

國立交通大學

管理科學系

博士論文

No.015

以系統觀探討工研院在台灣產業研發體系之角色

A Systems View to the Roles of ITRI in Taiwan's
Industrial R&D System Development

研究生：陳宜仁

指導教授：詹天賜 教授

中華民國九十四年六月

國立交通大學

管理科學系

博士論文

No.015

以系統觀探討工研院在台灣產業研發體系之角色

A Systems View to the Roles of ITRI in Taiwan's
Industrial R&D System Development

研究生：陳宜仁

研究指導委員會：李經遠 教授

朱博湧 教授

詹天賜 教授

指導教授：詹天賜 教授

中華民國九十四年六月

以系統觀探討工研院在台灣產業研發體系之角色

A Systems View to the Roles of ITRI in Taiwan's
Industrial R&D System Development

研究生：陳宜仁

Student：Yijen Chen

指導教授：詹天賜

Advisor：Tain-Sue Jan

國立交通大學

管理科學系

博士論文



A Dissertation

Submitted to Department of Management Science

College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Doctor of Philosophy

in

Management

June 2005

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年六月

以系統觀探討工研院在台灣產業研發體系之角色

研究生：陳宜仁

指導教授：詹天賜 博士

國立交通大學管理科學系博士班

摘要



過去的三十幾年，由產業、政府支持的研發機構、學術機構與大學等三個部份所組成的研發體系支持台灣產業蓬勃發展。台灣的產業發展經驗顯示政府支持的研發機構有效地與企業界互動，而成功支持半導體、資訊電子、自行車、工具機等產業的發展，其中工業技術研究院（工研院）扮演關鍵角色。隨著台灣產業的成長及變遷，工研院的角色與功能亦不斷受到內外環境的影響及挑戰，而必需適當地調整其角色與任務，才能持續協助產業發展。本研究分別利用 Churchman 分析系統中元件的使用觀點，並透過 Mintzberg 所提出角色分析(role analysis)的方法，進一步分析在台灣的產業發展歷程中工研院主要扮演的角色與任務，接著再以 Ackoff 系統觀之擴展論(Expansionism)的觀點，提出一個系統與環境互動的分析架構，逐層擴大系統範圍來探討系統與環境的互動關係。研究發現由於台灣產業的技術環境，正由製造轉向創

新，研發體系為因應環境的變化，必需作較大幅度的調整，才能持續釋放其累積的研發能量以協助台灣產業發展。最後，本文討論其他新興工業化國家產業發展的角色。

關鍵詞：研發體系、產業發展、工研院、角色分析、任務、技術環境、系統觀。



A Systems View to the Roles of ITRI in Taiwan's Industrial R&D System Development

Student : Yijen Chen

Advisor(Advisors) : Dr. Tain Sue Jan

Department of Management Science
National Chiao Tung University

ABSTRACT



The research and development (R&D) system for industrial development in Taiwan is made up of three parts: industrial firms, government-supported institutes (GSIs), and academic institutes and universities. The Taiwanese experience showed that the effective interaction of the GSIs and the industrial firms has successfully supported the development of its industry. The Industrial Technology Research Institute (ITRI) played the key role in industrial development during recent decades. Currently, industrial development in Taiwan faces some difficulties, and R&D system thus is in a stage of adjustment. This study provides a comprehensive analysis of ITRI and how it plays its roles by analyzing its major tasks. And then this study proposes an extended interaction model for analyzing the interactions between R&D system and industrial environment using the Ackoff's systems view of expansionism. The results of this study show that technological environment in Taiwan has been turning

manufacturing into innovation. Being the changing of environment, R&D system has to adjust on a large scale to release its accumulating capacity in order to assist the development Taiwan industry. The implications for newly industrialized countries are also discussed.

Keywords: R&D; industrial development; ITRI; role analysis; task; technological environment; systems view



誌 謝

經過多年工作後，而有如此福報回到學校進修，踏入師門窺探系統思維學門，雖然自己根基不佳，而尚在囫圇吞棗階段，只能期許自己在未來力圖精進學習，以求不辱師門。首先感謝恩師 詹天賜教授四年來費心指導，開啟學生探索學問之門。感謝口試委員谷家恆教授、沈維雄教授、陳振東教授、朱博湧教授以及李經遠教授，對本論文提出許多寶貴的意見與指導，讓本論文得以更加完善。感謝諸位指導委員與師長們的建議與指導。

感謝工研院提供在職進修的機會，更感謝在工研院不同工作階段的直屬主管，許友耕協理、蔡新源執行長、陳正副所長、莊健三主任、莊慶旺組長等諸位對我的包容、提攜與鼓勵並給予我許多成長的機會與空間，以及多位工作伙伴的關心與支持。

感謝師門秋貴、志同、建宏、幸雄等學長們，在研習期間提供切磋與研討的機會，才得以完成本論文。特別感謝志同學長的引進，並在學習的過程中，不斷地鼓勵、支持，以及對本論文的字字斧正。感謝管科系博士班同學在求學期間的合作、共同學習、以及彼此的勉勵與支持。

在學習過程中，犧牲了對母親、妻子、女兒的照顧，深感愧疚。感謝妻子瑜珊對家裡的付出與培育女兒品媛，讓我可以全心全力完成學業。最後，謹以本論文獻給我的先父、母親、妻子、家人以及過去所有幫助我的朋友。

目 錄

摘 要.....	i
ABSTRACT.....	iii
誌 謝.....	v
目 錄.....	vi
表 目 錄.....	viii
圖 目 錄.....	ix
一、緒論.....	1
1.1 研究動機及背景.....	1
1.1 研究目的.....	4
1.2 研究方法.....	5
1.3 論文架構.....	6
二、文獻回顧.....	7
2.1 國家創新系統.....	7
2.2 產業研發體系.....	10
2.3 系統相關文獻.....	13
2.4 其他管理學者.....	16
三、研發體系.....	17
3.1 台灣的產業研發體系.....	18
3.2 工業技術研究院之體系.....	22
四、工研院與產業之互動模式.....	27
4.1 建立策略性產業之角色.....	30
4.1.1 衍生公司.....	30
4.2 促進產業發展之角色.....	37
4.2.1 研發聯盟.....	37
4.2.2 技術育成.....	45
4.3 研發伙伴之角色.....	46
4.3.1 技術移轉.....	46
4.3.2 研發服務.....	68
4.3.3 技術服務.....	75
4.4 本章小結.....	76

五、討論.....	78
5.1 產業研發體系之發展.....	78
5.1.1 製造導向之研發體系.....	80
5.1.2 創新導向之研發體系.....	81
5.2 工研院角色與任務的調整.....	86
5.2.1 隨著產業發展調整任務.....	86
5.2.2 人才培育的新角色.....	89
5.2.3 連結學術界的研發能量.....	91
5.3 促成工研院成功的其他因素.....	93
5.3.1 長期累積的研發人才.....	93
5.3.2 中小企業將工研院視為研發代理人.....	94
5.3.3 企業對前瞻技術需求無迫切性.....	94
5.4 其他新興工業化國家產業發展的角色分析.....	96
5.4.1 南韓的產業發展主要倚賴財團.....	96
5.4.2 新加坡產業以跨國企業為主.....	97
六、結論與建議.....	99
6.1 總結.....	99
6.2 結論.....	101
6.3 建議.....	102
參考文獻.....	103
作者簡歷.....	111

表 目 錄

表 1 台灣研發組織之分工.....	18
表 2 由工研院所屬主要研究單位之演進與面對之產業	23
表 3 1997-2003 年工研院的成果產出.....	24
表 4 工研院的角色與任務分析	29
表 5 歷年工研院衍生的公司.....	32
表 6 工研院半導體衍生公司之策略性目的	33
表 7 工研院半導體衍生公司之人才擴散表	35
表 8 積體電路相關專案計畫及達成之技術	36
表 9 汽車共用引擎計畫發展階段	41
表 10 光碟機系統廠商與工研院技術移轉之關聯	52
表 11 工研院光碟機關鍵零組件技術擴散表.....	54
表 12 工研院光碟機研發人員擴散表	56
表 13 台灣自行車產業發展歷程	59
表 14 工研院執行自行車相關研究計畫	61
表 15 工研院自行車關鍵零組件之專利表	65
表 16 工研院自行車關鍵技術擴散表	66
表 17 工研院與瑞智共有之壓縮機專利權	73
表 18 工研院的主要貢獻.....	77

圖 目 錄

圖 1 台灣產業研發體系.....	20
圖 2 歷年工研院經費、人力與專利權統計	25
圖 3 台灣光碟機產量與產品變遷圖	48
圖 4 產業研發體系模式.....	79
圖 5 製造導向的產業研發體系模式.....	80
圖 6 創新導向的產業研發模式.....	82
圖 7 GSIs 角色與任務之調整.....	87



一、緒論

1.1 研究動機及背景

近半世紀以來，台灣經濟發展歷經農業、勞力密集產業、高科技產業等階段的轉型升級才有今日的經濟成就，在自然資源缺少與技術落後的基礎下，技術進步是台灣產業成長的重要動力[1]。

產業發展是一個長期且牽涉複雜因素的動態演進過程，每一個國家之產業發展的機會與挑戰皆不相同而且與其所處的環境有很大關係。國家創新系統（National Innovation Systems, NIS）是推動國家創新進步的源頭並促進產業發展，歐美等已開發國家以廠商為主的技術創新並帶動產業發展之方式，並不適用於人力、技術、資金缺乏的開發中國家。相對於已開發國家，在亞洲的許多開發中國家於產業發展初期，政府扮演關鍵的角色，往往會以成立研發機構的方式來支持本土產業之發展[2, 3]。

雖然台灣的研發體系與已開發國家大致相同，由產業界、政府支持的研發機構(Government-supported institutes, GSIs)、學術機構與大學(Academic institutes and universities)組成[4, 5]，但以中小企業為主的台灣產業規模不若歐美日等已開發國家，普遍缺乏資源而無力投入研發，而且大企業依賴國外母廠提供技術而減少自行研發的投入[6]。另外，學術界主要以基礎科學研究、培育人才為主而與產業界較少互動，技術創新推動產業發展的角色只能仰賴政府與其支持的研發機構。政府的產業發展策略有投資誘因、基礎環境、人力資源以及研發能力等方面。在研發能力提昇上，政府提供全部或部份研究經費透過研發機構引進或自行研發產業關鍵技術[7]，不斷產出重要技術並經由技術移轉提供產業，而能使企業在低研發風險下持續不斷進產品創新、改良、轉型升級與朝向高值化發展。

台灣政府所屬或支持主要的二個產業科技研究體系，分別為

隸屬於國防部的中山科學研究院（簡稱中科院）與經濟部管轄的財團法人研發機構。前者主要任務為進行國防武器系統與相關技術的研發，因有機密與安全考量，大多獨自進行研發與製造活動而較少與企業界互動，對產業發展的貢獻較不明顯。後者則是致力於民間產業技術之研發，與產業界有密切之合作關係，使得研發成果可以提供產業運用，為台灣產業成長注入活力，在經濟部扶持的 25 個產業技術研發機構中以工業技術研究院（簡稱工研院）的規模最大（以 2003 年為例，工研院年度研究經費達 165 億元，人力 6,193 人，其中碩士以上學歷者佔 62% [8]），其下設七個研究所與六個技術發展中心跨越多個產業技術領域（從傳統的化工、紡織、機械、工安、環保到先進的微機電、生醫、奈米技術等[8]），擁有國內外專利 6,900 件以上，每年平均為二、三萬家企業提供各項研發與技術服務。

工研院是政府支持下的重要產業研發機構，經由執行經濟部委託之科技專案計畫累積其研發能量與成果，以各種技術擴散方式將研究成果移轉給企業，再由廠商進行產品商品化或量產。過去三十年，工研院扮演以科技帶動產業發展之角色，持續建立產業需要的關鍵性技術，為提昇既有產業之技術水準以及競爭力；同時進行前瞻科技的研發，為產業降低早期開發之風險並開拓新機會。工研院成功地建立半導體、自動化等工業，並協助資訊電子、自行車、光電、汽車、工具機、紡織、化工、機車等工業發展，而能使台灣的許多產品在世界上佔有一席之地。因此引起許多學者研究探討工研院如何扮演帶動台灣產業發展的角色，但大多集中在特定產業、特定計畫或創新的活動等單一面向的成效或機制，而受限於研究資料的取得而較少深入探討工研院整體運作。雖然工研院依產業發展陸續成立各所、中心後，各自發展出因產業而異的互動模式，但仍有存在共同的功能及任務，所以，本研究以整體觀的觀點，跨越工研院所及中心的運作層級，探討工研院與產業互動扮演何種角色與任務而得以帶動產業發展。

工研院成功協助台灣產業發展，但隨著台灣產業的成長及變遷，工研院的發展已面臨新的影響及挑戰。依過去發展模式所累

積的研發能量無法及時有效地注入產業發展而必須調整，但工研院面對的衝擊不是來自內部本身，而是在外界的產業需求產生了變化，因此應該以宏觀的角度，拉高探索問題的層級。本研究以系統觀點探討工研院在環境的變遷，如何適當地調整才能有效地與台灣產業互動並持續支持台灣產業的發展。



1.1 研究目的

政府是推動台灣經濟發展的重要舵手，在過去發展時空與環境下，政府所建構的產業研發體系成功扮演推動產業發展的角色，工研院是最關鍵的產業研發機構，她成功的孕育、扶持民間研發體系的發展。本研究擬從系統觀點來探討此成功經驗的互動模式，並進一步分析複雜及變遷中的產業環境未來可能發生的影響。具體而言，本研究主要有下列四個目的：

- 一、藉由國家創新系統，來分析台灣產業研發體系在產業發展中所扮演的角色。
- 二、以系統觀點跨越工研院各所、中心的層級，分析工研院整體與產業互動之角色與任務。
- 三、提出一個系統與環境互動的分析架構，逐層擴大系統範圍，在不同的環境與條件下，工研院與產業之互動模式。
- 四、對台灣產業研發體系在未來可能發生的環境變遷之調整的探討。

1.2 研究方法

一般而言，國家創新系統是由系統觀來探討產業的研發體系，它包含了產、官、學三個元件[9]，這三者的互動推動著研發創新活動的進行。台灣的產業在技術上過去是扮演快速跟隨者的角色，台灣的學術界對產業發展貢獻較不明顯，且以中小企業為主的產業又缺乏資源而無力於創新研發，因此，只能依賴政府政策與政府支持的研發機構來擔任技術升級之角色[1]。本研究借用國家創新系統架構來分析台灣產業研發體系的特性。

工研院是促進台灣產業發展最關鍵的研發機構，其依產業發展需要先後成立各種技術領域的研究所或技術發展中心進行技術研發以提供產業發展，例如當電子所的規模、研究與服務範圍不斷地擴增，基於分工、效率和產業需求的考量，工研院決定於 1990 年將電子所分成二個研究所，將有關電腦、通訊等範疇由新成立的電通所負責。當所、中心成立後，各自獨立發展不斷以不同的與產業互動方式。本研究用 Churchman [10] 系統分析的觀點將系統內元件(Components)視為達成系統所賦予的使命(Mission)及工作的角色，並透過 Mintzberg [11, 12]的角色分析(Role analysis)方法來分析跨部門的角色及工作，以界定出各單位存在的共同功能與任務。

當台灣產業正由製造業轉向知識服務業時，工研院的發展已面臨新的挑戰而進行組織變革[13]。工研院面對的衝擊不是來自內部本身而是面對的產業發展需求產生了變化，產業的需求不再只是技術而已，面對此變化必須用宏觀的角度往更高層級的系統來看。本研究再運用 Ackoff 的擴展論(Expansionism)[14]，找問題不應該在系統內而應往系統的更高層次，逐層擴大系統範圍提高分析層次，提出一個系統與環境互動的分析架構，分析在不同的環境與條件下研發體系之運作調整，以因應產業發展的變化。

1.3 論文架構

本研究是利用國家創新系統觀點描述台灣的產業研發體系，說明政府支持的研發機構之角色，以及用 Churchman 系統分析的觀點[10]，並透過角色分析方法來分析工研院為協助台灣產業發展，所扮演的關鍵角色。再依工研院的過去及當前發展問題應用 Ackoff 的擴展論[14]，以宏觀、整體探討面對產業環境變化的衝擊與挑戰。本論文的章節編排如下：

第一章緒論，說明本研究探討台灣產業研發體系的動機與背景、研究目的、研究方法與論文架構。

第二章文獻回顧，說明國家創新系統、台灣產業研發體系、系統觀點及相關分析方法的介紹。

第三章研發體系，首先以 NIS 觀點描述台灣的研發體系的現況與特性；其次說明 GSIs 的角色，以及工研院協助台灣產業發展。

第四章工研院與產業之互動模式，以系統分析的觀點透過角色分析方法，提出工研院整體與產業互動所扮演的角色與任務，並依此以幾個具代表性的個案來說明互動過程。

第五章討論，首先運用擴展論探討產業環境變化對台灣產業研發體系之影響；其次討論包括工研院角色與任務之調整、促成工研院成功的其他因素、以及對其他新興工業化國家(Newly Industrialized Countries, NICs)的產、官、學三個元件之角色討論。

第六章結論與建議，說明本研究的研究貢獻、結論、以及未來研究之建議。

二、文獻回顧

本研究將文獻回顧分為三部份，第一部份為國家創新系統，它是用來描述一個國家研發體系的觀點。第二部份為台灣的產業研發體系，包含了政府的角色、中科院、工研院、學術界、產業界在研發體系所扮演的角色。第三部份為本研究相關的系統觀點及相關分析方法，包含 Churchman 的系統方法，Ackoff 的擴展論，以及 Mintzberg 的管理工作分析法。

2.1 國家創新系統

國家創新系統是一個複雜的系統，由許多不同功能與角色的元件(Components)組成或配置（例如企業、研發機構、政府部門、大學等），並由國家建構基礎體系所支持（例如政策、金融、法律、人才等）以利系統內進行創新活動，以科學或技術的進步而可以引發的經濟成長，故歷年來國內外學者投入國家創新系統的理論與實證之探討。

Carlsson et al., 將創新系統(Innovation Systems)依不同的種類或層級，大致上可以分為國家 [15-17]、區域(Regional innovation systems) [18]、產業(Sectoral innovation systems) [19]以及技術[20, 21]等不同之創新系統，創新過程並不會受到不同種類而有所差異，系統內的成員一樣進行知識的創造、流動、擴散、應用等[22]，所以系統內的創新過程並非簡易直線關係[23]，而是成員間彼此的交互作用(Interaction)的結果。因此，創新系統績效不會只是依賴個別成員的表現，更會受到系統內成員之間交互作用而影響。

1980 年代末英國學者 Chris Freeman 提出國家創新系統[15]後引起許多學者與產業政策制定者引用與探討。國家創新系統可以被視為由不同的組織或制度以單一形態或合作方式組成的體系，彼此交互影響而進行創新的各種活動，研究焦點主要在國家層級科學與技術機構、科技政策的角色，包括大學、研究機構、

政府部門和政府政策等[15-17]。

Freeman 藉由國家創新系統的概念來解釋戰後日本在經濟上的成就，並認為日本政府的產業政策、公立研發機構、企業創新等對於創新與技術擴散與經濟成長有絕對的影響[15]。

Nelson 於 1993 年主編的著作「國家創新系統」，以國家為研究對象分別描述、比較及研究 15 個高、中、低所得的國家的國家創新系統之相似性與差異處，研究焦點為研發活動配置及其經費來源、企業特點、重點產業、大學角色、產業政策等，以及發展重點產業的相似與差異[24]。

Mowery and Oxley 指出在國家創新系統中應包含那些機構或組織以及主要扮演的角色與功能，分別是支持及（或）執行研究發展的公共機關(Public agencies)，執行研究及扮演培育科學家與工程師等人才的大學，以及為發展經濟而投資於新技術的研發與應用之企業[9]。

Freeman 認為國家創新系統的關鍵在於企業、學校、研究機構等之間交互作用和相互回饋，還有金融、法律、教育體系等其它功能的搭配。若系統內成員彼此互動不多，就會導致創新效果不顯著[25]。

OECD 的研究報告指出一個國家的經濟發展與科技發展的程度與其國家創新系統的建立有很大關係，而國家創新系統的運作績效決定在系統中複雜關係的交互作用是否密切，更認為整個國家創新系統的形成之後，可依四種型態的知識流或技術流之衡量與評估指標，分別為企業之間的交互作用(Interactions among enterprises)、企業、大學及公共研究機構之間的交互作用(Interaction among enterprises, universities, and other public research institutes)、企業的知識與技術擴散(Diffusion of knowledge and technology to enterprises)以及人員流動(Personnel mobility)[26]。

Nelson, Freeman 雖然在國家創新系統下，創新是由產業界、

學術界、及研究機構三者的交互作用所創造的[24, 25, 27]，其中產業界被視為主要的創新原動力。近年來興起的產、官、學三者螺旋(Triple Helix)的模式，許多學者如 Parayil and Sreekumar 研究香港，Konde 探討尚比亞，以及 Lu and Lazonick 研究中國等不同的國家之創新機制，認為已有許多發展中國家採用此模式來提升產業研發水準[28-30]，而其創新來源則以學術界為主。

Metcalfe 說明一個國家創新系統內之機構間互動的重要性，在國家創新系統內機構之間的交互作用與回饋過程是相當複雜的，若彼此之間能夠以適當的方式來互動，則國家創新系統將會成為一個推升國家經濟成長的引擎；反之，彼此之間產生不良互動將會嚴重地妨害創新活動的進展[31]。

雖然國家創新系統，強調系統內各個創新機構之間的互動關係為創新系統中很重要的環節。但 Levin 的研究認為以學校為主的線性的知識產生是不正確，由系統的觀點，需要跨越傳統邊界，整合學校、企業、政府研究機構於相同的知識生產鏈，才能源源不絕地創造知識[23]。

Nelson and Rosenberg 對研發型態的分工提出看法，大學和研究機構以基礎科學的研究為主，而企業則以技術的開發和產品的製造[24]。Betz 則認為產業界是技術進步的主要以技術進步(Technological progress)，大學則以科學進步(Scientific progress)為主，但政府研究機構依國家的差異投入技術與科學進步[32]。

Viotti 研究巴西和南韓等後進工業化國家之技術改變機制，認為開發中國家由於缺乏人才、技術、資金等所需資源，且面對已開發國家之市場競爭，開發中國家的技術進步程度將決定在如何吸收先進國家的知識，而非在自行進行創新活動[33]。因此，開發中國家政府與已開發國家政府對產業發展所扮演的角色並不相同。開發中國家在產業發展的初期，政府往往會制定相關政策及法規以保護本土企業發展，甚至成立研發機構的方式來支持本土產業之發展[2, 3]。

由於每一個國家的運作體制與所處的內外環境都不相同，國家創新系統的發展就會受到本身之創新活動的體制與環境影響而有所不同，若以國家創新系統內扮演技術創新與研發活動的角色來看，Amsden and Chu, Shyu and Chiu 指出台灣的國家創新系統是由培育人才的學術界、中小企業為主的產業界、以及政府支持的研發機構所組成的產業技術研發體系，透過執行研究發展、推動技術擴散、進行技術創新等創新活動，彼此緊密互動而能提昇產業競爭能力[1, 2]。

Mahmood and Singh 探討過去 30 年以來，台灣、南韓、香港和新加坡等亞洲新興工業化國家之創新能力，利用美國專利局的專利資料，提出亞洲新興工業化國家各有不同的技術創新途徑。藉由資料分析，證實近年來南韓與台灣之技術能力快速提升。認為南韓是由大企業集團主導其創新，例如 Samsung, Daewoo, Hyundai, and LG 等財團；台灣和香港則是以國內個人、企業與組織(Domestic firms and organizations)為主；新加坡的創新則深受到外國企業的影響，並指出產業的技術創新程度受個別國家創新系統影響[34]。

2.2 產業研發體系

Frederick Betz 在其 Management Technological Innovation 一書中指出國家的研究發展體系是產業界、政府與學術界等三個部份所組成[32]。Rush 等學者則提出國家創新系統中政府支持的研發機構，若能成功影響國家之經濟與技術發展則將是系統中重要且有用的成員[35]。

瞿宛文認為自 1950 年代以來，政府以不同的產業政策影響台灣的產業發展。對於自行車產業的干預方式，政府先後管制自行車零件與成車進口，以保護產業發展。接著政府成立中心衛星工廠推動小組，以及投入自行車關鍵零組件之技術研發，加強對自行車產業輔導、提昇自行車產品品質、以及品級，而使自行車產業有能力成功建立自有品牌[36]。

Amsden and Chu 研究台灣經濟發展時指出，政府的產業政策，以及政府成立的研發機構對產業發展有深遠的影響。政府透過成立政府支持的研發機構、科學園區、研發補助、租稅優惠等政策，以提昇台灣產業競爭力。以半導體產業發展為例，政府藉由成立的研發機構，以協助國外尖端技術的移轉，創立衍生公司的方式帶動半導體產業的蓬勃發展[1]。

吳豐祥認為在 1980 年代以前，教育部不太允許大學進行產學合作，大學與業界來往通常受到很多的限制，而對產業發展所需之技術研究較為薄弱[37]。陳怡之更進一步指出，民國八十七年「科學技術基本法」實施後，政府對於補助委辦或出資進行科學技術研究發展所獲得之智慧財產權或成果之歸屬及運用，已有明確的規範。將過去屬於國有財產的科技研發成果，改由計畫執行單位自行管理及運用。因此，台大、清大、交大及成大等各大學紛紛設立研究成果技術推動單位，加強與產業界的互動[38]。

詹秋貴研究我國武器系統發展的政策時指出，中科院為國防主要武器相關技術的研發單位，例如飛彈系統、經國號戰機等。但武器系統的技術無法完全與民生工業通用。而且台灣因國情與政治環境因素，武器系統無外銷市場，在無經濟誘因下，民間企業並未積極投入武器系統的研發與生產。長期以來國防工業與民生工業極少互動往來[39]。

劉常勇研究台灣半導體產業發展時，指出台灣過去在技術落後、資源有限的產業環境下，為了能夠提昇產業技術水準，在政府支持下設立工研院等財團法人研究機構，從事先進產業技術的研究發展，並藉技術移轉廠商，以強化台灣產業的技術能力[40]。

Mathews and Cho 探討韓國、台灣、新加坡、馬來西亞與中國大陸等東南亞發展中國家半導體產業發展歷程，並提出以公立研發機構為核心的產業技術發展模式(Expanding corn of capability enhancement)，其中工研院以衍生公司方式建立台灣半導體產業發展的經驗是值得其他國家學習[41]。國內學者劉常勇的研究亦指出

在研究機構的各種技術移轉模式中，以衍生公司曾對台灣的半導體產業創新發展帶來極大的貢獻，並被認為是最成功的科技專案成果轉移案例[40]。

Veloso and Soto 探討後進工業化國家之制度、基礎建設與誘因政策等三個構面之角色，對技術發展與工業化軌跡之影響。分析上述三個構面對台灣與墨西哥的汽車產業演進之影響，並指出工研院執行研發成果，對台灣汽車零組件產業成發有正面的貢獻[42]。

Mathews 研究工研院所主導的 20 個研發聯盟，指出工研院為協助產業發展，在不同階段籌組各種研發聯盟，協助企業降低研發成本、分攤風險提昇技術水準[43]。

Arnold 等學者探討全球九個主要研發機構所面對未來的挑戰及機會的文章中，敘述工研院過去成功地以技術引進與自行研發方式協助中小企業技術升級並以衍生公司建立重要的產業[44]。

