

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 研發支出直接與間接效益分析 - 以生物科技業價值鏈為例

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2416-H-002-027-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立臺灣大學會計學系暨研究所

計畫主持人：蔡彥卿

計畫參與人員：林宗輝

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 9 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 研發支出直接與間接效益分析－以生物科技業價值鏈為例

計畫編號：

執行期限：92年8月1日至93年7月31日

主持人：蔡彥卿 臺灣大學會計系

電子郵件信箱：[yanntsai@ntu.edu.tw](mailto:yanntsai@ntu.edu.tw)

計畫參與人員：林宗輝 臺灣大學會計系

### 一、中文摘要

二十一世紀是知識經濟的年代！而生物科技產業更是知識經濟中最具代表性的產業之一！生物科技產業係屬「高科技」產業！所謂「高科技」產業，其最大特徵在於：研發支出之密集投資、知識資本在創造價值之過程中所扮演之關鍵角色與高成長機會 (Liu, 2000)。而「生物科技」係將技術應用至生命科學領域中。吾人亦可較嚴謹地將其解釋成「使用活體細胞或其過程以解決問題並執行特定工業或製造過程之方法的集合」(Hand, 2001)。

美國學者 Porter 於 1985 年提出價值鏈(value chain)的觀念，所謂價值鏈，是指企業創造有價值的產品或勞務與顧客的一連串「價值創造活動」，其範圍上溯至原料來源的供應商，下追至產品最終的消費者。將價值鏈的觀念運用於整個產業，Porter 稱之為「價值系統」。生物科技產業由技術與製程之開發直至臨床試驗與新藥上市之最終階段，其產業價值鏈相當獨特。本研究將透過分析整體產業價值鏈及產業價值鏈中不同產業階段公司，探討各產業階段公司研發投入活動所衍生之經濟貢獻及其差異。另外，生物科技產業價值鏈中各階段公司依存度高，各階段公司整體研發投入的外溢效果對產業鏈間經濟貢獻的影響，對於政府科技政策及企業競爭策略的制訂均具重要性—此一議題亦為本研究之重點之一。

美國生物科技產業發展模式堪稱全世界的典範，因此，本計畫以美國生物科技產業為研究對象，透過產業整體價值鏈的分析，將生物科技產業自技術與製程之開發直至臨床試驗與新藥上市的歷程，區分為六個產業階段，並進行深入分析。

本文主要發現如下：首先，在研發投入對經營績效的影響方面，本計畫發現當期研發投入對當期經營績效有顯著正向的影響，而綜合當期與遞延效果觀之，研發投入對經營績效有正向之貢獻；其次，有關研發投入對生物科技產業公司價值影響方面，不論是從當期效果或整體來看，研發投入對生物科技產業公司價值皆有正面

的影響；第三，在研發投入外部性對經營績效影響方面，實證發現研發投入對經營績效有正向影響（不論是當期或整體效果），再次驗證本文先前的發現；但在某一產業階段研發投入對其他產業階段經營績效的影響方面，實證結果並不顯著；而在自身研發投入較高公司是否較有能力接收產業階段間產生之研發外溢效果方面，實證結果亦不顯著，至於同產業階段內，其他競爭對手之整體研發投入對經營績效之外部性影響，實證發現競爭性效果大於外溢性效果，但皆不顯著；第四，有關研發投入外部性對公司價值的影響，實證發現研發投入對公司價值有正向影響（不論是當期或整體效果），再次支持本文先前的發現；但在某一產業階段研發投入對其他產業階段公司價值的影響方面，實證結果亦不顯著；有關自身研發投入較高公司是否較有能力接收產業階段間產生之研發外溢效果方面，除了 Biological products、Pharmaceutical preparations 兩個產業外，其餘產業之實證結果並不顯著；至於同產業階段內，其他競爭對手之整體研發投入對公司價值之外部性影響，實證發現競爭性效果大於外溢性效果，但皆不顯著。

關鍵詞：研發支出、外溢效果、生物科技、知識密度、價值鏈

## Abstract

Twenty first century is era of knowledge economy! The biotechnology is the star industry of knowledge economy. Biotechnology falls squarely within the definition of high technology because 'high' technology distinguishes itself from 'low' technology by having three special characteristics: an intensive investment in R&D, a crucial role for knowledge capital in creating value, and high growth opportunities (Liu, 2000). Broadly speaking, biotechnology is the application of technology to the life sciences. More carefully defined, biotechnology is a collection of techniques that use living cells or their processes to solve problems and to perform specific industrial or manufacturing processes. Applications include the production of drugs, synthetic hormones and bulk foodstuffs, the bioconversion of organic waste, and the use of genetically altered bacteria (Hand, 2001).

