

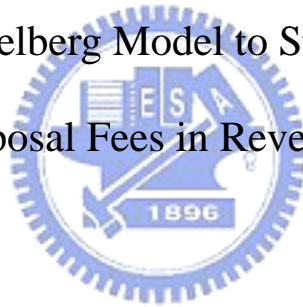
國立交通大學

工業工程與管理學系

碩士論文

應用 Stackelberg 模型探討逆向供應鏈之補貼與徵收費率

Applying the Stackelberg Model to Studying the Effect of
Subsidy and Disposal Fees in Reverse Supply Chains



研究生：鄭丞舜

指導教授：洪一薰 博士

張永佳 博士

中華民國九十六年六月

應用 Stackelberg 模型探討逆向供應鏈之補貼與徵收費率

學生：鄭丞舜

指導教授：洪一薰 博士

張永佳 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

摘 要

逆向供應鏈為從消費者端回到生產製造者端之網路系統，而資源回收即為其中的一環。無論官方或民間，資源回收在國際之間已是十分重視的議題，尤其是資訊產品，因伴隨著資訊產品研發速度加快及產量逐漸成長，汰舊換新的速度與廢資訊物品(e-scrap)的數量也隨之增加。由於廢資訊物品中含有毒物質與高價值之貴金屬物質，妥善的處置將有助於環境保護與減少自然資源的浪費，以達永續發展之目的。台灣現行資源回收系統在制定廢資訊物品之資源回收費率時，僅反應各項回收成本以及基金收支平衡，並未考慮周延，故無法有效鼓勵回收行為以降低污染排放量。因此，本研究依據現行制度，在延伸生產者責任與兩階段政策工具的架構之下，以分權式(decentralized)的角度，探討資源回收系統中，各別參與者之各自所關心之決策。本研究在 Stackelberg 模型架構下，以政府單位為領導者(leader)，責任業者及資源回收業者為跟隨者(followers)，建構廢資訊物品補貼與徵收費率模型，制定最適補貼與徵收費率，並探討費率公式中參數對於費率水準的影響。此外，本研究之數據案例可說明費率模型中，基管會制定最適費率之計算過程，與責任業者及資源回收業者之最適決策過程。所制定之費率在眾業者追求自身利潤極大化的情形下，可使資源回收系統趨於均衡狀態，以及達到社會福利極大化。

關鍵字：逆向供應鏈、廢資訊物品、延伸生產者責任、兩階段政策工具、分權式、Stackelberg 模型、責任業者、社會福利。

Applying The Stackelberg Model to Studying the Effect of Subsidy and Disposal Fees in Reverse Supply Chains

Abstract

Due to environmental concerns and legislative requirements, the disposition of end-of-life scrap electronics (e-scrap) is attracting tremendous attention in many parts. Government subsidies and disposal fees to a recycling system may play important roles in driving or curtailing the flows of recycled items. The current e-scrap recycling system in Taiwan determines the subsidy and disposal fee only under consideration of the balance between revenues and costs along with recycling operations. This paper presents a Stackelberg-typed model examining the impacts of exogenous subsidies and disposal fees on recycled material flows in a decentralized recycling system where each entity independently acts according to its own interests.

The model in this paper consists of the government, as a leader, and two groups of manufacturers, importers, and sellers (MIS) and recyclers as followers. To maximize the social welfare, the government determines the disposal fee paid by the group of MIS and the subsidy fee subsidizing recyclers when MIS sell or recyclers process a unit of products. After knowing the subsidy and disposal fees, MIS and recyclers behave at the equilibrium status by choosing optimal selling quantity in the market and optimal refund fee for customers who bring end-of-life products back to recyclers. Hence, those subsidy and disposal fees achieve the maximum of the social welfare in the equilibrium status where both MIS and recyclers gain their maximums of self-profits.

Keywords: Reverse supply chains; Stackelberg-typed model; Subsidy and disposal fees; Decentralized recycling system.

謝 誌

這篇謝誌代表兩年的碩士生涯將告結束，在交大工工所充實且愉快的求學過程，在這離別的一刻著實讓人感到一絲的不捨。論文的順利付梓，最要感謝的是指導老師張永佳教授與洪一薰教授，在論文撰寫及研究過程之中，與學生年齡相近的兩位教授，亦師亦友地指導我，無論是遇到什麼問題向老師們請教，老師們都能不厭其煩地解答。每週三下午固定的 meeting 更是督促自我進度的一帖良藥，自己對於研究有所想法時這段時間便是可以與老師們充分討論的好機會；即使該週沒有進度時，老師們也會提出一些想法與建議，刺激研究的寬度與深度，在此獻上對這兩位老師最深的謝意。此外，也感謝許錫美老師與梁高榮老師在論文提計畫及口試時給我許多寶貴的意見與指正，讓本論文更備完善。

005 研究室就像一個大家庭，在這的兩年裡承蒙許多人的照顧，93 級的大師兄、佩君以及跟我們一起畢業的阿詠，都十分照顧當時還是碩一小朋友的我。博班學長惠誠更是以大哥的身份，在日常生活中給予我很多建議與照顧。藍廢廢國維、24 處男阿威與梅竹英雄 alumni 學君，無論在課業或課餘時間的休閒上，更是我的良師益友，何其有幸在同個師門之下有這群好同學。95 級的佳儒、登凱、理維與佩均，加入 005 後，為我們帶來許多笑聲，口試期間也很感謝他們的幫忙。室友志凌更是我的好朋友，無論在任何問題上，都會提供許多建議給我，晚上更常常載著我到處去買宵夜，真是相當感謝。此外，也感謝 94 級的全體同學們，因為有大家，讓我在工工所的兩年留下豐富且美好的回憶。

最終，要感謝的是我的家人，我的父母親以及哥哥，讓我能夠在經濟上無後顧之憂的情形下，專心於課業之上，並且在我由統計轉往工工的決定上給予充分的支持。此外，我要特別感謝思雯，在遠赴新竹的兩年雖然不常見面，還是能夠體諒與支持我。

謹誌於

交通大學工業工程與管理學系

中華民國九十六年七月

目次

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.....	8
2.1 逆向供應鏈.....	8
2.2 環境政策工具探討.....	9
2.2.1 經濟誘因工具.....	10
2.2.2 延伸生產者責任.....	11
2.2.3 廢電子電機設備指令.....	12
2.3 台灣資源回收體系發展現況.....	13
2.4 國內外環保暨資源回收制度相關研究.....	15
2.5 發展模型之基礎理論.....	17
第三章資源回收系統費率模型建構.....	20
3.1 問題描述.....	20
3.1.1 供應鏈流.....	22
3.2 資源回收系統費率基本模型.....	24
3.2.1 費率基本模型假設.....	24
3.2.2 費率基本模型建構.....	26
3.2.3 最適決策.....	38

第四章 費率模型結果分析.....	40
4.1 敏感度分析	40
4.2 政策對利潤的影響.....	47
4.2.1 回收清除處理費用之影響	48
4.2.2 回收清除處理補貼費之影響	52
4.3 數值案例探討.....	57
第五章 結論與建議.....	61
5.1 結論	61
5.2 建議.....	62
參考文獻.....	64



表次

表 1 逆向、正向物流特徵比較表.....	9
表 2 環境政策工具相關文獻分類表	17
表 3 責任業者決策變數與參數表.....	26
表 4 資源回收處理業者決策變數與參數表	28
表 5 基管會決策變數與參數表.....	31



圖次

圖 1 研究架構圖.....	6
圖 2 四合一制度流程圖.....	13
圖 3 費率因子關連圖.....	14
圖 4 資源回收系統物流示意圖.....	22
圖 5 資源回收系統財務流示意圖.....	23
圖 6 資源回收系統資訊流示意圖.....	24
圖 7 消費者剩餘 α 推導示意圖.....	32
圖 8 消費者剩餘 β 推導示意圖.....	33
圖 9 回收清除處理費用影響效應圖.....	51
圖 10 回收清除處理補貼費影響效應圖.....	56
圖 11 回收清除處理費反應曲面圖.....	59
圖 12 回收清除處理補貼費反應曲面圖.....	60

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

由於工業革命的發展、近年來全球人口膨脹以及平均壽命延長，導致人類消耗比以往更多的自然資源，以支持生存所需，使得有限的自然資源數量明顯地日漸稀少，相對地也就越來越難以取得。除此之外，在經濟層面上，市場會受預期心理的影響，資源日漸稀少的情況會提前反映在市場價格上，譬如石油等與日常生活需求息息相關的自然資源，以上因素均會導致原物料價格持續上漲。上述情形對於處在供應鏈(supply chains)後端的製造商及消費者，在製造成本及消費支出金額上都會造成極大的壓力。因此，毫無節制地使用自然資源，除了會使自然資源快速地消耗殆盡而令後代無資源可用外，也會嚴重影響到生活於現今的我們。

另一方面，大量的生產及消費使用，勢必會產生大量的廢棄物。因此，如何妥善處理廢棄物是現今世界各國所關心研究的重要議題。而各種廢棄物之中，更以近二十年來發展迅速的資訊產業物品最為備受注目，主要是因為大部分的資訊物品成份中往往含有有毒物質及重金屬，例如苯以及汞。不當地處置報廢的資訊物品，譬如任意燃燒所產生的戴奧辛(Polychlorinated dibenzo-p-dioxins)，除了會污染自然環境之外，食物鏈上各階層的物種都會受其毒害，更會直接危害到人類的身體健康(行政院環保署 <http://www.epa.gov.tw/>)。故妥善規劃資源回收系統可有效減少污染排放量，降低污染環境的可能性；更可透過二次料(recycled material)的循環再利用，減少自然資源的消耗，同時舒緩原物料價格上漲的壓力。

此外，資訊物品產業的技術研發以及物品推陳出新的速度較其他產業顯著地的快速，加上現今社會上無論是商業、醫療、政府行政及教育等均要求電子化，消費者使用資訊物品的機會越來越多，物品汰舊換新的速度亦相當快速。據 Lee *et al.* (2000) 估計，從 1998 年起台灣每年報廢的個人

電腦數量可達三十萬台，此數量尚不包括個人電腦周邊設備，如印表機以及近兩三年逐漸被消費者接受使用的液晶顯示器(liquid crystal display, LCD)。故可預期的，未來國內每年所產生的廢資訊物品的數量將會持續成長。這樣的現象亦發生於其他國家，於是歐盟在 2002 年起開始制定廢電子電機設備指令(Waste Electrical and Electronic Equipment Directive, WEEE)，其主要目的在於規範製造商及回收業者須確保廢棄之電子電機設備獲得妥善的處理，並規劃詳細的物流權責以及費用支出負擔者，同時禁止未經處理便任意棄置廢棄物的行為(永續產業發產資訊網 <http://proj.moeaidb.gov.tw/isdn/index.php>)。

資源回收屬於逆向供應鏈(reverse supply chains)中的一環，與正向供應鏈(forward supply chains)最大不同之處在於物流。正向供應鏈的物流大致上是從製造商經由銷售商流向消費者，且上游廠商數目較下游廠商或最終端消費者少，即由參與者數目少者流往數目多者。而逆向供應鏈的物流由原本正向供應鏈的最終端且數目最多的消費者往回流，即轉變為由參與者數目多者流向數目少者。逆向供應鏈系統如同正向供應鏈，可藉由良好的設計與管理可達到有效率且反應快速的供應鏈系統，也可透過妥善規劃，建構一個資源回收系統，可有效回收絕大部份廢棄物，並將其中具有價值之物質經由加工製造成為可再次利用的二次料。

理論上，健全的市場可不需政府的介入而自行正常運作，但由於環境品質具有公共財的特性，並且環境污染為一種負面的外部性(externalities)。所謂的外部性是指人們的經濟行為有一部份的利益不能歸自己享受，或有部份成本不必自行負擔，而此種不須自行負擔的成本則稱為外部性成本(externalities cost)，即為負面的外部性，最典型的例子就是環境污染。因此，當市場無法有效率地配置資源去從事環境污染防治的工作，被稱之為市場失靈(market failure)，此時便提供政府介入干預市場的正當性(張清溪等人, 1995)。Bansal and Gangopadhyay (2003) 提出政府利用經


濟誘因工具干涉目標產業，探討產品製造商生產產品時的環保水準，促使整體產業降低污染排放量，以達到社會福利的極大化。早期經濟學者提倡以庇古稅(Pigouvian tax)降低負面的外部性，其效果在理論上可有效減少污染，但由於庇古稅必須直接針對污染行為及污染量課稅，然而這兩項均難以量化及完全監控，故實務上難以落實。爾後學者提出兩階段政策工具(two-part instrument)，對生產廠商按照產量課稅，使廠商將外部性成本內生化而減少產量，另外，再利用回收補貼的方式，促使增加廢棄物的實際回收處理量，以有效地達成保護環境之目的(溫麗琪，2005b)。而 Fullerton and Wolverton (1997) 也已經證明兩階段政策工具為有效抑制環境污染的經濟誘因工具，既可達到與庇古稅相同的效果，又容易與相關政策指令協商配套並徹底落實。

我國現行資源回收官方系統為行政院環境保護署(以下簡稱為環保署)所建構，管理組織為環保署資源回收基金管理委員會(以下簡稱為基管會)。此系統以兩階段政策工具為基本框架，以延伸生產者責任(extended producer responsibility, EPR)為概念。藉由上述工具及概念，現行之台灣資源回收系統，即是由製造及輸入業者(以下簡稱為責任業者)向政府繳納其產品最終廢棄時的回收清除處理費用，即污染者付費原則(polluter pays principle, PPP)，以反映產品於使用過後之負面外部性成本，進而減少污染排放。政府將所徵收之費用成立資源回收基金，由基管會管理，主要用於補貼實際執行回收清除處理相關廢棄物的資源回收業者，希望藉由此種補貼方式達到妥善清除處理廢棄物之目的。在現今制定費率時，無論是向責任業者徵回收清除處理費用，或是補助資源回收業者的回收清除處理補貼費之水準，為保持基管會基金收支平衡的原則之下，僅考慮能夠準確計算責任業者的產量及資源回收業者的各項成本等相關因素，如產量、銷售量、報廢量、環境影響成本、再利用價值、回收清除處理成本、基管會行政成本等，並分攤計算至年度各項費率內。然而此種計算方式未能表現出

所制定的費率對於業者之誘因效果，即可能因不同的費率水準對於產量有所影響，進而無法充分反應整體社會之福利。

資源回收系統中相關個體均獨立運作且目前國內尚未見到使用 Stackelberg 模型為發展概念計算資源回收系統費率的相關研究，故本研究採用 Stackelberg 模型發展費率水準之制定模型。以台灣資訊產業為研究對象，探討現今資源回收系統中對費率立場迥異的資源回收業者與責任業者，因應不同程度費率對於所造成的誘因效果效應，譬如資源回收業者領取多少補貼費用可促使其處理最大量的廢資訊物品等，並推導廢資訊物品之最適補貼與徵收費率，使得資源回收系統之責任業者與資源回收業者在可各別獲得利潤極大化的情況下，資源回收系統達到穩定均衡狀態，以及極大化社會福利。

