

國立臺灣大學社會科學院政治學系

博士論文

Department of Political Science

College of Social Sciences

National Taiwan University

Doctoral Dissertation



台灣邁向半導體產業王國之路—以發展型國家理論

詮釋臺灣積體電路產業發展歷程(1974-2018 年)

Taiwan's Rise as a Semiconductor Powerhouse:
Interpreting Taiwan's IC Industry History through
Developmental State Theory (1974 to 2018)

許增如

Andrea Tseng-Ju Hsu

指導教授：張佑宗博士

Advisor: Yu-Tzung Chang, Ph.D.

中華民國 108 年 5 月

May 2019

口試委員審定書



國立臺灣大學博士學位論文 口試委員會審定書

邁向半導體產業王國之路—以台灣積體電路
產業發展歷程(1974-2018)為例

**The Way to IC Kingdom—A Case Study of
Semiconductor Industry Development in Taiwan
(1974-2018)**

本論文 許增如 君 (學號：D99322005) 在國立臺灣大學政治學系完成之博士學位論文，於民國 108 年 5 月 31 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

張佑宗

(簽名)

(指導教授)

吳思恩

郭明

廖益興

董涵沛



謝辭

九年的博士班生涯像是跑馬拉松，謝謝一路上陪伴我、鼓舞我的老師、同學、同事及朋友們。首先我要感謝我的指導教授張佑宗老師九年來不斷的鼓勵，如果沒有張老師的督促及鼓勵，我想我早就放棄了，謝謝張老師讓我終究沒有留下遺憾。謝謝我的口試委員吳親恩老師、葉國俊老師、廖益興老師及童涵浦老師，大綱口試指引我一條正確的方向，讓我慢慢走到了最後。謝謝我公行組唯一的同學陳亮宇、「學長」李天申、王皓平、學妹陳芙萱及辰元助教，謝謝您們一路的扶持、陪伴和鼓勵！

九年我從北唸到南，又從南唸到北。起心動念是 2006 年擔任國科會園區協調小組科長職務，開啟我對科學園區及高科技產業的興趣，2010 年雖然短暫離開這個領域，博士班生涯卻也就此開始。2011 年調至南科管理局擔任投資組組長職務，剛好有機會讓更深入參與產業的引進與發展。當時南科可說是晶圓代工最先進的製程基地，兩大晶圓代工龍頭最先進製程的廠房都設在南科，在南科工作的經驗讓我熟悉整個晶圓代工製程相關的供應鏈，包括設備及材料業者。

2015 年調回至科技部產學園區司擔任副司長職務，當時推動的產學大聯盟計畫，與晶圓代工業者和 IC 設計業者合作，正好可以從學研機構及政府計畫端，思考對產業發展的功能及影響。在調回台北的期間，我也努力完成論文大綱，冥冥中似乎有安排，在大綱口試完成後，我又調到全台灣、甚至可以說是全世界最重要的半導體產業重鎮—竹科服務，對於整個半導體產業製造鏈，從 IC 設計、代工、及封裝，有了更完整而全面的認識。

在這個漫長的九年馬拉松過程，起先是小孩小，奔波於工作及家庭之間，後來隨著職務變遷、工作的負擔也越來越沉重。念書和寫論文，變成是奢侈的願望，歷經無數次想要放棄的念頭。我要感謝這一路的貴人，除了老師和同學、還有歷任的長官，台北大學當時的侯崇文校長、南科陳俊偉局長、林威呈局長、科技部陳德新次長、產學司邱求慧司長、竹科王永壯局長，及馮武雄教授、博大沈麗琴總經理、莊雅帆小姐、工研院 IEK 王寶苑小姐、彭茂榮經理、竹科許勝昌組長、中科王麗娟主秘、彭麗春組長、南科陳瑞環主秘、桃園市工務局賴宇亭局長、新竹縣楊文科縣長、及我的同事李宛靜小姐、殷志鴻科長、曹長勇科長、洪千淑科長、科政中心簡國明博士等。謝謝您們對我進修的支持，及在論文撰寫過程中的多方協助，特別是每當我想放棄時的鼓勵，讓我又有了繼續堅持下去的力量。

謝謝我的家人的包容，九年是一段不算短的時間，謝謝你們包容我在有限的家庭生活時間中，又撥出不小的一部分時間去滿足我對知識的渴望。最後謹將這本論文獻給我的父母，謝謝您們對我的栽培。我的父母在美商通用器材公司服務時相識、結婚、然後有了我。通用器材公司是台灣引進第一家外資企業，生產的電晶體、也是早期的半導體元件，用在電視機上。冥冥之中，和半導體的緣分竟是這麼早。雖然年近半百才拿到博士學位，也恰巧和台灣半世紀的半導體產業歷程共同成長。



中文摘要

本論文以臺灣積體電路產業發展歷程(1974-2018)為研究對象，從發展型國家理論檢視國家在扶持產業發展歷程與市場之間關係的變化，從而檢視國家自主性的轉變。本論文採文獻分析法與深度訪談法，從三個面向切入，分別觀察國家能力及產業規模在近40年產業發展歷程的變化，包括從產業技術端，國家如何引進產業技術，並培植產業茁壯；以及產業生產要素部分，包括土地、水、電、污染管制等資源挹注，建構產業發展環境；以及人才供給端，如何透過學校教育、補助研究計畫、設立研究機構、及研發替代役制度等，培育產業永續發展的人才。結果發現，國家的角色及自主性會隨著產業規模的擴大而下降，雖然國家會隨著產業規模的擴大而擴大投入相關資源，但是國家的掌控能力卻會隨著產業技術逐漸成熟、擴大生產規模而下降，國家也從市場的引導者逐漸轉變為追隨者。

關鍵字：發展型國家、國家自主性、積體電路產業、晶圓代工、科學園區、人才培育

Abstract

This thesis takes Taiwan's integrated circuit industry development process (1974-2018) as the research object, and examines the changes in the relationship between the state's development process and the market from the perspective of the developmental state theory, thus examining the transformation of the state autonomy. This paper adopts the literature analysis method and the in-depth interview method and observes the changes in the industrial development process in the past 40 years from three perspectives. Which are including how to introduce industrial technology and cultivate the industry; how to provide industrial production factors, such as land, water, electricity, pollution control and other resources, to build an industrial development infrastructure; and how to through school education, subsidy research projects, set up research institutions and the system of Research and Development Substitute Services to cultivate talents for sustainable development of the industry. It turns out that the role and autonomy of the state will be declined by the expansion of the industry scale. Although the country will expand the investment of related resources as the scale of the industry expands accordingly, the state's controlling ability will gradually decline with the maturity of industrial technology. The state will also gradually shift its role from a market leader to a follower.

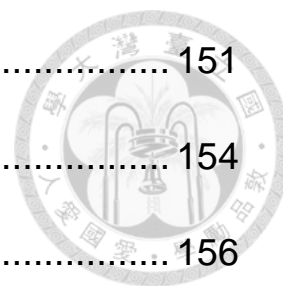
Keywords : Developmental State, State's Autonomy, Integrated Circuit Industry, Foundry Manufacturing, Science Park, Talent Cultivating

目錄



口試委員審定書.....	i
謝辭.....	ii
中文摘要.....	iii
Abstract.....	iii
第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機	1
第二節 發展型國家理論及其論辯.....	5
第三節 研究問題及方法.....	15
第四節 本論文的主要觀點	21
第二章 從追趕到超越—積體電路產業技術在臺灣.....	25
第一節 產業起始時期	26
第二節 政府與民間協力發展時期.....	43
第三節 技術超越時期	75
第四節 小結：從技術追趕到技術超越.....	91
第三章 積體電路產業與科學園區.....	96
第一節 科學園區之設置及擴建	97
第二節 水電供應無虞	125
第三節 污染總量管制	144

第四節	小結：政府建構完善基礎建設.....	151
第四章	產業的基礎—人才培育	154
第一節	學校奠定培育基礎	156
第二節	研究機構引導產業人才培育	175
第三節	企業衍生人才	189
第四節	小結：人才培育卓然有成.....	208
第五章	結論.....	212
第一節	研究發現	212
第二節	未來相關議題研究	216
參考文獻	219



圖表目次



圖 1- 1 研究動機	4
圖 1- 2 研究問題	17
圖 1- 3 研究架構	20
圖 1- 4 研究觀點	23
圖 2- 1 半導體產業範疇.....	27
圖 2- 2 政府推動積體電路大型研究計畫歷程圖	45
圖 2- 3 公私部門合作發展產業架構.....	59
圖 2- 4 國家矽導計畫架構.....	80
圖 3- 1 園區產業營業額成長趨勢與六大產業消長情形.....	101
圖 3- 2 臺灣 IC 產業群聚現況.....	102
圖 3- 3 科學園區概況（可出租面積/總面積）	104
圖 3- 4 新設科學園區遴選流程	105
圖 3- 5 新竹科學工業園區開發示意圖	108
圖 3- 6 台南科學園區二期基地及特定區示意圖	113
圖 3- 7 2017 年科學園區各產業用水量比例.....	127
圖 3- 8 一滴水在台積公司運用 3.5 次的旅程	131
圖 3- 9 台南園區污水及再生水流程示意圖	135
圖 3- 10 台電供電系統示意圖.....	138

圖 4- 1 智慧電子國家型科技計畫推動架構	168
圖 4- 2 2008-2018 年度研發替代役員額核配家數統計表	171
圖 4- 3 2008-2018 年度研發替代役員額核配員額數統計表	171
表 3- 1: 2000 年以前新竹科學工業園區營業額-依產業別區分	110
表 3- 2: 第二科學工業園區第一次評選候選基地概況	112
表 3- 3: 園區擴建表	116
表 3- 4: 園區用水現況表	126
表 3- 5: 各園區供水來源表	129
表 3- 6: 南科園區再生水廠規畫	134
表 3- 7: 園區用電最高負載量表	139
表 3- 8: 產業穩定供電策略之預期效益	139
表 3- 9: 三大園區節約用電潛勢量	142
表 3- 10: 三大園區再生能源設置量	142
表 3- 11: 園區之廢水排放水質監測結果	145
表 3- 12: 2016 年平均每日園區之廢棄物產出量統計	148
表 3- 13: 2017 年園區各產業廢棄物產出量統計	149
表 4- 1: 2014-2018 年臺灣 IC 設計業各項重要指標	160
表 4- 2: 106 學年度(2017 年)大學校院學生人數排名前十大細學項	162



表 4- 3: 97 與 106 學年大專校院學生人數前五大細學項比較.....	162
表 4- 4: 97 與 106 學年大專校院各科系學生人數比較	163
表 4- 5: 2012-2016 年科技部補助各研究領域專題研究計畫執行件數 及經費	166
表 4- 6: 2016 工程科技領域專題研究計畫執行件數及經費	167
表 4- 7: 2008-2018 年度研發替代役役男投入產業統計表	172
表 4- 8: 2008-2018 年度研發替代役役男投入產業統計表	187



第一章 緒論


第一節 研究動機

新加坡前總理李光耀 2015 年 3 月辭世，媒體回顧他的一生，最令人津津樂道的是他帶領沒有天然資源的新加坡，由馬來西亞的一個邦，獨立建國、成為當前全球最富裕的國家之一。「亞洲四小龍」這幾個字，又從人們記憶深處被挖掘出來，隨著媒體反覆播放，作為見證那段亞洲經濟快速發展榮景最具代表性的字眼。依據世界銀行統計(The World Bank, 1994: 27-77)，這些國家 1960 年到 1990 年間，每年平均所得成長 5.5%。

當時東亞經濟奇蹟，歸納具備以下特色：快速且持續的成長、減少貧富差距及貧窮現象、出口的急遽成長、快速人口變遷、高投資及儲蓄率、人力素質提升及生產力快速成長等。經濟的快速成長改善戰後人民的生活品質，並在經濟官僚的指導下與企業建立適度連結、以發展產業，國家擁有足夠的能力與自主性可以干預市場，創造出高度經濟成長的奇蹟。

當時臺灣名列亞洲四小龍，最為人津津樂道的，是所謂「高科技產業」的出現及蓬勃發展，扮演著東亞國家近三十年來經濟發展的重要角色。1970 年代中期到 1980 年代中期間臺灣發展積體電路、也就是俗稱的半導體產業，以及電子、電腦等資訊產品相關產業，包括設立新竹科學工業園區吸引海內外人才以發展科學技術產業。1986 年以國家資金結合外資設立臺灣積體電路公司等措施，經常被學者指為發展型國家的典範。尤其當科技創新結合東亞國家獨特之文化背景，國家、社會及市場之間的關係，更是充分驗證發展型國家理論模型及其特色。

早期由於低成本的生產優勢，吸引了許多歐、美、日的半導體公司到臺灣加




工出口區設廠。到了 1980 年代，美、日爭奪半導體市場的主導權，臺灣成為美日的原廠設備代工製造生產基地，基本上，臺灣並非技術領先者，但臺灣具備快速跟隨能力，因此得以在高科技產品市場發展出其特殊利基，快速掌握大量生產的主流技術，這正是臺灣產業的主要特徵。隨後發展出半導體晶圓專業代工模式，可謂獨步全球，臺灣半導體產業發展 40 餘年，產業產值已達 2 兆元新臺幣以上，甚至在國際間，占有舉足輕重的角色。

根據 IEK 出版《2017 半導體產業年鑑》(陳婉儀主編，2017)數據顯示，臺灣 IC 產業上下游產業鏈完整，從上游的 IC 設計到後段的 IC 製造與 IC 封測及 PCB 產品產業，專業分工模式獨步全球，總 IC 產值蟬聯數年全球排名第 2，僅次於美國；臺灣晶圓代工產值全球排名第 1，全球市占率達 70.7%，先進製程如 20nm 及 16nm 的專業代工居全球領導地位；臺灣 IC 封測產值全球排名第 1，全球前十大專業封測業者中臺灣占有一半以上，全球市占率達 55.5%；臺灣 IC 設計產值市占率雖然遠遠落後於美國，但是也名列全球第 2；臺灣記憶體製造以 DRAM 為主，其次為 NOR Flash 及 Mask ROM，記憶體製造產值全球排名第 4，次於韓、美、日。

由於我國半導體產業在國際間極具重要性及競爭力，並具備未來發展性及帶動我國相關產業鏈之效益。總統蔡英文在 2016 年 3 月當選時到竹科與半導體產業座談表示，半導體產業是國家級產業，可說是臺灣經濟的支柱，希望將來整合業者，組成「臺灣隊」打國際盃(經濟日報，2016 年 3 月 7 日)。顯示其上任後將用國家力量來整合半導體產業，組成國家隊，共同面對對岸中國大陸發展以其自身市場優勢，以國家力量發展半導體產業，也就是所謂的「紅色供應鏈」挑戰。然而產業興衰基本上是受市場力量支配，政府介入要獲致成功，還須視客觀條件能否配合。

但是在另一方面，臺灣社會對於是否應繼續以國家力量、發展積體電路產業，有著分歧的看法。立委黃國昌接受媒體專訪時表示，臺灣過去一直迷信 GDP 成長，



許多產業長期仰賴社會的外部成本來創造利潤，像是接受電力補貼、或是有較為鬆散的環境控管，讓整體社會承擔企業的成本，藉此獲利，卻忘記回到「以人為本」的幸福經濟，他認為臺灣的經濟發展模式應全盤檢討，他甚至還說，若要在另一個台積電及 1,000 家捷安特之間做選擇，他寧可選擇後者(經濟日報，2016 年 2 月 5 日)。

對於產業環境的改變，臺灣政府很難像過去一二十年前或是其他發展中國家，透過抑制產業生產成本，以代工出口來帶動經濟成長。相對地，近二十年來臺灣政府透過產業政策及租稅減免等手段，希望輔導傳統產業升級轉型，或是複製過去電子產業發展經驗、發展及扶植新的產業種類，但是成效不是不明顯，就是發展幾年便胎死腹中。最明顯的例子，就是面板和 DRAM 曾是政府大力扶植、被譽為「兩兆雙星」的產業，一路走來，不是變成「兩道流星」(聯合報，2015 年 12 月 15 日)，就是列入「四大慘業」(經濟日報，2015 年 4 月 7 日)，顯示以臺灣目前的國力與財力，似乎很難再投入這種資本密集且技術更迭快速的產業，因為這種動輒需要投資百億、千億元，又常態性要面臨巨額虧損的產業，已非一般國家能夠支撐得起，只有像韓國、中國這種擁有大財閥與國家資本的支持，才可能用鉅額補貼或融資，協助企業撐過不景氣的試煉。

從臺灣四十年來的積體電路產業發展歷程，可以發現國家、及其產業政策、與所處的國內外環境變遷息息相關。事實上，從日本、韓國和臺灣等國二次戰後產業發展歷程來看，所謂「高科技產業」的出現及蓬勃發展，扮演著東亞國家近四十年來經濟發展的重要角色。1970 年代中期到 1980 年代中期間臺灣發展半導體、電子電腦相關產業，包括設立新竹科學工業園區鼓勵了中小企業投入，1986 年以國家資金結合外資設立臺灣積體電路公司等措施，便常被學者指為發展型國家的典範。尤其當科技創新結合東亞國家獨特之文化背景，國家、社會及市場之間的關係，更是充分驗證發展型國家理論模型及其特色。

由於積體電路產業公認是臺灣過去發展最成功的產業，本論文將以積體電路

產業為研究對象，以發展型國家理論檢視國家與市場之間關係的轉變。該產業從 1970 年代中期開始發展，國家扮演重要的發展角色，包括自海外引進該新興產業、投入資源龐大資金及規劃相關政策以建構產業發展環境，四十多年來，隨著國內外政經環境變遷，該產業不但蓬勃發展，更成為臺灣數一數二於國際間舉足輕重之產業。然而檢閱相關文獻，多著重於解釋臺灣積體電路產業如何出現，對於後續如何發展、如何成為全世界舉足輕重之產業，付之闕如。甚至後續該產業茁壯之後，面對國際市場競爭，多次考慮外移以降低生產成本，政府「戒急用忍」等相關管制性政策，與過去國家著重以產業、經濟發展為本位的思考模式，似乎產生某種型態的轉變，是否代表發展型國家本質的轉變，仍有待進一步探討。

本論文將以臺灣積體電路產業 1974 至 2018 年的發展歷程為研究對象，藉由該產業發展歷程及政府為產業發展所投入之資源及相關政策規劃，檢視政府發展積體電路產業政策之內涵及其成功要素，特別是伴隨政治民主化過程，國家自主性的轉變及調適，探討國家與市場之間的關係，進而驗證產業政策是否可以影響市場、成為有效推動產業發展之工具。尤其伴隨民主化，國家能力是否造成影響，及國家在發展產業過程中所應及所能扮演之角色，參見圖 1-1。

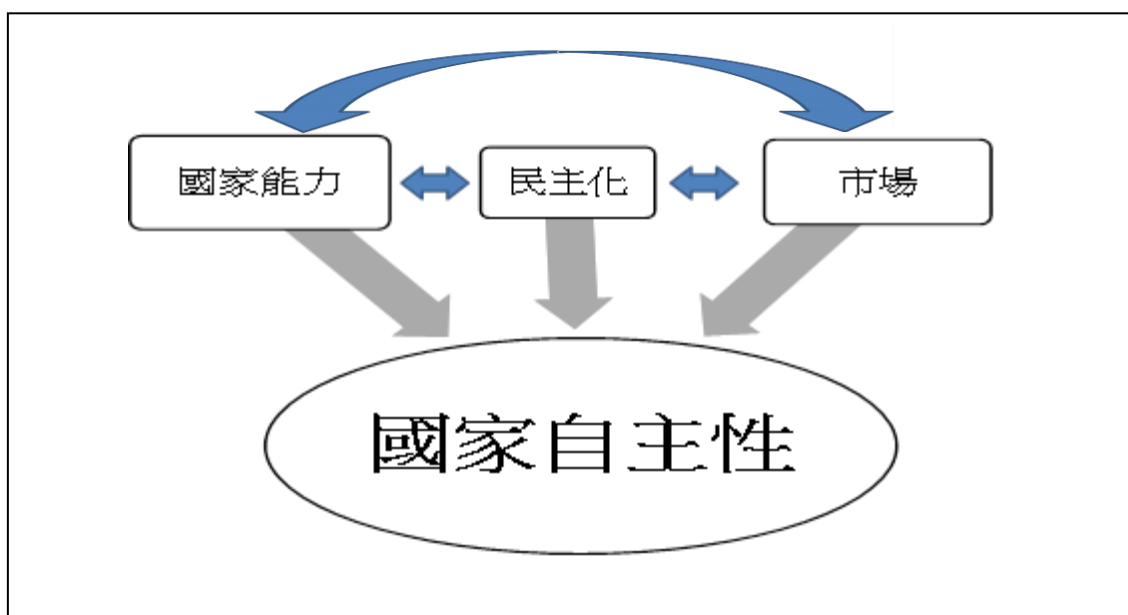


圖 1-1 研究動機

第二節 發展型國家理論及其論辯



在談到臺灣高科技產業之興起其發展，國家所扮演之角色，不能不提到發展型國家理論(developmental state)。臺灣在二次大戰前，是不曾工業化、更遑論高科技產業，現在人稱臺灣為科技島，主要是政府政策推動的結果。發展型國家理論是解釋日本、韓國和臺灣等東亞後進發展國家，在二次大戰後經濟躍升的重要理論，這些國家也因此被名為「發展型國家」。發展型國家主要具備三個主要特色：第一，國家的政策制訂具有高度的自主性(autonomy)，可免於各種社會階級利益的干擾。第二，國家經濟體制內雖然也有龐大的私有制企業體存在，國家仍有能力(capacity)鉅細靡遺地管制這些私人企業。國家積極介入市場經濟運作的方式，例如長期扭曲市場價格(getting some prices wrong)，而不是順應國際市場價格(getting the right prices)，扶助若干新興策略性的產業，或是藉由公營銀行的貸款程序，獎勵有競爭力的產業，同時淘汰夕陽工業。第三，國家領導者對追求國家經濟發展的目標有一致的共識，並積極追求這項目標(Amsden, 1985)。

發展型國家理論的發展，有其歷史脈絡之成因。在二次戰後初期，主流經濟發展理論對於後進國的經濟發展前景，一般皆持樂觀的看法，其中如現代化學派就認為，若假以時日後進國必能跟隨先進國的步子發展。在 1960 年代，結構學派(structuralists)在發展經濟學(development economics)領域中居主導地位，他們認為發展過程是一個動態不連續的過程，因此不能單單依賴市場機制來引導經濟發展，必須要有國家的政策干預來帶引投資與發展(瞿宛文, 2003: 186)。不過結構學派也強調後進國的結構弱點，需要時間來鼓勵或扶植私人投資，並主張初期可採取進口替代政策，以強化國內經濟結構體質等。

到了 1970 年代前後，因為多數後進國經濟發展並不成功，批判現代化理論的依賴理論(dependency theory)應運而生。依賴學派主要依據拉丁美洲國家的失敗經驗，而認為後進國與先進國的關係正是問題之所在，二者存在一種剝削關係，



先進國從後進國汲取不當之經濟利益，所以後進國與先進國的經貿關係越密切，越會受到傷害而無法成長發展，無論是貿易與投資的關係，都是先進國得利、後進國受損(瞿宛文, 2003: 11)。

在此同時，主流經濟學中新自由派崛起，他們卻是從另一角度批評結構學派，此派學者認為東亞四小龍能夠成功發展，而拉丁美洲反而失敗，主要是東亞採取出口導向與對外開放的策略，而拉丁美洲則相反，證明了自由市場理論的優勢。依據比較利益理論，在自由貿易情況之下，任何後進國都能在國際分工的光譜中找到適合自己的生產與貿易產品，但是後進國的問題是先天各方面條件都比較差，所以能找到「適合的」生產活動都會是低附加價值類的，透過低生產成本的比較利益，讓先進國將生產基地轉移到後進國，進而促成後進國成功發展。但是比較利益理論沒有說明，後進國如何可以在比較利益的階梯上晉級，來提升國家經濟結構及技術升級(瞿宛文, 2003: 14)。

修正學派則對東亞經驗有截然不同的解釋，此派學者認為東亞發展之所以成功，是因為這些國家是發展導向國家(*developmental state*)，在發展過程中，國家以強力干預方式來扶植新興工業，出口導向與進口替代政策並用，國際市場不單提供實踐經濟規模的可能，更提供了國家規範資本檢驗成果的工具(Amsden, 1989 ; Wade, 1990)。在發展型國家理論中，國家的重要性是對照於市場，國家可以透過許多方式來影響市場運作，甚至引導市場，來促進相關產業發展。在另一方面，國家可以自外於市場機制，國家的自主性展現在技術官僚的專業性，及相關引導產業發展之補貼或獎勵政策。

對後進國家而言，從追趕到創新的進展是一個困難的過程。後進國廠商從商品鏈的末端開始模仿學習，逐漸地消化既有知識和技術之後，慢慢追趕和逐步地縮小與先進國家廠商的科技差距而往科技創新和前沿邁進。創新對於廠商或一個經濟體而言，是一個包含了搜尋、探索未知領域的過程，而其特色就是結果不可知，創新的關鍵詞就是充滿不確定性(Nelson & Winter, 1977)。在追趕階段初期，



技術能力較為落後，因此也有比較明確的學習和模仿對象，但愈是到邁向創新的階段，則目標將愈不明確，所遇到的障礙也將愈大，因此也需要有比較強的科技能力，能夠探索和界定追求創新和學習的標的。

瞿宛文與安士敦(2003)曾提出，臺灣廠商依賴「後起者優勢」，在規模、製程管理和速度上取勝，而非由於技術創新之故，這也使得臺灣電子業廠商面臨以成本作為競爭基礎的困境，當成本無法降低時，很容易被後來的競爭者所取代。依據安士敦對東亞長期研究所累積之了解，建構出他著名的解釋後進工業化的學習理論(the learning paradigm) (Amsden, 1989; 1992)。經濟學提到當市場無法有效率地分配商品時，就會出現市場失靈(market failure)的情況，造成市場無效率及無法滿足公共利益。學習理論提出與市場失靈相反之說法，認為政府就是要干預市場、將價格弄錯，後進國才能工業化。後進國工業化的必要條件為用系統性運用政府干預來推動產業投資，並採用有清楚獎懲準則的補貼方案。後進學習者必須先著眼於成熟的、或中等技術水平的產業，其技術需容易取得、而且市場需求仍在成長。後進學習者必須吸收外來技術，視當地情況並不斷進行改良。因缺乏自己獨有之技術，故常需多角化經營，因此後進工業化有三個特性：政府強力干預、著重生產、集團企業結構。不過安士敦對後進國最終發展方向並無定論，當其較接近世界技術尖端之後，原先之學習模式愈來愈不適用(瞿宛文, 2003: 206)。

從1970年代發展迄今，當東亞發展型國家經濟水準趕上歐美時，新的科技和創意成為經濟發展的重要因素，發展型國家重視的國家與民間企業的合作關係(資金、市場資訊)，提升所謂的轉型能力(transformative capability)正可以共同分擔風險，共享新科技的經濟利益(Weiss, 1998)。如Wong (2005) 以臺灣在生物科技產業上，官方和民間的協調合作為例指出，雖然官方相關機構仍有各自為政、管轄重疊情況，但國家成立研究中心主導、推廣發展知識密集產業、提供資金以使科技商品化、促進生技業競爭及管理方面，仍維持著過去發展型國家的傳統。Chu



(2002) 更提出要「在全球化時代再造(re-engineering)發展型國家」：鞏固中央銀行的自主性和監理能力、活化經濟官僚的轉型能力、促進充滿活力的高科技產業治理結構。此派認為發展型國家仍在原有強調國家能力的基礎上，強調官民合作，以適應新的國際政經環境。

但是另外一派指出，新自由主義主張規範市場以解決政治和社會問題，1980年代可說是發展型國家理論的極盛時期，政治學、經濟學還有發展政策學者趨之若鶩。但隨著日本經濟泡沫化，1997-1998年亞洲金融危機，新自由主義政策開始受到批評，國家無法提供發展所需的資產，也無法再扮演全球市場需求轉化成國家發展動力的接生婆(midwife)，某種程度代表發展型國家走向終結(dead end)(William, 2014)。但是國家如何發展的路徑(route)是值得探討的，特別是其成功發展的關鍵因素，值得進一步探究。Vu(2007: 49)指出，發展型國家本身也許不值得學習，許多學者一致認為，東亞國家的成功經驗才是學習的關鍵(Wade, 1990; Evans, 1992; Williams et al. 2011; Hayashi, 2010)。

事實上，發展型國家理論和東亞國家的成功經驗，也很難清楚分割，東亞國家的發展取向和經濟成長二者之間，可說是息息相關(Rock, 2013)。回顧整個發展型國家理論脈絡，相關論述不外乎圍繞在兩個重點，一是國家的自主性，另一是國家與市場的關係，這也是晚近發展型國家理論的論述重點，並用以解釋國家經濟體質改善後，國家如何展現能力繼續帶動經濟發展。然而這兩個重點並非能截然劃分，所謂的自主性，某種程度展現在對市場的干預，或是國家貫徹政策的能力。而國家和市場的關係，也未必是互相對立的局面，兩者之間微妙的互動，反而有助於推動產業政策、達到經濟發展的效果。接下來將針對這兩個重點，整理相關的論述如下。



壹、 國家的自主性

社會科學對於國家的論述相當多，特別是西方經濟學對於政府的角色應該是大政府或小政府有許多爭論。對於國家自主性的強調，從新馬克斯主義國家理論出現以來，就一直是討論的重點。所謂自主性就是指國家機器不理會社會團體或階級的利益，而以維護整體資本主義的利益為前提的政治運作而言(Poulantzas, 1968)。因為在資本主義體系裡，私人資本關心的是利益的極大化，結果可能會造成市場機制無法維繫。為了避免這樣的情形發生，國家需要站在整體利益的立場，維繫整個體系的運行(王振寰, 1995)。

依據發展型國家理論，國家必須要具備一定程度的自主性(state autonomy)，以及相當的能力(state capacity)，亦即存在一個有相對自主性的經濟官僚體系，政府才能夠將價格弄錯，有能力規範資本進行成功的干預(瞿宛文, 2003: 192)。國家官僚要能帶動發展，必須具有必要的能力和制度配合，即所謂的「國家機器的能力」(state capacity)(Skocpol, 1979; 1985: 4-7)。國家官僚要帶動發展，必須能有政策想法，而且也需要善用政府組織和制度的配合，也就是國家機器內部決策單位之間要有一致性，以及要有實現這些政策的行政工作(Haggard, 1990: 43)。這也需要密切的產官互動關係，使得資訊能夠雙向有效的流通，如此官僚體系才有可能掌握確切的產業及市場資訊、規劃出合理可行的政策，政策資訊才能無礙的傳達到企業得以實行。

國家自主性也展現在與社會結構的關係，Thomas Gold(1986)指出由於臺灣社會階級的無力，導致國民黨政權的自主性，而由此改變了社會結構或導致了階級的分化。換言之，當國家有能力超乎階級利益之外，改變社會結構，顯示國家政權相對有自主性。Johnson (1982: 138)認為臺灣雖然是比日本還典型的發展型國家，威權主義體制直到1980年代都還維持著抗拒社會要求的安全閥功能，但政治領導人則根本不容許有所謂的官僚自主性，即使有，也是在領導人容許下的有限




制自主(Chu, 1999: 197)。

Wade (1990) 與Amsden (1989) 分別以臺灣及韓國為例，強調國家如何在比較利益出現之前引導廠商進入策略部門，並培養資本紀律 (disciplining of the capital) 以避免廠商尋租，從而創造該產業的比較利益。國民黨政權的自主性展現

在產業政策方面，Wu (2004) 指出，國民黨政府刻意保護、扶植大型國營事業，偏重省籍的政治因素考量，且不理會民間的中小企業，在1970年代後才赫然發現中小企業已成為經濟成長的主要推動力量，在1980年代初期，中小企業大約雇用了70%的人力，生產了將近一半的產值，和佔了76.7%的出口值(周添城、林至誠, 1999: 45)。而且產業升級需要靠一套不同以往的競爭資產，要建立這些資產則需要修改組織和制度架構，並實施新的規範及控制機制。以臺灣的例子，是政府和其他非市場機制居中促成的(瞿宛文、安士敦, 2003: 1、16)。

隨著臺灣政治改革開放、逐步民主化甚至走向民主深化，政黨政治已非一黨獨大，國家貫徹政策的意志及自主性逐漸也受到挑戰。其次由於國內市場逐漸開放走向全球化的趨勢，國家自主性及操控能力勢必無法與1970及1980年代相比，其是否能有效對經濟發生影響力，也是值得存疑的。瞿宛文(2011)指出從1980年代開始，雖已經成功的啟動高科技產業的發展，在此後的二、三十年內，成為維繫臺灣經濟發展的支柱。雖然如此，但是在1980年代初期，原有的「一切為出口」的發展模式，也處處呈現出其已走到盡頭、必須轉型的徵兆，臺灣轉型之途開始變得較為複雜而崎嶇。換言之，發展型國家理論如果以國家自主性來解釋對經濟發展的主導性及影響力，以制定政策、制度與相關推動組織來引領及協助產業發展，甚至規範資本及干預市場，將無法解釋1980年以後台灣政府如何有效引導經濟發展。

貳、 國家與市場



「管制市場」一書(Wade,1990)是關於臺灣戰後發展經驗最具權威的一本書，其中韋德提出許多政府干預市場的事實例證，作為他所提出的管理市場理論(governing the market)的佐證。臺灣自1986年開始大幅度的貿易自由化，使得政府無法再隨意的使用很多傳統的政策工具(如貿易管制)。再則，國內政治環境也日趨開放，所謂民主化也會影響政府經濟政策的運作，甚至有人認為政治開放即意味著利益政治將起主導作用，進而導致政府相對自主性的減弱甚或消失(瞿宛文, 2003: 25)。

Evans(1995)提出只強調國家機器的能力在制度上的面向也並不夠，以韓國與印度及巴西的比較為例，提出「鑲嵌自主性」(embedded autonomy)的概念，指出國家經濟政策最重要的工作為育成具國際競爭力廠商，因為資本主義的發展需要私人資本願意投資發展企業，因此國家官僚只具有制度和想法，並不足以帶動發展。一個發展主義的國家機器不會只鋪設投資環境，應該會更積極地組織市場，而組織市場需要官僚進入社會，並與社會結構密切結合。

要達成發展的目標，國家一方面必須保有相對於社會及利益團體的自主性，才能確保官僚能為國家整體、而非為特定利益團體訂立發展計畫。然而如果國家過度自主而缺乏與民間社會或私部門的聯繫，很容易成為掠奪性國家，同時也將無法有效動員私部門進行發展計畫，因此官僚必須有私部門綿密的網絡，也就是「鑲嵌」在民間的社會網絡中，成功的發展政策必須仰賴這兩者的結合。

這個鑲嵌的自主性矛盾地結合了國家自主性與深入社會兩個因素，隔絕(insulted)的自主性是因為國家官僚需要有能力以及具有制度及政策的一致性，制定可全面推動的政策，但是政策卻需要私人資本的實現，因此國家需要社會連帶來帶動這樣的政策(Evans, 1992: 179)。換言之，國家機器對於市場組織，不只是制定政策而已，而且還要透過進入社會，拉攏特定受益者，然而拉攏的前提也是要國家機器具備自主性能力下進行的，而這些被拉攏的資本家，也成為國家機器



的政治支持者。

Wade(1990: 28-29)對國家機器在產業發展上角色，提出管理市場理論(governing the market theory)，在概念上區分為「領導市場」(leading the market)與跟隨市場(following the market)兩種。前者指當國家的產業政策提出了生產什麼產品，運用何種科技是必須鼓勵的構想，並以公共的資源和影響力來推動這些構想(1990:28)。而跟隨市場則是國家產業政策採取了私人資本對新產品和新科技發展的提案，由私人資本提出或已經進行某些構想，而國家機器並不反對而且大力支持。發展型國家在多數時候是領導市場的，在此意義之下，發展導向似乎只是使發展過程加快速度，或是確定應該發展的確實會發展，而這種作為與「管理市場」似有相當距離(瞿宛文, 2003：203)。

Weiss(1995)則較強調國家的指導角色，稱之為「受管制的交互依賴」(governed interdependence)。強調產業政策角色的結構派理論中，關於產業發展策略(industrial strategy)的討論愈來愈細緻化(Itoh et al., 1991)，對於落後國家甚至新興工業國家，必須利用產業政策來改變國家的靜態之比較利益，才能從低水準均衡狀態、提升到高水準均衡，同時也認為政府扮演協調功能、特別是產業策略的角色，對於產業升級是不可或缺的，從而肯定產業政策功能的延續性。

Evans與Wade都指出，鑲嵌的自主性與領導發展的角色，都會因歷史因素的改變而變化，當那些由國家機器帶領發展起來的私人資本愈來愈不依賴國家機器時，國家機器的相對自主性也將消失。有三個可能的因素解釋這樣的改變(王振寰，1995: 8-9)：第一，國際環境的改變，使得既有的發展政策不再可行，這裡牽涉到國家經濟與國際政治兩個面向，在國際經濟面向上，任何國家都會受到市場價格波動或市場情境變化的影響，例如1960年代世界市場的開放，使得第三世界國家採取出口導向工業化政策或進口取代工業化政策，以發展工業(Haggard, 1990)；而1980年代世界市場的緊縮，先進國採取保護政策，相對的也影響第三世界出口




導向的國家改變生產策略(Stallings, 1992)。

第二是國家官僚內部不一致的出現，改變了決策團隊(change team)。不同的權力集團透過國家內部的組織和制度來擴張利益(Poulantzas, 1978 : 138)。在鑲嵌的自主性或管理市場的國家裡，由於國家機器對特定資本的拉攏與聯盟，使得這些資本坐大，也與特定官僚建立了特殊關係。當國際政治或經濟環境改變，原來發展策略發生問題，某些官僚企圖改變既有的策略，導致內部既得利益團體的反對，這時國家機器內部的不一致，會影響國家的發展策略。

第三，資本主義的擴張也可能直接瓦解國家機器的自主性，當資本勢力擴大，資本家比其他階級或團體具有較大的結構性優勢，就越來越有能力影響國家機器的決策。特別是全球化造成全球生產網絡，因此形成資金以空前快速流動的方式，進出全球各地資本市場，跨國公司的全球分工網絡和全球生產網絡日漸形成，尋求有利投資地點或跨國連結成為新的趨勢。

全球商品鏈是指一個終端商品之價值鏈在組織和生產上的全球分工狀況。受到世界體系理論的啟發，Gereffi等人(2005)將全球商品鏈分為兩類：一是購買者驅動 (buyer-driven)商品鏈：指由先進國之大型零售商、品牌銷售商和貿易公司(商業資本)扮演中樞角色，他們在不同的出口導向國家建立分散的生產網絡，供應其銷售之終端產品。這類產業以勞力密集和消費財為主，如成衣業、製鞋業等。在這種商品鏈中，最核心的控制權力來自對市場和行銷的控制，而製造部分通常都由後進國家廠商完成。

另一種是生產者驅動(producer-driven)商品鏈，指由控制生產體系核心的跨國公司所驅動的商品網絡。這些產業大多數都是資本密集和技術密集的產業，如汽車業、航太工業及電腦業。在這種商品鏈中，最核心的控制權力來自經濟規模和生產效能，而其中零組件的國際外包是很普遍的，特別是在勞動力最密集的部分。但以上二種類型的全球商品鏈並未窮盡所有的商品鏈類型。Ó Riain(2004: 644)就



認為Gereffi (1994)的概念並未說明以設計和技術標準為主導和控制核心的商品鏈類型，如通訊軟體產業，這類的全球商品鏈可稱之為「科技驅動」(technology-driven)的商品鏈。在科技驅動的商品鏈中，最核心的控制權力來自對技術標準的控制，例如核心廠商Intel或Ericsson對設計標準的控制，之後才是應用廠商和系統整合廠商，後端則是提供資訊服務的廠商。由於前端的設計標準廠商具有協調和控制整個網絡的能力，使其在科技驅動商品鏈中穩坐龍頭，擁有巨大利潤，而後進國家的廠商只能扮演商品鏈中的跟隨者。

從台灣高科技產業特性來看，毋寧是生產者驅動模式，透過高品質、低成本的大量製造，取得全球市場供給者優勢。鑲嵌的自主性及管制市場理論引入市場力量，解釋了發展型國家主導經濟發展的力量並非單純來自國家的自主性，市場的力量也是促進經濟發展的成功因素，只是市場力量某種程度受到國家的干預，這種干預與傳統經濟學理論看法不同，透過國家有目的性的干預或管制，反而有助於經濟快速成長。但是國家是否可以與市場如此完美搭配、以達到其國家目的？國家和市場終究組成及目的不盡相同，所謂國家有目的性的干預或管制毋寧是在解釋現狀，無助於探究東亞國家經濟快速發展的原因。

綜上所述，發展型國家理論為二次大戰後，最常用來解釋東亞國家經濟快速發展的理論。國家透過其自主性，包括政策制定及技術官僚卓越的行政能力，成功的引導市場，帶領國家經濟的快速成長及發展。無論是國家自主性、或是國家與市場鑲嵌理論，都是抽象的概念，試圖以簡單國家及市場概念，來解釋東亞國家戰後快速經濟發展的現象。然而發展型國家不是目標、或最終狀態，而是一個持續發展的歷程。透過國家及市場兩個視角，有助於在不同階段的產業發展歷程，深入觀察國家政策如何帶動產業發展。隨著時間推移，國內外政治及經濟環境的改變，連帶國家能力及其展現的型態有所轉變，市場未必完全受國家所主導，市場也可能和國家合作、共同追求經濟成長並共創雙贏。值得注意的是隨著全球化

的發展趨勢，生產供應鏈及市場需求常不限於單一國家，國家如何保持自主性，引導市場朝「正確的」的方向推動國家經濟成長及發展，值得進一步觀察。



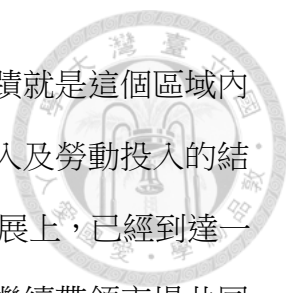
第三節 研究問題及方法

產業和國家之間的關係，在工業革命之後，一直是學界及社會關注的議題。從政府遷臺以來的產業發展歷程，可以發現國家、及其產業政策、與所處的國內外環境變遷息息相關。臺灣過去的發展模式，在技術追趕過程中，透過國家建構制度框架，並從中培養、擴散技術能力，整個產業的創造及產生途徑不是像先進國家由產業技術自發擴散的過程，而是國家主動制定政策執行的結果。這某種程度也與當時威權體制的時空背景相結合，透過國家的支持，引領企業彼此合作，產業技術經由模仿、學習而擴散，培養國家具備產業競爭之能力。

本論文將以臺灣積體電路產業的發展為研究對象，在四十年前，臺灣可以說是沒有什麼積體電路產業的，透過國家機器介入的方式扶植和市場原則共進，讓此新技術和新興產業生根(陳東升，2008)。發展至今，臺灣已成為積體電路製造生產大國，整過產業上下游產業鏈完整，從上游的 IC 設計到後段的 IC 製造與 IC 封測，專業分工模式獨步全球，總 IC 產值蟬聯數年全球排名第 2，僅次於美國(IEK，2017)。從目前產業發展的結果，外界常將積體電路產業視為臺灣政府「成功」發展產業的案例，不只如此，臺灣政府也試圖循此一模式，「發展」其他產業，如兩兆雙星、到現在五加二新興產業，惟是否「成功」，仍有待進一步研究。至於國家如何發展產業，特別是以外銷導向為主的產業模式，國家的角色、自主性、及其發展政策的成效，則是本論文所要探究重點。

壹、 研究問題

本論文將以臺灣1974年代以後的積體電路產業發展為研究對象，來觀察發展



型國家機器角色的轉換。從新古典經濟學的角度，認為東亞奇蹟就是這個區域內國家受市場力量的驅動，並利用低成本的比較優勢，如資本投入及勞動投入的結果(Krugman, 1994)。但是到1990年代，東亞國家普遍在經濟發展上，已經到達一定水準，國家過去所能掌握之低成本比較利益優勢不再，如何繼續帶領市場共同追求經濟及產業的發展，國家所展現的能力是否有所改變，值得關切。

從前面的文獻分析，我們可以發現發展型國家理論，國家的發展能力主要展現在兩個面向，一個是國家的自主性(*autonomy*)，另一個是國家的能力(*capacity*)。然而國家的自主性及能力是相對於市場而言，但是國家也無法獨立超然於市場之外，國家和市場之間的關係，是發展型國家理論另一個重點。國家的自主性可能是鑲嵌在市場之中，透過與市場合作來帶動產業發展；也可能是更具自主性、引導市場，帶領產業朝向國家希望的方向發展。透過積體電路產業在臺灣發展近四十年的歷程及脈絡，伴隨國家民主化過程，將有助於釐清國家在產業發展所扮演的角色，其所能展現的自主性及能力，及其與市場之間的互動關係，如圖1-2所示。

然而國家在產業追趕的過程中，其自主性及能力是否會發生轉變，也是本論文想要探究的另一個重點。回顧積體電路產業在臺灣的發展，從無到有、甚至到目前執世界之牛耳，無論就技術先進度、產值或市佔率，皆為世界數一數二，此發展模式對傳統發展型國家理論也是一種挑戰。後進國家的工業化是追趕型，其科技學習的特色是透過輸入、購買和改良已經在先進國家發展出來的技術，來從事科技學習(Hobday, 1995; Kim, 1997; 王振寰, 1999)。當後進國家的技術追趕到最後，與先進國家差距變小、甚至超越先進國家時，產業本身具備支配國際市場能力時，產業與國家之間的關係，是否產生質的轉變，也值得進一步討論。



技術擴散及產業發展

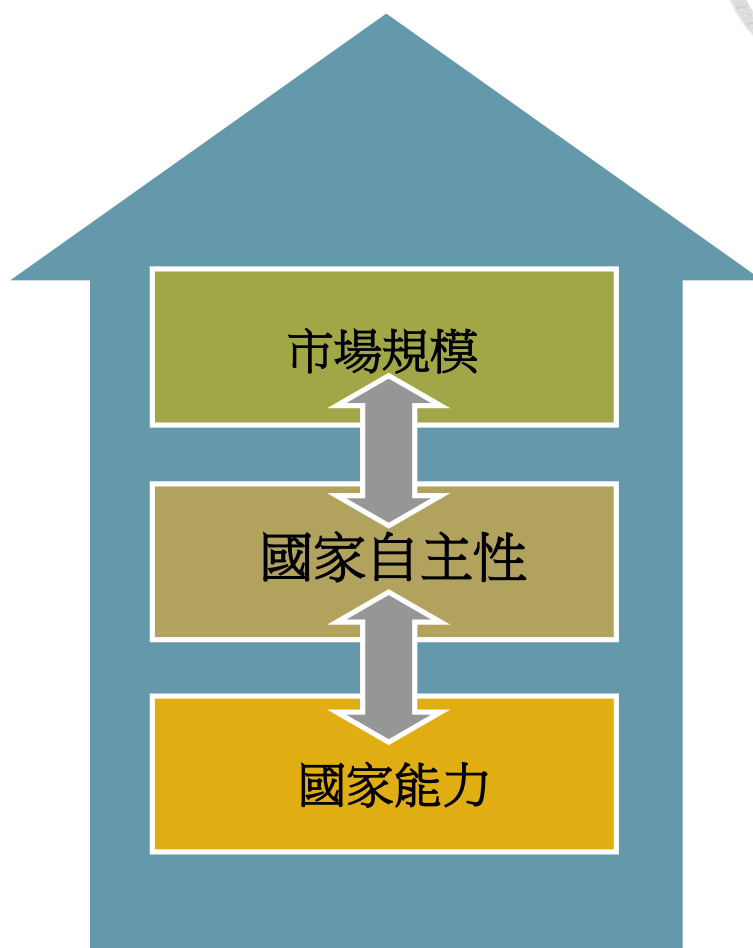


圖 1-2 研究問題

從政治結構來看，臺灣在1990年代政治體制也產生重大的轉變，1987年政府宣布解嚴，1991年國民大會全面改選，1992年立法院全面改選，1996年首次總統直選，2000年首次政黨輪替執政，2008年及2016又兩度政黨輪替執政，台灣政治體制由威權體制逐步走向民主化。甚至兩岸關係，從1949年分治敵對狀態，1987年臺灣開放大陸探親，中國大陸已成為臺灣最大的貿易出國、及海外製造基地。過去臺灣在經濟上快速發展的表現，常被歸因於威權體制下，國家展現其自主性及能力，透過技術官僚及政策的制定，引領市場達到經濟成長的目標。所以當政治體制、甚至兩岸關係有所轉變，國家自主性及其能力產生轉變，國家與市場之

間的關係如何轉變，有賴進一步分析與探討。



貳、 研究架構

本論文研究問題，在於國家在產業發展所扮演的角色，透過不同內容的產業政策，協助產業發展，包括在國內生根、及在國際市場取得競爭優勢。產業政策是指政府運用賦稅政策、金融政策和行政措施，使所設定的產業發展起來；而發展起來的產業能夠創造就業機會，使人民的基本生活獲得滿足。比較利益修正學派的想法，認為產業政策雖不必然但有可能成為有效推動產業的工具，因此可以決定是一國產業結構的重要因素之一，不過施行產業要成功並不容易，政策的優劣顯現在政策的設計以及執行是否合宜(瞿宛文, 2003: 177)。

臺灣雖然常被視為發展型國家的典範，但是在不同時期，國家所採行的產業政策也會有所不同。例如國家機器在1960年代，是以國營企業和進口替代的方式介入產業發展，但是到了1970年代發展積體電路業產業，國家扶植產業發展的型態開始有所轉變，其所受到的扶植主要是在起始階段以及對研發的補貼(瞿宛文, 2003: 178)。也有研究指出，有關發展型國家的政策規劃，因為是處於追趕的狀態，與其說後進國家是針對環境做出完善的規劃，毋寧說是政策規劃兼具彈性及實驗性(Gumede, 2009: 10-11)。東亞國家在發展初期，普遍都欠缺計畫及規劃能力與經驗，政策之所以成功，應該歸功於能夠快速地解決問題、滿足產業及市場的需求。所以其他國家學習的重點，不在於複製東亞國家發展經驗，而是要學習其聚焦問題、及快速解決問題的行動能力(Ohno and Ohno, 2012; Routley, 2014: 171)。

換言之，國家雖具備自主性及能力，國家產業政策所對應的市場，是關係政策成敗的關鍵因素。Evans(1995)提出提出「鑲嵌自主性」(embedded autonomy)的概念，指出國家經濟政策最重要的工作為育成具國際競爭力廠商，因為資本主



義的發展需要私人資本願意投資發展企業，因此國家官僚只具有制度和想法，並不足以帶動發展。一個發展主義的國家機器不會只鋪設投資環境，應該會更積極地組織市場，而組織市場需要官僚進入社會，並與社會結構密切結合。

這個鑲嵌的自主性矛盾地結合了國家自主性與深入社會兩個因素，隔絕(*insulted*)的自主性是因為國家官僚需要有能力以及具有制度及政策的一致性，制定可全面推動的政策，但是政策卻需要私人資本的實現，因此國家需要社會連帶來帶動這樣的政策(*Evans, 1992: 179*)。換言之，國家機器對於市場組織，不只是制定政策而已，而且還要透過進入社會，拉攏特定受益者，然而拉攏的前提也是要國家機器具備自主性能力下進行的，而這些被拉攏的資本家，也成為國家機器的政治支持者。

由於政治領導者的取向就是要發展(*Fritz and Menocal, 2007*)，在技術追趕、發展積體電路產業的過程中，臺灣政府提供了許多有利產業發展的政策，讓積體電路產業在臺灣從無到有，成功地在臺灣生根、並帶動臺灣相關產業的發展，這也是外界視臺灣為發展型國家典範的原因。隨著時間推進向前，積體電路產業逐漸茁壯，產業與國家之間的關係也發生改變，當產業從技術追趕邁向技術超越，國家自主性、扮演推動產業發展的角色，將有所轉變。

本論文將從三個視角來觀察國家機制如何主導或影響臺灣積體電路產業的發展，分別是「國家自主性」，指官僚自主性，不受社會及主要階層干擾主導的能力；其次是「國家能力」，包括國家強力主導政策、政策被良好設計及執行，包括高素質的官僚體制；第三是「市場」，包括產業發展情形、及民間社會力量。本論文研究架構如圖1-3所示，將以關係積體電路產業發展之政策，包括：技術引進及發展、科學園區提供之生產要素、及人才培育，來探討國家扶植產業的政策內涵，評估政策規劃及執行成效，及推動產業發展時，國家與產業在不同發展階段、角色的轉換，及之後因政治體系、或產業環境變遷，所產生的國家與市場關

係的轉變。

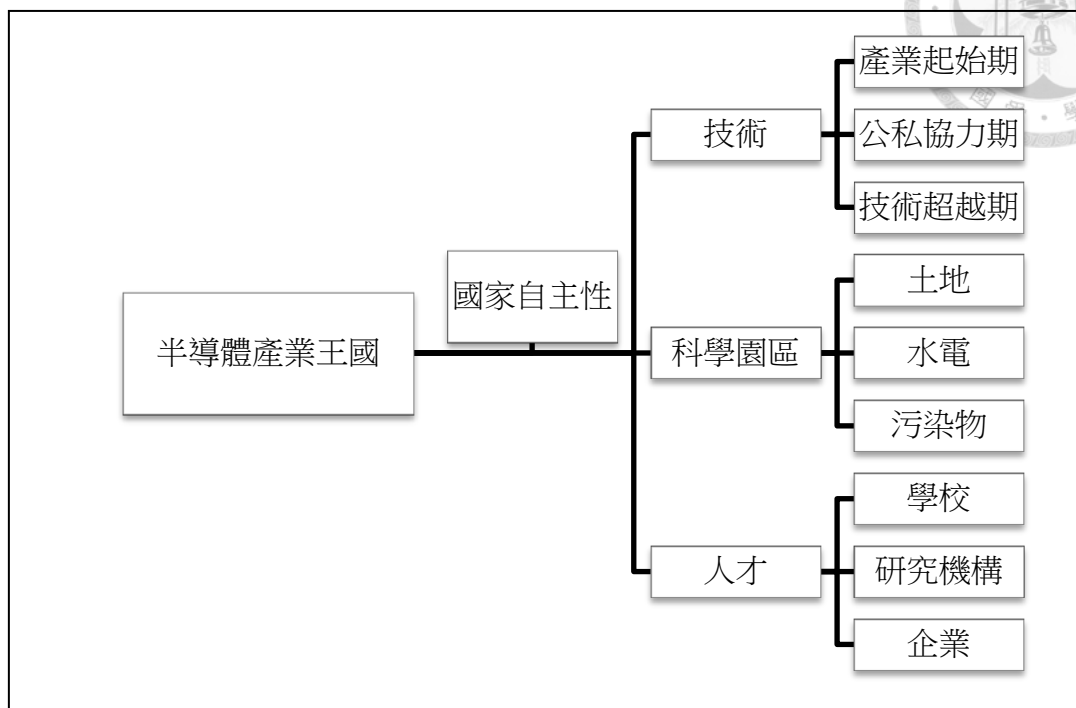



圖 1-3 研究架構

參、 研究對象及方法

本論文主題為積體電路產業，也是俗稱的半導體產業，研究對象包括積體電路、晶圓製造、及測試與封裝業者。過去在統計積體電路產業產值時，是加總設計業、製造業、封裝業、和測試業等四類產值(陳婉儀主編，2017：28-29)。本論文研究對象將以這四大類業者為主。雖然近幾年在討論半導體產業鏈時，常納入設備及材料業者，但考量產品及產業的相關性，設備及材料業者產品往往不以銷售積體電路業者為限，故本論文研究對象將不包括設備及材料業者。

本研究主題為過去四十年，從1974到2018年積體電路產業的政策變遷，國家角色的轉變，故將採文獻分析法與深度訪談法。文獻分析法，為次級資料分析法，透過蒐集相關之文獻資料從而分析所要研究問題的一種方法，經過分析後歸納統整，進一步分析事件淵源、原因、背景、影響等，以推論產生該項事件內容之意




義。資料來源包括官方資料，與產業相關之總體統計數據，如產值、進出口數據、公司家數、人才培育數等，政府施政計畫及相關產業公報、白皮書及出版品，及官方政府網站資料進行收集。以及民間資料，包括媒體對積體電路產業相關報導、關鍵產業人士之公開發言等，以及學術期刊、碩博士論文等相關領域之研究成果。此外，積體電路業者多為上市上櫃業者，其財務報表數據及法說會相關資料，亦將為本論文分析之資料來源。

針對文獻分析中發現的關鍵議題及重大事件，採深度訪談法，邀請在臺灣積體電路產業發展歷程中，較具代表性的產業界人士、資深政府官員、及專家學者進行訪談，並進一步尋找可提供不同觀點論述的受訪者。從深度訪談中，剖析政府、產業界、及學界不同觀點，對產業發展之看法，並試圖建立較多方且完整的圖像。

第四節 本論文的主要觀點

臺灣積體電路產業發展至今近四十年，已建構完善產業生態鏈，尤其是從晶圓代工起，發展成上下游垂直分工之產業結構，連國外的原料及設備供應業者，也都就近來台設廠，提供相關服務。我們可以說，臺灣積體電路產業，已在全球站穩領先地位。本研究將檢視臺灣發展積體電路產業之歷程相關經驗，國家如何從無到有，透過政策引導與協助、或者環境建置、配合業者需求，逐步協助這個新興產業在臺灣生根、發展、茁壯。

就產業發展而言，不外乎技術、人才及資金三大因素，本研究將分成三個部分，首先針對「從技術追趕到技術超越」國家對發展積體電路產業技術引進及發展所規劃的大型計畫，探討其政策內涵及提供之誘因與資源，並分別評估其對產業發展所產生的成效。其次就人才面，臺灣天然資源缺乏，「人才培育」是產業



發展的關鍵議題，臺灣電子產業為了吸引優秀人才，發展出獨特的員工分紅制度，不但達到吸引人才目的，也造成股市蓬勃發展，及當時許多獨特的社會現象。然而這樣的制度後來因故改變，從制度的變遷，也可以觀察到政府角色受到環境影響，所產生的轉變。

最後也是最明顯的，是「科學園區的設置」，這也是晶圓代工業者能夠穩定生產製造的關鍵因素。從過去的歷史經驗，科學園區的設置也能帶動地方的繁榮及發展，所以最初利害關係人都歡迎，後來竟演變成極具爭議的政治議題，審查過程及開發條件不斷的加嚴標準，政府從最初產業的協助者，轉變成後期民眾健康及環境保護的守門員，這樣國家角色的轉變，也使得業者不得不思考出走，尋求其他穩定的生產環境。

過去近四十年臺灣積體電路的成功發展，可以預期政府採行之政策引導或配合措施，發揮了成效。但是隨著產業日漸茁壯，甚至發展成國際級的大企業，不僅市場遍布全球，供應全球近七成的市場需求，資金來源也是國際公開募集。對於這樣國際企業，政府所能扮演的主導角色相對有限。特別是隨著臺灣政治走向民主化，資源如何公平分配，是政府更須關注的議題。然而積體電路產業是臺灣製造業占比最高的產業，其是否成功發展及持續成長，直接關係到臺灣總體的經濟表現，而經濟狀況的好壞正是社會分配及福利政策的基礎，所以政府很難不去滿足產業需求、解決產業問題，結果還是以發展為導向，積極協助產業發展。本論文研究觀點如圖1-4所示。

圖1-4的縱軸是「國家能力」，指國家為發展產業所展現的能力，包括產業政策、法規制度、租稅優惠、以及為發展產業投注的預算經費等，大致上都可以轉化為經費，由下到上為國家能力由低至高。橫軸是「產業規模」，指的是產業的產值、市占率、公司家數、從業員工人數等，由左到右則是表示該產業在國際市場的規模由小到大。本論文研究假設在「產業起始期」，該產業剛開始發展，市

場規模及市占率不大，主要靠國家意志在引導產業發展。到產業逐漸具備規模，則進入「公司協力期」，這個時期產業較起始期具備規模，公司家數及產值增加，市場開始有發展經濟的力量，國家在這個時期主要為協助角色，透過和市場合作，來促進經濟發展。到了最後一個時期「技術超越期」，產業具備市場主導地位，甚至具備國際領先地位，政府為了協助產業發展，仍然投注大量資源，較公私協力期更多的資源。

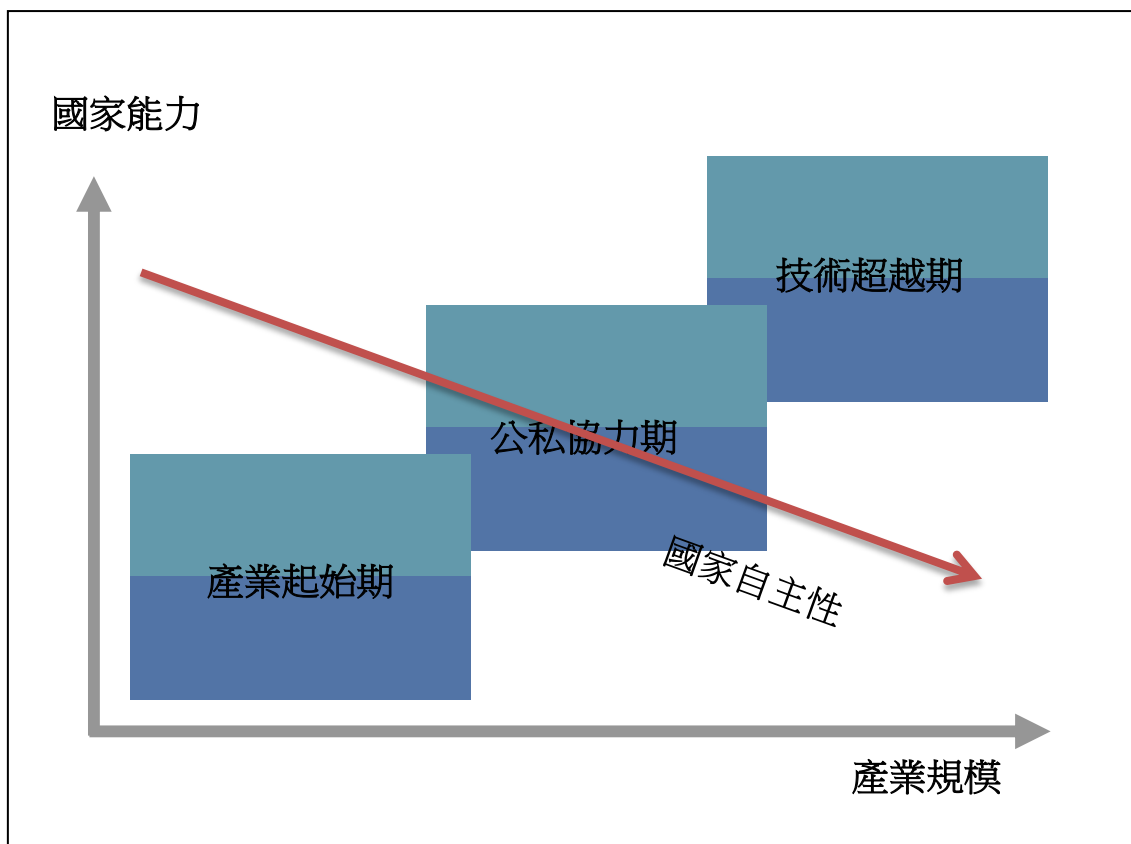



圖 1-4 研究觀點

本論文假設，發展型國家為了發展經濟，隨著產業規模的擴大，政府為了經濟發展、創造財富及就業機會，對產業的照顧及支持不會減少、只會對應地增加，所以國家能力不斷向上提升，展現在產業發展所需的人才、土地、水、電、資本等生產要素的投資上，和產業部門的投資呈現一致正向的增長。「國家自主性」係指國家貫徹自主意志的程度及操控市場的能力。有趣的是，隨著產業發展逐漸



成熟、產業規模擴大，國家和市場的投入增加，國家的自主性和操控能力反而下降。換言之，發展型國家持續追求發展的結果，投注的資源只會愈來愈多，不僅可能造成國家無法負荷的風險，而且國家持續追求發展的極限，可能反而是自主性下降，國家操控產業的能力下降，越來越難達到所欲追求的目的。

本論文將以臺灣積體電路產業發展的經驗，來探討上述發展型國家理論國家能力、國家自主性及產業規模的轉變及調適。從臺灣積體電路產業發展歷程，我們在產業的技術引進及政府相關大型計畫、科學園區的新設及擴建、以及產業人才培育面，都可以看到國家自主性的轉變。在現階段政府是否仍扮演產業發展的主導者？抑或應扮演產業發展的追隨者、或配合的角色？希望透過本論文的研究及探討，因應當前全球化及民主化的環境，國家帶動產業發展模式的調整、及可能面對的挑戰，檢視國家可以發揮的干預或引導角色，如何和民主化社會緊密結合，凝聚民間共識共同帶動產業升級及轉型，做為日後相關政策規劃及產業發展之參考。

第二章 從追趕到超越—積體電路產

業技術在臺灣

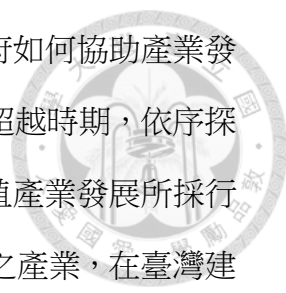


提到積體電路(integrated circuit, 簡稱IC)產業,可以說是電子工業中最為重要的一部分,積體電路占了全體半導體器件的八成以上,也可以說是電子產品最重要的關鍵零組件,現代人生活周遭用得到的電子產品,裡面都有IC的存在。在日本,有人把半導體元件比喻成工業社會的稻米,是近代社會一日不可或缺的。越是高階的電子產品,像是電腦、AR/VR、手機、飛機、人造衛星裡面,包含的IC數目也就越多,負責各式各樣的資訊演算及處理,換句話說,現代科技越是進展,越是需要更多的IC及更強處理性能的IC。隨著電子產品日趨輕薄短小,IC體積逐漸微小化,也是重要發展的趨勢。

