

研究發展支出對國防工業廠商經營績效之影響

THE IMPACTS OF R&D EXPENDITURE ON FIRM PERFORMANCE IN DEFENSE INDUSTRIAL

楊忠城

龍華技術學院財務金融系

傅鍾仁*

雲林科技大學企業管理系

張寶光

淡江大學會計學系

Chung-Cheng Yang

*Department of Finance,
Lunghwa Institute of Technology*

Chung-Jen Fu

*Department of Business Administration,
National Yunlin University of Science and Technology*

Bao-Guang Chang

*Department of Accounting,
Tamkang University*

摘 要

本文以對國家安全有重大影響的國防工業廠商為對象，建構理論模型來探討研究發展支出對其經營績效之影響，並選取我國 12 家軍事生產工廠，以 1995 至 1999 年之定組追蹤資料進行實證分析。實證結果顯示，影響我國軍事工廠經營績效提昇之原因，主要係來自生產力之提昇，此包含技術進步效果，以及研發投資的成長效果，而勞動及資本兩生產要素投入之成長對廠商經營績效之效果並不明顯。這些結果在敏感度分析中相當穩健，本研究結果對國防工業主管機構之研發投資具政策意涵。

關鍵詞：國防工業、研究發展、經營績效、技術變遷

ABSTRACT

This paper examines the impacts of R&D expenditure on operating performance

theoretically and empirically in defense industrial. We test these impacts by examining 12 military factories during the 1995-1999 time periods in Taiwan. We find little effects between labor and capital factors on firm performance, but a significant factor is productivity, including technology progress and growth, size, and spillover effects of R&D investment. The findings have important R&D policy for defense industrial authority. These results are generally robust in sensitivity analysis.

Key words: Defense industrial, R&D, Firm performance, Technology change

壹、前言

本文探討研發支出對我國國防工業廠商經營績效的影響。經營績效是組織達成目標程度之衡量，一般產業組織所稱之經營績效多半採用財務報表所獲得之會計報酬（陳世哲與許淑君，1999），或是以生產值或銷貨值代表之（Kendrick and Creamer, 1965）。本文理論上採後者概念，以產出成長為經營績效之衡量指標；實證上，基於資料可獲性，且由於我國三軍各總司令部委託聯勤軍事工廠進行軍事武器及裝備之生產，在交貨時須按生產契約交付雙方協定之價金，此部份即歸入軍事工廠所編製作業收支表之作業收入科目中，故以軍事工廠作業收入之成長代表之。而研究發展對組織經營績效之影響甚為重大（Iansiti and West, 1999; Hadjimanolis, 2000; 王怡人, 1995; 黃雅苓, 1998; 歐進士, 1998），近年來有關此主題之研究已受到學術界相當之重視，而國內對此之研究大多針對高科技之營利事業（湯佩妤, 2000; 林由雪, 1996），對非營利部門並不多見，至於對國防工業之研究則更為罕見。以國軍生產工廠為主體之國防工業，每年均

耗費大量之國家預算於國防武器之製造上，若能有效提昇其營運效能，則可更經濟有效地提昇武器裝備之性能與品質，進而更強化我國之國防戰力。本文目的為同時採理論面及實證面，探討對我國國家安全有重大影響的國防工業，其研究發展活動對其軍事工廠經營績效之影響。

理論上，促進產出成長之原因，可區分為勞動與資本等生產要素投入之成長及生產力兩部份（Young, 1995），Färe, Grosskopf, Norris, and Zhang (1995)更將生產力細分為技術變遷與效率變動。技術進步是經濟發展的重要因素，而新技術的擴散則是技術進步一個非常重要的方法，由於新技術若擴散到整個經濟或產業，則可促進整個經濟體系的技術進步（林惠玲與陳正倉, 2000）。而技術進步的主要動力之一，即來自於研究發展。研究發展乃是為增進知識存量所進行之有系統的創造性活動，知識經由研發可發展出新的用途而成為社會進步的主要來源（林師模與許書銘, 1996）。研究發展所產生之新技術及其衍生之技術擴散效果，是產業及個別組織經營績效之重要影響因素（Spence, 1984; Iansiti and West, 1999; Hadjimanolis, 2000; 歐進士，

1998)。若忽略了外溢效果 (spillover effects) 將會顯著低估研發或人力資本對產出之影響 (莊奕琦與趙振瑛, 1996)。因此, 本文嚐試整合組織價值創造流程和產出成長模型, 建構出包含研發活動所產生之技術變遷、及其衍生之技術擴散對國防工業經營績效之影響的模型, 做為進行實證分析之理論基礎。

