

國家創新體系對我國生物晶片產業發展之影響

學生：劉思菁

指導教授：黃仁宏 博士

國立交通大學管理科學系碩士班

摘要

生物晶片挾帶著精確、快速、大量平行的檢驗功能，以及廣泛應用於多元領域的能力，促使各科技先進國家紛紛視其為跨世紀的黃金產業，並投下不計其數的資源與能量企圖在如火如荼的競爭中嶄露頭角。本研究的目的便是在國家創新體系的互動機制下試圖找出生物晶片產業能在台灣深根茁壯的最佳模式與利基所在，期待作為產、官、學、研各界在發展生物晶片產業運籌帷幄的參考依據。研究重心是透過各界專家深入訪談、分析探討產業相關文獻、資料、時事資訊等，歸納彙整出國家創新體系中各子體系中對產業發展具貢獻、影響程度相當的因子，經由定量分析（層級分析 AHP 法）的運算，排序出執行策略方案的輕重緩急。再就研究結果，依循波特的國家競爭力鑽石結構理論提出積極建設性的建言。

研究結果顯示，我國國家創新體系下各個子系統相對於發展生物晶片產業所佔的權重如下：研究單位（權重：0.2495）、政府（權重：0.2094）、產業界（權重：0.2062）、創投資金（權重：0.1711）、學術界（權重：0.164）。這樣的研究結果驗證了生物晶片產業的特質，針對此類研發時間冗長、研發經費龐大之高風險前瞻性技術產業特性，研究單位便成為技術知識的重要轉介點，也使研究界身處國家創新體系的樞紐位置。政府（權重：0.2094）角色的重要性緊跟在後、不容輕忽，正如許多國家創新體系的研究專家學者所提出的論證，政府的運作是企業在國際間創造或持續保持競爭優勢的決定因素，並能使特定產業成為國際競爭中成功之基石。政府角色的主要任務在於開發共通性、前瞻性、關鍵性之技術，並以持續推動新興產業為其重要使命，尤其在此台灣前景晦暗不明之際，深耕新的經濟命脈更是首要之務。產業界（權重：0.2062）的重要任務在於企業本身的創新企圖與加速生物晶片商品化的速度，以期早日打入民生消費市場。學術界（權重：0.164）的權重雖居末座，但是所背負的使命卻是不容等閒視之，因為知識經濟的命脈就是培育跨領域的科技人才，這是學術界責無旁貸且永續經營的工作。

關鍵字：國家新體系，生物晶片，層級分析法

The Effects of National Innovation System on the Development of Biochip Industry in Taiwan

Student : Szu-Ching Liu

Advisor : Dr.Jen-Hung Huang

**MBA Program of Department of Management Science
National Chiao Tung University**

ABSTRACT

Biochip with the capability of precisely, promptly and massively parallelized examining function meets the needs of the life science researches, diagnostic, pharmaceutical, medical paradigms and so on. Therefore, countries all over the world have considered it as a star industry, and put countless resources to promote biochip industry. The purpose of this study is to find out the optimal model and niche to expand biochip industry with national innovation system in Taiwan. After going through knowledge collection by interviewing experts, and studying references, news and real time information, this study concludes various factors from NIS's (National Innovation System) subsystems that might influence the performance of promoting biochip industry, then using the AHP-(Analysis Hierarchy Process) method to execute pairwise comparisons in order to find the priority of various strategies. According to the results of the AHP method, the research proposes strategic options by using "Diamond Model" from Michael Porter (1990)

The outcomes of AHP analysis are as follows: the research institutes (AHP weight is 0.2495), the government system (AHP weight is 0.2094), the industry cluster (AHP weight is 0.2062), the investment funds (AHP weight is 0.1711) and the educational academy (AHP weight is 0.1649). The result verified the characteristics of biochip industry which makes researches institutes from NIS become the most important factor to transfer knowledge and technologies. The assistance of government is the secondly important factor, as many researches showed, a nation has become the home base for successful international competitors in an industry, so the government must well use the policy tools to enhance Taiwan biochip industry's competitive advantages. For our results, even the academy is not the most important factor, but it has the function that provides valuable manpower, therefore, it should not be neglected.

Key Words : National Innovation System, Biochip, AHP

誌 謝

著名的作家保羅·柯爾賀在書中說過「沒有一顆心會因為追求夢想而受傷；當妳真心渴望某樣東西，整個宇宙都會聯合起來幫妳的忙」，這句話是我的信念，在我完成論文之際，也成就了這句話。短短的致謝篇幅必定情溢乎辭，因此，我要先感謝在我身邊的每一個人、每一次際遇。

構思論文的開始到完成論文的這段日子承蒙恩師黃仁宏教授的提攜指導，給予我悉心的指導及支持鼓勵。恩師為人謙遜寬宏與嚴謹的治學態度業已成為我未來的標竿，在此向恩師致上最誠摯的感謝。

論文的進行中，非常感激生物晶片領域的專家學者，能在百忙中給予晚輩專業的意見與耐心的指導，尤其是交大生科院毛仁淡院長在深入訪談的過程中，不吝給予學生諸多寶貴的意見並教導我以更寬闊深遠的角度審視生物晶片產業，更厚植學生在生物科技領域的專業學養，藉此致上我最深的感謝。

非常感謝擔任論文口試委員的褚宗堯教授、林富松教授、黃俊閔教授，在百忙中撥冗審視學生的論文並細心縝密的給予修正和專業的意見。特別要再次感謝的是褚宗堯教授和林富松教授，您們不但讓本論文更臻完美，更賦予學生更紮實之做研究的態度。

兩年研究所的就學時光，衷心感謝同窗好友玉玲、璧旭、進吉、文驤與學姊佳燕的熱心幫助及支持鼓勵。更要感謝學長福居的鼎力相助，因為您的幫忙與督促，論文才能如期付梓，真的非常感謝您。

求學的過程，由衷感謝我先生翁頌舜的默默支持、鼓勵與付出，也謝謝我的寶貝女兒愉嫻犧牲了好多親子共聚的歡樂而成就我。最後，感謝我偉大的母親，謝謝您付出一生的辛勞培育我們，也謝謝姊姊的關懷與支持。僅以此論文獻給我最摯愛的家人，因為有你們的存在，我才能獲得源源不斷的前進動力。

劉思菁 謹識于

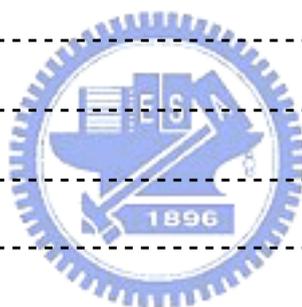
國立交通大學管理科學系

民國九十三年六月

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	viii
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究範圍	4
第四節 研究流程	5
第二章 文獻探討	7
第一節 國家創新體系	7
第二節 Porter 鑽石理論	19
第三節 知識經濟	23
2-3-1 知識的定義	23
2-3-2 何謂知識經濟？	27
第四節 生物晶片與生物晶片產業	38
2-4-1 生物晶片簡介	38
2-4-2 生物晶片製造技術	43
2-4-3 生物晶片產業介紹	46
2-4-4 全球生物晶片產業、全球微陣列生物晶片和微流體晶片/實驗室晶片 市場預測	60

第三章 研究設計-----	69
第一節 研究架構-----	69
第二節 研究方法-----	70
第三節 問卷設計-----	79
第四章 研究結果與分析-----	87
第一節 第一層級之成對矩陣-----	87
第二節 第二層級之成對矩陣-----	88
第三節 第三層級之成對比較-----	91
第四節 各層級運算分析結果-----	104
第五章 結論與建議-----	110
第一節 研究結論-----	110
第二節 研究建議-----	112
第三節 研究限制-----	114
第四節 後續研究建議-----	114
參考文獻-----	116
附錄一：專家訪談問卷-----	121
附錄二：AHP 層級問卷-----	122



表目錄

表 1 政府影響創新所使用的政策性工具	13
表 2 知識的確定性	26
表 3 知識的分類、性質與發展架構	30
表 4 發展知識經濟的先決條件	31
表 5 OECD 知識經濟之新衡量指標	33
表 6 APEC (2000) 知識經濟衡量指標	35
表 7 APEC 推動知識經濟重大事紀	36
表 8 蛋白質晶片的三種形式比較	41
表 9 2000 年至 2007 年蛋白質晶片技術市場規模 (百萬美元)	42
表 10 接觸式點樣法及光罩法 (Photolithography) 之評比	44
表 11 台灣生物晶片公司與發展近況	47
表 12 美國生物晶片公司與發展近況	54
表 13 生物晶片主要廠商及產品開發重點	59
表 14 全球生物晶片市場於 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰	60
表 15 全球生物晶片市場於 2004 年至 2006 年預期驅動因子及排序	61
表 16 全球生物晶片市場於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序	61
表 17 微陣列市場 (Microarray market) 於 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰	62
表 18 微陣列市場 (Microarray market) 於 2004 年至 2006 年預期驅動因子及排序	63
表 19 微陣列市場 (Microarray market) 於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序	63
表 20 Pre-Made Microarray Market 於 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰	64
表 21 Pre-Made Microarray Market 於 2004 年至 2006 年預期驅動因子及排序	64
表 22 Pre-Made Microarray Market 於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序	64
表 23 微陣列市場 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場預期面臨之挑戰	65
表 24 微陣列市場 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場於 2004 年至 2006 年預期驅動因子及排序	65
表 25 微陣列市場 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序	66
表 26 Microfluidics/Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 於 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰	66

表 27 Microfluidics/Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 於 2004 年至 2006 年預期驅動因子及排序	67
表 28 Microfluidics/Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序	67
表 29 本研究訪談專家列表	70
表 30 Saaty 求出與階層相對應的隨機指標	73
表 31 AHP 評估尺度等級意義說明	75
表 32 AHP 評估準則權數計算表	76
表 33 AHP 評估準則優劣數值設定一致性計算表	77
表 34 AHP 評估準則矩陣隨機指標表	77
表 35 本研究之有效樣本結構	84
表 36 第一層級之成對比較	87
表 37 第二層級之政府政策成對比較	88
表 38 第二層級之教育體系成對比較	89
表 39 第二層級之研究單位成對比較	90
表 40 第二層級之產業界成對比較	90
表 41 第二層級之創投資金成對比較	91
表 42 第三層級之產業政策成對比較	92
表 43 第三層級之財經政策成對比較	93
表 44 第三層級之科技法律成對比較	94
表 45 第三層級之產官學研連結主導成對比較	95
表 46 第三層級之開發人力資源成對比較	96
表 47 第三層級之學術論文發表成對比較	97
表 48 第三層級之知識累積擴散成對比較	98
表 49 第三層級之研發中心成對比較	98
表 50 第三層級之研究計畫成對比較	99
表 51 第三層級之技術移轉成對比較	100
表 52 第三層級之研發能力成對比較	101
表 53 第三層級之產業整合成對比較	102
表 54 第三層級之產學研合作成對比較	103
表 55 第三層級之技能管理成對比較	103
表 56 整體政府部門之策略執行順序	104
表 57 整體學術單位之策略執行順序	105
表 58 整體研究單位之策略執行順序	106
表 59 整體創投資金之策略執行順序	106
表 60 整體國家創新體系運作策略之權重分配順序	107
表 61 整體國家創新體系運作策略之權重分配順序	108

圖目錄

圖一 本研究流程圖-----	6
圖二 創新的政策目標與工具圖-----	15
圖三 產業創新之可能利益示圖-----	16
圖四 Lundvall 國家創新體系與波特的產業聚落架構關係圖-----	17
圖五 波特的鑽石體系-----	21
圖六 鑽石競爭架構與國家創新體系關係圖-----	22
圖七 知識轉化過程-----	25
圖八 新知識的產生、傳輸與擴散架構-----	33
圖九 1999 年至 2004 年全球生物晶片市場營收-----	46
圖十 本研究架構圖-----	69
圖十一 應用層級分析法流程圖-----	74
圖十二 層級架構圖-----	85
圖十三 研究結果圖-----	111



第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

「人類基因計畫(Human Genome Project ,HGP)」是 1990 年由美國國衛院(National Human Genome Research Institute , NHGRI)及能源部(DOE)主導,偕同英國、法國、德國、中國、日本等六國頂尖科學家所組成的龐大科學團隊所執行。此研究的目的是要將人類遺傳物 DNA 的密碼全部定序出來,待定序的物質是 DNA 的四個化學基,簡稱為:A、T、C、G,數以百億計的 DNA 只有 A、T、C、G 四種核? 酸來做重複排列重組,定序的方式是將這很長很長的 DNA 切成大小不一的片段分別組成一長串序列。此一浩大的工程原本預計會花費十五年(2005 年)的時間完成,各界對此時間、經費有限的艱鉅任務原本均不看好,但是去年(2003 年)四月十四日便提早宣告完成,該計畫的成功為人類生命科學立下新的里程碑。人類基因計畫的下一個目標將放在解讀基因序列,進而辨認新的基因所具備的功能、特性與基因之間之交互作用等。此時,生物晶片的發展與應用便扮演著舉足輕重的角色,原因來自於生物晶片具有快速且正確分析基因功能的特性,並能有系統且大量地分析基因資訊。

在全球興起的一片生物晶片熱潮下,台灣等亞洲地區國家的起步算是稍慢,然而,美國雖為生物晶片產業的先驅者,擁有多項專利與技術,但卻因成本無法下降的原因而遲遲打不進民生消費市場,這無非給了已經有成熟晶片製造技術的台灣一個大好進入時機。生物晶片的技術創新國家,猶如歐美等國,其所佔之優勢可以略述如下:

1. 技術領導者的角色,可以獲得專利保障及創造產業標準的機制。
2. 可以佔有市場先機與利基,搶先獲取產業所需資源。
3. 因身為市場先驅,會增加顧客忠誠度或是買方轉換成本。

而像台灣是技術成熟的跟進者,其優勢如下:

1. 用低成本取得技術、研發知識、技術勞力及先驅者所建立好的架構。
2. 降低技術與市場的不確定性。
3. 技術先驅者較容易僵化在其創新的途徑、固定的資產、現有產品以及組織架構

中，而跟進者則對市場動向及顧客行為有一定的反應彈性。(Lieberman and Montgomery, 1988; Cainarca et al., 1990 ;Zahra et al., 1995)

台灣政府在 1998 年已開始投入大量資金急起直追，全力開創生技產業，行動積極，如新竹生物醫學園區預計將於 2008 年開始營運，屆時預估總投資額將達 200 億元，並期待在運行五年內，國內生技產值能達到平均成長 25 %。不過，在此同時的日本、新加坡與中國大陸卻以更多的資金及優惠來輔助生技廠商。在這場生物科技大戰中，台灣要如何才能立於不敗之地呢？

自民國六十八年至今，政府持續以科技專案推動產業技術發展，協助產業研發高風險的創新技術，其中當然也包含本研究的標的產業 - 生物晶片，歷經二十餘年之努力，我國科技產業之基礎已經日益雄厚。唯獨近年來（2000~2003 年）台灣受到全球經濟景氣的巨變、天災人禍等眾多因素影響，產生經濟成長率遲緩、失業率居高不下、海外投資增加等現象。如今，台灣面臨的是一個轉型的關鍵期，正如英特爾執行長於去年（2003）年八月在台灣成立英特爾研發中心時，明確的表示「創新者創造未來」，這個時點是台灣由「Manufactured in Taiwan」製造提升到「Innovated in Taiwan」创新中心的大好時機。生物晶片產業不論在研究或應用的發展上，都具備了知識密集的特性，目前生物晶片產業正處於產業的萌芽期，正是台灣善加利用半導體產業的優勢，找出相對的利基，積極投入研發能量的黃金時機。Porter 在其競爭力的鑽石體系架構中，特別再加入「機會」與「政府」兩項因子使其架構完整，這充分顯示這兩個間接因子對一特定產業的發展成功與否，有著不可輕忽的重要性。台灣在發展生物晶片產業的過程，挾帶著正確的時機，若加上另一個有力的推手「政府」相輔，想在國際上佔有一席之地，指日可待。而就政府政策而言，也確實存在著「基於生技產業深具發展潛力，為我國重點推動發展的高附加價值、知識導向型產業；因生物技術產業具高度管制、商業化認證需時、行銷國際化的特性；為建立我國生物技術產業發展的完整體系，加速推動關鍵性生物技術研發，發展具國際競爭力之生物技術產業」的推動政

策。我國生技產業的推展由行政院於 1995 年 8 月頒訂「加強生物技術產業推動方案」揭槩序幕，爾後歷經四次修正，已更能切合快速發展中的生物技術產業之需求，更設立「行政院生物技術產業指導小組」統籌掌理生物技術產業發展的規劃、推動與評估事宜。2002 年推動工作項目計有法規及查驗體系、研究發展及應用、技術轉移及商業化、人才培育及延攬、投資促進及合作、市場資訊及服務行銷等六項，已見具體成效。

本研究的動機，就是想要在當前的時空背景下，仔細深入探討台灣發展生物晶片產業至今，國家創新體系的運作架構是否有發揮它的合縱連橫的效益，將產業發展向上推升？此體系要如何運作才能積極協助生物晶片產業開發各項具有前瞻性、關鍵性及共通性的技術，進而擴大前瞻技術應用層面之能量來提升國際競爭力？政府應該對前瞻性技術給予何種策略性支援？學界的研發能量要如何開創善用？產業界要如何自我提升 等等問題都將納入本研究所探討之範圍。



第二節 研究目的

身處知識經濟領航的時代，創新是創造國民財富、促進永續發展以及增進國民福祉的關鍵因素，人類知識的運用也成為財富的最大來源，根據 WEF「2003-2004 全球競爭力報告」指出，台灣每百萬人口擁有之發明型專利權數，位居全球第三位，僅次於美國、日本，但是創新實力的「研發支出佔 GDP 比率」項目較工業先進國家仍相對偏低（2001 年台灣研發支出佔 GDP 比率 2.3% 低於芬蘭的 3.4 %、日本的 3.09 %、南韓的 2.96 %、美國的 2.82 % 以及德國的 2.49 % 等國家的水準），這充分顯示台灣的國家創新體系未臻完滿，尤其在深耕創新的部分。

台灣本身缺乏天然資源，因此更加需要用知識與科技來創造國家財源及經濟動力。生物晶片的產業特色是能源依存度低、污染低、知識密集與附加價值高，對台灣而言，幾乎是量身訂做的新興產業。然而，綜觀各國生物晶片發展過程，我們可以清楚的了解

新興產業的的生根茁壯，並非單憑業界廠商的齊頭努力就能做到的，政府的輔助與國家創新體系的運作常常扮演著舉足輕重的角色。

本研究的目的，是就生物晶片這個新興產業，了解國家創新體系在其中運作之過程，並與其他國家的關鍵成功因素做平行比對，找出台灣未來發展生物晶片產業的策略，及政府應扮演的角色。歸納本研究之目的為：

1. 了解台灣生物晶片產業界之發展進程。
2. 產官學研之間創新的知識技術如何在國家創新體系中運作擴散。
3. 產、官、學、研各界推動生物晶片此一新興產業上所應扮演的角色，與提供的機制。
4. 透過深入訪談，來了解國家創新體系在台灣運作的實際績效（以生物晶片產業為例）。
5. 以 AHP 層級分析法，將與發展生物晶片產業相關之國家創新體系的各執行策略方案做出輕重緩急的排序及建議。



第三節 研究範圍

本研究的重心放在國家創新體系在生物晶片產業的運作，分析對生物晶片產業的助益與必要性為何？待改進加強之處在哪？因此，為了全盤了解整個產業生態與國家創新體系運作情形，本研究之範圍必須深入國家創新體系下的各個子體系：產、官、學、研界、創投資金，觀察分析運作開發生物晶片此一新興產業之流程。此外，也將探討影響全球生物晶片市場發展的因子。

- 政府部門（官）：執行科技發展計畫的政府單位，例如行政院經濟部所設立之專責單位、國科會等。
- 學術教育單位（學）：國內各大學與生物晶片領域相關系所的大學生、碩博士研究生以及教授等。
- 研究單位（研）：國內從事研發生物晶片之相關單位，有工研院、中研院、2002

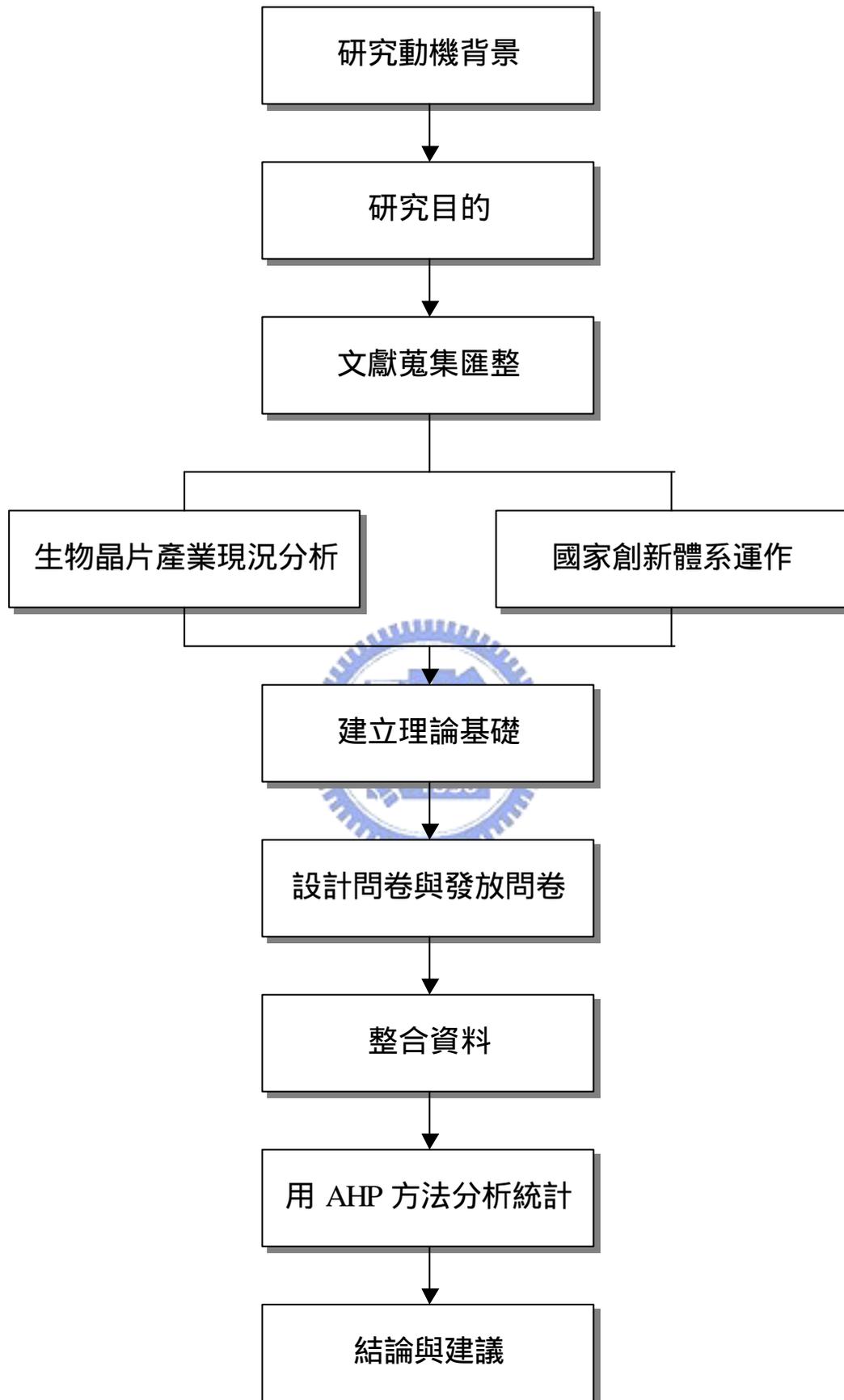
年 3 月成立的「社團法人國家生技醫療產業策進會」(簡稱「生策會」), 以及 2003 年 6 月正式成立的國家實驗研究院等, 這些研究單位的使命在於投注研發能量在國家重點高科技之基礎研究工作, 並將研究成果轉移至民生與產業等相關用途上。

- 產業界 (產): 國內從事生物晶片相關營業項目之上市上櫃或公開發行之公司企業。
- 創投界: 創業投資, 以私人股權方式從事資本經營, 並以培育和輔導企業創業來追求長期資本增值的高風險、高收益之行業。創投基金則是一群科技或財務專業的人士, 操作投資在具有發展潛力與快速成長的公司 (資料來源: 秦慶瑤, 民 92 年)。目前, 台灣生技產業的創投公司有: 統一生命、第一創投、生華創投等。

第四節 研究流程

本研究之研究流程如下圖所示:





圖一、研究流程

第二章 文獻探討

本章將根據研究動機、目的以及研究架構來進一步探討國家創新體系與生物晶片產業互動中所引用到的相關理論與文獻分析。

第一節 國家創新體系 (National Innovation System, NIS)

一、創新的定義

對於創新的研究，在 1960 年到 1980 年代的早期，創新的概念仍被解釋為直線式模型，其流程為：發現 發明 創新 擴散 (discovery invention innovation diffusion)，接著是 chain-link or cyclical model innovation (Socete 與 Arundel, 1993; Motte, 1994)，意為鏈狀式的創新模式，其把創新行為比喻為一條循環的迴路，會反覆在不同的創新階段來回互動。Fiona and Thomondy 在西元 2002 年對創新模式所做的研究中將整個創新模式的演譯劃分成五個世代，第一個世代始於 1950 年代終於 1960 年代中期，此時期的創新模式是技術推動式創新 (The Technology Push Model)，其模式主要受到戰後經濟復甦的影響，以及時常供不應求的情形 (Rothwell, 1995)。第二世代 (60 年代下旬至 70 年代初) 稱為市場拉式創新 (The Market Pull Model)，顧名思義是將市場視為焦點的創新模式。第三世代為聯合模式創新 (Coupling Model)，是從 70 年代中期至 80 年代初期，所代表的創新模式是匯合技術能力與市場需求為主軸的創新架構 (Rothwell & Zegveld, 1985)。第四世代稱為整合模式 (80 年代中期至 90 年代)，此世代致力於克服前世代的缺陷，努力的促成跨領域的整合創新。時至第五世代，是一個系統式整合與網路模式的創新世代，著力於全體組織性與系統化的整合創新。

綜觀古今中外，有很多的學者專家對「創新」賦予不同的意義；新加坡國家創新計畫將創新定義成將工作中的創意用新方法，透過新產品、新流程、新服務、新事業來創造價值的過程。熊彼得 (1983) 認為創新是將已發明的事物，發展為社會可以接受 並具商業價值之活動。Holt (1988) 定義創新為一種創造和採用新知識的過程。F. Damanpour 與 W. M. Evan (1984) 則認為創新是回應環境改變或在組織中帶來新的手

段。國內學者吳思華（1998）給予創新的詮釋是將創意形成具體的成果或產品，期能為顧客帶來新的價值，且得到公眾的認可，創新的三種概念為：創意、創新、創業；創新基本的表徵有三：1.新穎；2.有價值；3.貼心 令人驚奇。管理大師 Peter Drucker（1985）則是最早對創新（innovation）下定義的：賦予資源創造財富的新能力，使資源變成真正的資源，他認為創新是可以訓練、可以學習的。Drucker 一方面強調「系統化」創新的必要，並提出創新機會的七大來源為：

- 1.意料之外的事件。
- 2.不一致的狀況。
- 3.基於程序的需要。
- 4.產業或市場結構突然的改變。
- 5.人口結構的變動。
- 6.認知、情緒和以及意義上的改變。
- 7.新知識— 包括科學的與非科學的。

因此，創新乃是指使用新的知識，提供顧客所需的新產品或服務，它包括了發明（invention）及商業化（commercialization）。所以 Michael Porter 解釋道：「商業化乃是指使用新的方法（發明），而創新的過程則不能與企業策略和競爭環境分開」。Drucker P.（1985）還認為「創新並非必需在技術方面，創新的行動就是賦予資源以創造財富的新能力」。換言之，創新是組織為求生存及發展之活動總稱，可以使公司資產再創造其創新價值。

Drucker 提出其看法之後，許多學者也都對創新的定義有所詮釋，例如：Tushman and Nadler（1986）認為創新是事業單位從事新的產品、服務或製程的製造；Van de Ven（1986）從管理的角度對創新做了如下的定義：「創新帶來人員發展和執行新的創意，以持續在機構環境下與其他人進行交易。」，此定義說明了創新的幾項重要構面，那就是人員、創意、交易和環境；Holt（1988）認為創新是一種運用知識或關鍵資訊而創造或引入有用的東西；Betz（1987）與 Frankle（1990）二位學者認為創新是修正或發明一項新的

概念，以使其符合現有或未來潛在的需求，並藉由改進與發展使其原有之功能達到商業化目的；Kuznets S.(1963)將創新定義為「邁向一個有用的目標而採行的一種新方法」。Nelson R.和 Winter 把創新看作是「現有決策規則的變化」。Gattiker (1990)認為創新活動乃是經由個人、群體及組織努力及活動所形成的產品或程序，該過程包含了用以創造和採用新的、有用事物之知識及相關資訊；Damanpour (1991)則認為創新可能是一種新的產品或服務、一種新的製程技術、一種新的管理系統及結構或是一種組織成員的新計劃。另有些學者傾向把創新視為：「特定廠商首次導入含有新創意之產品或製程」(Becker & Whisler, 1967 ; Swanson, 1994 ; Newell & Swan, 1995)。近年則有 Nonaka and Takeuchi (1995)從組織創造知識理論的觀點，提出他們對創新的新看法，他們認為創新是：透過知識螺旋的運作；當組織的內隱知識和外顯知識發生互動時，所獲得的結果；國內學者賴士葆 (民 85)認為創新包括下列事項：

1. 結合二種 (或以上) 的現有事情，以較新穎方式產生。
2. 一種新的理念 (idea) 由觀念化至實現的一組活動。
3. 新設施的發明與執行。
4. 對於新科技的社會改革過程。
5. 對於一個新理念，由產生至採用的一連串事件。
6. 組織、群體或社會的新改變。
7. 對於既有形式而言，新的東西或事情。
8. 對於採行者而言，新的理念、實務或事項。
9. 使用者認知是新的。

蔡啟通 (民 86) 在歸納多元觀點學者意見後，認為創新是指組織內部產生或外部購得的設備、過程、及產品 (技術層面) 以及系統、政策、方案、及服務 (管理層面) 等之新活動，此一看法，明確表達了創新來源：可能是內部產生，也可以是外來的。Trott (1998)認為創新是理論基礎、技術上的新發現與商業用途的突破，此三項之總合。Afuah (1998)則從更巨觀的觀點提出創新來源的架構，說明了創新來源來自於：