IC產業如此重要,有趣的是全球將近七成的IC,都是委由臺灣晶圓代工廠商製造。臺灣在IC製造產業的地位如此重要,艾迪生 (Craig Addison, 2001)曾經專書指出,臺灣在IC產業的關鍵地位,不只影響美國那斯達克股票指數,也關係著全球高科技產業是否正常供應,其重要性就是天然的國防屏障,世界各國不可能坐視讓中共摧毀這全球七成IC零組件的來源,讓全球產業鏈為之中斷。

臺灣現在雖然在積體電路產業扮演舉足輕重的角色,但是四十年前半導體製造技術在臺灣是不存在的,整個產業發展歷程可以說是從無到有,始自臺灣政府於1976年3月由工研院和美國RCA公司簽訂長達十年的「積體電路技術移轉授權合約」,才從美國以技術移轉方式,引進積體電路生產製造技術。靠著政府有計畫地引進該項技術,並分階段透過不同的計畫讓該項技術在臺灣生根,培養產業發展所需之人力、提升技術水準、及鼓勵設立該產業供應鏈相關之企業。

由於產業技術發展階段是一種時間軸的概念,本章將就1976年以後,積體



電路產業引技臺灣之後的技術發展軌跡，分成三個階段探討政府如何協助產業發展，包括：技術追趕時期、政府與民間協力發展時期、及技術超越時期，依序探討積體電路產業在各個時期的發展重點，及政府在該階段對扶植產業發展所採行的策略、獎勵措施及投入的相關資源，逐步讓這個從國外引進之產業，在臺灣建立完整產業鏈，進而奠定在國際市場的競爭優勢，取得國際領先之優勢地位。在另一方面，隨著產業逐漸茁壯，在國際市場站穩地位，政府的自主性(autonomy)及能力(capacity)也相對受到影響。從積體電路產業技術在臺灣這些時期的發展，可以發現國家角色的轉變。

第一節 產業起始時期

有關技術方面的階段理論，多以學習曲線S-curve為根據，劃分為起始、蔓延、控制、成熟四期(劉常勇，1998；Nolan，1984)。產業技術是一種學習的過程，技術表現是學習的表徵，而此結果之顯現根源於內在能力的提升，產業發展階段以此概念作為劃分基礎，可以彰顯技術學習進程、凸顯產業發展的根源(蔡千姿，2001：22)。

在影響後進國家的科技學習和創新上，國家機器明顯地是最重要的影響因素，其產業政策、對資金分配的方式，深深影響其金融體制，以及產業結構的發展，而這些不同因素之間的搭配，也進一步影響廠商的技術學習和創新。積體電路產業在臺灣是1970年前後才出現的新興產業，臺灣作為技術發展的後進國，透過追趕型工業化，其科技學習的特色是透過輸入、購買和改良已經在先進國家發展出來的技術，來從事科技學習(Hobday，1995；Kim，1997；王振寰，1999)。

與先進國家不同，先進國家很多尖端技術可以透過國內大企業或小企業來創新，但由於後起國家自身缺乏世界尖端知識，因此必須利用特殊形態的規模經濟大量製造，或者憑藉專案培養出來的計畫執行和生產工程有關的資產，去追逐、

引進和開發最新熱門的「成熟」產品。因此在中等後進國家，只有大廠商才有足夠資源維持產品的開發和升級，而小廠商則否。談到臺灣積體電路產業的起源，文獻都指出起自臺灣政府，由當時行政院長邀集經濟部、教育部及交通部官員、產業界與學術界代表，及海外學人共同討論，期望國內電子產業朝向高科技產品發展，擬定以積體電路之製造與設計技術為發展目標(Chang, Shih and Hsu, 1993)。

本論文分析臺灣發展積體電路產業的第一階段，為自1974年至1980年，稱之為「技術追趕時期」：從積體電路計畫開始到工研院第一家衍生公司聯電成立為止，探討後進國家如何追趕先進國家的新興產業，政府為扶植此一由國外引進之新興產業，所採行之策略及作為，如何從無到有，讓此由外引進之新興產業得以在國內生根，使其在國內具備發展雛形，進而追趕上國際間之發展。

壹、為什麼是積體電路產業？

半導體元件包括了積體電路(IC)、分離式元件(discrete)、光電元件(opto-electron)以及感測元件(sensor)等，如圖2-1的半導體相關組件分類圖所示。雖然種類繁多，但是基本原理都是一樣的，製作的技術也都差不多，最常用的積

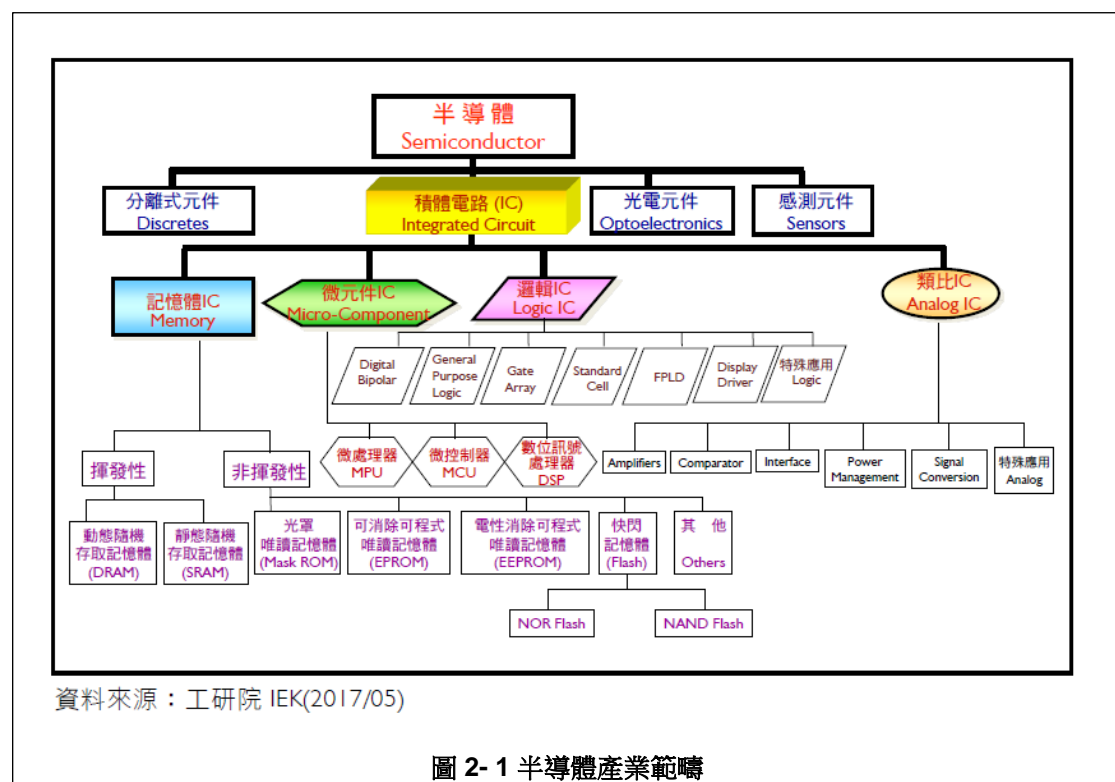



圖 2-1 半導體產業範疇

體電路材料是矽。矽是地殼中最常見的元素，許多石頭的成分是二氧化矽，但是經過數百道製作程序將石頭變成矽晶片，其價值當然遠高於石頭了。然而經過這「點石成金」的程序，半導體元件可說是現代電子工業的基礎。臺灣科學工業園區營收近九成來自積體電路和光電產業，其中積體電路完全屬於半導體產業，光電產業也有很大一部分屬於半導體產業。半導體工業在科技業的重要性，不言而喻。

依據IEK(陳婉儀主編，2017)估計，2017年半導體市場規模已達3,745億美元。半導體器件可以分為兩大類：積體電路(integrated circuit，簡稱IC)和光感分器(optoelectronic-sensor-discrete devices，簡稱O-S-D)，其中積體電路占了半導體元件八成以上，可以分為微處理元件、記憶體、邏輯元件和類比元件四類(李雅明，2013：17-18)。

回顧半導體產業的起源，可以溯及第二次世界大戰結束，電腦在那時代就已經開始發展，是新科技時代開始，也是半導體元件工業的開始，世界各國無不積極投入該產業之發展。半導體元件電晶體原以鍺(Ge)電晶體為主，但因氧化鍺為水溶性，鍺的表面包護較困難，容易產生漏電流，1960年代矽(Si)電晶體遂漸漸取而代之。當時美國持續經濟景氣繁榮，臺灣民生狀況明顯改善。臺灣政府因應此趨勢，採取「工業取代農業」、「低廉工資代工」等經濟措施，讓出口大幅增加，終達成經濟發展、物價穩定的雙重經濟目標。

由於美國等先進國家欲將勞力密集產業外移，當時臺灣60年代技術官僚如尹仲容、嚴家淦等為吸引外人投資，決定採取自由開放、鼓勵出口等政策，由出口帶動生產。1959年底，政府制定了「19點財經改革措施」，採取較自由的經貿政策、降低關稅、放寬進口、單一匯率等改革。1960年公布「獎勵投資條例」，以減免租稅方式吸引外資抵台。1966年成立加工出口區於高雄，而後在楠梓、臺中相繼設立，外人投資大幅增加。



在40年前，臺灣是沒有積體電路產業的，透過國家機器介入的方式扶植和市場原則共進，讓此新技術和新興產業生根(陳東升，2008)。1970年代臺灣政府產業發展政策著重於重化及鋼鐵工業，但這兩種產業都是高耗能，在經歷了兩次石油危機，使得政府重新思考如何調整產業結構，力求促進產業技術升級。剛好全球對電子產品需求方興未艾，相關電子零組件也開始發展，政府引進產業的規劃剛好與全球產業發展趨勢結合，不只成功引進積體電路產業，也帶動了之後近四十年的蓬勃發展。

一、由引進外商電子裝配廠開始

臺灣電子科技產業的發展始於1960年代，而最開始就是發展半導體產業。「1966年臺灣高雄設立加工出口區，臺灣電子工業也在此時起步。」臺灣區電機電子工業同業公會副理事長歐正明指出，當年高雄多家電子公司正式成立，投入提供電晶體與積體電路裝配業務，臺灣半導體產業於焉萌芽，之後陸續有許多半導體廠商因應而生，包括臺灣通用器材、環宇電子、萬邦電子等(臺灣區電機電子同業公會，2010)。

臺灣半導體工業早期只有外商設立的裝配廠，1966年美商通用儀器公司(General Instruments)在臺灣設廠，從事電晶體的裝配(李雅明，2013：271)。當時最初設置地點，就是高雄加工出口區。1969年到1970年間，又有多家外商公司來台設立半導體的裝配工廠，包括德州儀器公司、飛利浦建元電子等(林錫銘，1987)。這些廠商雖然只是利用臺灣低廉而高效率的勞力，技術水準不高，但是卻引進了積體電路的包裝、測試與品管技術，為臺灣積體電路封裝業奠定了基礎。

在這樣的時空背景之下，1970年代臺灣電子科技產業快速蓬勃發展。當時，交通大學成功製作出的臺灣第1片晶圓，可謂臺灣半導體產業發展的里程碑(張俊彥、游伯龍編著，2001)。國人自營的IC電子公司有1969年施敏先生所創成立的

環宇電子公司(王麗娟，2013：238)，1973年成立的萬邦電子公司，和1974年成立的集成電子公司。在1970年代，臺灣本土業者也積極投入生產電子計算機，分兩大體系，一是施振榮帶領的宏碁、緯創資通、以及宏碁第二代施崇棠開創的華碩、李焜耀的明基電通；另一個是1972年成立的三愛體系，包括廣達、英業達、金寶、仁寶等一線筆記型電腦廠商。隨著世界發展潮流，電子產業已是不可避免的發展趨勢，積體電路作為電子產品共通的必要元件，在當時也是世界主要國家發展的重要產業(李雅明，2013：213)。

二、國內產業轉型升級需求

在另一方面，1970年代全球爆發兩次能源危機。從1950年代起，靠外貿支撐經濟成長率的臺灣面對此危機，採取「擴大公共建設」的方案。1973年10月當時的行政院蔣經國院長，宣布推動十大建設，其計畫包括中山高速公路、桃園國際機場、台中港、縱貫鐵路電氣化、中鋼煉鋼廠，核能發電、北迴鐵路、蘇澳港、中船造船廠及三輕石油裂解等工程，加強了臺灣的基礎建設，也促進臺灣的經濟成長。

電子工業是在臺灣遇到第一次「石油危機」時的因應措施之一，當時重化工業都是能源密集產業(吳政憲，2016:23)。1974年2月，當時的行政院長蔣經國指示行政院秘書長費驊，會同有關部會研究產業發展如何突破進行評估。費驊出身上海交大土木系，他立即與兩位交大前後期同學，分別是RCA普林斯頓實驗室總監潘文淵，和電信總局局長方賢齊共商大計。費驊與當時擔任經濟部長的孫運璿商量，找了電信總局局長方賢齊、美國無線電公司(Radio Company of America, 以下簡稱「RCA公司」)研究室主任潘文淵返國討論之後，初步決定，全力發展電子產業(洪懿妍，2003)。在工研院電子所二十年的專刊《也有風雨也有晴》(蘇立瑩，1994)一書中，詳述了潘文淵當時列舉發展積體電路的三大優點：一、如果成功，將在1980年代，對臺灣經濟產生巨大影響；二、如果成功，將是技術

的一項突破性發展，並勢必贏得世界認可；三、無論成功與否，都將提升臺灣電子產業水準。

為了節省開發時間，最好的方法就是自美國引進可用的積體電路設計及製造技術。張忠謀回憶，潘文淵1975年從RCA公司辭職後回台，不接受政府任何薪水投入半導體。張忠謀說，那時隨著半導體生產，電腦就發展非常快，但臺灣那時非常落後，根本看不到半導體、電腦生產和經濟落後，潘文淵當時看到這時代趨勢也知道臺灣的落後，看出半導體是一個使得落後國家能夠相當快追上先進國家的產業，這是一個重要的洞察(蕭文康，2016)。

當時在美洲技術顧問團(Technical Advisory Committee, TAC)的協助之下，經過審慎評估挑選，決定發展的技術方向與尋求可以技術移轉的合作夥伴，也就是與互補式金屬氧化物半導體(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS)技術專利最多的美國RCA公司合作，當時也是該公司最有意願和臺灣政府合作、所提出的條件最為優惠。1976年3月工研院和該公司簽訂長達十年的「積體電路技術移轉授權合約」，技術移轉項目包括：電路設計、光罩製作、晶圓製作、包裝與測試、應用與生產管理，內容包括前五年移轉技術、後五年培訓人才、半導體公司經營管理及專利授權使用等。本案由當時電子中心副主任胡定華博士兼任積體電路示範工廠專案小組主持人，技術移轉重點在建立示範工廠，導入正常作業。目標在驗證國內生產積體電路一貫作業的可行性，然後將引進之技術移轉民間發展；電子中心也為國內積體電路工業的支援發展中心(工研院大事紀，2012)。

三、技術官僚的選擇

提到臺灣積體電路產業的起源，所有文獻都提到1974年2月的小欣欣豆漿店。1974年2月7日晨，費驊、方賢齊、潘文淵與孫運璿等在一家豆漿店共進早餐，潘文淵提出發展積體電路(IC)的構想。潘文淵向當時經濟部長孫運璿提議發展

IC技術，以期提升臺灣電子產業時，當時臺灣的產業正在從加工出口區、外商裝配廠，學習摸索未來新興產業的方向。當時最紅的高科技產品是電子錶，潘文淵建議由政府主導開發電子錶用的計時IC，再導入當時剛萌芽的臺灣電子業進行組裝銷售(張如心等，2006：59-60)。

當時也有人建議臺灣發展半導體要審慎評估，包括當時國科會主委何宜慈就指出IBM都做不出來，為何臺灣可以。他們認為IC這條不歸路，會吸光臺灣所有資源，包括人力和資金等(張如心等，2006：32；王麗娟，2013：225)。為了向政府提案推動半導體產業，1974年7月潘文淵自美返國，撰寫「積體電路計畫草案」(孫震，2006：12)。1974年7月6日，潘文淵將「積體電路計畫草案」提交經濟部，當日下午2時孫運璿召開專案會議做出結論。為因應這個計畫，9月1日，工研院成立電子工業發展中心(1979年改稱電子工業研究所)(張之傑，2008)。青年學者、交大電子工程系主任胡定華由王兆振處得知，向潘文淵自薦，成為推動IC產業的實際負責人(張如心等，2006：87)。

後進國家在追趕技術發展的過程中，其科技學習的特色是透過輸入、購買和改良已經在先進國家發展出來的技術，來從事科技學習(Hobday, 1995; Kim, 1997; 王振寰，1999)。當時主流IC技術有NMOS(N型通道金屬氧化物半導體)、PMOS(P型通道金屬氧化物半導體)、Bipolar(雙載子)等多種，電子產業仍舊是處在類比裝置(analog devices)的世界，例如電視是CRT映像管，電話還是機械撥號盤，收音機還在電晶體式，還是以雙載子技術為積體電路主流製程。

當時和RCA公司合作技術移轉CMOS技術，是在1968年才發展出來的新製程技術(張如心等，2006：92-94)。CMOS製程當時能容納的電晶體密度較小、速度慢、放大器頻寬(bandwidth)窄，抗雜訊能力(noise immunity)低，驅動力(driving)不足，除了功耗(power consumption)比較低的優點之外，作類比功能的特性不佳，所以除了一些電子錶、計算機玩具等低階消費性產品，一般產品比較

少使用CMOS製程。當時大公司如德州儀器、AT&T、IBM等，也是做NMOS，RCA是最早致力於CMOS技術，但是在當時並非主流技術。CMOS一直到1985年以後製程潔淨度及精密度進展到2微米以下時，上述缺點才慢慢消失，同時隨著微處理器功能越強、個人電腦逐漸普及之後，電子世界逐漸朝向數位化演變，CMOS才變成主流技術，臺灣反而因為一開始就走CMOS技術，造成日後縮短學習時間、跟上世界技術主流(陳熾成，2014：32)。

這在當時與其說是主其事者的高瞻遠矚，毋寧說是歷史的偶然。1974年10月26日，孫運璿在美國潘文淵家中宴請海外學人，組成TAC七人小組。1975年2月臺灣向14家美國著名半導體製造廠商發出合作邀請書，有7家提出企劃案，經過篩選及協商後，其中RCA公司願意提供的條件最為優惠，同意以350萬美金較低的價錢技術移轉工研院，RCA公司一共轉移CMOS、NMOS和雙載子等三項技術，其中涵蓋代訓330人次電路設計、光罩製作、晶圓製作、封裝測試與生產管理等人才(吳政憲，2016：53)。當時願意和臺灣合作的美國電子公司有限，剛巧有意願的公司持有該項在當時非主流的技術，所以海外委員對RCA公司有些意見，因為RCA公司並非當時美國技術最好的公司(虞華年，1998：59)。

其次，儘管RCA公司提出的條件算優惠，由於該項合作案前所未有，且耗費鉅資，國內有不小的反對聲浪，包括國內是否有能力發展該項產業技術。在孫運璿等政府官員鼎力支持之下，潘文淵及TAC等海外學人方得以規劃由工研院與美國RCA公司在1976年3月簽訂長達十年的合約，從事積體電路開發。同年4月，工研院電子工業發展中心開始派員到RCA公司受訓，第一批13人，包括史欽泰、曾繁城、曹興誠等，由孫運璿親自授旗。同年7月，臺灣首座積體電路示範工廠在工研院破土。1977年秋，示範工廠產製三吋晶圓成功，為臺灣IC產業邁出關鍵性的一大步(張之傑，2008)。

貳、引進策略：由國外引進技術



從歷史軸線來看，積體電路產業是一個由公部門主導創立的外造型產業，整個產業的發展並不是由經濟部門的企業組織，主動投入資金、人力與研發技術，除了封裝部分技術在國家決定扶植創立積體電路產業之前就存在外，其餘積體電路技術都是先由政府所設立的研究機構發展或引進技術，培養足夠的技術人才，再透過衍生公司或合資的模式創設新公司(Mathews, 2002; 陳東升, 2008: 34)。

既然引進策略採用技術引進、全面提升技術層次，如何推動關係政策成敗的關鍵。從既有文獻回顧，當時政府的作法包括：成立美洲技術顧問委員會(Technology Advisor Committee, TAC)負責規劃工作；選擇工業技術研究院進行技術之引進、吸收與改良；及設置示範工廠，以驗證IC製造至測試的一貫作業之可行性，降低研發階段之IC技術轉換成商業化生產之風險。

一、海外專家顧問引薦

既然決定要由外引進積體電路產業，國內勢必缺乏熟悉產業發展與經營策略的人才，科技官僚為了推動積體電路產業、制訂相關政策，專家的協助就相當的重要，因此華裔與美籍的顧問就扮演非常重要的角色(陳東升, 2008: 36)。事實上，美國扮演相當關鍵的角色。臺灣與美國在基礎科學方面的合作起自1964年，美國國家科學院與中央研究院舉辦之中美科學合作委員會的中美聯席會議，決議雙方在基礎科學人才培育與研究水準的提升，由美援經費來執行(康綠島, 1993: 181)。之後李國鼎等多位財經官員，常在訪美時與當地華人組織聯繫，建立起許多科技交流的管道(康綠島, 1993: 186)。

為了從海外引進半導體技術，1974年7月在美國RCA公司負責研究工作的潘文淵返國，當時的經濟部長孫運璿召開專案會議，請潘文淵盡快在美國成立技術顧問委員會，協助政府發展電子工業。當時對於要花費400萬美元向美國技轉半

導體技術，當時包括財政部、國大代表、以及經濟部都是一片反對，認為政府要砸如此大金額，風險太大。當時孫運璿認同缺乏天然資源的臺灣，必須發展高科技的建言。他向當時的行政院長蔣經國報告後，敲定向美國RCA公司技術移轉CMOS技術的計畫(吳政憲，2016：52)。

第一代的TAC顧問共有7人：潘文淵、趙曾珩、羅无念、厲鼎毅、李天培、葛文勳、凌宏璋。1978年電子所示範工廠生產成功後，研發項目增加了電腦輔助設計、電腦輔助測試、微電子應用等，於是TAC增加了鄭國賓，以及在IBM帶領尖端IC製程研發的虞華年等顧問。TAC顧問共同的特點都是在海外學有專精的華人專家，利用其在海外專業領域經營經驗，設法將當時臺灣需要的技術及設備引進回國。例如凌宏璋1966年協助臺灣在交大成立了第一座半導體實驗室，成功地在半導體矽晶圓上，將主動元件如電晶體、被動元件電阻、電容等整合在一起，並以金屬導線連接成具有特殊功能的IC，為臺灣在實驗室誕生的第一顆IC(史欽泰，2010)。羅无念是美國第一本IC相關著作《半導體》一書的作者、厲鼎毅在光纖通訊領域有DWDM之父之稱。1980年中美斷交之後，TAC依照技術領域分為IC、微波、電腦等幾組。全盛時期共有五十多位義務工作的TAC顧問成員，沒有拿臺灣薪水，臺灣創投界大老徐大麟、王伯元等人都曾是TAC成員(張如心等，2006：135)。

TAC的成立，對臺灣產業技術引進扮演關鍵性的角色。雖然臺灣技術官僚意識到該項技術引進之必要性，但是如何引進及相關配套措施，必須有產業界專業人士或科技專家提出可行性的建議。其次，在當時威權的政治環境下，技術官僚願意和民間人士、甚至是海外民間人士，分享政治權力以共同發展產業，確實不是一件容易的事，顯示當時政府對發展產業與經濟的決心、大於一切。但是在另外一方面，也給了未來民間產業勢力蓬勃發展的機會。而且從事後來看，TAC成員當時的作為與建議，確實給了臺灣正確的產業發展方向，包括技術的選擇及引進、產業如何在國內建立與扶植、及學校相關研究資源的建置與人才培育等，

為日後產業發展奠定了良好的基礎。甚至曾經參與TAC的成員，很多不只在規劃階段參與，後來也實際投入產業界或學研界，積極參與之後產業發展，成為產業發展之積極動能。



二、 RCA 人才培育計畫

TAC成立之後，如何將國外技術引進臺灣？小組成員決議透過邀約方式，邀請美國公司合作將技術移轉至臺灣。1975年2月臺灣向14家美國著名半導體製造廠商發出合作邀請書，有7家提出企劃案，經過篩選及協商後，RCA公司同意以350萬美金較低的價錢技術移轉工研院。當時經濟部長孫運璿授權工研院院長方賢齊，派遣一個三十多人的技術團隊，到美國RCA公司去接受訓練，把它將要淘汰的7 micron CMOS生產線，移轉到臺灣來。這個計畫由當時在RCA公司服務的美籍華人潘文淵博士協助安排(林垂宙，2013：166)。

1976年3月5日，工研院與RCA公司簽約合作。4月26日開始，分批派遣青年工程師赴美到RCA受訓，先後共30餘人。胡定華當時在交通大學任教，他知道了工研院的計畫，自告奮勇參加，也得到方、潘兩位的讚賞。團隊把RCA的生產線在工研院設立後，胡定華帶領同仁不斷地學習、檢討、改進，臺灣對積體電路的製造，從此打下扎實的基礎。其後電子工業研究所成立，胡定華出任所長。電子所的主要團隊如曹興誠、曾繁城、史欽泰、楊丁元、蔡明介、宣明智、章青駒、邢智田、陳碧灣、戴寶通、謝錦銘等，在此後的三十年中，都成為臺灣電子工業的龍頭鉅子。

與RCA公司合作的計畫對臺灣最重要的貢獻之一，就是在製造之外，加進了研發、設計的觀念。當時積體電路的技術複雜，在經費有限的情況下，只容許臺灣發展一種技術。最後拍板定案，積體電路小組決定引進COMS(金屬氧化互補半導體)技術。RCA公司答應提供三百個人員訓練的機會。在簽訂十年的合約中，RCA應允前五年全力協助技術，後五年則讓工研院人員赴美學習最新技術，並且

可自由使用RCA的專利。整體來說，RCA技術研轉案事先經過嚴謹的規劃，而且目標明確，之後並成立全台首座積體電路示範工廠，以能自行生產為最終目標。這個技術移轉和人才培訓，培育了臺灣第一代的IC人才和後續發展所需的領導人力(張如心等，2006：64-127)。

RCA計畫投入的經費，依據科技部函送之書面報告(科技部，2015)略以，「...在孫運璿部長之大力支持下，立法院通過電子所發展積體電路的4年1,000萬美元預算，折合當時之新台幣約4億元正，對比30多年前，臺灣平均國民所得僅400美元，當時政府如此龐大經費的投入，可謂產業政策上之一大豪賭。」透過工研院電子所經費的編列，將費用支付美國RCA公司，同時也將當時臺灣沒有的技術，從國外將人才及設備引進臺灣。換言之，在積體電路技術追趕過程中，臺灣使用的策略手段是藉由引進國外技術，由先進國將其技術移轉至臺灣，並協助培育相關產業人才。至於國內對接的窗口，就是研究單位—工研院扮演關鍵的角色。

三、 成立工研院電子工業研究所與示範工廠

工業技術研究院(以下簡稱工研院)成立於1973年，為經濟部轄下的非營利機構，目的在以國家為主體進行科技上重要的研發工作。工研院前身是日治時期的「天然瓦斯研究所」，成立於1936年，地點就在今天清華大學西側的光復院區。戰後先由中油公司代管，隨即轉為經濟部聯合工業研究所。1973年在發展策略性工業的政策下，經濟部將所屬聯合工業研究所、聯合礦業研究所與金屬工業研究所合併，成立「工業技術研究院」(工研院大事紀，2012；吳政憲，2016：39)。

工研院在成立之初，就在聯工所成立電子小組，當時經濟部長孫運璿召集有關單位首長開會，會中先由工研院報告設立積體電路研究中心計畫，再就該中心所需經費、技術人員、設備及研究項目等詳加討論，最後決定由工研院從速籌畫

成立。不久小組改制為電子中心，隨即遷入工研院竹東新院區，1979年更名為工研院電子所(李鍾熙，2006)。

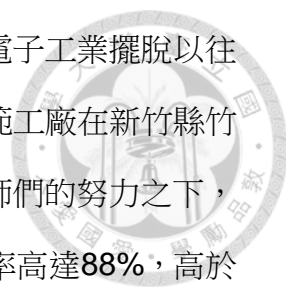


在創立之初的任務是主導臺灣半導體製程技術，1974年政府選定IC工業為前瞻的策略性新興工業，經濟部通過「電子工業第一期發展計畫」，同年9月工研院成立「電子工業研究中心」（電子工業研究所—ERSO前身，以下簡稱電子中心）。第一期計畫以4年共計4億8,900萬元經費，設立「積體電路示範工廠」(pilot plant)(工業技術研究院電子工業研究發展中心，1979)。同時成立美洲技術顧問團，在TAC成員不停討論未來積體電路的技術發展會朝向次微米，認為CMOS的市場應用範圍較大，可以符合次微米發展的特性，因此將目標選定在CMOS為發展的技術(朝元照雄，2016：25)。

在另一方面，CMOS當時技術並不成熟(陳熾成，2014：32)，在徵求技術引進夥伴時，TAC成員中與RCA公司較有淵源，如主導者潘文淵本身曾任職於RCA，而中選的RCA公司擅長技術正巧是CMOS，與其說是當時主事者之遠見，毋寧說是當時時空條件下，必然選擇結果的巧合。CMOS技術在當時由於良率一直無法提升，在商品化用途受限，所以在當時不是主流技術，但是隨著後來製程良率逐步提升，及影像產品的廣泛運用，反而是當代應用最廣的半導體技術之一。

回到示範工廠的製程規劃，1975年電子所接受經濟部委託，開始執行「設置積體電路示範工廠計畫」(1975年至1979年)，該計畫在考慮先進國家不願意將成長中的技術移轉給他國，當時先進技術3微米臺灣想購買是不太可能的、或者必須付出相當的高價。其次7微米製程技術在先進國家已是成熟的工業技術，從研發到商業化用途已發展完備，適合沒有經驗的臺灣進行移轉和學習，所以選定稍微落後當時先進技術3微米的7微米製程作為引進標的，引進重點在於人員製程技術的訓練(Chang, Shih and Hsu, 1993；蔡千姿，2001：71-72)。

1976年7月，工研院積體電路示範工廠動土興建，翌年10月落成。當時經濟



部孫運璿部長在落成典禮上說：此示範工廠之完成，象徵臺灣電子工業擺脫以往裝配型態邁向技術密集型態，我國第一座IC工廠—積體電路示範工廠在新竹縣竹東的工研院正式開工，量產三吋晶圓。在工研院電子中心工程師們的努力之下，其產品良率高達七成以上，「TA10039型」電子鐘錶用IC的良率高達88%，高於RCA公司的產品良率，也超越美國平均工廠良率83%。最早RCA的訓練合約中，保證6個月後良率達17%，但是到了營運第六個月，示範工廠的良率已經高達7成(張如心等，2006：109；洪懿研，2003：55；佐藤幸人，2007)。

因為示範工廠的表現良好，RCA一度向經濟部提案，想把它買下來在臺灣投資量產，此外也有海外華人想以低價接手這個工廠，當時經濟部有一點動心，因為花下去的錢都回收了，而且國內IC工業也起來了，但是工研院院長方賢齊考量國家應該要有自己的IC產業，堅持不賣示範工廠(張如心等，2006：110-111)。此外，由於將半導體電路圖轉印至矽晶圓時，必須使用光罩，在和RCA合約中沒有參與製造光罩，示範工廠1977年又與美國IMR公司(International Material Research Inc.)簽訂光罩複製技術移轉合約(工業技術研究院電子工業研究發展中心，1979：47)。此外為了強化積體電路產品設計的開發能力，1979至1983年，政府持續投入研發經費，以加強設計能力及開發相關電腦輔助設計(CAD)工具為主要目標。

示範工廠的成功，特別是在良率的優異表現，指標意義在於臺灣進行積體電路生產製造、與商業化的可能性，同時提供鐘錶用、音樂用、玩具用、電話機用等消費型電子IC，積極支援電子產業所需之零組件，為擴大出口帶來極大的助益，當時臺灣甚至一躍成為世界三大電子鐘錶出口國家之一(朝元照雄，2016：27)。但是在另一方面，該項技術如何擴大生產，特別是積體電路製造技術無論是在當時、或是現在，都屬於高門檻之科學技術，在示範工廠與RCA合作的過程中，臺灣習得三吋晶圓設計與製造技術，但是無論是研發、或是製造整個產業鏈的完備，及如何擴大生產規模，示範工廠的成功只能算是開始的第一步，產業後續發

展仍有許多需要努力及投注資源的地方。



四、 聯華電子公司衍生成立

電子中心營業額增加，1979年4月升格為「電子工業研究所」(以下簡稱電子所)，此時電子所的訂單持續增加，所內人員忙於訂單出貨，沒有餘力從事研發工作，然而工研院為非營利目的之財團法人，電子所計畫將半導體技術移轉到民間，政府的選擇是切開設計與製造，設立只有製造部門的廠商，這就是聯華電子(佐藤幸人，2016: 113)。換言之，產業所採取的政策並不是以市場保護或國營企業的方式來推動(林錫銘，1987: 61-63)，而是以衍生公司的方式來推動積體電路產業，對於產業能夠蓬勃發展，具有關鍵性的影響。

當時針對示範工廠移轉民間有幾項議題，首先是依據法律規定，政府出資的示範工廠不能直接移轉至民間企業，必須由國家出面主導成立。其次，對於這樣的新興產業，臺灣民間企業對於投資都抱持著消極的態度。1979年9月電子所設立聯華電子公司籌備辦公室，經濟部工業局邀請聲寶、大同、東元、裕隆等大型企業參與投資此企業，可是這些企業意願不高，參與投資企業持股比例偏低。由於經濟部長孫運璿的努力，促使公營銀行與黨營事業參與投資，並再三說服民間企業，終於募得創業資金5億元。事實上，政府(含黨營企業)在聯華電子的實際持股比例達70%，但政府將光華投資、中華開發及創新技術移轉公司認定為民間資本，使民間持股比例達55%(朝元照雄，2016: 29；蘇立瑩，1994: 63)。

示範工廠設立之後，電子所的「電子工業研究發展第二期計畫」(1979年7月至1983年6月)的目標之一是協助設立聯華電子。1979年9月聯華電子公司設立之後，電子所將開發的產品，包括電話按鍵IC、計算機IC、旋律IC等十餘種產品設計經驗，移轉給聯華電子，從生產技術規劃工作之協助、建廠協助、人員移轉到人員訓練，都是由工研院電子所協助，聯電的管理階層有12人是電子所轉任，同時電子所使用65名工程師對聯電進行人員訓練，在1年3個月中訓練31人(共


262人月) (林錫銘，1987：34-36)。1980年5月，聯電正式成立，成為進入竹科第一家IC公司；同年7月，成為臺灣第一家上市的半導體公司。

值得注意的是，聯華電子的工廠不是移轉既有的示範工廠，而是由電子所協助新建造的4吋晶圓廠。因為電子所需要保有製造能力，以維持產品的開發能力，而且電子所的製造設備已落後於世界主流，即使將示範工廠的設備直接移轉至聯華電子，也無法助益於聯華電子的競爭力(齊若蘭，1984：44-45)。當時IC主要用於電子鐘錶、音樂及通訊。1983年由於美國政府將美國國內的電話市場自由化，預估電話用IC的需要將會增加，聯華電子積極準備進行量產。自由化的開放初期，聯華電子取得美國電話用IC的市場佔有率達75%，同年12月聯華電子即開始獲利(吳思華、沈榮欽，1999：89)。

其次，工研院在衍生公司整個組織創設的過程，可以在生產設備、人力移轉與訓練、生產技術上取得電子所充分的支援，而資金則是由政府相關單位負責協調籌措。所以新組織所需要的資源，由已經存在的科技組織與政府組織提供，使得這種新組織有比較好的存活機會，即使在面臨市場的不景氣，仍然可以營運，在景氣循環進入蓬勃期時，則可以賺取高額的利潤，進而擴張其組織規模(陳東升，2008：212-213)。

在從國外引進技術的過程中，國內如何對接及深化該產業技術，往往是成功與否的關鍵。花費鉅資取得國外授權及移轉計畫只是開始，如何讓想引進的技術深根，其實是國家政策規劃的重點所在。本計畫以工研院作為界接單位，具備足夠的研究人力及技術學習和承接，在短時間內將RCA技術移轉至臺灣，可以說是整個積體電路產業由國外引進國內成功的第一步。其次，作為政府機關外圍的財團法人，當技術發展成熟後，也具備彈性，將成熟、可獲利的技術部門，分割獨立成為私部門企業，將公部門持有的技術及人才，移轉成為民間產業發展動能，進而衍生分割更多相關產業及公司，對產業日後蓬勃發展，功不可沒。

參、小結



積體電路產業在臺灣是雖然是1970年前後才出現的新興產業，在當時國內產業已有轉型升級的需求，另外國外電子裝配廠開始在臺灣設廠，國內民眾對該產業特性及發展並不陌生。只是在選定積體電路產業及引進策略上，國家機器和技術官僚扮演著關鍵角色，在1974-1980年間，成立TAC吸取海外華人發展積體電路產業經驗，以協助國內技術官僚選定7微米CMOS製造技術做為引進重點，向美國徵求合作夥伴，選定RCA公司，向其購買技術設備及培育人才。透過輸入、購買和改良已經在先進國家發展出來的技術，來從事科技學習，達到追趕型工業化的目的。

同時，國家也投入相當大的資源準備迎接國外技術，包括成立工研院，做為該項技術的研究及對接單位。其次，政府在這個階段，以四年的時間，約四億元經費作為引進積體電路製造技術、驗證技術之產品設計與測試技術、技術人員訓練、購買所需的儀器設備、設立示範工廠之用。在1970年代，以國內經濟環境而言，四億元經費是一筆龐大的預算。之後當國內引進技術，製程技術成熟、良率提升可以接訂單的時候，國家推動研究機構衍生成立公司，進一步成功地將該項技術由政府持有，進而移轉到民間，轉化為下一階段臺灣積體電路產業蓬勃發展之動能。

從1974年至1980年的發展重點，我們都可以看到國家投入的重要性，包括號召海外專家協助規劃提出政策、投入巨資、及成立研究機構引進技術並衍生成立公司等，這些沒有國家權力的支持及主導產業引進，是不可能進行的。換個角度看，如果不是在當時威權政治的環境下，在現代的政府也是不可能做到的。首先這麼大筆的預算在立法院通過勢必困難重重，其次政府資金取得的技術要移轉至民間，也不是件容易的事，勢必不可能在短短數年間完成。換言之，當時威權政治提供國家快速學習及追趕工業化的有利環境，國家有能力規劃及執行整個學

習過程，進而奠定下階段產業蓬勃發展的基礎。



第二節 政府與民間協力發展時期

臺灣積體電路產業發展的第二個時期，本論文整理為自1980年聯電成立之後、至2000年政黨輪替做為第二個階段。這個時期可以說是積體電路產業在臺灣蓬勃發展、落地生根時期。最具代表性公司就是聯電，聯電也是臺灣第一家民營半導體公司，1982年1月使用7微米製程技術的四吋工廠開工，當年11月即突破損益平衡。1983年營業額進入全國500大企業排名，獲利率排名第一。1985年股票公開上市，是第一家上市的高科技公司。1989年六吋二廠落成啟用，1994年八吋三廠正式開工，是全國首座量產之八吋廠。

在這個時期，有許多半導體設計公司成立。1982年起，包括太欣、矽統、揚智等相繼成立。1987年電子所再衍生成立第二家積體電路公司—臺灣積體電路製造公司(TSMC)，從事半導體晶圓代工業務。同年華邦電子和華隆微電子公司也相繼成立。1989年臺灣光罩公司成立。80年代成立的半導體製造公司還有大王、漢磊、天下、茂矽、華智、國善、合泰、旺宏、德基等。到了1994至1996年間，又有另一波的半導體製造公司成立，包括由電子所次微米計畫所衍生的世界先進公司，由聯華電子所衍生的聯誠、聯瑞、聯嘉以及力晶、南亞、茂德、世大等。

臺灣在這個時期資訊與半導體產業蓬勃發展，受到1980年代IBM在個人電腦(personal computer, PC)產品的市場策略影響。傳統上工業界都儘量保護自身產品設計，IBM則是採用開放式策略，公開所有PC的設計資料與電路圖，歡迎業界複製，在設計上也儘量採用業界常用的標準零件與電器規格，讓第三者容易以快速與較低的成本複製，以圍堵當時PC的盟主蘋果電腦(陳熾成，2014：34)。IBM這項策略為一向以模仿和製造見長的臺灣電子工業，創造了產業開枝散葉、

事業版圖大幅擴張成長的機會。

由於全球的PC需求迅速成長，與PC相容的資訊產品及零組件在臺灣生產製造，同時也對半導體業帶來相當大資源挹注及成長的動能，尤其是PC的標準化產生了無晶圓IC設計業(fabless IC design house)，使得積體電路產業由設計製造垂直整合(integrate device manufacturer, IDM)模式，走向水平分工(horizontal division)，產生了對晶圓代工生產、IC封裝、測試等專業代工的需求。同時也促成原有的IDM廠如聯電，將原有的產品設計事業部分分割獨立成幾個IC設計公司，促成國內IC設計產業蓬勃發展。

有了前一時期技術引進的成功經驗，及全球PC產業的蓬勃發展，臺灣民間開始具備蓬勃的產業發展動能，這可以從幾個面向來看，首先在於人才，有了聯電成立的成功經驗，就積體電路產業對人才產生磁吸效果，國內相關大學科系畢業生，以至工研院、電子產業工作為目標。除此之外，也吸引許多海外歸國學人投入該項產業。其次國內外投資人對於該項產業發展具備信心，也願意投資該項產業，使得產業發展資金不虞匱乏。所以相較於前一個時期，民間參與力量增加，也促使產業日益成長茁壯，所以本論文稱這個階段為公私協力發展時期。

政府在這個階段的角色，除了繼續投注資源、扶植產業發展外，隨著民間部門投入的情況越來越踴躍，產業架構的完備，也是這個時期政府必須介入推動的重點，以因應產業投資規模日益龐大，建構日後可長可久的發展基礎。所以這一節將分為兩個部分做討論，一是政府仿照聯電成立模式，繼續用大型計畫投入資金，引進技術及培育人才部分，我們從這個時期政府推動的計畫，可以發現相較前一時期RCA計畫，政府推動的力道及成效在轉變。

另一是產業發展架構部分，畢竟積體電路產品主要都是外銷，生產規格及技術要求勢必要和國際接軌，甚至當國內生產達一定規模後，競爭對手將來自於世界各先進國家，如何建構適合全球競爭的產業環境，將國內產業進一步由國內推

向國際，此部分國家也需要扮演重要角色，只是需求及改變的動力主要來自民間，因為產業蓬勃發展之後，產業有其發展上的需求需要政府制定政策及遊戲規則，以塑造更適宜產業發展的環境，包括健全的法規環境，這個部分我們將探討公私部門如何合作，建構產業發展架構及基礎。

壹、政府計畫引領產業發展

有了聯電的成功案例，對於政府扮演引領產業發展角色，透過研究計畫，匡列經費及相關資源，以培育產業發展所需之人力及技術，進而移轉民間的技術引進模式，官方及民間都抱持正面的態度。其次，該技術引進模式的建立確實也成功地帶動國內產業發展，給予政府繼續提出大型產業發展計畫之信心及動機，民間特別是剛萌芽的積體電路產業，也期待有新的政策及資源繼續投入、以扶植產業發展，所以政府在這個時期，共推了四個大型計畫，包括：LSI技術發展計畫(1979-1983)、VLSI技術發展計畫(1983-1988)、次微米製程技術發展計畫(1990-1995)、及深次微米製程技術發展計畫(1997-2000)。計畫時程及衍生公司參見圖2-2框示部分，2000年以後之計畫將於下一節做討論。

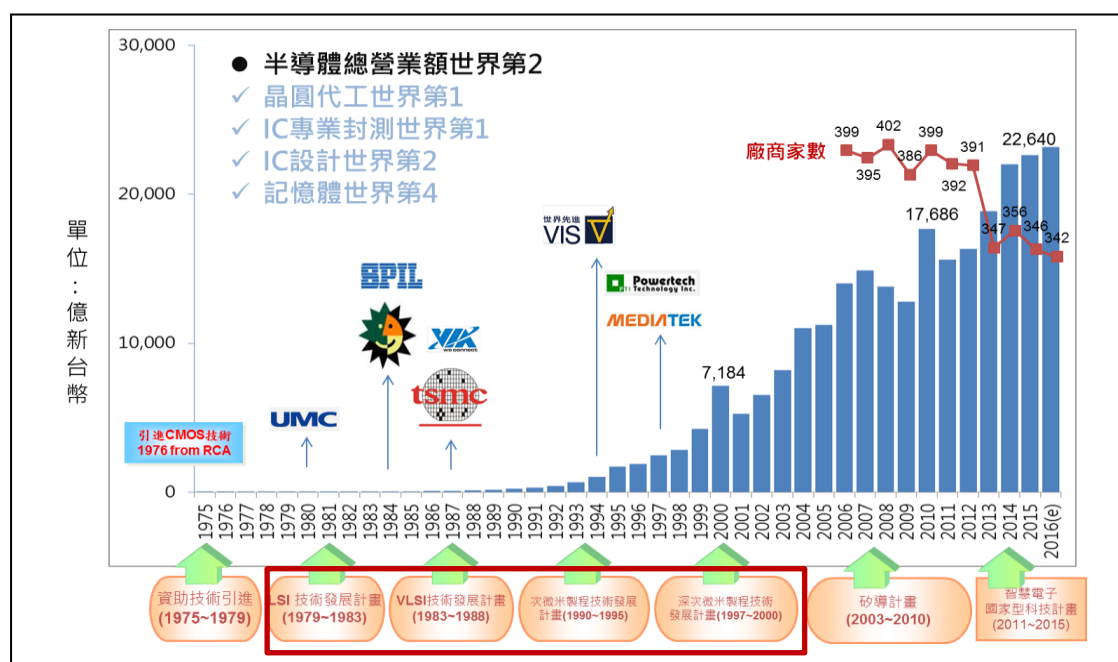
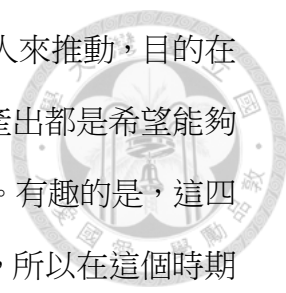


圖 2-2 政府推動積體電路大型研究計畫歷程圖



這四個計畫都是由政府投入資源，透過學研單位及海外學人來推動，目的在引進國外產業技術、特別是國內產業界需要的關鍵技術，成果產出都是希望能夠成立公司，將技術發展成熟，將產業人才及設備一同移轉民間。有趣的是，這四個計畫政府投入金額是越來越龐大，但是產業化效益卻是遞減，所以在這個時期之後，就再也不見政府投入的大型資金、以成立公司為目的來扶持產業發展的大型計畫，之後政府的計畫主要在於補助產學研單位的個案計畫，目的以人才培育、及技術改良與新產品開發為主。從這個時期政府政府推動計畫的成效來看，可以看出政府主導產業發展的能力逐漸在衰退。以下將依序介紹四個計畫，推動目的及成果。

一、 電子工業研究發展第二期計畫(1979-1983)

電子工業研究發展第二期計畫，顧名思義，就是延續前一期計畫，也是與RCA公司的合作計畫成功設置示範工廠後，協助聯華電子股份有限公司發展之外，主要的進展就是發展IC設計及測試技術的開發，CAD能力的構建，光罩製造能力的養成，高科技的開發，人才的培育工作等(陳修賢，1987：107)。這些都是移植半導體產業鏈必要的部分，在前一個時期重點放在製造技術，包括晶圓製造良率提升及引進光罩技術等，第二期除繼續強化製造技術外，也開始向前段設計及後段測試相關技術延伸，以發展完善整體產業架構及培育相關人才。

(一)共同設計中心

工研院第二個四年的IC技術研發計畫，以設計自動化技術為主題。積體電路產品的研發，往往需要透過設計技術，依照未來產品的功能及規格需求，開發出新的IC產品，所以IC設計比起製程技術，對於新產品的開發，扮演更重要的關鍵角色。這個計畫的成果就是1985年工研院成立「共同設計中心」，臺灣這時才算正式開始訓練IC設計人才(張如心等，2006：123)。

(二)技轉光罩技術

光罩部分則是電子所在1980年與美國Electromark公司簽約，購買光罩製造設備，並進行製造技術移轉。經過一年的準備期，在1981年7月正式對國內業者提供光罩服務。同時為了配合國內發展VLSI製造技術之需要，又在1985年引進更為精密的電子束(E-beam)光罩技術(楊丁元、陳慧玲，1996：174)。建立自主的光罩製造技術，對於IC產業而言，一方面可以制衡國外光罩製造公司價格，另一方面，由於有本土提供的光罩製造服務，也使廠商可將製程縮短至兩星期左右(Meaney, 1994:180)，大幅提升了產業競爭力。

1979年政府投資15億元，分四年建立積體電路及微處理器的一貫作業體系，計畫內容包括維護加強工研院電子工業研究中心任務，加強國科會對各大學的電子科技研究計畫支援，邀請有技術與經驗國外學人，回國與政府共同投資，鼓勵在新竹科學工業實驗園區設廠等(吳政憲，2016：201)。透過計畫的推動，吸引如美商王安電腦公司、德州儀器公司等來台投資。

在這個時期，IC設計衍生太欣半導體及合德積體電路兩家企業(楊丁元、陳慧玲，1996：174)，兩家公司的技術及成員都是由工研院電子所衍生而出的，其中太欣半導體是國內第一家成立的IC設計公司，創辦人之一王國肇先生也是RCA人才培育計畫赴美成員之一。IC設計公司的成立除了代表臺灣積體電路產業規模的擴大，往產業鏈上游延伸；同時比起前一階段製程技術，此階段又多引進幾項半導體產業鏈的關鍵次產業，像IC設計及光罩等半導體產業關鍵技術，使整個產業鏈更形完備，減少對國外技術的依賴。最重要的也是與前面RCA計畫相同，透過計畫的推動培育多元的產業人才，為未來的產業發展奠定良好的基礎。

二、 VLSI 技術發展計畫(1983-1988)



經過前兩個計畫的推動，國內半導體產業開始蓬勃發展，聯電等幾家新成立的公司都發展得不錯，像1983年因為電話IC熱賣，聯電業績不斷攀升，國內對發展積體電路產業深具信心。為趕上世界的主流水準，1982年行政院科學技術顧問組建議政府將IC技術提升至「超大型積體電路」(very-large-scale integration, 簡稱VLSI)的1微米。這項建議得到行政院長孫運璿的支持，但是研究主題還是科學技術顧問組及工研院電子所爭論的對象，科技顧問組認為應開發記憶體IC，並量產DRAM等標準型記憶體，但電子所主張應延續第一期與第二期計畫，開發特殊應用IC(ASIC)等邏輯型IC(Mathews and Cho, 2000: 169)。最後考量當時臺灣半導體產業技術基礎薄弱，還是延續前兩期計畫軌道，繼續發展邏輯型IC。

經濟部決定推動「電子工業研究發展第三期計畫」，又名「超大型積體電路(VLSI)技術發展計畫」，期間自1983年7月至1988年6月，同時推動相關IC設計與研發，並依循前例委託工研院電子所執行計畫，計畫目的是達成1.25微米(μm)的IC製造能力、建構VLSI技術發展的基礎環境，以及強化IC的研發能力。VLSI的難度超過第二期計畫，計畫經費增加至29億8千萬元，是第一期計畫的四倍(陳慧玲，1996；黃浚欽，1998:8)。

(一)與民間公司技術合作

這一期計畫也和第一期計畫不同，不是直接從國外公司引進技術，而是與旅美華人在1983年創立的華智(Vitellic)公司進行CMOS製造技術的技術合作，主要原因是1980年代美國半導體產業盛行併購及策略聯盟有關(朝元照雄，2016: 33)。由於VLSI技術在當時是發展中的先進技術，擁有此類先進技術的企業不可能移轉給其他競爭者，所以電子所須尋找具有技術能力的公司作為合作開發及技術移轉的對象。而華智和電子所技術合作的理由，是希望透過臺灣政府的技術轉讓計畫，吸納優秀的技術人員加入華智的研發工作，在臺灣交通銀行與日本京瓷

(Kyocera)的投資之下設立臺灣華智。同時留美華人在矽谷設立的半導體企業國善(Quasel)與茂矽(Mosel)亦宣布在臺灣設立IC工廠。

透過華智和電子所的技術合作，自美國Vitellic(華智)轉移CMOS 1.25微米製程技術，並成功開發1.5微米256K CMOS DRAM(吳思華與沈榮欽, 1999)。1985年初成功試作64Kb及256Kb DRAM。當時臺灣成為繼美國、日本之後的三個DRAM製造國。利用聯電工廠生產的茂矽也在同年成功試作64Kb SRAM，國善也成功開發64Kb HRAM(齊若蘭，1985：105)。但是這三家以留美學人為首的積體電路公司，由於1985年國內資金籌措不易，建廠計畫未能如期進行，導致其中兩家公司—華智與茂矽，相繼於1985年8月和9月，把開發出來的高科技產品，授權予日、韓大廠生產。這也促使臺灣政府開始思考委託聯電設立大規模工廠生產製造，但是由於三家公司產能不足以維持新設工廠的營運，故在當時並未設立工廠(朝元照雄，2016：36)。

(二)首創晶圓代工模式

當1984年工研院接下「超大型積體電路(VLSI)計畫」，自行投入研發，隔年即邀來曾任美商德州儀器全球副總裁的張忠謀，擔任工研院院長。在《李國鼎口述歷史》裡提到，張忠謀以為自己是來臺灣當工研院院長的，可是履新才兩個星期，就被李國鼎約見，商談如何提升臺灣的半導體工業。李國鼎問張忠謀是否出來主持一家大型晶圓廠，解決這三家的產能需求。當時，華智開發出來的DRAM產品，已經拿到日本韓國代工(張如心等，2006：190)。

於是在配合產業界的呼籲下，政府終於提出一個重要的產業發展計畫，打算由民間及政府共同出資新台幣100億元，設立一個新公司，下設一個超大型積體電路(VLSI)製造工廠，以發展國內的VLSI工業，並解決國內廠商因找不到工廠為其代工生產，而須將產品轉賣給別人的難題。1984年，胡定華升任工研院副院長，並籌備成立第二個積體電路公司，即後來的台積電(Taiwan Semiconductor

Manufacturing Company, TSMC)。

李國鼎安排張忠謀見當時的行政院長俞國華，一個星期左右準備報告的時間，張忠謀真的在一週之內為臺灣下了一個大決定：成立一家史無前例的專業晶圓代工公司，這公司本身不設計IC產品，只為客戶製造晶圓。在這之前，幾乎所有的晶圓廠都替客戶兼差代工，賺些小錢，貼補晶圓廠的成本，但是沒有一家公司敢專門做代工(張如心等，2006：190-192)。有趣的是，當初最早提出晶圓代工概念的是當時聯電總經理曹興誠，曾託人帶一份「晶圓代工模式」企劃書，給即將返台協助發展半導體產業的張忠謀，卻未獲回應(盧宏奇，2018)。但是後來張忠謀觀察到無廠設計公司陸續在臺灣設立，確信純晶圓代工模式已可行(經濟日報，1986)。

當時工研院院長張忠謀向前行政院院長俞國華建議，VLSI製造技術是資訊、電子及自動化等產業競爭力的關鍵，但由於VLSI製造工廠的投資過於龐大，因此政府有必要出面倡導，並給予資金上實質的幫助。政府原本打算以民營方式成立該公司，因此出資比例以不超過50%為準，其餘則邀國內業者參與，並提供各項減免稅率等優惠條件。但當規劃案送到行政院TRB會議討論時，由於已到商業化階段，海外顧問不願多發表意見，但是私下大家做了一個投票，多數委員都覺得規劃得太過樂觀(虞華年，1998:59)。另外國內業者對半導體產業不熟悉，比起當時其他產業，認為投資金額太龐大、風險高、且短期回收不易，對此視為「無底洞」的投資，躊躇不前或紛紛予以拒絕，在沒有一家公司願意投資的情況下，而使此投資計畫一度陷於膠著狀態。因為民股招募不易，政府於是考慮為本來由民股投資的部分，另覓財團法人單位投資。

1986年電子所成立TSMC移轉專案小組，全力配合新公司設立，最後終於在荷蘭菲利浦公司的合作下，「臺灣積體電路製造公司」(初期稱為臺灣半導體製造公司)終於在1987年2月24日宣布正式成立，移轉小組約150位同仁也一併移轉

到台積電。當時TAC顧問團不贊成，認為技術研發還需政府支持，但是民間認為政府應該支持多元產業，為了技術研發資金籌募、也不想被批評與民爭利，決定成立公司、自負盈虧，章青駒形容這是「電子所上吊」的行為（蘇立瑩，1994）。

(三)引進國外資本

張忠謀分析自己規劃台積電的兩大貢獻，除了提出專業晶圓代工模式，就是堅持相當於美國中小型晶圓廠的資本規模。總投資額設定在2億美元，俞國華指出開發基金可以認購近一半的股份，另一半建議找一家國際級大公司來出資，因為國內資金很難募得。另外建議讓公司自有資金比例，從六成提高到七成或更高，即使頭三五年不賺錢，也不致發生嚴重的財務問題(張如心等，2006：190-195)。當初成立聯電時，曾設定給經濟部15%的技術股，到了台積電成立時，張忠謀刻意讓雙方都不認技術股，以免稀釋資本，而以授權金的方式讓台積電取得「技術保護傘」。

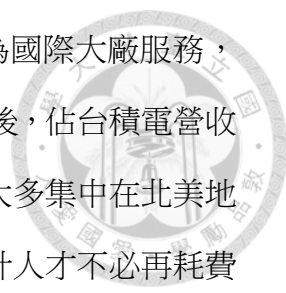
最後參與的股東包括了行政院開發基金會投資48.3%、荷蘭飛利浦公司投資27.5%、國家四家石化公司台塑、中美和、台聚、華夏，以及其他民營公司誠洲電子、台元紡織、神達電腦等共同投資24.2%，也在幾個月之內募齊（陳東升，2008：214-215）。當時最大的一個股東，就是荷蘭的飛利浦電子，而飛利浦之所以投資，其實是有前提條件的，也就是將來他要有選擇權(option)，可以讓它股權過半，當時被稱為有「不平等條約」之嫌。

也有論者以為保留外商51%股權，可讓外商將臺灣視為海外分公司，保持外商願意技術移轉的基本策略(吳政憲，2016:48)，但是最終國外股權還是沒有過半。台積電剛開始營運兩三年，張忠謀董事長就認為像這樣一家資本密集的科技公司，必須掛牌上市，才能取得更多資本，但是與飛利浦要求取得台積電的選擇權矛盾，飛利浦股權不能過半、比重最多到40%，否則會影響台積電上市，張董事長說服台積電，依照大華證券規劃上市(張孝威，2018：248-250)。

台積電早期除了資金，在技術上也須仰賴國外公司技術移轉。台積電在早期的許多產品都在飛利浦的專利保護傘之下，但前提必須在台積電持有一定比例的股權。但隨著飛利浦逐漸釋股，為了繼續維持在飛利浦保護傘之下，專門為飛利浦發行了十三億股特別股，全部由飛利浦認購，三年之後等台積電有脫離保護傘的實力，就可以向飛利浦全部贖回特別股。為了怕太多股東認購、導致飛利浦無法認足維持台積電專利授權所需要的股數，台積電在設計上刻意壓低特別股的股息，來降低投資人認購的誘因(張孝威，2018：270)。

當年名列世界半導體的五大廠的飛利浦，在歐美等地已經擁有多個晶圓廠專門產製自家設計製造的IC產品，在1986年這幾個晶圓廠的產能也尚未滿載，其實是沒有增加投資生產的必要。為什麼飛利浦願意投資、而且美國大廠不看好台積電專業代工的模式？主事者張忠謀的國際威望、飛利浦的國際化經營、以及臺灣飛利浦建元廠的優異表現應該都是原因。當時飛利浦建元廠的總經理羅益強向總公司建議，臺灣的生產成本低、品質又好，如果就IC產業的垂直整合來看，往上走，就是設立晶圓廠，很明顯的在臺灣投資一定會比歐洲更有競爭力(張如心等，2006：198-199)。

臺灣第一座6吋積體電路實驗工廠於1986年正式完工，為發揮實驗工廠的經濟效益，在張忠謀的建議與當時政務委員李國鼎的支持下，1987年衍生成立臺灣積體電路製造公司，將VLSI計畫的設備與人才移轉給台積電，台積電的人力資源主要都來自工研院電子所，從電子所移轉將近154人工程師與作業員，生產技術1.5微米是由飛利浦移轉，並租用其VLSI實驗室為一廠。1987年底台積電取得英特爾執行長葛洛夫(Andrew Grove)的認證，成為台積電第一家IDM客戶(張如心等，2006：203-204)，至1989年已有六家晶圓廠，該年營業額成長率達70%，並在業者與工研院互相合作下，製程技術已由引進RCA技術時的7微米追趕至1.2微米。



台積電原先的構想，產能大約3成供國內優先使用，7成為國際大廠服務，只有少部分為國外小的IC設計公司製造晶圓。但是真正運作之後，佔台積電營收最高的客戶群，反而是原先預計比例最小的海外IC設計公司，大多集中在北美地區。因為有了台積電這樣獨立的專業代工公司，有創意的IC設計人才不必再耗費鉅資蓋晶圓廠，明顯降低開發IC晶片的進入障礙，進而助長的IC設計業的發展(張如心等，2006：207-209)。

台積電早期的營運重點包括：要讓產出最多、良率要高、客戶晶圓測試良率也要高、交貨期要準。為了達成這些要點，台積電在一開始的時候就緊緊抓住了代工成功的關鍵作法，包括第一確保機器不當機，其次製程控制高精準度要求，最後就是品管圈的概念，如果機器當機要盡快修好、盡快上線。所以預防性的保養也很重要，在設備運作正常的時候做定期的維護，避免設備出問題的時候，才請人來修理(張如心等，2006：210-212)。

台積電首創專業晶圓代工模式，充分發揮臺灣在製造方面的優勢，很快發展成為全球舉足輕重的晶圓代工廠。同時也改變了全球半導體產業生態，將製造部門外包，逐步走向垂直分工模式。有別於早期半導體公司以IDM廠居多，自行包辦從IC設計到產品製造的所有程序，晶圓代工模式成功後，設計公司只要專注做好產品設計，再委託代工量產即可，不必投資設立花費甚鉅的晶圓廠。這樣產業模式的創新，不僅為全世界半導體產業布局帶來根本的改變，製造部門自此向亞洲地區集中，同時也使臺灣逐步走向晶圓代工全球第一、舉足輕重的地位，開創產業新局。

三、 次微米製程技術發展計畫(1990-1995)

隨著個人電腦快速成長，負責資料處理及運算的「動態隨機存取記憶體」(DRAM)需求大增，1986年美日締結半導體協定，全球的DRAM供給量大幅減少，當時臺灣的主要半導體製造都是以ASIC為主，DRAM全部仰賴進口。在

全球DRAM不足的情況下處於劣勢，不利於個人電腦的生產製造，政府因此在1990年委託工研院執行「次微米製程技術發展計畫」，延攬當時在美國貝爾實驗室任職的盧志遠，擔任計畫主持人，負責研發DRAM製造技術，以4年半的時間發展出8吋晶圓0.5微米的製程技術，讓臺灣躋身世界半導體技術的領先群。

技術處委託電子所執行的「次微米製程技術五年計畫」，內容包含了建造八吋晶圓次微米實驗室、技術的開發、人才的訓練、建立「次微米工作聯盟」等組織，最後再將技術移轉至產業界。原先次微米計畫以建立六吋晶圓廠為目標，後來改為更前瞻性的八吋晶圓，預算則由原先的55億元追加到70億元，是工研院有史以來經費最大的計畫項目。值得注意的是，次微米技術的移轉是對工作聯盟成員採取「先期授權」方式，最初所有的計畫經費是由政府科技專案來支用，但在其後技術接收廠商須分期支付授權費用。當時由工研院提出成立「次微米工作聯盟」與「次微米使用者聯盟」而業者以加盟方式，提供部分資金並派出優秀人才至工研院共同開發次微米技術。

次微米電子製程技計畫主持人人選，TAC及當時的史欽泰副院長經多次討論後，第一人選是在AT&T Bell Labs的盧志遠博士(林垂宙，2013：231)，邀請其擔任電子所副所長負責推動。盧博士是長年在美國貝爾實驗室負責IC設計與製造計畫的工作，希望透過他吸引更多在美華人返台服務(朝元照雄，2016：48)。進入90年代的臺灣半導體產業，其業者本身技術與經營能力已大為提升，政府所扮演的角色也逐漸退居支援性的合作夥伴而非主導地位。

(一)次微米工作與使用者聯盟

DRAM產品的國際市場競爭，產品既不能差異化，生命週期又短，世代交替快速，產品能獲利的時間窗口很短。因此DRAM產品想在國際市場競爭勝出，必須做到在每世代的新產品推出時機與單位成本都能領先大部分的競爭者，才能在長期競爭中存活。在1980至1990年之間，臺灣的半導體技術還在追趕階段，記

憶體產品有世界公認之標準規格，方便單獨崛起，就能切進市場，不像邏輯產品已經是Intel壟斷的局面。80年代日本、後來的韓國也是先以memory切入市場。

次微米計畫以加入聯盟方式推動，58億8千萬元的計畫經費由政府與加盟公司依比例分擔。資本支出、機械設備及實驗室由政府負擔，金額為33億6千萬元新台幣。各年度的經常性支出為25億2千萬元，由政府與加盟企業各自分擔二分之一。此外，加盟公司需另外支付製造權利金與其他技術移轉費用。1991年12月底成立「次微米工作聯盟」，加盟公司必須在五年內支付約一億3千萬元新台幣的計畫權利金。此外，依據與電子所簽訂的合約，必須在計畫進行期間同時進行技術移轉，並以此新技術建立量產化體制，以盡快產生經濟效益(盧志遠，1997：204)。

