原藥 (1) 6472 保瑞藥業 (1)	4172 因華生技 (2) 6610 安成生技 (1) 6562 聯亞藥業 (1)	1716 永信藥品 (5)
合併 (8)	--	1721 三晃 (1) 4743 合一生技 (1) 4123 晟德 (1)	4732 彥臣 (1) 6621 華宇藥 (1)	1716 永信藥品 (2) 4159 泉盛生技 (1)
合資 (6)	--	4123 晟德 (3)	--	1716 永信藥品 (3)
資產購買 (2)	--	4123 晟德 (1)	--	1716 永信藥品 (1)

[1] 收購係包含股權收購、合併

[2] 表括弧中數字表示為資產變動行為發生次數

-- 表示無資料

2. 台灣生技製藥產業十年被動方資產變動狀況

統整十年期間，台灣生技製藥企業被收購、被合併、合資及固定資產(含藥證、廠房設備、產品) 被購買、移轉的企業及發生件數，結果如表5.17所示，顯示出被併購件數為52件，共33間企業參與，其中包括9間上市櫃、興櫃或公開發行公司(表5.18)。其次為合資，總計包括36件合資行為，參與企業總計26間(表5.17)，其中包括上市櫃或公開發行7間企業(表5.18)。

在企業被合併分析中，總計為15次合併事件，其中僅有一間上市企業永信投資控股於2016年由永信母公司進行合併。

表5.17 2010~2019年被動方企業名單及資產變動區分及件數

被收購 [1](52)[2]				
原創生醫 (5)	世基生醫 (4)	安成國際 (3)	永昕生醫 (3)	瑞安藥廠 (3)
台塑生醫 (2)	國光生技 (2)	杏國新藥 (2)	景德製藥 (2)	友霖生技 (2)
美時化學 (2)	康保生技 (1)	永光化學 (1)	全崴生技 (1)	鑫品生醫 (1)
有勁生技 (1)	艾麗雅 (1)	行動基因 (1)	育新 (1)	杰菩科技 (1)
恩達生技 (1)	益邦製藥 (1)	健民製藥 (1)	健康化學 (1)	基鼎醫藥 (1)
傑民 (1)	生控基因 (1)	華鼎生技 (1)	圓祥生技 (1)	溫士頓醫藥 (1)
友杏生技 (1)	漢霖生技 (1)	臺灣碩騰 (1)		
被合併 (15)				
優良 (2)	泉盛生技 (1)	玉晟投資 (1)	安成國際 (1)	協和新藥 (1)
明仁醫藥 (1)	金樺生醫 (1)	春天生技 (1)	健如醫藥 (1)	國慶化學 (1)
詠鈊 (1)	碩騰 (1)	永信投控 (1)	躍欣生技 (1)	
合資 (36)				
台耀化學 (3)	神隆生技 (3)	賽宇科技 (2)	台灣浩鼎 (2)	永信藥品 (2)
順天堂 (2)	天明製藥 (2)	瑩碩生技 (2)	台塑生醫 (1)	玉富生技 (1)
康聯藥業 (1)	勝昌製藥 (1)	生控基因 (1)	源河生技 (1)	溫士頓醫藥 (1)
義聯集團 (1)	萬菱藥品 (1)	普生 (1)	順天堂 (1)	順天醫藥 (1)
萬菱 (1)	福又達 (1)	潤泰 (1)	中外製藥 (1)	聯亞生技 (1)
永日化工 (1)				
資產被購買 [3](18)、被移轉 [4](3) 及存貨被購買 [5](1)				
健喬信元 [3] (3)	易威 [3] (2)	友華 [3] (1)	台原藥 [3] (2)	高端疫苗 [3,5] (1)
安特羅 [3] (1)	創益生技 [3] (1)	東生華 [3] (1)	如心 [3](1)	殷漢生技 [3] (1)
勝昌製藥 [3] (1)	景德製藥 [3] (1)	碩騰 [3] (1)	聯亞生技 [3] (1)	聯亞藥業 [4] (2)
聯合生物 [4] (1)				

[1] 收購係包含股權收購、合併
[2] 括弧中數字表示為資產變動行為發生次數
[3] 表示企業十年間發生資產購買 ;[4] 表示企業十年間發生資產移轉 ;[5] 表示企業十年間發生存貨購買

表5.18 2010~2019年被動方企業名單及資產變動區分及件數

	上市	上櫃	興櫃	公開發行
被收購[1] (19)[2]	4142 國光生技 (2)	1795 美時化學 (2) 4192 杏國新藥 (2) 4726 永昕生醫 (3) 4174 台灣浩鼎 (1)	4166 友霖生技 (2) 4170 鑫品生醫 (1)	6483 原創生醫 (5) 6567 生控基因 (1)
被合併 (1)	3705 永信投資	--	--	--
合資 (11)	1789 神隆生技 (3) 4746 台耀化學 (3)	4102 永日化工 (1) 4147 浩鼎生技 (1)	--	1716 永信藥品 (1) 6567 生控基因 (1) 6659 天明製藥 (1)
資產移轉 (1)	--	--	--	6659 天明製藥 (1)

[1] 被收購係包含股權被收購或合併

[2] 括弧中數字表示為資產變動行為發生次數

-- 表示無資料

5.3.2 台灣上市、櫃生技製藥企業商業策略分析

許多企業的收購、合併及資產取得係基於多角化的需求，為擴大其商品組合或進行垂直整合而進行。有些則是以研發合作之知識取得為主要目的，意在降低研發合作的交易成本與風險(Choi & Contractor, 2016)。因此，檢視企業的資產關聯除了可以理解製藥企業的商業策略(corporate strategy)之外，也可以據以後續研究分析研發合作績效會如何受到治理型態及資產關聯之影響。

