

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

整合協同運輸管理之綠色逆物流需求與網路設計規劃 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型

計畫編號：NSC 97-2410-H-032-042-

執行期間：97年08月01日至98年07月31日

執行單位：淡江大學運輸管理學系

計畫主持人：溫裕弘

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98年10月09日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

成果報告
 期中進度報告

整合協同運輸管理之綠色逆物流需求與網路設計規劃

Green Reverse Logistics Demand Planning and Network Design
integrated with Collaborative Transportation Management

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2410-H-032-042-

執行期間： 97 年 8 月 1 日至 98 年 7 月 31 日

計畫主持人：溫裕弘

計畫參與人員：郭育孟、謝佳蓉

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：淡江大學 運輸管理學系

中 華 民 國 98 年 10 月 8 日

中文摘要

因應相關環保法規的制定、綠色供應鏈風潮與企業永續發展，逆物流回收需求分析議題漸成為當務之急的研究方向。本研究整合建構一系列預測模式進行逆物流需求分析；以及考慮協同整合之互動決策下，建構逆物流網路設計與運送規劃模式。本研究進行廢資訊物品逆物流回收需求調查與分析，以了解資訊物品從產生逆物流至實際形成逆物流回收過程之關鍵影響因素。並藉由使用年限機率與回收機率之建構，推估未來潛在逆物流回收貨運量，進一步應用整合類神經網路模式，建構逆物流回收貨運量預測模式。最後，進行實證範例分析，結果顯示本研究所建構之逆物流回收貨運量預測模式之預測能力均較機率推估型預測模式之使用年限法、時間數列型預測模式之 ARIMA 與 GM(1,1)、整合機率推估型與時間數列型預測模式之二元迴歸及 GM(1,N) 模式佳，驗證本研究模式可行且具有較佳之預測能力與解釋能力。本研究成果不僅在學術上可作為逆物流回收需求分析與逆物流回收貨運量預測模式相關研究之參考，所發展之模式亦可提供實務上進行逆物流回收預測模組開發之模式基礎。

本研究在考慮協同整合決策互動下建構逆物流網路結構設計與運送規劃模式，分為灰色聚類與數學規劃兩階段。灰色聚類用以進行逆物流區位選擇，包含回收廠、拆解/處理廠、再生廠和最終處理廠的地點設置，而本研究之聚類指標為運輸成本、固定成本和人口曝露風險。另一階段為數學規劃基礎之逆物流網路運送規劃模式，目標函數以總逆物流成本以及總逆物流風險最小作為考量，其中總逆物流成本包含有運輸成本、營運成本以及處理成本，總逆物流風險則為運送風險與儲存風險。另外，限制式包含考慮流量守恆限制、設施容量限制、設施數量限制、環保法規、非負限制等相關限制。最後，本研究以廢棄電腦回收為例，以驗證模式之可行性。研究結果顯示，廢棄物回收之逆物流網路結構設計結果與實務現況比較，驗證結果合理；而逆物流運送規劃結果亦可行。由於模式中所使用的參數具高度不確定性，而為了解當參數變化對於輸出所造成的影响，亦進行敏感度分析，其結果可提供逆物流運送規劃上更具決策彈性。

關鍵詞：綠色逆物流、逆物流需求分析與預測、逆物流網路設計與規劃

Abstract

With the global eco-awareness, the European Union has claimed several regulations, such as the Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) to regulate recycling items for end-of-life (EOL) electrical and electronic equipment. Demand analysis and forecasting and reverse logistics network design for waste recycling is a critical foundation in the reverse logistics management of EOL electrical and electronic equipment. This study attempts to develop a series of models to analyze the demand factors, and to predict the return quantity for waste EOL electrical and electronic equipment, and develop a network design model for reverse logistics network. The first part of this study conducted a demand survey and analysis of reverse logistics and recycling on EOL electrical and electronic equipment. This study applies exploratory factor analysis to identify key demand for EOL electrical and electronic equipment recycling. This

study proposes a binary logistic regression model to determine the return probability. This study combines probability estimation and time-series forecasting model to propose a hybrid forecasting model for return quantity forecasting. Considering useful life of electrical and electronic equipment, the production shipment volume, and the return probabilities, the potential return quantity is estimated. Furthermore, a neural network model is developed to improve the forecasting accuracy and eliminate the uncertainty and randomness surrounding the input data. Finally, a case study with a reverse logistics and recycling of EOL electrical and electronic equipment data was provided to illustrate the results and the application of the model's is shown to be more accurate prediction results than useful life, ARIMA, GM(1,1), binary regression and GM(1,N) models. The results verified that the proposed model is practicable, and provide a better prediction and explanation ability.

In the second part of this study, the reverse logistics network shape is designed and formed into a network structure by applying grey clustering. This study defines transportation cost index and risk index. The topological relationships and locations among reverse logistics centers are selected. Using grey clustering, the recycling plants, disassembling plants, recycling companies and the final treatment plants are chosen and determined. On the basis of the designed network shape (structure), this study proposes a mathematical programming model to determine the optimal distribution flows on all of the links forming the designed reverse logistics network for waste recycling. The main objective function is to minimize the total cost of reverse logistics as well as the total risk. The total cost includes transportation cost, operating cost and disposal cost. On the other hand, the total risk includes enroute holding risk and the site stock risk. Furthermore, the model is also subjected to flow conservation, capacity of facilities, limit amount of facilities, the environmental regulations, and non-negative constraints. Finally, a case study with a waste computer recycling is provided to illustrate the results and the application of the models. Sensitivity analysis is also discussed. The results of the case study verify that the models are practicable, and also provide higher flexibility on decision-making for reverse logistics services providers.

Keywords: Green Reverse Logistics, Reverse Logistics Demand Analysis and Forecasting, Reverse Logistics Network Design and Planning

一、前言

由於資源的短缺、環境的污染與全球暖化等環保問題，國際間相繼制定環保相關之法規，例如：歐盟「廢電子電機設備指令 (Directive on the Waste Electronics and Electrical Equipment, WEEE)」，規定製造商必須負起產品回收責任，且依不同產品類別規定回收率 (50%~75%)。就製造商而言，為因應相關環保法規的制定與落實永續環保的觀念，逆物流回收議題逐漸受到關注，且逆物流回收已成為整體供應鏈競爭致勝的關鍵課題。但廢資訊物品逆物流回收為生命終期產品(end-of-life, EOL)由消費者手中返回的一種物流過程，其特性並非如正向物流般，能由製造商本身制定相關規劃來掌控，所以逆

物流回收具有高度不確定、隨機性、需求點分散、需求量變動大等特性，亦即逆物流回收產生的時間、地點、數量、質量是難以預期的。因此，若要有效掌控上述逆物流回收之特性，則需針對逆物流回收需求進行調查與分析，包含：發生原因、影響因素與服務管道，其結果可以做為管理者掌握逆物流回收需求與制定相關規劃之依據。但許多企業沒有能力或不願意進入逆物流這塊市場（Krumwiede and Sheu, 2002），因此大部份的企業均把逆物流回收活動以外包的形式委託專業的第三方物流運送業者（third-party logistic providers, 3PLs）來處理（Cottrill, 2000）。一般逆物流回收之預測結果可作為逆物流回收策略面之回收中心網路設計；戰略面之採購決策、容量規劃、回收政策與產品最終處理管理等；作業面之存貨控制與生產規劃等（Toktay et al., 2003）。而就第三方逆物流回收運送業者而言，逆物流回收之預測則可提供相關的運輸規劃（如車隊大小、車輛容量、路網等）及決定倉儲與轉運站容量（Hanafi et al., 2007）等之基礎。

逆物流項目有產品的回收、存貨的退回、保固的回收、可再利用容器、損壞產品季節性產品、存貨的調整以及有害物料（Krumwiede and Sheu, 2002），其中廢棄物回收常伴隨有害特性，故影響層面很廣，具有深入探討之重要性。逆物流網路結構包含回收點、回收廠、拆解/處理廠、再生廠和最終處理廠（垃圾掩埋場與焚化爐）等節點及相對應的逆物流運輸節線，其關係為回收運送過程係指廢棄物從回收點收集後送到回收廠，再送至拆解/處理廠，經由處理、拆解等程序後分別送至再生廠或最終處理廠。綠色逆物流網路規劃必須考慮逆物流中心的相關區位、市場範圍與影響、逆物流運送之最適規劃，係屬於第三方逆物流業者之中、長期規劃決策，亦可作為其短期營運規劃之基礎。因此，綠色逆物流網路規劃是一個多目標、高隨機性、不確定性之動態、複雜的網路規劃最佳化問題。由過去文獻（Shih, 2001）可以發現，將設施區位決定與路線選擇問題同時做決策已是一種研究之趨勢。

