

東海大學會計學系碩士在職專班

碩士論文

台灣高科技產業技術多角化對創新效率
之影響-企業規模之調節效果

The Impact of Technological Diversification on Innovation Efficiency from
Taiwan's High Technology Industries-The Moderating Effects of Firm Size



指導教授：林秀鳳 博士

研究生：江麗慧 撰

中華民國一〇一年六月

東海大學會計學系碩士在職專班

江麗慧君 所撰碩士論文：

台灣高科技產業技術多角化對創新效率之影響-企業規模之調節效果

業經本委員會審議通過

碩士論文考試委員會委員

林秀鳳

陳俊宏

劉俊儒

指導教授

林秀鳳

系所主任

劉俊儒

中華民國 101 年 6 月 27 日

謝辭

兩年來的研究生涯一路走來，至論文可以順利的完成，要感謝很多的人。首先是我的指導教授林秀鳳老師，從研擬題目開始老師即毫無保留給予合適的意見，免除我換題之苦；在撰文期間除了引導我修正方向，教導我數據的判讀及解釋，更體恤我遠距離的不便，配合我的時間；一路扶持相伴，師恩浩瀚感恩在心；感念老師給予的榜樣~正直、認真、嚴謹的精神，老師教導的並不只是論文研究，乃至於一生處事之基石。

此外，我要感謝口試委員劉俊儒老師及陳俊合老師，謝謝您們不辭辛勞對我的論文仔細審視，並給予我寶貴的意見，使我的論文臻至完善，謝謝您們。感謝系上許恩得老師、詹茂焜老師、李秀英老師、黃政仁老師、陳孟凱老師、楊晴雯老師及企管系的曾雅彩老師，謝謝您們對我的教導及教誨，讓我的學習更為豐富。謝謝阿來姐、大雄、倩華您們在行政上的協助，使我在選修課程及學位考試程序上更為順利。

感謝陳健哥及大器哥在論文資料上給予的協助及意見，使我的論文不至延宕能順利完成；謝謝舜吟小組所有弟兄姐妹們的代禱，讓神的話語成為我的膀臂。最後，感謝養育我的父母、摯愛明郎弟兄及我兒祐安，謝謝您們的愛與包容。口試的前夕祐安發生車禍，內心感到痛苦及煎熬，感謝上帝用愛托住我，持續帶領我往前完成口試。

謝謝這兩年來和我一同學習的同學們：馬哥、曾哥、育廷、明岳、美鈴、翠蓮、天來、介徹、基鋒、崑台兄、文勝、錫安、陳聰，因為有你們增添了研究所生活的色彩，謝謝您們相伴。

江麗慧 謹誌
于東海會計EMBA
民國一〇一年七月

台灣高科技產業技術多角化對創新效率之影響

— 企業規模之調節效果

中文摘要

指導教授：林秀鳳 博士
研究生姓名：江麗慧
研究生學號：G99437014

創新可為高科技公司獲取利基，而專利權的排他性更可成為企業攻擊與防禦的手段。有鑒於創新效率是企業保有優勢競爭力之關鍵，因此本研究以技術多角化為主軸，探討技術的多角化是否能提升創新效率，成為科技產業技術策略的選項。

本研究以 2001 年至 2010 年台灣高科技產業之上市上櫃公司，於美國專利暨商標局(USPTO)申請專利者為研究對象，財務資料則取得於 TEJ 資料庫。本研究利用資料包絡分析法(DEA)結合不同產出層面來評估相對創新效率；另外，本研究以企業規模為調節變項，進一步檢視不同之企業規模在發展技術多角化裨益創新效率之差異。

研究結果顯示，高科技產業技術多角化對創新效率產生正向顯著影響，可使研發資源運用於專利產出及專利引用上具有較佳之效率，進而獲致營業利益，其中並以光電及電子零組件兩次產業最為明顯。此外，研究結果亦指出，大型企業施行技術多角化之創新效率優於小型企業，並且規模之優勢效果繫於大型公司可穩定投入資源而累積較多的研發資本。最後，規模並非全面產生正向的調節效果，在產業技術發展風險較高的光電業，企業規模具負向調節效果，即當企業處於技術發展風險較高的產業而採行技術多角化策略時，小型公司因有較佳的彈性及凝聚力，能跨越組織僵化而有較好的創新效率，本研究結果可調和現有文獻對創新績效存在不同規模效應之論點。

關鍵字：技術多角化、創新效率、企業規模

**The Impact of Technological Diversification on Innovation Efficiency
from Taiwan's High Technology Industries
-The Moderating Effects of Firm Size**

Abstract

Advisor : Dr. Lin, Hsiu-Feng

Graduate Student Name : Chiang, Li-Hui

Graduate Student No. : G99437014

Innovation carries a niche for a high-tech enterprise; the exclusiveness of patent rights serves an important tool for enterprises to fight and defend. Owing to the fact that innovative efficiency is the key to competitiveness, the study focuses on technological diversification and discusses whether technological diversification is able to improve innovative efficiency and thus becomes an option of the technique strategies for technological industries.

The subjects of the study include those TWSE/GTSM listed companies who applied for patents from U.S. Patent & Trademark Office from 2001 to 2010. The financial data was retrieved from TEJ database. The study adopts DEA (Data Envelopment Analysis) to evaluate the innovative efficiency. Firm size was used as the moderator to further find out the differences in firm size of the enhancement of technological diversification on innovative efficiency.

The findings show that technological diversification has positive effect on innovative efficiency. Technological diversification enhances the efficiency of applying R&D resources in two aspects: the production of enterprise patents and patent citations, both of which lead to revenue. Optoelectronic industries and electronic parts industries reveal more positive effect than others. In addition, the results of the study indicate larger enterprises, compared to smaller ones, have better innovative efficiency. The advantage of the firm size is that larger companies are able to stably invest resources and thus accumulate sufficient R&D capital. Finally, however, firm size does not lead to positive effect in all aspects; when a high-risk technological enterprise implements technological diversification, a small company may better overcome organizational rigidity and have better innovation efficiency due to its flexibility and cooperativeness. The study consolidates various views on the effects of how innovative efficiency exists in different firm size.

Key Words : Technological Diversification, Innovation Efficiency, Firm Size

目錄

謝辭	I
中文摘要	II
Abstract	III
目錄	IV
圖目錄	V
表目錄	VI
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究流程	4
第貳章 文獻探討	6
第一節 技術多角化	6
第二節 技術多角化之創新價值	8
第三節 企業規模與創新效率	12
第三章 研究設計	14
第一節 觀念性架構	14
第二節 研究假說	15
第三節 變數定義	18
第四節 研究模型	24
第五節 研究樣本、期間與資料來源	26
第四章 實證結果分析	28
第一節 基本資料分析	28
第二節 迴歸結果分析	31
第三節 額外測試	35
第四節 敏感性測試	43
第五章 結論與建議	49
第一節 研究結論	49
第二節 管理意涵	51
第三節 研究限制與建議	53
參考文獻	54

圖目錄

圖 1-1	2001-2010 年中、美、日、韓、歐發明專利授權狀況圖	2
圖 1-2	研究架構圖.....	5
圖 2-1	技術分類配置圖.....	9
圖 3-1	觀念性架構圖.....	14



表目錄

表 2-1 技術多角化定義文獻整理.....	7
表 3-1 次產業分類表.....	22
表 3-2 變數定義彙總表.....	23
表 3-3 依主計處產業分類歸屬之高科技產業.....	26
表 3-4 樣本產業年度分佈狀況表.....	27
表 4-1 變數敘述統計量.....	29
表 4-2 相關係數矩陣.....	30
表 4-3 技術多角化與創新效率之關係-全樣本.....	33
表 4-4 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果-全樣本.....	34
表 4-5 技術多角化與創新效率之關係-累積研發資本高低.....	36
表 4-6 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果-累積研發資本高低	37
表 4-7 技術多角化與創新效率之關係-產業技術風險差異.....	40
表 4-8 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果- 產業技術風險差異	41
表 4-9 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果-光電業生產類型差 異.....	42
表 4-10 技術多角化與創新效率之關係—增加營業利益為產出面.....	44
表 4-11 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果—增加營業利益為 產出面.....	45
表 4-12 技術多角化與創新效率之關係—企業規模差異.....	47
表 4-13 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果—企業規模差異.....	48

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

創新是經濟成長、帶動就業機會和提升全球競爭力的主要來源。在 2011 年路透 100 強全球創新公司名單中發現，亞洲占了 31%但只包含了日、韓兩國，其中日本占 27%，且在具代表性的 16 行業中均勻分布 12 項產業，證明其堅固的創新基礎及創新的廣度；另外，在這項名單中也顯示最普遍的行業是半導體及電子元件製造業。過去，台灣高科技產業在全球供應鏈占有相當重要的地位，也造就經濟的蓬勃發展，然而，過度的倚重代工型式導致產業成長趨緩，甚至為臨近國家所超越。此時，創新再度成為企業目光的焦點，因為不創新即滅亡。

但是，技術資源的投入確有投資期間長、風險高、效益短期內不易客觀衡量等特性。因此，有效研擬創新策略提升效率為企業管理者當務之急。近年來有學者從技術資源多元化的角度探討創新策略及其績效。Patel and Pavitt (1997) 提到企業因特有的技術能力而與眾不同，能保持競爭力者具有典型多領域、高度穩定度及良好技術配置等特點。在一個不完全競爭市場中，企業依靠不斷的提升產品質量來弱化競爭對手，而這種素質的提升需仰賴多元化的技術基礎，如此，技術多角化(technological diversification)成為創新的選項之一。Garcia-Vega (2006)認為技術多角化的好處在於，企業於研發活動產生知識匯集後，以多角化方式觸發核心技術，使知識移轉產生了規模經濟及比較優勢(comparative advantages)；再則，技術多角化可提供研發組合減少固有風險；最後，還可避免企業鎖定在特定的技術上，能有更廣泛的發展及變革。

創新效率(innovation efficiency)被探討已有一段時間，過去許多的研究中，很多學者以研發資源的投入作為創新的投入指標。Hagedoorn and Cloodt (2003)進一步說明企業對研發的投入，視先前成功的研發基礎於未來增加資源的承諾；換句話說，大部分企業都謹慎的開發及管理研發資源，實際研發成效不僅反映當前的投入，更是先前技術的累積。另外，專利則是最常被用來衡量創新產出的指標之一，Ernst(2003)提到專利的資訊，對內，可做為技術評估、競爭對手監測的支持，是有效保護產品和流程的方法，也是研發知識管理的儲

存；對外，可為鑑定外部技術來源(如併購、聯盟)的依據，策略運作(如交叉許可、專利轉讓)產生專利價值最大化的組合，不單是創新重要的產出更是技術管理重要的指標。

近來許多科技公司屢因專利問題而遭訴訟，甚至付出巨大的賠償金額，能快速的佈下專利的防護網似乎也成了各公司積極自我保護的方向。從 2001 至 2010 年發明專利授權狀況圖(圖 1-1)來看，特別在美國(USPTO)、日本(JPO)及中國(SIPO)所授權的專利數可說是逐年升高，研發的產出儼然在科技產業上成為一場競賽，企業管理者無不絞盡腦汁希望能在有限的研發資源上產生最大的效率。

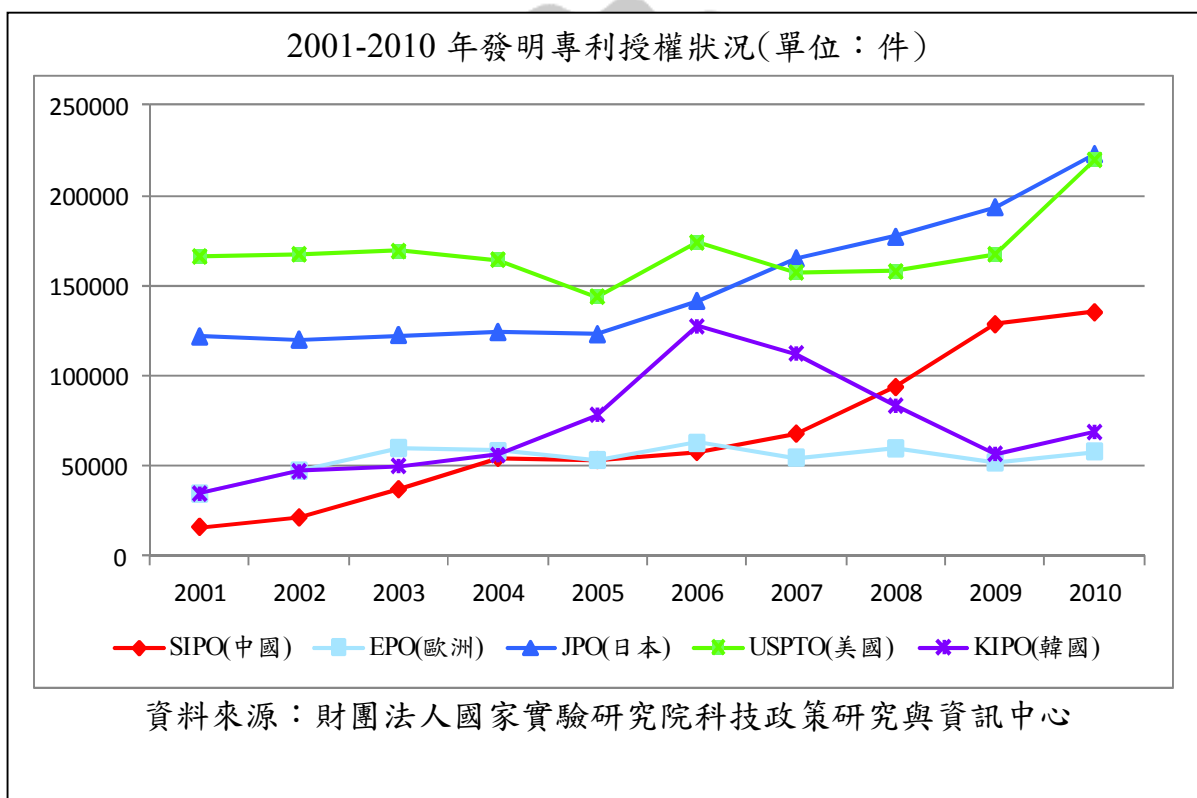


圖 1-1 2001-2010 年中、美、日、韓、歐發明專利授權狀況圖

綜合以上所述，技術多角化對企業提升創新效率來說是一項重要的策略，藉由技術的多角化將內部技術基礎向外延伸，增加技術的能力及廣度，系統性的建構複雜及精密的產品，不但可降低資源管理成本、達到新產品的防禦，更可進一步的成為商業籌碼或賺取知識財。故此，技術多角化與創新效率應該存在高度關係。

第二節 研究目的

任何企業都無法預測社會和經濟的未來，只選擇具有前瞻性或較高利潤的產品研發。而創新能力不只是企業研發的成果，更是企業競爭力的表徵，如何改善及增強創新效率，將成為最重要的問題。Cohen and Levinthal (1990)進一步說明創新的知識是利用新技術的關鍵重疊延伸新科學的發展，其中需透過潛在的互補專業知識來達成，而技術的多角化可讓企業的觸角延伸，不拘泥在原本的範疇。Breschi, Lissoni and Malerba (2003)認為企業擁有廣泛的技術是為了開發及生產產品及服務，因此，多數企業都是多項技術的公司，即使他們專注於單一產品。而技術多角化不僅可以帶動產品及市場的多元化，更能促進企業穩定的發展。

