

Taiwan
Economic
Forum

名家觀點

VIEWPOINT

從R&D看臺灣經濟發展瓶頸*

國立臺灣大學 李高朝

行政院原子能委員會核能研究所 馮君強*

摘要

十多年來，臺灣之實質工資幾無增加，這呈現了經濟成長動力漸失，尤其以正確的資料，Solow 的計量方法 C-D (Cobb-Douglas) 函數分析所得的成長趨勢，便是如此。不過 Solow 計量分析，方法論上低估 R&D 對經濟成長之貢獻，本文再以 C-D 函數出發，進一步做理論的推導，可求得臺灣總體經濟之資本需求與勞動需求曲線，當技術進步時，資本投資、資本報酬、工資及就業將增加，同時出口之競爭力也將提升。因此推升消費、投資與出口。從此即可了解 R&D 為經濟成長之原動力的真諦。若再配合產業關聯理論，發現 R&D 有高度的外溢效果，它是一種軟體的公共投資。若能與硬體的公共投資，直接生產設備投資有好的配合，經濟將走向最佳的成長線。

關鍵詞：研究與發展、產業關聯、外溢效果

JEL 分類代號：O30

* 編註：本文轉載自中央研究院經濟研究所《臺灣經濟預測與政策》第 46 卷第 2 期，頁 87 ~ 118。

* 李高朝為國立臺灣大學農業經濟學系副教授，曾任經建會副主委。馮君強為行政院原子能委員會核能研究所副工程師。本文即承中原大學國際經營與貿易學系林師模教授及林晉勛副教授之協助，始得完成本文，特此感謝。作者同時也要感謝本文多位相關匿名審查人之寶貴意見。文中若有疏失之處，悉由作者負責。

壹、導論

經濟發展不同階段，需要不同的方法來偵測經濟發展的瓶頸因素，再以適當的政策來消除之，作者以為這樣做，才是經濟計畫的真諦，例如六年經建計畫時，與經建會同仁經由一般投入產出型資源利用模型分析所發現之發展瓶頸有電力不足、勞工不足 30 萬與砂石不足。而越到後來階段，影響因素越複雜，偵測所用的方法也越來越精進。

不過，在進入瓶頸偵測之前，對於影響成長的因素，早期著名的國外學者都已指出，經濟成長的原動力為創新。著名的偉大經濟學家熊彼得（Schumpeter, 1942）首創此論，近期研究內生成長理論學者，如 Grossman and Helpman (1993) 都已指出，總要素生產力的提升，才是影響長期經濟成長的重要因素。創新、總要素生產力提升，較寬鬆地講，都只是技術進步的不同用語而已，技術進步乙詞，則是梭羅（Solow, 1963）的用語。所謂創新的意義與意涵為何？這應包括新產品與新製程的開發與引進，國際貿易上輸入的新設備，便是具有許多技術內含的資本設備（technology embodied capital），新資源的利用，新的經營技術，新市場的開拓，外國的直接投資（foreign direct investment, FDI），也常是綜合性的引進有技術的設備與經營方法，所以創新乙詞，含有廣泛的各種概念。惟其中最重要的還是研發創新（R&D），也是本文要專注檢討的項目。

從臺灣經濟發展的過程來觀察，尤其早期二次大戰後，臺灣經濟快速發展，在民國四十年代、五十年代，尚包括組織與制度的變革，它們實在也是組織與制度的創新。如土地改革，奠定農工業發展基礎，外匯貿易政策，讓臺灣由進口替代，轉型成輸出主導的快速成長，投資獎勵條例更加速資本形成，這些政策的改變，整體讓臺灣經濟開放，走向自由化（孫震，2003；葉萬安，2011），新近自由貿易區的做法，也是自由化的新里程。

儘管本文原先打算寫完整的經濟成長瓶頸的偵測與消除，惟擬先聚焦於 R&D 瓶頸之偵測。其中進行的過程，先由理論到實證，不過對經濟學者，更具挑戰性的是，再由實證進入理論的探討，尤其對 Solow 的 C-D（Cobb-Douglas）函數之再探討（revisiting）與再擴張（augmenting）。

在進行 C-D 函數分析與產業關聯分析之前，擬先以直接觀察 R&D 占比不同之臺韓為例說明，近來臺灣整體經濟下滑，最直接的因素是技術進步準備與創新的貢獻被低估，研發差異化優勢的力道，相對於其他國家顯得不足，因此競爭力下降，先觀察臺灣歷年各重要經濟指標，充滿著「熊彼得現象」，近幾年陷入了創新趨於平淡，經濟成長緩，工資增加及投資率皆低的惡性循環。

若將此種情形與韓國做一比較，則更顯得清楚，自從韓國的 R&D 對國內生產毛額（GDP）占比超過臺灣不久後，臺灣的出口便落後韓國，經濟成長率低於韓國，實質工資增加率也低於韓國，GDP 之投資率更大幅低於韓國，所謂經濟逐漸低迷，投資環境不佳，經濟奇蹟已經消失了。若以我國在全球之經濟與出口排名，相當快速的下降，20 年來競爭力不斷下降，以每人 GDP 之下降，從 2001 年第 32 名，降至 2011 年第 40 名，出口排名也由 2001 年第 14 名，降為 2011 年之 17 名（最好時曾為 11 名），本文對於未來競爭力之展望，還是繼續下降。

雖然世界經濟論壇（World Economic Forum）的競爭力報告認為臺灣還不錯（Schwab and Sala-i-Martin, 2013），但是整體經濟的下滑，給予這樣的評估，實在不是很相稱，Schwab and Sala-i-Martin（2013）對競爭力的十二項支柱（pillars）為：組織與制度、公共基本設施、總體經濟環境、國民健康與基本教育、高等教育與訓練、市場效率、勞動市場效率、金融發展、技術上準備程度、規模經濟、企業成熟度（business sophistication）、技術創新。上面的十二項，並非完全獨立，有些項目是相關的互相影響的。整體經濟排名之繼續下滑，最直接影響恐怕是技術上準備程度及技術創新的影響最直接、最大。

本文所謂熊彼得現象，仍指熊彼得認為在長期經濟發展過程中也有較大的循環現象，當創新潮出現時，工資上漲快，投資率高，甚至利率也高，而趨平淡時，經濟成長緩，工資增加低，投資率也低，表 1 之比較即充滿這現象，1983 年韓國之 R&D 占 GDP 比重首次超過臺灣，經濟成長率即明顯超過臺灣，而 1988 年出口也超過臺灣。若更長的觀察，平均經濟成長率臺灣 5.89%，韓國 6.78%，韓國幾乎超過臺灣一個百分點，而實質工資增加率臺灣僅僅 0.58%，韓國 3.64%，韓國高出三個百分點。而投資率更大幅度高於臺灣，幾乎有七個百分點，與韓國相比，顯示出臺灣投資不振。綜合這些高研發、高成長、高工資上升與高投資率，本文將此稱作「熊彼得現象」。

表1 臺灣韓國重要指標比較

年	R&D 占 GDP 比重 (%)		經濟成長率 (%)		出口 (百萬美元) (出口排名)		實質工資 增加率 (%)		投資率 (%)			
	臺灣	南韓	臺灣	南韓	臺灣	南韓	臺灣	南韓	臺灣	南韓		
1981	0.93	0.64	6.46	7.40	22,686	-	21,254	-	-	-	-	-
1982	0.89	0.88	3.97	8.30	22,297	-	21,853	-	-	-	-	-
1983	0.91	1.01	8.32	12.20	25,207	-	24,445	-	-	-	-	-
1984	0.95	1.19	9.32	9.90	30,580	-	29,245	-	-	-	-	-
1985	1.01	1.48	4.07	7.50	30,819	-	30,282	-	-	-	-	-
1986	0.98	1.77	11.00	12.20	39,931	-	34,714	-	-	-	-	-
1987	1.12	1.87	10.68	12.30	53,754	-	47,281	-	-	-	-	-
1988	1.22	1.94	5.57	11.70	60,784	-	60,696	-	-	-	-	-
1989	1.38	1.99	10.28	6.80	66,435	-	62,378	-	-	-	-	-
1990	1.65	1.95	6.87	9.30	67,425	-	65,017	-	-	-	24.37	38.09
1991	1.70	2.01	7.88	9.71	76,563	-	71,869	-	-	-	24.69	40.06
1992	1.78	2.17	7.56	5.77	82,122 (12)		76,632 (13)		-	-	26.83	37.08
1993	1.76	2.33	6.73	6.33	85,957 (12)		82,236 (13)		-	-	27.28	35.99
1994	1.80	-	7.59	8.77	94,300 (14)		96,014 (13)		1.98	6.10	26.55	36.77
1995	-	-	6.38	8.93	113,342 (14)		125,058 (12)		1.42	6.42	26.69	36.94
1996	1.74	2.42	5.54	7.19	117,581 (14)		129,714 (12)		0.61	6.67	23.97	37.85
1997	1.82	2.48	5.48	5.77	124,170 (14)		136,164 (12)		3.96	2.42	25.08	35.45
1998	1.92	2.34	3.47	-5.71	112,595 (14)		132,313 (12)		1.39	-9.28	25.99	25.04
1999	1.97	2.25	5.97	10.73	123,733 (14)		143,685 (12)		2.80	11.14	24.97	28.89
2000	1.94	2.30	5.80	8.80	151,950 (14)		172,268 (12)		1.25	5.61	25.68	30.56
2001	2.06	2.47	-1.65	3.97	126,314 (14)		150,438 (13)		0.25	0.95	19.84	29.16
2002	2.16	2.40	5.26	7.15	135,317 (14)		162,471 (12)		-0.82	8.12	19.34	29.20
2003	2.27	2.49	3.67	2.80	150,601 (15)		193,818 (12)		1.57	5.53	19.91	29.89
2004	2.32	2.68	6.19	4.62	182,370 (15)		253,844 (12)		-0.14	2.31	23.70	29.93
2005	2.39	2.79	4.70	3.96	198,432 (16)		284,421 (12)		-1.16	3.73	22.72	29.69
2006	2.51	3.01	5.44	5.18	224,017 (16)		325,464 (11)		0.16	3.44	22.68	29.62
2007	2.57	3.21	5.98	5.11	246,677 (17)		371,489 (11)		0.31	2.98	22.12	29.43
2008	2.78	3.36	0.73	2.30	255,629 (18)		422,008 (12)		-3.39	-	22.40	31.21
2009	2.94	3.56	-1.81	0.32	203,675 (17)		363,534 (9)		-4.23	-0.17	17.69	26.28
2010	2.90	3.74	10.76	6.32	274,601 (16)		466,383 (7)		4.34	3.71	22.80	29.53
平均	-	-	5.89	6.78	-	-	-	-	0.58	3.64	-	-