實證上, 我國軍事工廠每年研究發展經費佔作業收入之比重約在 6% 至 10% 之間, 均較同期間我國高科技產業的 5% 為多¹, 顯見研究發展在國防工業的重要性。經以我國國軍 12 家營運具自主性、經費運用自給自足、且自負盈虧的軍事生產工廠 (產品包括機械、化學、被服、光學及印刷等五類), 期間涵蓋 1995 - 1999 年平衡表 (Balance Sheet) 及作業收支表 (Income Statement) 之定組追蹤資料 (panel data) 進行實證分析²。主要發現為勞動及資本兩生產要素投入之成長對經營績效之效果並不明顯, 而影響我國各軍事工廠經營績效提昇之原因, 主要係來自生產力之提昇, 此包含技術進步效果, 以及研發投資的成長效果。

除前言外, 本文後續之結構安排如下: 首先, 依據組織價值創造的流程將個別軍事工廠區分為直接 (產銷) 與間接 (研發) 兩部門, 再結合具外溢效果之產出成長模型, 建構出間接部門之研究發展

支出對個別軍事工廠經營績效之影響模型; 其次, 介紹研究設計, 及實證結果; 最後是結論與建議。

貳、模型

一般而言, 企業價值創造的流程可區分成研發、設計、生產、行銷、物流、及售後服務等六個部份 (Horngren, 2000), 針對高科技的國防工業, 研發和設計顯得特別重要, 故本文則將生產前之研發及設計等兩部份合併為研發活動, 生產後之四個流程合併為產銷活動。因此, 我們假設整個軍事工廠區分為間接的研發部門和直接的產銷部門³, 在概念上可將整個軍事工廠的產出設定為間接和直接二部門產出之加總⁴。

在研發活動中, 除了產品的創新直接影響到整個軍事工廠的產出外, 製程技術的改進也可提升生產部門的產出, 進而影響到整個軍事工廠的產出。因此, 我們假設研發活動對生產部門有間接效果。高科技的軍事工廠如何提昇經營績效或產能, 首重研發活動所產生的技術進步和效率提昇, 研發活動的生產力關鍵在於勞動的效率, 這包含了員工的教育程度與技術水準等, 而為了簡化分析設定技術變遷率為固定值, 且基於

¹ 參閱國軍生產及服務作業基金預算編製規定與行政院國科會所出版之 87 年度科學園區統計資料, 科學技術統計要覽。

² “Balance Sheet” 之中譯, 在政府單位的會計報表上譯成「平衡表」, 而在一般公司企業則譯為「資產負債表」; 同樣地, “Income Statement” 之中譯, 也有「作業收支表」和「損益表」二種。

³ 本文參考 Heo and DeRouen (1998) 之產出成長模式加以修正, 並整合組織價值創造流程, 建構出本文的理論模型。

⁴ 另在公司會計之處理上, 研發支出係單獨列示, 並未計入生產或銷管支出中, 因此在實證資料處理上並不需再從生產和銷管之支出中扣除研發支出部份。

存在恆定均衡狀態 (steady-state)之條件限制，而設定技術變遷均屬勞動多用型（技術變遷必須是勞動多用型的證明，請參見附錄 A）⁵。因此，首先設定各部門的生產技術型態為新古典 (Neoclassical)生產函數如下⁶：

$$\begin{aligned} Y_i &= F(A(t)L_i, K_i) \\ Y_d &= G(B(t)L_d, K_d, Y_i) \end{aligned} \quad (1)$$

上式中， Y_i 與 Y_d 分別表示間接與直接部門之產出； L_i 與 L_d 分別表示間接與直接部門之勞動投入； K_i 與 K_d 分別表示間接與直接部門之資本投入； $A(t)$ 與 $B(t)$ 分別為間接與直接部門之技術變動因子。而 $A(t)L_i$ 與 $B(t)L_d$ 則分別為間接與直接部門之效率勞動投入 (effective labor)。

此外，各部門的技術變遷可能不同，故假設二部門相對技術變遷比例為

$$A(t)/B(t) = 1 + \phi \quad (2)$$

其中， ϕ 為未知的固定參數，一般而言 ϕ 之值大於 -1。

另由於二部門的作業成熟度可能不同，故假設兩部門勞動與資本之邊際生產力相對值為

$$F_e/G_e = F_k/G_k = 1 + \delta \quad (3)$$

其中， $F_e = \partial Y_i / \partial (A(t)L_i)$ 和 $G_e = \partial Y_d / \partial (B(t)L_d)$ 分別為間接和直接二部門之效率勞動邊際生產力， δ 也是未知的固定參數，一般而言 δ 之值大於 -1，而 F_j 與 G_j ($j=e, k, i$) 分別表示間接與直接部門之邊際生產力。

