

# 科技創新政策經濟效益評估的可計算一般均衡分析 — 以臺灣資通訊產業研發投資為例

劉名寰\*

工業技術研究院產業科技國際策略發展所

楊浩彥

國立台北商業大學財務金融系

關鍵詞：科技創新政策、研發外溢、可計算一般均衡模型  
JEL 分類代號：D24, C67, C68, E22

---

\* 聯繫作者：劉名寰，工業技術研究院產業科技國際策略發展所，Email: [mhliou@itri.org.tw](mailto:mhliou@itri.org.tw)。

## 摘要

本文旨在提出一套可應用於衡量我國創新研發資源投入對我國經濟影響的量化評估方法－「臺灣科技政策評估可計算一般均衡模型」(Computable General Equilibrium for Taiwan Science and Technology Policy Evaluation, SciTech CGE)。

本文的特色在於將創新研發活動所產生的產業內與產業間研發外溢效果納入考量，使衡量創新研發活動所帶來的經濟效益更為周全。本文發現，相較於其他產業，服務業的創新研發投資對提升其產業內總要素生產力的影響係數最大，同時產業之間的創新研發投資對服務業的外溢效果最高，亦即服務業是享受來自其他產業研發外部性最多的產業。根據本文模擬分析結果顯示，政府新增對 ICT 產業投資將有助於提升我國未來經濟成長動能、刺激民間投資、增加政府稅收。此外，政府對 ICT 產業的研發投資將提升產業勞動生產力，同時亦拉升勞動對資本要素的相對價格。值得一提的是，ICT 產業研發投資所帶來的生產力與技術進步將減少金融及保險業的勞動需求，隱含由 ICT 產業所帶來的技術革新，將影響金融相關產業的未來經營模式。

## 1. 前言

本文旨在提出一套可應用於衡量我國創新研發資源投入對我國經濟影響的量化評估方法，希冀透過本文所提出的方法論，使分析科技研發投資經濟效益時，有更多元的角度來探討研發投資的經濟效果。

我國政府對於科技發展與創新研發向來高度重視，雖然近年政府財政壓力升高，但對於科研創新活動仍給予高度支持，每年所投入的經費也持續增加。然而，目前政府對於相關科研經費投入究竟可以帶給國內經濟多大程度的影響，尚缺乏一套系統性的評估方法。因此，在許多科技計畫成果報告中，多從投入面進行成果論述，相對缺乏經過客觀評估後的量化產出說明。

隨著時代進步與社會變遷，科技政策與社會、經濟的連結愈趨緊密，加深了政府施政效益評價的困難。因此，若能建構一套系統性的量化評估方法，協助政府精進科技計畫審議與政策效果評估，將有助於提升政府施政品質，增進人民對政策目標與施政效益的預期，有利於政府和民眾溝通。此外，近年民間對於政府必須提出「大型科技研發計畫」執行效益的訴求聲浪愈來愈高，在在凸顯出發展科技政策評估方法的重要性。<sup>1</sup>

完整的科技政策形成與評估流程概可分為幾個過程：首先是對國家的科技、社會與經濟發展特徵有深入的理解；其次，政府根據國家發展願景設定政策議程，導引出不同的政策工具；接著，再針對不同的政策選項進行事前評估，形成候選政策組合；最後，再依據施政優先順序、各領域專家意見，以及政策評估的結果，形成具體科技政策。而政策執行後，透過動態管考與追蹤機制，進行政策影響與效益的事後評估，亦為完善政府決策機制的關鍵。經由上述過程，政府可依據政策的事前與事後評估結果，做為與社會溝通的基礎，增進民眾對政策的瞭解，建立人民對施政的信心。終極目的，是形塑出政策審議與政策形成機制的良性循環，

---

<sup>1</sup> 台積電張忠謀董事長在科技會報會議中，提議「大型科技研發計畫」執行可參考「投資回報率(ROI)」的概念。(經濟日報，2016/7/27)

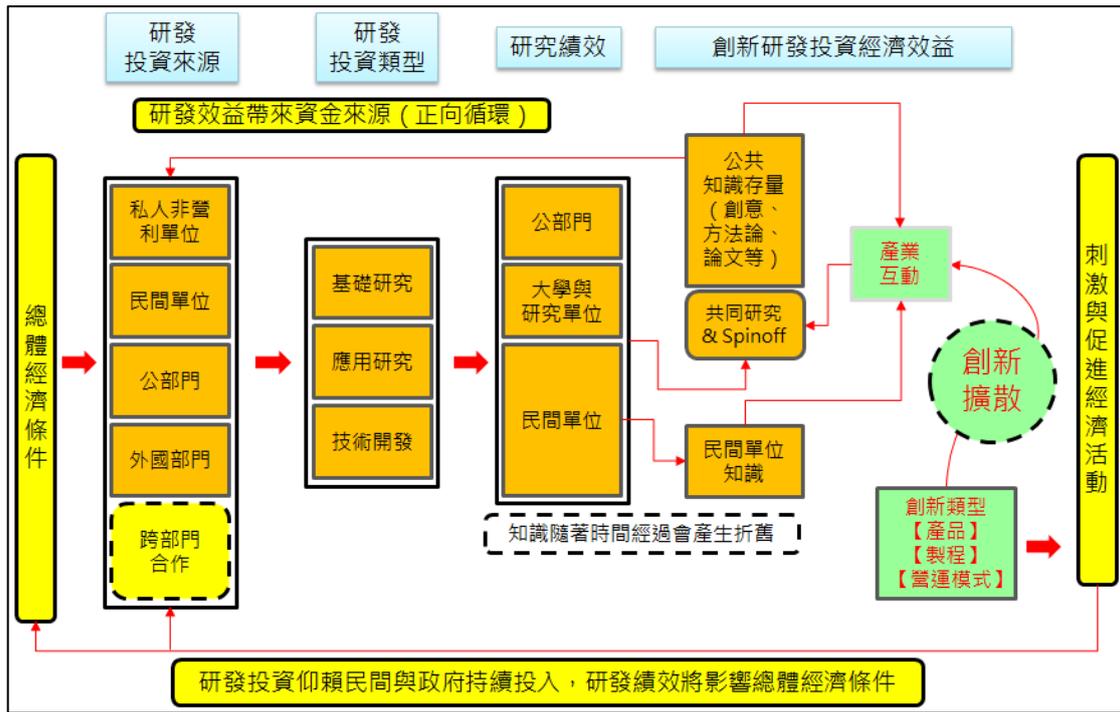
協助政府精進科技政策決策品質，讓有限的預算資源達到選擇與聚焦。

科研創新已被廣泛公認是提升總要素生產力(Total Factor Productivity, TFP)的關鍵因素(Hall et al., 2009)。對產業而言，創新研發有助於刺激廠商在產品、製程及商業模式上的創新，提升廠商的市場競爭力與獲利能力。另一方面，受惠於廿一世紀資通信科技的快速演進，加速帶動巨量資料(Big Data)、物聯網(Internet of Thing)、人工智慧(Artificial Intelligence, AI)等技術領域的發展，相關技術的演進，除了將給產業帶來許多發展機會與挑戰之外，也意味著持續投入科研創新與完善國家創新體系的重要性。

一國創新力量與成果的展現，體現在社會中不同利害關係人(政府、企業、大學、研究機構)彼此互動所產生的結果(OECD, 2014)。在國家創新體系的演化過程中，政府的角色相當重要。一方面是政府扮演打造國家研發基礎環境的重要推手，另一方面是政府政策會影響民間投資誘因，而民間投資是經濟發展的關鍵。此外，由於研發成果具有外部性，即企業和產業無法獨享研發投資的報酬，因此，社會實際研發投資總量可能會低於最適投資水準(Griliches, 1979; 蔡光第、楊浩彥, 1996; Bloom, 2013)，而政府的角色即在於設法縮小兩者之間的落差。

從國家創新體系的角度來看，研發資源投入到產生經濟效益的過程，可分為幾個階段(見圖 1)：首先是研發經費來源，根據 OECD 的分類架構，一國研發經費來源有政府、企業、高等教育等若干部門。以我國為例，我國研發經費主要來源是企業和政府部門，2013 年兩者合計占全國研發經費 97.9%。經費來源確定後，接著是選擇研發的投資類型，研發類型分為基礎研究、應用研究和技術發展。基礎研究通常是不帶商業目的的知識探索，反觀應用研究和技術發展的目的性較強，而兩者距離實現商業價值也較為接近。2013 年我國基礎研究占全國研發經費 9.2%、應用研究占 23.2%，技術發展占 67.5%。相較於其他國家，我國基礎研究占比低於鄰近的韓國(18.31%)、日本(12.63%)，也低於美國(16.54%)以及

近年推動創新創業有成的以色列（13.16%）<sup>2</sup>。



資料來源：本文參考自 frontier economics (2014)

圖 1 創新研發活動的經濟效益傳遞過程

在研發績效方面，研發成果通常隨著不同的執行部門而有所差異。企業研發成果最常見的形式是專利權，企業藉由發展專利來保障其商業利益(如阻絕競爭、取得授權收入等)，而政府、大學或研發機構的研發績效則常以技術報告、論文、專利、人才培育等形式形成對整體社會的公共知識資本。此外，近年各國政府積極推動產學合作，相關合作成果亦可能因為技術商業化而產生新創企業或衍生公司 (Spinoff Company)。值得一提的是，創新研發成果的外部性對國家創新體系相當重要，特定部門研發成果的分享與擴散，對於累積社會整體知識存量有顯著的影響。提升產業創新的外部性，將有利於促進總要素生產力及經濟成長 (林麗貞, 2008)。綜言之，從產業與經濟發展的角度來看，科研創新的目的，是希望藉由研發活動促進產業的多元創新，從而提升產業生產力與競爭力，最終帶動就業、

<sup>2</sup> 資料來源為科技部《科學技術統計要覽》和 OECD 主要科技指標資料庫 (Main Science and Technology Indicators)。

投資、政府稅收與經濟成長。

以 AI 為例，AI 是目前全球各主要經濟體積極投入資源進行研發的技術領域。2017 年 PwC 「人工智慧與機器人學」報告指出，資料科學、商業智慧及健康照護，是全球目前投入 AI 研發比重最高的前三大領域，AI 研發活動正在多個面向積極發酵，不同技術與不同產業間彼此串連，相關研發成果與應用情境也因為各技術領域與各行業之間的高度關聯而益顯活潑。

從產業發展的角度來看，在當前愈趨普及的「物聯網」應用與資通訊設備效率以穩健的步伐進步的趨勢下，未來勢必將產生更多有利於 AI 發展的環境條件：更多資料、更平價的硬體設備，以及更多的應用需求情境。透過 AI 的發展與擴散應用，將有助於提升產業營運效率、孵育新興商業模式、觸發產業生態系轉變，從而提升整體經濟的生產力。站在政府的角度，雖然樂見科技創新所衍生的經濟效益，然而，創新可能帶來的負面衝擊，也是政府必須關心的。PwC (2017) 指出，雖然未來 AI 技術進步將給農業、製造業、服務業等多個行業帶來營運模式的轉變（見表 1），但亦將衝擊勞動市場。顯見不論是 ICT 產業創新或未來 AI 技術的開發應用，在給產業帶來技術進步的同時，亦將對社會造成衝擊。

諸如此類的經濟關聯效果，需要仰賴一套系統性的方法，以協助掌握政策所帶動的科技研發投資可能衍生的社會與經濟影響。而本文的目的是建構「臺灣科技政策評估可計算一般均衡模型」( Computable General Equilibrium for Taiwan Science and Technology Policy Evaluation, SciTech CGE )，即在嘗試回應我國科技政策經濟效果的評估需求。

本文共分為六節。第一節為前言；第二節是研發投資 CGE 模型相關文獻；第三節說明我國科技行政體系與科技政策循環機制；第四節為研究方法；第五節為政策實證分析；第六節為本文結論與研究限制。

表 1 AI 應用對各領域的影響

行業/領域	影響內容
產品製造	提供更可靠的需求預測、更彈性的供應鏈管理、更精準的庫存調度，提高企業營運效率
國家與安全	偵測人們異常行為及損害監測，提供重要基礎設施（如機場、電廠等）更安全的防護
物流	透過最適化行程規劃進行物流調度作業，使貨品在運送過程中（不論在倉庫或運送途中）更具效率，同時避免非天災之影響（氣候或交通等）
金融服務	透過早期預警與偵測，避免金融風險或系統失靈，降低惡意攻擊之危害。例如市場操縱、詐欺、異常交易，並且減少市場波動及交易成本
旅遊與交通	透過人體健康偵測系統、交通工具之及時故障偵測、及時道路行駛規劃，提升旅遊與交通運輸效能，減少碳排放及能源使用
農業	改善農產品生產、倉儲、配送及消費效率。可針對特定地點做出及時生產監測，如自動監測肥料與化學物使用時機
消費商品與服務	縮小批發與零售業之顧客需求與供貨量之時間落差
通訊與社群媒體	提供自然語言處理及翻譯功能，對多語言與多文化國家極具價值，提升如網路蒐尋及語言翻譯效率
科學與技術發展	協助科研人員進行研究工作，例如文獻閱讀、專利，產生實驗假說(hypothesis)，以及透過機器人系統進行假說驗證
教育	對於那些缺乏充足教育人力與足夠經驗教師的國家而言，AI 導入教育系統可改善學生學習，並衡量學生學習表現
醫藥與健康照護	增進醫護人員對於疾病的診斷。許多如生物資訊學(bioinformatics)等領域，因為結合了跨領域學門，所以需要具備大量資訊判讀與處理能力，AI 演算法可協助克服上述問題。在健康照護與生物科技領域，AI 可從龐大的基因資料庫協助辨識基因風險，並預測新藥安全性與療效
法律規範	AI 可透過分析以往法律判例，增進法律判決品質與效率，並透過相關文本分析，形成新的法律見解，增進法律規範品質
審計服務	許多企業擁有龐雜的文件資料，需要透過大量人力整理與閱讀。而認知技術的發展，已逐漸被應用在分析關鍵文件的判讀之上，同時機器學習也逐漸使得藉由電腦自動辨識與萃取重要資訊成為可能

資料來源：PwC (2017), Artificial Intelligence and Robotics 2017

## 2. 研發投資 CGE 模型相關文獻

在政策研究領域中，CGE 模型一直是被廣泛應用的主要方法之一，不論是經濟發展、稅制改革、貿易與能源政策等議題，皆可見到許多應用 CGE 模型的相關研究。CGE 模型開始被用來探討研發投資議題約莫是在 1990 年代末期（Hong et al., 2014），當時關於創新研發政策衝擊與公私部門研發投資的總體經濟效果受到 Diao et al.（1996）、Diao et al.（1999）、Goulder and Schneider（1999）等學者的重視。

晚近受到知識經濟與國家創新體系概念蔚為風潮的影響，許多國家對於創新研發在經濟成長中所扮演的角色更加重視，也開始積極制定相關政策，希望鼓勵民間投入創新研發以協助經濟發展。在這樣的時空背景下，影響了部份學者將心力投入於應用 CGE 模型探討創新研發的相關政策議題。

Ghosh（2007）利用 CGE 模型檢視多種鼓勵研發投資政策對加拿大經濟成長與生產力的影響。該研究發現，針對研發投資給予直接誘因（如給予研發資本使用者直接補貼），對提升生產力有最顯著的效果，且產生的負面衝擊也相對較小，而透過貿易自由化政策強化本國接收來自外國的創新外溢對生產力的進步效果最小。

