

台灣經濟成長模型：系統思考觀點

Taiwan's Economic Growth Model: A Perspective of Systems Thinking

蕭志同¹ Chih-Tung Hsiao
劉仲戎² Chung-Shu Liu
陳鈺鈴³ Yu-Ling Chen

摘要

經濟成長是各國所追求的共同目標。國內生產毛額（GDP）不僅代表了一國的經濟實力與規模，GDP 的成長更意味著國民所得以及生活素質的提升。一國經濟系統的發展除了受其歷史背景、產業政策及發展時機的影響外，也包含了勞動人口、技術累積、能源供需等各方面的互動結果，是一個十分複雜且動態的過程，這些因素環環相扣，且互為因果。有鑑於此，本研究嘗試以系統動態學為方法，由宏觀的角度探討台灣經濟成長結構中所面臨的問題以及變數間的互動關係。本研究探討 1980 年迄今，台灣經濟成長的發展過程，將其分為四個時期：第一期為 1980~1990 年經濟自由化時期，其次是 1991~2000 年開放兩岸互動時期，第三期為 2001~2007 年兩岸加入 WTO 後的經貿調整時期，最後則是 2008 年迄今的金融海嘯與美中貿易摩擦時期。據此建構台灣經濟成長的系統模型，藉以探索系統行為及其變化過程。研究發現，不同階段所帶動的經濟成長動能不盡相同，但各影響變數間的互動卻存在密不可分的關係。

關鍵字：系統動態學、經濟成長、發展趨勢

¹東海大學經濟學系教授(聯絡地址：40704 台中市西屯區臺灣大道四段 1727 號 882 信箱，連絡電話：04-23590121 轉 36100，E-mail: cthsiao@thu.edu.tw)

²東海大學經濟學系副教授(聯絡地址：40704 台中市西屯區臺灣大道四段 1727 號 882 信箱，連絡電話：04-23590121 轉 36113，E-mail: liucs@thu.edu.tw)

³通訊作者：東海大學經濟系研究生（聯絡地址：40704 台中市西屯區台灣大道 1727 號 882 信箱，聯絡電話：04-23590121 轉 36121，E-mail: g07520004@thu.edu.tw）。

1.前言

1.1 研究動機

經濟成長是指一國實質總產出或平均每人國民所得持續增加的現象，意味著一國的經濟實力規模以及人民生活水準的提升，故世界各國無不積極追求經濟成長。而國民生產毛額(Gross Domestic Product，簡寫：GDP)一般被視為衡量一國經濟實力的重要指標。1950 到 1980 年代是台灣俗稱的經濟奇蹟，經濟以每年平均約 10% 的成長率成長，平均每國民所得更由 1951 年的 154 美元增加到 1980 的 2,139 及 1989 年的 7,672 美元。

回顧我國經濟發展過程中的各項指標，可以發現自 1980 年起，我國在資金累積與產業升級上皆有重大突破。首先，我國對外貿易出超連年擴大，外匯存底迅速累積，1980 與 1981 年間的外匯存底成長率更達歷史高峰 70%。其次，我國國民可支配所得逐年提高，人民在財富的迅速累積下，也大幅提高了消費與投資的需求。接著，我國政府為了因應逐年提高的勞動力成本，提出新竹科學園區(以下簡稱竹科)的設置計畫，將製造業由勞力密轉型為技術密集，1980 年，竹科成立，正式開啟我國邁向高科技產業的里程碑。然而，台灣經濟快速成長至 1990 年初，經濟發展逐漸成熟而趨緩，平均經濟成長率由 1990 年代的 6.6% 下滑到 2000 年代的 3.8%。相較於過去的快速成長，近五年來經濟成長率則落在保三甚至保二的局面。

經濟成長是世界各國所追求的共同目標，有鑑於此，各國皆積極探討影響經濟成長之重要因素，希望藉此找到並投入以促進經濟的持續成長的重要動能。然而，影響一國經濟成長的要素千變萬化，經濟的發展可能受到產業政策、發展時機以及勞動、技術等各變數的交互影響，尤其我國為一開放型經濟體，故在探討台灣經濟成長趨勢時，尚須考量國際情勢的衝擊。面對這樣一個複雜且動態的發展過程，本研究以系統動態學為方法，探討我國經濟的成長趨勢。

1.2 研究目的

影響台灣經濟成長之因素動態且複雜，各變數之間環環相扣且互為因果。本研究依據相關文獻及統計資料建構台灣經濟成長之模型，藉由探討與分析其系統行為，瞭解變數間的因果關係，以及台灣經濟成長之重要特性。具體而言，本研究之研究目的包含以下：

(A) 分析 1980 年迄今台灣經濟成長的重要特性。

(B) 以系統動態學為方法，探討台灣經濟成長的系統結構，並藉以瞭解其因果關係與系統行為

(C) 藉由所建構之系統結構，分析我國未來經濟發展趨勢

2. 文獻探討

在經濟模型的建構上，一國經濟成長的影響變數包羅萬象，故一般在探討經濟成長的模型時，許多學者會試圖將之分為數個影響部門，包括生產部門、勞動力部門、政府部門等，並藉由商品、人力、金錢等溝通管道建立部門間的互動關係(Forrester, 1976)。Meadows(1972)於《成長的極限》一書中，以生產部門、人口部門與能源部門等建立世界模型，探討經濟成長與地球承载力之間的互動關係。王怡舜、湯宗益(2000)的研究將台灣假設為一個小型的開放型經濟體系，採用「一般均衡下的總體經濟模型」，將市場分為財貨市場、貨幣市場、債券市場、勞動市場及外匯市場，並以系統方法之因果回饋分析，建構總體經濟環境的模型，但僅限於。

「經濟成長」是指由於生產要素面的勞動力投入、資本累積以及技術革新，再加上需求面的消費、投資或輸出，兩相配合下的經濟規模擴大現象(劉炳欽, 2007)。影響一國經濟成長的因素繁多，葉惠娟(2005)的研究彙整過去經濟理論模型所提出之影響變數以及過去有關台灣經濟成長之實證研究文獻，歸納出 33 個影響台灣經濟成長因素，研究結果發現與經濟成長具有長期關係，且為經濟成長動力之變數為出口、貨幣供給年增率以及人力資本等。張恩瑜(2011)採用相關研究法，從國家競爭力高於台灣的 22 個國家，探討生產要素與經濟發展的關係，研究結果發現，勞動力與經濟發展成高度正相關，而資本、土地與高等教育入學率對經濟成長則呈現低度正相關。

勞動力是經濟成長的動力之一，但日漸萎縮的出生人口暗示我國勞動力短缺的未來，可能導致經濟發展動能不足。李誠(2015)認為受到高等教育普及化以及中高齡勞動人口提早退場等因素影響，我國勞動供給方面，面臨人口老化與「晚進早出」現象的問題。鄭雁馨(2017)則針對我國未來勞動結構老化的問題，提出鼓勵女性投入就業市場以及擴大中高年齡層的勞動參與率的措施建議，將可彌補人口老化的勞動缺口。此外，我國早在 1980 年代就因勞力短缺出現產業出走的現象，故政府自 1989 年開始合法引進外籍勞工，以彌補因經濟快速發展所出現的勞力缺口(吳惠林、王素彎, 2001)。而蔡明均(2007)的研究結果也顯示台灣的勞動力缺口確實可藉由引進短期外籍勞工來填補。

