

# 創新之價值創造結構分析： 臺灣電子業之證據

黃政仁\*

東海大學會計學系

林秉孝

法國巴黎人壽保險（股）公司台灣分公司財務與會計部

## 摘要

本研究以2000年至2011年於美國專利暨商標局（United States Patent and Trademark Office，簡稱USPTO）申請專利之臺灣電子業上市、上櫃公司為研究對象，以創新深度、廣度及速度作為創新能力衡量指標，運用結構方程模式（Structural Equation Modeling，簡稱SEM）及拔靴法(bootstrapping)之特性，補充過去文獻及研究方法不足之處，以全面檢測研發投資、創新能力與市場價值間之關係。研究結果主要發現如下：(1)投入較高的研發投資能強化創新深度、廣度及速度等重要的創新能力。(2)創新深度愈深或速度愈快，則愈能促進財務績效的成長，另一方面，創新範圍愈廣或速度愈快，愈能提升投資人對公司的評價。(3)研發投資可藉由創新能力進一步影響財務績效及市場價值。本研究更進一步探究三項創新能力對於公司績效之個別間接效果，其中創新深度能增進財務績效，若公司發展多元的創新成果，則將削弱研發投資對於提升財務績效的強度；但從市場價值的角度來看，投資人除了關心創新速度，更關注公司能否獲取較廣泛的創新成果。

**關鍵詞：**研發投資、創新能力、公司績效、結構方程模式

---

\* 通訊作者電子信箱：cj0623@thu.edu.tw。地址：臺中市西屯區臺灣大道四段 1727 號。

收稿日：2013年3月

接受日：2015年6月

二審後接受

主審領域主編：蔡揚宗教授

DOI:10.6552/JOAR.2016.62.1

第二屆會計師公會全國聯合會論文獎 銀獎

# The Structural Analysis of Value Creation for Innovation: Evidence from Taiwan's Electronics Industry

**Cheng-Jen Huang\***

Accounting Department

Tunghai University

**Ping-Hsiao Lin**

Financial and Accounting Department

BNP Paribas Cardif Taiwan

## Abstract

In this study, we investigate the relationships among R&D investment, innovation capability and firm performance for Taiwan's listed electronics industry companies that applied for patents in the United States Patent and Trademark Office (USPTO) within the period from 2000 to 2011. We also employ depth of innovation, breadth of innovation and speed of innovation as the measure of innovation capability, and apply structural equation modeling (SEM) and bootstrapping to remedy the inadequacies of the literature and research methods. The main findings are as follows: (1) The higher R&D investment, the more it can strengthen innovation depth, breadth and speed; (2) Both deeper and faster innovation can enhance financial performance, but broad innovation will reduce financial performance. Furthermore, both more extensive innovation breadth and faster innovation can promote evaluation of investor; (3) R&D investment can indeed further affect financial performance and market performance through innovation capability. This study further explores the indirect individual effects of three innovation capabilities on firm performance. R&D investment enhances financial performance indirectly through deeper innovation. However, if the company develops diverse innovation, it will weaken the indirect effects between R&D investment and financial performance. Regarding market performance, investors do not only focus on the speed of innovation, but are also concerned about the company's ability to obtain broader innovations.

**Keywords:** *R&D investment, Innovation capability, Firm performance, Structural equation modeling.*

---

\* Corresponding author, email: cj0623@thu.edu.tw. Address: No.1727, Sec.4, Taiwan Boulevard, Xitun District, Taichung City 40704, Taiwan (R.O.C.).

Submitted March 2013

Accepted June 2015

After 2 rounds of review

Field Editor: Professor Yang-Tzong Tsay

DOI:10.6552/JOAR.2016.62.1

## 壹、緒論

創新是提升國家產業附加價值、帶動經濟成長及提升全球競爭力的主要來源。面對全球激烈競爭局勢，各國紛紛投入創新活動且逐年提高研發投資的比率，根據 2000 至 2010 年全球主要國家研發費用占 GDP 比重，亞洲國家投入研發費用比重普遍高於歐美各國及各年平均值，表示亞洲國家培植創新能力及進行產業升級的決心。

樹立高度且持續的競爭力除了需要具備堅定的意圖外，更需要實質的研發成果，再藉由商品化將研發成果行銷於市場，以取得優異的經營績效。因此，大部分的企業都相當重視全球消費市場龍頭—美國，並在美國專利暨商標局（United States Patent and Trademark Office，簡稱 USPTO）進行專利權的申請，而亞洲國家在 USPTO 獲准頒發的專利權數量占研發費用（每百萬美元）比重中我國排名第 1 位，日本與南韓則分別位居第 2 及 4（USPTO 2012; OECD iLibrary 2011; U.S. NSF 2013），無論專利類別或數量均有優異的表現，也間接印證亞洲國家近年來透過持續性創新的成果，有別於歐洲及美洲地區，在面對美國金融海嘯、歐洲債務危機的影響時，亞洲國展現快速且強韌復甦力道，於全球市場嶄露頭角。

過去研究多數認為研發投資可使企業創造較佳的經營績效（劉正田、林修葳與金成隆 2005；林宛瑩、汪瑞芝與游順合 2012；Sher and Yang 2005）及市場價值（王曉雯、王泰昌與吳明政 2008；林宛瑩等 2012；Tsai and Wang 2004），然而，企業單靠投入大量研發資源是否就能獲得相對績效的決定論點則仍存在模糊空間（王志袁與劉念琪 2011），不應等同地看待所有研發費用對公司績效的效果，且二者並非永遠存有顯著關聯（Shortridge 2004; Lin, Lee, and Hung 2006; Huang 2007; Moorthy and Polley 2010）。此外，企業所擁有的技術存量有所差異，導致研發費用對經營績效的影響產生不一致的情況，甚至造成負面效果（林宛瑩等 2012；Lin et al. 2006）。另一方面，企業的技術需求不盡相同，投資人可能對於研發投資的成果存在不同看法，使其對於市場價值的影響並不一致（Lin et al. 2006）。

雖然創新是一項具有風險的決策（林宛瑩等 2012），但卻能為企業累積較多知識與能力（王曉雯等 2008；Bierly and Chakrabarti 1996; Kessler and Bierly 2002; Shortridge 2004; Tsai and Wang 2004; Lin et al. 2006），在現今知識經濟時代，多數企業仍致力於研發投資，以開創新的知識並提升其吸收知識的能力（Tsai and Wang 2004; Lin et al. 2006），進而達成營運目標。研發費用的投入為影響內部知識學習的主要因素（Bierly and Chakrabarti 1996; Lin et al. 2006），創新能力乃是企業取得技術的過程中有關產品設計、製造及裝配所需專業知識（know-how）的能力（曾信超 2006），而專利權為知識學習後的產出及組織創新

能力的衡量指標(Bierly and Chakrabarti 1996; Moorthy and Polley 2010)，經由整合企業所特有不同層面的資源及能力而產生創新效益(Teece 1998)。

然而專利權保護期限終將到期，期滿後將使競爭者大舉跨越原創者樹立的壁壘，削弱原有競爭優勢，進而侵蝕獲利。企業為避免身處險境，必然傾向持續投入研發費用，以取得更深或更廣的專利，以鞏固原有基業，進而開創新市場，取得先驅優勢。而企業研發投資愈多，其新產品、新技術開發數量及專利權也愈多，而這些新技術、新產品及專利權將能有效提升企業的投資報酬率及產品附加價值（王健全與陳厚銘 2000），亦即研發投資可能透過創新的深度及廣度進而影響企業績效。對於現今專利好訟時代而言，若要明確衡量創新活動為企業帶來的價值，則需考量創新的深度及廣度。

此外，創新速度能改善企業預測環境及技術影響的準確性(Kessler and Bierly 2002)，以滿足市場需求，且創新速度能促進內部有效溝通，以節省無效率成本，進而提高企業資源使用效率。因此，若能更快推出創新產品及技術，則能為企業帶來高於競爭者所能獲得的利潤。

當評估研發活動之價值時，應視其研發成果是否成功(Shortridge 2004)，且創新能力被視為既有知識的結合與應用，而專利權及創新速度則為知識發展過程的成果，研發投資能否提升公司績效，有賴於該等創新成果是否實現。綜上所述，本研究目的如下：一、檢視研發投資與創新能力的關聯性；二、檢視創新能力與公司績效的關聯性；三、檢視研發投資是否藉由創新能力，進一步影響公司績效。

本研究針對在美國專利暨商標局申請專利之臺灣電子業上市、上櫃公司為研究對象，以創新深度、廣度及速度作為創新能力衡量指標，結合結構方程模式 (Structural Equation Modeling, 簡稱SEM)及拔靴法(bootstrapping)之特性，以更全面地檢測研發投資、創新能力與市場價值間之關係。研究結果主要發現如下：投入較高的研發投資則能強化創新深度、廣度及速度等三項重要的創新能力。在財務績效方面，創新深度愈深或創新速度愈快，則愈能促進財務績效的成長。在市場價值方面，創新範圍愈廣或創新速度愈快，則愈能提升投資人對公司的評價。此外，研發投資將透過不同的創新能力進而影響公司績效，在財務績效方面，當公司致力於相同領域之創新，將可促進財務績效，另一方面，研發投資可藉由創新能力進一步提升市場價值，其中投資人最關注公司能否獲取較廣泛的創新成果。

本研究對於學術與實務具有以下貢獻：首先，過去研究僅以單一指標衡量創新能力，本研究將創新深度、廣度及速度同時納入衡量公司的創新能力，以呈現研發投資透過創新能力進一步影響公司績效之全貌。其次，過去有關探討中介模型的文獻，常使用Baron and Kenny (1986)提出的逐步因果分析法(causal steps approach)，然而該法無法同時檢測多項變數間影響之全貌；再者，該法於

判斷中介模型是否成立，乃是根據邏輯推論的因果步驟所得到的結果，本研究運用SEM及拔靴法基於中介效果本身估計值進行推論，以及無須假設中介效果抽樣分配型態的特性(Preacher and Hayes 2008; Hayes 2009)，以全面檢測研發投資、創新能力、與公司績效間之關係。另外，我國基礎研發普遍不足，導致影響我國企業競爭優勢與產業升級，根據研究結果，創新深度對於財務績效之間接效果僅止於當期，市場投資人也無對於公司創新的深度給予正面評價，因此，企業應更致力於基礎研發，以面對越趨激烈的全球化競爭。最後，無論是當期、落後一期、或是落後兩期，市場投資人皆非常重視企業能否將投入研發活動轉化為獲取廣泛的創新成果，進而反映在市場價值上，因此企業應著重多元創新人才的培育，使企業能整合多元的市場需求，以利掌握未來市場發展趨勢，發展競爭對手所無法取代的獨特知識及能力。

