

研究發展對附加價值之影響： 台灣技術密集產業的推估

The Contribution of R&D on Value Added: An
Estimation of Technology Intensive Industry in Taiwan

蔡坤宏 *Kuen-Hung Tsai**

國立中興大學

National Chung-Hsing University

摘要

本文主要目的在探討國內技術密集產業（包括化學製品、機械設備、電子電機、運輸工具、精密器械）之研究發展對附加價值的影響，藉由研發資本的推估及 Cobb-Douglas 生產函數模式的應用，研究發現：(1) 技術密集產業研發投資顯著影響產業附加價值的變動（以化學製品業及電子電機業的影響程度較大）；(2) 技術密集產業內各產業研發對附加價值的貢獻程度不盡相同，其中以電子電機業最大 (48%)、精密器械業最小 (7%)。與國外以往研究發現比較，國內技術密集產業研發表現並不差。但值得注意的是，技術密集產業研發之附加價值貢獻呈現下降的現象。

關鍵詞：研究發展、研發資本、附加價值、技術密集產業。

Abstract

This article aims to examine what R&D of domestic technology intensive industries (include: chemical product, machinery & equipment, electrical machinery & apparatus, transportation equipment and precision instruments & equipment) contribute to value added. Based on the estimation of R&D capital and the application of Cobb-Douglas production function model, the research

* 感謝兩位匿名評審提供之寶貴建議。

comes up with the following findings: (1) in the technology intensive industries, R&D investment has significant effect on the change of value added; (2) these technology intensive industries show the diversity of R&D contribution on value added. Among these industries, the most contribution (48%) comes from the electrical machinery & apparatus industry and the least one, from the precision instruments & equipment industry (7%). Compared with the findings of previous studies, this paper reveals that the R&D performance is not bad in Taiwan. However, it is noteworthy that these R&D returns are decreasing.

Keywords: R&D, R&D Capital, Value Added, Technology Intensive Industry.

壹、前　言

一般普遍相信，研究發展（R&D 或研發）活動的進行是科學知識產生的重要因素，藉由這些知識的累積可以推動科技的進步，繼而導致產業製程或產品的創新（innovation），對於產業附加價值（value added）或生產力（productivity）之提高有著某種正面程度的影響。因此，可以看到許多先進的國家無不投入大量經費進行研發，以美國為例，平均每年的 R&D 支出約占國內生產毛額（GDP）的 2.71%；日本平均每年研發支出與 GDP 的比值更達 2.74%（行政院國科會，1995，頁 17）。

儘管理論上對研發活動能激發科技的進步有著普遍的共識，但一個實際更受到關注的課題是：研發究竟對產業（或廠商）附加價值或生產力的貢獻程度為何？以往國外有不少研究者曾就此課題進行過探討，基本上，這些研究結果多突顯研發投資對產業經濟發展的貢獻。例如，Goto & Suzuki (1989) 推估日本化學、醫藥等產業（1976-1982）研發對生產力的影響，發現平均約有 40% 的附加價值來自研發投資¹；Lichtenberg & Siegel (1989) 推估美國（1981-1985）R&D 對附加價值的貢獻率約 21.3%；Meijl (1997) 對法國（1978-1992）產業推估的結果則大約是 19%。國內方面，王塗發、顏振豐（1989）發現研發對製造業（1980-1986）附加價值的貢獻約 5%；蔡光第、楊浩彥（1993）就四大產業（民生、化學、金屬及電子精密）的推估發現（1982-1991），R&D

¹ Goto & Suzuki 認為日本製造業平均約有 40% 的附加價值來自研發，但事實上，作者探討的對象僅涵蓋一些產業（如有機化學、無機化學、醫藥、電子電機等）。

對 GDP 的貢獻度在 25%~80%左右。

然而，以往研究有些問題值得注意或商榷。整體而言，各研究藉以推估研發影響力的模式不盡相同，有些是生產函數（推估 R&D 資本，視為投入要素），有些是以研發密集度 (R&D intensity) 為解釋變數的模式，這類模式間雖然可以對導，但其推導的參數與直接估得之參數涵意不同，研究上（如 Goto & Suzuki, 1989）對此常忽略；其次，資料分析的對象層次亦有所差別，有些研究的資料是廠商的層次 (firm level)，有些則是產業的層次 (industry level)；再者，有些研究的 R&D 包括互動接收的部分；有些僅涉及自身研發的投入。這些問題關係到研究結果間的比較，有值得釐清的必要。

就國內方面而言，王塗發、顏振豐就整體製造業進行推估的結果，並無法觀察到產業間 R&D 影響的差異；再者，研究中亦未考量產業間研發的互動而低估研發的投入程度；蔡光第、楊浩彥就四大產業類別推估的結果，亦無法觀察到產業類別內研發影響的差異；其次， R&D 支出平均落後一年轉為資本的假設不甚合理，因為國內相關之實證研究（如王塗發、顏振豐，1989；林惠玲、李顯峰，1996；蔡坤宏，1997）顯示，研發支出落後的影響時間約兩年；再者，估計上沒有先驗訊息 (prior information) 即使用貝氏法 (Bayesian method) 進行調整（只因估計結果不理響）很可能扭曲結果。

是以，為了能較清處且合理地呈現國內研發對產業附加價值的影響（並同時觀察產業間的差異情形），本文分析的對象將僅涵蓋技術密集產業 (technology intensive industries)，而所以選擇技術密集產業為研究對象之主要理由有三：一者，國內研發的支出大多集中於製造業，以近年 (1991~1994) 的統計資料來看，製造業每年研發支出的平均比重（占總研發經費）達 95%以上，其中又以技術密集產業的比重最大（1991~1994 平均每年約占製造業 R&D 支出的 71%），這類產業是研發密集產業；二者，R&D 支出程度最常是高科技組織認定的指標 (Baruch, 1997)，又高科技組織多出現於技術密集產業，故探討這類產業較能觀察到研發活動的影響，而且這類產業常是文獻上探討的對象，研究發現較具有可比較性；三者，高科技組織近來成為討論的焦點，而這類組織又多集中於技術密集產業，研究結果較具參考的價值。

