

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

網路購物商品各轉運站配送範圍、週期及差異化策略之研究
The Study on Shipment Area, Cycle and Discriminating Strategy
for Teleshopping Commodity Terminals

計畫類別：☒個別型計畫 ☐整合型計畫

計畫編號：NSC-89-2416-H-009-008

執行期間：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

計畫主持人：許巧鶯

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

執行單位：國立交通大學運輸工程與管理學系

中 華 民 國 89 年 8 月 1 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

網路購物商品各轉運站配送範圍、週期及差異化策略之研究

The Study on Shipment Area, Cycle and Discriminating Strategy for Teleshopping Commodity Terminals

計畫編號：NSC-89-2416-H-009-008

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：許巧鶯(cihsu@cc.nctu.edu.tw) 國立交通大學運輸工程與管理學系

計畫參與人員：蔣敏玲、黃惠如等

一、中文摘要

網路購物業者須將商品配送至空間分佈廣闊、社經變異性大之消費者，且網路之即時互動性使得供需互動更緊密，上述特性皆為擬定配送策略時之重要考慮。本研究採一次轉運配送架構，將研究範圍依需求密度變化而劃為不同分區，以反映需求空間分佈之非均勻特性。在假設各轉運站區位已知下，以解析性方法構建各轉運站配送特定繞行路線之平均運銷成本，於考慮供需互動與系統總成本最小之條件下，提出演算法則決定各轉運站之最佳配送範圍、規模與週期。其次，考慮不同消費族群具不同時間價值、價格彈性，構建數學模式決定差異化配送策略及差別訂價，以提昇企業獲利。進一步，則進行實例分析及主要參變數之敏感度分析，研究結果顯示本模式所決定之各轉運站配送範圍合理；對企業平均運銷成本及配送週期較敏感之參變數包括每次派車之固定成本、配送點之停留成本、單位距離運輸成本、存貨成本比例、單位時間內對特定商品需求量、上網人口比例、消費者取貨時間之需求參數、網路購物與傳統購物之相對價格參數。最後，若廠商採行差異化配送將可增加利潤，而其大小將依單位時間內之商品需求率、上網人口比例、商品取貨時間參數值、網路購物與傳統購物相對價格比參數值、存貨成本比例等因素而異。

關鍵詞：網路購物、實體配送、供需互動、配送策略。

Abstract

Telestore suppliers must deliver goods to a variety of consumers spread over a large market area with a large spatial variation. The real-time and interactive characteristics of teleshopping also lead a close demand-supply interaction. These characteristics are very important and must be considered when telestore suppliers decide their optimal shipping strategy. This study applies one-level transshipment and partitions the distribution

area into a variety of zones, according to the variation of demand density. Under the assumption that the location of each terminal is known, this study identifies and formulates logistics cost functions by using analytical approach for each terminal which distributes the goods by the specific sequence of routing along service zones. Moreover, the study proposes an algorithm which determines the optimal shipment area, size, routing and cycle, for each terminal by considering the demand-supply interaction and the goal for system optimum. This study introduces a discriminating shipping strategy by considering variations in consumers' value of time and price elasticities, so as to maximize telestore suppliers' profits. Case studies are illustrated. The results show that the terminal shipment area determined by the study is reasonable and the significant factors affecting logistics costs include fixed transportation cost per dispatch, delay cost per customer stop, transportation cost per unit distance, inventory carrying rate, demand rate, Internet user ratio of consumers, elasticities of goods-receiving time, and price-ratio, etc. The results also show that the telestores can increase profits by adopting the discriminating shipping strategy, and the extent depends on variations in consumers' goods price and delivery time elasticities, unit time demand rates, Internet user ratios and goods inventory carrying rates.

Keywords: teleshopping, physical distribution, demand-supply interaction, shipping strategy.

二、緣由與目的

網路購物之商機正被無限看好。就企業而言，其可直接由生產者銷售商品給末端消費者，具降低中間成本、減少存貨、縮短運轉週期、開發新市場、採個人化行銷等好處。就消費者而言，其提供省時、便利、隱密、可跨國、個人化、多元化之購物環境、提供充足商品資訊以利比較，滿足一次購足等好處，發展潛力不小。雖其改變現有交易的商流、金流、資訊流，但唯獨物

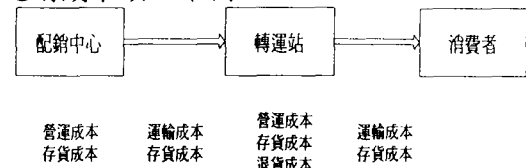
流運送商品至終端消費者，無法完全被取代；故商品配送為其經營成功與否之重要關鍵。傳統購物之配送對象為零售店舖，故每次配送較為定點定量、少點多量。反觀網路購物之配送對象為終端消費者，故配送空間分佈型態將更廣、變異更大；每次配送較為不定點不定量、多點少量。且網路之即時互動性使供需互動更為緊密，消費者是否選擇網路購物與業者之運銷供給特性及個別偏好等有關，並直接決定業者之運銷成本。上述特性之改變均促使網路購物商品之配送異於傳統商品之配送。網路購物為新興通路，過去相關研究多為探討消費者對此通路之接受度、行銷策略、相關法令、交易安全、軟硬體等待克服之議題；如[6][15][16][17]等，且研究性質較偏重實務調查資料之呈現。網路購物需求行為之研究在國外有[13][14][18]等；國內則有[1]以羅吉特模式探討消費者對網路購物與傳統商店購物之選擇偏好，其校估之量化模式經修正與簡化後為本研究中消費者需求函數之假設依據。另傳統購物之物流研究卻頗豐，所考慮之運銷成本包括運輸成本及存貨成本，各研究曾探討此兩成本項中之權衡取捨，並進一步衍伸出企業之配送頻率、運送規模、配銷網路與設施配置等各主題之研究。如[7][8][9][10][11]。然傳統物流研究多假設需求為外生或需求密度為均勻分佈，與網路購物之需求特性不甚相符。網路購物之實體配送研究甚少，僅[2][3]以解析性方法構建網路購物直接配送之運銷成本，考慮供需互動以探討最適配送週期，但只適用於範圍較小之直接配送。

綜上，本研究採一次轉運架構以反映網路商品配送點之空間分佈變異較大，將整個配送範圍依消費者需求密度差異而劃分為不同分區，並納入供需互動之考量，根據系統最佳之原則，決定各轉運站之最適配送範圍、規模與配送週期。此乃過去未深入探討之處，故極具研究價值。另考慮差異化配送策略，即指轉運站對服務範圍內不同消費族群之配送週期與運費費率視其需求特性而定，進行差異化配送及訂價策略以提高利潤。另本研究考慮國內市場之配送策略，對於跨國之配送暫不探討，配送方式則以自行配送為研究對象。

三、研究內容與結果

本研究採一次轉運架構解決網路購物之需求空間分佈變異較大問題，即商品先由配銷中心配送至各轉運站，再由各轉運站配送至各消費點；依需求密度變化劃為不同配送分區，以反映需求空間之非均均分佈。 i 與 j 分別代表轉運站與分區 ($i=1,2,\dots,M$; $j=1,2,\dots,N$)。假設同一轉運站每次派車皆以相同週期配送其所有服務分區，不同轉運站之配送週期則須依其服務範圍內

之需求密度及供需互動程度而定。假設各轉運站區位為已知，且相同分區內之需求點皆由同一轉運站配送。定義 TS_i 為轉運站 i 之分區配送繞行序列，即 $TS_i = \{t_k^i\}$ $k=1,2,\dots,K_i$ ， k 表轉運站 i 配送時之第 k 個繞行分區。研究中先構建轉運站 i 繞行順序為 TS_i 時之每商品平均運銷成本 (ALC_i)，且建立數學規劃模式，在轉運站 i 之繞行順序為 TS_i 下，決定供需互動後之配送週期 (T_i) 及其最小平均運銷成本。接著提出演算法則，比較各不同分區繞行順序之平均運銷成本，在達成最小化系統總成本目標下，決定各轉運站之最適配送範圍及配送順序 TS_i 。本研究所考慮之運銷成本項如下圖：



轉運站 i 之平均運輸成本 (ATC_i) 主要與每次派車之固定成本 (r_1 、 r_2)、每站停留之平均卸貨成本 (σ_1 、 σ_2)、配送停站數 (m_i)、配送距離 (L_{i1} 、 L_{i2})、單位距離之運輸成本 (δ_1 、 δ_2)、每次配送量 (V_{i1} 、 V_{i2}) 及車輛容量 (C_i) 有關。轉運站 i 之每次配送量 (V_{i2}) 為停站配送數 (m_i) 與各站之平均需求量 (x) 之乘積。若分區 j ($j \in TS_i$) 在單位時間內有 D^j 單位商品須配送，且轉運站 i 之配送週期為 T_i ，則轉運站 i 每次配送總量為 $\sum_{j=1, \dots, K_i} D^j T$ 。

而分區 j 在單位時間內之網路購物需求量 (D^j) 可以單位時間內對該商品需求量 (Q_j)、上網比例 (L_j)、選擇網路購物機率 (P_j^r) 之乘積估算，選擇網路購物機率 (P_j^r) 係根據[1]簡化而得，主要變數包括消費者取貨時間 (t_v)，網路購物與零售商店購物之價格比 (p_r/p_s) 及消費者距零售點之可及時間 (R_j/v_s)。轉運站 i 之配送距離 (L'_{i2}) 可分為繞行各分區中心點之主幹線距離 (G^i) 與於各分區之區域繞行距離，後者可依[10]知其與各分區之停站數 (m_j) 呈正比，與各分區 j 之消費點分布密度平方根 ($\sqrt{\lambda_j}$) 呈反比，且須依車輛容量 (C_i) 進行適當修正。存貨成本為商品在配銷與運送過程中所產生之機會成本，可用單位商品在整個運銷過程中平均花費時間與單位商品之機會成本加以估算。平均營運成本 (AOC_i) 則分為平均固定成本 (FOC/V) 及平均變動成本 (VOC)，固定營運成本包括機具設備、廠房、運具、維修及電子行銷等成本。轉運站 i 之平均退貨成本 (ABC_i) 可以單位商品之退貨率 (b_i) 與單位商品之退貨處理成本 (c_b) 之乘積估算。網路通路之服務水準 (交貨時間與商品售價) 將影響選擇網路購物意願，且決定企

業之運銷成本。若配送週期縮短、頻次提高，則消費者可快速取得商品，降低平均存貨成本；但此時若配送量無法累積到規模經濟，將造成平均運輸成本增加。故配送週期為影響供需互動之重要內生變數，本研究在已知轉運站 i 之繞行序列 TS_i 下，以最小化平均運銷成本為目標，供需互動的權衡取捨為限制，以決定各轉運站之配送週期(T_i)及相對應之最小平均運銷成本：

$$\text{Min } ALC_i, \quad i=1,2,3,\dots,M \quad \forall j \in TS_i \quad (a)$$

$$ALC_i = \frac{r_i + \sigma_1 + \delta_1 L_{i1}}{V_{i1}} + \frac{n_i \cdot r_2 + \sigma_2 m_i + \delta_2 (G + \sum_j K m_j / \sqrt{\lambda_j})}{m_i x} \\ + PRTL + \frac{1}{2} T_i + \frac{1}{2} \frac{L_{i1}}{v_1} + \frac{1}{2} \frac{L'_{i2}}{v_2} + \frac{1}{2} m_i \cdot t_i \\ + \frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 + \frac{FOC_2}{m_i x} + VOC_2 + b_i \cdot c_i$$

s.t.

$$m_i = (\sum_j Q_j L_j P_j^T T_i) / x \quad i=1,2,3,\dots,M \quad \forall j \in TS_i \quad (b)$$

$$P_j^T = 1 / (1 + e^{a_s + a_{1j} / r_1 + a_{2j} (p_j + \sigma_j) / p_s - a_{1j} R_j / v_1}) \quad \forall j \in TS_i \quad (c)$$

$$t_{w_i} = t_r - T_i / 2 \quad i=1,2,3,\dots,M \quad \forall j \in TS_i \quad (d)$$

$$n_i = \lceil V_{i2} / C \rceil = \lceil m_i \cdot x / V_{i2} / C \rceil \quad (e)$$

$$T_i > 0 \quad i=1,2,3,\dots,M \quad (f)$$

因若利用窮舉法考慮各轉運站之所有可能服務分區組合再擇其總運銷成本最小者，十分耗時。故本研究建立演算法則決定各轉運站之配送範圍、規模與週期。因轉運站派車配送範圍為連通區域，考慮各轉運站皆以所在分區為第一個配送分區，根據貪心法則，每次加入對系統總運銷成本邊際貢獻最小的分區，指派配送轉運站。即由各轉運站目前已指派配送之分區的鄰區中，找尋尚未指派轉運站且對系統總運銷成本邊際貢獻最小之分區，指派其服務轉運站，更新轉運站之最新繞行分區後，再依相同步驟，直到所有分區皆指派轉運站為止。

進一步，並以 S 公司為實例研究對象，結果顯示所決定之各轉運站配送範圍合理；平均運輸成本與配送週期呈反比，因週期愈長可累積愈多配送量，且配送增加量效果大於運輸距離增加量，故平均運輸成本降低；平均存貨成本與配送週期呈正比；且配送週期增加時，消費者取貨延遲時間增加，使需求量減少，故平均營運成本增加；而各成本項加總後之平均運銷成本乃隨配送週期呈 U 型關係，最低點即為最適配送週期。在各轉運站比較方面，台北轉運站配送週期最短且規模最大，因其配送範圍皆為高電腦使用率、高所得、高時間價值、高人口密度地區，線上購物之需求量大，故可在較短週期內累積較大配送量，造成配送規模經濟效果最大，故平均運銷成本亦最低。以數值分析方式針對重要參變數進行

敏感度分析之結果顯示，對企業平均運銷成本及配送週期較敏感之參變數包括每次派車之固定成本、轉運站配送點之停留成本、轉運站配送之單位距離運輸成本、存貨成本比例、單位時間內對特定商品需求量、上網比例、取貨時間之需求參數、傳統購物與網路購物之相對售價參數。同時發現當轉運站需特別繞行配送某需求率低且偏遠之非都會分區時，則須較高成本。

網路購物商品之支付價格包括商品原始價格(p_r)及運費(tr_i)，其中運費乃隨不同消費族群對送貨地點、商品送達時間要求、商品種類等而有異。需求函數中之商品取貨時間參數值(a_1)可反映不同消費族群對商品送達時間之要求程度；網路購物與傳統購物之相對價格參數值(a_2)可反映不同消費族群對網路購物價格之感受程度。故本研究依不同商品送達要求及價格彈性，進一步將顧客分為 G 類消費族群，並將此反映在需求參數值 a_{1js} 、 a_{2js} (j 與 s 分別表示不同之分區與消費族群)。差異化配送策略乃對不同消費族群訂定不同之商品送達時間服務(T_i)與運費費率(tr_i)。假設轉運站之固定發車週期為 T ，而不同之消費族群以不同之頻次配送，且同一時點所須配送之消費族群可被同一車隊服務，各消費族群之差異化配送頻次乃依其商品送達時間要求及願意支付之運費而定。不同消費族群之配送週期則以 $T_i = f_i \cdot T$ 表示， f_i 為消費族群 s 之配送週期比例。假設 f_i 乃廠商考慮所欲提供之各等級服務水準、市場競爭情形等條件而為外生。 $W_i = \ell T$, $\ell = 1, 2, 3, \dots$ 表示各配送時點， $R_{w_i} = \{s | W_i = \phi T, \phi \in I^+\}$ 則為時點 W_i 所須配送之消費族群所組成之集合。由於車隊於各配送時點所須配送之消費族群皆不盡相同，故本研究將以各消費族群配送週期之最小公倍數 $[f_1, f_2, f_3, \dots, f_G]T = FT$ ，作為差異化配送策略之研究時隔，先考慮研究時隔內各個不同時點之平均運銷成本，再以各時點之配送量為權重，求算研究時隔內各時點之平均運銷成本的加權平均，則可估算研究時隔內每單位商品之平均運銷成本。至於各配送時點 W_i 之單位商品平均運銷成本函數，包括平均運輸成本、平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本，其構建考量已如前述。差異化配送週期將決定運銷成本及商品送達時間；配送策略與運費費率將決定廠商獲利及影響消費者網路購物意願，進而再度影響差異化配送週期之決定，如此緊密供需互動著。本研究以最大化企業利潤為目標，供需互動之權衡取捨為限制，構建數學規劃式如下：

$$\text{Max } \pi = \sum_{t=1}^F \sum_{s \in R_{w_t}} (p_r + tr_i - P - ALC) \cdot (m_{w_t}^s \cdot x) \quad (A)$$

$$\begin{aligned}
ALC_{w_i} &= ATC_{w_i} + AIC_{w_i} + AOC_{w_i} + ABC_{w_i} \\
&= \left(\frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_1}{V_1} + \frac{n_{w_i} r_2 + \sigma_2 m_{w_i} + \delta_2 (G_{w_i} + \sum_{j=1}^K K_j m_{w_i}^j / \sqrt{\lambda_{w_i}})}{V_{2w_i}} \right) \\
&\quad + \frac{1}{2} PR \left(TL + \frac{L_1}{V_1} \right) + \left[\frac{\sum_{j=1}^K (TL + T_j)(m_{w_i}^j \cdot x)}{\sum_{j=1}^K (m_{w_i}^j \cdot x)} + \frac{L'_{2w_i}}{V_2} + m_{w_i} \cdot t_i \right] \\
&\quad + \left(\frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 + \frac{FOC_2}{D_{w_i}} + VOC_2 \right) + b_i \cdot c_i \\
\text{s.t. } n_{w_i} &= \lceil V_{2w_i} / C \rceil = \lceil (m_{w_i} \cdot x) / C \rceil \\
m_{w_i} &= \sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_i}} m_{w_i}^s = \left(\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_i}} Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_i \right) / x \\
P_{js}^T &= 1 / (1 + e^{a_s + a_{1,s} \cdot x_s + a_{1,s} (p_j + t_r) / p_s - a_j R_j / V_1}) \\
t_{w_i} &= T_i / 2 = f_i \cdot T / 2 \\
T &> 0
\end{aligned} \tag{B}$$

最後亦以 S 公司為實例對象，研擬差異化配送策略。比較差異化策略與均同配送策略之結果顯示，差異化策略之平均運銷成本較高，但差異化策略在研究時隔內之企業利潤及平均每日商品需求量則大於均同配送策略。故企業若能對各消費族群之差異化需求特性，進行不同配送服務以滿足其需求特性且收取不同運費，將可促進選擇網路購物之意願並提高利潤。敏感度分析結果發現當該商品需求率愈高或上網人口比例增加時，則可在短時累積足夠之配送量，因規模經濟效果而使平均運銷成本下降並增加利潤。當消費者愈重視商品送達時間時，則企業須縮短配送週期以滿足需求，導致平均運銷成本增加、利潤下降。最後並針對不同送達服務及運費率之差異化配送策略進行敏感度分析，評估其效益以供業者參考。

四、計畫成果自評

本研究已完成原計劃之預期成果與貢獻：(1)瞭解網路購物之通路與實體配銷特性，釐清網路購物物流及與傳統物流配送之相異處。(2)傳統物流研究多假設為均質需求空間分布，應用於網路購物商品之物流配送時，不甚相符；本研究已對此空間變異特性，構建模式決定各轉運站之配送範圍與規模，乃過去研究未曾探討，故有其學術貢獻，並可提供網路購物業者之實務規劃參考。(3)傳統決定轉運站配送範圍之文獻多假設需求為固定外生，未能考慮供需互動因素，本研究則考慮各轉運站在其配送範圍內之各自供需互動及系統總運銷成本最小下，決定各轉運站之配送範圍，故在學術理論上應有所貢獻。(4)考慮不同消費族群具時間價值、價格彈性特性，構建模式決定不同消費族群之最適差異化配送週期，成果有助業者進行差異化訂價及配送策略之參考。此外，本研究結果曾發表於國內研討會計二篇及國際研討會計一篇，如：[4]、[5]、[12]。其

中有關網路購物商品之各轉運站配送範圍、規模與週期部份，已投稿國內學術期刊審查中。而有關差異化配送策略部份亦正整理投稿國際學術期刊中。

五、參考文獻

- [1] 許巧鶯、江慧儀、白仁德，「消費者電子購物與傳統購物選擇行為分析」，*運輸計劃季刊*，第二十七卷，第三期，頁 435-464，民國 87 年 9 月。
- [2] 許巧鶯、江慧儀、蔣敏玲，「網路購物商品之最適配送策略」，*工業工程學刊*(已接受)。
- [3] 許巧鶯、江慧儀，「考慮需求變動之網路購物商品配送策略」，*第十三屆運輸學會論文集*，民國 87 年。
- [4] 許巧鶯、蔣敏玲，「網路購物商品之各轉運站配送網路與規模研究」，*中華民國第三屆運輸網路研討會*，民國 87 年 10 月。
- [5] 許巧鶯、蔣敏玲，「以空間變異策略界定網路購物商品各轉運站之配送範圍、規模與週期」，*中華民國區域科學學會論文研討會*，民國 88 年 3 月。
- [6] 電子商業答客問(FAQ)，經濟部商業司，民國 88 年。
- [7] Blumenfeld, D. E., Burns, L. D., Diltz, J. D., and Daganzo, C. F. (1985), "Analyzing Trade-offs Between Transportation, Inventory and Production Costs on Freight Networks," *Transportation Research B*, Vol. 19, No. 5, pp. 361-380.
- [8] Burns, L. D., Hall, R. W., Blumenfeld, D. E., and Daganzo, C. F. (1985), "Distribution Strategies that Minimize Transportation and Inventory Costs," *Operation Research*, Vol. 33, No. 3, pp. 469-490.
- [9] Campbell, J. F. (1993), "One-to-Many Distribution with Transshipments: An Analytic Model," *Transportation Science*, Vol. 27, No. 4, pp. 330-340.
- [10] Daganzo, C. F. (1991), *Logistics System Analysis*, Springer-Verlag Press, Berlin, Heidelberg.
- [11] Hall, R. W. (1985), "Determining vehicle dispatch frequency when shipping frequency differs across suppliers," *Transportation Research B*, Vol. 19B, No. 5, pp. 421-432.
- [12] Hsu, C. I. And Chiang, M. L. (1999) "The Shipping Strategy of Teleshopping Commodity", *Proceedings of the 5th International Conference of the Decision Sciences Institute*, July.
- [13] Koppelman, F., Salomon I. and Proussaloglou, K. (1991), "Teleshopping or Store Shopping? A Choice Model for Forecasting the Use of New Telecommunications-based Services," *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 18, pp. 473-489.
- [14] Manski, C. and Salomon, I. (1987), "The Demand for Teleshopping: An application of Discrete Choice Models," *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 17, No. 1, pp. 109-121.
- [15] Pavitt (1997), "Retail and the Super High Street: the Future of the Electronic Home Shopping Industry," *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 25, No. 1, pp. 38-43.
- [16] Reynolds, (1997), "Retailing in Computer-mediated Environments: Electronic Commerce Across Europe," *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 25, No. 1, pp. 29-37.
- [17] Rowley, Jennifer, (1996), "Retailing and Shopping on the Internet," *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 24, No. 3, pp. 26-37.
- [18] Salomon, I. and Koppelman, F. (1988), "A Framework for Studying Teleshopping versus Store Shopping," *Transportation Research A*, Vol. 22A, No. 4, pp. 247-255.

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

網路購物商品各轉運站配送範圍、週期及差異化策略之研究
The Study on Shipment Area, Cycle and Discriminating Strategy
for Teleshopping Commodity Terminals

計畫類別：☒個別型計畫 ☐整合型計畫

計畫編號：NSC-89-2416-H-009-008

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

計畫主持人：許巧鶯

處理方式：
(請打✓) ☐可立即對外提供參考
 ☐一年後可對外提供參考
 ☒兩年後可對外提供參考
 (必要時，本會得展延發表時限)

執行單位：國立交通大學運輸工程與管理學系

中華民國八十九年八月一日

網路購物商品各轉運站配送範圍、週期及差異化策略之研究

許巧鶯

國立交通大學運輸工程與管理學系

中文摘要

網路購物使消費者不受營業地點、時間之限制，只需上網便可選購商品。相較於傳統購物，網路購物業者必須將商品配送至空間分佈型態更廣、變異更大之消費者手上，且網際網路之即時、互動特性，使得網路購物供需雙方之互動關係更加緊密。此些需求特性之改變將為擬定網路購物商品配送策略之重要考慮因素，而以往文獻對此新興課題之探討甚少。

本研究以一次轉運配送架構解決網路購物之空間變異較大問題，先由配銷中心負責配送商品至各轉運站，再由各轉運站配送商品至各消費點；將研究範圍依消費者需求密度變化而劃分為不同分區，以反映網路購物需求在空間分佈上之非均勻特性。首先假設各轉運站區位已知下，以解析性方法構建各轉運站配送特定繞行路線之平均運銷成本，於考慮供需互動與系統總運銷成本最小之目標下，提出演算法則決定各轉運站之最佳配送範圍、規模與配送週期。其次，於界定各轉運站之配送範圍後，進而針對各特定轉運站研擬其配送策略，考慮不同消費族群具不同時間價值、價格彈性之特性，構建數學模式決定差異化配送策略及差別訂價，以提昇企業獲利。最後，進行案例分析及主要參變數之敏感度分析，以實證闡述本模式之應用。

在學術方面，本研究在非均質空間需求密度之研究範圍內，納入供需互動、系統最佳的考量，以決定各轉運站之配送範圍與規模，且針對不同時間價值與價格彈性之需求特性，制定差異化配送策略及訂價策略，此皆為過去文獻未深入探究之處。在實務應用方面，本研究可提供網路購物業者作為商品配送策略與營運策略之規劃參考。

關鍵字：網路購物、實體配送、供需互動、配送策略

The Study on Shipment Area, Cycle and Discriminating Strategy for Teleshopping Commodity Terminals

Chaug-Ing Hsu

Department of Transportation Engineering and Management
National Chiao Tung University

Abstract

Teleshopping allows consumers to purchase goods without location and time constraints. However, compared to those of conventional stores, the suppliers of telestores must deliver commodities to a variety of consumers spread over a larger market area with a larger spatial variation. The real-time and interactive characteristics of Internet shopping also lead closer demand-supply interaction. These disparities in consumer demand are very important and must be taken into account when the suppliers of telestores decide the optimal shipping strategy for their commodities. But there are few literatures dealing with these issues theoretically.

One-level transshipment, namely, from the distribution center commodities are firstly shipped to all terminals, and then from each terminal they are shipped to individual consumers, is applied to solve the non-uniform spatial distribution of consumer demand. This study partitions the distribution area into a variety of zones, according to the variation of demand density. In this stage, it is assumed that a symmetric shipping strategy with which each terminal ships commodities to all of its service zones with the same dispatch cycle is adopted. Under the assumption that the location of each terminal is known, this study identifies and formulates logistics cost functions by using analytical approach for each terminal which distributes the commodities by the specific sequence of routing along service zones. Next, the study will propose an algorithm which determines the optimal shipment area, size, routing and cycle, for each terminal by considering the demand-supply interaction and the goal for system optimum. Moreover, the study will further continue to aim at the optimal shipping strategy for the specific terminal for its service zones. This study will introduce a discriminating shipping strategy by considering the variation in the value of time and price elasticity among a variety of consumers spread over a large market area, so as to lead the suppliers to maximize their profits. At last, a case study and sensitivity analysis are provided to illustrate the application of the model.

In conclusion, this study determines the optimal shipment area, and shipment size for the terminals of teleshopping commodity shipment by incorporating considerations of non-uniform demand density, demand-supply interaction and system optimum. The study further formulates a discriminating strategy by considering variations in customers' value of time and price elasticity to maximize suppliers' profits. These considerations have not yet been theoretically formulated and analyzed in past literature. In practice, the results of the study also will shed light on operational and planning issues for the shipping strategy of telestores.

Keywords : teleshopping, physical distribution, demand-supply interaction, shipping strategy

目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
符號說明.....	viii
 第一章 緒論.....	 1
1.1 研究背景與重要性.....	1
1.2 研究目的.....	5
1.3 研究範圍.....	6
1.4 研究方法與流程.....	8
1.4.1 各轉運站之最適配送範圍、規模與週期.....	8
1.4.2 差異化配送策略.....	9
 第二章 文獻回顧與探討.....	 13
2.1 網路購物之需求面研究.....	13
2.2 傳統購物之物流研究.....	14
2.3 供需互動研究.....	15
2.4 網路購物之物流研究.....	16
2.5 綜合討論.....	17
 第三章 各轉運站配送範圍、規模及週期之模式構建.....	 18
3.1 基本分析與假設.....	18
3.2 運銷成本構建.....	19
3.3 供需互動架構.....	27
3.4 各轉運站配送範圍、規模及週期之決定.....	30
 第四章 各轉運站配送範圍、規模及週期之實例分析.....	 33
4.1 案例說明.....	33
4.2 案例初始結果分析.....	39
4.3 敏感度分析.....	42
4.3.1 企業供給特性之變動.....	42
4.3.2 消費者需求特性之變動.....	58
4.3.3 研究範圍不含需求量甚低之非都會分區.....	68
4.4 小結.....	70

第五章 差異化配送策略之模式構建.....	72
5.1 基本分析與假設.....	72
5.2 差異化配送策略之平均運銷成本構建.....	74
5.2.1 配送分區之 TSP 路線.....	75
5.2.2 平均運銷成本之構建.....	76
5.3 供需互動架構.....	84
第六章 差異化配送策略之實例分析.....	87
6.1 案例基本說明.....	87
6.2 案例初始分析結果.....	90
6.3 敏感度分析.....	91
6.3.1 消費者需求特性之變動.....	91
6.3.2 企業供給特性之變動.....	98
6.3.3 差異化配送策略之變動.....	104
6.4 小結.....	110
第七章 結論與建議.....	111
7.1 結論.....	111
7.2 建議.....	114
參考文獻.....	116

圖 目 錄

圖 1.1 研究流程圖	11
圖 1.2 研究架構圖	12
圖 3.1 運銷成本項目	20
圖 4.1 各分區編號與轉運站區位示意圖.....	36
圖 4.2 各轉運站配送範圍	40
圖 4.3 各轉運站之運銷成本與配送週期關係圖.....	41
圖 4.4 配銷中心派車固定成本(γ_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	43
圖 4.5 轉運站派車固定成本(γ_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係.....	44
圖 4.6 配銷中心配送至各轉運站之平均停留成本(σ_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	48
圖 4.7 轉運站配送至各消費點之平均停留成本(σ_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	48
圖 4.8 配銷中心派車配送之單位距離運輸費率(δ_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	52
圖 4.9 轉運站派車配送之單位距離運輸費率(δ_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	52
圖 4.10 存貨成本比例(R)變動下之平均運銷成本與配送週期關係.....	53
圖 4.11 配銷中心配送車輛行駛速度(v_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係.....	56
圖 4.12 轉運站配送車輛行駛速度(v_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	56
圖 4.13 消費者至零售店之平均距離(R_j)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	57
圖 4.14 商品取貨時間參數(a_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	58
圖 4.15 相對價格參數(a_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係.....	60
圖 4.16 至零售店旅行時間參數變動下之平均運銷成本與配送週期關係.....	62
圖 4.17 消費者至零售店旅行速度(a_3)變動之平均運銷成本與配送週期關係.....	63
圖 4.18 各分區上網人口比例(L_j)變動下之平均運銷成本與配送週期關係	64
圖 4.19 各分區單位時間對特定商品之需求率變動下之平均運銷成本與配送週期關係	66
圖 4.20 研究範圍不含屏東分區之各轉運站運銷成本與配送週期關係圖.....	69
圖 5.1 差異化配送週期示意圖	74
圖 6.1 台北轉運站配送範圍之各分區編號圖.....	88

表 目 錄

表 4.1 基本參變數設定值	37
表 4.2 分區別之基本參變數設定值.....	38
表 4.3 各分區間之單程幹線距離(公里).....	38
表 4.4 案例起始結果	39
表 4.5 配銷中心派車固定成本(γ_1)變動之敏感度分析.....	43
表 4.6 轉運站派車固定成本(γ_2)變動之敏感度分析.....	44
表 4.7 配銷中心配送至各轉運站之平均停留成本(σ_1)變動之敏感度分析.....	46
表 4.8 轉運站配送至各消費點之平均停留成本(σ_2)變動之敏感度分析.....	47
表 4.9 配銷中心派車配送之單位距離運輸費率(δ_1)變動之敏感度分析	50
表 4.10 轉運站派車配送之單位距離運輸費率(δ_2)變動之敏感度分析.....	51
表 4.11 存貨成本比例(R)變動之敏感度分析	54
表 4.12 商品取貨時間參數值(a_1)變動之敏感度分析.....	59
表 4.13 相對價格參數(a_2)變動之敏感度分析	61
表 4.14 各分區上網人口比例(L_j)變動之敏感度分析	65
表 4.15 各分區單位時間對特定商品需求率變動之敏感度分析.....	67
表 4.16 研究範圍不含屏東分區之敏感度分析.....	69
表 6.1 各分區內各消費族群在單位時間對特定商品之需求率.....	88
表 6.2 基本參變數設定值	89
表 6.3 差異化配送策略案例初始分析結果.....	90
表 6.4 各分區單位時間內對特定商品需求率(Q_{js})變動之敏感度分析.....	94
表 6.5 各分區消費者上網比例(L_j)變動之敏感度分析	95
表 6.6 消費者取貨時間參數值(a_{js})變動之敏感度分析.....	96
表 6.7 網路購物與傳統購物之相對價格比例參數值(a_{2s})變動之敏感度分析	97
表 6.8 轉運站每部派車固定成本(γ_2)變動之敏感度分析.....	100
表 6.9 配送點停留成本(σ_2)變動之敏感度分析	101
表 6.10 單位距離運輸費率(δ_2)變動之敏感度分析	102
表 6.11 存貨成本比例(R)變動之敏感度分析	103
表 6.12 各消費族群之運費費率(tr_s)變動之敏感度分析.....	107
表 6.13 各消費族群之配送週期比例(f_s)變動之敏感度分析	108
表 6.14 不同差異化配送策略($tr_s + f_s$)變動之敏感度分析.....	109