註：表上充滿著「熊彼得現象」，研發創新成功者：高成長，高工資上升，高投資。

資料來源：行政院主計總處、勞動部、韓國國家統計局、世界貿易組織。

本文之全文架構如下：第二節將國內相關文獻簡單回顧，第三節是分析的重點，R&D 與經濟成長的理論與實證，第四節為若採 C-D 函數，它如何作為經濟成長的原動力分析，是實證加理論的深層分析。第五節為研發外溢效果的評估，最後第六節將研發補助的爭議問題，是否傷害財政的 R&D 政策影響作一簡析，第七節為結論與建議。

貳、研究方法與簡要文獻回顧

一、研究方法

本文之研究方法將分為三個部分，第一部分採用經濟資料之直接觀察比較 R&D 與 GDP 相關資料之變化。第二部分採用簡單之計量分析，利用 C-D 函數長時間系列分析比較變化趨勢。第三部分利用產業關聯分析方法、所得乘數分析，以觀察外溢效果如何由研發部門成果擴散到所有產業部門，及雇主與各階層勞工所得。

二、臺灣相關文獻的簡單回顧

技術進步包括總要素生產力的提升，國內外的文獻甚多含有理論與實證如 Lucas (1988) 之人力資本內生成長模型，Romer (1990)、Grossman and Helpman (1991) 以研究發展為本的內生成長模型。唯本文分析的是臺灣的技術進步，因此僅選擇臺灣的實證研究，不管研究是否正式出版，重要的是要長期觀察它是否構成成長的瓶頸，行政院經濟建設委員會 (1997) 在因故未正式出刊之經濟年報，對經濟發展之貢獻已急遽降為 20%。Feenstra et al. (1999) 和 Jorgenson and Liang (1996) 曾推估製造業中分類之總要素生產力，不同時段對經濟成長之貢獻比率變化甚大，由 40% 至 19%。胡勝正與詹維玲 (1999) 推估總要素生產力貢獻，其對經濟成長之貢獻未經工時調整較低，1979 ~ 1986 年僅為 23%，按工時調整則較高，1987 ~ 1996 年未調整工時約 46%，調整工時則超出 70%。¹

Liang (2009) 以超對數函數，進行產業結構變動與總要素生產力之衡量，結果 1970 ~ 1980 期間總要素生產力貢獻占 21%，1980 ~ 1990 提高為 40%，1990 以後又降至 21%，變動相當大。行政院主計總處計算多因素生產力指數之編制，以資本淨值計算總要素生產力近十多年來大幅降低 (表 2)，另林慈芳 (2011) 長期觀察分析，總要素生產力 (1985 ~ 2007) 不分段觀察結果，對

¹ 若干產業調整後，總要素生產力超過其總成長率，似無法合理解釋。

經濟成長之貢獻為 41%。而在資料包絡分析法 (data envelopment analysis, DEA) 的文獻中，總要素生產力主要可區分為技術效率與技術變動等。而 Krüger et al. (2000) 也指出許多國家因為環境變化迅速以及國際間相互比較日益複雜，所以在分析的時候往往會將效率改進納入到技術進步中，甚至若干效率進步的效果會被抵銷掉，導致結果相似，所以一般的成長會計方法幾乎不會將效率改進呈現出來。Färe et al. (2001) 利用 DEA 分析臺灣的製造業在 1978 ~ 1992 年間的總要素生產力變化，結果發現這段期間的總要素生產力每年平均成長 2.89%，其中包含 2.56% 的技術進步與 0.33% 的效率改善。

表2 國內技術進步及總要素生產力相關研究結果

研究者	發表時間	不同時間對經濟成長率之貢獻			備註
		(1979 ~ 1986)	(1985 ~ 2007)	(1987 ~ 1996)	
行政院經濟建設委員會	1997		20%		未正式發表之經濟年報
胡勝正與詹維玲	1999	48%		44%	C-D函數，淨資本存量計算
林慈芳	2011		41%		C-D函數，淨資本存量計算
Liang	2009	21%	40%	21%	超對數函數
行政院主計總處	2012	1.35		0.45	已將R&D投入及產出相對指數化，1996年為100
本研究		43.71%	23%	19.50%	資本存量以毛額計算

資料來源：本研究整理。

經濟成長之理論，逐漸由技術是外生轉變成內生成長理論 (endogenous growth theory) 為核心，我們先看幾位大經濟學家之看法，然後再介紹 Solow 之 C-D 函數的計量化分析、R&D 對於經濟之貢獻，並進一步進入 C-D 函數之深層理論分析。最後對 Solow 計量分析之再探討 (revisiting)。

叁、R&D與經濟成長理論與實證

一、經濟學家對經濟成長之原動力的看法

- (一) 熊彼得 (Joseph Schumpeter) 為創新學派之創始人，從經濟發展理論看較大之景氣循環。一個均衡的經濟社會，在引入創新時，會有脫離這一均衡的移動，而立即引發另一創新的出現，使這種移動更為加速，這就構成了繁榮 (prosperity)。在這一時期會使物價 (本文認為含工資) 與利率上漲。不久，創新速率降低，產量、物價與利潤開始下降，一直到重新建立均衡為止，這一減縮的過程，就是衰退 (recession) (施建生，2005)。
- (二) 蓋爾布瑞 (Kenneth Galbraith)，哈佛大學教授，他認為研究開發所需投入的資源，首要為資金、設備與人才的巨大化與長期化趨勢增強。其次研究開發必須建立新的組織較多，就此兩點，大企業有利，將來以大企業為主體的「新產業國家」(Galbraith, 1988)。韓國的三星公司便是如此，可以驗證 (螞蟻雄兵不再)。
- (三) 梭羅 (Robert Solow)，麻省理工學院教授，諾貝爾得獎人。以計量化分析研發對經濟成長的貢獻，其生產函數 $Y = (K, L)$ 。產出與資本、勞動間之關係不變，但必須再引入外生之技術進步，才可以擴充社會的生產能力。常以 $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$ 或是 $AK^{\alpha}L^{1-\alpha}$ 之 C-D 函數代表之。
- (四) 齋藤優，日本中央大學教授，他眼見日本之「貿易立國」，其出口與經濟快速成長，但後來貿易糾紛迭起，他認為此種貿易加工，賺取工資維生的情勢無法繼續，貿易立國的策略無法繼續，必須改變為出售技術生活，他大力倡導的「技術立國」終於成為日本的國策。他認為技術立國之基本三個條件 (齋藤優，1984)：1. 為有研發能力的人力；2. 明確的觀念或目的；3. 要有合適的實現目的的方法或手段 (這三個條件為臺灣所缺)。²

² 首先，有關研發人力，以下僅以我國之主要競爭對手韓國為對象加以比較，根據 2013 年國科會出版之科學技術統計要覽，及最新聯合國購買力平價 GDP 國際比較，以研發人力而言，每千人就業人口均在 12 人左右，臺灣在伯仲之間，但韓國之研究人員及成長率較高，且每人之研究經費也高，此三項差異可能導致核心專利之多寡。根據聯合國購買力平價之 GDP 國際比較，臺灣每人 GDP 為 39,059 美元，韓國為 29,035 美元，但韓國之每人研發經費在 2011 年為 20.7 萬，高於臺灣 19.8 萬元。以上這些比較可以在 R&D 對 GDP 的占比顯現出來，前年臺灣為 3.06%，韓國為 4.03%，根據其預測，2015 年臺灣大概在 3% 出頭，韓國將超過 5%，雙方差距越來越大，這造成以匯率計算之每人 GDP 也相距越遠，如作者在導論中新發現，臺灣競爭力下滑。

