

國立交通大學

工業工程與管理學系

碩士論文

應用 Stackelberg 模型探討競爭市場回收體系
的費率制定政策



Applying the Stackelberg Model to Tax/Subsidy Policy
of Recycling Systems in a Competitive Market

研究生：柯志賢

指導教授：洪一薰 博士

中華民國九十八年七月

應用 Stackelberg 模型探討競爭市場回收體系的費率制定政策

Applying the Stackelberg Model to Tax/Subsidy Policy of Recycling
Systems in a Competitive Market

研究生： 柯志賢
指導教授： 洪一薰 博士

Student： Jhih-Sian Ke
Advisor： Dr. I-Hsuan Hong

國立交通大學

工業工程與管理學系



Submitted To Department of Industrial Engineering and Management
College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master

in

Industrial Engineering

July 2009

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年七月

應用 Stackelberg 模型探討競爭市場回收體系的費率制定政策

研究生：柯志賢

指導教授：洪一薰 博士

國立交通大學工業工程與管理研究所碩士班

摘要

近年來，各國政府開始意識到自然環境資源為耗損財，產品汙染成分與不當的廢棄品處理方式，對環境會產生深遠的影響。因此，綠色供應鏈與環保產品的概念逐漸風行，各國環保法令因應而出，消費者環保意識抬頭，整合正向與逆向物流也開始受到製造商與政府的重視。本研究分析回收體系之參與者的決策時間點，回收基金管理委員會先釋出回收清除處理費率與貼補費率的訊息，責任業者與資源回收處理業者接收訊息後，分別制定最佳製造量與獎勵金水準。根據決策模式之架構，本研究利用 Stackelberg 模型求得參與者的最佳決策，基管會為先行者 (Leader)，責任業者與資源回收處理業者為跟隨者 (Follower)。台灣現行制度為應用收支平衡的概念進行回收基金的操作與管理，然而，對非營利組織而言，其應就整體社會福利做考量，本論文先依不同操作方式，於相同稅收水準之下，建構獨占市場之費率模型，並利用數值案例進行參數敏感度分析，探討模式可能存在的趨勢。

根據市場現況，產業以寡占市場居多，本研究將獨占情形轉化為多家業者的競爭模型，利用均衡的概念，得到系統參與者的決策結果。再者，市場競爭者數目亦會影響到整體社會福利，本研究進一步探討若資源回收處理業者為相同個體時，回收基金管理委員會應如何制訂最佳回收經營權數目，並佐以數值案例說明模式推演過程。

關鍵字：回收、兩階段政策工具、Stackelberg、費率、競爭模型、回收經營權

Applying the Stackelberg Model to Tax/Subsidy Policy of Recycling Systems in a Competitive Market

Student: Jhih-Sian Ke

Advisor: Dr. I-Hsuan Hong

Department of Industrial Engineering and Management
National Chiao Tung University

Abstract

Due to environmental concerns and legislative requirements, the disposition of end-of-life electronics products is attracting tremendous attention nowadays. We present a Stackelberg-typed model to determine the socially optimal subsidy and advanced recycling fees in decentralized reverse supply chains where each entity independently acts according to its own interests.

Our model consists of the government, as a leader, and two followers, a group of manufacturers, importers, and sellers (MIS), and a group of recyclers. To maximize the social welfare, the government determines the advanced recycling fee paid by MIS and the subsidy fee subsidizing recyclers when MIS sell or recyclers process a unit of products. This paper compares performances of the social welfare model and current practice with identical tax revenue in a monopoly market. Then, we demonstrate that our result outperforms the current practice by a numerical case. Furthermore, we relax the assumption of the monopoly market and investigate the model with multiple entities in each market. We discuss the optimal number determination of recyclers with homogeneous entities and illustrate the model procedure by a numerical case.

Keyword : Recycling, Stackelberg-typed model, Subsidy fee, Advanced recycling fee,
Homogeneous entities

誌謝

本篇論文的寫作過程中，指導教授洪一薰博士常用整體架構性的概念佐以引導式的方法來改進我於寫作與思考上的不足，一次又一次的討論總能讓我得到許多有形與無形的寶貴知識，未來的人生必定相當受用，在此，對老師致上十二萬分的謝意。另外，要感謝口試委員陳文智教授與許錫美教授給予的許多寶貴意見，讓本篇論文更具完備性，希望能將論文完成的這份喜悅與謝意傳送予兩位教授。

短短的碩士生涯，認識了許多一輩子的好朋友，搞笑的浩子、跳肥，帥氣的律偉及認真又幽默的阿派跟小鍾媽，實驗室的好朋友大葉、休米與學弟妹，還有許多我人生上的良師益友，很開心能夠和你們一起渡過研究所的美好時光。已經認識好幾年的好朋友 11B、男男跟 Bee，這一路與你們創造的回憶都是我最珍藏的寶物，我相信畢業是彼此友情的另一個起點，未來我們一定會再一起分享人生許多美麗的事物。最後，要感謝我的家人和米漿妹的支持，你們總是在我窒礙不前的時候拉我一把，成為我背後最大的精神力量，完成論文的這份驕傲是屬於你們的。

在交大好幾年的光陰一眨眼就過了，如今要離開這充滿回憶的地方，心中著實有許多的捨不得，捨不得的汗水和努力，捨不得的聊天和打屁，捨不得的…，很開心能夠認識這裡的人事物，這一切的一切都將成為我人生中重要的一塊拼圖，讓我的生命更加的完整。

柯志賢

誌于 風城交大

中華民國九十八年七月

目錄

摘要	i
Abstract	ii
誌謝	iii
目錄	iv
圖目錄	vi
表目錄	vii
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	4
1.3 研究方法與架構	5
第二章 文獻探討	6
2.1 回收制度現況探討	6
2.2 環境政策工具	8
2.3 競爭市場	10
2.4 其他產業的補助政策分析	12
第三章 獨占市場費率模型	13
3.1 社會福利最佳化獨占模式	14
3.1.1 供應鏈流	14
3.1.2 模式構建	15
3.1.2.1 責任業者	15
3.1.2.2 資源回收處理業者	16
3.1.2.3 基管會	17
3.2 現行獨占模式	20
3.2.1 模式描述	20
3.2.2 模式構建	21
3.2.2.1 責任業者	21
3.2.2.2 資源回收處理業者	21
3.2.2.3 基管會	22
3.3 目標函式比較	24
3.3.1 數值案例	25
3.3.2 敏感度分析	28
第四章 競爭市場費率模型	38
4.1 社會福利最佳化競爭模式	38
4.1.1 責任業者	38
4.1.2 資源回收處理業者	41

4.1.3	基管會.....	43
4.1.4	數值案例.....	48
4.2	回收經營權模式.....	54
4.2.1	責任業者與資源回收處理業者.....	54
4.2.2	基管會.....	55
4.2.3	數值案例.....	60
第五章	結論與未來研究方向.....	64
參考文獻	66



圖目錄

圖 1 四合一制度	6
圖 2 資源回收系統金流與資訊流示意圖	15
圖 3 消費者剩餘（消費市場）	18
圖 4 消費者剩餘（回收市場）	18
圖 5 參數 a 敏感度趨勢圖	29
圖 6 參數 b 敏感度趨勢圖	29
圖 7 參數 c 敏感度趨勢圖	30
圖 8 參數 d 敏感度趨勢圖	30
圖 9 參數 E 敏感度趨勢圖	31
圖 10 參數 e 社會福利曲線圖	31
圖 11 參數 r 敏感度趨勢圖	32
圖 12 參數 C_v 敏感度趨勢圖	32
圖 13 參數 τ 敏感度趨勢圖	33
圖 14 參數 a 費率比較圖	34
圖 15 參數 b 費率比較圖	34
圖 16 參數 c 費率比較圖	35
圖 17 參數 d 費率比較圖	35
圖 18 參數 e 費率比較圖	36
圖 19 參數 E 費率比較圖	36
圖 20 參數 r 費率比較圖	36
圖 21 參數 C_v 費率比較圖	36
圖 22 參數 τ 費率比較圖	37
圖 23 回收量函數截距參數比率敏感度分析圖	51
圖 24 回收量函數斜率參數比率敏感度分析圖	52
圖 25 參數 k^c 敏感度分析圖	53
圖 26 交互影響參數比率敏感度分析圖	54

表目錄

表 1：估計參數值表	26
表 2：獨占模式決策值表	27
表 3：社會福利函數值表	28
表 4：福利競爭模式參數值表	49
表 5：福利競爭模式決策值表	50
表 6：回收經營權模式決策比較表	61
表 7：參數 k 敏感度分析表	62



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

近代工業發展迅速，自然資源消耗速度倍增，導致原物料的價格持續上漲，製造商不斷提高成品價格，間接影響位於供應鏈尾端的消費群，其中以稀有財（Scarce goods）所受的影響更為明顯。以石油為例，國際間的原油價格持續升高，民眾日常生活負荷日漸沉重。為解決資源日漸稀少的問題，各國皆有其因應策略，主要的方式是由基本面做起，呼籲民眾節約能源的使用。然而，工業用料的替代性較低，資源的耗損難以縮減，因此二次料的議題漸漸受到矚目，回收問題開始廣為討論。

自然資源再生的速度遠低於人類對物質的需求程度，回收動作其目的除了保護自然資源的耗損，亦能夠減少廢棄物對環境帶來的永久影響。正向供應鏈流中，主要的產品流動方向為製造商將成品配銷至批發商，零售商再向批發商批貨，最後經由零售商銷售至顧客。當產品生命週期結束，消費者不當的棄置行為對環境的破壞甚鉅，為抑制該問題益趨嚴重，許多回收相關的環保法令開始推動。回收為逆向供應鏈重要的一環，廢棄物品可能由顧客直接送回製造商，亦可能由資源回收處理商進行回收，回收物品經過再處理產生的二次料可進行重複使用。近年來，國際間針對廢棄物造成的環境汙染提出多種應對方式，其中以綠色供應鏈（Green supply chain）的概念最廣為採納。綠色供應鏈以降低對環境的汙染與減少資源消耗為目標，要求產品從製造初期即需考慮對環境及資源耗用的影響，利用產品回收來整合逆向供應鏈與正向供應鏈，形成一個物流迴圈，從資源優化利用的角度，來考慮製造業供應鏈的發展問題。由整個概念推演可知回收扮演著關鍵的角色，如何妥善規劃回收系統顯得相當重要。藉由國際間的推廣，綠色供應

鏈已經落實到各行各業，許多廠商對於代工廠或外包商都嚴格要求產品的有害元素含量不得高於標準值，消費市場中，又以電子電機或資訊類的產品最受到注目。本論文根據行政院環保署資源回收基金管理委員會的資料，統計出民國 96 年台灣廢電子電器和廢資訊物品回收量約達三千兩百公噸。Lee et al. (2000) 指出台灣國內每年約有 300,000 台電腦廢棄品，其中所含有害物質若不妥善處理，將對環境產生相當大的危害。歐盟對於該類產品已制定諸多法令，如廢電子電機指令 (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE) 與危害物質禁用指令 (Restriction of Hazardous Substances, RoHS)。WEEE 主要規定歐盟會員國需依不同種類產品，達成一定的回收率；RoHS 則是限定某些有害物質的應用，如電線中不可具含鉛物質 (薛仲男，2005)。根據環保署估算，台灣將有四十四項電子電機產品受到管制，而受到波及的產值約高達新台幣兩千億元，佔國內 GDP 的 2%，可見對國內產業的影響之大 (李慧瑜，2005)。

廢棄物品對環境產生污染，將污染程度量化後，稱之為環境外部性成本 (Environmental externalities cost)。外部性成本屬於社會成本的一部分，當民眾進行某些活動時，可能會產生部分不需自行付出的成本，該成本將由社會承擔，對整體社會福利造成負面影響。經濟學家針對環境議題提出相當多的概念，早期以福利經濟學家 Pigou (1920) 提出的庇古稅 (Pigouvian tax) 為代表，其針對廢棄物對環境產生的邊際成本課收等值的處理費用，達到抑制環境外部性成本增加的效果。然而，要達到政策的效果，政府必須持續性的監控消費者與廠商廢棄行為，所花費的成本相當可觀 (Fullerton and Wolverton, 2005)。爾後開始有學者考慮提升經濟誘因層面，除了降低廠商的污染量外，認為應該要加入補助的概念。Fullerton and Wolverton (1997) 結合推定稅 (Presumptive tax) 與環境補貼 (Environmental subsidy)，提出兩階段政策工具 (Two-part instrument)，將外部性成本內生化 (Internalize) 至製造商，使外部性成本轉嫁到消費者，達到抑制產量的效果，同時，利用補助的方式鼓勵回收業者進行回收相關活動的推行，強

化整個回收系統的體質。

台灣於民國 87 年成立隸屬於行政院環境保護署之資源回收基金管理委員會（簡稱為基管會），主要目的為活絡回收行為，負責整個回收體系的運作。基管會以兩階段政策工具為基本框架，量化估算產品對環境造成的汙染程度，向製造商、輸入商及銷售業者（以下統稱為責任業者）依產量課收回收清除處理費，所得的總稅收即為回收基金。基管會運用此筆基金貼補資源回收處理業者，依業者之回收量發放貼補費，促使資源回收處理業者致力於回收活動。基管會費率制定的基本原則為回收基金達到收支平衡，亦即所課收的總稅收等於回收活動上的總支出。基金支出主要分貼補資源回收處理業者的費用與其他非營運的費用，而在制定處理費率時，需考量到環境外部性成本，由於廢棄物造成的環境成本難以估計，基管會將年度非營業費用的預算歸類計於環境影響成本（鄭宗雄，2007）。現行制度認列的環境影響成本準確性有待商榷，採用收支平衡的管理觀念是避免基金的運用效益不足。

隨著綠色產品概念的推廣，現今消費的大環境已不單僅注重產品的實用性，消費者開始注意到產品的環保價值，產品對環境的危害越低，代表附加的價值越高，即便產品價格較高，消費者仍然願意購買較為環保的產品（Bansal and Gangopadhyay, 2003）。消費趨勢型態的變化顯示環保議題越來越受到重視，而整合正向物流與逆向物流是發展綠色物流的重點，連結雙向物流的關鍵環節在於回收系統是否健全，國內環保署意識到回收的重要性，成立基管會以處理及發展此方面的議題。資源回收系統中，主要運作的個體為責任業者、消費者及資源回收處理業者，基管會的功能在於促進回收制度。分析台灣現況，基管會對責任業者課收回收處理費率以抑制過高的生產量，進而減少廢棄量，並同時利用貼補費率來增加回收量，達到減低環境外部性成本的效果。由上述可知，基管會費率的制定成為整個回收系統的關鍵，有鑑於此，本研究主要探討現行資源回收系統中，基管會應如何因應資源回收業者與責任業者的決策，從而制定出最適費率。

1.2 研究目的

基管會現行制度利用延伸生產者責任(Extended producer responsibility, EPR)的概念，將環境外部性成本內生至責任業者的生產成本之中，達到抑制產量的效果，再藉由兩階段政策工具的概念，貼補資源回收處理業者，促進其積極進行回收動作，回收基金的運作需滿足收支平衡的條件，讓基金處於可掌控的情況。然而，該制度考量面過於狹隘，就廣義社會福利上看，這樣的作法無法達到整體社會福利極大化。基管會為非營利組織，行使政府公權力時，應要更加全面性的考量，朝著提升社會福利的目標施行政策。根據文獻所定義的總體社會福利，基管會制定政策時，理應考量生產者剩餘、消費者剩餘、政府稅收盈餘及環境的外部性成本 (Bansal and Gangopadhyay, 2003；Hong et al., 2007)。

歐盟三大指令主要針對廢電子電機與資訊物品，而台灣資訊產業以歐洲為主要輸出國，法令對台灣的經濟產生重大的影響力，且該類產品對環境造成的危害相當大，按比例影響最大者為螢光粉所含之汞 (Hg)，再來則是拆解過程中所產生的廢油與其他重金屬 (羅時芳，2008)，許多有害物質若未妥善處置，其可能沉積於環境之中，進而對人體產生不良影響。綜合上述理由，本論文將研究對象放在資訊產業，盼研究成果對整體環境能有所提升。

回收系統的費率制定已有相當多的文獻探討，Hong et al. (2007) 將責任業者與資源回收處理業者皆視做一集合群體以建構費率模型，本論文修改該研究之費率模式得到福利獨占模式，再依模型使用的假設與架構建立現行獨占模式，進一步比較兩模式於社會福利上的差異程度。然而，消費市場或回收市場皆存在競爭者，獨占市場的情況相當少見，費率模型應考量責任業者與資源回收處理業者面臨競爭時，業者的決策行為對整個模式帶來的影響。針對此點，本研究放寬獨占市場的假設，探討在多家責任業者與資源回收處理業者的情形下，基管會該如何制定最適費率水準。

1.3 研究方法與架構

費率模式發展初期，先探討國內外資源回收與逆向供應鏈制度的相關文獻，由文獻剖析業者考量的參數與決策變數，並瞭解現行費率制度的運行方式。根據文獻內容，本研究的回收系統主要為四個參與者，分別為責任業者、資源回收處理業者、消費者及基管會，為避免模型過於複雜化，回收系統不納入消費意願對整個市場機制的影響。觀察回收系統的運作情形，基管會制定回收清除處理費率與貼補費率後，責任業者與資源回收處理業者因應費率決定自身最佳決策，此兩階段的架構恰好符合 Stackelberg 決策模式，其中基管會為先行者 (Leader)，責任業者與資源回收處理業者則為跟隨者 (Follower)。本論文假設基管會可以預期業者的應對決策，進而考量自身決策目標以制定最適費率。基管會發布費率後，業者將其納入自身利潤考量以決定最佳策略。在此模式假設下，本論文以逆向歸納法 (Backward induction) 求解此動態賽局問題，得到所有個體的最佳決策。

本論文共分五個章節，第一章描述現況的背景分析與動機，說明整個研究的方向與架構。第二章整理國內外回收的相關文獻，先瞭解現行回收制度與其他文獻使用的經濟工具，再針對多個競爭者的市場進行探討，最後則是觀察政府於其他產業的補助。第三章主分三個部分，第一部分參考 Hong et al. (2007) 的費率模式為基礎，構建出社會福利最佳化獨占模式。第二部分為於收支平衡與相同稅收水準的情況下，建構現行獨占模式。第三部分則利用數值案例比較兩模式，並針對參數做敏感度分析，觀察參數變動與指標值之間是否有趨勢存在。第四章首先放寬社會福利最佳化獨占模型之單一個體的假設，探討在市場競爭下，各家責任業者、資源回收業者與基管會如何制定各自的最佳策略，接著探討若資源回收處理業者為相同個體，且基管會擁有決定回收市場規模的能力時，應如何決定最佳的回收經營權數。第五章則是本研究的結論與後續的發展方向。

