

東海大學經濟學系碩士班  
碩士論文

台灣動態隨機記憶體產業發展  
之系統動態學模型

指導教授：劉仲戎 博士

蕭志同 博士

研究生：羅文鍵 撰

中華民國九十九年七月

# 台灣動態隨機記憶體產業發展 之系統動態學模型

## 摘要

DRAM 產業的發展，自從 INTEL 在 1970 年時製造出第一個 DRAM 之後，正式開啟了序幕，二十多年來，在政府的輔助與廠商的努力之下，隨著 PC 產業的蓬勃發展，帶動了台灣 DRAM 產業整體產值的提升，也成為了台灣產業的另一項驕傲。但隨著近年來全球景氣循環明顯，以及 2008 年至 2009 年間世界性的金融風暴，使得台灣 DRAM 產業陷入相當大的經營危機。正因為該產業產值高、就業人數及所影響之層面廣泛，產業的波動對於台灣的整體經濟情況產生重大的影響。

DRAM 產業和市場型態已隨著技術的發展而快速的調整，台灣的 DRAM 產業在短短的二十年由缺乏資源，到世界第三大的 DRAM 生產國，其發展過程值得探究，包括政府的政策制定、企業的研發投入、終端需求的改變或經濟問題等等，這些因素之間的交互影響對於 DRAM 產業發展相當重要。本研究利用系統動態學，探討台灣 DRAM 產業之結構，提出台灣 DRAM 產業發展的四個關鍵環路，並利用量化模型對於資金與產量作模擬，並以情境模擬探討政策與環境對於產業發展的影響，最後再對於產業發展決策做討論。

**關鍵字：**DRAM 產業、系統動態學、產業發展

# **A System Dynamics Model of the Dynamic Random-Access**

## **Memory Industry Development in Taiwan**

### **Abstract**

Since Intel produced its first DRAM in 1970, the DRAM industry has begun to develop. With the assistance of the government and the efforts of the corporations which leads the prosperous development of the PC industry and at the same time it increases the production value of DRAM industry, and as a result, DRAM industry has become the pride of Taiwan. Recent years the business cycle has been turning and with the global financial turmoil started in 2008 to 2009 that lead the DRAM industry into a managing crisis. And because of the vast production value from DRAM industry and huge number of employments involved, the fluctuations of DRAM industry have profound impact on the macro economy in Taiwan.

Although Taiwan started to build up its own DRAM industry late, it has become the world's third largest DRAM manufacturing country within only 20 years. The fast development of the DRAM industry in Taiwan is worth investigating. It could be affected by the government policy, corporate R&D investment, the changing in the final demand or other economic factors. Since the interaction among these factors and the system structure are quite important and complex for the development of DRAM industry, this study using system dynamics to analyze Taiwan's DRAM industry. We propose four key loops to describe the DRAM industry, and use quantitative models to simulate the structure of profitability and productivity for the industry. The future development of Taiwan's DRAM industry is also discussed.

**Keywords:** DRAM industry, system dynamics, industry development.

## 誌謝

時光飛逝，在碩士班的兩年也隨著論文的完成而畫下句點。回首過往時光，不管是老師與同學間的學業討論或是閒話家常，每滴每分都令人感恩在心。首先要感謝我的兩位指導教授，劉仲成老師以及蕭志同老師，在平日學業上的諄諄教誨與細心叮嚀，劉老師在產業經濟方面的知識淵博，使我能在大學和碩士班時都能得從老師身上獲得寶貴的知識；蕭老師則是帶領我走向系統的觀點與思維，讓我了解到對於事物不同的思考方式與見解，也能夠在學習的過程中去接觸各種不同的人事物，給學生更多學習的機會。此外，論文撰寫、研討會的完稿以及口試進行，也承蒙靜宜大學詹秋貴老師、輔仁大學李建裕老師、太老師詹天賜老師與各位師伯師叔們的指教，最後特別感恩本系的梁秀精老師給予寶貴的意見與看法，使得本論文更加完善，在此致上最誠摯的謝意。

同師門博士班的學長姐：自賢學長、惠苓與慧華學姐，在這一年中討論與大力協助，使我在 SD 領域學習上獲益不少。研究所同學，俊成，在系統動態的學習與論文上的幫助，也是我運動上的好夥伴，還有依婷、書庭、婉汝、士鴻、秀娟、靜芳、明璋、金慶、東穎、勁豪，不管是研究室的歡唱大隊，或是購物攻略，都使得我的生活充滿了歡笑和淚水。東海社服團的所有團員，從大學到研究所，都有夥伴你們的一路相挺，這些都將使我銘記在心。

最後要感謝我的家人：父母、珮瑜、珮綺和所有師長們，在我求學路上的支持與相挺，才能使我在東海這七年的學業得以順利完成，我衷心的感謝所有關心和幫助過我的朋友，僅將此喜悅的心情與各位分享！

羅文鍵 謹誌

東海大學 經濟學系碩士班

2010 年七月

# 目錄

第一章緒論.....	1
1.1 研究動機與背景.....	1
1.2 研究目的.....	5
1.3 研究步驟.....	6
1.4 論文架構.....	7
第二章文獻探討.....	8
2.1 DRAM 產業發展相關文獻.....	8
2.2 產品特性與價格相關文獻.....	9
2.3 研發、創新與策略聯盟相關文獻.....	9
第三章研究方法：系統動態學.....	11
3.1 系統動態學之發展與應用.....	11
3.2 系統動態學研究步驟.....	13
3.3 系統動態學模式效度.....	16
3.4 系統動態學符號說明：.....	17
第四章台灣 DRAM 產業發展特性與背景.....	20
4.1 產業發展沿革.....	20
4.2 DRAM 產業一般特性.....	22
4.3 台灣 DRAM 產業發展特色.....	25
第五章模型建構.....	27
5.1 質性模型.....	27
5.2 量化模型：.....	34
第六章結果模擬.....	38
6.1 模擬結果.....	38
6.2 系統環境情境與政策模擬.....	39
6.3 討論.....	42
第七章結論與建議.....	44
7.1 結論.....	44
7.2 建議.....	44

## 圖目錄

《圖 1.1》 2009 年第二季、第三季全球 DRAM 品牌銷售額市占率狀況(以國別區分).	2
《圖 3.1》 系統動態學分析方法的步驟.....	14
《圖 3.2》 因果關聯鍵.....	17
《圖 3.3》 正性因果鍵.....	18
《圖 3.4》 負性因果鍵.....	17
《圖 3.5》 時間滯延.....	17
《圖 3.6》 兩者是互為因果.....	18
《圖 3.7》 正性環路.....	18
《圖 3.8》 負性環路.....	18
《圖 3.9》 積量與率量圖 (STOCK AND FLOW DIAGRAM) .....	19
《圖 5.1》 產能累積環路.....	28
《圖 5.2》 人力累積環路.....	29
《圖 5.3》 技術合作環路.....	30
《圖 5.4》 資金累積環路.....	31
《圖 5.5》 台灣 DRAM 產業發展之因果環路圖.....	33
《圖 5.6》 產業資金累積動態流程圖.....	34
《圖 5.7》 製程技術影響產量提升能力之非線性關係.....	36
《圖 5.8》 產能累積之動態流程圖.....	36
《圖 5.9》 台灣 DRAM 產業動態流程圖.....	37
《圖 6.1》 產量之實際值與模擬值.....	38
《圖 6.2》 產業資金之實際值與模擬值.....	39
《圖 6.3》 產業資金在晶片價格下跌之變動模擬.....	40
《圖 6.4》 價格下跌下獲利變動模擬.....	40
《圖 6.5》 政府注資對於產業資金之影響.....	41
《圖 6.6》 政府注資對於獲利之影響.....	41

## 表目錄

《表 1.1》 2003 至 2007 年 DRAM 相關應用比例.....	1
《表 1.2》 2005 至 2009 年台灣 IC 製造業產值比例分佈.....	2
《表 4.1》 不同製程技術下產出晶粒數之比較.....	23
《表 4.2》 8 吋晶圓與 12 吋晶圓成本差異表.....	24
《表 4.3》 國內主要廠商與合作國際廠商之歷程.....	25
《表 5.1》 台灣記憶體廠所建置 12 吋晶圓廠現況(至 2009 年年底) .....	28

# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機與背景

動態隨機記憶體 (Dynamic Random-Access Memory, DRAM) 為半導體中一個重要的應用。其產業的發展，自 INTEL 在 1970 年時製造出第一個 DRAM 之後，正式開啟了序幕，其與中央處理器 (CPU) 同為 PC 中不可或缺之重要晶片。自 1984 年以來，隨著 PC 產業的蓬勃發展，也帶動台灣 DRAM 產業整體產值的提升，以 2009 年台灣半導體產業總產值一兆兩千億來估算，DRAM 產值占其十分之一約為一千兩百億 (IEK, 2009)。標準化的 DRAM 產品主要使用於個人電腦、筆記型電腦與工業用電腦，目前應用項目已擴及其他相關電子產品例如印表機、手機等各種消費性電子，應用層面也逐漸擴展。雖新型消費性電子發展使非標準型 DRAM 產品比例逐漸提升，但 DRAM 最大應用市場仍為 PC 相關應用，以下《表 1.1》為例，2003 年至 2007 年 DRAM 應用在 PC 相關產品上約占 70%，也正由於其主要使用在 PC 相關產品，所以 DRAM 產品受 PC 市場之波動影響較大。

《表 1.1》 2003 至 2007 年 DRAM 相關應用比例

	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
PCs	50%	48%	48%	46%	47%
Servers	7%	7%	7%	7%	8%
Workstations	3%	3%	2%	2%	2%
Memory module upgrade	26%	30%	27%	26%	21%
Handsets	0%	1%	2%	3%	5%
Digital TVs	0%	0%	1%	2%	3%
Game Consoles	2%	1%	2%	4%	6%
Others	11%	10%	10%	9%	9%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

資料來源：劉珮真(2007)

DRAM 產業發展伴隨著台灣半導體產業的興起，成為了台灣半導體製造業中相當重要的一環，也是在國際市場上具有競爭力的產業，在半導體產業中之重要性僅次於晶圓代工，由《表 1.2》可知其占 IC 製造業產值比例約為 30%到 40%，記憶體製造總產值占半導體產業所有產值的十分之一。

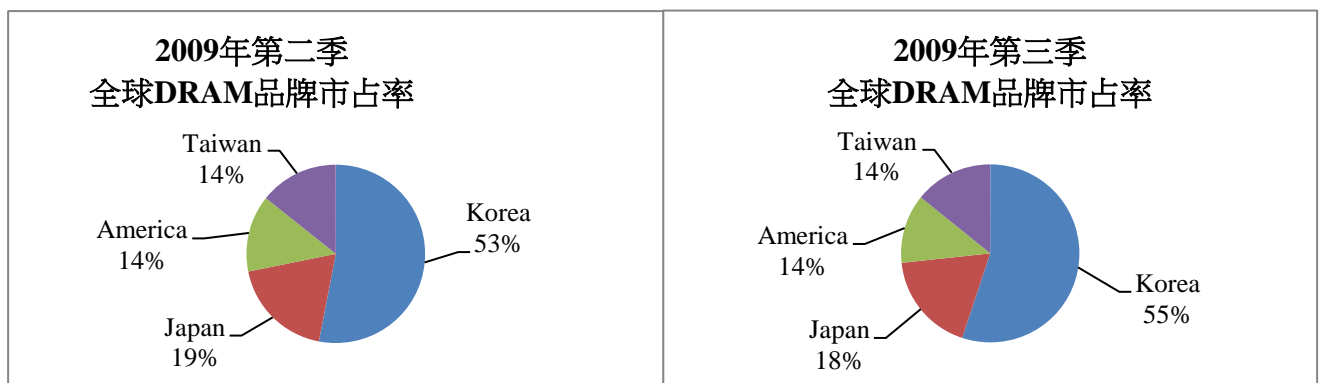
其所涉及之上下游相關產業相當複雜，根據工研院 IEK (2009) 指出，至 2008 年年底，台灣半導體產業上、中、下游廠商共有 386 家，產業相關從業人員約為 13 萬人其未來發展與動向，都對於台灣高科技產業發展產生重要影響。

《表 1.2》 2005 至 2009 年台灣 IC 製造業產值比例分佈

	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
IC 製造業	100	100	100	100	100
晶圓代工	64	57	61	68	65
記憶體製造業	34	40	36	28	30
其他	2	3	3	4	5

資料來源：劉珮真(2010)

台灣的 DRAM 憑藉著優越的製造能力，在國際上與其他的廠商競爭，如《圖 1.1》所示，目前全球市占率為 15%，在市占率上僅次於韓國與日本，為世界第三。



資料來源：集邦科技 2009 年 11 月

《圖 1.1》 2009 年第二季、第三季全球 DRAM 品牌銷售額市占率狀況(以國別區分)



在 INTEL 於 DRAM 產業的發展，亞洲各國 DRAM 產業也於 1970~1980 年代，由日本與台灣各進行了國家型的半導體研發計劃，各國 DRAM 產業發展在各國政府的培植之下，造就了 DRAM 產業的蓬勃發展，形成了現在台、美、日、韓四強的局面。

台灣 DRAM 的產業發展由 1983 年工研院與華智公司合作共同開發 64K CMOS DRAM 開始，但由於國內無 DRAM 的專業製造，僅能將其轉給日本廠商製造，引起國內自行發展 DRAM 製造的討論，由於 DRAM 的最大的應用市場在 PC 上，而當時國內電腦產業正開始蓬勃發展，隨著 PC 產業的重要性提升，愈發需要有自身的 DRAM 供應來源。

所以 1989 年宏碁與德州儀器合作成立德基半導體後，工研院也啟動「次微米研發計劃」，發展台灣自有的 DRAM 產品與製程技術，並於 1993 年正式開發成功，並將研發成果與廠房技術移轉至「世界先進公司」，使台灣經歷四年的發展之後也擠身世界領先者之林。而後所吸引的國內外廠商合作，相繼投入資金、人力、技術於 DRAM 市場，開啟了台灣 DRAM 產業的發展，而政府亦將其列為策略性高科技產業，以各項租稅優惠誘因促進產業發展，從而帶動台灣經濟發展。

近一兩年來，由於廠商在提升量產規模與壓低成本的競爭所興建的新產能，在加上市場對於新作業軟體的需求不如預期，加上 2008 年所爆發的金融海嘯連帶影響下，根據 2009 年 ITIS 產業資料庫顯示：自 2007 年以來，台灣 DRAM 產業近三年產值成長率為 2007 年的-2.47%、2008 年的-23.33%、2009 年的-18.16%，整體產業陷入相當嚴重的衰退，使得廠商面臨大量虧損與資金流出，所以必須向政府申請紓困與債務緩還。由於政府在產業中所扮演的角色大多在產業發展初期具強力主導性到後期被動性的協調角色 (徐進鈺 1999)，因此台灣 DRAM 產業在發展 20 多年之後，是否政府仍有大力幫助的必要性，引起各界討論，甚至對其未來是否有長期競爭力？也成為爭議焦點。

根據上述所言，台灣的 DRAM 產業在 20 年前開始發展，至 2009 年已達到全球市占率的第三名。產業的發展在廠商、技術母廠與政府各角色之間的互動之下，吸引了資金、人力與技術等資源，而使產業逐漸成長茁壯，奠定了產業發展的基礎。隨著產業的發展與擴張，必定會與其他相關因素之間相互的影響。由於 DRAM 產業的發展具有如

此的動態複雜過程，需要藉由系統動態的觀點來探討。本研究藉由系統動態學 (System Dynamics；簡稱 SD) 方法，研究台灣 DRAM 產業發展之動態結構，以了解其系統行為，並探討在過去 20 多年台灣 DRAM 產業的發展歷程與特性，最後以量化模型來模擬產業在未來發展所可能面臨的問題與政府政策效果，此為本研究之緣起。

## 1.2 研究目的

由前一節可知，台灣 DRAM 產業無論是產業規模、產值、就業員工數、上下游產業供應鏈都在台灣產業中占有相當中重要的地位，所牽動與影響之層面非常的廣泛，也由於此，不禁令人好奇台灣 DRAM 產業，在過去 20 多年產業是如何發展？DRAM 產業的特性與台灣 DRAM 產業發展又有何獨特的特性？