符號說明

i	: 轉運站編號
j	: 分區編號
M	: 轉運站總數
N	: 分區總數
ATC_{i1}	: 商品由配銷中心配送至轉運站 i 之平均運輸成本 (元)
ATC_{i2}	: 商品由轉運站 i 配送至消費點之平均運輸成本 (元)
ATC_i	: 轉運站 i 配送每單位商品之平均運輸成本 (元)
AIC_{i1}	: 商品由配銷中心配送至轉運站 i 之平均存貨成本 (元)
AIC_{i2}	: 商品由轉運站 i 配送至消費點之平均存貨成本 (元)
AIC_i	: 轉運站 i 配送每單位商品之平均存貨成本 (元)
AOC_{i1}	: 商品由配銷中心配送至轉運站 i 之平均營運成本 (元)
AOC_{i2}	: 商品由轉運站 i 配送至消費點之平均營運成本 (元)
AOC_i	: 轉運站 i 配送每單位商品之平均營運成本 (元)
ABC_i	: 轉運站 i 配送每單位商品之平均退貨成本 (元)
ALC_i	: 轉運站 i 配送每單位商品之平均運銷成本 (元)
F_{i1}	: 商品由配銷中心配送至轉運站 i 之每次派車運輸費用 (元)
F_{i2}	: 商品由轉運站 i 配送至消費點之每次派車運輸費用 (元)
V_{i1}	: 由配銷中心配送至轉運站 i 之總商品配送量 (單位商品)
V_{i2}	: 由轉運站 i 配送至消費點之總商品配送量 (單位商品)
γ_1	: 由配銷中心配送至轉運站之每部派車固定成本 (元)
γ_2	: 由轉運站配送至消費點之每部派車固定成本 (元)
σ_{i1}	: 由配銷中心配送至轉運站 i 卸貨之平均停站成本 (元)
σ_2	: 轉運站配送至各消費點卸貨之每站平均停留成本 (元)
δ_1	: 配銷中心配送至轉運站之單位距離運輸費率 (元)
δ_2	: 轉運站配送至消費點之單位距離運輸費率 (元)
x	: 所有消費點之每站平均需求量 (單位商品)
n_i	: 轉運站 i 每次配送之派車數 (輛)
C_i	: 轉運站 i 配送車輛之載運容量 (單位商品)
TS_i	: 已指派由轉運站 i 配送之分區繞行序列(sequence)，且 $TS_i = \{t_i^k\} \quad k=1,2,3,..,K_i$ 。
t_i^k	: 轉運站 i 第 k 個繞行配送之分區
t_i^1	: 轉運站 i 第 1 個繞行服務之分區，即轉運站 i 所在之分區
k	: 表示轉運站配送時之第 k 個繞行分區
K_i	: 轉運站 i 之服務分區數
$LH[t_i^a, t_i^b]$	: 由轉運站 i 之配送分區繞行序列 TS_i 的第 a 個繞行分區至第 b 個繞行分區之單程幹線距離 (公里)
L_{i1}	: 由配銷中心配送至轉運站 i 之運輸行駛總距離 (公里)

符號說明

L'_{i2}	: 由轉運站 i 配送至各消費點之運輸行駛總距離 (公里)
m_i	: 轉運站 i 配送其服務範圍內之總停站數
m_j	: 分區 j 內所須配送之消費點停站數
D^j	: 分區 j 在單位時間之網路購物商品需求量 (單位商品)
T_i	: 轉運站 i 之商品配送週期 (天)
Q_j	: 分區 j 在單位時間對特定商品之需求量 (單位商品)
L_j	: 分區 j 之上網人口比例
P_j^T	: 分區 j 內消費者選擇網路購物之機率函數
G^i	: 轉運站 i 配送車輛繞行各分區中心點之主幹線距離 (公里)
λ_j	: 分區 j 之消費點分布密度
K_1	: 地區繞行距離之參數值
A_j	: 分區 j 之面積 (平方公里)
a_0	: 需求函數中之常數項
a_1	: 需求函數中之商品取貨時間參數
a_2	: 需求函數中之網路購物與傳統購物相對價格比參數
a_3	: 需求函數中之至零售商店所須平均時間參數
p_T	: 網路購物之商品價格 (元)
p_R	: 傳統零售店購物之商品價格 (元)
P	: 商品生產成本 (元)
R	: 存貨佔生產成本之比例
TL	: 入向配送週期 (天)
t_s	: 配送至各消費點之每站平均停留時間 (分鐘)
v_1	: 配銷中心配送商品至轉運站之平均行駛速度 (公里/小時)
v_2	: 轉運站配送商品至消費點之之平均行駛速度 (公里/小時)
v_3	: 消費者至零售商店之平均旅行速度 (公里/小時)
FOC_1	: 配銷中心之固定營運成本 (元/天)
VOC_1	: 配銷中心之變動營運成本 (元/單位商品)
FOC_{i2}	: 轉運站 i 之固定營運成本 (元/天)
VOC_{i2}	: 轉運站 i 之變動營運成本 (元/單位商品)
V_1	: 配銷中心至各轉運站之配送總量 (單位商品)
b_i	: 轉運站 i 之商品退貨率
c_b	: 每筆訂單之退貨處理成本 (元)
$ALC_i^*(TS_i)$	: 轉運站 i 繞行順序為 TS_i 時之最小平均運銷成本 (元)
S	: 已被指派服務轉運站之分區集合
Z	: 所有分區所成之集合
S^{-1}	: 尚未被指派服務轉運站之分區集合; $S^{-1} = Z - S$

符號說明

A	: 相鄰分區矩陣，其中 $a_{m,n} = \begin{cases} 1, & \text{若 } m,n \text{ 兩分區相鄰} \\ 0, & \text{若 } m = n \text{ 或 } m,n \text{ 兩分區不相鄰} \end{cases}$
x_i^{kr}	: 轉運站 i 第 k 個繞行分區之第 r 個鄰區
$(x_i^{kr})'$	: 各轉運站此次候選之配送指派分區
r	: 轉運站 i 第 k 個繞行分區的第 r 個鄰區， $r = 1, 2, \dots, R_i^k$
R_i^k	: 分區 t_i^k 之鄰區總數
$\Gamma(t_i^k)$	: 分區 t_i^k 之鄰區集合， $\Gamma(t_i^k) = \{n \mid a_{t_i^k, n} = 1\}$
CS_i^{kr}	: 在 TS_i 中將分區 x_i^{kr} 插在分區 t_i^k 後之新繞行序列
$[(x_i^{kr})']^*$	: 此次被指派轉運站之分區
V_i^{old}	: 轉運站 i 配送繞行順序為 TS_i 時之商品配送總量 ($i = 1, 2, 3, \dots, M$)
V_i^{new}	: 轉運站 i 配送繞行順序為 CS_i 時之商品配送總量 ($i = 1, 2, 3, \dots, M$)
i^*	: 此次被指派服務分區之轉運站
s	: 消費族群編號
G	: 消費族群數目
a_{1js}	: 需求函數中分區 j 之消費族群 s 的商品取貨時間參數
a_{2js}	: 需求函數中分區 j 之消費族群 s 的網路購物與傳統購物相對售價參數
λ_{js}	: 分區 j 內消費族群 s 之需求空間分佈，為一均勻分佈
T	: 差異化配送策略之固定發車週期 (天)
T_s	: 消費族群 s 之配送週期， $T_s = f_s \cdot T$ (天)
f_s	: 消費族群 s 之配送週期比例
W_ℓ	: 各個發車配送時點， $W_\ell = \ell T, \ell = 1, 2, 3, \dots$
R_{W_ℓ}	: 時點 W_ℓ 所須配送之消費族群所組成之集合，其定義為 $R_{W_\ell} = \{s \mid W_\ell = \phi T_s, \text{ where } \phi \in I^+ \text{ and } s \in SC\}$
SC	: 所有消費族群所形成之集合， $SC = \{s \mid s = 1, 2, \dots, G\}$
F	: 各消費族群配送週期比例之最小公倍數， $[f_1, f_2, \dots, f_G]T = FT$
TS	: 差異化配送策略中已被指派繞行配送之分區序列(sequence)， $TS = \{t^k\} \quad k = 1, 2, 3, \dots, K$
K	: 差異化配送策略中轉運站服務範圍內之配送分區數目
t^k	: 差異化配送策略中轉運站之分區繞行序列中第 k 個被繞行配送之分區
t^1	: 差異化配送策略中轉運站之繞行序列中第 1 個被繞行配送之分區，即轉運站所在分區
S	: 差異化配送策略中已被指派繞行之分區集合
Z	: 差異化配送策略中所有分區所成之集合
S^{-1}	: 差異化配送策略中尚未被指派繞行之分區集合； $S^{-1} = Z - S$

符號說明

x^{kr}	: 差異化配送策略中轉運站第 k 個繞行分區之第 r 個鄰區
$(x^{kr})'$	: 差異化配送策略中轉運站此次指派繞行之分區
R^k	: 差異化配送策略中分區 t^k 之鄰區總數
$\Gamma(t^k)$	: 差異化配送策略中分區 t^k 之鄰區集合, $\Gamma(t^k) = \{n a_{t^k, n} = 1\}$
CS^{kr}	: 差異化配送策略中在 TS 中將分區 x^{kr} 插在分區 t^k 後之新繞行序列
TS^*	: 差異化配送策略在配送時點 W_l 時之轉運站分區 TSP 繞行路線
ATC_{1W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時配銷中心至轉運站之平均運輸成本 (元)
ATC_{2W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時轉運站至消費點之平均運輸成本 (元)
ATC_{W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時之平均運輸成本 (元)
AIC_{1W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時配銷中心至轉運站之平均存貨成本 (元)
AIC_{2W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時轉運站至消費點之平均存貨成本 (元)
AIC_{W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時之平均存貨成本 (元)
AOC_{1W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時配銷中心至轉運站之平均營運成本 (元)
AOC_{2W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時轉運站至消費點之平均營運成本 (元)
AOC_{W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時之平均營運成本 (元)
ABC_{W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時之平均退貨成本 (元)
ALC_{W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時之平均運銷成本 (元)
L_l	: 差異化配送策略中配銷中心至轉運站之配送距離 (公里)
F_{2W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時轉運站派車運送費用 (元)
V_{2W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時轉運站之配送總量 (單位商品)
n_{W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時之派車車數 (輛)
C	: 差異化配送策略時轉運站配送車輛之容量 (單位商品)
r_2	: 差異化配送策略中時轉運站配送之每部派車固定成本 (元)
σ_2	: 差異化配送策略中於消費者每站卸貨之停留成本 (元)
m_{W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時之配送停站數
L'_{2W_l}	: 差異化配送策略在時點 W_l 時之配送繞行總距離 (公里)
δ_2	: 差異化配送策略中轉運站派車配送之單位距離運輸費率 (元)
$m_{W_l}^j$	: 差異化配送策略於時點 W_l 對分區 j 之配送停站數
$m_{W_l}^{js}$	: 差異化配送策略於時點 W_l 對分區 j 之消費族群 s 的配送停站數
D^{js}	: 分區 j 之消費族群 s 在單位時間之網路商品需求量 (單位商品)
P_{js}^T	: 分區 j 內之消費族群 s 選擇網路購物之機率函數
t_{w_s}	: 消費族群 s 下訂單至取得商品之取貨時間 (天)
tr_s	: 對消費族群 s 配送服務收取之運費 (元)

符號說明

$\lambda_{w_l}^j$	: 差異化配送策略於時點 w_l 時分區 j 之消費點分布密度
G'_{w_l}	: 差異化配送策略於時點 w_l 配送車輛至分區中心點或分區至分區中心點之主幹線繞行距離 (公里)
$LH[t^a, t^b]$	: 由轉運站配送分區繞行路線之第 a 個繞行分區至第 b 個繞行分區之單程幹線距離 (公里)
D	: 修正幹線繞行距離時本次繞行配送分區之配送需求量 (單位商品)
C	: 配送車輛容量 (輛)
Q	: 修正幹線繞行距離時之本次繞行分區之配送需求量所須之派車數 (輛)
R	: 修正幹線繞行距離時之本次繞行分區之最後一部派車之載運配送量 (單位商品)
D_{w_l}	: 差異化配送策略中在時點 w_l 時之單位時間網路購物需求量 (單位商品)
π	: 研究時隔內之總利潤 (元)

第一章 緒論

本研究乃以網路購物商品之配送策略為主題，本章中首先於 1.1 節說明研究背景與重要性；1.2 節釐清本研究目的；1.3 節界定研究範圍；最後，1.4 節說明研究方法與流程。

1.1 研究背景與重要性

網際網路熱潮在全世界各方的推波助瀾下，彷彿成為跨世紀最熱門的話題。以網際網路為媒介之電子商務(Electronic Commerce)正迅速全面發展中，電子商務包含兩個層次：一為企業與企業間(business-to-business)之電子商務，即企業與企業間利用電腦與網路科技所從事之商業活動，如：電子資料交換(EDI)、快速回應(QR)、電子表單等，企業與企業間之電子商務關係通常較結構化、具既定之合作關係。另一為企業與個人間(business-to-person)之電子商務，即企業與消費者利用資訊與通訊技術，透過網路提供消費者各種服務與進行交易活動，企業所面對的多為自發性之非特定大眾，故又稱為電子商業(Electronic Business)。網路購物(teleshopping)即屬電子商業範疇之一。

網路購物被視為新興之通路革命，許多研究報告皆顯示其商機正被無限看好，根據美國 EMarketer 研究公司估算，1998 年全球網路購物營業額高達 4.5 兆美元，相較 1997 年的 1.8 兆美元，足足成長了 2.5 倍之多。種種跡象均顯示網路購物將為網際網路應用帶來另一波新高潮。國內電子商業市場目前尚屬起步階段，尚未有相關之正式統計數據。依據宏碁 AcerMall 之非正式統計指出，1996 年國內電子商業市場規模為 8 億台幣，預估到公元 2000 年將達到 200 億台幣。

對企業而言，網路購物屬無店鋪行銷，無須經過中間通路層級，即可由生產者直接將商品銷售給末端消費者。相較於傳統購物之通路層級為製造、批發、倉儲、零售、消費者，網路購物通路掌握了及時性、低成本、互動性等競爭優勢，具降低中間成本(如：土地、人力、行銷、營運等經營成本)、減少積壓存貨、縮短企業運轉週期、易開發全新且虛擬市場等好處；此外，應用電腦大量記憶與分析的處理能力及網際網路即時且雙向互動特性，網路購物通路可協助企業輕易取得市場銷售資訊、消費者基本資料與回應，採行一對一、分眾化、個人化的貼心行銷策略，與客戶建立緊密關係以鞏固客源。故網路購物正對傳統企業之經營型態產生巨大之衝擊與影響。

對消費者而言，網路購物讓商店走入了每一個家庭之日常生活，提供了省時、便利、隱密、無地域性、可跨國、無營業時間限制、個人化、多元化之購物環境。消費者只須連上網路便可輕鬆購物，節省了個人實際至零售點購物之旅運時間與成本；線上購物提供充足之商品資訊，消費者可進行比較後選擇價廉物美之商品，並可滿足一次購足(one-stop shopping)之需求，同時亦促使偏遠鄉村地區之民眾也具有都市民眾之商業購物機會，平衡城鄉商業之發展。

觀察國內網路購物環境尚處起步階段，並有法令規章、行為規範、網路頻寬、交易安全等議題尚待克服，但由於網路購物所提供之便利性，將更能滿足現代人追求便捷、快速之需求型態；目前政府正極力推動國家資訊基本建設(National Information Infrastructure, NII)及經濟部電子商業計劃，此些努力將促使網路購物之交易環境更為健全。此新興通路正全面衝擊著未來社會各個角落，不但可能帶動企業革命，同時消費者之需求習慣與型態亦可能隨之改變。從整體趨勢觀之，網路購物之發展潛力的確不小。

雖網際網路改變了現有交易之商流、金流、資訊流型態，但唯獨物流機能卻無法完全被取代；藉由網路傳輸雖處理了資訊流，但物流部份仍需處理實體商品之配送作業(Physical Distribution)。許巧鶯與江慧儀(民 87)之研究指出，網路購物商品之送達交貨時間愈長，則消費者選擇網路購物之機率將愈低。因此如何將商品及時且有效率地送達以滿足消費者需求，乃經營電子商店成功與否相當關鍵之因素。實體商品之配送應掌握便利與效率原則，並提供消費者明確訊息，使其清楚地瞭解各種交付運送方式所需時間與費用等，方能吸引消費者之購買慾望。另一方面，不同之配送策略將導致不同之運銷成本，進而左右廠商之獲利程度。因此，網路購物商品之物流配送系統為網路購物經營成功與否之重要環節，乃網路購物廠商須審慎考量之議題。

在傳統零售購物體系與新興網路購物體系之物流系統的差異方面，網路網路購物使消費者不受商店營業地點與營業時間之限制，只須連上網際網路便可選購商品；故相較於傳統至零售點購物，網路購物業者必須直接將商品配送至空間分佈型態更廣、變異更大之消費者手上，而非配送至傳統零售點。此外，網際網路之即時互動性使得網路購物供需雙方之互動更為緊密。此些因網路購物而改變之特性，為販售實體商品之網路購物廠商決定其最適配送策略時之重要考慮因素。

網路購物所提供之最大便利在於網路購物商店之經營時間與服務範圍不受限制。網路購物為 24 小時營業，消費者可於任何時間上網購物，因而造成消費者購買商品之時間較傳統零售購物存在更大之時間變異性(temporal variation)；由於廠商配送商品時，須累積消費者訂購量達運輸上之規模經濟後方配送，因此網路購物需求之時間分佈型態將影響企業之運銷成本與消費者之商品送達時間。另

一方面，網路購物之無國界、無地域特色使得身處任何地方之消費者，僅需上網瀏覽皆可購物，不受個人實體可及空間限制且節省了購物旅次所須花費之時間與成本；故網路購物消費者在空間分佈上，已不若傳統零售業般地集中且與商店緊密連結，因此，相較於傳統物流，網路購物業者須直接將商品配送至消費者的配送空間分佈型態將更廣、變異更大。亦即相較於傳統物流，網路購物商品之配送問題將更具空間變異性(spatial variation)。上述所分析之時空特性的改變將使得網路購物商品之配送作業異於傳統商品之配送，而有待進一步之研究。

業者在網路購物通路所提供之供給服務水準，如：商品交貨時間、商品售價、運費費率等，皆會影響消費者選擇線上購買商品之意願，並且直接決定電子商店廠商之運銷成本。企業之運銷成本主要與商品之配送頻次與每次派車之配送總量有關，若配送週期縮短、配送頻次提高，則消費者可快速取得商品，降低了商品之平均存貨成本，但此時若配送量無法累積到規模經濟即配送，則將造成每單位商品分攤之平均運輸成本增加。另一方面，當配送週期縮短而使消費者取貨等待時間縮短，將可刺激網路購物需求增加，進一步使廠商在單位時間內可累積更大之商品配送量，使平均運銷成本隨之下降；因此，網路購物之供需雙方存在緊密之互動關係。此外，透過網路通路購買商品所須支付之價格亦影響消費者選擇網路購物之意願，消費者於網路購物所須支付之價格包括商品原始售價及運費，一般而言，因為網路購物型態可節省中間通路成本，故其商品售價通常較零售購物為低。當業者之配銷策略造成平均運銷成本下降而可使所訂定之運費費率降低時，消費者對網路購物商品所須支付之價格將降低，進而刺激其對網路購物需求量，當累積配送量增加後，又再度促使平均運銷成本下降。如此供需雙方不斷地交互影響著。

網路購物為一新興通路，此領域之相關文獻多為消費者調查報告、行銷策略研擬、待克服且未健全之相關議題等，如 Renolds(1997)、Rowley(1996)、Pavitt(1997)、官振華(民 85)、林廷一(民 86)、余國維(民 86)、黃光瑞(民 86)等；而此類研究側重於實務性之調查報告。在網路購物需求行為之研究方面，國外有 Manski and Salomon(1987)、Salomon and Koppelman(1988)與 Koppelman, Salomon and Proussaloglou(1991)等。國內則有許巧鶯與江慧儀(民 87)構建消費者購物方案選擇之量化與質化模式，以敘述性偏好與二元羅吉特模式探討國內消費者對網路購物與傳統商店購物之選擇偏好。

在傳統零售購物之實體配送部分，過去已有大量文獻在假設消費者需求為外生已知或需求空間密度均勻分佈之條件下，考慮運銷成本包括運輸成本及存貨成本，且兩者隨配送頻率增加互呈反向變動，探討此兩項成本項之權衡取捨，並進一步探討企業配送頻率、運送規模、配銷網路與設施配置問題，如 Burns et al.(1985)、Blumenfeld et al. (1985)、Hall(1987)、Daganzo and Newell(1986)、

Daganzo(1991)等研究。Hsu and Tasi(1999)以解析性方式分析構建企業運銷成本，考慮供給與需求互動，在不同企業目標及零售設施均勻分佈之假設下，建立數學規劃模式以決定最佳零售設施密度與規模。

比較傳統購物與網路購物兩通路之物流系統，可發現兩者存在若干不同之配送特性。傳統購物之配送對象為零售店舖，因為各零售店舖之據點固定且銷售情況較穩定，故每次配送較為定點定量、少點多量。反觀網路購物之配送對象直接為消費者，如前所述，因網路購物不受營運時間、地點限制，消費者需求之時空變異較大，故每次配送較為不定點不定量、多點少量。因兩通路之物流配送系統存在極大差異，且傳統物流研究之假設消費者需求為外生已知或需求空間密度呈均勻分佈，皆已無法反映網路購物所帶來之需求特性的改變，故實有必要對網路購物之實體配送系統進行研究，研擬相關配送與營運策略。

在網路購物之實體配送方面，國外之相關文獻相當稀少，國內有許巧鶯與潘建民(民 86)假設需求已知下，採解析性方法分析不同配送架構下之網路購物與傳統購物兩種通路的運銷成本，但並未考慮網路購物供需互動之重要特性。許巧鶯與江慧儀(民 87)以解析性方法構建網路購物直接配送之運銷成本，考慮供需互動以探討於不同企業目標下之最適配送週期；並在可直接配送非經轉運之較小範圍內，提出差異化配送週期之概念，即服務範圍內各分區依其距配銷中心之遠近與需求量多寡而有不同之配送頻次，假設各分區之差異化配送週期比為外生下，比較差異化與均同配送策略之運銷成本。此研究考量以時間差異化概念以因應網路購物商品之需求空間非均勻分佈現象，僅適用於較小之直接配送範圍，當需求範圍較大時則有必要進一步考慮轉運之配送架構。

隨著網際網路之使用日益普遍，且在網路購物商機無可抵擋之趨勢下，欲建立完善之網路購物環境，則深入探討網路購物商品之配送策略實為一刻不容緩之研究課題。綜合上述，可知傳統物流研究大多假設為均質需求之市場範圍或需求為外生已知，未能針對網路購物之緊密供需互動特性及消費者需求空間分佈更廣、變異更大等特性進行探討；另一方面，雖有文獻以時間差異化概念尋求解決並反映網路購物商品之配送空間變異問題，但僅適用在較小可直接配送之範圍。因此，本研究擬在較廣大且非均質需求密度之配送範圍內，首先以空間差異化概念解決網路購物需求空間變異問題，規劃決定各轉運站供需互動後之配送範圍、規模與配送週期；另外，考慮不同消費族群具不同之商品送達時間要求及價格彈性等特性，採時間差異化概念，研擬制定不同消費族群之差異化配送服務及運費費率，以提昇企業獲利。此些課題皆為過去物流配送文獻未深入探討之處，故實存在相當大之研究空間。

1.2 研究目的

相較於傳統購物通路，新興網路購物通路所形成之需求特性的改變，皆為業者擬定配送策略時所不可不考慮之重要因素，例如：網路即時互動性造成更緊密之供需互動關係；網路購物屬零階通路，須直接配送至消費者，而消費者因不受時空限制隨時隨地可上網購物，因而消費需求點之空間分佈更廣、變異更大。本研究之主要目的乃因應此些改變特性研擬網路購物商品之物流配送策略。

因應網路購物之需求配送空間更為廣闊，為節省直接配送之運輸往返成本，乃有衍伸轉運之考量。本研究採「一次轉運」配送架構，即先由配銷中心將商品配送至各轉運站，再由各轉運站將商品配送至消費者手中。因此，本研究首先界定研究範圍內各轉站之配送範圍、規模及週期，接著於各轉運站之配送範圍界定之後，研擬特定轉運站在其配送範圍內之差異化配送策略，以增加企業獲利。

本研究將整個研究範圍依消費者需求密度之變化劃分為不同分區，藉以反映網路購物需求密度非均勻、需求空間分佈變異更大之特性，其中不同分區之人口密度、商品需求率及社經特性等皆有所差異。先假設同一轉運站以相同週期配送繞行其所有服務分區，而各轉運站間之配送週期則各不相同，須依其服務範圍內之商品累積程度及供需互動程度而定。在研究範圍內各轉運站之區位及數目已知下，分析各轉運站最適分區配送範圍之影響因素與其間之權衡取捨關係，並以解析性方法構建各轉運站配送某組特定分區繞行路線之平均運銷成本，包括由配銷中心經轉運站配送至消費者之平均運銷成本，進一步在考慮供需互動與總運銷成本最小之目標下，建立數學規劃模式，並提出演算法則決定各轉運站之最佳配送範圍、規模與配送週期，以供廠商規劃各轉運站配送範圍之參考。

其次，於界定各轉運站之配送服務範圍後，本研究進而研擬特定轉運站在其配送範圍內之配送策略。Daganzo(1985)曾指出若能適當地將消費者依其不同特性予以分群而採不同之配送服務，將可降低配送成本。考慮某些消費族群可忍受商品送達時間較長但運費必須較低，而某些消費族群則偏好商品送達時間較短且運費可較高的現象；本研究藉設定網路購物商品需求模式中相關參數之不同數值以反映消費者之不同商品送達時間要求、價格彈性等需求差異特性，並對不同消費族群進行差異化之運費訂價與送達服務，以期增加企業獲利。最後，進行案例分析及主要參變數之敏感度分析，以闡述本模式之實證應用。

本研究考慮網路購物消費者散布於較廣大且非均質需求密度之範圍內，納入網路通路提供更緊密供需互動之考量，根據最小化系統總運銷成本，構建數學模式與提出演算法測，以決定各轉運站之配送範圍、規模與配送週期；並對不同消費族群之不同需求特性制定差異化配送策略，此皆為過去文獻尚未深入探究之課

題，故有其學術貢獻之處。另外，在實務應用方面，本研究結果可提供網路購物業者對各轉運站運銷決策之參考，並瞭解如何針對不同需求特性之消費族群進行差異化配送策略，以爲企業擬定相關營運及行銷策略之參考。茲將本研究目的更具體地列述如下：

1. 回顧相關文獻以釐清網路商品配送之相關議題、網路購物之物流系統實務上極待探究之課題，並以相關傳統物流研究爲基礎，界定本研究之架構與價值。
2. 因應網路購物商品之需求空間變異問題，乃以空間差異化概念爲考量，在「一次轉運」之配送架構下，構建各轉運站配送某特定分區路線之平均運銷成本，包括從配銷中心經轉運站至消費者之平均運輸成本、平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本。
3. 分析與探討網路購物商品之供需互動關係，並參考過去文獻，構建以企業運銷成本極小爲目標式及供需互動爲限制式之數學規劃模式，以求解各轉運站在特定分區配送順序下的最適配送週期，進而得知其最小平均運銷成本。
4. 在網路購物商品之需求空間變異較大、供需互動及系統總運銷成本最小的考量下，提出演算法則以決定各轉運站之最佳配送範圍及規模，進而決定其最適配送週期。
5. 以配送時間差異化概念爲基礎，依解析性方式分析探討及構建因應不同消費族群需求特性之差異化配送的平均運銷成本，包括平均運銷成本、平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本。
6. 以不同之需求參數值反映不同消費族群具有不同之商品送達時間要求及價格彈性，構建以企業最大利潤爲目標式及供需互動爲限制之數學規劃式，以決定差異化配送週期，增加企業利潤。
7. 針對特定之網路購物商品，蒐集本研究中主要參變數之實際資料或進行合理之假設，以進行案例分析及重要參變數之敏感度分析，並闡述本研究之實際應用結果。

1.3 研究範圍

凡透過網路作爲商業活動媒介者，即稱爲電子商務(Electronic Commerce)，其中包括企業對企業與企業對消費者兩個層面；而企業與消費者利用資訊與通訊

技術，透過網路提供各種服務與進行交易活動，稱為電子商業(Electronic Business)，電子商業又包括企業利用網路從事之行銷廣告或顧客服務等(王瑞之，1996)。本研究所討論之網路購物即屬電子商業應用範疇之一。

電子商店在網路上所販售之商品可分為三類：實體商品(Hard goods)、資訊數位化商品(Soft goods)、線上服務(On-line Service)。其中實體商品需藉由實體配送系統之運送，方能將商品送達消費者手中；資訊數位化商品與線上服務則可藉由網路直接傳送商品或提供服務。本研究定義之商品型態係為須經實體配送之實體商品，至於可利用網路直接傳送之數位化商品及線上服務則不在本研究之探討範圍內。

在網路購物商品之配送範圍方面，由於網際網路無國界限制，故企業可將產品銷售至國外市場，而跨國之商品配送將與國內市場之商品配送存在極大差異，跨國配送涉及通關、航空貨運、海運等複雜問題，與國內市場配送之考慮不盡相同，而本研究乃先以國內配送市場為研究範圍。至於跨國物流配送部份，可以本研究為基礎，考慮跨國配送之重要特性而留待後續研究。

商品之配送方式依企業配送策略不同而有所差異，可分為自有車隊自行配送和委託專業物流共同配送。一般而言，若企業規模龐大、消費者訂購量多，則採自有車隊之配送方式較具彈性，並可增強服務水準；另外，當企業之配送服務範圍較為廣闊時，為節省往返之運輸成本，則有衍伸轉運之考量。對於商品訂購量較少之企業而言，自建車隊之固定成本與投資過大，因而以郵寄或委託專業物流公司進行配送較為經濟。

根據資策會對國內網路購物公司之現況調查(1997)顯示，目前企業經營網路購物時，39%之公司乃由網路購物公司本身自行寄送，20%之公司乃請貨品供應商自行寄送，另各有 18%之公司則是請消費者至公司取貨或請郵遞公司至供應商處取貨再轉寄至消費者手中，多數商家採數種方式進行配送服務。觀察此調查結果，可發現由於初期網路購物之規模不大，因此目前真正建立車隊自行配送之企業甚少，多數公司仍委託郵寄或物流公司寄送。但著眼於未來消費者網路購物習慣之建立、網路商品之需求量增加後，企業為增加其營運運作彈性，將可能規劃自有車隊專責進行商品配送工作；故本研究以自有車隊自行配送為對象，進行相關配送策略之研究。

另當委託專業物流公司進行商品配送時，對於託運數量較多之貨主，物流公司多半會給予不同程度之折扣，此情形亦反映了累積較多需求量後方進行配送的規模經濟現象。因此可知無論採用自有車隊配送或委託專業物流公司進行配送，皆須考量消費者之需求型態與企業運銷成本之估算，以決定最適配送策略，故若

為委託專業物流公司進行配送，則可以本研究架構為基礎，考量該問題本質進行若干修正，亦可適用。

本研究僅先針對單一商品之網路購物配送課題進行探討，至於混合商品或多物種之配送課題，尚須考慮各物種混合配送之成本特性及各物種需求型態之差異性，可以本研究為基礎加以修正探討之。

本研究探討之物流體系主要以網路購物商品之物流配送為主，未考慮廠商同時經營傳統零售通路及網路購物通路情形，此為未來研究可繼續深入分析或比較之處。

1.4 研究方法與流程

本研究首先透過回顧相關文獻與調查報告，以求整體性地瞭解網路購物之推動現況、通路特性、面臨之瓶頸等實務課題，同時並回顧與整理相關學術性研究，以求瞭解過去傳統購物及網路購物之物流研究，分析相關文獻研究後釐定其未深入探討之處，以建立本研究架構。本研究將針對網路購物通路所造成之緊密供需互動關係及商品配送空間分佈變異較大之特性，在一次轉運配送架構下，以系統總運銷成本最小為原則，建立模式決定各轉運站之最佳配送範圍、規模與配送週期。在各轉運站之服務範圍界定後，進而研究特定轉運站在其服務範圍內之配送策略，研擬差異化送達服務及運費費率。同時並藉由實例分析及主要參變數之敏感度分析以說明本研究之應用。本研究之流程繪製如圖 1.1 所示，本研究之研究方法則可摘要說明如下：

1.4.1 各轉運站之最適配送範圍、規模與週期

本研究首先以解析性方法構建各轉運站指派特定繞行分區順序時之平均運銷成本，包括平均運輸成本、平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本。接著加入供需互動之考量，以最小化平均運銷成本為目標式，供需均衡為限制式構建數學規劃模式，以求解供需互動後各轉運站之最適配送週期及最小平均運銷成本。最後，建立演算法則決定各轉運站之配送範圍、規模與週期。

在平均運銷成本之構建方面，運輸成本主要與單位距離之運輸費率、運送距離與配送頻率成正比，即單位距離之運輸費率愈高、運送距離愈遠、配送頻率愈高，則所需之運輸成本愈高。據許巧鶯與江慧儀研究(民 87)指出，網路購物商品之商品送達時間乃影響消費者需求之重要屬性，從供給的層面來看，唯有較高的配送頻率方能使消費者等待時間減少，但平均運輸成本將隨之增加、存貨成本則可減少，故配送週期為影響供給與需求之重要變數。存貨成本為商品在配銷與運

輸過程中所產生之機會成本。本研究以商品在配銷過程中之平均耗費時間與單位時間內之存貨成本比例的乘積推估存貨成本。營運成本除包括機具設備、廠房投資、運具購置、維修成本及電子行銷中心成本等固定營運成本外，亦包含處理每單位商品所需之變動成本。退貨成本則為消費者要求退貨時之處理成本。

