

東海大學會計學系碩士班

碩士論文

創新能力、創新效率及公司價值：  
以台灣電子資訊業為例

Innovation Capability, Innovation Efficiency and Firm Value:  
The Evidence of Taiwan's Electronics Industry

指導教授：黃政仁 博士

研究生：詹佳樺 撰

中華民國九十九年七月

# 東海大學會計學系碩士班

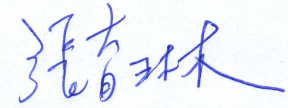
詹佳樺 君 所撰碩士論文：


創新能力、創新效率及公司價值：以台灣電子資訊業為例

業經本委員會審議通過

碩士論文考試委員會委員



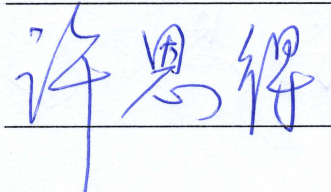




指導教授



系所主任



中華民國 九十九 年 六 月 九 日

## 謝辭

六年的東海歲月，隨著時光的流逝即將畫下句點，這六年充滿了許多美好的回憶，也受到很多師長及朋友的照顧及鼓勵，內心由衷的感激。碩士生，對我而言，是機緣下產生的一個目標，感謝大學時一起努力讀書的夥伴們，因為有大家的互相扶持及勉勵，讓我從不覺得孤單，尤其是畢兒小婷，我們總是遇到難過的事情一起哭、遇到開心的事情一起笑，謝謝妳們陪伴著我走出低潮，讓我能心無旁騖的與大家一起努力，如果當時沒有妳們的陪伴，我想我也沒有機會可以念到碩士班。

碩士班兩年，日子雖然不長，卻過的相當充實，從一開始的先修統計刻開始，到碩二最終李書行老師的策略成本管理課程，每一門課總是給予我們許多挑戰及訓練，感謝秀英老師、秀鳳老師、書偉老師、黃老師、劉老師、主任及李書行老師，對課程上的堅持，以及對於學生的嚴格要求，讓我受益良多，也讓我瞭解到自我學習的重要性。此在這段期間我要特別感謝指導老師黃政仁老師的教誨，因為受到老師一年多的正面思考洗禮下，克服了很多課業上、以及與人相處間的挫折。雖然老師相當忙碌，但卻總是時時刻刻的替學生著想，盡心盡力的為學生解決問題。撰寫論文過程中，因為有老師的鼓勵，讓我在論文發生瓶頸時能及時重拾自信繼續努力加油，也因為老師給予全力的支持，讓我順利的透過筱翎的牽線下，得到了施文禮老師的幫助，順利搜集專利權資料。能成為老師的學生，真的非常幸運也非常開心。

此外，我要感謝一起學習的碩二生們，因為有大家的陪伴，讓繁重的課業，輕鬆了不少，也為研究生的生活添加了許多色彩。其中我要特別感謝沛沛、孟瑾、筱翎、岳鴻、宜寧、小巨人和雨正，在我出車禍時對給予我的關心及照顧，尤其沛沛和孟瑾，因為我的腳傷，讓你們吃盡了苦頭，在我的傷口再度發炎時，雖然當時大家非常的忙碌，但你們依舊每天載著我看醫生，為我打理生活起居，真的很謝謝你們為我做得一切。還有，筱翎，妳總是在我無助時，伸出援手給予我幫忙，因為妳的幫忙，讓我的樣本順利取得；在我出車禍任性不去醫院時，妳耐心的安撫我，堅持把我帶去醫院，也因為這樣，傷口才及時就醫，不然後果連我自己都不敢想像。此外，謝謝秀英老師，在我休養期間給予我的特別的關心，真的非常感謝。

最後，我要感謝一直默默支持我的家人，雖然大學時，你們都不贊成我繼續念書，但因為我的堅持，最終還是給予我最大的支持。尤其是媽媽，謝謝妳對我的疼愛，印象非常深刻的是，我回高雄修養的那天，因為傷口發炎而無法走路，被高鐵的服務人員用輪椅推出來時，我看到妳眼淚在眼眶裡打轉，心裡非常懊悔沒有好好照顧自己，那一個禮拜妳幾乎是不眠不休的在照顧我，讓妳累壞了，真的很對不起。

此篇論文的初稿完成於，5月15日半夜，即出車禍回家休息的夜晚，此篇論對我而言，意義非常深遠，感謝中華決策協會所辦的論文競賽活動，讓我有在5月17日前完成的目標，當我完成初稿時，自己內心充滿了感動；感謝黃政仁老師在整個論文當中給予我的鼓勵和支持，老師的鼓勵，一直是我在面臨挫折時，努力向前的最佳動力；感謝在我身旁支持我的朋友們，因為有妳們的陪伴，讓我的碩士生生涯過得非常快樂；感謝口試老師張育琳老師以及吳社芸老師給予我的寶貴意見，老師們的意見，讓我的論文更佳完整以及詳細。最後，我要感謝老天給我的一個車禍災難，因為這場車禍，讓我感受到師長們以及朋友們對於我滿滿的關心，也讓我更佳珍惜自己所擁有的一切。

詹佳樺 謹誌  
于東海會計研究所  
民國九十九年七月

# 創新能力、創新效率與公司價值：以台灣電子資訊業為例

指導老師：黃政仁博士

研究生姓名：詹佳樺

學號：G97430013

## 摘要

本研究以 2005 年至 2008 年於美國專利暨商標局申請專利之台灣電子業上市、上櫃公司為研究對象，以 Narin (1999) 於 CHI 發表之技術週期作為創新能力之衡量指標，並利用資料包絡分析法計算公司之創新效率，探討創新能力、創新效率與公司價值間之關係。研究結果發現，公司具有較高之創新能力及創新效率皆能為公司帶來更高之價值；具有較佳創新能力得以提升公司創新活動之效率，另外，創新能力部分藉由創新效率進一步提升公司價值。本研究認為，創新能力以及創新效率之高低直接影響投資人對於公司未來前景之觀感，進而反映於市場之中。儘管創新能力可以助益創新效率之提升，然而影響創新效率之因素眾多，使得創新能力僅能部分藉由影響創新效率之力量進一步改變公司價值。此結果支持動態能力理論，即公司吸收新知轉換為創新之速度越快，表示越能於變動快速之環境生存；此外，於創新活動風氣盛行之環境中，創新效率也是公司贏得競爭力之關鍵。

**關鍵字：**創新能力、創新效率、公司價值、動態能力理論

# **Innovation Capability, Innovation Efficiency and Firm Value: The Evidence of Taiwan's Electronics Industry**

Advisor: Dr. Cheng-Jen Huang

Graduate student name: Jia-Hua Chan

Graduate student NO: G97430013

## **Abstract**

In this study, I use Taiwan's publicly traded electronics companies that applied for patents in the U.S. Patent & Trademark Office (USPTO) to examine the relationship between innovation capability, innovation efficiency, and firm value. I also use the technology cycle time based on Narin (1999) to measure innovation capability, and calculate innovation efficiency by data envelopment analysis (DEA) model. The empirical results show that higher innovation capability and innovation efficiency enhance firm value, and higher innovation capability can also lead to higher innovation efficiency. However, innovation capability just partially affects firm value indirectly through innovation efficiency. This study suggests that innovation capability and innovation efficiency will directly influence investors' perception regarding company's future prospects and then reflect in the market place. While innovation capability can help to enhance innovation efficiency, various factors affect innovation efficiency, making innovation capability only can partially affect the changes in company value through the force of innovation efficiency. These findings are supported by dynamic capabilities theory: "the faster to switch new knowledge into innovation, the easier to survive in a dynamic environment". Additionally, innovation efficiency is also the key of competitive advantage in the prevailing innovation environment.

**Key Words** : Innovation capability; Innovation efficiency; Firm value; Dynamic capabilities theory

## 目錄

謝辭.....	I
摘要.....	III
Abstract.....	IV
目錄.....	V
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VII
<b>第壹章 緒論</b> .....	1
第一節 研究背景及動機.....	1
第三節 觀念性架構.....	5
<b>第貳章 文獻探討</b> .....	7
第一節 創新能力.....	7
第二節 創新與公司績效之關係.....	14
第三節 研究延伸.....	21
<b>第參章 研究設計</b> .....	23
第一節 觀念性架構.....	23
第二節 假說發展.....	24
第三節 變數衡量.....	28
第五節 研究樣本、期間與資料來源.....	38
<b>第肆章 研究結果分析</b> .....	39
第一節 基本資料分析.....	39
第二節 研究結果.....	42
第三節 敏感性測試.....	51
<b>第伍章 結論與建議</b> .....	59
參考文獻.....	62

## 圖目錄

圖 1-1 台灣 1998 年至 2008 名目 GDP 年增率 .....	1
圖 1-2 台灣電子業上市、上櫃公司 1998 年至 2008 年研發費用 .....	2
圖 1-3 研究架構圖 .....	6
圖 2-1 創新程序圖 .....	8
圖 3-1 本研究之觀念性架構 .....	23



## 表目錄

表 2-1 創新能力文獻會總表 .....	12
表 2-2 創新投入、創新產出與公司績效關係之文獻彙總表 .....	17
表 2-3 創新效率之文獻會總表 .....	18
表 3-1 技術週期計算範例 .....	29
表 3-2 電子資訊次產業之上市、櫃公司 2005 年至 2008 市場價值平均數 .....	34
表 3-3 單因子 ANOVA 檢定表 .....	34
表 3-4 產業別代碼說明 .....	35
表 3-5 定義變數彙總表 .....	36
表 3-6 樣本選取表 .....	38
表 3-7 樣本產業年度分佈狀況表 .....	38
表 4-1 敘述統計量 .....	39
表 4-2 相關係數矩陣 .....	41
表 4-3 創新能力與創新效率之關係：全樣本 .....	44
表 4-4 創新能力、創新效率與公司價值之關係：全樣本 .....	45
表 4-5 創新能力與創新效率之關係：樣本分群-研發資本高 .....	47
表 4-6 創新能力、創新效率與公司價值之關係：樣本分群-研發資本高 .....	48
表 4-7 創新能力與創新效率之關係：樣本分群-研發資本低 .....	49
表 4-8 創新能力、創新效率與公司價值之關係：樣本分群-研發資本低 .....	50
表 4-9 敏感性分析 1：創新能力與創新效率之關係 .....	53
表 4-10 敏感性分析 1：創新能力、創新效率與公司價值之關係 .....	54
表 4-11 敏感性分析 2：創新能力與創新效率之關係 .....	55
表 4-12 敏感性分析 2：創新能力、創新效率與公司價值之關係 .....	56
表 4-13 敏感性分析 3：創新能力與創新效率之關係 .....	57
表 4-14 敏感性分析 3：創新能力、創新效率與公司價值之關係 .....	58

# 第壹章 緒論

## 第一節 研究背景及動機

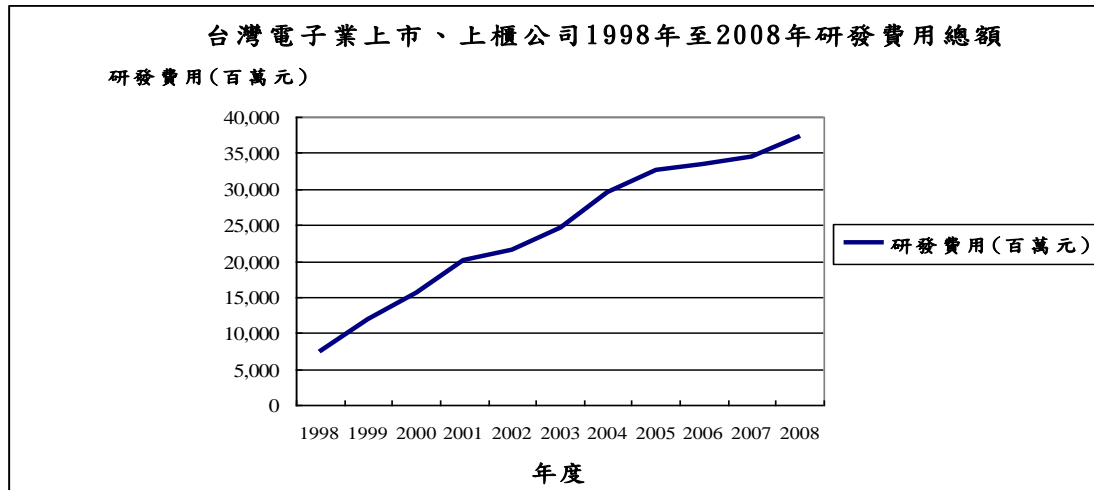
過去研究皆認為，創新使得公司具有競爭優勢，而競爭優勢為公司獲利之主要來源 (Grant 1991)。身為全球最大的微軟作業系統手機供應商的台灣股王宏達電，以「創新」，搶佔國際的新聞版面。《BusinessWeek》多次評選宏達電為「全球頂尖科技公司」、「亞洲五十強」。日本財經雜誌《東洋經濟週刊》於 2008 年三月評選「亞洲企業成長力 Top100」，宏達電更為亞洲之首。在利潤低迷的電子製造業裡，宏達電靠著創新，於 2007 年第四季平均一天賺進一億元，並以 37% 的毛利率，高達五十元的 EPS（每股盈餘），傲視台灣科技業 (吳婉瑜、黃靖萱 2008)。

此外，2008 年起台灣陷入金融海嘯之深淵，從圖 1-1、圖 1-2 可以得知，名目 GDP 年增率大幅的滑落。然而，對於以創新為主的電子產業而言，2008 年投入研究及發展的費用反而逆勢成長。Tom Nicholas 認為，景氣較差時，投資創新活動具有更多的成本優勢。對握有資金的企業而言，經濟不景氣正是以較低的研發成本，以取得較多利潤的大好機會 (胡秀珠、許立佳、尹皓 2008)。



資料來源：台灣經濟新報、本研究整理

圖 1-1 台灣 1998 年至 2008 名目 GDP 年增率



資料來源：台灣經濟新報、本研究整理

圖 1-2 台灣電子業上市、上櫃公司 1998 年至 2008 年研發費用

然而，創新活動之結果，往往無法預測，且具有高度的不確定性。資源基礎理論 (resource-based theory) 指出，公司擁有之資源容易被競爭者取代，公司真正的競爭優勢為其所擁有之能力。換言之，若創新投入之資源無法轉換成功，則無法為公司產生價值。因此，創新能力之高低，為創新是否成功之關鍵，也為公司真正具有價值之部分。過去許多研究皆支持資源基礎理論之論點，認為創新能力影響了創新之績效以及創新品質 (Sher and Yang 2005; Calantone, Cavugil and Zhao 2002)。Wang, Lu and Chen (2008) 也認為創新成功之要件，除了受到公司創新決策影響外，創新能力為成敗的主因

根據 Lall (1992) 對於創新能力之定義，創新能力為有效吸收、掌握必要之技能和知識，以及改進現有之技術，並進一步產生創新之能力。伴隨著現今全球化競爭之社會，企業擁有的創新資本對於產品的時效性日益縮短，生產技術淘汰也趨於快速 (Carbonell and Rodriguez 2006)。過去有些研究將速度納入創新能力之範疇，其認為，速度，除了得以瞭解公司吸收新知之及時能力外，也可以看出公司面對環境異動速度快速之應對能力。此論述符合動態能力理論 (dynamic capabilities theory) 之觀點認為，當處於變動快速之環境時，速度必須為能力之必要條件 (Coombs and Bierly 2006)。若企業之創新速度過於緩慢，則導致產品乏味，進而面臨企業衰敗，並給予競爭者取而代之的機會。

另一方面，儘管過去探討公司對於創新投入、創新產出與公司價值之

研究眾多，且大都支持創新得以為公司帶來競爭優勢，進而提升公司價值。然而，有些研究卻發現創新投入、創新產出，並不能為公司帶來更高之價值。以資源基礎理論之觀點來看，公司若單只於創新活動中投入資源，而不具備一定水準之能力，則創新計畫成功之機率趨於渺茫。換言之，即使創新計畫最終成功推出，創新能力低之公司，其所耗費的資源投入，相對高於創新能力高之公司，造成資源無效率之使用，進而影響公司價值。意即，儘管對公司而言，投入創新活動為促使進步的關鍵因素，然而，無效率的使用資源，反而會造成公司進步速度緩慢，甚至被競爭者取而代之。

創新效率 (innovation efficiency) 於過去研究已被探討一段期間，許多研究以研發生產力 (R&D productivity) 一詞作為代表。面對全球化之競爭，跨國企業在世界各地尋求低廉之研發基地已成為趨勢，許多企業，也藉由策略聯盟的方式，以增加投入創新活動資源之效益。台灣政府也積極推動國內產業轉型為以創新和研發為導向，並與跨國企業合作以增進創新活動之效率 (蘇美惠 2004)。由此可以得知，創新效率於實務上的重要程度。然而，過去多數有關創新效率之研究，著重於探討國家整體 (Sharma and Thomas 2008) 以及特定產業 (Hashimoto and Haneda 2008) 之創新效率分析，鮮少研究加以探討公司創新能力對於創新效率之影響，以及進一步對於公司價值之影響。

綜上所述，本研究將以創新速度之概念探討創新能力對於創新效率、公司價值之重要性，並探討創新效率對公司價值之影響以檢測創新效率對公司創新活動之必要性，以及進一步探討創新能力透過創新效率，對公司價值的影響。

## 第二節 研究目的

創新能力為創新成功之關鍵因素，也是公司擁有之耐久財。由於現今社會競爭激烈之情況下，公司更重視其擁有之創新能力。過去研究已有許多探討創新能力之研究。由於全球化競爭之社會，其環境變動速度快速，速度也成為創新能力應具備之條件。然而，過去有關創新能力之研究，鮮少將公司之創新速度納入創新能力之考量，這對於現今變化速度快速之社會而言，無法確切捕捉到公司創新能力。

