

東海大學經濟學系

碩士論文

台灣高教人力資源供需模型之建構與模擬
-以博士學程為例

**A Dynamic Simulation of the Demand and Supply of
the Doctoral Program in Taiwan**

指導教授： 蕭志同 博士

劉仲成 博士

研究生： 陳筠昕 撰

中華民國一百零五年七月

東海大學經濟學系

碩士論文

台灣高教人力資源供需模型之建構與模擬
-以博士學程為例

**A Dynamic Simulation of the Demand and Supply of
the Doctoral Program in Taiwan**

指導教授： 蕭志同 博士

劉仲成 博士

研究生： 陳筠昕 撰

中華民國一百零五年七

東海大學經濟學系碩士班

陳筠昕所撰之碩士論文

台灣高教人力資源供需模型之建構與模擬-以博士學程為例

業經本委員會審議通過

論文口試委員會委員：

劉仲成
李亭林
王瑞德
郭志同

論文指導教授：

劉仲成 郭志同

經濟系系主任：

黃惠玲

中華民國 105 年 6 月 28 日

台灣高教人力資源供需模型之建構與模擬-以博士學程為例

摘要

博士班為高等教育最後一個學程，而博士人力資源供需的長期穩定發展，攸關高等教育的品質與實施成效。若沒有做好規劃與控制，將造成博士供需失衡，形成人力資源的浪費，並直接影響社會發展、安全與國家競爭力。以台灣為例，近 20 年來，在高等教育快速擴充下，造成台灣博士就業市場超額供給導致流浪博士問題已相當嚴重。事實上，台灣博士供需是一個複雜且動態的結構性問題，它受到博士培育政策、就業需求、出生人口數及教育改革變遷等種種因素影響。如何制訂博士長期的培育政策與就業市場動態供需的均衡是一個重要的社會議題。本文以宏觀的角度探討台灣博士供需之系統結構，利用系統動態學方法論，分析台灣博士培育發展歷程、人口出生率及博士超額供給等現況與趨勢，最後透過動態模擬對教育政策與環境變化情境之衝擊效果，提出相關政策建議。

關鍵字：高等教育、博士供需、政策效果、系統動態學、動態模擬

A Dynamic Simulation of the Demand and Supply of the Doctoral Program in Taiwan

Abstract

Doctoral programs are the last stage of higher education. The stable and sustainable development is the key to maintain the quality of doctoral programs in higher education. Without proper planning and control, it could result in the imbalance of demand and supply, which would further affect the social development, social security, and national competitiveness. For the last two decades, Taiwan has experienced the booming of higher education causes the excess supply of doctors and creates serious unemployment problems. In fact, the demand and supply of PhDs in Taiwan is a complex and dynamic issue. This study uses system dynamics to explore the demand and supply of the doctorates in Taiwan. Several causal loops are proposed to help us understand system structure and explain the system behaviors. In addition, the dynamic effects of the alternative policies are simulated and the findings from these investigations are comprehensively discussed.

Keywords: higher education, doctoral programs, policy analysis, system dynamics, dynamic simulations

誌謝

短短的一年碩士生涯隨著論文的結束也將畫下句點，在這段日子中，首先要感謝我的兩位指導教授，蕭志同老師以及劉仲戎老師，在平日學業上與待人處事的細心叮嚀，蕭老師帶領我學習系統動態學的觀點與思維，不只教導我如何研究更教導我如何將它成為生活中得一部份，讓我了解到對於事物不同的思考將會有不同的見解，而生活中發生的每件事都有它的因果關係，並且在學習過程中給予我很多的學習機會；劉老師則是在各類產業方面的知識淵博，使我在每次的學習中都能獲得寶貴的知識。此外，論文的完稿以及口試進行，也要感謝中興大學王瑞德老師以及高雄大學李亭林老師的指導，最後特別感謝本校食科系的劉佳怡老師給予寶貴的意見與看法，使得本論文更加完善，在此致上謝意。

研究所的同學政毅、杏姿、子閔以及鎮宇，在系統動態學的學習與論文上也給予我很多得幫助與鼓勵，使我在學習的路上充滿歡笑，並且在大家研究不同的題目討論中讓我獲益良多，有你們陪伴的點滴都令我感恩在心。

最後要感謝我的家人與朋友：父母、詩婷、柏宇、郁晴，在我求學路上給予的支持與鼓勵，讓我能夠無憂慮地順利完成學業，衷心並誠摯的感謝所有關心和幫助過我的師長、朋友。

陳筠昕 謹誌

東海大學 經濟系碩士班

一百零五年七月

目錄

摘要	I
Abstract.....	II
誌謝	I
目錄	II
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究流程.....	3
1.4 論文架構.....	4
第二章 文獻探討	5
2.1 台灣高等教育發展歷程.....	5
2.2 台灣博士教育發展歷程.....	9
2.3 台灣博士教育特性.....	13
第三章 研究方法	14
3.1 系統動態學(System Dynamics)介紹.....	14
3.2 系統動態學研究步驟.....	14
3.3 系統動態學模式效度.....	15
3.4 系統動態學符號說明.....	17
第四章 模型建構	18
4.1 質性模式.....	18
4.2 量化模式.....	22
第五章 研究結果分析	26
5.1 結果模擬.....	26
5.2 政策效果與情境模擬.....	29
第六章 結論與建議	35

6.1 結論.....	35
6.2 建議.....	35
參考文獻.....	36
附錄一 主要動態方程式說明.....	40
附錄二 動態方程式說明.....	41



圖目錄

圖 1-1	研究流程.....	3
圖 2-1	1995 年至 2015 年台灣高等教育學校數增長圖	7
圖 2-2	1955 年至 2015 年學生人數變化圖	8
圖 2-3	1981 年至 2015 年台灣出生人數與出生率統計與趨勢圖	10
圖 2-4	1999 年至 2015 年台灣待業博士統計圖	12
圖 4-1	待業博士之因果關係圖.....	18
圖 4-2	少子化效應與博士就業之因果關係圖.....	19
圖 4-3	台灣博士供需整體環路圖.....	20
圖 4-4	台灣博士學程供需系統之因果環路圖.....	21
圖 4-5	大學生人數動態流程.....	22
圖 4-6	教師人數與教師總員額之動態流程.....	23
圖 4-7	博士生供給之動態流程圖.....	24
圖 4-8	待業博士之動態流程圖.....	24
圖 4-9	台灣博士學程供需動態流程圖.....	25
圖 5-1	台灣大專學院教師人數歷史值與模擬值之比較.....	27
圖 5-2	台灣博士生人數歷史值與模擬值之比較.....	27
圖 5-3	台灣待業博士模擬值與歷史值之比較.....	28
圖 5-4	1981 年至 2050 年台灣出生人口趨勢圖	29
圖 5-5	提高 5% 出生率對教師總員額之影響	30
圖 5-6	1999 年至 2050 年台灣大專院校平均生師比之趨勢圖	30
圖 5-7	降低部定生師比對教師人數之影響.....	31
圖 5-8	降低部定生師比對研究助理需求數之影響.....	32
圖 5-9	降低部定生師比對博士生人數之影響.....	32
圖 5-10	降低部定生師比對待業博士之影響.....	32
圖 5-11	1999 年至 2050 年科技部計畫數目趨勢圖	33
圖 5-12	計畫數目增加對核定招生名額之影響.....	34
圖 5-13	計畫數目增加對博士生人數之影響.....	34
圖 5-14	計畫數目增加對待業博士之影響.....	34

表目錄

表 2-1 台灣高等教育發展階段.....	5
表 2-2 1999 年至 2015 年台灣博士系所與學生人數統計表	9
表 2-3 1999 年至 2015 年台灣高等教育畢業數比教統計表	11
表 2-4 2010 年至 2015 年台灣教育程度之失業率統計表	12
表 2-5 2009 年至 2013 年台灣全職與在職博士生比例統計表	13



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

博士為高等教育最後一階段之學程，而博士人力資源的長期穩定發展，攸關高等教育的品質與實施成效。若沒有做好規劃與控制，將造成博士供需失衡，形成人力資源的浪費。以台灣為例，近 20 年來，在高等教育快速擴充下，大專院校生畢業數從 1991 年至 2015 年成長了 2.3 倍，2015 年達 30 萬人，其中博士生畢業數成長了 7.7 倍，2015 年博士生畢業數已達 4,000 人，快速擴充下，造成台灣博士超額供給，形成流浪博士問題已相當嚴重。

台灣社會環境的變化下，少子化趨勢造成師資需求的下降，對學校結構及博士就業也造成影響。台灣的出生人口數從 1995 年的 329,581 人，到 2015 年下降至 213,598 人(內政部統計處，2015)，出生率下降衝擊大學師資的需求，多數學校為避免將來招生不足減班產生的超額教師，紛紛大幅度採用兼任教師策略，導致大學專任教師需求減少，進而影響博士就業需求。

政府財政能力也直接影響博士培育品質，大專院校持續擴增，但政府提供給高等教育經費總額卻無法等比例上升，各校需自行增闢財源，私校以學雜費為主要經費來源，但近幾年來招生情況不理想，間接造成財源緊縮(郭碧英，2004)。而且在近幾年來財源緊縮下，不只造成公私立學校經費相互排擠之問題，也影響到新聘教師的員額及退休人數的核定(陳麗珠，2002)。

由上述可知，台灣博士勞動市場供需，受到博士培育政策、就業需求、出生人口數與財政能力等種種因素影響，此攸關博士人力長期的培育與需求動態平衡，是值得探討的議題。本研究用系統動態學方法論，以整體觀探討台灣博士人力資源結構，深入了解其系統行為並解釋其現象，增加對台灣博士人力資源供需失衡之了解。

1.2 研究目的

高等教育擴充的問題已經不只是存在於台灣，並且在許多國家都面臨了流浪博士高階低用的問題，而教育的問題也非一時的，影響的層面也很廣闊，雖然已有許多研究對於台灣高等教育提出分析，但鮮少有針對博士問題做出一套完整的論述。本研究的主要目標為

1. 了解台灣高等教育發展以及台灣博士供需現況。
2. 歸納高等教育博士之一般性與台灣博士特殊性。
3. 以系統動態學了解台灣高等教育博士供需因果結構，深入了解其系統行為，並建構動態模型。
4. 進行相關變數之情境模擬，作為政府、人民、學校決策之參考。



1.3 研究流程

一、根據研究目的，本研究針對台灣博士供需結構之動態性，利用系統動態學為研究方法，首先界定研究議題之問題，其次蒐集相關資料，並歸納文獻與台灣博士特性，透過群體討論與專家意見，建構質性與量化模型，利用政策與環境衝擊進行情境模擬，最後歸納研究結論與建議。

二、根據上述，本論文研究流程如下圖所示：

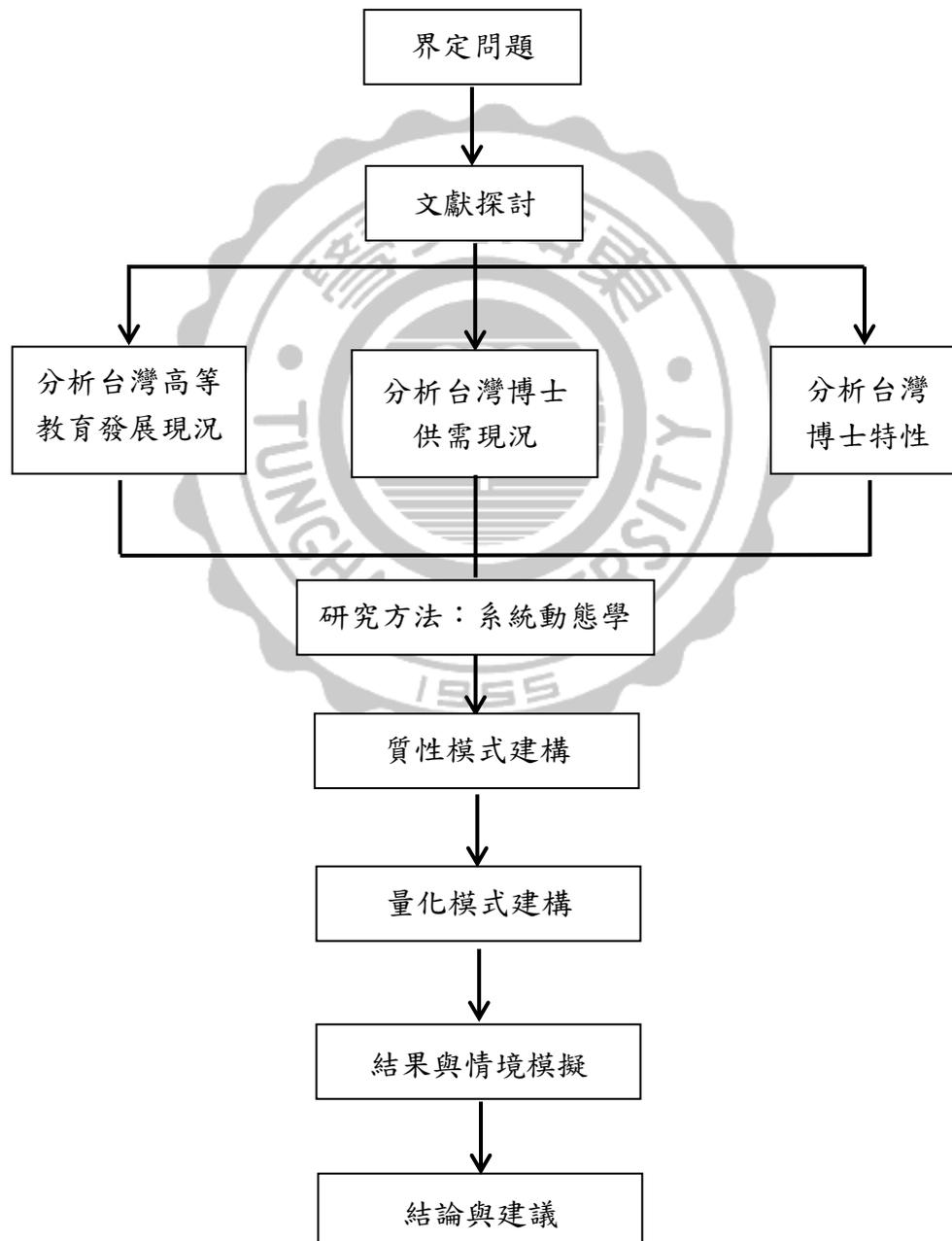


圖 1-1 研究流程

1.4 論文架構

本研究以台灣博士學程為研究對象，論文共分六章；

第一章緒論，包括研究動機與背景、研究目的、研究流程與架構。

第二章文獻探討，包括台灣高等教育發展歷程、博士培育發展歷程與現況、台灣博士學程特性及其他高等教育與博士供需相關文獻探討

第三章系統動態學方法論，首先說明系統動態學之定義與發展歷程；其次為系統動態學之研究步驟；再者說明系統動態學之模式效度；最後說明系統動態學符號意義。

第四章模式建構，包括因果環路圖及動態模型。針對台灣博士供需發展過程，建構因果回饋環路，並提出台灣博士供需動態模型，其中包含動態方程式與研究資料來源說明。

第五章研究結果，第一節進行台灣博士供需系統結果模擬，第二節進行政策分析與環境衝擊，第三節分別討論情境模擬之影響。

第六章結論與建議。

第二章 文獻探討

2.1 台灣高等教育發展歷程

近年來我國高等教育有顯著的發展，台灣已達到 Martine Trow(1973)所說的普遍型，即就讀大學人數超過 50%。除了培養菁英與專業學習之外，也包括了培養人們生活能力，為進入社會做準備，但隨著高等教育數量迅速擴充的結果，卻也導致畢業生質與量的落差，進而衍生出失業率偏高、薪資偏低、高教低就，以及學用不符等情形。陳昭維(2005)表示：「台灣高等教育發展失衡的主因來自於缺乏一貫性的教育政策、教育投資不足、以及未建立分級、分工制度等，而導致校園民主發展的偏差、質與量的失衡、國際化之不足、以及政策與目標不明確等四大困境，而高等教育的問題並非一朝一夕，除了這四大問題外，也有新問題的生成，不管是新問題或是舊問題，都應都應該追求根源並尋求解決。」因此唯有以和過去不同的觀點來探討此問題才能找到其根本解，以下將由兩個部分來探討台灣高等教育供需變化。