二、梭羅以C-D函數分析R&D對經濟成長之直接貢獻

諾貝爾經濟學得獎人以總體經濟函數，C-D 函數 $GDP=AK^\alpha L^{1-\alpha}$ 分析較早美國經濟成長約 50% 為技術進步（總要素生產力提升）之貢獻，³ 現在略低，韓國現在也在 50% 左右，我國在民國五十、六十年代之貢獻也在 50% 左右，但是最近各方研究均降低到只有 20% 左右，而成為經濟成長之瓶頸（詳見表 3）。

表3 要素與技術進步貢獻

單位：%

年	產出成長率 $\Delta Q/Q$	產出成長率平均	資本貢獻成長率 $\alpha(\Delta K/K)$	勞動貢獻成長率 $(1-\alpha)(\Delta L/L)$	技術貢獻 $\Delta A/A$	技術貢獻平均 $\Delta A/A$	技術貢獻比率	技術貢獻比率平均
1992	7.35	7.29	2.79	1.68	2.88	3.19	39.16	43.71
1993	7.25		2.91	1.28	3.06		42.26	
1994	7.84		2.85	1.59	3.40		43.29	
1995	7.07		2.97	0.91	3.20		45.26	
1996	6.95		3.15	0.40	3.40		48.94	
1997	6.05	5.78	3.45	0.96	1.64	1.33	27.13	22.96
1998	5.25		3.90	1.06	0.29		5.47	
1999	6.75		3.82	0.86	2.06		30.60	
2000	6.26		3.76	0.87	1.63		26.06	
2001	-1.81		4.60	-0.46	-5.95		328.58	
2002	4.63		3.21	0.39	1.03		22.15	
2003	4.44		3.13	0.78	0.53		11.85	
2004	6.25	5.47	3.35	1.51	1.39	1.06	22.23	19.45
2005	4.82		3.45	1.15	0.22		4.62	
2006	5.68		3.32	1.13	1.22		21.57	
2007	6.16		3.18	1.02	1.96		31.89	
2008	1.02		2.65	0.63	-2.26		-220.97	
總平均	6.10		3.27	0.96	1.87		23.41	

註：1. Q = 實質 GDP- 間接稅淨額； K = 實質固定資本存量毛額； L = 就業人口數； A = 技術；技術貢獻比率 = 技術變動率 / 產出成長率。

2. A (技術) 在過去平均從 3.19% 下降到 1.06%，對經濟貢獻下降了 2%，即經濟成長率下降 2 個百分點，已成為經濟發展之瓶頸。

資料來源：本研究整理。

其次是明確的觀念或目的，與合適的實現方式或手段，兩者相互影響，R&D 的目的當然是追求經濟發展與生存，然而國人似乎很少認識 R&D 真正的價值與貢獻，故立法委員反對 R&D 之補助，認為是傷害財政（有關此點在文章中 R&D 對財政之影響中有分析）。社會福利團體則批評 R&D 之補助不符合公平正義？此影響甚至於擴大到 R&D 有關之官員與預算相關人員，不敢將 R&D 經費列為所追求政策目標。

³ 有關函數選用問題，Solow (1957) 所使用之 C-D 函數也有中性技術進步之假設，不過他也說明非中性技術進步較為複雜，但基本上很類似。Liang (2009) 使用超對數函數來估計總要素生產力，但超對數函數中之交叉項並未呈現出來，不過沒有交叉項的影響結果，據本人口頭說明，在較長期如 10 年以上，與 C-D 函數結果「甚為接近」。日本文章將重點放在臺灣競爭力不斷下降之原因，並未比較哪一類函數較為適合。

三、資料的處理與選用

由於技術進步，尤其以 C-D 函數估計，計量方法上係採用梭羅殘差 (Solow residual)，如所採用資料逐漸低估其能力價值，其對結果影響甚為敏感，可能導致高估技術進步，或高估總要素生產力，詳見表 4。

表4 資本存量以毛額及淨額計算之技術進步貢獻比率比較

	實質固定資本存量 毛額 (十億新臺幣)	實質固定資本存量 淨額 (十億新臺幣)	技術進步貢獻 比率平均 (資本存量以毛額計)	技術進步貢獻 比率平均 (資本存量以淨額計)
1992	11,934	6,250	43.78%	44.41%
1993	12,716	6,550		
1994	13,538	6,866		
1995	14,450	7,256		
1996	15,454	7,705		
1997	16,598	8,255	22.28%	21.80%
1998	17,943	8,961		
1999	19,358	9,700		
2000	20,869	10,483		
2001	23,298	14,886		
2002	24,820	15,475	18.43%	36.96%
2003	26,397	16,079		
2004	28,175	16,816		
2005	30,155	17,688		
2006	32,225	18,588		
2007	34,291	19,447		
2008	36,196	20,091		

資料來源：主計總處之多因素生產力報告、本研究整理。

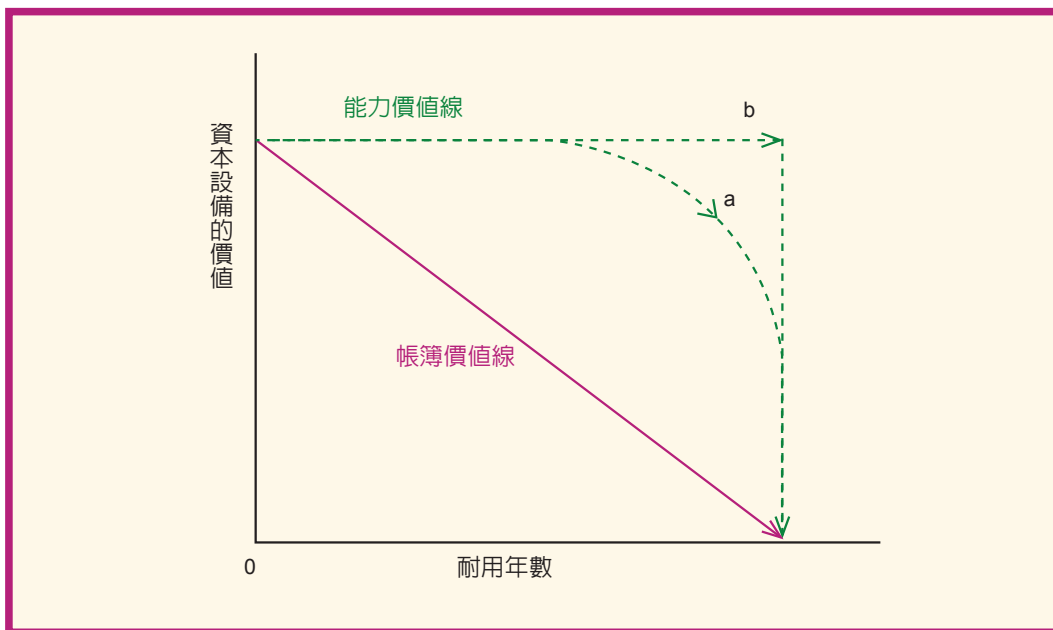
當 K 採資本存量淨值時，對經濟成長之貢獻會較採資本存量毛額者高，而最近更高出一倍，分別為 18.43% 與 36.96%，情況越來越嚴重，已經足以誤導分析結果之解讀，此種現象使分析者，在 R&D 已經成為經濟發展瓶頸時，仍不自覺不認為應加強。至於 L 以總就業人數及總工時計算亦有誤差，但是誤差不到一個百分點，影響不大，詳見表 5。

表5 勞動以就業人數及總工時計算之技術進步貢獻比率比較

	就業人數 (千人)	總工時 (百萬小時/年)	技術貢獻比率平均 (勞動以就業人數計)	技術貢獻比率平均 (勞動以總工時計)
1992	7,567	17,825	43.78%	46.58%
1993	7,741	18,216		
1994	7,962	18,774		
1995	8,091	18,865		
1996	8,150	18,905		
1997	8,297	19,296	22.28%	24.38%
1998	8,467	19,325		
1999	8,608	19,647		
2000	8,752	19,965		
2001	8,677	18,780		
2002	8,744	19,034		
2003	8,878	19,315	18.43%	19.82%
2004	9,145	20,137		
2005	9,352	20,414		
2006	9,557	20,746		
2007	9,750	21,119		
2008	9,868	21,279		

資料來源：本研究整理。

在此值得特別說明與處理者為採資本存量淨值與資本存量毛額，分析之誤導情況嚴重。本文採取毛額之原因，係由於資本已折舊快完畢，如高科技工業之設備、發電設備，容易出現此種情形，使其提供資本服務（capital services）能力價值線與帳面價值線相差極大，在帳面已快折舊完畢之固定資產仍能提供正常之資本服務，如以帳面價值，即資本淨值進入計量分析，自然導致高估技術進步。圖 1 為梁國樹（1962）所作，本文採用其理念。