整個軍事工廠的勞動與資本要素投入為

$$\begin{aligned} L &= L_i + L_d \\ K &= K_i + K_d \end{aligned} \quad (4)$$

整個軍事工廠的產出為

$$Y = Y_i + Y_d \quad (5)$$

利用(1) (5)式，可以推導出軍事工廠經營績效之決定模式如下所示（完整推導過程列於附錄 B）：

$$\begin{aligned} dY/Y &= e^{\lambda t} \psi_l \lambda + e^{\lambda t} \psi_l (dL/L) + \psi_k (dK/K) \\ &+ [\pi(Y_i/Y) + \psi_i] (dY_i/Y_i) \end{aligned} \quad (6)$$

上式中， $B(t) = e^{\lambda t}$ ， $\pi = 1 - [1/(1+\phi)(1+\delta)]$ ， $\psi_l = G_l(L/Y)$ ， $\psi_k = G_k(K/Y)$ ， $\psi_i = G_i(Y_i/Y)$ 。

⁵ 技術進步型態分為 Hicks (1932)中性型 (neutral)、Harrod (1942)勞動多用型 (labor-augmenting)、及 Slow (1969)資本多用型 (capital-augmenting)三種。當創新等技術進步 (T)使得在同樣產出 (Y)下，少用勞動 (L)和資本 (K)投入的比例一樣時，稱之中性型技術變遷，生產函數設定為 $Y = T(t) \cdot F(L, K)$ ；若勞動相對資本投入較多的比例時，稱之勞動多用型技術變遷，生產函數設定為 $Y = F(T(t) \cdot L, K)$ ；若勞動相對資本投入較少的比例時，稱之勞動多用型技術變遷，生產函數設定為 $Y = F(L, T(t) \cdot K)$ 。

⁶ 新古典生產函數必須滿足 Inada 條件 (Inada, 1963)，亦即生產函數的邊際生產力大於零且遞減，以及生產函數具有固定規模報酬 (constant returns to scale)的特性。透過 Euler 定理，本文的研發部門之產出，可由研發支出表示之。

理論上，衡量產出之成長可區分為要素投入之成長與生產力兩方面 (Young, 1995)，而生產力又可進一步分解成技術變動與效率變動兩個部份 (Färe et al., 1995)。在第(6)式中，對產出成長之影響，依循上述之區分：首先，勞動投入之成長 (dL/L) 與資本投入之成長 (dK/K) 係指要素投入之成長，其係數 ψ_l 與 ψ_k 用以說明其對產出成長的影響方向與程度。其次， λ 則為技術變動，理論上其係數可正可負；至於效率變動部份則由研發支出之成長 (dY_i/Y_i) 效果加以表示，其中包含了間接效果 (ψ_i) 和與規模 (Y_i/Y) 效果⁷。值得一提的是，當 π 小於零時 (即 ϕ 或 δ 小於零)，在邊際生產力遞減原則下，表示軍事工廠的研發部門之作業相對處於成熟階段；反之，則處於迅速發展階段。此外， ψ_i 為正時，表示研發部門對產銷部門有正面的間接效果，反之，則有負面的影響。

參、研究設計

過去四十多年來，由於我國自主性國防工業體系之建立，使國軍從戰機、戰艦、戰車、各種高性能武器，以及各型槍械火炮、彈藥等大多能自行研發生產，一般軍需用品亦可自給自足，在此種完整軍備體系之運作下，國防力量得以鞏固，國家安全獲得確保。為因應高效能及高精密武器裝備之需求，研發創新在國防工業的經營中扮演了極為關鍵

之角色，有鑑於此，國防工業主管部門每年均編列龐大預算投入研發工作，期能生產出更精良之武器裝備以提昇國防力量，並為各軍事生產單位創造更大的產能。根據資料顯示，我國軍事工廠每年研究發展經費佔作業收入之比重約在 6% 至 10% 之間，均較同期間我國高科技產業的 5% 為多。

由於國防工業各工廠間具有相當之差異性，基於減少外部環境影響之考量，本研究僅選取營運具自主性、經費運用自給自足、且自負盈虧的工廠為對象進行實證研究，共計選取聯勤總司令部所屬之十二家軍事工廠為樣本，包括機械、化學、被服、光學、及印刷等五類。基於資料之可獲得性，本文之資料期間涵蓋 1995 - 1999 年，共計 60 個工廠年的觀察值，實證變數之資料係取自各軍事工廠每年所編製之平衡表及作業收支表。配合前節所發展之理論模型，此處依國防工業之特性，對各理論變數選取適當之代理變數以進行實證分析。

