

制度搭配與產業創新：台灣生技製藥產業的考察

(本文為初稿，請勿轉載引用)

王振寰 政治大學國家發展研究所 講座教授
wangjh@nccu.edu.tw 29393091 分機 50715

陳琮淵 政治大學國家發展研究所 博士生
kurtchen1979@yahoo.com.tw 0917257078

摘要

本文關心發展生技製藥產業的過程對台灣創新模式及產業轉型有何意涵？提出的問題是：為什麼過去台灣資訊相關產業的成功經驗沒有再現於生技製藥產業？在分析上，常見的發展型國家模式及其轉型的解釋途徑，往往忽略了技術體制、制度環境等面向對產業發展的可觀影響，無法充分/合理的解釋台灣生技製藥產業的演化過程。對此，我們認為除了國家介入，也必須同時考量技術特性、制度環境（i.e.金融、教研體制等）等層面。

一般而言，台灣生技製藥產業在 1990 年代以前，受到政府的支持程度相對較低，國家介入的形式與其他產業亦有所不同；其次，生技製藥業由國際大廠支配的體制及其科技前沿特性，先進技術難以從他國採借引入，而是必須自行創造研發。最後，鉅額的研發支出及創新的不確定性使得以中小企業為主的台灣幾乎無法負荷，也讓台灣生技製藥難以開展出資訊產業般的傲人成就。

本文由制度分析的觀點切入，為後進國家工業創新及轉型提供一個更為周延分析架構，以彌補現有相關研究的不足。我們將指出包括國家介入、國際技術體制、國內產業結構及制度環境等都是影響產業創新與發展的關鍵因素。更重要的，這些因素間的搭配不僅有利/限制企業追求不同的創新策略，也形塑了台灣生技製藥產業的發展軌跡。

關鍵詞：生技製藥、製藥產業、技術體制、制度分析、產業創新

一、研究問題

早在 1982 年政府頒佈「科學發展方案」時，台灣便已將生物技術列為八項關鍵技術之一，之後也陸續有相關產業政策及組織推出。但相較於蓬勃發展的資訊產業，製藥產業的成就便顯得乏善可陳。一個顯而易見的困窘是，生技發展廿多年來，我國仍未能開發出一種（全）新藥。再者，台灣藥品市場約只佔全世界的 0.6%-0.8% 左右，市場占有率極小（李均，2004；翁啟惠，2007）。2006 年製藥業的整體產值合約新台幣 507.2 億元左右（參閱表一）。甚至前兩名外商藥廠（Pfizer、Sanofi-Aventis）在台銷售總額更大於我國五大藥廠（永信、中國化學、信東、生達、台灣東洋）合計之銷售總額（財團法人生物技術開發中心，2006: 275）。復以執我國製藥業牛耳的永信藥品為例，該公司 2005 的總營業額為新台幣 29.6 億元，其中研發支出為 2.89 億新台幣。不僅難望歐美大型藥廠之項背（Pfizer 同年營收為 512.9 億美元，研發支出 74.4 億美元；Sanofi-Aventis 為 270 億歐元/120 億歐元），亦遠遜於我國資訊產業廠商之規模（台積電同年營收為 2,646 億新台幣）。

表一 我國製藥產值統計（1997-2006）

單位：新台幣億元

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
西藥製劑	464.8	505.2	521.7	557.4	561.1	549.0	590.2	373.8	370.8	367.4
原料藥	89.1	85.7	82.4	73.5	75.1	72.3	92.1	81.6	79.5	94.3
中藥製劑	34.9	35.1	36.4	37.7	36.6	40.7	50.3	46.2	48.1	45.5
總計	588.8	626.0	640.5	668.6	671.8	661.9	732.6	501.6	498.4	507.2

資料來源：工業生產統計；生技中心產業資訊組整理，轉引自「生技／醫藥產業資訊網」
<http://www.biokin.org.tw/>，取用日期：2007/07/20。

從研發的角度來看，專利通常能夠做為產業科研能力及資源投入的指標。王振寰與蔡青蓉（2007）針對近年（2000-2004）台灣在美專利登記的分析顯示，製藥專利不論在數量及比重（598 個；2.24%）上，皆遠遜於資訊（電子電機類）

(11,289 個；42.27%)、通訊(2,805 個；10.50%) 等產業，而此一專利資料所呈現的樣態也與各該產業的全球市佔率及產值有高度的一致性。

上述數據顯示，生技製藥業雖然被台灣政府定位為邁向創新和帶動經濟轉型的重點產業(見《生技新藥產業發展條例》)，但至今為止，此產業發展並不順利。是故，本文關心台灣生技製藥產業，在邁向創新及轉型上的制度限制。我們的研究問題是：為什麼過去台灣資訊相關產業的成功經驗，沒有再現於生技製藥產業？在分析上，現有的解釋途徑，如發展型國家模式，忽略了技術體制(技術特性)和制度搭配對產業發展的影響，無法深入對台灣生技製藥產業的演化過程及創新模式進行掌握。因此，我們認為除了國家因素外，也必須同時考慮產業技術特性和制度環境搭配因素，才能對此提出更合理的解釋。

本文由制度分析的角度切入，將指出台灣生技製藥產業在 1990 年代以前，受到政府支持程度相對較低，國家介入的條件及形式與其他產業亦有所不同；其次，生技製藥業由國際大廠支配的體制及其科技前沿特性，先進技術難以從他國採借引入，而是必須自行創造研發，在此點上，台灣科研體制創新能力較為薄弱。最後，發展藥品所需的鉅額研發支出及創新的不確定性，讓以中小企業為主的台灣產業結構幾乎無法負荷。上述因素，使得台灣的生技製藥業，無法像資訊產業那般的成功發展和邁向創新。最後，我們也將指出，生技製藥業近年來的發展，使得研發逐漸與生產切割開來，而這有利於生技產業發展成資訊產業的類型，只是此一模式是否有利於台灣製藥「產業」的發展，則有待進一步釐清。

二、產業特性、國家角色與制度環境

本文關注的是後進國家在特定產業科技追趕及創新模式轉變的過程。一般而言，發展型國家觀點是研究台灣以及其他東亞國家經濟發展時常見的論述之一(Johnson 1982; Gold 1986; Amsden 1989; Evans 1995)。這種觀點強調後進國家之國家機器在工業化過程中的角色，認為透過國家機器介入產業發展，例如保護政

策或是財稅優惠，才能使該產業得以在市場中佔有一席之地，甚至參與國際競爭（Wade 1990[2004]; Mathews and Cho 2000）。以發展型國家觀點來解釋台灣生技產業的研究（i.e. Wong, 2004, 2005, 2006），也指出了台灣生技製藥產業的困境，而其論點則是認為國家機器就是生技產業是否得以發展的主要因素。例如 Wong (2005, 2006) 認為，由於台灣發展生技產業在國家機器部分跨太多部會，導致國家機器的部門主義和過多的跨部會協調，最終形成國家資源浪費及無效率等，他特別強調這些情況乃是台灣國家機器因民主化，使得國家協調能力減退所致，這導致了台灣生技產業處於不利的處境。我們認為國家機器的角色固然重要，但是這樣的觀點忽略了產業的技術體制，以及相對應的國內產業環境的制度配適問題。