過去的研究中，探討創新效率的不在少數，惟研究方向與企業價值的關係居多，如黃政仁與詹佳樺(2010)研究結果發現，創新能力與創新效率對企業價值的提升有正面效果。但顯少以技術多角化對創新效率的方向為研究主軸，本研究認為技術多角化為內部創新的來源，易產生知識的聚合，對提升創新效率有一定幫助，然而，隨不同的產業或企業特性，技術多角化的適用性應有不同的結果，故此，加入企業規模為觀察因子，觀察在台灣高科技產業上產生的結果。

綜合上述，本研究在探討技術多角化與創新效率的關連性，並以企業規模為調節變項，觀察技術多角化是否能帶動創新效率，企業規模對其影響又為何，主要研究目的如下：

- 一、 技術多角化是否會影響創新效率。
- 二、 企業規模對技術多角化與創新效率間關係是否具調節效果。

第三節 研究流程

本研究之研究架構共分為五章，列示於圖 1-2，各章內容概述如下：

第壹章 緒論

本章主要說明研究背景與動機，確立研究的目的，及建立研究架構。

第貳章 文獻探討

本章主要介紹技術多角化定義、技術多角化之創新價值和企業規模與創新效率的關係。

第參章 研究設計

本章主要敘述本研究之觀念性架構、研究之假說、變數的衡量、研究模型的建構及樣本和資料的來源。

第肆章 實證結果與分析

針對蒐集的樣本進行統計分析，並依研究結果進行分析討論。

第伍章 研究結論與建議

根據研究結果做出結論，並說明研究的限制及提出未來研究方向之建議。

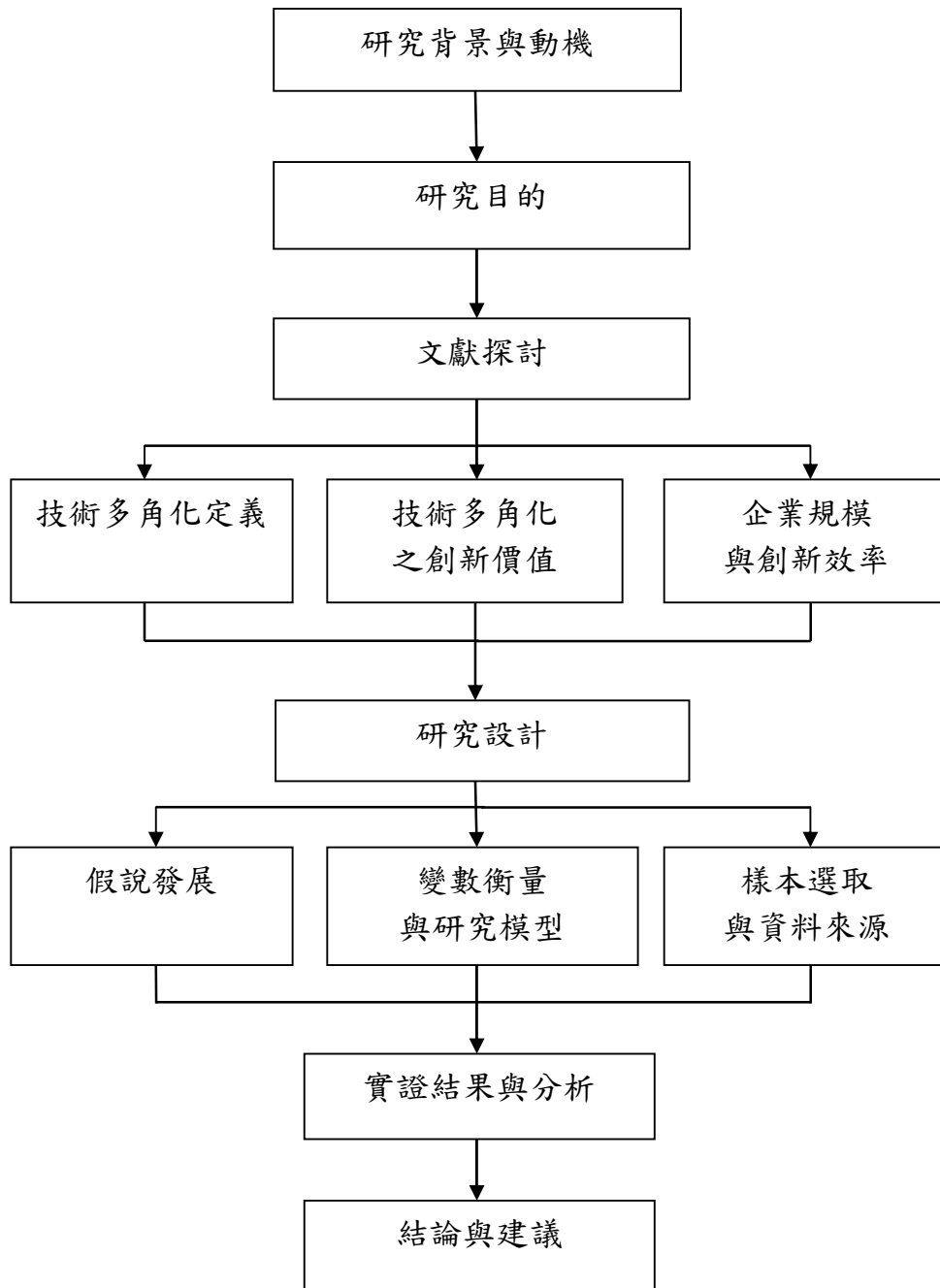


圖 1-2 研究架構圖

第貳章 文獻探討

本研究探討技術多角化對創新效率的影響，根據過去國內外學者之研究結果，將相關文獻回顧區分為三部分；包含第一節對技術多角化的定義，第二節技術多角化之創新價值，和第三節企業規模與創新效率的關係。

第一節 技術多角化

Drucker(1985)提出創新機會的七個來源¹，在其中新知識來源中說明知識的創造幾乎絕少由單一因素組成，而是將好幾種不同的知識加以聚合(convergence)而成，且不限於科學性或技術性知識。曾信超(2006)認為技術創新能力為企業取得技術應用於產品製造過程中之設計、製造及裝配，含設備及人員的專業能力稱之。Organization for Economic Co-operation and Development (OECD,1981) 定義創新是發明新產品和新流程的過程，或是創造性地結合現有的技術訣竅，用以提高產品和製造方法。

在一個巨大的競爭洪流中，全球面臨的是動態變化的創新，這不單是一場高退出賽更是生存的保衛戰，而多元化的研發和技術可以隨時間動態變化並產生循環功能(Yamada and Watanabe 2006)，足以因應快速變化的環境。然而，實際上企業並不能無限制擴張內部研發資源，到底應該聚焦在同類型的技術上精進；或是應該多元化探索其他領域之技術，在有限的資源內尋求競爭優勢，這不單是許多學者爭相研究的問題，更是企業管理者重大的決策。Yamada and Watanabe (2006)認為在某一個時期進行研發多樣化，當研發累積了技術資產並產生產品或服務進入市場，企業延伸核心技術提高產品的附加價值，甚至產出新的技術或新的產品，這就是技術多元化(technological diversification)的效果。

Kodama(1986)指出企業拓展主要的產品領域外的研發活動，即是技術多元的表現；並進一步將研發活動依產業層級來區分技術多角化的型式，如企業的

¹ 創新機會的七個來源為：一、意外之外的事件；二、不一致的狀況；三、基於程序需要的創新；四、產業結構或市場結構上的改變；五、人口統計特性；六、認知、情緒及意義上的改變；七、新知識。前四項屬於內部，後三項則為外部。

研究開發活動是依投入與產出之上下游關係者，稱之為垂直技術多角化，可再細分為向上多角化(upstream)與向下多角化(downstream)；如企業的研發活動與投入產出路徑無關者，稱之為水平技術多角化。Breschi et al. (2003)則將創新公司區分為三種類型：在同一期間發展多元化並在多項領域中擁有專利者，稱之為多元化創新公司；而在同一期間只在同一領域中發展並擁有專利者，稱之為專業化創新公司；另外，在不同期間不限定同領域或不同領域發展並擁有專利者，稱之為持續創新公司。

表 2-1 技術多角化定義文獻整理

學者	定義
張尹真(2009)	企業用兩種以上的科技技術來形成創新活動；亦或企業將核心事業之技術知識轉移、同化或應用到新發展的事業單位，稱為技術多角化。
Granstrand and Oskarsson(1994)	企業把技術能耐擴張至更廣泛的範圍，使技術更為多樣性，是企業技術基礎的廣度或寬度。
Patel and Pavit(1997)	企業從核心技術領域向外推移所發展的技術。
Miller(2006)	企業因追求相關領域或跨領域知識的結合而產生的技術機會。
Yamada and Watanabe(2006)	以一種技術運用在許多產品或服務當中，提高原有產品或服務的附加價值，此稱之技術多元化。

第二節 技術多角化之創新價值

Schumpeter(1934)認為創新是企業將資源重新組合運用於商機的優勢上，也是改變經濟的關鍵因素，成功的創新必帶動盈餘的成長、股價的創新、員工及客戶滿意的提升及增強全球的競爭力(Kuczmariski 1996)。雖然創新有助於一個公司競爭力優勢已成為普遍的共識，但隨著製程的更新、技術的變革、市場的波動及全球的競爭，產品的生命週期愈來愈短；因此，企業必須有高度技術創新能力及技術資源管理能力才能持續確保自身的競爭優勢(曾信超 2006)。

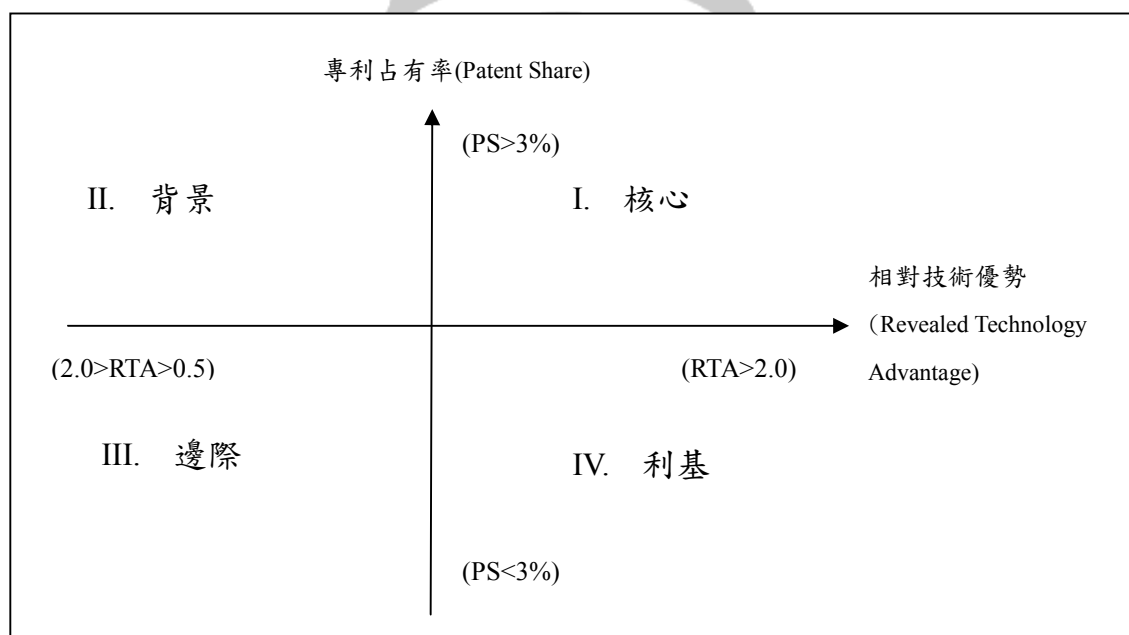
Granstrand, Patel and Pavitt (1997)的研究說明技術多樣化可成為企業的推動力，不論是企業的成長、增加研發投資，或是透過各種外部途徑增加新技術，以及因相關技術而成立新事業部的機會上。企業建立及維持一個廣泛的技術基礎，一方面為了探索及實驗新技術於未來部署之，一方面可藉由引進外部技術與內部融合並降低外部壟斷的風險。從 Watanabe, Matsumoto and Hur (2004)研究顯示，使用技術多角化和吸收技術外溢(assimilation of spillover technology)研究 Canon 公司持續成長因素，發現技術多角化和良性循環帶給 Canon 公司高水準的營業收入，並認為運用技術外溢能力是為競爭力的關鍵因子。Suzuki and Kodama(2004)研究 1965 至 1999 年日本 Canon 和 Takeda 兩家公司，研究結果同樣發現技術多角化對產品多角化及銷售成長率有顯著影響，說明技術多角化可獲得規模經濟的優勢。

Quintana-Garcia and Benavides-Velasco (2008)進一步將創新能力區分為探索型創新(exploratory innovative)²和利用型創新(exploitative innovative)³。實證研究技術多角化對其影響，研究結果為技術多角化對探索型創新和利用型創新皆有正向影響；但對探索型創新的影響又超過利用型創新，說明引入新技術到企業的知識系統中，有利互補及搜尋新的解決方案，提高創新率避免學習陷阱。這樣的發現也支持了技術多角化能帶動創新效率的證據，企業必需允許有效運用新知識、累積吸收能力，使公司達到能預測新技術的方向與商機；管理者應體認到發展廣泛的技術知識基礎，加入差異和新奇的來源，可能產生更大的全新發明及創造壟斷性利潤。

²探索型創新(exploratory innovative)指沒有引證其他專利的專利稱之。

³利用型創新(exploitative innovative)指有引證其他專利或自我引證之專利稱之。

Patel and Pavitt (1997)研究中指出，公司因為從技術領域廣泛開發和應用於產品上，所以需要知識的整合、統籌技術變革、改善供應鏈管理和評估利用新興技術的機會，這表示企業技術能力累積的重要性與複雜性。因此，在提升及維持競爭優勢上，光是聚焦在核心技術能力是不夠的，必須有分散或多樣技術的能力，並以專利占有率(Patent Share)⁴和相對技術優勢(Revealed Technology Advantage)⁵來說明技術分類配置的關係(圖2-1)：核心區(Core)表示公司專利的占有率高且在所有的技術領域擁有相對優勢，屬於技術廣且精的公司；背景區(Background)表示公司專利的占有率高但在各領域不具相對技術優勢，屬於技術廣但不精的公司；邊際區(Marginal)表示公司專利的占有率不高且在各領域也不具相對技術優勢，屬於技術不廣也不精的公司；利基區(Niche)表示公司專利的占有率不高但在各領域具相對技術優勢，屬於技術精但不廣的公司。



資料來源：Patel, P., and K. Pavitt 1997. The technological competency of the world's largest firms: complex path-dependent, but not much variety. *Research Policy*, 6(2): 141-156.