除前言外，本文將依序回顧相關文獻的研究發現、說明推估模式、變數定義與及資料來源、估算研發資本、描述基本資料及分析推估結果，最後並進行討論與建議。與國內以往相關研究相比，本研究涵蓋的資料期間較長且採取較有依據的推估方式，分析結果較為可信；再者，分析的範疇置於技術密集產業較能反映國內研發投資的影響。甚且，本文在文獻回顧上釐清不同模式及資料層次的分析發現，亦有別於過去的研究。貢獻上，就學術而言，本研究可以彰顯過去在此課題上的研究結果，進而豐富相關的研究；就實務方面，藉由本研究可以瞭解國內技術密集產業 R&D 投資對附加價值的貢獻程度，可約略相較於一些先進的國家及國內一般傳統產業的情形，對於未來將以提升產業技術為目標的政府當局而言²，亦有其相當參考的價值。

貳、文獻探討

以往相關研究在推估模式上有著不同的模式（生產函數模式及密集度模式），在分析的資料上亦涉及廠商及產業兩個層次，故本節文獻探討部分將說明不同模式及資料層次下的研究發現（表列彙整請參見附表一）。

過去利用生產函數為推估模式的研究 (Minasian, 1969; Griliches, 1980a; 1986; Cuneo&Mairesse, 1984; Griliches&Mairesse, 1984; 1990)，其分析對象（資料單位）多為廠商，以時間序列分析估得的研發資本彈性(())約在 0.06~0.14 左右，其相對之附加價值貢獻度約為 20%~62%。其中，整合 Minasian 、 Griliches 的研究期間可以發現：美國於 1948~1957 、 1957~1965 及 1966~1977 三個期間， R&D 對廠商附加價值的平均貢獻程度分別約是 54% 、 27% 及 39% 。在以產業為分析對象的研究方面，蔡光第、楊浩彥 (1993) 的分析發現：國內研發彈性約在 0.06 (化學工業) ~0.25 (電子精密)，其相對 R&D 對附加價值的貢獻約為 25%~80% 。

以研發密集度為解釋變數的推估研究，有些分析的單位是廠商，有些探討之對象則是產業。前者的研究如 Mansfield (1965), Link (1981a;

² 經濟部去年 (86) 年底草擬完成「產業技發展法」送行政院，未來可能取代現行之「產升條例」而為未來的產業政策。

1981b), Clark & Griliches (1984), Griliches (1986), Lichtenberg & Siegel (1989), Goto & Suzuki (1989); 後者如 Terleckyj (1974), Griliches (1994), Griliches & Litchenberg (1984a, 1984b), Scherer (1993), Goto & Suzuki (1989), Van Meijl (1997)、Vuori (1997)。就廠商層次的資料推估結果而言，研發資本對附加價值的貢獻大約是 10%~40%，其中，Lichtenberg & Siegel 的研究顯示：美國在 1973~1976 、 1977~1980 、 1981~1985 三個階段期間，R&D 之附加價值平均貢獻度約分別是 10% 、 19% 、 21% ；日本 (1976~1982) 產業（有機、無機化學、電子電機等）約有 40% 之附加價值的貢獻來自研發活動 (Goto & Suzuki, 1989)。

就產業資料的分析結果而言，Terleckyj (1974) 推估美國 1948~1966 年間 R&D 對產業附加價值的貢獻約為 19% ； Griliches (1994) 的研究則顯示，美國 1958~1973 、 1973~1989 間之附加價值因 R&D 活動約提升 33% 、 36% (修正後為 46%) ；相對於 Griliches 以 SIC 三分位產業的分析，Scherer (1993) 就 SIC 四分位的推估結果：美國 1978~1988 年間 R&D 之產業附加價值的貢獻約 18% 左右；然而，值得注意的是，Griliches & Litchenberg (1984a, 1984b) 觀察美國 1964~1969 並未發現 R&D 有顯著的貢獻；其他期間 (1959~1963 、 1969~1973) R&D 的貢獻度亦僅有 3%~5% 。 Goto & Suzuki 推估日本 50 個（細）產業，發現研發對附加價值的貢獻約有 26% ；法國 1978~1992 年間 (30 個產業) R&D 投入對附加價值的平均貢獻大約是 19% (Van Meijl, 1997) 。芬蘭 1981~1985 、 1985~1989 、 1989~1993 三個期間，產業 (20 個) 之附加價值的增加分別有 9% 、 18% 及 15% 來自 R&D 的投入 (Vuori, 1997) 。台灣製造業 GDP 則大約平均有 5% 的貢獻來自研發的結果 (王塗發、顏平豐， 1989) 。

綜合相關研究的結果大致可以得知，無論以生產函數或密集度模式為推估模式、分析對象為廠商或產業，推估結果多突顯：研發投入在各國不同期間展現不同程度的影響。儘管有少數的研究在一些期間未觀察到產業層次 R&D 對附加價值的貢獻，但在同期間內之廠商層次的資料分析，仍有明顯影響的證據。理論上，R&D 對附加價值（或生產力）的提高有著正面的貢獻，在實證上多普遍獲得支持。

參、推估模式、變數定義與資料來源

一、推估模式

1960 年代，一些學者開始認為技術進步並非僅含時間的因子（即時間的函數）（如 Minasian, 1962；Mansfield, 1969），而應與研發活動的進行有著密切的關係，因此主張將 R&D 放入生產函數中，用以解釋技術進步的結果。換言之，研發與勞力及資本同時被視為是生產的投入要素。依此，一般實證研究上皆以 Cobb-Douglas 的形式來表示函數內變數的關係（如 Griliches 1979; Bernstein & Nadri, 1989; Goel, 1990; Goto & Suzuki, 1989）：

$$(1) Q = AL^\alpha K^\beta R^\gamma e^{\lambda t}$$

式中，Q 表示產業（或廠商）的銷售值或附加價值；L 及 K 分別代表勞動人數及固定資本（不含土地）；R 是研發資本（R&D capital），反映 R&D 活動所累積的科技知識量； α 、 β 、 γ 是參數，分別表示 L、K 及 R 的彈性； λ 是技術自然進步率；t 表示時間。

實證上，有時為了避免推估 R&D 資本的麻煩，進一步，假設 L 及 K 的規模報酬不變 ($\alpha + \beta = 1$)，並對式 (1) 等號兩邊取對數及對 t 微分，利用 (與 Q 的關係將式 (1) 可改寫成：

$$(2) \frac{dT}{T} = \lambda + \rho \frac{dR}{Q}$$

式中 $T = Q / L^\alpha K^{1-\alpha}$ ，T 是總要素生產力 (total factor productivity, TFP)； $\rho = dQ / dR$ ，表示 R&D 資本的邊際產出，就附加價值而言， ρ 在反映研發資本對附加價值的貢獻度； dR / Q 表示研發（支出）密集度，其中 dR 代表 R&D 投資的流量，估計上常以落後期研發支出來衡量，背後的主要假設是：當期的 R&D 支出要經過一段時間才會轉成 R&D 的資本（反映轉為科技知識存量的增量）。由於式中的解釋變數為研發密集度，故一般將式 (2) 稱為密集度模式 (intensity model)。