1.2 研究目的



由於近年來台灣的廢資訊物品數量有明顯成長的趨勢，其廢棄物的數量也隨之增加。此外，資訊物品組成成份中含有許多貴金屬，如黃金、銀等，將之回收再利用可減緩使用自然資源的速度，避免環境過度開發。故本研究將研究對象設定為資訊物品產業，希望藉由本研究之貢獻，提供與現行資源回收系統不同之作法，目的在於可有效回收清除處理未來與日俱增的廢資訊物品，以作為政府制定相關費率之參考。

本研究依據我國現行資源回收系統架構，探討在政府基管會干涉之下，各種影響費率的重要因素，並以分權式(decentralized)的角度，求解相關系統參與者之決策變數。在分權式系統中，責任業者與資源回收業者均有權力決定自身的決策以因應基管會所制定之費率，並非由基管會估計決定之。再者，責任業者與資源回收業者可追求各別利潤的極大化，而基管會在基金收支平衡的前提下，訂定出最適的徵收與補貼費率，使責任業者

與資源回收業者獲得費率的誘因效果，進而使整個系統達到利潤均衡狀態，以及達到社會福利最適化與降低負面外部性的最終目標。

除此之外，更進一步深入探討誘因效果，即基管會對責任業者徵回收清除處理費，責任業者在利潤空間被壓縮的情況之下，為追求利潤極大化，其自身決策將如何改變及受何種參數影響，並且會造成產品之市場價格如何變化；同時，資源回收業者接受基管會的回收清除處理補貼費，不同的費率水準，會影響資源回收業者造成不同程度的誘因效果，資源回收業者改變決策，而該決策則會影響到資源回收市場。因此，良好的誘因效果可促使資源回收市場的活絡，增加實際回收量減少未回收廢棄物的污染量。簡言之，本研究欲制定完善考慮的費率水準，並將社會的外部性成本納入考量。目的除了有效地降低負面外部性，藉由基管會的介入，影響責任業者的產量，抑制自然資源的消耗以及產品製程中污染量的排放；以及資源回收業者刺激消費者落實資源回收，並妥善處理廢棄物，將資源再次利用，以達到永續發展。



1.3 研究方法與架構

本研究擬發展一套兼顧台灣現行制度以及學術理論之費率制定模型。因此，本研究先探討國內、外相關文獻以瞭解現今世界各國對於資源回收的發展近況、及我國資源回收體系的發展現況，進而決定本研究模型所需納入之相關因子。

本研究以 Stackelberg 模型(Stackelberg, 1934)作為費率模型之發展基礎理論。主要原因在於制定費率屬公共政策，故基管會在制定費率並公告實行的時間點，均較責任業者與資源回收處理業者實際執行業務之時間點早，並且責任業者與資源回收處理業者會因應基管會所制定之費率而改變生產策略。其情形相似於 Stackelberg 模型中之市場領導者(leader)與市場

跟隨者(follower)，即在制定生產策略時，跟隨者可事先觀察領導者之策略後，再依據其策略決定與改變自身之策略。

本研究根據挑選出制定費率所牽涉之相關因素，如產量、銷售量、報廢量、環境影響成本、再利用價值、回收清除處理成本、基管會行政成本等，分別建立責任業者、資源回收業者及政府基管會三方之目標利潤函數與目標社會福利函數。將現實情況中三方彼此影響的情形以 Stackelberg 模型中之領導者與跟隨者表示，並求解該模型之決策變數數值，推導出最適的費率水準，最後探討各項相關因素對於所制定之費率水準的影響與經濟意義，本研究之研究架構如圖 1。

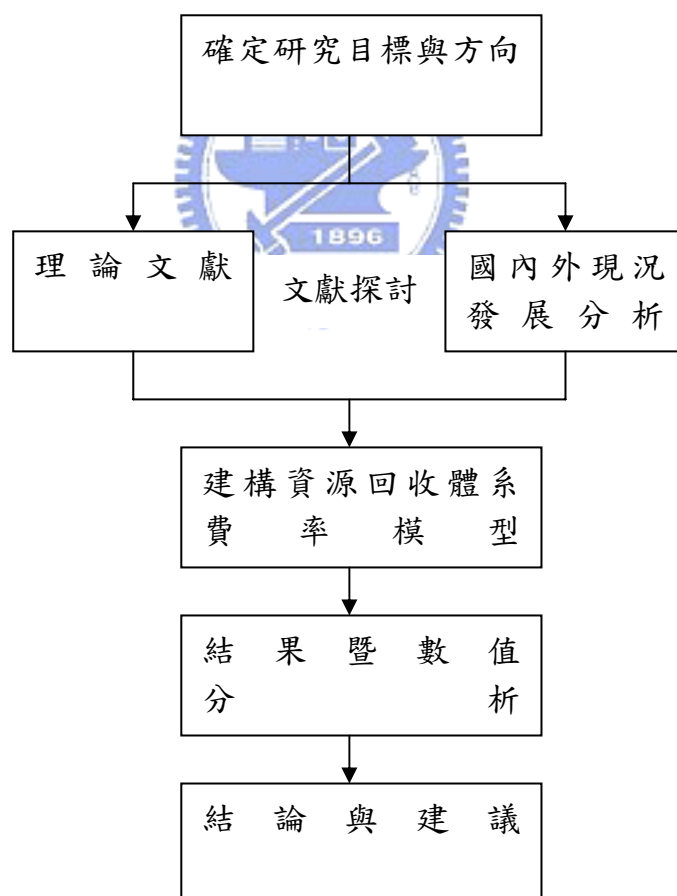


圖 1 研究架構圖

本論文共分為五章，第一章為緒論，包含上述之研究背景與動機、研究目的及研究方法與架構。第二章為文獻探討，蒐集探討在國內、外對於環保方面所應用政策工具的成效等相關文獻，並介紹 Stackelberg 模型理論，瞭解其原則與基本觀念，做為接下來發展模型之研究基礎。第三章為資源回收系統費率模型建構，其中包含問題定義、基本模型建構、環境假設、決策變數與相關參數選定原則及求解過程，為本研究之主要核心。第四章包含敏感度分析，即系統中各參與者之決策與費率水準如何受參數之影響，以及本研究模型中，眾參數對各參與者之利潤所造成的影響；此外，尚有一個數值案例探討，以具體的數據代入模型中，試求最適的費率。第五章則為本研究結論與未來研究方向之建議。



第二章 文獻探討

本研究致力於建構廢資訊物品的徵收及補貼費率，其中廢資訊物品包含個人電腦、筆記型電腦、電腦監視器及印表機。隨著科技的進步，資訊物品汰舊換新的速度越來越快，淘汰數量也急遽的增加。然而，政府可以藉著利用有效的環境政策工具及管理手法，促使廠商、消費者甚至參與資訊產業的所有成員能夠負起妥善地處置廢資訊物品的責任，除了可使用經過資源再製造的物質外，尚可避免資訊物品內有毒物質污染環境。此外，政策採用有效率的經濟誘因工具，可以使被管理者自發性地執行業務，並達到社會福利最適化。

本章主要分為兩大部份，第一部份的範圍包含了逆向供應鏈、經濟誘因工具原理、他國環保資源回收法規與環境政策工具應用，以及台灣資源回收系統發展現況，均為本研究發展費率模型之重要參考依據。第二部份探討本研究架構基本模型所需之理論基礎。



2.1 逆向供應鏈

一般而言，在社會上的各種產業，正向供應鏈(forward supply chains)及正向物流(forward logistics)的議題已被廣泛且深入地探討。然而，近年來隨著環保意識抬頭，也隨著顧客的要求越來越高，逆向供應鏈(reverse supply chains)或逆向物流(reverse logistics)也逐漸受到重視。逆向物流其中一部份的業務行為是回收(take-back)，即由消費者手中將已販賣出之產品取回，此回收動作可由消費者親自送往回收點或由業者到府服務。而回收點因後續業務之不同，有多種形式，例如零售商、物流中心等。而回收後亦有許多業務，如不良品銷毀、產品維修、產品再製造以及舊產品轉贈等，而廢棄物的資源回收處理即是逆向物流中相當重要的一環。因此在探討廢棄物資源回收系統時，必須了解正向物流與逆向物流的差異及其困難之

處，才能全面性地建構完善的資源回收系統。Tibben-Lembke and Rogers (2002)詳細說明逆向物流與正向物流之間的眾多差異，其中顯著影響到廢棄物資源回收系統的逆向物流特徵如表 1 所示。

表 1 逆向、正向物流特徵比較表

	逆向物流	正向物流
市場預測	困難	相較之下簡單
運輸模式	多對一	一對多
物品品質	不一致	一致的
來源管道	常有額外管道	標準管道
物品生命週期	較複雜	可管理控制的
協商情況	受額外情況而較複雜	與明確對象協商
行銷手法	受數個因素影響而複雜	明顯易知的

資料來源： Tibben-Lembke and Rogers (2002)

在表 1 所述的差異中，以回收物品數量預測困難對資源回收系統的影響最大。即民眾對於廢棄物的回收意願是造成資源回收物品數量難預測的主要因素，無法準確預估回收量造成現今基管會在制定徵收或補貼的費率時，難以計算出反應現實情況的合理費率。

2.2 環境政策工具探討

由於環境品質具有公共財之特性，環境所遭受到的污染為污染者的外部性成本，市場無法自行有效率地配置資源去從事污染防治的工作，即市場機能在充分發揮下，不能如所預期地達到最佳經濟效率，稱為市場失靈。此時政府必須使用公權力介入干涉，才可達到社會福利極大化。

2.2.1 經濟誘因工具

在眾多專家學者對於環境政策工具的討論之中，認為經濟誘因工具的效果會優於管制政策工具(溫麗琪，2005b)。管制政策工具意指政府利用權威直接控制被管理者以確保政策的執行；而經濟誘因工具則是政府給予經濟層面上不同程度的誘因，常見的誘因為補貼與課稅，可直接或間接鼓勵被管理者以自發性的行為執行業務，。

早期經濟誘因工具的代表為庇古稅(Pigouvian tax)；經濟學者所提倡的庇古稅，主要的概念在於針對廠商在生產產品時，其最終產品或生產活動所造成環境污染的問題，政府以課稅的方式促使污染者將環境外部性成本內生化。如此一來，雖然會造成產品價格上升及產量減少，但當課稅費率等於社會邊際成本(social marginal cost)時，整體社會的環境經濟資源配置會達到最適化(Baumol and Oates, 1988)，此為庇古稅最大的優點。但是庇古稅的缺點在於必須直接針對造成污染的最終產品或生產製造活動課稅，無法利用其他指標推論應稅費率及金額，因此會造成在監控污染行為及量測污染程度上付出龐大的成本。此外，許多非法傾倒行為均在夜間進行，在查緝的時間與人力方面無法執行全天候巡邏，無法有效防治非法的廢棄物處理行為。上述的缺點造成庇古稅在執行層面上的困難。

因此，有許多學者提出兩階段政策工具(two-part instrument, 2PI)，兩階段政策工具主要是由推定稅(presumptive tax)與環境補貼(environmental subsidy)所結合而成的政策工具。Fullerton and Wovlerton (1997)驗證了實施兩階段政策工具與實施庇古稅一樣可以達到與庇古稅理論相同的成效，更可以有效降低執行環境政策工具的成本，即不需嚴密監控污染行為及量測污染量，同時避免廢棄物的非法處置。故對政府而言，在實際執行上兩階段工具會較庇古稅可行。

2.2.2 延伸生產者責任

現今許多國家之資源回收制度均逐漸採用延伸生產者責任的概念，例如歐盟以及台灣。EPR 首見於 Lindhquist 於 1990 年與 1992 年為瑞典環境部所完成之研究報告之中；根據 Lindhquist (1992)對延伸生產者責任的基本定義為：「延伸生產者責任乃是一環境保護原則，其目的在達成減少產品對環境衝擊，產品生產者必須在產品完整的生命週期中對該產品負全部的責任，特別是該產品的回收、循環再利用及最終處置。延伸生產者責任的推動有賴行政、經濟及資訊工具的運用，而上述工具的組成，決定延伸生產者責任推動的確切型式」。即是要求生產者並非僅考慮生產產品至銷售階段而已，必須連同販售後至產品生命週期結束之責任一同負擔。延伸生產者責任分為下列四種責任(吳澤欣，2004)：

(1) 法律責任(liability)

指生產者在產品的生命週期中(包括使用階段及最終棄置階段)必須對所有依法認定之環保損害，負擔法律責任。

(2) 經濟責任(economic responsibility)

指生產者必須負擔全部或部份廢物品回收、循環再利用及最終處置的費用，此項費用得以付費方式繳交。

(3) 實體性責任(physical responsibility)

指在產品的生產製造及回收處理等技術程序中生產者所需負擔之責任，此一責任包括設計、製造及回收技術的應用、研發乃至回收處理體系的組織與管理責任。

(4) 資訊性責任(informative responsibility)

此一責任乃突顯延伸生產者責任中，生產者對於與產品相關之各項資訊(如原料、製程、成份、性能、回收再利用等)，所需負擔誠實揭露之責任。

2.2.3 廢電子電機設備指令

由於延伸生產者責任之推廣發展，歐盟於 2002 年所制定之廢電子電機設備指令(Waste Electrical and Electronic Equipment Directive, WEEE)，即是採用延伸生產者責任之精神與做法。主要目的在於製造商及回收業者須確保廢棄之電子電機設備獲得妥善的處理，規劃詳細的物流權責以及費用支出負擔者，禁止未經處理便任意棄置廢棄物。而 WEEE 管制要點包括以下五點(WEEE 生產者責任網 <http://www.etc.org.tw/>)：

(1) 產品綠色設計

即製造商之產品必須是經由綠色設計與綠色製程所生產，對環境友善之綠色產品。

(2) 產品 WEEE 之回收率達成

對於廢棄物回收率而言，依不同產品種類，WEEE 均明文公告每年回收率目標，廢棄物回收必須達到指令之目的水準，例如資訊產品之回收率需超過 75%，而再利用率需超過 65%。

(3) 產品 WEEE 之回收與處理

廢棄物之各項產品種類，必須依據 WEEE 之各別規定確實執行回收與資源化處理。

(4) 生產者 WEEE 回收費用負擔

根據延伸生產者責任之精神，製造商必須擔負其生產產品於廢棄後之回收及處理責任，故回收之經濟責任即為製造商負擔。

(5) 產品 WEEE 資訊提供

根據延伸生產者責任之精神，製造商必須誠實提供產品相關之各項資訊(如原料、製程、成份、性能、回收再利用等)，使消費者瞭解並協助回收業者回收與處理。

2.3 台灣資源回收體系發展現況

有鑒於兩階段政策工具具有較佳的效率及可行性，因此台灣的資源回收系統也是採取兩階段政策工具為環境政策工具的基本框架，並以延伸生產者責任為主要精神。由行政院環保署在民國八十七年七月成立「資源回收管理基金委員會」，並實施四合一制度，藉由市場經濟機制，結合製造體系與資源回收系統，即結合社區民眾、地方政府清潔隊、資源回收商及回收基金，來組織台灣的資源回收系統，如圖 2 所示：