首先，一個產業的技術體制指的就是因產業技術特性及其所衍生的全球競爭和市場狀況。就演化經濟學的觀點而言，一個產業的技術及其發展軌跡（trajectory）傾向與某類的制度安排相對應來發展，而形成相對穩定的體制，進而影響該產業知識創新的模式（Perez 1985; Dosi 1988）。換言之，科技體制就是某類科技的特質與對應的制度，也就是一個廠商存在的科技環境。Perez（2001: 113）指出：「技術的演化是一個複雜的過程。技術在體系內相互聯繫，進而相互糾結、相互依賴，且與物質、社會和制度環境相關」。她在另一篇文章（2004）中進一步強調，並不是技術或社會制度單方面可以決定彼此，而是特定的技術經濟典範（體制）將引導社會與制度的設計，形成動態的共同演化（co-evolution）過程，此觀點因此可以避免落入「技術決定論」的危險（p.238）。

一個科技體制的國際分工的方式，以及它在特定時期所搭配的治理體系，即為國際產業體制。在先進國家愈是垂直整合的產業，後進國家的企業進入的機會以及技術學習或升級的可能性就碰到愈大的障礙；反之，愈是模組化和垂直分工的產業，後進國家的廠商就有比較大的機會進入，並且有比較大的可能性從事技術升級。舉例來說，在1990年代，資訊電子業的模組化和數位化趨勢愈加明顯，而使得「全球生產網絡」或「模組化生產網絡」得以形成(Ernst, 2000; Sturgeon, 2002;

Langolis, 2003), 後進國家減少了進入障礙, 而有利於技術層次的追趕和提升。但是並不是所有的產業都能像資訊電子業那樣的模組化和數位化, 形成全球分工。生技製藥業情況便有所不同。在製藥業, 全球被少數幾家大藥廠所壟斷, 而且新藥的研發更涉及 (1) 前段的基礎科學的新藥探索之創新能力, (2) 中段的臨床實驗, 與 (3) 後段的製造、和 (4) 行銷通路。這些都需要優秀的基礎科學能力及成熟的全球行銷經驗, 對後進國家而言, 有高度的進入障礙。因此, 如陳耀昌 (2006) 指出, 資訊產業及生技醫藥產業的差異便體現在: 一、生技製藥都是從研發到製造和行銷一體化, 很少有類似資訊業的模組化和代工現象; 二、只有第一名的藥品才能打入國際市場。因此, 台灣廠商大部分還是以內銷為主, 無能力進入國際市場; 三、生技產業升級的關鍵在於人才與研發, 而非製造導向的廠商地理鄰近 (生技園區)。因此, 由於資訊和醫藥產業技術的性質與體制差異, 對後進國家廠商而言, 進入的障礙便相當不同。我們之後也將分析台灣生技製藥業所面對的技術體制上的限制。

其次, 在政府的角色上, 如發展型國家論點所指出的, 政府可以訂定產業政策、建立產業發展規範、投入必要的金融工具, 和設立研發機構以支持產業發展。對發展型國家而言, 它的技術追趕和學習有明確的目標, 國家官僚可以透過既有的體制來收集和分析相關產業資訊, 以各種不同的政策手段來發展和扶植國內幼稚工業, 並期望在工業化過程中縮減與先進國家的技術差距。在此情況下, 後進國家的國家機器潛在地具有領導科技發展的能力。這就是台灣發展型國家在過去, 特別是在資訊科技產業發展上所扮演的角色。然相對於資訊產業, 生技製藥是以創新為基礎的產業, 是追求和創造仍未存在於市場的前沿科技。正因為市場上難以取得既有的知識和技術, 因此國家機器就無法像追趕時期一樣扮演領導者的角色, 而官僚也不具備足夠的資訊來做決策, 因此國家機器所能扮演的最多是作為一個設定規範者 (regulator), 去建構一個適合於支持創造新知識和新技術的基礎環境, 以便導引人力和資源來支持知識創新活動。發展型國家是否逐步轉型到引發創新的國家類型, 遠比以介入來領導發展的類型重要。從此角度, 以發展

型國家的觀點來看待生技製藥的發展，有正確也有錯誤的面向。發展型國家觀點的錯誤，是認為國家機器仍然可以用過去的方式來領導生技製藥產業的發展，但我們認為該產業現今不再需要強勢地領導，而是需要良好的制度與環境，讓創新活動得以展開，讓需要資金的廠商有機會得到支持，以及讓公共研發機構能有機會與私人部門/廠商合作，開發新的產品等。但另一方面發展型國家的論點是正確的是，國家機器內部必須能夠協調一致，以便讓政策得以實行。這是因為國家機器要能夠有效施政，必須具有國家能力(capacity)，否則有政策而無實踐能力，並無法使任何政策確實實行。在國家機器的角色上，本文將論證早期台灣的國家機器對生技製藥產業的推動是口惠而實不至，現今則是要發展各種項目，但組織上卻跨太多部會，而無協調能力。

最後，在制度的搭配上，本文認為所有廠商都是鑲嵌在社會脈絡中，其發展和演化受到社會各項制度因素的影響，而有路徑依賴的性質。因為廠商是社會產物，其價值、行為、管理方式以及廠商之間的關係，深受社會制度影響 (Granovetter 1985; North 1990)，而這些制度安排模式在歷史發展和演化過程中，模塑出特殊的國家模式特質 (Zysman, 1994; Biggart and Guillen, 1999; Whitley, 1999; Hollingsworth 2000; Hung 2000; Hall and Soskice 2001)。在眾多制度因素中，本文將特別討論產業結構因素，也就是特定產業中，不同廠商之間的互動和競爭關係。

在熊彼得 (1950) 的看法中，有創新能力的公司長期而言將會愈變愈大，因為成功的創新使其利潤大幅增加，因此也使其有能力大幅投資在生產設備和創新活動上，進而大幅領先其他廠商。進一步，這也造成其他廠商的進入障礙，結果就是廠商愈來愈大，長期而言就是產業結構的集中化。因此我們可以合理推測，廠商規模愈大，愈有資源從事突破性研發；而愈是垂直分工的產業結構，愈依賴外部資源來從事研發和創新，包括網絡，群聚或是政府研發機構的支持。

很明顯的，以上幾個因素都不是獨立存在或解釋經濟就成唯一的決定性因素。相反的，我們認為其間共同演化的動態過程，以及制度間的相互搭配程度，才是值得觀察的重點。因此，本文的分析同時考慮國家角色、國際技術體制 (特

性)、制度環境的影響及其彼此間搭配性問題，本文也將分析，產業不同的制度搭配程度，是如何規制 (constraint) 與形塑 (enabling) 企業創新策略的選擇，並對產業形成有利或不利的發展條件，最後我們也將比較台灣資訊產業與生技製藥業的發展和理論意涵。

三、台灣生技製藥產業的發展軌跡

一般而言，藥品可以依其專利及生產技術，畫分為新分子藥物 (NMEs, NCEs)、類新藥 (Me-too NCE)、生技藥品 (Biological Drugs)、學名藥 (Generic Drugs) 四種主要類型；而此四個類型，對後進國家而言，進入的障礙十分不同，發展機會也差異極大。第一類是新分子藥物：它是所謂的全新藥，是從完全新穎的藥物標的裡所開發出來的新藥 (財團法人生物技術開發中心，2005a: 448)。在所有的藥物類型中，新分子藥物的獲利最為可觀，但相對的其風險及資源的需求也最高。平均而言，在所有接受測試的候選藥物分子中，只有五分之一會入選，千分之一可以通過臨床前試驗，只有五分之一會通過臨床試驗，其不確定性可見一斑。而一個新藥的平均研發成本是八億二百萬美元，亦非一般規模的企業所能負擔。因此，新分子藥物的開發多半在基礎科學強大，資源 (資金來源) 豐富的歐美各國。