Bye et al.（2009）以挪威為研究對象，利用 CGE 模型探討小型開放經濟體在不同研發投資獎勵政策下，可能產生的福利效果與經濟成長效果。該研究指出，研發補貼政策在小型開放經濟體的福利與經濟成長效果明顯小於大型封閉經濟體。小型開放經濟體大部份的福利與經濟成長效果取決於本身對於新技術的出口能耐。政府對於民間部門給予研發補貼雖有助於提升整體研發投資水準，但補貼政策不必然會增加社會福利。

Bor et al.（2010）以臺灣為研究對象，探討公共研發投資的總體經濟效果。該研究所使用的 CGE 模型是以澳洲 Monash 大學 ORANI-RD 模型為基礎進行延伸，並假設以 2008 年政府科研支出規模新增 1% 做為政策情境設定。該研究發

現，公共研發投資有不同的短、中期效果，從 GDP 的變化來看，公共研發投資對 GDP 的影響約在第三年或第四年便開始下降並逐漸回復均衡。公共研發投資有助於提升高科技產業的生產力並促進出口，但對於初級產業的生產會產生排擠作用。此外，公共研發投資雖然有助於帶動實質薪資上漲，但亦將推升物價。

Křístková (2012) 以捷克為研究對象，利用遞迴動態 CGE 模型，探討研發活動對該國長期經濟成長的影響。該研究指出，研發投資有助於累積知識資本，進而帶來較高的經濟成長率，但研發投資的動態跨期效果相對較小。此外，在經濟結構轉型的過程中，若忽略知識資本所扮演的角色，將會低估服務業對整體經濟的重要性。

Kuroda et al. (2016) 則以日本為研究對象，建構一多部門遞迴動態一般均衡模型。該研究的特色在於，將產業營運活動分成三種類型：主要生產活動、內部資訊處理活動及內部研發活動；同時，將政府與產業研發活動進一步分成五個主要領域：生命科學、資訊通訊、物質材料、環境能源及其他領域。透過前述的模型規劃，該研究認為可以更為貼近現實地衡量政府對於不同研發領域的科技政策的經濟效果。

根據以上的文獻來看，利用可計算一般均衡模型來探討研發活動已被學者廣為採用，然而將研發活動在產業間的外溢效果納入模型中仍不多見。本研究試圖將研發活動對產業內與產業間的效果納入模型，據此希冀能夠更周延地評估研發活動的整體經濟效益。

### 3. 我國科技行政體系與政策循環機制

本節闡述我國科技行政體系的沿革，以及我國科技政策從計畫形成、執行、管考到評估的循環流程。瞭解我國科技行政體系與政策循環機制，有助於凸顯本文提出的科技政策經濟效益評估方法的功能，以及其在科技政策循環中可扮演的角色。

### 3.1 我國政府科技組織體系

從 1959 年成立的「國家長期科學發展委員會」開始，在歷經多年政府組織改造之後，我國科技發展體系與政策形成機制已漸趨完備。1999 年政府公布「科學技術基本法」，此為政府推動我國科學技術發展的重要法源，象徵著政府對於推動我國科學技術發展的重要承諾。我國科技發展組織體系可分為三個部份：科技政策推動機構、科技政策執行機構，以及科技企劃評估體系等。科技政策推動機構包含行政院科技會報辦公室（科技會報）、科技部，以及其他相關機關與單位。

科技部負責推動我國整體科技發展、支援學術研究，以及發展科學園區等三大工作；科技會報則被賦有國家科技發展政策審議、國家科技資源分配、重大科技發展計畫的審議及管考、跨部會科技發展事務之協調整合及推動、重大科技策略會議之籌辦，以及協助行政院推動有關科技發展事宜等六大任務；而其他相關機關與單位則包含：衛生福利部、經濟部、國防部、農業委員會、交通部、勞動部、國家通訊傳播委員會、教育部、內政部、公共工程委員會、環境保護署、原子能委員會等。各機關與單位透過科技預算的編列與執行，貫徹政府科技政策。

在執行機構部份，我國科技政策主要由中央研究院（簡稱中研院）、國內各大專院校、財團法人研究機構（例如工業技術研究院、國家實驗研究院等）以及公民營企業等四類機構負責執行。在執行的分工上，一般而言，中研院和大專院校主要執行基礎研究與應用研究；而財團法人研究機構則主要負責執行應用研究，公民營企業則以技術開發、商業化研究為主（見表 2）。在科技企劃評估方面，我國科技政策規劃與評估活動可分為三個部份：科技計畫規劃審核、執行管制與成果考核。其中，科技計畫審核包括擬定各年度計畫、中長程計畫等；而執行管制的重點在於確保科技計畫皆能依照預定的進度落實；待計畫執行完畢之後，透過各項成果審核，檢視執行成果之良窳，做為回饋至未來科技政策施政循環之參考。

表 2 我國研究發展執行機構分工

研發 屬性	負責 單位	推動機構		
		政府機構	學術及研究單位	財團法人
基礎研究	●科技會報 ●科技部 ●經濟部 ●其他相關部會	●中研院 ●各大專院校 ●中科院 ●其他單位	●國家衛生研究院	公民營企業
應用研究			●國家實驗研究院	
技術開發			●工研院	
商業化			●資策會 ●其他單位	

資料來源：作者自行繪製

### 3.2 我國重要科技施政方針形成機制

我國科技發展組織體系可分為科技政策推動、執行與企劃評估等三大部份，相關施政治理行為是植基於科技政策方針之上。而我國科技政策施政方向之擬定，是透過各項重要會議，徵詢各方（產官學研）意見，最終形成我國科技政策方向。目前影響我國科技施政方向共有五大重大會議，茲分述如下：

#### 3.2.1 全國科學技術會議

全國科學技術會議是擬訂我國科技施政方針最重要的平台，也是唯一具有明確法源依據的會議，且會議結論將直接影響我國政府科研預算分配之重大會議。根據「科學技術基本法」之規範，行政院需每四年召開一次全國科學技術會議，大會結論將形成我國「國家科學技術發展計畫」。經行政院核定之後，做為各行政部會署推動我國科技發展的主要依據。

#### 3.2.2 行政院產業科技策略會議

2002 年根據行政院科技顧問建議，整合「電子、資訊與電信策略會議」及「生物技術產業策略會議」成為「行政院產業科技策略會議」。此會議旨在整合政府施

政與業界建議，供作產業科技政策推動之重要依據。最近一次產業科技策略會議以「智慧系統與晶片」為主題，甫於 2017 年 6 月召開。

### **3.2.3 行政院生技產業策略諮詢委員會議**

為加速我國生技產業發展藍圖之規劃，行政院依據 2004 年產業科技策略會議結論，成立「生技產業策略諮議委員會」，並於 2005 年召開第一次會議。此諮議委員會具有國家政策位階的高度，提供我國生技產業發展願景及重點發展方向建議，會議結論將成為部會署推動我國生技產業發展的政策依據。

### **3.2.4 科學技術發展諮議會**

國科會(現科技部)於 2012 年 3 月發布「科學技術發展諮議會設置要點」，並於同年召開第一次會議。2014 年 9 月，科技部為推動我國科學技術發展策略，分設「學術研究諮議會」和「產學推動諮議會」。前者的任務包含：學術研究發展政策及補助機制之諮議、重點資助國際學術尖端研究策略及領域之諮議、其他有關學術研究事項之諮議；而後者則肩負有以下項目的諮議任務，如推動產學鏈結策略及補助機制、推動產業前瞻技術研發策略、其他有關產學推動事項等。

### **3.2.5 產業發展會議**

為聚焦我國產業發展的關鍵議題，政府於 2012 年 12 月召開第一屆「全國產業發展會議」，以期藉由此會議平台，廣納產業界建言，做為政府產業發展政策規劃之根據。有別於我國相關科技發展會議多是由科技部或科技會報主責，「全國產業發展會議」是以經濟部為主責部會。

## **3.3 我國科技預算分配及計畫審議機制**

我國科技預算分配主要是為了執行不同的科技計畫，而科技計畫存在的目的，是為了貫徹政府的科技政策。因此，科技預算的分配結果可說是各部會署在科技計畫審議與管考機制運作下的產物。根據科技部《104 年度中央政府科技研發績效彙編》，2015 年我國政府研發預算約 1,062 億元，科技預算分配的前三大單位分

別是科技部（47.58%）、經濟部（28.09%）及中央研究院（10.53%），三個單位的科技預算合計金額約 915 億元，占當年度政府科技預算 86.2%（見表 3）。

我國科技計畫從規劃、擬定到執行可分為幾個階段（見圖 2）：在先期作業階段，是由各機關提送重點政策額度構想書（包含新興與延續計畫），再由科技部辦理構想書審查會議（由科技部長及科技政委主持），會後各機關研提「中程綱要計畫」提交科技會報與科技部進行審議<sup>3</sup>，最後經科技會報綜合協調後確定整體科技預算額度，提報行政院核定，並送至立法院審查。預算獲立法院通過後，由行政院選定重大計畫進行列管（預算規模未必是列管標準），受列管計畫需進行期中與期末查訪（包含書面與實地走訪）。

在先期作業階段的時程上，每年 1 月份科技會報會函請各部會署提交年度預定申請預算數，5 月份行政院會給定年度科技計畫預算上限；於此同時，科技部會在 5、6 月份針對前一年度已執行及下一年度規劃執行的科技計畫進行審查（含重點政策及一般施政計畫）。各部會署的科技預算額度會根據前述審查結果（含初審及主審），以及經科技會報綜合協調後拍板定案。

有趣的是，根據「107 年度政府科技發展計畫概算編製暨審議作業手冊」，各機關提出科技計畫申請時，必須撰寫計畫執行的「最終效益」(end-point)；然而，目前關於計畫效益的撰寫多為申請單位的主觀描述，且由於缺乏客觀的衡量方法，故多數計畫無法具體敘述計畫可能的經濟效益。而本文所建置的方法論，可協助科技部在研提重大科技計畫時，進行事前效益評估，使科技計畫的效益描述更為周延、客觀。同時，本文方法論亦可應用於計畫事後影響評估，協助科技部辨析計畫執行所衍生的經濟效益，供作回應外界對於科技施政應提供具體效益評估之依據。

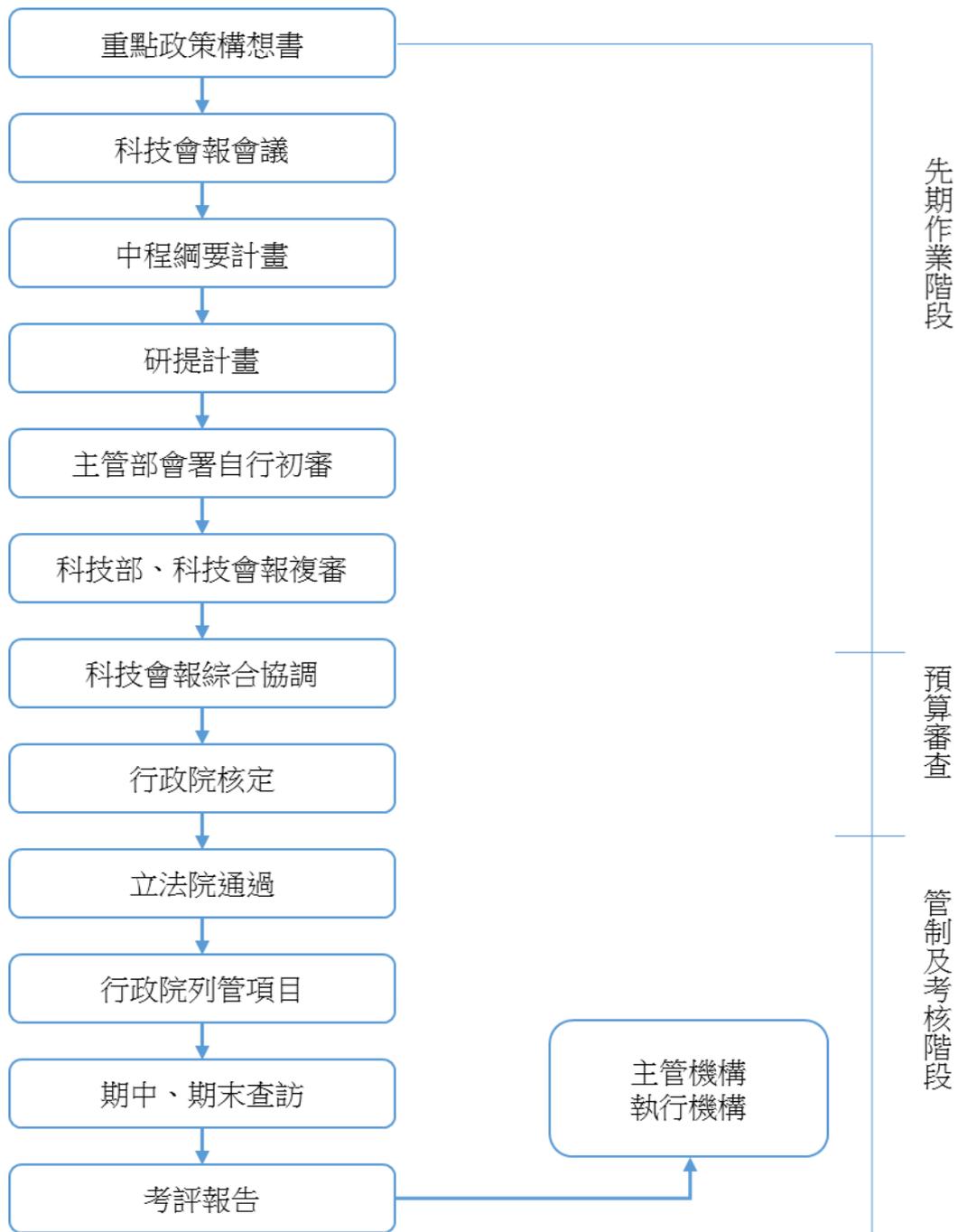
---

<sup>3</sup> 根據本文作者訪談所獲得的資訊，目前科技部與科技會報在分工上有別於以往，過去科技會報負責政策審議，科技部負責技術審議，但根據本研究訪談所獲得的訊息，今年度科技會議除了執行政策審議之外，亦針對部份重點科技計畫進行技術審議。

表 3 各主管機關 104 年度科技研發經費預算數

主管機關	104 年度預算數 (千元)	104 年度預算數 (%)
中央研究院	11,184,804	10.53
行政院科技會報辦公室	38,161	0.04
行政院資通安全辦公室	297,977	0.28
行政院性別平等處、資訊處	22,583	0.02
內政部	660,878	0.62
國防部	103,438	0.10
財政部	308,586	0.29
教育部	1,598,210	1.50
法務部	155,038	0.15
經濟部	29,837,603	28.09
交通部	1,093,930	1.03
文化部	608,705	0.57
勞動部	181,731	0.17
科技部	50,546,646	47.58
衛生福利部	4,193,176	3.95
行政院人事行政總處	67,747	0.06
行政院環境保護署	84,925	0.08
國立故宮博物院	20,482	0.02
國家發展委員會	461,630	0.43
行政院原子能委員會	846,537	0.80
行政院農業委員會	3,742,153	3.52
行政院公共工程委員會	6,648	0.01
原住民族委員會	159,700	0.15
行政院客家委員會	10,890	0.01
公務人員保障暨培訓委員會	6,086	0.01
合計	106,238,265	100

資料來源：104 年度中央政府科技研發績效彙編



資料來源：本研究訪談及參考「107 年度政府科技發展計畫概算編製暨審議作業手冊」

圖 2 年度科技計畫評議與管考流程

## 4. 研究方法

### 4.1 CGE 模型說明與科技政策連結機制

如前所述，科研創新是提升總要素生產力的關鍵因素。科技研發投資所產生的經濟效果，除了體現在研發活動執行者本身之外，亦將對經濟體系內的其他個體造成影響。而此經濟效果的傳遞，可透過市場價格調節機能，影響商品與要素市場的供需行為，進而對產業、家庭及政府帶來影響。

為分析科技研發投資的對經濟體系的多元影響，需仰賴一套能夠詳細地衡量特定衝擊(shock)的經濟影響的方法。是故，本文參考「經濟政策夥伴組織」(Partnership for Economic Policy, PEP) 所開發的遞迴動態 CGE 模型之精神，並結合臺灣科技研發活動與產業發展實況，建置符合我國國情發展的臺灣科技政策評估模型 (SciTech CGE)<sup>4</sup>，模型總計包含 28 個產業部門 (如表 4)。

本文 CGE 模型遞迴動態之設計，其動態機制是植基於資本的跨期遞迴累積，亦即使模型能夠捕捉資本累積的經濟效果。此設定方式也符合科技研發投資具有遞延效益之特徵，動態機制方程體系之設定可見附錄 2 方程式(103)至(109)。此外，本文 CGE 模型採取「新古典封閉法則」(neoclassical closure)，即投資由儲蓄決定，所有儲蓄均用於固定資本形成，詳見附錄 2 方程式(89)。完整模型方程體系詳見附錄 2。

CGE 模型建置完成之後，本文以 TFP 做為 CGE 模型的政策傳遞管道，設定 TFP 為研發資本存量的函數，並透過產業研發擴散與吸收矩陣，估計研發投資對 TFP 的影響。易言之，本文將 CGE 模型的產業生產函數的 TFP 予以內生化 (詳見附錄 2 方程式(3))，據以估計研發投資對不同產業 TFP 的影響參數，使 CGE 模型可被應用於衡量科技政策對特定產業進行研發投資的經濟效果 (見圖 3)。有關研發資本存量推估、產業研發擴散與吸收矩陣編制，以及研發投資對 TFP 影響參數的估計與衡量，將於後文詳述。

---

<sup>4</sup> 有關 PEP 模型之介紹，詳見 <https://www.pep-net.org/pep-standard-cge-models>.