本文其餘內容分述如下：第貳節以文獻探討方式，分別討論研發投資對創新能力之影響、創新能力對公司績效之影響與研發投資透過創新能力對公司績效的影響，並建立本研究假說。第參節為研究設計，包括變數衡量、研究模型、研究樣本、期間與資料來源。第肆節為實證結果，係針對前一節之研究設計採用結構方程模式及拔靴法進行分析；最後則為本研究之結論與建議。

## 貳、文獻探討與假說發展

### 一、研發投資對創新能力的影響

在知識經濟時代，創新已是企業永續經營的重要因素，更是衡量企業價值的關鍵指標（金成隆、林修葳與邱煒恒 2005），雖然研發投資並未確保能獲得較多創新產出，但代表企業對於培植創新能力的決心(Lin et al. 2006)，且其能累積較多知識與能力(Bierly and Chakrabarti 1996; Kessler and Bierly 2002; Shortridge 2004)，強化其產品或流程創新的技術能力（金成隆等 2005；Tsai and Wang 2004）。若企業致力於研發投資，得以累積並開創新知識，藉由知識累積形成企業的核心能力(Sher and Yang 2005)，有助於企業在未來更有效地發展新知識及能力，運用新知識及能力開拓產品或流程的創新，進而強化企業經營體質並提升產業競爭力，進而達成企業營運目標。

企業於取得技術的過程中持續累積知識，藉由累積知識深度及廣度進而提升創新能力(Zhou and Li 2012)，而專利權為知識發展過程的成果，因此專利權為評估累積創新知識的最佳選項，且透過組織內外部不同整合機制，可將專利權區分為深度及廣度，以完整捕捉創新能力（蔡啟通、黃國隆與高泉豐 2001）。藉由創新能力的深化及廣化以樹立競爭者無法仿倣及跨越的壁壘，經由稀少性、獨特性及難以仿倣等特性創造競爭優勢，並透過多元的管道，發揮異質性及無法取代等特性，以創造難以取代的價值。此外，創新的速度取決於其維護及創造知識的能力(Smith, Collins, and Clark 2005)，技術週期的長短取決

於公司擁有的知識基礎(Bierly and Chakrabarti 1996)，當技術週期較短於其他競爭者時，表示企業較能有效運用所獲取得創新知識，縮短產品或技術創新的開發時間，進而提升創新效率及產品品質（李文福與蔡秋田 2004；曾信超 2006），亦即公司擁有的內外部知識愈多，創新速度愈快，使企業在瞬息萬變環境下能有效化解危機，進而提升市場競爭力及獲利能力。綜上所述，本研究認為研發投資與三項創新能力將存在正向關係，故本研究建立假說1a至假說1c如下：

**假說 1a**：研發投資對創新深度能產生正向影響。

**假說 1b**：研發投資對創新廣度能產生正向影響。

**假說 1c**：研發投資對創新速度能產生正向影響。

## 二、創新能力對公司績效的影響

企業透過累積的創新能力創造其市場價值(劉正田等 2005；Wang 2008)，而創新能力的深度及廣度為企業提升其創新成功的主要因素 (Leiponen and Helfat 2010)。創新能力的廣度使企業整合多元的客戶及市場需求，掌握未來發展動向及趨勢(Fang, Palmatier, and Grewal 2011)，在多方面的領域搶先發展產品或技術，並樹立競爭者無法取代的獨特知識及能力。創新能否成功，除了仰賴核心能力外，也需要更廣的創新能力(SubbaNarasimha, Ahmad, and Mallya 2003)。創新深度使企業在研發及產製過程相關領域具備獨特的專業知識，並反映企業核心技術領域(Fang et al. 2011)，而相關的專利權使競爭者難以推出相同技術或產品。因此，為避免限制未來創新能力的發展，企業應透過不同的機制取得必要的創新知識（蔡啟通等 2001），藉由創新能力的深化及廣化以樹立競爭者無法仿倣及跨越的壁壘，使企業在瞬息萬變的環境下能有效化解危機，持續強化競爭優勢，使潛在競爭者難以覬覦原創者的專業領域（金成隆等 2005），更有較佳的機會運用創新能力的深度及廣度以符擴展營業收入、降低營業成本，並提升企業績效（劉正田等 2005；Moorthy and Polley 2010）。

提升創新速度能改善企業預測環境變化的準確性，進而強化創新計劃的品質（曹壽民、紀信義與劉正良 2007；Bierly and Chakrabarti 1996; Kessler and Bierly 2002），使創新計畫成功的機率愈高(Kessler and Bierly 2002)。此外，創新速度能促進內部有效地溝通及協調，減少昂貴的多餘工時及作業，並能降低錯誤及重工發生的機率等(Kessler and Bierly 2002)，以節省相關無效率的成本，進而提高企業資源的使用效能。創新速度乃是企業將理念快速轉化為實體的過程，藉此實現企業潛在的先驅優勢，因此，創新速度對於創新計劃成功與否，存在相當積極且正向的影響（曹壽民等 2007；Kessler and Bierly 2002），而伴隨創新速度所引發的優勢，則可為企業帶來高於競爭者所能獲得的利潤(Lieberman and Montgomery 1998)。綜上所述，本研究建立假說 2a 至假說 2f 如下：

- 假說 2a：創新深度對財務績效產生正向影響。
- 假說 2b：創新廣度對財務績效產生正向影響。
- 假說 2c：創新速度對財務績效產生正向影響。
- 假說 2d：創新深度對市場價值產生正向影響。
- 假說 2e：創新廣度對市場價值產生正向影響。
- 假說 2f：創新速度對市場價值產生正向影響。

### 三、研發投資透過創新能力對公司績效的影響

過去研究多數肯定研發投資可使企業創造較佳的經營績效（劉正田等 2005；林宛瑩等 2012；Sher and Yang 2005）及市場價值（王曉雯等 2008；林宛瑩等 2012；Tsai and Wang 2004）。但投資人對於企業投入研發費用所能帶來的成果存在不一致的看法（Lin et al. 2006），僅投入較多研發費用就能獲取較佳的績效，此觀點仍未有定論（王志袁與劉念琪 2011），另有學者持反面看法，認為投入研發費用可能降低企業績效（林宛瑩等 2012；Lin et al. 2006），亦有學者認為，研發投資對企業績效並非永遠存有顯著關聯（Shortridge 2004；Lin et al. 2006；Huang 2007；Moorthy and Polley 2010）。

然而，企業為避免競爭者削弱其原有競爭優勢，必定有較高的意願持續投入研發費用發展創新活動，以取得更深或更廣的專利權，以鞏固其既有的權益，進而開發更有利基的市場，取得獨特的商機，亦即研發投資可能透過創新能力的深度及廣度進而提升公司績效。此外，創新速度能改善企業評估環境因素變化的準確性（Kessler and Bierly 2002），以適時滿足市場的需求，亦為企業能否長久發展的關鍵因素。此外，創新速度能促使內部有效地溝通（Kessler and Bierly 2002），以節省相關無效率的成本，進而提高企業資源的使用效能。

單憑投入研發費用無法使企業保持競爭優勢及創造較佳的績效，必須透過研發產出及創新能力以提升公司的獲利能力（Huang 2007）。因此，在評估研發活動的價值時，應視其研發成果是否成功，擁有創新成果的企業，才能有效提升公司的價值（Shortridge 2004）。創新能力被視為既有知識的結合與應用，對於創新成功與否扮演非常重要的角色，因此本研究認為研發投資與公司績效二者間存在中介效果，研發投資將有助於公司創新能力的提升，進而為企業創造財務績效與市場價值。綜上所述，本研究建立假說 3-1 與 3-2，及假說 3a 至 3f 如下：

- 假說 3-1：研發投資藉由創新能力的提升對財務績效產生正向影響。
- 假說 3-2：研發投資藉由創新能力的提升對市場價值產生正向影響。
- 假說 3a：研發投資藉由創新深度的提升對財務績效產生正向影響。
- 假說 3b：研發投資藉由創新廣度的提升對財務績效產生正向影響。
- 假說 3c：研發投資藉由創新速度的提升對財務績效產生正向影響。
- 假說 3d：研發投資藉由創新深度的提升對市場價值產生正向影響。

假說 3e：研發投資藉由創新廣度的提升對市場價值產生正向影響。

假說 3f：研發投資藉由創新速度的提升對市場價值產生正向影響。

## 參、研究方法

### 一、變數衡量

#### (一) 應變數：公司績效

##### 1. 財務績效(*ROA*)

本研究參考過去的研究以資產報酬率衡量公司財務績效(Tsai 2001; Shortridge 2004; Sher and Yang 2005)。其定義如式(1)：

$$ROA_{i,t} = \frac{OI_{i,t} + Depreciation_{i,t} + Depletion_{i,t} + RD_{i,t}}{TA_{i,t}} \quad (1)$$

其中，*i*代表公司別；*t*代表年度別；*OI*代表營業淨利；*Depreciation*代表折舊金額；*Depletion*代表折耗金額；*RD*代表研發費用；*TA*代表期末資產總額。

##### 2. 市場價值(*TB*)

根據過去研究，Tobin's Q 乃一前瞻性之公司績效指標，係從資本市場的觀點，反映公司未來的成長潛力，已被廣泛作為衡量無形資產價值之指標(Bharadwaj, Bharadwaj, and Konsynski 1999; Hsieh, Mishra, and Gobeli 2003; Srinivasan 2006; Ramirez and Hachiya 2012; Bardhan, Krishnan, and Lin 2013)。本研究參考 Chung and Pruitt (1994) 所發展簡化 Tobin's Q 近似值，作為市場價值的衡量指標，其定義如式(2)：

$$TB_{i,t} = \frac{(MVE_{i,t} + PS_{i,t} + Liabilities_{i,t})}{TA_{i,t}} \quad (2)$$

