臺大管理論叢 2010/3
第20卷 第S1期117-146

以階層式架構衡量電子化績效之實證研究

An Exploratory Study of E-Business Performance Using Hierarchical Metrics Framework

林財源／長榮大學經營管理研究所教授
Tsai-Yuan Lin, Professor, Graduate School of Business and Operations Management, Chang Jung Christian University

呂執中／國立成功大學工業與資訊管理學系教授
Jrjung Lyu, Professor, Department of Industrial and Information Management, National Cheng Kung University

程運瑤／長榮大學經營管理研究所博士生暨大同技術學院企業管理系講師
Yun-Yao Cheng, Doctoral Student, Graduate School of Business and Operations Management, Chang Jung Christian University; Lecturer, Department of Business Administration, Ta-Tung Institute of Commerce and Technology

Received 2008/7, Final revision received 2009/11

摘要

為因應國際環境變革及提昇產業之全球競爭力，政府相關部門投入大量資源於產業電子化之推動。為確實掌握產業電子化資源投入之效益，應建立績效衡量指標，並以之評估電子化計畫的成效。本文藉由一套階層式架構之電子化績效指標，配合企業、產業與國家總體經濟之資料並以參與D 計畫廠商進行實證研究。結果顯示參與電子化計畫之企業其營運能力有顯著改善，且與產業競爭力之提昇有正向的關聯。而 IT 投資對於產業經濟績效之影響存在產業的差異性，及時間的落後效果。就國家層次而言，資訊科技投資對於總體經濟績效之影響並不明顯，此應是與資訊科技之投資不足有關。而不論是產業層次或國家層次，其前數期之經濟績效對於當期之資訊科技投資都有正向的回饋效果。

【關鍵字】電子化專案、資訊科技投資、績效指標

Abstract

For many years, the Taiwan government has been supporting e-business initiatives to improve the infrastructure of information and communication technology (ICT). To justify the performance of the proposed initiatives, this study provides a hierarchical performance measure and metrics framework to analyze the relationships between information technology investments and subsequent performance from firm level, industry level and country level respectively. Results of the study indicate that firms investing in e-business projects have significantly improved their operation capability, alone with increase on the productivity. On the industry level, the impacts of information technology investments on productivity are different among industries, and a three-year time lag effect has been observed in manufacturing industry. While there is no sufficient evidence to demonstrate the influence of information technology investments on macroeconomic performance indicators, there is, however, a positive feedback effect on productivity and information technology investments in both the industry level as well as the country level.

【Keywords】e-business initiative, IT investment, performance indicator

臺灣大學學術期刊資料庫

壹、前言

網際網路的興起及其所形成的交易模式乃是過去十年來最顯著的經濟潮流 (Gibbs, Kraemer, & Dedrick, 2003)。由於網際網路與電子商務快速的改變了經濟活動和周圍的社會環境，驅使政府及企業需建立一套創新之政策及新的商業交易模式，以建立其獨特之知識價值 (Pohjola, 2002; Elfring & Man, 1998)。

近年來，世界各國紛紛以資訊社會電子化作為國家發展策略之重點項目，以期提昇國家整體競爭力，而許多企業亦推動電子化專案以面對環境的遽變。根據國家資訊通信發展方案 (National Information and Communications Initiative；NICI)，台灣自 1997 年起投入大量經費推動國家資訊通信基礎建設 (National Information Infrastructure；NII)，其目標在推廣網際網路普及應用，積極推動產業電子化計畫，全面輔導製造業、商業、農業、營建業、金融業及中小企業，並針對目標產業，建立資訊業 B2B 電子商務示範體系，積極發展產、儲、運、銷模組及其整合技術，且利用對於各個企業示範性的推導，有效提昇台灣產業競爭能力，進而提昇國際競爭力，達到企業、產業及國家各階層績效的改善。

為確實掌握產業電子化資源投入之效益，應建立績效衡量指標，並以之評估電子化計畫的成效。電子化計畫乃是資訊科技投資之一單元，以往對於資訊科技投資與其績效之關係的研究多著重於單一層面。許多學者分別由企業面、產業面與國家層面來探討資訊科技投資所能創造的價值。資訊科技投資最先會影響公司層次的效益，之後才會影響產業 (Strassmann, 1989)，Shah 與 Shin (2007) 認為跨層次之研究有助於瞭解層次間之關係及邏輯性的界限，因為企業不僅受惠於對個別資產所作之投資，也會因整體產業之成長而獲益，因而以整體架構來進行評估應較單一層次之評估更能看到資訊科技投資所創造之價值。

目前政府所推動的產業電子化政策方向是以建構完善的基礎環境，包括法令與制度的修訂、網路建設等為主，同時協助企業進行企業間電子化運作導入。由於國家的政策會影響到產業之發展，而各產業電子化之推動又有賴許多企業進行專案，但目前在實證上卻尚未有一指標架構可系統化評估各專案之成果，而適合的指標能作為政府未來政策推動的準則，對企業經營者則能找出其投資在資訊應用上的基準。為改善現有電子化計畫並有效分配資源，因此需要仔細考量績效衡量指標，以反映商業活動的改變以及績效程度 (Straub, Hoffman, Weber, & Steinfield, 2002)。本文分別由國家、產業及企業三個層面來建構一階層化之產業電子化績效指標架構，並利用文獻探討及電子化專案績效指標之實證資料的蒐集，彙整出適合我國的產業電子化績效衡量指標，此外也以階層式的概念，探討各指標間之關聯及指標的應用，以深入瞭解產業電子化對於各個層面之影響。

臺灣大學學術期刊資料庫

貳、文獻探討

一、產業電子化與電子化政策

我國產業電子化白皮書 (行政院 NICI 小組產業電子化組, 2002) 中對電子化企業的定義是運用網路與資訊科技，來轉化並改造企業核心業務與流程，並透過網路，對內與員工進行作業及知識流程的協調、分享與合作，對外與企業合作夥伴間進行交易，進而改善企業模式，提昇經營績效。簡單地說，電子化就是將企業流程轉變成以使用網際網路技術為主的流程。

電子化企業除了包含電子商務，還包括了現代化經營的核心能力，及涵蓋企業前台與後台的作業整合。因此，電子化企業不僅是利用網路來進行購買和銷售的行為，更是在技術的協助下對過去的經營模式加以重新詮釋，以求取顧客的最大價值和利益 (Kalakota & Robinson, 2001)。目前許多企業都致力於推動電子化企業與電子商務，期能創造出新的產業競爭優勢。Deise、Wright 與 Nowiknow (2000) 認為電子化已經成為企業營運的標準模式，且是現代化企業策略與製程執行的基礎。電子化企業與一般企業在經營模式上、策略管理上、營運流程上皆有很大的不同。電子化迫使組織改變與外部顧客、供應商、競爭者及市場之間的關係，亦改變組織內部營運的管理方式 (Hayes & Finnegan, 2005)。

資訊科技基礎架構之建置是企業電子化中十分重要的部分，亦是許多組織中有關資訊科技投資最主要的支出 (Kumar, 2004)。我國行政院有鑒於推動電子商務對產業競爭力之重要性，故將產業電子化列為國家重點發展計劃之項目，並自 1999 年起開始推動「資訊業電子化 AB 計畫」，以資訊電子產業為示範標的，協助我國資訊業者領先亞洲其他國家，成功的建構接軌國際客戶之供應鏈採購電子化體系，並帶動國內數千家中小企業建立企業間電子化基礎作業能力。又於 2001 年起推動「CDE 計畫」，進而整合金流、物流及設計流等，期能強化我國產業全球運籌管理能力及國際競爭力。ABCDE 計畫是政府首次亦是全球首見以政策性計畫鼓勵國內企業大規模地導入電子化技術，政府與民間資源投入達新台幣 40 億元以上，期藉由企業間電子化作業能力之改進，強化企業營運模式，增進產業競爭力，並藉由產業鏈緊密連結，串連上中下游，並將成功經驗向外擴散至不同的產業及服務業，以提升整體產業e化能力 (范錚強、黃明達、黃思明、劉一強、示範性計畫辦公室，2005)。

二、資訊科技投資與競爭力

資訊科技 (Information Technology；IT) 是企業生存與成長的基礎，有效的使用 IT 已是區別成功企業與其競爭對手的關鍵要素 (Bharadwaj, 2000)。廣義的 IT 投資包括對於電腦與通訊設備及相關的軟、硬體與服務的投資，然而許多研究對於 IT 投資的操作性定義主要限制在電腦硬體上 (Dedrick, Gurbaxani, & Kraemer, 2003)。IT 又可

臺灣大學學術期刊資料庫

細分為電子資料交換 (EDI)、無線射頻辨識技術 (RFID)、網際網路與全球資訊網 (WWW)，及電子商務與企業資源規劃 (ERP) 等資訊系統 (Gunasekaran, Ngai, & McGaughey, 2006)。

資訊科技的發展，對企業的競爭環境造成了許多的衝擊，它改變了產業的結構與競爭規則，並且催化新機會的產生，也徹底改變了企業經營模式及與供應商、顧客的互動關係。Zhu 與 Kraemer (2002) 研究發現企業資訊科技之投入無論在成本指標、獲利率指標以及存貨週轉率指標當中皆有顯著之相關性。故資訊科技可被視為一般目的科技，導致企業在服務品質以及生產力上快速的改善，以提昇企業之競爭力。IT 投資如何為企業創造價值，可由經濟、競爭策略、資源基礎、消費者剩餘及流程五項觀點來探討，說明如下：

(一) 經濟觀點

生產函數模式 (Production Function) 乃是評估企業的資本、勞力、與 R&D 等的各種投入因素價值的創造，亦即生產力 (Productivity)。企業視對於 IT 的支出為一種投入因素，並衡量 IT 的邊際利益，在達到均衡狀況下，任一項投入要素的淨邊際產出都會等於零。若 IT 的投資具有創造力，則特定的投入會較其他種類的資本投資在企業的生產過程中有更多的產出 (Brynjolfsson & Hitt, 1996; Dewan & Min, 1997)，亦即會為 IT 投資人、供應商與顧客等創造價值，企業也會優先配置資源於有最高價值的產出項目。