本資料以TEJ資料庫做為分析資料來源，將企業產銷組合進行分類，分類依據則根據行政院主計總處於105年所公佈之行業標準分類，結果將合併資產變動行為分析，最後以表5.19呈現。橫跨3個以上產銷組合企業參與收購件數為19件，佔總體收購件數的43%，主要集中於永信藥品、健喬信元、浩鼎生技及基亞生技等四間公司；其中在四項資產變動行為中，僅有收購一項企業跨足服務業及租賃業。

其次在參與合併的8個事件中，以永信藥品產銷組合項目最多，但皆位於製造業當中，包括原料藥、西藥及醫用化學品製造等。

表5.19 台灣生技製藥上市櫃企業主動併購、合資與產業鏈分類[1]

TEJ 行業分類	公司名稱	製造業					批發業	服務業	租賃業
		原料藥	西藥	中藥	醫用生物製品	醫用化學製品	藥品其醫療用品	綜合研究發展服務	智慧財產租賃
收購 (44)	1716 永信藥品 (5)	V	V			V			
	4114 健喬信元 (9)		V					V	V
	4174 浩鼎生技 (3)				V			V	V
	3176 基亞生技 (2)		V		V			V	
	1795 美時化學 (2)		V					V	
	6610 安成生技 (1)		V						
	4415 台原藥 (1)			V					
	4172 因華生技 (2)				V				
	4120 友華 (5)					V			
	4192 杏國新藥 (1)		V						
	6472 保瑞藥業 (1)		V						
	4123 晟德藥廠 (4)		V						
	4144 康聯藥業 (3)		V						
	6562 聯亞藥業 (1)		V						
	1731 美吾華 (1)		V						
	4144 康聯藥業 (3)		V						

TEJ 行業分類	公司名稱	製造業					批發業	服務業	租賃業
		原料藥	西藥	中藥	醫用生物製品	醫用化學製品	藥品其醫療用品	綜合研究發展服務	智慧財產租賃
合併 (8)	1716 永信藥品 (2)	V	V			V			
	4123 晟德藥廠 (1)		V						
	4732 彥臣 (1)								
	1721 三晃 (1)								
	4743 合一生技 (1)								
	4159 泉盛生技 (1)								
	6621 華宇藥品 (1)								
合資 (6)	1716 永信藥品 (3)	V	V			V			
	4123 晟德藥廠 (3)		V						
資產購買 (2)	1716 永信藥品 (1)	V	V			V			
	4123 晟德藥廠 (1)		V						

[1] 分類依據行政院主計總處於 105 年所公佈之行業標準進行

綜觀國內製藥廠商之收購、併購等行為，可以看出，主要是企業集團(business group)的內部子公司間的收購與併購，這顯示，企業集團係國內製藥企業用以進行跨國佈局及處理市場環境風險的重要策略。健喬信元集團、安成藥集團、東洋集團、晟德集團、杏輝集團都是屬於企業集團，具有企業集團內部的收購或併購。

其中，健喬信元（4114）自初期的代理商角色，透過併購、收購等手段進行垂直整合，快速地發展成為具備代理、製造、代工、研究開發等階段營運之製藥廠商，同時加速建構了健喬集團在產品及劑型別的完整性。健喬信元持續併購、轉投資或成立子公司，將公司擴展朝向集團化發展，旗下關係企業包括：益得生技、優良化學、健康化學、七星化學、因華生技等，成為極具國際競爭力的特色製藥廠。

晟德集團的經營策略極為靈活多樣，呈現出更大的產業範圍與國際化布局面向，晟德投資兩岸新藥公司，在台灣方面投資全福生技，在中國方面，與人合組新藥公司，並透過得榮與豐華的整合，搶攻大中華區益生菌市場。此外，晟德旗下子公司並於香港掛牌，目前持股約11%的中生生技，也可望在美國那斯達克上市。近年來，晟德已陸續孕育出益安、順藥、永昕、東曜等優秀轉投資公司。同樣地，安成藥也透過購併中國的海南華益以進入中國市場，並收購景德製藥， 以擴充產能(安成藥缺產能，且景德則以眼藥、聞軟膏名)，安成藥也收購日本藥廠「優良生產」在台灣的廠房、產線。

透過收購、併購等策略，可使製藥公司快速地進行垂直及水平整合，並快速進行國際化，將國外企業內部化(internalization)，以處理跨國投資環境的制度風險。然而，由國內的收購、合併情形來看，仍有待強化的面向，例如：較少國內企業被大型國際製藥公司所收購：如前所述，製藥公司與生技公司合作被視為可提高新藥開發之成功率，而許多製藥公司更透過收購專殊化的小型製藥公司、新創公司之方式，成為快速取得外部知識與研發能量之途徑。透過國內小型生技製藥公司被國際大廠所收購，可以有效地促進國外對我國國內的知識流動。

此外，國內製藥公司應可更積極地運用收購、併購等方式，來降低研發合作的交易成本，以促進跨企業的研發合作，促進知識流動，加速研發進程。

第六章　結語

本研究透過部門創新系統理論之觀點，以及演化經濟學對企業能力、組織能力與組織學習之觀點，說明生技製藥產業之知識基礎特性，由於快速的技術典範變遷，促使製藥產業的創新場域由企業內部轉移至網絡。生技公司藉由大量投資於與學研合作研究並透過複製學研機構之鼓勵研發人員進行學術論文發表之公司治理結構，以吸收明星科學家及學術人才進入公司，同時建立其管理網絡關係，此一作法，不僅有助於吸收技術性知識，同時也有助於吸收學研組織之新興技術知識生產的組織原則(organizing principle)，組織原則決定了知識的有效率、有系統生產，跨產業、跨企業、多元機構有其鑲嵌於組織慣例的組織能力，若欲快速地整合分散在多元組織中的知識與能力時，必須有效地建立創新網絡、管理創新網絡。