資料來源：梁國樹（1962）。

圖1 資本設備價值示意圖

也許，如此說明讀者仍有疑惑，本文願以極簡單數例說明，假設機械設備可以使用年限十年，採直線折舊，第五年之帳面淨值僅剩一半，但機械運作正順利，在未有新投資之前，帳面上技術效率提高一倍，這不是「真的技術進步」，只是帳面上的效率，因此本文採取梁國樹教授的做法。而且政府為了鼓勵投資之下，在財政上允許加速折舊，計量分析結果，帳面效率與真的技術效率誤差會更大。

肆、C-D函數對R&D如何帶動經濟成長之深層分析

上一節 Solow 開啓 R&D 之技術進步，如何計量化之實證分析，說明對經濟成長之貢獻。但計量分析也有侷限性，並無法涵蓋成長理論的全部，可能也因此失真，為了要進行全部深層理論分析，要分析 R&D 如何帶動經濟成長，本文要分析 C-D 函數深層理論與實證分析。當我們有了總體的生產函數，即可進行導引出資本及勞動之需求曲線及技術進步後新的資本及勞動需求曲線，這才是研發創新或技術進步為經濟成長原動力的分析，其進行步驟如下。

一、第一步：導出總體經濟之資本與勞動需求曲線

總體經濟的 C-D 函數由臺灣的實證資料設為：

$$GDP = AK^\alpha L^{1-\alpha}. \quad (1)$$

首先對 (1) 式之 K 及 L 分別偏微分，得出

$$\frac{\partial GDP}{\partial K} = \alpha AK^{\alpha-1} L^{1-\alpha} = \frac{\alpha}{K} AK^\alpha L^{1-\alpha} = \frac{\alpha}{K} GDP, \quad (2)$$

$$\frac{\partial GDP}{\partial L} = (1-\alpha)AK^\alpha L^{-\alpha-1} = \frac{1-\alpha}{L} GDP, \quad (3)$$

(2)、(3) 兩式分別為資本之邊際生產力 (MPK) 及勞動之邊際生產力 (MPL)，當經濟為競爭性結構時，資本與勞動的邊際生產力分別等於資本的租賃價格與勞動的工資，即：

$$\frac{\alpha}{K} GDP = r(\text{實質}), \quad (4)$$

$$\frac{1-\alpha}{L} GDP = w(\text{實質}). \quad (5)$$

當我們在不同的資本存量上，對 K 偏微分，所得的 MPK 如表 6，可以繪製成圖 2 的資本需求曲線。同理，在不同的就業人數對勞動偏微分，可得出如表 7，亦可繪製成圖 3 之勞動需求曲線。

以上所求得資本及勞動需求曲線，是我們進入深層的理论分析之準備工作已經完成了。

表6 技術進步與資本報酬及投資增加之直接關係

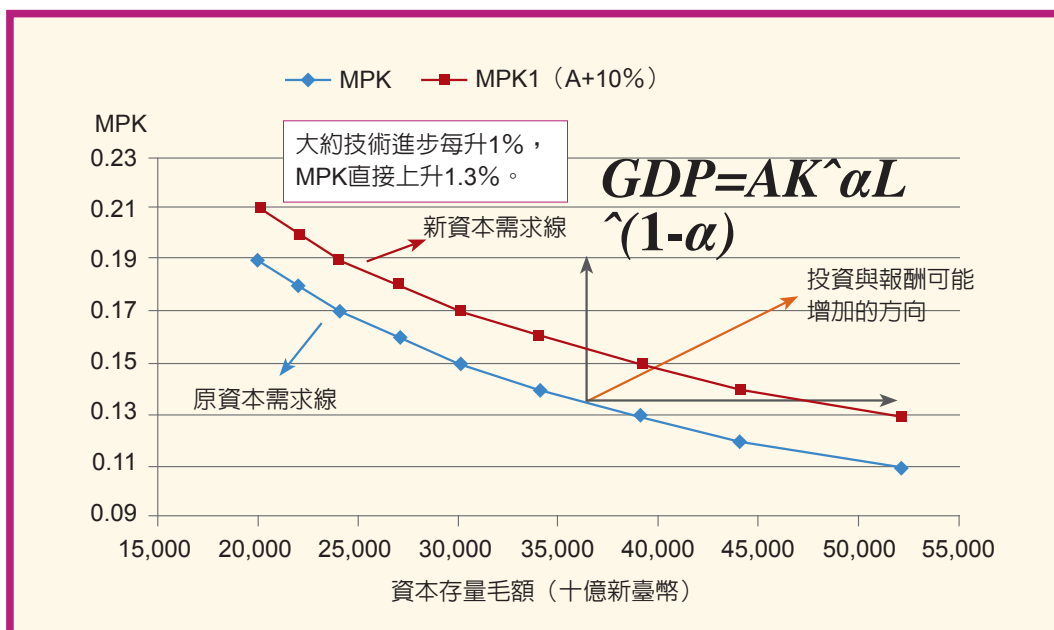
資本存量毛額 (十億新臺幣)	MPK	MPK × (A+10%)	當技術進步 每升 1% 資本報酬成 長率 (%)	資本存量毛額 (十億新臺幣)	MPK	MPK × (A+10%)	當技術進步 每升 1% 資本報酬成 長率 (%)
20,000	0.19	0.21	1.3	38,000	0.14	0.15	1.3
21,000	0.19	0.21	1.3	39,000	0.13	0.15	1.3
22,000	0.18	0.20	1.3	40,000	0.13	0.15	1.3
23,000	0.18	0.20	1.3	41,000	0.13	0.15	1.3
24,000	0.17	0.19	1.3	42,000	0.13	0.14	1.3
25,000	0.17	0.19	1.3	43,000	0.13	0.14	1.3
26,000	0.17	0.19	1.3	44,000	0.12	0.14	1.3
27,000	0.16	0.18	1.3	45,000	0.12	0.14	1.3
28,000	0.16	0.18	1.3	46,000	0.12	0.14	1.3
29,000	0.16	0.18	1.3	47,000	0.12	0.14	1.3
30,000	0.15	0.17	1.3	48,000	0.12	0.13	1.3
31,000	0.15	0.17	1.3	49,000	0.12	0.13	1.3
32,000	0.15	0.17	1.3	50,000	0.12	0.13	1.3
33,000	0.15	0.16	1.3	51,000	0.12	0.13	1.3
34,000	0.14	0.16	1.3	52,000	0.11	0.13	1.3
35,000	0.14	0.16	1.3	53,000	0.11	0.13	1.3
36,000	0.14	0.16	1.3	54,000	0.11	0.13	1.3
37,000	0.14	0.15	1.3	55,000	0.11	0.13	1.3

註：第三欄之結果仍根據總體生產函數，假定技術進步 A 提升 10%，此假設係為本文能夠清楚閱讀觀察起見，而計算出在該資本存量下之 MPK，即 MPK (A+10%)。之後再換算為第四欄 A 提升 1% 之 MPK 成長率。

資料來源：本研究整理。

二、第二步：第一步所求得各點之MPK、MPL皆相等，但由於不同時間技術進步與經濟成長率速度不同，以致MPK與MPL各年不同

如表 8 計算結果所示，從較早之 1990 年代開始，MPK 即開始下降，由 1996 年 0.2048 下降至 2008 年之 0.1598，其意即每元資本的報酬，在競爭性之經濟結構只有 0.1598 元，而每元資本之投資成本，包括折舊與利息，各約 0.12 元與



資料來源：本研究整理。

圖2 技術進步與資本報酬及投資增加之直接關係

0.02 ~ 0.03 元，其合計約 0.16 元，換言之資本生產力約等於資本成本，甚至略為超過 MPK，已全無經濟利潤，因此不會多增加投資，另從前述表 1，我國 GDP 投資率，由早期超過 30%，現在已降至 22% 左右，投資率之下降，已可由總體生產函數之 MPK 看出。

三、第三步：提升技術進步率以提升 MPK 及投資率

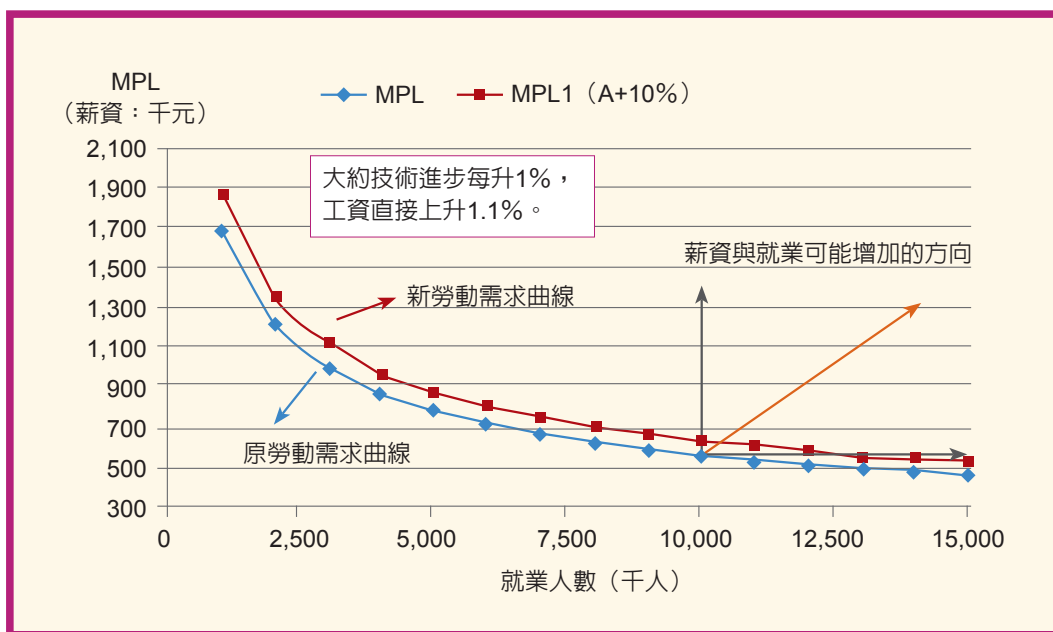
要改變投資率之下降趨勢，理論上並不難，從上面 C-D 函數，假設技術進步 10% 的情境下（放大以便於繪圖），整條新資本需求曲線將向右上提升，如將 101 之換算成技術進步每升 1%，資本報酬可提升 1.3%，則依 $MPK = MKC$ （資本邊際成本），投資可以增加，GDP 之投資率也隨之提升。