1. 公司內部價值鏈功能。
2. 外部價值鏈中的供應商、顧客、互補創新者。
3. 大學、政府及私人實驗室。
4. 競爭者與相關行業。
5. 其他國家或地區。

至於創新的擴散可經由下列機制運作 (G.Da Silveia/ Technovation 21,2001, P767-773) :

1. 經濟體系或政治體系。
2. 科技策略及產生創新的途徑。
3. 創新的管理、創新的能力、創新的來源。

二、國家創新體系的定義與概念：



國家創新系統 (National Innovation System) 最初是由 Christopher Freeman 在研究日本經濟成功因素時所提出的。1987 年，英國的學者 Freeman 欲找出使戰後日本成為經濟最強國的原因所做之研究顯示，創新是一個系統化的運作結果，並非某個公司、機構或個人的努力可單獨達成，國家創新體系之概念由此成形。Freeman 對國家創新體系的定義是，政府機構及私人企業以網路分工的互動模式，有系統的將新科技加以開發、引進、修正及擴散。之後的學者如：丹麥的 Bengt-Ake Lundvall 1992、Nelson 1993、Edquist 1997，便開始後續之研究。Nelson 是以 institutional approach 正式檢驗國家財政、教育、法律、科學、技術的機構和企業活動與政府政策之間的關係，與其在創新活動上的影響。

Lundvall (1992) 是以進化觀點認為應以更寬廣的角度來審視國家創新體系，其可被視為“凡是影響生產系統、行銷系統、財務系統等各種子系統的學習搜尋及探索有關的

經濟結構、制度環境 (Institutional Set-up) 之所有系統皆為之，亦即各種要素和關係的組合，顯現在生產上的互動使用及擴散新的、有經濟效益的知識上”。然而他也主張“一個國家創新系統所包含的要素與關係是可以是國內也可以是國外的”。此創新體系的中心活動是組織性的學習，學習與知識的產生是創新能力的核心要件，而此二要件的產生則需要有組織的市場中各種支持的力量，包括制度完備、消費端與生產端的良好互動。Nelson (1993) 將國家創新系統視為不同機構的互動，而他們的互動會決定企業的創新績效和國家創新力，Nelson (1993) 與 Chesnais (1992) 建議政府政策及社會機構應在能力範圍內作好研究及發展的整合來建構並使國家創新體系永續運作。值得注意的是，Lundvall 和 Nelson 所定義的國家創新體系均是以一個較廣義的角度視之，他們認為創新是以各種不同的方法、手段來從事產品的創新設計並同時開發新的製程。

Wijnberg (1994) 對國家創新體系所做的詮釋是，此系統是一個特定的政府機構和產業界的創新者之間的互動體系。Patel and Pavitt (1994) 綜合前人的方法將 NIS 的觀念更往前定義為：國家機構的激勵架構和其執行能力會決定一個國家中科技進步的速度與方向，企業的激勵與策略能力更是對創新和競爭力有特別的影響。Smith (1996) 認為國家創新系統可以用來分析一個國家的結構、資源、研發動態、研發合作狀況、高等教育與人力的投入、建構關鍵產業的基礎。Porter (1990) 認為 NIS 應該是企業創新能力的基石，因為國家提供給企業創新策略所需的外在因子是個別公司所無法達成的。國家提供基本的競爭優勢來自於創造一個企業競爭的環境，Porter 在其鑽石理論中提出國家競爭優勢源於四大內生條件：生產、需求、相關性支援產業、企業策略與競爭結構，之後特別加入另外兩個外生因子使之完整：政府與機會，此舉再次重申政府角色的重要。

關於國家創新體系，Porter and Stern (1999) 提出了一些重要的關鍵成功因子，其為：整體經濟體系中應用於創新的基礎建設之普遍性；支持創新的產業內部之科技聚落；創新的基礎建設與科技聚落之間鏈結強度，上述的科技聚落大致指的是：供應商的網路、顧客以及能創造價值的知識創新機構。Porter (1990) 指出屬於科技聚落中的公

司會享有三大好處，其為：提高生產力、獲取創新的方向與進展並有新的營運型態。另外，Carlsson and Stankiewicz (1991) 強調專業科技系統是國家創新體系中一個整合性的部分他們定義科技系統為：在特定的經濟範圍或產業領域內互動的數個網路式機構，其有專屬的特定基礎建設。由於新的科技要徹底落實前，會在社會各個階層產生改變，因此 Carlsson and Stankiewicz (1991) 認為 NIS 的分析必須包括技術、經濟、社會互相依賴影響的部分。他們仔細觀察創新體系中許多機構連結的程序和有影響的社會文化因子，換言之，這些因子共同組合互動創造出特殊的情境增加創新行為的可行性。其後有兩個研究群針對國家創新系統做後續之研究。其一是由 Bengt-Ake Lundval 帶領的 Alaborg 大學研究團隊，他們以實際國家創新系統中的子系統作為研究對象，包括研究學者、公共部門及財政單位等。另一個則是 Richard and Nelson 所主持的研究團隊，他們所採取的是個案研究之方法，來分析高、中、低三種所得等級的國家 (Joseph Z. Shyu and David S. Yu, 2000)。Metcalf (1995) 定義國家創新系統為，國家創新系統就是以一個國家為整體的創新系統，由一群在新科技上互有關聯的研發機構所組成，進行知識的創造 (create)、儲存 (store)、應用和轉移 (transfer)。

Dr. Iris Yu-Ling Luo (2001) 在做 ” 台灣的國家創新體系 ” 之研究時，給予國家創新體系的定義是：運作在一個專業科技之國的一群生產、擴散、應用科技新知的組織機構和連結。四個基本組成如下：

1. 國家的專業領域表現 (創新能力、R&D 情況、國家的科學典型、科技與產業的專業化)。
2. 整體架構 (政府政策、財務金融狀況、R&D 基礎、基礎架構、法規環境、人力資源)。
3. 知識傳播機制 (科技擴散和運用、網路運作和連結)。
4. 產業聚落 (科技公司與新興區域)。

Rothwell and Zegveld (1981) 認為國家的創新政策應該是科技政策及產業政策之融合，科技政策已實施多年，傳統上科技政策包括專利系統、技術教育、提升基礎科學

並將研究科技的基礎建設。工業上的公共政策也行之多年，內容不外乎：交通政策、稅務政策以及投資法規。但最終政府的創新政策，對於產業的效率、競爭力、經濟成長才會是有絕對的關鍵性。Rothwell and Zegveld (1981) 也提及政府政策會依以下幾個向面影響產業創新：

需求面政策 (Demand): 政府組織下的任何一個子單位都有採購的需求，種類有一般性採購或特殊需求之採購，而會形成政府市場來影響產業創新。

供給面政策 (Subsidy): 政府會利用公共資源直接參與新產品的研究發展，例如給予私人公司研發津貼或是租稅優惠等財務支援。

環境面政策：最主要的有法規管制上的保護例如專利制度、貿易管制等，或是提供良好的基礎建設 (Infrastructure) 和高等的科技教育環境。

表 1 政府影響創新所使用的政策性工具

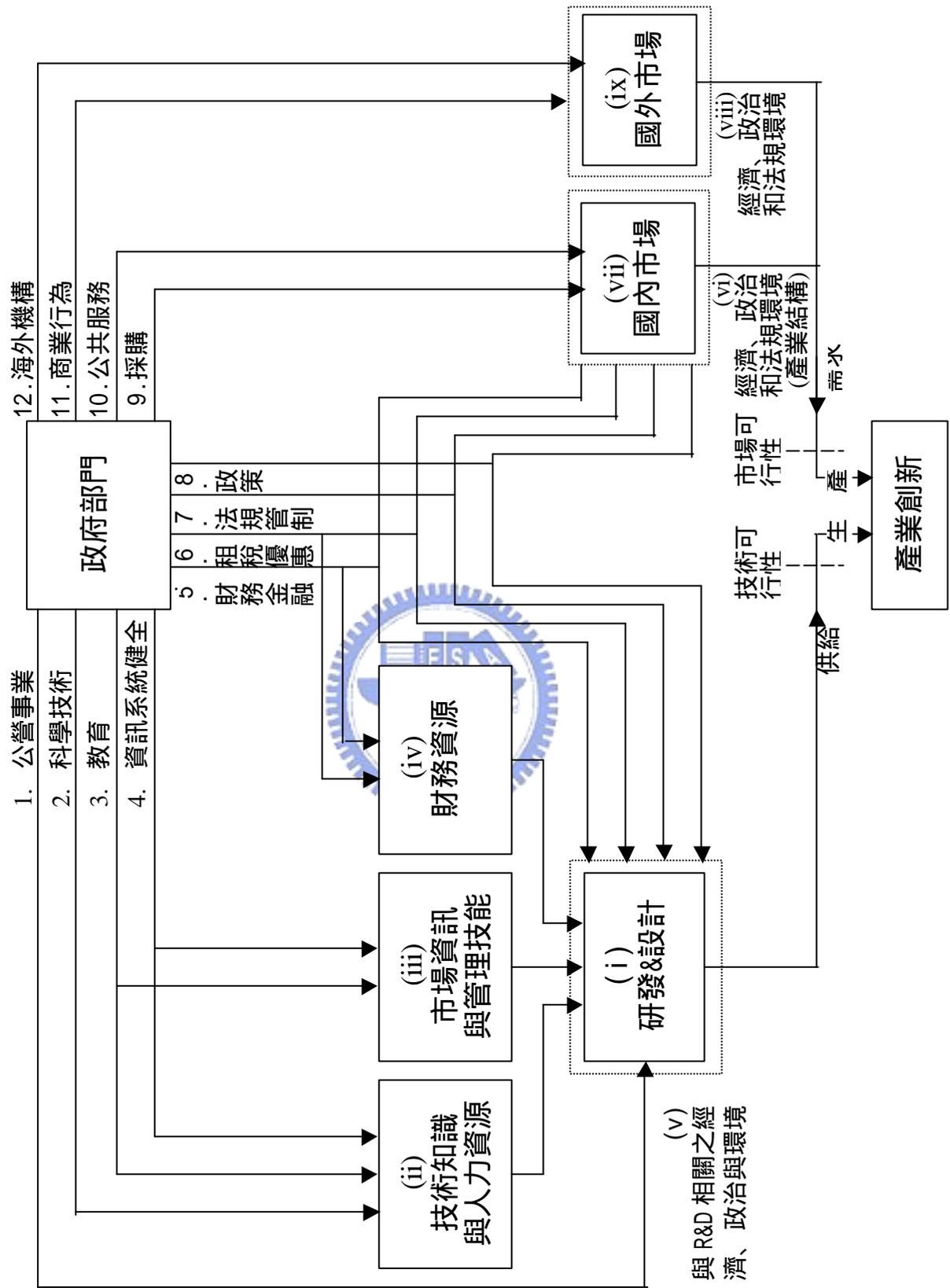
Policy tool (政策工具)	Examples
公營事業	公營事業的創新、公營事業引用最新的技術、政府發展的新興產業、參與民間企業
科學與技術	政府設置研究實驗室來支援研究單位、學習型社群的建立、專業協會、獎勵補助研發活動
教育	教育普及、大學教育、技職教育、見習計畫、延伸教育再訓練
資訊	設置資訊網路及資訊中心、圖書館、顧問與諮詢服務、資料庫、聯絡服務
財務金融	補助金、融資貸款、津貼、最適財務配置、設備預置、建物或服務、貸款保證、出口信用貸款
租稅優惠	公司營業稅、個人所得稅、間接和薪資稅、租稅之扣抵

法規及管制	專利系統、環境和健康的法規、監督責任、獨占規範
政治政策	規劃、區域政策、獎勵創新、鼓勵企業合併或聯盟、公共諮詢及輔導
政府採購	中央或地方政府的採購及合約、公營事業的採購、R&D 合約研究、原型採購
公共服務	採購、維修、國民健康服務的監督與創新、公共建築、建設、運輸工程、電信工程
貿易管制	貿易協定、關稅協定、貨幣機制調整
海外機構	海外貿易組織

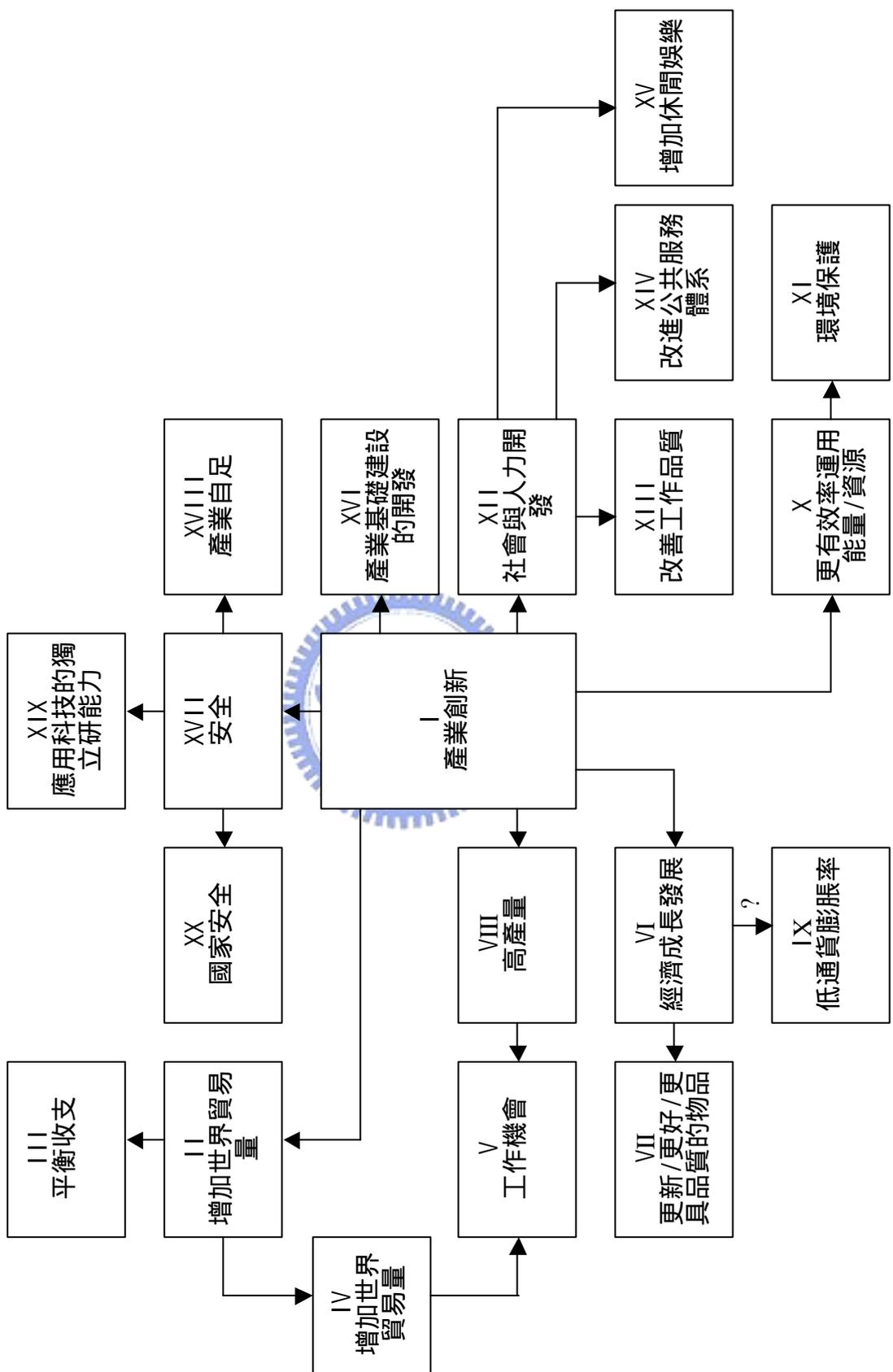
(資料來源：Rothwell and Zegveld . " Industrial Innovation and Public Policy , Prepare for the 1980 and 1990s " Frances Pinter, P61)

技術創新的階段分為：應用研究、彈性學習、原型開發技術擴散及成熟期，其技術擴散的速度、型式、機制，是根據整體經濟架構及政府政策（例如：產業環境、公司結構、教育體系、政府投資在 R&D 上的心力以及法規管制的機制）的變化而不同。(G.Da Silveia/ Technovation 21,P767-773,2001)

就如許多經濟學家所一致認為的，創新依賴科技的「供給面」和市場的「需求面」這兩個不可或缺的因子，就供給面而言，無論是要研發新產品或新製程都必須充分的輸入下列三種資源：(1) 科技知識和人力資源 (2) 符合市場需求的創新資訊以及可以確保研究、發展、生產、銷售成功的管理技能 (3) 財源 (Allen et al.,1978,; Hagedoorn and Prakke, 1979,)，這些條件如圖二左邊的部分所示



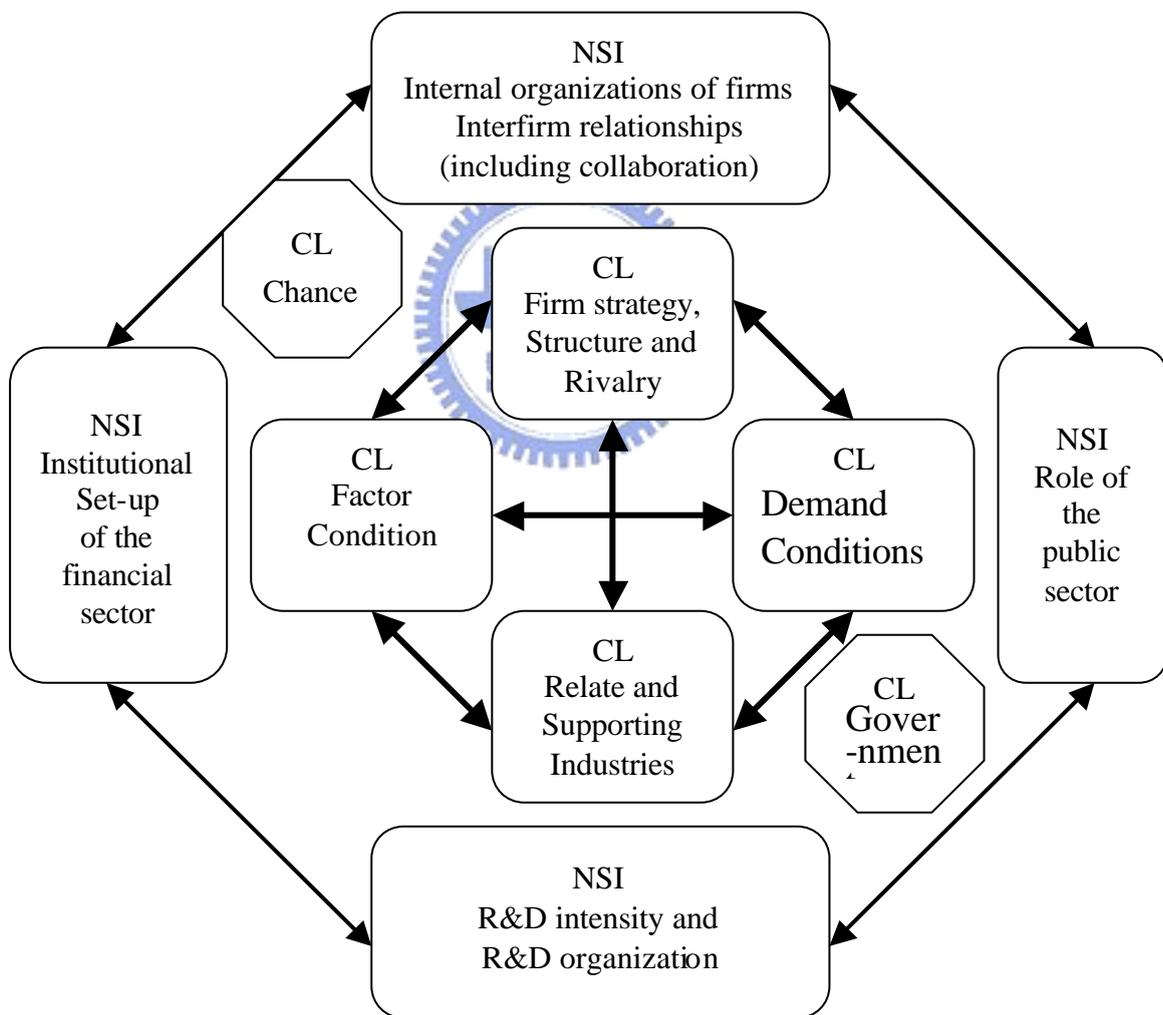
圖二、創新的政策目標與工具



圖三、產業創新之可能利益

在圖三中，顯示政府極力想尋找能影響創新程序中的供給層面，以便能直接參與過程，亦或透過改善其中一個供給因子。「產業創新系統」包括了科技系統及環境構面，科技系統是國家的創新能力及研發基礎結構的完整性，其組成包括企業研發組織之能力、國家教育與訓練系統、公共研發組織及系統之實力、國家金融系統之完善性等。環境構面的組成包括 Porter 在「國家競爭力優勢」所提及的四大要素：生產要素、需求條件、相關產業及支援產業的競爭力、企業策略及產業競爭等，也就是國家競爭環境的競爭力。

下圖為 Lundvall 的國家創新體系和 Porter 的產業聚落的關係：



Source: Molina and Kinder (1999).

圖四、Lundvall 國家創新體系與波特的產業聚落架構關係圖

三、各國創新政策比較

(一) 美國的創新策略：政府主要以直接資助、法令、法規等支持企業創新，而非以官方的產業政策或直接參與推動技術創新。近年來，美國正強化政府在科技發展和技術創新中的領導作用，所採取的對策有：

1. 突出科學技術在政府決策中的地位。
2. 對科技發展採取傾斜政策，加速科技產業化的步伐。
3. 加強政府對技術發展的引導和支援。
4. 在增加研發經費投入時，同時調整 R&D 投入結構，降低國防研究投入，提高民間研究投入；壓縮基礎研究經費，增加技術研究經費，將投入重點轉移在民用工業技術的開發。

(二) 日本的創新策略：日本歷年來注重應用技術研究而忽略基礎研究，致使日本在經濟、技術提升到一定程度之後，進一步的發展面臨重大危機。於是日本在不斷增加研發經費的同時，也注重在研發內部結構的調整上加以重視基礎研究。日本的創新政策手段是某些關鍵產業進行選擇性干預，為了更加速高科技的發展步驟，於 1994 年 6 月政府正式提出「新技術立國」政策，並於同年 11 月發表了「科技白皮書」。

(三) 歐洲各國的創新政策：面臨 21 世紀的挑戰，歐洲各國政府推動科技進步強化技術創新，意在與美、日搶爭高科技龍頭，主要對策有：

1. 強化政府在科技進步中的地位與作用。
2. 將科技發展重點轉移至經濟領域，制定科技發展中長期計畫。
3. 擴大政府科技投入力度。
4. 加強國際科技交流合作。

(四) 台灣創新政策之具體措施：

1. 建立蓬勃的創新與創業機制，以扶植新產業。
2. 建構網際網路應用之基礎環境。
3. 擴展資訊科技及網際網路在生產及生活上之應用。

4. 檢討教育體系，並積極培養及引進人才以因應知識經濟發展之需求。
5. 建立顧客導向服務型政府。
6. 規劃預防措施，避免經濟轉型產生之社會問題。

(五)、韓國的創新策略：於 1991 年公佈「二十一世紀韓國網路發展計畫」(Cyber Korea)，推動方向：完成知識經濟的社會基礎建設架構、推動寬頻網路建設與全民電腦教育、促進資訊化以提升國家競爭力、建立小而能的電子化政府、強化傳統產業競爭力、創造新興產業、積極發展電子商務、支援重點軟體產業、發展資訊通訊產業等。

四、台灣的創新瓶頸

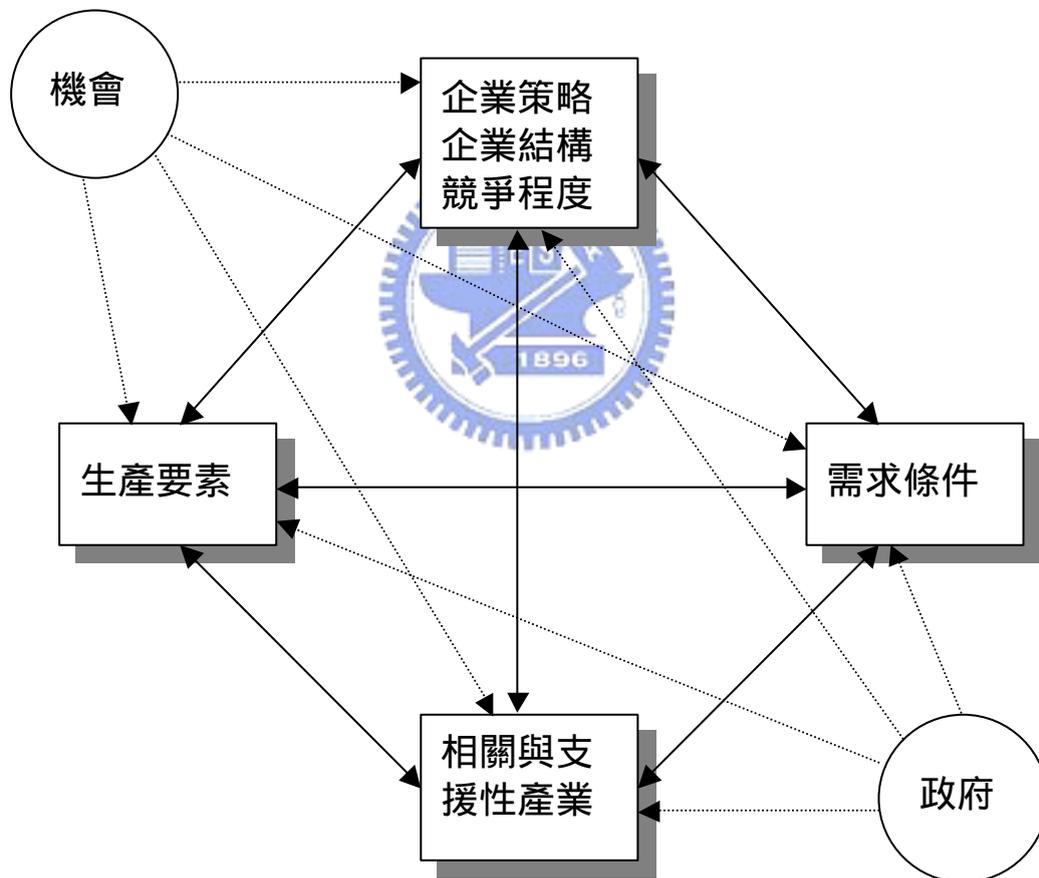
1. 台灣的經濟型態是中小企業為主體，在研發創新上無法產生規模經濟的優勢，尤其本研究所探討的生物晶片產業，研發期長、成本所費不貲的特性，往往是企業卻步的主因。
2. 開放的經濟環境下，企業必須面對國際市場的競爭壓力。
3. 需強化產官學研之間的知識擴散網路，包括促進技術轉移、跨領域之合作研發、分享公共研發設施等。
4. 台灣欠缺智慧財產權方面的專業人才與相關資訊網路。
5. 台灣的財團法人研發機構 (Non-profit R&D Organizations) 有非常強大的研發實力，但是其研發重心放在應用研究領域，非基礎研究，然而 Faulkner & Senker 在 1994 年研究公司部門的研發連結 (Public-private sector research linkage) 時，明確指出透過公共研究部門對基礎科學的研究對產業的創新會有極大的貢獻。
6. 鬆綁產學合作的機制，允許大學擁有研發成果的專利權及自行運用智財權 (IPR)，或自組大學技術移轉公司及創投資金。

第二節 Porter 鑽石理論

Miachel Porter 於 Competitive Advantage of Nation (Porter,1990) 一書中提出鑽石理論模型，用來衡量一個國家在某一特定產業上的國家競爭力。運用此模型可以解釋出何以某國家中的一特定產業能在競爭激烈的國際舞台上大放異彩，此模型架構將產業發展的基本因素與關聯因子分成四大部分討論：生產要素、需求條件、相關與支援產業、企業策略結構與競爭對手，Porter 接著又加入另外兩項間接因子：政府與機會。

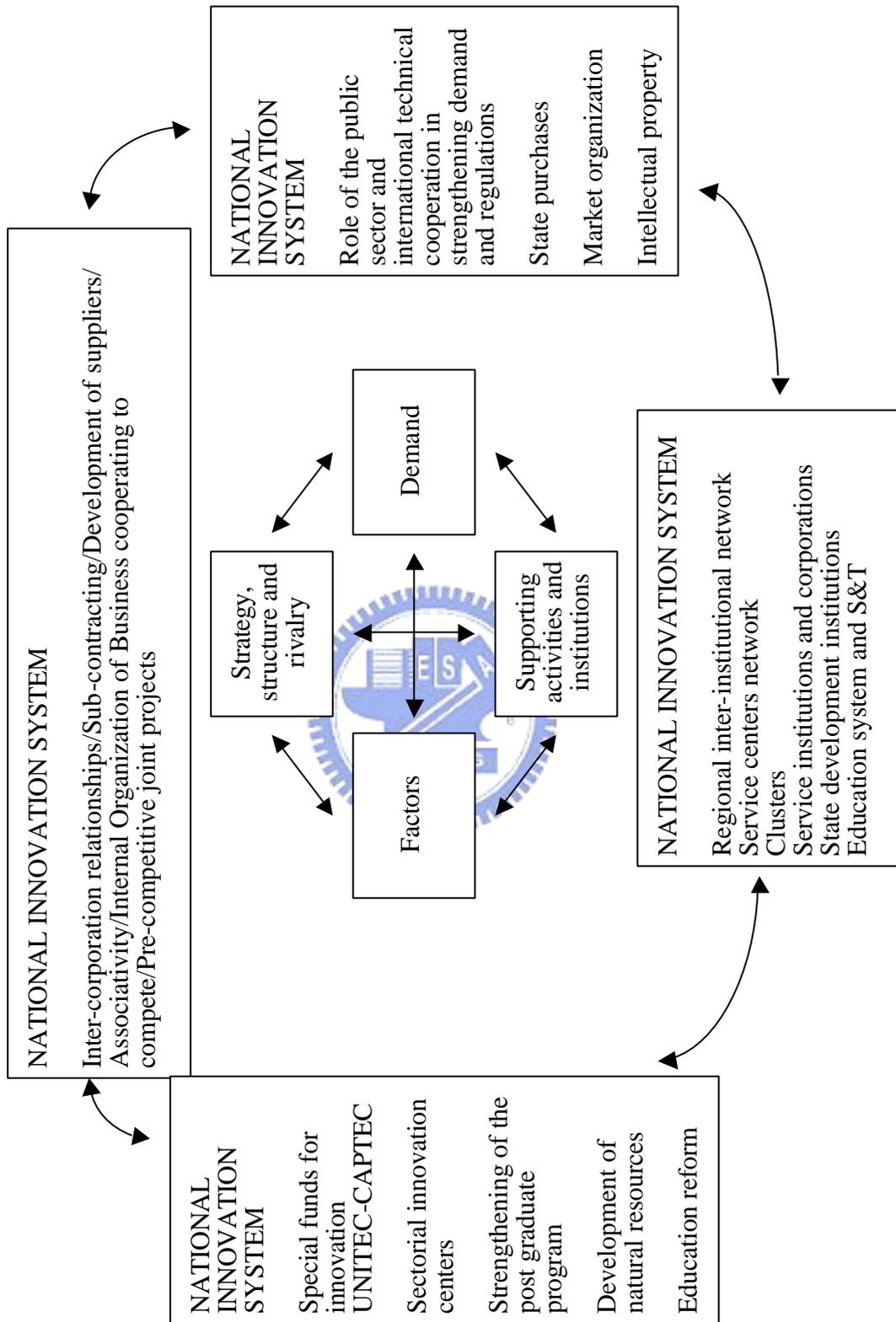
1. 生產要素：每個國家都擁有的生產因素，可細分這些資源為：人力資源、天然資源、知識資源、資本資源、基礎建設。
2. 需求條件：國內需求市場是第二個關鍵因子，其重要性表現在它是市場的動力也是企業改進與創新的來源，其中包含：
 - 國內市場的性質，如顧客需求型態。
 - 國內市場的大小與成長速度。
 - 從國內市場需求轉換為國際市場需求的能力。
3. 相關與支援產業：即產業地所在是否具備競爭優勢，也就是說當地是否有其他支援性產業，若在其附近能有大量具競爭優勢的供應商「群聚」，提供超越世界其他競爭者的零件、機械和服務，自然能領先群倫。
4. 企業策略、企業結構、同業競爭：企業創立、組織、管理、競爭方式的方式都取決於所在地的環境與歷史。若當地存有很強的競爭對手，就會不斷的刺激企業改進與創新的能力。
5. 政府：應該扮演好四個角色：
 - 改善企業所需的一般資源。
 - 政府創造能貫徹的法令、政策，除了管制不合理的競爭外，還需鼓勵創新與改進。
 - 政府應協助產業在某個地區發展「群聚」，並刺激群聚提升。
 - 政府應要求本國企業及人民培養更旺盛的競爭力。
6. 機會：在 Porter 所做的研究中，「機會」是一個很重要卻又可遇不可求的角色，大致出現的情形如下：

