

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

**APEC 科技政策整合型研究：國家科技創新系統--分項計畫三：產業創新與國家競爭力之研究**

**National Innovation System(NIS)：The Industrial Innovation and National Competitiveness**

計畫編號：**NSC 87-3011-P-327-001**

執行期限：**86 年 11 月 1 日至 87 年 7 月 31 日**

**傅兆章 (John, Fu)**

國立高雄第一科技大學機械與生產工程系

email:johnfu@ccms.nkfu.edu.tw

**摘要**

中華民國近一、二十年來，無論是在政治或經濟上，都締造了無數輝煌的成績，令國際社會所稱奇，然而，在這背後卻蘊藏許多寶貴經驗，足供今後相關產業發展之借鏡，因此，本計畫擬藉由各方學者專家在產業創新上的學術素養和經驗，共同來為我國產業發展之藍圖作建言。本計畫第一年將蒐集與產業創新相關之文獻，加以歸納、整理，並與其他子計畫溝通，確定各子計畫之具體研究架構。第二年各子計畫相繼探討各特定產業或產品之發展模式，本整合型計畫所扮演的角色為整合各產業或產品創新之間的共通性與差異性，並希望能找出過去一、二十年間，我國如何借助創新資源和創新體系之配合，創造出我國特有產品及技術創新模式。最後，進一步將觸角再延伸，探討我國產業創新體系和其他 OECD 國家之差異，提供同業及 APEC 會員國參考，做為區域內產業創新之主要參考依據。

**Abstract**

During these two decades, our country has developed an outstanding records both in politics and economy. In order to catch these valuable experiences, this project is trying to integrate some professionals' efforts to achieve such goals Basically, there are six sub-projects under the proposed project. The principle objective of this project is to incorporate these three sub-projects In the first year, each project dedicates to survey all the related literature and tries to develop an innovation models theoretically. There after, each group selects one to two familiar industries or products for the purpose of evaluation in our country for the second year. Finally, each group selects one to two foreign countries which are more advance for the selected industries or product for the purpose of comparison. Thus, the last year focuses on making the comparison of the different NISs(National Innovation Systems). It is believed that our government can make the better strategy for technological innovation based on this project's results.

## 一、研究動機

本計畫係 APEC 科技政策研究整合型計畫中，針對「產業創新對提昇國家競爭力影響之研究」主題項下，擬就我國過去中小企業所建立之幾項優勢產品/產業(potential product/industries)之發展歷程，包括「台灣產業創新(技術/產品)模式之研究」、「探索我國軟體產業的發展與國家創新體系的影響」、「台灣監視器工業與硬碟機工業的比較研究」等子項計畫，探討其過去走過的經驗，歸結成一些具體發展的方向，及其產業發展的背景條件；並針對這些發展，建立其相對應存在之條件，供相關行業發展之參考。

## 二、研究問題

本計畫研究問題首先從台灣監視器工業與硬碟機工業的比較研究方面，體認出「國家體系」對產業競爭力的影響，與「技術體系」對產業發展的重要性。需要技術體系衍生出自主流設計，包含眾多的技術軌跡，並在全球商品鍊的架構下形成。一旦建立起來，技術體系中的產業主導者將經由專業檢驗和資源配置，以控制產業的演化。正如國家體系對產業競爭狀態的影響，技術體系建構另一種形式的制度環境，來規範廠商的生存與產業永續發展所須依存的軌跡。

在我國軟體產業的發展與國家創新體系的影響方面的研究問題是我國資訊產業在國際上夙有盛名，究其成因是政府在產業萌芽的初期，扮演極為關鍵的角色。但是目前我國資訊產業的發展有失衡的危機，蓋過去在軟體方面的產值微不足道，而這方面先進國家無不戮力發展，不僅因為軟體附加價值高，同時也是產業關連性高的產業。近年來政府在科專計畫、軟體科學園區、創新軟體育成中心及軟體策略聯盟等方面迭有措施，這些政策及執行成果是否有助於軟體產業的發展將是本研究問題二。

台灣產業創新(技術/產品)模式之研究中一直保持持續成長優勢之工業產品/產業，如工具機、機車與自行車...等，這些產品之相關產業，目前在國內外仍有主導之角色，而且能不斷的在擴充與發展中，從小規模之內需產業，一直成長到目前為全世界排名第六大產值國之主因，是否能繼續成長，用何種模式成長是我們的問題三。

## 三、研究結果

成功的軟體企業是如何進行科技的創新？基本想法把所謂科技及其影響的探討，並不僅侷限在研發或產品開發上，科技的創新也可能發生在科技的購進、生產或服務的提供過程，及市場的開發。根據 Levenhagen, Porac, and Thomas (1997)對美國的軟體者所做的研究發現，成功的軟體企業的競爭優勢，關鍵似在如何構建新產品的品類和成功地推銷科技願景。

技術的突破與創新的來源分別有下述幾個管道：

1. 參與研究單位之前瞻技術共同開發。
2. 與學術單位進行生產技術與管理概念的突破。
3. 國外知名廠商之技術授權與特殊機種之共同開發。
4. 引進高學位技術人員重整自我研發能力。
5. 配合學術單位與研究單位嘗試開發 PC 級控制器及相關操作軟體。

我國工具機業應用自我資源，掌控創新的主要契機有：

1. 應用無法預期之現象。
2. 存在著不調和之現象。
3. 過程中存在需求是必要。
4. 產業及市場結構之變化。
5. 人口結構的變化。
6. 認知的變化。
7. 獲得新知識的殷切需求。

經過文獻分析及深入廠商訪視與專家座談以及問卷調查的歸納，以 Alan West

所著創新策略歸結之九種不同創新模式：

1. 結構改變創造的創新。
2. 性能再延伸的創新。
3. 技術重整創新。
4. 品牌創新
5. 作業程序創新
6. 設計創新。
7. 結構重組創新。
8. 服務創新。
9. 包裝創新。

機基本上歸結國內廠商對其產品為配合市場及滿足客戶之需求以及公司營運的推動，對公司產品創新模式可歸納成：

1. 性能再延伸與服務型態創新。
2. 包裝創新。
3. 顧客導向式創新。
4. 生產過程創新等四大類型。

#### 四、討論

我國在世界經濟演變中奇蹟式的發展，而工具機、硬碟機、監試器工業、與軟體工業是屬於技術集中、市場導向及講求售後服務之行業，它們具有技術累積，掌控核心技術及配合國內技術人力的投入，以及國家政策的支持等，均會有息息相關的牽連，因此，此行業必須再由政府、業界、學界及研究單位，再群策群力，唯有這些產業的蓬勃發展，方能帶動技術人力的投入，加速這些此產業無論在技術/產品的創新，使它能持續發展而成長。

而有關於國家創新體系、技術基磐、科技系統等三者，彼此有關但不盡相同。技術基磐學說認為，在經濟發展的過程中，經濟體系的結構性改變，例如基礎型技術基磐和科技型技術基磐，對經濟成長的影響極大。

根據 Link and Tasse(1987) 及 Tasse(1992)的學說，成功的產業創新模式包括三個部分：企業的科技策略、產業創新體系，及上述二者之間的有效配合。該模式說明發展產業科技的一種分工模式，

政府可以在產品及製程技術、製程及品質控制、降低市場開發風險等三方面來努力。透過政府的介入，希望能夠統合四種科技：應用科技、共通（基本）的技術、科學的基礎、及基磐科技。若產業政策不得宜時，此四種技術的發展均各自為政，彼此協調聯繫出現問題，結果也會妨礙各自的發展。