另一方面，由於現今社會創新活動已趨於普遍化，投入創新活動之效率，對於公司而言，具有提升創新效益之作用。過去有關創新效率之眾多研究以專利權數/研發費用之比率作為創新效率之衡量指標，然而，以此衡量指標探討創新效率面臨低估創新效率之可能性 (Lanjouw and Schankerman 2004)。不少學者也認為，研發活動並非為單一投入或單一產出之經濟活動 (李文福、蔡秋田 2004；Hashimoto and Haneda 2008；Wang 2007)。此外，實務上許多企業皆提倡創新之資源管理，力求創新之效率性，以為公司帶來更高之績效。然而，過去研究卻鮮少探討公司創新能力對創新效率之影響，以及創新效率對於公司價值之影響。

因此，本研究將公司結合新知轉換為創新之速度納為創新能力之考量，並以多投入、多產出之概念衡量創新效率，以探討創新能力對創新效率及公司價值之影響，並探討公司是否得以藉由創新活動之資源運用得當以提升市場價值。最終，以串聯創新能力、創新效率以及公司價值三者間之關係。因此，本研究目的如下：

- 一、 公司之創新效率是否受到創新能力之影響
- 二、 公司之價值是否受到創新能力與創新效率之影響
- 三、 創新能力是否藉由創新效率之提升，進而影響公司之價值

### 第三節 觀念性架構

本研究架構共分為五章列示於圖 1-3，各章內容概述如下：

#### 第壹章 緒論

本章主要敘述本研究之研究背景及動機、研究目的以及本研究之觀念性架構。

#### 第貳章 文獻探討

本章主要介紹創新能力、創新與公司績效間關係之相關文獻，並參考過去文獻進一步延伸，以串聯本研究創新能力、創新效率與公司價值之關係，以及研究方法。

#### 第參章 研究設計

本章主要敘述本研究之觀念性架構、假說發展、變數衡量、研究模型以及樣本選樣和資料來源。

#### 第肆章 研究結果與分析

針對蒐集樣本進行統計測試，並根據研究結果進行分析與討論。

#### 第伍章 研究結論與建議

根據研究結果作出結論，並提出本研究之研究限制與建議。

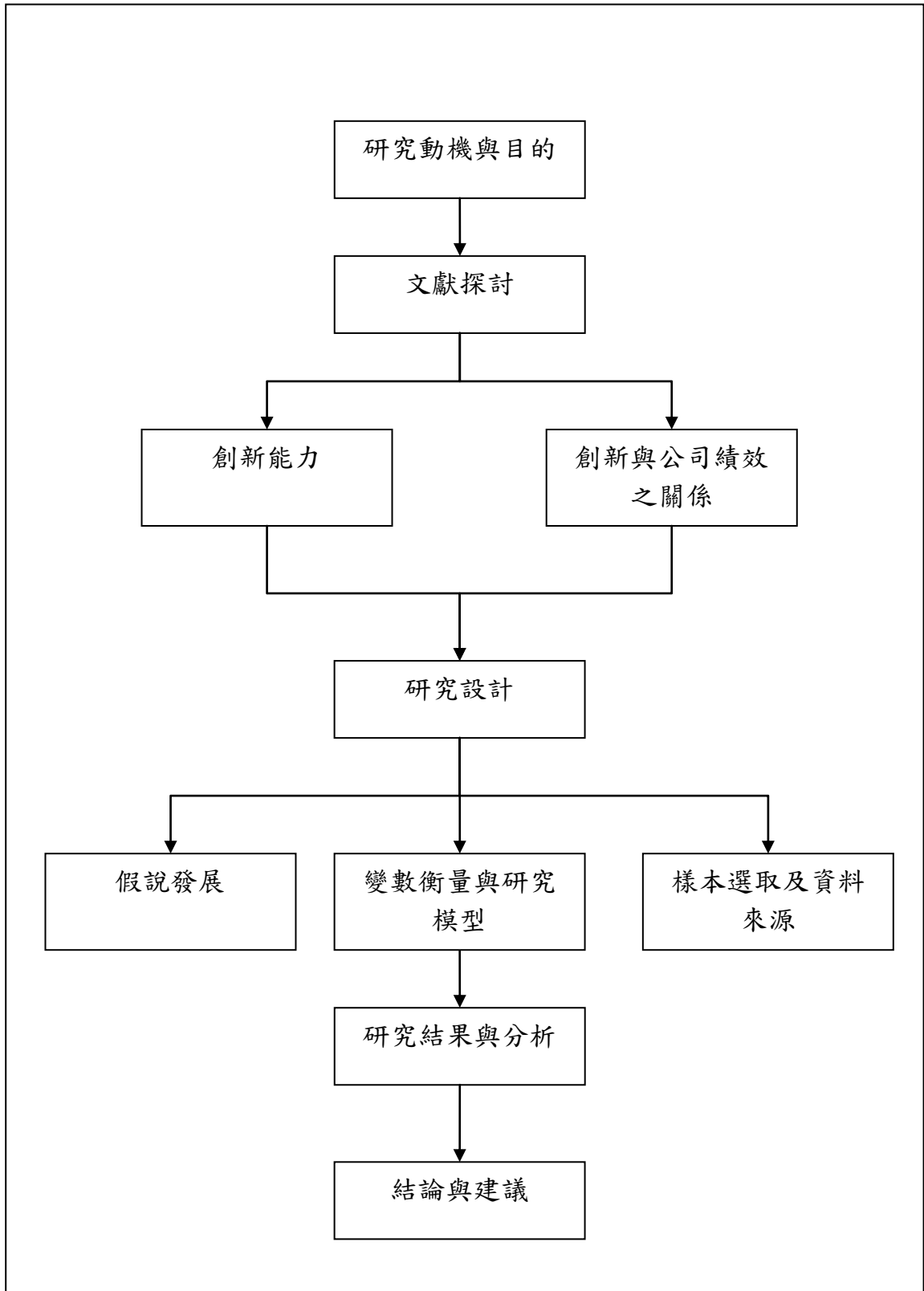


圖 1-3 研究架構圖

## 第貳章 文獻探討

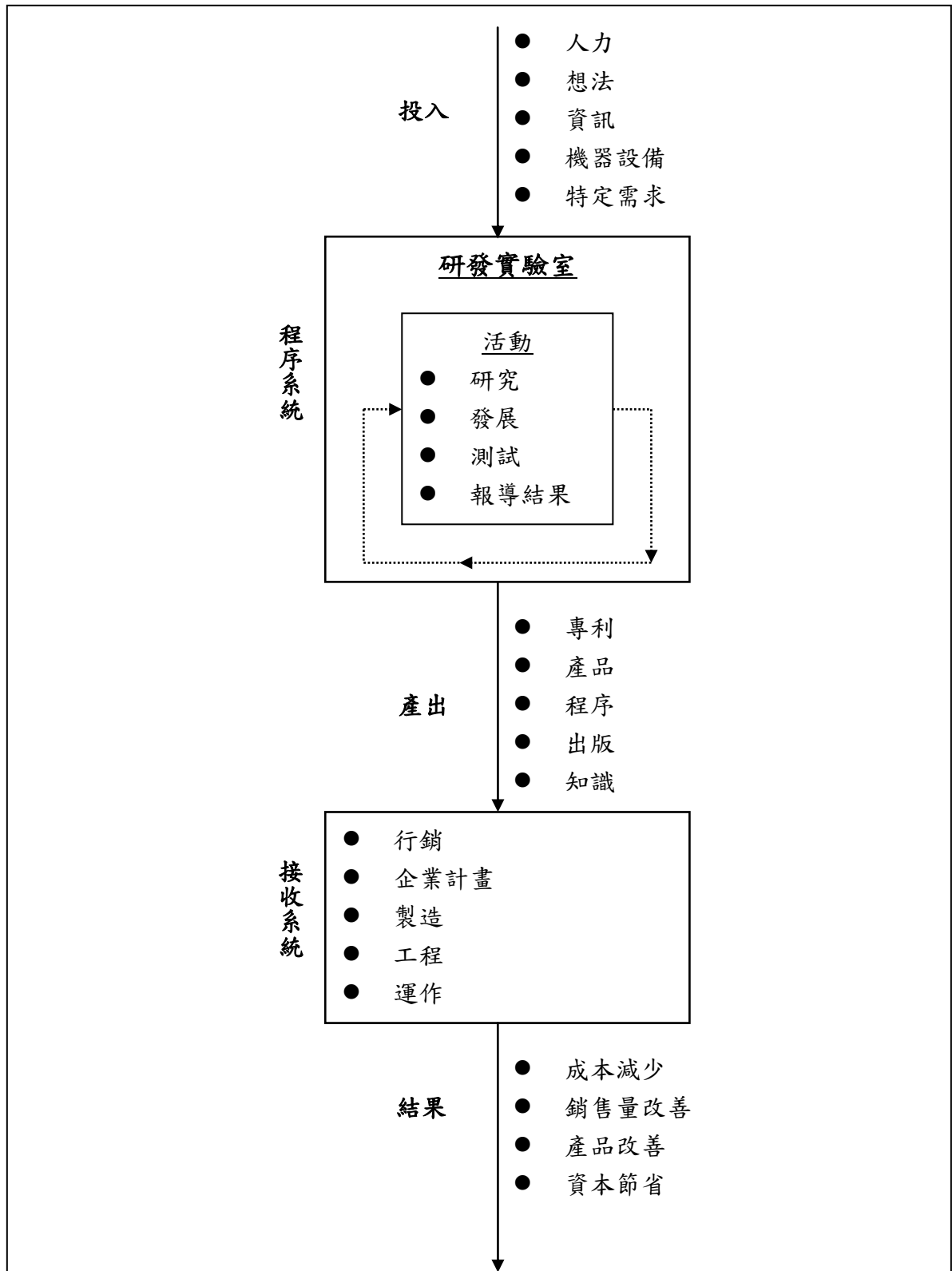
本研究探討公司之創新能力對於其創新活動效率之影響、公司績效是否受到創新活動之資源運用效率之影響，以及創新能力藉由創新效率對於公司績效之影響。因此，本章分別將創新能力、創新以及公司績效之關係之相關文獻進行彙整。

### 第一節 創新能力

資源基礎理論指出，具備競爭優勢為公司獲利的主要來源 (Grant 1991)，其為具有價值、稀少性以及不可仿效之資源所形成 (Barney 1991)。然而，時間之變化使得顧客之喜好反覆無常，公司具備的競爭優勢價值，隨著顧客之喜好變化減損、過時、甚至被其他競爭者給取代。因此，公司為了保有符合顧客喜好之競爭優勢，必須持續不斷發展、進化 (Grant 1991)。

過去研究指出，創新為公司為了保有競爭優勢之產物。創新，被定義為新的產品、製造過程、組織結構以及程序的搜尋、發現、發展以及改善 (Stam and Wennberg 2009)。Schumpeter (1934) 認為，創新是公司運用新穎的方式將資源結合，可成為新產品或新服務，也可以成為產品程序的新技術，或者成為組織的新架構等等 (Damanpour 1991)。如圖 2-1 呈現，創新之產生包含了投入、產出及成果三個階段。本研究所述之創新，為資源投入研發活動中，經過反覆的研究、發展、測試以及報導結果階段，所形成之產物。





資料來源：Brown, M. G., and R. A. Svenson. 1988. Measuring R&D productivity. *Research Technology Management* 31(4): 11-15.

圖 2- 1 創新程序圖

資源基礎理論認為，資源匯集形成了能力，而能力為公司產生競爭優勢的主要來源。換言之，能力不單只是資源之累積，而是涉及到人與人間以及人與資源間，不斷反覆調合、學習所累積而成的，進而使得公司產生具有競爭優勢之利器 (Grant 1991)。對公司而言，創新的形成需要藉由廣泛的知識整合基礎以及能力 (Rycroft 2006)，創新能力為形成競爭優勢之主要來源 (Guan, Yam, Mok and Ma 2006)。

Cohen and Levinthal (1990) 指出，過去累積的知識使得公司有能評估資訊的價值，並將知識加以吸收利用，進而商業化。而此種探測外界知識的能力，為創新能力關鍵之構成要素。Tsai (2001) 認為組織網絡為吸取外部知識之媒介，公司不僅需要具有內部吸收能力，也需要外部新知來進行創新活動。因此，以問卷調查評估組織網絡之程度、研發密集度作為組織之吸收能力，探討組織網絡以及吸收能力對公司創新、財務績效之影響。其研究結果表示，吸收能力越高，公司之創新績效、財務績效越佳；組織網絡的向心力越高，公司會有較佳的創新績效。此外，該研究進一步發現，當組織網絡向心程度為相同程度時，高吸收能力之公司，其創新績效以及財務績效會相對於低吸收能力之公司高，表示公司必須具備吸收能力，其透過組織網絡獲取的新知，更有發揮之空間。

Lall (1992) 將創新能力定義為有效吸收、掌握必要之技能和知識，以及改進現有之技術，並進一步產生創新之能力。其指出，公司間之創新能力因公司技術累積的程度以及探索創新之過程而有所不同；“學習”導致創新能力之形成。Adler and Shenbar (1990) 認為創新能力包含四個部分：(1) 滿足市場需求的新產品發展能力；(2) 運用適當的程序技術來生產新產品能力；(3) 發展及採用新產品和程序技術來滿足未來需求之能力，以及(4) 應對競爭者創造之未預期創新活動和機會之能力。

Romijn and Albaladejo (2002) 以英國小型電子軟體公司為研究樣本，探討創新能力的決定因素指出，公司的專業知識、先前經驗、研發努力以及外部網絡強度為公司增加創新能力之來源。Hu (2008) 認為創新能力與公司之知識流量有關，利用美國專利局的專利權資料以及訪談公司經理人的方式，針對台灣光電業最佳的五家公司予以探討，其指出台灣光電產業已內化外國知識。此外，樣本公司具有不同知識來源以及專業技術，有可能為造成其市場地位之主因。

廖述賢、費吳琛、陳志強 (2006) 以問卷調查並透過結構方程式模型之方式探討知識分享、吸收能力對創新能力之影響，研究結果顯示公司可透過知識分享之方式以增加公司之吸收能力，進而提升創新能力。廖述賢、費吳琛、周繼文 (2008) 進一步探討知識取得、知識移轉與創新能力間之關係，其以天下雜誌 2004 年公布之一千大製造業、五百大服務業、一百大金融業，取 16 個跨產業之公司為研究樣本，利用問卷調查及結構方程式模型之方式進行分析，研究結果顯示，公司的知識取得必須透過知識的移轉才得以提高公司之創新能力。

由於全球化之競爭壓力日益增加，使得產品生命週期縮短、競爭者仿效速度也趨於快速。動態能力理論延伸資源基礎理論觀點指出，身處變動速度快速環境之公司，其資源和能力之價值減損速度加快。因此，具永久價值之能力來源在於創新之速度 (Coombs and Bierly 2006)。Kessler and Bierly (2002) 認為創新速度與員工學習能力、創新計畫架構能力有關，並改善公司對於未來環境預測之準確度。其以問卷調查之方式，針對 75 個新產品發展計畫樣本以探討創新速度對於創新績效之影響，研究結果發現創新速度越快，其創新品質、創新計畫成功之機率越高。近年許多學者將創新速度納入創新能力考量，認為創新速度得以捕捉公司整合、因應環境變換之能力 (Markman, Gianiodis, Phan and Balkin 2005)。徐佳豪 (2007) 認為，當公司之創新誘因與能力愈強，透過創新行為創造價值並進一步影響附加價值之效應愈大。創新之意圖、誘因、快速採取創新技術之能耐為影響價值創造的重要行為模式，其重要性有時甚至勝過於投入創新活動之資源。

技術週期 (technology cycle time TCT) 指標，於 1999 年正式被發表在 CHI Research 當中。<sup>1</sup>根據 CHI 研究的定義，技術週期 (TCT) 為公司的專利權於美國專利局通過的時間，與其專利所引用先前專利權時間差異的中位數。美國商業部利用技術週期衡量國家整合新知識以及技術成為產品的能力，以作為分析國家競爭力之考量 (Narin 1999)。對公司而言，技術週期指標代表了公司延用先前知識產生創新之速度，其捕捉公司吸取不同知識產生創新以及因應外界不斷推出創新之能力。Bierly and Chakrabarti

---

<sup>1</sup> CHI Research 為美國一間提供有關技術、科學以及財務指標研究諮詢的顧問公司。其創立於 1968 年，為研究科學以及技術引證分析之先趨。於 70 年代初期，便與美國國家科學基金會合作研發出全球第一個科學成果指標，用以評鑑科學研究論文之成果。本研究所述之 TCT 指標即為 CHI Research 所研發出用以衡量公司技術實力之指標。資料來源：智識網，<http://www.ipnavigator.com.tw/product/pvnews-2.htm>

(1996) 於探討美國製藥業技術週期的決定因素發現，技術週期之長短與公司擁有的內外部知識學習有關，意即公司擁有的內外部知識越多，技術週期越短。Coombs and Bierly (2006) 進一步將技術週期長短代表公司技術創新的能力，技術週期越短，公司具有較高的創新能力，並進一步探討創新能力與公司績效間的關係，認為技術週期指標得以充分瞭解公司技術之流動，並且得以支持動態能力理論。

Nagaoka (2007) 認為，公司引用先前知識之速度和多寡得以得知公司吸收外界新知且加以運用之能力，此能力影響創新所申請的專利品質，因此，以專利權引用先前知識的時間快慢和數量作為能力之衡量與探討。研究結果顯示，公司引用先前知識之速度越快、數量用多，表示越有能力吸收外界新知予以應用，並且成為新知識之先驅。

由上述文獻探討可以得知，知識為公司創新能力之基礎，公司藉由不斷的學習以累積豐富的知識和經驗，使得公司具備利用舊有知識以產生新契機之能力。此外，近期有些研究指出，運用知識產生創新的速度，得以捕捉公司對於外界新知消化之能力。然而，早期研究顯少將吸收速度納為創新能力之考量。因此，本研究擬將創新速度之觀念納入創新能力之中。