其中，*MVE*代表期末普通股價值；*PS*代表期末特別股價值；*Liabilities*代表期末負債總額。

#### (二) 自變數

##### 1. 研發投資(*RDI*)

鑒於研發投資存在效用遞減的特質，本研究根據 Hall (1990) 建構企業進行研發投資所累積的研發資本，Griliches and Mairesse (1981) 表示，研發投資的折舊率的選擇對於生產函數的估計影響相當有限，因此本研究參考 Hall (1990)、Hall (1993)、Blundell, Griffith, and Van Reenen (1999)、Oriani and Sobrero (2008) 等學者之文獻，以每年研發費用固定 15% 比例遞減，且累積加總當年度及前二年的方式衡量累積研發費用，定義如式(3)：



$$CRD_{i,t} = RD_{i,t} + (1-15\%)RD_{i,t-1} + (1-15\%)^2 RD_{i,t-2}. \quad (3)$$

其中， $RD$ 代表研發費用。

由於高科技產業研發費用與總資產相對較穩定，而營收金額可能會有顯著波動(Lin et al. 2006)，因此本研究採用累積研發費用除以總資產所計算出之研發強度衡量研發投資，定義如式(4)：

$$RDI_{i,t} = \frac{CRD_{i,t}}{TA_{i,t}}. \quad (4)$$

其中， $CRD$ 代表累積研發費用。

### (三) 應變數：創新能力

#### 1. 創新廣度( $PB$ )

本研究參考 Fang et al. (2011) 實證模型，以專利權為基礎計算創新廣度及深度，並作為創新能力的衡量指標，以公司跨越不同領域專利權的數量及類別，捕捉較完整創新能力。本研究對專利權分類係以 USPTO 所發布專利分類系統 (Overview of the United States Patent Classification System, 簡稱 USPC) 為分類基礎，創新廣度 ( $PB$ ) 定義如式(5)：

$$PB_{i,t} = 1 - \sum_{m=1}^M \left( \frac{Pn_{i,t,m}}{PN_{i,t}} \right)^2. \quad (5)$$

其中， $M$ 代表該公司所有領域之專利權類別數； $Pn_{i,t,m}$ 代表*i*公司第*t*年在*m*領域的專利權數； $PN_{i,t}$ 代表*i*公司第*t*年全部專利權數。該指標介於 0 到 1 之間，當該指標愈趨近 1 時，代表創新廣度愈廣。

#### 2. 創新深度( $PD$ )

創新深度 ( $PD$ ) 定義如式 (6)：

$$PD_{i,t} = \frac{\sum_{m=1}^M \left[ \left( \frac{Pn_{i,t,m}}{PN_{t,m}} \right) \right]}{M}. \quad (6)$$

其中， $M$ 代表該公司所有領域之專利權類別數； $Pn_{i,t,m}$ 代表*i*公司第*t*年在*m*領域專利權數； $PN_{t,m}$ 代表第*t*年在*m*領域全部專利權數。該指標介於 0 到 1 之間，當該指標愈趨近 1 時，代表創新深度愈深。

#### 3. 創新速度( $TCT$ )

技術週期反應先前專利知識與新專利間的流動(Narin 1999)，過去研究將技術週期定義為公司專利權於專利局核准年度，與引用專利資料核准年度的差異取中位數 (Narin 1999; Coombs and Bierly 2006)，而以中位數衡量技術週期，而不採用平均數作為衡量標準，可避免時間較久遠但經典熱門的專利，受到過多

引證數所造成的扭曲 (Coombs and Bierly 2006)。本研究採用二階段計算創新速度，首先以各別年度中各公司之個別類別專利權取第一次中位數，接著以第一次所取之中位數依年度別及公司別再取一中位數，技術週期定義如式(7)與(8)：

$$Med_{i,t,j} = \text{Medium}(Grantyr_{i,t,j} - Citingyr_{i,t,j}). \quad (7)$$

$$TCT_{i,t} = \text{Medium}(Med_{i,t,1}, \dots, Med_{i,t,j}). \quad (8)$$

其中， $j$ 代表專利權類別； $Grantyr$ 代表專利權核准年度； $Citingyr$ 代表引用專利資料核准年度； $Med_{i,t,j}$ 代表各別年度中各公司之個別類別專利權中位數。當該指標愈趨近 0 時，代表創新速度愈快。

#### (四) 控制變數

根據過去學者之研究，本研究控制變數包括：公司規模( $SIZE$ )、公司成長率( $GW$ )、負債比率( $LEV$ )、公司成立年數( $AGE$ )、產業別( $IND_j$ )，茲分別說明如下：

##### 1. 公司規模( $SIZE$ )

過去有學者認為公司規模對創新具顯著的影響，規模較大的公司具有較多的資源，較具創新的誘因及競爭優勢，進而擁有較佳的績效 (楊志海與陳忠榮 2001；Huang 2007)；但有學者認為規模較小的公司較具凝聚力，較能有效的開發並推出符合市場需求的新產品，以取得較高競爭優勢，因此績效也較佳。因此，本研究參考 Lin et al. (2006)將總資產取自然對數，用以衡量公司規模，但不預期影響的方向。

##### 2. 公司成長率( $GW$ )

銷貨成長的公司意味其具有發展潛力，進而提升公司獲利。因此，本研究參考林宛瑩等(2012)所使用的銷售成長率衡量公司成長率，並預期公司成長率與公司績效呈正向關係。

##### 3. 負債比率( $LEV$ )

負債比率攸關公司財務結構的良莠，亦將影響創新活動成功的機會 (Nagaoka 2007)，同時也將影響投資人對於公司的評價。因此，本研究以負債比率衡量公司的財務結構，預期負債比率與公司績效呈負向關係。

##### 4. 公司成立年數( $AGE$ )

成立愈久的公司，經營狀況也較穩定 (Calantone, Cavusgil, and Zhao 2002)，經由過去經營狀況的累積，使未來營運更趨完善。因此，本研究納入公司成立年數做為控制變數，並預期公司成立年數與公司績效呈正向關係。

## 5. 產業別( $IND_j$ )

高科技產業各次產業的經營性質差異相當大，所能創造的附加價值也有所不同（徐佳豪 2007），因此本研究納入產業別為控制變數，透過產業別虛擬變數觀察各別產業對公司績效的影響。

## 二、研究模型

過去探討中介模型的研究普遍採用 Baron and Kenny (1986)提出的逐步因果分析法及迴歸分析方法。然而 Preacher and Hayes (2008) 及 Hayes (2009)認為 Baron and Kenny (1986)提出的逐步因果分析法在判斷中介模型是否成立時，乃根據邏輯推論因果步驟建立的假說所得到的結果，並非直接檢測該中介效果量化值而做出結論，是所有檢測中介效果中效率最低的方法，較難避免型 I 錯誤<sup>1</sup>；另外，該法並無法同時檢測多項變數間影響之全貌。

後來許多學者都採用 Sobel (1982, 1986) 的公式檢驗間接效果是否顯著，但該方法需估計自變數、中介變數及應變數間各路徑標準差，並透過各路徑假設檢定結果的乘積，檢測該中介效果量化值，但各路徑假設檢定結果並非相關，因此不應以 Sobel test 連結各路徑，進而檢測中介效果的顯著性。此外，Sobel test 需假設兩個前後段中介效果之乘積為常態分配，但各路徑假設檢定結果的乘積的分佈往往並非如此，因此該方法仍存在缺陷。

SEM 及拔靴法的優點是基於中介效果本身的估計值進行推論，但不同於 Sobel test，它無需假設中介效果抽樣分配的形態，且無論自變數與應變數之間路徑的複雜程度皆可適用，最重要的是，SEM 及拔靴法是所有檢測中介模型中效率最高的方法，可有效避免型 I 錯誤 (Preacher and Hayes 2008；Hayes 2009)。綜上所述，本研究參考 Preacher and Hayes (2008) 及 Hayes (2009)對中介模型提出之觀點，運用 SEM 及拔靴法之特性，彌補過去文獻及研究方法不足之處，以全面檢測研發投資、創新能力與市場價值間之關係。

## 三、研究樣本、期間與資料來源

本研究以我國電子產業於 USPTO 申請專利之上市上櫃公司為研究對象。研究期間為 2000 年至 2011 共計 11 年。有關專利權資料來源取自 USPTO；財務資料取自臺灣經濟新報 (Taiwan Economic Journal, 簡稱 TEJ) 資料庫。本研究刪除財務資料不齊全、以及櫃檯買賣管理股票之樣本；專利權選樣部分，刪除非電子業上市上櫃公司之樣本，最終公司/年度樣本共 1,675 筆。

<sup>1</sup> 型 I 錯誤是指虛無假說事實上是成立的，但統計檢測的結果卻不支持虛無假說。

## 肆、實證結果

### 一、敘述性統計量分析

有關樣本次產業別之分佈狀況彙總於表 1，從表中可以發現，半導體業、電腦及週邊業、及電子零組件業為前三大次產業，占總樣本的比例分別為 25.55%、22.51%、16.24%。

表 1 樣本產業分佈表

產業別(代碼)	樣本數	%
半導體業(24)	428	25.55
電腦及週邊業(25)	377	22.51
電子零組件業(28)	272	16.24
光電業(26)	258	15.40
其他電子業(31)	168	10.03
通訊網路業(27)	144	8.60
資訊服務業(30)	16	0.96
電子通路業(29)	12	0.72
合計	1,675	100.00

本研究將整體變數之敘述性統計量彙總於表 2，由該表發現財務績效(*ROA*)中位數及平均數分別落在 0.149 及 0.159，顯示電子業公司通常能獲取 15% 至 16% 的資產報酬。至於市場價值(*TB*)，中位數及平均數分別落在 1.190 及 1.514，可得知市場普遍給予電子業公司較正向的評價。創新深度(*PD*)最小值(0.000)與最大值(1.000)差異甚大，且中位數及平均數分別落在 0.146 及 0.192，可得知電子業公司創新深度存有較大差異，且大多數公司的創新並不深入。至於創新廣度(*PB*)最小值(0.000)與最大值(0.999)雖有較大的差異，然而從中位數及平均數分別落在 0.908 及 0.827 來看，顯示大多數電子業公司致力於發展創新廣度。此外，創新速度(*TCT*)中位數及平均數分別落在 4.750 及 5.244，可知大多數電子業公司需花費 5 年左右以吸取新知識，轉化為成功之創新。