「次微米工作聯盟」理念是只要廠商繳交計畫總經費之九分之一，就可以移轉所有次微米所開發出來的技術，張忠謀當時是台積與聯電兩公司的董事長，在其促成下，聯盟由工研院、台積與聯電等6家公司組成，每家廠商在五年之中各投資新台幣1億兩千九百萬元，直接派員參與研發工作，並得將成果直接應用。但是後來除了台積和聯電外，其他4家因無法募集計畫資金，脫離了工作聯盟(朝元照雄，2016：49)。

由於加盟金額龐大，電子所又另外成立「次微米使用者聯盟」，以便將可從政府獲得次世代計畫新技術的管道，提供給未加盟「次微米工作聯盟」的企業。加盟企業分期支付總額新台幣100萬元的會費即可成為同盟成員，並獲得次微米計畫的最新研發資訊與產品規格。加盟企業共有臺灣茂矽、華邦、旺宏、合泰、鈺創及大眾等6家參加，由工研院提供相關資訊，即可以委託工研院次微米實驗室試製業者開發的新產品，以加速開發時程及提高技術利用的效率。

(二)以公開招標方式民營化

次微米計畫重要的創新意義，經濟部決定組織民間公司進行商業化，並公開

說明預備以計畫之硬體投資金額轉換持股**49%**，公開招募民間集體資金入股，成立衍生公司。民間反應非常踴躍，有意競逐的非常多，政府最後以公開招標方式進行，公司成立之資金為新台幣**140億元**，是為「世界先進積體電路公司」(Vanguard International Semiconductor Corp, 簡稱VIS)。民股十三家公司代表人張忠謀出任董事長，次微米計畫主持人盧志遠擔任副總經理，後升為總經理。計畫之技術團隊依其志願選擇歸屬，絕大部分人員移轉為新公司成員(林垂宙，2013：233-234)。

林垂宙轉述盧志遠所言：「計畫經費一半是費用、一半是廠房等設備投資，資產一共投資**30億元**；但是做了**5年**要折舊，因此政府在spin-off之際，底價訂在**19億元**」。「早年工研院要spin-off聯華電子和台積電的時候，到處拜託，因為大家對半導體產業沒有了解、更沒有信心；但是次微米計畫要出去的時候是大家搶，除了台積電、聯電有興趣外，台塑集團的王文洋、華邦電子的焦家也很有興趣，甚至也有外商(美國的美光、日本三菱、德國西門子)公司亦想介入。」後來，經濟部訂了幾個原則，第一個就是外國人不能參與競標，外資因此出局；於是日本找了黃崇仁成立力晶半導體，西門子找茂矽成立茂德，美光就放棄了。「當中王文洋志在必得，後來開標前，他被王永慶勸退了」(林垂宙，2013：234)。

原先政府的計畫是把計畫完成後的生產線拍賣給業界，當時經濟部工業局副局長尹啟銘提醒大家：買賣公家財產需要審計部鑑價等工作，前後要花兩年的時間。「如果真的等兩年，必定延誤商機，這個技術就沒人要了！」盧志遠回憶：占股權的**49%**，看競爭者願意出多少錢來入股。」這個方法很管用，實際的招標工作由經濟部主持，經過多次說明會及媒體大篇幅的報導，引來社會高度關注。結果台積電帶了十三家公司領軍來投標，以一股**14元**得標，這遠高於政府的期待。(林垂宙，2013：235)

張忠謀訂定世界先進的資本額是**140億元**，政府擁有的標的價為**57億元**，約

占股權的比例是40.7%。世界先進上市後不久股票每股達60元，最高一股到65元。如果以60元計算，政府擁有股權的市值超過300億元。就一個研發機構來說，這實在是很特出的成績。後來政府拿了2500萬元給工研院做獎金，但是研發人員大都已經到了世界先進公司了，這筆獎金就捐給了工研院(林垂宙，2013：235)。

次微米計畫由於廠商的投資和參與產生業界監督力量，原訂以五年開發完成的計畫，竟然提前了半年完成，成功在1994年底開發出16M DRAM及4M DRAM，並移轉業界，衍生為世界先進積體電路公司，由工研院移轉330人(盧志遠，1997)，是工研院衍生公司中，規模最大的人才移轉案例，計畫最後的決算計畫經費為新台幣65億元，也較原先預計70億元為少(林垂宙，2013：233)。業者在此計畫成功之激勵與經驗分享下，迅速投入八吋晶圓廠的建造擴展，包括德基、華邦、旺宏、台積、聯電、南亞、茂矽、力晶等廠商陸續投入，總投資額約2310億元(Chang and Hsu, 1998)。同時次微米計畫的成功，也提升臺灣半導體產業技術水準，將臺灣國內需求的IC自給率提升至35%(朝元照雄，2016：53)。

四、 深次微米製程技術發展計畫(1997-2000)

在1995年12月舉辦的第16次全國科學技術會議中，決定了半導體技術發展的長期計畫。內容包括建構完整的研發系統、實施深次微米計畫、以及獎勵企業加入深次微米聯盟等。政府依照之前計畫慣例，委託工研院電子所執行「深次微米製程技術發展五年計畫」(工業技術研究院電子工業研究所，2000)，企圖主導臺灣IC製程技術的發展，推動研發0.25-0.18微米製程技術，目標是要追趕上世界先進製程技術，計畫預計投入100億經費。

這樣的目標受到來自民間部門及學術界的挑戰和異議，認為國家的階段性任務已達成，不應耗費巨資與民爭利。當時民間業者已經具有相當的研發規模及能力，多數廠商的開發時程略為領先電子所，如當時聯電預計在1998年即可有0.18

微米產品問世 (吳思華、沈榮欽, 1999)。最後經濟部將總預算從新台幣100億元縮減為73億6,500萬元，目標是透過技術開發聯盟提升產業的能力(張欣瑋, 1998 : 50)。成立臺灣半導體產業協會(TSIA)、加入全球半導體委員會(WSC)，集體和美國美光公司打SRAM和DRAM傾銷官司等，都是由電子所主導的TSIA(張如心等, 2006 : 149)。

1990年代之後臺灣半導體技術的發展，已逐漸由政府主導轉變為政府贊助，再轉變為政府與廠商並肩夥伴，如台積電成立國內外民間企業均參與出資，到最後深次微米技術計畫，民間及學術界已經覺得政府不該花費鉅資主導產業技術發展，應該由民間部門來主導。實際上，積體電路產業屬於高資本支出產業，特別是興建晶圓廠均需耗費鉅資，遠超過政府可以獨力負擔的範圍，每一期計畫經費的大幅攀升，不只政府負擔不起，也引起外界對於資源分配公平性及正當性的質疑。隨著這段時期對政府各項主導產業計畫，可以看出國家能力及自主性的轉變，隨著產業發展逐漸成熟，國家主導能力越來越有限，漸漸轉由民間及市場來主導。

貳、公私部門合作發展產業架構

透過政府的計畫，雖然有助於引進及培育國內相關產業技術及人才，但產業發展要成功，特別是能打進國際市場佔有一席之地，單靠政府計畫是不夠的。民間部門如何培養出競爭優勢，才是成功的關鍵。透過政府的計畫，投注資源從國外引進技術，及募集國內外資金衍生成立新創公司，其實更長的路是成立公司之後，公司如何順利營運，如何招募人才，如何打進市場，都是產業成功與否的關鍵。

政府引導產業的計畫有期限，衍生成立的公司之後要順利營運，還是需要政府的支持，特別是規劃適合產業發展的環境及架構，才是奠定產業發展的長遠基礎。但是政府畢竟是政府，沒有產業實際營運的經驗，在這個時期大多數的產業

發展架構，反而是由產業引領政府、政府為了滿足產業需求制訂的，茲選擇重要幾項分述如下，參見圖2-3。

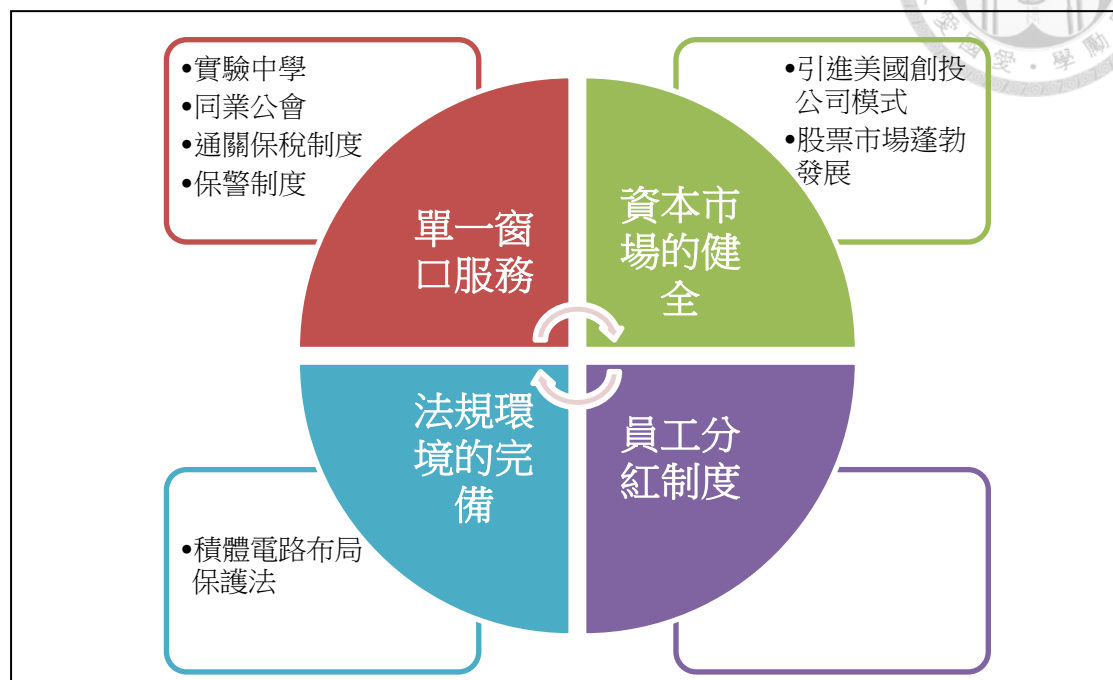


圖 2-3 公私部門合作發展產業架構

很多研究在分析政府扶持產業的成功因素，常納入租稅補貼。事實上，對於成功的產業，補貼只是以國家稅收提高股東的投資報酬率，並不是提升競爭力的要素。反而對於弱勢的產業，補貼只會掩飾其競爭力不足，無助於其競爭體質的改善。本論文這部分在探討政府如何建構完善、適合產業發展之架構，協助積體電路產業永續發展，並成功在國際間取得競爭優勢，政府的行政作為包括單一窗口服務、資本市場、員工分紅制度、及法規架構等，是促成產業蓬勃發展的關鍵因素。故政府的補貼及租稅優惠措施，不納入本文在探討政府在建構完善產業發展架構之作為項目。

一、 單一窗口服務

提到臺灣積體電路產業的發展，很多研究都會提到科學園區。原因之一是半導體產業多集中在科學園區，最早半導體產業計畫衍生的公司如聯電、台積電都

是設置在園區之內，之後園區的發展及擴建，也與積體電路產業息息相關。以營業額來看，2018年全年三大科學園區營業額為新台幣2兆5,960億元，其中66%為積體電路產業所貢獻，竹科的營業額更是有七成以上來自積體電路產業。園區提供了積體電路產業發展的良好環境及發展的關鍵因素，將留待下一章會做討論。

究竟是積體電路產業成就了科學園區，還是科學園區造就了臺灣積體電路產業的輝煌表現，二者因果關係很難明確區分。但是在最初引進時，兩者是不相關的，當時提議臺灣應該設置科學園區是國科會主委徐賢修，當時他是對方賢齊及潘文淵等人提出的RCA計畫有疑慮的，但是積體電路產業應該是當時各界看好值得發展的產業，當時他也找了虞華年規劃為國內引進積體電路產業(虞華年，2018)。國科會主委徐賢修在1975年率領一個赴日考察團，也希望為臺灣的經濟與工業，找到脫胎換骨的新方向。回國之後，徐賢修將培養臺灣「現代化工業能力」的需求，落實成設立科學園區的想法(張如心等，2006：235-236)。

依據徐賢修的規劃，園區可以吸引海外人才回國創業，有系統的輸入臺灣所需要的現代化工業能力，還可以提供國內大學畢業生良好的就業創業環境。行政院長蔣經國聽了，指示國科會應將此事列為首要之務。之後徐賢修又到美國訪問十多家公司，邀請他們到臺灣投資，獲得很好的反應。1976年5月的財經會談中，政府決定設置「科學工業園區」，在8月，科學園區正式納入六年經建計畫中，不過當時構想係設置以「研究」為主要的研究園區(新竹科學工業園區管理局，2000)。1976年9月2日行政院的1491次會議中，行政院長蔣經國接受主委徐賢修建議，正式指示積極推動新竹科學園區的設立(尹秉權，2009)。

1980年新竹科學工業園區成立以後，提供一個完善的產業孕育環境，配合工研院引進半導體產業生產技術，當聯電、台積電、臺灣光罩、世界先進等半導體公司陸續由工研院衍生成立，工廠就近遷入或新設在鄰近工研院的新竹科學園

區。在當時，這些公司技術都還在發展階段，研發的重點在於如何改善製程、突破良率，以銷售到市場。這也使得臺灣科學園區的發展，有別於國外以研發為主、不從事量產的園區型態，發展成獨特的研發與量產並重的園區型態，而且研發的重點，常圍繞在製程技術的開發，包括良率的提升及成本的下降等。

科學園區的設置，除了提供積體電路產業發展的良好環境，另一項政府提供產業協助的重點，就是設立科學工業園區管理局(以下簡稱「管理局」)，提供園區廠商單一窗口服務。為了加速國內外投資，讓投資人不必要經過中央或地方各機關層層關卡，國科會在科學園區的設置母法《科學工業園區設置管理條例》中，規劃一條設置園區的專責管理機構。事實上整個條例的條文架構及規劃，很多是仿效先前已經訂定的加工出口區的管理辦法，以當時三個加工出口區吸引投資成功十幾年經驗，來規劃開發臺灣第一個科學工業園區(王達九，2004)。二者性質上都是屬於特區的概念，透過特區的規劃與專責管理機構的設置，希望吸引外國投資，讓廠商進駐到園區內集中管理，透過提供包括保稅及租稅減免等優惠措施，吸引廠商進駐園區；同時也讓所有進到園區的投資人，只要透過管理局這個單一窗口，和臺灣政府打交道，提供簡單、便捷之服務。

比照加工出口區處，「科學工業園區管理局」在1980年9月1日成立，下設六個組，提供廠商單一窗口的行政服務；並設置附屬作業單位，如儲運服務中心、消防隊、清潔隊、員工診所、供應中心等，員工人數初成立時約48人，提供園區規劃管理、土地及廠房出租、進口機器設備免稅、保稅區機制等服務。這些機制基本上和加工出口區的設置類似，不同的是政府高層對園區的重視，像早先入園區的全友公司創辦人曾憲章就曾回憶到，當年他們入園區，像孫運璿、李國鼎、徐賢修等政府高層，常常關心他們的發展，主動提出協助。比方說竹科第一台電話機，可以說是靠李國鼎幫忙全友裝的。當年國內電話機不普及，裝電話要十幾萬現金請電信局裝，電信局還不見得有空馬上來裝。全友電腦要做生意，電話機自是不可或缺，但當時竹科剛成立，在郊區一片黃土，等電信局來牽線遙遙無期，

在跟李國鼎反應之後，很快就裝上了。

此外，管理局初期成立時，租了連豐米店做為員工宿舍，管理局員工和當時園區成立初期的廠商都住在米店，白天各自為創業打拼，有事情需要溝通晚上回宿舍則可以交流。園區草創時期管理局和廠商所建立的革命情感，在業務上也會以廠商需求出發，特別是追隨國外產業發展，一些當時國內還未成熟、甚至沒有的環境與制度，在園區創業的海外歸國學人，也會向管理局建議國外的制度及創新做法，共同合作引進國內，改造成符合臺灣所需、適合廠商發展的新制度，塑造科學園區在當時成為領先全國、適合高科技產業發展的卓越環境。

(一)實驗中學

提到科學園區和其他產業園區最不一樣的地方，就是有實驗中學，特別是設有雙語部，和國外特別是美國教育制度銜接。這個制度的起始，是當時為了吸引海外人才返國工作，大多數都是攜家帶眷返國，最擔心的就是子女的教育問題。當時蔣經國總統在1980年8月視察竹科工地辦公室時，何宜慈提出「要留得住人才，必須要有宿舍、醫療設施及學校，不然大家都想往台北跑」，這也是最早提出園區實驗中學的構想(楊文科，2004)。為因應這些海外產業人才需求，1982年3月23日，由李國鼎先生在行政院政務委員任內，召集教育部、國科會、學術研究機構及附近大學代表，會商決議成立「國立科學工業園區實驗高級中學」。同年6月奉准籌備，1983年8月正式成立。當時首任校長由當時園區管理局副局長瞿寧若兼代，招收高中部一班，國中部三班，雙語幼稚園一班及雙語班二班，國小部到1984年8月才成立。

實驗中學設置的目的，在於提供大新竹科學園區廠商、政府機關、學術研究機構(含清大、交大、工研院及國家實驗室等)與歸國學人子女教育機會，其中雙語部以英語教學為主，俾銜接歸國學人子女僑居地及國內之學制；實驗部則與國內學制課程相同。實驗中學師資及教學設備部分，管理局也盡力支持，包括每

年至海外招聘老師，興建校舍及體育場等硬體設施。一直到現在，實驗中學仍是吸引人才到園區工作的誘因之一，之後中南科等新園區設置，都將實驗中學設置列為重要工作項目。



(二)同業公會

新竹科學園區為臺灣於1980年首創之高科技工業園區，當時政府單位及民間業者對園區事業的發展方向均感陌生，處處需要交換心得、整合意見，以求穩健發展。於是在1983年9月，由園區初成立時幾家公司，包括宏碁電腦董事長施振榮、聯華電子董事長曹興誠、全友電腦董事長許正勳及台揚科技董事長王華燕等人，籌組成立「臺灣科學工業園區科學工業同業公會」。

園區同業公會成員主要是進駐科學園區企業，而不是勞工。1980年代勞工運動尚不發達，各行各業普遍都有產業公會組織存在，做為資方與政府溝通的橋樑。目前園區同業公會會員已經涵蓋竹科、南科、中科廠商，底下成立各種專業性質的委員會來解決及推動會員廠商專業性的議題，以成立最久的竹科為例，共設有有企劃暨公共事務、人力資源、財務會計、進出口保稅、安全衛生、環境保護、水電氣供應、智慧財產權暨法務、資訊通信、安全聯防、職工福利、大陸事務、業務行銷、公關、秘書暨行政及志工等16個專業委員會。對於園區廠商、特別是半導體業者關切的水、電、及勞工等營運相關議題，園區同業公會扮演向政府提出建言的關鍵角色，該等委員會召集人也多由半導體業者擔任。

(三)通關保稅制度

我國早在1950年代即規劃設計保稅制度，各保稅區有其設立目的及功能，其成立時間不同，型態亦有所不同，因此區內關務作業亦略有差異。在科學園區成立之前，主要對象為加工出口區，其產品主要為加工製造外銷為主，在該等地區製造行為免關稅，簡便通關等稅務行政程序，有助於減輕廠商負擔，降低成本吸引外商投資。科學園區在1980年代設立後，也沿用相關規定，一直到現在，

進駐園區工廠具有保稅資格，無須另行申請設立保稅工廠。

保稅制度對於以出口為導向的積體電路業者而言，非常重要。特別是晶圓代工製程繁複，往往最後的封裝測試工作未必在園區內進行，為了配合業者需求，財政部關稅總局將以往係一段式通關作業方式、由業者向當地駐區海關辦理報關，開放業者也能選擇在出口地海關辦理，於2004年12月9日發布實施「科學工業園區保稅貨物於出口地海關通關作業規定」，實施以來頗受好評。

此外，科學園區管理局於1989年起，配合財政部關稅總局推動「全國貨物通關自動化」，成立「園區通關自動化推動小組」，以園區單一窗口廠商服務作業優勢，整合規劃園區「簽證」、「儲運」及「報關」通關作業，首創全國貨物進出口通關三合一作業模式，建置園區通關自動化系統，並配合財政部關稅總局推動時程，於1991年11月開發完成上線使用，大幅改善通關速度及品質。隨著財政部整合空運、海運貨物通關全面自動化方案，使我國成為繼日本、新加坡之後第三個實施通關全面自動化作業的亞洲國家。

(四)保警制度

與保稅制度搭配的是保警制度，因為保稅貨品及倉庫的管理，除了涉及關務人員，還包括公權力的介入，以確保保稅品及園區財產和設備的安全，科學園區配有警察，由負責維護國營事業機構的保二總隊進駐，維護科學園區的安全。保二總隊原隸屬於經濟部，1990年起總隊改制直隸內政部警政署，兼受經濟部之指揮監督迄今。主要任務為掌理國營、省營、國省合營生產事業機構財產、設備之護衛業務。之後因中油、台電公司民營化，警力逐漸縮減、撤離投入地方治安工作。目前尚有保警維護安全的為科學園區、加工出口區及核電廠等。

雖然廠商業務屬私經濟範疇，園區內有保警維持治安，廠商多持正面態度。首先在園區內安全有保障，園區內生產電子產品不斐、或往來金錢頻繁，有保警維持治安可降低失竊率，如果不幸發生刑案也能快速偵破。其次園區內生產人員

高度密集，諸如交通事故、或是涉及營業秘密等犯罪，警方可以積極預防或偵辦。最著名的例子就是每年股東會召開時，園區廠商都喜歡在園區內舉辦股東會，有保警的協助，有助於防範不肖份子藉機鬧場。



二、 資本市場的健全

臺灣在1970年代以前，對資本市場是採取高度管制之措施，致使當時民間企業以中小企業為主，規模比較大的產業，除了國營企業，就屬政府扶植或共同投資之企業，如石化及汽車產業等。1979年，當時政府選定電子、資訊、機械、電機、運輸工具等附加價值高、能源密集度較低的技術密集產業做為策略性工業，這些產業的另一項特色，就是資本投入、特別是設備投入龐大，需要大規模的資金挹注。

在發展積體電路產業初期，行政院的開發基金也撥給交通銀行八億元新台幣，作為投資基金，對具有優良技術，和產製有市場潛力的產品，但資金不足的科技創業者給予資金的協助。在廠商於園區設廠投資，園區管理局在審查科技創業者的申請書時，如果覺得其成功機會頗大，便一面向園區指導委員會申請核准入區，一面向交銀建議其參加投資，投資金額和技術股的百分比由交銀與科技創業者相互同意而決定的。等於是將美國創業投資公司的功能交由交銀主導，和管理局配合完成(何宜慈、何邦立，2004)。

此外，政府也在1979年設立「中國輸出入銀行」，協助資本財及機械產品輸出，並改組交通銀行為開發銀行，配合「開發基金」對策略性工業(例如：電子資訊產業)及重要生產事業，進行直接投資或長期低利融資(王振寰、溫肇東主編，2011: 187)。我國截至1999年底止，74%的借款都是由本國商銀體系所放出(張俊彥、游伯龍編著, 2001: 304)。換言之，在產業起始階段，由於發展技術範圍有限，生產規模相對較小、處於小型試量產階段，投資資金透過銀行放款尚足以支應。

然而，半導體產業為一高度資本密集產業，隨著IC設計及製程的不斷進度，設備亦需時常更新，故需要持續投入資本來更新設備，降低生產成本，以維持競爭力。由於在生產鏈中的每一環節均可獨立籌資、不斷突破最低規模，公司並隨著獲利的增加，以股票股利方式增加資本以投資在產能與製程，使得公司、股東互蒙其利。

(一) 引進美國創業投資公司模式

創業投資公司(Venture Capital, VC)是臺灣部分電子資訊公司取得資金的管道，雖然此部分資金整體所占的份量並不如金融機構或股票市場提供的多，但是對於許多創新性公司，因為技術的高風險和不確定性，不易在既有的資本市場募集基金，創業者所提供的資金就有其重要性。例如史丹福園區—矽谷的輝煌成就，創業投資(venture capital)提供資金予科技創業者開發新產品的做法有相當大的貢獻，新竹科學園區初創時已經注意到，在設置管理條例中便有科技創業者可以享受百分之二十五以下技術股的規定(何宜慈、何邦立，2004)。

一般而言，創投在資金供給上，屬於事前資金提供，其意義不同於傳統融資與信用融資活動，主要差異在於創投資本提供創業者在尚未成形實體產出之前，就給予企業資金的投資，並通過股權融資而參與經營。臺灣的創投業，開始於李國鼎、財政部長徐立德於1973年時，將美國矽谷創投模式引進臺灣，並在1983年11月通過「創業投資事業推動方案」及「創業投資事業管理規則」，正式開放臺灣廠商設立創業投資公司業務，為國內高科技產業開啟了對外募集資金的大門(王振寰，2010：141)。

在臺灣創投事業初期，是由政府主導。當時由中華開發公司設立創投公司，成為臺灣第一家，隨之在1984年間，大陸工程公司殷之浩先生和宏碁電腦公司施振榮先生亦成立一家創投公司—宏大創投。然而像美國創投系統運作的公司，則以1987年由徐大麟所創立的Hambrecht and Quist-Taiwan為首。胡定華在

1988年離開工研院，受聘為H&Q-Taiwan總經理。隨著臺灣的科技廠商逐漸在全球市場上扮演關鍵性的角色，創投事業也進入快速成長的階段。

為了引進創投業者在臺灣發展，政府從行政院開發基金提列出八億元，作為協調創業投資公司的種子基金。這個措施獲得熱烈的反應，八億元很快被申請殆盡，政府緊接著再撥付新台幣十六億元作為第二期種子基金(張俊彥、游伯龍編著, 2001:312)。政府政策促使創投公司專注於創業階段科技產業的投資，政府政策一方面提供了20%投資抵減的優惠給參與創投公司的股東，另一方面又規定只有當創投公司資金至少70%投資於高科技產業時，才可以適用投資抵減的優惠，同時又禁止創投投資上市或上櫃股票，於是創投公司的資金被積極導向高科技產業，特別是電子資訊公司的創業。

臺灣創投以國內法人資金居多，這些國內法人機構中，又以來自產業界的資金占大多數(陳東升，2008)。雖然資金來源以產業界為主，但是隨著創投獲利豐厚，促使國內大財團和資訊產業界也加入籌組創投的行列。臺灣的創投在1997年前後的成長相當快速，每年新增加的創投公司平均約28家，每年創投業新增資本平均約為新台幣135億元。然而2000年網路產業泡沫化，再加上政府取消創投事業股東的租稅優惠，使得臺灣創投產業資金來源大幅降低，2008年美國次貸危機所造成的金融海嘯更造成全球經濟大衰退(王振寰，2010：142)。

由於創投公司有金融資本、創業知識資本與組織網路資本，因此有能力協助創業者獲取需要的資金、提供如何創業和連結需要的知識和市場網絡(陳東升，2003)。換言之，透過創投公司的投入，使得被投資公司和其他科技公司建立起網絡關係，強化技術學習和創新的可能性，可以說是一種技術學習和擴散的機制。同時由於科技界相繼投入創投，例如像宏碁、明基友達、華碩、廣達、鴻海...等大型代工集團系統廠商投入創投後，形成了一個網絡整合的平台，出資的系統商經由創投公司促成了與投資對象的合作，形成臺灣資訊產業生產網絡學習的重要

機制，也促成了綿密的合作現象(鍾佩珊，2004：53；陳東升，2008：168-177)。



(二) 股票市場蓬勃發展

股票市場對於臺灣電子資訊產業的興起，扮演了非常關鍵的角色。股票的交易投資從1985年以來被稱為臺灣民眾的全民運動，熱絡的股票次級市場自然就帶動了股票發行市場，而電子資訊業可說是當中最大的受益者。

臺灣的上市、上櫃公司最初自公開市場的資金取得管道就只有在臺灣的股票發行，包括上市櫃的首次公開發行、以後的增資股票、公司債等。由於臺灣之前有相當長的時間經濟發展呈現高度成長，包括長期的擴張性出口貿易政策、大量貿易出超提升人民所得、高度的儲蓄率則將資金導入金融、證券體系。1980後半到1990上半段時間，是臺灣股票市場的黃金時期。以股票上市上櫃家數為例，出現快速增加的情形。全體總資產於1999年時達到新台幣兩兆零六百億元，相等於六百億美元的資金(張俊彥、游伯龍編著, 2001:278)。

聯電是臺灣第一家上市的IC公司，1985年7月聯電股票公開上市。台積電在1994年9月正式掛牌後，茂矽、華邦、旺宏、合泰也相繼跟進。高科技公司在臺灣股市已成為一股新興勢力，這些公司在歷經數次增資後，使資本額增加成為中大型企業，有助於公司長遠的營運發展(楊丁元、陳慧玲，1998：198)。同時，1990年代後，臺灣高科技產業開始進軍國際資金市場，大約有30、40家的電子、半導體業公司經常性的在國際資金市場募資，與股票形式有關的籌資工具包括可轉換公司債、與海外存託憑證(GDR、ADR)等。這些向國際資金市場募集的資金規模有多大呢？在2000年初有一段時間經常性的維持在每年180億美金、約6000億台幣上下(林育中，2017)。

股票市場的蓬勃發展，提供產業發展募集資金充沛的管道，同樣也影響產業結構的組成，包括市場偏好影響產業募資狀況，進而影響產業發展布局。例如產業發展之技術只要預期獲利空間大，自然可以從市場募得所需之資金，發展其所

需發展之技術，對科技學習能力的培植產生直接的影響。其次，隨著募資管道的國際化，產品技術發展也不再以國內需求為主，而是漸漸與國際市場接軌，不只資金募集，連帶產業技術發展、及公司治理也走向國際化，促成臺灣產業納入國際供應鏈，甚至帶動下一波跨國企業併購之風潮。

最後，產業結構本身也是影響科技學習的重要因素。公開募集資金也促成產業規模擴大，成為大型企業型態。以大型企業為主導的產業結構，由於企業本身資源豐富，比較有能力從事科技研發，深化科技學習和創新能力；而以中小企業為主的體系，則由於企業資源有限，因此必須依賴外部經濟來替代研發能量的不足和形成「集體效率」(Schmitz, 1995)，以集體共有和聚集的資源從事科技學習和創新。國家機器、金融體系和產業結構相互影響和互補，構成不同的學習和創新體制。

三、 員工分紅制度

為發展積體電路產業，公私部門合力創建的制度，不得不提到員工分紅制度，這也是國內員工獎酬制度相較於國際通行制度，一個臺灣獨創的特殊制度。員工可以分紅入股，是在聯電成立時，就寫入公司章程，為了鼓勵人才到聯電任職，公司章程記載可分配25%的股票給員工(張如心等，2006：168)。

企業的成員有兩種待遇，一是創業待遇，一是從業待遇。拿創業待遇的企業創辦人，從業待遇就好比股票選擇權，公司上市後保留一些股票，用上市的價格給員工分幾年買進，但很多時候對員工是空的。比方說員工進公司時股票市價是50元，以後十年購買自己公司股票的價格就是50元。可是以後公司的股價可能只有40元，員工會買嗎？分紅入股則是綜合了創業和從業報酬，將員工的利益與公司的利益相結合，勞資問題相對減少且化勞方為資方，員工較有責任，工作態度積極，管理效能較佳，因而使得公司獲利增加、員工能長久為公司奉獻。員工擁有公司，專業經理人手握經營權，讓聯電集團能快速決策，但也引起最多質

疑。

外界的質疑主要在於聯電的資本絕大部分不是來自員工，可是聯電的員工卻持有最大股份，這種做法對其他股東並不合理，導致股東權益重大稀釋、員工分紅不作為費用之會計處理以及員工分紅採面額課稅之不公平性等負面影響。面對這些質疑，曹興誠除了堅持員工是公司經營主體的立場，並從不同觀點反駁。他指出聯電的董事會不重制衡，重興業。「業績好幹嘛制衡？業績不好，專業經理人就辭職，一切責任導向。」曹興誠說（天下編輯著，1999：14）。

員工分紅入股、技術股等獎勵制度，造就無數身價千萬的工程師，也吸引不少留美人才回臺灣發展。雖然美國的薪資水平一向是臺灣的數倍，但是分紅入股的誘因激勵下，回臺灣工作或開公司的報酬期望值顯著升高，因此創造出相當大的利基，吸引海內外一流人才（張俊彥、游伯龍編著，2001：94）。透過員工分紅入股，將員工利益與公司的利益相結合，勞資問題相對減少且化勞方為資方，激勵員工積極投入工作，使公司獲利增加。

依當時商業會計法第64條規定，在商業盈餘之分配，如股息、紅利不得作為公司之費用或損失。在當時不但創造無數電子新貴，也間接促成臺灣股票市場蓬勃發展，極盛時期時，坊間媒體以「臺灣錢淹腳目」稱之。但員工分紅係員工提供勞務所獲得之報酬，相較於員工年終獎金須認列為公司之費用，造成2007年經濟部商業司發布法規命令，將員工分紅之會計處理，參考國際會計規定，應列為費用，並自2008年1月1日生效。結果造成費用化使得公司稅後盈餘下降、員工紅利可分配的基礎變少，而且股數計算由面額改為市價，員工可獲配之股數減少，按市價課稅、員工稅負也增加。

員工分紅制度普遍被認為是臺灣高科技產業吸引及留住人才的重要制度，因為在產業發展初期，顯然沒有能力提供人才好的薪資條件、吸引人才投入未來發展不知如何、風險較高的新興產業。聯電在1983年提出員工分紅制度，政府雖

然沒有主導、但是也沒有阻止該項制度，國家跟隨市場，國家產業政策採取了私人資本對新產品和新科技發展的提案，由私人資本提出或已經進行某些構想，而國家機器並不反對而且大力支持，造成其他電子業紛紛仿效。

員工分紅制度解決了產業發展初期，人才培育的問題，不但提供了吸引人才的誘因，解決招募人才所要立即支付的薪資，用印股票取代發鈔票，讓新創事業發展初期可以有更多資金可以靈活運用，同時創造無數臺灣電子新貴，吸引更多優秀人才投入電子產業。但是隨著政府相關制度改變，如員工費用化，使得這樣留才制度產生根本的改變，企業不能像以前一樣任意地大量以員工分紅配股方式來獎酬員工，之後遭逢國際經濟景氣不佳時，還出現所謂無薪假制度，電子業員工薪資條件普遍不如過往，甚至面對其他國家提供更好薪資條件時，人才外流的窘境。

四、 法規環境的完備

由於積體電路是高度知識密集產業，如IC設計、晶圓製造製程的研發等，關係技術創新及產業競爭，也是龐大市場利益的來源，激烈之產業競爭與快速的產業成長，更凸顯智慧財產權相關法令制度對維持競爭秩序的重要，同時也影響研發投資意願。臺灣發展積體電路產業，逐步躋身國際市場，對於業者自身研發成果的保護，及國際規範的導入日益重要。臺灣在1989年開始草擬「晶片保護法」，1994年行政院通過「積體電路布局保護法」。

在半導體晶片保護法立法前，業者也曾設法尋求現有法律規範就積體電路布局加以保護，包括著作權法、專利法與營業秘密法，惟因保護客體之要件不相符而被拒門外。1978年起，美國陸續有關於保護積體電路的法案被提出，最後「半導體晶片保護法」(Semiconductor Chip Protection Act, SCPA)在1984年11月生效(柯凱繼，2016：32-33)。「半導體晶片保護法」訂立之主要目的乃是在保護所有人之專屬權，並促進半導體產業得以健全的發展，惟若給予半導體產業無限

制之保護，亦可能妨害其他積體電路設計業者的發展，反而不利於整體產業之發展，因此必須對專屬權進行限制，包括還原工程、權利耗盡原則與善意侵害原則。

逆向工程(reverse engineering)係將他人現存於市場上之產品，利用分析技術，以反向方式還原其製造過程，從而知悉他人技術，是一種萃取專門技術和知識的過程(馮震宇，1994：252)。權利耗盡原則(exhaustion doctrine)，或稱第一次銷售原則(first sale provision)，指積體電路電路布局專有權權利人就其所製造、創作或經其同意或製造或重製之物品，於第一次進入市場後，即喪失其對該物品之販賣權與使用權(沈宗倫，2012)。善意侵害(innocent infringement)，係指區分侵權行為人是否以製造、銷售侵權產品為本業之不同而有不同程度之注意程度，即以製造、銷售侵權產品為本業之人，應課予較高之注意義務，而有查證之義務，其未查證而為侵害專屬權之行為即謂具有過失。

臺灣半導體產業自1980年代起快速發展茁壯，成為新興重點發展產業，當時為配合加速關稅暨貿易總協定(General Agreement on Tariffs and Trade, 簡稱GATT，即WTO前身)之經濟貿易政策及政治經濟等發展背景，加上與積體電路電路布局保護比較有關連的智慧財產權保護，主要是著作權法以及專利法，惟積體電路電路布局權利保護之核心，在於保護他人未經權利人之同意複製電路布局。因此在前述多重因素考量之下，「積體電路電路布局保護法」從1986年國內產業發出立法保護聲音，歷經七年左右的立法過程，終於1995年8月3日經過立法院三讀通過，同年月11日總統公布，1996年2月11日起生效。

積體電路電路布局保護法第16條規定「原創性」與「非普遍性」為電路布局之保護要件，且所保護者並非電路布局之圖形，而是電路布局圖形所揭示之電路布局本身。另外若個別積體電路不具保護要件而整體積體電路組合具備之，則僅就整體符合保護要件之組合保護(林洲富，2007)。積體電路電路布局具備保護要件，得按積體電路電路布局保護法第6條經申請登記取得電路布局權，權利人

享有排除他人未經同意之複製行為，以及取得積體電路電路布局保護法第17條之排除他人為商業目的未經同意之輸入、散布電路布局或含該電路布局之積體電路之行為。



基於保護所有人之專屬權，並促進半導體產業得以健全的發展，於積體電路電路布局保護法第18條有關於權利人之專屬權限制之規定。包括還原工程是半導體產業普遍採用與接受的研究創新方式，所以臺灣之積體電路電路布局保護法亦有明文規定；權利耗盡原則，規定在積體電路電路布局保護法第18條第3款，持有人合法持有具專有權之積體電路即表示其已付費給權利人，權利人已取得對價，「輸入權」及「散布權」已因行使而耗盡。此外，取得積體電路產品之人，於不知該積體電路產品係侵害他人之電路布局權，而輸入或散布其所持有非法製造之積體電路者，此係法律上對於善意第三人之保障，保障善意第三人免於因輸入或散布非法製造之積體電路產品而侵害權利人之電路布局權。

惟自立法施行以來相關案件數量極少，包括向主管機關申請登記之電路布局件數更是與申請專利登記之件數無法相提並論，與起因於電路布局之專有權受侵害之訴訟數量亦少，由實際之申請登記案件數與訴訟案件數分析，臺灣之積體電路電路布局保護法似乎不是一個具有實質保護效果的成功立法(柯凱繼，2016：87)。IC設計技術主要還是靠專利保護，根據美國半導體產業協會(SIA)公布2016年美國專利商標局(USPTO)專利取得數量的前五大業者，半導體業者就占了五家，分別由IBM、高通、英特爾居一、二、四名。至於製程技術除了專利之外，也常以營業秘密來保護。

在臺灣專利部分，依據經濟部智慧財產局統計，台積電從2013年進入申請人前十大排名後，布局越趨積極，2017年發明專利的申請量達937件，為史上最高，並蟬聯兩年專利申請王。而有趣的是，台積電雖然是我國的發明專利申請王，但台積電曾對外透露，先進製程是重要競爭力，針對製程研發，光是1年就投入

高達800億元經費。若是申請發明專利，雖有20年的保護，但申請專利必須先公開，對手很容易就可以得知技術的發展，因此台積電多以營業秘密保護其研發成果。



參、小結

延續1970年代積體電路產業引進臺灣，1980-2000年期間發展重點在於建構完善產業發展環境。在這個時期，國家仍然扮演主導產業發展之角色，包括延續前一期以大型計畫帶動產業發展模式，包括推動四個大型計畫，包括：LSI技術發展計畫(1979-1983)、VLSI技術發展計畫(1983-1988)、次微米製程技術發展計畫(1990-1995)、及深次微米製程技術發展計畫(1997-2000)，透過國家投注資金，依據產業發展進程，逐步引進關鍵技術，並培育相關產業人才及技術移轉民間，衍生新創公司。

延續前一個時期，這個時期最亮眼的成績，就是工研院再度衍生許多積體電路公司，包括與旅美華人技術合作創立華智，及衍生台積電、並首創晶圓代工模式，深深影響之後產業分工及國內產業發展方向，例如聯電也改做晶圓代工，將IC設計部門獨立出去。由於這段時期國內外電子產業蓬勃發展，市場規模也快速成長，然而隨著國內產業規模逐漸過大，國家之影響力也相形逐漸減弱，最明顯的現象就是越後期的計畫經費越高，但是效益卻遞減。外界對於政府投注鉅資發展產業的必要性及正當性提出質疑，甚至在2000年之後，政府先以計畫引進及發展產業技術、然後移轉民間的做法已不復見。

隨著產業規模的擴大及蓬勃發展，民間也開始要求政府能夠建構適合產業發展的環境，由公司部門合作發展產業架構。這些公私部門合作項目，有些由政府主導，民間協助促成。例如成立園區管理局，提供單一窗口服務，雖然科學園區不是國內第一個成立單一窗口的服務單位，但是針對園區內高科技產業的發展需求，能夠即時地回應及提供相關服務，進而引進新的制度與做法，協助產業發展。

像實驗中學算是開國內先河，針對海外歸國學人子女教育需求設計的教育體制，對於園區產業延攬人才及留住人才很有幫助。又像是引進美國創投制度，對於高科技先期資金的募集，也是很有幫助，也有利於促成與國內外投資對象技術合作。

這個時期建構的產業發展架構，隨著民間蓬勃發展的趨勢，有些則是由民間主動發動，政府協助促成或是採納執行。例如通關保稅制度，是便利廠商產品出口的有效做法，由廠商建議國外做法，政府採納執行。又如股票市場的蓬勃發展，除了市場看好電子產業的前景，某種程度也是源自於民間充沛的資金，特別是經濟快速成長導致高儲蓄率，政府順勢導入股票市場發展，使企業可以從民間募集發展所需資金。又如股票分紅制度，雖然最初是單一公司為了募集人才、獎勵員工的措施，政府初期並未限制此一措施，使得股票分紅制度快速推展到其他電子業者，員工分紅帶來的高報酬，成功吸引海內外人才投入國內的電子業。

最後是法規制度的完備，臺灣發展積體電路產業，逐步躋身國際市場，對於業者自身研發成果的保護，及國際規範的導入日益重要。臺灣參考美國立法，在1995年8月3日「積體電路電路布局保護法」經過立法院三讀通過，1996年2月11日起生效。惟自立法施行以來相關案件數量極少，相關技術還是以專利或是營業秘密保護為主要途徑。

第三節 技術超越時期

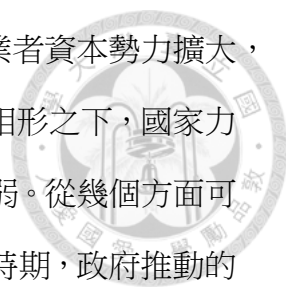
經過前兩個階段的發展，到2000年臺灣積體電路產業發展架構在國際已居領先地位，國內產業鏈逐漸發展完成，已具備獨力發展規模。本論文將2000年迄今(2018年)稱之為技術超越時期，係指在技術層次產業已不在位於追趕階段，而是超越美日等先進國家，居國際領先地位，主導及引領產業技術發展，包括製程技術的不但突破、尺寸技術逐漸縮小，帶領相關產業鏈，如設備及相關材料，

往先進技術發展。



在這個階段，臺灣已儼然成為積體電路產業大國，不只在產品市占率領先國際，同時也是技術領先其他對手國家，追求更新的技術發展。最值得一提的是晶圓廠由八吋邁向十二吋，而台積電0.13微米製程，更是將所有設計公司全部拉進來成為其主要客戶，自此邁向國際領先地位。晶圓代工廠透過技術領先爭取客戶，在另一方面由於新晶圓廠進入門檻高，客戶要轉換代工廠也不容易。臺灣積體電路產業在2000年之後，在全球的重要性，可以從兩件事看出來：1999年因台電在台南左鎮輸電電塔傾斜所造成之729全台大停電，及921大地震，造成晶圓生產中斷，全球科技產業都受到影響，例如美國那斯達克指數重挫，各國人士均關切產線何時恢復正常，美國《時代》雜誌還以“Why Taiwan Matters”，介紹臺灣這一蕞爾小島上的積體電路產業，對全球高科技產業所造成關鍵的重要性。之後更有《矽屏障－臺灣最堅實的國防》(2001)一書，說明臺灣積體電路產業對全球的重要性，已經儼然成為臺灣最好的國防屏障，如果中國要武力犯台，侵犯的不僅只是臺灣地區，可能對全球高科技產業都會造成毀滅性的影響。

Evans與Wade都指出，鑲嵌的自主性與國家領導發展的角色，都會因歷史因素的改變而變化，當那些由國家機器帶領發展起來的私人資本愈來愈不依賴國家機器時，國家機器的相對自主性也將消失。有三個可能的因素解釋這樣的改變(王振寰，1995: 8-9)：第一，國際環境的改變，使得既有的發展政策不再可行，這裡牽涉到國家經濟與國際政治兩個面向。第二是國家官僚內部不一致的出現，改變了決策團隊(change team)。第三是資本主義的擴張也可能直接瓦解國家機器的自主性，當資本勢力擴大，資本家比其他階級或團體具有較大的結構性優勢，就越來越有能力影響國家機器的決策。特別是全球化造成全球生產網絡因此形成，資金以空前快速流動的方式，進出全球各地資本市場，跨國公司的全球分工網絡和全球生產網絡日漸形成，尋求有利投資地點或跨國連結成為新的趨勢。



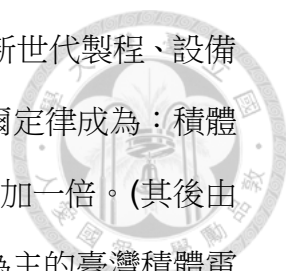
隨著臺灣積體電路產業在國際間具備舉足輕重地位，相關業者資本勢力擴大，無論是資金來源或是產品市場，都與全球生產網路緊密結合，相形之下，國家力量在這個階段可以對產業的協助、或是干預力量都顯得非常薄弱。從幾個方面可以看出國家力量在積體電路產業的消逝，包括相較於前面兩個時期，政府推動的大型計畫對產業的實質影響力非常有限，產業的關鍵技術都在企業內部發展，被視為營業秘密嚴密地保護著，政府在這個階段，已無法插手產業的發展，產業界與學研界之間的技術能力鴻溝逐漸加大。換言之，這個階段政府透過學研單位投入的計畫，充其量只能說是為產業培育人才，無法再透過計畫推動來主導或影響產業的技術發展。

在另一方面，由於產業具備國際領先地位，同時也成為其他國家招商的對象，特別是對岸中國表現得尤其積極。2000年以後中國大陸提供非常優惠的條件，包括土地、稅捐減免、費用補貼等行政優惠措施積極吸引台商到對岸投資。由於積體電路等關鍵技術在輸往共產國家在國際間都是管制性項目，政府雖然透過種種管制性措施，希望干預積體電路關鍵技術輸往大陸，但是實際產生的效果相當有限，只是後來因為大陸當地產業發展環境和條件不足，到對岸發展的積體電路產業發展反而不如預期。本節將探討在技術超越時期，國家及產業角色的轉變。

壹、產業取得國際領先地位

傳統的摩爾定律(Moore's Law)是指一個尺寸相同的晶片上，所容納的電晶體數量，因製程技術的提升，每18個月會增加一倍，隨著奈米時代來臨，後來又有所謂的延續摩爾定律(More Moore)，與超級摩爾定律(More than Moore)，後者就是所謂的新摩爾定律。延續摩爾定律，係指透過尺寸縮小讓IC特性更精密，但超越摩爾定律，指的不只是尺寸不斷縮小，還要透過系統封裝(SIP)或系統單晶片(SOC)等設計方法，提供IC更多的附加價值。

半導體相關產業無疑是臺灣目前最重要的經濟發展指標之一。回顧過去，半



導體產業發展的腳步一直跟隨摩爾定律往前邁進。當前，由於新世代製程、設備的投入以及持續的劇增需求，**Gordon Moore**也更精確修改摩爾定律成為：積體電路上可容納的電晶體數目，微處理機晶片約每隔兩年便會增加一倍。(其後由**David House**再修正記憶體晶片為18個月)。以晶圓代工製造為主的臺灣積體電路產業，營運模式就是透過技術的不斷精進突破，提升產能利用率、縮短生產週期來增加營收，以創新技術及高良率吸引客戶上門。

以台積電為例，自1987年創立迄今剛好滿三十年，媒體分析其造就全球半導體產業傳奇的四個轉折，主要三項都是技術的突破(連于慧，2017)，包括在2000年由八吋轉十二吋廠，建廠及買設備的成本大幅提高，讓原先主流的IDM廠放棄自己生產，而將訂單委由晶圓代工廠生產。第二大轉折2003年台積電自行研發0.13微米製程成功，拋開台積電和聯電技術上的差距。第三大轉折是在2011年採用「金屬柵極」(gate last)結構技術，獨步全球做出了28奈米技術，當時擁有百分之百的全球市佔率，也是台積電迄今獲利最高的一項技術，迄今市占率仍高達七成。

積體電路製程的微小化，剛好與全球電子業由PC轉進行動通訊時代的趨勢不謀而合。以目前的製程能力而言，28奈米以上的平面CMOS製程全世界各大半導體公司都已經相當成熟。近年來各尖端半導體公司如英特爾、台積電、三星更導入鰭式電晶體(FinFET)於16、14、12奈米製程、以及10和7奈米製程之中。不久的將來，使用閘極全環(Gate-all-around)的5及3奈米製程也將逐步進入商品化階段。除了尺寸微縮之外，現今的半導體產品設計及應用不可避免的走向低耗能、高效率的需求。這些最新世代的半導體產品，不但完全融入我們的日常生活，更是對人類的生活型態及習慣有重大的影響及改變。

台積電創辦人張忠謀博士參加國際半導體產業協會(SEMI)主辦的「SEMICON Taiwan 2018國際半導體展」及IC60大師論壇時，以「半導體業的

重要創新看半導體盛衰」為主題發表演說，列出自1948年電晶體發明以來的10項重要創新，歷經IC、CMOS、快閃記憶體到1985年由其發明的晶圓代工模式(陳玉娟，2018)。張忠謀進一步表示，1985年後並沒有重要關鍵點，但技術與模式仍持續在演進，未來10~20年半導體產業發展將以超過全球GDP成長的速度持續成長，因此產業將需要更多創新技術，而且發明技術的業者未必是最大獲益者，能不斷投資的公司才能崛起。換言之，在1985年之後，產業發展模式是大者恆大，越大規模的公司越能夠掌握市場，世界前三大晶圓代工廠幾乎已掌握全部市場，相較之下，國家已無從主導或影響積體電路產業技術發展，只能從旁提供產業發展所需之協助，而產業具備高度議價能力，是各國積極招商的對象。

貳、政府大型計畫對產業的影響力有限

積體電路產業在引進臺灣時，就是以計畫型態投入經費，引進國外技術及培育國內人才，進而將技術及設備移轉至民間。之後到2000年間仍有計畫在推動，也是不脫這樣的架構及型態。但是隨著國內產業規模逐漸過大，國家之影響力也相形逐漸減弱，最明顯的現象就是越後期的計畫經費越高，但是效益卻遞減。外界對於政府投注鉅資發展產業的必要性及正當性提出質疑。

一、 矽導計畫(2002-2010 年)

距離前一個計畫深次微米製程技術發展計畫，政府有三年空窗期沒有大型計畫，從2002起，交大前校長張俊彥以總召集人的身份，開始推動「晶片系統國家型科技計畫」(簡稱矽導計畫)。當時亞洲半導體產業陷入景氣低迷，臺灣半導體業也面臨轉型與否的關鍵時刻。矽導計畫不同於全面性科技計畫，該計畫是以產品導向做為推展策略，計畫重點有三，分別是建立全球設計平台、開創矽智財中心(Silicon IP Mall)、推動創新設計產業，這三個目標以IP整合與開發作為基礎，發展SoC(系統單晶片)設計做為具體目標，兩者帶動臺灣IC設計產

業整體提升。目標希望將臺灣從全球半導體製造中心，提升為全球IC設計與軟體大國。

依據2002年11月25日行政院秘書長院臺科字第0910052362號函，當時游錫堃院長聽取交通大學張校長俊彥簡報「矽導計畫」會談紀要，裁示成立「行政院矽導計畫推動指導委員會」，指定政務委員蔡清彥為委員會召集人，當時國科會主委魏哲和及交大校長張俊彥為協同召集人，另指派包括胡定華董事長、施振榮董事長、宣明智副董事長、簡明仁董事長等交大校友在內之十三位指導委員。設置要點明確揭櫫成立指導委員會之目的在建設臺灣成為全球半導體IC設計及製造中心，提供全方位高附加價值。指導委員會定期召開會報，加強各項推動重點，以利機動性調整各部會運作管理機制，另外成立「國家矽導計畫推動辦公室」，推動「國家矽導計畫」(溫瓊岸，2003)，計畫規劃之執行架構如圖2-4。

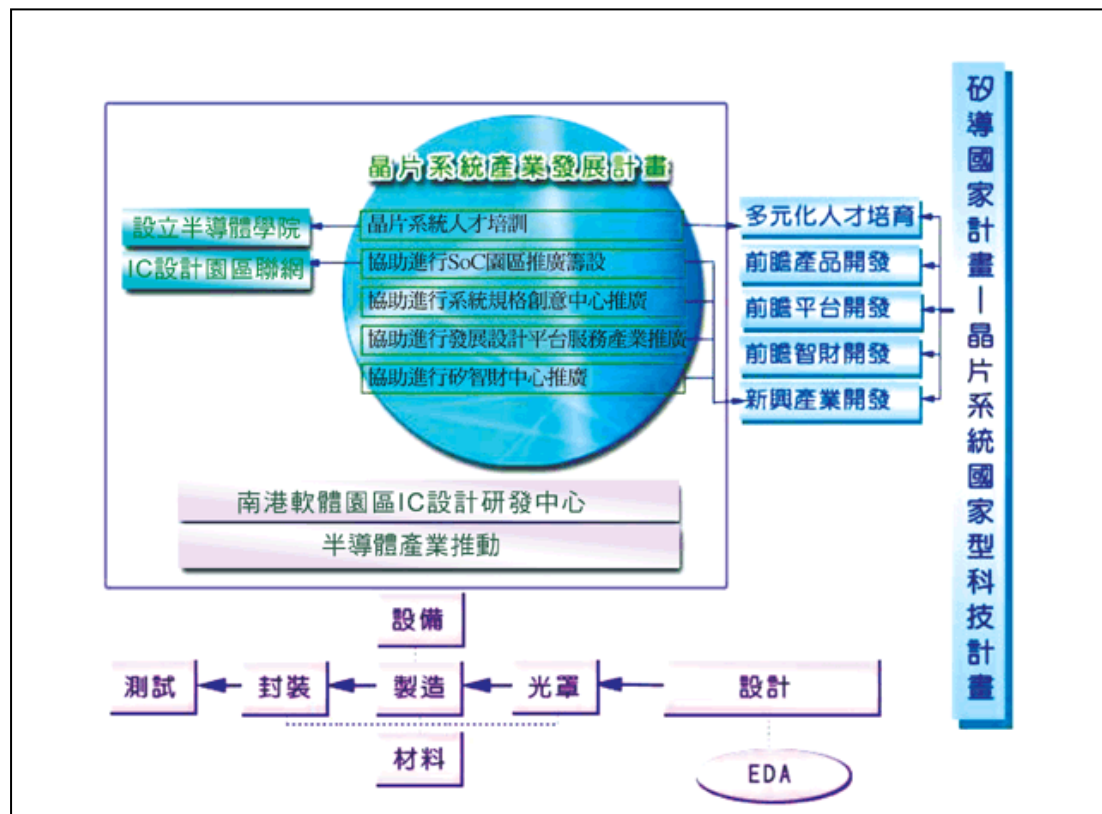


圖 2-4 國家矽導計畫架構

矽導計畫兩期計畫總經費達157億元，部會分工包括由國科會負責「晶片系

統國家型科技計畫科技發展方案」計畫辦公室業務，推動並鼓勵學術研究前瞻產品、平台、智財之學界整合性計畫，藉以協助產業人才及技術之提升；以及以國家晶片中心(CIC)既有之機制，協助人才培育。經濟部技術處「晶片系統次領域關鍵技術科技發展方案」主要負責學界、業界及法人之科專，推動前瞻產品、平台、智財技術及促成新興設計服務產業。經濟部工業局「晶片系統產業發展計畫」，主要負責前瞻產品、平台、智財之主導性計畫、設計特區與招商機制之推動、及人才培育相關課程之推廣。教育部「超大型積體電路與系統設計教育改進發展方案」，主要負責人才培育，包含本科教育、在職與第二專長培訓。

(一) 矽智財中心

矽導計畫最受矚目的重點之一，就是建構矽智財中心（Silicon IP Mall）。矽智財中心就像龐大的智庫，提供產品所需的技術支援。而矽智財中心的概念，就是將國內外矽智財集中於一個虛擬平台上交易流通，並提供不同矽智財整合的解決方案。矽智財中心除了可以促進業者合作機會，聚集大量矽智財，更能提供SoC設計技術升級的基礎。

矽導計畫為了使臺灣成為全球第一的IC設計中心，主要就是以SoC為未來產業核心的概念來做相關的規劃。為了建立全球SoC設計者需要之設計環境，也可以說是將IC設計產業所需要的環節培植起來，並成為一獨立完整的產業體系。所以相關之設計平台服務、設計自動化服務、智財集散服務（IP Mall），加上原有的晶圓代工服務，依照計畫讓其在臺灣產生一定的群聚效應後，便是一個極具優勢的IC設計環境，當然臺灣就可以順理成章的成為全球SoC設計中心。

在矽導計畫的推動下，分別成立了兩座全球首創的矽智財交易中心—「智原」及「創意」兩家公司，希望提供全球IC設計公司及系統廠商快速的搜尋管道，以成功發展單一晶片。但是大部分IC設計業者基於保護自身智慧財產權的原則，SIP的重複使用多為該公司內部（in house）的流通，將自己所開發的SIP拿出來

與其他業者交易的情況並不普遍。而目前在SIP Mall交易到的SIP，都只屬於成熟技術，不具技術價值的SIP，真正關鍵的SIP很難在SIP Mall中找到（廖專崇，2003）。



(二) IC設計人才培育

其次，針對矽智財及SoC，當時臺灣都面臨了相關人才短缺的問題。根據調查，產業界需求在碩士學歷人才比例佔75%，學士人才佔25%，而目前學界所能提供的具IC設計論文訓練之工學院碩士人才即可設定為符合產業需求之優先人力，這些人力可直接為業界所用。其次為未具IC設計論文訓練之工學院學、碩士，這批人透過國科會晶片中心、經濟部工業局等IC設計課程培訓補強後可符合產業需求，同時也可以針對非IC設計相關科系之學士則提供第二專長訓練。

2002年開始，「超大型積體電路與系統設計」教育改進計畫的推動下，成立六個校際聯盟：分別為前瞻技術聯盟(Advanced Technology Consortium, ADV 聯盟)、系統晶片聯盟(System-on-Chip Consortium, SOC 聯盟)、設計自動化聯盟(Electronic Design Automation Consortium, EDA 聯盟)、數位矽智產聯盟(Digital IP Consortium, DIP 聯盟)、混合訊號式積體電路設計聯盟(Mixed Signal Consortium, MSD 聯盟)及雛型製作與積體電路佈局聯盟(Prototyping and Layout Consortium, P&L 聯盟)，分由臺灣大學陳良基教授、中央大學周世傑教授、清華大學吳誠文教授、成功大學劉濱達教授、交通大學吳介琮教授及雲林科技大學黃穎聰教授負責召集規劃、推動。透過學校聯盟設計相關專業及通識課程，舉辦相關競賽，從學校端透過課程設計培育產業所需人才。

此外，行政院人事行政局便和教育部進行規劃，針對臺灣最缺乏的系統設計、光電與通訊領域系所，增加85名教職員額。台大、交大等大學陸續從國外招募人才，從2002年到2004年，共增員340位國內外優秀的專家學者，為臺灣的IC設計產業注入更多活水(蘇于修，2010)。透過推動延攬矽導「種子師資」，並運

用這些種子師資長期、固定培育具專業素養之大專以上高級學力優質人才，成為本推動計畫另一重點工作。種子師資之優質人力並可進一步培育學院內第二專長人力，學院外中、短期專業人才之養成，足堪發揮矽導計畫人培訴求之槓桿乘積效應。

(三) IC設計專區

根據矽導計畫，規劃於國內設立專區，用以容納國內培育之IC設計公司及吸引海外之IC設計公司來台投資。原來選定南港園區二期工程之IC設計園區，由工業局成立專區籌備處，預計會有工研院經資中心、晶片中心、及電通所等單位正式進駐。2002年行政院科顧室5月24日召開「推動SOC 設計示範區規劃工作會議」，會議決議：選飛利浦大鵬廠區為先期示範特區(晶片系統國家型科技計畫辦公室，2003)。

「矽導竹科研發中心」(SoC示範園區) 2005年成立，佔地八公頃，可承租面積18,000坪，緊鄰台積、聯電，由科管局投資15億元成立的(行政院新聞局，2007：361)。利用新竹科學園區飛利浦大鵬廠區14,200坪空間，以標準廠房之形式，做為矽導計畫之智財匯集、SoC平台服務、驗證服務、測試服務、培訓服務、研發中心、育成中心及Data Center之全方位服務示範園區，結合周邊IP、EDA及系統廠商等之創新設計能力，建構全功能的設計服務專區，讓整個半導體產業鏈有機會同在一個屋簷下，大幅提升臺灣半導體產業垂直整合的效率與競爭力。

為了讓SoC關鍵技術能在本地生根，矽導計畫的「臺灣心」計畫—自主核心處理器，還協助成立「晶心科技」，由蔡明介擔任董事長，發展臺灣自有的CPU晶片技術。晶心科技不但是臺灣第一家成功商業化的處理器矽智財授權公司，2015年全球市占率排名也躋身前五大之列，是聯發科開發晶片時不能缺少的合作夥伴。晶心提供的矽智財授權服務，就像是一輛車子中最關鍵的引擎，簡而言

之就是幫聯發科設計好晶片的心臟，讓聯發科能更快速推出新產品(周品均，2015)。



(四) 計畫爭議

矽導計畫在推動過程中，爭議不斷，首先是矽導竹科研發中心弊案。為配合行政院矽導計畫推動指導委員會指示，達成儘速在新竹科學工業園區飛利浦公司大鵬廠區推動設置SoC設計服務專區之政策目標，並配合交通大學計畫成立「矽導竹科研發中心」進駐該大鵬廠區後之營運使用目標及構想，有關大鵬廠區之分期分區發展規劃、廠區內現有室內空間及機電設施改裝利用方式之評估、廠房改裝或整建工程之設計、工程發包與施工監造等工作，科管局於2003年委由交通大學辦理。

嗣因統包商財務困難造成履約爭議，交大遂於2004年12月22日終止契約，並於2005年9月辦理清點結算後移交科管局，由該局辦理後續改善工程，採限制性招標，與原統包商之分包商議價，於2006年5月22日決標，並於同年8月2日完工並驗收合格啟用。遭審計部發現部分工項重複計算，致溢付相關工程款，2014年遭監察院糾正。而審計部調查是來自2009年之司法判決，負責整建的交大教授將工程管理費抵償交大美術館設計之用，2009年遭新竹地院依《貪污治罪條例》判刑五年四個月，雖二審宣判該名教授無罪，期間該工程案引起社會爭議及風波不斷，檢方和院方在偵查和審理過程中，發現竹科原飛利浦大鵬廠房在改裝後，進駐廠商卻發現廠房根本無法使用，不但漏水，就連管線配置都凌亂不堪，離譜的是也沒有管線圖可供修改，但整個改建工程卻花掉三億多元，檢察官當時就以「太離譜了」來形容(彭清仁，2008)。

其次，原計畫主持人張俊彥2007年3月退休，由交大新任校長吳重雨接任計畫主持人，對計畫方向也有不同看法，例如原本具有張系色彩的相關研究項目，都因「避張」而被刪經費。由矽導計畫衍生投資的民間公司晶心科技，背後股東

是聯發科董事長蔡明介、半導體元老胡定華等人，但因吳重雨推動意願不高，蔡明介近期還因此被迫當面向國科會主委解釋晶心設立的緣由，強調長期研發的必要性，才保住研究經費(王仕琦，2010)。張俊彥甚至發表聲明，指出「政務委員、國科會主委、政務官居然可以不重視智慧財產權，例如矽導計畫，在政務官的無知操作下運作空轉，成效不彰」(陳洛薇，2008)。

整個計畫在2010年連同其他國家型計畫，一同被監察院糾正。99教正0011號糾正文指出，行政院國家科學委員會自1998年起為因應當前重大社會、經濟議題及民生問題之需要，陸續規劃推動國家型科技計畫，然計畫規劃方面未盡完善，因而專利申請數及移轉產業之件數偏低，導致投入鉅額研發資源投入未能有效產出...其中晶片計畫技轉獲取之權利金收入與投資金額比率為3.99%...與落實國家型科技計畫推動要點要求達成增進國家競爭優勢，及因應當前國家重大社會問題需要，顯有落差。