表 2-1 創新能力之文獻彙總表

作者	年度	研究目的	研究結果
Adler and Shenbar	1990	幫助管理者瞭解組織在技術上，影響其競爭優勢之因素。	技術資產、組織資產、外部資產以及計畫管理為技術構成之基礎，其中，組織資產包含了技術、程序、架構、策略以及文化。
Cohen and Levinthal	1990	探討吸收能力在學習及創新中之觀點。	公司之研發活動投入會因其學習、吸收外部知識之動機而改變，藉由研發活動投入提升吸收能力以獲取所需的外部知識，促使有效產生創新進而提升競爭優勢。
Lall	1992	探討產業策略對於公司、國家之技術能力之影響。	能力之發展之成果受到人力資源、技術努力以及機構因素等誘因之交錯影響，而因此易市場失靈，政府之從中干預得以克服市場失靈。
Bierly and Chakrabarti	1996	探討美國製藥業技術週期的決定因素。	技術週期之長短與公司擁有的內外部知識學習有關；公司擁有的內外部知識越多，技術週期越短。
Tsai	2001	探討組織網絡以及吸收能力對公司創新、財務績效之影響。	吸收能力越高，公司之創新績效、財務績效越佳；組織網絡的向心力越高，公司會有較佳的創新績效；組織網絡向心程度為相同程度時，高吸收能力之公司，其創新績效以及財務績效會相對於低吸收能力之公司高。
Romijn and Albaladejo	2002	探討創新能力的決定因素。	公司的專業知識、先前經驗、研發努力以及外部網絡強度為公司增加創新能力之來源。
Kessler and Bierly	2002	探討創新速度對於創新績效之影響。	創新速度越快，其創新品質、創新計畫成功之機率越高。

作者	年度	研究目的	研究結果
Markman, Gianiodis, Phan and Balkin	2005	探討學術團體將技術移轉市場之速度與其績效之關係。	學術團體越快將受專利保護之技術商業化，則具有越多之授權收入來源；學術團體辨識應授權人之資源及能力影響其技術商業化之時間。
Coombs and Bierly	2006	藉由理論，利用不同之衡量方式以探討技術能力與公司績效之關係。	利用專利權數、研發費用衡量創新能力，非有效之衡量方式；專利權相關之引用資訊，得以作為有效之技術能力衡量；其中，技術週期指標為得以支持動態能力理論之指標。
Nagaoka	2007	探討速度、知識之連結對研究品質之影響。	公司引用先前知識之速度越快、數量用多，表示越有能力吸收外界新知予以應用。
Hu	2008	創新能力與公司知識流量之關係。	台灣光電產業已內化外國知識；公司具有不同知識來源以及專業技術，有可能為造成其市場地位之主因。
廖述賢、費吳琛、陳志強	2006	探討知識分享、吸收能力對創新能力之影響。	公司可透過知識分享之方式以增加公司之吸收能力，進而提升創新能力。
徐佳豪	2007	探討台灣電子業個體企業，創新活動投入對於附加價值之影響、貢獻為何。	國內電子業仍停留於技術移轉量產之低附加價值模式；創新意圖、誘因、快速採取創新技術之能力為影響價值創造之重要因素。
廖述賢、費吳琛、周繼文	2008	知識取得、知識移轉與創新能力間之關係。	公司的知識取得必須透過知識的移轉才得以提高公司之創新能力。

## 第二節 創新與公司績效之關係

### 一、創新投入及產出

在創新中，研發活動扮演了不可或缺的角色。公司不僅可藉由研發活動的投入，開發出與以往不同的產品或技術，也可藉由研發在學習過程裡所獲取的異質性知識，並有助於未來新產品或技術的開發（賴勇成、洪明洲 2006；Stam and Wennberg 2009）。過去有關研發投資與公司績效兩者關係之文獻眾多，Ettlie (1998) 以二十個不同國家中之 600 家製造耐用品公司為研究樣本，探討研發與公司績效間之關係。研究結果顯示，無論何種產業，公司投入的研發比例越高，越能為公司帶來較高之市場占有率。

Thornhill (2006) 以加拿大 845 家製造公司為樣本，探討高科技與低科技產業的知識、創新以及公司績效間關係發現，儘管創新在環境變動快速之產業是很普遍的，但無論產業為何，較具創新之公司，較能享受銷售之成長；此外，當公司處於變動快速環境，其具有較高知識資產、且較具創新，則更能提升其銷貨成長。

Lichtenberg (1992) 認為企業投資研發活動相對於其他資本而言，為公司帶來較大的報酬。Oriani and Sobrero (2008) 將每年研發費用視為創新投入的資本，指出研發費用的投入效果具有累積性，使得公司更有能力管理未來的創新活動，進而提高市場價值。

專利權數，往往被用來代表創新之產出。此外，專利權本身隱含了許多具有價值的資訊，例如較早的專利權可貢獻未來的新專利相關知識，促使新專利的開發；被引用的專利權隱含著其創新具有相當的品質 (Bloom and Reenen 2002)。Bloom and Reenen (2002) 將專利權作為創新指標，並以實質選擇權之理論來探討專利權對市場價值的關係，其研究結果表示專利權在經濟與統計上皆對公司的生產力及市場價值有顯著的正向影響。劉正田、林修葳、金成隆 (2005) 以路徑分析探討我國企業研發投資、專利權、營業秘密與經營績效之關係，實證結果發現電子、塑化、機電、鋼鐵業之研發投資與專利權經營績效較其他產業重要；其研發投資成效可能以「營業秘密」之形態提供效益。此外，也發現電子業之研發與專利權有增加營收或降低成本進而增加公司價值之間接效果，以及影響公司價值之直接效果。

藉由上述研究之彙整，發現創新結果大都能為公司帶來正面的績效，然而在投入研發活動時期，創新是否成功充滿變數且無法及時預測。O'Brien (2003) 認為，競爭者間研發密度相當者，其創新策略相對於研發投入的多寡顯然更為重要，龐大的研發投入並不能保證確實為有效的創新，因此，研發投入，可能受到各公司特質不同而得到不同的效果。

Wang (2007) 探討有關創新效率對國家經濟績效之影響，認為創新確實為提升經濟成長之關鍵因素，然而，若投入創新資源使用無效率，將導致創新成果僅提升少許的利潤，因此，若創新投入資源無法有效使用，則投入再多創新資源，對經濟成長也無太大效益。李文福、蔡秋田 (2004) 認為，僅利用產出面以評估創新績效，對於多投入多產出之創新成果而言，可能無法得到公正之數據。因此，早在 80 年代，有學者將創新投入產生之成果，整合為效率之概念加以探討，亦為本研究欲探討之主題。

## 二、創新效率

過去許多文獻利用專利權件數除以研發支出來衡量投入創新活動之成本效益問題 (Francis and Smith 1995; Deng, Lev and Narin 1999)。然而，許多學者認為，效率並非單純的單一投入與單一產出關係。在經濟學文獻中，衡量生產效率之方法主要分為兩種：(1) 隨機前緣分析 (stochastic frontier analysis，簡稱 SFA)，其應用計量經濟之技術以估計不同生產/成本之邊界；(2) 資料包絡分析法 (DEA)，涉及應用線性規劃技術，以追蹤效率前緣 (Wang 2007)。

Hashimoto and Haneda (2008) 以研發費用作為投入面，銷貨收入和營業利潤作為產出面，並利用 DEA 法探討日本製藥業研發效率之變化。Wang and Huang (2007) 運用 DEA 法來評估各國研發活動之效率，並利用 Tobit 迴歸模型來控制外在環境因素，研究結果顯示，不到一半之國家其研發活動具完全的效率。Zhang, Zhang and Zhao (2001) 以 8,341 家中國公司探討不同形態之公司對其創新效率和生產力之影響，結果顯示國營企業相對於私營企業，其創新效率較低，且較不願意投入資源於研發活動中，因此，導致具有較低的創新生產力。

Kafouros (2006) 將創新效率分為品質、成本、時間三個因素，以特徵基礎理論 (feature-based theory) 探討網際網路對創新效率之影響，說明



網際網路如何改善創新效率，並以 Cobb-Douglas 生產函數模型加以證實。Kafouros (2006) 認為，網際網路發展改善了溝通之品質也促進資訊的流通，因此公司能蒐集較多的知識改善創新之品質，且更能掌握市場需求，針對市場偏好進行創新活動，節省掉不必要之成本和時間。李文福、蔡秋田 (2004) 利用 DEA 法衡量廠商新產品研發技術之效率，並探討其影響因素，研究結果顯示研發團隊運作、研發人力素質、相對研發投入有助於提升廠商研發技術之效率；而管理制度之建立對於廠商研發效率沒有顯著的幫助。

Hambrick and Macmillan (1985) 利用研發投入與產出間關係之迴歸模型，以預計產出與實際產出間之差異作為研發效率之代理變數，探討影響創新效率之因素，研究結果顯示，在產品技術尚未變更時，公司所擁有技術變更機會、產品生產線和創新的經驗超越競爭者，以及擁有較新製造設備，會促進公司之研發效率。

謝蕙如 (2009) 以資源投入轉化為產出之能力之概念探討企業智慧資本運用之效率，以及其對於公司績效之影響。實證結果顯示，包含創新資本之智慧資本轉化能力皆無法提升公司之市場價值，其認為可能為大部分投資者進行投資決策時較不注重資源投入與產出間過程面之成本效益分析所造成。曹壽民、紀信義、劉正良 (2007) 運用 Mishkin (1983) 架構來檢測股市是否能充分反應研發效率對創新活動價值之影響，其研究結果顯示，研發效率較高之創新活動能於下一期為公司帶來較大盈餘。

由上述文獻探討可以得知，過去有關創新效率之探討，著重於國家、特定產業創新效率之變化，或者探討創新效率之影響因素，而鮮少探討創新效率與公司價值之關係，此為本研究所關注之議題。

表 2-2 創新投入、創新產出與公司績效關係之文獻彙總表

作者	年度	研究目的	研究結果
Lichtenberg	1992	探討研發投入、固定資產投入、人力資本投入對於員工生產力效果之差異。	研發投入相對於固定資產投入、人力資本投入而言，具有更大之報酬。
Ettlie	1998	探討研發投入對全球製造業公司之績效影響。	無論產業為何，公司投入的研發比例越高，越能為公司帶來較高之市場占有率。
Bloom and Reenen	2002	將專利權作為創新指標，並以實質選擇權之理論來探討專利權對市場價值的關係。	專利權在經濟與統計上皆對公司的生產力及市場價值有顯著的正向影響。
O'Brien	2003	資本結構對於創新策略之涵。	當公司財務疲弱時，公司在創新時，應具有相當有力之戰略。
Thornhill	2006	探討高科技與低科技產業的知識、創新以及公司績效間關係。	無論何種產業，較具創新之公司，較能享受銷售之成長；公司處於變動快速環境，其具有較高知識資產、且較具創新，則更能提升其銷貨成長。
Oriani and Sobrero	2008	探討公司研發所產生之市場價值與市場、技術不確定性間之關係。	不確定與研發之市場價值成非線性關係，其中若公司研發資本投入越高，在相當程度之技術不確定性中，具有越高之價值。
Stam and Wennberg	2009	探討研發在新公司成長階段所扮演之角色。	當高科技公司處於成長階段時，公司藉由提升策略聯盟之程度以提升研發對於公司之效果；初期研發之投入可促進後續新產品發展，但並不能使公司更進一步之規模成長。

作者	年度	研究目的	研究結果
劉正田、林修 葳、金成隆	2005	探討我國企業研發投資、專利權、營業秘密與經營績效之關係。	電子、塑化、機電、鋼鐵業之研發投資與專利權經營績效較其他產業重要；其研發投資成效可能以「營業秘密」之形態提供效益；電子業之研發與專利權有增加營收或降低成本進而增加公司價值之間接效果，以及影響公司價值之直接效果。
賴勇成、洪明 洲	2006	將專利視為公司之異質資源，藉由觀察公司專利發展之路徑，以動態觀點探討廠商間創新活動軌跡與績效二者的關係。	IC 製造業技術採漸進式發展之情形；具持續性優勢才得以使公司獲利；創新活動較多元之公司具有較佳之公司績效。

表 2- 3 創新效率之文獻彙總表

作者	年度	研究目的	研究結果
Hambrick and Macmillan	1985	利用預計產出與實際產出間之差異作為研發效率之代理變數以探討影響創新效率之因素。	在產品技術尚未變更時，公司所擁有技術變更機會、產品生產線和創新的經驗超越競爭者，以及擁有較新製造設備，會促進公司之研發效率。
Zhang,Zhang and Zhao	2001	探討不同形態之公司對其創新效率和生產力之影響。	國營企業相對於私營企業，其創新效率較低，且較不願意投入資源於研發活動中，導致具有較低的創新生產力。
Kafouros	2006	探討網際網路對創新效率之影響。	網際網路發展改善了溝通之品質，也促進資訊的流通，因此公司能蒐集較多的知識改善創新之品質，且更能掌握市場需求，針對市場偏好進行創新活動，節省掉不必要之成本和時間。
Wang	2007	探討有關創新效率對國家經濟績效之影響。	具較佳之研發效率具有較高之經濟績效；若創新投入資源無法有效使用，則投入再多創新資源，對經濟成長也無太大效益。
Wang and Huang	2007	運用 DEA 法來評估各國研發活動之效率。	不到一半之國家其研發活動具完全的效率
Hashimoto and Haneda	2008	探討日本製藥業研發效率之變化。	日本製藥業之研發效率於 1983 年至 1992 年下降了 50%；公司雖增加其研發投入，但其創新效率並未改善。

作者	年度 研究目的	研究結果
李文福、蔡秋田	2004 利用 DEA 法衡量廠商新產品研發技術之效率以探討其影響因素。	研發團隊運作、研發人力素質、相對研發投入有助於提升廠商研發技術之效率；而管理制度之建立對於廠商研發效率沒有顯著的幫助。
曹壽民、紀信義、劉正良	2007 檢測股市是否能充分反應研發效率對創新活動價值之影響。	研發效率較高之創新活動能於下一期為公司帶來較大盈餘。
謝蕙如	2009 探討企業智慧資本運用之效率，以及其對於公司績效之影響。	創新資本之智慧資本轉化能力皆無法提升公司之市場價值，其認為可能為大部分投資者進行投資決策時較不注重資源投入與產出間過程面之成本效益分析所造成。

### 第三節 研究延伸

本節前述相關文獻探討為基礎，說明本研究之文獻參考、補充以及延伸之處，以作為本研究研究發展之依據。

#### 一、研究主題

根據資源基礎理論指出，創新能力相較於創新產出而言，較難以被競爭者模仿、取代，為公司具備競爭優勢之主要來源 (Barney 1991；Grant 1991)。動態能力理論更進一步指出，創新速度應納入創新能力之中 (Coombs and Bierly 2006)。而徐佳豪 (2007)、Kessler and Bierly (2002)、Oltra and Flor (2003) 之研究顯示，創新能力之良莠，影響了公司之創新績效。因此，本研究將延續上述研究以探討創新能力對創新效率之影響。

此外，由於過去多數有關創新能力之研究以創新投入代表—總研發費用、研發密集度 (Wang et al. 2008；Sher and Yang 2005；Guan and Ma 2003)、創新產出面代表—專利權數 (Romijn and Albaladejo 2002；Sher and Yang 2005)，或者問卷調查之方式 (Calantone et. al 2002；曾信超 2006) 衡量公司所擁有之創新能力。Coombs and Bierly (2006) 指出上述衡量方式之缺陷，並認為技術週期得以支持動態理論所述之創新能力。技術週期 (TCT) 為 Narin (1999) 於 CHI Research 正式提出之衡量指標，其代表了過去技術加以結合轉變為新技術的時間，為技術進步的速度。美國商業部利用此衡量指標來評估國家整合新知識以及技術成為產品的能力，作為分析國家競爭力之考量。

而過去利用技術週期指標作為創新能力衡量指標之研究大多集中在國家層級之研究，鮮少研究用來探討公司的創新能力。因此，本研究以技術週期指標作為創新能力之衡量變數，並為了避免期末之技術週期受到當期創新活動資源投入之影響，本研究利用前期期末之技術週期，以衡量期初公司擁有之創新能力對於創新活動資源運用效率之影響。

另一方面，於上述文獻探討可以得知，儘管許多文獻之研究結果表示，創新使得公司具有競爭優勢，進而提升公司績效。然而，Wang (2007)、

O'Brien (2003)，創新為公司帶來之效益，可能因創新投入之資源運用效率而無法呈現。過去有關多數創新效率之研究，集中於國家、產業層級或者專案之效率分析探討，而鮮少文獻探討公司之創新效率與公司價值之關係。有鑑於此，本研究欲探討公司層級之創新效率與其價值間之關係，並進一步瞭解創新能力、創新效率與公司價值三者間之關係。