圖 2-1 技術分類配置圖

⁴專利占有率(Patent Share)指某公司在某一技術領域的專利數占全部公司在某一技術領域專利數的比值。

⁵相對技術優勢(Revealed Technology Advantage)指某公司在某技術領域所取得的專利數，除以所有公司在所有技術領域所取得的專利數比值，計算如下：

$$RTA = \frac{P_{kg} / \sum_i P_{ig}}{\sum_j P_{kj} / \sum_i \sum_j P_{ij}}$$

$$P_{kg}$$
表 g 公司在最重要的技術領域 k 的專利數； $\sum_i P_{ig}$ 表 g 公司在所有技術領域的專利數； $\sum_j P_{kj}$ 表所有公司在技術領域 k 的專利數； $\sum_i \sum_j P_{ij}$ 表所有公司在所有領域的專利數。

然而，在 Patel and Pavitt (1997)實證 440 家擁有美國專利的大型企業發現，實際上這些大型企業都集中在核心區及背景區，而並非我們認知中的核心區及利基區，其理由是：一、技術之間的相互依存，特別在複雜的產品上(如汽車)企業必須有效辨別及整合供應鏈和生產技術的能力；二、新興的技術機會，企業必須從新知識裏找出未來潛在的商機。這說明大型企業的技術策略很少是聚焦而是多樣化的。

過去，Garcia-Vega (2006)以歐洲15個國家共544家企業為樣本，探討1995至2000年間這些企業在技術多角化、研發強度與創新績效(專利數)之關係，該研究結果顯示，技術多角化與研發強度及創新績效皆呈現顯著相關；說明技術多角化公司在投入較多研發經費時，也能獲取較多之專利權。另外，Lichtenthaler(2009)以歐洲136家公司為對象，研究企業技術策略及專利組合於低、中、高科技公司所扮演的角色，研究結果發現不論是技術多角化策略或是專利組合策略對高科技公司銷售利潤率都產生積極正面的影響。相反的，低或中等技術企業建議應該集中有限的研發資源於核心領域，從而創造路徑依賴的學習效果，不宜採取種類繁多的研發方式。

在國內的學者中，Chiu, Lai, Lee and Liaw (2008)實證台灣高科技產業技術多角化、互補性資產與財務績效，實證結果顯示，技術多樣化影響企業績效(ROE)，互補性資產增加，技術多樣化和 ROE 之間的關係更強，表示高度的技術多角化對企業是有益的；並認為企業管理者應多樣化核心技術，豐富研發組合，尋求互補性資產以產生最大綜效；亦即可適時運用技術多角化配搭互補性資產及產業環境成為公司的動態能力，重新配置內外部資源，達到提升適應環境變化的整合能力。賴勇成與洪明洲(2006)以國內半導體產業為研究對象，認為企業追求創新活動相關多元化的企業績效，優於追求非相關多元化。另外，在 Chiu, Lai, Liaw and Lee (2010)延續的研究中，以環境、戰略和資源的角度探討企業選擇技術策略之差異，研究發現一個公司歷史較長、較大規模、處在環境有豐富資源和機會，或是發展垂直整合和高度投資研發者傾向使用技術多元化戰略。

Zander(1997)以跨國公司為研究對象，發現技術多角化也是跨國公司顯著的特點，其理由有二。其一，母國將產品推展至國外市場，在得到國際化的支持後，隨著時間演進與當地市場及技術有了更多的交流，策略化的發展技術融合及多研發中心，產生了技術多角化；其二，母國以先進的技術取得比較優勢，運用跨國網絡在國際上重新組合技術，提供了一個創新的質量；結果也讓跨國公司往往處於技術領先的地位。Leten, Belderbos and Looy (2007)則以專利的引

證來觀察技術多角化知識的連貫性，並且認為技術應建置在具有連貫性的多元組合，才具規模效應並能確保有限的協調成本。實證結果顯示，技術多角化與技術績效(專利數)成倒 U 型曲線，技術連貫性愈高技術多角化則愈強。Borrego and Forcadell (2010)認為技術多角化在實證上有不同的結果其原因之一來自於技術的相關性；因此，以動態雙向實證技術多角化與研發強度的關係，其結果兩者呈一倒 U 型曲線關係；並發現相關多元化活動至少維持在中等水平時，創新可達到兩種效果：讓公司鞏固在創新的立場和研發支出更為有效率。

綜合以上所述可知，不同的產業應該擬訂不同的創新策略，不同的創新策略也將影響創新的成效。技術多角化近年來也被視為創新的策略之一，惟相關研究不多，且多關注在技術多角化對專利權取得或企業財務績效議題上。本研究認為以科技產業為重要經濟命脈的台灣，更需瞭解不同創新策略在不同的環境或條件下所帶來的影響，故將研究聚焦於技術多角化之創新策略是否為企業增進創新能力之動因。



第三節 企業規模與創新效率

過去的研究發現，企業的創新活動與規模大小具有密不可分的關係。對於主張大型企業較具優勢的研究者來說(Cohen and Klepper 1996a,1996b)，大型企業的優勢來自於以下幾個方面：第一，易取得資金增加研發資源的投入，有能力管理多樣化的研發項目組合，創造互補性研發及其他功能性活動，如以生產及銷售提供大量的經驗證據驗證，獲得新產品的經濟回報，並達到成本優勢；第二，較高的經濟回饋帶動研發投入的良性循環，多元性的發展帶動創新及流程的變革，提高生產效率，內外部的智識融合產生外溢效果，穩定研發的產出；第三，大型企業較易吸引專業人才，有能力聘雇高技術能力的員工，投入較多的專業訓練，有利研發的產出。在 Archibugi, Evangelista and Simonetti (1995) 的實證中也顯示，創新支出與企業規模和創新強度呈現正向關係。

另外，大型企業還有分攤研發固定成本的優勢及可支撐較多的研發活動，Minniti (2011)認為大型企業對創新的保護不局限於可公開的專利，還有不公開的商業保密型式，或使新產品快速上市創造先行者優勢。相對地，小企業運用知識產權來保護創新或成為談判籌碼則更為積極(Jensen and Webster 2006)，因此，大型公司的創新產出有可能是被低估的。Tsai(2005) 使用 R&D 產出彈性係數衡量企業規模與研發績效的關係，結果呈現一近似 U 型曲線於研發生產力與公司規模的關係，這表示小型和大型企業的研發生產率高於中等規模的企業，探究其原因有二：首先，這說明小型企業通常可以實現高效率的凝聚力，有利開發和推出新產品，並可以快速反應於市場提升企業優勢；其次，大型企業則有高研發生產力以及規模經濟的效益，可充分發揮多元化的研發組合優勢。

然而，亦有些學者對企業規模與創新效率提出不同的看法，Tsai and Wang (2005)認為大型企業隨著規模愈來愈大邊際效率愈來愈低，大型企業的官僚體制也會限制了創新的方向，降低研發的自主權。而小型企業的彈性可讓創新表現的更好，他們可能更靈活與尊重調整研究計劃，落實執行階段的創新，進一步縮短產品開發時間；小企業也容易調整激勵機制回饋於創新的努力，企業可以把精力花在創新而非管理上。Jensen and Webster (2006)以澳洲產業為研究對象，探討企業規模和知識產權(專利、商標、外觀設計)的使用，研究發現平均每人的知識產權中小型企業比大型企業還要高。而這可能表示中小型企業的創新效率比大型企業好，也可能是政府的補助獎勵措施奏效，還有可能是中小企

業的激勵機制使然。Stock, Greis and Fischer (2002)以企業規模和動態技術創新的關係為觀察主軸，實證研究電腦電話數據機行業，顯示小公司的動態技術創新(每秒傳輸率及傳輸率價格)比大公司績效更好。

在近期的文獻中發現，有些學者認為企業規模在於不同影響創新因子中會產生不同的影響。Rogers(2004)以網絡、培訓、市場結構、出口狀況、外國所有權等因素，依不同的企業規模區分製造業及非製造業對創新的影響，研究發現，小型的製造業表現出網絡和創新之間正相關，而非製造業則是中大型企業和創新正相關。Wakasugi and Koyata (1997)在對日本電汽公司的研究中發現規模較大的公司研發支出獲得較高支持，且公司規模與研發支出和專利申請數成正向相關。Lee and Sung (2005)更提出企業的創新優勢影響企業的規模，而非企業規模影響創新，而創新的優勢來自於企業學習吸收能力與技術知識累積，在高技術的產業特別顯著。Minniti(2011)研究發現企業規模變大時，研發效用內化會增長，整體來說研發投入對大企業還是有較佳的回饋。

綜合以上文獻回顧，可以確認創新效率仍直接、間接的受企業規模的影響，而這樣的因子在技術多角化與創新效率之間又會產生什麼的影響，這也是本研究欲積極探討的問題。

第三章 研究設計

第一節 觀念性架構

本研究主要研究技術多角化對創新效率的影響，以及企業規模對技術多角化與創新效率是否具調節效果，其觀念性架構如圖 3-1 所示：

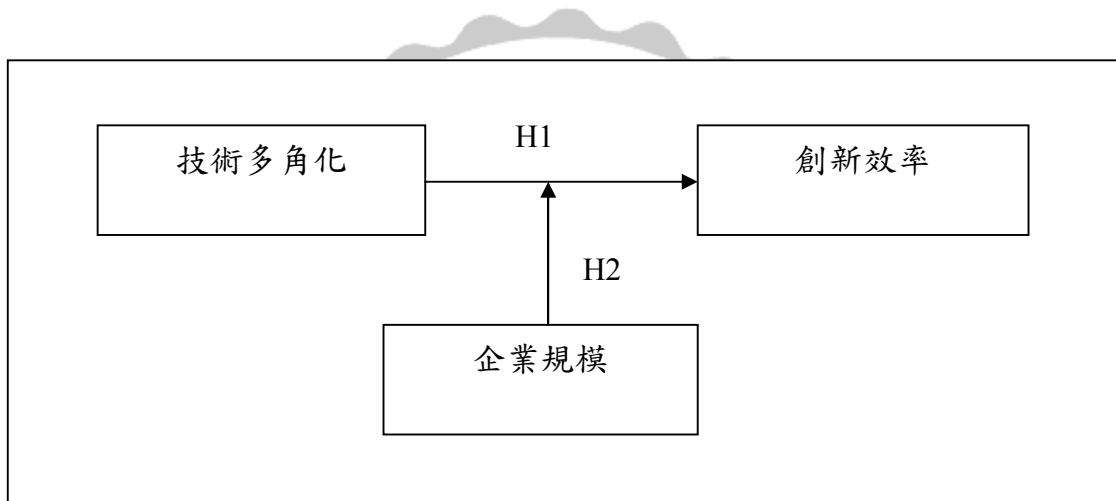


圖 3-1 觀念性架構圖

第二節 研究假說

創新需依靠創造性的累積及能力的提升，當企業在創新能系統性的與外部結合時，也應系統性的改變產品及流程。換句話說，引進新技術轉化為產品，改進效能和增加新功能，或持續在原有的技術上精進，在核心產品中互補性的變化生產系統和供應鏈，這些都需仰賴技術的多元性及多樣化。

Breschi et al. (2003)認為促使技術多角化的關鍵因素是知識的相關性(knowledge-relatedness)。而知識的相關性又可區分為接近性(proximity)、共同性(commonality)和互補性(complementarity)，這些特性讓智識產生了外部性和溢出的效應。Grandstrand(1998)指出企業因進行技術多角化可產生多種經濟效益：第一，靜態規模經濟，從交易成本的角度來看，企業透過技術管理把相同或近似的技術應用在不同的產品上，從而降低了技術取得成本並創造規模經濟效益；第二，動態規模經濟，知識或技術不會因多次使用而耗損，反而因學習過程的改善而精進；第三，範疇經濟，不同技術都有潛在的交互作用，不論此技術是否廣泛的應用在產品上，都可能在新發明、新功能或改善的過程中產生新的結合；第四，速度經濟，技術的結合大都需要技術的移轉，而來自內部的移轉遠比企業間更為快速。

由上述的觀點可知，技術多角化配合有效創新資源，能讓技術及知識能在內部快速移轉，達到強化企業核心能耐蓄積智慧資本的目的；意指企業發展技術多角化會促進不同技術領域交叉融合(cross-fertilization)，更可減少被鎖定在低盈利的技術，透過技術多角化運用加強創新誘因，提高研發投資的效率。

不過，亦有學者持負面看法，認為技術多角化可能分散企業有限資源，反而不利於企業創新。依據資源基礎理論，企業必須致力創造公司的競爭優勢，而其競爭優勢的形成有賴專屬的核心資源來形成核心能力。Prahalad and Hamel (1990)在其核心優勢理論提到，強化技術的深度為核心競爭力之一；Breschi et al. (2003)研究中也說明，技術集中化的企業可以從相似領域累積核心技術能耐，隨著學習效果創造規模經濟的優勢。Lang and Stulz (1994)則認為企業發展多角化會增加資源配置的管理成本，亦可能引發營運的不效率，降低了研發的外部性；進一步實證發現 Tobin's q 與公司發展多角化呈負向關係。Chen and Chang (2010b)則以專利的多角化為技術變數實證，由美國製藥業技術與財務指

標(EPS)的關係發現，美國製藥業反而是技術集中比較能提升財務績效；換言之，部分學者認為聚焦的研發策略才是對企業有利的，應把資源集中於原有核心技術的精進上才具競爭優勢。

現今高科技產業猶如呈現一場創新競賽，不斷推陳出新的產品，背後顯示出強大的技術基礎；究竟應將創新資源專注於原有技術或是採多元發展才能提升創新效率，本研究認為技術多角化應為影響企業創新效率的重要策略之一，因此，本研究提出假說如下：

H1：技術多角化會影響創新效率。

Schumpeter(1942)提出大型企業具有創新優勢的論點，Vaona and Pianta (2007)以歐洲製造業實證亦發現，大型企業在產品及流程的創新上優於中小型企業，呈現資產優勢及規模經濟。不過，不同企業規模之最適創新策略具差異性，針對技術多角化而言，雖然技術多角化可以減輕核心僵化和路徑依賴，特別是從過去的活動中深耕，可尋求新的解決方案及加速新的發明。然而多樣化的技術組合將涉及高度整合、協調及溝通成本，需要大量的內部資源(研發、設計及新的投資)與強勁的發明活動，方能在專利、新產品、目標市場的市占率和開發新市場上有所突破。

有鑒於大型企業可投入的資源較多，容易吸引優質人才，並且投入較多的專業訓練，因而較有能力管理與整合多樣化的研發項目，創造互補性研發及其他功能性活動；亦即大型企業之高研發生產力以及規模經濟的效益，使其能充分發揮多元化的研發組合優勢。此外，大型企業較易取得外部資源，內外部的智識融合可產生外溢效果，多元性的發展帶動創新及流程的變革，可提高生產效率，形成良性循環而能穩定研發的產出；另一方面，技術競爭力策略關係著具主導地位的產品創新，大型企業技術多角化易擁有創造新市場的機會而享有較大的創新利基。

過去的研究即發現，大型企業愈發展技術多樣化，其創新能力愈高 Quintana-Garcia and Benavides-Velasco (2008)。另外，Pillai and Clark (2008)以專利及專利引用數衡量創新，研究結果亦顯示創新與企業規模有顯著關係。據此，本研究預期技術多角化策略成本效益因企業規模而異；大型企業技術多角化能影響專利的存量，提升應用結合和重組新元件與現有知識的能力在新領域的突破上，進而帶動創新能力。相反的，小型企業在提升創新能力上，則須集

有限的研發活動於特定領域，創造路徑依賴學習效果，避免支出小而種類繁多的研發投資方式，故建立下列假說：

H2：大公司技術多角化對創新效率能產生較正面影響。



第三節 變數定義

一、應變數

創新效率(*IE*)