矽導計畫規劃之初，確實具備前期政府發展產業計畫之規模及架構，包括政府執行經費龐大，符合當時產業發展需要，透過國家力量來帶動發展矽智財產業及SOC技術，策略包括透過學校端培育相關人才，以滿足產業需求；成立矽智財中心，推動民間成立公司，如矽智財公司及CPU矽智財公司；以及成立SOC示範園區等。這個計畫也成功培育幾家矽智財公司，但是經費也不是來自於政府，主要出自民間企業的支持，如晶心雖起自政府「臺灣心計畫」，但是主要還是靠聯發科的支持，創意及智原也都有其支持的母公司。其次在這個階段，大型計畫主導部會已非職司產業發展的經濟部，而是由負責支持科技發展及學術研究的國科會主導。矽導計畫不過短短八年期間，外界爭議不斷，可以看出政府已無法主導計畫的執行方向，甚至必須要因應外界的質疑而對計畫有所調整。其次包括司法單位及監察院等政府部門，都介入檢視計畫的執行及成效，也弱化國家主導產業發展的能力，甚至因為監察院提出糾正，使得國家型計畫逐漸走向終結。

二、 智慧電子國家型科技計畫(2011-2015)



在矽導計畫推動8年之後，為掌握IC設計產業的發展契機，提升我國晶片系統及資通訊相關產業的國際競爭力，國科會結合相關部會共同推動「智慧電子國家型科技計畫」，以我國電子產業鏈優勢為基礎，進而帶動醫療、綠能及車用電子等新興產業之發展。5年內政府投入124億元經費推動本項計畫，由國科會協調相關部會落實執行，積極整合產學研的能量，發展前瞻IC設計自主技術，以期在2015年達成我國IC設計業總產值突破6千億元的目標。

這個計畫內容規劃與產業現階段要發展的技術息息相關，計畫要求需以醫療電子、綠能電子、及車用電子領域之智慧電子系統為需求、以前瞻晶片設計為核心等。有趣的是，由上而下的國家型計畫，因為研究經費龐大，執行方式為求公平、公正、公開，反而是採取由下而上，向學界及業界公開徵求計畫方式，透過評審決定補助那些計畫，補助額度也不會太高，須依規定實報實銷。這樣的執行方式當然很難左右最終計畫補助對象，也很難聚焦計畫領域範疇及執行重點，而且計畫多由學界執行，業界申請意願不高，IC設計業者特別重視專利及營業秘密，沒必要為了計畫經費，揭露自身技術研發重點及成果，可以預見計畫整體成效對產業影響有限。

這個計畫只維持4年，比矽導計畫更快面對到外界對計畫成效質疑的挑戰。計畫成效指標偏重在如論文發表、博碩士生培育、專利獲得、技轉部分表現等，與業界之關聯如技轉金收入等指標成效較不明顯，雖然產業總產值有達成，但是很難歸功於計畫執行成效。智慧電子國家型計畫只維持4年就退場，之後還有4年的橋接計畫，將計畫成果推廣至產業界。在在顯示政府由上而下推動產業計畫的型態已失效，政府主導之產業計畫不僅無法影響產業之發展，計畫成效與產業界的關聯也備受外界檢視與要求。

參、對產業西進的干預

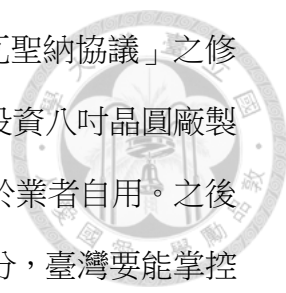


政府自1990年代初開放赴大陸間接投資後，也開啟了台商赴大陸投資的熱潮。期間雖歷經戒急用忍、東南亞金融風暴等影響，仍難抵擋台商赴大陸投資的腳步。在中國大陸方面，隨著經濟崛起也積極招商引資，包括積極在中國大陸各地籌設經濟技術園區，吸引國際大廠及台商前往開發。臺灣半導體產業雖然在2000年後已取得國際領先地位，為防止中國大陸競爭對手趁隙壯大，國內兩大晶圓代工業者也在2001年，積極進行兩岸分工佈局，包括規劃與大陸廠商聯盟設廠，但受限於政府對於兩岸「戒急用忍」政策，尚未能立即赴大陸投資設廠。

在業界殷切期盼下，政府在2002年3月29日宣布開放8吋晶圓廠赴大陸投資政策。由於半導體產業是我國最具經濟比較優勢的產業，尤其晶圓製造更是核心關鍵技術產業，因此政府對於開放晶圓廠赴大陸投資抱持審慎的態度，秉持「積極開放、有效管理」的精神作審慎規劃，以確保我半導體產業之競爭優勢。由於當時晶圓製造朝向十二吋廠方向發展，故對八吋晶圓廠作有限度的開放，在2005年以前開放二至三座低階製程、舊廠設備赴大陸投資。

當時台積電率先提出0.25微米以上製程之8吋晶圓廠赴上海松江區投資的申請案，第一階段申請於2003年2月底通過，並設下第二階段「國內12吋晶圓廠達到經濟量產規模」的審查但書。經濟部之後制定「在大陸地區投資晶圓廠審查及監督作業要點」，用以規範有意循台積電前例登陸投資的晶圓廠。依該項審查監督要點，赴大陸投資8吋晶圓廠業者，必須在臺灣已投資設立12吋晶圓廠，且已進入基本量產階段連續達6個月以上，亦即在臺灣的相對投資是申請西進的條件之一。在這樣條件限制之下，國內有能力設置12吋晶圓廠之業者相當有限，之後提出申請的另兩家業者的是力晶和茂德。

由於政府對於臺灣晶圓製造業者赴大陸投資諸多限制，審查程序冗長，相較之下，國外半導體業者赴大陸投資的步調就快得多，不利我國業者之市場競爭，



也引請業界的質疑及反彈。於是，2006年政府配合國際間「瓦聖納協議」之修正，將半導體製程設備管制放寬至0.18微米，宣布開放赴中國投資八吋晶圓廠製程技術由0.25微米、再降為0.18微米製程，但該技術移轉僅限於業者自用。之後行政院長吳敦義在立法院答詢時也說，「在晶圓代工和面板部分，臺灣要能掌控是否登陸投資的時間，例如8吋晶圓廠，臺灣不去，惠普和英特爾跑去，害台積電捆住手腳好幾年，等到臺灣業者要去時，別人的群聚效應、產業鏈已產生，臺灣錯過布局時間，就等於慢了」(張永安，2009)。

然而在政府對於臺灣晶圓廠商赴大陸投資重重管制規定下，管制力道還是有限，除了前面提到業者不斷挑戰政府的管制標準，不斷要求政府放寬，政府也對業者要求做出回應外，另外一個狀況就是業者不遵守政府規範，最著名的案例就是就是聯電和艦案。聯電在國內所有經營業者中，算是最早到大陸布局的，在2001年政府政策還沒有開放、還在「戒急用忍」階段，就在和對方業者洽談合資成立公司。2001年，蘇州的和艦科技成立，外界傳言背後是聯電投資。當時，和艦用的舊機器設備，不但全來自臺灣聯電，負責人徐建華與主要營運主管也都是聯電的離職員工，甚至當時和艦內部的電話分機拿起來，就能直撥回臺灣聯電。但聯電始終未證實(鏡周刊財經組，2016)。

直到2004年，經濟部率先發難，以徐建華違法投資大陸為由，先處罰200萬元並限期撤資(吳政憲，2016：100)，隔年新竹地檢署發又大規模搜索聯電、宣明智與徐建華住家，更將徐建華收押禁見，最後以1000萬元交保、限制出境。此時曹興誠才對外證實協助和艦成立，宣稱和艦將把股權回饋聯電，並駁斥掏空之說，2005年，聯電股東會無異議通過經營團隊處理和艦案並未違背職務，等於替曹興誠背書。但檢方依舊在2006年對曹興誠、宣明智等人以違反商業會計法、背信罪起訴，歷經4年纏訟，曹興誠多次登報，並公開控訴政府干預司法，2010年高等法院更審無罪定讞。同年，政府對大陸投資政策又再度放寬，改為「深耕臺灣、連結全球」，在確保臺灣「技術領先、投資優先」之大原則下，開

放部分禁止類項目、及開放投資與併購大陸晶圓廠，隔年，聯電買回和艦，成為旗下百分之百的子公司。

除了前述政府試圖阻止產業西進的相關措施外，政府也希望制定專法，保護國內關鍵技術避免外流，以保障臺灣產業技術領先之優勢地位。由於積體電路技術在國際間都是屬於敏感科技保護的範圍，2001年時台積電劉姓經理涉嫌將晶圓廠設廠機密洩漏給大陸中芯公司一案，台聯立委強力反對開放開放八吋晶圓廠赴大陸設廠壓力下，當時行政院游錫堃院長本於政府「積極開放，有效管理」之政策下，即指示當年之國科會研擬「國家科技保護法」草案，做為因應「開放晶圓廠赴大陸投資相關配套措施執行方案」配套措施之一。雖於2002年10月15日送立法院審議，然因阻力頗大，拖延至當屆立委任期屆滿而不續審。

2005年行政院改弦更張，立法方向上，刪除以刑罰手段保護屬於私權性質之營業秘密，集中於處理敏感科學專門技術之輸出管制，「科技保護法草案」被改名為「敏感科學技術保護法草案」，重新提出於立法院，然依舊因無法獲得共識，走上屆期不續審之命運(章忠信，2018)。迄今雖然坊間仍有要求訂立敏感科技保護法之呼聲，但是在方向上有所轉變，除了延續之前立法目的，要保護國內關鍵產業技術不外流外，另一方面也希望透過刑法手段來遏止竊取營業秘密情事。但是一樣因為立法之後將嚴重影響國內產業之發展，特別是國際市場競爭及人才進用等，所以該法雖討論將近20年，但是從未立法完成。

肆、小結

臺灣積體電路產業在2000年以後，已位居全球領先地位，特別在晶圓代工不分，更是穩居世界第一，佔全球市場絕大多數比例，從1999年因台電在台南左鎮輸電電塔傾斜所造成之729全台大停電，及921大地震，造成晶圓生產中斷，全球科技產業都受到影響，可以看出臺灣積體電路產業在全球的重要性。除了產值及市占率，在技術上，臺灣業者與其他競爭者也拉大差距，積體電路製程的微

小化，剛好與全球電子業由PC轉進行動通訊時代的趨勢不謀而合，臺灣業者在微小化製程的不斷突破，也帶動國內產業鏈不斷擴大及成長，產業發展模式走向大者恆大，越大規模的公司越能夠掌握市場。



隨著產業規模的擴大，產業具備高度自主力，在這個階段，積體電路產業一方面是各國積極招商的對象，另一方面產業本身也有能力可以選擇想要投資的國家。在這個階段，政府也試圖延續前幾期發展模式，繼續投注經費協助產業發展，但是國家之影響力明顯減弱，因為產業投注研發的成本及人力，已非國家能力可以支應，最明顯的現象就是越後期的計畫經費越高，但是效益卻遞減。這個時期的矽導計畫及智慧電子國家型計畫，雖然政府投注經費也不低於前面計畫，但是計畫成效，特別是對產業發展的重要性及計畫成果衍生公司的影響，明顯不如前期的計畫，且衍生諸多爭議。在智慧電子國家型計畫之後，政府迄今未推出目標導向之大型產業發展計畫。

另一個可以看出國家能力下降、產業自主能力提升的地方，就是政府對於產業西進的干預。2000年以後中國大陸經濟開放、是各國積極前往布局的市場，由於兩岸政治情勢的對立，政府希望管制產業赴大陸投資，避免臺灣產業競爭優勢外移，遂採行一連串措施，從「戒急用忍」，到「積極開放、有效管理」，再到「積極管理、有效開放」，開放赴大陸投資項目從正面表列走向負面表列，政府管制的範圍及力道，因應產業界的呼聲，不斷地退讓、放寬。從另外一方面，政府的管制作為也很難奏效，例如聯電的和艦案，業者沒有依照政府規定赴大陸投資，政府雖然採取司法手段，最後仍無法懲罰不遵守規定之業者。另外政府想要訂定「敏感科技保護法」，歷經近二十年，仍無法完成立法作業。

第四節 小結：從技術追趕到技術超越

本章在從技術面，探討臺灣積體電路產業技術如何從追趕、一步步邁向超越。就追趕型經濟而言，它的技術追趕和學習有明確的目標，並期望在工業化過程中縮減與先進國家的技術差距。國家機器具有領導科技發展的能力，因為國家官僚可以透過既有的體制來收集和分析相關產業資訊，以各種不同的政策手段來發展和扶植國內工業。國家機器因此也可以扮演經濟統理的協調中心，它不只能帶領科技發展並也可以透過建置政策網絡，結合私人部門來發展工業。

在40年前，臺灣是沒有積體電路產業的，當時國內電子產業才剛起步，但是國際間已可以看出電子產業未來蓬勃發展之趨勢。臺灣政府透過技術官僚，由當時行政院秘書長費驊，會同他兩位交大前後期同學，分別是RCA普林斯頓實驗室總監潘文淵，和電信總局局長方賢齊，及當時擔任經濟部長的孫運璿商量，選定發展電子產業。技術官僚也得到威權統治者授權，執行方式是透過與美國RCA公司技術合作，1976年3月工研院和該公司簽訂長達十年的「積體電路技術移轉授權合約」，技術移轉項目包括：電路設計、光罩製作、晶圓製作、包裝與測試、應用與生產管理等技術，及人才培訓、半導體公司經營管理及專利授權使用等，為臺灣引進積體電路產業之開始。

臺灣在1980年以前，可以說是積體電路產業的起始時期，也是完全由國家主導時期。國家對此一政策的支持，可以從三個地方看出來，一個是與RCA技術移轉高額經費，政府全力支應。其次對於此一技術發展，統治者充分授權專業，由海外專家顧問主導技術選擇及引進、政策推動方向及相關配套措施之制定。第三是為了引進此一產業，有許多創新做法，是前所未見的。例如在工研院成立電子所，作為技術引進的對接單位，技術引進同時成立示範工廠，完成後分割衍生成立公司，將技術及人移轉至民間，如聯電、台積電、及世界先進都是這樣產生

的，還有許多工研院研究人員離開創業。政府對公部門投資之技術移轉至民間，不但不設限、還抱持鼓勵的態度，可以說是臺灣鼓勵創新創業的開始，也為臺灣電子產業開枝散葉奠定良好的基礎



臺灣發展積體電路的第二個時期，是從1980年聯電成立，也是臺灣民間第一家IDM公司開始，一直到2000年，臺灣積體電路躍居國際領先地位。這個時期國家延續前一階段，仍是全力支持，但已不是全由政府單方面規劃政策及決定方向，而是配合民間產業的逐漸茁壯，與時俱進地提供產業所需要的協助及資源，所以本論文稱此時期為政府與民間協力發展時期。這個時期隨著PC產品的普及，尤其是PC的標準化產生了無晶圓IC設計業，使得積體電路產業由設計製造垂直整合模式，走向水平分工。

在這個時期，國家仍然透過大型計畫引領產業發展，依序包括：LSI技術發展計畫(1979-1983)、VLSI技術發展計畫(1983-1988)、次微米製程技術發展計畫(1990-1995)、及深次微米製程技術發展計畫(1997-2000)，以深化產業技術及壯大上中下游產業鏈。成效最明顯的就是VLSI計畫，獨創晶圓代工模式，衍生成立台積電，連聯電也由原先IDM轉型為晶圓代工廠，轄下設計部門衍生好幾家IC設計公司，兩家晶圓代工大廠，成功將臺灣塑造為晶圓製造王國，供應全球絕大多數的IC產品。還有次微米計畫，也成功為臺灣引進DRAM技術，成立聯盟由業者加入，以加速開發時程及提高技術利用的效率；並公開招募資金，成立世界先進積體電路公司。

這個時間國內積體電路產業蓬勃發展，而且快速成長，針對產業發展的架構，是公私部門共同合作，打帶跑的情況下，同步完成的。首先是科學園區，科學園區最初設立時是仿照國外研究園區，以學研單位研發活動為主。後來配合聯電投資設廠，針對公司量產製造需要，量身打造各項制度，如單一窗口、實驗中學、通關保稅制度、同業公會及保警制度等。其次是資本市場的健全，由於電子業的

蓬勃發展，吸引國內外資金踴躍投資。但是在當時，資本市場也是政府高度管制項目，政府為了配合產業發展，協助產業募集發展所需資金，逐步鬆綁開放相關措施，包括引進美國創投、電子業上市上櫃等。



特別值得一提的是員工分紅制度，這也是臺灣業者首創的制度，用以吸引及留住人才。當時聯電在1983年寫入章程，可以將公司股票分紅給員工，將員工的利益與公司的利益相結合，勞資問題相對減少且化勞方為資方，員工較有責任，工作態度積極，管理效能較佳。雖然美國的薪資水平一向是臺灣的數倍，但是分紅入股的誘因激勵下，回臺灣工作或開公司的報酬期望值顯著升高，因此創造出相當大的利基，吸引海內外一流人才。政府雖然沒有主導員工分紅制度，但是也沒有阻止該項制度，造成其他電子業紛紛仿效。

最後是法規制度的完備，臺灣發展積體電路產業，逐步躋身國際市場，對於業者自身研發成果的保護，及國際規範的導入日益重要。臺灣參考美國立法，在1995年8月3日「積體電路電路布局保護法」經過立法院三讀通過，1996年2月11日起生效。從1980到2000年，短短20年之間，在公私部門合作之下，臺灣電子產業快速發展，創造臺灣經濟奇蹟，也創造了無數的電子新貴及財富。在另一方面，臺灣積體電路產業在國際間，也具有舉足輕重的地位，可以從兩件事看出來：1999年因台電在台南左鎮輸電電塔傾斜所造成之729全台大停電，及921大地震，造成晶圓生產中斷，全球科技產業都受到影響。甚至有專書說明臺灣積體電路產業對全球的重要性，已經儼然成為臺灣最好的國防屏障，如果中國要武力犯台，侵犯的不僅只是臺灣地區，可能對全球高科技產業都會造成毀滅性的影響。

臺灣積體電路產業在2000年以後，技術居全球領先地位，步入技術超越時期。半導體產業發展的腳步一直跟隨摩爾定律往前邁進，雖然摩爾定律最終還是會走到極限，但是現階段製程技術仍不斷地超越。而且，積體電路製程的微小化，

剛好與全球電子業由PC轉進行動通訊時代的趨勢不謀而合。未來10~20年半導體產業發展將以超過全球GDP成長的速度持續成長，因此產業將需要更多創新技術，而且發明技術的業者未必是最大獲益者，能不斷投資的公司才能崛起。

在這個階段，政府也試圖延續前幾期發展模式，繼續投注經費協助產業發展，但是國家之影響力明顯減弱，因為產業投注研發的成本及人力，已非國家能力可以支應，最明顯的現象就是越後期的計畫經費越高，但是效益卻遞減。這個時期的矽導計畫及智慧電子國家型計畫，雖然政府投注經費也不低於前面計畫，但是計畫成效，特別是對產業發展的重要性及計畫成果衍生公司的影響，明顯不如前期的計畫，且衍生諸多爭議。在智慧電子國家型計畫之後，政府迄今未推出目標導向之大型產業發展計畫。

另一個可以看出國家能力下降、產業自主能力提升的地方，就是政府對於產業西進的干預。2000年以後中國大陸經濟開放、是各國積極前往布局的市場，由於兩岸政治情勢的對立，政府希望管制產業赴大陸投資，避免臺灣產業競爭優勢外移，遂採行一連串措施，從「戒急用忍」，到「積極開放、有效管理」，再到「積極管理、有效開放」，開放赴大陸投資項目從正面表列走向負面表列，政府管制的範圍及力道，因應產業界的呼聲，不斷地退讓、放寬。從另外一方面，政府的管制作為也很難奏效，例如聯電的和艦案，業者沒有依照政府規定赴大陸投資，政府雖然採取司法手段，最後仍無法懲罰不遵守規定之業者。另外政府想要訂定「敏感科技保護法」，歷經近二十年，仍無法完成立法作業。

積體電路產業是一個相當資本密集的產業，產業發展模式是大者恆大，越大規模的公司越能夠掌握市場，目前世界前三大晶圓代工廠幾乎已掌握全部市場。相較之下，國家已無從主導或影響積體電路產業技術發展，只能從旁提供產業發展所需之協助。產業同時具備高度議價能力，不只是各國積極招商的對象，甚至可以主導政府政策的方向。從臺灣積體電路產業40年的發展過程，我們可以看

出國家角色的轉變，從積極主導，到公私協力，到最後由產業主導。產業規模的擴大及資本的擴充，產業的自主性增加，國家能力也就逐漸消逝了。



第三章 積體電路產業與科學園區

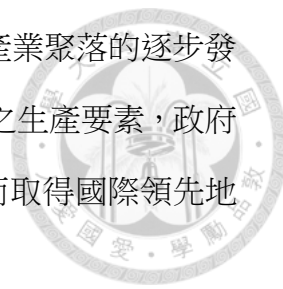


根據科技部發布最新科學工業園區營運數字，2018年全年三大科學園區營業額創歷史新高，為新台幣2兆5,960億元。其中積體電路主要受惠於人工智慧等半導體高階產品需求續增、DRAM價量齊揚等因素，使園區積體電路產業營業額提升，成為最大成長動能，成長10.14%，營業額達1兆7,919億元。同時也帶動晶圓代工、封測等半導體產業供應鏈接單續增，出口需求熱絡，帶動園區整體出口額為1兆7,819億元，較2017年成長3.3%。

臺灣科學園區的設立與積體電路產業的發展，可以稱之為相輔相成，目前科學園區產值過半數來自於積體電路產業的貢獻，因為絕大多數的積體電路業者都聚集在科學園區內及其周遭，特別是晶圓製造業者，都座落在北、中、南三大科學園區內。雖然一開始科學園區的設置並不是為了發展積體電路產業而量身打造的，但是時空的巧合，科學園區設置時適逢工研院示範工廠衍生成立聯電，而聯電進駐科學園區，專注於新製程開發及良率的提升，以量產為主要考量。後續政府相關的作為及產業自發產生的群聚效應，使得臺灣絕大多數的積體電路業者，都向科學園區集中。甚至隨著晶圓代工產業製程的創新發展，包括晶圓尺寸的增大及線距的縮小，新製程往往需要闢建新廠，而新的設廠用地需求往往得靠科學園區擴建方得以解決。所以我們可以說，臺灣積體電路產業的發展，和科學園區新設與擴建設置過程息息相關。

科學園區究竟提供了什麼，可以吸引積體電路產業、特別是晶圓代工產業，必須要留在科學園區之內？而不是中央或地方政府開發的其他型態工業區？本章將從積體電路產業的生產要素角度，說明產業發展與科學園區的相關性。其次，科學園區所能提供的要素，也是必須藉由政府的力量來促成，透過政府的推動，業者才能迅速取得產業用地及相關資源，掌握產業發展契機。從全臺灣科學園區

的設置歷程，可以檢視如何與臺灣積體電路產業聚落的擴充，產業聚落的逐步發展完整，進一步探討積體電路產業、特別是晶圓製造產業所需之生產要素，政府如何透過提供產業所需之生產要素，協助產業發展茁壯，進而取得國際領先地位。



第一節 科學園區之設置及擴建

在1970年代以前，勞力密集工業為臺灣經濟發展奠下厚實的基礎。1970年代中期，兩次的全球能源危機讓臺灣面臨勞動及原料成本的大幅上揚，因此，臺灣產業政策朝向技術密集發展方向修正。國科會(現在「科技部」的前身)遂提出仿照美國矽谷建立科學園區，以良好環境提供給創業型公司發展。由於臺灣教育水準高，且中小企業蓬勃發展具創業精神，因此政府決定採取矽谷模式做為開發範本。

當1974年方賢齊及潘文淵等人提出IC計畫，面臨外界很多質疑及挑戰。採保留態度者之一是當時的國科會主委徐賢修，他在1975年率領一個赴日考察團，也希望為臺灣的經濟與工業，找到脫胎換骨的新方向。回國之後，徐賢修將培養臺灣「現代化工業能力」的需求，落實成設立科學園區的想法。園區可以吸引海外人才回國創業，有系統的輸入臺灣所需要的現代化工業能力，還可以提供國內大學畢業生良好的就業創業環境。

當時行政院長蔣經國指示國科會應將此事列為首要之務，之後徐賢修又到美國訪問十多家公司，邀請他們到臺灣投資，獲得很好的反應。1976年5月的財經會談中，政府決定設置「科學工業園區」，在8月，科學園區正式納入六年經建計畫中(張如心等，2006：235-236)。1979年5月，李國鼎在孫運璿院長的支持下共同推動「科學技術發展方案」，其中一項是設立竹科(康綠島，1993：221)。1979年1月10日，政府在新竹市市區東郊金山面擴建動土成立我國第一座科學工

業園區—新竹科學工業園區，並於1980年12月15日完工，同時成立「行政院國家科學委員會科學工業園區管理局」，提供園區廠商單一窗口的服務。

竹科成立之後，聯電是第一批進駐的公司之一，也是初期成長最快速的公司之一。聯電也是成立在1980年，由工研院分割獨立，也是全國第一家民營半導體公司。聯電進駐竹科之後，致力於新製程的開發及量產製造，隨著良率提升訂單不斷增加，1982年1月聯電7微米製程技術的四吋工廠開工，當年11月即突破損益平衡。1983年營業額進入全國500大企業排名，獲利率排名第一。1985年股票公開上市，也是第一家上市的高科技公司。1989年六吋二廠落成啟用。1994年八吋三廠正式開工，是全國首座量產之八英吋廠。

聯電的成功帶動全臺灣電子產業風起雲湧的時代，廠商家數快速成長、進駐科學園區的廠商也逐年增加。原來規劃以研發為主的科學園區型態產生轉變，科學園區有量產廠商需求的廠商也不少，除了研發之外，量產製造也是常見的營運型態。依據園區設立的母法「科學工業園區設置管理條例」，園區設立的宗旨就是在塑造匯集高品質的研發、生產、工作、生活與休閒於一綜整區域的人性化環境，以引進高科技工業與科技人才，建立高科技產業發展基地，提升產業國際競爭力、促進產業升級。為了滿足產業量產製造的需求，臺灣科學園區也打造出世界第一個結合研發與量產的產業環境，透過完善公共建設的規劃，包括水電供應、污染總量管理及廢水處理等，讓廠商安心在園區內營運。

臺灣近四十年來高科技產業的發展，皆與科學工業園區共榮共生，不僅主要新興產業如積體電路、面板、LED、太陽能等均群聚在園區之內，而園區獨具的群聚效益更將我國科技產業推向世界舞台，在國際間居領先地位，而臺灣的科學園區也成為世界各國科學園區仿效的對象。本章將探討科學園區如何成為積體電路產業的搖籃，如何透過園區設置協助產業發展，將臺灣由發展傳統勞力密集產業，成功地轉型為兼具腦力密集和生產密集的高科技產業。

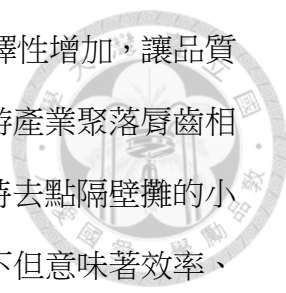


壹、產業群聚效應

截至目前為止，全臺灣北、中、南科學工業園區面積已達4,440公頃。距離第一座科學工業園區—新竹科學工業園區(以下簡稱「竹科」)，已經歷時近四十年。回顧竹科的設立，時間與發展積體產業差不多，1980年代，臺灣面對兩次能源危機及中美斷交等影響，政府亟思產業升級轉型，以穩固國內經濟發展基礎。可以說是基於同樣發展產業需求的時空背景下開始的。

政府對竹科的開發，初期仿照先前產業輔導脈絡，透過政府提供的優惠措施來招商引資，引進目標產業。例如園區土地只租不賣，以低廉的租金佐以完善的公共設施，如廠房、水電供應、雙語學校及宿舍等生活機能，吸引產業進駐。早期科學園區設置管理條例中是訂有租稅減免，進駐科學園區的事業享有租稅抵減，以鼓勵研究創新，後來這樣的租稅減免機制推動到全國，符合政府鼓勵的產業即可適用。竹科提供的各項優惠措施，對於後來資訊電子業大量集中於新竹科學園區以及鄰近的區域，形成了電子業的生產網絡和產業聚集，有重要貢獻(陳東升, 2003；王振寰、高士欽, 2000；徐進鈺, 2000)。此外，政府的積極往海外尋求人力回台，彌補了臺灣人力不足之缺憾，也將新竹與美國矽谷連結起來，有利於技術的快速學習和研發。而由於產業大量的集中於新竹地區，造成群聚和乘數效應，有利於後續的技術擴散和學習。

從產業特性來看，積體晶圓廠有群聚誘因。同一區域內有越多的晶圓生產線，有助於建立一個強有力的供應商支援系統，可透過資源共享來降低彼此的營運成本。每個生產線所需分攤的基礎建設費用就比較低，像特殊氣體、化學品供應商，生產線越多越集中，便有較多的供應商願意在附近設立支援設施。以新竹科學園區為例，聯亞氣體同時供應近三十條生產線的氮氣。生產線集中的好處，一旦生產線出現問題時，供應商可以立即就近支援，縮短停機時間。在晶圓製造業中，時間就是金錢。半導體業的特徵之一是產品既小又輕，運送成本極低。



其次，當分工體系群聚在一處的時候，對於合作夥伴的選擇性增加，讓品質自然提升。聯電榮譽董事長宣明智曾用圓環小吃形容園區上下游產業聚落唇齒相依、卻又各自獨立的合作關係，「就像你在圓環吃這一攤，同時去點隔壁攤的小吃，然後一起吃的情況，這種圓環文化只有臺灣有」。產業群聚不但意味著效率、便利、產業情報流通快速，也表示競爭對手就近在咫尺，提供一個互相評比的良性競爭環境。另一方面，群聚也代表員工私人關係錯綜複雜，員工私底下互通有無是臺灣特有的文化，圈子很小，這也讓臺灣技術的擴散得很快（張如心等，2006：241-243）。

竹科自1980年成立以來，歷經近四十年的發展，所形成特有的產業群聚效應，已成功建立臺灣高科技產業卓著的全球知名度，多項產品位居世界第一、二的地位；同時開創臺灣高科技產業成功經營的典範，培育出豐富的高素質人力，整合堅實的研發資源，並建立科技產業發展的雄厚實力。根據世界經濟論壇（World Economic Forum，WEF）「全球競爭力報告」指出，臺灣於民國95至97三年連續在「產業聚落發展指標」的項目上排名全球第一。竹科所開創「點矽成金」的成功經驗，已成為許多國家發展科學園區爭相學習的典範。

在國內，由於竹科的成功發展經驗，行政院為帶動下一波科技產業發展及促進南部區域產業轉型，規劃籌設南部科學工業園區（以下簡稱南科）。1993年7月行政院通過之「振興經濟方案」中提出「增設南部科學工業園區」，並於1995年5月核定「南部科學工業園區籌設計畫」，展開南臺灣邁向高科技產業發展的新頁。而自南科成立以來，業務蓬勃發展，除創始的台南園區外，後續於2001年核定高雄園區及台南園區二期擴建計畫。在產業部分，南科延續竹科經驗，以發展半導體、光電、生技、精密機械、通訊、電腦周邊、及其他科學工業等六大產業為主。

竹科及南科後，行政院於2002年9月核定成立中部科學工業園區（以下簡稱中科），陸續開發台中園區、后里園區、虎尾園區、二林園區及中興園區等5個園區。中科的開發是為了促使中部地區產業升級及轉型，而中部擁有全臺灣最多、最密集的精密機械產業，中科掌握此優勢，帶動中部精密機械朝智慧機械發展；又台中園區擴建案迅速開發，確保臺灣在全球半導體產業仍為技術領先者；另外，以光電產業之TFT-LCD相關產業及LED、太陽能電池、鋰電池與太陽光電廠等綠能產業等均已形成產業聚落。

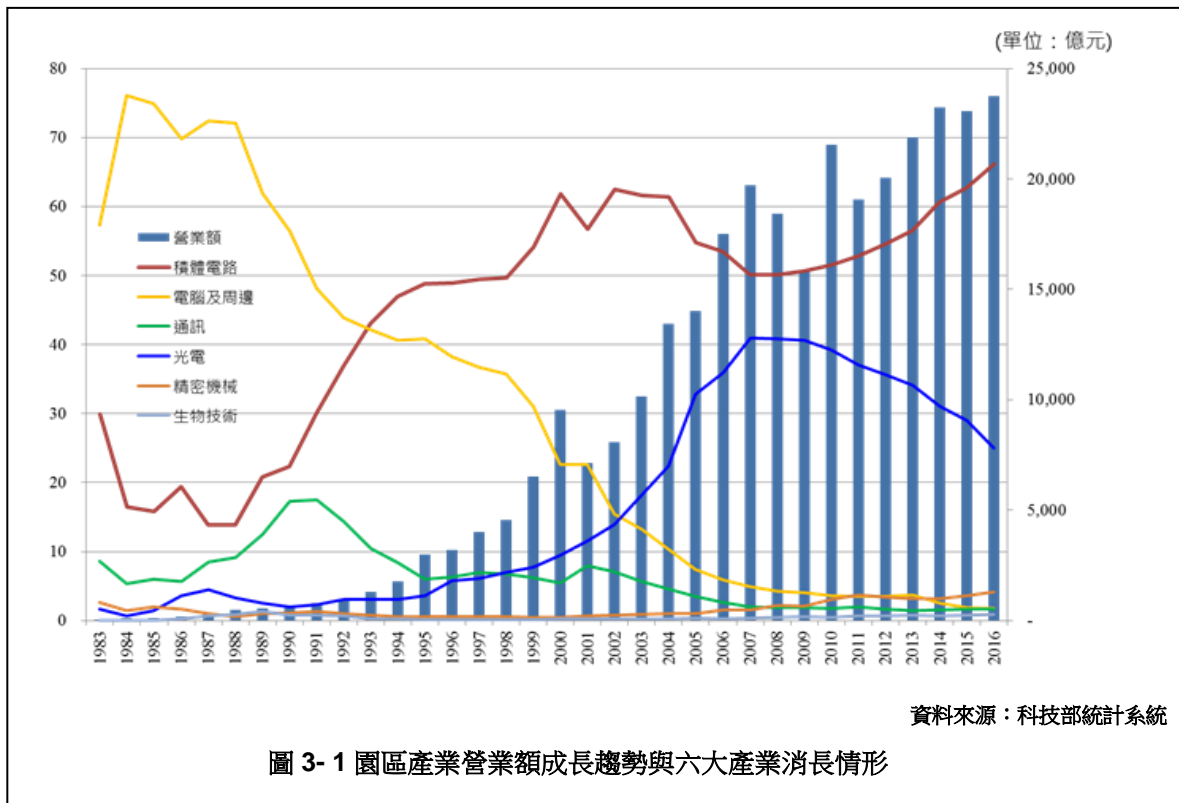
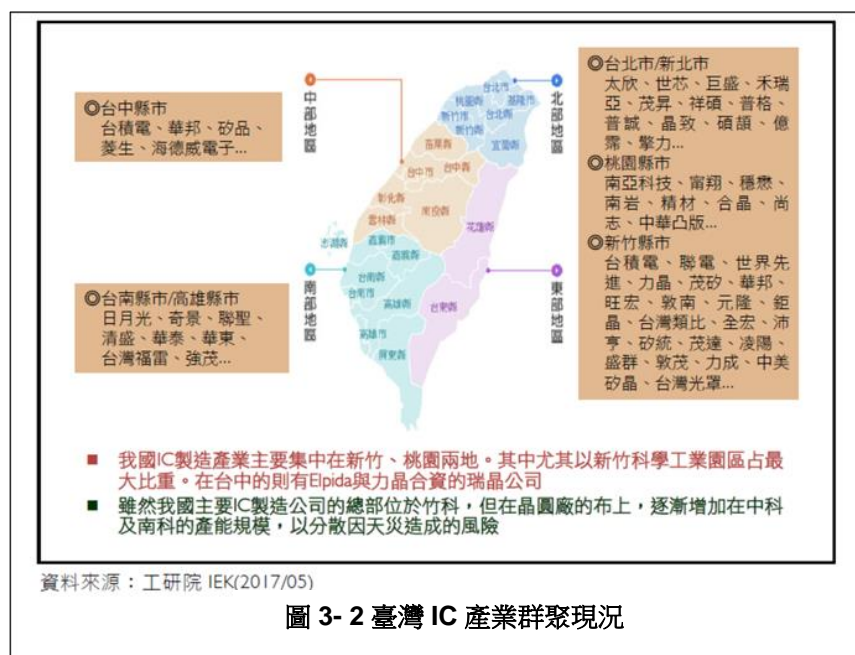



圖3-1是園區自1983年至2016年營業額成長趨勢。長條圖部分可以看出園區產值逐年攀升，除了代表廠商營收成長，也代表隨著園區土地擴充，新園區擴建造成園區土地範圍擴大，更多產業進駐，產值逐年增加。曲線圖則是可以看出園區產業型態的轉變，以科學園區引進的六大類別產業，包括積體電路、電腦及周邊、通訊、光電、精密機械、及生物技術，從初期高達七成以上的電腦及周邊產業，逐步轉型為以積體電路產業為主，已達六成以上。產業型態也從勞力密集，轉變成技術密集及資本密集的產業型態。

竹科開發迄今將滿40周年，而最晚開發的中科迄今也已14年，國內三大科學園區皆位在交通便捷及產業的鏈結上，儼然已形成臺灣西部高科技走廊。中南科與竹科不同處，除了地理位置及地域產業特性不同外，竹科設置目的較為單純，僅是中央政府為了促進產業升級與轉型，而主導園區選址及開發工作。南科及中科則是除了要滿足產業用地需求外，同時兼顧地方發展任務，所以在選址及設立階段，與地方政治勢力角力結果息息相關，下一部分將作介紹。

回顧產業發展歷程來看，中南科的發展提供積體電路發展重要的擴充基地。國內晶圓製造廠商往往在三個園區都有設廠，像台積電竹中南科都有廠，竹科以研發為主，營運總部也在竹科，量產廠則設在中南科。聯電則是研發總部設在南科，竹科和南科都有設廠，竹科以八吋廠及研發營運總部為主，南科則是十二吋廠。DRAM廠如力晶、茂德、華邦等則是多設在竹科和中科。積體電路廠在不同園區設置，除了因為竹科及北部用地不足，主要是備援基地的考量。由於晶圓生產線高度集中，缺點就是容易成為故意的破壞目標、或受到意外事件影響。在不同地點設廠可分散風險，當一個廠發生事故時，另一個廠可繼續生產，供貨不至於受到影響。

圖3-2是臺灣積體電路產業分布現況，雖然因為竹科的關係，半導體產業廠商分布在臺灣北部為主，產值也是集中在北部，但是隨著南科及中科的擴建，也帶動中南部積





體電路產業聚落儼然成型。只是中南科產業屬性比較偏向製造，以晶圓代工及封裝測試廠為主，連帶吸引一些製程所需設備廠及材料廠進駐。至於IC設計產業除了少數面板驅動IC設計業者，因為投資人在南部，絕大多數集中在北部。換言之，針對科技發展新興產品及應用系統產品零組件的開發，還是以北部為主，北部研發人才的需求相當大。但是從另外一個角度，也可以解釋為北部人才供應無虞，北部大專校院相關系所培育的產業人才，提供IC設計產業群聚北部的良好發展環境。

積體電路產業另外一個重要部分，封裝測試則是傾向集中在中南部。封裝測試產業其實是最早引進臺灣的積體電路產業，這個產業在早期技術層次不是太高，但是屬於勞力密集產業，所以像美國飛歌福特公司投資的高雄電子公司，是高雄加工出口區最早進駐和最大的電子公司之一，總經理葉守璋自美國學成歸國，研發一套需要精密焊接的電晶體，決定在台設廠是量產最好環境。1969年該公司外銷金額6千萬美元，以「品質好、交貨快」聞名國際(吳政憲，2016:132-133)。

隨著半導體製程的進展及微小化，封裝測試技術也隨之更加精密，甚至朝向製程前段延伸，納入晶圓製造過程之一環，如台積電近年來針對先進製程，也建置自己的封裝測試廠。然而臺灣在封裝測試的產值目前也是全球排名第一，市占率約佔56%，除了日月光及矽品合併後，成為全球市占率第一的封裝測試廠，市占率第二的艾克爾也積極在臺灣投資設廠，就是著眼於產業聚落效應，積極向客戶及其產業鏈靠攏。

從積體電路廠商群聚的情形，可以明確看出廠商群聚效應。尤其隨著旗艦廠商在全臺灣各主要科學園區設廠，產業群聚情形也在全台各地複製蔓延。初期可能會因為地域性及在地產業環境而有所不同，隨著產業規模逐步的擴大，聚落也逐漸發展完全，例如近年來北部也逐漸有封裝測試廠進駐、IC設計業者也有移向南部設廠，以靠近先進製程製造基地。從積體電路產業從竹科，發展到南科、中

科，顯示臺灣更走向名符其實的「矽島」，產業產值與進出口對國家及地方經濟發展，更是息息相關。



貳、科學園區擴建

產業發展需要土地，臺灣在引進積體電路產業時，除了透過與國外產業合作，技轉產業核心技術及培育人才外，產業落地生根的用地及相關生產要素環境的規劃，更是政府發展產業的關鍵。目前全臺灣共已開發北中南三個核心園區，共轄13個基地，臺灣目前共有22個行政區，科學園區13個基地遍布一半以上的行政區，面積達4,440公頃，其中可出租面積約占1,667公頃(圖3-3)。開發總面積約占全國總面積0.1%，2014年營業額佔全國製造業16.1%，廠商平均員工產值是全國製造業的1.8倍。

從科學園區用地的開發及擴建過程中，我們可以看出和臺灣高科技產業發展過程息息相關，除了最早期為了引進高科技產業，擘劃第一座科學園區—竹科，之後因為北部用地不足，且擴建竹科周遭用地取得困難，往臺灣南部規劃興建第二座科學園區—南科，希望能複製竹科帶動產業及地方繁榮的雙重功用，第三是遍地開花時期，也就是2000年以後，科學園區大部分基地都是在這個時期開發，如圖3-3科學園區概況所示。由於科學園區向來是各類產業園區的模範生，除了

引進金雞母的高科技產業，孕育無數電子新貴，最重要的是帶動地方經濟繁榮，除了為地方政府創造更多的就業機會，帶來大幅增加的稅收，連帶

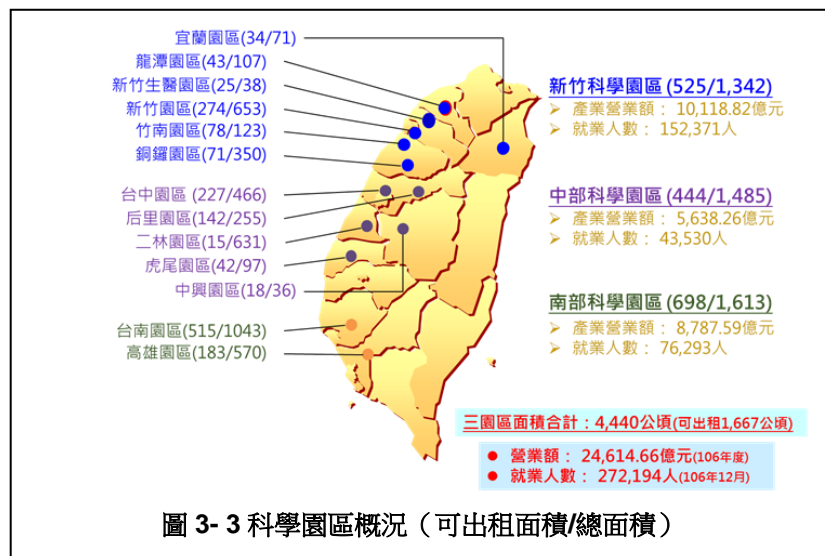


圖 3-3 科學園區概況 (可出租面積/總面積)

地因為吸引員工及廠商進駐園區及周遭地區，也會帶動土地價值的上漲。所以在1990年代，各地方政府，莫不積極爭取設置科學園區。但是隨著園區土地高速擴充，連帶也引起許多爭議，包括弊案、對環境的衝擊、及司法案件的敗訴等等，園區開發政策又修正為審慎評估。

依據《科學園區設置管理條例》第一條規定，「園區主管機關也就是科技部(其前身是「國家科學委員會」)，得選擇適當地點，報請行政院核定設置科學園區」。從竹科設立開始，都是遵循相同程序，由主管機關陳報計畫書，行政院核定後完成園區設置工作。圖3-4是科技部辦理新設科學園區遴選流程，從遴選程序啟動、到決選完成，往往需要耗時一年以上，而且廣受社會各界關注，程序需嚴謹且公平自然是非常重要的。此外，園區開發程序仍須依循其他法規規定，包括須提報園區用水用電計畫書、辦理環境影響評估審議、都市計畫相關審議，如果遇到山坡地，還須提送水土保持計畫書審議等，使得科學園區實質開發程序與時俱進、有所不同。由於政府及民眾對環境的重視，越是晚近對於開發的程序的要求越多、也越是周延。

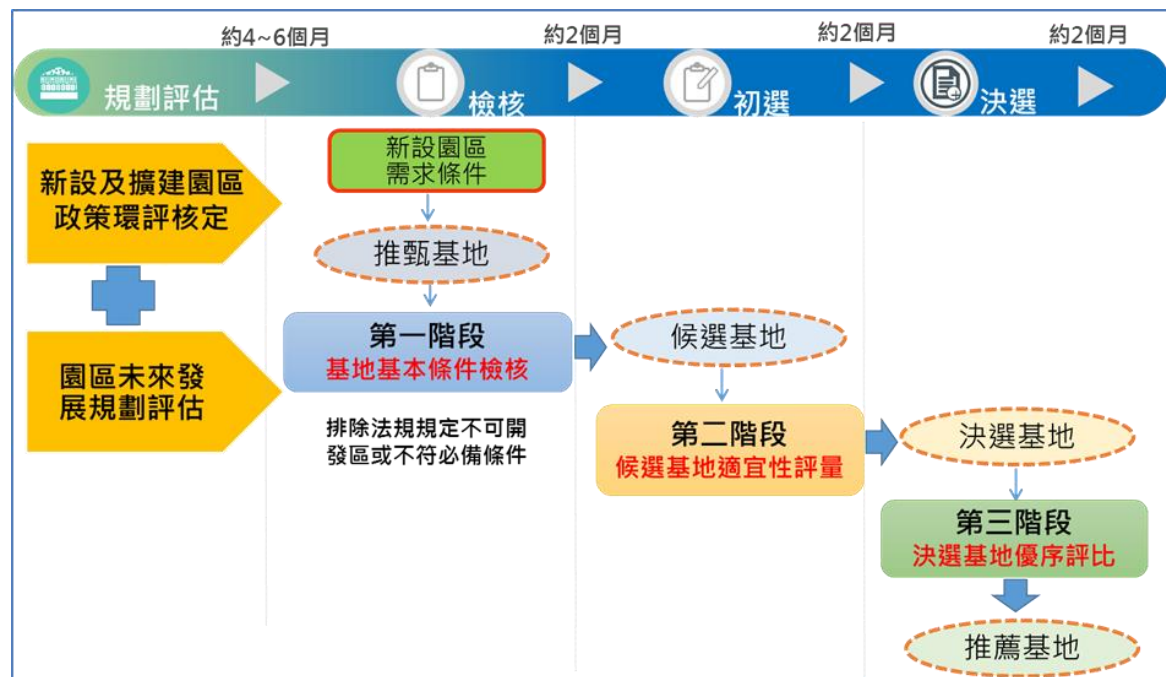
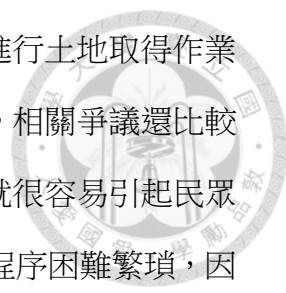


圖 3-4 新設科學園區遴選流程

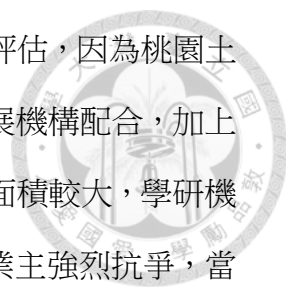


在完成相關政府審議程序後，就是最困難的部分，也就是進行土地取得作業及實質開發工作。土地如果是其他公務部門所有，需申請撥用，相關爭議還比較少。土地如為私有，則須向私人地主辦理協議價購或徵收，這就很容易引起民眾反彈，政府在辦理徵收作業時，還包括徵收補償之協商，雖然程序困難繁瑣，因為有公權力介入，還是比廠商自行取得用地要快得多，所以產業用地的取得，一直是政府協助產業發展的重要政策工具及手段。本論文將依科學園區擴建，分成三個時期，來討論政府對於科學園區規劃興建、及選址開發過程的轉變。

一、第一座科學園區誕生(1980-1987 年)

1969年，孫運璿先生調任經濟部長，為推動臺灣經濟轉型，「科技發展」是此一時期國家發展的重點，以推動傳統工業升級與發展高科技產業為其目標。最具體的例子就是在孫運璿先生的奔走推動下，1973年工業技術研究院（簡稱工研院）成立。當時清華大學校長徐賢修等人，援引國外的經驗，提出了設置「科學園區」(science park) 的概念。當時臺灣其實已有經濟特區—加工出口區，以特區規劃來吸引國外投資，此時政府思考設置的科學園區，在目的及功能上，應該就與加工出口區不同，只是有趣的是，後來科學園區設置管理條例的法規體例，反而是學自加工出口區設置管理條例。

1975年徐賢修先生出任行政院國家科學委員會（簡稱國科會）主任委員。1976年5月行政院財經首長會報決定設置「科學工業園區」，9月行政院第1491次院會通過納入「六年經建計畫」，為能順利推動高科技產業發展，由李國鼎擔任「六年經建計畫」召集人，組成「應用科技研究發展小組」，積極拓展對外貿易，發展密集資本與技術工業。次年，孫、李、徐三位聯請行政院長蔣經國先生召開全國科技會議，行政院根據會議結論，為提高研究發展水準，帶動國家精密工業發展；1978年1月正式由國科會成立「園區規劃小組」，研擬設立科學園區的可行性。



當時為了評選合適地點，規劃小組曾經在新竹、桃園兩地評估，因為桃園土地較小、只有數十甲，不敷將來發展使用，附近又沒有科技發展機構配合，加上距離台北太近，擔心人口快速增加會帶來壓力，所以選擇土地面積較大，學研機構群聚的新竹(陳愛珠，2004)。不過在土地取得過程中，面對業主強烈抗爭，當時新竹縣長林保仁極力支持，當時還曾動員軍、憲、警各單位約二百餘人，預防拒絕查估的抗爭場面失控。此外，當時行政院也沒有編列土地價款，在孫運璿支持下由工業局借墊一億元，才順利完成土地收購過程。新竹科學園區的興建，可以說當時是傾國家力量來設置的。

國家力量對於園區肇建的支持，源自於當時的政治菁英對此一政策之重視及高度支持。竹科在規劃時，蔣經國先生還是行政院長，指示園區籌建由國科會主導，並由當時經濟部長孫運璿、行政院秘書長蔣彥士與國科會主委徐賢修向其建議科學園區應該設在新竹。從兩件事可以看出蔣經國先生對於竹科之重視，一是1980年蔣經國先生已擔任總統，當年年初園區標準廠房尚在興建中，總統率領行政院長孫運璿、工研院院長方賢齊等官員蒞臨園區視察工程進展，還當面指示要園區籌備處特別注意供水、供電問題(何宜慈、何邦立，2004)。另一是12月15日園區開幕時，總統特地親自蒞臨參加，1984年總統元旦文告更將新竹科學園區的建設列為國家十大經建成果之一

竹科依據1981年4月發布之「擬定新竹科學園區特定主要計畫」，展開土地徵收、公共設施規劃設計及開發，分三期進行。第一期約328公頃，由當時副局長李東陽督導，闢建員工住宅、實驗中學、大型公園、綠地等公共設施。第二期面積約78公頃，於1982至1985年完成土地取得，並進行開發工作。第一、二期土地徵收雖然都有抗爭，但是最後還是順利完成土地取得。但是到第三期1987年完成用地之都市計畫變更程序，到1990年要徵收時，適逢國內解除戒嚴，言論思想較開放，引起很大的爭議，包括園區規劃因一次徵收，沿中興路邊密集房屋均列入徵收，造成業主及地主一致強力反彈；此外，當地居民務農維生，擔心

土地徵收後轉業困難。新竹縣部分因抗爭力過大，管理局幾經周旋還是無法達成協議而放棄，三期土地只徵收到新竹市轄範圍約253公頃進行開發(楊文科, 2009)。之後竹科擴建都是以小範圍土地為主，在2000年以前取得另外兩筆軍方土地，包括1997年變更坪埔園區約26公頃土地作為產業用地；另篤行園區面積約28公頃，於2002年3月取得，總面積約653公頃，約為圖3-5藍色、紅色、紫色及園區三五路的部分。

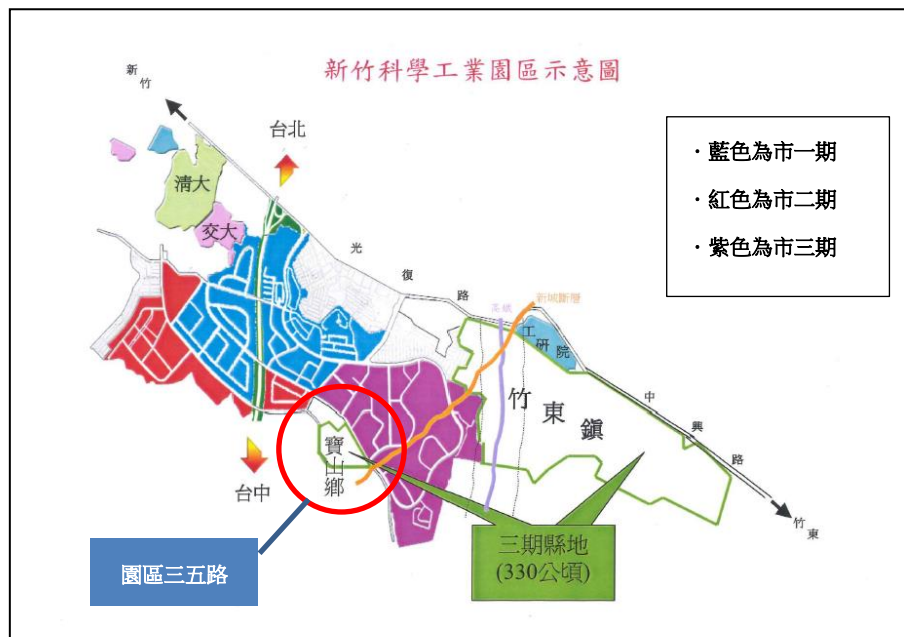



圖 3- 5 新竹科學工業園區開發示意圖

科學園區的規劃方式，雖然是邊做邊學，從當時一直沿用至今(何宜慈、何邦立，2004)。園區規劃是以矽谷的史丹福園區為模擬對象，以提供優良投資和生活環境為導向，保留百分之三十土地做為綠地。在建築廠房、住宅、公寓、宿舍以及辦公大樓和活動中心部分，聘請台大、成大等校教授如王鴻楷、辛晚教、白瑾等先生為顧問，採公開比圖、比價招標方式來挑選建築師和工程公司，直到現在，園區廠房和公共建設等工程也是採取同樣方式辦理。至於廠房，史丹福大學不負興建責任，由廠商自建，不過建築圖要報核後才動工，科學園區也採用相同模式，由園區管理局整地出租、廠商自建廠房，建照由管理局審查後核發，也一直沿用到現在。



由於科學園區的規劃，是仿照史丹福大學這樣的研究園區，以研發為主。經濟部次長吳梅邨就曾指出，科學園區應該是以研究發展為主力的中心，初期可以有小型規模的生產，等到技術成熟，就應轉往園區外大量生產（天下編輯著，1999：126）。所以在初期規劃時，先闢建員工住宅、實驗中學、大型公園、綠地等公共設施，以吸引研究人才進駐。但是事實上臺灣在引進積體電路產業時，重點就放在量產技術及如何提升良率，所以隨著聯電、全友、頻率、台揚等公司進駐竹科，就是以量產為主，只是相較於區外的產業，園區內公司要先通過審查才能進駐園區，審查重點就是在於研發經費投入及相關研究人員之規劃，以致於園區的科學工業研發投入佔營業額比例要比區外製造業來得高，每年申請及取得專利件數也高於區外。自1988年以來平均達到6%，2016年為6.6%，較全國製造業平均值2.36%高出許多，也說明了科學園區研發的能量與強度。

二、第二座科學園區出現(1991-1999年)

依據摩爾(Gordon Moore)定律，同樣的IC產品，每過兩年，售價會自然腰斬，所以業者為了生存，會不斷投入新製程的發展。同樣在規劃新投資案時，預估市場及回收期程也必須考量這個特性。在另一方面，由於晶圓廠生產線愈集中，成本愈節省。當可用土地用盡時，業者必須向外尋求新的建廠地點，其中電力、水、及工程師的招募，都是擴廠必須考慮的關鍵因素。

因為竹科的成功經驗，1985年營業額就破新台幣百億元，為105億元，1993年更突破千億元，達1292億元，每年都有兩位數的成長率，其中以積體電路產業產值超過園區所有產業的一半，且持續快速的成長(表3-1)。員工數在1993年有28,550人，平均每人勞動生產力達450萬元。其次1980年代臺灣環保抗爭風潮開始風起雲湧，具較低污染性且高附加價值的高科技產業，成為當下的經濟發展的寵兒。由於園區產業的蓬勃發展，竹科用地不足，因應廠商建廠用地需求的第三期土地徵收卻一直無法順利進行，同時新竹地區最初規劃的水和電等基礎建設

已趨飽和，增建還需要時間，也無法立即滿足積體電路產業的發展需要。國科會在面臨園區廠商擴廠用地需求的壓力之下，也開始對外尋求其他地點新闢第二科學工業園區，並引起各地方政府與民意代表之關注。



國科會於1990年10月正式提報行政院建議設置第二科學工業園區，而新設科學工業園區的概念正式納入國家大型經建計畫方案當中，則是1991年1月1日由郝柏村內閣的經建會所發佈的「國家建設六年計畫」，明確的以「擴建並新設科學工業園區」作為持續推動並加強科技研究的重要發展方案，並首度提到新設科學工業園區乃基於區域均衡發展並配合當地特有產業性質的政策宣示(國家建設六年方案，1991)。

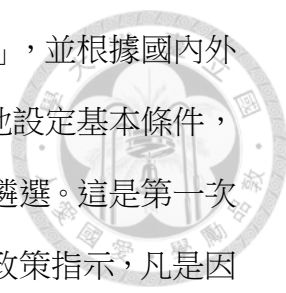
表 3- 1: 2000 年以前新竹科學工業園區營業額-依產業別區分

單位：新台幣億元

年	產業類別						總計	成長率 %
	積體 電路	電腦 週邊	通訊	光電	精密 機械	生物 技術		
1986	32.91	118.66	9.65	6.05	2.72	0.44	170.43	—
1987	38.09	199.06	23.48	12.18	2.69	1.85	277.35	62.74
1988	68.08	353.26	45.00	15.99	3.00	4.53	489.86	76.62
1989	116.57	345.92	69.85	13.90	5.81	7.13	559.18	14.15
1990	146.49	370.34	113.60	11.43	8.18	5.58	655.65	17.25
1991	233.17	373.44	135.65	18.21	10.46	5.78	776.71	18.50
1992	322.14	385.71	124.48	20.18	13.28	4.59	870.38	12.00
1993	558.39	541.77	134.70	35.64	16.22	2.87	1,289.59	48.28
1994	840.85	719.08	147.29	47.24	19.46	3.72	1,777.64	37.81
1995	1,479.50	1,215.44	170.02	100.29	24.92	2.01	2,992.18	68.32
1996	1,570.53	1,212.37	192.63	175.34	0.27	2.47	3,181.47	6.36
1997	1,998.84	1,409.62	271.32	278.49	34.14	4.04	3,996.46	25.61
1998	2,308.29	1,598.94	264.48	297.60	75.02	5.69	4,550.02	13.87
1999	3,608.01	2,008.96	323.99	513.88	47.95	6.65	6,509.44	43.10

資料來源：新竹科學工業園區網頁 (網址: <http://www.sipa.gov.tw>)

為了因為各地紛紛爭取設置科學園區的要求，國科會自1992年開始委託台



大城鄉所華昌宜教授進行「設置第二科學工業園區可行性研究」，並根據國內外科學工業園區的發展經驗，先對於第二科學工業園區的候選基地設定基本條件，發公文給各縣市政府自動提出符合條件的土地區位，然後進行遴選。這是第一次以公開遴選方式決定設置區位的科學園區，之後科學園區除了政策指示，凡是因應廠商擴建需求之新設科學園區，均沿用此一選址方式。當時向國科會提交候選基地與相關評比資料的縣市共有苗栗縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣、屏東縣、宜蘭縣與花蓮縣等8個縣共11處候選基地(表3-2)。

另一方面，國科會在1994年7月放棄了新竹科學工業園區第三期新竹縣徵收計畫，正式投入南部科學工業園區的選址規劃。科學工業園區管理局在7月21日南下實地勘察之後，於8月6日向國科會建議將南部科學工業園區的選址區位縮減為台南縣新市及高雄縣路竹。國科會於8月正式決定於台南縣或高雄縣擇一設立南部科學工業園區。1995年1月14日，評選委員會在最後的推薦投票下，新市基地以8比1獲選。行政院於1995年5月11日核准南部科學工業園區籌設計畫草案，國科會並於7月31日將環境影響說明書報送環保署審查時，正名為「台南科學工業園區」，由國科會及新竹科學園區管理局相關業務組室負責規劃及推動。

此外，工業技術研究院亦規劃在台南縣六甲籌設其南部分院，以配合台南科學工業園區之產業發展，提供各項研發服務。國科會為配合台南科學工業園區高科技產業發展之需求，亦將在園區內建立產學研發中心及國家實驗室，提供產品研發支援及人力培訓服務等，並且對中、南部地區有研發基礎的學校，選擇重點領域，協助加強其研發能力與設施，以發展成卓越研究群及實驗室，並將以產學合作方式帶動高科技產業的發展。

表 3-2: 第二科學工業園區第一次評選候選基地概況

縣市	區位	面積 (公頃)	土地使用分區	土地權屬	土地取得費用(萬)	備註
苗栗縣	銅鑼鄉九湖、樟樹村	680	山坡地保育區	公有 1% 私有 99%	土地徵收費 142,835 地上物補償費 82,890	
	後龍鎮海寶、灣寶釐	300	山坡地保育區	公有 67% 私有 33%	土地徵收費 29,400 地上物補償費 27,570	
雲林縣	虎尾鎮新興農場	414	特定農業區、特定專用區、鄉村區	公有 (台糖 97%)	土地徵收費 162,600 地上物補償費 17,640	
嘉義縣	大林鎮大埔美農場	540	一般農業區	公有 (台糖 96%)	土地徵收費 136,200 地上物補償費 16,100	
台南縣	新市鄉道爺農場	402	特定專用區	公有 (台糖 100%)	土地徵收費 90,050 地上物補償費 5,880	
高雄縣	旗山鎮吉洋、手巾寮及金瓜農場	887	特定農業區 一般農業區	公有 98%(含台糖地)		為高屏溪水質水源水量保護區
	燕巢鄉北滾水及南滾水農場	427	特定農業區 一般農業區、工業區	公有 90%(含台糖地)		
屏東縣	長治鄉長興段、番子段、內埔鄉番子厝段	424	一般農業區	公有 97% 私有 3%	土地徵收費 142,520 地上物補償費 22,660	毗鄰約有 680 公頃公有地可供二期發展
宜蘭縣	蘇澳鎮利澤工業區	320	工業區	私有	土地徵收費 336,000 地上物補償費 4,530	新馬都市計畫區列為第二期用地 410 公頃
	員山鄉再連、內城、蔡港	382	一般農業區、特定農業區、山坡地保育區、鄉村區	公有 17% 私有 83%	土地徵收費 139,050 地上物補償費 35,270	
花蓮縣	壽豐鄉志學村、平和村	1,159	一般農業區	公有 64% 私有 36%	土地徵收費 180,800 地上物補償費 22,090	

資料來源：台大城鄉所、新亞工程顧問公司（1993）

2000年時，經濟景氣蓬勃發展，台南園區一期可供建廠用地80%以上均已出租完畢，後續租地需求不斷湧進，另為協助解決高鐵行經台南園區一期對距高鐵1里以內振動敏感廠商所造成之影響，當時行政院院長張俊雄先生於2001年5月17日訪視南科時指示，加速台南園區二期開發(圖3-6)。台南園區二期擴建計畫於2001年9月19日經行政院核定。為因應半導體與薄膜電晶體液晶顯示器（TFT-LCD）產業建廠所需大區塊建廠用地，以承接景氣，行政院於2000年5月同意由原台糖公司於高雄市路竹地區開發之智慧型工業園區作為南科路竹園區用地，並於2001年4月6日核定。路竹園區於2004年7月27日更名為高雄園區。

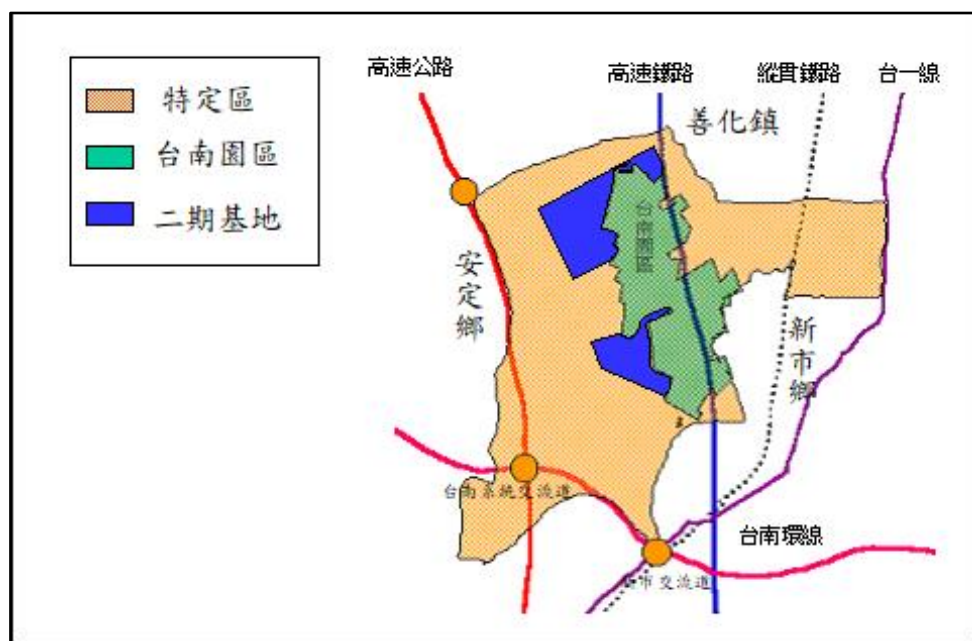



圖 3-6 台南科學園區二期基地及特定區示意圖


南部科學工業園區(以下簡稱南科)範圍包括台南園區、高雄園區；台南園區位於台南市新市、善化及安定三區之間，面積1,043公頃；高雄園區位於高雄市路竹、岡山及永安三區之間，面積570公頃。配合園區開發時程及廠商建廠開工需要，於1997年7月8日籌設「台南科學工業園區開發籌備處」，負責進行投資引進及辦理園區規劃與開發營運等相關業務，並於2003年1月25日升格成立「南部科學工業園區管理局」。