表 4 本文 CGE 模型產業部門分類

編號	產業名稱	編號	產業名稱	編號	產業名稱
1	農林漁牧業	11	藥品業	21	汽車及其零件業
2	工業（不含製造業）	12	橡膠製品業	22	其他運輸工具業
3	加工食品業	13	塑膠製品業	23	其他製造業
4	飲料及菸草製造業	14	基本金屬製造業	24	電信服務業
5	紡織業	15	金屬製品業	25	資訊服務業
6	成衣及服飾品業	16	半導體業	26	金融及保險業
7	皮革、毛皮及其製品業	17	電子零組件業	27	公共行政服務業
8	石油及煤製品業	18	電腦、電子及光學產品業	28	其他服務業
9	化學材料業	19	電力設備業		
10	化學製品業	20	機械設備業		

資料來源：本文整理

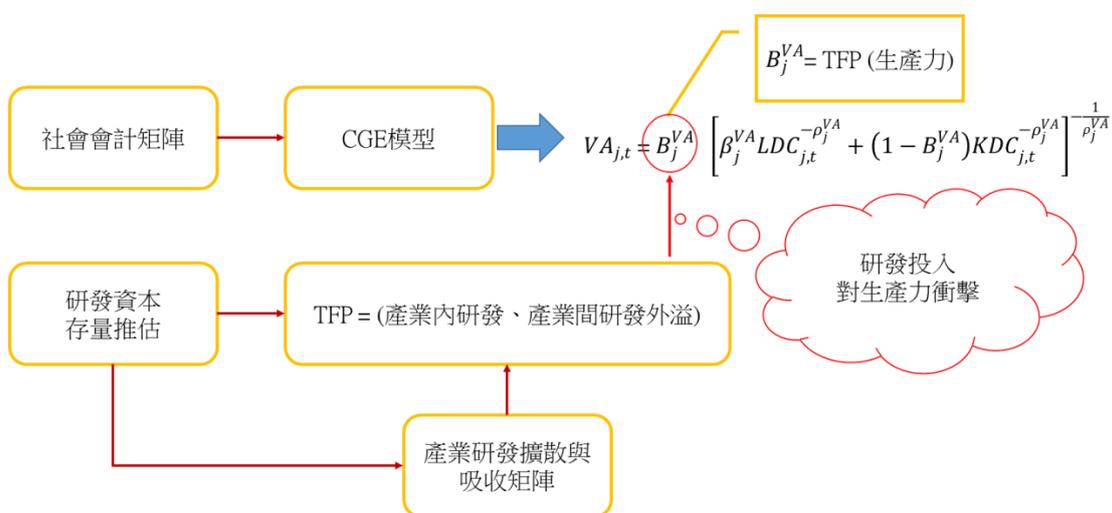


圖 3 科技政策研發投資對經濟影響之傳遞管道

## 4.2 研發資本存量推估

本文利用「恆常投資法」推估產業研發資本存量，資料來源為科技部《科學技術統計要覽》，推估過程如以下方程式所示：

$$RDK_t = RD_t + (1 - \delta)RD_{t-1} + (1 - \delta)^2 RD_{t-2} + \dots \quad (1)$$

$$RDK_0 = RD_1 / (g + \delta) \quad (2)$$

$RDK_0$ 為研發資本存量初始值， $RDK_t$ 和 $RD_t$ 分別表示第  $t$  期研發資本存量淨額及研發投資， $t$ 、 $\delta$ 、 $g$  表示時間、折舊率和成長率<sup>5</sup>。參考既有多數文獻之設定，本文假設研發資本的折舊率為 15% (見 Basant and Fikkert, 1996；Kathuria, 2001；Hall, 2007)。<sup>6</sup>

### 4.3 產業研發外溢與接收矩陣編製

如前所述，產業研發具有外溢特性，特定產業的研發活動除了能使自身生產力與效率獲得進步之外（產業內外溢），亦可讓其他產業獲益（產業間外溢）。為衡量產業研發外溢程度，Dietzenbacher (2000)和 Chen et al. (2010)利用產業關聯表衡量產業研發外溢與接收效果，將產業中間投入交易結構視為製程創新的外溢管道，而將產業產出提供給最終消費（final demand）的結構視為衡量產品創新對終端消費者的影響程度。

參考前述兩篇文獻的精神，本文利用產業關聯統計，編製我國產業研發外溢與接收矩陣，以此衡量產業研發外溢對產業 TFP 的影響。步驟如下：(1)計算供給面投入產出技術係數矩陣：以各年度產業關聯表為基礎，計算各產業產出分配流向；(2)將產業研發資本存量淨額依供給面技術係數矩陣，分攤至各採購部門；(3)將交易表分攤的研發資本外溢矩陣進行垂直加總。資料期間為 2001 年至 2015 年<sup>7</sup>。

### 4.4 研發投資對 TFP 影響參數估計與推估設定

研發投資被視為是影響 TFP 的關鍵因素，在 Griliches(1973)和 Terleckyj(1974)這兩篇經典的文獻中，即闡明研發投資對 TFP 具有關鍵性的影響。因此，本文以

<sup>5</sup> 各產業研發投資成長率( $g$ )是以 2001 至 2015 年「年平均成長率」。

<sup>6</sup> Hall (2007)指出，不同研究對於研發資本折舊率的看法雖不盡相同，但多數文獻仍採用 15%做為折舊率參數。

<sup>7</sup> 由於主計總處僅公布 2001 年、2006 年及 2011 年的產業關聯統計，本文利用雙比例調整法(RAS)補足各年度所缺少的技術係數。

研發投資對產業 TFP 的影響係數做為 CGE 模型政策傳遞管道，設定產業 TFP 為研發資本存量的線性函數，如以下方程式所示：

$$\ln TFP_{it} = \beta^0 + \beta^1 \ln RD_{it} + \beta^2 \ln RD_{it} \times D_2 + \beta^3 \ln RD_{it} \times D_3 + \beta^4 \ln RD_{it} \times D_4 \quad (3)$$

$$\ln(\widehat{tfp})_{it} = \gamma^0 + \gamma^1 \ln RD_{s_{ijt}} + \gamma^2 \ln RD_{s_{ijt}} \times D_2 + \gamma^3 \ln RD_{s_{ijt}} \times D_3 + \gamma^4 \ln RD_{s_{ijt}} \times D_4 \quad (4)$$

本文設定實質產業附加價值為勞動雇用及實質固定資本存量淨額的函數，透過 Cobb-Douglas 生產函數推估產業 TFP。 $TFP_{it}$  表示第  $i$  產業在第  $t$  期的總要素生產力，此變數服從梭羅剩餘（Solow Residual）精神。 $RD_{it}$  表示第  $i$  產業自身研發資本存量淨額。 $\ln(\widehat{tfp})_{it}$  為前述 TFP 方程式的殘差序列， $RD_{s_{ijt}}$  表示第  $j$  產業研發資本外溢至第  $i$  產業的金額（見 4.3 節），下標  $i$ 、 $j$  分別表示研發接收與傳遞部門，用來衡量產業研發外溢效果， $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  則為工業、製造業和服務業虛擬變數<sup>8</sup>。 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  為估計參數， $\ln$  表示變數取自然對數值， $\beta$  表示自身研發投資對產業內 TFP 的影響， $\gamma$  象徵接收自其他產業的研發外溢效果。有關生產函數估計的資料來源，農業勞動投入與資本存量取自「農業年報」，其他行業則取自主計總處「多因素生產力報告」。

特別說明的是，由於本文所建置的 CGE 模型包含 28 個產業，然而從既有政府統計資料中，並無法完整取得 28 個產業的固定資本存量及研發投資統計。因此，本文採取下列步驟推估各產業研發投資對 TFP 的影響參數：

- (1) 四大產業研發投資效果：透過方程式(3)、(4)估計農業、工業、製造業、服務業研發存量對 TFP 的影響參數，即  $\beta^1$ 、 $\beta^2$ 、 $\beta^3$ 、 $\beta^4$ 、 $\gamma^1$ 、 $\gamma^2$ 、 $\gamma^3$ 、 $\gamma^4$ 。
- (2) 產業中分類研發投資效果：本文 CGE 模型包含製造業和服務業的中分類產業，故本文利用產業關聯表 Leontief 逆矩陣，以製造業和服務業產業中分類

<sup>8</sup> 為避免產業內研發效果（ $RD_{it}$ ）和研發外溢效果（ $RD_{s_{ijt}}$ ）因共線性問題影響估計結果，本文採用兩階段估計方式，將兩類變數對產業 TFP 的影響獨立估計。

各自對整體製造業和整體服務業的向後關聯係數比做為權重，推估製造業和服務業中分類產業的研發投資效果<sup>9</sup>，如方程式(5)至方程式(8)所示：

$$\beta_i^3 = \beta^3 \cdot \frac{A_M^i}{\bar{A}_M} \quad (5)$$

$$\gamma_i^3 = \gamma^3 \cdot \frac{A_M^i}{\bar{A}_M} \quad (6)$$

$$\beta_i^4 = \beta^4 \cdot \frac{A_S^i}{\bar{A}_S} \quad (7)$$

$$\gamma_i^4 = \gamma^4 \cdot \frac{A_S^i}{\bar{A}_S} \quad (8)$$

$\beta_i^3$ 和 $\beta_i^4$ 表示製造業和服務業各中分類產業的產業內研發效果， $\gamma_i^3$ 和 $\gamma_i^4$ 則為研發外溢接收效果， $A_M^i$ 為製造業中分類產業向後關聯係數， $\bar{A}_M$ 為整體製造業平均向後關聯係數， $A_S^i$ 為服務業中分類產業向後關聯係數， $\bar{A}_S$ 為整體服務業平均向後關聯係數。此處所指的研發外溢效果是指接收自本身所隸屬的產業大分類以外的研發外溢效果。以製造業加工食品業為例，利用方程式(6)可衡量加工食品業接收來自農業、工業及服務業研發的外溢效果，但不包含製造業其他中分類產業。而有關製造業和服務業中分類產業彼此在所屬產業內的外溢效果方面，本文是透過以下方程式進行刻劃：

$$\theta_{ij}^3 = \beta^3 \cdot \alpha_{ij} \quad (9)$$

$$\theta_{ij}^4 = \beta^4 \cdot \alpha_{ij} \quad (10)$$

$\theta_{ij}^3$ 和 $\theta_{ij}^4$ 分別為製造業和服務業中分類第 i 產業接收自第 j 產業的外溢效果； $\alpha_{ij}$ 表示第 i 產業總中間投入中第 j 產業所占的比重，介於 0~1。當 $\alpha_{ij}$ 數值愈大，則隱含第 i 產業從第 j 產業所接收的外溢程度愈高。

完成前述三個步驟的參數推估後，即可獲得各產業研發投資對 TFP 的影響程度。本文以研發投資對 TFP 的產業內效果和外溢效果做為政策參數，連結至

<sup>9</sup> 本文利用向後關聯係數推估製造業和服務業中分類產業的研發投資效果的原因在於，向後關聯係數是描繪產業在生產過程中需要使用本身及其他產業產出做為中間投入的程度。一般而言，向後關聯程度愈高，表示產業的中間投入率愈高，因此相對容易獲得產業本身的創新，以及接收來自其他產業的創新成果。

CGE 模型生產函數方程式（見方程式(11)），其中 $B_j^{VA}$ 即為產業 TFP：

$$VA_{j,t} = B_j^{VA} \left[ \beta_j^{VA} LDC_{j,t}^{-\rho_j^{VA}} + (1 - B_j^{VA}) KDC_{j,t}^{-\rho_j^{VA}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{VA}}} \quad (11)$$

#### 4.5 研發投資對 TFP 影響參數估計與推估結果

以下將說明本文針對研發投資對 TFP 影響參數的估計與推估結果。圖 4 為臺灣研發資本存量推估結果，從圖中可以看出，我國整體研發資本存量主要來自製造業，其次是服務業，近年兩個產業的研發資本存量呈現穩定上升，反觀近年農業和工業研發資本存量有下滑的趨勢。

圖 5 顯示各產業接收來自其他產業的研發資本外溢情況。2010 年以前，製造業是接收其他產業研發資本外溢最高的產業，但自 2010 年之後，服務業便迎頭趕上，成為接收其他產業研發資本外溢的主要產業，近年工業和製造業接收其他產業研發資本外溢的程度不分軒輊，農業則排名最後。圖 6 顯示各產業研發資本存量傳遞給其他產業的情況，從圖中可以看出，有別於接收其他產業的研發資本外溢，製造業是傳遞自身研發資本存量給其他產業最多的產業，由此可見製造業是臺灣創新研發的主力產業，其次依序是農業、服務業及工業。