表 2 敘述性統計量

變數	平均數	中位數	標準差	最小值	最大值
<i>ROA</i>	0.159	0.149	0.103	-0.299	0.643
<i>TB</i>	1.514	1.190	1.260	0.313	29.972
<i>RDI</i>	0.113	0.082	0.106	0.000	1.210
<i>PD</i>	0.192	0.146	0.172	0.001	1.000
<i>PB</i>	0.827	0.908	0.217	0.000	0.999
<i>TCT</i>	5.244	4.750	3.015	0.000	28.000
<i>SIZE</i>	16.056	15.740	1.656	12.122	21.046
<i>GW</i>	0.161	0.117	0.373	-0.784	4.568
<i>LEV</i>	0.399	0.407	0.167	0.041	0.970
<i>AGE</i>	17.168	16.000	8.676	2.000	59.000

註：*ROA*為財務績效；*TB*為市場價值；*RDI*為研發強度；*PD*為創新深度；*PB*為創新廣度；*TCT*為創新速度；*SIZE*為公司規模；*GW*為公司成長率；*LEV*為負債比率；*AGE*為公司成立年數。

## 二、相關係數分析

本研究將整體變數之相關係數檢定彙總於表 3，該表顯示控制變數中公司規模(*SIZE*)、公司成長率(*GW*)、負債比率(*LEV*)及公司成立年數(*AGE*)間之相關係數最大值為 0.327(Spearman)，其相關性不高。而自變數與控制變數間，除公司規模(*SIZE*)與創新廣度(*PB*) 相關係數為 0.586 (Pearson)外，其餘變數間均為低度相關。

表 3 相關係數矩陣

變數	<i>ROA</i>	<i>TB</i>	<i>RDI</i>	<i>PD</i>	<i>PB</i>	<i>TCT</i>	<i>SIZE</i>	<i>GW</i>	<i>LEV</i>	<i>AGE</i>
<i>ROA</i>	1	0.276***	0.322***	0.055**	0.009	0.017	-0.113***	0.310***	-0.497***	-0.258***
		0.000	0.000	0.026	0.704	0.481	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>TB</i>	0.138***	1	0.195***	0.004	0.085***	0.012	-0.056**	0.078**	-0.198***	-0.209***
	0.000		0.000	0.870	0.001	0.631	0.023	0.002	0.000	0.000
<i>RDI</i>	0.372***	0.193***	1	0.039	0.027	0.091***	-0.404***	-0.181***	-0.298***	-0.210***
	0.000	0.000		0.111	0.272	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>PD</i>	0.020	0.009	-0.035	1	0.178***	0.243***	0.092***	0.022	-0.005	0.020
	0.422	0.723	0.157		0.000	0.000	0.000	0.376	0.830	0.412
<i>PB</i>	0.037	0.061**	0.050**	-0.010	1	-0.083***	0.586***	0.024	0.086	0.020
	0.134	0.013	0.043	0.693		0.001	0.000	0.330	0.000	0.412
<i>TCT</i>	-0.046*	-0.043*	-0.014	0.326***	-0.152***	1	-0.100***	-0.127***	-0.117***	0.126***
	0.061	0.082	0.568	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
<i>SIZE</i>	-0.073***	-0.081***	-0.371***	-0.011	0.379***	-0.128***	1	0.113***	0.327***	0.138***
	0.003	0.001	0.000	0.640	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
<i>GW</i>	0.240***	0.047*	-0.154***	0.044*	0.014	-0.092***	0.101***	1	0.076***	-0.109***
	0.000	0.055	0.000	0.069	0.576	0.000	0.000		0.002	0.000
<i>LEV</i>	-0.491***	-0.113***	-0.323***	-0.004	0.006	-0.063***	0.298***	0.067***	1	0.151***
	0.000	0.000	0.000	0.866	0.808	0.010	0.000	0.006		0.000
<i>AGE</i>	-0.247***	-0.136***	-0.229***	0.092***	-0.033	0.116***	0.151***	-0.097***	0.170***	1
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.176	0.000	0.000	0.000	0.000	

註：

1.本表右上方為Spearman相關係數；左下方為Pearson相關係數。

2.\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

3.各變數之定義請參閱表 2 之說明。

## 三、整體 SEM 分析

本研究採用 Stata 軟體進行 SEM 及拔靴法<sup>2</sup>之實證分析，參考過去研究所建議之配適度指標(Bagozzi and Yi 1988; Diamantopoulos, Sigauw, and Cadogan 2000; Hair, Black, Babin, Anderson, and Tatham 2006)，判定假設模型與實際資料之配適情形，並將過去研究所建議之整體模型配適度值及本研究模型實證結果彙總於表 4。結果顯示，卡方值及其 *P* 值分別為 1.205 及 0.547，顯示整體模式具有較佳配適度。而 SRMSR 及 RMSEA 分為 0.002 及 0.000，均小於 0.05，且 TLI 值及 CFI 值均為 1.000，均大於 0.90，顯示模型配適度良好。

<sup>2</sup> 雖然拔靴法抽樣次數愈多愈好，但目前對於次數多寡尚未有定論，Preacher and Hayes (2008)認為重複抽樣 1000 次已足夠執行分析，因此本研究設定重複抽樣 1000 次。

表 4 整體模式適配度—當期模式

模型配適指標	判定標準	本研究模型
卡方值(Chi-square)	越小越好	1.205
<i>P</i> 值	>0.05	0.547
標準化殘差均方和平方根(Standardized Root mean Squared Residual, SRMSR)	<0.05	0.002
漸近殘差均方根(Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA)	<0.05	0.000
非規準配適指標(Tucker-lewis Index, TLI)	>0.90	1.000
比較配適指標(Comparative Fit Index, CFI)	>0.90	1.000

#### 四、整體路徑分析

整體路徑分析主要係驗證研究架構中各變數間關係，表 5 及圖 1 中各路徑係數代表各變數間的直接效果(direct effect)，其值愈大代表變數間影響程度愈高。

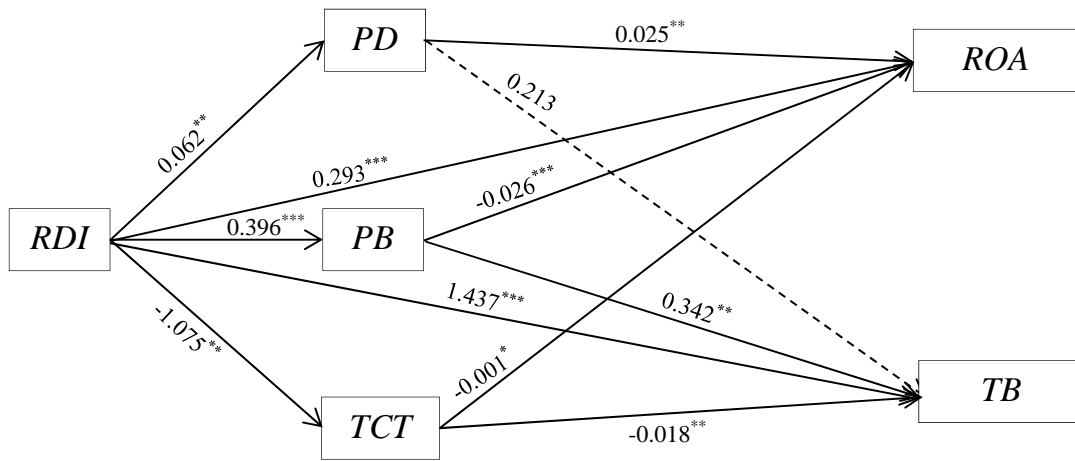
表 5 路徑分析—當期模式

路徑	路徑係數 <sup>a</sup>	S.E.	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
研發投資( <i>RDI</i> ) → 創新深度( <i>PD</i> )	0.062**	0.034	1.84	0.033
研發投資( <i>RDI</i> ) → 創新廣度( <i>PB</i> )	0.396***	0.057	6.94	0.000
研發投資( <i>RDI</i> ) → 創新速度( <i>TCT</i> )	-1.075**	0.617	-1.74	0.041
研發投資( <i>RDI</i> ) → 財務績效( <i>ROA</i> )	0.293***	0.030	9.72	0.000
創新深度( <i>PD</i> ) → 財務績效( <i>ROA</i> )	0.025**	0.012	2.05	0.002
創新廣度( <i>PB</i> ) → 財務績效( <i>ROA</i> )	-0.026***	0.009	-2.97	0.002
創新速度( <i>TCT</i> ) → 財務績效( <i>ROA</i> )	-0.001*	0.001	-1.64	0.051
研發投資( <i>RDI</i> ) → 市場價值( <i>TB</i> )	1.437***	0.363	3.95	0.000
創新深度( <i>PD</i> ) → 市場價值( <i>TB</i> )	0.213	0.194	1.09	0.137
創新廣度( <i>PB</i> ) → 市場價值( <i>TB</i> )	0.342**	0.151	2.25	0.012
創新速度( <i>TCT</i> ) → 市場價值( <i>TB</i> )	-0.018**	0.010	-1.78	0.038

註：顯著性係單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

#### (一) 圖 1 路徑分析圖—當期模式研發投資對創新能力之影響

如同表 5 及圖 1 顯示，研發投資與創新深度及廣度均為顯著正相關（係數 0.062、0.396），代表研發投資不僅能為公司成功取得創新成果，且創新成果多元化優於深化。此外，研發投資與創新速度呈顯著負相關（係數-1.075），表示投入較多研發投資，則創新速度愈快。亦即研發投資對三項創新能力均能產生正向影響，此結果支持假說 1a、1b 與 1c。



註：

1. 單尾檢定\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。
2. 各變數之定義請參閱表2之說明。

圖1 路徑分析圖—當期模式

## (二) 創新能力對公司績效之影響

根據表 5 及圖 1 顯示，創新深度與財務績效為顯著正相關（係數 0.025），創新速度與財務績效為顯著負相關（係數-0.001），表示創新深度愈深，或是創新速度愈快，則愈能提升財務績效，此結果支持假說 2a 與 2c。而創新廣度與財務績效為顯著負相關（係數-0.026），代表創新範圍愈廣，則會降低公司的財務績效，此結果未支持假說 2b。在市場價值方面，創新廣度與市場價值為顯著正相關（係數 0.342），創新速度與市場價值為顯著負相關（係數-0.018），表示創新範圍愈深，或是創新速度愈快，則愈能提升投資人對公司的評價，此結果支持假說 2e 與 2f。但研究結果並未發現創新深度與市場價值二者間之關係，因此假說 2d 未獲得支持。

