

國際化程度對電子製造公司技術效率的影響

-以公司登記於新北市上市公司為例

經發局工商登記科

一、摘要

(一)由於不可避免的全球化趨勢，電子製造產業是否及如何進行海外布局?企業是否應投資中國?或投資其他海外市場更具有效益?為企業面對的重要課題，本文藉由第一階段以 DEA 分析電子製造公司技術效率值，並於第二階段以 Tobit 迴歸分析探討海外投資變數對生產效率的影響，由實證結果得知:

(二)對海外投資比率愈高對於新北市電子製造業的技術效率有顯著正向影響。

(三)赴中國大陸投資比率愈高對新北市電子製造業的技術效率有顯著負向影響。

(四)中美貿易戰可能造成新北市電子製造業生產技術無效率的情況。

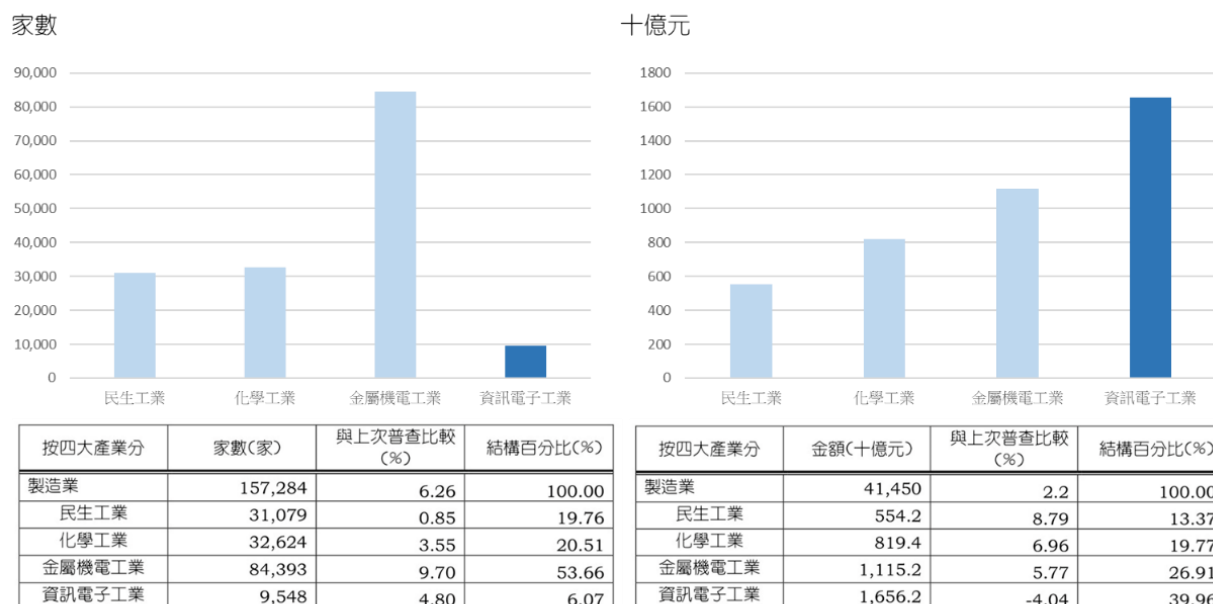
二、緒論

(一)研究背景及動機

自 1980 年代以來，各國對外投資活動的熱絡，使經濟自由化及國際化成為世界經濟的重要發展趨勢。台灣屬小型開放經濟體系，對外貿易的依存度相當高，根據經濟部國貿局的資料顯示，我國貿易依存度除 2009、2015 及 2016 年外，皆維持在 100%以上，顯示海外市場對國內經濟的重要性。此外，在全球化與無國界的浪潮下，經濟投資活動的型態除傳統以物易物商業模式外更延伸到全球通盤考量下國際分工的配置效率，而電子科技產業亦順應著浪潮，在積極海外投資布局的經濟活動中形成與過去截然不同的局面。

資訊電子工業屬經濟部定義四大工業(民生工業、化學工業、金屬機電工業、資訊電子工業)之一，包括電子零組件製造業與電腦、電子產品及光學製造業。依照主計總處民國 100 年普查統計結果(如下頁圖 1)，資訊電子工業家數占製造業比重僅 6.07%，貢獻之生產毛額卻達製造業總產值 40%，顯見電子製造產業對台灣整體經濟具有關鍵地位，在全球化下亦為重要策略性產業。