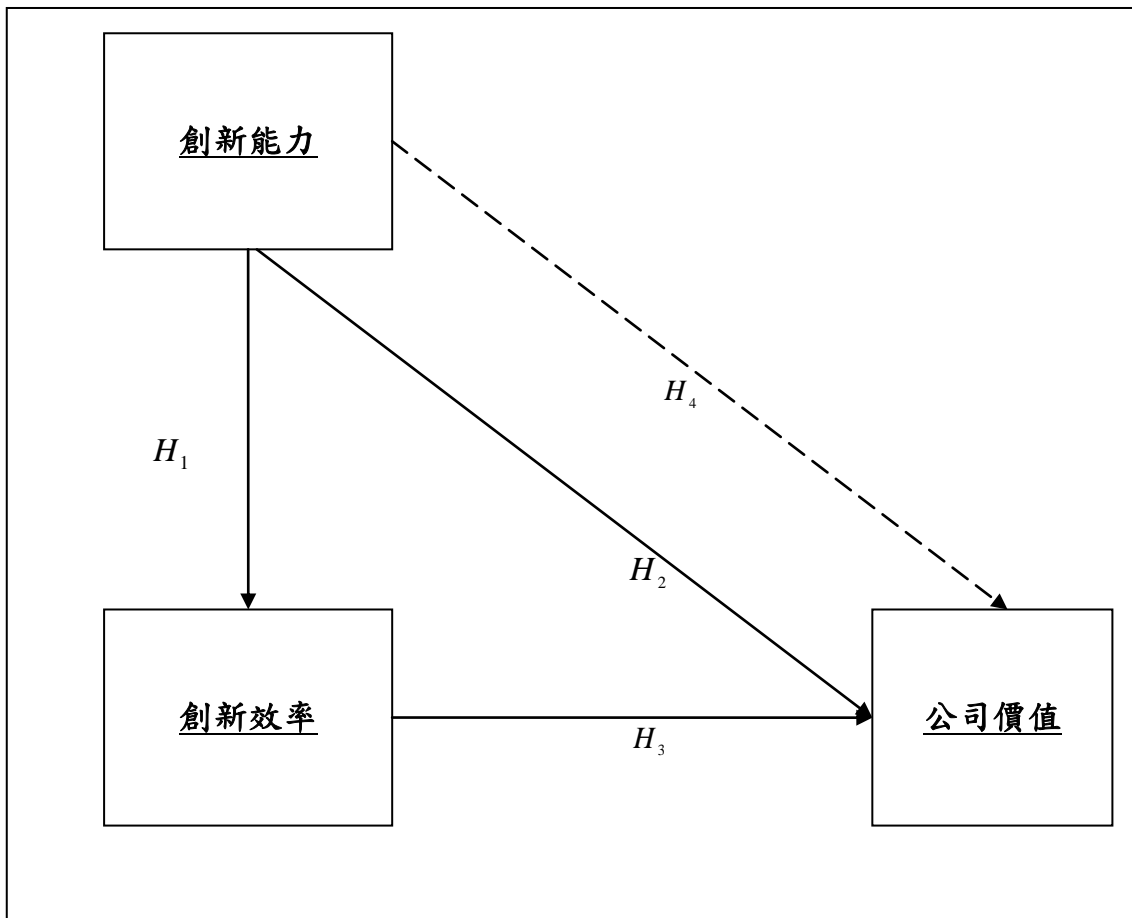
## 二、研究方法

本研究採用路徑分析 (path analysis) 之方式予以檢視創新能力、創新效率與公司價值三者間之關係。由上述創新效率之相關文獻可以得知，近期學者傾向以多投入、多產出之概念衡量創新效率。因此本研究參考 Hashimoto and Haneda (2008) 以及 Diaz-Balteiro, Herruzo, Martinez and Gonzalez-Pachon (2006) 資料包絡分析法 (DEA) 之運用，並以研發資本作為投入面之代表；專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數作為產出面之代表 (Hashimoto and Haneda 2008 ; Kafouros 2006 ; Sharma and Thomas 2008)。由於美國專利暨商標局已成立兩百多年之久，其專利權資料較為完整，因此，本研究以台灣電子資訊業上市、上櫃公司，於美國專利暨商標局申請核准之專利權，作為有關專利權之樣本。此外，徐佳豪 (2007) 於探討台灣高科技製造業附加價值影響因素發現，各次產業創新活動所創造之附加價值不盡相同。本研究統計各電子資訊次產業之市場價值平均數，並以單因子 ANOVA 檢定，檢定結果表示，各次產業之市場規模具有一定之差異。因此，本研究將次產業別納入控制變數予以探討。

## 第參章 研究設計

### 第一節 觀念性架構

根據先前文獻探討，本研究發展四大研究主題：(1) 探討創新能力對創新效率之影響；(2) 探討創新能力對公司價值之影響；(3) 探討創新效率對公司價值之影響；(4) 探討創新能力藉由創新效率對於公司價值之影響。本研究之觀念性架構如圖 3-1 所示：



假說 1 至假說 3，為測試直接效果的部分，以實線表示；假說 4 為測試創新能力透過創新效率影響公司價值之間接效果，以虛線呈現之。

圖 3-1 本研究之觀念性架構



## 第二節 假說發展

### 一、創新能力對創新效率之影響

根據資源基礎理論 (Resource Based View, RBV)，公司資源必須在競爭者難以仿效和轉換之條件下才具有價值，可移轉之資源並非公司競爭優勢的來源。由於經濟趨於全球化，公司間的競爭從國內延伸到國外，高度競爭的環境下，知識的傳播使得原有技術易於仿效和改良，致使產品生命週期日益縮減，原始技術的價值快速減損，使得原本具有競爭價值之資源變得無價值可言。因此，公司藉由不斷創新以維持一定水準的競爭優勢 (Barney 1991)。

過去研究認為，創新為維持競爭優勢必備之物，創新使得產品更具有價值、不可仿效、以及差異化，致使公司具有較高之財務績效 (Carbonell and Rodriguez 2006)。然而，單純的資源投入，若未與公司擁有之創新能力配合，並不能為公司產生創新。創新能力為創新成功之關鍵，其透過各種知識及經驗之累積 (例如：技術、生產程序、品質控制、整合等等) (Lee, Lee and Pennings 2001; Guan et al. 2006)，並且藉由網絡連結 (Tsai 2001)，以及不斷學習、加以改善而形成之能量 (Romijn and Albaladejo 2002)，使得公司進行創新活動時，得以有效運用新穎的知識進一步轉化為成功之創新。較佳之創新能力，更能清楚架構創新計畫，發展速度更為快速 (Kessler and Bierly 2002)，進而具有較高之創新績效 (曾信超 2006)，創新之品質也較高 (Kessler and Bierly 2002)。

綜合以上所述，當公司具有較佳之創新能力，表示公司越能將獲取的新知及時進行瞭解以及吸收，並進一步有效整合產生創新，較佳的創新能力提升了公司創新成功之機率 (Tsai 2001)，並且所產生之創新更能因應公司現階段之需求。因此，當投入創新活動之資源相當的情況下，具有較佳創新能力之公司，相對於創新能力較差之公司，其創新成功之機率越高，產生之創新績效也較高。另一方面，於創新產出相當的情況下，具有較佳創新能力之公司，相較於創新能力較差之公司，由於整合速度較為快速，所耗費之創新資源較少，故本研究建立假說 1 如下：

假說 1：公司之創新能力對創新效率具正面影響。

## 二、創新能力對公司價值之影響

Aghion, Bloom, Blundell, Griffith and Howitt (2005) 表示，競爭使得企業藉由研發投資以產生創新進而獲得增額利潤。受到全球化，企業面臨來自四面八方的競爭者日益增多，企業藉由不斷的創新以獲得競爭優勢。因此，創新活動對企業而言是一項重要無形資產，該項無形資產對公司具有極高之經濟價值（曹壽民等 2007）。

市場需求為公司主要推動進一步產品發展、商業化生產以及經銷的主要動力。若一家公司的技術平台得以開發且應用於一個以上之創新，對於長期營運是件莫大的幫助。因此，研發實驗室中期待著科學有所突破而產生創新的火花 (Hall and Bagchi-Sen 2002)。成功之創新得以幫助公司推出與眾不同的新產品來擴展市場之佔有率、改良現有的產品吸引更多消費者的目光，或者改善產品程序的製程時間等等。因此，對公司而言，創新不僅可為公司提升未來的營運績效，也可帶領公司從一個趨於飽和的市場跳脫至另一個尚未開發的新市場，進而提升公司價值。

資源基礎理論認為，創新能力為公司具有競爭優勢之主要來源 (Grant 1991)，其之良莠，攸關至公司創新計畫成功之機率 (Kessler and Bierly 2002)，也影響公司本身吸收新知轉換為創新之速度 (Nagaoka 2007)。由於現今全球化競爭之社會，環境變動速度快速，外界新知不斷推陳出新。當公司相較於競爭者具有較高之創新能力，於競爭激烈之環境中，易於即時吸收外界新知，快速轉化成為成功的創新產物，使得公司之產品或技術捷足先登，進而提升公司價值。反觀之，公司之創新能力較競爭者差，公司吸收外界新知速度則會較慢，而使得轉化成功創新計畫速度趨緩，創新成果相對於競爭者而言過於老舊，進而損害公司之價值。故本研究建立假說 2 如下：

假說 2：創新能力對公司價值具正面影響。

### 三、創新效率對公司價值之影響

由先前研究可以得知，多數的學者肯定創新活動為公司價值帶來的效益 (Thornhill 2006; 劉正田等 2005)。然而，許多學者認為，研發投入為公司帶來效益必須在創新成功的前提下才得以成立 (O'Brien 2003; Prajogo and Ahmed 2006)。Coombs and Bierly (2006) 指出，高度的研發費用投入反而降低公司績效。研發費用可能因創新失敗而無附加價值，或者使用過度的研發資源，而使得創新產出無法提升公司價值。此外，公司可能為了進行創新，而向外舉債以支付龐大的研發費用，卻導致創新產出之價值無法負荷 (O'Brien 2003)，使得無法顯示研發投入之益處 (Wang 2007)。

綜合上列所述，由於市場潛在需求促使公司產生創新之誘因，公司透過對研發活動投入資源產生創新，以進一步改良現有之產品或程序，或者產生前所未有的新產品或技術來搶占市場，提升公司的價值。對公司而言，當增加的創新成果大於研發投入的增加幅度，代表公司創新活動具有效率，使得創新帶來的效益確實反應在公司的價值上。反之，當研發投入增加的幅度大於提升的創新，表示公司創新活動較不具有效率，導致創新成果無法為公司提升價值。因此，建立假說 3 如下：

假說 3：創新效率對公司價值具正面影響。

### 四、創新能力透過創新效率對公司價值之影響

創新能力，為創新是否成功之關鍵。若公司具有堅強之創新能力與資源管理能力，則使公司得於機會中創造出新的資源以及競爭優勢 (曾信超 2006)，進而提升公司之市場價值。因此，企業績效取決於創新能力 (廖述賢等 2006)。此外，由於受到全球化競爭之影響，公司產品生命週期日益萎縮，使得每個創新產出為公司帶來之價值相對降低，因此，公司也必須重視創新活動資源運用之成本效益性 (Kafouros 2006)，以維持創新產出為公司帶來之價值。

過去研究認為，創新能力佳之公司，具有較高之創新績效，進而提升公司價值。此外，具有較佳創新能力之公司，創新品質越佳 (Kessler and

Bierly 2002), 公司價值越高 (Bloom and Reenen 2002)。因此, 當投入之創新資源相當之情況下, 創新能力較高之公司相對於創新能力較低之公司, 產生較高之創新績效以及創新品質, 進而提升公司價值, 表示創新能力較佳之公司, 更能有效運用相對資源, 以提升公司價值。此外, 當創新產出為相當之情況下, 具有較高創新能力之公司, 其投入創新之資源會相對少於創新能力較不佳的公司, 而為公司節省無附加價值之投資, 以維持創新產出為公司帶來之價值。故本研究建立假說 4 如下:

假說 4: 創新能力透過創新效率之提升為公司價值帶來正面影響。

### 第三節 變數衡量

#### 一、應變數

公司價值 ( $TB$ )：本研究利用 Tobin's  $q$  以衡量公司之價值；Tobin's  $q$  得以用來解釋公司之不同現象，例如：(1) 企業績效；(2) 預測投資機會；(3) 衡量無形資產價值；(4) 衡量技術資產之價值等 (Bharadwaj, Bharadwaj, and Konsynski 1999)。由於傳統之 Tobin's  $q$  須具有公司重置成本資訊，然而此部分 資訊取得不易 (楊朝旭、蔡柳卿、吳幸蓁 2008)，因此，本研究採用 Chung and Pruitt (1994) 所發展簡化 Tobin's  $q$  近似值，作為公司價值之衡量。本研究公司價值定義如下：

$$TB_{it} = (MVE_{it} + PS_{it} + LIABILITIES_{it}) / TA_{it}$$

其中， $i$  代表公司別； $t$  代表年度別； $MVE$  為普通股流通在外之價值； $PS$  為特別股流通在外之價值； $LIABILITIES$  為負債總額； $TA$  為總資產之帳面價值。

#### 二、自變數

##### 1. 創新能力：前期技術週期 ( $lagTCT$ )

本研究參考 Coombs and Bierly (2006) 之研究，以技術週期 (Technology cycle time，簡稱 TCT) 衡量創新能力。技術週期屬於向後引用之方式，其反應先前專利知識與新專利間之流動 (Park and Park 2006)。對公司而言，若技術週期相較短於其他競爭對手時，表示公司較有能力利用外界新知，並及時加以吸收結合以創造出更新的技術或產品。Narin (1999) 也表示，若公司之技術週期相對短於其他相同技術領域的公司許多，表示公司在此技術領域處於技術龍頭之地位。

根據 CHI 之定義，技術週期 (TCT) 為公司的專利權於專利局核准的時間，與其專利所引用先前專利權於專利局核准時間差異的中位數。舉例而言，假設處於相同產業之 A、B 兩間公司於 2007 年於專利局核准一項專利，其專利引用資料如表 3-1 技術週期計算範例呈現。由於技術週期為引用專利之核准年度與其專

利年度差異之中位數，則 A 公司之技術週期為 10；B 公司為 7.5，由此可知，B 公司所吸收的外界新知相較於 A 公司之速度快，其創新能力較優於 A 公司。本研究主要探討公司現階段擁有的創新能力是否影響往後創新活動之資源運用效率。因此，本研究以前期之技術週期作為公司創新能力之衡量。即前期技術週期越短，表示公司擁有的創新能力越佳。

表 3-1 技術週期計算範例

A 公司		B 公司				
專利號碼	7,313,753	專利號碼	7,313,282			
核准年度	2007	核准年度	2007			
專利號碼	引用專利之核准年度	差異	專利號碼	引用專利核准年度	差異	
	3670304	1972	35	5832121	1998	9
引用專利資料	4882546	1989	18	5859932	1999	8
	5295079	1994	13	6097842	2000	7
	6101312	2000	7	6233356	2001	6
	6774835	2004	3			
	6988236	2006	1			
技術週期		10	技術週期		7.5	

前期技術週期定義如下：

$$\text{lagTCT}_{i,t} = \text{Medium}(\text{GAINTYEAR}_{i,t-1} - \text{CITINGYEAR}_{i,t-1})$$

其中， $i$ 代表公司別； $t$ 代表年度別； $\text{lagTCT}$ 為前期技術週期； $\text{GAINTYEAR}_i$ 為專利權之核准年度； $\text{CITINGYEAR}$ 為引用專利資料之核准年度。

## 2. 創新效率 (IE)

本研究利用資料包絡分析法 (DEA) 作為衡量公司創新活動效率之方式。資

料包絡分析 (DEA) 法起源於 Farrell (1957) 之概念，由 Charnes, Cooper and Rhodes (1978) 首先提出的一種非參數式 (non-parametric approach) 衡量方法。<sup>2</sup> 其最初目的在於衡量每個決策單位 (decision making unit, 簡稱 DMU) 單一投入轉換為單一產出之生產效率。然而，當投入或產出並非為單一項目時，會導致難以確切計算投入轉換為產出的效率值 (Sharma and Thomas 2008)。因此，Charnes, Cooper and Rhodes (1978) 提出固定規模報酬模型 (Constant Returns to Scale model, 簡稱 CRS 模型；亦稱 CCR 模型)，此模型假設所有的決策單位 (DMU) 皆處於最適規模 (optimal scale) 之情況下之進行作業，並以線性規劃之概念，根據實際決策單位 (DMU) 之資料，建立一條效率值為一的目標生產邊界，作為決策單位衡量技術效率 (technical efficiency) 之基準。<sup>3</sup> Banker, Charnes and Cooper (1984) 認為，並非所有 DMU 皆為最適規模。因此，進一步將 CRS DEA 模型延伸為變動規模報酬模型 (Variable Returns to Scale model, 簡稱 VRS 模型，亦稱 BCC 模型)，將技術效率值區分為純技術效率以及規模效率 (scale efficiency)。<sup>4</sup>

本研究參考 Hashimoto and Haneda (2008)、Kafouros (2006) 以及 Sharma and Thomas (2008) 衡量創新效率之投入產出變數，以研發資本作為投入面之變數；專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數做為產出面之變數，由於本研究以專利權之相關資訊作為創新產出之衡量，根據 Hall, Jaff and Trajtenberg (2001) 對於 90 年代於美國專利暨商標局專利權申請至核准時間之差異，大都落於一、兩年之期間，並發現專利權申請與核准時間之差異有越來越小之趨勢。因此，本研究創新投入與創新產出之時間關係採遞延一年，即以前期之研發資本做為投入面之變數；以當期之專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數作為產出面之變數，本研究考量 CRS 模型為假設生產過程皆屬固定規模報酬之情況，亦即，投入量以等比例增加時，產出亦應以等比增加。然而生產過程亦可能屬規模報酬遞增或規模報酬遞減 (高強、黃訊男、末吉俊幸 2003)，故參考 Hashimoto and Haneda (2008) 以及 Diaz-Balteiro et al. (2006) 資料包絡分析法之運用，本研究利用投入導向之 VRS 模型以衡量創新活動之效率值。其中，效率值介於 0 到 1 之間，當效率值越接近 1，表示公司之創新活動越有效率；反之，若效率值越接近 0，表示公司創新活動越無效率。其創新效率之投入、產出變數如下：

---

<sup>2</sup> 經濟學者於評估生產效率之研究方法主要分為參數法 (parametric approach) 以及非參數法 (non-parametric approach) 兩種 (李文福、蔡秋田 2004)。

<sup>3</sup> 參考資料：檔案管理

[http://wiki.archives.gov.tw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=970&Itemid=108](http://wiki.archives.gov.tw/index.php?option=com_content&view=article&id=970&Itemid=108).