## (三) 研發投資透過創新能力對公司績效之影響<sup>3</sup>

如表 6 顯示，研發投資對財務績效直接效果為顯著正相關（係數 0.293），而間接效果為顯著負相關（係數-0.007），且總效果為顯著正相關（係數 0.286）小於直接效果，表示研發投資對財務績效存有創新能力所引發之顯著負向間接效果，因此未支持本研究假說 3-1。更進一步檢視個別創新能力之間接效果，三項創新能力中創新廣度及創新深度均達顯著水準，其中以創新廣度的間接效果最強，創新深度次之，創新速度影響最小，此結果僅支持假說 3a。此外，表 6 顯示創新廣度與財務績效直接效果亦為顯著負相關（係數-0.026），且上述結果顯示研發投資對財務績效之間接效果，主要來自於創新廣度，使得公司因多元化發展致使財務績效下滑，且其負向影響高於創新深度及速度正向影響

<sup>3</sup> 鑑於拔靴法中之 percentile confidence interval 法使用極端的抽樣分佈估計，本研究採用修正後之 bias-corrected and accelerated confidence interval 法，改變選取的百分位數，藉以增加所求信賴區間的準確性，並盡量減少抽樣變異性。

合計數。因此, 在財務績效之總間接效果未支持假說 3-1, 而個別間接效果方面, 僅假說 3a 獲得支持。

表 6 財務績效間接效果分析—當期模式

自變數	應變數	直接效果			間接效果			總效果			間接占總效果的比例
		路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	
研發投資	→ 財務績效	0.293	0.000	***	-0.007	0.020	**	0.286	0.000	***	-2.44%
		路徑			個別間接效果 <sup>b</sup>						
研發投資(RDI)→創新深度(PD)→財務績效(ROA)					0.062×0.025=0.002*						0.70%
研發投資(RDI)→創新廣度(PB)→財務績效(ROA)					0.396×-0.026=-0.010***						-3.50%
研發投資(RDI)→創新速度(TCT)→財務績效(ROA)					-1.075×-0.001=0.001						0.36%

註：

1. a：顯著性係單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。
2. b：個別間接效果係以 bootstrap bias-corrected and accelerated (BCa) confidence interval 之單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

在市場價值方面, 如表 7 顯示, 研發投資對市場價值的直接效果顯著為正 (係數 1.437), 且間接效果亦為顯著正相關 (係數 0.168), 而研發投資對市場價值的總效果 (係數 1.604) 小於直接效果, 表示研發投資對市場價值存在藉助於創新能力之顯著正向間接效果, 支持本研究假說 3-2。更進一步檢視個別創新能力之間接效果, 三項創新能力中仍以創新廣度的間接效果最強且達顯著, 創新速度次之且亦達顯著, 創新深度影響最小, 此結果支持假說 3e 及 3f。亦即研發投資對市場價值之間接效果, 主要是來自於創新廣度, 投資人最樂於見到公司獲取較廣泛的創新成果, 且重視程度高於創新速度。因此, 在市場價值之總間接效果支持假說 3-2, 而個別間接效果方面, 假說 3e 及 3f 皆獲得支持。

表 7 市場價值間接效果分析—當期模式

自變數	應變數	直接效果			間接效果			總效果			間接占總效果的比例
		路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	
研發投資	→ 市場價值	1.436	0.000	***	0.168	0.009	***	1.604	0.000	***	10.47%
		路徑			個別間接效果 <sup>b</sup>						
研發投資(RDI)→創新深度(PD)→市場價值(TB)					0.062×0.213=0.013						0.81%
研發投資(RDI)→創新廣度(PB)→市場價值(TB)					0.396×0.342=0.135***						8.42%
研發投資(RDI)→創新速度(TCT)→市場價值(TB)					-1.075×-0.018=0.020**						1.24%

註：

1. a：顯著性係單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。
2. b：個別間接效果係以 bootstrap bias-corrected and accelerated (BCa) confidence interval 之單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

表 8 顯示控制變數之係數彙總表, 在直接效果模型中, 當公司成長率(GW)愈高、公司規模(SIZE)愈大、負債比率(LEV)愈低及成立年數(AGE)愈短則財務績效較佳; 除電腦及週邊業(IND02)、光電業(IND03)及資訊服務業(IND07)對財務績效影響不顯著外, 其餘皆顯著。而公司成長率(GW)愈高及成立年數(AGE)



愈短則市場價值較佳；除半導體業(*IND01*)及電腦及週邊業(*IND02*)對市場價值影響顯著外，其餘皆不顯著。

表 8 控制變數係數彙總—當期模式

控制變數	預期符號	直接效果模型				
		<i>RDI-&gt;PD</i>	<i>RDI-&gt;PB</i>	<i>RDI-&gt;TCT</i>	<i>RDI-&gt;ROA</i>	<i>RDI-&gt;TB</i>
<i>GW</i>	+	0.026	-0.004	-0.602	0.081	0.227
<i>P</i> 值		(0.030)**	(0.373)	(0.001)***	(0.000)***	(0.032)**
<i>SIZE</i>	+	0.003	0.061	-0.221	0.012	-0.050
<i>P</i> 值		(0.132)	(0.000)***	(0.000)***	(0.000)***	(0.010)***
<i>LEV</i>	-	-0.087	-0.072	-1.260	-0.27	-0.191
<i>P</i> 值		(0.001)***	(0.013)**	(0.007)***	(0.000)***	(0.153)
<i>AGE</i>	+	0.001	-0.001	0.037	-0.001	-0.009
<i>P</i> 值		(0.025)**	(0.032)**	(0.000)***	(0.000)***	(0.009)***
<i>IND01</i>	?	-0.148	0.030	-0.628	0.021	0.391
<i>P</i> 值		(0.000)***	(0.159)	(0.039)**	(0.007)***	(0.000)***
<i>IND02</i>	?	-0.094	0.031	-0.516	0.010	-0.134
<i>P</i> 值		(0.000)***	(0.111)	(0.075)*	(0.165)	(0.041)**
<i>IND03</i>	?	-0.077	0.024	-0.064	-0.004	0.119
<i>P</i> 值		(0.000)***	(0.286)	(0.885)	(0.556)	(0.151)
<i>IND04</i>	?	-0.054	-0.022	-0.672	0.027	-0.037
<i>P</i> 值		(0.022)**	(0.362)	(0.053)*	(0.001)***	(0.736)
<i>IND05</i>	?	-0.080	0.023	-0.026	0.026	-0.041
<i>P</i> 值		(0.000)***	(0.317)	(0.940)	(0.000)***	(0.603)
<i>IND06</i>	?	0.133	-0.046	1.817	0.059	3.298
<i>P</i> 值		(0.161)	(0.661)	(0.230)	(0.008)***	(0.204)
<i>IND07</i>	?	-0.034	-0.049	0.288	0.032	0.271
<i>P</i> 值		(0.444)	(0.431)	(0.749)	(0.289)	(0.208)

註：

1.a：各變數若為單一預期符號為單尾檢定；若無則為雙尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%。之顯著水準。  
2.b：SIZE 為公司規模；GW 為公司成長率；LEV 為負債比率；AGE 為公司成立年數；IND 為產業別。

## 五、敏感性分析

過去研究認為研發投資與公司績效之間存在遞延效果，且該效益約可延續二年（歐進士 1998；王曉雯等 2008），而且，由於本研究以專利權之相關資訊作為創新能力之衡量，根據 Hall, Jaffe, and Trajtenberg (2001)之研究，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，大都落於一至兩年之期間，且專利權申請與核准時間之差異有越來越小之趨勢。因此，為測試實證結果之穩定性，本研究分別以研發投資對落後一期及落後二期的創新能力與公司績效之影響進行敏感性分析<sup>4</sup>。另外，為確定實證結果之穩定度，本研究進一步進行似無相關迴歸（Seemingly Unrelated Regression，簡稱 SUR）與非線性組合模型(nonlinear combination method)之分析。最後，為了解電子次產業對於研究結果是否有所影響，本研究針對電子次產業進行敏感性分析<sup>5</sup>。

<sup>4</sup> 感謝評審委員對於研發投資、創新能力與公司績效間關係的落後期間與敏感性測試的建議。

<sup>5</sup> 感謝評審委員對於產業分析的建議。

### （一）落後一期模式

在落後一期模式財務績效的直接效果方面，研發投資對於落後一期的財務績效呈現正相關，創新深度對於財務績效亦呈現正相關，創新廣度及創新速度與財務績效為顯著負相關，此結果與當期績效模式相同。在市場價值直接效果方面，研發投資與落後一期的市場價值呈現正相關，創新廣度與市場價值亦為顯著正相關，創新速度與市場價值呈現顯著負相關，與當期績效模式結果相同。

在財務績效的間接效果方面，研發投資對落後一期財務績效存有創新能力所引發之顯著負向間接效果，此結果與當期績效模式一致。而更進一步檢視個別創新能力之間接效果，三項創新能力中亦以創新廣度的間接效果最強且達顯著水準，且總間接效果及各別間接效果影響方向均與當期績效模式一致。整體而言，研發投資對於財務績效的總間接效果會延續到第二年，且其總間接占總效果比例為-2.51%，其絕對值大於當期的-2.44%之絕對值，亦即對次一年財務績效之間接效果高於當年度，而個別間接效果則源於創新廣度。

在市場價值的間接效果方面，由分析結果可知，研發投資對落後一期市場價值存有藉助於創新能力之顯著正向間接效果，此結果與當期績效模式一致。額外檢視個別創新能力之間接效果，三項創新能力中仍以創新廣度的間接效果最強且達顯著水準，創新速度的影響次之，創新深度的影響最輕微，此結果與當期績效模式一致。整體而言，研發投資對於市場價值的總間接效果可延續到第二年，且總間接占總效果比例為 10.83%，高於當期的 10.47%，亦即對次一年市場價值之間接效果高於當年度，而個別間接效果亦主要來自於創新廣度<sup>6</sup>。

### （二）落後二期模式

在落後二期財務績效直接效果方面，研發投資對於落後二期的財務績效仍具有顯著正向影響，創新深度與財務績效為顯著正相關，創新廣度與速度皆與財務績效呈現負相關，與當期績效模式相同。在市場價值直接效果方面，研發投資對於落後二期的市場價值亦仍有正向顯著影響，創新廣度與市場價值亦為顯著正相關，創新速度則與市場價值呈現負相關，與當期績效模式相同。