- 基礎科技的創新發明。
- 傳統技術出現斷層（如：生物科技、微電子科技等）。
- 生產成本突然提高，（如：能源危機）。
- 全球金融市場或匯率的重大變化。
- 全球或區域市場需求劇增。
- 外國政府的重大決策。
- 戰爭。



圖五、波特的鑽石體系

資料來源：Michael E. Porter, "The Competitive Advantage of Nations", Free Press, 1990



Source: Molina and Kinder (1999)

圖六、鑽石競爭架構與國家創新體系關係圖

第三節 知識經濟

2-3-1 知識的定義

一、Lundveall and Johnson (1994) 對知識做了以下分類：

- (一) Know-What：指的是關於「事實」的知識。從這個角度，知識的意義比較接近於所謂的資訊，例如調查資料、統計資料等。
- (二) Know-Why：指的是關於動作自身，在人類心中及在社會中的原則及法律知識，此種知識對於確定科學中的技術發展是相當重要的，例如自然科學的定律或原理等。
- (三) Know-How：指的是技術，例如對於某件事執行的能力。在公司間的產業網路中，Know-How 是彼此分享與合併的主要要素，即是知道如何去做的知識，例如操作儀器的技術、企業研判市場景氣方法等。
- (四) Know-Who：知道誰擁有你所需要的知識，這包括 Who Knows 及 Who Knows to Do What 的資訊，特別是包括了為取得專家意見而與特定群體建立關係的社會能耐。

二、Winogred and Flores (1994) 認為每個人知識背景來源有三：

- (一) 經驗 (Experience)：個人所具備的知識是由以往的自身經驗而來的。
- (二) 推論 (Formal)：個人所具備的知識是由邏輯或數學推理方式得來的。
- (三) 社會的 (Social)：個人所具備的知識是由學習或他人處聽來的。

三、Stewart (1997)，認為知識具有「不會削減」、「知識過剩」、「頭重腳輕」、以及「無法預測」的特質。以下是他的觀點：

(一) 不會削減：

知識和一般東西不同的是，它完全不會因為讓一個人了解或使用而有所消耗。它具有經濟學所提到「共享」的特性。例如，書本裡無形的知識可以永無止境的傳

授給世界上的任何人，而不會有絲毫的損減。也因為這個特性，組織得以將其發現、取得、創造的知識傳遞給所屬的知識工作者而不會減少。並且經由分享和傳遞的過程而不斷激起運用、學習、改善、與創新的渴望，進而創造出新的知識以供給知識成長的養分，並從使其不斷地向前循環，並創造更多的價值。

(二) 知識過剩：

人們無時無刻不在創造新知識，並且知識創造的速度還會因為知識的不斷累積而越來越快。因此，新知識越來越多，產生的也越來越快。這時，人們的問題反而是過多的知識無法吸收。所以，選擇與篩選知識的能力也越來越重要。在以往科舉時代，一個人窮經皓首終其一身也只能讀一兩百本書，但是目前的知識累積過多，動則上千上萬本書，因此，適當的過濾合適的知識是相當重要的。

(三) 頭重腳輕：

大部分知識密集型產業的成本與服務，都集中在產品的開發過程。知識密集型的成本與服務，其設計和研發的費用遠遠高於製造複製的費用。

(四) 無法預測：

在創造性工作中，輸入知識與輸出知識之間，找不到任何有意義的經濟關係。亦即智慧資本的價值，未必和取得知識智慧資本的成本有任何關係。舉例來說明，購買書籍所付出的成本，和形成智慧後的資本就很難有任何的正相關。

四、Speks and Spijkervet (1997) 在研究知識形成的過程後，將知識定義為：正確與真實的直覺、經驗與程序，知識能引導人們的想法、行為及溝通，能應用在許多狀況中並持續一段相當長的時間。這個定義除了說明知識的多元性與目的之外，同時強調了知識在組織運作中的實用性與時間上的持續性。

五、Seviby (1999) 認為知識這個字的英文意義具有多層面的意義，它可以是指消息、知覺、認知、智慧、認定、科學、經驗、技術、洞察、勝任、訣竅、能力、學習、確定等等，其意義應視應用之內容而定。他並提出知識的特徵如下：

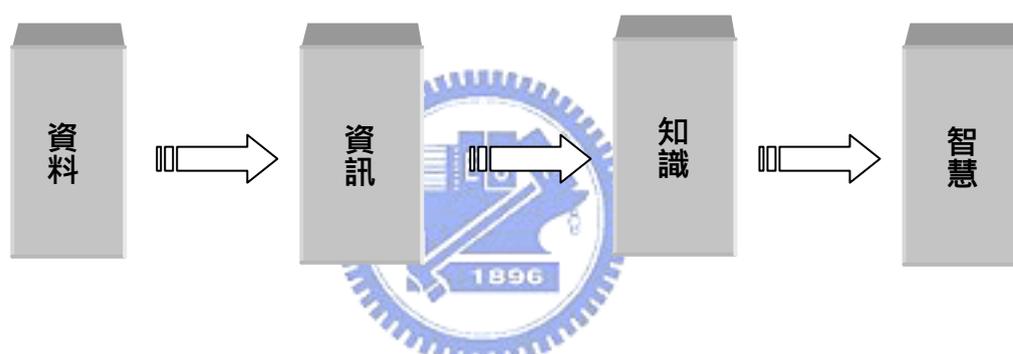
(一)、知識是無法言傳的(Tacit)。

(二)、知識以行動為導向(Action-Oriented)。

(三)、知識是由定律(慣例)支持的。

(四)、知識恆常變化。

六、Davenport and Prusak(1998)則提出他對知識、資訊、以及資料之間的看法，資訊與資料所不同的是，資訊是透過軟、硬體網路在組織內流動的一種訊息，他具有意義，當資料結合意義之後，才會形成資訊。資訊不但能塑造接收者的看法，本身也有具體的輪廓，它是為了某些目的而組織起來。知識則是一種流動性質的綜合體，包括了結構化經驗、價值、以及經過文字化的資訊，除此之外，知識還包含專家的見解，能為新經驗評估、整合與資訊等提供架構。下圖即是代表資料轉化為知識及智慧的過程：



圖七、知識轉化過程

知識本身是一種具備流動性特質的綜合體。舉凡文字化的資訊、結構化的經驗、專家獨特的見解及價值等，都屬於知識的範疇。且知識是無所不在的，知識不但可以隱藏在日常規律的工作、規範之中，亦可以藉由文件化，系統化的機制將知識儲存在組織的資料庫中。就連現今企業所熱中的組織知識管理活動，也是以組織的知識及資訊科技作為其推動的根基。

七、知識本身是一種過程 (Process) 的處理，焦點放在知識被創造，分享與散佈的過程中，人員間的關係及在工作上的合作程度 (黃麒佑，2003 年)。

八、黃麒佑 (2003) 認為知識為「用以制定決策用的事實 (Fact)、模式 (Model)、基

模 (Schemas)

概念、意見及直覺 (Intuituin) 的集合體。」並依知識的確定性加以表列如下：

表 2 知識的確定性

分類	意義
事實 (Fact)	可獨立驗證且獨立的真實事務，屬於 Know-What 性質的知識。
模式 (Modles)	能清楚的觀察出事時間的因果關係，屬於 Know-Why 性質的知識。
基模 (Schemas)	一種引導思考的心理結構，藉由分析每件事實的特徵以區別異同；其背後隱藏著一種因果關係。類似概念 (Frame)。
直覺 (Intuitions)	直覺的觀點類似 Know-Why，這類知識是對特定領域因果關係的深入了解。並且可在執行任務中習得這類型的知識，並希望在其最終目的能展現出高度訓練的直覺，來預測事物間微妙的互動。
內隱知識 (Tacit Knowledge)	我們能了解的某事物，但卻無法具體的描述，或是對某事物的偏好。

(資料來源：黃麒佑，2003 年)

九、Robillard 則認為知識是儲存在記憶體的永久資訊結構，而知識的表現則是在記憶體中轉換結構對特定事物的處理情形。一般而言，知識大體可分為二類：一為程序式的知識 (Procedural knowledge)，二為宣告式知識 (Declarative Knowledge)。

(一) 程序式的知識具備下列特質：

- 是心理自動性的能力。

- 是動態的。
- 用以儲存與生活環境互動的所有資訊。
- 是透過訓練獲得的。
- 這類知識包括所謂的 Know-How 或透過經驗所建構而得的知識。如說話、寫字、跑步等。

(二) 宣告式的知識具備以下特質：

- 是根據事實的。
- 是靜態的。
- 是關心人、事、物等物件之間的關係。
- 是容易用語言來描述及溝通的。

另外，此類知識又可分為主題知識 (Topic Knowledge) 或語意學知識 (Semantic Knowledge) 及偶發知識 (Episodic Knowledge) 等二類。

十、知識還具有七大特性

- 1、不可替代性。
- 2、不可加性。
- 3、不可逆性。
- 4、非磨損性。
- 5、不可分性。
- 6、可共享性。
- 7、無限增值性。



2-3-2 何謂知識經濟？

經濟學家梭羅指出全球正經歷第三次產業革命 - 即「知識經濟」時代。管理大師杜拉克 (Peter Drucker) 將「知識」定位為「後資本主義社會」(Post-Capitalist Society) 中的新競爭基準，他指出：「在新社會真正有支配性的資源，絕對有決定性的生產要素，既不是資本、土地，也不是勞動力，而是知識。在後資本主義社會中，社會主導階級不

是資本家，也不是無產階級，而是『知識工作者』與『服務工作者』，「知識工作者」與服務工作者將取代傳統勞工，逐漸形成「知識社會」。明顯地，繼自然資源、資本，勞動之後，「知識」儼然成為驅動經濟成長及推升生產率的一大利器。

1960年代開始，學者專家開始對於「知識經濟」的相關概念，展開積極的關注及探索。馬克洛普在1962年著有《美國知識的生產與分配》一書，他根據美國從第二次世界大戰以來至1950年代末的社會生產發展和產業結構變化背景，首次提出「知識產業」(Knowledge Industry)的概念，並將知識產業界定為：教育(Education)、研究發展(Research and Development)、傳播業(The Media of Communication)、資訊設備(Information Machines)、資訊服務(Information Service)等五項產業。1973年美國哈佛大學社會學家貝爾(Daniel Bell)出版的「後工業社會的來臨 - 對社會預測的一項探索」一書，引起社會大眾廣泛的討論。貝爾將人類文明社會的演進區分為三階段：前工業社會、工業社會和後工業社會，後工業社會的特徵一是經濟方面，從製造業經濟轉向服務業經濟；二是職業性質，專業與技術人員將居於社會主導地位；三是中軸原理，理論與知識將居於中心地位；四是未來方向，技術發展將會有所計畫與控制；五是決策選擇將倚賴新的智識技術(高銛譯，1989)又如：美國未來學家奈斯比(John Naisbitt)於「大趨勢」(1982)一書更明確指出知識是經濟社會的主要驅動力，價值的增長不再是通過勞動而是知識(潘祖銘譯，1984)。知識經濟的基本特性包括(高洪深與楊宏志，民90)：

1. 經濟發展可持續化。
2. 全球經濟一體化。
3. 經濟決策知識化。
4. 資產投入無形化。
5. 發展創新企業。
6. 建立知識網路

經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)於一九六一年成立。該組織目前擁有二十九個會員國，包括七大工業國(G7):美國、加拿大、日本(1964)、德國、法國、英國及義大利；大洋洲兩國：澳洲及紐西蘭、)；歐盟之十一個會員國：比利時、荷蘭、盧森堡、丹麥、瑞典、芬蘭、奧地利、愛爾蘭、希臘、西班牙、葡萄牙(若加上七大工業國中之英國、德國、法國、義大利四國，則包含所有歐盟國家)；歐洲自由貿易協會國家：挪威、冰島、瑞士、及其他國家：土耳其、墨西哥、捷克、匈牙利、波蘭、韓國、斯洛伐克。大部分為工業先進國家，其國民生產毛額占世界三分之二。OECD係該等先進國家聚會談論國際經濟事務之論壇，經過意見交流以使會員國間能相互瞭解彼此採行政策所產生之影響，透過溝通協調以促進全球經濟持續成長及健全發展。最早提出「知識經濟」相關概念是馬克洛普(Fritz Machlup)、杜拉克(Peter Drucker)及貝爾(Daniel Bell)等三位學者。而「知識經濟」真正落實到政策與管理層面的思考則開始於90年代初期，OECD在「1996年科學技術和產業展望」的報告中首次提出「以知識為基礎的經濟」(Knowledge-based economy, 簡稱知識經濟)的概念，該報告將「知識經濟」定義為「建立在知識和資訊的生產、分配和使用之上的經濟」，認為依附在人力資本和技術中的知識將是經濟發展的核心，並認為以知識為基礎的經濟(Knowledge-based economy)即將改變全球經濟發展型態。(http://www.trade.gov.tw/global_org/global_index.htm)。

根據OECD(1996)的定義，所謂「知識經濟」(Knowledge-based economy, KBE)指的是直接建立在知識與資訊的創造、流通、與利用的經濟活動與體制，在APEC(2000)的研究中，知識經濟的定義內涵更由建構在知識的經濟基礎(Knowledge-based)，轉而更積極的呈現「以知識為驅動力量帶動經濟成長、財富累積、與促進就業」(Knowledge-driven)的特質。建構知識經濟的要素包括：知識資本、創新能力、資訊科技、足量市場及知識社會基礎五大要素，以下就這五個要素再做說明：

1. 知識資本：在知識型產業中，知識已經取代土地、勞力與資本等舊有生產要素，成為經濟體最重要的生產要素。

2. 創新能力：知識固然是知識型企業關鍵的生產要素，但由於知識的外溢性更高，因此勇於冒險、持續創新，不斷創造出更符合顧客價值的產品或服務，才是知識型企業成功的不二法門。
3. 資訊科技：資訊科技是知識經濟發展的催化劑，透過創新能力與知識的累積，大幅提升了資訊科技中各項工具、技術的發展與應用，進而加速了知識的儲存、累積及重組，促使知識資本增加的速度大幅提高。
4. 足量市場：知識經濟具有規模經濟、報酬遞增、乘數擴張等運作法則，因此必須要有足量市場的存在，才足以展現知識透過重複應用顯現經濟價值的威力。
5. 知識社會基礎建設：由於知識經濟不同於傳統工業經濟的運作特質，使得社會的基礎建設上必須和過去有所不同，因此在教育文化方面、在金融環境方面都必須有所創新；此外，知識經濟不斷運作的結果，易形成強者越強、弱者越弱的不平衡狀態，此時社會必須擁有足夠的行政法制、社會安全福利等基礎建設，在追求永續發展的目標下，維持正義，讓每個人都能享受到知識經濟的甜美果實。凡此種種，都成為知識經濟發展的必要條件，是知識經濟社會的主要基礎建設。（吳思華，民 90 年）

表 3 知識的分類、性質與發展架構

知識的分類	Know-what	Know-why	Know-how	Know-who
知識的性質	屬於較易符碼化的資訊		屬於較難符碼化的隱性知識	
知識的取得管道	閱讀、上課、查詢資料庫		實際經驗、社會關係、特殊環境、與客戶接觸	
知識的處理過程	資訊通訊科技 (ICT) 的發展有助於知識的符碼化		透過資訊科技與邊學邊做可累積知識並進一步	

		利用知識
知識的發展	知識的需求促進資訊社會的形成	
	資訊的累積以及知識的利用與傳播有賴於創新系統與知識網路的發展。	

資料來源：本研究整理，OECD(1996)

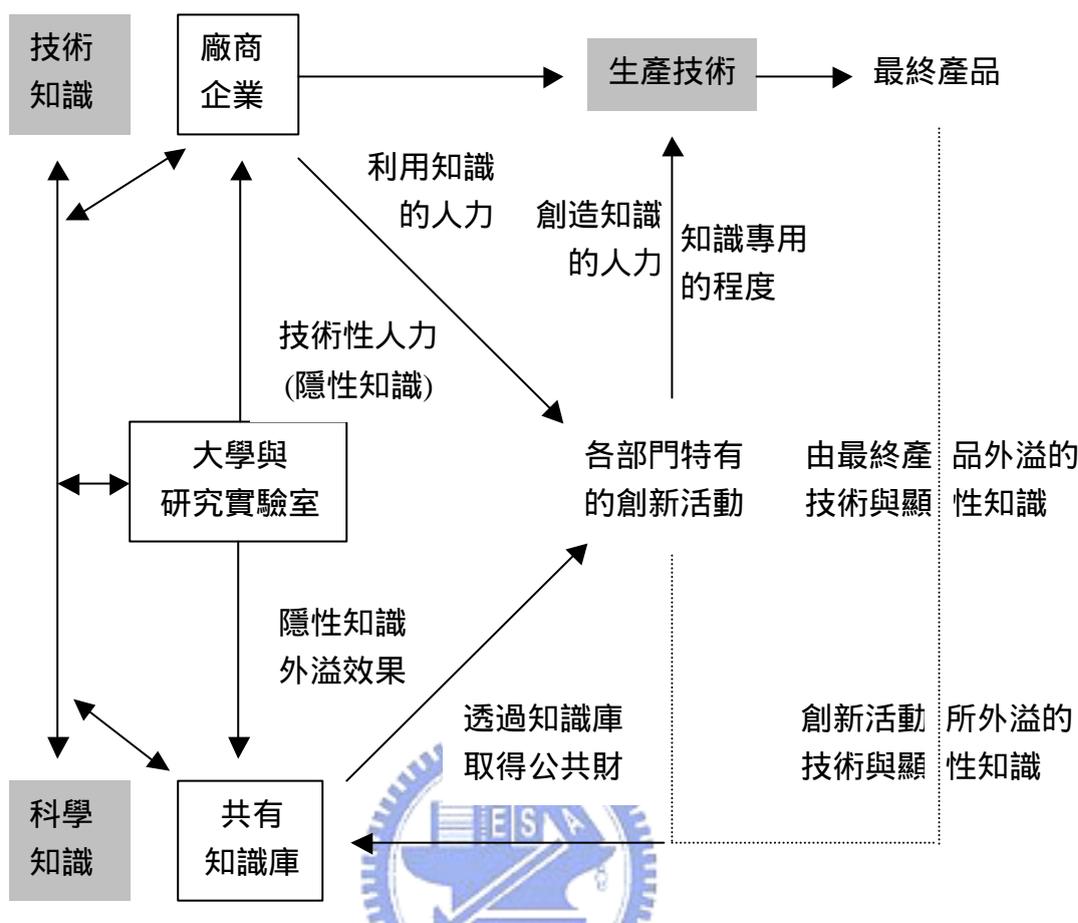
亞太經濟合作(Asia-Pacific Economic Cooperation 簡稱 A P E C)：係亞太地區各經濟體高階代表間之非正式諮商論壇，由澳大利亞前總理霍克(Robert Hawke) 於 1989 年元月倡議組成，旨在加強亞太地區之區域經濟合作，目前共有澳大利亞、汶萊、加拿大、智利、中共、香港、印尼、日本、韓國、馬來西亞、墨西哥、紐西蘭、巴布亞紐幾內亞、祕魯、菲律賓、俄羅斯、新加坡、我國、泰國、美國及越南廿一個會員體。歷年各會員雖均由領袖及部長級官員參加領袖會議及部長級年會，惟各會員均係以經濟體 (Economies)，而非國家之身分參與 (資料來源：外交部 APEC 網站)。南韓總統金大中在 1999 年 APEC 領袖會議曾如此詮釋二十一世紀的知識經濟時代：「20 世紀是工業時代，生產的主要要素在於有形的資本、勞動、與自然資源，而在邁入新世紀之際，無形的要素包括知識、資訊與文化特質等將成為影響經濟成長的重要因素」。下表為 APEC 所定義之發展知識經濟先決條件。

表 4 發展知識經濟的先決條件

分析層面	知識經濟的特性
創新系統	<ol style="list-style-type: none"> 1. 企業、社會、與政府對創新活動的支持； 2. 技術基礎與內部創造力的加強； 3. 企業與研究機構間的密切聯繫； 4. 技術擴散程度高； 5. 新技術基礎的中小企業廠商數目眾多； 6. 企業將知識取得與流通度高；

人力資源的發展	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人力資源包括在智慧資產的投資中； 2. 教育與訓練提高至大專或碩士以上； 3. 產業、政府與教育機構提倡終身學習； 4. 完善的知識/資訊管理系統； 5. 技術以外的知識包括管理、文化等也同等重要且需要； 6. 受雇者以知識及資訊工作為主
ICT 基礎建設	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先進、普及、且便利的通訊系統 2. ICT 技術可強化技術的發展 3. 政府有必要投資於資訊與通訊科技產業以支持知識經濟
企業環境	<ol style="list-style-type: none"> 1. 企業具有國際化的發展傾向 2. 直接對外投資增加顯示對該經濟體的信心 3. 貿易額的成長 4. 具有國際性的知識連結網路 5. 隨時開放接受新觀念與新產品 6. 引進外籍技術人員與新觀念

資料來源：APEC(2000)



資料來源：Aghion and Howitt (1998)。

圖八、新知識的產生、傳輸與擴散架構

表 5 OECD 知識經濟之新衡量指標

大項指標	中項指標
一、總體經濟情勢	
二、邁進知識經濟之進程	1. 知識資本投資 2. 知識產業與服務業之產出 3. ICT 支出 4. 電腦與網際網路 5. 資訊經濟的基礎設施 6. 人力資源

三、 整體 R&D 投入	<ol style="list-style-type: none"> 1. 近期全體 R&D 投入 2. R&D 經費來源與執行結構 3. 基礎研究
四、 政府 R&D 與創新角色	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高等教育學院與政府之執行 R&D 活動 2. 有關社會與政府主禮之公共 R&D 支出 3. 政府對產業技術之支持程度 4. R&D 租稅獎助 5. 企業與政府部門之合作
五、 企業在研發與創新的角色	<ol style="list-style-type: none"> 1. 企業 R&D 投入 2. 企業在服務業 R&D 投入 3. 企業在製造業 R&D 投入 4. 不同規模廠商之企業 R&D 經費 5. 企業創新支出 6. 創業投資
六、 全球化之趨勢	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國際交易項目比重
七、 國際貿易	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國際貿易趨勢與結構 2. 高科技產業的貿易地位 3. 出口導向與本國市場競爭威脅 4. 產業內貿易與產品差異化 5. 中間產品的角色
八、 外人直接投資	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外人直接投資 2. M&A 3. 外資公司佔本國製造業比重
九、 技術國際化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外資廠商在產業國際化之角色

	2. 廠商間跨國技術聯盟 3. 專利分佈 4. 科技國際合作
十、生產力與所得水準	1. 生產力與所得水準 2. 生產力成長 3. 單位勞動成本
十一、科學與技術	1. 科學文獻發表篇數 2. 專利 3. ICT 創新 4. 創新產出 5. 技術收支餘額
十二、技術密集產業之出口	1. 技術密集產業出口 2. 不同技術層次的產業顯示性比較優勢 3. 產品價格與品質

註：*中項指標由多項替代變數來衡量。

資料來源：本研究整理自 OECD , OECD Science , Technology and Industry Scoreboard:
 Benchmarking Knowledge-Based Economies , Paris.1999

表 6 APEC (2000) 知識經濟衡量指標

	創新體系	資訊與通訊科技基礎建設	人力資源發展	企業環境
知識之取得	企業與大學合作的比例	每人所擁有電腦數量	高等教育入學人數	對外直接投資占 GDP 比值
知識之創造	企業 R&D 預算佔 GDP 比值 取得美國專利		每年自然科學畢業生人數	政府 R&D 預算佔 GDP 比值

	數量			
知識之流通	企業間的合作 比例	每人所擁有電 話、網路與行動 電話數量	每人訂閱報紙 數量	
知識之擴散外 溢	電子商務的營 收	上網人數	知識工作者的 人數	高科技產品出 口佔 GDP 比 值,知識密集產 業佔 GDP 比值
其他			人力發展指標	政府政策與財 務透民度、競爭 環境的評比

(資料來源：APEC，2000)

表 7 APEC 推動知識經濟重大事紀

時間	進展	重要事項
1996. 11	第二屆區域科技合 作部長會議	部長們認知人力資源是發展知識經濟的基礎。 為了提高人力的流動性與創造力，會中提 出會 員體共享資訊、訓練、研究等資源及科技人員交 換的計劃，並預定 2010 前達成目標。
1997. 9	第四中小企業部長 會議	部長們瞭解在知識經濟中，ICT 為促進中小企業 成長的重要因素，為了改善中小企業獲取技術的 能力，會中通過多項有關協助技術轉移的倡議。 會中討論中小企業人力資源對知識經濟的意 義。確認在發展中小企業人力資源上需採行全面 途徑(comprehensive approach)。
1998. 10	第三屆區域科技合	正式將「如何發展知識經濟」列為會中主要議題

	作部長會議	之一，會中並強調創新體系對 APEC 的重要性。 會中責成各工作小組，探討達成創新所需的基本條件，並增進大學、產業與研究機構間的交流。
1998. 11	第六屆領袖會議	領袖瞭解知識產業 (knowledge-based industries) 為促進下一世紀的經濟發展的主要產業，並呼籲會員體應全力發展。
1999. 4	第五中小企業部長會議	強調各會員體需有效增進產業與教育的結合以強化知識企業的發展。
1999. 9	第七屆領袖會議	領袖認知有效的創造與運用知識是未來經濟發展的主要動力。 會中確認 APEC 經濟體將藉由合作的方式發展知識經濟，特別在教育、科技與終生技能發展等方面。
2000. 4	第二屆教育部長會議	為了使教育有助於知識經濟的發展，會中提出四大改革方案：將 IT 運用在教育學習上、改進教學系統、改革教育管理體系、強化人員與技術交流等。
2000. 5	第四屆通訊部長會議	通過坎昆宣言 (Cancun Declaration)，強調電信、資訊、傳播整合的重要，並指出未來發展方向。 重申強化亞太資訊基本建設的推行以促進教育及科技等各方面之發展。 決議採用 APEC 國際網際網路服務收費標準原則及網路互連原則。
2000. 9	第三次資深官員會議	擬定一份 "Building for New Economy" 報告，作為討論新經濟議題的引言。

2000. 9	經濟委員會	<p>提出由韓國、澳洲、加拿大共同研究完成之「APEC 邁向知識經濟」(Towards Knowledge-based Economies in APEC)報告。</p> <p>提出「金融危機後的 APEC」(APEC Economies beyond the Crisis)報告</p>
2000. 11	第十二屆年度部長會講	<p>會中強調區域內數位落差所帶來的挑戰及由 ICT 發展所帶來的機會。</p> <p>部長們認可經濟委員會所提出的兩份報告及中華台北所舉辦之兩項有關創投之研討會。</p> <p>通過中華台北「轉換數位落差為數位機會」之倡議及其他七項有關新經濟之倡議。</p>
2000. 11	第八屆領袖會議	<p>新經濟為本次會議四大重點講題之一。</p> <p>通過一份 APEC 發展新經濟的行動綱領。</p> <p>訂定 2010 前各經濟體皆能全民上網的目標。短期目標將在 2005 前使上網人口增加三倍。</p> <p>會中決定 2001 年將於中國舉辦一場高層及大型的產官學會議，探討如何增進企業與學界間的合作及訓練。</p>

資料來源：作者整理。

第四節 生物晶片 (Biochip) 與生物晶片產業

2-4-1 生物晶片簡介

西元 1953 年美國生物學家華生 (James Watson) 與英國生物物理學家克里克 (Francis Crick) 發現了 DNA 的雙股螺旋結構，解開了基因的化學結構之謎與基因攜帶的遺傳訊息，為人類在生物科技大躍進上揭開了序幕。宣告了分子生物學時代的來

臨。五十年後的西元 2003 年，探索生命科學的歷程隨著人類基因體計畫 (Human Genome Project , HGP) 的完成而掀起另一波跨世紀的生技熱潮。生物晶片應用在生命科學領域上所能創造出的效益與價值，促使各個科技先進國家紛紛投下可觀的資源與能量加以研究開發。