由美國的生技製藥產業的創新網絡發展，可以看到多元機構所形成的制度基礎環境(institutional infrastructure)，這些多元機構基於不同組織目標，而進行新藥開發之投資或補助，例如，病人團體投資於罕見疾病藥物開發、Arnold Foundation投入530萬美金給獨立實驗室「開放科學中心」(Centre for Open Science)進行臨床試驗的重製檢驗，這些非營利機構對藥物開發與臨床試驗檢視之投資，美國製藥產業的創新生態系統中的研發投資機構多元性，顯示出不僅是商業邏輯主導的創新，而能透過病人團體、非營利機構的對於公共利益的關注，避免臨床試驗不利於罕見疾病藥物開發的制度偏誤，同時避免負面臨床試驗及臨床試驗資料不透明性的問題，迫使製藥公司逐步分享臨床試驗資料，從而加速整體產業之藥物開發速率。

此外，公立研究機構(PRO)所主導的研發網絡以及創新聚落的政府機關參與之產官學網絡，一方面透過開放科學之組織原則，提升了美國製藥產業研發網絡的機構多元性、促進了區域創新聚落的知識外溢，與區域創新聚落的地理鄰近性發揮相乘效果，共同促使跨企業研發網絡的封閉式管道轉變為發散的、具有大量外溢知識的半開放渠道。在此一創新聚落中所具有的機構基礎環境中，創投公司、法律事務所、獵人頭公司等多元機構，都在研發網絡形成及衍生的過程中扮演重要角色，在生技製藥產業的快速、跨學門、多元機構的知識生產體系中，協助釐清已發表學術成果的可專利性等智慧財產權模糊地帶、加速產學間人力流動與企業能力與重組能力之建構。透過理論性地解析美國生技製藥產業的部門創新系統，可以給我國製藥產業之部門創新系統及研發合作網絡提供許多啟示，以下簡要提出我國生技製藥產業推動政策之建議：

- 促進多元類型機構參與共同推動技術制度共同演進

我國藥品審查機制偶有出現侵權藥物批准、侵權追訴的司法效率不足、以及創新藥品給付審查通過不易等因素，都成為降低國內外企業研發投資之誘因的重要因素。健保署應效法美國的產官學科技政策推動網絡之水平式推動策略，由促進產業創新的角度，共同進行實證對話，建立有利於生技製藥領域之創新的制度變遷。

- 鼓勵企業強化非技術性知識(組織原則)之學習與管理網絡能力

由美國生技製藥產業網絡的高度機構多元性(病人團體、保險公司、政府機關、學研組織等)的技術制度共同演進、企業高度投資於學研合作網絡、高度鏈結學研網絡以培養網絡能力及重組能力等。我們看到了知識不僅在於技術性資訊的學習，還包括組織原則的學習。

生技產業為轉移學研機構所產生的高度慣性資源(inert resources)，不僅藉由與學研機構間的合作網絡提高能見度及聲譽，吸引明星科學家及科研人才進入企業，亦透過複製學研機構的組織文化，鼓勵論文發表，以學術自主作為誘因，以真正使學研知識及能量能鑲嵌於企業內部的企業能力中，不論從吸收能量或建立網絡管理能力的角度來看，被動的接受知識，並無法真正有效理解知識的真正價值所在，更無法透過組織原則，有效地將知識在獨特的脈絡下加以利用。因此，我國政府部門或企業，在進行相關政策設計時，相關政策措施設計應朝向由既有研發網絡中促進互動式學習，而非成為知識的被動接收者，並理解創新場域轉移至網絡的學習模式與應有治理模式。

- 鼓勵企業投資於學研合作網絡及論文、產學共著論文發表提升網絡能力

由我國生技製藥企業的論文發表數來看，大致可以看出企業對於與學研合作網絡的投資極度不足，也可能顯示缺少明星科學家及學研人才，或者企業缺乏鼓勵學術發表的組織文化與誘因，這些都會造成企業難以快速整合多學門、地理分散的網絡中的知識。

因此，應鼓勵企業主動投資於學研研究，如此方能真正了解學研研究之價值，同時鼓勵公司內部人員進行產學共著論文發表，此外，政府進行相關政策措施設計時必須理解的組織原則複製之政策原理，應該鼓勵企業及學研建立更穩定、更高度機構多元性的網絡以有效連結創新地理群聚。

- 強化PRO機構主導網絡之在區域創新聚落之整合角色

在美國波士頓的生技製藥創新聚落中，PRO所主導研發合作網絡提高了知識外溢的效果，並與地理鄰近性產生相乘效果，因而強化跨企業的正式研發聯盟之外溢效益。政府目前由PRO所形成的研發合作網絡，對於生技園區內的企業知識流動及知識外溢效果之影響為何?需要進行進一步的實證分析與評估，並經由評估結果修正PRO的網絡支持相關計畫之計畫設計。此外，我國科技補助機關應思考如何發揮如同美國NIH所具備的研究整合角色。