本研究參酌過去經濟學者衡量生產效率所使用的資料包絡分析法(DEA)來評估創新效率。資料包絡分析法最早於1957年由Farrell所提出，1978年Charnes, Cooper and Rhods改變Farrell的方法，提出以多項投入及產出之「固定規模報酬(Constant Returns to Scale)」評估模式，稱之為CCR模型。1984年Banker, Charnes and Cooper進一步提出「變動規模報酬(Variable Returns to Scale)」評估模式，稱之為BCC模型(Guan, Yam, Mok and Ma 2006；李文福與蔡秋田 2004；黃政仁與詹佳樺 2010)，主要以線性規劃技術，找出效率前緣，客觀衡量決策單位(DMU)之相對效率。本研究沿用BCC模型衡量創新效率，投入面以累積研發資本為變數，產出面以專利權數、專利權被引用數為變數(Hagedoorn and Cloudt 2003; Diaz-Balteiro, Herruzo, Martinez and Gonzalez-Pachon 2006; Wang and Huang 2007; Hashimoto and Haneda 2008；吳彥濬與林景輝 2005；黃政仁與詹佳樺 2010)，其效率值介於(0,1)之間，愈接近1表企業之創新效率愈高，反之則創新效率低。相關投入面及產出面的變數衡量及定義如下：

1. 累積研發資本 (*CDK*)

從過去的研究顯示，研發資源的投入到專利權的產出存在遞延效果 (Lev and Sougiannis 1996; Kafouros 2006; Oriani and Sobrero 2008；劉正田 2002；劉正田、林修葳與金成隆 2005；王曉雯、王泰昌與吳明政 2008)，這表示當期的投入可能於當期或未來產出，企業也視當期的產出決定於未來的投入。然而，專利的折舊率並無固定之比率衡量，本研究沿用過去學者的研究(Tsai 2005; Kafouros 2006; Oriani and Sobrero 2008；楊志海與陳忠榮 2002)，採用研發資本以每年固定15%比例遞減方式，變數衡量及定義如下：

$$CDK_{i,t} = RD_{i,t} + (1-15\%) RD_{i,t-1} + (1-15\%)^2 RD_{i,t-2}$$

其中， i 代表公司別； t 代表年度別； CDK 為累積之研發資本； RD 為研發費用。

2. 專利權數 (PAT)

專利權是目前企業積極使用保護創新之方法，因為專利權具有強烈的排他性；從文獻中也發現，很多學者以專利權數作為衡量企業創新活動的績效指標 (Garcia-Vega 2006; Hashimoto and Haneda 2008; Sharma and Thomas 2008; Nishimura and Okamuro 2010；曹壽民、紀信義與劉正良 2007；楊朝旭、蔡柳卿與 吳幸蓁 2008)。當企業取得專利權愈多，顯示其研發創新的能力愈好，透過企業所擁有的專利權，可判斷一家公司的競爭力；Arundel and Kabla (1998) 進一步指出，專利是高科技產業最適創新的績效指標，因此，本研究沿用專利權總數作為創新效率產出面之衡量變數。

3. 專利權被引用數 ($CITATION$)

專利權數是屬專利「量」的衡量，然而只有量的衡量是不夠的，因此，許多研究加入了專利權被引用數，作為專利「質」的衡量指標 (Hall 2005; Sharma and Thomas 2008; Nishimura and Okamuro 2010; Chen and Chang)。當專利被其他專利引用的次數愈多，表示其知識外溢程度與經濟價值愈高，專利的品質當然也就愈好；專利權被引用次數更代表一家公司的技術基礎及領先程度。本研究延續此觀點，納入專利權被引用數為創新效率產出面之衡量變數。

二、 實驗變數

1. 技術多角化 (TD)

本研究採用被廣泛使用的賀芬德指數 (Herfindahl-Hirschman Index, HHI) 作為衡量技術多角化 (technological diversification) 的代理變數。過去賀芬德指數常被應用在衡量產業的集中度上，近年來也被多位學者使用在技術或專利領域上 (Garcia-Vega 2006; Quintana-Garcia and Benavides-Velasco 2008; Chiu et al. 2008; Chen and Chang 2010b)。當該指標 (TD) 值越接近 1 時，表示該公司的技術發展領域較為多元傾向多角化，相反地該指標值越接近 0 時，表示該公司的技術傾向集中化。另外，本研究的技術範疇依據世界知識產權組織 (World

Intellectual Property Organization)所發佈的國際專利分類(International Patent Classification)標準為分類基礎(Garcia-Vega 2006;Chiu et al.2008; Suzuki and Kodama 2004)，其變數定義如下：

$$TD_{i,t} = 1 - \sum_{j=1}^J \left(\frac{n_{ij}}{N_i}\right)^2$$

其中， i 代表公司別； t 代表年度別； J 代表所有樣本的分類數； n_{ij} 代表 i 公司在 j 領域的專利數($n_{ij} > 0, j=1, \dots, J$)； N_i 代表 i 公司所有的專利數， $0 \leq TD \leq 1$ 。

2. 技術多角化與公司規模虛擬變數之交乘項($TD \times DSIZE$)

過去學者認為，企業規模影響創新的投入，研究發現大型企業較小型企業具有優勢(Schumpeter 1942; Vaona and Pianta 2007; Quintana-Garcia and Benavides-Velasco 2008; Pillai and Clark 2008)。因此，本研究認為大公司發展技術多角化對創新效率的提升有較正向的影響，並以技術多角化與公司規模虛擬變數之交乘項為實驗變數。其中，公司規模虛擬變數($DSIZE$)以同業中位數為區分，公司規模大於同業中位數者令為 1，小於中位數者為 0；預期與創新效率呈正向關係。

三、控制變數

1. 企業規模($SIZE$)

企業規模是許多學者認為影響創新之重要因子，然而，對規模大小產生的影響卻有不同的見解。支持規模大的公司較有好的效率者認為，大型企業能有規模較大的研發計畫，所增加的技術通過既有的銷售基礎產生規模經濟；也因著大的產能基礎提供了學習經濟，支撐其擁有更廣的探索空間；頻繁的技術變革使大型企業較小型企業更具承受風險的能力(McKendrick and Wade and 2010; Tsai 2005; Chiu, et al. 2010)；在 Chen and Chang(2010a)的實證中發現，企業規模與專利引證呈正向關係。另外，支持規模小的公司較有好的效率者認為，小型企業能跨越組織僵化有較佳的彈性及凝聚力(Tsai and Wang 2005)，平均每人的創新產出是大於大型企業的(Stock, Greis and Fischer 2002; Jensen and

Webster 2006)。因此，本研究以企業規模為其控制變數，預期創新效率受企業規模影響，但不預期影響之方向。其變數定義如下：

$$SIZE_{i,t} = \ln(Assets_{i,t})$$

其中， i 代表公司別； t 代表年度別； $Assets$ 為資產總額。

2. 成長率(GW)

企業的成長率影響企業的投資也影響著企業的規模，本研究沿用學者(Grandstrand and Oskarsson 1994; 黃政仁與詹佳樺 2010)常用之銷售成長率為企業的成長率，預期與技術多角化及創新效率呈正向關係，其變數定義如下：

$$GW_{i,t} = (SALES_{i,t} - SALES_{i,t-1}) / SALES_{i,t-1}$$

其中， i 代表公司別； t 代表年度別； GW 為企業成長率； $SALES$ 為銷售淨額。

3. 負債比率(LEV)

負債是大多數企業資金的重要來源，研發戰略投資是一個重要產生經濟效益的資金使用，然而管理者對負債的管理影響著各項投資的延續性，特別是長期間方可看到成效的研發投資(David, O'Brien and Yoshikawa 2008)。因此，本研究認為良好的負債結構將影響創新效率的結果及持續性，故以負債比率為財務結構的代理變數，預期與技術多角化及創新效率呈負向關係，其變數定義如下：

$$LEV_{i,t} = Liabilities_{i,t} / Assets_{i,t}$$

其中， i 代表公司別； t 代表年度別； $Liabilities$ 為負債總額； $Assets$ 為資產總額。

4. 公司成立年數(*AGE*)

公司成立愈久經營狀況愈穩定，可以擁有較完善的設備與技術可供創新活動(Chiu, Lai, Lee and Liaw 2008)；在產業中不論是供應鏈的資源整合及客戶端的關係建立，相較於新成立公司都有較良好的社群經營；因此，相對願意投入資源發展其他領域之技術，使企業的發展更為穩固。本研究認為公司成立年數與創新的投入存在一定關係，預期公司成立年數與創新效率呈正向關係。

5. 次產業別(*IND_k*)

高科技產業中次產業眾多，差異性頗大，對創新活動的投入各不相同。故此，本研究加入次產業別為控制變數，藉由次產業別之虛擬變數觀察不同產業間之異同；並以台灣經濟新報資料庫中的產業分類，將高科技產業區分為七個次產業類別，其中，以半導體產業為基準設立次產業別之虛擬變數，並將樣本數過少之電子通路業及資訊服務業合併於其他電子業，分類如表 3-1 所示。

表 3-1 次產業分類表

變數名稱	變數代號	定義
生技醫療業	<i>IND1</i>	1=生技醫療業，0=非生技醫療業；
光電業	<i>IND2</i>	1=光電業，0=非光電業；
其他電子業	<i>IND3</i>	1=其他電子業、電子通路業及資訊服務業，0=非其他電子業、電子通路業及資訊服務業；
通信網路業	<i>IND4</i>	1=通信網路業，0=非通信網路業；
電子零組件業	<i>IND5</i>	1=電子零組件業，0=非電子零組件業；
電腦及週邊業	<i>IND6</i>	1=電腦及週邊業，0=電腦及週邊業。

表 3-2 變數定義彙總表

變數名稱	變數代號	定 義	預期符號
應變數			
創新效率	<i>IE</i>	以累積研發資本為投入面；專利權數與專利權被引用數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動效率值；	+
投入—累積研發資本	<i>CDK</i>	研發費用累計數；	+/-
產出—專利權數	<i>PAT</i>	於美國專利暨商標局申請核准之專利件數；	+/-
—專利權被引用數	<i>CITATION</i>	於美國專利暨商標局經核准公告之專利權被引用次數；	+/-
實驗變數			
技術多角化	<i>TD</i>	$1 - \sum_{j=1}^J \left(\frac{n_{ij}}{N_i} \right)^2$ <i>J</i> 代表所有樣本的分類數， <i>n_{ij}</i> 代表 <i>i</i> 公司在 <i>j</i> 領域的專利數， <i>N_i</i> 代表 <i>i</i> 公司所有的專利數；	+/-
技術多角化與公司規模虛擬變數之交乘項	<i>TD × DSIZE</i>	<i>DSIZE</i> 為公司規模虛擬變數，規模大於同業中位數者令為 1，小於中位數者為 0；	+
控制變數			
公司規模	<i>SIZE</i>	資產總額取自然對數；	+/-
成長率	<i>GW</i>	(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；	+
負債比率	<i>LEV</i>	負債總額/總資產；	-
公司成立年數	<i>AGE</i>	公司成立年數；	+
次產業別	<i>IND</i>	$\sum_{k=1}^6 IND_k$	+/-

第四節 研究模型

本研究以技術多角化與創新效率的關係為研究主軸，採用多元迴歸模型驗證假說。至於創新效率($IE_{i,t}$)衡量則採用包絡分析法(DEA)評估，其值介於 0 至 1 之間，範圍受到限制，因此，本研究後續亦將針對 DEA 計算之數值加以檢定，藉以評估實際樣本對 Tobit 模型之適用性。研究模型如下：

$$IE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TD_{i,t} + \alpha_2 SIZE_{i,t} + \alpha_3 GW_{i,t} + \alpha_4 LEV_{i,t} + \alpha_5 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

假說 H1 預期技術多角化會影響創新效率，因此預期 TD 的係數 α_1 具顯著性，但不預期符號。

假說 H2 探討企業規模是否影響技術多角化對創新的效率，並預期相對於小公司而言，大公司技術多角化對創新效率能產生較正面影響。因此，本研究以虛擬變數 $DSIZE$ 取代規模變數 $SIZE$ ，同時在模型內納入其與 TD 的交乘項，至於虛擬變數 $DSIZE$ 則以公司規模超過同產業中位數者令為 1，小於中位數者為 0。研究模型如下：

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TD_{i,t} + \beta_2 DSIZE_{i,t} + \beta_3 TD_{i,t} \times DSIZE_{i,t} + \beta_4 GW_{i,t} + \beta_5 LEV_{i,t} + \beta_6 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

其中，

$IE_{i,t}$ = 第 i 家公司第 t 年的公司創新效率；

$TD_{i,t}$ = 第 i 家公司第 t 年的技術多角化值；

$SIZE_{i,t}$ = 第 i 家公司第 t 年的公司規模；

$DSIZE_{i,t}$ = 第 i 家公司第 t 年公司規模之虛擬變數；

$GW_{i,t}$ = 第 i 家公司第 t 年的公司成長率；

$LEV_{i,t}$ = 第 i 家公司第 t 年的公司負債比率；

AGE = 第 i 家公司第 t 年的公司成立年數；

$\sum_{k=1}^6 IND_k$ = 以半導體產業為基準之次產業別。

交乘項 β_3 符號預期為正，意指大公司可減弱多角化的負面影響(當 β_1 係數為負時的解釋方式)或強化多角化的正面影響(當 β_1 係數為正時的解釋方式)。根據假說 H2，本研究將進一步使用 Wald test 檢定 β_1 與 β_3 之係數和($\beta_1+\beta_3$)是否顯著大於 0。



第五節 研究樣本、期間與資料來源

本研究以台灣高科技產業在美國專利暨商標局申請專利之上市櫃公司為研究對象。研究期間為 2001 年至 2010 年，共計 10 年。高科技產業是依據國科會 2011 年科學技術統計要覽之分類，主要以 OECD 行業代碼為分類基準；並將此代碼歸屬至主計處之行業代碼，如表 3-3 所示，符合定義之廠商共 667 家，扣除專利及財務資料不全者為 351 家。有關專利樣本的資料來源為美國專利暨商標局(United States Patent and Trademark Office,USPTO)；相關財務資料則取自台灣經濟新報(TEJ)資料庫。

表 3-3 依主計處產業分類歸屬之高科技產業

主計處產業代碼	主計處產業名稱
2002	西藥製造業
2611	積體電路製造業
2612	分離式元件製造業
2613	半導體封裝及測試業
2620	被動電子元件製造業
2630	印刷電路板製造業
2641	液晶面板及其組件製造業
2649	其他光電材料及元件製造業
2691	印刷電路板組件製造業
2699	未分類其他電子零組件製造業
2711	電腦製造業
2712	顯示器及終端機製造業
2719	其他電腦週邊設備製造業
2720	通訊傳播設備製造業
2721	電話及手機製造業
2729	其他通訊傳播設備製造業
2730	視聽電子產品製造業
2740	資料儲存媒體製造業
2751	量測、導航及控制設備製造業
2760	輻射及電子醫學設備製造業
2771	照相機製造業
2779	其他光學儀器及設備製造業

考量主計處次產業分類眾多，又為配合後續計算模型及考量樣本數量，實證中次產業則參照台灣經濟新報資料庫之分類，並將計算後樣本數過少之資訊服務業(樣筆數 3 筆)及電子通路業(樣筆數 1 筆)合併於其他電子業。最後，取得有效樣本數為 1015 筆，其樣本年度及產業分佈如表 3-4。