因此，本研究有以下三個目的：

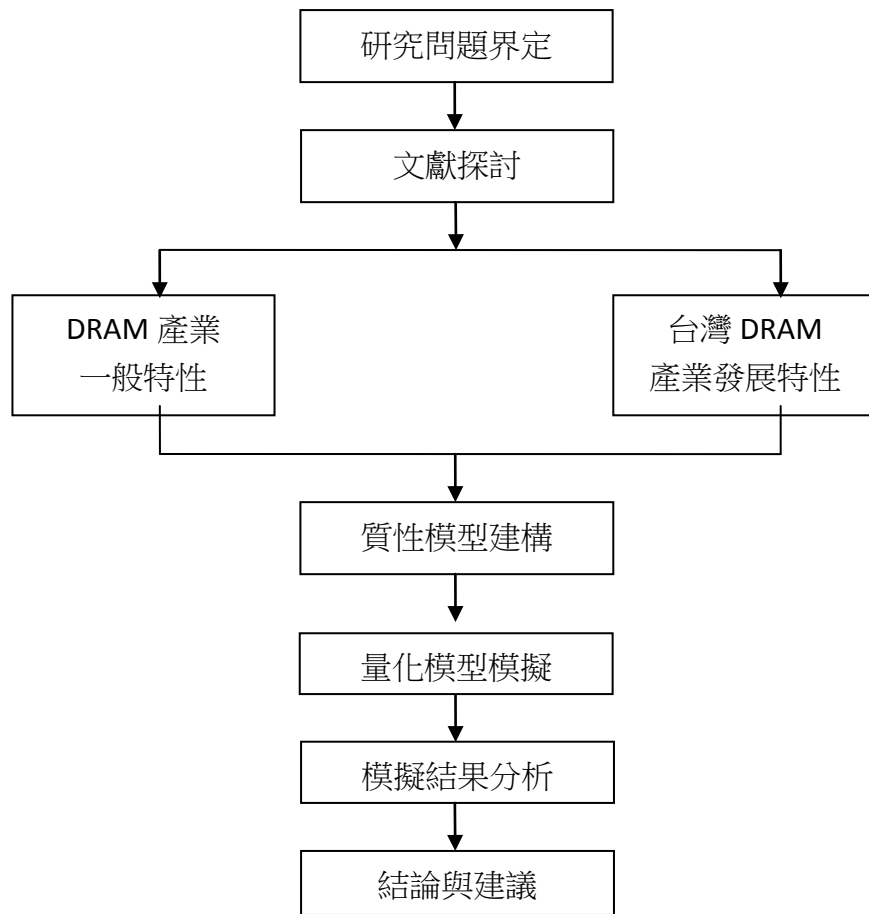
1. DRAM 產業之一般特性為何？台灣 DRAM 產業的獨有特性為何？
2. 研究台灣 DRAM 產業發展之系統結構以增加對其系統行為的了解。
3. 探討台灣 DRAM 產業未來可能的發展趨勢，運用情境分析進行相關政策與決策效果模擬，並提出結論與建議。

本研究利用系統動態學方法論，探討台灣 DRAM 產業發展之結構，將台灣 DRAM 產業發展之要素之間相互影響之因果關係，做深入研究，以增加對台灣 DRAM 產業發展過程之瞭解；並透過量化模型的決策模擬，作為政府與廠商擬定策略之參考依據。

### 1.3 研究步驟

一、本研究針對台灣 DRAM 產業發展之動態性與複雜性，利用系統動態學進行研究，希望可以全面性與系統性地詮釋其系統結構與行為，以增加吾人對台灣 DRAM 產業發展過程的了解。SD 是解決複雜動態問題之成熟的方法論，本文將於第三章詳細說明。

二、根據研究目的，本論文之研究流程圖如下



## 1.4 論文架構

本研究藉由系統動態學方法論，分析台灣 DRAM 產業發展系統要素之間相互影響之結構，探討在過去 20 多年台灣 DRAM 產業的發展歷程與特性，並模擬產業在未來發展所可能面臨的問題與策略，論文共分為七章：

第一章緒論，包括研究動機與背景、研究目的、研究流程與論文架構。第二章為文獻回顧，對於 DRAM 產業相關文獻進行探討。第三章為系統動態學，介紹系統動態學研究方法與應用、效度檢驗與符號說明。第四章產業發展與特性，首先介紹台灣 DRAM 產業發展現況與沿革；其次分析 DRAM 產業一般特性；最後是分析台灣 DRAM 產業發展特色。第五章模型建構，包含質性模型與量化模型及方程式說明。並提出四個產業發展特性：即產能累積、人力累積、技術合作及資金累積等四個特性互動之因果回饋環路。第六章模擬結果分析，包括產業資金與獲利之模擬；以及變數改變之衝擊模擬：例如，市場價格變動、政府角色改變之討論。第七章為對台灣 DRAM 產業發展結構之探討與未來研究之建議。

## 第二章 文獻探討

研究台灣DRAM產業以及產業各要素影響之相關文獻相當多，本章將回顧對於DRAM產業發展相關文獻，將它們分為並指出本文主要貢獻之所在。

### 2.1 DRAM 產業發展相關文獻

依據金士頓科技公司的基礎記憶體指南對於記憶體定義 (<http://www.kingston.com>)，所謂DRAM，其主要功能為提供CPU在處理訊息上一個暫時性快速儲存讀取資料的區域，若將硬碟機中的資料比喻為放在書架上的書籍，DRAM的角色就像是自動存取料架機器，可以幫CPU快速存取常用之資料。

分析有關DRAM產業發展的文獻：Yuan & Wang (1999)利用優勢策略分析台灣DRAM產業，其結論認為影響DRAM產業的競爭優勢，在總體層面為技術人才、資訊產品、IC設備產業與策略性的產業規劃是為關鍵的因素。在產業層面、製程技術的發展、收益的維持、策略聯盟與成本領先策略是為關鍵的因素。

陳俊吉 (1999) 利用Michael E. Porter的鑽石模型探討台灣半導體產業中，晶圓代工與動態隨機記憶體製造廠商競爭優勢，以價值鏈模型、市場、技術生命週期理論、策略矩陣模型、策略性資源模型及鑽石模型為分析架構，找出每一構面因素的相關競爭優勢內涵，依序探討各因素實際上在產業中成功因素內涵並加以分析。配合個案研究與針對研究個案進行深入訪談專家學者，依序分析兩個國內最具代表性廠商（聯電及茂矽）所具有競爭優勢形成的成因。

蔡俊鵬 (2000) 利用Michael E. Porter的五力分析架構分析，藉以了解台灣DRAM產業的優勢、劣勢、機會與威脅，結果提出若台灣DRAM產業需在長期具有優勢，必須具有強化國內DRAM產業的合作關係、集中資源發展核心事業、加強半導體技術人才的培育與建立海外佈局的能力，迅速反應市場需求及規避風險。

楊大同 (2004) 利用Michael E. Porter的五力分析架構與Richard A. D'Aveni的優勢競爭理論分析，以力晶半導體公司為例來分析台灣DRAM產業的競爭策略，其研究認為：

「未來DRAM產業的走向逐漸邁向生產與研發兩端發展。以國內主要為生產端來看，一為積極擴建12吋廠將成為未來的潮流，二為舊有的8吋廠的轉型為晶圓代工或其他相關業務為DRAM產業所必須，三為策略聯盟為各家廠商生存的方式」。

陳建宏 (2004) 利用系統動態學方法，來說明台灣半導體產業的資源累積結構，透過產業相關決策者的心智模式瞭解產業內部的結構與互動關係，並據以建立因果回饋模式，將所構建之產業模式進行模擬分析，結果顯示，人力資源、資金、產能與技術對半導體產業的發展有重要的影響，並認為要發展半導體產業的新興工業化國家，應該要考量其產業環境中發展資源的累積結構，來決定適當的發展策略。

## 2.2 產品特性與價格相關文獻

有關DRAM產品特性與價格的文獻方面：吳福立 (2000) 探討DRAM產品價格變動的影響因素，利用1992年至1998年的全球個人電腦產業在DRAM市場供需的歷史資料，建構迴歸模式來探討DRAM價格變動的影響因素，結果顯示：造成DRAM年度平均銷售價格變動的主要二個因素為DRAM位元供需比與DRAM位元成長率供需比。

文獻亦有關於產品價格對股價影響之探討，如陳怡光 (2005) 運用Engle和Granger在1987年所提出的誤差修正模型，來探討DRAM現貨價格與生產廠商股價間的關係，進而探討對於廠商財務面之影響，針對2003到2004年間三家DRAM生產廠商（力晶半導體、南亞科技、以及茂德科技）的資料來做分析，結果發現短期DRAM現貨價格的波動領先相關廠商股價的現象，長期之DRAM生產廠商的股價具有領先反應訊息的特性。另外在衝擊反應分析的結果中，也說明了股票市場的訊息反應以及價格發現能力優於現貨市場。

## 2.3 研發、創新與策略聯盟相關文獻

在產業研發、創新與策略聯盟之文獻，劉常勇 (1998) 利用個案研究分析，以台灣半導體產業為例，探討研究機構發展衍生公司對產業創新之影響。其分析台灣積體電路公司、聯華電子、世界先進三家公司，它們是由工研院電子所所衍生出的公司，從技術轉移的角度來看，衍生公司是屬於一種全階段的技術轉移，在產業發展政策上具有獨特的背景因素。其認為台灣發展半導體產業成功的主因為：政府的政策效能、進入適當的

產業、採取正確的推進產業創新策略、以及企業化與國際化經營半導體衍生公司，並提出命題；認為衍生公司技術移轉模式適用於後進地區國家發展初生期科技產業與先進地區成長期的技術，其次愈處於產業發展初期，衍生公司對於產業創新影響的時間落差現象愈顯著，最後衍生公司對於產業創新貢獻的大小，與其是否經營成功有密切關係。

吳克 (2005) 探討台灣半導體製造業策略夥伴選擇準則與聯盟不穩定性，以個案研究法，針對台灣半導體產業與國外業者聯盟的配對關係，研究雙方所提出的選擇聯盟夥伴準則有何差異。研究結果發現，台灣半導體業者重視具有獨特能力、雙贏基礎、管理風格與文化適配、長期發展目標明確以及承諾與共識；國外業者則重視製造技術、滿足產能、長期合作、避免摩擦與無形資產，提出國內外廠商策略聯盟合作之因與穩定架構。

賴永成、洪明洲 (2006) 利用多元尺 (Multidimensional Scaling ; MDS) 方法與脊迴歸 (ridge regression) 模型，探討台灣半導體產業之創新活動路徑、同形與績效，並指出企業因具有優勢而擁有較佳的獲利機會，如以專利開發為基礎的創新活動多使企業因不對稱、彈性或不限制性等優勢佔有較佳獲利位置，其研究也指出，廠商創新活動累積量與廠商績效，產值，具正向關係，且追求創新與多元化之廠商績效會高於非多元之廠商。

藉由上述相關文獻探討、加上工研院IEK出版之半導體年鑑、台灣經濟研究院產業研究報告與力晶公司歷年之年報，綜合可歸納出台灣DRAM產業發展影響的幾項主要因素，第一是廠商必須藉由持續的產能提升來維持產業發展的競爭力，第二為人力資本的累積在產業發展中有其重要性，第三為提升廠商間的合作關係與技術提升是產業發展中的重點，由以上三點可得出DRAM產業發展的四項關鍵因素，分別為產能累積、人力累積、技術合作與資金累積。



## 第三章 研究方法：系統動態學

### 3.1 系統動態學之發展與應用

系統動態學是由美國麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology, 簡稱 MIT) 的 Jay W. Forrester 教授發明，他於 1950 年代後期根據管理系統的觀念所發展出來的系統管理方法。主要結合系統設計的概念、情報回饋控制理論、決策理論、模擬與電腦運用，早期的研究是應用情報回饋概念於企業系統的管理工作上。在 1969 年與 1971 年 Forrester 將系統動態學分別應用於都市及世界層次的長期分析上。1972 年由羅馬俱樂部 (Club of Rome) 發表的《成長的極限》(Limits to Growth)，其運用系統動態學對於人口、工業化、汙染、食物與資源消耗等五個變數相互作用，勾勒出未來世界發展的面貌，也帶動了後來全球化的環境保護運動。1980 年 Forrester 又發表國家經濟模型，有別於傳統計量模型。1990 年 Peter M. Senge 發表《第五項修練》(The Fifth Discipline) 進一步將系統動態學推廣到組織學習領域，近年更廣泛應用在各種領域，因此，在經過半個世紀的發展後，系統動態學已成為一門成熟且有用的方法論 (蕭志同，2004)。

有關係統動態學的定義，Coyle (1979) 定義系統動態學是一種將時間是為重要因素的問題解析方法，研究系統如何對抗環境衝擊，並從環境中取得利益。它是控制理論的分支，被用來處理社會經濟系統的問題；也可以說是管理科學的分支，以處理管理階層的控制能力。謝長宏 (1980) 認為系統動態學是以定量之分析方法，研究複雜之實際問題，以數學語言的一階導數微分方程或高階系統，來表現系統複雜的正負回饋結構、互為因果的動態系統，其中存在許多決策點會基於目前的狀態導致某些行動產生，行動將引起狀態的改變再回來影響新的決策，形成一個因果循環的系統。Wolstenholme (1990) 定義系統動態學是藉由對一個複雜問題的質性描述、運作流程、資訊傳遞及組織邊際的定義，來建立量化模型，已進行組織結構及功能的設計 (Coyle, 1996)。

由上述文獻可知，系統動態學是必須對於系統特性加以描述並且藉由自身的心智模式針對系統特性以及行為建立系統動態模型，藉由定性和定量模型、情報回饋管理行

為和設計良好的訊息回饋架構並和控制政策，利用系統模擬和最適化來觀察系統發展情形與行為，來增加對於系統問題本質的了解，並控制與改良系統績效，進而達到系統之管理目的。

系統動態學自 1956 年發展，首先被應用在製造業的生產配銷問題上，如今已廣泛運用至各個層面，舉凡都市計畫、軍事、公共政策、產經分析、策略分析、財務決策、環境資源管理、組織管理與組織學習等眾多領域，都可利用系統動態學來加以探討，國內學者運用系統動態學研究的文獻相當的多，主要將其分為以下幾類：

第一是針對公共政策與非營利組織之研究：有詹秋貴 (2000) 以系統動態學建構台灣政府在發展防衛性武器技術的政策模式；黃麗蓮 (2002) 以系統動態學研究保險人、被保險人、及醫療機構之決策互動對健保財務與品質的影響；廖宛瑜 (2006) 以系統動態學構建博物館客戶長期滿意度之研究；楊育丞 (2007) 利用系統動態學以台灣健保系統為例來研究醫療決策支援模式。

第二是分析都市發展與環境影響，有陳幸宜 (2003) 利用系統動態學對於台北市的都市房價變動影響因素進行動態模擬；陳美智、何東波與詹秋貴 (2007) 以系統動態學對臺北市實施綠覆率對空氣淨化累積效果進行動態模擬分析。

第三為教育領域的研究，Hsiao, Peng & Lee (2009) 利用系統動態學研究台灣小學教育財務系統；蕭志同、熊自賢 (2010) 利用系統動態學對於台灣中等教育英語師資供需失衡進行分析與政策模擬；余曉雯、蕭志同與熊自賢 (2010) 利用系統動態學研究少子化對德國中等教育英語師資供需之影響。

第四為分析產業組織的發展與行為，Jan & Hsiao (2004) 以系統動態學探討台灣汽車產業發展並提出四個角色模型，即政府、本土汽車業者、國外技術母廠和消費者，四個角色主導台灣汽車產業的發展；Chen & Jan (2005) 以系統動態學建構台灣半導體產業的發展模式，並分析新興工業國家發展半導體產業所可能面臨的情況；李文明等人 (2006) 以系統動態學探討電影院經營之決策參數；朱雄明 (2006) 以系統動態學研究台灣行動電話系統產業之發展；吳克凡 (2006) 以系統動態學探討台灣職業棒球獲利模式；李健龍 (2006) 利用系統動態學並以汽車產業為例研究區域經銷商經營策略；林志成