研發投資對落後二期財務績效間接效果仍為負相關且達顯著水準，此結果與當期績效及落後一期模式相同。而更進一步檢視個別創新能力之間接效果，三項創新能力中亦以創新廣度的間接效果最強，且總間接效果及各別間接效果影響方向均與當期績效模式一致。整體而言，研發投資對於財務績效的總間接效果可延續至第三年，且其總間接占總效果比例為-2.65%，其絕對值均大於落後一期的-2.51%及當期的-2.44%之其絕對值，而第三年之個別間接效果僅存於創新廣度。

<sup>6</sup> 因礙於篇幅限制，因此省略部分敏感性分析之實證結果表格。

在市場價值方面，研發投資對落後二期市場價值存在藉助於創新能力之顯著正向間接效果，此結果與當期績效及落後一期模式一致。額外檢視個別創新能力之間接效果，三項創新能力中仍以創新廣度的間接效果最強且達顯著水準，創新速度的影響次之，創新深度的影響最小，此結果與當期績效模式一致。且總間接效果及各別間接效果影響方向均與當期績效模式一致。整體而言，研發投資對於市場價值的間接效果可延續到第三年，且總間接占總效果比例為13.93%，均高於落後一期的10.83%及當期模式的10.47%，而第三年之個別間接效果僅存在於創新廣度。

綜上所述，研發投資對於財務績效與市場價值的間接效果隨時間的增加而增加，顯示研發投資與公司績效的確存在遞延效果，且效益會隨時間而增加。本研究將各別模式及創新能力之間接效果彙總於表9。

表9 總間接效果彙總表

模式類型	總間接效果			
	財務績效(ROA)		市場價值(TB)	
	顯著性 <sup>a</sup>	占總效果比例	顯著性 <sup>a</sup>	占總效果比例
當期績效模式	-**	-2.44%	+***	10.47%
績效落後一期模式	-**	-2.51%	+***	10.83%
績效落後二期模式	-**	-2.65%	+***	13.93%

註：a：顯著性係單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示1%、5%與10%之顯著水準。

進一步探究個別創新能力間接效果之影響，整體而言，研發投資對於財務績效的間接效果，在當期績效模式中，雖然創新深度具有正向影響，但主要還是來自創新廣度的負向效果；在落後一期與落後二期的模式中，僅持續存在創新廣度的負向間接效果。另一方面，研發投資對於市場價值的間接效果，在當期模式，主要是來自創新廣度及速度所帶來的正向間接效果；而在落後一期與二期模式，僅存在創新廣度的正向間接效果。本研究將各別模式及個別創新能力之間接效果彙總於表10。

表10 個別間接效果彙總表

模式類型	間接效果路徑	個別間接效果 <sup>a</sup>	
		財務績效(ROA)	市場價值(TB)
		顯著性 <sup>a</sup>	顯著性 <sup>a</sup>
當期績效模式	研發投資→創新深度→績效	+*	+
	研發投資→創新廣度→績效	-***	+***
	研發投資→創新速度→績效	+	+**
績效落後一期模式	研發投資→創新深度→績效	+	+
	研發投資→創新廣度→績效	-***	+***
	研發投資→創新速度→績效	+	+
績效落後二期模式	研發投資→創新深度→績效	+	+
	研發投資→創新廣度→績效	-***	+***
	研發投資→創新速度→績效	+	+

註：a：個別間接效果係以 bootstrap bias-corrected and accelerated (BCa) confidence interval 之單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示1%、5%與10%之顯著水準。

### (三) SUR

本研究額外採用 Zellner (1962) 提出之似 SUR 針對各路徑額外進行聯立方程式檢定。實證結果顯示，除創新廣度與財務績效之間為顯著負相關，且未發現創新深度對市場價值二者間之顯著關係外，其餘各變數之間皆為顯著正相關。整體而言，透過似 SUR 進行之額外分析，其所得實證結果與本研究 SEM 之實證結論相似，顯示本研究實證結果具有穩健性(robustness)。

### (四) 非線性組合模型

為檢測聯立方程式之間接效果，本研究額外採用非線性組合模型進行總間接效果及個別間接效果之額外分析。於非線性組合模型之總間接效果之實證結果顯示，研發投資對財務績效及市場價值存有創新能力所引發之顯著間接效果。整體而言，透過非線性組合模型進行之額外分析，其所得實證結果與本研究 SEM 及拔靴法之實證結論相似，顯示本研究實證結果具有穩健性。

更進一步檢視個別間接效果，對財務績效之實證結果顯示，創新深度及創新廣度的間接效果皆已達顯著水準，三項創新能力中以創新廣度的間接效果最強（係數-0.010、占總效果比例-3.60%），創新深度的影響次之（係數 0.002、占總效果比例 0.55%），創新速度的影響最小（係數 0.001、占總效果比例 0.36%）。上述結果顯示研發投資對財務績效之間接效果，主要來自於創新的廣度，與本研究 SEM 及拔靴法之實證結果相似，顯示本研究實證結果具有穩健性。

此外，在市場價值方面，三項創新能力中仍以創新廣度的間接效果最強且達顯著（係數 0.135、占總效果比例 8.45%），創新速度的影響次之（係數 0.019、占總效果比例 1.22%），創新深度的影響最小（係數 0.013、占總效果比例 0.82%）。亦即研發投資對市場價值間接效果，主要是來自於創新的廣度，與本研究 SEM 及拔靴法之實證結果相似，顯示本研究實證結果具有穩健性。

### (五) 產業分析

根據過去文獻，本研究中除了加入公司規模(*SIZE*)、公司成長率(*GW*)、負債比率(*LEV*)、公司成立年數(*AGE*)等控制變數外，為了控制不同電子次產業的差異，因此亦加入產業別(*IND<sub>j</sub>*)此一變數。根據控制變數的直接效果模型分析結果發現，不同次產業對於財務績效與市場價值確實有不同之影響。因此，本研究針對電子業所有的次產業進行分析，唯進行整體模型配適度分析後，僅半導體業通過測試，因此茲針對半導體業進行次產業的分析。

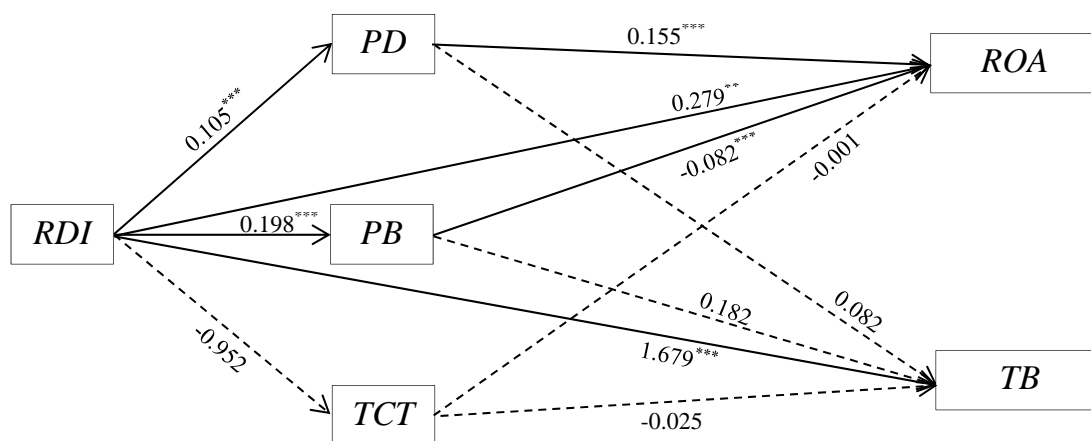
表 11 及圖 2 為半導體業的路徑分析，結果顯示半導體業之研發投資與創新深度及廣度均為顯著正相關（係數 0.105、0.198），與全樣本的結果一致，但是研發投資與創新速度未存在顯著相關性（係數-0.952）。在創新能力與財務績效的關係方面，半導體業的創新深度越深，則對財務績效有正面影響（係

數 0.155)，而創新範圍越廣，則對財務績效有負面影響（係數-0.082），與全部樣本的分析結果一致。在創新能力與市場價值的關係方面，三種創新能力皆對市場價值沒有影響（係數 0.0822、0.182、-0.025）。

表 11 路徑分析-半導體業

路徑	路徑係數 <sup>a</sup>	S.E.	t 值	P 值
研發投資(RDI) → 創新深度(PD)	0.105***	0.038	2.73	0.003
研發投資(RDI) → 創新廣度(PB)	0.198***	0.075	2.63	0.004
研發投資(RDI) → 創新速度(TCT)	-0.579	0.749	-0.77	0.220
研發投資(RDI) → 財務績效(ROA)	0.279***	0.046	6.07	0.000
創新深度(PD) → 財務績效(ROA)	0.155***	0.047	3.30	0.001
創新廣度(PB) → 財務績效(ROA)	-0.082***	0.030	-2.69	0.004
創新速度(TCT) → 財務績效(ROA)	0.001	0.002	0.63	0.266
研發投資(RDI) → 市場價值(TB)	1.679***	0.658	2.55	0.006
創新深度(PD) → 市場價值(TB)	0.082	0.689	0.12	0.453
創新廣度(PB) → 市場價值(TB)	0.182	0.336	0.54	0.294
創新速度(TCT) → 市場價值(TB)	-0.025	0.026	-0.94	0.174

註：a：顯著性係單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。



註：

a：單尾檢定\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

b：各變數之定義請參閱表2之說明。

圖 2 路徑分析圖—半導體業

最後，表 12 為財務績效之間接效果分析，研究結果顯示，雖然研發投資透過創新能力影響財務績效的間接效果並不顯著，但進一步檢視個別創新能力的間接效果發現，半導體業的研發投資除了直接影響財務績效外，亦會透過創新深度與廣度間接影響財務績效。表 13 為市場價值之間接效果分析，研究結果發現研發投資會直接影響企業的市場價值，但創新能力並未扮演中介角色。

綜上所述，半導體業與整體電子業之創新能力創造價值的途徑有相同之處，亦有相異之處，相同之處在於半導體業與整體電子業的研發投資對於創新的深度與廣度皆有正向影響，而創新的深度也都有助於財務績效的提升，另外，半導體公司的研發投資也會透過創新深度與廣度間接影響財務績效。相異之處在於半導體業的研發投資會直接反映在市場上投資人的評價，而不會藉由創新能力間接影響市場價值。