表 3-4 樣本產業年度分佈狀況表

產業名稱	半導體	生技醫療	光電業	其他電子業	通信網路業	電子零組件	電腦及週邊	合計
2001	22	2	7	7	3	7	15	63
2002	25	1	14	8	6	7	20	81
2003	20	2	15	9	6	9	19	80
2004	27	3	16	10	8	12	24	100
2005	24	3	15	7	7	15	23	94
2006	34	11	21	13	6	14	27	126
2007	27	7	18	8	7	17	25	109
2008	31	7	26	11	5	21	17	118
2009	39	6	19	9	11	20	18	122
2010	35	6	28	7	7	21	18	122
合計	284	48	179	89	66	143	206	1015
樣本比率	27.98	4.73	17.64	8.77	6.50	14.09	20.30	100

第四章 實證結果分析

第一節 基本資料分析

一、敘述性統計量分析

本研究將所有變數之敘述統計量彙整於表 4-1，從資料中發現創新效率(*IE*)的極小值(0.001)與極大值(1.000)差異頗大，又中位數落於 0.079，表示高科技產業中之公司，創新效率差異很大且多數公司的創新效率並不高。另外，在技術多角化(*TD*)的部分，極小值為 0，極大值為 0.971，中位數落於 0.5，平均值為 0.411，顯示高科技產業對於發展技術多角化的情況趨於常態，對於不同技術發展有較高的涉入。

二、相關係數分析

表 4-2 為本研究各變數間相關係數檢定之彙整，左下角為 spearman 相關係數，右上角為 pearson 相關係數；從各相關係數間發現，除了技術多角化(*TD*)與企業規模(*SIZE*)相關係數達 0.569(spearman)與 0.572(pearson)之外，其餘自變數間皆屬低度相關；其中，技術多角化(*TD*)與創新效率(*IE*)之間為顯著正相關(spearman 相關係數為 0.278，pearson 相關係數為 0.210)；成長率(*GW*)與創新效率(*IE*)之間為顯著正相關(spearman 相關係數為 0.119，pearson 相關係數為 0.074)；公司成立年數(*AGE*)與創新效率(*IE*)之間亦為顯著正相關(spearman 相關係數為 0.091，pearson 相關係數為 0.132)。為瞭解變數之間共線性的問題，因此，對各變數進一步做共線性診斷，檢定結果 VIF 值介於 1.066 至 1.649 之間，顯示變數間並無共線性問題。

表 4-1 變數敘述統計量
(n=1015)

變數	平均值	標準差	極小值	極大值	中位數
<i>IE</i>	0.167	0.235	0.001	1.000	0.079
<i>CDK</i>	1911.555	4459.163	16.784	27000.000	370.979
<i>PAT</i>	25.154	83.149	1.000	1044.000	2.000
<i>CITATION</i>	106.855	458.336	0.000	6313.000	7.000
<i>TD</i>	0.411	0.374	0.000	0.971	0.500
<i>SIZE</i>	15.663	1.687	12.397	20.129	15.319
<i>GW</i>	0.179	0.415	-0.570	2.033	0.107
<i>LEV</i>	0.353	0.158	0.075	0.752	0.346
<i>AGE</i>	17.895	9.423	3.000	50.000	17.000

IE : 創新效率，以累積研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動規模報酬效率值；

CDK : 研發費用累計數，以百萬元計；

PAT : 於美國專利暨商標局申請核准之專利件數；

CITATION : 於美國專利暨商標局經核准公告之專利權被引用次數；

TD : 技術多角化， $1 - \sum_{j=1}^J \left(\frac{n_{ij}}{N_i}\right)^2$ ， J 代表所有樣本的分類數， n_{ij} 代表 i 公司在 j 領域的專利數， N_i 代表 i 公司所有的專利數；

SIZE : 公司規模，資產總額取自然對數；

GW : 成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；

LEV : 負債比率，負債總額/總資產；

AGE : 公司成立年數。

表 4-2 相關係數矩陣

(n=1015)

變數	IE	TD	SIZE	GW	LEV	AGE
IE		0.210 ***	0.009	0.074 **	0.011	0.132 ***
TD	0.278 ***		0.572 ***	-0.029	0.070 **	0.054 *
SIZE	-0.128 ***	0.569 ***		-0.086 ***	0.219 ***	0.216 ***
GW	0.119 ***	-0.014	-0.076 **		0.102 ***	-0.211 ***
LEV	0.013	0.079 **	0.252 ***	0.097 ***		0.058 *
AGE	0.091 ***	0.064 **	0.234 ***	-0.210 ***	0.048	

本表左上角為 pearson 相關係數，左下角為 spearman 相關係數。***表示達 1%顯著水準；**表示達 5%顯著水準；*表示達 10%顯著水準。

IE : 創新效率，以累積研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動規模報酬效率值；

TD : 技術多角化， $1 - \sum_{j=1}^J \left(\frac{n_{ij}}{N_i}\right)^2$ ，J 代表所有樣本的分類數， n_{ij} 代表 i 公司在 j 領域的專利數， N_i 代表 i 公司所有的專利數；

SIZE : 公司規模，資產總額取自然對數；

GW : 成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；

LEV : 負債比率，負債總額/總資產；

AGE : 公司成立年數。

第二節 迴歸結果分析

本研究主要探討技術多角化與創新效率的關係，並一進步研究企業規模於技術多角化與創新效率間是否具調節效果；本研究使用多元迴歸中的 Tobit 模型驗證研究假說，其實證結果分別列示於表 4-3 與表 4-4。茲將本節研究結果分為：一、技術多角化對創新效率的影響；二、企業規模對技術多角化與創新效率之間的調節效果。

一、技術多角化對創新效率的影響

假說 H1 預期技術多角化會影響創新效率。從表 4-3 的實證結果顯示，技術多角化(*TD*)對創新效率(*IE*)為顯著正向影響(係數 α_1 為 0.1970, *t* 值為 9.56)，這說明技術愈多角化對創新效率的提升愈有幫助，研究結果支持假說 H1。此外，在其他控制變數方面，企業規模(*SIZE*)為顯著負向影響(係數 α_2 為 -0.0234, *t* 值為 -3.47)，表示企業規模愈小創新效率反而愈好；成長率(*GW*)為顯著正向影響(係數 α_3 為 0.0453, *t* 值為 2.69)，表示企業成長率愈高創新效率也愈高；公司成立年數(*AGE*)為顯著正向影響(係數 α_5 為 0.0033, *t* 值為 3.75)，表示企業成立愈久創新效率愈佳；在次產業類別部分，生技醫療(*IND1*)、光電業(*IND2*)、其他電子業(*IND3*)及電子零組件業(*IND5*)都比半導體業的創新效率較佳(係數分別為 0.0550、0.0605、0.0831、0.1556, *t* 值為 1.78、2.93、2.32、5.56)；其中，光電業包含著液晶面板、LED 及光學等產業，這是近 10 年來積極發展創新的產業，而被歸類在其他電子業中的鴻海則一向位居專利發明之首，這些都與實證的結果相符。

二、企業規模對技術多角化與創新效率之間的調節效果。

假說 H2 預期大公司技術多角化對創新效率能產生較正面影響。由表 4-4 的研究結果發現，技術多角化(*TD*)為正向顯著(係數 β_1 為 0.1470, *t* 值為 4.16)，表示小型企業發展技術多角化能正向提升創新效率；技術多角化(*TD*)與企業規模虛擬變數(*DSIZE*)之交乘項(*TD*DSIZE*)也為正向顯著(係數 β_3 為 0.0683, *t* 值為 1.66)，實證結果支持假說 H2 的論點，表示技術多角化與企業規模具交互作用，大公司技術多角化對創新效率能產生較正面影響。本研究另使用 Wald test 進一步檢定係數 β_1 與 β_3 之和是否大於 0，實證結果顯著為正($\beta_1+\beta_3$ 係數為

0.2153, t 值為 9.93), 表示企業規模為大型企業時($DSIZE=1$), 其技術多角化能增加創新效率。根據上述實證結果可知, 無論企業規模大小, 發展技術多角化皆能裨益創新效率; 不過, 在大型企業更能彰顯技術多角化之效益, 亦即大公司發展技術多角化對創新效率相對較為有利。另外, 實際觀察資料也發現, 台積電、鴻海、聯電、旺宏、友達、日月光等大型企業皆具有較高之創新效率。

控制變數部分, 成長率(GW)為顯著正相關(係數 β_4 為 0.0483, t 值為 2.84), 表示企業的成長率愈高, 願意投入較多的資源發展創新, 創新的效率也就較高; 公司成立年數(AGE)為顯著正相關(係數 β_6 為 0.0032, t 值為 3.62), 表示當企業成立愈久, 相對穩定度愈高累積資源較多, 創新的效率也就愈好; 次產業類別的結果與表 4-3 一致, 生技醫療($IND1$)、光電業($IND2$)、其他電子業($IND3$)及電子零組件業($IND5$)顯著正相關 (係數分別為 0.0549、0.0573、0.0747、0.1569, t 值為 1.77、2.80、2.21、5.55), 表示這些產業的創新效率優於半導體業。

企業的成長與成立年數皆對創新效率有正向影響。說明當企業成長率愈高, 管理當局對創新資源的投入也愈多, 因而創造出的創新效率也就愈高; 另外, 在公司成立年數方面, 發現當企業成立愈久, 公司組織、流程及創新的觀念相對穩定, 創新的效率也就愈好。

表 4-3 技術多角化與創新效率之關係-全樣本

$$IE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TD_{i,t} + \alpha_2 SIZE_{i,t} + \alpha_3 GW_{i,t} + \alpha_4 LEV_{i,t} + \alpha_5 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數	預期符號	Tobit 模型(1) 係數	標準誤	t 值
<i>Constant</i>	?	0.3463 ***	0.0994	3.48
<i>TD</i>	?	0.1970 ***	0.0206	9.56
<i>SIZE</i>	?	-0.0234 ***	0.0067	-3.47
<i>GW</i>	+	0.0453 ***	0.0169	2.69
<i>LEV</i>	-	0.0065	0.0436	0.15
<i>AGE</i>	+	0.0033 ***	0.0009	3.75
<i>IND1</i>	?	0.0550 *	0.0308	1.78
<i>IND2</i>	?	0.0605 ***	0.0206	2.93
<i>IND3</i>	?	0.0831 **	0.0358	2.32
<i>IND4</i>	?	-0.0344 **	0.0174	-1.98
<i>IND5</i>	?	0.1556 ***	0.0280	5.56
<i>IND6</i>	?	-0.0170	0.0155	-1.10
樣本數			1015	
X^2			182.37 ***	

變數定義：

- IE* : 創新效率，以累積研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數為產出面；

TD : 技術多角化， $1 - \sum_{j=1}^J (\frac{n_{ij}}{N_i})^2$ ，*J* 代表所有樣本的分類數，*n_{ij}* 代表 *i* 公司在 *j* 領域的專利數，*N_i* 代表 *i* 公司所有的專利數；

SIZE : 公司規模，資產總額取自然對數；

GW : 成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；

LEV : 負債比率，負債總額/總資產；

AGE : 公司成立年數；

IND1-IND6 : 以半導體為基準之次產業虛擬變數，*IND1* 為生技醫療，*IND2* 為光電，*IND3* 為其他電子，*IND4* 為通信網路，*IND5* 為電子零組件，*IND6* 為電腦及週邊。
- 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定，業經 White 共變異數矩陣加以調整。

***表示達 1%顯著水準；**表示達 5%顯著水準；*表示達 10%顯著水準。

表 4-4 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果-全樣本

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TD_{i,t} + \beta_2 DSIZE_{i,t} + \beta_3 TD_{i,t} \times DSIZE_{i,t} + \beta_4 GW_{i,t} + \beta_5 LEV_{i,t} + \beta_6 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

變數	預期符號	Tobit 模型(2)係數	標準誤	t 值
<i>Constant</i>	?	0.0395 *	0.0218	1.81
<i>TD</i>	?	0.1470 ***	0.0353	4.16
<i>DSIZE</i>	?	-0.1082 ***	0.0164	-6.58
<i>TD*DSIZE</i>	+	0.0683 **	0.0411	1.66
<i>GW</i>	+	0.0483 ***	0.0170	2.84
<i>LEV</i>	-	-0.0028	0.0432	-0.06
<i>AGE</i>	+	0.0032 ***	0.0009	3.62
<i>IND1</i>	?	0.0549 *	0.0310	1.77
<i>IND2</i>	?	0.0573 ***	0.0205	2.80
<i>IND3</i>	?	0.0747 **	0.0338	2.21
<i>IND4</i>	?	-0.0243	0.0168	-1.45
<i>IND5</i>	?	0.1569 ***	0.0283	5.55
<i>IND6</i>	?	-0.0164	0.0156	-1.05
$\beta_1 + \beta_3$?	0.2153 ***	0.0217	9.93
樣本數			1015	
X^2			186.72 ***	

變數定義：

1. *IE*：創新效率，以累積研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數為產出面；*TD*：技術多角化，1-賀芬德指數；*DSIZE*：公司規模虛擬變數，大於中位數者令為1，小於中位數者為0；*TD*DSIZE*：技術多角化和公司規模虛擬變數之交乘項；*GW*：成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；*LEV*：負債比率，負債總額/總資產；*AGE*：公司成立年數；*IND1~IND6*：以半導體為基準之次產業虛擬變數，*IND1* 為生技醫療，*IND2* 為光電，*IND3* 為其他電子，*IND4* 為通信網路，*IND5* 為電子零組件，*IND6* 為電腦及週邊。

2. 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定，業經 White 共變異數矩陣加以調整。

***表示達1%顯著水準；**表示達5%顯著水準；*表示達10%顯著水準。

第三節 額外測試

一、累積研發資本高低

考量公司技術多角化可能取決於創新資源的投入多寡，從而影響創新的產出。因此，本研究另以中位數區分累積研發資本，分別測試高、低累積研發資本下技術多角化影響創新效率之差異，以及企業規模對兩者關係之影響。表 4-5 測試的結果顯示，公司規模與創新效率之關係在不同累積研發資本情況下有所差異，公司規模愈大，若未能累積投入相當程度研發資源，會愈不利於創新效率(係數 α_2 為 -0.0748，t 值為 -6.40)；相反的，對於高度累積研發資本之公司，公司規模愈大，創新效率愈佳(係數 α_2 為 0.0258，t 值為 3.25)。因此，過去文獻對公司規模與創新效率間關係未有一致之結論可能與累積研發資本高低有關。大公司在高累積研發資本較能發揮經濟規模效益；而當累積研發資本處相當有限的情況下，小公司運作具彈性反較有利於創新效率。

此外，公司不論累積研發資本之高低，技術多角化皆能高度提升創新的效率(係數 α_1 達分別為 0.1581 及 0.2193，t 值為 5.12 及 6.41)，即實證結果與全樣本結論一致。意味著高科技產業適合發展技術多角化，即使是在投入創新資源較低的公司，技術多角化仍正向顯著影響創新效率。

另一方面，表 4-6 實證結果顯示，*TD* 係數及其與 *DSIZE* 交乘項係數和皆顯著為正，且達 5% 顯著水準；表示累積研發資本不論高低，技術多角化皆能提升創新的效率，大小公司皆然，亦與全樣本結論一致。不過，在高度累積創新資本情況下，公司規模可有效強化技術多角化對創新效率之正面影響(交乘項係數 β_3 為 0.2463，t 值為 4.01)。反觀在低度累積創新資本的情況下，未發現大公司相較於小公司能顯著增進技術多角化對創新效率之效益(交乘項係數 β_3 為 -0.0191，t 值為 -0.28)。本研究進一步對照比較發現，當企業高度投入研發資源時，大型公司技術多角化所能產生的效果為小型公司的 3.63 倍 (0.3398/0.0935)；然而，在研發資源投入較低的情況下，大型公司採取技術多角化策略能提升創新的效率反而略低於小型公司 (0.2114 < 0.2305)。這說明當創新資本投入達一定水準時，大型公司經濟規模效應更將有利於技術多角化的發揮；若企業只能有限的投入創新資源時，則技術多角化雖皆增進創新效率，但不同規模之公司，其技術多角化對創新效率提升之效益差異並不明顯。