本研究引用許巧鶯與江慧儀(民 86)校估之傳統購物與網路購物量化個體選擇模式，經簡化修正後所估算之消費者選擇網路購物機率模式，該需求模式之考量因素包括消費者之商品取貨時間、網路購物與傳統購物商品之相對價格、消費者居住區位距零售商店之平均旅行時間，並將其他變數簡化納入常數項。各分區在單位時間內之網路購物商品需求量以該分區之單位時間內對特定商品需求量、上網人口比例、消費者選擇網路購物機率三者乘積予以估算。

單位時間之網路購物需求量與企業之配銷策略存在極為緊密之供需互動關係，其中廠商配送週期乃為影響消費者需求與企業運銷供給之重要變數，並間接影響網路購物商品所須支付之運費費率，進而再影響消費者選擇網路購物之意願。因此，本研究將各轉運站之配送週期設為內生變數，在已知轉運站配送特定分區繞行順序時，以最小平均運銷成本為目標式，企業供給與消費者需求間互動之權衡取舍為限制式，構建數學規劃模式以決定轉運站在配送繞行特定分區順序時之最適配送週期，進而可求算此時之最小平均運銷成本。

接著進一步提出決定各轉運站配送範圍、規模及週期的演算法則，其係根據貪心法則(greedy rule)及任一轉運站派車配送範圍應為連通區域，不可跨區配送非連通分區之原則，考慮每次加入對系統總運銷成本邊際貢獻最小之分區，指派其配送服務之轉運站；亦即由目前各轉運站已加入之繞行分區的鄰區中，找尋未被指派服務轉運站且對系統總運銷成本之邊際貢獻最小的分區，指派其服務轉運站，更新指派該轉運站之最新繞行分區順序後，再依相同步驟，直到所有分區皆已指派配送服務之轉運站為止。

1.4.2 差異化配送策略

若能適當地將配送需求點依其不同特性予以分群而採不同之配送服務，將可降低配送成本。企業若能針對不同需求特性之消費者採行差異化配送策略，即對要求較快速送達者收取較高之運費，要求支付較低運費者可能較晚送達，如此進行差異化送達服務與運費訂價以提高企業利潤之策略。此模式藉需求函數中不同參數值之設定以反映不同消費族群具不同價格彈性、商品送達時間要求等需求特性，並以解析性方法構建差異化配送策略之平均運銷成本函數，以最大企業利潤為目標式，供需互動之權衡取舍關係為限制式，構建數學規劃模式，以決定各消費族群之差異化配送週期。

消費者對網路購物商品之支付價格包括商品原始價格及運費，其中商品原始價格並不因不同消費者而有不同商品訂價，然運費可能會隨消費者送貨地點之距離遠近、對商品送達時間要求、配送至當地之運輸規模經濟效果等而有所差異。不同消費族群具不同之商品送達時間要求，進而影響其選擇網路購物之價格彈性，例如：所得與對商品送達時間要求較高之消費族群，選擇網路購物之價格彈性可能較低，故其對網路購物商品送達時間之要求遠超於對支付價格低廉之要求，因此可以忍受較高之運費費率，但要求廠商較快速地送達。本研究引用之需求函數中的主要考量變數包括消費者之商品取貨時間、網路購物與傳統購物商品之相對價格、消費者居住區位距零售商店之平均旅行時間；因此，不同消費族群具不同商品送達時間要求及價格彈性之特性，可藉模式中不同參數值加以反映。當「消費者之商品取貨時間」參數值愈高時，反映此消費族群對商品送達時間要求愈甚；當「網路購物與傳統購物商品之相對價格」參數值愈高時，則反映此消費族群對網路購物之價格彈性愈高。

特定轉運站之均同配送策略係指該轉運站以相同週期配送其所有服務分區，而未考慮不同消費族群需求特性之差異而有不同配送週期；然差異化配送策略係指轉運站對服務範圍內不同消費族群之配送週期不盡相同，須視其價格彈性、商品送達時間要求等因素綜合考量後方決定。本研究乃在網路購物商品具需求空間變異(spatial variation)之假設下，以解析性方式分析構建企業採行差異化配送策略之平均運銷成本。假設轉運站於固定週期發車，若採時間差異概念，則各消費族群之配送週期為發車週期不同之整數倍數，視其對供給服務特性之要求與需求特性之差異而有不同之配送週期比例，並以所有消費族群配送週期比例之最小公倍數為研究時隔，建立此研究時隔內各發車時點之平均運銷成本函數，接著求算研究時隔內各時點平均運銷成本之加權平均，以為企業總體之平均運銷成本。接著，以最大企業利潤為目標式，供需互動之權衡取捨關係為限制式，構建數學規劃模式，以求解供需均衡下之各分區之差異化配送週期。

綜合上述，將本研究之研究架構繪製如圖 1.2 所示：

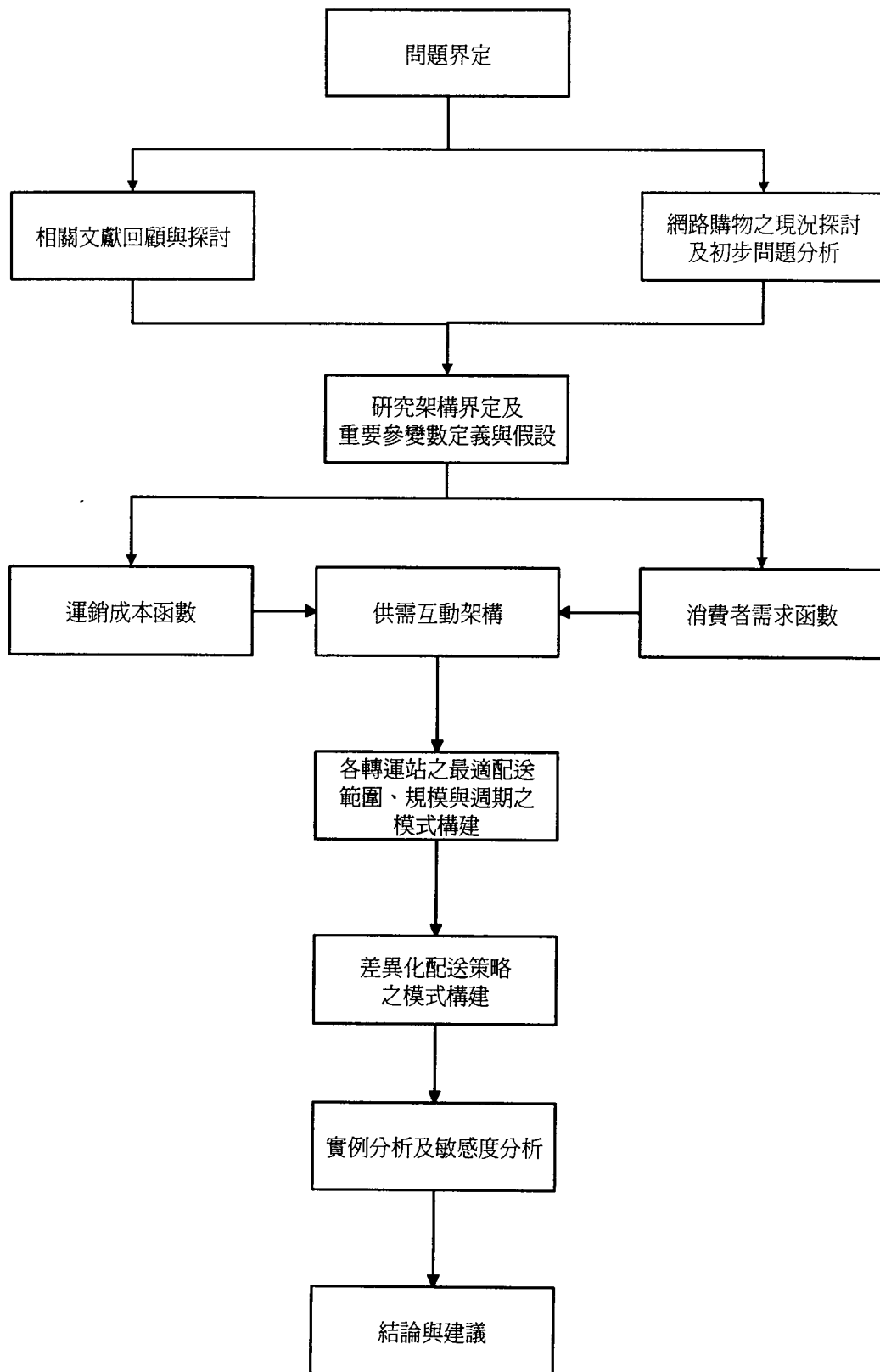


圖 1.1 研究流程圖

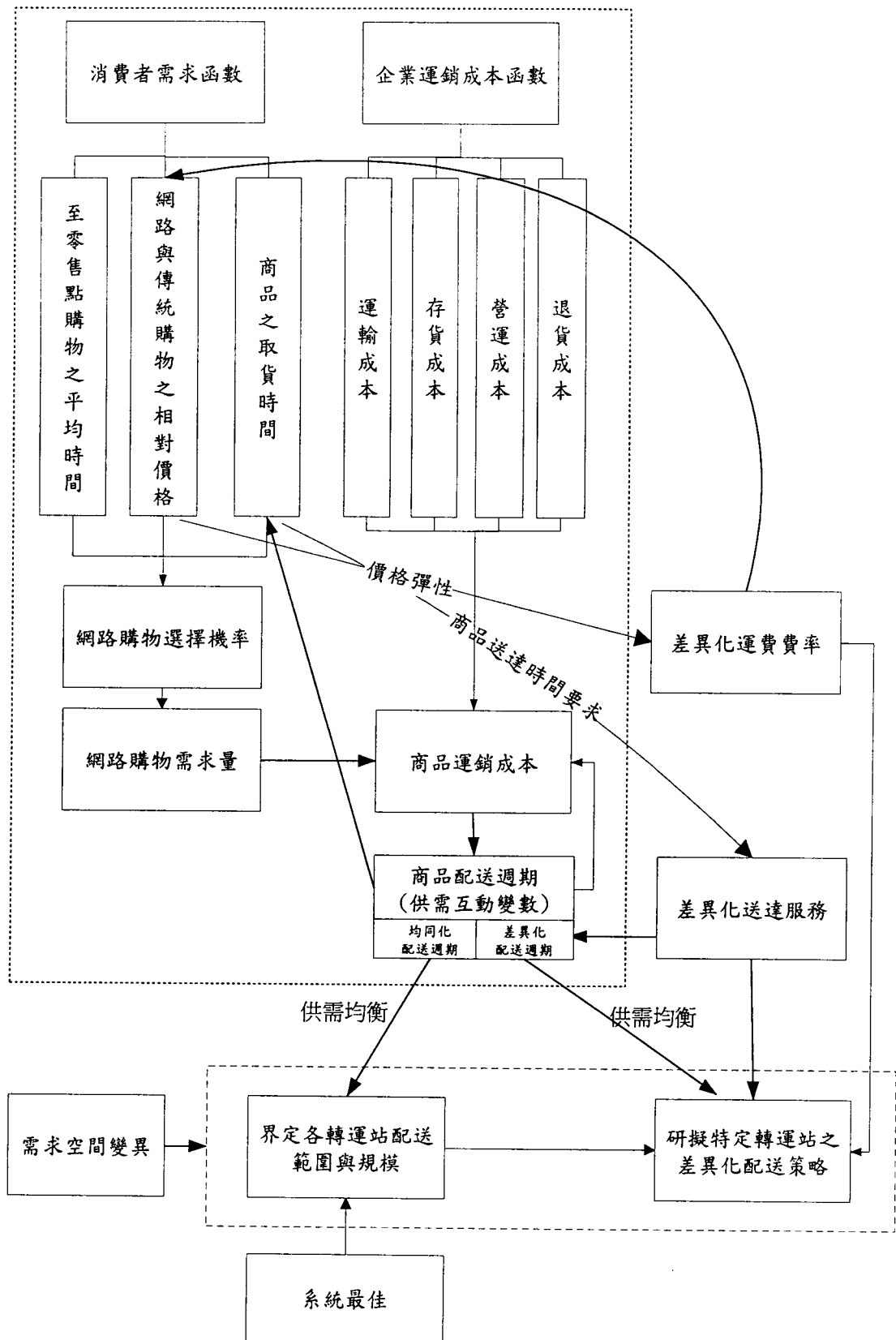


圖 1.2 研究架構圖

第二章 文獻回顧與探討

網路購物為目前快速發展之新興通路，過去關於此領域之相關研究多為探討消費者對此通路之接受度、行銷策略研擬、相關法令制定、交易安全、軟硬體等待克服議題。關於網路購物實體商品配送之研究則甚少，但傳統購物之物流配送研究卻頗為豐富，故以下將回顧這一系列之物流研究，以為探討網路購物之物流配送策略的重要依據。本研究所回顧之文獻將分成四部分加以說明：2.1 節為網路購物之需求面研究；2.2 節為傳統物流研究；2.3 節為供需互動之相關研究；2.4 節為網路購物商品之物流研究。最後，2.5 節則將針對所回顧之相關文獻進行綜合討論與本研究價值之界定。

2.1 網路購物之需求面研究

關於網路購物之需求面的研究，國外方面有 Manski and Salomon(1987)以隨機效用模式分析影響消費者選擇網路購物之因素。Salomon and Koppleman(1988)提出個體對購物方式(如：外出購物、至地區性購物中心購物、網路購物、郵購)選擇之決策流程，並探討個人屬性、系統特性、個人對購物方式認知與感受、情境限制等影響購物之因素。Koppelman, Salomon, and Proussaloglou(1991)利用前述個體購物行為觀念架構，以多元羅吉特模式進行實證研究，以瞭解影響購物行為之重要屬性。由於此實證研究所考慮之變數係為質化之心理考量因素，故無法反應企業之服務水準變動對消費者需求之影響。

國內方面則有許巧鶯與江慧儀(民 87)構建消費者購物方案選擇之量化與質化模式，以敘述性偏好與二元羅吉特模式探討國內消費者對網路購物與傳統零售購物之選擇偏好。此研究結果顯示，質化模式中網路購物於銷售及促銷資訊取得、營業時間等兩屬性評比顯著優於傳統購物，購物方案屬性中之價格、商品取貨時間、交易安全與購物經驗中消費者是否喜歡直接購買商品與其嘗試新事物意願等因素，亦顯著影響消費者購物之選擇行為。量化模式中購物旅運時間、價格與商品取貨時間等變數則顯著影響消費者購物選擇行為。此文獻校估之量化需求模式修正簡化後將為本研究消費者需求函數參變數假設之依據來源。

國內外皆已有許多研究針對網際網路之使用者情報、網路購物消費者習性調查、電子商業之市場情報進行調查，如：Commerce Net/Nielsen (1995)、FIND/SVP (1996)、Hoffman, Kalsbeek and Novak(1996)、財團法人資訊工業策進會(1997)等，此些研究性質多偏重於實際調查資料之呈現，未能深入探討數據背後所隱含之實

質意義。國內探討消費者之網路購物需求面文獻包括：官振華(民 85)利用網路問卷，針對網際網路使用者特質、購買涉入與網路使用行為進行研究；余國維(民 86)探討消費者特性與產品特性對網際網路購物意願之影響；王廷一(民 86)提出企業線上行銷通路策略發展之研究等。這些研究多以網路問卷瞭解線上使用者對網路購物意願與影響因素，或以文獻回顧及實際訪談方式研擬企業相關之行銷策略，但皆未建立量化或理論模式。

2.2 傳統購物之物流研究

在傳統零售購物中，已有非常豐富且完整之文獻探討運銷供給之相關課題，所考慮之運銷成本包括運輸成本及存貨成本，且兩者隨配送週期增加而呈反向變動，各研究在此兩成本項中進行權衡取舍，而衍伸出企業之配送頻率、運送規模、配銷網路與設施配置等主題之研究。但此部份之傳統物流研究多假設在需求為外生或已知之情形下，與網路購物商品之緊密供需互動特性不甚相符。以下針對傳統運銷供給之相關文獻進行簡要回顧與探討：

Eilon et al.(1971)主要係針對運銷供給之配送部分問題加以研究，研究中深入探討運送距離與待運送點數目及總運送範圍間之函數關係並加以構建模式，此外 Larson 與 Odoin(1981)則整理相關之後續研究，並對模式中之重要參數，就不同路網型態提出參考數據。

Burns et al.(1985)、Blumenfeld et al.(1985)、Hall(1987)等三篇文獻皆假設消費者需求與零售點固定的型態下，從運銷供給的角度探討運輸成本與存貨成本間的權衡關係，主要在最小運銷成本目標下，求解最適配送策略。

Hall(1987)研究中之運銷成本為運輸成本及存貨成本之加總，並假設運銷成本為凹函數(concave function)，即邊際成本隨運送量增加而下降，呈規模經濟現象。研究中探討一次轉運與直接運送之配送選擇問題，建立臨界服務量之決策架構，做為企業選擇一次轉運或直接運送配送方式之參考。

Daganzo 與 Newell(1986)假設零售點與消費者需求量固定，以平均總運銷成本最小為目標函數，配合運輸與存貨成本之成本架構，構建分析模式，研究結果可做為決定最佳轉運點點數、配送頻率與配送路線之決策依據；另外，研究中亦提出運銷系統之設計方針，可做為多層級運銷系統場站設施的規劃參考。

Daganzo(1991)整理過去豐富之運銷供給研究，將之集結出書，書中分析各運銷成本項之概念，依據貨物運送之流程定義運銷成本，分為移動成本(motion

cost)與持有成本(holding cost)，前者主要乃為克服空間障礙所負擔之成本，包括處理成本(handling cost)與運輸成本(transportation cost)，處理成本主要乃配送過程在車輛以外所發生之成本，如：裝卸貨物、包裝貨物所須之成本，運輸成本則為配送過程中在車輛上所發生之成本。後者之持有成本則為與時間相關之成本，主要分為租金成本(rent cost)與等待成本(waiting cost)，租金成本包括倉庫地租、機械設置與維修費用等，等待成本亦稱為存貨成本，即貨物等待配送所產生之機會成本。在一對一配送、不採轉運之一對多配送、採轉運之一對多配送、多對多等不同配送架構下，說明各相關數學模式之構建並詳加解釋之。

Daganzo(1984)在研究範圍內配送點呈均勻分佈之假設下，構建解析性數學模式，以估算地區配送之車輛繞行總距離，結果發現車輛之地區繞行距離與配送點數呈正比，且與配送點分佈密度平方根呈反比，而係數 K_1 則與每次配送之停站點數有關。

Campbell(1993)之研究乃假設在一點配送多點的轉運架構、繞行地區配送車輛之容量大小受到限制的條件下，構建與分析業者之運輸成本、存貨成本及場站營運成本間的消長關係，以決定最佳轉運中心配置數目與每次配送之運送點數與配銷成本。

另有文獻針對運銷設施之市場範圍加以研究，其中 Hall(1987)於運輸成本與市場範圍兩個變項中進行權衡取舍，研究中關於市場範圍的幾何形式考量又因路網的型態而有不同之考慮，因此市場範圍的幾何圖形可能為六角抑或圓形，端視路網之型態而定，研究結果可做為討論市場區域消長之理論基礎。

綜合傳統物流配送之相關研究發現，大部份之研究侷限於零售點或需求點固定且需求外生固定或已知之假設前提下，探討企業最適配送策略，如配送頻率、車隊規模、轉運站數、配送路線之決定等，但皆未考慮供需互動關係，亦未分析配送點之需求空間之非均質分佈型態與企業運銷成本之關係。

Hsu and Tasi(1999)以解析性方式分析構建企業之相關運銷成本，考慮供給與需求之互動關係，在不同企業目標及零售設施均勻分佈的假設下，建立數學規劃模式，以決定最佳零售設施密度與規模。

2.3 供需互動研究

都會設施配置、設施服務市場範圍與消費者需求存在互動之關係，過去亦有許多文獻已考慮此觀點，茲簡述如下：

Harris 與 Willson(1978)藉假設設施規模與消費者需求之函數型態，分析當設施規模轉變時之動態結果，在供給方面，係假設每一設施規模的成長與其供給與需求間之超額需求具有 logistic 的函數關係，另外，在需求方面則以重力模式表示零售活動設施規模與顧客旅行成本之關係。

Fotheringham 與 Knudsen(1986)則以 Harris-Willson 模式為分析基礎，更深入地探討設施區位與規模改變及消費者行為特性對設施規模之影響。另外，Oppenheim(1989)延續上述研究架構，除考慮設施規模之成長外，並以特定區域內整體收益最大為目標函數，在土地與預算之限制條件下，建立零售活動設施規模的動態模式。此外 Oppenheim(1990)並應用其構建之動態模式，以收益與成本相等為原則，探討供需均衡下之零售活動設施之空間結構。

在消費者需求與空間之互動關係的研究方面，Bacon(1984)整理空間消費理論(Spatial Consumer Theory)之基本研究，探討消費者選擇設施之重要影響因素及決策依據，本書中對設施之市場範圍、不同設施間之選擇與運具選擇模式等相關問題有深入之分析探討。

另外，Hsu and Chen(1994)研究中以顧客平均旅行時間及單位生產成本之權衡取舍關係為基礎，利用最適化技巧建立基本解析模式，以決定最適之都會設施規模，研究中推論都會設施隨服務市場範圍之擴大而使其平均總成本呈下降趨勢，但消費者卻因市場範圍之擴大而致使其平均可及成本上升，故都會設施為在供給面與需求面之平均總成本與平均可及成本權衡取舍下所決定。

綜合上述文獻，在關於都會設施配置、設施服務市場範圍與消費者需求等研究中，已加入供需互動關係之考量，但在物流研究領域則少有考慮供需互動之文獻，可留待後續研究深入探討之。

2.4 網路購物之物流研究

在網路購物之實體配送方面，國外之相關文獻相當稀少，國內則有許巧鶯與潘建民(民 86)假設需求為已知且均勻分布的情況下，以解析性方法分析企業在網路購物與傳統購物兩種運銷通路下之運作方式，並探討在此兩種運銷通路下之自有車隊直接配送、自有車隊一次轉運、與物流業者合作採共同配送等三種配送型態下之運銷成本函數，構建數學規劃模式，以求算兩種通路在不同配送方式下之最小平均運銷成本，以做為企業通路與配送方式選擇之參考。此研究在網路購物需求為已知且均勻分佈之假設下，忽略了網路購物需求之時空分佈變異特性，亦未反映企業供給與消費者需求之緊密互動關係。

許巧鶯與江慧儀(民 87)以解析性方法構建網路購物業者在直接配送方式下之相關運銷成本，並於最小平均運銷成本、最大化銷售量與最大化利潤等企業目標下，構建供需互動之數學模式，探討消費者需求與企業運銷供給互動關係，並求得直接配送之最適均同配送週期。另外，此研究在可直接配送之，提出差異化配送策略之概念，即對服務範圍內之各分區依其距配銷中心之遠近與需求量多寡採不同頻次之配送服務，在假設各分區之配送週期比例為外生已知下，比較差異化與均同配送策略之運銷成本與企業獲利，以探討在不同企業目標下，企業所應採行之配送策略。此研究以時間差異化概念解決網路購物商品之需求空間變異較大問題，故僅能適用在較小且可直接配送之範圍，當網路購物商品之需求範圍較大時則應考慮轉運之配送架構；另外，此研究視配送範圍內所有消費者之需求特性皆相近，未考慮消費者間仍具不同需求特性之差異，如對商品送達時間之要求、對商品之價格彈性等，故仍存在極大之研究空間。

2.5 綜合討論

綜合上述之文獻回顧與探討，可知網路購物領域之研究多為需求面之調查報告、個體選擇網路購物行為之探討、行銷策略研擬等，對於網路購物通路之物流研究則甚少。傳統運銷供給研究則大多假設需求為外生固定且為均勻需求之市場範圍，未能完全適用於網路購物之供需互動性較強且需求空間變異較大之問題。雖曾有文獻提出以時間差異化概念解決網路購物商品之配送空間變異較大問題，但此研究僅適用在較小可進行直接配送之市場範圍，且未考慮消費者具有不同之供給特性要求及需求特性，而採行差異化配送策略。

因此，在較廣大且非均勻需求之配送範圍內，因應網路購物配送空間變異較大之問題，本研究首先以空間差異化概念，即在一次轉運配送架構下，考慮在供需互動與系統總運銷成本極小下，構建模式以決定各轉運站之配送範圍、規模與週期。其次，在特定轉運站之配送範圍內，考慮不同消費族群具不同之商品送達時間要求、價格彈性等特性，研擬差異化配送策略以增加企業利潤。此些議題為過去研究皆未曾深入探討之處，並且兼具學術與實務之研究價值，乃本研究致力之方向。

第三章 各轉運站配送範圍、規模及週期之模式構建

因應網路商品配送空間變異較大問題，本研究採一次轉運配送架構，並納入供需互動之考量，根據最小化系統總運銷成本之原則，決定各轉運站之最適配送範圍、規模與週期。本章將說明此部份之模式構建，並於第四章進行實例分析與重要參變數之敏感度分析。3.1 節首先說明本模式之基本假設；3.2 節以解析性方法構建各轉運站配送特定分區順序時之平均運銷成本；3.3 節加入需求面考量，以平均運銷成本最小為目標式，供需均衡為限制式，構建數學規劃式，以求解供需互動後各轉運站指派特定繞行分區順序之最適配送週期及其最小平均運銷成本。3.4 節沿用此結果建立演算法則以決定各轉運站之配送範圍、規模與週期。

3.1 基本分析與假設

網路購物使消費者不受商店營業地點與時間之限制，只須連上網際網路便可選購商品；相較於傳統至零售點購物，網路購物業者必須直接將商品配送至空間分佈型態更廣、變異更大之消費者手上，而非配送至傳統零售點。此外，網際網路之即時互動性使得網路購物供需雙方之互動更為緊密。因應此些網路購物而改變之特性，且著眼於建立未來網路商品配送之健全物流體系，本研究將採解析性分析方法構建數學模式，以決定在國內配送市場中各轉運站之配送範圍、規模與週期，供網路購物業者規劃研擬其配送物流系統之運銷決策參考。

在網路購物商品廣闊之配送範圍中，因分佈著不同人口密度、零售設施密度、不同社經特性之消費者，而造成在整個配送市場範圍內，網路商品之需求密度呈非均勻分佈且需求空間之分佈型態變異較大之現象。本研究首先考慮以空間差異化概念因應網路購物商品之配送空間更為廣闊問題，考慮之配送架構為一次轉運型態。另本研究為反映需求空間變異較大現象，而將整個網路購物配送範圍依消費者需求密度變化而劃分為不同分區，假設分區內之需求密度相近，而分區間之密度則相異；因假設在鄰近地區之消費者社經特性、人口密度、零售設施密度相近，不會產生急遽變化，故依此將相近需求特性或需求密度地區歸為相同分區，而當此需求特性或需求密度產生較大差異時，則劃為另一分區，以反映網路購物配送空間之需求變異現象。然就更微觀之角度而言，即使相同分區內仍可能存在不同消費族群且具不同之需求特性，此現象將於第二部份之差異化配送策略繼續探討，在此先以較巨觀角度考慮鄰近地區之消費者社經特性、人口密度、零售設施密度相近，不會產生急遽變化，而假設相同分區內之需求密度呈均勻分佈。

在本研究後續之符號表示中， i 代表轉運站， j 代表分區，其中 $i=1,2,3,\dots,M$ ； $j=1,2,3,\dots,N$ ， M 與 N 分別表示配送範圍內轉運站與分區數目。假設各轉運站數目及區位為已知，且不同分區間或分區至轉運站間之單程幹線繞行距離亦為已知。為簡化起見，本研究假設相同分區內之所有需求點乃由同一轉運站進行服務配送，暫不考慮不同轉運站同時配送同一分區內之不同需求點。同時假設各不同轉運站在其配送範圍內皆採均同配送服務，即在同一轉運站每次派車皆以相同週期繞行配送其所有服務分區。此外，本研究假設不同轉運站之配送週期不一定相同，因各轉運站之配送週期乃須依其服務範圍內之需求點密度、商品累積程度及供需互動程度而定。

本研究以最小化系統總運銷成本為原則，故須同時考慮研究範圍內 M 個轉運站之系統均衡，即 M 個轉運站之運銷成本總和須為最小，因分析重點在於使 M 個轉運站之總規模經濟達到系統最佳，亦即並非僅考慮將某分區 j 指派為轉運站 i 之服務範圍，可使該轉運站 i 配送之運銷成本最小，而忽略降低其他分區之平均運銷成本。另外，分區繞行之路線順序亦須同時考慮，因為即使某轉運站服務相同之分區範圍，但不同繞行順序將產生不同之平均運銷成本。綜合上述，本研究後續將構建模式並建立演算法則，在考慮非均質之需求密度、供需互動、系統最佳的條件下，決定各轉運站之最適配送順序 TS_i ，進而求得各轉運站最適之配送範圍、規模及週期。為使後述說明清楚易解，首先，先定義 TS_i 表轉運站 i 之分區配送繞行序列(sequence)， $TS_i = \{t_i^k\}$ $k=1,2,3,\dots,K_i$ ， $i=1,2,\dots,M$ ，其中上標 k 表轉運站 i 配送時之第 k 個繞行分區， K_i 為轉運站 i 配送之總分區數。

在 3.2 節中，將構建當轉運站 i 繞行順序為 TS_i 時之每單位商品平均運銷成本。接著 3.3 節加入需求面之考慮，在轉運站 i 繞行順序為 TS_i 時，決定供需互動後之最適配送週期(T_i)，故進而可得知轉運站 i 繞行順序為 TS_i 時，轉運站 i 之最小平均運銷成本。在 3.4 節之演算法則中將沿用此結果，比較不同分區繞行順序之平均運銷成本，在達成最小化系統總成本目標下，指派各轉運站之最適配送範圍及配送順序 TS_i^* 。

3.2 運銷成本構建

本研究採用一次轉運之配送架構，先由配銷中心將商品配送至各轉運站，再由各地區性轉運站將商品直接配送至各消費者。此過程所須考慮之運銷成本包括：商品於配銷中心之存貨成本、商品由配銷中心配送至轉運站運送過程之運輸成本及存貨成本、商品於轉運站之存貨成本、商品由轉運站配送至消費者運送過程之運輸成本與存貨成本、商品於配銷中心及各轉運站之營運成本，此外，亦需考慮退貨之處理成本，茲將本研究考慮之運銷成本項表示如圖 3.1。

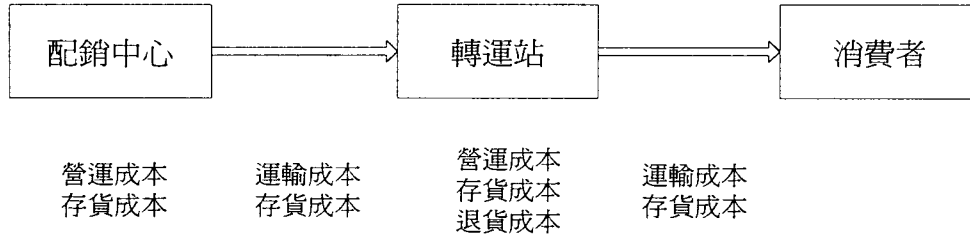


圖 3.1 運銷成本項目

參考過去相關物流文獻對各運銷成本項之構建考量，並針對網路購物之物流配送特性予與適當修正，本小節將在轉運站 i 之繞行分區順序為 TS_i 時，構建轉運站 i 之每單位商品平均運銷成本，包括每單位商品之平均運輸成本、平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本，茲分述如下：

(1) 平均運輸成本

商品配送之運輸成本主要與單位距離之運輸費率、運送繞行距離與運送頻率呈正比關係，即單位距離之運輸費率愈高、運送距離愈長、運送頻率愈高時，則總運輸成本愈高。由於平均運輸成本與商品配送總量有關，故當總配送量愈大時，則平均運輸成本將降低以達運輸之規模經濟效果。轉運站 i 配送每單位商品之平均運輸成本 (ATC_i) 包括兩部分：商品由配銷中心配送至轉運站 i 之平均運輸成本 (ATC_{i1}) 與商品由轉運站配送至各消費點之平均運輸成本 (ATC_{i2})。

根據 Burns et al.(1985)之研究，商品由配銷中心配送至轉運站 i 之平均運輸成本 (ATC_{i1}) 可由每次派車之總運送費用 (F_{i1}) 除以配送至轉運站 i 商品總量 (V_{i1}) 而得，如下式所示：

$$ATC_{i1} = \frac{F_{i1}}{V_{i1}} \quad (3-1)$$

其中配銷中心配送至轉運站 i 之商品配送總量 (V_{i1}) 與轉運站 i 於其配送範圍內經供需互動所決定之總需求配送量有關。由於配銷中心配送至各轉運站之距離通常較長，故假設配銷中心每部派車配送僅至一個轉運站，故配銷中心配送至轉運站 i 之總運送費用 (F_{i1}) 與每部派車之固定成本 (r_1)、於轉運站停留卸貨之平均成本 (σ_1)、配銷中心配送至轉運站 i 之總運輸距離 (L_{i1}) 及單位距離之運輸費率 (δ_1) 有關，可以下列數學式表示：

$$F_{i1} = r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_{i1} \quad (3-2)$$

其中配銷中心配送至轉運站 i 之總繞行運輸距離(L_{i1})包括配銷中心至轉運站 i 之幹線往返距離。此外，假設配銷中心配送至轉運站 i 之每次配送總量為 V_{i1} ，則商品由配銷中心配送至轉運站 i 之平均運輸成本(ATC_{i1})如下式所示：

$$ATC_{i1} = \frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_{i1}}{V_{i1}} \quad (3-3)$$