Porter proposes the concept of value chain in 1985. The value chain of biotechnology industry spans over several segments from technology development to phase III.

This study addresses two set of broad questions: (1) does R&D (knowledge) expenditure have a positive impact on firm performance? And (2) does R&D (knowledge) expenditure have spillover effect on enterprises in the same segment and in different segments?

The empirical evidence shows that the R&D expenditure has a positive effect on biotech firms' performances and firm values. The inter-segments externality effects on the market value to book value ratio ( $MV/bv$ ) found only in Biological products、Pharmaceutical preparations industries.

Key words: research and development expenditure, spillover effect, biotechnology, knowledge density, value chain

## 二、緣由與目的

二十一世紀是知識經濟的年代！而生物科技產業更是知識經濟中最具代表性的產業之一！生物科技產業係屬「高科技」產業！所謂「高科技」產業，其最大特徵在於：研發支出之密集投資、知識資本在創造價值之過程中所扮演之關鍵角色與高成長機會（Liu, 2000）。而「生物科技」係將技術應用至生命科學領域中。吾人亦可較嚴謹地將其解釋成「使用活體細胞或其過程以解決問題並執行特定工業或製造過程之方法的集合」（Hand, 2001）。

美國學者 Porter 於 1985 年提出價值鏈(value chain)的觀念，所謂價值鏈，是指企業創造有價值的產品或勞務與顧客的一連串「價值創造活動」，其範圍上溯至原料來源的供應商，下追至產品最終的消費者。將價值鏈的觀念運用於整個產業，Porter 稱之為「價值系統」。生物科技產業由技術與製程之開發直至臨床試驗與新藥上市之最終階段，其產業價值鏈相當獨特。本研究將透過分析整體產業價值鏈及產業價值鏈中不同產業階段公司，探討各產業階段公司研發投入活動所衍生之經濟貢獻及其差異。另外，生物科技產業價值鏈中各階段公司依存度高，各階段公司整體研發投入的外溢效果對產業鏈間經濟貢獻的影響，對於政府科技政策及企業競爭策略的制訂均具重要性—此一議題亦為本研究之重點之一。

本研究希望完成以下的研究目的；

1. 美國生物科技產業發展模式堪稱全世界的典範，故希望透過本研究的進行，能提供具體政策意涵，供政府及民間發展此產業之參考。
2. 生物科技產業是知識密集型的產業，需要長時間及鉅額資金投入，故本研究希望透過評估歷史資料，瞭解生物科技產業價值鏈歷年鉅額研發（知識）投入，對全體生物科技公司之經營績效所創造的效益（以會計盈餘衡量）及對公司價值的貢獻。
3. 在生物科技產業價值鏈中，每一產業階段之公司，其知識密集度有所不同，本研究亟欲瞭解分處各產業階段之公司，其研發（知識）投入所創造之經營績效與公

司價值之所在及其差異。

4. 本文欲探討各產業階段整體研發（知識）投入之外部性(externality)影響，而美國生物科技產業環境下方有完整價值鏈與充足之樣本可測試這項議題。具體而言，下列四項為有關研發活動外部性之研究目的：
  - (1) 生物科技產業研發（知識）投入之效益及其遞延期間。
  - (2) 某一產業階段研發（知識）投入之外部性是否對其他產業階段公司之經營績效及公司價值存在外溢效果(spillover)。
  - (3) 自身研發（知識）投入較多的公司，是否較有能力接收其他產業階段總體研發投入所創造之外溢效果。
  - (4) 企業之經營績效及公司價值是否受同產業階段內其他企業研發（知識）投入之競爭性或外溢性影響。

### 三、結果與討論

由於美國生物科技產業發展模式堪稱全世界的典範，因此，本計畫以美國生物科技產業為研究對象，透過產業整體價值鏈的分析，將生物科技產業自技術與製程之開發直至臨床試驗與新藥上市的歷程，區分為六個產業階段，並進行深入分析。