表 4-5 技術多角化與創新效率之關係-累積研發資本高低

$$IE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TD_{i,t} + \alpha_2 SIZE_{i,t} + \alpha_3 GW_{i,t} + \alpha_4 LEV_{i,t} + \alpha_5 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數	預期符號	高累積研發資本		低累積研發資本	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Constant</i>	?	-0.4295 ***	-3.69	1.1230 ***	6.95
<i>TD</i>	?	0.1581 ***	5.12	0.2193 ***	6.41
<i>SIZE</i>	?	0.0258 ***	3.25	-0.0748 ***	-6.40
<i>GW</i>	+	-0.0091	-0.37	0.0446 **	1.88
<i>LEV</i>	-	0.0448	0.68	0.0052	0.08
<i>AGE</i>	+	0.0010	0.79	0.0040 ***	3.62
<i>IND1</i>	?	-0.0024	-0.02	-0.0306	-0.75
<i>IND2</i>	?	-0.0653 **	-2.24	0.1405 ***	4.36
<i>IND3</i>	?	0.2013 ***	5.12	-0.0254	-0.64
<i>IND4</i>	?	-0.0517	-1.38	0.0125	0.25
<i>IND5</i>	?	0.1722 ***	4.24	0.1569 ***	4.90
<i>IND6</i>	?	-0.0314	-1.20	0.0247	0.73
樣本數		507		508	
X^2		189.88 ***		141.31 ***	

變數定義：

1. *IE* : 創新效率，以累積研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數為產出面；
TD : 技術多角化， $1 - \sum_{j=1}^J (\frac{n_{ij}}{N_i})^2$ ，*J* 代表所有樣本的分類數，*n_{ij}* 代表 *i* 公司在 *j* 領域的專利數，*N_i* 代表 *i* 公司所有的專利數；
SIZE : 公司規模，資產總額取自然對數；
GW : 成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；
LEV : 負債比率，負債總額/總資產；
AGE : 公司成立年數；
IND1~IND6 : 以半導體為基準之次產業虛擬變數，*IND1* 為生技醫療，*IND2* 為光電，*IND3* 為其他電子，*IND4* 為通信網路，*IND5* 為電子零組件，*IND6* 為電腦及週邊。
2. 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1% 顯著水準；**表示達 5% 顯著水準；*表示達 10% 顯著水準。

表 4-6 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果-累積研發資本高低

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TD_{i,t} + \beta_2 DSIZE_{i,t} + \beta_3 TD_{i,t} \times DSIZE_{i,t} + \beta_4 GW_{i,t} + \beta_5 LEV_{i,t} + \beta_6 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} (2)$$

變數	預期符號	高累積研發資本		低累積研發資本	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Constant</i>	?	-0.0234	-0.69	0.1165 ***	2.67
<i>TD</i>	?	0.0935 **	2.47	0.2305 ***	4.40
<i>DSIZE</i>	?	-0.1247 ***	-2.79	-0.1062 ***	-3.99
<i>TD*DSIZE</i>	+	0.2463 ***	4.01	-0.0191	-0.28
<i>GW</i>	+	-0.0068	-0.28	0.0544 **	2.28
<i>LEV</i>	-	0.0637	0.98	-0.0199	-0.30
<i>AGE</i>	+	0.0024 **	2.00	0.0035 ***	3.18
<i>IND1</i>	?	-0.0157	-0.13	-0.0525	-1.27
<i>IND2</i>	?	-0.0351	-1.20	0.1402 ***	4.26
<i>IND3</i>	?	0.1971 ***	5.06	-0.0100	-0.25
<i>IND4</i>	?	-0.0534	-1.41	0.0244	0.48
<i>IND5</i>	?	0.2049 ***	4.88	0.1608 ***	4.94
<i>IND6</i>	?	-0.0362	-1.38	0.0338	0.98
$\beta_1 + \beta_3$?	0.3398 ***	7.27	0.2114 ***	4.60
樣本數		507		508	
X^2		199.64 ***		122.96 ***	

變數定義：

1. *IE*：創新效率，以累積研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數為產出面；*TD*：技術多角化，1-賀芬德指數；*DSIZE*：公司規模虛擬變數，以分群後公司規模之中位數區分，大於中位數者令為 1，小於中位數者為 0；*TD*DSIZE*：技術多角化和公司規模虛擬變數之交乘項；*GW*：成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；*LEV*：負債比率，負債總額/總資產；*AGE*：公司成立年數；*IND1-IND6*：以半導體為基準之次產業虛擬變數，*IND1* 為生技醫療，*IND2* 為光電，*IND3* 為其他電子，*IND4* 為通信網路，*IND5* 為電子零組件，*IND6* 為電腦及週邊。
2. 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1%顯著水準；**表示達 5%顯著水準；*表示達 10%顯著水準。

二、產業技術風險差異

近 10 幾年來光電業蓬勃發展，不論在面板業、LED 產業或光學產業，技術世代的演化時間縮短，如面板由尺寸大小演進到薄型化再到可撓式 (flexible)；LED 由亮度、高功率、輕薄化演進到有機發光體等，這些都促使業內企業投入大量的研發資源，期望藉由快速推出新技術來增強自身的競爭力。在實務上光電業亦屬零組件產業，呈現 B to B (Business to Business) 的交易型態，其特質與電子零組件業極為相同；皆以關鍵零組件為產業進入導向，當技術趨於成熟後，為避免單一產品帶來的高風險，於是進一步朝技術多角化發展橫跨更多的零組件，如光電產業中的面板業者跨入 LED、偏光板的研發，電子零組件產業中電容器業者投入電阻器的研發即是其中之一。

電子零組件為各種資訊產業的上游，包含被動元件、印刷電路板、PCB 板組件及其他零組件等，業產發展多時已達成熟階段；企業多以在產業鏈中向上或向下延伸、技術移轉及多方面整合應用來擴大經營範疇，產業技術風險較低。而光電產業方面，包含面板、LED 及其他光學等，多屬高技術密集之新興產業，技術的發展皆屬萌芽階段，規模大小差異頗大。以面板領域來說，其技術多角化方向有製程原理(如被動式液晶矩陣、主動式液晶矩陣、電漿)、色彩演化(如高穿透、高對比、彩色濾光、偏光)、觸控技術(貼合式、內嵌式)及光方向(直下式、側入式、反射式)等，技術領域眾多投資金額龐大加上研發時程長；此類多角化的技術演進呈現階梯式的進展，任何一個領域的突破都對整個產業造成極大的衝擊。因此，錯壓技術方向的機率大增，產業技術風險相對較高。

有鑒於此，本研究亦將光電及電子零組件業單獨列示觀察之，在表 4-7 的資料中顯示，此二產業技術多角化對創新效率的提升皆高於全樣本之平均值(係數 α_1 為 0.2689 及 0.2676，t 值為 5.32 和 3.23)⁶，實證結果與實務觀察一致。再從企業規模影響的角度觀察，表 4-8 顯示電子零組件業小型公司發展技術多角化正向但不顯著(係數 β_1 為 0.1571，t 值為 1.14)，而交乘項邊際顯著為正(係數 β_3 為 0.2152，p 值為 0.1028)，意味著規模之增加可進一步提升技術多角化之創新效率，使用 Wald test 檢測，亦反應大型公司技術多角化相較於小型公司

⁶其他次產業的 α_1 值及 t 值分別為：半導體(0.1812, 4.72)；生技醫療(0.0828, 0.81)；其他電子(0.0347, 0.28)；通信網路(0.0975, 2.26)；電腦及週邊(0.1190, 3.51)。

能帶來的創新效率更高(係數 $\beta_1 + \beta_3$ 為 0.3669, t 值為 3.41); 此顯示電子零組件產業趨於成熟穩定, 企業跨入技術多角化時目標明確, 基礎技術成熟使然。

而在光電產業方面卻有截然不同的發現, 其小型公司發展技術多角化雖能帶動創新效率的提升極為顯著(係數 β_1 為 0.2899, t 值為 4.05); 然而, 大型公司反而降低了技術多角化對創新效率的影響(係數 β_3 為 -0.1629, t 值為 -1.71)。推測光電產業企業規模造成不同的調節效果, 主要原因可能來自於光電業的產業技術風險較高, 當組織龐大時發散式的發展易形成資源浪費及無效率; 即產業技術風險較高的情況, 組織龐大未能產生規模經濟效益, 且不利於運作。相對地, 小型公司的彈性可立即修正技術發展方向降低風險, 反而能創造更高的效率。

考量光電產業不同生產類型企業規模具明顯差異性, 以中位數設置虛擬變數 $DSIZE$ 的作法可能是反映光電產業內企業生產類型屬性之不同, 而非規模效應之概念。為避免此一疑慮, 本研究依生產類型區分樣本, 將光電產業細分為面板、LED 及其他光學產業, 並使用模型 2 加以檢測。實證結果於表 4-9 顯示, 交乘項係數皆未顯著為正, 以規模相較為大的面板業來說, 小公司及大公司皆不見明顯優勢; 而規模相對為小的 LED 產業則與未分組前的結果相同, 呈現大型企業較小型企業不具優勢的狀況; 另外, 其他光學業也是小型企業較大型企業有利⁷。亦即依光電產業不同屬性生產類型之企業規模雖有相當之差異, 但依光電產業規模大小設置虛擬變數之研究設計非單純反應生產類型屬性, 仍可捕捉規模之概念, 並據以推論規模效應產生之調節作用。

⁷實證結果面板產業之小型公司以技術多角化提升創新效率為正向不顯著(係數 β_1 為 0.0836, p 值為 0.2150); 而 LED 及其他光學產業則為正向顯著(係數 β_1 分別為 0.3899 與 0.1941, p 值分別為 0.0044 與 0.0885); 另外, 大型公司相較小型公司並未能有效以技術多角化提升創新效率, 面板產業為正向不顯著(係數 β_3 為 0.0177, p 值為 0.4311); LED 為負向顯著(係數 β_3 為 -0.3799, p 值為 0.0202); 其他光學產業則為負向不顯著(係數 β_3 為 -0.0074, p 值為 0.4813)。

表 4-7 技術多角化與創新效率之關係-產業技術風險差異

$$IE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TD_{i,t} + \alpha_2 SIZE_{i,t} + \alpha_3 GW_{i,t} + \alpha_4 LEV_{i,t} + \alpha_5 AGE_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數	預期 符號	光電業		電子零組件業	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Constant</i>	?	1.2074***	7.30	0.6502*	1.74
<i>TD</i>	?	0.2689***	5.32	0.2676***	3.23
<i>SIZE</i>	?	-0.0716***	-6.26	-0.0363	-1.43
<i>GW</i>	+	0.0333	1.06	-0.0293	-0.35
<i>LEV</i>	-	-0.2762***	-2.39	0.0634	0.32
<i>AGE</i>	+	0.0069***	3.80	0.0047*	1.47
樣本數		179		143	
X^2		69.80***		13.78**	

變數定義：

1. *IE* : 創新效率，以累積研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數為產出面；
- TD* : 技術多角化， $1 - \sum_{j=1}^J (\frac{n_{ij}}{N_i})^2$ ，*J* 代表所有樣本的分類數，*n_{ij}* 代表 *i* 公司在 *j* 領域的專利數，*N_i* 代表 *i* 公司所有的專利數；
- SIZE* : 公司規模，資產總額取自然對數；
- GW* : 成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；
- LEV* : 負債比率，負債總額/總資產；
- AGE* : 公司成立年數；

2. 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1% 顯著水準；**表示達 5% 顯著水準；*表示達 10% 顯著水準。

表 4-8 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果- 產業技術風險差異

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TD_{i,t} + \beta_2 DSIZE_{i,t} + \beta_3 TD_{i,t} \times DSIZE_{i,t} + \beta_4 GW_{i,t} + \beta_5 LEV_{i,t} + \beta_6 AGE_{i,t} + \varepsilon_{i,t} (2)$$

變數	預期符號	光電業		電子零組件業	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Constant</i>	?	0.1661***	2.68	0.1783*	1.78
<i>TD</i>	?	0.2899***	4.05	0.1517	1.14
<i>DSIZE</i>	?	-0.1367***	-2.76	-0.1724**	-2.02
<i>TD*DSIZE</i>	+	-0.1629**	-1.71	0.2152+	1.27
<i>GW</i>	+	0.0503*	1.58	-0.0282	-0.34
<i>LEV</i>	-	-0.3323***	-2.86	0.0737	0.37
<i>AGE</i>	+	0.0077***	4.08	0.0048*	1.51
$\beta_1 + \beta_3$?	0.1270**	2.02	0.3669***	3.41
樣本數		179		143	
X^2		61.71***		16.02**	

變數定義：

- IE* : 創新效率，以累積研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數為產出面；

TD : 技術多角化， $1 - \sum_{j=1}^J \left(\frac{n_{ij}}{N_i}\right)^2$ ，*J* 代表所有樣本的分類數，*n_{ij}* 代表 *i* 公司在 *j* 領域的專利數，*N_i* 代表 *i* 公司所有的專利數；

DSIZE : 公司規模虛擬變數，以次產業公司規模之中位數區分，大於中位數者令為 1，小於中位數者為 0；

*TD*DSIZE* : 技術多角化和公司規模虛擬變數之交乘項；

GW : 成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；

LEV : 負債比率，負債總額/總資產；

AGE : 公司成立年數；
- 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1% 顯著水準；**表示達 5% 顯著水準；*表示達 10% 顯著水準；+表示達邊際顯著水準(非常接近 10%)。

表 4-9 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果-光電業生產類型差異

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TD_{i,t} + \beta_2 DSIZE_{i,t} + \beta_3 TD_{i,t} \times DSIZE_{i,t} + \beta_4 GW_{i,t} + \beta_5 LEV_{i,t} + \beta_6 AGE_{i,t} + \varepsilon_{i,t} (2)$$

變數	預期符號	面板		LED		其他光學	
		係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
<i>Constant</i>	?	0.0529	1.05	0.4688 ***	3.19	0.0361	0.33
<i>TD</i>	?	0.0836	1.24	0.3889 ***	2.85	0.1941 *	1.70
<i>DSIZE</i>	?	-0.0431	-0.64	-0.1322	-1.51	-0.2580 ***	-3.31
<i>TD*DSIZE</i>	+	0.0177	0.17	-0.3799 **	-2.05	-0.0074	-0.05
<i>GW</i>	+	0.0670 ***	2.82	-0.0876	-1.08	0.0876 **	1.73
<i>LEV</i>	-	0.1291	1.25	-0.8738 ***	-2.72	-0.0591	0.30
<i>AGE</i>	+	-0.0029 **	-1.82	0.0066 **	1.86	0.0111 ***	3.22
$\beta_1 + \beta_3$?	0.1013	1.33	0.0090	0.07	0.1867 *	1.74
樣本數		57		57		65	
X^2		18.62 **		49.19 ***		30.84 ***	

變數定義：

- IE* : 創新效率，以累積研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數為產出面；

TD : 技術多角化， $1 - \sum_{j=1}^J \left(\frac{n_{ij}}{N_i}\right)^2$ ，*J* 代表所有樣本的分類數，*n_{ij}* 代表 *i* 公司在 *j* 領域的專利數，*N_i* 代表 *i* 公司所有的專利數；