同理，商品由轉運站 i 配送至各消費點之平均運輸成本(ATC_{i2})則為轉運站 i 配送至各消費者之每次派車總運送費用(F_{i2})除以轉運站 i 之出向商品配送總量(V_{i2})，如下示：

$$ATC_{i2} = \frac{F_{i2}}{V_{i2}} \quad (3-4)$$

其中轉運站 i 配送至各消費點之每次派車總運送費用(F_{i2})與派車數(n_i)、每部派車之固定成本(r_2)、於每站消費者卸貨之停留成本(σ_2)、轉運站 i 在其配送範圍內之消費點總停站數(m_i)、轉運站 i 配送其服務範圍時之總運輸繞行距離(L'_{i2})及單位距離之運輸費率(δ_2)有關，可以下式表示：

$$F_{i2} = n_i \cdot r_2 + \sigma_2 m_i + \delta_2 L'_{i2} \quad (3-5)$$

其中轉運站 i 配送其服務範圍之派車數(n_i)可由其商品配送總量(V_{i2})除以轉運站 i 配送車輛之載運容量(C_i)決定。而該商品配送總量(V_{i2})為轉運站 i 在其配送範圍內之消費點總停站數(m_i)與各消費點之商品平均需求量(x)的乘積，即 $n_i = \left\lceil \frac{V_{i2}}{C_i} \right\rceil = \left\lceil \frac{m_i \cdot x}{C_i} \right\rceil$ ，式中符號 $\lceil \cdot \rceil$ 表示大於此符號內數值之最小整數。

轉運站 i 在其配送範圍內之消費點總停站數(m_i)為其在配送週期內所累積之商品需求總量(V_{i2})除以平均每位消費者商品消費量(x)。若分區 $j(j \in TS_i)$ 在單位時間內有 D^j 單位之網路購物商品須進行配送，且轉運站 i 之配送週期為 T_i ，則每次派車配送之商品累積總量為 $D^j T_i$ ，故轉運站 i 繞行其所有服務分區之商品配送總量為 $\sum_{j \in TS_i} D^j T$ 。至於各分區 j 在單位時間內之網路購物商品需求量(D^j)，除受消費者本身對網路購物偏好之影響外，亦與網路購物之運銷供給特性，有相當程度之關係。依據許巧鶯與江慧儀之研究(民 86)，本研究將以各分區 j 在單位時間內對特定商品需求量(Q_j)、各分區 j 之上網人口比例(L_j)、各分區 j 內消費者選擇網路購物之機率(P_j^T)三者乘積加以估算 D^j ，如下式：

$$D^j = Q_j L_j P_j^T \quad (3-6)$$

上式之消費者選擇網路購物機率函數(P_j^T)，係根據許巧鶯與江慧儀(民 86)校估所得之傳統零售購物與網路購物量化個體選擇模式，經簡化修正後所估算之消費者選擇網路購物機率；本模式中影響個體選擇網路購物機率之因素包括消費者之商品取貨時間、網路購物與傳統零售購物之相對支付價格、消費者居住區位距零售商店之平均旅行時間，並將其他變數簡化納入常數項。故分區 j 之消費者選擇網路購物之機率(P_j^T)可以下式表之：

$$P_j^T = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 t_{w_j} + a_2 (p_T + tr_i) / p_R - a_3 R_j / v_3}} \quad (3-7)$$

其中 t_{w_j} 為消費者下訂單至取得商品的時間，包括訂單資訊從消費者下訂至電子行銷中心處理之前置處理時間、等待被運送時間與商品配送所耗費之運輸時間，後兩者係與企業之配送週期有關，因相對於企業之商品配送週期，訂單資訊之前置處理時間較短，因此若假設消費者之訂單需求在配送週期內呈均勻分布型態，則消費者之平均等待取貨時間($t_{w_j}, \forall j \in TS_i$)可由企業商品配送週期(T_i)之二分之一概略估算；且因各轉運站之配送週期不同，故各分區內消費者之平均等待取貨時間亦不同，與配送服務該分區之轉運站商品配送週期有關。令 p_T 、 p_R 分別為網路購物與傳統零售商店購物之商品售價， tr_i 為由轉運站 i 配送至各消費點所收取之運費費率，且在此先假設轉運站 i 配送至其服務範圍內所有消費點所收取之運費皆相同。 R_j 與 v_3 則分別為分區 j 內消費者居住區位至購物零售點之平均距離與旅行速度， v_3 與停車難易、交通狀況或是否有個人運具有關。 a_0 為簡化其他變數後之常數項，被簡化之變數包括購物經驗指標與購物時間預算彈性變數等，反映個人社經特性及活動型態差異。而 a_1 、 a_2 、 a_3 則分別為選擇機率中經校估而得之參數值。

綜上，轉運站 i 在其配送範圍內之消費點總停站數(m_i)可以下式表示：

$$m_i = \frac{\sum_j D^j T_i}{x} = \frac{\sum_j Q_j L_j P_j^T T_i}{x} \quad \forall j \in TS_i \quad (3-8)$$

其中 D^j 為分區 j 在單位時間內對特定商品之網路購物需求量， Q_j 為分區 j 在單位時間內對特定商品需求量， L_j 為分區 j 之上網人口比例、 P_j^T 為分區 j 內消費者選擇網路購物之機率函數， T_i 為轉運站 i 之配送週期， x 為各消費點之商品平均需求量。

在轉運站 i 配送至各消費者之總運輸繞行距離(L'_{i2})的計算上，可分為配送車輛繞行各分區中心點間或轉運站 i 至分區之主幹線距離(G^i)與配送車輛於各分區內之區域繞行距離。後者之計算可依據 Daganzo(1984)與 Campbell(1993)之研究結果，在各分區 j 之配送點呈均勻分佈假設下，則配送車輛於各分區 j 之運輸繞

行距離與各分區之消費點停站數(m_j)呈正比，且與各分區 j 之消費點分佈密度平方根($\sqrt{\lambda_j}$)呈反比，即轉運站 i 配送至各消費者之區域繞行距離為 $\sum_{j \in TS_i} K_1 m_j / \sqrt{\lambda_j}$ 。式中各分區 j 消費點分佈密度(λ_j)，乃由各分區 j 所須配送之消費者停站數(m_j)除以該分區面積(A_j)估算之，即 $\lambda_j = \frac{m_j}{A_j}$ 。 K_1 值則根據 Daganzo (1984)研究指出與每次配送之停站點數有關。

至於前者轉運站 i 配送之幹線繞行運輸距離(G')乃指轉運站 i 至各分區中心點或分區至分區中心點間之幹線繞行距離，其估算可依繞行分區序列 TS_i ，加入車輛容量(C_i)限制之考慮，以修正配送車隊之總幹線繞行距離。修正原則乃沿著配送分區繞行序列 TS_i ，由該序列中配送繞行之第一分區開始累積配送需求量，當累積之配送量超過車輛容量限制時，則須另派一車加以配送，此時所須修正之幹線繞行距離(G')須加上第一部車返回轉運站及第二部車由轉運站派車至配送分區之幹線距離，循此規則直至配送完繞行序列 TS_i 之所有配送消費點。以下將提出一簡單演算法，根據車輛容量(C_i)及單一車種之假設下，沿著配送分區繞行序列 TS_i 對幹線繞行總距離進行修正。在詳細說明本演算法則詳細步驟之前，先將使用符號說明如下：

- $LH[t_i^a, t_i^b]$ ：由轉運站 i 之配送分區繞行序列 TS_i 的第 a 個分區至第 b 個分區之單程幹線距離。
- t_i^k ：轉運站 i 之配送分區繞行序列 TS_i 中第 k 個繞行配送之分區。
- t_i^1 ：轉運站 i 之配送分區繞行序列 TS_i 中第 1 個繞行配送之分區，即轉運站 i 所在分區。

Initialize $D=0$ and $G'=0$

for $k=1$ **to** K_i

Let $D = D + Q_j L_j P_j^T T_i$ where $j = t_i^k$

Find $R, Q \in I^+$ which satisfy $D = QC_i + R$ and $R < C_i$

if $Q = 0$ and $R \neq 0$ then set $G' = G' + LH[t_i^k, t_i^{k+1}]$

if $Q \neq 0$ and $R \neq 0$ then set $G' = G' + 2Q \cdot LH[t_i^1, t_i^k] + LH[t_i^k, t_i^{k+1}]$ and $D = R$

if $Q \neq 0$ and $R = 0$ and $k \neq K_i$, then set

$$G' = G' + 2(Q-1) \cdot LH[t_i^1, t_i^k] + LH[t_i^k, t_i^1] + LH[t_i^1, t_i^{k+1}] \quad \text{and} \quad D = R$$

if $Q \neq 0$ and $R = 0$ and $k = K_i$, then set $G' = G' + 2(Q-1) \cdot LH[t_i^1, t_i^k] + LH[t_i^k, t_i^1]$ and $D = R$

end of for

上述演算法則之起始設定幹線繞行距離 $G' = 0$ 與目前車輛之累積配送量 $D = 0$ 。將 D 除以 C_i 之商數與餘數分別表示為 Q 及 R ，當 $Q = 0$ 且 $R \neq 0$ 時表示加入此次繞行分區(t_i^k)後之總配送量(D)仍未裝滿一部車，故目前之配送車輛則駛至下一分區繼續裝載配送，故幹線繞行距離須加上 $LH[t_i^k, t_i^{k+1}]$ 。當 $Q \neq 0$ 且 $R \neq 0$ 時表示加入此次繞行分區(t_i^k)後之總配送量(D)，須 Q 部車滿載及第 $(Q+1)$ 部車載運 R 單位之商品，故幹線繞行距離須加上 $2Q \cdot LH[t_i^k, t_i^k] + LH[t_i^k, t_i^{k+1}]$ ，並將目前車輛之累積配送量 D 設定為 R 。當 $Q \neq 0$ 且 $R = 0$ 且 $k \neq K_i$ 時表示加入此次繞行分區(t_i^k)後之總配送量(D)，恰須 Q 部車之配送，且因本分區並非最後之配送分區($k \neq K_i$)，故尚須繞行至下一分區(t_i^{k+1})，故幹線繞行距離須加上 $2(Q-1) \cdot LH[t_i^k, t_i^k] + LH[t_i^k, t_i^k] + LH[t_i^k, t_i^{k+1}]$ 。最後，當 $Q \neq 0$ 且 $R = 0$ 且 $k = K_i$ 時表示加入此次繞行分區(t_i^k)後之總配送量(D)，恰須使用 Q 部車配送，且因本分區乃最後之配送分區($k = K_i$)，故配送完畢後，須回到轉運站，故幹線繞行距離須加上 $2(Q-1) \cdot LH[t_i^k, t_i^k] + LH[t_i^k, t_i^k]$ 。此外，本演算法則亦使前 $(n_i - 1)$ 部派車皆盡最大使用，充份使用其所能之載運容量，僅第 n_i 部車輛可能出現未滿載之情形。

綜上，故轉運站 i 配送至各消費點之總運輸繞行距離如下式所示：

$$L'_{i2} = G' + \sum_j K_1 m_j / \sqrt{\lambda_j} \quad \forall j \in TS_i \quad (3-9)$$

此外，轉運站 i 之出向商品配送總量(V_{i2})可由每次派車配送之消費點總數(m_i)與各消費點之平均商品需求量(x)的乘積估算，如下式：

$$V_{i2} = m_i x \quad (3-10)$$

綜合上述分析，轉運站 i 配送至消費點之停站數(m_i)、總運輸繞行距離(L'_{i2})如式(3-8)及式(3-9)，在考量每部派車之固定成本(r_2)、於各消費點卸貨之停留成本(σ_2)與單位距離之運輸費率(δ_2)後，可將轉運站 i 配送至消費點之每單位商品的平均運輸成本(ATC_{i2})以下式表之：

$$ATC_{i2} = \frac{r_2 + \sigma_2 m_i + \delta_2 L'_{i2}}{m_i x} = \frac{n_i \cdot r_2 + \sigma_2 \frac{\sum_j Q_j L_j P_j^T T_i}{x} + \delta_2 (G' + \sum_j K_1 m_j / \sqrt{\lambda_j})}{m_i x} \quad (3-11)$$

由(3-3)與式(3-11)，故轉運站 i 配送每單位商品之平均運輸成本(ATC_i)可進一步表示如下：

$$\begin{aligned} ATC_i &= ATC_{i1} + ATC_{i2} \\ &= \frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_{i1}}{V_{i1}} + \frac{n_i \cdot r_2 + \sigma_2 \frac{\sum_j Q_j L_j P_j^T T_i}{x} + \delta_2 (G' + \sum_j K_1 m_j / \sqrt{\lambda_j})}{m_i x} \end{aligned} \quad (3-12)$$

(2)平均存貨成本

存貨成本為商品在配銷與運送過程中所產生之機會成本，可用單位商品在整個運銷過程中之平均花費時間與單位商品之機會成本加以估算，本研究中應列入考慮之運銷時間包括商品在配銷中心之等待時間、商品被配送至轉運站之運輸時間、商品在轉運站之等待運送時間與其運送至消費點途中所耗費之運輸及停站時間，將轉運站 i 配送每單位商品之平均存貨成本(AIC_i)分為配銷中心配送至轉運站 i 之平均存貨成本(AIC_{i1})與轉運站 i 配送至各消費點之平均存貨成本(AIC_{i2})。

在商品於配銷中心等待被運送之存貨成本方面，假設商品為連續被生產，且在配送週期內各轉運站對商品之需求為均勻型態，則商品於配銷中心之等待時間可表為配銷中心派送週期之二分之一($\frac{1}{2}TL$)。配銷中心運送至轉運站過程所產生之存貨成本，則以總運輸時間估算之，可由配銷中心至轉運站 i 之單程距離($\frac{L_{i1}}{2}$)除以配送車輛之平均行駛速率(v_1)而得。又單位商品之單位時間存貨成本可以商品生產成本(P)及存貨成本佔商品生產成本比例(R)來估算。綜合上述分析，故商品由配銷中心配送至轉運站 i 之平均存貨成本(AIC_{i1})可以下式表示：

$$AIC_{i1} = \frac{1}{2} PR(TL + \frac{L_{i1}}{v_1}) \quad (3-13)$$

在商品於轉運站 i 等待被運送之存貨成本方面，假設轉運站 i 之入向配送週期(TL)與出向配送週期(T_i)未經協調，故單位商品在轉運站 i 之平均等待時間為入向配送週期與出向配送週期加總之半，即 $\frac{1}{2}(TL + T_i)$ 。在轉運站 i 配送至各消費點之運輸過程所產生之存貨成本方面，由於對多個消費點進行配送，故各消費者收到商品之時點並不一致，故以總運輸時間之二分之一估算平均運輸時間，而運輸時間可由轉運站 i 配送繞行總距離(L'_{i2})除以地區配送車輛之平均行駛速率(v_2)而得，且因轉運站之配送大多行經省道或市區道路，其行駛速率(v_2)將不同於配銷中心行經國道之行駛速率(v_1)。另外，在運送過程中於各消費點卸貨之停等時間方面，由於配送車輛至各消費點之配送時點皆不相同，故以配送停站數(m_i)與平均每站停留時間(t_s)乘積的二分之一估算單位商品之平均停站停滯時間，又單位商品單位時間之存貨成本可以商品生產成本(P)與存貨成本佔商品生產成本之比例(R)來估算。綜合上述分析，轉運站 i 配送至各消費點的單位商品平均存貨成本(AIC_{i2})可以下列數學式表示：

$$AIC_{i2} = \frac{1}{2} PR[(TL + T_i) + \frac{L'_{i2}}{v_2} + m_i \cdot t_s] \quad (3-14)$$

綜合式(3-13)及式(3-14)，故轉運站 i 配送至各消費點之每單位商品平均存貨成本(AIC_i)可表示如下式：

$$\begin{aligned}
 AIC_i &= AIC_{i1} + AIC_{i2} \\
 &= \frac{1}{2} PR(TL + \frac{L_{i1}}{v_1}) + \frac{1}{2} PR[(TL + T_i) + \frac{L'_{i2}}{v_2} + m_i \cdot t_s] \\
 &= PR[TL + \frac{1}{2} T_i + \frac{1}{2} \frac{L_{i1}}{v_1} + \frac{1}{2} \frac{L'_{i2}}{v_2} + \frac{1}{2} m_i \cdot t_s]
 \end{aligned} \tag{3-15}$$

(3)平均營運成本

轉運站 i 配送之每單位商品平均營運成本(AOC_i)為配銷中心之平均營運成本(AOC_{i1})及轉運站 i 之平均營運成本(AOC_{i2})的加總。其中在配銷中心之每單位商品之平均營運成本(AOC_{i1})分為平均固定營運成本(FOC_1 / V_1)及平均變動營運成本(VOC_1)，當配銷中心配送至各轉運站之商品總量(V_1)愈多時，則每單位商品所分攤之固定成本將減少，規模經濟效果愈顯著，而配銷中心配送至各轉運站之商品總量(V_1)則為其須配送至各轉運站之商品總和，即 $V_1 = \sum_{i=1}^M V_{i1}$ ，且配銷中心至轉運站 i 之配送量(V_{i1})與該轉運站供需互動後所決定之需求量有關。配銷中心之固定營運成本除包括機具設備、廠房投資、運具購置及維修等成本外，亦包含電子行銷中心成本。因網路購物乃消費者藉由網際網路為購物媒介，因此須架設網站供消費者瀏覽購物、匯總與分類消費者下訂之訂單、通知配銷中心或轉運站出貨。根據 1997 年電子商務特刊指出，架設購物網站之型態因廠商規模不同而有所不同，分為自行架設網站、承租店面與進駐商城三類，且各因其軟硬體及專業人員之需求程度不同而建置成本差異甚大，故應考慮實際情形將之考慮為固定成本，由每單位商品予以分攤。茲將每單位商品於配銷中心之平均營運成本(AOC_{i1})表示如下：

$$AOC_{i1} = \frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 \tag{3-16}$$

同理，每單位商品於轉運站 i 之平均營運成本(AOC_{i2})亦可分為平均固定營運成本($FOC_{i2} / \sum_j D^j$)及平均變動營運成本(VOC_{i2})。轉運站之固定營運成本包括購置各項機具設備、廠房投資、購置與維修保養各運具等成本，當網路購物商品配送量愈多時，每單位商品所分攤之固定成本則減少。變動成本則包括處理每單位商品轉運服務所需之相關成本，茲將轉運站 i 之每單位商品的平均營運成本(AOC_{i2})表如下式：

$$AOC_{i2} = \frac{FOC_{i2}}{\sum_j D^j} + VOC_{i2} \quad \forall j \in TS_i \tag{3-17}$$

綜合式(3-16)與式(3-17)，轉運站 i 配送至各消費點之每單位商品平均營運成本(AOC_i)如下式所示：

$$AOC_i = AOC_{i1} + AOC_{i2} = \frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 + \frac{FOC_{i2}}{\sum_j D_j} + VOC_{i2} \quad (3-18)$$

(4)平均退貨成本

當消費者透過網路購買商品時，因無法於訂購時看到實際商品，而可能產生實際送達商品與預期不符而要求退貨；或於商品運送過程中因商品遭毀損等原因而要求退貨。根據消費者保護法第 19 條規定：「郵購或訪問買賣之消費者，對所收受之商品不願買受時，得於收受商品七日內退回商品或以書面通知企業經營者解除買賣契約，無須說明及負擔任何費用或價款」，而網路購物商品亦適用此條文。退貨成本包括瑕疵品損失、退貨品之再包裝、再運送等費用。目前業者之退貨處理大多為消費者自行將損壞或不滿意商品寄回，故各轉運站 i 配送至各消費點之每單位商品平均退貨成本(ABC_i)，可由其單位商品之退貨發生率(b_i)與單位商品之退貨處理成本(c_b)的乘積加以估算，如下式所示：

$$ABC_i = b_i \cdot c_b \quad (3-19)$$

本研究考慮每單位商品之平均運銷成本包括平均運輸成本、平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本，故在轉運站 i 繞行順序為 TS_i 時，由式(3-12)、式(3-15)、式(3-18)及式(3-19)，轉運站 i 配送至各消費點之每單位商品平均運銷成本(ALC_i)可以下式表示：

$$\begin{aligned} ALC_i &= ATC_i + AIC_i + AOC_i + ABC_i \\ &= ATC_{i1} + ATC_{i2} + AIC_{i1} + AIC_{i2} + AOC_{i1} + AOC_{i2} + ABC_i \\ &= \frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_{i1}}{V_{i1}} + \frac{\sum_j Q_j L_j P_j^T T_i}{x} + \frac{n_i \cdot r_2 + \sigma_2}{m_i x} + \delta_2 (G' + \sum_j K_1 m_j / \sqrt{\lambda_j}) \\ &\quad + PR[TL + \frac{1}{2} T_i + \frac{1}{2} \frac{L_{i1}}{v_1} + \frac{1}{2} \frac{L'_{i2}}{v_2} + \frac{1}{2} m_i \cdot t_s] \\ &\quad + \frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 + \frac{FOC_{i2}}{\sum_j D_j} + VOC_{i2} + b_i \cdot c_b \end{aligned} \quad (3-20)$$

3.3 供需互動架構

企業之運銷成本主要與其配送頻次及總配送量有關，若企業之配送週期縮短、配送頻次提高，則消費者可較快速取得商品，降低了平均存貨成本；但此時

若配送量無法累積到規模經濟，將造成平均運輸成本提高。另一方面，當配送週期縮短而使得消費者取貨時間縮短，將可刺激消費者之網路購物需求量增加，進一步使廠商在單位時間內可累積更大配送量，造成平均運銷成本隨之下降。反之，若企業之配送頻次減少、配送週期增長，此時雖使平均運輸成本下降，但亦造成消費者等待時間增加、選擇意願降低，平均存貨成本可能增加。另一方面，當配送週期延長而使消費者的取貨時間增長，此時消費者之網路購物需求量可能減少，進而使廠商在單位時間內累積配送量下降，造成平均運銷成本隨之上升。如此反覆供需雙方不斷地交互影響。

綜合上述分析，可知單位時間內之網路購物需求量，實存在緊密之供需互動關係，其中廠商之商品配送週期為影響消費者需求與企業運銷供給之重要關鍵變數，此變數決定了企業之運銷成本，並影響消費者選擇網路購物意願。因此，本研究將轉運站 i 之配送週期設定為內生變數，探討消費者需求與企業運銷供給之互動關係。本研究構建數學規劃模式與限制式，在已知轉運站 i 之繞行序列 TS_i 時，以最小化轉運站 i 之平均運銷成本為目標式，且企業運銷供給與需求間互動的權衡取舍關係為限制式，以決定各轉運站配送範圍內考慮供需互動後之配送週期，所構建之數學規劃模式如下：

$$\min_{T_i} ALC_i \quad i=1,2,3,\dots,M \quad (3-21a)$$

$$\begin{aligned} ALC_i &= ATC_i + AIC_i + AOC_i + ABC_i \\ &= ATC_{i1} + ATC_{i2} + AIC_{i1} + AIC_{i2} + AOC_{i1} + AOC_{i2} + ABC_i \\ &= \frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_{i1}}{V_{i1}} + \frac{n_i \cdot r_2 + \sigma_2 \sum_j Q_j L_j P_j^T T_i}{x} + \frac{\delta_2 (G^i + \sum_j K_1 m_j / \sqrt{\lambda_j})}{m_i x} \\ &\quad + PR[TL + \frac{1}{2} T_i + \frac{1}{2} \frac{L_{i1}}{v_1} + \frac{1}{2} \frac{L'_{i2}}{v_2} + \frac{1}{2} m_i \cdot t_s] \\ &\quad + \frac{FOC_{i1}}{V_{i1}} + VOC_{i1} + \frac{FOC_{i2}}{\sum_j D^j} + VOC_{i2} + b_i \cdot c_b \end{aligned} \quad (3-21b)$$

$$\begin{aligned} &\quad i=1,2,3,\dots,M \text{ and } \forall j \in TS_i \\ \text{s.t. } m_i &= \frac{\sum_j D^j T_i}{x} = \frac{\sum_j Q_j L_j P_j^T T_i}{x} \quad i=1,2,3,\dots,M \text{ and } \forall j \in TS_i \quad (3-21c) \end{aligned}$$

$$P_j^T = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 t_{w_j} + a_2 (p_j + t_{r_j}) / p_R - a_3 R_j / v_3}} \quad \forall j \in TS_i \quad (3-21d)$$

$$t_{w_j} = \frac{1}{2} T_i \quad i=1,2,3,\dots,M \text{ and } \forall j \in TS_i \quad (3-21e)$$

$$T_i > 0 \quad i=1,2,3,\dots,M \quad (3-21f)$$

其中式(3-21a)為本數學規劃式之目標式，即以轉運站 i 配送至各消費點之每單位商品平均運銷成本極小為企業決策目標。式(3-21b)為轉運站 i 配送至各消費點之每單位商品平均運銷成本。式(3-21c)為轉運站 i 在其配送範圍內之消費點總停站數。式(3-21d)為分區 j 之消費者選擇網路購物機率。式(3-21e)表示消費者之平均商品等待取貨時間以企業配送週期之二分之一估算。式(3-21f)為決策變數(各轉運站 i 配送週期， T_i)之非負限制。另外各式中 $\forall j \in TS_i$ 表示當轉運站 i 之分區繞行順序為 TS_i 時，平均運銷成本 ALC_i 所計算之服務分區必屬於 TS_i 中之分區。

在此數學規劃模式中，決策變數各轉運站 i 配送週期(T_i)為反映網路購物供需互動關係之重要變數，在供給方面，商品配送週期(T_i)之長短將直接影響企業之運銷成本，如式(3-21b)所示。在需求方面，配送週期直接影響消費取貨之等待時間，即式(3-21e)，且進一步影響消費者對網路購物之選擇機率(P_j^T)，如式(3-21d)；進而影響消費者對網路購物之需求量，因單位時間內消費者對網路購物之需求量(D^j)乃以單位時間內對特定商品需求量(Q_j)、消費者上網比例(L_j)、消費者選擇網路購物之機率(P_j^T)三者乘積估算，即 $D^j = Q_j L_j P_j^T$ ，而網路購物之需求量將影響企業每次派車配送之經濟規模程度，而決定企業配送每單位商品之平均運銷成本，此關係分別反映於式(3-21c)及式(3-21b)。

本研究中所考慮之供需互動概念，乃指消費者可能因企業提供較佳之運銷供給服務水準，而增加對網路購物商品之需求，而非過去傳統物流文獻皆將消費需求量假設為外生已知之情形。在本研究中之消費者選擇網路購物之機率(P_j^T)係根據許巧鶯與江慧儀(民 86)校估所得之傳統零售購物與網路購物量化個體選擇模式；而本研究假設單位時間內消費者對特定商品需求量(Q_j)為外生固定，因網路購物業者提供較佳之運銷供給服務而刺激增加之網路商品需求量，係與傳統零售購物之競爭所吸引而來之需求量。

當轉運站 i 之分區繞行順序為 TS_i 時，藉由上述數學規劃模式，在考慮供需互動下可決定轉運站 i 之最適配送週期 T_i ，及相對應之最小平均運銷成本，標示為 $ALC_i^*(TS_i)$ ， $i=1,2,3,\dots,M$ 。

3.4 各轉運站配送範圍、規模及週期之決定

本研究係在非均勻之需求空間密度、供需互動、系統最佳之考量下，決定各轉運站之最適配送範圍、規模與配送週期，故於此先分析探討決定各轉運站最適服務範圍之相關影響因素與存在其間之權衡取舍關係，如：分區與轉運站距離、

分區之配送需求量、轉運站所累積之配送服務量、系統均衡、分區繞行順序等因素。在式(3-12)中，轉運站 i 配送至各消費點之總運輸繞行距離(L'_2)與每單位商品之平均運銷成本(ALC)呈正向關係，故當分區 j 至轉運站 i 距離愈近時，則將該分區 j 指派為轉運站 i 之配送範圍的平均運銷成本將愈低。因此，轉運站派車繞行之服務分區應為連通區域，不可能跨區配送非連通分區，因為此舉將使平均運銷成本增加。轉運站 i 目前已指派繞行分區之累積配送量，亦將影響分區 j 是否劃入轉運站 i 之配送範圍之規模經濟性，並反映了轉運站 i 附近之需求情形；在其他條件不變下，轉運站 i 已指派繞行之累積配送量愈大，則分區 j 納入轉運站 i 之配送範圍的規模經濟性愈大、平均運銷成本將會降低，唯此仍須考慮分區 j 與轉運站 i 之距離影響效果而定。分區 j 本身之配送需求量亦會影響轉運站 i 對其進行配送之決策，當分區 j 本身之配送需求量愈高，則分區 j 指派由轉運站 i 繞行配送之規模經濟效果將愈大、平均運銷成本將下降；相同地，此仍須同時考慮分區 j 至轉運站 i 之距離而定。另外，分區 j 是否指派由轉運站 i 配送須滿足 M 個轉運站之總規模經濟達到系統最佳，而非僅考慮將分區 j 指派由轉運站 i 服務而使該轉運站 i 之運銷成本極小，忽略了其他分區之平均運銷成本之降低。最後，當某轉運站配送服務相同分區範圍時，不同之分區繞行順序將產生不同之平均運銷成本，故亦須同時考慮分區被繞行之路線順序。

綜合上述分析，在決定各轉運站之最適配送範圍時，若利用窮舉法須計算各轉運站之所有可能服務分區組合的總運銷成本，再依最小總運銷成本的目標，從中擇取最佳之分區配送組合。然此須經比較 $M!$ 組分區組合方能求得最佳解，耗費相當非常龐大之運算。因此，本研究將建立一演算法則，在考慮非均勻需求密度、供需互動、系統最佳之條件下，決定各轉運站之配送範圍、規模與週期。

誠如上述分析，任一轉運站派車配送範圍應為連通區域，不可跨區配送非連通分區，因此考慮各轉運站皆以所在分區為第一個配送分區，根據貪心法則(greedy rule)，每次加入對系統總運銷成本邊際貢獻最小的分區，指派其服務之轉運站。亦即由目前各轉運站已加入之繞行分區的鄰區中，找尋未被指派服務轉運站且其對系統總運銷成本之邊際貢獻最小的分區，指派其服務轉運站，更新該轉運站之最新繞行分區順序後，再依相同步驟，直到所有分區皆已指配送服務之轉運站為止。

在詳細說明本演算法則之詳細程序步驟前，先將使用符號說明如下：

- TS_i ：已指派由轉運站 i 配送之分區繞行序列(sequence)， $TS_i = \{t_i^k\} \ k=1,2,3,..,K_i$ 。
- K_i ：轉運站 i 之服務分區數。
- t_i^k ：轉運站 i 第 k 個繞行配送之分區。
- t_i^1 ：轉運站 i 第 1 個繞行服務之分區，即轉運站 i 所在之分區。

S ：已被指派服務轉運站之分區集合。

Z ：所有分區所成之集合。

S^{-1} ：尚未被指派服務轉運站之分區集合； $S^{-1} = Z - S$ 。

A ：相鄰分區矩陣，其中 $a_{m,n} = \begin{cases} 1, & \text{若 } m, n \text{ 兩分區相鄰} \\ 0, & \text{若 } m = n \text{ 或 } m, n \text{ 兩分區不相鄰} \end{cases}$

茲將各轉運站配送序列決定之演算法則詳細說明如下：

步驟一：初始化

令 $TS_i = \{t_i^1\} \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, M$

$K_i = 1 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, M$

$S = \{t_1^1, t_2^1, t_3^1, \dots, t_M^1\}$

步驟二：找尋各轉運站此次候選之配送指派分區，即 $(x_i^{kr})' \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, M$

對任一轉運站 i 之目前分區繞行序列 $TS_i \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, M$ ：

1. 對所有分區 $x_i^{kr} \in \Gamma(t_i^k) \cap S^{-1}$ ，令 CS_i^{kr} 為將分區 x_i^{kr} 插在分區 t_i^k 後之新繞行序列
 $\forall k = 1, 2, 3, \dots, K_i$

其中 r ：轉運站 i 第 k 個繞行分區的第 r 個鄰區， $r = 1, 2, \dots, R_i^k$ 。

R_i^k ：分區 t_i^k 之鄰區總數。

$\Gamma(t_i^k)$ ：分區 t_i^k 之鄰區集合。 $\Gamma(t_i^k) = \{n \mid a_{t_i^k, n} = 1\}$ 。

2. 找尋 $(x_i^{kr})'$ 使 $\min_{x_i^{kr}} \{ALC_i^*(CS_i^{kr})\}$ 成立，且此式成立之 CS_i^{kr} 標示為 $[CS_i^{kr}]'$

其中 $ALC_i^*(CS_i^{kr})$ 表示當轉運站 i 繞行分區順序為 CS_i^{kr} 時，考慮供需互動後轉運站 i 之最小運銷成本，其求法如 3.3 節之式(3-21a)至式(3-21f)所述。

步驟三：由步驟二所得之候選分區 $(x_i^{kr})' \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, M$ 中，找尋使系統總成本最小者，指派其服務轉運站

找尋 $[(x_i^{kr})']^*$ 使 $\min_{(x_i^{kr})'} \{ALC^*([CS_i^{kr}]') \times V_i^{new} - ALC^*(TS_i) \times V_i^{old} \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, M\}$ 成

立，並設此式成立之 i 值為 i^* ，即此次被指派服務分區之轉運站。

其中 V_i^{old} 為轉運站 i 配送繞行順序為 TS_i 時之商品配送總量 ($i = 1, 2, 3, \dots, M$)

V_i^{new} 為轉運站 i 配送繞行順序為 CS_i 時之商品配送總量 ($i = 1, 2, 3, \dots, M$)

步驟四：更新目前已指派之配送狀態

$TS_{i^*} = ([CS_{i^*}^{kr}]')^*$

$K_{i^*} = K_{i^*} + 1$

$S = S \cup [(x_{i^*}^{kr})']^*$

步驟五：結束條件

當 $S = Z$ ，則表所有分區皆已被指派服務轉運站，故停止；此時 TS_i 標示為 TS_i^* ，

V_i^{new} 標示為 $(V_i^{new})^*$; T_i 標示為 $T_i^* \forall i = 1, 2, \dots, M$ 。否則，繼續至步驟二。

經由上述演算法則，各轉運站 i 之最佳配送範圍為 TS_i^* 中所涵蓋之各分區、配送規模為 $(V_i^{new})^*$ ，並由 3.3 節之供需互動規劃模式可求出各轉運站 i 之最適配送週期為 T_i^* 。根據本章構建之數學模式及演算法則，本研究將於下一章將進行實例分析。