本文主要發現如下：首先，在研發投入對經營績效的影響方面，本計畫發現當期研發投入對當期經營績效有顯著正向的影響，而綜合當期與遞延效果觀之，研發投入對經營績效有正向之貢獻；其次，有關研發投入對生物科技產業公司價值影響方面，不論是從當期效果或整體來看，研發投入對生物科技產業公司價值皆有正面的影響；第三，在研發投入外部性對經營績效影響方面，實證發現研發投入對經營績效有正向影響（不論是當期或整體效果），再次驗證本文先前的發現；但在某一產業階段研發投入對其他產業階段經營績效的影響方面，實證結果並不顯著；而在自身研發投入較高公司是否較有能力接收產業階段間產生之研發外溢效果方面，實證結果亦不顯著，至於同產業階段內，其他競爭對手之整體研發投入對經營績效之外部性影響，實證發現競爭性效果大於外溢性效果，但皆不顯著；第四，有關研發投入外部性對公司價值的影響，實證發現研發投入對公司價值有正向影響（不論是當期或整體效果），再次支持本文先前的發現；但在某一產業階段研發投入對其他產業階段公司價值的影響方面，實證結果亦不顯著；有關自身研發投入較高公司是否較有能力接收產業階段間產生之研發外溢效果方面，除了 Biological products、Pharmaceutical preparations 兩個產業外，其餘產業之實證結果並不顯著；至於同產業階段內，其他競爭對手之整體研發投入對公司價值之外部性影響，實證發現競爭性效果大於外溢性效果，但皆不顯著。

本文是首篇試圖將生物科技產業按價值鏈區分產業階段，針對研發投入

的效益及其外部性進行分析的研究。根據本研究的實證結果，吾人可發現研發投入對經營績效與公司價值有顯著正向的影響，但產業階段內及產業階段間的研發投入其外溢效果並不顯著，值得欲發展生物科技產業之國家參考。

根據本計畫的分析，美國生物科技產業其整體價值鏈相當完整且公司家數眾多，多數公司分工、定位相當清楚，但由於生物科技產業是一新興產業，產業趨勢及公司未來發展方向瞬息萬變，也增加吾人區分產業階段的困難，值得吾人進行後續追蹤探討。

#### 四、計劃成果自評

由於美國生物科技產業發展模式堪稱全世界的典範，因此，本計畫以美國生物科技產業為研究對象，透過產業整體價值鏈的分析，將生物科技產業自技術與製程之開發直至臨床試驗與新藥上市的歷程，區分為六個產業階段，並進行深入分析。

本文主要發現如下：首先，在研發投入對經營績效的影響方面，本計畫發現當期研發投入對當期經營績效有顯著正向的影響，而綜合當期與遞延效果觀之，研發投入對經營績效有正向之貢獻；其次，有關研發投入對生物科技產業公司價值影響方面，不論是從當期效果或整體來看，研發投入對生物科技產業公司價值皆有正面的影響；第三，在研發投入外部性對經營績效影響方面，實證發現研發投入對經營績效有正向影響（不論是當期或整體效果），再次驗證本文先前的發現；但在某一產業階段研發投入對其他產業階段經營績效的影響方面，實證結果並不顯著；而在自身研發投入較高公司是否較有能力接收產業階段間產生之研發外溢效果方面，實證結果亦不顯著，至於同產業階段內，其他競爭對手之整體研發投入對經營績效之外部性影響，實證發現競爭性效果大於外溢性效果，但皆不顯著；第四，有關研發投入外部性對公司價值的影響，實證發現研發投入對公司價值有正向影響（不論是當期或整體效果），再次支持本文先前的發現；但在某一產業階段研發投入對其他產業階段公司價值的影響方面，實證結果亦不顯著；有關自身研發投入較高公司是否較有能力接收產業階段間產生之研發外溢效果方面，除了 Biological products、Pharmaceutical preparations 兩個產業外，其餘產業之實證結果並不顯著；至於同產業階段內，其他競爭對手之整體研發投入對公司價值之外部性影響，實證發現競爭性效果大於外溢性效果，但皆不顯著。

本文是首篇試圖將生物科技產業按價值鏈區分產業階段，針對研發投入的效益及其外部性進行分析的研究。根據本研究的實證結果，吾人可發現研發投入對經營績效與公司價值有顯著正向的影響，但產業階段內及產業階段間的研發投入其外溢效果並不顯著。研究結果除了可補學術文獻之不足外，亦可供欲發展生物科技產業之國家參考。