林師模(2015)的研究分別從農業、工業及服務業之產業面探討 R&D 投入對我國經濟發展的重要性。研究中使用 Hall(1990)的方法將每年 R&D 經費流量變數，作為估計 R&D 存量的代理變數，研究發現 R&D 資本存量與產業產出具有高度相關性。Lucas(1988)認為除了有形資本的累積外，對於人力資本的投資以及做中學所產生的經驗與專業能力亦有助於一國之經濟成長。馬信行(2005)的研究發現台灣與瑞

士皆為天然資源稀少的國家，其競爭力尤其仰賴研發人員的創新，故培育更多的研發人才將有助於提升一國的競爭力。

除此之外，電力為一國經濟成長的重要來源，各生產部門在創造其商品與服務時，無不仰賴其電力的供應，進行經濟生產活動(Ahmad et al., 2016)。我國電力消費量隨著經濟成長不斷提高，而經濟也因各國穩定的電力供給達到成長目標。林受得(2006)研究結果顯示，我國經濟活動與電力消費存在高度相關性，尤其工業部門電力消費的變動與經濟成長存在單向因果關係，故建議對工業部門的電力政策必需較其他部門更審慎評估。此外，張景淳(2012)的研究則進一步利用系統動態學建構台灣的經濟子系統、電力子系統與環境子系統，並藉由電力之供給面、需求面與價格端，研議各別的因應策略選項，進行GDP、電力供給與環境之情境模擬趨勢分析台灣電力供需失衡之疑慮。

3. 台灣經濟的發展歷程與特性

本章節分為兩個部分，首先，探討1980年迄今之經濟發展歷程，接著根據文獻探討、相關數據分析以及發展歷程歸納出影響台灣經濟成長的五個重要特性。

3.1 1980年迄今之經濟發展歷程

本研究將1980年迄今之台灣經濟發展歷程分為四個時期介紹，分別為：第一、1980~1990年的經濟自由化時期，此時期台灣大幅放寬匯率、銀行等措施，落實經濟交流自由化之目的；第二為1991~2000年的開放兩岸互動時期，由於我國生產成本逐年升高以及與中國大陸民間交流的興起，兩岸經貿政策成為此時期台灣經貿發展的重要因素；第三為2001~2007年兩岸加入WTO後的經貿調整時期，為因應台灣與中國大陸先後加入WTO等因素，我國進行與中國大陸的相關調整政策；最後則探討2008年迄今的金融海嘯與美中貿易摩擦時期對我國經濟發展的影響。

3.1.1 1980~1990年經濟自由化時期

1970年以後，台灣經濟建設重點轉向重工業，以大量投資彌補台灣經濟建設之不足。1973年，第一次石油危機爆發，全球景氣受創，對當時貿易依存度高達70%的台灣造成巨大衝擊，也加速台灣發展重化工業的迫切性。時任行政院院長蔣經國提出以基礎建設及重化工業為主的「十大建設」，藉由政府支出彌補不景氣時民間支出的銳減(經濟部，2011)。

十大建設為1980年代的經濟成長奠定基礎。1979年，經濟建設委員會進一步制定「十年經濟建設計畫」，將機械、電子、電機、運輸工具列為「策略性工業」，以多種優惠措施，鼓勵工業升級及經濟結構的轉型(經濟部，2011)。1980年，竹科建設完成，正式開啟台灣邁入高科技產業的時代。但竹科發展初期並未如預

期般順利，由聯電、台積電的籌資過程可間民間投資不願承擔長期高風險的現象（陳添枝，2014）。

1980年初，我國對外貿易出超連年擴大，且高度集中美國，以致美國開始要求台灣降低關稅以及新台幣升值等（陳惠薇，2013）。有鑑於此，1985年，經濟革新委員會揭示「自由化、國際化、制度化」為台灣經濟政策目標，指出政府將尊重市場機制，避免做不必要的干預，並力求減少與國際交流的障礙，商品、資金、技術等可跨越國界自由流動，並訂定各項法規引導經濟走向自由化與國際化（經濟革新委員會，1985）。

1987年，我國宣告解除戒嚴，面臨經濟自由化的浪潮以及美國要求開放金融市場之要求，我國政府陸續放寬進出口與投資限制，並積極擴展與國際合作之機會。同年，台灣宣布全面放寬外匯管制，開啟我國金融業與國際接軌之起點，央行也由過去的主導地位退居幕後角色。1990年，行政院通過「商業銀行設立標準」，開放民間銀行之設立，並於1991-1992年間核准16家銀行，落實金融自由化之目的。除此之外，為實現產業經營自由化，1989年成立，行政院成立「公營事業民營化推動專案小組」，逐步推行公營事業民營化。

3.1.2 1991~2000年開放兩岸互動時期

1980年代起，隨著國內工資上漲，生產成本提高，部分勞力密集產業逐漸喪失國際競爭力，並紛紛尋求海外廉價勞力。1987年，台灣解除戒嚴，台灣民眾在赴中國大陸探親的同時，也對中國大陸進行了貿易考察及洽談投資的經濟交流活動。1990年10月，經濟部公布《對大陸地區間接投資或技術合作管理辦法》，開始對台商投資作出嚴格規定，即直接不准、間接有條件，並嚴令先前在中國大陸投資之台商必須在半年內報備（孫岩，2003）。至1993年3月，行政院公布《在大陸地區從事投資或技術合作許可辦法》以及《台灣地區與大陸地區貿易許可辦法》，前者將投資與技術合作項目區分為准許、禁止及專案審查類並規定對大陸地區投資案可經由第三地移轉資金，後者規定中國大陸進口商品須經專案許可或主管機關同意（夏樂生，2006）。

在中國大陸方面，1986年12月，中國國務院公布《關於台灣同胞到經濟特區投資的特別優惠辦法》，訂定多項優惠台資規定，許多台商經第三地間接投資大陸。在兩岸經貿的迅速發展下，有鑒於台商對中國大陸市場依賴日深，1994年起，我國政府通過「加強對東南亞地區經貿合作綱領」，鼓勵台商向東南亞國家投資並給予政策優惠和經濟支援，開始進行第一波南向政策，對新加坡、越南、印尼等國進行投資。1996年，李登輝總統更提出「高科技、五千萬美元以上及基礎建設、之投資應對中國大陸「戒急用忍」（黃智聰，2003、夏樂生，2006）。

1990 年代政府開放民間設立銀行後，2000 年增至 53 家的高峰後，引發金融機構因家數過多、競爭計列導致的金融問題。同年底，公布「金融機構併購法」，改善並重建完善的金融體系。