一、 高等教育學校擴充歷程

光復後台灣高等教育的發展伴隨著經濟、政治與決策人選等因素(陳舜芬，1991)，大致可分為停滯、成長、限制、開放與擴張等五階段，其中大學院校擴張來自 1994 年與 1996 年教改聯盟提出廣設高中、大學之口號(周祝瑛，2014)，而政府為了因應社會需求，於 1998 年開始實際新增設大學。而根據上述陳舜芬與周祝瑛之研究，本研究將高等教育發展分為六階段，如表 2-1 所示。

表 2-1 台灣高等教育發展階段

	年度	事由	校數
第一階段	1945 年~1953 年	中華民國政府遷台，教授、學生及設備跟著來台，使台灣高等教育成長，但由於多為大陸在台復	大學校院 4 所 專科學校 5 所

		校型式，因此大專院校數量增加很少(余玉照，1997)	
第二階段	1954年~1972年	政府鼓勵私人興辦學院，以五專數量成長最多，主要培養工商業所需的中級技術人才(陳舜芬，1993)。	大學校院 23 間 專科學校 76 間
第三階段	1973年~1985年	遭受全球性經濟萎縮衝擊(陳舜芬，1993)，政府為了處理此巨大衝擊，以及前一階段教育水準低落問題，使高等校院數量的發展緩慢下來(余玉照 1997)。	大學校院 22 間 專科學校 77 間
第四階段	1986年~1996年	隨著經濟發展對人才的需求增加，政府再次開放增設大專院校，此階段增加了 49 所大專院校，但主要為技職學院生等為大專學院。	大學校院 67 間 專科學校 70 間
第五階段	1997年~2007年	因應教改會而提出的廣設高中、大學口號，政府開始新設大學，因此此階段主要為大學校數之擴充。	大學校院 148 間 專科學校 15 間
第六階段	2008年~至今	快速擴充造成教育資源分配不均及素質低落的問題，已有不符社會期待與需求的現象產生，加上出生人口持續下滑，導致招生不足等問題(教育部，2013)，	大學校院 145 間 專科學校 13 間

資料來源：本研究整理

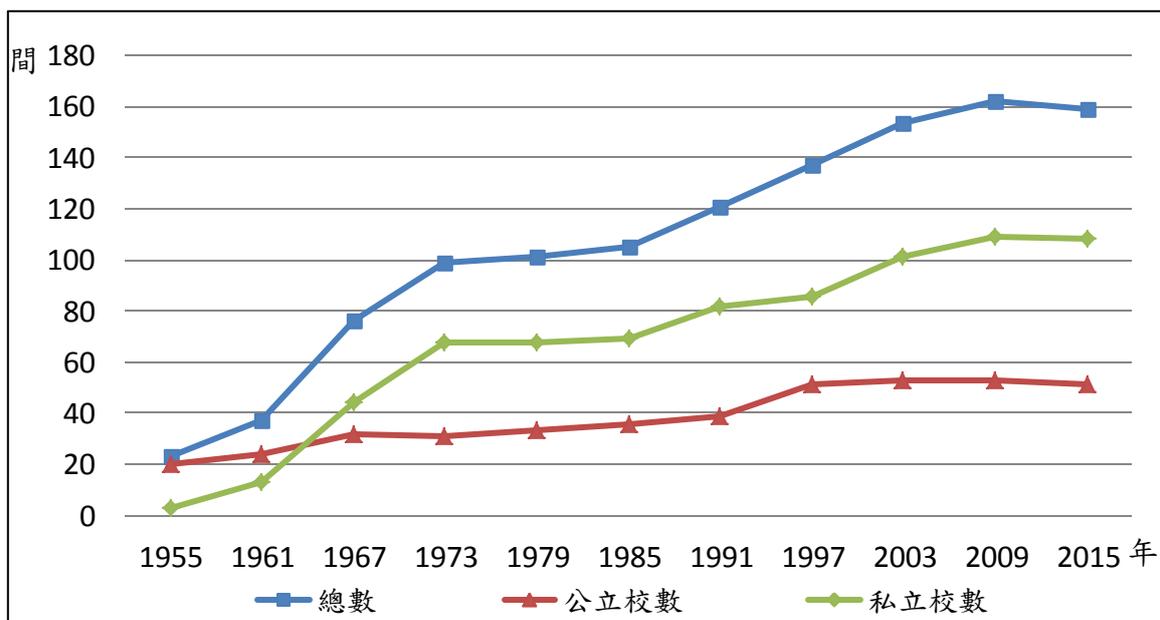


圖 2-1 1955 年至 2015 年台灣高等教育學校數增長圖

資料來源：教育部統計處(2015)

由圖 2-1 可以看出台灣高等教育校是成長趨勢，其中在 1965 年私立校數開始超過國立校數，且公立與私立校是皆呈現攀升之趨勢。而根據教育部的分析(2013)高等教育校數增加的原因主要有三個，(1)政府增設公立大學；(2)鼓勵私人興辦大學；(3)因應經濟社會發展需求。其中李國義(2002)研究指出台灣的大專院校除了台大、政大及成大的規模較大，學校資源較豐沛外，其餘規模皆較小。雖然教育部於 1991 年訂定「國立大專院校區域整合發展計畫」，鼓勵國立大專院校進行合併，但至 2005 年合併結果並不理想，且就算順利合併的國立大學仍然有許多問題存在，而學生們也未感受到合併之後的優勢與便利。此外，教育部(2013)也指出推動大專院校合併的阻力與難題包括：(1)合併之目標與理念不同；(2)形式的合併容易，實質的融合困難；(3)合併後的結果與預期不同；(4)合併的思考帶有情緒性的因素等問題存在。

二、 高等教育學生人數變化

台灣高等教育學生人數自國民政府來台後就持續呈現成長的現象，由 1950 年 6,665 人至 2015 年已達 1,339,849 人，成長倍數高達 200 倍，其中私校學生數的

成長更達 2500 倍，然而出生人口卻呈現負成長的趨勢，至 2015 年的人口出生數僅為 1950 年的 0.65，而學生總數已達總出生人口數的 6 倍。

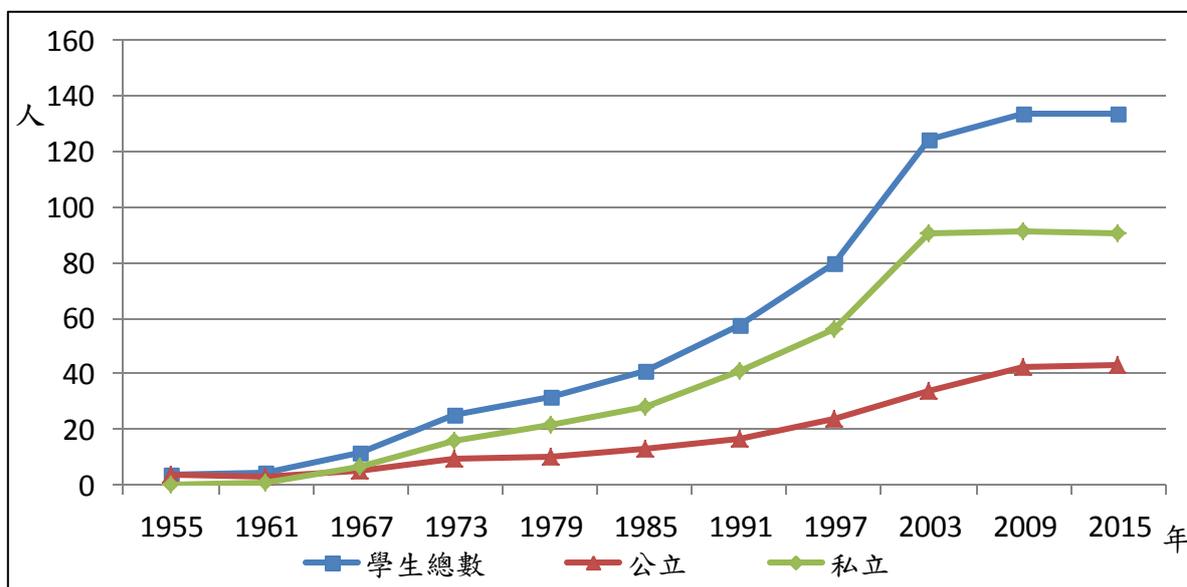


圖 2-2 1955 年至 2015 年台灣學生人數變化圖

資料來源：教育部統計處(2015)

郭碧英(2005)的研究指出造成出生人數與學生人數成長矛盾的現象，原因有兩個：(1)中國社會傳統觀念的影響：由於傳統的觀念「萬般皆下品，唯有讀書高」，使人們將學歷視為才智與社會地位的象徵(單國璽，2003)，政府為了因應民眾需求，廣擴高等教育，造成高等教育學生數的持續上升。；(2)生育觀念的改變：高等教育不斷成長下，社會對下一代的教養觀念也在重新調整，由傳統的「多子、多孫，多福氣」的大家庭想法，轉為重質不重量的少子化觀念，形成出生人口數的負成長現象。

針對招生市場的萎縮，李國義(2002)提出招收國外學生的辦法，而教育部也在 2003 年到東南亞舉辦「2003 年台灣科技大專院校教育展」，走向海外招生成功(教育部，2003)。另外李國義(2002)也指出雖然加入 WTO 後，會員國學校可至台灣招生，但台灣也可以向各國展開招生，因此若可以找出正確的策略向海外開拓招生市場，未來台灣高等教育招生並非一片哀鴻。

2.2 台灣博士教育發展歷程

由於大專學院數量的擴張也帶動著博士教育的擴張，國家研究院報告(2014)指出我國目前博士人數過多，不僅供過於求，甚至有人以「博士滿街跑」形容國內博士人數過量的問題，以下將由兩個部分來探討台灣博士供需變化。

一、博士系所與學生人數變化

博士生就讀人數的攀升與招生人數有密不可分的關係，國家研究院報告(2014)指出目前國內各校系所招生博士名額過多，且博士班數量亦有暴增情況，為了解決此問題，教育部(2014)提出博士培育質量均衡，控管各校招生名額，並對於新成立之博士班不再給予招生名額，由學校原有的博士班調整，2015年博士在學人數約為1998年的2.7倍。

表 2-2 1999 年至 2015 年台灣博士系所與學生人數統計表

	博士班數量(所)	在學人數(人)	博士畢業人數(人)
1999 年	416	12,253	1,307
2000 年	450	13,822	1,445
2001 年	498	15,962	1,463
2002 年	536	18,705	1,501
2003 年	588	21,658	1,759
2004 年	626	24,409	1,964
2005 年	659	27,531	2,165
2006 年	706	29,839	2,614
2007 年	736	31,707	2,850
2008 年	769	32,891	3,140
2009 年	794	33,751	3,589
2010 年	801	34,178	3,705
2011 年	809	33,686	3,846
2012 年	822	32,731	3,861
2013 年	839	31,475	4,241
2014 年	851	30,549	4,048

2015 年	858	29,333	4,000
--------	-----	--------	-------

資料來源：教育部統計處(2015)

二、出生人口銳減與博士供給過剩

近十年來台灣的出生人口數大幅下降，從 1995 年的 329,581 人，到 2015 年下降至 213,598 人(內政部統計處，2015)，假設未來台灣大專院校招生數量不變，對照未來 18 歲學齡人口，可明顯看出之間落差日益嚴重(郭碧英，2014)。

而出生率下降也將衝擊大學師資的需求，根據國研院(2014)研究指出，國內 5 年內將有約 3500 名專任教師退休，10 年內總計將有近 1 萬名專任教師退休，但因出生人口銳減，多數學校為避免將來招生不足減班產生的超額教師，紛紛採用兼任教師策略，導致大學教師需求減少，進而影響博士就業需求，造成博士失業率攀升、供給過剩之問題更加嚴重。



圖 2-3 1981 年至 2015 年台灣出生人數與出生率統計與趨勢圖

資料來源：內政部統計處(2015)

三、就讀博士之動機

根據國家研究院(2014)問卷與教育部報告分析，現代博士生就讀動機主要可分為以下五點：(1)個人興趣；(2)對求職、升遷有幫助；(3)受指導教授或公司主

管鼓勵、推薦；(4)未來想從事學術或研究相關工作；(5)對於想從事的工作，博士學歷是基本要求。而就分析結果顯示對求職升遷有幫助以及想從事的工作博士學歷為基本要求佔的比例最多，因此不少的博士生並非考量個人興趣或是生涯規劃，而僅是為了文憑或是就業優勢而就讀博士。因此國家研究院報告提出，在現今博士超額供給之情況下，台灣學子對於博士之就讀動機需要重新思考與定位。

四、台灣博士供需現況分析

根據國家研究政策分析中心報告指出(2014)，台灣高等教育教育的普及，大學以上之畢業生逐年增加，尤其碩博士的數量幾乎以倍數的方式成長，且碩士畢業生占整體高等教育的比率亦逐年攀升(如表 2-3 所示)。而隨著社會環境的變遷，受高等教育之碩博士生人數快速擴充，使近年來引發高等教育失業率攀升之情況(表 2-4 所示)。而根據前述之文獻探討，可以發現在社會環境少子化趨勢下，未來 18 歲學齡人口將會大幅減少，未來亦會發生大專院校招生不足，面臨倒閉之問題。根據國家研究院(2014)推估未來每 100 位博士畢業生當中將有 15 個人失業，因此本研究依此比例推估目前台灣待業博士之人數，可以看到目前台灣累積之待業博士情況已相當嚴重(如圖 2-4 所示)。