第二類藥品為類新藥，也就是仿效藥 (me-too drugs)，又被稱同質藥，它通常是藥廠根據市面上的暢銷藥品所製造的同類 (質) 藥品，可說是一種「新版的舊藥」，是對既有的創新加以改良，屬於一種漸進式的創新。它主要包括兩種類型，一是將現有藥品的活性成分的化學結構加以改變；其次則是不改變既有藥品的主要活性成分 (active ingredient)，僅做若干的調整及修飾，如劑型改良、新的藥物組合、新的傳輸方式等。上述不同的類新藥有其各自所需的技術層次、開發時程 (趙月秀，2006: 5)。一般而言，新劑型的類新藥歷時約 5-7 年，開發成功率達 30%；改變活性結構的類新藥期程約 7-10 年，成功率約 20% (曾建榮，

2006: 2)，兩者的不確定性皆遠低於全新藥。

第三類為生技藥品，也就是利用生物技術所開發的藥物。所謂的生物技術又可區分為遺傳工程技術、細胞融合技術及蛋白質工程技術等，這些技術的應用改變了製藥產業的形貌。自 1982 年第一個生技藥品「基因重組人類胰島素」問市後，生技產業一時間變成熱門的投資標的（財團法人生物技術開發中心，2005c: 7）。早期的生技公司如安進（Amgen）、基因（Genetech）等，現亦成為規模龐大的跨國製藥集團。相較於小分子藥物（全新藥），生技藥品在藥物探索上所花的時間較少，平均 10 年的研發期，整體而言較全新藥的 10-15 年有效率。

最後，第四類的學名藥，係指專利過期的藥品，其特色是缺乏專利保護、進入障礙低、利潤較低、品牌眾多、競爭激烈等。除此之外，學名藥與原廠藥之間亦必須符合化學（作用機制）相等、生物相等、療效/臨床效果相等的基本原則。近年來醫療成本的提升，導致各國政府鼓勵使用價廉的學名藥，為學名藥產業發展的利多因素（財團法人生物技術開發中心，2003: 110）。相反的，由於全新藥研發困難，傳統大廠近年來也改變策略，試圖在暢銷藥物專利過期後保持 30% 市場佔有率，多少阻礙了小型廠商進入市場的機會。

經過廿多年的努力，台灣並沒有發展出任何一種第一類的新分子藥物，也未能產生一家全新藥廠商。¹至於第二類的類新藥的主要研發仍以法人單位為主，如工研院、生醫中心與生技中心，少部分由業者自行引進。研發的經費亦有半數來自政府補助。台灣新劑型類新藥代表性廠商有瑞安、濟生、中化、永信、健亞等。²對於第三類的生技製藥，近十年來有台醫、聯亞、醣聯、賽德、永昕等廠商投入生技製藥的發展，其資金來源主要還是公司本身的集資及政府科專計畫的補助，創投及市場資金則較為保守，投入有限（財團法人生物技術開發中心，2005c: 86-87）。最後，第四類的學名藥，它一直是台灣製藥產業的主流，也是台灣大多

¹ 以曾經投入新衍生物開發的健亞為例，不是合成不出新藥物，就是投入龐大心血合成出來，卻發現是其他業者早已申請專利的目標物（何玉婷，2004:213）。

² 以瑞安為例，該公司便致力於開發一、微脂體凝膠；二、口服長效劑型；三、胰島素吸入劑型；四、微量蛋白質藥品口服劑型等新劑型技術（財團法人生物技術開發中心，2006: 316-317）；台灣類新藥的另一個代表廠商是健亞。

數老字號藥廠所從事的主要項目，例如台灣東洋、中國化學製藥、杏輝藥品等。以台灣東洋為例，它成立於 1960 年，在 1990 年代中期之前的發展目標為製程技術的進精，為此分別與美、英、法等國大藥廠簽署技術合作協定（參閱台灣東洋網頁）。由於學名藥領域競爭者多且利潤低，台灣東洋不堪虧損，於 1996 年易主由東杏製藥的林榮錦團隊承接。

從表面上看，相較於其他藥類，學名藥的技術特性（低進入門檻）及專注製程的獲利模式與我國大多數廠商規模小的情況和條件最為搭配，然而，台灣也並未發展出類似資訊產業代工型態之世界級的學名藥廠。³相反的，這些藥廠長期處於低利潤狀態，維持中小企業規模。而前三類藥品的發展則更是在摸索中前進，進展有限，在營收方面是維持在小型的規模範圍內，更是無法與資訊電子業相比。為何幾乎是與資訊電子業同為重點產業的製藥業成績如此不顯著？我們認為與下列三個因素有關：生技製藥產業的特性，國家的角色，以及制度的搭配性。以下分述之。

3.1 技術特性及產業體制

製藥業有以下特性，對後進國家而言，進入有高度障礙，也非這些國家在短時間內所能企及（Wong 2005; Mytelka 2006）。首先，製藥產業所運用的技術及知識屬於科學發展的前沿，這些先進技術不容易從他國採借學習，多數必須自行研發創造。例如，根據工研院的調查，我國生技製藥產業有 71.8% 的公司以自行研發或國內技術（王大維等，2003: 19）。其次，新藥的研發投入金額高且投資期長，一般在 10 至 15 年左右；所需的資金及人力資源甚鉅，但如成功則獲利甚巨。以 2001 年的美國為例，一種新藥的研發平均需要八億二百萬美元（Angell, 2006: 70）。2005 年全球藥品市場規模為 5,659 億美元、全球前十大藥廠淨利達到 36 億至 104 億美元之譜（財團法人生物技術開發中心，2006: 176）。Pfizer 的明

³ 催生一個生技製藥界的台積電或聯電看似是一個合理的策略，但實際上並不容易實現。台灣神隆公司總經理詹維康便表示：「(原料)藥就是藥物的主要成分，藥無法切割，將這個部分給 A 廠做，另一個部分由 B 廠生產。藥具有生產的連貫性，(廠商)本身就能掌握核心技術和價值，不受其他藥廠控制。同時藥物的生命週期長，藥廠在委託生產工廠時，也會考量品質的穩定性、有效性和安全性，不會輕易的因為價格等因素更換伙伴…」(陳堂麒，2003a)。

星藥—治療膽固醇過高的 Lipitor (立普妥)，單是 2005 年的營業額就高達 121 億美金，獲利驚人 (財團法人生物技術開發中心，2006: 181)。第三，每一種藥品皆有其針對的適應症，所使用的原料、技術亦不盡相同，生產的過程和作法不易複製；第四，由於藥品皆有專利保護 (包括製程、劑型)，掌握技術 (專利) 及資源的少數大型藥廠主宰全世界市場形成寡占。⁴基於以上特性，生技製藥發展出一個獨特的技術體制及國際產業結構，也就是每種新藥的研發是針對某類疾病，彼此間不易通用；而相關的知識、人力與物力掌握在少數先進國家的廠商手裡，他們壟斷知識之外，也壟斷市場，後進國家的廠商不易切入，大部分的作法，是生產專利過期的學名藥，但利潤低而不易生存。除非有國家的介入，統整資源以租稅優惠吸引國內外人力投入，否則後進廠商，幾乎沒有機會生存。台灣的生技製藥業就是國家介入，企圖誘發產業發展的例子。

