

東海大學經濟學系

碩士論文

台灣自行車產業發展：系統動態模型

A System Dynamics Model of the Development of
the Bicycle Industry in Taiwan

指導教授： 劉仲戌 博士

蕭志同 博士

研究生： 林政毅 撰

中華民國 106 年 6 月

東海大學經濟學系碩士班

林政毅所撰之碩士論文

台灣自行車產業發展：系統動態模型

業經本委員會審議通過

論文口試委員會委員：

謝志同

王怡輝

王瑞德

劉仲成

論文指導教授：

謝志同

劉仲成

經濟系系主任：

胡惠玲

中華民國 106 年 4 月 10 日

台灣自行車產業發展：系統動態模型

摘要

早期台灣自行車產業以代工為主，原為世界自行車出口大國，在中國大陸與東南亞廠商以低生產成本的競爭下，國際廠商紛紛轉移訂單。台灣業者上述的壓力下開始往自有品牌發展，利用代工時期所累積的製造技術並結合自行車零組件產業鏈，且在研發機構、協力廠商間的合作之下，製造出高附加價值與高品質的自行車。事實上台灣自行車產業發展由代工走向自立品牌是一個複雜且動態的過程。本研究利用系統動態學方法論，探討台灣自行車產業之結構，以增加對該產業發展系統行為之瞭解。研究發現台灣自行車產業發展主要受到研發機構、成車廠商、零組件廠商與國外訂單等等因素的交互影響；本研究也對台灣自行車產業發展進行相關的決策模擬與討論。

關鍵字：自行車產業、產業發展、品牌價值、決策模擬、系統動態學

A System Dynamics Model of the Development of the Bicycle Industry in Taiwan

Abstract

In the early stage of development, Taiwan's bicycle industry depended on OEM (Original Equipment Manufacturer) orders, and once became the world's number one bicycle exporting country. However, under low-cost competition from mainland China and Southeast Asian countries, it suffered the loss of OEM orders. To mitigate the challenges of the low-cost competition, Taiwanese companies adopted strategies, including developing their own brands and moving to the high-end product manufacturing, to maintain their competitive edge. By using the experience from OEM and the cooperation between R&D institutions and partner firms, Taiwan's bicycle industry managed to produce high-end and high quality bicycles. In fact, the development of Taiwan's bicycle industry from OEM to OBM (own branding and manufacturing) is a complex and dynamic process. This study uses the system dynamics to explore the structure of the Taiwan bicycle industry to increase the understanding of the system behavior of the industry. It is found that the development of the bicycle industry in Taiwan is mainly influenced by the interaction between R & D institutions, car manufacturers, component manufacturers and foreign orders. In addition, different scenarios of key variables related the decision making are simulated and the implications of this model are also discussed.

Keywords: bicycle industry, industrial development, brand value, decision simulation,
system dynamics

誌謝

碩士論文的完成不但需要時間與知識的累積，也需要諸多貴人的提拔。首先要感謝劉仲戎老師與蕭志同老師在這兩年中的教導，在二位老師身上所學舉不勝舉，其中以「自覺」兩字最為關鍵，老師們給予政毅的教導與啟發學生沒齒難忘。口試委員王瑞德教授與王怡舜教授，對本論文有許多詳細的批評與指教，學生深感榮幸與感謝。感謝東海大學食品科學系的劉佳怡老師，在學生撰寫論文的期間給予許多建議與指教。曾經在政毅在學過程中有緣相遇的老師們，學生必也不忘諸位的教誨。

同門的正興學長、俊成學長、筠昕以及杏姿，共同討論的子閔、鎮宇，都在政毅學習的過程中給予全力的支持，能夠與各位相互成長實為有幸。感謝東海大學游泳校隊在我擔任隊長的一年中給予學習領導統御的機會，也感謝東海大學橄欖球隊陪伴我走過碩士班的時光，從運動中體會到即便身體素質較差，透過不斷地磨練最終也能夠受到肯定的道理。友情的陪伴也是我在學期間的重要精神支柱，感謝蓮妃、旻甫、鼎楓、韋呈、承懋、峻榕、書宇、映宇、孫華、品均、珉珈、鐘範、克達與何強的友情，政毅牢記在心。礙於篇幅，無法一一地感謝每位曾在這段歷程中協助與關心我的朋友，希望各位見諒。

如果可以，我希望將這篇論文獻給敬愛的雙親，藉由這次的機會向二位辛苦的長輩道謝，感謝忍耐我的倔強，也感謝尊重我的選擇。家對我而言一直是個安全的秘密基地，大姊與二姊對我的關愛只侷限在行動，雖然嘴上不說，但是感受卻是相當的強烈。無論過去、現在與未來有什麼樣的難關，相信我們會與往常一樣以一個家去面對並且度過它。然而，有許多話想要向身邊的親朋好友訴說，但是或許將沒講完的話放在心底，才能呈現這份情緒的美。

目錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	3
1.3 研究流程	4
1.4 論文架構	5
第二章 文獻探討與台灣自行車產業發展歷程、特性.....	6
2.1 台灣自行車產業研究相關文獻.....	6
2.2 台灣自行車產業發展歷程	8
2.3 產業特性	14
第三章 研究方法.....	18
3.1 系統動態學的發展與應用	18
3.2 系統動態學的研究步驟.....	19
3.3 系統動態學模式效度.....	20
3.4 系統動態學的符號說明.....	22
第四章 模型建構與結果分析.....	24
4.1 質性模型建構.....	24
4.2 量化模型建構.....	31
4.3 模擬結果與效度檢驗.....	37
4.4 情境模擬	40
第五章 結論與建議.....	44
5.1 結論.....	44
5.2 建議.....	45
參考文獻.....	47
附錄：動態方程式說明	49

圖目錄

圖 1-1：研究流程.....	4
圖 2-1：台灣自行車總產量歷史值.....	11
圖 4-1：品牌價值、台灣品牌成車訂單與資金因果環路.....	25
圖 4-2：整車製造與設計能力、產能與代工訂單因果環路.....	27
圖 4-3：台灣自行車零件因果環路.....	28
圖 4-4：台灣自行車產業發展之因果環路.....	30
圖 4-5：整車製造與設計能力積量之動態流程圖.....	33
圖 4-6：品牌價值積量之動態流程圖.....	34
圖 4-7：產能積量之動態流程圖.....	35
圖 4-8：台灣自行車成車動態流程圖.....	36
圖 4-9：台灣自行車總產量歷史值與品牌、代工及其總產量模擬.....	38
圖 4-10：品牌價值歷史值與模擬值.....	39
圖 4-11：整車製造與設計能力模擬值.....	40
圖 4-12：行銷支出上升對品牌價值累積之情境模擬.....	41
圖 4-13：研發支出上升對整車設計與製造能力累積之情境模擬.....	42
圖 4-14：平均成車製造成本上升對品牌成車平均單價之衝擊.....	43

表目錄

表 3-1：效度的解釋	20
表 3-2：系統動態學的符號說明	22
表 4-1：整車製造與設計能力層級表	32



第一章 緒論

1.1 研究動機

自行車在日據時期引入台灣，因為價格昂貴被視為是炫耀財。在二次世界大戰之後自行車逐漸普及化，為了供應內需市場的需求，零組件廠商紛紛開始成立，台灣自行車產業也就此開始萌芽。當時政府為了支持國內剛起步的零組件廠商，也實施進口替代的政策進行保護，進一步促使了產業的發展。在 1972 年的第一次能源危機爆發後，因為石油價格上升帶動美國興起節能的通勤方式，自行車因此受到歡迎，美國自行車內需市場擴增，台灣廠商因為能夠及時反應而受惠，暴增的出口量帶領台灣自行車產業進入出口擴張的階段。但為了避免受到國外廠商的牽制，台灣代工大廠的巨大機械與美利達分別於 1981 年及 1982 年創立自有品牌，在擁有自有品牌之後，果然面臨到的是全球自行車產業的劇烈變動；低生產成本的驅使之下，台灣自行車廠商面臨到廠商出走與國外廠商搶單的問題，為了避免廠商過度外移出現空洞化，國內廠商於 2002 年自組交流平台 A-Team 維持競爭力，並致力於推廣自行車的騎乘文化以推廣台灣自行車市場。

台灣因內需市場有限，自行車廠商大多為以出口為主，在產業發展歷程中經歷新興國家廠商搶單與廠商外移雙重威脅，所面臨的是全球廠商的競爭。在面對以中國大陸為首的廠商以低生產成本搶單，台灣業者以創立自有品牌開拓國際市場因應；而在面對國內生產成本上升而外移之時，台灣業者組成交流平台以保留完整的產業鏈。台灣廠商以代工時期所累積的生產技術與經驗，透過政府政策與

協力廠商之間的配合，以生產高品質及高附加價值自行車為目標，致力拓展世界的高階自行車市場，發展自有品牌脫離國外廠商的牽制。

台灣廠商已經無法與中國大陸相較廉價的勞動力，在價格上及生產規模上競爭，但台灣自行車在國際間依然保有一席之地。產業的轉型在上下游廠商、品牌公司與政府機關之間的合作下有了豐碩的成果，然而產業的波動瞬息萬變，未來發展受到許多因素的影響。如此複雜且動態的過程，需要藉由系統性的思考與全盤的觀點來進行分析。因此本研究利用系統動態學 (System Dynamics) 方法論，探討台灣自行車產業之結構，以增加對該產業發展行為之瞭解，探討出產業發展的因果回饋環路模型，並對該系統結構進行情境模擬。



1.2 研究目的

在全球化的競爭之下的自行車產業所要面對的是既複雜且動態的環境變動。

本研究主要有下列目的：

1. 歸納自行車產業的一般特性與台灣自行車產業的特性為何。
2. 研究台灣自行車產業發展的系統結構，以了解該產業發展的系統行為。
3. 探討台灣自行車產業發展未來的趨勢；並進行情境模擬且提出結論與建議。



1.3 研究流程

根據研究目的，本研究首先界定議題，然後蒐集相關資料了解產業發展歷程，利用系統動態學為研究方法，歸納出自行車產業的一般性與台灣自行車產業的特殊性，透過群體建模法 (Group Model Building) 建構質性與量化模型，預設企業政策改變時進行情境模擬，最後提出結論與建議。本論文之研究流程，如圖 1-1：