(二) 競爭策略觀點

在可自由進入的競爭市場中，長期而言，只有足夠支付資金成本及投入資源的正常利潤，而當產業存有進入障礙時，企業可能透過創新的應用，使得進入更困難，而從中獲利。此一觀點是由企業獲利能力的層面來探討 IT 投資的效益，當 IT 的使用可以改變現有的進入障礙，或因此而創造新的障礙時，隱含了 IT 所創造的利益能替公司帶來競爭優勢。若企業可以因為使用 IT 而創造並且留住價值，則可以說 IT 的投資會增加企業的獲利能力。然而 Strassmann (1989) 認為 IT 投資與企業的獲利能力指標，如 ROA、ROE 與經濟附加價值等，並無可辨識的關係。

(三) 資源基礎觀點

資源基礎觀點 (Resources Based View；RBV) 係將企業的財務績效歸因於組織的資源與能力，組織的績效與其特有的，及不易被模仿或替代的資源及技術加以連結 (Aral & Weill, 2007; Bharadwaj, 2000; Huang, Ou, Chen, & Lin, 2006)。IT 可被視為組織的資源，IT 資源可區分為 IT 基礎架構 (IT Infrastructure)，IT 人力資源 (Human IT Resources)，與 IT 相關的無形資產 (IT-enabled Intangibles) 等，企業藉由組合各種資源來創造競爭優勢，並因此創造組織的能力。當組織有較高的 IT 能力時，在多項利潤與成本基礎的績效衡量上都有較優的表現 (Bharadwaj, 2000)。然而，IT 投資易被模

臺灣大學學術期刊資料庫

仿，因此 IT 本身並未能提供競爭優勢，重點在於如何善用這些投資，來為企業創造獨特的IT 資源及技能。

(四) 消費者剩餘觀點

消費者理論係用來估計在特定的購買之下，所給予消費者的總利益。當消費者願意付的價格高於實際必須支付的市場價格時，便有消費者剩餘。在充分競爭的產業中，每一投入生產的要素之剩餘只會傳遞給消費者。在均衡的競爭下，每一投入要素的價格下跌時，便會多支用該要素，進而增加消費者剩餘，乃著重於 IT 所創造的利益能否傳遞給消費者。IT 的使用可以改善不同消費者之間的價格差異化，領先競爭，並促使支付給供應商的價格降低。IT 支出對於全美國及金融服務業存有重大的消費者剩餘 (Brynjolfsson & Hitt, 1996)。

(五) 流程觀點

乃是由流程創新及企業流程再造的觀點，來探討 IT 投資對於企業流程的影響。流程觀點認為 IT 投資可以改善企業流程之營運效率，創造競爭優勢，因而在企業層次上有較佳的績效。試圖將企業的績效與中介的流程相關變數予以連結，如以產能利用率、存貨週轉率，產品品質及引入新產品等來檢視 IT 的效果 (Barua, Kriebel, & Mukhopadhyay, 1995; Mooney, Gurbaxani, & Kraemer, 1996; Shah & Shin, 2007)。IT 已被廣泛的用來強化企業的流程績效，因此，應能在流程方面發現重大的影響。資產週轉率、存貨週轉率及應收帳款週轉率都可以反應流程管理的效率，應考量在中介績效的指標之內。

綜合上述文獻對 IT 投資所創造價值之研究，本文應用 Canova、Rattazzi 與 Webley (2005) 所提出之階層式觀點來建構並探討企業層次、產業層次及國家層次之經濟性影響。此三者之關連性已有學者以芬蘭之行動電話產業進行實證研究 (Walwyn, 2007)，而階層式架構亦有學者延伸應用 (Cheng & Cheng, 2005)，故而本文亦運用此一作法來探討 IT 投資的影響。此三階層的說明如下：

1. 企業層次

在企業層級的研究上，IT 資本是勞動力的替代元素，使用 IT 之後事務性的工作由電腦來完成，可讓企業降低員工人數或有更好的產出，高知識的員工則是借助電腦來工作而非由電腦自動化工作。組織的電腦系統是中低技術白領員工的替代元素，也因此會傾向於使用高技能的勞工，而這些勞工的平均工資較高 (Dewan & Min, 1997; Dedrick et al., 2003) 。Bresnahan、Brynjolfsson 與 Hitt (2002) 測試企業層次的 IT 使用、組織改變與技能水準的關係，結果顯示使用 IT 與組織再造及引入較多的新產品與服務，會導致使用高技能的勞工，且組織變革連同技術變革，對於技能水準的影響，比起單獨的組織變革影響更大。

IT 投資對於企業財務績效之研究結果，如獲利能力與市場價值的影響是相當分

臺灣大學學術期刊資料庫

歧的，可能是其連結為間接的。IT 投資可以降低材料運送的錯誤及存貨持有、存貨陳舊過時及運輸的成本 (Srinivasan, Kekre, & Mukhopadhyay, 1994; Mukhopadhyay, Kekre, & Kalathur, 1995)。IT 的支出與產能使用率、存貨周轉率、相對品質、價格等中介指標都有正向的關係，雖並未能延伸至如 ROA、ROE 的企業整體績效，但可改善營收與市場佔有率等銷售績效 (Barua, et al., 1995; Rai, Patnayakuni, & Patnayakuni, 1996)。

2. 產業層次

在產業層次的績效衡量上著重於生產力之產出，美國 CEA (2001) 的調查顯示，勞動生產力的正向改變與較多的 IT 投資相關。在1995-1999 間有密集 IT 投資的產業其勞動生產力是非密集 IT 投資產業的四倍，勞動生產力在 IT 使用越密集的企業增加越多。另外，McKinsey Global Institute (2001) 對 38 個重要產業別 (約佔 GDP 之 70%) 及 Triplett 與 Bosworth (2003) 針對服務業的 27 類產業之生產力進行調查，這些產業在 1995 年後都經歷了生產力的增加。因此，可以說勞動生產力的提升是普遍存在於各產業別中，且透過資本深化，無論是 1995 之前或之後，IT 對於勞動生產力都扮演十分重要的角色，透過資訊科技建立的供應鏈管理、顧客關係管理等對於產業而言確實能夠更有效率的經營企業。

3. 國家層次

在國家層次上，經濟成長、勞動生產力成長與消費者剩餘是主要的衡量項目。許多研究顯示 IT 對於生產力及經濟成長的影響在 1990 年之前是非常微小的，可能是 IT 投資佔總資本支出的比例太小，以致無法發揮重大的經濟效果 (Roach, 1991; Sichel, 1997)。1990 年以後 IT 設備價格的大幅下降，從 1959~1995 年期間每年平均下跌 17%，到 1995~1999 年期間每年下跌約 32% (Jorgenson, 2001)，刺激組織以 IT 來替代勞工及廠房，機器設備等其他的資本支出，使得採用 IT 的比例大幅提昇。相對的，美國的勞動生產力也由 1973-1995 年期間每年成長 1.5%，增加至 1995-2000 年期間的每年成長 3.1%，GDP 成長也從前期間的 3% 加速成長至每年 4.8% (Jorgenson & Stiroh, 2000)，勞動生產力及 GDP 的加速成長，主要可歸因於 IT 投資的快速成長，且所累積的 IT 投資佔總資本支出的比重較之前期間有更大的比例 (CEA, 2001)，1995-1999 年之間美國的經濟成長率為 4.08%，而其中來自 IT 投資的貢獻度則有 28%，勞動生產力成長 2.11%，IT 的貢獻度便佔了 42% (Jorgenson, 2001)。IT 投資對於國家層次的勞動生產力與經濟成長有長期且正向的影響 (Oliner & Sichel, 2000)。廣泛且持續的使用 IT，對於勞動生產力成長的影響是很大的，尤其是網際網路與電子商務之貢獻更大 (Litan & Rivlin, 2001)。

臺灣大學學術期刊資料庫

三、階層式電子化績效指標衡量架構

企業管理者需要績效指標作為改進及分配資源的依據，而除了以傳統的財務績效指標及營運指標瞭解電子化效益之外，尚可由企業對於顧客及供應商所帶來的效益來衡量電子化績效 (Straub et al., 2002)。Barua、Konana 與 Whinston (2001) 提出企業電子化的價值模式，藉由企業電子化驅動力衡量指標、營運能力衡量指標及財務衡量指標，來瞭解企業電子化對於企業的價值創造。國家政策的制訂者亦需要廣泛的應用電子化績效衡量標準，以促進國際間電子化的標竿及缺口分析 (Futla, Bodorik, & Dhaliwal, 2002)。e 化能夠提昇企業競爭力之關鍵能力，可由企業生產力、企業e化能力以及企業營運能力之提昇等三方面來探討 (Futla et al., 2002)。在企業生產力方面，包括員工之生產力、教育程度以及員工資訊科技能力之培養。在企業 e 化能力方面，包括企業科技基礎建設與電子商務之應用。而在企業營運方面，電子商務和供應鏈管理的整合會改變企業的內部作業，以促進彼此合作，公司不再單以效率或成本降低的觀點來看待供應鏈管理，應將供應鏈管理視為企業與企業間 (B2B) 電子商務的一種很重要的應用 (Kalakota & Whinston, 1997)。

使用網際網路可以將顧客、企業夥伴、供應商及員工有效率地串連起來，幫助供應鏈運作更有效率和效益，一方面增加生產力並減少浪費，另一方面得以增加企業競爭力，以提供最終的顧客價值 (Choi, Stable, & Winston, 1997)。以供應鏈管理提升企業競爭力的參考指標，包括訂單滿足率、產品開發週期、準時送達率、製造前置時間等 (Beamon, 1999; Gunasekaran, Patel, & Tirtiroglu, 2001)。針對相關文獻對於企業電子化指標之探討整理如表 1 所示。