圖 1. 100年製造業四大產業結構概況



資料來源:行政院主計總處

並由主計總處製造業產值資料彙整近五年四大工業產值及其占製造業總產值比重可知資訊電子工業仍為台灣製造業產值主要來源，惟其所佔比率卻顯著降低。

圖 2 近五年四大工業產值及其占製造業總產值比重

單位: 新臺幣億元	民生工業	化學工業	金屬機電工業	資訊電子工業	合計
104	13,884	35,190	37,820	43,207	130,101
	10.67%	27.05%	29.07%	33.21%	100.00%
105	13,595	32,655	36,020	41,846	124,116
	10.95%	26.31%	29.02%	33.72%	100.00%
106	13,712	35,604	39,199	43,325	131,840
	10.40%	27.01%	29.73%	32.86%	100.00%
107	14,194	40,114	41,756	44,328	140,392
	10.11%	28.57%	29.74%	31.57%	100.00%
108	14,333	35,686	38,808	43,368	132,195
	10.84%	26.99%	29.36%	32.81%	100.00%

資料來源:行政院主計總處

另依洪燕忠(2008)彙整資料觀察到台灣資訊電子產業總營收於 1997 年至 2007 年間上升，然企業獲利卻有下降趨勢，經營績效未能有效提升。及因電子製造產業具有「產品生命週期短」且「技術變化快」之產業特色，而在面臨全球化市場競爭下，企業往往因國內天然資源匱乏及內需不足而前往海外布局，惟其製程改善與產品創新能力若不如預期而無法在策略競爭賽局中掌握主導地位時，恐淪為掠奪式價格競爭模式，從而侵蝕企業獲利能力。

鑒於電子製造產業上述特性及不可避免的全球化趨勢，是否及如何進行海外布局為企業面對的重要課題，本文以新北市上市電子製造公司為例，試圖探討國際化程度對電子製造產業技術效率的影響，另因中國經濟崛起對全球及本國經濟影響愈顯重要，企業是否應投資中國?或投資其他海外市場更具有效益?本文試圖加入赴中國大陸投資比例等變數，討論相關變數對企業技術效率的衝擊與中美貿易戰期間其影響效果差異。

(二)研究方法

本文藉由兩階段估計方式來討論國際化程度對企業技術效率的衝擊，首先以投入導向 (input-oriented) 資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 估計技術效率值，並進一步採用 Tobit 迴歸分析方法評估國際化程度相關變數對企業經營效率之衝擊。

DEA 基本模型包含 Charnes et al. (1978) 所提出的 CCR 模式及 Banker et al. (1984) 所提出的 BCC 模式，此兩種模式被認為是 DEA 領域中最具影響力者 (Seiford, 1996)。效率的衡量可從投入或產出兩個角度切入，投入導向是指在現有產出水準下，模式目標在追求投入極小化；而產出導向是在使用現有投入水準下

追求產出極大化。本文以電子製造公司為研究對象，洪燕忠(2018)以投入導向DEA探討國際化與創新對台灣資訊電子業技術效率之影響，本文亦依投入導向DEA估計技術效率。

接著同時進行OLS及Tobit分析來估計技術效率與國際化程度相關變數間之線性關係，檢視其與絕對效率值及相對效率值之相關程度。此外因為DEA估計下的技術效率為介於0~1之受限資料(Censored data)，倘以OLS估計會缺乏有效性，過去的文獻中多採以Tobit或Logistic model估計，而Hoff(2007)藉由分別以Papke - Wooldridge approach和the unit beta model與Tobit model進行比較，並得到在多數情況下以Tobit model作為第二階段估計方式已具有充分性；並且在某些條件下，OLS得以充分取代Tobit model作為第二階段的DEA估計方式。

(三)效率評估指標

本文資料來源係來自於台灣證券交易所公開觀測資訊站之上市公司相關營運及財務報告資料，包含公司登記於新北市的上市電子製造公司，並以證交所原電子工業類別所對應之產業屬於電子製造業者，有歸屬於半導體、電腦及周邊設備業公司共31家、光電及其他電子業公司共26家、電子零組件業公司共32家，合計89家上市電子製造公司，資料區間為104年至108年共計5年時間，總計445筆Balanced Panel Data。

首先，本文使用技術效率值來衡量企業的技術效率，DEA技術效率之理論基礎、投入及產出項變數之選定及敘述統計量摘錄於文後附錄，接著使用Coelli's(1996)Data Envelopment Analysis Computer Program (DEAP) version 2.1來計算技術效率值，本文將電子製造產業分為3個群組(半導體與電腦及周邊設備業、光電業與其他電子業、電子零組件業)，分別使用DEAP估計出