本計劃之實證結果預計將投稿至學術研討會及學術期刊，並預期針對生物科技產業之研發投入等相關議題進行更深入之探討。

## 五、參考文獻

### 中文部分

- 「2002 生物科技產業年鑑」，民國 91 年，經濟部技術處出版品。
- 「生技投資的億萬商機」，民國 91 年，時報文化出版社
- 「中華民國科學技術年鑑」，民國 90 年，行政院國家科學委員會出版品。
- 「中華民國科學技術統計要覽」，民國 90 年，行政院國家科學委員會出版品。
- 「台灣經濟與資訊科技產業景氣波動之研究」報告，民國 91 年，行政院經建會出版品。
- 「國科會九十年年報」，民國 90 年，行政院國家科學委員會出版品。
- 「國科會八十九年年報」，民國 89 年，行政院國家科學委員會出版品。
- 古美如，民國 88 年，“研究發展規模經濟的探討—以台灣電子產業為例”，國立中興大學經濟學研究所未出版之碩士論文。
- 吳秀娟，民國 88 年，“企業市場價值與淨值差異影響因素之研究—以我國資訊電子業為例”，國立政治大學會計學系研究所未出版之碩士論文。
- 吳佳穎，民國 89 年，“台灣資訊電子產業研究發展活動與公司經營績效之研究”，國立交通大學科技管理研究所未出版之博士論文。
- 李坤致，民國 89 年，“智慧資本與價值動因對企業價值影響之研究”，國立中正大學企業管理研究所未出版之碩士論文。
- 林立峰，民國 90 年，“我國上市的電子公司研發支出與股價之關聯性”，國立中山大學財務管理學系研究所未出版之碩士論文。
- 林怡芳，民國 91 年，“市場價值與帳面價值之差異探討—以 IC 設計產業為例”，國立台灣大學會計學研究所未出版之碩士論文。
- 林威伸，民國 86 年，“企業研究發展與專利權間之遞延效應”，東吳大學會計學系研究所未出版之碩士論文。
- 林郁昕，民國 89 年，“財務資訊與無形資產密集企業價值攸關性之探討”，國立政治大學會計學系研究所未出版之碩士論文。
- 林惠玲、李顯峰，民國 85 年，“台灣專利權數與 R&D 支出關係之研究—非負整數計量模式之應用”，經濟論文，24 卷 2 期：273-302。
- 張君豪，民國 87 年，“研究發展成本、現金流量及盈餘對股價報酬之研究”，中原大學會計學系研究所未出版之碩士論文。
- 莊奕琦、許碧峰，民國 88 年，“研究發展對生產力的貢獻及產業間的外溢效果：台灣製造業實證”，經濟論文，第 27 卷第三期，pp. 407-432。
- 陳柏彰，民國 91 年，“創新發明能力與企業生產力及企業價值之關連性研究—以台灣之資訊電子業為例”，國立台灣大學會計學系未出版之碩士論文。
- 黃文英，民國 89 年，“資訊軟體業之專利權對企業價值之效應研究”，東吳大學會計學系研究所未出版之碩士論文。
- 黃志雄，民國 90 年，“企業價值之衍生性探討—以資訊軟體業研究發展活動為例”，東吳大學會計學系研究所未出版之碩士論文。
- 黃宛華，民國 88 年，“資訊服務業智慧資本之研究”，政治大學科技管理研究所未出版之碩士論文。

- 黃則智，民國 91 年，“專利、研發支出與廠商市值—半導體產業之實證研究”，國立台灣大學經濟學研究所未出版之碩士論文。
- 黃雅苓，民國 87 年，“研究發展支出與經營績效關係及其費用化之探討-以台灣上市公司之電子業與非電子業為例”，國立政治大學會計學系研究所未出版之碩士論文。
- 楊開祥，民國 90 年，“研究發展投資抵減與企業績效關聯性之探討-以我國上市資訊電子業為例”，國立台灣大學會計學研究所未出版之碩士論文。
- 趙耀君，民國 86 年，“企業研發支出之價值衡量”，東吳大學會計學系研究所未出版之碩士論文。
- 劉正田，民國 86 年，“研究發展支出之效益及其資本化會計資訊對股票評價攸關性之研究”，國立政治大學會計研究所未出版之博士論文。
- 歐進士，民國 74 年，“關係企業財務規劃與控制之研究”，國立政治大學會計研究所未出版之碩士論文。
- 蔡坤宏，民國 86 年，“台灣研究發展對專利之影響效果”，中山管理評論，5 卷 2 期：371-382。
- 蔡坤宏、王健全，民國 83 年，“研究發展與創新活動之關連性分析”，台北銀行月刊，25 卷 7 期：10-19。
- 蔡基德，民國 90 年，“資訊電子業市場價值與帳面淨值之差異探討”，國立台灣大學會計學系未出版之碩士論文。
- 簡志豪，民國 89 年，“影響智慧資本因子之研究—以我國上市資訊電子股為例”，逢甲大學會計與財稅研究所未出版之碩士論文。
- 顏裕芳，民國 89 年，“無形資產衡量對台灣股票評價攸關性之研究—股市週期與產業別之影響”，淡江大學會計學系研究所未出版之碩士論文。