<sup>4</sup> Aly, Grabowski, Pasurka and Rangan (1990) 也延伸 CRS 模型，以衡量決策單位之配置效率 (allocative efficiency)。

#### (1) 投入面—前期研發資本 (*lagRK*)

由於本年度之創新產出所耗資源，並非單只限於當年度投入的研發費用，而是由過去至今的研發投入資源累積而形成 (Tsai 2005)，因此本研究沿用過去 Oriani and Sobrero (2008) 衡量研發資本之方式，以假設過去研發費用每年以固定 15% 比例遞減，研發資本定義如下：

$$lagRK_{i,t} = (1 - 15\%)lagRK_{i,(t-2)} + lagR_{i,t-1}$$

其中，*i* 代表公司別；*t* 代表年度別；*lagRK* 為前期之研發資本；*R* 為研發費用。

#### (2) 產出面—專利權數 (*PATENT*)

專利權，被視為創新活動下之產物，過去許多研究皆以專利權數以衡量創新活動之績效 (Griliches 1990；Hashimoto and Haneda 2008；Sharma and Thomas 2008)。因此本研究以公司於美國專利暨商標局申請核准公告之專利權總數作為衡量。

#### (3) 產出面—專利權被引用數 (*CITED*)

專利權被引用數為過去文獻衡量專利權品質之典型代表 (Griliches 1990)，Sharma and Thomas (2008) 認為被引用次數之分析為辨識高品質專利較佳之方式。若單以專利權作為創新活動產出績效，則會低估創新活動之價值 (Lanjouw and Schankerman 2004)。故本研究以公司之專利於美國專利暨商標局申請核准公告之專利權被引用次數做為衡量。

#### (4) 產出面—專利範圍宣告數 (*CLAIMS*)

專利權範圍，攸關此專利藉由法令保護而所囊括之權利 (Nerkar and Paruchuri 2005)，也能表示出此專利所擁有之價值。故本研究以公司當年度於美



國專利暨商標局申請核准專利權之宣告總數作為最後一個創新效率之產出面變數。

### 三、控制變數

為了控制其他條件不變之情況下，以探討創新能力、創新效率以及公司價值間之關係。本研究針對公司之規模、營運狀況以及財務結構予以控制。其控制變數如下：

#### 1. 公司成長性 (*GROWTH*)

當公司期望未來得以成長，則會投入更多的資金於創新活動中，並加速其研發速度，期望得以提升創新產出之數量 (Nagaoka 2007)。此外，Tobin's *q* 為得以反映未來公司之成長機會 (楊朝旭、蔡柳卿、吳幸蓁 2008)。故本研究以銷貨成長率作為公司成長性之衡量；預期公司成長性越高公司之創新效率及公司價值越高。公司成長性之定義如下：

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

其中，*i*代表公司別；*t*代表年度別；*GROWTH*為公司成長性；*SALES*為銷貨收入。

#### 2. 公司負債比率 (*DEBT*)

負債比率之高低得以顯現公司財務結構之好壞，進而影響創新活動進行之順利與否 (Nagaoka 2007)，也影響外界對於公司之評價。因此，本研究以負債比率做為公司財務結構之代理變數，預期公司之負債比率越高，會不利於公司之創新效率及公司價值。其定義如下：

$$DEBT_{i,t} = LIABILITIES_{i,t} / TA_{i,t}$$

其中*i*代表公司別；*t*代表年度別；*DEBT*為負債比率；*LIABILITIES*為公司總

負債； $TA$  為公司資產總額。

### 3. 公司規模 ( $SIZE$ )

Henderson and Cockburn (1997) 指出，規模較大之公司具有較高之能力以吸收內外部知識，並且較能承擔不同投資組合之研究計畫。Legge (2000) 認為，研發效果受到公司規模之影響；大規模之公司較能駕馭創新，進而改善創新效率。因此，本研究參考 Tsai (2001) 之研究，以銷貨收入淨額取自然對數控制公司之規模，預期公司規模越大，其創新效率、公司價值越佳。公司規模定義如下：

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

其中， $i$  代表公司別； $t$  代表年度別； $SALES$  為銷貨收入。

### 4. 自由現金流量 ( $FCF$ )

公司擁有之現金流量，得以瞭解公司若處於緊急情況應對能力以及是否具有足夠進行未來之投資之本錢，也得以看出公司償債之能力 (Blundell, Griffith and Reenen 1999)。為了捕捉公司得以自由運用之現金，本研究參考 Bushee (1998) 自由現金流量之衡量，以營業活動之現金流量加上公司購置固定資產之現金流量，並以總資產進行平減，預期自由現金流量越高，創新效率、公司價值越高。自由現金流量之定義如下：

$$FCF_{i,t} = (OCF_{i,t} - CapitalP_{i,t}) / TA_{i,t}$$

其中  $i$  代表公司別； $t$  代表年度別； $FCF$  為自由現金流量； $OCF$  為營業活動現金流量； $CapitalP$  為購置固定資產之現金流量； $TA$  為公司資產總額。

### 5. 產業別 ( $\sum_{j=1}^7 D_j$ )

由於電子資訊業規模龐大，業內各次產業之性質也不盡相同。徐佳豪 (2007)

於探討台灣高科技製造業附加價值影響因素發現，各次產業創新活動所創造之附加價值不盡相同。此外，本研究初步統計電子資訊次產業上市公司之平均市場價值如表 3-2 發現，各次產業之市場規模有一定之差異，並進一步以單因子 ANOVA 檢定，如表 3-3 所示，檢定結果 P 值 $<0.01$ ，表示各次產業間之市場規模有所差異。因此，本研究將次產業別納入控制變數，並以台灣經濟新報之產業分類為標準將電子資訊業分為八類次產業，如表 3-4 所示。此外，並將以上變數名稱、代號、定義以及預期符號彙整如表 3-5 所示。

表 3-2 電子資訊次產業之上市、櫃公司 2005 年至 2008 市場價值平均數

產業代碼	電子資訊次產業	市值平均數(百萬元)
24	半導體	34,541.11
25	電腦及週邊設備業	15,910.17
26	光電業	14,877.60
27	通訊網路業	23,683.71
28	電子零組件業	5,389.91
29	電子通路業	4,014.70
30	資訊服務業	2,260.59
31	其他電子資訊業	21,741.98

表 3-3 單因子 ANOVA 檢定表

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	2.65E+11	7	3.78E+10	5.17	0.00	2.01
組內	1.73E+13	2359	7.32E+09			
總和	1.75E+13	2366				

表 3-4 產業別代碼說明

變數名稱	產業代碼	產業
D1	25	1=電腦及週邊設備業，0=非電腦及週邊設備業
D2	26	1=光電業，0=非光電業
D3	27	1=通訊網路業，0=非通訊網路業
D4	28	1=電子零組件業，0=非電子零組件業
D5	29	1=電子通路業，0=非電子通路業
D6	30	1=資訊服務業，0=非資訊服務業
D7	31	1=其他電子資訊業，0=非其他電子資訊業

註：本研究以半導體產業為基準，共設 7 個產業變數。

#### 6. 時間變數 ( $\sum_{y=3}^1 T_y$ )

由於專利權被引用數，容易受到時間之影響。即公司之專利權核准日期越近期，其專利權被引用數則會越少。因此，本研究排除 2010、2009 年之專利權資料，並利用以 2005 年基準，設立 3 個時間之虛擬變數，對時間進行控制。以上所述變數名稱、代號、定義以及預期符號彙整如表 3-5 所示。

表 3-5 定義變數彙總表

變數名稱	變數代號	定義	預期符號		
應變數					
市場價值	<i>TB</i>	[(公司年底之每股市價×流通在外之普通股、特別股股數) + 負債總額/總資產]取自然對數			
	<i>IE</i>	以研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動規模報酬效率值			
創新效率	投入 前期研發資本	<i>lagRK</i>	至前期之研發費用累計數		
	產出變數	專利權數	<i>PATENT</i>	於美國專利暨商標局申請之專利件數	
		專利權被引用數	<i>CITED</i>	於美國專利暨商標局經核准公告之專利被引用次數	
		專利權範圍宣告數	<i>CLAIMS</i>	於美國專利暨商標局核准公告之專利權範圍宣告總數	
自變數					
創新能力	<i>lagTCT</i>	前期技術週期	-		
	<i>IE</i>	以研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動規模報酬效率值	+		
創新效率	投入 研發資本	<i>lagRK</i>	至前期之研發費用累計數	+/-	
	產出變數	專利權數	<i>PATENT</i>	於美國專利暨商標局申請之專利件數	+/-
		專利權被引用數	<i>CITED</i>	於美國專利暨商標局經核准公告之專利被引用次數	+/-
		專利權範圍宣告數	<i>CLAIMS</i>	於美國專利暨商標局核准公告之專利權範圍宣告總數	+/-
控制變數					
公司成長性	<i>GROWTH</i>	(本期銷貨淨額-前期銷貨淨額)/前期銷貨淨額	+		
公司負債比率	<i>DEBT</i>	負債總額/總資產	-		
公司規模	<i>SIZE</i>	銷貨收入淨額取自然對數	+		
自由現金流量	<i>FCF</i>	(營業活動之現金流量 + 購置固定資產之現金流量)/總資產	+		
產業別	$\sum_{j=1}^7 D_j$	以半導體業為基準之產業虛擬變數	+/-		
時間變數	$\sum_{y=1}^3 T_y$	以 2005 年為基準之時間虛擬變數	+/-		

#### 第四節 研究模型

為探討創新能力、創新效率以及公司價值三者間之直接關係與間接關係，本研究採用路徑分析 (path analysis) 之方式予以檢視。路徑分析，屬於結構方程模組 (structural equation modeling, 簡稱 SEM) 的一種，主要用以檢測變數之間的因果關係 (尤隨樺 2005)。本研究初步檢測創新能力對創新效率之影響 (假說 1)，由於本研究利用資料包絡分析法以衡量創新效率 ( $IE_{it}$ ) 之大小，效率值介於 0 至 1 之間，其範圍受到限制，故本研究以 Tobit 模型以探討創新能力對創新效率之影響 (假說 1)。研究模型如下：

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

為探討創新能力與公司價值之關係 (假說 2)，本研究使用模型如下：

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 FCF_{i,t} + \beta_4 GROWTH_{i,t} + \beta_5 DEBT_{i,t} + \beta_6 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

為探討創新效率與公司價值之關係 (假說 3)，本研究使用模型如下：

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 FCF_{i,t} + \beta_4 GROWTH_{i,t} + \beta_5 DEBT_{i,t} + \beta_6 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

為探討創新效率對於創新能力與公司價值關係之中介效果，本研究使用研究模型如下：

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 FCF_{i,t} + \beta_4 GROWTH_{i,t} + \beta_5 DEBT_{i,t} + \beta_6 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

其中， $i$  代表公司別； $t$  代表年度別； $TB_{i,t}$  為公司價值； $IE_{i,t}$  為創新效率； $lagTCT_{i,t}$  為前期技術週期； $GROWTH_{i,t}$  為公司之成長性； $DEBT_{i,t}$  為公司負債比率； $SIZE_{i,t}$  為公司規模； $FCF_{i,t}$  為自由現金流量；產業變及時間變數分別為  $\sum_{j=1}^7 D_j$ 、 $\sum_{y=1}^3 T_y$ 。

## 第五節 研究樣本、期間與資料來源

本研究以台灣證券交易所之電子資訊業於美國專利暨商標局申請專利之上市櫃公司為研究對象，有關專利權之樣本資料來源取自於美國專利暨商標局；財務資料來於為台灣經濟新報資料庫。

為了解專利權申請時間與核准時間差異之情況，本研究收集 2004 年至 2010 年 4 月之專利權樣本；有關財務資料部分，由於創新投入至創新產出間具有遞延之情況，因此本研究蒐集 2004 年至 2008 年之財務資料，最終之研究樣本期間為 2005 年至 2008 年。樣本選取表、樣本產業年度分佈狀況表如表 3-6、3-7，有關財務資料選樣部分，本研究刪除資料不齊全、以及由櫃買中心管理之樣本；有關專利權選樣部分，本研究刪除非電子業上市櫃公司之樣本，並進一步換算為公司/年度觀察值，進而扣除 2009、2010 年資料，最終公司/年度樣本共 586 筆。

表 3-6 樣本選取表

財務選樣標準	財務資料	專利權選樣標準	專利權資料
2005 年至 2008 原始觀察值	3,588	2004 年至 2010 年 4 月原始觀察值	329,091
減：資料不齊全者	(2,994)	減：非電子業上市櫃公司	(129,506)
減：由櫃買中心管理	(8)	減：轉換為公司/年度觀察值	(198,299)
		減：2009、2010 年資料	(700)
公司/年度樣本數合計	586	公司/年度樣本數合計	586

表 3-7 樣本產業年度分佈狀況表

產業別 (代碼)	2005	2006	2007	2008	合計	%
半導體 (24)	37	39	41	44	161	27.47
電腦及周邊設備 (25)	33	37	37	37	144	24.57
光電業 (26)	21	23	27	26	97	16.55
通訊網路 (27)	10	10	11	9	40	6.83
電子零組件 (28)	16	20	24	26	86	14.68
電子通路 (29)	2	2	2	1	7	1.19
資訊服務 (30)	1	0	2	1	4	0.68
其他電子資訊 (31)	11	12	13	11	47	8.02
合計	131	143	157	155	586	100.00

## 第肆章 研究結果分析

### 第一節 基本資料分析

#### 一、敘述性統計量分析

本研究針對整體變數間進行敘述性統計量分析，由表 4-1 可以得知公司價值 ( $TB$ ) 平均數以及中位數，皆大於 0，可以了解到儘管 2008 年台灣電子產業深受金融海嘯之影響，但 2005 年至 2008 年整體看來，電子產業仍具有較高之市場評價。至於創新能力 ( $lagTCT$ )，從表 4-1 可以得知，平均數以及中位數大約四年到五年左右，表示電子產業公司平均需要花費四、五年之時間進行吸收並進一步轉化為成功之創新。此外，電子產業之創新效率平均數 ( $IE$ ) 為 0.123；中位數為 0.059，創新效率 ( $IE$ ) 之平均數以及中位數間之差異甚大，由此可以得知，電子產業公司間，於創新活動之資源運用效率差異頗大。

表 4-1 敘述統計量

變數 <sup>a</sup>	平均數	標準差	中位數	最小值	最大值
$TB$	0.32	0.521	0.2616	-0.798	2.142
$lagTCT$	4.905	2.809	4	1	20
$IE$	0.123	0.18	0.059	0.001	1
$GROWTH$	0.049	0.299	0.024	-0.73	1.762
$DEBT$	0.341	0.157	0.344	0.04	0.859
$FCF$	0.067	0.112	0.062	-0.28	0.517
$SIZE$	15.955	1.731	15.607	12.11	21.111

<sup>a</sup> $TB$	:	公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；
$lagTCT$	:	前期技術週期；
$IE$	:	以研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動規模報酬效率值；
$GROWTH$	:	本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；
$DEBT$	:	負債總額除以資產總額；
$FCF$	:	營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；
$SIZE$	:	銷貨淨額取自然對數。



## 二、相關係數分析

表 4-2 為各變數間之相關性分析結果，右上角為 Pearson 相關係數；左下角為 Spearman 相關係數。從表 4-2 可以得知，有關計算創新效率之投入 (*lagRK*)、產出變數 (*PATENT*、*CLAIM*、*CITED*) 間具有顯著的相關性，表示本研究計算創新效率之投入產出變數組合未有不適當。此外，自變數間之相關性以負債比率 (*DEBT*) 與自由現金流量 (*FCF*)、公司規模 (*SIZE*) 之相關性，以及公司規模 (*SIZE*) 與公司成長性 (*GROWTH*) 之相關性偏高，其相關係數絕對值皆超過 0.2 以上。故本研究進一步進行共線性檢定 (VIF)，平均 VIF 值為 1.38；最大 VIF 值為 1.59，表示各自變數間共線性問題並不大。

表 4-2 相關係數矩陣<sup>a</sup>

變數 <sup>b</sup>	<i>lagRK</i>	<i>PATENT</i>	<i>CLAIMS</i>	<i>CITED</i>	<i>TB</i>	<i>IE</i>	<i>lagTCT</i>	<i>GROWTH</i>	<i>DEBT</i>	<i>FCF</i>	<i>SIZE</i>
<i>lagRK</i>		0.64 ***	0.71 ***	0.32 ***	0.02	0.05	-0.05	0.00	0.02	0.06	0.56 ***
<i>PATENT</i>	0.64 ***		0.94 ***	0.79 ***	0.12 ***	0.46 ***	-0.06	0.08 *	0.01	0.02	0.45 ***
<i>CLAIMS</i>	0.68 ***	0.92 ***		0.70 ***	0.14 ***	0.43 ***	-0.05	0.06	-0.06	0.07	0.42 ***
<i>CITED</i>	0.45 ***	0.79 ***	0.70 ***		0.15 ***	0.54 ***	-0.08 *	0.13 ***	0.07	-0.01	0.39 ***
<i>TB</i>	-0.02	0.08 *	0.10 **	0.18 ***		0.11 ***	-0.07 *	0.33 ***	-0.26 ***	0.33 ***	0.00
<i>IE</i>	-0.47 ***	0.26 ***	0.17 ***	0.36 ***	0.15 ***		-0.07	0.10 **	-0.01	-0.04	0.03
<i>lagTCT</i>	0.01	-0.05	-0.02	-0.12 ***	-0.07 *	-0.05		-0.07 *	-0.12 ***	0.04	-0.16 ***
<i>GROWTH</i>	-0.03	0.06	0.04	0.13 ***	0.37 ***	0.13 ***	-0.06		0.10 **	0.00	0.24 ***
<i>DEBT</i>	0.12 ***	0.10 **	0.05	0.20 ***	-0.23 ***	-0.07	-0.16 ***	0.10 **		-0.39 ***	0.38 ***
<i>FCF</i>	0.09 **	0.02	0.05	-0.03	0.29 ***	-0.07 *	0.08 *	0.01	-0.40 ***		-0.02
<i>SIZE</i>	0.75 ***	0.58 ***	0.56 ***	0.54 ***	0.00	-0.22 ***	-0.11 ***	0.19 ***	0.39 ***	-0.01	

<sup>a</sup> 本表上方為 Pearson 相關係數；下方為 Spearman 相關係數。\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%及 10%的顯著水準。

- <sup>b</sup> *lagRK* : 至前期之研發費用累計數；
- PATENT* : 於美國專利暨商標局申請之專利件數；
- CITED* : 於美國專利暨商標局經核准公告之專利被引用次數；
- CLAIMS* : 於美國專利暨商標局核准公告之專利權範圍宣告總數；
- TB* : 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；
- IE* : 以研發資本為投入面；專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動規模報酬效率值；
- lagTCT* : 前期技術週期；
- GROWTH* : 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；
- DEBT* : 負債總額除以資產總額；
- FCF* : 營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；
- SIZE* : 銷貨淨額取自然對數。