3.1.3 2001~2007 年加入 WTO 後的兩岸經貿調整時期

面臨全球化、科技化的時代以及兩岸加入 WTO 後的新局勢，2000 年經濟發展委員會將兩岸經貿政策由「戒急用忍」調整為「積極開放，有效管理」。除此之外，我國金門馬祖地區開放「小三通」，允許我國與中國大陸人員可藉由金門及馬祖地區往返中國大陸與台灣。為進一步規範兩岸經貿交流，2006 年對中國大陸之政策改採「積極管理、有效開放」，以增強當時執政黨對兩岸經貿政策的主導權。

3.1.4 2008 年迄今的金融海嘯與美中貿易摩擦時期

在全球化浪潮以及自由貿易的整合下，我國出口貿易程度深受國際景氣衰榮影響。2008 年由美國次級房貸引發的金融海嘯以及隨後於 2010 年爆發的歐債危機，體現在全球化的浪潮下，區域經濟體的危機即是全球經貿的重要警訊。同時，多邊或雙邊的區域經濟整合是全球化趨勢，簽約成員藉由彼此互免關稅已達到自由貿易的目的。而中國大陸是我國目前最主要的出口地區，故在各界人士的協商下，2010 年，我國與中國大陸地區簽訂兩岸經濟合作架構協議 (Economic Cooperation Framework Agreement, 簡稱 ECFA)。除此之外，馬政府正式實施「大三通」，完成與中國大陸間海運、空運的直航，以促進兩岸經濟經貿的便利與發展。

2016 年蔡英文總統上任後，以拼經濟為口號，陸續推動三項政策：首先為以促進產業升級、技術創新為主的「5+2 產業」；其次是為滿足台灣未來基礎建設之需求的「前瞻基礎建設計畫」；以及發展「新南向政策」，鼓勵台商前進東南亞，拓展我國經貿佈局與範圍。

2018 年美國對中國大陸啟動 301 調查，指控大陸在技術轉移與智慧財產權的不合理，並將提高從大陸進口產品之關稅作為懲戒，陸續提出調漲關稅清單。同時，中國大陸與美國為全球重要的進出口國家，其貿易結構的轉變，必將引發全球經貿結構的重新佈局與調整。

3.2 影響經濟發展的特性

影響台灣經濟發展的要素包羅萬象，本研究根據相關文獻與統計資料，從台灣勞動人口、產出、技術累積與能源供需等要素整理出台灣經濟成長的五個重要特性。首先，台灣為一開放型經濟體，以出口貿易為導向，易受全球景氣衝擊。再加上出口高度集中中國大陸，易受兩岸經貿影響；其次，我國為少子與高齡化

社會，逐年下滑的出生人口數暗示我國未來勞動力的缺口；最後，我國政府為因應全球環保意識的提升，數次調整能源政策方向，可能引發台灣電力供給的不確定因素。

3.2.1 我國為小型開放經濟體，易受國際景氣衝擊

台灣是一個以出口為導向的小型開放經濟體，從圖 5-1 國內生產毛額貢獻度來看，出口貿易對台灣 GDP 之貢獻度普遍高於民間消費、政府支出及固定資本形成，由此可見出口貿易為台灣整體經濟成長之重要動能之一。除此之外，出口依存度可反映一國經濟對外貿易的依賴程度。我國出口依存度由 1981 年的 45.8% 首次在 2006 年達到 60%，近年來則維持在 70% 左右。一般而言，高出口依存度之國家通常易受國際景氣波動之影響，例如：2000 年資訊網路泡沫化及 2008 年全球金融海嘯皆明顯打擊了台灣出口。

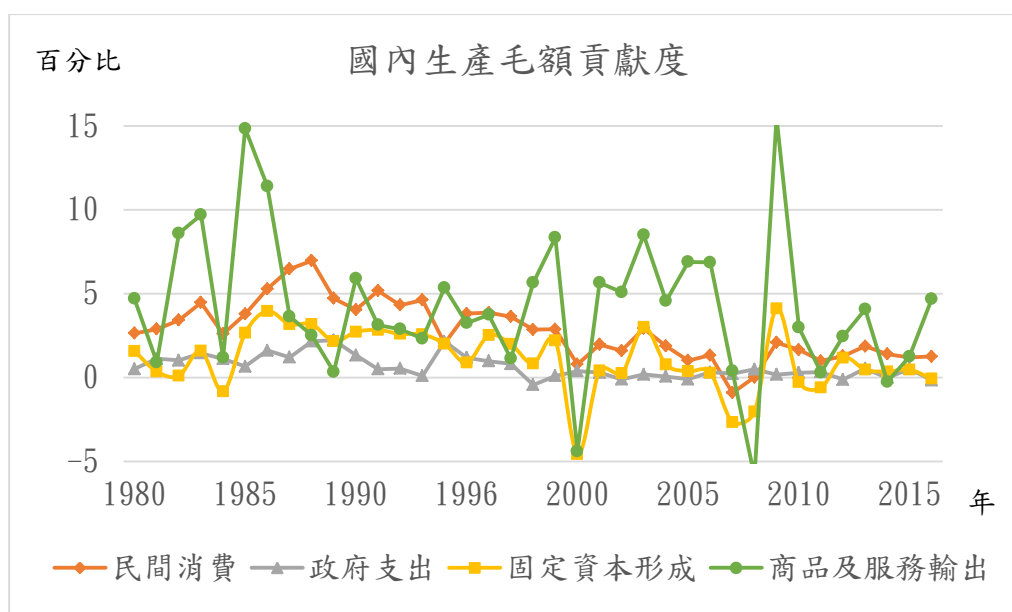


圖 3-1 1981~2017 年國內生產毛額貢獻度

資料來源：中華民國統計資訊網，圖：本研究整理

3.2.2 出口集中中國大陸，易受兩岸經貿政策影響

隨著全球化的加速發展以及兩岸經貿政策的影響，台灣的主要出口國家亦呈現了顯著的變化。在出口方面，1999 以前，美國一直是台灣最主要的出口貿易國家，但隨著兩岸關係逐漸密切的發展，中國大陸（含香港）已逐漸取代美國成為我國最主要的出口貿易國家。出口至美國由 1980 年初期約 40% 的比重逐年下降至 2018 年的 11.8%，而中國大陸（含香港）從 1980 年初期約 8% 的比重，逐年上升至 2018 年的 41.2%，如圖 5-2 所示。

我國對中國大陸(含香港)之出口有兩次快速的成長時期。第一次為1980年，中國大陸頒布了《購買台灣產品的補充規定》，規定中提出只要有台灣產地證明之商品即可免稅，此舉引起台灣出口香港並轉口至中國大陸之產品漸增，1985年我國宣布對中國大陸之轉口輸出貿易採取「不接觸、不鼓勵、不干涉」的原則因應，使得兩岸間的轉口貿易獲得發展的空間；1996年，台灣公佈「戒急用忍」政策，使出口至中國大陸之貿易出現趨緩；第二次成長時期為2002年台灣加入WTO後，兩岸大幅開放自由貿易市場，促使對中國大陸出口之貿易比重達到2018年41.2%的高峰，出口總額138.3百億美元，遠高於出口至東協10國的58.2百億美元及出口美國的39.6百億美元。綜上所述，可見台灣對中國大陸之高依賴程度，說明了台灣經貿活動深受兩岸經貿政策影響。