第四章 各轉運站配送範圍、規模及週期之實例分析

為驗證第三章所構建之模式於實際應用之可行性，本章將針對桌上型個人電腦商品進行探討，並以國內某家資訊產品通路公司(以下簡稱為 S 公司)為對象進行實例分析，在起始分析中乃以 S 公司之實際資料為主，但礙於部份資料取得相當不易，故部份資料在不失一般性之前提與假設下進行合理推估。並且針對供給及需求特性之未來可能變化情形，進行敏感度分析，以瞭解其對網路購物業者配送策略之影響。本實例分析將透過數值分析軟體 Matlab 之協助進行求解所構建數學規劃式。以下將在 4.1 節進行本實例背景說明及起始參變值之設定；4.2 節說明本案例之初始結果，並分析所反映之實質意義；4.3 節針對重要供給與需求特性進行敏感度分析；4.4 節進行綜合討論並提出小結。

4.1 案例說明

在網路上販售之實體商品可分為定型化商品(如書籍、CD、VCD、電腦軟硬體設備等)、個性化商品(如流行服飾等)及服務(如門票、鮮花等)。根據資策會資訊市場情報中心調查顯示，國內目前線上購物暢銷產品多屬定型化商品，分別為書籍、電腦硬體、軟體、音樂 CD、門票等。利用網路購買此類商品較不易產生實際送達商品與期望商品差異過大或品質上之顧慮。有鑑於國外已有戴爾電腦(Dell Computer Corp.)成功之網上銷售經驗，且國內亦有數家電腦廠商開始架設網站投入線上購物市場，因此本研究選擇桌上型個人電腦為特定商品進行相關分析。在起始分析之參變數值設定方面，本研究乃以實際資料為主，但部份資料礙於現行網路購物業者規模不大與商業機密之故，實際資料取得相當不易，故本研究在不失一般性的前提下，透過適當假設及相關資料之分析與推測，合理地推估模式中各參變數值之大小，以作為模式實例分析之起始值。以下即針對桌上型個人電腦商品進行相關參變數值之設定。

本研究以 S 公司之品牌電腦為特定分析商品，S 公司係一家資訊產品通路公司，具有完整之配送服務網。該公司於林口、台中、高雄設有轉運站，負責台灣西部地區之物流配送作業，並以林口為配銷中心，負責各轉運站之入向商品配送。S 公司所販售之 Intel Celeron 300，其市售價格(p_R)約為 35,000 元，據估計 S 公司之電腦硬體毛利約為 15%，故每部個人電腦之生產成本(P)約為 30,434 元；並假設網上購物之售價(p_T)為 33,500 元且各轉運站收取之運費價格皆為 500 元。由於電腦硬體製造技術日新月異，其降幅較其他產品更快更大，故存貨成本較一般商品為高，估計電腦硬體相關設備之降幅約為每月降價 5%，換算成每日之存貨成本比例(R)約為 0.2%。依據以往長期之經驗，S 公司位於林口之配銷中心每日皆會發貨至其他轉運站，故設各轉運站之商品入向配送週期(TL)為 1 天。

在配送供給特性方面，每部發車配送之固定成本包括車輛折舊攤提成本及基本人力成本，假設配銷中心之配送採用較大型之貨車，而轉運站則採較小型之貨車，其每次發車之固定成本(γ_1)估計約為 1,500 元，而轉運站之每部發車固定成本(γ_2)估計約為 1,000 元。於各配送點停站配送之變動成本則可以每站平均停留時間與每位配送人員之小時薪資推算之，根據台灣地區汽車貨運業調查報告指出，民國八十六年運輸倉儲及通信業受雇員工薪資平均每人每月薪資 4 萬 8 千元、每人每月平均工時 224.7 元，假設配銷中心配送至各轉運站之平均停留時間為 60 分鐘，故可估算配銷中心配送至各轉運站之平均停站成本(σ_1)為 224.7 元；各消費點之平均商品需求量(x)為 1 單位，且轉運站配送至各消費點之每站平均停留時間(t_s)約為 15 分鐘，故可估算於各消費點之平均停站成本(σ_2)為 53.4 元。

另外，在本實例中假設配銷中心配送至各轉運站主要行經國道，平均行駛速率(v_1)為每小時 60 公里；而轉運站配送至消費者則多藉由省道與市區道路，平均行駛速率(v_2)為每小時 50 公里。根據中華民國台灣地區汽車貨運業報告，估算配銷中心配送至各轉運站之單位距離運輸費率(δ_1)約為 1.88 元，且轉運站配送至各消費者之單位距離運輸費率(δ_2)約為 2.26 元。 K_1 值則根據 Daganzo(1984)之研究，與每次配送之停站數有關，在本實例中，假設每次發車配送之停站數皆大於 6，故其值為 0.57。另假設轉運站在地區配送車輛為 3.49 噸之貨車，且每台桌上型電腦約為 25 公斤，根據貨運業者提供之最大載重與容積，推估轉運站配送至各消費點之配送車輛的承載容量為 30 部電腦。

在配銷中心之營運成本方面，S 公司之固定營運成本包括電腦硬體、軟體、專線、電腦維護及專業人力費用、廠房、機具設備等項目，估計電腦軟硬體每月所分攤之投入成本及維護成本約為 5,000 元、128K 專線約為 25,000 元、2 位電腦資訊人員之薪資為 60,000 元、廠房機具等每月所分攤之固定成本約為 90,000 萬元，累計每月之固定營運成本總額為 180,000 元，由於 S 公司可能銷售多種商品，故須將此固定成本分攤至各商品，假設此商品佔此網站銷售業績之 10%，故估算配銷中心每日之固定營運成本(FOC_1)為 600 元，且每份訂單之變動處理成本(VOC_1)為 10 元。

在轉運站之營運成本方面，為簡化起見，在此假設各轉運站之營運成本差異不大，故以所有轉運站平均之營運成本反映之，而不細分各轉運站之營運成本。轉運站之營運固定成本包括購置各項機具設備、廠房投資、購置與維修保養各運具等，估計約為每月 120,000 元，因此項商品佔此網站銷售業績之 10%，故估算轉運站每日之固定營運成本($FOC_{i2} \forall i = 1, 2, \dots, M$)為 400 元，且每單位商品之變動營運成本($VOC_{i2} \forall i = 1, 2, \dots, M$)為 10 元。

在退貨處理成本方面，根據貨策會推廣服務處調查(民 86)顯示，85%的公司之退貨率在 1%(含)以下，15%的公司之退貨率在 4%以上，故依此估算網路購物商品之平均退貨率(b_i)為 1%。假設 S 公司之退貨處理作業為消費者自行將商品寄回，故所需負擔之退貨處理成本(c_b)為將商品重新送達之費用，根據以往經驗估計約為 500 元。

在需求特性方面，本研究之需求函數乃依據許巧鶯與江慧儀(民 87)所校估之傳統零售購物與網路購物量化個體選擇模式，經簡化與修正後之需求參數值設定為 $a_0 = -0.17$ 、 $a_1 = 0.087$ 、 $a_2 = 1.34$ 、 $a_3 = 0.005$ 。並假設其中消費者至傳統零售商店購物之平均旅行速度(v_3)為 40 公里/小時。

本實例分析主要欲探討 S 公司在台灣西部地區各轉運站之市場範圍、規模與配送週期(暫不考慮東部地區)，但基於網路購物需求點密度資料取得困難等問題，故分區範圍之界定暫以縣市行政分區及都會區與非都會區之區別為主，即以網路購物需求點之空間分佈密度為劃分依據，共分為 19 個分區，各分區編號如圖 4.1 所示。其中轉運站位於台北林口、台中工業區及高雄縣，分別負責北部、中部及南部地區之配送作業，且台北林口為總配銷中心。

根據資策會市場情報中心資料顯示，1997 年底台灣地區之個人電腦市場銷售量為 87 萬台，且其成長率為每年 1.25%，故估計 1998 年底台灣地區之個人電腦市場銷售量為 109 萬台；若 S 公司之市場佔有率為 15%，則估算全省每日對 S 公司該品牌電腦之需求量為 448 台。S 公司於全省各分區之零售據點分佈情形(n_{Rj})如表 4.2 所示，假設其分佈型態反映了各分區對個人電腦需求情形，依此推測各分區每日對個人電腦之需求量(Q_j)如表 4.2 所列。依據中華民國統計年鑑所列各分區之面積(A_j)、及交通部統計處對民眾使用網際網路狀況調查報告所列之各分區之上網人口比例(P_j)，可整理如表 4.2。消費者至零售點之距離(R_j)係以市場範圍(A_j)與零售點數目(n_{Rj})估算之，即 $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{A_j}{n_{Rj}}}$ ，各分區之估算數據詳如表 4.2 所示。

綜合上述，茲將相關參變數之設定值列於表 4.1 及表 4.2。各分區間之幹線距離係依據分區間之國道或省道距離加以推估，列示於表 4.3。特別說明的是配銷中心配送至各轉運站之距離(L_{11})亦可由表 4.3 直接得知。

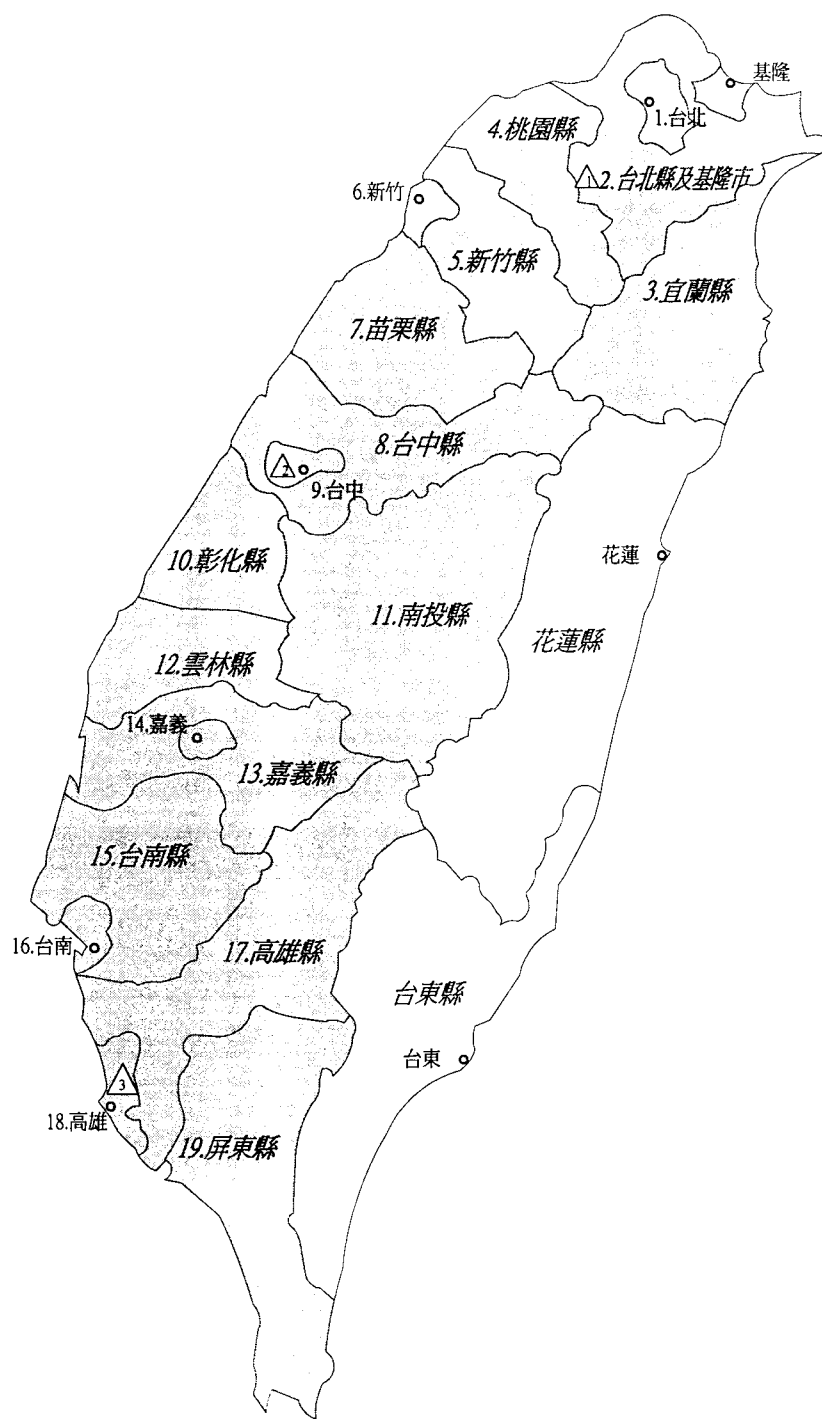


圖 4.1 各分區編號與轉運站區位示意圖

表 4.1 基本參變數設定值

參變數	意 義	單位	估計參數值
γ_1	配銷中心配送至轉運站之每部發車固定成本	元	1,500
γ_2	轉運站配送至消費點之每部發車固定成本	元	1,000
σ_{i1}	配銷中心配送至轉運站 i 之停站成本	元	224.7
σ_2	轉運站配送至消費點之每次停站成本	元	53.4
δ_1	配銷中心配送至轉運站之單位距離運輸費率	元/公里	1.88
δ_2	轉運站配送至消費點之單位距離之運輸費率	元/公里	2.26
x	各消費點之平均商品需求量	台	1
L_{11}	配銷中心配送至轉運站 1(台北)之行駛距離	公里	0
L_{21}	配銷中心配送至轉運站 2(台中)之行駛距離	公里	137
L_{31}	配銷中心配送至轉運站 3(高雄)之行駛距離	公里	314
V_{i1}	配銷中心至轉運站 i 之配送量	台	30
K_1		--	0.57
P	商品生產成本	元	30,434
R	存貨佔生產成本之比例	--	0.2%
TL	各轉運站之商品入向配送週期	天	1
t_s	轉運站配送至各消費點之每站平均停留時間	分鐘	15
a_0	需求函數之常數項	--	-0.17
a_1	商品取貨時間參數值	--	0.087
a_2	網路購物與零售購物之商品價格比例參數值	--	1.34
a_3	消費者至零售商店之平均旅行時間參數值	--	0.005
p_T	網路購物之商品價格	元	33,500
p_R	傳統零售店購物之商品價格	元	35,000
tr_i	轉運站 i 配送至各消費者所收取之運費費率	元	500
v_1	配銷中心配送至轉運站之平均行駛速度	公里/小時	60
v_2	轉運站配送至消費點之之平均行駛速度	公里/小時	50
v_3	消費者至零售商店之旅行速度	公里/小時	40
FOC_1	配銷中心之營運固定成本	元/天	600
VOC_1	配銷中心之營運變動成本	元/商品	10
FOC_{i2}	轉運站 i 之營運固定成本	元/天	400
VOC_{i2}	轉運站 i 之營運變動成本	元/商品	10
b_i	轉運站 i 之平均商品退貨率	--	0.01
c_b	每筆訂單之退貨處理成本	元	500
C_i	轉運站 i 之配送車輛的商品載運容量	部/車	30

表 4.2 分區別之基本參變數設定值

分區 j	零售家數 n_{Rj}	面積(km ²) A_j	上網比例 L_j	至零售點平均 距離(km) R_j	商品之需求率 (部/天) Q_j
1 台北市	150	271.80	0.18	0.67	67
2 台北縣及基隆市	146	2185.56	0.18	1.93	65
3 宜蘭縣	18	2137.46	0.13	5.45	8
4 桃園縣	62	1220.95	0.13	2.22	28
5 新竹縣	21	1427.59	0.13	4.12	9
6 新竹市	36	104.10	0.18	0.85	16
7 苗栗縣	23	1820.31	0.11	4.45	10
8 台中縣	75	2051.47	0.11	2.62	34
9 台中市	98	163.43	0.12	0.65	44
10 彰化縣	24	1074.40	0.11	3.35	11
11 南投縣	18	4106.40	0.11	7.55	8
12 雲林縣	17	1290.80	0.11	4.36	8
13 嘉義縣	15	1901.60	0.11	5.63	7
14 嘉義市	20	60.00	0.11	0.87	9
15 台南縣	36	2016.00	0.09	3.74	16
16 台南市	48	176.64	0.12	0.96	21
17 高雄縣	61	2792.60	0.12	3.38	27
18 高雄市	123	153.60	0.12	0.56	55
19 屏東縣	12	2775.60	0.05	7.60	5
總計	1003	27730.31	--	--	449
平均	--	--	0.12	3.21	--

表 4.3 各分區間之單程幹線距離(公里)

	1 台 北 市	2 台 北 縣 及 基 隆 市	3 宜 蘭 縣	4 桃 園 縣	5 新 竹 縣	6 新 竹 市	7 苗 栗 縣	8 台 中 縣	9 台 中 市	10 彰 化 縣	11 南 投 縣	12 雲 林 縣	13 嘉 義 縣	14 嘉 義 市	15 台 南 縣	16 台 南 市	17 高 雄 縣	18 高 雄 市	19 屏 東 縣
1 台北市	0	16	121	37	61	70	107	142	153	163	181	215	225	239	278	302	330	342	366
2 台北縣及基隆市	16	0	105	21	45	54	91	126	137	157	165	199	209	233	262	286	314	326	350
3 宜蘭縣	121	105	0	126	150	159	196	231	242	262	270	304	314	328	367	391	419	431	455
4 桃園縣	37	21	126	0	24	33	70	105	116	136	144	178	188	202	241	265	293	305	329
5 新竹縣	61	45	150	24	0	9	46	81	92	112	102	154	164	178	217	241	269	281	305
6 新竹市	70	54	159	33	9	0	37	72	83	103	111	145	155	169	208	232	260	272	296
7 苗栗縣	107	91	196	70	46	37	0	35	46	66	74	108	118	132	171	195	223	235	259
8 台中縣	142	126	231	105	81	72	35	0	11	31	39	73	83	97	136	160	188	200	224
9 台中市	153	137	242	116	92	83	46	11	0	20	28	62	72	86	125	149	177	189	213
10 彰化縣	163	157	262	136	112	103	66	31	20	0	20	42	52	66	105	129	157	169	193
11 南投縣	181	165	270	144	102	111	74	39	28	20	0	50	60	74	113	137	165	177	201
12 雲林縣	215	199	304	178	154	145	108	73	62	42	50	0	10	24	63	87	115	127	151
13 嘉義縣	225	209	314	188	164	155	118	83	72	52	60	10	0	14	53	77	105	117	141
14 嘉義市	239	233	328	202	178	169	132	97	86	66	74	24	14	0	39	63	91	103	127
15 台南縣	278	262	367	241	217	208	171	136	125	105	113	63	53	39	0	24	52	64	188
16 台南市	302	286	391	265	241	232	195	160	149	129	137	87	77	63	24	0	28	40	64
17 高雄縣	330	314	419	293	269	260	223	188	177	157	165	115	105	91	52	28	0	12	36
18 高雄市	342	326	431	305	281	272	235	200	189	169	177	127	117	103	64	40	12	0	24
19 屏東縣	366	350	455	329	305	296	259	224	213	193	201	151	141	127	188	64	36	24	0

4.2 案例初始結果分析

由表 4.1、表 4.2 及表 4.3 之基本參變數值設定，在非均質需求空間密度、供需互動、系統最佳等考量條件下，根據第三章構建之模式及演算法則，可求出最小化總運銷成本目標下之案例初始結果，如表 4.4 所示；分別為三個轉運站之配送範圍、配送規模、平均運銷成本及最適配送週期。

表 4.4 案例起始結果

	台北	台中	高雄
配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
平均運銷成本(元)	469.64	641.32	635.05
平均運輸成本(元)	223.03	289.43	284.14
平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
每次配送商品數量(部)	19.44	11.89	10.78
系統總運銷成本(元)	23,604.00		

台北轉運站之配送範圍涵蓋台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣及新竹縣市；台中轉運站負責配送苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣及嘉義縣市；高雄轉運站則配送高雄縣市、台南縣市及屏東縣之商品配送；此時系統總運銷成本為每日 23,604 元，將各轉運站之配送範圍繪製如圖 4.2。此結果驗證前述各轉運站之配送範圍必為連通區域，不可能越區配送，且轉運站與分區之間距離為決定轉運站配送範圍之重要因素。

整理表 4.4 而將各轉運站之平均運輸成本(ATC)、平均存貨成本(AIC)、平均營運成本(AOC)、平均運銷成本(ALC)與商品配送週期之關係繪製如圖 4.3。可發現平均運輸成本與商品配送週期呈反比關係，乃因配送週期愈長時則可累積愈多之商品配送量，因配送量增加效果大於運輸距離增加效果，故平均運輸成本降低。平均存貨成本與配送週期呈正比關係，乃因配送週期愈長時，則商品自生產完成後至配送至消費者完成交易之時間愈長，故存貨成本隨之增加。此外，隨著商品配送週期增加，消費者之商品取貨延遲時間增加，進而使消費者需求量減少，故平均營運成本增加。綜合上述分析，故各成本項加總後之平均運銷成本乃隨配送週期呈一先遞減後遞增之 U 型關係，其最低點即為最適配送週期，如圖 4.3 中之標示。

在各轉運站比較方面，台北轉運站之商品配送週期最短且配送規模最大，乃因其配送範圍中台北都會區及新竹市皆為高電腦使用率、高所得、高時間價值、高人口密度地區，其上網購買需求量較大，故可在較短週期內便累積較大配送

量，造成配送之規模經濟效果最大，故平均運銷成本亦最低。高雄轉運站之單位商品平均運銷成本與配送週期則次之，但與台中轉運站之差異不大。綜合上述分析，亦可約略觀察網路購物之供需互動關係，因為北部地區之需求密度較高，造成台北轉運站可以較低之平均運銷成本達成較快之配送服務，因而再刺激消費者網上購物意願，進而使企業可達成更快、更省成本之配送服務，直到本研究所求得之供需均衡狀態為止。

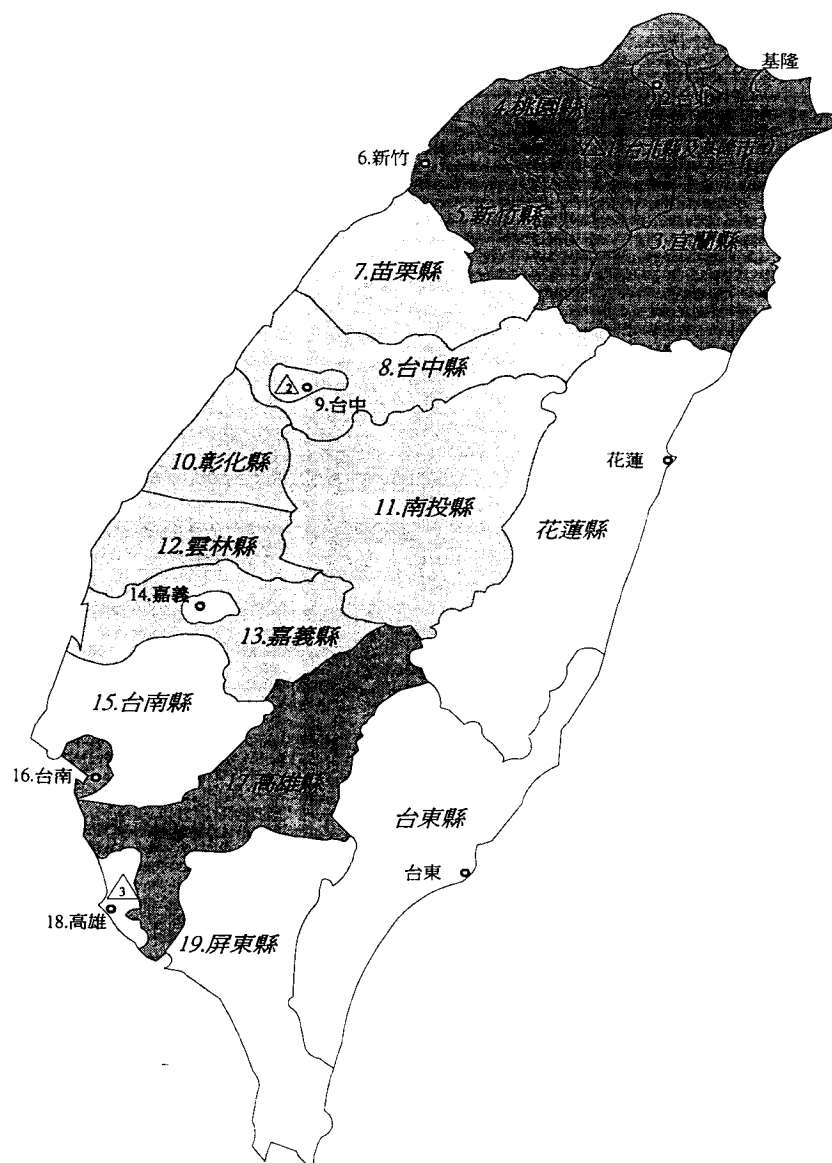


圖 4.2 各轉運站配送範圍

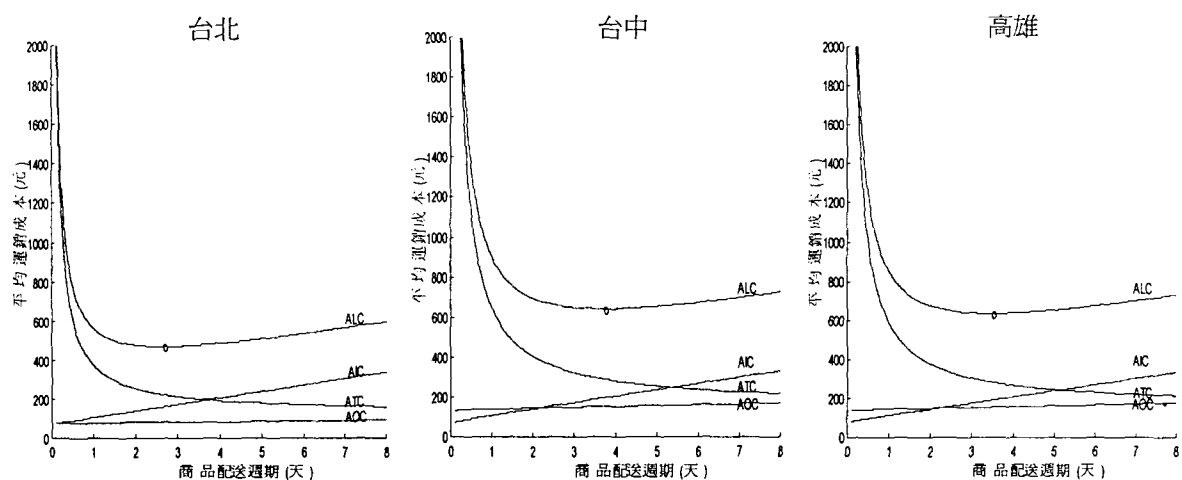


圖 4.3 各轉運站之運銷成本與配送週期關係圖

目前國內網路購物尚處於起步階段，網路通路之消費習慣尚未建立，在此基本分析之參變數值係依現況推估，故經由本研究模式計算求得之各轉運站每日網路購物需求量仍甚小，消費者需求行為特性與企業運銷供給特性尚可能因總體環境及趨勢變化而改變，為瞭解未來相關因素變化對企業運銷決策之影響，下一節將以數值分析方式，針對重要參變數進行敏感度分析。

4.3 敏感度分析

因企業供給特性與消費者需求行為可能隨未來環境及趨勢變化而改變，故本節將針對重要參變數進行敏感度分析，以瞭解其變異對業者運銷決策之影響。

4.3.1 企業供給特性之變動

影響企業派車配送之運輸成本包括每部派車之固定成本(γ)、各配送點之平均停留成本(σ)及單位距離之運輸費率(δ)；影響存貨成本主要為存貨成本比例(R)與運銷過程所耗費時間，其中配送車輛之行駛速度(v_1 、 v_2)為影響運送時間之主要因素；企業零售商店設置之分佈型態與密度將影響消費者至零售店之平均距離(R_j)，進而影響消費者對網路購物商品之需求情形；此些企業供給特性之變動可能造成相關運銷策略與企業運銷成本之改變，將在以下逐項詳細探討之。

(1) 每部派車之固定成本(γ)

每部派車之發車固定成本包括基本人力之薪資成本與車輛購置成本之攤提，不同容量之配送車輛容量各具不同之車輛購置成本，造成每單位商品可能有不同之攤提成本，在初始基本分析中，配銷中心之每部派車固定成本(γ_1)設為 1,500 元，轉運站之每部派車固定成本(γ_2)則為 1,000 元，茲將進一步探討每部發車固定成本為 1,000 元、1,500 元、2,000 元、2,500 元時對配送策略及運銷成本之影響，將此結果整理如表 4.5 及表 4.6；並將每部發車固定成本與配送週期、平均運銷成本之關係繪製如圖 4.4 及圖 4.5。

由表 4.5 及圖 4.4 看出當配銷中心之發車固定成本(γ_1)增加時，平均運輸成本增加，但平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本、配送週期與規模皆未產生變化，此乃因配銷中心至各轉運站之配送量較為穩定，乃依 S 公司過去經驗而決定，為一外生變數，故當發車固定成本增加時，則每單位商品攤提成本提高，且平均運銷成本隨平均運輸成本同額呈提升，但並不影響配送週期與配送規模。另外，由表 4.6 及圖 4.5 可觀察當轉運站之發車固定成本(γ_2)增加時，平均運輸成本與平均存貨成本皆增加，造成平均運銷成本亦隨之上升，並與最適配送週期呈正向關係，且發現消費者之每日網路購物商品需求量呈遞減現象；此乃因轉運站之發車固定成本增加時，平均運輸成本將直接增加，故須延長配送週期累積更多之商品配送量以攤提每次發車之固定成本，此舉降低了消費者對網路購物之意願，消費者每日需求量的降低致使業者須再費時累積更多之商品需求量方配送，故再度造成平均存貨成本及平均運銷成本增加，如此供需互動直至表 4.6 所得結果。在各轉運站之比較上，可發現發轉運站之配送範圍界定將不受發車固定成本差異之影響，且仍可觀察北部地區因需求量多而形成較強之配送規模經濟效果。

表 4.5 配銷中心派車固定成本(γ_1)變動之敏感度分析

γ_1	台北	台中	高雄
配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
平均運銷成本(元)	452.97	624.65	618.38
平均運輸成本(元)	206.36	272.76	267.47
平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
每次配送商品數量	19.44	11.89	10.78
系統總運銷成本(元)	22,902.00		
配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
平均運銷成本(元)	469.64	641.32	635.05
平均運輸成本(元)	223.03	289.43	284.14
平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
每次配送商品數量	19.44	11.89	10.78
系統總運銷成本(元)	23,604.00		
配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
平均運銷成本(元)	486.30	657.98	651.71
平均運輸成本(元)	239.70	306.10	300.81
平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
每次配送商品數量	19.44	11.89	10.78
系統總運銷成本(元)	24,306.00		
配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
平均運銷成本(元)	502.97	674.65	668.38
平均運輸成本(元)	256.36	322.76	317.47
平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
每次配送商品數量	19.44	11.89	10.78
系統總運銷成本(元)	25,008.00		

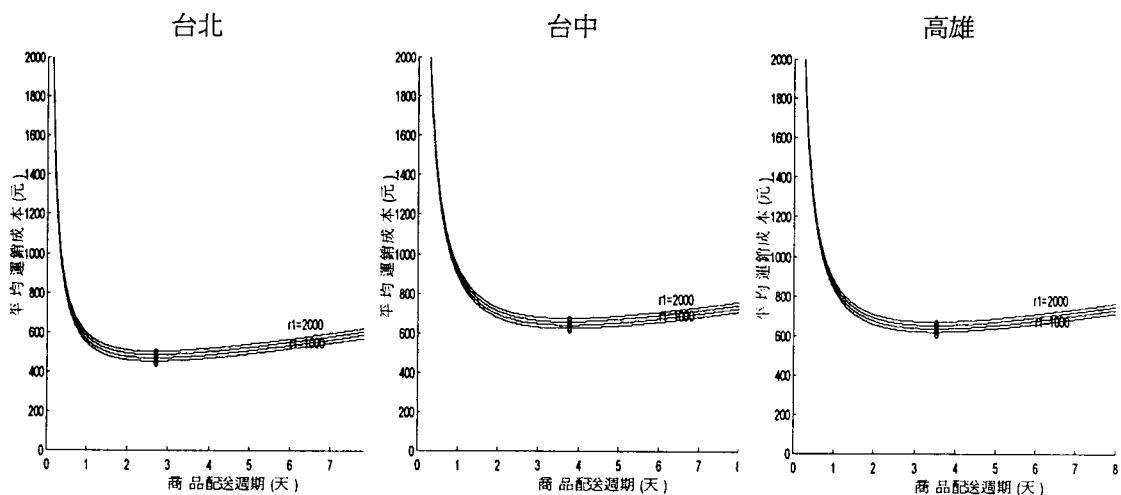


圖 4.4 配銷中心派車固定成本(γ_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

表 4.6 轉運站派車固定成本(γ_2)變動之敏感度分析

r2		台北	台中	高雄
1,000	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	641.32	635.05
	平均運輸成本(元)	223.03	289.43	284.14
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89	10.78
	系統總運銷成本(元)	23,604.00		
1,500	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	501.10	682.57	678.55
	平均運輸成本(元)	239.73	309.49	308.53
	平均存貨成本(元)	176.13	206.20	207.29
	平均營運成本(元)	80.24	161.88	157.72
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.03	4.15	4.00
	網路商品需求量(部/天)	7.47	2.96	3.05
	每次配送商品數量(部)	22.62	12.28	12.21
	系統總運銷成本(元)	28,000.00		
2,000	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	522.33	721.48	717.62
	平均運輸成本(元)	251.13	332.07	331.36
	平均存貨成本(元)	185.45	220.43	221.50
	平均營運成本(元)	80.75	163.98	159.76
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.31	4.60	4.45
	網路商品需求量(部/天)	7.40	2.91	3.01
	每次配送商品數量(部)	24.48	13.40	13.37
	系統總運銷成本(元)	32,053.00		
2,500	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	542.10	757.44	753.57
	平均運輸成本(元)	262.14	353.13	352.13
	平均存貨成本(元)	193.75	233.37	234.74
	平均營運成本(元)	81.21	165.93	161.69
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.56	5.01	4.87
	網路商品需求量(部/天)	7.33	2.87	2.96
	每次配送商品數量(部)	26.11	14.39	14.43
	系統總運銷成本(元)	35,924.00		