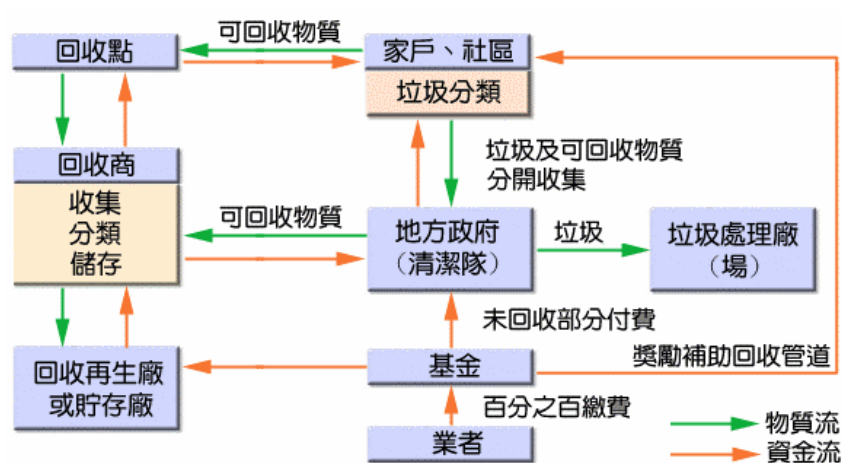


圖 2 四合一制度流程圖

資料來源：行政院環保署(<http://ivy3.epa.gov.tw/3ok/history03.htm>)

台灣基管會的兩階段政策工具精神建構於延伸生產者責任，即基管會規定產品的製造者、進口者及銷售者(Manufacturer, Importer and Seller, MIS)為責任業者，需對產品負起妥善處置的責任，故對其收取廢棄物的回收清除處理費作為資源回收基金(Lee *et al.*, 2000)。此基金主要用途在於補貼資源回收業者，希望促進台灣資源回收的效率，解決負面外部性問題。然而，現階段基管會在制定徵收與補貼費率時，主要站在政府基管會的立場，以中央集權式(centralized)的角度考慮影響費率的重要因子來計算費率，即除了政府外，其他系統參與者均無法做出任何決策，必須依據政府之決策執行，如圖 3 所示：

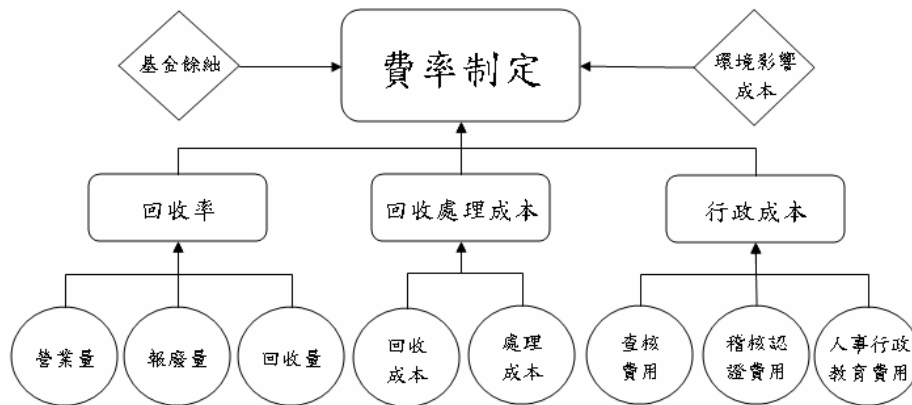


圖 3 費率因子關連圖

資料來源：溫麗琪 (2005a)

其中可能未知的參數均以估計值代替；因此，報廢量是以使用年限法及持有數法為估計方法，並以趨勢函數推估產業未來的營業量，最後所得之計算公式如下所示(溫麗琪，2006)：

$$\text{費率} = [C \times W \times \alpha 1 + G \times W \times \alpha 2 + E \times W \times \alpha 3 + L - F] / S$$

C ：單位資源回收處理成本

$\alpha 1$ ：回收率

$\alpha 2$ ：未回收已清理率

$\alpha 3$ ：未回收未清理率

G ：殘餘物最終焚化或掩埋處理之平均加權成本

E ：殘餘物清理之平均環境外部或影響成本

F ：信託基金結餘攤銷數

W ：報廢量

S ：營業量

$$\beta = \text{廢棄物產生率} = \text{報廢量} / \text{營業量} = W / S$$

$$\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 = 1$$

L ：稽徵成本

由上述公式可得知，該公式僅反應回收處理之成本使得基管會基金收

支平衡，並未考慮資源回收系統是否均衡以及社會福利是否達最適化。由於政府的經濟決策，均涉及利益之重分配，使用中央集權式之費率制定方式無法考慮到各個系統參與者之利潤，易產生不良之副作用，而發生政府失靈的情況。

2.4 國內外環保暨資源回收制度相關研究

溫麗琪 (2005b)以分權式(decentralized)的角度分別就生產者及回收處理商建構不同的目標函數，說明政府利用課稅及補貼的經濟誘因工具，干預資源回收系統的確會使社會福利達到最適化。此外，Shih (2001)以及 Hu *et al.* (2002)均針對資源回收處理商，以極小化其總成本為目標函數，探討回收處理設備的設施規劃(數量、地點及產能規模)，以及在各回收階段(蒐集、儲存及處理)的最適處理量。在探討及建構具體之資源回收系統時，對於回收處理商的利潤與成本面提供了有用及詳細的參考。

另外，溫麗琪 (2005a)亦提出可依回收處理廠商可資源化比例給予不同水準的補貼；在原本經濟誘因工具均等費率的基礎下，實施差異化補貼費率，將使得回收廠商願意投資研發回收設備以達到更高的資源化比例，乃至於獲得更多的補貼，就整體而言會達到更理想的資源回收系統。

國際上，有許多結合課稅與補貼的兩階段政策工具之應用案例；更進一步，有文獻提供在兩階段政策工具的基礎之下，發展不同的實施方式，其目的皆在於極大化社會福利與極小化外部性成本。Bansal and Gangopadhyay (2003)與溫麗琪 (2005b)均探討政府是否該以兩階段政策工具干預市場，以及採用何種干預方式，對於環境品質及社會福利的正面影響會最佳，但其不同之處在於前者以消費者效用為出發點，以兩階段耐許賽局(two-stage Nash game)為研究模型，觀察廠商如何決定自身的環保水準，及如何影響對方做出決策，以獲得較佳的利潤，同時也提供政府資訊

決定對哪家廠商採取課稅及補貼的行動，最後得到採用差異化補貼的方式，將使所有廠商的環保水準及消費者剩餘上升，進而增加社會福利。

由於資源回收所再生可利用的二次料，在自然資源蘊藏量有限的情況下，可減緩使用自然資源的速度，避免資源枯竭。因此，除了探討上述針對產品製程(process)及產出(output)所造成的環境負面外部性之外，更可以納入產品生命週期(life cycle)的觀念，即進一步探討產品投入料(input)的來源，Palmer and Walls (1997) 與 Walls and Palmer (2001)說明了以極大化淨社會剩餘(net social surplus, NSS)為最終目標，並在政府規定之回收物質含量標準及價格參數之下，廠商應該如何拿捏投入生產產品的新料(virgin material)及二次料的比例，以獲得政府的補貼或甚至免於課稅。

本研究依照所探討文獻之模型，針對不同的目標與參與者加以分類，如表 2 所示：



表 2 環境政策工具相關文獻分類表

論文作者	模型觀點	目標	課稅對象	補貼對象	是否考慮差異化費率
溫麗琪(2006)	中央集權式	基金收支平衡	責任業者	回收處理業者	有
溫麗琪(2005.b)	分權式	最適社會福利	生產者	回收處理商	無
Fullerton and Wolverton(2005)	分權式	最適社會福利	製造商	製造商	有
Palmer and Walls(1997) 與 Walls and Palmer(2001)	分權式	最適社會福利	製造商(較不注重環保)	製造商(較注重環保)	有
Shih(2001)	中央集權式	極小回收成本	無	無	無
Bansal and Gangopadhyay (2003)	分權式	最適社會福利	製造商	製造商	有
Hu <i>et al.</i> (2002)	分權式	極小回收成本	無	無	無

(資料來源：本研究整理)

2.5 發展模型之基礎理論

本研究採用賽局理論中之 Stackelberg 模型，作為模型發展之理論基礎。此模型為 Stackelberg 在 1934 年所提出，適用於寡占市場，主要概念為市場中廠商依據主要廠商之資訊決定其生產產量，以追求利潤極大化 (Gibbons,1992)。Stackelberg 模型依廠商彼此之間的規模不同，其中較具規模之廠商為市場領導者(leader)，而較不具規模之廠商為市場跟隨者(follower)，造成跟隨者會先行觀察領導者之生產產量後才決定自己的生產產量。換言之，此市場中將會有一家具領導性的廠商會將其他廠商的決策

納入考量，並在其他家廠商設定產量之前即設定好它的產量。(Pindyck and Rubinfeld, 2005)

Gibbons (1992)利用一個簡單的推導模型說明 Stackelberg 模型之意義，其說明如下：

假設存在一個雙占市場(Duopoly)，廠商一為市場領導者，生產產量為 $q_1 \geq 0$ ；廠商二為市場跟隨者，生產產量為 $q_2 \geq 0$ 。而無論哪家廠商，其利潤函數均為 $\pi_i(q_i, q_j) = q_i[P(Q) - c]$ ，其中 $P(Q) = a - Q$ 為描述市場需求及價格關係之函數 ($a > 0$)， $P(Q)$ 為市場價格， Q 為市場總產量 (即 $Q = q_1 + q_2$)，常數 c 為製造邊際成本。

Stackelberg 模型從跟隨者之反應開始建構，因此首先必須列出廠商二在觀察廠商一之產量後，所決定產量之利潤函數：

$$\max_{q_2 \geq 0} \pi_2(q_1, q_2) = \max_{q_2 \geq 0} q_2[a - q_1 - q_2 - c]$$

對廠商二利潤函數作一階微分，可得到廠商二因應廠商一之產量 q_1 所反應之最適生產產量為：

$$R_2(q_1) = \frac{a - q_1 - c}{2} = q_2$$

再將 $R_2(q_1)$ 代入市場領導者廠商一之利潤函數，即為：

$$\begin{aligned} \max_{q_1 \geq 0} \pi_1(q_1, R_2(q_1)) &= \max_{q_1 \geq 0} q_1[a - q_1 - R_2(q_1) - c] \\ &= \max_{q_1 \geq 0} q_1 \frac{a - q_1 - c}{2} \end{aligned}$$

對廠商一利潤函數作一階微分，可得廠商一之最佳生產產量 q_1^* ，並 q_1^*

代入 $R_2(q_1)$ 即可得廠商二之最佳生產產量 q_2^* ，即為：

$$q_1^* = \frac{a - c}{2} \quad \text{以及} \quad q_2^* = R_2(q_1^*) = \frac{a - c}{4}$$

由於基管會在制定費率並公告實行的時間點，均較責任業者與資源回收處理業者實際執行業務之時間點早，而責任業者與資源回收處理業者會

因應基管會所制定之費率改變其生產策略，故基管會相似於 Stackelberg 模型中之市場領導者，而責任業者與資源回收處理業者則相似市場跟隨者。因此，本研究選用 Stackelberg 模型作為費率模型之發展理論基礎。



第三章 資源回收系統費率模型建構

本章節依據第二章之文獻探討，強調在符合實際的情況下，應用 Stackelberg 模型發展資源回收系統費率建構模型。藉由此模型可滿足系統中責任業者與資源回收業者利潤極大化的目標，乃至於資源回收系統達到均衡狀態，以求得最適徵收與補貼費率，同時極大化整體社會的福利。以下為本研究建構模型之方法。

3.1 問題描述

資源回收可減低廢棄物量、緩衝廢棄物處置之壓力，而二次料的使用亦可減緩自然資源的消耗；此外，由於污染的負面外部性使得市場無法有效地配置資源從事污染防治的工作，造成市場失靈的情況產生，也提供政府介入的正當性。綜合上述兩點，基管會利用以延伸生產者責任為主要概念的兩階段政策工具，建構台灣資源回收系統。

兩階段政策工具為眾多經濟誘因工具其中之一；現行體系對於責任業者徵收回收清除處理費與補貼資源回收業者的回收清除處理補貼費即是兩階段政策工具的應用。無論是基管會、責任業者與資源回收業者對於徵收與補貼的費率均有不同的立場；基本上，責任業者希望繳交的費用越少越好，反之資源回收業者希望回收清除處理補貼費越多越好，而基管會則希望能夠藉由所制定的費率，極大化社會福利使得廢棄物的總回收量與總處理量增加。然而，現行費率制定的方法僅在維持基管會基金收支平衡的前提下，反應回收清除處理的成本與廢棄物未妥善處理而直接影響環境的成本(溫麗琪，2006)。換言之，所計算出之費率僅代表在資源回收方面的平均成本(average cost)，也就是資源回收處理所需的社會成本，而缺乏總體效益(aggregate benefit)的概念，即資源回收對社會帶來的好處，譬如廢棄物減量可減少污染排放量以及自然資源的再利用。因此，針對環境品質

之類的公共財，依據經濟學之理論，最適費率是由邊際成本與邊際效益所決定(張清溪等人，1995)；當邊際成本與邊際效益相等時，對污染者的課稅行為，會使得稅賦金額內生化為污染者的成本，進而提高產品價格、反應產品生產或消費之外部成本，達到減少污染排放，使其經濟活動達到社會最適水準。綜合以上，台灣現行之資源回收系統的費率計算公式，並無法有效率地減低污染量以及達到社會福利極大化的目的。

本研究針對基管會、責任業者、資源回收業者與消費者所組成之資源回收系統，探討基管會所訂定之最適費率、責任業者最適產量以及資源回收業者的最適處理量。系統參與者之角色與功能分述如下：

- (1) 系統參與者為基管會、責任業者、資源回收業者以及消費者。
- (2) 責任業者為生產、進口與銷售資訊物品的資訊物品產業廠商。
- (3) 基管會負責制定費率，經由第三方組織稽核產品產量及廢棄物回收處理量後，向責任業者徵回收清除處理費用，以及發放回收清除處理補貼費給資源回收業者。
- (4) 消費者購買責任業者所生產之資訊物品，並在產品使用完畢之後，可能會送至資源回收業者。
- (5) 資源回收業者由消費者蒐集回收廢資訊物品，經由加工處理製程，產出可再利用的二次料，於二次料市場中銷售，並妥善處置加工後仍無法再利用之殘渣。

於上述系統參與者中，責任業者與資源回收業者均希望達到利潤極大化，卻對於費率有不同的觀點，例如責任業者希望被收取的清除費率越低，其利潤及產量才越高；資源回收業者則希望補貼費率越高越好。然而，補貼費是從徵收的清除費用中編列而來，兩方所期待的費率水準不盡相同，若制定的費率不夠完善，會使得整個系統趨於不穩定易產生弊端，且缺乏效率。因此，本研究希望制定出資源回收系統最適費率，使整個系統達到均衡狀態，同時極大社會福利及減低負面外部性所帶來的影響。詳細

之假設及相關因素設定將在以下章節說明。

3.1.1 供應鏈流

資源回收系統屬於逆向供應鏈其中之一環，與正向供應鏈相同，逆向供應鏈也存在物流(logistics)、財務流(cash flow)及資訊流(information flow)。本研究模型環境之供應鏈流分述如下：

(1) 物流

責任業者將自然資源，包含新料及二次料，製造成最終產品或自他國將成品輸入我國，並在市場上銷售。消費者購買該產品，而具環保意識的消費者在使用產品完畢後會將廢棄物送至資源回收業者回收處理。資源回收業者收集消費者的廢資訊物品，經過加工處理，製造成可再次利用的二次料，銷往二次料市場，並妥善處置加工後仍無法再利用之殘渣。在此階段，基管會由第三方組織稽核責任業者的生產產量及資源回收業者回收處理量，而無直接實質介入，資源回收系統之物流部份如圖 4 所示：