第二章 文獻探討

2.1 回收制度現況探討

國內早年並無制式回收制度，回收動作為民眾自發性行為，民間資源回收處雖對環境維護有所助益，但經濟誘因過於薄弱，且回收績效難以評估。民國 87 年行政院環保署成立基管會，結合延伸生產者責任的概念與兩階段政策工具，設計出四合一的回收制度。四合一制度利用課稅所得的「回收基金」補貼「回收商」、「地方政府清潔隊」及「社區民眾」合理的獎勵或利潤，確保各種類廢棄物能透過回收管道妥善處理。圖 1 為四合一制度的資金與廢棄物的流向，由圖可知回收商會發放獎勵金給予進行回收之消費者，自民國 91 年來，回收業者已可自行決定獎勵金水準（資源回收網，<http://recycle.epa.gov.tw/epa/index.asp>）。Hu et al. (2002) 探討有害物質對環境產生的外部性成本時，證明政府應適度給予回收處理公司決策的權力，過度干預業者反而無法達到成本極小化的目標。

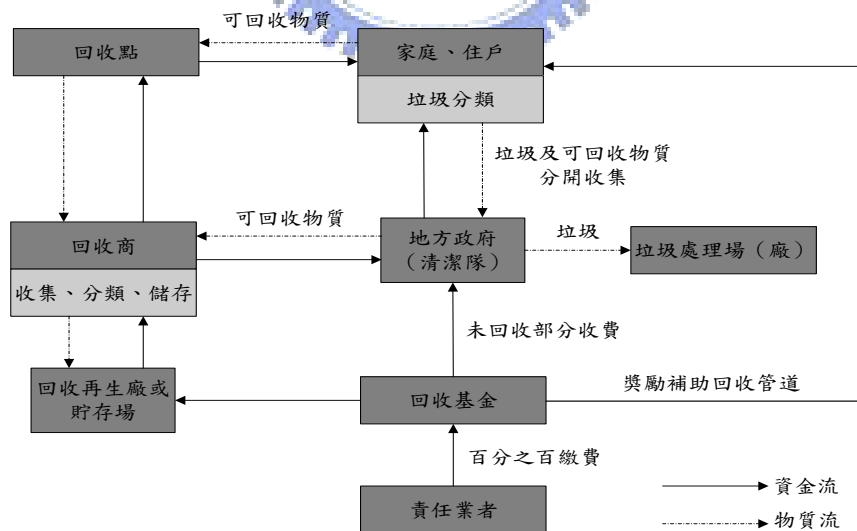


圖 1 四合一制度

基管會廢棄物的回收制度秉持著回收基金收支平衡的概念在運行，根據溫麗琪（2005a）的研究報告，政府現行制度的回收處理費率計算方式為將所有的支出成本攤提至總製造量，若估計數值準確，回收基金可預期達到收支平衡。然而，現行制度於制定費率時完全沒有考量到其它影響層面，對消費市場與回收市場而言，費率高低會造成產品的單位價格變動，間接影響到業者與消費者，所以制定費率應考量到業者與消費者。本論文根據文獻所定義的廣義社會福利函數作為基管會之目標函數，納入費率對生產者與消費者的利潤的影響，更全面性的考量整體社會福利。

為與國內費率制度比較，本研究以加州電子廢料回收法案其費率制定的方式為例，瞭解與比較其和國內制度的異同。加州的回收制度亦採兩階段政策與延伸生產者責任的概念，向製造商徵收預收處理費（Advanced recycling fee, ARF）做為回收基金。在基金的運用方面，以收支平衡為目標，主要用於補貼資源回收處理業者，另有一部分則聘用加州有毒物質管理部（Department of toxic substances control, DTSC）負責檢驗產品，禁止含 RoHS 指令所規範之重金屬的產品在加州生產、進口及銷售，另外還需挪用部分基金予加州物稅局（Board of equalization, BOE）。加州與國內於費率制定方式上大同小異，但基金的用途稍有不同，加州除用於回收管道外，還將基金用於產品的檢驗與其他方面，增加了收支平衡的困難度（California Integrated Waste Management Board, <http://www.ciwmb.ca.gov/>）。

隨著科技業的擴展迅速，電子電機與資訊產品日新月異，許多產品生命周期還未結束即遭廢棄，國際間開始引用延伸生產者責任的概念，將回收與廢棄責任轉嫁給生產者，如南韓於2006年推行廢電子電氣設備與機動車輛資源回收法，日本通過了循環型社會架構與立法工作，德國制定閉鎖型循環回收法，法國推行廢棄物及資源回收法，美國則是制定資源保存及回復法（Resource conservation and recovery act, RCRA）（電工資訊，2006）。由於歐洲為台灣主要產品輸出國，歐盟所發布的廢電子電機指令、危害物質禁用指令與最終使用設備生態化設計指令

(Energy-using products, EuP) 對台灣的影響相當大。各國因應環境維護制定出各種法令規範，可見國際間相當重視廢電子電機與資訊產品造成的環境衝擊

2.2 環境政策工具

隨著環保意識抬頭，消費者對於產品要求不僅止於品質，產品對環境的影響程度也是消費者是否購買產品的考量之一。Bansal and Gangopadhyay (2003) 模式主要的前提假設就是消費者對環保品質較高的產品有較高的購買意願，再依此探討不同費率政策的所得結果。

為減少廢棄產品對環境的汙染，許多學者提出各種結合經濟誘因與不同層面考量的工具。早期常以庇古稅之應用來探討環境的議題，依廢棄物所產生的社會邊際成本對責任業者課收等值的處理費用，完全將成本內生至業者。著名的例子為應用碳稅 (Carbon tax) 抑制二氧化碳排放量的政策，環保機構由廠商購買含碳的原料數量來估算其對環境造成的汙染程度 (Fullerton and Wolverton, 2005)。目前已有許多國家推行此政策，如以天然景色聞名的卑詩省 (British Columbia) 於 2008 年徵收每公噸美金 10 元的碳稅，並逐年增加美金 5 元，直至費率達美金 30 元 (袁聞，2008)。

庇古稅理論上可達到抑制環境汙染的最佳效果，諸多文獻常將其應用於模式建構的基本工具。Jung et al. (1996) 在污染排放權許可證的誘因探討上，將環境汙染量內生為廠商的成本。然而，由於汙染量的監控與估計相當困難，Cremer and Thisse (1999) 指出環境外部性成本的估算相當耗費成本，造成庇古稅難以應用於實務面上。相對地，推定稅所需的資料為價格與需求量，資料可取得性與正確性較高，爾後開始有文獻以推定稅取代庇古稅作為理論發展基礎。如 Bansal and Gangopadhyay (2003) 針對較不注重環保的製造商依其生產量課稅，將稅率內生至廠商生產成本之中。政府現行回收處理費率的制定上，加總回收處理成本、未回收已清理成本、未回收未清理成本與稽徵成本後，扣除信託基金結餘攤銷數，

將所求之淨成本攤提至業者的營業量（溫麗琪，2005a）。溫麗琪（2005b）考慮新料與二次料的組合後，對產品數量徵回收清除處理費用。Kim and Chang（1993）考量不對稱資訊下，政府或環境保護機構無法得知製造商成本函數與污染量函數，以此設計一個誘因模型，發現政府僅需公告對製造商產量與污染量進行課收或補貼，製造商會主動制定對整體環境最佳的策略。

單方面利用課稅抑制責任業者產生的環境外部性成本，在經濟誘因層面上仍嫌不足，許多學者認為環境工具應加入補助的概念，加強業者對環境維護的誘因。Bansal and Gangopadhyay（2003）探討非完全競爭市場下，對兩家製造商進行四種政策的比較，比之完全補助（Uniform subsidy）或完全課稅（Uniform tax），及差異化處理費率（Discriminatory tax）政策，實行差異化補助（Discriminatory subsidy）的政策可同時達到降低總污染量和增加總社會福利的效果。溫麗琪（2005a）提出依回收處理廠商可資源化比例，實施差異化補貼政策，使得回收廠商於投資回收設備產生較高的意願，整體而言，資源回收系統會達到更理想的結果。現有許多國內外文獻在不同目標函數下，結合課稅與貼補的兩階段政策來發展其最佳模型。Fullerton and Wolverton（1997）利用兩個簡單的模式探討政府與生產者的行為，證明了兩階段政策工具可達到與庇古稅相同的效果，且政策實施具較高的彈性與可行性。溫麗琪（2005b）將Fullerton and Wolverton的模式加入回收處理商一併探討，說明若政府向責任業者徵收與產品外部性成本等值的處理費率，並將與未妥善處理之廢棄品的外部性成本等值的貼補費率補貼予回收處理商，可達到社會福利極大化。Walls and Palmer（2001）導入產品生命週期（Life cycle）的概念，探討新料與二次料的投入比例，且在極大化淨社會剩餘的目標下，說明單方面的課稅政策並無法達到最佳化。本論文考量到模型的可行性，因此採用兩階段政策工具作為理論發展基礎。

2.3 競爭市場

市場現況獨占的情形相當少見，大多數產業皆存在多家業者競爭，而其主要競爭方式分為價格競爭與製造量上的競爭。Toyasaki et al. (2008) 假定市場上存在兩家製造商與資源回收商，導入 WEEE 回收率水準的概念後，將模式分為政府介入與回收商和製造商自行簽訂合約兩種型式。滿足該回收率的前提下，回收商為先行者，其於回收價格上競爭；製造商為跟隨者，在產品價格上競爭。該研究先探討相同個體的情況，爾後衍伸至單一回收集中商時，其面對相同個體與規模大小相異的製造商的結果比較。Chan (1996) 探討當市場上存在兩家製造商與兩家零售商時，製造商依不同零售商制定不同的產品價格，零售商則針對製造商所提供的價格，考慮到產品替代性，進而決定市場價格。決策時間點分為同時決策，零售商先進行決策與製造商擁有先決策權三種模式來進行探討，結果發現同時決策可得整體利潤最大，但該模式並不穩定，因為若個體擁有先決策權，其會得到較高的利潤。Mitra and Webster (2008) 探討政府於新產品市場與二次產品市場的兩階段價格競爭情況下，針對製造商與二次製造商 (Remanufacturer) 該如何進行貼補政策，結果顯示政府應對製造商與二次製造商部分貼補的策略，該政策可同時提升兩家製造商的利潤，二次製造商會更加致力於回收，且可能對製造商產生製造易回收產品的誘因，在廢棄品回收率上將有所提升。Majumder and Groenevelt (2001) 同樣探討兩階段問題中，考慮製造商於兩個階段皆可製造產品的情形，利用製造商與二次製造商產能限制來建構模型，並制定出各自的最佳製造量與價格。模型結果說明，即使二次製造商在二次市場與製造商競爭，但其仍有誘因去減少製造商的二次製造成本，期能增加製造商在第一階段的新品製造量。本論文因應現況背景，資源回收處理業者各自獨立制定獎勵金水準，為求利潤極大化而產生價格上的競爭，其與相關文獻主要的差異在於本論文並無限定市場上競爭者數目，而是從更加一般化的角度建立數學模型。

製造量的競爭會牽動到市場上的價格變動，各家製造商會納入預期的市場價格作考量後，再決定自身的最佳製造量。Javier (1999) 比較競爭市場中，製造商於同一階段與不同的兩階段進入市場兩種模式的差異。Corbett and Karmarkar (2001) 先將供應鏈探討範圍縮小至進入市場與產量競爭之兩階層問題，利用成本的概念求得市場競爭數目的範圍，爾後進一步將整個模式擴展為多階層競爭模型，更一般化的探討整個供應鏈。本論文在多家責任業者競爭模式中，業者制定其最佳製造量，且假設市場上存在某一數量的競爭者，不著重於競爭者是否進入市場的問題。

現行市場中，部分行業的營業需政府發行執照經營權，經營權的發放亦會產生業者之間的競爭行為。本論文針對執照發放的相關文獻做探討。倘若欲成為受貼補的資源回收處理業者時，業者必須先向基管會提出申請，基管會經過相關流程的書面與現場審視後，進而決定申請業者是否有擁有回收經營的權利（資源回收網，<http://recycle.epa.gov.tw/epa/index.asp>）。葉俊榮 (2003) 從金錢政治的角度出發，說明某些執照的發放若涉及貪汙收賄的問題，會造成無效率和不公平的結果。Jehiel and Moldovanu (2000) 探討 3G 執照發行數量和市場既存業者與潛在競爭者數量之間的關係，結果說明若既存業者數目低於執照發行數量，合理情況下，所有業者都會得到執照；若既存業者數目高於執照發行數量，增加發行的數量並不會導致更高的競爭效果，因為既存業者擁有先購買的權利，發行數量增加只會降低業者對執照的價值認定，且其已證明發行較少的執照數量可引來更多的潛在競爭者。Jung et al. (1996) 於污染排放權許可證的誘因探討上，說明使用拍賣的方式能擁有較高的誘因以使競爭者於環境汙染技術進行改善，課稅與貼補之政策誘因效果次之。本論文於回收經營權發放的探討中，發行數量由基管會決定，目標為欲達到社會福利極大化的結果。

2.4 其他產業的補助政策分析

補助資源回收處理業者，活絡整個回收系統可維護環境品質，然而，政府貼補產業以促進社會整體福利非僅見於此，相關的文獻種類也不在少數。在人文教育上，政府設立許多補貼與獎勵的制度，Peltzman (1973) 探討政府實行補助高等教育學院的政策時，受補助者產生的個人行為與其為社會帶來的影響。Fernandez and Rogerson (1995) 討論在貧富不均的社會，窮人與富人對於政府補貼教育的應對行為，發現富人會為了擁有更多的資源，傾向於提高接受教育所需的費用，導致窮人在接受教育的意願上更加低落，富有的學子反而受到政府更多的補貼福利。另外，政府長年來對技術的研究開發 (Research and development, R&D) 相當重視，補助的金額量經常不在少數。該類的相關文獻大都採個案探討的形式，Irwin and Klenow (1996) 針對政府補助半導體製造技術產業聯盟 (SEMATECH) 的案例，探討該聯盟是否有持續研發，以及有否達到不重複研發相同技術的結果，供政府決定是否要繼續補助該聯盟，而結果說明補助該聯盟確實減少社會成本的支出。Lerner (1998) 驗證政府補助小型企業的研發計畫，參與企業於銷售與公司的成長速度上，顯著的比其他非計畫成員績效要來的高。政府補助醫療保健方面，Gruber and Levitt (2000) 利用模擬的方式評估在不同醫療補助政策下，受保戶的成長率與政府的支出其對應的結果高低，並研究哪些族群會受益。政府對於補助議題相當關注，相關的文獻種類非常多元，本論文針對回收補助的制度方面，從該類文獻中攫取相關資訊，設計一個費率制度的模式，探討其優缺點，做為基管會日後制定費率的參考。

第三章 獨占市場費率模型

本論文探討正向與逆向供應鏈流中，政府如何利用制定費率以影響製造與回收個體的決策。整個模式的建構主要分為三個模型，包含責任業者 (Manufacturer, Importer and Seller, MIS)、資源回收處理業者 (Processor, proc) 與隸屬於行政院環保署之基管會 (Environmental Protection Administration, EPA)。責任業者所製造的產品經批發商或零售商販售至消費者，當產品生命週期結束，由資源回收業者進行回收動作，減低廢棄物品產生的環境汙染。基管會扮演著促進社會福利的推手，在延伸生產者責任與兩階段政策工具的概念下，藉由費率的制定達到保護環境的作用。政府現行費率制定採用收支平衡的方式，先向責任業者依量徵收回收清除處理費用，所得總稅收納入回收管理基金，再利用此筆金額貼補資源回收處理商，藉以達到兩階段政策工具的效果。

本章第一部分參考 Hong et al. (2007) 的費率模式架構，假定責任業者與資源回收處理業者為單一總合個體，探討系統參與者如何制定自身的最佳決策，本論文稱此模式為社會福利最佳化獨占模式，簡稱福利獨占模式。第二部分則根據政府現行制度，同樣假定業者為一總合個體，將稅收所得依資源回收處理業者的回收量進行補貼，在收支平衡的目標與相同的總稅收水準下，求得各個參與者的最佳決策，本論文稱之現行獨占模式。兩模式最大的不同點在於考慮的面不同，現行獨占模式在四合一制度的實施下，焦點著重於回收基金的現金流動，沒有全面考慮到其他系統參與者，導致社會福利無法達到最佳。反之，福利獨占模式以總體社會福利為目標，制定費率除了考慮環境成本之外，也將生產者與消費者納入考量，因此，福利獨占模式所制定出的費率在公共利益必然有較佳的結果。第三部分則是利用數值案例進行兩模式的比較，並針對參數做敏感度分析。

3.1 社會福利最佳化獨占模式

本模式主要應用賽局理論中，Stackelberg 所提出的模型 (Stackelberg,1934) 來建構決策者的行為模式。根據現行費率制定的方式，基管會公布回收清除處理費率與貼補費用後，責任業者與資源回收業者才分別決定產品的價格與獎勵金水準。本篇論文假設系統是架構在分權式 (Decentralized) 的情況下，業者與基管會皆有足夠的權力來制定自身的策略，然而，在時間點上，基管會先公布處理費率與貼補費率，所以合理的認定基管會為先行者 (Leader)，責任業者與資源回收業者則為跟隨者 (Follower)。先行者預期跟隨者的決策行為，考慮其決策對自身帶來的影響，進而制定出最佳策略，跟隨者則會根據先行者公布的決策來決定自身的最佳策略。

3.1.1 供應鏈流

供應鏈流主要考慮物流 (Material flow)、金流 (Cash flow) 與資訊流 (Information flow)。物流方面，責任業者將產品製造完成後，銷售至顧客手上，當產品生命週期結束，由顧客轉交至回收點讓資源回收處理業者進行廢棄處理的動作。金流方面，政府採用兩階段政策，一方面向責任業者徵回收清除處理費用，責任業者依製造量繳交費用，另一方面則根據回收量對資源回收處理業者進行補貼的動作，期能促進業者的回收動作以增加回收量。資源回收處理業者為鼓勵消費者的回收行為，在評估回收市場與處理成本後，提供回收獎勵金予消費者。資訊流方面，福利獨占模式已合理假定基管會為先行者，責任業者與資源回收處理業者為跟隨者，資訊的流動分為兩階段。第一階段為基管會公布回收清除處理費率與貼補費率，第二階段為責任業者與資源回收處理商接收基管會的訊息後，分別決定其產品價格與獎勵金水準。金流與資訊流彙整於圖 2。