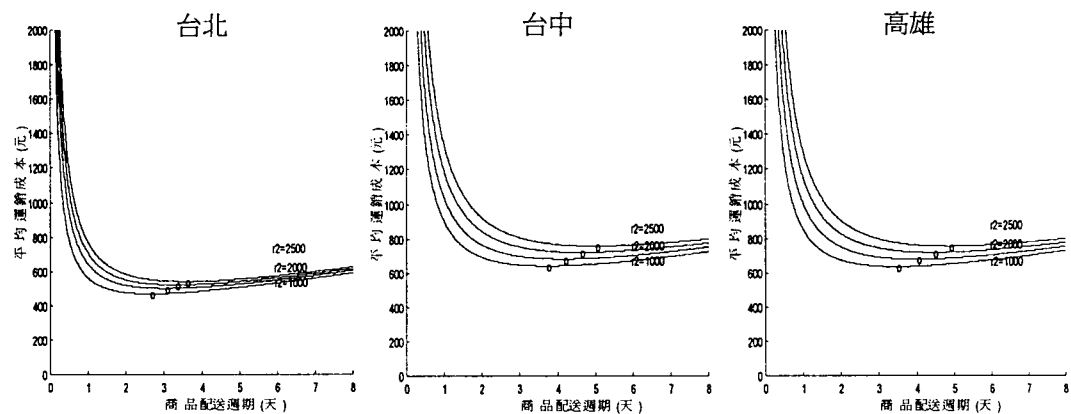


圖 4.5 轉運站派車固定成本(γ_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

(2) 於配送點之平均停留成本(σ)

配送車輛於各配送點之停留成本與停留時間及配送人力成本有關，不同商品所需之卸貨停留服務時間可能不同，根據歷史資料顯示運輸倉儲及通信業受雇員之薪資與日俱增，在前述基本分析中，假設配銷中心配送至各轉運站之平均停留時間為 1 小時，停留配送所耗費之人力成本(σ_1)約為 224.7 元；轉運站配送至各消費點之平均停留時間為 15 分鐘，停留配送所耗費之人力成本(σ_2)約為 53.4 元。茲將進一步探討其減少 0.5 倍、0.25 倍及增加 0.25 倍、0.5 倍時對配送策略及運銷成本之影響，將此結果彙整成表 4.7 及表 4.8；並將配送點之停留成本與配送週期、平均運銷成本之關係繪製如圖 4.6 及圖 4.7。

由表 4.7 及圖 4.6 可看出當配銷中心配送至轉運站之平均停站成本(σ_1)增加時，平均運輸成本呈些微增加，但平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本、配送週期與規模皆無變化；其原因如同前述分析，因 S 公司自配銷中心至各轉運站之配送量乃由過去經驗值決定，為外生變數，故停站成本增加時之每單位商品所攤提之運輸成本增加，並影響平均運銷成本等額增加，但此影響並不顯著，因此未造成網路購物需求量減少，如圖 4.6 可看出其平均運銷成本及配送週期並無明顯變化。

同理，由表 4.8 及圖 4.7 可觀察當轉運站配送至各消費點之平均停站成本(σ_2)增加時，每單位商品之平均運輸成本增加，但增加程度並不致影響需求量減少，因而商品配送週期並無變化，故平均存貨成本、平均營運成本及配送規模皆未改變，由圖 4.7 可看出平均運銷成本隨平均運輸成本呈等額增加，但商品之配送週期則無變化。

此外，因為於配送點卸貨之平均停留成本佔總成本比例較小，故轉運站配送範圍之界定並不受此因素影響，其最主要之影響因素乃以各分區需求強度及鄰近分區需求型態為主，故北部地區因需求較高而具較強之規模經濟效果，在商品之配送週期及單位商品之平均運銷成本方面皆具有優勢，能提供顧客較快且成本較低之配送服務。

表 4.7 配銷中心配送至各轉運站之平均停留成本(σ_1)變動之敏感度分析

	台北	台中	高雄
112.350	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義市、屏東縣		
	配送範圍	高雄縣市、台南縣	
	平均運銷成本(元)	465.89	631.30
	平均運輸成本(元)	219.28	280.39
	平均存貨成本(元)	160.62	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.11
168.525	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義市、屏東縣		
	配送範圍	高雄縣市、台南縣	
	平均運銷成本(元)	467.76	633.17
	平均運輸成本(元)	221.16	282.27
	平均存貨成本(元)	160.62	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.11
224.700	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義市、屏東縣		
	配送範圍	高雄縣市、台南縣	
	平均運銷成本(元)	469.64	635.05
	平均運輸成本(元)	223.03	284.14
	平均存貨成本(元)	160.62	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.11
280.875	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義市、屏東縣		
	配送範圍	高雄縣市、台南縣	
	平均運銷成本(元)	471.51	636.92
	平均運輸成本(元)	224.90	286.01
	平均存貨成本(元)	160.62	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.11
337.050	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義市、屏東縣		
	配送範圍	高雄縣市、台南縣	
	平均運銷成本(元)	473.38	638.79
	平均運輸成本(元)	226.77	287.88
	平均存貨成本(元)	160.62	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.11
系統總運銷成本(元)			
23,447.00			
23,525.00			
23,604.00			
23,683.00			
23,762.00			

表 4.8 轉運站配送至各消費點之平均停留成本(σ_2)變動之敏感度分析

	台北	台中	高雄
26.70	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣		
	高雄縣市、台南縣市、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	442.94	614.62
	平均運輸成本(元)	196.33	262.73
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
40.05	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣		
	高雄縣市、台南縣市、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	456.29	627.97
	平均運輸成本(元)	209.68	276.08
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
53.40	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣		
	高雄縣市、台南縣市、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	469.64	641.32
	平均運輸成本(元)	223.03	289.43
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
66.75	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣		
	高雄縣市、台南縣市、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	482.99	654.67
	平均運輸成本(元)	236.38	302.78
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
80.10	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市		
	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣		
	高雄縣市、台南縣市、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	496.34	668.02
	平均運輸成本(元)	249.73	316.13
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20

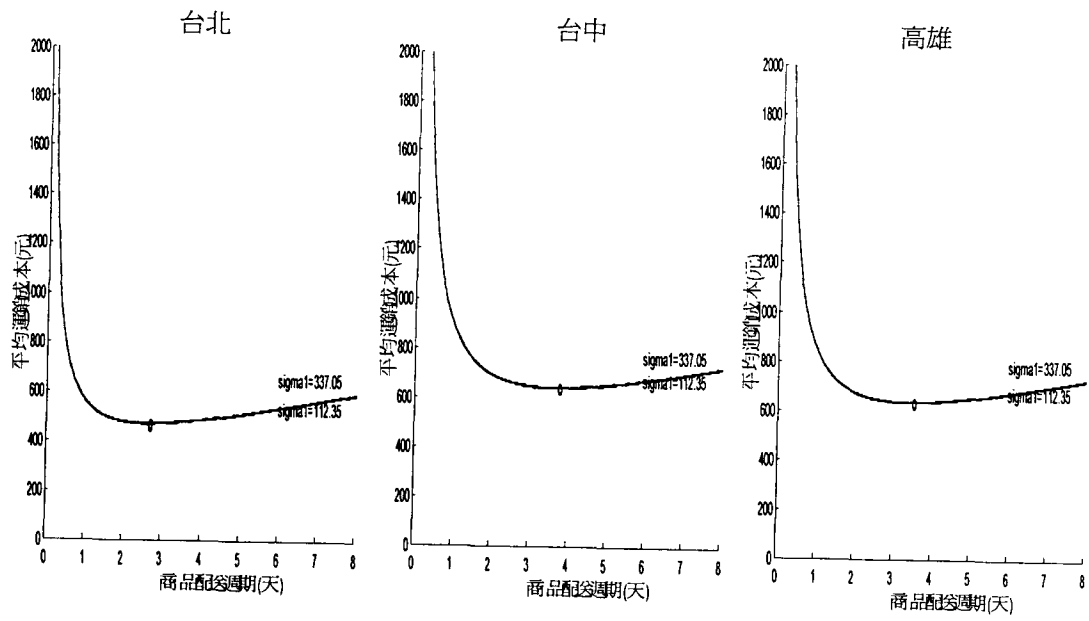


圖 4.6 配銷中心配送至各轉運站之平均停留成本(σ_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

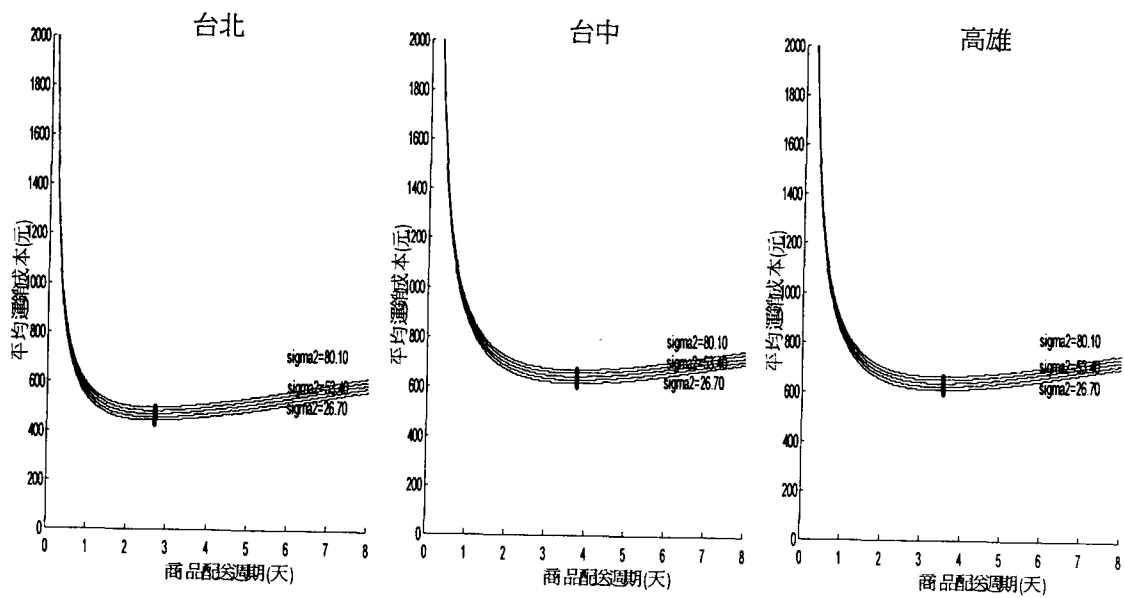


圖 4.7 轉運站配送至各消費點之平均停留成本(σ_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

(3) 單位距離之運輸費率(δ)

單位距離之運輸費率乃配送車輛每單位距離所耗費之運輸成本，主要可以單位距離之耗油程度予以推算，由於配銷中心配送至轉運站主要行經國道，行車較為順暢且車輛容量較大，故單位距離運輸費率較低，起始分析中設定為每公里每商品之運輸成本(δ_1)為 1.88 元，轉運站配送至各消費點主要行經省道及市區道路，故其單位距離運輸費率較高，起始值設為每公里每商品之運輸成本(δ_2)為 2.26 元。以下將進一步探討其增加 2 至 5 倍時對配送策略及運銷成本之影響，將此結果整理如表 4.9 及表 4.10；並將單位距離之運輸費率與配送週期、平均運銷成本之關係繪製如圖 4.8 及圖 4.9，並加以探討其實質意義。

在表 4.9 及圖 4.8 中，當配銷中心派車配送至轉運站之單位運輸成本(δ_1)增加時，台中與高雄兩轉運站平均運輸成本皆呈些微遞增，但平均存貨成本、平均營運成本、配送週期與規模皆無變化；其原因已如之前分析，因 S 公司自配銷中心至各轉運站之配送量乃外生變數，故單位距離運輸費率增加時之每單位商品所攤提之運輸成本增加，且影響平均運銷成本等額增加，唯其額度甚小，因此未造成網路購物需求量減少，圖 4.9 中亦可看出平均運銷成本曲線及最適配送週期並無顯著變化。至於台北轉運站之平均運輸成本並未改變，乃因該轉運站即為 S 公司之配銷中心，配銷中心至轉運站距離為零，故當單位距離之運輸費率增加時，並不會增加運輸成本。

由表 4.10 及圖 4.9 可觀察當轉運站派車配送至消費點之單位距離運輸費率(δ_2)增加時，平均運輸成本與平均存貨成本皆增加，造成平均運銷成本曲線呈上移趨勢，且最適配送週期亦隨之延長、消費者每日網路購物商品需求量呈些許遞減現象，但影響程度不大；此乃因當轉運站發車之單位距離運輸費率增加時，將直接使平均運輸成本增加，故須延長配送週期累積更多之商品配送量以攤提每商品之單位運輸成本，因此削弱了消費者對網路購物之偏好，消費者每日需求量之降低致使業者須再累積更多之商品需求量方可配送，因而再度使平均存貨成本及平均運銷成本增加，如此供需互動直至表 4.10 所得之均衡結果。另外，由表 4.10 亦可觀察出雖配送週期之延長降低了網路購物商品每日之需求量，但因所延長之配送週期較長，故累積之每次配送商品數量呈增加趨勢。最後，相同地，轉運站配送範圍之界定並不受此因素影響。

表 4.9 配銷中心派車配送之單位距離運輸費率(δ_1)變動之敏感度分析

δ_1	台北	台中	高雄
1.88	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	641.32
	平均運輸成本(元)	223.03	289.43
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89
	系統總運銷成本(元)	23,604.00	
3.76	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	649.90
	平均運輸成本(元)	223.03	298.01
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89
	系統總運銷成本(元)	23,919.00	
5.64	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	658.49
	平均運輸成本(元)	223.03	306.60
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89
	系統總運銷成本(元)	24,233.00	
7.52	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	665.29
	平均運輸成本(元)	223.03	311.06
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89
	系統總運銷成本(元)	24,598.00	
9.40	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	673.87
	平均運輸成本(元)	223.03	319.65
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89
	系統總運銷成本(元)	24,904.00	

表 4.10 轉運站派車配送之單位距離運輸費率(δ_2)變動之敏感度分析

δ_2	台北	台中	高雄
2.660	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	641.32
	平均運輸成本(元)	223.03	289.43
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89
	系統總運銷成本(元)	23,604.00	
4.520	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣
	平均運銷成本(元)	525.47	728.81
	平均運輸成本(元)	257.11	333.01
	平均存貨成本(元)	181.21	208.29
	平均營運成本(元)	82.14	182.50
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.26	4.29
	網路商品需求量(部/天)	7.21	2.57
	每次配送商品數量(部)	23.51	11.01
	系統總運銷成本(元)	31,113.00	
6.780	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣
	平均運銷成本(元)	574.51	787.86
	平均運輸成本(元)	287.98	372.91
	平均存貨成本(元)	198.40	224.65
	平均營運成本(元)	83.13	185.31
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.78	4.81
	網路商品需求量(部/天)	7.08	2.52
	每次配送商品數量(部)	26.78	12.13
	系統總運銷成本(元)	38,151.00	
9.040	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣
	平均運銷成本(元)	619.15	843.14
	平均運輸成本(元)	316.24	410.47
	平均存貨成本(元)	213.87	239.72
	平均營運成本(元)	84.04	187.95
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	4.25	5.29
	網路商品需求量(部/天)	6.97	2.48
	每次配送商品數量(部)	29.63	13.12
	系統總運銷成本(元)	45,007.00	
11.300	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣
	平均運銷成本(元)	660.67	895.54
	平均運輸成本(元)	343.14	446.97
	平均存貨成本(元)	227.65	253.20
	平均營運成本(元)	84.88	190.36
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	4.67	5.72
	網路商品需求量(部/天)	6.87	2.44
	每次配送商品數量(部)	32.09	13.98
	系統總運銷成本(元)	51,645.00	

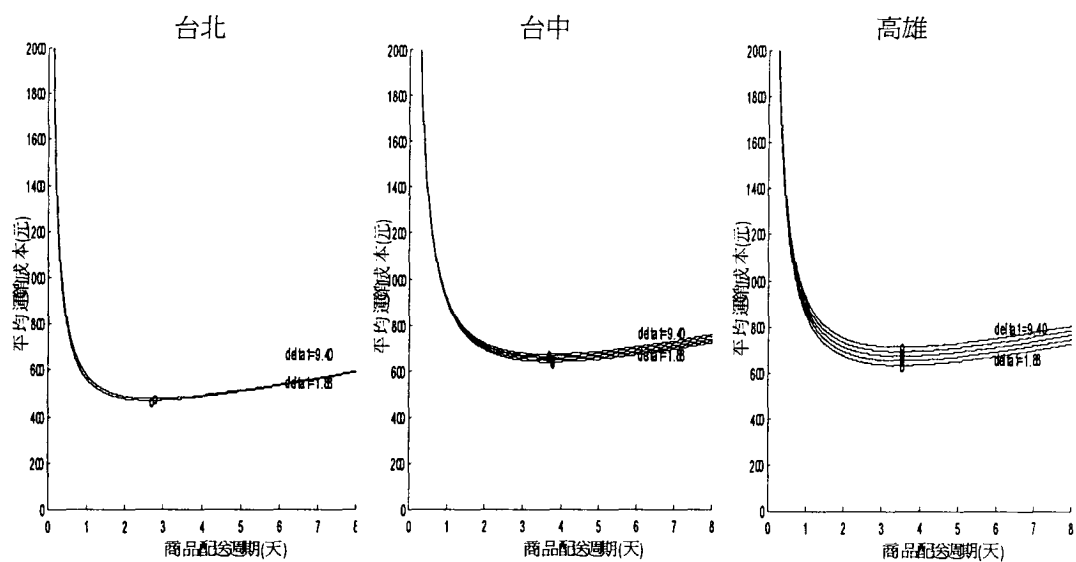


圖 4.8 配銷中心派車配送之單位距離運輸費率(δ_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

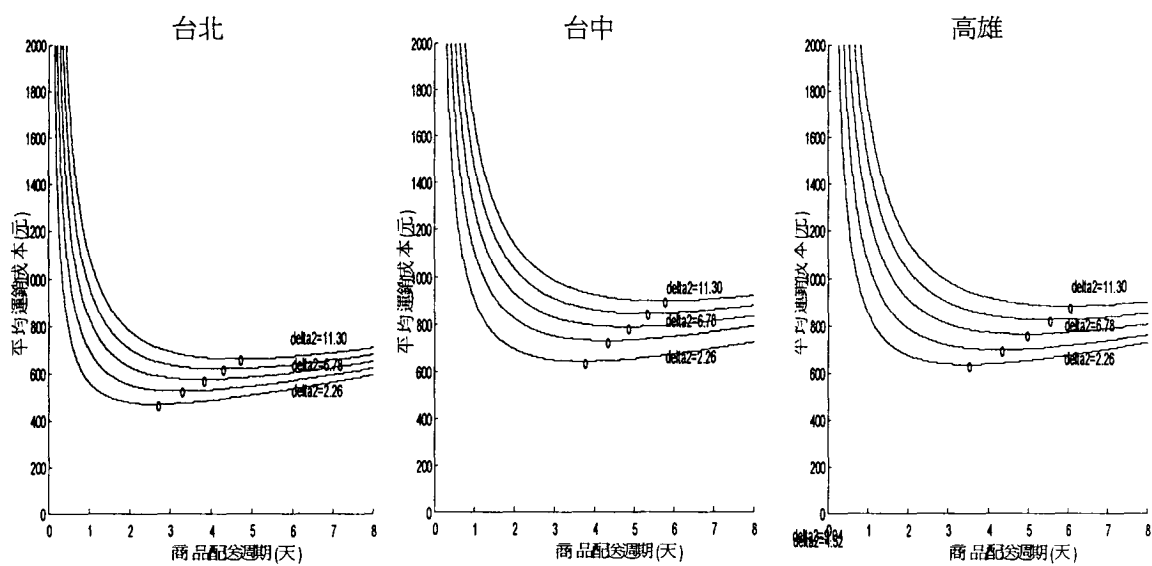


圖 4.9 轉運站派車配送之單位距離運輸費率(δ_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

(4) 存貨成本比例(R)

存貨成本比例主要與存貨儲置成本、商品貶值有關，當土地租金成本提高、科技進步使商品生命週期縮短而導致貶值時，商品之存貨成本比例將提升，本研究乃以個人電腦為分析產品，資訊產品推陳出新且日新月異，其存貨成本比例較一般產品為高，本研究對存貨成本比例之起始設定值為每天 0.2%，茲將進一步分析當存貨成本比例分別為 0.1%、0.15%、0.25%、0.30%時對企業配送策略及運銷成本之影響，將此結果彙整如表 4.11；並將存貨成本比例與配送週期、平均運銷成本之關係繪製如圖 4.10。

在表 4.11 及圖 4.10 中可發現，當存貨成本比例增加時，則平均運輸成本與平均存貨成本皆增加，造成平均運銷成本曲線呈上移趨勢，且最適商品配送週期亦隨之縮短、消費者每日網路購物商品需求量呈些許遞增現象；此乃因存貨成本比例增加時，平均存貨成本隨之增加，故廠商須縮短配送週期以降低存貨成本，進而造成配送週期內所累積之配送量減少；以量少但密集之方式進行商品配送，因而造成平均運輸成本提高。另一方面，因商品之取貨時間縮短而更刺激了消費者對網路購物之需求，進而再度影響企業運銷成本，如此供需互動直至表 4.11 所得之均衡結果。

由表 4.11 中可發現當存貨成本比例為 0.1%時之改變，苗栗縣原屬北區配送範圍，當存貨成本比例大於 0.1%時，苗栗縣即改屬中區配送範圍，反映當存貨成本比例較小時，將苗栗縣指派由規模經濟效果較大之台北轉運站配送之成本較小，而當存貨成本比例增加後，則將苗栗縣指派由距離較近之台中轉運站較佳，因可節省運送途中所產生之存貨成本。

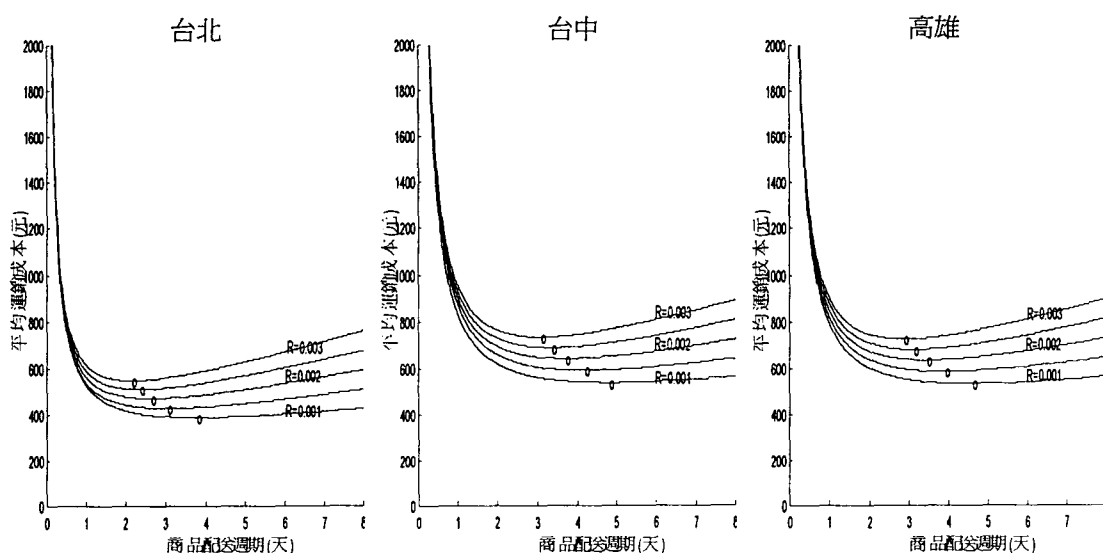


圖 4.10 存貨成本比例(R)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

表 4.11 存貨成本比例(R)變動之敏感度分析

R	台北	台中	高雄	
0.0010	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	387.50	536.39	531.96
	平均運輸成本(元)	200.18	252.27	252.99
	平均存貨成本(元)	100.68	114.00	113.43
	平均營運成本(元)	81.64	165.12	160.53
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.79	4.84	4.62
	網路商品需求量(部/天)	7.28	2.89	2.99
	每次配送商品數量(部)	27.58	13.98	13.80
	系統總運銷成本(元)	25,530.00		
0.0015	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	427.92	590.69	585.73
	平均運輸成本(元)	210.76	273.51	269.51
	平均存貨成本(元)	130.44	158.25	153.81
	平均營運成本(元)	81.73	153.93	157.41
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.04	4.22	3.93
	網路商品需求量(部/天)	7.26	3.14	3.06
	每次配送商品數量(部)	22.08	13.26	12.02
	系統總運銷成本(元)	24,327.00		
0.0020	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	641.32	635.05
	平均運輸成本(元)	223.03	289.43	284.14
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89	10.78
	系統總運銷成本(元)	23,604.00		
0.0025	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	508.62	688.60	681.29
	平均運輸成本(元)	233.61	303.79	297.25
	平均存貨成本(元)	189.51	229.54	225.09
	平均營運成本(元)	80.50	150.27	153.95
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.37	3.36	3.14
	網路商品需求量(部/天)	7.43	3.24	3.14
	每次配送商品數量(部)	17.61	10.87	9.87
	系統總運銷成本(元)	23,167.00		
0.0030	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	545.63	733.39	725.24
	平均運輸成本(元)	243.11	316.72	309.68
	平均存貨成本(元)	217.38	262.52	257.72
	平均營運成本(元)	80.14	149.14	152.83
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.17	3.09	2.88
	網路商品需求量(部/天)	7.48	3.27	3.17
	每次配送商品數量(部)	16.23	10.09	9.13
	系統總運銷成本(元)	22,880.00		

(5) 配送車輛之行駛速度(v_1 、 v_2)

配送車輛之行駛速度主要影響商品之運送時間，進而影響平均存貨成本，當車輛平均行駛速度愈高時，則平均存貨成本愈小；當平均行駛速度愈低時，則因延滯於運輸途中之時間愈長，故造成平均存貨成本愈高；本實例假設配銷中心配送至各轉運站主要行經國道，而轉運站配送至各消費者則多藉由省道與市區道路，其行駛速度有所差異，起始之平均行駛速率(v_1 、 v_2)分別設為每小時 60 公里及 50 公里。以下將進一步分析配送車輛之行駛速度分別為每小時 40 公里、50 公里、60 公里、70 公里、80 公里、90 公里時對企業配送策略及運銷成本之影響，並將配送車輛行駛速度與配送週期、平均運銷成本之關係繪製如圖 4.11 及圖 4.12。

由此兩圖可發現配送車輛之平均行駛速度對企業運銷成本及配送週期並無顯著影響，故不再將各成本細項詳細列表。

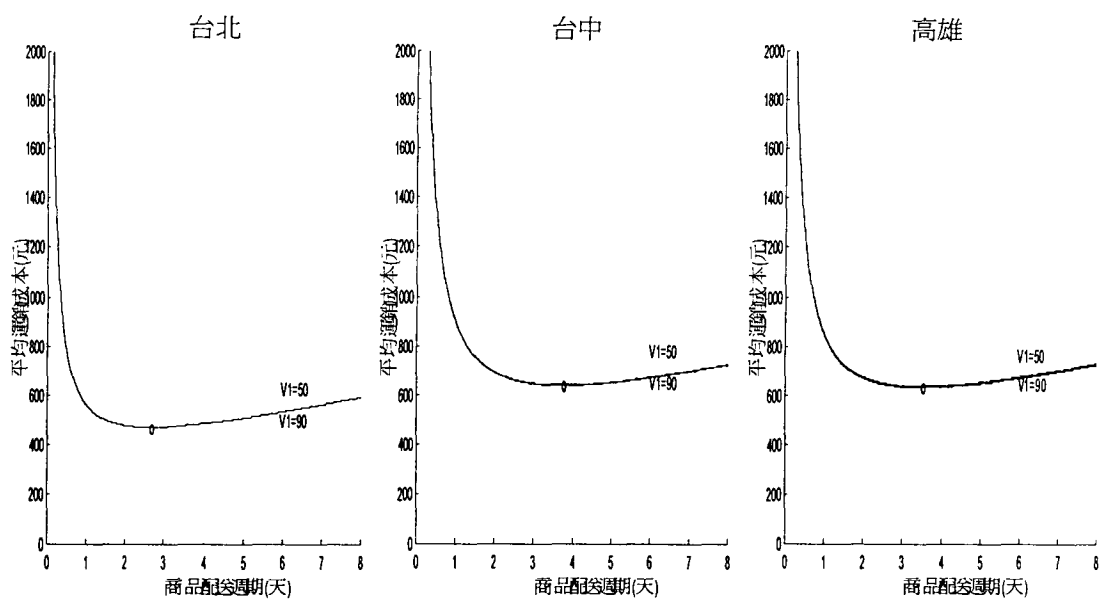


圖 4.11 配銷中心配送車輛行駛速度(v_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

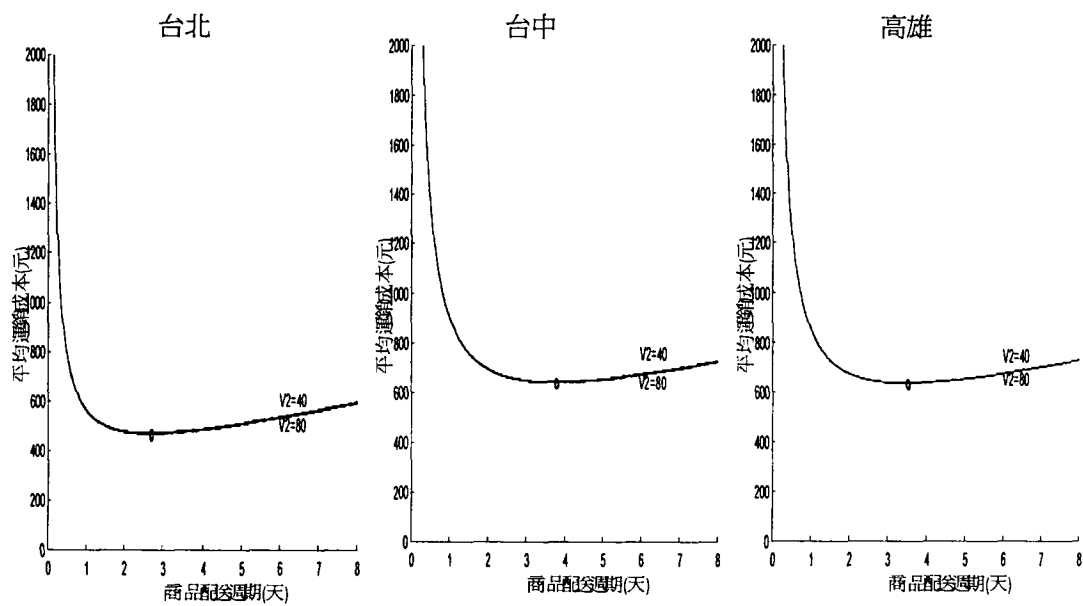


圖 4.12 轉運站配送車輛行駛速度(v_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

(6) 消費者至零售店之平均距離(R_i)

企業零售商店設置之分佈型態與密度將影響消費者至零售店之平均距離(R_i)，進一步影響消費者對網路購物之需求情形，且影響企業之運銷成本；各分區之消費者至零售店平均距離主要與該分區對電腦之需求強度、就業特性、所得水準等因素有關，以下將進一步探討各分區之消費者至零售店平均距離為初始值之 0.5 倍、0.75 倍、1.25 倍、1.5 倍時對配送策略及運銷成本之影響，將其與配送週期、平均運銷成本之關係繪製如圖 4.13。由此圖可發現消費者至零售店之平均距離對企業運銷成本及配送週期並不敏感，故不再將其成本細項詳細列表。

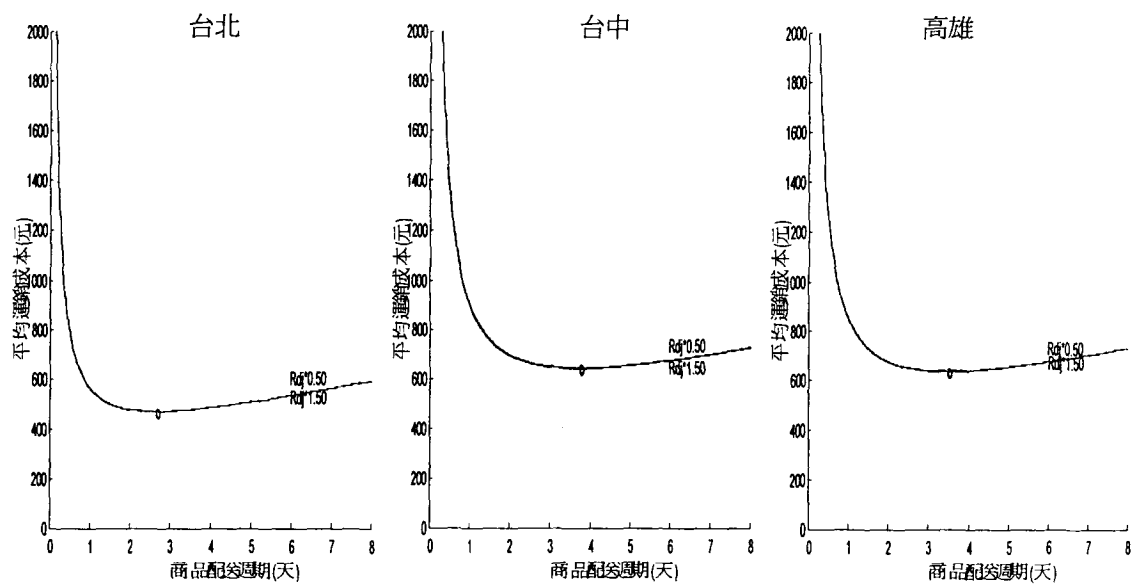


圖 4.13 消費者至零售店之平均距離(R_i)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

4.3.2 消費者需求特性之變動

本研究以單位時間內對特定商品需求量(Q_j)、上網人口比例(L_j)、消費者選擇網路購物機率(P_j^T)三者乘積估算單位時間內消費者對網路商品之需求(D_j^T)。其中消費者選擇網路購物機率(P_j^T)之影響因素主要包括消費者對商品之取貨時間、傳統購物與網路購物之相對價格、消費者居住區位距零售商店之平均旅行時間，其參數分別為 a_1 、 a_2 、 a_3 ，以反映消費者對不同供給特性之重視程度。此些需求特性之改變可能影響企業相關之運銷成本及配送策略，茲將詳細分析如后：