Huang 在探討台灣發展硬碟機與液晶顯示器產業過程的差異研究中，工研院以逆向工程取得硬碟機技術但忽略硬碟機快速的技術變遷特性而無法發揮工研院的資源與能耐[45]。工研院雖歷經硬碟機的失敗經驗，但已累積機光電技術整合能力而將其轉移投入進入技術障礙較低的光碟機產品並帶動該產業快速成長[46]。

劉仁傑、Liu and Brookfield 長期研究台灣工具機產業發展，指出台灣工具機產業，隨著產業的擴增，外包日漸普遍，開始出現了模組的概念。台灣工具機產業活用特殊的產業型態「分工網路」，利用外部資源降低成本，彌補因小規模生產無法達到經濟生產量的缺陷[47, 48]。由於國內工具機業者多以中小企業為主，受限於財力、人力的不足，研發經費明顯不足。在此情況下新機型的開發只能運用政府的研發經費補助，以分擔研發風險；另外劉仁傑等學者指出工研院機械所扮演政策加速推動的推手，整合國內工具機相關業者，運用政府資源，帶領業者進入新的產品與技術應用領域[49]。

史欽泰主編的「產業科技與工研院—看得見的腦」一書，邀集國內科技管理學者，以工研院的發展為研究素材，探討研究機構在科技產業的關鍵角色，以及工研院三十年推展產業科技之創新、移轉機制與產業效益。工研院一直扮演台灣產業大腦的角色，隨著台灣從開發中國家轉型為新興工業化國家，並邁向知識經濟的開發國家，工研院參與了每一階段的成長，而工研院的發展與蛻變也與台灣產業科技發展有著密不可分的臍帶關係[50]。

李仁芳認為台灣產業界以中小企業為主，缺乏人才、經費等資源，所以需要借政府的力量提昇產業競爭力。如果把整個台灣看成一家公司的話，工研院就類似公司的「中央研究所」，產業界的廠商類似公司的各部門，廠商可藉由連結工研院豐富的研發資源來提高本身的研發水準，得以和其他國家的大公司相抗衡[51]。

2.3 系統相關文獻



C. West Churchman 是管理領域中提出系統觀與系統方法的主要學者，在他名著“The Systems Approach” [10]一書中，提到了對複雜問題思維的困難。他提出了一連串環環相扣的問題，並提出如何處理這些相互有關問題的看法。其中關鍵在於思維方式，系統方法是一種對複雜問題的思維方式(A way of thinking)，並提到了思考管理系統的五個考慮點(Five considerations)：目標(Total system objectives and performance measures)、環境(System’s environment and fixed constraints)、資源(Resources of the system)、元件(Components of the system)、管理(Management of the system)等。

在目標方面，Churchman 指出系統的目標往往太模糊且被誤解而不易掌握，惟有透過檢視系統為達成目標是否會犧牲將用於其它地方的資源，以確定真正(Real)的目標；在環境方面，他指出系統依於環境，受限於環境。環境是指系統邊界外的任何事物。

對系統而言，其目標常來自於環境是無法改變，其運作的評鑑與控制也常來自於環境。在資源方面，他指出資源是系統的內部可支配的各種要素而能依靠它完成任務，與環境不同，資源可以依系統的需求而改變。在元件方面，他指出系統內元件應依系統所賦予元件之使命以取代傳統依部門別的組成，因為許多部門的活動都是為達成更大系統的使命。系統內單一元件績效難以直接反應在整體績效上，因為會受元件間彼此互動而影響；在管理方面，他認為一個系統的管理不僅在於設定元件的目標、界定環境、分配資源和控制績效，更要依照原規劃執行；若執行產生偏差，必須進行干預，必要時調整計畫[10]。

Churchman 認為資訊系統人員(MIS personnel) 不只應具備資訊技術，更需具備使用者的世界觀(Weltanschauung)分析組織的需求與面臨的問題，才可以正確地評估使用者需要的資訊及其意義[10]。

Russell L. Ackoff 與 Churchman 同為系統管理主要代表性學者，他在”Redesigning the future: a systems approach to social problems” [14]一書中，分析了技術變遷造成社會的問題，認為人類思維趕不上社會與技術的變化腳步，因此需要改變看問題的觀點及思考的模式。人類處理社會事務的能力，依賴對世界的了解及態度，而比較不依賴解決問題的方法。人類無法成功解決問題通常是因為對問題的誤解，因而得到錯誤的答案。所以若要成功地解決問題，需要有正確看問題的觀點及思考的模式。

Ackoff 將 1940 年代之後稱為系統時代(Systems age)，在此之前稱為機器時代(Machine age)。在機器時代，文藝復興促成工業革命的發生；在系統時代智慧革命(Intellectual revolution)促成後工業革命。機器時代的思考方式是解析的(Analytical)，它的立論植基於簡約論(Reductionism)及機械論(Mechanism)上。解析式思維(Analytical thinking)是解釋任何事情的心智過程(Mental process)可以被分割至元件的部份，解釋整體行為與特性都是由元件的行為與特性去了解。簡約論的理論，解釋所有的物件及事件特性的經

驗與知識來源，都由簡化到最小元素或個別的元件所構成的基本關係。系統時代以擴展論(Expansionism)、目的論(Teleology)及綜效的思考模式(Synthetic mode)等思想取代了簡約論、機械論、分析模式(Analytical mode)等思維。在系統時代，系統不是被分解至最小的元件來觀察，而是以較大整體系統下來觀察。目的論以系統整體的觀點思考其目標、目的及功能等。綜效思考解釋事情的觀點應從較大系統所扮演的角色[14]。

Ackoff 指出擴展論是與簡約論不同的另一種觀察事物方法，當面對一個複雜系統運作的問題時，不僅只是探討系統內各元素間之互動與聯繫，而應該擴展所觀察系統的層級到更高（大）層級的系統。雖然用擴展論探討問題可能無法達到理想的境界，但透過持續不斷地擴展觀察視野，拉高（大）系統層級而可能可以接近問題本質[14]。

有關「系統」的定義，本研究引用 Ackoff 於 1974 年的著作中提出之系統是一個整體，是由兩個以上的元素(Elements)所組成的集合，並且能滿足下列條件：一、集合中的個別元素的屬性或行為，能夠影響整體的屬性或行為。二、集合中的個別元素的屬性或行為對整體的影響，取決於另一個（至少）元素的屬性或行為。三、在集合中的由一些元素組成的次群組必需具備前面兩個條件。每一個系統都不能被分割成獨立的次系統 [14]。

W. Ross Ashby 在 "An introduction to cybernetics" [52] 提出影響 Cybernetic 領域發展的重要觀念 Law of requisite variety，主張一個系統的複雜度要等於或大於環境的複雜度，才有能力應付環境的變化以維持系統的穩定，以及 Principle of self-organization，並提出 only variety can destroy variety 的觀念。

L. Von Bertalanffy 提出 General Systems Theory (GST)理論，認為所有複雜系統都有一些共通的組成原則，而這些原則可以用數學的方式發掘並建立模型，其理論建構在系統結構而不是系統功能[53]。

J. G. Miller 是 General Living Systems Theory 主要學者，在其主要著作”Living systems” [54]提出一般生命系統架構的八個層級 (Level)系統，分別為細胞(Cell)由原子、分子、多分子細胞內器官所組成的，器官(Organ)由細胞聚積列成的組織(Tissues)所構成，有機體(Organism)由各器官所組成，群體(Group)由許多個別有機體聚集而成，組織 (Organization)，社群 (Community)，社會 (Society)，以及超國家系統(Supranational system)。由層級結構來看，生命系統較高層級的系統是由許多不同種類的較低層級系統所組成，而且較高層級的系統亦是較低層級系統的環境。

2.4 其他管理學者

Henry Mintzberg 根據實地觀察管理者的實際工作之時間分配與活動方式。他提出了分析管理活動的方法，主要是從管理者角色及工作的角度來分析，包含精神領袖(Figurehead)、領導人 (Leader)、聯絡人 (Liaison)、監督者 (Monitor)、傳播者 (Disseminator)、發言人(Spokesman)、創業家(Entrepreneur)、混亂處理者(Disturbance handler)、資源分配者(Resource allocactor)、以及交涉者(Negotiator)等 10 個角色[11, 12]。

三、研發體系

國家創新系統的是將產業的研發體系分成產、官、學三個元件，並探討這三者的互動關係。一般來說，產、官、學三個元件分別是指由眾多廠商及其研究部門所組成的產業界、政府部門與其支持的研究機構所組成的政府體系、以及許多大學與學術機構等組成的學術界 [15, 16, 17]。在系統內的產、官、學三者，每個元件都有其功能，例如企業為經濟發展而投資於新技術的研發和應用；政府體系擬定相關產業政策，建構有助於產業發展的基礎環境並支持及執行研究發展；執行研究及培育人才的學術界等。這些機構以單獨及彼此互動的方式，進行科技的創造、擴散及應用等活動，以提升國家整體科學與技術水準。但機構間交互作用與回饋的過程是相當複雜的，若能以適當的方式來互動，則國家創新系統將會成為國家經濟成長的引擎；反之，彼此之間互動不良，將會嚴重地妨害創新活動的進展[31]。

過去有關技術或創新的研究，大多依循創新的線性模式。以學術界投入基礎科學與應用科學為主，接著由產業界及研究單位投入技術研發，而產生技術或創新的產品。但是實際上技術或創新的產生並不如線性模式所描述的單純，因為創新的想法可能來自基礎研究、應用研究或者技術研發，甚至於來自市場的需求。也可能是企業與大學或者企業與研發機構之間一連串複雜互動所產生的結果；亦可能透過購買技術；或者與其他企業合作開發而產生。

開發中國家產業發展，受限於技術、人力、資源、以及產業環境而無法單獨由產業界進行產業發展。開發中國家的政府，往往於產業發展初期，扮演著重要的角色，借由制定相關產業政策，例如保護本土產業、獎勵投資與研發、租稅優惠、建立工業區、以及科學園區等；甚至建立產業研發機構，以支持企業發展。因此，政府可藉由此執行相關政策，以促進整個國家創新的活動。

3.1 台灣的產業研發體系

一般而言，不論已開發或開發中國家的研發體系，皆由產業界、政府與學術界等三個部份所組成[24, 32]。台灣亦然，分別由產業界、政府支持的研發機構、學術機構與大學所構成的研發體系[4, 5]，如表 1 台灣研發組織之分工。學術機構與大學、GSIs 與產業界的研發部門各依其功能、目的或任務；研究型態可分為基礎研究、應用研究、技術發展或者商品化等研究範疇。

表 1 台灣研發組織之分工¹

研究型態	學術機構與大學	政府支持的研發機構(GSIs)	產業界
基礎研究 (Basic Research)	中央研究院 各大學	工業技術研究院 (ITRI) 資訊策進會(III) 其它政府支持的研發機構(GSIs)	私人企業 國營企業
應用研究 (Applied Research)			
技術發展 (Technology Development)	中山科學研究院 (CSIST) 核能研究所 其它各級政府附屬的學術機構		
商品化 (Commercialization)			

資料來源：國科會, 2003

台灣的產業研發體系對台灣產業發展有重要的影響，台灣的廠商大多數為中小企業，其所製造的產品以出口為主。以 2002 年例，中小企業家數佔總家數比例為 97.72% [55]。在工業發展初期，以中小企業為主的台灣產業缺乏創新觀念未能積極進行研究發展，也因規模太小普遍缺乏資源而無法獨自建立研發能量；而且

¹近年來，台灣研發組織之間分工的界限愈來愈模糊。自民國八十七年「科學技術基本法」實施後，將屬於國有財產的科技研發成果，下放給計畫執行單位自行管理及運用，各大學紛紛成立技術移轉與育成中心，推動與產業界的合作。經濟部更開放學界科專等計畫，鼓勵大學與業者共同進行新產品技術研發，而加大應用研究的比例。另外，GSIs 為能在技術領先產業界而投入在前瞻研究的比例逐年增加。因此學術研究機構、大學、GSIs 之分工愈來愈難界定。

大企業依賴國外母廠提供技術而減少自行研發的投入[6]，是故產業發展則需要仰賴政府與其支持的研發機構。因此，政府提供全部或部份研究經費，透過研發機構引進或自行研發產業關鍵技術[7]，並將研究成果移轉產業界，而能使企業在低研發風險下持續不斷進產品創新、改良與轉型升級。

在應用技術的研究發展分別由政府隸屬或支持的不同研發機構來擔綱，在這些眾多的研發機構中，規模最大的二個研究機構分別是中科院與工研院。中科院成立於 1969 年隸屬於國防部，其主要任務為進行國防武器相關技術的研發。中科院有其特殊之任務必須從事於關鍵性武器系統的研發，例如飛彈系統、經國號戰機等[56]。與其他先進國家不同，大部份武器系統的關鍵技術都由中科院獨自進行研發與製造而與企業較少互動(Interaction)，所以中科院對產業發展的貢獻較不明顯。

從 1979 年開始，經濟部開始編列預算支持其所屬的研發機構，進行產業所需的科技研究計畫。與國防部不同的是經濟部在個別產業發展需要，於不同時期分別成立研發機構。目前經濟部共支持 25 個產業研發機構，大多數的研發機構都有其協助的特定產業（如食品工業研究所、石材工業發展中心、自行車中心等）。所從事的研發重點以技術發展、技術輔導、產品測試或檢測為主。而在經濟部支持的眾多研發機構中，以工研院最具規模及研究範疇，對台灣的產業發展影響最大。

工研院是政府支持下的產業研發機構，在 1973 年成立，是台灣最大的非營利的研發機構。與中科院不同的是其致力於民間產業技術之研發。工研院經由執行經濟部委託之科技專案計畫，累積其研發能量與成果，並透過技術擴散將技術轉移至企業界，由廠商進行產品商品化或量產之工作。過去三十年，工研院成功地建立半導體產業，例如工研院衍生出世界最大的二家晶圓代工公司，即聯華電子公司與台灣積體電路公司[57]，另外並協助資訊電子、自行車、光電、汽車、工具機等工業發展[41-43]，而能使許多產品在世界上佔有一席之地。

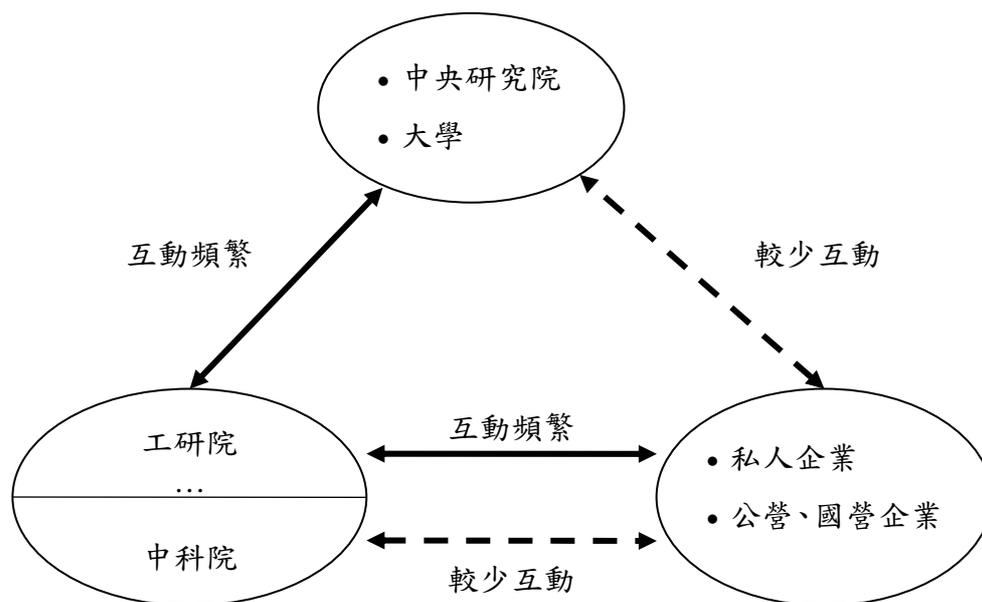


圖 1 台灣產業研發體系

台灣的學術界之研究經費主要來自國科會與教育部，教育部提供國立大學營運所需的經費，另外教育部補助私立大學發展所需的經費。國家科學委員會（簡稱國科會）是台灣科學與技術發展之最高行政機關，扮演推動科技發展的主要角色。負責科技發展策略方案的擬定、推動基礎科學研究、引導應用研究、研究環境之改善，以吸引科技人才以及協調各部會之科技研發計畫、經費與方向等工作。大學以探索基礎科學以及培育人才為主，基礎科學的研究來自國科會的經費補助。1980 年代以前，教育部不太允許大學進行產學合作，大學與業界來往通常受到很多的限制而對產業研究較為薄弱[37]。在政府所屬研究機構中最著名的屬中央研究院，其以基礎科學研究為主，而產業界所需要的技術往往以產品應用之技術為主。所以，在台灣的產業發展過程中，學術界較少與產業界產生互動，對產業發展的貢獻也較不明顯。

雖然，台灣產業研發體系包含產業界、政府支持的研發機構以及學術界；其中政府支持的研發機構與產業界有效互動是台灣產業發展的關鍵，如圖 1 所示。工研院在過去三十年與台灣產業

共同成長，工研院帶領廠商開拓新產業的前瞻技術研究方向，與提昇既有產業競爭力的模式，亦不斷地受到內、外環境而改變與調整，才能成功扮演扶助產業發展的功能。因此本研究進一步探討工研院應該扮演何種角色與執行那些任務，才能促進台灣的產業發展。



3.2 工業技術研究院之體系

長期以來工研院為能協助政府發展產業，主要之任務分別為：經由技術擴散提昇現有產業之技術能力；執行政府產業政策以建立高科技新產業 [8, 41, 58, 59]。工研院配合各種產業的發展階段性需求，分別於適當時機成立對應之研究所或研究中心，經由政府與廠商委託的中、短期研究計畫，累積研究能量並提供服務而能改善廠商之生產製程與產品品質，提昇廠商之競爭力。工研院所屬主要研究單位與面對應之重點產業，如表 2。隨著經濟成長、技術進步與產業需求等外在環境因素，工研院會進行任務與組織的調整，而衍生出另外的研究所或技術發展中心以提供產業的技術研究與服務。例如電子所於 1990 年已經是工研院內最大的研究所，其研究範圍涵蓋半導體、微電子元件、構裝技術、電腦、通訊、數位民生電子及系統應用等而且還在不斷地擴增，基於管理效率、分工、提升研發與服務而將其一分為二，另外成立電通所專注於電腦、通訊等技術領域研發與產業服務。另外，1990 年代末期，台灣半導體產業蓬勃發展，許多領導廠商如台積電，開始成立研究中心進行先進半導體製程之研究，迫使電子所必須放棄此技術領域的計畫而轉向微機電與平面顯示器技術等不同領域之研究。工研院對廠商提供開放實驗室、育成中心、人才訓練等各種資源，以及車輛、儀器、電子產品、醫療產品等檢測設施。

台灣產業以卓越的製造能力提供品質、交期、價格皆佳的產品；但更因中小企業的產業結構而缺乏足夠研發能量，只能跟隨國外大廠的制定的規格製造；政府就將開創策略性工業的責任託付在規模最大的工研院。工研院經由經濟部委託的科技專案計畫進行前瞻、創新的研究計畫，所產生的研究成果以衍生公司、技術移轉、技術研討會、講習、專利授權以及工業服務等方式，擴散至產業界。在各種技術擴散方法中衍生出新創公司的方式，對產業發展最有幫助[59]。工研院的衍生公司的案例，是在研究計畫中進行產品研發，接著再進行少量試製與功能、性能之驗證，最後才將技術、人才、甚至試量產設施一併移轉至衍生公司，以降

低其營運初期的障礙。當衍生公司營運上軌道且開始獲利後，政府與工研院依合約的規範，可以取得一部份的收益作為投資報酬 [60]。

表 2 由工研院所屬主要研究單位之演進與面對之產業

主要研究單位之演進	面對之重點產業
聯合工業研究所成立於 1954 年，1983 年改組為化學工業研究所(UCL)	化工業、製藥工業
金屬工業研究中心成立於 1969 年，1982 年改組為機械工業研究所(Mechanical Industry Research Laboratories, -MIRL)	精密機械工業、工具機產業、自動化設備與系統產業、汽機車工業
電子工業研究中心成立於 1974 年，1979 年改組為電子工業研究所(Electronics Research & Service Organization, ERSO)	電子所過去專注於電子工業、半導體、光電、電腦與通訊工業，現在已調整組織集中資源於微機電與平面顯示器工業
1982 年成立材料研究所(MRL)	各種產業發展所需之材料
量測中心成立於 1985 年	國家標準實驗室、量測儀器產業
1987 年將光電計畫自電子所移出而成立光電與週邊發展中心，接著於 1990 年擴大研究範疇而成為光電與系統研究所(Opto-Electronics & System Laboratories, OES)	光電系統與週邊產業
1990 年工研院將電子所分成二個研究所，將有關電腦與通訊等相關技術領域自電子所分離出來成立電腦與通訊研究所(Computer & Communications Research Laboratories, CCL)	電腦與通訊產業
1999 年工研院將於化工所與量測中心的生物醫學相關技術與組織抽離而成立生醫工程中心(Biomedical Engineering Center, BMEC)，以滿足產業發展需要	生醫、生技以及醫療器材工業
2003 年工研院整合電子所、光電所、電通所之晶片設計相關組織與研究計畫而成立晶片技術中心(SoC Technology Center, STC)，以協助產業界對晶片設計技術的需求	晶片設計產業

資料來源：工研院年報；本研究整理

以規模及研究範疇來看，工研院是台灣最大的產業研究機構，對於台灣自勞力密集成功轉型為技術密集的產業結構扮演關

鍵角色，而在台灣產業研發體系中扮演關鍵地位。目前工研院有七個所九個中心；其中有七個所、六個中心為主要技術發展與產業服務的研究單位，主要的研究領域橫跨化工、電子、機械、通信、光電、材料、生醫、奈米、能源、環保及工業安全衛生等。近年來，面對台灣產業的變遷，工研院的研究領域更由傳統的製造業擴大到服務業之產業分析、產業政策、人才培育、知識服務及永續經營等相關研究議題。

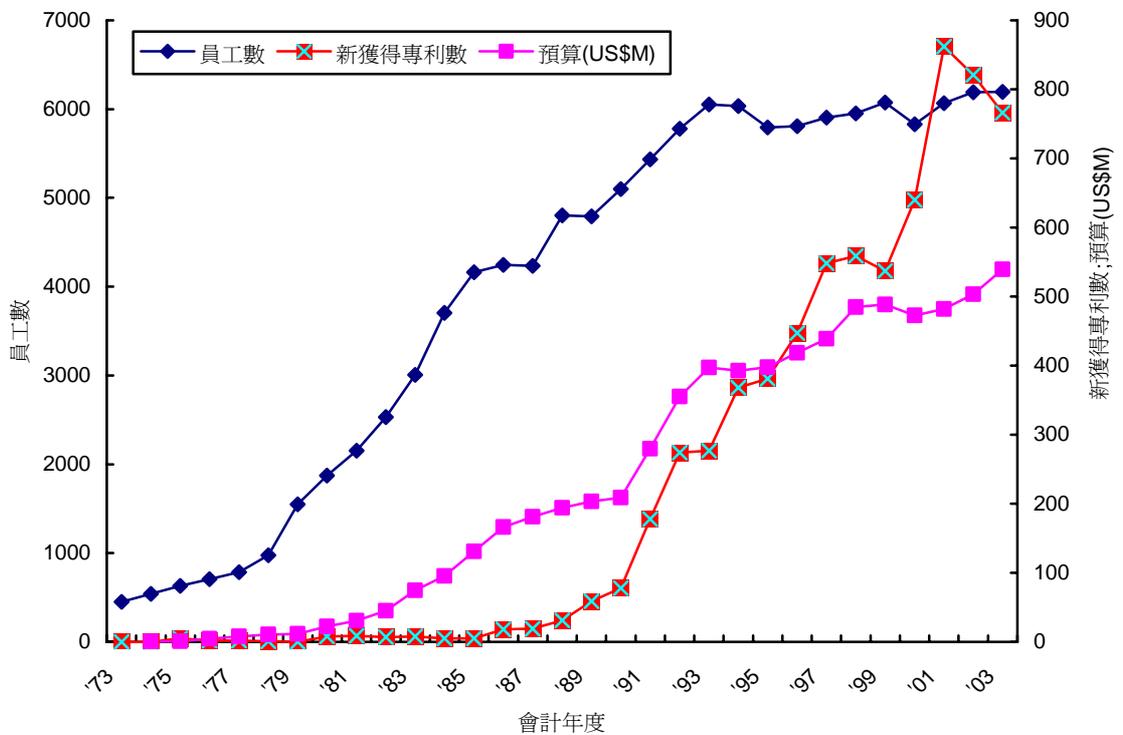
表 3 1997-2003 年工研院的成果產出

項目		年						
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
技術移轉	技術	332	361	353	314	337	414	520
	項次	499	582	538	457	471	542	641
委託與合作研究	計畫	1,019	1,046	1,124	969	1,159	1,055	1,094
技術服務	項次	27,811	27,099	27,827	28,431	30,427	25,812	25,846
專利獲得	件	548	559	537	640	862	821	766
技術發表與研討會	場次	957	998	1,485	1,229	1,148	956	1136
	參加人數	68,918	76,265	96,036	73,959	78,336	90,594	94,534

資料來源：工研院年報 1997-2004

近幾年工研院每年之研究經費大約在 150 億元左右，其中 54% 的經費來自政府部門的委託研究計畫經費[8]，特別是以經濟部技術處的科技專案計畫（簡稱科專計畫），主要用途是進行前瞻性技術、環境建構及關鍵性技術的研究。另外的 46% 經費來自民間部門、國營企業與政府的施政計畫。其中對產業發展最相關的活動應屬對廠商的服務，企業可以委託工研院開發特定技術需求、企業與工研院共同合作進行特定技術或產品的研究與開發、以及技術服務等方式；企業需要付出相對的經費以獲得工研院的

技術或服務。科專計畫目的是政府期望工研院透過研發活動累積研究能量，並將技術或產品的研究成果以各種技術擴散方式擴散至產業界，例如企業可以於科專計畫執行期間參加特定計畫項目的合作研究、或者於計畫完成後的技術移轉、或者其它方式而取得需要的技術。以 2003 年為例，工研院獲得國內外專利數為 766 件。近七年工研院主要與產業界互動的成果產出如表 3。



長期以來，工研院建構孕育知識與知識創新的環境與機制，更因為其進行的研發計畫而在國內具有獨佔優勢，能吸引國內外學者與優秀理工人才加入其組織，以 2003 年為例，總員工數 6,193 人，其中超過 60% 的員工擁有碩士、或博士學位[8]。工研院歷年之經費、人力與專利權的統計曲線如圖 2。