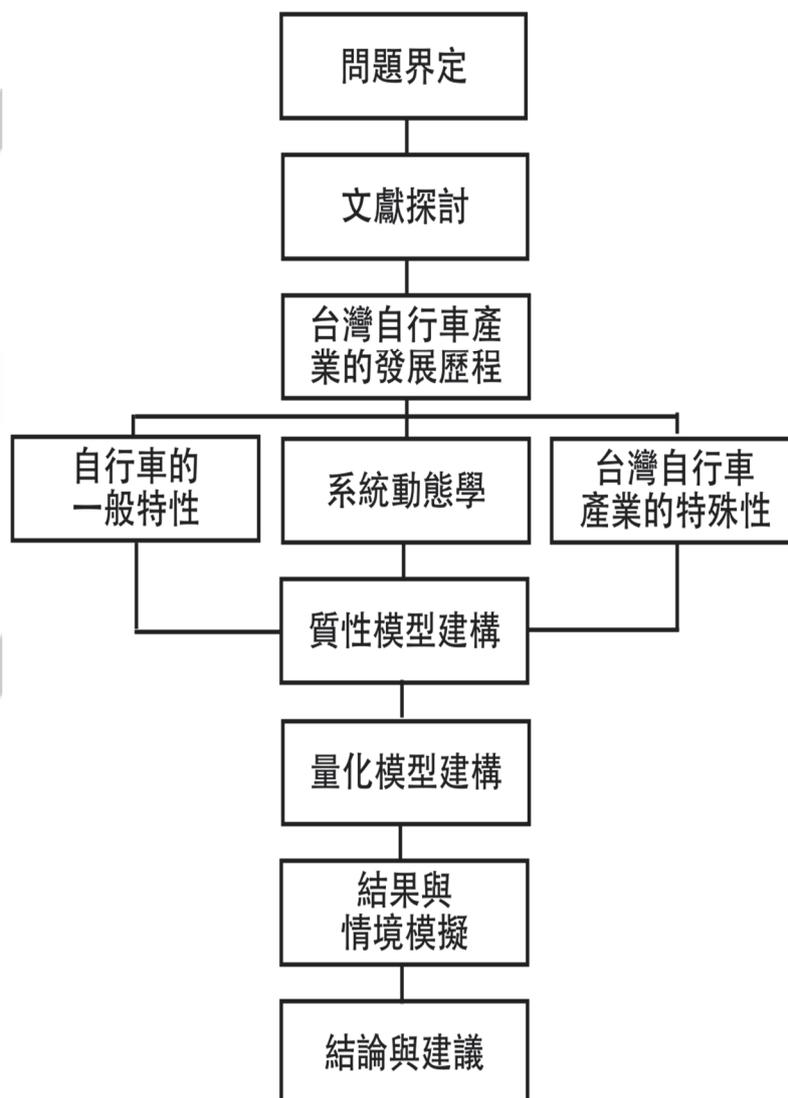


圖 1-1 研究流程

1.4 論文架構

本研究以台灣自行車產業為研究對象，嘗試建立其成車與零組件廠商的 SD 量化模型，並作情境模擬。論文共分為五個章節：第一章緒論，主要陳述研究動機、研究目的、研究流程與論文架構。第二章文獻探討與台灣自行車產業發展歷程、特性，分為兩個部分，第一個部分為台灣自行車發展歷程；第二個部分為依據文獻歸納出台灣自行車產業的特性。第三章研究方法，介紹系統動態學的發展與應用、研究步驟、效度檢驗、符號說明。第四章模型建構與結果分析，包括質性模型與量化模型的建構及方程式的說明，並分析模擬結果。第五章結論與建議。



第二章 文獻探討與台灣自行車產業發展歷程、特性

本章分為三個部分，在第一部分回顧台灣自行車產業研究相關文獻，以台灣自行車發展歷程、市場結構，並且以台灣、日本及韓國自行車產業比較作為重點。第二部分是台灣自行車發展歷程的文獻回顧。第三部分歸納出自行車產業的一般特性與台灣自行車產業的特性。

2.1 台灣自行車產業研究相關文獻

瞿宛文與李佳靜 (1999) 指出自行車產業分為兩大類：成車與零組件兩類，認為自行車成車需要的各式零組件有不同的差異，各有特定的材料與生產技術，生產上也都具有個別的規模經濟。早期日本與台灣相同，成車廠進行整車組裝，除車架自行生產，其它零件由零件廠供應。零組件廠多半是獨立的專業化 (Specialized) 廠商供應，與成車廠有長期供應關係。台灣的零組件廠商多半是中小企業，構成的網絡而降低市場的交易成本。若與產業條件與台灣相近的南韓做比較，兩國一樣經過進口替代與出口擴張階段，但是不同於台灣，南韓成車廠沒有完善的零組件廠商而無法擴張，零組件廠因成車廠需求未達到範疇經濟而發展不完善，由此可知在發展自行車產業的同時需要完整的產業鏈維持發展。

許正和、邱創勳 (2007) 將台灣自行車產業分為日據時期、進口替代、出口擴張、建立品牌的國際化佈局與產業國際化階段；並敘述歷年來政府對於自行車產業的政策，作者指出 1972 年為政策的分水嶺，1972 年以前政府對在扶植如同自行車產業這樣勞力密集且以中小企業為主的產業的介入，相較對民生產業的介入要

來的低，然而在自行車出口受挫時，政府協助制定產品規格、管制出口品質、補貼研發與共同研發都是推動產業發展關鍵的政策。

2008 年林靜宜以台灣巨大機械的捷安特 (Giant) 品牌為研究主軸，探討巨大機械公司由早期代工至創立國際品牌與通路的發展史，提出捷安特品牌發展三階段。早期的「自創品牌」由 1986 年至 1992 年止，為了避免與美國客戶衝突，捷安特選擇歐洲為國際化的第一站，透過設立在當地的子公司學習專業技術 (Know-how)，並在自行車開發與行銷做改進。中期的「全球經營」由 1992 年至 2002 年間，在低生產成本與廣大內需市場的吸引下，巨大機械在中國建立生產基地與推廣自有品牌，並利用兩岸分工提升整體競爭力。巨大機械在 2002 年創立 A-Team 後開始進入全球運籌的階段，建立了貫穿研發、採購、生產、製造、業務、行銷、品牌、通路、售後服務與營運管理、財務管理的「完整價值鏈」。有效地整合價值鏈，使得巨大機械得以發揮最大競爭優勢。

吳佩珊 (2010) 以產業經濟學中的「結構-行為-績效」(SCP) 理論，探討台灣自行車產業之市場結構、廠商行為與營運績效。發現台灣自行車產業逐漸傾向高度集中市場，而市場的集中度也有上升的趨勢，為滿足消費者需求，廠商以創新的行銷手法與增加研發費用提高消費者對產品的接受度，作者建議業者建立網路商城與政府應多開闢自行車專用道，以提供民眾安全及休閒的自行車環境。

王維鈴 (2010) 則透過三個個案公司及一個策略聯盟組織的經營模式，以資料整理的方式，加上訪談紀錄，從生產、研發、發展品牌、行銷等角度做的分析。研究發現台灣業者製造出的自行車產品都屬高品質產品，業者的研發能力及品牌發展將會是影響自行車業者競爭的關鍵。發現自行車產業重視材料創新研發，特

別訴求輕量化、安全性與耐用性，與產品設計，設計上以降低風阻、減少材料、達成輕量化為目標。

日本學者野島剛探討巨大機械如何領導台灣自行車產業成為全球高級車供應重鎮的過程。同時討論為何台灣自行車產業在 1980 年代出口量、生產量相繼超越日本；其中也討論為何日本並沒有國際知名的自行車成車品牌。尤其當產業西進風行，台灣自行車面臨產業空洞化與大陸廠商低價競爭的雙重壓力之下，從台中代工起家的巨大機械帶頭與台灣供應鏈企業共組學習型平臺 A-Team，成為台灣自行車產業的領頭羊，也讓巨大機械躋身高價自行車之列。在歐洲地區，巨大機械的專業技術讓贊助車隊在環法賽中屢創佳績；在中國地區，巨大機械捨棄低價位自行車，全心打造高品質合理價的自行車；在日本地區，巨大機械積極開發新市場、發展自行車文化，超越日本成為產業龍頭 (野島剛，2013)。

2.2 台灣自行車產業發展歷程

在日據初期自行車被引入台灣，因日本「工業日本，農業台灣」的政策，當時的台灣並沒有任何自行車工業的基礎，也因為價格昂貴被視為炫耀財。1945 年日本戰敗後，台灣政府阻斷日本貿易三年，在開放與日本貿易之後，台灣廠商不敵大量進口的日本製零組件，造成廠商相繼離開自行車產業，也讓原本剛起步的產業鏈也逐漸瓦解 (蔡盈珠等，2010 年)。

2.2.1 第一階段進口替代 (1951-1969)

為了保護剛萌芽的自行車產業，政府採取進口替代政策使產業有成長的機會與空間。1951 年政府為保護剛起步的台灣自行車產業，開始管制自行車成車與零

組件進口。1952 年至 1954 年，政府為了輔佐自行車產業，成立四大組車廠 (飛虎、自由、福鹿、伍順)，但在沒有適當的管制下，小規模的「地下」工廠數量暴增，以生產粗劣的低價產品吸引消費者，造成惡性的低價競爭導致台灣消費者對四大自行車廠的需求減少，四大組車廠也在 1958 年至 1965 年間因為不敵市場的惡性競爭相繼退出自行車產業 (許正和等，2007)。

2.2.2 第二階段出口擴張與建立中衛體系 (1970-1985)

自 1970 年開始台灣自行車產業發展進入國際代工的階段，廠商出口許多的產品至美國市場，除了台製純手工的迷你自行車外，也有輕便的變速車。國外廠商下單的同時通常也會提供產品規格、生產藍圖或是供應零組件，甚至是協助建立生產流程、融資、經營、監督進度與品質等，藉由生產的「做中學」與下單廠商的協助，提升台灣自行車製造與設計能力與國際廠商競爭的能力。1972 年第一次能源危機爆發，美國興起節能與運動的風潮，自行車受到喜愛，促使美國國內自行車市場擴增，因成長速度過快使得美國國內生產無法滿足內需市場，而原本主要供給美國自行車的日本，卻因日圓升值及產能有限無法及時反應，台灣廠商因為能夠快速擴張產能並及時把握契機而受惠，出口量首次突破 100 萬台，成為全球第二大自行車出口國 (瞿宛文等，1999；野島剛，2013)。

1974 年至 1975 年間第一次能源危機解除，全球自行車市場需求量下降，美國與加拿大為保護本土業者，開始採取保護措施並控告台灣業者傾銷，隨之對台灣廠商課反傾銷稅與平衡稅，造成廠商成本上升影響台灣自行車出口。同時台灣出口的自行車，因產品品質不佳有安全疑慮等，構成負面評價，造成台灣業者逐漸退出加拿大市場。台灣大部分的地下工廠接連消失，廠商數由 100 多家縮減至 40

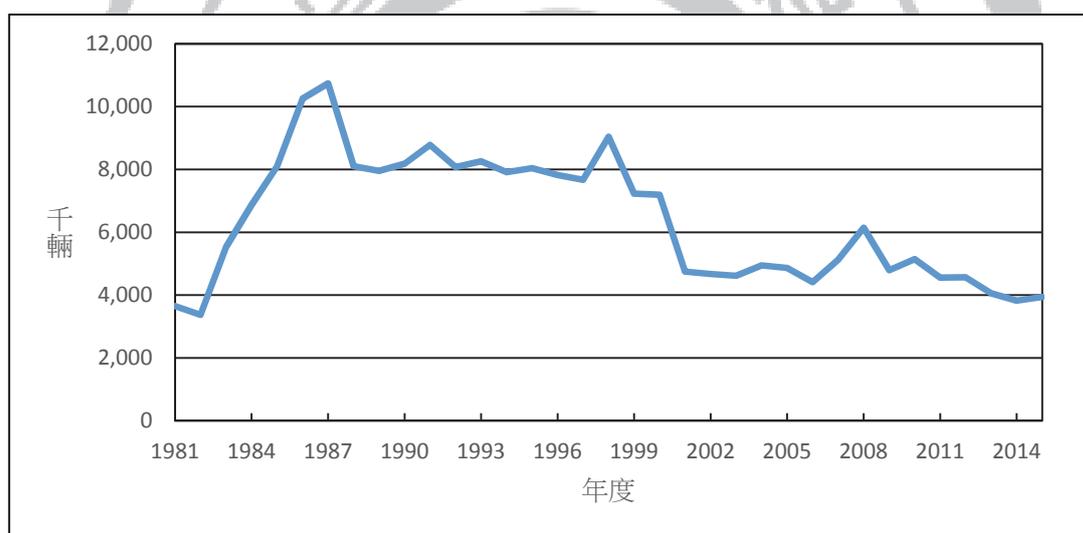
多家。為了提升產業競爭力，政府開始進行輔導工作，協助解決生產上的問題，如加工技術、製造方法、檢驗方法。相關業者於 1976 年組成「自行車製造委員會」，希望針對製造技術進行改良，達到將產品生產規格化、降低成本、品質改善與開拓外銷市場的目標 (瞿宛文等，1999；許正和等，2007；野島剛，2013)。

台灣自行車廠商對產品品質提升的計畫奏效，國外訂單開始回流，1980 年台灣自行車外銷量首次超越日本，成為全球第一的自行車「出口國」。1984 年經濟部工業局成立「中心衛星制度推動小組」，希望提高中心衛星工廠的生產能力，其中有五大中心衛星體系，分別是太平洋、巨大機械、旭光、太航、美利達，希望藉由中心衛星體系帶動台灣自行車產業，增強產業整體競爭力。隔年 1985 年，台灣自行車生產量達到 771 萬輛，外銷量達 744 萬輛，完整的產業鏈造就台灣成為世界第二大自行車「生產國」(野島剛，2013)。