式 (1) 與式 (2) 即是文獻探討中所指涉的兩種推估模式。相對上，式 (2) 不用推估研發資本 (R)，應用上較為直接且容易，是以往推估 R&D 投資報酬較常用的模式。然而，值得注意的是：一者，就式 (1) 而言，式 (2) ρ 是 Q 與 R 的函數，換言之， ρ 不是固定的，理論上的估計並不直接可行；

二者，即使進行估計，依此推估的結果其背後皆蘊含著 Q/R 是固定的假設³，而假設的正確性則有待評估；三者，利用原始資料估計式(2)的依變數（即 dT/T ）需要先估，而且由式(2)無法看出 R&D 相對其他生產要素的影響性，亦無法觀察歷年研發投資對附加價值的影響情形。是以，分析上將採取 Cobb-Douglas 生產函數模式進行推估，而分析的單位上，因國內並無廠商層次的 panel 資料可用，故僅以產業為對象。

二、變數定義及資料來源

式(1)模式中主要包括四個變數 (Q, K, L, R)，其中，依變數 (Q) 為各產業之附加價值，此處所謂的附加價值指的是以貨幣金額表示產業在一期間的淨生產額 (Gray & Maunders, 1984)，即產業之國內實質生產毛額 (GDP，以 1991 年價格計)。衡量上可從銷售面或生產面進行，但因銷售面未計入存貨部分，低估實質上的附加價值，故此處採生產面的估算方式，即產業之產值減除中間投入。解釋變數有三個：一是不含土地之實質固定資本淨值 (K ，以 1991 年價格計)，即 $K = \text{固定資本} - \text{土地資本}$ ；二者是不包括研發人力之勞動就業人數 (L)，因研發人力的成本已計於研發支出之中；三是研發資本 (R)，與過去文獻上的定義相同，指的是研發活動所累積的科技知識量 (由研發支出轉化而來)。

各變數的資料來源：產業 GDP 取自行政院主計處內部統計資料；實質固定資本淨值取自多因素生產力統計報告 (行政院主計處編製)；勞動就業人數來自薪資及生產力統計月報 (行政院主計處編製)；研發人力可從科學技術統計要覽 (行政院國科會編製) 獲得。為了配合國內目前可用的研發支出資料 (科學技術統計要覽)，變數涵蓋的資料期間僅 1982 年到 1994 年 (最近的一年)，由於國內各產業研發資本並沒次級資料可以使用，因此，利用生產函數的模式必須先進行 R&D 資本的推估。

肆、研發資本估計

實證上，學者一般將推估 R&D 存量寫成下列的形式 (如 Odagiri &

³ 理論上， Q/R 應以其平均數為估計量，而非一些研究 (如 Lichtenberg & Siegel, 1989) 所認為是 Q 與 R 之平均數的比值。

Kinukawa, 1997; Goto & Suzuki, 1990; Bernstein & Nadiri, 1989) :

$$(3) R_t = \sum_{i=0}^r \phi E_{t-i} + (1-\delta) R_{t-1}$$

式中， R_t 表示 t 期的 R&D 資本； E_{t-i} 表示落後 i 期的研發支出；(ϕ 是相對 E_{t-i} 在 t 期轉成 R&D 資本的參數； δ 表示 R&D 資本的折損率 (rate of obsolescence)； r 是 E_{t-i} 完全轉化成研發資本的遞延時間。由於 (E_{t-i} 的結構相當複雜，為了節省推估上的麻煩，Goto & Suzuki (1989) 建議平均的遞延結構取代式 (3)：

$$(4) R_t = E_{t-0} + (1-\delta) R_{t-1}$$

式中，(τ 表示平均落後時間，這個時間將可能因產業的不同而有差異⁴。進一步，假設初始之 R & D 資本與支出兩者的成長率相等，則由式 (4) 可以容易地估得初始的 R&D 資本：

$$(5) R_t = E_{t-0} / (g + \delta)$$

式中， g 表示 R&D 資本的成長率。應用上， g 以產業歷年 R&D 支出之平均成長率代入。

清楚地，要由式 (4) 及式 (5) 估得國內技術密集產業歷年 R&D 資本，除了成長率 (g) 的假設外，尚涉及其折損率的推估，Bosworth (1978)，Pakes & Schankerman (1984) 建議利用專利重新登記的資料 (patent renewal data) 來推估。但 Goto & Suzuki (1989) 則認為這種方法不但成本高及費時，而且會產生低估的結果，因此，建議利用科技之生命期限 (life span of technology) 的概念來推估折換率，操作上， δ 以專利產生利潤之平均期間的倒數來衡量⁵。

值得注意的是，Goto & Suzuki 推估 δ 的專利資料屬於廠商層次，個別廠商（同產業內）可能由於相互的競爭而縮短專利的獲利時間，但時間的

⁴ 根據 Odagiri & Kinukawa (1997) 推估用的資料來源顯示，日本電機、運輸及機械產業的平均落後期間約為三年，化學業則約為六年。

⁵ 以日本產業的 δ 而言，精密機械約 24.6%；傳輸設備及相關產品是 14.5%；其他運輸設備 14.2%；傳輸設備及相關產品是 14.5%；其他運輸設備 14.2%、食品 6%；礦石、玻璃 7.2%；一般機械 7.2%；非鐵金屬 7.5% (Science and Technology Agency, 1986)。

縮短不必然是原科技（R&D 資本的展現）已經過時；再者，即使廠商認為原科技知識對本身已經落伍，但技術擴散（diffusion）的結果仍可能有益於產業內的其他廠商；而且，事實上，一般而言，產業科技的生命週期（technology life cycle）往往遠長於來自科技產生之產品的替換（Ansoff, 1984, pp.37~44）。因此，從產業的層次而言，Goto & Suzuki 估計方法可能會產生高估的 δ 值。