我國三軍各總司令部委託聯勤軍事工廠進行軍事武器及裝備之生產，在交貨時須按生產契約交付雙方協定之價金，此部份即歸入軍事工廠所編製作業收支表之作業收入科目中，故以軍事工廠作業收入代表總產出之理論變數。勞動投入之代理變數，可以員工雇用數及員工薪資總額代表，其中員工薪資總額尚含有員工不同技術等級之資訊，故本文選擇員工薪資總額為勞動投入之主要代理變數。第二個生產要素為資本投入，其可行之項目有總資產、固定資產、及淨值等三項，由於軍事工廠屬非營利之所有權型態，故淨值較不適合，而且武器裝備之生產最主要展現在重機器的

⁷ 理論上，研發投入對產出的影響有遞延 (lag) 的效果，本文在模型設定上則由研發規模加以衡量其持續的影響。

表一 原始變數定義彙總表

理論變數	代理變數	變數說明
軍事工廠產出	作業收入	各軍事工廠作業收支表列示之年作業收入額
勞動投入	薪資總額	各軍事工廠作業收支表列示之年員工薪資總額
資本投入	固定資產	為各軍事工廠平衡表中所列示之固定資產總額
研發產出	研發支出	各軍事工廠作業收支表列示之年研發支出

固定設備中，故本文以固定資產來代理資本投入變數，至於總資產及淨值在實證中亦加以測試，以進一步瞭解主要估計結果之敏感度。茲將前述之理論變數、相對之代理變數與相關之說明彙總於表一。

代理變數選定後，為進行實證研究，我們須將(6)式轉換成實證式。由於本研究分析之對象係以同為國防工業之軍事工廠為單位，在短期間內(五年)其生產模式變動不大，原物料及能源等中間投入與其作業收入間的關係相對穩定，且對個別軍事工廠之分析而言，並不會產生如總體經濟分析時中間投入重複計算之問題，故在迴歸式中並未將中間投入納入分析。另研發投入與其產出間之關係較不明確，故現行會計制度之處理係將研發支出一律費用化，因此無法取得有效之研發存量資料，且前述理論模型中，研發活動係採流量設定，其遞延的影響則由模型中研發規模 (Y_i/Y)來衡量，故實證上仍將採用研發支出之流量變數來分析其對營收成長之影響。本文的實證式如下：

$$dY/Y = e^{\lambda} \psi_l \lambda + e^{\lambda} \psi_l (dL/L) + \psi_k (dK/K) + [\pi(Y_i/Y) + \psi_i] (dY_i/Y_i) + \varepsilon \quad (7)$$

其中，

- dY/Y ：作業收入之成長率，
- dL/L ：員工薪資總額之成長率，
- dK/K ：固定資產之成長率，
- dY_i/Y_i ：研發支出之成長率，
- Y_i/Y ：研發支出規模(研發支出佔作業收入之比率)，
- ε ：隨機干擾項。

上述變數，用以估計(7)式之 λ 、 ψ_l 、 ψ_k 、 ψ_i 、及 π 等參數。

由(7)式，可將作業收入成長 (dY/Y) 之來源，區分為勞動的貢獻 ($e^{\lambda} \psi_l (dL/L)$)、資本的貢獻 ($\psi_k (dK/K)$)、研發的貢獻 ($[\pi(Y_i/Y) + \psi_i] (dY_i/Y_i)$)、及總要素生產力之成長 (Growth in Total Factor Productivity, GTFP)等四部分。其中，總要素生產力之成長的衡量，實證上係由(7)式所估得的參數依據 Solow residual 之方式計算如下：

$$GTFP = (dY/Y) - e^{\lambda} \psi_l (dL/L) - \psi_k (dK/K) - [\pi(Y_i/Y) + \psi_i] (dY_i/Y_i) \quad (8)$$

有關樣本原始變數及實證變數之敘述統計量分別列於表二及表三中。由敘

表二 樣本敘述統計量：原始變數

單位：萬元

變數名稱 統計量	作業收入 (Y)	薪資總額 (L)	固定資產 (K)	研發支出 (Y _i)
平均數	86327	30944	124169	3694
中位數	66951	31464	38393	3725
最大值	204116	68935	435697	13398
最小值	10407	2321	4968	553
標準誤	64127	23431	131839	2703
觀察值	60	60	60	60
工廠數	12	12	12	12

表三 樣本敘述統計量：實證變數

變數名稱 統計量	作業收入 之成長率 (dY/Y)	薪資總額 之成長率 (dL/L)	固定資產之 成長率 (dK/K)	研發支出之 成長率 (dY _i /Y _i)	研發支出佔作業 收入之比率 (Y _i /Y)
平均數(%)	2.23	-1.50	1.24	1.60	6.57
中位數(%)	0.14	-3.55	-0.18	1.41	6.75
最大值(%)	47.75	70.48	27.32	46.62	11.33
最小值(%)	-36.94	-35.41	-21.47	-33.57	3.39
標準誤(%)	15.47	15.85	8.92	16.39	1.94
觀察值	48	48	48	48	48
工廠數	12	12	12	12	12