表 2-3 1999 年至 2015 年台灣高等教育畢業數比教統計表

年	博士畢業 人數	博士畢業 %	碩士畢業人 數	碩士畢 業%	學士畢業 人數	學士畢 業%	高等教育畢業 總數
1999	1,307	1.27%	10,914	13.19%	70,748	85.53%	82,715
2000	1,445	1.37%	11,349	13.08%	74,255	85.56%	86,791
2001	1,463	1.28%	13,352	13.29%	85,802	85.43%	100,436
2002	1,501	1.27%	14,104	13.72%	87,421	85.01%	102,832
2003	1,759	1.24%	15,968	13.58%	100,171	85.18%	117,594
2004	1,964	1.06%	19,624	14.17%	117,430	84.78%	138,517
2005	2,165	0.85%	41,299	16.24%	210,763	82.90%	254,227
2006	2,614	0.98%	44,746	16.74%	219,919	82.28%	267,279
2007	2,850	1.02%	49,001	17.47%	228,645	81.51%	280,496
2008	3,140	1.09%	53,765	18.73%	230,198	80.18%	287,103

2009	3,589	1.25%	56,706	19.68%	227,885	79.08%	288,180
2010	3,705	1.28%	58,781	20.29%	227,174	78.43%	289,660
2011	3,846	1.32%	59,398	20.33%	228,878	78.35%	292,122
2012	3,861	1.30%	59,559	20.13%	232,448	78.56%	295,868
2013	4,241	1.46%	59,899	20.59%	226,799	77.95%	290,939

資料來源：國家研究院

表 2-4 2010 至 2015 年台灣教育程度之失業率統計表

單位：百分比

	大專及以上	專科	大學級以上	大學	研究所
2010 年	5.12	4.33	5.62	-	-
2011 年	4.51	3.4	5.18	5.79	2.97
2012 年	4.58	3.18	5.37	5.9	3.49
2013 年	4.5	3.11	5.26	5.81	3.29
2014 年	4.35	3.09	4.99	5.58	2.97
2015 年	4.13	2.75	4.79	5.34	2.94

資料來源：教育部統計處

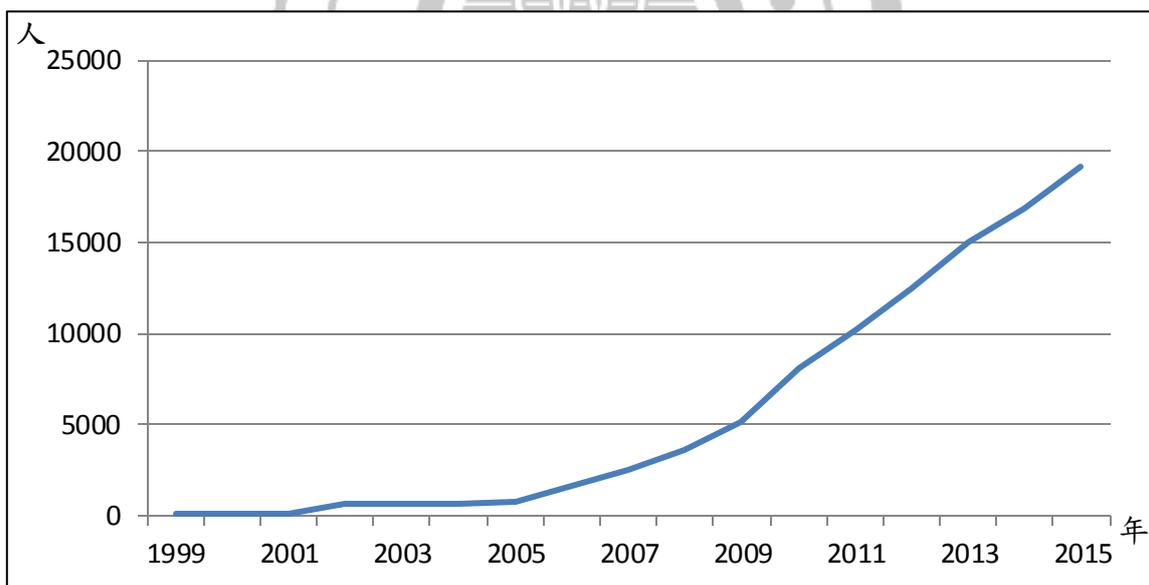


圖 2-4 1999 年至 2015 年台灣待業博士統計圖

資料來源：本研究整理

2.3 台灣博士教育特性

一、博士學程一般性

1. 為高等教育最高學位，屬於專業型人才：博士學程為高等教育之最後一階段，培育之博士受過專業及嚴謹之訓練，且可從事研究性質之工作，屬於專業型人才(科技部人才分析報告，2015)。
2. 博士學位取得之困難度較高：博士學程屬於階段性，需擁有大學學歷後才有就讀資格，而畢業門檻相對於其他學程也較高，博士班學生除了需修習專業課程外，需獨自撰寫研究論文並發表才可以取的學位。
3. 屬於相對國際化之勞動人才：博士人才透過研究發表與校際合作在國際間相互交流，因此屬於相對國際化之勞動人才。

二、台灣博士學程特性

1. 就讀動機高：台灣社會傳統文化思想下，較重視子女教育且普遍存在升學主義觀念。
2. 教育補助金費較少：台灣博士學程與其他學程相比，對於博士獎學金補助相對較少。
3. 就業設限於教職及研究單位：近年全職生比例上升、在職生比例下降(如表 2-5 所示)，而因全職生深耕於學術研究，缺乏社會與工作經驗，造成企業對雇用需求不高，因此台灣博士求職多設限為學研單位(國研院，2014)。

表 2-5 2009 年至 2013 年全職與在職博士生比例統計表

單位：百分比

	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
全職生	52.63	50.78	61.71	61.21	60.71
在職生	37.77	39.45	29.14	31.09	29.76

資料來源：國家研究院博士就業調查問卷

第三章 研究方法

3.1 系統動態學(System Dynamics)介紹

系統動態學是由美國麻省理工學院 J.W.Forrest 教授於 1950 年代發展出的一門科學，主要由系統設計的概念、情報回饋控制理論、決策理論、模擬方法與數值電算為結合，著重在探究高階、非線性化與多環的動態複雜系統(Forrester,1961)。在 1970 年代 Forrester 教授又出版一本世界動態學，內容聲稱可用其方法探討世界性的議題，引此而受到矚目，而至今日可探討的範圍更加廣泛，包括生態、經濟、社會、組織、管理、環境保護等。

系統動態學的系統觀認為世界是一個循環互動、互為因果的動態系統，每個決策點會基於目前的狀態導致行動產生，而行動又會引起狀態的改變再次影響新的決策，形成因果循環的系統，且主要強調以宏觀的角度來思考問題，避免因微觀的角度而對問題侷限思考，並透過模擬的方式來探討問題，透過不同情境的模擬觀察結果所造成的變化，達到分析解決問題的目的，而系統動態學特別之處在於具備處理非線性、資訊回饋、時間滯延、動態性複雜之問題的能力認為世界是一個循環互動、互為因果的動態系統。

3.2 系統動態學研究步驟

系統動態學是透過動態系統的思考，了解並分系統中所有元素間的因果回饋關係，並利用軟體的模擬，來觀察分析真實的系統對於政策所產生的行為，因此我們的目的不再於預測事件的發生，而是深入了解運作的現象及其本

Coyle(1996)認為研究系統動態學有五個步驟，應遵循下列的步驟進行：

1. 認清問題、確定目標及需解決之問題。
2. 系統現況說明：描述對問題有影響之因素，並要解釋各變數間相互關係。
3. 數學模式：進行量化模式，將第二步驟轉換為數學模式，清楚的表示出動態系統之目標及各變數間相互關係。

4. 模擬：利用第三步驟發展出來的模式，代替真實系統，以模擬真實世界之運作狀況。並模擬問題未來可能的發展趨勢，提出政策建議並進行政策模擬，找出最佳解答。

3.3 系統動態學模式效度

任何模擬模式在建構後都應該對模式的效度加以判定，也唯有經過效度判定的模式，才能作為分析問題的基礎與工具。而效度的建構來自於以下學者之基礎：
一、Forrester(1961)認為一個有效的模式決定因素有：1. 定義合適的系統邊界。2. 選擇適當的變數。3. 適當的變數量化。而模式效度則來自於對模式的信心 (confidence) 即模式是否能幫助管理在真實系統中做決策，以及模式模擬結果是否能夠表現真實系統行為。

二、Hermann(1967)將一般模式的效度分為五類：1. 內部效度 (Internal Validity)：又稱可靠度，代表模式內個變數結構關係的穩定程度。2. 表面效度 (Face Validity)：有時所模擬的系統並不存在，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的印象來檢視效度。3. 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，模式就具有此類型的效度。4. 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的情況相互對應，能真實反應系統行為。5. 假說效度 (Hypothesis Validity)：模擬模式所描寫的變數關係，由於真實系統太過複雜，無法完全確認變數間的真實關係，所以對於其描寫應只是種假說，對於假說得效度予以檢視就是對於假說的效度判定。

三、Forrester & Senge(1980)認為模式效度可以從結構的可信度；模式之行為與真實世界相似程度，及模式之政策分析產生的影響等三個層面來評估。

四、謝長宏(1980)對於系統動態模式效度的判定，認為具有效度的系統動態模式必須具有以下特性：1. 模式變數間的結構關係與參數，應與真實系統具有相對

應的關係。2. 模式所操作的各種預估變化，在真實系統中也應能做對應的實際操作。3. 模式的機構要與真實的系統相同。4. 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。

五、Barlas & Carpenter(1990)以哲學的角度探討系統動態學之效度，提出模式效度假如為一個嚴謹、演算、解析的過程，那麼模式即為一個客觀且能夠完全表達真實系統。

六、Barlas(1996)提出模式的信心是建立在結構效度與行為效度上。主要注重模式之建構過程，包括：結構驗證、參數驗證、極端條件、邊界適當性、單位一致性、行為異常、行為敏感度。

本研究之效度檢驗，將根據上述所提出的效度與模式檢驗方式，並利用趨勢觀測來檢視模擬結果與實際值得符合度。



3.4 系統動態學符號說明

以下為系統動學符號使用說明，分別將各符號圖案之表示與名稱做說明，將有助於更加了解因果環路圖之結構。

符號圖案	符號名稱	符號說明
	因果關係鍵	A 變數與 B 變數有因果關係。
	正性因果鍵	A 變數與 B 變數同向變動，有正相關。
	負性因果鍵	A 變數與 B 變數反向變動，有正負相關。
	時間滯延	A 變數與 B 變數之間有時間滯延，非同期時間變動。
	互為因果	A 變數與 B 變數互為因果
	正性環路又稱增強環路或滾雪球環路	表示任何變數，會使該環路加強變動幅度，具有自我強化變動效果，產生滾雪球般的效應，最後可能會讓系統崩潰。
	負性環路又稱調節環路或穩定環路	表示任何變數，會使該環路產生抑制變動的效果，具有自我規律變動效果，產生收斂的效應，最後可能會讓系統趨於穩定。
	積量變數	積量變數代表某一時間點，變數累積狀態，主要透過率量流出流入來的變化而改變；又稱為存量。
	率量變數	率量變數為積單位時間內之改變量；又稱為流量。

第四章 模型建構

本章分為兩節，分別建構出因果環路圖及動態模型。第一章針對台灣博士供需之結構，建構出質性模式，以因果回饋環路圖方式，解釋變數間相互影響之關係。第二章建構博士供需量化模式，其中包括資料來源與動態方程式說明。

4.1 質性模式

本研究藉由收集相關文獻與資料、歸納專家意見與群體討論(Group model building)，開始進行建模，透過探討台灣博士供需之系統結構，分析並確認變數間因果關係，以助於對博士供需之了解。

一、待業博士之因果關係圖

當博士畢業後難以找到工作，博士失業率越來越高，造成民眾就讀台灣博士意願減少，博士班報名人數自然就會下降，進而減少累積之待業人數，而近幾年台灣社會待業博士問題越來越嚴重，為了解決此問題，教育部採取控管招生名額方式，控管招生總量，減少未來培育之博士，而形成兩個負性環路(如圖 4-1)。

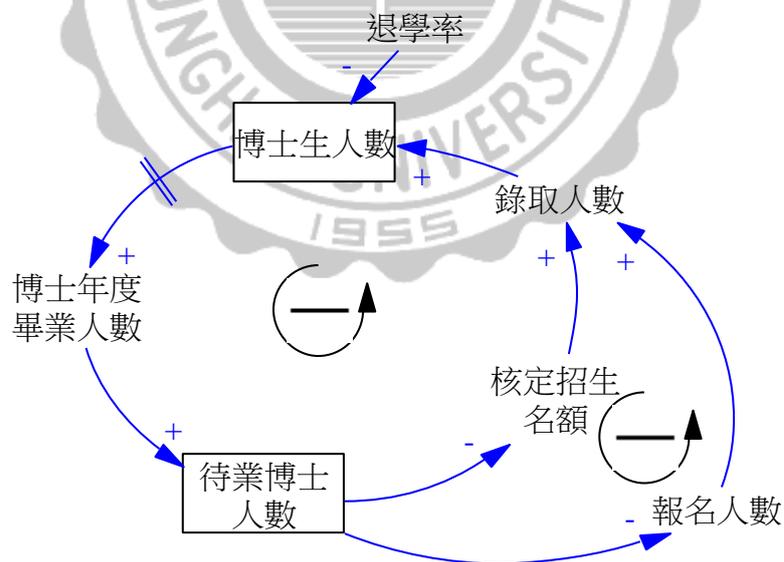


圖 4-1 待業博士之因果關係圖

二、少子化效應與博士就業之因果關係圖

台灣博士畢業後，多數仍以往教職或學研單位為優先，因此博士就業機會受到大專院校教師總需求影響。而教師總需求受到大學生與教育部規定生師比影響，近年來台灣出生率持續下降，將造成未來大學生數大幅減少，對教師總需求減少，使博士超額供給更加嚴重。

現職教師人數與部定教師總員額決定年度教師需求，當有年度教師需求名額時，大專院校將採行兩種策略：(一)因應未來少子化與財政緊縮下，採聘用兼任教師策略，使專任教師比例下降，造成博士需求減少。(二)採取新聘教師方式，增加博士需求。而現今多數學校都以少子化為由，採行聘用兼任教師策略，使博士就業需求下降，造成博士超額供給情形更加嚴重。