各產業每年度之效率值，下頁表 1 為 104 至 108 年間之技術效率值 (TE: technical efficiency) 和純粹技術效率值 (PTE: pure technical efficiency)。TE 為在規模報酬固定 (CRS) 下衡量之效率值，而 PTE 為變動規模報酬 (VRS) 下衡量之效率值。

表 1. 效率估計值

第 4 至 7 欄為每年度技術效率(TE: technical efficiency)和純粹技術效率(PTE: pure technical efficiency)的敘述統計量，最後兩欄分別為規模報酬遞增及遞減的企業家數。其中半導體與電腦及周邊設備業之平均 TE(0.86)及 PTE(0.92)均小於其他兩群組，PTE 則以光電業與其他電子業最高。此外半導體業與電腦及周邊設備業在多個觀測年度規模報酬遞減廠商超過半數，反映多數新北半導體與電腦周邊設備製造產業多邁入成熟階段，其產品附加價值較低，亦與研發量及產品生命週期短有相關。另外值得注意的是光電與其他電子業於觀測年間多數廠商位於規模報酬遞增之成長期階段，以及電子零組件製造業近兩年因被動元件強勁需求帶動下所帶來之成長趨勢。

產業群組	年	DEA	Obs	Mean	St. Dev.	Min	IRS	DRS	
半導體 & 電腦及周 邊設備業	104	TE	31	0.898	0.103	0.594	7	16	
		PTE	31	0.932	0.092	0.596			
	105	TE	31	0.909	0.098	0.638	8	15	
		PTE	31	0.949	0.089	0.638			
	106	TE	31	0.848	0.119	0.511	14	11	
		PTE	31	0.919	0.101	0.617			
	107	TE	31	0.810	0.140	0.470	15	11	
		PTE	31	0.884	0.127	0.605			
	108	TE	31	0.838	0.125	0.465	11	15	
		PTE	31	0.918	0.097	0.687			
	光電業 & 其他電子 業	104	TE	26	0.868	0.109	0.642	15	8
			PTE	26	0.927	0.089	0.728		
105		TE	26	0.896	0.099	0.670	13	5	
		PTE	26	0.942	0.079	0.757			
106		TE	26	0.887	0.099	0.658	16	4	
		PTE	26	0.941	0.082	0.749			
107		TE	26	0.878	0.112	0.563	16	2	
		PTE	26	0.943	0.077	0.737			
108		TE	26	0.890	0.111	0.601	18	2	
		PTE	26	0.957	0.060	0.822			
電子零組 件業	104	TE	32	0.922	0.071	0.696	15	11	
		PTE	32	0.968	0.046	0.859			
	105	TE	32	0.915	0.095	0.600	11	11	
		PTE	32	0.958	0.075	0.693			
	106	TE	32	0.901	0.098	0.598	16	7	
		PTE	32	0.942	0.075	0.682			
	107	TE	32	0.833	0.121	0.536	25	4	
		PTE	32	0.885	0.101	0.580			
	108	TE	32	0.929	0.079	0.665	12	10	
		PTE	32	0.943	0.079	0.669			

(四)國際化程度相關變數

Vernon 提出之「產品生命週期理論」及 Dunning 提出的「折衷理論」都強調企業可以透過國際化以得到更高的報酬。因此在國際化的衡量指標方面，本文參酌洪燕忠(2008)以「海外投資比率」為衡量指標，即海外投資對總資產比例 (Foreign Investment to Total Assets)，作為國際化程度之代理變數，並分析國際化程度對所評估企業技術效率之影響，另因中國龐大的內需市場與所謂「中國崛起」之經濟體對於全球經濟、政治等各層面越形重要，為了瞭解企業投資中國與投資其他區域的不同策略效果，本文另外分別討論海外投資中對中國投資部分，並以之探討「對中國投資比率」對企業的技術效率是否會有不同程度的影響。

