

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

由製程創新探討供應商合作關係：IC 製造業之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2416-H-035-007-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：逢甲大學企業管理學系(所)

計畫主持人：張保隆

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 9 月 30 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

由製程創新探討供應商合作關係：IC 製造業之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 92 – 2416 – H – 035 - 007

執行期間： 92 年 08 月 01 日至 93 年 07 月 31 日

計畫主持人：張保隆

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：逢甲大學企業管理學系

中 華 民 國 93 年 09 月 30 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 92-2416-H-035-007

執行期限：92 年 08 月 01 日至 93 年 07 月 31 日

主持人：張保隆 逢甲大學企業管理學系教授

一、中文摘要

創新是驅動產品功能持續進步與產業成長的原動力，而在面對產品生命週期縮短及技術快速變化之趨勢下，企業已由過去研發、設計、製造等整合內部功能的方式，逐漸走向外部整合，視供應商為創新之重要來源之一。製程創新是 IC 製造業者的追求目標，而 IC 製造技術層次的能否向上提昇，往往取決於設備技術的突破，故設備業在 IC 製程創新上具有關鍵性的地位。80 年代以來，供應商涉入創新活動的議題一直受到相當的重視與研究，多半都集中於新產品開發活動，而這些實證結果似乎不能適當地反應在強調製程技術的 IC 製造業之上。因此，本研究以紮根理論研究法從實務經驗資料中釐清供應商涉入創新之相關概念，並透過訪談紀錄之文本分析建立製造廠與供應商間合作模式，模式的未來發展與適用性也將一併討論，而研究成果期以提供後續研究理論與實證分析之基礎及企業未來研擬策略與營運發展之參考。

關鍵詞：製程創新、供應商涉入、合作關係、IC 產業

Abstract

Innovation is the driving force to keep the product capability prolonging and industry scale growing continuously. Under the environment of fierce competition, shorter product life cycle, and faster technology migration, the firm may extend beyond its boundaries to include key suppliers to meet these challenges. Technological innovations include mainly product and process innovation. Process innovation is the goal of seeking by each IC manufacturer, and the improvement of the IC

process technology or not depends heavily on the breakthrough of equipment development. The equipment suppliers thereby are considered a major role to a better process innovation. An increasingly large body of research has emphasized the supplier involvement in new product development since the 1980s. Though valuable; it doesn't seem to appropriately reflect to the IC industry, which is focusing on process technology. Using grounded theory, this study attempt to find out the concepts of vendor involvements in process innovation, and then the study will derive the evolving cooperation model concerning supplier and manufacturer relationships. The future development and generalization of the model are also discussed.

Keywords: Research Project, Report Style, National Science Council

二、緣由與目的

面對競爭激烈的全球環境，創新活動已成為企業重要的競爭武器，企業欲維持其生存或成長，必須快速推出改良品或新產品，以因應顧客需求的變化及競爭者的威脅。在產品生命週期縮短及技術快速變化之趨勢下，企業已由過去研發、設計、製造等整合內部功能的方式，逐漸走向外部合作型態，視產業網路成員為創新之重要來源之一(Von Hippel, 1988; Slade, 1993)。

IC 製造業具有資金與技術密集的特性，因為在晶圓產製過程(wafer processing)，一般都有三百個以上的製程步驟，所需的週邊支援涵蓋潔淨室工程、特殊氣體、矽晶圓、高純度化學品及必要的

生產設備，其中材料與設備技術的突破，往往決定 IC 製造技術層次的向前提昇。尤其在跨入二十一世紀後，半導體產業在技術層面上更面臨到元件尺寸縮小、速度加快、新材料使用及十二吋晶圓的製造與等挑戰，而克服這些挑戰已非靠一己之力能達成，反倒需依賴上游供應商的資源能力投入(ITIS, 1992; Leachman and Hodgess, 1996)，因此如何與供應商間發展互動的合作模式以創造出新的競爭優勢，將成為一項值得探討的議題。

從 80 年代以來在供應商涉入創新活動的議題上，多半都集中於新產品開發活動，例如 Shapiro(1985)和 Lamming (1987)指出歐洲汽車工業的創新主要來自於供應商涉入產品的開發，在重要零件(例如 ABS、牽引車控制、快速充電等)的創新上扮演重要的角色；Bonaccorsi and Llipparini(1994)認為製造廠與供應商形成夥伴關係，將可加速新產品開發過程、加快產品上市速度與降低產品開發成本；Kamath and Liker (1994)在一項美日汽車產業研究中，依據供應商在不同產品開發階段的責任，區分出供應商的涉入角色；而供應商在設計與製造上的技術知識與創新能力，對於協助製造商創造或改良產品是相當重要的(Ragatz, et al.,1997)。