述統計量可知，12 個軍事工廠中其年作業收入介於 1 至 20 億元之間，標準誤為 6.4 億元，其平均成長 2.23%。進一步可觀察到固定資產及薪資總額亦有相當大之差異，可知軍事工廠間具有明顯之異質性，其中固定資產平均成長 1.24%，反映出軍事工廠持續擴廠，而薪資總額之成長卻是 -1.50%，表示有人員緊縮的現象。另外，研發支出之平均數為 0.37 億元，平均佔作業收入 6.57%，相對其他產業而言是相當高的比例，且平均成長 1.60%。

肆、實證結果

我們對(7)式之參數進行估計，結果彙總於表四⁸。首先，就技術變遷對各軍

⁸ 為瞭解實證結果之穩健性 (robustness)，本文亦對各解釋變數採用不同之代理變數，以進行敏感性分析，其結果與表四大致相同，故不再列示。此外，由表二可知，各工廠的經濟規模具有相當之差異性。一般在實證上的處理是將所有的樣本工廠依不同的經濟規模分組，個別估計實證式。然而由於本文樣本僅 60 個觀察值，再扣掉處理實證變數為成長率所損失的觀察值，僅

事工廠的作業收入成長之影響而言， λ 之估計值為 0.010 ($t=1.690$)，可知樣本期間內各工廠皆有持續之技術進步。在屬於高科技屬性的國防工業，軍事工廠經營是否具有績效，以及能否維持作業收入的成長，技術進步為重要關鍵因素之一。

其次，就要素投入對作業收入成長的影響而言：其中，勞動投入（薪資支出）之成長的影響， ψ_l 的估計值為-0.146，作業收入的勞動彈性（ $e^{\lambda}\psi_l$ ）之估計值為-0.149，顯示勞動投入缺乏效率，但不顯著（ $t=-0.055$ ），這可由軍事工廠精簡人員窺知端倪。在國防工業，人員素質的提昇重於員額規模的擴大將有助於提昇軍事工廠的經營績效。另外，資本投入之成長的影響，作業收入的資本彈性 ψ_k 之估計值為 0.821，理論上，資本支出可以作為生產製造能力（產能、製程技術）的一項重要指標，更是攸關未來競爭力的強弱。一般而言，重要軍事物品生產設備的投資應顯著能提昇軍事工廠的作業收入，然而 ψ_k 之估計值雖為正，卻未達統計顯著水準（ $t=1.493$ ），其原因可能是由於樣本量不足所致，若能增加樣本工廠或延長樣本期間，則可獲致較明確資本要素成長之影響效果。

最後，我們看研發活動對軍事工廠作業收入的影響。作業收入的研發彈性 $[\pi(Y_i/Y) + e^{\lambda}\psi_i]$ （ $= \partial(dY/Y)/\partial(dY_i/Y_i)$ ）為 0.433，顯著有正面的影響，這表示研發活動是軍事工廠作業收入成長的重要來源之一。其中， ψ_i 之估計值為 0.482

（ $t=1.867$ ），顯示研發部門在產品製程的創新上具有顯著提昇生產部門生產力的間接效果。另 π 之估計值為-0.742（ $t=-1.969$ ），其值為負，亦即 ϕ 或 δ 小於零，顯示研發部門的邊際生產力相對低於產銷部門。在邊際生產力遞減原則下，研發部門的作業效率有待提昇，並且須加強新產品的研發能力，如此才可提升軍事工廠整體之經營績效。

隨著國軍對高性能及高精密武器裝備之需求提高，將迫使軍事工廠對新技術的發展和製程的創新速度必須比以前更懇切。且由於各類科技進展日新月異，加深市場之複雜度，加上科技知識傳播迅速、市場瞬息萬變，高科技產業之經營管理充滿不確定性和風險。因此，難以有個別軍事工廠能獨立完成所有研發、產銷等完整價值鏈活動。技術整合的模式與以往全賴內部知識資源有別，需視使用內、外部研發資源網路的需求而加以修正。是否能有效整合內外部研發資源與不同知識，乃是未來軍事工廠提昇經營績效的重要途徑之一。

此外，我們利用表四之參數估計值，依據(8)式計算作業收入成長來源之貢獻率，結果彙總於表五。由表五可知，近五年來作業收入成長平均為 2.23%，其中源自於勞動之貢獻為 0.23%、資本之貢獻是 1.02%、研發之貢獻是 0.69%、而總要素生產力之成長則為 0.29%。因此，軍事工廠之作業收入成長主要來自於資本之貢獻（佔 46%），其次是研發的貢獻（佔 31%），這反映出研究發展對國防工業的重要性。