表 1 企業電子化績效指標

企業電子化指標	原文	研究者
投資報酬率	Rate of return on investment	Beamon (1999)
資產報酬率	Rate of return on asset	Tam (1998)
企業使用之電腦數量	Number of PCs	Tam (1998) Zhu 與 Kraemer (2002)
企業購買系統的總價值	Total purchase value of systems	Zhu 與 Kraemer (2002)
企業 IT 投資的密集度	Intensity of IT investment	Zhu 與 Kraemer (2002)
企業使用 Internet, Extranets, Intranets 之比例	Percentage of enterprises using Internet, Extranets, Intranets	Colecchia (1999) Futla et al. (2002)
存貨週轉率	Inventory turnover rate	Beamon (1999) Zhu 與 Kraemer (2002)
使用電子郵件之企業數	Number of enterprises using email	Futla et al. (2002)

臺灣大學學術期刊資料庫

企業電子化指標	原文	研究者
建置網站之企業數	Number of enterprises with websites	Wong 與 Lam (1999) Futla et al. (2002)
訂單滿足率	Fill rate	Beamon (1999)
員工生產力	Employee productivity	Futla et al. (2002) Zhu 與 Kraemer (2002)
員工使用 E-business 應用軟體的比率	Percentage of employees using e-business applications	Colecchia (1999) Futla et al. (2002)
從事於 B2B EC 之企業數	Number of firms using B2B EC	Wong 與 Lam (1999)
教育程度	Educational level	Futla et al. (2002)
產品發展週期	Product development cycle time	Bower 與 Hout (1988)
準時送達率	On-time deliveries	Beamon (1999)
運輸前置時間	Delivery lead time	Beamon (1999)
運輸錯誤	Shipping errors	Beamon (1999)
電腦技術人員	Persons with computer skills	Colecchia (1999) Futla et al. (2002)
網際網路使用密集度	Intensity of Internet use	Colecchia (1999)
網際網路使用頻率	Frequency of Internet use	Colecchia (1999)
製造前置時間	Manufacturing lead time	Beamon (1999) Gunasekaran et al. (2001)
擁有電子商務交易能力之企業比例	Percentage of Enterprises with e-commerce capability	Futla et al. (2002)

除了考量企業內部電子化績效指標之外，尚可由網路經濟、資訊經濟或知識經濟的各種構面來加以探討。當某一個層級產生無法解決的問題時，便需要藉由次層級來做檢視，所謂階層式為在不同的階層中，因某種共通性而形成的層級 (Canova et al., 2005; Cheng & Cheng, 2005)。本研究在階層式概念下結合 WEF、IMD、EIU 等相關研究機構之績效評估概念，將績效評估分為經濟發展及資訊科技發展兩個構面，以國家、產業及企業三個層次之電子化來建立階層式電子化績效衡量指標架構 (如圖 1 所示)。

臺灣大學學術期刊資料庫

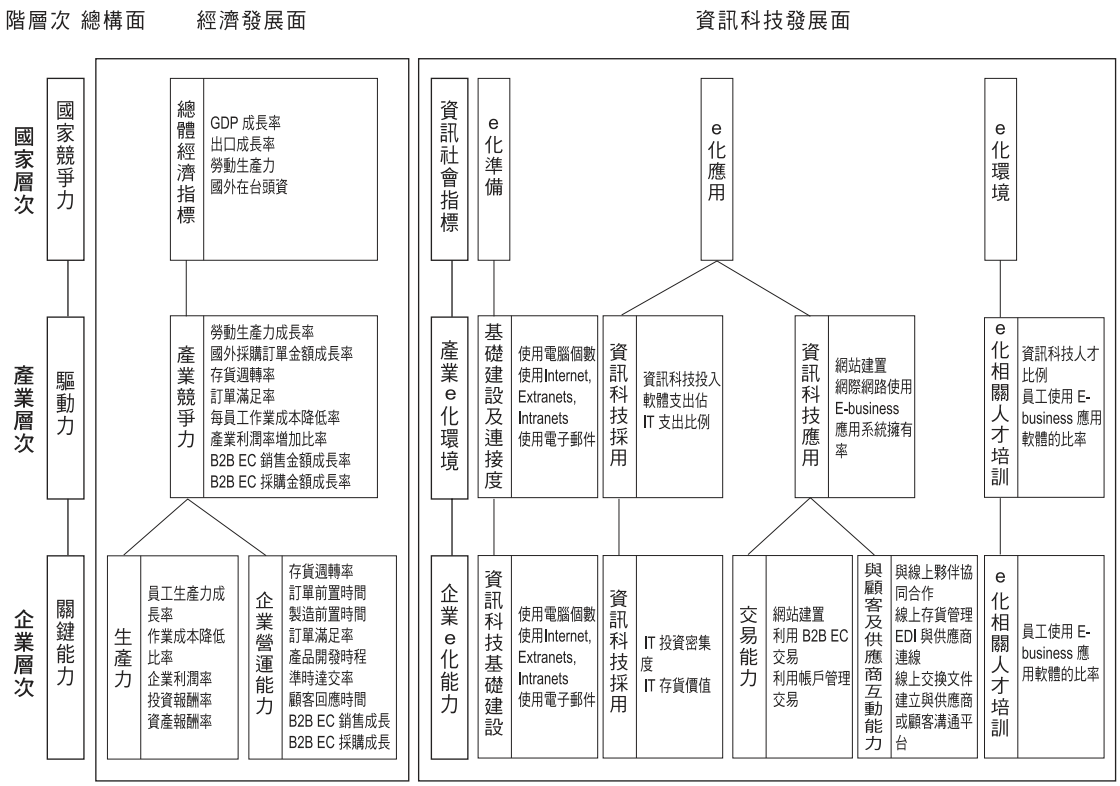


圖 1 階層式績效指標關係圖

有鑒於推動電子化與物流對產業競爭力之重要性，行政院提出了國家重點發展計劃以整合物流、建立完整串連國外買主、國內原料供應商、中心製造廠商及物流服務業者之整體物流環境，以達成使台灣成為高價值全球運籌中心之目標。而為了解決物流業連線多對多的困擾，故補助國內資訊製造大廠推動 D 計畫，透過共通事項協調機制，訂定出貨運況追蹤及供應商庫存管理作業流程情境及訊息標準。D 計畫於2001年開始推動，2003 年底結案，共有十個國內中心體系參與，連結 1300 家上游供應商、300 家物流服務業者、9 家國內銀行、34 家倉儲業者、280 家國內外大型買主、及 5 家國外物流組織。在推動 D 計畫 5 年之後再來審視計畫推動之成果，應更能看出透過資本深化與學習對於企業與產業績效之影響。

臺灣大學學術期刊資料庫

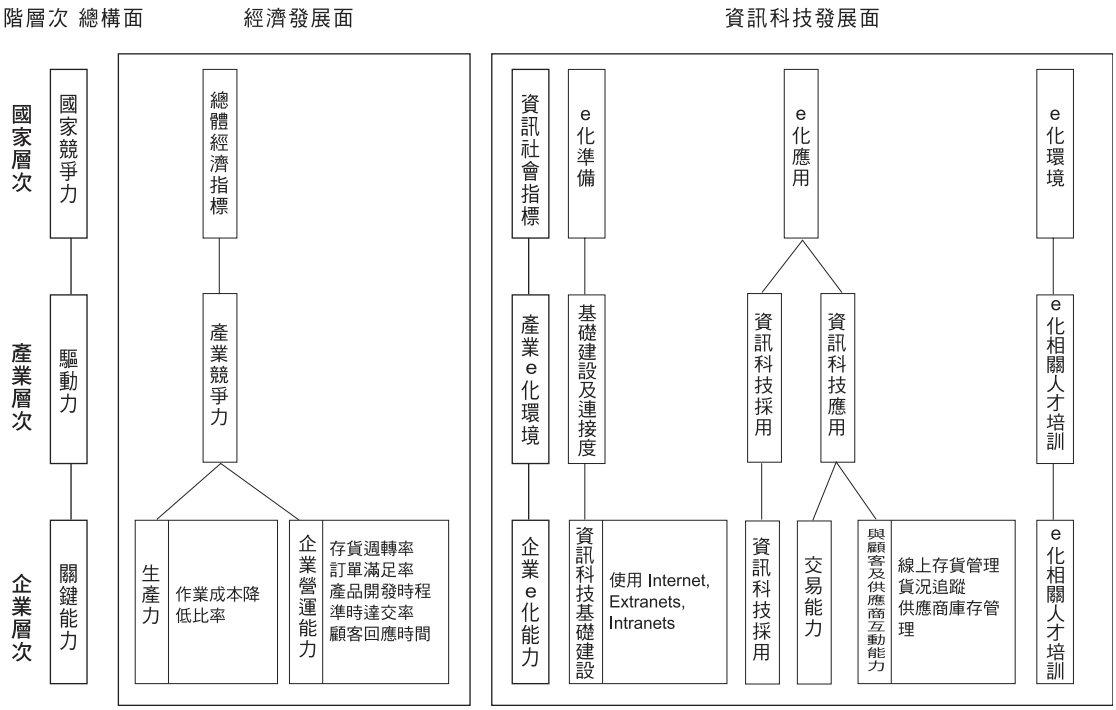


圖 2 D 計畫指標因應階層式電子化績效指標衡量架構之關係圖

圖 2 乃是與 D 計畫相關之關鍵績效指標，若參考圖 1 所繪出其於階層式架構中所扮演的角色。由於 D 計畫之指標多著重在企業營運能力之提升，對於產業及國家層次之資訊科技發展面較少討論。然而，參與 D 計畫的廠商對於物流產業及資訊產業在產業 e 化環境的提升上應有顯著之影響，卻未明確顯示在績效指標之衡量上。因此除了就 D 計畫所訂定之指標外，尚應由產業面及國家層面來探討計畫之推動對於國家資訊社會化程度提升的影響。

隨著政府及企業積極投入相當的資源以提升電子化的績效，其真正效果如何實有賴進一步評估。基於此種觀點，本研究針對經濟發展及資訊科技發展兩個構面，以國家、產業及企業三個層次建立階層式電子化績效衡量指標架構。而為瞭解階層式績效衡量指標間之關連，故進一步進行實證研究，一方面作為此階層式架構績效衡量指標之初步驗證，另外也可作為探討政府專案績效之基礎。