觀察上述文獻，發現這些研究都將焦點放在供應商涉入改良或創新產品特性，使得製造廠及時生產出顧客需求的產品。這些結果雖有其價值但似乎不能適當地反應在強調製程技術的 IC 代工業之上。儘管供應商涉入在製程創新活動的議題，隨著高科技產業的蓬勃發展而漸受矚目但仍鮮少觸及探討，僅管近來 Linton (2000)選擇美國 IC 封裝業為研究對象，探討在製程創新上產業網路成員各種角色與關係之相對重要性，但此篇文章並未深入探討供應商涉入本質及過程。

基於以上之動機，本研究以紮根理論

(grounded theory)的研究方式從實務經驗資料中釐清供應商涉入創新之相關概念，並透過訪談紀錄之文本分析建立製造廠與供應商間合作模式。本研究首先瞭解國內 IC 製造廠對製程創新需求與發展狀況，接著以供應商涉入創新的觀點，探討 IC 製造商向外尋求合作創新的歷程以及相關影響因素，據此建構出製造廠與供應商在製程創新的合作模式，而模式的未來發展與適用性也將一併討論，研究結論期以提供後續研究理論與實證分析之基礎及企業未來研擬策略與營運發展之參考。

茲歸納本研究目的有二：

- (1) 探討 IC 製造商向外尋求創新的合作歷程以及相關影響因素。
- (2) 建構 IC 產業製程創新之合作模式，真實呈現供應商在技術創新中的角色及廠商間互動關係。

三、研究結果

5.1 文本分析

本研究經由三種資料編碼程序，將受訪者的訪談稿進行分解、歸納，抽取資料的段落概念，並給予適當的名稱(例如成本效率需求、設備組件升級、製程轉換瓶頸降低等)，共歸納出 70 個開放編碼；經過初步資料概念化後，再從既有的抽象概念加以彙整、分類，將幾項概念結合為一個更抽象的核心概念，並予以命名(例如以成本效率需求、機台使用期限延長需求等所抽取的核心概念稱為「效率導向動機」)，共歸納出為 12 個主軸編碼，分別為效率導向動機、技術導向動機、競爭導向動機、製程診斷、硬體支援、資訊交流、人員協力、供應商技術能力、買賣關係、製程特徵、製程改善和新製程開發。

本研究在整理訪談資料後發現：台灣半導體製程技術之所以迅速進步，能有機會與技術原已領先、財力更雄厚的國外大廠並駕齊驅，原因除了靠本身所累積相當的製造能力外，產業間上下游的連結(linkage)有助於創新與速度的提昇，自然也成為另一個重要的競爭因素。回顧對每一個製造廠的訪談，經理人都一致認為現今的製造廠為維持技術先佔(first-mover)地位，

大多不再憑藉自身力量來單獨開發技術，反倒借助上游供應商的資源投入，故本研究依此以「合作創新」作為核心類別。在發展出核心類別後，依據選擇編碼的程序，將核心類別與其他類別予以連結 包括動機(即對於合作創新需求的原因)、供應商涉入(即供應商參與顧客技術創新的程度)、影響變數(即對供應商涉入創新程度產生影響之變數)、製程創新(即達成製程改善或新製程開發之目的)。

由選擇性編碼可發現，IC 製造商基於種種原因而產生對合作創新的需求、態度、期望，這些動機大致可歸納為：效率導向、技術導向和競爭導向。效率導向動機係指製造商基於充分發揮資源效率而產生與設備廠合作之需求；技術導向動機係指製造商基於滿足製程技術步調加速向前推進而產生與設備廠合作之需求；而競爭導向動機則指製造商基於提升目前競爭地位而產生與設備廠合作之需求。茲將動機之選擇編碼整理如表 1。

目前多數製造廠紛紛將供應商整合至企業內部進行創新，藉由選擇性編碼程序，本研究將供應商涉入創新的概念歸納為：製程診斷、硬體支援、資訊交流和人員協力。其中，製程診斷是指供應商依據製造商對製程設備使用上之需求而提供相關的產品或服務；硬體支援指供應商依據製造商對生產所需之相關實體資產提供產品或服務；資訊交流指供應商依據製造商對機台使用情形與新製程應用之需求而提供相關的資訊或服務；人員協力則指供應商依據製造商對產品設計改良各階段之需求來提供相關人員協助。茲將供應商涉入之選擇編碼整理如表 2。