#### 英文部分

- Abdel-khalik, A. R, 1975, "Advertising Effectiveness and Accounting Policy," *The Accounting Review* 50, October, 657-670.
- Aghion, P. and P. Howitt, 1998, "Endogenous Growth Theory," Cambridge, MA: MIT Press.
- Almon, A., 1965, "The Distributed Lag between Capital Appropriations and Expenditures," *Econometrica* 33, 178-196.
- Amir, E. and B. Lev, 1996, "Value-relevance of Non-financial Information: The Wireless Communication Industry," *Journal of Accounting and Economics* 22, 3-30.
- Ben-Zion, U., 1984, "The R&D and Investment Decision and Its Relationship to the Firm's Market Value: Some Preliminary Results," in Griliches, Z., *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago: University of Chicago Press, 299-312.
- Bernstein, J. I., 1988, "Costs of Production, Intra-and Inter-industry R&D Spillovers: Canadian Evidence," *Canadian Journal of Economics*, 21, 324-347.
- \_\_\_\_\_, 1989, "The Structure of Canadian Inter-Industry R&D Spillovers, and the Rates of Return to R&D," *The Journal of Industrial Economics*, No.3, 315-328.
- 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*, Vol. 66, 529-554.
- Brennan, M. J., 1991, "A Perspective on Accounting and Stock Prices," *The Accounting Review* 66, January, 67-79.
- Bruno van Pottelsberghe de la Potterie, 1997, "Issues in Assessing the Effect of Interindustry R&D Spillovers," *Economic Systems Research*, Vol. 9, No. 4, 331-356.
- Bublitz, B., and M. Ettredge, 1989, "The Information in Discretionary Outlays: Advertising, Research, and Development," *The Accounting Review* 64, January, 108-24.