## 第二節 研究結果

本研究以路徑分析法測試創新能力、創新效率以及公司價值之關係，本節分為五大主題探討，分別為一、創新能力對創新效率之影響；二、創新能力對創新效率之影響；三、創新效率與公司價值之關係，以及四、創新能力透過創新效率對公司價值之影響。最後，本研究將樣本以研發資本中位數進一步區分高研發資本、低研發資本公司，進一步探討三者間之關係。

### 一、創新能力對創新效率之影響

如表 4-3，本研究以 Tobit 模型測試創新能力對創新效率之影響，此外，為了後續易於比較創新能力透過創新效率對公司價值之影響，因此本研究於表 4-3 中亦呈現標準化之 OLS。由表 4-3 可以得知，兩模型對於創新能力與創新效率間之關係結果一致，即前期技術週期 (*lagTCT*) 對創新效率 (*IE*) 具有顯著負向影響 (係數-0.006、0.087，t 值-2.24、-2.21)，表示前期技術週期愈短創新效率越佳，意即公司之創新能力越好，其創新效率越佳，此結果與假說 1 一致。

在控制變數方面，負債比率 (*DEBT*) 以及公司規模 (*SIZE*) 之係數分別為顯著為負 (係數-0.140、-0.120，t 值-2.56、-2.52) 及顯著為正 (係數 0.014、0.125，t 值 2.92、2.81)，表示大規模、低負債比率之公司，其創新效率較佳。而產業別虛擬變數之部分，產業別 *D4*、*D7* 之係數顯著為正 (係數為 0.158、0.309，t 值為 6.83、6.81)、(係數為 0.102、0.151，t 值為 3.66、3.57)，表示電子零組件業以及其他電子資訊業相較於半導體業而言，具有較佳之創新效率。此外，時間虛擬變數之係數皆顯著為負，表示電子業在 2006、2007、2008 年之創新效率，皆劣於 2005 年。

### 二、創新能力對公司價值之影響

有關創新能力對公司價值之影響，如表 4-4 模型 (2) 呈現，前期技術週期對公司價值間具顯著負向影響 (係數-0.089，t 值-2.74)，表示公司前期技術週期越短，公司價值越高，意即公司創新能力越好，公司價值越高，此結果與假說 2 一致。

控制變數方面，公司成長性以及自由現金流量之係數皆顯著為正，表示公司之成長及其擁有之現金皆助於公司價值之提升。(係數分別為 0.276、0.253，t 值分別為 8.17、7.09)；而負債比率之係數顯著為負表示公司之負債比例越高，越對公司價值不利(係數為-0.163，t 值為-4.13)。此外，有關產業別虛擬變數之部分，除了 D3 通訊網路業、D5 電子通路及 D6 資訊服務之產業別虛擬變數不顯著外，其餘四個產業虛擬變數之係數皆顯著為負，由此可知，半導體業於整體電子產業中，具有較高之公司價值。而時間虛擬變數之部分，T3-2008 年之虛擬變數係數顯著為負，2008 年正逢電子業深受金融海嘯波及之時期，由此可以看出 2008 年金融海嘯對電子業公司之價值損害。

### 三、創新效率對公司價值之影響

有關創新效率對公司價值之影響如表 4-4 模型 (3)，創新效率對公司價值具有顯著正向影響 (係數 0.081，t 值 2.34) 表示公司之創新效率越佳，則公司之價值越高，此結果與假說 3 一致。有關控制變數之部分，顯著性及方向大致與本研究之模型 (2) 相符。

### 四、創新能力透過創新效率影響公司價值

從表 4-4 模型 (4) 可以得知，創新效率對公司價值具顯著正向影響 (係數 0.073，t 值 2.11)；技術週期對公司價值具顯著負向影響 (係數-0.082，t 值-2.54)，即創新能力對公司價值具顯著正向影響。比較模型 (2)、模型 (4)，創新能力、創新效率對公司價值之影響可以得知，模型 (4) 前期技術週期之係數絕對值小於模型 (2) (-0.082 vs. -0.089)，顯示創新效率部分中介創新能力對公司價值之影響，意即創新能力部分透過創新效率提升公司價值，此結果部分支持假說 4。

表 4-3 創新能力與創新效率之關係：全樣本

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 <sup>b</sup> 符號	模型(1)：Tobit		模型(1)：OLS	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	0.038	0.52	-	0.61
<i>IE</i>	+				
<i>lagTCT</i>	-	-0.006 **	-2.24	-0.087 **	-2.21
<i>FCF</i>	+	-0.088	-1.27	-0.055	-1.27
<i>GROWTH</i>	+	0.013	0.51	0.021	0.51
<i>DEBT</i>	-	-0.140 ***	-2.56	-0.120 ***	-2.52
<i>SIZE</i>	+	0.014 ***	2.92	0.125 ***	2.81
<i>T1</i>	?	-0.072 ***	-3.59	-0.170 ***	-3.55
<i>T2</i>	?	-0.117 ***	-5.91	-0.284 ***	-5.85
<i>T3</i>	?	-0.119 ***	-5.91	-0.290 ***	-5.87
<i>D1</i>	?	-0.019	-0.98	-0.045	-0.97
<i>D2</i>	?	0.029	1.29	0.059	1.29
<i>D3</i>	?	-0.030	-1.03	-0.042	-1.01
<i>D4</i>	?	0.158 ***	6.83	0.309 ***	6.81
<i>D5</i>	?	0.003	0.05	0.002	0.05
<i>D6</i>	?	-0.021	-0.25	-0.010	-0.25
<i>D7</i>	?	0.102 ***	3.66	0.151 ***	3.57
樣本數		586		586	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		$X^2=115.78***$		$F=8.40***$	0.16

<sup>a</sup>TB 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；IE 以研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；lagTCT 前期技術週期；GROWTH 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；DEBT 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；SIZE 銷貨淨額取自然對數；D1~D7 以半導體業為基準之產業虛擬變數；T1~T3 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup>各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

表 4-4 創新能力、創新效率與公司價值之關係：全樣本

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 FCF_{i,t} + \beta_4 GROWTH_{i,t} + \beta_5 DEBT_{i,t} + \beta_6 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 符號 <sup>b</sup>	模型(2)		模型(3)		模型(4)	
		係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	- ***	4.54	- ***	3.92	- ***	4.50
<i>IE</i>	+			0.081 ***	2.34	0.073 **	2.11
<i>lagTCT</i>	-	-0.089 ***	-2.74			-0.082 ***	-2.54
<i>FCF</i>	+	0.253 ***	7.09	0.257 ***	7.18	0.257 ***	7.21
<i>GROWTH</i>	+	0.276 ***	8.17	0.277 ***	6.86	0.274 ***	8.15
<i>DEBT</i>	-	-0.163 ***	-4.13	-0.146 ***	-3.69	-0.154 ***	-3.90
<i>SIZE</i>	+	-0.022	-0.58	-0.022	-0.59	-0.031	-0.83
<i>T1</i>	?	0.040	1.01	0.051	1.27	0.052	1.31
<i>T2</i>	?	0.019	0.47	0.042	1.01	0.039	0.96
<i>T3</i>	?	-0.374 ***	-9.14	-0.349 ***	-8.28	-0.352 ***	-8.40
<i>D1</i>	?	-0.137 ***	-3.52	-0.137 ***	-3.51	-0.133 ***	-3.44
<i>D2</i>	?	-0.142 ***	-3.73	-0.146 ***	-3.83	-0.146 ***	-3.85
<i>D3</i>	?	-0.020	-0.58	-0.018	-0.53	-0.017	-0.49
<i>D4</i>	?	-0.124 ***	-3.31	-0.153 ***	-3.93	-0.147 ***	-3.77
<i>D5</i>	?	-0.045	-1.37	-0.052	-1.60	-0.045	-1.38
<i>D6</i>	?	0.054 *	1.67	0.056 *	1.72	0.055 *	1.70
<i>D7</i>	?	-0.066 *	-1.88	-0.090 ***	-2.59	-0.077 **	-2.18
樣本數		586		586		586	
		$F = 29.61***$		$F = 29.37***$		$F = 28.20***$	
$Adj R^2$		0.42		0.42		0.43	

<sup>a</sup>*TB* 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；*IE* 以研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；*lagTCT* 前期技術週期；*GROWTH* 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；*DEBT* 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；*SIZE* 銷貨淨額取自然對數；*D1~D7* 以半導體業為基準之產業虛擬變數；*T1~T3* 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup> 各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

## 五、樣本分群

為瞭解高研發資本與低研發資本公司在創新能力及其與創新效率與公司價值之關係，是否有顯著差異，本研究以研發資本中位數為基準，將樣本進一步區分為高研發資本以及低研發資本兩群，高研發資本之樣本測試結果如表 4-5、4-6 呈現：前期技術週期對創新效率、公司價值具顯著負向影響 (Tobit 模型、OLS 模型係數分別為-0.007、-0.092，t 值分別為-1.66、-1.64)、(係數為-0.104，t 值為-2.22)，即公司之創新能力越高，其創新效率及公司價值越高。而創新能力透過創新效率影響公司價值方面，比較表 4-6 模型 (2)、模型 (4)，創新能力、創新效率對公司價值之影響可以得知，模型 (4) 前期技術週期之係數絕對值小於模型 (2) (-0.104 vs. -0.087)，顯示創新效率部分中介創新能力與公司價值之關係，意即，創新能力部分透過創新效率提升公司價值，由上述結果可以得知，高研發資本之樣本與全樣本之測試結果相符。

至於低研發資本之樣本，從表 4-7、4-8 可以得知，低研發資本之公司，較佳之創新能力得以提升公司之創新效率以及公司價值 (Tobit 模型、OLS 模型係數分別為-0.004、-0.074，t 值為-1.39、-1.34)、(係數-0.092，t 值-2.03)，此結果與主測試結果、高研發資本測試結果一致；然而低研發資本之公司，其創新效率並無法提升公司價值。而有關創新能力透過創新效率影響公司價值方面，比較表 4-8 模型 (2)、模型 (4) 可以得知，模型 (4) 前期技術周期係數之絕對值未小於模型 (2) (-0.094 vs -0.092)，表示創新能力並未透過創新效率影響公司價值。此結果不支持本研究之假說 4。

表 4-5 創新能力與創新效率之關係：高研發資本

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數 <sup>a</sup>	預期符號 <sup>b</sup>	模型(1)：Tobit		模型(1)：OLS	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	-0.352 ***	-2.91	- ***	-2.79
<i>IE</i>	+				
<i>lagTCT</i>	-	-0.007 **	-1.66	-0.092 *	-1.64
<i>FCF</i>	+	-0.115 *	-1.31	-0.081	-1.28
<i>GROWTH</i>	+	0.052 **	1.65	0.095 *	1.62
<i>DEBT</i>	-	-0.168 **	-2.32	-0.163 **	-2.25
<i>SIZE</i>	+	0.034 ***	4.94	0.305 ***	4.79
<i>T1</i>	?	-0.014	-0.48	-0.036	-0.47
<i>T2</i>	?	-0.035	-1.22	-0.092	-1.18
<i>T3</i>	?	-0.019	-0.64	-0.053	-0.65
<i>D1</i>	?	-0.079 ***	-3.15	-0.205 ***	-3.09
<i>D2</i>	?	-0.053 *	-1.88	-0.113 *	-1.84
<i>D3</i>	?	-0.092 ***	-2.71	-0.151 ***	-2.67
<i>D4</i>	?	0.057	1.37	0.076	1.37
<i>D5</i>	?	-0.014	-0.15	-0.009	-0.15
<i>D6</i>	?	-0.024	-0.22	-0.012	-0.23
<i>D7</i>	?	0.144 ***	3.98	0.220 ***	3.83
樣本數		293		293	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		$\chi^2 = 89.15^{***}$		$F = 6.57^{***}$	0.22

<sup>a</sup>TB 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；IE 以研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；lagTCT 前期技術週期；GROWTH 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；DEBT 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；SIZE 銷貨淨額取自然對數；D1~D7 以半導體業為基準之產業虛擬變數；T1~T3 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup>各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。



表 4-6 創新能力、創新效率與公司價值之關係：高研發資本

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 FCF_{i,t} + \beta_4 GROWTH_{i,t} + \beta_5 DEBT_{i,t} + \beta_6 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 符號 <sup>b</sup>	模型(2)		模型(3)		模型(4)	
		係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	- **	2.39	- ***	2.62	- ***	3.05
<i>IE</i>	+			0.198 ***	4.03	0.189 ***	3.85
<i>lagTCT</i>	-	-0.104 **	-2.22			-0.087 **	-1.89
<i>FCF</i>	+	0.353 ***	6.69	0.376 ***	7.26	0.368 ***	7.13
<i>GROWTH</i>	+	0.213 ***	4.33	0.195 ***	4.03	0.195 ***	4.05
<i>DEBT</i>	-	-0.019	-0.31	0.026	0.44	0.012	0.20
<i>SIZE</i>	+	-0.028	-0.52	-0.075 *	-1.39	-0.086 *	-1.58
<i>T1</i>	?	0.004	0.07	-0.004	-0.06	0.011	0.18
<i>T2</i>	?	0.064	0.99	0.073	1.14	0.082	1.29
<i>T3</i>	?	-0.386 ***	-5.61	-0.387 ***	-5.74	-0.376 ***	-5.59
<i>D1</i>	?	-0.216 ***	-3.89	-0.176 ***	-3.17	-0.177 ***	-3.21
<i>D2</i>	?	-0.255 ***	-4.93	-0.230 ***	-4.52	-0.233 ***	-4.60
<i>D3</i>	?	-0.065	-1.37	-0.038	-0.80	-0.037	-0.78
<i>D4</i>	?	-0.030	-0.65	-0.056	-1.24	-0.045	-0.99
<i>D5</i>	?	-0.031	-0.66	-0.051	-1.15	-0.029	-0.64
<i>D6</i>	?	0.003	0.07	0.010	0.24	0.005	0.12
<i>D7</i>	?	-0.060	-1.24	-0.111 **	-2.31	-0.101 **	-2.10
樣本數		293		293		293	
		$F = 17.08^{***}$		$F = 18.51^{***}$		$F = 17.74^{***}$	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		0.45		0.47		0.48	

<sup>a</sup>*TB* 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；*IE* 以研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動規模報酬效率值；*lagTCT* 前期技術週期；*GROWTH* 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；*DEBT* 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；*SIZE* 銷貨淨額取自然對數；*D1~D7* 以半導體業為基準之產業虛擬變數；*T1~T3* 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup> 各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

表 4-7 創新能力與創新效率之關係：低研發資本

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數 <sup>a</sup>	預期符號 <sup>b</sup>	模型(1)：Tobit		模型(1)：OLS	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	-0.041	-0.28	-	-0.27
<i>IE</i>	+				
<i>lagTCT</i>	-	-0.004 *	-1.39	-0.074 *	-1.34
<i>FCF</i>	+	-0.050	-0.48	-0.029	-0.49
<i>GROWTH</i>	+	-0.036	-1.01	-0.055	-0.97
<i>DEBT</i>	-	-0.096	-1.22	-0.076	-1.20
<i>SIZE</i>	+	0.018 **	1.78	0.109 **	1.74
<i>T1</i>	?	-0.072 ***	-2.71	-0.166 ***	-2.62
<i>T2</i>	?	-0.131 ***	-4.83	-0.302 ***	-4.70
<i>T3</i>	?	-0.142 ***	-4.86	-0.303 ***	-4.73
<i>D1</i>	?	0.024	0.79	0.053	0.75
<i>D2</i>	?	0.084 **	2.57	0.173 **	2.50
<i>D3</i>	?	0.036	0.75	0.044	0.74
<i>D4</i>	?	0.184 ***	6.09	0.425 ***	5.95
<i>D5</i>	?	-0.011	-0.13	-0.007	-0.12
<i>D6</i>	?	0.001	0.01	0.000	0.01
<i>D7</i>	?	0.038	0.93	0.057	0.91
樣本數		293		293	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		$X^2 = 67.45^{***}$		$F = 4.82^{***}$	0.16

<sup>a</sup>TB 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；IE 以研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；lagTCT 前期技術週期；GROWTH 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；DEBT 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；SIZE 銷貨淨額取自然對數；D1~D7 以半導體業為基準之產業虛擬變數；T1~T3 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup>各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

表 4-8 創新能力、創新效率與公司價值之關係：低研發資本

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$TB_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 FCF_{i,t} + \beta_4 GROWTH_{i,t} + \beta_5 DEBT_{i,t} + \beta_6 SIZE + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 符號 <sup>b</sup>	模型(2)		模型(3)		模型(4)	
		係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	- **	2.25	- *	1.86	- **	2.24
<i>IE</i>	+			-0.013	-0.27	-0.022	-0.44
<i>lagTCT</i>	-	-0.092 **	-2.03			-0.094 **	-2.05
<i>FCF</i>	+	0.212 ***	4.37	0.208 ***	4.25	0.212 ***	4.35
<i>GROWTH</i>	+	0.335 ***	7.22	0.336 ***	7.19	0.334 ***	7.17
<i>DEBT</i>	-	-0.253 ***	-4.87	-0.249 ***	-4.75	-0.255 ***	-4.88
<i>SIZE</i>	+	0.000	-0.01	0.011	0.21	0.002	0.04
<i>T1</i>	?	0.076	1.46	0.077	1.45	0.072	1.37
<i>T2</i>	?	-0.028	-0.54	-0.026	-0.48	-0.035	-0.63
<i>T3</i>	?	-0.361 ***	-6.88	-0.357 ***	-6.53	-0.368 ***	-6.73
<i>D1</i>	?	-0.116 **	-2.03	-0.124 **	-2.15	-0.115 **	-2.00
<i>D2</i>	?	-0.048	-0.84	-0.048	-0.83	-0.044	-0.77
<i>D3</i>	?	0.015	0.32	0.014	0.28	0.016	0.33
<i>D4</i>	?	-0.146 **	-2.50	-0.147 **	-2.36	-0.137 **	-2.20
<i>D5</i>	?	-0.060	-1.31	-0.059	-1.29	-0.060	-1.31
<i>D6</i>	?	0.093 **	2.04	0.091 **	1.99	0.093 **	2.04
<i>D7</i>	?	-0.074	-1.43	-0.092 *	-1.81	-0.073	-1.41
樣本數		293		293		293	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		<i>F</i> = 16.27***		<i>F</i> = 15.77***		<i>F</i> = 15.22***	
		0.44		0.43		0.44	