2.2.3 第三階段開始建立自有品牌(1986-1991)

廠商了解到若侷限於代工，在廠商的規模擴張與未來將會受到限制，當時部分的台灣自行車廠商認為創立自有品牌為企業永續與多角化經營的下一步，為了避免與當時的合作夥伴有所衝突，台灣廠商選擇歐洲作為開拓品牌與第一個國際據點，而非競爭激烈的美國市場。以巨大機械與美利達公司為例，巨大機械在 1986 年前往荷蘭設立捷安特歐洲公司，並成立一條歐洲生產線，以在地化經營與運動行銷開始進入歐洲市場。同年，美利達以其品牌「Merida」在挪威首次銷售，並於 1988 年在德國設立美利達子公司 (林靜宜，2008)。

1987 年兩岸開始開放交流，同時因為台幣升值、工資上漲、勞力缺乏、勞動力價值觀念改變等，導致台灣自行車經營環境惡化，原有的價格優勢逐漸消失，台商開始將低價位、簡單型自行車外移至中國大陸或東南亞生產，在生產成本上漲與經濟環境的衝擊之下，台灣自行車生產量由 1987 年的一千萬輛減少至 1988 年的七百萬輛，如圖 2-1。造成台灣自行車產業由快速成長進入穩定成長，也面臨了產業轉型與升級的壓力。業者與工研院材料所共同開發出碳纖維自行車的量產方式，並於 1988 年開始量產外銷，碳纖維材料的量產使得台灣自行車產業脫離低附加價值的生產，開始朝向高附加價值的階段邁進。



資料來源：經濟部

圖 2-1：台灣自行車總產量歷史值

2.2.4 第四階段發展國際化 (1992-2001)

為提高國外廠商的接受度與維持穩定的產品品質，台灣廠商所使用的關鍵零組件多為進口產品，1992 年經濟部工業局與業者為了改善關鍵零組件進口依存度

過高的情況成立「自行車工業研究發展中心」，支援業者研發關鍵性技術與協助升級，促使台灣變速器產量僅次於日本為全球第二。同年巨大機械在上海與昆山設廠，而台灣的上游供應業者、日本的變速器大廠禧瑪諾 (Shimano) 也跟進，促使上海成為世界主要的自行車零組件生產地區之一，開始以「台灣接單，大陸生產」的方式進行產品製造與供應 (許正和等，2007；野島剛，2013)。

1996 年為了協助國內自行車業者轉型，經濟部核定了「自行車工業發展策略及措施」，透過各種獎勵措施協助自行車業者突破經營瓶頸。之後每年定期主辦「全球自行車設計比賽 (IBDC, International Bicycle Design Competition)」，除了可以鼓勵創新的創意，更可以將具有代表性的得獎作品從概念車轉為實體車，不但延伸出許多有助產業發展的各種研發技術，也增加台灣廠商在國際市場的曝光度，促進台灣廠商與國際之間的交流 (許正和等，2007)。

2000 年因美、歐等國自行車庫存過多加上全球產量過剩、全球經濟不景氣及台灣產業外移中國大陸等問題，促使台灣自行車產量與銷售量呈現衰退，為了確保在國際間的競爭力，台灣自行車產業面臨再一次的產業轉型 (瞿宛文等，1999)。

2.2.5 第五階段協同開發與加強行銷服務 (2002-2011)

為避免產業外移與國際競爭造成的產業空洞化，巨大機械與美利達為首的自行車廠商於 2002 年邀請 11 家零組件業者共組學習性組織 A-Team，希望透過團隊合作提升整體水準，藉由差異化策略提供高附加價值的創新型產品。自行車產業需要完善的產業鏈支持才能夠有整體產業的成長，產業聚落的組成也是台灣自行車產業所具有的優點之一，對成車廠或是零組件廠商而言，廠商間若能夠統籌有

限的資源並達到最大成效無論是對廠商或是產業都是有利的，A-Team 的成立即為一個資源平台的組成。

A-Team 提出三個階段的發展主軸：第一階段為 2003 年至 2005 年的「協同管理」，主要為強化所有成員的製造和運作、新產品開發的能力，並共同開發未來新產品流行趨勢的計劃。透過與全球專賣零售業者共同努力，並以合理的售價和利潤，開發創新價值與高品質的商品，經由緊密且高效率的供應服務體系運作，使得專賣零售商能超越其他通路具有更大的競爭優勢。2006 年至 2008 年為第二階段「協同開發」，輔導成員間資訊交換電子化與自動化、作業管理系統化、建置 A-Team 交換平台，目標是朝及時生產發展 (Just in time, JIT)。2009 年至 2011 年為第三階段「協同經營與行銷」，推動 A-Team 資訊交換平台、建置 A-Team 專用服務中心、與國際客戶接軌、持續提升品牌價值，促進會員車隊聯誼活動，建構台灣為自行車島 (A-team 網站，2016)。

2.2.6 第六階段推動台灣騎乘與文化台灣成為自行車島 (2012 至今)

台灣自行車廠商致力於將台灣建構成為自行車騎乘天堂，並擴大推廣本地市場(Home Market)之自行車騎乘文化，由 A-Team 的企業領導人一同騎乘各家零件所組成的自行車環島，揭開台灣自行車環島的風潮；另外的推動方式為公共自行車，廠商與政府連手推動城市的公共自行車除了能夠解決「最後一哩路」的交通問題，藉由共享的概念培養社會大眾騎乘自行車的習慣，已達到改善都市道路交通擁擠、環境污染及能源損耗目的。

2.3 產業特性

本研究藉由文獻探討與群體討論歸納出自行車產業的一般特性與台灣自行車產業的特殊性。

2.3.1 自行車產業的一般特性

本研究所列出的自行車產業的一般特性有五個，分別為：「產業以垂直分工為主」、「依賴完整的產業網絡」、「訴求輕量化、重視材料研發與產品設計」、「產品價格兩極化」與「高階產品的產品生命週期較短」。如下：

2.3.1.1 產業以垂直分工為主

自行車零組件標準化而無資產專用性，意味著市場的成本與風險會比內部組織要低。自行車零組件數量眾多也具有國際標準規格，儘管自行車車款、材質與技術不斷更新，自行車產業的基本架構卻沒有跟著潮流有重大改變，成本因素促使廠商不進行垂直整合，藉由國際的規格標準化，零組件廠商可以與多個組車廠進行交易以達到生產的規模經濟(瞿宛文等，1999)。

2.3.1.2 依賴完整的產業網絡

自行車產業若沒有完善的產業網絡可能會遇到成本面與供應面的問題，成車廠會因為沒有完善的零組件廠商而無法擴張，缺乏完整的零組件廠商在零組件的供給上可能會出現不穩或是成本上升的疑慮；若沒有完整的產業網絡之下，零組件廠可能因為成車廠需求未達到範疇經濟而發展不完善。當國內缺乏某部分關鍵零組件的時候，成車廠需以進口的方式取得，必須承擔關稅、他國出口與本國進口的限制；本國零組件出口亦然。具有完善的產業網絡不但可以促使廠商之間保

持既競爭又合作的關係，也可以使得上、下游廠商能夠相互溝通並且共同成長 (王維鈴，2010)。

2.3.1.3 訴求輕量化、重視材料研發與產品設計

自行車發展趨勢主要以輕量化、高安全性、功能性與耐用性為訴求。為了增加騎乘的舒適感與效率，自行車相關廠商不斷地將自行車的重量減輕，除了透過設計上的簡約之外，材料上的變化也是輕量化的重點之一，自行車車架所使用的材料由早期的鐵管進化到現在碳纖維，然而在追求輕量化的同時，相關廠商也需符合國際上對自行車安全程度的規範 (王維鈴，2010)。

2.3.1.4 產品價格兩極化

自行車的用途主要可以分為兩種，第一種為通勤用，在大部份開發中國家，如中國大陸、印度、越南等，自行車仍是當地人民的主要交通工具，使用的產品價格會較為平價。第二種為休閒運動用途，自行車在休閒運動風氣普遍盛行的國家發展為兼具運動、休閒等多重用途之運動健身器材。因此自行車因地域性與經濟發展之差異而有不同的用途及消費模式，造成各國消費者對於自行車產品的主要用途呈現差異化的現象 (許正和等，2007)。

2.3.1.5 高階產品的產品生命週期較短

早期自行車屬於代步工具，後來則發展為運動休閒用品，因此自行車成為極注重創意的流行運動商品，尤其在市場趨近於飽和的情況下，產品樣式更新快速，一般而言平均半年的時間廠商即會推出新車款，在車型設計或零組件上做小幅變化以爭取國際廠商之訂單 (許正和等，2007)。

2.3.2 台灣自行車產業的特殊性

本研究所探討出的台灣自行車產業的特殊性有四個，分別為：「產業初期以中小企業建立產業網絡」、「建立健全的中衛體系與產業聚落」、「出口導向為主」、「由低單價轉至高單價產品為主」與「國內廠商共組產業交流平台」。

2.3.2.1 產業初期以中小企業建立產業網絡

台灣早期在生產低價位自行車的時候，雖然當時有政府協助輔佐的四大組車廠，但是在未有適當的管制下許多中小規模的工廠數量暴增，美國國內自行車市場在 1972 年能源危機的時候暴增，台灣自行車產業卻因為有眾多的廠商能夠快速吸收大量訂單的關係而受惠 (林靜宜，2008)。

2.3.2.2 建立健全的中衛體系與產業聚落

台灣自行車產業可以分為成車業與零組件業，由於自行車產業分工細膩，每間廠商都會有各自的專業產品，核心的成車廠大多集中於台灣中部地區，相關零件廠分布於周邊造就完整的產業聚落，於是形成台灣五大的中衛體系為巨大機械、美利達、太平洋、旭光與航太，其中巨大機械為最大的中衛體系，透過中衛體系縮短製造時間、減少作業流程以達到效率的提升 (勞動部，2016)。

2.3.2.3 出口導向為主

全球自行車生產國以台灣、中國大陸、印度及美國為主要生產國，中國大陸、印度及美國的自行車市場以國內市場為主，台灣因國內市場小，國內廠商多以外銷為主，以成車廠而言外銷比重高達 95% 以上，就整體產業來看外銷比例亦有 70% 以上 (許正和等，2007)。

2.3.2.4 由低單價轉至高單價產品為主

在台灣工資上漲與世界經濟自由化的影響之下，為了維持台灣自行車在世界的地位，許多台灣廠商紛紛將部分生產線甚至是整個生產線外移至中國大陸及東南亞等生產成本較低的地區，只將高附加價值的生產線留在台灣生產（周立鼎，2006）。

2.3.2.5 國內廠商共組產業交流平台

在發展品牌成車與產品高級化的前提之下需要有完整產業鏈的支持，由捷安特與美利達所帶領上、下游廠商共組一個資訊交流平台 A-Team，目的是減少生產成本、庫存與加強相關廠商間技術交流及保留完整的產業供應鏈，將產業鏈留在台灣最重要的目的除了成本與品質考量之外，其中透過國內市場的廠商團結，也避免台灣廠商受其它地區的廠商牽制（A-Team 網站，2016；周立鼎，2006）。

第三章 研究方法

系統動態學是連結人的「心智模式」(Mental Model) 與「真實世界」(Real World)問題的橋梁，透過系統性的思考可以進一步了解複雜系統的本質問題。由於產業的發展是極為複雜且動態的，為了探討如此複雜且動態的過程，本研究使用具有系統性的思考與全盤的觀點來進行分析。藉由系統動態學 (System Dynamics) 探討台灣自行車產業之結構，以增加對本產業發展行為之了解 (蕭志同等，2010)。