在供應商涉入創新程度之影響變數方面，本研究從以下四個角度來解釋此概念，分別為供應商技術能力、買賣關係和製程特徵，其中，供應商技術能力(supplier technical capability)是指供應商技術創新與回應新技術的實力；買賣關係是指製造商與供應商的交易關係，一般可由供應商的多寡及其所扮演的角色來判斷；製程特徵則指半導體製程之基本特性，通常都由晶圓面積、元件尺寸與速度、材料物化特性等組成。茲將供應商涉入影響變數之選擇

編碼整理如表 3。

Table 1 Selective Coding: Motivation for Cooperated Innovation

	<i>Axial Coding</i>	<i>Open Coding</i>
動機	效率導向	成本效率需求
		設備製程能力提昇需求
		機台使用期限延長需求
		設備可生產的時間(Available Time)提昇需求
		生產設備產出提昇需求
		機台清機保養(PM)週期延長需求
	技術導向	SIA 技術時程(roadmap)需求
		元件尺寸縮小需求
		十二吋晶圓製造需求
		製程技術商業化需求
		機台元件良率改善需求
		先期技術導入機台開發需求
	競爭導向	產品上市時間縮短需求
		生產週期縮短需求
	市場佔有率確保需求	
	troubleshooting 時間降低需求	

Table 2 Selective Coding: Supplier Involvement for Achieving Process Innovation

	<i>Axial Coding</i>	<i>Open Coding</i>
動機	製程診斷	設備組件升級(Configuration Upgrade)
		設備應用尺寸轉換
		設備應用製程轉換
		設備更新(retrofit)與升級
		機台維修與保養
		機台零件更換
		機台製程套件重複使用(process kits recycle)
		製程配方改良
		機台規格績效保證
		模組製程(module process)開發
	硬體支援	300mm 雛形機(prototype)提供
		mini lab 設立
		technology development center

		設立
供應商涉入		製程試產(pilot run)
		晶圓試產(flying wafer)
	資訊交流	technology symposium 不定期舉辦
		technology roadmap 分享
		weekly review/monthly review
		user meeting
		國外大廠解決問題的經驗與技巧
		零組件庫存成本分析
		設備可使用率 (uptime performance)評估
		ongoing R&D project issue
		資訊服務系統建立
人員協力		全天候(on-call)人力
		駐廠(on-site)人力
		專案團隊設立
		新機台導入職前訓練
		co-work 製程技術
		製程解決方案提供

Table 3 Selective Coding: Influencing Variables for Supplier Involvement

	<i>Axial Coding</i>	<i>Open Coding</i>
供應商技術能力		製程專利數
		新機台功能修正能力
		設備延展能力
		製程整合能力
影響變數	買賣關係	純粹設備銷售
		競標採購
		多重供應商來源
		設備製程套裝銷售
		特定供應商來源
製程特徵		機台共同研發/改良
		晶圓面積擴大
		物理化學特性極限
		元件速度加快

技術變化快速的高科技市場中，製程創新逐漸成為執行產品創新的一項關鍵能

力(Pisano and Wheelwright, 1995)。本研究經由選擇性編碼，將供應商涉入製程創新之內涵區分為：製程改善和新製程開發。前者係指以新知識或新方法來改善設備、作業流程、控制系統設計等活動瓶頸，以更有效率執行活動；而後者是以完全新的技術來開發新型態的製程/材料。茲將供應商涉入製程創新之選擇編碼整理如表 4。

Table 4 Selective Coding: Process Innovation for Enhancing Manufacturing Performance

	<i>Axial Coding</i>	<i>Open Coding</i>
製程創新	製程改善	製程轉換瓶頸降低
		製程穩定性(process stability)提昇
		製程可靠性(process robust)提昇
		缺陷出現頻率降低
		製程相容性增加
	新製程開發	銅/低介電係數導線材料
		淺溝隔離技術
		100 奈米製程
		0.15 μ m/300mm 量產技術
		製程模組化

5.2 製程創新合作模式之建構

本研究之目的在於探討 IC 製造廠向外尋求創新的合作歷程，進而建構一供應商涉入創新的合作模式。根據前節文本分析結果顯示，製造廠為了達到降低研發成本與風險以及加快產品上市速度的目的，多不再憑藉本身力量來單獨開發技術，紛紛與上游設備廠形成共同研發模式，因此，本研究視「合作創新」為核心類別，在合作創新的主題發展下，本研究歸納了動機(表 1)、供應商涉入(表 2)、影響變數(表 3)、製程創新(表 4)等概念，並藉由彼此間的相互連結，建立產業間製程創新的合作模式，如圖 1 所示。