3.2 國家的角色

對台灣的生技製藥產業而言，國家不僅是催生者更是主要的行為者。一般認為 1980 年代是台灣政府介入生技產業發展的起點，1990 年代中期後在介入程度有了明顯的轉折，則可以為分界。在「加強生技產業推動方案」(1995) 之前，國家機器對生技製藥產業的發展沒有清楚的藍圖及明確的作為，停留在坐而言的階段；而 1995 年之後，才是起而行的階段，意圖發展各項產業 (生技製藥、醫療器材、農業生技、生物晶片…)，廣設機構及科學園區。

受到世界生物技術快速進度的影響，政府在 1980 年代早期便已經意識到生物技術的前景，但相對來說，它並沒有特別積極的發展該產業 (其主要的意圖並不在於發展產業)，相關的作為仍以控制疾病、技術學習為主。此時期政府主要的建樹乃是 1984 年成立生物技術發展中心 (Development Center for Biotechnology, DCB)，1988 年農業委員會將生物技術列入國家級試驗研究計畫，隔年成立社團

⁴ 某生技業者表示，若台灣的資訊產業是所謂的「保五總隊」或「保三總隊」(利潤 3-5%)，壓低製造成本為其主要的獲利手段頗為合理，但生技製藥產業卻有 70% 以上的利潤來自前端藥物開發及試驗等階段，台灣廠商熟悉的生產製造帶來的效益不大，且在國際合作談判上是不具優勢的，因此台灣廠商必須思考其他的商業模式，否則難以獲利 (訪談資料 BTG070701)。

法人「中華民國生物產業發展協會」。更重要也往往為人所忽略的是，1984 年在竹科成立了台灣第一家生技公司「保生製藥」，專門生產 B 型肝炎疫苗。保生製藥標誌的除了是台灣自製生技藥品的里程碑，也是早期國家介入及技術學習的一個範例。⁵

1990 年中期開始，台灣生技製藥產業邁入了新的階段。1992-1996 年間，財團法人製藥工業技術發展中心（藥技中心）、中央研究院分子生物研究所、生物醫學科學技術研究所、財團法人國家衛生研究院等研究機構紛紛成立。在立法方面，行政院於 1995 年八月頒佈「加強生技產業推動方案」（或稱 Biotech Action Plan），經過四次的修正，確立了生技產業發展的範疇及相關配套措施。在此同時，一個跨產、官、學界的生物技術團隊逐漸成形，1996 在經濟部下設立生物技術及醫藥工業發展推動小組，更標誌著台灣生物科技政策、研究及商業化的正式啟動。之後陸續設立「財團法人醫藥品查驗中心」（1998）、「中研院基因體研究中心」（2003）等機構，並於 1997-2001 年間每年召開一次生物技術產業策略會議，迄今為止生技議題年年列入科技產業策略會議討論。進入千禧年後，政府標舉生技製藥為重點工業的決心及策略也更為明確。2002 年 5 月行政院核定「挑戰 2008：國家發展重點計畫」（2002-2007 年），將生物技術產業列為兩兆雙星產業之一。隔年行政院提出是年起的五年內推動 1,500 億台幣的生技產業投資案，並達成營業額每年 25% 的成長，十年內成立 500 家生技公司的計畫（行政院，2003）。此時期的研發活動主要是透過國家型計畫的推動，包括「基因體醫學國家計畫」、「生技製藥國家型科技計畫」、「農業生物技術國家科技計畫」等。政府的另一個政策施行的重點則是全國各地科學園區的設立。依據經濟部的規畫，陸續在北、中、南、東各地以在地特性及優勢規畫生技園區，以利生技產業的群聚

⁵ 二戰後台灣的疫苗生產主要承接自日治時期的技術，並受世界衛生組織（WHO）專家的指導。但當台灣退出聯合國及 WHO 後，此一技術來源斷絕，政府才開始以國家經費補助對外學習技術，1980 年代由生技中心引進法國巴斯德藥廠的技術，並轉移給行政院開發基金投資成立的保生製藥，生產出第一代的 B 型肝炎疫苗。此外，全國性預防注射的推廣，也使得台灣成為當時全世界防治 B 型肝炎最成功的國家（陳堂麒，2003b）。1980 年中期以後基因技術日漸成熟，疫苗研制的潮流也隨之轉變（Chen and Wu, 2004）。1995 年保生製藥因不敵外商競爭而走入歷史（江晃榮，2003）。

產生及發展。其中包括北部的南港、內湖軟體園區、竹北生醫院區、台南科學園區，而彰化、嘉義、屏東、花蓮等則成立農業生技園區。⁶

雖然政府對生技製藥產業投資的幅度與指導產業發展的力量不若威權時代的強國家 (strong state)，但其作為仍採行頗為相似的策略模式，也就是以租稅、研發補助、融資貸款等多項政策工具來獎勵產業的發展。據統計，2005 年政府相關部門便投入 174 億新台幣進行生命科學的研究 (經濟部生物技術與醫藥工業發展推動小組，2006: 6)。政府同時也將資源投入到生技的基礎研究及生命科學領域。例如，行政院開發基金至 2006 年底為止，已投資 34.35 億台幣於建亞、台灣神隆、國光等十二家生技領域的企業 (行政院開發基金管理會，2006: 10; 2007a: 36)，而國內外 20 家生技創業投資事業，也共投資約新台幣 84 億元於生技製藥產業。

在多項的獎勵政策並以開發基金投資帶動下，此時期的生物技術應用開始往製藥方面發展，許多民間企業開始投入此一產業 (江晃榮，2006)。基本的研發分工體系也於此時期浮現 (見表二)。這個分工體系呈現了經濟部、國科會、衛生署與農委會都分別涉及與生技發展有關的業務。這種的依據業務性質及專業背景畫分的研發體系，也反應了功能取向的考量：國科會與中研院主導上游的基礎研究，經濟部透過生技中心及工研院生醫所將技術轉移給廠商從事商業應用；藥品審查及試驗的把關則是衛生署的重要業務。理論上，行政院科技顧問組中的生技小組，負責台灣的生物科技推動與協調。它雖然是個實存的機構，也有政策建言的功能，但本質上也僅是行政院長綜理相關事務的幕僚單位，對其上述部會並沒有直接的指揮權。

⁶ 彰化「國家花卉園區」、嘉義「香草藥草生物科技園區」、高雄「生物科技園區」(製藥、醫療器材為主)、屏東「農業生物科技園區」、宜蘭「海洋生物科技園區」、花蓮「環保科技園區」。(經濟部生物技術與醫藥工業發展推動小組，2006: 13-14)。

表二 台灣生技產業研發分工體系

	推動單位	執行單位	項目
上游 基礎研究	中央研究院 教育部 國科會	各大學系所 中央研究院	國家基礎與創新研究之指導
中游 應用研究	衛生署 經濟部 農委會 原委會 國防部	國家衛生研究院 疾病管制局 醫藥品查驗中心 生技中心 工研院 藥技中心 食品所 動科所等 核研所 中山科學研究所 國防醫學院	政策與法規制定與執行 臨床實驗、公共衛生 醫藥審查 技術應用開發與製程放大 動物用品、農業、海洋、畜牧應用開發 放射性藥品開發 國防研究之民生應用開發
下游 商品化	產業界	公民營企業公司	產品生產 市場行銷 顧客服務