生物晶片可以加速生物技術的發展與應用，其是結合半導體、生化、微機電、醫學與化學等技術之大成的產物，其運用分子生物學、基因資訊與分析化學等原理進行設計，以矽晶片、玻璃或高分子為基底，再配合微機電、自動化或其他精密加工技術，所製作而成的高科技元件。生物晶片未來應用的領域會涵蓋生命科學基礎研究、新藥研發、醫療診斷、食品安全、環境監測、法醫鑑定、國防安全、化工生產等 (生物晶片技術與產業之發展與國際競合；李鍾熙，工研院副院長兼生物醫學中心主任)。生物晶片製作技術部份，結合生化分析 (Bioanalytistics) 與半導體技術、涵蓋電泳技術 (Electrophoresis) 核酸雜交技術 (Nucleic Acid Hybridization) 基因放大、同質與異種標示技術 (Homogeneous and Heterogeneous) 訊號讀取、雷射共焦檢測技術 (Laser Confocal Scanning) 探針設計、矽基材與玻璃基材蝕刻技術 (Etching of structure into silicon and glass) 噴墨沉積 (Ink-jet Deposition) 光顯影單核酸合成技術 (Photolithographic-enhanced Oligonucleotide Synthesis) 等生物、半導體與微流體技術 (陳健銘，民 88 年)

生物晶片最大的優點在其微小化並能同時且快速大量的處理樣品。目前應用生物晶片研究的領域很廣，如：基因表現、發現新基因、癌症分類、新藥開發、單一核苷酸多型性 (Single nucleotide polymorphism , SNP) 等。在基因表現的研究上，生物晶片發展之前，大部分的研究者都僅侷限在研究一個或數個基因的表現，這對於複雜的生物系統來說，無異是以管窺天，利用生物晶片，我們可以同時監看上百種甚至上千種基因的表現。Affymetrix 公司所推出的 Human Genome U95 Set 包含了 6000 個以上的人類基因和 EST 片段，幾乎含蓋了所有人類的基因，利用此種生物晶片可使我們對於生物體整個

反應機制及訊號傳遞 (Signal transduction) 有較完整的瞭解。

以癌症為例，癌症一直是人類十大死因之首，對於生物學家而言，它也是一個有趣而複雜的課題，為什麼有些人會得癌症？有些不會？是什麼原因造成一個正常細胞開始毫無約束的不斷分裂？雖然目前已找到一些抑癌基因 (tumor suppressor gene) 和致癌基因 (oncogene)，但癌症是由許多因素加在一起所造成的結果，我們很難斷定什麼致癌物一定會引起癌症，由於它牽涉許多基因的交互作用，因此至今連發生的原因都不甚明瞭。生物晶片提供了一個很好的工具，告訴我們癌細胞和一個正常細胞到底有何不同 (呂長益, 2001)。

一、生物晶片依其特性可粗分為：

(一) 基因晶片 (gene chip, DNA microarray): 基因晶片是指以共軛互補的核酸為探針，整齊排列在晶片上，用以和具有互補序列的核酸片段產生雜交結合，藉此進行樣品檢驗或環境檢驗等，在此，探針是指固定在晶片材質上的核酸片段，標的則是指在溶劑中游離之核酸片段。依晶片上探針種類不同又分為寡核酸陣列排列在晶片上，進行抗原 - 抗體免疫反應，用以檢測蛋白質。近年來已經證明基因晶片的最佳應用領域是：

1. 單核苷酸變異多型性 (SNP) 的研究。
2. 差異表現分析的研究。
3. 改變模式，盡量向臨床診斷和臨床研究靠攏。
4. 開拓其他領域。

(二) 實驗室晶片 (lab-on-a-chip): 整合若干微管道及微反應器於一塊晶片上，以完成各種樣品處理、反應或分析檢測，功能類似一個實驗室之縮影。依其功能可分為: PCR 晶片 (PCR chip) 毛細管電泳晶片 (Capillary electrophoresis chip)。

(三) 蛋白質晶片 (Protein Chip): 相較於基因晶片而言，固定在晶片上的 DNA 結構大部分是不會變動，容易在晶片上合成與分析，因為蛋白質會以各種型態表現其活性，且其表現之型態相當複雜，對環境中微小的變化又非常敏感，加上蛋白質之合成技術較 DNA 困難，在固定於晶片過程中較易發生結構改變而導致蛋白質失

去活性（稱為變性 Denaturation），製造技術因而更加困難，目前已設計出之蛋白質晶片約有平面玻璃載體晶片、立體多孔膠墊晶片、微孔晶片三大類。（資料來源：產業調查與技術第一四一期）

表 8 蛋白質晶片的三種形式比較

晶片種類	原理	優點	缺點
平面玻璃載體晶片	利用現成 DNA 晶片所使用之微陣列打點機將蛋白質液點在玻璃載片上。	適於標準之微陣列打點機與檢測儀器；成本低。	蛋白質液易蒸發；難適用於各種以水溶液為基礎之反應；易交叉污染；雖可適用於水溶液，但需長時間洗滌。
立體多孔膠墊晶片	將 polyacrylamide gel 點在玻璃板上，蛋白質樣本即固定於其中。	蛋白質液不易蒸發；能固定於晶片上之蛋白質量較多；凝膠中之緩衝液可降低蛋白質變質的機率；不易產生交叉污染；反應靈敏度高；便於更換緩衝液。	成本較高；需利用光顯影技術來做基質。
微孔晶片 (microwell chip)	在矽彈面平板 (silicon elastomer sheets) 中設計為陣列之微孔洞，先將受質 (capture agents, 抓住特定蛋白質的	蛋白質液不易蒸發；成本較低；較適用於自動化之設計。	雖可適用於標準之微陣列打點機與檢測儀器；然而機器卻需重新排列校正。

	特性)黏附於每個微孔洞底部,再將蛋白質至於微孔洞中反應及分析。		
--	---------------------------------	--	--

(資料來源：產業調查與技術第一四一期)

現今市場上的蛋白質晶片有四種新興的產品，分別為利用單株抗體作為受質的抗體陣列 (Antibody array)、短胺基酸片段作為受質的胜? 晶片 (Peptide biochips)、完整蛋白質為受質的蛋白質生物晶片 (Protein chips) 以及新開發出來的磁珠蛋白質晶片 (王大維，民 92 年)。

表 9 2000 年至 2007 年蛋白質晶片技術市場規模 (百萬美元)

分類	2000	2001	2002	2007	2002-2007 平均 成長率
抗體陣列	0	1.500	4.000	16.0	32.0
胜? 晶片	0	0.012	0.027	0.1	29.9
蛋白質晶片	10.0	15.000	77.600	300	31.1
Solution/Bead Array	5.2	12.500	9.000	20.0	17.3
總計	15.2	29.012	90.627	336.1	30.0

(資料來源：BBC, Inc;工研院 IEK-IT IS 計畫)

(四) 醣類晶片 (Carbohydrate Chip) - 醣類除了是人體能量的來源外，還有一個非常重要的生理功能，就是參與抗原 - 抗體的專一結合。在細胞中，多醣類分子能與蛋白質與脂質形成醣蛋白與醣脂質，進而使多醣類分子在細胞膜上扮演重要的角色。醣類微陣列技術具有高通量的優點。Wang 等人首次公開醣類微陣列技術應

用首次實驗結果，雖仍在雛型階段，卻已是非常大的突破了。

二、依功能可分為：

1. 感測晶片 (Sensing Chip) - 含基因晶片、蛋白質晶片及其他生物感測晶片。
2. 處理晶片 (Processing Chip) - 含檢體前處理晶片 (Sample Preparation chip)、電泳及複製晶片 (CE&PCR chip) 和晶片實驗室 (lab-on-a-chip)。

2-4-2 生物晶片製造技術

生物晶片的相關製造技術有：微製造 (Microfabrication) 加工技術、微流體技術、探針矩陣製備技術、基因放大、標示與訊號的讀取、樣本前處理、探針設計、系統整合、材料與藥品等等。

一、微製造技術或稱微陣列晶片製造技術：

基因晶片製造技術；基因晶片因樣本製備方法不同又分為：

- (一) 接觸式點樣法：是由 Shalon Brown et al 等人建立的，優點是實驗樣機很容易做，是一種快速、經濟且多功能的儀器，可以在 3.6 平方公分面積內點上 10,000 個 cDNAs，缺點則為每一個樣本都必須是合成好的、經過純化並事先保存的（資料來源：馬立人與蔣中華，西元 2003）。接觸式點樣法是將預先合成好的 DNA 以機械手臂前端針頭快速並高密度的點製在玻璃片、尼龍膜、或其他可用之固體材料上，也稱微陣列技術。
- (二) 光罩法 (Photolithography)：Affymetrix 公司研發之專利技術，概念源自 90 年代的寡核? 酸陣列，原理運用半導體的光罩蝕刻技術，將 DNA 的組成單元以連續之光引導原位合成法 (In Situ Light-Directed Synthesis)，直接在玻璃或矽晶片上合成特定序列之寡核? 酸陣列作為探針。其合成順序如下：
 - 玻璃基材於光罩覆蓋下，進行選擇性曝光。

- 未受光組保護之區域，保持活性。
- 於未受光組保護之區域，使核糖單元產生化學偶合作用。
- 採用另一個光罩。
- 重複偶合步驟。
- 一直重複曝光與偶合的步驟，直到完成想要的探針序列。

表 10 接觸式點樣法及光罩法 (Photolithography) 之評比

	優點	缺點	售價	主消費群
接觸式點樣法	製作成本低。良率穩定。	無法達到快速且大量之生產。	低 (US\$100 - 1500/片, 依晶片上點數而定, 通常 6000 點, 約要價 US\$400)	學術研究單位
光罩法 (Photolithography)	能快速大量製造, 適於量產。	無法控制長鏈 DNA 品質。製作成本高。	高 (US\$50000/片)	大藥廠醫院

(三) 模板法 (Template Copying): 1993 年, Boston University Cantor 等人所發明的理論。準備一個模板晶片, 該晶片上有許多固定於基材上的探針, 探針模板分為接合段 (Binding Section)、模板 DNA (Template DNA)、起始段 (Complementary section of Primer) 等三段。接合段負責連接模板與基材, 模板 DNA 的序列與要複製的 DNA 探針序列互補 (Complementary Sequence), DNA 模板之外還要連接一段起始段。複製時, 將模板加入含有連接段與起始端子 (Primer) 的試劑, 試劑的起始端子與模板上的起始段雜交結合。然後以酵素進行 DNA 的複製 (PCR), 複製完畢後, 將 DNA 雙股分離。最後將合成的 DNA 探針連接到晶片基材。

(四) 四鹽基噴墨合成法 (4-base Ink-jet Synthesis): 先在晶片基材上蝕刻出

整齊的 microwell，再以固態合成的方式利用這些 microwell 作為反應器，合成所需要的 DNA。特殊之處是其 DNA 合成時，是以類似噴墨印表機的方式，將 A、T、C、G 四種核酸依所要的順序逐一加到每一個 microwell 中。

(五) Blot-Printing/Clone-spotting/ink-jet printing；統稱印刷法：涵蓋所有 ex-situ synthesis 的探針矩陣製備法。此法將所要的 DNA 先實驗室合成，再印到矽基材。此法為目前最普遍的矩陣型晶片製做法（陳建銘，民 87）。

二、基因放大：基因放大的目的是增加檢測的敏感度，常用的是 PCR 方法；聚合酵素連鎖反應（Polymerase Chain Reaction，簡稱 PCR）是由美國 Perkin-Elmer Cetus 生技公司的 Kary B. Mullis 博士於 1983 年所研發，也為他贏得諾貝爾獎桂冠。主要原理為利用具高耐熱的 DNA 聚合酵素（DNA polymerase）在一對高專一性的引子（Primers）指引下，快速複製、放大特定之 DNA 序列。但因 PCR 需加溫與降溫，過程中容易生程氣泡阻塞管路，所以許多公司已經開發出 DNA 常溫放大的技術。

三、晶片影像讀取和紀錄：此步驟使用特製的掃描器，以內附的固定波長雷射來刺激，掃描標示著 Cy3/5 或其他螢光劑的反應後晶片。晶片的樣本會放射（Emit）出另一種固定波長的光線。此光源將通常以圖像的方式被紀錄和儲存，以便於影像資料的處理和解析。

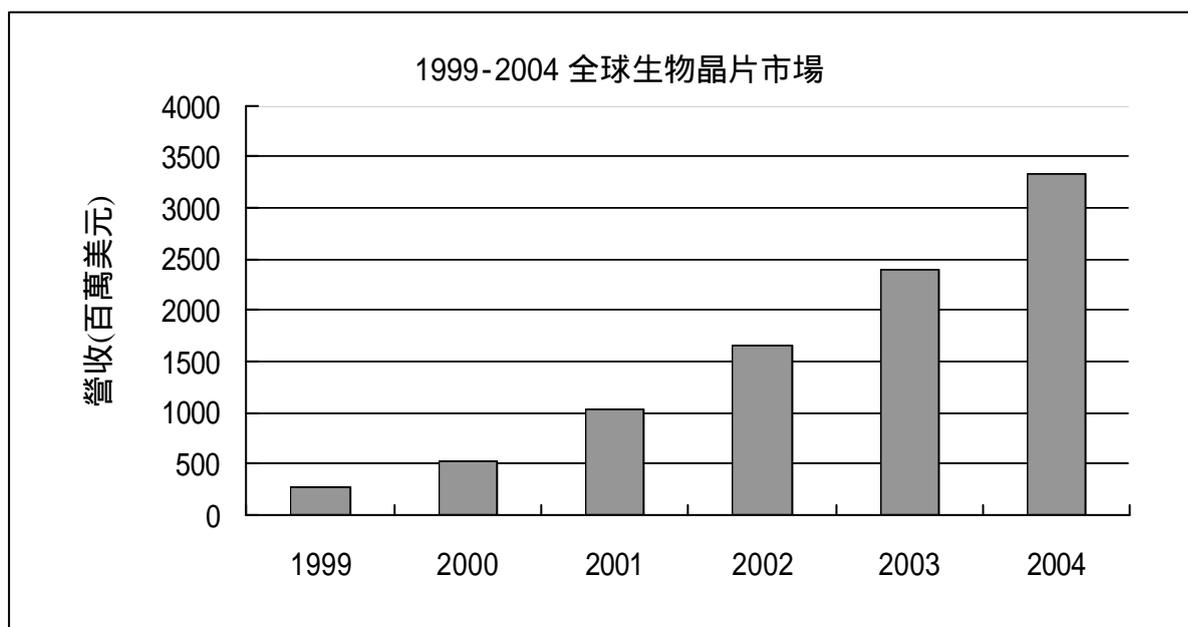
四、資料處理與分析：現階段，由於包含主動元件的自動化生物晶片科技（lab-on-a chip technology）尚未成熟，因此晶片反應完成後的影像處理和分析需經過額外的步驟進行。由於被紀錄的晶片顯像只是類比式的影像，所以如何將此資料轉換為有用的數據變成為生物資訊學（Bioinformatics）重要的應用課題之一。簡單來說，基本的影像處理，例如 segmentation、normalization、quantification 等手續是必須的。在過濾完成無反應的引子（Primer）樣本後，利用數學 statistics 的不同類聚程式（Clustering algorithm）來分析後有所改變的引子群，便成為相當普遍的

做法。然而，在資料處理和分析的過程中，以上每一個步驟皆會產生無可避免的誤差。層層累積下，誤差值可左右實驗分析結果甚鉅。此外，在每片晶片高達數十萬個引子樣本內，數值高（在二以上）的對比反應（High Ratio Expression）極有可能是高式分布（Gaussian distribution）下的巧合，也就是假陽性（False Positive）的錯誤訊號（資料來源：<http://www.bio.idv.tw/data12/2001070201.htm>）。

2-4-3 生物晶片產業介紹

一、全球生物晶片

全球生物晶片於 2000 年產出 20.6 萬片，產值近 2 億美元，2001 年有 34 萬片需求，產值近 2.5 億美元，預估至 2004 年，全球生物晶片的產值可達 20~40 億美元。據工研院 2000 年預測，2003 年醫療用檢驗之晶片整體銷售額可達 2.2 億美元；2008 年醫療檢驗用晶片之平均價格約降至每片 10 美元，銷售量則會達到 8200 萬片。（<http://www.tlo.ncku.edu.tw/html>）



(資料來源：Frost & Sullivan, 2001)

圖九、1999 年至 2004 年全球生物晶片市場營收

表 11 台灣生物晶片公司與發展近況

公司名稱	資本額	公司簡介與關鍵技術	備註
晶宇	3.0 億	<p>成立於 1998 年 7 月，研發重點在長病毒檢驗試劑與長病毒生物晶片。目前開發出腸病毒 71 型檢測生物晶片 (DR. EV Chip) 與克沙奇病毒 A16 型快速鑑定生物晶片，建立高分子生物晶片檢測平台，朝病原體抗藥性及分型晶片 (包括 B 型及 C 型肝炎病毒檢驗晶片)、動物疾病檢驗 (牛乳房炎晶片、牛淋巴球黏力缺乏症晶片) 及食品病原菌檢測 (金黃色葡萄球菌、大腸桿菌等常見之食品病原菌之生物微陣列晶片) 方面發展。研發成果：核酸萃取程序開發、快速核酸雜交技術系統開發、腸病毒分子檢驗技術開發、腸病毒分子檢驗技術開發之技術面、DR. CHIP 生物晶片材質開發</p>	<p>該公司總經理王獻煌博士原為工研院生物晶片計劃負責人。</p>
微晶	1.3 億	<p>成立於 1999 年 9 月，其晶片技術主要來自 Stanford University 螢光標定玻璃載體晶片技術及可見光標定尼龍薄膜載晶片技術，是台灣第一家以生物資訊學及 DNA 微陣列晶片開發基因晶片技術的研究服務團隊，其整合各種生物技術開發生物晶片，並以天然草藥為主軸應用於基因功能、疾病與醫藥研究。該公司已宣佈成功開發超高敏感度的多</p>	<p>該公司計畫在 2002 年 4 月完成現金增資，將資本額由 1.3 億元增加到 2 億元左右以支付技術權利金、申請專利、及未來兩年營運之需。</p>

		<p>用途生物晶片載體 Easy Spot Universal Chip，可製作短、長鏈核酸及蛋白質晶片，且售價僅為國外廠商之六成。核心技術是：hytogenetics MPVTM— 開發先導藥物的技術平台、具療效草藥基本成份之基因藥理技術平台的建立、生物晶片玻璃載片製作技術 (EasySpotTM Microarray Slide)、病原菌的偵測、基因表現機制及防治藥物的開發與研究、脂肪細胞基因晶片與糖尿病研究計畫、引子設計軟體的新革命:U-Prime PCR Primer Design Software、新世代基因晶片設計主流 U-GET、微陣列超快速雜合反應劑 EasyHyb hybridization solution。</p>	
晶碁	3.0 億	<p>成立於 2000 年，該公司鎖定蛋白質晶片、基因晶片、生技儀器、生物資訊學為四大發展主軸。目前研發出之「星雲晶片 (Galaxy Chip)」是把大型生物晶片切割成數萬片體積僅為頭髮 1/10 的小晶片，並以浸泡方式把基因探針貼附到晶片上。其大小只有現有晶片的數萬分之一，除用於體外疾病診斷，未來則希望可用作生體晶片負載藥物進人人體，與三軍總醫院合作研發的「腦膜炎晶片 (MegicChip(tm))」突破傳統耗時 37 天的病毒培養，只需一天就可以檢出感染菌種，量產問市後每片晶片的售價將訂在 NT2,000 元</p>	<p>已於 2001 年 6 月與倍利證券公司簽訂輔導合約，並計畫與國外大型法人成立境外公司，並在美國 NASDAQ 香港掛牌上市，近期(2002 年)將辦理增資，以每股溢價 20 元發行，使資本額增至 4.8 億元，包括新光集團等法人，將在此次增資</p>

		以內;預計半年後還將有乳癌晶片、中草藥晶片問世。	入股,以進行大陸市場布局。
晶碩	0.2 億	以人工合成的 PNA 而非 DNA 片段作為檢測探針,除可大幅提升樣品雜合反應速率,並希望突破寡聚核酸探針之相關專利限制,並整合微機電技術與生物電子技術,自行研發生物分子辨識材料、高靈敏度換能器關鍵技術及生物晶片模組及測試平台系統等(開發產品為嗅覺偵測晶片及免疫檢驗晶片),初期鎖定生化檢驗市場,以研發符合實驗室、個人、家庭及現場使用之生物晶片及生化檢驗器為目標。	進駐國立東華生物技術育成中心。
達灣	1.4 億	自中研院生醫所白果能教授取得「高密度基因微陣晶片製造技術及基因微陣顯色分析法」之技術移轉,從事微陣列晶片的商業化開發研究,為爭取短期營收,並從事生技相關產品之銷售,包括驗孕條、血糖及尿酸測試計(五鼎)、中草藥萃取營養液、糖尿病專用奶粉(加特福)、花店(森蘭花坊)經營等,2001 年 8 月並取得晶宇腸病毒基因晶片技術,從事醫事檢驗所業務。	公司在 2001 年 8 月首度引進法人股東,增資至 1.4 億元,預訂在 2002 年底至 2003 年上半年掛牌,目前由群益證券上櫃輔導中。
博微	0.8 億	其 DNA 防偽晶片結合生物和微機電兩項科技,因 DNA 多型性產生的訊號無不像一般 IC 的 0、1 排列那麼容易被破解,其防偽效果較好--其運用方式為將經過特殊處理之 DNA 混合於各類油墨中,用於產品包裝與各類印刷	

		方面之防偽，除可立即辨識外，必要時亦可將標籤送到實驗室進行 DNA 生物序列的檢測及比對，以提供使用廠商最終保障，並可與現行各類防偽機制整合。	
佑寧	1.98 億	前身為佑寧製藥廠的佑寧生技自行研發蛋白質晶片，目前已取得美國專利，預計二至三年內可運用在臨床癌病篩檢、追蹤。	巴西蘑菇製造販售及中草藥科學化亦為其主要業務。
台欣	3.0 億	由旅美生技界名人李金波博士創立，專攻體外檢測試劑、生物晶片及疫苗等領域，目前已完成多項產品的開發及試產，並已通過國內衛生署 cGMP 認證。	該公司已取得竹南生技園區 1.5 公頃的建廠用地，近期並計劃辦理現金增資。
大展	1.68 億	自國衛院轉移「昆蟲桿狀病毒重組蛋白質」技術，用以研發蛋白質晶片應用於癌症疾病之診斷及治療，並與食品工業研究所合作開發臍帶血幹細胞儲存業務及其後續之應用研發；該公司開發的蛋白質晶片，未來也將應用於幹細胞分化增長的篩選(screening)。	由光泉及研揚科技投資成立。
國兆	0.15 億	與榮陽團隊合作發展基因晶片用在篩檢疾病及藥物之用途。	預定三年內找到至少 20 個肝癌基因及人類老化之基因。

百恩諾	0.28 億	採用與美國國家衛生研究院、史丹福大學相同之玻璃晶片技術平台應用於各項藥物開發、疾病檢測及新型晶片之發展，目前除提供亞洲地區高品質玻璃 cDNA 晶片的研發、設計、生產、銷售、晶片代操作、掃描及整合性生物資訊分析服務外，更提供藥廠、研究醫療中心及各生技公司，在晶片及生物資訊系統之技術轉移、授權及合作開發。	百恩諾與數位基因針對雙方技術平台的互補性進行策略結盟，第一階段由百恩諾在高密度 cDNA 生物晶片及生物資訊分析服務的優勢，提供數位基因進
數位基因	0.64 億	發展基因體學與蛋白質體學相關之技術平台，在基因體學主軸上發展製作生物晶片的週邊設備--微陣列打點機、雜交反應儀，並以其平台技術提供代客服務；在蛋白質體學主軸上，先發展具高技術門檻的 Peptide 合成與修飾的技術，提供藥廠製成藥劑或協助研究單位做新藥開發和疾病研究，是台灣第一家在可以生產 Peptide 的廠商。	行基因表現分析使用，並藉由百恩諾之基因晶片技術作為開發胜月太晶片的技術主軸；未來則由數位基因提供百恩諾公司在蛋白質純化、鑑定及胜月太合成等服務，共同合作開發胜月太晶片及建立亞洲基因資料庫。
台灣基因	1.33 億	主要營運項目為生物製劑研發、生物晶片專業代工、基因體資訊研發及服務。目前與華大基因 PhenoGenomics，位於美國西雅圖)在生物資訊研發上進行合作，投入癌症新藥之研發，並計畫將研發成果授權給藥廠進行新藥之生產。	由永豐餘、統一、東帝士等共同投資成立。

洄藝科技	0.35 億	<p>初期將利用微機電製程及塑化高分子材料，推出被動式微流體實驗室晶片(其產品原型預定 2002 年 Q1 前開發完成)，並尋求與國外大藥廠合作，共同開發生醫檢測產品；第二階段則將以矽製程技術，開發較高階的主動式實驗室晶片，來直接偵測生物性反應，並轉換成電子訊號，進行定量檢測，預計最快在 2003 年初開發完成(註實驗室晶片目前平均價格 USD2,000/片,洄藝利用國內低成本精密元件製造量產利基，預計以每片 USD100 價格進軍國際市場)。</p>	<p>由多位前工研院生醫中心及電子所研究員共同創辦，分別擁有多年的生物資訊系統整合經驗，及微機電、精密半導體製程開發經驗。</p>
先進基因	3.59 億	<p>自行開發 HerboChip™ 及 HerboLink™ 技術，利用微陣列技術搭配分析資訊系統，整合成為一高速篩選技術平台，以西藥之化學分子庫篩選新藥方式，來篩選傳統中草藥之成份。</p>	<p>並非專門之生物晶片廠家，其研發主力為重組蛋白質製劑(註：已開發完成重組人類紅血球生成素產程技術，並於台中工業區新建遺傳工程蛋白質製藥廠，預計 2002 底完工)。</p>

(資料來源：產業調查與技術第一四一期)

生物晶片廠商繁多，在台灣與生物晶片相關之廠商目前有台灣基因、晶宇、微晶、晶碁、百恩諾(晶片產製與資訊分析)、文喬(晶片檢測儀與生物資訊軟體開發)、台灣生醫(晶片行銷)、中美實業(生物晶片特用化學品)；在大陸與生物晶片相關之上市公司

有張江高科、上海醫藥、復星實業、哈高科、河池化工、友好集團、上實聯合、星湖科技、而生物晶片之生產企業則有聯合基因集團、上海皓嘉、深圳益堂等。美國最知名的生物晶片大廠是 Affymetrix 公司其商品化的基因晶片有：

1. U95 系列人類基因組(Genome)晶片：涵蓋 UniGene 資料庫 60,000 種人類基因及 EST 片段。

(1) Genome U95 晶片：含 12,000 種已知功能或與疾病相關的全長人類基因。

(2) Genome U95B, C, D, E 晶片：含 50,000 種 EST 片段，各有 5 片及 30 片兩種包裝，是研究人類基因表現模式的有力工具。

(3) HuGene FL 晶片：含 5,600 種全長人類基因。

(4) Hu35K GeneSet 晶片：含 35,000 個人 EST 片段。 HuGene 晶片是 U95A.E 晶片的一部分。

2. 人類 SNP 圖譜分析晶片：鑒於近年來了解到 SNP 勢分析人類基因性狀的重要內容，本晶片包含 22 條人類染色體及 X 染色體上的 1,500 種 SNP 基因分型，重複度 99%，準確度 98%，並提供分析軟體。

3. 人類健康檢測系列晶片 (Health Management Array)：用於幫助癌症檢查及藥物代謝各基因的作用，有 P53 分析基因晶片；細胞色素 P450 晶片 (CYP450)； HIV 蛋白 ? 晶片 (HIV PRT Array) 及 BRCA-1 和 BRCA-2 乳腺致癌基因晶片。

4. U74 系列小鼠基因組晶片： Murine Genome U74A-C 晶片含有 36,000 種全長小鼠基因及 EST 片段，適於研究哺乳動物模中相關基因的表現和調控，並發現基因的新功能。

5. U34 系列大鼠基因組晶片：含 24,000 個已知的大鼠基因，適用於大鼠模型上藥物毒理，神經生物學及免疫學研究，其中 U34 大鼠毒理學晶片及大鼠神經生物學晶片是大鼠全基因組晶片 U34A-C 的一部分。

6. 果蠅基因晶片組 (Drosophila Genome Array)：含 13,500 個果蠅基因組的晶片，適用於研究發育生物學，殺蟲劑和農藥安全性試驗，是研究引起突變和其他基因表現變化的有用工具。

7. S98 酵母基因組晶片：麵包酵母 (Saccharomyces cereviceae) 的全基因序列已於 1996 年底闡明，總計 6217 個基因，其開放譯讀區也已清楚，所以可以用一張酵母基因晶片來研究最佳發酵條件，循找基因新功能及基因調控途徑。
8. 阿拉伯芥基因組晶片：是植物基因晶片的代表，含 8,200 種預測基因及 100 多個 EST 片段，它的基因組較小易於繁殖，是最長常見的植物模型。
9. 大腸桿菌基因組片：由於大腸桿菌(K-12)(0157) 4,200 ORF 2,700 (Test 1&3 Array) 20 μm 1:100,000 (馬立人與蔣中華，2003)

歐美及其他地區較知名或是有潛力的廠商則有 Aclara Biosciences、Aviva(美商騰隆生技,實驗室晶片)、NANOGEN(微流體晶片)、GeneLogic(實驗室晶片)、Large Scale Biology Coporation(蛋白質晶片)、BECKMAN、Cepheid Technology(實驗室晶片)、GYROS(實驗室晶片)、PHYLOS(蛋白質晶片)、CIPHERGEN BIOSYSTEMS(蛋白質晶片)、PhaseI(基因晶片)、ZYOMYX(蛋白質晶片及微機電裝置)、ALPHA INOTECH CORPORATION(晶片偵測)、APPLIED PRECISION INC.(晶片影像擷取處理)、ILLUMINA(基因晶片)、INCYTE(基因晶片)、ROSETTA INPHARMATICS(基因晶片)、IME, Singapore(實驗室晶片)、SEQUENOM(SNP 測試技術)、Clinical Micro Sensor(生物感測器)、Caliper(實驗室晶片)、HYSEQ(基因晶片)、Gene Data AG(生物資訊軟體)、Gene Scan Europe AG(生物晶片讀取器)等 (產業調查與技術第一四一期)。

表 12 美國生物晶片公司與發展近況

公司名稱	策略聯盟夥伴	主要產品與技術	產品應用領域
ACLARA Biosciences, Inc(Nasdaq:ACLA)	Cellomics 、 Packard BioScience、PE Biosystems。	LabCard™, 以設計之電場精確控制液體在塑膠晶片內頭髮寬度之孔徑中流動，因此可在信用卡大小之微流體晶片中完成多種實驗室之生化分析。	分生檢測 (Molecular Diagnostics)&新藥開發(Drug Discovery)。