- 從吸收能量的角度來看，我國生技製藥產業的研發投入不足

企業的自我研發投資可顯示企業對外部知識的吸收能量，我國生技製藥企業對於自我研發投資不足，會造成政府大量投資於學研機構之知識創造，亦難以被企業所吸收。吸收能量除反映在自我研發金額之外，也表現在企業的長期研發投資所累積的知識多元性及內部知識重疊程度。

- 強化學界研發之學術自主與彈性以促進創業精神、提升知識外溢

科技部近年陸續推動完成鬆綁對研究人員、技轉人員及學研機構三方之限制、鼓勵投入並促成科研成果商業化。此一政策聚焦以商業利益鼓勵學研研發成果之商業化。然而，此一政策對於生技製藥領域的學研研究

的高度開放科學特性會有何影響，有待進一步以實證進行觀察。因為，學術自主一向是美國生技製藥領域之學研研發動能及知識交流擴散的最重要驅動因素，生技公司為確保持續快速的跨學門學習，尚且需複製學研鼓勵論文發表、尊重學術自主的組織原則。因此，我國此一政策對學研知識生產的開放性之影響為何仍有待商榷。

當我國政府大量投資於學研的知識創造，除了期望由學界自己創業之外，也可以透過企業的吸收能量及網絡管理能力建立，使企業與學界在網絡互動中發掘商業價值。此外，如前文所述，美國生技製藥領域之組織能力，也與美國大學中高度自主、競爭性、彈性、合作性的研發計畫執行模式有關，除了所謂學習創業之相關政策之外，是否應更系統性的提升我國科技計畫管理及執行機制，提供計畫在執行中變更的更大彈性，同時提升其學術自主，以此促進創業精神之發展。

- 健保署應扮演投資者角色，鼓勵跨機構網絡建立大數據、AI之能量

我國高度醫療水準所孕育的強大學研能量，在製藥產業新興研發途徑(生技、資訊模擬等)的興起後，取得了更多進入國技研發分工的機會。近五年來，在政府的政策鼓勵下以及國際大廠尋求專殊化小型企業之生技、資訊等新興藥物開發技術之專業能量之發展趨勢下，愈來愈多的國內企業與學研機構跨入了製藥產業，並產生極為豐碩的技術商業化成果。

由於，國內製藥產業的研發投資密度相較於美國大型企業仍有極大的差距，過低的企業研發投資與大量的政府對製藥相關學研投資的投入，國內製藥產業對於大數據與AI於藥物研發之應用仍極為少見，這會造成私人企業缺乏吸收大量學研知識所需的吸收能量。由於學研研究的基礎應用研究與開發研究之間具有相當大的認知距離，企業較難以理解這些未鑲嵌於特定商品的技術之價值，並基於過大風險而卻步。透過多元補助來源、產官學機構研發合作網絡投入於應用大數據及AI達成健保藥物成本的降低之投資，可以使企業在網絡互動中，建立企業能力及重組能力，以便將大數據及AI後續整合進入藥物開發。

AI與大數據在我國全民健保體制下，形成了全世界罕見完整病患資料涵蓋率，它提供了我國製藥開發的新的突破機會，健保署及科技部會具有最大的降低用藥及醫療支出的強烈誘因，應效法美國醫療保險公司之策略，與多元類型機構互動，共同透過研發投資，槓桿資通訊部門所具有的AI及大數據數位能力，可以更有效地為企業創造獨特的企業能力，並有效地降低用藥支出，同時回饋至藥物給付審查決策。

如何透過健保大數據及分散在醫療院所的病患資料以及臨床試驗資料之整合，需要的是技術與制度的共同演進，需要的是機構多元性的產官學合作網絡，藉由PRO主導的網絡促進開放創新，同時解決問題並共同建構制度及技術發展路徑，這需要的不僅是垂直管控的計畫結構，而需要水平網絡的鏈結及密集溝通互動。

- 科技補助機關應善用需求面政策工具，強化研發生產力及企業研發投資需求

由需求面政策工具的角度來看，許多創新系統層次之理論指出，需求面政策

工具對於供給面政策工具產生經濟外溢效果，例如：技術基礎環境(technology infrastructure)(係指基礎技術、通用技術與專有技術所構成之基礎環境)便被視為兼具供給面與需求面的刺激效果。Tassey (2005)指出，製藥業在開發新藥前，常常未能充分關注及探索通用技術，卻試圖由基礎科學跳躍式地進行產品開發，反而造成生技公司的緩慢進展，降低其研發生產力。需要政府在投注大量經費實際推動創新前驗證概念、改善技術基礎環境，以協助企業降低研發風險，強化企業研發投入誘因。此一技術基礎環境兼具供給面與需求面的刺激效果，一方面會直接地透過創業活動直接影響技術商業化，另方面，則會透過降低風險，促進市場發展，而間接影響技術商業化。因而形成供給面推動與需求面拉動的效果。各國政府往往透過前商業研發採購等政策工具，協助企業降低風險，前商業研發採購係透過以研究與設計(research & design)和公私合作(public-private cooperation)為基礎的一種公共創新採購(Testoni & Boeri, 2015)。運用公共部門的力量，推動創新研發以解決社會問題，同時策略性地促成特定類型的研發(前商業階段)，測試與驗證平台技術，例如，透過技術平台，將廠商所設計出的產品部署於社區、學校等兩個生活實驗室並進行試行。類似我國的SBIR計畫，這類計畫的執行及成效，以及介入規模都需要加以檢視(Jordan, 2010)。Geisler (2001)便指出，研發計畫(project)的篩選，除了個別考量鑲嵌於特定商品的技術特性或研發計畫特性之外，也應考量企業組織的核心能量，並擴及該技術或知識所鑲嵌其中的價值鏈(value chain)。