參、研究方法

一、研究架構

依據上述相關之文獻回顧，本研究乃由經濟性與流程之觀點來探討 IT 投資與績效間之關係，並以之建立研究模式。本研究之架構如圖 3 所示：

臺灣大學學術期刊資料庫

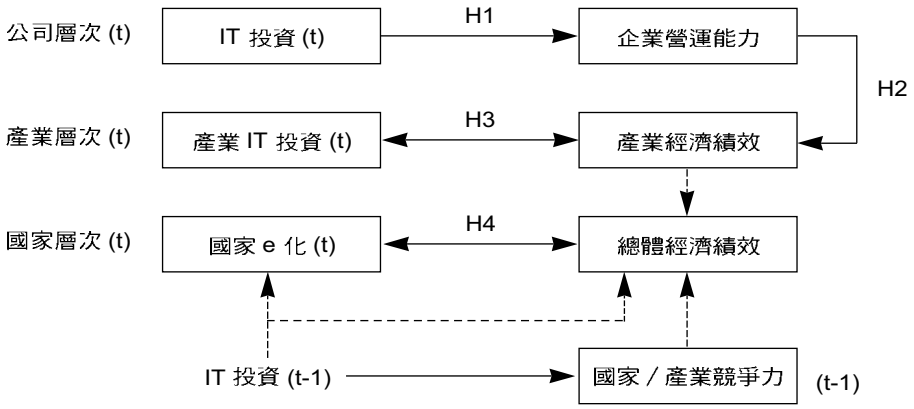


圖 3 研究架構圖

二、研究假設

本文第一部份之實證研究是針對參加 D 計畫廠商分參加 D 計畫前後，探討參加 D 計畫對企業本身營運能力之影響。IT 投資對於企業之存貨績效有正向的影響，可以提高存貨週轉率及降低存貨之持有成本 (Frohlich & Westbrook, 2002; Vickery, Jayaram, Droge, & Calantone, 2003; Barua et al., 1995)。許多研究指出企業 IT 投資與生產力之間有強烈的關係，Zhu 與 Kraemer (2002) 研究發現企業 IT 之投入無論在成本指標、獲利率指標以及存貨週轉率指標當中皆有顯著之相關性，資訊科技可以導致企業在服務品質以及生產力上快速的改善，可以提昇一企業之競爭力。本文認為政府推動D計畫可改善企業之存貨週轉率，降低營運成本，進而提升企業之營運能力及競爭力，因此提出下列假設：

假設一 (H1)：參與 D 計畫之企業，參與前與參與後之 IT 投資對企業營運能力有顯著的影響

本研究之第二部分是透過產業階層之次階層－企業來檢視產業中的問題，藉由企業營運能力與產業經濟績效之相關性，來探討參與 D 計畫之企業，參與前與參與後其企業營運能力之改善是否能影響產業競爭力之提昇。根據文獻探討得知，企業對於電子化之投資，可透過企業流程之效率與效能之改善，促進企業營運能力及生產力之提升，對於企業之績效與生產力有正向的影響，而資訊科技投入密度較高的企業，其營運能力及生產力之提升對於產業較有顯著的影響 (Barua et al., 2001; Hu & Quan, 2005)，且長期而言，資訊科技的投入亦會造成生產力逐年的提升 (Kudyba & Diwan, 2002)。因此，企業若能夠利用電子化創造出較好的營運能力及生產力，就可以提高產業生產力，而創造本身產業的競爭力。本文認為參與 D 計劃之廠商在資訊產業中具有相當之代表性，因此政府推動 D 計畫之後，可以改善企業之關鍵能力，進而提

臺灣大學學術期刊資料庫

升資訊產業之競爭力，由此可得到第二個假設：

假設二 (H2)：參與 D 計畫之企業，參與前與參與後之企業營運能力對產業經濟績效有正向且顯著的影響

本研究之第三部分是探討產業之 IT 投資與產業經濟績效之關係。美國 CEA (2001) 的調查顯示，勞動生產力的正向改變與較多的 IT 投資相關，1995-1999 年期間有密集 IT 投資的產業其勞動生產力是非密集 IT 投資產業的四倍。勞動生產力在 IT 使用越密集的企業增加越多，且生產力提昇之現象普遍存在於製造業與服務業中 (Dedrick et al., 2003)。由於 D 計畫為針對製造業，為瞭解產業電子化推動之成效，本研究分別以製造業、批發零售餐飲業及運輸倉儲通信業為研究標的以相互比較，由此來探討產業 e 化是否能夠影響產業經濟指標績效。因此本研究建立下列假設：

假設三之一 (H3-1)：產業資訊科技的採用，對於產業經濟績效有正向且顯著的影響

Hu 與 Quan (2005) 之研究顯示，在某些產業中，IT 投資會增加生產力，而在某些產業中較高的生產力也會導致 IT 投資金額的增加。IT 投資與企業績效間存有循環性的因果關係 (Weill, 1992)，亦即對於 IT 投資可以產生較佳之績效，而較佳之績效也會激勵較多之 IT 投資 (Brynjolfsson & Hitt, 1996; Sicar, Turnbow, & Bordoloi, 2000; Hitt, Wu, & Zhou, 2002)。本文為瞭解我國各產業是否會因為預期資訊科技採用能夠產生較好的績效及生產力，進而投入更多於資訊科技的採用，因此提出下列假設：

假設三之二 (H3-2)：產業經濟績效對產業 IT 投資之驅動有正向且顯著的影響

本研究第四部份是探討國家 e 化環境與總體經濟績效之關係，IT 投資對於國家層次的勞動生產力與經濟成長有長期且正向的影響 (Oliner & Sichel, 2000)，1990 年以後美國的勞動生產力及 GDP 都有大幅成長，主要可歸因於 IT 投資的快速成長，且所累積的 IT 投資佔總資本支出的比重較之前期間有更大的比例 (CEA, 2001)。經濟的快速成長與資訊科技的擴散有絕對的關聯，尤其網際網路的興起更是造成經濟成長的一大主因，而由各國對於資訊通信的投資逐年增加的趨勢來看，資訊科技確實為各國所重視發展的一部份。由於資訊通信科技的發展與採用帶動電子化的興起，進而影響國家生產力及經濟的成長 (Jalava & Pohjola, 2002)。本研究利用一國資訊社會指標中之 e 化應用指標，來探討我國 e 化應用程度對於總體經濟績效之影響，提出下列假設：

假設四之一 (H4-1)：國家 e 化投入對於總體經濟績效有正向且顯著的影響

對於資訊科技的採用，使得國家在策略性的資訊應用，或國際競爭力各條件上皆較有利。因此，當國家經歷或預期資訊科技的採用會產生較好的績效或較高的生產力時，即會促使國家投入更多於資訊科技的採用 (Hu & Quan, 2005)。本文為瞭解我國是否會因為預期資訊科技採用能夠產生較好的績效及生產力，進而投入更多於資訊科技的採用，因此提出下列假設：

假設四之二 (H4-2)：總體經濟績效對國家 e 化投入之驅動有正向且顯著的影響

臺灣大學學術期刊資料庫

三、研究對象與資料蒐集

(一) 企業關鍵能力與產業競爭力之關係

本文以參與 D 計畫之企業為研究對象，驗證企業關鍵能力與產業競爭力之關連。由於參與 D 計畫企業中之惠普科技非台灣上市上櫃的公司，而關貿網路為軟體公司，與其他參與 D 計畫之企業皆為資訊、通信及視聽電子產品製造業性質大為不同，而新寶科技已宣告破產，因此本文並不將惠普科技、關貿網路及新寶科技列入企業關鍵能力與產業競爭力之評估當中。選擇之樣本包括大同、大眾電腦、中環、英業達、神達電腦、華宇電腦、華碩電腦等七家公司，年份為計畫前後各六年 (1995 至 2006 年)，合計 84 筆資料。

電子化績效指標選擇方面，由於 D 計畫之目的係將資訊業品牌中心廠所建構的體系電子化供應鏈做進一步延伸，透過資訊科技，將訂單至出貨等作業流程全面電子化，使得體系成員，包括國際知名大廠、供應商、銀行、物流業者等更緊密連結及互動，大幅節省人力、時間成本，其關鍵績效指標為存貨周轉率及營運成本比率 (范錚強等人，2005)。因此，本文以此兩個指標作為企業關鍵能力之操作性定義。產業競爭力之資料蒐集方面，由於 D 計畫之推動對於資訊產業的影響主要在於提升產業運籌效率，進而帶動產業電子化示範性效果，產生產業整體效益，因此可對應之指標為資訊產業產值，為使每年產值標準化，因此以每位員工平均產值作為產業競爭力指標，並由台灣經濟新報資料庫及台經院產經資料庫取得 1995 年至 2006 年相關之財務資料與產銷存資料，來驗證參加 D 計畫之企業是否能夠藉由電子化計畫之推動，改善存貨周轉率及營運成本比率，進而產生資訊產業示範性之效益，以提升產業競爭力。

(二) 產業、國家 e 化環境與經濟績效之關係

為了解產業 e 化環境與產業經濟績效間之關係，本文選擇經濟部所推動產業電子化之重點產業為研究標的。工業當中以製造業為主，政府除針對資訊產業推動示範性資訊應用開發計畫外，經濟部工業局更推動製造業體系企業間電子化計畫，加強製造業體系間之電子化程度。另外，在服務業中，經濟部商業司亦以 e 化輔導推動計畫，來強化物流產業及批發零售業之電子化程度。因此本文以製造業、批發零售餐飲業及運輸倉儲通信業等，作為產業 e 化環境之探討基礎。

電子化績效指標的選擇方面，本文根據 Hu 與 Quan (2005) 評估產業層次電子化績效之指標，利用產業 e 化環境中之資訊科技採用，作為產業層次與國家層次績效互動關係之初步研究，並以資訊科技支出佔總資本支出之比率作為分析要項。而產業與國家層次之競爭力則是以各產業之生產力及國家生產力作為指標。資訊科技的投入能夠帶來國家競爭力及生產力，而其中生產力的成長起因於資訊科技能夠使國家、產業及企業營運更有效率 (Brynjolfsson, 1993)，且資訊科技對於以生產力為基礎的指標有