Affymetrix, Inc(Nasdaq:AFFX)	Roche Molecular Systems、Packard Instruments。	多種不同應用之微陣列晶片 GeneChipR產品，並採用可丟棄式(Gillette)DNA 晶片設計搵注營收，且擁有多項 DNA 晶片專利權帶來權利金之收入。	基因表現藍圖(Expression Profiling)、基因多型性 Gene Polymorphisms)分析及藥品反應偵測等。
Aurora Biosciences(Nasdaq: ABSC)	---	細胞標示基因之即時(Real-Time)螢光追蹤測試技術。	將細胞高速分析(Cell-Based High-throughput Assays)應用於新藥開發。
Biacore AB(Nasdaq:BCOR)	Millennium Pharmaceutical、Axiom Bio-technologies。	BIACore™ 為利用親合力(Affinity)及表面薄膜共振技術之生物感應晶片(Biosensor Microchip)，可測量生物分子(Biomolecules)間之交互作用。	新藥標的物之鑑定&確認 (Drug Target Identification& Validation)與高速分析(High-throughput Assays)
Caliper Technologies (Nasdaq:CALP)	Agilent Technologies	LabChip™ 能將繁瑣之生化分析反應在一小片晶片上迅速簡單的完成，是市場上第一項實驗室晶片產品，亦為 Agilent2100 Bio-analyzer 個人實驗系統產品之主要零組件。	DNA 放大、核酸分析、基因定序及其他新藥開發所需之大量平行分析(Massively Parallel Analysis)。

Cepheid (Nasdaq:CPHD)	---	1. 利用其熱循環技術 I-CORE (Intelligent Cooling/Heating Optical Reaction)Modules 開發之 Smart Cycler 可在 30 分鐘內完成一般需耗時數小時之 Q-PCR(Quantitative PCR) 反應。 2 利用微流體技術 Fluidic Systems 開發之 GeneXpert 可在單一晶片內完成自樣品製備、放大及 DNA 檢測之整合反應。	將診斷及分析程序加以整合並微小化，並推廣應用於新藥開發、臨床診斷、食物檢測及環境研究等之相關分子生物應用領域。
CIPHERGEN Biosystems, Inc. (Nasdaq: CIPH)	Pfizer、AstraZeneca、Novartis 及 Glaxo-SmithKline 等。	利用其專利之 SELDI (Surface Enhanced Laser Desorption/Ionization) 技術發展之蛋白質晶片 ProteinChip(tm) Systems 為蛋白質晶片領域之先驅者。	生物標的分子發現 (Biomarker Discovery)、毒理分析，蛋白質特性分析及新藥開發等。
Gene Logic, Inc. (Nasdaq:GLGC)	---	1. Flow-thruChip™ 上有上千之微孔到將探針引至雜合反應發生處。 2. Gene-Express™ Suite 為基因表現庫 (Gene Expression Library) 晶片組。	提供有系統之基因/生物資訊 Genomics/Bioinformatics) 做為新藥研發之用途。
Genometrix Incorporated (Private)	---	接受客戶之合約委託，以其微陣列及基因資訊技術平台從事基因表現 (Gene Expression)、基因定型	提供客戶需要之資訊--用以確認新藥標靶或療法 以及

(Private)		(Genotyping)及蛋白質特性之分析。	標靶或療法，以及增進藥物之安全性及有效性。
Hyseq Pharmaceuticals, Inc. (Nasdaq:HYSQ)	Perkin-Elmer	1.Hyseq Pharmaceuticals, Inc. (Nasdaq:HYSQ) 利用 SBH 技術 Sequencing by Hybridization)之中密度微陣列從事 DNA 之分析檢測。 2.HyGnostic module 可篩檢少量之 DNA 樣本。 3.並以自有技術平台從事新藥開發：目前有 IL-1Hy1(抗發炎藥物)及 CD39L4(抗凝血藥物)正從事臨床前試驗。	從事遺傳分析、點突變偵測 (Point Mutation Detection)、族群遺傳篩檢 (Population Screening)及新穎/少量表現基因 (Novel/Rarely Expressed gene) 之研究。
Illumina, Inc. (Nasdaq:ILMN)	---	1.BeadArray Technology 可將 25 萬個探針植入針頭大小之小珠 (Beads 或稱為 Microshperes)中,其晶片上則設計一個個可將小珠置入之凹槽,因此其晶片是目前號稱探針密度最高者。 2.Oligotalor Technology™ 可以 3 倍之速度合成 DNA 探針。	已運用於 SNP(Single Nucleotide Polymorphisms,單一核苷酸多型性 (註)與基因定型 Genotyping),並有應用在不同分析反應之潛力。

Incyte Genomics, Inc. (Nasdaq: ILMN)	---	該公司之產品及提供之服務包括: LifeSeqR Gold 人類基因資料庫、ZooSeqR動物基因資料庫、LifeExpressR基因及蛋白質表現資料庫、SNP 檢測、微陣列表現資料庫及針對客戶量身訂製之服務等。	基因表現藍圖、基因多型性分析及醫療診斷等。
Nanogen, Inc. (Nasdaq:NGEN)	---	利用 APEX™ (Automated programmable Electronic Matrix 技術製造之 NanoChip™ DNA Microchip 為電子 DNA 晶片, 在 1cm ² 上可放上 25 萬個探針, 因利用電子吸引力(電場)原理操縱各種分子, 雜合反應只需 15 秒即可完成。	可分析單一核苷酸多型性及短重複序列變異型 (Short Tandem Repeats, STR)。
Orchid Biosciences, Inc. (Nasdaq:ORCH)	SmithKline Beecham 、 Millennium Pharmaceutical 等。	1.SNP-IT™ Primer Extension Technology 、 SNPstream PlatformR及其相關軟、硬體。 2.Chemtel 之二級微陣列構造可在 10,000well 中同時進行生化分析反應。	1.單一核苷酸多型性分析。2.分生檢測、新藥開發及藥物基因體 (Pharmacogenomics) 學研究。
Protogene Laboratories, Inc.	Sequenom 、 Silicon Genetics 等。	DNAflex Chip 為使用此 Affymetrix 簡易許多之原位合成法及螢光呈色法之 DNA 微	基因表現藍圖與基因多型性分析。

		陣列晶片。	
Rosetta Inpharmatics, Inc. (private)	Agilent Technologies、 Abbott Laboratories、 Monsanto 等。	以 Inkjet 方式點製之 DNA 微陣 列晶片	新藥開發
Sequenom, Inc(Nasdaq:SQNM)	---	SpectroChip™ 功能微陣列晶 片和用特有之 MassARRAY 技 術，先以雷射激光檢體後再以 質譜儀加以偵測，因此可快速 (3.5 秒/檢品) 檢定出單一分 子之差異。	可大規模篩檢人類 族群中之單一核甘 酸多型性，並從事 新穎基因之發現 (Novel Gene Identification) 、基因定位及診斷 (Gene Mapping & Diagnostics)。
Synteni (Private)	---	GEM™ 晶片可使用具兩種螢光呈 色標幟物之探針同時偵測 5000 個核酸片段，因此特別便 於比較正常與疾病基因表現之 差異。	基因表現藍圖及新 穎基因之發現 (Novel Gene Identification)。

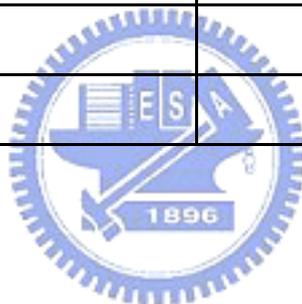
表 13 生物晶片主要廠商及產品開發重點

公司名稱	基因偵測	檢驗用途	研究用途
------	------	------	------

Affymetrix*	✓	✓	✓
Beckman*	✓		
Caliper	✓		✓
Cepheid		✓	
Incyte*	✓	✓	
Micronics		✓	
Molecular Tool		✓	
Nanogen*		✓	
Orchid		✓	✓
ProtoGene			✓
Soane		✓	✓
Synteni		✓	
Vysis		✓	✓

* 股票上市公司

資料來源 D&M



四、應用領域的發展

DNA 晶片可同時偵測大量基因的表現，分析 DNA 的序列，藉由此一大量基因傳遞訊息的交錯分析，DNA 晶片不僅可廣泛運用在生命科學的研究用途，如偵測突變基因，標誌基因，基因型研究，找出基因片段之功能等研究用途外，主要的商業化產品朝向藥物開發及檢驗功能兩大用途發展。在藥物開發方面特別著重新藥開發過程中各種生化分析、毒性試驗等，由於可提供快速精確的分析結果，因此可望成為最有力的應用工具之一。在檢驗用途方面則是以傳染性疾病、遺傳性疾病篩檢，以及癌症檢查等臨床醫學用途為主。

2-4-4 全球生物晶片產業、全球微陣列生物晶片和微流體晶片/實驗室晶片

(Microfluidics / Lab-on-a-Chip) 市場預測

一、全球生物晶片市場在 2004 年至 2006 年預測：

(一) 全球生物晶片市場在 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰

表 14 全球生物晶片市場於 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰

市場挑戰因子	市場生存取決於資金是否充裕	市場需要整合性解決方案，其需備有策略性計畫	專利問題	未來商機依賴長遠的眼光	需要有創意的策略聯盟	價格與成本效益操控市場接受度
影響程度	高	高	高	中等	高	高
預測期間	2004 2006	2004 2006	2004 2006	2004 2006	2004 2006	2004 2006

(Frost & Sullivan , 2001)

(二) 全球生物晶片市場在 2004 年至 2006 年預期驅動力因子及排序：

表 15 全球生物晶片市場於 2004 年至 2006 年預期驅動力因子及排序

排名	1	2	3	4	5	6
市場驅動力因子	科技與製造技術進步促使創新的產生	製藥業逐漸獲利並縮短研發與上市時間	製藥與生化業對高產出的分析需求漸增	基因序列的研究需求	有效的策略聯盟刺激市場	進步的治療法會帶動新的診斷方式
影響程度	高	高	高	高	高	中等

預測期間	2004	2004	2004	2004	2004	2004
	2006	2006	2006	2006	2006	2006

(Frost & Sullivan , 2001)

(三) 全球生物晶片市場在 2004 年至 2006 年預期面臨的限制因子及排序：

表 16 全球生物晶片市場於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序

排名	1	2	3	4
市場限制因子	新科技的接納過程是漸進的	醫療診斷會牽涉成本、法規、道德與其他因子	智慧財產權的訴訟會妨礙成長和市場接受度	政府資金和法規健全否是潛在問題
影響程度	中等	高	中等	中等
預測期間	2004 2006	2004 2006	2004 2006	2004 2006

(Frost & Sullivan , 2001)

二、2004~2006 年微陣列市場 (Microarray market) 預測：

(一) 微陣列市場 (Microarray market) 在 2004 年到 2006 年預期會面臨之挑戰：

表 17 微陣列市場 (Microarray market) 於 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰

微陣列市場 (Microarray market) 預期面臨之挑戰	最終使用者注重標準化與高品質	技術上的問題仍待克服	最終使用者之 data 處理問題和生物資訊的判讀能力尚	必定要優先處理的問題是教育顧客和增加其接受度
-----------------------------------	----------------	------------	-----------------------------	------------------------

			未解決	
影響程度	高	中等	高	高
預測期間	2004	2004	2004	2004
	2006	2006	2006	2006

(Frost & Sullivan , 2001)

(二) 微陣列市場 (Microarray market) 在 2004 年到 2006 年預期會產生之驅動因子及其排序：

表 18 微陣列市場 (Microarray market) 於 2004 年至 2006 年預期驅動因子及排序

排名	1	2	3	4
微陣列市場 (Microarray market) 預期驅動因子	科學家已將微陣列技術視為有價值的科技	可以應用在多種產業	最終使用者的應用十分廣泛	進入障礙低能帶來成長
影響程度	高	高	高	高
預測期間	2004	2004	2004	2004
	2006	2006	2006	2006

(Frost & Sullivan , 2001)

(三) 微陣列市場 (Microarray market) 在 2004 年到 2006 年預期會產生之限制因子及其排序：

表 19 微陣列市場 (Microarray market) 於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序

排名	1	2	3
----	---	---	---

微陣列市場 (Microarray market)預期限制 因子	替代技術的出現	需投入大量的時 間和金錢在起步 階段	複製性與資料解 讀的技術需精進
影響程度	高	中等	中等
預測期間	2004 2006	2004 2006	2004 2006

(Frost & Sullivan , 2001)

三、2004~2006 年 Pre-Made Microarray Market 預測；

(一) Pre-Made Microarray Market 在 2004 年到 2006 年預期會面臨之挑戰：

表 20 Pre-Made Microarray Market 於 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰

Pre-Made Microarray Market 預期面 臨之挑戰：	低價誘因會促使最終消費者選擇自製
影響程度	中等
預測期間	2004 2006

(Frost & Sullivan , 2001)

(二) Pre-Made Microarray Market 在 2004 年到 2006 年預期產生之驅動因子：

表 21 Pre-Made Microarray Market 於 2004 年至 2006 年預期驅動因子及排序

Pre-Made Microarray Market 預期驅 動因子：	Pre-Made Microarray 比 Homemade (自 製) Microarray 受歡迎 (因品質較高)
--	--

影響程度	高
預測期間	2004
	2006

(Frost & Sullivan , 2001)

(三) Pre-Made Microarray Market 在 2004 年到 2006 年預期面臨之限制因子：

表 22 Pre-Made Microarray Market 於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序

Pre-Made Microarray Market 預期面臨之限制因子	智慧財產權的爭議為市場導入不確定性與進程延滯
影響程度	中等
預測期間	2004
	2006

(Frost & Sullivan , 2001)

四、微陣列 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場預測：

(一) 微陣列 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場預期面臨之挑戰：

表 23 微陣列市場 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場預期面臨之挑戰

微陣列 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場預期面臨之挑戰	欠缺整體解決方案而阻礙全球化的腳步
影響程度	高
預測期間	2004
	2006

(Frost & Sullivan , 2001)

(二) 微陣列 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場預期之驅動因子：

表 24 微陣列市場 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場於 2004 年至 2006 年預
期驅動因子及排序

微陣列 (Microarray market) 儀器設 備與供應商市場預期之驅動因子	成本因素會促成自製傾向後, 會提高儀 器設備購買率
影響程度	中等
預測期間	2004 2006

(Frost & Sullivan, 2001)

(三) 微陣列 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場預期面臨之限制因子：

表 25 微陣列市場 (Microarray market) 儀器設備與供應商市場於 2004 年至 2006 年預
期面臨之限制因子及排序

微陣列 (Microarray market) 儀器設 備與供應商市場預期面臨之限制因子	技術性問題會延緩市場接受速度
影響程度	低
預測期間	2004 2006

(Frost & Sullivan, 2001)

五、Microfluidics / Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 在 2004 年至 2006

年預期面臨之產業挑戰、限制因子與預期之驅動因子：

(一) Microfluidics / Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 在 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰：

表 26 Microfluidics/Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 於 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰

微流體晶片/實驗室晶片在 2004 年至 2006 年預期面臨之產業挑戰因子	購買力影響接受度	最終消費者尋求整體解決方案	挑戰極大與極小尺寸之間的接合、整合度
影響程度	中等	高	中等
預測期間	2004 2006	2004 2006	2004 2006

(Frost & Sullivan, 2001)

(二) Microfluidics / Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 在 2004 年至 2006 年預期產生之驅動因子：

表 27 Microfluidics/Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 於 2004 年至 2006 年預期驅動因子及排序

微流體晶片/實驗室晶片在 2004 年至 2006 年預期面臨之產業驅動因子	生物要學需求更高的良率與再製率	高需求與成本的實驗試劑與生物
影響程度	中等	高
預測期間	2004	2004

	2006	2006
--	------	------

(Frost & Sullivan, 2001)

(三) Microfluidics / Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 在 2004 年至 2006 年預期產生之限制因子：

表 28 Microfluidics/Lab-on-a-Chip (微流體晶片/實驗室晶片) 於 2004 年至 2006 年預期面臨之限制因子及排序

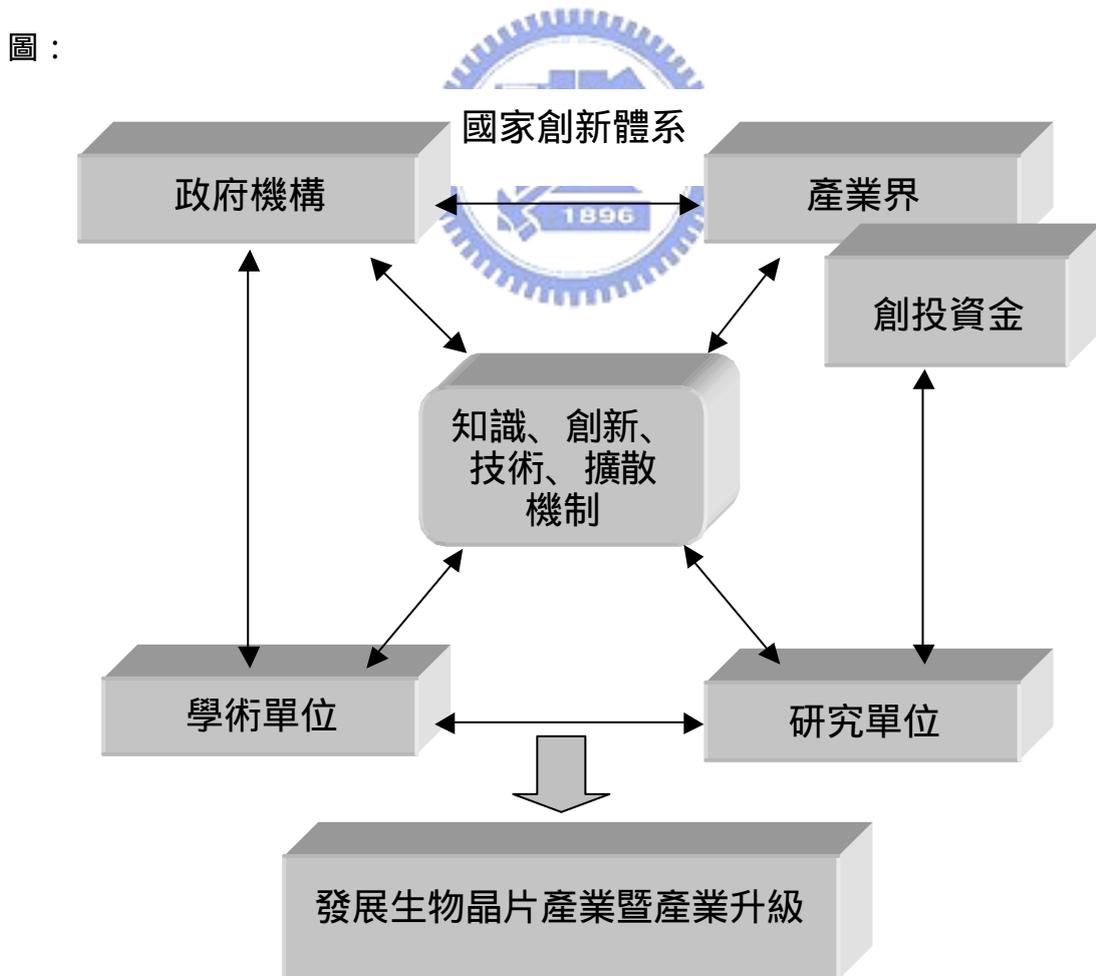
微流體晶片/實驗室晶片 在 2004 年至 2006 年預期 面臨之產業限制因子	Microfluidics / Lab-on-a-Chip (微流體 晶片/實驗室晶片) 的技 術需要大量的研發活動	成本高限制接受率
影響程度	中等	中等
預測期間	2004 2006	2004 2006

(Frost & Sullivan, 2001)

第三章 研究方法

第一節 研究架構

本研究的架構是針對生物晶片這個二十一世紀的明星產業，來會診台灣的國家創新體系應如何運作，達成產官學研界各司其職，並將生物晶片知識技術擴散交流應用，期使生物晶片產業能為台灣創造另一個榮景。首先，本研究針對文獻及資料的整理及歸納，全盤的了解生物晶片為何？對人類生命科學的貢獻為什麼？重要性在哪？台灣政府又為何積極推動生技產業的發展與升級？國外成功發展生物晶片產業的借鏡為何？國家創新體系應如何發展新興產業與知識經濟？等等的問題，本研究將以定性的方法(專家深入訪談)配合定量的統計分析(AHP法)，以期獲得最適解決方案。以下為研究架構圖：



圖十、本研究架構圖

第二節 研究方法

一、本研究之方法是併用深入訪談與層級分析程序（AHP，Analytic Hierarchy Process，層級分析程序）。深入訪談的目的是要匯整國內產、官、學、研界的生物晶片專家之意見，歸納出影響生物晶片產業發展的因子，並將其層級化以 AHP 法分析之。

表 29 本研究訪談專家列表

訪談領域	單位機構	樣本職稱、資格	樣本數目
產	晶宇生技 瑞林生物晶片設備公司 京瀚生物科技公司	創辦人、資深研究員、業務員	4
官	國家科學委員會 國家晶片系統設計中心 行政院科技顧問小組	從事與生物晶片技術相關之技術員、研究員或政策熟悉者	4
學	交通大學 清華大學 陽明大學	有生物晶片研究背景之學者、教授、所長等	9
研	工研院生醫中心 國家實驗研究院	從事與生物晶片技術相關之技術員、研究員	10

（資料來源：本研究整理）

二、層級分析程序（AHP，Analytic Hierarchy Process，層級分析程序），本研究將採用此法評比、彙整專家之意見找出國家創新體系中的各個策略或執行方案，對發

展生物晶片產業的影響作整體排序。茲介紹層級分析程序 (AHP, Analytic Hierarchy Process, 層級分析程序) 如下：層級分析程序 (AHP, Analytic Hierarchy Process, 層級分析程序)，是由匹茲堡大學教授 Thoms L.Saaty 在 1971 年所提出的決策問題解決法。此法包含二個重要的要素：階層化與整合化；主要應用在不確定情況下及具有多數個評估要因的決策問題上。其目的是將複雜的問題系統化，由不同的層面給與層級分解，並透過量化的判斷覓得脈絡後再加以綜合評估，以提供決策者選擇適當方案的充分資訊，同時減少決策錯誤的風險性。AHP 之基本架構內容為下列四項重點：

- (一) 複雜的評比(Evaluation and Comparison)問題結構化
- (二) 設定尺度，建立成偶比對(Pairwise Comparison)矩陣
- (三) 求取優先向量(Priority Vector)及最大特徵值(Maximized Eigenvalue)
- (四) 測定一致性(Consistency)

值得注意的是，AHP 的假定是每一層級的元素僅受上一層級元素之影響，且同一層級元素之間具有互斥性，適於處理結構性問題並加以系統層級結構化。在層級結構系統中會包含一系列的層級，而這些層級會以複雜度遞減的方式排列而成，而系統下的次系統目的在說明系統的性質；而次系統以下組成元素的功能則在描述次系統的性質。層級結構是 AHP 的骨架，作用在於界定要素對整體系統的衝擊力與要素之間的功能影響程度。層級的數目， n ，取決於問題的性質和分析的深度，值得注意的是當 $n > 7$ 時，人腦在評比思考的過程中易產生錯亂及不一致，因此 n 儘量控制在七之內，且要素間要有獨立性。

1. AHP 的應用範圍：

- (1) 決定優先順序。
- (2) 產生可行方案。
- (3) 選擇最佳方案。

- (4) 決定需要條件。
- (5) 根據成本效益分析制定決策。
- (6) 資源分配。
- (7) 預測結果與風險評估。
- (8) 衡量績效。
- (9) 系統設計。
- (10) 確保系統穩定性。
- (11) 最適化。
- (12) 規劃。
- (13) 衝突解決。

2. 實施 AHP 的步驟：

- (1) 羅列評估要素：要素的產生可運用專家訪談、資料收集、德菲法 (Delphi method) 或是腦力激盪法 (Brainstorming)，將影響因素一一羅列出來，本研究使用的是專家訪談法。
- (2) 設定層級架構 (Hierarchy)：層級分析法主要是以各層級的上一層級因素，作為對該層因素評估的依據，然後再進行因素間的成對比較。層級內若有 n 個因素時，則需要進行 $n(n-1)/2$ 個成對比較。這種方式就是為了簡化問題的複雜度，使決策者可以專注於兩因素間的關係。
- (3) 成對比較評估：根據回收的問卷所得的結果，建立成對比較矩陣 (Pairwise Comparison Matrix)，目的在於評估同一層級兩兩因素間的關係。AHP 是採名義尺度 (Normal Scale) 做成對比較之評估，其劃分由等強 (Equal Strong)，稍強 (Weak Strong)，頗強 (Strong)，極強 (Very Strong)，到絕強 (Absolute Strong)，再加上介於每兩者之間的強度共可分為九區。
- (4) 求算最大特徵值 (Maximized Eigenvalue) 與特徵向量 (Priority Vector)：特徵向量 W 解法有三；

- a. ANC 法 (Average of Normalized Columns) : 先將各行予以標準化 (Normalized), 再將標準化後之各列元素加總, 並除以各列元素之個數得之。
- b. NRA 法 (Normalization of Row Average) : 將各列元素加總再標準化之。
- c. NGM 法 (Normalization of the Geometric Mean of the Rows) : 將各列元素相乘, 取其幾何平均數再予以標準化而得。

本研究採取 NGM 法 (Normalization of the Geometric Mean of the Rows)。最大特徵值 λ_{max} 經由電腦計算之結果會較精準, 但若只求概略值則可用下法: 由 $W' = AW$ 求得 W' (W' 即為將 W 標準化的結果), 再將 W' 的每一個元素分別除以相對應的 W 元素, 最後所得之數值取算數平均數即可得概略的最大特徵值 λ_{max} 。

(5) 一致性檢定 (Consistency Index, C.I.) 與一致性比率 (Consistence Ratio, C.R.) 之求算:

一致性指標 (Consistency Index, C.I.) 的定義如下:

$$C.I. = \frac{I_{MAX} - N}{N - 1} \quad (1)$$

; if, $C.I. \leq 0.1$, 則一致性佳。由隨機產生的倒值矩陣之一致性指標, 稱之為隨機指標 (Random Index, R.I.), 其值隨矩陣階數的增加而增加。Saaty (1980) 求出與階層相對應的隨機指標如表:

表 30 Saaty 求出與階層相對應的隨機指標

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53

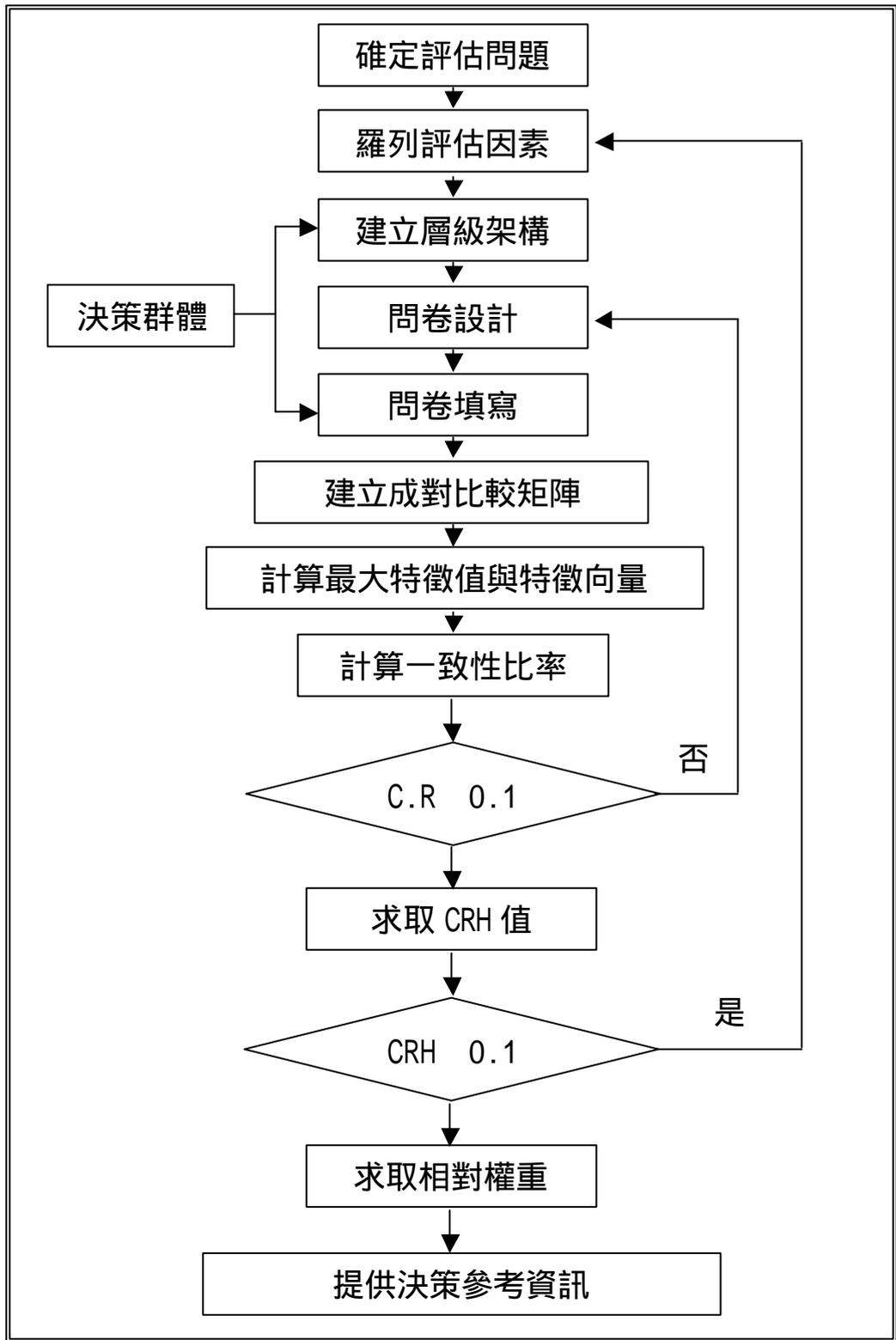
(資料來源 : Thomas, L.Saaty, 1980.)