<sup>a</sup>*TB* 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；*IE* 以研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用資料包絡分析法算出之變動規模報酬效率值；*lagTCT* 前期技術週期；*GROWTH* 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；*DEBT* 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；*SIZE* 銷貨淨額取自然對數；*D1~D7* 以半導體業為基準之產業虛擬變數；*T1~T3* 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup> 各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

### 第三節 敏感性測試

本研究共進行三項敏感性測試，以檢測本研究結果之穩定性。其一，有鑑於專利權價值依專利權之種類而有所不同，因此，本研究將專利權數進一步區分為發明專利權數及設計專利權數，使得原先創新效率產出面之變數由三項變為四項，以計算創新效率；其二，將創新效率產出面改採單一變數-專利權總數計算；最後，本研究改變創新能力之代理變數-前期技術週期之算法，以該專利核准時間與引用其他專利核准時間之差異的平均數取代原先以該專利核准時間與引用其他專利核准時間之差異的中位數，其測試結果分別如下：

#### 一、將專利權數進一步區分為發明專利權數及設計專利權數

由 4-9、4-10 結果可以得知，假說部分皆與主測試結果相符，即公司之創新能力越佳，越能提升其創新效率 (Tobit 模型、OLS 模型係數分別為-0.006、-0.086，t 值分別為-2.23、-2.21)；具有較佳之創新能力、創新效率之公司，享有較高之公司價值 (係數分別為-0.089、0.076，t 值-2.74、2.21)；而創新能力透過創新效率影響公司價值方面，表 4-10 中模型 (4) 前期技術週期之係數絕對值小於模型 (2) (-0.083 vs. -0.089)，顯示創新效率部分中介創新能力與對公司價值之影響，意即，創新能力部分透過創新效率提升公司價值。

#### 二、將創新效率產出面改採單一變數-專利權總數計算

本研究將創新效率之計算，刪除專利權被引用數以及專利權宣告數，變成單一投入-研發資本、單一產出-專利權數，利用資料包絡分析法之變動報酬模型重新計算，予以測試創新能力、創新效率以及公司價值之關係，由表 4-11、4-12 可以得知，測試結果皆與主測試結果相符。然而，從表 4-11 可以發現，模型 (3) 創新效率對公司價值影響之係數，相較於表 4-4 主測試結果創新效率之係數為低 (0.072 vs 0.081)；顯著性也較低 (t 值為 2.07 vs 2.34)，表示只利用單一投入、單一產出計算創新效率，有低估之可能性，此部分印證 Lanjouw and Schankerman (2004) 之觀點，即若單以專利權作為創新活動產出績效，則會低估創新活動之價值。

### 三、以平均數計算前期技術週期

從表 4-13、4-14 可以得知，將技術週期之計算由專利核准時間與引用其他專利核准時間差異之中位數改為平均數的測試結果雖與主測試結果相符，但其係數、顯著性與主測試結果較具差異。其中，有關創新能力對創新效率之影響方面，從表 4-13 可以得知，無論 Tobit 模型或 OLS 模型前期技術週期之係數、顯著性相較於表 4-3 主測試結果之係數、顯著性低 (Tobit 模型、OLS 模型係數分別為-0.003、-0.062 vs -0.006、-0.087，Tobit 模型、OLS 模型 t 值分別為-1.58、-1.56 vs -2.27、-2.24)；有關創新能力對公司價值影響，從表 4-14 模型 (2) 可以得知，前期技術週期之係數、顯著性相較於主測試結果表 4-4 模型 (2) 還低 (係數-0.049 vs -0.089；t 值-1.49 vs -2.74)。此測試結果與 Narin (1999) 之解釋相符，即公司產生創新所引用之知識，可能包含幾項歷史久遠之經典，以平均數之方式計算技術週期，相較於中位數而言，更易受到極端值之影響。

表 4-9 敏感性分析 1：創新能力與創新效率之關係

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 <sup>b</sup> 符號	模型(1)：Tobit		模型(1)：OLS	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	0.012	0.16	-	0.26
<i>IE</i>	+				
<i>lagTCT</i>	-	-0.006 **	-2.23	-0.086 **	-2.21
<i>FCF</i>	+	-0.088	-1.17	-0.051	-1.19
<i>GROWTH</i>	+	0.010	0.38	0.016	0.38
<i>DEBT</i>	-	-0.137 **	-2.31	-0.109 **	-2.28
<i>SIZE</i>	+	0.015 ***	3.04	0.131 ***	2.94
<i>T1</i>	?	-0.071 ***	-3.25	-0.155 ***	-3.23
<i>T2</i>	?	-0.116 ***	-5.41	-0.261 ***	-5.38
<i>T3</i>	?	-0.119 ***	-5.42	-0.268 ***	-5.44
<i>D1</i>	?	-0.017	-0.82	-0.038	-0.81
<i>D2</i>	?	0.034	1.41	0.064	1.39
<i>D3</i>	?	-0.031	-0.98	-0.040	-0.97
<i>D4</i>	?	0.183 ***	7.31	0.331 ***	7.29
<i>D5</i>	?	0.003	0.04	0.001	0.04
<i>D6</i>	?	-0.019	-0.20	-0.008	-0.21
<i>D7</i>	?	0.105 ***	3.45	0.143 ***	3.38
樣本數		586		586	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		$X^2 = 113.73***$		$F = 8.29***$	0.16

<sup>a</sup>TB 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；*IE* 以研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；*lagTCT* 前期技術週期；*GROWTH* 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；*DEBT* 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；*SIZE* 銷貨淨額取自然對數；*D1~D7* 以半導體業為基準之產業虛擬變數；*T1~T3* 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup>各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5% 及 10% 顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

表 4-10 敏感性分析 1：創新能力、創新效率與公司價值之關係

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 GROWTH_{i,t} + \beta_3 DEBT_{i,t} + \beta_4 SIZE_{i,t} + \beta_5 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 GROWTH_{i,t} + \beta_3 DEBT_{i,t} + \beta_4 SIZE_{i,t} + \beta_5 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \beta_6 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 <sup>b</sup> 符號	模型(2)		模型(3)		模型(4)	
		係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	- ***	4.54	- ***	3.95	- ***	4.53
<i>IE</i>	+			0.076 **	2.21	0.068 **	1.97
<i>lagTCT</i>	-	-0.089 ***	-2.74			-0.083 ***	-2.55
<i>FCF</i>	+	0.253 ***	7.09	0.257 ***	7.17	0.256 ***	7.20
<i>GROWTH</i>	+	0.276 ***	8.17	0.277 ***	8.20	0.275 ***	8.16
<i>DEBT</i>	-	-0.163 ***	-4.13	-0.147 ***	-3.73	-0.155 ***	-3.94
<i>SIZE</i>	+	-0.022	-0.58	-0.022	-0.58	-0.031	-0.82
<i>T1</i>	?	0.040	1.01	0.049	1.22	0.051	1.27
<i>T2</i>	?	0.019	0.47	0.039	0.94	0.037	0.89
<i>T3</i>	?	-0.374 ***	-9.14	-0.352 ***	-8.38	-0.355 ***	-8.50
<i>D1</i>	?	-0.137 ***	-3.52	-0.137 ***	-3.53	-0.134 ***	-3.46
<i>D2</i>	?	-0.142 ***	-3.73	-0.146 ***	-3.83	-0.147 ***	-3.85
<i>D3</i>	?	-0.020	-0.58	-0.018	-0.54	-0.017	-0.50
<i>D4</i>	?	-0.124 ***	-3.31	-0.154 ***	-3.91	-0.147 ***	-3.75
<i>D5</i>	?	-0.045	-1.37	-0.052	-1.60	-0.045	-1.38
<i>D6</i>	?	0.054 *	1.67	0.056 *	1.71	0.055 *	1.69
<i>D7</i>	?	-0.066 *	-1.88	-0.089 ***	-2.55	-0.075 **	-2.14
樣本數		586		586		586	
		$F = 29.61^{***}$		$F = 29.30^{***}$		$F = 28.14^{***}$	
<i>Adj R<sup>2</sup></i>		0.42		0.42		0.43	

<sup>a</sup>*TB* 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；*IE* 以研發資本為投入面，發明專利權數、設計專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；*lagTCT* 前期技術週期；*GROWTH* 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；*DEBT* 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；*SIZE* 銷貨淨額取自然對數；*D1~D7* 以半導體業為基準之產業虛擬變數；*T1~T3* 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup> 各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\* 為 1%、5% 及 10% 顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

表 4-11 敏感性分析 2：創新能力與創新效率之關係

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 <sup>b</sup> 符號	模型(1)：Tobit		模型(1)：OLS	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	0.123 **	1.96	- **	1.99
<i>IE</i>	+				
<i>lagTCT</i>	-	-0.005 **	-2.27	-0.087 **	-2.24
<i>FCF</i>	+	-0.074	-1.25	-0.053	-1.23
<i>GROWTH</i>	+	0.018	0.88	0.035	0.87
<i>DEBT</i>	-	-0.080 **	-1.71	-0.080 **	-1.69
<i>SIZE</i>	+	0.004	0.94	0.040	0.89
<i>T1</i>	?	-0.058 ***	-3.41	-0.161 ***	-3.39
<i>T2</i>	?	-0.090 ***	-5.32	-0.254 ***	-5.27
<i>T3</i>	?	-0.088 ***	-5.11	-0.249 ***	-5.08
<i>D1</i>	?	0.007	0.41	0.019	0.40
<i>D2</i>	?	0.035 *	1.84	0.083 *	1.82
<i>D3</i>	?	-0.008	-0.30	-0.012	-0.30
<i>D4</i>	?	0.160 ***	8.12	0.364 ***	8.06
<i>D5</i>	?	0.026	0.47	0.018	0.47
<i>D6</i>	?	-0.009	-0.13	-0.005	-0.13
<i>D7</i>	?	0.117 ***	4.87	0.200 ***	4.77
樣本數		586		586	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		$X^2 = 121.97***$		$F = 8.88***$	0.17

<sup>a</sup>TB 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；*IE* 以研發資本為投入面，專利權數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；*lagTCT* 前期技術週期；*GROWTH* 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；*DEBT* 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；*SIZE* 銷貨淨額取自然對數；*D1~D7* 以半導體業為基準之產業虛擬變數；*T1~T3* 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup>各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。



表 4-12 敏感性分析 2：創新能力、創新效率與公司價值之關係

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 GROWTH_{i,t} + \beta_3 DEBT_{i,t} + \beta_4 SIZE_{i,t} + \beta_5 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 GROWTH_{i,t} + \beta_3 DEBT_{i,t} + \beta_4 SIZE_{i,t} + \beta_5 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \beta_6 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 <sup>b</sup> 符號	模型(2)		模型(3)		模型(4)	
		係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	- ***	4.54	- ***	3.79	- ***	4.38
<i>IE</i>	+			0.072 **	2.07	0.064 **	1.84
<i>lagTCT</i>	-	-0.089 ***	-2.74			-0.083 ***	-2.56
<i>FCF</i>	+	0.253 ***	7.09	0.257 ***	7.16	0.256 ***	7.19
<i>GROWTH</i>	+	0.276 ***	8.17	0.276 ***	8.15	0.274 ***	8.12
<i>DEBT</i>	-	-0.163 ***	-4.13	-0.150 ***	-3.80	-0.157 ***	-4.00
<i>SIZE</i>	+	-0.022	-0.58	-0.014	-0.39	-0.024	-0.65
<i>T1</i>	?	0.040	1.01	0.049	1.21	0.050	1.26
<i>T2</i>	?	0.019	0.47	0.037	0.90	0.035	0.85
<i>T3</i>	?	-0.374 ***	-9.14	-0.354 ***	-8.46	-0.358 ***	-8.58
<i>D1</i>	?	-0.137 ***	-3.52	-0.142 ***	-3.64	-0.138 ***	-3.56
<i>D2</i>	?	-0.142 ***	-3.73	-0.147 ***	-3.85	-0.148 ***	-3.87
<i>D3</i>	?	-0.020	-0.58	-0.021	-0.60	-0.019	-0.56
<i>D4</i>	?	-0.124 ***	-3.31	-0.155 ***	-3.90	-0.147 ***	-3.73
<i>D5</i>	?	-0.045	-1.37	-0.053	-1.63	-0.046	-1.41
<i>D6</i>	?	0.054 *	1.67	0.055 *	1.71	0.054 *	1.68
<i>D7</i>	?	-0.066 *	-1.88	-0.093 ***	-2.63	-0.078 **	-2.21
樣本數		586		586		586	
		$F = 29.61^{***}$		$F = 29.23^{***}$		$F = 28.08^{***}$	
<i>Adj R<sup>2</sup></i>		0.42		0.42		0.43	

<sup>a</sup>*TB* 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；*IE* 以研發資本為投入面，專利權數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；*lagTCT* 前期技術週期；*GROWTH* 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；*DEBT* 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；*SIZE* 銷貨淨額取自然對數；*D1~D7* 以半導體業為基準之產業虛擬變數；*T1~T3* 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup> 各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\* 為 1%、5% 及 10% 顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

表 4-13 敏感性分析 3：創新能力與創新效率之關係

$$IE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 FCF_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 <sup>b</sup> 符號	模型(1)：Tobit		模型(1)：OLS	
		係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	0.016 *	0.21	-	0.31
<i>IE</i>	+				
<i>lagTCT</i>	-	-0.003 *	-1.58	-0.062 *	-1.56
<i>FCF</i>	+	-0.091 *	-1.32	-0.057 *	-1.32
<i>GROWTH</i>	+	0.014	0.56	0.023	0.56
<i>DEBT</i>	-	-0.136 ***	-2.49	-0.116 ***	-2.45
<i>SIZE</i>	+	0.014 ***	3.11	0.134 ***	3.00
<i>T1</i>	?	-0.074 ***	-3.66	-0.174 ***	-3.63
<i>T2</i>	?	-0.116 ***	-5.87	-0.282 ***	-5.80
<i>T3</i>	?	-0.118 ***	-5.86	-0.288 ***	-5.82
<i>D1</i>	?	-0.018	-0.89	-0.042	-0.89
<i>D2</i>	?	0.030	1.35	0.062	1.34
<i>D3</i>	?	-0.029	-0.99	-0.040	-0.97
<i>D4</i>	?	0.162 ***	6.90	0.317 ***	6.88
<i>D5</i>	?	0.009	0.14	0.006	0.14
<i>D6</i>	?	-0.022	-0.26	-0.010	-0.26
<i>D7</i>	?	0.101 ***	3.58	0.148 ***	3.49
樣本數		586		586	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		$X^2 = 113.27^{***}$		$F = 8.20^{***}$	0.16

<sup>a</sup>TB 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；IE 以研發資本為投入面，專利權數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；lagTCT 前期技術週期(以平均數衡量)；GROWTH 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；DEBT 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量減購買固定資產之現金流量除以總資產；SIZE 銷貨淨額取自然對數；D1~D7 以半導體業為基準之產業虛擬變數；T1~T3 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup>各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

表 4-14 敏感性分析 3：創新能力、創新效率與公司價值之關係

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 lagTCT_{i,t} + \beta_2 GROWTH_{i,t} + \beta_3 DEBT_{i,t} + \beta_4 SIZE_{i,t} + \beta_5 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 GROWTH_{i,t} + \beta_3 DEBT_{i,t} + \beta_4 SIZE_{i,t} + \beta_5 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$TB_{i,t} = \beta_o + \beta_1 IE_{i,t} + \beta_2 lagTCT_{i,t} + \beta_3 GROWTH_{i,t} + \beta_4 DEBT_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \beta_6 FCF + \sum_{j=1}^7 \phi_j D_j + \sum_{y=1}^3 \theta T_y + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

變數 <sup>a</sup>	預期 <sup>b</sup> 符號	模型(2)		模型(3)		模型(4)	
		係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
<i>Intercept</i>	?	- ***	4.13	- ***	3.92	- ***	4.12
<i>IE</i>	+			0.081 ***	2.34	0.078 **	2.25
<i>lagTCT</i>	-	-0.049 *	-1.49			-0.044 *	-1.35
<i>FCF</i>	+	0.251 ***	7.00	0.257 ***	7.18	0.256 ***	7.14
<i>GROWTH</i>	+	0.278 ***	8.20	0.277 ***	6.86	0.276 ***	8.18
<i>DEBT</i>	-	-0.158 ***	-4.01	-0.146 ***	-3.69	-0.149 ***	-3.77
<i>SIZE</i>	+	-0.013	-0.34	-0.022	-0.59	-0.023	-0.62
<i>T1</i>	?	0.036	0.91	0.051	1.27	0.050	1.24
<i>T2</i>	?	0.020	0.49	0.042	1.01	0.042	1.01
<i>T3</i>	?	-0.372 ***	-9.06	-0.349 ***	-8.28	-0.349 ***	-8.30
<i>D1</i>	?	-0.135 ***	-3.44	-0.137 ***	-3.51	-0.131 ***	-3.36
<i>D2</i>	?	-0.140 ***	-3.66	-0.146 ***	-3.83	-0.145 ***	-3.79
<i>D3</i>	?	-0.019	-0.55	-0.018	-0.53	-0.016	-0.46
<i>D4</i>	?	-0.119 ***	-3.11	-0.153 ***	-3.93	-0.144 ***	-3.62
<i>D5</i>	?	-0.044	-1.32	-0.052	-1.60	-0.044	-1.33
<i>D6</i>	?	0.054 *	1.66	0.056 *	1.72	0.055 *	1.69
<i>D7</i>	?	-0.071 **	-2.02	-0.090 ***	-2.59	-0.082 **	-2.33
樣本數		586		586		586	
		<i>F</i> = 28.99***		<i>F</i> = 29.37**		<i>F</i> = 27.69***	
<i>Adj R</i> <sup>2</sup>		0.42		0.42		0.42	