此外，表 2 列出本文實證分析中之國際化程度相關變數及其他常見財務控制變數之定義，以及表 3 為其敘述統計量。

表 2. 變數及定義

變數	定義
海外投資比率	期末投資海外帳面價值對總資產的比率。
Year Dummy (中美貿易戰年度)	以中美貿易戰期間 107 及 108 年度為 Dummy 變數。
赴中國大陸投資比率	期末赴大陸投資金額對總資產的比率。
赴中國大陸投資變動量	期末赴大陸投資金額的變動量(t 期對 t-1 期的差額)。
資產收益率 (ROA)	Return on Assets，又稱資產回報率或資產報酬率，用來衡量每單位資產所創造淨利潤的指標，亦得解釋為企業利潤額與企業平均資產的比率。
每股盈餘 (EPS)	Earning Per Share，即每股稅後利潤，指稅後利潤與股本總數的比率。
市場占有率	企業當年度營收占同年度所屬產業總營收的比率。

表 3. 解釋變數之敘述統計量

變數	Unit	Mean	St. Dev.	Min	Max
TE	介於 0~1	0.882	0.111	0.465	1.000
PTE	介於 0~1	0.933	0.089	0.580	1.000
海外投資比率	Percentage	0.468	0.461	-0.032	2.707
赴中國大陸投資比率	Percentage	0.124	0.161	0.000	1.523
赴中國大陸投資變動量	TWD thousand	245,223	3,159,102	-6,839,415	57,900,000
資產收益率 (ROA)	Percentage	4.959	7.644	-23.620	53.360
每股盈餘 (EPS)	TWD per share	3.168	5.523	-5.140	80.300
市場占有率	Percentage	3.37%	10.87%	0.01%	95.81%

三、實證結果

本文以 DEA 模型估計之技術效率與純粹技術效率為被解釋變數，分別代表企業於固定規模報酬及變動規模報酬下企業之經營績效，分別以 OLS 及 Tobit 迴歸分析國際化變數對企業技術效率的影響，根據下列迴歸方程式本文使用 stata 分別以 OLS 及 Tobit 進行估計：

$$Efficiency_{it} = \beta_0 + \beta_1 FR_{it} + \beta_2 FR_{it} * D_{it} + \beta_3 CF_{it} + \beta_4 CD_{it} + \beta_5 ROA_{it} + \beta_6 EPS_{it} + \beta_7 MS_{it} + \nu_{it}$$

考量的解釋變數包括 FR 為海外投資比率、D 為 dummy variable(於中美貿易戰之 107 年及 108 年為 1、104 至 106 年為零)、CF 為赴中國投資比率、CD 為赴中國投資金額變動量，另外控制分別為 ROA(資產收益率)、EPS(每股盈餘)及 MS(市場占有率)。

迴歸模型估計結果如下表 4，海外投資比率於 OLS 及 Tobit 模型估計下對於企業的 TE 及 PTE 都有顯著正向相關，而赴中國大陸投資比率於 OLS 及 Tobit 模型估計下對 TE 及 PTE 卻有顯著

負向關係，即電子製造產業倘能善用現有資源布局於海外市場，將有助於企業生產效率的提升，另電子製造產業的競爭具技術密集度高、技術創新速度快及垂直分工的特色，台灣具有獨特垂直分工特性及完整的上中下游產業鏈，而電子製造產業海外據點之考量需視企業本身具有的技術層面，相較於已開發中國家之投資較具有附加價值及技術成長空間，投資於中國可能往往囿於政治、企業機密技術等的考量，而往往以較為低階技術投資為主，故其技術效率有負向關係。且比較赴中國投資比率對 TE 及 PTE 的負面影響幅度皆高於海外投資正向估計值，顯示企業不同海外據點的投資對生產效率有很大影響。另比較海外投資比率對 TE 的正向影響效果(0.043)高於對 PTE 的影響(0.019)，表示技術效率估計值中因未排除企業規模的影響，而純粹技術效率則排除規模效率的影響。最後以海外投資比率及 Dummy 變數相互關係探討在中美貿易戰前後，海外投資比率對企業技術效率的差異，由下表估計結果顯示當考慮年度虛擬變數後，估計參數對 TE 及 PTE 皆有負向影響(-0.029 及 -0.024)，且若排除規模報酬的影響，其交叉項負向效果大於海外投資比率估計參數正向效果($|-0.024| > 0.019$)，顯示於中美貿易戰下可能由於兩大經濟體貿易壁壘而破壞全球自由分工下的生產配置，因而產生無效率，且企業生產上的投資於短期因無法立即調整，而出現生產無效率的情況。