利用一致性指標與隨機指標, 即可求得比對矩陣之一致性比率:

$$C.R. = C.I. / R.I. \quad (2)$$

一致性比率小於 0.1 是合理的, 若超過 0.1, Saaty (1980) 建議重新修正評估以

改善之。最後對各階層要素進行相關要素的交叉比對，再求出交叉比較矩陣的最大固有值及固有矩陣。



資料來源：(鄧振源、曾國雄，1989)

圖十一、應用層級分析法流程圖

3. 實施 AHP 的注意事項：

- (1) 同一階層的要素，必須彼此具有高度獨立性。
- (2) 交叉比較的對象要素，最多七個，以不超過九個為限。。
- (3) 若無法信任交叉比較值時，可進行有關的敏感度分析。
- (4) 綜合權數通常以選好度表示，依其值的大小順序決定方案的理想與否，此值的差異（原本是為問題的）必須加以注意，並有處理之必要，弱差異在 1/100 內，則忽略不計，實施者所要進行的最後工作是判定綜合權數，視情形將權數低的要素排除後，再進行 AHP。

表 31 AHP 評估尺度等級意義說明

評估尺度	定義	說明
1	等強 (Equal Strong)	評比者之經驗與判斷認為兩個比較因素具有相同重要性
3	稍強 (Weak Strong)	評比者之經驗與判斷認為兩個比較因素之一較另一因素稍重要
5	頗強 (Strong)	評比者之經驗與判斷認為兩個比較因素之一較另一因素頗重要
7	極強 (Very Strong)	評比者之經驗與判斷認為兩個比較因素之一較另一因素極重要
9	絕強 (Absolute Strong)	評比者之經驗與判斷認為兩個比較因素之一較另一因素具絕對重要性
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	需要取折衷值時

	(Intermediate Value)	
--	------------------------	--

資料來源：(鄧振源、曾國雄，1989)

各個因子的權數計算方式如下：

表 32 AHP 評估準則權數計算表

A 對 B	準則 1	準則 2	準則 3	準則 4		準則 n	幾何平均	權數
準則 1	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄		A _{1n}	GA ₁	WA ₁ =GA ₁ /SGA
準則 2	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄		A _{2n}	GA ₂	WA ₂ =GA ₂ /SGA
準則 3	A ₃₁	A ₃₂	A ₃₃	A ₃₄		A _{3n}	GA ₃	WA ₃ =GA ₃ /SGA
準則 4	A ₄₁	A ₄₂	A ₄₃	A ₄₄		A _{4n}	GA ₄	WA ₄ =GA ₄ /SGA
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
準則 m	A ₆₁	A ₆₂	A ₆₃	A ₆₄		A _{mn}	GA _m	WA _m =GA _m /SGA
總合							SGA	

$$GA_n = \sqrt[M]{\prod_{i=1}^M A_{ni}} \quad n = 1, M \quad (4)$$

(1)、計算評估準則幾何平均數的總和 SGA

$$SGA = \sum_{i=1}^M GA_i \quad (5)$$

(2)、計算每一評估準則的權數 WA_n

$$WA_n = \frac{GA_n}{SGA} \quad n = 1, M \quad (6)$$

由上述的計算步驟可知，每一評估準則的權數均小於 1，而所有評估準則權數的總和應為 1。表一評估準則對評估準則的交叉表，事實上為一評估準則的矩陣，因此事

實上前述的步驟，計算幾何平均數的總和即在計算此評估矩陣的最大特徵值(Eigen Value)-SGA，而評估法則的權數計算，即在計算最大特徵值所對應的特徵向量(Eigen Vector)。

4、評估準則矩陣的一致性指標(Consistency Index, CI)

交叉比較所得的數值，均為兩個評估準則的比較值，故整體而言，是否前後一致性，仍有可議之處，如重視「評估準則 1」甚於「評估準則 2」、「評估準則 2」甚於「評估準則 3」的情況下，必然會重視「評估準則 1」甚於「評估準則 3」。經過兩者的交叉比較，按重要順序所制定的一致判斷時，對於某一評估準則所下的判斷，數值的選擇可能有所偏差，但整體而言，不能說此判斷是欠缺一致性。

對於評估準則矩陣所列數值的一致性，可以經由其所計算的評估法則權數判斷，及由其特徵值及特徵向量判斷。由表 30 及表 32 可以計算表 33，以評估一致性，其步驟如下：

- (1) 取得表四中對每一評估法則的權數，將其乘以對應的評估值

$$WAA_{ij} = WA_j * A_{ij} \quad i=1, M \quad \forall j, j \in \{1, 2, 3 \dots M\} \quad (7)$$

- (2) 計算每一列中評估準則的平均權重分數總和

$$SWA_i = \sum_{j=1}^M WA_j A_{ij} \quad i=1, M \quad (8)$$

表 33 AHP 評估準則優劣數值設定一致性計算表

A 對 B ↘	準則 1	準則 2	準則 3	準則 4	準則 5		準則 j	準則分 數總和	總和/權 數
準則 1	WAA ₁₁	WAA ₁₂	WAA ₁₃	WAA ₁₄	WAA ₁₅		WAA _{1j}	SWA ₁	SWA ₁ /WA ₁
準則 2	WAA ₂₁	WAA ₂₂	WAA ₂₃	WAA ₂₄	WAA ₂₅		WAA _{2j}	SWA ₂	SWA ₂ /WA ₂
準則 3	WAA ₃₁	WAA ₃₂	WAA ₃₃	WAA ₃₄	WAA ₃₅		WAA _{3j}	SWA ₃	SWA ₃ /WA ₃
準則 4	WAA ₄₁	WAA ₄₂	WAA ₄₃	WAA ₄₄	WAA ₄₅		WAA _{4j}	SWA ₄	SWA ₄ /WA ₄
準則 5	WAA ₅₁	WAA ₅₂	WAA ₅₃	WAA ₅₄	WAA ₅₅		WAA _{5j}	SWA ₅	SWA ₅ /WA ₅

準則 i	WAA _{i1}	WAA _{i2}	WAA _{i3}	WAA _{i4}	WAA _{i5}		WAA _{ij}	SWA _j	SWA _i /WA _j
總合									SSWA

(3) 計算評估準則總和與權數比值的和

$$SSWA = \sum_{i=1}^M \frac{SWA_i}{WA_i} \quad (9)$$

(4) 計算評估準則矩陣權數的一致性指標

$$CI = \frac{(SSWA/M) - M}{M - 1} \quad (10)$$

當評估矩陣具有一致性時，則其一致性的指標 CI 應為 0。一般而言，CI 的值愈大，則代表評估準則矩陣的一致性不佳。一致性所能夠容忍的範圍，必須小於 0.1，若所得的一致性指標超過前述範圍，則必須檢討評估準則矩陣的數值。

5. 評估準則矩陣的隨機指標 (RI - Random Index)

隨機指標主要的意義在於，將表二中的數值任意放入評估準則矩陣中，但其仍為對稱正導矩陣 (Positive Reciprocal Matrix) - 即矩正的對角對角線元素均為 1，而對稱元素的值均互為倒數，多次計算其 CI，並求其平均數，則此平均的 CI 定義為隨機指標 RI。通常隨機指標 RI 可以以查表的方式獲得。表六即為隨機指標表，其中 M 表示參與評估的準則數。

表 34 AHP 評估準則矩陣隨機指標表

M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53

6. 評估準則矩陣的一致性比率 (Consistency Ratio, CR)

評估矩陣一致性的比率定義為

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (11)$$

CR 值通常小於 0.1，但依狀況可容許致 0.15。若 CR 值超過 0.15，則必須重新考慮評估法則的矩陣的數值是否考量正確。若評估準則矩陣的 CI 及 CR 均在容許的範圍內，則其所對應的權數向量，則可運用至備選方案的評估擇優。

第三節 問卷設計

一、建立 AHP 層級架構

根據本研究之目標，找出台灣的國家創新體系對發展生物晶片產業的影響強弱，以及選擇與運用的策略優先順序，在文獻探討與專家訪談之後，架構出三個主要的層級：

第一層級：以國家創新體系下個別體系對發展生物晶片產業發展的貢獻度，評估其重要性為何？

第二層級：以個別體系下的政策對該部門發展生物晶片的貢獻度，評估其重要程度為何？

第三層級：各政策下的執行方案對該政策而言，重要程度及策略上的優先順序為何？

二、層級之組成說明

(一) 層級一

在第一層級中，執行國家創新體系內各成員在發展生物晶片產業的任務執行上，重要程度的比較。其中的成員各為：

政府部門：執行科技發展計畫的政府單位，例如行政院經濟部所設立之專責單位、國科會等。

學術教育單位：國內各大學與生物晶片領域相關系所的大學生、碩博士研究生以及教授等。

研究單位：國內從事研發生物晶片之相關單位，有工研院、中研院、國研院等。

產業界：國內從事生物晶片相關營業項目之上市上櫃或公開發行之公司企業。

在第一層級中所需要做的比較是，台灣在生物晶片這個新興產業發展過程中，國家創新體系的四個組成因子（產、官、學、研）對於整體產業發展與創新的貢獻程度與重要性之比較。

（二）層級二

第二層級的架構係依據第一層級的角色建立。將針對產、官、學、研中各個部門所負責執行的主要任務重要性做成對比較（Pairwise Comparison）。

1. 政府部門政策（Government Policy）

政府部門政策是指中央政府各部門在國家政經發展中所制定的政策方案以及可確實執行的政策及方針。本研究經由文獻彙整及專家訪談後，歸納出政府部門在經濟發展過程中最主要的政策方向有：

G1 產業科技政策：產業及科技發展政策的制定與執行。

G2 財經政策：政府在財政預算的分配及財經優惠政策的規劃與執行。

G3 科技法律政策：政府在科技法律等相關制度的制定與執行。

G4 連結主導政策：政府主動建立的產學研間的連結程度，以及實質上的政策鼓勵程度。

2. 學術教育（Education）

學術教育意指國內大學、研究所等高等教育環境的工作者及研究人員對於知識及教育的進行方式，經本研究整理可分為以下三項：

E1 開發人力資源：高等教育環境中，任何針對基礎人才培育所制定執行之事項。

E2 學術論文發表：學術界本身產出的研究品質及具貢獻度的學術論文之能力。

E3 知識累積與擴散：學術教育單位對於相關知識的累積與傳承擴散的責任。

3. 研究單位

本研究探討的是針對研究單位的工作責任與內涵而言，經文獻探討與專家訪談歸納出三大項：

R1 研發中心：設置專職研發中心對研究單位在生物晶片產業發展中的重要性與貢獻度。

R2 研究計畫：研究單位所提出、推動與執行的研究計畫。

R3 技術轉移：研究單位將研究成果進行技術移轉對生物晶片產業發展的貢獻度與重要性。

4. 產業界

本研究彙整出產業界在推動生物晶片產業發展的過程中，應執行的工作任務與具備的能力如下：

I1 研發能力：產業界本身所具備之研究發展與創新的能力。

I2 整合產業：生物晶片產業發展體系的規劃與建立。

I3 產學產研合作：產業界積極主動的與研究界和學術界進行知識、技術交流的重要性。

5. 創投資金

基於生物晶片產業的特色是研發期長、研發費用高，在推動此產業成長時便不容忽視創投基金這個環節所帶來的影響。針對其所產生的助益及內涵可區分為下二項：

V1 管理技能：協助生物晶片相關公司企業的管理能力。

V2 長期資金挹注：長期資金提供的重要性。

(三) 層級三

第三層級中的各個項目是第二層級內所有子體系下可以運用的策略執行方案，方案的選定是來自專家訪談、廠商晤談、文獻探討的結果，其網羅現今國家創新體系下

各子體系的運作內容，層級三將會把這些執行方案、策略、政策對生物晶片產業發展的重要貢獻度做成對比較。

1. 產業科技政策

- G1a 明確之產業扶植政策
- G1b 健全的專利制度
- G1c 整合產官學研技術網路
- G1d 訂定適合產業發展之法令規章與獎勵
- G1e 技術擴散機制的確立

2. 財經政策

- G2a 租稅優惠（含獎勵投資與產業升級條例）
- G2b 融資方案
- G2c 提高科技預算分配比例並加強執行面
- G2d 提高研發經費
- G2e 獎勵研發創新



3. 科技法律政策

- G3a 智慧財產權歸屬法的制定與執行
- G3b 規劃市場機制
- G3c 證卷金融措施

4. 連結主導政策

- G4a 產業長期參與研究單位的研究獎勵
- G4b 鼓勵學術專才加入產業的技術合作

5. 開發人力資源

- E1a 國際學術交流
- E1b 大學以上生物晶片產業基礎人才教育
- E1c 加強專業領域研究人員之研發能力
- E1 建立完善的教育體系

6. 學術論文發表

E2a 學術論文以長期研發成果之發表為主

E2b 最低論文篇數發表之規定

E2c 國內外期刊論文的電子資訊系統之完善

7. 知識累積擴散

E3a 公開研究成果

E3b 研究成果與業界共同開發

E3c 強化研究的持續性與關聯性

8. 研發中心

R1a 成立生物晶片研究中心

R1b 設置開放實驗室及產業開發中心

R1c 在職培訓（負責產業中的人力在職培訓）

9. 研究計畫

R2a 主導研究計畫

R2b 參與國外研究機構之研究以吸取經驗

R2c 鼓勵醫藥界參與計畫執行



10. 技術轉移

R3a 鼓勵民間企業共同申請技術開發

R3b 協助產業進行海外投資及技術引進

R3c 加強生物晶片產業技術服務

11. 研發能力

I1a 提高研發費用之支出比例

I1b 企業對內部創新之鼓勵

12. 整合產業

I2a 建構完整之產業上中下游體系

I2b 同性質之子產業整合

13. 產學研合作

I3a 參與官方或學術界長期的研究

I3b 加速量產以研發成功的生物晶片產品

I3c 延攬人才，提供就業機會，減少人才流失

14. 管理技能

V1a 引進國內外產業管理人才

V1b 協助產業於資本市場取得長期資金

三、有效問卷之選擇說明

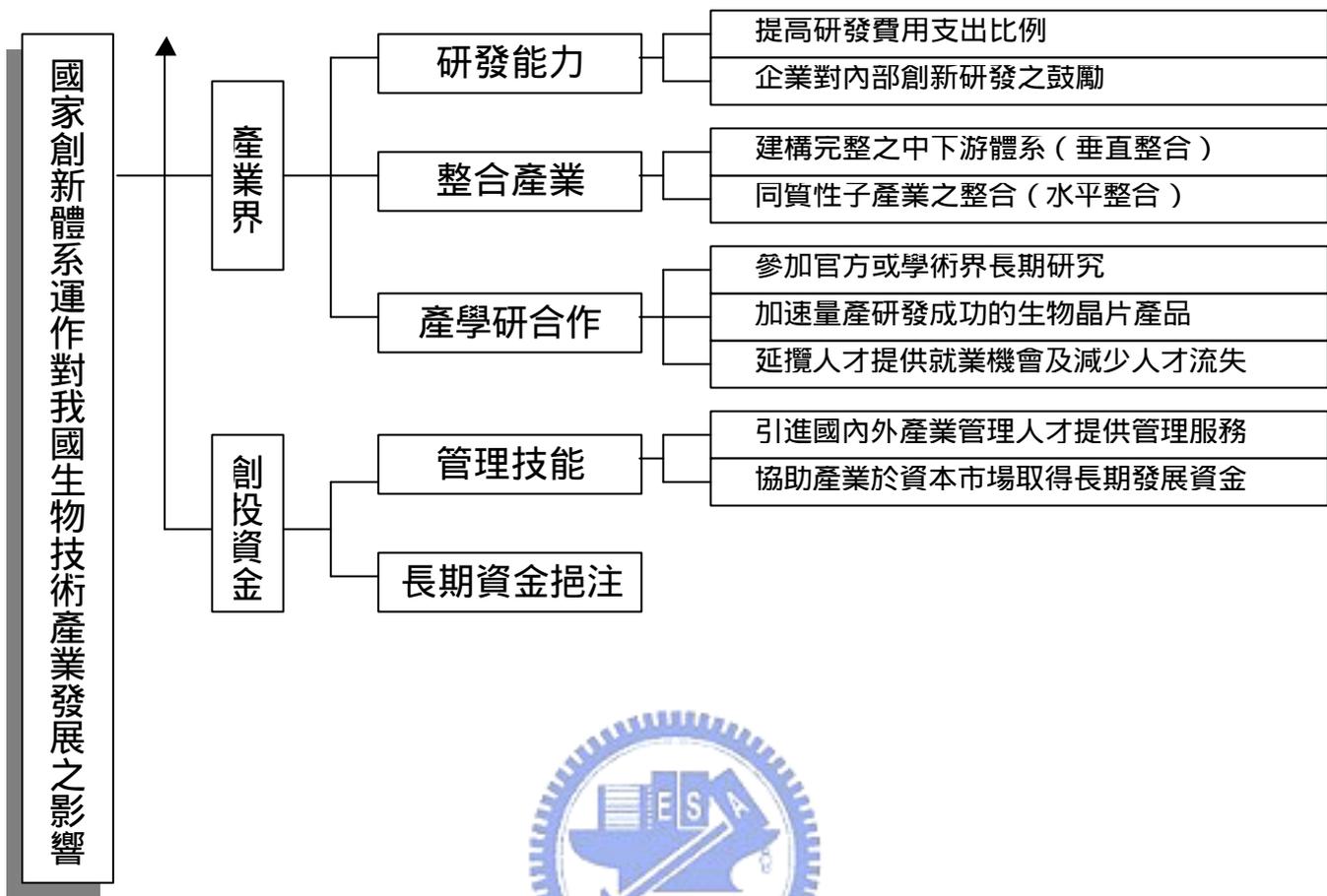
由於本研究之目的是希望找出影響我國生物晶片產業發展因子之重要性，即是攸關產、官、學、研等各界專業人士參與的策略性問題。因此為了提升本研究成果的客觀性，盡可能的針對產、官、學、研界之專家發放本次問卷。在回收各專家問卷調查表後，進行每一份問卷的一致性檢定(Consistency Index, CI)，以 CI 小於 0.1 為評估之準則。本研究以郵寄、面談、電子郵件的方式發放 300 份問卷，回收 112 份，有效問卷為 65 份，有效回收率為 21.67 %。有效樣本結構如下表。

表 35 本研究之有效樣本結構

有效樣本單位	有效樣本數
學術界	17
政府單位	3
研究單位	27
產業界	18

國家創新體系運作對我國生物技術產業發展之影響





圖十二 層級架構圖

第四章 研究結果與分析

第一節 第一層級之成對矩陣

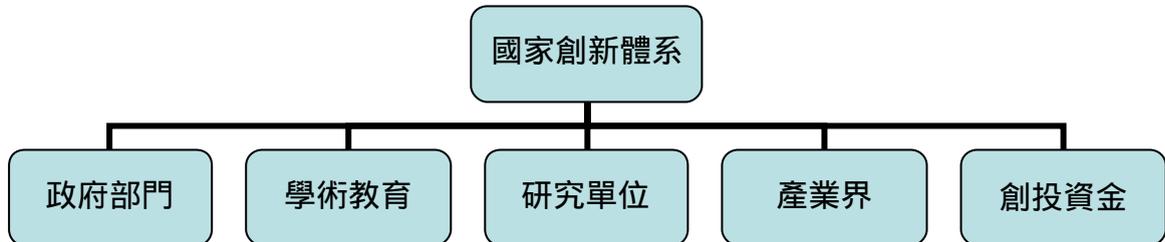


表 36 第一層級之成對比較

	政府	學術	研究	產業	創投	幾何平均值	權重
政府	1	4/3	7/8	1	8/7	1.0590	0.2094
學術	3/4	1	5/8	5/6	1	0.8286	0.1640
研究	8/7	8/5	1	7/6	3/2	1.2619	0.2495
產業	1	6/5	6/7	1	6/5	1.0430	0.2062
創投	7/8	1	2/3	5/6	1	0.8656	0.1711

CI = 0.0632 < 0.1 ; CR = 0.05643 < 0.15

上表是第一層級的成對比較結果，在專家的判定中，國家創新體系裏的研究界對生物晶片的發展佔了最大權重(高達 0.2495)，其次為政府部門(權重分配為 0.2094)、產業界(權重分配為 0.2062)、創投資金(權重分配為 0.1711)，學術界(權重分配為 0.1640)則相對不重要。

這樣的數據分配說明研究界的貢獻對生物晶片產業的發展佔了舉足輕重的角色，這或許因為生物晶片的研發期較長、研發費用高的特色，促使產業界的技術來源極需研究界投入心力與財力輔助開發並做知識與技術的交流。

第二節 第二層級之成對矩陣

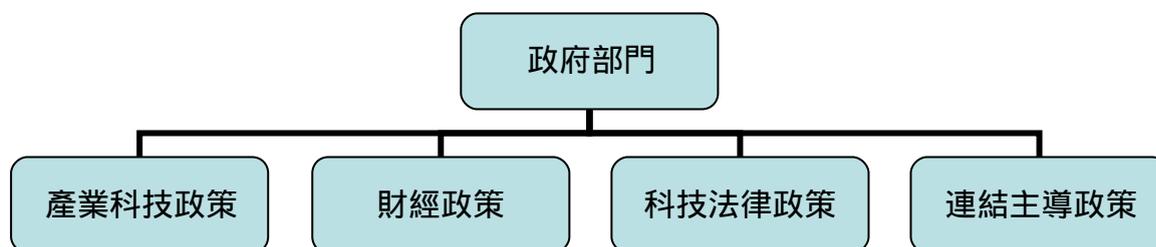


表 37 第二層級之政府政策成對比較

	產業 科技	財經 政策	科技 法律	連結主 導政策	幾何平 均值	權重
產業 科技	1	12/5	2	14/9	1.6530	0.3917
財經 政策	5/12	1	3/2	3/2	0.8891	0.2107
科技 法律	1/2	2/3	1	2/3	0.6866	0.1627
連結主 導政策	9/14	1	3/2	1	0.9910	0.2348

$CI = 0.00941 < 0.1$; $CR = 0.0105 < 0.15$

就第二層級的政府部門的各項方針政策做成對比較後，不難發現產業科技政策所佔的權重分配最大(高達 0.3917)，其次重要的是連結主導政策(權重分配為 0.2348)、財經政策(權重分配為 0.2107)、科技法律政策(權重分配為 0.1627)。數據說明專家對政府部門政策方針的判斷，認為產業科技政策的執行對生物晶片產業貢獻度最大。

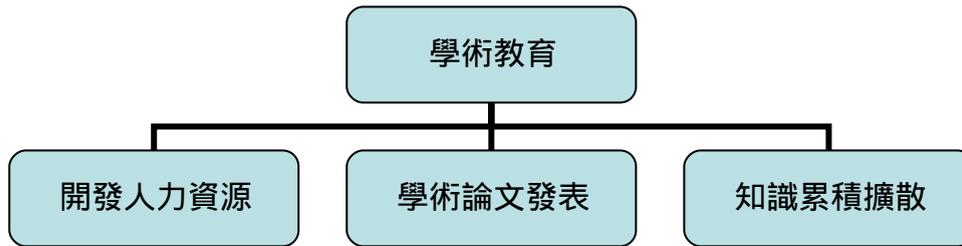


表 38 第二層級之教育體系成對比較

	人力資源	學術論文	知識累積	幾何平 均值	權重
人力資源	1	22/9	11/9	1.4400	0.4053
學術論文	9/22	1	1/2	0.9353	0.2632
知識累積	9/11	2	1	1.1780	0.3316

CI = 0.0696 < 0.1 ; CR = 0.1200 < 0.15

在產業科技研究發展過程中，學界的研發能量是科技創新的重要泉源，其關鍵性的角色是不容忽視的。因此本研究中的學術教育體系方面，專家認為人力資源最為重要，所佔權重分配為 0.4053，而知識累積也頗為重要，所佔權重分配為 0.3316，現階段相對於前兩個因子較不重要的則是學術論文部分（權重分配為 0.2632）。

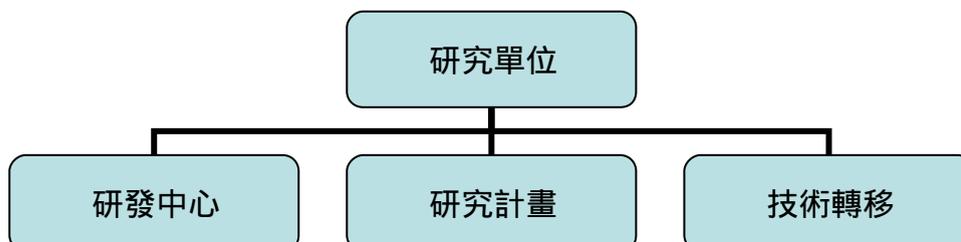


表 39 第二層級之研究單位成對比較

	研發中心	研究計畫	技術轉移	幾何平 均值	權重
研發中心	1	9/7	7/6	1.1450	0.3798
研究計畫	7/9	1	1	0.9196	0.3051
技術轉移	6/7	1	1	0.9499	0.3151

CI = 0.00643 < 0.1 ; CR = 0.0011 < 0.15

研究顯示，在整個研究部門下，專家認為最重要的是研發中心的成立運作，這項因子的權重分配高達 0.3798。這也表示在研究界中的研發中心，其執行力對生物晶片影響力最大，再來為技術轉移(權重分配為 0.3151) 研究計畫(權重分配為 0.3051)。

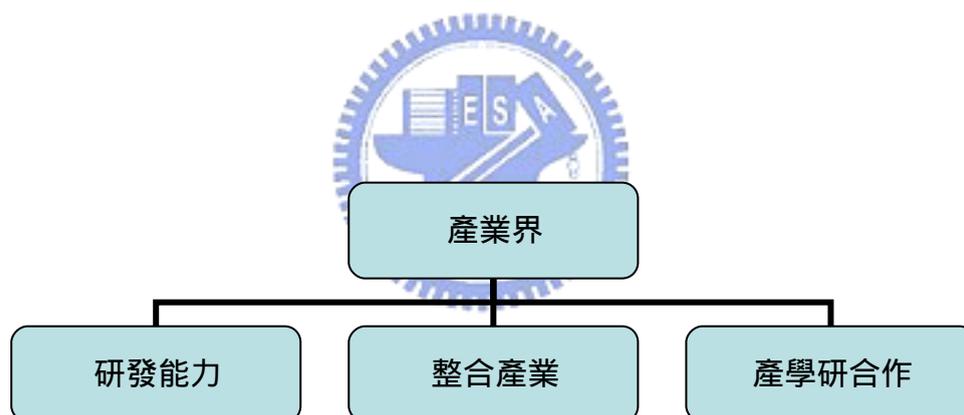


表 40 第二層級之產業界成對比較

	研發能力	整合產業	產學研 合作	幾何平 均值	權重
研發能力	1	2	13/8	1.4810	0.4740
整合產業	1/2	1	1	0.7940	0.2539
產學研 合作	8/13	1	1	0.8500	0.2721

CI = 0.0024086 < 0.1 ; CR = 0.00157 < 0.15

在產業界這個子體系下評估專家意見之結果，認為產業界本身的研發能力是很重要的，其權重分配高達 0.474。產學研合作與整合產業的重要性則相對偏低，各佔權重分配為 0.2721 及 0.2539。



表 41 第二層級之創投資金成對比較

	管理技能	長期資金挹注	幾何平均值	權重
管理技能	1	1	1.0000	0.5000
長期資金挹注	1	1	1.0000	0.5000

CI = 0 < 0.1 ; CR = 0 < 0.15

至於創投資金的部分，專家的意見則具相當的一致性，認為不論在管理技能的運作或是長期資金挹注上，都具同等的重要性，其權重分配為平均各半。

第三節 第三層級之成對比較

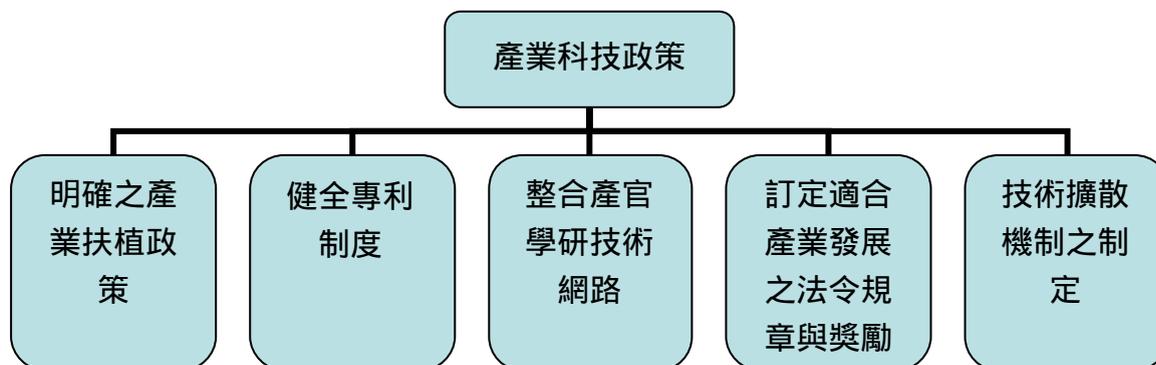


表 42 第三層級之產業科技政策成對比較

	產業扶 植政策	健全專 利制度	整合技 術網路	法令規 章與 獎勵	技術擴 散機制	幾何平 均值	權重
產業扶 植政策	1	1	4/3	8/5	11/8	1.2400	0.2443
健全專 利制度	1	1	7/5	7/5	5/4	1.1960	0.2356
整合技 術網路	3/4	5/7	1	4/3	1	0.9349	0.1841
法令規 章與 獎勵	5/8	5/7	3/4	1	5/6	0.7750	0.1530
技術擴 散機制	8/11	4/5	1	6/5	1	0.9310	0.1831

CI = 0.001549 < 0.1 ; CR = 0.001383 < 0.15

第三層級的成對比較是針對各子體系所運作的策略執行方案所進行的，首先檢視政府部門中產業科技政策下的各種策略。由上表的數據顯示專家判定最重要的是有健全的產業扶植政策（權重分配為 0.2443），其次是健全專利制度（權重分配為 0.2356）、整合技術網路（權重分配為 0.1841）、技術擴散機制（權重分配為 0.1831）、法令規章與獎勵（權重分配為 0.1530）。

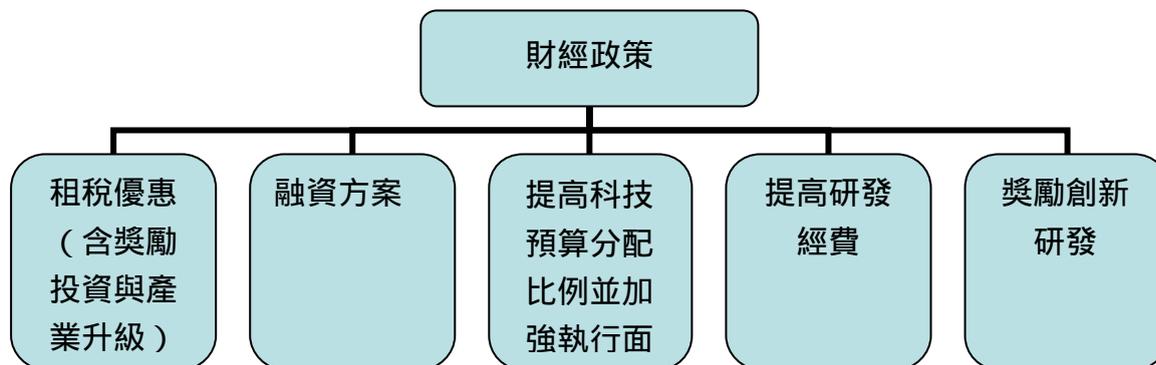


表 43 第三層級之財經政策成對比較

	租稅優惠	融資方案	提高科技預算	提高研發經費	獎勵創新研發	幾何平均值	權重
租稅優惠	1	4/3	1	1/2	2/5	0.7677	0.1245
融資方案	3/4	1	5/6	1/2	4/9	0.6738	0.1092
提高科技預算	1	6/5	1	4/9	1/2	1.5518	0.2516
提高研發經費	2	2	9/4	1	1	1.5518	0.2516
獎勵創新研發	5/2	9/4	2	1	1	1.6220	0.2631