政府的產業政策就是想要統合影響及協調這四種技術。台灣的企業規模都很小，即使是大企業的研發也做得不夠，如果能夠整合得好，產業政策可以在關鍵的環節發揮作用。

#### 五、參考文獻

1. 王建彬，”1997 工具機年鑑“，ITIS 計畫，工業技術研究院機械工業研究所，1998.
2. 汪仲譯，微軟秘笈：微軟七大理想工作模式導讀，時報文化出版，八十六年一月。
3. 周旭華譯，勇於創新：組織的改造與重生，天下文化，八十七年三月。
4. 高仁建，企業之資源基礎、策略導向與競爭力關係之研究-國內資訊服務業之實證，實踐大學企業管理研究所未出版碩士論文，八十六年七月。
5. 黃東茂，“政府政策對台灣工具機發展過程的影響”，中華大學工業工程研究所碩士論文，1996.
6. 孫家麟，國家創系統的分析研究-台灣個人電腦產業之實證，交通大學科技管理研究所未出版碩士論文，民國八十六年六月。
7. 楊丁元、陳慧玲著，業競天擇：高科技產業生態，工商時報出版，八十五年十二月初版。
8. 楊子江、王美音譯，創新求勝：智價企業論，遠流出版，八十六年三月。
9. Anderson, E.S. and Lundvall, B.-A., “Small National Systems of Innovation Facing Technological Revolutions: An Analytical Framework,” in C. Freeman and B.-A. Lundvall (eds.), *Small Countries Facing the*

- Technological Revolution*, London: Printer Pub., 1988, pp.9-36.
10. Alan West, "Innovation strategy", Published by Prentice Hall International (UK) Ltd. 1992, ISBN 0-13-465360-2.
  11. Baba, Y., Takai, S., and Mizuta, Y., "The Japanese Software Industry: The 'Hub Structure' Approach," *Research Policy*, 24 (1995) 473-486.
  12. Bruder, W., "Innovation Behavior of Small and Medium-scale Firms: Reform Possibilities for R&D Policy-making on the Federal State Level in the Federal Republic of Germany," *Research Policy*, 12 (1983): 213-225.
  13. Carlson, B. and Jacobsson, S., "Technological Systems and Economic Policy: The Diffusion of Factory Automation in Sweden," *Research Policy*, 23 (1994): 235-248.
  14. Chiang, J.-T., "Technology and Alliance Strategies for Follower Countries," *Technological Forecasting and Social Change*, 35 (1989): 339-349.
  15. Chou, Ting-Jui, "Managing information for effective product innovation – A contingency approach", unpublished thesis, 1995.
  16. Dixon, P. J. and D. A. John, "Technology Issues Facing Corporate Management in the 1990s," *MIS Quarterly*, Sep. 1989, pp.247-255
  17. Dunphy, S., Herbig, P.A., and Palumbo, F.A., "Structure and Innovation," in D.E. Hussey (ed.) *The Innovation Challenge*, John Wiley & Sons, Inc., 1997, pp.195-218.
  18. Francis, A., "The Process of National Industrial Regeneration and Competitiveness," *Strategic Management Journal*, 13 (1992): 61-78.
  19. Freeman, C. (1988) 'Japan: a New National System of Innovation?', In G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, and L. Soete (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers.
  20. Gaudin, T., "Definition of Innovation Policies," in G. Sweeney (ed.), *Innovation Policies: An International Perspective*, Frances Pinter Pub., 1985, pp.11-47.
  21. Gomez-Mejia, L.R. and Lawless, M.W., *Organizational Issues in High Technology Management*, JAI Press Inc., 1990.
  22. Gomulka, S., *The Theory of Technological Change and Economic Growth*, Routledge, 1990.
  23. Handberg, R. and Liu, X., "Science and Technology Policy in China: National Strategies for Innovation and Change," *Technology in Society*, 14 (1992): 271-282.
  24. Harris, R.g., "Telecommunications Policy in Japan: Lessons for the U.S.," *California Management Review*, Spring 1989.
  25. Hill, C.W. (1995) "National Institutional Structures, Transaction Cost Economizing and Competitive Advantage: The Case of Japan", *Organization Science*, 6(1): 119-131.
  26. Justman, M. and Teubal, M., "Technological Infrastructure Policy (TIP): Creating Capabilities and Building Markets," *Research Policy*, 24 (1995): 259-281.
  27. Jane Henry, David Walker, "Managing innovation", SAGE Publications, 1991.
  28. Kim, L. and Dahlman, C.J., "Technology Policy for Industrialization: An Integrative Framework and Korea's Experience," *Research Policy*, 21 (1992): 437-452.
  29. Kodama, F., *Emerging Patterns of Innovation: Sources of Japan's Technological Edge*, Harvard Business School Press, 2<sup>nd</sup> ed., 1995.
  30. Kogut, B. (1991) 'Country Capabilities and the Permeability of Borders', *Strategic Management Journal*, 12: 33-47.
  31. Kuniyoshi Urabe, John Child, Tadao Kagono, "Innovation and management International comparisons", Walter de Gruyter, 1998.
  32. Lodge, G.L. and Vogel, E.F. (eds) (1987) *Ideology and National Competitiveness*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
  33. Lundvall, B-A (1992) *National Systems of Innovation: An Analytical Framework*,

- London: Pinter.
34. Link, A.N. and Tasse, G., *Strategies for Technology-based Competition: Meeting the New Global Challenge*, Lexington, Massachusetts: D.C. Heath and Company, 1987.
  35. Levenhagen, M., Porac, J.F., and Thomas, H., "Managing Strategic Evolution in Fast-Paced Technological Environments: The Case of Software Development in 'Silicon Prairie'," in D.E. Hussey (ed.) *The Innovation Challenge*, John Wiley & Sons, Inc., 1997, pp.129-148.
  36. Marchand, D.A. and Horton, F.W., Jr., *INFOTRENDS: Profiting from Your Information Resources*, John Wiley & Sons, Inc., 1986.
  37. Meyer-Krahmer, F., "Recent Results in Measuring Innovation Output," *Research Policy*, 13 (1984): 175-182.
  38. Monk, P., *Technological Change in the Information Economy*, Pinter Pub., 1989.
  39. Nelson, R. (ed) (1993) *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford: Oxford University Press.
  40. Nelson, R.R., *Understanding Technical Change As an Evolutionary Process*, North-Holland, 1987.
  41. Niosi, J. et al., "National Systems of Innovation: In Search of a Workable Concept," *Technology in Society*, 15 (1993): 207-227.
  42. Porter, M.E. (1990) *Competitive Advantage of Nations*. London: Macmillan.
  43. Rosenberg, N., *Inside the Blackbox: Technology and Economics*, Cambridge University Press, 1982
  44. Rotemberg, Julio J., and Garth Saloner, "Interfirm Competition and Collaboration," in Michael S. Scott Morton(Eds.), *The Corporation of the 1990s*, New York, Oxford, Oxford University Press, 1991
  45. Rothwell, R., "Evaluation of Innovation Policy," in G. Sweeney (ed.), *Innovation Policies: An International Perspective*, Frances Pinter Pub., 1985, pp.167-188.
  46. Rothwell, R. and Zegveld, W., *Industrial Innovation and Public Policy: Preparing for the 1980s and 1990s*, Greenwood Press, 1981.
  47. Sahal, D., *Patterns of Technological Innovation*, Addison-Wesley Pub. Co., 1981.
  48. Shyu, J.Z., Tsao, C.T., and Meng, H.C., "An Empirical Modeling of the National Innovation System of Taiwan," Working Paper, 1997.
  49. Silverberg, G., "Adoption and Diffusion of Technology as a Collective Evolutionary Process," *Technology Forecasting and Social Change*, Vol. 39, 1991, pp.67-80
  50. Suh, J., "National Innovation Systems in Catching-up Economies: A Proposal for the OECD NIS Project," OECD Workshop on National Innovation Systems, June 25, 1997, Paris,
  51. Swanson, Burton E., "Information Systems Innovation Among Organizations," *Management Science*, Vol. 40, No. 9, Sep. 1994
  52. Tasse, G., *Technology Infrastructure and Competitive Position*, Kluwer Academic Publishers, 1992.
  53. Teece, D. J., *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, Ballinger, Cambridge, MA, 1987
  54. Tidd, J., Bessant, J., and Pavitt, K., *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*, John Wiley & Sons, Inc., 1997.
  55. Tushman, Michael L., and P. Anderson, "Technology Discontinuities and Organizational Environments," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 31, 1986
  56. Tushman, M.L. and O'Reilly, C.A., III, *Winning through Innovation: A Practical Guide to Leading Organizational Change and Renewal*, Harvard Business School Press, 1997.
  57. Utterback, James M., *Mastering the Dynamics of Innovation: How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1994