對 IC 產業而言，製程技術步調加速向前推進(the ever-increasing pace of technology migration)是產業成長的原動力。不過當技術創新速度越頻繁且不確

定、產品生命週期縮短、產品上市時程加快之際，製造廠欲以一己資源能力掌握眾多相關技術的研究與發展工作將越行困難、且不具效率。製造廠基於效率考量(包括成本、生產力等)、技術能力提昇(包括元件尺寸縮小、十二吋晶圓製造等)、時基(time-based)競爭(包括上市時間、試產時間等)之動機，開始向外尋求合作，也因此產生了對合作創新的需求、態度、期望。

一旦合作需求產生之後，製造廠便開始向外整合供應鏈成員至企業內部進行創新，其中，設備供應商涉入技術知識的創新，對於 IC 廠的製造績效具有正面提昇的效果，明顯成果有 300mm 晶圓上市時間縮短、生產研發與試產成本減少、新製程或材料技術商品化確立等。而 IC 設備供應商的涉入可以是從顧客在新製程開發階段便參與其中或是僅針對設備使用期限延長(tool extension)、製程改善等，不論何種程度之參與，其涉入內容大都涵蓋製程診斷(如機台零件更換、製程配方改良、模組製程開發等)、硬體支援(mini lab 設立、製程試產、離型機提供等)、資訊交流(包括技術時程提供、user meeting、資訊服務系統建

立等)和人員協力(全天候、駐廠人力、專案團隊設立)等方面。

設備供應商在前述構面的涉入程度會與一些變數產生互為影響而有不同的表現，例如當供應商本身技術能力較製造廠為低，或買賣關係呈現純粹交易(pure sales)，涉入程度則相對較低，原因是製造廠具技術主導地位，供應商必須依照製造廠的要求行事，此時供應商的涉入僅維持在裝機、保固、機台維修、零件更換等機台銷售或維護上；而在供應器具備技術支援能力時，或買賣關係呈現設備製程套裝服務(equipment process package service)，涉入程度也相對較高，供應商除參與製程改善等解決方案外，有時甚至與製造廠開發新世代的製程與設備，形成技術共同研發/設備共同改良之合作模式。

最後，本研究亦發現供應商涉入製程創新有一回饋機制，在製程創新合作模式中，設備供應商涉入技術創新，可能對 IC 廠的製造績效產生正面或負面的影響，而此結果正可以作為製造廠日後再評估與供應商進行下一次合作的參考基礎。