除此之外，技術擴散需要處理商業基礎環境(technology infrastructure)之障礙，透過價值鏈的重整與分工，強化技術擴散與技術的商業價值，許多研究指出，企業透過網絡連結、企業集團(business group)、策略聯盟等方式，克服異國市場的智財權保護不足、不熟悉市場需求，以及制度與文化差異等面向之風險(Scalera et al., 2018; Zaheer et al., 2015)。

- 強化需求面科技政策跨部會協調之機制

科技部的「生醫產業創新推動方案」中所進行的SWOT分析中(科技部, 2015)，將全民健保良好覆蓋率列為優勢(S)，並將學研界專利保護不周，轉譯研發不足及外人直接投資衰退等因素視為劣勢(W)，然而，本研究中所提及國際醫藥產業對於我國全民健保對其投資意願的負面影響甚鉅，此外，包括創新藥物審查過嚴、藥價審查機制及醫療科技評估過於關注健保財務支出節省，低估創新藥品之’整體社經效益與產業創新效益，以及藥品審查智財保護不足等問題，造成國際製藥大廠不願來台投資，外來投資不足加上國內大型製藥廠商研發投資不足，一方面降低國內產業取得國際大廠專業知識的機會，另方面，減少國內生醫領域研發人才之需求，這造成許多生醫領域人才難以在生醫產業找到與其專業能力相符的良好穩定工作職涯。

上述問題顯示，我國的生醫創新政策需要更完善的評估、協調、整合機制，以進行供給面與需求面政策工具之整合，舉例來說，管制政策係影響技術發展路徑的需求面科技政策工具，管制政策會影響對特定科技的需求，可加速技術開發與市場採用。然而，管制政策通常係由任務機關(mission

agency)(如：國防部、衛福部、交通部所主導，而非由科技創新機關(如：經濟部、科技部等)。因此，許多國家設置專司創新協調的科技創新機關，例如：芬蘭的創新委員會(innovation commission)，有些國家則透過任務機關發展專業分析能量，使任務機關得以妥善規劃與執行需求面科技創新工具。

此外，供給面與需求面政策工具需要不同的評估工具，以需求面科技創新政策工具來說，需要透過事前事後評估、建構式科技評估(Constructive Technology Assessment, CTA)，進行效益及風險評估，以及需求探索與界定，以有效輔助科技決策。

我們由網絡分析資料可以發現，企業多半進行共同開發，而不願進行共同研究，或者整合共同研究與開發，這其間可能有競爭壓力下的技術外流之擔憂，此外，在與國際鏈結的網絡方面，所形成網絡也並不活絡。另一方面，可以看到許多企業採取子母公司的企業集團途徑及策略聯盟，試圖克服跨國合作與跨企業合作所面臨的不利制度環境。有少數企業採取極為靈活的交互持股、授權，甚至可取回授權等契約模式，以企業集團等模式形成創新網絡，取得極佳的技術進展。

從政府的角度來看，在思考研發經費分配時，要如何能在支持學研研究的同時，透過刺激私人企業投資學研研發及投資於管理網絡能力之建立，以強化企業吸收學研研究成果之認知能力，並可透過更有策略性的直接補助企業，以提升企業自我研發投資。而社會網絡分析可以輔助此一決策，對於特定網絡中的子群，可以進行策略性研發補助，藉由子群體的某些核心機構進行知識擴散，或促進子群體分殊化與擴散以提升知識多元性。如此，將可由創新系統的角度去思考研發經費分配與計畫篩選。後續本研究團隊將在此資料基礎上持續進行研發過程的模型假設建立與量化分析，以進行更深入的網絡分析。本研究僅是對我國製藥產業之部門創新系統的初步探討，後續研究將進行量化模型建立、完整資料蒐集，進行製藥產業之企業研發合作網絡之分析。

參考文獻

一〇四人力銀行 . (2020). 一〇四人力銀行 . Retrieved from https://www.104.com.tw.

王振寰 , & 吳翰有 . (2014). 臺灣製藥產業發展與組織轉型的企業史分析 . 西方與東方 : 高承恕與臺灣社會學 (經驗研究篇), 巨流 , 第一章 .

台灣醫藥品法規學會 . (2019). 台灣臨床試驗國際競爭力建言 [Press release]. Retrieved from https://tsrap.org.tw/law-info_article-1.php?id=332

生物技術開發中心 . (2013). 2013 醫藥產業年鑑 (初版 ed.). 臺北市 : 生物技術開發中心 .

行政院國家發展委員會 . (2009). 台灣生技起飛鑽石行動方案 . Retrieved from 臺北 : https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjcj_SRg9PpAhUkE6YKHb7RCvoQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fws.ndc.gov.tw%2FDownload.ashx%3Fu%3DLzAwMS9hZG1pbmlzdHJhdG9yLzEwL3JlbGZpbGUvNjA5NS8xMTcxMS8wMDEyNDQ1LnBkZg%253D%253D%26n%3D5Y%252Bw54Gj55Sf5oqA6ZG955%252Bz6LW36aOb6KGM5YuV5pa55qGILnBkZg%253D%253D%26icon%3D..pdf&usg=AOvVaw2lUgp7jCoe_5Xw08gR14rK

巫文玲 , 張慧潔 , 賴瓊雅 , 蔡維原 , 劉曉君 , 王意婷 , . . . 周昀霈 . (2019). 2019 醫藥產業年鑑 (財團法人生物技術開發中心 Ed.): 財團法人生物技術開發中心 .