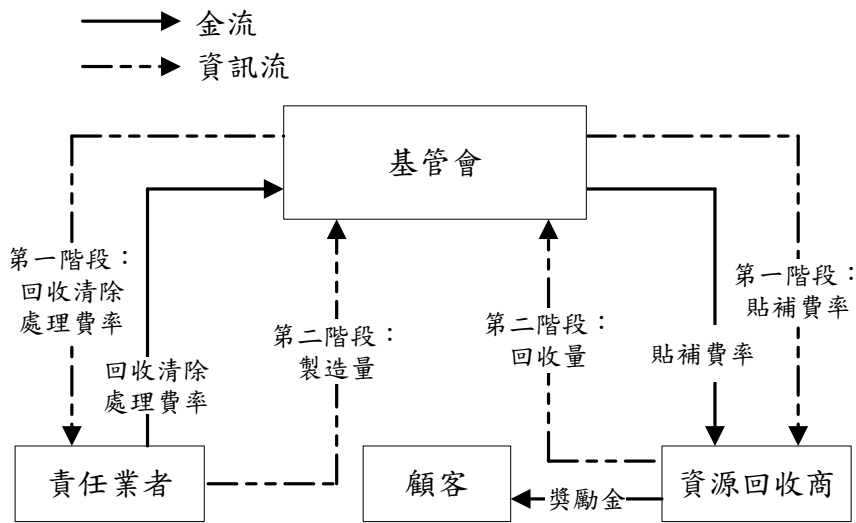


圖 2 資源回收系統金流與資訊流示意圖

3.1.2 模式構建

3.1.2.1 責任業者

沿用經濟學常用之線性需求函數，本論文亦假定消費市場中，需求量與價格存在一線性關係，以 $P_x = a - bQ_x$ 表示，其中 Q_x 為市場需求量， P_x 為市場價格， a 和 b 則為需求函數的參數， $a, b > 0$ 。本論文不考慮庫存成本問題，市場需求量即業者的製造量。責任業者於製造方面的成本考量，需花費固定成本與單位製造變動成本，單位製造變動成本以 C_v 表示，由於固定成本並不影響最後的決策結果，本模式將其略之。另外，基管會針對責任業者每單位的製造量徵收單位回收處理費用，以 t 表之。考量以上所有的參數，以 Π_{MIS} 代表責任業者的利潤，在極大化責任業者利潤的情況下，得到目標函數如下：

$$\text{Max}_{Q_x \geq 0} \Pi_{MIS} = (P_x - C_v - t)Q_x \quad (3.1)$$

代入 $P_x = a - bQ_x$ 至(3.1)，對 Q_x 做二階微分檢驗目標函數的凹凸性，可得式子如下：

$$\frac{\partial^2 \Pi_{MIS}}{\partial Q_x^2} = -2b < 0 \quad (3.2)$$

由(3.2)可知責任業者利潤函式為一凹函數。利用凹函數的性質，計算一階微分並令其等於零，可得最佳產品製造量如下：

$$Q_x^* = \frac{a - C_v - t}{2b} \quad (3.3)$$

將(3.3)代入市場需求函數，可得對應的市場價格如下：

$$P_x^* = \frac{a + C_v + t}{2} \quad (3.4)$$

3.1.2.2 資源回收處理業者

基管會公布貼補費率後，資源回收處理業者為促進消費者的回收行為，業者會發放獎勵金予消費者，期能增加回收量以提升自身利潤，故資源回收處理業者的決策變數為獎勵金水準，在此分別以 s ， P_w ， Q_c 表示貼補費率，獎勵金水準與期望回收量。國內目前尚無消費者需自費進行回收的情況，因此我們只探討獎勵金水準大於零的情況。回收市場中，獎勵金水準越高，可預期回收量產生上升的情況。為降低模式的複雜度，本論文合理假設回收市場中，期望回收量與獎勵金水準存在 $Q_c = c + dP_w$ 的關係，稱之期望回收量函數，其中 $c, d > 0$ 。 c 代表獎勵金水準為零時，回收市場的期望回收量； d 則為每提高一單位的獎勵金水準所增加的回收量。資源回收處理業者的利潤除了來自於政府的補貼外，尚有廢棄物經過二次處理帶來的利益。然而，二次處理所帶來的殘餘，業者需自行吸收處理的成本，再加上廢棄產品轉換所需的成本，在國內處理技術尚未完全成熟的情形下，根據溫麗琪（2005a）的處理廠成本計算資料，單位廢棄物所帶來的成本扣除利潤皆為正值，本論文以單位淨處理成本 r 表示該值， $r > 0$ 。

考量以上所有的參數，以 Π_{proc} 代表資源回收處理業者的利潤，在極大化資源回收處理業者利潤下，得到目標函數如下：

$$\text{Max}_{P_w > 0} \Pi_{proc} = (s - P_w - r)Q_c \quad (3.5)$$

將 $Q_c = c + dP_w$ 代入(3.5)，利用對 P_w 做二階微分檢查凹凸性，可得式子如下：

$$\frac{\partial^2 \Pi_{proc}}{\partial P_w^2} = -2d < 0 \quad (3.6)$$

由(3.6)知目標函式為凹函數，利用一階微分等於零，得到最佳獎勵金水準如下：

$$P_w^* = \frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d} \quad (3.7)$$

將(3.7)代入期望回收量函數，可得市場回收量如下：

$$Q_c^* = \frac{c + d(s - r)}{2} \quad (3.8)$$

3.1.2.3 基管會

基管會隸屬於行政院環保署，其主要工作為負責費率的制定，讓業者利潤與環境維護達到平衡，使總體社會福利最佳化。本模式先行者預期跟隨者的反應，所以基管會依據責任業者與資源回收處理商的最佳價格與最佳獎勵金水準，訂立出最適回收清除處理費率與貼補費率，分別以 t 和 s 代表，我們只探討兩費率皆大於零的情況。本論文根據文獻所定義的總體社會福利做為基管會極大化的目標函式，包括生產者剩餘、消費者剩餘、政府稅收盈餘的加總，再扣除產品對環境造成汙染的外部性成本，所得即為總體社會福利值 (Bansal and Gangopadhyay, 2003)。

生產者剩餘在本篇論文中即為責任業者與資源回收處理商的利潤，理論上生產者剩餘均需大於零，責任業者與資源回收處理商才會進行製造和回收動作，回收系統才會運行。整個回收系統中存在消費市場與回收市場，消費市場的消費者剩餘 (Consumer surplus) 指消費者期望的價值與實際價格的差距。回收市場應用相同的概念，若實際獎勵金水準高於消費者期望的獎勵金水準，其差距為回收市場的消費者剩餘，此時消費者才會將廢棄品回收至回收點。為根據經濟學對消

費者剩餘的定義，並依從 $P_x = a - bQ_x$ 的供需假設所畫出的價格需求圖，以 CS_1 代表消費市場的消費者剩餘，由圖 3 可得其值如下：

$$CS_1 = \frac{1}{2}bQ_x^{*2} \quad (3.9)$$

同理，以 CS_2 代表回收市場的消費者剩餘，由圖 4 可得其值如下：

$$CS_2 = P_w^*Q_c^* - \frac{1}{2}dP_w^{*2} \quad (3.10)$$

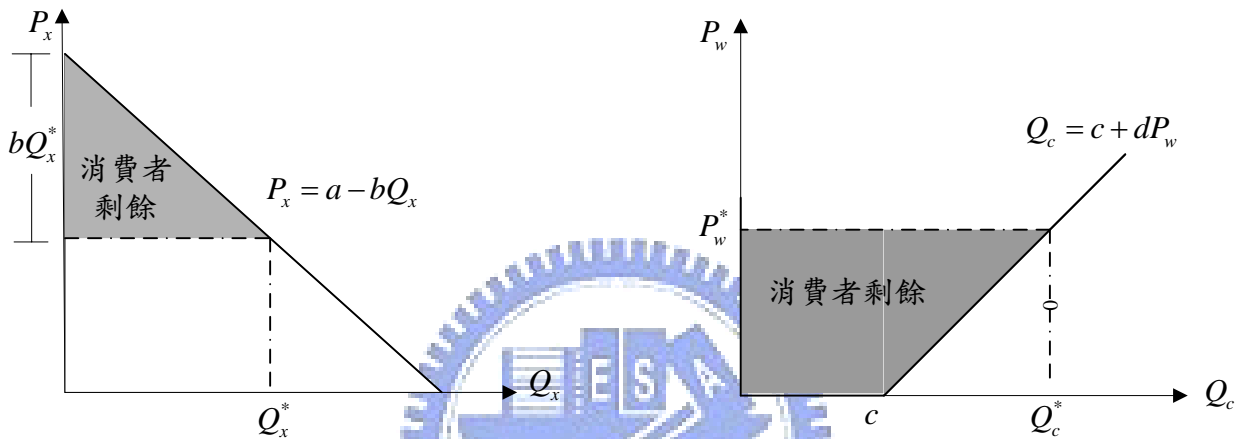


圖 3 消費者剩餘 (消費市場)

圖 4 消費者剩餘 (回收市場)

基管會針對責任業者製造量課收回收清除處理費率，所得的總稅收稱總回收清除處理收入 (Total tax revenue, TTR)，其值為 tQ_x 。如先前所提，基管會會將稅收金額用於貼補資源回收處理商，所花費的總支出稱總回收清除處理貼補費 (Total subsidy expenditure, TSE)，其值為 sQ_c 。政府剩餘為總回收清除處理收入扣除總回收清除處理貼補費，表示如下：

$$tQ_x - sQ_c \quad (3.11)$$

環境外部性成本考量有二，其一為產品於製造過程對環境產生的汙染，以 e 表示每單位產品所產生的環境外部性成本， $e > 0$ ，則生產過程所產生的總外部性成本為 eQ_x 。其二為產品生命週期結束後，消費者將產品拿至回收端的意願不足，應回收的廢棄物未被妥善處置，造成環境的汙染，令 E 代表每單位未回收廢棄物

所帶來的外部性成本， $E > 0$ 。為估計此項對環境帶來的影響，需先預測當年度的總廢棄量。本論文令 τ 為一考慮產品屬性及其他外在因子後所給定的參數， $0 < \tau < 1$ ，代表的意義為年度廢棄率，年度總廢棄量則為 τQ_x 。上述可求得未妥善回收的廢棄品帶來的環境外部性成本為 $E(\tau Q_x - Q_c)$ 。加總此二外部性成本，得到總環境外部性成本如下：

$$E(\tau Q_x - Q_c) + eQ_x \quad (3.12)$$

由(3.1)(3.5)(3.9)(3.10)(3.11)(3.12)，在社會福利極大化的目標下，可得到基管會的目標函式 Π_{gov} 如下：

$$\begin{aligned} \text{Max}_{t,s \geq 0} \Pi_{gov} = & (P_x - C_v - t)Q_x + (s - P_w - r)Q_c + \frac{1}{2}bQ_x^2 + (P_w Q_c - \frac{1}{2}dP_w^2) \\ & + (tQ_x - sQ_c) - (E(\tau Q_x - Q_c) + eQ_x) \end{aligned} \quad (3.13)$$

將(3.3)(3.4)(3.7)(3.8)代入(3.13)，分別對 t 和 s 作二階微分檢查凹凸性，得

$$\frac{\partial^2 Z_{gov}}{\partial t^2} = -\frac{1}{4b} < 0 \quad (3.14)$$

$$\frac{\partial^2 Z_{gov}}{\partial s^2} = -\frac{d}{4} < 0 \quad (3.15)$$

可知目標函式在 t 和 s 皆為凹函數，利用一階微分求得基管會的最佳回收清除處理費率 t^* 與最佳貼補費率 s^* 如下：

$$t^* = -a + C_v + 2e + 2E\tau \quad (3.16)$$

$$s^* = 2E - r + \frac{c}{d} \quad (3.17)$$

基管會決定最適費率後，責任業者與資源回收處理商會依其制定最佳決策，將(3.16)(3.17)代入(3.3)與(3.7)，可得到責任業者最佳製造量與資源回收處理業者的最佳獎勵金水準分別如下：

$$Q_x^* = \frac{a - C_v - e - E\tau}{b} \quad (3.18)$$

$$P_w^* = E - r \quad (3.19)$$

責任業者的製造量即為市場上的需求量，藉由需求量可得到市場產品價格；獎勵金水準可預期消費者的回收量。分別將(3.18)及(3.19)代入 $P_x = a - bQ_x$ 與 $Q_c = c + dP_w$ ，可得到預期的產品價格與資源回收處理商的總回收量，列式如下：

$$P_x^* = C_v + e + E\tau \quad (3.20)$$

$$Q_c^* = c + d(E - r) \quad (3.21)$$

至此，福利獨占模式三個參與者的最佳決策皆已得到，下一節則探討相同的參數與假設下，政府現行制度如何決定各個決策者的最佳策略。

3.2 現行獨占模式

3.2.1 模式描述

國內現行資源回收制度是由行政院環保署所建構，環保署指派基管會進行費率的制定，基管會將年度非營業基金的預算歸類計於環境影響成本（鄭宗雄，2007），由於廢棄物造成的環境成本難以量化估計，所認列的環境影響成本可信度有待商榷，為避免產生不必要的浪費，費率制定的基本原則為回收管理基金達到收支平衡。現行獨占模式於金流及資訊流的部分皆和福利獨占模式相同，如圖2所示，同樣假定基管會能預期責任業者與資源回收處理業者的最佳決策反應，利用該資訊制定處理費率與貼補費率，以滿足總稅收金額等於總貼補支出的限制。

本章主要目的為比較福利獨占模式與現行獨占模式於社會福利上的差異，為使兩模式在相同的比較基準上，現行獨占模式無論責任業者、資源回收處理商或基管會，所考量的參數皆與福利獨占模式相同，再依各自的目標考量來決定此模式下的所有決策。本論文欲探討若兩模式有相同的基金可供運用，基管會會如何

制定最適費率，並比較社會福利上的差異，因此，本論文假定兩模式站在相同的稅收水準底下進行比較。

3.2.2 模式構建

3.2.2.1 責任業者

現行獨占模式同樣是基管會先行公布回收清除處理費率，以 t' 表示。為進行兩模式的比較，仍假設責任業者為一集合個體，考量的參數均與福利獨占模式相同，決策變數仍為製造量，為求區隔起見，以 Q_x' 表示現行獨占模式的產品製造量， P_x' 代表市場價格。產品價格與需求量的關係為 $P_x' = a - bQ_x'$ ，其中 a 和 b 與福利獨占模式的需求函數相同參數。責任業者的目標函數架構並不會改變，表示如下：

$$\text{Max}_{Q_x' \geq 0} \Pi_{MIS} = (P_x' - C_v - t') Q_x' \quad (3.22)$$

同樣利用二階微分確認該函式為凹函數，一階微分求得責任業者的最佳價格與製造量如下：

$$P_x^* = \frac{a + C_v + t'}{2} \quad (3.23)$$

$$Q_x^* = \frac{a - C_v - t'}{2b} \quad (3.24)$$

3.2.2.2 資源回收處理業者

行政院環保署所公布的現行四合一回收制度可看出，資源回收處理業者進行回收動作時，政府所貼補的資金並非完全由其接收，有一部分資金會流入地方政府的清潔隊，有些會直接補助社區以進行回收動作，但各個回收的機構功能性本質上相當類似，且為和福利獨占模式比較，同樣將其視為一回收個體探討。基管

會預期資源回收處理業者的最佳決策後，公布貼補費率，以 s' 代表。同樣地，為求區隔起見，以 P'_w ， Q'_c 分別代表現行獨占模式的獎勵金水準與回收量，二者具有 $Q'_c = c + dP'_w$ 的關係式， c 和 d 與福利獨占模式中的參數相同。綜合以上，資源回收處理業者的目標函式如下：

$$\text{Max}_{P'_w > 0} \Pi_{proc} = (s' - P'_w - r)Q'_c \quad (3.25)$$

利用二階微分知其為凹函數，一階微分求得資源回收處理業者的最佳獎勵金水準與最佳回收量如下：

$$P_w^* = \frac{s' - r}{2} - \frac{c}{2d} \quad (3.26)$$

$$Q_c^* = \frac{c + d(s' - r)}{2} \quad (3.27)$$

3.2.2.3 基管會

基管會現行費率制定的方式為收支平衡，當責任業者決定生產量後，基管會對責任業者方徵回收處理費用，將總稅收依資源回收處理業者的回收量進行貼補。基管會可預期責任業者最佳產品製造量與資源回收處理業者的最佳回收量，站在收支平衡的角度下，總回收清除處理收入等於總回收清除處理貼補費，如下式所示：

$$t'Q_x^* = s'Q_c^* \quad (3.28)$$

為設立一比較基準點，本論文探討在和福利獨占模式相同稅收水準之下，現行制度如何制定最適費率。下式代表兩模式相同的稅收水準：

$$t'Q_x^* = t^*Q_x^* \quad (3.29)$$

將(3.3)(3.24)代入(3.29)，可得式子如下：

$$t^2 - (a - C_v)t + (at - C_v t^* - t^{*2}) = 0 \quad (3.30)$$

解(3.30)，可得回收清除處理費率如下：

$$t' = \frac{1}{2} \left(a - C_v \pm \sqrt{(a - C_v - 2t^*)^2} \right) \quad (3.31)$$

由(3.31)可知，在相同稅收水準底下，現行獨占模式的回收清除處理費率必有實數解，其值如下所示：

$$t' = t^* \quad (3.32)$$

或

$$t' = a - C_v - t^* \quad (3.33)$$

將(3.16)代入(3.32)與(3.33)，為求區隔起見，將所得的兩費率水準分別以 t_1' 與 t_2' 表示，所得結果如下：

$$t_1' = -a + C_v + 2e + 2E\tau \quad (3.34)$$

$$t_2' = 2(a - C_v - e - E\tau) \quad (3.35)$$

將(3.34)與(3.35)代入(3.23)(3.24)，可得現行獨占模式之兩處理費率對應的責任業者最佳產品價格與製造量，以 $P_{x_1}^*$ 、 $Q_{x_1}^*$ 代表 t_1' 所對應最佳產品價格與製造量； $P_{x_2}^*$ 、 $Q_{x_2}^*$ 則代表 t_2' 對應的最佳產品價格與製造量，代入結果如下：

$$P_{x_1}^* = C_v + e + E\tau \quad (3.36)$$

$$P_{x_2}^* = \frac{1}{2}(3a - C_v - 2e - 2E\tau) \quad (3.37)$$

$$Q_{x_1}^* = \frac{1}{b}(a - C_v - e - E\tau) \quad (3.38)$$

$$Q_{x_2}^* = \frac{1}{2b}(-a + C_v + 2e + 2E\tau) \quad (3.39)$$

得到回收清除處理費率後，利用收支平衡的概念求得貼補費率。將(3.27)代入(3.28)式中，可推得以下式子

$$\frac{d}{2}s'^2 + \left(\frac{c - dr}{2} \right) s' - t' Q_x^* = 0 \quad (3.40)$$

此為一元二次方程式，需檢驗是否必然存在可行解，檢驗式如下：

$$\left(\frac{c-dr}{2}\right)^2 + 2dt'Q_x^* > 0 \quad (3.41)$$

本論文只探討回收處理費率大於零的情況，且產品製造量必大於零，亦即 $t' > 0$ ， $Q_x^* > 0$ ，參數 d 在資源回收處理業者的探討中設定為正值。明顯地，此檢驗式必然成立，此方程式必存在實數解。解此一元二次方程式，解得的結果如下

$$s' = \frac{1}{d} \left(\left(\frac{dr-c}{2} \right) \pm \sqrt{\left(\frac{dr-c}{2} \right)^2 + 2dt'Q_x^*} \right) \quad (3.42)$$

回收清除處理費率與製造量必大於零，且 $d > 0$ ，本論文只探討貼補費率大於零的部分，所以負不合。兩回收清除處理費率之值不同，但其所對應之總稅收水準等值，因此，所求得之補貼費率相同，並不會產生兩個貼補費率。將(3.34)(3.38)代入(3.42)以求得貼補費率，得到以下式子

$$s' = \frac{1}{d} \left(\left(\frac{dr-c}{2} \right) + \sqrt{\left(\frac{dr-c}{2} \right)^2 + \frac{2d}{b} (-a+C_v+2e+2E\tau)(a-C_v-e-E\tau)} \right) \quad (3.43)$$