然而，目前國內外探討逆物流回收需求分析與逆物流回收貨運量預測文獻十分闊如，僅包括：Toktay et al.(2000), Marx-Gomez et al. (2002) , Masui (2005) , Kang and Schoenung (2006) , Hanafi et al. (2007) , 張淑卿 (2002) , 溫麗琪等人 (2005)。Marx-Gomez (2002) 認為產品的回收規劃是以回收量預測為基礎，Masui (2005) 認為欲進行逆物流回收廠相關生產規劃時，首先應對產品生命週期之量進行預測。此外，過去探討逆物流議題之相關文獻，主要著重於網路結構設計（Barros et al., 1998; Chang and Wei, 2000; Shih, 2001; De Koster et al., 2002; Listes, 2005; Sheu, 2005）、存貨管理（Inderfurth and van der Laan, 2001; Fleischmann et al., 2002; Dobos, 2003）、規劃與控制（Jayaramam et al., 2003; Ferrer, 2003; Mahadevan, 2003）與資訊技術（Landers et al., 2000; Maslennikova and Foley, 2000）等。綜上，針對逆物流回收活動進行需求調查與分析確有研究之必要，且為了有效掌控產品未來回收量，亦須針對逆物流回收貨運量進行準確之預測。

過去逆物流網路規劃相關文獻，則大多屬於網路模式最佳化問題，如有 Bloemhof-Ruwaard et al (1999), Fleischmann et al. (1997,2000,2002), Krikke et

al. (1999), Barros et al. (1998), Zhang (2000), Shih (2001), Sheu et al. (2002), JAayardon (2003), Sheu (2007), Du and Evans (2008), Srivastava (2008)，即需先將設施區位數或是物流網路結構（Network structure）須先設定為已知；同時文獻中多以混合整數規劃為主，大多未考慮面臨需求、成本項目、數量以及其他參數的高度不確定（Shih, 2001、Ahluwalia and Nema, 2006、洪千琇, 2007 以及 Salema et al., 2007），另多以成本最小作為目標，但在決策過程中，往往並非只單純考慮單一目標，主要是因現實所處環境日趨多元與複雜，必須從多方面加以考量，在諸多相互衝突的目標中權衡取捨，方能符合實際問題的需要，進而達到審慎之目的。

鑑於預測模式為逆物流回收相關規劃之基礎，且逆物流回收需求分析與逆物流回收貨運量預測之相關文獻尚闊如，本研究以第三方逆物流回收運送業者之觀點，探討廢資訊物品（包含：廢個人電腦主機、廢筆記型電腦、廢顯示器與廢印表機）逆物流回收需求分析與逆物流回收貨運量預測兩部份。本研究嘗試建構一整合逆物流回收需求分析與逆物流回收貨運量預測模式，並採正向出貨量推逆向回收量方式，藉由資訊物品出貨量、使用年限機率與回收機率函數進行未來潛在回收貨運量之推估。在使用年限機率推估上，假設廢資訊物品使用年限呈常態分配，此外，使用二元羅吉斯迴歸模式建構回收機率函數。然而，此推估之潛在回收貨運量與實際回收貨運量仍有差距，且實際回收貨運量具有不規則、不確定等特性（Toktay et al.,2000; Hanafi et al., 2007），所以本研究進一步應用類神經網路（Artificial Neural Network）進行逆物流回收貨運量模式建構，以修正潛在回收貨運量與實際回收貨運量之誤差與降低其不確定性。綜上所述，目前尚未有學術研究將逆物流回收需求分析整合於逆物流回收量預測研究中，因此，若針對逆物流回收活動進行需求調查與分析以及貨運量預測，對於學術上與實務上均具有研究之價值，且需求調查結果可以作為第三方逆物流回收運送業者進行逆物流回收服務、提高回收率以及其他配套措施之基礎，預測結果可作為相關運輸規劃之基礎。

進一步，本研究進行在考慮協同互動下之逆物流網路規劃設計，本研究嘗試採兩階段方式進行模式建構。第一階段為灰色聚類基礎之逆物流網路結構設計，第二階段則是數學規劃基礎之逆物流運送規劃模式。灰色聚類可處理資訊不完全與不確定性問題，在應用於設施區位聚類上，可不須先決定設施數目。而數學規劃考慮總成本和總風險目標下，求解廢棄物逆物流運送網路規劃問題。在第一階段中，本研究嘗試以兩階層灰色聚類進行逆物流區位規劃，以成本和風險的灰色聚類指標下，利用不同層面評估，判斷與決定地點區位與網路型態，期能建立最佳廢棄物逆物流回收網路結構。在第二階段中，本研究以數學規劃模式為基礎，在考慮總成本和總風險目標下，求解廢棄物逆物流運送網路規劃問題，尋找最適的逆物流網路規劃，提供決策彈性。

二、研究方法

本研究整合建構一系列預測模式進行逆物流需求分析，在因應協同運輸管理架構下，建構逆物流

運輸網路設計與運送規劃模式，在考慮一般化運輸成本、運送風險之多目標下，求解綠色逆物流運輸網路設計與運送規劃問題。

2.1 廢資訊物品逆物流回收需求分析與回收貨運量預測模式

本研究首先進行廢資訊物品逆物流回收需求調查與分析，調查的目的在於了解資訊物品從產生逆物流至實際形成逆物流回收之過程，並從中了解影響逆物流回收量之因素。進一步，本研究嘗試結合機率推估型與時間數列型二種預測模式，建構逆物流回收貨運量預測模式。首先採用機率推估型預測模式進行逆物流回收貨運量推估，此則為正向出貨量推估逆向回收貨運量之觀點，且基於資訊物品均具有一定使用期間之觀念，利用使用年限法進行回收貨運量推估，但由於使用年限法之概念為資訊物品經使用後，未來每一段期間內可能會進行汰換的機率，而此一概念並無法表達最終消費者是否在汰換後會再進行逆物流回收活動，因此，本研究嘗試結合使用年限機率與回收機率進行未來潛在回收貨運量之推估，其中，回收機率則是藉由問卷調查所得之最終消費者進行廢資訊物品逆物流回收考量因素之因素分數與廢資訊物品處理方式進行二元羅吉斯迴歸分析，以求得最終消費者進行廢資訊物品回收之機率。再者，由於實際回收量具有高度不規則、不確定與變化波動大之特性，且所推估之潛在回收貨運量與實際回收貨運量會有差距，因此本研究進一步利用類神經網路模式之倒傳遞網路模式，進行潛在回收貨運量與實際回收貨運量誤差之修正與預測。本研究逆物流回收貨運量預測模式流程如下圖1。本研究應用二元羅吉斯迴歸分析建構廢資訊物品逆物流回收機率函數：

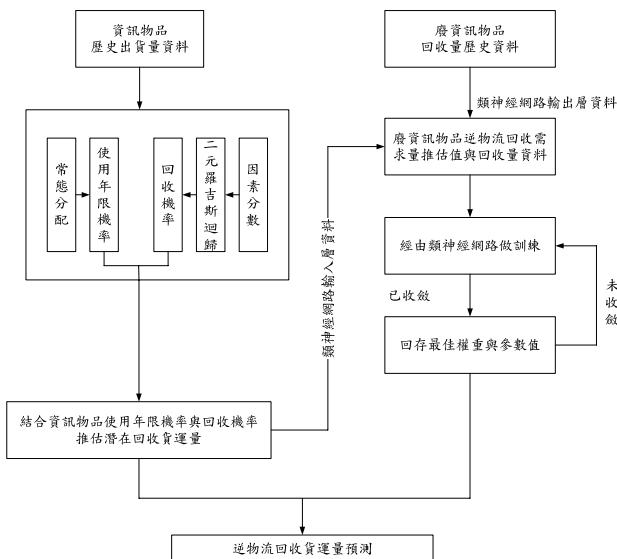


圖 1. 逆物流回收貨運量預測模式流程圖

$$Y_{B2B} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \quad (1)$$

$$\Pr^R_{B2B} = \frac{e^{Y_{B2B}}}{1 + e^{Y_{B2B}}} \quad (2)$$

$$Y_{B2C} = \beta_0 + \beta_1 X_4 + \beta_2 X_5 + \beta_3 X_6 \quad (3)$$

$$\Pr^R_{B2C} = \frac{e^{Y_{B2C}}}{1 + e^{Y_{B2C}}} \quad (4)$$

採用使用年限法的觀念，藉由資訊物品出貨量與使用年限機率以及回收機率函數進行潛在回收貨運量推估：

$$RD_t = \Pr^R \left\{ \sum_{i=6}^{14} (S_{t-0.5i}) [\Pr^{LC}(0.5i)] [1 - \Pr^R]^{14-i} \right\} \quad (5)$$

本研究考量出貨量與使用年限機率以及回收機率函數所推估之潛在逆物流回收貨運量（式5）與實際逆物流回收貨運量間會有誤差，且因逆物流回收貨運量具有波動變化大與隨機性等不確定特性，一般預測方法難以精準預測，所以本研究採用倒傳遞類神經網路具有適應性學習能力之特性，建構逆物流回收貨運量預測模式。