科技部 . (2015). 行政院第 3352 次會議 : 生醫產業創新推動方案 . Retrieved from https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjhncK1qqDoAhW3zIsBHWwDCg8QFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.ey.gov.tw%2FFile%2FD8734767803836BF&usg=AOvVaw3338wxS3VOp4pVxsRBXaju

經濟部工業局 . (2019). 生技醫藥產業委託國內醫藥研發服務公司參考名單認定要點 . Retrieved from https://www.moeaidb.gov.tw/ctlr?PRO=application.rwdApplicationView&id=49

經濟部商業司 . (2019). 國內醫藥服務公司參考名單 . Retrieved from https://www.moeaidb.gov.tw/external/ctlr?PRO=filepath.DownloadFile&f=application&t=f&id=8940

藥品查驗中心 . (2019). 台灣臨床試驗資訊平台 . Retrieved from http://www.cde.org.tw/news/news_more?id=143

蘇友珊 , & 吳豐祥 . (2015). 台灣生技公司如何運用開放式創新開發新藥？. 中山管理評論 , 23(1), 335-376. doi:10.6160/2015.03.08

Ariño, A. (2010). The role of fairness in alliance formation. Strategic Management Journal, 31(10), 1054-1087. doi:10.1002/smj.846

Arora, A., Belenzon, S., & Patacconi, A. (2018). The decline of science in corporate R&D. Strategic Management Journal, 39(1), 3-32. doi:10.1002/smj.2693

ASU. (2019). Consortia. Retrieved from https://researchadmin.asu.edu/consortia

Azagra-Caro, J. M., Barberá-Tomás, D., Edwards-Schachter, M., & Tur, E. M. (2017). Dynamic interactions between university-industry knowledge transfer channels: A case study of the most highly cited academic patent. Research Policy, 46(2), 463-474. doi:10.1016/j.respol.2016.11.011

BMIResearch. (2016). Taiwan Pharmaceuticals & Healthcare Report Q2 2016. Retrieved from

BMIResearch. (2018). BMI Research Israel Pharmaceuticals and Health Report-2018 Q3. Retrieved from

Bonabeau, E., Bodick, N., & Armstrong, R. (2008). A More Rational Approach to New-Product Development. Harvard

Business Review, 86(3), 96-102.

Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). Network analysis in the social sciences. Science (New York, N.Y.), 323(5916), 892. doi:10.1126/science.1165821

Cesaroni, F., Gambardella, A., Garcia-Fontes, W., & Mariani, M. (2004). The chemical sectoral system: Firms, markets, institutions and the processes of knowledge creation and diffusion. In F. Malerba (Ed.), Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe (pp. 121-154). Cambridge: Cambridge University Press.

Chesbrough, H. W. (2011). Bringing open innovation to services. MIT sloan management review, 52(2), 85.

Choi, J., & Contractor, F. J. (2016). Choosing an appropriate alliance governance mode: The role of institutional, cultural and geographical distance in international research & development (R&D) collaborations. Journal of International Business Studies, 47(2), 210-232.

Christensen, C. M. (1992). Exploring the Limits of the Technology S-Curve. Part 1: Component Technologies. Production and Operations Management, 1(4), 24. doi: https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.1992.tb00001.x

Christensen, C. M. (1992). Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: component technologies. Production and Operations Management, 1(4), 334-357.

Christensen, C. M., & Kaufman, S. P. (2006). Assessing your organization′s capabilities: resources, processes and priorities. In R. A. Burgleman, C. M. Christensen, & S. C. Wheelwright (Eds.), Strategic Management of Technology and Innovation (5th edition). Boston: McGraw-Hill Irwin.

Cockburn, I., & Henderson, R. (1996). Public-private interaction in pharmaceutical research. Paper presented at the Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.

Cockburn, I. M., & Griliches, Z. (1987). Industry effects and appropriability measures in the stock markets valuation of R&D and patents. In: National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Administrative Science Quarterly, 35(1), 128. doi:10.2307/2393553

Coley, C. (2018, September 4th) Bridging the gap between discovery and development/ Interviewer: RxNet. RxNet, UK.

Corsino, M., Mariani, M., & Torrisi, S. (2019). Firm strategic behavior and the measurement of knowledge flows with patent citations. Strategic Management Journal, 40(7), 1040-1069. doi:10.1002/smj.3016

Devarakonda, S., & Reuer, J. (2018). Knowledge sharing and safeguarding in R&D collaborations: The role of steering committees in biotechnology alliances. Strategic Management Journal, 39(7), 1912-1934. doi:10.1002/smj.2898

Dodgson, M., Mathews, J., Kastelle, T., & Hu, M.-C. (2008). The evolving nature of Taiwan′s national innovation system: The case of biotechnology innovation networks. Research Policy, 37(3), 430-445.

Economist. (2015). Billion-dollar babies; drug companies and research The Economist,, 417(8966), 2. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1737518003?accountid=14229

Economist, T. (2013). Trouble at the lab;

unreliable research. (, Oct 19). , 409, 26-30. Retrieved from The Economist, 409(8858), 5. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1443478818?accountid=14229

Economist, T. (2015). Medicine by numbers. The Economist,, 414(8928), 2. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1661355821?accountid=14229

Economist, T. (2017). The wonder drug: A digital revolution in health care is speeding up The Economist, 422(9030), 3. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1873912385?accountid=14229

Economist, T. (2020). Backs to the future. The Economist,, 434(9177), 3. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/2340225624?accountid=14229

FitchSolutions. (2019). Fitch Solutions: Asia Monitor-China & North East Asia. Retrieved from

Frost&Sullivan. (2015). Global CRO Market Report 2015. Retrieved from Coventry:

Furr, N., & Kapoor, R. (2018). Capabilities, technologies, and firm exit during industry shakeout: Evidence from the global solar photovoltaic industry. Strategic Management Journal, 39(1), 33-61. doi:10.1002/smj.2709

Geisler, E. (2001). Creating value with science and technology / Eliezer Geisler. Westport, Conn: Quorum Books.