將所得貼補費率(3.43)代入(3.26)(3.27)，可得現行制度下，資源回收處理業者最佳的獎勵金水準與回收量如下：

$$P_w^* = -\frac{r}{4} - \frac{3c}{4d} + \frac{1}{2d} \sqrt{\left(\frac{dr-c}{2} \right)^2 + \frac{2d}{b} (-a+C_v+2e+2E\tau)(a-C_v-e-E\tau)} \quad (3.44)$$

$$Q_c^* = \frac{c-dr}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{dr-c}{2} \right)^2 + \frac{2d}{b} (-a+C_v+2e+2E\tau)(a-C_v-e-E\tau)} \quad (3.45)$$

3.3 目標函式比較

基管會為非營利性組織，應該以公共利益為首要目標來制定決策，福利獨占模式與現行獨占模式的目標並不一致，各自訂出資源回收系統的回收清除處理

費率與貼補費率，從目標函式來看，現行獨占模式只求滿足回收基金收支平衡，並沒有考量到業者與消費者的利潤，這也連帶影響到業者行為對環境的衝擊。相對地，福利獨占模式中，基管會所考量的總體社會福利函數內容包含業者的利潤與消費者剩餘，也考慮到環境外部性成本，所得之費率可極大化社會福利函數。站在社會公益的角度來看，福利獨占模式為較佳的費率制定模式，現行獨占模式由於考量到變動因子過多，採用保守的費率制定模式，這會對社會成本造成難以彌補的損失。

如前述所言，福利獨占模式所制定的費率可極大社會福利函數，本論文利用一個數值案例，針對所考量的社會福利函數，計算現行獨占模式轉變為福利獨占模式所提升的社會福利，將其視為改善指標。指標的計算方式為福利獨占模式的社會福利值減去現行獨占模式的社會福利值，所得結果再除以現行獨占模式的社會福利函數，得到改善幅度百分比即為指標。

3.3.1 數值案例

本論文主要研究廢電子電機與資訊產品的資源回收系統，因此，本數值案例以國內筆記型電腦的市場做為探討對象。論文中所需的參數值大致可歸類為新產品消費市場與回收市場兩區塊，新產品消費市場參數值的設定包含需求函數的參數 a 與 b 、單位製造變動成本 C_v ，以及單位製程外部性成本 e 。此區塊的參數由於資料難以取得，但本案例主要為兩模式的推演與比較，因此，推估之參數正確性高低並非本節重點。回收市場所需參數為期望回收量函數的參數 c 與 d 、產品年度報廢率 τ 、單位淨處理成本 r ，以及未回收廢棄物的單位外部性成本 E ，此部分的參數估計資料主要由文獻中取得。所有估得的參數值整理於表 1。

表 1：估計參數值表

參數	a	b	c	d	e	E	τ	r	C_v
估計 數值	33,000	0.01	5,600	80	2,175	135	0.0097	50	29,000
單位	無	無	無	無	新台幣 幣/台	新台幣 幣/台	無	新台幣 幣/台	新台幣 幣/台

藉由國內某款筆記型電腦歷年的銷售量與平均價格的資料，以銷售量做為預測變數，平均價格為被預測變數，經簡單線性迴歸計算可得到需求函數為 $P_x = 33,000 - 0.01Q_x$ 。各家公司結構不同，零件通路亦不相同，且購買價格為公司機密，單位製造變動成本參數值無法直接利用資料估計，只能依賴資訊產品微毛利的特性，由先前所得接近新台幣33,000的筆記型電腦單價，本論文設定新產品單位製造變動成本參數值為新台幣29,000。環境外部性成本的探討一直都是費率制定的最大困難點，根據李慧瑜（2005）的報告顯示，隨著歐盟法規的實行，綠色供應鏈的概念愈趨重要，製造廠商調整產品材質及零件的成本將提高5%至10%，因應本文將其視為製程為消除產品汙染所花費的成本，意義等同單位製程外部性成本，取平均7.5%做為參數值，乘上新產品單位製造變動成本後，可得單位製程外部性成本參數值為新台幣2,175元。另一環境外部性成本為未回收廢棄物產生的單位外部性成本，此項成本主要考慮到二次汙染防治成本及復育成本，根據溫麗琪（2006）研究調查指出，資源處理廠處理筆記型電腦之每單位處理成本為新台幣135元，而一台廢棄筆記型電腦經過資源化處理後的價值約為新台幣83元，另外，新產出的筆記型電腦一年內報廢的機率為0.0097。該調查中亦提及，要妥善處理丟棄在環境中的筆記型電腦，至少需要與二次資源處理的處理成本等值，本論文將該成本認定為未回收廢棄物所產生的單位外部性成本。單位資源處理成本扣除二次利用價值為單位淨處理成本，計算得其值為新台幣52元，本論文設定其值為新台幣50元。期望回收量函數的估計，需要歷年資源回收處理商發放

的獎勵金水準與回收量的資料，本論文截取溫麗琪（2005b）針對消費者調查所得之消費者的期望獎勵金水準與基管會統計之歷年回收量，利用此兩筆資料，以獎勵金水準為預測變數，期望回收量為被預測變數，做簡單線性迴歸分析後，可得到期望回收量函數為 $Q_c = 5,600 + 80P_w$ 。

由表 1 所得的估計參數值表，將參數值代入所有的變數中，有小數點的值則四捨五入至整數表示，得到的系統參與者的決策如表 2 所列：

表 2：獨占模式決策值表

	基管會		責任業者		資源回收處理商	
	處理費率	貼補費率	產品價格	製造量	獎勵金 水準	回收量
現行	352		31,176	182,369		
獨占模式	3,647	1,258	32,823	17,631	569	51,119
福利 獨占模式	352	290	31,176	182,369	85	12,400

現行獨占模式所求得兩個回收清除處理費率分別為 $t_1=352$ ， $t_2=3,647$ ；對應的產品價格與製造量為 $P_{x_1}^*=31,176$ ， $Q_{x_1}^*=182,369$ ， $P_{x_2}^*=32,823$ ， $Q_{x_2}^*=17,631$ 。 t_1 與 t_2 皆可使兩模式之稅收水準相同，但由其值來看，可知 t_2 可行性較低。業者與基管會得到各自的最佳決策後，將其代入社會福利函數，計算出所考量的社會福利項目值，加總後可得兩模式的總社會福利函數值，計算結果如表 3：

表 3：社會福利函數值表

	<u>責任業者利潤</u>	<u>回收業者利潤</u>	<u>政府稅收餘額</u>	<u>環境外部性成本</u>
現行	332,584,704			389,990,411
獨占模式	3,108,504	32,664,587	0	31,469,319
福利	332,584,704	1,922,000	60,710,792	395,217,496
獨占模式				
	<u>消費者剩餘(消費市場)</u>	<u>消費者剩餘(回收市場)</u>	<u>總社會福利函數值</u>	
現行	166,292,352		157,687,525	
獨占模式	1,554,252	16,136,293	21,994,317	
福利	166,292,352	765,000	167,057,352	
獨占模式				

兩個回收處理費率所得到的結果，皆符合原先假設的條件，亦即保證回收制度可處於運行狀態，比較現行獨占模式與福利獨占模式所求得的社會福利值後，福利獨占模式所得的函數值確實較高。再者，計算改善幅度可得知，當現行獨占模式改為福利獨占模式後，回收清除處理費率 t_1 對應的社會福利改善率約為 6%。回收處理費率 t_2 其值相當高，導致責任業者利潤處於相當低的水準，在此案例中的改善率高達現行獨占模式七倍之多，可知基管會制定費率時，應該要對業者利潤多做考量。

3.3.2 敏感度分析

本論文利用幾個參數值點針對參數的變動做敏感度分析，變動其中一個參數的數值時，所得到的各項數值結果都需符合本論文的前提假設，即參數值、決策變數值，以及社會福利函數中所有考量的項目，在經過參數代入計算後，其值都必須大於零。參數值與決策變數值大於零的設定在模式建構時已說明，社會福利函數方面，本論文是假定責任業者、資源回收處理商、基管會與消費者都是在本

身能夠獲利的情況下，才有誘因參與回收系統的運作，環境外部性成本亦合理認定為正值。現行獨占模式轉為福利獨占模式後，社會福利值必然增加，所以改善百分比必為正值。若現行獨占模式之社會福利為負值，計算上會造成改善百分比指標變為負值，因此，本論文只考慮社會福利函數值為正值的情況。另外，現行獨占模式有兩個回收清除處理費率，但本論文所做的敏感度分析是為了說明趨勢存在的可能性，且案例中以 t_1 之值較具可行性，故本論文以 t_1 做為敏感度分析的基準。參數先設定零為初始值，逐漸增大其值後，在所有限制條件都符合的情況下，得到參數值的可行變動範圍，繪製現行獨占模式與福利獨占模式的社會福利曲線圖，進而觀察改善幅度的變化趨勢。

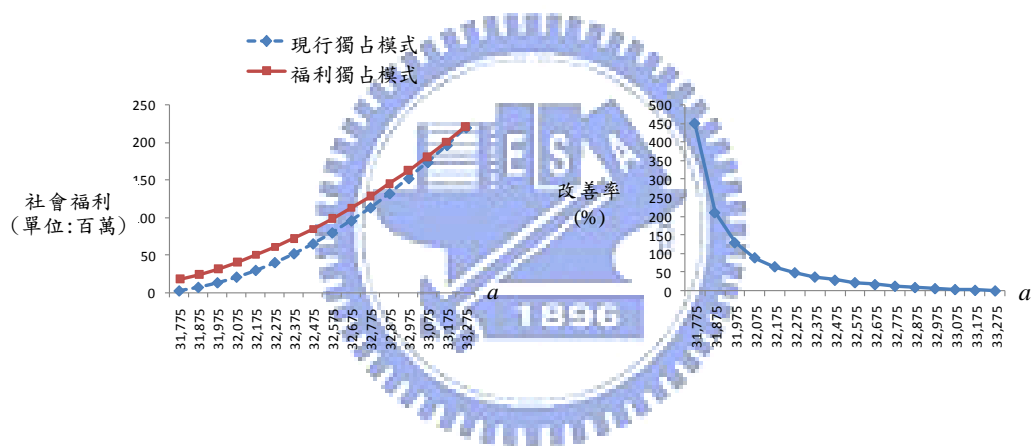


圖 5 參數 a 敏感度趨勢圖

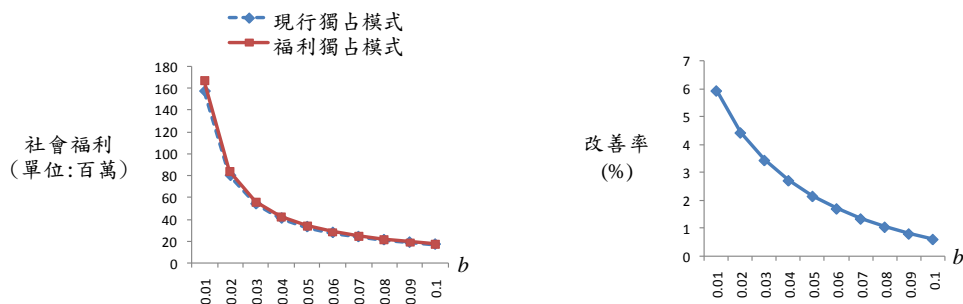


圖 6 參數 b 敏感度趨勢圖

由圖 5 可知，隨著參數 a 增加導致處理費率降低，責任業者利潤上升，兩模式的社會福利函數值遞增，但現行獨占模式的貼補費率亦會隨參數 a 增加而上升，資源回收業者利潤會提高，社會福利增加的幅度比福利獨占模式大，導致改善的百分比趨於下降，初期由於現行獨占模式的社會福利值較低，所以改善的幅度就數字上的呈現會較誇張。圖 6 可看出，隨著 b 增加，市場需求量於相同的價格下會上升，為防止過多的產量增加環境外部性成本，政府會提高回收清除處理費率，造成責任業者利潤下降，間接影響到消費市場的消費者剩餘，社會福利隨之減少，且現行獨占模式的社會福利值逐漸接近福利獨占模式，導致改善率產生遞減結果。

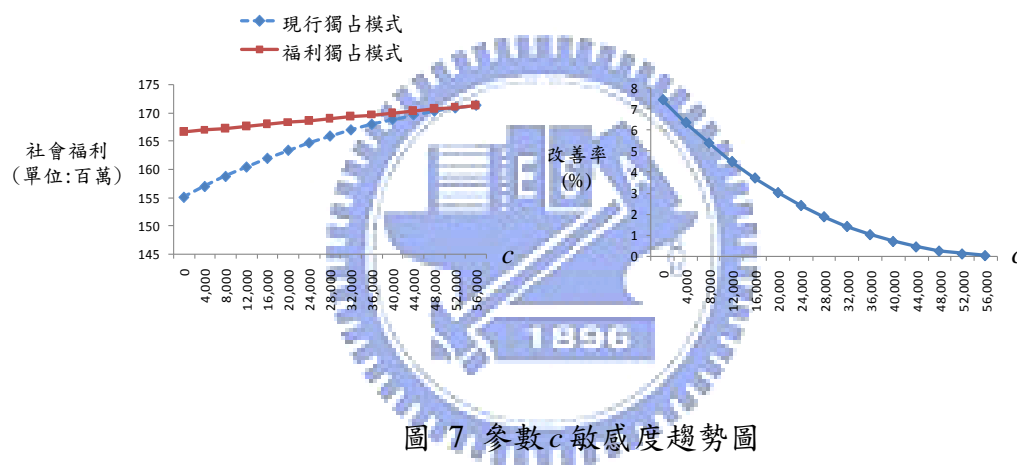


圖 7 參數 c 敏感度趨勢圖

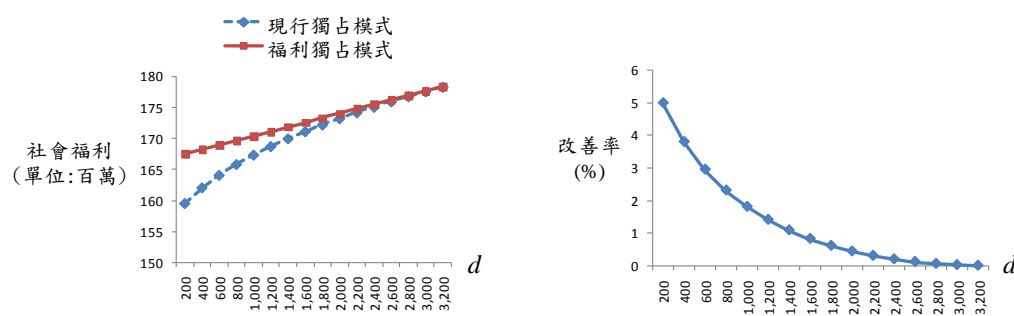


圖 8 參數 d 敏感度趨勢圖

c 與 d 為期望回收量函數的參數，兩參數值改變只影響了回收市場，且對社會福利函數的影響一致，觀察圖 7 與圖 8，可看出社會福利值隨著參數 c 與 d 的增加

而小幅上升，而現行獨占模式增加的幅度高過福利獨占模式，推得現行獨占模式轉為福利獨占模式的改善百分比持續遞減，但影響的程度遠比需求函數的參數 a 與 b 來的低。

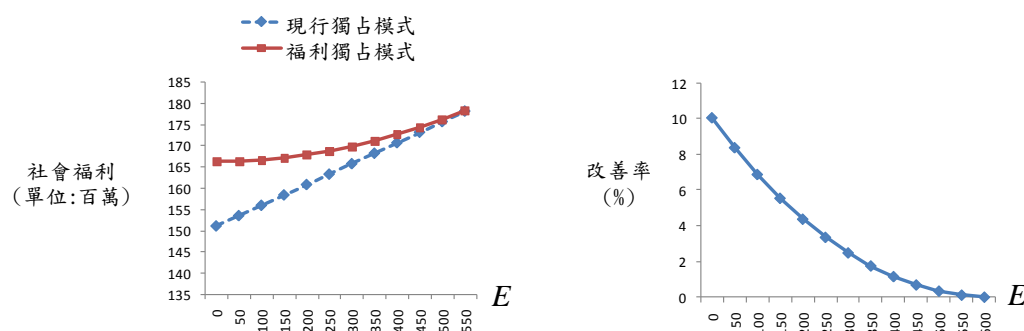


圖 9 參數 E 敏感度趨勢圖

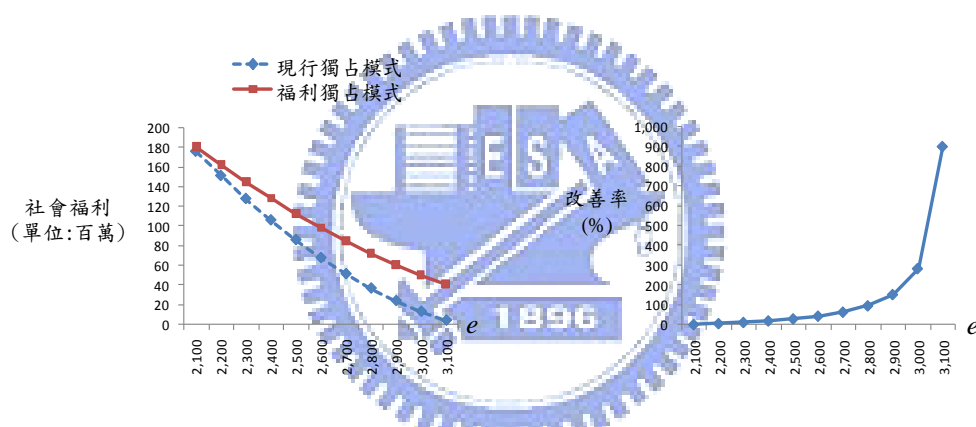


圖 10 參數 e 社會福利曲線圖

參數 E 和 e 為環境外部性成本，其值越大代表政府越應正視環境問題，貼補回收業者的意願越高，所徵收的回收清除處理費用也會提高。參數 E 上升，為促進回收活動，可預見政府補貼費率會提高，資源回收處理業者與回收市場中的消費者因此得利，圖 9 可看出兩模式的社會福利增加，而福利獨占模式增加的幅度較小，所以產生改善百分比遞減的現象。參數 e 上升，政府為抑制產量來降低環境汙染，採取提高回收處理費率的政策，造成責任業者利潤減少，由圖 10 可看出兩模式的社會福利持續遞減，而現行獨占模式下降幅度較高，改善率呈現遞增情形。