CI = 0.108 < 0.1 ; CR = 0.09675 < 0.15

財經政策的各個執行方案的評比部分，專家們的意見認為最重要的是獎勵創新研

發(權重分配為 0.2631), 其次對於提高科技預算和提高研發經費這兩個執行方案有相同的評價, 認為是同等重要(權重分配同為 0.2516), 相對這些方案較不重要的則是租稅優惠(權重分配為 0.1245) 及融資方案(權重分配為 0.1092)。

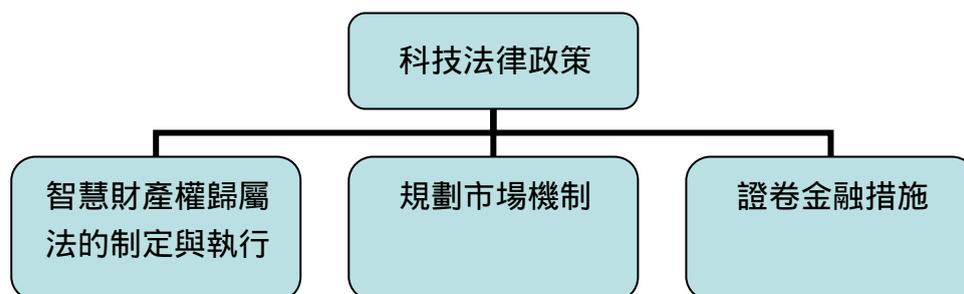


表 44 第三層級之科技法律成對比較

	智財權歸 屬法制定	規劃市 場機制	證卷金 融措施	幾何平 均值	權重
智財權歸 屬法制定	1	10/7	9/5	1.0740	0.4430
規劃市 場機制	7/10	1	4/3	0.9770	0.3160
證卷金 融措施	5/9	3/4	1	0.7470	0.2414

CI = 0.000154 < 0.1 ; CR = 0.000265 < 0.15

在科技法律政策的部分, 專家的意見認為智慧財產權歸屬法的制定最為重要, 所佔權重分配高達 0.4430, 其次是規劃市場機制(權重分配為 0.3160) 和證卷金融措施(權重分配為 0.2414)。

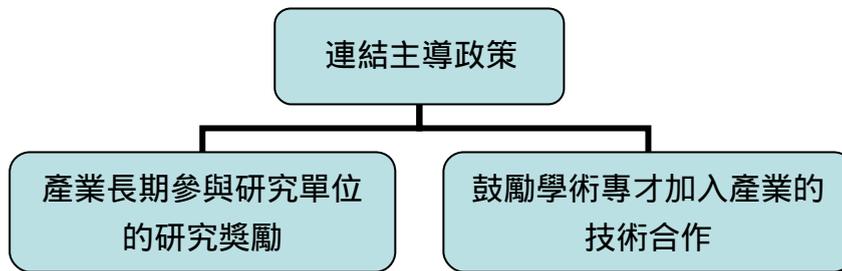


表 45 第三層級之產官學研連結主導成對比較

	獎勵產業長期 參與研究單位	鼓勵學術專才 加入技術合作	幾何平均數	權重
獎勵產業長期 參與研究單位	1	8/7	1.0690	0.5330
鼓勵學術專才 加入技術合作	7/8	1	0.9350	0.4670

CI = 0 < 0.1 ; CR = 0 < 0.15

專家判定連結主導政策部分最重要的是要獎勵產業界長期參與研究單位的研究，所佔權重分配為 0.5330，再來是鼓勵學術專才加入技術合作（權重分配為 0.4670）。

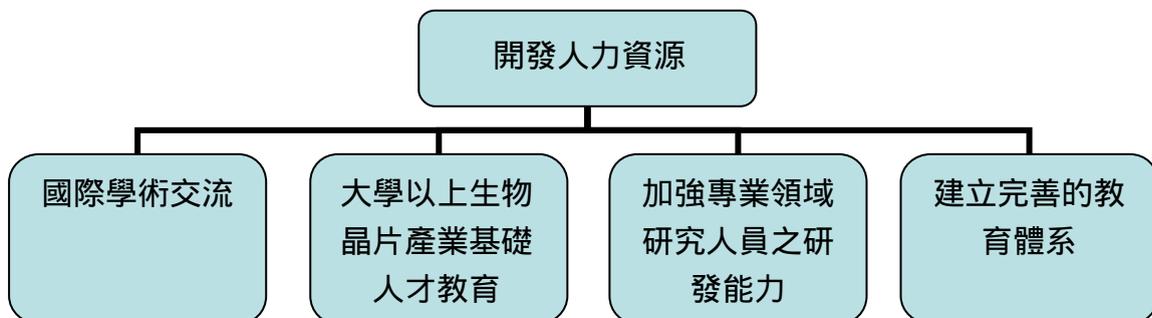


表 46 第三層級之開發人力資源成對比較

	國際學術交流	基礎人才教育	加強研發能力	完善教育體系	幾何平均值	權重
國際學術交流	1	1	4/7	3/4	0.8090	0.2000
基礎人才教育	1	1	1	1	1.0000	0.2475
加強研發能力	7/4	1	1	11/9	1.2090	0.3000
完善教育體系	4/3	1	9/11	1	1.2199	0.2530

CI = 0.009326 < 0.1 ; CR = 0.0104 < 0.15

在開發人力資源的部分，專家認為最重要的方案是加強研發能力（權重分配為 0.3000），完善的教育體系及基礎人才教育的重要性則相去不遠，各佔權重 0.2503 及 0.2475，相對這些方案較不重要的則是國際學術交流（權重分配為 0.2000）。

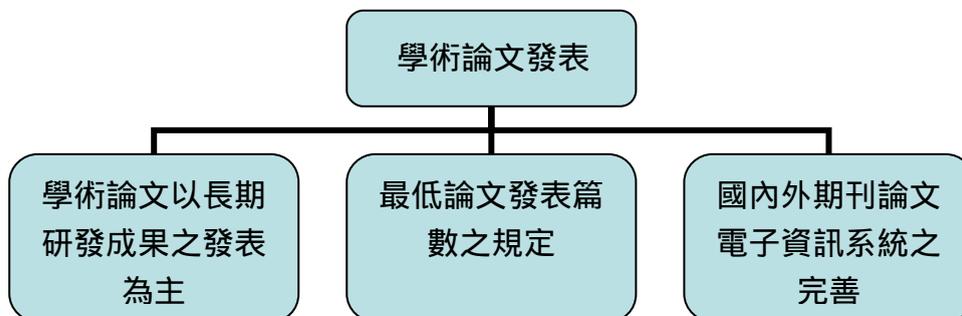


表 47 第三層級之學術論文發表成對比較

	長期研發成果之學術論文	論文篇數之規定	電子資訊系統之完備	幾何平均值	權重
長期研發成果之學術論文	1	18/5	2	1.9310	0.5600
論文篇數之規定	5/18	1	5/9	0.5364	0.1560
電子資訊系統之完備	1/2	9/5	1	0.9655	0.2800

CI = 0.000525 < 0.1 ; CR = 0.009052 < 0.15

學術論文發表之各方案評比結果，長期研發成果之學術論文所佔權重最高，為 0.5600，其次分別為電子資訊系統之完備（權重分配為 0.2800）和論文篇數（權重分配為 0.1560）。

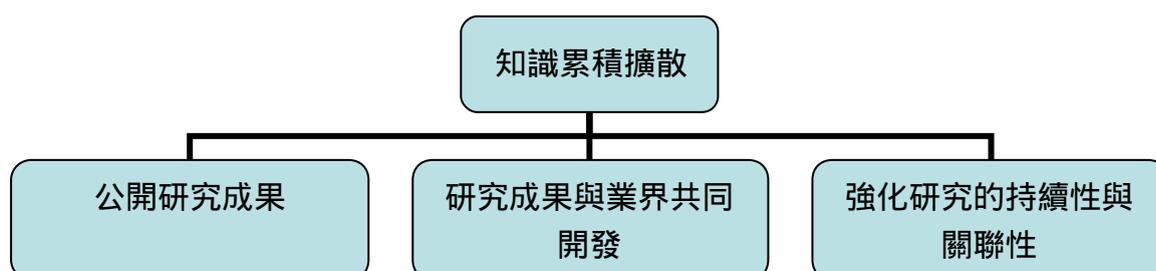


表 48 第三層級之知識累積擴散成對比較

	公開研究 成果	產學共同 開發	強化研究 持續性與 關聯性	幾何平 均值	權重
公開研究 成果	1	6/7	8/7	0.9900	0.2720
產學共同 開發	7/6	1	8/7	1.1006	0.3340
強化研究 持續性與 關聯性	7/8	7/8	1	1.2050	0.3656

CI = 0.00808 < 0.1 ; CR = 0.014 < 0.15

專家認為此部分最重要的是強化研究持續性與關聯性（權重分配為 0.3656），其次是產學共同開發（權重分配為 0.3340）和公開研究成果（權重分配為 0.2720）。

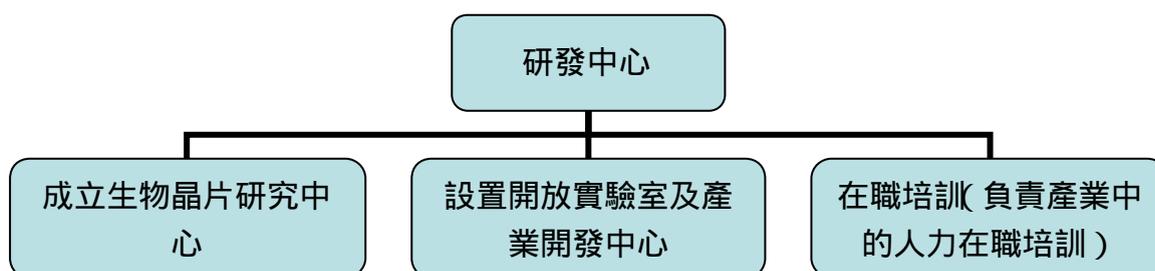


表 49 第三層級之研發中心成對比較

	成立研 究中心	設置實 驗室與 開發中心	在職培訓	幾何平 均值	權重
成立研	1	7/4	12/7	1.4422	0.4630

究中心					
設置實驗室與開發中心	4/7	1	7/5	0.9280	0.3000
在職培訓	7/12	5/7	1	0.7469	0.2400

CI = 0.0067 < 0.1 ; CR = 0.115 < 0.15

研發中心之設置可以強化研發中心之型態，並深化研發於企業體系的價值，更可以促使核心研發活動根留台灣。本研究評估了研發中心的各執行方案，專家認為最重要的是要成立生物晶片研究中心（權重分配為 0.4630），其次為在生物晶片產業中的人力在職培訓（權重分配為 0.2400），設置開放實驗室及產業開發中心（權重分配為 0.2400）。

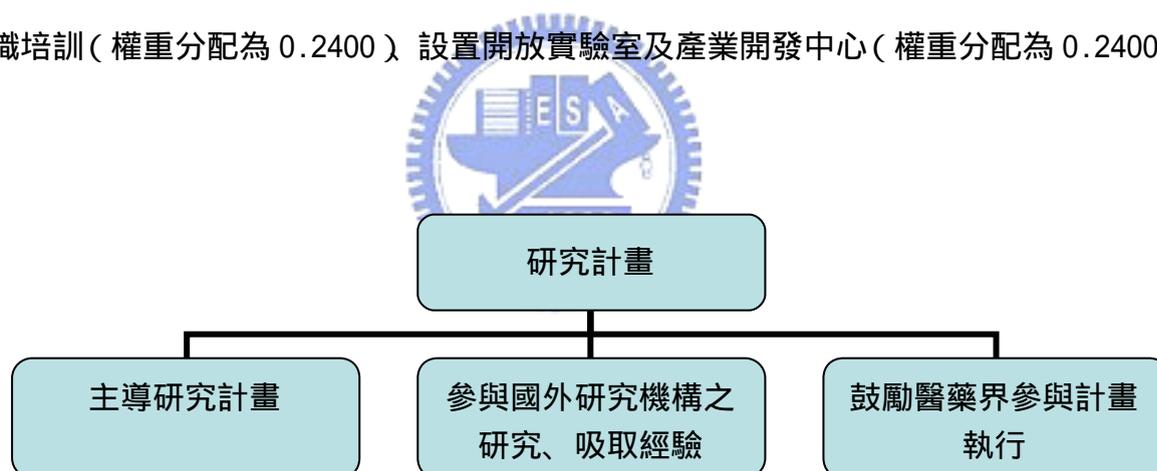


表 50 第三層級之研究計畫成對比較

	主導研究計畫	參與國外研究	醫藥界之參與	幾何平均質	權重
主導研究計畫	1	1	1	1.000	0.3330
參與國外研究	1	1	9/7	1.0860	0.3620
醫藥界	1	7/9	1	0.9196	0.3058

之參與					
-----	--	--	--	--	--

CI = 0.003543 < 0.1 ; CR = 0.00611 < 0.15

研究計畫的部分，通常都有鼓勵業界的參與機制，會加速釋放研究成果至業界，透過此種跨領域的交流互動便可以為產業發展加溫。在專家對研究計畫的意見中，也顯示各方案的重要性相去不遠，最重要的是參與國外研究機構之研究、吸取經驗（權重分配為 0.3620），其次為主導研究計畫（權重分配為 0.3330）和鼓勵醫藥界參與計畫執行（權重分配為 0.3058）。

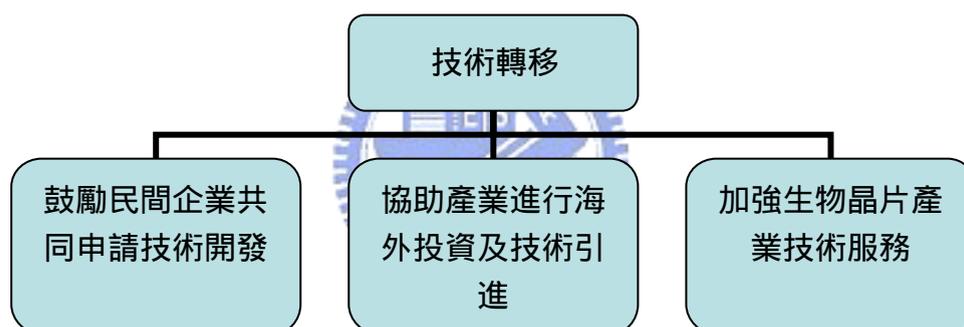


表 51 第三層級之技術移轉成對比較

	企業共同 技術開發	協助產業 海外投資 及技術 引進	加強產業 技術服務	幾何平 均值	權重
企業共同 技術開發	1	7/8	4/3	1.0527	0.3490
協助產業	8/7	1	6/5	1.111	0.3680

海外投資 及技術 引進					
加強產業 技術服務	3/4	5/6	1	0.8550	0.2830

CI = 0.0494 < 0.1 ; CR = 0.08523 < 0.15

技術轉移下的各執行方案，專家認為最重要的是協助產業海外投資及技術引進（權重分配為 0.3680），次重要的是鼓勵民間企業共同申請技術開發（權重分配為 0.3490），相對較不重要的是加強產業技術服務（權重分配為 0.2830）。

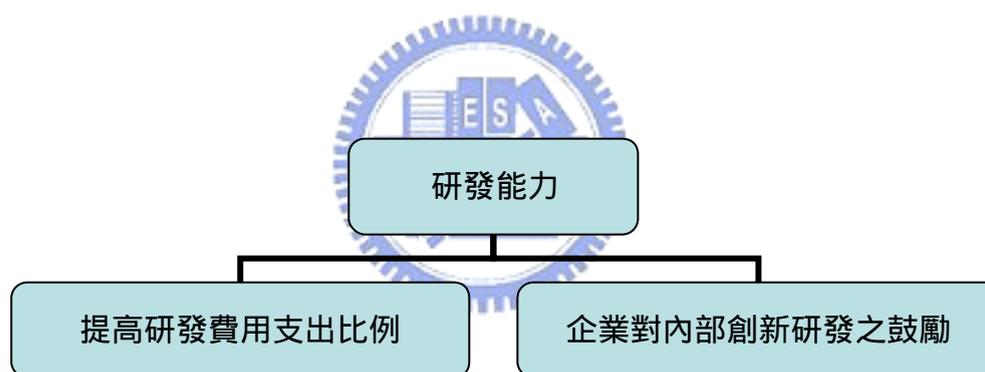


表 52 第三層級之研發能力成對比較

	提高研發費 用支出比例	企業鼓勵 創新研發	幾何平均值	權重
提高研發費 用支出比例	1	8/7	1.0690	0.5300
企業鼓勵 創新研發	7/8	1	0.9350	0.4670

CI = 0 < 0.1 ; CR = 0 < 0.15

研發能力中各執行方案的矩陣運算結果所得的一致性為 0，表示專家意見的一致

極佳，皆認為提高研發費用支出比例是重要的（ 權重分配為 0.5300 ），其次為企業本身對內部創新研發予以鼓勵的重要度（ 權重分配為 0.4670 ）。

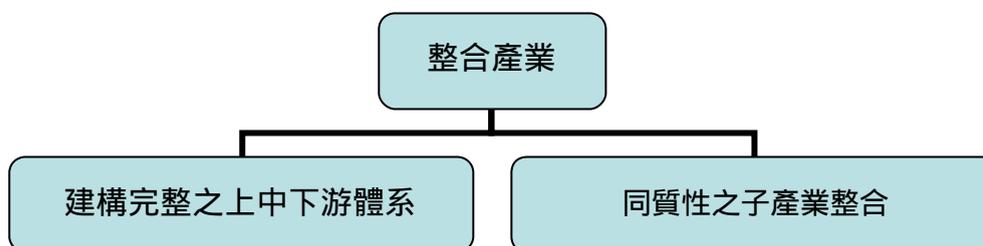


表 53 第三層級之產業整合成對比較

	完整上中 下游體系	子產業整合	幾何平均值	權重
完整上中 下游體系	1	11/7	1.254	0.6111
子產業整合	7/11	1	0.7977	0.3889

CI = 0 < 0.1 ; CR = 0 < 0.15

整合產業中各執行方案的矩陣運算結果所得的一致性為 0，表示專家意見的一致極佳，認為產業中建立完整的上中下游體系是最重要的（ 權重分配為 0.6111 ），相對較不重要的是子產業的整合（ 權重分配為 0.3889 ）。

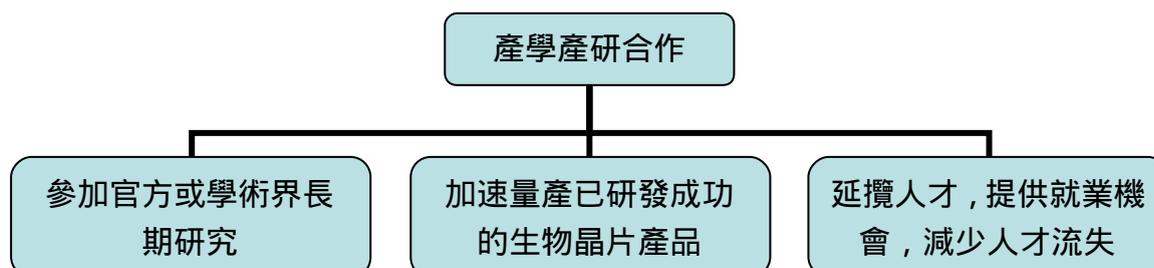


表 54 第三層級之產學研合作成對比較

	參加長期研究	量產產品	延攬人才	幾何平均值	權重
參加長期研究	1	2	1	1.2599	0.4000
量產產品	1/2	1	1/2	0.6299	0.2000
延攬人才	1	2	1	1.2599	0.4000

CI = 0 < 0.1 ; CR = 0 < 0.15

產學研合作中各執行方案的矩陣運算結果所得的一致性為 0，表示專家意見的一致極佳，認為最重要的是產業參加官方或學術界長期研究和延攬人才，提供就業機會，減少人才流失，所佔權重分配均為 0.4000，相對不重要的是加速量產已研發成功的生物晶片產品（權重分配為 0.2000）。

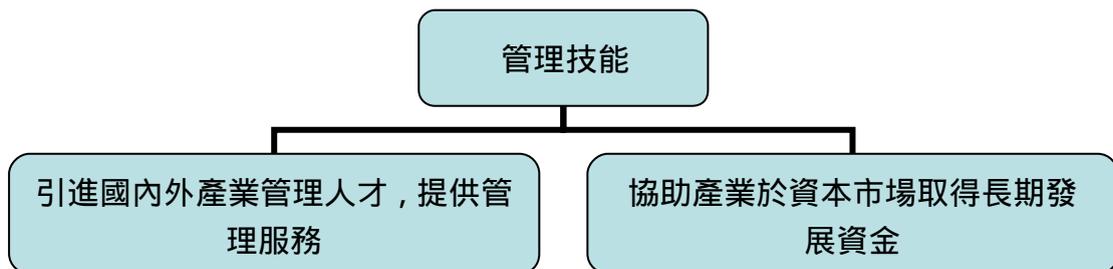


表 55 第三層級之管理技能成對比較

	引進管理人才	長期資金取得	幾何平均值	權重
引進管理人才	1	1	1.000	0.5000

長期資金取得	1	1	1.000	0.5000
--------	---	---	-------	--------

CI = 0 < 0.1 ; CR = 0 < 0.15

管理技能中各執行方案的矩陣運算結果所得的一致性為 0，表示專家意見的一致極佳，並且認為引進國內外產業管理人才提供管理服務和協助產業於資本市場取得長期發展資金的重要度相當，各佔權數 0.5000。

第四節 各層級運算分析結果

經過層級分析的計算與比較後，可以驗證生物晶片此一興新產業極需產業內的研發與創新的力量輔助，其次為研究單位的知識技術擴散轉移機制

表 56 整體政府部門之策略執行順序

政府部門		
項目	內容	權重 (排序)
G4a	獎勵產業長期參與研究單位的研究	0.1250 (一)
G4b	鼓勵學術專才加入產業的技術合作	0.1100 (二)
G1a	明確之產業扶植政策	0.0960 (三)
G1b	健全專利制度	0.0940 (四)
G1c	整合產官學研技術網路	0.0721 (五)
G1e	技術擴散機制的確定	0.0720 (六)
G3a	智慧財產權歸屬法的制定與執行	0.0720 (六)
G1d	訂定適合產業發展之法令規章與獎勵	0.0600 (七)
G2e	獎勵研發創新	0.0550 (八)

G2c	提高科技預算比例並加強執行面	0.0530 (九)
G2d	提高研發經費	0.0530 (九)
G3b	規劃市場機制	0.0510 (十)
G3c	證卷金融措施	0.0400 (十一)
G2a	租稅優惠 (含獎勵投資與產業升級條例)	0.0260 (十二)
G2b	融資方案	0.0230 (十三)

由於生物晶片產業是知識密集的產業，這代表知識的儲存、擴散、應用的重要性，在學術教育體系的運算結果可以得到充分驗證，其權數最重的項目是學術論文以長期研發成果之發表為主(權重分配為 0.1470)，這也代表專家比較重視研究結果之品質。

表 57 整體學術單位之策略執行順序

學術教育		
項目	內容	權重 (排序)
E2a	學術論文以長期研發成果之發表為主	0.1470 (一)
E1c	加強專業領域研究人員之研發能力	0.1220 (二)
E3c	強化研究的持續性與關聯性	0.1210 (三)
E3b	研究成果與業界共同開發	0.1110 (四)
E1d	建立完善的教育體系	0.1030 (五)
E1b	研究成果與業界共同開發	0.1000 (六)
E3a	公開研究成果	0.0990 (七)
E1a	國際學術交流	0.0800 (八)
E2c	國內外期刊論文電子資訊系統之完善	0.0740 (九)
E2b	最低論文發表篇數之規定	0.0400 (十)

研究單位的運算結果所得排序是以成立生物晶片研究中心所佔權數分配0.1760最高，這樣的數據突顯生物晶片的技術仍處萌芽階段，研發與創新的空間十分廣大，而整個國家創新體系的運作必須以知識技術的開發創新為主軸。

表 58 整體研究單位之策略執行順序

研究單位		
項目	內容	權重 (排序)
R1a	成立生物晶片研究中心	0.1760 (一)
R3a	鼓勵民間企業共同申請技術開發	0.1260 (二)
R3c	加強生物晶片產業技術服務	0.1260 (二)
R1b	設置開放實驗室及產業開發中心	0.1140 (三)
R2b	參與國外研究機構之研究吸取經驗	0.1100 (四)
R2a	主導研究計畫	0.1000 (五)
R2c	鼓勵醫藥界參與計畫執行	0.0900 (六)
R1c	在職培訓 (負責產業中的人力在職培訓)	0.0900 (六)
R3b	協助產業進行海外投資及技術引進	0.0670 (七)

對產業界而言，提高研發費之支出比例是刻不容緩的 (權重分配為 0.2510)，這樣的權數分配說明了台灣在發展生物晶片得過程中，產業界需要豐沛的研發動能，意味著技術的研發創新是此產業之本質。

表 59 產業界整體之執行策略排序

產業界		
項目	內容	權重 (排序)
I1a	提高研發費之支出比例	0.2510 (一)
I1b	企業對內部創新研發之鼓勵	0.2210 (二)
I2a	建構完整之產業上中下游體系	0.1550 (三)

I3b	加速量產已研發成功的生物晶片產品	0.1000 (四)
I2b	同性質之子產業整合	0.0990 (五)
I3a	參與官方或學術界長期研究	0.0950 (六)
I3c	延攬人才，提供就業機會，減少人才流失	0.0770 (七)

以創投資金的觀點分析所得之結果，長期資金挹注的必要性最高（權重分配為0.5000），充分符合生物晶片產業的特色，在來是引進國內外產業管理人才，協助剛起步的生物晶片產業運作，最後是協助產業在資本市場取得長期發展的資金。

表 60 整體創投資金之策略執行順序

創投資金		
項目	內容	權重（排序）
V1a	引進國內外產業管理人才，提供管理服務	0.2500
V1b	協助產業於資本市場取得長期發展資金	0.2500
V2	長期資金挹注	0.5000

從國家創新體系的全體策略分配權重角度分析，可以歸納出對台灣生物晶片產業影響有顯著關聯性的前五大策略依序為：

- 1、生物晶片產業內之企業提高研發費用的支出比例。
- 2、企業內部對於創新研發的鼓勵。
- 3、研究機構成立生物晶片之研究中心。
- 4、引進國內外產業管理人才，提供管理服務。
- 5、協助產業在資本市場取得長期發展資金。

表 61 整體國家創新體系運作策略之權重分配順序

國家創新體系運作策略之整體權重分配		
項目	內容	權重
I1a	提高研發費之支出比例	0.05170
I1b	企業對內部創新研發之鼓勵	0.04560
R1a	成立生物晶片研究中心	0.04400
V1a	引進國內外產業管理人才，提供管理服務	0.04278
V1b	協助產業於資本市場取得長期發展資金	0.04278
I2a	建構完整之產業上中下游體系	0.03200
R3c	加強生物晶片產業技術服務	0.03145
R3a	鼓勵民間企業共同申請技術開發	0.03140
R1b	設置開放實驗室及產業開發中心	0.02800
R2b	參與國外研究機構之研究吸取經驗	0.02745
G4a	獎勵產業長期參與研究單位的研究	0.02620
E3a	公開研究成果	0.02530
R2a	主導研究計畫	0.02495
E2a	學術論文以長期研發成果之發表為主	0.02420
G4b	鼓勵學術專才加入產業的技術合作	0.02303
R1c	在職培訓（負責產業中的人力在職培訓）	0.02250
R2c	鼓勵醫藥界參與計畫執行	0.02246
I3c	延攬人才，提供就業機會，減少人才流失	0.02244
I3a	參與官方或學術界長期研究	0.02240
G1a	明確之產業扶植政策	0.02000
E1c	加強專業領域研究人員之研發能力	0.02000
I2b	同性質之子產業整合	0.02000

G1b	健全專利制度	0.01968
E1d	建立完善的教育體系	0.01680
R3b	協助產業進行海外投資及技術引進	0.01670
E2b	大學以上生物晶片基礎人才培育	0.01645
E3b	研究成果與業界共同開發	0.01640
G1c	整合產官學研技術網路	0.01510
G1e	技術擴散機制的確定	0.01507
E3c	強化研究的持續性與關聯性	0.01323
E1a	國際學術交流	0.01312
G1d	訂定適合產業發展之法令規章與獎勵	0.01256
E2c	國內外期刊論文電子資訊系統之完善	0.01210
G2e	獎勵研發創新	0.01152
I3b	加速量產已研發成功的生物晶片產品	0.01110
G2c	提高科技預算比例並加強執行面	0.01109
G2d	提高研發經費	0.01109
G3b	規劃市場機制	0.01070
G3c	證卷金融措施	0.00838
E2b	最低論文發表篇數之規定	0.00656
G2a	租稅優惠（含獎勵投資與產業升級條例）	0.00542
G2b	融資方案	0.00482
G3a	智慧財產權歸屬法的制定與執行	0.00151