(1)商品取貨時間參數(a_1)

「消費者之商品取貨時間」參數值(a_1)可反映消費者具不同之商品送達時間要求，當此參數值愈大時則表示消費者對商品送達時間之重視程度愈高。在其他參變數不變之情況下，若此參數值增高，則消費者選擇網路購物之意願降低，傾向至可直接取得商品之零售商店購物。需求函數中商品取貨時間參數之初始設定值為 0.087，本研究進一步探討當商品取貨時間參數值提升 2 至 5 倍時之影響，結果如表 4.12 所示，並將商品取貨時間參數變動下之平均運銷成本與配送週期關係繪製如圖 4.14。由圖 4.14 中可知隨商品取貨時間參數值增加，平均運銷成本曲線上移，亦即當消費者愈重視商品之送達時間，則平均運銷成本提高。此外，由圖中亦可得知平均運銷成本之最低點隨商品取貨時間參數遞增而左移，即當消費者愈重視商品取貨時間時，則企業將採較短之配送週期以滿足消費者要求。綜合言之，在其他參數值不變情況下，商品取貨時間參數之提升，將使消費者線上購物意願降低而減少網路購物需求量，故企業傾向降低送貨週期以避免網路購物量降低，但此策略亦同時使企業運銷成本增加，且由表 4.12 可發現每日次網路購物商品需求量仍呈些微下降之趨勢，反映消費者之商品送達時間重視程度對運銷成本之影響效果甚於對企業縮短配送週期之影響效果，顯示消費者對商品送達時間要求此項需求特性對網路購物商品配送策略之影響頗大。

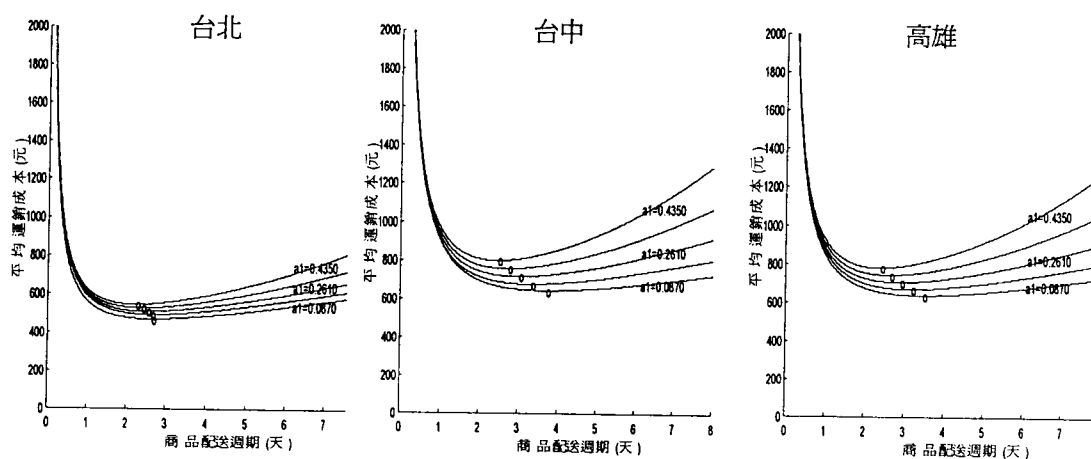


圖 4.14 商品取貨時間參數(a_1)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

表 4.12 商品取貨時間參數值(a_1)變動之敏感度分析

a1		台北	台中	高雄
0.087	配送範圍	台北縣及基隆市、台北 市、宜蘭縣、桃園縣、新 竹縣市	台中縣市、彰化縣、 雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏 東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	641.32	635.05
	平均運輸成本(元)	223.03	289.43	284.14
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89	10.78
	系統總運銷成本(元)	23,604.00		
0.174	配送範圍	台北縣及基隆市、台北 市、宜蘭縣、桃園縣、新 竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、 雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏 東縣
	平均運銷成本(元)	492.52	675.50	667.80
	平均運輸成本(元)	241.01	317.15	313.10
	平均存貨成本(元)	162.03	179.33	180.86
	平均營運成本(元)	84.48	174.02	168.84
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.63	3.32	3.18
	網路商品需求量(部/天)	6.92	2.71	2.81
	每次配送商品數量(部)	18.20	9.01	8.95
	系統總運銷成本(元)	21,024.00		
0.261	配送範圍	台北縣及基隆市、台北 市、宜蘭縣、桃園縣、新 竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、 雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏 東縣
	平均運銷成本(元)	508.57	714.23	703.01
	平均運輸成本(元)	256.91	353.13	345.30
	平均存貨成本(元)	157.41	169.12	171.67
	平均營運成本(元)	89.24	186.98	181.05
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.51	3.01	2.90
	網路商品需求量(部/天)	6.39	2.50	2.59
	每次配送商品數量(部)	16.04	7.51	7.51
	系統總運銷成本(元)	18,806.00		
0.384	配送範圍	台北縣及基隆市、台北 市、宜蘭縣、桃園縣、新 竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、 雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏 東縣
	平均運銷成本(元)	525.96	754.88	739.98
	平均運輸成本(元)	274.53	391.67	380.09
	平均存貨成本(元)	152.60	159.98	163.21
	平均營運成本(元)	93.83	198.22	191.68
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.38	2.73	2.64
	網路商品需求量(部/天)	5.96	2.33	2.42
	每次配送商品數量(部)	14.18	6.37	6.40
	系統總運銷成本(元)	16,996.00		
0.435	配送範圍	台北縣及基隆市、台北 市、宜蘭縣、桃園縣、新 竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、 雲林縣、嘉義縣市	高雄縣市、台南縣市、屏 東縣
	平均運銷成本(元)	544.52	796.84	778.18
	平均運輸成本(元)	293.91	432.26	416.56
	平均存貨成本(元)	147.59	151.88	155.78
	平均營運成本(元)	98.01	207.70	200.84
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.24	2.48	2.41
	網路商品需求量(部/天)	5.61	2.21	2.30
	每次配送商品數量(部)	12.56	5.48	5.53
	系統總運銷成本(元)	15,512.00		

(2) 網路購物與傳統購物之相對價格參數(a_2)

「網路購物與傳統購物之相對價格」參數值(a_2)可反映消費者對網路購物之價格彈性，當此參數值愈大時，反映消費者對商品支付價格高低之感受程度愈強烈，即其對網路購物商品之價格彈性愈大。影響此參數值變動之原因包括消費者之社經特性、所得水準等，相對價格參數值(a_2)初始值設為 1.34，本研究將進一步探討網路購物與傳統購物之相對價格參數值(a_2)較初始值增加 1.25 倍、1.5 倍、1.75 倍、2 倍時之影響，結果如表 4.13 所示，並將相對價格參數變動下之平均運銷成本與配送週期關係繪製如圖 4.15。

由表 4.13 及圖 4.15 中可知隨相對價格參數值增加時，平均運輸成本、平均存貨成本、平均運銷成本及配送週期皆遞增，但網路商品之需求量卻為遞減。亦即當消費者對商品價格彈性愈高時，其選擇網路購物之意願降低，故廠商須延長配送週期以在較長時間內累積商品送量，因而造成平均存貨成本增加，並進一步使平均運銷成本增加。

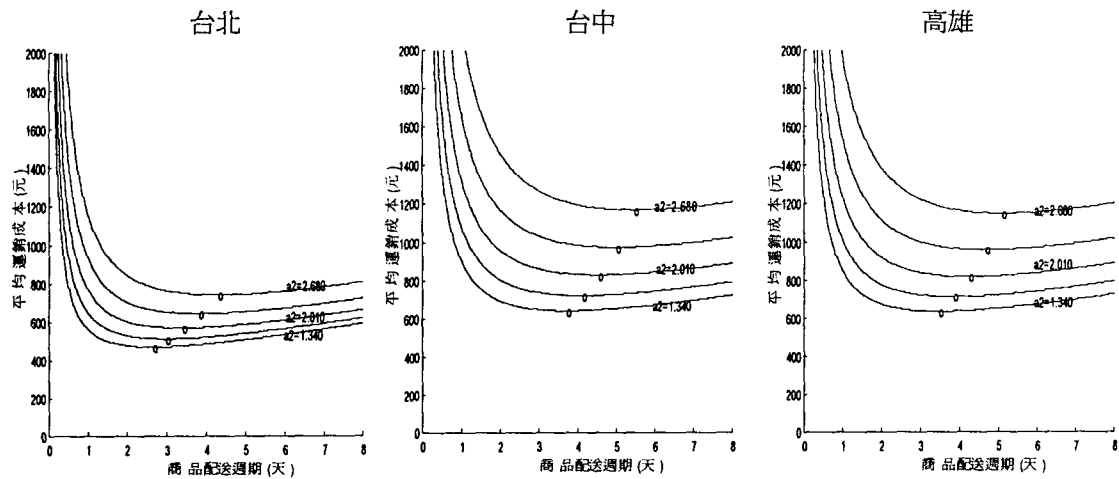


圖 4.15 相對價格參數(a_2)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

表 4.13 相對價格參數(a_2)變動之敏感度分析

a2	台北	台中	高雄
1.340	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	641.32
	平均運輸成本(元)	223.03	289.43
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10
	平均營運成本(元)	80.99	151.79
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89
	系統總運銷成本(元)	23,604.00	
1.675	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	512.54	721.79
	平均運輸成本(元)	239.37	318.71
	平均存貨成本(元)	170.10	206.31
	平均營運成本(元)	98.07	191.77
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.99	4.12
	網路商品需求量(部/天)	5.60	2.42
	每次配送商品數量(部)	16.75	9.98
	系統總運銷成本(元)	22,250.00	
2.010	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	568.98	829.50
	平均運輸成本(元)	260.93	357.69
	平均存貨成本(元)	180.82	218.46
	平均營運成本(元)	122.23	248.35
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.38	4.55
	網路商品需求量(部/天)	4.19	1.80
	每次配送商品數量(部)	14.15	8.21
	系統總運銷成本(元)	20,975.00	
2.345	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	643.42	974.32
	平均運輸成本(元)	288.79	409.61
	平均存貨成本(元)	193.13	231.29
	平均營運成本(元)	156.50	328.42
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	3.82	5.00
	網路商品需求量(部/天)	3.08	1.33
	每次配送商品數量(部)	11.77	6.63
	系統總運銷成本(元)	19,827.00	
2.680	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	742.08	1,170.00
	平均運輸成本(元)	325.56	478.86
	平均存貨成本(元)	206.43	244.50
	平均營運成本(元)	205.09	441.64
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	4.29	5.46
	網路商品需求量(部/天)	2.24	0.96
	每次配送商品數量(部)	9.62	5.26
	系統總運銷成本(元)	18,824.00	

(3) 至零售店旅行時間參數(a_3)

至零售店之旅行時間參數(a_3)反映消費者對旅行至商店實體旅運時間之重視程度，此參數值增加之原因包括個體時間價值提高、都市交通日益惡化等，本研究設定零售店旅行時間參數(a_3)初始值為 0.005，本研究將進一步探討該值為 0.405、0.805、1.205、1.605 時之影響，將至零售店旅行時間參數(a_3)變動下之平均運銷成本與配送週期關係繪製如圖 4.16。由圖 4.16 中可發現至零售店旅行時間參數(a_3)對企業運銷成本及配送週期並無明顯影響，故不再將各成本細項詳細列表。

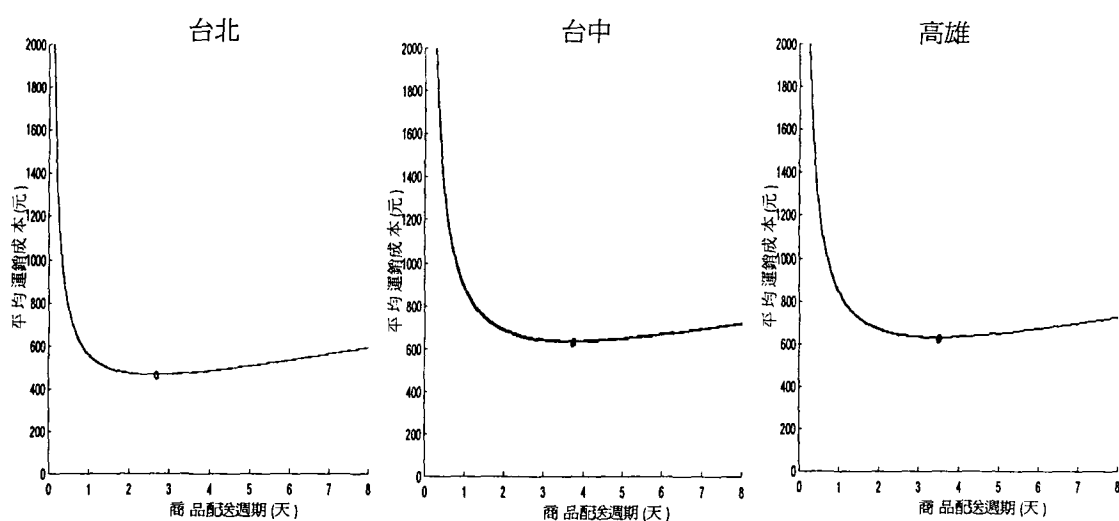


圖 4.16 至零售店旅行時間參數變動下之平均運銷成本與配送週期關係

(4) 消費者至零售店旅行速度(v_3)

消費者至零售店之旅行時間速度(v_3)可能受運輸供給技術之影響。由於消費者至零售店多行經市區道路，本研究設定其初始值為每小時 40 公里，本研究將進一步探討該值為每小時 30 公里、40 公里、50 公里、60 公里、70 公里時之影響，將至零售店旅行速度參數(v_3)變動下之平均運銷成本與配送週期關係繪製如圖 4.17。由圖 4.17 中可發現消費者至零售店旅行時間速度(v_3)對企業運銷成本及配送週期並不敏感，故不再將各成本細項詳細列表。

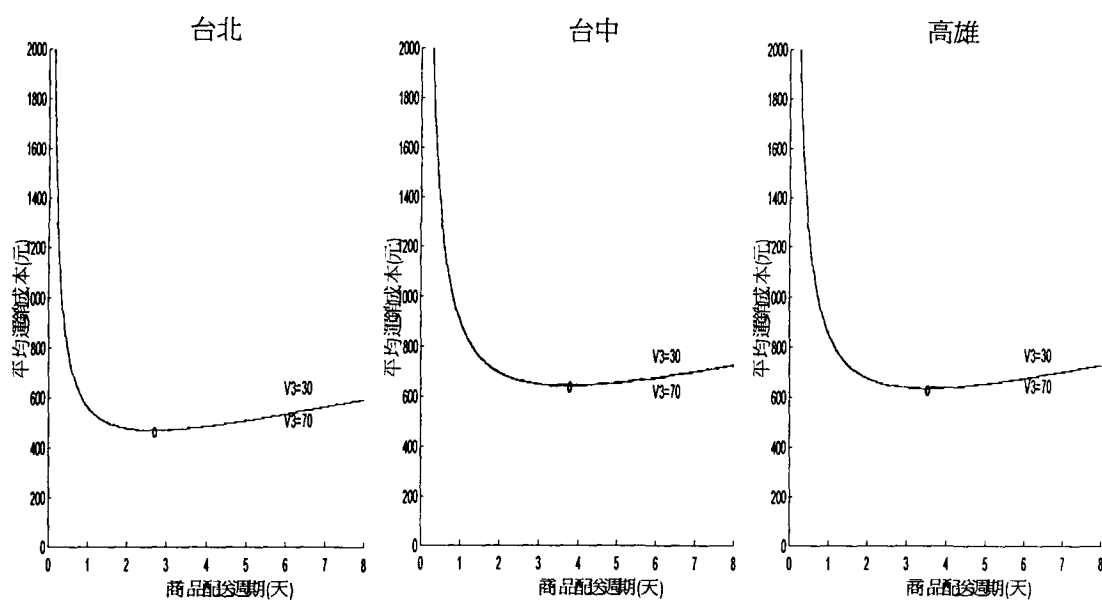


圖 4.17 消費者至零售店旅行速度(a_3)變動之平均運銷成本與配送週期關係

(5) 各分區上網人口比例(L_j)

近年來網際網路蓬勃發展，由於政府大力推動網際網路相關之建設與應用，一般民眾逐漸認知應用網際網路提高工作效率、傳遞與搜尋資訊、休閒娛樂及降低成本等好處，根據經濟部技術處委託資策會推廣服務處執行之 NII 應用推動計畫所進行之調查，整合國內網際網路服務業者(ISP)所回報數據之統計結果，截至 88 年 1 月底止，台灣地區網際網路使用人口已突破 300 萬人，提前達成三年三百萬上網人口之目標。本實例中各分區之上網人口比例初設值如表 4.2 所示，茲進一步探討總體上網比例提升為 1.1 倍、1.2 倍、1.3 倍、1.4 倍、1.5 倍時之影響，結果如表 4.14 所示，並將上網人口比例變動下之平均運銷成本與配送週期關係繪製如圖 4.18。

由表 4.14 及圖 4.18 中可知隨著上網人口比例增加時，則平均運輸成本、平均存貨成本、平均運銷成本及商品配送週期皆遞減，而網路商品之需求量皆為之遞增。亦即當消費者之上網人口比例愈高時，則選擇網路購物商品之意願提升，故廠商可在較短時間內累積足夠之配送商品量，因而造成平均存貨成本降低，進一步使平均運銷成本下降。

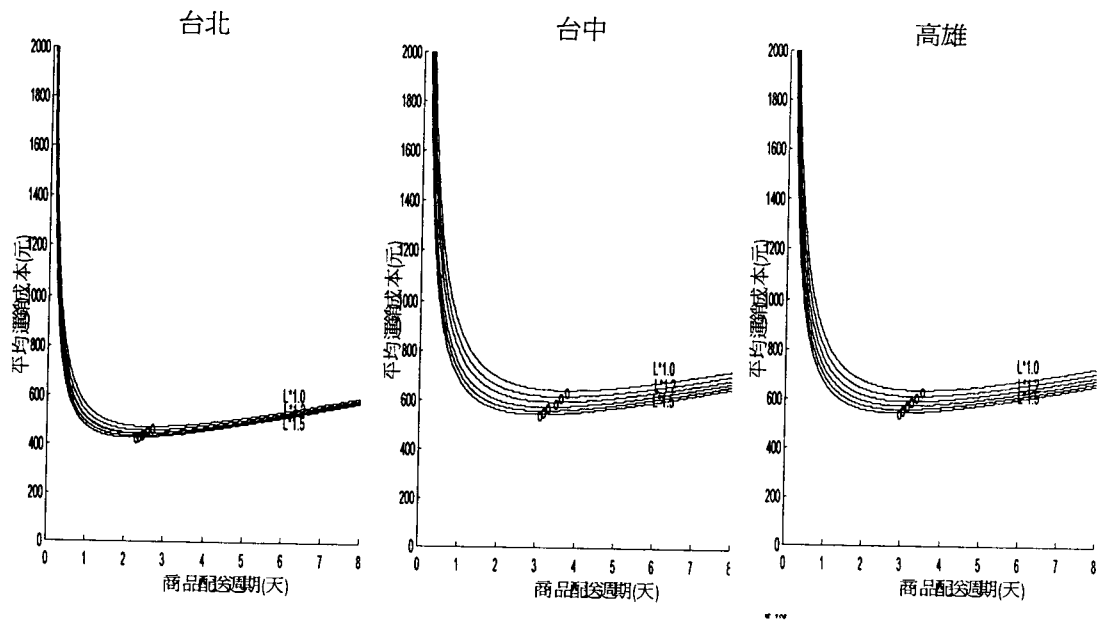


圖 4.18 各分區上網人口比例(L_j)變動下之平均運銷成本與配送週期關係

表 4.14 各分區上網人口比例(L_j)變動之敏感度分析

		台北	台中	高雄
L _j	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	469.64	641.32	635.05
	平均運輸成本(元)	223.03	289.43	284.14
	平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
	平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
	網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
	每次配送商品數量(部)	19.44	11.89	10.78
	系統總運銷成本(元)	23,604.00		
L _j *1.1	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	456.03	616.31	610.72
	平均運輸成本(元)	217.77	280.58	276.03
	平均存貨成本(元)	157.42	190.90	186.56
	平均營運成本(元)	75.85	139.83	143.12
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.52	3.57	3.33
	網路商品需求量(部/天)	8.13	3.53	3.43
	每次配送商品數量(部)	20.49	12.62	11.44
	系統總運銷成本(元)	24,108.00		
L _j *1.2	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	444.45	595.12	590.12
	平均運輸成本(元)	213.39	273.24	269.29
	平均存貨成本(元)	154.48	186.97	182.87
	平均營運成本(元)	71.59	129.91	132.95
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.41	3.43	3.20
	網路商品需求量(部/天)	8.90	3.87	3.76
	每次配送商品數量(部)	21.46	13.29	12.04
	系統總運銷成本(元)	24,553.00		
L _j *1.3	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	442.33	574.02	572.42
	平均運輸成本(元)	213.22	262.73	263.58
	平均存貨成本(元)	157.12	178.78	179.47
	平均營運成本(元)	67.00	127.51	124.38
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.39	3.24	3.08
	網路商品需求量(部/天)	9.92	3.97	4.09
	每次配送商品數量(部)	23.70	12.85	12.61
	系統總運銷成本(元)	25,080.00		
L _j *1.4	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	433.48	557.92	557.04
	平均運輸成本(元)	209.70	257.26	258.26
	平均存貨成本(元)	154.78	175.70	176.68
	平均營運成本(元)	64.00	119.96	117.09
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.30	3.13	2.98
	網路商品需求量(部/天)	10.71	4.29	4.42
	每次配送商品數量(部)	24.64	13.42	13.18
	系統總運銷成本(元)	25,512.00		
L _j *1.5	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣	台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
	平均運銷成本(元)	425.67	543.77	543.52
	平均運輸成本(元)	206.88	252.41	253.52
	平均存貨成本(元)	152.38	172.91	174.19
	平均營運成本(元)	61.41	113.45	110.81
	平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
	最適配送週期(天)	2.21	3.03	2.89
	網路商品需求量(部/天)	11.51	4.61	4.75
	每次配送商品數量(部)	25.44	13.97	13.74
	系統總運銷成本(元)	25,893.00		

(6) 各分區單位時間對特定商品之需求率(Q_j)

本實例中藉由國內個人電腦銷售之歷史資料及 S 公司之市場佔有率，推估消費者每日對 S 公司個人電腦之需求量為 448 台，並透過各分區零售點分佈型態而設定各分區單位時間內對 S 公司個人電腦之需求情形，已如表 4.2 所列。隨著資訊化社會的快速成展，消費者對電腦之需求正快速發展，茲將因應此趨勢，進一步探討消費者對電腦需求率總體提升 2~5 倍時之影響，結果如表 4.15 所示，並將其變動下之平均運銷成本與配送週期關係繪製如圖 4.19。

由表 4.15 及圖 4.19 中可知隨各分區單位時間對特定商品需求率增加時，則平均運輸成本、平均存貨成本、平均運銷成本及商品配送週期皆遞減，而網路商品之需求量遞增。亦即當各分區單位時間對特定商品需求率愈高時，消費者對網路購物之需求量增加，故廠商可在較短時間內累積足夠之商品配送量，因而造成平均存貨成本降低，進一步使平均運銷成本下降。

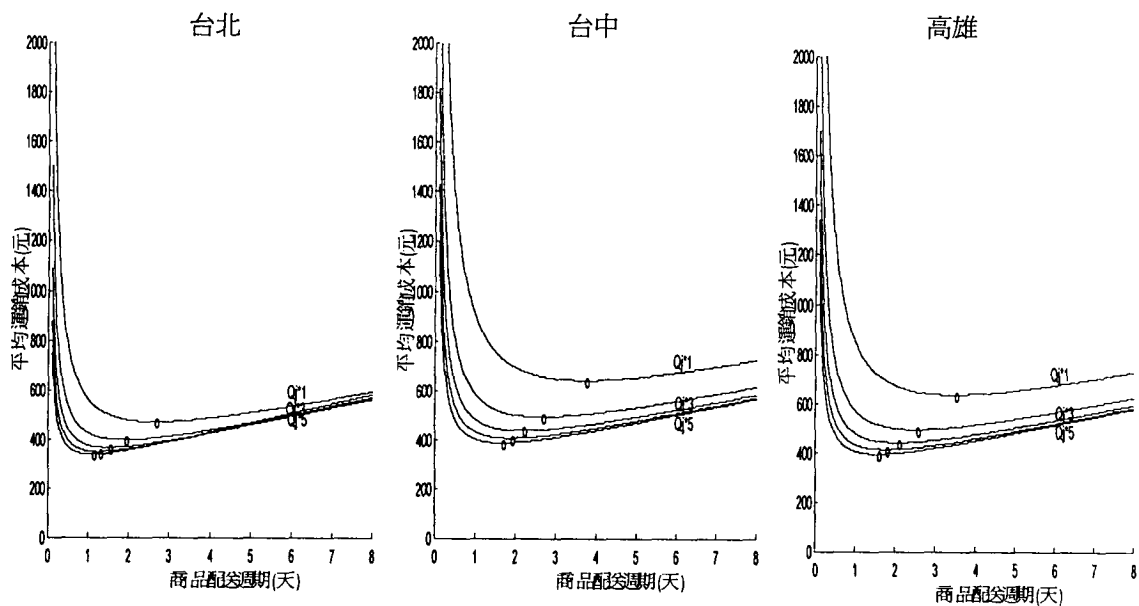


圖 4.19 各分區單位時間對特定商品之需求率變動下之平均運銷成本與配送週期關係

表 4.15 各分區單位時間對特定商品需求率變動之敏感度分析

Q	Q _i	台北			台中			高雄		
		台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣			台中縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣			高雄縣、台南縣、屏東縣		
Q ₁	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣			台中縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣			高雄縣、台南縣、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	469.64			641.32			635.05		
	平均運輸成本(元)	223.03			289.43			284.14		
	平均存貨成本(元)	160.62			195.10			190.53		
	平均營運成本(元)	80.99			151.79			155.38		
	平均退貨成本(元)	5.00			5.00			5.00		
	最適配送週期(天)	2.64			3.72			3.47		
	網路商品需求量(部/天)	7.36			3.20			3.11		
	每次配送商品數量(部)	19.44			11.89			10.78		
	系統總運銷成本(元)				23,604.00					
Q ₂	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣			台中縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣			高雄縣、台南縣、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	397.11			492.48			494.51		
	平均運輸成本(元)	195.39			234.38			236.55		
	平均存貨成本(元)	144.27			162.19			163.98		
	平均營運成本(元)	52.45			90.90			88.99		
	平均退貨成本(元)	5.00			5.00			5.00		
	最適配送週期(天)	1.89			2.64			2.52		
	網路商品需求量(部/天)	15.52			6.23			6.42		
	每次配送商品數量(部)	29.33			16.44			16.17		
	系統總運銷成本(元)				27,740.00					
Q ₃	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣			台中縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣			高雄縣、台南縣、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	365.92			437.19			441.71		
	平均運輸成本(元)	182.39			213.97			217.85		
	平均存貨成本(元)	134.89			149.42			151.30		
	平均營運成本(元)	43.63			68.81			67.56		
	平均退貨成本(元)	5.00			5.00			5.00		
	最適配送週期(天)	1.50			2.16			2.05		
	網路商品需求量(部/天)	23.58			9.49			9.78		
	每次配送商品數量(部)	35.37			20.50			20.05		
	系統總運銷成本(元)				30,763.00					
Q ₄	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣			台中縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣			高雄縣、台南縣、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	348.84			407.13			413.03		
	平均運輸成本(元)	175.12			202.45			207.22		
	平均存貨成本(元)	129.43			141.72			143.76		
	平均營運成本(元)	39.29			57.96			57.04		
	平均退貨成本(元)	5.00			5.00			5.00		
	最適配送週期(天)	1.26			1.86			1.76		
	網路商品需求量(部/天)	31.69			12.78			13.17		
	每次配送商品數量(部)	39.93			23.78			23.17		
	系統總運銷成本(元)				33,183.00					
Q ₅	配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣			台中縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣			高雄縣、台南縣、屏東縣		
	平均運銷成本(元)	337.92			387.90			394.68		
	平均運輸成本(元)	170.55			195.22			200.11		
	平均存貨成本(元)	125.66			136.16			138.76		
	平均營運成本(元)	36.71			51.51			50.81		
	平均退貨成本(元)	5.00			5.00			5.00		
	最適配送週期(天)	1.09			1.64			1.56		
	網路商品需求量(部/天)	39.84			16.10			16.57		
	每次配送商品數量(部)	43.42			26.40			25.85		
	系統總運銷成本(元)				35,117.00					

4.3.3 研究範圍不含需求量甚低之非都會分區

在本小節中將考慮影響轉運站配送範圍改變之情境，以實際敏感度分析探討影響各轉運站配送範圍決定之影響因素，並說明其可能造成之相關運銷策略與運銷成本改變，茲以研究範圍不含需求量甚低之非都會分區為例。

當轉運站須特別繞行配送某需求率甚低之非都會分區時，因為此分區身處偏遠地區且配送需求量不高，若其轉運站對此分區採與其他分區相同之配送週期，則須企業須支付較高之成本。以下將分析研究範圍內若包含屏東分區及不包含屏東分區時之影響，結果如表 4.16 所示，並將研究範圍內不含屏東分區時之平均運銷成本、平均存貨成本、平均營運成本與配送週期關係繪製如圖 4.20。

由表 4.16 可知，在研究範圍未包括屏東分區後，台北轉運站之配送範圍、規模、週期及運銷成本皆未改變，台中轉運站之配送範圍則減少了雲林縣及嘉義縣市，平均運輸成本、平均營運成本隨之增加，但平均存貨成本減少，最後，平均運銷成本增加、配送週期縮短、對網路商品需求率下降及配送規模亦降低。然高雄轉運站之配送範圍則增加了雲林縣及嘉義縣市，平均運輸成本、平均存貨成本、平均營運成本、平均運銷成本皆隨之降低，且配送週期縮短、網路商品商品需求率及配送規模皆有所提升。

由此可觀察出當不考慮屏東分區時，高雄轉運站之平均運銷成本降低，且因而配送範圍增加了雲林及嘉義縣市，因為如此將更可達規模經濟效果以降低平均運銷成本並縮短配送週期，使高雄轉運站可以較低之成本提供更廣之配送範圍更快之配送服務。另一方面，原配送雲林及嘉義縣市之台中轉運站，因配送範圍之縮小而使每次配送規模減少，致使單位商品所分攤之平均運銷成本增加，並且單位時間之網路商品需求量降低，主因除因服務範圍縮小隨之而來之需求量減少，亦受供需互動之影響，台中轉運站因配送範圍之減小而規模經濟效果減小，故不能似原本提供較快且較省成本之服務，因而刺激網路商品需求之誘因減少。

最後說明的是，雖然台中轉運站之平均運銷成本增加，但高雄轉運站之平均運銷成本之降低卻足以使最終之總運銷成本減小，故亦可看出在各轉運站配送範圍之決定，不僅考慮特定轉運站之平均運銷成本極小，亦須同時納入其他轉運站之考慮，即以整個系統最佳為決定各轉運站配送範圍之原則，方能達最小之總運銷成本。

表 4.16 研究範圍不含屏東分區之敏感度分析

	台北	台中	高雄
配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣	高雄縣市、台南縣市、屏東縣
平均運銷成本(元)	469.64	641.32	635.05
平均運輸成本(元)	223.03	289.43	284.14
平均存貨成本(元)	160.62	195.10	190.53
平均營運成本(元)	80.99	151.79	155.38
平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
最適配送週期(天)	2.64	3.72	3.47
網路商品需求量(部/天)	7.36	3.20	3.11
每次配送商品數量(部)	19.44	11.89	10.78
系統總運銷成本(元)	23,604.00		
配送範圍	台北縣及基隆市、台北市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣市	苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣	雲林縣、嘉義縣市、高雄縣市、台南縣市
平均運銷成本(元)	469.64	664.50	616.02
平均運輸成本(元)	223.03	290.40	281.99
平均存貨成本(元)	160.62	189.70	192.49
平均營運成本(元)	80.99	179.40	136.54
平均退貨成本(元)	5.00	5.00	5.00
最適配送週期(天)	2.64	3.70	3.43
網路商品需求量(部/天)	7.36	2.62	3.64
每次配送商品數量(部)	19.44	9.69	12.49
系統總運銷成本(元)	23261.00		