資料來源：經濟部生物技術與醫藥工業發展推動小組，2006。

由於缺乏一個統整機構，且生技製藥產業涉及到的部會甚多，而每個部會幾乎都致力於提出自己的一套發展策略，結果是各部會傾向擴大本身的權限且之間相互競爭資源，有時甚至演變成彼此間傾軋的情況。如 Wong (2006) 所觀察的，每一個層級的行為者都成了國家機器中相對自主的單位，資源與機構的分散讓部會間發展成一場零合的競賽。這點直接反應在技術發展的面向上。經濟部本身便下轄工研院生醫所 (BMEC) 及生技中心 (DCB) 兩個研究單位，加上中研院、國家衛生研究院 (NHRI) 等獨立的研究機構，生物技術的發展呈現多核心的態勢。由於彼此缺乏整合 (i.e. 中研院與生技中心直到 2003 年才組成策略聯盟，衛生署與經濟部間則至 2005 年起才架構了共同的業務發展平台)⁷，使得國內技術擴散及轉移變得更加的零散化。

⁷ 2001 年時雖已設置「行政院生物技術產業單一窗口」，然而其性質只是受理廠商的申請案件，若有必要收件後再由經濟部工業局局長擔任的召集人召開部會協調會議。經濟部與衛生署協調不足的問題乃是在此窗口執行時發現，才有四年後兩單位共同平台之建立 (經濟部生物技術與醫藥工業發展推動小組，2006: 18-19)。

值得注意的是，由於大量經費用於基礎研究，導致原先具有不同功能的機構，都朝同一方向轉變。也就是在 1990 年代後期，隨著多項國家型生技計畫的實施（如 1998 年的「製藥與生物技術國家型計畫」、「基因醫藥衛生尖端計畫」等），誘導了研發機構皆朝基礎研究轉型，以利於政府資源的取得。以生技中心為例，其早期專注於技術轉移的角色相當類似資訊產業中的工研院，但為了爭取計畫預算，也投入基礎研究的領域，形成與各大學、研究單位競爭的情況。原本規劃以引進國外技術、消化後移轉給國內廠商的「BioFronts 計畫」⁸，也因成效不彰而倍受質疑（江晃榮，2006）。可以說，在研發過程中承上啟下的生技中心本身定位及轉型的過程並不順利。⁹

因此，政府大力扶持的結果，生技製藥產業固然有所成長，但成果卻相當有限。2005 年我國國內生技醫藥市場需求僅約 65 億美元，產值為 47 億美元左右，約占全世界 8,000 億美元產值的 0.6%。中研院院長翁啟惠（2007: 9）便認為，這反應了台灣生技產業發展並未創造出預期之經濟價值，在國際市場上亦不具競爭力。

3.3 制度環境

綜上所述，台灣國家器對生技產業的介入並沒有（或尚未）達成其預定的目標。為何台灣政府以類似扶植資訊產業發展的作法，來支持生技產業，但卻未能開展出類似的成果？本文認為，這與國家角色未能調整以搭配生技產業的技術特性及體制有關。

首先，雖然政府的態度漸漸從漠視到積極，但所使用的策略與工具在本質上卻沒有太大的改變。基本上仍是資金的挹注、租稅的減免及科技園區的設立等，

⁸ 即「生物技術引介、合作及策進計畫」，目的在依據台灣生技界之需求與能力發掘國內外技術案源，經由技術、專利、市場及可行性之分析後，尋求適當之合作夥伴及商業模式，將技術引進國內以達成技術增值及商業化之經濟效益。參閱生技中心網頁：http://www.dcb.org.tw/adminz/main.asp?area_id=4§ion_id=4

⁹ 某位具有藥品研發經驗的報導人表示：「在國外，大學才是研發（創新）泉源，廠商應跟著大學走。我國生技中心定位不明，迷失了努力的方向（空有 200 個壁紙 patent/其中 40 個為美國 patent），耗費資源甚鉅但成效有限（平均每個 patent 約花國人 10 億而少有應用）…生技中心應該回歸整個研發體系的中游位置，大學才是上游。」（訪談資料，BTS061101）。

然而這種有利於製造、代工生產的政策思維，並不完全適用於高度知識密集、鉅額資金需求、需要強大科學基礎及行銷能力且高度垂直整合的生技製藥產業。這是因為在先進國家的製藥業，從研究、發展、人體試驗、到生產與行銷，是一體整合，不易像半導體和資訊產業可以模組化切割，這使得後進國家的醫藥產業，很難像資訊業一樣，可以從模組化零組件開始學習和模仿進而創新，而只能與先進國家醫藥產業一樣，從事基礎研究與開發產品。這樣的產業特性，造成了後進國家的台灣要發展該項產業，便與先進國家直接在市場上衝突，地位相當不利。這也導致生技中心等研發機構無法發揮類似工研院過去對半導體產業發展所造成的效果，雖然它們的主要功能應該在與國外大廠合作以移轉技術，但由於受到專利保護的尖端技術不易取得，結果是自行發展基礎研究或與國內大學合作，並以自有技術與專利的取得為目的之一。

第二，如前所述，製藥業是垂直整合的產業，需要研/發之間的密切連結，才能創造出將研究成果開發成產品、進而開創出產業。然政府大幅鼓勵生物科技基礎研究的作法，容易導致二者切割，甚至引導研發機構重視基礎研究，但並不重視產品開發。如陳紹琛及陳桂桓（2004）指出的，台灣生技政策及產業發展的主要問題之一就是重「研」而不重「發」：由於兩者所需的專業不同，不重視產品開發的結果，只能在基礎研究的領域打轉。如前所述的例子顯示，生技中心的角色如今是「研」（research）勝於「發」（development）。

第三，更重要的是，由於創新模式的不同，政府已不太可能以指導製造業追趕的方式來介入生技製藥產業的發展。過去政府獎勵政策較有利於既有的製造業，由於製造業對於發展何種市場上的技術，比較容易取得資訊和知識，因此投資於土地、設備和廠房等設施的優惠，有利於廠商利用租稅誘因而投資，進而形成產業鏈。但對於偏重研究發展、既有知識和資訊稀缺的生技製藥產業而言，並不易產生類似半導體產業般的效果。這是因為後者的發展模式是完全不同於前者，且所涉及的法規、支援設施及基礎環境，也不同於電子業及其他以製造為主之產業（劉小翠，2007）。首先，生技製藥產業的發展基礎是知識，因此如培養、

吸引人才遠比降低生產成本更為重要。再者，藥品的研發及產品生命週期皆長且充滿不確定性，短期的稅率優惠、小規模投資利多不易見效，相反的，需要長期投入的教育研發、法規制度（藥物審查、專利保障）的改善才是關鍵，特別是在研發方面，政府提補助經費有限（如科專計畫），不足以支持尖端的研究，且要求先期技轉金及廠商配合款的規定也降低了廠商參與的意願。¹⁰最後，傳統的發展型國家的政府介入模式，帶有濃厚的父權規制色彩，在產業發展上往往是事前的投資輔導，且限制極多，將產業帶往一個里程碑後就停滯不前了（陳紹琛及陳桂桓，2004）。雖然這模式適合帶領有明確學習目標的製造代工產業升級，卻不利於強調創新及探索未知前沿的生技製藥發展。