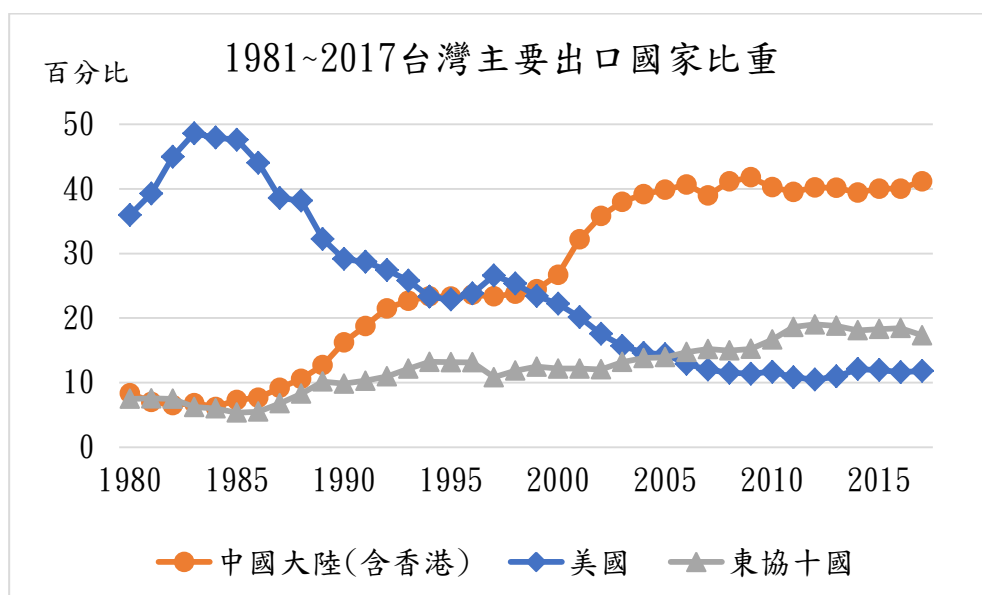


圖 3-2 1981~2017 台灣主要出口國家比重

資料來源：財政部貿易統計資料查詢；資料說明：1. 比重=對某國出口總額/出口總額 2. 無中國大陸1991年(含)以前之出口統資料；圖為本研究整理

3.2.3 少而精的勞動力

出生人口的下滑為大多數國家的共同趨勢。圖 3-3 顯示我國出生人口數已由1980年的41萬腰斬至2017年的19萬，而平均生育數也自1984年後低於人口替代水準的2.1人(1985年為1.88人)。另一方面，相較於日本以及OECD國家的平均生育數，我國生育數的減少趨勢更為明顯。1970年，我國生育數為4人，至2015年的1.175人，下滑幅度(2.8)高於OECD國家(1.1)以及日本(0.69)，如表3-5所示。

根據《World Population Review》(世界人口評論)，我國在2019年200個國家中的婦女生育率報告中，排名倒數第一，預估平均每個婦女僅生下1.218個孩子。

有鑑於當年出生人口為 15 年後之有效勞動人口，故台灣少子化迅速的結果將引發我國勞動人口短缺的隱憂

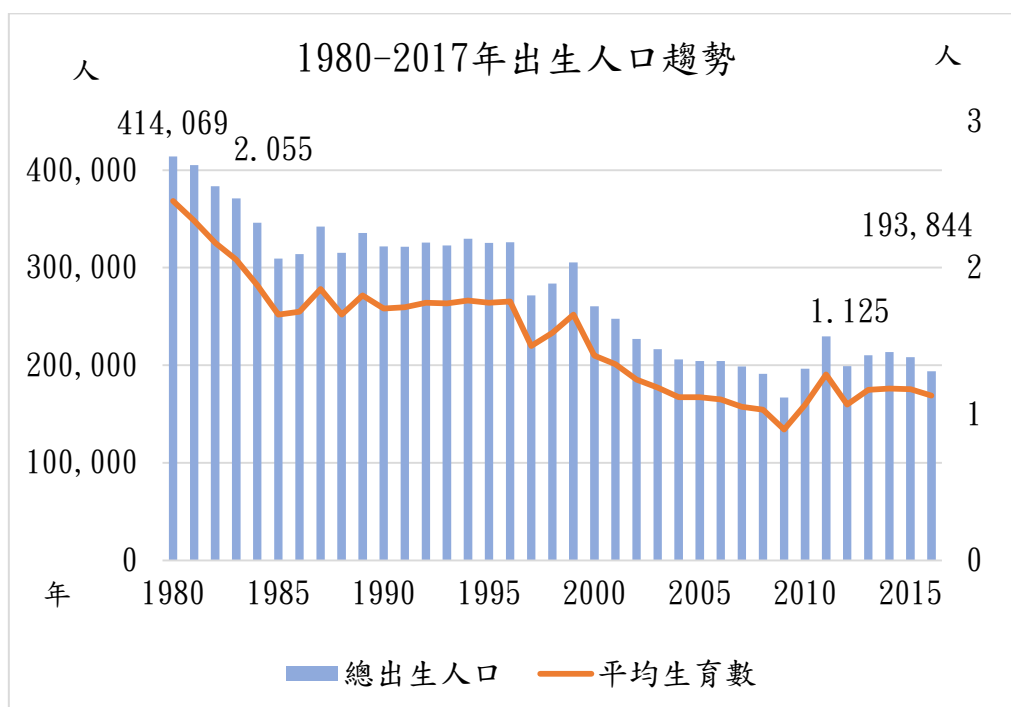


圖 3-3 1980-2017 年出生人口趨勢

資料來源：中華民國統計資訊網；圖：自行整理

表 3-5 各國總生育率率

單位：人

	1970	1983	2003	2015
OECD 國家平均	2.8	2.1	1.7	1.7
日本	2.14	1.8	1.29	1.45
台灣	4	2.17	1.235	1.175

資料來源：整理自《國家發展委員會》「我國少子女化對策計畫」(2018)、中華民國統計資料庫

3.2.4 研發技術表現優異

根據洛桑管理學院「2018年IMD世界競爭力年報」(IMD World Competitiveness Yearbook)以及瑞士世界經濟論壇(WEF)發表的「2018全球競爭力報告」，台灣在創新研發項目評比之研發人力、專利數目及研發支出等指標上皆有優異的表現。除此之外，WEF強調，各國「創新能力」普遍表現較差，惟德國、美國、瑞士和台