2.2 廢資訊物品逆物流網路設計與運送規劃

本研究逆物流網路結構記為 $G(N, A)$ ，設 N 為所有節點之集合，亦即所有廠址之集合， A 則為廠址至廠址間之節線。本研究逆物流網路結構設計以灰色聚類基礎進行設計，主要是因為灰色聚類之特性可處理資訊不完全與不確定性問題，並可在應用於設施區位聚類上，不須先決定設施數目。本研究在第一階層灰色聚類區位候選中，灰色聚類對象為回收點，即為由回收點選出回收廠。第二階層候選區位之篩選，回收廠作為灰色聚類對象，進而從第一階層選出的回收廠中再選出拆解/處理廠以及再生廠或是最終處理廠。回收廠是由回收點收集廢棄物至回收廠暫置，即是回收點與拆解/處理廠之間的中介站，俟回收量達到回收車之載運量時，再利用較大型貨車，將廢棄物運至拆解/處理廠。區位設置適當的回收廠，可以提升收益和降低成本，亦可兼具轉運之功能。選擇回收廠之區位是利用成本面來考量，其中考慮運輸成本與固定成本指標，參考 Shih (2001) 的公式，並作適當修正。在運輸成本指標是指將廢棄物從回收點運送到回收廠的成本，計算方式為單位運輸成本乘以運送的距離，並且以回收廠為中心，到各個回收點的距離加總。固定成本 S_j 則是考慮點 j 設置回收廠之土地成本與建置成本。在灰色聚類中，運輸成本指標函數如下：

$$\beta_k^{21} = (S_k^{\text{Dis}} + \sum_j TM_{jk}^{\text{Dis}} L_{jk}) \delta_k^{\text{Dis}} + (S_k^{\text{Re}} + \sum_j TM_{jk}^{\text{Re}} L_{jk}) \delta_k^{\text{Re}} + (S_k^{\text{Tr}} + \sum_j TM_{jk}^{\text{Tr}} L_{jk}) \delta_k^{\text{Tr}} \quad (6)$$

風險指標函數如下：

$$\beta_k^{22} = (R_k^{\text{Dis}} \delta_k^{\text{Dis}} + R_k^{\text{Re}} \delta_k^{\text{Re}} + R_k^{\text{Tr}} \delta_k^{\text{Tr}}) \times \mu_k \times \pi \times (L_k^P)^2 \quad (7)$$

在本研究設計的目標中，第一階層為運輸成本與固定成本最小，第二階層則是追求較低的固定成本、運輸成本與人口曝露風險。因此，決策偏好為運輸成本、固定成本以及人口曝露風險指標越小；然而，有些偏好條件本身並非十分明確，同時小至哪種範圍也不明確。表示本研究在決策上判斷這些網路結構時，面臨資訊不完全和不確定性，故以灰色聚類判斷聚類對象經由聚類指標評估所屬之類別，這些類別定義為低成本、中成本、高成本、低風險、中風險與高風險等灰類。透過灰聚類模式，判斷與決定地點區位與網路型態，以建立最佳廢棄物逆物流回收網路結構。

第二階段則是考慮協同整合下，建構互動式多目標數學規劃模式基礎之逆物流運送規劃模式，數學規劃考慮總成本和總風險目標下，求解有害廢棄物逆物流運送規劃問題。在考慮總成本和總風險目

標下，求解有害廢棄物逆物流運送規劃、運具設備派遣與路線指派問題，尋找滿意的逆物流網路規劃，提供決策參考及選擇彈性，其中目標式涵蓋處理成本、運輸成本、營運成本、運送風險與儲存風險。限制式參考 Shih (2001) 與何家豪 (2003) 之考慮，包含流量守恆、容量守恆、數量限制、非負限制、環保法規等相關資訊的限制式。互動式多目標模式採用權重效用法，進行求解，模式如下：

$$\begin{aligned}
 MinU &= W_C \times \bar{C} + W_R \times \bar{R} \\
 C &= C^D + C^T + C^S \\
 R &= R^T + R^S \\
 \text{s.t.} \\
 \sum_v \sum_j X_{ijv} &= YI_i \quad \forall i, v \\
 YJ'_j &= \sum_v \sum_i X_{ijv} - \sum_v \sum_d X_{jdv} \quad \forall j, v \\
 YD'_d &= \sum_v \sum_d X_{jdv} - (\sum_v \sum_r X_{drv} + \sum_v \sum_t X_{dtv}) \quad \forall d, v \\
 \sum_d YD_d \times M_d &= \sum_r X_{drv} \quad \forall d, v \\
 \sum_d YD_d \times M'_d &= \sum_t X_{dtv} \quad \forall d, v \\
 \sum_d X_{drv} &= YR_r \\
 \sum_d X_{dtv} &= YT_t \\
 MinS_i &\leq YI_i \leq MaxS_i \\
 MinS_j &\leq YJ_j \leq MaxS_j \\
 MinS_d &\leq YD_d \leq MaxS_d \\
 MinS_r &\leq YR_r \leq MaxS_r \\
 MinS_t &\leq YT_t \leq MaxS_t \\
 \sum_d \delta_d^{\text{Dis}} &\leq E_1 \\
 \sum_r \delta_r^{\text{Re}} &\leq E_2 \\
 \sum_t \delta_t^{\text{Tr}} &\leq E_3 \\
 \sum_j X_{ijv} &\geq \max\{U_{\text{gov}}^j, U_{\text{com}}^j, 0\} \quad \forall i \\
 \sum_d X_{jdv} &\geq \max\{U_{\text{gov}}^d, U_{\text{com}}^d, 0\} \quad \forall j \\
 \sum_v X_{ijv} &\leq X_v^{\text{cap}} \quad \forall i, j, v \\
 \sum_v X_{jdv} &\leq X_v^{\text{cap}} \quad \forall j, d, v \\
 \sum_v X_{drv} &\leq X_v^{\text{cap}} \quad \forall d, r, v \\
 \sum_v X_{dtv} &\leq X_v^{\text{cap}} \quad \forall d, t, v
 \end{aligned} \tag{8}$$

三、結果與討論

本研究以資訊物品出貨量與廢資訊物品回收貨運量資料，進行實證範例分析，以驗證本研究模式之可行性與預測模式準確度。首先，採用逆物流回收需求調查與分析結果所推估之平均使用年限機率與本研究建構之回收機率函數，進行潛在回收貨運量推估；之後再利用倒傳遞網路進行逆物流回收貨運量預測模式建構。本研究以台灣地區資訊電子產業生產統計月報所發佈之資訊物品內銷出貨量資料、行政院環保署所發佈之廢物品及容器回收稽核

認證量統計資料中的廢資訊物品回收量資料，作為逆物流回收貨運量預測模式建構之基礎。本研究取民國 94 年 1 月至 96 年 12 月共 36 筆數據資料進行模式建構，又以 97 年 1 月至 97 年 12 月共 12 筆數據作為後續模式準確度驗證比較之依據。

首先藉由資訊物品出貨量、使用年限機率與回收機率函數進行廢資訊物品潛在回收貨運量推估，其推估結果與實際逆物流回收貨運量如表 1 與圖 2。由表 1 與圖 2 可知，潛在回收貨運量與實際回收貨運量間仍有差距，因此，本研究藉由類神經網路之倒傳遞網路進行修正與預測。本研究建構一輸入層含 1 個神經元、隱藏層含 10 個神經元與輸出層含 1 個神經元之倒傳遞神經網路；此外，本研究採平均絕對百分比誤差 (mean absolute percentage error, MAPE) 驗證模式之可行性。由表 2 可知，本研究模式歷史資料樣本部份，平均誤差為 10.54%；預測樣本部份，平均誤差為 12.35%。

進一步，本研究分別探討機率推估型、時間數列型、整合機率推估型與時間數列型此三種預測模式型態之準確度，而機率推估型預測模式為利用出貨量、使用年限法與本研究回收機率函數所推估之潛在逆物流回收貨運量；時間數列型預測模式則使用實際逆物流回收貨運量進行 ARIMA(1,1,1) 與 GM(1,1) 模式預測；整合機率推估型與時間數列型預測模式除本研究模式外，尚包含二元迴歸與 GM(1,2) 模式，使用之數據資料則為本研究所推估之潛在逆物流回收貨運量與實際回收貨運量兩筆數據資料。本研究模式與機率推估型之使用年限法、時間數列型之 ARIMA 與 GM(1,1) 模式、整合機率推估型與時間數列型之二元迴歸分析與 GM(1,2) 模式，預測結果與誤差顯示於下表 2 與圖 3。表 2 與圖 3 可知，在歷史資料樣本結果部份，本研究模式平均誤差為 10.54%，預測準確度均較機率推估型之使用年限法 (26.48%)、時間數列型之 ARIMA (16.09%) 與 GM(1,1) (13.54%)、整合機率推估型與時間數列型之二元迴歸分析 (14.55%) 與 GM(1,2) 模式 (27.63%) 之預測準確度佳；在預測樣本結果部份，本研究模式平均誤差為 12.35%，均明顯較機率推估型之使用年限法 (26.76%)、時間數列型之 ARIMA (21.77%) 與 GM(1,1) (24.08%)、整合機率推估型與時間數列型之二元迴歸分析 (22.52%) 與 GM(1,2) 模式 (30.62%) 之預測準確度佳。綜合歷史資料樣本與預測樣本之預測結果可知，本研究建構之逆物流回收貨運量預測模式之預測準確度優於其他模式，亦表示本研究模式較具解釋能力且預測能力較佳。