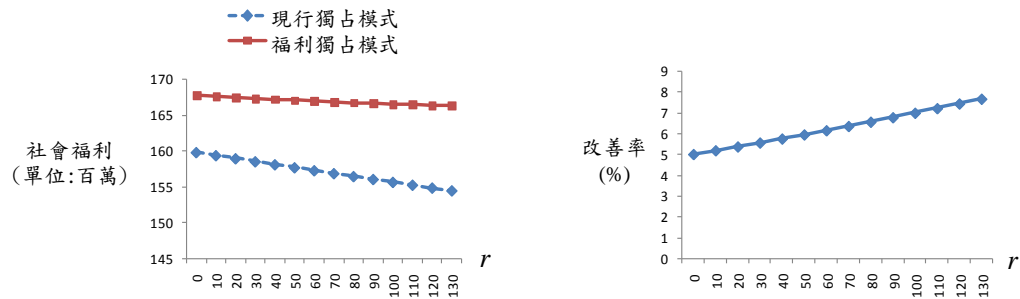


圖 11 參數 r 敏感度趨勢圖

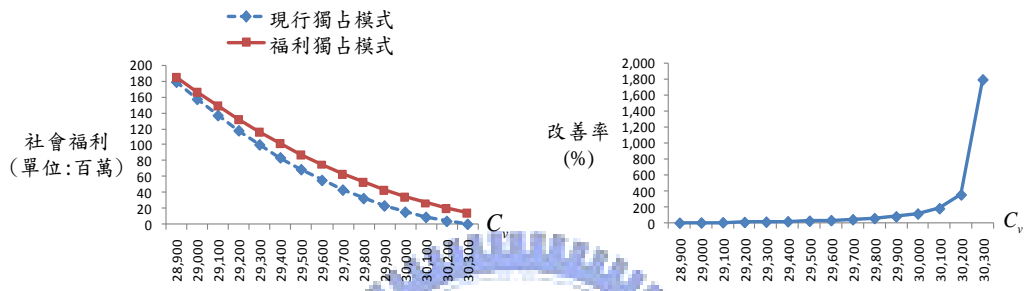


圖 12 參數 C_v 敏感度趨勢圖

參數 r 與 C_v 增加分別降低了資源回收處理業者與責任業者利潤，造成的較高產品價格與較低的獎勵金水準也間接減少了消費者剩餘，兩模式之整體社會福利值降低，圖 11 與圖 12 可得知福利獨占模式受到的衝擊較小，社會福利下降幅度低於現行獨占模式，改善率呈遞增情況。此外，圖 12 中的改善幅度在數據上相當驚人，觀察社會福利值可發現， C_v 持續增加造成了現行獨占模式的社會福利值相當小，所以在數字上的呈現較為突出。

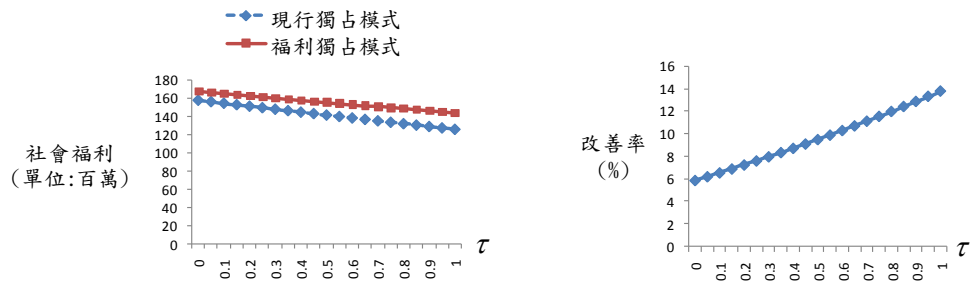


圖 13 參數 τ 敏感度趨勢圖

年度報廢率其實不需要將所有的值都做探討，報廢率過高的情形實際上不太可能存在，但由於所有的可行值皆不會違反假設，因此仍列出所有的情況。報廢率增加代表廢棄品數量會上升，政府會針對責任業者的產量嚴加管控，調高處理費用以期抑制產量，造成責任業者利潤降低，間接影響到消費者剩餘，總體社會福利下降。圖 13 可知現行獨占模式下下降的幅度較大，所以產生改善率遞增的情形。

觀察各參數的敏感度趨勢圖可發現需求函數的截距參數 a 與斜率參數 b 、期望回收量函數的截距 c 與斜率參數 d ，以及未回收廢棄物的單位外部性成本 E ，社會福利改善的幅度都會隨著這些參數值增加而遞減；單位製程外部性成本 e 、單位製造變動成本 C_v 、報廢率 τ 以及單位淨處理成本參數 r ，改善率則會隨著這些參數值增加而遞增。敏感度趨勢圖的結果可以幫助分析改善的時機，以 C_v 為例，如果現行獨占模式所估計出來的參數值是處於比較高的情況，此時改為實行福利獨占模式我們可以預期得到較佳的改善率，其他的參數則以此類推。雖然敏感度分析的結果不具一般性，但說明了在某些參數的設定下，社會福利的改善幅度可能與參數值變動存在著變動趨勢，而不是如同代數上一樣，看起來完全沒有任何的對應關係可尋。

隨著參數變動，除了觀察兩模式的社會福利值的變化，本論文同時整理各參數的可行變動範圍下，兩模式的回收清除處理費率與貼補費率的趨勢。以下各圖分別為不同參數所得出的費率比較圖，水平軸為參數值，垂直軸為對應的各項費

率之值。由於現行獨占模式的回收清除處理費僅沿用與福利獨占模式等值的費率 t_1' ，因此將兩費率以同一條線表示之。另外，若費率不受參數變動所影響，則以沒有標記的水平線條表示。

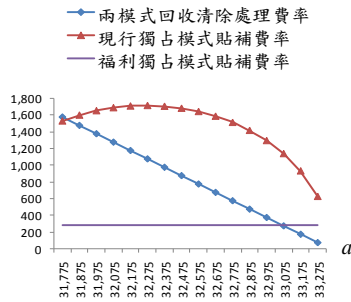


圖 14 參數 a 費率比較圖

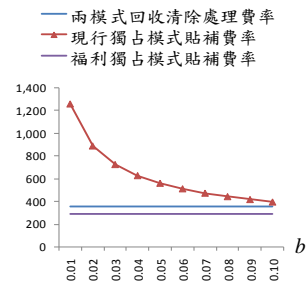


圖 15 參數 b 費率比較圖

圖 14 可看出，隨著參數 a 的增加，兩模式回收清除處理費率呈現遞減的現象。現行獨占模式的貼補費率由於製造量與回收清除處理費的雙向影響，產生曲線的結果，起先低於回收處理費率，隨著參數增加開始遞增，該值轉為高於回收處理費率，在中段的時候逐漸下降，但其值仍高於回收處理費率。福利獨占模式的貼補費率則不受影響，初期亦低於回收處理費率，隨著其值遞減，在參數 a 接近可行極大值時，高於回收處理費率。觀察圖 15，隨著參數 b 增加，現行獨占模式的貼補費率遞減至接近回收處理費率，而回收清除處理費率與福利獨占模式的貼補費率皆不受 b 變動所影響。費率高低的比較方面，現行獨占模式的貼補費率於參數 b 的可行範圍內，其值高於回收清除處理費率與福利獨占模式的貼補費率，而回收清除處理費率則是高於福利獨占模式的貼補費率。

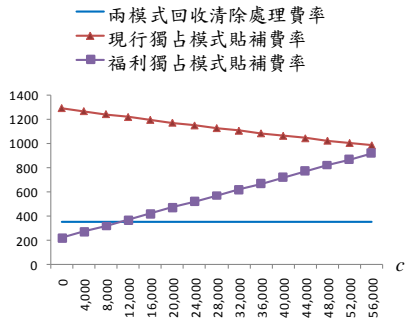


圖 16 參數 c 費率比較圖

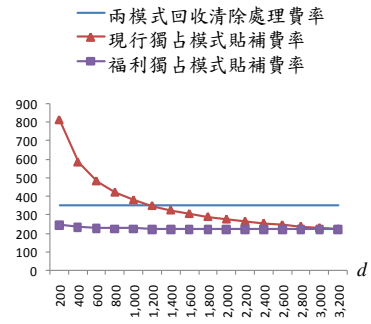


圖 17 參數 d 費率比較圖

圖 16 可看出，回收清除處理費率並不受到參數 c 變動而改變其值，現行獨占模式的貼補費率會持續的降低，而福利獨占模式的貼補費率會隨著參數 c 的增加遞增。現行獨占模式的貼補費率雖持續降低，但其值仍高於回收處理費率與福利獨占模式的貼補費率。回收清除處理費率一開始高於福利獨占模式的貼補費率，但貼補費率持續增加，中段回收清除處理費率開始低於貼補費率。觀察圖 17，隨著參數 d 改變，回收清除處理費率不受其影響，而兩模式的貼補費率會持續下降。現行獨占模式的貼補費率與回收處理費率在參數 d 的可行範圍內，其值皆高於福利獨占模式的貼補費率，而現行獨占模式的貼補費率初期高於回收處理費率，中段則降低至小於回收處理費率。

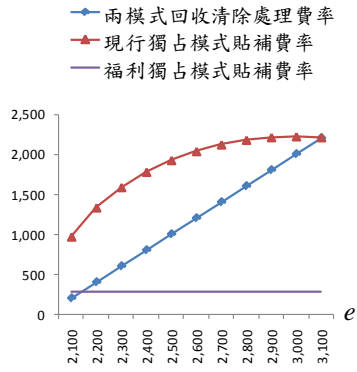


圖 18 參數 e 費率比較圖

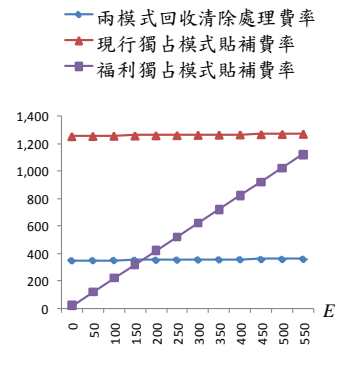


圖 19 參數 E 費率比較圖

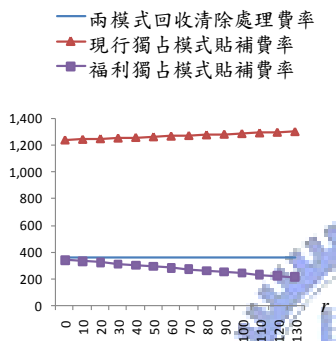


圖 20 參數 r 費率比較圖

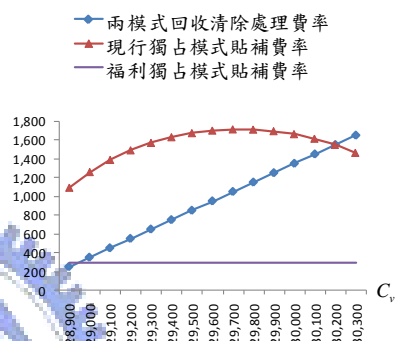


圖 21 參數 C_v 費率比較圖

圖 18 可知現行獨占模式的貼補費率與回收處理費率隨著參數 e 增加而遞增，福利獨占模式的貼補費率則不受影響。觀察費率高低的變化，現行獨占模式的貼補費率恆高於回收處理費率與福利獨占模式的貼補費率，而回收處理費率一開始低於福利獨占模式的貼補費率，隨著參數 e 遞增後，其值大於貼補費率。觀察圖 19，隨著參數 E 增加，現行獨占模式的貼補費率與回收處理費率皆有相當微幅的遞增情形發生，福利獨占模式的貼補費率則是較大幅度的增加。現行獨占模式的貼補費率其值皆高於回收處理費率與福利獨占模式的貼補費率，而回收清除處理費率初期高於福利獨占模式的貼補費率，爾後貼補費率的增加幅度較大，產生貼補費率大於回收處理費率的情形。觀察圖 20，隨著參數 r 遞增，現行獨占模式貼補費率遞增，福利獨占模式的貼補費率遞減，而回收處理費率則不改變。現行獨占模式貼補費率遠高於回收處理費率與福利獨占模式的貼補費率，回收清除處理費

率在參數 r 的可行範圍內，其值亦高於福利獨占模式的貼補費率。由圖 21 可看出，隨著 C_v 增加，回收處理費率會逐漸增加，現行獨占模式的貼補費率先增加後遞減，而福利獨占模式的貼補費率則不受到參數變動影響。回收處理費率一開始低於兩模式的貼補費率，但隨著參數變動，其值遞增後，逐漸高於貼補費率。現行獨占模式的貼補費率則是恆高於福利獨占模式的貼補費率。

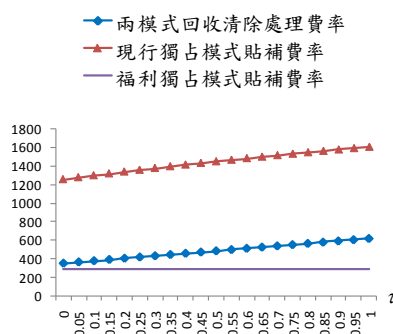


圖 22 參數 τ 費率比較圖

從圖 22 可看出，隨著報廢率上升，回收清除處理費率與現行獨占模式的貼補費率會持續增加，福利獨占模式的貼補費率不受影響。回收清除處理費率與現行獨占模式的貼補費率於報廢率的可行範圍內，皆大於福利獨占模式的貼補費率。

觀察所有的參數費率比較圖可發現，任何參數變動皆產生現行獨占模式之貼補費率高於福利獨占模式的結果，此肇因於現行獨占模式將總稅收所得完全貼補於資源回收處理業者，而福利獨占模式則是考量到政府稅收盈餘而未進行完全補貼的動作，假若基管會略去稅收盈虧的考量，在某些情況下，會發生福利獨占模式之貼補費率高於現行獨占模式，且福利獨占模式之回收量亦較高的結果。以本案例之單位未回收廢棄物之外部性成本 E 為例，當參數 E 之值高到某一程度時，圖 19 之福利獨占模式貼補費率會超過現行獨占模式，而福利獨占模式之基管會稅收會呈虧損狀態。由上述結論可知，福利獨占模式若注重回收量的績效，其可嘗試略去考量回收基金的損益問題，所得最適貼補費率可能會上升，產生總回收量增加的結果。

第四章 競爭市場費率模型

第三章針對全面性社會福利考量，建構出福利獨占模式，本章節進一步延伸該模式，構建更符合真實市場的費率模型。市場現況以寡占市場居多，獨占廠商的情況相當少見，因此本章節將第三章中，責任業者與資源回收處理業者為一整合個體的條件放寬，假定市場上存在著多家責任業者與資源回收處理業者，彼此之間存在著競爭行為。責任業者考量回收清除處理費率後，決策變數仍為自身的最佳製造量，市場會根據所有責任業者的製造量反應出產品的市場價格。資源回收處理業者依基管會制定的貼補費率，決定自身的獎勵金水準，而回收量除了受到該業者的獎勵金水準影響外，其他業者的決策亦會影響消費者的回收行為，資源回收業者於獎勵金水準需考量到其他業者決策帶來的效應。基管會依各家業者的決策模式，制定回收清除處理費率與貼補費率，以求最佳化社會福利的目標。本論文稱此費率模型為社會福利最佳化競爭模式，簡稱為福利競爭模式。基管會於此模式仍為先行者，責任業者與資源回收處理業者為跟隨者。另外，責任業者與資源回收處理業者考量的參數皆與第三章相同，主要差別在於市場型態不同，業者必須考量其它業者的競爭行為，才能制定出對自身最有利的決策。

4.1 社會福利最佳化競爭模式

4.1.1 責任業者

本論文討論責任業者面臨同一個市場，生產同種產品，且市場需求量有限，責任業者在決定製造量時，勢必遭遇來自它家廠商的競爭。假定競爭市場共有 n 家製造商，各家製造商決定製造量以極大化自身利潤，令 q_{x_i} 表示第 i 家責任業者

的製造量， $i = \{1, 2, \dots, n\}$ ，不考慮庫存問題的情況下，當市場達到穩定均衡時，總需求量即各家製造商的製造量總合，以 Q_x 表示市場總需求量，則 $Q_x = \sum_{i=1}^n q_{x_i}$ 。消費市場因應需求量會反應出產品價格，以 P_x 代表產品的市場價格。本模式主要探討各家責任業者於極大化自身利潤的前提，考慮到競爭者的決策行為，消費市場如何達到均衡的結果。同一市場的情況下，依據經濟學常用需求函數，假設需求量與價格存在一反向的線性關係，以 $P_x = a - bQ_x$ 表示， $a, b > 0$ 。其中 a 為需求函數的截距參數， b 為需求函數的斜率參數，其意義為每多生產一單位產品，會降低 b 單位的產品價格，若 b 較高，代表產品容易因產量增加，本身價格快速的降低。本模式不考慮業者之間的合作行為，假設每家責任業者皆知市場上有多少家競爭者，且彼此之間互知對手的成本考量。責任業者於同一階段進行決策，依上述設定的情況，競爭模型形成賽局中的 Cournot 模式。各家製造商的製造程序以及技術程度不同，所花費的成本亦不會相同，略去不影響最後結果的固定成本，以 C_{v_i} 表示第 i 家廠商的單位製造變動成本。責任業者產品單位利潤為產品市場售價扣除單位製造變動成本，此外，基管會制定的回收清除處理費率亦會直接影響到責任業者的利潤，以 t 表示回收清除處理費率，由下式表示第 i 家責任業者欲求極大化利潤下的目標函數：

$$\text{Max}_{q_{x_i} \geq 0} \Pi_{MIS_i} = (P_x - C_{v_i} - t)q_{x_i} \quad (4.1)$$

福利競爭模式中，其它家責任業者的決策視為已知，式子(4.1)可轉換為單一變數的函數。將 $P_x = a - b \sum_{i=1}^n q_{x_i}$ 代入(4.1)，目標函數轉化如下：

$$\text{Max}_{q_{x_i} \geq 0} \Pi_{MIS_i} = (a - b \sum_{i=1}^n q_{x_i} - C_{v_i} - t)q_{x_i} \quad (4.2)$$

對 q_{x_i} 做二階偏微分判斷目標函式凹凸性，二階導函數如下：

$$\frac{\partial^2 \Pi_{MIS_i}}{\partial q_{x_i}^2} = -2b < 0 \quad \forall i, i=1, \dots, n \quad (4.3)$$

由(4.3)得知責任業者的利潤函式為凹函數，利用一階導函數，第*i*家業者， $i = \{1, 2, \dots, n\}$ ，最佳反應式 (Best response) 如下：

$$q_{x_i}^* = \frac{1}{2b} \left(a - t - C_{v_i} - b \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n q_{x_j}^* \right) \quad (4.4)$$

根據納許均衡解 (Nash equilibrium) 的概念，同時滿足各家責任業者因應競爭者決策所得的最佳反應式，業者皆無法單方面改變以使自身利益上升，決策系統達到平衡。藉由這樣的概念，將所得的*n*條責任業者最佳反應式構建為解*n*個變數，*n*條聯立方程式的問題，所得決策結果會達到市場均衡。首先，利用加總(4.4)的*n*條方程式後，可求得市場的需求量，亦即各家責任業者製造量的總合，式子如下：

$$Q_x = \frac{1}{2b} \left(n(a-t) + \sum_{i=1}^n C_{v_i} - (n-1)bQ_x \right) \quad (4.5)$$

代數運算後，所得式子如下：

$$Q_x = \frac{1}{(n+1)b} \left(n(a-t) + \sum_{i=1}^n C_{v_i} \right) \quad (4.6)$$

利用 $Q_x = \sum_{i=1}^n q_{x_i}$ ，將(4.4)轉為下式：

$$q_{x_i}^* = \frac{a - t - C_{v_i} - bQ_x}{b} \quad (4.7)$$

將(4.6)代入(4.7)可得製造商的最佳反應式如下：

$$q_{x_i}^* = \frac{1}{(n+1)b} \left(a - t - nC_{v_i} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n C_{v_j} \right) \quad (4.8)$$