灣 4 個國家被稱是「超級創新國」(super innovators)，肯定了台灣在研發人力與資本上的優勢。

一般而言，研發支出與研發人才是促成一國技術水準與科技知識提高的重要因素，技術水準之提升不僅有助於提高生產效率以及產品附加價值，更能提高一國之競爭力，促進經濟成長。根據表 3-6 整理可看出，台灣在研發支出與支出占 GDP 比率的表現每十年間皆有成長的趨勢，且在科技部《政策研究指標資料庫》所統計的 45 個國家中，台灣研發支出佔 GDP 的排名自 1996 年第 12 名成長到 2016 年的第三名，顯示台灣致力於技術水準的提升。

表 3-6 1996、2006、2016 各年台灣研發技術之表現

	研發支出	研發支出佔 GDP 比率 (45 國中排名)	研發人才佔每千 就業人口比率 (44 國中排名)	專利數
單位	百萬美元	%	每千就業人口	公告核准件數
1996 年	6,157.61	1.72(12)	5.03(13)	29,469
2006 年	17,410.68	2.43(9)	9.41(7)	48,774
2016 年	32,820.81	3.16(3)	13.11(5)	76,406

資料來源：科技部《政策研究指標資料庫》的統計資料、經濟部智慧財產局統計；資料說明：「研發支出佔 GDP 比率」與「研發人才佔每千人就業人口比率」整理自科技部《政策研究指標資料庫》的統計資料，分母各別所比較的 45、44 個國家請參考：<https://pride.stpi.narl.org.tw/index/v3/indcountry/2>，且受限於 2017 及 2018 年資料的不完整，本表格僅比較 1996 至 2016 年間每十年的變化。

3.2.5 因應執政黨輪替與全球環保意識抬頭，能源政策難以達成共識

穩定的電力是經濟成長的主要動能之一，台灣用電量隨著經濟成長不斷提高，惟因自然資源匱乏，98%以上之能源原料仰賴進口。亦即若發生燃料供應短缺的情況，我國將面臨不可忽視的缺電、限電危機。例如：1970 年代爆發的兩次石油危機導致國際石油價格波動生產成本以及 2002 年曾因船期協調問題導致液化天然氣存量不足而對工業部門的限電。

台灣的主要發電結構可分別為火力發電、核能發電、再生能源發電與抽蓄水力發電，其中再生能源發電又可細分為太陽能、風力、水力、沼氣發電等。其中，火力發電為我國最主要的電力來源，但大量燃燒化石燃料造成空氣汙染等環境問題；其次，核能發電具有發電燃料成本低的優點，更是台灣的基載機組，提供台灣每日穩定發電量。然而，各國環保意識的抬頭以及對核廢料的疑慮，2016年蔡英文總統提出「2025非核家園」並積極推動再生能源發電的發展。2018年底，經濟部針對以「以核養綠」的公投結果，正式廢除電業法「核能發電設備於2025以前，全部停止運轉」條文。降低了台灣因綠能發電不足而阻礙經濟之成長的風險。

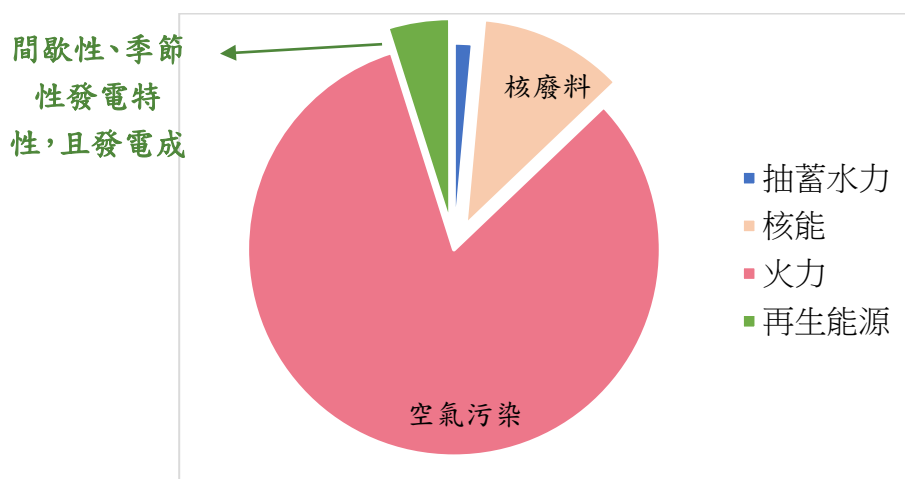


圖 3-4 2018 年台電系統發購電量結構

資料來源：台灣電力公司，圖：本研究整理

4. 研究方法

系統動態學(System Dynamics; 簡稱SD)是由麻省理工學院的 Jay W. Forrester 教授於 1950 年代後期根據管理系統的概念發展與創立(謝長宏, 1980); 1961 年 Forrester 出版專書《Industrial Dynamics》, 開啟此方法論的先驅, 將之首先應用於製造業; 1972 年 Meadows 等人發表《Limits to Growth》(成長的極限), 以系統動態學建立人口成長、自然資源與地球承載力的世界模型, 從長期發展趨勢警醒世人正視地球成長極限與永續社會之議題; 1990 年 Peter M. Senge 出版《The Fifth Discipline》(第五項修煉) 更進一步將系統動態學推廣至學習型組織領域, 強調以系統思考(Systems Thinking) 替代線性思考, 方能從複雜世界中釐清各變數之間的互動關係。

謝長宏(1980)認為系統動態學是以數學方法來表現系統複雜的正負回饋結構且互為因果的動態系統, 其中存在諸多不同的決策點, 各決策點依問題之現況產生行動, 行動再回饋產生新的決策, 形成一情報回饋系統。其目的為表現企業系

統動態行為，而非預測未來事件的發生；蕭志同等人（2016）更進一步說明系統動態學之目的乃透過描述系統行為建立系統結構，並從結構中找尋政策介入點，以四兩撥千斤之力改善系統結構之績效。

5. 質性模型建構

本章節以系統動態學為方法，找出四個影響台灣經濟成的關鍵環路，分別為總人口與勞動人口之因果環路、研發人才、資本累積與產出之因果關係圖、國民財富、政府預算餘額與 GDP 之因果關係圖以及電力消費、政府發電政策與投資之因果關係圖。最後試圖建構台灣經濟成長之整體因果環路圖，藉以瞭解期模型內的互動關係。

5.1 總人口數與勞動人口之因果關係圖

人口是國家的構成要素之一，亦是社會經濟活動的主體。本研究參照《成長的極限》一書之世界人口模型建構出我國總人口數與勞動人口之因果關係。圖 5-1 顯示，出生人口受到出生率影響，而增加對總人口數的累積，形成一個增強環路；另一方面，死亡人口受死亡率的影響，為總人口數的減項，形成一個調節環路。