工研院的人才培育及擴散對台灣產業發展影響甚深。長期匯集國內外理工專業的華人的重要資源的工研院，亦了解高級人力對企業發展的重要性，而以開放態度，對待員工轉出到企業，並將它視為另一種技術擴散的方式；除了不以「競業、禁止條款」來限制每年大約近千人離職轉業的員工所從事工作與在工研院任職之相關性。更主動地以幾次的衍生公司方式進行大規模人員轉出；例如 1987 年成立台積電移轉 150 位相關人員；1989 年成立盟立自動化公司移轉了百餘位工程師；1994 年再次成立世界先進並移轉 330 人至衍生的半導體公司。累計到 2003 年，已有 16,526 離開工研院轉往各界發展，其中有 81% 的在產業界工作[8]；更因此建立了工研人綿密的人際網絡，促進科技知識聯結與流通，有助於產業發展。目前台灣許多高科技公司的高階主管皆曾經在工研院任職，如聯電的曹興誠、台積電的張忠謀、盟立的孫弘、聯發科的蔡明介等，所以可以說是台灣科技產業技術練功的「少林寺」，也可以說工研院是孕育台灣高科技公司總經理的「母體」。

四、工研院與產業之互動模式

工研院發展是一個演進的過程，先後成立各研究所與技術發展中心，每個所及中心的成立都有其成立之目的與服務的產業，為滿足個別產業之技術升級需求，各所及中心之運作隨著服務的產業發展而調整。雖然各所及中心單獨進行研究發展與產業互動的活動彼此會有些差異，若由宏觀的角度跨越所與中心層級來看，彼此存在一些共同需要執行的功能及任務。Churchman 認為系統內元件(Components)所要扮演的功能，不是依部門(In terms of department)的專業分工，而是要依其要達成系統所賦予的使命(In terms of mission) [10]。工研院下屬所及中心為滿足其對應的服務產業，會隨著產業之技術需求而發展出獨特的內部管理流程與外部互動模式。但其所要扮演的功能不單單是個別產業技術之研發與服務，而應以工研院長期以來為協助政府發展產業之任務為主要使命。

組織管理學者 Mintzberg 觀察經理人的實際工作內容，而對經理人的管理工作進行描述，以解釋當時對於經理人工作內容的誤解。他提出經理人的工作可以從不同的角色觀點及工作的角度來進行分析[11, 12]。為了能更廣泛地分析工研院整體是如何與產業互動，在互動的過程中是扮演那些角色與工作內容才能有效協助台灣的產業發展。因此，本研究利用 Mintzberg 在觀察經理人實際管理活動後，所提出之經理人角色分析的方法[11, 12]。以整體系統觀點跨越工研院下屬的所及中心之層級，探討工研院為達成協助產業發展所要扮演的角色及任務。

依據角色分析，在台灣的產業發展歷程中工研院主要扮演三個角色，分別是建立策略性產業、促進產業發展、以及研發伙伴之角色。

建立策略性產業之角色(Strategic role)是以政府研發代理人的角色，而執行相關政府的產業政策。當政府企圖發展一個具有策

略性價值的新工業，而由工研院透過成立衍生公司(Spin off)的任務，扮演創立及支持產業發展的工作，以提供有利於新興工業發展的基礎。

促進產業發展之角色(Facilitating role)是扮演綜整產業界、學術界以及政府部門之各項研究發展能量與資源所建構的環境；其有益於廠商進行技術創新，能分擔研發成本、降低研發風險等。促進產業發展之角色可分為研發聯盟(R&D alliance)以及技術育成(Technology incubation)二種任務；前者是協調產業界與研發機構共同籌組研發聯盟；後者則是研發機構提供有益於育成高科技公司的場所。

研發伙伴之角色(Technical support role)是對有技術需求之廠商直接提供技術協助。可分為技術移轉(Technology transfer)及技術服務(Technical services)來直接協助廠商提升技術水準；另外則由廠商以研發服務(Contract services)方式將研發計畫委託研發機構代為執行，如此研發機構扮演類似廠商之研發部門的角色。

若依任務來分析，工研院與產業界的主要活動可劃分為六種不同的任務，分別是衍生公司、研發聯盟、技術育成、技術移轉、研發服務以及技術服務。工研院的角色與任務說明如表 4 所列。

表 4 工研院的角色與任務分析

角色	任務	與產業界之互動
建立策略性產業之角色	衍生公司	<p>工研院成立衍生公司方式，希望能夠產生帶頭效果，導引企業持續不斷投資，產生群聚效應，而能建立策略性新產業，帶動國家經濟成長。</p> <p>透過成立衍生公司，可加速落實政府投資研發所產生的成果於產業界。</p> <p>工研院通常會將相關的員工、技術、智財權、甚至示範工廠或試量產生產線一併移轉至衍生公司。</p>
促進產業發展之角色	研發聯盟	<p>工研院為籌組研發策略聯盟，主動扮演整合產業界、研發機構、學術界、政府單位等資源之角色。</p> <p>透過緊密連結與互動，提供有利的機會使廠商可以加快技術創新速度、提昇產品開發時效、降低成本以及分擔風險。</p>
	技術育成	<p>在工研院院區內設立育成中心與開放實驗室，進駐之廠家可就近使用所累積的豐富研發資源與設施，而形成有助於新創產品研發之社區。</p> <p>建構可降低初期投資、維運成本與風險以及創業障礙之環境，以利於個人、廠商創立新事業。</p>
研發伙伴之角色	技術移轉	<p>工研院將研發出來之關鍵零組件或技術授予廠商使用。</p> <p>透過授權、移轉或銷售將智慧財產權合法授予廠商使用。</p>
	研發服務	<p>廠商以合約方式委託工研院進行新產品開發、製程改善、人員訓練、技術顧問與諮詢等。</p> <p>工研院扮演類似台灣廠商的研發伙伴。</p>
	技術服務	<p>工研院對廠商提供各種不同的服務以協助其取得技術或服務，包括測試、產品驗證、儀器校正、人員訓練、技術教導、技術資訊、研討會、零件加工以及智權服務等。</p>

4.1 建立策略性產業之角色

開發中國家的政府對於工業發展往往介入較多，政府也會以各種不同的政策工具企圖去發展一個具有策略性價值的工業，而期望被建立的策略性工業可以產生更多的外部效應並能帶動其它相關產業的發展。但是，要發展由無到有的一個新工業，至少須具備先進的技術、龐大的設備投資、資金、優秀的人才等條件。更何況新工業發展過程存在太多的風險與不確定性，因此需要政府積極的介入及長期的政策支持。政府透過工研院的團隊以完整的規劃、有效資源運用與執行，並在正確的時機選擇適當的技術擴散方式，發展國家需要的策略性工業。工研院在協助政府建立新工業的過程中扮演極為重要的角色，透過完善的策略規劃而自引進先進國家或借由自行研發的技術，累積技術能力、人才與製造能力，再以成立衍生公司的方式，將技術快速地擴散到產業界。工研院以成立衍生公司的技術擴散方式，扮演政府發展策略性工業的角色。



4.1.1 衍生公司

研發機構有許多種技術擴散方式將其研究成果擴散至產業界。以創新知識移轉而言，衍生公司模式應是在各種技術擴散方式中最沒有轉移困難的模式。因為衍生公司移轉的人員，本身是創業者，亦是技術的創新者，而能充分應用與開發技術[61]。研發機構選擇衍生公司的方式來擴散研究成果有其策略性目的，其目的在使研發機構可協助政府建立新工業，進而能將研究成果以最直接的方式，迅速轉移產業界，從事工業化生產或服務，以加速落實成果之應用並期望能帶動投資發展。

雖然，衍生公司模式在短期間可能造成研發機構人員的流失。長期而言，可以有助於研究人員的良性流動，提高人員士氣，並可以豐富研究機構的人際網絡，增進研究機構與產業界的互動。但是，研發機構需要長期累積研發能量，並經過一連串縝密

的規劃與促成，才能應用衍生公司的模式。因此，若對應的工業並不存在或沒有立即可以移轉對象時，研發機構才會策略性選擇以衍生公司模式，提供技術、設備、人才並結合政府、產業等外部的資金，將研發成果擴散至產業界，使研究機構的研發活動與產業界的量產、行銷能有效緊密結合，更能直接帶動產業投資及經濟發展。

依據工研院的政策，凡由該院正式規劃、核定，將某一完整之生產技術連同關鍵人員一併移轉而成立之公司，稱為衍生公司[50]。根據工研院的政策及衍生公司個案之考量因素，歸納出研發機構在設立衍生公司之準則如下：

配合政府政策促進國內新工業之興起，研究機構轉移技術、人才與設備以確保衍生公司之初期產品（服務）質量，以期能產生示範作用帶動投資。

- 研究成果經公開程序後，國內無對應工業或國內並無可立即移轉廠商時，為求時效性及彰顯研發成果之效益，而以衍生公司方式進行。
- 已進行實驗量產的驗證，若繼續投入恐會引起與民爭利的技術領域。
- 發展已趨於成熟且產業界已具備承接能力的技術領域。

至 2003 年，工研院已設立 12 家衍生公司，涵蓋晶圓製造，自動化、光電、生醫等產業[50]，如表 5。

工研院衍生公司的移轉大都屬將技術、人才、以及整廠一併轉移的模式，因此投入新公司的資源不單是技術，還涵蓋產業資訊、管理能力、人才與研發計畫，對知識等無形資源與形成之影響頗大[62]。在工研院的衍生案例中，到 2001 年已有聯電、台積電、光罩、盟立、世界先進等五家上市上櫃，五家合計營業額達 2000 億，以此五家為例，工研院每投入 1 元，即產生 5 元的營業收入淨額與 1.41 元的稅後淨利，顯示工研院在技術創新方面有明顯的外部效益[62]。

表 5 歷年工研院衍生的公司

公司名稱	成立時間	主要業務
聯華電子公司	1980.5	積體電路製造，已轉為晶圓代工
台灣積體電路製造公司	1987.2	晶圓代工
台灣光罩公司	1988.10	光罩製造
盟立自動化公司	1989.2	自動化系統、自動化設備
世界先進積體電路公司	1994.12	DRAM 製造，已轉為晶圓代工
紐輝科技公司	1995.6	金屬鑄造
利翔航太電子公司	1998.6	航太電子製造
鴻景科技光電公司	1998.10	DVD 讀寫頭
亞航微波公司	2000.12	微波技術
環英科技公司	2001.3	超音波探針
華聯生物科技公司	2002.6	生物晶片
賽宇細胞科技公司	2002.7	細胞培養生物反應器

資料來源：史欽泰, 2003

1. 半導體產業

工研院以成立衍生公司模式，帶動產業創新與發展，達成建立策略性產業的重要手段。最著名的是半導體產業的案例，工研院為達成策略性目的（如表 6），在不同的產業發展階段，分別衍生聯電、台積電、台灣光罩、世界先進等四家半導體相關的公司，帶動一連串國內外廠商投資於八吋晶圓廠、DRAM 製造、封裝、測試及 IC 設計。因此建立半導體產業，其成功推動產業的過程值得進一步探討，亦可供其他研發機構參考。

表 6 工研院半導體衍生公司之策略性目的

衍生公司	策略性目的	對產業發展影響
聯華電子	引進國外技術，帶領產業界進入半導體製造技術領域	台灣第一家 IC 設計及製造公司，促進產業發展
台灣積體電路製造公司	提升半導體製程技術至 VLSI 技術層次，並支援資訊工業的發展	全球第一家專業晶圓代工製造公司，促成半導體專業分工的產業結構
台灣光罩公司	健全台灣半導體的產業體系，並避免人才流失	台灣第一家光罩公司
世界先進積體電路公司	發展自主的記憶體設計與製造能力，並帶領產業進入次微米 8 吋晶圓的製程技術	帶動多家業者投入並帶動了 DRAM 製造，更促使半導體廠商相繼投資興建 8 吋晶圓廠

聯華電子（簡稱聯電）是工研院的第一家衍生公司，亦政府科技研發成果以衍生公司方式落實於產業界成功的典範。工研院在引進國外技術時，即以建立示範工廠、甚至以建立新工業為主要目標，因此向國外引進的項目不僅是晶圓製造、測試等技術而已，甚至包括廠務管理、會計、生產管理，以及營運管理等[63]。工研院以引進國外技術，衍生台灣第一家半導體公司的成功經驗，奠定我國的半導體產業發展基礎。台灣半導體工業開始發展於 1960 年代中期，外商利用台灣的廉價勞力來台投資封裝廠。半導體工業發展真正的關鍵在於政府的介入，於 1974 年工研院成立電子工業研究所（簡稱電子所），一個專責輔導半導體工業發展並提供關鍵技術、人才的研發機構。1976 年電子所自美國 RCA 引進 7 微米 CMOS 積體電路(Integrated Circuit, IC)設計及製程技術，以及 1977 年自 IMR(International Material Research)引進光罩製作技術，並於 1977 年設置首座積體電路示範工廠，經過吸收、轉化，進而進行製程的改善與研發[63]。1979 年工研院成功開發第一顆商用 IC 晶片，之後電子所為驗證技術而進行商品化的小量試產並接受國內業者訂製。但工研院為避免過於著重在生產工作上所帶來的短期效益，而忽略研究機構的長期應以研發為主的角

色，因此規劃將技術移轉給產業界[63]。當時台灣並沒有完整的半導體產業體系，民間對台灣是否有足夠的技術、人才、資金進入半導體產業還有許多疑慮，而沒有意願承接工研院所擁有的 IC 技術。因此，工研院決定以衍生公司模式來落實技術成果，將技術、人才以及設備一併轉移至所衍生的民間公司，並協調官方的開發基金投資而於 1979 年衍生出台灣第一家積體電路製造公司 - 聯華電子。工研院為能順利將技術轉移至聯電，特別成立移轉專案小組，以二年時間進行四吋晶圓製程規劃、建廠、以及人員訓練，移轉 RCA 整套之設計、品管、廠務、生管、以及經營管理。另外，為掌握市場時機，工研院採充分支援聯電需求的政策，授權聯電生產電子所開發的電子錶、音樂 IC 等消費性電子新產品；並鼓勵人才直接移轉，因此聯電的主要領導者，如曹興誠、宣明智等人，幾乎都是從電子所移轉出去的人才（如表 7）[63]。

工研院為進一步提升台灣的 IC 製造技術至 VLSI(Very Large Scale Integrated circuit)技術層次，1982 年工研院繼續執行超大型積體電路製程技術研發計畫，目標將 IC 製程技術由自 RCA 引進的 7 微米提升到 2 微米，為能驗證技術及產生示範效果於計畫中建置 6 吋晶圓製造工廠，該計畫所培養人才，涵蓋一個半導體公司營運所需的各種人才，由建廠、生產線規劃與建置、製程研究、晶片設計、晶片製造、封裝、測試、品管等。1987 年計畫完成後，工研院採取相同模式，設立另一家半導體製造的衍生公司，即台灣積體電路製造公司(TSMC)，並將執行政府科專計畫中所培養的 100 多個工程師，以及示範工廠一併移轉至 TSMC，以降低 TSMC 初期營運之風險。TSMC 是台灣第一家擁有 6 吋晶圓廠的半導體製造公司。TSMC 成立初期的順利運作與工研院轉移研發人員及示範工廠有相當大的關聯。1988 年中期 TSMC 的製程技術僅比 TI, Intel 晚九個月[64]。TSMC 進步的 IC 製程技術與獨特的半導體代工經營模式，促成了與其他國家不同的半導體專業分工結構，封裝、測試及 IC 設計等相關公司因此快速成長，穩固了台灣半導體製造產業的基礎。TSMC 經營模式，也成為國內外業者學習的對象。

表 7 工研院半導體衍生公司之人才擴散表

專案計畫	衍生公司	成立時間	代表人	擴散人數
設置積體電路示範工廠計畫 電子工業研究發展二期計畫	聯華電子公司	1979	曹興誠、劉英達、 宣明智、蔡明介、 吳宏仁	80 餘人
超大型積體電路計畫	台灣積體電路 製造公司	1987	曾繁誠、許金榮、 黃彥群、陳健邦	114 人
設置積體電路示範工廠計畫	台灣光罩公司	1989	陳碧灣	
次微米計畫	世界先進積體 電路公司	1994	盧志遠、陳興海、 蔡泓祥	330 人

資料來源：蘇立瑩, 1994；吳淑美, 2004

工研院為落實自 IMR 引進的光罩製作技術，而於電子所建立光罩生產線並授受委託製作光罩，如此可避免廠商因送國外製作延誤時效而降低競爭力。1988 年工研院為健全台灣半導體的產業體系，避免人才流失又可將研究成果落實於產業界，而計畫性將人才、技術、設備一併移轉至所衍生第一家光罩公司，台灣光罩公司(TMC) [63]。

工研院分別衍生出二家半導體製造公司後，廠商相繼投入半導體產業，在發展上已略具規模，但在技術上已經很難像以往一樣，自國際大廠取得先進技術。產業發展面臨國際強大的競爭壓力，特別是南韓在記憶體的技术能力快速進步，因此必須依賴產業的研發體系支持。1990 年，工研院持續進行次微米製程技術研發，其目的是為發展台灣自主的記憶體設計與製造能力，並帶領產業進入次微米 8 吋晶圓的製程技術[63]。工研院於 1993 年開發出 0.7 及 0.5 微米的製程技術，並於 1994 年以新台幣 57.7 億元技術作價方式，結合國內 13 家公司投資新台幣 180 億元的台灣第一家擁有 8 吋晶圓廠的製造公司 - 世界先進積體電路公司(VISC) [65]。因為政府科專計畫的持續投入，使得工研院擁有更多的資

源，進行半導體製程技術的研究與突破，而能領先產業界更早投入先進的製程技術；透過人員轉出、技術與設備的移轉成立專業的動態記憶體(DRAM)製造公司，帶動國內外多家業者投入並帶動了台灣 DRAM 製造工業，更促使包括台積電、聯電、德基、南亞、力晶、旺宏、華邦、茂矽等半導體廠商相繼投資興建 8 吋晶圓廠。

表 8 積體電路相關專案計畫及達成之技術

專案計畫	執行期間	研究經費	線寬	晶圓直徑
設置積體電路示範工廠計畫	1975-1979	4.89 億元	5 微米	3 吋
電子工業研究發展二期計畫	1979-1983	7.98 億元	3.5 微米	4 吋
超大型積體電路計畫	1983-1988	29.84 億元	2 微米	6 吋
次微米計畫	1990-1994	70 億元	0.5 微米	8 吋

資料來源：蘇立瑩, 1994；吳淑美, 2004

整體而言，工研院為發展台灣半導體產業，成立電子所再藉由執行不同階段科技專案計畫之製程技術的技術引進或研發（如表 8）。初期透過自先進國家引進技術、消化吸收、轉化並加上自行研發而累積研發能量，待研發完成後，選擇當時產業狀態最適合的技術擴散模式，以設立衍生公司的模式將研發成果、人員、設備全數移轉衍生成立公司，其中技術亦隨人員流動而擴散至產業界（如表 7）。聯電、台積電、台灣光罩、世界先進等衍生公司的成立過程，多由工研院扮演主要的推手角色。所以，台灣半導體產業的發展由無到有，甚至蓬勃發展，工研院在其中扮演著相當重要的地位。

4.2 促進產業發展之角色

工研院為扮演促進產業發展之角色(Facilitating role)，綜整產業界、學術界、以及政府部門之各項研究發展能量與資源，以提供有益於廠商進行技術創新、產品開發、製程研究等研發活動。同時又能擁有資源共享、分擔研發成本、降低研發風險等優點的環境。因應各個產業在不同時空下的發展所需之研發資源的差異，必須運用各種不同的模式，以扮演促進產業發展的角色，過去工研院主要以研發聯盟(R&D alliance)以及技術育成(Technology incubation)二項任務，如此可以充分運用各項研發資源以加速提升整個產業的競爭力。

4.2.1 研發聯盟

研發聯盟是在產業研發體系內有二個以上的成員共同參與聯合研究發展、制定產品標準或規格、交換研發成果、以及交換專利等各種活動。研發聯盟的成員基於互信原則，共同參與上述的活動，相信參與可以帶來許多利益，例如掌握更多的產業與廠商動態資訊、共享研發成果、以及降低單獨進行研發所帶來的風險等等。若依成員的屬性，研發聯盟可分為四種類型，分別是企業間、研發機構與企業間、企業與大學間、以及研發機構、大學與企業之間等。

以中小企業為主的台灣產業界，著力於生產技術，企業與企業之間的合作，以生產活動的垂直分工為主，例如以汽車廠為主所建立的中心衛星體系；而較少涉及水平分工的研發合作。另外，企業之間的研發合作可能會存在一些不確定的風險，例如研發成果的歸屬與實施、主導廠商中立性等等的問題，而無法達成預期目標。工研院是非營利組織不涉及商業競爭與利益，具有中立的角色而被產業界信任，而有機會推動規格制定、新產品開發與維持市場秩序等不同型態的研發聯盟。

研發機構主動邀集二家以上之廠商、學術界、以及相關產業

公會、協會共同組成研發聯盟。依聯盟約定方式，共同進行一些研發活動，例如產品標準及規格制定、新產品開發、技術引進、專利授權等活動，而使參與研發聯盟廠商可以分攤研發成本、降低風險、快速取得技術並能掌控上市時機的優勢。另外參與研發聯盟的企業可以與其他企業，共同參與聯盟的活動，獲取知識並經由吸收、轉化與改進而得以發展屬於自己的產品[43]。過去十五年，工研院為各種產業籌組 60 個以上的研發聯盟，而這樣的技術創新活動有助於產業界從模仿到創新的學習過程，提昇整體產業技術水平，更為台灣開創了許多新的工業 [43]。

以下分別利用「筆記型電腦研發聯盟」與「汽車共用引擎研發聯盟」，說明工研院於研發聯盟中扮演促進產業發展的角色與其介入的重要性。

1. 筆記型電腦研發聯盟



工研院體會到台灣廠商在筆記型電腦發展遇到困難與技術需求，主動出面整合政府、公協會、廠商等外部資源；與過去執行電腦工業技術、電腦系統技術等計畫所累積的微電腦硬體、軟體、系統技術能力等內部資源，應用研發聯盟的技術擴散模式，促使產業界中多家廠商投入筆記型電腦的研發製造，並帶動台灣筆記型電腦產業的快速發展。

台灣筆記型電腦(Laptop PC or Notebook PC)產業發展是一個典型的例子，1980 年代國內電腦產品進入成熟期，工研院看到筆記型電腦的市場空間，並因過去投入個人電腦的研發，而擁有電腦週邊、硬體、作業系統及微電腦系統相關技術能力。但在台灣筆記型電腦工業中除了少數如宏碁等領導廠商外，大多數的廠商對此技術、市場不甚了解，而且仍有關鍵零組件取得困難、產品規格沒有統一、研發投資成本過高等問題。工研院的電腦與通訊研究所（簡稱電通所）依過去在執行資訊電腦相關計畫所累積的

技術成果提出「共用機種架構」(Common machine architecture)與「關鍵零組件標準化」(key components standardization)的構想，希望以「共用機種架構」來降低投資研發風險，而以「關鍵零組件標準化」的策略，降低廠商自行開發的進入障礙，促成產業分工，而提昇自製率及產品競爭力。

電通所提出上述構想，並主動邀集台灣電工器材工業同業公會²共同對廠商發佈訊息以吸引有興趣的廠商，結果於 1990 年 7 月共有 46 家資訊廠商參加由電通所與電工器材公會共同組成台灣筆記型電腦聯盟³，共同集資約 6,000 萬元，依聯盟約定方式進行產品開發及標準、規格制定等活動。在電通所的技術支持下，該聯盟在短時間內即完成雛型機種(Prototype)並於 1990 年在全世界最大的電腦展 Comdex Fall computer show 中展出，展現了台灣筆記型電腦的技術能力，同時奠定了台灣在筆記型電腦發展的地位。

總之，工研院應用研發聯盟，建立產品標準、推動產業分工，進而降低廠商研發成本、提昇台灣筆記型電腦產業之技術水準，帶動超過百家廠商的投入而使台灣能成為全世界筆記型電腦主要供應地區，帶動了筆記型電腦蓬勃發展。工研院選擇以「研發聯盟」作為技術擴散方式，是影響該產業成長發展重要因素之一。

²台灣電工器材工業同業公會(簡稱電工器材公會或 TEAMA)，並於民國 83 年 10 月 24 日更名為台灣區電機電子工業同業公會(Taiwan Electrical and Electronic Manufacturers' Association)，簡稱電電公會或 TEEMA。

³台灣筆記型電腦聯盟(Taiwan Laptop PC Consortium)，簡稱 TLPC。

2. 汽車共用引擎研發聯盟

台灣的汽車產業發展已超過 50 年，在汽車零件的發展已達國際水準，零件廠的製造能力已達國際水準，而成為國際汽車大廠零組件供應體系一環；反觀在成車方面則因缺乏整車設計能力與自有品牌，轎車出口業績不佳，不具國際競爭力[67]。台灣的成車廠向來受制於技術母廠的合約，而其限制授權範圍於生產製造，經過業者長期努力，在車體、底盤等皆有能力自行發展與製造，例如裕隆飛羚 X-101 的車型與底盤、羽田的車尾改良、中華商用車的車型與底盤等。但在「汽車的心臟」- 引擎的技術，始終無法突破，製造不出自有的引擎，而無法建立自己的汽車工業，以致喪失在大陸市場的發展契機。

有鑑於此，政府決心發展國產汽車引擎，並獲得國內汽車廠的認同，而提出共用汽車引擎計畫的構想。另外，工研院機械所長期投入於二行程機車引擎與二行程汽車引擎技術的研究，已經培養出不少有經驗的工程師與設計能力，而有能力接受政府委託執行汽車引擎的可行性評估計畫[68]。工研院雖然不是聯盟最早的促動者(Initiator)，但以其過去所累積的研發能量與不為自我謀利的立場，最適合主導橫跨產官研學各界而且執行期間長達五年的共同合作計畫。工研院的角色隨著聯盟的成立、執行過程、量產導入等不同階段的進展而改變，由初期的受邀參加、積極規劃參與、以及逐漸淡出轉變成為輔導的角色。

共用引擎計畫開始於 1991 年，完成於量產準備的 1996 年，全程計畫共經歷五年。工研院在計畫可行性評估時，即決定採運用國際技術引進、國內汽車業者共同參與、國際零組件廠的系統研發能力、以及同時進行商業規劃等執行策略。全程計畫分為可行性評估、構想設計、雛型設計、以及量產導入等四個階段，並採用閘門式(Gate approach)階段管制，每個階段依執行情況、產出、廠商參與意願等條件，決定下階段是否繼續執行[69]，如表 9。

國內車廠在製造、車輛工程的經驗比工研院豐富許多，因此

車廠的人力直接參與計畫將有利於計畫的執行[69]。更因為產業界直接參與技術研發，才能使技術真正落實到業界，達到成果商品化的目標。工研院以高額的配合款策略，以確認目標產品是否符合業者的需求，以及篩選出真正的參與者。當然，每一汽車廠會依其策略考量、技術母廠的影響程度，而在不同階段選擇加入共同研發與否。在構想設計階段有三家廠商直接參與計畫，提出目標車作為新引擎搭配用；另有六家間接參與計畫，繼續評估可行性。在雛型設計階段則有四家業者參與。全程計畫業者總共提供2.31 億元的配合款，而政府投入約 13 億元的研發經費[69]，如表 9。

表 9 汽車共用引擎計畫發展階段

開門式階段	執行期間	參與廠商	配合款	國外技術顧問公司
可行性評估	1991.10	--	--	Ricardo Consulting Co.
構想設計	1992.4	直接參與：中華、裕隆、羽田 間接參與：福特六和、三陽、國瑞、三富、太子	2100 萬元	Lotus Engineering
雛型設計	1993.2	中華、裕隆、羽田、三陽	2.1 億元	Lotus Engineering
量產導入	1994.7	中華、裕隆、羽田、三陽	--	Lotus Engineering