DSIZE : 公司規模虛擬變數，以次產業公司規模之中位數區分，大於中位數者令為 1，小於中位數者為 0；

*TD*DSIZE* : 技術多角化和公司規模虛擬變數之交乘項；

GW : 成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；

LEV : 負債比率，負債總額/總資產；

AGE : 公司成立年數；
- 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1% 顯著水準；**表示達 5% 顯著水準；*表示達 10% 顯著水準。

第四節 敏感性測試

為測試實證結果之穩定性，本研究進行下列敏感性測試。

一、創新效率衡量

在應變數創新效率(*IE*)方面，Lev(2001)指出無形資產的價值鏈可區分為發現(discovery)、執行(implementation)、商業化(commercialization)三階段，此價值鏈包含了技術創新、流程創新及產品創新，可表現於營收的增加、成本的降低及利潤的提升；實證亦發現電子類股的研發資本與專利權對獲利增加(增加營收或降低成本)有間接效果(劉正田、林修葳與金成隆 2005)。故本研究認為營業利益可為衡量創新效率產出面之重要因子，並將創新效率產出面由原來的專利權數、專利權被引用數二項，增加為專利權數、專利權被引用數及營業利益三項測試之。

由表 4-9 的測試結果發現，加入營業利益為創新效率的產出因子後，模型 1 技術多角化(*TD*)仍為正向顯著(係數 α_1 為 0.0895，t 值為 3.17)。再從表 4-10 模型 2 的測試結果觀察，技術多角化(*TD*)一樣為正向顯著(係數 β_1 為 0.1040，t 值為 2.62)；技術多角化(*TD*)與企業規模虛擬變數(*DSIZE*)之交乘項(*TD*DSIZE*)亦是正向顯著(係數 β_3 為 0.1004，t 值為 1.93)；以 Wald test 檢定係數 β_1 與 β_3 之和是否大於 0，結果為顯著大於 0(係數 $\beta_1+\beta_3$ 為 0.2044，t 值為 5.99)；不論是模型 1 或是模型 2，敏感性測試的結果皆與主測試相符。說明技術多角化的確影響創新效率，而且是正向的影響；另外，企業的規模也顯示技術多角化對創新效率具有調節效果，特別是大型企業較小型企業在投入技術多角化上有較好之創新效率。

表 4-10 技術多角化與創新效率之關係—增加營業利益為產出面

$$IE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TD_{i,t} + \alpha_2 SIZE_{i,t} + \alpha_3 GW_{i,t} + \alpha_4 LEV_{i,t} + \alpha_5 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數	預期符號	Tobit 模型(1) 係數	標準誤	t 值
<i>Constant</i>	?	-0.3326 ***	0.0983	-3.38
<i>TD</i>	?	0.0895 ***	0.0282	3.17
<i>SIZE</i>	?	0.0326 ***	0.0068	4.77
<i>GW</i>	+	0.1168 ***	0.0213	5.49
<i>LEV</i>	-	-0.1899 ***	0.0575	-3.30
<i>AGE</i>	+	0.0022 **	0.0010	2.24
<i>IND1</i>	?	0.0777 *	0.0439	1.77
<i>IND2</i>	?	0.0552 **	0.0264	2.09
<i>IND3</i>	?	0.0413	0.0344	1.20
<i>IND4</i>	?	-0.0317	0.0378	-0.84
<i>IND5</i>	?	0.1920 ***	0.0295	6.51
<i>IND6</i>	?	-0.0243	0.0260	-0.94
樣本數			1015	
X^2			174.08 ***	

變數定義：

- IE* : 創新效率，以累積研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數、營業利益為產出面；

TD : 技術多角化， $1 - \sum_{j=1}^J \left(\frac{n_{ij}}{N_i}\right)^2$ ，*J* 代表所有樣本的分類數，*n_{ij}* 代表 *i* 公司在 *j* 領域的專利數，*N_i* 代表 *i* 公司所有的專利數；

SIZE : 公司規模，資產總額取自然對數；

GW : 成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；

LEV : 負債比率，負債總額/總資產；

AGE : 公司成立年數；

IND1~IND6 : 以半導體為基準之次產業虛擬變數，*IND1* 為生技醫療，*IND2* 為光電，*IND3* 為其他電子，*IND4* 為通信網路，*IND5* 為電子零組件，*IND6* 為電腦及週邊。
- 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1% 顯著水準；**表示達 5% 顯著水準；*表示達 10% 顯著水準。

表 4-11 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果—增加營業利益為產出面

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TD_{i,t} + \beta_2 DSIZE_{i,t} + \beta_3 TD_{i,t} \times DSIZE_{i,t} + \beta_4 GW_{i,t} + \beta_5 LEV_{i,t} + \beta_6 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

變數	預期符號	Tobit 模型(2)		
		係數	標準誤	t 值
<i>Constant</i>	?	0.1297 ***	0.0301	4.30
<i>TD</i>	?	0.1040 ***	0.0397	2.62
<i>DSIZE</i>	?	-0.0342	0.0284	-1.20
<i>TD*DSIZE</i>	+	0.1004 **	0.0521	1.93
<i>GW</i>	+	0.1093 ***	0.0214	5.11
<i>LEV</i>	-	-0.1281 **	0.0571	-2.24
<i>AGE</i>	+	0.0034 ***	0.0010	3.45
<i>IND1</i>	?	0.0370	0.0440	0.84
<i>IND2</i>	?	0.0608 **	0.0266	2.28
<i>IND3</i>	?	0.0234	0.0348	0.67
<i>IND4</i>	?	-0.0502	0.0380	-1.32
<i>IND5</i>	?	0.1642 ***	0.0297	5.53
<i>IND6</i>	?	-0.0434 *	0.0261	-1.66
$\beta_1 + \beta_3$?	0.2044 ***	0.0341	5.99
樣本數			1015	
X^2			153.01 ***	

變數定義：

1. *IE*：創新效率，以累積研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數、營業利益為產出面；*TD*：技術多角化，1-賀芬德指數；*DSIZE*：公司規模虛擬變數，大於中位數者令為 1，小於中位數者為 0；*TD*DSIZE*：技術多角化和公司規模虛擬變數之交乘項；*GW*：成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；*LEV*：負債比率，負債總額/總資產；*AGE*：公司成立年數；*IND1~IND6*：以半導體為基準之次產業虛擬變數，*IND1* 為生技醫療，*IND2* 為光電，*IND3* 為其他電子，*IND4* 為通信網路，*IND5* 為電子零組件，*IND6* 為電腦及週邊。
2. 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1%顯著水準；**表示達 5%顯著水準；*表示達 10%顯著水準。

二、企業規模衡量

在實驗變數企業規模之虛擬變數方面，由原本的中位數衡量公司規模，改為最大的前 20%(>20%者為 1；≤20%者為 0)另設虛擬變數為 *UDSIZE*，*UDSIZE* 值為 1 者代表大型企業，*UDSIZE* 值為 0 者為中小型企業；最小的前 20%(<20%者為 1；≥20%者為 0)另設虛擬變數為 *DNSIZE*，*DNSIZE* 值為 1 者代表小型企業，*DNSIZE* 值為 0 者為中大型企業，觀察不同企業的規模於技術多角化(*TD*)對創新效率上有何不同的變化。

依表 4-13 實證結果顯示，當企業規模劃分為最大前 20%(*UDSIZE*)、介於中間及最小的前 20%(*DNSIZE*)時，技術多角化(*TD*)為正向顯著(係數 β_1 為 0.1509，t 值為 5.78)，表示企業規模居中之公司，技術多角化能提升創新效率。技術多角化(*TD*)與企業規模最小前 20% (*DNSIZE*)之交乘項(*TD** *DNSIZE*)係數為負，但不具顯著性(係數 β_5 為 -0.0036，t 值為 -0.06)，進一步使用 Wald test 檢測結果發現，*TD* 及其與 *DNSIZE* 交乘項之係數和($\beta_1+\beta_5$)顯著為正(係數和 0.1474，t 值 2.50)，表示技術多角化雖可增進中大型及小型企業之創新效率，但兩者差異並不明顯。

另一方面，技術多角化(*TD*)與企業規模最大前 20% (*UDSIZE*)之交乘項(*TD** *UDSIZE*)係數為正，且達 1%顯著水準(係數 β_4 為 0.1965，t 值 3.10)，意味著技術多角化增進創新效率之效益在中小型及大型企業兩者間具明顯差異。大型企業相對於規模居中之企業而言，實行技術多角化時較能提升創新效率，此外，從 Wald test 檢測結果可知，技術多角化提升大型企業創新效率之幅度是中型企業之 2.30 倍(0.3474/0.1509)、是小型企業之 2.36 倍(0.3474/0.1474)；這些結果顯示大公司投入資源於技術多角化對提高自身的創新效率上，遠遠大於中、小型企業，與主測試相同。

綜合以上所述，企業從事技術多角化對提升創新效率是有幫助的，且與企業之規模有關。企業規模產生之效益在中、小型企業差異不大，但大型企業從事技術多角化可大幅提升創新效率。

表 4-12 技術多角化與創新效率之關係－企業規模差異

$$IE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TD_{i,t} + \alpha_2 UDSIZE_{i,t} + \alpha_3 DNSIZE_{i,t} + \alpha_4 GW_{i,t} + \alpha_5 LEV_{i,t} + \alpha_6 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數	預期符號	Tobit 模型(1)		
		係數	標準誤	t 值
<i>Constant</i>	?	0.0820 ***	0.0253	3.25
<i>TD</i>	?	0.1794 ***	0.0222	8.07
<i>UDSIZE</i>	?	0.0292	0.0209	1.40
<i>DNSIZE</i>	?	-0.1461 ***	0.0199	-7.36
<i>GW</i>	+	0.0373 **	0.0176	2.12
<i>LEV</i>	-	0.0105	0.0476	0.22
<i>AGE</i>	+	0.0036 ***	0.0008	4.40
<i>IND1</i>	?	0.0548	0.0360	1.52
<i>IND2</i>	?	0.0760 ***	0.0218	3.48
<i>IND3</i>	?	0.0924 ***	0.0283	3.27
<i>IND4</i>	?	-0.0202	0.0314	-0.64
<i>IND5</i>	?	0.1848 ***	0.0239	7.72
<i>IND6</i>	?	0.0053	0.0214	0.25
樣本數			1015	
X^2			230.84 ***	

變數定義：

1. *IE*：創新效率，以累積研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數為產出面；*TD*：技術多角化，1-賀芬德指數；*UDSIZE*：公司規模最大前 20% 虛擬變數 (>20% 者為 1，稱之最大型公司；≤20% 者為 0，稱之中小型公司)；*DNSIZE*：公司規模最小前 20% (<20% 者為 1，稱之最小型公司；≥20% 者為 0，稱之中大型公司)；*TD*UDSIZE*：技術多角化與公司規模前 20% 之交乘項；*TD*DNSIZE*：技術多角化與公司規模後 20% 之交乘項；*GW*：成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；*LEV*：負債比率，負債總額/總資產；*AGE*：公司成立年數；*IND1-IND6*：以半導體為基準之次產業虛擬變數，*IND1* 為生技醫療，*IND2* 為光電，*IND3* 為其他電子，*IND4* 為通信網路，*IND5* 為電子零組件，*IND6* 為電腦及週邊。
2. 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1% 顯著水準；**表示達 5% 顯著水準；*表示達 10% 顯著水準。

表 4-13 企業規模對技術多角化與創新效率關係之調節效果－企業規模差異

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TD_{i,t} + \beta_2 UDSIZE_{i,t} + \beta_3 DNSIZE_{i,t} + \beta_4 TD_{i,t} \times UDSIZE_{i,t} + \beta_5 TD_{i,t} \times DNSIZE_{i,t} + \beta_6 GW_{i,t} + \beta_7 LEV_{i,t} + \beta_8 AGE_{i,t} + \sum_{k=1}^6 IND_k + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

變數	預期符號	Tobit 模型(2)		
		係數	標準誤	t 值
<i>Constant</i>	?	0.0859 ***	0.0270	3.18
<i>TD</i>	?	0.1509 ***	0.0261	5.78
<i>UDSIZE</i>	?	-0.1080 **	0.0483	-2.24
<i>DNSIZE</i>	?	-0.1409 ***	0.0236	-5.98
<i>TD*UDSIZE</i>	+	0.1965 ***	0.0633	3.10
<i>TD*DNSIZE</i>	-	-0.0036	0.0643	-0.06
<i>GW</i>	+	0.0377 **	0.0175	2.15
<i>LEV</i>	-	0.0028	0.0474	0.06
<i>AGE</i>	+	0.0036 ***	0.0008	4.4
<i>IND1</i>	?	0.0553	0.0359	1.54
<i>IND2</i>	?	0.0827 ***	0.0218	3.79
<i>IND3</i>	?	0.0930 ***	0.0282	3.30
<i>IND4</i>	?	-0.0168	0.0314	-0.54
<i>IND5</i>	?	0.1977 ***	0.0242	8.16
<i>IND6</i>	?	0.0092	0.0214	0.43
$\beta_1 + \beta_4$?	0.3474 ***	0.0576	6.03
$\beta_1 + \beta_5$?	0.1474 **	0.0590	2.50
樣本數			1015	
X^2			242.88 ***	

變數定義：

1. *IE*：創新效率，以累積研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數為產出面；*TD*：技術多角化，1-賀芬德指數；*UDSIZE*：公司規模最大前 20% 虛擬變數(>20% 者為 1；≤20% 者為 0)；*DNSIZE*：公司規模最小前 20% (<20% 者為 1；≥20% 者為 0)；*TD*UDSIZE*：技術多角化與公司規模前 20% 之交乘項；*TD*DNSIZE*：技術多角化與公司規模後 20% 之交乘項；*GW*：成長率，(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額；*LEV*：負債比率，負債總額/總資產；*AGE*：公司成立年數；*IND1*~*IND6*：以半導體為基準之次產業虛擬變數，*IND1* 為生技醫療，*IND2* 為光電，*IND3* 為其他電子，*IND4* 為通信網路，*IND5* 為電子零組件，*IND6* 為電腦及週邊。

2. 變數若為單一預期符號則是單尾檢定；若無則是雙尾檢定。***表示達 1% 顯著水準；**表示達 5% 顯著水準；*表示達 10% 顯著水準。

第五章 結論與建議

企業是否能與時俱進、百戰沙場，創新是最大關鍵，然而資源的投入至產出，除了具有遞延性還需承擔高度的風險；因此，企業是否能策略性的管理創新資源提高創新效率是為必勝之所在。

第一節 研究結論

本研究以台灣高科技產業為對象，研究技術多角化的策略是否能為創新帶來更高的效率；並進一步觀察技術多角化與創新效率的關係在不同的企業規模下是否有所差異，實證結果彙整如下：