- Burgstahler, D., J. Jiambalvo, and T. Shevlin, 2002, "Do Stock Prices Fully Reflect the Implications of Special Items for Future Earnings?" *Journal of Accounting Research*, Vol. 40, No. 3, 585-612.
- Chan, L. K. C., J. Lakonishok, and T. Sougiannis, 2001, "The Stock Market Valuation of Research and Development Expenditures," *The Journal of Finance*, Vol. LVI, No. 6.
- Cockburn, I. And Z. Griliches, 1988, "Industry Effects and Appropriability Measures in the Stock Market's Valuation of R&D and Patents," *American Economic Review*, May (Papers and Proceedings), 78, 419-423.
- Coe, D. and E. Helpman, 1995, "International R&D Spillovers," *European Economic Review* 39, 859-887.
- Cohen, W. and D. Levinthal, 1989, "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D – Implications for the Analysis of R&D Investment," *Economic Journal* 99, 569-596.
- Collins, D., C. Maydew, and I. Weiss, 1997, "Changes in the Value-relevance of Earnings and Book Values over the Past Forty Years," *Journal of Accounting and Economics* 24, 39-67.
- Cuneo, P., and J. Mairesse, 1984, "Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing," in Z. Griliches (ed.), *R&D, Patents and Productivity*, 375-392. University of Chicago Press.
- De Bondt, R., P. Slaets and B. Cassiman, 1992, "The Degree of Spillovers and the Number of Rivals for Maximum Effective R&D," *International Journal of Industrial Organization*, 10, 35-54.
- Edvinsson, L. and M. S. Malone, 1997, "Intellectual Capital: Realizing Your Company's True Value by Finding Its Hidden Roots," USA: Happer Collins.
- Evenson, R. and Y. Kislev, 1976, "A Stochastic Model of Applied Research," *Journal of Political Economy* 84, 265-281.
- Fama, E. and K. French, 1992, "The Cross-section of Expected Stock Returns," *Journal of Finance* 47, 427-465.
- Fama, Eugene F., and Kenneth R. French, 1996, "Multifactor Explanations of Asset Pricing Anomalies," *The Journal of Finance*, March, 55-84.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, 1995, "Size and Book-to-market in Earnings and Returns," *The Journal of Finance*, March, 131-155.
- Feltham, G. A. and J. A. Ohlson, 1995, "Valuation and Clean Surplus Accounting for Operation and Financial Activities," *Contemporary Accounting Research*, Spring, Vol.11, No.2, 689-731.
- Geroski, P., S. Machin, J. Van Reenen, 1993, "The Profitability of Innovating Firms," *RAND Journal of Economics*, Vol. 24, 198-211.
- Goto, A. and K. Suzuki, 1989, "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries," *Review of Economics and Statistics* 71, 555-564.
- Grabowski, H., and D. Mueller, 1978, "Industrial Research and Development, Intangible Capital Stocks, and Firm Profit Rates," *Bell Journal of Economics* 9, 328-43.
- Griffith, R., S. Redding and J. Van Reenen, 2001, "Measuring the Cost-Effectiveness of an R&D Tax Credit for the UK," *Fiscal Studies*, Vol. 22, No. 3, 375-399.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, 2000, "Mapping the Two Face of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries," Centre for Economic Policy Research, Discuss Paper No. 2457.
- Griliches, Z, 1979, "Issue in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth," *Bell Journal of Economics* 10, 92-116.
- \_\_\_\_\_, 1981, "Market Value, R&D, and Patents," *Economic Letters*, 7(2), 183-187.
- \_\_\_\_\_, 1986, "Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the 1970's," *American Economic Review* 76, 141-154
- \_\_\_\_\_, 1987, "R&D and Productivity: Measurement Issues and Econometric Results." *Science*, Vol. 237, 31-35.

- \_\_\_\_\_, 1990, "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey," *Journal of Economic Literature*, Vol.28, 1661-1707.
- Grossman, G. and E. Helpman, 1991, "Innovation and Growth in the Global Economy," Cambridge, MA: MIT Press.
- Hall, B., 1999, "Innovation and Market Value," NBER Working Paper Series, No6984.
- \_\_\_\_\_, and J. Mairesse, 1995, "Exploring the Relationship between R&D and Productivity," University of California, Berkeley, CA.
- \_\_\_\_\_, 1993, "New Evidence on the Impacts of Research and Development," University of California, Berkeley, CA.
- Hand, J. R. M., 2001, "The Market Valuation of Biotechnology Firms and Biotechnology R&D," Working paper, University of North Carolina.
- Hanel, P., 2000, "R&D, Interindustry and International Technology Spillovers and the Total Factor Productivity Growth of Manufacturing Industries in Canada, 1974-1989," *Economic Systems Research*, Vol. 12, No. 3, 345-361.
- Hausman, J., B.H. Hall, and Z. Griliches, 1984, "Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-R&D Relationship," *Econometrica*, Vol. 52, No. 4, 909-938.
- Horwizt, B. and R. Zhao, 1997, "The Effect on Cash Flows and Security Returns of an Allocation of R&D Costs between Capitalization and Expense," *Journal of Financial Statement Analysis*, Vol. 3, 5-24.
- Jaffe, A. B., 1986, "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms, Patents, Profits, and Market Value," *The American Economic Review*, Vol. 76, No. 5, 984-1001.
- Jagle, A, 1999, "Shareholder Value, Real Options, and Innovation in Technology-intensive Companies," *R&D management*, Vol. 29, No. 3.
- Johnson, D. K. N., and V. Santaniello, 2001, "Biotechnology Inventions: What Can We Learn from Patents?" Working paper, Wellesley College.
- Lev, B, 1989, "On the Usefulness of Earnings and Earnings Research : Lessons and Direction from Two Decades of Empirical Research," *Journal of Accounting Research* 27, 153-92.
- \_\_\_\_\_, and T. Sougiannis, 1996, "The Capitalization, Amortization, and Value-relevance of R&D," *Journal of Accounting and Economics* 21, 107-138.
- \_\_\_\_\_, and P Zarowin, 1998, "The Market Valuation of R&D Expenditures," Working paper.
- \_\_\_\_\_, and P. Zarowin, 1999, "The Boundaries of Financial Reporting and How to Extend Them," *Journal of Accounting Research* 37 (2), 353-389.
- \_\_\_\_\_, and S. R. Thiagarajan, 1993, "Fundamental Information Analysis," *Journal of Accounting Research* 31, 190-215.
- \_\_\_\_\_, and Theodore Sougiannis, 1999, "Penetrating the Book-to-Market Black Box: The R&D Effect," *Journal of Business Finance & Accounting*, 26 (3) & (4).
- Levin R. C. and P. C. Reiss, 1984, "Tests of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure," In Z. Griliches, ed., *R&D, Patents and Productivity*, NBER, Chicago: University of Chicago Press, 175-208.
- Levin, Richard, Klevorick, Alvin, Nelson, Richard, Winter, Sidney, Gilbert, Richard and Griliches, Zvi, 1987, "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development," *Brookings Papers on Economic Activity*, (3), 783-820.
- Liu, Q., 2000, "Growth Opportunities, Knowledge Capital and Leverage: Evidence from US Biotech Firms," Working paper, University of Hong Kong.
- Livnat, J., And P. Zarowin, 1990, "The Incremental Information Content of Cash- Flow Components," *Journal of Accounting and Economics* 13, 25-46.
- Maddala, G. S., 1992, *Introduction to Econometrics*, second edition
- Mairesse, J. and M. Sassenou, 1991, "R&D and Productivity: A Survey of Econometric Studies at the Firm Level," NBER working paper no. 3666.
- Mansfield, E., 1977, *The Production and Application of New Industrial Technology*, New York:

- W. W. Norton.
- Megna, P. and M., Klock, 1993, "The Impact of Intangible Capital on Tobin's q in the Semiconductor Industry," *American Economic Review*, May (Papers and Proceedings), 83(2), 265-269.
- Mishkin, F., 1983, "A Rational Expectations Approach to Macroeconometrics: Testing Policy Effectiveness and Efficient-Markets Models," Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Mowery, D., 1983, "The Relationship between Intrafirm and Contractual Form of Industrial Research in American Manufacturing, 1900-1940," *Explorations in Economic History* 20, 351-374.
- Neary, P. and D. Leahy, 1999, "Absorptive Capacity, R&D Spillovers and Public Policy," University College Dublin, mimeo.
- Ohlson, J. A., 1989, "Accounting Earnings, Book Value, and Dividends: The Theory of the Clean Surplus Equation," Working paper, Columbia University, New York, NY.
- Pakes, A., 1985, "On Patents, R&D, and the Stock Market Rate of Return," *Journal of Political Economy*, 93, 390-409.
- \_\_\_\_\_ and Z. Griliches, 1980, "Patents and R&D at the Firm Level: A First Report," *Economics Letters*, 5, 377-381.
- Park, C.S., and H.S.B. Herath, 2002, "Multi-stage Capital Investment Opportunities as Compound Real Options," *The Engineering Economist*, Vol. 47, Iss. 1, 1-27.
- Pisano, G. P., 1997, "R&D Performance, Collaborative Arrangements and the Market for Know-How: A Test of the "Lemons" Hypothesis in Biotechnology," Working Paper, Harvard Business School.
- Ravenscraft, D., and F. M. Scherer, 1982, "The Lag Structure of Returns to Research and Development," *Applied Economics* 14, 603-20.
- Scherer, F. M., 1965, "Corporate Inventive Output, Profit and Growth," *Journal of Political Economy*, May/June, 190-197.
- Sloan, Richard G., 1996, "Do Stock Prices Fully Reflect Information in Accruals and Cash Flows about Future Earnings?" *The Accounting Review*, Vol. 71, No. 3, 289-315.
- Sougiannis, Theodore, 1994, "The Accounting Based Valuation of Corporate R&D", *The Accounting Review*, Vol. 69, No. 1, 44-68.
- Spence, M., 1984, "Cost Reduction, Competition, and Industry Performance," *Econometrica*, 52, 101-121.
- Terleckyj, N., 1974, "Effect of R&D on the Productivity Growth of Industries," Washington, D.C.: National Planning Association.
- Tirole, J., 1988, "The Theory of Industrial Organization," The MIT Press.
- Xie, H., 2001, "The Mispricing of Abnormal Accruals," *The Accounting Review*, Vol. 76, No. 3, 357-373.