表 12 財務績效間接效果分析—半導體業

自變數	應變數	直接效果			間接效果			總效果			間接占總效果的比例
		路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	
研發投資	→ 財務績效	0.279	0.000	***	-0.0005	0.959	-	0.278	0.000	***	-0.18%
		路徑			個別間接效果 <sup>b</sup>						
		研發投資(RDI)→創新深度(PD)→財務績效(ROA)			0.105×0.155= 0.016 <sup>*</sup>						5.85%
		研發投資(RDI)→創新廣度(PB)→財務績效(ROA)			0.198×-0.082= -0.016 <sup>**</sup>						-5.85%
		研發投資(RDI)→創新速度(TCT)→財務績效(ROA)			-0.579×0.001= -0.0006						-0.18%

註：

1.a：顯著性係單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

2.b：個別間接效果係以 bootstrap bias-corrected and accelerated (BCa) confidence interval 之單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

表 13 市場價值間接效果分析—半導體業

自變數	應變數	直接效果			間接效果			總效果			間接占總效果的比例
		路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	路徑係數	P 值	顯著性 <sup>a</sup>	
研發投資	→ 市場價值	1.679	0.000	***	0.059	0.668	-	1.738	0.000	***	3.39%
		路徑			個別間接效果 <sup>b</sup>						
		研發投資(RDI)→創新深度(PD)→市場價值(TB)			0.105×0.082= 0.009						0.50%
		研發投資(RDI)→創新廣度(PB)→市場價值(TB)			0.198×0.182= 0.036						2.07%
		研發投資(RDI)→創新速度(TCT)→市場價值(TB)			-0.579×-0.025= 0.014						0.82%

註：

1.a：顯著性係單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

2.b：個別間接效果係以 bootstrap bias-corrected and accelerated (BCa) confidence interval 之單尾檢定，\*\*\*、\*\*與\*分別表示 1%、5%與 10%之顯著水準。

## 伍、結論與建議

### 一、研究結論

本研究針對於 USPTO 申請專利之臺灣電子業上市、上櫃公司以 SEM 及拔靴法探討其研發投資、創新能力與公司績效之關係。研究結果主要發現如下：投入較高的研發投資則能強化創新深度、廣度及速度等三項重要的創新能力。在財務績效方面，創新深度愈深或創新速度愈快，則愈能促進財務績效的成

長，但創新範圍愈廣，則會降低公司財務績效。在市場價值方面，創新範圍愈廣或創新速度愈快，則愈能提升投資人對公司的評價，但未發現創新深度與市場價值二者間的關係。此外，研發投資將透過不同的創新能力進而影響績效，而在財務績效方面，當公司致力於相同領域之創新，將可促進財務績效，但若發展多元化的創新成果，將削弱研發投資對於提升財務績效的強度；而各別創新能力產生的間接效果以創新廣度最強，創新深度次之，創新速度最弱。另一方面，研發投資可藉由創新能力進一步提升市場價值，其中投資人特別關注公司能否獲取較廣的創新成果，其次為創新速度，而對創新深度關注程度最低。

此外，無論在落後一期或落後二期的模式中，各別創新能力的間接效果均以創新廣度為最強，與當期模式所得結論相同。進一步探究發現，創新廣度對財務績效的負向間接效果持續至第三年，亦即研發投資將透過創新廣度對財務績效產生遞延之間接影響。另一方面，創新廣度對市場價值的正向間接效果(顯著正相關)可延續至第三年，亦即創新廣度在研發投資與市場價值間扮演相當重要的角色，其中投資人最重視公司能否將投入研發活動轉化為獲取較廣的創新成果，且觀察期間延續至第三年。

## 二、管理意涵

本研究之實證結果對於學術界及實務界有以下貢獻及管理意涵：

### (一) 學術界

1. 過去研究在探討研發投資透過創新能力對公司績效的影響時，常使用單一指標衡量創新能力，鮮少將創新深度、廣度及速度同時納入衡量公司的創新能力，而無法同時檢驗多項指標衡量結果，以呈現研發投資透過創新能力進一步影響公司績效之全貌。由本研究結果顯示，研發投資所確實能產生此三項創新能力，並進一步藉由此三項創新能力對公司績效產生影響。
2. 過去學術上探討中介模型時，常使用 Baron and Kenny (1986)提出的逐步因果分析法及迴歸分析方法，然而該法無法同時檢測多項變數間影響之全貌；再者，該法於判斷中介模型是否成立，乃是根據邏輯推論因果步驟建立的假說所得到一組結果，並非直接檢測該中介效果量化值而做出結論。因此，本研究運用 SEM 及拔靴法之特性，補足過去文獻及研究方法不足之處，以全面檢測研發投資、創新能力、與公司績效間之關係。由本研究結果驗證 SEM 可有效避免型 I 錯誤，為檢測中介效果較佳的模式。

### (二) 實務界

1. 行政院國家科學委員會於中華民國101年第九次全國科學技術會議中提到，我國在科技研發的表現雖然亮眼，但尚未對產業轉型產生重大貢獻。由於在基礎技術亦深耕不足，導致關鍵技術及關鍵設備等受制於國外廠商，進而影響我國企業競爭優勢及產業的發展基礎。由本研究敘述性統計量可觀察到我

國電子業公司投入創新深度低於創新廣度，另由實證結果顯示，創新深度對於財務績效之間接效果僅止於當期，且未能對遞延期間之財務績效產生正面的影響；此外無論當期亦或遞延期間，市場投資人皆無法藉由公司投入創新深度之面向，提升對公司的評價。因此，面對全球化競爭下，企業應致力強化基礎研發，以利產業升級與科技轉型，進而發展持續性的競爭優勢。

2. 創新範圍愈廣，則間接降低公司的財務績效，對於現今專利好訟時代而言，企業發展多元的專利進行研發活動，致使創新成果在短期內無法提升財務績效，甚至造成不利的影響，但卻是投資人所樂見的作為，因此將其效果反應在公司的市場價值上。
3. 創新廣度及創新速度為公司重要之創新能力，市場投資人非但關心創新速度，更加重視企業能否將投入研發活動轉化為獲取較廣的創新成果，若經理人因自身獎酬之考量而做出降低投入創新廣度或創新速度的反功能決策 (dysfunctional decision making)，雖然短期可以提升財務績效，但將損害公司價值。為有效避免經理人的代理問題，於衡量經理人的績效指標時，採用市場價值-Tobin's Q 的效果將優於財務績效指標。
4. 當公司聘任及培訓研發人才時，除了應重視核心技術領域的創新深化外，更應著重於多元創新的人才養成，使企業能整合多元的市場需求，以利掌握未來市場發展趨勢，在寬廣的領域搶先推出產品或技術，並發展競爭者無法取代的獨特知識及能力。

### 三、研究限制

1. 本研究三項創新能力皆以 USPTO 公告之專利權資訊予以衡量，然而創新是一項具有高度不確定性的風險性決策，且並非所有的創新成果均會申請專利保護，此外專業知識等非專利性質的知識資訊亦無法取得。因此，本研究受限於研究資料之取得，無法考量公司專利權以外之創新活動及影響進行分析。
2. 因 USPTO 核准之專利所有權人為公司，而現今企業經營型態趨向國際化及跨領域整合，以利資源共享及優化。然而判斷集團或關係企業易受主觀意識之影響，因此，本研究樣本僅限於單一個體公司，並未考量集團或關係企業資源整共享及優化之影響。
3. 最後，儘管本研究以創新深度、廣度及速度作為衡量創新能力的三項指標，但目前創新能力並無即定之衡量模式，無法徹底觀察創新能力影響績效的間接效果。



#### 四、未來研究之建議

1. 本研究為能觀察較近期且長期間樣本，因此僅能觀察研發投資對落後一期及落後二期之創新能力與公司績效之遞延效果，建議未來研究可延長財務資訊的期間，以瞭解三者間更長期的遞延效果。
2. 企業研發投資的多寡，可能與其經營策略或經理人喜惡有關，因此，未來研究可嘗試區分企業經營策略或以心理層面衡量經理人對公司創新活動之影響，以進行更完整之研究。
3. 未來研究可嘗試田野調查法或調查研究法，於企業內部進行深度訪談，並對創新深度、廣度及速度進行細部之觀察，以辨認各產業中創新深度、廣度及速度之品質特性，及其對各產業所能產生之核心及多元等價值。

#### 參考文獻

- 王健全與陳厚銘，2000，政府獎勵措施對廠商績效之影響－LISREL分析方法之應用，*臺大管理論叢*，第10卷第2期（6月）：71-96。(Wang, J. C., and H. M. Chen. 2000. An overview of Taiwan's technological policy measures and evaluation of the effectiveness of government investment tax credits. *NTU Management Review* 10 (June): 71-96.) (DOI: 10.6226/NTURM2000.10. 2.71)
- 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（4月）：173-193。(Wang, H. W., T. C. Wang, and M. C. Wu. 2008. Business types and R&D activities performance. *Journal of Management* 25 (April): 173-193.) (DOI: 10.6504/JOM.2008.25.02.03)
- 王志袁與劉念琪，2011，研發投入、研發組織管理與研發績效，*商略學報*，第3卷第4期（12月）：269-280。(Wang, C. Y., and N. C. Liu. 2011. R&D inputs, R&D organizational management and R&D performance. *International Journal of Commerce and Strategy* 3 (December): 269-280.)
- 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（9月）：573-593。(Lee, W. F., and C. T. Tsai. 2004. A study on technical efficiency of new product development and it's determinants. *Sun-Yat-Sen Management Review* 12 (September): 573-593.)
- 金成隆、林修葳與邱煒恒，2005，研究發展支出與資本支出的價值攸關性：以企業生命週期論析，*中山管理評論*，第13卷第3期（9月）：617-643。(Chin, C. L., H. W. Lin, and W. H. Chiou. 2005. The value-relevance of R&D and capital expenditure: A test of the life cycle hypothesis. *Sun-Yat-Sen Management Review* 13 (September): 617-643.)
- 林宛瑩、汪瑞芝與游順合，2012，研發支出、內部董事與經營績效，*會計審計*