- 一、 技術多角化能顯著正向影響創新效率，不論是以專利或是營業利益來衡量創新的產出上，結果皆為相同。此外，不同規模以及累積投入研發資源不同之公司皆顯示出，技術多角化能對創新效率產生正面影響；表示企業在自身技術領域外若能朝多元學習，從核心技術向外延伸，有利知識的融合、新技術的發掘與競爭對手的差異化，進而提升專利的產出及營業利益的成長。
- 二、 大型企業採取技術多角化的策略，對創新效率的提升遠優於小型企業。從研究的結果顯示，大型企業較能穩定的投入創新資源，並從創新活動中獲取規模經濟及學習曲線的效果；在運用技術的多角化上，大型公司的優勢更讓企業的多元發展產生交叉融合作用，這種正向的循環使得大型企業技術多角化的創新策略更有效率。
- 三、 大公司技術多角化對創新效率能產生較正面影響可能與大型企業較能穩定的投入創新資源有關。若企業只能有限的投入創新資源，則技術多角化雖皆增進創新效率，但不同規模之公司，其技術多角化對創新效率提升之效益差異並不明顯；亦即累積研發資本之高低具攸關性，規模之優勢效果繫於大型公司可穩定投入資源而累積較多研發資本。

四、在不同的產業中採用技術多角化的成效各不相同。實證結果高科技產業執行技術多角化策略對創新效率有所助益，特別在光電產業及電子零組件產業中最为顯著；不同的是，光電產業的企業規模具負向調節效果，而電子零組件業的企業規模具有正向調節效果。規模調節效果之差異與其產業技術風險有關，當企業處於高技術風險產業時，小型公司採行技術多角化策略，可因其具有較好的彈性及凝聚力，跨越大型公司組織僵化問題，反而有較佳的創新效率。



第二節 管理意涵

產品或產業的生命週期不可能一直處在高原期，對於已經進入產業衰退期的企業來說，創新更是轉型、蛻變、生存的唯一法則；儲備創新資源、增加創新活動、營造創新環境，才能將生命力內化於組織文化之中，企業也才得以永續。另一角度來說，如中國經典「孫子兵法」所載：用兵之法，十則圍之，五則攻之，倍則分之，敵則能戰之。當環境或競爭對手已漸威脅或分庭亢禮，企業必須懂得運用資源再創競爭優勢輔以轉型，否則將無法抵擋衰退的到來。

從研究結果得知，企業若要提高創新效率必須採取更多元的技術發展，而多元化的途徑可以運用技術多角化發展、技術交換、專利授權、共同研究開發、併購、策略聯盟等；其中，又以自行發展技術多角化最易融合於企業文化。科技產業本有產品生命週期短、技術密集、資本密集、風險性高、利潤高、成長率高、國際分工程度高等特性，技術汰換及產業循環相對快速；因此，企業無不以專利來建構競爭的高牆，技術的多角化能提升專利的產出，預防技術的侵權。然而，就短期來說，善用創新資源於技術多元化發展雖能增強新產品的防禦；但以長期來衡量，創新不只是新技術、新產品，更需有新流程、新的管理架構和能力，方能產生企業創新的文化，創新也才得以源源不斷。

綜觀近年來科技產業的發展，韓國早以將我們拋諸在後，連科技居首之美國都稱之為可敬的敵人，敵我之消長就在創新之間。關鍵在於長期穩定的投入創新資本，擇以合適之創新策略，同中求異，當新機會來臨之時才能同享利益之甜美果實。台灣科技產業必須由過去的最佳代工廠走向自己的道路，才能再度提升競爭力於世界舞台。

本研究之實證結果，高科技產業可應用技術多角化策略來提升創新效率，透過技術的多元化提高專利產出及營業利益，高科技公司如能依產業特質、規模、可運用資源的不同，規劃適當之技術策略，必能有好的創新表現。從本研究可獲得管理意涵為：

- 一、 高科技產業適合發展技術多角化，即使公司可投入創新資源相當有限，為提升創新效率，公司仍宜適當的發展技術多角化。

- 二、大公司在發展技術多角化時，宜持續穩定投入研發資源累積研發資本以收規模經濟之效。

- 三、考量不同規模效應可能與技術發展風險有關，當組織龐大時，發散式的發展易提高了技術風險而形成浪費；此時小型公司的彈性可立即修正技術發展方向，反而創造更高的效率。因此，若公司所處環境係屬技術發展風險較高之科技業，在發展技術多角化時，宜特別留意規模可能產生運作僵化與欠缺效率的問題。



第三節 研究限制與建議

本研究以台灣高科技產業在美國專利暨商標局申請專利之上市櫃公司為主要對象，然而，專利之申請仍受限於母國、市場、生產及競爭對手等因素影響；後續研究建議使用在台灣智慧財產局申請專利之公司為研究對象，可補足未在美國申請專利樣本之缺。另外，在創新效率的衡量上，本研究雖增加營業利益為衡量因子，但創新效率本無既定之衡量方式，未來可加入其他衡量要因或指標，方可更全面觀察創新活動的產出。

現今企業組織趨於複雜化，國際化或跨產業之企業比比皆是，集團公司共用支援平台實為常見；本研究以單一母公司為研究範疇，對於集團組織或是跨國企業於跨領域資源整合運用之效果未列入考量研究，此乃本研究之不足，盼後續研究補其遺缺。



參考文獻

- 王曉雯、王泰昌與吳明政，2008，企業經營型態與研發活動績效，管理學報，第 25 卷第 2 期：173-193。
- 吳彥濬與林景輝，2005，物流經營績效：考慮專利表現為投入變數，科技管理學刊，第 10 卷第 2 期：57-86。
- 李文福與蔡秋田，2004，新產品研發技術效率及其影響因素之研究，中山管理評論，第 12 卷第 3 期：573-593。
- 彼得·杜拉克(Peter F. Drucker)，1985，創新與創業精神，蕭富峯與李田樹譯，台北：長行出版社。
- 財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心
http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/pclass/2011/pclass_11_A203.htm
- 曹壽民、紀信義與劉正良，2007，股市對創新活動的評價是否具有效率性？從研發效率與內部人交易論析，會計評論，第 45 期：27-55。
- 張尹真，2009，技術多角化和知識學習對績效的提升，國立清華大學工業工程與工程管理所碩士論文。
- 曾信超，2006，企業環境、技術創新能力與技術資源管理能力對創新績效之影響，科技管理學刊，第 11 卷第 3 期：1-30。
- 黃政仁與詹佳樺，2010，創新能力、創新效率及公司價值：以台灣電子資訊業為例，2010 會計理論與實務研討會，台北。
- 楊朝旭、蔡柳卿與吳幸蓁，2008，最終控制股東與公司創新之績效與市場評價：台灣電子業之證據，管理評論，第 27 卷第 4 期：29-56。
- 楊志海與陳忠榮，2001，研究發展、技術引進與專利——一般動差法於可數追蹤資料的應用，經濟論文叢刊，第 29 卷第 1 期：69-87。
- 楊志海與陳忠榮，2002，研究發展，專利與生產力——台灣製造業的實證研究，經濟論文叢刊，第 30 卷第 1 期：27-48。
- 劉正田，2002，無形資產、成長機會與股票報酬關係之研究，會計評論，第 35 期：1-29。
- 劉正田、林修葺與金成隆，2005，創新價值鏈之路徑分析：企業研發投資成效之實證研究，管理評論，第 24 卷第 2 期：29-56。
- 賴勇成與洪明洲，2006，廠商之創新活動路徑，同形與績效間研究：以台灣半

導體製造業為例，東吳經濟商學學報，第 55 期：95-123。

- Alonso-Borrego, C. A., and F. J. Forcadell. 2010. Related diversification and R&D intensity dynamics. *Research Policy* 39(4): 537-548.
- Archibugi, D., R. Evangelista, and R. Simonetti. 1995. Concentration, firm size and innovation: evidence from innovation costs. *Technovation* 15(3):153-163.
- Arundel, A. and I. Kabla. 1998. What percentage of innovations are patented? empirical estimates for European firms. *Research Policy* 27(2):127-141.
- Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30(9): 1078-1092.
- Breschi, S., F. Lissoni, and F. Malerba. 2003. Knowledge-relatedness in firm technological diversification. *Research Policy* 32(1): 69-87.
- Chen, Y.S., and K. C. Chang. 2010a. Analyzing the nonlinear effects of firm size, profitability, and employee productivity on patent citations of the US pharmaceutical companies by using artificial neural network. *Scientometrics* 82:75-82.
- Chen, Y.S., and K. C. Chang. 2010b. The nonlinear nature of the relationships between the patent traits and corporate performance. *Scientometrics* 82:201-210.
- Chiu, Y.C., H.C. Lai, T.Y. Lee, and Y.C. Liaw. 2008. Technological diversification, complementary assets, and performance. *Technological Forecasting & Social Change* 75(6):875-892.
- Chiu, Y.C., H.C. Lai, Y.C. Liaw, and T.Y. Lee. 2010. Technological scope: diversified or specialized. *Scientometrics* 82(1):37-58.
- Cincera, M. 1997. Patents, R&D, and Technological Spillovers at the Firm Level: Some Evidence from Econometric Count Models for Panel Data. *Journal of Applied Econometrics*, 12(3): 265-280.
- Cohen, W.M., and D.A. Levinthal. 1990. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly* 35(1):128-152.
- Cohen, W.M., and S. Klepper. 1996a. Firm size and the nature of innovation within industries: the case of process and product R&D. *Review of Economics and Statistics* 78(2): 232-243.

- Cohen, W.M., and S. Klepper. 1996b. A reprise of size and R&D. *Economic Journal* 106(437): 925-951.
- David, P., J. P. O'Brien, and T. Yoshikawa. 2008. The implications of debt heterogeneity for R&D investment and firm performance. *Academy of Management Journal* 51(1) :165-181.
- Diaz-Balteiro, L., A. C. Herruzo, M. Martinez, and J. Gonzalez-Pachon. 2006. An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain's wood-based industry. *Forest Policy and Economics* 8(7) 762-773.
- Ernst, H. 2003. Patent information for strategic technology management. *World Patent Information* 25(3):233-242.
- Garcia-Vega, M. 2006. Does technological diversification promote innovation?: An empirical analysis for European firms. *Research Policy* 35(2): 230-246.
- Granstrand, O., and C. Oskarsson. 1994. Technology diversification in MUL-TECH corporations. *IEEE Transactions on Engineering Management* 41(4): 355-364.
- Granstrand, O., P. Patel, and K. Pavitt. 1997. Multi-technology corporations: Why they have distributed rather than distinctive core competencies. *California Management Review* 39 (4): 8-25.
- Granstrand, O. 1998. Towards a theory of the technology-based firm. *Research Policy* 27(5): 465-489.
- Guan, J. C., R. C. M. Yam, C. K. Mok, and N. Ma. 2006. A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European Journal of Operational Research* 170(3): 971-986.
- Hashimoto, A. and S. Haneda. 2008. Measuring the change in R&D efficiency of the Japanese pharmaceutical industry. *Research Policy* 37(10): 1829-1836.
- Hagedoorn, J. and M. Cloudt. 2003. Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators? *Research Policy* 32(8):1365-1379.
- Jensen, P. H. and E. Webster. 2006. Firm size and the use of intellectual property rights. *The Economic Record* 82(256):44-55.
- Kafouros, M. I. 2006. The impact of the internet on R&D efficiency: theory and evidence. *Technovation* 26(7): 827-835.
- Kodama, F. 1986. Technological Diversification of Japanese Industry. *Science*

233(4761): 291-296.

- Kuczmarski, T. D. 1996. What is innovation? The art of welcoming risk. *Journal of Consumer Marketing* 13(5):7-11.
- Lang, L.H.P. and R.M. Stulz. 1994. Tobin's q, Corporate Diversification, and Firm Performance. *Journal of Political Economy* 102(6) : 1248-1280.
- Leten, B., R. Belderbos, and B.V. Looy. 2007. Technological diversification, coherence, and performance of firms. *Journal of Product Innovation Management* 24(6):567-579.
- Lev, B., and T. Sougiannis. 1996. The capitalization, amortization and value-relevance of R&D. *Journal of Accounting and Economics* 21(1): 107-138.
- Lev, B. 2001. Intangibles: Management, Measurement, and Reporting, Washington, DC: Bookings Institution Press.
- Lee, C. Y. and T. Sung. 2005. Schumpeter's legacy: A new perspective on the relationship between firm size and R&D. *Research Policy*, 34(6) : 914-931.
- Lichtenthaler, U. 2009. The role of corporate technology strategy and patent portfolios in low-, medium- and high-technology firms. *Research Policy* 38(3) : 559-569.
- McKendrick, D.G. and J. B. Wade. 2010. Frequent incremental change, organizational size, and mortality in high-technology competition. *Industrial and Corporate Change* 19(3): 613-639.
- Miller, D. J. 2006. Technological diversity, related diversification, and firm performance. *Strategic Management Journal* 27(7): 601-619.
- Minniti, A. 2011. Knowledge appropriability, firm size, and growth. *Journal of Macroeconomics* 33(3) : 438-454.
- Nishimura, J., and H. Okamuro. 2010. R&D productivity and the organization of cluster policy: an empirical evaluation of the Industrial Cluster Project in Japan. *Journal of Technology Transfer* 36(2):117-144.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 1981. OECD Meeting at ministerial Level on Paris. <http://aei.pitt.edu/12469/>
- Oriani, R., and M. Sobrero. 2008. Uncertainty and the market valuation of R&D within a real option logic. *Strategic Management Journal* 29(4): 343-361.
- Patel, P., and K. Pavitt. 1997. The technological competencies of the world's largest

- firms: complex path-dependent, but not much variety. *Research Policy* 26(2): 141-156.
- Pillai, D. and T. Clark. 2008. Firm Size as a Determinant of Innovation: Results from Patent Citation Analysis. *Society for Marketing Advances Proceedings* : 246-247.
- Prahalad, C. K. and G. Hamel. 1990. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review* 68(3): 79-91.
- Quintana-Garcia, C., and C. A. Benavides-Velasco. 2008. Innovative competence, exploration and exploitation: the influence of technological diversification. *Research Policy* 37(3): 492-507.
- Rogers, M. 2004. Networks, Firm Size and Innovation. *Small Business Economics* 22(2):141-153.
- Stock, G. N., N. P. Greis, and W. A. Fischer. 2002. Firm size and dynamic technological innovation. *Technovation* 22(9):537-549.
- Suzuki, J. and F. Kodama. 2004. Technological diversity of persistent innovators in Japan: two case studies of large Japanese firms. *Research Policy* 33(3): 531-549.
- Tsai, K. H. 2005. R&D productivity and firm size: a nonlinear examination. *Technovation* 25(7):795-803.
- Tsai, K. H. and J.C. Wang. 2005. Does R&D performance decline with firm size?—A re-examination in terms of elasticity. *Research Policy* 34(6): 966-976.
- Vaona, A. and M. Pianta. 2007. Firm Size and Innovation in European Manufacturing. *Small Business Economics* 30(3):283-299.
- Watanabe, C., K. Matsumoto, and J. Y. Hur. 2004. Technological diversification and assimilation of spillover technology: Canon's scenario for sustainable growth. *Technological Forecasting and Social Change* 71(9): 941-959.
- Wang, E. C., and W. Huang. 2007. Relative efficiency of R&D activities: A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach. *Research Policy* 36(2): 260-273.
- Wakasugi, R. and F. Koyata. 1997. R&D, firm size and innovation outputs: are Japanese firms efficient in product development? *Journal of Product*

Innovation Management 14(5):383-392.

Yamada, A., and C. Watanabe. 2006. Co-evolutionary dynamism between adaptability and diversification of R&D: The case of Japan's high technology firms. Paper presented at the IAMOT 2006, 15th International Conference on Management of Technology, Beijing, China.

Zander, I. 1997. Technological diversification in the multinational corporation-historical evolution and future prospects. *Research Policy* 26(2): 209-227.