教育部降低生師比，有助於提升教育品質，當生師比不斷降低，使年度教師需求數增加、新聘博士增加，而累積更多的教師人數，將會造成年度教師需求數減少，而形成一個負性環路(圖 4-2)。另一方面，現今台灣博士教育偏向重研究且不少教授藉博士生擔任研究助理之名，協助分擔教學或是研究工作，因此不斷的累積教職人數，會造成助理需求越多，使博士待業人士增加，加重流浪博士之問題。

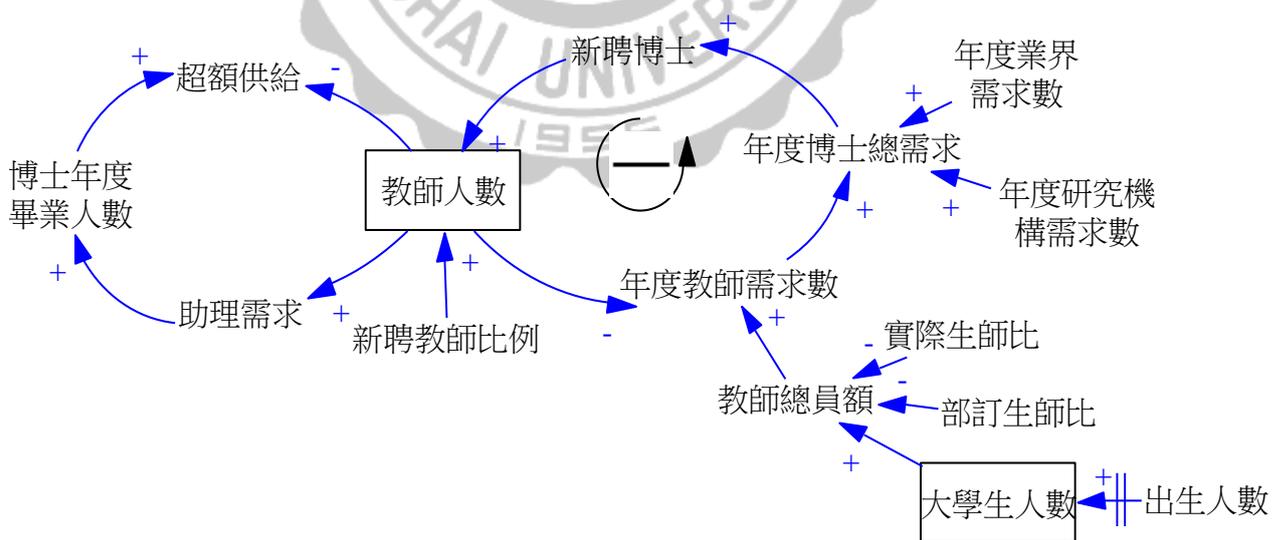


圖 4-2 少子化效應與博士就業之因果關係圖

三、博士生與研究助理人數之因果關係圖

上一因果關係圖提到，當教職越多時會需要越多的研究助理，而當研究助理有差距時，學校向教育部核定之招生名額將會增加，以補足助理的差距。博士生入學後，經過半年到一年的培養，成為可用之研究助理。當累積在學人數越多，可用之研究助理就越多，所需的助理差距就會減少，使研究助理需求、核定招生名額下降，減少錄取人數，形成一個負性環路。而博士就讀一段年限後畢業，使研究助理減少，研究助理需求、核定招生人數、錄取人數增加，累積更多的在學人數，而形成一個正性環路(如圖 4-3)。

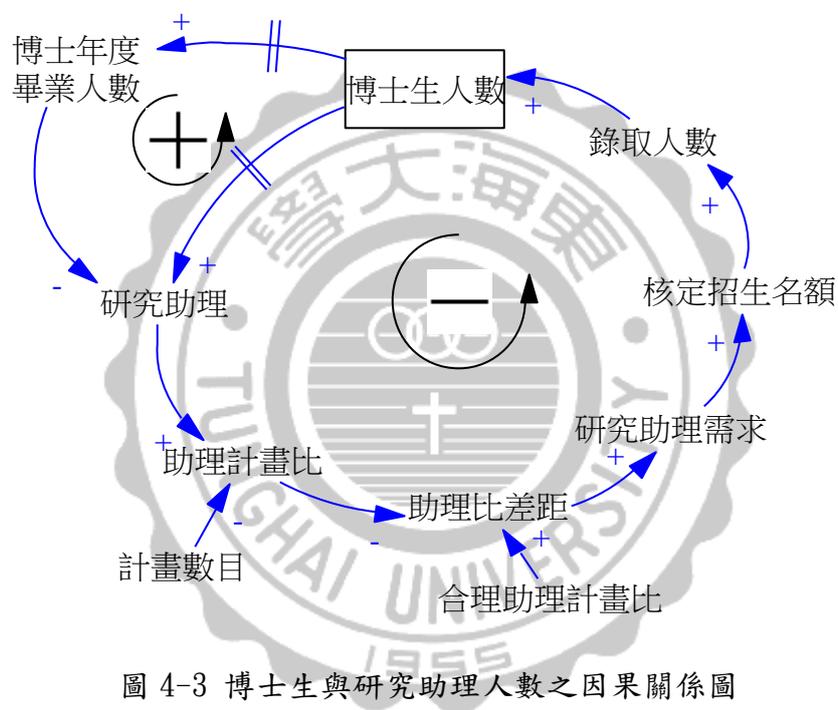


圖 4-3 博士生與研究助理人數之因果關係圖

綜合上述分析待業

博士因果關係、少子化效應與博士就業之因果關係、博士生與研究助理人數之因果關係分析等，本研究建構台灣博士供需系統之因果環路圖，如圖 4-4 所示，主要是由博士在學人數、博士待業人數及教職人數等三個積量變數所組成，在整體結構上具時間滯延、資訊回饋、複雜且動態的關係。

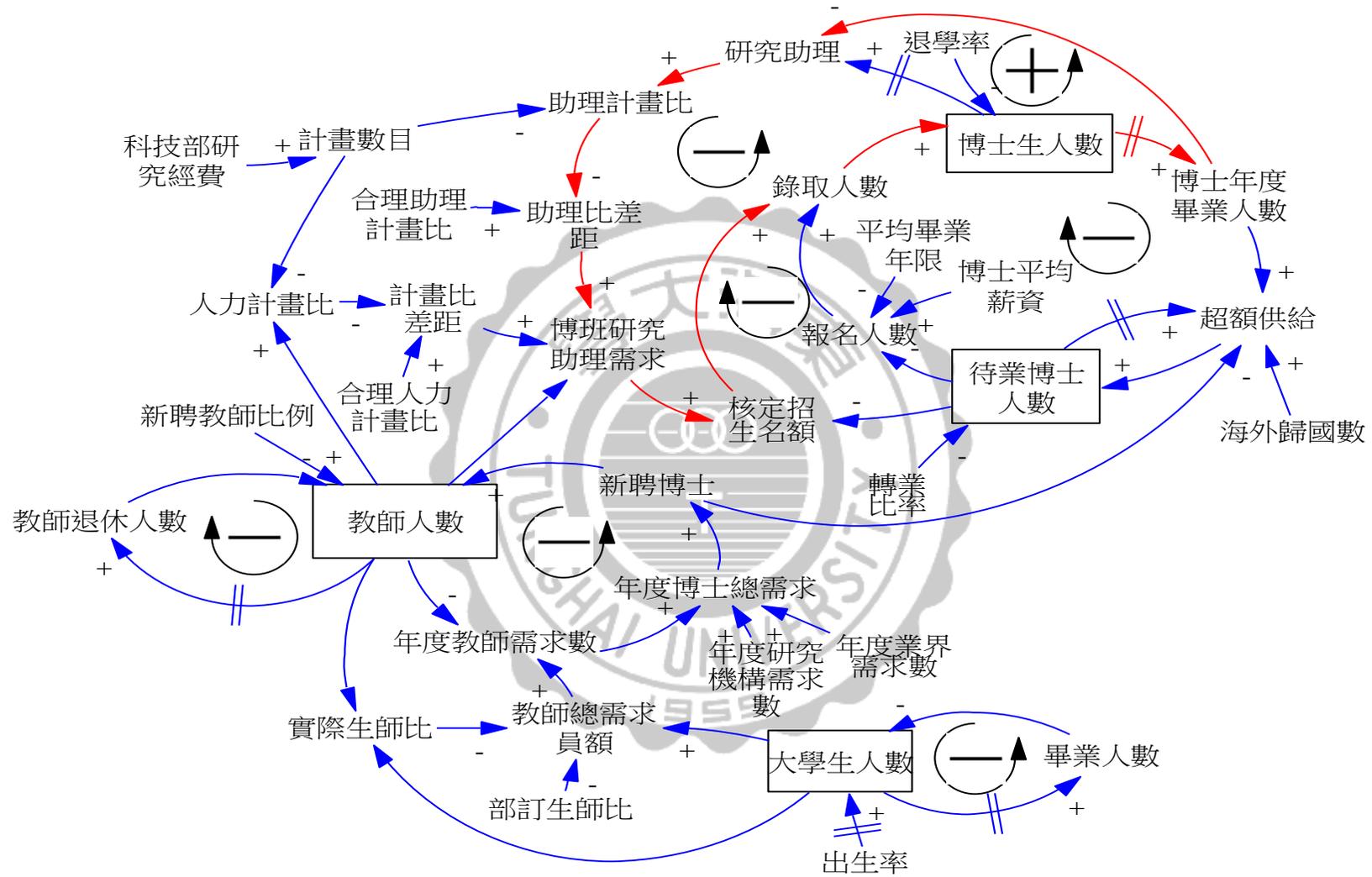


圖 4-4 台灣博士學程供需系統之因果環路圖

4.2 量化模式

根據上一節質性模式之變數，本節利用 Group model building 與 Vensim 軟體建立量化模型，其中包含 39 個動態方程式(請參考附錄二)及 4 個積量變數。本研究模擬時間自 1999 年，台灣實際廣設大學之年度，而根據 Waldrop(1992)指出，用時間滯延理論分析人口問題時，政策將會影響 10 年後之學校規模、20 年後之勞動力以及 60 年後之退休人數，因此本研究模擬至 2050 年，總共模擬時間為 52 年。

一、大學生人數動態流程

大學生人數為積量變數，其起始值 927,050 人為 1999 年當年之大學生人數，而大學生人數之增減決定於當年度新生就讀人數與畢業生人數之變動。

就讀人數受到出生人數與大學就讀率所影響。出生人數遞延 18 年後乘上就讀率即為當年就讀人數，有關出生人數輸入值，以內政部每年出生人口數為標準。而就讀率輸入值為每年教育部統計處統計之數值為標準。因此 1999 年之就讀人數為 1981 年出生人數*1999 年之就讀率，而 2015 年後之就讀率已平均值為輸入值。

有關 2016 年後出生人數之輸入值，為教育部預估未來 18 歲學齡人口數，進而推算出該年度之出生人數，而根據彭惠玲(2010)研究推估，2030 年出生人數將下降至 10 萬人，而出生人數不會無限制地一直下降，假定未來人口將趨於穩定，引此設定至 2030 年後出生人數將維持為 99,275 人。

大學生人數之動態流程圖如圖 4-5 所示，動態方程式以 Vensim 軟體表示，請參考附錄一主要動態方程式第 1-3 式。

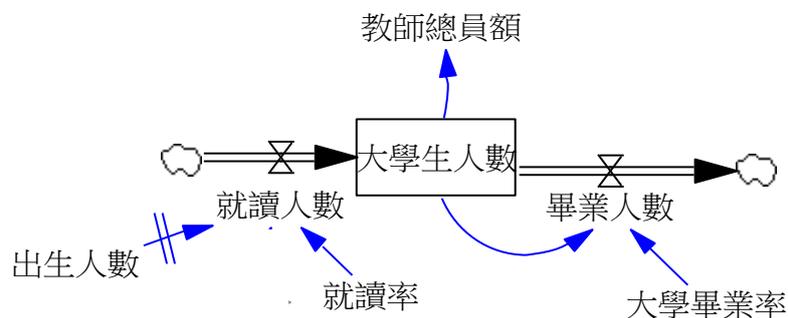


圖 4-5 大學生人數動態流程

二、教師人數與教師總員額之動態流程

教師總員額受到大學生人數與生師比所影響，生師比之定義為，大學生人數除上教師人數，即為一個老師對上多少學生。而實際生師比之輸入值為教育部統計處統計之數值為標準，部定生師比設定為近年來教育部對大專學員規定之 35 生師比，因此大學生人數乘上兩者中較小之生師比，即為所需的教師總員額。教師總員額扣除累積的教師人數即為年度教師需求數。若年度教師需求數為正數，則表示需新聘教師，反之，則表示教師人數已達超額。新聘教師為教師人數之增量，而退休人數為教師人數之減量。教師人數與教師總員額之動態流程圖如圖 4-6 所示，動態方程式以 Vensim 軟體表示，請參考附錄一主要動態方程式第 4-10 式。

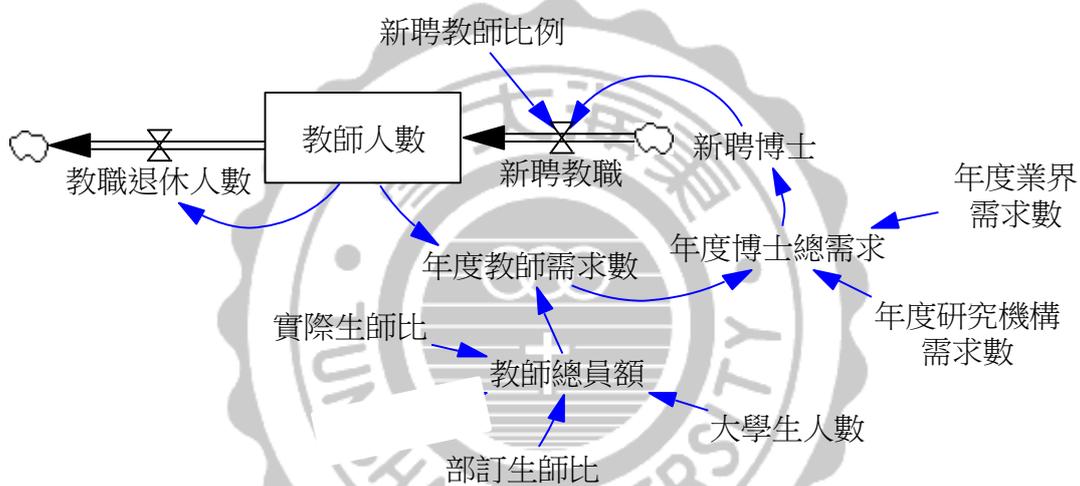


圖 4-6 教師人數與教師總員額之動態流程

三、博士生供給之動態流程圖

博士生人數之增量為年度博士班錄取人數，減量則為畢業人數。錄取人數受到核定招生名額與註冊率所影響，而核定招生名額為教育部所掌控，因此當太多待業博士時將會影響到教育部核定之招生名額，因此設定核定招生名額會受到待業博士數量 5% 之影響。博士生供給之動態流程圖如圖 4-7 所示，動態方程式以 Vensim 軟體表示，請參考附錄一主要動態方程式第 11-15 式。