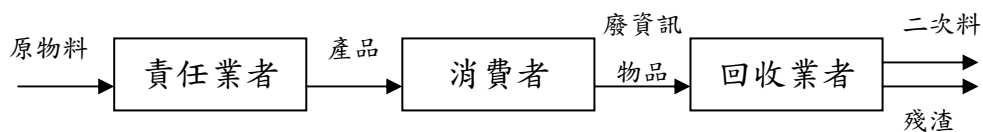


圖 4 資源回收系統物流示意圖

資料來源：本研究整理

(2) 財務流

我國資源回收系統所使用的兩階段政策工具，即是責任業者繳交回收清除處理費用給基管會，再由基管會發放回收清除處理補貼費給資源回收業者。此外，自民國九十一年度起廢資訊物品回收成本納入回收清除處理補貼費中，資源回收業者可視回收市

場自行決定是否補貼及補貼金額多寡給予消費者(行政院環保署基管會資源回收網 <http://recycle.epa.gov.tw/>)。因此，資源回收體系之財務流部份如圖 5 所示：

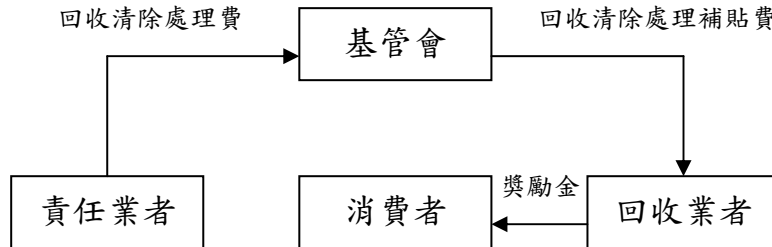


圖 5 資源回收系統財務流示意圖
資料來源：本研究整理

(3) 資訊流

現行資源回收系統的資訊流僅包含兩大項目，其一是基管會向責任業者與資源回收業者公告各項相關費率，其二為第三方組織稽核各階段物品數量，並呈報基管會，皆為使資源回收系統正常運作所需之資訊。但本研究的資訊流著重於在制定費率階段及流程，因此與現行系統的資訊流有所不同。

實務上，基管會在審議費率時，審議時機較費率公告實行為早，基管會必須考量與估計各種相關因素之數值以制定費率。因此在所有系統參與者中，基管會為最先決定策略的角色，此點符合 Stackelberg 模型之情境假設。故本研究將基管會設定為 Stackelberg 模型中市場領導者的角色，而責任業者與資源回收業者均設定為市場跟隨者。

因此，資源回收系統資訊流如圖 6 所表示。在第一階段時，假設基管會已制定出回收清除處理費用以及回收清除處理補貼費，並公告實行。第二階段當責任業者與資源回收業者預期得到該費率訊息後，必然會改變其生產策略，以因應費率對利潤所造

成的影響。本研究假設，基管會可得知在公告的費率水準之下，責任業者與資源回收業者之產量會如何改變，再調整其費率即可得到最適費率水準，使整體系統達到均衡狀態。

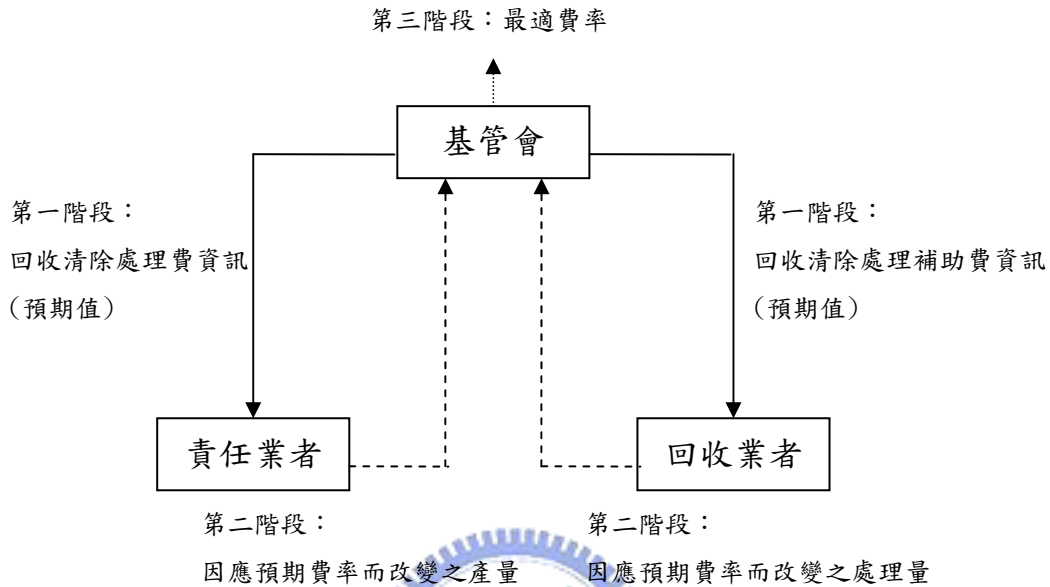


圖 6 資源回收系統資訊流示意圖

資料來源：本研究整理

3.2 資源回收系統費率基本模型

由於實際資源回收系統參與者數目眾多，尤其是責任業者的數量更是難以將之全部考慮於內，實務上，資訊物品產業之生產策略受許多因素所影響，其中包含本研究無法控制，以及不影響本研究探討範圍之相關因素。因此，本研究為了消除與資源回收無關之因素所帶來的影響，以及明確地說明模型的建構過程，故建立一個基本模型，以假設單純化原本複雜的系統，並僅考慮與資源回收相關之因素。以下為此基本模型建構方法。

3.2.1 費率基本模型假設

為求簡潔地表示模型建構過程，以及符合實際產業特性，本模型之假

設說明如下：

- (1) 責任業者、資源回收處理業者以及消費者均視為單一群體。雖然以上三種參與者，每一種均存在有許多相異的獨立個體，但本研究以群體集合視之，即假設個體有相同的行為模式。
- (2) 由於資訊物品產業市場集中度高，產業進入市場的門檻高，資訊物品市場實為寡占市場。雖然廠商有控制價格之能力，廠商之間生產與訂價策略上彼此牽制，導致價格具有僵固性。且本研究基本模型將責任業者視為單一群體，故假設同一時期內，市場價格僅受產量影響。
- (3) 對消費者而言，責任業者所提供的資訊物品為同質性產品。
- (4) 僅考慮購買責任業者所提供之資訊物品的消費者。
- (5) 回收數量僅考慮進入環保署所設置之官方回收點部份。
- (6) 廢資訊物品經過回收加工處理所生產之二次料，其利潤以每單位物品資源化處理後價值計算
- (7) 不考慮責任業者與資源回收處理業者的產能限制。
- (8) 不考慮基管會維持與行政作業成本。
- (9) 責任業者生產資訊物品時，不考慮詳細成本結構，僅考慮生產每單位製造變動成本與總製造固定成本
- (10) 由於實際上各家處理廠之技術水準不同，導致每單位資源化價值不同，而基本模型中假設資源回收業者可資源化比例均相同，因此每單位資源化價值相同；可資源化比例意指可生產二次料重量佔原回收廢棄物重量之百分比。
- (11) 均一費率；即責任業者們所繳交之回收清除處理費用均相同與資源回收處理業者們獲得之回收清除處理補貼費也相同。

3.2.2 費率基本模型建構

本研究以賽局理論中之 Stackelberg 模型為架構，將資源回收系統分為三個子系統，分別為責任業者、資源回收處理業者與基管會。詳細建構過程如下。

(1) 責任業者(Manufacturer, Importer and Seller, MIS)

責任業者生產、進口與銷售資訊物品，並得知基管會將針對產量收取回收清除處理費用，而將被收取之費用內生化成本，因會壓縮到其利潤空間，故將之反應於生產數量，以求利潤極大化。責任業者之變數與參數的定義如表 3 所列：

表 3 責任業者決策變數與參數表

代號		定義與代表涵義
決策變數	Q_x	資訊物品之生產數量，即為責任業者所決定之決策變數
參數	P_x	資訊物品之價格
	C_v	生產資訊物品時的單位製造變動成本
	C_f	生產資訊物品時的總製造固定成本
	t	基管會所徵收的單位回收清除處理費用，為從量稅

本研究假設資訊物品在同一時期內，市場價格僅隨著產品需求量而變動，而單一廠商無法左右市場價格，故廠商之決策變數為生產數量。由於本研究基本模型為資源回收系統費率模型之雛型，故參考賽局理論 (Gibbons, 1992) 與個體經濟學 (Pindyck and Rubinfeld, 2005) 之中常以線性函數表示需求與供給函數。故本研究亦使用簡單線性需求函數描述市場需求，即 $P_x = a - bQ_x$ ，其中 a 與 b 為需求函數之係數。並假設市場銷

售量即為責任業者產量，以減少供需不平衡所造成之影響。

因此，依據廠商追求利潤極大化的目標，目標函數可設定為責任業者的利潤函數 Z_{MIS} ，如下等式所示：

$$\underset{Q_x \geq 0}{Max} Z_{MIS} = (P_x - C_v - t)Q_x - C_f \quad (1)$$

故當責任業者獲悉基管會對其收取之稅率為 t 後，其產量將如何因應以保持利潤極大化，可由(1)之利潤函數推導如下：

將 $P_x = a - bQ_x$ ， $a, b > 0$ 代入 (1)

$$\begin{aligned} \text{即 } \underset{Q_x \geq 0}{Max} Z_{MIS} &= [a - bQ_x - C_v - t]Q_x - C_f \\ &= -bQ_x^2 + (a - C_v - t)Q_x - C_f \end{aligned} \quad (2)$$

並將(2)對 Q_x 偏微分取一階導函數並令之為0，可得

$$\frac{\partial Z_{MIS}}{\partial Q_x} = -2bQ_x + a - C_v - t = 0 \quad (3)$$

(3)經移項整理後得到

$$Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b} \quad (4)$$

檢查二階導函數

$$\frac{\partial^2 Z_{MIS}}{\partial Q_x^2} = -2b < 0$$

故責任業者為因應被徵收之回收清除處理費用 t ，其生產產量為 $Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b}$ 時，可極大化其利潤，其中 a 、 b 與 C_v 為已知參數， t 為基管會所決定之參數。

(2) 資源回收處理業者(processor, proc)

資源回收處理業者獲悉基管會的補貼費用水準後，可決定補助消費者多少獎勵金以刺激回收數量，如同責任業者，資源回收處理業者回收廢棄資訊物品也是追求自身之利潤極大化，其收入來源包

括販賣二次料所得利潤以及基管會補助的補貼費用，因此資源回收業者會希望基管會補助的金額越高越好。而資源回收業者的成本支出包含獎勵消費者回收的獎勵金支出成本與資源化處理成本。此外，由於本模型假設不存在產能限制，故消費者送至回收點的數量即為資源回收處理的數量。資源回收處理業者之變數與參數的意義如表 4 所列：

表 4 資源回收處理業者決策變數與參數表

代號		定義與代表涵義
決策變數	P_w	消費者回收獎勵金；自民國九十一年起，業者可自行決定是否發放以及發放多少獎勵金(基管會資源回收網 http://recycle.epa.gov.tw/)。而資源回收處理業者依據基管會補貼費用多寡、各種成本以及多少獎勵金可刺激多少回收量取捨而來，為資源回收處理業者之決策變數。
	Q_c	回收量暨處理量；由於不存在產能限制，故消費者送至回收點的數量即為資源回收處理的數量
參數	s	基管會所補助回收清除處理補貼費，依回收量補貼
	r	單位淨處理成本；即單位資源化處理成本加上單位廢棄物成本並扣除單位資源化價值。若為負值，則代表單位收益大於單位成本；正值則代表單位成本大於單位收益。

單位淨處理成本中之廢棄物成本為廢棄物經過資源化處理後，所剩餘不能再利用的殘餘部份，資源回收業者需要負起妥善處置的責任。此外，根據溫麗琪(2005a)的處理廠成本計算資料指出，處理廠在處理各項廢資源物品的淨處理成本皆為正值。因此在本研究基本模型中，單位淨處理成本將以扣除項呈現於資源回收處理業者之

利潤函數。

由於此模型中假設存在消費者與資源回收處理業者均有獎勵金越高回收量越多的共識，即存在 $Q_c = c + dP_w$ 的關係。因此，依據廠商追求利潤極大化的目標，目標函數可設定為資源回收處理業者的利潤函數 Z_{proc} ，如式(5)所示：

$$\text{Max}_{P_w} Z_{proc} = (s - P_w - r)Q_c \quad (5)$$

資源回收處理業者得知補貼費用後，所決定之消費者獎勵金水準會影響回收量，而回收量又會影響補貼金總額以及總成本(包含獎勵金支出與淨處理成本)，然而獎勵金也受補貼費用水準之影響。因此，為極大資源回收處理業者之利潤，可由資源回收處理業者之利潤函數(5)推導如下：

將 $Q_c = c + dP_w$ ， $c, d > 0$ 代入 (5)

即

$$\text{Max}_{P_w} Z_{proc} = (s - P_w - r)(c + dP_w) \quad (6)$$

將(6)對 P_w 偏微分取一階導函數並令之為 0，可得

$$\frac{\partial Z_{proc}}{\partial P_w} = -2dP_w + (sd - c - rd)P_w = 0 \quad (7)$$

(7)經移項整理後得到

$$P_w = \frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d} \quad (8)$$

檢查二階導函數

$$\frac{\partial^2 Z_{proc}}{\partial P_w^2} = -2d < 0$$

故資源回收處理業者因應基管會補助費用，其獎勵金發放策略可令利潤極大化，其中 s 為基管會所決定之參數。再將(8)代入 $Q_c = c + dP_w$ ，可得知在上述獎勵金 P_w 水準之下，資源回收業者可回

收之廢資訊物品數量應為：

$$Q_c = \frac{c+d(s-r)}{2} \quad (9)$$

(3) 基管會(government, gov)

基管會為政府行政機關，屬於非營利組織，其主要目標在於促進公共利益。但公共利益包含許多方面及層面，因應不同公共利益目的，基管會應依據不同目的而做出不同的決策。本研究採用四種不同的社會福利指標，說明基管會在不同目的之下應如何制定最適費率。第一種為廣義社會福利，其福利內容除了個體經濟學中所定義由生產者剩餘與消費者剩餘所組成之社會福利外，尚有政府剩餘及總體外部性成本。第二種為狹義社會福利，其福利內容僅為個體經濟學中所定義的社會福利。第三種為外顯性社會福利，此種社會福利是由廣義社會福利中將較具概念性的消費者剩餘去除，僅剩下會對資源回收系統產生具體財務影響的項目。第四種為公共社會福利，此社會福利僅考慮公共收入支出有關之項目，而不考慮責任業者、資源回收處理業者利潤與消費者剩餘。以下針對四種社會福利指標，在基管會追求社會福利極大化的目標下，分別探討不同情況之最適決策。