國內並沒有相關資料可供推估 δ ，而考慮引用日本科學與科技機構（Science and Technology Agency）的調查結果，因資料層級不同（甚至產業情形亦不同）而不適用。事實上，正如前述，產業整體 R&D 產生的科技生命週期較長，而且研發支出與機器設備投資性質不同，過時的知識（R&D 資本的體現）往往是目前新知識產生的基礎，因此，產業研發資本的折損率應不大。甚且，以往實證研究亦大多忽略折損率的問題。是以，本研究將不考慮產業 R&D 資本的折損率，換言之，研發資本的推估上假設 $\delta = 0$ 。

研發支出轉成資本的平均時間（ θ ）方面，國內並沒有直接的統計資料可用，僅可以從一些相關的研究結果進行推測。根據有關 R&D 支出與專利申請（反映創新效果）的研究發現，其效果的平均遞延時間約為 2 年（林惠玲、李顯峰，1996；蔡坤宏，1997）；王塗發、顏振豐（1989）發現研發對 GDP 影響的遞延效果約 2~3 年。再者，國內的研發支出多（90%以上）集中於應用研究及技術開發（引進）的層次，著重於短期成效的考量，故本研究將各產業的 θ 值設定為 2。

此外，產業的發展彼此間相互關聯（互動），申言之，一個產業的發展不僅受到本身研發投入的影響，也會受到其他產業研發活動的影響（或帶動其他產業的發展），例如，資訊業電腦的發展提升機械生產過程精準的控制（如 CNC 的應用）；精密器械製品生產力的提升需相關之電子零組件產品的改良或創新。Brown & Conrad (1967)、Terleckyj (1974) 建議利用投入產出的分析方式，衡量各產業接受到來自其他產業 R&D 流入的程度⁶，由於這種方法在概念上及應用上較為容易，較為一般學者採用。故本研究亦採取此種方式來衡量各技術密集產業接受到的 R&D。

⁶ Scherer (1982)、Trajtenberg (1990) 亦提出其它衡量的方法，但基本上以 Terleckyj (1974) 建議的方式較容易應用且不失其意義。

基本上，Terleckyj 認為產業間 R&D（支出）的流動 (inflow)⁷ 是透過鑲嵌於中間產品 (embodied intermediate goods) 的交易而產生，可藉由產業間的銷售關係來分攤：

$$(7) E_{ij} = E_i \cdot a_{ij}$$

式中， E_{ij} 表示 i 產業流到 j 產業的 R&D 支出； E_i 表示產業的 R&D 支出； a_{ij} 是 i 產業銷售到 j 產業的係數 (i 產業銷售到 j 產業佔其總銷售值的比例)。依此， $(E_{ij} (i \neq j))$ 即是 j 產業從各產接受到的 R&D 支出。國內產業間投入產出的交易情形展開在產業關聯表的國產品價格交易表上，利用這個交易表可以計算交易係數 (a_{ij})。然而，主計處編製的產業關聯表只有 1984、1986、1981、1991、1994 等五個可用（相對研發資料 1982-1994 而言），換言之，估算 a_{ij} 直接可用的資料僅有五年，其餘各年的係數則利用雙比例調整法 (RAS) (Miller & Blair, 1985, ch.8) 加以推估。

值得說明的是，為了避免價格因素的影響，模式的變數 (Q、K) 皆以實質計（以 1991 年為基期），故研發支出亦需以 R&D 價格平減，但國內並沒有這種指數可用，因此，以固定資產（不含土地）的價格指數替代之，主要理由是：研發資本的推估形同固定資產的估計一樣，而且產業的研發支出有一大半是用於研發設備的採購（行政院國科會，1995），簡言之，各產業之研發資本存量及 R&D 支出接收的推估上，研發支出均已平減過；產業總研發支出包括了自身投入及來其他產業流入的部分。

伍、基本資料及推估結果

一、基本資料

參照標準國際貿易分類 (SITC) 內涵，國內技術密集產業的範疇 (scope) 主要包括化學製品、機械設備、電子電機、運輸工具及精密器械等五個產業（行政院國科會，1993，頁 33）。歷年來，技術密集產業

⁷ 自 Terleckyj (1974) 以來，學者一般多將經由產業間交易的 R&D 流動，稱為產業 R&D 的外溢 (spillover)（如 Goto & Suzuki, 1989; Odagiri & Kinukawa, 1997; Bernstein, 1997）；但也有學者（如 Griliches, 1995）認為這不是真正的外溢，真正的外溢是產業間科技知識的互動，但其衡量問題上有待克服。

的 R&D 支出每年平均約佔製造業研發經費的 62.24%，顯示國內技術密集產業在研發活動的投入程度相當高⁸。如果將歷年分成 1982~1985、1986~1990、1991~1994 等三個階段⁹，可以發現：技術密集產業研發支出佔製造業 R&D 經費的比重分別是 60.67%、58.30%、68.74%，顯示國內技術密集產業在進入九十年代之後，比重較八十年代有更明顯增加的趨勢。就產業別來看，各產業研發支出佔製造業 R&D 支出之比重列於表一。從表中可以看出：國內技術密集產業的研發支出集中於電子電機業 (40%)；歷年來，除電子電機業、精密器械業外，其於各業的比重並無明顯增加，化學製品業甚且有下降的趨勢¹⁰。

表一 各產業 R&D 支出的比重 (%)

產業 \ 期間	1982~1985	1986~1990	1991~1994	1982~1994
化學製品	8.56	6.60	4.30	6.49
機械設備	8.35	3.41	4.19	5.17
電子電機	32.09	38.77	50.20	40.23
運輸工具	10.84	8.60	8.63	9.30
精密器械	0.83	0.92	1.43	1.05

產業研發支出比重 = 產業研發支出 / (製造業總研發支出)

技術密集產業從其他產業流入之 R&D 支出（列於附表二）佔總研發投入（本身 + 流入）之情形，如表二所示。從表中可以看出，除了精密器械業 (66%) 外，其他產業流入的 R&D 支出佔其全部研發投入的比重並不高（多在 20% 以下），其中，尤以電子電機業的比重最小（約 4% 左右），顯示技術密集產業（除精密器械業外）來自於其他產業流入之研發經費的比重不大。就各階段的變化情形來看，以精密器械業的比重改變（下降）較為明顯。

⁸ 國內技術密集產業平均每年投入的研發人力約佔製造業總研發人力的 66%（尤其是電機電子業），以 1991~1994 年而言，比重更達 75%，相對於 1986~1990 的 62%，國內技術密集產業在研發人力的投入上亦有明顯增加的情形。