第四，如 Wong (2005)所述，由於自由化的關係，國家逐漸失去對產業的引導能力；而更嚴重的是，政府部會間的協調能力，也嚴重消蝕。過去的經濟建設委員會（經建會），能夠扮演重要經濟政策的主要協調機構，因此也稱小內閣。在國民黨時期，通常經建會主委都需有豐富的行政歷練，由於歷練豐富加上行政體制上賦予該部會重任，因此經建會對於國家重大施政不只規劃藍圖，且有能力協調部會和要求執行。然而隨著台灣的民主化，加上民進黨執政之後，不再重視經建會，導致部會之間缺乏協調機制和施政凌亂（王振寰 2007：49）；進而在發展生技醫藥產業上，當經建會失去協調功能，而又有過多部會參與的結果，所導致的就是各自為政和產業發展難以看見施政的具體成效。

最後，台灣的制度結構，對於需要長期投資、高風險、且需要大量研發人才的生技製藥產業，並不十分有利。從產業結構來看，台灣製藥廠商多屬於中小企業規模，我國生技公司的實收資本額平均為 2.9 億台幣，59% 的公司在一億台幣以下，¹¹單一生技公司的員工人數幾乎都在一百人以下，普遍在 10-30 人之譜（王大維等，2003: 18），經營模式多趨於傳統保守，並分散在產業結構內的上、中、下游。最大的製藥業公司—永信藥品在 2005 的總營業額也僅為新台幣 29.6 億元，

¹⁰ 訪談資料 BTS20061101。

¹¹ 生技中心 IT IS 計畫調查整理。引自「生技/醫藥產業資訊網」資料庫。

約只是大型資訊電子廠商營業額的尾數而已。此外，在資金的獲得上，台灣的金融體系，並不十分支持獲利前景不明且高風險的生技製藥；而在創投事業的投資上，大部分的投資仍集中在資訊電子業，投資於生技製藥業仍屬少數。2005 年我國創投對於生技產業的總案件數為 35 件，比重為 6.82%。總金額 8.6 億新台幣，占整體創投投資額的 7.93%；而至同年為止，整體創投業對生技產業累計投資案件數為 413 件，總額為 76.2 億新台幣（中華民國創業投資商業同業公會，2006: 71-77）。在人才的爭取上，製藥業也不是十分有利。據孫智麗（2004）的調查，我國 2002 年時相關產業部門中與生技研發有關人僅為 6,061 人，其中生技公司 2,389 人、相關產業 613 人、研究機構 3,059 人，與先進國家一所大學或大藥廠差不多（默克（Merck）藥廠研發部即有 5,000 人的規模）。而資訊電子業的員工分紅制度，也長期吸引了優秀人才進入大學資訊相關科系及後來的就業選擇，這也使得生技製藥需要的高階人才受到電子產業的排擠，造成了一定的斷層（蔡逸君，2005）。

四、制度搭配與產業發展

從前述技術體制、國家介入及制度環境三個面向的發展與彼此的搭配來觀察，可以發現台灣生技製藥產業的發展面臨研發與生產脫節、未能形成產業規模等困境。其中尤以全新藥（新分子）藥物的發展困難度最高，類新藥及生技藥品雖有所進展，但國際市場、通路仍待開拓。而學名藥市場的高競爭—低獲利的情況也是不爭的事實。

這些失調與不搭配的情況若與資訊產業作一簡單的對比就更能突顯出來（表三）。雖然兩者都有政府的介入與培植，但發展的結果乃大不相同。首先，國家的角色及能力已有所轉變，在發展資訊產業的過程中，政府有明確的發展目標及學習來源，與美國矽谷等地華裔人才亦有很好的網絡聯結（Saxienian and Hsu 2000; 陳東升 2003）。相對的，國際製藥產業中不乏傑出華裔人才，特別是學名

藥領域，目前美國十大學名藥廠中，有二家（Ivax、Watson）是由台灣人創立（黃宥寧，2006: 153）。這些人才雖然與台灣產官學界有所互動，但在國內缺乏利基的情況下，很難吸引他們與我國技術交流及通路合作。¹²

其次，在技術體制方面，資訊產業的全球產業模式在發展的初期，便已透過模組化與全球市場連結在一起，進而有利於台灣中小企業的切入和技術學習；而在半導體產業的發展上，政府更是有明確方向，工研院與 RCA 合作開始製作 IC，前往美國吸引人才回國，並挹注可觀的資源成立衍生公司如聯電和台積電，帶動 IC 設計產業，而這些努力，加上資訊產業特有的分紅配股制度，大幅吸引優秀人力資源帶動資訊產業的發展和創新。以上的制度搭配，不僅成就台灣資訊電腦王國的美名，也是後進國家追趕型經濟的典範。

相對的，生技製藥產業雖然也有國家的介入，但一方面隨著民主轉型，政府內部協調能力降低，部會之間相互競爭資源。更重要的在技術體制方面，生技製藥的前沿技術及相關知識不易由國外取得授權，國內的研究者只好自力研發，但這種研究的成果一則少為突破性創新，二則未能有效的擴散，成果只是少數科學家所持有並未廣為應用及發展成產業。再者台灣製藥廠商規模小，製藥產業資源有限，難為研發新藥所需的基礎研究。而制度面的人材吸引和培育、資金募集、產學合作等環境不足，¹³也阻礙了台灣參與生技製藥產業創新型經濟的發展腳步。

¹² 由訪談獲悉此一情況（訪談資料，BTO061001）。

¹³ 以產學合作為例，我國高階生技人才多受聘於國立大學等研究機構，且多具有廣義的公務人員身份，因而受公務員服務法第十三及十四條之限制，難以積極參與業界諮詢、技術轉移及自行創業（翁啓惠，2007: 11）。

表三 台灣生技製藥及資訊產業比較

	資訊產業 (IT model)	生技製藥 (BT model)
國家角色	規訓/指導	規範/支持
領導機構	成立工研院 (ITRI)：以國家力量吸收國外知識、然後技術移轉台灣中小企業或成立衍生公司。	成立生技中心 (DCB)，扮演協調研發機構 (如大學) 與國內廠商的角色。
推動過程	1980 年代政策引導投入半導體工業，使台灣廠商發展 IT 產業的同時，具有不斷創新、價格低廉的 IC 產業作為後盾。	1990 年代極積推動相關的政策與法規，例如 1995 年通過「加強生物技術產業推動方案」，後將生物技術列入《挑戰 2008 國家發展重點計畫》。
群聚形成	設立新竹科學園區，鼓勵中小企業形成產業群聚、快速帶動知識擴散。	包含南港生技園區在內，依地區特性在各地成立生技相關園區。
技術體制	追趕型	創新型
發展目標	以學習引入國際技術為主 先進知識技術的使用者	以國內自行研發的技術為主 先進知識技術的創造者
發展策略	運用 (現有) 技術以發展國內高科技製造能力；以國際化的製造能力作為取得國外 (先進) 知識的桿杆。	創造新知識以增加地方廠商在全球的競爭力；不止是製造，還有研發能力。
技術特性	產品研發時程、生命週期短 (約一年) 開放模組、垂直分工 開放架構、需要大量具模組開發能力的廠商、中小企業擁有相對低門檻切入產業分工體系的機會。	產品研發時程、生命週期長 (10-15 年) 知識密集不易分割，難以模組化 市場由全球少數型藥廠控制，合併與收購風氣盛行。 悠關人類生命，國家控管嚴格
制度環境	形塑	規制
產業結構	由網絡體系、垂直分工漸漸邁向品牌與代工分家。製造方面有台積電、聯電、鴻海等世界級大公司。	國內市場規模有限、海外市場開拓不易，且我國製藥業規模多屬中小型，整體規模也很有限。
金融體系	以工研院主導合作開發新型電腦，大幅降低廠商投入成本；訂定產業發展條例，予以免稅或低利貸款。	國內創投，資本市場相對保守，藥品研製資金不足，多靠政府帶頭投資，研發補助、稅率優惠。
教研體制	工研院的許多研究員投身業界，成為實作人才的重要來源；台清交多個系所大量培養電子電機專業人才，亦為產業發展提供長期動力。	國內研發投入、研究激勵、技術獨特性及承接能力不足。相關支援學科人才過剩，核心研發人才不足。資訊產業人才磁引造成排擠效應。
其他	薪資高，另有分紅配股制度	較一般中小企業稍高
制度搭配	高 (規訓/指導+追趕型+形塑)	低 (規範/支持+創新型+規制)
經濟成就	高	低

資料來源：本研究製表。另參考 Dodgson *et al.*, 2006.