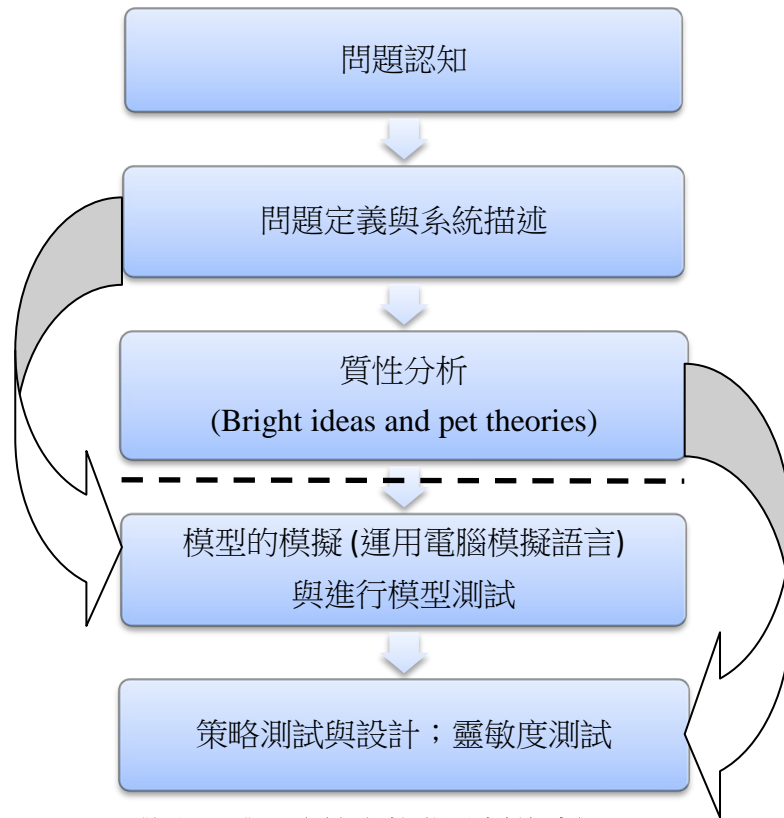
(2007) 運用系統動態學探討決策支援系統應用於台灣中草藥製劑產業發展模式；吳怡彥 (2008) 以系統動態學探討觀光產業帶動地方發展，並如何藉由政策調節來兼顧自然生態品質的維護；蕭志同、黃慧華 (2009) 以系統動態學探討台灣中草藥產業發展結構，並討論當廠商研發經費、投入研發廠商數和政府資金補助產生變化時，對中草藥製劑產業產值的影響與產業發展的情況。

藉由上述文獻可知，在產業組織發展與行為已有相當多學者以系統動態學對各產業作探討，唯由於目前少有學者利用系統動態學，對於台灣 DRAM 產業發展進行研究，此亦為本研究之研究貢獻所在。

### 3.2 系統動態學研究步驟

所謂系統動態學是一個研究及管理複雜回饋系統的方法，強調對系統作整體且宏觀的考量。其立論的重點在於，透過系統思考 (Systems thinking) 來瞭解系統內所有元素及元素間彼此的交互作用，並藉由電腦軟體模擬，來顯現系統的組成結構、政策、延遲等因素，如何交互地影響及整體系統的發展與穩定的狀況，以增加我們對複雜問題本質的瞭解。因此其最終的目的不在預測事件的發生，而是深入思考整體系統的運作現象及其背後的本質，以進一步達到系統的管理之目的。謝長宏 (1980) 認為系統動態學用於企業上的設計時，就應遵循訂定目標→對系統情境說明→數學模式→模擬→分析→系統修正→重複實驗，以上六個步驟來對於系統做分析。

此外根據 Coyle (1996) 的系統動態學分析方法，系統動態學運用的五個階段如下《圖 3-1》所示：



《圖 3.1》 系統動態學分析的步驟

一、問題認知：

3W (What、Who、Why)；問題的確認、哪些人關心此問題、為何研究？

二、問題定義與系統描述：

藉由質性的因果關係圖來描述系統。

三、質性分析：

質性的分析藉由詳細檢視因果關係圖，以期能更進一步了解問題。這是在真實的系統動態學中最重要的一個階段，通常可在此找出重要結果，有時候在這階段就獲得問題之解答，不需進入下一個階段，那就是流程圖中虛線所代表的意義。所謂 **Bright ideas** 是指分析者可藉由其他例子的回饋迴路所得經驗加以運用。**Pet theories** 是指有經驗之人員對於錯誤部分的觀點，經過深入分析後所發現的錯誤及原因，通常這些都是最有利用價值的資訊。

四、模型模擬：

假如到分析階段還無法解決問題，才進入第四階段的建構模擬模型。

## 五、策略測試與設計：

由流程圖中第三和第五階段的箭頭連接，代表經由第三階段的質性分析的 **Bright ideas and pet theories** 的結果，才開始進入此階段。

而楊朝仲等 (2007) 認為，對於系統行為的分析步驟可分為以下五個步驟：

### 一、資料蒐集：

運用各種資料蒐集的方式，對於欲分析的對象進行資料蒐集。

### 二、問題定義與概念化：

對於問題的釐清並得出定性的描述，接著再進一步的對於解題的目標、問題的範圍、系統的結構和所需的變數有明確的定義與說明，在此階段必須要有針對該問題的領域知識 (Domain Knowledge) 方能完成。

### 三、模式發展與建置：

依照分析的目的運用方程式與圖形組合型態來表達模式，先觀察模式的質性因果關係並分析問題本身，其次運用動態量化模式結合電腦程式，以圖形方式直接建構電腦模式來延伸系統動態流程圖直觀的特點。

### 四、驗證與測試：

電腦程式建構完成後許對其正確性及強健性進行測試與驗證。

### 五、分析與執行：

模型建置完成後，分析者可藉由改變輸入值和模型參數設定值來進行各種狀況的分析。

因此，SD 的研究成果主要有二：一是質性因果關係模式；二是動態量化模式。主要利用質性因果關係來了解系統問題發生的原因與造成的影響，並進一步提出解決問題的思維或邏輯，而動態量化模式之建構之立基於質性因果關係模式變數之瞭解，藉由「系統動態圖的建立」與「模型建置和情境模擬」兩步驟來將解決的問題思維與邏輯模型化。藉由以上步驟的認知，本研究旨在對於台灣 DRAM 產業有概括性的了解，故建立台灣 DRAM 產業發展之質性模式，以釐清產業發展中系統與變數之間的關係，此外並建立以財務與產能為重點的量化模式，來探討環境改變與政策對於產業發展之整體影響。

### 3.3 系統動態學模式效度

模擬模式的構建後，都必須對其模式的效度做一判定，也唯有藉由效度判定後之系統方能做為分析問題之工具，Hermann (1967) 將一般模式的效度分為五類：

#### 一、內部效度 (Internal Validity)：

又稱為可靠度，其代表模式內各變數結構關係的穩定程度；亦即模式的參數在初始值固定下，重複操作模擬結果均為相同或變異較小，則模式的內部效度與可靠度均高。

#### 二、表面效度 (Face Validity)：

有時所模擬之系統並不存在，或無法直接了解系統行為與特性，所以無法充分檢視其模式是否正確，因此僅能就結果與真實系統行為之間之印象來檢視其效度。

#### 三、變數－參數效度 (Variable－Parameter Validity)：

模式內的設定與真實系統之間相互對應時，模式便具有此類型的效度。

#### 四、事件效度 (Event Validity)：

模擬的模式所產生的事件能與真實系統發生之情況相互對應，能真實反應系統行為。

#### 五、假說效度 (Hypothesis Validity)：

模擬模式所描寫的變數關係，由於真實系統太過於複雜，無法完全確知變數間的真實關係，所以對於其描寫應只是種假說，對於假說的效度予以檢視就是對於假說的效度判定。

系統動態學對模式效度的看法，與一般統計或是其他的模式的思維不同。根據謝長宏 (1980) 中對於系統動態模式效度的判定，其認為一具有效度的系統動態模式必須具有下述的特性：

- 一、模式變數間的結構關係與參數，應該與真實系統具有相對應之關係。
- 二、模式所操作的各種預估變化，在真實系統中也應能作對應的實際操作。
- 三、模式的機構要與真實的系統相同。
- 四、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。

言下之意，模式能具備上述之特性，其效度就屬可信，四項特性中，前三項屬於模型建構之時必須注意之情況，並藉由對系統邊界與變數的選擇與相互關係的確認可以提高模式的效度，第四項特性在對於模式進行模擬操作後方能判斷，亦須藉由對於參數的數值訂定合適性來提高模式的效度。另外對於鑑定動態模式效度的方式亦可利用穩定性 (Stability)、震盪型態 (Pattern of Oscillation)、時相 (Time Phase) 關係與週期的長短幾項簡單的檢驗方式來檢視。此外，系統動態學的系統模擬方法的主要觀念，是差方/微方程式，以本研究模擬為例，即為  $\Delta \text{Dollar} / \Delta \text{Time}$ ，其系統動態行為的特徵之一，也就是每一變數並非同步動態變化，而變數之間常常存在著極為明確的時相關係，因為管理系統在本質上是屬相當複雜的多元高階非線性系統，因此不宜使用統計方法作動態模式的效度鑑定。

陳建宏 (2004) 提到建構一個系統動態模式的用意，在於對真實系統的行為提供解釋的能力，增加管理者對真實世界的瞭解，而不是去複製一個系統的輸出。管理者建構系統動態模式的最終目的，是希望經由模式建構的過程，重新檢討其對於真實系統結構的認知，並建立一個可供試驗的模擬環境，協助管理者設計一個較佳的管理系統。

本研究之效度檢驗，將根據上述 Hermann (1967)、謝長宏 (1980) 等人所提出的效度與模式檢驗方式，並利用趨勢觀測來檢測模擬結果與實際值的符合度。

### 3.4 系統動態學符號說明：

以下符號使用與設定，利用謝長宏 (1980) 與蕭志同 (2010) 等人對於因果回饋回路圖意義及特性做一探討，能對於基本結構有清楚的了解。

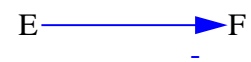
一、下面三個圖型代表兩變數之間的因果關聯，可以說明系統動態模式的相關性：《圖 3.2》表示 A 變數與變數 B 有因果關係，A 是因，B 是果；《圖 3.3》表示 C 變數與 D 變數同方向變動；《圖 3.4》表示 E 變數與 F 變數反方向變動。



《圖 3.2》因果關聯鍵

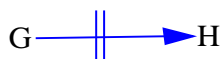


《圖 3.3》正性因果鍵



《圖 3.4》負性因果鍵

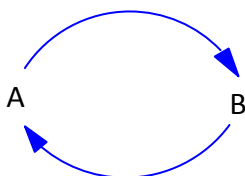
二、《圖 3.5》表示 G 變數與 H 變數之間有時間滯延，亦即 G（因）與 H（果）之間，非同時（期）變動。G 變動後，必須第二期以後 H 才會變動。



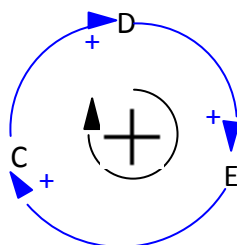
《圖 3.5》時間滯延

### 三、因果回饋環路（Causal feedback loop）

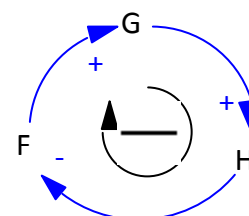
《圖 3.6》表示，A 變數的行為受到對 A 本身控制的情況所影響，而且 A、B 兩者是互為因果。《圖 3.7》為正性環路（又稱為增強環路），例如：C 增加，D 也會增加，而 D 上升後 E 也會上升；然後 E 會回饋作用，使 C 進一步上升。因此產生良性循環或惡性循環，表示任何變數的變動，最後會使該原生變動的變數同向地加強其變動幅度，具有自我強化變動效果，會產生如滾雪球般的效應，最後可能讓系統崩潰。《圖 3.8》為負性環路（又稱為調節環路），表示任何變數的變動最後會使該原生變動的變數產生抑制變動的效果，具有自我規律變動效果，會產生收斂的效應，最後可能讓系統趨於穩定。



《圖 3.6》兩者是互為因果



《圖 3.7》正性環路

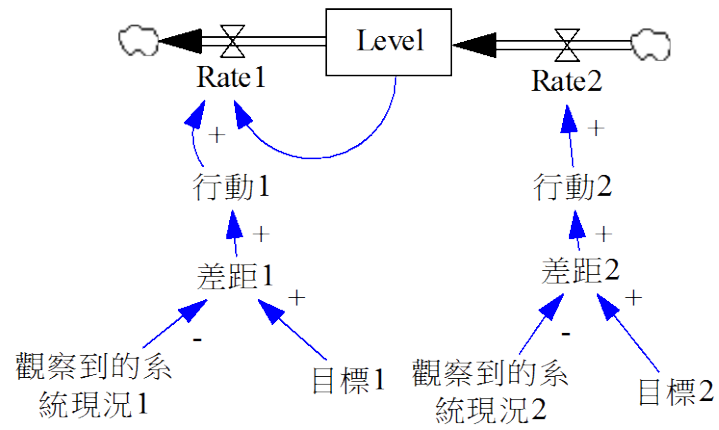


《圖 3.8》負性環路

因果回饋環路是系統動態學的核心，具有在系統內部尋找問題根源的特性，透過電腦輔助運算，對於結構中動態性複雜的因果回饋、時間滯延問題可提供一個有效的切入點。而 Level（積量）與 Rate（率量）乃構成系統動態學模式的兩大核心觀念，積量代表某一時間實體或非實體累積狀態，主要透過率量流出/入的變化造成改變；率量為積量的流出/入值，為單位時間內積量之改變量（單位量/單位時間）。一個決策回饋環路中的率量變數，基本上必須包含四個概念：1.一個明確的目標；2.系統現況的觀察結果；3.系統目標與顯現現況間所存差距的表達方式；4.根據所存差距而準備採取行動之說明(謝



長宏 1980)。其次是 Wire (引線)，為連結系統模型之要素，積量與率量經由引線連結成回饋環路則稱為 Flow diagram (流圖)。如下圖《3.9》積量與率量圖所示。



《圖 3.9》積量與率量圖 (Stock and Flow Diagram)

## 第四章 台灣 DRAM 產業發展特性與背景

### 4.1 產業發展沿革

台灣 DRAM 產業的發展自 1984 年起迄今已 20 多年，產業的從無到有，藉由政府與廠商彼此相互影響而發展出今日具規模的 DRAM 產業，以下藉由發展沿革與產業現況來說明台灣 DRAM 產業發展的過去與現況。

#### 4.1.1 發展沿革

台灣 DRAM 產業發展由 1984 年華智公司與工研院電子所合作開發 DRAM 產品開始，並於 1985 年初成功的開發出 64K 與 256K 的 DRAM，不過此時台灣並無製造 DRAM 的晶圓廠，僅能委託韓國與日本廠商製造，遂引發國內對於成立大型晶圓廠之討論，其後在 1987 年陳正宇成立台灣茂矽，1989 年年底宏碁與德儀技術合作成立了德基半導體（自 1992 年起量產），茂矽自 1991 年合併華智後就積極發展自主的 DRAM 產品，並於 1993 年建立 6 吋晶圓廠，以微米製程量產 DRAM，這兩家公司的成立可算是台灣 DRAM 產業發展的最初期，在德基成立後不久，工研院便投入次微米技術的科技專案計畫，這以 DRAM 為載具的研發專案也在之後衍生出台灣第一家具有設計與製程能力的 DRAM 公司世界先進。

1994 年世界先進成立之後，國內其他 DRAM 公司也陸續成立，黃崇仁與日本三菱合作，而成立了力晶半導體；茂矽與西門子合作，成立茂德科技；台塑集團則與日本沖電氣合作成立南亞科技。然而產業的第一波淘汰在出現在 1998 年，由於各大廠紛紛跨入以 8 吋晶圓廠生產，導致 DRAM 產能過剩報價狂跌，德基半導體在經歷兩年各五十億以上之虧損，以及無技術來源的情況下，在 1999 年宣佈退出 DRAM 製造；隔年，由工研院次微米計畫延伸出來的世界先進，也由於技術斷炊與虧損，於 2000 年轉型為晶圓代工，自此，台灣自有的標準型 DRAM 產品研發也正式告一段落。雖然半導體業的整體不景氣使得整體 DRAM 產業的產值大幅滑落，但到了 2001 年後，整體產業景氣回升，且國際大廠以委外代工之比重大幅提升，產業的整體獲利也隨之提升。