⁹ 此處將時間分成三個階段僅為了觀察的方便，而分段亦僅以基期 (1986,1991) 為參考點，並無特別考量。

¹⁰ 雖然比重（相對製造業總研發支出）下降，但實際上其研發支出仍在成長。

表二 各產業流入之 R&D (支出) 的比重 (%)

產業	期間	1982~1985	1986~1990	1991~1994	1982~1994
化學製品		8.01	9.34	12.57	10.27
機械設備		6.66	7.97	13.24	9.65
電子電機		3.62	4.19	3.30	3.77
運輸工具		14.03	12.84	11.81	12.68
精密器械		70.97	68.30	61.81	66.43

產業流入之 R&D (支出) 比重 = 產業從其他產業經由中間交易而獲得之研發支出 ÷ 產業總研發支出。

推估之 R&D 資本列於附表三，根據這些結果推估，歷年整體技術密集產業平均之 R&D 資本密集度約 32%，90 年代的密集度有明顯地上升(約 41%)，顯示技術密集產業投入更多的研發。其次，各產業研發資本佔 GDP 比重如表三所示，從表中可以得知：化學材料業歷年來平均之研發資本密集度較高(52%)；各產業除了機械設備業的 R&D 資本密集度沒有多大的變化外，餘者在 1991-1994 年均明顯的增加，其中，以精密器械業及電子電機業增加的幅度較大。

表三 各產業之研發資本密集度 (%)

產業	期間	1984~1985	1986~1990	1991~1994	1984~1994
化學製品		44.07	50.67	57.05	51.79
機械設備		26.99	24.14	25.86	25.28
電子電機		26.72	27.92	47.30	34.75
運輸工具		19.72	22.19	30.24	24.67
精密器械		22.64	27.23	49.71	34.57

產業研發資本密集度 = 產業研發資本 ÷ 產業 GDP 。

二、推估結果

根據生產函數模式估計（自我迴歸）結果列於表四。從表中可以得知，當研發資本僅包含產業自身的部分時，各產業的研發彈性 (γ) 以化學製品 (0.174) 最大，其次依序分別是：電子電機 (0.153)、運輸工具 (0.102)、機械設備 (0.085) 及精密器械 (0.019)；固定 α 、 β 、 λ 等參數估計 γ_a 的結果：如果研發資本包括其他產業流入的部分時，各產業研

的研發對 GDP 變動（生產力）的影響（提高幅度）最大，其次是電子電機業，最小者是精密器械業。再者，值得注意的是，當產業 R&D 包含其他產業流入的部分時，各產業研發對其附加價值提高的幅度上皆有增加，以精密器械業最明顯，彈性約增加 16% ((0.022~0.019)/0.019)，這當然與其從其他產業流入相當大比重的 R&D 支出（約 66%）有關。

表四 R&D 對生產力之影響

產業 \ 參數	γ	γ_a	λ	α	β	R^2	R_a^2
化學製品	0.174 ^a (4.84)	0.176 ^a (5.04)	0.026 ^c (1.50)	0.490	0.510	0.96	0.96
機械設備	0.085 ^a (2.25)	0.096 ^a (2.27)	0.028 ^a (2.34)	0.674	0.326	0.99	0.99
電子電機	0.153 ^a (4.14)	0.154 ^a (4.15)	0.023 ^c (1.49)	0.593	0.407	0.97	0.97
運輸工具	0.102 ^b (1.82)	0.104 ^b (1.83)	0.038 ^b (1.65)	0.643	0.357	0.94	0.94
精密器械	0.019 ^a (6.31)	0.022 ^a (6.64)	0.065 ^a (4.27)	0.848	0.152	0.78	0.79

^a, p < 0.01; ^b, p < 0.05; ^c, p < 0.10; γ_a 、 R_a^2 表示研發資本包含 R&D 流入部分之統計量；()內為 t 統計值；此處「生產力」是指 GDP 的變動率。

進一步，利用估計的研發彈性推估 R&D 對附加價值的影響，結果如表五所示。從表中可以看出，歷年來各產業研發對附加價值平均之貢獻度是：化學製品業 35%、機械設備業 38%、電子電機業 48%、運輸工具業 44% 及精密器械業 7%¹¹。如果從各階段的變化情形而言，除機械設備業先呈現小幅上升 (1986~1990) 而後下降 (1991~1994) 外，其餘各產業 R&D 對 GDP 的貢獻皆逐漸下降，尤其在進入九〇年代，下降的幅度更為明顯。整體上，下降的幅度以精密器械業 (53%) 及電子電機業 (44%) 最為明顯，而運輸工具業下降幅度亦不低 (34%)。其次，從表中亦可看出，其他產業對技術密集產業的 R&D 貢獻並不明顯。

¹¹去除自我相關後之 Bonferroni 多重檢定 (Hinkelmann & Kempthorne, 1994, p.210) 的結果顯示：1984~1994，電子電機業與運輸工具業一群、機械設備業與化學製品業另一群、精密器械業自成一群，群內無顯著差異，群間則顯著不同。

表五 R&D 對附加價值的貢獻 (%)

產業 \ 期間	1984-1985	1986-1990	1991-1994	1984-1994
化學製品	39.93(2.6)	35.41(2.5)	30.86(2.3)	34.58(2.5)
機械設備	35.58(1.7)	39.93(2.2)	37.34(1.7)	38.20(1.6)
電子電機	58.37(1.6)	56.03(1.6)	32.88(1.0)	48.04(1.4)
運輸工具	53.11(1.8)	47.08(1.6)	34.86(1.3)	43.73(1.6)
精密器械	9.77(3.7)	8.20(3.1)	4.62(2.8)	7.18(3.1)

括號內是其他產業 R&D 流入部分的貢獻。

綜合而言，以上分析結果大致可以瞭解：(1) 整體上，國內 R&D 支出主要來自技術密集產業（歷年平均的比重在 60% 以上，近年更達 70%），其中，尤其是電子電機業（40%，近年更達到 50%）的研發支出最多，精密器械業亦有明顯的增加，而化學製品業則有下降的情形；(2) 研發資本的密集程度（相對於各產業的 GDP）方面，各產業的情形並不盡相同，以化學製品業最高（52%），其次是電子電機業（35%）及精密器械業（34%）；從其他產業流入的 R&D（支出）比重多不高（除精密器械業外，其他各業皆在 20% 以下）；(3) 正如理論預期，國內技術密集產業附加價值受 R&D 顯著的影響，但各產業呈現的影響程度不盡相同：研發彈性從精密器械業 0.02 到化學製品業 0.176，附加價值的平均貢獻度約在 7%（精密器械業）~48%（電子電機業）。但值得注意的是，各產業之 R&D 對附加價值的貢獻在九 0 年代後有逐漸下降的現象；(4) 正如一般預期，技術密集產業附加價值之提升主要貢獻來自產業內自身的研發活動，其他產業流入之 R&D 的貢獻相當小（1%~3%）。