從南科在規劃選址時，可以看出各地方積極爭取設置科學園區的風潮，有八縣十一個區位提出申請，之後還有台糖加碼提出台南仁德和高雄路竹「雙子星科學城計畫」。其次，與竹科縣三期不同，南科在興建過程中，民眾普遍都相當支持歡迎科學園區設立。一方面是因為土地由國營事業台糖提供，不用徵收民地。其次所在地點多為農地，地方對於引進高科技產業促進地方繁榮，多抱持著殷切期盼的態度。產業進駐初期以在地的面板產業，如奇美及瀚宇彩晶與其產業鏈，及晶圓製造廠為主，如聯電就將其研發總部設在南科，也在南科興建其第一座十二吋晶圓廠，目前聯電最先進製程如28nm、22nm也是在南科。台積電在南科有八吋廠及十二吋廠，時至今日，其先進製程如16nm及20nm也是在南科製造，未來5nm及3nm也規劃在南科量產。

南科在規劃初期也有DRAM廠申請進駐，只是隨著中科興建DRAM業者北遷至中科，以至於南科在2018年華邦宣布投資高雄園區前，並無DRAM業者進駐。南科基地土地面積龐大，例如台南園區約新竹的兩倍、高雄園區也與新竹面積相當。區塊面積完整之土地規劃，很適合大面積晶圓廠的建廠規劃。只是2001年高鐵規劃行經南科園區內，行車所引起的振動問題影響晶圓廠製程，所以台南園區二期的擴建計畫就是要解決這個問題，目前南科的晶圓廠多位在二期土地，即是要避開高鐵振動的影響。

從台南園區選址過程，可以看出國科會在進行相關程序的嚴謹，比較竹科當年的選址、主要由行政官僚決定，南科評選委員包括當時的交通大學校長鄧啟福、成功大學校長吳京、中山大學校長林基源、工研院院長史欽泰、宏碁董事長施振榮、臺灣科學工業園區同業公會理事長孫弘、中興大學都市計畫系教授辛晚教、台大建築與城鄉研究所教授華昌宜和環球經濟社社長林建山等九位，可以說是相對專業客觀的評選結果。1996年1月20日動土典禮，總統李登輝、行政院院長連戰、省長宋楚瑜都親臨指導，顯示國家對此的高度重視。



到2000年高雄園區擴建時，未重新對外徵求有意願之區位進行遴選，而是同年4月8日由委員施振榮（召集人）等九位專家學者組成之「科學工業園區擴建用地遴選委員會」，選定台糖公司路竹農場及部分本洲農場共573公頃作為台南科學工業園區路竹基地。開發方式首度採與台糖公司簽訂合作開發協議書，將可節省用地徵收、地上物補償及住宅區興建等費用，也是土地取得單價最低的科學園區。但是隨著2000年後全台科學園區遍地開花，高雄園區陷入招商困境，很多投資案轉往其他園區。套句南科高階主管的話說，「只能說那時高雄招商艱辛，台南、台中都有空地，也在招商，就像我們還未成年，父親就跟小三生了一個中科，又叫我們懷孕生了個高雄」，當產業需求不是園區設置的主要目的時，科學園區開發政策的必要性及正當性就開始受到外界的檢驗。

三、科學園區全台擴散時期(2000-2010 年)

表3-3是2000年以後的科學園區擴建表。2001年除了前述的高雄園區和台南二期，還有銅鑼園區，土地供給就多了1,325公頃，相當於兩個新竹園區，2002年又多了中科兩個基地。從2000年到2010年科學園區土地面積增加3,263公頃，以目前4,440公頃總面積，超過七成以上科學園區土地是在這個時期增加的。事實上在這個時期也有許多地方曾經評估要籌設科學園區，只是最終未成案。這段時期高度成長的土地供給，與其單純說是產業的需求，其實是夾雜著許多因素在內的。

首先，2000年後臺灣產業西進蔚為風潮，產業西進的原因很多，其中也反映出產業擴張生產規模的需求，除了積體電路在這段時間製程大躍進，由八吋廠邁向十二吋，另一個兆元產業—面板產業的崛起，也需要大面積的土地做為產業用地。政府想要產業根留臺灣，透過提供用地來留住產業、吸引投資是手段之一。其次，以竹科發展的成功經驗，帶動股票市場的熱潮及科技產業股票價值的上漲，科學園區就像金雞母，引進的高科技產業不但可以帶來高薪的工作機會，同時也


為地方帶來稅收和土地價值的上漲，促進地方的繁榮。第二科學園區的遴選，也帶動了全台各地爭取設置科學園區的風潮，對政治人物來說，科學園區變成為爭取地方支持最好用的政策工具，先不管產業需求，先爭取設置了再說，頭過自然身就過，有了園區自然就會引進產業。

表 3- 3: 園區擴建表

年	園區	面積 (公頃)	土地經 費(億元)	開發理由
2001	銅鑼(竹)	350	33.83	初為竹科用地不足，在選址過程中政治力介入，向農林公司協議價購。
2002	高雄(南)	570	7.78	參與南科選址落選，後因為解決高鐵經過所引起的振動問題，地方人士爭取納為科學園區。
2002	台南二期 (南)	405	127.46	為解決高鐵經過所引起的振動問題，向外擴充以提供原已核准進駐積體電路產業用地需求。
2002	篤行(竹)	26	57.38	解決廠商用地不足，並避免園區範圍內軍方營區運作與園區產生干擾。
2003	台中(中)	412	194.47	總統陳水扁競選政見，提供友達建廠需求。
2006	后里(中)	135	73.78	原為華映公司建廠需求，後暫緩進駐，另由力晶公司提出建廠需求。
2006	七星(中)	112		提供友達7.5代廠建廠需求。
2007	園區三五路 (竹)	31	28.41	提供台積電、力晶、世界先進等三家積體電路公司興建5座十二吋晶圓廠需求用地。
2006	生醫(竹)	38	84.35	原經建會(現為國發會)規劃活化高鐵特定區土地，並規劃由台大開發興建。因進度延宕，後經建會又改規劃為科學園區，改隸於竹科開發興建。
2007	竹南三期 (竹)	18	16.20	原養豬試驗所土地，提供群創所用。
2007	龍潭(竹)	107	91.70	達裕公司欲處理其所持有土地，由竹科購地後併入。
2008	虎尾(中)	96	17.1	總統陳水扁競選政見。
2008	宜蘭(竹)	71	59.62	為了宜蘭要有科學園區。
2009	二林(中)	631	90.23	總統馬英九競選政見及友達興建十代廠所需，因景氣改變友達未進駐，園區因用水及污水排放議題，轉型為精密機械園區。
2009	中興新村 (中)	259		原為省府用地，廢省後更替幾個主管機關，後經建會(現為國發會)規劃為科學園區，改於中科開發興建。

註：本表所列之年為園區土地取得之年。

(本研究整理)



這樣的現象，最具代表性的例子就是中部科學園區的設立。中科源自於2000年初總統大選時，當時台中市副市長張景森向總統候選人陳水扁建言，提出「三個第三」：第三個直轄市、第三個科學園區、第三個國際機場。當陳水扁當選總統後，中科的籌設也正式浮上檯面。這樣的政見迎合了九二一震災後中部的產業面臨急需轉型的期待，同時各縣市又亟需擴大就業機會，所以當同年5月20日總統陳水扁就職時，其演說中就宣示：「在生態保育與經濟發展之間取得相容的平衡點，讓臺灣成為永續發展的綠色矽島。」「綠色矽島建設藍圖」成為臺灣順應國際發展趨勢，也開啟園區遍地開花的時期。

就在同一個時間，面板大廠友達光電正在尋覓新一代TFT-LCD（薄膜液晶顯示面板）建廠的設置地點，面對激烈的國際競爭，如果無法掌握量產先機，勢必落居人後。當時竹科管理局局長李界木一再說明竹科已經飽和，友達光電董事長李焜耀乃向行政院求援，副院長林信義承接此案，當李焜耀同意進駐中科時，中科的開發就已經勢在必行了。2000年竹科管理局成立中科規劃推動小組，6月完成《中部區域科技產業環境資源潛力之研究》。7月18日國科會邀集經建會和台糖公司協商，台糖原則上同意負責提供土地，共同開發新科學園區。2001年2月竹科管理局即依國科會指示成立「專案工作小組」，積極收集參選基地資料、研擬遴選辦法，中科的選址作業正式如火如荼展開(科技部中部科學工業園區管理局，2008)。

竹科管理局邀集台中縣、台中市、彰化縣、南投縣、雲林縣等中部地區地方政府，召開初選前的準備會議，就候選基地資料及遴選方式進行溝通。8月3日，「遴選委員會」聽取8處基地簡報，淘汰相對條件有待補強的竹山、彰濱、清水等三處基地。「遴選委員會」並請5縣市各擇一處基地，進入第二階段決選，補提周邊未來發展規劃及具體配合開發的承諾。9月24日「遴選委員會」召集人施振榮先生和國科會主委魏哲和共同宣布，推薦雲林縣虎尾及台中縣市交界處基地共兩處，優先作為中部科學園區之核心園區用地。同年底，竹科管理局即擬具《設

置中部科學園區可行性研究》，全面研討中科基地的既有資源、園區定位和長期發展。

2002年9月行政院核定《中部科學工業園區台中基地及雲林基地籌設計畫書》，2003年7月中科和友達光電在台中縣市交界處舉行聯合動土典禮，和竹科及南科動土一樣，總統陳水扁親自參加。中科自行政院核定計畫書起算，短短的10個月又5天開啟了臺灣大面積公共工程與投資廠商建設工程「同步施工」的先例。2005年因華映公司需求，中科開始三期計畫遴選工作，選定后里基地。後因華映公司發展策略調整、暫緩進駐，而力晶公司在此時提出與日商Elpida的建廠時程，整個籌建過程到2006年3月31日后里園區開發工程與力晶半導體公司舉行聯合動土典禮，歷時9個月又4天，又超越中科紀錄。

快速完成開發程序、風光動土的背後，緊接著的就是一連串的爭議。首先台中及虎尾園區土地取得是採取「先租後徵購」，就是先跟台糖租地而後再徵購，這也是新創的土地取得方式，但是雙方並未談妥先租所付的租金是否扣抵價款。行政院核定中科開發計畫函中，清楚寫明租金需扣抵價款，而台糖公司董事會認為，租金扣抵價款等於無償提供用地，因此自始便不予同意，而未納入雙方協議書中。經過多次協商，台糖公司願意在合理的範圍內調整租金的優惠比例。科管局兩度報請行政院同意，但行政院仍核示續商，始終難有結論。

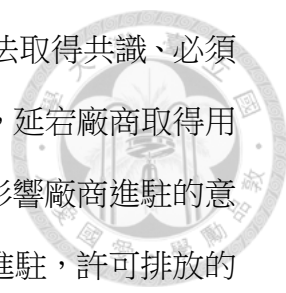
到了2006年中，台糖公司在租金抵扣價款之外，又提出其他問題，例如要求重新協議買賣價格，他們認為應以當年期之公告現值為徵收補償價格，因為兩者價差高達90億元。2007年國科會和經濟部出面參與協調，完成用地取得協商工作，與台糖公司終於取得共識，依當初協議價格出售土地，並同意租金不扣抵地價款，歷時六年才順利取得土地。另外在后里基地徵收時，有民眾在預定地上種植九萬餘株「神秘果」樹，徵地補償費從初估的一百卅八萬元跳升到九千五百餘萬元，也引發檢調單位的調查(楊政郡，2007)。



隨著園區開發面積逐步擴大，臺灣社會從敲鑼打鼓歡迎科學園區設置的氛圍也發生轉變，最大的轉折點是中科三期開發案。中科三期係指中部科學園區第三期發展區(后里基地—七星農場)開發計畫，2005年因華映公司需求，中科開始三期計畫遴選工作，選定后里基地。從2006年2月21日送環保署審查，歷經專案小組5次初審後提送環評委員會討論，經多數決有條件通過審查，並於2006年7月31日公告審查結論。最後雖然有條件通過，但其附帶條件開啟了更多公民參與表達意見的管道(杜文苓, 2010: 39)。包括舉辦村里公開說明會、健康風險評估說明會、成立環境監督小組，進行健康風險評估，並依照行政程序法舉辦2次聽證會議等，開啟環評程序之外的公共參與管道。然而這樣更多的民眾參與或是應該說事後參與，似乎不足以弭平環評爭議，地方居民在環評審議過程中提出不同之風險論辯，更隨著後續參與機會一路延燒到行政訴訟法院。

之後的科學園區開發案，在環保署進行環境影響評估審查，無論是在水電等資源分配、污染物排放、空氣品質、居民健康風險監測等議題，不僅常在環保署會議中激烈討論，環評委員、環保團體、當地居民各有意見，同時也常在社會上引起很大的爭議，不但嚴重延宕環評審查等開發作業流程，也使新園區開發及產業用地的取得困難重重。例如竹科宜蘭園區本來有三個基地，包括城南、中興、和紅柴林共595公頃，因用地七成以上屬於私人土地、取得困難，紅柴林和中興基地先後放棄徵收，只剩下城南71公頃，在環評審查過程中也是困難重重，被委員要求園區進駐產業不得量產，影響後續招商。之後的中興新村環評審查結論，也一樣有不得量產的限制。甚至到了中科四期二林基地，用水量及污水排放地點都有爭議，當地居民擔心園區用水排擠農業用水，另外專管到海洋的放流口，居民也擔心會影響養殖魚業，彰化及雲林縣政府在環評審議過程中，都表達堅決反對污水放流至所轄範圍，甚至在環評通過後，重新辦理二階段環評，歷經十年環評爭議，才得以繼續開發、提供產業用地。


環評過程中產生的爭議也反應出社會對科學園區設置氛圍的轉變，擔心園區



設置會對周遭環境造成衝擊及影響。直接效應就是專案小組無法取得共識、必須加開會議，一次又一次的專案小組會議造成整個審議時程拉長，延宕廠商取得用地取得時程。其次環評審查的結論標準和條件也越來越嚴苛，影響廠商進駐的意願。以宜蘭園區為例，當初規劃通訊、數位內容、和研發產業進駐，許可排放的污染量已遠低於積體電路或面板產業，環評委員認同這樣的污染排放標準，可是又要求所有進駐產業都不能量產，試問業者為何要把研發中心單獨設在宜科、而生產基地另覓他處設置？沒有產業的園區，又怎麼會吸引研究機構願意進駐、提供服務？又如二林園區，原本為了面板產業而選址興建，環評審查結論要求限制用水量，又要求嚴格的污水排放標準，與面板產業的特性相矛盾，產業自然投資計畫改變、另覓他地設廠了！

除了環評爭議，在這個時期另一大爭議就是園區開發的正當性及必要性。這個時期的園區開發有的不是出自產業需求，而是政治因素，最具代表性的例子就是銅鑼園區和龍潭園區，這兩個園區均涉及司法案件，及受到監察院糾正。銅鑼園區位於山坡地，面積350公頃中僅有100公頃可做為產業用地，比例遠低於其他園區。1993年為竹科四期擴建在苗栗尋找適合用地時，被選為候選第三之用地，因候選第一的後龍基地反對徵收，1997年被核定為園區用地。當時臺灣農林公司董事長何智輝和其擔任立委太太王素筠施壓科管局支付土地款及獎勵金，以解決其財務問題。科管局迫於壓力，支付相關款項於2001年購得土地後，因地方政府配合道路未取得、環評決議排放水水質須符合灌溉用水標準，且景氣反轉、廠商無用地需求，2002年又陳報行政院，延緩進行開發或停止原開發計畫，另規劃作其他計畫使用，一直到2007年才重報行政院開發並編列預算動工興建。

另一個龍潭園區原本已是開發完成之工業區，因前總統陳水扁與其配偶吳淑珍收受達裕公司實際負責人辜成允佣金4億元，以協助該公司將滯銷之工業區土地高價讓售予政府。當時號稱廣達需要土地擴建面板廠，但取得後係子公司廣輝



進駐、且需求土地面積並未如原先所提需求，一直到2008年辜成允向特偵組自白支付傭金一事，檢調介入偵辦才知原來廣達最初所提用地為桃科、而非龍潭園區。有趣的是，上述兩個園區之後在科管局投入建設後，目前土地出租狀況良好，龍潭園區到2018年底土地出租率已達96%，仍有多家廠商洽租中，且於2018年取得二期土地，二期土地所有人主要也是達裕公司。銅鑼出租率則達53.38%。雖然經過管理局開發建設及招商，仍可符合產業進駐需求，但是開發過程政治力的介入，也使得園區開發橫生波折、延宕開發時程。

四、園區開發政策修正時期(2010年-迄今)

歷經了前階段園區的遍地開發，也衍生越來越多爭議，包括日益嚴苛的環評審查標準，2008年重新開張的監察院，也對園區不當開發案提出一連串糾正和調查。但真正造成園區開發政策的煞車的關鍵點，是2010年1月31日臺北高等行政法院96年度訴字第1117號判決，判決環保署敗訴，撤銷中科三期環評審查結論。原告公民團體主張專家學者有8位投票支持本案應依環境影響評估法進行第2階段環境影響評估，惟因政府機關興建中部科學園區乃為既定之政策，不斷對外發表本案應儘速通過之言論，有關機關代表的委員顯有失去中立立場及專業審查本案的可能。再者，三位機關代表於專案小組審查過程中從未出席，亦未本於其職權，對本案提出任何書面審查意見，僅於大會投票時出席，就以此三席優勢「有條件通過環境影響評估」，有違本案審查應為之正當法律程序，最高行政法院駁回環保署上訴，撤銷中科三期環評審查結論，這也成為臺灣環評史上第一件環評結論被最高行政法院撤銷的開發案。

同年7月30日台北高等行政法院裁定環保署應命中科管理局自即日起，至「中部科學工業園區第三期發展區(后里基地—七星農場部分)開發計畫環境影響說明書」重新通過環境影響評估審查時，停止實施開發行為。不只於此，同日台北高等行政法院裁定環保署二林園區環評審查結論，國科會及內政部開發許可

停止執行。中科三期及四期不只需重啟環評程序，同時走上漫長的環評審查、及相關行政訴訟之路。雖然2013年2月4日二林環差案通過，轉型為首座以精密機械產業為主之科學園區，但是2014年在訴訟過程中又承諾辦理二階段環評，至2018年才完成環評審查程序。

在二林園區2012年10月24日辦理環差變更專案小組審查會議中，承諾1年內作成科學園區政策評估說明書送環保署徵詢意見。雖然一年內完成初稿送審，但是歷經北中南三地召開說明會、三次環保署審查及修正等相關程序，到2018年11月才經行政院核定。最初的政策環評是有意思不再開發科學園區，但是考量目前既有產業聚落成長力道仍強（如半導體先進製程及設計），且因應未來產業轉型發展及引進創新能量，未來場域設施將會有新型態的需求，如AI等軟體或軟硬整合產業、區域型資料中心及雲端機房、無人載具試驗場域、5G基盤設施、IOT供應鏈實作等，故推估2030年產業用地尚有不足，須預留發展之擴充空間。

政策評估說明書依據產業需求及其群聚效應，進而整合估算園區儲備用地量，其規劃原則如下：

（一）科學園區應就各園區引進的目標產業、發展群聚效益以及鼓勵新創事業等多元發展方向進行規劃；並配合重點產業發展方向，掌握土地需求。（亦即除現有用地，仍須考量其他合適區位）

（二）國有土地為稀少性資源，未來仍優先檢討現有科學園區產業用地（含尚未出租土地），並應納入都市計畫滾動式檢討機制，促進土地有效利用，提高現有建蔽率和容積率，強化土地使用效率。

（三）未來不以園區自行取得土地開發為單一方式，將透過與地方合作，進行整體規劃開發，並採以分期分區發展為策略，適時以滾動式檢討機制進行用地開發量之合理性與適宜性。


(四) 新設或擴建園區將個案審慎評估以確認正當性及必要性，透過遴選、籌設及實質規劃等機制，確保環境品質並使國土資源作最有效之分配與利用。

(五) 需求總量之推估，係考量整體經濟成長、園區發展經驗、群聚效應與開發效益，就生活圈概念，將園區之土地空間需求納入縣市區域及都市計畫、區位特性、及產業/廠商需求等進行綜合保守估算，在假設年經濟成長率1.5%前提下，截至2030年止，園區土地應逐步擴增600公頃為儲備用地，以因應部分已開發園區用地飽和情形。

(六) 未來新設及擴建科學園區之政策方案為：「考量產業需求、區域及地方平衡發展、兼顧生態保育以及永續環境，以不超過既有園區核定環評排放總量為前提，若擬新設（擴建）園區所在之區域位於三級防制區，且該地區尚未依環境保護法規實施總量管制時，應採行最佳可行控制技術，由科技部主導並會同該區域地方主管機關或有關機關或進駐事業單位具體擬訂抵減方案，於一定期間內取得足供抵換空氣污染物增量達 1.2 倍以上之排放量，該抵減來源應屬環保主管機關認可減量額度之抵換與減量措施，且排除地方政府為改善地區性環境品質目的之執行事項後，始得適度新設（擴建）園區。」

在這個時期雖然園區開發擴建放緩，但是為了因應積體電路產業新製程發展需求，在這個階段還是積極協助廠商取得用地。例如為因應台積電新製程十奈米之需求，2015年中科完成53.08公頃擴建環評，除提供台積電用地，也提供腳踏車龍頭大廠—巨大公司進駐。2018年南科辦理環差，雖然用地沒有增加，但是用水和用電大幅成長，就是要因應台積電五奈米及三奈米量產製程需求。竹科在2007年三五路擴建計畫之後，已經多年不曾擴建，新的擴建計畫已獲行政院核定，將新增32.72公頃提供台積電三奈米製程研發基地所用，預計2019年完成用地取得程序。2018年下半年又遭遇中美貿易戰，台商回流對土地需求更顯殷切，相信在政策環評通過後，科學園區擴建腳步將不會停歇。

參、小結



1970年代下半，臺灣政府為了發展經濟，設置科學工業園區也是政策之一，最後選定新竹設置臺灣第一個科學園區。在時間上，剛好與發展積體電路產業同時，從工研院衍生成立的聯電，剛好也是第一批進入園區公司之一。之後隨著聯電成功，帶動臺灣電子產業風起雲湧的時代，然而積體電路產業的設廠地點，絕大多數坐落在科學園區之內，主要的原因還是產業群聚效應。在竹科設立之初，針對產業發展所需，將園區予以完善規劃，佐以如租稅優惠等之相關措施，使得園區成為吸引產業進駐之研發生產基地。其次從產業面，晶圓廠群聚可以透過資源共享，來降低彼此的營運成本。在政府的鼓勵及規劃、與產業發展需求互動下，設置科學園區成為臺灣推動高科技產業的主要政策之一，科學園區的新設與擴建，也與積體電路等高科技產業的發展息息相關。

1980年竹科設置之後，快速發展，用地到1990年開始不足，政府尋求擴建，在1995年核定南科設置計畫。基本上臺灣前兩座科學園區開發腳步，都較為保守而緩慢，包括規劃階段的可行性評估、選址、及土地取得開發等程序，都要花三到五年的時間。2000年後，隨著積體電路產業在園區營業額所佔比例來到高峰，當時產業也開始出現到海外投資的需求，從2000年到2010年，可以說是科學園區遍地開發時期，以目前科學園區總面積，超過七成以上土地是在這個時期增加的，而且位置幾乎遍布全台各縣市。開發目的除了要發展經濟、滿足產業用地需求，最主要是基於政治的考量，設置科學園區成為爭取選票的最佳工具。

科學園區快速、大量開發的結果，引發一連串爭議，包括土地取得的必要性及正當性、及對環境及居民健康的影響評估。更有甚者，基於政治目的開發的園區，因為沒有產業進駐需求，開發完成反而閒置，或是土地購置涉及弊案等，造成社會大眾對於園區開發的正當性及必要性開始產生懷疑。2008年監察院重新開張，啟動一連串調查，2010年中科三期環評敗訴遭到撤銷，是首見遭法院撤

銷的科學園區開發案，也為科學園區遍地開發時期暫時畫下句點。從2010年迄今，科學園區開發步入修正時期。除了要應付幾個環評訴訟案，科學園區主管機關科技部，也承諾為科學園區開發政策，辦理政策環評，並在2018年11月經行政院核定。未來針對科學園區新設及擴建，訂定開發所需遵循之共通準則。

第二節 水電供應無虞

全臺灣晶圓製造基地，幾乎都集中在科學園區內，除了前述的產業群聚效應，主要原因之一是在於科學園區完善的基礎建設環境，特別是水電供應無虞。因為晶圓製造過程複雜而精細，對水電的品質要求很高。首先，晶圓製造製造過程中，在生產線上需要使用大量的水清洗晶圓，不過使用的不是普通自來水，而是比自來水乾淨二千倍的去離子水(超純水)。例如一條八吋晶圓生產線，一小時需要的淨水達十三萬公升。其次，也需要非常穩定的供電，最明顯是九二一大地震晶圓廠最大的損失不在廠房結構損壞，而是停電迫使生產線停工。因晶圓廠對電力品質要求極高，即使平常因電力設備故障等造成電力瞬間壓降，亦會造成產線機台停機，影響生產造成損失。

穩定的水電供應可以說是晶圓製造的關鍵，然由於臺灣地小人稠，水電資源不足，能源高達97%仰賴進口，在水資源部分在全球缺水國家中，名列第19名，故穩定且充足的水電供應難度很高。如果不是政府全力支持協助，積體電路業者很難取得穩定之水電供應。這一方面可以解釋為何晶圓製造業者幾乎集中在科學園區之內，透過園區管理局協調相關單位穩定提供水電，同時也強化園區內相關基礎建設以維持水電供應之穩定度。另一方面，依照過去發展經驗，隨著晶圓製程的發展，往往需要更多的水和電，例如台積電3奈米製程在南科擴建的案子，因為引進極紫外光(EUV)微影技術，新增用電量相當於臺灣東部用電量的總和。這些新增的水電需求，和土地一樣，都需要政府的保證及協助。

壹、水

臺灣雖然是個多雨的國家，但是80%的雨量集中在5-10月的豐水期，加上山勢陡峭河川短急，降下來的雨迅速流入大海，再加上季節性降雨豐枯明顯，臺灣年降雨量能被用來供水的利用率約21%，也就是雨下得再多也沒用，臺灣同時也是全球排名第19名的缺水國。從日據時代發展農業，水利設施就是關鍵，透過興建水庫及水圳來儲存及輸送灌溉所需用水。時至今日，政府設有專責部門—經濟部水利署，負責水利設施的興建及管理水資源的調度，以確保國家經濟之永續發展。

依據目前所有園區環評階段經水利署核定的用水量(表3-4)，總計每日約101.02萬噸，截至2018年底為止，實際用水量約為每日45.79萬噸，依水利署統計2016年臺灣地區工業用水量為16億2,865萬噸(經濟部水利署，2016)，除以每日約446萬噸，園區用水約佔10%左右。換算全台2016年工業用地面積27,806公頃(經濟部水利署，2016)，全國每公頃每日約使用160噸水。三大科學園區106年土地面積為4,440公頃，雖然其中尚有若干園區處於開發階段，土地尚未滿租，每公頃實際使用約103噸水，較全國平均每公頃工業用地使用量為低。但若以水利署核定最終之每日用水量來看，每公頃約可達210噸，則高於一般工業用地用水標準。

表 3- 4: 園區用水現況表

園區別	所轄基地	核定每日用水量 (萬噸)	實際每日用水量 (106年平均, 萬噸)	全區回收率(%) (106年第4季)
新竹科學工業 園區	龍潭園區	4.65	1.87	83.28
	新竹園區	19	13.9	77.02
	竹南園區	3.89	2.21	80.73
	銅鑼園區	1.6	0.12	81.24
	生醫園區	0.58	0.041	未統計
	宜蘭園區	0.45	0.001	未統計

園區別	所轄基地	核定每日用水量 (萬噸)	實際每日用水量 (106年平均, 萬噸)	全區回收率(%) (106年第4季)
	小計	30.17	18.142	
中部科學工業 園區	台中園區	14.5	10.27	86.0
	后里園區	7.4(后里) 4.3(七星)	2.50	80(后里) 88.00(七星)
	虎尾園區	1.2	0.16	85.0
	中興高等 園區	0.13	0.005	-
	二林園區	2.0	0.002	87.8
	小計	29.53	12.937	
南部科學工業 園區	台南園區	32.5	12.55	90.20
	高雄園區	9	2.16	91.40
	小計	41.5	14.71	

註：統計至2018年12月，核定用水量以最近通過之環評(環差)總量填列。

(本研究整理)

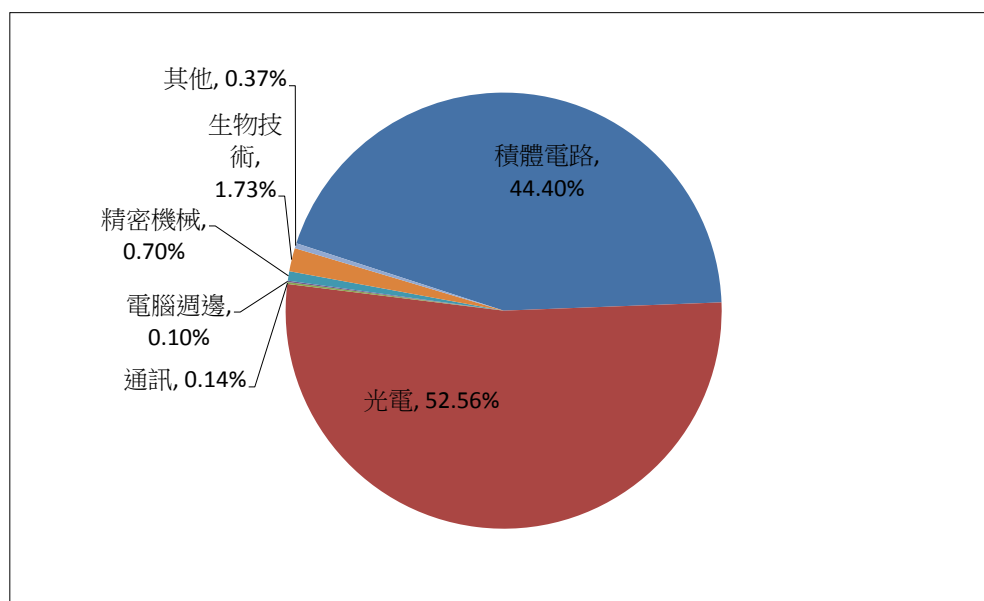


圖 3- 7 2017 年科學園區各產業用水量比例

圖3-7是全臺灣科學園區用水量依各產業比例分布情形。科學園區用水量在全國工業用水量約10%，但是從圖3-7可以發現，光電和積體電路兩大產業用水佔了所有用水量九成以上，積體電路雖不是最多、但也佔了四成以上。隨著積體電路產業持續成長，相信不久的將來，積體電路產業實際用水量將會超越光電產業。為了確保水源無虞，除乾早期透過進一步提升節水效率減少用水外，晶圓大

廠業者每年都會跟水車業者簽約，如遇乾旱無水時，可利用水車去其他地區載水使用。2002年和2005年曾遇到第三階段限水(分區供水)，缺水時水車早已被大廠訂走，反而是小廠苦無水車可用，需要管理局及公會協調調度水車使用。



一、 穩定供水設施

水源的穩定供應，仰賴完善的基礎建設。前面提到臺灣雖然多雨，水來得快也去得快，要留下水使用，水利建設就很重要。積體電路和光電業同為國內工業用水大戶，來源穩定且品質良好的水，是產業穩定生產的關鍵。科學園區在規劃時，用水來源、園區外輸水管線及園區內蓄水設施，都是規劃的重點，也是日後維持園區正常營運的關鍵。科學園區在經歷近四十年的發展歷程，學習到許多寶貴的經驗，整體供水設施的規劃和建置，可以說是和園區廠商共同完成，首先要滿足廠商用水需求，其次也要考慮整個管理及操作成本。由於臺灣水資源調度規劃是由經濟部水利署主管，自來水公司負責供水，園區管理局必須將廠商用水需求與相關單位協調後，方可確保用水來源無虞。

(一) 園區用水來源規劃

為了提供產業穩定供水，園區在開發時，用水來源規劃就非常重要。以竹科新竹園區為例，目前核定用水量為每日19萬噸，實際用水量約13-14萬噸，也是目前單一科學園區用水最多的園區。1977年政府核定興建新竹科學工業園區，為因應園區開發及新竹地區民生及公共給水用水成長需求，1981年12月由臺灣省水利局開工興建寶山水庫，於1985年6月竣工，總工程費約新臺幣六億八千萬美元，供水量約每日6-7萬噸。到了1990年代，竹科用水較原需求成長數十倍，已超過寶山水庫所負荷，經濟部水利署於水庫南方約3公里處中港溪上游支流石井溪規劃興建寶山第二水庫，於2006年完工，興建經費達新台幣105億元，每日增加供水量約28萬噸，詳細水資源規劃如表3-5所示。

目前全臺灣三大科學園區，所轄13個基地，用水來源見表3-5。其中竹科轄下6個園區，雖然地理位置遍布各地，但臺灣整個供水管線是全島互通的，各園區透過寶山水庫、寶二水庫、石門水庫、永和山水庫、鯉魚潭水庫及頭前溪等水源聯合調配供給，當某些區域水庫如果蓄水量較少時，可以透過其他蓄水量較多的水庫供應，例如於乾旱期間，透過水資源調度，石門水庫每日就支援供應大新竹地區用水約八萬噸，苗栗永和山水庫每日可支援供應約六萬噸。除了水庫穩定供水，配合園區內公有及廠商自設之蓄水設備，配合園區內的供水調配機制，使水資源得以充分利用，確保園區用水無虞。

表 3- 5: 各園區供水來源表

園區別	各園區	來源水庫	備註
新竹科學 園區	新竹園區	寶山水庫及寶山第二水庫	頭前溪淨水廠及永和山水庫可專管支援供水
	竹南園區	永和山水庫	-
	龍潭園區	石門水庫	-
	銅鑼園區	鯉魚潭水庫	-
	竹北生醫	寶山水庫及寶山第二水庫	頭前溪淨水廠-
	宜蘭園區	深溝淨水廠	-
中部科學 園區	台中園區	德基水庫、石岡壩、鯉魚潭水庫	
	后里園區	德基水庫、石岡壩、鯉魚潭水庫	
	虎尾園區	林內淨水廠	
中部科學 園區	二林園區	竹塘、二林、芳苑淨水廠	
	中興園區	營盤口淨水場及集集淨水場	
南部科學 園區	台南園區	南化水庫、曾文水庫、烏山頭水庫	
	高雄園區	阿公店水庫	

資料來源：各園區整理。

(本研究整理)

到了政府決定規劃建置第二科學園區時，水和電也是考慮備選基地的關鍵因素。因為當初另覓土地擴建科學園區，就是因為竹科用地和用水不足，竹科必須要興建寶二水庫，才能滿足當時的用水需求。1990年代國內積體電路產業蓬勃發展，產業無法等待政府興建水庫取得水源。所以台南科學園區最初規劃時，最終平均日用水量為每天20萬噸，由嘉南農田水利會承諾會提供每日11萬噸農業用水，預估可供應園區至2010年需求。目前南科轄下有2個園區，水源供應主要

來自於南化水庫、曾文水庫、烏山頭水庫、阿公店水庫，其中烏山頭水庫係與上游曾文水庫串聯調節，台水公司藉由區域自來水管網相互連結曾文水庫、烏山頭水庫及南化水庫供水系統，增加台南園區供水的可靠度。



中科轄下共有5個園區，園區用水由石岡壩（德基水庫）、鯉魚潭水庫聯合供應，並配合水利署之相關計畫執行，以穩定大台中地區之用水需求。由於中部屬於水源不足地區，雲彰地區高度仰賴地下水，造成該地區地層下陷嚴重。中科在興建后里園區及二林園區時，都遭遇到水源不足的問題。例如后里園區在規劃時，用水仰賴鯉魚潭第二淨水廠，當地農民擔心會影響農業用水。而二林園區位於地層下陷地區，水源原本就不足，原先規劃用農業用水更是引起當地農民恐慌，在辦理二階環評後，二林園區用水量由原規劃16萬CMD大幅調降至2萬CMD。從中科用水規劃的轉變可以看出國家對於水源分配政策的轉變，與之前竹科及南科用水不足的因應方式不同，政府不再耗費巨資為產業闢建水源、或是調撥農業用水支應工業用水，而是要求園區改變產業型態，轉而發展用水量少的產業。

為因應園區產業發展所需之用水量，各管理局透過用水總量管控總用水量，園區廠商於入區時皆須提送用水計畫書予管理局審核，廠商必須達成環評承諾之用水回收率。另並積極輔導廠商節水，提升用水回收率，包括輔導廠商設置用水回收系統裝備、採用省水設備、冷凝水回收再利用以及雨水收集貯留設施等，以加強水資源回收再利用，並透過辦理節水績優表揚作業，提升廠商節水意願。從表3-4可以看出，除了新竹園區因為廠商較早進駐園區，原廠房設備規劃較早，以至於回收率較低，其餘回收率都高於八成，這樣的回收率也是遠高於區外的製造業。政策環評承諾訂定積體電路及光電產業之用水回收率，製程用水回收率平均85%以上，全廠回收率75%以上。圖3-8為台積電用水回收情形，一滴水在廠區製程可以使用3.5次。

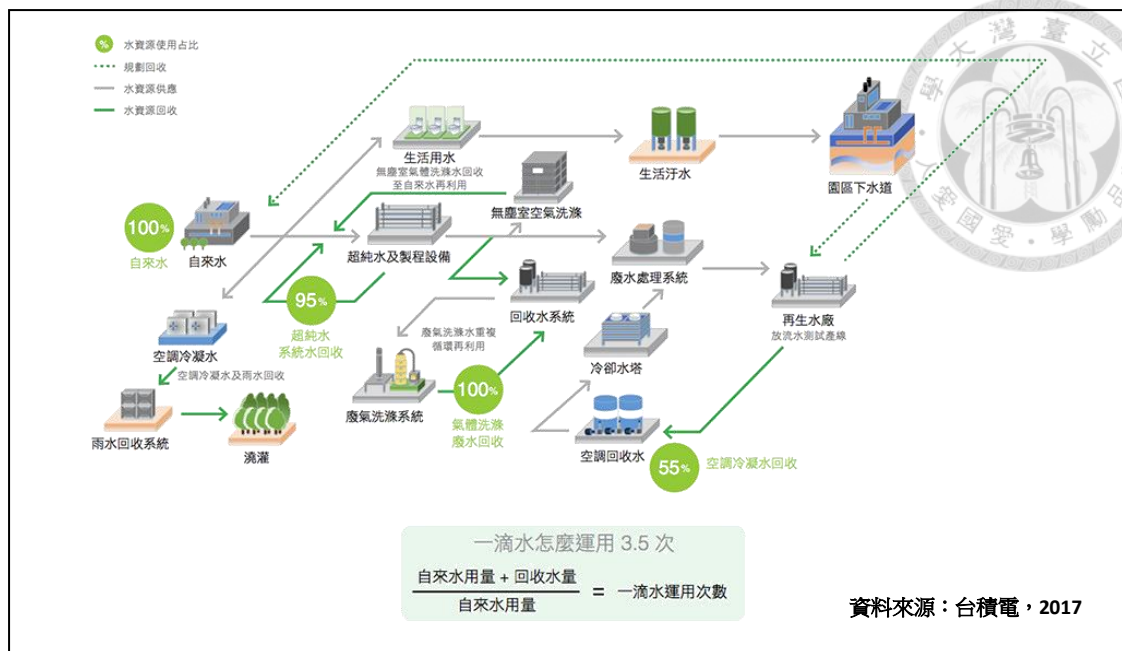


圖 3-8 一滴水在台積公司運用 3.5 次的旅程

儘管如此，對於積體電路產業而言，水仍然是相當重要的生產要素，雖然業者可以努力提高用水回收率或積極採用節水措施，但是需要大量用水的現實是不會改變的。相形之下，園區規劃時對用水水源的妥善規劃及承諾，對於產業發展就顯得非常重要。像用地一樣，用地不足將侷限產業的擴充，重新取得土地又曠日廢時，影響產業擴充時程及在國際間之競爭優勢，水資源的規劃及取得也是，當用水來源有問題時，另覓水源也是需要工程時間及經費。其次政府花費鉅資興建水庫滿足產業用水需求，相關成本並未算入水費計收，臺灣水費之低廉在國際間也是名列前茅，園區每年繳交水費總額不到整體營業額的0.1%，穩定又低廉的用水成本，是臺灣發展積體電路產業的利基之一。但是長期來看，合理的水價及用水端的積極管理，包括不同產業間水資源的合理及公平分配，恐是較開發再生水源等議題，更能對水資源提供永續地管理。

(二) 園區內供水設施

科學園區內配水系統的重要性，就如同動物身上的血管一樣重要，是園區發展的命脈。除了水庫等相關水源興建，園區內也提供有相關的供水設施，以保障

廠商有穩定的供水來源。這包括儲水設施在內，所以當園區外供水中斷時，園區內廠商還可以保有3至5天用水，另外廠商在興建廠房時，也會自建儲水設施，以確保生產用水不致中斷。有些園區地形起伏較大，園區內另建有高架水塔及加壓站等，以確保地勢較高地區也能獲得穩定的供水。

以竹科為例，六個基地都有興建相關的儲水及配水設施。新竹園區園區一、二期範圍陸續興建四個加壓站、三個高架水塔。東區加壓站內設20,500噸蓄水池與2,000噸高架水塔各乙座，寶山淨水廠輸送之自來水導入蓄水池後，藉抽水機加壓供應東區與西區用水，另於西區再設9,400噸雙層配水塔及40,000噸配水池各乙座調節供水，水塔旁設置管中加壓設備並配合西區二期加壓站，作為調節西區較高地區與二期安遷戶及高峰社區之民生用水。竹南園區設有兩座加壓站、自來水配水池及高架水塔，配水池各有25,000噸及40,000噸，高架水塔各有2,000噸之容量。另新竹園區三期興建一個加壓站及三個蓄水池，蓄水量非為40,000噸、12,000噸及3,000噸。

銅鑼園區因為位於山坡地，地形起伏大，設有三個加壓站，包含第一加壓站5,000噸，第二加壓站5,000噸及中繼加壓站3,000噸。另於園區地勢較高處興建有兩座配水池，第一高地配水池容量有20,000噸，高架水塔1,000噸，第二高地配水池亦有20,000噸之蓄存量。龍潭園區因為是既有園區併入科學園區，既有廠商已自設蓄水池，因此園區併入後興建一座3,000噸配水池供新進廠商使用。新竹生醫園區建有南北配水池各乙座，可儲水為6,627噸及6,675噸。宜蘭園區則建有加壓站一座，配水池可儲水15,000噸及1,000噸之高架水塔。

中科及南科園區，也設有配水系統，包括配水管線、高架水塔及配水池等供水設施。而且越晚開發的園區，環評時都會被要求園區要設有三天儲水之設施，以宜蘭園區為例，環評核定用水量4,500CMD，但配水池可以儲存到15,000噸。雖然相關配水設施興建也墊高園區開發成本，但相對也提升對廠商穩定供水保障。

特別是極端氣候下，缺水時配水池至少可為園區儲存三天以上的用水。下大雨或颱風時造成水質混濁，科學園區相關配水設施也可以保障3天以上有潔淨之用水可用。另政策環評承諾：新設園區儲水設施之總蓄水容量至少達園區用水量5天用水需求，擴建園區總蓄容量至少可供應園區用水量3天用水需求。

(三)補助興建自來水設施

為了園區開發及產業用水需求，除了園區內管理局興建之供水設施，區外也須興建自來水供水設施，以提升供水品質。過去自來水改善設施之經費由水公司分攤至用戶水費中回收，管理局大多數狀況無須另外編列經費補助。但是到了後期園區開發，特別是中科后里園區及二林園區開發時，自來水公司不願意支付相關費用，遂改由管理局編列相關預算補助自來水公司施作相關工程，相關之自來水設施費用則納入公共設施建設費，分攤至廠商土地租金中回收。例如后里園區供（淨）水設施，由自來水公司訂定之供水計畫總工程經費約為15.19億元，中科負擔之經費約為14.51億元。

二林園區原規劃長期用水16萬CMD，則規劃配合分擔水利署興建大度堰之經費，包括提供園區長期供水之專管、沉砂調節池等相關設施經費，總經費約59.76億元。後為配合二林園區產業轉型調整，長期用水水源將配合水利署規劃，改由彰化地區自來水聯合調配，暫估所需經費約為12億元。初期用水則依自來水公司提出之二林基地自來水供水系統調配支援供水計畫，分擔供水區域管線配合工程經費，經自來水公司結算總工程經費約1.2億元，中科管理局負擔經費約為1.13億元。



二、開拓其他水源

由於氣候變遷，水資源日漸匱乏，先進國家紛紛發展節水技術，用水回收率就是節水的一環，三個園區內的產業未來將朝向低用水製程或節水措施等方向邁進，以因應未來可能的缺水危機，同時提高用水經濟效益。由於用水的需求不斷成長，國內可以開發的水資源越來越有限，包括既有水庫淤積問題、新建水庫環評及居民抗爭議題，再生水是近幾年熱門的議題，相較之下爭議比較小，也是用水來源規劃的選項之一。目前雖然再生水處理費用遠高於自來水，而且水質也比不上自來水，惟當水源短缺時，與其缺水造成產業生產危機，再生水將可適時補上用水缺口，作為用水來源之一，因此再生水推廣也是目前臺灣政府積極推廣之政策。

目前最先導入再生水使用的是南科的台南園區，竹科和中科還在規劃階段、尚未導入。由於台南園區原先環評終期需水量為25萬CMD，2015年為因應半導體產業新製程引進之需求，增加7.5萬CMD，變更為32.5萬CMD。因此南科管理局在辦理環評變更時承諾，當園區用水量大於20萬CMD三年之內或多元供水系統完成後，以再生水取代增加之農業用水。目前南科規劃使用之再生水，包括區外（永康、安平、仁德）再生水及區內廠商產製再生水(表3-6)。

表 3- 6: 南科園區再生水廠規畫

項目	規劃再生水產水量 (CMD)	備註
區外	永康	15,500
	安平	37,500
	仁德	10,000
區內	台積電	20,000
合計	83,000	由廠商（台積電）負責建置與操作

資料來源：台南科學園區二期基地開發暨原一期基地變更計畫(第十次變更)環境影響差異分析報告。

目前規劃區外再生水廠產水後，水質項目包括溫度、pH 值、導電度等共20

項需符合一定標準，供水至南科園區內配水池後，再由南科管理局負責尿素去除並供應予園區廠商使用。另規劃回收台南園區污水處理廠放流水提供廠商產製再生水，目前規劃提供污水處理廠放流水每日4萬噸給台積電興建再生水處理廠，產製2萬噸再生水供給台積電自行使用，另2萬噸之濃排水處理至符合園區納管標準後排入污水下水道系統（如圖3-9所示）。

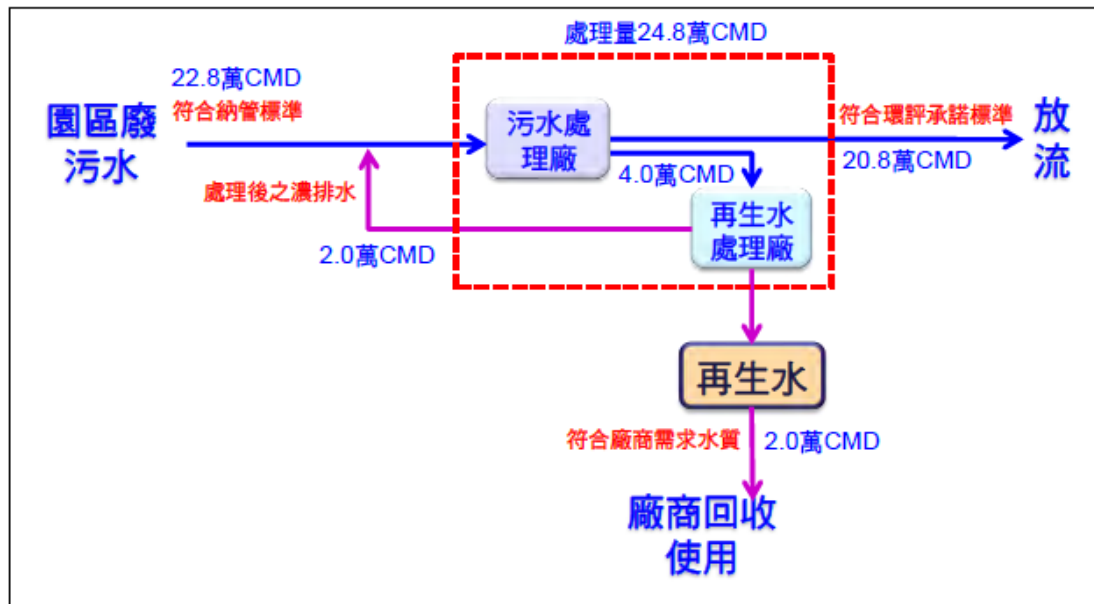
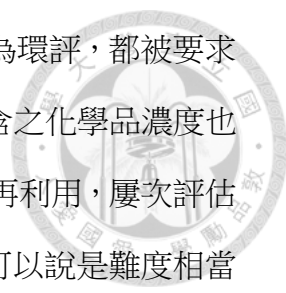


圖 3-9 台南園區污水及再生水流程示意圖

由於積體電路產業對水質的要求很高，就連自來水也需處理成超純水方可供製程使用。隨著製程技術進步，晶圓線寬不斷縮小、元件集積度不斷提升，製程洗滌超純水水質潔淨度之要求也將日趨嚴格，因為洗淨效果對半導體產品良率之影響相當大，洗淨時間需時也更長，清洗化學藥劑之使用量亦將增加，可預期清洗水量將呈倍數成長。過去也曾被要求評估使用自來水以外其他水源，如海淡水等，但因晶圓製造對水質潔淨度的高標準要求，海淡水經評估無法使用。南科為了引進半導體先進製程增加的用水量，承諾要使用再生水，因該再生水應無法使用於半導體製程，更別說是五奈米以下的先進製程，最可能是作為廠區冷卻用水等次級用水使用、或供園區內其他產業使用。

其次，園區廢水較民生廢水處理成再生水，成本更為高昂。因為園區廢污水



來自不同產業，水質所含化學成分難以預測。再者園區廠商因為環評，都被要求用水回收率要達八成以上，回收多次使用後所排出之廢污水所含之化學品濃度也會比較高，所以過去園區常常被要求就所產生的廢污水要回收再利用，屢次評估不可行的原因，也是在於水質。台南園區的再生水使用計畫，可以說是難度相當高，特別是業者承諾興建區內再生水廠部分，除了可以預見處理成本將相當高昂，所產生的水如何使用，仍有待觀察。從台南園區的再生水使用計畫，反應出水資源的捉襟見肘，產業用水來源不確定提高、及用水成本將持續增加。

「再生水資源發展條例」已於2015年三讀通過，配合該條例的公告施行，園區政策環評也承諾，未來若新設園區或新增一定用水需求之園區，位於經濟部公告「水源供應短缺之虞地區」時，則要求廠商使用一定比率之再生水。可以預見未來新設或擴建園區，當產業需要用水量增加時，再生水之承諾都將會是重要議題。承諾使用再生水不單是增加業者營運成本，再生水是否可供製程的使用，尚有待觀察。對於要求用水大戶必須使用再生水，以取得增加用水量的正當性，其所代表的恐怕是象徵意義大於實質意義。在另一方面，政府同時也需投入成本協助取得再生水，如補助再生水廠及輸水管線的興建。即使如此，在水源日益缺乏的今日，政府仍需擔保提供當時核准的用水量，包括水源的調度及興建更多的自來水設施，這也是政府協助產業發展的最佳例證。

貳、電

比起水，電對積體電路產業製程更形重要。一般晶圓廠內必須有強而有力的空調和風流，以減少落塵，維持無塵室的清潔標準，需仰賴24小時電力不間斷穩定供應。其次，隨著先進製程的導入，用電量只有增加沒有減少。相較之下，如外部供水短時間不足，製程用水可以透過園區及廠區的儲水設施，所儲備水量做為緩衝與備援，因此缺水的衝擊相對較小。但是缺電的衝擊是立即而明顯嚴重的，例如九二一大地震對晶圓製造產業最大的影響，不在於建物的損壞或是設備

的位移，而是停電造成的影響，一直要等到復電才能逐步恢復正常生產。事實上，晶圓製造製程無須到停電階段，只要電壓不穩、影響瞬間壓降，就會對晶圓廠製程造成影響、產生損失。由此可知穩定的供電，可以說是積體電路產業的命脈。

從另一角度來看，科學園區也是國內電力需求最大的單一用戶。完善的電力規劃，是積體電路產業發展的重要基礎。科學園區透過周遭及園區內供電設施的規劃，除了可以提供廠商穩定及大量的電力，同時環路的規劃，讓中間如有線路故障，由另一線路立即供電，將使製程不至於受影響。臺灣由於缺乏天然資源，電力來源高達97%仰賴進口石化等燃料，穩定的供電有賴整體國家積極推動各項產業穩定供電策略。政府為解決缺電問題，已提出以「非核家園、穩定供電、空污改善」為政策主軸，以多元創能增加供給、積極節能全民參與及靈活調度智慧儲能等執行策略，穩定並安全提供電力。

一、電力規劃

台電供電系統中大型核能、水力、火力發電廠產生電力後，需由變壓器升壓至345仟伏特(345kV)的超高壓，再利用輸電線路輸送電力，然後透過超高壓變電所、一次變電所等變電所分別降壓為161仟伏特(161kV)、69仟伏特(69kV)後，提供科學園區、工業區、高鐵和捷運等大型用戶用電，並透過配電變電所、二次變電所及配電系統再降壓分別提供一般用戶或民生用電(圖3-10)。假若電廠發電或輸電線或變電所所提供之供、輸電能力不足時，都會影響供電。

各區域內電力供應維持發電與用電相當為最佳，若區域內發電不足以供應用電需求時，必須透過跨區輸電幹線輸送融通電力支援。以106年北部地區為例，雖區域供電勉強平衡，但電源僅占全系統(34%)，用電量卻占(39%)，因此在機組運轉情況及經濟調度考量下，仍需仰賴全國電力調度因應。為配合科學工業園區開發，新竹、宜蘭、台中、后里、高雄等園區目前屬於供電較充裕之地區，變電所相關供電設備利用率仍低，尚有部份餘裕提供電力供應。

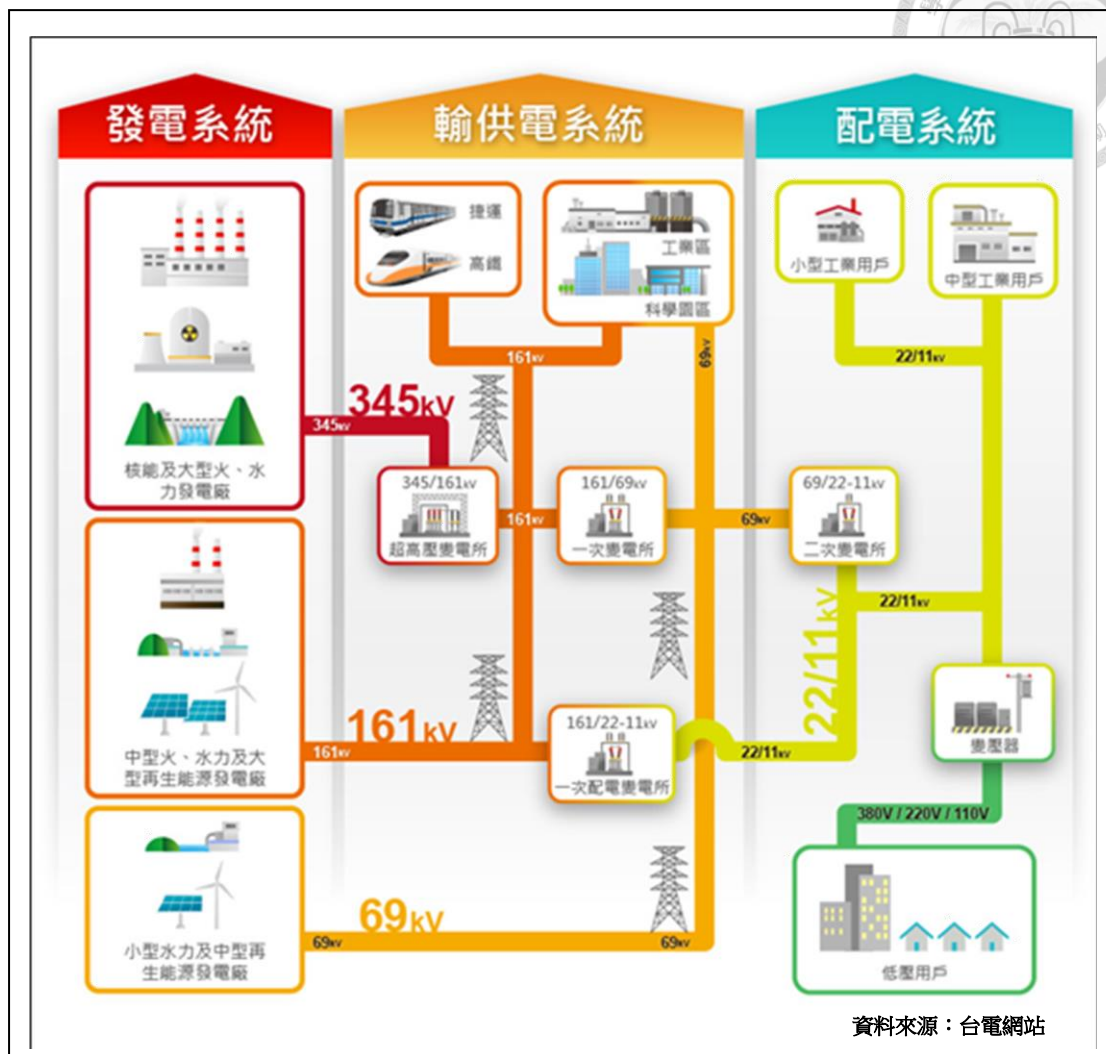


圖 3-10 台電供電系統示意圖

三大園區目前用電最高負載量約420.74萬kW（如表3-7），其中用電大戶依舊是竹科，到2018年底實際用電負載最高為184.08萬kW，其次為南科142.37萬kW，中科為94.29萬kW。目前竹科的實際用電負載量，約是中科的兩倍。但是從核定最終用電負載量來看，則是南科最高，達399.5萬kW，三園區目前被核定最終用電量為1002.66萬kW。以台電2017年裝置容量來看，為4188.6萬kW，三園區需要的電力供應是相當驚人的。園區面積不到全國面積的0.1%，但用最終用電量卻高達全國約四分之一，實際用電量也占全國供電能力的10%，園區堪稱用電大戶實不為過。為掌握並管理園區電力供應，管理局透過審核入區廠商之用

電計畫書，要求廠商提出節約用電策略，使用省電裝置，以降低用電需求，達到管控園區廠商總用電量的目標。



表 3- 7: 園區用電最高負載量表

園區別	所轄基地	核定用電負載 (萬 kW)	實際用電負載(2017 年最高負載, 萬 kW)
新竹科學工業園區	龍潭園區	59.92	15.88
	新竹園區	183	144.51
	竹南園區	40.69	21.18
	銅鑼園區	17.47	1.99
	生醫園區	2.93	0.51
	宜蘭園區	7.2	0.01
	小計	311.21	184.08
中部科學園區	台中園區	102(台中) 60(擴建)	72.93
	虎尾園區	16	1.89
	后里園區	40.7(后里) 28.46(七星)	19.34
	二林園區	38.83	0.07
	中興園區	5.96	0.06
	小計	291.95	94.29
南部科學園區	台南園區	299.50	123.25
	高雄園區	100	19.12
	小計	399.5	142.37


註：統計至2018年12月，核定用電量以近期通過之環評(環差)總量填列。

(本研究整理)

表 3- 8: 產業穩定供電策略之預期效益

民國年 項目	106	107	108	109	110	111	112	113	114
負載預測 (萬 kW)	3,617.0	3,654.6	3,698.1	3,746.8	3,799.5	3,855.1	3,913.0	3,972.3	4,032.3
淨尖峰供電 能力(萬 kW)	3,887	4,087	4,261	4,328	4,391	4,438	4,607	4,649	4,691
備用容量率 (%)	7.5	11.8	15.2	15.5	15.6	15.1	17.7	17.0	16.3
備轉容量率 (%)	2.5	6.8	10.2	10.5	10.6	10.1	12.7	12.0	11.3

註:摘錄自中華民國經濟部產業穩定供電策略簡報 (2017年11月8日)



由於非核家園政策，規劃核能發電設備於114年前停止運轉，如期除役，目前核電約占供電來源的12.3%。為了提供產業穩定並安全的電力供應，自2019年起備用容量率維持在15%以上，備轉容量率10%。要取代核能並提升備用容量率，電力來源的規劃就更具備挑戰。參考經濟部產業穩定供電策略之簡報資料(表3-8)，政府目前積極推動各項產業穩定供電策略，自2017至2025年增加燃氣機組889.6萬kW、燃煤機組100萬kW及擴大再生能源占比達20%，以達成至2025年時，達成尖峰負載4,032萬kW、淨尖峰供電能力4,691萬kW之目標。

二、輸電規劃

有了電力來源的供應，像供水一樣，園區內外的輸電規劃也很重要，關係到如何將電力穩定而可靠地輸送到廠商端。新竹園區是臺灣第一個科學園區，大約四十年前在園區規劃時，臺灣電力公司給管理局兩個輸電選擇，一採地下埋線方式，一為採用電線桿。前者比後者貴一億新台幣，當時一億多是個大數目，對照當時土地徵收每公頃收購價為一百三十萬元，就可以看得出來。管理局覺得電線桿與高科技園區會扞格不入，沒有省去這筆錢(何宜慈、何邦立，2004)。今日園區除台電高壓線過道外，所有電力電信的線路都埋在地下，也算是開風氣之先，後來臺灣城市線路也是朝地下管線方式辦理。

第二座科學園區—南科也是開風氣之先，是國內第一個採用345kV長程地下輸電電纜線路，全長約2,700公尺，其路徑起自麻豆與善化交界曾文溪畔之架空連接站，沿南122道路、嘉南大圳善化支線、178縣道於慈光三村附近、安順大排，終至台南科學園區內之南科超高壓變電所(葉輝雄，2010)，於園區內規劃專屬的超高壓變電所，直接以345kV超高壓輸電線回線送電至園區，再以161kV環路供電的方式送電至園區的用戶。從路徑規劃、測量、試挖、鑽探、設計、施工至竣工，台電相關人員排除萬難完成，費用高達新台幣140億元。這在國際間也是領先的工程，而用戶線方面也儘量地下化，以降低外部事故造成線路停電的機

率，進而使台南科學園區供電更加穩定。

中科台中園區在開發時，參考新竹及台南園區用電情況，並考量半導體產業將採較精進製程及規模，於基地內一開始就規劃設置1座超高壓及配電變電所，及2座配電變電所，新竹園區到2018年才有1座超高壓變電所—竹園超高壓變電所加入供電系統，之前則是由龍山、龍明、龍秀、龍松、龍梅等5座配電變電所供電。只是和自來水設施一樣，竹科、南科供電系統費用多為台電支付，中科開發時程較為緊迫，等不及國營事業慢慢編列預算執行，相關預算由管理局編列，之後納入土地改良之公共建設費用，分攤至廠商繳交之租金回收。

為了提升園區供電穩定度，設置有電力品質會議，由各管理局邀集園區同業公會水電委員會及台電公司定期召開電力會議，以檢討及提升電力品質。另外針對發生之電力事故，定期召開事故檢討會議，請台電公司及發生事故廠商針對事故原因檢討改進。為提升園區整體供電系統安全及預防電力事故發生，並提供園區廠商各項電力安全、管理制度諮詢，針對曾發生電力事故之廠商，至廠內實地進行電力安檢輔導，針對每一個案提出改善建議。

三、節電措施

為因應未來新園區用電需求之成長，配合綠色能源政策，加強園區節電績效，提升能源使用效率，推動廠商利用再生能源等，透過創能、節能、儲能，達成園區永續經營之目標。為管控園區用電管理，科技部訂定「科技部科學工業園區水電輔導管制辦法」，針對用電總量、節約用電等做積極管控。有關園區之節能措施，園區管理局結合產、官、學等組成節能輔導團隊，協助園區廠商辦理節能作業，透過對園區廠商能源使用診斷評估及提出節能改善措施等方式，降低能源使用量，截至目前為止三大園區節約用電潛勢量3.55億度/年（如表3-9）。

表 3- 9: 三大園區節約用電潛勢量

園區別	節約用電潛勢量(億度/年)
新竹科學工業園區	2
中部科學工業園區	0.55
南部科學工業園區	1
總計	3.55

註:統計至2018年12月。

(本研究整理)

大用電透過裝設再生能源設施、節能設施或購買再生能源憑證等，以減少大量用電對環境造成的衝擊並善盡企業之社會責任，各園區再生能源設置量如表 3-10，朝向園區永續經營之目標邁進。其次政策環評也承諾未來新設科學園區，應視當地再生能源環境條件，設定各園區再生能源直供、轉供或太陽光電設置比例；具良好再生能源環境者，應以建構在地微電網為目標進行相關公共設施、設備規劃，以促進再生能源發展。