另一部份，本研究以國內北台灣區域廢棄電腦回收作為逆物流網路設計與運送規劃之應用範例。進行相關資料的蒐集，包含有逆物流網路、廢棄量、各類成本值與風險值等相關資料，逆物流回收量則透過第一部份廢資訊物品逆物流量預測模式結果作為輸入。本研究利用回收廠之指標函數，得出各初步候選區位之白化值，並以第一階層初步候選區位為聚類對象 ($i=1, 2, \dots, 26$)，針對聚類指標在逆物流網路結構設計上之決策偏好為「越小越好」，構建各灰類 (高、中、低成本) 之白化權函數。第一階層初步候選區位為聚類指標對應於三灰類之各自白化權函數中，各臨界值為本研究所假設擬定，主要以各初步候選區位對應各指標之白化數值分佈而訂，分別設定為第 30 百分位數、中位數、第 70 百分位數

之近似值，其中，低、中、高成本臨界值為 4486534.9、4489331、4557003.8。由白化值及白化權函數，計算各初步候選區位相對於高、中、低成本之灰類，由白化值判斷初步候選航線所屬於之成本灰類，選擇評定為低成本之候選區位為回收廠，完成初步逆物流網路結構設計。第二階層灰色聚類除了考慮總成本指標外，還有人口曝露風險指標，由於國內法規指出廢棄電腦在處理階段、輸出與再利用是有害的，故本研究將風險納入考慮。總成本指標除了考慮第一階層的運輸成本與土地成本外，還自行假設在不同廠址的固定成本，即為包括設備成本與土地成本，得出各初步候選區位之白化值，並以第二階層初步候選區位為聚類對象 ($j=1, 2, \dots, 8$)，針對聚類指標在逆物流網路結構設計上之決策偏好為「越小越好」，構建各成本的灰類（高、中、低成本）之白化權函數。評選為不同廠址時，依低、中、高成本臨界值分布情形，分別設定為第 25 百分位數、中位數、第 75 百分位數；拆解/處理廠定義低成本為「低於等於 24831854」、中成本為「大約等於 24832041.91」、高成本為「高於等於 24834365.39」；在再生廠定義低成本為「低於等於 310931473.9」、中成本為「大約等於 310931661.4」、高成本為「高於等於 310933984.9」；評選為最終處理廠時，定義低成本為「小於 13725661.4」、中成本為「大約等於 13726964.2」、高成本為「大於等於 13732402.6」。另外低、中、高風險成本臨界值分布情形，分別設定約為第 20 至 30 百分位數、中位數、第 70 至 75 百分位數之間；評選為拆解/處理廠時，定義低風險為「低於等於 1018.828」、中風險為「大約等於 24832041.91」、高風險為「高於等於 24834365.39」；評選為再生廠時，定義低風險為「低於等於 1.8422」、中風險為「大約等於 2.922」、高風險為「高於等於 5.967」；評選為選為最終處理廠時，定義低風險為「小於 6768.331」、中風險為「大約等於 10737.59」、高風險為「大於等於 21922.0838」。本研究由白化值、白化權函數及聚類權重設為相等，計算各初步候選區位相對於高、中、低成本與高、中、低風險之灰類之聚類係數，由聚類係數判斷候選區位所屬於之灰類，選擇評定為低成本之候選區位為最適候選區位，完成逆物流網路結構設計，表示拆解處理廠為 17、25、26，再生廠為 17、26 最終處理廠為 11、26，逆物流網路結構設計示意如圖 4。其中，回收廠有 8 個、拆解/處理廠有 3 個、再生廠有 2 個與最終處理廠有 2 個。

本研究以互動式多目標數學規劃模式求解逆物流網路運送規劃。多目標規劃中，將兩目標值以貨幣化表示，惟因為決策者主觀衡量感受不同，故本研究將兩者目標進行正規化，進一步求得效用值最小，得到本研究最佳解，列示如表 3。整體逆物流運送規劃目標值為 0.3419157，總成本為 3420825000 元，總風險貨幣值為 985.9602 元。在總成本包含總運輸成本、拆解/處理廠之處理成本、總營運成本、回收點之總營運成本、回收廠之總營運成本、拆解/處理廠、再生廠與最終處理廠之營運成本、運送時的儲存作業成本，分別為 3802409 元、47916400 元、2166407000 元、400900000 元、801800000 元、2147786000 元、18620610 元；另外總風險貨幣值為總儲存風險貨幣值以及總儲存風險貨幣值，分別為 983.0123 元和 2.947858 元。範例結果顯示運送途中

儲存作業採用低風險包裝，拆解/處理廠、再生廠與最終處理廠進行環境友善、低風險妥善的處理作業，即業者必須友善管理廢棄物，方能讓整體目標值最小，而為了要讓業者營業時降低風險，政府應當加強執法、給予適當補助或基金等措施，讓業者更願意配合妥善處理廢棄物。逆物流運送規劃之運送情形，其中運輸設備派遣以大車為主，可能由於本研究為中、長期逆物流網路運送規劃決策，加上廢棄物回收運送沒有及時性之需求，故主要利用大車派遣為合理性之結果。本研究以數學規劃模式求解逆物流網路運送規劃，僅將兩者目標值以貨幣化表示，仍因為主觀衡量感受不同，故本研究將兩者目標進行正規化，進一步求得效用值最小，得到本研究最佳解。

本研究利用權重作不同敏感度分析，分析結果列於表 4。首先設總成本之權重為 0.2，總風險之權重為 0.8，另一設總成本之權重為 0.8，總風險之權重為 0.2。在第一種情況下，目標值為 0.1367791，總成本為 3420251618 元，總風險貨幣值為 975.849 元，總運輸成本為 3972188 元，拆解/處理廠之處理成本為 47916400 元，總營運成本為 216566000 元，回收點之總營運成本為 400900000 元，回收廠之總營運成本 801800000 元，拆解/處理廠、再生廠與最終處理廠之營運成本為 2147363000 元，運送時的儲存作業成本為 18300030 元，總儲存風險貨幣值為 973.1386 元，總運送風險貨幣值為 2.710385 元，結果顯示運送途中儲存作業採用低風險包裝，拆解/處理廠、再生廠與最終處理廠進行環境友善、低風險妥善的處理作業。在第二種情況下，目標值為 0.5518779，總成本為 3240635000 元，總風險貨幣值為 2744327 元，總運輸成本為 3566884 元，拆解/處理廠之處理成本為 47916400 元，總營運成本為 1986452000 元，回收點之總營運成本為 400900000 元，回收廠之總營運成本 801800000 元，拆解/處理廠、再生廠與最終處理廠之營運成本為 1985321000 元，運送時的儲存作業成本為 1130777 元，總儲存風險貨幣值為 2744312 元，總運送風險貨幣值為 14.28978 元，結果顯示運送途中儲存作業不採用低風險包裝，拆解/處理廠、再生廠與最終處理廠進行一般處理作業。在整體目標值方面，以風險導向之總目標值為最小，表示廢棄物回收之逆物流網路規劃更應著重廢棄物對環境、社會之影響，並可藉規劃結果進行顧慮風險下之運送策略。在風險導向中，當決策者為風險導向時，若能提升運輸成本，能促使總運送風險與總儲存風險下降。另一情況表示以成本導向考量下，要有效降低各種相關成本，卻增加風險貨幣值並且對環境的影響甚大。

綜合上述之範例分析結果，驗證本研究廢棄物逆物流回收網路結構設計與廢棄物逆物流網路運送規劃確為可行，可提供逆物流運送規劃上更具決策彈性之結果，同時本研究可輔助相關第三方逆物流運送業者之策略規劃與決策支援的參考。

四、計畫成果自評

本研究內容符合原計劃所提內容，研究成果達成原計劃預期目標。本研究成果具體貢獻：在整合協同運輸管理決策下之逆物流需求分析與逆物流網路設計規劃模式。進行廢資訊物品逆物流回收需求

分析與逆物流回收貨運量預測模式建構，並首次嘗試將逆物流回收需求分析整合於逆物流回收貨運量預測模式中。本研究進行廢資訊物品逆物流回收需求調查與分析，並利用探索性因素分析，萃取出資訊物品從產生逆物流到實際進行逆物流回收活動過程之關鍵因素，再藉由平均使用年限與回收機率函數，進一步推估潛在逆物流回收貨運量，以作為後續預測模式建構之基礎。本研究並應用倒傳遞神經網路建構逆物流回收貨運量預測模式，模式之輸入層輸入變數則為推估之潛在逆物流回收貨運量，輸出層則為實際逆物流回收貨運量，且藉由類神經網路之適應性學習功能，修正本研究使用平均使用年限機率與回收機率所推估之潛在逆物流回收貨運量與實際回收貨運量之誤差。整合灰聚類模式與互動式多目標數學規劃進行逆物流網路設計與運送路線規劃，進行逆物流網路區位決策與廢棄物流通、運輸設備派遣規劃。透過互動決策求解，從結果歸納兩個網路規劃策略，其一為運送途中儲存作業採用低風險包裝，其二為拆解/處理廠、再生廠與最終處理廠進行環境友善、低風險妥善的處理作業。在整體目標值方面，以風險導向之總目標值為最小，表示廢棄物回收之逆物流網路規劃更應著重廢棄物對環境、社會之影響，並可藉規劃結果進行顧慮風險下之運送策略。以成本導向之總成本為最小然總風險貨幣值卻增加，表示總成本與總風險貨幣值交互影響。當要有效降低成本時，勢必增加總風險貨幣值，反之，當要有效降低總風險貨幣值時，勢必增加成本。