全球 DRAM 市場在 2000 年之後，廠商紛紛朝向更大規模的 12 吋廠投資，相較於原先 8 吋廠，12 吋廠對於廠商資金需求相當大，若廠商不具有成本與資金上的優勢，就容易被淘汰，如同 2002 年華邦電子退出標準型 DRAM 產品競爭和 2003 年茂矽經歷兩年共虧損逾三百億元，亦退出標準型 DRAM 的競爭行列，整體產業剩下擁有自有產品的南科、力晶和茂德與以專門代工的華亞科和瑞晶。

#### 4.1.2 產業現況

2007 年所推出的微軟作業軟體 Vista，雖然其所需的記憶體容量與原先的 XP 相比，需要較多的記憶體，但市場對於 Windows Vista 的反應不佳，導致原先所預期的新作業軟體上市並未對於提升記憶體銷售有顯著上升，此外由於國內外廠商於先前所建置 12 吋廠之產能陸續開出，造成整體市場供過於求，在加上於 2007 年中的次級房貸問題所引發的金融海嘯造成世界經濟衰退，受到以上種種因素之影響，2008 年 DRAM 報價呈現嚴重下挫，合計國內 DRAM 廠商的稅前虧損金額分別為 2008 年的 1,500 億元，全年嚴重虧損的規模創下歷史新高，2009 年第二季的 670 億元，整體產業陷入由 2007 年第二季至 2009 年第二季連續九季的虧損窘境，國內外 DRAM 產業面臨前所未有的經營困境 (劉珮真，2009)。

而在廠商現金大幅流出之下，國內廠商的財務狀況均不佳，且償債能力仍然偏低，2009 年面臨龐大償還債務的壓力，故 DRAM 廠商的財務調度狀況則備受市場矚目，所幸自 2009 年下半年後，因廠商減產，以及現有廠商並無資源興建新廠房，除來自製程提升所新增的產能外，並無新產能開出，加上微軟 Window 7 所帶動的換機潮，使 DRAM 晶片報價提升，讓奄奄一息的國內廠商得以起死回生，由 2009 年底至 2010 年第一季，台灣 DRAM 產業終於撐過了景氣寒冬，在緩步回復當中。

技術與競爭力的部分，由於 2007~2009 年的景氣循環使我國產業受創嚴重，政府在 2009 的三月初政府宣布要在 6 個月內成立台灣記憶體公司 (Taiwan Memory Company, TMC)，並委請聯電榮譽副董事長宣明智擔任整合案召集人，其後續的公司架構也於四月初出爐，且 2009 年四月確定將與 Elpida 技術結盟，原先預期將形成聯美、聯日兩陣營來對抗韓系廠商的局面。

但由於 2009 年年中 DRAM 整體報價回升，廠商對於政府政策不明確，參與策略聯盟意願不高，且立法院已通過對於 DRAM 產業不進行注資，使得原先預定整併國內設計與生產能力之 TMC 計劃前景不明，目前廠商仍積極與國外技術母廠合作再提升製造能力，例如力晶、瑞晶和茂德皆與爾必達合作，而南科和華亞科則與美光合作來取得先進製程，但由於相較於韓國廠商，我國廠商之製程仍落後一個世代，在成本競爭優勢也落後於韓國廠商，如何與技術母廠加強合作，或產業如何整合來提升競爭力，是未來產業發展的一大課題。

## **4.2 DRAM 產業一般特性**

DRAM 產業為一需要高資金投入與高技術密集的產業，其產品的製作就如同半導體晶片的製作過程，需經過各種繁雜的手續，IC 製造廠將晶圓廠所做好的晶圓，利用光罩將電路設計圖印上，再經過晶片製造之程序，將電路及電路上的元件，在晶圓上做出，由於 IC 上的電路設計是層狀結構，因此還要經過多次的重複製作程序，經過封裝與測試之後，才能製造出一個完整的積體電路。DRAM 晶片由投片到產出成為可使用之 IC 所需之時間約為四到六個月，製造 DRAM 所需的材料、設備、廠房以及人力相當龐大。利用陳建宏 (2004)、張順教 (2006)、呂靜怡 (2008)與各年度半導體年鑑和產業報告，歸納出其產業特性如下：

### **4.2.1 資本密集**

廠商必須擁有晶圓廠才能生產 DRAM 晶片，但晶圓廠的投資與所必須購買的機器設備，對於進入產業的廠商來說是相當大的投資，晶圓廠的固定成本又隨著晶圓尺寸的增加而大幅上升，在台灣經濟研究院積體電路製造業基本資料中指出，建設晶圓廠的初期成本由 8 吋晶圓廠的 10~15 億美元到 12 吋晶圓廠的 25~30 億美元，廠商須經由多年方能將建廠成本攤提完畢，一座 12 吋晶圓廠必須有更多的資本支出與營業額，無形中增加廠商在募資上的複雜性，並形成一道極高的進入門檻。

### **4.2.2 技術密集**

由於 DRAM 的製造過程必須使用相當多的技術，包含化學、電子與電機等相關的知識與技術，進入產業之廠商必須具有相當專業的製造技術，且新產品的研發與製程技

術的提升都有賴產業持續的進行研發投入。在台灣經濟研究院我國 DRAM、SRAM 製造業之現況與未來中指出，以三星、美光與爾必達為例，每年在 R&D 部分的投入占其營業額 10%~15%，大約兩億到三億美元來開發新技術，則亦會帶給後進廠商相當高的技術進入門檻，廠商的獲利性來自於產品研發能力與製程技術的提升，具有技術優勢的廠商在未來市場上將更具有競爭優勢。

#### 4.2.3 生產上具規模經濟

DRAM 是大量製造的標準產品，在生產上具規模經濟，廠商在初期購置機器廠房時投入之成本相當高，隨著生產晶片之數量增加，其平均固定成本隨產量增加而遞減，形成廠商在生產上具有規模經濟。

#### 4.2.4 成本競爭

此外各家廠商所產出 DRAM 晶片都相同，價格競爭變成為主要的競爭關鍵，如何壓低生產成本變成為廠商主要課題，在產品的生產上，隨著製程微縮與晶圓面積提升，廠商可增加每片晶圓可切割之晶片數，當每片晶圓可切割之晶片數增加，便可以降低廠商生產成本，相對提高廠商之獲利，如下表所示，在相同晶圓尺寸下，以 0.35 微米的製程生產晶片相較於在 0.5 微米下，在其他條件不變，產出晶片為原先 0.5 微米的兩倍，另外，8 吋晶圓與 12 吋晶圓相比較，12 吋晶圓可產出之晶粒數約為 8 吋晶圓的 2.4 倍，製程提升和晶圓面積提升皆能有效降低廠商之成本。

《表 4.1》不同製程技術下產出晶粒數之比較

製程技術(μm)	0.5	0.35	0.25	0.2	0.18	0.175
總產出	100	210	400	630	800	1000
假設良率	0.95	0.90	0.85	0.75	0.70	0.70
有效產出	95	189	340	473	560	700

資料來源：張順教(2006)

《表 4.2》8 吋晶圓與 12 吋晶圓成本差異表

	8 吋晶圓	12 吋晶圓	差異(%)
晶圓成本	\$1,671	\$2,547	52.4%
晶粒數	541	1297	139.7%
良率	95%	95%	
淨顆粒數	514	1233	
晶粒成本	\$3.25	\$2.06	-36.4%
封裝成本	\$0.21	\$0.21	
測試成本	\$0.57	\$0.57	
其他成本	\$0.18	\$0.18	
每顆晶片成本	\$4.29	\$3.09	-28.0%

資料來源：彭國柱(2005)

#### 4.2.5 產業供需不穩定且景氣循環明顯

DRAM 產業需求主要來自於 PC 市場，PC 市場的需求穩定與否會影響 DRAM 整體的需求，例如：根據工商時報於 2007 年 3 月 27 日的報導指出，台灣廠商對於 2006 年年底微軟公司所推出的作業系統 Windows Vista 會大量推升對於 DRAM 容量之需求的市場前景看好，但待 Vista 推出之後，市場反應不佳並無帶起原先預期的換機潮而導致市場上 DRAM 晶片供過於求。

在產業供給方面也因廠商在看好未來前景而投入產能建置，或是製程轉換來提升產量時，在購買機器設備建構廠房，需要有一年半到兩年的產能建置的時間，製程轉換也需四到六個月的轉換期，所以存在著供給上的時間遞延，使得供需之間經常存在缺口，供需不穩定亦為造成其景氣循環之相當大之因素，當景氣前景良好、廠商手頭資金充裕，則廠商會大規模投資提升產能，但卻造成供過於求，晶片價格下跌，產業前景不佳，廠商資金不足降低投資與製程提升，產業供給小於市場需求，則價格又再提升，如此的循環，也造就出 DRAM 產業特殊的產業型態，產業中的廠商也由於持續的景氣循環現象而劇烈調整，廠商家數也由 2003 年的 14 家主要廠商，減少到 2010 年所剩的五家主要廠商。

### 4.3 台灣 DRAM 產業發展特色

台灣 DRAM 產業相較於其他國家 DRAM 產業發展有兩點特殊的產業發展特性，分別為政府產業發展政策影響甚鉅；另一方面自主產品與製程開發能力不足、多採行技術合作與策略聯盟，此兩種特色造就與其他國家發展 DRAM 產業的相異之處。

#### 4.3.1 政府政策影響

我國發展 DRAM 產業中，政府扮演相當重要的前導角色，研究計畫與機構與人才的培育，都成為了產業發展相當重要的基礎，例如於 1973 年所成立的工業研究院，其下轄的電子所在台灣 DRAM 產業發展之初即扮演相當重要角色，以次微米計畫所衍生之研究人力來提升產業的整體 R&D 能力，雖然由次微米計畫所衍生的世界先進公司因技術瓶頸而轉入晶圓代工，但是整體所培養出的產業人力仍然相當可觀。

#### 4.3.2 自主產品與製程開發能力不足、多採行技術合作與策略聯盟

由於台灣發展 DRAM 產業僅於前期有世界先進擁有產品與製程技術，其餘國內廠商在產品與製程的開發能力上皆不足，需與國際大廠技術合作以求發展，例如現有的力晶、茂德與爾必達的泛爾必達聯盟，還有與美光合作的南科與華亞科，相較於其他國家之 DRAM 產業，台灣 DRAM 產業擁有製造與產能上的優勢，也是美、日廠商與台灣合作的原因之一。

《表 4.3》國內主要廠商與合作國際廠商之歷程

公司	創立時間	合作廠商
力晶半導體	1994	1999 年：三菱 2003 年：爾必達
茂德	1995	1995 年：西門子/英飛凌 2003 年：海力士 2009 年：爾必達
南亞科	1996	1995 年：沖電氣 2000 年：IBM 2002 年：英飛凌/奇夢達 2008 年：美光

資料來源：本研究整理

但是策略聯盟對於台灣廠商並非沒有風險，而是要面對當技術來源中斷時廠商的生存問題，以德基半導體為例，根據賈尚文 (1977) 和張如心 (2006)，宏碁當初和德州儀器策略聯盟成立德基半導體，主要是因為 1989 年 DRAM 的市場需求，宏碁也考量自身的需求足夠支應其 DRAM 廠的生產，但是宏碁本身不具 DRAM 設計能力，技術和市場部分由德州儀器負責，宏碁則為技術承接和量產。

1997 年亞洲金融風暴，韓圜大貶，在匯率的影響下造成 DRAM 強大的競爭壓力，由於德基負債以美元計算，當台幣由 25 貶值到 32.5 元，造成德基大筆匯兌損失，當年度虧損達 46 億元。同時德州儀器營運也產生虧損，決定淡出德基經營，當技術來源德州儀器淡出 DRAM 產業時，宏碁體認到德基在無 DRAM 技術來源後發展不易，故在 1999 年後退出 DRAM 產業。



## 第五章 模型建構

### 5.1 質性模型

台灣 DRAM 產業在發展之初期，進入市場之技術相較於國外廠商已落後將近一個世代，廠商最常面對的問題在於本國產品與技術發展速度落後於國外廠商，再者 DRAM 是大量製造的標準產品，而廠商必須倚賴成本控制、價格競爭、技術提升與高產能，方能在市場中存活。本研究以台灣 DRAM 產業為例，利用 Vensim 軟體的動態分析能力在模型中納入各個變數建構出動態的模式，藉此來探討台灣 DRAM 產業主要發展策略在產能、人力、資金與技術合作發展之間各變數相互影響之系統行為。

#### 5.1.1 產能累積

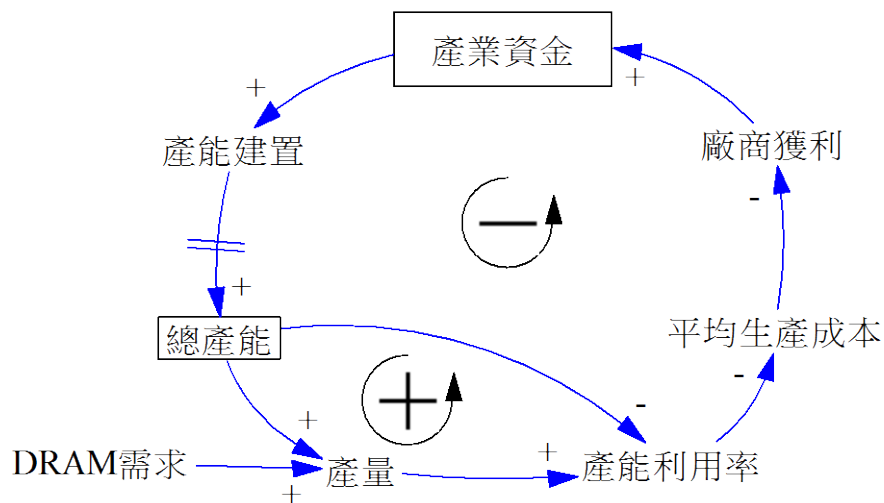
廠商在初期投入市場之時，必須建置相當規模的廠房與機器設備方能進入 DRAM 製造業。產業發展初期國內廠商為提升在 DRAM 市場佔有率，必須控制成本進行價格競爭，廠商大量興建 8 吋廠或 12 吋廠、購買機器設備提升產能以獲取全球市占率並壓低 DRAM 晶片的平均生產成本。

由表 5.1 可知台灣廠商自 2002 年後主要投資產能在於 12 吋晶圓廠，由於可產出的晶片數量為原先的 8 吋廠產量的 2.4 倍，相較於原先 8 吋晶圓廠 12 吋晶圓廠的建置更可提升產能並壓低晶片成本的 30%，平均成本壓低後便可以提升廠商獲利空間，形成對產業資產有正性發展之環路，當廠商以產業資金投入產能建置提高總產能時，在需求穩定成長之下，會使產能利用率提高。然而若需求不如預期，則提升總產能會造成其產能利用率下降，反而提高其廠商的總平均成本進而影響廠商獲利與產業資金累積，從而形成一個負性的調整環路。

《表 5.1》台灣記憶體廠所建置 12 吋晶圓廠現況(至 2009 年年底)

現況	公司名稱	晶圓廠 編號	投片時間	最大產能 (片/月)	製程 (um)	投資金額	主要產品
						新台幣億元	
已量產	力晶	Fab P1	2002	45,000	0.07	620 億	Memory
已量產	力晶	Fab P2	2005	45,000	0.07	700 億	Memory
已量產	力晶	Fab P3	2006	40,000	0.07	700 億	Memory
已量產	華亞	Fab 1	2004	62,000	0.07	778 億	Memory
已量產	華亞	Fab 2	2006	62,000	0.07	920 億	Memory
已量產	茂德	Fab 2	2002	20,000	0.07	434 億	Memory
已量產	茂德	Fab 3	2005	65,000	0.07	1,426 億	Memory
已量產	茂德	Fab 4	2007	65,000	0.07	825 億	Memory
已量產	瑞晶	Fab R1	2007	80,000	0.07	1,200 億	Memory
已量產	華邦	Fab 6	2006	30,000	0.07	490 億	Logic、Memory
已量產	南亞科	Fab 3A	2007	62,000	0.68	839 億	Memory