第五章 結論與建議

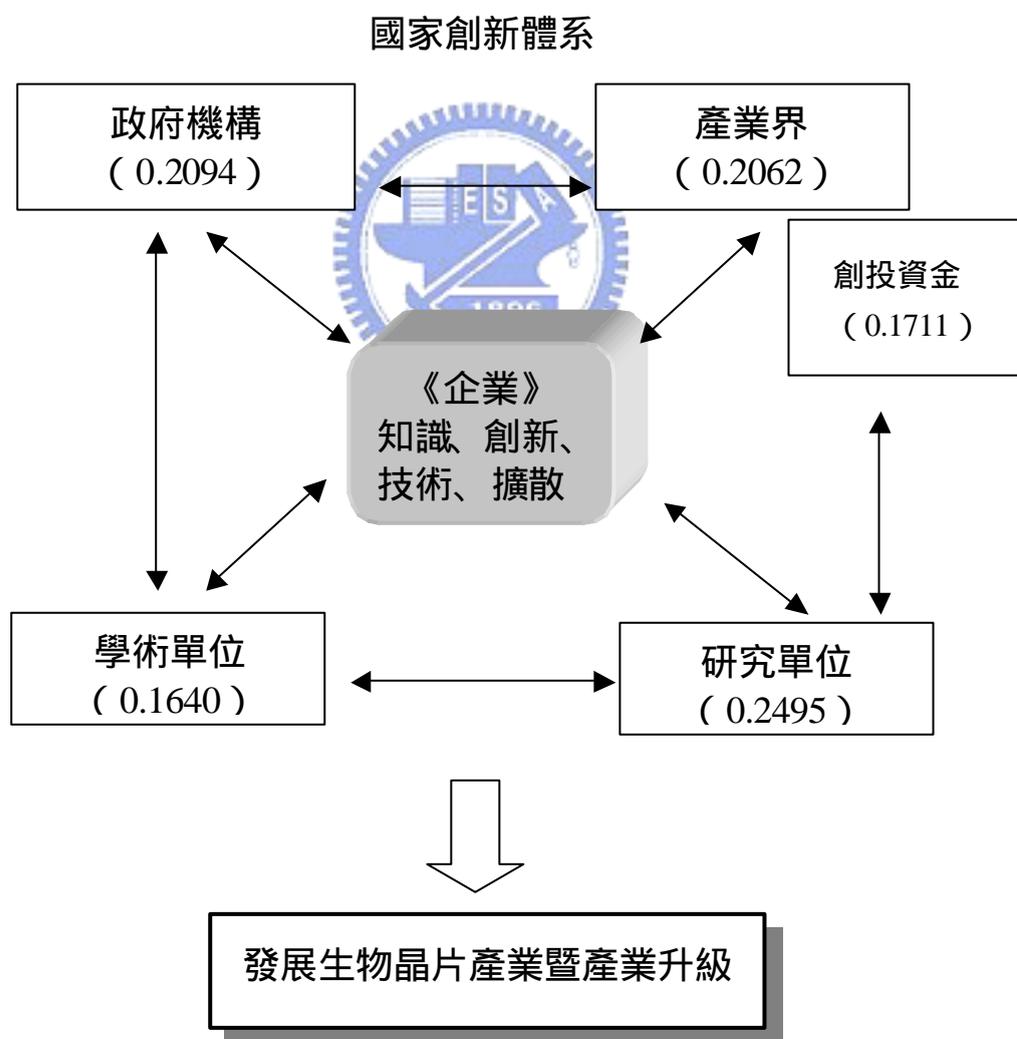
第一節 研究結論

本章是根據先前的文獻探討、資料分析匯整並運用 AHP 法所得之研究結果提出本研究的結論與建議。台灣的國家創新體系對於生物晶片產業的發展，以整體架構觀之，最具影響力的一個環節是我們體系中的研究單位（權重：0.2495），這樣的研究結果再次驗證了生物晶片產業的特質，針對此類研發時間冗長、研發經費龐大之高風險前瞻性技術產業特性，研究單位便成為技術知識的重要轉介點，也使研究界身處國家創新體系的樞紐位置。研究結果所得，政府（權重：0.2094）角色的重要性緊跟在後、不容輕忽，正如許多國家創新體系的研究專家學者所提出的論證，政府的運作是企業在國際間創造或持續保持競爭優勢的決定因素，並能使特定產業成為國際競爭中成功之基石。政府角色的主要任務在於開發共通性、前瞻性、關鍵性之技術，並以持續推動新興產業為其重要使命，尤其在此台灣前景晦暗不明之際，深耕新的經濟命脈更是首要之務。其次的權重顯示為：產業界（權重：0.2062）、創投資金（權重：0.1711）、學術界（權重：0.1640）。對於產業界而言，最重要的使命在於企業本身持續不斷的創新研發、提高研發費並加速生物晶片商品化的速度，以期早日打進民生消費市場。學術界的權重雖然是所有國家創新系統子系統中相對最小的，這並非否定學術界的機能與貢獻，由整體學界策略的評估分析，學術界在落實基礎研究與跨領域人才培育上是有無可取代的重要性。

在國家創新體系的各子系統下執行策略方案的優先順序如下：

- 1、生物晶片產業內之企業提高研發費用的支出比例（權重：0.0517）。
- 2、企業內部對於創新研發的鼓勵（權重：0.0456）。
- 3、研究機構成立生物晶片之研究中心（權重：0.0440）。
- 4、引進國內外產業管理人才，提供管理服務（權重：0.0428）。
- 5、協助產業在資本市場取得長期發展資金（權重：0.0428）。
- 6、建構完整之產業上中下游體系（權重：0.0320）。

- 7、加強生物晶片產業技術服務（ 權重：0.03145 ），
- 8、鼓勵民間企業共同申請技術開發（ 權重：0.03140 ），
- 9、設置開放實驗室及產業開發中心（ 權重：0.0280 ），
- 10、參與國外研究機構之研究吸取經驗（ 權重：0.02745 ），
- 11、獎勵產業長期參與研究單位的研究（ 權重：0.02620 ），
- 12、公開研究成果（ 權重：0.02530 ），
- 13、主導研究計畫（ 權重：0.02495 ），
- 14、學術論文以長期研發成果之發表為主（ 權重：0.02420 ），
- 15、鼓勵學術專才加入產業的技術合作（ 權重：0.2495 ），



圖十三 研究結果圖

第二節 研究建議

本節所提出之研究建議是將本研究所得到的分析數據結果依循 Porter 的鑽石理論中六大影響台灣發展生物晶片產業構面來做探討與建設性之建言：

一、相關產業和支援產業表現：整體生物晶片市場包括生物晶片產品、相關製造設備、分析儀器、分析試劑耗材、以及分析判讀儀器等，是一十分典型的跨領域產業，其產業價值鏈非常長。再者，生物晶片可以應用涵蓋的領域非常廣，舉凡醫療診斷、生命科學、基礎研究、環境監測、國防安全、法醫鑑定、食品安全、新藥開發等等。因此相關產業與支援產業對生物晶片產業蓬勃發展，有著決定性的角色。雖然生物晶片產業還在起步萌芽階段，多數企業都在埋頭研發中，但是變化迅速的資本市場中，時機與速度已是成敗之關鍵，本國若能搶得先機，有系統的規劃建立出一個適合生物晶片產業落地生根的產業環境，相信對前景未明的台灣是一條可行的康莊大道。



二、企業策略、企業結構及同業競爭：台灣的企業體多以中小型企業為主，各種資源取得有限，在發展生物晶片的策略上，給予業界的建議是採取策略聯盟、技術合作、合資等以小搏大的方式面對國際上變化詭譎的市場贏面會較大。

三、生產因素：

1、人力：生物晶片產業所涉獵的專業知識非常廣泛，例如微積電、生物、生命科學、化學等等，因此所需的人才最好具備多元的專業知識，由於生物晶片產業在我國處於起步階段，研發創新的能力亦是不可忽略。人才的培育與開發可以由學術界與研究界著手進行，再者，引進國際生物晶片或跨領域的人才也是解決人才斷層的方法。

2、資金：

(1) 產、官、學、研加碼研究經費的抑注。

(2) 強化資本市場及改善創投環境，讓投注於生物晶片事業的資金源源不斷、擁有健全的經濟環境是推動新興科技產業的首要條件，政府應鼓舞帶動創投界對此類高風險、創新型之生物晶片公司進駐資金。

- 3、整合專業知識：健全的专业知識獲取、保存、擴散系統，並維持其動態的循環。
- 4、執行租稅減免：藉由租稅優惠或減免可以吸引更多廠商加入。
- 5、基礎建設：政府應該強化生物科技領域的基礎建設，整合開發國內生物晶片產業所需之工具軟體與相關資訊，並匯整各界研發成果，扮演知識技術的傳播轉介點。

四、需求因素：就需求規模而言，波特曾說過本土的預期需求可能催生產業的國家競爭力，對台灣而言，國人最常罹患的病症是 B 型、C 型肝炎，我們可以大量且搶先進行各項相關之診斷用生物晶片研究開發，但是台灣人口僅有 2300 萬人，在滿足內需市場後，未來應針對亞洲地區高血壓及胰島素抗性遺傳研究及東方人種特有疾病設計生物晶片，擴充利基市場。



五、政府：

- 1、政府應運用公共政策作為創新促成者 (Facilitator) 的角色，並依循國家創新體系的架構，以系統性的方法推動科技創新。
- 2、盡速修改相關法令規章：智慧財產權與專利法的認定規範應儘早落實，並建議以日本成功的發展生物科技之方法作為借鏡，鬆綁大學相關法規鼓勵學者創業。
- 3、強化國家創新體系機制的運作，使每一個子系統能各盡其職、互通有無並具有積極的互動模式。
- 4、建立並確保專利或智慧財產權的觀念：智慧財產權這個面向在台灣一向示弱，但是面對知識經濟的衝擊下，無可避免的便是國際化與全球化的技術交流合作，然而在技術轉移或跨國合作時，智慧財產權便成為極重要的議題，甚而，面對本國創新體系中的任一突破性的研究與發展，也勢不可免的需要考慮此面向所帶出的利弊之爭。
- 5、致力於知識交流成本的降低：生物晶片產業是典型的知識密集性高科技產業，無論

身處產、官、學、研、創投的任一子體系中，都仰賴大量且正確的知識流量的運作才有可能向前推升，Jovanovic and Rob (1989) 證明過，知識的交流成本如能大幅下降，人們便可以取得多樣性的知識來源，強化知識創造進而刺激經濟成長。

六、機會：正值歐美等生物晶片技術領先的國家，面臨成本居高不下、領導廠商訴訟不斷、商品化數量有限、打不進民生消費市場等瓶頸之時，對於像台灣這種後起之秀而言無非提供了一個大好的進入時機。另外，政府的積極發展生物科技的火力充沛，提供了各種優惠廠商的方案並極力扶持生技聚落的形成，無疑也是業主趁勢進入的黃金時刻。

第三節 研究限制

- 一、因受限於時間因素，專家訪談部分未能依預先規劃之名單全數執行。
- 二、由於本研究所選擇之定量分析方法為層級分析 AHP 法，影響生物晶片產業的各個評估因子，是經由專家深入訪談後匯整而出，但是整個國家創新體系的運作網路龐大，難免有遺珠之憾，因此若有未納入之攸關影響因子，則會影響研究結果之正確。
- 三、問卷設計的方式為了配合層級分析 AHP 法，在顧及嚴謹與完整之下顯得些許複雜而影響問卷回收率與有效問卷的數目。
- 四、無法取得業界即時性的資料。

第四節 後續研究建議

- 一、過去研究探討國家創新體系運作的學者或著作不計其數，本研究選擇以 AHP 層級分析法來分析國家創新體系對生物晶片產業的影響因子，此法的缺點即是不盡客觀，尚有改善之空間。此外，有限的時間與空間限制使本研究無法取得完整詳盡

的資料與專家訪談內容實為一憾，希望後續研究能有方法克服並做出更深入的探討。

- 二、後續研究者可以根據本研究所獲得的結果，對各因子進行深度的研究，亦或運用於其他產業的分析以評估國家創新體系執行之預期成效是否達成。
- 三、生物晶片產業在此時點，不論技術或市場都未臻成熟，建議待其進入商品化階段時，能深入探討研究產、銷、人、發、財各個領域。



參考文獻

中文部分

1. 2003 產業白皮書，經濟部。
2. 鄒繼礎等譯，Philip Kotler 原著，國家行銷，遠流出版社，民 89 年。
3. 刀根 薰著，陳名揚譯，競賽式決策制定法/AHP 入門，建宏出版社，台灣台北，民 82 年。
4. 工研院生醫中心：<http://www.bmec.itri.org.tw/chinese/spec/core-2.htm>
5. 台灣生物晶片協會：<http://www.biochip.org.tw>
6. 田蔚城主編，生物產業與製藥產業上下冊，九州圖書，台灣台北，民 87 年。
7. 朱雲鵬，我國新興高科技產業發展之現況、願景與推動策略，行政院科技顧問會，民 90 年。
8. 吳思華，知識流通對產業創新之影響，第七屆產業管理研討會，政大科技管理研所，民 87。
9. 吳思華，「知識經濟 知識資本與知識管理」，知識資本在台灣，吳思華主編，頁 11-50，台北市：遠流，民 90 年。
10. 李德彼得 著，李振昌 譯，知識經濟大趨勢，時報文化，民 90 年。
11. 李鍾熙、邱創泛，生物晶片及其衍生之機會，化工資訊，第八卷第三期，P13-15，民 90 年。
12. 林佳燕，國家創新體系運作對我國生物技術產業發展之影響，國立交通大學管理科學系碩士論文，民 90 年。
13. 徐作聖，創新政策概論，華泰書局，台灣台北，民 89 年。
14. 徐作聖，國家創新系統與競爭力，聯經出版公司，民 88 年。
15. 馬立人、蔣中華主編，生物晶片，九州圖書文化公司，民 92 年。
16. 高希均，知識經濟之路，51-64 頁，民 89 年。
17. 高洪深、楊宏志編著，知識經濟學，五南出版公司，台灣台北，民 90 年。
18. 國民創新運動：<http://www.innovation.org.tw/>
19. 張立達等人編撰，知識創新 2003，科資中心，民 92 年。
20. 張順教，高科技產業分析/半導體.通訊.網路經濟學，雙葉書廊，民 92 年。
21. 陳佳伶，台灣蛋白質晶片和實驗室晶片之產業組合分析與創新政策，國立交通大學科技管理研究所碩士論文，民 91 年。
22. 陳建銘，生物晶片專題研究，經濟部技術處，財團法人工業技術研究電子工業研究所，民 88 年。

23. 晶宇生技：<http://www.bio-drchip.com.tw>
24. 曾銘深“淺談知識經濟”，台灣經濟研究院月刊，第24卷第2期，台灣台北，P13~16。
25. 華文生技網：<http://www.bioweb.com.tw>
26. 齊思賢譯，萊斯特·梭羅原著，知識經濟時代，時報文化，台灣台北，民89。
27. 黃煜程，台灣基因晶片之產業組合分析與創新政策，國立交通大學科技管理研究所碩士論文，民91年。
28. 黃銘章等著，電子時報高科技叢書，探索IT新契機，大緣出版社，台灣台北，民91年。
29. 黃麒佑，IT知識管理導論，2-9頁，民92年。
30. 經濟部生物技術與製藥工業發展推動小組：<http://www.biopharm.com.tw>
31. 葉牧青，AHP層級結構設定問題之探討，國立交通大學管理科學研究所碩士論文，民78年。
32. 葉珣？，下一個科技盟主預約-我們的微軟與英特爾，經典傳訊，民92年。
33. 臺大醫學院主編，進階版生物技術，教育部，台灣台北，民87年。
34. 趙蘭英，生物晶片技術趨勢發展預測，工研院經資中心生醫組。
35. 劉大和，“台灣發展知識經濟課題”，台灣經濟研究院月刊，第24卷第2期，P20~24。
36. 蔡坤達，影響我國生物科技產業國際競爭力相關因素之研究，國立成功大學企業管理研究所碩士論文，民91年。
37. 鄧振源、曾國雄著，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用上下，中國統計學報，第27卷，第6、7期，民78年。
38. 羅達賢，工業技術研究院技術創新管理之研究，國立交通大學科技管理研究所博士論文，民92年。

英文部分

1. Christensen, C.M. "The Rigid Disk Drive Industry: A History of Commercial and Technological Turbulence", *Business History Review*. 67(4):531-588, 1993.
2. Chen, S.H. and G.D.Santangelo "The frontier of international technology networks: Sourcing abroad the most highly tacit capabilities", *Information Economics and Policy*, 11:101-123, 1999.
3. Damanpour, F., "The adoption of technological, administrative, and ancillary innovations: Impact of organizational factors". *Journal of Management*, 13, 675-688, 1987.
4. Damanpour, F., "Organizational innovation: A meta-analysis of effects of determinants and moderators". *Academy of management journal*, 34(3), 555-590, 1991.
5. Damanpour, F., "Organizational complexity and innovation: Developing and testing multiple contingency models". *Management Science*, 42(5), 693-716, 1996.
6. Damanpour, F., & Evan, W.M. (1984). Organizational innovation and performance: The problem of "organizational lag". *Administrative Science Quarterly*, 29, 392-409.
7. Dr D.J. Hill, University of Wolverhampton etc., *Biotechnological Innovations in Energy and Environmental Management*, 1994.
8. Dr. Iris Yu-Ling Luo. *National Innovation System of Taiwan*, 2001.
9. Freeman, C. *Technology Policy and Economic Performance : Lesson from Japan*, London: Printer, 1987.
10. Frost & Sullivan, *World Biochip Market*, 2001.
11. Gerybadze, A. and G. Reger, "The future of the university and university of the future: Evolution of ivory towers to entrepreneurial paradigm", *Research Policy*, 29:313-330.
12. HANS P. Binswanger, Vernon W Ruttan, and Others, *Induced Innovation/ Technology, Institutions, and Development*, 1978.
13. Holt. K. *Product Innovation Management*, 2nd ed.: Butter Worths, 1982.
14. Holt, Knut, *Innovation: a challenge to engineer*, New York, 1987.

15. Kuznets, S., Economic Growth and Income Inequality, Am. Econ. Rev. (49), pp. 1-28 , 1955 .
16. Kuznets, S., “Quantitative Aspects of the Economic Growth of Nations. VIII: The Distribution of Income by Size,” Econ. Dev. Cultural Change, (11) , pp. 1-92 ,1963 .
17. Lundvall, B.. National System of Innovation: Analytical Framework, London: Printer, 1992.
18. Nonaka, Ikujiro & Hirotake Takeuchi, The Knowledge-Creating Company, N.Y. : Oxford University Press, 1995.
19. Oliverio D.D.Soaes; A.Martins da Cruz; G. Costa Pereira;Isabel M.R.T.Soaes; Albino J.P.S.Rei, Inovation and Technology Strategies and Policies, 1997.
20. Pavitt and Keith,” What we know about the Strategic Management of Technology “, California Management Review , 32(spring): 3-26, 1990.
21. Peter F.Drucker, Innovation and Entrepreneurship - Practice and Principles, 1985.
22. Porter, M. E.,Competitive Advantage of Nations .London: Macmillan ,1990.
23. Purser,R.E.,and Pasmore,W.A. .”Organizing for Learning.” Research in Organizational Change and Development., London,1992.
24. Richard R.Nelson, 1993. National innovation system-A Comparative Analysis , P384-P413.
25. Rothwell, R and Zegveld, Reindustrialisation and Technology, edn. Harlow: Longman, 1985.
26. Rothwell,R.,Industrial Innovation: Source, Strategy, Trends. In: Dodgson, M.and Rothwell, R., (Eds) .The Handbook of Industrial Innovation, p33-35 ,1995.
27. Roberto E. Lopez-Martinez Andrea Piccaluga.”Knowledge Flow in National System of Innovation – A Comparative Analysis of Sociotechnical Constituencies in Europe and Latin America , 2001.

28. Senker,J. National System of Innovation, Organizational Learning and Industrial Biotechnology, Technovation, 16(5):219-265 , 1996.
29. Schumpeter,J.A. The Theory of Economic Development , New Brunswick , 1983.
30. Synnove Vuori Pentti Vuorinen Explaining Technical Change in a Small Country/ The Finish National Innovation System , P 1-3; P56 , 1994.
31. Thomas, L.Saaty, The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill,P.21, New York, 1980.
32. Willian B. Rouse. ,Strategies for Innovation/ Creating Successful Products, Systems, and Organizations, 1992.



附錄一：專家訪談問卷

先進，您好：

很抱歉在百忙中打擾您！學晚是交通大學管理科學學程碩士班研究生劉思菁，目前正著手進行「國家創新體系運作對我國生物晶片產業之影響」的論文研究。由於久仰先進大名，想前去拜訪並請益有關我國生物晶片產業發展之相關議題，次為開放性訪談，內容無侷限，懇請您撥冗接受訪談並給予學晚意見與指教，不勝感激！

敬祝商祺

國立交通大學管理科學系碩士班

指導教授 黃仁宏博士

研究生 劉思菁 敬上

TEL:0922-425-158

E-mail: Amyliu@ndl.gov.tw



附錄二 AHP 層級問卷

國家創新體系運作對我國生物晶片產業發展之影響（問卷調查）

您好：

非常感激您參與本研究之專家評定，不吝提供專家意見。本研究之目的主要試圖在有限的資源狀態下，由整體國家創新體系的運作中，找出幫助台灣發展生物晶片產業的優先順序。懇請各位專家先進撥冗填答，感激不盡！！您的意見十分寶貴，煩請盡速將填寫結果傳回（amyliu@ndl.gov.tw）電子信箱，再次感謝您的協助與支持。

敬祝 事事順心

國立交通大學 管理科學系碩士班

劉思菁 敬上

中華民國 93 年 1 月



【問卷說明】

一、本研究所建立的架構方針主要整理建立如下(詳見下頁的層級結構圖)：

目標：生物晶片產業發展中國家創新體系之子體系的運作策略及方案優先順序				
政府部門	學術教育	研究單位	產業界	創投資金
產業科技政策	開發人力資源	研發中心	研發能力	長期資金
財經政策	學術論文發表	研究計畫	整合產業	管理技能
科技法律政策	知識累積與擴散	技術移轉	產官學研合作	
連結主導政策			技術引進	

二、問卷目的說明：

本研究之目的希望能找出國內生物晶片產業整體發展在國家創新體系運作過程中，產業的發展與產、官、學、研各子體系中具有正向關係並對產業發展具影響力的方向及策略方案，運用以層級次序分析方法(Analytic Hierarchy Process)，針對方案及策略的規劃進行分析，作為國家創新體系與產業發展運作之建議，希望能以有限資源做最有效的發揮。請您依據您的識與經驗，評定每一層級中，各個要項而言的相對重要性，

請依據名目尺度進行兩兩成對比較。

三、填答舉例

假設您在考慮購車時，評估的準則為：車子的價格、性能、樣式。如果您認為”價格”的考量相對於”性能”是「稍重要」的，而”價格”與”樣式”比較起來，則”樣式”相對於”價格”為「頗重要」；至於”性能”相對於”樣式”則是「絕對重要」，那麼填答方式如下所示：

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8	9
價格																		性能
價格																		樣式
性能																		樣式



第一部份：成對比較問卷

本問卷分為三個層級：

- 一、國家創新體系下個別 sector 對於生物晶片產業發展的貢獻，在專家的看法裡重要性為何？
- 二、各子體系下的政策對於該部門的貢獻度，評估其重要性程度？
- 三、各政策下的執行方案對該策而言重要貢獻度及策略之優先性為何？

【第一層級】

本層級進行創新體系中各組成成員在生物晶片產業發展中所扮演角色的重要程度的比較。請您比較左方欄位與右方欄位的相對重要性，並請於中間的重要性評比中，勾選適切的相對重要評比。本研究的研究對象將包括以下四大群體：

政府部門：執行科技發展計畫之相關政府單位，包括行政院經濟部所設立之專責單位等相關部會。

學術教育：國內各大學之生物科學相關科系之大學部、碩博士班的教師及研究生等

研究單位：國內以研發生物晶片為主要活動的相關機構，如中研院、工研院等。

產業界：為本研究定義之生物晶片產業，包括上市上櫃公司及已公開發行的公司。

創投基金：創業投資，以私人股權方式從事資本經營，並以培育和輔導企業創業或在創業，來追求長期資本增值的高風險、高收益之行業。創投積金則是一群聚科技或財務專業的人士用來操作投資在具發展潛力與快速成長的公司。

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
政府部門	學術教育															
政府部門	研究單位															
政府部門	產業界															
政府部門	創投資金															
學術教育	研究單位															
學術教育	產業界															
學術教育	創投資金															
研究單位	產業界															
研究單位	創投資金															
產業界	創投資金															

【第二層級】

第二層級的建構係依據第一層級的角色建立。以下相對的成對比較將針對各部門下所負責的任務進行重要性評比，請依據各政策對該部門在生物晶片產業展中的重要度進行成對比較。



《政府部門》

G1：產業科技政策，指產業發展政策的制訂與執行

G2：財經政策，指政府在財政及財經政策的規劃與執行

G3：科技法律，指政府在科技法律上的制訂與執行

G4：連結主導權建立，指政府主動建立產學研三者的連結，並給予鼓勵

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
產業科技政策	財經政策															
產業科技政策	科技法律															
產業科技政策	產學研主導															
財經政策	科技法律															
財經政策	產學研主導															
科技法律	產學研主導															

《學術教育》

E1：基礎人才培育，指教育及培養人才相關事項

E2：學術論文能力，指學術界對於學術論文提出的能力

E3：知識累積與擴散，學術教單位對於知識的累積及傳承擴散的責任

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8
開發人才資源																	學術論文能力
開發人才資源																	知識累積擴散
學術論文能力																	知識累積擴散

《研究單位》

R1：研發中心，設置研發中心對研究機構在產業發展中的貢獻

R2：研究計畫，研究單位對研究計畫的推動與執行

R3：技術移轉，進行技術移轉對研究單位在產業發展的重要程度為何

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8
研發中心																	研究計畫
研發中心																	技術移轉
研究計畫																	技術移轉

《產業界》

I1：研發能力，指產業本身對研發能力提升的重要度

I2：整合產業，產業發展的體系規劃重要度

I3：產學及產研合作，主動積極的與學界及研究單位進行交流的重要度

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8
研發能力																	整合產業
研發能力																	產學產研合作
整合產業																	產學產研合作

《創投資金》

V1：管理技能

V2：長期資金挹注

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
研發能力											整合產業					
研發能力											產學產研合作					
整合產業											產學產研合作					

【第三層級】

第三層所包含的項目即是各子體系所可以運用的策略執行方案，敬請比較在各子體系的政策或策略下，各執行方案的重要程度。

《產業科技政策》

G1a：產業扶植政策，指明確之產業扶植政策

G1b：健全專利制度，指專利制度之健全

G1c：整合技術網路，指整合產官學研技術網路

G1d：產業法令規章，訂定適合產業發展之法令規章與獎勵

G1e：技術擴散機制，指技術擴散機制的確立

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
產業扶植政策											健全專利制度					
產業扶植政策											整合技術網路					
產業扶植政策											產業法令規章					
產業扶植政策											技術擴散機制					
健全專利制度											整合技術網路					
健全專利制度											產業法令規章					
健全專利制度											技術擴散機制					
整合技術網路											產業法令規章					
整合技術網路											技術擴散機制					
產業法令規章											技術擴散機制					

《財經政策》

G2a：租稅優惠，含獎勵投資與產業升級條例

G2b：融資方案

G2c：預算分配比例，提高科技預算分配比例並加強執行面

G2d：提高研發經費

G2e：獎勵研發創新

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
租稅優惠	融資方案															
租稅優惠	預算分配比例															
租稅優惠	提高研發經費															
租稅優惠	獎勵研發創新															
融資方案	預算分配比例															
融資方案	提高研發經費															
融資方案	獎勵研發創新															
預算分配比例	提高研發經費															
預算分配比例	獎勵研發創新															
提高研發經費	獎勵研發創新															

《產業科技政策》

G3a：智財權歸屬法，智慧財產權歸屬法的制定與執行

G3b：規劃市場機制

G3c：證卷金融措施

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
智財權歸屬法	規劃市場機制															
智財權歸屬法	證卷金融措施															
規劃市場機制	證卷金融措施															

《連結主導政策》

G4a：研究獎勵，指產業長期參與研究單位的研究獎勵

G4b：鼓勵產學合作，鼓勵學術專才加入產業的技術合作

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
研究獎勵	鼓勵產學合作															

《開發人力資源》

E1a：國際學術交流

E1b：人才教育，大學以上生物晶片產基礎人才教育

E1c：加強研究能力，加強專業領域研究人員之研發能力

E1d：完善教育體系，建立完善的教育體系

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
國際學術交流	人才教育															
國際學術交流	加強研究能力															
國際學術交流	完善教育體系															
人才教育	加強研究能力															
人才教育	完善教育體系															
加強研究能力	完善教育體系															

《學術論文發表》

E2a：長期研發成果，學術論文以長期研發成果之發表為主

E2b：發表篇數，最低論文發表篇數之規定

E2c：期刊論文資訊，國內外期刊論文電子資訊系統之完善

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
長期研發成果	發表篇數															
長期研發成果	期刊論文資訊															
發表篇數	期刊論文資訊															

《知識累積與擴散》

E3a：公開研究成果

E3b：共同開發，研究成果與業界共同開發

E3c：持續及關連性，強化研究的持續性與關連性

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
公開研究成果											共同開發					
公開研究成果											持續及關連性					
共同開發											持續及關連性					

《研發中心》

R1a：研究中心，指成立生物晶片研究中心

R1b：開發中心，指設置開放實驗室及產業開發中心

R1c：在職培訓，負責產業中的人力在職培訓

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
研發中心											開發中心					
研發中心											在職培訓					
開發中心											在職培訓					

《研究計畫》

R2a：主導研究計畫

R2b：參與國外研究機構之研究、吸取經驗

R2c：鼓勵醫藥界參與計劃執行

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7
主導研究											參與國外研究					
主導研究											醫藥界參與之					
參與國外研究											醫藥界參與之					

《技術移轉》

R2a：鼓勵民間企業共同申請技術開發

R2b：協助產業進行海外投資及技術引進

R2c：加強生物晶片產業技術服務

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8
技術開發																	技術引進
技術開發																	技術服務
技術引進																	技術服務

《研發能力提升》

I1a：提高研發費用之支出比例

I1b：企業對內部創新研發之鼓勵

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8
研發費用																	內部創新研發

《整合產業》

I2a：建構完整之產業上中下游體系

I2b：同性質之子產業整合

評估要素	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍重要	頗重要	極重要	絕對重要	評估要素							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8
完整上中下游																	子產業整合

《產學產研合作》

I3a：參與官方或學術界長期研究

I3b：加速量產已由研究單位研發成功的生物晶片產品(如檢測晶片等)

I3c：延攬人才，提供就業機會，減少人才流失

評估要素	絕對重要	極重要		頗重要		稍重要		同等重要	稍重要		頗重要		極重要		絕對重要	評估要素
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	
參與研究																加速量產
參與研究																延攬人才
加速量產																延攬人才

《管理技能協助》

V1a：引進國內外產業管理人才，提供管理服務

V1b：協助產業於資本市場取得長期發展資金

評估要素	絕對重要	極重要		頗重要		稍重要		同等重要	稍重要		頗重要		極重要		絕對重要	評估要素
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	
管理服務																取得長期資金

第二部份：本問卷為專家問卷，因此本部分要請您填寫您的個人資料，您的資料僅供作學術分析之用。

姓 名					
服務機關					
聯絡電話					
職 稱					
學歷	您已取得最高學位	專科	學士	碩士	博士
	上列學位之系所類別	經濟、商學、管理 醫學、農學、生物	文、教、法 其他 _____	理學、工程、資訊	(請註明)

本問卷到此結束！再次謝謝您在百忙之中撥冗填答。若有任何意見也請您多多指正批評！謝謝！



國立交通大學 管理科學系碩士班
 研究生 劉思菁 敬上
 TEL : 03-5313268
 Mobil : 0922425158
 E-mail : amyliu@ndl.gov.tw