本研究將適齡工作人口定義為「15-65 歲的可工作人口」，隱含出生人口受到時間滯延的影響，使得當期出生人口為十五年後之適齡工作人口。適齡工作人口受到勞動參與率的高低與有效勞動人口呈同方向成長，惟高等教育普及、教育年限提高，我國青少年進入勞動市場時機逐年提高，減少有效勞動人口的供給。除此之外，政府為彌補我國勞動人口之不足，自 1989 年起，引進外籍勞工人口以滿足企業勞動人口之需求，故外籍勞動人口之提升能增加我國有效勞動人口之供給。

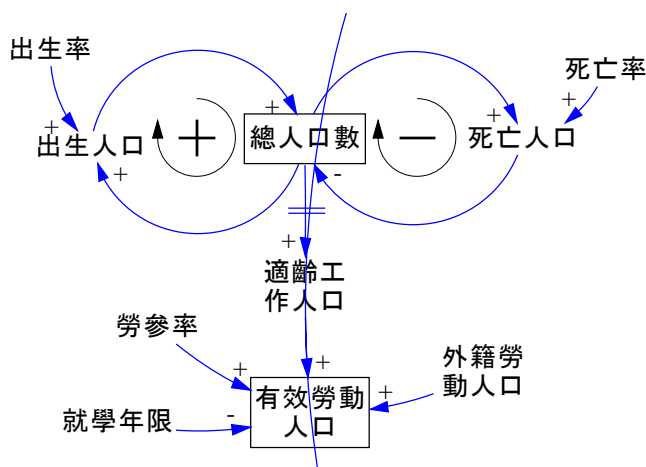


圖 1 總人口數與勞動人口之因果關係圖

5.2 研發人才、資本累積與產出之因果關係圖

資本為產出的重要投入要素之一。圖 2 可見資本餒機的增加會增加其產出，其產出的再投入會增加資本累積，形成一增強環路；另一方面，資本累積受其折舊的增加而減少，形成一調節環路。除了資本累積的再投入以外，有效勞動人口亦為生產函數之重要投入，意即勞動人口之投入會增加其工業產出。

此外，由 GDP 之生產面來看，產出會增加當期之 GDP。而由於研發支出佔 GDP 比率的影響，研發支出費用的增加，能有效提高研發能力，增加生產效率或產品之附加價值等，使得工業產值增加，進而提升 GDP 之成長，形成研發支出與 GDP 之間的增強環路。

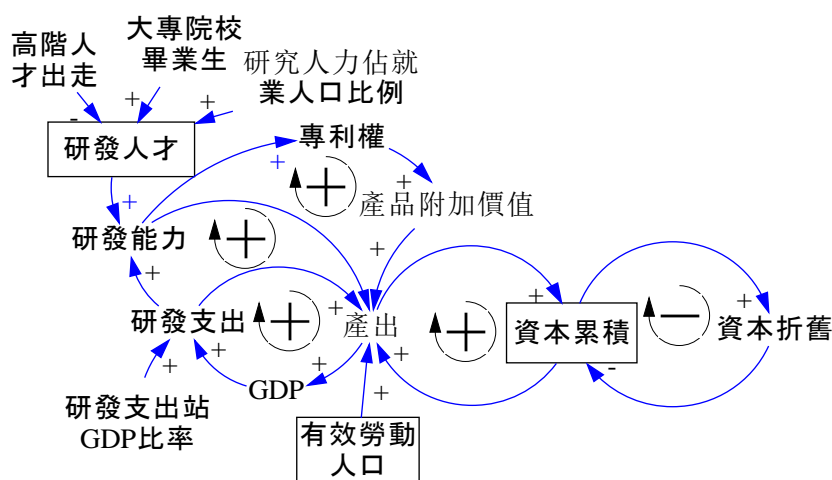


圖 2 研發人才、資本累積與產出之因果關係圖

5.3 國民財富、政府預算餘額與 GDP 之因果關係圖

一般而言，GDP 可增加一國之國民財富的累積，促使國民追求更好的生活品質而提高民間消費支出，又因民間消費支出可被歸類為 GDP 之消費面的計算，故民間消費的增加，促成 GDP 的成長，為一增強環路。另一方面，政府支出亦為 GDP 消費面之計算要素之一。GDP 的增加可提升政府稅收，提供政府部門進行政府支出，惟政府稅收不足以支撐政府支出時，政府部門會藉由舉債來彌補，而其舉債受到舉債上限的限制，能降低政府負債過高之風險。除此之外，出口是我國經濟成長所依賴的重要引擎，由於台灣出口占 GDP 比重大，故台灣國內生產毛額極易受國際景氣、兩岸經貿金額變動的影響。

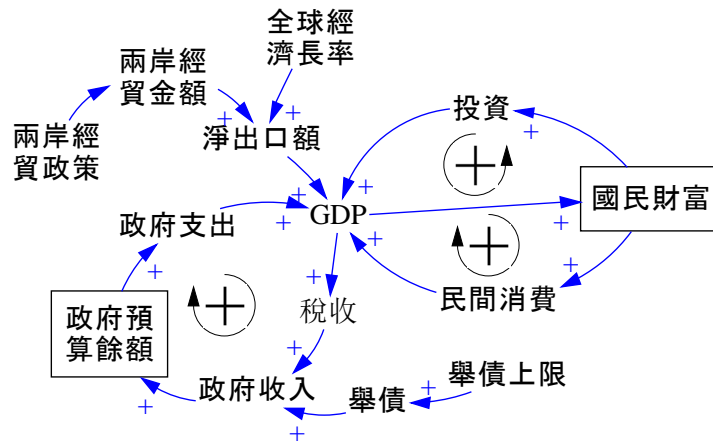


圖 3 國民財富、政府預算餘額與 GDP 之因果關係圖

5.4 電力消費、政府發電政策與投資之因果關係圖

一般而言，電力消費會隨著 GDP 成長不斷提高，進而增加對電力部門之再生能源發電裝置與非再生能源發電裝置的需求，使得電力部門的電力供給量提升，促進 GDP 的成長，形成一增強環路。另一方面，發電裝置發電量的增加使得電力部門產生的空氣污染以及核廢料疑慮的問題，促使政府訂定相關潔淨能源政策，藉由減少或除役非再生能源的發電裝置，例如：2016 年蔡英文政府宣佈「2025 非核家園」，計劃於 2025 年始核能發電廠全部除役。此舉可能引發電力供給減少，不利於我國經濟活動的發展。此外，隨著全球環保意識的覺醒，我國政府也加入推廣再生能源發電裝置建置的行列，例如：2016 由行政院推出的「太陽光電兩年推動計畫」等，以填補非再生發電裝置的發電量，提高電力供給並促進經濟活動的發展。惟再生能源發電具有季節性、間歇性等發電特性，不穩定的發電結果可能導致電力供給減少，進而影響台灣經濟活動的發展。