<sup>a</sup>*TB* 公司普通股與特別股之權益市值加負債總額除以總資產取自然對數；*IE* 以研發資本為投入面，專利權數、專利權被引用數以及專利權範圍宣告數為產出面，利用 DEA 算出之變動規模報酬效率值；*lagTCT* 前期技術週期(以平均數衡量)；*GROWTH* 本期銷貨淨額減前期銷貨淨額除以前期銷貨淨額；*DEBT* 負債總額除以資產總額；營業活動現金流量加購買固定資產之現金流量除以總資產；*SIZE* 銷貨淨額取自然對數；*D1~D7* 以半導體業為基準之產業虛擬變數；*T1~T3* 以 2005 年為基準之時間虛擬變數。

<sup>b</sup>各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無，為雙尾檢定。\*\*\*、\*\*與\*為 1%、5%及 10%顯著水準；表中係數皆以標準化呈現。

## 第五章 結論與建議

本研究以 Narin (1999) 於 CHI 發表之技術週期作為創新能力之衡量指標，並以多投入、多產出之概念利用資料包絡分析法計算公司之創新效率，針對於美國專利暨商標局申請專利之台灣電子上市櫃公司以路徑分析之方式探討其創新能力、創新效率與公司價值之關係。研究結果發現：前期技術週期與創新效率對公司價值皆具顯著負向影響，即具有較高創新能力之公司，其擁有之創新效率和公司價值越高，此研究結果支持動態理論觀點，即快速再整合之創新能力使得公司領先對手，可助益公司創新效率之提升，也可使公司具有更高之公司價值。此外，公司創新活動之效率高低也影響公司價值之多寡，可以見得，企業於競爭激烈之環境中，創新開源節流之重要性。

至於創新能力透過創新效率對公司價值之影響部分，創新能力部分透過創新效率進一步影響公司價值，此結果可以得知，創新能力以及創新效率之高低直接影響投資人對於公司未來前景之觀感，進而反映於市場之中。儘管創新能力可以助益創新效率之提升，然而影響創新效率之因素眾多，使得創新能力只能部分藉由影響創新效率之力量進一步改變公司價值。

此外，本研究進一步以研發資本中位數將樣本分為高研發資本以及低研發資本之樣本。結果發現，具高研發資本之公司，測試結果與主要測試結果相符，至於具低研發資本之公司，若具有較高創新能力，則創新效率及公司價值皆較佳；然而，創新效率無法影響公司價值、創新能力也無法透過創新效率進一步影響公司價值。從樣本分群之實證結果，可以進一步得知，具有較高研發資本之公司，其創新效率相對於研發資本低之公司而言，對於公司價值更具有影響力。由此結果可以了解到，儘管有效率之運用創新資源，得以提升公司之價值，然而，倘若公司為了講求創新效率，而限制研發資本之投入，使得公司研發資本未達一定水準，則可能造成公司僅具有良好創新效率之名，而未具有提升公司價值之實。

本研究之實證結果對於學術界以及實務界有以下意涵及貢獻：

- 一、過去文獻儘管已有許多文獻探討創新能力對公司之影響，然而，卻鮮少文獻以吸收新知之速度作為創新能力之衡量。本研究之測試結果表示，吸收新知進一步轉化為創新之速度，確實得以捕捉到公司因應外界快速變動之創新能力。

- 二、過去許多研究以專利權數/研發費用之比率作為創新效率之衡量指標，本研究再次驗證創新活動，並非限於單一投入、單一產出，倘若以單一投入、單一產出之概念予以衡量，則會低估公司創新活動之價值，並使得經理人無法做出適當決策。
- 三、專利權之相關資訊，確實得以透露出公司創新活動之狀況，然而，過去國內有關創新之研究，其使用專利權之資訊，大都只侷限於公司之專利權數量以及被引用數，鮮少利用其範圍宣告數以及前引資訊作為公司創新之參考。
- 四、從本研究之結果可以得知，公司擁有的知識必須不斷的汰舊換新，才得以讓其技術或產品保有新穎性及獨特性，知識就如同固定資產般，隨著時間之經過而流逝，倘若公司未具備即時更新知識之習慣，於競爭激烈之環境中，遭受淘汰之命運勢必增加。
- 五、當公司處於創新風氣盛行之環境當中，公司往往藉由創新以提升自我之競爭力，然而當創新已成為維持生存之一環時，創新資源之運用效率，成為公司分出勝負的另一個關鍵。
- 六、公司必須具有一定水準的研發資本投入，才得以進一步考量創新活動的效率，否則只會導致一味講求創新資源運用的效率性，減少研發投入、短視公司效益，而無法提升公司價值。

在研究限制方面：

- 一、本研究對於創新能力、創新效率皆以美國暨商標局公告之專利權資訊予以衡量，因此，無法考量公司專利權以外之創新活動。
- 二、由於美國專利暨商標局列示之專利權擁有人為公司，受限於現今轉投資複雜之社會，關係企業之判斷易受主觀意識之影響，有鑑於此，本研究之樣本限於單一個體公司，並未考量關係企業或集團之關係。
- 三、儘管本研究以次產業別以控制產業特性對技術週期之影響，然而受限於產

品種類龐大，並未依產品特性進一步控制。

在未來研究建議部分：

- 一、由於專利權資料數量龐大，造成資料取得不易，使得本研究之樣本期間略短，較不易檢視長期創新能力對創新效率以及公司價值之影響情況。因此，本研究建議未來研究可擴大樣本時間，以瞭解創新能力對公司之長期影響。
- 二、本研究以吸收新知識進一步轉化為創新之速度作為創新能力衡量，尚未考量公司吸收知識的深度及廣度，本研究認為未來研究可將吸收知識之速度、範圍加以結合，以做更詳細之探討。
- 三、創新能力之衡量採自於 CHI 機構發表之其中一項衡量指標，該機構發表許多衡量指標，於國內尚未普遍使用，因此，本研究亦建議，未來可進一步利用 CHI 其他創新能力衡量指標，以探討公司之創新能力。
- 四、本研究於利用研發資本中位數進行高、低研發資本公司之樣本分群，以進一步測試創新能力、創新效率與公司價值三者間之關係時發現，低研發資本之公司，其創新效率之追求，並無法助益公司之價值。本研究認為，公司低研發資本的投入，可能與經理人為追求短期良好成績，忽略公司長期發展之所需有關，因此，未來研究可嘗試以創新效率之角度探討經理人對公司創新活動之投機心態。
- 五、從主要測試研究結果可以得知，創新效率之提升，非單純來自公司之創新能力，本研究認為，此部分可能與公司與外界之創新合作有關，因此，未來相關研究可進一步瞭解創新合作之性質與影響，以做更深入探討公司創新活動對於公司績效之影響。

## 參考文獻

- 尤隨樺，2006，產品多樣性、不確定性與製造績效：晶圓代工廠商之實地實證研究，會計評論，第 42 期(1 月)：55-79。
- 李文福、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。
- 吳婉瑜、黃靖萱，2008，周永明－創新教父只選難的做，天下雜誌，第 388 期(1 月)，網址：<http://www.cw.com.tw/article/index.jsp?id=33530>。
- 胡秀珠、許立佳、尹皓，2008，創新發現誌：<http://newideas.cc/magazine/article.php?AKEY=829>。
- 高強、黃訊男、末吉俊幸，2003，管理績效評估：資料包絡分析法，華泰文化事業公司。
- 徐佳豪，2007，台灣高科技製造業附加價值影響因素實證：以上市電子業為例，台灣經濟研究月刊，第 30 卷第 11 期：59-68。
- 曹壽民、紀信義、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(7 月)：27-55。
- 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。
- 楊朝旭、蔡柳卿、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。
- 廖述賢、費吳琛、陳志強，2006，知識分享、吸收能力與創新能力關聯性研究－以台灣知識密集型產業為例，人力資源管理學報，第 6 卷第 2 期(夏季號)：1-21。
- 劉正田、林修葳、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 4 期：29-56。
- 賴勇成、洪明洲，2006，廠商之創新活動路徑、同型與績效間研究：以台灣半導體製造業為例，東吳經濟商學報，第 55 期(12 月)：95-122。
- 謝蕙如，2009，智慧資本轉換能力與企業績效之關聯性研究，國立政治大學碩士論文。
- 蘇美惠，2004，建構台灣成為國際創新研發基地：以跨國企業在台設立 ICT 產業研發中心為例，台灣經濟研究月刊，第 27 卷第 1 期：80-85
- Adler, P. S., and A. Shenbar. 1990. Adapting your technological base: The organizational challenge. *Sloan Management Review* 25: 25-37.
- Aghion, P., N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith, and P. Howitt. 2005. Competition and innovation: An inverted-U relationship. *The Quarterly Journal of Economics* 120(2): 701-728.

- Aly, H. Y., R. Grnhowski, C. Pasurka, and N. Rangan. 1990. Technical, scale, and allocative efficiencies in US banking: An empirical investigation. *Review of Economics and Statistics* 72: 211-218.
- Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30:1078-1092.
- Barney, J. B. 1991. Firm resources and sustained competitive advantages. *Journal of management* 17:99-120.
- Bharadwaj, A. S., S. G. Bharadwaj, and B. R. Konsynski. 1999. Information technology effects on firm performance as measured by Tobin's q. *Management Science* 45(6): 1008-1024.
- Bierly, P., and A. Chakrabarti. 1996. Determinants of technology cycle time in the U.S. pharmaceutical industry. *R&D management* 26(2): 115-126.
- Bloom, N., and J. V. Reenen. 2002. Patents, real options and firm performance. *The Economic Journal* 112(March):C97-C116.
- Blundell, R., R. Griffith, and J. V. Reenen., (1999), Market share, market value and innovation in a panel of British manufacturing firms. *Review of Economic studies* 66: 529-554.
- Bushee, B. J., (1998), The influence of institutional investors in myopic R&D investment behavior. *Accounting Review* 73: 305.
- Calantone, R. J., S. T. Cavusgil, and Y. Zhao. 2002. Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance. *Industrial Marketing Management* 31: 515-524.
- Carbonell, P., and A. I. Rodriguez. 2006. The impact of market characteristics and innovation speed on perceptions of positional advantage and new product performance. *International Journal of Research in Marketing* 23: 1-12.
- Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operations Research* 2: 429-444.
- Cohen, W., and D. Levinthal. 1990. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly* 35: 128-52.
- Coombs, J. E., and P.E. Bierly. 2006. Measuring technological capability and performance. *R&D Management* 36 (4): 421-438.
- Damanpour, F. 1991. Organizational innovation: A meta- analysis of effects of determinants and moderators. *Academy of Management Journal* 34(3): 555-590.
- Deng, Z., B. Lev, and F. Narin. 1999. Science and technology as predictors of stock performance. *Financial Analysts Journal* 55 (June): 20-32.



- 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: 762-773.
- Ettlie, J., E. 1998. R&D and global manufacturing performance. *Management Science* 44(1): 1-11.
- Francis, J., and A. Smith. 1995. Agency costs and innovation-some empirical evidence. *Journal of Accounting and Economics* 19 (April): 383-409.
- Farrell, M. J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the royal statistical society*. A CXX, part 3: 253-290
- Freeman, C. 1994. Critical survey: The economics of technical change. *Cambridge Journal of Economics* 18: 463-514.
- Grant, R. M. 1991. The resource-based theory of competitive advantage: Implications for strategy formulation. *California Management Review* 33(3): 114-135.
- Griliches, Z., A. Pakes, and B. Hall. 1987. The value of patents as indicators of inventive activity. In Dasgupta, Partha, and Paul Sroneman (eds.). *Economics Policy and Technological Performance*. Cambridge, England: Cambridge University Press: 97-124.
- Griliches, Z. 1990. Patent statistics as economic indicator: A survey. *Journal of Economic Literature* 4: 1661-1707.
- Guan, J., and N, Ma, 2003. Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation* 23: 737-747.
- 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: 971-986.
- Hall, B. H., A. Jaffe, and M. Trajtenberg. 2002. The NBER patent citations data file: lessons, insights and methodological Tools,” in A. Jaffe and M. Trajtenberg (eds), *Patents, Citations and Innovations*, Cambridge, MA: the MIT press
- Hall, L. A., and S. Bagchi-Sen. 2002. A study of R&D, innovation, and business performance in the Canadian biotechnology industry. *Technovation* 22: 231-244.
- Hambrick, D.C. 1985. Efficiency of product R&D in business units: The role of strategic context. *Academy of Management Journal* 28(3): 527-547.
- Hashimoto, A., and S. Haneda. 2008. Measuring the change in R&D efficiency of the Japanese pharmaceutical industry. *Research Policy* 37: 1829-1836.
- Henderson, R., and I. Cockburn. 1997. Firm size and research productivity in drug discovery. In: Jacobzone, S., (Ed.), *La Sant'e: Trajectoires D' avenir*. INSEE.

- Paris.
- Hsieh, P. H., C. S. Mishra, and D. H. Gobeli. 2003. The return on R&D versus capital expenditures in pharmaceutical and chemical industries. *IEEE Transactions on Engineering Management* 50(2): 141-150.
- Hu, M. C. 2008. Knowledge flows and innovation capability: the patenting trajectory of Taiwan's thin film transistor-liquid crystal display industry. *Technological Forecasting & Social Change* 75: 1423-1438.
- Kafouros, M. I. 2006. The impact of the internet on R&D efficiency: theory and evidence. *Technovation* 26: 827-835.
- Kessler, E. H., and P. E. Bierly. 2002. Is faster really better? An empirical test of the implication of innovation speed. *IEEE Transactions on Engineering Management* 49(1): 2-12.
- Lall, S. 1992. Technological capabilities and industrialisation. *World Development* 20 (2): 165-186.
- Lanjouw, J. O., and M. Schankerman. 2004. Patent quality and research productivity: Measuring innovation with multiple indicators. *The Economic Journal* 114 (April): 441-465.
- Lee, C., K. Lee, and J. M. Pennings. 2001. Internal capabilities, external networks, and performance: A study on technology based ventures. *Strategic Management Journal* 22: 615-640.
- Legge, J. M., 2000. The economics of industrial innovation. *Review of Political Economy* 12(2): 249-256.
- Li, L. 2008. Multinationality and technical efficiency a neglected perspective. *Management international Review* 48(1): 39-63.
- Lichtenberg, F. 1992. R&D investment and international productivity differences research. Working paper, NBER. No 4164.
- Lichtenberg, F. and D. Siegel. 1991. The impact of R&D investment on productivity: New evidence using linked R&D-LRD data. *Economic Inquiry* 29 (2): 203-229.
- Lindenberg, E. B., and S. A. Ross. 1981. Tobin's q ratio and industrial organization. *Journal of Business* 54(January): 1-32.
- Markman, G. D., P.T. Gianiodis, P.H. Phan, and D.B. Balkin. 2005. Innovation speed: transferring university technology to market. *Research Policy* 34 (7): 1058-1075.
- Narin, F. 1999. Tech-Line background paper. *CHI Research*: Haddon Heights.
- Nagaoka, S. 2007. Assessing the R&D management of a firm in terms of speed and science linkage: evidence from the US patents. *Journal of Economics & Management Strategy* 16 : 129-156

- Nerkar, A., and S. Paruchuri. 2005. Evolution of R&D capabilities: the role of knowledge networks within a firm. *Management Science* 51(5):771-785.
- O'Brien, J.P. 2003. The capital structure implications of pursuing a strategy of innovation. *Strategic Management Journal* 24:415-431
- Oltra, M. J. and M. Flor. 2003. The impact of technological opportunities and innovative capabilities on firms' output innovation. *Firms' Output Innovation* 12(3):137-144
- Oriani, R., and M. Sobrero. 2008. Uncertainty and the market valuation of R&D within a real option logic. *Strategic Management Journal* 29: 343-361.
- Park, G., and Y. Park. 2006. On the measurement of patent stock as knowledge indicators. *Technological Forecasting and Social Change* 73: 793-812.
- Prajogo, D. I., and P. K. Ahmed. 2006. Relationships between innovation stimulus, innovation capacity, and innovation performance. *R&D Management* 36(5): 499-515.
- Romijn, H., and M. Albaladejo. 2002. Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. *Research Policy* 31: 1053-1067.
- Rycroft, R. W. 2006. Time and technological innovation: Implication for public policy. *Technology in Society* 28: 281-301.
- Sharma, S., and V.J. Thomas. 2008. Inter-country R&D efficiency analysis: An application of data envelopment analysis. *Scientometrics* 76(3): 483-501.
- Sher, P. J., and P. Y. Yang. 2005. The effects of innovative capabilities and R&D clustering on firm performance: the evidence of Taiwan's semiconductor industry. *Technovation* 25: 33-43.
- Schumpeter, J. A. 1934. The theory of economic development. Cambridge MA: Harvard University Press (first edition in German: 1912).
- Stam, E., and K. Wennberg. 2009. The roles of R&D in new firm growth. *Small Business Economics* 33:77-89.
- Thornhill, S. 2006. Knowledge, innovation and firm performance in high-and low-technology regimes. *Journal of Business Venturing* 21: 687-703
- Tsai, K. H. 2005. R&D productivity and firm size: a nonlinear examination. *Technovation* 25: 795-803.
- Tsai, W. 2001. Knowledge transfer in intraorganizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of Management Journal* 44(5):996-1004
- Wang, C. H., I. Y. Lu, and C.B. Chen. 2008. Evaluating firm technological innovation

- capability under uncertainty. *Technovation* 28:349-363
- Wang, E. C. 2007. R&D efficiency and economic performance: A cross-country analysis using the stochastic frontier approach. *Journal of Policy Modeling* 29: 345-360.
- 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: 260-273.
- Zhang, A., Y. Zhang, and R. Zhao. 2003. A study of the R&D efficiency and productivity of Chinese firms. *Journal of Comparative Economics* 31: 444-464.