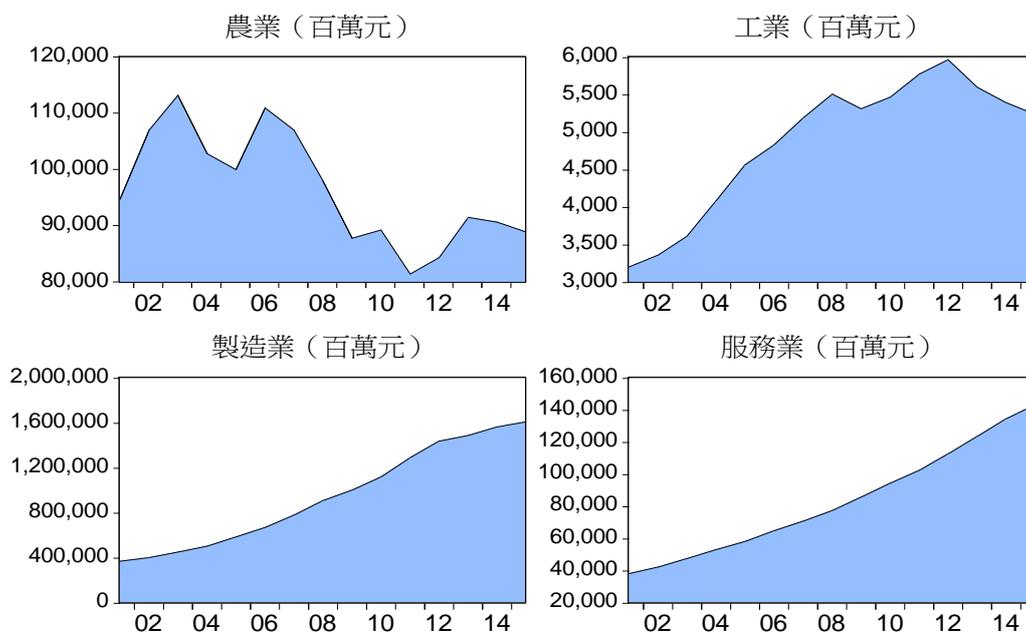


圖 4 2001 至 2015 年各產業實質研發資本存量走勢

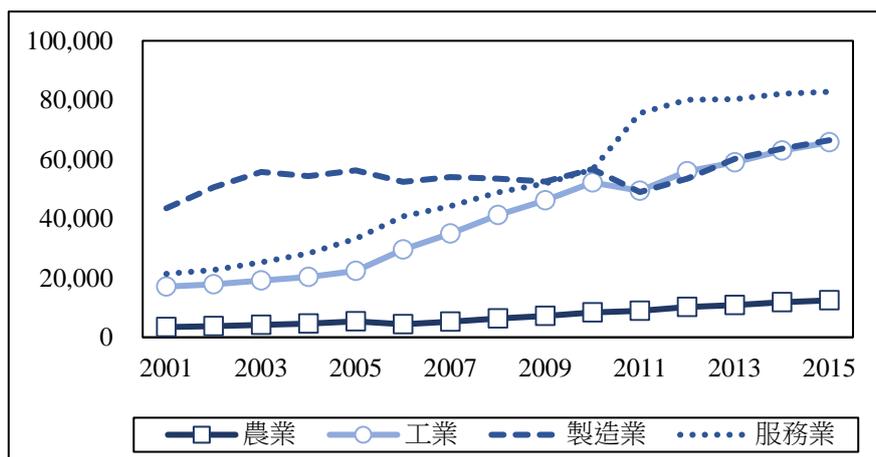


圖 5 各產業研發外溢（接收方）

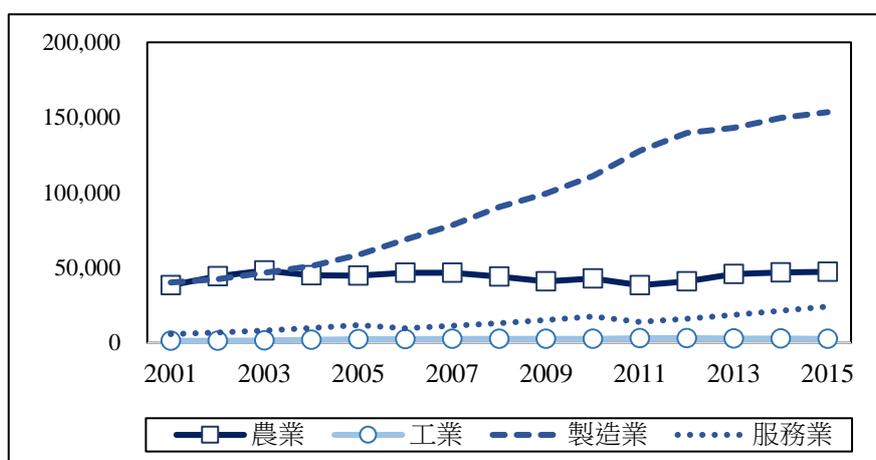


圖 6 各產業研發外溢（外溢方）

表 5 為本文利用追蹤資料模型估計產業研發投資對 TFP 的影響係數，分為三個步驟：首先是推估產業 TFP，接著是估計研發投資對 TFP 的產業內效果，最後是估計研發投資對 TFP 的產業間外溢效果。資料期間為 2001 年到 2015 年，產業分類為：農業、工業、製造業和服務業。

表 5 最上方為生產函數估計結果，本文依此結果推估各產業 TFP 序列。觀察實證結果可以發現，平均而言，我國產業的資本與勞動要素投入額份比率約 1:2，要素份額合計約等於 1，即生產技術近似固定規模報酬。表 5 第二部份（中間）以農業研發投資為基準組，設定工業、製造業和服務業三個虛擬變數與研發投資的交乘項，據此估計研發投資對 TFP 的產業內效果。從估計結果可以看出，服務業研發投資對 TFP 的產業內效果最大，服務業研發資本每增加 1%，產業內

TFP 預期將增加 0.577% (0.159%+0.418%) ; 而農業研發投資對 TFP 的影響最低，農業研發資本每增加 1%，產業內 TFP 預期增幅為 0.159%。在工業和製造業方面，兩個產業的研發投資對 TFP 效果分別為 0.573% (0.159%+0.414%) 和 0.464% (0.159%+0.305%)。表 5 第三部份（最下方）為產業間研發外溢效果的估計結果，同樣以農業為基準組，設定工業、製造業、服務業三個虛擬變數與各產業接收來自其他產業的研發資本的交乘項。根據實證結果，農業接收來自其他產業的研發外溢效果並不顯著，反觀服務業接收來自其他產業的影響係數最大。當服務業接收來自其他產業的研發資本增加 1%，服務業 TFP 預期將增加 0.435%；製造業的研發外溢接收效果排名第二，當製造業接收來自其他產業研發資本增加 1%時，製造業 TFP 預期將增加 0.414%，而工業從其他產業的研發接收係數為 0.289%，排名第三。

表 6 為製造業和服務業中分類產業研發投資對 TFP 影響參數推估結果。本文採取迴歸估計搭配產業關聯資訊推估製造業和服務業中分類產業的研發投資效果。表中製造業和服務業產業內研發效果及產業間研發外溢效果是取自表 4 實證結果，而有關此二產業的中分類產業的研發效果，則是利用向後關聯係數比值推估而得。

以食品加工業為例，該產業與製造業的向後關聯係數分別為 3.135 和 3.268，食品加工業向後關聯程度低於整體製造業平均水準，故本文假設食品加工業的產業研發效果是整體製造業的 95.9% (3.135/3.268)，進而推估食品加工業的產業內研發投資效果為 0.445 (0.464\*0.959)，而產業間研發外溢接收效果為 0.397 (0.414\*0.959)。意即，當食品加工業研發資本增加 1%，該產業 TFP 預期將增加 0.445%，而當接收來自其他產業（即農業、工業、服務業）的研發資本增加 1%，食品加工業 TFP 預期將增加 0.397%。

值得注意的是，前述製造業中分類產業的研發外溢接收效果是指接收來自農業、工業、服務業但不包含製造業中分類產業彼此之間的外溢效果。如欲衡量製

造業中分類產業彼此之間研發外溢的接收效果，根據本文的設定，影響幅度需視整體製造業產業內研發效果與產業之間中間投入占比的乘積而定。例如，食品加工業因為接收來自電子零組件業研發資本外溢的影響，其 TFP 預期變動幅度即為整體製造業產業內研發效果(0.464)與電子零組件業占食品加工業總中間投入比例的乘積。

進一步觀察表 6 可以發現，排名產業內研發效果及產業間研發外溢接收效果的前三名產業皆為：電信服務、化學材料及基本金屬製品製造業。電信服務業排名產業內研發效果首位的原因，除了因為整體服務業擁有較高的產業內研發係數之外，另一個原因是電信服務業的向後關聯係數高出整體服務業許多，因此在綜合計算後使電信服務業產業內研發效果高於其他產業。

表 5 產業研發投資對總要素生產力影響係數

依變數：ln（實質產業附加價值）			
解釋變數	係數	標準誤	P-Value
常數項	-0.56	0.708	0.434
ln（實質資本存量）	0.727***	0.058	0.000
ln（勞動雇用）	0.319**	0.144	0.026
調整後 R-Square		0.87	
樣本數		60	
依變數：lnTFP <sub>it</sub>			
解釋變數	估計係數	標準誤	P-Value
常數項	4.012***	0.132	0.000
lnRD <sub>it</sub>	0.159***	0.026	0.000
lnRD <sub>it</sub> × D <sub>2</sub>	0.414***	0.009	0.000
lnRD <sub>it</sub> × D <sub>3</sub>	0.305***	0.005	0.000
lnRD <sub>it</sub> × D <sub>4</sub>	0.418***	0.002	0.000
調整後 R-Square		0.88	
樣本數		60	
依變數：ln(TFP) <sub>it</sub>			
解釋變數	估計係數	標準誤	P-Value
常數項	4.817***	0.163	0.000
lnRD <sub>sijt</sub>	-0.003	0.043	0.937
lnRD <sub>sijt</sub> × D <sub>2</sub>	0.289***	0.008	0.000
lnRD <sub>sijt</sub> × D <sub>3</sub>	0.414***	0.009	0.000
lnRD <sub>sijt</sub> × D <sub>4</sub>	0.435***	0.009	0.000
調整後 R-Square		0.60	
樣本數		60	

註：1.表格最上方（第一部份）為生產函數估計結果，依變數為實質產業附加價值（取對數值），解釋變數為常數項、實質產業資本存量（取對數值）、產業勞動雇用人數（取對數值）。2.表格中間（第二部份）為產業 TFP 對產業研發資本存量迴歸結果，依變數為產業 TFP（取對數值），取自前述生產函數估計結果的殘差序列（即梭羅剩餘），解釋變數除常數項外，分別為研發資本存量（取對數值）及其與產業虛擬變數交乘項。3.表格最下方（第三部份）為產業研發外溢存量對產業 TFP 迴歸結果，依變數是本表第二部份估計結果的殘差序列，解釋變數為常數項及各產業研發外溢資本存量（取對數值）及其與產業虛擬變數交乘項。D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>、D<sub>4</sub>為工業、製造業及服務業產業虛擬變數。4. \*\*\*表示 P-Value <0.01、\*\*表示 P-Value <0.05。

表 6 製造業和服務業中分類產業研發投資對 TFP 影響參數推估

	向後關聯 係數	向後關聯 係數比	產業內 研發效果	產業間 研發外溢 接收效果	研發效果 參數來源
製造業	3.268	1.000	0.464	0.414	見表 4
加工食品	3.135	0.959	0.445	0.397	推估
飲料及菸草製造業	1.997	0.611	0.284	0.253	推估
紡織品	3.630	1.111	0.516	0.460	推估
成衣及服飾品	2.818	0.862	0.400	0.357	推估
皮革、毛皮及其製品	3.138	0.960	0.445	0.397	推估
石油及煤製品	3.546	1.085	0.503	0.449	推估
化學材料	4.568	1.398	0.649	0.579	推估
化學製品	3.682	1.127	0.523	0.467	推估
藥品	2.659	0.814	0.378	0.337	推估
橡膠製品	2.974	0.910	0.422	0.377	推估
塑膠製品	3.849	1.178	0.547	0.488	推估
基本金屬製造業	4.566	1.397	0.648	0.578	推估
金屬製品	3.378	1.034	0.480	0.428	推估
半導體	2.805	0.858	0.398	0.355	推估
電子零組件	2.811	0.860	0.399	0.356	推估
電腦、電子及光學產品	2.584	0.791	0.367	0.327	推估
電力設備	3.253	0.996	0.462	0.412	推估
機械設備	3.489	1.068	0.496	0.442	推估
汽車及其零件	3.284	1.005	0.466	0.416	推估
其他運輸工具	3.360	1.028	0.477	0.426	推估
其他製造業	3.092	0.946	0.439	0.392	推估
服務業	1.737	1.000	0.577	0.435	見表 4
電信服務	2.018	1.162	0.670	0.505	推估
資訊服務	1.724	0.992	0.572	0.432	推估
金融及保險	1.547	0.891	0.514	0.388	推估
公共行政服務	1.624	0.935	0.539	0.407	推估
其他服務業	1.771	1.020	0.589	0.444	推估

註：向後關聯係數是作者利用雙比例調整法（RAS）推估 2015 年臺灣 28 產業的產業關聯表後自行計算而得。向後關聯係數比是製造業和服務業中分類產業對大分類的向後關聯係數比值。產業內研發效果及產業間研發外溢效果取得方式包含計量估計與推估兩種方式，其中農業、工業、製造業、服務業是透過迴歸估計取得，而製造業和服務業中分類產業參數為本研究推估。

## 5. 政策實證分析

### 5.1 模擬情境設計與基線預測

為檢視科技研發投入的經濟效果，本文以政府增加對 ICT 產業研發投資做為模擬分析情境，情境設計如下<sup>10</sup>：

- (1) 基線預測：以 2016 至 2030 年臺灣未來總人口成長率作為驅動因子。人口成長率參數引自國發會「中華民國人口推估（105 至 150 年）」中推估數據。
- (2) 政策影響：政府科技預算增加對 ICT 產業研發投資 50 億元，帶動相關產業生產力之恆常進步。新增的預算金額平均投資於半導體業、電子零組件業、電腦、電子及光學產品業、電信服務業及資訊服務業等 ICT 產業。

### 5.2 政策模擬結果

圖 7 顯示政府新增對 ICT 產業研發投資對我國實質 GDP 在 2017 至 2030 年的動態影響。根據本文模擬結果顯示，政府新增對 ICT 產業投資將有助於提升我國未來經濟成長動能。相較於基線預測情境，政府新增 ICT 產業研發投資可使我國 GDP 每年增幅高出基線預測情境約 0.35% 到 0.38%。在民間投資方面，民間投資將因為政府新增 ICT 產業研發投資而相應擴張（見圖 8），顯示 ICT 產業研發活動所帶來的技術進步，除有助於提升我國整體產出水準之外，亦將帶動民間投資。對照前述同樣以臺灣為研究對象的文獻，Bor et al. (2010) 以 2008 年當年度公部門科研支出新增 1% 做為政策衝擊設定（約 10 億元）。與本文實證結果相同，該研究亦指出，政府增加研發投資將有助於經濟成長，在政策實施的當年度，國內經濟成長率可增加 0.017 個百分點，政策效果在第三年達到最高（0.04 個百分點）。

---

<sup>10</sup> 本文所指的 ICT 產業與主計總處之定義一致，亦即：「電子零組件業」、「電腦、電子及光學產品業」、「電信服務業」、「資訊服務業」。特別說明的是，本文將「半導體業」從「電子零組件業」單獨列出，故本文設定政策衝擊時，「半導體」亦屬於本文 ICT 產業之範疇。

在稅收方面（見圖 9），根據本文模擬結果顯示，隨著我國人口成長率的逐年遞減，在現行政府租稅制度未做任何調整的前提下，2025 年可能是我國政府稅收的高峰期，然而政府新增對 ICT 產業的研發投資將有助於減緩稅收下降的速度。而 Bor et al. (2010)亦指出，政府新增研發投資對政府稅收有正向貢獻，此發現與本文發現一致。

在 ICT 產業研發投資增加的政策影響下，預估政府稅收在 2017 至 2030 年總計將增加約 60 億元。在要素相對價格方面（見圖 10），本文以 2017 年為基期，計算勞動要素與資本要素的相對價格指數。要素相對價格反映的是廠商使用特定要素的相對成本。從本文模擬結果可以發現，未來我國勞動對資本的相對價格將隨著時間經過而逐年上升，此現象除了可能是由 ICT 研發投資所帶來的技術進步結果，亦與我國未來人口成長率放緩有關，意即人口成長速度降低，將影響未來勞動供給數量，進而推升勞動要素價格。在勞動供給數量減少與價格上升的雙重壓力下，未來廠商可能採取使用更多自動化生產設備來提供產品與服務。