臺灣大學學術期刊資料庫

正向的影響，而非在財務績效指標上有顯著的表現 (Hitt & Brynjolfsson, 1996)。因此，本文於探討 e 化環境與經濟指標之間的關係是著重在資訊科技投入對於生產力的影響。由於 GDP 能夠使所有產業相互比較，且此指標對於資訊科技的投入更為敏感 (Hu & Quan, 2005)，故本文以 GDP 作為各產業及國家生產力的指標，並將各產業之 GDP 除以員工數作為標準化之基礎。本文由行政院主計處所公布之電腦應用概況報告及中華民國總體統計資料庫，蒐集有關國家層次及我國製造業、批發零售餐飲業及運輸倉儲通信業自1990 年至 2006 年有關全國及各產業之總資本支出、資訊經費支出、受雇員工人口統計、各產業 GDP 及總體 GDP 等相關資料以評估產業層次及國家層次 e 化之績效。製造業為含蓋食品、紡織、機械，電子零組件等 24 個次產業，加上批發、零售、餐飲及水、陸、空、快捷、通信等，共有 32 個次產業。另外，總體統計資料庫中之資料為產業彙總之資料，為使各年度之數字能夠比較，本文之資料是以 2001 年為固定基期，以消除不同年度物價波動可能造成之影響。

四、資料分析方法

本文除了採用敘述性統計外，也應用無母數分析模式 (Nonparametric Test) 之 Wilcoxon 符號等級檢定與 Spearman 相關分析來探討參加 D 計畫對企業營運能力與產業競爭力之影響。本研究並使用單根檢定 (Unit Root Test) 及 Granger (1969) 所提出之因果關係模型 (Granger Causality Model)，由此來驗證資訊科技投資與產業經濟指標及總體經濟指標間之關係。詳細模式內容將於下一節再作說明。

肆、資料分析與結果

一、參與 D 計畫對企業營運能力之影響

本文之假設一 (H1) 認為參與 D 計畫之企業，參與前與參與後之 IT 投資對企業營運能力有顯著的影響。由於目前可用來驗證之 D 計畫廠商家數屬於小樣本，因此本研究採用能適用於母群體分佈情況未明，小樣本及類別變項或序位變項分析之無母數檢定。於企業層次針對參加 D 計畫廠商分就參加 D 計畫前後，探討參加 D 計畫對企業營運能力，包括平均營運成本比率及存貨週轉率之影響，使用無母數對中位數 (Wilcoxon 符號等級檢定，顯著水準為 0.1) 進行檢定，以瞭解企業推動電子化計畫前後存貨周轉率與營運成本比率是否有顯著差異。結果顯示企業在參與 D 計畫後對企業營運成本比率及存貨週轉率均有顯著影響 (p-value 分別為 0.028 與 0.091，均小於顯著水準)。即參與 D 計畫後對企業之營運能力有顯著的改善，假設一 (H1) 是獲得支持，此結果與多位學者針對 IT 投資對於企業績效影響之發現是一致的 (Barua et al., 1995; Rai et al., 1996)。

臺灣大學學術期刊資料庫

二、參與 D 計畫前後企業營運能力對產業經濟績效之影響

本文之研究假設二 (H2) 乃就 D 計畫之企業參與前與參與後之企業營運能力對產業經濟績效是否有顯著的影響進行探討。本研究使用無母數檢定來探討參加 D 計畫前後之企業營運能力與產業經濟績效之相關程度。由於政府期望參與 D 計畫之廠商，其 e 化之結果能具有示範性，透過學習能帶給資訊產業良好之擴散效果，因此針對參與 D 計畫前後之企業平均營運成本比率及存貨週轉率之改善對資訊產業之產值改善之間的關連性，將使用 Spearman 相關分析來研析兩者之間為正相關、負相關或是無關。結果顯示企業在參與 D 計畫前後之企業營運成本比率及存貨週轉率對資訊產業之員工產值的提昇有顯著之關係 (Spearman's rho 係數分別為 0.797 與 0.951)，而在顯著水準為 0.1 之下，Spearman 檢定之 p-value 分別為 0.002 與 0.000，均小於顯著水準。因此，假設二 (H2) 認為參與 D 計畫之企業，參與前與參與後之企業營運能力對產業經濟績效有顯著的正向影響，是成立的。

三、產業 IT 投資與產業經濟績效之關係

本文之產業 IT 投資與產業經濟績效指標二變數係為時間序列之資料，因此在進行資料分析時，須對變數進行單根檢定，先確定變數資料是否為定態 (Stationary)，以避免出現假性迴歸之問題 (Granger & Newbold, 1974)。本文以 ADF 法來檢定時間序列變數是否為定態，利用最小平方法配出自我迴歸式，對落後一期變數的係數進行檢定，若該係數不顯著異於 0，則代表該時間序列有單根，必須將其差分後再行單根檢定，直到拒絕虛無假設 (Said & Dickey, 1984)。本研究對產業層次所有序列資料進行單根檢定後，結果顯示各變數於一階差分後呈現定態的現象。雖然變數資料具有單根的現象，然而，若研究所看重的是變數之間的線性關係時，則雖然放寬對於資料是否為定態之要求，並不會影響推論之效度 (Geweke, 1984)。因此，為避免經由一次差分後所造成資料數列解釋上的扭曲，本研究假設變數所產生的單根現象並未明顯影響迴歸估計式，因而直接進行因果關係模型的檢定。

本文參考 Granger 因果關係模型中即時性的因果關係如式 (1)，用以分析產業資訊科技的採用對於產業經濟績效之影響，及產業經濟績效對產業 IT 投資驅動之影響。Granger (1969) 認為當有兩數列 x 與 y，當對 x 進行預測時，利用所有資訊的預測結果比去除 y 資訊所得出之結果較為準確，表示加入 y 資訊對預測 x 是有幫助的，若兩變數互為彼此的因，即二者互相影響，則稱此兩變數 x、y 有回饋關係。此模式最大的優點在於可以同時測試二變數間所有可能的因果關係，而不需對因果預先作任何的假設。假設三之一 (H3-1) 認為產業資訊科技的採用，對於產業經濟績效有正向且顯著的影響，假設三之二 (H3-2) 認為產業經濟績效對產業 IT 投資之驅動有正向且顯著的影響。資訊科技投入與生產力之間具有因果關係 (Hu & Quan, 2005)，且 IT 投

臺灣大學學術期刊資料庫

資尚需透過學習與調整，及資本深化後方能顯著的提升組織之生產力，因此一般存有 2-3 年的延遲效應，若是對於 IT 基礎建設之投資，則要有更長的時間方能看到績效 (Brynjolfsson, 1993)。本文將 x 與 y 的因果關係視為會落後 1 至 4 年，而這樣的改變並不會影響偵測資訊科技投入與生產力因果關係模式的有效性。

$$x_{ti} = a_j x_{(t-1)i} + b_j y_{(t-j)i} + \varepsilon_t$$
$$y_{ti} = c_j x_{(t-j)i} + d_j y_{(t-1)i} + \eta_t$$

其中 x_{ti} = (資訊科技投入佔總資本投入的比例)$_{ti}$

$$y_{ti} = \frac{GDP_{ti}}{EMP_{ti}} = \frac{GDP_{ti}}{\text{員工數}_i}$$

x_{ti} 及 y_{ti} 分別代表各期產業資訊科技投入佔總資本投入的比例及單位員工產值 (單位為百萬元)，i = 1, 2, 3 分別代表製造業、批發零售餐飲業與運輸倉儲及通信業；t 代表期間；j = 1, 2, 3, 4 代表資訊科技與生產力之間的關係存有 1 至 4 年的延遲關係。因此，利用修正後之 Gragner 模式可以得知各產業於 (t-1) 年至 (t-4) 年的資訊科技投資是否能夠對於當年的產業經濟績效造成影響。相對的，亦分析各產業是否會因為以前年度產業經濟績效的改善，促使當年更積極的配置資源於資訊科技的採用。

本文採用似乎無相關迴歸 (Seemingly Unrelated Regression；SUR) 估計法，此估計法是估計多條線性方程式的統計模型，藉由多條方程式聯合估計的方法估計模型中所有的參數。由於本文所選擇的產業之間並非完全獨立，各迴歸式的殘差可能具有相關性，若僅以 OLS 來估計，雖然可能產生一致的參數值，但卻不具效率性，因此本文以 SUR 的迴歸係數作分析，以觀察係數有無顯著性。

分析後發現，在製造業中，(t-3) 期之資訊科技投資對於當年度製造業之產出有顯著且呈正向之影響，(表 2)，在運輸倉儲通信業方面，(t-2) 與 (t-4) 期之資訊科技投資對於運輸倉儲通信業當年度的產出有顯著且呈正向之影響 (表 3)，而批發零售餐飲業方面，溯及前 1 至 4 年之 IT 投資對於當年度該產業之生產力並未發現顯著之影響 (表 4)。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 2 製造業因果關係測試：以各期 IT 投入為獨立變數參數估計

IT 投入時間	t-1 期		t-2 期		t-3 期		t-4 期	
項目	F	P value	F	P value	F	P value	F	P value
Intercept	0.0974	0.762066	0.7956	0.395645	0.8417	0.382831	0.0002	0.988355
IT_{ti}	0.9578	0.353322	3.8529	0.081267	18.3996	0.000000*	0.0378	0.850255
GDP_{ti}	134.0995	0.000001*	198.3668	0.000000*	394.8239	0.002022*	178.7490	0.000000*
Adjusted R^2	0.963113		0.971422		0.986594		0.959358	

*p < 0.05，IT_{ti}：表示製造業第 t 期之 IT 投入，GDP_{ti}：表示製造業第 t 期之 GDP。

表 3 運輸倉儲通信業因果關係測試：以各期 IT 投入為獨立變數參數估計

IT 投入時間	t-1 期		t-2 期		t-3 期		t-4 期	
項目	F	P value	F	P value	F	P value	F	P value
Intercept	1.5591	0.243301	8.236	0.018481*	2.9757	0.118610	7.5353	0.022660*
IT_{ti}	1.6004	0.237615	13.165	0.005500*	2.1962	0.172496	6.6853	0.029425*
GDP_{ti}	567.1817	0.000000	1460.824	0.000000*	685.3977	0.000000*	739.6275	0.000000*
Adjusted R^2	0.984400		0.992539		0.985230		0.989458	