Geuna, A. (2001). Evolution of specialisation: Public research in the chemical and pharmaceutical industries. Research Evaluation, 10(1), 67-79.

Grignolo, A., & Siu, A. In this environment, the traditional, siloed drug development model is not delivering affordable innovation.

Hage, J., & Hollingsworth, J. R. (2000). A Strategy for the Analysis of Idea Innovation Networks and Institutions. Organization Studies, 21(5), 971-1004. doi:10.1177/0170840600215006

Hage, J., Mote, J., & Jordan, G. (2013). Ideas, innovations, and networks: a new policy model based on the evolution of knowledge. Policy Sciences, 46(2), 199-216. doi:10.1007/s11077-012-9172-8

Henderson, R., & Cockburn, I. (1993). Scale, scope and spillovers: the determinants of research productivity in the pharmaceutical industry. Retrieved from

Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. Administrative Science Quarterly, 35(1), 9. doi:10.2307/2393549

Holmes, R. M., Hoskisson, R. E., Kim, H., Wan, W. P., & Holcomb, T. R. (2018). International strategy and business groups: A review and future research agenda. Journal of World Business, 53(2), 134-150. doi:10.1016/j.jwb.2016.11.003

Hu, M.-C., & Hung, S.-C. (2014). Taiwan′ s pharmaceuticals: A failure of the sectoral system of innovation? Technological Forecasting and Social Change, 88, 15. doi:10.1016/j.techfore.2014.06.021

Jacobides, M., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. Strategic Management Journal, 39(8), 2255-2276. doi:10.1002/smj.2904

Jaffe, A. B. (1986). Technological opportunity and spillovers of R&D evidence from firms′ patents, profits, and market value. The American economic review, 76(5), 984-1001.

Jordan, G. B. (2010). A theory-based logic model for innovation policy and evaluation. Research Evaluation, 19(4), 263-273.

Jordan, G. B., Hage, J., & Mote, J. (2008). A theories-based systemic framework for evaluating diverse portfolios of scientific

work, part 1: Micro and meso indicators. New Directions for Evaluation, 2008(118), 7-24. doi:10.1002/ev.257

Kogut, B., & Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. Organization Science, 3(3), 383-397.

Kruse, S., Slomiany, M., Bitar, R., Jeffers, S., & Hassan, M. (2014). Pharmaceutical R&D productivity: the role of alliances. Journal of Commercial Biotechnology, 20(2), 12-20.

Landhuis, E. (2018). Outsourcing is in. Nature, 556(7700), 263-266.

Leveridge, M., Chung, C.-W., Gross, J. W., Phelps, C. B., & Green, D. (2018). Integration of lead discovery tactics and the evolution of the lead discovery toolbox. SLAS DISCOVERY: Advancing Life Sciences R&D, 23(9), 881-897.

Li, P., & Bathelt, H. (2018). Location strategy in cluster networks. Journal of International Business Studies, 49(8), 967-989. doi:10.1057/s41267-017-0088-6

Luke, D. A. (2015). A user's guide to network analysis in R. Cham: Springer International Publishing.

Mahmood, I., Chung, C.-N., & Mitchell, W. (2013). The evolving impact of combinatorial opportunities and exhaustion on innovation by business groups as market development increases: The case of Taiwan. Management Science, 59(5), 1142-1161.

Malerba, F. (2004). Sectoral systems: Concepts and issues. In F. Malerba (Ed.), Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe (pp. 9-41). Cambridge: Cambridge University Press.: Cambridge University Press.

Martínez-Noya, A., & Narula, R. (2018). What more can we learn from R&D alliances? A review and research agenda. BRQ Business Research Quarterly, 21(3). doi:10.1016/j.brq.2018.04.001

McKelvey, M., Orsenigo, L., & Pammolli, F. (2004). Pharmaceuticals analyzed through the lens of a sectoral innovation system. In F. Malerba (Ed.), Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe (pp. 73-120). Cambridge: Cambridge University Press.

Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). An evolutionary theory of economic change. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.

Neville, S. (2020). Why big pharma sees a remedy in data and AI. In. London: The Financial Times Limited.

Nightingale, P. (2000). Economies of scale in experimentation: knowledge and technology in pharmaceutical R&D. Industrial and Corporate Change, 9(2), 315-359.

Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., Gilsing, V., & van Den Oord, A. (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity. Research Policy, 36(7), 1016-1034. doi:10.1016/j.respol.2007.04.003

Oikawa, K. (2017). Inter-firm technological proximity and knowledge spillovers. Public policy review, 13(3), 305-324.

Owen-Smith, J., & Powell, W. (2004). Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community. Organization Science, 15(1), 5-21. doi:10.1287/orsc.1030.0054

Owens, P. K., Raddad, E., Miller, J. W., Stille, J. R., Olovich, K. G., Smith, N. V., . . . Scherer, J. C. (2015). A decade of innovation in pharmaceutical R&D: the Chorus model. Nature reviews. Drug discovery, 14(1), 17. doi:10.1038/nrd4497

Paul, S. M., Mytelka, D. S., Dunwiddie, C. T., Persinger, C. C., Munos, B. H., Lindborg, S. R., & Schacht, A. L. (2010). How to improve R&D productivity: the pharmaceutical industry's grand challenge. Nature Reviews Drug Discovery, 9(3), 203.

Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. Administrative Science Quarterly, 116-145.

Powell, W. W., Koput, K. W., Smith-Doerr, L., & Owen-Smith, J. (1999). Network position and firm performance: Organizational returns to collaboration in the biotechnology industry. Research in the Sociology of Organizations, 16(1), 129-159.

Provan, K., Veazie, M., Staten, L., & Teufel-Shone, N. (2005). The Use of Network Analysis to Strengthen Community Partnerships. Public Administration Review, 65(5), 603. doi:10.1111/j.1540-6210.2005.00487.x

Roediger-Schluga, T. (2001). The Changing Nature of Pharmaceutical R&D - Opportunities for Asia? In (Vol. 001): Maastricht University, Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).

Ross, R., Holmes, B., & Lefebure, S. (2018). Healthcare Business Driver: Industry Structure Transformation and Value Model Diversification Retrieved from New York:

Scalera, V., Perri, A., & Hannigan, T. (2018). Knowledge connectedness within and across home country borders: Spatial heterogeneity and the technological scope of firm innovations. Journal of International Business Studies, 49(8), 990-1009. doi:10.1057/s41267-017-0109-5

Tassey, G. (1997). The economics of R&D policy: Greenwood Publishing Group.

Tassey, G. (2004). Underinvestment in public good technologies. The Journal of Technology Transfer, 30(1-2), 89-113.

Tassey, G. (2005). Underinvestment in Public R&D. In A. N. Link & F. M. Scherer (Eds.), Evaluating Public Sector R&D Programs: The Advanced Technology Program′ s Investment in Wavelength References for Optical Fiber (pp. 87-97). Boston, MA: Springer US.

Testoni, C., & Boeri, A. (2015). Smart Cities: Public Policies and Business Models for a Sustainable Development. Stakeholder Networking and Innovative Public Procurement in Italy. Department of Architecture, Ferrara University. cities, 32, 33.

Tether, B., & Metcalfe, J. (2004). Services and systems of innovation. In F. Malerba (Ed.), Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe (pp. 287-322). Cambridge: Cambridge University Press.

Thomson, A. M., Perry, J. L., & Miller, T. K. (2009). Conceptualizing and Measuring Collaboration. Journal of Public Administration Research and Theory, 19(1), 23-56. doi:10.1093/jopart/mum036

Uttal, B. (1983). The lab that ran away from Xerox. Fortune, 108(5), 97-&.

Valery, P. (2014). The Service-dominant mindset. In R. F. Lusch & S. L. Vargo (Eds.), Service-dominant logic: Premises, perspectives, possibilities: Cambridge University Press.

Wagner, E. H., Greene, S. M., Hart, G., Field, T. S., Fletcher, S., Geiger, A. M., . . . Mouchawar, J. (2005). Building a research consortium of large health systems: the Cancer Research Network. JNCI Monographs, 2005(35), 3-11.

Wan, W. P. (2015). Organizational image, identity, and international divestment a

theoretical examination. Global strategy journal : GSJ, 5(3), 205-222. doi:10.1002/gsj.1101

Yayavaram, S., Srivastava, M., & Sarkar, M. (2018). Role of search for domain knowledge and architectural knowledge in alliance partner selection. Strategic Management Journal, 39(8), 2277-2302. doi:10.1002/smj.2791

Zaheer, K., Oded, S., & Yong Kyu, L. (2015). Knowledge transfer from international joint ventures to local suppliers in a developing economy. Journal of International Business Studies, 46(6). doi:10.1057/jibs.2015.7

Zahra, S., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. Academy of Management. The Academy of Management Review, 27(2), 185-203. doi:10.2307/4134351

研究團隊簡介

張錦俊

張錦俊為國立臺灣大學法學碩士、商學研究所科管組博士候選人，現任職國家實驗研究院科政中心副研究員，主要研究領域為科技計畫評估與管理方法。

劉玳縈

劉玳縈為國立陽明大學生物醫學資訊博士，主修大腦科學。現任職國家實驗研究院科政中心助理研究員，主要研究領域為科技計畫評估與管理方法。

林右人

林右人為美國伊利諾理工學院(Illinois Institute of Technology)化學博士。

呂侃霓

呂侃霓為國立臺灣大學生命科學院生化科技博士。

黃勁勳

黃勁勳為國立臺灣大學理學院心理學博士。

我國生技製藥產業之部門創新系統與研發合作網絡分析

Assessing the Sectoral Innovation System and R&D Collaboration Networks in Taiwan's Pharmaceuticals and Biotechnology Industry

作　　者：張錦俊、劉玳榮、林右人、呂侃霓、黃勁勳

發 行 人：莊裕澤

出 版 者：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心

地　　址：10636台北市大安區和平東路2段106號1,14,15樓

網　　址：http://www.stpi.narlabs.org.tw/

電　　話：02-2737-7657

傳　　真：02-2737-7448

出版日期：中華民國109年6月初版

I S B N：978-957-619-298-2

NARLabs 財團法人國家實驗研究院
科技政策研究與資訊中心
Science & Technology Policy Research and Information Center

財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心
10636 台北市大安區和平東路二段106號1, 14-15樓
連絡電話：(02)2737-7657
E-mail: jychang@narlabs.org.tw
科政中心官網：http://www.stpi.narlabs.org.tw/
STPI電子書城：https://payment.narlabs.org.tw/stpibooks/

電子書城網址

ISBN 978957619298-2
9 789576 192982