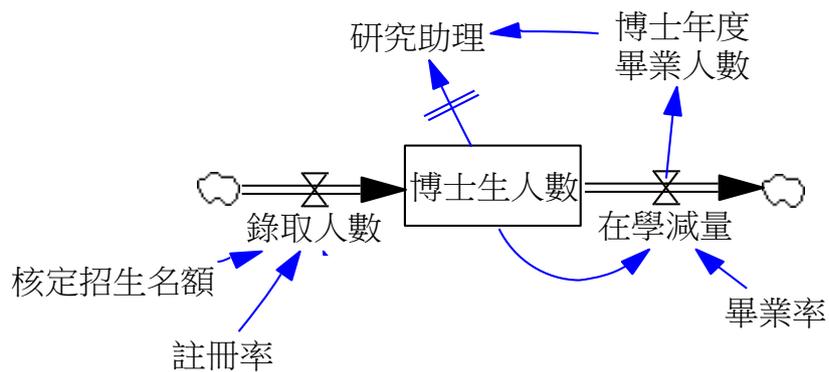


圖 4-7 博士生供給之動態流程圖

四、待業博士之動態流程圖

待業博士之增量為博士供給與需求之超額，減量則為轉業人數。博士超額供給為年度畢業人數扣除新聘博士，若超額供給為正數表示培育過多博士，反之，則為超額需求。博士供給為每年度畢業之人數，博士需求則為每年新聘之博士，新聘博士為學研界及企業需求之總和，輸入數值以科技部統計之博士人力運用報告為標準。待業博士之動態流程圖如圖 4-8 所示，動態方程式以 Vensim 軟體表示，請參考附錄一主要動態方程式第 16-19 式。

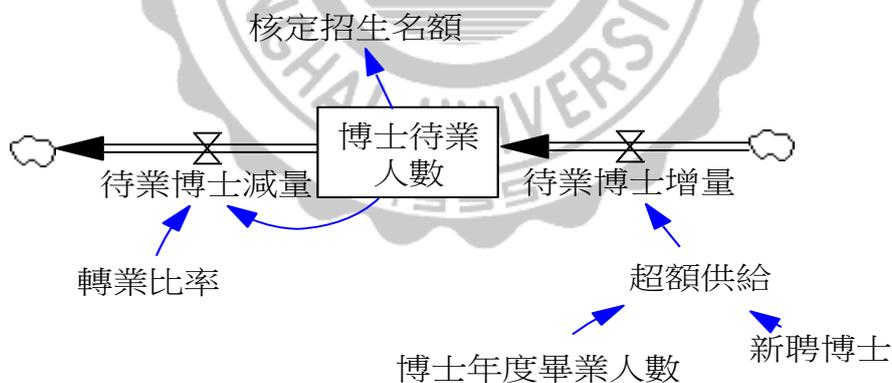


圖 4-8 待業博士之動態流程圖

將上述所有動態流程圖合併成台灣博士學程供需動態流程圖，如圖 4-9 所示。

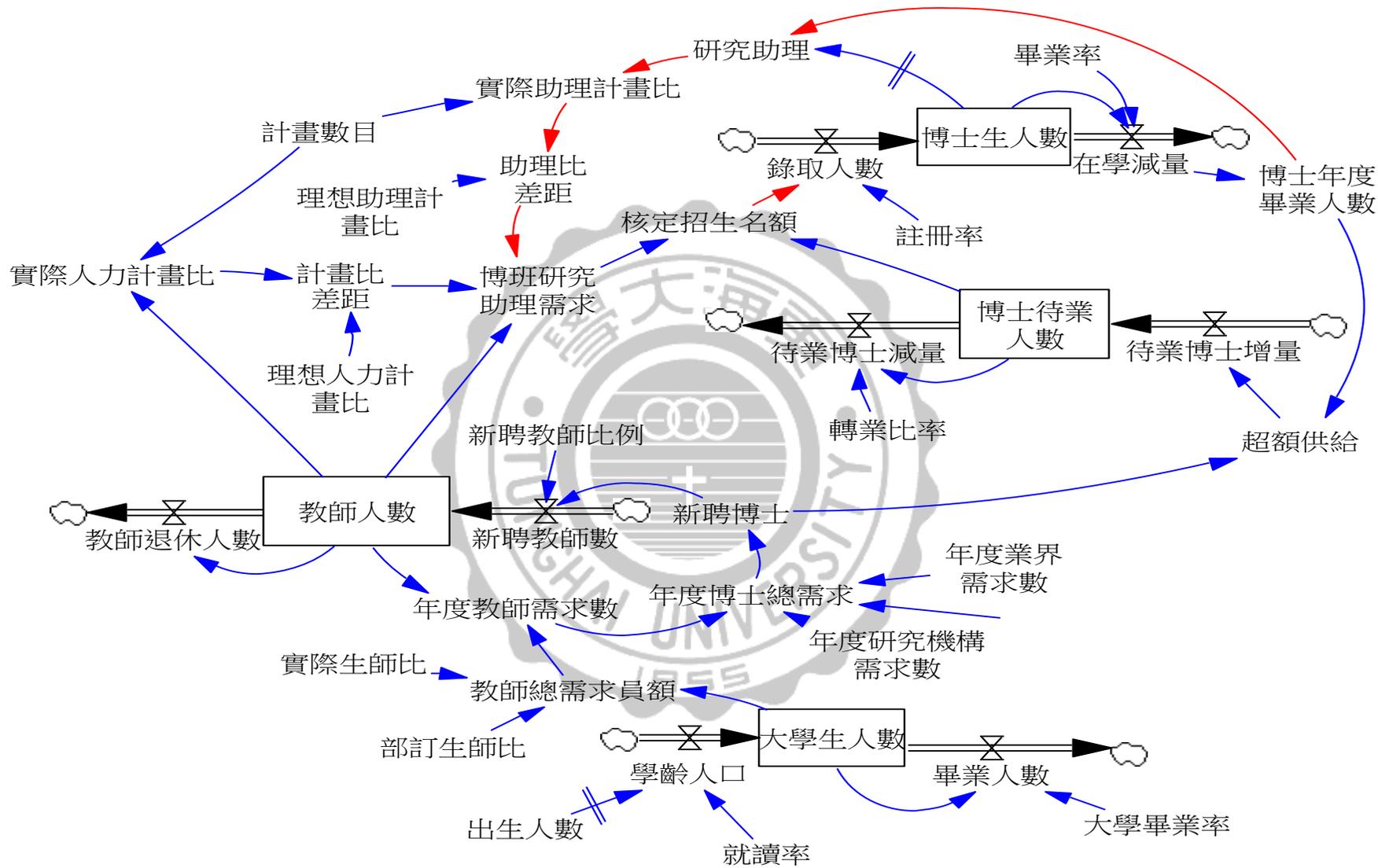


圖 4-9 台灣博士學程供需動態流程圖

第五章 研究結果

台灣博士學程供需系統動態模式，包含大學生數、教師人數、博士生數、待業博士等重要積量，形成一個複雜且動態的結構，其中出生人數為外生變數，模型中計畫數目與生師比為控制變數，可讓決策者進行政策模擬，藉由變數的設定調整，找出改善系統的決策點。

5.1 結果模擬

本節進行台灣博士學程供需結果模擬，針對教師人數、博士生人數、待業博士進行歷史值與模擬值趨勢之比較，驗證本研究動態模型之效度。若歷史值與模擬值趨勢大致符合，則表示本模型具有外部效度(Forrester & Senge,1980；Barlas,1996)。

一、教師人數模擬

為了因應社會環境，台灣大專院校自 1999 年開始擴充，而大專學院快速成長造成龐大的教師需求，因此 1999 年教師人數開始攀升，到了 2008 年教職人數達飽和加上開始出現大學生學用不符及等問題出現，而由出生人口可以得知，台灣出生人口自 1990 年的 335,618 人開始快速的下降至 2015 年 213,598 人，上述兩個原因是造成教師人數開始下降之因素。從圖 5-1 可以看出本研究教師人數模擬值與教育部 2015 年公布各級校院資料統計之教師人數相吻合。

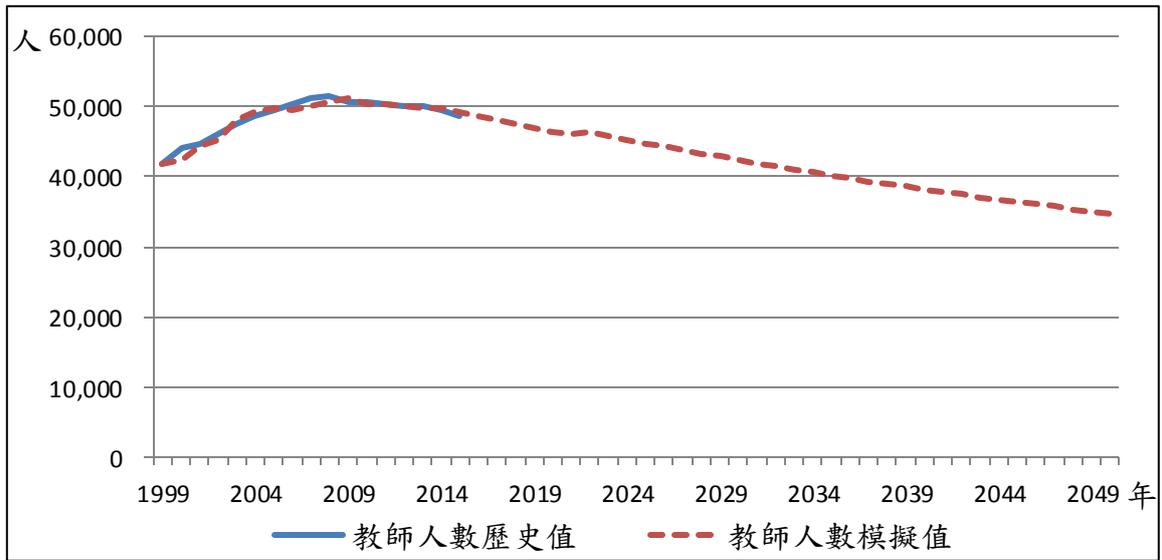


圖 5-1 台灣大專學院教師人數歷史值與模擬值之比較

二、博士生人數模擬

博士生人數之累積受到核定招生名額及社會環境改變所影響，圖 5-2 為博士生人數模擬值與歷史值之比較圖。模擬結果顯示，博士生人在 2010 年高達 33,063 人，2011 年開始博士生人數開始呈現下降趨勢，主要是受到社會環境少子化趨勢及博士失業率攀升所影響。從圖 5-2 可以看出本研究博士生人數模擬值與教育部 2015 年公布大專院校重點統計之博士生數歷史值相吻合。

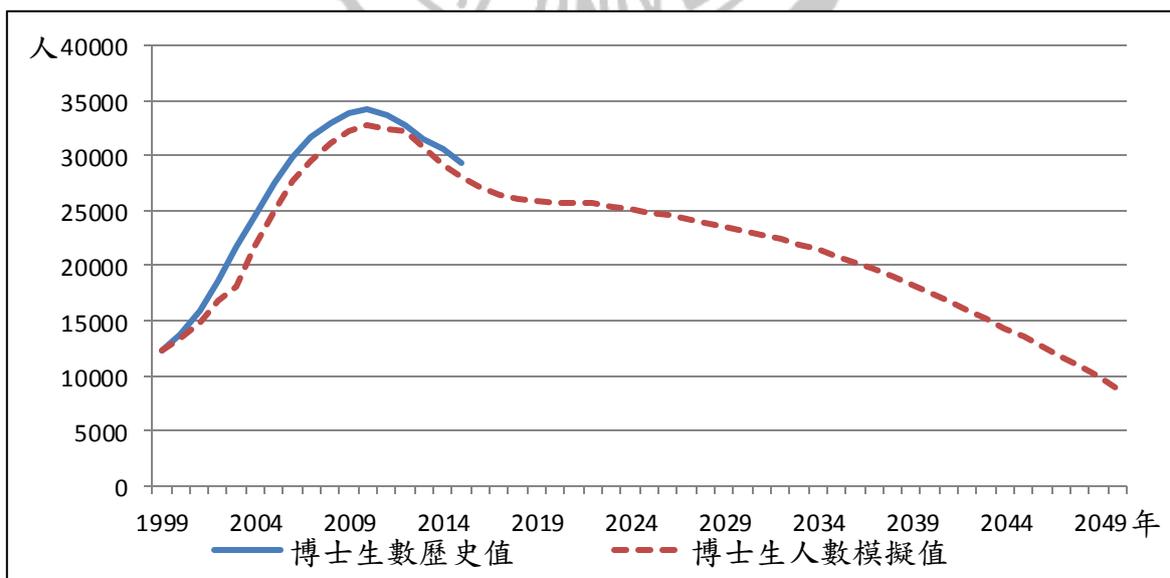


圖 5-2 台灣博士生人數歷史值與模擬值之比較

三、待業博士模擬

本研究待業博士之歷史值推估，以國家研究院 2014 年博士分析報告中提到，每 100 名畢業博士中有 15 名博士失業計算而得。模擬值顯示待業博士至 2002 年開始快速攀升，主要即是受到教職開始產生飽和之情況影響。由圖 5-3 可以看出本研究待業博士模擬與歷史值趨勢相似，皆呈現攀升之趨勢。