相較以往國內的研究，此處探討的對象僅涵蓋技術密集產業，故推估發現自是有所不同。但一些比較結果仍相當值得說明：(1) 如果將王塗發、顏振豐（1989）的研究發現視為 R&D 對國內製造業附加價值貢獻的平均水準（5%），則技術密集產業的貢獻程度將明顯地高於一般產業；(2) 再者，蔡光第、楊浩彥（1993）推估電子精密（含電機）業的研發彈性為 0.25，附加價值的貢獻度約 80%，本研究的分析結果則突顯電子電機業與精密器械業兩者 R&D 影響有著相當的差異，電子電機業的研發彈性為 0.15，附加價值的貢獻約 48%，而精密器械業的研發彈性僅為 0.02，相對附加價值的平均貢獻約 7%；(3) 雖然蔡光第、楊浩彥與本文皆發現電子電機業 R&D 對附加價值的貢獻度最高，但本研究估得電子

電機業的研發彈性（對生產力的影響）並非最大；(4) 此外，本研究之推估區分三個階段突顯技術密集產業研發對附加價值貢獻的變化情形，亦有別以往國內的研究。

其次，相較於國外的研究顯示，國內技術密集產業研發彈性與國外的發現 (0.06~0.14) 大致相當，此意謂著：國內技術密集產業研發對生產力的影響程度並不亞於一些先進的國家。對附加價值的貢獻程度與 Mairesse & Mohnen (1994) 歸納的發現 (5%~55%) 大致相同。事實上，國內技術密集產業 R&D 對附加價值的貢獻並不遜色，例如， Goto & Suzuki (1989) 推估日本一些化學製品業（有機化學、無機化學、醫藥製品）R&D 提高附加價值的平均幅度約 40%，國內化學製品之 R&D 的貢獻率約 35%；日本運輸工具（汽車工業）R&D 之附加價值貢獻 25%~33%，國內運輸工具 R&D 的貢獻是 44%。

陸、討論與建議

國內研發活動主要集中於製造業，而製造業的研發投資則主要來自技術密集產業，本文即在探討這些技術密集產業研發投資之附加價值的貢獻。前節之推估結果清楚地彰顯了國內技術密集產業 R&D 對附加價值的顯著影響及影響的程度。雖然如此，一些研究發現值得進一步討論。

一者，各技術密集產業 R&D 對附加價值變動之影響程度以化學製品業與電子電機業較大，從推估模式可以瞭解這與其研發資本量有關。此外，表三顯示這兩個產業的研發資本密集度相對較高，因此，產業研發資本密集度亦可能是另一個主要的影響因素。

二者，除化學製品業外，其餘各產業（尤其是電子電機業）之研發投資比重皆增加，然而，為何各產業 R&D 之附加價值貢獻度在進入九〇年代逐漸下降？主要的原因可能是，國內技術密集產業進入九〇年後，在基礎研發支出的比重增加（尤其是電子電機業），而基礎研發支出轉為資本所需的時間一般較長，因而其影響效果尚未展現¹²，但其量

¹² Litchenberg & Siegel (1989)、Mansfield (1980)、Link (1981b) 等之研究發現，基礎研發對附加價值的貢獻度依序約為 134%、178% 及 231%，顯示基礎研發的貢獻相當大。

卻已估算於研發資本 (R) 之中。根據研究顯示，基礎研發的貢獻相當大 (Litchenberg & Siegel, 1989 ; Mansfield, 1980 ; Link, 1981b)，因此未來是否持續下降有待觀察。

三者，相對於其他產業 R&D 的流入，另一個受到關注的問題是：技術密集產業 R&D 流到其他產業的情形如何？事實上，技術密集產業經由中間交易流出的 R&D 佔製造業各產業總流出 R&D 的 29%，這個比重的組合主要來自化學製品業 (15%)、電子電機業 (9%)、機械設備業 (4%)（運輸工具業及精密器械業的比重則相當小），顯示，國內其他產業來自技術密集產業流入的研發並不高。但值得注意的是，產業間研發的互動並不一定經由中間的交易，有時廠商跨產業間直接進行研發合作（如筆記型電腦開發的合作），這部分的估算較為困難。

四者，國內研究發展一般包括基礎研究、應用研究及技術發展三種類別（三個層次）（科學技術統計要覽，1995, pp. 237~238），這些類別的 R&D 並非同質，其轉化成資本的期間應該不一致，此處並未加以區分，主要的考量是：國內各類 R&D 支出可用的區分期間不長，區分將使得可用以推估的資料期間過短。誠然，未加以區分固然可能高估 R&D 的資本，但國內企業向來基礎研究的支出偏低¹³，而應用研究及技術開發引進著重於短期的體現，故影響應該不大。

五者，各技術密集產業內尚包括更細的產業，例如，電子電機業中有電子零組件、半導體、電腦產品、視聽產品等等產業，基本上，這些細產業研發活動進行程度可能不盡一致，R&D 的影響亦可能不同，分析上應儘量將之區分，但因資料的限制而無法推估。再者，本文推估結果似乎與國外相對產業的研究發現可約略比較，但要注意比較的產業所涵蓋的範圍或對象層次可能不同，例如，Goto & Suzuki (1989) 的化學製品是有機化學、無機化學及醫藥製品，相對上，本文所指的化學製品範圍更廣。再者，以往大多的研究雖然探討的對象在產業，但分析資料的單位則是廠商。相對上，國內現有可用的分析資料僅有產業別的部分，分析結果對廠商直接的意涵較少。

¹³ 近來基礎研發的比重有增加的情形，但比重仍僅在 15% 以下（見科學技術統計要覽）。

除上述討論的課題外，尚有一些值得未來研究的問題。一者，R&D 資本的內涵在反映科學知識的累積 (Griliches, 1979)，其性質與一般機械設備並不相同，R&D 支出形成資本的過程更為複雜，直接類比設備資本的設算方式（如 Goto & Suzuki, 1989）雖然在實證上較為簡便，但相對地也失去某種程度的真實面貌，因此，如何更精確地反映研發支出與資本間的關係，仍是個有待努力的問題。