剩 48 個。因此，基於實證資料的可獲性，本文並未分不同經濟規模的軍事工廠分別估計，而將此項列為研究限制。

表四 參數估計結果

$$dY/Y = e^{\lambda t} \psi_l \lambda + e^{\lambda t} \psi_l (dL/L) + \psi_k (dK/K) + [\pi(Y_i/Y) + \psi_i](dY_i/Y_i) + \varepsilon$$

係數	估計值	t值	\bar{R}^2
λ	0.010	1.690*	0.36
ψ_l	-0.146	0.055	
ψ_k	0.821	1.493	
ψ_i	0.482	1.867*	
π	-0.742	-1.969*	
$e^{\lambda t} \psi_l$	-0.149 (=exp(0.010×2)×(-0.146))		
$[\pi(Y_i/Y) + \psi_i]$	0.433 (= -0.742×0.066+0.482)		

註：* 表示該參數在 10% 水準下顯著，單尾。

** 表示該參數在 5% 水準下顯著，單尾。

*** 表示該參數在 1% 水準下顯著，單尾。

表五 作業收入成長來源之計算

	作業收入		成長來源		
	之成長	勞動之貢獻	資本之貢獻	研發之貢獻	GTFP
平均值	2.23%	0.23%	1.02%	0.69%	0.29%
貢獻率		10%	46%	31%	13%

註：貢獻率是利用估計的作業收入彈性乘以要素成長率，再除以作業收入成長率乘以 100% 計算而得。

伍、結論

我國軍事工廠每年均耗費大量之國家預算以產製國防所需之武器裝備，且其研究發展支出比重高於一般高科技產業，若能掌握影響產出的關鍵因素，將可提高軍事工廠的經營績效。本文乃整合組織價值創造過程和產出成長分析模型，建構出包含研發活動所產生之技術變遷、及其衍生之技術擴散對國防工業

廠商經營績效之影響的模型，並以我國國軍 12 家營運具自主性、經費運用自給自足且自負盈虧的軍事生產工廠（產品包括機械、化學、被服、光學、及印刷等五類），期間涵蓋 1995 - 1999 年之定組追蹤資料進行實證分析。

實證結果指出，影響軍事工廠經營績效提昇之主因係來自生產力之提昇，包含技術進步效果，以及研發投資之成長效果，而勞動及資本兩生產要素投入成長之效果，為一正一負，但不顯著。此外，軍事工廠之作業收入成長主要來

自於資本之貢獻 (佔 46%)，其次是研發的貢獻 (佔 31%)，這反映出研究發展對國防工業的重要性。

上述結果顯示為有效提昇國防工業之經營績效，宜進一步加強各軍事工廠之研發投資及促進技術進步，並且著重人員素質的提昇，而非員額規模的擴大。至於實證結果中，資本投入成長效果並不顯著，可能係由於樣本量較少所致，若能取得季資料等更高頻率之觀察值，或更長期間之樣本資料，則可更明確地看出資本投入要素對經營績效之影響。

當然，影響國防工業經營績效的因素，除了可度量的因素外，可能尚存在不可度量的因素。例如國內政治情勢的變動，軍事預算審查的不確定性，這些對國防工業的經營績效應有相當的影響，如何將一些無法度量的因素予以量化，或在分析模型中加入這些因素的考量，皆是值得進一步努力的方向。

參考文獻

一、中文部份

1. 王怡人，1995，企業特性、研究發展與經營績效關係之研究 - 以資訊、電子、電機產業為例，國立臺灣大學商學系未出版碩士論文。
2. 林由雪，1996，臺灣高科技產業的研究發展、持股類型與經營績效之研究，

國立中央大學財管系未出版碩士論文。

3. 林師模，許書銘，1996，研發補助政策效果之一般均衡模擬分析，台灣經濟學會年會論文集，9-48。
4. 林惠玲，陳正倉，2000，自動化技術之採用與擴散 - 台灣製造業之實證研究，經濟論文叢刊，28: 1，411-440。
5. 莊奕琦，趙振瑛，1996，人力資本外部效果對製造業產出影響：台灣實證研究，台灣經濟學會年會論文集，95-111。
6. 陳世哲，許淑君，1999，競爭策略、人力資源管理系統與組織績效之研究，亞太管理評論，4: 4，413-429。
7. 湯佩妤，2000，企業類型與研發支出、專利權成效之遞延效果研究，國立中正大學企業管理研究所未出版碩士論文。
8. 黃雅苓，1998，研究發展支出與經營績效關係及其費用化之探討 - 以台灣上市公司之電子業與非電子業為例，國立政治大學會計學系未出版碩士論文。
9. 歐進士，1998，我國企業研究發展與經營績效關聯之實證研究，中山管理評論，6: 2，357-385。

二、英文部份

1. Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang. 1994. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review* 84 (1):66-83.
2. Hadjimanolis, A. 2000. An investigation