1. 廣義社會福利

基管會目的在於社會福利極大的前提之下，求得最適補貼與徵收費率水準並使得資源回收系統達到均衡狀態。因此，基管會的目標函數將以計算廣義社會福利表示，並根據 Bansal & Gangopadhyay (2003)中所定義之總體福利(aggregate welfare)，其中包含生產者剩餘(producer surplus)、消費者剩餘(consumer surplus)

與政府稅收剩餘，並扣除污染量成本。故基管會之變數與參數的意義如表 5 所列：

表 5 基管會決策變數與參數表

代號		定義與代表涵義
決策變數	t	回收清除處理費用費率，為基管會之決策變數
	s	回收清除處理補貼費費率，為基管會之決策變數
參數	Q_w	該年度廢資訊物品應報廢量；估計值，可利用往年應報廢量、回收量、使用年限及銷售量等歷史資料估計之
	E	廢資訊物品未妥善處置而造成環境污染影響之單位外部性成本
	e	責任業者在生產產品時，製程中對環境造成污染的單位外部性成本

其中，生產者剩餘意指廠商總收益扣除生產成本，故基管會目標函數中以責任業者與資源回收處理業者的利潤表示之。在本研究資源回收系統中，消費者將會參與兩個市場，一是新產品的消費市場，二是廢棄物的回收市場。由於資訊物品為耐久財，在費率所考慮之時間範圍內，購買新品的消費者與回收廢資訊物品的消費者往往非同一群消費者，所消費購買與報廢的物品也非同一批，因此可以假設消費市場與回收市場彼此獨立。此外，因為兩種市場均有消費者剩餘，為避免混淆兩種消費者剩餘，因此將消費市場中的消費者剩餘定義為消費者剩餘 α ，而回收市場中的消費者剩餘定義為消費者剩餘 β 。在資訊物品消費市場中，消費

者剩餘 α 為資訊物品對消費者的期望價值扣除購買時實際付出的金額，但消費者對資訊產品之期望價值難以估計；因此，依據經濟學對消費者剩餘之基礎理論，以前述假設之資訊物品需求函數 $P_x = a - bQ_x$ 推論。如圖 7 所示，縱軸數量可由斜率 b 與均衡產量 Q_x^* 求得，故陰影部份三角形面積 $\frac{1}{2}bQ_x^{*2}$ 即為消費者剩餘 α 。

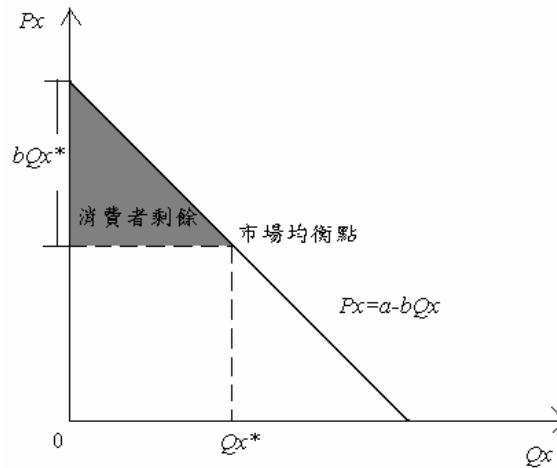


圖 7 消費者剩餘 α 推導示意圖(消費市場)

資料來源：本研究整理

此外，資源回收處理業者會提供獎勵金給消費者，故在回收市場裡，消費者也具有消費者剩餘。由於每位消費者的期望獎勵金水準不同，但本研究基本模型假設全部消費者均獲得相同的獎勵金。因此，此處的消費者剩餘 β 為資源回收處理業者實際提供的獎勵金水準扣除消費者期望獎勵金水準。如同消費者剩餘 α ，要獲悉每位消費者的期望獎勵金水準是很困難的，故利用獎勵金與回收量的關係，即 $Q_c = c + dP_w$ 推論。如圖 8 所示，橫軸數量可由斜率 d 與均衡獎勵金 P_w^* 求得，故陰影部份梯形面積 $P_w^*Q_c - \frac{1}{2}dP_w^{*2}$ 即為消費者剩餘 β 。

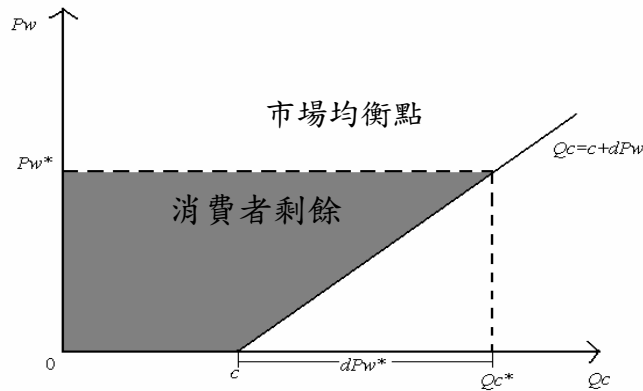


圖 8 消費者剩餘 β 推導示意圖(回收市場)

資料來源：本研究整理

因此，廣義社會福利的目標函數為包含生產者剩餘、消費者剩餘、政府稅收剩餘與量化負面外部性的社會福利，故目標函數

Z_{gov1} 如下：

$$\begin{aligned}
 MAX_{t,s \geq 0} Z_{gov1} = & [(P_x - C_v - t)Q_x - C_f] + [(s - P_w - r)Q_c] + \left(\frac{1}{2}bQ_x^2\right) + (P_w Q_c - \frac{1}{2}dP_w^2) \\
 & + (tQ_x - sQ_c) - [E(Q_w - Q_c) + eQ_x] \quad (10)
 \end{aligned}$$

其中

$(P_x - C_v - t)Q_x - C_f$ 表責任業者利潤，屬於生產者剩餘；

$(s - P_w - r)Q_c$ 表資源回收處理業者利潤，屬於生產者剩餘。

$\frac{1}{2}bQ_x^2$ 表消費者剩餘 α ；

$P_w Q_c - \frac{1}{2}dP_w^2$ 表消費者剩餘 β ；

$tQ_x - sQ_c$ 表政府剩餘；

$E(Q_w - Q_c) + eQ_x$ 表未回收廢棄物外部性成本+製程外部性成本=總

體外部性成本； Q_w 為該年度應報廢資訊物品總量的估計量，故為

該年度實際回收量 Q_c 之上限，即 $Q_c \leq Q_w$ 。

基管會所制定之 t 與 s 可由廣義社會福利目標函數得到，其推導過程如下：

將 $P_x = a - bQ_x$ 、 $Q_c = c + dP_w$ 、式(4)與式(8)，分別代入(10)整理可得

$$Z_{gov1} = \left[-\frac{1}{2}b\left(\frac{a - C_v - t}{2b}\right)^2 + (a - C_v - e)\left(\frac{a - C_v - t}{2b}\right) - C_f \right] - \frac{1}{2}d\left(\frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d}\right)^2 - d[r - E]\left(\frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d}\right) - c(r - E) - EQ_w \quad (11)$$

對 t 檢查二階導函數

$$\frac{\partial^2 Z_{gov1}}{\partial t^2} = -\frac{1}{4b} < 0$$

對 s 檢查二階導函數

$$\frac{\partial^2 Z_{gov1}}{\partial s^2} = -\frac{d}{4} < 0$$

t 與 s 之二階導函數均小於零，故 Z_{gov1} 為凹函數(concave function)。

將(11)對 t 偏微分取一階導函數並令之為 0，可得

$$\frac{\partial Z_{gov1}}{\partial t} = \frac{-a + C_v + 2e - t}{4b} = 0 \quad (12)$$

(12)經移項整理後得到

$$t_1 = 2e + C_v - a \quad (13)$$

再將(12)對 s 偏微分取一階導函數並令之為 0，可得

$$\frac{\partial Z_{gov1}}{\partial s} = \frac{c + 2dE - dr - ds}{4} = 0 \quad (14)$$

(14)經移項整理後得到

$$s_1 = 2E - r + \frac{c}{d} \quad (15)$$

基管會依推導之 t 式與 s 式制定費率，可使得資源回收系統達到均衡狀態，及責任業者與資源回收處理業者極大各自的利潤，

以及廣義社會福利極大化，降低污染排放量所造成的負面外部性成本。

2. 狹義社會福利

若資源回收系統中，基管會所關心的目標為狹義的社會福利，即個體經濟學中所定義的社會福利，其中僅包含生產者剩餘與消費者剩餘(Pindyck and Rubinfeld, 2005)。故目標函數 Z_{gov2} 如下：

$$MAX_{t,s} Z_{gov2} = [(P_x - C_v - t)Q_x - C_f] + [(s - P_w - r)Q_c] + (\frac{1}{2}bQ_x^2) + (P_w Q_c - \frac{1}{2}dP_w^2) \quad (16)$$

將 $P_x = a - bQ_x$ 、 $Q_c = c + dP_w$ 、式(4)與式(8)，分別代入(16)

整理可得

$$Z_{gov2} = [-\frac{1}{2}b(\frac{a - C_v - t}{2b})^2 + (a - C_v - t)(\frac{a - C_v - t}{2b}) - C_f] - \frac{1}{2}d(\frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d})^2 + d[s - r](\frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d}) + c(s - r) \quad (17)$$

對 t 檢查二階導函數

$$\frac{\partial^2 Z_{gov2}}{\partial t^2} = \frac{1}{4b} > 0$$

對 s 檢查二階導函數

$$\frac{\partial^2 Z_{gov2}}{\partial s^2} = \frac{3d}{4} > 0$$

由於 t 與 s 之二階導函數大於零，極大值位於變數範圍端點上。因此基管會在考慮此項目標函數時，其最適費率即為回收清除處理費與回收清除處理補貼費之預算範圍之最小值或最大值。

3. 外顯性社會福利

外顯性社會福利是根據溫麗琪(2005b)之定義並依據國內情況所修定的社會福利，包含了生產者剩餘與環境外部性成本。因為

將 $Q_c = c + dP_w$ 、式(4)與式(8)，分別代入(20)

整理可得

$$Z_{gov4} = (t-e)\left(\frac{a-C_v-t}{2b}\right) - (s-E)\left[c + d\left(\frac{s-r}{2} - \frac{c}{2d}\right)\right] - EQ_w \quad (21)$$

對 t 檢查二階導函數

$$\frac{\partial^2 Z_{gov4}}{\partial t^2} = -\frac{1}{b} < 0$$

對 s 檢查二階導函數

$$\frac{\partial^2 Z_{gov4}}{\partial s^2} = -d < 0$$

t 與 s 之二階導函數均小於零，故 Z_{gov4} 為凹函數(concave function)。

將(21)對 t 偏微分取一階導函數並令之為 0，可得

$$\frac{\partial Z_{gov4}}{\partial t} = \frac{a-C_v+e-2t}{2b} = 0 \quad (22)$$

(22)經移項整理後得到

$$t_4 = \frac{a-C_v+e}{2} \quad (23)$$

再將(21)對 s 偏微分取一階導函數並令之為 0，可得

$$\frac{\partial Z_{gov4}}{\partial s} = \frac{dE + dr - 2ds - c}{2} = 0 \quad (24)$$

(24)經移項整理後得到

$$s_4 = \frac{E+r}{2} - \frac{c}{2d} \quad (25)$$

基管會依推導之 t_4 式與 s_4 式制定費率，可使得資源回收系統達到均衡狀態，及責任業者與資源回收處理業者極大各自的利潤，以及公共社會福利極大化，降低污染排放量所造成的負面外部性成本。

3.2.3 最適決策

當基管會公告其最適費率後，責任業者與資源回收處理業者皆依據基管會訂定之費率改變自身之決策，以下將探討因應費率而改變之最適決策。由於在上述基管會狹義社會福利與外顯性社會福利之架構下，費率均落在徵收費率與補貼費率範圍界限之端點上，僅範圍改變才會影響之，故不予探討，僅探討於考慮廣義社會福利的情況下所計算出之最適費率。

在基管會考慮廣義社會福利的情形之下，基管會制定出以下最適費率

$$t^* = 2e + C_v - a$$

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

因此，在此最適費率下責任業者將基管會所制定之回收清除處理費用 t 納入考量的生產策略為 $Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b}$ ，如式(4)，將 t^* 代入可得最適生產決策為

$$Q_x^* = \frac{a - C_v - t^*}{2b} = \frac{a - C_v - e}{b}$$

因此，當生產產品之單位製造變動成本或外部性成本上升時，會導致產量減少。

而再將 Q_x^* 代入市場需求函數，可得最適市場價格

$$P_x^* = a - bQ_x^* = C_v + e$$

單位製造變動成本或外部性成本上升會造成市場價格上漲，但也可以解釋為由於產量減少而帶動市場價格上漲。

如同責任業者，資源回收處理業者也會根據基管會所制定之回收清除處理補貼費 s ，改變消費者獎勵金的發放策略 $P_w = \frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d}$ ，如式(8)。因此，將 s^* 代入獎勵金發放策略，可得最適獎勵金水準

$$P_w^* = \frac{s^* - r}{2} - \frac{c}{2d} = E - r$$

因此，若未回收廢棄物之外部性影響成本增加時，基管會會增加對資源回收處理業者之補助；或單位淨處理成本減少，會使得資源回收處理業者之利潤空間增加。基於此兩種原因，資源回收處理業者會增加獎勵金水準。

且由 P_w^* 可得因最適獎勵金所刺激達到的最適回收量，故將 P_w^* 代入回收量與獎勵金關係函數

$$Q_c^* = c + dP_w^* = c + d(E - r)$$

故在獎勵金水準增加後，將刺激消費者回收廢棄物的意願，使得回收量增加。

下一章將探討本研究基本模型中所包含的參數與變數對於各別利潤、社會福利與污染量的影響。此外，設計一個數據案例，說明如何計算費率，以及探討費率公式中的參數對費率的影響。

第四章 費率模型結果分析

第三章說明本研究所提出資源回收費率模型的建構方法與細節，進一步使用 Stackelberg 模型推導得到責任業者之最適生產數量與資源回收處理業者所提供給消費者之最適獎勵金，以及由基管會所制定的最適補貼與徵收費率。因此，本章節依據費率模型中各系統參與者之最適決策量，進行敏感度分析，分析其敏感度以及探討最適決策量函數中的各項參數對於決策量的影響。本章節最後將依據所蒐集之現行資源回收系統相關數據資料，使用於本研究之費率模型上，進行實證研究，計算最適補貼與徵收費率。

4.1 敏感度分析

以下分別探討資源回收系統中，各系統參與者經由本研究費率模型所獲得之最適決策量。



(1) 責任業者

在本研究在線性需求函數假設之下，以基管會未介入時與以徵收回收清除處理費用 t 的方式介入時比較，基管會介入會出現以下現象：

- a. 責任業者產量減少。
- b. 產品市場價格上漲。
- c. 基管會回收清除處理費用增加一單位，產量減少 $\frac{1}{2b}$ ；反之亦然。
- d. 責任業者轉嫁回收清除處理費用之轉嫁程度為 50%。