(4.8)即代表市場穩定均衡下，第*i*家責任業者的製造量。此外，將(4.6)代入

$P_x = a - bQ_x$ ，可得到產品的市場價格如下所示：

$$P_x = \frac{1}{(n+1)} \left(a + nt + \sum_{i=1}^n C_{v_i} \right) \quad (4.9)$$

4.1.2 資源回收處理業者

資源回收處理業者與責任業者的競爭型態不同，回收業者利用獎勵金吸引消費者將廢棄物品送至回收端。本論文假設在競爭市場中，資源回收處理業者決定自身獎勵金水準後，其與期望回收量存在著正向線性關係。對不同資源回收處理業者而言，回收產品本質上相異，且不同區域的回收情況也難以單一市場來解釋回收行為，因此，以 c_i 與 d_i 分別代表第 i 家廠商各自所面臨的市場參數截距參數與斜率參數， $c_i, d_i > 0$ 。此外，其它業者的決策亦會影響到第 i 家業者的回收量，理論上，較高的獎勵金水準會增加顧客將廢棄物品送至該回收點的意願，造成第 i 家廠商的回收量下降。然而，消費者的回收行為並非單純的考量獎勵金水準的高低，尚有其它因素會影響回收行為。舉例來說，消費者所在的區域即為一個可能的影響因子，其他區域回收業者的獎勵金水準即使設定較高，消費者未必會將廢棄品回收至較遠的回收端。因此，獎勵金水準的高低並非完全主導消費者的回收行為，本論文以 k_j^i 表示第 j 家回收業者的獎勵金水準對第 i 家業者的影響程度， $k_j^i \geq 0$ ，該值越大，代表第 j 家回收業者的決策對第 i 家業者的影響程度越高。以 P_{w_i} 與 q_{c_i} 分別表示第 i 家廠商的獎勵金水準與回收量， $i = \{1, 2, \dots, m\}$ ，以下式表達兩者的關係：

$$q_{c_i} = c_i + d_i P_{w_i} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m k_j^i P_{w_j} \quad (4.10)$$

上述競爭型式可見諸於許多文獻中 (Chan, 1996; Gibbons, 1992; Toyasaki et al., 2008; Majumder and Groenevelt, 2001)，其建構之模型皆有類似概念的函數型式。此外，回收量為大於零的整數，小於零的值則設定該值為零。

各家業者的處理技術程度不同，所需的處理成本亦不相同，以 r_i 表示第 i 家業者的單位淨處理成本， $r_i > 0$ 。與單一回收處理業者的考量相同，業者的利潤來自於基管會制定的貼補費率，扣除業者發放的單位獎勵金水準與單位回收淨處理成本後，可得每單位回收量的利潤。單位回收量利潤乘上業者的回收量後，可得第 i 家資源回收處理業者的利潤函數如下：

$$\text{Max}_{P_{w_i} \geq 0} \Pi_{proc_i} = (s - r_i - P_{w_i})q_{c_i} \quad (4.11)$$

不考量過於複雜的情況，各家回收處理業者的利潤函數的型式相同，本論文合理假設回收處理業者彼此互知對方的利潤函數。在這樣前提下，資源回收處理業者與責任業者相同，考慮到其它家業者的反應式來制定自身的決策。

將(4.10)代入(4.11)，對利潤函數做 P_{w_i} 的二階偏微分檢查凹凸性，可得以下式子：

$$\frac{\partial^2 \Pi_{proc_i}}{\partial P_{w_i}^2} = -2d_i < 0 \quad \forall i, i=1, \dots, m \quad (4.12)$$

由(4.12)可知資源回收處理業者的利潤函數為凹函數，利用一階導函數，第 i 家業者， $i = \{1, 2, \dots, m\}$ ，最佳反應式如下：

$$P_{w_i}^* = \frac{1}{2d_i} \left(d_i(s - r_i) - c_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m k_j^i P_{w_j}^* \right) \quad (4.13)$$

資源回收業者考慮對手的決策後，同時決定各自的獎勵金水準，若各家回收業者同時滿足自身的最佳反應式，福利競爭模式會達到穩定均衡的結果。

以第 y 家資源回收處理業者代表非第 i 家業者的另一家廠商，其可能為任何一家業者， $y = \{1, \dots, i-1, i+1, \dots, m\}$ ，由(4.13)可知業者 y 的最佳反應式如下：

$$P_{w_y}^* = \frac{1}{2d_y} \left(d_y(s - r_y) - c_y + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq y}}^m k_j^y P_{w_j}^* \right) \quad (4.14)$$

任意兩條最佳反應式相減，即(4.13)減(4.14)，結果如下所示：

$$P_{w_y}^* = \frac{(2d_i + k_i^y)P_{w_i}^* - (d_i(s-r_i) - c_i) + (d_y(s-r_y) - c_y)}{2d_y + k_y^i} \quad (4.15)$$

(4.15)可得知第*i*家業者與其它家業者決策變數的代數關係。將(4.15)代入(4.13)，

並令 $A = 2d_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{k_j^i(2d_i + k_i^j)}{2d_j + k_j^i}$ ，可得第*i*家資源回收處理業者的最佳獎勵金水準

如下：

$$P_{w_i}^* = \frac{1}{A} \left(d_i(s-r_i) - c_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{k_j^i \left((d_i(s-r_i) - c_i) - (d_j(s-r_j) - c_j) \right)}{2d_j + k_j^i} \right) \quad (4.16)$$

此外，由(4.13)轉換可得下列式子：

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m k_j^i P_{w_j}^* = 2d_i P_{w_i}^* - d_i(s-r_i) + c_i \quad (4.17)$$

將(4.17)代入(4.10)，可得式子如下：

$$q_{c_i}^* = d_i(s-r_i - P_{w_i}^*) \quad (4.18)$$

再將(4.16)代入(4.18)可得第*i*家資源回收處理業者的期望回收量如下：

$$q_{c_i}^* = \frac{d_i}{A} \left(d_i(s-r_i) + c_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{k_j^i \left((d_i(s-r_i) - c_i) - (d_j(s-r_j) - c_j) - (s-r_i)(2d_i + k_i^j) \right)}{2d_j + k_j^i} \right) \quad (4.19)$$

4.1.3 基管會

同第三章，基管會預期責任業者與資源回收處理業者的決策後，會依自身決策目標來制定費率，達到社會福利函式極大化。本章節以福利獨占模式為基底架構，基管會的目標仍為廣義社會福利函數最佳化。競爭市場下，基管會的社會福利目標函數如下所示：

$$\begin{aligned} \text{Max}_{t,s \geq 0} \Pi_{gov} = & \sum_{i=1}^n (P_x - C_{v_i} - t)q_{x_i} + \sum_{i=1}^m (s - P_{w_i} - r_i)q_{c_i} + \sum_{i=1}^m (P_{w_i}q_{c_i} - \frac{1}{2}d_i P_{w_i}^2) \\ & + \frac{1}{2}bQ_x^2 + \left(tQ_x - \sum_{i=1}^m sq_{c_i} \right) - E \left(\tau Q_x - \sum_{i=1}^m q_{c_i} \right) - eQ_x \end{aligned} \quad (4.20)$$

其中 $\sum_{i=1}^n (P_x - C_{v_i} - t)q_{x_i}$ 為 n 家責任業者的利潤總合， $\sum_{i=1}^m (s - P_{w_i} - r_i)q_{c_i}$ 為回收市場中， m 家資源回收處理業者的利潤總合，二者合稱為生產者利潤。消費者剩餘的計算方式與第三章相同，唯一差別在於市場型態不同。 $\sum_{i=1}^m (P_{w_i}q_{c_i} - \frac{1}{2}d_i P_{w_i}^2)$ 為消費者將廢棄物品回收至不同資源回收處理業者處，所得的回收市場消費者剩餘； $\frac{1}{2}bQ_x^2$ 則為顧客於消費市場中購買產品所得的消費者剩餘，兩者合計為回收系統

中的總消費者剩餘。 $\left(tQ_x - \sum_{i=1}^m sq_{c_i} \right)$ 則是基管會經過課稅與補助後，所得的非營利組織稅收盈餘。環境外部性成本方面， $E(\tau Q_x - \sum_{i=1}^m q_{c_i})$ 為總計各回收業者的回收量後，仍未被回收之廢棄物所產生的總污染量， eQ_x 則是所有責任業者製造過程中所產生的總製程汙染量。基管會針對此社會福利函數，制定最佳的回收清除處理費率與貼補費率，使社會福利達到極大化。

利用檢查二階偏導函數判斷變數 t 在目標函數的凹凸性，二階偏導函數如下：

$$\frac{\partial^2 \Pi_{gov}}{\partial t^2} = -\frac{n^2}{b(n+1)^2} \quad (4.21)$$

$b > 0$ ，(4.21)可明顯看出目標函數在回收清除處理費用上為一凹函數。利用一階偏導函數求得基管會最佳回收清除處理費率如下：

$$t^* = \frac{1}{n^2} \left((n+1)(nE\tau + ne) - na + \sum_{i=1}^n C_{v_i} \right) \quad (4.22)$$

同樣對目標函數檢查變數 s 的二階偏導函數，令 $B = d_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{k_j^i (d_i - d_j)}{2d_j + k_j^i}$ ，所得

式子如下：

$$\frac{\partial^2 \Pi_{gov}}{\partial s^2} = - \sum_{i=1}^m \left(d_i \left(\frac{B}{A} \right)^2 \right) \quad (4.23)$$

$d_i > 0$ ，可知目標函數在貼補費率上為一凹函數。利用一階偏導函數，且令

$$C = d_i r_i + c_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{k_j^i (-d_i r_i - c_i + d_j r_j + c_j)}{2d_j + k_j^i}，求得基管會最佳貼補費率如下：$$

$$s^* = \frac{\sum_{i=1}^m \left(d_i \left(E - r_i + \left(\frac{B}{A} \right) \left(r_i - E + \frac{C}{A} \right) \right) \right)}{\sum_{i=1}^m \left(d_i \left(\frac{B}{A} \right)^2 \right)} \quad (4.24)$$

此外，將(4.22)代入(4.8)(4.9)，可得責任業者的最佳製造量及市場均衡價格與總製造量分別如下：

$$q_x^* = \frac{1}{n^2(n+1)b} \left((n^2+n)a - (n+1)(nE\tau + ne) - \sum_{i=1}^n C_{v_i} - n^3 C_{v_i} + n^2 \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n C_{v_j} \right) \quad (4.25)$$

$$P_x^* = E\tau + e + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{v_i} \quad (4.26)$$

$$Q_x = \frac{1}{b} \left(a - E\tau - e - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{v_i} \right) \quad (4.27)$$

同理，將(4.24)代入(4.16)(4.19)，可得資源回收處理業者制定的獎勵金水準與回收量如下：

$$P_{W_i}^* = \frac{1}{A} \left\{ \frac{d_i \sum_{i=1}^m d_i \left(E - r_i + \left(\frac{B}{A} \right) \left(r_i - E + \frac{C}{A} \right) \right)}{\sum_{i=1}^m d_i \left(\frac{B}{A} \right)^2} - d_i r_i - \right. \\ \left. c_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{k_j^i \left(\frac{\sum_{i=1}^m d_i \left(E - r_i + \left(\frac{B}{A} \right) \left(r_i - E + \frac{C}{A} \right) \right)}{\sum_{i=1}^m d_i \left(\frac{B}{A} \right)^2} - d_i r_i - c_i + d_j r_j + c_j \right)}{2d_j + k_j^i} \right\} \quad (4.28)$$

$$q_{c_i}^* = \frac{d_i}{A} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m d_i \left(E - r_i + \left(\frac{B}{A} \right) \left(r_i - E + \frac{C}{A} \right) \right)}{\sum_{i=1}^m d_i \left(\frac{B}{A} \right)^2} - d_i r_i + c_i + \right. \\ \left. \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \left(k_j^i \left(d_i - d_j - (2d_i + k_j^j) \right) \left(\frac{\sum_{i=1}^m d_i \left(E - r_i + \left(\frac{B}{A} \right) \left(r_i - E + \frac{C}{A} \right) \right)}{\sum_{i=1}^m d_i \left(\frac{B}{A} \right)^2} \right) + k_j^i \left(d_j r_j + c_j - d_i r_i - c_i + r_i (2d_i + k_j^j) \right) \right)}{2d_j + k_j^i} \right\} \quad (4.29)$$

至此，競爭模型中，各家業者與基管會的決策皆已求得，觀察結果，可得以下論點。

Proposition 1

福利競爭模式中，若責任業者單位變動成本 C_{v_i} ， $i=1, \dots, n$ 皆等於福利獨占模式的責任業者單位變動成本 C_v ，可推得以下有關責任業者與基管會之結果：

- i) 福利競爭模式中，各家責任業者的製造量 q_{x_i} ， $i=1, \dots, n$ ，其值皆相同。
- ii) 福利競爭模式之總製造量 $\sum_{i=1}^n q_{x_i}$ ，與福利獨占模式之製造量 Q_x 等值，且兩模式的市場價格等價。
- iii) 福利競爭模式之回收清除處理費率高於福利獨占模式之費率，且隨著責任業者數增加，福利競爭模式之回收清除處理費率上升，兩模式的費率差距增大。
- iv) 福利競爭模式中，基管會之總稅收（Total tax revenue；TTR）較高，且隨著責任業者數增加而上升。
- v) 福利競爭模式之責任業者總利潤低於福利獨占模式之業者利潤，且兩模式之消費市場的消費者剩餘等值。

Proof

i) 相同單位變動成本的假設下，可推得下式：

$$\sum_{i=1}^n C_{v_i} = nC_v \quad (4.30)$$

將(4.30)代入(4.25)，得到結果如下：

$$q_{x_i}^* = \frac{1}{nb}(a - E\tau - e - C_v)$$

可知各家責任業者製造量皆相同，(i)得證。

ii) 將(4.30)代入(4.27)，可得結果如下：

$$Q_x = \frac{1}{b}(a - E\tau - e - C_v)$$

對照(3.18)，。同樣地，將(4.30)代入(4.26)，可得結果如下：

$$P_x^* = C_v + E\tau + e$$

對照(3.20)，(ii)得證。

iii) 將(4.30)代入(4.22)，以 t_C^* 代表福利競爭模式之回收清除處理費率，可得結果如下：

$$t_C^* = E\tau + e - \frac{1}{n}(a - C_v - E\tau - e) \quad (4.31)$$

觀察(4.31)，製造量大於零的前提下，由(3.18)可推得福利競爭模式之回收清除處理費率會隨著責任業者數 n 上升而增加。將(4.31)減去(3.16)，以 t_M^* 代表福利獨占模式之回收清除處理費率，可得相減結果如下式：

$$t_C^* - t_M^* = \frac{(n-1)}{n}(a - C_v - E\tau - e) \quad (4.32)$$

同樣地，可由(3.18)推得(4.32)大於零，且隨著責任業者數 n 上升，費率差距越大，故(iii)得證。

- iv) 基管會總稅收為回收清除處理費率乘上總製造量 Q_x ，由於兩模式的總製造量相同，而福利競爭模式之回收清除處理費率較高，可推得福利競爭模式之總稅收較大。隨著責任業者數 n 上升，福利競爭模式之回收清除處理費率增加，可推得基管會總稅收隨之增大，(iv)得證。
- v) 已推得兩模式之總製造量相同，由(3.9)可得知兩模式之消費市場的消費者剩餘亦會相等。競爭市場中，責任業者總利潤在相同變動成本的情況下，以 Π_{MIS} 代表業者總利潤，則其值如下式所示：

$$\Pi_{MIS} = (P_x - C_v - t_c)Q_x \quad (4.33)$$

觀察(3.1)與(4.33)，兩模式總製造量相同，福利競爭模式之回收清除處理費較高，因此責任業者的總利潤低於福利獨占模式，(v)得證。

一般而言，當市場的競爭者不只一家時，業者之間的競爭行為會產生市場價格降低，製造量增加的情形。然而，Proposition 1 所推得之結果說明當消費市場上的競爭者增加時，基管會應調升回收清除處理費率，直至與福利獨占模式的結果相同，即業者總製造量與市場價格均相同，避免產生廢棄量過高的情況發生。

4.1.4 數值案例

競爭模型的數值案例主要參考獨占市場的參數值設定，以筆記型電腦為研究對象。根據資料指出 (Elliott, 2008)，筆記型電腦前五大製造廠占了 60% 左右的市占率，因此，本論文假設寡占消費市場由五家公司競爭，由於生產技術成熟，各家製造成本相去不遠，本案例假設業者單位變動成本 $C_{v_i}, i = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ ，與第三章案例中之業者單位變動成本 C_v 等值。另外，消費市場的需求參數 a, b 不變，其他參數值 E, e, τ 與獨占市場的案例相同。資源回收業者方面，本案例假設回收市場存在兩家競爭業者，且回收資源處理業者二競爭力較高。Toyasaki (2008)

以 c_i 代表業者於市場上的規模大小，本論文將其意義衍伸為業者的競爭力高低。此外， d_i 代表回收清除處理業者提高每單位獎勵金可獲得之期望回收量， d_i 之值越高代表業者對自身市場的影響力越高，故本論文將競爭力大之業者設定較高之 d_i 值。在成本參數值的設定上，同樣假設兩競爭業者的回收淨處理成本 r_1, r_2 與獨占業者 r 等值。回收市場參數方面，考量競爭市場與獨占市場後，為讓兩模式公平比較，令兩競爭業者的市場截距參數 c_1, c_2 加總等同獨占市場之截距參數 c ，而資源回收處理業者二競爭力高，將其值設定高於業者一之值，本案例假定為業者一之三倍水準；斜率參數 d_1, d_2 設定水準小於獨占市場之斜率參數 d ，競爭力較高業者同樣擁有較高的斜率參數，本案例設定 d_1, d_2 分別為 d 二分之一與三分之二的水準。 c_i 與 d_i 參數值之設定僅為一可行之值的案例探討，本論文會進一步做敏感度分析，探討其他不同參數值所得的結果。另外，福利競爭模式回收市場與獨占模式最大不同點在於存在其它業者的影響參數，本案例暫不考慮不同之影響參數，假設兩影響參數 k_2^1, k_1^2 等值，並令其值為 10 單位。綜合以上，所有參數列於表 4：

表 4：福利競爭模式參數值表

參數	n	a	b	E	e	τ	$C_{v_i}, i = \{1, 2, 3, 4, 5\}$	
估計 數值	5	33,000	0.01	135	2,175	0.0097	29,000	
參數	r_1	r_2	c_1	c_2	d_1	d_2	k_2^1	k_1^2
估計 數值	50	50	1,400	4,200	40	60	10	10

將表 4 參數值代入所得解析解，小數點四捨五入後，可得回收體系所有決策者制定的策略列於表 5：

表 5：福利競爭模式決策值表

責任業者		資源回收處理業者				基管會	
各廠商 製造量	市場 價格	業者一 獎勵金	業者二 獎勵金	業者一 回收量	業者二 回收量	回收清除 處理費率	貼補 費率
36,474	31,176	79	60	3,950	7,034	1,812	228