- of innovation antecedents in small firms in the context of a small developing country. *R&D Management* 30(3): 235-245.
3. Harrod, Roy F. 1942. *Toward a Dynamic Economics: Some Recent Developments of Economic Theory and their Application to policy*, London, Macmillan.
4. Heo, U., and K. DeRouen. 1998. Military expenditures, technological change, and economic growth in the East Asian NICs. *The Journal of Politics* 60(3): 830-846.
5. Hicks, J. 1932. *The Theory of Wages*, London, Macmillan.
6. Iansiti, M., and J. West. 1999. From physics to function: An empirical study of research and development performance in the semiconductor industry. *The Journal of Product Innovation Management* 16(4): 385-399.
7. Inada Ken-Ichi, 1963. On the Two-Sector Model of Economic Growth: Comments and a Generalization, *Review of Economic Studies*, 30, June, 119-127.
8. Solow, Robert M. 1969. Investment and Technical Change, in Kenneth J. Arrow, et al., eds., *Mathematical Method in the Social Sciences*, Palo Alto, Stanford University Press.
9. Spence, M. 1984. Cost reduction, competition and industry performance. *Econometrica* 52(1): 101-121.
10. Young, A. 1995. The tyranny of numbers: Confronting the statistical realities of the East Asia growth experience. *Quarterly Journal of Economics*, 641-80.

2000年10月11日收稿
2000年10月24日初審
2001年04月16日二審
2001年04月30日通過

附錄

附錄A 證明技術變遷必須是勞動多应用型

為了證明模型存在一個長期均衡狀態的固定成長率，我們首先假設包含勞動多用和資本多用技術變遷的生產函數型態如下：

$$Y = F[L \cdot T_L(t), K \cdot T_K(t)] \quad (\text{A.1})$$

其中，若 $T_L(t) = T_K(t)$ ，則是中性型技術變遷。

其次，我們假設 $T_L(t)$ 和 $T_K(t)$ 的成長率為固定值分別為 $x \geq 0$ 和 $z \geq 0$ 。若將 (A.1) 式等號兩邊同除以 K ，則每單位資本的產出可以表示成

$$\begin{aligned} Y/K &= e^{zt} \cdot F[1, L \cdot T_L(t)/K \cdot T_K(t)] \\ &= e^{zt} \cdot [(L/K) \cdot e^{(x-z)t}] \end{aligned} \quad (\text{A.2})$$

其中， $T_L(0)$ 和 $T_K(0)$ 標準化 (normalized) 為 1， $\varphi(\bullet) = F[1, L \cdot T_L(t)/K \cdot T_K(t)]$ 。若勞動人口 (L) 成長率為固定值 n ，以及資本在長期均衡狀態下的成長率為固定值 γ_K^* ，則 (A.2) 式可寫成

$$Y/K = e^{zt} \cdot \varphi[e^{(n+x-z-\gamma_K^*)t}] \quad (\text{A.3})$$

在新古典經濟成長理論裡，資本 (K) 的成長率為

$$\gamma_K = s \cdot (Y/K) - \delta \quad (\text{A.4})$$

其中， s 為儲蓄率， δ 為折舊率。在長期均衡狀態下， $\gamma_K = \gamma_K^*$ ，故 Y/K 必須是固定值。因此，我們要證明 (A.3) 式等號右邊是固定值。第一種證明方法，若 $z=0$ 和 $\gamma_K^* = n+x$ 時，即技術變遷為勞動多应用型，則在長期均衡狀態下資本成長率等於 $n+x$ 。此時，生產函數為勞動多用技術變遷型態

$$Y = F[L \cdot A(t), K] \quad (\text{A.5})$$

第二種證明方法，當 (A.3) 式等號右邊的 $z \neq 0$ ，以及 $\varphi[e^{(n+x-z-\gamma_K^*)t}]$ 項恰好抵銷 e^{zt} 項時，則在長期均衡狀態下， $(Y/K) = 0$ 。我們對 (A.3) 式微分，並設他等於 0，可以得到

$$\varphi'(\xi) \cdot \xi / \varphi(\xi) = -z / (n+x-z-\gamma_K^*) \quad (\text{A.6})$$

其中， $\xi = e^{(n+x-z-\gamma_K^*)t}$ ，等號右邊是固定值。由 (A.6) 式可知

$$\varphi(\bullet) = (\text{constant}) \cdot \xi^{1-\eta} \quad (\text{A.7})$$

其中， η 為固定值。此結果，意涵生產函數型態為

$$\begin{aligned} Y &= (\text{constant}) \cdot (Ke^{zt})^\eta \cdot (Le^{xt})^{1-\eta} \\ &= (\text{constant}) \cdot K^\eta \cdot (Le^{xt})^{1-\eta} \end{aligned} \quad (\text{A.8})$$