表7 技術進步與薪資及就業之直接關係

就業人數 (千人)	MPL (元)	MPL × (A+10%)	當技術進步每升 1% 之工資成長率 (%)
1,000	1,689,869	1,875,755	1.1
2,000	1,220,993	1,355,303	1.1
3,000	1,009,606	1,120,662	1.1
4,000	882,213	979,257	1.1
5,000	794,578	881,982	1.1
6,000	729,478	809,720	1.1
7,000	678,615	753,263	1.1
8,000	637,432	707,549	1.1
9,000	603,185	669,535	1.1
10,000	574,112	637,265	1.1
11,000	549,022	609,414	1.1
12,000	527,075	585,053	1.1
13,000	507,661	563,504	1.1
14,000	490,325	544,260	1.1
15,000	474,718	526,937	1.1

註：第三欄亦表示在技術進步 10% 下，MPL (A+10%) 之勞動所得之邊際薪資。之後再換算為第四欄 A 提升 1% 之 MPL 成長率。

資料來源：本研究整理。



資料來源：本研究整理。

圖3 技術進步與薪資及就業之直接關係

表8 C-D函數計算結果

年	就業人口 (L) (千人)	實質固定資本 存量毛額 (K) (十億元)	勞動投入份額 ($1-\alpha$)	資本投入份額 α	實質 (GDP- 間接稅) (十億元)	技術 (A)	勞動所得 (十億元)	資本所得 (十億元)	MPK	MPL (千元)
1991	7,347	11,384	0.5531	0.4469	4,977	1,161	2,753	2,224	0.1954	375
1992	7,567	12,106	0.5596	0.4404	5,342	1,308	2,990	2,353	0.1943	395
1993	7,741	12,899	0.5564	0.4436	5,730	1,286	3,188	2,542	0.1971	412
1994	7,962	13,733	0.5586	0.4414	6,179	1,371	3,452	2,727	0.1986	434
1995	8,091	14,658	0.5599	0.4401	6,616	1,441	3,705	2,912	0.1986	458
1996	8,150	15,677	0.5464	0.4536	7,076	1,225	3,866	3,210	0.2048	474
1997	8,297	16,837	0.5340	0.4660	7,505	1,040	4,007	3,497	0.2077	483
1998	8,467	18,202	0.5194	0.4806	7,898	844	4,102	3,796	0.2086	484
1999	8,608	19,637	0.5150	0.4850	8,431	808	4,342	4,089	0.2082	504
2000	8,752	21,170	0.5187	0.4813	8,959	866	4,647	4,312	0.2037	531
2001	8,677	23,298	0.5419	0.4581	8,796	1,151	4,767	4,030	0.1730	549
2002	8,744	24,820	0.5083	0.4917	9,204	707	4,678	4,525	0.1823	535
2003	8,878	26,397	0.5066	0.4934	9,612	693	4,870	4,743	0.1797	548
2004	9,145	28,175	0.5026	0.4974	10,213	662	5,133	5,080	0.1803	561
2005	9,352	30,155	0.5096	0.4904	10,706	736	5,455	5,250	0.1741	583
2006	9,557	32,225	0.5159	0.4841	11,313	819	5,837	5,477	0.1700	611
2007	9,750	34,291	0.5046	0.4954	12,010	704	6,061	5,950	0.1735	622
2008	9,868	36,196	0.5232	0.4768	12,133	911	6,348	5,785	0.1598	643

註：就業人口不包含農業。

資料來源：行政院主計總處、本研究整理。

四、第四步：提升技術進步率，以提升 MPL，提升工資或增加僱用（就業）

類似第三步之說明，當技術進步提升 1% 時，依 $MPL=MLC$ （邊際勞動成本）之原則，此時可提升 MPL，或可提升工資，或可增加僱用。在理論推導技術進步可以提升工資之論述，在臺灣的實際資料可以得到實際的印證，根據經濟部中小企業白皮書，民國 81 年至 83 年期間（資料略舊），對進行研發與不進行研發企業做比較，有研發之中小企業單位每人勞動營運收入較不進行研發企業高達 40% 以上，大型企業則只高出 10% 以上。附加價值之上升比率亦均相同。

表9 技術進步與薪資及就業之直接與間接關係

就業人數 (千人)	MPL (元)	MPL (A+10% & K+10%)	當技術進步每升 1% 同時帶動資本 資本增加後之 工資成長率 (%)
1,000	1,689,869	2,037,528	2.06
2,000	1,220,993	1,472,190	2.06
3,000	1,009,606	1,217,313	2.06
4,000	882,213	1,063,712	2.06
5,000	794,578	958,048	2.06
6,000	729,478	879,554	2.06
7,000	678,615	818,228	2.06
8,000	637,432	768,571	2.06
9,000	603,185	727,279	2.06
10,000	574,112	692,225	2.06
11,000	549,022	661,973	2.06
12,000	527,075	635,511	2.06
13,000	507,661	612,103	2.06
14,000	490,325	591,200	2.06
15,000	474,718	572,382	2.06

資料來源：本研究整理。

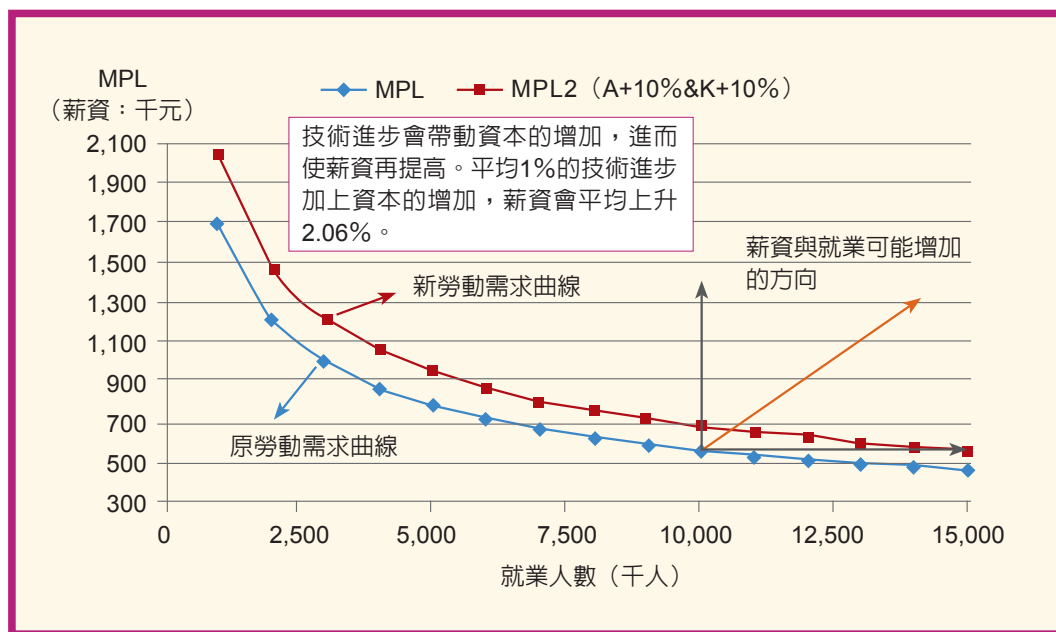
五、第五步：推算直間接的工資提升或雇用增加

上面第三步、第四步，MPK 與 MPL 之提升，是技術進步之直接效果。當 MPK 提升後，尚可由投資增加再讓 MPL 提升。如此 MPL 再提升最後將使技術進步 1%，最大可能使工資提升 2.06%，或雇用增加（見表 9 及圖 4）。