*p < 0.05，IT_{ti}：表示運輸倉儲通信業第 t 期之 IT 投入，GDP IT_{ti}：表示運輸倉儲通信業第 t 期之 GDP。

表 4 批發零售餐飲業因果關係測試：以各期 IT 投入為獨立變數參數估計

IT 投入時間	t-1 期		t-2 期		t-3 期		t-4 期	
項目	F	P value	F	P value	F	P value	F	P value
IIntercept	0.70624	0.422458	0.03810	0.849577	1.29870	0.283871	0.66021	0.437450
IT_{ti}	0.34781	0.569861	0.36430	0.561032	0.84944	0.380783	0.30669	0.593208
GDP_{tii}	23.98723	0.000850*	39.27500	0.000147*	27.38052	0.000540*	31.61483	0.000325*
Adjusted R^2	0.948013		0.948104		0.950660		0.947783	

*p < 0.05，IT_{ti}：表示批發零售餐飲業第t期之 IT 投入，GDP_{ti}：表示批發零售餐飲業第 t 期之 GDP。

在製造業與運輸倉儲通信業這二大產業中，IT 投資對於產業之生產績效皆有顯著之影響，此與 Brynjolfsson (1993) 及 Brynjolfsson、Hitt 與 Yang (2000) 之研究結果相同，IT 投資不單會提高勞動生產力也會增加多因素生產力 (Multifactor Productivity；MFP)，即技術的進步可在不增加額外投入，而使產出增加，而時間遞延效果 4 至 7 年時對於 MFP 成長的影響最大。假設 (H3-1) 是獲得部份支持的。

臺灣大學學術期刊資料庫

不過，不同產業的延遲期間並不相同，製造業與運輸倉儲通信業二者皆屬於高產品資訊密度與高價值鏈資訊密度之產業，IT 之投資可透過多重的生產因子與價值鏈資訊密度而強化 (Hu & Quan, 2005)。由於製造業的 IT 支出多屬大型的基礎建設，因此需要經過數年的資本支出累積，及學習之後方能明顯看出 IT 投資對於產業生產力的影響。而運輸倉儲通信業方面則呈現雙峰之現象，Korpela、Lehmusvaara 與 Tuominen (2001) 指出，於導入企業資源規劃時，不同規模之企業，在績效之反應上並不一致。由於運輸倉儲通信業此一產業中，企業規模差異很大，如小型之承攬業者 (Forwarder) 其企業規模、營業週期便與大型的物流業者明顯不同，因而 IT 投資對績效產生影響之方式與期間便不相同。至於在批發零售倉儲業當中，(t-1)、(t-2)、(t-3)、(t-4) 期之資訊科技投入對於當期之績效並無顯著影響。Shah 與 Shin (2007) 之研究顯示，美國的批發與零售業在過去 40 年中存貨水準並未因為使用 IT 投資的增加而下降，而 Croson 與 Donohue (2003) 指出，藉由 IT 投資 (如 EDI) 來分享需求之資訊，對於供應鏈上游的製造業而言最為有利，因其可以降低供需失調的情況。而下游的批發與零售業為了迎合消費者多樣化的需求，在強調服務品質的競爭環境下，會被迫持有較高的安全存量水準，因而未能對當期績效產生顯著之影響。再者，相較於其他產業，批發零售餐飲業之營業週期較短，對於資訊科技的投資會要求有立竿見影之效果，應注重批發零售餐飲業之資訊投入之應用效益，並配合其他電子化指標加強投入之綜效。

本文假設 (H3-2) 產業經濟績效對產業 IT 投資之驅動有正向且顯著的影響，是探討於 t 時間點產業對於資訊科技之採用是否會因前幾期經濟績效之表現所影響。由表 5 至表 7 可以看出，無論是製造業、運輸倉儲通信業與批發零售餐飲業，前數期之產業經濟績效 (每單位員工產值) 對資訊科技之採用皆有正向且顯著影響，即代表前幾年的產業經濟績效表現，會促使產業配置更多的資源於 IT 的應用，此一結果支持本文之假設 H3-2。

表 5 製造業因果關係測試：以各期產業生產力 (GDP) 為獨立變數參數估計

IT 投入時間	t-1 期		t-2 期		t-3 期		t-4 期	
項目	F	P value	F	P value	F	P value	F	P value
Intercept	2.069729	0.184101	2.897454	0.122926	4.95583	0.053027	6.77935	0.028564*
GDP_{ti}	7.906281	0.020317*	9.983707	0.011556*	14.21751	0.004412*	17.51451	0.002358*
IT_{ti}	0.362122	0.562180	0.485619	0.503488	1.40870	0.265655	2.58343	0.142449
Adjusted R^2	0.460016		0.519108		0.606800		0.655693	

*p < 0.05，IT_{ti}：表示製造業第 t 期之 IT 投入，GDP_{ti}：表示製造業第 t 期之 GDP。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 6 運輸倉儲通信業因果關係測試：以各期產業生產力 (GDP) 為獨立變數參數估計

IT 投入時間	t-1 期		t-2 期		t-3 期		t-4 期	
項目	F	P value	F	P value	F	P value	F	P value
Intercept	1.03111	0.336417	1.27759	0.287569	0.91567	0.363610	0.89545	0.368716
GDP_{ti}	31.85229	0.000316*	38.3629	0.000160*	28.13845	0.000491*	22.15771	0.001109*
IT_{ti}	1.07428	0.327026	1.66510	0.229080	1.38464	0.269495	0.70718	0.422160
Adjusted R^2	0.751655		0.785793		0.726820		0.674383	

*p < 0.05，IT_{ti}：表示運輸倉儲通信業第 t 期之 IT 投入，GDP_{ti}：表示運輸倉儲通信業第 t 期之 GDP。

表 7 批發零售餐飲業因果關係測試：以各期產業生產力 (GDP) 為獨立變數參數估計

IT 投入時間	t-1 期		t-2 期		t-3 期		t-4 期	
項目	F	P value	F	P value	F	P value	F	P value
Intercept	11.29332	0.008382*	10.62086	0.009855*	6.788372	0.028482*	0.229118	0.643593
GDP_{ti}	14.04239	0.004574*	12.83713	0.005904*	8.519679	0.017064*	0.515884	0.490827
IT_{ti}	0.04551	0.835828	0.44001	0.523743	0.000747	0.978786	2.373267	0.157816
Adjusted R^2	0.884335		0.877951		0.847874		0.719922	

*p < 0.05，IT_{ti}：表示批發零售餐飲業第 t 期之 IT 投入，GDP_{ti}：表示批發零售餐飲業第 t 期之 GDP。

雖然各產業對於 IT 之投資未必會增加產業之生產力與績效，然而前幾期之經濟績效卻會驅使產業採用更多資訊科技之實務應用，可能是企業已將 IT 投資視為策略性的必要投資，而非競爭優勢的來源。Carr (2003) 主張 IT 的使用並不等於較高的獲利，當產業中的各個企業愈來愈相似時，由 IT 而來的獨特優勢慢慢不見了，IT 成為經營企業不可或缺的基礎建設項目。IT 可以降低經濟規模及搜尋成本之障礙，使產業的利潤降低，但也可能因為增加了產業的差異性，而可以支持高獲利。若是 IT 投資並不能被其他企業複製，則可為特定企業增加獲利，但對整個產業言，就不一定了。再者，Kohli 與 Devaraj (2003) 認為由各企業層次的資料彙總所產生的資料，再以之推論總體產業層次時，IT投資對於績效的影響便較不明顯。

四、國家 e 化程度與總體經濟績效之關係

本文以 ADF 法來檢定國家 e 化程度與總體經濟績效指標之操作性變數是否為定態，結果顯示各變數於一階差分後呈現定態的現象。雖然變數資料具有單根的現象，然而，若研究所看重的是變數間的線性關係時，則放寬對於資料是否為定態之要求，並不會影響推論之效度 (Geweke, 1984)。因此，為避免經由一次差分後所造成資料數

臺灣大學學術期刊資料庫

列解釋上的扭曲，本研究假設變數所產生的單根現象並未明顯影響迴歸估計式，因而直接進行因果關係模型的檢定。

本研究在國家 e 化投入與總體經濟績效關係之探討亦採用修正後之 Granger 因果關係模型，來瞭解國內資訊科技支出佔總資本投入之比例與每單位員工產值之間所存在的因果關係，如式 (2) 所示，用以分析假設 (H4-1) 國家 e 化投入對於總體經濟績效有正向且顯著的影響，及假設 (H4-2) 總體經濟績效對國家 e 化投入之驅動有正向且顯著的影響。

$$x_t = a_j x_{(t-1)} + b_j y_{(t-j)} + \varepsilon_t$$
$$y_t = c_j x_{(t-j)} + d_j y_{(t-1)} + \eta_t \qquad (2)$$

其中 x_t = (資訊科技投入佔總資本投入的比例)

y_i = (單位員工產值) = $\dfrac{GDP_t}{\text{員工數}}$

x_t 及 y_i 分別代表各期國家資訊科技投入佔總資本投入的比例及單位員工產值，t 代表期間；j = 1, 2, 3, 4，代表資訊科技投資與生產力之間的關係存有 1 至 4 年的延遲關係。本文分別以 (t-1)、(t-2)、(t-3)、(t-4) 之資訊科技投資為獨立變數，檢視對於 t 期的產出之影響。由表 8 之結果可看出前數期國家整體之資訊科技支出，對於當期之總體經濟績效並無顯著之影響，即假設 (H4-1) 並未獲得支持。總體經濟之成長除了 IT 之應用外，尚可能來自於勞工與資本等投入因素的改善，也可能是由於如管理實務、組織變革及產品與服務創新等的影響，這些因素都可以解釋國家經濟成長的某些趨勢。