## 六、研究成果自評

本研究從開始理念之建立至完成，只有很短的九個月時間，本計畫仍依照原先計畫之內容，逐一完成，這要歸功於行政院國家科學委員會對本計畫的支持，計畫成員的努力，及計畫主持人與共同主持人集過去在業界多年的實務經驗，以廠商各經營層級及資深工程師的熟悉，方能獲得業界的支持並提供寶貴意見，再配合一些學者在創新模式於理論上所彙整的資訊，互相比對印證台灣產業由無至今成為世界第六大出口國的產品創新過程與對應之模式。

整體而言，在後續計劃中我們關心產業的國家創新體系與企業的科技創新活動（模式）間的整合及績效間的關係。此一研究議題，目前研究文獻仍很分散，缺乏一清晰的輪廓，有待我們在後續研究計畫中繼續探索相關的國內外文獻，讓目前的研究架構能更具體及聚焦。

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

產業創新與國家競爭力之研究--  
台灣產業創新(技術/產品-工具機)模式之研究  
**Study on modeling of industry innovation of product or technology in  
Taiwan-Machine tool**

計畫編號: **NSC 87-3011-P-327-001**

執行期限: **86年11月1日至87年7月31日**

傅兆章(**John, Fu**), 張清靠(**Cyrus C.K. Chang**)

國立高雄第一科技大學機械與生產工程系

email: [johnfu@ccms.nkfu.edu.tw](mailto:johnfu@ccms.nkfu.edu.tw)

[cyrus@ccms.nkfu.edu.tw](mailto:cyrus@ccms.nkfu.edu.tw)

### 摘要

工具機業為台灣優勢產業中代表行業之一，它在台灣的發展過程，係由早期的模仿、技術授權、OEM、ODM 以至創新品牌;從供給內需開始發展至今其產值目前已達世界第六大國。本研究係歸納許多專家學者在產品/技術創新所歸類的理論創新模式與發展軌跡，並藉由問卷調查及具代表性之工具機廠的經營層與資深工程師的訪視與座談了解我國工具機業的特質以及其產品創新發展的模式，並做為我國工具機業要再創新時，所必須掌控之關鍵因素與方向。

### Abstract

Machine tool industry represents one of the most competitive industries of Taiwan. It has evolved from imitation, authorized production, OEM, ODM in early days to today's inventing and marketing its own brand names. The value of its production is currently ranked the sixth largest of the world, compared to the ability to only satisfy domestic demands during the infancy of the industry. This study summarizes various theoretical and modeling investigations of product/technology innovation and the evolution of development. Results were obtained from questionnaire surveys, visits at representative machine tool manufacturing plants, and discussions with the management and senior engineers at these plants. The study is aimed at understanding the characteristics of Taiwan's machine tool industry and the pattern of its production and technology development trajectory. It should help outline the key issues and direction for future development and innovation.

#### 一、計畫緣由

本計畫係 APEC 科技政策研究整合型計畫中，針對“產業創新對提昇國家競爭力影響之研究”主題項下，擬就我國過去中小企業所建立之幾項優勢產品/產業(potential

product/industries)之發展歷程，探討其過去走過的經驗，歸結成一些具體發展的模式，及其產業發展的背景條件；並針對這些發展模式，建立其相對應存在之條件，切割成各個分散且獨立之模組，供相關行

業發展之參照。

我國工業水準在世界上被認定為開發中國家，因此，針對過去大多數的工業產品，在我國各企業廠商間多數以模仿、授權製造、OEM、ODM...等方式發展，首先建立我國該產品/產業可以予立足生存的地位，再尋求自己獨特的產品，採低價位高生產效率的方式，迎合顧客的需求，加上國人的勤奮以及週邊衛星工廠高度的機動彈性與完整性，進行某些產品功能的變革，造就我國工業界聚集許多勞力密集之工業，並取得國際間生存的空間，也爭取到不少之外匯。

這幾年來由於國際市場競爭愈加激烈，再加上我國生活水準不斷提昇，公司員工薪資逐漸提高，使得勞力密集工業不再適合我國的環境，自動化的引進以降低成本提高產出效能，以及創造自主品牌的趨勢，可能是公司未來是否能繼續立足於國際競爭市場，並保持公司業績持續成長的不二法門。

回想我國這幾年，除了最近備受矚目的IC工業有其獨特的發展背景條件外，我國尚有許多一直依靠國人努力經營，且一直保持持續成長不墜的幾項具優勢之工業產品/產業，如工具機(Machine tool)、機車(Motorcycle)與自行車(bicycle)...等等，這些產品之相關產業，目前在國內外仍有主導之角色，而且能不斷的在擴充與發展中。因此，了解其能有今天的狀況，以及發掘歸納其未來發展之潛能模式，以供其自主再更上層樓，或供其他行業發展之參考及省思，並配合創新資源、創新體系與策略聯盟...等之機制，將對產業及國家競爭力之提昇，形成一完整而實務的牽引鏈，故針對提昇我國未來競爭力的契機中，產品/技術的創新模式的研究，確是值得研究且急需去執行並建立之課題。

本計畫研究之標的產業均為過去中小企業所建立之幾項優勢產品/產業，本年度選定工具機為研究對象，探討其在台灣過去發展之歷程與模式，將如何從小規模之

內需產業，一直成長到目前為全世界排名第六大產值國的個中原因，並配合產品/技術在創新過程中，如何影響其向前推進及相關的配合機制，做一演變過程的探究。

## 二、計畫目的

依據國際上許多著名學者或相關研究機構指出[1] [2] [3] [4]，一個國家的競爭力，與其創新能力有顯著之關聯，而創新能力的培植有賴創新資源的提供、創新體系與策略聯盟的建立、來構成產品或技術創新以促進產業發展。然在這些構築產業發展而形成國家競爭力的過程中，與國家建立之國際觀之技術交流與養成機制、學術層級之交流與養成機制、公司層級所需的學習技術交流與養成之程序，以及技術移轉之條件...等等因素，均有相當的決定其發展速度與否成功之關鍵。

本年度以探討我國工具機產品/產業發展演變的歷程中，相對的背景、特性以及推動該產業向前邁進的主要趨動力，並配合專家學者在創新所歸納的需求環境、契機、過程、管理、策略...等等影響因素的條件下，兩者之間的關聯性，並歸結我國工具機產業/產品一路由無至今已成為國際上第六產值國的發展模式，同時蒐集相關文獻報導的資訊與數據[5] [6]，透過該領域代表性的經營者與資深工程師的訪談，以及問卷調查的反應與歸整...等等，來印證我國工具機業創新過程的模式，期待未來當我們自己發展某項產業或產品時，可依我們的條件，建立自己最佳之創新發展模式，使其本土化，將可達到事半功倍之效果，同時依據今年度本計畫完成之創新模式與相對應背景，將於往後與相關國家此方面發展過程做進一步比照，以做為該行業未來走向的參考。

## 三、研究結果

依據與代表性之工具機廠之資深工程師訪視與座談，歸結我國工具機產業之特



性，與 1997 年工具機年鑑(ITIS 報導)[5]所顯示的結論，大致相同，亦即我國工具機產業有下列之特性：

1. 廠商具地理集中性
2. 中小企業為主
3. 高出口導向(70%以上)
4. 中衛體系健全(達到小工廠發揮大工廠的產能)