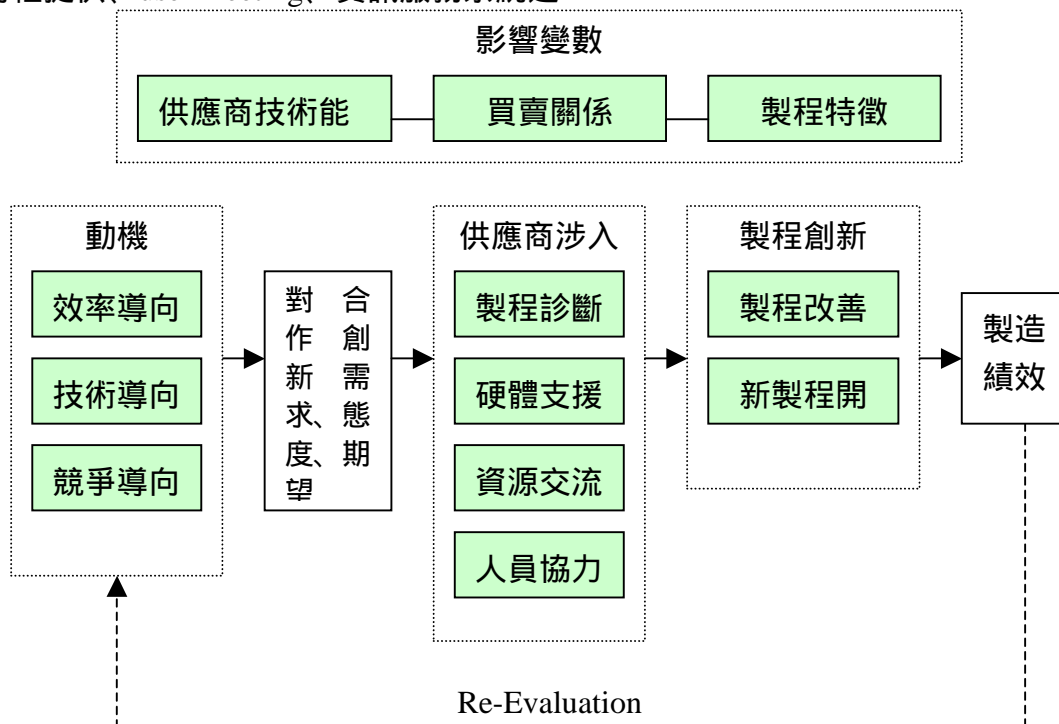


圖 1 製程創新合作模式的觀念性架構

四、結論與建議

儘管由供應商涉入觀點探討合作的議題在學術上已逐漸受重視，但多數學者多以製造商與供應商如何發展合作關係以共同開發新產品為研究問題。而這些研究結果並不能適當地反應在強調製程技術的 IC 產業上，加上以涉入觀點探討產業技術創新之合作模式，問題特性屬探索性問題，因此，本研究採取定性研究中的紮根理論，透過深度訪談與理論抽樣，從實務經驗資料中探索 IC 製造商向外尋求創新的心理歷程，釐清供應商涉入創新之相關概念，進而建構一製造廠與供應商間的合作模式。

國內設備廠涉入創新的過程一直像黑箱作業般的存在於 IC 業界中，然而隨著近十年來半導體製程技術日新月異，半導體製造廠對設備的附加需求不斷的提昇的驅使下，才將此議題突顯出來，本研究依此從供應商涉入觀點著手，訪談 7 家製造廠與 5 家設備廠，建構一合作模式涵蓋動機、涉入、影響涉入和製程創新四者關係，研究結果將能提供實務界一探合作演進過程的全貌。此外，此一模式也可應用於其他科技產業(如 TFT-LCD 業、生技產業等)，唯跨產業的經驗學習，尚必須將本身產業的基本特質、技術瓶頸、競爭利基等一併加以考慮，這些前提的不同，對合作創新的需求與發展歷程也就有差異。

本研究發展的合作創新模式是建立在一對一關係之基礎上，也就是將焦點環繞在一家製造商及其配合的一家供應商。不過隨著微影技術、介電材料或是間接材料等，幾乎都已接近物理、化學與材料特性的極限，關鍵技術的開發與突破，已非是製造廠與一方供應商可以完成，「供應商聯盟」的作法將成為未來設備廠生存的利基。因此，合作創新將產生於一家製造商與多家供應商之間，因此後續研究將須以一對多的關係，引進更多新變數來重新詮釋多方間的合作過程，進而建立新的合作模式。

以現階段製造商如何與供應商發展互動的合作模式的研究問題而言，本質上仍屬於靜態模型，不過，合作關係的發展演

進經常是動態的，尤其對 IC 產業而言，技術是會隨著產業發展而加速推進。因此，後續研究可考慮加入「時間」變數，以時間為主軸進行縱向(chronological)分析，探討在不同產業發展階段下，影響供應商涉入因素以及供應商涉入創新內涵是否有差異，以便建構出不同產業技術階段廠商間的動態合作模式。

五、參考文獻

- [1] Afuah, A.(1998), *Innovation Management-Strategies, Implementation and, Profits*, New York, Oxford University Press.
- [2] Bensaou, M. (1999), 'Portfolios of Buyer-Supplier Relationships', *Sloan Management Review*, Summer, pp.35-44.
- [3] Betz, F. (1987), *Managing Technology—Competing through New Ventures—Innovation and Corporate Research*. Prentice Hall.
- [4] Bidault, F., Despres, C. and Butler, C. (1998), 'The Drivers between Buyers and Supplier for Product Innovation', *Research Policy*, 26, pp. 719-732.
- [5] Bleeke, J. and Ernst, D.(1991), "The Way to win in Cross-Border Alliances", *Harvard Business Review*, Nov.-Dec., 127-35.
- [6] Bonaccorsi, A. and Lipparini, A. (1994), 'Strategic Partnerships in New Product Development: An Italian Case Study', *Journal of Product Innovation Management*, 11, pp.134-145.
- [7] Callon, M.(1989), *La Science et ses Reseaux*, Editions La Decouverte, Paris.
- [8] Clark, K.B. (1989), 'Project Scope and Project Performance: the Effect of Parts Strategy and Supplier Involvement on Product Development', *Management Science*, 35(10), October, pp.1247-1263.
- [9] Clark, K.B. Fujumoto, T. (1991), *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School