UNCTAD (2003) 有關電子商務發展之報告顯示，IT 是美國、加拿大、荷蘭等國家經濟成長最具關鍵之驅動因素，對於其他經濟合作發展組織 (OECD) 國家之經濟績效亦有顯著之正向影響，但在開發中國家，IT、經濟成長與勞動生產力的關係則並不顯著 (Dewan & Kraemer, 2000; Pohjola, 2002)。可能是由於開發中國家其 IT 投資佔 GDP 的比例較低，及缺乏基礎建設與足夠的知識以能有效的使用 IT 有關。一般而言，對於已開發國家其 IT 投資與經濟績效有強烈之正相關，而且 IT 會誘使勞動力的需求改變，傾向於雇用高技能與高教育水準之員工，加上組織之變革使得企業在建置 IT 時能更有效率。為使 IT 投資能得到最大的社會報酬，開發中國家之政策制定者應注意 IT 使用之最佳實務及 IT 相關技能之勞動力的改善 (Indjikian & Siegel, 2005)。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 8 國家層次因果關係測試：以各期 IT 投入為獨立變數

IT 投入時間	t-1 期		t-2 期		t-3 期		t-4 期	
項目	F	P value	F	P value	F	P value	F	P value
Intercept	6.2827	0.033501*	7.0147	0.026540*	18.1792	0.002100*	9.5584	0.012895*
IT_t	0.1133	0.744151	0.3158	0.587886	2.4776	0.149930	0.8790	0.372948
GDP_t	168.0229	0.000000*	223.2100	0.000000*	299.3132	0.000000*	352.6624	0.000000*
Adjusted R^2	0.979878		0.980315		0.984023		0.981437	

*p < 0.05，IT_t：表示國家第 t 期之 IT 投入，GDP_t：表示國家第 t 期之 GDP。

假設 (H4-2) 認為總體經濟績效對國家 e 化投入之驅動有正向且顯著的影響，由表 9 之國家層次因果關係測試中顯示，於 (t-1)、(t-2)、(t-3)、(t-4) 期之每單位員工產值皆對於資訊科技採用有正向且顯著之影響，代表前幾年的總體經濟績效表現，皆會促使國家增加對於 e 化建設之投資，因此 (H4-2) 是獲得支持的，即較高的生產力會驅使更多的 IT 投資。長期而言，廣泛且持續的使用 IT，尤其是網際網路與電子商務，對於勞動生產力成長的影響是很大的。

表 9 國家層次因果關係測試：以各期總體生產力 (GDP/總員工) 為獨立變數

IT 投入時間	t-1 期		t-2 期		t-3 期		t-4 期	
項目	F	P value	F	P value	F	P value	F	P value
Intercept	8.73346	0.016083*	9.52574	0.013005*	8.77310	0.015909*	3.781697	0.083681*
GDP_t	15.04184	0.003741*	17.02053	0.002576*	17.67733	0.002292*	9.416559	0.013383*
IT_t	0.69432	0.426258	1.80184	0.212366	1.81479	0.210871	0.627248	0.448737
Adjusted R^2	0.747224		0.766446		0.772196		0.670014	

*p < 0.05，IT_t：表示國家第 t 期之 IT 投入，GDPt：表示國家第 t 期之 GDP。

伍、結論與建議

一、研究結論

本文使用參與政府 D 計畫之廠商，以及製造業、運輸倉儲通信業與批發零售餐飲業及國家之總體經濟指標等相關資料，並利用無母數分析與 Gragner 因果關係模式，針對階層式電子化績效指標之衡量架構作初步之實證分析。分別就企業關鍵之營運能力、產業經濟績效、國家競爭力及經濟發展與資訊科技發展，等三個層次的互動關連作初步的研究。結果顯示，參與政府 D 計畫之企業，其關鍵之營運能力，如存貨週轉率與營運成本率等都較未參加之前有顯著改善、且參與政府 D 計畫之企業，

臺灣大學學術期刊資料庫

其關鍵能力之提昇與資訊產業產值之提昇具有相關性。在產業層次方面，IT 投資對於產業經濟績效之影響存有產業別差異性。製造業是對應的產業中 IT 投資對經濟績效影響最顯著者，由此可驗證政府 D 計畫先以製造業為標的之策略是正確的。而在國家層次之 IT 投資對於總體經濟績效之影響則並不明顯，此應與 IT 投資相對於國家整體 GDP 之比例較低有關。再者，無論就產業面或國家層次而言，前數期之經濟績效皆會正向的驅使對於 e 化建設之投資，即經濟績效對於 IT 投資存有回饋效果。

二、管理意涵

(一) IT 投資已是企業之策略性考量，不論是著眼 IT 投資可以提高生產力，進而降低成本或藉由 IT 來增加產業之進入障礙。企業欲得到競爭優勢得更積極運用 IT，而非倚靠政府的專案補助。

(二) 由於 IT 投資對於產業績效之影響存有 2-4 年之時間落後效果，因此，在進行 IT 投資之前，必須慎重的規劃。政府目前計畫案補助為二年期，而研究結果指出 IT 投資對於製造業經濟績效之影響要經過三年才能看到效果，故政府專案之績效宜作持續追蹤。

(三) 由於政府投入大量資源於 D 計畫之執行，首創由資訊業聯合物流承攬業者制訂跨產業之物流及連線作業標準，大幅提昇整體資訊產業的競爭力，是故本文以 D 計畫之企業為研究標的探討 D 計畫企業關鍵能力之提昇對於產業競爭力的影響。結果顯示 D 計畫企業之關鍵能力與產業競爭力有顯著影響關係，此表示企業在電子化的投入，已由資訊流能力的提昇延伸至物流能力之提昇。

(四) 在國家層次上，政府為推動產業電子化政策，從早期「產業自動化及電子化推動方案」、「國家資訊通信基本建設推動方案」到「挑戰 2008：國家發展重點計畫」，希冀藉由國家 e 化應用程度的提昇以提昇總體經濟指標績效。雖然政府過去幾年積極投入大量資源於電子化能力的提昇，然而目前僅在電子化基礎建設發展的階段有成熟的表現，在電子化應用方面仍未能產生擴散的效應。因此就國家 e 化程度而言，未能看出對於總體經濟績效之影響。因應先進國家的發展歷程，仍須持續在這方面投資，以免前功盡棄。

三、研究限制與未來研究建議

本研究乃運用階層式架構，以宏觀之觀點針對 IT 投資對於企業、產業及國家經濟績效之影響進行全面性探討。在企業層次方面乃針對參與 D 計畫之廠商進行實證調查，由於小樣本且非常態分配，故採用無母數分析 (Wilcoxon 符號等級檢定與 Spearman 相關分析)，雖結果均為顯著，然資料之正確性與合理性仍會受到資料小樣本之限制。在產業層次方面，本研究主要針對製造業、運輸倉儲通信業及批發零售餐

臺灣大學學術期刊資料庫

飲業做探討，雖然上述產業為政府推動企業電子化之重點產業，研究之結果仍未能推論至所有產業。在國家層次方面，由於所使用之資料為次級資料。因而資料之正確性與合理性會受到次級資料本質之限制。未來可加入其他參與政府計畫之廠商，以針對各層次作更深入之探討研究；亦可增加控制變數於分析模式中，使模式更周延。

由於本文是由宏觀之觀點出發，以往之文獻較少涉及，惟三個層次之間的聯結性較弱，後續應可加強各層次間關聯性之探討。另外，本研究中有關 IT 投資是以總 IT 支出來加以探討，由於 IT 資產之投資乃為了配合企業策略目的，因而 IT 投資配置與組織的 IT 能力會驅使不同的企業績效，未來亦可加入組織之觀點對特定 IT 資產的投資做進一步之探討。

臺灣大學學術期刊資料庫

參考文獻

行政院 NICI 小組產業電子化組，2002，2002 產業電子化白皮書，台北：經濟部技術處。

范錚強、黃明達、黃思明、劉一強、示範性計畫辦公室，2005，初版，經濟部 ABCDE 計畫研究成果彙編，台北：經濟部技術處。

Aral, S., & Weill, P. 2007. IT assets, organizational capabilities, and firm performance: How resources allocations and organizational differences explain performance variation. ***Organization Science***, 18 (5): 763-780.

Barua, A., Konana, P., & Whinston, A. B. 2001. Driving e-business excellence. ***Sloan Management Review***, 43 (1): 36-44.

Barua, A., Kriebel, C. H., & Mukhopadhyay, T. 1995. Information technologies and business value: An analytic and empirical investigation. ***Information System Research***, 6 (1): 3-23.

Beamon, B. M. 1999. Measuring supply chain performance. ***International Journal of Operation and Production Management***, 19 (3): 275-292.

Bharadwaj, A. S. 2000. A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: An empirical investigation. ***MIS Quarterly***, 24 (1): 169-196.

Bower, J. L., & Hout, T. M. 1998. Fast-cycle capability for competitive power. ***Harvard Business Review***, 66 (6): 110-118.

Bresnahan, T. F., Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. 2002. Information technology, workplace, organization and the demand for skilled labor: Firm-level evidence. ***Quarterly Journal of Economic***, 117 (1): 339-376.

Brynjolfsson, E. 1993. The productivity paradox of information technology. ***Communications of the ACM***, 36 (12): 67-77.

Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. 1996. Paradox lost? Firm level evidence on the return to information systems spending. ***Management Science***, 42 (4): 541-558.

Brynjolfsson, E., Hitt, L. M., & Yang, S. 2000. Beyond computing: Information technology, organizational transformation and business performance. ***Journal of Economics Perspective***, 14 (4): 23-48.

Canova, L., Rattazzi, A. M. M., & Webley, P. 2005. The hierarchical structure of saving motives. ***Journal of Economic Psychology***, 26 (1): 21-34.

Carr, N. G. 2003. IT doesn't matter. ***Harvard Business Review***, 81 (5): 41-49.

CEA. 2001. ***The annual report of the council of economic advisors***. Washington, DC: US

臺灣大學學術期刊資料庫

Government Printing Office.

Cheng, Y., & Cheng, C. Y. 2005. E-business performance measures and metrics: An empirical study in Taiwan. ***International Journal of Electronic Business Management***, 3 (1): 17-25.

Choi, S. Y., Stable, D. O., & Winston, A. B. 1997. ***The economics of electronic commerce***. New York, NY: Macmillan.