資料來源：經濟部、各公司網站

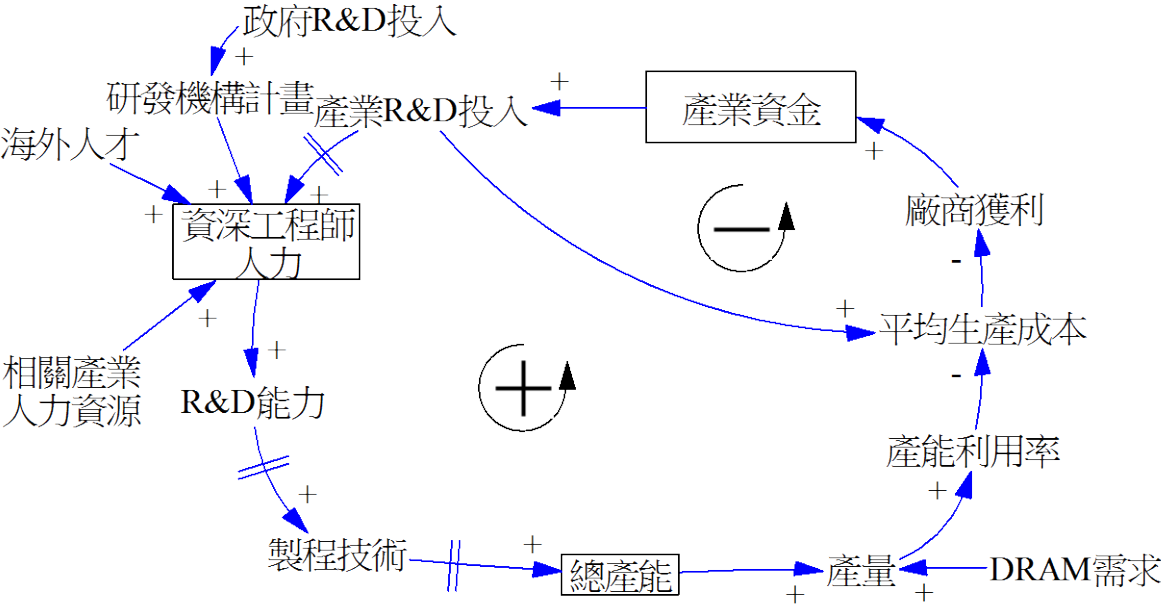


《圖 5.1》總產能累積環路

### 5.1.2 人力累積：

廠商除了產能上的建置可使總產能提升之外，亦可以藉由產業的 R&D 能力提升，來提升製程技術的能力，且由於產品開發牽涉到產品專利授權問題，且須投入的時間與資本較大，國內廠商大多注重在開發製程技術，以提升可生產的總晶片數，產業的 R&D 能力來自於資深工程師人力，資深工程師人力的培養與台灣 DRAM 產業的發展是說是

息息相關。早期台灣 DRAM 產業的 R&D 發展源自於工研院，在 1990 年獲得政府同意後投入的開發次微米技術的科技專案計畫，這對於我國產業發展前期人才的培育有相當重要的影響，有相當多由工研院電子所培養出的研究人力投入到產業當中，此外也有從海外歸國的研究人才，例如當初由工研院的副所長史泰欽先生所邀請回國來執行次微米計畫的盧志遠、盧超群和趙瑚等歸國學者，還有從國內大學相關系所畢業投入產業中的人力，都成為產業相當大的研發人力。一旦產業具研發能力的資深工程師人力增加，則會提高產業的 R&D 能力以利提升製程技術降低晶片的平均生產成本，進而提升廠商的獲利，然而產業的 R&D 投入也必然的會提高每片晶片的平均生產成本，進而影響廠商的獲利。



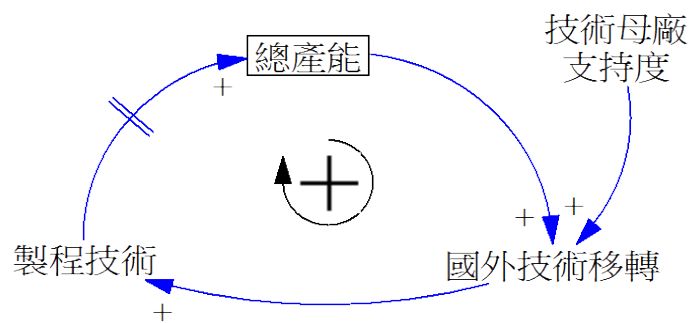
《圖 5.2》人力累積環路

5.1.3 技術合作：

DRAM 產業發展前期是由政府以研究計畫方式投入資金與人力，開發產品與技術。而後除了自行開發與研究，廠商也與國外大廠相互合作開發產品與技術，由於製程技術與產品開發必須投入相當高之研發資本與人力，相較於其他技術領先廠商，我國在產品與技術研發投入相當薄弱，有鑑於此，選擇與國際大廠合作為國內廠商重要發展策略，

國內廠商與國際大廠合作情形已久，國內主要 DRAM 廠商合作對象由原先的三菱、西門子與沖電氣，到現今的聯美日抗韓廠的爾必達與美光聯盟。

國內廠商選擇與國際廠商相互合作以換取在產業發展之未來性，所以技術母廠的支持度亦為廠商在獲取技術移轉時相當重要之因素，國外廠商與國內廠商合作之主要目的在於產能互補與技術合作，這也在反映出台灣 DRAM 廠商的製造能力受到肯定，且具有國際競爭力。由於台灣主要產能貢獻來自於 12 吋廠之建置，相較於國外廠商台灣廠商在製造方面較具有生產成本上之優勢，此外也藉由取得相關的製造技術來提升自身的製造能力，如《圖 5.3》所示，技術移轉帶來的製程技術提升，可提升產業的製程技術，並增加可產出的總產能，產業的廠商所擁有的產能越高時，亦會提升國外廠商合作之意願。



《圖 5.3》技術合作環路

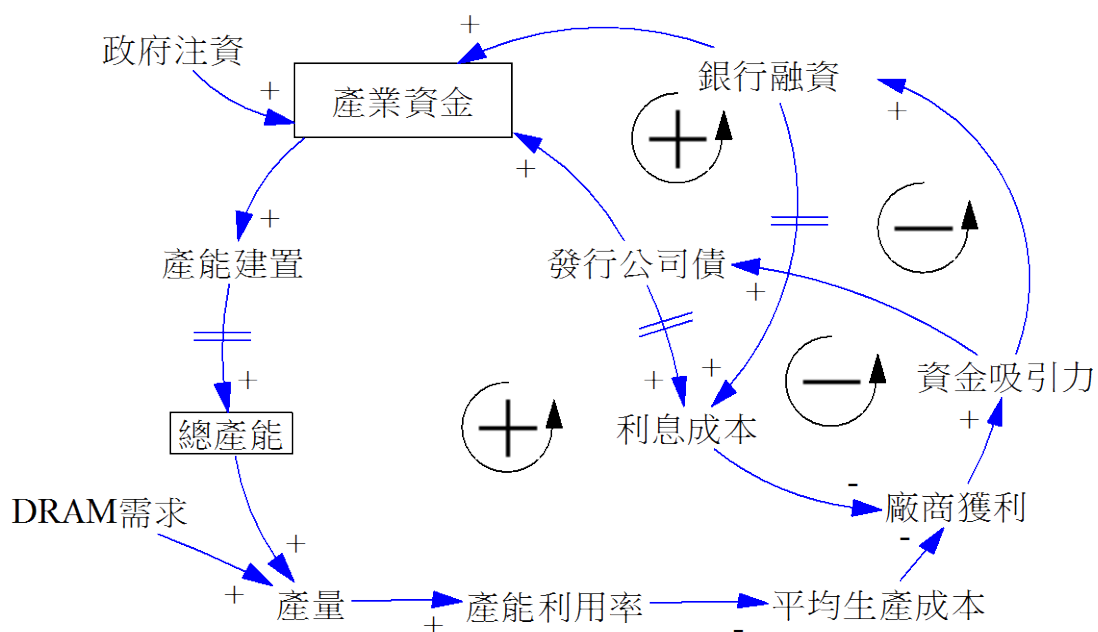
#### 5.1.4 資產的累積：

對 DRAM 廠商而言，廠商在興建廠房與投資製程提升方面，必須投入相當高的資金，以廠商在投資 8 吋晶圓廠的 10~15 億美元到 12 吋晶圓廠的 25~30 億美元未來若投資 18 吋廠必須花費到三千多億台幣以上，製程的投資、轉進與更新機台必須花費達新台幣百億之多，廠商必須有能力募集資金方能提升產能與技術在市場競爭時擁有較多的籌碼。

廠商除了投資建置產能上的獲利可直接增加產業資產外，廠商也可以藉由向外資金募集來增加產業資金，廠商資金募集的來源有銀行融資、發行公司債、股市募資、發行海外存託憑證與政府注資，其中主要的部分為銀行融資與發行公司債，以力晶公司為例，2007 年和 2008 年間，分別向華南銀行與國泰世華銀行等三十多家金融機構聯貸共 600

多億的資金，做為興建廠房、提升製程技術與技術移轉之費用，政府注資則為因 2008 年底至 2009 年，DRAM 產業整體陷入嚴重虧損且面臨倒閉危機，政府於是在 2009 年七月底提出產業改造方案，提出政府注資至提出改造方案且通過之 DRAM 公司，雖然由於 DRAM 產業於 2009 年年底因晶片報價回升而使各家廠商財務狀況回穩，且立法院要求政府停止注資至 DRAM 產業，但政府注資與否對於產業仍具有相當的影響力。

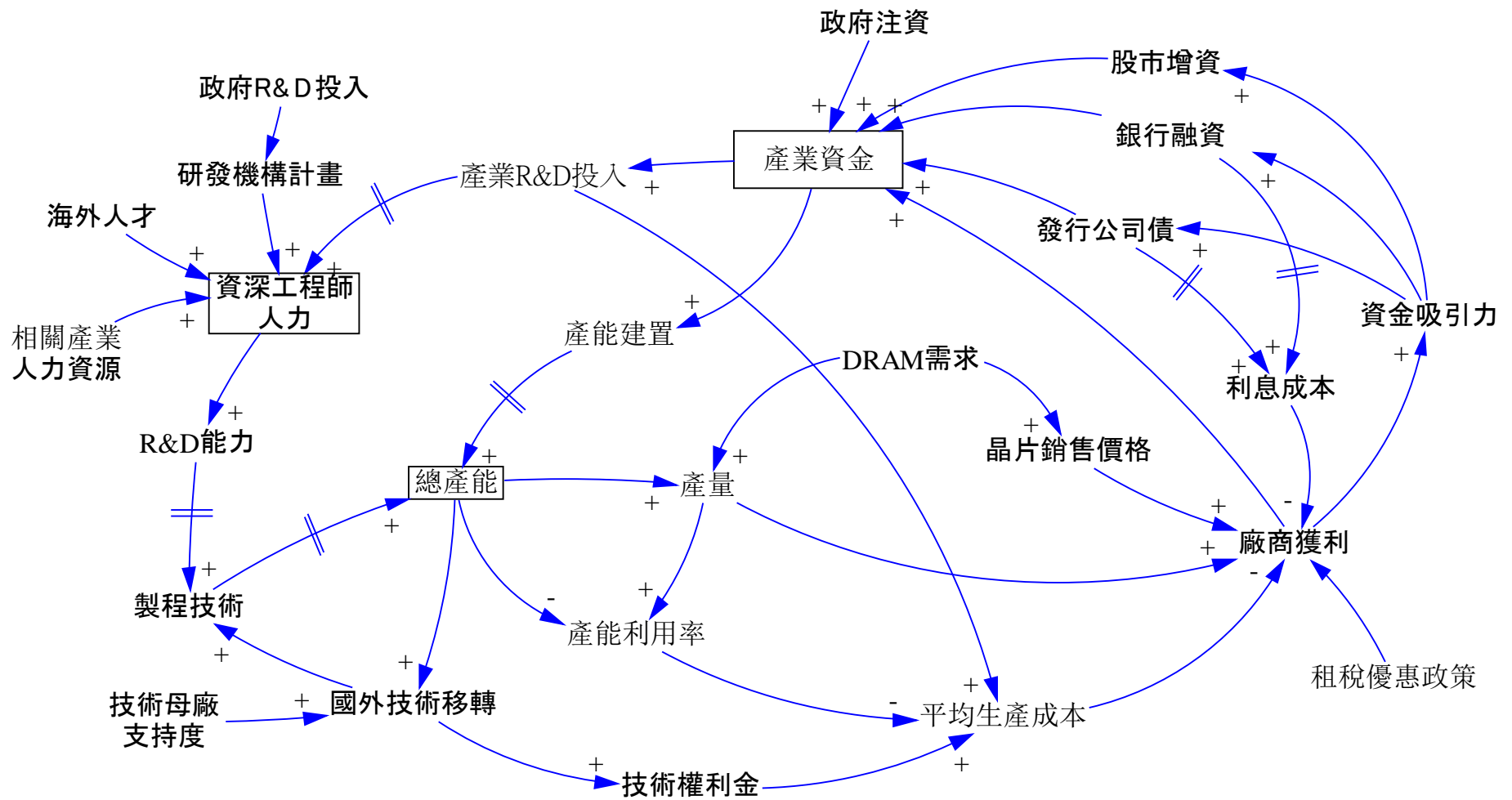
以《圖 5.4》為例，廠商藉由產能建置提升總產能後，若需求旺盛，則藉由產量提升影響產能利用率，降低平均成本後進而提升廠商獲利，廠商若能獲利會吸引市場上的資金，對資金的吸引力越高，則銀行融資與公司債的發行就會越多，銀行融資與公司債發行越高則會提升產業的可利用資金，對於產業有兩個正性的發展環路，然而廠商的資金募集並不是無窮無盡的一直下去，因為資金的募集必定需要付出利息的成本，會形成兩個負性的環路，而減少資金的累積。



《圖 5.4》產業資金累積環路

### 5.1.5 整體環路圖：

上述四個關鍵因果環路說明了產能累積、人力累積、技術合作與資金累積的運作模式，接下來加入外部因素與 DRAM 產業內相關因素進行探討說明。產業資產除了來自與獲利與上述的資金累積運作模式注資外，亦可藉由股市增資來增加產業資產，產業資金可提升產業的 R&D 投入與增加產能建置，兩者皆會對於資金形成正向環路，唯受到 DRAM 的外部需求大小影響，平均生產成本除了受到原先的產業 R&D 影響與產能利用率影響，其亦受技術權利金影響，而技術權利金受技術移轉影響，隨著移轉技術越多，則技術權利金越高，廠商獲利則為受到 DRAM 需求所影響的晶片銷售價格、平均生產成本與產量影響，此外政府的租稅優惠政策也會影響對於廠商的獲利，由以上四個關鍵環路在配合上許多產業的外在環境條件，便形成台灣 DRAM 產業發展之因果環路圖。