表 3- 10: 三大園區再生能源設置量

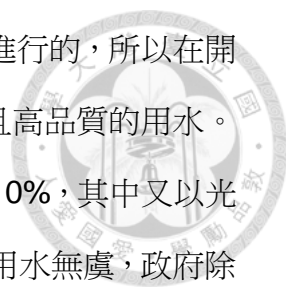
園區別	再生能源設置量(MW)
新竹科學工業園區	16.49
中部科學工業園區	35.04
南部科學工業園區	27.85
總計	79.38

註:統計至2018年12月。

(本研究整理)

參、小結

科學園區提供積體電路產業業者群聚的優質環境，除了大面積土地供建廠外，穩定的水和電，是保障晶圓持續生產的關鍵因素。由於晶圓製程需要大量的水清洗晶片，而且是比自來水還乾淨的去離子水(超純水)，另外也需要大量且穩定的電力，稍有電壓不穩就會造成製程中斷並發生損失，所以穩定的水電供應，可以說是晶圓製造的關鍵，也是晶圓製造業者群聚科學園區的原因之一，在政府建構的完善基礎建設保障下，園區有專人負責規劃及協助，以確保園區水電供應無虞。



在水資源部分，從竹科開發開始，用水來源的規劃是同步進行的，所以在開發新竹園區的同時，政府也在興建寶山水庫，以供應園區穩定且高品質的用水。目前全台科學園區十三個基地，用水量約佔每日全國工業用水10%，其中又以光電業與積體電路產業占園區用水九成以上。為了確保園區產業用水無虞，政府除了在園區用水來源妥為規劃，不同水庫間可以互相支援調度，在園區內，每個園區都建置有儲水及配水設施，環評也會要求至少需儲存園區三天以上用水備用，廠商端也會建置儲水設施，以確保萬一供水中斷時，產業用水無虞且生產不致於中斷。然而在水資源日益缺乏的今日，業者對於供水投入的成本也日益增加，包括對於輸水設備及管線的補助，以及規劃使用再生水等。儘管如此，政府對於原先核准用水量的承諾還是不會改變，會盡力提供產業穩定且充足的供水。

相較於水，積體電路對於電的需求更形重要，晶圓廠內為減少落塵，維持無塵室的清潔標準，必須有強有力的空調和風流，電力需24小時不間斷供應為必要生產要件，而且隨著先進製程的導入，用電量的需求只有增加沒有減少。科學園區是國內用電需求最大的單一用戶，科學園區透過周遭及園區內供電設施的規劃，提供穩定且持續的供電。其次園區內輸電設備，也是不計成本，採用國內最高規格之設備。例如新竹園區開國內風氣之先，當年規劃就將所有電力電信的線路都埋在地下；南科也是國內第一個採用345kV長程地下輸電電纜線路，以及園區內或周遭都建置有超高壓變電站，以提供園區廠商高品質之電力。與水資源一樣，國內電力供應成長落後於需求成長速度，再加上特別是非核家園政策、核能發電設備規劃於114年前停止運轉，國內供電長期規劃更形重要，也是產業界非常關切的課題。與水資源一樣，近年來園區管理局積極輔導廠商推動節電措施及裝置再生能源，但是因為園區產業，特別是積體電路產業，對於電力需求非常大，相關節電及再生能源裝置，也是象徵意義大於實質意義。要滿足產業新增電力需求，仍須仰賴政府持續推動興建新的發電設施以提供穩定且充足的供電環境。

第三節 污染總量管制



積體電路產業群聚在科學園區的另一個優點，就是污染總量管制。自1987年行政院衛生署環境保護局升格為「行政院環境保護署」(以下簡稱「環保署」)以來，環保署主管環境基本法、環境影響評估、水污染防治、飲用水管理、廢棄物清理、空氣污染防制、噪音污染管制、公共環境衛生等業務，對環境污染之管制日趨嚴格，某種程度也反應出社會大眾對環境議題的重視。積體電路產業特別是晶圓製造及封裝測試製程，必須要使用許多化學品，排放物包括空氣、水、及廢棄物，都是受管制的項目，也深受外界民眾關注。

科學園區由於已辦理環評，也就是管理局完成整個園區環評後，入區事業不必再向環保機關申請環評，可大幅節省事業單位投入營運的時間及成本。晶圓製造產業不但是用水用電大戶，也是污染物排放大戶，透過管理局完成環評程序，也相對節省其時間及成本，同時業者也不必自己直接面對民眾與地方政府，可以安心專注在本業。例如2000年聯電五廠環評案，就是一個最好的例子，聯電新建好之晶圓廠被新竹市環保局以建廠前沒有做環境評估的理由要求立刻停工，連續開罰，並要求廠商支付地方政府交通、及環保建設之回饋金(洪淑珍，2000)。這事件所幸發生在園區內，在管理局、國科會等中央相關主管部會介入處理，事件終告和平落幕，聯電並未支付新竹市政府回饋金。另環保署將各項環保許可審核及管理作業，依法委託管理局辦理，藉由單一服務窗口可縮短廠商許可取得期程，強化產業之競爭力。

其次廠商在進入科學園區營運之後，管理局會針對環評承諾事項及所核發之環保許可進行追蹤和查核，廠商必須遵守其被許可之排放標準、操作條件及承諾之相關事項，否則管理局會轉請地方政府環保局開罰。對業者而言，雖然要遵守的義務沒有改變，在園區外一樣須遵循污染排放及環保法規相關規定，但是透過

管理局居中輔導機制，例如追蹤稽核、大廠帶小廠、分享空污、水污與廢棄物等污染物處理經驗，有助於業者強化自我改善及提升相關處理能力。

每個科學園區，都設有污水處理廠，雖然業者必須達到納管標準方可排入，而且使用者付費，不同污水水質會收取不同費率的污水處理費，但是納管標準仍較園區的排放標準低，透過園區的污水處理廠處理成合於排放標準，業者相對可以減少污水處理成本，也可以不必直接面對來自地方的壓力，由管理局負污水排放符合環評及放流水標準之責。此外，晶圓製造業者所產生的大量廢棄物，透過園區管理局的源頭減量及回收再利用輔導機制，有助於廢棄物減量及去化。

壹、廢水共同處理

科學園區採雨污水分排機制，所有的污水、包括生活污水及製程污水，通通集中到污水處理廠處理。根據現有13座園區的環評及監測資料，對於水體水質影響可量化的污染負荷項目以懸浮固體、化學需氧量及生化需氧量為主，其中懸浮固體及生化需氧量項目也同樣是水體水質分類標準中的評估項目，根據環評承諾的排放水質均已較一般放流水標準嚴格，目前各園區環評承諾值與排放量參見表3-11，各園區廢水水質要求數值不盡相同。一般而言，越晚通過環評的標準越為嚴格。

表 3- 11： 園區之廢水排放水質監測結果

園區	環評承諾水質 (mg/L)			實際廢水水質 (mg/L)		
	SS	COD	BOD	SS	COD	BOD
新竹	10*	80	15	7.3	21.8	8.7
竹南	16	66	16	6.4	32.3	3.8
龍潭	10*	80	10*	2.8	42.5	2.0
生醫	300	600	300	5.8	30.8	2.9
	(納入竹北下水道系統)					
銅鑼	5	40	10	<1.4	6.5	0.3
宜蘭	20	80	20	0.2	8.3	1.6

園區	環評承諾水質 (mg/L)			實際廢水水質 (mg/L)		
	SS	COD	BOD	SS	COD	BOD
台中	20	80	20	14.2	45.8	10.5
虎尾	20	80	20	11	27.7	1.6
后里	10	80	10	4.7	34.5	1.9
七星	10	60	10	5.8	24.9	1.8
二林	15	60	15	—	—	—
高等	15	80	15	29.7	23.5	3.0
台南	30	100	30	9.1	25.8	7.8
高雄	30	100	30	9.2	30.8	9.4

*為連續7天平均值 資料來源：彙整各園區環境監測成果，取2016年12月每日污水量的最大值，表中生化需氧量 (Biochemical oxygen demand, BOD)、化學需氧量 (Chemical oxygen demand, COD)、懸浮固體 (Suspended solids, SS)。(本研究整理)

各園區已建置系統智慧雲端平台，將所有監測數據與目前污水廠監控資訊進行整合，強化園區對下水道系統相關事務的妥善管理，並於污水廠放流口及重要與水放流口等處設置水質(量)自動連續監測及遠端監控(攝錄影機)，各站監測數據可即時傳輸至污水廠中控室，有助於掌握現況大幅提升管理效率，對於污染事件責任歸屬亦可即時釐清確認。鑑於園區放流水最終承受水體為周邊溪流等水域，未來可結合各單位數據進行綜合性研判，一方面釐清責任歸屬，亦可提供相關主管機關(如環保單位、水利單位)做為水污染總量管制等相關參考。

因應環保署公告施行的科學工業園區污水下水道系統放流水標準自2017年起將氨氮濃度管制值設定低於30mg/L，各園區紛紛採取因應措施。以新竹科學園區污水處理廠為例，採源頭減量管制及污水廠處理效能提升的方式雙管齊下，其他園區則暫以源頭管制模式達成目標。新竹園區污水處理廠增設除氮處理程序，以「缺氧好氧—薄膜生物反應系統(AO+MBR)」處理廢水的氨氮濃度。AO+MBR分兩階段施工，第一階段A區處理量為35,000 CMD，第二階段B區處理量為20,000CMD，共耗費新台幣8.85億元。AO+MBR處理效能良好，氨氮削減率達95%以上，使得放流水氨氮濃度值可穩定達成環保署管制科學工業園區氨氮放流

水標準低於30mg/L之目標。

除了興建污水處理廠，中科台中園區及后里園區還建置有污水放流管工程。由於地方民眾擔心科學園區污水排放到河川，會污染、影響灌溉用水，所以環評時要求園區需建置專管，將園區產生的污水排放到海洋。台中園區污水放流管全長約21公里(管徑計有2,000與2,400mm兩種尺寸)，共分為四標，總經費約58億元，目前台中園區放流管已正式通水啟用。后里園區污水放流管工程埋設管徑為2,000mm，總長度約17.9公里，總經費約28.8億元，也已完工啟用。建置污水放流管除了工程耗時、費用高昂，工程本身推動起來也是困難重重。由於管線施工地點主要是在區外，路證及施工許可都需要地方政府同意，而且工程進行期間，對居民生活產生的衝擊及影響也比較大，甚至都會要求補償或經費回饋，一般私人企業很難有能力獨力建置專管，這也是科學園區提供廠商的協助之一。

除了污水處理廠針對園區廠商所排入的污水進行管末處理外，針對源頭產生污水的廠商，管理局會定期與不定期檢測所排入下水道系統的水質是否符合納管標準，當檢測水質異常時除要求其限期改善外，針對違規廠商加重計收污水處理費，直至完成改善為止。管理局並依最新法規標準以及環保趨勢，滾動式檢討修訂納管標準，藉由源頭管制與管末處理雙管齊下，以確保園區放流水符合環評承諾及放流水標準。

貳、廢棄物回收再利用

園區廢棄物處理負荷量涉及園區產出廢棄物總量與鄰近廢棄物處理設施餘裕量的關係，根據各園區統計資料(表3-12)，實際產出量與環評推估最大量尚有差距，目前園區事業處理方式包括回收再利用、自行處理、委託合格之公民營廢棄物處理機構處理，有害廢棄物則交由甲級廢棄物處理機構處理，各園區廠商委託之處理機構除花東外皆有地域分佈。根據環保署統計資料，全國焚化廠處理餘裕量截至2012年12月為止尚有約每日6,483公噸的餘裕量；而全國甲級廢棄物處

理機構則高達98家，月處理能力達20萬噸以上。

科學園區管理局多年來除定期辦理廢棄物減量及再利用技術宣導說明會，提供園區廠商相關技術資訊以外，亦不定期邀請專家學者進廠辦理事業廢棄物減量及再利用輔導現場作業，提供廠商相關建議，以源頭減量、回收再利用為優先原則，包括：溶劑減量、光阻減量、濾材減量、Lamp 燈管減量、廢包材減量、污泥含水率減量、化學品減量及減少水洗次數等，無法再利用之廢棄物才以焚化或掩埋方式處理。

表 3- 12: 2016 年平均每日園區之廢棄物產出量統計

園區	環評推估量 (噸/日)	實際產出量 (噸/日)
新竹	541.4	437.28
竹南	203.87	98.09
龍潭	291	80.68
生醫	13.68	0.07
銅鑼	24.17	3.51
宜蘭	8.97	—
台中	280	132.91
台中擴建	107.4	8.04
虎尾	35	10.98
后里	125	18
七星	391.5	17.82
二林	647	0.21
高等研究	86.88	0.06
台南	306.49	107.91
高雄	145	8.20

註：均不含資源回收及再利用率。

(本研究整理)

表3-13是三園區2017年度各產業廢棄物產出量統計，全年申報總量為807,828公噸，該年度全國廢棄物總量為18,500,040公噸，園區廢棄物產生總量約占4.37%。以產業別來看，積體電路產業廢棄物產生大戶，產生量約占全園區六成，加上光電產業廢棄物約占園區廢棄物總量九成以上。但是積體電路產業廢棄物因為純化程度高、具備再利用價值，廢棄物再利用率在各產業間也最高，再利用率可以到九成以上。園區整體平均再利用率高達88.76%，政策環評承諾未來園區半導體製造業再利用率應達86%以上、光電元件製造業應達80%以上。透過事業廢棄物減量、循環再利用，以降低事業廢棄物對環境的衝擊，邁向資源永

續循環之目標。



表 3- 13: 2017 年園區各產業廢棄物產出量統計

產業別	積體電路	光電	電腦周邊	通訊	精密機械	生物科技	其他	合計
申報總量	488,063	245,420	6,719	916	3,759	6233.55	56,718	807,828
再利用量	452,486	211,780	3,653	576	1,342	5336.97	41,868	717,041
占比	60.42%	30.38%	0.83%	0.11%	0.47%	0.77%	7.02%	100.00%
再利用率	92.71%	86.29%	54.37%	62.87%	35.69%	85.62%	73.82%	88.76%

(本研究整理)

表3-13中其他類別的主要廢棄物為園區污水處理廠所產生的污泥，污水處理廠普遍設有脫水機房，視污泥脫水機效率可將污泥含水率自95%以上降至60%-80%，污泥體積減量率達75%以上。管理局在汰換污泥脫水機時，儘量選用脫水效率較高的機組，以降低事業廢棄物對環境的衝擊。

參、環境監測與總量管制

科學園區環評均訂有環境監測計畫，管理局每年編列預算對相關環境監測數據長期監控，如有異常，會找出原因。這些監測數據除了向中央及地方環保單位申報，並公布於網站，相關環保主管機關也會不定期稽查。此外，為了加強科學園區環境保護工作，各園區管理局針對各個園區也會自主管理，聘請專家學者、環保主管機關、鄰近村里長、環保團體及園區事業廠商代表，聯合組成「環境保護監督小組」，並依園區規模大小，定期每2~6個月召開會議檢討，項目包括環境監測結果、下水道系統操作維護、環保許可審查、空品測站執行現況、推動資源回收再利用、溫室氣體管理及輔導、推動環境教育設施場所等。

由於各園區均設定污染物排放總量，廠商新進駐或擴增產能時需先提具污染總量預估，並經各項環保許可審核通過後始可營運。以空氣污染管制為例，管理局分為「投資申請」與「營運管理」兩階段管制，以環評核定污染總量作為管制上限基準，對園區各事業排放量進行核配，總核配量均不得超過環評核定總量。

各園區環評空污總量管制項目依園區別略有不同，主要共同項目為硫酸、硝酸、鹽酸、氫氟酸、磷酸、氯氣、氨氣及揮發性有機物等半導體及光電產業所常見之污染物，針對各事業所核配之空污排放量則是以固定空氣污染源許可進行管制。

管理局審核園區事業單位提出的固定空氣污染源許可、水污染防治措施計畫書、事業廢棄物清理計畫書、事業廢棄物再利用以及總量管制排放量等申請案，並針對領有許可的廠商進行查核，以掌握廠商是否有依許可內容進行操作，若有缺失將進行輔導以及追蹤後續改善情形。對於業者而言，由於產業製程不斷創新，常需使用新的化學品或產生出新的排放物質，管理局做為科學園區目的事業主管機關，較其他機關熟悉高科技產業特性，比較能針對產業特性與時俱進，提出有效且開創性之管理作為及辦法。其次，同類型之產業高度集中在科學園區，管理局也可收集中管理之效，大廠環保措施相關經驗可以與小廠分享，產業群聚所形成之市場規模，也足以吸引相關業者提供服務，例如廢棄物處理，小廠可結合大廠的量，以吸引業者入區載運清除處理。

管理局做為環保目的事業主管機關的另一個好處，就是做為業者與民眾之間的保護筏，透過園區總量管制及自主管理機制，民眾民眾有環保相關問題均可直接找管理局協商，也不必擔心環境受到污染而求助無門。

肆、小結

積體電路產業群聚在科學園區的另一個優點，就是污染總量管制。自1987年環保署成立以來，對環境污染之管制日趨嚴格，某種程度也反應出社會大眾對環境議題的重視。積體電路產業特別是晶圓製造及封裝測試製程，必須要使用許多化學品，排放物包括空氣、水、及廢棄物，都受到空氣污染防制法、水污染防治法以及廢棄物清理法等環保法規的管制，也深受外界關注。由於科學園區環評採總量管制，也就是管理局完成整個園區環評後，入區事業不必再向環保機關申請環評，只要向管理局提出環保許可申請，管理局就已核定之總量範圍內，進行

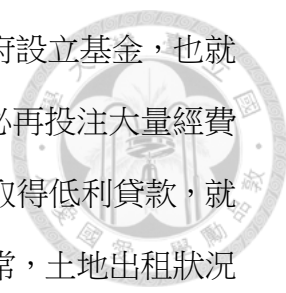
審查及分配，節省事業單位投入營運的時間及成本。

除了污染總量管制，園區也提供許多環保相關事項的輔導及協助，以提升、強化處理能力，例如廢棄物減量、循環再利用及溫室氣體減量等，以及建置環境監控機制，不僅定期進行監測，長期監測數據均公開上網提供外界查詢。科學園區完善的基礎建設之一，就是建置有完善的污水處理設施，及污水排放專管，不僅確保廠商處理污水符合標準，廠商也不必耗費巨資興建、管理相關設施。由於晶圓製造產業不但是用水用電大戶，也是污染物排放大戶，透過科學園區的污染管制機制，省去辦理環評、污水處理以及與民眾協調的程序，可更加安心專注在本業。

第四節 小結：政府建構完善基礎建設

由於時空上的巧合，在臺灣，積體電路產業與科學園區的發展緊密結合。從這一章的討論，總結科學園區對積體電路產業的好處，就是可以提供產業擴建所需大區塊的土地、充足而穩定供應的水和電、還有完善的污染處理設施，讓積體電路產業、特別是晶圓製造及封裝業者所產生的大量廢棄物，都能夠妥善處理，污染排放能夠符合國家規範標準。所以積體電路業者，特別是晶圓製造業者，會集中在科學園區，而IC設計業者及封裝測試業者，為了靠近其夥伴及客戶—晶圓製造業者，也向科學園區集中，形成所謂的產業群聚效應。科學園區之可以具備吸引晶圓製造業者進駐的誘因，是基於國家政策，尤其是相關經費的支持，更是貫徹相關政策的關鍵。

在第一座科學園區的時候，相關經費都是由公務預算支應，雖然當時向十大建設一樣，時程急迫來不及編列預算，甚至還動用到預備金。由於依照科學園區營運模式設計，進駐園區的事業除了必須繳納土地或廠房租金，另外還需依營業額繳納管理費。換言之，營收越好的廠商要繳得越多，科學園區如果引進具發展

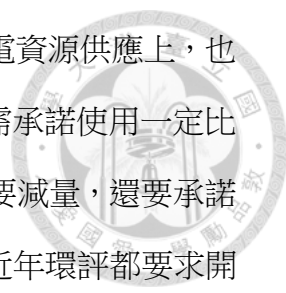


潛力的產業，營收可以逐年成長，財務具備自償能力，所以政府設立基金，也就是科學園區作業基金。這樣的基金機制好處多多，首先政府不必再投注大量經費關建園區及興建相關基礎設施，只要出借政府的信用、向銀行取得低利貸款，就可以取得園區興建時所需之大筆資金。其次，園區只要營運正常，土地出租狀況良好，所投注之成本，包括土地購置費用、公共建設興建費用，都可以慢慢回收。

園區作業基金收入來源，主要是租金、管理費、及污水處理費三大筆收入。當園區的投資自償後，例如新竹園區在2016年負債額度為零，帳上除了多了土地及建物等資場，之後每年增加收入，又可以用在其他園區的還款，財務狀況相當健全。所以在2000-2010年園區全台遍地開發時期，曾經外界質疑作業基金負債高達千億，事實證明園區是有償還債務能力，所回收的經費又可以繼續用在未來園區之開發。2010年後因應台積電先進製程的投資案，都是建廠經費非常巨大之投資案，為因應業者緊迫之建廠時程需求，中科及竹科進行擴建、台南園區進行環差變更，雖然政府仍需投入經費，初期可以幫廠商分攤成本，但是預期新製程所帶來的龐大商機及收入，相關投資興建及擴建園區經費日後將可透過收取相關費用百分之百自償。

科學園區在政府大力支持下，提供完善之土地規劃，高品質的水電供應，以及污染防治機制與處理設施，提供進駐事業便利的服務，使其可以專注於本業，致力於從事創新技術與產品的開發，政府保障之完善基礎設施，成為產業發展之堅實後盾與良好基礎。產業經營績效良好，又會有擴廠、擴充產能的需求，造成產業與園區發展間的正向循環，也是產業發展越好，園區規模及面積也會隨之擴大。

從1980年聯電成立、竹科設立，可以看出積體電路產業與科學園區共存共榮、快速成長的趨勢。但是這樣的趨勢在2010年產生轉變，首先園區擴建速度暫緩，一連串的環評敗訴事件，園區開發主管機關—國科會承諾辦理政策環評，



且在政策環評通過前，不新設科學園區。除了土地資源，在水電資源供應上，也被重新檢視，新增用量困難重重，政府機關會要求開發單位必需承諾使用一定比例的再生水及再生能源。污染排放也是如此，不但要求污染物要減量，還要承諾提出積極的抵換措施，例如VOC及PM2.5兩項污染排放物質，近年環評都要求開發單位必須規劃及承諾新產生之量必須有實質抵換措施。

這樣的轉變是國家對產業的支持轉變了嗎？從整個臺灣發展積體電路產業的歷程，我們可以明顯看到國家與市場及社會的鑲嵌，國家的自主性與廠商的利益緊密結合，科學園區是最好的例子，國家投注資金、資源建置完善的基礎設施，以提供產業發展的最佳環境。從另外一個角度來看，也只有國家有能力提供這樣的作為，讓當時國家想要發展的積體電路產業，在科學園區內享有更為優異的生產條件與環境，進而累積產業在國際間之競爭優勢。2010年以來的轉變，某種程度代表產業能力提升，要求產業需負擔更多成本，但是主要原因應該是國家不只專注於追求經濟發展價值，環境永續、資源的公平及合理分配，也是國家關注的重要價值，甚是涉及政府正當性的關鍵議題。國家自主性及能力展現在經濟發展以外之議題，例如要求產業使用再生能源、再生水等，產生的效益仍有待觀察。

第四章 產業的基礎—人才培育



臺灣是個天然資源貧乏的國家，唯一有利於產業發展的利基，就是人力資源。優秀的人力是產業發展的基礎，透過不同管道的人才培育，為產業培育出發展的充沛的人力資源，正是產業永續發展、源源不絕的動力。在1950年代末期及1960年代，教育的普及也是東亞國家的發展重點。當時社會普遍貧窮，國家主要是在藉由設計及推動相關訓練課程以提升勞動力素質(Dollar and Sokoloff, 1994: 8)。臺灣在1950年代末期及1960年代，推動國民義務教育，藉由國小六年基本教育的普及，提高民眾識字率及國民素質，同時也促進勞動生產力的提升。在探討東亞國家經濟快速成長的現象或原因之一，就是勞動生產力的大幅提升，1960年代透過發展勞動密集產業，不但成功達到進口替代，甚至擴大出口，帶動國家的經濟成長。

以1960及1970年代的南韓及臺灣為例，都是以外銷導向為主，產業政策重點在利率及貨幣政策，和教育所帶來的人力資本累積(Ho, 1978; Kuo, Ranis, and Fei 1981; Wu, 1971; Mason et al., 1980)。兩個國家都維持穩定的匯率以發展出口導向，甚至以進口原物料免稅來鼓勵國內產業發展出口。不過在當時產業發展的類別尚不明顯，所以產業發展政策偏向所有產業類別都可以適用，而共通的發展策略之一就是要累積的是人力資本，特別是產業技能及技術，結果就造成出口導向的產業策略，造成技術發展及勞力密集產業蓬勃發展。換言之，相對開放的貿易策略，促成人力資本及技術的積累(accumulation)(Dollar and Sokoloff, 1994: 7)。

但是到了1970年代中期到1980年代中期，臺灣確定要發展積體電路產業，除了延續之前以出口為導向、以利率、貨幣政策來維持臺灣產業出口競爭力，1970年代特別值得一提的兩大策略，一是在人力資本積累及技術發展部分，例

如創設工業技術研究院從事技術研發及技術移轉等；另一是透過租稅優惠及提供產業用地，以鼓勵新興產業在臺灣生根發展，例如以獎勵投資條例針對此策略性產業給予優惠稅制、設立新竹科學工業園區鼓勵了許多中小企業投入半導體產業和電子、電腦產業等。這些措施，常被學者舉為發展型國家的典範(Weiss, 1998: 78)。

有關產業用地及提供產業發展所需相關優惠措施，在本論文前兩章已討論，本章將探討人力資本累積部分，特別是國家對於引進新興產業，主動規劃及促成相關人才培訓及養成部分，在產業發展起始階段，這部分是無法期待藉由環境、或市場機制自發性產生。從國家創新體系的角度來看，四種成員：企業、政府、大學、研究單位之間的互動關係，是創業者可以優為利用的資源，也是決定一個國家社會創新效率的關鍵因素，簡稱產、官、學、研(林垂宙，2013：47)。由於積體電路是在臺灣是1970年前後才出現的新興產業，產業人才從無到有，及後續大量產業人才的培育，關係產業的發展、與成功與否的關鍵。政府決定發展此一新興產業，人才培育是最早政府推動的相關政策之一。

本章在探討臺灣為發展積體電路產業，在人才培育及人力資本積累所做的投資及努力，本章將從四個面向來探討，第一是學研機構對積體電路人才培育，包括學校教育，相關師資及大專院校相關科系應屆畢業學生及碩博士生的培育，及學校透過相關研究計畫、來培育相關人力及技術，另外還有臺灣獨特的替代役制度，也讓企業在學生畢業投入就業市場的中間階段，提前招募及培訓人才。其次是研究機構，包括工業技術研究院及相關國家研究機構等，透過研究機構擔任學界及產業界的橋接單位，在技術發展及人才培訓，提供前端技術研發及後端產業應用的良好橋接與媒合平台。第三是產業自身培育的人才，積體電路在臺灣成長生根近四十年最重要的部分，就是與產業發展同步，由企業逐漸茁壯、同時也培養、衍生出的人才鏈結，這個部分將以人才樹概念來說明，如何透過產業聚落的逐步布局、發展完整，為臺灣產業培育無數相關專業人才，也為臺灣積體電路產

業奠定了堅實的人才命脈。



第一節 學校奠定培育基礎

華人社會向來有一種根深蒂固的觀念：「萬般皆下品，唯有讀書高。」認為會讀書的人是了不起的，而讀書人為了自我的成長、社會地位的提升，自己也會不斷努力，而升學是大眾公認的最有效途徑。臺灣人對升學及教育的重視，使得臺灣年輕人受到良好而專業的教育訓練，培養出能快速整合有利的資訊，且能理性思考的工程師和專業人才。在資訊時代因為有這些高素質的人才投入企業中，才產生了臺灣強大而有效率的生產力和創造力，同時做出品質良好、價格又低的產品。

傳統上國人偏好栽培子弟成專業職業人才，如醫師、教授、工程師、會計師、律師等。但臺灣在戰後的前二三十年，醫師名額較少，工商不發達，法律環境發展有限，加上政府為發展經濟也廣設工程科系，因此大量優秀學生湧向就業機會較多和待遇較高的工程科系，臺灣在過去幾十年培養了許多優秀的工程人員。所以當政府決定發展積體電路產業時，教育體系長期所培養出的豐沛的工程人力，就扮演國家發展積體電路產業的關鍵角色，也是產業長遠發展的基礎和動力，而且產業要繼續維持發展優勢，人才培育是至為重要的課題，各國政府莫不致力於縮短學用落差，讓學校培育的人才能夠馬上為產業所用。

壹、廣設相關科系及研究所

在戰後臺灣的大學已有電機相關科系，例如台大電機工程學系之前身，為日治時期之「台北帝國大學工學部電氣工學科」，成立於1943年，臺灣光復後，於1945年11月改制為國立臺灣大學工學院電機工程學系。還有成大電機系，創始於1931年，原為台南高等工業學校電機科，歷經多次變革，1956年6月改制為

臺灣省立成功大學電機工程學系。但是在當時這些科系以教授電力、電氣等工程領域為主，並沒有積體電路相關的師資和人才。



當政府要想發展半導體產業，必須要有充足的專業人員，包括專家、學者、研究人員及工程師等。政府為了達到這個目標，決定於**1958**年在新竹市創立國立交通大學。交大當時只有一個研究所，即電子研究所，開授與電子及半導體相關的課程，實際從事有關生產半導體的研究，則是始於**1963**年。當時清大已在新竹復校，並且決定朝「核子工程」發展 (張如心等，2006：66)。清大成立電機系是**1976**年以後的事了，所以當時以半導體為研究主題的學校，就是交通大學。

當時外界一想到半導體研究，就想到交大的原因之一，就是國內只有交大有相關的研究設備，可以做實驗。**1964**年任職於西屋電器公司的交大校友凌宏璋捐贈一組簡單的晶圓測試儀器，建立了臺灣第一座半導體實驗室，並聘請美國貝爾實驗室 (Bell Lab) 的張瑞夫博士指導，與張俊彥、郭雙發教授合作成功研製矽平面式電晶體，研製出臺灣第一顆電晶體。同年又增設電子物理學系及電子工程學系，進一步聚焦在半導體領域。當時的國防部長，後來的中華民國總統蔣經國先生，為了表示對此事件的重視，曾於**1964**年特地到交大參觀半導體實驗室(張俊彥、游伯龍編著, 2001: 40)。**1966**年研究團隊在馬里蘭大學凌宏璋教授的指導下，成功地在半導體矽晶圓上，將主動元件如電晶體、被動元件電阻、電容等整合在一起，並以金屬導線連接成具有特殊功能的IC，為臺灣在實驗室誕生的第一顆IC(張如心等，2006：66；史欽泰，2010)。

從那時起，半導體課程的教學和研究成為交大電子所的重點教學之一。交大在那段期間，同時成立電子工程系的博士班。為了與世界接軌，交大**1968**年在董浩雲講座支持下，聘請國際知名電子物理學者施敏博士回台任教一年，教授半導體元件理論，這也開啟國內半導體學術研究與高等研究人才訓練之先河。施敏



在貝爾實驗室任職27年，期間申請留職停薪五次，回臺灣授課。第一次是1966年暑假，在清華大學舉辦的暑期講習班。第二次是1968年到1969年的香港船王董浩雲支持的講座，到交大任教一年。第三次是1972年又回交大授課一學期。第四次是1974到1977年，施敏到台大授課，這也是RCA計畫開始執行時期，包括鈺創科技盧超群、中研院院士王文一、台積電前研發副總孫元成、交大前副校長謝漢萍都是他當時在台大上過他課的學生。第五次是1986年中山大學剛成立不久，施敏前往授課一個學期(王麗娟，2013：176-188)。

張俊彥教授是施敏在臺灣的第一位學生，也是交大培育的第一位本土工學博士，自1963年起即開始指導學生，並於1964年與張瑞夫、郭雙發共同建立臺灣首座半導體研究中心（Semiconductor Research Center, SRC），之後曾任成大電機系主任、交大校長，一手推動建立國家毫微米元件實驗室，之後為了推動國內IC設計產業發展的大型計畫，矽導計畫也是由張教授擔任主持人，國內半導體界很多名人都被張教授教過。還有建邦創投董事長胡定華，原本擔任交大電子工程系教授，在1974年轉入工研院任職後，自1975年起負責工研院與美國RCA公司的合作計畫，奠定了臺灣半導體產業崛起的契機。

施敏、張俊彥、胡定華等幾位交大教授不但開半導體教育的先河，也是國內積體電路產業先驅。臺灣最早的三家半導體公司，都與施敏、張俊彥有關。施敏成立環宇電子，而張俊彥則創立萬邦電子與集成電子。萬邦電子是臺灣本土第一家電子電晶體封裝廠，1971年由張俊彥教授在新竹新豐鄉設立，由交大負責技術研發，萬邦負責生產，可說是國內半導體產學合作的首例。此外萬邦也雇用了多位交大電子系的畢業生，包括曾繁城、雷添福、蔡藤村、劉英達、戴寶通等人累積半導體實務經驗，多位工程師後來皆成為半導體產業的核心成員(張如心等，2006：67)。至於胡定華先後擔任電子所首任所長、副院長，並參與聯電、台積電、臺灣光罩、智邦等知名企業的創立，而投身創投業後，更成為臺灣新興產業的重要推手。

一、 矽導計畫

在交大設立相關積體電路設備及引進相關師資之後，另一個政府有系統地規劃、培育半導體人才的計畫，就是矽導計畫。矽導計畫全名為「晶片系統國家型科技計畫」，計畫期間為2002年至2010年，是繼深次微米製程技術發展計畫之後，政府推動的大型積體電路計畫，相關介紹參見本論文第二章。這個計畫其他政府大型計畫不同，之前大型計畫比較重視與產業界的鏈結及產生的效益，例如將技術移轉民間、或衍生成立公司等等，矽導計畫特別強調和學校的鏈結，該計畫目標希望將臺灣從全球半導體製造中心，提升為全球IC設計與軟體大國，所以和最初政府推動半導體產業一樣，特別重視重學校端，培育產業未來發展所需的人才。

矽導計畫作法和最初政府推動半導體產業一樣，先成立交大和相關實驗室培育產業未來所需人才，換言之，在推動產業一開始，就率先從學校端強化相關師資及教學資源，才能配合產業發展進程，逐步經由學校教育培育產業發展所需人才。矽導計畫當時，行政院人事行政局便和教育部進行規劃，針對台最缺乏的系統設計、光電與通訊領域系所，增加85名教職員額。台大、交大等大學陸續從國外招募人才，從2002年到2004年，共增員340位國內外優秀的專家學者，為臺灣的IC設計產業注入更多活水(蘇于修, 2010)。透過推動延攬矽導「種子師資」，並運用這些種子師資長期、固定培育具專業素養之大專以上高級學歷優質人才，成為本推動計畫另一重點工作。種子師資之優質人力並可進一步培育學院內第二專長人力，學院外中、短期專業人才之養成，足堪發揮矽導計畫人培訴求之槓桿乘積效應。近年(2014至2018)來的台灣IC設計業各項重要指標，如表4-1所示。

除了師資員額的增聘，2002年開始，在「超大型積體電路與系統設計」教育改進計畫的推動下，補助成立六個校際聯盟：分別為前瞻技術聯盟(Advanced Technology Consortium, ADV 聯盟)、系統晶片聯盟(System-on-Chip

Consortium, SOC 聯盟) 、設計自動化聯盟(Electronic Design Automation Consortium, EDA 聯盟) 、數位矽智產聯盟(Digital IP Consortium, DIP 聯盟) 、混合訊號式積體電路設計聯盟(Mixed Signal Consortium, MSD 聯盟)及雛型製作與積體電路佈局聯盟(Prototyping and Layout Consortium, P&L 聯盟) , 分由臺灣大學陳良基教授、中央大學周世傑教授、清華大學吳誠文教授、成功大學劉濱達教授、交通大學吳介琮教授及雲林科技大學黃穎聰教授負責召集規劃、推動。透過學校聯盟設計相關專業及通識課程, 舉辦相關競賽, 從學校端透過課程設計培育產業所需人才。

表 4- 1: 2014-2018 年臺灣 IC 設計業各項重要指標

	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年(e)
廠商家數(家)	245	245	240	240	235
產值(新台幣億元)	5,763	5,927	6,531	6,171	6,455
產值成長率(%)	19.8%	2.8%	10.2%	-5.5%	4.6%
全球市占率(%)	22.2%	20.5%	19.4%	18.0%	18.4%
全球排名	2	2	2	2	2
附加價值(新台幣億元)	1,790	1,682	1,639	1,589	1,848
附加價值率(%)	31.1%	28.4%	25.1%	25.7%	28.6%
研發人數(人)	29,573	30,277	29,887	29,555	30,005
研發支出(新台幣億元)	951	998	1,090	1,080	1,155
研發支出/產值(%)	16.5%	16.8%	16.7%	17.5%	17.9%
就業人數(人)	42,000	42,500	42,000	41,000	41,500
平均員工產值(新台幣百萬元)	13.7	13.9	15.6	15.1	15.6

資料來源：工研院 IEK (2018/06)

矽導計畫在人才培育的成效, 如同其他教育政策, 很難立即、具體的呈現成效, 但是透過計畫從2002年開始, 有系統的強化IC設計師資的增聘, 最明顯的成效對國內IC設計產業, 注入更多的活水。臺灣IC設計產業正式起跑, 始於1990年代, 除了有台積電提供專業代工服務, 當時也有不少留美的科技人才選擇回國創業, 包括了盧超群、石克強、吳敏求等人(謝其濬, 2010)。2000年後手機成為火車頭產品, 由於產品越來越輕薄短小、集多功能於一身的SoC(系統單晶片)

蔚為風潮，帶動了IP供應商和設計服務業兩大新興產業。

IC設計公司的創業資金門檻不高，加上過去累積的人才資源，都是臺灣很大的優勢。臺灣IC設計產業崛起後，主要是瓜分美國IC設計業者在全球的市占率，臺灣IC設計產業在全球市占率從1994年的6%增加到2006年的18%，美國則從94%下降到76%，而歐洲、中、日、韓等地區則僅占0.5%至3%。又如表4-1是2014-2018年臺灣IC設計業各項重要指標，可以看出產值雖然逐年成長，市佔率大約都維持在兩成左右，排名位居世界第二。就廠商部分，我國業者聯發科產值位居全球第三，前二名皆為美國業者高通及博通，顯示臺灣IC設計產業與晶圓代工業者一樣，在全世界均扮演舉足輕重的角色。

二、 產業相關科系與學生數

在1970年代，國內電機系就以台大、成大、和交大三所學校為主，其中交大是最晚成立，也是最強調以發展半導體產業技術為主。之後政府為了培育產業人才，紛紛於國內大學增設電機工程學系，以培養產業人才，例如國立大學的清大於1976年成立電機系，中央大學於1980年成立電機系，中山大學在1980年在台復校也成立電機系，1990年之後陸續成立的大學幾乎均有設置電機工程學系或是研究所。在另一方面，由於電子產業蓬勃發展，學生對於到電子公司就業趨之若鶩，學校端也樂於增設電子相關科系。最著名的例子是長庚電機系，設立於1993年後，另設立國內唯一的半導體科技研究所，並配合電子工程學系，共同以培養半導體產業人才為目的。該等系所之後的發展，也與其所屬事業集團投資半導體產業—南亞科技及華亞科技息息相關，包括教師調動支援事業體、及產學合作互動密切等，學校與產業發展達到相輔相成的功效。

發展迄今，到2018年全臺灣已有60所大學都設有電機系或電子系，畢業生人數也逐年增加。表4-2是教育部統計106學年度(2017年)大學校院學生人數排名前十大細學項，從這個表可以看出來，無論是博士班、碩士班、或是學士班，電

機與電子工程學系都穩居各科系排名之第一位，如果加計資訊技術、機械工程、與材料工程等相關學門，臺灣每年學校教育培育可從事於積體電路產業人才是非常可觀的，這些學校教育歷年培育出來的學生，無論是大學畢業生、或碩博士研究生，畢業後投入職場，都將是產業發展的關鍵動能。

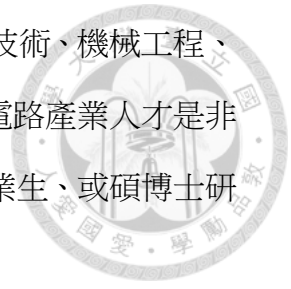


表 4- 2: 106 學年度(2017 年)大學校院學生人數排名前十大細學項

單位：人

序位	博士班		碩士班		學士班		專科班	
	細學類	學生數	細學類	學生數	細學類	學生數	細學類	學生數
1	07141電機與電子工程	2,679	07141電機與電子工程	15,946	07141電機與電子工程	70,242	09131護理及助產	32,742
2	09121醫學	1,688	04131企業管理	14,084	02311外國語文	59,709	10131旅館及餐飲	6,073
3	04131企業管理	1,412	06131資訊技術	8,635	04131企業管理	58,643	02311外國語文	5,908
4	07151機械工程	1,158	07151機械工程	6,818	06131資訊技術	53,467	10121美髮美容服務	5,580
5	06131資訊技術	1,119	04199其他商業及管理	6,087	10131旅館及餐飲	44,674	09141醫學技術及檢驗	4,899
6	01111綜合教育	1,001	04211一般法律	3,997	07151機械工程	41,398	09221兒童及青少年照顧服務	3,571
7	02322中國語文	989	01111綜合教育	3,623	10151旅遊觀光	38,103	07141電機與電子工程	2,527
8	05121生物科技	799	04121財務金融	3,391	04121財務金融	29,561	06131資訊技術	2,277
9	07112材料工程	735	03131心理學	3,379	09131護理及助產	26,830	04131企業管理	2,219
10	05311化學	677	07321土木工程	3,267	02112視覺傳達設計	24,983	09151物理治療	2,172

說明：1.本表細學類採106.9.4分行實施之「中華民國學科標準分類(第5次修正)」歸類，表列學生人數排名，係以各科、系、所對應之細學類學生人數加總後之排名。
2.本表資料係指大專校院在校學生人數(含延修生、進修部、在職專班)。

表 4- 3: 97 與 106 學年大專校院學生人數前五大細學項比較

博士班					碩士班						
排名	細學類	106 學年		97 學年		排名	細學類	106 學年		97 學年	
		學生數	占比	學生數	占比			學生數	占比	學生數	占比
1	電機與電子工程	2,679	9.5	4,105	12.5	1	電機與電子工程	15,946	9.4	18,026	10.0
2	醫學	1,688	6.0	1,471	4.5	2	企業管理	14,084	8.3	13,718	7.6
3	企業管理	1,412	5.0	1,746	5.3	3	資訊技術	8,635	5.1	9,475	5.2
4	機械工程	1,158	4.1	1,916	5.8	4	機械工程	6,818	4.0	8,135	4.5
5	資訊技術	1,119	3.9	2,144	6.5	5	其他商業及管理	6,087	3.6	4,818	2.7
學士班					專科生						
排名	細學類	106 學年		97 學年		排名	細學類	106 學年		97 學年	
		學生數	占比	學生數	占比			學生數	占比	學生數	占比
1	電機與電子工程	70,242	7.1	98,552	9.8	1	護理及助產	32,742	36.0	34,665	29.5
2	外國語文	59,709	6.1	65,262	6.5	2	旅館及餐飲	6,073	6.7	5,183	4.4
3	企業管理	58,643	5.9	73,888	7.3	3	外國語文	5,908	6.5	10,457	8.9
4	資訊技術	53,467	5.4	71,422	7.1	4	美髮美容服務	5,580	6.1	3,263	2.8
5	旅館及餐飲	44,674	4.5	19,227	1.9	5	醫學技術及檢驗	4,899	5.4	3,345	2.8

儘管如此，產業界近幾年還是常常疾呼產業人才不足。表4-3是教育部統計大專校院學生人數前五大細學項97學年度與106學年度的比較(教育部統計處，

2018)。依學生數前5大細學類觀察，受到國內資訊電子產業的蓬勃發展，106學年博、碩、學士班均以「電機與電子工程」居首，惟占比皆較97學年降低，尤以博士班減少3個百分點較多；「企業管理」、「機械工程」及「資訊技術」亦擠進碩、博班之前5大，占比亦均走低。顯示目前國內博碩士班及大學教育培育之電機與電子工程學生，較十年前有減少之趨勢，雖然這十年該科系培育學生居每年學生數首位，約占同年學生數10%左右。由於科系及系所數並未減少，原因可能是選擇念電機、電子的學生少了，選擇其他科系的學生多了，像博士班選擇念「醫學」的比例增加，碩士班念「企業管理」的增加，而學士班念「旅館及餐飲」的學生比例增加了。

表 4- 4: 97 與 106 學年大專校院各科系學生人數比較

單位：萬人

學科領域別	97 學年			106 學年			106 學年較 97 學年增減數		
	總計	一般大學	技專校院	總計	一般大學	技專校院	總計	一般大學	技專校院
總計	133.7	67.6	66.2	127.4	66.2	61.1	-6.4	-1.4	-5.0
教育	4.1	3.9	0.1	3.6	3.4	0.2	-0.5	-0.5	0.1
藝術及人文	19.0	11.4	7.6	21.1	12.1	9.1	2.1	0.6	1.5
社會科學、新聞及圖書	6.1	5.6	0.5	5.9	5.6	0.3	-0.2	-0.0	-0.2
商業、管理及法律	27.9	13.7	14.3	24.1	13.4	10.7	-3.8	-0.2	-3.6
自然科學、數學及統計	7.7	6.3	1.4	6.5	5.6	0.9	-1.2	-0.7	-0.5
資訊通訊科技	10.6	4.3	6.3	8.1	3.8	4.2	-2.5	-0.5	-2.0
工程、製造及營建	31.8	13.0	18.9	25.2	11.6	13.6	-6.6	-1.4	-5.3
農業、林業、漁業及獸醫	1.6	1.2	0.4	1.6	1.1	0.5	0.0	-0.0	0.0
醫藥衛生及社會福利	14.5	4.7	9.7	15.1	5.3	9.8	0.6	0.6	0.0
服務	10.2	3.4	6.9	16.1	4.3	11.8	5.9	0.9	4.9
其他	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.0

其次從人數來看，也可以發現一樣的趨勢。表4-4是教育部比較97學年度與106學年大專校院各科系學生人數(教育部統計處，2018)。從學生總人數來看，受到少子化影響，學生總是由97學年度的133.7萬人，下降到106學年度的127.4萬人，少了6.4萬人，主要是少在技職校院，少了5萬人。有趣的是，從學科領域來看，減少人數最多的是「工程、製造及營建」，少了6.6萬人；「資訊通訊科技」也少了2.5萬人。反而是「服務」及「藝術及人文」各成長了5.9萬人及2.1萬人。從表4-4學生人數的消長情形，可以看出學生選系偏好的轉變。比起十年

前，選擇「工程、製造及營建」科系的學生還是最多，但是人數減少了。然而產業界因為產業規模的擴大，對人才的需求是逐年成長的。由於學生選讀工程科系減少，造成學校培育工程領域人才數逐年減少，實際就業又會再減少，這些科系學生畢業後也未必都會投入相關領域就業市場。人才供需數的落差，造成近年產業覺得積體電路人才不足的現象。

貳、支援相關學術研究計畫

學校除了培育學生，另外一個重要的管道，就是透過研究計畫強化相關師資及訓練學生，相關學術研究計畫就和之前國科會、也就是現在的科技部業務息息相關。行政院於1959年1月8日第599次會議通過了「國家長期發展科學計畫綱領」，開始有計畫地為我國科技發展做奠基的工作。2月1日中央研究院評議會與教育部聯席會議通過「國家長期發展科學委員會章程」，共同組織「國家長期發展科學委員會」(長科會)，採合議制，全體委員大會為最高政策機構，主要任務為充實研究機關及大學之研究設備，延聘國立研究講座教授、國家客座教授，設立研究補助費，補助建築學人住宅，遴選科技人員出國進修，及補助出版學術刊物等。1967年長科會擴充改組為「國家科學委員會」，隸屬行政院，為科學發展主管機關，主要任務擴及規劃基本科學課程水準與教材。之後組織規程又歷經幾次修正，1972年總統公布「行政院國家科學委員會組織規程」，成為推動科技研究發展之常設機構(國科會，1999：6-7)。

國科會成立之後，主要任務之一就是在支援學術研究。在1959年即設有「研究設備費」，用以補助各公立學術研究機關購置專門書刊、實驗儀器與用品、及研究所需之建築。另以「研究經費」支援研究人員進行研究專題所需之試驗消耗、零星設備、臨時助理研究員及調查採集等費用。之後補助對象擴大到系所，逐漸將私立大學校院及專科學校專任人員納入補助範圍(國科會，1999：18-19)。在財源部分，最初經費主要來自美援，部分為政府預算、中華教育文化基金董事會

與亞洲協會的捐款。1965年美援停止，經費改由政府負擔。1960年政府成立「國家長期科學技術發展基金」，1969年列為特種基金，定名「國家科學技術發展基金」(以下簡稱「科發基金」)，其年度結餘款可以滾存基金，由國科會執行，作為政府支持學術研究的主要財源。1999年科學技術基本法通過後，國家科學技術發展基金提升至行政院層級(國科會，1999：10-11)。

國科會透過對學校提供穩定的計畫補助，不但為國家基礎研究提供穩定的發展基礎，增強國防、經濟、民生等各方面有關科學技術研究與發展，其次藉由補助方式來支援研究計畫，有助於增強學校研發量能及培育相關人才。1974年時任國科會主任委員的徐賢修曾找了美國四位半導體專家回國，虞華年就是其中之一。當時四位專家花了兩個星期了解國內環境後，認為國內人才不足，不能重起爐灶競爭，於是國科會推動「長期大型電子計畫」培養人才，以配合國家長期發展的人力需求目標(虞華年，1998:61)。何宜慈1975年8月擔任國科會特約講座，負責推動電子科技國家大型計畫，9月正式應聘擔任國科會副主任委員，1976年4月兼任經濟部發展積體電路計畫聯繫工作小組委員。經由「科技取向與人才培訓研討會」的建議，國科會決定採取大型研究發展計畫的方式，就是由國科會提出研究發展的題目，邀請多位教授帶領研究生及助理人員合作來完成。這樣的研究計畫可以擴大其效果的廣度與深度，以及縮短研發成果與商品化之間的時差。

當時計畫分成四個子題：微處理機的設計與應用，由臺灣大學工學院負責；半導體材料與金屬薄膜的研究發展，由清華大學工學院和理學院共同負責；大型積體電路的發展，由交通大學負責，包括雙載子和MOS；電子包裝技術則由成功大學工學院負責。時程預計三年(1976-1979)完成，所訂目標為大學的研發設計可以達到美國1976年廠商櫃上(off shelf)產品的精密度。參與人員包括台大教授虞兆中、馬志欽；清大教授毛高文、沈君山；交大教授郭南宏、吳慶源；成大教授吳添壽等，透過相關計畫的補助及人員選送出國進修，從學校端將積體電路技術引進國內。計畫完成時，共訓練了約二百人的國內人才，而且及時銜接上

1979年的新竹科學園區計畫(陳國華，2004)。

政府透過補助學校相關研究計畫，包括補助人事費、差旅費及相關研究經費，除了可以鼓勵學校老師透過專案計畫方式，進行先進科技技術的開發及研究，相關前端學術研究成果，都是將來產業化的基礎。其次，計畫成員包括老師及學生，透過計畫的共同參與，及老師帶領學生著手相關研究，培育出來有研究能力的學生，特別是碩博士，未來都是產業界的生力軍。此外，學校老師及學生，也可以利用計畫補助經費，參與國內外重要學術研討會，與海內外專家就先進技術發展，進行交流。表4-5是2012-2016年科技部補助各研究領域專題研究計畫執行件數及經費，無論是從件數還是經費數來看，工程科學這個領域都是最高的。政府透過工程科學領域計畫的投入，對於臺灣產業發展所需之基礎科學及相關人才的培育，奠定了良好的基礎。

表 4- 5: 2012-2016 年科技部補助各研究領域專題研究計畫執行件數及經費

單位：新台幣百萬元

	2012		2013		2014		2015		2016	
	件數	經費	件數	經費	件數	經費	件數	經費	件數	經費
自然科學	2,520	4,164	2,356	3,950	2,444	4,441	2,584	4,526	2,721	4,639
工程科學	7,428	6,878	6,886	6,514	6,740	7,343	6,390	6,899	6,231	6,999
生命科學	4,412	5,952	4,274	5,939	4,398	6,212	4,341	5,885	4,247	5,685
人文及社會科學	5,147	2,822	5,120	3,002	4,948	2,963	4,851	2,951	4,658	2,953
科學教育	896	922	850	815	905	1,122	969	1,058	827	907
其他	84	945	117	1,353	25	337	183	820	181	751
合計	20,487	21,684	19,603	21,574	19,460	22,418	19,318	22,140	18,865	21,934

資料來源：科技部105年年報

表4-6是工程領域相關學門，雖然工程科學領域未必所有學門都與積體電路產業相關，與積體電路直接相關為「電子資通組」，此外「機電能源組」與「化材民生組」也有些像電力設計與化工材料與積體電路產業有關，整體計畫件數及經費約占工程學門三分之一以上。其次第二高的自然科學領域，其物理及化學學門也有些領域是與積體電路產業有關，顯示政府投注在學術研究的經費，不少集

中在積體電路產業相關領域上。臺灣不只在上下中下游產業鏈完整，整個產業發展所涉及相關知識領域，多年來政府透過穩定而持續的學術補助計畫，支援學術界從事基礎研究及相關研究人才之培育，不只為產業永續發展，奠定良好的基礎，也為產業新技術的開發及突破，蓄積充足的發展能量，也是臺灣積體電路產業技術不斷突破創新、領先國際，很重要的動力來源之一。

表 4- 6: 2016 工程科技領域專題研究計畫執行件數及經費

單位：新台幣百萬元

區分	申請		核定		執行	
	件數	經費	件數	經費	件數	經費
機電能源組1	2,661	2,316.80	1,359	1,096.14	1,690	1,417.18
化材民生組2	2,848	3,139.49	1,324	1,280.26	1,874	1,867.58
電子資通組3	3,069	3,191.96	1,493	1,305.29	2,054	1,873.30
能源國家型計畫與能源科技	573	1,627.45	319	803.55	370	855.42
原子能與輻射應用科技	36	33.28	24	19.83	24	19.83
學界科專	1	4.50	1	4.50	1	4.50
跨領域研究	8	40.92	8	31.16	8	31.16
專案計畫	257	1,757.27	168	876.30	180	900.60
性別主流科技計畫	4	1.74	3	1.38	3	1.38
其他	42	48.35	27	28.43	27	28.43
合計	9,499	12,161.76	4,726	5,446.84	6,231	6,999.38

資料來源：科技部105年年報

備註：

1 包括航空技術、遙測、機械固力、製作與應力、造船工程、電力工程、工業工程、生產自動化技術、控制工程、航太技術、熱傳學及流體力學、海洋工程等科技研究

2 包括材料與應用化學、化學工程、材料工程、食品工程、土木水利工程、環境工程、醫學工程、高分子與纖維等科技研究

3 包括電子與資訊系統、電信工程、微電子工程、光電工程等科技研究

除了專題研究計畫，針對積體電路產業，政府在不同時期，針對產業發展階段所需，還提出其他大型的研究計畫，支援學校就產業發展所需，發展相關技術及培育人才。例如矽導計畫科技部也有參與，主要補助學校培育IC設計相關技術及人才；另外智慧電子國家型計畫(圖4-1)，則是繼續專注在IC設計產業領域，配合行動通訊時代來臨，提升我國晶片系統及資通訊相關產業的國際競爭力；以及最近的半導體射月計畫，則是因應人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 時代

的來臨，預計4年(2018-2021年)投入新台幣40億元，聚焦於智慧終端之前瞻半導體製程與晶片系統研發，以滿足更強的運算效能、更好的感測能力、更快的頻寬能力等需求。前述以產業需求為導向的學界專案計畫，除了投注經費可觀、目標明確、計畫有一定執行期限，計畫成果、特別是成果績效指標(key performance indicator, KPI)必須要對產業產生直接效益，例如技術移轉件數、或是申請專利件數等等。透過政府投注研究經費鼓勵相關之學術研究，所產生之研究成果及培育相關之研究人力，不僅提供產業發展的基礎，對於產業人才的培育，也發揮很大的作用。教師及學生透過參與此類專案計畫，通常會與業界合作，共同開發產業所需技術，計畫成果對於產業界所造成的影響，也會比一般專題研究計畫來得明顯。

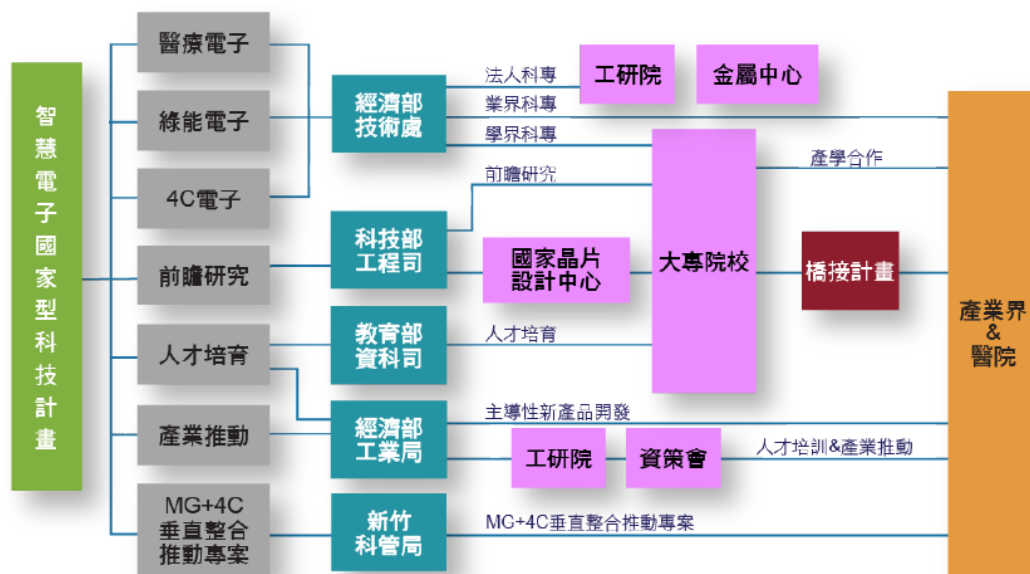


圖 4-1 智慧電子國家型科技計畫推動架構

參、研發替代役

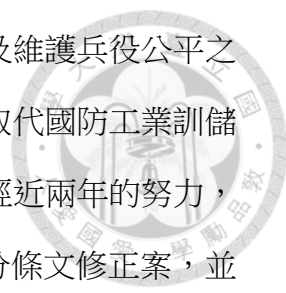
在臺灣，依憲法規定：人民有依法律服兵役之義務。兵役則分為軍官役、士官役、士兵役及替代役。由於服兵役的青年人通常是在完成學校教育、準備進入職場或是出國深造的過渡時期，所以這個階段對於人才的訓練，也是產業人才培育的來源之一，也是在其他國家罕見的制度。臺灣將兵役制度與科技人才培育結

合的歷史很早，在1980年開始實施，以中山科學研究院為主體，結合國內中央級及大型研究機關（構），發展自主國防工業，1999年「國防工業訓儲」制度轉型，開放民間產業申請國防工業訓儲科技人才員額，對於經濟發展有一定程度之貢獻。然而由於役期不公平性、待遇不合理性及法源不完整性，行政院於2005年研修「替代役實施條例」，建立研發替代役制度，以取代國防工業訓儲制度。

第一次科技顧問會議時，就有外籍顧問建議臺灣改變死板的聯考制度，以增加教育的彈性。李國鼎就這個建議，再參酌國防部「研究所畢業役男志願服務國防工業儲訓為預備軍官作業規定」，而擬定了國防役的條例。國防役是指大學研究所的科技碩士或博士，畢業後可報考國防部科技單位或非國防部的重要科技單位間接支援國防。除九個星期訓練之外，皆以科技工作取代服兵役，工作期限為六年。這個辦法公布之後，相當受歡迎。根據國科會的統計，1991年志願服國防役的人數有400人，共率取204人(康綠島，1993：228)。

國防訓儲制度在1970年至1998年間，訓儲人員服役年限為6年，由於釋出的研發人數不多，用人機關僅侷限於軍、公、財團法人等研究機關，然而政府為推動企業內部研發人力之提升，又適逢1997年7月國軍之「精實案」，整體兵力目標降低，可徵役男數量超過國軍對兵員之需求，而有多餘的人力可供釋出從是研發工作，故1999年進一步修改規定，將服務年限由6年改為4年，放寬民間企業准予申請。2001年又配合產業需求、擴大國防工業訓儲運用範圍，將民間企業分配比由40%，提升至60%，當時每年約有三千餘名的碩博士生參與(王精鴻，2010：1-3)。

然而由於國防役制度之役期不公平性、待遇不合理性及法源不完整性，卻也是不爭之事實，不斷遭受立法及監察機關質疑。所以，為解決前述質疑，同時能繼續配合國家經濟發展，有效運用役男研發專長人力資源及提升產業研發能力及競爭力，行政院於2005年1月24日第2925次會議「現行兵役制度檢討改進方案」

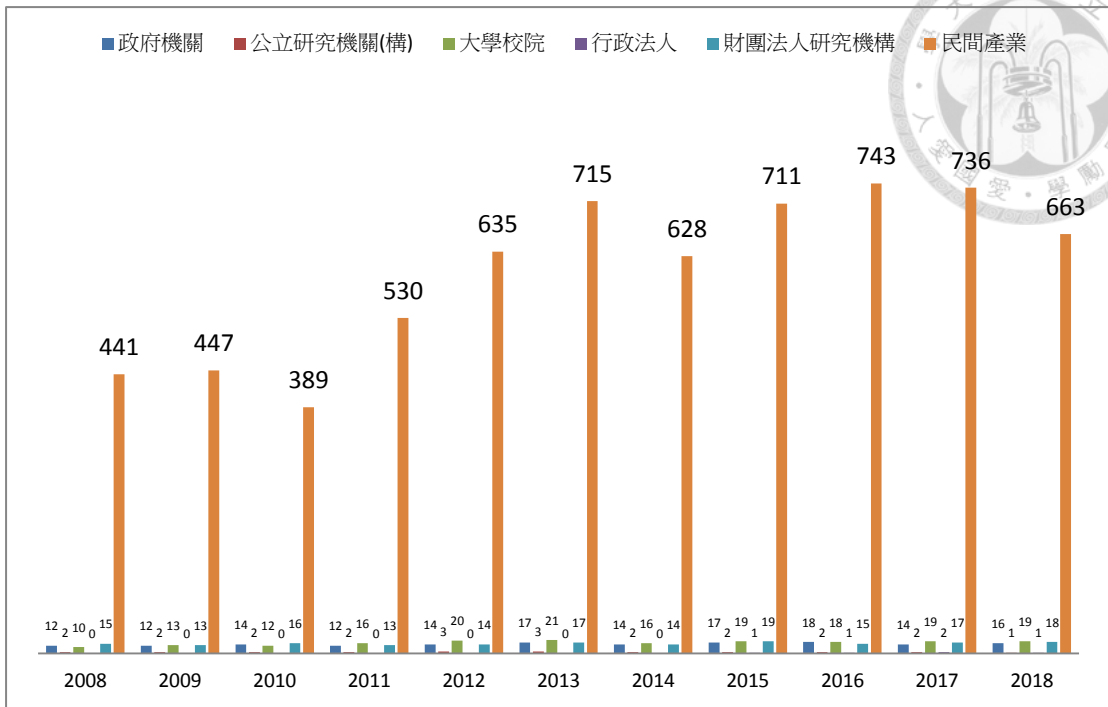


決議：「配合兵役制度的調整，在保有國防工業訓儲制度優點及維護兵役公平之前提下，研修『替代役實施條例』，建立研發替代役制度，以取代國防工業訓儲制度」。屆此，內政部開始積極辦理相關法制化之推動工作，歷經近兩年的努力，立法院終於在2007年1月5日三讀通過「替代役實施條例」部分條文修正案，並於同年1月24日總統公布，內政部於2008年度開始實施研發替代役。我國的兵役制度，新創立了「服役是一種義務，也可以是一種選擇」的全新思維(丁瑞峰，2012)。

從2008年開始，研發替代役取代國防工業訓儲制度，成為國防與科技產業儲備專業役男的管道，研發替代役招募管道比國防訓儲役男寬鬆，例如科系背景開放文、法、商科系領域研究生也可申請，適用產業領域更廣，此外服役體位只需接受一個月的基礎訓練，不像國防訓儲役男必須考上預官，同時要是常備役體位，並必須受完3個月的軍事訓練。其次，研發替代役服役年限較短，扣掉一個月基礎訓練，到服務單位再服滿2年又11個月，役期共計三年。最後是薪資，國防工業訓儲役男從企業拿到的平均薪資，碩士4萬元、博士5.5萬元；但是研發替代役前11個月碩士約1.9萬元、博士約2.3萬元，一年之後才回歸市場機制(王精鴻，2010：30-33)。