以下分別就上述四種現象，詳細解釋造成該現象之原因。

在基管會未介入資源回收系統的情況之下，出現市場失靈的情形，即責任業者期望大量生產並無分配資源以防止污染，故此時之生產量為

$$Q_x^0 = \frac{a - C_v}{2b}$$

在此產量對應之市場價格為

$$P_x^0 = \frac{a + C_v}{2}$$

而基管會介入資源回收系統，對責任業者從量徵收 t 元之回收清除處理費用。由於責任業者會將此筆費用內生化為成本，變更生產策略，重新決定產量為

$$Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b}$$

則對應之市場價格為

$$P_x = \frac{a + C_v + t}{2}$$

因此基管會介入對於該產業之影響，以產量與價格之變動量的觀點

$$\Delta Q_x = Q_x - Q_x^0 = -\frac{t}{2b} < 0 \quad \because t, b > 0$$

$$\Delta P_x = P_x - P_x^0 = \frac{t}{2} > 0 \quad \because t > 0$$

由此可知，基管會以徵收費率的方式介入，會使得該產業之總產量減少以及市場價格上漲。

此外，由最適產量公式可得知影響產量的重要因素。首先， a 與 b 為市場需求函數 $P_x = a - bQ_x$ 之參數，故在探討同一產業與研究時期範圍不長的情況之下， a 與 b 並非為影響最適產量的因子。因此單位製造成本 C_v 與回收清除處理費用 t 為影響產量的重要因素，將 Q_x 分別對 C_v 與 t 做一階微分，可得產量變動量為

$$\frac{\partial Q_x}{\partial C_v} = -\frac{1}{2b}$$

以及

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} = -\frac{1}{2b}$$

由上述可知， C_v 或 t 在其他條件不變之情況下，其變動一單位 ($\Delta C_v = 1$ 或 $\Delta t = 1$)，產量之變動量為 $\frac{1}{2b}$ 單位，且為反向關係；即 t 增加一單位，產量會隨之減少 $\frac{1}{2b}$ 單位。

本研究中，由於產量變動量 $\frac{1}{2b}$ 中含有 b ，其為需求函數中之斜率，因此， C_v 與 t 所影響之產量變動量也受該產品的需求函數斜率 b 之影響。若 b 越大，則 C_v 或 t 的變動對產量的影響越小。

此外， C_v 與 t 的變動也會影響市場價格，由最適產量公式與需求函數，可得知

$$P_x = \frac{a + C_v + t}{2}$$

將 P_x 分別對 C_v 與 t 做一階微分，可得價格變動量為

$$\frac{\partial P_x}{\partial C_v} = \frac{1}{2}$$

以及

$$\frac{\partial P_x}{\partial t} = \frac{1}{2}$$

由 $\frac{\partial P_x}{\partial t}$ 可知，責任業者對於基管會所徵收之費用，其轉嫁給消費者的轉嫁程度為 50%。即在其他條件不變的情形下，當徵收費用增加 1 元時，消費者購買一單位產品，必須多支付 0.5 元。

(2) 資源回收處理業者

在本研究假設之下，基管會未介入資源回收系統與以回收清除處理補貼費 s 的方式介入時比較，基管會介入會出現以下現象：

- a. 資源回收處理業者會提供較高額獎勵金給消費者。
- b. 較多之回收量。
- c. 基管會回收清除處理補貼費增加一單位，資源回收處理業者之獎勵

金水準增加 $\frac{1}{2}$ 個單位；反之亦然。

以下分別就上述三種現象，詳細解釋造成該現象之原因。

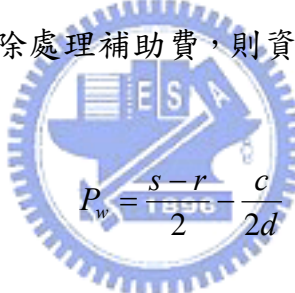
資源回收處理業者可以依據期望利潤及各項回收處理成本決定是否要獎勵回收的消費者，以及該獎勵金的水準，進而刺激回收量。在基管會未介入資源回收系統的情況下，資源回收處理業者之獎勵金發放水準為

$$P_w^0 = \frac{-r}{2} - \frac{c}{2d}$$

期望回收量為

$$Q_c^0 = \frac{c - rd}{2}$$

而在基管會介入的情形之下，資源回收處理業者可望依據所回收處理之數量，獲得回收清除處理補助費，則資源回收處理業者之獎勵金發放水準如式(8)



$$P_w = \frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d}$$

期望回收量如式(9)

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

由於基管會補助的介入會影響獎勵金水準與期望回收量，故其變動量為

$$\Delta P_w = P_w - P_w^0 = \frac{s}{2} > 0 \quad \because s > 0$$

$$\Delta Q_c = Q_c - Q_c^0 = \frac{sd}{2} > 0 \quad \because s, d > 0$$

故基管會補助資源回收處理業者會使其提高獎勵金水準，並且隨著獎勵金的提高，同時會促進回收量增加。

探討公式中之因素如何影響獎勵金水準，可供資源回收處理業者在制定獎勵金水準時，了解各項因素之變化對獎勵金水準的影響。首先，由於存在著 $Q_c = c + dP_w$ 的假設，此關係式代表消費者行為模式，若

在短期內回收市場環境與消費者行為均無變化的情況之下，公式內的 $-\frac{c}{2d}$ 可視為常數項。


因此獎勵金水準主要受 s 與 r 的影響，以下 P_w 分別就此兩種參數做一階微分，並探討之。

i. 對 r 一階微分，可得

$$\frac{\partial P_w}{\partial r} = -\frac{1}{2}$$

在其他條件不變的情況下，資源回收處理業者的單位淨處理成本增加，會使得所提供給消費者的獎勵金水準下降，並且淨處理成本每上升一個單位，獎勵金即下降 $\frac{1}{2}$ 個單位；反之亦然。

ii. 對 s 一階微分，可得


$$\frac{\partial P_w}{\partial s} = \frac{1}{2}$$

在其他條件不變的情況下，基管會補助之金額水準提高，會使得資源回收處理業者提供給消費者之獎勵金水準隨之提高，且補助每增加一個單位，獎勵金就上升 $\frac{1}{2}$ 個單位；反之亦然。同理，可由期望回收量函數，分析 s 與 Q_c 為正向關係，而 r 則為反向關係。

此外，若當資源回收處理業者單位補貼收益相當於單位淨處理成本時，即 $s-r=0$ ，而獎勵金為 $P_w = -\frac{c}{2d}$ ，意指消費者還需要支付此水準金額給資源回收處理業者，並且回收量為 $Q = \frac{c}{2}$ ，此時資源回收處理業者的利潤為最大化，也才有意願從事回收處理業務。由消費者付費給資源回收處理業者的情況在台灣並不多見，但在國外卻是行之有年的制度(Hong, 2006)。

(3) 基管會

本研究第三章中，採用三種不同的基管會目標函數，由於其中狹

義社會福利與外顯性社會福利之二階微分判斷式均大於零，在極大化的問題中，最適費率將出現在變數範圍界限，不受參數之影響。因此，本研究將僅探討基管會目標函數為廣義社會福利之模型。

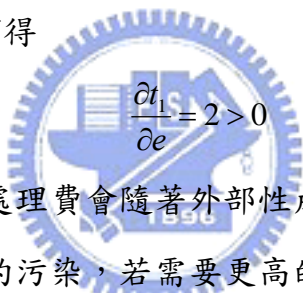
由於基管會制定回收清除處理費 t 與回收清除處理補貼費 s ，即有兩項決策變數，故以下分別探討該二項決策變數。

i. 回收清除處理費 t

當基管會之目標函數為廣義社會福利時，其回收清除處理費將為 $t_1 = 2e + C_v - a$ 。故回收清除處理費受製程中之單位外部性成本 e 、產品單位變動製造成本 C_v 與需求函數截距項 a 的影響。

a. 製程單位外部性成本 e 之影響

對 e 做一階微分，可得


$$\frac{\partial t_1}{\partial e} = 2 > 0$$

表示回收清除處理費會隨著外部性成本增加而增加；即責任業者製造產品所造成的污染，若需要更高的成本去防治處理時，基管會勢必對責任業者提出較高的回收清除處理費，以用於污染物之處置所需。

因此，外部性成本根據不同之產業而有不同的水準，在較為環保的產業中，此項成本之水準就較低。若物品為進口，並非在國內製造生產，此項則不會列入費率計算之中。

b. 單位變動製造成本 C_v 之影響

對 C_v 做一階微分，可得

$$\frac{\partial t_1}{\partial C_v} = 1 > 0$$

表示回收清除處理費隨著單位變動製造成本增加而增加；此項對回收清除處理費的影響結果與一般認知上有所出入，造成這樣的

原因在於廣義社會福利內包含了責任業者利潤、消費市場之消費者剩餘與政府收益，單位變動製造成本對以上目標之效用係數分別為 $\frac{1}{2b}$ 、 $\frac{1}{4b}$ 與 $-\frac{1}{2b}$ ，效用會相互抵消造成混淆，並使得單位變動製造成本與回收清除處理費呈現正向關係。

c. 需求函數截距項 a 之影響

由費率公式中可觀察出回收清除處理費隨著需求函數截距項增加而減少；此項為一常數係數，但與物品本身特性及所屬產業有關。由於本研究基本模型假設市場需求現象是呈簡單線性函數，則出現此截距項於費率公式中，故此項之型態將視市場需求行為是以何種函數解釋之。

ii. 回收清除處理補貼費 s

當基管會之目標函數為廣義社會福利時，其回收清除處理補貼費將為 $s_1 = 2E - r + \frac{c}{d}$ 。故回收清除處理補貼費受未回收廢棄物外部性成本 E 、資源回收處理業者之單位淨處理成本 r 與預期回收量函數係數 c 、 d 的影響。

a. 未回收廢棄物外部性成本 E 之影響

對 E 做一階微分，可得

$$\frac{\partial s_1}{\partial E} = 2 > 0$$

表示回收清除處理補貼費會隨著未回收廢棄物外部性成本增加而增加；即當廢棄物任意丟棄時，有害對自然環境的污染，政府需要付出社會資源成本做出有效保護的處置。故當廢棄物對環境污染的程度越高，政府需要付出越多的成本處理時，基管會可制定較高水準的補貼費率，使得資源回收處理業者願意提供較高的獎勵金鼓勵消費者，以獲得較多的實際回收量，避免有應回收而未回收的廢棄物任意丟棄而污染自然環境。

b. 單位淨處理成本 r 之影響

對 r 做一階微分，可得

$$\frac{\partial s_1}{\partial r} = -1 < 0$$

表示回收清除處理補貼費會隨著單位淨處理成本增加而減少；此項對回收清除處理補貼費的影響與一般認知亦出現出入，一般而言，單位淨處理成本增加應該使得回收清除處理補貼費的水準提高。造成這樣的情況出現是由於基管會所考慮之廣義社會福利包含資源回收處理業者利潤、回收市場之消費者剩餘與政府補助支出，而單位淨處理成本對以上目標的效用係數分別為 $-\frac{d}{2}$ 、 $-\frac{d}{4}$ 與 $\frac{d}{2}$ ，效用會相互抵消造成混淆，並使得單位淨處理成本與回收清除處理補貼費呈現負向關係。

c. 預期回收量函數係數 c 、 d 之影響

由於 c 與 d 同時受回收市場的回收行為所影響，無法單獨在限制其他條件不變的情況下，探討某一係數變動對費率水準的影響，而不同種類的廢棄物對於消費者有不同的殘餘價值，進而影響回收量，故補貼費水準亦受回收市場種類之影響。在本研究之基本模型以簡單線性函數假設消費者對回收量的關係，因此此項的型態將受回收量與獎勵金之關係是以何種函數解釋的影響。

4.2 政策影響之探討

上一節說明了責任業者與資源回收處理業者的參數對於回收清除處理費用與回收清除處理補貼費的影響。此節接著探討基管會介入資源回收系統，對於系統中各個參與者利潤以及污染量所帶來的影響，以下分別探討基管會徵收回收清除處理費用與補助回收清除處理補貼費的兩項重點

政策。

4.2.1 回收清除處理費用之影響

以下依系統中不同參與者立場，探討回收清除處理費用對於參與者自身所追求之目標利潤的影響。

(1) 責任業者

責任業者目的在於使本身的利潤極大化，一但被基管會針對產量徵回收清除處理費用後，勢必對於其利潤造成影響。(26)為責任業者之利潤函數

$$\Pi_{MIS} = (P_x - C_v - t)Q_x - C_f \quad (26)$$

將 $P_x = a - bQ_x$ 與 $Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b}$ 代入利潤函數，並對 t 偏微分，可得

$$\frac{\partial \Pi_{MIS}}{\partial t} = \frac{-a + C_v + t}{2b}$$

若 $\frac{\partial \Pi_{MIS}}{\partial t} > 0$ ，表示 Π_{MIS} 為 t 的遞增函數，即每單位回收清除處理費用增加會使得責任業者的利潤隨之增加；反之，則會因為每單位回收清除處理費用增加會使得責任業者的利潤隨之減少。

然而，已知 $b > 0$ ，故 $\frac{\partial \Pi_{MIS}}{\partial t}$ 的符號關係取決於其分子 $(-a + C_v + t)$ ，

故

$$-a + C_v + t > 0 \Rightarrow t > a - C_v \Rightarrow \frac{\partial \Pi_{MIS}}{\partial t} > 0$$

反之
$$-a + C_v + t < 0 \Rightarrow t < a - C_v \Rightarrow \frac{\partial \Pi_{MIS}}{\partial t} < 0$$

因此，由 t 、 a 與 C_v 所構成的範圍，使得基管會可明顯知道制定回收清除處理費用水準落於範圍之何處，對於責任業者利潤之影響。

(2) 消費市場之消費者

此處為購買責任業者產品之消費者。因為在消費市場中，消費者並無具體利潤，因此以消費者剩餘做為其正面利潤。然而，由於責任業者被基管會徵收回收清除處理費用，會使得其產量及市場價格受到影響，消費者剩餘將直接受產量及市場價格之影響。換言之，消費者也會間接地受到基管會政策的影響。此消費者剩餘即為第三章中所說明之消費者剩餘 α ，即為產品銷售市場中之消費者剩餘。(27)即為消費者剩餘 α (Consumer Surplus α , CS_α)

$$CS_\alpha = \frac{1}{2}bQ_x^2 \quad (27)$$

將 $Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b}$ 代入消費者剩餘 α 函數，並對 t 偏微分，可得

$$\frac{\partial CS_\alpha}{\partial t} = \frac{-a + C_v + t}{4b}$$

若 $\frac{\partial CS_\alpha}{\partial t} > 0$ ，代表表示 CS_α 為 t 的遞增函數，即基管會增加對責任業者產量徵收的回收清除處理費用，將使得消費者剩餘增加。反之，基管會增加對責任業者產量徵收的回收清除處理費用，將使得消費者剩餘減少。

然而，已知 $b > 0$ ，則 $\frac{\partial CS_\alpha}{\partial t}$ 的符號關係取決於分子 $(-a + C_v + t)$ ，故

$$-a + C_v + t > 0 \Rightarrow t > a - C_v \Rightarrow \frac{\partial CS_\alpha}{\partial t} > 0$$

反之

$$-a + C_v + t < 0 \Rightarrow t < a - C_v \Rightarrow \frac{\partial CS_\alpha}{\partial t} < 0$$