本研究所建構之協同運輸管理決策架構下之逆物流需求分析與預測以及逆物流網路規劃結果，不僅在學術上為綠色供應鏈逆物流規劃相關研究之參考，可作為後續協同管理策略面、作業面等逆物流運輸規劃之逆物流量預測與輸入基礎，並可提供逆物流網路設施區位與運送流通規劃之基礎。

本研究成果均將投稿學術期刊，本研究部分研究內容為學生碩士論文[1]、[2]，目前已獲國內學術研討會接受發表[3]，計畫執行期間並於國際學術研討會發表論文[4]，另完整之各部分研究成果亦正整理投稿國內與國際學術期刊中。

參考文獻

1. 郭育孟 (2009)，廢棄電子資訊物品逆物流回收之需求分析與預測研究—以台灣地區為例，淡江大學運輸科學碩士班碩士論文。
2. 謝佳蓉 (2009)，廢棄物回收之逆物流網路設計與運送規劃-以廢電腦為例，淡江大學運輸科學碩士班碩士論文。
3. 溫裕弘、郭育孟 (2009)，廢棄電子資訊物品逆物流回收之需求分析與預測—以台灣地區為例，中華民國運輸學會98年年會暨學術論文研討會。
4. Wen, Y.H. and Li, S.H. (2009), "Shipment Forecasting Models for Supply Chain Collaborative Transportation Management," 2009 International Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society, and e-Education (e-CASE 2009), Singapore.
5. 丁執宇與黃宗煌 (2002)，「我國現行廢資訊物品回收模式問題探討與建議」，2002工業減碳暨永續發展研討會，頁A13。
6. 吳明隆 (2003)，SPSS 統計應用學習實務—問卷分析與應用統計，知城圖書。
7. 張淑卿 (2002)，臺灣地區廢電腦回收業市場研究，輔仁大學應用統計學系在職專班碩士論文。
8. 溫麗琪 (2004)，「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17卷，第3期，頁491-520。
9. 溫麗琪等人 (2005)，「應回收廢棄物責任業者範圍界定與費率因子檢討評估」，行政院環境保護署專案計畫。
10. 洪千琇(2007)，考慮可靠度與逆物流成本下回收不確定性決策之研究，中原大學工業工程學系碩士學位論文。
11. Ahluwalia, P., K., Nema, A. K., "Multi-objective Reverse Logistics Model for Integrated Computer Waste Management," Resources, Waste Management and Research, Vol.24, p. 514–527, 2006.
12. Ahluwalia, P., K., Nema, A. K., "A Life Cycle based Multi-objective Optimization Model for the Management of Computer Waste," Resources, Conservation and Recycling, Vol.51, No.4, p. 792–826, 2007.
13. Alumur S., Kara, B., "A New Model for the Hazardous Waste Location-routing Problem," Computers & Operations Research, Vol.34, No.5, p. 1406–1423, 2007..
14. Barros, A.I., Dekker, R., Scholten, V. "A Two-level Network for Recycling Sand: A Case Study," European Journal of Operational Research, Vol. 110, pp. 199-214 , 1998.
15. Bloemhof-Ruwaard, J.M., Fleischmann, M., van Nunen, J . . "Reviewing Distribution Issues in Reverse Logistics," in: Speranza, M.G., Stahly, P. (Eds), New Trends in Distribution Logistics, Springer-Verlag, Berlin, pp. 23-44, 1999.
16. Chang, N. B. and Wei, Y. L. (2000), "Siting Recycling Drop-off Stations in Urban Area by Genetic Algorithm-based Fuzzy Multiobjective Nonlinear Integer Programming Modeling," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 114, pp. 133-149.
17. Cottrell, K. (2000), "Return to Sender," *TraNc World* , Vol. 262, No. 7, pp. 17-18.
18. De Brito, M. P., and Dekker, R. (2002), "Reverse Logistics - A Framework," *Econometric Institute Report* 290, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute.
19. De Koster, R. B. M., De Brito, M. P. and Van De Vendel, M. A. (2002), "Return Handling: An Exploratory Study with Nine Retailer Warehouses," *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 30, pp. 407-421.
20. Dobos, I. (2003), "Optimal Production-Inventory Strategies for a HMMS-type Reverse Logistics System," *International Journal of Production Economics*, Vol. 81-82, pp. 351-360.
21. Du, F., Evans, G.W., "A Bi-objective Reverse Logistics Network Analysis for Post-sale Service," *Computers and Operations Research*, Vol.35, No.5, p.2617–2634, 2008.
22. Ferrer, G. (2003), "Yield Information and Supplier Responsiveness in Remanufacturing Operations," *European Journal of Operational Research*, Vol. 149, pp. 540-556.
23. Fleischmann, M., Kuik, R. and Dekker, R. (2002), "Controlling Inventories with Stochastic Item Returns: A Basic Model," *European Journal of Operational Research*, Vol. 138, pp. 63-75.
24. Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., van der Laan, E., van Nunen, J.A. E. E., van Wassenhove, L. N. , "Quantitative Models for Reverse Logistics: a Review," *European Journal of Operation Research*, Vol. 103, No. 1, pp. 1-17, 1997.
25. Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., Flapper, S.D.P. , "A Characterization Models for

- Logistics Networks for Product Recovery," *Omega*, Vol. 28, No. 6, pp. 653-666, 2000a.
26. Fleischmann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J. M., van Wassenhove, L.N., "The Impact of Product Recovery on Logistics Network Design," INSEAD working paper 2000/33/TM/CIMSO, 2000b.
27. Fleischmann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J. M., van Wassenhove, L.N. , "The Impact of Product Recovery on Logistics Network Design," *Production &Operations Management*, Vol. 10, No. 2, pp. 156-173, 2002.
28. Hanafi, J., Kara, S. Kaebernick, H. (2007), "Generating Fuzzy Coloured Petri Net Forecasting Model to Predict the Return of Products," *IEEE International Symposium on Electronics and The Environment*, Vol. 245-250 pp.7-10.
29. He, W., Li, G., Ma, X., Wang, H., Xu, M., Huang, C., "WEEE Recovery Strategies and the WEEE Treatment Status in China," *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 136, , No.3, pp. 502-512, 2006.
30. Inderfurth, K. and van der Laan, E. (2001), "Leadtime Effects and Policy Improvement for Stochastic Inventory Control with Remanufacturing," *International Journal of Production Economics*, Vol. 71, pp. 381-390.
31. Jayaraman, V., Patterson, R. A., Rolland, E., "The Design of Reverse Distribution Networks: Models and solution Procedures," *European journal of Operational Research*, Vol. 150, pp. 128-149, 2003.
32. Kang, H. Y., and Schoenung, J. M. (2006), "Estimation of Future Outflows and Infrastructure Needed to Recycle Personal Computer Systems in California," *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 137, pp. 1165-1174.
33. Krumwiede, D., W., Sheu, C., "A Model for Reverse Logistics Entry by Third-party Providers," *Omega*, Vol. 30, No. 5, pp. 325-333, 2002.
34. Krikke, H.R., van Harten, A., Schuur, P.C., "Business case OCE: Reverse Logistics Network Re-design for Copiers, OR Spektrum, Vol. 21, No. 3, pp. 381-409, 1999a.
35. Krikke, H.R., Kooi, E.J., Schuur, P.C. "Reviewing Distribution Issues in Reverse Logistics," in: Speranza, M.G., Stahly, P. (Eds), *New Trends in Distribution Logistics*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 45-62, 1999b.
36. Landers, T. L., Cole, M. H., Walker, B. and Kirk, R. W. (2000), "The Virtual Warehousing Concept," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 36, pp. 115-126.
37. Listes, O., Dekker, R. (20050, "A Stochastic Approach to A Case Study for Product Recovery Network Design," *European Journal of Operational Research*, Vol. 160, pp. 268-287.
38. Mahadevan, B., Pyke, D. F., Fleischmann, M. (2003), "Periodic Review, Push Inventory Policies for Remanufacturing," *European Journal of Operational Research*, Vol. 151, pp. 536-551.
39. Marx-Gomez, J., Rautenstrauch, C., and Kruse, R. (2002), "Neuro-fuzzy Approach to Forecast Returns of Scrapped Products to Recycling and Remanufacturing," *Knowledge-Based System*, Vol. 15, pp. 119-128.
40. Maslennikova, I. and Foley, D. (2000), "Xerox's Approach to Sustainability," *Interfaces*, Vol. 30, pp. 226-233.
41. Masui, K. (2005), "Calculation of Amount of Discarded End-of-life Products by using Multi-regression Analysis," *Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, pp. 624-625.
42. Rogers, D.S., Tibben-Lembke, R.S., "Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Paractices," The University of Nevada, Reno, Center for Logistics Management, Reverse Logistics Council, 1998.
43. Salema, M., I., G., Barbosa-Povoa, A., P., Novais, A. Q., "An Optimization Model for the Design of a Capacitated Multi-product Reverse Logistics Network with Uncertainty," *European Journal of Operational Research*, Vol. 179, pp. 1063-1077, 2007.
44. Shih Li-H., "Reverse Logistics System Planning for Recycling Electrical Appliances and Computers in Taiwan," *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 32, No.1, pp.55-72, 2002.
45. Sheu, J. B., "A Coordinated Reverse Logistics System for Regional Management of Multi-source Hazardous Wastes," *Computers and Operations Research*, Vol.34, No.5, pp.1442-1462, 2007.
46. Sheu, J.B., Chou, Y.H. and Hu, C.C. (2005), "An Integrated Logistics Operational Model for Green-supply Chain Management," *Transportation Research Part E*, Vol. 41, pp. 287-313.
47. Srivastava, S.K., "Network Design for Reverse Logistics," *Omega*, Vol. 36, pp.535-548, 2008.
48. Toktay, B., van der Laan, E. A. and De Brito, M. P. (2003), *Managing Product Returns: The Role of Forecasting*, Econometric Institute, Rotterdam, The Netherlands, 2003.
49. Toktay, L. B., Wein, L. M., Zenios, S. A. (2000), "Inventory Management of Remanufacturable Products," *Management Science*, Vol. 46, No. 11, pp. 1412-1426.