3.1 系統動態學的發展與應用

系統動態學 (System Dynamics, SD) 又稱系統動力學，由美國麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 史隆 (Sloan) 管理學院教授 Jay W. Forrester 於 1960 年代所提出。依據管理系統的觀念所發展出來的系統管理模式，其背後概念結合資訊理論 (Information Theory)、伺服機構學 (Servo mechanism) 與控制學 (Cybernetics)，透過電腦模擬動態性複雜問題的工具。Forrester 於 1961 年出版應用於製造業的專書『產業動態學』(Industrial Dynamics)，且分別於 1969、1971 年將系統動態學分別應用在都市層次 (Urban Dynamics) 及世界層次 (World Dynamics) 的長期分析上。1972 年由 Meadows 等人的羅馬俱樂部 (Club of Rome) 運用系統動態學討論人口、工業化、污染、食物與資源消耗等五變數相互作用發表『成長的極限』(Limit to Growth) 一書，討論未來世界的發展。Forrester 於 1980 年發表有別於傳統經濟模型的國家經濟模型，1990 年 Peter M. Senge 為更進一步地將系統動態學應用到組織學習領域，發表『第五項修煉』(The Fifth Discipline) 一書。因此，系統動態

學在經過半個世紀之後，已成為一門成熟且有用的方法論 (蕭志同，2004；屠益民等，2010)。

系統動態學已被應用於各種不同領域，在現今的專業分工時代需要一個強調整體宏觀具有思維模式與系統性的思考方法，而這個方法在跳脫一般的線性思考模式，且考慮非線性的系統思維後，可以發現每個系統中的元素都是環環相扣互為因果的。系統行為的綜效也不易觀察其因果關係與評估，然而系統動態學則可有效處理上述的現象。

3.2 系統動態學的研究步驟

系統動態學是建立在整體觀的系統思考的前提下，進行問題的系統結構討論與研究，蕭志同 (2010) 認為 SD 方法論不在預測未來的準確性，而是深入思考整體系統的運作現象及其背後的結構，以進一步達到系統管理目的。

謝長宏 (1980) 將系統動態學分析步驟分為七階段：第一訂定目標，第二系統現況之說明，第三數學模式，第四模擬，第五闡述，第六系統修正與第七重複實驗。Coyle (1996) 分為五階段：第一問題認知，第二問題定義與系統描述，第三質性的分析，第四模型的模擬與第五策略測試與設計。

由上述可以了解，系統動態學是研究及管理複雜回饋系統的方法，強調的是宏觀的系統性思考，並且使用電腦對模型進行模擬與情境假設分析，分析過程嚴謹且結果具有解釋性。

3.3 系統動態學模式效度

模型在完成建構後需要通過效度的檢測，本研究整理國內外學者對系統動態學研究解果之效度的討論，以下為學者們對效度的解釋：

表 3-1：效度的解釋

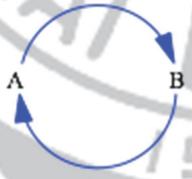
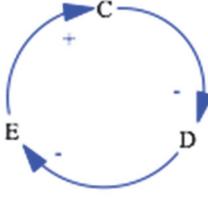
學者	發表年份	效度的解釋
Forrester	1961	Forrester 提出要一個具有效度的系統，要有定義合適的系統邊界，並且選擇適當的變數與變數量化，以及模式是否能夠幫助在現實系統中做決策，與模擬結果是否能夠表達真實世界的系統行為。
Hermann	1967	Hermann 提出五種效度：內部效度：模型內變數關係的穩定度。表面效度：模型結果與現實世界比較。變數與參數效度：模型中變數與參數與真實世界是否相似。事件效度：模型中產生的事件與真實世界是否呼應。假說效度：對假說給予檢定效度。
謝長宏	1980	謝長宏提出四點：模式變數間的結構關係與參數應該與真實世界有對應的關係。模式所操作的各種預估變化在真實系統也能對應操作。模式結構要與真實系統

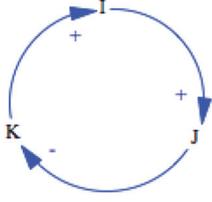
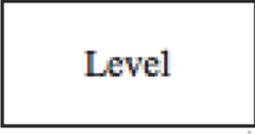
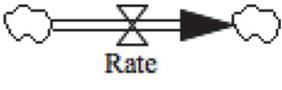
		相同。模式的輸出行為要與真實系統的行為具有相同的趨勢特性。
Forrester & Senge	1980	提出由結構的可信度判斷效度、模型行為與真實世界的相似度與模型政策分析所產生的影響，共 17 種的效度檢驗方式。
Barlas & Carpenter	1990	從哲學立場出發，尋找系統動態學在哲學上的基礎，認為系統動態學有別於一般傳統科學的分析法，是一個重視目的論與經驗論而產生的知識。也認為真實世界的複雜且不可分割是相對客觀而非絕對客觀的化約主義，效度的檢驗重視專家效度與有經驗豐富者進行檢驗。
Sterman	2000	整合 Forrester& Senge (1980) 的檢測方式提出：模型結構測試、單位一致性測試與參數驗證測試等 12 項測試方式測試該模型是否具備效度。
蕭志同	2016	系統動態學的系統模擬方法的主要觀念為差方 / 微方程式，每一個變數並非同步動態變化，變數間常存在著極為明確的時相 (Time phase) 關係，因為管理系統在本質上屬複雜的多元高階非線性系統，因此不宜使用統計效度檢定。

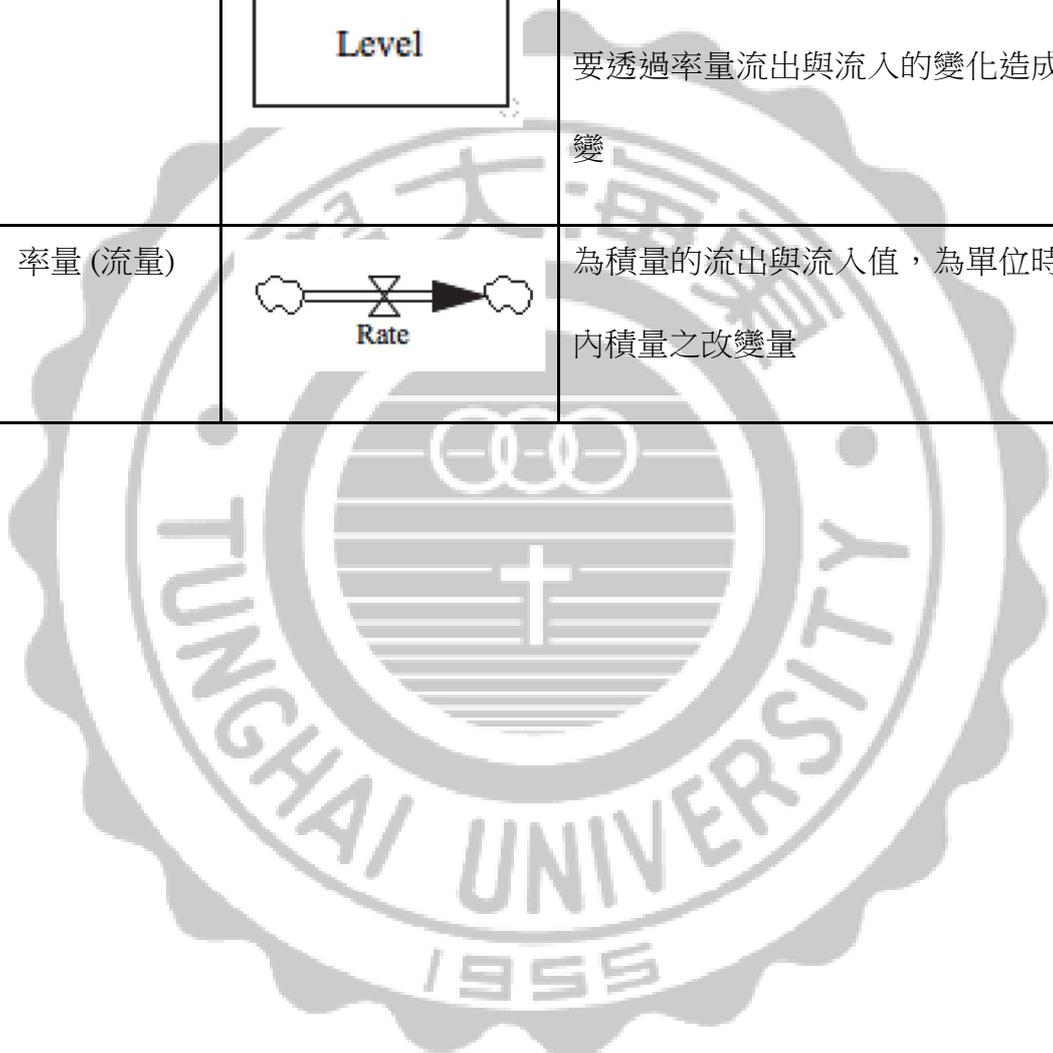
3.4 系統動態學的符號說明

以下為系統動態學常見的符號名稱、圖示及其說明，在初步了解之後，將有助於了解質性與量化模型的結構。

表 3-2：系統動態學的符號說明

名稱	符號	說明
因果關係鍵		A 變數與 B 變數具有因果關係
正性因果鍵		C 變數與 D 變數具有正相關
負性因果鍵		E 變數與 F 變數具有負相關
時間遞延		G 變數與 H 變數具有時間遞延
因果回饋環路		A 變數與 B 變數互為因果
正性回饋環路		環路有加強變動幅度的效果，會產生加強效果

負性回饋環路		環路有抑制變動的效果，會產生調節效果
積量 (存量)		某一時間實體或非實體累積狀態，主要透過率量流出與流入的變化造成改變
率量 (流量)		為積量的流出與流入值，為單位時間內積量之改變量



第四章 模型建構與結果分析

4.1 質性模型建構

本研究經由收集相關文獻、資料、歸納專家意見與群體討論 (Group model building) 後繪製出產業發展的因果回饋環路圖，探討台灣自行車產業之系統結構，確認變數間因果關係，以幫助對該產業的了解。

4.1.1 品牌價值累積因果關鍵環路

品牌價值 (Brand Value) 積量可藉由產品品質與功能及廠商行銷支出的增加而上升，價值的提升使得台灣自行車世界市佔率提升，在全球市場需求量、市佔率上升之下，會提高台灣品牌成車所取得的訂單數量，而廠商的產量將提高，促使廠商有更多的收入、獲利與資金的累積，如此就能夠進一步增加行銷支出的金額，以廣告行銷等方式持續累積品牌價值，形成一個正性環路。

行銷支出的增加會增加廠商成本，造成獲利與資金的減少，而回饋回來始的行銷支出金額下降，形成一個負性環路。廠商行銷支出增加使品牌價值積量上升，品牌價值與平均成車製造成本都會提升廠商的品牌成車平均單價，單價上升後廠商的收入上升，促使廠商獲利與資金增加，行銷支出的金額進一步提高，形成一個正性環路。