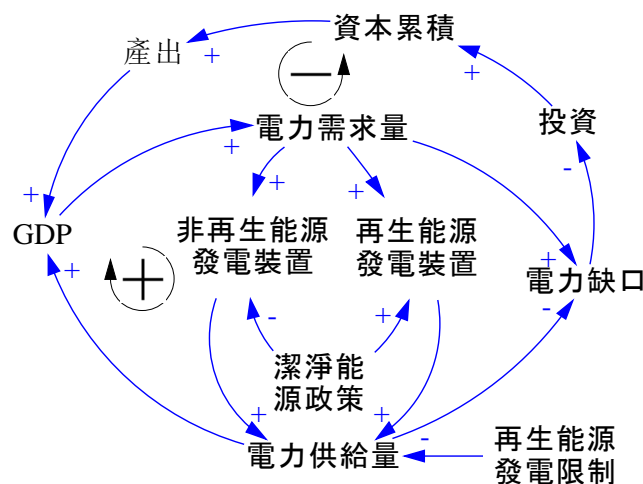


圖 4 電力消費、政府發電政策與投資之因果關係圖

5.5 台灣經濟成長之整體因果環路圖

本研究建構台灣經濟成長之因果環路，其整體質性模型如圖 5 所示，由總人口數、研發人才、有效勞動人口、資本累積、國民財富及政府預算餘額這六個積量變數所組成。綜合上述幾個關鍵環路的說明可以了解，台灣經濟成長在勞動供給、研發支出、產出、電力消費及政府政策等因素的影響下，彼此環環相扣且互為因果，發展出複雜且動態的系統結構。

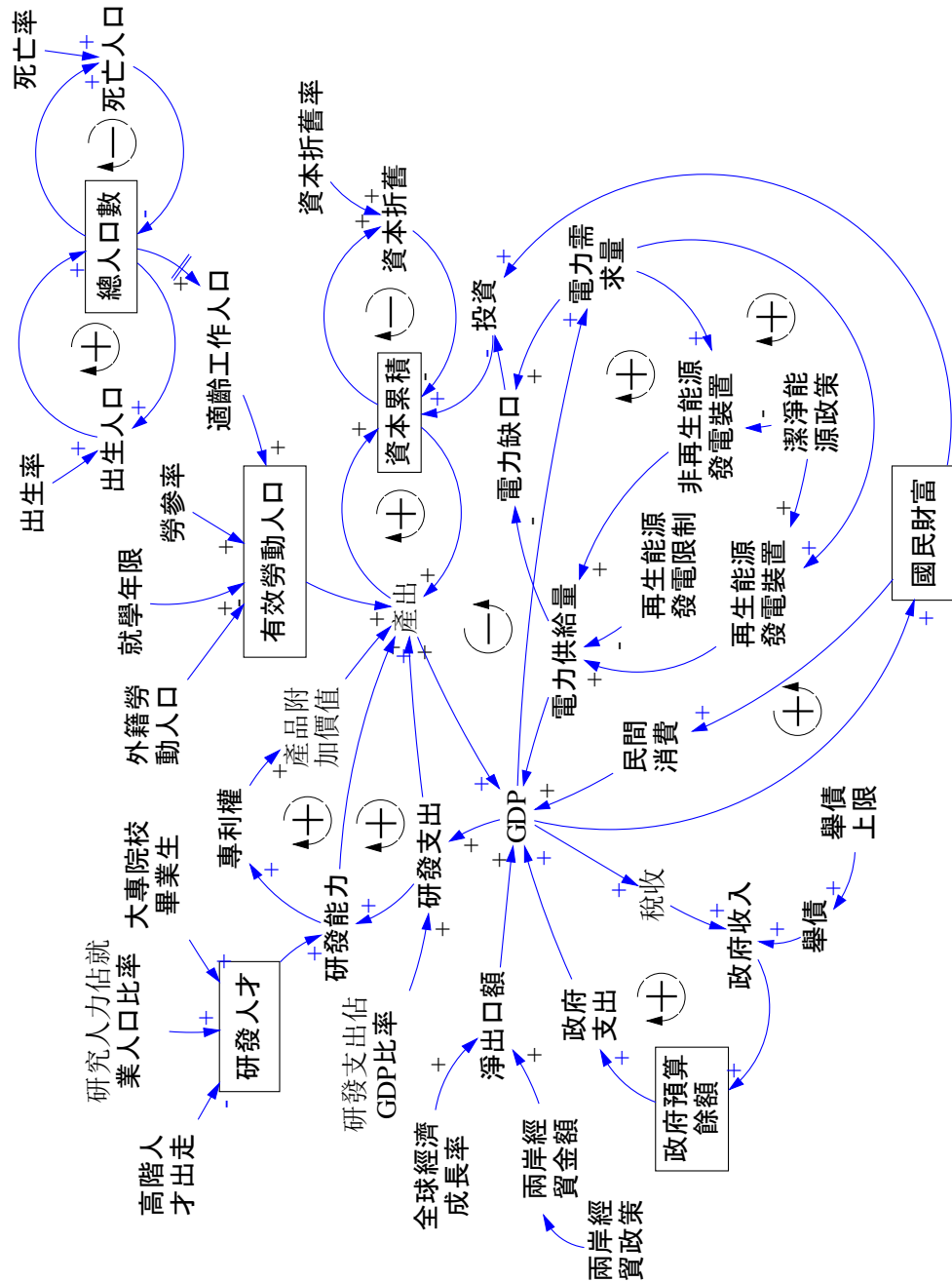


圖 5 台灣經濟成長之因果環路圖

6. 結論

台灣為一開放型經濟體，以出口貿易為導向。1980 年，在政府的扶持下，竹科設立，開啟台灣邁向高科技產業的里程碑，台灣亦被納入國際分工體系中的重要一環。1990 年代，隨著我國勞動、土地等生產成本的提升，台商開始進行海外的佈局，開啟台灣接單、海外生產的分工模式。2000 年在全球化的浪潮下，國際間紛紛組成國際性、地域性等多邊或雙邊的貿易組織，藉由零關稅等手段達到自由貿易的目的，促進國家之出口貿易與經濟成長。

台灣經濟的發展是一個複雜且動態的過程，各變數間環環相扣且互為因果。本研究以系統動態學為方法，探討台灣 1980 年迄今整體經濟的發展歷程，從台灣勞動人口、產出、技術累積與能源供需等要素歸納出台灣經濟成長的重要特性。研究發現，台灣經濟成長之因果環路中包括六個積量變數及四個關鍵因果環路，前者分別為總人口數、研發人才、有效勞動人口、資本累積、國民財富及政府預算餘額；後者則包含勞動人口、產出與其投入要素，以及電力消費等的因果環路。最後則藉由台灣經濟成長之整體因果環路圖瞭解其變數間的因果互動關係。