表 4. 國際化程度變數對 TE 和 PTE 的影響

下表為國際化程度變數對 TE(technical efficiency)和 PTE(pure technical efficiency)的迴歸結果。迴歸模型為：

$$Efficiency_{it} = \beta_0 + \beta_1 FR_{it} + \beta_2 FR_{it} * D_{it} + \beta_3 CF_{it} + \beta_4 CD_{it} + \beta_5 ROA_{it} + \beta_6 EPS_{it} + \beta_7 MS_{it} + v_{it}$$

本文以不同定義下的技術效率，TE(固定規模報酬下)及 PTE(變動規模報酬下)分別為 OLS 及 Tobit model 中的被解釋變數，並以常用財務指標為控制變數作為企業整體或核心企業經營績效指標。*，**，和 *** 分別代表在 10%，5%，和 1%的顯著水準。

Dependent variable <i>TE</i>	OLS (N=445)		Tobit model (N=445)	
	Coefficient Estimate	P > t	Coefficient Estimate	P > t
Intercept	0.843	0.000	0.844	0.000
海外投資比率(FR)	0.043***	0.000	0.045***	0.002
海外投資比率*Dummy(FR*D)	-0.029**	0.034	-0.032*	0.059
赴中國大陸投資比率(CF)	-0.098**	0.002	-0.093**	0.014
赴中國大陸投資變動量(CD)	0.000	0.512	0.000	0.761
資產收益率(ROA)	0.007***	0.000	0.008***	0.000
每股盈餘(EPS)	0.000	0.792	0.002	0.428
市場占有率(MS)	0.145**	0.003	0.204**	0.011
adj R ²	0.2984			
R ² / F	0.3094 / 27.97			
Dependent variable <i>PTE</i>	OLS (N=445)		Tobit model (N=445)	
	Coefficient Estimate	P > t	Coefficient Estimate	P > t
Intercept	0.917	0.000	0.931	0.000
海外投資比率(FR)	0.019*	0.068	0.018*	0.078
海外投資比率*Dummy(FR*D)	-0.024*	0.047	-0.033*	0.087
赴中國大陸投資比率(CF)	-0.081***	0.003	-0.072*	0.093
赴中國大陸投資變動量(CD)	0.000	0.297	0.000	0.106
資產收益率(ROA)	0.004***	0.000	0.006***	0.000
每股盈餘(EPS)	0.000	0.816	0.002	0.393
市場占有率(MS)	0.120***	0.004	0.729***	0.000
adj R ²	0.1812			
R ² / F	0.1941 / 15.04			

四、結論

由於不可避免的全球化趨勢，電子製造產業是否及如何進行海外布局?企業是否應投資中國?或投資其他海外市場更具有效益?為企業面對的重要課題，本文藉由第一階段以 DEA 分析電子製造公司技術效率值，並於第二階段以 Tobit 迴歸分析探討海外投資變數對生產效率的影響，由上述實證結果得知:

- (一)對海外投資比率愈高對於新北市電子製造業的技術效率有顯著正向影響。
- (二)赴中國大陸投資比率愈高對新北市電子製造業的技術效率有顯著負向影響。
- (三)中美貿易戰可能造成新北市電子製造業生產技術無效率的情況。

附錄

DEA 的理論源自 Farrel 屬於「確定性無參數邊界法」的衡量方法，其中來自 Farrel 的著作「The measurement of production efficiency」，提出了一種不需要預先設定函數，而是利用線性規劃來產生投入產出的數學估計式，並計算生產單元的效率指標。其效率觀念認為決策單位的效率由技術效率 (technical and scale efficiency) 與配置效率 (allocative efficiency) 兩部分組成。技術效率是在決策單位以固定投入的集合下，所能獲得的最大產出能力；配置效率則是當投入價格固定且生產技術也固定時，決策單位使用最適投入組合的能力。結合兩者可得總體效率 (overall efficiency) 或稱為總經濟效率 (total economic efficiency)。

Farrel 模式必須根據實際生產資料構成等產量線，然而並沒有廣受使用。直到 Charnes, Cooper, Rhodes (1978) 才開始使用資料包絡分析法 (Data Envelopment Analyses DEA) 這樣的名詞，並提出 CCR 模式。CCR 模式同樣建立在規模報酬不變 (constant returns to scale) 的假設下，但不同於 Farrel 模式，該模式是以線性組合方式，分別組合決策單位的各項產出與投入因子，

再以此二線性組合之

比值代表該決策單位

之相對效率。投入導

$$\begin{aligned} & \min_{\theta} \theta, \\ & s.t. -y_i + Y\lambda \geq 0, \end{aligned}$$