而品牌成車平均單價的上升會使得國際廠商的需求因為價格增加而減少訂單，訂單減少的情況下廠商的產量也下降，收入、獲利與資金減少，行銷支出金額下

降，促使品牌價值下滑，回饋之後進一步降低品牌成車平均單價，形成一個負性環路，如圖 4-1。

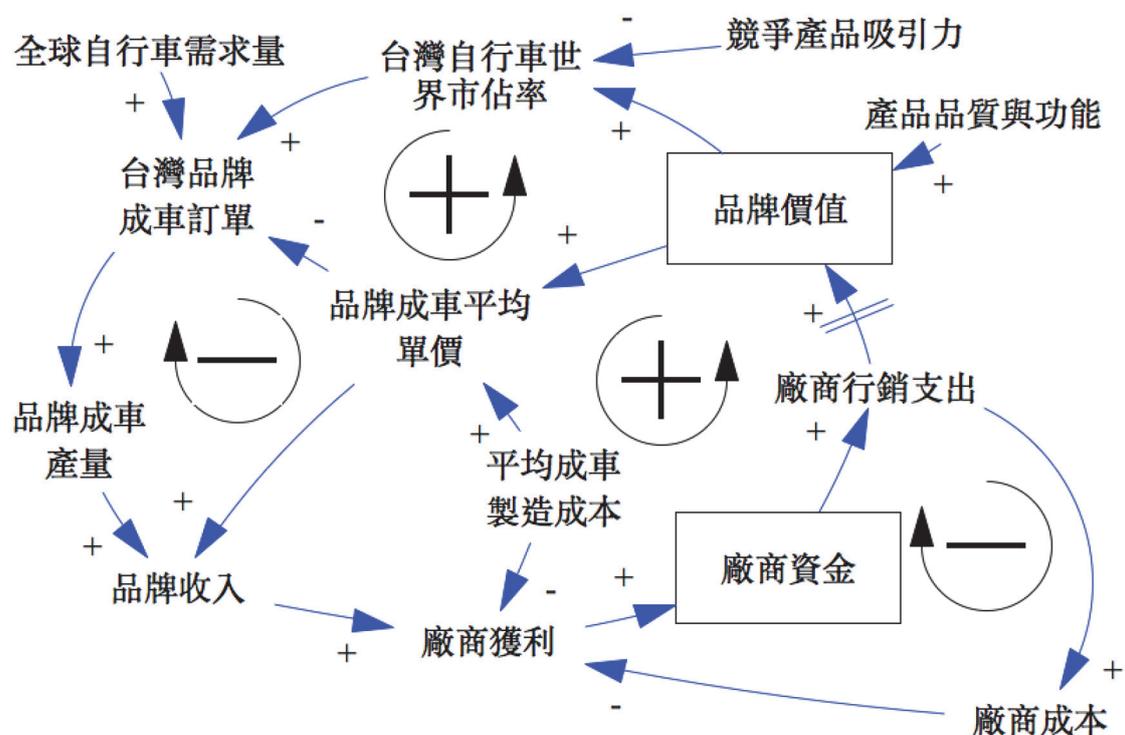


圖 4-1：品牌價值、台灣品牌成車訂單與資金因果環路

4.1.2 整車製造與設計能力累積關鍵環路

整車製造與設計能力藉由研發機構的技術移轉與廠商的研發投入進行累積，而自行車使用的零件品質直接影響所組成的成車品質，產品品質與功能提升後，代工單價將上升，廠商的代工收入增加，則獲利與資金增加，進而研發投入金額上升，在經過研發所需要的時間遞延之後，反應在整車製造與設計能力的上升，形成一個正性環路。

研發投入的增加也會使得成本上升，因此獲利與資金減少，進一步降低研發投入金額，形成一個負性環路。投入研發的金額增加促使整車製造與設計能力的上升，產品品質與功能上升，品質與功能性的上升使得台灣自行車在世界的市佔率上升，增加國際廠商對台灣的代工訂單數量，之後廠商的產量增加，收入、獲利與資金上升，能夠進一步投入研發，形成一個正性環路。另一方面，產品品質與功能性的提升使得廠商的產品代工單價上升，而國際廠商因此減少對台灣的訂單，同時造成產量減少，與收入、獲利與資金的下降，研發投入金額減少的情況之下，則整車製造與設計能力下滑，進而使得產品品質與功能下降，形成一個負性環路。

資金增加提高產能投資的金額，經過一段時間遞延之後會反應在產能的積量上，產能積量上升，產量若有足夠的需求，收入、獲利與資金提高，形成一個正性環路。另一方面，產能的投入也會造成成本的上升，成本增加促使獲利減少，減少資金，也會降低產能投資金額，形成一個負性環路，如圖4-2。

4.1.3 零組件製造與設計能力關鍵環路

自行車成車的品質受到零件品質直接的影響，台灣成車零組件的廠商，訂單來自代工與品牌成車，當訂單數量增加後，則廠商收入與獲利增加，獲利累積之後，資金的投入可以用來增強零組件廠商製造設計能力，促使零件的品質逐漸上升，形成一個正性環路。零件品質上升帶動了產品價格提升，價格的增加使得收入與獲利上升，且與資金形成正性的增強環路。然而研發投入則成本同時上升，使得獲利與資金減少，形成一個負性的調節環路，如圖4-3。

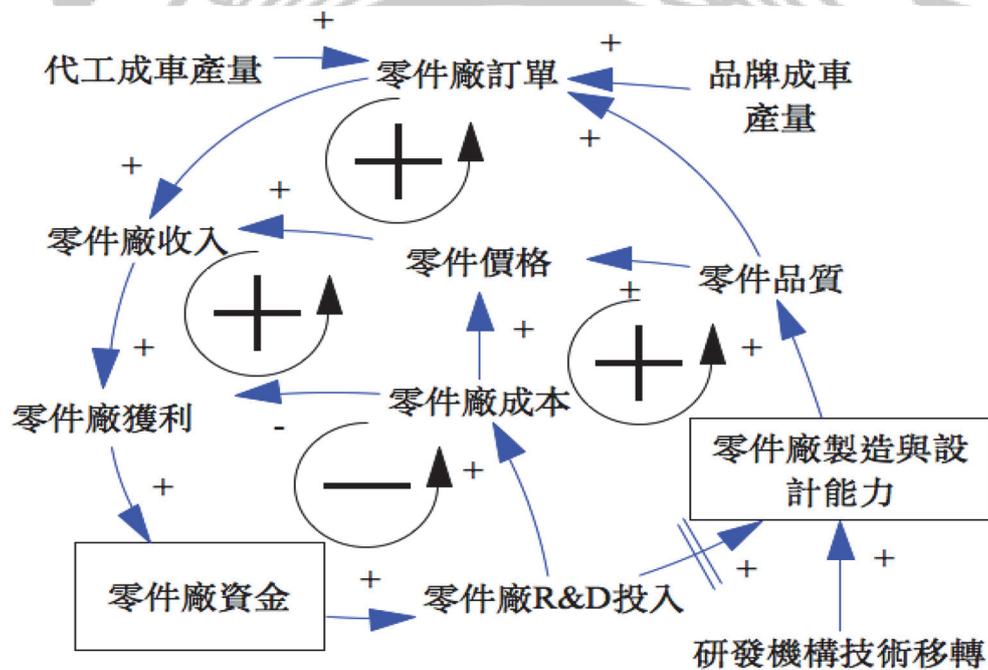


圖 4-3：台灣自行車零件因果環路

4.1.4 整體質性模型

本研究建構台灣自行車產業之因果環路，其整體質性模型如圖 4-4 所示，由品牌價值、廠商資金、整車製造與設計能力、廠商產能、零件廠資金與零件廠製造與設計能力這六個積量變數所組成。綜合上述的數個關鍵環路可以了解，台灣自行車產業發展在機構協助、品牌價值、研發投入、設計能力、國外廠商代工訂單、產能與資金等元素的影響之下，環環相扣，互為因果，發展出複雜且動態的系統結構。



4.2 量化模型建構

本部分根據上述的質性模型進行資料搜集，透過專家意見與群體討論繪製並進行量化模擬。由於研究時間有限，量化模型的部分著重在成車部分，在零組件廠商能夠充分支持成車組車廠的產量、品質與技術水準要求的前提下，討論台灣自行車產業中成車的整車製造與設計能力、品牌價值及產能等重要積量變數的累積。

台灣自行車產業於 1980 年代初期開始發展品牌，因自行車產業屬於傳統製造產業，尤其在台灣的自行車廠多以製造為主，在發展品牌之前仍然需要製造與研發技術上的累積與消費性電子產業不同，為了觀察台灣自行車產業所呈現的趨勢與其特徵，因此在本研究模擬的時間以 1981 年品牌創立的草創期為起始年開始至 2030 年，前後為期 50 年以了解系統行為的變化趨勢。

4.2.1 整車製造與設計能力動態方程式

整車製造與設計能力代表自行車廠的研發技術水準，參考成車售價與世界變速器大廠禧瑪諾 (Shimano) 對整套的變速器系統品級搭配為基礎，將其區別並且將之分為五個層級，如表 4-1，由高而低分別為「頂級競賽」、「專業訓練」、「專業入門」、「休閒」、「通勤」五級。以 0 到 1 為數值表示設計能力：大於 0 到 0.3 之間表示「通勤」層級，大於 0.3 到 0.4 之間表示「休閒」層級，大於 0.4 到 0.6 之間表示「專業入門」層級，大於 0.6 到 0.8 之間表示「專業訓練」層級，大於 0.8 到 1 之間表示零件已達「頂級競賽」層級：

表 4-1：整車製造與設計能力層級表

0.8 < 頂級競賽 ≤ 1
0.6 < 專業訓練 ≤ 0.8
0.4 < 專業入門 ≤ 0.6
0.3 < 休閒 ≤ 0.4
0 < 通勤 ≤ 0.3

來源：Shimano 網站與作者整理

根據經濟部技術處的分類，自行車分為高階自行車與低價自行車兩種，高階自行車的定義為單價 250 美金或 200 歐元以上的自行車。1981 年整車設計能力因台灣自有品牌依然在草創期，國內整車廠依然是以國際代工為主，台灣廠商所代工的自行車平均單價平均在 70 元美金以下，且以通勤車為主，因此將整車製造與設計能力設定為通勤車等級的中等層級 0.2。依據台灣兩大自行車品牌大廠捷安特與美利達的公開財務報告書，平均每年會以 2% 的營業收入投入至研發方面、2% 用於產能投資與 4% 投入至行銷方面，每年總支出為上述三個支出百分比的加總，佔營業收入的 8%，因此廠商研發投入佔總支出乘以 0.25，研發投入平均要在投入的四年過後開始回饋到整車製造與設計能力的累積上。

整車製造與設計能力增量的設定會因為達到不同階段而有不一樣的乘數，原因是要突破的技術難度會逐漸增強，本研究以三個不同的臨界點進行廠商研發投入對能力增量的乘數變化：0.25、0.6及0.9。在分級中0.2至0.3代表通勤車等級的製造能力，因此將第一個階段設定在0.2與0.3的中間值0.25，在達到0.25的時候廠商的研發投入對能力增加的效率開始下降。然而大於0.6至小於等於0.8的整車設計能力有別於代工與改款，需要的資金與技術投入達到另外一個水準，因此將第二的

階段設為0.6。整車製造與設計能力等級介於0至 1，1代表廠商的技術相對上是世界最頂尖的，台灣自行車的整車製造與設計能力幾十年來已逐漸累積接近但仍未達世界最先進技術水準，因此量化模型中製造與設計能力變數的參數設定的成長上限為0.9。

整車製造與設計能力的流失與淘汰有著與能力增量一樣不同的乘數變化，能力的流失主要是因為未提升的技術不符合當時的技術需求，在文獻探討中「專業訓練」層級需要一定的技術累積，如同在第二章的發展歷程所提到的，廠商會因為成本考量將部份或是整個生產線轉移到生產成本較低的地區，然而因為容易受到成本考量而轉移廠房的廠商所生產的產品多半以代工為主，因此在能力減量上以0.6做為能力減量的分水嶺。

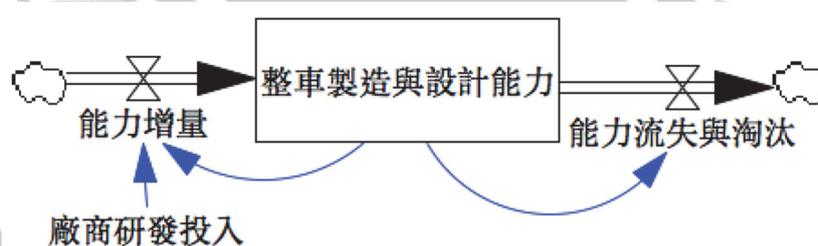


圖 4-5：整車製造與設計能力積量之動態流程圖

4.2.2 品牌價值動態方程式

經濟部工業局在品牌台灣發展計劃中提到：「一個企業沒有品牌，短期內對整體營收影響可能性不大，但長期來說，有品牌的企業可以創造更穩定的未來收益。」本研究的品牌價值計算是以的英國 Interbrand 公司的鑑價方式做為基礎，主要評估的是該品牌廠商未來收益。