- 論叢，第2卷第1期(6月): 61-90。(Lin, W. Y., J. C. Wang, and S. H. Yu. 2012. R&D, insider board members and firm performance. *Review of Accounting and Auditing Studies* 2 (June): 61-90.)
- 徐佳豪，2007，臺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，臺灣經濟研究月刊，第30卷第11期(11月): 59-68。(Shiu, J. H. 2007. Taiwan's high-tech manufacturing value-added impact empirical: Electronics industry as an example to the listing. *Taiwan Economic Research Monthly* 30 (November): 59-68.)
- 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(7月): 27-55。(Tsao, S. M., Y. C. Hsin, and C. L. Liu. 2007. Does the stock market fully appreciate the value of innovative activities? Evidence from the viewpoints of R&D efficiency and insider trading. *Journal of Accounting Review* 45 (July): 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(9月): 1-30。(Tseng, H. C. 2006. A study for investigating the influential factors of corporate technological innovation performance. *Journal of Technology Management* 11 (November): 1-30.)
- 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(3月): 69-87。(Yang, C. H., and J. R. Chen. 2001. R&D, technology import and patent-GMM on count panel data. *Taiwan Economic Review* 29 (March): 69-87.) (DOI: 10.6277/ter.2001.291.4)
- 蔡啟通、黃國隆與高泉豐，2001，組織因素、組織成員整體創造性與組織創新之關係，管理學報，第18卷第4期(12月): 527-566。(Tsai, C. T., K. L. Huang, and C. F. Kao. 2001. The relationships among organizational factors, creativity of organizational members and organizational innovation. *Journal of Management* 18 (December): 527-566.)
- 劉正田、林修葳與金成隆，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4期(10月): 29-56。(Liu, J. T., W. H. Lin, and C. L. Chin. 2005. Path analysis of value chain of innovation: An empirical study of R&D investment. *Management Review* 24 (October): 29-56.)
- 歐進士，1998，我國企業研究發展與經營績效關聯之實證研究，中山管理評論，第6卷第2期: 357-385。(Ou, C. S. 1998. An Empirical examination of the relationship between R&D and operating performance of Taiwanese manufacturing firms. *Sun-Yat-Sen Management Review* 6 (2): 357-385.)

- Bagozzi, R. P., and Y. Yi. 1988. On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science* 16 (1): 74-94. (DOI: 10.1007/BF02723327)
- Bardhan, I., V. Krishnan, and S. Lin. 2013. Research Note-Business value of information technology: Testing the interaction effect of IT and R&D on Tobin's Q. *Information Systems Research* 24 (4): 1147-1161. (DOI: 10.1287/isre.2013.0481)
- Baron, R. M., and D. A. Kenny. 1986. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology* 51 (6): 1173-1182. (DOI: 10.1037//0022-3514.51.6.1173)
- 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 (7): 1008-1024. (DOI: 10.1287/mnsc.45.7.1008)
- Bierly, P., and A. Chakrabarti. 1996. Determinants of technology cycle time in the U.S. pharmaceutical industry. *R&D Management* 26 (2): 115-126. (DOI: 10.1111/j.1467-9310.1996.tb00936.x)
- Blundell, R., R. Griffith, and J. V. Reenen. 1999. Market share, market value and innovation in a panel of British manufacturing firms. *The Review of Economic Studies* 66 (3): 529-554. (DOI: 10.1111/1467-937X.00097)
- Calantone, R. J., S. T. Cavusgil, and Y. Zhao. 2002. Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance. *Industrial Marketing Management* 31 (6): 515-524. (DOI:10.1016/S0019-8501(01)00203-6)
- Chung, K. H., and S. W. Pruitt. 1994. A simple approximation of Tobin's Q. *Financial Management* 23 (3): 70-74. (DOI: 10.2307/3665623)
- Coombs, J. E., and P. E. Bierly. 2006. Measuring technological capability and performance. *R&D Management* 36 (4): 421-438. (DOI: 10.1111/j.1467-9310.2006.00444.x)
- Diamantopoulos, A., J. A. Siguaw, and J. W. Cadogan. 2000. Export performance: The impact of cross-country export market orientation. Paper presented at the Winter Educators' Conference of the American Marketing Association, San Antonio.
- Fang, E. R., W. Palmatier, and R. Grewal. 2011. Effects of customer and innovation asset configuration strategies on firm performance. *Journal of Marketing Research* 48 (3): 587-602. (DOI: 10.1509/jmkr.48.3.587)

- Griliches, Z., and J. Mairesse. 1981. Productivity and R&D at the firm level: National bureau of economic research. Working paper, University of Chicago Press.
- Hair, J. F., W. C. Black, B. J. Babin, R. E. Anderson, and R. L. Tatham. 2006. *Multivariate Data Analysis*. 6<sup>th</sup> edition. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall.
- Hall, B. H. 1990. The manufacturing sector masterfile: 1959-1987. Working paper, National Bureau of Economic Research.
- Hall, B. H. 1993. The stock market's valuation of R&D investment during the 1980's. *The American Economic Review* 83 (2): 259-264.
- Hall, B. H., A. B. Jaffe, and M. Trajtenberg. 2001. The NBER patent citation data file: Lessons, insights and methodological tools. Working paper, National Bureau of Economic Research.
- Hayes, A. F. 2009. Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. *Communication Monographs* 76 (4): 408-420. (DOI: 10.1080/03637750903310360)
- Huang, C. J. 2007. The determinants and performance of R&D cooperation: Evidence from Taiwan's high-technology industries. Unpublished Ph. D. dissertation, Department of Accounting National Chengchi University, Taipei.
- 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. (DOI: 10.1109/TEM.2003.810828)
- 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. (DOI: 10.1109/17.985742)
- Leiponen, A., and C. E. Helfat. 2010. Innovation objectives, knowledge sources, and the benefits of breadth. *Strategic Management Journal* 31 (2): 224-236. (DOI: 10.1002/smj.807)
- Lieberman, M. B., and D. B. Montgomery. 1988. First mover advantages. *Strategic Management Journal* 9 (s1): 41-58. (DOI: 10.1002/smj.4250090706)
- Lin, B. W., Y. Lee, and S. C. Hung. 2006. R&D intensity and commercialization orientation effects on financial performance. *Journal of Business Research* 59 (6): 679-685. (DOI: 10.1016/j.jbusres.2006.01.002)

- Moorthy, S., and D. E. Polley. 2010. Technological knowledge breadth and depth: Performance impacts. *Journal of Knowledge Management* 14 (3): 359-377. (DOI: 10.1108/13673271011050102)
- Nagaoka, S. 2007. Assessing the R&D management of a firm in terms of speed and science linkage: Evidence from the U.S. patents. *Journal of Economics & Management Strategy* 16 (1): 129-156.(DOI: 10.1111/j.1530-9134.2007.00135.x)
- Narin, F. 1999. *Tech-Line Background Paper*. Haddon Heights, N.J.: CHI Research Inc.
- 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. (DOI: 10.1002/smj.664)
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) iLibrary. 2011. OECD factbook 2011-2012. Available at: [http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2011-2012\\_factbook-2011-en](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2011-2012_factbook-2011-en). Accessed: January 7, 2013.
- Preacher, K. J., and A. F. Hayes. 2008. Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavioral Research Methods* 40 (3): 879-891. (DOI: 10.3758/BRM.40.3.879)
- Ramirez, P. G., and T. Hachiya. 2012. Intangible assets and market value of Japanese industries and firms. *International Journal of Technology Management* 59 (1-2):1-21. (DOI: 10.1504/IJTM.2012.047248)
- Sher, P. J., and P. Y. Yang. 2005. The effects of innovation capabilities and R&D clustering on firm performance: The evidence of Taiwan's semiconductor industry. *Technovation* 25 (1): 33-43. (DOI: 10.1016/S0166-4972(03)00068-3)
- Shortridge, R. T. 2004. Market valuation of successful versus non-successful R&D efforts in the pharmaceutical industry. *Journal of Business Finance & Accounting* 31 (9-10): 1301-1325. (DOI: 10.1111/j.0306-686X.2004.00575.x)
- Smith, K. G., C. J. Collins, and K. D. Clark. 2005. Existing knowledge, knowledge creation capability, and the rate of new product introduction in high-technology firms. *The Academy of Management Journal* 48 (2): 346-357. (DOI: 10.5465/AMJ.2005.16928421)
- Sobel, M. E. 1982. Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural

- equation models. *Sociological Methodology* 13: 290-312. (DOI: 10.2307/270723)
- Sobel, M. E. 1986. Some new results on indirect effects and their standard errors in covariance structure models. *Sociological Methodology* 16: 159-186. (DOI: 10.2307/270922)
- Srinivasan, R. 2006. Dual distribution and intangible firm value: Franchising in restaurant chains. *Journal of Marketing* 70 (3): 120-135. (DOI: 10.1509/jmkg.70.3.120)
- SubbaNarasimha, P. N., S. Ahmad, and S. N. Mallya. 2003. Technological knowledge and firm performance of pharmaceutical firms. *Journal of Intellectual Capital* 4 (1): 20-33. (DOI:10.1108/14691930310455360)
- Teece, D. J. 1998. Capturing value from knowledge assets: The new economy, markets for know-how, and intangible assets. *California Management Review* 40 (3): 55-79. (DOI:10.2307/41165943)
- Tsai, W. 2001. Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *The Academy of Management Journal* 44 (5): 996-1004. (DOI: 10.2307/3069443)
- Tsai, K. H., and J. C. Wang. 2004. The R&D performance in Taiwan's electronics industry: A longitudinal examination. *R&D Management* 34 (2): 179-189. (DOI:10.1111/j.1467-9310.2004.00332.x)
- United States Patent and Trademark Office (USPTO). 2012. All patents, all types report. Available at: <http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/apat.htm>. Accessed: January 7, 2013.
- U.S. National Science Foundation (U.S. NSF). 2013. U.S. R&D spending resumes growth in 2010 and 2011 but still lags behind the pace of expansion of the national economy. Available at: <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf13313/#fig4>. Accessed: January 7, 2013.
- Wang, J. C. 2008. Investigating market value and intellectual capital for S&P 500. *Journal of Intellectual Capital* 9 (4): 546-563. (DOI: 10.1108/14691930810913159)
- Zellner, A. 1962. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association* 57 (298): 348-368. (DOI: 10.1080/01621459.1962.10480664)

Zhou, K. Z., and C. B. Li. 2012. How knowledge affects radical innovation: Knowledge base, market knowledge acquisition, and internal knowledge sharing. *Strategic Management Journal* 33 (9): 1090-1102. (DOI: 10.1002/smj. 1959)