參考文獻

中文部分

- 王怡舜、湯宗益(2000)，「企業總體經濟環境決策支援之研究以系統動力學為建模方法」，Nov 2000, 中華管理評論, Vol.3, No.4, pp.67~82
- 行政院經濟革新委員會(1985)，「行政院經濟革新委員會報告書」
- 行政院經濟建設委員會(2012)，「中華民國 2012 年至 2060 年口推估」
- 吳惠林、王素彎(2001)，「外籍勞工在台灣的趨勢、經濟關連與政策」，人口學刊第 22 期，pp.49-70
- 李誠(2015)，「人口老化、『晚近早出』與台灣勞動供給問題」，選自《于宗先院士及台灣經濟發展政策》，中央研究院經濟研究所
- 邱正雄(2012)，「台灣經濟發展與財經政策的關係」，參考網址：http://www.isu.edu.tw/upload/82201/32/news/postfile_51662.pdf
- 高一中譯(2007)，《成長的極限:三十週年增訂版》，城邦文化事業股份有限公司臉譜出版。譯自：Donella Meadows, Jorgen Randers, Dennis Meadows(2004). Limits to Growth: The 30-Year Update.
- 馬信行(2005)「國際競爭力之比較對教育政策之啟示：以台灣為例」，教育政策論壇，8(1)，25-42
- 林受得(2006)，「電力消費與經濟成長之因果關係：台灣實證研究」，國立中興大學應用經濟學系碩士論文
- 林師模(2015)「資源利用模型更新維護及政策模擬分析」，國家發委員會委託項目
- 郭進隆譯(1994)，《第五項修練》，台北:天下遠見出版有限公司。譯自 Senge, P. M. (1990). The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization.
- 夏樂生(2006)，「論大陸經貿政策演變及影響—從『戒急用忍』、『積極開放、有效管理』到『積極管理、有效開放』」，展望與探索月刊，第 4 卷第 3 期
- 許振明(2007 年)，「金融發展在經濟成長中的角色—台灣與韓國的實證研究」
- 孫岩(2003)，「關於加入 WTO 後兩岸經貿關係中建立經濟合作機制的探討」，北京大學國際關係學院，資料來源：
ct100.chihlee.edu.tw/ezfiles/11/1011/img/107/paper5_05.doc
- 陳惠薇(2013)，「我國經濟自由化之探討」，國家發展委員會，經濟研究第 13 期
- 陳美瑜(1993)，「台灣工業資本存量之推估研究—多項基年模型之應用」，文化大學經濟學研究所，碩士論文
- 張景淳(2012)「我國電力供需平衡策略之權衡分析」國立成功大學資源工程研

究所碩士論文

張恩瑜 (2011), 「生產要素與經濟發展的關係—以高競爭力國家為例」, 國立師範大學科技應用與人力資發展學系碩士論文

國家發展委員會(2018), 「我國少子女化對策計畫」, 參考網

址: [file:///C:/Users/User/Downloads/%E6%A0%B8%E5%AE%9A%E6%9C%AC-%E6%88%91%E5%9C%8B%E5%B0%91%E5%AD%90%E5%A5%B3%E5%8C%96%E5%B0%8D%E7%AD%96%E8%A8%88%E7%95%AB\(107%E5%B9%B4-111%E5%B9%B4\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/%E6%A0%B8%E5%AE%9A%E6%9C%AC-%E6%88%91%E5%9C%8B%E5%B0%91%E5%AD%90%E5%A5%B3%E5%8C%96%E5%B0%8D%E7%AD%96%E8%A8%88%E7%95%AB(107%E5%B9%B4-111%E5%B9%B4).pdf)

葉惠娟 (2005), 「影響台灣經濟成長之關鍵因素分析」, 中華大學經營管理研究所碩士論文

經濟部 (2011 年), 《荏苒流光: 中華民國百年經濟發展》

蔡明均(2007), 「外籍勞工對台灣經濟成長的影響—人口經濟學的分析」, 南華大學經濟學研究所碩士論文

鄭雁馨(2017), 「少而精的勞動力: 老化社會人口教育結構的重要性」, 《未竟的奇蹟: 轉型中的台灣經濟與社會》, 中央研究院社會研究所, pp. 190-223

劉炳欽(2007), 「金融發展指標與經濟成長關聯性之比較研究-以印度與台灣實證為例」, 國立成功大學高階管理碩士在職專班碩士論文

屠益民、張良政(2010), 《系統動力學: 理論與應用》, 台北: 智勝文化事業有限公司

謝長宏(1980), 《系統動態學-理論、方法與應用》, 台北: 中興管理顧問公司

蕭志同、戴俞萱、柳淑芬(2010), 《決策分析與模擬: 組織機構與企業產業發展的途徑》, 台北: 東華書局。

英文部分

Abramovitz, M. (1989). *Thinking about Growth*, Cambridge University Press, Cambridge.

Ahmad, S., Tahar, R. M., Muhammad-Sukki, F., Munir, A. B., Rahim, R. A., 2016, "Application of system dynamics approach in electricity sector modelling: a review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 56, pp. 29-37.

Anna Grobel-Kijanka (2016) . *Application of Dynamical Systems Method in Modeling and Computer Simulation of Economic Growth*. Faculty of Management, Finance and Computer Science. The School of Banking and Management in Krakow

Coyle, R. G. (1996), *System Dynamic Modeling-A Practice Approach*, Chapman & Hall.

Jay W. Forrester, Nathaniel J. Mass and Charles J. Ryan (1976) , *The System Dynamics National Model: Understanding Social-Economic Behavior and Policy Alternatives*.

Lucas, R. E. (1988), On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, 21(1), 3-42

Sterman, J. D. (2000), *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, McGraw-Hill.

Taiwan's Economic Growth Model: A Perspective of Systems Thinking

Chih-Tung Hsiao ⁴

Chung-Shu Liu ⁵

Yu-Ling Chen ⁶

Abstract

Economic growth is the goal pursued by all countries in the world. The gross domestic product (GDP) represents the economic power and scale of a country, and the growth of GDP means the improvement of national income and the quality of life. The development of a country's economic system is influenced by its historical background, industrial policies, opportunities for development, and the production factors of labor, technology and energy supply, which is a complex and dynamic process. Hence, this study adopted system dynamics (SD) approach to explore the development of Taiwan's economic growth. We explore the development process of Taiwan's economic growth from 1980 to the present which is divided into four periods: First, the period of economic liberalization. Second, the period of cross-strait interaction. Third, the adjustment period of economic and trade tie after joining WTO. Last, the period of financial tsunami and the trade dispute between U.S. and China. Accordingly, this study constructs the system structure of Taiwan's economic growth to explore its dynamic changing process.

Keywords: system dynamics, economic growth,

⁴Professor, Department of Economics, Tunghai University, No. 1727, Sec. 4, Xitun Dist., Taiwan Boulevard, Taichung, Taiwan 40704 R.O.C., Tel: 04-23590121 #36100, E-mail: cthsiao@thu.edu.tw

⁵Associate Professor, Department of Economics, Tunghai University, No. 1727, Sec. 4, Xitun Dist., Taiwan Boulevard, Taichung, Taiwan 40704 R.O.C., Tel: 04-23590121 #36113, E-mail: liucs@thu.edu.tw

⁶Graduate Student, Department of Economics, Tunghai University, Tel: 04-23590121#36121, E-mail: g07520004@thu.edu.