表 1. 潛在逆物流回收貨運量與實際回收貨運量比較表

月	潛在回收貨運量	回收量	誤差(%)	月	潛在回收貨運量	回收量	誤差(%)
9401	198721	178741	11.18	9601	203856	141280	44.29
9402	197837	116774	69.42	9602	187203	103321	81.19
9403	198251	190630	4.00	9603	180852	189787	4.71
9404	206227	161537	27.67	9604	186078	206659	9.96
9405	230625	155620	48.20	9605	205721	188091	9.37
9406	204960	157833	29.86	9606	188701	172245	9.55
9407	211261	139366	51.59	9607	188371	200272	5.94
9408	211848	173528	22.08	9608	168916	200843	15.90
9409	201384	155426	29.57	9609	165128	191590	13.81
9410	215466	167203	28.86	9610	169283	221320	23.51
9411	233572	213659	9.32	9611	181903	233099	21.96
9412	209528	196599	6.58	9612	171109	238996	28.41
9501	214181	161122	32.93	9701	162490	240020	32.30
9502	206102	133817	54.02	9702	145875	187404	22.16
9503	197894	225377	12.19	9703	145815	264922	44.96
9504	209938	169791	23.64	9704	143642	242530	40.77
9505	233609	159814	46.18	9705	154255	218228	29.31
9506	213283	141590	50.63	9706	147724	215888	31.57
9507	219819	151018	45.56	9707	140424	217312	35.38
9508	206134	183034	12.62	9708	126696	168461	24.79
9509	192940	165849	16.33	9709	131659	140281	6.15
9510	202434	167682	20.72	9710	130592	174895	25.33
9511	223483	209525	6.66	9711	132901	154249	13.84
9512	205886	273428	24.70	9712	131049	153436	14.59

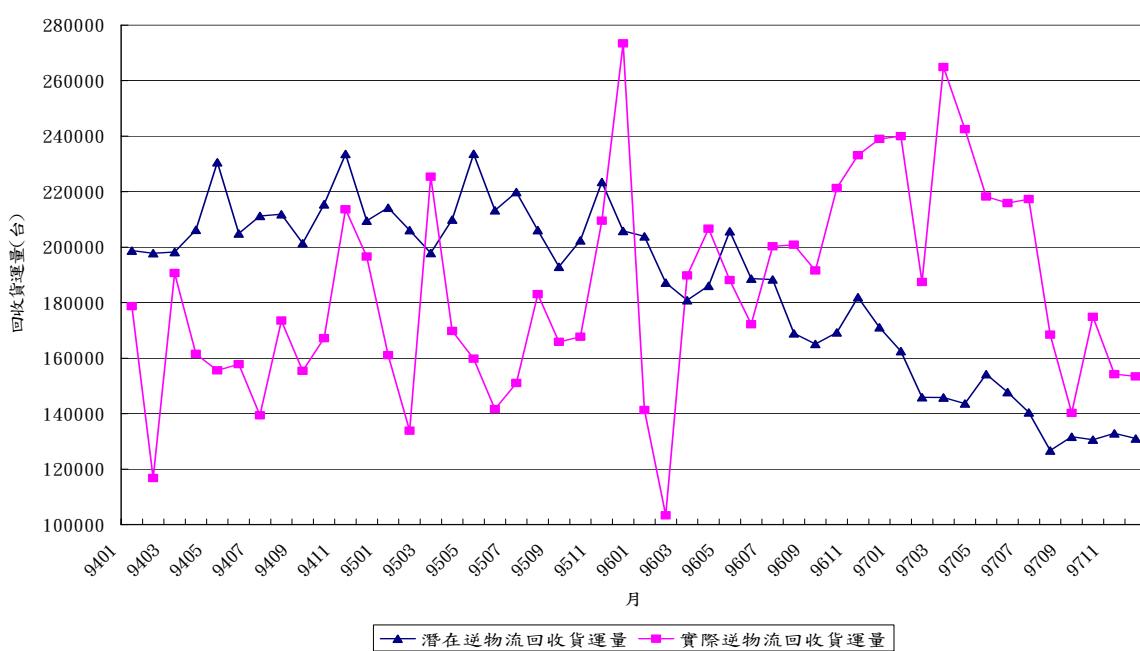


圖 2. 潛在逆物流回收貨運量與實際回收貨運量比較圖

表 2. 本研究模式與使用年限法、ARIMA、GM(1,1)、二元迴歸、GM(1,2)預測結果比較表

	期數	實際值 (台)	本研究 模式 預測值	誤差(%)	機率推估型		時間數列型				機率推估型+時間數列型			
					使用年 限法 預測值	誤差(%)	ARIMA(1,1,1) 預測值	誤差(%)	GM(1,1) 預測值	誤差(%)	二元迴 歸預測 值	誤差 (%)	GM(1,2) 預測值	誤差(%)
歷史資料	1	178741	169249	5.31	198721	11.18	-	-	-	-	180228	0.83		
	2	116774	169141	44.85	197837	69.42	180253	54.36	151747	29.95	180745	54.78	47400	59.41
	3	190630	169189	11.25	198251	4	143156	24.9	153176	19.65	180503	5.31	115528	39.4
	4	161537	183320	13.49	206227	27.67	173689	7.52	154618	4.28	175841	8.86	163231	1.05
	5	155620	159627	2.57	230625	48.2	165908	6.61	156073	0.29	161580	3.83	206968	33
	6	157833	176764	11.99	204960	29.86	163959	3.88	157542	0.18	176582	11.88	209021	32.43
	7	139366	154443	10.82	211261	51.59	164687	18.17	159025	14.11	172899	24.06	222045	59.32
	8	173528	149317	13.95	211848	22.08	158522	8.65	160522	7.49	172556	0.56	226455	30.5
	9	155426	170069	9.42	201384	29.57	168855	8.64	162034	4.25	178672	14.96	218443	40.54
	10	167203	168055	0.51	215466	28.86	164716	1.49	163559	2.18	170441	1.94	229056	36.99
	11	213659	186848	12.55	233572	9.32	168685	21.05	165099	22.73	159858	25.18	243211	13.83
	12	196599	186137	5.32	209528	6.58	183818	6.5	166653	15.23	173912	11.54	219629	11.71
	13	161122	158935	1.36	214181	32.93	182330	13.16	168222	4.41	171192	6.25	221078	37.21
	14	133817	182549	36.42	206102	54.02	174271	30.23	169805	26.89	175914	31.46	211039	57.71
	15	225377	169148	24.95	197894	12.19	166764	26.01	171404	23.95	180712	19.82	200922	10.85
	16	169791	178968	5.4	209938	23.64	191536	12.81	173017	1.9	173672	2.29	209847	23.59
	17	159814	188025	17.65	233609	46.18	179376	12.24	174646	9.28	159836	0.01	230106	43.98
	18	141590	152140	7.45	213283	50.63	177286	25.21	176290	24.51	171717	21.28	209549	48
	19	151018	179127	18.61	219819	45.56	172600	14.29	177950	17.83	167896	11.18	214326	41.92
	20	183034	182744	0.16	206134	12.62	174719	4.54	179625	1.86	175895	3.9	200307	9.44
	21	165849	161905	2.38	192940	16.33	183238	10.48	181316	9.33	183607	10.71	186888	12.69
	22	167682	170934	1.94	202434	20.72	179895	7.28	183023	9.15	178058	6.19	195028	16.31
	23	209525	179954	14.11	223483	6.66	180934	13.65	184746	11.83	165755	20.89	214262	2.26
	24	273428	181275	33.7	205886	24.7	192390	29.64	186485	31.8	176040	35.62	197116	27.91
	25	141280	173292	22.66	203856	44.29	210713	49.15	188240	33.24	177227	25.44	194767	37.86
	26	103321	108868	5.37	187203	81.19	180575	74.77	190012	83.9	186961	80.95	178665	72.92
	27	189787	219248	15.52	180852	4.71	170627	10.1	191801	1.06	190673	0.47	172368	9.18
	28	206659	206761	0.05	186078	9.96	191221	7.47	193607	6.32	187618	9.21	177084	14.31
	29	188091	180356	4.11	205721	9.37	196600	4.52	195429	3.9	176137	6.36	195498	3.94
	30	172245	175806	2.07	188701	9.55	193477	12.33	197269	14.53	186085	8.04	179245	4.06
	31	200272	198810	0.73	188371	5.94	190535	4.86	199126	0.57	186278	6.99	178819	10.71
	32	200843	211860	5.49	168916	15.9	198095	1.37	201001	0.08	197650	1.59	160308	20.18
	33	191590	191358	0.12	165128	13.81	199488	4.12	202893	5.9	199864	4.32	156648	18.24
	34	221320	213167	3.68	169283	23.51	198433	10.34	204803	7.46	197435	10.79	160526	27.47
	35	233099	223697	4.03	181903	21.96	206718	11.32	206731	11.31	190059	18.46	172432	26.03
	36	238996	216347	9.48	171109	28.41	211197	11.63	208677	12.69	196368	17.84	162176	32.14
		平均誤差 % (MAPE)		10.54		26.48		16.09		13.54		14.55		27.63