二者，Pakes & Schankerman (1984) 認為 R&D 資本的折損象徵著知識隨著時間而擴散後專屬性 (appropriability) 的減低，應設算研發資本的折損。然而，要注意的是，這是從廠商本身出發的觀點，而事實上，就產業整體的觀點，當知識擴散後對產業（內或間）的幫助將往往更大，因此，以廠商觀點設算的 R&D 折損率將可能遠高於產業的觀點。但儘管如此，產業利用的科學知識實有著新舊替代的現象（舊者在產業逐漸不被使用），如何合理地加以推估，亦相當值得研究。

三者，與以往的研究相同，本研究在 R&D 支出與研發資本轉換的關係上假設：可完全轉換但期間落後，然而，研發支出的影響除了落後的特性外，尚有著不確定性 (uncertainty)，申言之，當期的研發支出並不一定能於後期完全體現為研發資本。再者，研發資本的影響可能存在遞延性，換言之，其影響效果並非一期即結束（影響效果有著動態性），對此，未來或可以自我迴歸整合移動平均 (ARIMA) 轉移模式進行推估。

最後，儘管此處無法區分基礎研發的影響程度，但正如文獻顯示，基礎 R&D 的貢獻相當大，且國內基礎研發支出有增加的趨勢，故未來待資料期間加長後區分其貢獻，是一個值得評估的課題。此外，國內技術密集產業之研發支出有相當的比例來自政府部門，在此研究中並未將其分離，申言之，從本文並未分析其相對於民間部門 R&D 投入的影響效果，然此涉及兩者研發資源的配置，亦值得進一步探討。

綜言之，儘管本研究依循以往的概念關係及推估方法，在理論模式上除指出對導上的問題外，並無特殊的創見，然而，在應用上則尋求較合的依據估算研發資本，且將焦點集中於技術密集（研發密集）產業，並同時觀察 R&D 對產業附加價值貢獻的階段變化，這些皆有別於以往的相關研究。誠然，如同前面的討論，本文一些考量尚不盡周延，

有些問題亦有待進一步的努力。但對於政府當局而言，本研究結果提供產業結構調整比重置於技術密集產業（50%~55%）一個正面的理由。再者，由於此處分析的層級為產業，故研究發現對廠商的涵意並不直接，但仍然意涵著：研發投資為廠商提升競爭力的重要途徑。最後，值得一提的是，Krugman (1994) 認為：亞洲新興工業化國家經濟的成長是生產資源投入的累積，而非來自技術進步的結果。然而，明顯地，本文發現突顯了 Krugman 的亞洲觀點相當值得商榷。

參考文獻

- 王塗發、顏振豐，1989，科技發展對產業經濟發展之評估作業模式，台北：台灣經濟研究院。
- 林惠玲、李顯峰，1996，「臺灣專利權數與 R & D 支出關係之研究—非負整數計量模式之應用」，經濟論文，24卷2期：273-302。
- 行政院國科會，1995，科學技術統計要覽，行政院國科會。
- 行政院國科會，1993，科學技術年鑑，行政院國科會。
- 蔡光第、楊浩彥，1993，可計量一般均衡模式之建立-我國製造業各業 R&D 資本之外溢及貢獻，台北：台灣經濟研究院。
- 蔡坤宏，1997，「臺灣研究發展對專利之影響效果」，中山管理評論，5卷2期：371-382。
- Ansoff, H. I. 1984. *Implementing strategic management*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Baruch, Y. 1997. High technology organization-what it is, what it isn't? *International Journal of Technology Management*, 13(2): 179-195.
- Berstein, J. I. 1997. Inter-industry R&D spillovers for electrical and electronic products: The Canadian case. *Economic Systems Research*, 9(1): 111-126..
- Bernstein, J. I. & M. I. Nadiri. 1989. Research and development and intraindustry spillover : An empirical application of dynamic duality. *The Review of Economics and Statistics*, 56(2): 249-269.
- Bosworth, D. L. 1978. The rate of obsolescence of technical knowledge—A Note. *Journal of Industrial Economics*, 26: 273-279.
- Brown, M. & A. Conrad. 1967. *The theory and empirical analysis of production*, Vol. 31 of *Studies in Income and Wealth*, 275-340. NY: Columbia University Press for NBER.

- Clark, K. B. & Z. Griliches. 1984. Productivity growth and R&D at the business level: Results from the PIMS data base. in Z. Griliches (Eds.), *R&D Patents, and Productivity*, 393-416. Chicago: The University of Chicago Press.
- Cuneo, P. & J. Mairesse. 1984. Productivity and R&D at the firm level in French manufacturing. in Z. Griliches (Eds.), *R&D Patents, and Productivity*, 375-392. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.
- Gray, S. J. & K. Maunders. 1984. The added value of value added statement. *The Accountant*, 4, pp. 14-20.
- Goel, R. K. 1990. The substitutability of capital, labor, and R&D in US manufacturing. *Bulletin of Economic Research*, 42 : 211-227.
- Goto, A & K. Suzuki. 1989. R&D capital rate of return on R&D investment and spillover of R&D in Japanese manufacturing industries. *The Review of Economic and Statistics*, 56(4) : 555-564.
- Griliches, Z. 1979. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, 10 : 92-116.
- Griliches, Z. 1980a. Returns to research and development expenditures in the private sector. in J.W. Kendrick and B. Vaccara,(Eds.). *New Developments in Productivity Measurement, NBER Studies in Income and Wealth*, No.44, 419-454. Chicago: The University of Chicago Press.
- Griliches, Z. 1980b. R&D and productivity slowdown. *American Economic Review*, 70(2) : 343-348.
- Griliches, Z. 1984. Productivity puzzles and R&D: Another nonexplanation. *The Journal of Economic Perspectives*, 2(4): 9-21.
- Griliches, Z. 1986. Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970's. *American Economic Review*, 76(1) : 141-154.
- Griliches, Z. 1994. Explanations of productivity growth: Is the glass half-empty?" *American Economic Review*, 84(1): 1-25.
- Griliches, Z. 1995. R&D and productivity. in P. Stoneman (Eds.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, 52-89. Massachusetts: Cambridge Press.
- Griliches, Z. & J. Mairesse. 1984. Productivity and R&D at the firm level. in Z. Griliches(Eds.), *R&D Patents, and Productivity*, Chicago, Univ. of Chicago Press, 1984, 339-374.
- Griliches, Z. & J. Mairesse. 1990. R&D and productivity growth: Comparing Japanese and U. S. manufacturing firms. in C. Hulten(Eds.), *Productivity Growth in Japan and the United States*, vol. 53 of *Studies in Income and Wealth*, 317-348. Chicago: The University of Chicago Press.
- Griliches, Z. & F. R. Lichtenberg. 1984a. R&D and productivity growth at the