五、結論及討論

本文討論台灣生技製藥產業的發展為何無法像資訊產業那般的成功，我們指出發展型國家的解釋途徑，只能解釋部分，但卻忽略了技術體制和制度環境面向的影響。我們認為有幾個因素，是台灣生技製藥業發展並不順利的因素：一，台灣生技製藥產業在 1990 年代以前，受到政府的支持程度相對較低；而之後的支持雖然大幅增加，但由於部會加入甚多，而形成多頭馬車缺乏協調機制。其次，生技製藥業是由國際大廠支配的體制，而其科技前沿的特性，使得本國藥廠和研發機構在先進技術難以從他國採借引入，而是必須自行創造研發。最後，鉅額的研發支出及創新的不確定性，使得以中小企業為主的台灣幾乎無法負荷，也讓台灣生技製藥難以開展出資訊產業般的傲人成就。本文也指出，由於製藥產業的產業特性和國際體制，與台灣的產業制度之間有相當大的不搭配性，因此生技製藥在發展上遇到的瓶頸也就較資訊電子業為多。

然國際生技製藥的環境，在近年來出現了一些重大的變化，讓台灣的生技製藥業有新的契機和機會。如前所述，在 1980 年代之前，製藥及生技產業幾乎沒有外包的情況（財團法人生物技術發展中心，2004: 13），但一方面，國際上全新藥研發成本不斷攀升，開發成功率卻未見提高，許多大型藥廠因此傾向以授權引入或支付權利金的方式快速獲得研發中的產品（財團法人生物技術開發中心，2005b: 5-5~5-6）。另一方面，由於世界製藥產業發展日益成熟，逐漸浮現了全球分工網絡，大藥廠與後進廠商也加深彼此的依存及競合關係（財團法人生物技術開發中心，2005b: 5-4）。這些都使得世界級大藥廠進一步的與中、小型生技公司結盟或將部分製程、試驗等委外以節省成本、提昇競爭力（Piachaud 2002）。相對的，後進國家的廠商也把握此一契機，求取製藥產業的發展。如此造就了近年來委外藥物研發和臨床試驗組織（CRO）和委外藥品製造組織（CMO）的快速興起。

由於製藥產業新的國際分工趨勢，台灣生技製藥產業因此有些新的變化。首先，台灣在全新藥的開發上，出現了前期研發，在有初步的成果之後，授權跨國

大型製藥公司生產，然後獲利的商業模式¹⁴。這個模式有利於近年來積極拉攏國內大學教授、以及從美國歸國學人從事新藥研發的生技公司。不過，此一現象也造成了以國家資源補助少數的科學家和生技公司，但獲利最多卻是跨國公司，造成「以落後國補貼先進國」的吊詭現象。另一方面，台灣由於有優勢的生產成本，而有利於廠商透過切入藥物委外領域而發展起來（Mytelka 2006）。換言之，這樣的模式，有些類似資訊科技產業的產業鏈切割，而台灣的中小型廠商正可切入其中的某些環節而發展起來。

當然，這個新的發展是否真的有利於台灣生技製藥業的發展，還有待觀察。但如前所述，以台灣之整體人力和制度，很難以既存的垂直整合模式來追趕先進國家廠商和產業；如能充分利用這樣的國際產業的轉型而及早切入，將有利於生技製藥業的追趕與發展。如此的話，相搭配的國家政策、金融制度以及教研體制，都需要做某些調整，朝向支持知識創新，以利於生技製藥這種具知識前沿性、資本密集、不易模組化的技術特性之產業的發展。

¹⁴ 近三年陸續有台醫生技、寶齡富錦生技及中橡公司等新藥研發公司與外國合作，這三家公司都是透過技術移轉方式，將研發中的新藥授權出去，中橡的孤兒藥更已成功進入市場，為其帶來可觀的收益。參閱謝柏宏，2007，〈台灣生醫業會賺錢 國際大廠青睞〉。經濟日報，經濟 C6 版，7 月 2 日；陳正及朱佳真估計授權及合作開發對此三家公司帶來的收益分別為一、台醫：授權前金及研發里程金約 8000 萬美元~1 億 3000 萬美元；二、寶齡富錦：上市權利金 7000 萬美元；三、中橡：1950 萬美元簽約金及每年 1 億新台幣權利金（財團法人生物技術發展中心，2006: 566-567）。另外，翁啓惠（2007: 20）基本上認同這種模式，但提出應該利用授權發展所得的利潤及經驗來發展台灣的自有品牌。

參考文獻

中文文獻

- Marcia, Angell 著、曾育慧譯，2006，《藥廠黑幕—藥廠如何掏空你的錢包和健康？》。台北：城邦。(Marcia, Angell, 2005, *The truth about the drug companies: how they deceive us and what to do about it*. New York: Random House Trade Paperbacks.)
- 中華民國創業投資商業同業公會，2006，《2006 台灣創業投資年鑑》。台北：中華民國創業投資商業同業公會。
- 王大維等，2003，《台灣 2003 年生醫產業現況與未來展望》。台北：經濟部技術處。
- 王振寰，2007，〈空間再尺度化的角力：全球化下的台灣資通訊產業與國家機器〉，《地理學報》。第 49 期：39-54。
- 王振寰、蔡青蓉，2007，〈科技追趕與創新的國家模式：台灣與南韓的專利比較〉。尚未刊行之草稿。
- 江晃榮，2003，〈江晃榮：正視台灣生技投資風險與缺點〉。《生技時代》。22: 20-21。
- 江晃榮，2006，由台灣生物技術研發與產品的歷史變革來談未來發展(上、下)，
http://www.bioweb.com.tw/feature_content.asp?ISSID=1076&chkey1=台灣生物技術&chkey2=&chkey3=&chkey4=&chkey5=與
http://www.bioweb.com.tw/feature_content.asp?ISSID=1097&chkey1=台灣生物技術&chkey2=&chkey3=&chkey4=&chkey5=取用日期：2007 年 6 月 13 日。
- 行政院，2003，加強生物技術產業推動方案三年行動計畫，
http://www.biopharm.org.tw/download/pdf/Action_Plan_Schedule_TW_2003.pdf。取用日期：2007 年 5 月 13 日。
- 行政院開發基金管理會，2006，《行政院開發基金管理會民國九十四年年報》。台北：行政院開發基金管理會。
- 行政院開發基金管理會，2007a，《行政院開發基金管理會民國九十五年年報》。台北：行政院開發基金管理會。
- 行政院開發基金管理會，2007b，〈有關行政院國家發展基金投資宇昌生技股份有限公司乙案新聞稿〉。9 月 4 日。
- 何玉婷，2004，《勇闖生技路—12 家台灣生技產業的明日之星》。台北：聯經。
- 李均，2004，製藥產業透視，
<http://www.cnfi.org.tw/kmportal/front/bin/ptdetail.phtml?Category=100289&Part=finance93-13>。取用日期：2007 年 4 月 1 日。