資料來源：陳碧章, 2002；本研究整理

在規劃初期，除了引擎技術本土化外，並同時朝成立專業引擎公司規劃，因此在產品規劃的時候，即邀請業界直接參與，如此才能使研發單位開發的產品落實到產業界。1991, 10 - 1992, 4 工研院機械所與英國引擎顧問公司 - Ricardo Consulting Co.共同執行，確認國內汽車車廠、零組件廠供應量產引擎零件之能量；評估自國外引進技術，並於國內開發四行程汽車引擎可行性；擬定

計畫執行策略等可行性評估。建議選擇利基市場的 1200 c.c. 汽車引擎為目標產品，並確認業者必須全程參與、投入經費、人力及目標車等具體做法，以減少商業面推動的不確定。

1992, 4 - 1993, 2 由工研院主導技術發展，業者共同參與執行「汽車動力系統構想設計及營運規劃」。此階段經過政府、工研院和業界的仔細評估，選定英國 Lotus 為技術合作對象，選定 1200c.c. 8 閥與 16 閥的二款汽車引擎為目標產品，進行引擎構想設計，完成引擎性能模擬。三家業者直接參與計畫進行目標車引擎之製造、成本評估。另外，還有六家業者間接參與，繼續評估可行性 [69]。

1993 年起，經濟部由科專計畫提供經費 10.8 億元，而參與業者有中華、裕隆、羽田、三陽等四家共同出資 2.1 億元的配合款⁴，由工研院機械所與業者共同執行開發汽車共用引擎的計畫。目標為 1.2L/8 閥與 1.2L/16 閥的引擎，規劃搭配在裕隆、中華、羽田分別提供的三款目標車 [67]，而為了完成目標，工研院組成一個由美國底特律地區華裔汽車專業工程人員評估團隊，至英國 Lotus 公司進行實地評估，了解其工作流程，以確保顧問公司能完成工作目標 [69]。在 1993 年 2 月工研院與 Lotus 公司簽訂技術引進合約，正式展開共用引擎的細部設計、雛型機製造與搭配其中一款目標車（1.2L/8 閥）之性能測試發展。

在引擎設計的期間，工研院與業者共派了八十位工程師到 Lotus 進行引擎細部設計、雛型機製造與測試發展。工研院依計畫發展進度與工程師專長，依序派出工程師參與 Lotus 的設計工作。工研院依約定要求 Lotus 將 30% 的設計工作交予工研院，在 Lotus 的總工程師帶領下，工研院與 Lotus 的工程師一起進行設計。工研院工程師經由工作中學習 (On-the-job-training) 的方式，加入 Lotus 的設計團隊，透過接受指導、親身設計、共同討論等互動式參與，獲取其他人的經驗與知識，無形中將對方的隱性知識吸收、

⁴ 於前一階段直接參與的三家，每家繳交 5000 萬配合款，而前一階段間接參與的一家繳交 6000 萬配合款。

內化成為自己技術[69]。另外，四家5共同參與的業者投入約佔全部人力 6%的人力，依各車廠派出人員的專長，參與細部設計、製造規劃、以及零組件蒐集等工作[67]。

在此階段，工研院為落實技術移轉至產業界，而依原規劃於 1993 年 9 月成立分別由工業局、技術處、參與業者、以及工研院的代表組成的「商業推動規劃小組」，以準備進入量產導入階段，為商業推動奠定基礎。

1994, 7 - 1996, 12 進入量產導入階段，進行產品量產設計、量產驗證、目標車性能驗證、籌組專門生產引擎的公司等。工研院與政府的角色將隨著由民間業者出資成立的公司而逐漸淡出，在商業面與量產製造準備等工作均由於 1994 年成立「共用引擎股份有限公司籌備處」負責推動。工研院應用政府資源推動共用引擎聯盟，因此需依公平、公開、公正的原則，將成立新公司的資訊對業界公開，徵求有意願參與投資的業者，而於 1995 年正式成立「華擎機械股份有限公司」，其股東組成除原先參與計畫之業者與政府政策投資外，還有信通交通器材、信昌機械等相關零組件業者投資新公司[69]。在產、官、研、學的共同努力下，1997 年時終於在中華威利商用車上裝了國人自製的第一顆引擎。華擎公司在 1998 年成功量產第一款汽車引擎起，在引擎曲軸、凸輪軸、汽缸體、汽缸頭製造加工技術已具良好能力，也帶動國內一系列引擎零件供應商自行研發相關零組件，華擎公司同時導入車輛匹配之設計分析技術，目標將除成為引擎專業製造公司外，更具有協助車廠進行車輛匹配能力。

共用汽車引擎聯盟由工研院與汽車業者合作，透過引進 Lotus 技術而開發的汽車共用引擎，並在技術開發完成後移轉給華擎機械公司，由其繼續商品化。依據分析，可歸納出共用汽車引擎聯盟能成功達成既定目標的關鍵因素。第一、雖然政府與參與業者之動機不同，但參與聯盟的產、官、研各界有共同目標與使命，

⁵ 羽田機械公司於此階段期間發生財務危機，無法繳交配合款，因此中途退出計畫。原先應搭配羽田目標車的 1.2L/16 閥引擎，因而無法完成與目標車匹配的工作。

所有成員皆希望透過聯盟運作，可以使台灣擁有自行開發引擎的能力，並將技術落實商業化。第二、工研院在執行面善用外部管理機制，由產、官、研主要機構的高階主管與外部顧問組成的「共同開發委員會」，決定計畫方向、重大事項的共同討論與裁決（例如每個階段繼續執行與否，顧問公司之遴選等）、以及聯盟的各成員之角色、分工與承諾（例如政府對科專經費的承諾，業者對配合款以及參與人力之承諾等）。第三、計畫管理採用閘門式階段管制，每個階段依執行情況、產出、廠商參與意願等條件，以決定下階段是否繼續執行。



4.2.2 技術育成

創新系統中設立技術育成中心來幫助創業家成立新創或轉型的高科技公司[70]。創業者除了技術合作外，尚需要育成單位能夠扮演積極的育成功能，並提供配套的商業服務與支援資源，以協助企業先期在創業期間的發展，降低創新技術在商品化過程中的風險。對工研院而言，技術育成可以強化所屬研究單位與產業界之互動，加速研究成果商品化、更能夠提供員工一展長才的機會。因此，技術育成的活動可以有效將技術、資金、知識串接起來，以加速成立新公司及技術商品化。

技術育成中心的運作受到許多因素的影響，其培育機制運作是否成功完全取決於育成單位所提供的服務是否能夠完全滿足進駐廠商。工研院育成中心(ITRI Incubation)成立 1996 年，是台灣第一個的育成中心，並成功地展現出育成的成果[71]。工研院育成中心建立一個有助於台灣廠商容易獲取工研院研究資源的環境，而且育成對象以新創企業為主，主要是要提供創業期間能降低創新技術在商品化過程中的成本與風險。到 2002 年 6 月工研院育成中心已經成功育成超過百家以上的新公司並募集到超過 33 億的資金[8]。這些新公司所經營產品跨越許多技術領域，如通訊、精密機械、生醫、IC 設計、光電、以及材料等。

4.3 研發伙伴之角色

台灣產業以中小企業為主，缺乏足夠的研究人力與經費進行研發而需要仰賴政府與其支持的研發機構進行產業關鍵技術之研究，並將研究成果移轉產業界，促使企業在低研發風險下持續不斷進產品創新、改良與轉型升級。長期以來，工研院在台灣產業發展的創新活動中扮演著研發伙伴之重要角色，而必需養成具洞悉產業發展所需技術需求的能力，並能及早投入在技術進步的工作以帶領產業投入。因此，工研院負責執行領先業界 3~5 年的前瞻性研究計畫，長期累積能量、產出研發成果。並透過各種不同的技術擴散方式與廠商互動，提供廠商發展所需的技術、人才、經驗，甚至廠房設備等，而由廠商從事將技術轉化成為產品以及商品化的工作。

因應各個產業不同時空下之不同的技術需求，以及個別廠商獨特的需要，工研院專注於運用各種不同的技術擴散方式，以扮演產業界研發伙伴的角色。過去工研院主要以技術移轉、研發服務以及技術服務等任務與產業界互動，廠商得以藉由與工研院互動往來，而可以運用其豐富的研發資源來提高本身的研發水準，降低生產成本或加速新創產品的開發，俾使與全球的其他大公司競爭。

4.3.1 技術移轉

技術移轉是一個將創新由原地移動到其它地區而且被落實應用的過程。創新可能包括科學或技術的知識、想法、服務、系統、發明、產品等等[72]。技術移轉必須有技術提供者以及技術接受者雙方，而創新成果在雙方之間移動涉及雙方權利的變動，通常有移轉、授與或者轉讓等方式。技術授受者在移動過程中為確保能充分吸收技術提供者之創新成果，雙方會協商出最適當的方式進行移轉，一般來說有技術文件、技術研討、技術訓練、人員訓練等方式。

研發機構的技術移轉通常是將創新技術由研發機構移動到接受者（廠商）[73]。研發機構進行產業發展需要的關鍵技術與零組件研究發展，為協助廠商建立關鍵技術的自主性，而將研發出來的成果透過轉移技術、技術研討會、人才訓練、專利授權、提供技術資訊等擴散方式轉移給廠商。因此而能打破先進國家之技術與關鍵零組件的壟斷，提昇廠商之競爭力，更能夠帶動產業的蓬勃發展甚至改變產業結構。工研院藉由關鍵技術的建立而協助廠商的主要成果有光碟機系統，自行車碳纖維車架與關鍵零組件，特用化學品，人造纖維等。

以下分別利用「光碟機技術」與「自行車關鍵技術」二項，分析工研院如何透過技術移轉模式將關鍵技術轉移至產業界，協助廠商擁有關鍵零組件的自主能力，並突破先進國家的箝制，而促使產業蓬勃發展。

1. 光碟機技術



光碟機(Optical Disk Drives, ODD)是一個典型的案例，工研院協助本土產業發展及建立關鍵技術中扮演關鍵角色[46]，因此，工研院是如何對產業界移轉技術，其過程是值得探討與了解。光碟機產業有關鍵零組件及技術由幾個國外大廠掌握，產品生命週期短⁶及國外大廠同時制定下世代光碟機規格等三項特點。而台灣在短短 5 年間，由毫無基礎開始到成為全球光碟機產業的主要供應者，並開始參與未來光碟機規格制定。工研院對廠商先後移轉系統整合技術與關鍵零組件技術對產業發展有明顯的助益。

CD-ROM 光碟機在 1980 年代，由 Philips 與 Sony 兩大公司制定。而在 1984 推出一倍的資料讀取 CD-ROM 光碟機以後，在市場需求不明朗與關鍵技術進步受阻等因素，過了 9 年才推出二倍速產品。台灣廠商直到 1994 年才進入此市場，雖然處在關鍵零組

⁶ CD-ROM 光碟機的資料讀取速度，平均 5 個月就會提升一個等級。

件必需依賴國外大廠提供的劣勢，但仍然以優越的製造技術，大量生產出價格合理、品質良好的光碟機，降低了消費者購買光碟機門檻。回顧過去，台灣 CD-ROM 光碟機產業處於技術與專利皆落後下，光碟機產量自 1994 年起快速成長，在 1996 年佔全球 12% 市場。接著在 1999 年台灣光碟機產量達 4 千 7 百萬台，超越日本佔全球 40% 以上，而躍居全球最大 CD-ROM 光碟機產國，但到 2000 年達到高峰後慢慢往下走[74]，如

圖 3。所幸台灣光碟機產業已經累積相當豐富的產品開發能量，因此在 DVD-ROM、CD-RW 等後續產品仍然有不錯的表現潛力。

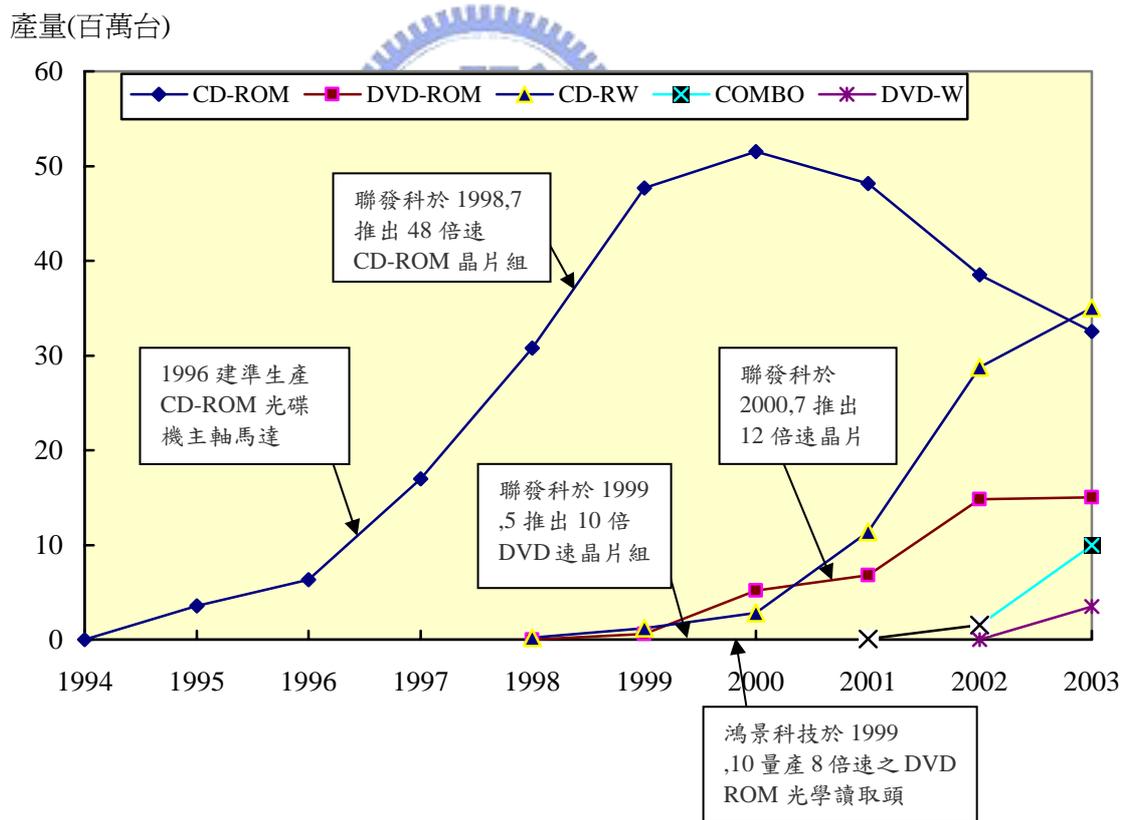


圖 3 台灣光碟機產量與產品變遷圖

資料來源：資策會 MIC, 2003；本研究整理

台灣早期的光碟機業者除了明碁的技術來自飛利浦外，其餘光碟機廠商的技術幾乎都來自工研院[75]。工研院領先業者以政府科技專案計畫投入光碟機技術的研究。並將其累積研發能量，以技術移轉、產品開發與人才擴散等方式快速將技術轉移至廠商，經由廠商的長期努力才能使台灣光碟機產量佔居世界第一。

光儲存產業是台灣光電產業中僅次於平面顯示器產業的第二大產業[74]。光儲存產業分為光儲存媒體(又稱光碟片)與光儲存裝置二大部份。另外，光儲存裝置而依產品類別劃分為消費性與資訊性，消費性產品則包括了 CD、VCD、DVD 等播放機(Player)、DVD 錄放機(Recorder)及 DVD 遊戲機等；資訊性產品則以光碟機最具代表性。CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory 唯讀型) 光碟機自 1984 年上市以來，隨著零組件與系統整合的技術進步而加快世代更替速度，更因台、韓眾多的廠商加入光碟機組裝的行列，才打破由日、歐廠商所獨占的局面。光碟機以其存取速率、儲存容量、重覆覆寫與價格等優勢，已經繼軟式磁碟機(Floppy Disk Drive)與硬式磁碟機(Hard Disk Drive)之後，成為個人電腦系統中必備的標準儲存裝置。在激烈的競爭下，廠商加快產品規格提昇的腳步而往二個方向發展：一是朝著提高記憶容量的方向努力，由 CD, DVD 朝 HD-DVD 發展⁷；另一方向是提昇光碟機功能，由原來只具唯讀功能朝單次寫入、多次覆寫等功能的方向發展出 CD-RW、DVD-RW 等，並持續追求資料存取速率。

台灣廠商從 1990 年開始進入光碟片的生產行列，最早是投入 CD-DA 音樂光碟片的生產，其後逐漸加入 CD-ROM、LD 與 Video CD 等光碟片的生產線。但是在 CD-ROM 光碟機方面，因為廠商缺少關鍵零組件及技術，以及對未來市場前景持保留態度而遲遲不敢投入光碟機的製造。工研院光電工業研究所（簡稱光電所）認為 CD-ROM 將會繼軟式磁碟機與硬碟機之後，成為個人電腦系

⁷由 CD 格式的 650/700/800/880MB 等記憶容量，往 DVD 格式的 2.6/4.7/8.5/9.4/17GB，以及 HD-DVD 格式的 20GB 以上的容量，甚至朝 Sub-terabyte, Terabyte 的超高記憶容量發展。

統的標準儲存配備。所以向經濟部提出科技專案計畫，而在 1992 年得到經濟部的支持投入 CD-ROM 光碟機及關鍵零組件之研發工作。

台灣光碟機產業發展屬於跟隨者，大約晚日本三年才投入此產業，初期完全無法擁有自主的關鍵零組件技術，只能替國外大廠代工。在廠商無力進行研發下，為了降低進入光碟機產業的障礙，廠商只能選擇系統整合的工作以累積工程經驗與技術，廠商將所有向 Sony, Sanyo, Matsushita, Toshiba, Philips 等公司購買的各種關鍵零組件，例如：光學讀取頭(Pickup head)、主軸馬達(Spindle motor)及晶片組(IC chipset)，再搭配自己研發的硬體模組、控制軟體、碟片承載機構等模組，進行系統整合、組裝與測試而成為 CD-ROM 光碟機[76]。在關鍵零組件與技術均掌控在國外大廠下，國內廠商受限於資源不足而無力研發，在發展上面臨極大的挑戰與困難，因而轉向對工研院提出技術需求。

1994 年光碟機逐漸變成個人電腦的標準配備，市場的成長需求吸引國內許多資訊廠商相繼投入產品開發與生產。光電所剛好成功開發出台灣第一台 CD-ROM 光碟機雛形品，包括精英、宏碁、英業達等國內廠商轉而向光電所進行技術移轉，而能使宏碁、英群(除了明碁)等廠商在 1994 年推出 2 倍速 CD-ROM 光碟機，大約比國外領先廠商晚一年。因為工研院於 1994 年技術移轉的成功後，吸引更多資訊廠相繼自工研院移轉技術，例如英業達、台達電、源興、光寶。資訊廠商競相加入光碟機行業產生了滾雪球效應，而在 1994-1996 的三年之間，超過二十家廠商的光碟機技術來自工研院[77]，表 10 光碟機系統廠商與工研院技術移轉之關聯。廠商先以技術移轉方式，進行人員訓練與取得光碟機系統整合的關鍵技術，並輔以委託工研院進行產品開發或協助設置光碟機生產線而能於短時間推出具特色的 CD-ROM 光碟機。1998 年光碟機廠商則在累積了技術與生產基礎後，開始主導 CD-ROM 光碟機的倍速發展，不僅帶動產品倍速的快速提升，也因廠商大規模積極擴充產能而引爆了全球 CD-ROM 光碟機的價格競爭。在價格的激烈競爭下，日本廠商在生產成本考量下，逐步退出 CD-ROM

光碟機市場的經營，其所釋出的訂單由台灣及韓國廠商所承接。到了 1999 年，台灣 CD-ROM 光碟機產量首度超越日本，躍居全球最大 CD-ROM 光碟機產國。

1997 年，當台灣廠商正忙於獲取更大的 CD-ROM 市佔率時，另一個可能會使 CD-ROM 光碟機消失的殺手級產品正悄悄地侵蝕市場，即由日商在 1996 年開發出的 DVD-ROM，DVD 單面單層容量 4.7GB 為 CD-ROM 容量 7.2 倍。因為 DVD 具有超大容量與高影音品質的優點，台灣業者認為 DVD-ROM 必然會取代 CD-ROM，只是時間的早晚而已，因此廠商在產品技術上必須要做出因應對策。台灣光碟機業者只有少數廠商能自行開發，一部份廠商可以經由與日、歐大廠的技術合作，例如宏碁科技就委託日立代工而能較其他競爭者提前上市，大多數廠商必需依賴工研院光電所的技術移轉而取得系統整合技術。

長期以來工研院一直密切注意 DVD 規格制定的發展，並積極投入資源進行 DVD-ROM 光碟機的開發，期望能協助台灣光碟機廠商及早進入此一領域。工研院在 1997 年 3 月取得 DVD-ROM 晶片組後，即動員光電所主要研究團隊全力進行開發 DVD-ROM 光碟機。幸運地可以在短時間完成 DVD-ROM 雛型機的開發，而能於同年 5 月 26 日展示國內第一台 DVD-ROM 雛型機，並發表技術成果以公開徵求有移轉意願的廠商。此次的成果發表會後，工研院 DVD-ROM 共技術移轉給威碼、億碩、華碩、大騰、力捷、聚和、台達電、英群等十二家廠商，如表 10。工研院的技術移轉包含提供 DVD-ROM 參考設計，例如介面與控制電路設計、伺服系統韌體 (Firmware) 的原始程式、數位伺服系統之模擬程式等；以及人員訓練的課程。工研院經由這一次較大規模的技術移轉將 DVD-ROM 光碟機技術擴散產業界，而使廠商立即擁有可以進入 DVD 產業的產品技術，更因為研發人才的培訓而擁有獨立進行產品性能改善、新產品開發等技術能力。

表 10 光碟機系統廠商與工研院技術移轉之關聯

年代	台灣廠商投入的產品	投入光碟機產業的廠商	工研院技術移轉			
			廠商	項目	方式	期間
1994	2X CD-ROM	明基、宏碁、英群	漢平、精英、英業達、昆盈、亞瑟、宏碁、欣象、美台、誠洲、...	CD-ROM	委託開發、技術移轉	1992-1994
1995	4X, 6X CD-ROM	精英、英業達、台達電、...	英業達、台達電、源興、台灣東芝、聚和、...	4X 或 6X CD-ROM	委託開發、技術移轉	1995-1996
1996	8X - 12X CD-ROM	大同、源興、建基、柏杰、...	光寶、台灣松下、英群、...	8X CD-ROM	委託開發、技術移轉	1996
1997	12X - 32X CD-ROM	廣宇 ⁸ 、華碩、大騰、長谷、億碩、...	聚和	24X CD-ROM	委託開發	1997
			威碼(長谷)、億碩、華碩、大騰、力捷、聚和、台達電、英群、燦坤、...	DVD-ROM	委託開發、技術移轉	1997, 1998
1998	32X - 48X CD-ROM; DVD-ROM	明基、源興、億碩、英群、聲寶投入 DVD-ROM				
1999	40X - 50X CD-ROM; Slim type CD-ROM;	廣明光電投入 Slim type CD-ROM; 明碁投入 CD-RW	亞弘電、威碼、...	CD-RW	技術移轉、授權	1999, 2000
2000	52X 以上 CD-ROM; CD-RW; Slim type DVD-ROM; DVD Player	建興、建基、英群投入 CD-RW 燒錄機	威碼、建興(源興)、嘉祥光電、...	DVD Player	委託開發、技術移轉	2000, 2001
			億碩	Slim type DVD-ROM	委託開發	2000

資料來源：資策會 MIC, 2003；吳思華等, 1998；本研究整理

雖然台灣光碟機產業的發展能在短短幾年間，由後進者到產量佔世界第一，但始終處在無法掌控關鍵零組件的不利地位，而

⁸廣宇及台達電等公司因產品利潤考量，逐漸淡出。

無法有效降低生產成本。光碟機的關鍵零組件包括光學讀取頭(佔光碟機成本 28%)、晶片組(佔光碟機成本 22%)及主軸馬達(佔光碟機成本 5%)等三項合起來佔總成本比重極高(55%)均掌握在歐、美、日大廠手中[74]。除了生產成本無法下降外，更嚴重地往往會因零組件供應不及而影響廠商新產品推出的時機，嚴重威脅到廠商的發展。因此若能加速進行零組件的研發，將可能扭轉受制於國外的情況。有鑑於此，工研院積極投入光碟機系列的關鍵零組件發展，以有效抑制成本與出貨狀況，並建立完整的上、下游產業體系。

CD-ROM 晶片組設計需要光碟機廠之系統整合經驗，在產品發展初期，廠商經驗不多，只有少數業者能進行晶片組設計；聯發科、揚智與威盛等公司已投入光碟機晶片組的開發及量產。早期廠商所需的 CD-ROM 晶片組主要是來自美國的 OAK 公司，聯華電子在 1995 年即與工研院合作開發 4-6 倍的 CD-ROM 晶片組由工研院取得技術，而在 1997 年轉投資成立聯發科專注於光儲存領域所需晶片組的 IC 設計。聯發科擁有類比 IC 設計經驗及 Feb 廠支持之優勢，於 1998 年推出全球最快速的 48X CD-ROM 晶片組，而成為國內最早進入光碟機晶片組設計業者。雖然台灣已逐漸掌握 CD-ROM 的關鍵技術，但 DVD-ROM 的關鍵技術卻仍然受制於人，如果台灣產業想要實現光碟機王國的目標，開發關鍵零組件技術是必需突破的難關。因此工研院積極投入關鍵技術研發，而於 1998 年與揚智公司合作，直接切入 DVD-ROM Controller Channel Chipset 的開發，但由於市場成長緩慢，進而轉至 DVD player 的晶片組。在 2001 年揚智單月出貨已達 100 萬顆，而與聯發科技在大陸市佔率超過八成，因此成功逼退 Toshiba 與 Sony。

由於 CD-ROM 光碟機屬標準品，產品差異化的訴求相當有限，因此在產品性能上只能追求讀取倍速的提昇。自 1995 年推出 4 倍速 CD-ROM 光碟機後，CD-ROM 光碟機產業即進入產品倍速競爭的宿命，大約 5 個月光碟機的倍速就會提升一個等級。然而決定光碟機轉速的主要零組件--主軸馬達，卻是百分之百需要向國外購買，導致台灣廠商產品開發能力受限而影響競爭力。1996 年，

國內著名的小型風扇馬達專業製造公司--建準電機先由工研院以技術移轉方式取得 CD-ROM 主軸馬達技術後，再與工研院光電所共同合作開發 8 倍速與 12 倍速的 CD-ROM 主軸馬達。由於光電所已累積主軸馬達設計能力，再配合建準豐富的馬達生產技術，而能共同開發出新型的光碟機主軸馬達。其具有容易製造、低材料與生產成本及易於小型化等優點，量產化後使台灣廠商的馬達成本降低 60%-70% [77]。建準於準備量產 CD-ROM 主軸馬達的同時，更與光電所進行探討 DVD 主軸馬達之技術可行性。建準為了深耕光碟機主軸馬達領域，於 1999 年轉投資成立又中科技，並由工研院取得 DVD 光碟機主軸馬達等技術，而得以建構光碟機完整系列的主軸馬達及模組。