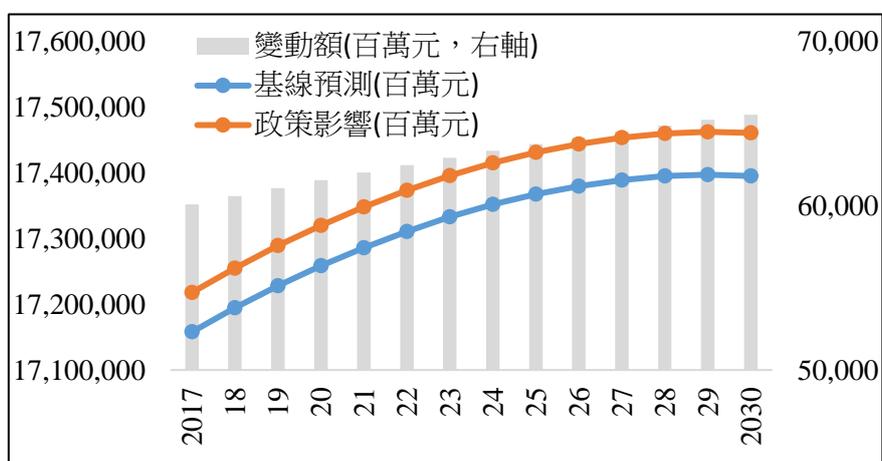


圖 7 實質 GDP 變動趨勢

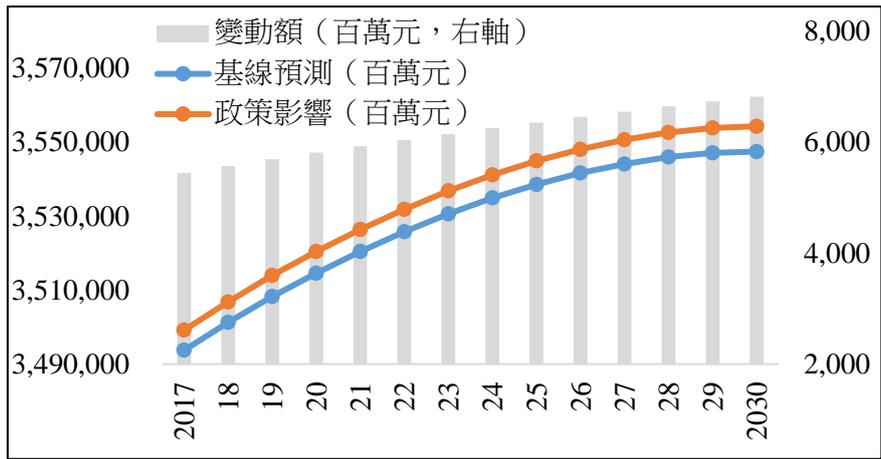


圖 8 民間投資變動趨勢

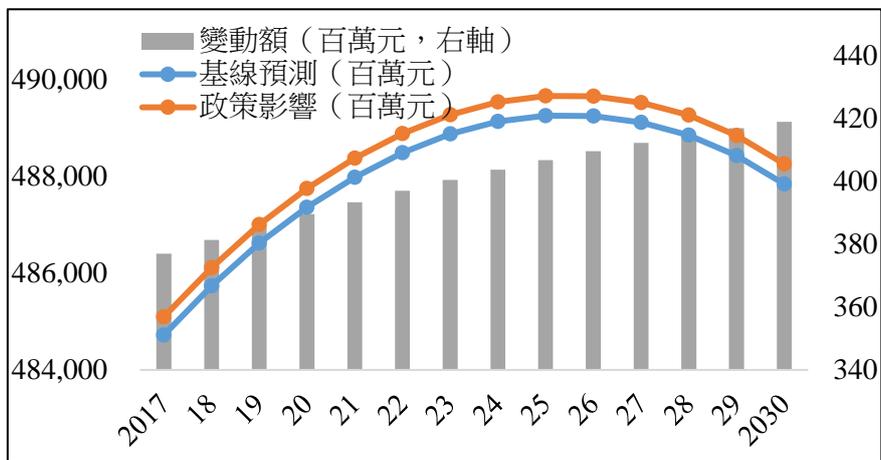


圖 9 政府稅收變動趨勢

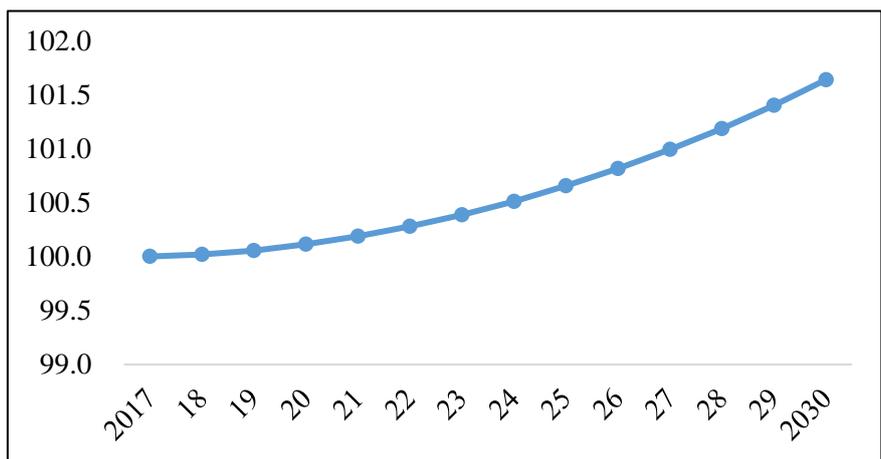


圖 10 勞動要素對資本要素相對價格指數 (2017 年=100)

有關政府新增研發投資對產業的影響，如圖 11 所示，政府新增對 ICT 產業研發投資將帶動該產業和金融及保險業的產出增加，這是因為研發投資將促進產

業生產力並帶來技術進步。從個別產業觀察，半導體產業受到政府新增研發投資的影響，2017 至 2030 年產出逐年呈現遞增的趨勢，每年產出增幅約 0.12%到 0.15%；而其他同屬於資訊電子業的電子零組件業和電腦、電子及光學產品業也將因為政府新增研發投資產出逐年增加。反觀電信服務業和資訊服務業的產出增幅雖然高於資訊電子業，但兩個產業的產出增幅將隨著時間經過逐年遞減，其中電信服務業增幅約 1.14%，資訊服務業約 2.05%。而 Bor et al. (2010)指出，政府新增研發投資將對資訊電子業產出有正向持久的影響，反觀服務業產出會在政策實施後的前三年出現上升，但自第四年開始便呈現逐年遞減的情況。

在勞動需求方面（見圖 12），根據本文模擬結果顯示，半導體業勞動需求在 2017 至 2024 年將因政府增加研發投資而上升，但勞動需求在 2025 年之後轉為下降，背後可能的原因是政府增加 ICT 產業投資，初期可能會同步推升其他產業對半導體產品的需求（如行動裝置、工具機、汽車等），進而拉升半導體勞動需求，而此正向效果將約莫維持 8 年。另一方面，電腦、電子及光學產品業的勞動需求亦將因政府研發投資增加而上升。其他例如電子零組件業、電信服務業及資訊服務業則呈現研發投資增加而勞動需求下降的現象，隱含生產力與技術進步將使這些產業減少對勞動的雇用需求。有趣的是，金融及保險業也因為政府增加 ICT 產業研發投資而減少勞動需求的情況。此現象與目前發展快速的金融科技（FinTech）對金融從業人員產生需求下降的現況頗為契合。而在政策投資帶動產業生產力與技術進步下，可以發現未來 ICT 產業與金融及保險業的勞動生產力將呈現逐年上升（見圖 13）。

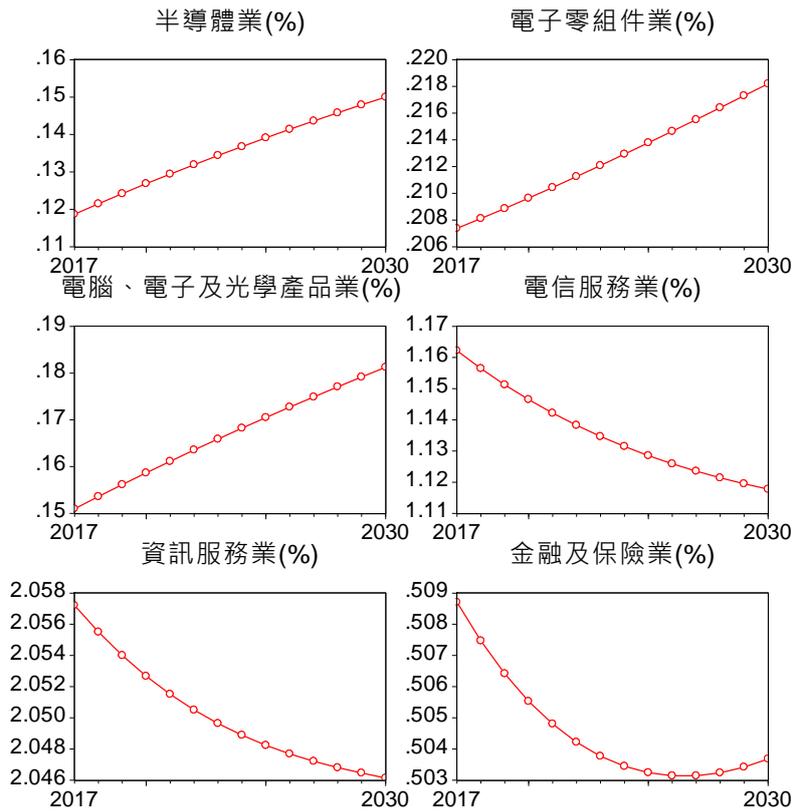


圖 11 2017 至 2030 年 ICT 產業及金融及保險業「產出」變化趨勢

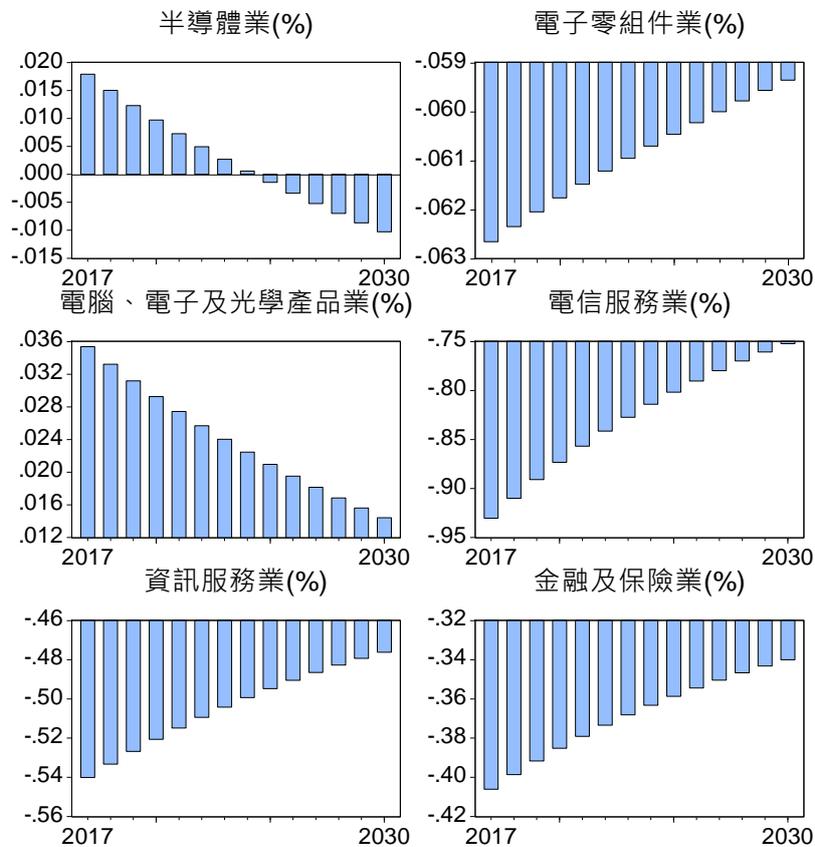


圖 12 2017 至 2030 年 ICT 產業及金融及保險業「勞動需求」變化趨勢

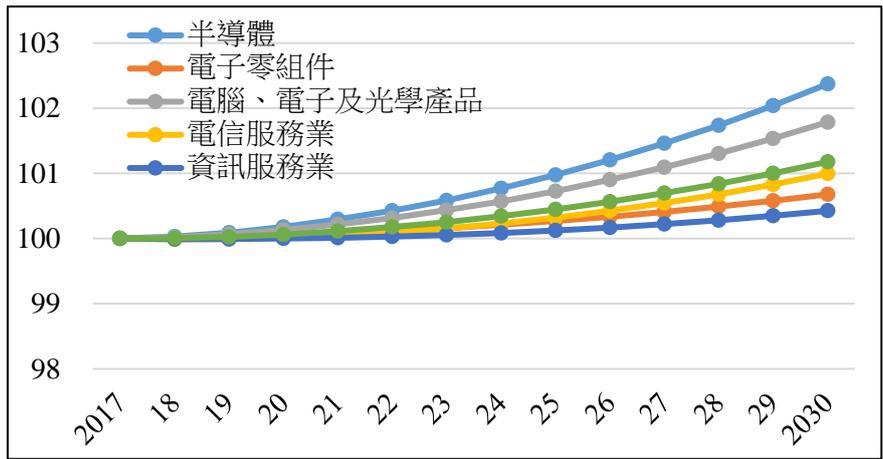


圖 13 2017 至 2030 年勞動生產力變化趨勢 (2017 年=100)

## 6. 結論與研究限制

知識經濟時代，創新研發活動的重要性愈來愈受到各國政府的重視，許多國家積極透過科技政策支持國內創新體系的完善發展。然而，受到近年全球經濟成長動能減弱的影響，各國政府財政壓力加深，進而升高民間對於政府施政效益評估的需求聲浪，在此社會發展脈絡下，凸顯出政策評估的重要性。

本文旨在提出一套可應用於衡量我國創新研發資源投入對我國經濟影響的量化評估方法－「臺灣科技政策評估可計算一般均衡模型」(SciTech CGE)。可計算一般均衡模型是當前政策分析被廣泛應用的方法論之一，應用 CGE 模型進行政策分析的議題涵括租稅、能源、環境與貿易自由化等議題，而晚近 CGE 模型亦開始被應用於創新研發的議題之上。本文的特色在於將創新研發活動所產生的產業內與產業間研發外溢效果納入考量，使衡量創新研發活動所帶來的經濟效益更為周全。本文首先編制一個 2015 年臺灣社會會計矩陣，並以該資料為基礎，建立臺灣 SciTech CGE 模型；接著，本文整理 2001 至 2015 年的資料，估計創新研發對產業總要素生產力的影響程度，並利用更新後的產業關聯表計算不同產業之間的創新研發外溢效果。

本研究發現，服務業的創新研發投資對提升其產業內總要素生產力的影響係數最大，同時產業之間的創新研發投資對服務業的外溢效果最高，亦即服務業是享受來自其他產業的研發外部性最多的產業。本文以政府新增對 ICT 產業研發投資進行模擬分析後發現，政府新增對 ICT 產業投資將有助於提升我國未來經濟成長動能、刺激民間投資、增加政府稅收。值得一提的是，政府新增對 ICT 產業的研發投資將提升產業的勞動生產力，並帶動勞動對資本要素的相對價格上升，隱含未來廠商可能會使用更多的自動化生產設備取代勞動雇用。有趣的是，ICT 產業所帶來的生產力與技術進步可能減少金融及保險業的勞動需求，顯示由 ICT 產業所帶來的技術革新，將影響金融相關產業的未來經營模式。