六、第六步：確認R&D為經濟成長原動力之真諦

前面已提及，長期之經濟成長主要決定於技術進步，即總要素生產力之提升，但短期經濟成長率的成長則決定於支出面的增加，亦即 $GDP=C + I + E - M$ ，意即 GDP 決定於消費、投資與淨出口 ($E - M$)，但支出面並非主動增減，意即 GDP 之成長要 C 消費成長加上 I 投資成長及淨出口之增加，唯 C 、 I 、 $(E - M)$ 皆非主動增加，乃是被動的增加，當技術進步後，可造成 I 增加與工資增加，或就

業增加。所以 C 、 I 、 $(E-M)$ 之增加的原動力皆為 R&D 之技術進步，換言之，支出面增加之原動力是 R&D。故短期經濟成長之原動力的背後是 R&D。



資料來源：本研究整理。

圖4 技術進步與薪資及就業之直接與間接關係

七、第七步：Solow成長之R&D對經濟成長貢獻之計量分析，堪值再檢討，經過以上步驟分析後，卻又產生學術上的新問題

Solow 之計量分析，貢獻卓著，計量方法用以佐證經濟理論，唯當其不能涵蓋原來的理論，那便甚為可惜。

Solow 在分析技術進步對經濟成長之貢獻時，似乎受到計量方法之限制，C-D 函數中有技術進步 A 、資本投入 K 、勞動投入 L ，三個變數為獨立的 (independent)，故其貢獻止於直接的貢獻分析，但我們前述分析 A 技術進步，將帶動資本 K 之 MPK，提升資本報酬或投資，也提升 MPL、提升工資或就業 L 。換言之， A 提升帶動 K 及 L ， A 、 K 及 L 彼此間不是互相獨立，而是互相有帶動作用，如果真的把他們彼此間認定是獨立，則技術進步的貢獻，將止於直接貢獻，被

帶動之 K 、 L 部分將不包括在內，對經濟成長之貢獻無形中被低估，也削弱了成長理論，降低 R&D 的真正價值。

伍、研發外溢效果的評估

前述研發對經濟成長的貢獻及對成長之原動力已被相當程度的低估，研發價值之認識不夠充分，是構成經濟政策上不夠被重視原因的第一層，也是構成我國經濟成長瓶頸的第一個理由，然而研發對策上的不夠正確，還有的第二個理由是研發效益的外溢，似乎只停留在概念上，尚未進入衡量階段，致對其補助與優惠常被批評為不公平、不正義等多所爭論，遑論經濟效率，以致對他未有適當的政策，這是政策上成為經濟發展的第二个瓶頸。其次，尚有研發瓶頸的第三個理由，這將在下一節研發租稅效益中檢討。本節將專注於研發效益及外溢效果，以及其傳遞與擴散是否公平、正義。

一、什麼觀念構成R&D之瓶頸

阻礙 R&D 之因素與觀念甚多，依齋藤優教授所述，R&D 的三個基本條件臺灣並未完全具備，1. 有研發能力的人力，2. 適當明確的觀念或目的，3. 要有合適的實現目的的方法或手段。蓋爾布瑞則認為要有較大規模之企業與組織。

所幸，二十世紀最末及最近已有許多國外學者將 R&D 知識的傳遞與效果如何擴散衡量，如 Bernstein and Nadiri (1988) 分析高科技產業之 R&D 波及效果及 R&D 知識之互相影響，提升競爭力。國內 Liu et al. (2010) 則是分析臺灣都會區製造業 R&D 知識之傳遞。Chen et al. (2010) 利用臺灣過去 1981、1986、1991 以及 1996 四個年度的產業關聯表，評估各產業的創新外溢效果。Chyi et al. (2012) 以新竹科學園區為研究對象，分析內外部的 R&D 外溢效果對園區內廠商的效果。Chen et al. (2013) 則是利用隨機邊界生產函數，衡量 R&D 外溢效果對廠商未來的 R&D 決策會有何影響。中國大陸學者 Zhang and Liu (2007) 以向前關聯與向後關聯的 R&D 知識的傳遞排名來分析 R&D 之外溢效果。可惜未有人將外溢效果之擴散予以推估，以更正國人的觀念。

以下以投入產出 (I-O) 將 R&D 之傳遞與擴散效果加以分析，一般產業關聯之基本分析為：⁴

$$X = (I - A)^{-1}F, \quad (6)$$

各部門之產出 X，為最終需要 F 及產業關聯程度 $(I-A)^{-1}$ 之乘積。

$$\begin{aligned} A &= x_{ij} / x_j \\ &= w_{ij} / x_j \\ &= w\hat{x}^{-1}, \end{aligned} \quad (7)$$

\hat{x} 為產出之對角矩陣。

$$X_{R\&D} = \widehat{R\&D} \hat{x}^{-1} (I - A)^{-1} F, \quad (8)$$

產業總研發經費為研發投入係數及產業關聯及最終需要之乘積。

唯進行分析，改以研發之投入係數表示

$$C_{R\&D} = \widehat{R\&D} \hat{x}^{-1} (I - A)^{-1}. \quad (9)$$

$C_{R\&D}$ 為研發之投入係數矩陣， $C_{R\&D}$ 之第 j 行表示要滿足一單位最終需要所需直接與間接研發投入，總和為研發接受效果 (receiving effect)，或向後之研發乘數。相反地，在研發矩陣之列和為總送出效果 (sending effect)，是向前的關聯效果。

以上的分析，僅表示 R&D 之傳遞而已，還沒有計算擴散效果究竟有多大，為了要計算效果的大小，我們暫以假設的數字，如 95 年產業關聯表內之化學材料業，其研發效果，足夠讓其售價降低 20% 來加以分析。

⁴ 詳細過程請參考李高朝 (2005)。

產業關聯分析最大特色，是每一個向前關聯效果，也都有其向後關聯效果，或者稱所得乘數。其向前關聯效果（送出效果），可以讓受惠產業提升其競爭力，增加出口，則造成出口乘數，此可以下面兩式表達。

$$\Delta P = (I - A'_d)^{-1} A_{nj} \Delta P_n, \quad (10)$$

ΔP 表示各產業價格改變之程度，以提升出口競爭力， $(I - A'_d)^{-1}$ 表示價格乘數， A_{nj} 、 ΔP_n 表直接成本變動率。

假設因出口競爭力提升，透過出口價格需求彈性，⁵ 使出口增加 ΔE ，得出口增加之所得乘數，或 GDP 增加：

$$\Delta GDP = (I - \bar{A}_d)^{-1} \Delta E, \quad (11)$$

式中 $(I - \bar{A}_d)^{-1}$ 為半關閉之 I-O 模型，表示乘數效果。

二、外溢效果遠遠超過大老闆得到的，且符合公平正義

利用產業關聯的理論，可以由向前關聯、向後關聯及所得乘數將 R&D 技術進步使產品相對降價，因此下游產品之競爭力提升，因此透過對關聯產業的影響，立即影響到各行各業，且對各行各業的各職業別勞工都得到好處（表 10），有兩點特別值得吾人說明的是，相對的得到好處的是技術工及非技術體力工，分別增加 7.05% 及 7.54%，符合公平正義，其次是分析重點，在例子上，大老闆及大股東，所得好處共計 31 億，甚至只是其中一小部分，但總效果 139 億，即外溢效果超過 108 億。所以大老闆大股東所得與外溢效果所得之比為 3.6 ~ 10 倍之間。

⁵ 在此處所使用的彈性值參考劉子年（2011），設定值為 0.439。

表10 R&D外溢效果

單位：百萬元新臺幣

	主管及 監督人員	專業人員	技術員 及助理 專業人員	事務工 作人員	服務工作 人員及 售貨員	技術工 及機械設 備操作工	非技術 工及體 力工	各階層 合計
農產	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.62	22.62
畜產	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	2.33
林產	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	1.10
漁產	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.12	5.12
礦產	5.44	3.35	1.15	5.00	1.24	17.87	1.11	35.16
食品及飲料	2.88	0.84	2.43	1.89	0.64	3.72	3.77	16.17
菸	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04
紡織品	226.59	53.28	135.40	131.21	13.55	378.72	265.32	1,204.07
成衣及服飾品	16.73	3.45	11.70	14.45	8.19	34.35	13.35	102.21
皮革、毛皮及 其製品	8.71	1.36	5.77	5.55	0.52	9.33	6.24	37.48
木材及其製品	2.45	0.06	0.32	2.63	0.03	3.97	2.56	12.01
紙漿、紙及 紙製品	11.36	2.08	6.52	6.22	0.85	35.38	13.50	75.91
印刷及資料儲存 媒體複製	4.47	1.29	5.32	4.59	0.69	30.10	3.90	50.36
石油及煤製品	17.68	27.01	17.44	14.82	6.73	76.92	1.37	161.98
化學材料	440.32	266.12	571.72	175.36	36.69	1,378.12	687.26	3,555.58
化學製品	63.50	24.42	59.64	29.39	6.61	67.66	66.62	317.82
橡膠製品	28.39	4.66	12.06	10.09	0.47	54.63	27.04	137.34
塑膠製品	214.38	35.49	94.32	126.26	4.95	154.91	182.41	812.72
非金屬礦物製品	7.47	1.59	4.40	3.85	0.38	16.75	11.04	45.47
金屬基本工業	11.38	4.75	9.09	7.03	0.69	56.50	20.76	110.20
金屬製品	43.30	6.30	23.43	27.27	1.19	82.11	67.43	251.03
電子零組件	128.27	152.64	94.27	37.88	1.18	69.63	225.61	709.47
電腦、電子及 光學產品	41.73	37.71	27.45	15.37	0.43	10.35	34.75	167.77
電力設備	16.66	8.02	11.50	9.19	0.47	23.67	32.95	102.46
機械設備	13.53	4.53	13.97	8.29	0.53	54.34	20.90	116.09
運輸工具製造業	15.35	7.74	11.20	9.76	0.60	29.25	15.89	89.79
家具	6.38	1.22	4.17	5.33	0.45	8.40	7.49	33.44
其他製品及機械 修配	52.80	13.36	46.49	37.34	4.28	35.67	74.49	264.43
電力供應	68.27	108.39	1.14	24.00	0.00	144.55	0.90	347.25
燃氣供應	1.78	0.47	0.89	1.23	0.04	0.85	0.36	5.62