向之 CCR 模式線性規

劃模型如下：

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$

Charnes, Cooper, Rhodes (1978) 提出 CCR 模式後，Banker, Charnes, Cooper (1984) 進一步提出將規模報酬固定的限制取消的 BCC 模式。由於現實中廠商可能因為法律規範限制、或處於不完全競爭市場等原因而產生源於營運規模不當所造成的無效率，透過建立變動規模報酬 (variable returns to scale, VRS)，BCC 模式進一步的將技術效率分離為純技術效率 (pure technical efficiency) 與規模效率 (scale efficiency, SE)，用以檢視當生產無效率發生時可能源於規模因素，而非技術無效率所造成的部分。BCC 模式下的線性規劃模型如下：

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta} \theta, \\
 & s.t. \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad N'\lambda = 1, \\
 & \quad \lambda \geq 0,
 \end{aligned}$$

表 A1. 投入與產出變數

下表為本文中模型使用的相關投入與產出變數。以非流動資產代表企業進入產業所需之固定資產投入，如廠房、設備或技術投入；並以營業成本代表公司營業內生產活動所需投入之人力、原物料成本等；營業費用則為與主要營業活動無關之管理及行銷等費用。產出部分則以代表公司營業內活動報酬之營業收入，並以市場占有率代表企業於產業中的規模。

	變數
投入	非流動資產
	營業成本
	營業費用
產出	營業收入
	市場占有率

以 DEA 進行效率衡量時，投入與產出變數之選擇對於效率值的影響非常敏感。為了符合投入與產出變數單調性之假設，亦即投入數量的增加，產出不得減少，因此將各年度投入與產出項資料進行相關係數檢定如下表 A 2。

表 A2. 投入與產出變數的 Pearson 相關係數分析

投入與產出變數需符合單調性 (isotonicity) 之假設，亦即投入數量的增加不會導致產出的減少。下表 A2. 相關係數矩陣估計後之數值顯示投入與產出變數符合單調性 (isotonicity) 之假設，且均達 1% 的顯著水準。

	營業收入	市場占有率
營業成本	1.0000 (<0.0000)	0.9086 (<0.0000)
營業費用	0.9949 (<0.0000)	0.9302 (<0.0000)
非流動資產	0.9759 (<0.0000)	0.9157 (<0.0000)

表 A3. 敘述統計量

下表為投入與產出變數之敘述統計量，包含 89 家 104 年到 108 年間新北市上市公司資料。平均營業收入 666 億元，最高者為鴻海公司 5 兆 3 千 4 百多萬元、相較最低者 5300 萬元有很大差異，並有 511,000 標準差。營業成本資料分布呈現與營業收入相同特性。另市場占有率最高者亦為鴻海公司 95.81%，與最小之 0.01%相差甚遠，有偏高的 10.87%標準差，顯示新北市多數市場份額及營收集集中於大公司。

變數	Unit	Mean	St. Dev.	Min	Max
營業成本	TWD million	60,600	478,000	35	5,030,000
營業費用	TWD million	3,468	18.9	38	201,000
非流動資產	TWD million	14	70,400	73	747,000
營業收入	TWD million	66,600	511,000	53	5,340,000
市場占有率	Percentage	3.37%	10.87%	0.01%	95.81%

參考文獻

- [1] Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- [2] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- [3] Coelli, T. (1996). A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia.
- [4] Hoff, A. (2007). Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research*, 181(1), 425-435.
- [5] Seiford, L. M. and Thrall, R. M., 1990. Recent Development in DEA: The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis, *Journal of Econometrics* , 46(1-2), 7-38.
- [6] Shirley J. Ho;Hsui-Hao Hsu, 2019.07, 'The Effect of Microinsurance on Insurance Market: Evidence from Taiwan, ' *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice*, Vol..., No..., pp. forthcoming. (SSCI)
- [7] 洪燕忠. (2008). 國際化與創新投入對台灣資訊電子業技術效率之影響評估.
- [8] 邱垂昌, 王育民, 魏嘉伶, & 張簡婷. (2011). 創新, 人力資本投入與企業經營效率-以我國 IC 設計業為例. *中山管理評論*, 19(2), 343-385.
- [9] 陳柏宇. (2017). 全球半導體封裝測試產業研發效率與獲利效率及其影響因子分析 (Doctoral dissertation, 陳柏宇).
- [10] 台灣產險業經營效率之研究--資料包絡法與 Tobit 之應用. *國立高雄應用科技大學學報*, 2009, 38.