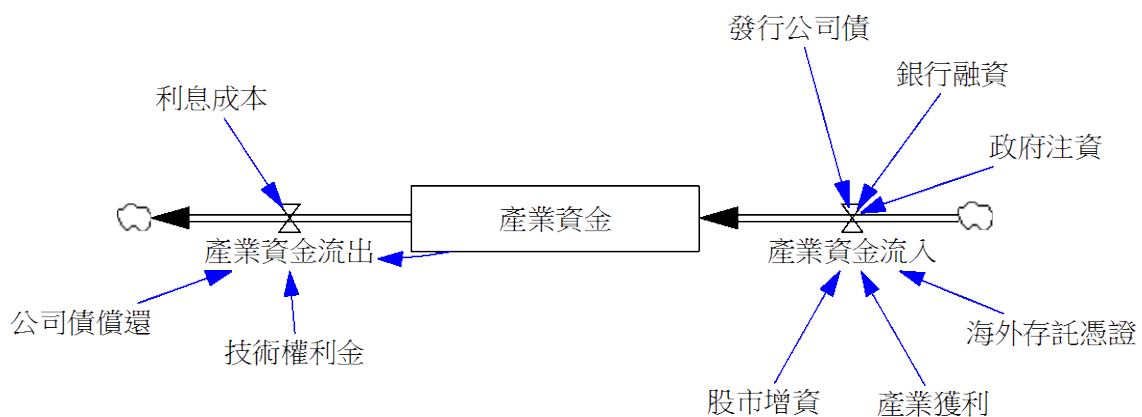
《圖 5.5》 台灣 DRAM 產業發展之因果環路圖

## 5.2 量化模型：

由於研究時間限制，本研究僅處理「產業資金」與「總產能」兩個重要積量相關變數，而將「資深工程師人力」的環路簡化為「製程技術」環境變數。如後面之《圖 5.9》所示。根據集邦科技統計，2010 年第一季力晶半導體市占率全球排名第五，台灣排名第一，故其資料具有代表性，因此本研究利用力晶半導體公司為推論依據，以下將影響最重要之資金及產能積量變數建構出量化模型，所建構之量化模型共包含 25 條方程式及 2 個積量變數。其中處理較困難的變數與關係，茲說明如下：

### 5.2.1 產業資金累積：

產業資金的多寡象徵廠商在提升生產與技術開發上的可能性，當廠商所擁有的資金越多，越可提升其產能開發能力，根據力晶公司 1999 年至 2008 年各年度年報顯示，產業資金主要來自於發行公司債、銀行融資、股市增資、海外存託憑證與產業獲利，廠商在產能擴張時，除了以靠原先的獲利擁有的資金外，前四項融資方式則為廠商較常使用的融資方式，產業獲利可視為廠商未來發展性的主要指標。政府注資則為 2008 年金融風暴後政府曾提出對於 DRAM 產業注資的方案，而在產業資金的流出方面，則有利息成本、公司債償還與技術權利金，產業資金變數，以 Vensim 之程式語言表示如下：



《圖 5.6》產業資金累積動態流程圖



\*\*\*\*\*

$$\text{產業資金} = \text{INTEG} ((+\text{產業資金流入}-\text{產業資金流出}), 40000)$$

$$\text{產業資金流入} = \text{廠商獲利} + \text{發行公司債}(\text{Time}) + \text{銀行融資}(\text{Time}) + \text{政府注資}(\text{Time}) + \text{股市增資}(\text{Time}) + \text{海外存託憑證}(\text{Time})$$

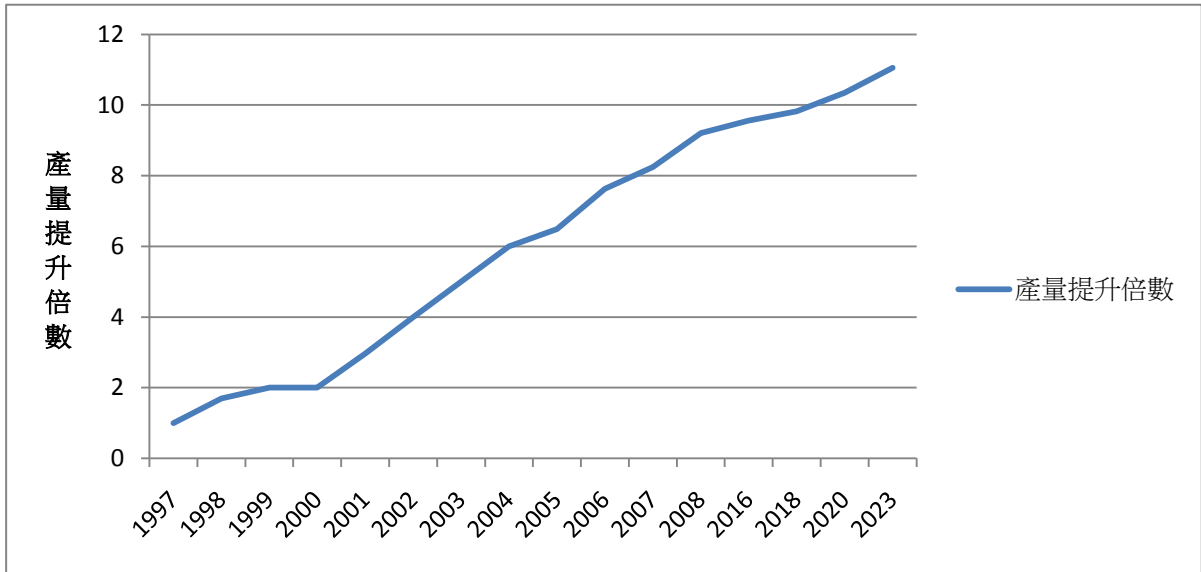
$$\text{產業資金流出} = \text{公司債償還}(\text{Time}) + \text{利息成本} + \text{產業資金} * 0.2 + \text{技術權利金}$$

\*\*\*\*\*

### 5.2.2 產能累積：

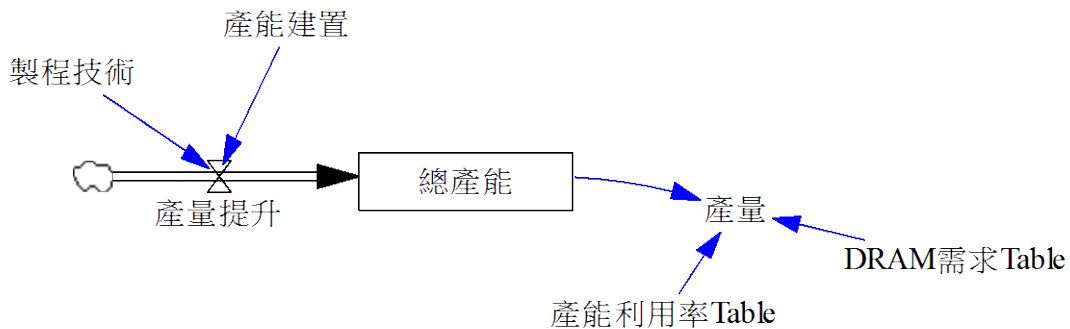
由於 DRAM 產業是一個高資本投入的產業，廠商無不以產能的提升以及製程微縮來壓低產品的生產成本，在廠房建置上，廠商由最初的 6 吋廠、8 吋廠到現階段為主的 12 吋廠，製程的提升也由原先的微米至現在的奈米。由於半導體製造本身就是固定成本相當高的產業，尺寸越大的晶圓廠所需的建廠金額越高，同時提升製程所必須花費的研發與轉換金額就越高，所以必須以量產規模來維持其在市場上的競爭力，廠商唯有不斷投資與設立生產線，擴大產能，提升製程技術與資金來源，方能鞏固其競爭力，所以總產能的累積可以藉由提升生產的製程技術或是利用產能建置來達成。

但產能建置到產量提升會經過一年的時間滯延。本節以力晶公司為例，估算力晶公司歷年藉由製程技術可提升的總產量倍數，利用 1997 年 0.35 微米製程為初始值來估算同樣一片晶圓片所可以切割出的 DRAM 晶片，以 2006 年為例，0.11 微米製程所可切割出的 DRAM 晶片數約為 1200 顆，相較於 0.35 微米製程所切割約 200 顆晶片，所提升的切割數量為六倍之多。



《圖 5.7》製程技術影響產量提升能力之非線性關係

總產能的供給與 DRAM 需求則可得出市場所需 DRAM 數量，最初的可生產的最大數量以力晶公司 1996 年當年度資料為 52889 千顆，以 Vensim 之程式語言表示如下：



《圖 5.8》產能累積之動態流程圖

\*\*\*\*\*

$$\text{總產能} = \text{INTEG} (+\text{產量提升}, 52889)$$

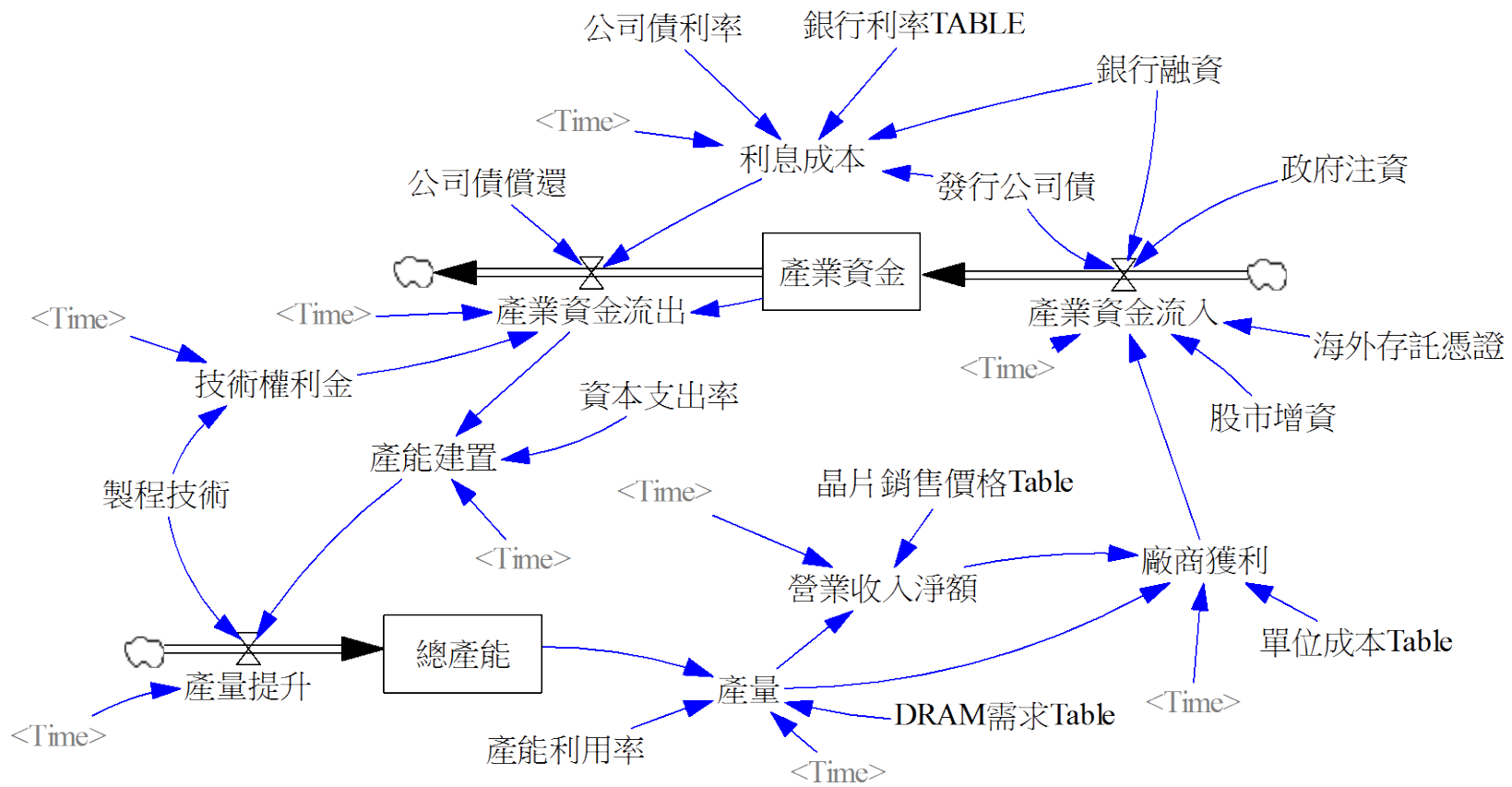
$$\text{產量提升} = \text{DELAY1}(\text{產能建置} * 0.0028^1, 1) * \text{製程技術}(\text{Time})$$

$$\text{產量} = \min(\text{DRAM 需求 Table}(\text{Time}), \text{總產能} * \text{產能利用率 Table}(\text{Time}))$$

\*\*\*\*\*

最後，將上述各量化流程圖綜整如《圖 5.9》「台灣 DRAM 產業動態流程圖」。

<sup>1</sup> 0.0028 所代表的意思為，每一千元新台幣所可以生產的 DRAM 晶片數量，此數字則為利用力晶公司歷年建置產能所可生產之晶片除上所需金額估計。



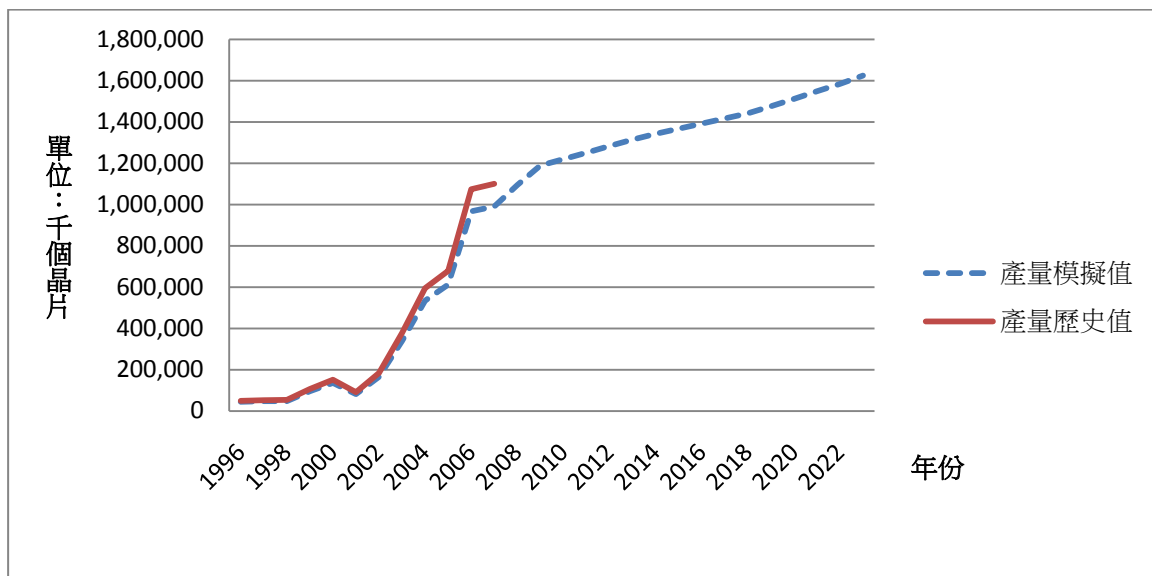
《圖 5.9》台灣 DRAM 產業動態流程圖

## 第六章 結果模擬

### 6.1 模擬結果

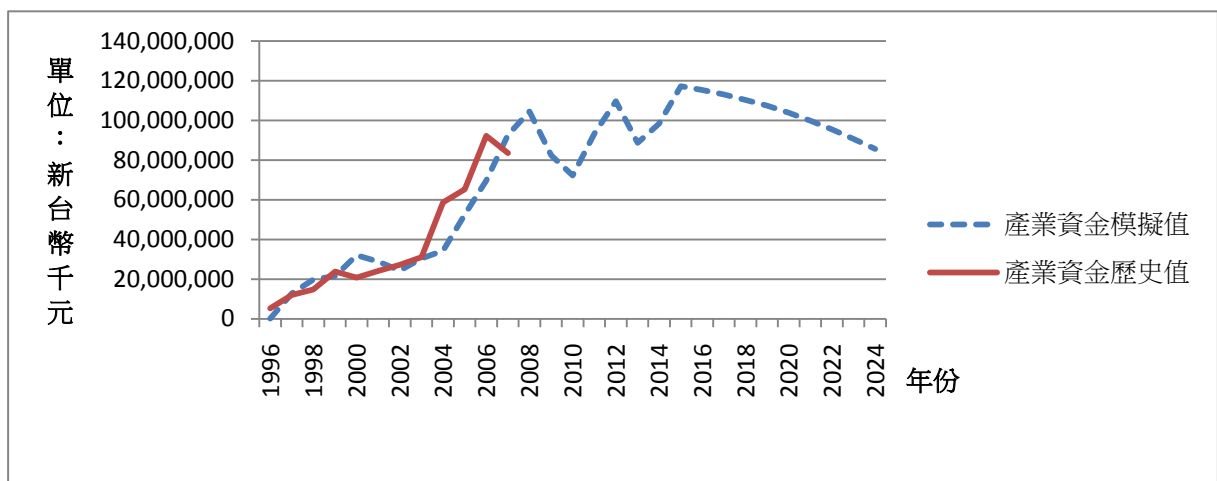
以下就產量與廠商獲利兩個動態模擬結果進行分析，再以產量與產業獲利之歷史資料，和本研究系統動態學量化模式模擬結果作比較，利用動態模型來觀察其模擬結果。有關本研究的效度檢驗，主要是利用第三章、第三節系統動態學模式的效度檢驗，運用謝長宏（1980）的模式效度判定的四個步驟來觀察研究過程中，系統結構與真實世界的行為是否相符，並藉由不斷修正以追求與真實世界中的系統結構及系統行為相符。此外，本研究利用 Vensim 軟體進行模擬時，會將模擬值與歷史值作一比較，檢視模擬值與歷史值是否相吻合，以查明本研究是否符合系統動態學效度檢驗方法的趨勢效度。