5. 產業關聯性大
6. 售後服務為導向，技術整合為推力，國外合作廠商銷售互為策略聯盟

而我國工具機產業/產品在政府策略推動與輔導發展下，大致上可歸結成產品復舊期、加工基礎奠定期、數值控制導入與成長期、複合化、高精度以及高速化發展期... 等等階段，而技術的突破與創新的來源分別有下述幾個管道：

1. 參與研究單位之前瞻技術共同開發
2. 與學術單位進行生產技術與管理概念的突破
3. 國外知名廠商之技術授權與特殊機種之共同開發
4. 引進高學位技術人員重整自我研發能力
5. 配合學術單位與研究單位嘗試開發 PC 級控制器及相關操作軟體

因此，配合創新環境的拉力(市場環境)與推力效應(技術環境)，我國工具機業已由過去被動的改革觀念，逐漸了解在市場競爭愈來愈激烈的環境衝擊下，創新將是未來能否立足於市場且不斷持續成長的唯一途徑。故我國工具機業已能應用自我的資源，掌控創新的主要契機，如 1. 應用無法預期之現象 2. 存在著不調和之現象 (Incongruities) 3. 過程中存在需求是必要的 4. 產業及市場結構之變化 5. 人口結構的變化 (Demographic changes) 6. 認知的變化 (Change in perception) 7. 獲得新知識 (New knowledge) 的殷切需求... 等等因素，默默的透過創新的過程，由新知吸收，配合靈感創新，開發離型機予以測試，並再琢磨而於市場中

推廣，達到此行業的績效，在市場中不斷的成長與維繫。

經過文獻分析及深入廠商訪視與專家座談以及問卷調查的歸納，以 Alan West 所著創新策略歸結之九種不同創新模式(1. 結構改變創造的創新 (Sector creating innovation) 2. 性能再延伸的創新 (Performance extending innovation) 3. 技術重整創新 (Technology reorganization innovation) 4. 品牌創新 (Branding innovation) 5. 作業程序創新 (Process innovation) 6. 設計創新 (Design innovation) 7. 結構重組創新 (Reformulation innovation) 8. 服務創新 (Service innovation) 9. 包裝創新 (Packaging innovation)) 為基礎，再配合國內廠商之業務運作，基本上歸結國內工具機廠商對其產品為配合市場及滿足客戶之需求以及公司營運的推動，對公司產品創新模式，可歸納成 1. 性能再延伸與服務型態創新 (Performance extending and service innovation) 2. 包裝創新 (Packaging innovation) 3. 顧客導向式創新 (Customer orientation innovation) 及 4. 生產過程創新 (Production Process innovation) 等四大類型。

由於工具機產業的特性，我國工具機業者認為工具機產業是一種受市場動向與技術導引非常敏感之行業，且講求售後服務與使用者對機器熟練程度頗深之產品，因此，業者認為工具機業不應為可大量生產之產品，而是一種針對顧客應用所需考慮的技術工作開發，同時為了減少產品售後服務時間及提昇顧客滿意程度，除應加強工具機本身有關可靠度品質的提昇外，如何教育使用者的水準，亦是相當重要的課題。故為了我國工具機業未來能否再維持目前之成長趨勢，必須強化我國在此行業的核心技術 (Core technology) 能否自我創新，落實高技術人才注入此行業進行技術突破，以求相關產業為提高生產效率、精度所必須要求的技術創新，甚至加工觀念

的突破，均是我國工具機業要不斷突破及注入心力的重點，尤其工具機要求達到高精度、高效率的核心零組件如多軸多功能用之數值控制器(Numerical controller for multiple axes and functions used)、液氣靜壓軸承 (Hydraulic and Pneumatic static bearing)... 等等，目前仍掌控在日本或歐美國家手上。所以如何應用產品功能特性以及重點零組件的技術突破，再加上我國工具機業特有的特性及環境，配合顧客使用條件的導向，結合產、官、學、研等資源，尋求產品的再突破，甚至應用新科技的發展，融入我國工具機業，使其不再僅局限於抄襲、片斷改變的產品，以顯著大躍進的突破，方能改變我國工具機業，僅是販售工具機組裝而無突破性技術的低價值產品。

#### 四、討論

我國在世界經濟演變歷程中，是屬很特殊的發展奇蹟，而工具機又是台灣經濟發展所仰賴之工業之母，因此，工具機的發展過程，也代表著我國經濟過去發展歷程的寫照。我國工具機業的發展雖然一路跌跌撞撞，但靠著國人堅強的毅力，以及國人獨特的處事方式，創造了工具機業很完整的中衛體系以及其彈性的因應能力。由於我國工具機業的發展，係配合台灣及東南亞地區的工業發展演變而成長，其演變的歷程仍追隨著先進國家的腳步前進，因此，可理解我國工具機業的發展歷程，不外乎以模仿、授權製造、OEM、ODM至目前的自創品牌，與國內外相關產、學、研互成策略聯盟與共同研發創新的方式，尋求產品的再突破，以保有該產業能不斷持續成長。

台灣工具機業除工具機母廠獨特的彈性因應能力外，中衛體系的完整及能配合工具機母廠變動的機動性也是我國工具機業能立足於世界工具機業成為佼佼者的一大特點及關鍵，唯台灣工具機業之衛星工廠均屬零組件交叉供應者，是否會阻礙中

心廠創新之動機，值得注意；另外，我國目前工具機廠之規模仍侷限於中小企業，針對工具機中主要高附加價值的零組件，是否能重點突破，仍待國內業者及政府政策的支持，方能使我國工具機更上層樓，以突破目前僅著重在裝配與行銷體系的部份，而無法進入該產品重要且附加價值高的零組件，甚或改變加工方法概念進行跳躍式突破，以改變我國工具機過去在國際間停留在中低品級及低價位的形象，朝向多功能，高可靠度物美價宜的產品。

由於工具機產業屬於技術集中 (Technology Pool)，市場導向 (market orientation) 及講求售後服務之行業，它具有技術累積 (technology accumulation)，掌控核心技術 (Core technology) 及配合國內技術人力的投入，以及國家政策的支持等，均會有習習相關的牽連，因此，此行業必須再由政府、業界、學界及研究單位，再群策群力，不能因此行業的產值不如新興行業如 IC 工業，而對此行業的支持與投入因而停留或遲緩，畢竟工具機業為一切生產工業之母，唯有此業的蓬勃發展，方能帶動技術人力的投入，加速此業無論在技術/產品的創新，使它能持續發展而成長。

#### 五、參考文獻

1. Alan West, "Innovation strategy", Published by Prentice Hall International (UK) Ltd. 1992, ISBN 0-13-465360-2.
2. Chou, Ting-Jui, "Managing information for effective product innovation - A contingency approach", unpublished thesis, 1995.
3. Jane Henry, David Walker, "Managing innovation", SAGE Publications, 1991.
4. Kuniyoshi Urabe, John Child, Tadao Kagono, "Innovation and management - International comparisons", Walter de Gruyter, 1998.
5. 王建彬, "1997 工具機年鑑", ITIS 計畫, 工業技術研究院機械工業研究所,

1998.

- 6 黃東茂，“政府政策對台灣工具機發展過程的影響”，中華大學工業工程研究所碩士論文，1996.