	期數	實際值 (台)	本研究 模式 預測值	誤差(%)	機率推估型		時間數列型			機率推估型+時間數列型				
					使用年 限法 預測值	誤差(%)	ARIMA(1,1,1) 預測值	誤差(%)	GM(1,1) 預測值	誤差(%)	二元迴 歸預測 值	誤差 (%)	GM(1,2) 預測值	誤差(%)
預測樣本	37	240020	257625	7.33	162490	32.3	214423	10.66	210641	12.24	201406	16.09	153986	35.84
	38	187404	169648	9.47	145875	22.16	210290	12.21	212624	13.46	211117	12.65	138230	26.24
	39	264922	169607	35.98	145815	44.96	210580	20.51	214626	18.99	211152	20.3	138156	47.85
	40	242530	188407	22.32	143642	40.77	211828	12.66	216646	10.67	212422	12.41	136085	43.89
	41	218228	184392	15.5	154255	29.31	213282	2.27	218686	0.21	206219	5.5	146126	33.04
	42	215888	170866	20.85	147724	31.57	214782	0.51	220744	2.25	210037	2.71	139933	35.18
	43	217312	211829	2.52	140424	35.38	216291	0.47	222822	2.54	214303	1.38	133013	38.79
	44	168461	158256	6.06	126696	24.79	217802	29.29	224920	33.51	222328	31.98	120007	28.76
	45	140281	158266	12.82	131659	6.15	219314	56.34	227037	61.84	219427	56.42	124703	11.1
	46	174895	158259	9.51	130592	25.33	220826	26.26	229175	31.04	220050	25.82	123690	29.28
	47	154249	158293	2.62	132901	13.84	222338	44.14	231332	49.97	218701	41.78	125874	18.4
	48	153436	158262	3.15	131049	14.59	223850	45.89	233510	52.19	219783	43.24	124119	19.11
		平均誤差 % (MAPE)		12.35		26.76		21.77		24.08		22.52		30.62