從模擬結果之趨勢可知；兩項估計變數大致符合實際之歷史數值《圖6.1與圖6.2》，其說明如下：產量為市場所需且可得的DRAM晶片數量，可由前面《圖5.8》可知是由總產能的供給與DRAM需求而得，可由《圖6.1》看出整體產量在2002年12吋廠開始投入生產且市場需求提升故產量開始提升，2004年與2006年分別因兩座12吋廠投入生產而使產量提升，至2008年因整體市況不佳而呈現成長停滯。



《圖 6.1》產量之實際值與模擬值

再來討論產業資金，產業資金為廠商在產能提升、權利金以及利息的支付主要來源，本研究之模擬值與歷史值大致相符，由《圖6.2》可看出產業資金在2002年後由於新建置產能完成以及產業獲利提升影響，使得產業資金累積大幅提升，產業資金的變動受廠商獲利影響而呈現上下震盪，根據過去晶片價格與成本值推估，會使得產業資金大約兩到三年會呈現上下變動，至2004年後，隨著廠商產量提升，資金受影響程度更加劇烈。



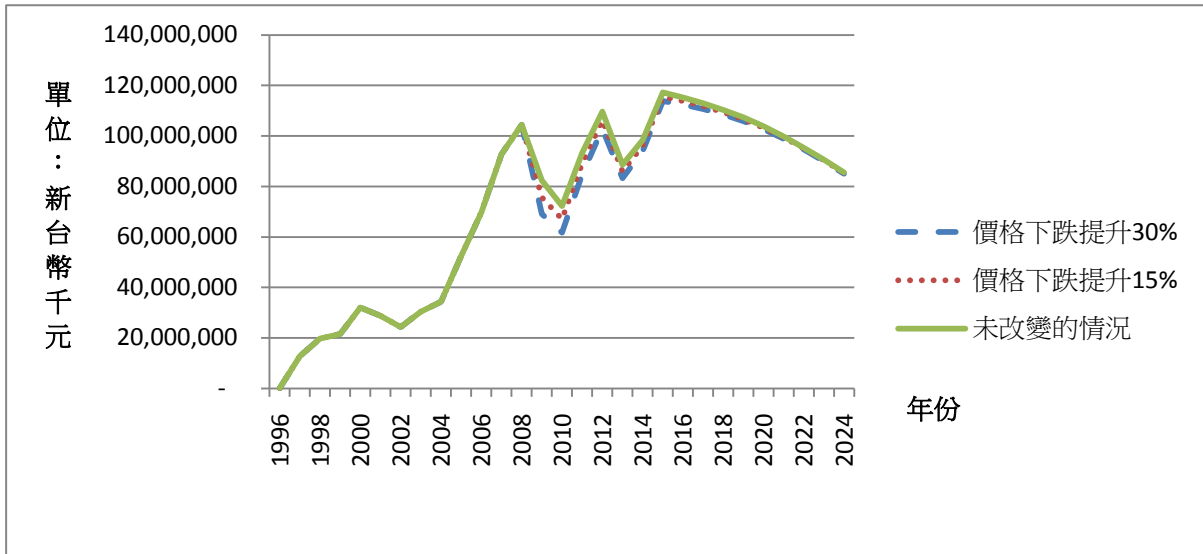
《圖 6.2》產業資金之實際值與模擬值

## 6.2 系統環境情境與政策模擬

台灣的DRAM產業發展，在經歷20多年的發展後，總產量達到世界第三大。但在2008年遭受全球性的金融風暴影響，使得整體產業發展情況不佳，政府也擬利用國發基金對於DRAM產業進行注資。本研究針對市場價格的改變以及產業衰退時政府援助兩種情境進行模擬。底下分別就兩種情境來模擬並討論。

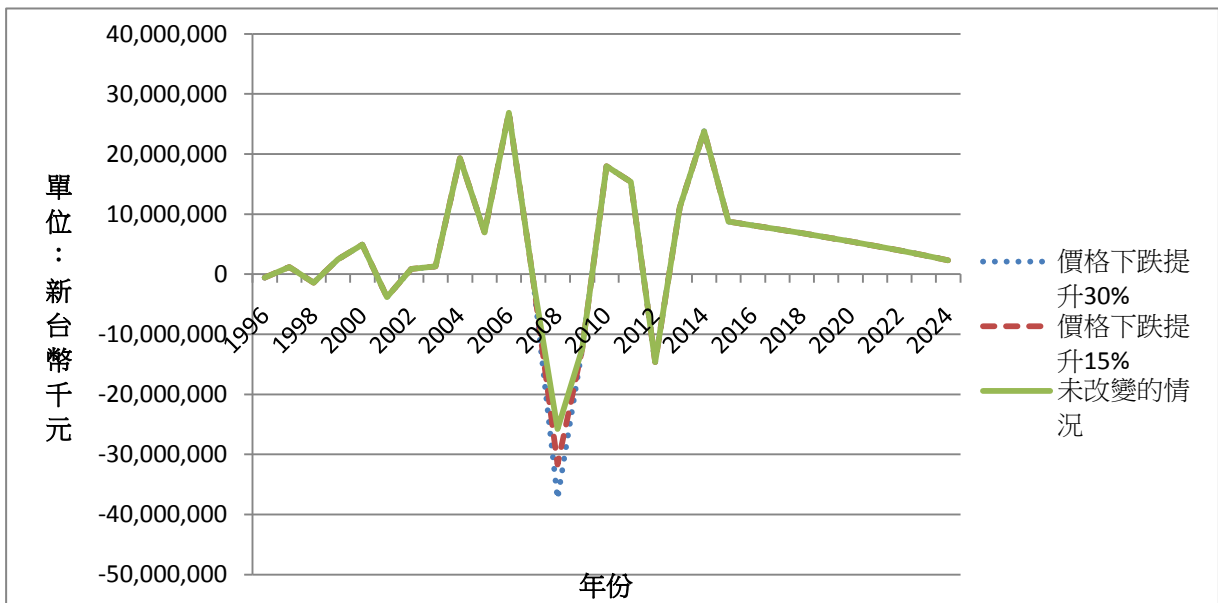
### 6.2.1 價格改變之情境模擬

由於2008年世界性的金融風暴，連帶使得台灣受到世界景氣的影響，。本研究針對價格變動設定兩種情境：當DRAM晶片價格下跌30%與下跌15%時對於產業資金之影響。模擬的結果如《圖6.3》，在價格變動的情境中，產業的資金在2009與2010年由於2008年產業獲利大幅衰退而呈現巨幅的下滑，直至2010年才慢慢回復。在價格下降15%的情境中，由於晶片價格下跌後，使得獲利較原先更為不佳；在價格下降30%的情境中，晶片價格大幅滑落，使得產業資金累積更不佳，直至2016年方會回復原先狀態。



《圖 6.3》產業資金在晶片價格下跌之變動模擬

同樣晶片價格的變動上對於當年獲利亦會造成影響，與產業資金相同，當價格下跌提升 15%與 30%的時候，皆會造成產業的獲利更加惡化，進而影響產業資金的累積。

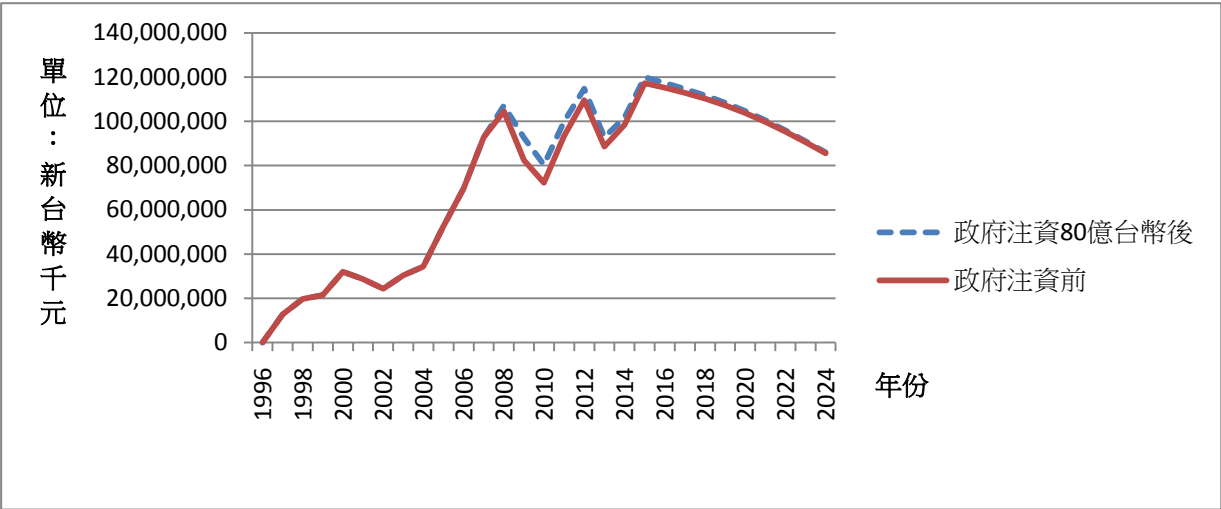


《圖 6.4》價格下跌下獲利變動模擬

### 6.2.2 政府政策性援助影響

以下探討在產業發展情況不佳時，政府給予產業發展的資金援助所會產生的情況改變，在 2008 年金融風暴發生使得廠商獲利大幅衰退，使得經濟部為了協助產業發展而

提出 DRAM 產業改造方案，藉由廠商提出改造方式，而政府予以資金援助，本研究依據經濟部當初設定投入產業援助資金約 80 億元做假設來模擬產業資金變化。



《圖 6.5》政府注資對於產業資金之影響

由《圖 6.5》可知，當政府在 2008 年投入八十億資金於產業中，會使產業資金在 2009 年與 2010 年有顯著提升，其後又會漸漸趨於穩定，但對於獲利之影響如下《圖 6.6》所示，則對於獲利的提升幾乎不造成任何影響，原因在於由於政府所挹注的資金，廠商會將大部分用於改善短期營運週轉或償債，將資金分配於產能建置的比例有限，所以對於產能不會有太大的提升，自然無法對於獲利有任何的影響。



《圖 6.6》政府注資對於獲利之影響

## 6.3 討論

歷經數十年的努力，台灣的 DRAM 產業由缺乏產品與製程技術，到成為世界市占率第三大產業，並建構出與美、日、韓各國不同的發展情形，足見台灣 DRAM 產業在政府與廠商的相互努力下，雖然自身技術能力不足，但仍創造出具生產優勢的產業定位，以下就各個觀點分析台灣 DRAM 產業的發展。

### 6.3.1 政府角色的扮演

政府在台灣 DRAM 產業的發展中扮演相當重要的輔助角色，雖然在產業的發展之初，是由廠商首先研究開發，但由於政府對於產業之發展有其願景，便會投入資源協助產業的發展，DRAM 產業的發展藉由政府在次微米計劃上的推波助瀾，也衍生出世界先進和其他與國外大廠合作之國內廠商，因此政府扮演重要的角色。然而自 2007 年以來，台灣 DRAM 產業陷入非常大的衰退危機，政府於 2009 年中宣布要於六個月內成立台灣記憶體公司(TMC)來結合 DRAM 上下游廠商，並以資金對日商爾必達公司進行投資，希望取得其股份後換取技術轉移上不需支付權利金。

此外，若產能整併則可以增加對於國外廠商的議價能力，並提升產業的整體產能規模，以政府角色而言，應協助 DRAM 產業進行上述產能規模以及技術上的整併，而非僅是對於產業進行注資，對於產業的單純注資僅能使廠商在資金周轉上短期獲得效果，但長期仍必須面臨技術來源與權利金等等相同的問題，雖說在產業發展上政府已不如以往的主導角色，不過如何協助產業進行改造，仍是政府對於 DRAM 產業未來發展態勢所必須考量。

### 6.3.2 產能與製程提升為獲利的雙面刃

DRAM 產業是一個高資本投入的產業，廠商無不追求以產能的提升以及製程進步來壓低產品的生產成本。在廠房建置上，廠商由最初的 6 吋廠、8 吋廠到現階段為主的 12 吋廠，製程的提升也由原先的二微米到後來的次微米以至現在的奈米水準。基本上，由於半導體製造本身就是個固定資本相當高的產業，尺寸越大的廠房所需的建廠金額越高，製程提升所必須花費的研發與轉換金額就越高。所以必須以量產規模來壓低平均成本，並提升產量以拉高廠商獲利，廠商唯有不斷投資與設立生產線，擴大產能，提升製程技



術與資金來源，方能鞏固其競爭力。

但相對地，在產能與製程技術改進之時，供給量會相對提高，當市場需求未相對提升的時候，會升高廠商在營運上的風險。如同 2007 年的 Windows 作業軟體未如預期暢銷與金融海嘯的雙重影響，使得需求不足，DRAM 價格大跌至低於成本價，在加上先自 2004 年至 2006 年的榮景使廠商擴增產能，更進一步的加深供需的不均，使得廠商產生極大的虧損，所以如何掌握產能與製程提升的幅度對於廠商而言是相當重要的課題，如同瑞晶總經理陳正坤從事 DRAM 產業 20 年來的心聲：「DRAM 產業並不容易轉型，是一個進入門檻高，退出門檻更高的產業」。

### 6.3.3 技術合作為台灣 DRAM 產業目前發展的主要方式

台灣 DRAM 產業與國外技術大廠合作已行之有年。由於技術開發必須累積一定的研發人力且需大量資金，相較於國外廠商在技術開發上所投資的人力與開發金額，國內廠商無法獨立開發技術，故台灣廠商仍無法掌握其關鍵技術。所以多藉由自身在製造上的優勢，由大廠獲得產品與製程技術以生產自有品牌之 DRAM 晶片，而國外大廠也可在不提升資本支出下而獲得產能，策略聯盟對於合作的雙方都相當有利。

但若國外技術大廠中斷技術合作時，國內廠商可能會頓時喪失技術與產品來源，對於廠商來說具有相當大的營運風險。例如 1999 年退出的德基半導體，因為喪失了來自德州儀器的技術來源，在加上連兩年的巨額虧損而退出市場，而國內廠商的技術移轉取決於國外技術母廠對於廠商的支持度，現行多採策略聯盟做技術協同開發與產能合作。例如力晶與爾必達聯盟在台的研發中心，初期將在兩年內投入 5,000 萬到 8,000 萬美元，由力晶、瑞晶、爾必達三家公司一起建構 80 人團隊，並根據先前力晶與爾必達間的共同協議，力晶日後也將陸續導入新製程技術，以目前的合作發展情況，頗有「聯美日廠抗韓廠」的態勢。由於自行開發新技術能力必須付出相當高的研發成本，故聯合開發新技術且共同分享，以政府日前所規劃之 TMC 的方案，是可以給予國內廠商在技術發展上的新的考量。

## 第七章 結論與建議

### 7.1 結論

台灣DRAM產業的發展是一個複雜且動態的過程，其發展伴隨著台灣半導體產業的興起，也成為了台灣半導體製造業中相當重要的一環，也是在國際市場上具競爭力的產業。20多年來，產業的發展在廠商、技術母廠與政府各角色之間的互動之下，累積的大量資金、人力與技術等資源。本研究運用系統動態學，探討台灣DRAM產業發展之系統結構，並研究廠商決策與產業發展歷程。本文歸納台灣DRAM產業發展的特色與討論未來所面對的挑戰，並找出關鍵的因果環路，嘗試著描繪出未來台灣DRAM產業發展之面貌。