行銷支出會增加台灣自行車成車廠商的品牌價值，支出包含廠商贊助車隊、舉辦發表會與其他宣傳活動的支出，依據台灣兩大自行車品牌大廠捷安特與美利達的公開財務報告書，平均每年營業收入會有 4% 投入至行銷方面，因此廠商研發投入等於總支出乘以 0.5，廠商研發投入平均在投入的半年過後會開始反映在品牌價值的累積上。

產品品質與設計能力受到零件品質與整車製造與設計能力的直接影響，在零組件廠都能夠滿足國內自行車成車的產量、品質與設計能力的前提假設下，具備一定水準的製造與設計能力後，提昇產品品質與產品的功能性，進而提昇廠商品牌價值。本節以歷史值迴歸後得到產品品質與功能以及廠商行銷支出對價值增量影響的加權乘數。品牌價值會隨著時間的消逝，逐漸被市場消費者遺忘，造成品牌價值流失，而形成品牌價值的減量。設定上，隨著品牌價值的上升每五年會有不同係數的品牌價值流失，在廠商開始創立品牌之初，品牌價值會有較明顯的減量，原因是在品牌價值累積初期並不穩定，為了增加品牌價值廠商需要投入更多的行銷支出與增強產品品質與功能性。



圖 4-6：品牌價值積量之動態流程圖

4.2.3 產能動態方程式

台灣自行車產業的整體成車產能累積，如圖 4-7 所示，透過產能投資可增加產能。依據台灣兩大自行車品牌大廠捷安特與美利達的公開財務報告書，平均每年營業收入會以 2% 投入至產能投資，因此廠商產能投入等於總支出乘以 0.25，平均要在投入後一年才會開始反映在產能的累積上。

產能的增加的乘數會隨著時間有階段性的減少，原因是隨著產品的品質增強生產方式也會更加複雜，造成生產線增加的速度趨緩。另外，在產能成為包含了生產線折舊汰換與廠商外移的問題，例如 1990 年初的廠商外移與 2000 年初的產業空洞化。生產的產量分為兩部分，分別為品牌成車與代工成車產量，在廠商接受訂單之後依照品牌成車與代工的比例對產量進行分配。

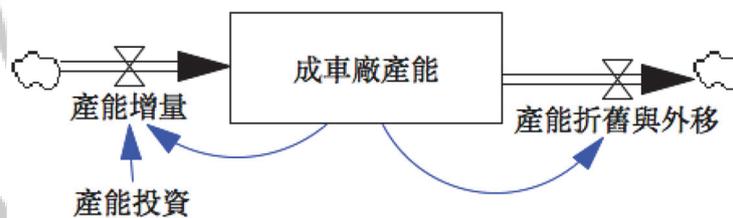


圖 4-7：產能積量之動態流程圖

4.3 模擬結果與效度檢驗

透過台灣自行車產業發展動態流程圖中，可以了解整車製造與設計能力及品牌價值等，都是台灣自行車產業發展過程中重要的積量變數，也經由這些要素形成一個既複雜又動態的系統。本部分量化模型模擬期間由 1981 年至 2030 年，並使用取得的歷史資料對模擬結果進行效度檢驗，進而嘗試解釋真實世界的系統行為。



4.3.1 成車產量之模擬值與歷史值比較

本研究所蒐集到的成車產量歷史值由1981年到2015年，其中1985年至1987年為產量的相對歷史高點，而後因國外廠商抽單、工資上漲與中國大陸開始經濟自由化，以低生產成本搶奪訂單，種種因素造成台灣廠商整廠外移或是將部分生產線外移。就歷史值與模擬值的趨勢而言，兩者趨勢相符，合乎外部效度的檢驗。在2016年之後的模擬值顯示台灣自行車產業的總產量有穩定上升的趨勢，雖然並未能達到以往的高峰，但是在產品的品質與單價上也與過去比較起來有顯著的上升，如圖4-9所示。



圖 4-9：台灣自行車總產量歷史值與品牌、代工及其總產量模擬

4.3.2 品牌價值模擬值與歷史值比較

本研究品牌價值歷史值由 2003 年至 2015 年，資料來源為英國 Interbrand 品牌公司所公佈。品牌價值增量主要由廠商行銷支出與產品品質與設計能力累積，在 2008 年金融危機爆發前，歷史值與模擬值趨勢相似，但是在 2008 年之後自行車供過於求造成國際訂單減少，廠商行銷支出在這裡設定的來源為由總收入的一定比例從廠商資金支出，因為訂單的減少造成總收入的減少，也造成行銷支出的銳減因而產生差異，然而就整體而言歷史值與模擬值趨勢相似，如圖 4-10。

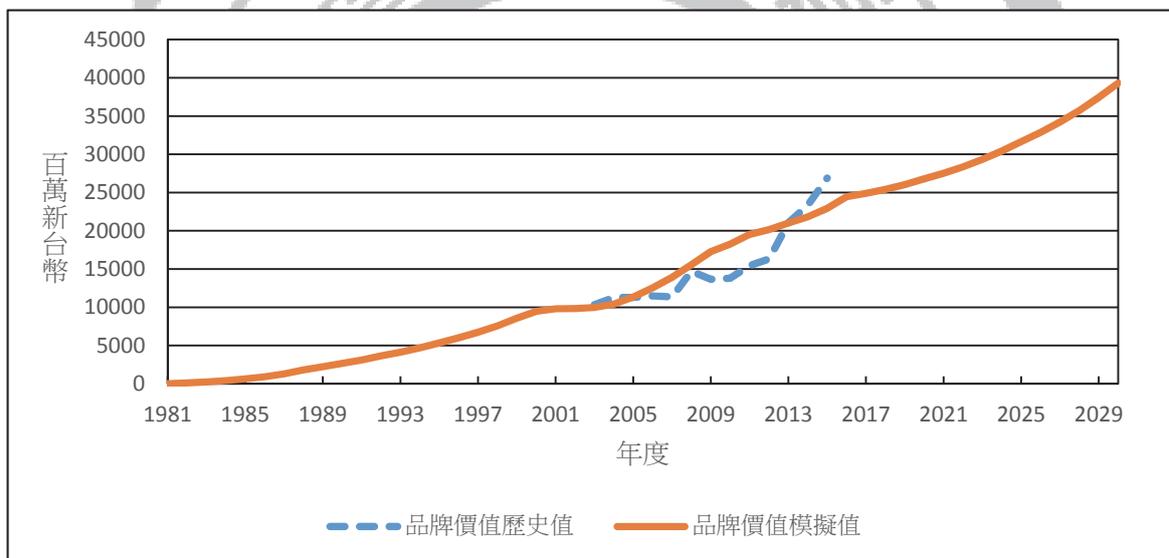


圖 4-10：品牌價值歷史值與模擬值

4.3.3 整車製造與設計能力之趨勢模擬

在量化模型建構中提到，整車製造與設計能力分為五個層級，1981 年時整車設計能力因台灣自有品牌依然在草創期，國內整車廠依然是以代工為主，但也已達到能夠製造一定品質的通勤車的階段，因此將整車製造與設計能力設定為 0.2，

此能力的累積上需要時間，透過國外廠商給予代工訂單所獲得的生產經驗能夠得到一定程度的累積效果。在 1986 年時台灣自行車產量達到 1000 萬輛以上，也在同時台灣的自行車大廠開始建立自有品牌並與研究機構開始投入研發，使得能力開始有更明顯的累積。雖然在發展過程中面臨廠商外移等問題，但是廠商的外移並非完整的生產線與研究機構移出，而是將低附加價值或是需要國外技術支援的研究中心向外拓展，所以在能力上並沒有衰退的問題發生，如圖 4-11 所示。

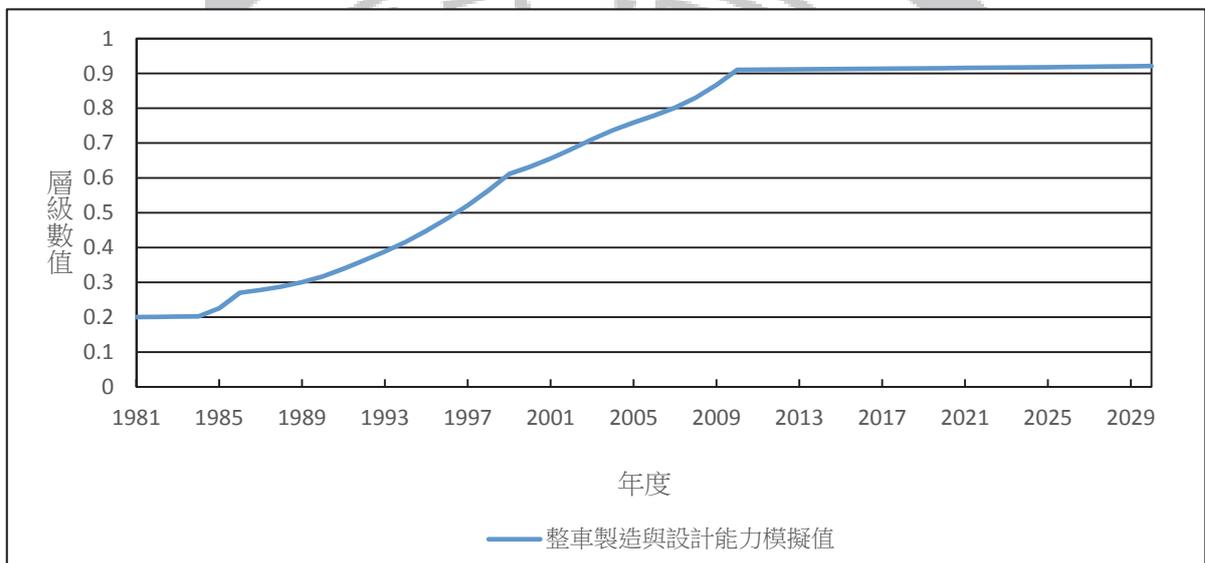


圖 4-11：整車製造與設計能力模擬值

4.4 情境模擬

本研究模型的模擬期間由 2016 年至 2030 年，以行銷支出、研發投入與平均成本三個變數的變動模擬對品牌價值、成車廠產能與整車設計與製造能力的影響，模擬分別將原本佔總收入 4% 的廠商行銷支出提升到 6%、2% 的廠商研發投入提升到 10% 以及平均成車製造成本上升 10% 之時，對重要積量的影響。

4.4.1 行銷支出變動對品牌價值的影響

品牌價值累積的過程中以行銷支出對此積量的影響最為關鍵，從圖 4-13 可以看到在行銷支出在 2016 年由原先的 4% 上升至 6% 之後，廠商有更多的資金投入車隊的贊助、舉辦產品發表會與其他報章雜誌的廣告，使品牌價值快速增加。在研發投入增加對品牌價值影響方面，因為在品牌創立初期至品牌國際化之前的製造與設計能力較為低階，反應在品牌價值的累積上比較不明顯，但是當能力累積到一定的程度之後，產品品質的上升會對品牌價值有明顯的正向影響。而產能投入、研發投入的比例增加對品牌價值的累積也會有正向的影響，但是造成的推力並不如調整行銷支出所帶來的影響，如圖 4-12。