因此，由 t 、 a 與 C_v 所構成的範圍，使得基管會可明顯知道制定回收清除處理費用水準範圍，對於消費者剩餘之間接影響。

(3) 基管會

若將回收清除處理費用視為一種污染稅，而此處即探討基管會徵

回收清除處理費用對於自身的稅賦收益之影響。一般來說，每單位回收清除處理費用增加會使得總收益增加，但由於回收清除處理費用是根據責任業者產量徵收，產量會受回收清除處理費用之影響，因此，回收清除處理費用增加不一定會使得基管會總收益增加，故需深入探討之。(28)為基管會之總回收清除處理費用收入(Total Tax Revenue, TTR)

$$TTR = tQ_x \quad (28)$$

將 $Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b}$ 代入總回收清除處理費用收入函數，並對 t 偏微分，可得

$$\frac{\partial TTR}{\partial t} = \frac{a - C_v - 2t}{2b}$$

若 $\frac{\partial TTR}{\partial t} > 0$ ，即代表 TTR 為 t 的遞增函數，即每單位回收清除處理費用增加會使得基管會的總回收清除處理費用收入隨之增加；反之，則會因為每單位回收清除處理費用增加會使得基管會的總回收清除處理費用收入隨之減少。

然而，已知 $b > 0$ ，則 $\frac{\partial TTR}{\partial t}$ 的符號關係取決於分子 $(a - C_v - 2t)$ ，故

$$a - C_v - 2t > 0 \Rightarrow t < \frac{a - C_v}{2} \Rightarrow \frac{\partial TTR}{\partial t} > 0$$

反之
$$a - C_v - 2t < 0 \Rightarrow t > \frac{a - C_v}{2} \Rightarrow \frac{\partial TTR}{\partial t} < 0$$

因此，由 t 、 a 與 C_v 所構成的範圍，使得基管會可明顯知道制定回收清除處理費用水準範圍，對於本身總回收清除處理費用收入的影響。

(4) 製程污染量

由於責任業者在製造產品時，製程中的工法及所使用之間接物料可能為污染物，排放此類間接物料即造成污染。而排放量與產量有關，藉由基管會的介入，會使得責任業者降低產量，進而減少製程中所造成

的污染。(29)為責任業者製造產品時所造成的製程污染量(Process Pollution, PP)

$$PP = eQ_x \quad (29)$$

將 $Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b}$ 代入製程污染量函數，並對 t 偏微分，可得

$$\frac{\partial PP}{\partial t} = \frac{-e}{2b} < 0$$

由於已知 $b, e > 0$ ，故可知回收清除處理費用增加，可使得產量降低，而減少製程污染物的排放，即製程污染量下降。

綜合以上制定 t 對不同參與者之影響，以及 t, a 與 C_v 所構成的範圍。由於 a 與 C_v 均為可知參數，令 $a - C_v = \Omega$ ，則每增加一單位回收清除處理費用的影響將如圖 9 所示。

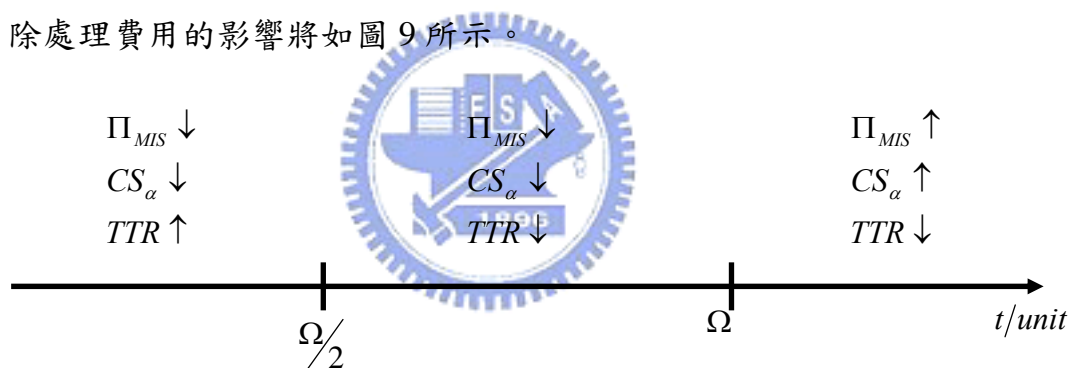


圖 9 回收清除處理費用單位增加量影響效應圖

資料來源：本研究整理

由圖 9 可知，基管會所制定之回收清除處理費用在不同區域範圍內，每單位的變動對於責任業者、資源回收處理業者與基管會之利潤與收益的影響。

若基管會將回收清除處理費用 t 制定在 $[\frac{\Omega}{2}, \Omega]$ 之間，則在此區間內增加一單位的回收清除處理費用，會造成責任業者與資源回收處理業者的利潤減少，基管會總回收清除處理費用收入也減少，同理，其他

區間之影響可由圖 9 說明。若回收清除處理費用減少時，其效益將完全顛倒。此外，由於製程污染量對 t 為線性關係，與數線上之參數無關，故不繪入圖 9 中。

因此，從圖 9 中，可大致歸納出在回收清除處理費的水準較低時，隨著回收清除處理費上升，會使得責任業者利潤與消費者剩餘 α 減少，以及總回收清除處理費用收入增加。而在回收清除處理費的水準較高時，則會得到相反的結果。

4.2.2 回收清除處理補貼費之影響

以下依系統中不同參與者立場，探討回收清除處理補貼費對於參與者自身所追求之目標利潤的影響。

(1) 資源回收處理業者

資源回收處理業者主要獲利收入途徑為廢棄物資源化價值收益以及基管會所補助之回收清除處理補貼費總值，而主要支出為資源化成本與鼓勵消費者回收之回收獎勵金。然而，由第三章可知，基管會補助之費率會影響資源回收處理業者決定獎勵金水準，又獎勵金水準直接影響實際回收量，即收益項與支出項均受回收清除處理補貼費的影響，故其為資源回收處理業者利潤的重要因素。(30)為資源回收處理業者之利潤函數

$$\Pi_{proc} = (s - P_w - r)Q_c \quad (30)$$

將 $Q_c = c + dP_w$ 與 $P_w = \frac{s-r}{2} - \frac{c}{2d}$ 代入 Π_{proc} ，並對 s 偏微分，可得

$$\frac{\partial \Pi_{proc}}{\partial s} = \frac{c + sd - rd}{2}$$

若 $\frac{\partial \Pi_{proc}}{\partial s} > 0$ ，表示 Π_{proc} 會隨 s 增加而增加，即當基管會所補助之回收清除處理補貼費增加，資源回收處理業者之利潤亦會增加。反之，

若 $\frac{\partial \Pi_{proc}}{\partial s} < 0$ 則會因回收清除補貼費增加，卻使利潤減少。

然而， $\frac{\partial \Pi_{proc}}{\partial s}$ 的符號關係取決於分子 $(c + sd - rd)$ ，故

$$c + sd - rd > 0 \Rightarrow s > r - \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{\partial \Pi_{proc}}{\partial s} > 0$$

反之 $c + sd - rd < 0 \Rightarrow s < r - \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{\partial \Pi_{proc}}{\partial s} < 0$

由上述關係式可知，基管會制定的回收清除處理補貼費對資源回收處理業者的影響。若是，費率水準超過 $r - \frac{c}{d}$ 且增加費率，會使得資源回收處理業者獎勵金水準與所刺激回收量的支出項增加幅度小於總回收清除處理補貼費收入項，故資源回收處理業者之利潤會隨費率增加而增加。反之，若費率水準少於 $r - \frac{c}{d}$ ，則會有相反的影響發生。

(2) 回收市場之消費者

消費者在回收市場中接受資源回收處理業者之獎勵金，並將廢棄物送往資源回收處理業者，此階段之消費者有具體的財務收入，即為資源回收處理業者所提供之獎勵金，故回收清除處理補貼費直接影響獎勵金水準後，也間接影響回收市場中消費者的收益。此外，由於廢棄物對於每位消費者有不同之剩餘價值效用，存在較高剩餘價值效用之消費者就需要高水準之獎勵金才願意回收，故第三章以回收量與獎勵金關係估算之，因此回收市場的消費者剩餘 β 也受基管會所制定之回收清除處理補貼費之影響。(31)為消費者剩餘 β (Consumer Surplus β , CS_β)

$$CS_\beta = P_w Q_c - \frac{1}{2} d P_w^2 \quad (31)$$

將 $Q_c = c + d P_w$ 與 $P_w = \frac{s-r}{2} - \frac{c}{2d}$ 代入 CS_β ，並對 s 偏微分，可得

$$\frac{\partial CS_\beta}{\partial s} = \frac{c + sd - rd}{4}$$

若 $\frac{\partial CS_\beta}{\partial s} > 0$ ，表示 s 增加會令 CS_β 增加，即基管會補貼較高的費率

水準，會使得回收市場的消費者剩餘 β 上升。反之，若 $\frac{\partial CS_{\beta}}{\partial s} < 0$ 則消費者剩餘 β 會下降。

然而， $\frac{\partial CS_{\beta}}{\partial s}$ 的符號關係取決於分子 $(c + sd - rd)$ ，故

$$c + sd - rd > 0 \Rightarrow s > r - \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{\partial CS_{\beta}}{\partial s} > 0$$

反之
$$c + sd - rd < 0 \Rightarrow s < r - \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{\partial CS_{\beta}}{\partial s} < 0$$

因此，若基管會制定的回收清除處理補貼費超過 $r - \frac{c}{d}$ ，在增加費率的情況下，資源回收處理業者也會提高消費者獎勵金，進而刺激回收量的增加，而總體消費者所得的獎勵金收益將大於高獎勵金水準的消費者對於剩餘價值效用，故消費者剩餘 β 增加。若回收清除處理補貼費未超過 $r - \frac{c}{d}$ ，增加費率水準反而會令消費者剩餘 β 降低。

(3) 基管會

由於回收清除處理補貼費水準會影響資源回收處理業者的獎勵金水準，進而影響回收量，因此，制定的費率水準會明顯影響基管會在發放回收清除處理補貼費的總額。(32)為基管會回收清除處理補貼費總額(Total Subsidy Expenditure, TSE)

$$TSE = sQ_c \quad (32)$$

將 $Q_c = c + dP_w$ 與 $P_w = \frac{s-r}{2} - \frac{c}{2d}$ 代入 TSE ，並對 s 偏微分，可得

$$\frac{\partial TSE}{\partial s} = \frac{c + 2sd - rd}{2}$$

若 $\frac{\partial TSE}{\partial s} > 0$ ，表示 s 增加會使得 TSE 隨之增加，即基管會發放每單位較多的回收清除處理補貼費，會增加基管會支出。反之，若 $\frac{\partial TSE}{\partial s} < 0$ ，

則表示增加費率水準反而會使得基管會支出減少。

然而， $\frac{\partial TSE}{\partial s}$ 的符號關係取決於分子 $(c + 2sd - rd)$ ，故

$$c + 2sd - rd > 0 \Rightarrow s > \frac{r}{2} - \frac{c}{2d} \Rightarrow \frac{\partial TSE}{\partial s} > 0$$

反之 $c + 2sd - rd < 0 \Rightarrow s < \frac{r}{2} - \frac{c}{2d} \Rightarrow \frac{\partial TSE}{\partial s} < 0$

因此，基管會制定的回收清除處理補貼費費率水準超過 $\frac{r}{2} - \frac{c}{2d}$ ，若再增加補貼費，會使得基管會支出增加。反之，若費率水準未超過 $\frac{r}{2} - \frac{c}{2d}$ ，再範圍內縱使再增加補貼費，但由於回收量略少，反而使得基管會支出減少。

(4) 未回收廢棄物污染量

未回收廢棄物污染量意指應回收而未回收的廢棄物之總污染量，因未回收之廢棄物倘若任意丟棄即會造成污染。因此，實際回收量越多則未回收的數量就會越少，而回收量受回收清除處理補貼費的影響，故費率水準亦會影響未回收廢棄物污染量。(33)為未回收廢棄物污染量函數(Non-Recycling Pollution, NRP)

$$NRP = E(Q_w - Q_c) \quad (33)$$

將 $Q_c = c + dP_w$ 與 $P_w = \frac{s-r}{2} - \frac{c}{2d}$ 代入 NRP ，並對 s 偏微分，可得

$$\frac{\partial NRP}{\partial s} = -\frac{Ed}{2} < 0$$

由於 $E、d > 0$ ，可知 $\frac{\partial NRP}{\partial s} < 0$ ，表示當基管會增加回收清除處理補貼費，會增加實際回收量，會使得未確實回收的廢棄物所造成的污染量減少。

綜合以上回收清除處理補貼費對不同參與者之相關影響，可知 s 的影響程度取決於 $r、c$ 與 d 。而 $r、c$ 與 d 均為已知參數，故令 $r - \frac{c}{d} = \Theta$ ，

則回收清除處理補貼費變動之影響如圖 10 所示

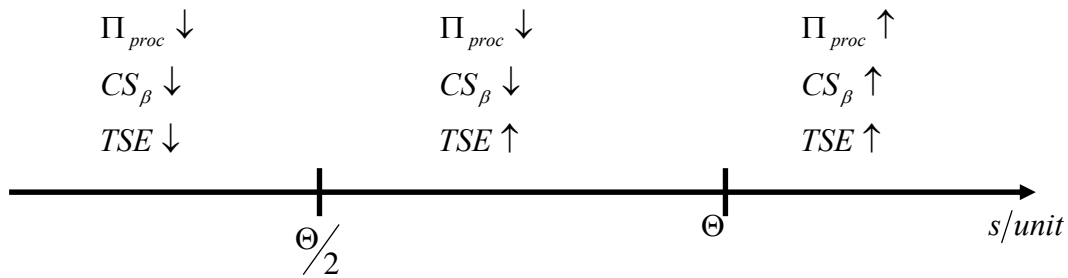


圖 10 回收清除處理補貼費單位增加量影響效應圖

資料來源：本研究整理

由圖 10 可知，當基管會制定回收清除處理補貼費時，可藉由費率水準在不同區間範圍內，觀察在該區間內費率水準增加，對於資源回收處理業者、消費者與基管會的影響。

若回收清除處理補貼費之水準屬於 $[\frac{\Theta}{2}, \Theta]$ 區間，則表示費率水準增加一單位時，資源回收處理業者的利潤與回收市場之消費者剩餘將會減少，而基管會在補貼費發放支出之金額將會增加。同理，其他區間之變動即為圖 10 所示。若費率水準減少時，影響效應將會完全顛倒。此外，由於未回收廢棄物污染量與 s 為線性關係，與圖 10 之數線上參數無關，故未繪入於數線中。

因此，從圖 10 中，可大致歸納出在回收清除處理補貼費的水準較低時，隨著回收清除處理補貼費上升，會使得資源回收處理業者利潤、消費者剩餘 β 與回收清除處理補貼費總額減少。而在回收清除處理補貼費的水準較高時，則會得到相反的結果。

4.3 數值案例探討

本研究之數值案例探討，探討對象設定為台灣國內筆記型電腦產業及市場。由於本研究基本模型所需之數值與資訊在現階段仍難以準確得知，故此案例探討部份參數數據無法由文獻資料上取得的，則藉以其他周邊資訊假設估計之；以下為此案例所需之參數數據。

(1) 市場需求函數： $P_x = 33,000 - 0.01Q_x$ 單位：新台幣/台、台

由於單一產品實際需求函數的資訊現下無法取得，故此需求函數參考台灣筆記型電腦產業歷年之產量(shipment volume)與平均銷售價格(average sales price, asp)資料(資料來源：資策會資訊市場情報中心)，並佐以在台灣國內生產銷售之某一款筆記型電腦之銷售價格、成交價格與一年內之粗估產量估計之。