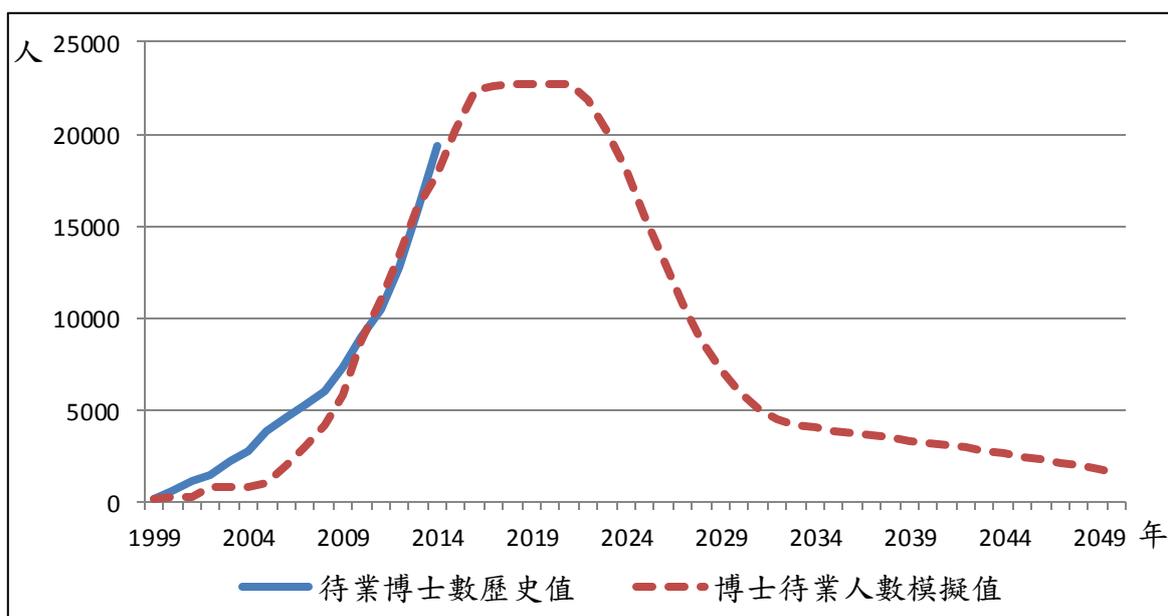


圖 5-3 台灣待業博士模擬值與歷史值之比較

5.2 政策模擬

近年來台灣少子化趨勢加上博士失業率攀升，造成待業博士問題日趨嚴重，教師工會建議降低生師比，來增加教師的需求，以舒緩博士之超額現況。因此本研究針對此問題，運用上一節模擬之結果，調整政府決策與環境變數進行模擬，分別為(1)提高出生人數；(2)降低生師比；(3)提高科技部研究計畫數，即隱含政府提高經費。

一、出生人數提高

近年來台灣出生率下降(如圖 5-4 所示)，出現少子化趨勢，此問題對社會與經濟發展影響深遠，且將會影響未來教育體系走向，因此政府提出之人口政策白皮書，實施生育補貼等措施，來刺激生育率。

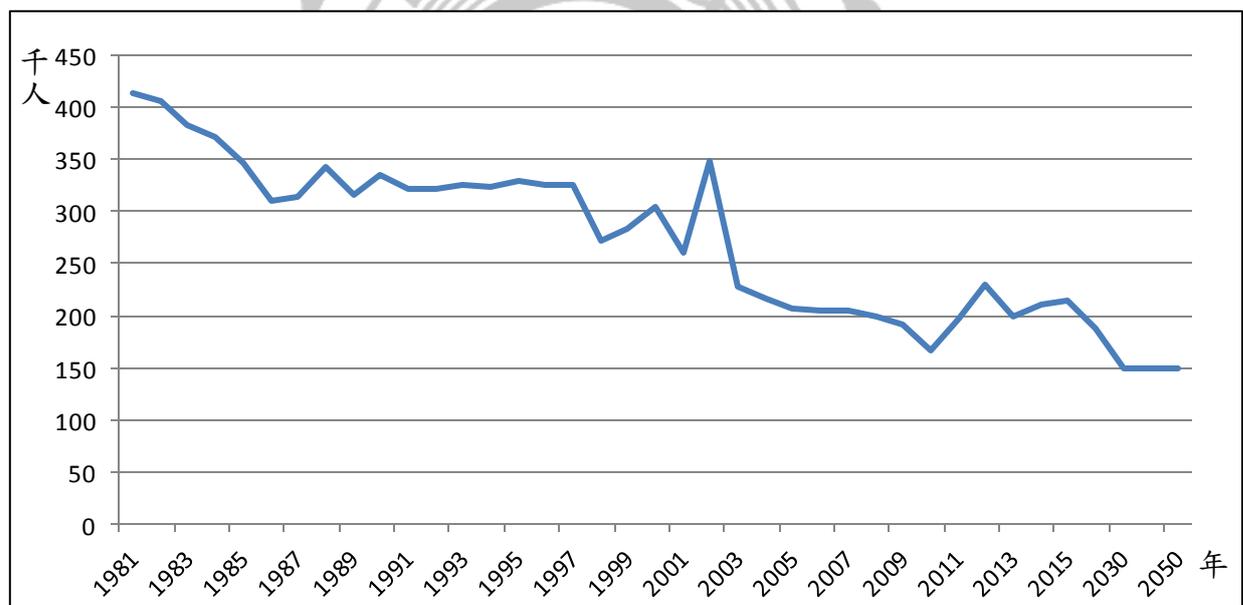


圖 5-4 1981 年至 2050 年台灣出生人口趨勢圖

為了評估政府提高生育率的影響，本研究以出生人數自 2020 年開始增加 5% 情況下模擬教師總員額變化趨勢，如圖 5-5 所示，當出生人數增加 5% 時，教職總員額將會往上攀升，但由於受到生師比不斷提高之影響下，攀升幅度趨於平緩。

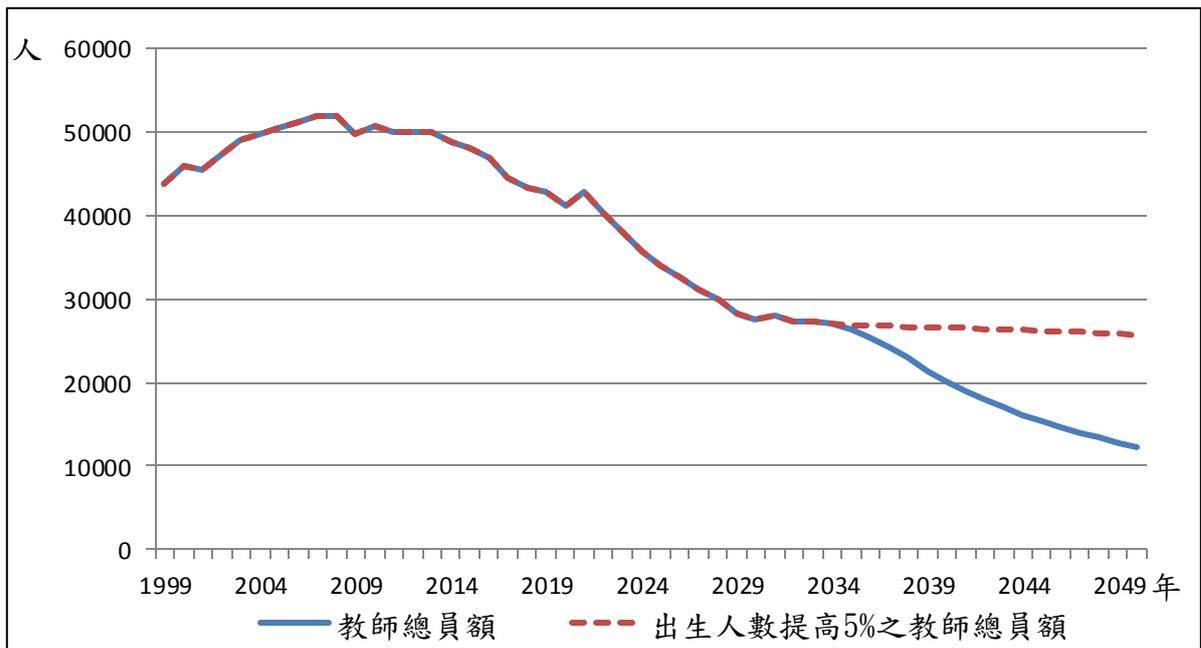


圖 5-5 提高 5% 出生人數對教師總員額之影響

二、降低生師比

對於出生率下降，少子化生源減少趨勢下，將造成教師需求減少、教師超額供給與大專院校將面臨招生不足之問題。因此近年來教師工會建議教育部降低部訂生師比，以增加教師需求來減緩超額的教師供給，並藉此提高教學品質。目前台灣大專院校平均生師比為 22(如圖 5-6 所示)，部訂生師比上限為 35，大部分大專院校皆符合此規定，因此實質上部定生師比規定並無太大作用。

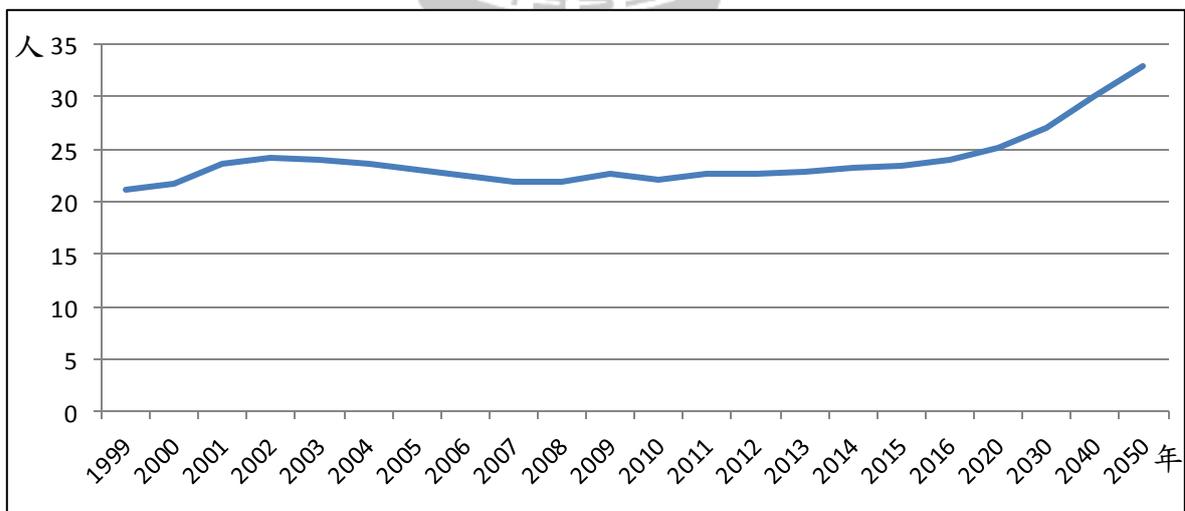


圖 5-6 1999 年至 2050 年台灣大專院校平均生師比之趨勢圖

本研究依照教師工會所提出之降低生師比至 14 為最終目標，分階段性的將部訂生師比降至 14，因此設定為第一階段 2017~2020 年降至 20；第二階段為 2021~2030 年降至 18；第三階段 2031~2040 年降至 16；第四階段 2041~2050 年降至 14，分別模擬部訂生師比下降後對教師人數、研究助理需求數、博士生人數、待業博士之影響。研究結果如圖 5-7 至圖 5-10 所示，當降低生師比時，結果顯示教師人數、研究助理需求數、博士生人數均呈現往上攀升後又下降之趨勢，而待業博士呈持續攀升趨勢，原因來自下降生師比短期雖增加教師需求，但長期出生率不斷下降，生源減少下，長期對教師需求依然會減少。此外，各校大的人事費將因此大幅上升，此政策若要推動，勢必要調漲學雜費。