表 11 工研院光碟機關鍵零組件技術擴散表

技術項目	擴散方式	代表廠商名稱	擴散時間
CD-ROM 光學讀取頭	委託開發	英群	1993
CD-ROM Servo	委託開發	力捷、揚智、...	1995, 1996
CD-ROM 晶片組	合作開發	聯華	1995
6 倍速以上 CD-ROM 光碟主軸馬達	技術移轉、合作研究	建準	1996
DVD Controller Channel Chipset	共同開發	揚智	1998
DVD Player 光學讀取頭	委託開發、人員訓練	嘉祥光電	1999
DVD 光學讀取頭	委託開發	光寶、友力、...	1996
DVD 光學讀取頭	委託開發	鴻景科技	1998
DVD 主軸馬達	技術移轉、委託開發	又中、正揚、元本、...	1997 - 1999

資料來源：部份資料參考吳思華等, 1998；本研究整理

工研院為使廠商在 DVD 光碟機發展上能有效解決光碟機產業長期「無頭工業⁹」的問題，雖然陸續將技術成果以技術移轉與委託開發方式擴散至產業界，其中於 1999 年移轉給嘉祥光電 DVD

⁹ 無頭工業係指台灣產業界缺少硬碟機的讀寫頭、印表機的噴墨頭、以及光碟機的讀寫頭等關鍵零組件。

player 光學讀取頭，而於 2000 年 7 月開始量產，每月產量 1 萬個可供國內 DVD player 廠商。但在 DVD-ROM, DVD RW 等未來趨勢產品所需之光學讀取頭仍然沒有本土化專業廠商，因而以衍生公司方式將技術、人才一併擴散至業界，以期望能建立 DVD 光學讀取頭的本土化技術，滿足國內 DVD-ROM、DVD-Player 系統廠商的需求，加速台灣 DVD 產業的蓬勃發展。光電所於 1997-1998 年先後發展六種光學讀取頭模組，並將技術移轉給三家廠商。1998 年衍生成立鴻景科技(Acute Applied Technologies Inc.)，接著進一步協助鴻景建立量產技術。鴻景科技於 2000 年開始量產，2002 年 5 月每月總產能達到 70 萬個。嘉祥光電與鴻景科技分別於 2000 年開始量產光學讀取頭後，使台灣光碟機產業突破了無頭的困境。

工研院在過去幾年的光碟機關鍵零組件研究成果擴散至廠商的歷程整理如表 11。由於工研院陸續完成光學讀取頭、主軸馬達及控制晶片組等技術並透過技術移轉等方式提供給廠商，由廠商繼續進行產品改提昇與製程研發。在工研院與產業界共同的努力，直到 2000 年台灣光碟機產業才能擁有 DVD 系列產品的完整解決方案，並於短時間內突破歐、日大廠所把持的關鍵零組件，而能使台灣光碟機產業在產品快速變遷的光碟機產業中扮演重要地位。

工研院對台灣光碟機產業發展的影響，執行政府科技專案計畫除了將研發成果落實於產業界外，更因此培養許多優秀的研發人才；當廠商需要人力時，工研院就可提供人力投入產業界，而許多重要的技術關鍵點都會因人才轉至業界而可以加速落實技術於企業，更有助於廠商進行自主產品研發工作。1994 年光碟機逐漸變成個人電腦的標準配備，市場的成長需求吸引國內許多資訊廠商相繼投入產品開發與生產。但產業界缺乏技術與人才，而光電所剛好成功開發出台灣第一台 CD-ROM 光碟機雛形品，包括精英、宏碁等國內廠商轉而向光電所進行技術移轉，接著更進一步採取挖掘人才的行動。如此開啟了光電所光碟機研發人才外流至各光碟機廠的大門，在 1994 年至 1997 年之間，大約超過 40 位以

上人員加入台灣光碟機產業[77]。光碟機產業發展過程，工研院光電所的人員流動相當明顯，當年在工研院負責光碟機研發工作的多位主管皆先後加入業界，如今有幾位已是台灣光碟機領導廠商的重要人物（如表 12），在台灣光碟機產業發展的過程中扮演著重要角色。

表 12 工研院光碟機研發人員擴散表

時間	光碟機之研發人員	擴散初期之動向	近期之動向
1994	資料存取部課長李洪茂及廖英郎等 8 位	精英電腦，其中李洪茂擔任副總經理	李洪茂擔任敏傑科技董事長 廖英郎擔任宇極科技前執行副總總經理
1995	6 位光碟機技術人員	明碁、誠洲	
1996	光電所資訊存取組組長簡貞介	源興科技協理	廣明光電總經理
1996	陳清海、蔡震興二位經理和其他 12 位光碟機技術人才	源興科技、聯電	陳清海擔任建興電子消費性電子產品部總經理
1997	10 餘位光碟機技術人員	燦坤、長谷等	

資料來源：部份資料參考吳思華等, 1998；本研究整理

整體而言，台灣光碟機產業處於技術與專利皆已掌控於先進國家大廠手中的技術落後地位，直到 1994 年才開始進入此市場，但到 1996 年時台灣光碟機產量已佔全球 12% 市場。1999 年，台灣 CD-ROM 光碟機產量首度超越日本，躍居全球最大 CD-ROM 光碟機產國其產量超過 40%，成為全球光碟機產業的領導者。台灣光碟機產業發展由初期完全沒有任何基礎必需依賴國外大廠提供的關鍵零組件與組裝技術，經由工研院先行投入 CD-ROM 光碟機的研發，再以技術移轉將成果擴散到產業界，因而吸引更多廠商的投入光碟機產業。工研院以更開放態度將研發人才釋放至光碟機廠商，更加速了光碟機產業蓬勃發展，而成為全球最大 CD-ROM 光碟機生產國。工研院同時進行關鍵零組件的技術研發，並以多種技術擴散策略將技術落實於產業界，縮短關鍵零組

件本土化的時程，提昇台灣光碟機產業競爭優勢。總之，台灣光碟機產業能在毫無基礎下發展成為全球主要生產國，工研院適時建立的研發能力並以技術轉移、人才流動等方式來支持產業發展，應該是主要的成功原因之一。



2. 自行車關鍵技術

台灣自行車產業發展由無到有歷經多次存亡危機，幸運地在業者與政府共同努力才能克服並締造台灣自行車產業的成長奇蹟。台灣以優秀的人力素質、低廉的生產成本與完整的上下游產業體系等優勢，提昇自行車產業之國際競爭力。1980年台灣自行車外銷量取代日本成為世界第一，近年來中國大陸以低廉勞動成本搶攻中、低等級市場。1987年後受新台幣不斷升值、人工成本上漲等不利因素影響，產量萎縮至700~800萬台，後續更因廠商積極海外佈局生產，生產量亦逐年下滑至400~500萬台[78]，台灣自行車產業因而退居第三。雖然台灣自行車成車出口量自1986年後開始走下坡，但無論在出口值或是平均單價上都大幅提高，自行車成車年出口值於1986年為167億元，提高到2003年的新台幣213億元；而平均單價自1630元提高至4703元[78]，顯示出台灣自行車產業成功地轉型至高品級、高單價的產品，擺脫大陸以低勞動成本的打擊。台灣自行車產業在人工及土地成本高漲、國內投資環境不佳等因素，而漸失原有的競爭優勢。所幸在廠商、政府、研究機構的共同努力致力於中、高級成車與關鍵零組件的研發，而能使產業升級轉型成功。廠商在高級車方面，走向是少量、多樣，而且自創品牌；例如巨大機械之Giant已成為國際知名品牌。工研院長期以來成功地扮演以中小企業為主的自行車產業之研發伙伴的角色，在政府科專支持下進行自行車材料與關鍵零組件的研究，並將研發成果移轉給多家廠商，包括碳纖維自行車車架、自行車變速器等，協助廠商提昇競爭力及產品之附加價值，而為台灣奠定今日自行車王國的厚實基礎。

自行車起源於西方，日據時代在台灣雖已有少數自行車作為交通工具，但需仰賴日本進口，而建立自主的自行車產業。台灣自行車產業發展60餘年以來，從依賴進口日本成車到滿街皆為車店的自組車、從零組件規格不一到統一規格、從內銷到行銷全球、從國內製造到國際分工生產，進而與國外大廠策略聯盟、從仿製到創新[79]。台灣自行車產業的發展可分為四個階段（如表13）。

自行車產業發展初期在政府先後管制自行車零件與成車進口的政策下，受到保護而蓬勃發展，形成以四大中心組車廠為主，再加上超過 70 家組裝車的中盤商及約 3 千家的銷售車行的產銷體系，但整個市場充滿由小廠供應的品質粗劣廉價品。1960 年代，因國民所得的提升，使得機車銷售佔據部份自行車部份市場，自行車變成落伍的交通工具，自行車內銷市場日漸萎縮，政府的保護政策受限於內需市場規模而無法奏效[36]。1969 年成功打入美國市場再加上第一次能源危機，全球自行車需求擴張，開啟國內自行車外銷的大門。

表 13 台灣自行車產業發展歷程

發展階段	期間	重大事件
政府保護下的自行車產業	1946 年至 1968 年	政府為扶植國內自行車業，1950 年先管制自行車與零件進口，接著 1954 年更全面禁止自行車成車進口。因而造就了四大中心組車廠（大東、台灣自行車、台灣機械、伍順）的崛起。1961 年自行車及零件車行約計 3 千家，整個市場充滿由小廠供應的品質粗劣廉價品。1958 年到 1965 年間，自行車內銷市場日漸萎縮且產量漸減，四大中心廠相繼關門。
外銷起飛的自行車產業	1969 年至 1976 年	1969 年台灣的自行車外銷到美國。 1972 年出口量達到 100 萬輛。 1972 年由經濟部委託金屬工業發展中心，對自行車業進行三年的輔導工作，協助業者解決生產問題。 1976 年失去加拿大市場，廠商無法生存而退出市場，廠商數淘汰至 40 餘家。
擴大輸出的自行車產業	1977 年至 1990 年	1980 外銷量首次超越日本，正式取代日本原有地位，成為自行車第一大出口國。 1986 年為台灣自行車出口數量之巔峰，已超過 1 千萬輛。 1984 年經濟部成立中心衛星工廠推動小組，加強對自行車產業輔導。 1987 年 5 月工研院成功開發碳纖維自行車架。
轉型、升級的自行車產業	1991 年 -	1992 年由經濟部工業局、台灣區自行車輸出公會與自行車零件業者共同成立「自行車工業研究發展中心」，協助廠商提昇自行車產品品質。 1992 年工研院開始投入自行車零組件技術研發。 1993 年工研院繼續自行車材料技術的研究。

資料來源：劉弘雁等, 2002；本研究整理

1970 年代，台灣的組車外銷廠曾達 60 多家，1972 年出口量達到 100 萬輛。當時自行車產業存在設備簡陋、技術能力不足及削價競爭等現象，且無自行車工業標準規格，造成被定位為低級品的不良形象，而先後受到美、加市場的杯葛。政府自 1972 年起進行輔導整頓工作，由經濟部委託金屬工業發展中心，對自行車業進行三年的輔導工作，協助業者解決生產問題[36]。業者亦自組「自行車製造委員會」以期解決相關問題。在美國政府公佈了自行車安全標準後，政府由經濟部工業局、商檢局及金屬中心共同制定自行車國家標準，實施品管制度、品質分級等，政府禁止不符合標準的自行車出口[36]。這些措施穩定產銷秩序，淘汰不良廠商，鞏固了自行車的外銷市場。國內許多廠商無法生存而退出市場，廠商數淘汰至 40 餘家。

1980 年代在全球市場需求擴增下，台灣自行車出口數量持續成長。在 1980 年台灣自行車成車外銷量首次超越日本，正式取代日本原有地位成為自行車第一大出口國，1986 年台灣自行車出口超過 1 千萬輛達到歷史的高峰[80]。日本卻快速轉型到提供全世界自行車廠商高性能、高單價之零組件領域。台灣要製造較高級的自行車，必須使用由日本進口的零組件。例如 Shimano（島野）不只是提供變速器，更提供變速器套件的裝配指導，而使台灣自行車廠可以快速生產出高等級的自行車，但也打破了國內成車廠與零組件廠密切關係，更使得台灣對日本的貿易逆差持續擴大。1991 年，政府為改善自行車關鍵零組件受制於日本的現象，由經濟部工業局、台灣區自行車輸出公會與自行車零件業者共同出資成立「自行車工業研究發展中心」，協助廠商提昇自行車產品品質，同時以經濟部科技專案經費補助工研院進行材料與零組件研發，以期降低對日本的零組件之依賴。

回顧台灣自行車產業發展歷程，政府的產業政策隨著產業發展所需而調整。初期管制進口以保護內需市場的發展、接著拓展外銷出口、維持產銷秩序、建立產品標準、推動中心衛星體系、成立專責研發中心與科技專案投入關鍵零組件的研發等。工研院長期扮演中小企業研發伙伴的角色，研發人員經由密切的與廠商

互動，看到自行車產業發展面臨升級壓力及對自行車新材料、關鍵零組件的需求，而向經濟部提出科技專案計畫進行相關項目的研發，如表 14。工研院成功研發碳纖維材料而能應用於自行車車架並技術移轉給巨大機械公司，使其轉型成為高級自行車廠；另外突破日本大廠專利的重圍而開發出內、外變速器，並技術移轉給業者投入生產製造，而能逐漸擺脫日本大廠對關鍵零組件的箝制，提昇產業競爭力。

表 14 工研院執行自行車相關研究計畫

單位	計畫名稱	與自行車產業相關的研究項目	執行期間
材料所	工業材料研究發展計畫	碳纖維車架	1985-1990
	複合材料一體成型單殼式自行車技術開發計畫（工業局專案）	一體成型單殼式碳纖維車架 非傳統造型複合材料車架開發、結構分析、製程研究及模具設計 非傳統造型複合材料車架量產技術開發	1993-1996
機械所	機械業關鍵零組件技術研究發展計畫（第一、二期）	自行車變速器系統專利蒐集與分析 自行車變速器系統開發技術 多段齒片上鏈齒形設計 自行車變速器功能控制技術 內變速器設計與製造技術 21-24 段 Dual SIS 外變速器系統 制動系統技術 自行車電動助力傳統系統技術	1992-2000

資料來源：吳宗麟, 1995；工研院機械所, 1996, 2001；本研究整理

自 1984 年由工研院材料所開始在「工業材料研究發展計畫」中進行碳纖維複合材料的研究，並開始尋找與國內業者合作機會，希望能將此新材料推廣運用於廠商所生產的產品。1980 年代中期，可量產的自行車車架材質才由碳鋼演進至鉻鉬鋼車架。但世界上已有義、法兩國的廠商推出以手工製造的碳纖維自行車，因此巨大機械在開發新材料車架上面臨國際競爭壓力。1985 年巨大已經依規劃時程，展開量產碳纖維自行車車架，不過在車架在使用上出現了斷裂的情況。工研院材料所經過一年的努力將碳纖

維複合材料應用到自行車的研究，剛好完成原型車與技術可行性評估[81]。因此工研院材料所有機會與巨大於 1995 年 8 月進行量產商品車種的合作開發[81]，工研院材料所研究人員重新檢視車架的結構、膠合技術，甚至生產所需的夾治具和測試方法等工程上可能的問題。巨大公司則進行產品定位、規格及量產規劃等工作[81]。1987 年 5 月工研院材料所成功開發碳纖維自行車架，包括車架管件的製造、車架組合、管件表面處理以及各部份製程作業規範的建立，並將技術移轉給巨大。巨大自工研院取得技術後，於 1988 年正式導入大量生產碳纖維自行車，碳纖維質材的自行車主要特色是將自行車重量減到 1.2 公斤，等於不到傳統鉻合金車架的一半，而能讓消費者如乘風般地駕馭、享受騎乘自行車的樂趣。碳纖維自行車因此成為巨大的主力產品，也使巨大由傳統腳踏車廠轉型成為高級自行車廠[75]。巨大機械的碳纖維自行車於 1988 - 1996 年銷售量約 20 萬輛，銷售值達 27 億元，國際市場佔有率約 60% [82]。

工研院材料所有了與自行車廠合作成功的經驗，更有信心研究新的具有更輕量、無接頭脫落的安全顧慮、一體成型造形的單殼式碳纖維自行車車架[81]，並期望能將此合作模式推廣給其他自行車廠。經過二年半的單殼式車架的製程技術研發，於 1991 年 7 月工研院材料所研究出「一體成型單殼式碳纖維車架」。接著為使技術能落實於商品化。於 1991 年與大明實業¹⁰、穗高共同合作開發單殼式碳纖維自行車車架的量產技術[81]，材料所依材料特性進行產品及製程設計，並改進量產工程設計，以克服品質穩定性差與高成本等問題，而能順利將技術移轉給大明、穗高二家公司。大明實業於 1992 年擴廠進入小量生產，至年底已可穩定生產一體成型碳纖維車架。大明實業於 1992 年再與「工研院材料所」簽約共同開發碳纖維自行車之前叉，1992-1997 年之間一體成型碳纖維車架及前叉銷售 2.6 億元[80]。

1993 年在工業局支持下，工研院材料所與美利達、穗高、大

¹⁰ 大明實業已更名為明安國際企業股份有限公司。

明等九家自行車業者、複合材料業者、模具業者共同進行四年的非傳統造型複合材料自行車之車架技術開發計畫[81]，目標產品為不是傳統鑽石型式的新型車架，可創造出高品質、高趣味及低價位車種，轉變以交通工具為主的自行車市場成為休閒運動產品[81]。工研院材料所主要進行非傳統造型複合材料自行車之車架開發、結構分析、製程研究及模具設計等工作。於 1995 年開發完成「單殼式一體呈型碳纖維自行車」及申請專利並於隔年量產，而有助於美利達與穗高攻佔高單價登山車市場¹¹。

在自行車變速器方面，當時國內零組件業者已有能力生產外變速器[82]，產品以 18 段外變速器為主。國內業者所生產之飛輪組下鏈功能不穩定，人工裝配方式品質穩定性不佳，90% 外銷，用於低價車[82]。國內零組件業者屬於中小企業，無力進行創新產品的研發，受困於國外大廠的專利箝制。以自行車變速器為例，日本島野等公司擁有 876 專利[82]，使業者動彈不得，只能仿製過時的產品，因此在產品品級上始終無法提升。日本島野為全球自行車零組件專業大廠，擁有全球自行車零組件的 60% 市場，在高單價變速器的市場上掌握全世界的 80% 市場佔有率[84]，主導變速器的演變由 12、15、18、21、24 等不同變速等級演進，在高級自行車銷售過程中消費者往往會在乎所購買的自行車是否配置島野的變速器。

1991 年政府為協助業者取得關鍵零組件之自主技術及降低對日本依存度，以提昇產業技術水準與健全產業體系。經濟部工業局選定 66 項關鍵性產品做為台灣十年內技術開發的目標產品。與自行車產業相關的自行車傳動、制動零組件列入甲類，因為自行車零組件依賴日本程度愈來愈高。以 1992 年為例，自行車零組件年產值為 220 億元，進口值 98 億元，其中來自日本島野一家公司就高達 64 億元[82]。

自行車變速器系統基本上是由齒盤與鏈條所組成之傳動系

¹¹ 自行車單價在 300 美金以上。

統，其基本元件如飛輪之齒形發展所需的理論基礎與齒輪非常類似[82]。世界著名之自行車變速器廠商皆擁有深厚的齒輪製造技術，如日本的島野、德國 Sachs 皆以齒輪技術為其核心技術。工研院機械所早期進行工具機與傳動系統之研究，並自歐、美引進相關生產、製造技術，而具備工具機研製經驗與能力，擁有精密齒輪設計、製造技術。1991 年，在政府支持下工研院開始進行自行車關鍵零組件研究項目的規劃，為了解相關業者之技術瓶頸與需求，而透過台灣區自行車輸出公會與廠商互動確認需求，並以「產業發展策略座談會」方式，召集公會、廠商、政府單位、學校教授等共同研討自行車零組件發展相關策略與項目，選定出自行車 24 段外變速器系統、自行車內變速器系統、制動器系統、電動自行車變速器等項目。

1992 年工研院機械所在經濟部科技專案計畫的支持下，於「機械業關鍵零組件技術研究發展計畫」中，進行自行車變速器相關技術的研究。工作內容首要是突破由國際大廠所建構的專利重圍，接著發展自有專利的創新型自行車變速器以及檢驗測試系統並協助廠商規劃自動化裝配。工研院擁有機械設計、CAD、機構設計、齒輪設計、傳動設計等基礎技術，但並不熟悉如何將基礎技術應用於自行車關鍵零組件之設計與發展。因此廣泛運用國內學術機構的研究資源，委託交大、清大等大學教授進行變速器理論模型研究與專利探索、分析等研究，找出有利於國內變速器發展專利之機會。工研院的研發團隊以二年時間，開發出定點上鍊的飛輪變速器核心技術，突破日本島野變速器專利的重圍[85]，與台灣自行車零組件廠商共同努力找出一條產業轉型的活路。自 1992 年起該計畫分為二期共八年半的執行期間，總共獲得 19 項專利權，大多數的專利至少都獲得二個以上國家的專利權，而這些專利範疇相當完整由變速撥桿、大齒輪盤、前變速器、後變速器、內變速器、飛輪組等關鍵零組件以及檢測系統，可以有效保護國內自行車零組件廠商。工研院獲得之自行車關鍵專利項目詳如表 15。

表 15 工研院自行車關鍵零組件之專利表¹²

專利名稱	申請日期	相關零組件項目	獲得國家
自行車齒盤電腦輔助偏擺檢測裝置	1993.3	測試系統	中、大陸
自行車調速桿裝置	1993.6	變速器系統	中、美
自行車變速系統之自動測試機	1993.8	測試系統	中
自行車多段鍊輪組齒盤之修整方法及其結構	1994.3	變速器系統	中、美、德、法等十國
旋轉式自行車調速裝置	1995.1	變速器系統	中、美
自行車變速裝置	1995.8	變速器系統	中、美
自行車檔位顯示器	1995.8	變速器系統	中、美
自行車變速桿裝置	1995.9	變速器系統	中、美
自行車後變速器	1995.9	變速器系統	中、美
自行車變速操作裝置	1995.11	變速器系統	中、美
自行車飛輪本體結構	1996.6	變速器系統	中、美
自行車前變速器之結構改良結構	1997.3	變速器系統	德、中、美
自行車變速輪轂	1997.10	變速器系統	德、中、美
自行車內含變速機構輪轂	1997.9	變速器系統	德、中、美
自行車鏈輪組齒片結構	1997.4	變速器系統	中、美
自行車多段飛輪組	1997.4	變速器系統	中、美
自行車剎車緩衝機構	1998.7	剎車系統	中、美
飛輪組跳齒測試機	1998.12	測試系統	中
自行車煞車軌結構	1999.8	變速器系統	大陸、中、美、日

資料來源：工研院機械所, 1996, 2001；本研究整理

工研院缺乏將技術應用於自行車的經驗[82]，因此一開始就尋求與國內自行車零組件業者的合作，已具有生產外變速器經驗的日馳與友隆於 1993 年參加「自行車變速器零組件設計與測試分析」的合作研究，並取得先期技術授權。當工研院投入的研發已有初步的產出後，國外領導廠商就會開始以各種商業以及智權等手段，阻撓國內廠商內部研發活動的速度，以鞏固其商業利益。在自行車關鍵零組件零組件的本土化研發活動中，也發生類似的事件。1994 年當工研院投入自行車變速器研發的第二年已經提出多項的新創專利申請，並有國內廠商表達有意願投資生產時，日本島野就以平價競銷自行車零組件，並祭出專利權限制台灣業者

¹²不含電動自行車相關之專利

製造變速器[82]。1995 年工研院機械所完成開發自行車變速器，技術移轉給川飛、日馳、友隆等廠商，促成廠商投資 4.5 億元，年產量約 300 萬套，平均單價由 10 美元提高至 15 美元，引起島野之變速器策略性降價，幅度為 10-40% [82]。

表 16 工研院自行車關鍵技術擴散表

技術項目	擴散方式	代表廠商名稱	擴散時間
碳纖維自行車架	技術移轉	巨大機械	1987
一體成型單殼式碳纖維車架	技術移轉、合作開發 (量產技術)	大明、穗高	1991-1992
自行車變速器零組件設計與測試分析	技術移轉	友隆、日馳	1993
非傳統造型一體呈型碳纖維車架	合作開發	美利達等九家	1993-1996
自行車變速器	先期技術移轉	川飛、日馳、友隆	1995 - 1998
自行車變速器及檢測裝配技術改善	技術移轉	川飛	1995
自行車內、外變速系統技術	先期技術移轉	久裕興業	1997
自行車助力混合傳動機構研究	先期技術移轉	亨勵、野寶、巨馬	1997, 1998, 1999
自行車制動系統	先期技術移轉	川飛、日馳	1997, 1998
自行車變速相關專利	專利授權	日馳	2002
自行車檔位顯示器專利	專利授權	日馳	2003

資料來源：工研院機械所, 2001；李仁芳等, 1988；本研究整理

工研院除了研發具專利的內、外變速器外，更協助業者改善當時以人工裝配的生產方式與產品品質不佳狀況，以提升競爭力。工研院於初期計畫中建立傳動系統功能測試儀器，量測廠商已有的變速器找出優缺點，以作為研發參考依據。另外，於 1997 年工研院機械所自德國阿亨(Aachen)大學引進自行車的可攜式資料擷取系統技術(PLSR, Portable Load Spectrum Recorder)，包括最高可同時記錄八組行車資訊的資料擷取器，以及符合 DIN79100 與 ISO4210 等規範之自行車煞車測試台。引進該項技術後可測試

煞車系統是否符合安全之要求，並且其測試時所量測記錄之資料經過適當處理後，可以提供產品性能改善之依據[86]，並可建立國內變速器測試能量，提升產品品質水準。

工研院長期與國內廠商互動透過技術移轉、先期技術移轉、專利授權等各種不同的技術擴散方式，持續協助廠商開發自行車以及關鍵零組件（如表 16）。因而帶動廠商投資設廠並提升自行車成車與變速器外銷的競爭力，更引發廠商投入研發建立公司內部研發能量。以日馳為例，其研究部門已有 20 位以上的研發人員，2003 年自行研發量產出領先其它同業的八速內變速器[85]，擠入全球第三大變速器廠商。

十幾年來，國內自行車廠商與工研院長期合作研究，扮演產業界研發中心的角色，與成為某些廠商最親密的研發伙伴[75]，解決了中小企業研發不足的困境，並將研發成果以技術移轉、專利授權等方式提升廠商競爭力，更將研發創新觀念擴散至企業主，而協助廠商建立自己的研發能量。如今，台灣自行車產業已是非常值得驕傲的產業之一，日馳已是台灣最大，亦是全球第三大的內變速器製造商；而巨大機械與美利達分別以 Giant 與 Merida 長期經營自有品牌，所生產高級自行車馳名全球。其中巨大機械的自行車頂級產品，更獲得自行車界的勞斯萊斯的尊稱。工研院比廠商早一步觀察到產業之技術趨勢，針對自行車產業發展特性，經由研究發展的活動累積研發成果，並適時地將技術移轉給國內多家自行車廠商進行生產；協助產業擺脫大陸低價勞動成本的競爭，與日本廠商關鍵零組件的控制，而能成功轉型有能力進行高品級自行車之開發以及自有品牌之建立，而能提昇整個產業的國際競爭力。工研院陪著自行車產業克服技術的挑戰，盡力地扮演產業的研發伙伴之職責，台灣自行車產業才能一路從筭路藍縷走到風光的今日。