其中， $v = [z\eta + x(1-\eta)] / (1-\eta)$ 。換言之，若 $z \neq 0$ ，且模型存在長期均衡狀態，則生產函數必須是 Cobb-Douglas 型態。此外，若生產函數是 Cobb-Douglas 型態，則我們可以確知技術變遷是純勞動多应用型 (變遷率為 v)。綜言之，若模型存在

長期均衡狀態，則技術變遷必須是勞動多应用型（更多的探討請參看 Solow (1969)）。

部門之效率勞動邊際生產力， δ 也是未知的固定參數，一般而言 δ 之值大於 -1，而 F_j 與 G_j ($j=e, k, i$) 分別表示間接與直接部門之邊際生產力。

附錄B 非線性模式推導過程

一軍事工廠可區分為直接與間接兩部門，假設其各部門的生產函數分別為

$$\begin{aligned} Y_i &= F(A(t)L_i, K_i) \\ Y_d &= G(B(t)L_d, K_d, Y_i) \end{aligned} \quad (B.1)$$

上式中， Y_i 與 Y_d 分別表示間接與直接部門之產出； L_i 與 L_d 分別表示間接與直接部門之勞動投入； K_i 與 K_d 分別表示間接與直接部門之資本投入； $A(t)$ 與 $B(t)$ 分別為間接與直接部門之技術變動因子。而 $A(t)L_i$ 與 $B(t)L_d$ 則分別為間接與直接部門之效率勞動投入 (effective labor)。

此外，各部門的技術變遷可能不同，故假設二部門相對技術變遷比例為

$$A(t)/B(t) = 1 + \phi \quad (B.2)$$

其中， ϕ 為未知的固定參數，一般而言 ϕ 之值大於 -1。

另由於二部門的作業成熟度可能不同，故假設兩部門勞動與資本之邊際生產力相對值為

$$F_e/G_e = F_k/G_k = 1 + \delta \quad (B.3)$$

其中， $F_e = \partial Y_i / \partial (A(t)L_i)$ 和 $G_e = \partial Y_d / \partial (B(t)L_d)$ 分別為間接和直接二

整個軍事工廠的勞動與資本要素投入為

$$\begin{aligned} L &= L_i + L_d \\ K &= K_i + K_d \end{aligned} \quad (B.4)$$

整個軍事工廠的產出為

$$Y = Y_i + Y_d \quad (B.5)$$

對(B.5)式全微分可得到

$$\begin{aligned} dY &= F_e L_i dA + A F_e dL_i + F_k dK_i + G_e L_d dB \\ &\quad + B G_e dL_d + G_k dK_d + G_i dY_i \end{aligned}$$

利用(B.2)、(B.3)式整理上式可得到

$$dY = B G_e dL + G_k dK + \left[1 - \frac{1}{(1+\phi)(1+\delta)} \right]$$

$$(A F_e dL_i + F_k dK_i + F_e L_i dA)$$

$$+ \left(\frac{1}{(1+\phi)(1+\delta)} \right) F_e L_i dA + G_e L_d dB + G_i dY_i$$

$$dY_i = F_e L_i dA + A F_e dL_i + F_k dK_i$$

$$dA = (1+\phi)dB, \text{ 簡化上式得到}$$

$$dY = B G_e dL + G_k dK + dB(G_e L)$$

$$+ \left[\frac{\phi + \delta + \phi\delta}{(1+\phi)(1+\delta)} + G_i \right] dY_i$$

對上式等號兩邊同除以 Y 得到

$$\frac{dY}{Y} = BG_e \left(\frac{dL}{L} \right) \left(\frac{L}{Y} \right) + G_k \left(\frac{dK}{K} \right) \left(\frac{K}{Y} \right) \\ + dBG_e \left(\frac{L}{Y} \right) + \left[\frac{\phi + \delta + \phi\delta}{(1+\phi)(1+\delta)} + G_i \right] \left(\frac{dY_i}{Y_i} \right) \left(\frac{Y_i}{Y} \right)$$

其中， $Y = Y_i + Y_d = AF + BG = B[(1+\phi)F + G]$

假設技術變遷是指數型態，且變遷率為固定值，則令 $B = e^{\lambda t}$ 帶入上式得到

$$dY/Y = e^{\lambda t} \psi_l \lambda + e^{\lambda t} \psi_l (dL/L) + \psi_k (dK/K) \\ + [\pi(Y_i/Y) + \psi_i] (dY_i/Y_i) \quad (\text{A.6})$$

上式中， $\pi = 1 - [1/(1+\phi)(1+\delta)]$ ，
 $\psi_l = G_l(L/Y)$ ， $\psi_k = G_k(K/Y)$ ，
 $\psi_i = G_i(Y_i/Y)$ 。