	主管及 監督人員	專業人員	技術員 及助理 專業人員	事務工 作人員	服務工作 人員及 售貨員	技術工 及機械設 備操作工	非技術 工及體 力工	各階層 合計
用水供應	11.18	4.88	9.17	22.55	3.35	20.60	3.74	75.48
營造業	25.15	15.28	11.94	13.63	0.35	118.54	18.25	203.14
批發及零售	669.75	132.93	339.65	470.41	216.53	193.78	44.76	2,067.82
住宿及餐飲	17.61	4.20	12.81	32.94	2.65	23.29	3.18	96.68
運輸、倉儲及通 信業	206.25	6.15	3.57	39.72	174.82	4.22	10.95	445.68
金融及保險	173.80	34.22	154.03	227.12	9.41	3.79	0.35	602.71
不動產服務	3.99	0.77	2.24	5.24	0.96	0.96	0.49	14.65
專業、科學及技 術服務	358.91	182.81	120.01	98.66	5.33	9.64	3.40	778.76
醫療保健及社會 工作服務	2.83	33.71	0.77	3.48	0.55	0.40	0.62	42.37
藝術、娛樂及休 閒服務	6.24	3.44	2.41	2.74	1.59	0.60	0.33	17.36
其他服務業	188.44	24.43	41.50	110.29	256.08	78.00	97.54	796.28
總和	3,113.96	1,212.95	1,869.91	1,740.78	763.01	3,231.56	2,001.82	13,933.99
受雇人數 (人)	881,495	548,329	775,955	1,224,774	460,650	1,262,170	903,227	6,056,600
平均(千元/人)	3.53	2.21	2.41	1.42	1.66	2.56	2.22	16.01
平均薪資	64.913	53.237	42.310	33.196	25.411	36.335	29.392	
薪資增加率(%)	5.44	4.16	5.70	4.28	6.52	7.05	7.54	

註：本表仍根據 95 年產業關聯表，再擴充勞動人數、平均薪資，最後利用產業關聯效果跑出之各行各業勞動報酬所增加之金額，計算平均薪資增加率。

資料來源：勞動部、本研究整理。

陸、R&D對財政政策影響的簡析

Solow (1963) 說明，技術進步之私人企業報酬 (private return)，予以認可投資 R&D，而社會報酬 (social return) 更超過私企業報酬，新近歐美大企業對進行 3,000 家大規模的 R&D 調查，發現 R&D 之報酬為 14%，遠高於利率，而 R&D 的社會報酬更高於企業的報酬，這些認可，國家給予 R&D 若干優惠之意，我們臺灣情形如何值得探討。本文認為可以兩個方法進行，其一仍利用產業關聯模型，成功的 R&D 可算出所得乘數，自然也可得出租稅的乘數，不過這一模型資料太麻煩，其二簡單的仍利用 C-D 函數及簡化的分析，估計租稅優惠投入及新增租稅收

入，以最保守經濟成長貢獻 19% 估算（其他分析亦遠高此數），近年租稅抵扣額，年平均約 100 億，但 R&D 對租稅貢獻 148 億，亦即益本比為 1.48，政府做租稅優惠的益本比遠高於 1，故對 R&D 的投資可行（見表 11）。

上面的分析大致可說明政府對 R&D 補助與優惠對財政傷害的說法不存在，則往往成為 R&D 瓶頸的現象便可以消除。相反地，對 R&D 合適的優惠與補助，可認為財政上的理財，且有助於國家財政。

表11 技術進步對租稅貢獻分析

C-D函數 $NI = AK^\alpha L^{1-\alpha}$	12兆= A (36兆) ^{0.45} (1千萬) ^{0.55}
A為技術進步	-
K為使用資本存量毛額	36 兆元
L為勞動投入量	1千萬人
α 為資本所得份額	0.45=45%
$1-\alpha$ 為勞動所得份額	0.55=55%
MPK資本邊際生產力	$\alpha (NI) / K = 0.45 \times 12兆 / 36兆 = 0.15$
MPL勞動邊際生產力	$(1-\alpha) (NI) / L = 0.55 \times 12兆 / 1千萬人 = 65萬元 / 人$
技術進步對NI 成長之貢獻占19.45%	$4\% \times 12兆 \times 19.45\% = 924億元$
總NI之增加額	$4\% \times 12兆 = 4,800億元$
近年投資之成長之貢獻	$MPK \times \Delta K = 0.15 \times 1.4兆 = 2,800億$
近年新增就業之貢獻	$MPL \times \Delta L = 65萬 \times 16萬 = 1,040億$
技術進步對租稅之貢獻	$APT = 16\% \times 924億元 = 148億$
近年租稅R&D扣抵金額及科專支出	100億至470億間
年增加扣抵金額及科專支出	約105億
估計透過R&D成功促進投資增加、 就業增加、租稅因此可增加	遠超過100億

註：NI 為國民所得（national income）；APT 為平均租稅傾向（average propensity to taxation）。

資料來源：本研究整理。

柒、結論與建議

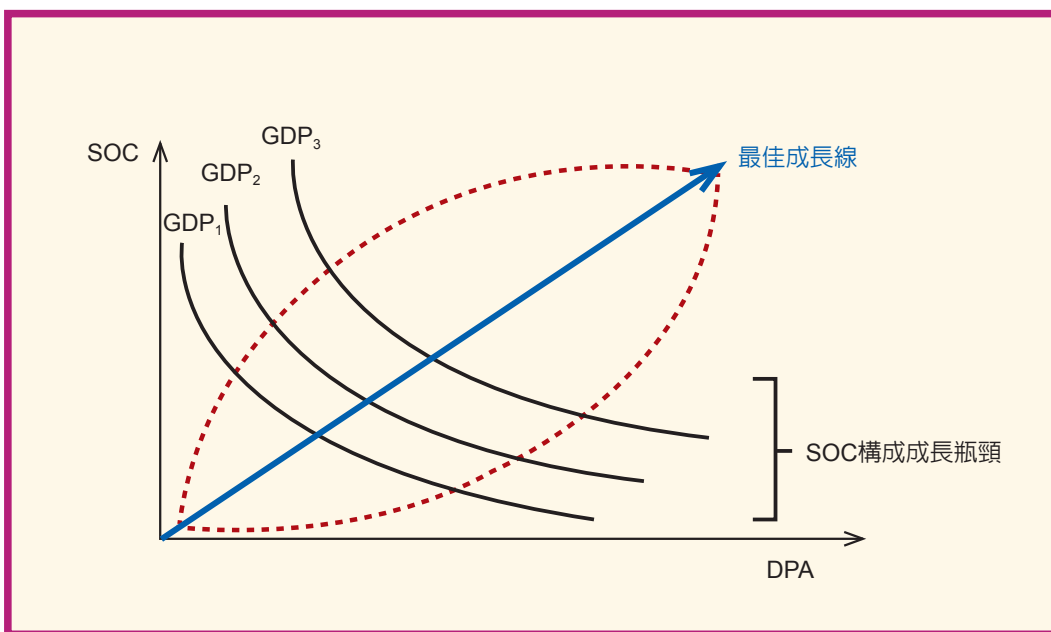
臺灣之競爭力日趨下滑，以臺韓簡單直接觀察比較，出現了许多熊彼德現象，韓國 R&D 之 GDP 占比高於臺灣，故 20 年來韓國之出口、經濟成長、工資之上漲及 GDP 之投資率均高於臺灣。依據 Solow 之 C-D 函數計量分析，臺灣 R&D 對經濟成長之貢獻，於近幾年急遽下降，已成為經濟成長之瓶頸。