4.3.2 研發服務

研發服務係指個別企業對研發機構提出特定之技術、產品、以及製程的技術需求。若研發機構並未擁有該項技術而必需投入資源進行研發，所需的研發經費則由企業單獨提供，或由企業與研發機構共同分擔；政府並不會對此類的研發活動投入資金。而企業與研發機構之間會以契約的方式，規範彼此應負的權利與義務。因此，研發服務通常是研發機構直接解決個別企業所面對技術問題的貼身服務方式之一。

以中小企業為主的台灣產業可借由技術提昇來進行轉型或解決其產品、製程上的問題，而研發機構就是提供這些技術與服務的重要來源之一，亦是產業的長期研發伙伴。工研院長期累積的研發能量得以透過產品開發、製程改善、人才培育等方式提供服務，企業因此可以獲取技術進步之優勢，加速新創產品的開發、降低生產成本以及提昇競爭力。

本研究分別利用「工具機技術」與「冷媒壓縮機技術」，探討工研院如何以研發服務協助既存產業獲取進步的技術，加速新創產品的開發，以及提昇產業競爭力。

1. 工具機技術

工研院的機械工業研究所（簡稱機械所）是工具機產業的長期研發伙伴。由於工具機產業的產業關連性極大，工具機產業是建構產業基盤的關鍵產業，掌控整個機械工業的命脈，許多國家都將列它為策略性工業。工具機為製造各類機械的加工設備，故稱為「機械之母」，亦習稱為工作母機。由於工具機屬於各種基礎加工與精密加工之必備機械，尤其與機械工業、國防工業、汽車工業、航太工業等息息相關，在整個機械工業中居關鍵性地位。世界主要工業國家如日本、美國、德國...等，其工具機產業亦在該國及全球市場扮演舉足輕重的角色。

台灣工具機產業發展迄今已有數十年歷史，1969 年台灣工具機產業產值僅美元 9 百萬元 [47]，而於 2002 年產值已達約 500 億新台幣，全世界排名第六名。以中小企業為主的產業結構其員工人數 100 人以下、資本額低於 6000 萬元佔 91%，高度出口導向，過去五年出口比率，大多在 75% 以上。地理位置相當集中，60% 的廠商位於台中縣市，而於中部地區建構完整的上下游生產加工體系。憑藉著完善的衛星加工體系，加上「螞蟻雄兵」的打拼精神，自 1987 年後即擠進全球前十大生產國的行列，廠商數達 1400 多家，員工人數達 2 萬 6000 多人，每年產值中 NC 工具機¹³之生產值約佔工具機總產值之 45% 以上，工具機產業已屬於機械產業中的最大宗項目。

台灣工具機早期僅具備修理及翻新的小工廠，由於技術根基不夠紮實，產品設計能力薄弱，僅能以參考日本工具機廠商之新型機種，而生產精密度低、可靠性差的傳統工具機，並以供應國外市場為主。隨著多家廠商陸續投入，1970 年代歐、美大力 NC 工具機，留給我國傳統工具機可觀的商機。楊鐵工廠於 1971 年率先開發 NC 車床，帶動廠商投入 NC 機種的發展，台灣工具機產值於 1983 年已排名全球第十三，1987 年再次提升至第九位；卻遭美國的 VRA (Voluntary Restraint Agreements) 管制，出口市場深受重創。隨著楊鐵、台中精機等領導廠商長期投入，整體產業逐漸成長擴增，並構成以中心廠為主的衛星、外包體系，以中小企業為主的零組件供應廠商大多聚集於台中縣市，形成特殊的「分工網路」產業型態[48]，而使中部地區成為台灣工具機產業發展重要的聚落，中心廠商利用外部資源降低成本，彌補因小規模生產無法達到經濟生產量的缺陷[48]。政府於 1980 年代，以多個科專計畫支持工研院進行車床、銑床、及綜合加工等工具機、以及微電腦控制品、馬達、刀具、主軸等關鍵零組件之一連串技術研發，協助工具機產業發展，而導引廠商紛紛投入資源進行產品開發及品質提升，以提升產業競爭力。

¹³ NC 工具機：數值控制工具機(Numerical Control Tool Machine)，由微電腦、電子電路、伺服馬達等所組成的控制器，控制工具機之運動路徑與加工過程。

機械所在當時是台灣工具機產業主要的研發機構，為能有效支持產業發展而於 1987 年於台中市設立技術服務部門，進行市場研究、技術服務等工作。並於 1995 年擴大成為技術研發中心，進行先進工具機、控制器、關鍵零組件等研究與技術服務。由於台中地區工具機產業聚落形成，機械所並於該地區設立重要分支機構能與產業緊密連結，更能面對面互動而加速技術創新與技術擴散的活動[47]。長期以來，工研院為領導廠商之關鍵零組件及新產品的研發伙伴。在工具機產業中，年產值前二十名的工具機廠商中，有十五家廠商之一些重要新型的工具機產品（例如綜合加工機），或重要關鍵組件(例如高速主軸、控制器)都委託機械所進行產品開發，部份新機種也已經上市銷售¹⁴。工研院機械所扮演政策加速推動的推手，整合國內工具機相關業者，運用政府資源，帶領業者進入新的產品與技術應用領域[49]。因此可以說機械所是台灣工具機產業的研發中心，也是重要的研發伙伴。



¹⁴ 以台中精機為例，1996 – 2000 年期間與工研院機械所至少有 10 個以上的整機或關鍵零組件的開發，至少已有二種新型車床與綜合加工機開始售銷。

2. 冷媒壓縮機技術

冷媒壓縮機為冷氣機的主要心臟部份，功能是利用機械設備或機構運動的方法，將冷媒壓縮成高溫高壓氣體，送至冷凝器凝結散熱[87]。其主要用途包括窗型冷氣機、除濕機、冰箱、冷凍機、分離式冷氣機、車用空調、冷凍空調、大型空調等。依運轉方式可分為往復式(Reciprocating type)、迴轉式(Rotary type)以及渦卷式(Scroll type)等三種。冷媒壓縮機是決定冷氣機的性能與成本的心臟，在冷氣機的壓縮機使用上，早期以往復式為主，目前市場主流則是迴轉式為主，往復式因效率與噪音等問題已被迴轉式所取代。但家用冰箱大部份仍使用往復式壓縮機。至於渦卷式在性能上雖然比迴轉式好，其具有高效率、低振動、噪音小、體積小和重量輕等優點，並可搭配變頻控制器用於新型的空調設備，但其成本偏高而無法被普遍應用。

冷媒壓縮機之機構加工技術門檻頗高，以迴轉式壓縮機為例，由馬達、機製件、沖壓件、橡膠件、電器等大約 60 個零組件組成；為了達到壓縮機效率許多關鍵零組件的形狀相當複雜，需要加工精度達到微米(μm)的機械加工製程技術才能完成，更何況在大量生產時零組件加工的精度與穩定度是一項技術挑戰。因為冷媒壓縮機有相當高的技術進入障礙，所以冷媒壓縮機產業可以說幾乎是一個寡佔市場。全世界只有少數的供應商而且都在技術領先的國家，分別有日本的 Daikin, Hitachi, Matsushita, Sanyo, Toshiba 以及美國的 Rotorex, Trane, Copeland 等公司。

1980 年代，台灣生產家用冷氣機的家電廠商雖已建置自動化生產線可大量生產窗型冷氣機，但大多屬於裝配業。業者向國外廠商購買重要關鍵組件「冷媒壓縮機」，再將自製的控制面板、熱交換器、送風機、板金外殼以及銅管、鋁管等材料組裝成冷氣機。雖然大部份的材料與零組件業者都可以自製，但決定冷氣機的性能與成本的冷媒壓縮機且必需由國外進口，特別是日本¹⁵，更何況

¹⁵ 1991 年以前，依金額統計由日本進口佔 80% 以上[87]。

冷媒壓縮機的供應量的不穩定以及高單價，壓縮了台灣家電業廠家自主發展與獲利空間。

台灣重要家電廠商聲寶公司的經營者看到冷氣機潛在的需求市場，特別是亞洲地區氣候條件的因素，而企圖擴大經營版圖。但受限於無法有效掌控冷媒壓縮機供應量而決定研發冷媒壓縮機，更因缺乏冷媒壓縮機設計能力以及精密加工與研磨技術而無力獨自開發冷媒壓縮機，故尋找研發機構協助。1989年聲寶與泰瑞兩家公司共同出資數百萬的經費，委託工研院機械所進行渦卷式冷媒壓縮機可行性技術研究。接著於當年11月以超過新台幣數千萬之金額，繼續委託工研院機械所進行冷媒壓縮機的開發與生產規劃研究，並於12月成立國內第一家專業的冷媒壓縮機製造公司—瑞智精密公司。

工研院機械所由具機械設計、熱流、潤磨、馬達設計、精密加工、裝配等專長約30位研究員組成研發團隊，進行冷媒壓縮機相關產品以及量產生產線規劃研究；包含2000、2500、3150以及3600Kcal/h之迴轉式壓縮機，與4500Kcal/h的渦卷式壓縮機之設計、小批量試製、性能改善、專利調查與迴避設計等。涵蓋範疇由產品設計、試製、試量產、量產規劃以及產品投資規劃等全方位的委託研究服務案。工研院以松下或東芝同等級產品為標竿，計畫所研發出的冷媒壓縮機與標竿產品進行性能比對，項目有冷房能力、消耗電力、EER值（Energy Efficiency Ratio，能源效率比值）、噪音、振動等重要指標。比對結果令瑞智對於執行期間工研院團隊在技術上的突破，及研發成果相當滿意，而立即進行量產準備。另外在專利權的突破，總共獲得中華民國專利四件，詳如表17。工研院依委託雙方之權利義務，將技術移轉給瑞智，移轉之項目有技術資料、智慧財產權之獨佔性使用權、試量產設備與相關夾、治具、模具等相關權利。另外工研院研究團隊的一些成員，隨著計畫結束而移轉至瑞智的有吳梅寶等壓縮機設計、製造人才約十人。工研院並協助瑞智進行評估自動化生產系統，順利於1991年引進美國Rotorex在39Frame及48Frame等兩種之量產技術，並於1993年桃園觀音廠興建完成開始投產。

表 17 工研院與瑞智共有之壓縮機專利權

專利名稱	申請日期	專利權人	獲得國家
迴轉式壓縮機轉軸	1991.4	工研院、瑞智	中
渦卷式壓縮機渦片密封裝置	1991.7	工研院、瑞智	中
壓縮機轉軸下肩部曲面輪磨裝置	1991.7	工研院、瑞智	中
渦卷式壓縮機馬達組裝之改良	1991.8	工研院、瑞智	中

資料來源：工研院機械所；本研究整理

因為瑞智的成立引發日系與台灣的家電廠商緊張，更重視冷媒壓縮機的市場，而競相於台灣成立冷媒壓縮機廠。例如台灣日立公司是中日合資公司，由日本日立技術移轉而成立。台灣東芝精密公司則由東元電機、台灣日光燈公司與日本東芝公司共同成立，但其製造技術由日本東芝公司提供。瑞智以自主的產品設計技術，雖歷經初期營運上困境，但持續不斷地開拓美國、日本、大陸與東南亞市場，以及獨自或與工研院合作進行產品研發，或與交通大學、中央大學等大學合作進行基礎研究。例如 1994 年瑞智自行開發出高效能及環保的新冷媒機種¹⁶；1998 年獲得主導性計畫的補助進行渦卷式壓縮機開發，並於 2000 年完成渦卷式壓縮機開發。經過近幾年的努力後，產量達經濟規模，也開始獲利。目前瑞智已是專業冷媒壓縮機的工廠，其產量全球排名第三位，年產量將到達 1000 萬台。

冷媒壓縮機的委託研發是依聲寶與泰瑞兩家公司之需求，由其提供研發經費委託工研院進行產品開發。工研院組成多項技術領域的研發團隊並提供全方位的服務而能依合約規範將技術、人員、生產設施移轉給瑞智，使國內家電業者在短時間內擁有自主的關鍵性零組件技術，並帶動其他廠商投入發展。在瑞智投入設

¹⁶凡是含有氯成份的冷媒都將被禁止使用以防止對地球臭氧層進一步破壞，因此，1996 年已禁用 CFC 型冷媒的冷凍與空調系統，2020 年將禁用 HCFC 型冷媒的空調系統。環保的新冷媒壓縮機將會以 HFC 型（氫氟碳化物）的混合冷媒為主。

廠的 1989 年到 1998 年的十年之間，台灣的冷媒壓縮機國內產值以複合成長率 28.4% 快速成長，產值亦由 1989 年的 3 億增加至 1998 年的 28.78 億，自給率自 2.2% 提高至 27.2%¹⁷，顯示出經由工研院以研發服務方式，協助業者取得技術。成功地扮演台灣產業界研發伙伴的角色，更因此帶動更多廠商投資，逐步建立台灣冷媒壓縮機工業。



¹⁷ 資源來源：經濟部生產統計月報/工研院 ITIS 計畫整理, 1999。

4.3.3 技術服務

政府以研發經費長期地支持工研院進行前瞻與關鍵技術的研究，同時也累積一些獨特的研發設施、專業技能與人才，可以提供技術協助，以利台灣廠商進行產品發展、品質改善、人才培訓等等。隨著產業環境的改變與廠商的技術進步，工研院運用多種不同的技術服務，協助產業發展，以期能扮演研發伙伴的角色。工研院提供技術服務項目有技術訓練課程、產品測試、檢測認證、儀器校正、零件加工、成果發表會、技術研討會、技術或專利鑑定、技術資訊服務等。

工研院提供各種產品檢測、評估與認證以確保廠商之產品能夠符合標準，有利於國內外市場的開拓。1995年起，每年大約有2萬5千家廠家的接受工研院提供化工、機械、通訊、材料、光電、量測、生醫、工安等不同技術領域的各種型態之技術服務。以DVD為例，工研院雖然在CD-ROM與DVD的關鍵零組件技術；但始終相信若沒有參與規格制定，台灣只能永遠停留在以代工取勝的製造上。經過努力與爭取，工研院於1998年成為DVD論壇的Steering Committee成員之一，並能夠代表台灣參與討論、制定新的HD-DVD規格[8]。工研院光電所為提供廠商服務，更進一步設立全球最完整的Class-A DVD認證實驗室，並且協助國內六家廠商建立Class-B DVD認證實驗室。另一個例子，機械所擁有環保署與能源局認證合格的車輛油耗、排放污染的實驗室與專業人員，並替政府執行符合法規之車輛測試與認證。

工研院主辦技術訓練課、學術研討會、技術發表會、成果展示與發表、出版技術報告與期刊、科技資訊報導等媒體與方式及時將研發成果與科技新知傳播至產業界。自1997年起，工研院每年舉辦900場次上述的各種活動，大約有9萬人次參加[8]。

4.4 本章小結

本章以系統觀點來探討工研院整體的功能及任務，利用角色分析方法，分析工研院與產業界互動的複雜角色與任務，並以多個個案說明工研院如何在台灣的產業發展歷程中扮演三個角色與六個任務，以及對台灣產業發展的主要貢獻，如表 18。

在建立策略性產業之角色，擔任政府研發代理人。工研院以衍生公司方式，扮演策略性產業創立者(Initiator)的任務，分別衍生出 12 家以上的新公司。在半導體產業發展上，為達成不同產業發展階段的策略性目的，分別衍生聯電、台積電、台灣光罩、世界先進等四家半導體相關的公司，帶動一連串國內外廠商投資於八吋晶圓廠、DRAM 製造、封裝、測試及 IC 設計。在所有的任務中，以衍生公司所帶來國家整體的外部效益最大，但需要政府部門長期投資，研發機構更需要長時間蘊量研發成果、結合外部資源，才能達到策略性目的。

在促進產業發展之角色，扮演綜整產、官、學、研之研發能量與資源，而建構促進產業發展的環境。工研院分別以籌組研發聯盟方式，扮演協調者(Coordinator)的任務，協調各方資源，在低研發風險與研發成本的誘因下，提供廠商進行技術或產品的創新；以及工研院以其累積豐富的人才、設備、成果等研發資源，於院區內成立育成中心，提供有助於高科技創業的環境，扮演育成者(Incubator)的任務。

在研發伙伴之角色，直接對廠商提供各種技術之協助。工研院分別以技術移轉及技術服務的方式，扮演技術伙伴(Technical partner)的任務，直接協助廠商提升技術水準，以改善生產製程、產品或服務的品質與性能等，提高台灣產業國際競爭力；以及由廠商以研發服務的方式，將研發計畫委託工研院代為執行，扮演研發代理者(R&D agent)的任務，工研院扮演類似廠商之研發部門的角色。

表 18 工研院的主要貢獻

角色	任務	主要的貢獻
建立策略性產業之角色	衍生公司 (創立者)	工研院以衍生公司方式，扮演策略性產業創立者(Initiator)的任務，衍生出 12 家以上的新公司，涵蓋的領域有半導體、自動化、光電、生醫、材料。 工研院需要長時間蘊量研發成果、結合外部資源，才能以開創新公司達到策略性目的。 工研院至少開創了台灣半導體與自動化工業。
促進產業發展之角色	研發聯盟 (協調者)	工研院扮演綜整產官學研資源之協調者(Coordinator)的任務，以促進產業發展。 過去十五年，工研院為各種產業籌組 60 個以上的研發聯盟，包括筆記型電腦、網路通訊設備、四行程汽車共用引擎等。
	技術育成 (育成者)	工研院以其累積豐富的人才、設備、成果等研發資源，於院區內成立育成中心，提供有助於高科技創業的環境，扮演育成者(Incubator)的任務。 工研院成功地孕育超過百家的高科技新公司。成立至今育成之公司已取得近 10 億美金之資本。
研發伙伴之角色	技術移轉 (技術伙伴)	工研院透過技術移轉模式將關鍵技術轉移至產業界，扮演技術伙伴(Technical partner)的任務，協助廠商擁有關鍵零組件的自主能力，並突破先進國家的箝制，而促使產業蓬勃發展。例如：光碟機技術(讀寫頭、控制晶片、主軸馬達等)、自行車關鍵技術(碳纖維自行車車架、自行車變速器等)。
	研發服務 (研發代理者)	由廠商以研發服務的方式，將研發計畫委託工研院代為執行，扮演研發代理者(R&D agent)的任務，工研院扮演類似廠商之研發部門的角色，協助台灣傳統產業進行轉型、提高產品品級、降低生產成本或提昇競爭力。例如工具機、機車、特用化學、紡織、冷媒壓縮機等。
	技術服務 (技術伙伴)	工研院技術服務的方式，扮演技術伙伴(Technical partner)的任務，每年大約有 2 萬 5 千家次的廠商接受工研院的各項技術服務。每年大約舉辦 900 場、6 萬人次參加工研院舉辦的各項研討會、技術說明、技術培訓等活動。

五、討論

台灣產業面臨由製造業轉向知識服務業的趨勢，產業對於創新產品之前瞻技術與服務產業之知識的需求也快速攀升。近年來工研院對產業的貢獻有日漸下降的趨勢，並已經進行組織變革，調整與產業的互動關係。面對此產業環境的變化必須用宏觀的角度往更高層級系統來探討。提出一個系統與環境互動的分析架構，分別探討在製造導向與創新導向的二個產業研發體系，分析工研院在不同的環境與條件下之角色與任務的調整。接著討論促成工研院成功的其他因素，以及其他新興工業化國家產業發展的角色分析。

5.1 產業研發體系之發展



工研院是台灣產業研發體系中最具規模，亦是影響產業發展最深的研發機構。工研院的發展歷程，先成立各研究所或研究中心，以支援對應的產業。接著再依產業環境變化合併，或切割存在的研究所、中心而新成立研究單位。隨著台灣產業的成長及變遷，工研院的角色、工作內容亦不斷受到內外環境的影響及挑戰而必須即時調整，面對如此內外環境的變遷之工研院，則以先後成立各種不同產業導向的研究所或中心的方式，來支持個別的產業發展所需，獲得不錯的績效與成果，並支持了台灣的持續成長。

近年來工研院對產業的貢獻有日漸下降的趨勢，所累積的技術能量並無法充分發揮其績效，顯示出工研院發展已出現瓶頸，過去幾年工研院已經進行組織變革[13]。但若探討工研院為何會作如此的調整，其無法由工研院本身之改變來探討，而應由工研院與產業系統的互動關係來探討。工研院面臨調整的困境導源於台灣產業發展的問題，而台灣產業系統也正處在調整階段。因此若僅由工研院本身與產業發展的互動關係，將難以了解台灣研發體

系未來的發展。

面對此產業環境的變化必須用宏觀的角度往更高層級之系統來探討。Ackoff 的擴展論指出，若要探討複雜系統的問題，不應該關注系統本身內部運作而應往系統的更高層級之系統去探討 [14]。依此觀點產業研發體系應具備產業所面對的世界觀(World view)，才能發揮協助產業發展的功能。本研究將依 Ackoff 擴展論的觀點探討更大系統之影響。但產業界面對的環境十分複雜，它包含技術、市場、社經、政府、全球等環境。依產業研發體系主要的角色與功能而著重在產業系統技術環境的探討，若技術環境仍不足以充份解釋時，再擴展至技術環境及其他環境的探討。因此，本研究再利用 Ackoff 的擴展論，逐層擴大系統範圍提高分析層次，提出一個系統與環境互動的分析架構，分析在不同的環境與條件下工研院之運作調整。

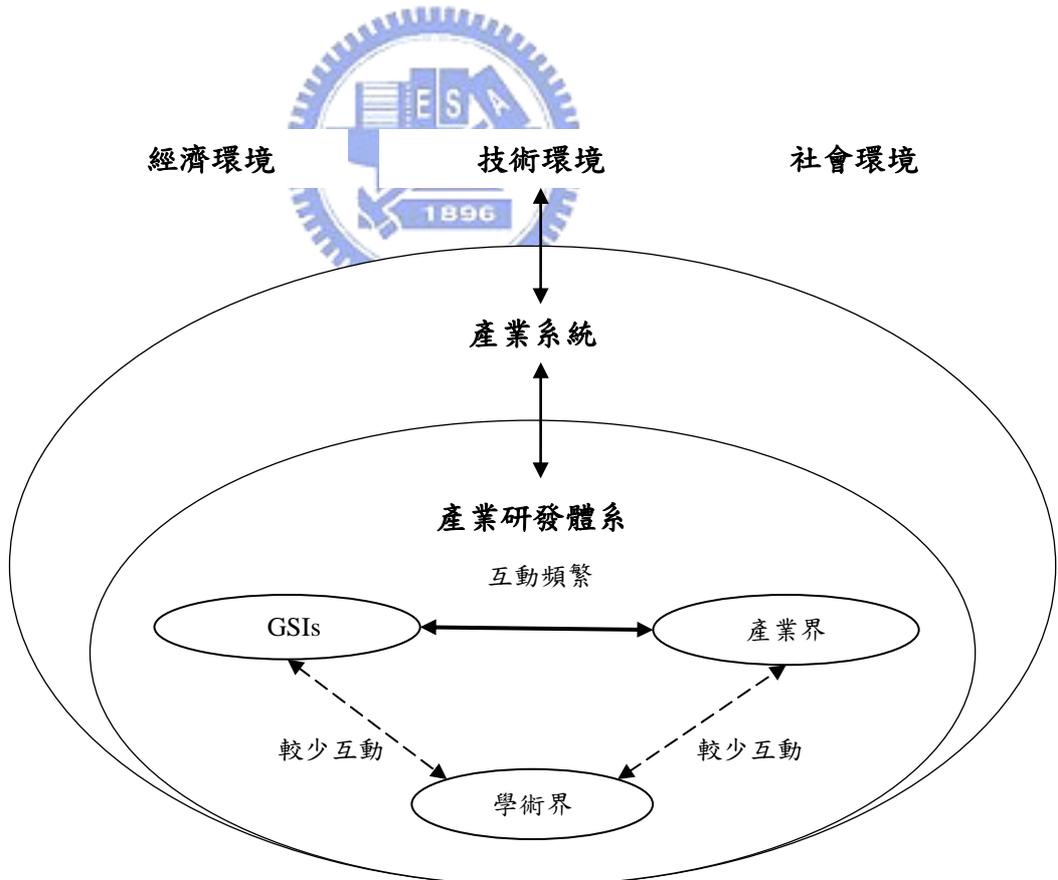


圖4 產業研發體系模式

依此系統觀點來看產業的技術環境，將可發現台灣產業的技術環境係由製造導向正轉型至創新導向，並由創新導向轉型至知識經濟導向。如圖 4 所示。可看出台灣製造導向的產業系統，它的技術環境為較單純的環境，創新導向的產業系統之技術環境則為較複雜的環境，應擴及技術環境與其它環境的互動，本研究將依序提出了二個模式，分別為製造導向的產業研發體系，以及創新導向的產業研發體系。

5.1.1 製造導向之研發體系

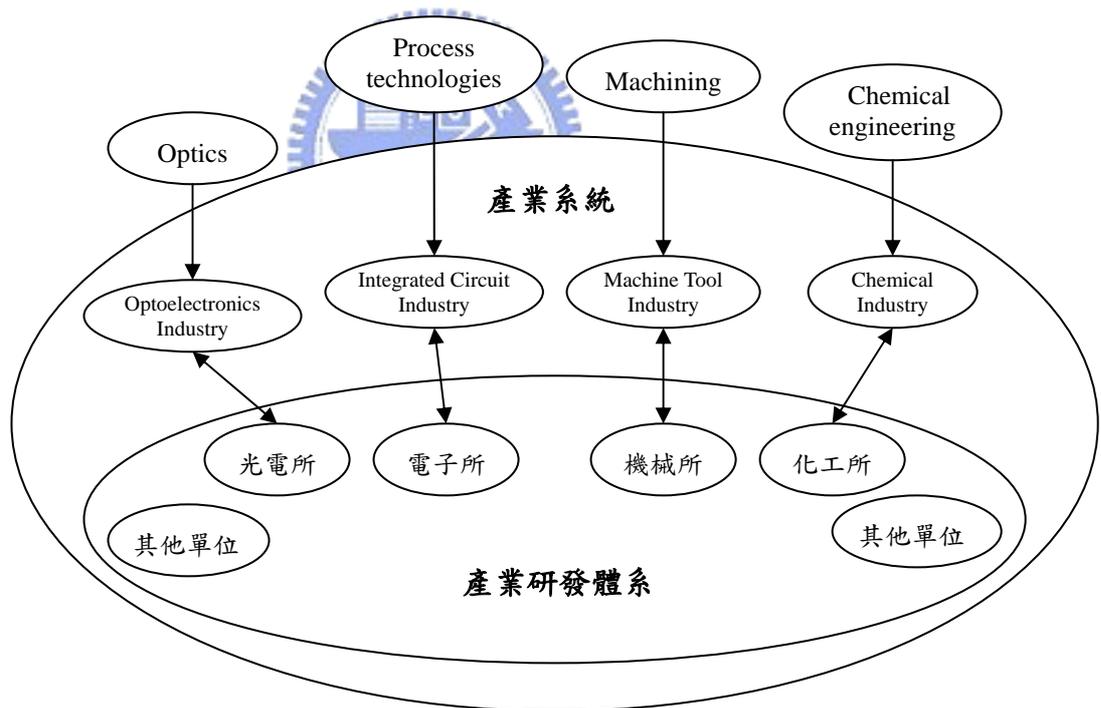


圖5 製造導向的產業研發體系模式

以技術環境為基礎，在過去台灣以代工製造見長，個別產業發展所需要的技術較單純，產業發展之技術需求以單一技術領域為主，例

如台灣半導體產業以高良率(Yield rate)、高設備維持率聞名全球，主要依賴的是在製程技術的持續不斷改進與突破。台灣產業研發體系的工研院，為了提供新的產業發展機會，或產業的新需求，只要進行局部組織調整，或成立新的單一技術領域的產業導向研發組織（例如工研院電子所）就足以支持產業發展(如圖 5)。