(2) 單位變動製造成本： $C_v = [29,000, 30,000]$ 單位：新台幣

由於產品單位製造成本實屬廠商之商業機密，無法經由公開管道獲悉某廠牌某款筆記型電腦之製造成本。因此，藉由資訊產業的微毛利情況，以成本所佔之比例估計此項參數，並採取區間的方式表示。

(3) 製程外部性成本： $e = [2,175, 2,250]$ 單位：新台幣

製程外部性成本意指每製造一單位產品所排放的污染，如廢液與廢氣等，在處理這類製程廢棄物上所需要的成本，然而此項準確的實際數據需要仰賴相關專家學者或廠商協助，目前無法從任何公開管道得知此項數據。由於歐盟環境法規上路，藉著改善製程及產品設計與用料，廠商為生產符合法規標準的產品，必須額外支付 5%~10%的製造成本(李慧瑜，2006)。故此項參數取 5%~10%之平均數，以單位變動製造成本的 7.5%做為估計比例。

(4) 期望回收量函數： $Q_c = 5,600 + 80P_w$ 單位：台、新台幣/台

雖然自從民國九十一年起，資源回收業者可自由決定鼓勵消費者的獎勵金水準，但對於資源回收業者發放獎勵金與回收量互動關係的情形仍無相關文獻。因此，此項以溫麗琪(2006)中筆記型電腦歷年實際回收量資料，以及溫麗琪(2005b)中消費者對於廢資訊物品期望獎勵金水準的市場調查資料，參考以上兩項資訊估計此函數。

(5) 單位淨處理成本： $r = [50, 150]$ 單位：新台幣/台

此項以溫麗琪(2006)中調查資源處理廠處理筆記型電腦之每單位處理成本(\$135/台)，以及每單位筆記型電腦經過資源化處理後之單位資源化價值(\$33/台)相減計算得之為\$102/台。但為求一般性，使得此參數涵蓋絕大部份資源處理廠之單位淨處理成本，故將其放寬為本研究假設之[50, 150]。

(6) 未回收廢棄物外部性成本： $E = [135, 270]$ 單位：新台幣/台

此項意指筆記型電腦未被妥善回收，若被任意丟棄時對自然環境造成污染，則政府需要出面處理之成本，因此需要相關領域專家學者之研究才得以準確計算之。現今亦無文獻指出此成本準確之數額水準，而溫麗琪(2006)之研究報告內亦具有此項，稱之為環境影響成本，以道路清掃成本與海灘清潔成本估計之。若要妥善處理丟棄在自然環境中的筆記型電腦，至少要花費與在資源處理廠內資源化筆記型電腦時相同的處理成本，而至多以處理成本的兩倍為上限。

此數據案件探討之費率水準公式，採用基管會目標函數為廣義社會福利時之公式，並使用上述之各項數據代入公式。

a、回收清除處理費

$$t_1 = 2e + C_v - a$$

• 市場需求函數： $P_x = 33,000 - 0.01Q_x \rightarrow a = 33,000$

- 單位變動製造成本： $C_v = [29,000, 30,000]$
- 製程外部性成本： $e = [2,175, 2,250]$

由於部份估計參數以區間方式表示，最適回收清除處理費亦為區間形式。因此，在筆記型電腦產量與既定市場內，最適回收清除處理費為 $t_1 = [350, 1,500]$ ，如圖 11 所示，可觀察出單位變動製造成本與製程外部性成本變動對回收清除處理費的影響。

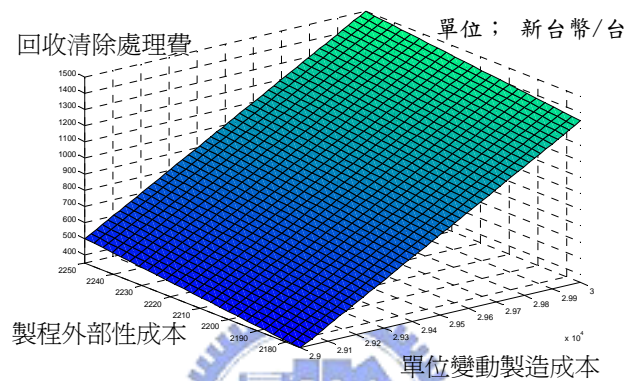


圖 11 回收清除處理費反應曲面圖
資料來源：本研究整理

b、回收清除處理補貼費

$$s_1 = 2E - r + \frac{c}{d}$$

- 期望回收量函數： $Q_c = 5,600 + 80P_w \rightarrow c = 5,600, d = 80$
- 單位淨處理成本： $r = [50, 150]$
- 未回收廢棄物外部性成本： $E = [135, 270]$

由於有參數以區間形式表示，則最適回收清除處理補貼費亦為區間形式呈現。因此，在筆記型電腦之回收市場，最適回收清除處理補貼費為 $s_1 = [190, 560]$ ，如圖 12 所示，可觀察單位淨處理成本與未回收廢棄物外部性成本變動對回收清除處理補貼費的影響。

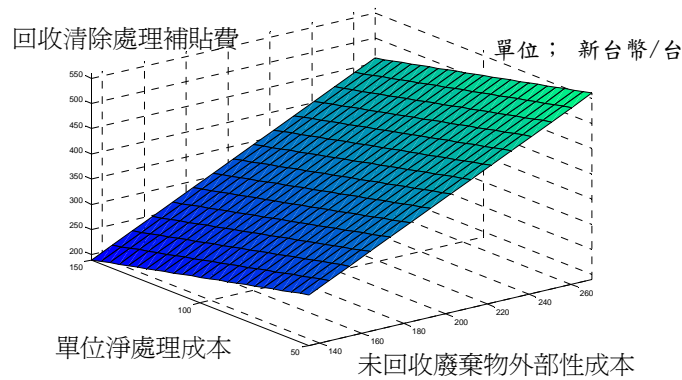


圖 12 回收清除處理補貼費反應曲面圖

資料來源：本研究整理

c、責任業者與資源回收處理業者之最適決策水準

當基管會制定好最適費率水準後，責任業者與資源回收處理業者會因應該水準而變更自身的決策，即在最適費率之下的最適決策。

i 責任業者之最適生產數量與最適市場價格

將 $t_1 = [350, 1,500]$ 、 $a = 33,000$ 、 $b = 0.01$ 與 $C_v = [29,000, 30,000]$

代入式(4) $Q_x = \frac{a - C_v - t}{2b}$ ，可得最適生產數量 $Q_x^* = [75,000, 182,500]$ 。

再代回 $P_x = 33,000 - 0.01Q_x$ ，可得最適市場價格 $P_x^* = [31,175, 32,250]$ 。

ii 資源回收處理業者之最適獎勵金水準與預期回收量

將 $s_1 = [190, 560]$ 、 $c = 5,600$ 、 $d = 80$ 與 $r = [50, 150]$ 代入式(8)

$P_w = \frac{s - r}{2} - \frac{c}{2d}$ ，可得最適獎勵金水準 $P_w^* = [35, 220]$ 。再代回

$Q_c = 5,600 + 80P_w$ ，可得預期回收量 $Q_c^* = [8,400, 23,200]$ 。

下一章將提出本研究對於建構資源回收系統最適費率模型之結論，並且針對本研究尚無法解決之問題及可能改善模型之方向提出建議。

第五章結論與建議

我國環保署自民國八十七年成立基管會並建立資源回收系統，至今已有十年，以兩階段政策工具為主要使用的經濟誘因工具，但在制定兩階段政策工具之費率水準方面仍存在許多問題。本研究依據現行資源回收系統運作制度，以「分權式」與「社會福利」兩個觀點重新計算兩階段政策工具之費率水準，。本章為全文之總結，分為二節說明之。第一節就資源回收系統費率基本模型的研究，與現行費率公式比較並歸納出結論。第二節則就研究結果，提出尚有未完善之處，使得後人有改善之參考建議，以求後續研究更能落實運用於現行資源回收系統中。

5.1 結論

資源回收工作是對環境極具正面意義的工作，許多國家均將資源回收工作列為重點項目，台灣也不例外。此外，對於資源回收的觀念，從原本純粹收取廢棄物並再生利用的狹義資源回收，擴大發展至將延伸生產者責任及產品生命週期等概念納入考量的廣義資源回收。

但我國現行資源回收系統中，基管會對於回收清除處理費與回收清除處理補貼費的制定原則在於「忠實反映各項實際回收處理成本」以及「基管會基金餘絀平衡」(溫麗琪, 2005b)。基於這兩項原則，使得所制定之費率水準目的為消極地處理廢棄物，而無法積極地抑制生產者使用自然資源的數量及速度，亦無法鼓勵資源回收業者積極回收廢棄物，而發生政府失靈的情況。此外，在制定費率水準之過程，所有與費率相關之參數及資訊，均由基管會主觀估計，而未將受該費率影響的組織之反應納入考量。

因此，本研究以分權式的概念，採用賽局理論中的 Stackelberg 模型建構基本費率模型。故基管會在制定費率時，便可將責任業者與資源回收處理業者對於費率的反應納入考慮。此外，基管會制定費率的目標為極大

化社會福利，並考慮整個產品生命周期的外部性成本。所以所計算出的費率水準，不僅只是反映各項回收處理成本，尚包含政府處理各階段污染的成本支出所需費用。藉由最適費率公式，基管會欲達到不同的目標，應如何計畫費率水準之預算範圍。適當的費率水準，抑制污染量的排放與使用自然資源的數量和速度。另一方面，資源回收處理業者願意鼓勵消費者回收以增加實際回收量，減少應回收而未回收的廢棄物數量。

因此採用本研究費率制定模型所制定的費率公式，藉著含有外部性成本考量的社會福利，可使責任業者與資源回收處理業者雙方均積極地降低污染量，進而增加整體的社會福利。

5.2 建議

根據本研究之研究結果，利用本研究費率基本模型改善現行資源回收系統制定費率機制仍存在許多問題。但接續之研究可使此主題之系列研究更為完善，因此接下來提出未完善之部份與問題發生之處。由於主要問題可分為本研究費率基本模型部份以及其他研究之協助部份，因此解決之道必須兩部份合作，發展進階模型，所制定出之費率水準將更符合實際情形。故本研究建議方向如下：

(1) 評估費率模型之中基管會之社會福利目標函數應含項目

由於本研究之基管會社會福利目標函數包含許多項目，導致參數影響最適費率公式之作用混淆不清，難以分析。故可去除對費率公式影響不大之項目，增加具影響性之項目，使社會福利目標函數更具經濟意義。

(2) 改善消費市場與回收市場描述方式

消費市場的需求函數與回收市場中的期望回收量函數，對於費率模型有重大之影響，不同的函數型態會導致不同的費率結果。此改善項

需要相關產業及領域之專家學者，透過實地之調查研究，或者藉由產業資料庫的建立，應均可提供準確之市場資訊。

(3) 相關參數取得之準確性

費率公式中包含許多難以取得實際數據之參數，例如外部性成本與製造成本等。這些參數均仰賴相關產業及領域之專家學者之調查研究，透過準確的參數數值，可使費率水準的計算結果更有效率。

(4) 展開資源回收系統費率基本模型

本研究探討複數特性之參與者，即每個個體群聚為一個集合體，未來可將之分散化，考量每個個體的行為表現，並加入產能及運送量之限制，可更為符合實際情況。



參考文獻

1. 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劃, 行政院環保署。
2. 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(94/9) 491-520。
3. 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劃, 行政院環保署。
4. 吳澤欣 (2004), 「資訊回收管理制度評析」, 國立台北大學資源管理研究所碩士論文。
5. 張清溪、許嘉棟、劉鶯釗、吳聰敏 (1995), 《經濟學：理論與實際》, 第三版, 翰蘆圖書出版有限公司。
6. Bansal, S., and S. Gangopadhyay. 2003. Tax/subsidy policies in presence of environmentally aware consumers. *Journal of Environmental Economics and Management* **45** 333-355.
7. Baumol, W. J., and W. E. Oates. 1988. *The Theory of Environmental Policy*, Second Edition. New York: Cambridge University Press.
8. Bovenberg, A. L., and L. H. Goulder. 1996. Optimal Environmental Taxation in the Presence of Other Taxes: General-Equilibrium Analyses. *The American Economic Review* **86(4)** 985-1000.
9. Fullerton, D., and A. Wolverton. 1997. The case for a two-part instrument presumptive tax and environmental subsidy. Working paper 5993. National Bureau of Economic Research.
10. Fullerton, D., and A. Wolverton. 2005. The two-part instrument in a second-best world. *Journal of Public Economics* **89** 1961-1975.
11. Gibbons, R. 1992. *Game Theory for Applied Economists*. New Jersey: Princeton University Press.

12. Hong I-H., T. Assvapokey, J. Ammons, C. Boelkins, K. Gilliam, D. Oudit, M. J. Realff, J. M. Vannicola, and W. Wongthatsanekorn. 2006. Planning the e-Scrap Reverse Production System Under Uncertainty in the State of Georgia: A Case Study. *IEEE Transactions on electronics packaging manufacturing* **29(3)** 105-162.
13. Hu, T-L., J-B. Sheu, and K-H. Huang. 2002. A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardous wastes. *Transportation Research Part E* **38** 457-473.
14. Lee, C-H., S-L. Chang, K-M. Wang, and L-C. Wen. 2000. Management of scrap computer recycling in Taiwan. *Journal of Hazardous Materials* **A73** 209-220.
15. Lindhquist, T. 1992. Extended Responsibility as a Strategy to Promote Cleaner Products. Working paper. Department of Industrial Environmental Economics, Lund.
16. Pindyck, R. S., and D. L. Rubinfeld. 2005. *Microeconomics 6th* Edition. Pearson Education Ltd.
17. Shih, L-H. 2001. Reverse logistics system planning for recycling electrical appliances and computers in Taiwan. *Resources, Conservation and Recycling* **32** 55-72.
18. Stackelberg, H. F. V. 1934. Marktform und Gleichgewicht (Market and Equilibrium), Vienna.
19. Tibben-Lembke, R. S., and D. S. Rogers. 2002. Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. *Supply Chain Management* **7** 271-282.
20. Walls, M. and K. Palmer. 2001. Upstream Pollution, Downstream Waste Disposal, and the Design of Comprehensive Environmental Policies. *Journal of Environmental Economics and Management* **41** 94-108.

網路部份

1. 行政院環保署資源回收基金管理委員會資源回收網
<http://recycle.epa.com.tw/index.html>
上網日期：2006/11/5
2. 中華民國行政院環保署 全民認識戴奧辛
http://www.epa.gov.tw/attachment_file/200506/20050622.html
上網日期：2006/12/11
3. 永續產業發產資訊網 廢電子電機設備指令(WEEE)
http://proj.moeaidb.gov.tw/isdn/trilaw/article_show.php?pid=135&subid=123&subid2=31&id=77
上網日期：2006/12/11
4. WEEE 生產者責任網
<http://www.etc.org.tw/etc/Q00/WEEE3R/WEEE.htm>
上網日期：2006/12/15
5. 資策會資訊市場情報中心 AISP 情報顧問服務網站
<http://mic.iii.org.tw/intelligence/>
上網日期：2007/04/21
6. 李慧瑜 (2006)，「歐盟三大環保指令對我國電子及資訊產品的影響」，華南銀行徵信室。
<http://campaign.hncb.com.tw/intranet/monthly/mon028/02806.pdf>
上網日期：2007/04/21