## 六、致謝

今年度在很短的時間(9個月)，本計畫仍依照原先計畫之內容，逐一完成，這要歸功於行政院國家科學委員會對本計畫的支持，計畫成員的努力，及計畫主持人與共同主持人集過去在業界多年的實務經驗，以及對台灣工具機廠商中各經營層級及資深工程師的熟悉，方能獲得業界的支支持並提供寶貴意見，再配合一些學者在創新模式於理論上所彙整的資訊，互相比對印證台灣工具機業，由無至今成為世界第六大出口國的產品創新過程與對應之模式。

# 行政院國科學委員會專題研究計畫成果報告

## 產業創新與國家競爭力之研究： 探索我國軟體產業的發展與國家創新體系之影響 Exploring the Development of Software Industry in Taiwan and the Role of the National Innovation System

計畫編號: NSC 87-3011-P-327-001

執行期限: 86年11月1日至87年7月31日

計畫主持人: 李昌雄

國立中央大學資訊管理系

email: thlee@im.mgt.ncu.edu.tw

共同主持人: 李坤清

email: kcleee@cc.shu.edu.tw

世界新聞傳播學院資訊管理系

共同主持人: 劉平文

逢甲大學企業管理學系

一、**研究動機** 政府過去雖然在軟體方面投注了鉅額的研發經費，但至今我國軟體產值仍然微不足道，無法與資訊硬體產業一日千里的進展相比擬，其間造成差異的原因到底在哪？Link and Tasse (1987)和 Francis (1992)都指出，欲理解國家和產業競爭力的喪失或建立的現象，關鍵仍在個別公司面對競爭時的表現，而國家或產業政策因素亦可能在不同產業的發展階段，發揮促進或抑制公司表現的關鍵影響。

二、**研究問題** 技術進步 (technical progress) 是國家或經濟長期發展的主要貢獻因素，這早已是不爭的事實；而在未來，植基在科技能力強弱上的國際競爭，會愈形重要 (Tasse, 1992)。傳統的理论僅從有效累積生產函數的輸入 (例如勞力、資本、設備、土地等) 來解釋經濟的發展，這樣的觀點並未考慮技術進步的貢獻；而新古典 (neo-classical) 經濟理

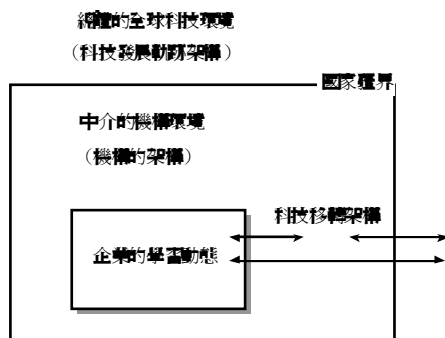
論則強調生產函數中的知識及人力資源，它們才是經濟持續成長的主要解釋因素。雖然新古典經濟理論幫助我們瞭解技術進步對國家經濟發展的影響，然而仍不足以解釋為什麼有些國家、產業或公司在國際競爭上經濟表現特別卓越？

文獻中對上一問題的不同解釋很多，主要可以分為經濟學派和管理學派的看法，前者較著重研究國家層次的經濟產出和影響因素，後者著重理解產業和企業的技術進步的過程和影響 (Francis, 1992)。Francis 認為結合這兩派學說可以提供這些問題更周延的解釋，他建議這兩個少有交流的理论體系可以透過新興的機構學派 (Institutional School) 的學說來做結合，這與不少學者所提出的國家創新體系 (National Innovation Systems) (見 Suh, 1997 的文獻探討) 或技術基磐 (Technological Infrastructure) (Tasse, 1992) 的關鍵影響的見解可謂

不謀而合。

國家創新體系具備某些國家特質 (national characteristics)；而在因應技術變遷時，例如從工業時代重視規模經濟的生產型態，過渡到強調範疇經濟及重視反應速度、品質和服務的後工業時代的需要，這些國家創新體系裡的社會機構的轉型 (transformation) 是否順利等因素，往往是決定國家或產業的長期競爭地位的重要解釋 (Francis, 1992)。Link and Tasse (1987) 的研究指出，這些機構間功能要如何協調和整合 (coordination and integration)，以及如何配合不同產業發展階段的需要來調整這些機構的功能，將攸關企業、產業、乃至國家經濟發展的績效。

Kim (出處見 Suh, 1997) 提出一多層次架構來進行有系統地分析追趕經濟體在引進及發展科技的過程 (見圖一)。這個架構的核心是企業的創新活動, Suh (1997, p.5) 也指出 OECD NIS 計畫應以企業創新活動為研究探索的主軸，再來進行國家創新體系對企業創新活動的影響的國際比較。



圖一：追趕經濟體在科技的引進及發展過程的分析架構

後進國家在科技發展的軌跡基本上是靠模仿，而先進國家則是不斷創

新，前者的目的在縮短與先進國家存在的科技差距，後者的目的則在拉大與後進國家的差距。由於激化了的全球競爭，後進國家在拉近與先進國家的科技差距後，發現愈來愈難再循過去的科技發展軌跡以持續發展，必須由模仿過渡到創新的發展模式，這種需要也再次說明了為什麼國家創新體系的重要。最後，考量科技發展的動態本質，也就是說，當科技對產業及經濟發展的影響日益明顯時，技術的變遷或科技世代交替將帶來潛在的威脅，但也同時帶來發展的契機。

我國資訊產業在國際上夙有盛名，究其成功發展的原因，政府的產業政策在產業萌芽的初期，扮演極為關鍵的角色。但是目前我國資訊產業的發展有失衡的危機，蓋過去在軟體方面的產值微不足道，而這方面先進國家無不戮力發展，不僅因為軟體附加價值高，同時也是產業關連性高的產業。近年來政府在科專計畫、軟體科學園區、創新軟體育成中心及軟體策略聯盟等方面迭有措施，這些政策及執行成果是否有助於軟替產業的發展將是本研究所關心的主題背景。

三、研究方法 在本年度計劃裡，我們的主要努力在建立堅強的研究團隊，包括三位對資訊軟體產業學有專精的計劃主持人，和一位博士班研究生，及數位碩士班研究生。第一年計劃也在訓練、蒐集及熟悉相關文獻。鑑於本計劃的創新性及複雜性，我們認為此一準備工作具有挑戰性，同時攸關整個計劃的成敗。本計劃所採行的研究方法基本上是文獻的綜合整理，同時亦會訪問部分產業專家，期能同時結合理論與實務的觀點。

#### 四、文獻探討

##### 企業與產業的國際競爭力

經濟學家 Michael Porter 在「國家優勢」一書中，曾將國家經濟分成四個發展階段：一、生產要素導向階段 (Factor-driven)、二、投資導向階段 (Investment-driven)、三、創新導向階段 (Innovation-driven)、以及四、財富導向階段 (Wealth-driven)。Porter 更以一個鑽石模型 (Diamond model) 來說明國家競爭優勢的來源；他認為塑造一個國家競爭優勢的來源可區分為四類基本因素：1. 生產因素 (例如自然資源稟賦、勞動、資本等)、2. 需求因素、3. 企業的策略、結構與同業競爭、4. 相關的支援體系；以及兩個外生因素：政府與機會。這些因素形成了所謂的鑽石模型。在模型裡，因素之間是相互影響彼此牽動的，並可形成一相互增強的系統，驅動國家競爭力的強弱。

Porter 的四個國家經濟發展階段，實際上亦可應用到產業的發展階段。根據台經院的分析 (見 1996 年產業技術白皮書)，台灣目前所處的產業發展階段，大致是介於投資導向與創新導向階段之間。戰後，台灣的經濟發展成功地從仰賴廉價勞力等基本生產因素的生產要素導向階段，進入到以投資導向為競爭驅動的經濟發展階段。如今台灣又面臨另外一個新的挑戰，也就是能否從所謂的投資導向，迅速邁入到以創新導向為主軸的經濟發展階段，創造台灣經濟的另一個高峰。而要達到這一個目的，就必須有賴提升我國的產業競爭力。

文獻上有關產業政策的討論非常多，有人認為產業政策並不需要，政

府的角色只需要在發生所謂的市場失靈時，才需進行干預措施。甚至有人認為，為了避免產生政府政策失靈的後果，即使發生市場失靈的情形，政府也不應對經濟事務進行任何干預。但也有人士主張，適當的產業政策能夠扮演加速提昇國際競爭力的積極角色，日本產業政策的形成與結果則是最常被用來支持此一論點的例子。