過去三十年，政府不斷地對工研院投入龐大資金，使工研院能持續進行產業技術的研究活動，進而能擁有產業所需的核心技術能力，並以適當的方式透過與產業界的互動將技術能量移轉到產業界。更精確地說，由工研院內某一產業導向的研發組織透過與個別企業的互動，以技術移轉、專利授權、研究合作、產品開發、人才培訓等不同方式，將研發的技術成果轉移至廠商，並經由廠商落實於產品或服務而產生經濟效益，所以可以說工研院透過產業界間接影響台灣經濟發展。

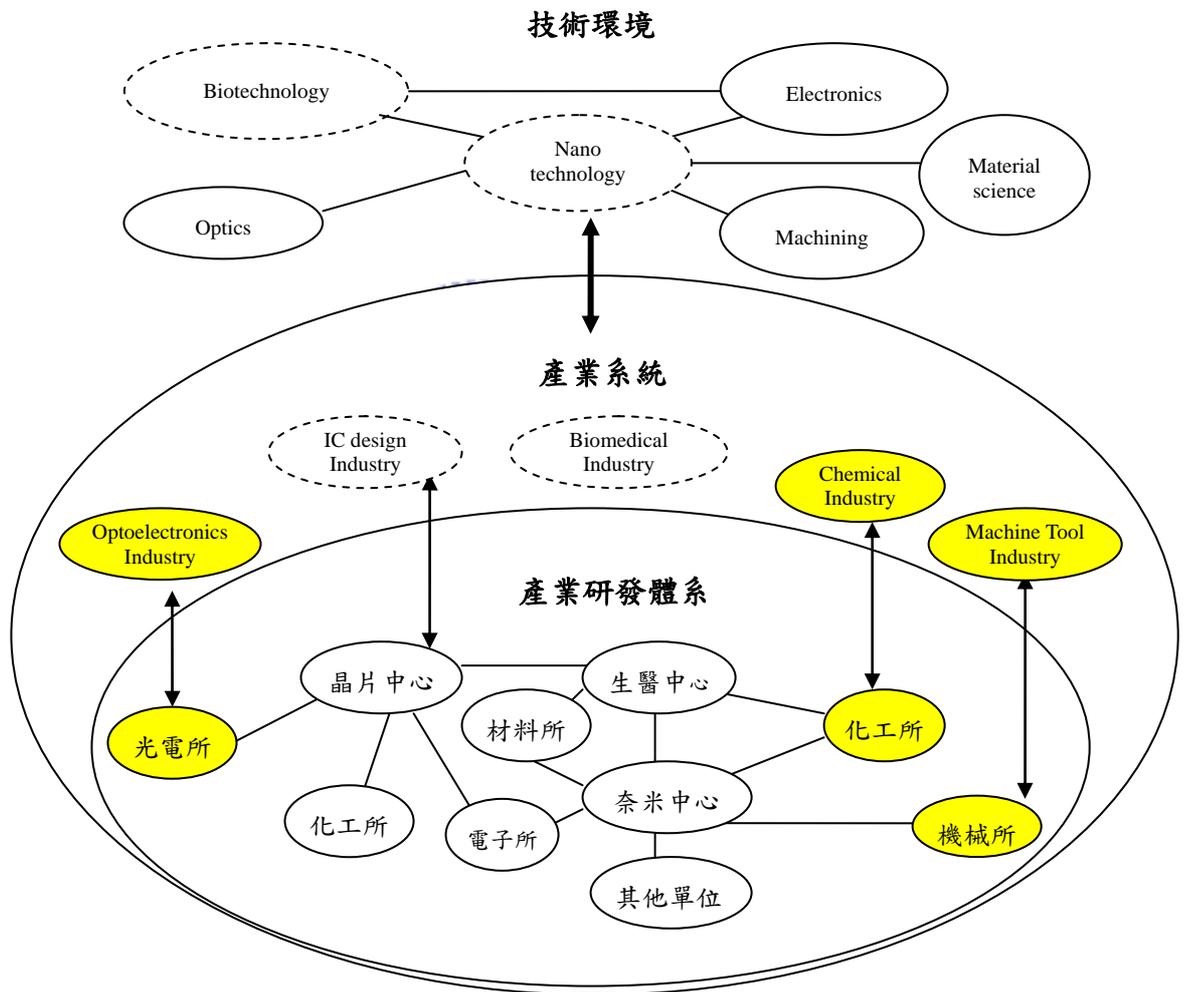


5.1.2 創新導向之研發體系

以往台灣以代工製造見長，非常能夠掌握量產時程(time to market)，但是在產業面臨國際競爭壓力下，現在除了 OEM，許多廠商開始朝 ODM 或 OBM 發展，甚至進行前瞻性創新的產品研發。在此情形下，過去能夠成功支持產業界發展的技術與人才二項要素，已面臨重大的挑戰，而必須進行質量的調整。在代工製造導向下產業發展之技術，需以單一技術領域就能滿足，而在創新導向下的產業所需之技術則是需要整合不同的技術領域、引進新技術領域、或與其它技術互補，形成另一新的技術領域，如圖 6。

雖然產業技術的界限已漸漸被打破，但產業界同時存在已具發展規模的產業與即將發展的新興產業，工研院必須同時協助既存產業提昇其競爭力以及開創新興的策略性產業。但以中小企業為主的台灣廠商並無足夠資源投入自主研發，而且仍存在許多傳

統產業需要藉由協助產業發展的研發機構提供新產品開發，或提供具競爭力的技術，例如工具機、手工具、模具、生產設備產業等。GSI 仍扮演著產業研發機構的角色，以委託研究、技術移轉、產業聯盟、技術服務等方式協助廠商取得發展所需之技術。因此，在產業界中仍存在許多產業需要工研院的某一個研究所或中心，繼續支持產業發展。



註：虛線代表新技術領域或新產業

圖6 創新導向的產業研發模式

當產業演變至創新導向時，再加上企業為追求營運績效紛紛

進行多角化的經營，而使得產業對技術需求的界限愈來愈模糊。過去工研院以單一個研究所或中心來對應一家企業或產業的方式，顯然已經不敷需求。例如奇美集團由化工業轉投資奇美電子，從事於 TFT-LCD 的製造、彩色濾光片的生產、以及 IC 設計等等，而其所面對的產業已從傳統化工產業轉變為電子業，所以工研院對奇美集團所提供的技術服務，除化工所以外還需要電子所、光電所、電通所、材料所等單位。

在創新導向下，GSIs 為能夠持續扮演支持產業發展的重要角色，需要進行不同的調整策略。

1. 成立各中心

面對轉型的產業，需要注入不同的技術領域；新興產業發展所需的技術，則需整合多個不同互補性技術才能支持產業發展。因此 GSIs 必需透過正式或非正式的結構調整，以建立相關互補性技術的能力，而能產生技術整合的綜效，協助轉型為新產業或建立新興產業。例如 GSIs 為發展奈米技術，成立奈米技術研發組織，以整合在不同組織中已建立的各領域的技術能量，進行奈米技術研究，以加速擴散到化工、紡織、材料、半導體等產業應用。其他新興的領域，如生物醫學技術、晶片系統設計、知識服務等等都需要整合跨領域的人才，以及更多元的研發人才，因此亟待在高素質研發人才方面的提升。以晶片系統設計為例，GSIs 應整合在半導體製程、積體電路設計等核心技術，以及電腦、光電、通信、消費電子等應用領域之研究人員、設備、技術能量而成立晶片設計中心進行新應用領域的系統晶片設計研發。

2. 整合內部資源

GSIs 面對全新的挑戰，以過去運作模式已經無法滿足而出現

發展的瓶頸，面對此困境顯然已經不是本身就可以解決，而必須擴大至整個產業系統，透過系統本身的力量進行全方位組織及運作的調整以滿足產業發展需要。

過去的製造導向下，產業對技術需求較少涉及跨技術領域，與其他部門合作的動機與誘因不足，而朝向各自為政的技術山頭發展。但在創新導向下，將造成跨單位知識分享、人才流通的障礙，甚至妨害跨單位合作研究的進行。研發機構必須進行結構性的改變，進行整合內部資源的再造。

首先，經由組織結構的調整，建立一個共通的服務平台，而整合內部資源以支援研發活動。透過流程的再造(Business Process Reengineering)重新檢視各項支援研發活動的流程，建立共通的專業術語、作業流程及管理制度，而達到車同軌、書同文的狀態。接著應用資訊科技將作業流程與管理制度電子化，促使資訊流通與累積知識、分享，以支援研發活動，提高管理的效率與效益。接著，提高跨單位的合作研究，將研發方向分為幾項技術領域整合，每個領域至少都橫跨二個單位以上，並由資深高階主管擔任召集人負責研究方向之規劃、資源分配及推動跨領域之技術整合，以加速研發機構之應變步伐。

3. 探索外界環境的能力

台灣的產業漸漸失去獨特的製造優勢價值，GSI 所處的環境已而由製造走向研發與服務並重的產業系統，技術環境已經無法充份解釋，必需擴展至技術環境及其它環境的互動，因此要了解其它環境對 GSI 的影響。

面對新科技的挑戰、以及跨領域、系統化、完全解決方案的產業需求，GSI 的挑戰，則是再度和台灣產業一起轉型，而扮演著政府與業界在產業發展上的重要策略夥伴，以創新、知識與卓越的人力資本，強化創新曲線，並提升知識應用的產業價值。相

較以往，眾多的因素影響知識服務為主的產業發展，技術不再是最重要的環境要素，產業發展方向更不容易看清楚，相同地 GSIs 對產業需求更難掌握而無法有所著力。

GSIs 體認其它環境對產業發展的影響，應建立系統化探索外界環境的能力，例如技術趨勢(Technological foresight)、商情(Market intelligence)、市場時效、及社會文化變遷等要素，而可以引導研發機構之研究方向，並可擔任政府之產業政策制定之智庫。正如 Churchman 指出資訊人員應具備使用者之世界觀，才能正確評估使用者需要的資訊及其意義 [10]。GSIs 之研發人員也應具備產業界的世界觀才能評估技術的意義與價值。所以，GSIs 之研發人員可經由執行研發計畫，可以了解產業發展現況，並探討產業未來發展之機會，而建立探索外界環境的能力，並將可以參與產業政策之制定。



5.2 工研院角色與任務的調整

一般而言，在工研院與產業的長期互動過程中，會經歷不同的產業研發階段，初期由政府與工研院主導，演變到政府與企業共同研發，最後則以企業的自主研發(In-house R&D)為主的模式，顯示出工研院的發展與產業發展兩者有密切關係，其角色與任務必須隨著產業發展調整。當產業發展初具規模，少數企業漸漸有能力投入資源，建立企業自主研發能量，以強化產品性能及競爭力，就會逼迫工研院的研究計畫轉向。另外，工研院與產業的互動方式，以及工研院所扮演的角色與任務，亦會隨著產業發展而調整。

5.2.1 隨著產業發展調整任務



GSI 專注於扮演角色與任務而成功支持產業系統發展產業，但 GSI 協助對象產業的內涵，可能會隨著產業的發展而有所不同。若以產業累積的技術能量(Accumulation of technology capacity)與創新程度(Degree of innovation)二個維度劃分 GSI 所扮演的三個角色與六個任務，如圖 7 所示。當 GSI 企圖為產業系統開創一個全新的策略性產業時，對應的產業並不存在或剛剛萌芽於產業系統，而該產業所擁有的技術能量幾乎不存在或是相當低的能量，並且產業系統所建構的基盤(Infrastructure)與資源條件並不足於支撐該產業的發展。在此狀態下，該產業若要被建立，需要創新導向(Innovation-oriented)的技術創新程度，因此 GSI 可以扮演策略性產業與促進產業發展角色與任務。反之，當產業系統的企業以自主研發、購買、合作或技術移轉等方式累積較高的技術能量時，企業已有能力獨自進行新產品或新製程的發展與研發，需要 GSI 協助其進行技術創新屬於改良導向(Improvement-oriented)，因此 GSI 主要扮演的是研發伙伴角色與任務。

產業的發展以企業的自主研發為主，對 GSIs 倚賴將會隨著產業研發能力而下降，GSIs 必需重新調整研發方向與任務。以工研院發展半導體產業為例，半導體產業具有技術密集與資本密集的特性，且面對的是產品快速更替、大者通吃的嚴峻產業環境，所以不得不投入龐大的資金，去建構具規模的研發能量。對台灣半導體產業而言，歷經 20 年已成為具世界競爭力的產業，初期由政府主導模式、演變到政府與企業共同研發模式、甚至發展到某些產品則以企業研發為主的模式，顯示出產業研發體系的發展與產業發展兩者有密切關係。早期由政府透過工研院由美國 RCA 引進技術，工研院吸收、轉化、自行研發而衍生出聯電；政府持續委託工研院進行研發「微米」半導體製程技術，並衍生出台積電。

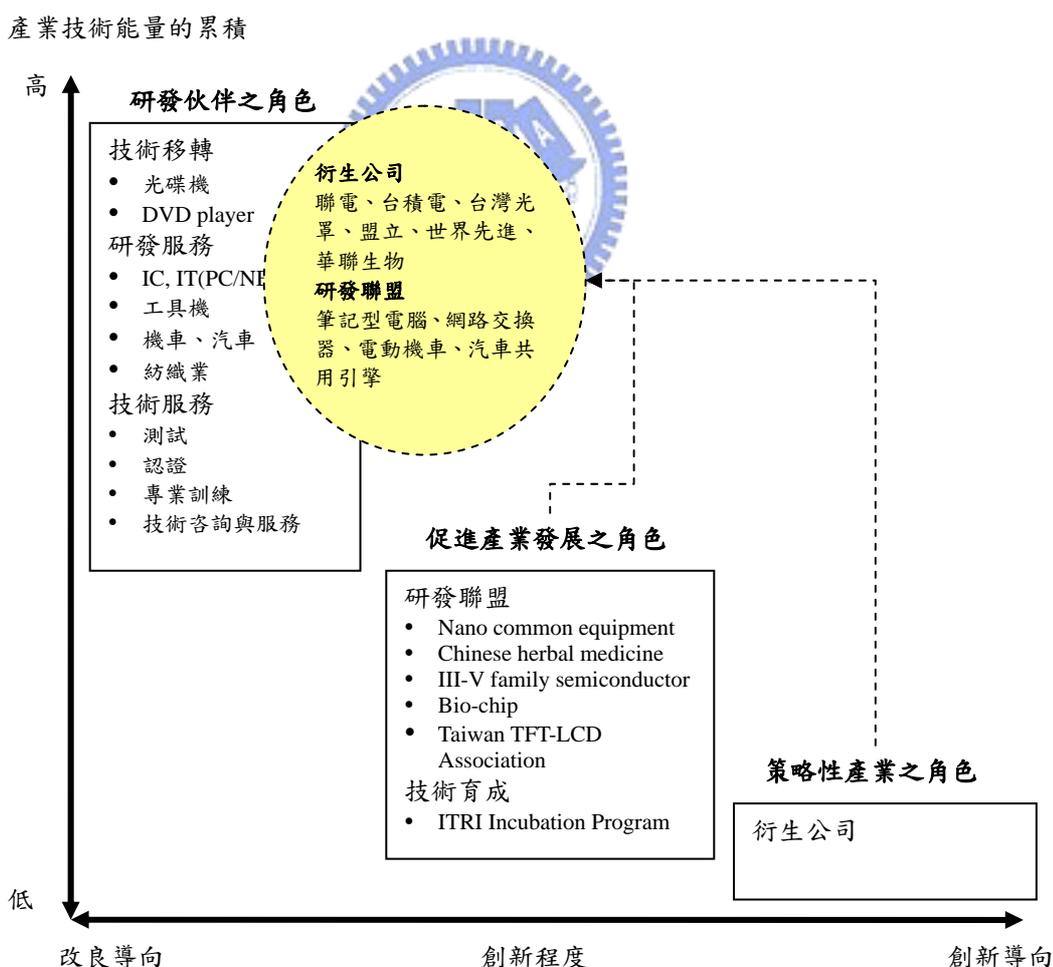


圖7 GSIs 角色與任務之調整

當工研院再次運用相同的模式，以政府資源投入「深次微米製程計畫」研發技術，協助產業對抗日、韓的半導體技術進步。但卻得到業者的質疑，因為工研院衍生成立的半導體業者為了生存而投入相當的資源進行技術研發，不願意見到以政府資源去創造出新的競爭者，而破壞產業生態。雖然，深次微米製程計畫研發仍然如期完成，並衍生出第一家八吋晶圓廠。此時半導體產業發展已演進到由政府與企業共同研發，政府與產業研發體系所要扮演的功能與角色會明顯地已受到業者的干擾及影響。產業界的半導體製程技術水準由初期落後工研院，到與工研院旗鼓相當，甚至後來產業界之技術水準超過工研院，產業界之研發投入遠超過政府而逼迫工研院必須放棄半導體製程技術之研發，工研院電子所的研發方向因而轉至平面顯示器技術、微機電技術領域。此時，工研院對半導體公司所能扮演的角色調整至以技術移轉、研發服務與技術服務等任務為主的研發伙伴的角色（如圖 7 虛線所示）。

相同地，筆記型電腦、資訊產品、汽車引擎都是類似的情形，工研院成功地導引廠商投入相關的高附加價值的產業，但企業為了生存與競爭必須投入研發，當產業界的研發資源投入與技術水準已具規模時，工研院就要適時地調整與產業互動模式。

另外，作為台灣產業創新推手的工研院，不斷地為產業系統開創新的產業，希望導引產業發展，而仍然需要扮演促進與策略性的角色與任務，但其與產業系統互動的內容會隨著產業系統的演進與條件而改變。在成立衍生公司的任務，過去陸續衍生半導體相關的公司，隨著半導體與資訊產業蓬勃發展，而尋找新的機會，接著衍生出自動化、航太等公司，近年來則以生物與醫療技術相關公司為主。籌組研發聯盟是工研院促進產業發展的重要任務，主動結合各界資源籌組研發聯盟，突破先進國家的關鍵零組件的限制，例如筆記型電腦、網路交換器、電動機車、汽車共用引擎等成功的案例。近幾年，工研院擴大籌組其它不同產業領域

的研發聯盟，例如奈米共同設備、中草藥、三五族半導體(III-V family semiconductor)、生物晶片、台灣 TFT-LCD 協會等等，希望結合各界能量導引廠商投入自主技術的研發與提昇競爭力。

5.2.2 人才培育的新角色

高素質的人力資源是支持台灣產業轉型的成功的另一個重要基礎，當產業界與教育體系之間的人才供需產生不平衡而無法滿足產業發展時，GSI 應該適時調整其角色，扮演產業發展所需人才的培育任務。以半導體產業為例，台灣半導體廠產能的快速擴充與高良率的維持是依賴大量的高素質人力，特別是其中約有六成的人力是工程師，其主要工作為解決在生產過程中，因調整製程配方參數，原料品質變異，機台特性等因素而可能影響造成良率的問題[88]。當台灣的許多產業逐漸發展成熟時，彼此對高素質人才的需求排擠效果會越來越明顯。當政府提出「兩兆雙星」的重要政策，期望半導體產值與彩色影像顯示器兩項產業的產值在 2006 年時，各自突破一兆元。半導體晶圓廠或 TFT-LCD 大量投資與擴張，其建廠金額動輒上千億，無形之中也減少資金流向其他產業；另外，以 TFT-LCD 為例，當五代線進入量產階段，亟需千人以上的高階技術人才。因此，在人力資源與資金一樣，也會對其他尚在發展的產業產生資源的排擠效應。

在人力資源的供給上，台灣的人口增加率從七十年代的 2% 左右，到 2001 年已經降到 0.66%[88]；又因為法令與制度的僵固性等政治因素導致阻礙國外人才來台的意願，因此人力供給無法無限制成長，進而降低廠商的競爭力。過去產業發展所需的高素質人力資源主要來自海外留學生、國內教育體系、以及政府設立財團法人研發機構[88]。

高科技產業以高額的股票、紅利吸引優秀人才的投入，但長期以來，已經影響年輕學子海外留學的意願，優秀的大學畢業生

在機會成本的考量會選擇於國內就讀研究所後，以服國防役方式進入高科技企業工作，而期望幾年間就可擁有千萬身價。因此，在人才供給上，過去來自海外留學生的高素質人力資源循環將會受到破壞，而影響產業創新發展。

過去研發機構可以因為政府的國防役政策而獲得台大、清大、交大、成大等大學優秀研究所畢業生加入研發機構，進行產業技術的研究發展，並以適當的方式使人才流向產業界，對產業的創新產生正面的貢獻。但過去確保研發機構人才來源的國防役制度，隨著於民國 90 年開放民間廠商申請國防役名額並將服務年限由六年縮短為四年，而受到嚴重的挑戰。在整體優秀研究所畢業人數無法大幅成長下，廠商更以股票、獎金等金錢誘因來吸引台、清、交、成等大學優秀畢業生，而擠壓研發機構人才的吸引空間。如此，將會破壞由研究機構的人才釋放至產業界之循環。

國防役的政策雖已開放民間企業，在僧多粥少情況下，在量的方面，無法滿足企業發展所需，以 93 年為例，核准可以獲得國防役的企業家數為 507 家（不含政府單位、大學以及各類型研究機構）、平均每家企業可獲得國防役之人才約 4.97 人[88]。雖然，台灣高等教育體系所培育出的理工科系畢業生的數量，應該可以滿足整個產業界的發展需求。但在質的方面，企業界普遍偏好國立大學的畢業生，延攬的研發人才，大都鎖定在台、清、交、成等大學的畢業生，而造成技職體系的畢業生無法順利為產業界所用。

在台灣產業研發體系中，大學擔任培育產業需求人才的角色，工研院並未被賦予亦未主動扮演人才培育與人才供給的任務，而是以成果擴散目的，提供產業界技術新知或短期訓練；在人才流動方面，工研院以開放政策，並未限制離職員工的就業選擇，而由員工自由選擇離職的流向，或以成立衍生公司方式釋出人才。三十年來，ITRI 人員的年平均離職率大約在 10% 以上，累積已有 16,526 人轉業至產業界、政府機構、學校，許多離職人才在產業界擔任要職，在工研院研發或工作所學習的技術與經驗，

離職人才對產業發展已發揮技術擴散的效果。

台灣產業發展已面臨人才不足的現象，工研院應主動扮演產業人才教育者(Educator)的角色，提供有別於大學的訓練課程，以解決學校與企業界間人才供需失調的問題。因此，在 2003 年成立工研院產業學院(ITRI College)，定位為產業界的大學，為產業界培育研發人才，以彌補高等教育體系所提供研發人力資源的不足。與大學不同，工研院以過去所累積的研發理論、實務經驗與豐沛的研發設施，可以提供理論與實務並重的實作課程，並由執行研發計畫的研發人員傳授、教導與訓練。如此，可以培養出符合企業需求的研發人才，縮短企業的學習曲線，扮演學校與企業界間人才橋樑的角色。

另外，工研院衍生公司的模式，除了可以導引產業發展，亦可以讓研發人才適度的流動，而造成一波波的技術擴散效果。因此，工研院亦應有組織的推動設立衍生公司或新創公司，結合工研院研發成果、企業界、創投資金為產業界開創新的公司。更可以提供員工多樣的職業生涯，研發人員的流動可為產業注入活力，而達到為產業界培育人才的角色，進而將人才擴散至產業界將會台灣產業發展有重大的影響。

5.2.3 連結學術界的研發能量

長期而言，學術研究機構與大學在產業發展中應該扮演更重要的角色。台灣的高階研發人才集中在學術機構，以 2002 年博士級研究人員數為 21,004 人，其中 68.9% 集中於大學，20.8% 於科技研究機構工作，但只有 10.3% 進入產業界[89]。以生產代工為主的產業結構，除了少數企業可以以股票、獎金吸引人才外，大部份企業主缺乏研發創新產品的動力，而無足夠誘因吸引高階研發人才加入產業界進行研究發展，以致產業界高階研發人才所佔比例偏低。因此，工研院應思考扮演連結學術界研發能量的角色，擴

大運用外部資源，擔任大學與產業界研發合作之橋樑，彌補大學與產業界之技術落差，增加大學、其他研究機構的互動。例如籌組產、學、研共同研發聯盟、建立研究機構、大學、與產業間人才流動機制，容許研究機構研究人員以借調或進修名義在短期內前往產業界從事研發創新相關工作。

另一方面，近年來政府大力推動各種產學合作計畫，因此，工研院應該扮演更積極的角色，協調產、官、學、研各界資源，協助廠商申請政府研發補助、協助廠商引進國外技術、以及共同推動大型、前瞻的創新技術研究計畫，促進彼此互動關係並協助產業界建立自己的研發能量，以期能強化國內研究體系，達到促進產業升級與提升企業競爭力的目標。



5.3 促成工研院成功的其他因素

在政府產業政策與目標下，除工研院適當的執行任務並成功扮演關鍵的技術供應者的角色外，還有台灣特有的文化與經濟條件所形成的其他因素共同促成台灣的產業發展。

5.3.1 長期累積的研發人才

人力資源對台灣產業的發展有重要的影響，台灣過去在其特殊的社會環境條件中，長期累積的優秀人力資源，對於台灣產業的發展提供了很大的助益。人才的長期累積主要來自海外留學生與國內教育體系，其中有許多人才不斷加入工研院從事創新活動，而有助於工研院成功扮演台灣產業創新角色。工研院早期的發展得益於這些研發人才，因此才有機會以衍生公司方式開創策略性產業。

中國人重視傳統士大夫的文化，注重對後代的培養，希望子女盡可能接受更高的教育或鼓勵出國進修獲取更高學位。以 1981 到 1985 年為例，台灣的留學生人數在美國外藉留學生中位居第一名[90]，而且大部份就讀理工相關領域研究所。不少留學生畢業後會選擇在美國發展，而有機會在美國的業界接觸最先進的科技與市場資訊，成為台灣產業發展的潛在人力資源[91]。其中有部分的人回到台灣發展，這些研發人力回國後進入學術界、研發機構與產業界而有助於台灣的產業發展。

政府重經濟輕人文而導致整個社會認同年輕人從事理工相關的職業。近三十年以來，物理、機械、電機、電子、資訊等理工相關科系一直在台灣的大學聯考志願排行中名列前茅。另外，政府重視電子、資訊、半導體、化工、機械等產業發展的施政政策，而提供豐沛的就業機會，導致整個國家最優秀的人力資源，不斷湧入理工科技領域，因而累積出大量的高素質工程人才。教育體

系培養出的人力，進入業界或研發機構工作、或出國留學。

5.3.2 中小企業將工研院視為研發代理人

在工業發展初期，企業發展需要依賴政府所建構的產業發展與科技研發基礎建設(Infrastructure)，以及 GSI 執行研究發展活動所提供的技術能力。過去，以中小企業為主的台灣產業發展，依賴的是工作勤勉，產品模仿力強，與靈活力強等優點。但受限於規模難以支付研究發展的支出，更因習慣於 OEM 產品的代工，未能積極進行新產品的研發。再者，除了極少數大型公司有能力和意願長期從事科技研發外，大型的傳統企業很少投入自行的研究發展活動。