本文採用可計算一般均衡模型探討科技創新政策的影響，主要是從產業面的

角度來衡量其經濟效益，然而，科技創新政策對於社會、環境、人文等各層面也會有相當的影響性，這部分則超過本文的討論範疇。此外，本文以研發經費來代表科技創新政策，但在既有政府統計資料中，仍無法完整取得詳細的產業固定資本存量及研發投資統計，同時，本研究也忽略制度面和法規面對該活動的影響。另一方面，在推估資本存量時，本文參考既有多數文獻之設定，以 15% 做為各產業研發資本之折舊率，此一假設雖然在文獻上被廣泛採用，但仍有討論的空間，故此一研究限制可做為未來相關研究再進一步探討的議題。雖然有上述的研究限制，但本文認為藉由建立一個以研發活動為基礎的遞迴動態可計算一般均衡模型，並藉此來評估研發活動的經濟效益仍是一個有效且適合的研究工具。

## 參考文獻

- 林麗貞 (2008), 「創新外溢與台灣經濟成長之計量分析」, 《台灣經濟論衡》, 6(3), 1-24。
- 蔡光第、楊浩彥 (1996), 「多層次巢覆式 R&D 外溢效果與其對台灣製造業不同科技部門之貢獻」, 經濟論文叢刊, 24:1, 29-59。
- Basant, R. and B. Fikkert (1996), The Effects of R&D, Foreign Technology Purchase, and Domestic and International Spillovers on Productivity in Indian Firms. *Review of Economics and Statistics*, 78, 187-199.
- Bloom, N., M. Schankerman, and J. van Reenen (2013), Identifying technology spillovers and product market rivalry. *Econometrica*, 84(4), 1347-1393.
- Bro, Y. J., Y. -C. Chuang, W. -W. Lai, and C. -M. Yang (2010), A dynamic general equilibrium model for public R&D investment in Taiwan. *Economic Modelling*, 27, 171-183.
- Bye, B., T. Faehn, and T. -R. Heggedal (2009), Welfare and growth impacts of innovation policies in a small, open economy; an applied general equilibrium analysis. *Economic Modelling*, 26, 1075-1088.
- Chen, K. H., H. M. Hsiao, and H. Y. Yang (2010), Spillover effects of innovation: Taiwanese evidence. *Applied Economics*, 42, 3417-3437.
- Decaluwé, B., A. Lemelin, and H. Maisonnave (2013), PEP-1-t. The PEP standard single-country, recursive dynamic CGE model (Version 2.1), *Politique économique et Pauvreté /Poverty and Economic Policy Research Network*, Université Laval, Québec.
- Diao, X., E. H. Elbasha, T. L. Roe, and A. E. Yeldan (1996), A dynamic CGE model: an application of R&D-based endogenous growth model theory. EDC working paper Nol. 96-1. Economic Development Center, University of Minnesota.
- Diao, X., T. Roeb, and E. Yeldanc (1999), Strategy policies and growth: an applied model of R&D-driven endogenous growth. *Journal of Development Economics*, 60, 343-380.
- Dietzenbacher, E. (2000), Spillovers of innovation effects. *Journal of Policy Modeling*, 22, 27-42.
- Frontier Economics. (2014). Rates of return to investment in science and innovation. Retrieved from [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/333006/bis-14-990-rates-of-return-to-investment-in-science-and-innovation-revised-final-report.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/333006/bis-14-990-rates-of-return-to-investment-in-science-and-innovation-revised-final-report.pdf)
- Hall, B. H. (2007), MEASURING THE RETURNS TO R&D: THE DEPRECIATION

- PROBLEM. NBER Working Paper 13473.
- Hall, B. H., J. Mairesse, and P. Mohnen (2009), MEASURE THE RETURNS TO R&D. NBER Working Paper 15622.
- Hong, C., H. Yang, W. Hwang, and J. -D. Lee (2014), Validation of an R&D-based computable general equilibrium model. *Economic Modelling*, 42, 454-463.
- Ghosh, M. (2007), R&D Policies and Endogenous Growth: Dynamic General Equilibrium Analysis of the Case for Canada. *Review of Development Economics*, 11, 187-203.
- Goulder, L. H. and S. H. Schneider (1999), Induced technological change and the attractiveness of CO<sub>2</sub> abatement policies. *Resource and Energy Economics*, 21, 211-253.
- Griliches, Z. (1973), Research expenditures and growth accounting. In: Williams, B.R. (Ed.), *Science and Technology in Economic Growth*. Palgrave Macmillan, London, 59-95.
- Griliches, Z. (1979), Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*, 10, 92-116.
- Kathuria, V. (2001), Foreign Firms, Technology Transfer and Knowledge Spillover to Indian Manufacturing Firms: A Stochastic Frontier Analysis. *Applied Economics*, 33, 625-642.
- Křístková Z. (2012), Impact of R&D investment on economic growth of the Czech Republic – a recursively dynamic CGE approach. *Prague Economic Papers*, 412-433.
- Kuroda, M, K. Ikeuchi, and Y. Hara (2016), Policy Option Simulator for Science, Technology and Innovation Policy, SciREX-WP-2016-#01.
- Organization for Economic Co-operation and Development (2014), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*. Paris, France: Author.
- Pwc (2017), *Artificial Intelligence and Robotics – 2017 Leveraging artificial intelligence and robotic for sustainable growth*. Retrieved from <http://www.pwc.in/assets/pdfs/publications/2017/artificial-intelligence-and-robotics-2017.pdf>
- Terleckyj, N. E. (1974), Effects of R&D on the productivity growth of industries: an exploratory study. National Planning Association, Washington D.C.

## 附錄：臺灣科技政策評估 CGE 模型

### 一、臺灣 SciTech CGE 模型理論架構

#### (一)生產部門

本文設定廠商為商品市場與要素市場的價格接受者，行為決策是在既有的技術水準限制下，極大化本身的利潤，並「巢狀式結構 (Nested Structure of Production)」刻劃產業的生產行為。廠商的生產行為分成三個階層：第一層級為產業的「總產出」，是由產業附加價值與中間投入所組成，兩者設定為完全互補，服從 Leontief 生產函數。生產行為的第二層級為附加價值和中間投入的組成內涵，前者是透過固定替代彈性 (Constant Elasticity Substitution) 生產函數融合資本與勞動兩項原始投入，後者則假設產業的中間消費來自各產業的產出，服從 Leontief 生產函數；第三層級為資本與勞動投入的組成特徵。<sup>11</sup>關於生產部門方程體系之設定，詳見附錄方程式(1)至(9)。

#### (二)所得與儲蓄

- 家庭單位：有三個主要的收入來源，分別為勞動所得、資本所得，以及來自廠商、政府及國外的移轉性收入。<sup>12</sup>家庭儲蓄為可支配所得的線性函數，詳見附錄方程式(10)至(16)。
- 廠商單位：收入來源包含營業盈餘等資本收入，以及來自政府等其他單位之移轉性收入，詳見附錄方程式(17)至(21)。
- 政府單位：政府收入來源為來自家庭、廠商及國外部門的各項稅收及移轉性收入，詳見附錄方程式(22)至(43)。<sup>13</sup>

<sup>11</sup> 本文假設各產業生產函數僅包含單一資本與勞動投入。

<sup>12</sup> 本文模型架構可分析多個種類的家庭行為，例如依所得區分的五等分所得家庭。然而，由於目前主計總處「國民所得報告」並未揭露不同家庭的收支統計，若欲進行分析，需要額外進行相關數據的推估，故本文在此假設僅有單一代表性家庭單位。

<sup>13</sup> 本文模型架構包含多項政府財政政策工具，從所得稅、要素稅、生產稅到各項商品進出口稅等。惟受限於「國民所得統計報告」之資訊，本文並未包含勞動及資本投入等要素稅。

- 國外部門：收入來源為本國從國外的進口，以及從本國獲得的資本收入與移轉性收入；而國外部門的支出則包括外國自本國的進口及支付給本國的移轉性支出，詳見附錄方程式(44)至(46)。

### (三)需求體系及封閉法則

商品與服務需求包含廠商中間投入、家庭消費、投資、公共行政，以及運銷費用與商業差距，詳見附錄方程式(52)至(59)。家庭消費為 Stone-Geary 效用函數，並據此推導出「線性支出系統(linear expenditure system, LES)」，函數設定允許價格交叉彈性不為 0，以及商品所得彈性不等於 1，提供了分析商品相對價格改變時，彼此替代的可能性。家庭消費需求取決於既定預算限制下，極大化消費效用程度。在投資方面，投資需求包含固定資本形成毛額和存貨變動。固定資本形成毛額不得為負值，而存貨變動可為正值或負值。在封閉法則方面，假設固定資本形成為內生變數，所有儲蓄均用於固定資本形成，即投資由儲蓄決定，即新古典封閉法則 (neoclassical closure)，詳見附錄方程式(89)。

### (四)供給體系與國際貿易

本文採用小型經濟體假設，即商品貿易的世界價格為外生變數，此設定方式符合臺灣實際經濟現況。生產者在給定的價格條件下，分配欲生產的產品類別，以達銷售極大化之目的。在刻劃特定出口產品的世界需求方面，本文設定國內生產者增加產品海外市佔率的唯一方式，是透過提供比世界價格更低的產品報價。有關國外市場需求行為方程式，設定方式與生產者為對稱形式，即假設國內產品和進口品之間為不完全替代，所以國內市場產品需求是國產品和進口品所形成的綜合產品。詳見附錄方程式(60)至(66)。

### (五)市場均衡

市場均衡方程體系包含國內商品市場均衡條件、要素市場均衡條件、投資與儲蓄、民間投資、國產品供需及出口品供需等均衡條件。詳見附錄方程式(86)至(92)。

## (六)跨期動態機制

本文所建構的 CGE 模型為動態模型，其動態機制是植基於資本的跨期遞迴累積形式，相關方程體系設定詳見附錄方程式(103)至(109)。

### 一、模型方程體系

#### (一)生產部門

1.附加價值方程式：

$$VA_{j,t} = v_j XST_{j,t} \quad (1)$$

2.總合中間消費方程式：

$$CI_{j,t} = i o_j XST_{j,t} \quad (2)$$

3.產業生產函數：

$$VA_{j,t} = B_j^{VA} \left[ \beta_j^{VA} LDC_{j,t}^{-\rho_j^{VA}} + (1 - \beta_j^{VA}) KDC_{j,t}^{-\rho_j^{VA}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{VA}}} \quad (3)$$

4.勞動相對資本需求方程式：

$$LDC_{j,t} = \left[ \frac{\beta_j^{VA} RC_{j,t}}{1 - \beta_j^{VA} WC_{j,t}} \right]^{\sigma_j^{VA}} KDC_{j,t} \quad (4)$$

5.總合勞動投入方程式：

$$LDC_{j,t} = B_j^{LD} \left[ \sum_l \beta_{l,j}^{LD} LDC_{l,j,t}^{-\rho_j^{LD}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{LD}}} \quad (5)$$

6.總合勞動投入一階條件 (FOC)：

$$LD_{l,j,t} = \left[ \frac{\beta_{l,j}^{LD} WC_{j,t}}{WTI_{l,j,t}} \right]^{\sigma_j^{LD}} (\beta_j^{LD})^{\sigma_j^{LD}-1} LDC_{j,t} \quad (6)$$

7.總合資本投入方程式：

$$KDC_{j,t} = B_j^{KD} \left[ \sum_k \beta_{k,j}^{KD} KD_{k,j,t}^{-\rho_j^{KD}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{KD}}} \quad (7)$$

8.總合資本投入一階條件 (FOC)：

$$KD_{k,j,t} = \left[ \frac{\beta_{k,j}^{KD} RC_{j,t}}{RTI_{k,j,t}} \right]^{\sigma_j^{KD}} (\beta_j^{KD})^{\sigma_j^{KD}-1} KDC_{j,t} \quad (8)$$

9.產業間中間消費方程式：

$$DI_{i,j,t} = a_{ij} CI_{j,t} \quad (9)$$

#### (二)所得與儲蓄

10.家庭收入方程式：

$$YH_{h,t} = YHL_{h,t} + YHK_{h,t} + YHTR_{h,t} \quad (10)$$

11.家庭勞動所得方程式：

$$YHL_{h,t} = \sum_l \lambda_{h,l}^{WL} (W_{l,t} \sum_j LD_{l,j,t}) \quad (11)$$

12.家庭資本所得方程式：

$$YHK_{h,t} = \sum_k \lambda_{h,k}^{RK} (\sum_j R_{k,j,t} KD_{k,j,t}) \quad (12)$$

13.家庭移轉性收入方程式：

$$YHTR_{h,t} = \sum_{ag} TR_{h,ag,t} \quad (13)$$

14.家庭可支配所得方程式：

$$YDH_{h,t} = YH_{h,t} - TDH_{h,t} - TR_{gvt,h,t} \quad (14)$$

15.家庭消費方程式：

$$CTH_{h,t} = YDH_{h,t} - SH_{h,t} - \sum_{agng} TR_{agng,h,t} \quad (15)$$

16.家庭儲蓄方程式：

$$SH_{h,t} = PIXCON_t^\eta sh0_{h,t} + sh1_{h,t} YDH_{h,t} \quad (16)$$

17.廠商總收入方程式：

$$YF_{f,t} = YFK_{f,t} + YFTR_{f,t} \quad (17)$$

18.廠商資本收入方程式：

$$YFK_{f,t} = \sum_k \lambda_{f,k}^{RK} [\sum_j R_{k,j,t} KD_{k,j,t}] \quad (18)$$

19.廠商移轉性收入方程式：

$$YFTR_{f,t} = \sum_{ag} TR_{f,ag,t} \quad (19)$$

20.廠商可支配所得方程式：

$$YDF_{f,t} = YF_{f,t} - TDF_{f,t} \quad (20)$$

21.廠商儲蓄方程式：

$$SF_{f,t} = YDF_{f,t} - \sum_{ag} TR_{ag,f,t} \quad (21)$$

22.政府收入方程式：

$$YG_t = YGK_t + TDHT_t + TDFT_t + TPROD_n_t + TPRCTS_t + YGTR_t \quad (22)$$

23.政府資本收入方程式：

$$YGK_t = \sum_k \lambda_{gvt,k}^{RK} (\sum_j R_{k,j,t} KD_{k,j,t}) \quad (23)$$

24.家庭單位所得稅合計：

$$TDHT_t = \sum_h TDH_{h,t} \quad (24)$$

25.產業部門所得稅合計：

$$TDFT_t = \sum_f TDF_{f,t} \quad (25)$$

26.生產稅合計<sup>14</sup>：

$$TPRODN_t = TIWT_t + TIKT_t + TIPT_t \quad (26)$$

27.工資稅合計：

$$TIWT_t = \sum_{l,j} TIW_{l,j,t} \quad (27)$$

28.資本稅合計：

<sup>14</sup> 生產稅（不包含產品稅及進口稅）。

$$TIKT_t = \sum_{k,j} TIK_{k,j,t} \quad (28)$$

29.其他生產稅合計<sup>15</sup>：

$$TIPT_t = \sum_j TIP_{j,t} \quad (29)$$

30.產品稅及進口稅合計：

$$TPRCTS_t = TICT_t + TIMT_t + TIXT_t \quad (30)$$

31.間接稅合計：

$$TICT_t = \sum_i TIC_{i,t} \quad (31)$$

32.進口稅合計：

$$TIMT_t = \sum_i TIM_{i,t} \quad (32)$$

33.出口稅合計：

$$TIXT_t = \sum_i TIX_{i,t} \quad (33)$$

34.政府移轉性收入合計：

$$YGTR_t = \sum_{agng} TR_{gvt,agng,t} \quad (34)$$

35.家庭單位所得稅：

$$TDH_{h,t} = PIXCON_t^\eta ttdh0_{h,t} + ttdh1_{h,t} YH_{h,t} \quad (35)$$

36.產業部門所得稅：

$$TDF_{f,t} = PIXCON_t^\eta ttdf0_{f,t} + ttdf1_{f,t} YFK_{f,t} \quad (36)$$

37.工資稅方程式：

$$TIW_{l,j,t} = ttiw_{l,j,t} W_{l,t} LD_{l,j,t} \quad (37)$$

38.資本稅方程式：

$$TIK_{k,j,t} = ttik_{k,j,t} R_{k,j,t} KD_{k,j,t} \quad (38)$$

39.生產稅方程式：

$$TIP_{j,t} = ttip_{j,t} PP_{j,t} XST_{j,t} \quad (39)$$

40.間接稅方程式：

$$TIC_{i,t} = ttic_{i,t} \left[ \begin{array}{l} (PL_{i,t} + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmrg_{ij,i}) DD_{i,t} \\ + \left( (1 + ttim_{i,t}) PWM_{i,t} e_t + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmrg_{ij,i} \right) IM_{i,t} \end{array} \right] \quad (40)$$