在 Porter 理論中的不同發展階段裡，驅動國家 (產業) 競爭優勢來源因素或有所不同；在投資導向階段，此一階段的產業競爭優勢主要建立在廠商與國家積極的投資意願與能力上。產業的競爭優勢已不在單靠基本的生產要素來支撐，而是透過取得國外技術來提昇本國的產業技術水平與產業的競爭力。在這個階段，國內市場已逐步擴大且競爭激烈。政府的政策則注重在諸如資源有效配置、風險分擔、刺激對外國技術的需求，及鼓勵出口等的推動上。

創新導向階段：在這個階段的國家，其具有競爭優勢的產業乃建立在較高階、較複雜的生產要素 (例如創新能力、技術能力等)、有力的需求條件 (例如國民所得增加，驅使消費者對高品質、差異化產品需求的增強)、堅強的相關支援產業，以及靈活與厚實的企業策略與企業結構等。此時市場競爭非常激烈，政府的政策則是以間接輔導來替代直接干預，維護國內的競爭環境，並且刺激產業的創新能力。

##### 產業科技的變遷

現代的許多新興科技的發展動態，均呈現一種革新與革命交替的不斷演進特質 (Punctuated Equilibrium

Model，見 Anderson and Tushman, 1990)；在科技世代交替的巨變中，企業長期構築的能力所可能面臨的狀況有兩類：第一種狀況是原有能力與科技變遷的方向相容而變的更強 (Competence Enhancing)；另一種狀況，也是大多數的情況，科技的世代交替摧毀了原有能力 (Competence Destroying)。例如：以全世界來講，宏碁的規模算得上是小公司，但它能求新求變，經營管理亦非常具有彈性，在科技世代交替的時候，很快地發覺到需求的改變而及時跟上潮流，成為明日之星。反觀一些大公司如王安，像隻大恐龍般地反應遲緩，未能及時調整其產品策略，便因產品策略不當而被市場淘汰。因此，科技的世代交替提供了產業解構與重組的機會。

Silverberg(1991)審視產業科技的動態發展，他稱之為技術系統的集體再發明或演進 (Collective Re-invention/Evolution)，在替代性科技孕育或彼此競爭的期間，技術元件 (Component) 與技術的整合架構 (Architecture) 均快速地改善，同時互相刺激彼此的進步，技術系統則透過這些創新的逐步累積與整合而形成。在主流設計形成後，技術系統的實驗、演進及變遷之步調才逐漸緩和 (Utterback, 1994; Tushman and Anderson, 1988; Rosenberg, 1982)。

Link and Tasse(1987)曾就產業科技變遷的屬性，將其劃分為 Fluid, Transitional, 和 Specific 三個發展階段。成功的企業會在不同的科技發展階段採行適當的策略，國家創新體系的功能亦應據此而提供必要的支援。

國家創新體系與成功的產業創新模式

關於國家創新體系 (National Innovation Systems)、技術基磐 (Technological Infrastructure)、科技系統 (Technological System) 等三者，是彼此有關但不盡相同的構念 (孫家麟，八十六年)。技術基磐學說認為，在經濟發展的過程中，經濟體系的結構性改變，例如基礎型技術基磐和科技型技術基磐，對經濟成長的影響極大。

根據 Link and Tasse(1987)及 Tasse(1992)的學說，成功的產業創新模式包括三個部分：企業的科技策略、產業創新體系，及上述二者之間的有效配合。該模式說明發展產業科技的一種分工模式，政府可以在產品及製程技術、製程及品質控制、降低市場開發風險等三方面來努力。透過政府的介入，希望能夠統合四種科技：應用科技、共通 (基本) 的技術、科學的基礎、及基磐科技 (Infratechnologies，例如技術的標準)。若產業政策不得宜時，此四種技術的發展均各自為政，彼此協調聯繫出現問題，結果也會妨礙各自的發展。

政府的產業政策就是想要統合影響及協調這四種技術。台灣的企業規模都很小，即使是大企業的研發也做得不夠，如果能夠整合得好，產業政策可以在關鍵的環節發揮作用。

企業創新與策略傾向

現代的科技早已滲透到企業活動的各個層面，科技取得的來源除了企業內部的研發，也包括自外引進。另外，企業所能採行的科技 (競爭) 策

略，至少可以劃分為創新 (Innovative) 策略及模仿 (Imitative) 策略 (Link and Tassej, 1987)。

Kodama(1995)則認為，科技競爭以進入一種全新的型態，他將之訂為典範移轉 (Techno-Paradigm Shift)，成功是屬於那些能根據新典範的法則來運作的產業或企業。

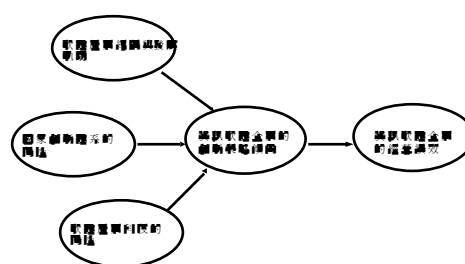
由於新的技術不斷在產生及演變，因此當組織過去採用的資訊技術在組織內擴散時，仍會持續演進 (甚或完全轉變) 以整合最新且相關的技術。最顯著的例子就是電腦整合製造(CIM)的形成 (Swanson, 1994)。組織中舊有的資訊科技構成一個特殊化且互相相關連的資產，並且與某些未來的資訊科技創新是互補的 (Teece, 1987)。因此組織的創新策略必需考慮如何整合舊有科技和不斷演進中的資訊科技 (Dixon and John, 1989)，此時與產業既成標準(De Facto Standard)保持關連性之需求，往往成為重要的影響因素。對先採用者而言，其最大風險乃在於選擇了與 (稍後才形成的) 既成標準不相關連的技術，導致組織需背負沈重的舊有包袱 (Swanson, 1994; Rotemberg and Saloner, 1991)。

**五、研究結論** 由於國內有關軟體產業與軟體企業的相關研究並不多見 (高仁健，八十六年)，本年度研究目的旨在修正和提出下一年度研究的研究問題，以及發展可供後續研究檢驗的研究架構。圖二列示了本年度計畫的初步研究成果，它說明了下一年度計畫欲探索的主要構念(Constructs)與其間的關係。

本研究的基本想法是，以 Porter(1990)的「國家優勢」一書中，對產業的國際競爭力的解釋架構做研

究的背景。首先我們想要在後續計劃中探索及理解，哪些軟體企業的經營績效較能反應出其未來成長的潛力及國際競爭的實力？這樣的思索方向符合目前政府輔導軟體工業政策的外銷傾向，同時亦符合 Porter 以產業的國際競爭力為主要的研究構念的基本設計。

圖二：第一年研究成果暨第二年研究架構



成功的軟體企業是如何進行科技的創新？基本想法是，把所謂科技及其影響的探討，並不僅侷限在研發或產品開發上，科技的創新也可能發生在科技的購進、生產或服務的提供過程，及市場的開發 (Link and Tassej, 1987)。根據 Levenhagen, Porac, and Thomas (1997)對美國的軟業者所做的研究發現，成功的軟體企業的競爭優勢，關鍵似在如何構建新產品的品類 (categories) 和成功地推銷科技願景 (visions)。

我們也想在後續計劃中探討軟體技術快速變遷的產業現象，對軟體企業創新過程及績效的影響。Kodama(1995)的 Techno-Paradigm Shift 模式可作為理解及探索此一動態現象的基礎。

在後續計劃中我們也關心國內軟體企業的規模經濟及範疇經濟，對科技創新的影響。例如，軟體產業的內



需市場愈大，軟體企業的某種創新傾向愈顯著。此外，從軟體企業經營者的角度觀之，國家創新體系所具備的哪些特性，較有可能影響其在創新活動的策略傾向？；政府提供的經濟誘因愈高，軟體企業的某種創新傾向愈顯著。(Dunphy, Herbig, and Palumbo, 1997)