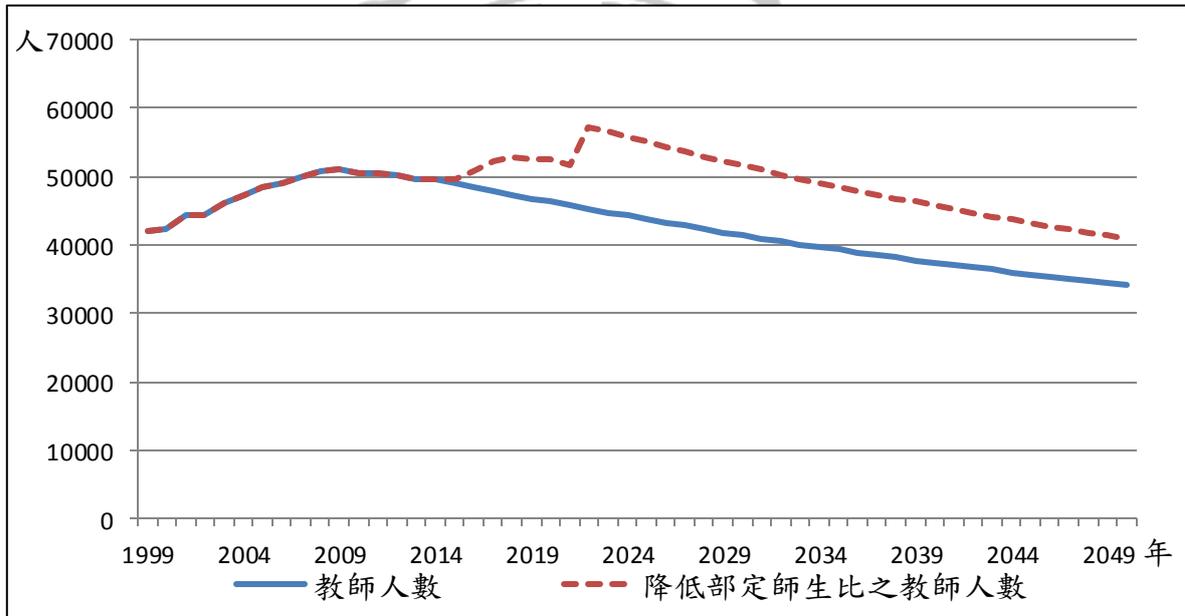


圖 5-7 降低部定生師比對教師人數之影響

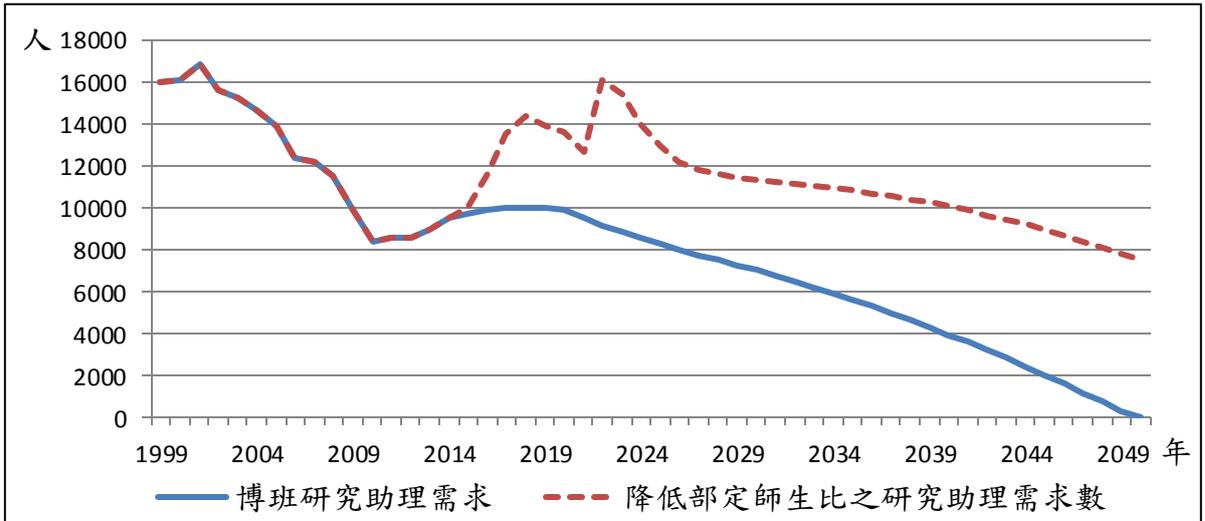


圖 5-8 降低部定師生比對研究助理需求數之影響

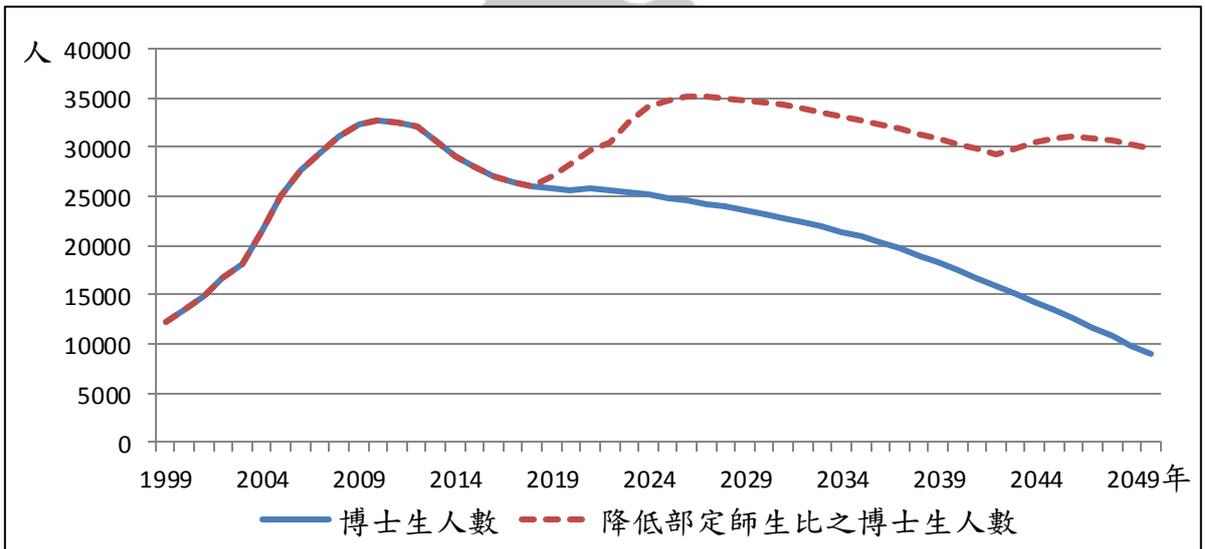


圖 5-9 降低部定師生比對博士生人數之影響

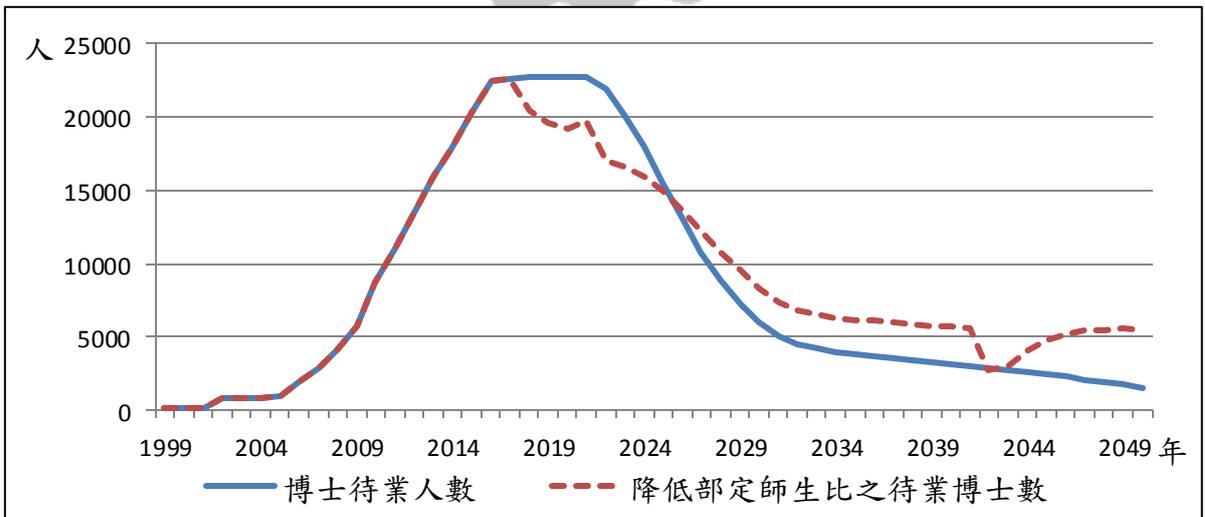


圖 5-10 降低部定師生比對待業博士之影響

三、科技部計畫數目增加

由於大專院校教師研究計畫大多來自於科技部，因此當科技部核定計畫增加，即隱含來自政府之教育經費增加。近來政府經費緊縮下，科技部核定於大專院校之計畫逐年下降，1999年至2015年平均一年為17,103個(如圖5-10所示)。

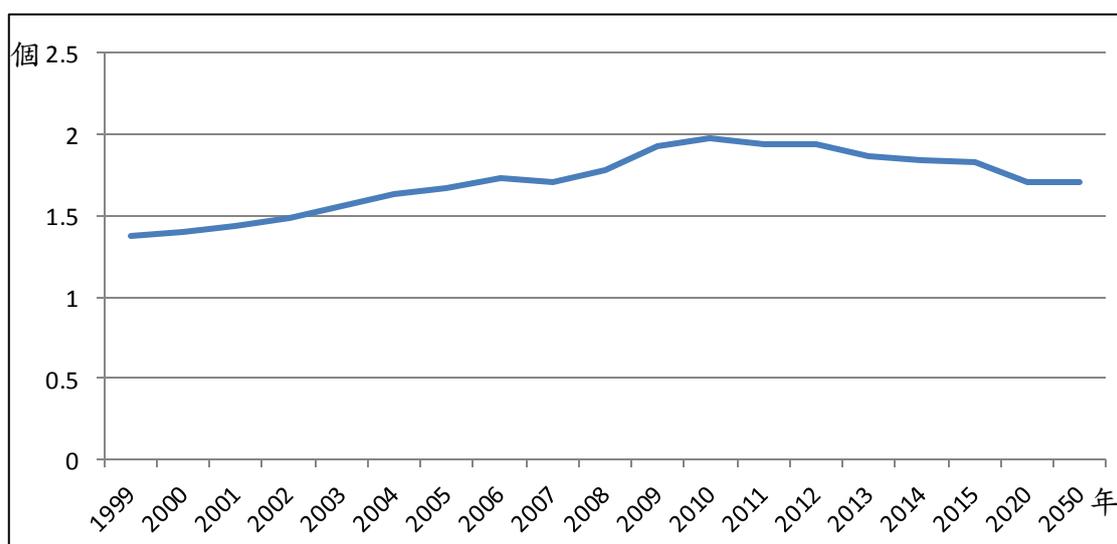


圖 5-11 1999 年至 2050 年科技部計畫數目趨勢圖

越多的研究計畫將可能造成教師有龐大的助理需求，因此本研究設定增加科技部計畫數目，例如延續教育部 2010 年提出之 5 年 500 億計畫，設定由 2017 至 2021 年每年增加 47 個計畫，分別模擬計畫數目增加後對核定招生名額、博士生人數及待業博士之影響。研究結果如圖 5-11 至 5-13 所示，當 2017 至 2021 年增加計畫數目時，結果顯示核定招生名額、博士生人數與待業博士於增加計畫之年度時皆高於未增加時，因此增加計畫經費，將會造成培育更多的博士生，使待業問題無法得到舒緩。

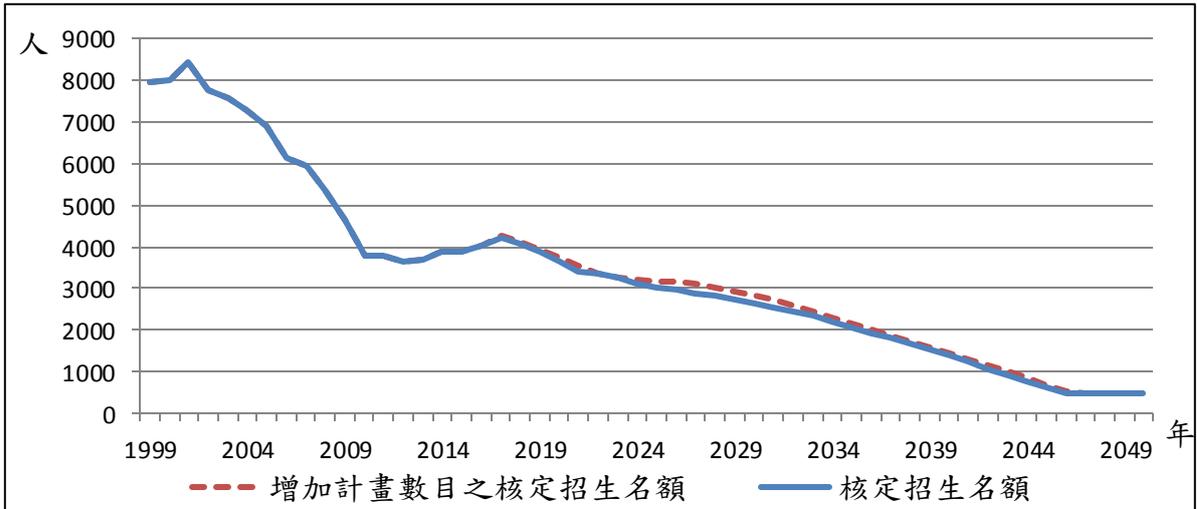


圖 5-12 計畫數目增加對核定招生名額之影響

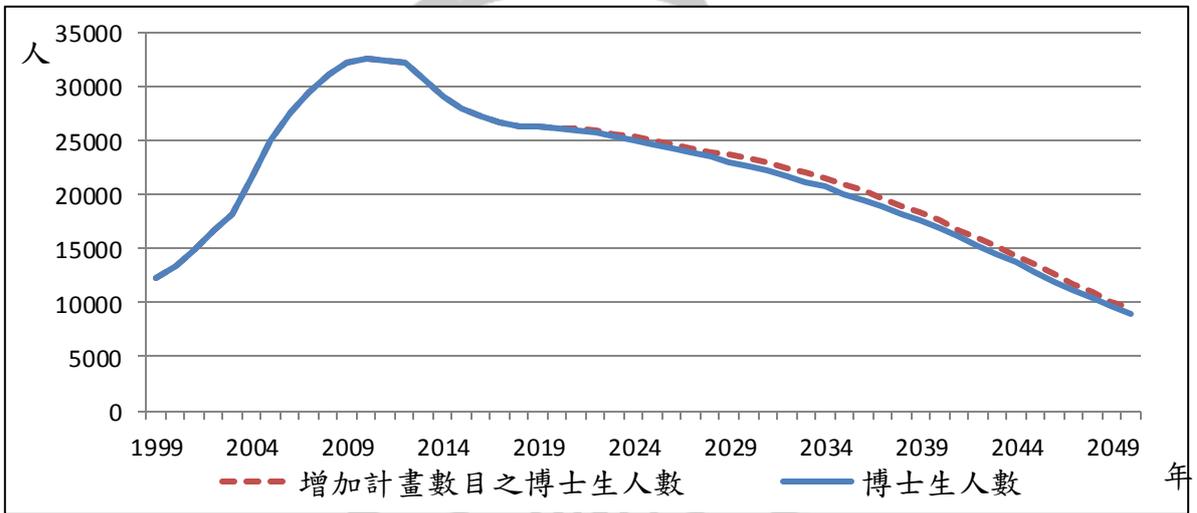


圖 5-13 計畫數目增加對博士生人數之影響

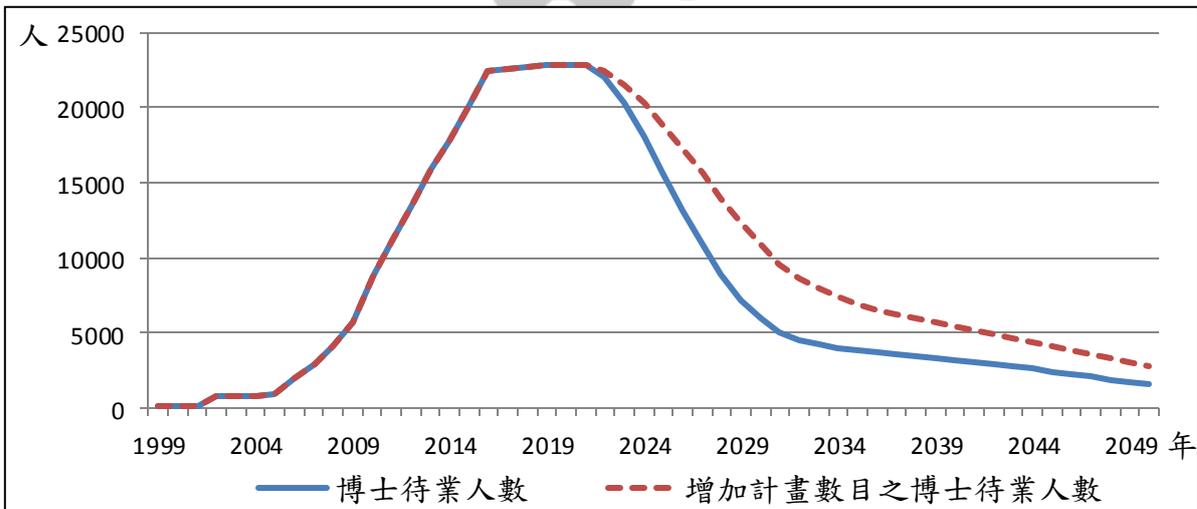


圖 5-14 計畫數目增加對待業博士之影響

第六章 結論與建議

6.1 結論

目前台灣博士供需已產生失衡，本文以系統動態學方法論，探討台灣博士供需結構及失衡原因。首先在高等教育快速快速擴充下，為因應大專院校生數暴增而產生的教師需求，開始增設博士生培育，造成博士生數量快速增加，而隨著社會環境少子化趨勢下，教師缺額已達到飽和，而開始產生待業博士。但由於累積了過多的大專院校與教師，頂尖及研究型學校為了提升學術發展，不斷增設博士班，造成培育過多的博士，使待業博士問題更加惡化。而為了減緩超額之問題，在教師工會建議政府提高生師比，以增加博士就業需求。研究發現，增加教師需求，雖然短期可以減緩超額供給，但長期將會造成龐大的博士，待業博士問題持續發生。