41.進口稅方程式：

$$TIM_{i,t} = ttim_{i,t} PWM_{i,t} e_t IM_{i,t} \quad (41)$$

42.出口稅方程式：

$$TIX_{i,t} = ttix_{i,t} (PE_{i,t} + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmrg_{ij,i}^X) EXD_{i,t} \quad (42)$$

43.間接稅方程式：

$$SG_t = YG_t - \sum_{agng} TR_{agng,gvt,t} - G_t \quad (43)$$

44.國外部門收入方程式：

$$YROW_t = e_t \sum_i PWM_{i,t} IM_{i,t} + \sum_k \lambda_{row,k}^{PK} (\sum_j R_{k,j,t} KD_{k,j,t})$$

<sup>15</sup> 政府生產稅收（不包含直接與使用資本和勞動有關的稅賦）。

$$+ \sum_{agd} TR_{row,agd,t} \quad (44)$$

45. 國外部門儲蓄方程式：

$$SROW_t = YROW_t - \sum_i PE_{i,t}^{FOB} EXD_{i,t} - \sum_{agd} TR_{agd,row,t} \quad (45)$$

46. 國外部門收支方程式：

$$SROW_t = -CAB_t \quad (46)$$

47. 家庭單位對其他部門（不包含政府部門）之移轉性支出：

$$TR_{agng,h,t} = \lambda_{agng,h}^{TR} YDH_{h,t} \quad (47)$$

48. 家庭單位對政府之移轉性支出：

$$TR_{gvt,h,t} = PIXCON_t^\eta tr0_{h,t} + tr1_{h,t} YH_{h,t} \quad (48)$$

49. 外國部門對本國各部門之移轉性支出：

$$TR_{ag,f,t} = \lambda_{ag,f}^{TR} YDF_{f,t} \quad (49)$$

50. 政府部門對其他部門之移轉性支出：

$$TR_{agng,gvt,t} = PIXCON_t^\eta TR_{agng,gvt}^0 pop_t \quad (50)$$

51. 國外部門對國內部門之移轉性支出：

$$TR_{agd,row,t} = PIXCON_t^\eta TR_{agd,row}^0 pop_t \quad (51)$$

### (三) 需求體系

52. 家庭消費需求：

$$PC_{i,t} C_{i,h,t} = PC_{i,t} C_{i,h,t}^{MIN} + r_{i,h}^{LES} (CHT_{h,t} - \sum_{ij} PC_{ij,t} C_{ij,h,t}^{MIN}) \quad (52)$$

53. 固定資本形成毛額：

$$GFCF_t = IT_t - \sum_i PC_{i,t} VSTK_{i,t} \quad (53)$$

54. 民間部門對特定商品之投資支出：

$$PC_{i,t} INV_{i,t}^{PRI} = r_i^{INVPRI} IT_t^{PRI} \quad (54)$$

55. 政府部門對特定商品之投資支出：

$$PC_{i,t} INV_{i,t}^{PUB} = r_i^{INVPUB} IT_t^{PUB} \quad (55)$$

56. 特定商品投資合計：

$$INV_{i,t} = INV_{i,t}^{PRI} + INV_{i,t}^{PUB} \quad (56)$$

57. 政府部門支出：

$$PC_{i,t} CG_{i,t} = r_i^{GVT} G_t \quad (57)$$

58. 特定商品之總中間消費：

$$DIT_{i,t} = \sum_j DI_{i,j,t} \quad (58)$$

59. 運費與商業差距：

$$MRGN_{i,t} = \sum_{ij} tmrg_{i,ij} DD_{ij,t} + \sum_{ij} tmrg_{i,ij} IM_{ij,t} + \sum_{ij} tmrg_{i,ij}^X EXD_{ij,t} \quad (59)$$

### (四) 供給體系與國際貿易

60. 產業產出方程式：

$$XST_{j,t} = B_j^{XT} \left[ \sum_i \beta_{j,i}^{XT} X S_{j,i,t}^{\rho_j^{XT}} \right]^{\frac{1}{\rho_j^{XT}}} \quad (60)$$

61.各別產品供給函數一階條件：

$$X S_{j,i,t} = \frac{XST_{j,t}}{(B_j^{XT})^{1+\sigma_j^{XT}}} \left[ \frac{P_{j,i,t}}{\beta_{j,i}^{XT} P T_{j,t}} \right]^{\sigma_j^{XT}} \quad (61)$$

62.各別產品市場銷售分配方程式：

$$X S_{j,i,t} = B_{j,i}^X \left[ \beta_{j,i}^X EX_{j,i,t}^{\rho_{j,i}^X} + (1 - \beta_{j,i}^X) DS_{j,i,t}^{\rho_{j,i}^X} \right]^{\frac{1}{\rho_{j,i}^X}} \quad (62)$$

63.出口供給方程式：

$$EX_{j,i,t} = \left[ \frac{1 - \beta_{j,i}^X}{\beta_{j,i}^X} \frac{PE_{i,t}}{PL_{i,t}} \right]^{\sigma_{j,i}^X} DS_{j,i,t} \quad (63)$$

64.特定出口產品的海外需求方程式：

$$EXD_{i,t} = EXD_i^0 pop_t \left[ \frac{e_t PWX_{i,t}}{PE_{i,t}^{FOB}} \right]^{\sigma_i^{XD}} \quad (64)$$

65.產品需求方程式：

$$Q_{i,t} = B_i^M \left[ \beta_i^M IM_{i,t}^{-\rho_i^M} + (1 - \beta_i^M) DD_{i,t}^{-\rho_i^M} \right]^{\frac{-1}{\rho_i^M}} \quad (65)$$

66.產品進口量方程式：

$$IM_{i,t} = \left[ \frac{\beta_i^M}{1 - \beta_i^M} \frac{PD_{i,t}}{PM_{i,t}} \right]^{\sigma_i^M} DD_{i,t} \quad (66)$$

## (五)價格體系

67.單位產出成本方程式：

$$PP_{j,t} = \frac{PVA_{j,t} VA_{j,t} + PCI_{j,t} CI_{j,t}}{XST_{j,t}} \quad (67)$$

68.生產價格：

$$PT_{j,t} = (1 + ttip_{j,t}) PP_{j,t} \quad (68)$$

69.中間消費價格指數

$$PCI_{j,t} = \frac{\sum_i PC_{i,t} DI_{i,j,t}}{CI_{j,t}} \quad (69)$$

70.附加價值價格

$$PVA_{j,t} = \frac{WC_{j,t} LDC_{j,t} + RC_{j,t} KDC_{j,t}}{VA_{j,t}} \quad (70)$$

71.綜合勞動價格

$$WC_{j,t} = \frac{\sum_i WTI_{i,j,t} LD_{i,j,t}}{LDC_{j,t}} \quad (71)$$

72.特定勞動價格

$$WTI_{l,j,t} = W_{l,t}(1 + ttiw_{l,j,t}) \quad (72)$$

73.綜合資本價格

$$RC_{j,t} = \frac{\sum_k RTI_{k,j,t} KD_{k,j,t}}{KDC_{j,t}} \quad (73)$$

74.特定資本價格

$$RTI_{k,j,t} = R_{k,j,t}(1 + ttik_{k,j,t}) \quad (74)$$

75.生產價格：

$$PT_{j,t} = \frac{\sum_i P_{j,i,t} XS_{j,i,t}}{XS_{j,t}} \quad (75)$$

76.產業特定產品價格：

$$P_{j,i,t} = \frac{PE_{i,t} EX_{j,i,t} + PL_{i,t} DS_{j,i,t}}{XS_{j,i,t}} \quad (76)$$

77.產品出口價格(FOB)：

$$PE_{i,t}^{FOB} = [PE_{i,t} + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmrg_{ij,i}^X](1 + ttix_{i,t}) \quad (77)$$

78.國產品內銷價格：

$$PD_{i,t} = (1 + ttic_{i,t})(PL_{i,t} + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmrg_{ij,i}) \quad (78)$$

79.產品進口價格：

$$PM_{i,t} = (1 + ttic_{i,t})((1 + ttic_{i,t})e_t PWM_{i,t} + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmrg_{ij,i}) \quad (79)$$

80.綜合產品購買者價格：

$$PC_{i,t} = \frac{PM_{i,t} IM_{i,t} + PD_{i,t} DD_{i,t}}{Q_{i,t}} \quad (80)$$

81.GDP 平減指數：

$$PIXGDP_t = \sqrt{\frac{\sum_j \left( PVA_{j,t} + \frac{TIP_{j,t}}{VA_{j,t}} \right) VA_j^O \sum_j (PVA_{j,t} VA_{j,t} + TIP_{j,t})}{\sum_j (PVA_j^O VA_j^O + TIP_j^O) \sum_j \left( PVA_j^O + \frac{TIP_j^O}{VA_j^O} \right) VA_{j,t}}} \quad (81)$$

82.消費者物價指數：

$$PIXCON_t = \frac{\sum_i PC_{i,t} \sum_h C_{i,h}^O}{\sum_{ij} PC_{ij}^O \sum_h C_{ij,h}^O} \quad (82)$$

83.民間投資價格指數：

$$PIXINV_t^{PRI} = \prod_i \left( \frac{PC_{i,t}}{PC_i^O} \right)^{r_i^{INVPRI}} \quad (83)$$

84.政府投資價格指數：

$$PIXINV_t^{PUB} = \prod_i \left( \frac{PC_{i,t}}{PC_i^O} \right)^{r_i^{INVPUB}} \quad (84)$$

85.政府支出價格指數：

$$PIXGVT_t = \prod_i \left( \frac{PC_{i,t}}{PC_i^0} \right)^{r_i^{GVT}} \quad (85)$$

86.國內產品市場均衡方程式：

$$Q_{i,t} = \sum_h C_{i,h,t} + CG_{i,t} + INV_{i,t} + VSTK_{i,t} + DIT_{i,t} + MRGN_{i,t} \quad (86)$$

## (六)市場均衡方程體系

87.勞動市場均衡方程式：

$$\sum_j LD_{l,j,t} = LS_{l,t} \quad (87)$$

88.資本市場均衡方程式：

$$\sum_j KD_{k,j,t} = KS_{k,t} \quad (88)$$

89.投資與儲蓄均衡方程式：

$$IT_t = \sum_h SH_{h,t} + \sum_f SF_{f,t} + SG_t + SROW_t \quad (89)$$

90.民間投資方程式：

$$IT_t^{PRI} = IT_t - IT_t^{PUB} - \sum_i PC_{i,t} VSTK_{i,t} \quad (90)$$

91.國產品供需均衡方程式：

$$\sum_j DS_{j,i,t} = DD_{i,t} \quad (91)$$

92.外銷品供需均衡方程式：

$$\sum_j EX_{j,i,t} = EXD_{i,t} \quad (92)$$

## (七)國內生產毛額

93.GDP(以基礎價格計價)：

$$GDP_t^{BP} = \sum_j PVA_{j,t} VA_{j,t} + TIPT_t \quad (93)$$

94.GDP(以市場價格計價)：

$$GDP_t^{MP} = GDP_t^{BP} + TPRCTS_t \quad (94)$$

95.GDP(以市場價格計價，收入法)：

$$GDP_t^{IB} = \sum_{l,j} W_{l,t} LD_{l,j,t} + \sum_{k,j} R_{k,j,t} KD_{k,j,t} + TPROD_t + TPRCTS_t \quad (95)$$

96.GDP(以購買者價格計價，支出法)：

$$GDP_t^{FD} = \sum_i PC_{i,t} [\sum_h C_{i,h,t} + CG_{i,t} + INV_{i,t} + VSTK_{i,t}] + \sum_i PE_{i,t}^{FOB} EXD_{i,t} - \sum_i e_t PWM_{i,t} IM_{i,t} \quad (96)$$

## (八)實質面變數

97.家庭單位實質消費支出：

$$CTH_{h,t}^{REAL} = \frac{CTH_{h,t}}{PIXCON_t} \quad (97)$$

98.政府部門實質支出：

$$G_t^{REAL} = \frac{G_t}{PIXGVT_t} \quad (98)$$

99.實質 GDP(基礎價格)：

$$GDP_t^{BP\_REAL} = \frac{GDP_t^{BP}}{PIXGDP_t} \quad (99)$$

100.實質 GDP(市場價格)：

$$GDP_t^{MP\_REAL} = \frac{GDP_t^{MP}}{PIXCON_t} \quad (100)$$

101.民間部門實質固定資本形成毛額：

$$GFCF_t^{PRI\_REAL} = \frac{IT_t^{PRI}}{PIXINV_t^{PRI}} \quad (101)$$

102.政府部門實質固定資本形成毛額：

$$GFCF_t^{PUB\_REAL} = \frac{IT_t^{PUB}}{PIXINV_t^{PUB}} \quad (102)$$

## (九)跨期動態機制

103.資本累積方程式：

$$KD_{k,j,t+1} = KD_{k,j,t}(1 - \delta_{k,j}) + IND_{k,j,t} \quad (103)$$

104.政府部門資本支出方程式：

$$IT_t^{PUB} = PK_t^{PUB} \sum_{k,pub} IND_{k,pub,t} \quad (104)$$

105.民間部門資本支出方程式：

$$IT_t^{PRI} = PK_t^{PRI} \sum_{k,bus} IND_{k,bus,t} \quad (105)$$

106.民間部門資本投資價格方程式：

$$PK_t^{PRI} = \frac{1}{AK\_PRI} \prod_i \left[ \frac{PC_{i,t}}{r_i^{INVPRI}} \right] r_i^{INVPRI} \quad (106)$$

107.政府部門資本投資價格方程式：

$$PK_t^{PUB} = \frac{1}{AK\_PUB} \prod_i \left[ \frac{PC_{i,t}}{r_i^{INVPUB}} \right] r_i^{INVPUB} \quad (107)$$

108.民間部門資本投資數量：

$$IND_{k,bus,t} = \phi_{k,bus} \left[ \frac{R_{k,bus,t}}{U_{k,bus,t}} \right]^{\sigma_{k,bus}^{INV}} KD_{k,bus,t} \quad (108)$$