整體而言，在後續計劃中我們關心軟體產業的國家創新體系與軟體企業的科技創新活動(模式)間的整合及績效間的關係。此一研究議題，目前研究文獻仍很分散，缺乏一清晰的輪廓，有待我們在後續研究計畫中繼續探索相關的國內外文獻，讓目前的研究架構能更具體及聚焦。

## 六、文獻探討

汪仲譯，微軟秘笈：微軟七大理想工作模式導讀，時報文化出版，八十六年一月。(原著：M.A. Cusumano and R.W. Selby, *The Microsoft Secrets: How the Most Powerful Software Company Creates Technology, Shape Markets, and Manages People*, 1995)。

周旭華譯，勇於創新：組織的改造與重生，天下文化，八十七年三月。(原著：Tushman, M.L. and O'Reilly, C.A., III, *Winning Through Innovation-A Practical Guide to Leading Organizational Change and Renewal*, 1996)

高仁建，企業之資源基礎、策略導向與競爭力關係之研究-國內資訊服務業之實證，實踐大學企業管理研究所未出版碩士論文，八十六年七月。

孫家麟，國家創系統的分析研究-台灣個人電腦產業之實證，交通大學科

技管理研究所未出版碩士論文，民國八十六年六月。

楊丁元、陳慧玲著，業競天擇：高科技產業生態，工商時報出版，八十五年十二月初版。

楊子江、王美音譯，創新求勝：智價企業論，遠流出版，八十六年三月。(原著：I. Nonaka and H. Takeuchi, *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press, Inc., 1995.)

Anderson, E.S. and Lundvall, B.-A., "Small National Systems of Innovation Facing Technological Revolutions: An Analytical Framework," in C. Freeman and B.-A. Lundvall (eds.), *Small Countries Facing the Technological Revolution*, London: Printer Pub., 1988, pp.9-36.

Baba, Y., Takai, S., and Mizuta, Y., "The Japanese Software Industry: The 'Hub Structure' Approach," *Research Policy*, 24 (1995) 473-486.

Bruder, W., "Innovation Behavior of Small and Medium-scale Firms: Reform Possibilities for R&D Policy-making on the Federal State Level in the Federal Republic of Germany," *Research Policy*, 12 (1983): 213-225.

Carlson, B. and Jacobsson, S., "Technological Systems and Economic Policy: The Diffusion of Factory Automation in Sweden," *Research Policy*, 23 (1994): 235-248.

Chiang, J.-T., "Technology and Alliance Strategies for Follower Countries," *Technological Forecasting and Social Change*, 35 (1989): 339-349.

Dixon, P. J. and D. A. John,

- "Technology Issues Facing Corporate Management in the 1990s," *MIS Quarterly*, Sep. 1989, pp.247-255
- Dunphy, S., Herbig, P.A., and Palumbo, F.A., "Structure and Innovation," in D.E. Hussey (ed.) *The Innovation Challenge*, John Wiley & Sons, Inc., 1997, pp.195-218.
- Francis, A., "The Process of National Industrial Regeneration and Competitiveness," *Strategic Management Journal*, 13 (1992): 61-78.
- Gaudin, T., "Definition of Innovation Policies," in G. Sweeney (ed.), *Innovation Policies: An International Perspective*, Frances Pinter Pub., 1985, pp.11-47.
- Gomez-Mejia, L.R. and Lawless, M.W., *Organizational Issues in High Technology Management*, JAI Press Inc., 1990.
- Gomulka, S., *The Theory of Technological Change and Economic Growth*, Routledge, 1990.
- Handberg, R. and Liu, X., "Science and Technology Policy in China: National Strategies for Innovation and Change," *Technology in Society*, 14 (1992): 271-282.
- Harris, R.g., "Telecommunications Policy in Japan: Lessons for the U.S.," *California Management Review*, Spring 1989.
- Justman, M. and Teubal, M., "Technological Infrastructure Policy (TIP): Creating Capabilities and Building Markets," *Research Policy*, 24 (1995): 259-281.
- Kim, L. and Dahlman, C.J., "Technology Policy for Industrialization: An Integrative Framework and Korea's Experience," *Research Policy*, 21 (1992): 437-452.
- Kodama, F., *Emerging Patterns of Innovation: Sources of Japan's Technological Edge*, Harvard Business School Press, 2<sup>nd</sup> ed., 1995.
- Link, A.N. and Tasse, G., *Strategies for Technology-based Competition: Meeting the New Global Challenge*, Lexington, Massachusetts: D.C. Heath and Company, 1987.
- Marchand, D.A. and Horton, F.W., Jr., *INFOTRENDS: Profiting from Your Information Resources*, John Wiley & Sons, Inc., 1986.
- Meyer-Krahmer, F., "Recent Results in Measuring Innovation Output," *Research Policy*, 13 (1984): 175-182.
- Monk, P., *Technological Change in the Information Economy*, Pinter Pub., 1989.
- Nelson, R.R., *Understanding Technical Change As an Evolutionary Process*, North-Holland, 1987.
- Niosi, J. et al., "National Systems of Innovation: In Search of a Workable Concept," *Technology in Society*, 15 (1993): 207-227.
- Levenhagen, M., Porac, J.F., and Thomas, H., "Managing Strategic Evolution in Fast-Paced Technological Environments: The Case of Software Development in 'Silicon Prairie'," in D.E. Hussey (ed.) *The Innovation Challenge*, John Wiley & Sons, Inc., 1997, pp.129-148.
- Rosenberg, N., *Inside the Blackbox: Technology and Economics*,

- Cambridge University Press, 1982
- Rotemberg, Julio J., and Garth Saloner, "Interfirm Competition and Collaboration," in Michael S. Scott Morton(Eds.), *The Corporation of the 1990s*, New York, Oxford, Oxford University Press, 1991
- Rothwell, R., "Evaluation of Innovation Policy," in G. Sweeney (ed.), *Innovation Policies: An International Perspective*, Frances Pinter Pub., 1985, pp.167-188.
- Rothwell, R. and Zegveld, W., *Industrial Innovation and Public Policy: Preparing for the 1980s and 1990s*, Greenwood Press, 1981.
- Sahal, D., *Patterns of Technological Innovation*, Addison-Wesley Pub. Co., 1981.
- Shyu, J.Z., Tsao, C.T., and Meng, H.C., "An Empirical Modeling of the National Innovation System of Taiwan," Working Paper, 1997.
- Silverberg, G., "Adoption and Diffusion of Technology as a Collective Evolutionary Process," *Technology Forecasting and Social Change*, Vol. 39, 1991, pp.67-80
- Suh, J., "National Innovation Systems in Catching-up Economies: A Proposal for the OECD NIS Project," OECD Workshop on National Innovation Systems, June 25, 1997, Paris,
- Swanson, Burton E., "Information Systems Innovation Among Organizations," *Management Science*, Vol. 40, No. 9, Sep. 1994
- Tassey, G., *Technology Infrastructure and Competitive Position*, Kluwer Academic Publishers, 1992.
- Teece, D. J., *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, Ballinger, Cambridge, MA, 1987
- Tidd, J., Bessant, J., and Pavitt, K., *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*, John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- Tushman, Michael L., and P. Anderson, "Technology Discontinuities and Organizational Environments," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 31, 1986
- Tushman, M.L. and O'Reilly, C.A., III, *Winning through Innovation: A Practical Guide to Leading Organizational Change and Renewal*, Harvard Business School Press, 1997.
- Utterback, James M., *Mastering the Dynamics of Innovation: How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1994

## 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

產業創新與國家競爭力之研究：

國家體系，技術與競爭力：台灣監視器工業與硬碟機工業的比較研究  
National System、Technology and Competitiveness:  
Comparative Studies of Taiwan's Monitor and HDD Industries