研究結果顯示台灣DRAM產業發展早期受到政府政策影響；及因應技術與製程開發能力不足，大多採行技術合作與策略聯盟兩項發展策略。其中產能累積、技術發展與合作、人力與資金四項變數所構成的因果環路，形成產業發展動態結構。最後本研究模擬價格變動與政府注資之兩種情境，對DRAM產業可能的衝擊。由模擬結果發現，市場價格變動對於累積產業資金影響相對較大；而政府對於2008至2009年在金融風暴下受創嚴重的DRAM產業，擬給予直接資助80億新台幣之政策，但透過模擬後發現，政策效果不顯著且長期無太大的影響。

### 7.2 建議

本研究探討了台灣DRAM產業的發展與特性，並利用系統動態學探討其發展結構，此方法論適合用來觀察DRAM產業發展系統內部的變數與外部環境變數之間的交互影響。然而本研究量化模型尚未處理「資深工程師人力」積量變數，是將來有興趣之學者可以深入研究之處。台灣DRAM產業的發展結構相當複雜，本研究旨在分析標準型DRAM產品為主的產業行為。未來若其他非標準型產品應用提升，對於整體產業會產生的影響，其實是相當值得作為探討的議題。

此外SD也適合研究其他國家的DRAM產業，或是其它產業的發展。亦可用於對經濟

發展政策等相關複雜議題的探討也很適用，例如財金、區域經濟發展等政策分析，或者國際金融、兩岸產業互動等相關研究議題。

## 參考文獻

- 王建華等 (2003)，《2003 半導體工業年鑑》，新竹：工業技術研究院產業經濟與資訊服務中心。
- 李純君 (2007 年 3 月 27 日)，《DDR2 報價首度跌破 3 美元》，工商時報。
- 李宜儒 (2009 年 11 月 24 日)，《DRAM 再造案翻船 經部不死心》，自由時報。
- 李淑惠 (2010 年 1 月 20 日)，《退出很難 只能往前殺到死》，工商時報。
- 李健龍 (2006)，「區域經銷商經營策略之研究-以汽車產業為例」，大葉大學資訊管理學系碩士在職專班碩士論文。
- 朱雄明(2006)，「台灣行動電話系統產業之發展」，大葉大學資訊管理系碩士在職專班碩士論文。
- 何易霖 (2010 年 1 月 6 日)，《爾必達聯盟 在台設研發中心》，經濟日報。
- 沈培華 (2010 年 5 月 18 日)，《三星 2012 市占率衝五成，日、美、台 DRAM 廠市場全被壓縮》，中國時報。
- 余曉雯、蕭志同、熊自賢 (2010)，「少子化對德國中等教育英語師資供需之影響：系統動態學模式」，《教育經營與管理研究集刊》，第六期，P87-108 頁。
- 呂靜怡 (2008)，《DRAM產業分析與現貨價格預測之研究》，東吳大學企業管理研究所碩士論文。
- 吳克 (2005)，「策略夥伴選擇準則與聯盟不穩定性之研究—以台灣半導體製造業為例」，《東吳經濟商學學報》，第四十九期，75-110頁。
- 吳克凡 (2006)，「台灣職業棒球獲利模式之研究」，大葉大學資訊管理學系碩士論文。
- 林志成 (2007)，「決策支援系統應用於台灣中草藥製劑產業發展模式」，大葉大學資訊管理學系碩士論文。

- 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,” New York.
- 徐進鈺 (1997),「台灣積體電路工業發展歷程之研究高科技、政府干預與人才回流」,《國立台灣大學地理學系地理學報》,第二十三期,33-48頁。
- 許苑娥 (2007),《DRAM產業競爭之資產專屬性優勢》,國立臺灣大學經濟學研究所碩士論文。
- 范哲豪等 (2005),《2005半導體工業年鑑》,新竹:工業技術研究院產業經濟與資訊服務中心。
- 彭國柱 (2005),《DRAM公司積極轉進12吋晶圓廠》,ITIS智網產業評析。
- 陳俊吉 (1999),《台灣半導體產業競爭優勢分析—以晶圓代工與動態隨機存取記憶體製造業為例》,國立政治大學企業管理學系碩士論文。
- 陳幸宜 (2003),《都市房價變動影響因素之系統動態模擬—台北市之實證研究》,國立成功大學都市計畫研究所碩士論文。
- 陳建宏 (2004),《從互動觀點探討台灣半導體產業之發展》,國立交通大學管理科學系所博士論文。
- 陳怡光 (2005),《DRAM現貨價格與相關生產廠商股價的關係》,國立交通大學管理科學學程碩士班碩士論文。
- 陳宜仁,陳建宏 (2006),「以系統動態學觀點探討台灣 TFTLCD 產業發展歷程」,《工研院創新與科技管理研討會》,逢甲大學電子商務研究中心與朝陽科技大學管理學院主辦,台中。
- 黃麗蓮 (2002),《以系統動力學研究保險人、被保險人及醫療機構之決策互動對健保財務與品質的影響》,國立中山大學企業管理學系博士論文。
- 張如心 (2006),《矽說台灣;台灣半導體產業傳奇》,台北:天下遠見出版有限公司。
- 張錫華 (2002),《從 DRAM 產業發展經驗探討 Flash memory 產業經營策略》,元智大學資訊管理研究所碩士論文。

- 張順教 (2006),《高科技產業經濟分析：半導體、通訊、平面顯示器、網路經濟學》，台北：雙葉書廊。
- 楊大同 (2004),《DRAM 產業的競爭策略分析—以力晶半導體為例》，中原大學工業工程學系碩士論文。
- 楊育丞 (2007),「醫療決策支援模式之研究：以台灣健保系統為例」，大葉大學資訊管理學系碩士班。
- 詹秋貴 (2000),《我國主要武器系統發展的政策探討》，國立交通大學經營管理研究所博士論文。
- 詹秋貴 (2006),「系統動態學在政策實務的運用」，《工研院創新與科技管理研討會》，逢甲大學電子商務研究中心與朝陽科技大學管理學院主辦，台中。
- 賈尚文 (1977),《宏碁集團轉型策略之探討和歷史績效分析》，國立中央大學財務管理研究所碩士論文。
- 蔡俊鵬 (2000),《台灣動態記憶體產業競爭優勢之研究》，國立台北大學企業管理學系碩士論文。
- 劉常勇 (1998),「研究機構發展衍生公司對產業創新之影響—以台灣半導體產業為研究對象」，《第七屆產業管理研討會》，國立政治大學主辦，台北。
- 劉珮真 (2007),《我國 DRAM、SRAM 製造業之現況與未來》，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 劉珮真 (2009),《2010 年我國半導體產業分析》，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 劉珮真 (2009),《積體電路製造業基本資料》，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 劉珮真 (2009),《DRAM 製造業景氣趨勢調查報告》，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 劉珮真 (2010),《積體電路製造業基本資料》，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 賴永成、洪明洲 (2006),「廠商之創新活動路徑，同形與績效間研究：以台灣半導體製造業為例」，《東吳經濟商學學報》，第五十五期，95-122頁。
- 廖宛瑜 (2006),《博物館客戶長期滿意度之研究：系統動態模式》，大葉大學資訊管理研究所碩士論文。

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。

蕭志同、黃慧華 (2009),「台灣中草藥產業發展系統動態模式建構和產值之推估」,《醫務管理期刊》,第十卷第三期,137-152頁。

蕭志同、熊自賢 (2010),「台灣中等教育英語師資供需失衡分析與政策模擬」,《教育政策論壇》,第十三卷第一期,177-205頁。

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》,台北:東華書局。

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。

賈尚文 (2000),《宏碁集團轉型策略之探討和歷史績效分析》,國立中央大學財務管理研究所碩士論文。

ITIS智網產業資料庫, <http://www.itis.org.tw/ITISImpExp/Goods.screen>.

金士頓科技股份有限公司, <http://www.kingston.com/taiwan/>.

經濟部工業局半導體產業推動辦公室, <http://proj.moeaidb.gov.tw/sipo/>.

Coyle, R. G. (1979). "Management System Dynamics," John Wiley & Sons, Chichester.

Coyle, R. G. (1996). "System Dynamics Modeling - A Practical Approach," Chapman & Hall, New York.

Chen, J. H. & Jan, T. S. (2005). "A System Dynamics model of the semiconductor industry development in Taiwan," Journal of the Operational Research Society, 56, 1141-1150.

Hsiao, C.T., Peng, H. L. & Lee, C. Y. (2009). "A dynamic demand-supply model for elementary school teachers in Taiwan," International Journal of Electronic Business Management, 7 (3), 190-200.

- Jan, T. S. & Hsiao, C. T. (2004). "A four-role model of the automotive industry development in developing countries: a case study in Taiwan," *Journal of the Operational Research Society*, 55, 1145-1155.
- Wolstenholme, E. F. (1990). "System Enquiry," John Wiley & Sons, Chichester.
- Yuan, J. C. & Wang M. Y. (1999). "Analysis on the key factors influencing competitive advantages of DRAM industry in Taiwan," *International Journal of Technology Management*, 18 (2), 93-113.



附錄一

\*\*\*\*\*

Vensim Dynamic Equation

\*\*\*\*\*

銀行利率-Table

[(1996,0)-(2025,0.1)],(1995.94,0.0236842),(1996,0.0456),(1997,0.0568),(1998,0.0645),(1999,0.0687),(2000,0.0905),(2001,0.038),(2002,0.0269),(2003,0.0302),(2004,0.0295),(2005,0.0189),(2006,0.0213),(2007.09,0.027),(2007.73,0.0322),(2010,0.0399123),(2011,0.025),(2012.21,0.0258772),(2013.2,0.0289474),(2014.24,0.0333333),(2015,0.0355263),(2017.55,0.0307018),(2019.86,0.0307018),(2021.45,0.0307018),(2023.23,0.0307018),(2025.44,0.0311404)

公司債利率

[(1996,0)-(2015,0.6)],(1996,0),(1997,0),(1998,0),(1999,0),(2000,0),(2001,0),(2002,0),(2003,0),(2004,0),(2005,0),(2006,0.0252),(2007,0),(2008,0.4),(2009,0),(2010,0),(2011,0),(2012,0),(2013,0),(2014,0),(2015,0)

銀行融資

[(1996,0)-(2025,6e+007)],(1996.13,7.36842e+006),(1997,9.3232e+006),(1998,9.43635e+006),(1999,5.60414e+006),(2000,3.22256e+006),(2001,6.87982e+006),(2002,8.96394e+006),(2003,8.59017e+006),(2004,1.4312e+006),(2005,1.93596e+007),(2006,2.58783e+006),(2007,5.41459e+007),(2008,5e+007),(2013.91,3.47368e+007),(2023.23,3.60526e+007),(2025.27,3.42105e+007),(2025.27,2.36842e+007)

發行公司債

[(1996,0)-(2025,2e+007)],(1996,0),(1997,0),(1998,0),(1999,0),(2000,0),(2001,6.5866e+006),(2002,3.13542e+006),(2003,7.63096e+006),(2004,5.29942e+006),(2005,1.50981e+007),(2006,5.23664e+006),(2007,0),(2008,2.15e+006),(2009.65,2.63158e+006),(2011.22,2.45614e+006)

,(2012.91,2.36842e+006),(2015.06,2.01754e+006),(2025.27,2.54386e+006)

利息成本=銀行融資(Time)\*銀行利率 TABLE(Time)+發行公司債(Time)\*公司債利率  
(Time)

產業資金= INTEG ((+產業資金流入-產業資金流出), 40000)

產業資金流入=廠商獲利+發行公司債(Time)+銀行融資(Time)+政府注資(Time)+股市增  
資(Time)+海外存託憑證(Time)

海外存託憑證

[(1996,0)-(2025,2e+007)],(1996,0),(1997,0),(1998,0),(1999,9.21591e+006),(2000,0),(2001,0)  
,(2002,5.17388e+006),(2003,3.43948e+006),(2004,9.39941e+006),(2005,0),(2006,1.60305e+  
007),(2007,0),(2008,0),(2009,0),(2010,0),(2011,11,87719.3),(2012,39,0),(2013,55,87719.3),(  
2014,3,-87719.3),(2015,06,0),(2025,27,0)

股市增資

[(1996,-100000)-(2025,1e+007)],(1996,9.01e+006),(1997,2e+006),(1998,3e+006),(1999,3e+0  
06),(2000,0),(2001,0),(2002,3.5e+006),(2003,2.32479e+006),(2004,4e+006),(2005,3e+006),(  
2006,9e+006),(2007,0),(2008,0),(2008.93,0),(2009.77,0),(2010.53,2.60219e+006),(2011,1e+0  
06),(2012,1e+006),(2013,1e+006),(2014,1e+006),(2015,1e+006),(2024.82,1.00746e+006)

廠商獲利=營業收入淨額-(單位成本 Table(Time)\*產量)

營業收入淨額=產量\*晶片銷售價格 Table(Time)

晶片銷售價格 Table

[(1996,0)-(2025,200)],(1996,121.93),(1997,163),(1998,115),(1999,183),(2000,140),(2001,53),  
,(2002,105),(2003,112),(2004,124),(2005,72),(2006,109),(2007,58),(2008,40),(2009,50),(200  
9.86,75.4386),(2010.83,85.9649),(2011.79,52.6316),(2012.85,66.6667),(2014.01,71.9298),(2  
015,55.2632),(2025,36.8421)

單位成本 Table

[(1996,0)-(2025,200)],(1996,140),(1997,136),(1998,145),(1999,132),(2000,89),(2001,81),(20  
02,94),(2003,104),(2004,67),(2005,59),(2006,65),(2007,59),(2008,66),(2008.84,61.4035),(20  
09.94,61.4035),(2010.7,66.6667),(2011.69,69.2982),(2012.56,63.1579),(2012.79,59.6491),(2  
014.24,52.6316),(2014.71,49.1228),(2025,35.9649)

產業資金流出=公司債償還(Time)+利息成本+產業資金\*0.2+技術權利金

公司債償還

[(1996,-100000)-(2025,9e+006)],(1996,0),(1997,0),(1998,0),(1999,0),(2000,0),(2001,0),(2002  
,0),(2003,0),(2004,0),(2005,0),(2006,5.46293e+006),(2007,17419),(2008,174653),(2009,5.29  
271e+006),(2010,7.89165e+006),(2011.11,2.86562e+006),(2012.39,0),(2013,0),(2014.3,0),(2  
015.06,0),(2025,19736.8)

總產能= INTEG (+產量提升), 52889)

產量提升=DELAY1( 產能建置\*0.0028, 1 ) \*製程技術提升(Time)

產量=min(DRAM 需求 Table(Time),總產能\*產能利用率 Table(Time))

產能建置=產業資金流出\*資本支出率(Time)

資本支出率

[(1996,0)-(2025,1.2)],(1996,0.71),(1997,0.63),(1998,0.923039),(1999,0.401394),(2000,0.546339),(2001,0.444568),(2002,0.661564),(2003,0.626825),(2004,0.479698),(2005,0.930023),(2006,0.803864),(2007,0.7973),(2008,0.390054),(2009,0.3),(2010,0.6),(2025.27,0.627193)

技術權利金=製程技術提升(Time)\*2.64415e+006

製程技術提升

[(1996,0)-(2024,20)],(1997,1),(1998,1.7),(1999,2),(2000,2),(2001,2.96),(2002,4),(2003,5),(2004,6),(2005.25,6.49123),(2006.02,7.63158),(2007.39,8.24561),(2012.78,9.21053),(2016.29,9.5614),(2018.18,9.82456),(2020.49,10.3509),(2023.74,11.0526)

產能利用率=0.9

DRAM 需求 Table

[(1996,0)-(2025,2e+006)],(1996.17,35087.7),(1997,49533),(1998,52916),(1999,53390),(2000,106912),(2001,151832),(2002,90608),(2003,183270),(2004,377009),(2005,594034),(2006,678982),(2007,1.07388e+006),(2008,1.1007e+006),(2009.87,1.31579e+006),(2014.36,1.47368e+006),(2019.15,1.60526e+006),(2021.54,1.70175e+006),(2023.94,1.79825e+006),(2025.27,1.94737e+006)