- 孫智麗，2004，〈人才是生技產業發展之關鍵 剖析台灣生技人力供需現況與問題〉，《台灣經濟研究月刊》。27(4): 110-119。
- 翁啟惠，2007，〈生技醫藥產業在台灣的發展〉，《台灣經濟論衡》。5(8): 3-23。
- 財團法人生物技術開發中心，2003，《生技藥品及其學名藥之發展趨勢》。台北：財團法人生物技術開發中心。
- 財團法人生物技術開發中心，2004，《藥品委外研發及生產的發展現況及趨勢》。台北：財團法人生物技術開發中心。
- 財團法人生物技術開發中心，2005a，《醫藥產業年鑑 2005》。台北：財團法人生物技術開發中心。
- 財團法人生物技術開發中心，2005b，《全球仿效藥發展現況與未來切入策略探討》。台北：財團法人生物技術開發中心。
- 財團法人生物技術開發中心，2005c，《生技藥品產業趨勢與我國發展機會》。台北：財團法人生物技術開發中心。
- 財團法人生物技術開發中心，2006，《醫藥產業年鑑 2006》。台北：財團法人生物技術開發中心。
- 陳東升，2003，《積體網路：台灣高科技產業的社會學分析》。台北：群學。
- 陳堂麒，2003a，〈BIO CMO、IT OEM 同樣是代工，其實大不同〉，《生技時代》。18: 44-45。
- 陳堂麒，2003b，〈台灣疫苗產業走過輝煌滄桑史〉，《生技時代》。22: 48-50。
- 陳紹琛、陳桂恆，2005，〈台灣生技藥業面臨危機！〉，《生技時代》。37: 80-85。
- 陳耀昌，2006，《生技魅影：我的細胞人生》。台北：財訊。
- 曾建榮，2006，〈科技專案發展類新藥的策略與做法－經濟部技術處顧問尹福秀〉，《技術尖兵》。137: 2。
- 黃宥寧，2006，〈4 個台灣人靠學名藥變百億富翁〉，《商業周刊》。992: 152-153。
- 經濟部生物技術與醫藥工業發展推動小組，2006，《中華民國生物技術與醫藥工業簡介》。台北：經濟部工業局。
- 趙月秀，2006，〈全球類新藥發展現況及趨勢〉，《技術尖兵》。137: 5-6。
- 劉小翠，2007，〈全力推動生技新藥產業發展〉，《台灣經濟論衡》。5(7): 92-99。
- 蔡逸君，2005，〈台灣生技界需要一個李國鼎！〉，《生技時代》。37: 18-19。
- 謝柏宏，2007，〈台灣生醫業會賺錢 國際大廠青睞〉。經濟日報，經濟 C6 版，7 月 2 日。

英文文獻

- Amsden, Alice. 1989. *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. New York: Oxford University Press.
- Biggart, N. W, and M. F. Guillen. 1999. "Developing difference: Social organization and the rise of the auto industries of South Korea, Taiwan, Spain, and

- Argentina." *American Sociological Review* 64: 722-747.
- Chen, Tzung-Wen, and Wu Se-Hwa. 2004. "A Tale of Two National Innovation Programs and Contrasting Fates of The Semiconductor and of Biomedical Industries in Taiwan." in *2004 Technology & Innovation Management Symposium*. Taipei.
- Dodgson *et al.* 2006. "The changing nature of innovation networks in Taiwan: from imitation to innovation." in *Druid Summer Conference 2006 On Knowledge, Innovation And Competitiveness: Dynamics Of Firms, Networks, Regions And Institutions*. Druid.
- Dosi, Giovanni. 1988. "The nature of the innovative process." Pp. 221-38 in *Technical Change and Economic Theory*, edited by Giovanni Dosi, Christopher Freeman, Richard Nelson, Gerald Silverberg, and Luc Soete. London: Printer.
- Ernst, Dieter. 2000. "What permits David to grow in the shadow of Goliath? The Taiwanese model in the computer industry." Pp. 110-140 in *International Production Networks in Asia*, edited by Michael Borrus, Dieter Ernst, and Stephan Haggard. London: Routledge.
- Evans, Peter. 1995. *Embedded Autonomy: State and Industrial Transformation*. Princeton: Princeton University Press.
- Gold, Thomas. 1986. *State and Society in the Taiwan Miracle*. New York: M. E. Sharpe.
- Granovetter, Mark. 1985. "Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness." *American Journal of Sociology* 91: 481- 510.
- Hall, Peter and Soskice, David. 2001. *Varieties of Capitalism : The Institutional Foundations of Comparative Advantage*. New York: Oxford University Press.
- Hollingsworth, J, 2000, "Doing Institutional Analysis: Implications for the Study of Innovations." *Review of International Political Economy* 7(4): 595-644.
- Hung, Shih-Chang. 2000. "Social construction of industrial advantage." *Technovation* 20(4): 199-203.
- Johnson, Chalmers. 1982. *MITI and the Japanese Miracles: The Growth of Industrial Policy, 1925-1975*. Stanford, Calif.: Stanford University Press.
- Langlois, Richard. 2003. "The vanishing hand: the changing dynamics of industrial capitalism." *Industrial and Corporate Change* 12: 351-385.
- Mathews, John, and Cho Dong-Sung. 1995. *Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia*. New York: Cambridge University Press.
- Mytelka, Lynn K. 2006. "Pathways and Policies to (Bio) Pharmaceutical Innovation Systems in Developing Countries." *Industry and Innovation* 13: 415-435.
- North, D. 1990. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Perez, Carlota. 1985. "Microelectronics, long waves and world structural change: new perspectives for developing countries." *World Development* 13: 441-463.
- . 2001. "Technological change and opportunities for development as a moving target." *CEPAL Review* 75: 109-129.
- . 2004. "Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change." Pp. 217-242 in *Globalization, Economic Development and Inequality, An Alternative Perspective*, edited by E. Vigtel Reinert. London Edward Elgar.
- Piachaud, B.S. 2002. "Outsourcing in the pharmaceutical manufacturing process: an examination of the CRO experience." *Technovation*, 22(2): 81-90.
- Saxienian, AnnaLee, and Hsu Jinn-yuh. 2000. "The Limits of Guanxi Capitalism: Transnational Collaboration Between Taiwan and the U.S." *Environment and Planning A* 32: 1991-2005.
- Schumpeter, Joseph. A, 1950, *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper.
- Sturgeon, Timothy. 2002. "Modular production networks: a new American model of industrial organization." *Industrial and Corporate Change* 11: 451-496.
- Wade, Robert. 1991[2004]. *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asia*. Princeton: Princeton University Press.
- Whitley, Richard. 1999. *Divergent Capitalisms: The Social Structuring and Change of Business Systems*. New York : Oxford University Press.
- Wong, Joseph. 2004. "The Adaptive Developmental State in East Asia." *Journal of East Asian Studies* 4(3): 345-362.
- . 2005. "Re-Making the Developmental State in Taiwan: The Challenges of Biotechnology." *International Political Science Review* 26: 169-191.
- . 2006. "Technovation in Taiwan: Implications for Industrial Governance." *Governance* 19: 651-672.
- Zysman, John. 1994. "How institutions create historically rooted trajectories of growth." *Industrial and Corporate Change* 3: 243-283.