再將表 5 所得的最佳策略代入基管會的社會福利函數，可得福利競爭模式下，本案例所對應的社會福利值為 166,992,312。觀察表 5 與表 2，福利競爭模式比之福利獨占模式，可發現兩模式責任業者市場價格相同，總製造量也相等，而福利競爭模式之基管會回收清除處理費率較高，可推得總稅收較大，以上結果皆符合 Proposition 1 的論述。此外，競爭力高之業者二其獎勵金水準較福利獨占模式業者低，競爭力低之業者一則較高，且業者二以較低的獎勵金水準獲得較業者一為高的回收量，說明業者二確實在市場上擁有較高的競爭力。總回收量與貼補費率以福利獨占模式為高。

本案例假定資源回收市場存在兩家業者，針對特定參數進行敏感度分析。期望回收量函數的截距參數 c_1, c_2 ，在總合等於獨占市場參數 c 的假設下，改變兩者的倍數關係，橫軸之值代表 c_2 為 c_1 的多少倍數水準。觀察縱軸指標數值的變化，對應關係如圖 23 所示。

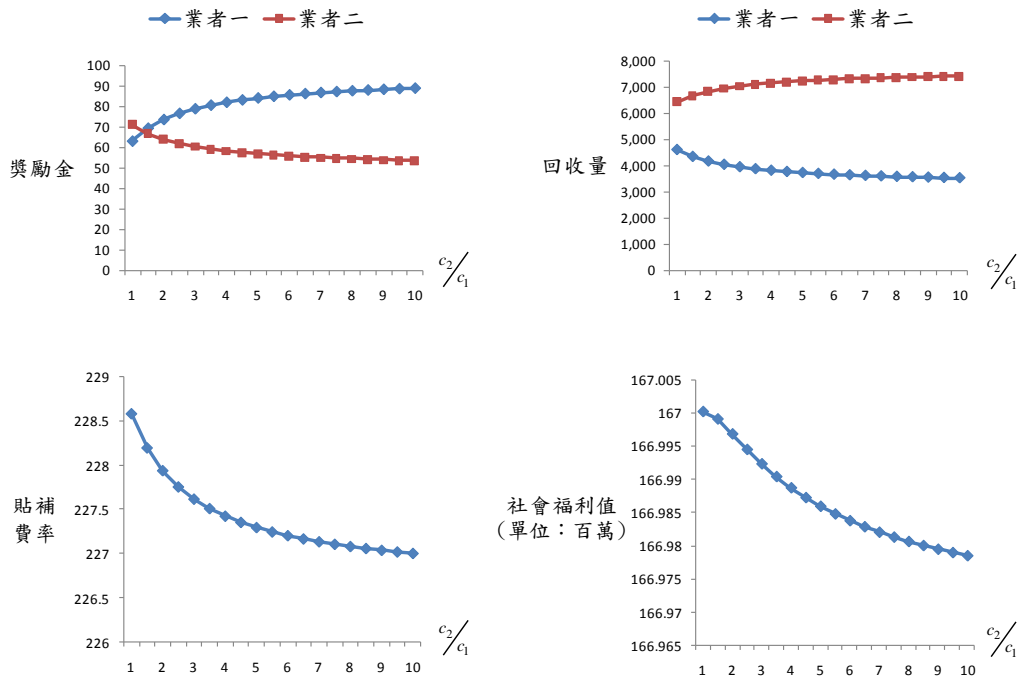


圖 23 回收量函數截距參數比率敏感度分析圖

c_1, c_2 在總合值不變的假設下，本論文以競爭能力比率代表 c_2/c_1 的經濟意義。觀察圖 23 可知，競爭力較弱的業者一隨著競爭差距越大，獎勵金水準雖持續升高，但回收量仍下降。反觀第二家業者，對手的競爭力降低，業者即便降低獎勵金水準，顧客仍願意將廢棄品回收至該回收點。另外，隨著兩家業者的競爭力規模差距增加，基管會制定的貼補費率降低，整體社會福利值也隨之降低。

同樣地，改變期望回收量函數斜率參數 d_1, d_2 的比率，探討比率變化對指標值是否存在趨勢。橫軸表示 d_2 為 d_1 的多少倍數水準， d_2 之值不改變，藉由 d_1 值的變化來控制兩者的比率。比率越大，代表兩家業者對自身面臨的市場影響力差距越大，以該比率為橫軸，所得的相關結果於圖 24。

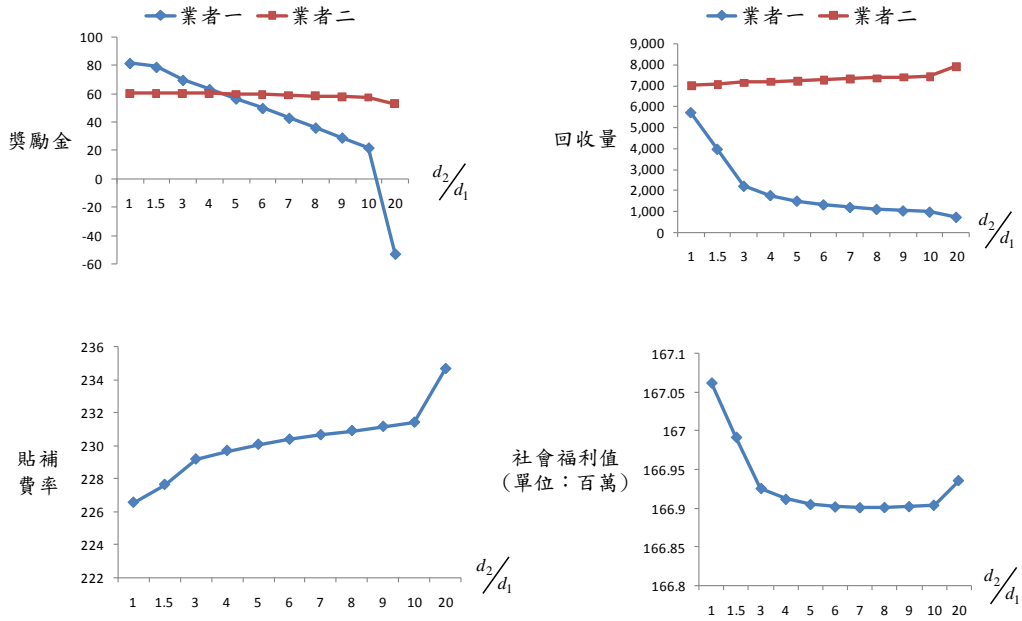


圖 24 回收量函數斜率參數比率敏感度分析圖

圖 24 可看出，第一家業者對市場的影響力降低，制定的獎勵金水準與市場回收量皆下降，第二家業者僅受到第一家業者的微幅影響，獎勵金與回收量的變動均不明顯。基管會貼補費率與第一家業者的趨勢恰好相反，當業者一對市場影響力越低時，基管會制定之貼補費率隨之增加。市場總回收量前期隨兩業者對市場的影響力差距增大而遞減，導致環境外部性成本增加，社會福利值下降，爾後隨業者一對市場影響力低至某一程度時，社會福利值此時隨之增加。此外，觀察(4.16)，獎勵金水準會隨著貼補費率增加而上升，由圖 24 的結果來看，獎勵金水準應提高，然而，第一家業者市場影響力 d_1 不僅會影響到貼補費率，該值亦會造成獎勵金水準的變動，在本數值案例的設定下，當第一家業者市場影響力低於某程度以下時，圖 24 可看出獎勵金水準受其影響程度高於貼補費率，因此轉換為消費者付費進行回收動作。

參數 k_j^i 代表第 j 家業者對第 i 家業者的市場影響力，本論文先探討業者對彼此的市場影響力相等時，隨著該影響力參數值上升，業者決策與整體社會福利產

生的變化情形。令 $k^c = k_1^2 = k_2^1$ ， k^c 代表業者對另一家業者的市場所產生的影響力，本論文假定其他業者決策的影響力低於自身決策的影響力，因此， k^c 之最大值設定為 d_1 。根據上述設定，所得相關圖形如圖 25 所示。

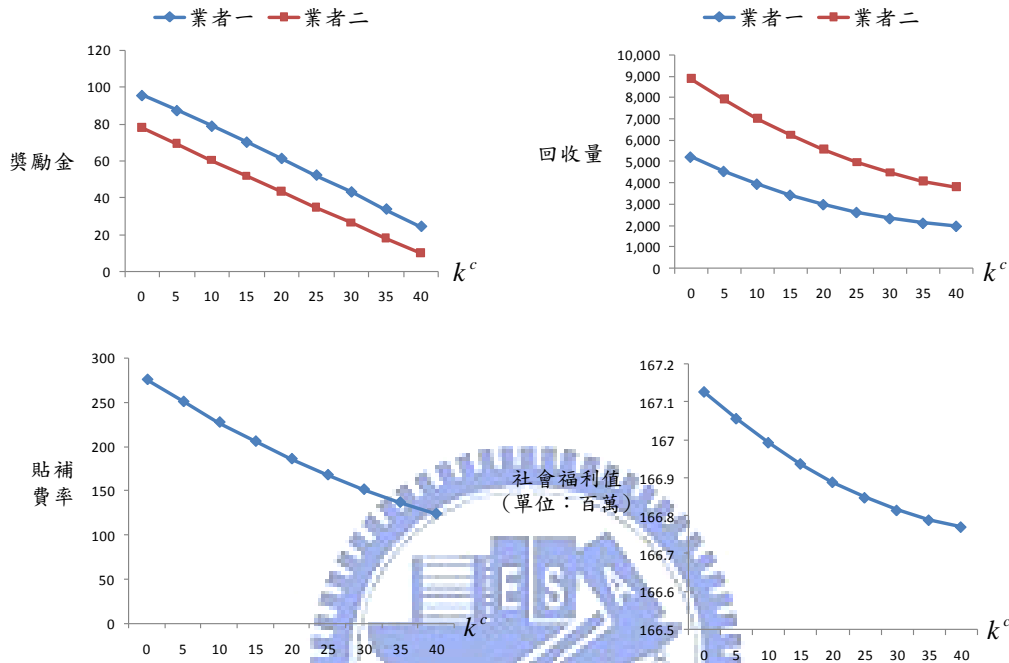


圖 25 參數 k^c 敏感度分析圖

圖 25 可看出，隨著資源回收處理業者彼此影響程度提高，貼補費率逐漸降低，而兩家業者開始調低獎勵金水準，導致回收量持續降低。第二家業者在競爭力上占優勢，回收量較第一家業者來的高。社會福利值受到回收量降低，導致環境外部性成本增加，且獎勵金水準下降對消費者亦產生負面影響，因此，社會福利值隨之降低。

在競爭市場上，競爭者互相影響的程度未必一致，因此，本論文探討兩家競爭者的影響參數 k_j^i 相差越大時，相關指標圖形為何。理論上，其他家業者的決策影響力不會高於自身的決策，本案例假定 k_2^1 之值等同 d_1 值，即業者二對業者一的市場影響力固定， k_1^2 之上限值為 d_1 ，藉由改變 k_1^2 值來調整彼此間影響的比率，

所得結果如圖 26。

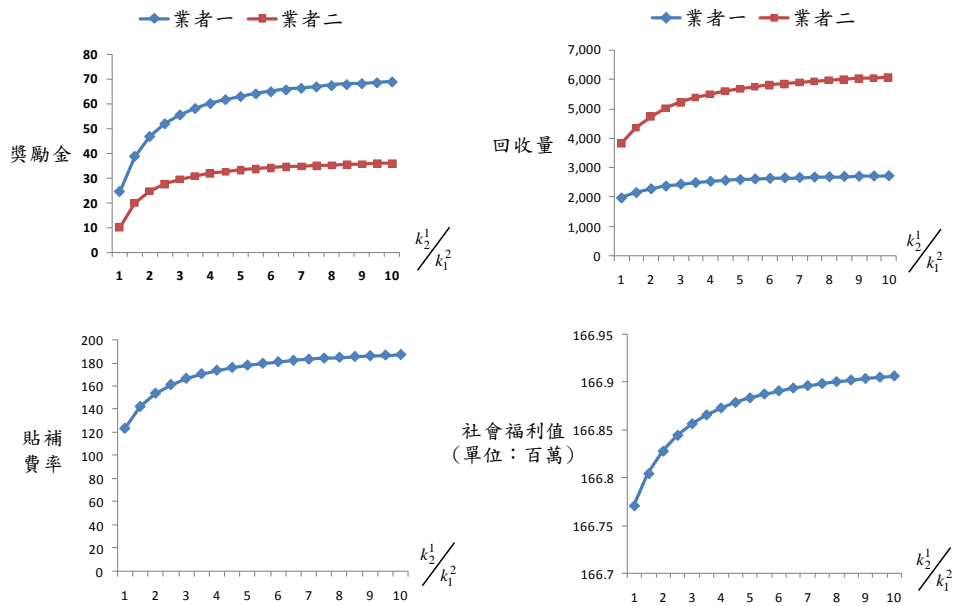


圖 26 交互影響參數比率敏感度分析圖

觀察圖 26，隨著第二家業者受到第一家業者決策的影響力減低，基管會提高貼補費率，兩家業者同時提高獎勵金水準。回收量方面，本身決策的影響力仍大於其他業者的決策影響，在自身獎勵金水準皆提高的情況下，回收量隨之提升。回收量與獎勵金皆上升，對消費者與環境成本為正面效應，社會福利值因而上升。

4.2 回收經營權模式

國內廢棄產品回收點的經營權由基管會認證發放，假若暫不考慮民間自有的回收行為，基管會擁有決定回收市場競爭者數量的權利。對基管會而言，回收業者數目直接影響到整體社會福利，站在非營利組織的立場上，決定回收市場的規模是相當重要的議題。

4.2.1 責任業者與資源回收處理業者

本章節主要探討回收經營權的發放，所以責任業者的部分不受影響，業者制

定的決策與 4.1.1 節的結果相同。異質性資源回收業者的決策模式已於 4.1.2 節探討，然而，異質性的存在對於經營權發放議題的考量上，複雜的程度難以用數學分析的方式來求得經濟上的意義，且基管會實際制定決策時，亦不太可能著眼於此。因此，本論文將回收市場上的資源回收處理業者視作同質性個體，各家業者的回收清除成本 r 相同，對彼此產生的影響程度一致，且面臨相同的市場。為和福利獨占模式有所區別，本論文以 c 與 d 分別表示資源回收處理業者所面臨的回收市場截距參數與斜率參數， $c, d > 0$ ，其與福利獨占模式的回收市場參數等值； k 為業者之間的影響參數，而回收業者面臨同一個市場，參數 k 我們可以業者替代性視之，當 k 值越高，代表業者之間的替代性越高 (Toyasaki, 2008)。在此情況下，所有資源回收處理業者所制定的獎勵金水準與回收量皆相同，以 P_w 代表業者的獎勵金水準， q_c 表示期望回收量，給定市場存在 m 家回收業者數目，則業者期望回收量函數轉變如下所示：

$$q_c = c + (d - mk + k)P_w \quad (4.34)$$

根據同質性個體的假設，可由(4.28)與(4.29)推得資源回收處理業者的最佳獎勵金水準與對應的期望回收量如下：

$$P_w^* = \frac{1}{d}(E - r)(d - mk + k) \quad (4.35)$$

$$q_c^* = c + \frac{1}{d}(E - r)(d - mk + k)^2 \quad (4.36)$$

以 Q_c 表示總回收量，由(4.36)可知回收市場的總回收量如下：

$$Q_c = m \left(c + \frac{1}{d}(E - r)(d - mk + k)^2 \right) \quad (4.37)$$

4.2.2 基管會

當回收市場上存在著 m 家相同回收個體，基管會制定回收清除處理費率與貼補費率以求社會福利最佳化。根據同質性回收個體的假設，將 4.1.3 節定義之社

會福利函數轉換如下式：

$$\begin{aligned} \text{Max}_{t,s \geq 0} \Pi_{gov} = & \sum_{i=1}^n (P_x - C_{v_i} - t)q_{x_i} + m(s - P_w - r)q_c + m(P_w q_c - \frac{1}{2}dP_w^2) \\ & + \frac{1}{2}bQ_x^2 + (tQ_x - m(sq_c)) - E(\tau Q_x - mq_c) - eQ_x \end{aligned} \quad (4.38)$$

觀察(4.38)，可發現社會福利函數由兩部分所組成，其中一部分以回收清除處理費率為變數，另一部分則以貼補費率為變數。本節探討回收經營權數的議題，由(4.38)可知，回收清除處理費率該部分之社會福利函數不受回收經營權數 m 之影響，因此，僅須探討以貼補費率為變數之部分。假設市場有 m 家回收處理業者，以 Π_{gov_s} 代表該貼補費率該部分之社會福利函數，化簡後列式如下：

$$\Pi_{gov_s} = m(Eq_c - rq_c - \frac{1}{2}dP_w^2) \quad (4.39)$$

在相同回收個體的假設下，可由(4.24)推得基管會制定的最佳貼補費率如下：

$$s^* = \frac{(E - r)(2d - mk + k)(d - mk + k)}{d^2} + \frac{dr + c}{d} \quad (4.40)$$

基管會與資源回收處理業者的決策皆架構於已知的回收市場競爭者數目。觀察(4.35)(4.36)(4.40)，我們可得到回收市場競爭者數目對資源回收業者與基管會的決策關係說明如下。

Proposition 2

若視回收市場中的競爭者為相同個體，隨著回收經營權發放的數目增加，可推得以下結果。

- i) 資源回收處理業者制定之獎勵金水準逐漸下降。
- ii) 各家資源回收處理業者之期望回收量下降。
- iii) 基管會所制定之貼補費率下降。

Proof

- i) 根據獎勵金水準大於零的假設，由(3.19)(4.35)得：

$$(E-r) > 0$$

$$\frac{1}{d}(E-r)(d-mk+k) > 0$$

又 $d > 0$ ，可推得 $(d-mk+k) > 0$ ，假設存在 $m_1, m_2 \in N$ ， $m_2 > m_1$ 。將 m_1, m_2 分別代入(4.35)，並以 P_w^1 ， P_w^2 代表代入後所得之獎勵金水準，兩式相減結果如下：

$$P_w^2 - P_w^1 = \frac{1}{d}(E-r)(m_1 - m_2) \quad (4.41)$$

由於 $(E-r) > 0$ ， $d > 0$ ， $m_2 > m_1$ ，(4.41)可推得 $P_w^2 < P_w^1$ 恆成立，即隨著回收經營權數 m 增加，獎勵金水準 P_w 會下降。

- ii) 由上述推導，已知即隨著 m 上升， P_w 會產生遞減結果，且 $(d-mk+k)$ 亦隨 m 增加而下降。 $(d-mk+k) > 0$ ， $P_w > 0$ ， $c > 0$ ，將已知條件代入(4.36)，可推得隨著回收經營權數目的增加，回收市場之業者其個別的期望回收量 q_c 會下降。
- iii) 同樣地，已知 $(d-mk+k)$ 隨 m 增加而下降，可推得 $(2d-mk+k)$ 亦隨 m 增加而下降，且 $(E-r) > 0$ ， $(2d-mk+k) > 0$ ， $(d-mk+k) > 0$ ，由(4.40)可推得貼補費率 s 會隨著競爭者增加而降低。

由 Proposition 2 可知，當回收市場業者持續增加時，基管會應減少干預市場的程度，降低貼補費率，由業者自行決定最適策略。反之，若市場業者數減少，基管會應利用公權力對其進行補助，提高貼補費率，維持回收體系的正常運行。資源回收處業者在同時受到競爭數量增加與貼補費率下降的影響下，應降低自身的獎勵金水準以求利益極大化。此外，依據 Proposition 1 的結論，當各家責任業者的單位變動成本相同時，基管會總稅收隨著責任業者數增加而上升，政府可鼓勵責