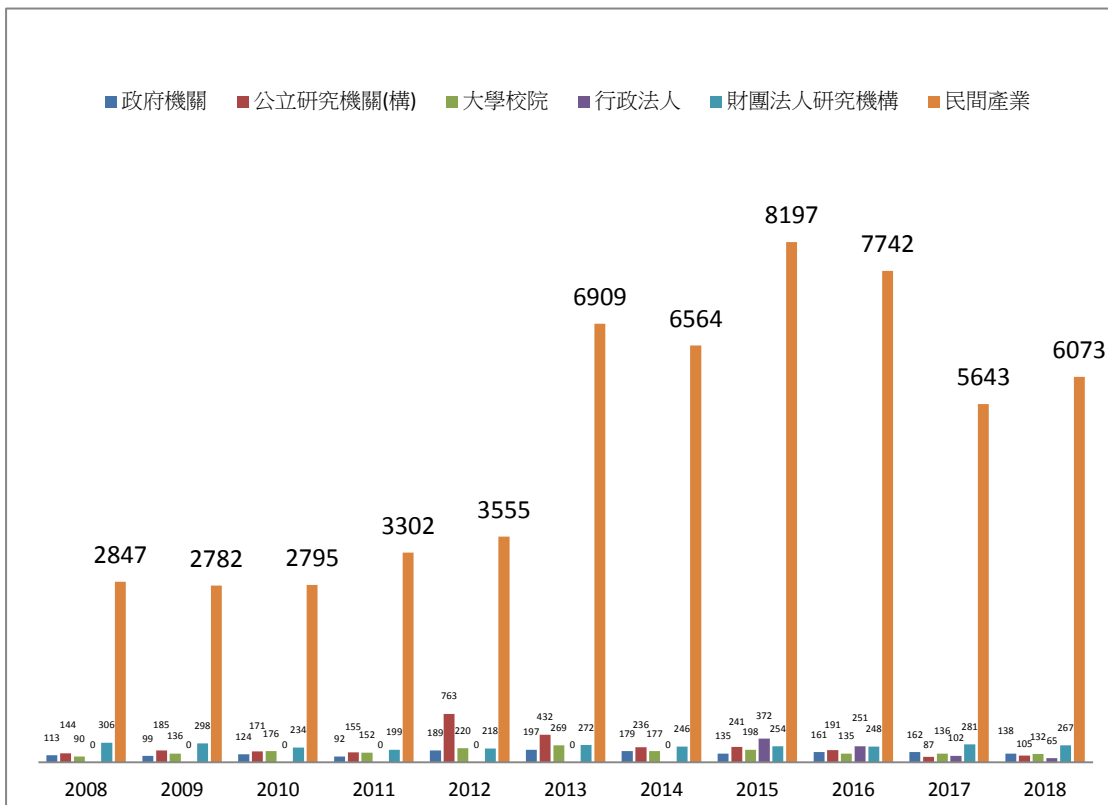
研發替代役制度可以說是政府支持產業發展、培育產業研發人才最重要的政策之一，從2008年迄今剛好滿十年，圖4-2及4-3是歷年核配員額家數及人數統計表。研發替代役制度是由用人單位向內政部役政署提出員額申請，員額數核准後，再由用人單位依據核准之員額數進行招募。從過去十年來獲核准的單位家數及員額數來看，呈現逐年增加的趨勢。其中絕大多數用人需求，都是來自民間產業，人數比例高達八成以上，2018年甚至高達九成。顯示研發替代役制度相當受到民間產業的歡迎，不只核配員額數所佔比例逐年攀升，核配之員額人數也是逐年增加，由2008年的2,847人、到2018年的6,073人，人數足足成長了一倍以上。

圖 4- 2 2008-2018 年度研發替代役員額核配家數統計表



資料來源：內政部役政署，2018

圖 4- 3 2008-2018 年度研發替代役員額核配員額數統計表



資料來源：內政部役政署，2018


其次從實際服役役男投入產業分布情形來看(表4-7)，高達31.17%集中在半導體產業領域，約占役男總數的三分之一，為12,244人，顯示半導體產業對於替代役男人才的需求相當高。台積電人力資源營運中心招募部經理楊宗銘表示，過去十年台積電聘用研發替代役役男超過3,000位，有85%役期結束後會選擇留任，這個制度最顯著的貢獻就是讓人才離開學校可與產業界無縫接軌，讓研發的能量發揮到最大(內政部役政署，2018：8)。日月光人力資源處暨高雄廠公共關係部資深處長李淑霞表示許多客戶遍及世界各地，臺灣要配合國外客戶做最即時服務，而研發工程師不得不在夜間做實驗狀況下，日月光有所因應作為，台積電叫夜鷹計畫，日月光則叫黑熊計畫，也因為臺灣研發工程師能積極配合，才能成就臺灣科技產業日不落的競爭力(內政部役政署，2108：9)。

表 4- 7: 2008-2018 年度研發替代役役男投入產業統計表

單位別	產業別	家數	比例	人數	比例
非 軍 業	政府機關	27	1.80%	1,243	3.22%
	公立研究機構	2	0.13%	1,266	3.28%
	大學校院	30	2.00%	1,070	2.77%
	行政法人	2	0.13%	1,303	3.37%
	財團法人研究機構	23	1.53%	2,102	5.44%
民 營 業	半導體	211	14.08%	12,244	31.71%
	民生化工生技	118	7.87%	482	1.25%
	光電	152	10.14%	2,995	7.76%
	金屬	42	2.80%	383	0.99%
	通訊	94	6.27%	3,044	7.88%
	資訊	255	17.01%	5,422	14.04%
	電子	212	14.14%	3,587	9.29%
	電機	54	3.60%	816	2.11%
	機械	150	10.01%	1,697	4.39%
	服務業	34	2.27%	110	0.28%
	數位內容	44	2.94%	476	1.23%
	其他	49	3.27%	373	0.97%
	總計	1,499	100.00%	38,613	100.00%

資料來源：內政部役政署，2018

內政部統計，研發替代役實施10年，有近7成役男役期屆滿留任原單位，意




外成為政府留才管道。內政部次長花敬群表示，這項成果代表研發替代役績效良好，未來國軍人力如果跟產業發展能配合，不排除擴大辦理（張理國，2017）。由於臺灣兵役制度實施期間，介於學校教育及就業市場之間，如果役男須至海外深造或投入就業市場，都須先完成服役，意外使得兵役制度成為企業育才及留才的重要管道之一。透過研發替代役制度，提前遴選企業所需人才，讓企業可以就所需之人才提前進行培育，役期屆滿留任原單位，繼續為企業效力。其次，替代役男的薪資水準前11個月較市場水準為低，由企業提供訓練，使役男符合企業研發工作需求，縮短學校與產業之間落差。由於被招募之役男因為兵役制度，無法任意調動或離職，穩定度高、對人才的訓練也比較容易看到成效。所以每年替代役男的招募，都是國內半導體產業人資部門的大事，特別是針對缺人、人才招募困難的地區，研發替代役男的招募更是重要。臺灣獨有的研發替代役制度，結合兵役制度與產業人才培訓需求，意外成為臺灣半導體產業提前留住人才的重要管道。

肆、小結

臺灣的教育結構顯然是臺灣積體電路產業成功發展之驅動力與關鍵因素，唯有具備完善教育的工作團隊，方能築起產業競爭的長遠優勢。臺灣在戰後的前二三十年，醫師名額較少，工商不發達，法律環境也就發展有限，加上政府為發展經濟也廣設工程科系，因此大量優秀學生湧向就業機會較多和待遇較高的工程科系，臺灣在過去幾十年培養了許多優秀的工程人員，當政府選定積體電路這個領域時，學校端已具備相關師資及設備，也累積了相關領域的人才。再加上臺灣社會一直非常重視高等教育，國家也重視教育長期建設，因此當政府從學校端增加供給、開設更多大學校院及相關科系，社會氛圍及家庭文化也樂於讓年輕一代接受高等教育，因此培育的學生數量逐年增加，在高等教育的人力資源相當豐沛。

在國內各大學校院，交大是最早鎖定積體電路為發展重點的學校，所以在研

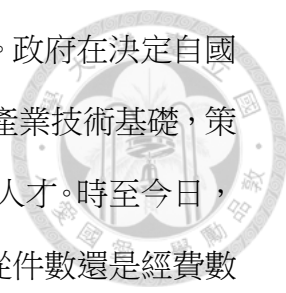


究人才招募及設備布建上，是最早也是最齊全，對國內半導體產業發展也造成極深遠的影響。1960年代包括如施敏、張俊彥、胡定華等教授，不但在交大、台大、成大等學校任教，作育英才無數，同時也是國內積體電路產業先驅，曾經實際投入創立積體電路公司，雖然公司後來沒有繼續，但是也開國內風氣之先，率先創業，為培育積體電路這一新興產業領域，培育相關人才，也為政府之後決定在國外引進技術，埋下伏筆。

第一個與學校教育有關的就是矽導計畫，與前幾個政府大型積體電路計畫不同，因為這個計畫目的在發展IC設計產業、培育IC產業人才，所以這個計畫目的不像晶圓製造重點放在引進技術、成立公司，而是希望透過學校端，培育IC設計人才，唯有源源不絕的創意及設計人才，才能引領積體電路產業持續創新及領先國際。因此矽導計畫推動方式包括提供學校員額、增聘IC設計師資；補助成立IC設計校際聯盟、強化課程設計等，成效包括論文發表、專利及技術移轉、與人才培育數等。藉由這個計畫的推動，雖然無法看出與產業間直接的因果關係，但是目前國內IC設計產業的人才還是以國內教育培育為主、佔絕大多數，其次從臺灣IC設計產業市佔率來看，排名全球第二，可以看出計畫對產業發展所產生的效應。

其次在學校教育部分，隨著國內積體電路產業產值逐年創新高，學校為因應產業發展，開設新系所數目也逐年增加，到2018年全臺灣已有60所大學都設有電機系，畢業生人數也逐年增加，無論是博士班、碩士班、或是學士班，電機與電子工程學系都穩居各科系排名之第一位，約占同年學生數10%左右。但是學生人數以97學年度與106學年度的比較，顯示目前國內博碩士班及大學教育培育之電機與電子工程學生比例，較十年前有減少之趨勢，原因可能是受到少子化的影響，以及選擇念電機、電子的學生變少了。

此外，學校透過執行國科會或科技部補助的研究計畫，接受計畫目標導向相



關研究經費的補助，也是強化相關師資及訓練學生的重要管道。政府在決定自國外引進積體電路產業技術的同時，也同步透過學校端強化相關產業技術基礎，策略之一包括透過當時國科會計畫補助學校發展相關技術及培育人才。時至今日，科技部補助各研究領域專題研究計畫執行件數及經費，無論是從件數還是經費數來看，工程科學這個領域都是最高的。其次工程領域與積體電路直接相關為「電子資通組」，計畫件數及經費約占工程學門三分之一以上。另外像是物理、化學材料、機電等領域，也是有部分計畫與積體電路技術相關，還有大型的專案計畫，目標導向地推動產業前瞻技術。從整個政府對於積體電路產業相關領域學術研究的補助，在技術及人才面，為產業的前瞻發展奠定堅實的基礎。

由於憲法規定人民有服兵役的義務，臺灣年輕男性畢業後，需服兵役後，方能就業、或是到海外求學。早在1980年代就將兵役制度與科技人才培育結合，結合國內研究機構，發展自主國防工業，1999年開放民間產業申請國防工業訓練科技人才員額，2005年建立研發替代役制度，2008年研發替代役取代國防工業訓練制度，從獲核准參與的單位家數及員額數來看，呈現逐年增加的趨勢。其中絕大多數用人需求，都是來自民間產業，人數比例高達八成以上，2018年甚至高達九成。其次從實際服役役男投入產業分布情形來看，高達三分之一替代役男集中在半導體產業領域，顯示半導體產業對於替代役男人才的需求相當高，而此一制度對於經濟發展有一定程度之貢獻。

第二節 研究機構引導產業人才培育

在人才培育的工作上，研究機構也扮演非常重要的角色。研究機構通常介於學校與產業之間，擔任橋樑的角色，銜接產業及學界之間的落差。比起學校教育，研究機構通常基於特殊目的而成立，其培育人才也會基於機構設置目的，目標導向、有系統地對人才進行培育及訓練，與學校教育一般性地培育人才方式不太一

樣。臺灣在發展半導體產業，有三個研究機構特別值得一提，分別是工業技術研究院、國家毫微米元件實驗室(National Nano Device Laboratories, NDL)、及國家晶片系統設計中心(National Chip Implementation Center, CIC)，三者雖然不是同時成立，成立的目的也不相同，但是三者在臺灣整個積體電路發展過程中，都扮演相當重要的角色，也擔負著階段性發展任務。

工研院主要係指電子所，主管部會為經濟部，主要負責引進積體電路產業技術，包括好幾個階段、關鍵技術的引進，在第二章談到幾個重要的積體電路技術引進計畫，工研院電子所都扮演相當關鍵的角色。在技術之外，工研院電子所執行這些計畫的效益，也包括相關產業人才的培育及訓練，及後續相關技術移轉民間、衍生成立公司的部分。國家毫微米元件實驗室及國家晶片設計中心則是由國科會(現改制為「科技部」)所設立，後來都隸屬於科技部督導之財團法人國家實驗研究院，於2019年元月起整併為臺灣半導體研究中心(Taiwan Semiconductor Research Institute, TSRI)，在半導體技術邁入3奈米以下的節點探索，以及人工智慧、量子電腦、下世代磁性記憶體、高速電腦、5G...等新興應用的快速崛起，依國際技術發展趨勢，以期打造國際一流學術與創新科技研發融合的半導體整合研究環境，維繫臺灣半導體競爭力。這些機構在整個發展積體電路產業過程，專業研究人才的培育上，扮演相當重要的角色，適時提供產業發展所需之人才及相關之訓練。

壹、工業技術研究院

從第二章對於積體電路產業引進過程的回顧，可以看出工研院在臺灣技術追趕的過程中，扮演了重要的研發、擴散和移轉的角色。由於臺灣的企業屬於中小規模，因此政府的研發機構，特別是工研院，早在1973年就成立，扮演了開發新技術並將之轉移給企業的角色，因此像工研院這樣由公部門設置、甚至初期算是百分之百由公部門營運、現在則是由公部門主導的研發機構，在研發和技術擴

散上，角色就顯得更為重要。特別是在電子業中，電子所的角色十分重要（Dedrick & Kraemer 1998; Mathews & Cho 2000）。

工研院成立於1973年，為經濟部下的非營利機構，目的在以國家為主體進行國策上的重要研發工作。工研院成立之初，就在聯工所成立電子小組，展開半導體積體電路的籌劃工作。不久小組改制為電子中心，旋即遷入工研院當時的竹東新院區，而成立「電子所」(李鍾熙，2006)。臺灣積體電路產業族譜，源頭可以說在工研院電子所，聯電、台積、臺灣光罩、與世界先進都是電子所正式衍生的公司。所謂的衍生公司，除了在技術移轉、資訊籌措上可以受到政府的祝福之外，在人才、團隊的安排上也是經過精心設計的，所以可以在組織圖上看出這些順序。像華邦、華隆微、合泰雖然不是衍生公司，但是早期的經營團隊也是來自電子所(楊丁元、陳慧玲，1998：117、190-191)。

工研院培育積體電路人才的歷程，最初是結合政府一連串發展積體電路產業計畫進行的。在當時經濟部長孫運璿先生的支持下，1974年潘文淵博士親手撰寫「積體電路計畫草案」，前往美國成立電子技術顧問委員會(Technical Advisory Committee)，招募留美的臺灣留學生參與委員會或工研院電子所的計畫。在電子技術顧問委員會的協助及篩選下，電子工業發展中心成功地從國內外招募到傑出的研究人員和工程師，包括交大教授胡定華及交大的畢業生、原萬邦公司及電信研究所的成員，以及從臺灣赴美求學的專家，如在普林斯敦(Princeton)大學取得博士學位的楊丁元、史欽泰、章青駒等人。

人才延攬可以說是TAC另一個重要的貢獻。在虞華年眼裡，人才延攬往往比技術引進更難，因為美國企業相當忌諱到公司挖腳的事。TAC進行的方式，主要是利用延聘委員的過程中，了解委員們的狀況，如果委員的條件符合，譬如：有心要回國、在美國也到可以退休的狀況、個人專長和工研院需求接近，就會建立一些較私人性質的機會，讓雙方可以談一談，有更多的認識，像大型會議、研討

會等都是很好的場合。多年來，由TAC介紹回國的人才包括早期IC發展時期的史欽泰先生、華邦電子的楊丁元總經理與章青駒副總，以及後來的工研院電通所鄭瑞雨所長、吳逸蔚副所長、光電所林耕華所長、電子所胡正大所長及光電所劉容生副所長等(虞華年，1998:61)。換言之，在國內產業環境還沒開始發展、及發展未臻完備時期，工研院所提供的職缺，也肩負吸引海外優秀人才，特別是有相關產業經驗的人才，返台工作的機會。

工研院1974年下成立「電子工業研究發展中心」(以下簡稱「電子中心」)，由康寶煌擔任主任，並借調交大教授胡定華為中心副主任。早在1973年，胡定華就是隸屬聯工所下電子研究室的顧問，因為和王兆振、方賢齊及潘文淵的淵源，直接參與了電子中心的籌備工作。電子中心初始的名稱是積體電路工業發展中心，後來認為這樣的名稱定義過於狹隘，才修改為電子中心。之後電子中心改名電子所。胡定華擔任第一任電子所所長，後來擔任工研院院長，之後創立旺宏、合勤、冠華、新采、合邦等公司。

1976年3月由工研院和RCA公司簽訂長達十年的「積體電路技術移轉授權合約」，技術移轉項目包括：電路設計、光罩製作、晶圓製作、包裝與測試、應用與生產管理，內容包括前五年移轉技術、後五年培訓人才、半導體公司經營管理及專利授權使用等。第一批RCA受訓團隊(13位)，包括楊丁元(總領隊及紐澤西Somerville地區領隊)、謝錦銘、蔡明介、林緒德、王國肇4位學IC設計；章青駒(紐澤西領隊)、謝開良、萬學耘是測試技術組。史欽泰(俄亥俄州Findlay地區領隊)、曾繁城、劉英達、倪其良、陳碧灣、戴寶通則專攻CMOS製程。曹興誠(俄亥俄州Findlay地區)、邱羅火，學管理及後勤支援。許健則(佛羅里達州Palm Beach Garden領隊)、林衡、黃顯雄，專研NMOS製程(張如心等，2006)。

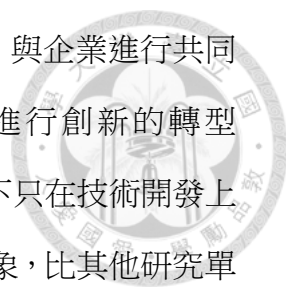
這些第一批RCA受訓團隊，不僅將技術帶回工研院，也將研發量能帶到臺灣產業界，後來都是臺灣電子業赫赫有名的人物。史欽泰後來擔任第二任電子所



所長(後來也擔任工研院院長)，在他任內，電子所衍生第一家IC公司聯華電子，1979年曹興誠、劉英達、蔡明介等由電子所移轉至聯電。王國肇1982年成立臺灣第一家IC設計公司—太欣。楊丁元1987年集結了工研院同仁，找了華新麗華出資，成立了華邦電子，推動矽智財產業(silicon intellectual property, SIP) (張如心等，2006：51)。陳碧灣1989年從工研院帶技術及成立臺灣光罩，曾繁城則服務於台積電。第一批RCA受訓團隊在臺灣開枝散葉，為臺灣積體電路產業的引進及發展，奠定了堅實的基礎。

工研院第二個四年的IC技術研發計畫，以設計自動化技術為主題，這個計畫的成果就是1985年工研院成立「共同設計中心」，臺灣這時才算正式開始訓練IC設計人才(張如心等，2006：123)。因為早期的資源不夠，國家發展IC產業的重點只好放在製程上，共同設計中心是透過簡單的工具、標準的程式，讓那些學通訊和資訊系統的人，可以用拼湊的方式學會IC設計，這就是ASIC(application specific IC, 特殊運用IC)的做法。共同設計中心對產業影響最大的，應該是將IC設計的方法引進到校園，促使學校教授開設IC設計學門，及早培訓設計人才(張如心等，2006：124)。工研院共同設計中心訓練的人才，無論就經驗或人數而言，都還不足以因應產業需求，因此業者很自然就打起電子所員工的主意，有一陣子工研院電子所IC設計部門的離職率高達4成，成了人員流動率最高的單位(張如心等，2006：125)。工研院一面與業者並肩投入技術研發，一面更致力於促進整體產業技術交流與提升，「共同設計中心」即工研院為加速IC設計技術移轉、縮短企業之研究開發。

1990年代初期，基於國內科技產業逐漸成形，產業對技術的需求殷切而且多元。此時工研院以技術導向之研發成果，常因時效性或產業需求的變化而不易充分發揮其功能，因此工研院在技術選擇與規格的訂定上，採取業界先期參與方式，將業界需求導入技術選擇。在1990年代中期之後，政府有鑑於邁向創新需要將工研院的研發與產業的需求緊密相連，因此要求工研院轉變直接技術研發之



後移轉給企業的作法，而是改以50%對50%經費分攤的方式，與企業進行共同的研發合作，這作法直接有利於中小企業的產業升級和進行創新的轉型（Mathews 2002）。工研院與產業界緊密結合的合作方式，不只在技術開發上以業界需求為導向，工研院內部之研發人員常成為企業獵才對象，比其他研究單位容易移轉至業界，甚至工研院也鼓勵員工離開成立新事業，使得工研院培育的人才，成為臺灣高科技產業重要的生力軍，無論是在積體電路、光電、綠能、機械、生技等各領域，企業CEO或是研發部門主管，很高比例都有在工研院服務過的經驗。

截至2018年，工研院研發成果專利獲證數累計27,606件，衍生新創及育成公司273家，技術量能相當充沛。在技術服務部分，每年服務廠商約17,939家次，技術授權則每年約有614家次。目前工研院研發及管理人才6,146名，其中1,418名博士、3,618名碩士，研究領域遍及各類科技產業。工研院設有院友會，2002年當時的董事長翁政義及院長史欽泰感念工研院院友人數已超過一萬五千人，且在各行業皆有所貢獻，希望籌組「工業技術研究院院友會」，凝聚曾任職於工研院同仁的力量，以推動工業技術研究院院友之合作、交流與聯誼，並促進工研院之長期發展。創會理事長由發起人之一胡定華擔任，現任也是第六任理事長由漢民科技許金榮擔任，加入之院友數量就已達25,006名，顯示工研院在培育科技產業人才的顯著成效，以及其人才開枝散葉，在高科技產業所展現的影響力。

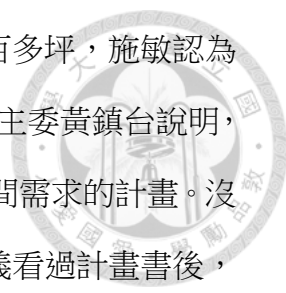
貳、國家奈米元件實驗室

除了工研院外，隸屬於國科會(現為科技部)與積體電路相關的實驗室，也是培育產業人才的重要研究機構。成立於1988年的國家次微米元件實驗室(National Submicron Device Research Laboratory)，也是臺灣培育半導體與奈米科技高級技術人才的重鎮。因為次微米容易與電子所進行的次微米計畫弄錯，1993年更名為國家毫微米元件實驗室。毫微米就是奈米的意思，2002年又再更

名為國家奈米元件實驗室 (National Nano Device Laboratories, 以下簡稱NDL)。實驗室的目的為進行國內半導體專門人才的養成,與國內學術界合作進行半導體材料,製造與奈米元件的研究,先端性奈米元件技術的研發工作。NDL於2003年改隸於財團法人國家實驗研究院,2019年與國家晶片系統設計中心整併,改稱國家實驗研究院臺灣半導體研究中心(Taiwan Semiconductor Research Institute, TSRI)。

NDL最初誕生在交大,交大開國內學術界之先,在1964年成立半導體實驗室,1965年製成國內第一個雙極性接面電晶體,並培養國內第一位工學博士。1977年半導體實驗室改制為半導體研究中心,並納入教育部正式編制。之後隨著積體電路產業發展,交大也是國內大學最早對外提供積體電路相關之研究設備。1977至1979年交大執行國科會國家電子大型研究計畫,1980年起,與國科會合作成立半導體貴重儀器使用中心,以交大半導體研究中心為主,結合清大之離子佈植機,另添購部分儀器,對外提供服務。

隨著微電子技術的快速發展,積體電路的線條愈做愈細,其運作速度也愈快,1988年8月5日國科會奉行政院核定成立NDL,以培育大量高層次(博士級)的研究及工程人才,並研究開發關鍵性技術(國科會,1990)。交大半導體中心在1989年開始在光復校區規劃固態電子大樓,以四億元興建十級(class 10)及萬級(class 10000)之實驗室共七百坪,另有行政區共三層樓,一方面提升中心實驗室及設備的等級及功能,同時提供NDL使用,以提升國內半導體製程能力,培植高級科技人才,促使產業升級。交大前校長張俊彥先生不但參與交大半導體研究中心的建立,也一手推動成立NDL,擔任NDL第一任主任。當時在固態電子大樓內之NDL,有最精密之電子束微影系統(E-beam lithography)、高壓及中電流離子佈植機、多腔式(multichamber)濺鍍系統、多腔式CVD系統,以及蝕刻、氧化、擴散、光阻製程等精密設備,每年並有儀器專款,逐步強化各項設備,期以低溫製程發展次微米技術。



施敏1998年到2004年被聘為NDL主任，當時NDL只有一百多坪，施敏認為這樣小的地方，幾乎沒有辦法好好做實驗。於是他向當時國科會主委黃鎮台說明，同時獲得黃主委及李國鼎資政的支持，提出對NDL實驗室及空間需求的計畫。沒想到計畫才送到國科會沒幾天，主委就換人了，新任主委翁政義看過計畫書後，準備將NDL搬到台南，但施敏不同意，他認為當時整個半導體產業公司都群聚新竹，彼此有緊密合作、互動頻繁的產業鏈關係，一旦搬去台南將失去這項優勢。因為他堅決反對，就這樣堅持幾個月，沒想到國科會主委又換人了，這一回換上了魏哲和，魏哲和看過計畫書，知道這件事的急迫性與重要性，上任第二天就提筆核簽。好不容易爭取到新台幣十億元，奈米電子研究大樓隨即動工(王麗娟，2013：78-79)。不過隨著南科也逐漸發展成為半導體產業重鎮，NDL在2002年於南部科學工業園區成立南區辦公室，2003年改制為財團法人，2004年奈米電子研究大樓落成。

NDL主要任務包括：

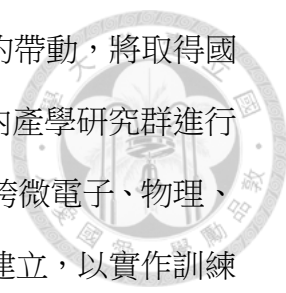
1.建構研發平台：整合國內奈米製造儀器設備資源，建立世界級奈米元件製造與電子系統研究整合性開放式實驗研究環境。

2.支援學術研究：與學界合作進行研究計畫，讓全國各大學院校及學術研究機構充分使用實驗室資源，產出高質量研究。

3.推動前瞻科技：與國內外產學研單位合作，提升包含「奈米CMOS 元件技術平台」、「奈米能源與光電元件技術平台」、「微機電元件技術平台」三大新興研究領域技術服務水準。

4.培育科技人才：開設各類訓練課程，培育臺灣於奈米元件、奈米光電與奈米機電等相關領域之尖端技術人才。

國家奈米元件實驗室（National Nano Device Laboratories,NDL）位於新竹




與南部科學工業園區。自1988年成立以來，透過服務型研發的帶動，將取得國際認同的一流研發成果，轉為製程技術研發服務平台，支援國內產學研究群進行「新材料」、「新結構」與「新應用」的元件技術開發；並藉由跨微電子、物理、化學、光電、微機電、機械等非傳統電子電機領域研究平台的建立，以實作訓練方式補足跨學系理論授課上的不足，協助碩博士級高階技術人力進入職場能快速應用所學，降低跨領域技術溝通整合上的障礙，以及減少產業內部訓練的時間，所培育之碩博士級人力多已成為目前業界重要的高階經理人，這亦是該實驗室對國內半導體產業最大的貢獻。

NDL從1988年成立以來，為臺灣培育半導體與奈米科技高級技術人才的重鎮，為全台唯一具備完整奈米元件製造試驗線的開放式研究服務環境，並結合生命科學、光學、電子、機械、電路設計或系統工程等領域專家，以各種合作模式獲得跨領域的研究成果與技術，不僅提升臺灣學研機構在整合元件技術上的研究量能，進而建立國際學術聲望。其次在產業應用上，不僅提供積體電路研發所需之設備，同樣可供面板及太陽能等產業使用。其次，因為產業技術發展所開設的人才培訓課程，也為厚實產業發展，奠定堅實的基礎。

參、國家晶片設計中心

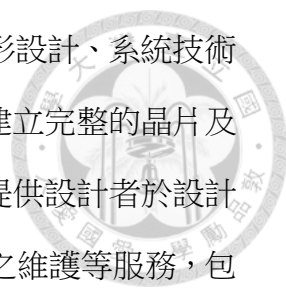
國家晶片系統設計中心(National Chip Implementation Center，簡稱晶片中心或CIC)成立於1992年，顧名思義就是在發展IC設計技術及人才，所以設立宗旨開宗明義為「培育積體電路晶片及系統設計人才、提升積體電路晶片及系統設計技術」，期能強化我國積體電路晶片及系統設計能力。臺灣在歷經之前積體電路製造技術的引進，在晶圓製造及封裝技術逐漸成熟，具備國際競爭力且市占率逐年提升，因此產業往前端IC設計領域發展，是必然的趨勢，CIC就是在這樣的時空背景下成立的。除了與各界合作研發晶片及系統設計相關的前瞻技術，希望達成世界級國家實驗室的願景，成為晶片系統設計研發與服務的重鎮。



由於積體電路為通訊、資訊及消費性電子等**3C**產業關鍵性零組件，朝向數位化、體積微小化之發展趨勢，國內歷年來產學研諸多會議中，均將「提升國內晶片設計之研究水準，培育晶片系統設計人才」列為重大議題。**CIC**的前身一樣由交通大學開始，當時交通大學沈文仁教授執行「新竹地區多計畫晶片設計服務」國科會計畫，計畫內容就是將各校設計的**IC**整合集中在同一光罩，在交給晶圓廠製造完成後，再進行相關測試，以節省**IC**設計實作相關之成本，讓學校可以安排更多實作課程、培育**IC**設計人才。這樣研究成本分攤、節省的概念，與現在共享經濟概念類似，進而將計畫規模擴大，透過學界共同參與，成為全國性的研究中心。

國科會依據第四次全國科學技術會議之結論，於**1992**年**5**月起推動「晶片設計製作中心」（**Chip Implementation Center**）籌設專案計畫，**1993**年**1**月於新竹科學工業園區成立中心籌備工作小組。**1997**年**7**月鑑於科技發展趨勢，更名為「國家晶片系統設計中心」。為強化南部高科技研發環境，特於**2002**年**9**月於台南科學工業園區設立南區辦公室，以發展與新竹科學園區相輔相成之前瞻研究，建立高科技技術及產業發展聚落。**2003**年元月起為配合國家科學委員會所屬國家實驗室法人化作業，改隸於「財團法人國家實驗研究院」，**2019**年與國家奈米元件實驗室整併，改稱國家實驗研究院臺灣半導體研究中心(**Taiwan Semiconductor Research Institute, TSRI**)。

CIC主要任務為支援學界電子設計自動化（**electronic design automation**，簡稱**EDA**）工具與設計流程、服務學界與業界**IC**電路設計之雛形製作與測試需求、並培訓**EDA**工具使用暨**IC**設計人才為主要任務，對建構自動化設計環境與養成實作能力的人才頗有助益。**1990**年代臺灣**IC**設計產業方興未艾，國內產業環境發展尚未健全，然而隨著晶圓製造部分蓬勃發展，積體電路產業往產業鏈上游發展是必然的趨勢。搭配學術研究需要以及產業未來發展，**CIC**引進多項產業界廣泛使用的晶片與系統設計的電腦輔助設計軟體，以及多項矽智財(**IP**)資料庫，免費



提供學校申請使用，並分別針對前段設計、實體設計、快速雛形設計、系統技術設計、嵌入式軟體設計等的設計需求，整合設計軟體、規劃並建立完整的晶片及系統設計流程與環境，藉以提升晶片及系統設計的效率，並且提供設計者於設計時所需的技術支援、訓練課程、快速雛形驗證環境與設計環境之維護等服務，包含了設計資料庫之整合、設計環境技術資料檔的建立、設計軟體之使用流程規劃與管理、軟體安裝更新與使用諮詢、設計軟體與設計流程之訓練、伺服器之管理維護諮詢、快速雛形驗證設備之提供與技術支援、單晶片系統(System on a Chip)的整合設計環境、矽智財模組的規範與建立、軟硬體共同設計環境、驗證平台之建立、以及設計範例之提供等多項設計技術支援。

為達成資源共享及有效節約成本，CIC自1993年開始以「多計畫晶片」(multi-project chip, MPC)方式，整合不同設計案於同一套光罩，並委由國內外晶圓廠製作後，依不同設計切割封裝，以提升國內雛形晶片實作能力。為配合我國IC產業發展需求及培育晶片設計實作人才，CIC依年度規劃各類成熟及先進製程，建構製程相關之實作環境，進行相關軟體環境及元件庫驗證並提供下線諮詢服務，以協助教育性、前瞻性雛形晶片製作。因此，數位、類比或射頻不同類型晶片設計者皆可選擇適當之CMOS、BiCMOS或化合物半導體製程，以滿足各類晶片之設計需求。

此外，在晶片測試方面，為協助晶片雛形品驗證工作及降低測試設備重複投資，CIC設置有晶片測試實驗室，提供數位晶片、混合訊號及射頻晶片量測系統。目前擁有安捷倫(Agilent)93000測試系統供數位及混合信號晶片測試，以及MEMS測試環境: optical profiler, MEMS motion analyzer等。針對射頻電路設計，CIC亦陸續建構高頻參數量測、射頻模型粹取、功率及雜訊量測及通訊晶片量測等系統，以提供元件至系統晶片之驗證。量測實驗室亦提供電路板雕刻機、打線機等後段製作服務。開設教育訓練及推廣課程，每年利用寒暑假假期針對各種不同設計方式對學術界分別開設Full Custom IC design、Cell-Based IC design、

FPGA design、RF/MM design、CMOS MEMS、IC Testing、SoC design及 Embedded Software開發等訓練課程，亦開設E-Learning訓練課程，也邀請國內外專家學者開設進階的訓練課程及研討會，以培訓晶片及系統設計人才。

CIC對積體電路產業最大的貢獻，就是建構IC設計的研究平台，包括提供學界EDA工具，及整合光罩及晶圓製造等實際製作等，二者過去價格都相當高昂，超過學界負擔的能力，透過中心資源使得學界能夠實際投入IC設計的研發工作，培育學校人才具備產業經驗。過去幾年來CIC的工作重點在於協助學術界建立晶片及系統的設計與實作環境並提昇設計技術，主要偏重在基礎的技術開發與服務。未來除持續培育晶片系統設計優質人才與提升晶片系統設計前瞻技術外，亦將配合產業未來發展需求，與各界合作研發晶片及系統設計相關的前瞻技術，與園區內世界級的先進技術廠商合作提升我國積體電路晶片及設計技術，並媒介學研界培育之人才發展所長。藉此群聚效應，與週邊產業及學術單位齊力營造共存共榮的產學合作模式。

肆、小結：研究機構的階段性任務

研究機構設置的目的，在因應特定科技發展所需，縮短學界及業界落差。時至今日，歷經近四十年的發展，產業發展重點不斷在改變研究，研究機構也隨之轉型、改組，以符合產業當前發展需求。否則研究機構如果無法提供服務，自然也就失去存在的意義及價值。例如當初為引進積體電路產業技術的工研院電子所，目前已與光電所合併，研究重點不再只有半導體領域，還擴大到光電、LED、顯示器技術等；國研院所轄的NDL及CIC，也在2019年1月合併成為半導體研究中心。

工研院電子所與光電所合併為電光所，一方面是因為電子產業對於跨領域關鍵技術的需求，新興電子產品往往包含許多關鍵電子零組件，需要多功能晶片、處理器、光學材料、甚至是影像技術的開發等等，研究機構需要滿足業界多方面、


跨領域的需求，不得不將研究範圍擴大。在另一方面，電子所設置的目的在發展國內積體電路產業，隨著相關製造技術的成功引進，工研院開發完成後將相關晶圓製造及IC設計技術及團隊成功移轉民間，臺灣積體電路產業規模逐步擴大、領先國際，相較之下，電子所在積體電路產業領域能做的也就越來越有限，因應產業發展需求、整併為其他相關研究所或是發展新技術領域，也是研究機構為求生存，不得不然的發展趨勢。

本節介紹了國內為了發展積體電路產業技術，特別成立的三個研究機構；工研院電子所、國家毫微米元件實驗室、國家晶片系統設計中心，表4-8是三者的比較。由於積體電路產業設備相當昂貴，工研院最初為引進技術購置的設備，之後隨著衍生公司，人員及設備也隨之移轉至衍生之民間公司，工研院有資金再添購新設備以發展新技術，成功後又在分割成立公司。不但成功將國家引進的技術移轉到民間，扶植民間產業發展；在另一方面，國家又有資金再投入新技術的開發及購置新設備，使得國家持續都有投入開發新技術的資金，即使新技術的製程設備越來越貴，基於過去成功的發展案例，不管是政府還是民間部門，也越來越有信心投資，形成對產業發展正面的循環。

表 4- 8: 2008-2018 年度研發替代役役男投入產業統計表

名稱	工研院電子所	國家毫微米元件實驗室	國家晶片系統設計中心
簡稱	ERSO	NDL	CIC
成立年	1973	1988	1992
前身	工研院電子小組	交大半導體實驗室	交大沈文仁教授計畫
成立目的	積體電路產業規劃及引進工作	建置國家實驗室設備，發展半導體製程技術及培訓產業人才	發展 IC 設計技術及人才
具體成效	與 RCA 簽約，衍生聯電、台積電、臺灣光罩等衍生公司	建構研發平台以支援學術研究，培育產業實作技術人才	支援學界 EDA 工具，整合不同設計案於同一套光罩，培訓人才
負責部會	經濟部	科技部	科技部
組織改造	與光電所合併為電光所	2019 年與晶片中心合併為半導體研究中心	2019 年與毫微米元件實驗室合併為半導體研究中心

(本研究整理)



由於1980年聯電成立之後，國內積體電路產業開始快速發展，學界越來越多學者朝向這個領域發展。由於積體電路設備昂貴，工研院也是在國家經費支持下，才得以將技術由RCA移轉至臺灣，並進而移轉至民間。相形之下，學校要投入相關研究，高昂設備的購置就變成學界投入的障礙。臺灣學界在發展積體電路產業初期，交大因為獲得校友致贈相關設備，成立半導體實驗室，是國內最早投入積體電路研究的學校。當時國內學者如果想從事半導體研究，都須至交大借用實驗室。所以當學界越來越多學者朝向這個領域發展，國家實驗室的建置就有其必要性。

國家為了滿足學界越來越多積體電路的研究需求，於是設置國家實驗室，提供半導體先進製程所需的研究設備，也是1988年NDL設立的原因。與工研院不同，由於NDL是在提供學界服務，所以是由當時的國科會(現已改制為科技部)設置，提供全國所有學校服務，只要想從事相關研究或接受相關訓練，都可以利用該實驗室。NDL建置有相關製程設備，一般業界不太可能出借設備供學校研究或是訓練學生，NDL有完整的八吋晶圓製程設備，供學校從事相關研究及訓練學生，學校可以利用NDL培育學生實作經驗。

CIC成立也是基於同樣理由，當1990年代國內開始發展IC設計產業，EDA工具及製作光罩也是非常昂貴，不是學校可以負擔的起，透過CIC，可以提供學界EDA工具，或是整合不同設計案於同一光罩，節省相關研究及人才培育成本。國際間像NDL及CIC這樣以發展積體電路產業的國家實驗室很罕見，大多為私人實驗室、公司研究部門、或是成立在學校內。國家為了發展積體電路產業，成立國家實驗室，提供研究設備，供全國學校發展相關前瞻技術及培育人才之用，使學界培育的人才具備實作經驗，畢業後就可以投入業界。實驗室研究人員同時也從事相關研究，研究成果技轉業界使用，對臺灣積體電路產業的發展，也發揮相當大的效用。

第三節 企業衍生人才



在1978年矽谷就有所謂「公司樹」(Company Tree)海報，海報上畫出矽谷多家公司衍生的歷史：最早是夏克利半導體實驗室(Shockley Semiconductor Laboratory)，成立於1956年，後來該實驗室有「叛逆八人組」集體離開，另成立快捷半導體(Fairchild Semiconductor)，這些人後來又有人離開，成立了英特爾和超微(AMD)。二十年後陸陸續續衍生出六十五家半導體公司，海報無法詳載，只列出比較成功的公司，創辦人和員工都發了大財，也鼓勵創業文化的成型(胡國強，2016：117-118)。

從IC產業的研發費用占營業額比例、及每年申請的專利數，可以看出積體電路產業是現在臺灣比例最高、數量最大的產業，也可以看出這個產業高度仰賴研發創新的特性。同時這樣特質的高科技產業另一個特色，就是它所面對、激發的是快速成長的市場(楊丁元、陳慧玲，1998：77)。所以從臺灣積體電路產業生態價值鏈的形成，可以看出幾個特色：首先是產業的發展高度仰賴新技術的開發，主要是透過人才主導、引領產業技術的研究發展。其次技術與產品的發展重點，與市場需求息息相關，新開發的產品和技術，必須切合市場的發展趨勢及高度成長需求，換言之，研發成效馬上可以由市場反應得到檢驗。第三是這樣由產業人才驅動、主導的創新模式，也讓投資人對企業產生信心，順利由海內外資本市場募集資金，投入新事業的發展。

如果人才是臺灣積體電路成功的關鍵，產業人才更是關鍵中的關鍵。在整個產業發展歷程中，政府雖然投入資源從學校及研究機構端培育人才，但是只能說是提供產業發展的基礎，讓產業人才基本的來源不虞匱乏。近四十年臺灣積體電路產業發展最精彩的部分，還是在於產業自身培育的人才，隨著不同階段及技術發展重點，產業間的合併及分割，產業規模逐步擴大，培育的產業人才規模不斷

地擴大，企業不斷地繁衍茁壯。人的成長是產業變化的重要動力，這些跟隨移轉團隊出門創業的班底同志們終不免會有力求成長的動機，因此再度衍生各種形式的公司。這一節將從產業端，探討臺灣積體電路產業發展歷程，成立、合併、或衍生茁壯的產業鏈，如何借力使力，讓臺灣積體電路產業成長茁壯，及人才如何開枝散葉。

壹、封裝測試產業導入

在積體電路產業引進臺灣時期，產業培養人才主要有兩個來源：一個是外商、一個是本土教授領軍成立的新創事業。外商雖然是因為臺灣廉價的勞力和製造成本，而選擇在臺灣投資設廠，而且產品項目主要在後段的封裝測試，技術層次相對不高，但是當時因為臺灣沒有電子產業、產業發展的起始階段，外資公司扮演為臺灣培育產業人才的起始角色，同時也引進外國企業經營管理及人才培育制度。本土教授運用所學創業，幫學校畢業生開創出路，為當時國內剛開始的產業環境，創造就業機會。

一、外商：高雄電子、飛利浦建元

在1966年的臺灣，配合出口導向經濟發展策略，第一個加工出口區在高雄成立。當時從美國矽谷半導體產業的始祖快捷 (Fairchild) 衍生出來的 GME (General Micro Electronic) 公司，申請進入加工出口區，就是高雄電子(簡稱「高電」)，從事計算機、電子琴晶片的裝備和測試，是臺灣第一家關於半導體工廠。封裝技術屬勞力密集的手工焊接和包裝，但外商公司完整的人才培訓制度、精密昂貴的測試裝備，對當時的臺灣來說是既先進又新鮮的(張如心等，2006: 72-73)。

高電甫成立，就到當時唯一設有電子研究所的交大做校園徵才，網羅邱再興為創始員工。雖然高電只做晶片封裝和之後的測試，母公司還是送邱再興到美國

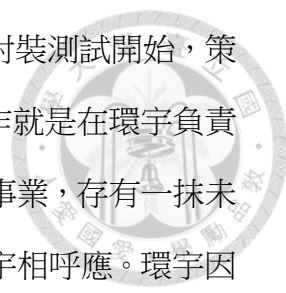
去接受完整的IC製程訓練，並且安排他到香港、日本參訪。完訓回台之後，邱再興招兵買馬，成為中間幹部。蔡明介(聯發科董事長)、宋恭源(光寶科技董事長)從台大、交大畢業之後，都存在高電服務過(張如心等，2006：73)。

相同的例子還有飛利浦建元廠，也是在1966年高雄加工出口區成立時就申請進駐，也是IC封裝測試廠。2000年時是飛利浦建元廠已是全球營業額最大、技術最領先的半導體封裝測試廠。1987年臺灣積體電路公司籌設時，國內半導體業的基礎薄弱，國內廠商都不敢投資，當時擔任臺灣飛利浦副總裁的羅益強努力向荷蘭總公司爭取投資，成為台積電的最大股東，持股約30%；當時沒有人想到台積電後來會成為全球晶圓代工業的龍頭，也是飛利浦的「金雞母」。順著產業附加價值鏈往上走，羅益強看到未來的重點在IC設計，他在臺灣飛利浦的努力雖然不算很成功，但還是為臺灣的IC設計業培養了一些人才(張玉文，2001)。

在顯示器領域，飛利浦在臺灣也有投資，包括在中壢設置偏向軛廠(DU)、竹科設立生產高階彩色顯示器映像管的大鵬廠、及竹北電子玻璃廠。2000年，飛利浦把映像管部門畫分出來，與韓國LG旗下的映像管部門合併成立新公司LG Philips Displays。新公司在2001年7月2日正式成立，在臺灣的部分，大鵬廠、中壢DU廠、都被劃入這家新公司(張玉文，2001)。宣布合併之後，新公司全面檢討，整併重疊的單位，約有一千名員工的大鵬廠和兩百名員工的中壢DU廠就是因此而關閉的。外商公司對臺灣最大的貢獻，就是培育產業人才。像臺灣飛利浦為臺灣的產業界培養了許多人才，一名國巨公司高階主管開玩笑說，建元廠所在的楠梓加工出口區，大概有一半的人是出自飛利浦。一名曾在飛利浦工作五年的資訊服務業主管則說，飛利浦為臺灣經濟培養了太多人才，簡直就是「飛利浦大學」。

二、本土新創公司：寰宇電子、萬邦電子與集成電子

在高電服務三年之後，邱再興被交大的老師施敏找回新竹，在竹北成立寰宇



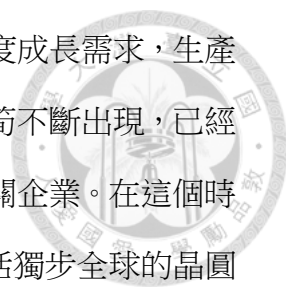
電子，獲得彰化紡織大亨的贊助。環宇從IC晶圓測試、切割、封裝測試開始，策略是從後站出發往前段的電晶體製造發展，施振榮的第一份工作就是在環宇負責記憶體專案之後，才轉做計算機。這段經驗讓施振榮對記憶體事業，存有一抹未盡的情愫，預示日後德基半導體的成立，以與二十幾年前的環宇相呼應。環宇因為投資人介入，最後賣給美國客戶ITT公司(張如心等，2006：74-75)。邱羅火原本在環宇工作，後來環宇賣給ITT變成外商公司，才轉而報考工研院，成為第一批RCA成員(黃昭勇、李珣瑛，2006)。

在環宇成立後幾年，張俊彥也找到投資人，在1971年成立萬邦電子，不久之後也是因為投資人的介入而離開。張俊彥離開萬邦後，再度集資數千萬元成立集成電子，這兩家都是做電晶體的公司，張俊彥在萬邦時擔任總工程師，創立集成之後則擔任總經理(張如心等，2006：76)。宣明智當年在集成負責業務和管理工作，他指出當年萬邦和集成生產的電晶體，主要用在口袋式收音機、音響等產品上，當時臺灣消費性電子的市場才剛起步，市場很熱絡，但是在國際市場上，是和美國國防用電晶體淘汰下來的次級品競爭。對美商而言，這些次級品是沒有成本的，賣一個賺一個，遇到競爭只要降價就好，所以如果兩家公司主力放在這裡，公司就沒有未來性了(張如心等，2006：76-77)。

本土公司主要由本土教授領軍，而且都是在新竹，由於交大是國內最早投入半導體研究、成立半導體實驗室的大學，交大教授在新竹開設公司，正好延續交大畢業生在半導體方面的學習。此外萬邦、集成都是擁有分離式元件晶圓廠的公司，成為吸納半導體工程師的最佳場域。曾繁城、宣明智、劉英達和戴寶通等當年沒有出國深造的人才，都成分別在萬邦與集成工作過，而後再加入工研院的RCA人才培育計畫(張如心等，2006：77)。

貳、晶圓製造成長茁壯

臺灣引進積體電路產業後，最初發展的重點就在於量產及提升良率。業界發



展重點除了不斷發展先進製程、微小化，同時為了滿足市場高度成長需求，生產規模不斷擴大。這個時期產業發展非常熱絡，新公司如雨後春筍不斷出現，已經出現的公司規模不斷擴大、不斷興建新廠，甚至併購海內外相關企業。在這個時期除了產業專注於擴大量產規模，也發展出垂直分工模式，包括獨步全球的晶圓專工模式。所以在這個時期，產業蓬勃且快速的發展，造成產業人才需求龐大且暢旺，相關人才引進及培育需求也是相當大的。

臺灣晶圓製造的員工一般而言非常勤奮，而且很有紀律。晶圓代工業雖然是一種高科技產業，卻也是高度倚賴機器的精密度與嚴格遵守製程標準作業流程 (standard operation procedures, SOP) 紀律的產業。除了少數製程研發人員再努力思考如何融合半導體物理特性與機器的性能已達到最佳化之外，大部分的工程人員是在應用與管理維護機器的SOP，使整場的產出與良率達到最佳化，並不是很有創意的工作。尤其是在潔淨室裡的工作規定很多，不方便且很辛苦，所以一般先進國家的工程畢業生因為有其他比較先進技術工作選擇，如軟體、醫療等研發工作，晶圓製造場並不是理工畢業生的優先選擇。但是臺灣在培養了相當數量的優秀理工畢業生之後，國內的工作性質比較缺乏先進科技研發的工作機會，相較之下晶圓代工業在待遇、獎金、福利、工作環境、職業穩定性、職業形象都遠優於其他產業。

一、聯華電子

聯電在1980年成立，從生產技術規劃工作之協助、建廠協助、人員移轉到人員訓練，都是由工研院電子所協助，聯電管理階層有12人是電子所轉任，同時電子所使用65名工程師對聯電進行人員訓練，在一年三個月中訓練31人，共262人月(林錫銘，1987：61-63)。這些資料顯示，工研院電子所為一個新組織，提供素質好、有經驗的組織領導者，並且也替這個組織培養有潛力的工程師，使得高科技的新組織所需要的技術與高品質人力有穩定的來源，因而使新組織在高

度競爭市場上不容易被淘汰。

1982年美國電話市場開放，用戶可以自由購買電話機，聯電的曹興誠和宣明智發現電話機市場大有可為，電話撥號晶片是電子所已經移轉給聯電的現成技術，所以當產品需求來臨，只要有足夠的供應量就可以確保獲利。當時曹興誠找位在台中的菱生公司，拉高價格要求菱生承諾保證封裝的產能，讓聯電能夠大量順利出貨，使業績暴增、扭轉的聯電的頹勢，也拉近與菱生高階幹部間的情誼。因此當菱生的幹部有意自行創業時，宣明智還特地引介交大同窗好友林文伯家族給以蔡祺文為首的菱生技術團隊認識。擁有技術和資金的雙方一拍即合，在1984年成立矽品精密(張如心等，2006：164)。矽品現在是國內僅次於日月光的IC封裝大廠，2018年兩家公司合併，市占率全球第一。

1984年由國善、華智、茂矽等海外歸國學人在科學園區設立IC公司，三家公司都想蓋自己的晶圓廠，都找上交通銀行協助出資。只是3座晶圓廠的投資金額過大，交通銀行評估後，認為充其量只能支持一家，但在三家之間又不知如何取捨，大家已經充分認知臺灣需要增加IC製造的產能，才能讓這剛萌芽的IC產業蓬勃發展起來。當時解決的方案之一，是讓聯電擴大經營，到時候請三家業者的晶片設計都拿到聯電去製造(張如心等，2006：174-175)。

為此，聯電在1984年曾經提出一份「擴大聯華電子公司」計畫書，內容主要在強調「垂直整合」不行了，已經進入「垂直反整合」的時代，首先就是要重視邏輯產品製造，也就是IC設計公司所做的產品，與美國華人結合來投資設計公司，用設計公司打頭陣，然後在臺灣做晶圓專工，所以計畫書裡也強調要將設計和製造從事國際分工、產銷互補。當時經濟部長徐立德請曹興誠將他的增資計畫書，給當時以自德儀離職、轉任通用器材公司(General Instrument Inc., GI)總經理的張忠謀過目(張如心等，2006：175-176)。

對於這個概念，聯電計畫書裡用的字眼是半客製(semi-custom)和全客製服

(custom)，也就是半導體產品分類裡的ASIC，但是張忠謀認為計畫書中的高額投資和樂觀的回收估計，他認為如果真要回收，投資發展記憶體產品較為可能。而且他服務的GI也曾經考慮投入這項業務，但是經過評估，GI自認缺乏對系統大廠的行銷和ASIC設計能力，競爭不過TI這些大公司，所以沒有進入。張忠謀對於剛剛才建立IC設計部門的聯電想做客製產品的生意，表達不樂觀的看法(張如心等，2006：176)。

曹興誠指出，從垂直整合公司轉成晶圓專工公司非常困難，但是要轉成IC設計很容易，只要把製造部門交給人家、把廠賣掉就好了。可如果從垂直整合公司要轉成晶圓專工公司，等於是從產品公司變成的提供服務的公司，如果產能不能快速增加，營業額會縮減成原來的三分之一，所以不可能憑空轉過去(張如心等，2006：177)。但是1995年機會來了，美國IC設計公司大量上市，手上有充沛的現金，可是在台積電找不到產能，聯電一看機不可失，趕緊去美國談合作。1995年5月聯電決定去找他們合資成立公司，6月開始接觸，7月就和Alliance和S3兩家設計公司簽約，8月再和7家公司簽了第二個合資案，9月把剩下三家一網打盡，與北美11家IC設計公司通通拉進來做股東，成立了聯誠、聯瑞、聯嘉三家公司，募到的投資金額是30億美元，為臺灣最大規模的國際合資計畫(宣明智，2004：281)。因此聯電手上就有三家晶圓專工公司，當時這幾家公司的營業額佔全世界IC設計產值一半以上(張如心等，2006：178-179)。

聯電發展到1995年，曹興誠發現晶圓專工的模式才是最能展現臺灣的競爭力，聯電於是作徹底的轉型，將IC產品獨立成多家公司，並尋找多家客戶，合資成立多個專業晶圓專工廠，這也是後來聯電轉投資許多IC設計公司的由來(蔡明介，2007：27)。1996-1997年，聯電將原有IC設計部門分割，成為獨立的設計公司：智原、聯發科、聯詠、聯陽、聯笙、聯傑、盛群等，這些公司都各自雄踞一方，成就輝煌。同時，聯電鎖定美加前十大無晶圓廠IC設計公司合作，當時Xilinx已是全球第一大IC設計公司策略聯盟，打敗競爭對手Altera(宣明智，2004：

76-77、282)。

旗下擁有3家晶圓代工廠的聯電集團，除了專門供應合作夥伴產能之外，仍然有餘裕為其他客戶代工。轉型晶圓專攻4年之後，聯電集團經歷了1997年、1998年的不景氣，同集團的幾家代工廠之間，難免發生客戶重疊及價格競爭的情形。個別公司的研發資源無法互通，必須重複投入製程開發，甚至既有的技術也無法交流等狀況，都與晶圓專工精神相違背。1998年聯瑞大火，間接促成之後的幾波整併，聯電首先取得部分合泰半導體的股權，之後併購日本新日鐵半導體事業部，創臺灣高科技國際併購先例，把兩個廠的記憶體生產線轉為晶圓代工。到了1999年聯電集團再以半年的時間調整營運模式，將旗下的各個晶圓專工廠，包括聯誠、聯瑞、聯嘉，以及同時納入聯電集團旗下的合泰等公司，一起併回聯電，是為「五合一」(張如心等，2006：180)。

聯電轉為晶圓專工之後的主要客戶，除了十幾家新簽約的美國業者之外，多半是從聯電衍生的IC設計公司，如聯發科、聯詠、聯陽，和合併合泰之後所衍生出來的盛群半導體等(張如心等，2006：181)。同樣是開發新的製程技術，只有一座晶圓廠的公司，開發出來的技術只能給那個廠用。而晶圓專工廠開發出來的新製程技術，可以給10個廠用，每個廠分攤的成本，只有人家的十分之1。8吋晶圓是臺灣晶圓代工業邁入量產的關鍵，在8吋晶圓的時代，每18個月蓋好一個廠，每12個月要蓋好一個廠的殼子。其實加緊蓋廠還是不敷使用的時候，台積電、聯電兩家晶圓代工龍頭也都曾以併購、合資建廠等方式來加速擴充產能(張如心等，2006：215)。

2000年聯電把所屬的聯誠、聯瑞、聯嘉，以及合併的合泰，一起再併回聯華電子，稱為「五合一」。聯電在2003年接手矽統科技一年後，矽統的八吋晶圓廠於2004年7月1日正式併入聯電，往後矽統專注於IC設計(宣明智，2004：221)。進軍新加坡是聯電另一策略性跨國布局。繼聯電台南十二吋晶圓廠之後，聯電位

於新加坡的十二吋晶圓廠也於2003年開始量產，使聯電的生產據點廣布於日本、新竹、台南、新加坡，除了可享有新加坡極為優惠的投資獎勵之外，並為客戶有效地分散政治、社會、天然災害等各方面風險(宣明智，2004：284)。

除了聯電轉投資的企業，遍及IC設計、光電及零組件產業，包括聯發科、聯詠、聯陽、智原、盛群、矽統科技、友達光電、欣興電子等公司。聯電也鼓勵員工開創新事業，並且參與投資，給予協助。這些企業包括瑞昱、勝華、普誠、京元電、矽創、宏齊及久元。如果加計聯電轉投資及從聯電母體分割出去的公司，合計聯電所創造的市值早已超越兆元，在國內電子產業的影響力少有其他企業能出其右(宣明智，2004：269、284-286)。

最值得一提的例子就是欣興電子，1990年聯電受國民黨之託，接手經營這家原已搖搖欲墜的印刷電路板公司，證明了聯電的管理能力與企業文化具有異業經營的能耐。欣興電子原名新興電子，為國民黨黨營事業，是第一家台資的印刷電路板(PCB)公司，隨著1980年代臺灣電子產業起飛，PCB產業也隨之蓬勃發展，但新興電子卻因長年虧損以至於1980年進行重整，改由聯電、宏碁等公司投資入股，改名為欣興電子，由當時聯電董事長曹興誠擔任欣興電子董事長，聯電陸續派黃顯雄、敖景山、曾子章接任總經理(王麗娟，2015：179；宣明智，2004：221)。

1980年聯電從工研院電子所衍生獨立為公司，曾子章就加入，1988年擔任聯電籌建臺灣第一座VLSI六吋晶圓廠的負責人(王麗娟，2015：178)。1993年4月，在聯電任職13年的曾子章，接任聯電集團旗下的欣興電子總經理。1995年中國大陸成為世界工廠的態勢明顯，客戶多邀請欣興電子到大陸設廠就近服務。曾子章權衡整個PCB產業的未來發展，有兩個特別值得關注的新技術，其一是手機產業崛起，朝著輕薄短小、多功能發展，傳統的電路板技術無法滿足需求，而高密度互連(high density interconnection，簡稱HDI)版的開發，有著來自手機產

業需求的強大需求潛力。其次為IC載板(carrier)，是電路板產業中代表高技術、高品質、進入門檻極高的領域，產值約占全球電路板的12.5%。曾子章評估進軍大陸設廠約新台幣20億元，而集資發展HDI版及IC載板則須21億元，魚與熊掌不可得兼，他毅然選擇投入新技術的研發(王麗娟，2015：186-187)。

從傳統的PCB突破創新，HDI板的研發隨著手機蓬勃發展，讓欣興電子快速於兩岸設立多做HDI板廠，並成為全球HDI板的領導廠商。首先2000年在臺灣設立第一座專業的HDI板廠，接著在2003-2005年分別在深圳及昆山建立第二、第三座HDI板廠。IC載板從技術開發到產能布局，2001年欣興電子在桃園設立世界首座晶粒封裝載板(chip-scale package)廠，接著於2006年發展覆晶型BGA(flip chip ball-grid array)載板，而以記憶體為主的載板廠，也於2008年在蘇州設立。在2014年欣興不僅是全球HDI板領導廠商，IC載板廠也成長為全球第三大，在大陸生產總值約佔該集團產值的45%(王麗娟，2015：188-189)。

聯電文化另一個布局異業的例子就是聯友光電，1990年聯電創立聯友光電，是臺灣投入TFT-LCD液晶顯示面板的第一家公司，於2001年聯友光電與達基科技合併組成友達光電，成為全世界TFT-LCD第三大供應商，之後發展的光電產業，成為臺灣第二個兆元產業。除了異業布局成果豐碩外，聯電對臺灣半導體產業最大的貢獻之一，就是分割成立的「聯家軍」，一系列IC設計公司，奠定臺灣IC設計產業全球第二的優勢地位，這個部分會在本節第三部分做討論。

二、台積電

台積電在本論文第二章有介紹，是由工研院衍生成立、也是全球第一家晶圓代工企業。台積電成立於1987年，專注生產由客戶所設計的晶片，本身並不設計、生產或銷售自有品牌產品，確保不與客戶直接競爭。時至今日，台積公司已經是全世界最大的專業積體電路製造服務公司，根據拓璞產業研究院調查，2018年上半年全球晶圓代工市占率排名，台積電以56.1%高市占率遙遙領先其他競爭

對手、穩坐龍頭寶座。

台積電成立迄今三十多年，培養之產業人才相當多。例如第一批被派往RCA取經的種子學員之一曾繁城，之前曾在萬邦電子工作，返國後在工研院服務，之後工研院衍生成立台積電、技轉6吋晶圓技術，首創專業晶圓代工模式，並由張忠謀擔任董事長，曾繁城在院內的鼓勵下也跟著轉移至台積電，現任台積電副董事長。1994年經濟部為落實工研院次微米製程技術發展計畫專案成效，決定成立衍生公司。同年12月，台積電率同其他十三家公司，共同投資成立世界先進積體電路股份有限公司，以生產及開發DRAM及其他記憶體晶片為主要營運內容。1998年3月，世界先進以科技類股掛牌上櫃，主要股東包括台積公司、行政院國家發展基金等法人機構。曾繁城亦曾任世界先進總經理、及副董事長職務。

另一位台積電培育的重要人物就是蔡力行，蔡力行曾經是張忠謀欽點的接班人，在2005年將總執行長交棒給他，張忠謀自己退居幕後擔任董事長。然而在2008年金融海嘯時，整體大環境不佳，台積電在蔡力行主導下，嚴格執行績效考核制度，原本做法是針對考績最後4%的員工進行特別管理，但最後卻變成考績最差的5%員工直接被要求離職。被要求離職的員工為表達不滿，曾夜宿張忠謀住家外面以示抗議。後來張忠謀重新派人調查裁員事件，在了解實情後，撤除了蔡力行的總執行長職務。蔡力行後來離開台積電，並於2014年1月在時任交通部長葉匡時的安排下，擔任中華電信董事長一職，且意外催生了中華精測。蔡力行2016年12月卸下中華電董事長，後來接受聯發科董事長蔡明介邀請，於2017年6月接任聯發科共同執行長，重回他熟悉的半導體本行。


RCA種子部隊之一許金榮，當時受訓內容負責半導體設備的技術移轉，後來回到工研院電子所後，又負責臺灣第一座大型積體電路設計(VLSI)半導體實驗工廠，這座廠房也就是後來的台積電一廠。許金榮就從電子所轉赴台積電，第一個職務是設備部門經理，當時他的直屬老闆就是廠長曾繁城。許金榮對台積電的

貢獻主要有兩項。一個是選擇採用荷蘭廠商艾斯摩爾(ASML)的微影顯像設備，一個是迷你潔淨室(mini environment)，兩者都是台積電率先採用(林宏文，2001)。1995年許金榮在大學同班同學宣明智的力邀下，赴聯瑞擔任總經理。之後離開聯電，2001年加入半導體設備業的漢民科技擔任總經理，並與董事長黃民奇共同創辦漢微科，2016年漢微科被ASML以一千億新台幣所收購。

除了培育人才，台積電為了產業競爭擴大規模，也併購許多相關企業。例如1998年下半年爆發亞洲金融風暴，全世界半導體景氣逆轉直下。臺灣有幾家半導體公司受到極大衝擊而產生鉅額虧損，其中一家就是德基，當時的德基董事長施振榮向張忠謀董事長提出合併的構想。1999年上半，在和德基談併購時，又冒出世大電路的併購案。當時台積電和聯電之間的競爭非常激烈，聯電在2000年完成五合一，台積電為取得更多高端晶片產能，以拉開與聯電的距離，所以台積電以較高的價格及在很短的時間內併購世大電路(張孝威，2018：264-266；張如心等，2006：227)。同年也與德基完成合併。

曾任工研院電子所所長的胡正大，在2000年離開工研院加入台積電，擔任研發部門副總經理，第一個任務就是解決剛進入量產0.18及0.15微米製程的靜電放電(ESD)問題，前後花了六個多月終於順利解決(王麗娟，2015：114)。胡正大觀察，對台積電而言，為客戶的未來需求預先做好準備，是很重要的。許多投資要比別人早好幾年投下去，才能掌握先機。胡正大在2005年離開台積電，創立敦泰電子，以觸控IC為核心產品，2012年中國智慧型手機市場起飛，需求暴增，敦泰電子業績起飛，台積電在產品品質、產能、及速度上，也對敦泰電子給予支持。胡正大說，如果半導體公司自己擁有工廠，從IC設計到製造都自己來，那麼在市場需求突然大增時，就絕不可能像台積電有這麼大的產能和彈性，可以支持業績大幅成長(王麗娟，2015：123-124)。