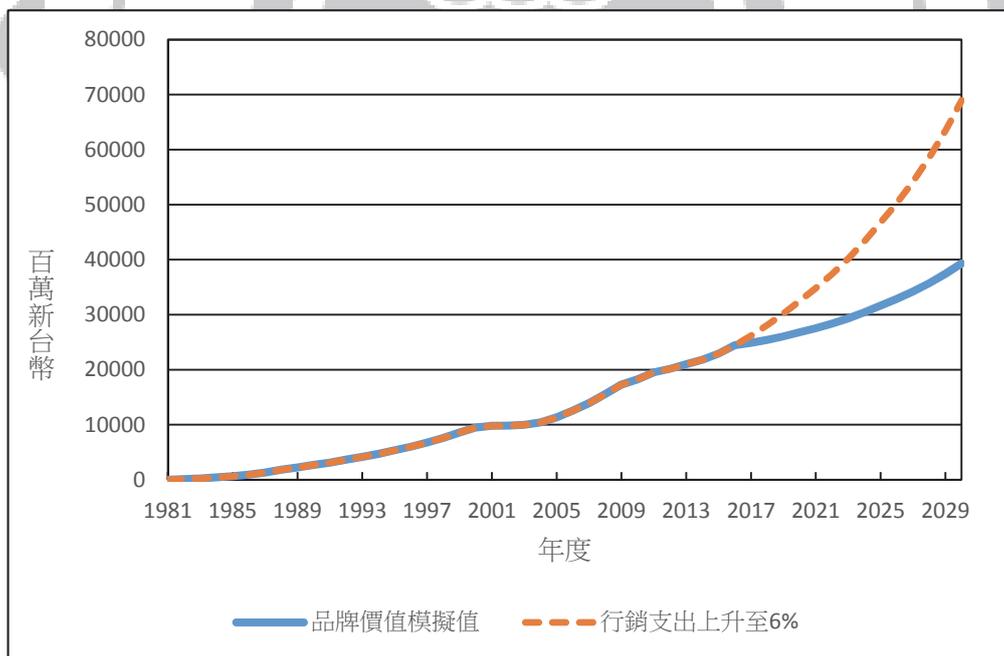


圖 4-12：行銷支出上升對品牌價值累積之情境模擬

4.4.2 研發支出變動情境對整車設計與製造能力之影響

整車設計與製造能力並不會因為行銷支出的增加而有非常明顯的成長，在增加研發投入後，整車製造與設計能力得以迅速地累積到整車功能性開發設計的階段，代表如果廠商願意增加投入研發的比例，對該能力會有明顯的幫助。然後透過品牌價值快速地累積使得整個系統的累積加速，整車製造與設計能力得以更快地達到最高的層次，如圖 4-13。

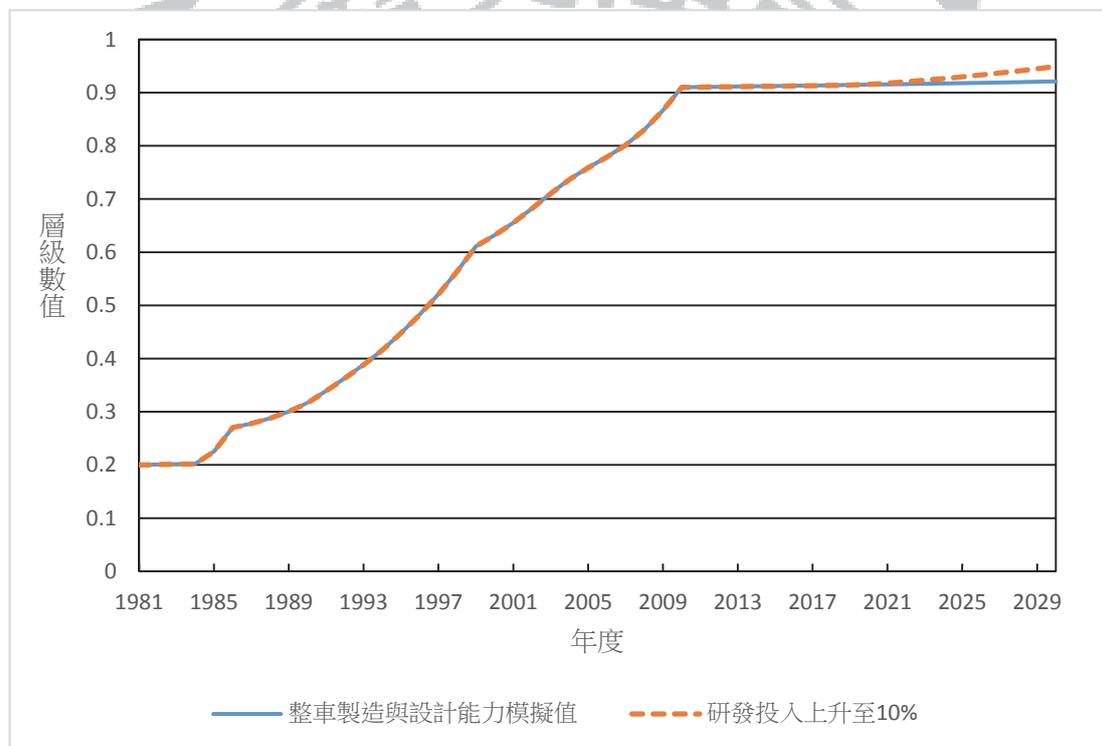


圖 4-13：研發投入上升對整車設計與製造能力累積之情境模擬

4.4.3 平均成車製造成本變動對品牌成車平均單價的影響

在本模型中將自行車成車分為品牌成車與代工成車。平均製造成本若上升10%，對於整車製造與設計能力、品牌價值及產能都會有正向的影響，平均製造成本的上升會造成成車的單價上升，然而因為強度不足而沒辦法影響到整個系統的明顯變動；對平均代工單價也會有類似的效果，如圖 4-14。

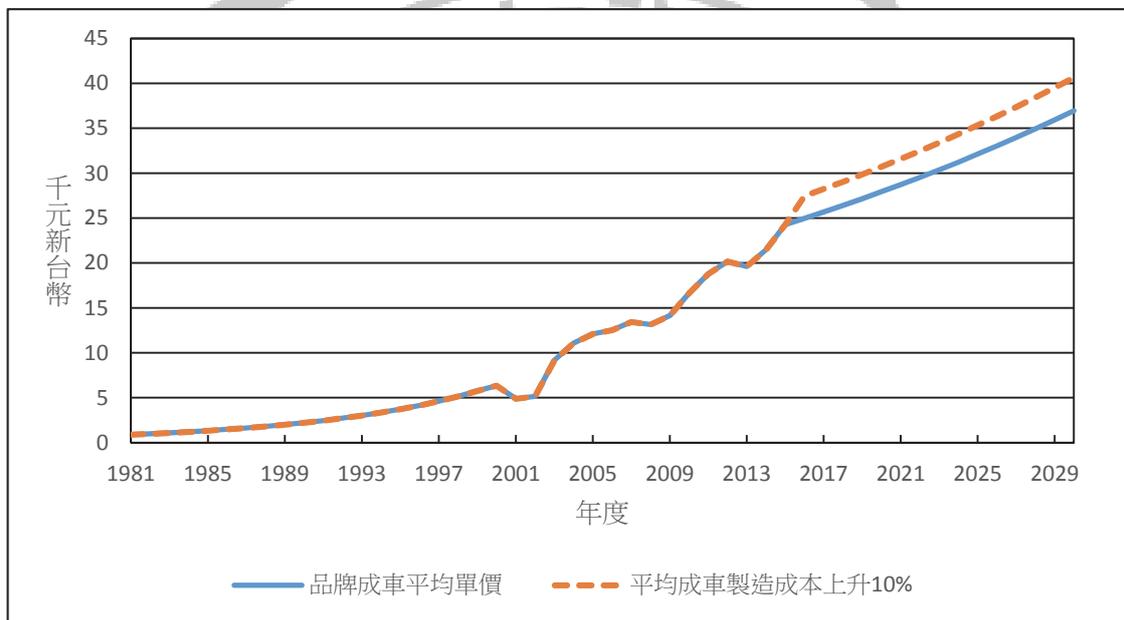


圖 4-14：平均成車製造成本上升對品牌成車平均單價之衝擊

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究經由收集相關文獻資料、歸納專家意見，透過 SD 方法論之群體建模後，探討出以台灣成車廠商及零組件廠商為主的產業發展的因果關係結構，並且進行量化模擬。

台灣自行車產業在萌芽期藉由政府的進口替代政策建立良好的基礎，1972 年美國內需市場擴大之後，將以生產成本為重要考量的自行車代工訂單逐漸轉給生產成本較低的台灣廠商，使台灣成為自行車代工王國。台灣廠商在累積代工的生產經驗與技術之後，為了避免受到國外代工廠商的牽制或訂單抽單之後面臨到的生產線閒置，1980 年代初期台灣廠商開始建立自有品牌。後來因為台灣勞動結構改變與工資上漲生產成本開始上揚，部分廠商開始將生產線外移至成本較低的新興國家，於是國內廠商於 2002 年自組廠商交流平台以維持完整的產業供應鏈。

本研究歸納出自行車產業的一般特性與台灣的特殊性；自行車產業的一般特性有五個：第一產業以垂直分工為主；第二依賴完整的產業網絡；第三訴求輕量化且重視材料發展與產品設計；第四產品價格兩極化，最後為高階產品的產品生命週期較短。而台灣自行車產業有五個特殊性有：第一產業初期以中小企業建立產業網絡；第二為出口導向；第三生產由低單價轉至高單價產品為主；第四為中衛體系健全，最後一個為國內廠商共組交流平台。

透過本研究可以了解台灣自行車產業發展受到數個關鍵環路影響。其中品牌價值的累積除了要有優良的產品品質與功能性之外，透過行銷支出所進行的廣告

行銷，也是讓普羅大眾認識該品牌，並提升市占率的重要因素。成車與零件設計與製造能力是產品品質的關鍵，而自行車使用的零組件品質直接影響所組成的成車品質，也影響著成車廠商的品牌市佔率與代工訂單的數量。透過良好的零組件可提昇品質使訂單增加，也會使零組件與成車廠商產品價格上升，讓廠商有更多資金可以運用。藉由量化模型的情境模擬可以發現：台灣自行車產業的品牌廠商，若希望在國際上的品牌價值能夠有所提升，就必須提高行銷支出，才能夠有更多的資金舉辦產品發表會，並作報章雜誌廣告等提升品牌曝光的機會。

從台灣自行車產業總產量的模擬值可以看出，產量在未來有穩定上升的趨勢，雖然未能達到1980年代的高峰，但製造與設計能力、產品的品質與單價與品牌創立初期比較後有明顯的提升，持續的進行設計與製造技術的突破將會是台灣自行車產業是否能夠依然在世界自行車市場佔有一席之地的重點之一。

台灣自行車產業發展主要受到政府政策、成車廠、協力廠商國外訂單需求等因素影響。各個因素的交互作用造成台灣自行車產業發展的特殊與複雜性。台灣自行車產業經歷了不同階段的發展，最後靠著發展品牌價值、品質提升、累積製造與設計能力，順利轉型成功。此有別於日本自行車產業無法建立品牌廠商，也與中國大陸中低階產品市場有所區別，可說是台灣中小企業邁向自有品牌的產業典範。

5.2 建議

產業發展通常是一個既複雜且動態的過程，本研究利用系統動態學探討台灣自行車產業發展結構，其系統結構已經可以合理詮釋台灣自行車產業的系統行為，

但是礙於研究時間有限，在量化模型中未納入國外競爭產品的吸引力變數。此外若將系統邊界擴大到零組件廠的次子系統結構；或是應用SD方法論研究公共自行車、電動自行車與自行車產業供應鏈管理等議題，將是有趣的研究題材。