任業者投入到產品市場，此舉使可運用之回收基金增加，倘若基管會暫不考慮自身的稅收盈餘，則可將增加的稅收用以貼補資源回收處理業者，此舉可達到提高總回收量的效果。

至此，若不考慮回收經營權數的發放，給定市場上存在 m 家回收業者，在最佳化社會福利函數的目標下，基管會依其制定出最適費率。然而，如前述所及，回收市場中的競爭者數目會影響到整個社會福利函數的結果，若基管會擁有制定回收市場經營數目的權力，應考量競爭者數目對整體社會福利的影響，制定出最佳回收經營權數。將(4.35)(4.36)代入(4.39)，以 $\Pi_{gov_s}^m$ 代表存在 m 家資源回收處理業者之社會福利函數的型式，其式子表示如下：

$$\Pi_{gov_s}^m = m \left((E-r)c + \frac{1}{2d}(E-r)^2(d-mk+k)^2 \right) \quad (4.42)$$

同樣地，以 $\Pi_{gov_s}^{m+1}$ 表示為 $m+1$ 資源回收處理業者時，相對應的社會福利函數，其式子表示如下：

$$\Pi_{gov_s}^{m+1} = (m+1) \left((E-r)c + \frac{1}{2d}(E-r)^2(d-mk)^2 \right) \quad (4.43)$$

將(4.43)減(4.42)，以 $\nabla \Pi_{gov_s}$ 表示相減結果，所得式子如下所示：

$$\begin{aligned} \nabla \Pi_{gov_s} &= (E-r)c + \frac{1}{2d}(m+1)(E-r)^2(d-mk)^2 \\ &\quad - \frac{m}{2d}(E-r)^2(d-mk+k)^2 \end{aligned} \quad (4.44)$$

欲求得隨著回收經營權發放數 m 增加，社會福利函數遞增的範圍，令(4.44)大於零， $D = \left(d^2 + \frac{2dc}{(E-r)} \right)$ ，並以 \underline{m} ， \bar{m} 代表所得範圍之解，表示如下：

$$\underline{m} = \frac{(4d+k) - \sqrt{(4d+k)^2 - 12D}}{6k} \quad (4.45)$$

$$\bar{m} = \frac{(4d+k) + \sqrt{(4d+k)^2 - 12D}}{6k} \quad (4.46)$$

觀察(4.45)與(4.46)，可推得 \bar{m} 大於 \underline{m} 。然而，由式子可知此二解未必存在，因此，本論文限定於探討實數解存在的情況。對資源回收處理業者而言，獎勵金水準存

在大於零的假設，由(4.35)可推得回收經營權的上界，以 m_{upper} 表示上界值，所得結果如下：

$$m_{upper} = \frac{d}{k} + 1 \quad (4.47)$$

探討 m_{upper} 與 \bar{m} 的相關位置，將(4.47)減去(4.46)，相減結果如下：

$$m_{upper} - \bar{m} = \frac{d}{3k} + \frac{5}{6} - \frac{\sqrt{(4d+k)^2 - 12\left(d^2 + \frac{2dc}{(E-r)}\right)}}{6k} \quad (4.48)$$

令(4.48)大於零，推導可得 m_{upper} 大於 \bar{m} 之條件如下：

$$12kd + 24k^2 + \frac{24dc}{(E-r)} > 0 \quad (4.49)$$

$c, d, k > 0$ ， $E-r > 0$ ，可知(4.49)必成立，意即 m_{upper} 恆大於 \bar{m} 。

在給定基管會社會福利函數與獎勵金水準大於零的情況下，回收經營權數之社會福利值於 0 至 \underline{m} 之段為遞增， \underline{m} 至 \bar{m} 區段則為遞減趨勢，超過 \bar{m} 後，直至 m_{upper} ，社會福利值再度遞增。根據上述推導，最佳回收經營權的數目會發生於 \underline{m} 或者是 m_{upper} 兩點，此兩點為實數值點，未必為整數值。然而，回收經營權數必然為整數值，若此兩點非整數值點時，需討論靠近該實數點的整數值。此外， m_{upper} 僅須探討最接近且小於該值之整數，令 m_{upper}^N 表示最接近 m_{upper} 之整數。若 \underline{m} 非為一整數值，以 \underline{m}^L 與 \underline{m}^R 分別代表最靠近 \underline{m} 之整數值，其中 \underline{m}^L 為小於 \underline{m} 之整數點， \underline{m}^R 為大於 \underline{m} 之整數點；相對地，若 \underline{m} 為一整數值，則 $\underline{m}^L = \underline{m}^R = \underline{m}$ 。將所需討論之點代入基管會之社會福利函數，比較其值孰大孰小，所得最大社會福利函數值對應的 m 值，即為基管會應發放的最佳回收經營權數目 m^* ，將 m^* 代入(4.35)(4.36)與(4.40)，可求得資源回收處理業者之最佳獎勵金水準及期望回收量與基管會之最適貼補費率。此外，觀察(4.47)與(4.35)，可導出 Proposition 3 之結果。

Proposition 3

回收經營權模式中，假若上界值 m_{upper} 為一整數值，且最佳回收權數目為 m_{upper} ，則獎勵金水準必然為零。

Proof

在上述條件下，回收經營權數目為 m_{upper} ，將(4.47)代入(4.35)，可推得資源回收處理業者的獎勵金水準為零，得證。 ■

Proposition 2 說明若回收經營權數目增加時，基管會應減少對市場的干預，降低貼補費率，而資源回收處理業者因應這樣的情況，應該降低獎勵金水準以求自身利益極大化。若政府發行可行之最大回收經營權數，基管會發行之貼補費率達到最低，此時回收市場可視為達到飽和，資源回收業者之獎勵金水準亦達到最低，即不發行獎勵金水準，轉而由民眾進行自發性回收。以下利用數值案例說明回收經營權模式的決策過程，並針對業者彼此間的影響參數做敏感度分析。

4.2.3 數值案例

本節數值案例的部分參數套用 4.1.4 節的設定值，責任業者之相關參數部分同樣以筆記型電腦市場情況，假定市場有五家競爭業者，相關數據與表 4 相同。回收市場部分，資源回收業者與基管會的決策必須經由比較才能決定。由於探討相同回收個體，業者面對同一市場，本案例設定期望回收量斜率參數 d 、業者互相影響的系數 k ，與回收清除處理成本 r 與獨占市場等值。在上述設定下，由(4.47)可求得本案例之回收經營權發放上限 m_{upper}^N 其值為 9。期望回收量截距參數 c 之經濟意義為不提供獎勵金時，回收業者可得的期望回收量，獨占市場僅有一家業者，其值設定為 5,600，但本模式回收市場存在超過一家回收處理業者，理論上，該值必須進行修正。回收經營權模式存在著發放數目的上界，因此，本論文將回收

量截距參數 c 設定為原始值 5,600 攤提至競爭業者數目的上界，此案例攤提後之 c 值等於 622，如此可確保不會高估期望回收量。計算 \underline{m} 前，必須先確認是否滿足實數解條件，在本案例的參數值設定下，實數解條件恰可滿足，求得 \underline{m} 之實數解為 3.26。針對 $\{\underline{m}^L, \underline{m}^R, m_{upper}^N\} = \{3, 4, 9\}$ 三點進行社會福利值比較，代入解析解後，社會福利值以百萬為單位，所得的結果如表 6 所示：

表 6：回收經營權模式決策比較表

	獎勵金水準	回收量	貼補費率	社會福利值
$\underline{m}^L = 3$	64	13,341	169	166.9
$\underline{m}^R = 4$	53	13,114	144	170
$m_{upper}^N = 9$	0	5,600	58	166.8

由表 6 可得基管會制定之回收經營權數目為 $\underline{m}^R = 4$ ，此時社會福利值達到最佳化。因此，對應的資源回收業者之獎勵金水準及回收量與基管會制定之最適貼補費率即為回收經營權模式之最佳決策。觀察表 2 與表 6，由 Proposition 1，本數值案例與福利獨占模式案例相比之，在各家競爭業者的單位變動成本與單一家廠商相同的情況下，兩案例的責任業者總製造量與市場價格均相同，但回收經營權模式制定的回收清除處理費用較高，由責任業者的利潤函式可得知，回收經營權模式之責任業者利潤總合低於福利獨占模式。回收經營權模式中，資源回收商的參數值與福利獨占模式差別於市場存在不只一家業者，且業者間對彼此的存在影響，其他參數則在相同的基準點做比較，回收經營權模式的獎勵金水準較低，但總回收量卻更高，可知在本數值案例中，基管會先決定最佳回收經營權數目，對回收廢棄品可能會更有效率。整體而言，兩模式於兩數值案例的社會福利函數值表現上，獨占市場的數值較高。

回收經營權模式參數值 k 的設定對結果影響甚鉅，當 k 值設定完成，對整個

回收市場產生相當大的變化，進而大幅影響整個社會福利函數的結果，因此，本論文針對該值做敏感度分析。由獎勵金水準大於零的假設，可推得 k 值需大於零，且低於參數值 d 。以 k 值的探討範圍為橫軸， k 雖然為連續型數值，但實際探討上難以分析這麼多值點，本論文以1作為最小值，最大值為80。令 m^* 表示最佳回收經營權數， $P_w^{m^*}$ 與 $\Pi_{gov}^{m^*}$ 為最佳回收經營權數下之獎勵金水準與社會福利值，社會福利值以百萬做為單位，所得結果列於表7：

表 7：參數 k 敏感度分析表

k	\underline{m}^L	\underline{m}^R	m_{upper}^N	m^*	$P_w^{m^*}$	$\Pi_{gov}^{m^*}$
1	27	28	81	28	56	170
2	13	14	41	14	57	168.3
5	5	6	17	6	58	167.28
8	3	4	11	4	60	167.03
10	3	4	9	4	53	166.96
20	1	2	5	2	63	166.81
30	1	2	3	2	53	166.78
40	1	2	3	3	0	166.77
50	0	1	2	1	85	166.76
60	0	1	2	1	85	166.79
70	0	1	2	1	85	166.8
80	0	1	2	1	85	166.82

灰色陰影代表該參數 k 對應的最佳回收經營權數，由表7可得知，在本案例中，以 \underline{m}^R 為最佳值的機會相當高。當 k 值越來越接近 d 值時，社會福利值雖然沒有呈現持續遞減的現象，但該值變動幅度不大，研判可能是因為 k 值越大，市場上

的競爭者減少，整個回收市場逐漸趨於穩定的結果。獎勵金水準方面，隨著 k 值上升，回收經營權模式的獎勵金最終與福利獨占模式（ $m=1$ ）等值，代表當 k 值處於在比較高的水準時，其他家業者的決策對自己本身的影響相當大，對同質性的回收個體而言，隨著 k 值上升，業者之間替代性提高，市場的競爭者數目下降，最終可能走向壟斷的結果。另外， k 值為 40 時，獎勵金水準驟降至零，此結果恰好印證 Proposition 3 的結果。



第五章 結論與未來研究方向

環境的議題日益受到重視，相關環境指令紛紛因應而出，基管會針對環境汙染防治，一方面對責任業者課回收清除處理費率，達到抑制產量過度生產的效果，另一方面，對資源回收處理業者進行貼補，期能促進回收活動。本論文利用賽局理論之 Stackelberg 模式建構回收系統的決策模型，決策者可在極大化自身目標下，依模型所求之解析解，得到應制定之最佳決策。模式構建依市場型態與探討議題分為三個部分，首先先針對獨占市場的情況，建立福利獨占模式與現行獨占模式的數學模型並求得決策結果，再利用一個數值案例進行敏感度分析，說明可能存在的趨勢。第二部分放寬獨占市場的限制，將福利獨占模式一般化為福利競爭模式，此模型更加符合市場現況。此外，責任業者生產技術水準相近，單位變動成本相去不遠，本論文說明若將所有責任業者之單位變動成本視為等值，基管會應該調升福利競爭模式之回收清除處理費率，直至與福利獨占模式之費率相等為止。第三部分，倘若基管會具有發行回收經營權的權力，本論文將資源回收處理業者視為相同個體，求得模式的最佳經營回收業者數目、最適費率與所有業者之決策。回收經營權數目會影響到基管會與業者的決策，隨著數目增加，基管會應該降低貼補費率，讓市場自由競爭。另外，在獎勵金水準大於零的假設下，若最佳回收經營權數為其可行之最大值，則資源回收處理業者不會發放獎勵金水準，回收模式轉變為消費者自行回收。

在模型的構建上，本論文尚有許多可以進一步探討的地方。首先，各費率模式的需求函數與期望獎勵金函數皆假設為線性函數，實際上，不同的產品有其特殊的函數，非線性函數可能更加適合描述產品所面對的市場，爾後可針對此點進行探討，觀察不同函數之結果差異。再者，本論文未將現行獨占模式之獨占市場的條件放寬，若能建構出現行獨占模式於競爭市場的結果，可以得到更全面性的

比較，衍伸出更多的經濟意涵。費率模式的結果尚有值得探討之處，回收經營權模式衍生之 Proposition 2 中，隨著回收經營權數增加，回收體系的總回收量增減未知，若能夠探討得知其變動的區塊，便能夠更加彈性的制定決策以配合政府的政策目標。除此之外，本論文並無探討業者於產能限制或者產品庫存的議題，若欲討論多期時間點的決策，庫存與產能可能成為考量的因素，日後研究可以本模型為發展基礎，進一步構建多期的問題。



參考文獻

1. Bansal, S., S. Gangopadhyay (2003) Tax/subsidy policies in presence of environmentally aware consumers. *Journal of Environmental Economics and Management* **45** 333-355.
2. California Integrated Waste Management Board
<http://www.ciwmb.ca.gov/>
上網日期：2008/08/26
3. Chol, C. (1996) Price competition in a duopoly common retailer channel. *Journal of Retailing* **72** 117-134.
4. Corbett, C. J., U. S. Karmarkar (2001) Competition and structure in serial supply chains with deterministic demand. *Journal of Management science* **47** 966-978.
5. Cremer, H., J.-F. Thisse (1999) On the taxation of polluting products in a differentiated industry. *European Economic Review* **43** 575-594.
6. Elliott, M. (2008, June 19) Looking for some good economic news? See laptop sales. CNET. Retrieved April 15, 2009 from World Wide Web:
http://news.cnet.com/8301-17938_105-9972629-1.html
7. Fernandez, R., R. Rogerson (1995) On the political economy of education subsidies. *The Review of Economic Studies*. **62** 249-262.
8. Fullerton, D., A. Wolverton (1997) The case for a two-part instrument presumptive tax and environmental subsidy. National Bureau of Economic Research. Working paper No. 5993.

9. Fullerton, D., A. Wolverton (2005) The two-part instrument in a second-best world. *Journal of Public Economics* **89** 1961-1975.
10. Gibbons, R. (1992) *Game Theory for Applied Economists*, New Jersey.
11. Gruber, J., L. Levitt (2000) Tax subsidies for health insurance: costs and benefits. *Journal of Health Affairs* **19** 72-85.
12. Hong, I-H., Y.-C. Chang, C.-S. Cheng (2007) Studies on subsidy and disposal fee determination in e-scrap reverse supply chain. *The 8th Asia Pacific Industrial Engineering & Management System*.
13. Hu, T.-L., J.-B. Sheu, K.-H. Huang(2002) A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardous wastes. *Transportation Research Part E* **38** 457-473.
14. Irwin, D. A., P. J. Klenow (1996) High-tech R&D subsidies — estimating the effects of Sematech. *Journal of International Economics* **40** 323-344.
15. Jehiel, P., B. Moldovanu (2000) License auctions and market structure. Working paper No. 01-21.
16. Jung, C., K. Krutilla, R. Boyd (1996) Incentives for advanced pollution abatement technology at the industry level: an evaluation of policy alternatives. *Journal of Environmental Economics and Management* **30** 95-111.
17. Kim, J.-C., K.-B. Chang(1993) An optimal tax/subsidy for output and pollution control under asymmetric information in oligopoly markets. *Journal of Regulatory Economics* **5** 183-197.
18. Lee, C.-H., S.-L. Chang, K.-M. Wang, L.-C. Wen (2000) Management of scrap computer recycling in Taiwan. *Journal of Hazardous Materials* **73** 209-220.

19. Lerner, J. (1998) The government as venture capitalist: the long-run impact of the SBIR program. National Bureau of Economic Research. Working paper No. 5753.
20. Lopez-Cunat, J. M. (1999) One-stage and two-stage entry cournot equilibria. *The Journal of Investigaciones Economicas* **23** 115-128.
21. Majumder, P., H. Groenevelt (2001) Competition in remanufacturing. *Production and Operations Management* **10** 125-141.
22. Mitra, S., S. Webster (2008) Competition in remanufacturing and the effects of government subsidies. *International Journal of Production Economics* **111** 287-298.
23. Peltzman, S. (1973) The effect of government subsidies-in-kind on private expenditures: the case of higher education. *The Journal of Political Economy* **81** 1-27.
24. Pigou, A. (1920) *The Economics of Welfare* MacMillan, London.
25. Toyasaki, F., T. Boyaci, V. Verter (2008) An analysis of monopolistic and competitive take-back schemes for WEEE recycling. Manuscript submitted for publication.
26. Walls, M., K. Palmer (2001) Upstream pollution, downstream waste disposal, and the design of comprehensive environmental policies. *Journal of Environmental Economics and Management* **41** 94-108.
27. 羅時芳 (2008), 「公告應回收廢電子電器及廢資訊物品環境影響成本推估及相關準則」, 行政院環保署委託研究計畫, 行政院環保署。
28. 鄭宗雄 (2007), 「應回收廢容器回收體系與基金收支運作檢討與評估」, 行政院環保署委託研究計畫, 行政院環保署。
29. 薛仲男 (2005), 歐盟三大環保指令簡介, 產經資訊, **第28期** 36-42。

30. 李慧瑜 (2005), 歐盟三大環保指令對我國電子及資訊產品的影響, 產經資訊, 第28期 43-48。
31. 台灣區電機電子同業公會 (2004), 「電子產業如何因應WEEE/RoHS之技術實務」, 電工資訊, 第162期。
32. 溫麗琪 (2005a), 「應回收廢棄物回收制度與費率架構檢討評估」, 行政院環保署委託研究計畫, 行政院環保署。
33. 溫麗琪 (2005b), 「廢棄物回收處理費之回收處理市場及誘因效果」, 人文及社會科學集刊, 第十七卷第三期 491-520。
34. 溫麗琪 (2006), 「應回收廢棄物責任業者範圍界定與費率因子檢討評估」, 行政院環保署委託研究計畫, 行政院環保署。
35. 葉俊榮 (2003), 「民主轉型與金錢政治的法律因應」, 國家研究發展, 第二卷第二期 1-29。
36. 袁聞 (2008), 加環境部長：聯邦不做倣卑省徵碳稅。大紀元。線上檢索日期：2008年11月19日。
網址：<http://epochtimes.com/b5/8/2/22/n2019806.htm>
37. 資源回收網
<http://recycle.epa.gov.tw/epa/index.asp>
上網日期：2008/08/11