不過，Solow 之計量分析法，低估 R&D 對經濟成長之貢獻，且未能涵蓋成長理論之全部。經本文作理論推導，R&D 所促成之技術進步，可以提升工資（含在 MPL 中）帶動就業、提升 MPK、提升資本報酬與提升投資，也提升出口能力。因此，提升消費、投資與出口成長，從 GDP 之支出面 $GDP=C+I+(E-M)$ 之定義式，即可深切了解 R&D 為經濟成長之原動力的真諦。故 R&D 之加強可助於消除經濟成長之瓶頸。而 R&D 之瓶頸，在於國人，尤其攻擊 R&D 政策的人士，他們對 R&D 價值之認識不清，導致審查 R&D 之政策官員與預算機構沒有信心，無法達成齋藤優所謂之三個基本要件：1. 有研發能力的人力，2. 明確的觀念或目的，3. 要有合適的實現目的的方法或手段。相反地，如有 R&D 價值之清楚分析，攻擊者轉而支持 R&D，政府官員也能堅定信心，而認真提升 R&D——消除經濟成長之瓶頸。R&D 瓶頸之一，認為補助與優惠傷害財政，其實不存在，R&D 對租稅之貢獻超過補助款，是益本比遠大於 1、可行的事項。

總而言之，臺灣經濟成長動力漸失，使用正確資料的 C-D 函數分析得到的成長趨勢是如此，梭羅的實證分析低估了 R&D 對經濟成長之貢獻，理論之推導顯示，比梭羅分析結果高出很多，理論上推導 R&D 是成長的原動力，帶動投資、就業與提升出口成長。因此對 R&D 之鼓勵，才是提升投資與成長之真諦，是改善投資環境之根本。

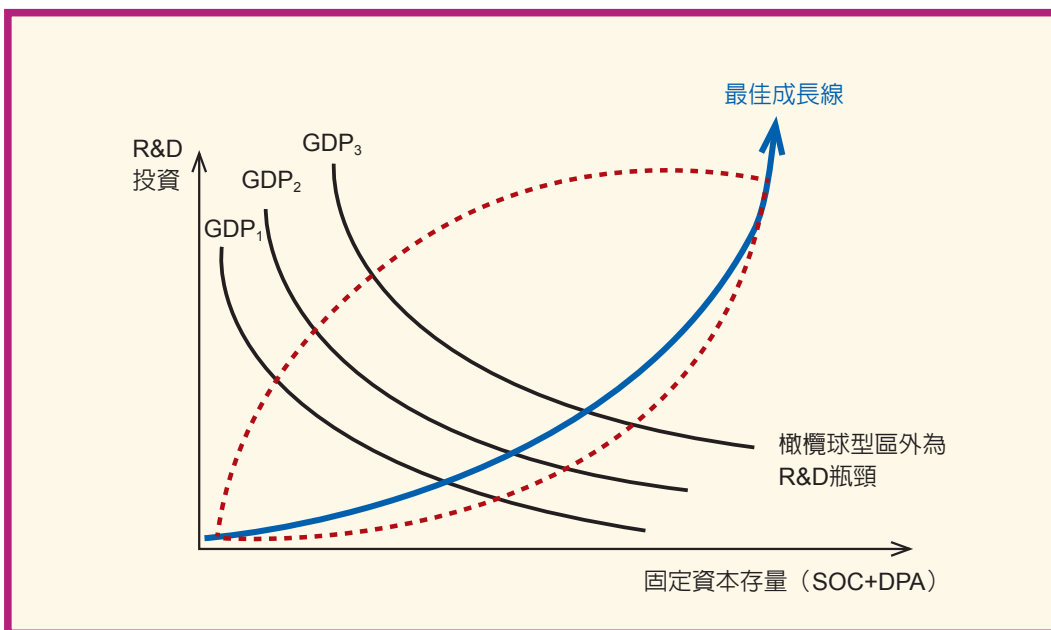
有鑑以上之結論，本文提出相關建議如下兩點：

- (一) 經濟成長之最佳資源配合比例，已從傳統 Lewis (1954) 之社會分攤資本 (social overhead capital, SOC) 與直接私人資產 (direct private asset, DPA) 之直線配合的擴展方向，轉變成 R&D 軟體投資與 SOC +DPA 之投資配合，而且成為 R&D 偏向之半月型形狀（見圖 5、圖 6）。此外 R&D 之外溢效果甚大，且合乎公平、正義與效率。爰此建議將硬體公共投資之部分預算，撥為軟體 R&D 投資，很可能是最佳之經濟擴展曲線。
- (二) 本文只是 R&D 之經濟評估的拋磚研究，還有許多相關 R&D 之詳細研究與政策評估研究。🌀



註：SOC 為社會分攤資本，DPA 為直接私人資產。
資料來源：本研究整理。

圖5 Lewis成長圖



資料來源：本研究整理。

圖6 R&D投資偏向型的成長圖

1. 行政院主計總處 (2012), 《多因素生產力趨勢分析報告》, 臺北: 行政院主計總處。
2. 行政院經濟建設委員會 (1997), 《經濟年報——發展科技島, 提升競爭力》, 臺北: 行政院經濟建設委員會。
3. 李高朝 (2005), 《實用產業關聯分析精義》, 臺北: 行政院經濟建設委員會。
4. 林慈芳 (2011), 「臺灣勞動生產力成長估測與因應對策」, 《臺灣經濟論衡》, 9 (4), 頁 42 ~ 71。
5. 施建生 (2005), 《偉大經濟學家熊彼得》, 臺北: 天下文化。
6. 胡勝正與詹維玲 (1999), 「臺灣總生產力決定因素之研究」, 《自由中國之工業》, 89 (9), 頁 1 ~ 50。
7. 孫震 (2003), 《臺灣經濟自由化的歷程》, 臺北: 三民書局。
8. 梁國樹 (1962), 「論資本係數」, 《自由中國之工業》, 18 (2), 頁 21 ~ 31。
9. 葉萬安 (2011), 《從管制到開放: 臺灣經濟自由化的艱辛歷程》, 臺北: 天下文化。
10. 劉子年 (2011), 「貨幣戰爭對臺灣貿易收支之影響」, 《國立屏東商業技術學院學報》, 13, 頁 91 ~ 108。
11. 齋藤優 (1984), 《日本技術立國論》, 臺北: 行政院經濟建設委員會。
12. Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri (1988), "Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-Tech Industries," *NBER Working Paper*, No. 2554.
13. Chen, K. H., H. M. Hsiao, and H. Y. Yang (2010), "Spillover Effects of Innovation: Taiwanese Evidence," *Applied Economics*, 42(26), 3417-3437.
14. Chen, S. S., Y. S. Chen, W. L. Liang, and Y. Wang (2013), "R&D Spillover Effects and Firm Performance Following R&D Increases," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 48(05), 1607-1634.

15. Chyi, Y. L., Y. M. Lai, and W. H. Liu (2012), "Knowledge Spillovers and Firm Performance in the High-Technology Industrial Cluster," *Research Policy*, 41(3), 556–564.
16. Färe, R., S. Grosskopf, and W. F. Lee (2001), "Productivity and Technical Change: The Case of Taiwan," *Applied Economics*, 33(15), 1911–1925.
17. Feenstra, R. C., D. Madani, T. H. Yang, and C. Y. Liang (1999), "Testing Endogenous Growth in South Korea and Taiwan," *Journal of Development Economics*, 60(2), 317–341.
18. Galbraith, J. K. (1988), "Time and the New Industrial State," *The American Economic Review*, 78(2), 373–376.
19. Grossman, G.M. and E. Helpman (1991), "Trade, Knowledge Spillovers, and Growth," *European Economic Review*, 35(2), 517–526.
20. Grossman, G. M. and E. Helpman (1993), "Endogenous Innovation in the Theory of Growth," *NBER Working Paper*, No. 4527.
21. Jorgenson, D.W. and C. Y. Liang (1996), "The Industry-Level Output Growth and Total Factor Productivity Changes in Taiwan, 1961–1993," Working Paper, Chiang Ching-Kuo Foundation for International Scholarly Exchange.
22. Krüger, J. J., U. Cantner, and H. Hanusch (2000), "Total Factor Productivity, the East Asian Miracle, and the World Production Frontier," *Weltwirtschaftliches Archiv*, 136(1), 111–136.
23. Lewis, W. A. (1954), "Economic Development with Unlimited Supplies of Labor," *The Manchester School*, 22(2), 139–191.
24. Liang, C. Y. (2009), "Industrial Structure Change and Measurement of Total Factor Productivity Growth: The Krugman-Kim-Lau-Young Hypothesis Revisited," *Academia Economic Papers*, 37(3), 305–338.
25. Liu, H. L., H. Y. Lin, and S. K. Peng (2010), "The Spillover Effects of R&D on Manufacturing Industry in Taiwan's Metropolitan Areas," *The Annals of Regional Science*, 45(3), 519–546.

26. Lucas, R. E. (1988), "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42.
27. Romer, P. M. (1990), "Endogenous Technological Change," *The Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102.
28. Schumpeter, J. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York: Harper and Brothers.
29. Schwab, K. and X. Sala-i-Martin (2013), *The Global Competitiveness Report 2013–2014*, Switzerland: World Economic Forum.
30. Solow, R.M. (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function," *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.
31. Solow, R. M. (1963), *Capital Theory and the Rate of Return*, Amsterdam: North-Holland.
32. Zhang, H. and X. Liu (2007), "The R&D Interindustry Spillover Change in China: On the Analysis of 1997 and 2002 IO Tables of China," The 16th International Input-Output Conference, Istanbul: International Input-Output Association.