三、華隆微電子



在聯電的成功案例之後，由於電子產品市場需求的快速成長，積體電路產業已是國內外成長最快的產業，國內紡織業華隆集團投資的華隆微電子在1987年4月成立，是國內第一家純粹由民間投資的IDM公司，吸引大批工研院電子所和一些聯華電子的員工加入。華隆微在1987年建廠，第二年就可以和電子所的示範工廠一樣，以2微米的技術大量生產IC(張如心等，2006：246)。之後華隆集團的子公司嘉新畜產也在竹科三期興建八吋晶圓廠，但是由於華隆集團的財務問題，造成華隆微經營不善，連帶影響嘉畜晶圓廠興建計畫，延宕近五年最後在1999年以將廠房及設備賣出而告終，而華隆電子也在2003年下市。

在1990年代，可以說是臺灣積體電路產業快速成長時期，投資資金充沛，在那個時期的產業像華隆微這樣經營不善的產業，算是相當罕見。華隆微在經營過程中，也曾力圖振作，例如在1996年間，自美國受邀返台加入華隆微擔任總經理的羅應聰，當時他帶著一批人，計畫進行華隆微的企業改造，可是並沒有帶給華隆微太多的轉機，卻導致當時回國的團隊一個個離開華隆微。羅應聰後來加入聯電集團，一起回國的廠長李家震則轉檯至新成立的光罩廠翔準先進公司擔任總經理，至於原來計畫接任嘉畜廠長的林大野，則先赴茂德擔任專案經理，後來又投效前茂德總理蔡南雄旗下，擔任新公司茂矽的建廠顧問。至於原來華隆微的中堅幹部，也在公司成長受限，其他公司求才若渴下，紛紛跳槽至其他廠商。例如原擔任華隆微發言人的田鎮英，後來轉檯至林文伯旗下的矽豐公司擔任總經理，在矽豐併入矽品後又回到矽品(林宏文，1999)。


此外，從華隆微設計部門獨立出來的義隆，以發展消費性、通訊、微控制器及電腦周邊IC設計為主，也少數可以擺脫華隆色彩，並且能夠持續保持成長的公司。義隆的人才幾乎都來自華隆微的，總經理葉儀皓則出身電子所，當初義隆要從華隆微公司獨立出來，也在內部經歷了不小的波折，但是在多年業績沒有成長

的折磨下，很多工程師願意跟著葉儀皓一起出走，追求事業的第二春。在1994年與華隆微分家，在1997年孵出曾經紅翻半邊天的電子雞，國內的小學生幾乎是人手一雞。此後營運順利一路成長，並於2001年掛牌上市，2002年曾獲富比士雜誌評比為亞太地區200大績優中小企業，成為國內重要IC設計業者之一。

四、華邦電子

華邦電子於1987年成立，公司主要的人力來源是電子所的積體電路示範工廠，華邦電總經理楊丁元即為電子所出身，1989年華邦電聘任的總工程師李銘廣亦為原電子所人員。電子所的同仁在後有同事轉戰華隆微、前有台積電百億計畫與移轉百位製程團隊的影響下，人心思動。示範廠的員工尤其擔憂自己的未來。這時，楊丁元一句：「算了，我帶你們出去吧！」園區裡又多了一家晶圓廠。這一群電子所IC設計與應用方面的人才，很快找到華新麗華等公司的投資，以新臺幣1.25億元資本額創立華邦電子（張如心等，2006：247）。華邦電的發展模式及主要產品與聯電類似，以從工研院電子所取得通訊用IC與消費性IC的技術移轉及示範工廠原有的設備開始。

華邦電成立之初，就有許多工研院電子所移轉過來的人才，據1989年財星日報報導，華邦電的技術人才占全體員工的45%，主要是由工研院電子所離職人員所組成，一開始200多位員工均來自於工研院。1988年3月26日與電子所簽約，移轉金屬氧化互補半導體(CMOS)製程技術，與通訊和消費性積體電路產品的製造與銷售權。與聯電不同，是華邦電投資人以私人公司華新麗華為主，華新麗華雖然是從事電信電纜產業起家，但是布局電子業甚早，其旗下華新科技的前身就是前面提到的本土新創公司之一——萬邦電子。萬邦電子成立於1970年，為國內第一家製造發光二極體的公司，當時的投資者包括工研院電子所第一任所長胡定華，交大前校長張俊彥等人；至於員工有聯電董事長宣明智、台積電總經理曾繁城，以及聯友光電董事長劉英達等人。




華邦電成立後，工研院電子所的第三任所長章青駒在1992年加入華邦電擔任副總，是當時總經理楊丁元的左右手，推動與東芝合作、以跨入DRAM市場。章青駒本身在工研院電子所將近二十年，完成四吋、六吋晶圓的技術開發。1999年接任華邦電總經理，華邦電的DRAM業務也在2000年衝上高峰，在2001年DRAM景氣崩盤前，成功淡出DRAM市場轉向快閃記憶體發展。章青駒在華邦電任職十六年後，在張忠謀及曾繁城力邀下，2009年出掌世界先進，擔任董事長六年期間，將世界先進之產值提升三倍之多。

華邦電子董事長一直由華新麗華集團創辦人焦廷標之子、焦佑鈞擔任董事長，帶領華邦電子屹立不搖渡過30多個年頭。隨著記憶體產業的劇變以及2008年的金融海嘯風暴，華邦電重新調整腳步再出發，將部分的晶圓廠轉售，也將旗下的MCU公司新唐科技分割出去，目前仍是國內記憶體產業龍頭廠之一，已成功在NOR Flash（編碼型快閃記憶體）市場上拿下市佔率最大的地位，更深獲蘋果、三星等大廠的青睞。

華邦電分割成立的新唐科技，成立於2008年，同年7月受讓分割華邦電邏輯IC事業單位正式展開營運，並於2010年在臺灣證券交易所正式上市掛牌，專注於開發類比/混合訊號，微控制器及電腦雲端相關應用IC產品的IDM廠，相關產品在工業電子、消費電子及電腦市場皆具領先地位。隨著5G時代來臨，全球伺服器市占前二名的戴爾及惠普2018年在商務型伺服器表現強勁，而其中戴爾為新唐主要客戶，隨著雲端運算興起，戴爾在全球雲端基礎架構市場上已占有一席之地，約占全球雲端儲存市場的10%，且逐漸擴大儲存伺服器的比重，新唐遠端伺服器控制晶片出貨動能也隨大客戶水漲船高。

五、旺宏電子

旺宏電子公司是國內另一家記憶體廠龍頭，提供跨越廣泛規格及容量的ROM唯讀記憶體、NOR型快閃記憶體以及NAND型快閃記憶體解決方案，目前




在ROM以及NOR型快閃記憶體都已拿下世界第一的地位。旺宏電子成立於1989年2月，當時總經理吳敏求說服當時任漢鼎顧問公司的康潤生，投資成立IC廠，並受到胡定華支持，同年12月就成立了旺宏電子公司，由胡定華代表漢通創投任董事長、吳敏求任總經理，並自國外帶回28個家庭(後來陸續增加到40個)，從矽谷舉家遷回臺灣加入旺宏，這些在各大半導體如英代爾、超微、晶技學有專精，而在美國有10年工作經驗的人才，共同組成旺宏堅強的經營團隊。

現在吳敏求已是旺宏電子董事長，至於總經理盧志遠博士，則是當年特地由美國延攬回台，擔任經濟部次微米計畫專案總主持人，並曾任世界先進總經理。為了將研發的風氣向下紮根，並培育國內的研發人才，旺宏約20年前創立旺宏教育基金會，先成立「金矽獎」半導體設計大賽，帶動大學及研究所進入研發。隨後又成立「旺宏科學獎」，進一步將科學研究的精神帶進高中，這兩個獎項都已經是臺灣教育界最大、獎金最高的科學競賽。

參、IC 設計業者崛起

晶圓代工產業與IC設計業有密切連動關係，由於專業設計公司的出現，造就了晶圓代工市場的需求，促成了代工廠的設立；而代工廠的存在又鼓舞了設計業，得以在沒有製造所需龐大資金的後顧之憂下，蓬勃地成長起來(蔡千姿，2001：88)。其次，人的成長是產業變化的重要動力，前面提到積體電路知識密集與產業人才擴散的特性，在人力需求不大的IC設計公司特別明顯，這些人與公司間錯綜複雜的關係，使得在IC設計產業在公司新設、分割與人才流動的現象更為明顯，包括本土及海外人才的流動與融合，塑造產業蓬勃發展的基礎。

不論是設計或製程技術，研發的內部化已儼然是業界潮流，而技術知識是企業獨特的資產。IC設計工作成功的關鍵包括三個層面：1.制定晶片產品及相關應用的技術規格；2.依據規格進行迅速有效的電路設計流程；3.擁有實現電路設計的製程技術(蔡千姿，2001：81)。臺灣在IC設計的發展上起步很早，緊緊跟隨在



美國之後，1994年臺灣佔全球IC設計產值只有6%，隨著過去十年的演進，2006年已經占到18%，臺灣專業IC設計產值僅次於美國，居世界第二位。IC設計整體產值規模雖不比IC製造業，但是在整體產業分工體系中居於面對市場的關鍵地位，尤其是IC產品走向3C整合的趨勢之下，整合性的單晶片系統(system on a chip, SOC)設計技術將牽繫半導體產業實力的消長，設計業的重要性與日俱增。

臺灣IC設計業在政府1975年的支持下，經由工研院電子所引進RCA公司半導體技術時、開始建立自行研發設計的基礎。聯電當時以IDM的模式成立，並非專業於IC設計的公司，臺灣第一家民間專業IC設計公司(Fabless IC Company)是在1982年由工研院技術團隊，結合民間創業資金，於竹科成立的太欣半導體公司(楊丁元、陳慧玲，1998)。太欣半導體創辦人王國肇，也是第一批赴RCA取經成員之一，當時他就專攻IC設計。

與半導體製造技術一樣，國內許多IC設計公司都是衍生至工研院。與晶圓製造產業高度資本支出產業型態不同，IC設計公司設立門檻不如IDM或是晶圓廠這麼高，成立公司及人員流動頻繁，更加顯得蓬勃發展。在1983年太欣半導體成立後，此後一直到1990年，工研院電子所便成為一家家臺灣IC設計公司的人才庫。例如：以郭正忠、黃洲杰為首的團隊成立矽統，又於2年後成立凌陽科技，工研院企劃組長林錫銘成立偉詮電子，以及瑞昱半導體的成立等，都是工研院電子所IC設計人才為班底的組合。當時臺灣成立的IC設計公司，與當時臺灣晶圓製造產業開始興起極有關聯，聯電及台積電都是臺灣早期IC設計公司下單的主要對象。

從1990年開始，在國外學有專精的IC設計人才大批回臺灣成立公司，蔚為風潮。例如IBM的湯宇方成立民生、盧超群成立鈺創、莊人川與吳欽智成立揚智，以及自英特爾返國的劉曉明回台擔任矽統總經理，將產品策略由消費性電子轉為電腦晶片組。使得臺灣IC設計公司的風貌，不再是全然以消費性電子為主，與國

外大廠資訊系統產品大量赴台尋找OEM夥伴，臺灣IC設計業者從1980年代以玩具、電話機為主要應用產品，自1990年代起，開始投入電腦主機板及週邊設備各種應用IC設計。



1995年之後，智邦、友訊等網路設備製造業者開始茁壯，應用在網路設備上的IC又成為設計公司致力投入的市場，路由器、集線器、網路設備內控制晶片，已是臺灣設計公司的天下。1998年之後，海外大廠的無線通訊系統產品開始在臺灣下單製造，特別是手機內用的各類晶片，也成為臺灣IC設計公司競逐的領域。

由於聯電1995年轉型做晶圓專工，既然專工、就不用再擁有設計能力，於是從1996年開始，分別將電腦、通訊事業衍生成聯陽、聯傑兩家獨立的IC設計公司。1997年再陸續衍生多媒體、商用產品和記憶體事業部，成為聯發、聯詠、聯笙等，前後總計共五家聯字輩的IC設計公司，在國內業界都佔有非常重要的地位。以聯發科為例，成立於1997年，2002年已是全球前十大IC設計公司之一，目前全世界排名第三，僅次於美國高通及博通之後。

聯發科董事蔡明介畢業於台大電機系，曾任工研院電子所工程師、聯電研發部副總，聯電從IDM轉型做晶圓代工，由其帶領成立IC設計公司。聯發科成立初期也是掌握到特殊應用的技術，因此可在CD-ROM及DVD-ROM產業正興起時，利用日本廠商把產品放出來的時機，適時地切入市場(蔡明介，2007：28)。後來聯發科擴展到數位影音光碟上面的IC，2000年開始朝無線通訊手機晶片產業做布局。發展迄今，聯發科經營權已與聯電無關聯，反而在IC設計領域自成一集團，子公司包括絡達科技、創發科技、奕力科技、晨星半導體、立錡科技、擎發通訊科技、常憶、晶心等，不同子公司各有擅長，以多方面布局新興產品市場。

聯電除了衍生前述五家聯字輩的IC設計公司，也衍生了智原科技。1992年矽谷名人石克強和何薇玲夫婦回到臺灣，帶著滿腔熱血和對設計趨勢的洞見，石

克強遊走各大IC公司，解說「設計服務」這個新機會。最先獲得聯電的全力支持，讓林孝平帶領的CAD(設計自動化)技術中心衍生出來，成立智原科技。智原是ASIC設計服務公司，本身擁有許多已經在聯電晶圓廠裡驗證完成的設計元件和模組，該公司是根據客戶訂製的IC規格，幫客戶設計特殊用途IC，並且統包製造、封裝、測試的後續的製程服務，省下客戶與各工廠個別接洽的花費(張如心等，2006：318-319)。

智原是在1993年就從聯電獨立出來，但真正快速發展則是在1997年以後，最主要是因為當晶圓代工產業穩固後，對特殊應用IC(ASIC)及服務的需求出現了，聯電分割獨立之後，機會又增加很多，但是智原能夠快速發展，也是因為掌握到技術能力，才能搶占到最多的市場(蔡明介，2007：28)。智原科技為亞洲第一家ASIC廠商，亦是少數同時擁有完整自主開發IP資料庫的ASIC廠商，其主要股東還是聯電，所以投片合作夥伴只有聯電。

石克強後來離開智原，和鈺創盧超群、清大林永隆、交大沈文仁等人，1998年成立以SoC設計服務為主的創意電子，喊出了「設計代工」(design foundry)，將他心目中的設計服務業經營模式向前又推了一步。石克強舉例指出，一般設計公司一年推不出十顆新的IC，「投資一套設計工具可能要新台幣好幾億元。如果一年只推出幾顆新IC，等於說每一顆IC要分攤好幾千萬的設計工具成本。但是有規模的IC設計服務公司一年可以推出上百顆客戶的晶片，分攤下來，設計工具的投資成本就低很多。」(張如心等，2006：320)。就像台積電研發部門開發出新製程，可以給十個晶圓廠用，每個廠分擔十分之一的研發費用、卻享有全部研發成果一樣，所謂「設計代工」，也是這個「費用均攤」的概念。創意電子第一大股東是台積電，也是國內第一大IC設計服務公司。

肆、小結：開枝散葉的人才樹

臺灣積體電路產業經過近四十年來的發展，產業規模逐步擴大，從下游封裝

產業逐步往上游發展，到晶圓製造及IC設計，培養產業人才無數。在積體電路產業引進臺灣初期，產業培養人才主要有兩個來源：一個是外商、一個是本土教授領軍成立的新創事業。雖然技術不算先進，優勢在於廉價的勞動力，但是在產業發展的初期，最大的效益在於人才培育，讓學校培育的學生有業界經驗，其次外商在臺灣投資，也讓國內熟悉國外新興產業的經營管理模式。

隨著RCA技術引進臺灣，工研院扮演積體電路產業技術及人才最大的供給來源。初期以晶圓製造技術為主，衍生之聯電、台積電、華隆微、華邦電、旺宏電子等，成立後都快速發展，員工數大幅增加，企業規模也不斷擴大。除了華隆微，其餘四家在晶圓代工及DRAM產品都居國內外市場相關重要而關鍵的地位。而且為了取得競爭優勢，企業規模不斷擴大，大者恆大，本業之外多轉投資相關事業，使得相關產業人才不斷增加、成長。

1990年之後，臺灣IC設計產業開始蓬勃發展。與晶圓製造產業相比，IC設計產業資本支出較小，相對進入門檻較低，新設公司及人員流動更為頻繁，因應新產品或是新應用，就成立新的公司，發展迄今二十多年，臺灣IC設計產業呈現多元而蓬勃發展之勢。與晶圓製造一樣，大多數技術及人才來源還是工研院，只是隨著公司營業規模擴大，公司間併購及轉投資現象也很常見，培育相關IC設計人才也相當的可觀。與晶圓製造產業不同，晶圓製造產業由於生產規模、資本支出龐大，經過近四十年的發展，已整併剩下的業者不多，而且公司人數都是成千上萬人；IC設計業者雖然也是有不少大公司、大集團，但是針對特殊技術或產品應用，仍是有小公司成長發展的空間，呈現出多元並蓄的發展樣貌。

第四節 小結：人才培育卓然有成

由於華人受儒家傳統影響，特別重視子女教育。臺灣在戰後的前二三十年，醫師名額較少，工商不發達，法律環境也就發展有限，加上政府為發展經濟也廣

設工程科系，因此大量優秀學生湧向就業機會較多和待遇較高的工程科系，臺灣在過去幾十年培養了許多優秀的工程人員，當政府選定積體電路這個領域時，學校端已具備相關師資及設備，也累積了相關領域的人才。



在探討東亞國家經濟快速發展的現象，解釋原因之一在於這些國家對教育的重視，造成人力資本的積累。除了國家對工程人員培育的重視，當政府決定發展積體電路產業時，在國內各大學校院，交大是最早鎖定積體電路為發展重點的學校，所以在研究人才招募及設備布建上，是最早也是最齊全，對國內半導體產業發展也造成極深遠的影響，包括最早成立半導體實驗室，之後成立的國家實驗室，如NDL及CIC，也是先從交大開始。交大培育出的校友，幾乎遍布科學園區各大產業。而國內大學排名第一的台灣大學，就目前半導體產業的領導專家，例如在本論文提及的施敏、胡定華、曹興誠、史欽泰、楊丁元、章青駒、蔡明介、盧超群、湯宇方及台積電現任董事長劉德音等，約有七成左右畢業於台灣大學電機系，顯示台大電機系對半導體產業的人才培育也很有貢獻。

另一個科學園區產業人才的大本營，就是工研院。在臺灣整個積體電路產業發展歷程，幾乎所有的新技術及新產業人才，都是來自於工研院，成功案例不知凡幾，從聯電、台積電、華邦電...，人員多是出自於工研院。雖然當年是工研院電子所與RCA簽約，引進相關技術。之後政府為發展積體電路產業所執行的大型計畫，也是由工研院電子所來執行。這些過程讓工研院電子所累積充沛的研發量及專業技術，內部人員藉由專業的研究設備及訓練，使得人員離開後，都能帶著一身好本領投入業界，成為臺灣積體電路產業發展過程中，最重要的發展及成長動能，衍生的新創企業也不計其數。

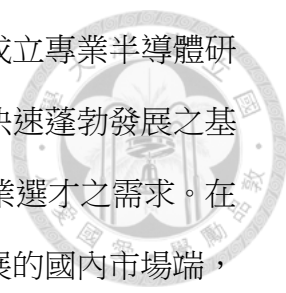
隨著國內積體電路產業產值逐年創新高，學校為因應產業發展，開設新系所數目也逐年增加，到2018年全臺灣已有60所大學都設有電機系，畢業生人數也逐年增加，無論是博士班、碩士班、或是學士班，電機與電子工程學系都穩居各

科系排名之第一位，約占同年學生數10%左右。但是學生人數以97學年度與106學年度的比較，顯示目前國內博碩士班及大學教育培育之電機與電子工程學生比例，較十年前有減少之趨勢，原因可能是選擇念電機、電子的學生少了，以及受到少子化的影響。

此外，學校透過執行國科會或科技部補助的研究計畫，透過計畫目標導向相關研究經費的補助，也是強化相關師資及訓練學生的重要管道。政府在決定自國外引進積體電路產業技術的同時，也同步透過學校端強化相關產業技術基礎，策略之一包括透過當時國科會計畫補助學校發展相關技術及培育人才。時至今日，科技部補助各研究領域專題研究計畫執行件數及經費，無論是從件數還是經費數來看，工程科學這個領域都是最高的。其次工程領域與積體電路直接相關為「電子資通組」，計畫件數及經費約占工程學門三分之一以上。另外像是物理、化學材料、機電等領域，也是有部分計畫與積體電路技術相關，還有大型的專案計畫，目標導向地推動產業前瞻技術。從整個政府對於積體電路產業相關領域學術研究的補助，在技術及人才面，為產業的前瞻發展奠定堅實的基礎。

由於臺灣年輕男性畢業後，需服兵役後，方能就業、或是到海外求學。早在1980年代就將兵役制度與科技人才培育結合，結合國內研究機構，發展自主國防工業，1999年開放民間產業申請國防工業訓儲科技人才員額，2005年建立研發替代役制度，2008年研發替代役取代國防工業訓儲制度，從獲核准參與的單位家數及員額數來看，呈現逐年增加的趨勢。其中絕大多數用人需求，都是來自民間產業，人數比例高達八成以上，2018年甚至高達九成。其次從實際服役役男投入產業分布情形來看，高達三分之一替代役男集中在半導體產業領域，顯示半導體產業對於替代役男人才的需求相當高，而此一制度對於經濟發展有一定程度之貢獻。

從過去四十年來，我們可以看到國家為發展積體電路產業，投注相當大比例



資源在該領域，藉由設立相關系所、補助相關領域研究計畫、成立專業半導體研究機構，源源不絕、大量培育產業發展所需之人才，奠定產業快速蓬勃發展之基礎。甚至連兵役制度，也設法規劃研發替代役制度，來滿足企業選才之需求。在國家有目的地從供給端，大量培育積體電路產業人才，蓬勃發展的國內市場端，也快速地接收了這些人才，成為產業持續發展、成長的關鍵。同時，由於產業技術週期短、變化非常快速，人才就業後持續由工作中學習，人員流動、或出來自己創業亦很常見。顯示積體電產業的人才樹在臺灣，不只已經開枝散葉，而且蔚然成林了。

第五章 結論



時至今日，臺灣已經是世界最大晶圓製造生產國，整個積體電路產業鏈及產值，在國際間數一數二，競爭國家主要為美國及南韓。相較於臺灣國土面積，這樣的產業實力及表現實在是很不容易，特別是整個產業發展歷程從1974年到現在，不過四十餘年，在這段期間臺灣政府及業界共同努力，奠定臺灣積體電路產業在國際間舉足輕重的地位，套句台積電創辦人張忠謀的話說：這可以說是個奇蹟！而且國內還找不到第二個產業，像積體電路產業，在國際間的地位及重要性。

回顧臺灣從無到有，建構成為積體電路產業之國的歷程，哈拉瑞在他《人類大歷史－從野獸到扮演上帝》一書中提到，「歷史的每一個時間點，都像是叉路口。雖然我們回首來時路，從過去到現在已經只剩下單行道...歷史的鐵則則是：事後看來無可避免的事，在當時看來總是毫不明顯」(2018：268-169)。臺灣在政府決定發展積體電路產業的叉路口，剛好都選擇了正確的道路。甚至可以說，在當年選定半導體、選定技術移轉CMOS技術，正好趕上了之後消費性電子產品蓬勃發展的趨勢，結果造就了今日臺灣電子產業王國的美譽。換言之，如果不是選半導體、不是選CMOS技術，今天的現況可能就要完全改觀了。

第一節 研究發現

在整個臺灣積體電路產業發展歷程中，政府扮演了相當關鍵而重要的角色。為了發展這個產業，國家可以說傾全力支持、投注所有可以提供的資源。首先在技術引進上，臺灣政府史無前例地與美國RCA公司簽訂技術移轉合約。為了簽約及後續技術引進及移轉事宜，成立工研院電子所，甚至在技術移轉成功後，將

政府以國家預算取得的技術及設備，移轉民間成立聯電公司。甚至在剛開始時，國內投資大眾對這個新興產業沒有信心，政府除了帶頭投資，來動員民間大企業共同投資，這也是聯電這個名稱的由來，聯合許多「華」字輩的事業共同投資。

現在來看政府的投資非常值得，不但所以投資都得到回收，而且創造許多利潤及財富。但是在決策當時，顯然需要很大的勇氣及魄力，這絕對需要國家的高度支持，願意將資源投注在一個不確定的新興產業上，而且從1974年開始，到1980年聯電成立，長達六年的支持。技術官僚的選擇也是關鍵，結合許多海外專家學者建議，給威權領導者提供正確的政策方向及可採行之執行策略，國家傾全力提供產業全方位發展所需的資源。在這個初始階段，沒有國家的高度支持，這個計畫是不可能開始及持續推動的，在這個階段，雖然國內市場還沒有出現，我們看到國家的高度自主性、及國家能力的展現。

聯電1980年成立，剛好趕上消費性電子時代的來臨，全球電子產品大量生產製造的需求，使得聯電成立後拿到國外大單、快速獲利，吸引民間更多產業投入積體電路產業市場，市場開始出現。在另一方面，政府投入更多資源、支持大型技術引進研究計畫，也鼓勵公立研究機構將技術移轉民間。在1980到2000年，本論文稱之為政府與民間協力發展時期，透過國家及市場的共同合作及參與，促成產業蓬勃發展。在這個時期許多半導體公司成立，民間投資及股票市場熱絡，吸引國內外許多優秀人才投入這個行業。

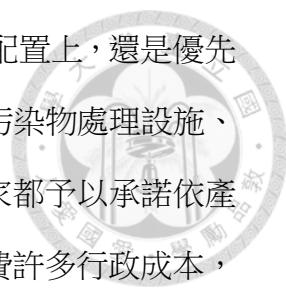
政府在這個階段，也是盡可能提供所有的協助。包括在這個時期，臺灣積體電路產業技術還在追趕階段，落後國際主流技術。政府走在產業前端，透過政府大型計畫，引進產業未來所需之關鍵技術。國家透過研究機構技術引進及發展成功後，再移轉到民間，最著名就是VSLI和DRAM技術。為了因應產業發展需求，政府也用國家力量，建構了許多創新機制，提供產業發展之需，專供服務產業之用，包括成立科學園區及設立管理局、設置半導體國家實驗室如NDL和CIC、引

進美國創投、員工分紅制度、法規制度等，奠定產業蓬勃發展的基礎。

臺灣積體電路產業到2000年以後，就到達超越階段，晶圓製造技術已經與美日先進國家同步，甚至超越。產品市占率逐年擴大，在地產業鏈往上中下游擴充，也越來越完整。在這個時期，國家已經沒有能力再透過大型計畫主導產業發展，其實也沒有必要，因為對於晶圓製造這樣高資本支出的行業，為了獲利，業者自己就會依摩爾定律，不斷地投入研發以追求製程技術的突破，取得市場及產業競爭力。臺灣業者在製程技術上的不斷超越及突破，也帶動國內產業鏈不斷擴大及成長，產業發展模式走向大者恆大，公司間開始併購，越大規模的公司越能夠掌握市場。

國家在2000年之後，對於協助積體電路產業發展的角色，也產生轉變。之前幾乎可以說是求必應的支持，只要產業發展所需，都會全力配合。但是在2000以後，國家由對產業的支持角色，轉變為也扮演管制者，這可以從幾個面向看出來，首先是在產業西進政策上，政府採取管制的立場，並未依業界的要求全面開放赴大陸投資，而是從國家利益的高度思考開放的產品項目及技術門檻。但是政府管制力道不足，從「戒急用忍」，到「積極開放、有效管理」，再到「積極管理、有效開放」，開放赴大陸投資項目從正面表列走向負面表列，政府管制的範圍及力道，因應產業界的呼聲，不斷地退讓、放寬。在另外一方面，政府的管制作為實際上也很難奏效，例如聯電的和艦案，業者沒有依照政府規定赴大陸投資，民主國家政府只能訴諸司法手段，最後仍無法懲罰不遵守規定之業者。另外政府想要訂定「敏感科技保護法」，管制高科技技術及人才外流，但是歷經近二十年，仍無法完成立法作業。

在產業技術發展部分，本論文發現國家能力在2000年後開始消逝，但是在提供積體電路產業生產要素部分，如土地、水、電、及污染物容許量部分，包括人才培育，國家則是具備能力及維持高度自主性，提供產業所需要的支持。雖然



國家內部對於資源的合理分配有不同的看法，但是國家在資源配置上，還是優先支持積體電路產業，包括科學園區擴建與新設、水電穩定供應、污染物處理設施、學校及研究機構的設置、甚至臺灣獨有的研發替代役制度，國家都予以承諾依產業需求，提供保障。要達到這些承諾，除了政府提供經費，也耗費許多行政成本，可以看到國家仍維持高度自主性、及國家能力的展現。對產業而言，國家在生產要素供給上的承諾及支持，除了奠定產業發展的良好基礎，也是吸引他們繼續留在臺灣發展的關鍵因素。

然而在本論文中，也觀察到國家能力除了因為市場興起而消逝，也會因為民主化而有所影響。例如積體電路產業的成功，帶動科學園區高產值、高所得、高就業率的現象，變成各地方政府爭取設置的對象，在2000年以後，科學園區的擴建和新設，由產業需求議題之土地的擴充轉變成政治議題，變成遍地開發的結果。從2010年迄今，科學園區開發步入修正時期，科學園區主管機關科技部，為科學園區開發政策承諾辦理政策環評，並在2018年審查確認，顯示國家在2010年後，除了產業發展，土地正義等資源合理分配相關議題，也是國家關注的重點。

此外，在水電供應及污染物容許量上，國家發展經濟的方向也有所修正，必須兼顧環境永續的目標，例如鼓勵產業節水節能、使用再生水和再生能源、以及污染物減量、逐年加嚴管控空污和廢水排放標準。儘管如此，臺灣晶圓製造技術在2010年後已領先國際，產業優勢地位穩固，再加上人才是臺灣積體電路產業維持優勢的關鍵因素。四十多年來國家有目的地從供給端，大量培育積體電路產業人才，蓬勃發展的國內市場端，也快速地接收了這些人才，成為產業持續發展、成長的關鍵。同時，由於產業技術週期短、變化非常快速，人才就業後持續由工作中學習，人員流動、或出來自己創業亦很常見。顯示積體電產業的人才樹在臺灣，已經不只開枝散葉，而且蔚然成林了。


第二節 未來相關議題研究



在本論文撰寫過程中，受限於論文主軸及資料收集能力，有幾個議題可供未來繼續進行相關研究。由於積體電路現在在各國都是要保護的敏感關鍵技術，雖然當年相關法規保護尚未完備，瓦聖納協定(Wassenaar Arrangement)也是到1996年才開始簽署。目前文獻及訪談資料都顯示當時因為美國RCA公司經營不善，急於將技術和設備賣出，透過曾在RCA任職的潘文淵推薦及穿針引線，剛好臺灣也有興趣買，於是就訂定了對後來影響深遠的技術移轉合約，很多現在半導體產業界的大人物，都是當年第一批赴RCA受訓的團隊。只是中美兩國在1979年斷交，積體電路產業技術就在前幾年由美國引進，科學園區也在1979年成立。美國官方在當時對技術移轉臺灣的看法不得而知，但是在之前臺灣的科技發展，美國的援助及專家協助都扮演相當重要而關鍵的地位，而此一技術移轉案奠定臺灣日後高科技產業蓬勃發展的基礎。美國官方對此技術移轉案的看法，實有待進一步研究。

其次在積體電路產業，國際大廠如HP、INTEL、IBM、Philip發展相關技術相當早，是產業技術的領先者，也不斷追求技術創新及開發新產品。特別是當消費性電子時代來臨，電子產品層出不窮，都會大量使用IC、各式各樣不同用途的IC。這些國際大廠將此一必要零組件委由臺灣製造，甚至逐步將該部分製造外包，變成目前晶圓幾乎由臺灣及南韓兩大東亞國家製造。國際大廠生產佈局的轉變及其所代表的策略規劃，實有待進一步研究。例如飛利浦除了在臺灣設立生產部門、並逐步跨大規模，最值得一提的就是對台積電的投資，不但造就了台積電，對飛利浦而言也是一筆非常划算的投資。但是該公司目前幾乎已全面撤離臺灣，就是一個值得深入研究的案例。

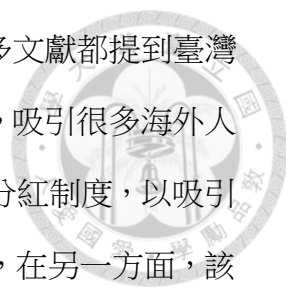
另外一個值得研究的重點，就是人才與產業之間的關係，由於人才是產業的



基礎，對於臺灣這樣一個缺乏天然資源的國家，人才也是產業發展的最大動力及資產。本論文受限於資料取得，其實有三塊很有趣的研究，可以繼續發展。第一是學校教育對產業人才培育效益，特別建構綿密的產業人際網絡。比方說交大及工研院，是目前已知臺灣發展積體電路產業的重鎮，除此之外，台大和成大在那個時期已經成立電機系，現在很多學界業界人士，都是前後任學長及校友關係，透過這些校友流向的盤點及追蹤，應該可以呈現臺灣半導體產業的人際網絡。例如1973年我國工業界前輩裕隆企業創始人嚴慶齡與吳舜文伉儷秉著「工業報國」的理念，成立財團法人慶齡工業發展基金會。透過該基金會贊助台大合設「台大嚴慶齡工業研究中心」，該研究大樓的四樓配合國家發展半導體產業的建構實驗室，由美國返校任教的施敏教授主持，並捐贈貝爾實驗室有關積體電路設計資料與半導體書籍，該中心提供半導體製程之高溫爐、照相與曝光設備、蝕刻設備、真空系統及電子顯微鏡等整套設備，培育半導體製程人才。

第二個關於人才的有趣的課題是海外歸國學人，在積體電路產業的發展也扮演相當重要的角色，從規劃初期的海外專家，到蓬勃發展時期，許多海外華人放棄國外工作、返台投入積體電路產業，從現在來看是有點難以想像，畢竟在當時兩個地區的發展應該比較現在差異還大，科學園區設立實驗中學的原因，就是歸國學人擔心子女就學，其中一項包括擔心子女不適應臺灣的食物。那個時期的國內外環境，特別是就業環境及薪資水準，也值得進一步研究，方可找出攬才及留才的關鍵因素。

近年來國內在探討人才不足的議題時，也有提到出國留學人數逐年比例下降，影響人才培育及與國外之技術交流。本論文第四章提到的研發替代役制度，從產業發展面，研發替代役人數逐年增加，高達三分之一替代役男集中在半導體產業領域，顯示半導體產業對於替代役男人才的需求相當高，而此一制度對於產業發展有一定程度之貢獻。這樣的制度雖然幫產業留住人才，是否也就影響其出國留學意願，造成臺灣出國留學人數下降，實有待進一步研究驗證。



第三個關於人才的研究議題，是員工分紅制度的效益。很多文獻都提到臺灣積體電路產業快速蓬勃發展的原因之一，是因為員工分紅制度，吸引很多海外人才投入產業，直到現在，產業界還是時常有聲音希望恢復員工分紅制度，以吸引人才。基於賦稅公平性，該制度的存續與否是一個層次的問題，在另一方面，該制度對於吸引人才的效益及影響，特別是對國內產業薪資結構的影響及效益，以目前累積40年產業人資相關資料，是應該可以對整體高科技產業薪資結構、包括員工分紅制度，進行深入的研究。

最後一個值得研究的課題，就是摩爾定律的終結，積體電路產業何去何從。雖然這個議題最近十年不會看到，半導體製程仍持續朝三奈米、兩奈米製程邁進，而且隨著新興應用技術的出現，像AI、5G、IOT等，對積體電路產業的需求只有增加，不會減少。但是之後呢？當晶圓製造技術到達極限，臺灣積體電路產業將何去何從，將是未來臺灣必須面對及因應的重大課題。另外值得深思的是當年(1974年)如果沒有潘文淵博士返國奔走遊說政府發展積體電路製程，臺灣今日產業樣貌是否有所不同？是否仍有今天的半導體產業的榮景？再另一方面，現階段產業新興技術如無人駕駛自動車、AI產業等等，是否還有海外華人及技術官僚共同為產業發展而奔走？在民主化的政治體制及架構下，國家能力如何展現及貫徹，以達到經濟發展目的，將是值得持續關注的課題。

參考文獻



壹、中文部分

- 丁瑞峰，2012，《國防工業訓儲制度與研發替代役制度之比較研究（1979—2011）》，國立臺灣大學政治學研究所，碩士論文。
- 工研院大事紀，2012，網址：
<http://memory.itri.org.tw/Home/EventData.aspx?matno=6579>。
- 工業技術研究院，1992，《次微米製程技術發展五年計畫計畫書(第三年度)》，新竹：工業技術研究院。
- 工業技術研究院電子工業研究所，2000，《深次微米製程技術發展五年計畫》，新竹：工業技術研究院。
- 工業技術研究院電子工業研究發展中心，1979，《設置積體電路示範工廠計畫執行終了報告》，新竹：工業技術研究院。
- 內政部役政署，2108，《研發育才十載、創新卓越精彩》，南投縣：內政部役政署。
- 天下編輯，1999，《曹興誠：聯電與霸業傳奇》，台北市：天下雜誌。
- 尹秉權，2009，〈以新視角扭轉舊時代〉，行政院國家科學委員會(編)，《閃亮的樂章——國科會 50 周年紀念文集》，臺北市：行政院國家科學委員會。
- 王仕琦，2010，〈科技大亨聯手扳倒交大校長吳重雨〉，《財訊》342 期。
- 王振寰，1995，〈國家機器與臺灣石化業的發展〉，《臺灣社會研究季刊》，18：1-37。
- 王振寰，1999，〈全球化，在地化與學習型區域：理論反省與建構〉，《臺灣社會研究季刊》，34：69-112。
- 王振寰，2004，〈從科技追趕到創新的經濟轉型：南韓、臺灣與中國〉，《臺灣社會研究季刊》，68：177-226。
- 王振寰，2004，〈評介《超越後進發展：臺灣的產業升級策略》〉，《臺灣社會研究季刊》，55：289-295。
- 王振寰，2010，《追趕的極限：臺灣的經濟轉型與創新》，臺北市：巨流圖書公司。
- 王振寰、高士欽，2000，〈全球化與在地化：新竹與台中的學習型區域比較〉，《臺灣社會學刊》，24：179-237。
- 王振寰、溫肇東主編，2011，《百年企業、產業百年：臺灣企業發展史》，臺北市：巨流。
- 王振寰、蔡青蓉，2009，〈科技追趕與創新的國家模式：臺灣與南韓的專利比較〉，《臺灣社會研究季刊》，73：39-75。
- 王達九，2004，〈園區籌劃、創業維艱——悼念宜慈學長〉，王昭明(編)，《何宜慈先生紀念集》，臺北市：財團法人何宜慈科技發展基金會。
- 王精鴻，2010，《國防訓儲暨轉型後的研發替代役對產業研發之影響》，國立政治大學行政管理碩士學程，碩士論文。

- 王麗娟，2013，《施敏與數位時代的故事》，新竹市：宏津數位科技有限公司。
- 王麗娟，2015，《夢想之境、沒有地圖：不一樣的路》，新竹市：宏津數位科技有限公司。
- 台積電，2017，《台積公司民國 105 年度企業社會責任報告書》，網址：
https://www.tsmc.com/download/csr/2017_tsmc_csr/chinese/pdf/c_all.pdf。
- 臺灣區電機電子同業公會，2010，「臺灣迎接 ICT 新世紀:回顧與展望-科技領航 40 年」，
網址: <http://www.teema.org.tw/exhibition-detail.aspx?inford=7845>。
- 史欽泰，2010，〈塑造經濟奇蹟的跨界合作—臺灣半導體研發與產業發展〉，《科學月刊》
481 期。
- 艾迪生(Craig Addison)，2001，《矽屏障—臺灣最堅實的國防》(Silicon Shield: Taiwan's
Protection Against Chinese Attack)。(金碧譯)，臺北：商智文化。
- 行政院新聞局，2007，《轉型起飛臺灣更美—行政院游院長九十一年/九十二年言論選集》，
台北市：行政院新聞局。
- 行政院經濟建設委員會，2012，《2011 臺灣經濟發展歷程與策略》，台北市：行政院經
濟建設委員會。
- 佐藤幸人，2016，〈從後進到先進的路徑—臺灣半導體產業的啟示〉，林惠玲、陳添枝(編)，
《臺灣產業的轉型與創新》，臺北市：國立臺灣大學出版中心。
- 何宜慈、何邦立，2004，〈筆路藍縷共建園區—謹以本文紀念徐賢修先生〉，王昭明(編)，
《何宜慈先生紀念集》，臺北市：財團法人何宜慈科技發展基金會。
- 吳思華、沈榮欽，1999，〈臺灣積體電路產業的形成與發展〉，吳思華(編)，《管理資本
在臺灣》(臺灣產業研究 1)，臺北市：遠流出版社。
- 吳政憲，2016，《臺灣全志—卷五：經濟志、科技篇》，南投市：國史館臺灣文獻館。
- 李若松，2004，〈新竹園區寫下臺灣科技奇蹟〉，王昭明(編)，《何宜慈先生紀念集》，臺
北市：財團法人何宜慈科技發展基金會。
- 李雅明，2013，《半導體的故事：發展與現況》，台北市：聯經。
- 李鍾熙，2006，〈找尋臺灣矽谷的源頭〉，《經濟日報》12 月 27 日 A12 版。
- 杜文苓，2010，〈環評決策中公民參與的省思：以中科三期開發爭議為例〉，《公共行政
學報》，35：29-60。
- 沈宗倫，2012，〈著作物製造地與權利耗盡原則—以美國修正式的國際耗盡原則為借鏡
檢視我國權利耗盡原則的修正方向〉，《台北大學法學論叢》，86：244-246。
- 周品均，2015，〈這家虧損公司蔡明介為何力挺十年?〉，《今周刊》，975 期：106-107。
- 周添城、林至誠，1999，《臺灣中小企業的發展機制》，台北：聯經。
- 林宏文，1999，〈華隆半導體事業宣告結束〉，《今周刊》11 月 4 日。
- 林宏文，2001，〈園區運氣最差的總經理〉，《今周刊》11 月 8 日。
- 林育中，2017，〈臺灣企業籌資今不如昔〉，《電子時報》5 月 11 日，網址：
<https://www.digitimes.com.tw/col/article.asp?id=169>。
- 林垂宙，2013，《科技創新四重奏：成功創業故事解密》，台北市：商訊文化出版社。
- 林洲富，2007，〈積體電路之法律保護—以我國積體電路電路布局法為論述中心(下)〉，
《司法周刊》，第 1367 期。

- 林錫銘，1987，《開發中國家新興產業發展過程之研究—我國 IC 工業實例探討》，國立臺灣大學商學研究所碩士論文。
- 邱亦睿，2015，《臺灣發展型國家的消逝？工研院與半導體產業關係之轉型(1974-2014)》，臺北市：臺灣大學社會科學院政治學系碩士論文。
- 哈拉瑞 (Yuval Noah Harari)，2018，《人類大歷史—從野獸到扮演上帝》(Sapiens: A Brief History of Humankind)。(林俊宏譯)，臺北市：遠見天下文化。
- 宣明智，2004，《管理的樂章：明智心經、樂在聯電》，台北市：天下遠見。
- 柯凱繼，2016，《從後摩爾時代探討積體電路電路布局之智慧財產權保護》，逢甲大學財經法律研究所碩士論文。
- 洪淑珍，2000，〈竹科爆發二十年最大風暴〉，《遠見雜誌》6月1日。
- 洪懿妍，2003，《創新引擎：工研院：臺灣產業成功的推手》，臺北市：天下雜誌。
- 科技部，2015，〈104年度中央政府總預算案「國科會時期政策推動歷程與檢討」書面報告〉，《立法院議案關係文書》院總第887號政府提案第15100號之1455。
- 科技部中部科學工業園區管理局，2008，〈中科志〉，網址：
<https://web2.ctsp.gov.tw/temp/book/index.html>
- 胡國強，2016，《我們這一代：一個半導體工程師的回憶錄》，台北市：聯經出版公司。
- 孫震，2006，〈資訊群英的報國與創業〉，《矽說臺灣—臺灣半導體產業傳奇》，台北市：天下遠見出版股份有限公司：10-17。
- 徐進鈺，2000，〈廠商的時空策略與動態學習：新竹科學園區積體電路工業為例〉，《城市與設計學報》，11/12：67-96。
- 國科會，1990，《行政院國家科學委員會年報—七十八年度》，臺北市：行政院國家科學委員會。
- 國科會，1999，《行政院國家科學委員會40周年特刊》，臺北市：行政院國家科學委員會。
- 康綠島，1993，《李國鼎口述歷史—話說臺灣經驗》，台北縣：卓越文化事業股份有限公司。
- 張之傑，2008，〈誰是臺灣半導體之父？〉，《科學月刊》2008年8月號。
- 張永安，2009，〈政府擬開放晶圓廠赴中投資 聯電將申請合併和艦〉，《新頭殼 newtalk》，網址：<https://newtalk.tw/news/view/2009-09-29/604>。
- 張玉文，2001，〈臺灣飛利浦轉型知識經濟〉，《遠見雜誌》11月。
- 張如心、潘文淵文教基金會，2006，《矽說臺灣—臺灣半導體產業傳奇》，台北市：天下遠見出版股份有限公司。
- 張孝威，2018，《縱有風雨更有晴：張孝威直說質做》，台北市：遠見天下文化出版股份有限公司。
- 張欣瑋，1998，《工研院在我國半導體產業發展過程中扮演之角色》。國立中山大學企管研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 張俊彥、游伯龍編著，2001，《活力：臺灣如何創造半導體與個人電腦產業奇蹟》，臺北市：時報文化。

- 張添榜，以實證觀點檢視我國積體電路電路布局保護法十二年的運作，科技法學評論，第 6 卷第 1 期，2009 年 4 月。
- 張理國，2017，〈研發替代役十年創七成留才績效 終難逃落日命運〉，《中國時報》11 月 22 日，網址：
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171122004372-260405?chdtv>。
- 教育部統計處，2018，〈大專校院學生人數分析〉，《教育統計簡訊》第 94 號，7 月 11 日。
- 曹興誠，1999，《談臺灣 IC 工業之競爭力》，聯電集團。
- 章忠信，2018，〈科技管制還是營業秘密保護？—談敏感科技保護法草案〉，《法源法律網》，網址：<http://www.copyrightnote.org/ArticleContent.aspx?ID=8&aid=2870>。
- 連于慧，2017，〈台積電傳奇三十載、四大關鍵轉折成就今日光輝〉，《電子時報》第 2 版，10 月 23 日。
- 陳玉娟，2018，〈張忠謀：未來 10~20 年半導體發展將超過全球 GDP 成長速度〉，《電子時報》第 2 版，9 月 6 日。
- 陳東升，2008，《積體網路：臺灣高科技產業的社會學分析》(增訂一版)，台北：群學。
- 陳洛薇，2008，〈張俊彥批科技官員政治掛帥〉，《中國時報》3 月 18 日。
- 陳修賢，1987，〈科學園區的新星：太欣、豐業、昂特三部曲〉，《天下雜誌》，第 72 期，頁 106-110。
- 陳國華，2004，〈科技報國、歷史留名〉，王昭明(編)，《何宜慈先生紀念集》，臺北市：財團法人何宜慈科技發展基金會。
- 陳婉儀主編，2017，《2017 半導體產業年鑑》，新竹縣：財團法人工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心。
- 陳愛珠，2004，〈意外的金雞母、竹科的今與昔〉，王昭明(編)，《何宜慈先生紀念集》，臺北市：財團法人何宜慈科技發展基金會。
- 陳慧玲，1996，〈我國積體電路產業發展現況與前景預測〉，《經濟情勢暨評論季刊》，2(1):107-113。
- 陳熾成，2014，《以積體電路產業的成敗範例探討促進產業升級條例的功效》，國立臺灣大學政治學系碩士論文。
- 彭清仁，2008，〈行政院矽導計畫弊案 前交大所長貪污起訴〉，《中廣新聞》4 月 10 日。
- 晶片系統國家型科技計畫辦公室，2003，《晶片系統國家型科技計畫九十一年度成果報告(NSC91-2218-E-009-014)》，4 月 11 日。
- 朝元照雄，2016，〈臺灣半導體產業的形成與發展—從發展經濟學的觀點〉，林惠玲、陳添枝(編)，《臺灣產業的轉型與創新》，臺北市：國立臺灣大學出版中心。
- 童兆勤，2004，〈高瞻遠矚、披荊斬棘〉，王昭明(編)，《何宜慈先生紀念集》，臺北市：財團法人何宜慈科技發展基金會。
- 馮震宇，1994，《了解智慧財產權》，台北市：永然文化出版股份有限公司。
- 黃昭勇、李珣瑛，2006，〈燃矽晶之火 IC 產值突破兆元的故事〉，《經濟日報》，5

月 1 日。

黃書偉，2012，《從農業大圳到工業引水—臺灣水利治理模式轉變與困境》，臺灣大學求
求變遷中心系列演講，水與社會研究季刊，臺北市：臺灣大學。

黃浚欽，1998，《國家機關、產業與市場之政經分析—以臺灣半導體產業為例》。國立成
功大學政治經濟學研究所碩士論文，未出版，臺南。

新竹科學工業園區管理局，2000，《新竹科學工業園區二十週年紀念專刊》，新竹市：新
竹科學園區管理局。

楊丁元、陳慧玲，1996，《業競天擇—高科技產業生態》，台北：工商時報。

楊文科，2004，〈懷念何宜慈局長〉，王昭明(編)，《何宜慈先生紀念集》，臺北市：財團
法人何宜慈科技發展基金會。

楊文科，2009，《新竹縣志續修(民國 41-80 年)》，新竹縣：新竹縣政府編審 / 新竹縣
文化局編印。

楊政郡，2007，〈徵地補償、神秘果賺中科 1 億〉，《自由時報》，5 月 24 日，網址：
<http://news.ltn.com.tw/news/society/paper/131951>。

溫瓊岸，2003，〈SOC 國家矽導計畫〉，《交大友聲》，399 期：9-18。

經濟日報，1986，〈瞻前顧後把穩科技航向〉，《經濟日報》第 26 版，12 月 26 日。

經濟日報，2015 年，〈四大慘業走過死亡幽谷的啟示〉，4 月 7 日社論，網址
<http://udn.com/news/story/7338/820242-%E7%B6%93%E6%BF%9F%EF%BC%8F%E5%9B%9B%E5%A4%A7%E6%85%98%E6%A5%AD%E8%B5%B0E9%81%8E%E6%AD%BB%E4%BA%A1%E5%B9%BD%E8%B0%B7%E7%9A%84%E5%95%9F%E7%A4%BA>

經濟日報，2016 年，〈半導體業未來：臺灣隊如何打進國際盃?〉，3 月 7 日 A 第二版。

經濟日報，2016 年，〈促進產業多元 黃國昌：臺灣不需另一個台積電〉，2 月 5 日即時
報導，網址：

<http://udn.com/news/story/6/1490279-%E4%BF%83%E9%80%B2%E7%94%A2%E6%A5%AD%E5%A4%9A%E5%85%83-%E9%BB%83%E5%9C%8B%E6%98%8C%EF%BC%9A%E5%8F%B0%E7%81%A3%E4%B8%8D%E9%9C%80%E5%8F%A6%E4%B8%80%E5%80%8B%E5%8F%B0%E7%A9%8D%E9%9B%BB>

經濟部水利署，2016，〈105 年工業用水量統計報告〉，網址：

<http://wuss.wra.gov.tw/annuals.aspx>

經濟部統計處，2016，《104 年晶圓代工產值年增 9.7%，帶動積體電路業全年產值續登
歷史最高峰》，網址：

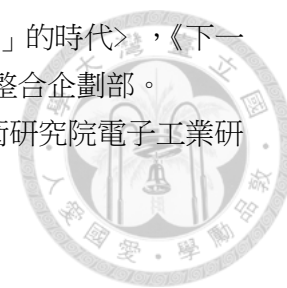
https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=50296。

葉輝雄，2010，〈南科超高壓變電所 345KV 纜線管道工程簡介〉，《基隆市共同管道系
統整體規劃案—GIS 與共同管道規劃技術研討會論文集》，臺灣電力公司輸變電工
程處。

- 虞華年，1998，〈海外的無名英雄—TAC 顧問們〉，史欽泰(編)，《工業技術研究院 25 週年紀念特刊》，新竹縣：工業技術研究院。
- 虞華年，2018，IC 之音廣播採訪。
- 廖專崇，2003，〈國內半導體產業新體系—IP Mall〉，《零組件雜誌》，遠播資訊股份有限公司，第 143 期：19-20。
- 齊若蘭，1984，〈聯電的崛起〉，《天下雜誌》，第 32 期：44-47。
- 齊若蘭，1985，〈半導體趕搭最後班車〉，《天下雜誌》，第 49 期：96-101。
- 劉常勇，1998，〈後進地區科技產業發展策略探討—以臺灣半導體產業與光碟機產業為研究對象〉，《中華民國科技管理年會暨論文研討會論文集》：41-50。
- 蔡千姿，2001，《臺灣電子產業技術發展階段模式之研究-採技術能力與技術策略互動觀點》，國立交通大學：經營管理研究所博士論文。
- 蔡明介，2007，《競爭力的探求：IC 設計、高科技產業實戰策略與觀察》(增訂版)，台北市：財信出版有限公司。
- 盧宏奇，2018，〈將台積電推上頂峰！連曹興誠也讚張忠謀是偉大傳奇〉，《中時電子報》，6 月 3 日，網址：
<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20180603000075-260410>。
- 盧志遠，1997，〈臺灣 IC 產業來時路：半導體產業研究計畫之落實—衍生公司〉，《新電子科技雜誌》，第 139 期，頁 198-208。
- 盧志遠，1997，〈臺灣半導體產業技術奇蹟之見證〉，《科技月刊》，11 月：898-907。
- 蕭文康，2016，「張忠謀談潘文淵 臺灣半導體推手」，2016 年 7 月 2 日蘋果日報報導，網址：<https://tw.finance.appledaily.com/daily/20160702/37291873/>。
- 聯合報，2015 年，〈面板、DRAM...兩兆雙星變「兩道流星」？〉，12 月 15 日綜合報導，網址
<http://udn.com/news/story/8928/1378053-%E9%9D%A2%E6%9D%BF%E3%80%81DRAM%E2%80%A6%E5%85%A9%E5%85%86%E9%9B%99%E6%98%9F%E8%AE%8A%E3%80%8C%E5%85%A9%E9%81%93%E6%B5%81%E6%98%9F%E3%80%8D%EF%BC%9F>
- 謝其濬，2010，〈臺灣 IC 設計產業—迎接下一波晶片盛世〉，《下一波晶片盛世—迎接臺灣 IC 設計黃金十年》，台北市：天下雜誌整合企劃部。
- 鍾佩珊，2004，《臺灣資訊電子業技術學習之途徑》，台中：東海大學社會學碩士論文。
- 瞿宛文，2003，《全球化下的臺灣經濟》，臺北市：唐山。
- 瞿宛文，2011，〈民主化與經濟發展—臺灣發展型國家的不成功轉型〉，《臺灣社會研究季刊》，84 期：243 - 288。
- 瞿宛文，2017，《臺灣戰後經濟發展的源起：後進發展的為何》，臺北市：聯經。
- 瞿宛文、安士敦，2003，《超越後進發展：臺灣的產業升級策略》。朱道凱譯，台北：聯經出版社。
- 鏡周刊財經組，2016，〈與張忠謀纏鬥 20 年、曹興誠因和艦案退隱〉，《鏡周刊》，網址：<https://www.mirrormedia.mg/story/20161010fin003/>。

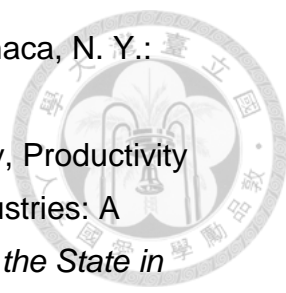
蘇于修，2010，〈前交通大學校長張俊彥—IC 產業應邁向「多條龍」的時代〉，《下一波晶片盛世—迎接臺灣 IC 設計黃金十年》，台北市：天下雜誌整合企劃部。

蘇立瑩，1994，《也有風雨也有情—電子所二十年的軌跡》，工業技術研究院電子工業研究所。



貳、西文部分

- Amsden, A. H., 1989. *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. NY: Oxford University Press.
- Amsden, Alice H. 1985. "The State and Taiwan's Economic Development." In *Bringing the State Back In*, eds. Evans, Peter B., Dietrich Rueschemeyer and Theda Skocpol. New York: Cambridge University, 78-106.
- Amsden, Alice. 1992. "A Theory of Government Intervention in Late Industrialization", in L. Putterman and D. Rueschemeyer (eds.) *State and Market: Rivalry or Synergy?* Boulder, Co.: Lynne Renner.
- Biggs, T., and Lorch. 1989. "Small Enterprise and Market Transactions in Taiwan: The Role of Government Policy". Paper presented at the Association for Asian Studies, Washington, D. C., March.
- Chang, P. L. and Hsu, C. W., 1998, "The Development strategies for Taiwan's Semiconductor Industry", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 45, No.4, Nov., pp.349-356.
- Chang, P. L., Hsu C. W., and Tsai C. T., 1999. "A stage approach for industrial technology development and implementation—the case of Taiwan's computer industry." *Technovation* 19(4) :233–241.
- Chang, PL, Shih, C and Hsu, CW. 1993. "Taiwan's Approach to Technological Change: The Case of Integrated Circuit Design", *Technology Analysis & Strategic management*, Vol. 5, No. 2, pp.173-177.
- Chu, Yun-han. 1999. "Surviving the East Asian Financial Storm: The Political Foundation of Taiwan's Economic Resilience." In *The Politics of the Asian Economic Crisis*, ed. Pempel, T. J. Ithaca: Cornell University Press, 184-202.
- Chu, Yun-han. 2002. "Re-engineering the Developmental State in an Age of Globalization: Taiwan in Defense of Neo-liberalism". *The China Review* 2(1): 29-59.
- Deyo, F. C. 1992. "Coalitions, Institutions, and Linkage Sequencing – Toward a Strategic Capacity Model of East Asian Development", in F. C. Deyo, ed.,

- 
- The Political Economy of the New Asian Industrialism*. Ithaca, N. Y.: Cornell University Press.
- Dollar, David and Kenneth L. Sokoloff. 1994. "Industrial Policy, Productivity Growth, and Structural Change in the Manufacturing Industries: A Comparison of Taiwan and South Korea". In *The Role of the State in Taiwan's Development*, ed. Aberbach, Joel D., David Dollar and Kenneth L. Sokoloff. New York: M. E. Sharpe, Inc., 5-25.
- Doner, R. F., & Schneider, B. R. 2016. The middle-income trap: More politics than economics. *World Politics*, 68(4): 608–644.
- Evans, P. 1992. "The State as Problem and Solution: Predation, Embedded Autonomy, and Structural Change." In Stephan Haggard and Robert R. Kaufman, eds. *The Politics of Economic Adjustment*. NJ: Princeton University Press.
- Evans, Peter B. 1995. *Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation*. Princeton: Princeton University Press.
- Fritz, V. and Menocal, A. R. 2007. "Developmental States in the New Millennium: Concepts and challenges for a new aid agenda." *Development Policy Review* 25(5): 531-552.
- Gereffi, Gary, 1994, "The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks." in *Commodity Chains and Global Capitalism*, edited by Gary Gereffi and Miguel Korzeniewicz. London: Praeger press.
- Gereffi, Gary, John Humphrey and Timothy Sturgeon, 2005, "The Governance of Global Value Chains." *Review of International Political Economy* 12(1): 78-104.
- Gold, Thomas. 1986. *State and Society in the Taiwan Miracle*. NY: M. E. Sharp.
- Gumede, W. 2009. "Delivering the Democratic Developmental State in South Africa." Development Planning Division Working Paper Series No.9. Midrand: Development Bank of South Africa.
<http://www.dbsa.org/Research/DPD%20Working%20papers%20documents/DPD%20No%209.pdf> (accessed 23 July 2012).
- Haggard, S. 1990. *Pathways from the Periphery*. NY: Cornell University Press.
- Hayashi, S. 2010. The developmental state in the era of globalization: beyond

- the Northeast Asian model of political economy. *The Pacific Review*, 23(1), 45-69.
- Ho, Samuel P. S. 1978. *Economic Development of Taiwan, 1960-1970*. New Haven: Yale University Press.
- Hobday, M. 1995. "East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics." *World Development*, 23(7): 1171-1193.
- Hu, M. C. and Mathews J. A.. 2005. "National innovative capacity in East Asia." *Research Policy* 34 (9): 1322-49.
- Itoh, M., K. Kiyono, M. Okuno-Fujiwara and K. Suzumura, 1991. *Economic Analysis of Industrial Policy*, translated by A. Khosla. San Diego: Academic Press.
- ITRI, 1991~2000, Year Books of Semiconductor Industry, MOEA, Taiwan.
- Jaffe, A. and Trajtenberg M. 2002. *Patents, Citations, and Innovations: A window on the knowledge*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Johnson, Chalmers. 1982. *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy, 1925-1975*. Stanford: Stanford University Press.
- Kim, L. 1997. *Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*. Boston: Harvard Business School Press.
- Krugman, Paul. 1994. "The Myth of Asian's Miracle." *Foreign Affairs* 73(6): 62-79.
- Kuo, S. W. Y., G. Ranis, and J. C. H. Fei. 1981. *The Taiwan Success Story: Rapid Growth with Improved Distribution in the Republic of China, 1952-1979*. Boulder, Colorado: Westview Press.
- Mason, E. S., M. J. Kim, D. H. Perkins, K. S. Kim, and D. C. Cole. 1980. *The Economic and Social Modernization of the Republic of Korea*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mathews, J. A. 2002. "The origins and dynamics of Taiwan's R&D consortia." *Research Policy* 31(4): 633-651.
- Mathews, J. and D. S. Cho. 2000. *Tiger technology: The creation of a semiconductor industry in East Asia*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mazzoleni, Roberto and Richard Nelson. 2007. "Public Research Institutions and Economic Catch-up." *Research Policy* 36(10) :1512–1528.
- Meaney, Constance Squires. 1994. "State Policy and the Development of Taiwan's Semiconductor Industry." In *The Role of the State in Taiwan's*

- 
- Development, eds. by Joel D. Aberbach, David Dollar, Kenneth L. Sokoloff, New York: M.E. Sharpe, pp. 170-192.
- Nelson, R. and S. Winter. 1977. "In search of useful theory of innovation." *Research Policy* 6(1), 37-76.
- Nolan, RL. 1984. "Managing the Advance Stages of Computer Technology; Key Research Issues", in McFarlan, F. W. (eds) *The Information Systems Research Challenge*. Harvard Business School Press.
- Ó Riain, Sean. 2004. "The Politics of Mobility in Technology Driven Commodity Chains: Developmental Coalitions in the Irish Software Industry." *International Journal of Urban and Regional Research* 28(3): 642-663.
- Ohno, I. and Ohno, K. 2012. "Dynamic Capacity Development: What Africa can learn from industrial policy formulation in East Asia", in A. Norman, K. Botchway, H. Skin and J. E. Stiglitz (eds), *Good Growth and Governance in Africa: Rethinking development strategies*. Oxford: Oxford University Press.
- Patel, P. and Pavitt K.. 1994. "National innovation systems: Why they are important, and how they might be measured and compared." *Economics of Innovation and New Technology* 3: 77-95.
- Poulantzas, Nicos. 1968. *State, Power, Socialism*. London: NLB.
- Poulantzas, Nicos. 1978. *State, Power, Socialism*. London: NLB.
- Rock, Michael T. 2013. "East Asia's Democratic Developmental States and Economic Growth." *Journal of East Asia Studies*, 13(1): 1-34.
- Routley, Laura. 2014. "Developmental States in Africa? A Review of Ongoing Debates and Buzzwords." *Development Policy Review*, 32(2): 159–177.
- Schmitz, Hubert. 1995. "Collective Efficiency: Growth Path for Small-Scale
- Skocpol, Theda. 1979. *States and Social Revolutions*. NY: Cambridge University Press.
- Skocpol, Theda. 1985. "Bringing the State back in: Strategies of Analysis in Current Research" in Peter B. Evans, Dietrich Rueschemeyer and Theda Skocpol (ed.) *Bringing the State back in*. New York: Cambridge University Press.
- Stallings, Babara. 1992. "International Influence on Economic Policy: Debt, Stabilization, and Structural Reform." In Stephan Haggard and Robert R. Kaufman, eds. *The Politics of Economic Adjustment*. NJ: Princeton University Press.

- 
- The World Bank, 1994. *The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy*. New York: Oxford University Press.
- Vu, T. 2007. State Formation and the Origins of Developmental States in South Korea and Indonesia. *Studies in Comparative International Development*, 41(4), 27-56.
- Wade, Robert. 1990. *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*. Princeton: Princeton University Press.
- Wang, Fang-Yi. 1989. *The Role of Manufactured Exports in Technological Improvement and Economic Growth: Evidence from Taiwanese Manufacturing Industries*. Mimeo.
- Weiss, Linda. 1995. Governed Interdependence: Rethinking the Government-Business Relationship in East Asia, *Pacific Review*, 8(4): 589-616.
- Weiss, Linda. 1998. *The Myth of the Powerless State*. Ithaca: Cornell University Press.
- Williams, G., Duncan, A., Landell-Mills, P. & Unsworth, S. 2011. Politics and Growth. *Development Policy Review*, 29(s1), s29-s55.
- Williams, Michelle. 2014. "Rethinking the Developmental State in the Twenty-First Century". In Michelle Williams Ed. *The End of the Developmental State?* New York: Routledge.
- Wong, Joseph. 2005. "Re-Making the Developmental State in Taiwan: The Challenges of Biotechnology." *International Political Science Review* 26(2): 169-191.
- Wu, Rong-I. 1971. *The Strategy of Economic Development: A Case Study of Taiwan*. Louvain: Vander.
- Wu, Yongping. 2004. "Rethinking the Taiwanese Developmental State." *China Quarterly* 177: 91-114.