109.資本使用成本：

$$U_{k,bus,t} = PK_t^{PRI}(\delta_{k,bus} + IR_t) \text{ and } U_{k,pub,t} = PK_t^{PUB}(\delta_{k,pub} + IR_t) \quad (109)$$

## 二、變數及參數說明

$CI_{j,t}$ ：第  $j$  產業中間消費合計

$VA_{j,t}$ ：第  $j$  產業附加價值

$XST_{j,t}$ ：第  $j$  產業產出合計

$io_j$  : 中間消費係數  
 $v_j$  : 附加價值係數  
 $KDC_{j,t}$  : 第  $j$  產業資本投入合計  
 $LDC_{j,t}$  : 第  $j$  產業勞動投入合計  
 $B_j^{VA}$  : 中性技術進步參數  
 $\beta_j^{VA}$  : 勞動投入份額參數  
 $\rho_j^{VA}$  : 彈性參數,  $-1 < \rho_j^{VA} < \infty$   
 $RC_{j,t}$  : 第  $j$  產業資本報酬率  
 $WC_{j,t}$  : 第  $j$  產業勞動報酬率  
 $\sigma_j^{VA}$  : 轉換彈性,  $0 < \sigma_j^{VA} < \infty$ , 而  $\rho_j^{VA} = \frac{1-\sigma_j^{VA}}{\sigma_j^{VA}}$   
 $KD_{k,j,t}$  : 第  $j$  產業對第  $k$  類資本需求  
 $LD_{l,j,t}$  : 第  $j$  產業對第  $l$  類之勞動需求  
 $RTI_{k,j,t}$  : 第  $j$  產業對第  $k$  類資本投入之報酬給付  
 $WTI_{l,j,t}$  : 第  $j$  產業對第  $l$  類勞動投入之報酬給付  
 $B_j^{KD}$  : 資本生產力參數  
 $B_j^{LD}$  : 勞動生產力參數  
 $\beta_{k,j}^{KD}$  : 資本份額參數  
 $\beta_{l,j}^{LD}$  : 勞動份額參數  
 $\rho_j^{KD}$  : 彈性參數,  $-1 < \rho_j^{KD} < \infty$   
 $\rho_j^{LD}$  : 彈性參數,  $-1 < \rho_j^{LD} < \infty$   
 $\sigma_j^{KD}$  : 替代彈性,  $0 < \sigma_j^{KD} < \infty$ , 而  $\rho_j^{KD} = \frac{1-\sigma_j^{KD}}{\sigma_j^{KD}}$   
 $\sigma_j^{LD}$  : 替代彈性,  $0 < \sigma_j^{LD} < \infty$ , 而  $\rho_j^{LD} = \frac{1-\sigma_j^{LD}}{\sigma_j^{LD}}$   
 $DI_{i,j,t}$  : 第  $j$  產業對第  $i$  產業生產之中間消費  
 $aij_{i,j}$  : 投入產出係數  
 $YH_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之總收入  
 $YHK_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之資本所得  
 $YHL_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之勞動所得  
 $YHTR_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之移轉性收入  
 $R_{k,j,i}$  : 第  $j$  產業第  $k$  類資本之報酬率  
 $TR_{ag,agj,t}$  : 第  $h$  類家庭( $ag=h$ )從其他機構( $agj$ )所獲得之移轉性收入  
 $W_{l,t}$  : 第  $l$  類之勞動報酬率  
 $\lambda_{ag,k}^{RK}$  : 第  $h$  類家庭( $ag=h$ )所獲得之第  $k$  類資本收入占總資本收入份額  
 $\lambda_{h,l}^{WL}$  : 第  $h$  類家庭所獲得之第  $l$  類勞動收入占總勞動收入份額  
 $CTH_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之消費預算

$PIXCON_t$  : 消費者物價指數  
 $SH_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之儲蓄  
 $TDH_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之所得稅 (直接稅)  
 $YDH_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之可支配所得  
 $\eta$  : 價格彈性參數  
 $sh0_{h,t}$  : 截距項 (第  $h$  類家庭之儲蓄)<sup>16</sup>  
 $sh1_{h,t}$  : 斜率項 (第  $h$  類家庭之儲蓄)  
 $agng$  : 表示非政府部門之其他機構 (家庭、產業及國外部門)  
 $YF_{f,t}$  : 第  $f$  類廠商之總收入  
 $YFK_{f,t}$  : 第  $f$  類廠商之資本收入  
 $YFTR_{f,t}$  : 第  $f$  類廠商之移轉性收入  
 $SF_{f,t}$  : 第  $f$  類廠商之儲蓄  
 $TDF_{f,t}$  : 第  $f$  類廠商之所得稅 (直接稅)  
 $YDF_{f,t}$  : 第  $f$  類廠商之總收入之可支配所得  
 $TDFT_t$  : 政府從產業部門徵得之所得稅合計  
 $TDHT_t$  : 政府從家庭單位徵得之所得稅合計  
 $TIC_{i,t}$  : 間接稅  
 $TICT_t$  : 間接稅合計  
 $TIK_{k,j,t}$  : 政府從第  $j$  產業的第  $k$  類資本徵得之稅收  
 $TIKT_t$  : 資本稅合計  
 $TIM_{i,t}$  : 第  $i$  類商品之進口稅  
 $TIMT_t$  : 進口稅合計  
 $TIP_{j,t}$  : 政府從第  $j$  產業徵得之生產稅 (不含與生產要素相關之稅負)  
 $TIPT_t$  : 其他生產稅合計 (不含與生產要素相關之稅負)  
 $TIW_{l,j,t}$  : 政府從第  $j$  產業的第  $l$  類勞動要素所徵得之工資稅  
 $TIWT_t$  : 工資稅合計  
 $TIX_{i,t}$  : 第  $i$  類商品之出口稅  
 $TIXT_t$  : 出口稅合計  
 $TPRCTS_t$  : 商品稅及進口稅合計  
 $TPRODN_t$  : 生產稅合計  
 $YG_t$  : 政府總收入  
 $YGK_t$  : 政府資本收入  
 $YGTR_t$  : 政府移轉性收入  
 $ttdf0_{f,t}$  : 截距項 (第  $f$  類廠商之所得稅)  
 $ttdf1_{f,t}$  : 第  $f$  類廠商之邊際所得稅率  
 $ttdh0_{h,t}$  : 截距項 (第  $h$  類家庭之所得稅)

<sup>16</sup> 本研究設定家庭儲蓄函數之截距項為 0。

$ttdh1_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭之邊際所得稅率  
 $PP_{j,t}$  : 第  $j$  產業單位成本，包含與使用資本和勞動直接相關之稅收（不包含其他有關生產之稅收）  
 $ttik_{k,j,t}$  : 第  $j$  類產業使用第  $k$  類資本投入之稅率  
 $ttip_{j,t}$  : 第  $j$  類產業生產稅率  
 $ttiw_{l,j,t}$  : 第  $j$  類產業中第  $l$  類勞動報酬之稅率  
 $DD_{i,t}$  : 第  $i$  類國產品之國內需求  
 $e_t$  : 直接匯率  
 $EXD_{i,t}$  : 第  $i$  類產品出口量  
 $IM_{i,t}$  : 第  $i$  類產品進口量  
 $PC_{i,t}$  : 第  $i$  類產品購買者價格（包含所有稅徵及運銷費用）  
 $PE_{i,t}$  : 第  $i$  類產品出口價格（不含出口稅）  
 $PL_{i,t}$  : 第  $i$  類產品本國價格（不含任何生產稅）  
 $PWM_{i,t}$  : 第  $i$  類產品世界價格（以外國匯率表示）  
 $ttic_{i,t}$  : 第  $i$  類產品稅率  
 $ttim_{i,t}$  : 第  $i$  類進口產品之關稅率  
 $ttix_{i,t}$  : 第  $i$  類出口產品之關稅率  
 $tmrg_{i,ij}$  : 第  $ij$  類產品適用之第  $i$  類運銷費率  
 $tmrg_{ij,i}^X$  : 第  $i$  類出口產品適用之第  $ij$  類運銷費率  
 $SG_t$  : 政府儲蓄  
 $G_t$  : 當期政府商品與勞動支出  
 $CAB_t$  : 經常帳淨額  
 $PE_{i,t}^{FOB}$  : 第  $i$  類產品的離岸價格(FOB)（以本國貨幣表示）  
 $SROW_t$  : 國外部門之儲蓄  
 $YROW_t$  : 國外部門之收入  
 $\lambda_{ag,agj}^{TR}$  : 份額參數（移轉支出函數）  
 $tr0_{h,t}$  : 截距項（第  $h$  類家庭對政府之移轉性支付）  
 $tr1_{h,t}$  : 第  $h$  類家庭對政府之邊際移轉支付率  
 $pop_t$  : 人口指數  
 $C_{i,h,t}$  : 第  $h$  類家庭對商品  $i$  消費水準  
 $C_{i,h,t}^{MIN}$  : 第  $h$  類家庭對商品  $i$  最低消費水準  
 $r_{i,h}^{LES}$  : 第  $h$  類家庭對商品  $i$  之邊際消費預算份額  
 $GFCF_t$  : 固定資本形成毛額  
 $INV_{i,t}$  : 經濟體系對第  $i$  種商品之最終需求（以投資為目的）  
 $INV_{i,t}^{PRI}$  : 民間部門第  $i$  種商品之最終需求（以投資為目的）  
 $INV_{i,t}^{PUB}$  : 政府部門第  $i$  種商品之最終需求（以投資為目的）  
 $IT_t$  : 總投資支出

$IT_i^{PRI}$  : 民間部門總投資支出  
 $IT_i^{PUB}$  : 政府部門總投資支出  
 $VSTK_{i,t}$  : 第  $i$  種商品之存貨變動  
 $CG_{i,t}$  : 政府部門對第  $i$  種商品之消費量  
 $r_i^{GVT}$  : 政府部門對第  $i$  種商品之消費占政府部門商品與服務支出份額  
 $r_i^{INVPRI}$  : 第  $i$  種商品占民間部門總投資支出份額  
 $r_i^{INVPUB}$  : 第  $i$  種商品占政府部門總投資支出份額  
 $DIT_{i,t}$  : 對第  $i$  種商品之總中間消費需求  
 $MRGN_{i,t}$  : 對第  $i$  種商品之運費與商業差距  
 $XS_{j,i,t}$  : 第  $j$  產業的第  $i$  類產品產出  
 $B_j^{XT}$  : 規模參數 (CES - 總產出)  
 $\beta_{j,i}^{XT}$  : 份額參數 (CES - 總產出)  
 $\rho_j^{XT}$  : 彈性參數 (CES - 總產出),  $1 < \rho_j^{XT} < \infty$   
 $P_{j,i,t}$  : 第  $j$  產業的第  $i$  類產品的基礎價格  
 $\sigma_j^{XT}$  : 轉換彈性 (CES - 總產出),  $0 < \sigma_j^{XT} < \infty$ , 而  $\rho_j^{XT} = \frac{1+\sigma_j^{XT}}{\sigma_j^{XT}}$   
 $DS_{j,i,t}$  : 第  $j$  產業的第  $i$  類產品的國內市場供給  
 $EX_{j,i,t}$  : 第  $j$  產業的第  $i$  類產品的出口量  
 $B_{j,i}^X$  : 規模參數 (CES - 出口與當地銷售)  
 $\beta_{j,i}^X$  : 份額參數 (CES - 出口與當地銷售)  
 $\rho_{j,i}^X$  : 彈性參數 (CES - 出口與當地銷售),  $1 < \rho_{j,i}^X < \infty$   
 $\sigma_{j,i}^X$  : 轉換彈性 (CES - 出口與當地銷售),  $0 < \sigma_{j,i}^X < \infty$ , 而  $\rho_{j,i}^X = \frac{1+\sigma_{j,i}^X}{\sigma_{j,i}^X}$   
 $EXD_{i,t}$  : 第  $i$  類出口產品的國外需求  
 $PWX_{i,t}$  : 第  $i$  類出口產品的世界價格  
 $\sigma_i^{XD}$  : 第  $i$  類出口產品的國外需求價格彈性  
 $Q_{i,t}$  : 第  $i$  類綜合產品需求量  
 $B_i^M$  : 規模參數 (CES - 綜合產品)  
 $\beta_i^M$  : 份額參數 (CES - 綜合產品)  
 $\rho_i^M$  : 彈性參數 (CES - 綜合產品);  $-1 < \rho_i^M < \infty$   
 $PD_{i,t}$  : 第  $i$  類產品於本國銷售價格(含稅與運銷差距)  
 $PM_{i,t}$  : 第  $i$  類產品進口價格(含稅與運銷差距)  
 $\sigma_i^M$  : 替代彈性 (CES - 綜合產品),  $0 < \sigma_i^M < \infty$ , 而  $\rho_i^M = \frac{1-\sigma_i^M}{\sigma_i^M}$   
 $PT_{j,t}$  : 第  $j$  產業生產價格  
 $PVA_{j,t}$  : 第  $j$  產業附加價值價格  
 $PCI_{j,t}$  : 第  $j$  產業中間消費價格

$PIXGDP_t$  : GDP 平減指數  
 $PIXINV_t^{PRI}$  : 民間投資價格指數  
 $PIXINV_t^{PUB}$  : 政府投資價格指數  
 $PIXGVT_t$  : 政府支出價格指數  
 $LS_{l,t}$  : 第  $l$  類勞動投入供給  
 $KS_{k,t}$  : 第  $k$  類資本投入供給  
 $IND_{k,pub,t}$  : 政府部門第  $k$  類資本投資  
 $IND_{k,j,t}$  : 第  $j$  產業對第  $k$  類資本投資  
 $\delta_{k,j}$  : 第  $j$  產業對第  $k$  類資本折舊率  
 $PK_t^{PUB}$  : 政府部門新資本投資價格  
 $PK_t^{PRI}$  : 民間部門新資本投資價格  
 $IND_{k,bus,t}$  : 民間部門對第  $k$  類資本投資  
 $A^{K\_PRI}$  : 規模參數 (民間部門新資本投資價格)  
 $A^{K\_PUB}$  : 規模參數 (政府部門新資本投資價格)  
 $IR_t$  : 利率  
 $U_{k,j,t}$  : 第  $j$  產業對第  $k$  類資本使用成  
 $\phi_{k,j}$  : 規模參數 (產業投資分配)  
 $\sigma_{k,bus}^{INV}$  : 民間部門投資需求彈性 (相對於 Tobin's  $q$ )

# **Making STI Policy Evaluation: Viewpoint from General Equilibrium Analysis: An illustration of Taiwan's ICT industry R&D Investment**

**Ming-Huan Liou**

**Industry, Science and Technology International Strategy Center,  
Industrial Technology Research Institute**

**Hao-Yen Yang**

**Department of Finance,  
National Taipei University of Business**

## **Abstract**

We propose a recursive dynamic CGE model which could be applied to evaluate the economic effect of science, technology, and innovation (STI) policy. Our model takes into account the innovation spillover effect which occurs not merely within innovation-producing industry but also over other industries; by doing so, it enables us to investigate the impact of STI policy comprehensively. Our research results suggest that compared to other industries, R&D investment in the tertiary industry has the largest influence on its total factor productivity, and this industry also receives the most R&D spillover benefit from other industries. According to our simulation results, government's R&D investment in ICT industry could foster economic momentum, private investment as well as increase tax revenue. Besides, labor productivity in all industries will also be enhanced by government's R&D investment in ICT industry, resulting in the increase of the relative price of labor over capital. It is worth mentioning that, the labor demand in finance and insurance industry will shrink due to the progress of productivity and technology. This implies that technology evolution might alter this industry's business model in the future.

Key words: innovation, science and technology policy; R&D spillover; CGE model

JEL Classification: **D24, C67, C68, E22**