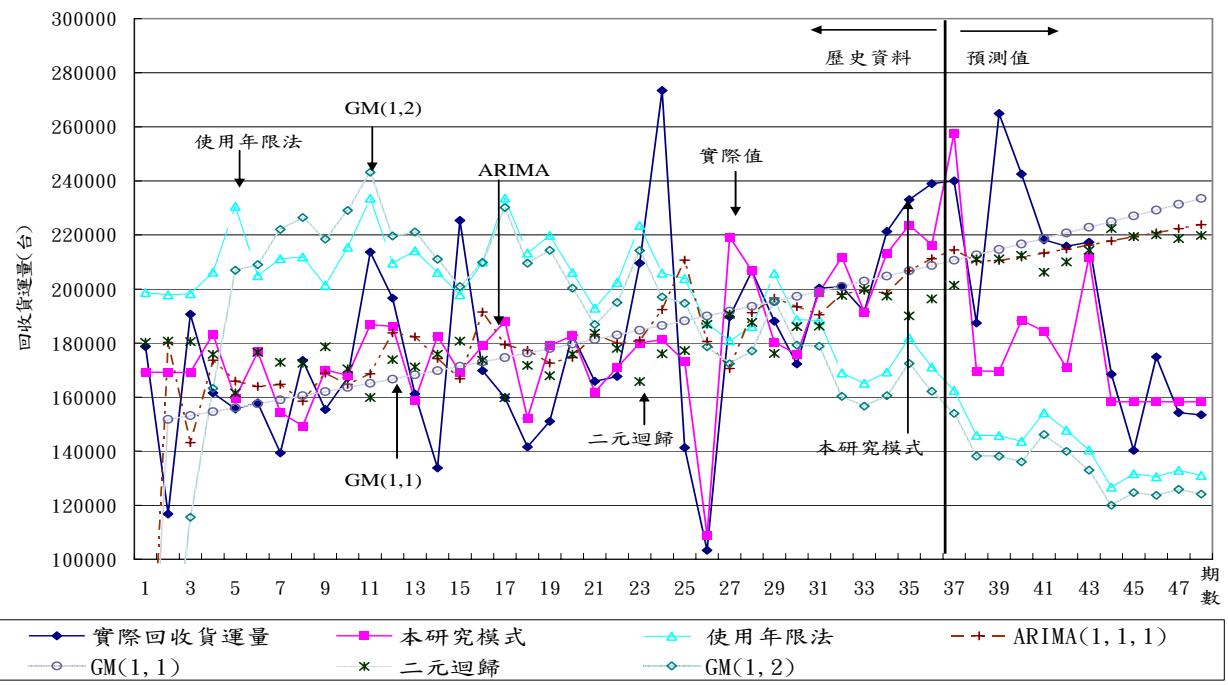


圖 3. 各模式預測結果與實際回收貨運量比較圖

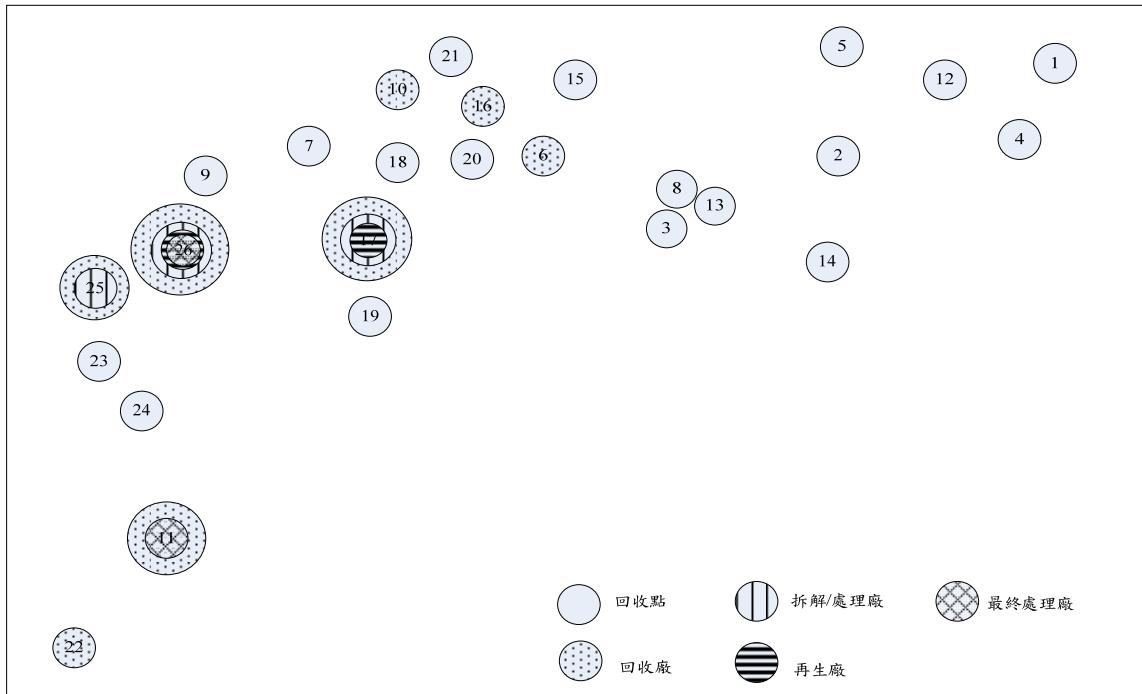


圖 4 逆物流網路結構設計示意圖

表 3. 逆物流運送規劃之運送情形

節線	運輸設備派遣	流量(噸)	節線運送成本(元)	節線	運輸設備派遣	流量(噸)	節線運送成本(元)
(3,17)	大車	239.4929	50054.0161	(5,25)	大車	373.7366	170423.8896
(3,25)	大車	5.471156	2002.443096	(2,10)	大車	1200.000	346800
(3,26)	大車	9.627592	3234.870912	(2,16)	大車	509.8784	140726.4384
(8,6)	大車	166.1657	20438.3811	(2,17)	大車	0.3233438	100.5599218
(8,17)	大車	78.21152	18457.91872	(2,26)	大車	0.2491418	109.1241084
(8,25)	大車	4.977680	1951.25056	(14,17)	大車	254.4248	91847.3528
(8,26)	大車	5.645121	2049.178923	(14,26)	大車	0.1757980	85.789424
(13,6)	大車	82.18454	9779.96026	(12,16)	大車	557.1159	177719.9721
(13,16)	大車	133.0057	27665.1856	(12,17)	大車	0.3233438	114.4637052
(13,17)	大車	6.349465	1606.414645	(12,26)	大車	0.2491418	119.8372058
(13,25)	大車	5.607744	2299.17504	(1,17)	大車	1.421879	634.158034
(13,26)	大車	27.30149	10374.5662	(1,25)	大車	253.0083	152564.0049
(15,17)	大車	103.8221	14638.9161	(1,26)	大車	0.1757980	100.732254
(15,25)	大車	2.675720	797.36456	(4,17)	大車	254.4283	102280.1766
(15,26)	大車	0.5022187	134.5946116	(4,26)	大車	0.1754973	92.8380717
(18,17)	大車	1.759765	98.54684	(17,11)	大車	0.1521036	48.5210484
(18,25)	大車	104.9426	21513.233	(6,26)	大車	0.2933088	66.5810976
(20,22)	大車	107.0000	60241	(25,17)	大車	0.2551493	42.0996345
(21,22)	大車	107.0000	57780	(10,26)	大車	0.2514333	52.0466931
(19,22)	大車	107.0000	54356	(16,26)	大車	0.2531498	46.832713
(7,17)	大車	1.395041	22.320656	(22,26)	大車	0.2392622	86.8521786
(7,25)	大車	105.0083	18166.4359	(26,11)	小車	8.062110	2547.62676
(7,26)	大車	0.1757980	25.139114	(3,17)	小車	0.2441493	71.2915956
(9,17)	大車	5.229434	360.830946	(3,26)	小車	0.1642199	77.183353
(9,25)	大車	34.76702	3963.44028	(13,17)	小車	0.3146056	111.684988
(9,26)	大車	0.1857065	12.8137485	(13,26)	小車	0.2365026	125.8193832
(23,17)	大車	4.419596	1069.542232	(18,17)	小車	0.1874407	14.8078153
(9,26)	小車	0.1836000	17.6256	(2,26)	小車	0.2354883	144.3543279
(23,17)	小車	0.8171463	277.0125957	(14,17)	小車	0.2387651	120.5763755
(23,25)	小車	64.80488	6415.68312	(14,26)	小車	0.1606622	109.5716204
(23,26)	大車	0.1939766	26.3808176	(18,26)	小車	0.1101959	26.9979955
(24,22)	大車	71.00000	14413	(7,17)	小車	0.2495319	5.4897018
(25,11)	小車	329.3185	82000.3065	(25,17)	小車	3144.745	726436.095
(22,26)	小車	0.2279494	115.7982952	(16,26)	小車	0.2473763	64.0704617
(5,6)	大車	951.6498	230299.2516	(7,26)	小車	0.1713509	34.27018
(1,17)	小車	0.2361125	147.3342	(12,26)	小車	1152.999	775968.327
(4,17)	小車	0.2371381	133.5087503	(1,26)	小車	0.1579315	126.661063
(6,26)	小車	0.2428511	76.9837987	(4,26)	小車	0.1590351	117.685974
(10,26)	小車	310.8447	89834.1183	(17,11)	小車	0.1421951	63.4190146
(5,22)	大車	385.6136	302321.0624	(9,17)	小車	0.2478154	24.0380938
(23,26)	小車	0.7643998	146.0003618	(12,17)	小車	0.3122650	154.88344
(2,17)	小車	0.3135913	136.7258068	目標值：總成本=3420825000 元 總風險=985.9602 元			

表 4. 原始最佳解以及敏感度分析結果

	原始最佳解之數值	風險導向	成本導向
總目標值	0.3419157	0.1367791	0.5518779
總成本(元)	3420825000	3420251618	3240635000
總風險貨幣值	985.9602	975.8490	2744327
回收點之總營運成本	400900000	400900000	400900000
回收廠之總營運成本	801800000	801800000	801800000
總運輸成本	3802409	3972188	3566884
拆解/處理廠之處理成本	47916400	47916400	47916400
總營運成本	2166407000	216566000	1986452000
拆解/處理廠、再生廠、最終處理廠之營運成本	2147786000	2147363000	1985321000
運送時的儲存作業成本	18620610	18300030	1130777.
總儲存風險貨幣值	983.0123	973.1386	2744312.
總運送風險貨幣值	2.947858	2.710385	14.28978

行政院國家科學委員會專題研究計畫
補助國外差旅費
出席國際學術會議報告

填報日期：98 年 1 月 16 日

專題研究計畫案名稱：整合協同運輸管理之綠色逆物流需求與網路設計規劃
計畫編號：NSC 97 - 2410 - H - 032 - 042

出差人 姓名	溫裕弘 (計畫主持人)	服務機關 及職稱	淡江大學運輸管理學系 專任助理教授
會議時間 地點	2009 年 1 月 8 日 ~1 月 10 日 新加坡 Singapore Grand Copthorne Waterfront Hotel Singapore		
會議名稱	(中文) 2009 國際電子商務、管理、社群、教育學術研討會 (英文) The 2009 International Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society, and e-Education (e-CASE 2009)		
發表論文題目	Shipment Forecasting Models for Supply Chain Collaborative Transportation Management 報告人：溫裕弘		

一、 參加研討會議與考察經過

2009 年國際電子商務、管理、社群、教育學術研討會 The 2009 International Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society, and e-Education (e-CASE 2009) 本屆於新加坡舉行，係為相關資訊管理、物流運籌、企業管理、電子商務、電子管理、電子社群、電子教育研究領域之盛事。本研討會共發表 313 篇學術論文，來自 43 個國家學者出席，學術交流成果豐碩。

本人投稿論文「Shipment Forecasting Models for Supply Chain Collaborative Transportation Management」獲接受口頭報告發表及收錄論文集中，故本人出席本次會議發表報告本研究成果，並與相關領域學者作意見交流，會後餐敘更進行十分深入之討論。本研究主要著重在於供應鏈整合運輸物流環節之協同運輸管理相關之預測模組研究，本會中亦有多篇相關協同運輸之研究發表，本研究與相關研究即進行許多交流與意見交換，非常具有建設性。

除出席本研討會外，新加坡於交通運輸領域有多項世界聞名之建設與管理政策，包括：新加坡港吞吐量為世界第一、新加坡樟宜機場獲選世界第一國際機場、新加坡的道路電子收費系統更是運輸領域學者值得考察之處。本人於會議之後，親自查訪新加坡市區道路各項電子收費系統設施、費率結構，對本人教學與研究具有很大收穫。

二、 與會心得

本屆研討會亦與 e-Technology 2009 聯合舉行，因此會議中，更可廣泛接收到許多相關資訊技術、電子商務科技應用之新知，更與許多亞太地區學者進行交流。

本屆研討會主要承辦為新加坡新躍大學(SIM University)所投入，新躍大學係由新加坡管理學院(Singapore Institute of Management)甫於 2006 年 1 月改制為大學而更名而成，為一所專為在職者和成人學習者為教學對象的大學。雖然 SIM University 為一所新的大學，然其前身新加坡管理學院為新加坡經濟發展局於 1964 年創建，是新加坡歷史最悠久，聲譽最佳的半公立學院。這次研討會能與 SIM University 幾位教授晤談，對於相關遠距教學、EMBA 的進修教育體系，有更深入的了解。本院正運作發展商管碩士在職專班、資訊電子商務學程、以及全球華商經營管理數位學習碩士在職專班，新加坡新躍大學的發展模式應可作為本院發展專業 MBA 教育之借鏡與參考。

三、 建議

本研討會舉辦會期僅 3 日，建議應可增加日數，增辦更多相關參訪行程、tutorial、廠商參展等活動，以更豐富學術與科技交流。

四、 攜回資料名稱及內容

1. 大會議程手冊
2. 研討會論文集光碟
3. 新加坡新躍大學簡介與課程