Colecchia, A. 1999. ***Defining and measuring electronic commerce: Towards the development of an OECD methodology***. Paper presented at the Conference on the Measurement of Electronic Commerce, Singapore.

Croson, R., & Donohue, K. 2003. Impact of POS data sharing on supply chain management: An experimental study. ***Production and Operations Management***, 12 (1): 1-11.

Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. L. 2003. Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. ***ACM Computing Surveys***, 35 (1): 1-28.

Deise, M. V., Wright, A., & Nowiknow, C. 2000. ***Executive's guide to e-business: From tactics to strategy***. New York, NY: John Wiley & Sons.

Dewan, S., & Kraemer, K. L. 2000. Information technology and productivity: Preliminary evidence from country-level data. ***Management Science***, 46 (4): 548-562.

Dewan, S., & Min, C. K. 1997. Substitution of information technology for other factors of production: A firm level analysis. ***Management Science***, 43 (12): 1660-1675.

Elfring, T., & Man, A. D. 1998. Theories of the firm, competitive advantage and government policy. ***Technology Analysis & Strategic Management***, 10 (3): 283-293.

Frohlich, M. T., & Westbrook, R. 2002. Demand chain management in manufacturing and services: Web-based integration, drivers and performance. ***Journal of Operations Management***, 20 (6): 729-745.

Futla, D., Bodorik, P., & Dhaliwal, F. 2002. Supporting the e-business readiness of small and medium-sized enterprises: Approaches and metrics. ***Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy***, 12 (2): 139-164.

Geweke, J. 1984. Inference and causality in economic time series models. In Z. Griliches, & M. D. Intriligator (Eds.), ***Handbook of econometrics***, 2 (19): 1101-1144. North Holland, Netherlands: Elsevier.

Gibbs, J., Kraemer, K. L., & Dedrick, J. 2003. Environment and policy factors shaping global e-commerce diffusion: A cross-country comparison. ***The Information***

臺灣大學學術期刊資料庫

Society, 19 (1): 5-18.

Granger, C. W. J. 1969. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. ***Econometrica***, 37 (3): 424-438.

Granger, C. W. J., & Newbold, P. 1974. Spurious regressions in econometrics. ***Journal of Econometrics***, 2 (2): 111-120.

Gunasekaran, A., Ngai, E. W. T., & McGaughey, R. E. 2006. Information technology and systems justification: A review for research and applications. ***European Journal of Operational Research***, 173 (3): 957-983.

Gunasekaran, A., Patel, C., & Tirtiroglu, E. 2001. Performance measures and metrics in a supply chain environment. ***International Journal of Operation & Production Management***, 21 (1/2): 71-87.

Hayes, J., & Finnegan, P. 2005. Assessing the potential of e-business models: Towards a framework for assisting decision-makers. ***European Journal of Operational Research***, 160 (2): 365-379.

Hitt, L. M., & Brynjolfsson, E. 1996. Productivity, business profitability, and consumer surplus: Three different measures of information technology value. ***MIS Quarterly***, 20 (2): 121-142.

Hitt, L. M., Wu, D. J., & Zhou, X. G. 2002. Investment in enterprise resource planning: Business impact and productivity measures. ***Journal of Management Information Systems***, 19 (1): 71-98.

Hu, Q., & Quan, J. J. 2005. Evaluating the impact of IT investments on productivity: A causal analysis at industry level. ***International Journal of Information Management***, 25 (1): 39-53.

Huang, S., Ou, C., Chen, C., & Lin, B. 2006. An empirical study of relationship between it investment and firm performance: A resource-based perspective. ***European Journal of Operational Research***, 173 (3): 984-999.

Indjikian, R., & Siegel, D. S. 2005. The impact of investment in it on economic performance: Implications for developing countries. ***World Development***, 33 (5): 681-700.

Jalava, J., & Pohjola, M. 2002. Economic growth in the new economy: Evidence from advanced economies. ***Information Economics and Policy***, 14 (2): 189-210.

Jorgenson, D. W. 2001. Information technology and the US economy. ***American Economic Review***, 91 (1): 1-32.

Jorgenson, D. W., & Stiroh, K. J. 2000. Raising the speed limit: U.S. economic growth in the

臺灣大學學術期刊資料庫

information age. ***Brookings Economic Act***, 1 (1): 125-235.

Kalakota, R., & Robinson, M. 2001. ***E-business: Roadmap for success***. Boston, MA: Addison-Wesley.

Kalakota, R., & Whinston, A. B. 1997. ***Electronic commerce: A manager's guide***. Boston, MA: Addison-Wesley.

Kohli, R., & Devaraj, S. 2003. Measuring information technology payoff: A meta-analysis of structural variables in firm-level empirical research. ***Information Systems Research***, 14 (2): 127-145.

Korpela, J., Lehmusvaara, A., & Tuominen, M. 2001. An analytic approach to supply chain development. ***International Journal of Production Economics***, 71 (1/3): 145-155.

Kudyba, S., & Diwan, R. 2002. The impact of information technology on US industry. ***Japan and the World Economy***, 14 (3): 321-333.

Kumar, R. L. 2004. A framework for assessing the business value of information technology infrastructures. ***Journal of Management Information Systems***, 21 (2):11-32.

Litan, R. E., & Rivlin, A. M. 2001. Projecting the economic impact of the internet. ***American Economic Review***, 91 (2): 313-322.

McKinsey Global Institute. 2001. ***US productivity growth 1995-2000: Understanding the contribution of information technology relative to other factors***. Washington, DC: McKinsey Global Institute.

Mooney, J. G., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. L. 1996. A process oriented framework for assessing the business value of information technology. ***Database for Advances in Information Systems***, 27 (2): 68-81.

Mukhopadhyay, T., Kekre, S., & Kalathur, S. 1995. Business value of information technology: A study of electronic data interchange. ***MIS Quarterly***, 19 (2): 137-156.

Oliner, S. D., & Sichel, D. E. 2000. The resurgence of growth in the late 1990s: Is information technology the story? ***Journal of Economic Perspective***, 14 (4): 3-22.

Pohjola, M. 2002. The new economy in growth and development. ***Oxford Review of Economic Policy***, 18 (3): 380-396.

Rai, A., Patnayakuni, R., & Patnayakuni, N. 1996. Refocusing where and how IT value is realized: An empirical investigation. ***Omega, International Journal of Management Science***, 24 (4): 399-412.

Roach, S. S. 1991. Services under siege: The restructuring imperative. ***Harvard Business***

臺灣大學學術期刊資料庫

Review, 69 (5): 82-91.

Said, S. E., & Dickey, D. A. 1984. Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order. ***Biometrika***, 71 (3): 599-607.

Shah, R., & Shin, H. 2007. Relationships among information technology, inventory, and profitability: An investigation of level invariance using sector level data. ***Journal of Operational management***, 25 (4): 768-784.

Sicar, S., Turnbow, J. L., & Bordoloi, B. 2000. A framework for assessing the relationship between information technology investments and firm performance. ***Journal of Management Information Systems***, 16 (4): 69-97.

Sichel, D. E. 1997. ***The computer revolution: An economic perspective***. Washington, DC: Brookings Institution Press.

Srinivasan, K., Kekre, S., & Mukhopadhyay, T. 1994. Impact of electronic data interchange technology on JIT shipments. ***Management Science***, 40 (10): 1291-1304.

Strassmann, P. A. 1989. Financial earnings don't measure up to I/S payoff in services sector. ***Chief Information Officer Journal***, 1 (3): 22-27.

Straub, D. W., Hoffman, D. L., Weber, B. W., & Steinfield, C. 2002. Measuring e-commerce in net-enabled organizations. ***Information Systems Research***, 13 (2): 115-124.

Tam, K. Y. 1998. The impace of information technology investments on firm performance and evaluation: Evidence from newly industrialized economies. ***Information Systems Research***, 9 (1):85-98.

Triplett, J. E., & Bosworth, B. P. 2003. Productivity measurement issues in services industries: "Baumol's disease" has been cured. ***Economic Policy Review***, 9 (3): 23-33.

UNCTAD. 2003. ***E-commerce and development report 2003***. New York, NY: United Nations publications .

Vickery, S. K., Jayaram, J., Droge, C., & Calantone, R. 2003. The effects of an integrative supply chain strategy on customer service and financial performance: An analysis of direct versus indirect relationships. ***Journal of Operations Management***, 21 (5): 523-539.

Walwyn, D. 2007. Finland and the mobile phone industry: A case study investment from government-funded research and of the return on development. ***Technovation***, 27 (6/7): 335-341.

Weill, P. 1992. The relationship between investment in information technology and firm performance: A study of the valve-manufacturing sector. ***Information System***

臺灣大學學術期刊資料庫

Research, 3 (4): 307-333.

Wong, J., & Lam, E. 1999. ***Measuring E-commerce in Singapore: Methodological issues and survey findings***. Paper presented at the Conference on the Measurement of Electronic Commerce, Singapore.

Zhu, K., & Kraemer, K. L. 2002. E-commerce metrics for net-enhanced organizations: Assessing the values of e-commerce to firm performance in the manufacturing sector. ***Information Systems Research***, 13 (3): 275-295.

臺灣大學學術期刊資料庫

作者簡介

林財源

現為長榮大學經營管理研究所榮譽講座教授，曾發表多篇期刊論文及著有多本專書，研究領域包括資本投資分析與決策、績效管理、成本管理與管理會計。曾任國立成功大學、國立中山大學教授、廣州中山大學客座教授與紐西蘭奧克蘭大學訪問學者等。

呂執中

目前為國立成功大學工業與資訊管理系教授，並兼任產業電子化運籌管理學會理事長。其研究領域包括品質創新、電子化策略、協同設計與全球運籌管理等。曾發表多篇期刊論文，並參與政府電子化計畫之規劃與推動工作。

程運瑤

美國愛荷華大學財務研究所碩士，目前擔任大同技術學院企管系講師，並於長榮大學經營管理研究所博士班進修。其研究領域包括電子化績效評估、策略聯盟與教育品質等。

臺灣大學學術期刊資料庫