中小型企業對於創新技術的取得可以透過模仿、購買、移轉、委託研究、以及合作等等方式取得技術。其中與 GSI 進行特定主題的合作或委託所取得新技術之自主性最高，並可將此新技術應用到產品開發上，而創造出商業利益。產業界需要 GSI 扮演研發代理人(R&D agency)的功能，GSI 積極從事產業科技研究及廠商輔導，提供廠商發展所需的技術，不但為台灣產業升級產生重大之貢獻，同時也累積了豐富的研究資源與經驗，因此，中小企業將 GSI 視為其研發代理人。而在眾多的 GSI 之中，工研院之貢獻最為顯著。

5.3.3 企業對前瞻技術需求無迫切性

大多數的台灣廠商皆屬於生產導向型態。長期以來，廠商已經習慣於接受國外大廠 OEM 的代工訂單，並且只要做出符合下單者需求機種之功能與性能即可。廠商為維持或提升出口競爭力，將大部分的投資皆集中在降低生產成本、快速反應、以及建構供應鏈，而對於創新或前瞻技術的研發並未感到迫切性。因此，可

以解釋為什麼在過去的數十年間產業界與學術界之間較少互動的深層原因，也可以說明為什麼工研院在台灣產業發展中扮演如此重要的角色。

展望未來，台灣產業界應該加重於基本的技術創新的投資比率，產業活動亦應該涉足到產品的創新，甚至到基礎的研究上，因此產業界將有更多的機會與學術界的研究人員共同參與研發計畫。唯有如此，台灣企業才能累積厚實的核心技術與能力，而能在國際競爭中，獲得競爭優勢。



5.4 其他新興工業化國家產業發展的角色分析

台灣、新加坡、南韓等新興工業化國家的經濟主要以出口導向，經由角色分析，可以發現台灣的 GSIs 扮演政府與企業的研發代理人的角色，而政府則擔任 GSIs 之經費支持者的角色。南韓、新加坡與台灣皆不同，他們是由企業自行進行研發計畫，而政府則扮演促進者的角色幫助企業發展技術與產業。

5.4.1 南韓的產業發展主要倚賴財團

雖然南韓產業是由少數的財團(Chaebol)與一些中小企業所組成，但是產業發展主要還是倚賴財團[34]。南韓政府於工業發展初期的產業政策，以建立政府研發機構(Government Research Institutes, GRIs)、補貼大型企業發展等等。大型企業於初期得到政府研發機構提供的技術協助，透過與國外合作研究，以及吸引由政府研發機構流出有經驗的人才，快速地建立自己的研發能量，例如 Samsung、LG、現代等等。明顯地，南韓政府的產業政策嚴重的向大財團傾斜，而忽視中小企業的存在。對中小企業發展所需的金融、技術和人力等資源都未給予適當的支持，中小企業在技術上的需求，主要依賴內部的研發，以及與大學的合作關係[92]。

南韓產業發展初期，大學基本上以教學為主，研究活動不足而無法支撐產業發展，於是政府成立 GRIs 進行產業技術的研發。例如於 1966 年設立 Korea Institute of Science and Technology (KIST) 後，又陸續成立不同產業領域的研究所（造船業、海洋資源、電子、能源、機械、化工等），以扶持產業的技術發展。另外為彌補大學在應用科學的研究不足，而於 1971 年設立 Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)，以執行政府的技術研發計畫與培養理工領域的碩、博士人才。政府設立 GRIs 進行產業技術的研發，協助大型企業與外國企業合作，透過外國授權、技術協助、整廠轉移、以及顧問諮詢等方式，獲取國外製造和設計

技術，並經由吸收、轉化、改良與創新等技術研發活動。但是，在政府產業政策的支持和補貼下，財團擁有更多的資源。財團在追求成長與提昇競爭力，而大幅增加自主研發的比重，以三星電子的半導體研究中心和前瞻技術研究院為例，其在經費與研究人員的投入已高於政府研發機構。當以財團為主的大型企業都已廣泛設立專責的內部研發組織，且擁有雄厚的研發能量時，南韓的產業發展就只能倚賴財團的技術創新活動。

以 IC 製造產業為例，南韓財團以大型企業研發為主，在廿年內從無到有、從小到大，發展成為全球注目的 DRAM 產業。初期由南韓政府主導於 1976 年成立專責研發機構--Korea Institute of Electronics Technology (KIET)進行超大型積體電路製程的研究發展計畫，但是政府研發機構對快速變化的半導體產業無法有效因應下，而將其研究所設備賣給了 LG 公司[92]。從此以後，南韓的 IC 技術研發由各財團自行進行，並創造出傲人的 DRAM 產業。

另外，大部份優秀的研究人員加入財團，而使得南韓的研發機構在人力招募與維持方面，遭遇到極大的挑戰[92]，自此研發機構無法有效累積其研發能量，以支持中小企業發展所需，因此南韓的產業發展只能依賴財團所擁有的自主技術研發機構。以南韓產業發展，GSIs 的發展受到財團與其設立研發機構互動的影響，GSIs 必需調整其角色與功能，以找到適合的地位，才能持續對產業發揮重要的貢獻[92]。對產業發展而言，南韓政府主要扮演協助財團取得足夠資金的促進者(Facilitator)的角色。

5.4.2 新加坡產業以跨國企業為主

與南韓不同，新加坡是一個人口和國土面積很小的城市國家。新加坡的企業主要由跨國企業組成，大多數的研發活動主要依賴跨國公司[34]。新加坡政府的產業政策側重在建構良好基礎環境(Infrastructure)，以吸引跨國企業的資金、技術與人才。因此，

新加坡政府主要扮演促進(Facilitator)產業發展角色，而產業發展則以跨國企業為主。

新加坡的產業政策首要功能在吸引外資，吸引跨國企業的FDI，並逐漸引導資金流入高科技產業。新加坡政府成功扮演促進者的角色，設計出完整的架構，建構優異的基礎環境，良好的行政效率，並提供頒佈一連串獎助措施，以積極吸引跨國企業投資。在吸引人才方面，新加坡政府針對專業人才修改移民規定，不分國籍吸引區域人才的方式，唯才適用，並與跨國企業合作培訓人才。

新加坡吸引跨國企業以及來自海外的人才，加入產業發展，不僅取得優秀的人力資源並可以獲得產品科技、製程技術和管理技能，而有機會發展出具特色的產業。以硬碟機為例，在新加坡政府的獎勵下，1982年硬碟機製造商 Seagate 到新加坡設廠生產，接著 Conner 隨後跟進，因而造就新加坡在 1980 年代成為全世界最大硬碟機製造國。對新加坡政府而言，產業發展的關鍵因素並不是技術發展，而是依賴跨國企業。

六、結論與建議

6.1 總結

台灣產業發展歷經不同階段的轉型與升級，才能晉升新興工業化的國家，產業發展是一個長期且複雜的動態演進過程，每一個國家之產業發展的機會與挑戰皆不相同，發展的結果與所處的環境條件有密切關係。本研究藉由國家創新系統觀點分析台灣產業研發體系，結果顯示雖然台灣產業研發體系包含產業界、政府支持的研發機構以及學術界，其中以政府支持的研發機構與產業界有效的互動是台灣產業發展之關鍵。台灣屬技術後進國家，其產業無力投入技術提升的研發；學術界又以基礎研究、培育人才為主，以技術創新推動產業發展的角色只能仰賴政府與其支持的研發機構。在眾多的政府支持的研發機構中，以工研院對台灣的產業發展影響最大。

工研院的發展是一個演進的過程，先後成立相關的研發單位以滿足個別產業發展之需求，並與產業產生不同的互動方式。本研究以整體系統觀點來看各所、中心存在的共同功能及任務，利用角色分析方法，分析工研院與產業界互動的複雜角色與任務。提出在台灣的產業發展歷程中，工研院與產業互動過程所扮演的三個角色與六個任務。

在角色與任務上，工研院分別以建立策略性產業之角色，擔任政府研發代理人，並透過成立衍生公司的任務，提供有利於新興工業發展的基礎。其次為促進產業發展之角色，扮演綜整各界之研發能量與資源而建構促進產業發展的環境，並分別以研發聯盟與技術育成二種任務支援產業發展。最後擔任研發伙伴之角色，直接對需求廠商提供各種技術之協助，分別以技術移轉、研發服務、技術服務等三種任務扮演類似廠商內部研發部門之功能，提昇廠商技術水準與競爭力。

本研究應用跨越次系統層級之整體系統觀點，逐層擴大系統範圍，提出二個不同階段的环境下工研院與產業之互動模式。在製造導向的环境下，產業對技術領域需求相對單純，單一研發分工所建構的研發體系成功支持產業發展；在創新導向的环境下，產業對技術領域的需求日漸模糊，過去的運作已無法滿足產業需求，因此研發體系之運作必需適時調整與產業互動。根據工研院與產業互動模式，討論工研院角色與任務的調整，以持續促進產業發展。另外，除工研院適當的執行任務並成功扮演關鍵的技術供應者的角色外，還有台灣特有的文化與經濟條件所形成的其他因素共同促成台灣的產業發展。最後討論其他新興化工業國家產業發展之角色。



6.2 結論

新興工業化國家產業基礎相當薄弱，且面臨於技術落後與資源不足的等問題。產業發展是複雜的演進過程，在發展初期往往需要由政府扮演擔任推動產業發展的角色，政府透過保護、獎勵、融資等政策來保護本土企業的發展。本研究藉由國家創新系統，來分析台灣產業研發體系在產業發展中所扮演的角色。台灣與已開發國家不同，已開發國家以學術界與企業界來擔任產業研發體系的功能，而台灣政府以成立產業研發機構方式，建構支持企業發展的產業研發體系。其中又以工研院與產業互動過程所扮演的三個角色與六個任務，對台灣的產業發展影響最大。

台灣工研院的角色及任務分析，可以作為開發中國家的成功模式，但是需考慮發展條件，如人力資源的累積、政府的產業政策、產業結構等等。開發中國家產業的發展各有不同的環境、條件與政策，產業研發體系所扮演的角色與任務亦會所差異，結合官學研各界資源，尋找與產業界互動模式，調整適合扮演的角色與功能，才能發揮對產業發展的效益。

此外，新興工業化國家研發體系應隨著產業的變化而調整，逐步走向已開發國家。民營大型企業逐漸形成，其所擁有的資源及研發能量，將會迫使研發體系調整。其中影響程度最大應屬政府支持的研發機構，其功能與角色亦會不斷地受到挑戰，甚至影響其存廢。因此，政府支持的研發機構應儘速調整內部運作結構，以企業化經營方式提升運作效率。在研發方向應建構技術監測能力，領先產業界進行先進或前瞻技術之探索，創立新興策略性產業帶動產業界投入發展。

6.3 建議

過去三十年，台灣已由製造業走到服務業導向的產業結構，以 2003 年為例，製造業佔國民生產毛額的比例只有 28.5%，而服務業則高達 63.5%。台灣的產業系統漸漸失去獨特的製造價值，而由代工製造導向蛻變成爲研發與服務並重的產業系統。服務產業的創新與研發將是對研發機構發展產生影響，而如何與服務產業互動亦是值得探討。因此，可以運用系統觀點進一步深入研究政府支持研發機構應該扮演的角色與任務。另外，亦可加入時間向度，進一步探討研發機構隨時間演進，所扮演的角色以及對產業貢獻之變化。

在眾多的政府支持研發機構中，以工研院對台灣產業發展的影響與貢獻最爲顯著。因其他政府支持的研發機構受限於規模與資源，只能扮演部份的角色與任務或只服務單一產業，而與工研院有所差異。未來的研究，將可依本研究提出的研發機構與產業互動模式，擴大研究對象與研究範疇，而發展出更完整的互動模式。另外，亦可應用於探討個別產業研發機構與產業之互動模式。

參考文獻

1. Amsden, A. and Chu, W., Beyond Late Development: Taiwan's Upgrading Policies, MIT Press, Cambridge, MA, 2003.
2. Shyu, J. Z. and Chiu, Y. C., "Innovation Policy for Developing Taiwan's Competitive Advantages", R&D Management, 32(4), pp. 369-374, 2002.
3. Passos, C. A. S., et al., "Improving University-Industry Partnership--The Brazilian Experience through the Scientific and Technological Development Support Program", International Journal of Technology Management, 27(5), pp. 475-487, 2004.
4. 國家科學委員會，中華民國科技白皮書 (2003~2006)，國家科學委員會，台北，民國九十二年。
5. Hou, C. and Gee, S., National Systems Supporting Technical Advance in Industry: the Case of Taiwan, In: Nelson, R. (ed.), National Innovation Systems: A Comparative Analysis, Oxford University Press, Oxford, 1993.
6. Jan, T. and Hsiao, C., "A Four-Role Model of the Automotive Industry Development in Developing Countries: A Case in Taiwan", Journal of the Operational Research Society, 55, pp. 1145-1155, 2004.
7. Chang, P. and Hsu, C., "The Development Strategies for Taiwan's Semiconductor Industry", IEEE Trans. Eng. Manage, 45(4), pp. 349-356, 1998.
8. 工業技術研究，工業技術研究年報(1991-2004)，新竹縣。
9. Mowery, D. and Oxley, J., "Inward Technology Transfer and Competitiveness: The Role of National Innovation Systems", Cambridge Journal of Economics, 19, pp. 67-93, 1995.
10. Churchman, C. W., The Systems Approach, Dell Publishing, New York, 1979.
11. Mintzberg, H., "Managerial Work: Analysis from Observation", Management Science, 18(2), pp. 97-110, 1971.

12. Mintzberg, H., "The Manager's Job: Folklore and Fact", Harvard Business Review. July-August, pp. 49-61, 1975.
13. 許友耕，「工業技術研究院組織變革管理的研究」，國立交通大學工業工程與管理系，博士論文，民國九十二年。
14. Ackoff, R. L., Redesigning the Future: A Systems Approach to Societal Problems, John Wiley & Sons, New York, 1974.
15. Freeman C., Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, Pinter Publishers, London, 1987.
16. Lundvall, B-Å. (ed.), National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Pinter Publishers, London, 1992.
17. Nelson, R. (ed.), National Innovation Systems: A Comparative Analysis, Oxford University Press, Oxford, 1993.
18. Saxenian, A., Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1994.
19. Breschi, S., Malerba, F., Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries, In: Edquist, C. (ed.), Systems of Innovation: Technologies, Institution and Organisations Pinter, London, Washington, 1997.
20. Carlsson, B. (ed.), Technological Systems and Economic Performance-The Case of Factory Automation, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1995.
21. Carlsson, B. (ed.), Technological Systems and Industrial Dynamics, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1997.
22. Carlsson, B. et al., "Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues", Research Policy, 31, pp. 233-245, 2002.
23. Levin, M., "Cross-Boundary Learning Systems--Integrating Universities, Corporations, and Governmental Institutions in Knowledge Generating Systems", Systemic Practice and Action Research, 17(3), pp. 151-159, 2004.
24. Nelson, R. and Rosenberg, N., Technical Innovation and National

- Systems, In Nelson, R. (ed.), National Innovation Systems: A Comparative Analysis, Oxford University Press, Oxford, 1993.
25. Freeman, C., “The “National System of Innovation” in Historical Perspective”. Cambridge Journal of Economics, 19(1), pp. 5-24, 1995.
 26. OECD, National Innovation System: Background Report, OECD, 1997.
 27. Ennals, R., “Europe as A Knowledge Society: Integrating Universities, Corporations, and Government”, Systemic Practice and Action Research, 17(3), pp. 237-248, 2004.
 28. Lu, Q. and Lazonick, W., “The Organization of Innovation in a Transitional Economy: Business and Government in Chinese Electronic Publishing”, Research Policy, 30(1), pp. 55-77, 2001.
 29. Parayil, G., and Sreekumar, T. T., “Industrial Development and the Dynamics of Innovation in Hong Kong”, International Journal of Technology Management, 27(4), pp. 369-392, 2004.
 30. Konde, V., “Internet Development in Zambia: A Triple Helix of Government-University-Partners”, International Journal of Technology Management, 27(5), pp. 440-451, 2004.
 31. Metcalfe, S., The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives, In Stoneman, P. (ed.), Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change, Blackwell Publishers, Oxford, 1995.
 32. Betz, F., Management Technological Innovation: Competitive Advantage from Change, John Wiley & Sons, 1998, pp. 74.
 33. Viotti, E., “National Learning Systems-A New Approach on Technological Change in Late Industrializing Economies and Evidences from the Cases of Brazil and South Korea”, Technological Forecasting and Social Change, 69(7), pp. 653-680, 2002.
 34. Mahmood I. and Singh J., “Technological Dynamism in Asia”, Research Policy, 32(6), pp. 1031-1045, 2003.
 35. Rush, H., et al., Technology Institutes: Strategies for Best Practice, International Thomson Business Press, London, 1996.

36. 瞿宛文，經濟成長機制：以台灣石化業與自行車業為例，唐山，台北市，民國九十一年。
37. 吳豐祥，「產學合作創新的機會與挑戰」，第七屆產業管理研討會論文集，政大科技管理研究所，台北，215-299 頁，民國八十七年。
38. 陳怡之，「政府科技施政成果之智慧資本管理」，智慧資本的創造與管理研討會論文集，台北，行政院研究發展考核委員會，民國九十二年。
39. 詹秋貴，「我國主要武器系統發展的政策探討」，國立交通大學經營管理研究所，博士論文，民國八十九年。
40. 劉常勇，「研究機構發展衍生公司對產業創新之影響 - 以台灣半導體產業為研究對象」，第七屆產業管理研討會論文集，政大科技管理研究所，台北，民國八十七年。
41. Mathews, J. and Cho, D., Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
42. Veloso F. and Soto, J., “Incentives, Infrastructure and Institutions: Perspectives on Industrialization and Technical Change in Late-Developing Nations”, Technological Forecasting and Social Change, 66, pp. 87–109, 2001.
43. Mathews, J., “The Origins and Dynamics of Taiwan’s R&D Consortia”, Research Policy, 31, pp. 633-651, 2002.
44. Arnold, E. et al., “Strategic Planning in Research and Technology Institutes”, R&D Management, 28(2), pp. 89-100, 1998.
45. Huang, S. “On the Co-evolution of Technologies and Institutions: a Comparison of Taiwanese Hard Disk Drive and Liquid Crystal Display Industries”, R&D Management, 32(3), pp. 179-190, 2002.
46. Noble, G., Conspicuous Failures and Hidden Strengths of the ITRI Model: Taiwan’s Technology Policy Toward Hard Disk Drives and CD-ROMs, The Information Storage Industry Center, Graduate School of International Relations and Pacific Studies, Report 2000-02, University of California, San Diego, 2000. Also available at <http://isic.ucsd.edu/papers/Noble.shtml>.

47. Liu R. and Brookfield, J., “Stars, Rings and Tiers: Organisational Networks and Their Dynamics in Taiwan's Machine Tool Industry”, Long Range Planning, 33, pp. 322-348, 2000.
48. 劉仁傑，分工網路－剖析台灣工具機產業競爭力的奧秘，台灣經濟論叢，台北，聯經，民國八十八年。
49. 劉仁傑、巫茂熾，「中台灣精密機械產業的產學合作－中台灣區域創新研究(5-3)」，機械工業雜誌，238期，工研院機械所，民國九十二年。
50. 史欽泰主編，產業科技與工研院－看得見的腦，工研院，新竹縣，民國九十二年。
51. 李仁芳，台灣產業創新階段的演化：回顧與前瞻，政大科技管理研究所，台北，民國九十一年。
52. Ashby, W. R., An Introduction to Cybernetics, Chapman & Hall, London, 1956.
53. Bertalanffy, L. Von, General Systems Theory: Foundations, Development, Applications, Rev. Ed., George Braziller, New York, 1977.
54. Miller, J. G., Living Systems, McGraw-Hill, New York, 1978.
55. Hsueh, L., Lim, A. and Okrasa, G., White Paper on Small and Medium Enterprises in Taiwan (2003), Small and Medium Enterprise Administration, Ministry of Economic Affairs, Taipei, pp. 324, 2003.
56. Jan J. and Jan, C., “Development of Weapon Systems in Developing Countries: A Case Study of Long Range Strategies in Taiwan”, Journal of the Operational Research Society, 51, pp. 1041-1050, 2000.
57. Chen, J. and Jan, T., “A Variety-Increasing View to the Development of the Semiconductor Industry in Taiwan”, Technological Forecasting and Social Change, 2005 (Article in press).
58. Lin, O., Development and Transfer of Technology in Taiwan ROC, In: Lin, O. Shih, C. and Yang, J., (eds.), Development and Transfer of Industrial Technology, Elsevier, Amsterdam, 1994.

59. Hsu C. and Chiang, H., “The Government Strategy for the Upgrading of Industrial Technology in Taiwan”, Technovation, 21, pp. 123–132, 2001.
60. Boulton, W., (ed.), Electronics Manufacturing in the Pacific Rim, NTIS Report # PB97-167076, Loyola College in Maryland, Baltimore, 1997.
61. Morone, J., and Ivins, R., “Problems and Opportunities in Technology Transfer from the National Laboratories to Industry”, Research Management, May: pp. 35-44, 1982.
62. 朱博湧，工研院效益評估模式與實證，史欽泰主編，產業科技與工研院—看得見的腦，工研院，新竹縣，民國九十二年。
63. 蘇立瑩，也有風雨也有晴—電子所二十年的軌跡，工研院電子所，新竹縣，民國八十三年。
64. 袁建中、羅達賢，工研院技術落實策略，史欽泰主編，產業科技與工研院—看得見的腦，工研院，新竹縣，民國九十二年。
65. 吳淑美，電子少林三十外傳，工研院電子所，新竹縣，民國九十三年。
66. Chang P. and Tsai, C., “Evolution of Technology Development Strategies for Taiwan’s Semiconductor Industry: Formation of Research Consortia”, Industry and Innovation, 7(2) pp. 185-197, 2000.
67. 蕭志同，「台灣汽車產業：系統動態模式」，國立交通大學管理科學系，版博士論文，民國九十三年。
68. 李仁芳、王盈勛、王緯中，工業技術研究院案例研究計畫個案研究（七）—工研院對產業的貢獻—以共同引擎為例，工研院，新竹縣，民國八十七年。
69. 陳碧章，「跨組織合作研發實證研究—以科專計畫汽車共用引擎開發為例」，國立臺灣大學國際企業學研究所，碩士論文，民國九十一年。
70. Yunos, M., “Building an Innovation-based Economy: The Malaysian Technology Business Incubator Experience”, Journal of Change Management, 3(2), pp. 177-188, 2002.

71. Hsu, P., "Exploring the Interaction between Incubators and Industrial Clusters: the Case of the ITRI Incubator in Taiwan", R&D Management, 33(1), pp. 79-90, 2003.
72. Guerin T., "Transferring Environmental Technologies to China: Recent Developments and Constraints", Technological Forecasting and Social Change, 67(1), pp.55-75, 2001.
73. Rogers E. Takegami S. and Yin J., "Lessons Learned about Technology Transfer", Technovation, 21, pp. 253-261, 2001.
74. 我國光電產業產銷與市場發展趨勢分析，資策會 MIC 經濟部 ITIS 計畫，台北市，民國九十二年。
75. 洪懿妍，創新引擎－工研院：台灣產業成功的推手，天下雜誌，台北市，民國九十二年。
76. 吳冠昌，「後進地區國家技術產品生命週期與產品替代議題之探討－以台灣光碟機產業為研究對象」，國立成功大學企業管理系碩士班，碩士論文，民國八十七年。
77. 吳思華、陳世運、陳泓志，工業技術研究院案例研究計畫個案研究（六）－工研院對產業的貢獻－以光碟機為例，工研院，新竹縣，民國八十七年。
78. 蕭瑞聖，由全球排名看 2004 年台灣自行車發展，工研院 IEK，新竹縣，民國九十三年，網址<http://www.itis.org.tw/index.jsp>。
79. 阮素琴主編，2001 台灣自行車標竿企業，輪彥國際有限公司，彰化，民國九十年，網址<http://www.wheelgiant.com.tw/>。
80. 劉弘雁等，2002 汽、機、自行車產業現況與趨勢分析，王弓主編，工研院 IEK，新竹縣，民國九十一年。
81. 吳宗麟，「從夕陽到絢爛－自行車工業技術移轉經驗」，工業材料，102 期，88-96 頁，工研院材料所，民國八十四年。
82. 李仁芳、周光耀、余彩雲，工業技術研究院案例研究計畫個案研究（八）－工研院對產業的貢獻－以自行車產業為例，工研院，新竹縣，民國八十七年。
83. 工研院機械所，機械業關鍵零組件技術研究發展四年計畫執行總報告（未出版），民國八十五年。
84. 張永佶，「並聯式新產品開發模式：台灣自行車產業的研發經驗」，

- 國立中山大學企業管理研究所，博士論文，民國九十三年。
85. 謝美芳，台灣奇蹟思想起系列(二)－自行車變速器技術，工研院院友會，新竹縣，民國九十三年，網址 http://alumni.itri.org.tw/report/ITRI_story2-2.html。
 86. 工研院機械所，機械業關鍵零組件技術研究發展第二期四年全程計畫執行總報告（未出版），民國九十年。
 87. 廖建順、林振源，冷氣機技術發展現況與市場趨勢專題報告，工研院能資所 ITIS 計畫，新竹縣，民國八十五年。
 88. 陳建宏、陳宜仁，「以系統動態學觀點探討台灣半導體產業人力累積結構」，產業論壇，第六卷，第五期，53-69 頁，民國九十三年。
 89. 國家科學委員會，中華民國科學技術統計要覽(2003)，台北，民國九十二年。
 90. Bureau of International Culture and Educational Relations, Education Statistical Information (2002), Ministry of Education, Taipei, 2002 (In Chinese).
 91. Chen, J. and Jan, T., “A variety-increasing view to the development of the semiconductor industry in Taiwan”, Technological Forecasting and Social Change, Article in Press.
 92. Kim L., Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning, Harvard Business School Press, Boston, 1997.
 93. Hsu C. and Chiang H., “The Government Strategy for the upgrading of Industrial Technology in Taiwan”, Technovation, 21, pp. 123–132, 2001.

作者簡歷

姓名：陳宜仁(Yijen Chen)

學歷：國立台灣科技大學電子工程技術系學士（民國 69-71）
MBA, University of Colorado at Denver, USA（民國 83-85）
國立交通大學管理科學系博士（民國 90-94）

經歷：台灣歌蘭帝公司(Grundig Company) 工程師
工研院機械所 機器人控制部 助理研究員、副研究員
工研院機械所 機器人控制部 經理
工研院機械所 規劃部 經理
工研院機械所 企劃推廣組 副組長、組長
工研院機械所 所長 特別助理
工研院院部 協理 特別助理

修業期間完成以下論文：

A. Journal Papers

1. Tain-Sue Jan and Yijen Chen, “The R&D system for industrial development in Taiwan,” Technological Forecasting and Social Change, Article in Press.
2. 陳建宏、陳宜仁，”以系統動態學觀點探討台灣半導體產業人力累積結構”，產業論壇，第六卷，第五期，53-69 頁，民國 93 年。

B. Conference Papers

1. 陳建宏、陳宜仁，”以人力資源累積觀點探討台灣半導體產業發展”，2004 工研院創新與科技管理研討會，新竹，民國 93 年 9 月 11 日。