台灣博士學程供需失衡主因，來自於未能正視台灣高等教育學院過多而產生的一連串問題。在過多的大專院校與少子化趨勢下，產生的招生不足、教師需求不足、過剩的博士培育等問題。許多系統內外因素，環環相扣互為因果，且具有時間遞延效果，必須以整體觀來看待動態系統的運作，才能提出有效的解決方案。

6.2 建議

就政府而言，台灣博士供需是個長期、動態且重要的議題，須建立一套博士學程供需系統動態模型，針對教師的需求、部訂生師比、博士招生名額等教育政策的推動，做長期的監控。此外本而研究模型可以擴大系統邊界，如果能考慮海外歸國博士造成台灣博士就業之影響，將能更完整呈現台灣博士培育供需之系統行為。而系統動態學方法論亦可應用在幼教、小學、大學及碩士班學程之供需議題研究。或者以不同專長學科內博士學程之供需結構探討，應可對症下藥，提出有效的政策槓桿解。

參考文獻

內政部統計處，2015 臺閩地區出生人數及出生率。

王瑞璦(2009)，人口結構變遷下我國師資培育現況之分析，台東大學教育學報，19(2)，143-182。

文郁(2002)，我國大學教師薪資待遇合理性探討，國立台北大學會計學系碩士論文。

王汝杰(2009)，國小教師人力資源與教育經費供需系統之研究：系統動態學觀點，亞洲大學資訊工程學系碩士論文。

王世英，張鈿富，葉兆祺，謝雅惠，吳美清，張雲龍(2007)，主要國家教育發展資料蒐集與分析，教育部。

余玉照(1997)，我國高等教育的回顧與展望，中華民國通識教育學會，大學理念校長遴選：195-212。

李國義(2002)，改制之技術學院和科技大學競爭策略建構之研究，國立臺灣師範大學工業教育研究所博士論文。

紀博棟(2014)，臺灣高等教育擴張前後學校與生師數變化之研究，中國地方自治期刊, 67(10), 5-36。

科技部(2015)，科技技術要覽。

屠益民，張良政(2010)，系統動力學理論與應用，台北市，智勝文化事業有限公司。

教育部(2013)，如何解決國內高等教育發展扭曲，造成高等教育人才供需失衡，學用落差之情形，及如何解決博士畢業生求職困境，相關部會之政策規劃及預算需求。

教育部(2013)，如何解決國內高等教育發展扭曲，造成高等教育人才供需失衡，

學用落差之情形，及如何解決博士畢業生求職困境，相關部會之政策規劃及預算需求。

教育部(2014)，99-100 學年度大專院校畢業生就業薪資巨量分析結果。

教育部統計處(2014)，教育簡訊：103 學年大專校院新生註冊率概況。

教育部統計處(2014)，教育簡訊：大專院校專任教師年齡結構變化表。

教育部統計處(2014)，教育簡訊：我國博士生概況分析。

教育部統計處(2015)，各級教育項目統計表。

教育部統計處(2015)，大專以上程度青年就業概況分析。

教育部統計處(2015)，教育統計指標之國際比教育分析

國家研究院(2013)，博士及科技人才存量分析。

國家研究院(2014)，NPHRST 博士就業調查問卷分析報告。

陳舜芬(1993)，高等教育研究論文集，台北市，師大書苑。

陳麗珠(2001)，教育經費編列與管理法之評析，教育學刊，17：125-145。

陳昭維(2005)，當前我國大學教育的困境及其因應，台灣大學。

郭碧英(2004)，台灣地區高等教育政策分析，玄奘大學企業管理學系碩士論文。

國家實驗研究院，2013，博士及科技人才存量分析。

國家實驗研究院(2014)，博士就業調查問卷分析調查。

國家實驗研究室(2014)，學歷與失業率專題報告

國家實驗研究院(2015)，博士就業知覺調查分析報告。

黃榮村(2003)，從國際化觀點展望二十一世紀的教育，國家政策季刊，2(3)：1-26。

彭惠苓(2011)，以系統動台學探討台灣小學師資政策與政府教育財政關連之研究，

大葉大學管理研究所博士論文。

詹秋貴(2002)，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學系博士論文。

熊自賢(2010)，台德中等教育英語師資供需系統之比較：系統動態學模式，國立暨南大學比較教育教育學系博士論文。

劉秀曦，黃家凱(2011)，高等教育擴張後我國大學畢業生人力運用之研究，教育研究與發展期刊，7(3)：153-179。

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，13(1)：177-205。

蕭志同，彭惠苓(2010)，台灣小學師資培育與就業需求動態分析，東海大學社會系，台灣高等教育與勞動市場的變遷研討會。

蕭志同，戴俞宣，柳淑芬(2011)，決策分析與模擬，台北市，東華書局股份有限公司。

蕭志同，戴俞宣，柳淑芬(2016)，全方位思維模式，台北市，東華書局股份有限公司。

戰寶華(2014)，學歷通膨成因與因應之道，台北教育評論月刊，7-12。

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

Barlas, Y. & Carpenter, S. (1990), Philosophical Root of Model Validation.

Barlas, Y. & Diker, V. G. (2000), A Dynamic Simulation Game for Strategic University Management, Simulation and Gaming, 31(3):1-34.

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

Forrester, J. W. & Senge, P. (1980), Test for Building Confidence in System Dynamic Models, TIMS Studies in Management Sciences, p209-228.

Martin Trow (1973), Reflections on the Transition from Elite to Mass to Universal Access: Forms and Phases of Higher Education in Modern Societies since WWII, Institute of Governmental Studies, UC Berkeley.

Richard C. Larson, Navid Ghaffarzadegan, Yi Xue (2014), Too Many PhD Graduates or Too Few Academic Job Openings: The Basic Reproductive Number R_0 in Academia, Systems Research and Behavioral Science, 31(6):745-750.

Senge, P. M. (1990), The Fifth Discipline - The Art and Practice of Learning Organization, Doubleday, NY.

Sterman, J. D. (2000), Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World, London: Art Resource, New York.



附錄一 主要動態方程式說明

1. 大學生人數= INTEG (就讀人數-畢業人數, 927050)
2. 就讀人數=出生人數(Time-18)*就讀率(Time)
3. 畢業人數=大學生人數*大學畢業率(Time)
4. 教師總員額=大學生人數/MIN(實際生師比(Time), 部訂生師比(Time))
5. 年度教師需求數=MAX(教師總員額-教師人數, 0)
6. 年度博士總需求=年度教師需求數+年度業界需求數(Time)+年度研究機構需求數(Time)
7. 教師人數= INTEG (新聘教師數-教師退休人數, 41949)
8. 教師退休人數=教師人數*0.02
9. 新聘博士=年度博士總需求
10. 新聘教師數=新聘博士*新聘教師比例
11. 錄取人數=核定招生名額*註冊率(Time)
12. 在學減量=博士生人數*畢業率
13. 博士生人數= INTEG (錄取人數-在學減量, 12253)
14. 博士年度畢業人數=在學減量
15. 研究助理=DELAY1(博士生人數, 1)-博士年度畢業人數
16. 超額供給=博士年度畢業人數-(新聘博士*0.7)
17. 待業博士增量=MAX(超額供給, 0)
18. 待業博士減量=博士待業人數*轉業比率(time)
19. 博士待業人數= INTEG ((待業博士增量-待業博士減量), 153)

附錄二 動態方程式說明

1. FINAL TIME = 2050
2. INITIAL TIME = 1999
3. 出生人數
([(1981, 0)-(2050, 500000)], (1981, 414069), (1982, 405263), (1983, 383439), (1984, 371008), (1985, 346208), (1986, 309230), (1987, 314024), (1988, 342031), (1989, 315299), (1990, 335618), (1991, 321932), (1992, 321632), (1993, 325613), (1994, 322938), (1995, 329581), (1996, 325545), (1997, 326002), (1998, 271450), (1999, 283661), (2000, 305312), (2001, 260354), (2002, 347530), (2003, 227070), (2004, 216419), (2005, 205854), (2006, 204459), (2007, 204414), (2008, 198733), (2009, 191310), (2010, 166886), (2011, 196627), (2012, 229481), (2013, 199113), (2014, 210383), (2015, 213598), (2020, 137071), (2030, 99275), (2040, 99275), (2050, 99275))
4. 助理比差距=理想助理計畫比-實際助理計畫比
5. 博士年度畢業人數=在學減量
6. 博士待業人數= INTEG ((待業博士增量-待業博士減量), 153)
7. 博士生人數= INTEG (錄取人數-在學減量, 12253)
8. 博班研究助理需求=助理比差距*計畫比差距*教師人數*0.5
9. 在學減量=博士生人數*畢業率
10. 大學生人數= INTEG (學齡人口-畢業人數, 927050)
11. 大學畢業率
([(1999, 0)-(2050, 0.5)], (1999, 0.22), (2000, 0.23), (2001, 0.23), (2002, 0.24), (2003, 0.25), (2004, 0.25), (2005, 0.26), (2006, 0.25), (2007, 0.24), (2008, 0.24), (2009, 0.23), (2010, 0.22), (2011, 0.22), (2012, 0.22), (2013,

0.22), (2014, 0.22), (2015, 0.22),
(2020, 0.22), (2030, 0.22), (2040, 0.22), (2050, 0.22))

12. 學齡人口=出生人數(Time-18)*就讀率(Time)

13. 實際人力計畫比=計畫數目(Time)/(教師人數*0.5)

14. 實際助理計畫比=研究助理/計畫數目(Time)

15. 實際生師比

([(1999, 0)-(2050, 40)], (1999, 21.19), (2000, 21.64), (2001, 23.6), (2002, 24.22), (2003, 23.95), (2004, 23.54), (2005, 22.96), (2006, 22.37), (2007, 21.89), (2008, 21.86), (2009, 22.62), (2010, 22.06), (2011, 22.55), (2012, 22.73), (2013, 22.87), (2014, 23.22), (2015, 23.44), (2016, 24), (2020, 25.2), (2030, 27), (2040, 30), (2050, 33))

16. 就讀率

([(1999, 0)-(2050, 1)], (1999, 0.66), (2000, 0.76), (2001, 0.83), (2002, 0.81), (2003, 0.85), (2004, 0.91), (2005, 0.91), (2006, 0.81), (2007, 0.86), (2008, 0.79), (2009, 0.78), (2010, 0.79), (2011, 0.79), (2012, 0.79), (2013, 0.73), (2014, 0.75), (2015, 0.75),
(2020, 0.8), (2030, 0.8), (2040, 0.8), (2050, 0.8))

17. 度博士總需求=年度教師需求數+年度業界需求數(Time)+年度研究機構需求數(Time)

18. 年度教師需求數=MAX(教師總員額-教師人數, 0)

19. 年度業界需求數

([(1999, 0)-(2050, 900)], (1999, 79), (2000, 307), (2001, 62), (2002, 330), (2003, 19), (2004, 284), (2005, 49), (2006, 200), (2007, 394), (2008, 436), (2009, 82), (2010, 548), (2011, 722), (2012, 509), (2013, 841), (2014, 455), (2015, 310), (2020, 315), (2020, 310), (2050, 310))

20. 年度研究機構需求數

$$([\text{(1999, 0)}-\text{(2050, 600)}], \text{(1999, 0)}, \text{(2000, 0)}, \text{(2001, 82)}, \text{(2002, 364)}, \text{(2003, 116)}, \text{(2004, 83)}, \text{(2005, 23)}, \text{(2006, 274)}, \text{(2007, 174)}, \text{(2008, 514)}, \text{(2009, 269)}, \text{(2010, 551)}, \text{(2011, 384)}, \text{(2012, 263)}, \text{(2013, 400)}, \text{(2014, 95)}, \text{(2015, 248)}, \text{(2020, 248)}, \text{(2030, 248)}, \text{(2050, 248)})$$
21. 待業博士增量= $\text{MAX}(\text{超額供給}, 0)$
22. 待業博士減量= $\text{博士待業人數} * \text{轉業比率}(\text{time})$
23. 教師人數= $\text{INTEG}(\text{新聘教師數}-\text{教師退休人數}, 41949)$
24. 教師總員額= $\text{大學生人數} / \text{MIN}(\text{實際生師比}(\text{Time}), \text{部訂生師比}(\text{Time}))$
25. 教師退休人數= $\text{教師人數} * 0.02$
26. 新聘博士= 年度博士總需求
27. 新聘教師數= $\text{新聘博士} * \text{新聘教師比例}$
28. 新聘教師比例= 0.7
29. 核定招生名額= $\text{IF THEN ELSE}((\text{博班研究助理需求} * 0.5 - \text{博士待業人數} * 0.05) > 0, (\text{博班研究助理需求} * 0.5 - \text{博士待業人數} * 0.05), 500)$
30. 海外歸國人數= 100
31. 理想人力計畫比= 1
32. 理想助理計畫比= 2
33. 畢業人數= $\text{大學生人數} * \text{大學畢業率}(\text{Time})$
34. 畢業率= 0.1
35. 研究助理= $\text{DELAY1}(\text{博士生人數}, 1) - \text{博士年度畢業人數}$
36. 計畫數目

$$([\text{(1999, 0)}-\text{(2050, 20000)}], \text{(1999, 13729)}, \text{(2000, 13995)}, \text{(2001, 14415)}, \text{(2002, 14832)}, \text{(2003, 15562)}, \text{(2004, 16362)}, \text{(2005, 16681)}, \text{(2006, 17256)}, \text{(2007, 17113)}, \text{(2008, 17796)}, \text{(2009, 19221)}, \text{(2010, 19726)}, \text{(2011, 19399)}, \text{(2012, 19726)}, \text{(2013, 19399)}, \text{(2014, 19726)}, \text{(2015, 19399)}, \text{(2020, 19726)}, \text{(2030, 19399)}, \text{(2050, 19726)})$$

2, 19340), (2013, 18606), (2014, 18430), (2015, 18293), (2020, 17103), (2050, 17103))

37. 計畫比差距=理想人力計畫比-實際人力計畫比

38. 註冊率

([(1999, 0)-(2050, 1)], (1999, 0.3), (2001, 0.4), (2002, 0.4), (2003, 0.7), (2004, 0.75), (2006, 0.75), (2010, 0.8), (2011, 0.8), (2012, 0.5), (2013, 0.4), (2015, 0.5), (2020, 0.68), (2030, 0.68), (2040, 0.68), (2050, 0.68))

39. 超額供給=博士年度畢業人數-(新聘博士*0.7)

40. 轉業比率

([(1999, 0)-(2050, 1)], (1999, 0.015), (2015, 0.015), (2016, 0.1), (2020, 0.1), (2030, 0.3), (2040, 0.3), (2050, 0.3))

41. 部訂生師比([(1999, 0)-(2050, 40)], (1999, 35), (2050, 35))

42. 錄取人數=核定招生名額*註冊率(Time)