計畫編號：NSC 87-3011-P-327-001

執行期限：86年11月1日至87年7月31日

主持人：吳鑄陶 洪世章 朱詣尹 國立清華大學工業工程學系

email:ctwu@ie.nthu.edu.tw

schung@ie.nthu.edu.tw

yychu@ie.nthu.edu.tw

### 中文摘要

本研究擬發展一個產業競爭力理論，並將其應用於解釋台灣監視器與硬碟機工業的差異發展原因。最近幾年在組織與策略領域上，已慢慢確認「國家體系」對產業競爭力上的重要影響。在全球市場的競爭中，若國家能夠累積資源並組織出有效的制度環境，將會在某些產業形成競爭優勢。這一思想隱含競爭力是國家體系的產物。但同時在另一方面，產業與科技政策文獻也指出，「技術體系」對產業發展具有重要影響。技術體系衍生自主流設計，包含眾多的技術軌跡，並在全球商品鍊的架構下形成。一旦建立起來，技術體系中的產業主導者將經由專業檢驗和資源配置，以控制產業的演化。正如國家體系對產業競爭狀態的影響，技術體系建構另一種形式的制度環境，來規範廠商的生存與產業永續發展所須依存的軌跡。

以上述兩種理論為出發點，可初步歸納出一個假設：當國家體系可以配合技術體系的需求時，此技術在當地的發展會有正面的擴散效果，進而提升產業的國際競爭力；反之，一個國家體系可能擁有和盛行技術體系相抵觸的體制環境，此時制度壓力將限制國家在某些特定產業上的發展。本計劃將比較研究台灣監視器工業與硬碟機工業的發展歷程，來驗證此一假設。最後的研究成果將與OECD之相關研究做一比較，並將提出對公司技術策略與國家科技政策之具體發展建

議。

關鍵字：國家體系；國家創新體系；技術；

制度；台灣

### Abstract

This project develops an account of industrial competitiveness and applies it to explaining the differential success of Taiwan's monitor and HDD industries. Drawing on institutional theory and national system of innovation approach, we hypothesize that a given national system can be conducive to certain industries' competitiveness but not some others due to their institutional differences along the technological dimension. Taiwan has become a major exporting country of personal computers and their peripherals. Among these, monitors stand out as one of the most successful. However, HDDs have not been able to achieve even a moderate success. Both monitors and HDDs are major peripherals of PCs. Then why Taiwan has been able to gain national competitiveness in one but not the other? This project will gain in-depth understanding of this paradox, by following the OECD framework on the National System of Innovation with a focus on the mapping of core knowledge flows and the development processes at innovative firm as well as institutional linkage levels. The project will also assess the implications for corporate strategies

and government policies such as the networking schemes and innovative capacity for competitive advantages.

**Keywords:** National System Of Innovation (NSI); Technology ; Institutions; Taiwan

### **Introduction**

Research into competitiveness is increasingly important to the fields of organization and strategy. Much of the work has argued that competitiveness is the product of the national system (Hill, 1995; Kogut, 1991, 1993; Porter, 1990; Lodge and Vogel, 1987; Nelson, 1993; Lundvall, 1992; Whitley, 1992). In considering the impact of institutional structures on industrial performance, this project argues that competitiveness depends on the co-evolution of national and technology systems. This argument comes in three parts. First, stress on the differentiation and conflict of a society indicates that national institutional structures are not necessarily co-extensive or convergent. Second, at the sectoral level, national systems are not equifinal to innovation. Third, countries tend to succeed in industries where their firms can best apply their national systems to the global technology system. It seems that, within the IT area, Taiwan's monitor industry stands out as one of the most successful. By contrast, Taiwan's HDDs remain the critical missing link among its computer products.

### **Methodology**

This project adopts the methodology of qualitatively-based comparative case studies. Under the case study design, it collects empirical data primarily through field personal interviews, published annual reports, contemporary press information, and a variety of other archival materials. Data collection from all these sources will continue until the marginal value of

additional data appears no longer to justify the time and effort taken to collect it.

### **Main Findings of the Study**

Up until the end of July 1998, main findings of the study can be organized as two parts – the first is on theoretical side and the second empirical.

#### **Theoretical findings**

Since the late 1980s, national institutional structures have proved important in developing technological innovation. Research studies in this field were pioneered by Freeman, Lundvall and Nelson. Freeman (1987) explicitly introduced the concept of "National System of Innovation" to describe and explain the economically most successful country of the post-war period, Japan. Theoretically, Freeman (1987) defines a NSI as "the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify and diffuse new technology. Empirically, Freeman argues that government policy, corporate R&D, the education and training system and the structure of industry have been important in helping Japan to adjust to the new socio-institutional paradigm, capable of redefining technical and economic efficiency.

Lundvall (1992) and Nelson (1993) quickly follow Freeman's research, and both share a strong commitment to the importance of NSIs in technological innovation. In the work of Lundvall and his collaborators, the analytical content of NSIs is particularly emphasized. It has been suggested that such institutional factors as internal organization of firms, interfirm relationships, the public sector, financial institutions and R&D intensity and organizations are important for the functioning of the NSI as a whole (Lundvall, 1992). Contrary to Lundvall's discussions of the elements of the NSI,

Nelson's (1993) studies are based more on empirical analysis than on a theoretical one. In Nelson (1993), 14 different case studies are shown to describe the main features of the innovative systems of high, medium and low income countries.

Although differing widely in many respects, the various authors share the view that nation specific characteristics are important in advancing technological innovation. Some of the characteristics are built around policy systems that include the public sector, industry policy statutory bodies' support to innovation, financial and education institutions. Others are rooted in business systems which include organizational competence routines, market organizations and internal co-ordination structures. Institutional and relatively stable over time, both the policy and business systems are defined by national borders, and they are equally important in structuring the national system of innovation. In what follow, then, the way in which the two sub-systems of Taiwan have affected the development of monitor and HDD technologies have important implications for technological diffusions and industrial success.

### **Empirical findings**

The above kind of argument is now empirically applied to the Taiwanese monitor and HDD industries, and more than 30 interviews have been conducted. It seems that we observe a well-developed national system of innovation in monitors. As the systems of nation (both policy and business subsystems) and technology co-evolve with each other, Taiwan is able to take advantage of positive externalities and so achieves superior performances in the monitor industry. But for the HDDs, Taiwan fails because of the incompatibility of the nation (policy and business) and technology systems. Both the isolated

state and the family business work against the HDD technology which diffuses the institutions of consolidation, high R&D on electro-optics and FDI.

### **Policy Implications**

Having argued the significance of institutional match in national systems of innovation, it is then important to note that our discussions do not to allow the complex institutional detail of a sector to overwhelm a sense for policy strategy. At the broadest level, institutions would not crush actors' action by overwhelming power. In fact, industrial policy matters. This follows because matching an institution of industry technology into the context of local business system is confined to the state's power of control over the means of dominance and sovereignty. In other words, the state may choose to develop an industry whose technology paradigm systems can be well-fitted to Taiwan's long established institutional structures. This study thus agrees to the prospect of industrial policy, but this agreement is built upon the apparent demands of strict institutional logics, capable of legitimating industry restructuring and growth in our society.

### **References**

- Freeman, C. (1988) 'Japan: a New National System of Innovation?', In G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, and L. Soete (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers.
- Hill, C.W. (1995) "National Institutional Structures, Transaction Cost Economizing and Competitive Advantage: The Case of Japan", *Organization Science*, 6(1): 119-131.
- Kogut, B. (1991) 'Country Capabilities and the Permeability of Borders', *Strategic Management Journal*, 12: 33-47.

- Lodge, G.L. and Vogel, E.F. (eds) (1987) *Ideology and National Competitiveness*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Lundvall, B-A (1992) *National Systems of Innovation: An Analytical Framework*, London: Pinter.
- Nelson, R. (ed) (1993) *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford: Oxford University Press.
- Porter, M.E. (1990) *Competitive Advantage of Nations*. London: Macmillan.