- Press, Boston, M.A.
- [10] Debresson, C. and Amesse, F. (1991), 'Network of Innovators: A Review and Introduction to the Issue', *Research Policy*, 20, pp.363-379.
- [11] Dyer, J.H. and Ouchi, W.G. (1993), 'Japanese Style Partnerships: Giving Companies a Competitive Edge', *Sloan Management Review*, 35(1), Fall, pp.51-63.
- [12] Hahn, C.K., Watts, C.A. and Kim K.Y. (1990), 'The Supplier Development: A Conceptual Model', *Journal of Purchasing and Material Management*, Spring, pp.2-7.
- [13] Hartly, J.L., Meredith, J.R., McCutcheon, D. and Kamath, P.R.(1997), 'Suppliers' Contributions to Product Development: An Exploratory Study', *IEEE Transactions on Management*, Vol.44, No.3, pp.258-267.
- [14] Glaser, B.G. and Strauss, A.(1967), *The Discovery of Grounded Theory*, Chicago: Aldine.
- [15] Kamath, R. and Liker, J.K. (1994), 'A Second Look at Japanese Product Development', *Harvard Business Review*, November-December, pp.154-170.
- [16] Liker, J.K., Kamath, S.N. and Wasti and Nagamachi, M. (1996), 'Supplier Involvement in Automotive Component Design: Are There Really Large US and Japan Differences? ', *Research Policy*, 25:59-89.
- [17] Linton, J.D. (2000), 'The Role of Relationships and Reciprocity in the implementation of Process Innovation', *Engineer Management Journal*, 12(3), September, pp.34-38.
- [18] Mabert, V.A., Muth, J.F. and Schmenner, R.W. (1992), 'Collapsing New Product Development Times: Six Case Studies', *Journal of Product Innovation Management*, 9(3), pp.200-212.
- [19] Mundy, M.(1992), 'Buyer-Supplier Partnerships and Cost Data Disclosure', *Management Accounting*, 70(6), pp.28-35.
- [20] Nishiguchi, T. (1994), *Strategic Industrial Sourcing: The Japanese Advantage*. New York: Oxford University Press.
- [21] Pandit, M.R. (1996), "The Creation of Theory: A Recent Application of the Grounded Theory Method", *The Qualitative Report*, 2(4):22.
- [22] Pisano, G.P. and Wheelwright, S.C. (1995), 'The New Logic of High-Tech R&D', *Harvard Business Review*, Sep-Oct, pp.93-98.
- [23] Provan, K.G. (1993), 'Embeddedness, Interdependence, and Opportunism in Organizational Supplier-buyer networks', *Journal of Management*, 19(4), pp.841-856.
- [24] Ragatz, G. L., Handfield, R.B. and Scannell, T.V. (1997), 'Success Factors for Integrating Suppliers into New Product Development', *Journal of Product Innovation*, 14, pp.190-202.
- [25] Sako, M. (1992), *Prices, Quality and Trust: Inter-firm Relations in Britain and Japan*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- [26] Slade, B.N.(1993), *Compressing the Product Development Cycle From Research to Marketplace*. Amacom, American Management Association, New York, N.Y.
- [27] Strauss, A., & Corbin, J. (1990), *Basic of Qualitative Research-Grounded Theory Procedures and Techniques*, 2nd, Newbury Park, CA: Sage Publication.
- [28] Stuart, I.F.(1993), 'Supplier Partnerships: Influencing Factors and Strategic Benefits', *International Journal of Purchasing and Material Management*, 29(4), pp.22-28.
- [29] Tushman, M.L. and Nadler, D.A. (1986), 'Organization for Innovation', *California Management Review*, 3, pp.74-92.
- [30] Von Hippel, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- [31] Watts, C.A., Kim, K.Y. and Hahn, C.K.(1992), 'Linking Purchasing to Corporate Competitive Strategy',

International Journal of Purchasing and Materials Management, Spring, pp.3-8.

- [32] Wynstra, F. and Pierick, E.T (2000), 'Managing Supplier Involvement in New Product Development: A Portfolio Approach', *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 6(1), pp.49-57.
- [33] 陳向明, 社會科學質的研究, 台北市: 五南書局, 2002。
- [1] 朱柔若譯, 社會研究方法, 台北市: 揚智文化, 2000。