參考文獻

1. 王維玲 (2010)，台灣自行車產業經營模式分析，南華大學國際暨大陸事務學系亞太研究所碩士論文。
2. 沈明展 (2007)，政府干預對產業合作網絡的影響，國立政治大學地政學研究所博士論文。
3. 吳佩珊 (2010)，台灣自行車乘車產業市場結構、廠商行為與營運績效之研究—以美利達工業公司為個案，中華大學企業管理學系碩士論文。
4. 周立鼎 (2006)，台灣自行車產業組織間學習與信任構築之探討—以 A-Team 為例，東海大學工業工程與經營資訊學系碩士論文。
5. 林育諄、金家禾 (2006)，產業之群聚吸納能力與學習-以台灣自行車業為例，地理學報，45 期：21-50。
6. 林靜宜 (2008)，GIANT 全球品牌經濟學，天下文化。
7. 莊桓綺、林晉寬 (2011)，探討「捷安特公司」之研發動態能力-專利分析法，全球商業經營管理學報，3 期：143-155
8. 許正和、邱創勳 (2007)，台灣自行車產業發展史：要上峰頂的台灣鐵馬，國立科學工藝博物館。
9. 野島剛 (2013)，銀輪巨人：挑戰巔峰的捷安特精神，天下文化。
10. 詹文男、蘇孟宗、陳信宏、林欣吾、2025 研究團隊 (2015)，2025 台灣大未來：從世界趨勢看見台灣機會，大立文創。
11. 屠益民、張良政 (2010)，系統動力學：理論與應用，智勝文化。
12. 蔡穎珠、林麗雪、王心瑩 (2010)，台灣科技產業驚嘆號：從蘭花王國到高科技島，8 大明星科技產業的萌芽、轉型與突破，遠流。
13. 蕭志同 (2004)，台灣汽車產業發展：系統動態模式，國立交通大學管理科學系博士論文。
14. 蕭志同、戴俞萱、柳淑芬 (2010)，決策分析與模擬：組織機構與企業發展的途徑，東華書局。
15. 蕭志同、戴俞萱、柳淑芬 (2016)，全方位思維模式：組織的決策分析與發展，東華書局。
16. 蕭富元 (2011)，劉金標騎出一條不同的路，天下雜誌，475 期。
17. 謝其達 (2000)，從台灣產業外移論國家角色-以台灣自行車產業為例，東海大學政治學系碩士論文。
18. 謝長宏 (1980)，系統動態學：理論、方法與應用，中興管理顧問公司。
19. 瞿宛文、李佳靜 (1999)，成長與產業組織：台灣與南韓自行車業之比較研究，台灣社會研究季刊，35 期：47-73。
20. 瞿宛文 (2012)，電子業之後台灣有什麼？，天下雜誌，196 期。
21. 羅文鍵 (2010)，台灣動態隨機記憶體產業發展之系統動態學模型，東海大學經濟學系碩士論文。
22. 羅祥安口述、陶曉嫻整理 (2012)，四十而不惑，工業技術與資訊，10110 期。
23. 蘇懋康 (1988)，系統動力學原理及應用，上海交通大學出版社。
24. Barlas, Y.& Carpenter, S. (1990), Philosophical Root Model Validation: two paradigms. System Dynamics Review, 6 (2): 148-166.

25. Barlas, Y.& Diker, V.G. (2000), A Dynamic Simulation Game for Strategic University Management, *Simulation and Gaming*, 31 (3): 1-34.
26. Chen, J.-H. & Jan, T.-S. (2005), A System Dynamics Model of the Semiconductor Industry Development in Taiwan, *Journal of Operational Research Society*, 56 (10): 1141-1150.
27. Coyle, R. G. (1996), *System Dynamic Modeling- A Practice Approach*, Chapman& Hall.
28. Forrester, J. W.& Senge, P. M. (1980), Test of Building Confidence in System Dynamic Models, *TIMS Studies in Management Sciences*, 14: 209-228.
29. Hsiao, C.-T. (2014), Industrial Development Research by Systems Approach in NICs: The Case in Taiwan, *Systems Research and Behavioral Science*, 31 (2): 258-267.
30. Jan, T.-S., & Hsiao, C.-T. (2004), A Four-Role Model of the Automotive Industry Development in Developing Countries: A Case in Taiwan, *Journal of the Operational Research Society*, 55 (11): 1145-1155.
31. Senge, P. M. (1990), *The Fifth Discipline- The Art and Practice of Learning Organization*, Doubleday.
32. Sterman, J. D. (2000), *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, McGraw-Hill.

網站

1. A Team 網站 (2016) : <http://www.a-team.tw/teamnew.asp> °
2. ISO Store (2016) : <http://www.iso.org/iso/home/store/> °
3. Shimano (2016) : <http://www.shimano.com/en/> °
4. Worldometers (2016) : <http://www.worldometers.info/> °
5. 中華民國中央銀行全球資訊網 (2016) : <http://www.cbc.gov.tw/mp1.html> °
6. 台灣工業史蹟館 (2016) : <http://industry.nstm.gov.tw/index.asp> °
7. 台灣自行車協會網站 (2016) : <http://www.twbike.org/> °
8. 台灣自行車輸出同業公會網站 (2016) : <http://www.tba-cycling.org/> °
9. 台灣股市資訊網 (2016) : <http://goodinfo.tw/StockInfo/index.asp> °
10. 台灣區車輛工業同業公會 (2016) : <http://www.ttvma.org.tw/cht/index.php> °
11. 行政院主計總處 (2017) : <http://www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1> °
12. 美利達網站 (2017) : <http://www.merida.tw/> °
13. 捷安特網站 (2017) : <http://www.giantcyclingworld.com/web/> °
14. 勞動力發展署 (2016) : <https://www.ceapp.cyut.edu.tw:8000/page/IndustryIntro.aspx> °
15. 勞動部網站 (2016) : <http://www.mol.gov.tw/> °
16. 國際汽車聯盟 (FIA) 官方網站 (2016) : <http://www.fia.com/> °
17. 教育部體育署官方網站 (2016) : <http://www.sa.gov.tw/wSite/mp?mp=11> °
18. 經濟部經貿資訊網 (2016) : <http://www.trade.gov.tw/> °
19. 經濟部工業局 (2016) : <http://www.moeaidb.gov.tw/> °

附錄：動態方程式說明

1. FINAL TIME = 2030
2. INITIAL TIME = 1981
3. 世界自行車生產量([(1981,0)-(2030,200000)], (1981,65000), (1982,69000), (1983,74000), (1984,76000), (1985,79000), (1986,84000), (1987,98000), (1988,105000), (1989,95000), (1990,91000), (1991,96000), (1992,99000), (1993,99000), (1994,102000), (1995,103000), (1996,96000), (1997,90000), (1998,87000), (1999,88000), (2000,95000), (2001,86000), (2002,94000), (2003,103000), (2004,120000), (2005,124000), (2006,127000), (2007,130000), (2030,180000))
4. 代工成車產量= $\min(\text{國外成車代工訂單}, \text{成車廠產能} * \text{代工比例}(\text{Time}))$
5. 代工收入=(代工成車產量*1000)*平均成車代工單價
6. 代工比例([(1981,0)-(2030,1)], (1981,0.99), (1982,0.9416), (2001,0.3), (2005,0.28), (2010,0.25), (2015,0.24), (2020,0.22), (2025,0.21), (2030,0.2))
7. 價值增量=(0.0202381*產品品質與功能+0.0019048*廠商行銷支出)*0.5
8. 價值減量=品牌價值*(STEP(0.03 , 1981)+STEP(0.03 , 1990)+STEP(0.02 , 2000)+STEP(0.01 , 2010)+STEP(0.001 , 2015)+STEP(0.001 , 2020)+STEP(0.001 , 2025))
9. 台灣品牌成車訂單=世界自行車生產量(Time)*(台灣自行車世界市佔率)*品牌成車比例(Time)
10. 台灣自行車世界市佔率=(2.8e-06*品牌價值*(1+STEP(-0.5 , 2016))+0.055*產品品質與功能-0.00036*(品牌成車平均單價+平均成車代工單價)/2)*(4+STEP(1 , 1983)+STEP(-1.8 , 1988)+STEP(-0.75 , 1992)+STEP(-0.05 , 1993)+STEP(-0.18 , 1994)+STEP(-0.3 , 1995)+STEP(-0.4 , 1999)+STEP(-0.6 , 2000)+STEP(-0.3 , 2003)+STEP(-0.2 , 2009)+STEP(-0.13 , 2011)+STEP(-0.01 , 2020)+STEP(-0.01 , 2025))
11. 品牌價值= INTEG (價值增量-價值減量,0)
12. 品牌成車平均單價=平均成車製造成本(Time)*(1+0.003*品牌價值/100000+0.997*產品品質與功能)
13. 品牌成車比例([(1981,0)-(2030,1)], (1981,0.01), (1982,0.0584), (2001,0.7), (2005,0.72), (2010,0.75), (2015,0.76), (2020,0.78), (2025,0.79), (2030,0.8))
14. 品牌成車產量= $\min(\text{台灣品牌成車訂單}, \text{品牌成車比例}(\text{Time}) * \text{成車廠產能})$
15. 品牌車收入=品牌成車平均單價*品牌成車產量*1000
16. 國外成車代工訂單=世界自行車生產量(Time)*代工比例(Time)*台灣自行車世界市佔率
17. 平均成車代工單價=平均成車製造成本(Time)*(1+0.2*產品品質與功能)
18. 平均成車製造成本([(1981,0)-(2030,50)], (1981,0.7), (1982,0.77), (1983,0.84), (1984,0.92), (1985,1.01), (1986,1.11), (1987,1.21), (1988,1.33), (1989,1.46), (1990,1.6), (1991,1.75), (1992,1.92), (1993,2.1), (1994,2.3), (1995,2.52), (1996,2.76), (1997,3.03), (1998,3.32), (1999,3.64), (2000,3.98), (2001,3.03), (2002,3.15), (2003,5.56), (2004,6.66), (2005,7.22), (2006,7.42), (2007,7.9), (2008,7.66), (2009,8.15), (2010,9.47), (2011,10.66), (2012,11.42), (2013,11.08),

- (2014,12.1), (2015,13.64), (2016,14), (2017,14.36), (2018,14.73), (2019,15.11), (2020,15.5), (2021,15.9), (2022,16.31), (2023,16.73), (2024,17.16), (2025,17.61), (2026,18.06), (2027,18.53), (2028,19.01), (2029,19.5), (2030,20))
19. 廠商研發投入=總支出*0.25
 20. 廠商行銷支出=總支出*0.5
 21. 廠商資金= INTEG (毛利-總支出,5e+07)
 22. 成車廠產能= INTEG (產能增量-產能減量,6000)
 23. 整車製造與設計能力= INTEG (能力增量-能力減量,0.2)
 24. 毛利=總收入-總成本
 25. 產品品質與功能=IF THEN ELSE((0.6*零件品質(Time)+0.4*整車製造與設計能力)>=1, 1, (0.6*零件品質(Time)+0.4*整車製造與設計能力))
 26. 產能增量=產能投資*(STEP(0.013 , 1981)-STEP(0.009 , 1986)-STEP(0.002, 1990)-STEP(0.0005 , 1995)-STEP(0.0007 , 2000)-STEP(3e-05 , 2005)-STEP(1e-05 , 2010)-STEP(1e-05 , 2015)-STEP(3e-05 , 2020)-STEP(3e-05,2025))
 27. 產能投資=總支出*(0.25)
 28. 產能減量=成車廠產能*(STEP(0.005 , 1981)+STEP(0.005 , 1990)+STEP(0.06 , 1995)+STEP(0.05 , 2000)+STEP(0.05 , 2010)+STEP(0.05 , 2020))
 29. 總成本=(代工成車產量+品牌成車產量)*1000*平均成車製造成本(Time)*0.89
 30. 總支出=總收入*0.08
 31. 總收入=代工收入+品牌車收入
 32. 總產量=代工成車產量+品牌成車產量
 33. 能力增量=IF THEN ELSE(整車製造與設計能力>0.9 , DELAY3(廠商研發投入*4e-10 , 4) , IF THEN ELSE(整車製造與設計能力>0.6 , DELAY3(廠商研發投入*4e-08 , 4) , IF THEN ELSE(整車製造與設計能力>0.25 , DELAY3(廠商研發投入*1e-07 , 4) , DELAY3I(廠商研發投入*1e-06 , 4 , 0.001))))
 34. 能力減量= IF THEN ELSE(整車製造與設計能力>0.6 , (整車製造與設計能力*0.0001) , (整車製造與設計能力*0.0013))
 35. 零件品質((1981,0)-(2030,1)],(1981,0.3),(2002,0.6),(2030,0.8))