- industry level—Is there still a relationship ? In Z. Griliches(Eds.), *R&D Patents, and Productivity*, 465-496. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.
- Griliches, Z. & F. R. Litchenberg. 1984b. Interindustry technology flows and productivity growth: A re-examination. *The Review of Economics and Statistics*, 66(2): 325-329.
- Hinkelmann, K. & O. Kempthorne. 1994. *Design and analysis of experiments-Introduction to experimental design*, NY: John Wiely & Sons.
- Krugman, P. 1994. The myth of the Asia's miracle. *Foreign Affair*, 73(6): 62-78.
- Link, A. N. 1981a. *Research and development activity in U. S. manufacturing*, NY: Proger.
- Link, A. N. 1981b. Basic research and productivity increase in manufacturing: Additional evidence. *American Economic Review*, 71(4): 1111-1112.
- Mairesse, J. & P. Mohnen. 1994. R&D and productivity growth: What we have learned from econometric studies? Proceedings of EUNETIC Conference on *Evolutionary Economics of Technological Change: Assessment of Results and New Frontiers*, Strasbourg.
- Mansfield, E. 1965. Rates of return from industrial R&D. *American Economic Review*, 55(3): 863-873.
- Mansfield, E. 1980. Basic research and productivity increase in manufacturing. *American Economic Review*, 70(3) : 863-873.
- Mansfield, E. 1969. Industrial research and development : Characteristics, costs and diffusion of results. *American Economic Review*, 59(1) : 65-71.
- Miller, R. E. & P. D. Blair. 1985. *Input-output analysis : Foundations and extensions*, Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Minasian, J. R. 1969. Research and development, production functions and rates of return. *American Economic Review*, 59(1) : 80-85.
- Odagiri, H. & Shin-Ya Kinukawa. 1997. Contributions and channels of interindustry R&D spillovers : An estimation for Japanese high-tech industry. *Economic Systems Research*, 9(1): 127-142.
- Pakes, A. & M. Schankerman 1984. The rate of obsolescence of knowledge, research gestation lags and the private rate of return to research resources. In Z. Griliches(Eds.), *R&D Patents, and Productivity*, 73-88. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.
- Science and Technology Agency. 1986. *Kagaku Gijutsu Ha Kusho* (White Paper on Science and Technology).
- Scherer, F. M. 1982. Inter-industry technology flows and productivity growth. *The Review of Economics and Statistics*, 64(4): 627-634.
- Scherer, F. M. 1993. Lagging productivity growth: Measurement, technology and

- shock Effects. *Empirica*, 20: 5-24.
- Terleckyj, N. E. 1974. *Effects of R&D on the productivity growth of industries: An exploratory study*, Washington, D. C. : National Planning Association.
- Trajtenberg, M. 1990. *Product innovation, price indices and the measurement of economic performance*. in NBER working paper No.3261.
- Van Meijl, Hans. 1997. Measuring intersectoral spillovers : French evidence. *Economic Systems Research*, 9(1) : 25-46.
- Vuori, Synnove. 1997. Interindustry technology flows and productivity in Finnish manufacturing. *Economic Systems Research*, 9(1) : 67-80.

附表一 R&D 附加價值貢獻之相關研究結果

作 者	分析期間	資料層次	模式類型	貢獻(%)
Minasian	1984~1957	廠商(17)	生產函數	54
Terleckyj	1948~1966	產業(20)	密集度模式	12
Link	1958	產業(45)	密集度模式	18.1
Griliches	1957~1965	廠商(883)	生產函數	27
Griliches	1959~1968	產業(39)	密集度模式	42
	1969~1977	產業(39)	密集度模式	0
Griliches	1958~1973	產業(143)	密集度模式	33
	1973~1989	產業(143)	密集度模式	36
Griliches &	1959~1963	產業(27)	密集度模式	2.7
Lichtenberg	1964~1969	產業(27)	密集度模式	0
	1969~1973	產業(27)	密集度模式	5.2
Griliches	1966~1977	廠商(491)	生產函數	39
Lichtenberg & Siegel	1973~1976	廠商(2207)	密集度模式	9.5
	1977~1980	廠商(1522)	密集度模式	18.9
Scherer	1981~1985	廠商(1512)	密集度模式	3
	1978~1988	產業(143)	密集度模式	18
Goto & Suzuki	1976~1982	廠商(29-99)	密集度模式	40
	1976~1982	產業(50)	密集度模式	26
Van Meijl	1978~1992	產業(30)	密集度模式	19
Vuori	1981~1985	產業(20)	密集度模式	9
	1985~1989	產業(20)	密集度模式	18
	1989~1993	產業(20)	密集度模式	15
王塗發、顏振豐	1980~1986	產業(1)	密集度模式	5
蔡光第、楊浩彥	1982~1991	產業(4)	生產函數	25-80

附表二 技術密集產業流入之研發支出（百萬新台幣，基期=1991）

業別 年別	化學製品	機械設備	電子電機	運輸工具	精密器械
1982	134	93	173	200	178
1983	335	85	178	168	219
1984	251	90	190	148	267
1985	132	94	287	201	300
1986	239	129	363	249	413
1987	202	181	486	341	436
1988	252	216	358	294	263
1989	363	265	561	379	398
1990	331	423	393	395	406
1991	332	486	459	388	424
1992	419	551	614	467	415
1993	343	630	561	580	357
1994	378	685	623	612	355

附表三 技術密集產業之研發資本（百萬新台幣，基期=1991）

業別 年別	化學製品	機械設備	電子電機	運輸工具	精密器械
1984	6259	7638	25863	10528	734
1985	7046	8618	31415	11795	913
1986	8294	10328	35920	14246	1002
1987	10716	10919	41534	15503	1114
1988	13930	11969	49760	17906	1489
1989	15174	13013	59537	19984	1933
1990	16009	14430	74397	24117	2122
1991	16946	15352	97526	27534	2294
1992	17903	16461	119060	30878	2596
1993	19535	17971	139879	34525	3395
1994	22487	20803	165709	39477	4296