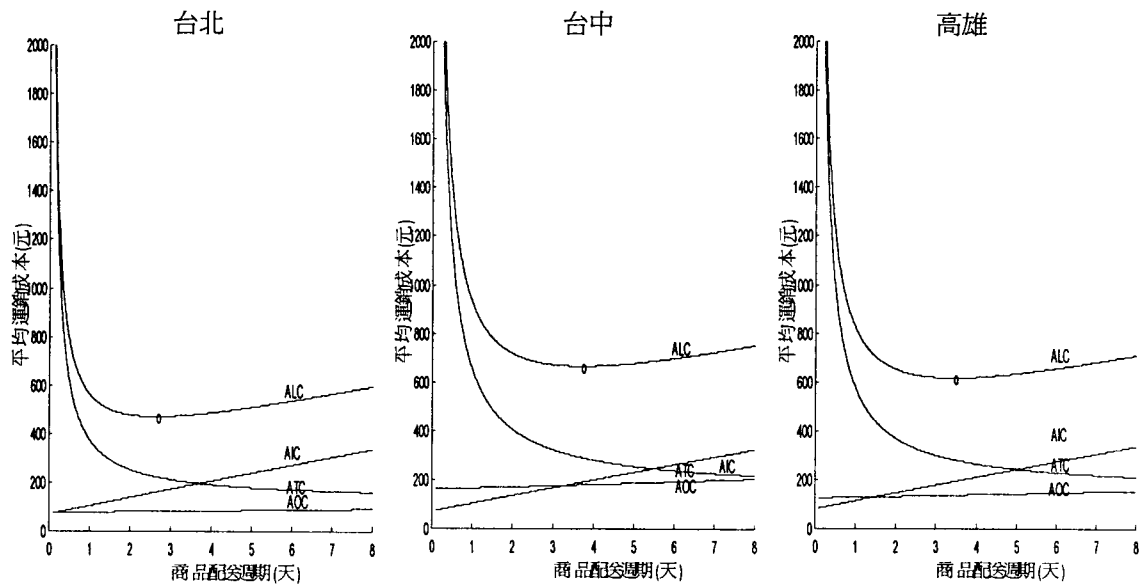


圖 4.20 研究範圍不含屏東分區之各轉運站運銷成本與配送週期關係圖

4.4 小結

本分析實例係以 S 公司之實際資料為主，但部份不易取得資料則輔以適當假設與推估。此外，並針對重要供需參變數及假設情境進行敏感度分析，以瞭解其對各轉運站之配送範圍、成本、週期及規模等影響。

在實例分析中可發現平均運輸成本與配送週期呈反比關係，乃因配送週期愈長則可累積更多商品，故每單位商品分攤之平均運輸成本降低。平均存貨成本與配送週期呈正比關係，乃因週期愈長則商品自生產完成至與消費者完成交易之時間愈長，故存貨成本隨之增加。此外，隨配送週期增加，消費者取貨延遲時間增加，進而使消費者需求量減少，故平均營運成本增加。各成本項加總後之平均運銷成本乃隨配送週期呈先減後增關係，其最低點即為最適配送週期。在各轉運站比較方面，台北轉運站配送週期最短且規模最大，乃因此範圍為高需求率、高所得、高人口密度地區，故可在較短週期內累積較大配送量，造成配送之規模經濟效果最大，故平均運銷成本亦最低。

在敏感度分析分面，對企業平均運銷成本及配送週期較敏感之參變數包括每部派車之固定成本(γ)、轉運站配送至各消費點之平均停留成本(σ_2)、轉運站派車配送之單位距離運輸費率(δ_2)、存貨成本比例(R)、消費者至零售店之平均距離(R_j)、單位時間內對特定商品需求量(Q_j)、上網人口比例(L_j)、消費者取貨時間之需求參數(a_1)、網路購物與傳統購物與之相對價格參數(a_2)，此些參變數值之變化可能影響企業相關之運銷成本及配送策略，但對決定轉運站配送範圍之影響則不甚明顯。另外，其餘參變數對企業運銷成本及相關配送策略則較不敏感，如：配銷中心配送至轉運站之平均停留成本(σ_1)、配銷中心派車配送之單位距離運輸費率(δ_1)、配送車輛之行駛速率(v_1 、 v_2)、消費者居住區位距零售商店之平均旅行時間的需求參數值(a_3)及消費者至零售商店之平均旅行速率(v_3)，反映其變化對企業配送策略及運銷成本並無明顯影響。

當轉運站須特別繞行配送某需求率甚低之非都會分區時之成本較高。當研究範圍未包括屏東分區時，高雄轉運站之平均運銷成本降低，並使配送範圍增加了雲林及嘉義縣市，因為如此將更可達規模經濟效果以降低平均運銷成本並縮短配送週期，使可以較低成本提供更廣配送範圍更快之配送服務。另一方面，台中轉運站因配送範圍縮小而使配送規模減少，致使平均運銷成本增加，並且單位時間之網路商品需求量降低，除因服務範圍縮小而造成需求量減少，亦受供需互動之影響，因配送範圍減小而規模經濟效果減小，故不能似原本提供較快且較省成本之服務，因而刺激網路購物需求之誘因減少。另外，雖然台中轉運站之平均運銷成本增加，但高雄轉運站平均運銷成本之降低卻足以使最終之總運銷成本降低，由此可看出各轉運站配送範圍之決定，不僅須考慮特定轉運站之平均運銷成本極

小，亦須同時納入其他轉運站之考慮，即以整個系統最佳為決定各轉運站配送範圍之原則，方能達最小之總運銷成本。

網路購物商品之配送乃直接針對消費者進行宅配，故對於商品送達家戶之時間可能會有較多時間窗限制之情況。本實例所決定轉運站台北、台中、高雄之配送週期分別為 2.64 天、3.72 天、3.47 天，且其每次配送時所需之運輸繞行時間為 0.5192 天、0.4284 天、0.2804 天，佔配送週期之比例頗小，故廠商可於週期時間範圍內調節發車時間以滿足消費者送達時間窗要求；因此，送貨時間受限於時間窗可為後續從事更細部派車作業研究之重要課題；本研究旨在決定各轉運站之配送範圍、規模及週期，屬於較上層之規劃決策，在本規劃階段界定各轉運站之配送範圍後，下兩章將針對特定轉運站之配送策略進行研擬探討。

第五章 差異化配送策略之模式構建

在之前章節決定各轉運站之配送範圍後，本章繼而探討特定轉運站在其服務範圍內之配送策略，即對不同消費族群研擬差異化之配送服務策略。本研究將藉需求函數中不同參數值反映不同消費族群具不同價格彈性及送達時間要求之需求特性，以解析性方法構建差異化配送策略之平均運銷成本函數，並以最大化企業利潤為目標式，供需互動之權衡取捨關係為限制式，構建數學規劃模式，決定差異化配送週期。5.1 節進行基本分析及假設說明；5.2 節將依據第三章平均運銷成本之構建考量為基礎，構建差異化配送服務之平均運銷成本；5.3 節建立供需互動數學模式以決定差異化配送週期。

5.1 基本分析與假設

在前兩章決定各轉運站之配送範圍後，本章繼而探討特定轉運站在其服務範圍內之配送策略。特定轉運站之均同配送策略係指以相同週期配送其所有服務分區或各類消費族群，並未考慮各分區或各消費族群需求特性之差異而有不同配送週期；然差異化配送策略係指轉運站對服務範圍內不同消費族群之配送週期不盡相同，須視消費者不同之價格彈性、商品送達時間要求等因素綜合考量後方決定。Daganzo(1985)曾提出差異化配送策略之概念，其指出若能適當地將配送需求點依其不同特性予以分群而採不同之配送服務，將可降低配送成本。因此，本章將對具不同商品送達時間要求與價格彈性之不同消費族群進行差異化配送策略之研擬，即對要求商品較快速送達之消費族群收取較高之運費，對僅支付較低運費之消費族群可能較晚送達，如此因應消費者之需求特性，進行差異化之送達服務及運費訂價，以提高企業利潤。

消費者對網路購物商品之支付價格包括商品原始價格及運費，其中商品原始價格並不因消費者不同而有不同訂價，但運費則可能會隨消費者送貨地點遠近、對商品送達時間之要求、商品種類、商品性質等因素而有所差異。不同消費族群對商品送達時間要求有所不同，進而影響其選擇網路購物之價格彈性，例如：所得水準較高或對送達時間要求較高之消費族群，選擇網路購物之價格彈性可能較低，對網路購物商品送達時間之要求遠超於對支付價格低廉之要求，因此可以忍受較高之運費價格，但亦要求廠商較快速地送達商品。相反地，若消費者之所得水準較低或對送達時間要求較低，則選擇網路購物商品之價格彈性可能較高，對網路購物商品支付價格低廉之要求大於商品快速送達時間之要求，因此容許廠商較慢送達商品但運費價格卻必須較低。

本研究所引用之需求函數主要考量變數包括消費者取貨時間、網路購物與傳統購物之相對價格比例、距零售商店之平均旅行時間；因此，不同消費族群具不同價格彈性之特性可藉需求函數之不同參數值加以反映：「消費者取貨時間」參數值(a_1)可反映不同消費族群對商品送達時間之要求程度，當此參數值愈大則表示對商品送達時間之重視程度愈高，即對商品送達時間要求愈高。「網路購物與傳統購物之相對價格」參數值(a_2)可反映不同消費族群對網路購物之價格彈性，當此參數值愈大則反映消費者對網路購物商品支付價格高低之感受程度愈強烈，即對網路購物商品之價格彈性愈大。

本研究依消費者之不同商品送達時間要求及價格彈性，將顧客分為 G 類消費族群，進行 G 種差異化之配送服務，且即使為相同消費族群，但因分區之不同而假設其對商品送達時間要求及價格彈性亦不同，以反映分區間之社經特性差異；將此假設以參數值 a_{1js} 、 a_{2js} 表示於需求函數中，以反映不同分區及不同消費族群具不同之商品送達時間要求參數及網路購物與傳統購物相對價格參數；其中下標 j 表示不同分區，下標 s 表示不同之消費族群， $j = 1, 2, 3, \dots, K$ ； $s = 1, 2, 3, \dots, G$ ， K 及 G 分別為轉運站配送分區數目及消費族群數目(因本章旨在針對特定轉運站進行差異化配送策略研擬，故將前面章節中表示轉運站之下標 i 省略，以求符號表達之簡潔)。此些相異參數值可依據各分區或各消費族群之所得水準、教育水準等因素而定。同時，本研究亦假設配送範圍內各分區 j 內之各消費族群在空間上皆呈均勻分佈，其分佈密度分別為 $\lambda_{j1}, \lambda_{j2}, \dots, \lambda_{js}, \dots, \lambda_{jG}$ ，且滿足 $\lambda_j = \sum_{s=1}^G \lambda_{js}$ 。

本研究擬針對不同消費族群訂定差異化配送策略，即對不同消費族群訂定不同之商品送達服務與運費費率；參考 Hall(1985)提出之差異化配送策略概念，假設研究範圍內不同消費族群乃以不同之配送頻次進行服務，但同一時點所須配送之消費族群則可被同一車隊進行服務，且各消費族群之差異化配送頻次乃依其不同之需求特性而由廠商訂定，即對於商品送達時間要求較高且願意支付較高運費之消費族群的配送頻次較密、配送週期較短；對商品送達時間要求較低但僅願支付較低運費之消費族群的配送週期較長。因此，本研究將構建在此差異化配送策略下之企業平均運銷成本，並以最大化企業利潤為目標式，供需互動之權衡取舍關係為限制式，構建數學規劃模式決定各消費族群之差異化配送週期。

5.2 差異化配送策略之平均運銷成本構建

本研究之差異化配送策略主要係針對不同消費族群採差異化之配送服務，假設轉運站之固定發車週期為 T ，但不同之消費族群乃以不同之配送頻次進行服務，但同一時點所須配送之消費族群則可被同一車隊進行服務，各消費族群之差異化配送頻次乃依其不同之需求特性而由廠商訂定，其主要考慮各消費族群對商品送達時間要求及願意支付運費費率而有不同配送頻次之制定。轉運站於固定週期發車，即分別在 $T, 2T, 3T, 4T, \dots$ 等時點發車，不同消費族群之配送週期則以 $T_s = f_s \cdot T$ 表示，其中 f_s 為消費族群 s 之配送週期比例，舉例而言，假設 $f_1 = 1, f_2 = 2, f_3 = 3$ ，則消費族群 1 之派車配送時點為 $T, 2T, 3T, 4T, \dots$ ，消費族群 2 之派車配送時點為 $2T, 4T, 6T, 8T, \dots$ ，消費族群 3 之派車配送時點為 $3T, 6T, 9T, \dots$ ，如圖 5.1 之示意。本研究假設各消費族群之配送週期比例 f_s 為已知，其由廠商考慮差異化配送服務所欲提供之各等級服務水準、市場競爭情形等條件而定。並以符號 $W_\ell = \ell T$ ， $\ell = 1, 2, 3, \dots$ 分別代表各個發車配送時點， $R_{W_\ell} = \{s | W_\ell = \phi T_s, \text{ where } \phi \in I^+ \text{ and } s \in SC\}$ 則代表時點 W_ℓ 所須配送之消費族群所組成之集合，其中集合 $SC = \{s | s = 1, 2, \dots, G\}$ 表示所有消費族群所形成之集合， G 為消費族群之數目。

由於車隊於各配送時點所須配送之消費族群皆不盡相同，故本研究將以各消費族群配送週期之最小公倍數 $[f_1, f_2, f_3, \dots, f_G]T = FT$ ，作為差異化配送策略之研究時隔，若考慮研究時隔內各個不同配送時點之平均運銷成本，然後透過加權平均方式估算在差異化配送策略下於研究時隔內之每單位商品的平均運銷成本。以圖 5.1 為例，研究時隔為 $[1, 2, 3]T = 6T$ ，故分別先求出 $T, 2T, 3T, \dots, 6T$ 各配送時點之平均運銷成本，接著以各時點之配送量為權重予以加權平均後，求出企業在研究時隔內每單位商品之平均運銷成本。

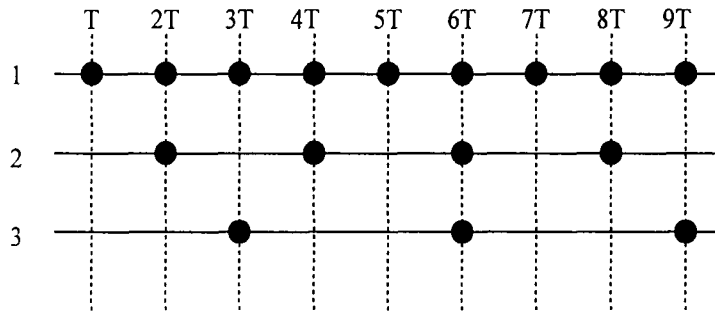


圖 5.1 差異化配送週期示意圖

在構建各時點之平均運銷成本時將涉及車輛繞行問題(VRP, Vehicle Routing Problem)，因派車之車隊大小、繞行路線等皆會將影響廠商所須支付之運銷成本，針對此問題，本研究採「先決定路線再分群(Route First, Cluster Second)」原則，即先決定於配送時點 W_i 時轉運站之配送分區 TSP (Travel Salesman Problem) 路線，接著在單一車種及車輛容量已知之假設下，求取派車數量及修正派車繞行距離，進而決定配送時點 W_i 之運銷成本。

5.2.1 配送分區之 TSP 路線

在配送時點 W_i 時，特定轉運站對其配送分區 TSP 路線之求取，可以 3.4 節之演算法則之觀念為基礎，不同之處在於本處僅須針對特定轉運站求取其配送分區之繞行序列(或稱配送分區之繞行路線)即可，故以下可將標示轉運站之下標 i 省略；其餘之使用符號定義皆如同 3.4 節所述。

在決定轉運站對其配送範圍之最適分區繞行路線時，若利用窮舉法則須計算分區繞行路線所有可能情形之總運銷成本，再擇取最小總運銷成本者為最適分區繞行路線，然此須耗費非常龐大之計算。因此，本研究將建立一演算法則，在考慮轉運站配送範圍內為非均勻需求密度、供需互動及總運銷成本最小之條件下，決定轉運站對配送分區之最適 TSP 繞行路線，亦即如同 3.4 節演算法則中對各轉運站所欲求得之最適分區繞行序列。

在求取轉運站配送分區之 TSP 路線時，派車配送不會跨區先配送非連通分區，因此考慮轉運站以所在分區為第一個配送分區，根據貪心法則(greedy rule)，每次對系統總運銷成本邊際貢獻最小的分區，指派加入至被繞行路線。亦即由目前轉運站已加入之繞行分區的鄰區中，找尋未被指派繞行且其對系統總運銷成本之邊際貢獻最小的分區，指派其至已被繞行序列中，更新最新之分區繞行順序(或繞行序列)後，再依相同步驟，直到所有分區皆已指派繞行配送為止。

在詳細說明本演算法則之詳細程序步驟前，先將使用符號列示如下：

TS ：已被指派繞行配送之分區序列(sequence)， $TS = \{t^k\} \quad k=1,2,3,..,K$ 。

K ：轉運站服務範圍內之配送分區數目。

t^k ：轉運站之分區繞行序列中第 k 個被繞行配送之分區。

t^1 ：轉運站之繞行序列中第 1 個被繞行配送之分區，即轉運站所在分區。

S ：已被指派繞行之分區集合。

Z ：轉運站配送範圍內之所有分區所形成之集合。

S^{-1} ：尚未被指派繞行之分區集合； $S^{-1} = Z - S$ 。

A ：相鄰分區矩陣，其中 $a_{m,n} = \begin{cases} 1, & \text{若 } m,n \text{ 兩分區相鄰} \\ 0, & \text{若 } m = n \text{ 或 } m,n \text{ 兩分區不相鄰} \end{cases}$

茲將於配送時點 W_L 時轉運站分區繞行序列決定之演算法則詳細說明如下：

步驟一：初始化

$$\text{令 } TS = \{t^1\} \quad S = \{t^1\}$$

步驟二：找尋轉運站此次繞行之配送分區，即 $(x^{kr})'$

對轉運站之目前分區繞行序列 TS ：

1. 對所有分區 $x^{kr} \in \Gamma(t^k) \cap S^{-1}$ ，令 CS^{kr} 為將分區 x^{kr} 插於分區 t^k 後之新序列

其中 r ：轉運站第 k 個繞行分區之第 r 個鄰區， $r = 1, 2, \dots, R^k$ 。

R^k ：分區 t^k 之鄰區總數。

$\Gamma(t^k)$ ：分區 t^k 之鄰區集合。 $\Gamma(t^k) = \{n \mid a_{t^k, n} = 1\}$ 。

2. 找尋 $(x^{kr})'$ 使 $\min_{x^{kr}} \{ALC^*(CS^{kr})\}$ 成立，且此式成立之 CS^{kr} 標示為 $[CS^{kr}]'$

其中 $ALC^*(CS^{kr})$ 表示當轉運站分區繞行順序為 CS^{kr} 時，考慮供需互動後之最小運銷成本，其求法如 3.3 節之式(3-20a)至式(3-20f)所述，唯式(3-20c)在

時點 W_L 之配送停站數應為 $m_{W_L} = \sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{W_L}} m_{W_L}^{js}$ ，其中 $m_{W_L}^{js} = \frac{Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_s}{x}$ 且 P_{js}^T

為分區 j 內之消費族群 s 選擇網路購物之機率。

步驟三：更新目前已繞行狀態

$$TS = [CS^{kr}]' \quad S = S \cup (x^{kr})'$$

步驟四：結束條件

當 $S = Z$ ，則停止，並將此時 TS 標示為 TS^* ；否則，繼續至步驟二。

經由上述演算法則可得在配送時點 W_L 時轉運站之分區 TSP 繞行路線為 TS^* 。應用此結果及在單一車種及車輛容量已知之假設下，在配送時點 W_L 時，將可求取派車數量並修正派車配送之主幹線繞行距離，進而決定該時點之平均運銷成本。

5.2.2 平均運銷成本之構建

本小節將根據第三章之平均運銷成本構建考量為基礎，建立研究時隔內各配送時點之單位商品平均運銷成本函數，包括平均運輸成本、平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨成本。而企業整體之平均運銷成本則以研究時隔內各時點平均運銷成本之加權平均後而得。茲分述如下：

(1)平均運輸成本

如 3.2 節所述，在時點 W_l 時，轉運站派車配送之單位商品平均運輸成本包括商品由配銷中心配送至轉運站之平均運輸成本(ATC_{1W_l})與由轉運站配送至消費點之平均運輸成本(ATC_{2W_l})。如同前述，在時點 W_l 時配銷中心配送商品至轉運站之平均運輸成本(ATC_{1W_l})如下式：

$$ATC_{1W_l} = \frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_1}{V_1} \quad (5-1)$$

其中 r_1 為配銷中心每次派車之固定成本、 σ_1 為配銷中心配送至轉運站卸貨之平均停留成本、 L_1 為配銷中心至轉運站之運輸配送距離、 δ_1 為配銷中心派車配送之單位距離運輸費率、 V_1 為配銷中心至轉運站之每日商品配送總量。另外，於配送時點 W_l 時，轉運站至消費點之平均運輸成本(ATC_{2W_l})可以該時點之派車運送總費用(F_{2W_l})除以配送總量(V_{2W_l})而得，如下式：

$$ATC_{2W_l} = \frac{F_{2W_l}}{V_{2W_l}} \quad (5-2)$$

其中在配送時點 W_l 之派車運送總費用(F_{2W_l})與該時點之派車數(n_{W_l})、轉運站配送每部派車之固定成本(r_2)、配送至消費點卸貨之每站平均停留成本(σ_2)、配送之消費點停站數(m_{W_l})、總配送繞行距離(L'_{2W_l})及轉運站派車配送之單位距離運輸費率(δ_2)有關，其關係如下列數學式：

$$F_{2W_l} = n_{W_l} r_2 + \sigma_2 m_{W_l} + \delta_2 L'_{2W_l} \quad (5-3)$$

上式之配送派車數(n_{W_l})可由商品配送總量(V_{2W_l})除以車輛載運容量(C)決定。其中商品配送總量(V_{2W_l})為配送點總停站數(m_{W_l})與各配送點之平均商品需求量(x)之乘積，如下式所示，其中 $\lceil \cdot \rceil$ 表示大於符號內數值之最小整數：

$$n_{W_l} = \left\lceil \frac{V_{2W_l}}{C} \right\rceil = \left\lceil \frac{m_{W_l} \cdot x}{C} \right\rceil \quad (5-4)$$

在配送時點 W_l 所須配送之消費點數(m_{W_l})為該時點對各分區所須配送點數之總和，即 $m_{W_l} = \sum_{j=1}^K m_{W_l}^j$ ，其中 K 為轉運站服務範圍內之分區總數。而分區 j 在時點 W_l 所須配送之消費點數為該分區在該時點所須服務之消費族群的配送點數總和，即 $m_{W_l}^j = \sum_{s \in R_{W_l}} m_{W_l}^{js}$ ；故在配送時點 W_l 所須進行配送之消費點數為

$m_{w_l} = \sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} m_{w_l}^{js}$ 。此外，在配送時點 w_l 所須配送之消費點數(m_{w_l})為該時點之配送需求總量(V_{2w_l})除以各配送點之平均配送商品量(x)。在網路商品配送需求量之估算方面，本研究仍延續前面章節之估算方式，若分區 j 之消費族群 s 在單位時間內有 D^{js} 單位之網路購物商品須配送，且消費族群 s 之配送週期為 T_s ，則分區 j 之消費族群 s 每次發車配送之商品累積量為 $D^{js} \cdot T_s$ ，故在配送時點 w_l 時對分區 j 之商品配送總量為 $\sum_{s \in R_{w_l}} D^{js} \cdot T_s$ ，其中 D^{js} 則仍依 3.2 節在單位時間內對特定商品需求量(Q_{js})、分區 j 之上網人口比例(L_j)、分區 j 內之消費族群 s 選擇網路購物之機率(P_{js}^T)三者之乘積加以估算，綜合上述，配送時點 w_l 所須配送之消費點數(m_{w_l})可以下列數學式表示：

$$m_{w_l} = \sum_{j=1}^K m_{w_l}^j = \sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} m_{w_l}^{js} = \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} D^{js} \cdot T_s}{x} = \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_s}{x} \quad (5-5)$$

上式中 P_{js}^T 為分區 j 內之消費族群 s 選擇網路購物之機率，係根據許巧鶯與江慧儀(民 86)校估之傳統購物與網路購物量化個體選擇模式經簡化及修正後而得；模式中影響選擇網路購物機率之因素包括消費者之商品取貨時間、網路購物與傳統購物商品之相對價格、消費者距零售商店之平均旅行時間，並將其他變數簡化納入常數項，故分區 j 之消費族群 s 選擇網路購物之機率(P_{js}^T)如下式：

$$P_{js}^T = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_{1js} t_{w_s} + a_{2js} (p_T + tr_s) / p_R - a_3 R_j / v_3}} \quad (5-6)$$

其中 t_{w_s} 為消費族群 s 下訂單至取得商品之時間，包括訂單資訊從消費者下訂至電子行銷中心處理之前置處理時間、等待被運送時間與商品配送所耗費之運輸時間，後兩者係與企業之配送週期有關，因相對於企業之配送週期，訂單資訊之前置處理時間較短，因此若假設各消費族群 s 之訂單在送貨週期內呈均勻分布型態，則消費族群 s 之平均等待取貨時間(t_{w_s})可由送貨週期(T_s)之半約略估算，即 $t_{w_s} = \frac{1}{2} T_s = \frac{1}{2} f_s \cdot T$ 。另外， p_T 、 p_R 分別為網路購物與零售商店購物之商品售價， tr_s 則為對消費族群 s 進行差異化配送服務所收取之運費費率，其將視廠商策略而制定不同之運費水準、 R_j 為分區 j 內消費者居住區位距零售點之平均距離， v_3 為消費者至零售商店之平均旅行速度， a_0 為簡化模式中指標變數與常數項之後之估算數值，包括購物經驗指標與購物時間預算彈性變數等，反映個人社經特性及活動型態差異； a_{1js} 、 a_{2js} 、 a_3 分別代表需求模式中之參數值，其中下標 j 及 s 分別用以區別反映不同分區及不同消費族群具不同之商品取貨時間參數及網路購物與傳統購物相對價格參數。

在配送時點 W_L 時配送車輛繞行距離 (L'_{2W_L}) 之計算上，可分為配送車輛至分區中心點或分區至分區中心點之主幹線繞行距離 (G'_{W_L}) 及配送車輛於各分區內之區域繞行距離，後者之計算可依據 Daganzo(1984) 與 Campbell(1993) 之研究結果，在各分區 j 境內之配送需求點均勻分布之假設下，在配送時點 W_L 時，配送車輛於分區 j 內之區域繞行距離與該時點在分區 j 之配送停站數 (m'_{W_L}) 呈正比，且與該時點該分區所須配送之消費點分布密度平方根 ($\sqrt{\lambda'_{W_L}}$) 呈反比，其中在時點 W_L 時分區 j 之消費點分布密度 (λ'_{W_L}) 可由該時點時分區 j 之配送停站數 (m'_{W_L}) 除以分區 j 面積 (A_j) 估算得之，而在時點 W_L 時，分區 j 之配送停站數 (m'_{W_L}) 為該時點分區 j 須進行配送之消費族群的配送停站數總和，故 $\lambda'_{W_L} = \frac{m'_{W_L}}{A_j} = \frac{\sum_{s \in R_{W_L}} m'_{W_L}{}^s}{A_j}$ 。 K_1 值則根據 Daganzo(1984) 研究指出與配送停站點數有關。綜合上述，故在時點 W_L 時，配送車輛之區域繞行距離可以 $\sum_{j=1}^K K_1 m'_{W_L} / \sqrt{\lambda'_{W_L}}$ 表示。

配送車輛之幹線繞行距離 (G'_{W_L}) 乃指轉運站至各分區中心點或分區至分區中心點之幹線繞行距離，其估算可依 5.2.1 節所求之配送分區 TSP 路線修正而得。根據「Roue First」原則，已求得轉運站在未考慮容量之單一車輛繞行下對配送分區之 TSP 路線，接著以下將根據「Cluster Second」原則，加入車輛容量限制之考慮，修正配送車隊之總幹線繞行距離。修正原則乃沿著已求得之時點 W_L 時配送分區之 TSP 路線，由該路線中繞行之第一分區開始累積配送需求量，當累積之配送量超過車輛容量限制時，則須另派一車加以派送，此時所須修正之幹線繞行距離 (G'_{W_L}) 須加上第一部車返回轉運站及第二部車由轉運站派車至配送分區之幹線距離，循此規則直至配送完該時點內之所有配送消費點。以下將以一簡單演算法說明配送時點 W_L 時幹線繞行總距離 (G'_{W_L}) 之修正。而在詳細說明本演算法則詳細步驟之前，先將使用符號說明如下：

- $LH[t^a, t^b]$ ：由轉運站配送分區繞行路線之第 a 個繞行分區至第 b 個繞行分區之單程幹線距離，其值已如 4.1 節中之表 4.3 所定義。
- t^k ：轉運站之分區繞行序列中第 k 個被繞行配送之分區。
- t^1 ：轉運站之分區繞行序列中第 1 個被繞行配送之分區，即轉運站所在分區。
- D ：本次繞行配送分區之預計配送量。
- C ：配送車輛之容量。
- Q ：本次繞行分區之預計配送量所須之派車數。
- R ：本次繞行分區之最後一部派車之載運配送量。

茲將修正時點 W_L 時車隊配送之幹線繞行距離(G'_{W_L})的演算法則說明如下：

Initialize $D = 0$ and $G'_{W_L} = LH[t^1, t^2]$

for $k = 1$ to K

Let $D = D + \sum_{s \in R_{W_L}} Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_s$ where $j = t^k$

Find $R, Q \in I^+$ which satisfy $D = QC + R$ and $R < C$

if $R = 0$ and $k \neq K$ then set $G'_{W_L} = G'_{W_L} + 2(Q-1) \cdot LH[t^1, t^k] + LH[t^k, t^1] + LH[t^1, t^{k+1}]$ and $D = 0$

if $R = 0$ and $k = K$ then set $G'_{W_L} = G'_{W_L} + 2(Q-1) \cdot LH[t^1, t^k] + LH[t^k, t^1]$ and $D = 0$

if $R \neq 0$ and $k \neq K$ then set $G'_{W_L} = G'_{W_L} + 2Q \cdot LH[t^1, t^k] + LH[t^k, t^{k+1}]$ and $D = R - C$

if $R \neq 0$ and $k = K$ then set $G'_{W_L} = G'_{W_L} + 2Q \cdot LH[t^1, t^k] + LH[t^k, t^1]$

end of for

上述演算法則之起始設定假設已派出一部車輛至第 1 個繞行分區進行配送，故起始幹線繞行距離初設為 $G'_{W_L} = LH[t^1, t^2]$ ， D 為本次繞行分區之預計配送量，將 D 除以 C 之商數與餘數分別表示為 Q 及 R ，故當 $R=0$ 時則表示本次繞行分區之預定配送量恰好使用 Q 部車，故須另派 $(Q-1)$ 部車，因此須再加上 $2(Q-1) \cdot LH[t^1, t^k]$ 以修正此派車之幹線往返繞行距離，並且若此分區並非最後繞行分區 ($k \neq K$)，則須加上此第 Q 部車返回轉運站及另再派車至下一繞行分區之幹線修正距離，即 $LH[t^k, t^1] + LH[t^1, t^{k+1}]$ 。但若此分區已是最後之繞行分區 ($k=K$)，則須加上此第 Q 部車返回轉運站之幹線修正距離，即 $LH[t^k, t^1]$ 。另外，當 $R \neq 0$ 時則表示本次配送分區之預計配送量須使用 $Q+1$ 部車，並且此第 $Q+1$ 車在本分區之預定配送量為 R 單位商品，故須再加上 $2Q \cdot LH[t^1, t^k]$ 以修正此派車之幹線繞行距離。相同地，若此分區並非最後繞行分區 ($k \neq K$)，則須加上將此第 $Q+1$ 部車繞行至下一配送分區之幹線修正距離，即 $LH[t^k, t^{k+1}]$ ，且此車在下一分區可用容量須扣除本分區預定使用之 R 單位商品。但若此分區已是最後之繞行分區 ($k=K$)，則須加上將此第 $Q+1$ 部車回轉運站之幹線修正距離，即 $LH[t^k, t^1]$ 。此外，本演算法則亦使前 $(n_{W_L}-1)$ 部派車皆盡最大使用，充份使用其所能之載運容量，僅第 n_{W_L} 部車輛可能出現未滿載之情形。

綜合上述分析，故轉運站在配送時點 W_L 之配送繞行距離可表示如下：

$$L'_{2W_L} = G'_{W_L} + \sum_{j=1}^K K_1 m_{W_L}^j / \sqrt{\lambda'_{W_L}} \quad (5-7)$$

綜合上述，配送時點 W_L 之配送派車數(n_{W_L})、配送停站數(m_{W_L})、配送繞行距離(L'_{2W_L})如式(5-4)、式(5-5)及式(5-7)，在考量轉運站每部派車之固定成本(r_2)、於配送點卸貨之平均停留成本(σ_2)與單位距離之運輸費率(δ_2)後，可將配送時點 W_L 時，轉運站配送至各消費點之單位商品平均運輸成本(ATC_{2W_L})表示如下：

$$ATC_{2W_L} = \frac{n_{W_L}r_2 + \sigma_2 m_{W_L} + \delta_2 L'_{2W_L}}{m_{W_L}x} = \frac{n_{W_L}r_2 + \sigma_2 \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{W_L}} Q_j L_j P_{js}^T \cdot T_s}{x} + \delta_2 (G'_{W_L} + \sum_j K_j m'_{W_L} / \sqrt{\lambda'_{W_L}})}{m_{W_L}x} \quad (5-8)$$

綜合式(5-1)與式(5-8)，故配送時點 W_L 之平均運銷成本如下式：

$$ATC_{W_L} = ATC_{1W_L} + ATC_{2W_L} \\ = \frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_1}{V_1} + \frac{n_{W_L}r_2 + \sigma_2 \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{W_L}} Q_j L_j P_{js}^T \cdot T_s}{x} + \delta_2 (G'_{W_L} + \sum_{j=1}^K K_j m'_{W_L} / \sqrt{\lambda'_{W_L}})}{m_{W_L}x} \quad (5-9)$$

(2)平均存貨成本

存貨成本為商品在配銷與運送過程中所產生之機會成本，可用單位商品在整個運銷過程中平均花費時間及機會成本加以估算，在時點 W_L 所配送商品之平均存貨成本(AIC_{W_L})包括配銷中心至轉運站之平均存貨成本(AIC_{1W_L})與該時點轉運站至消費點之平均存貨成本(AIC_{2W_L})。

於時點 W_L 時，商品由配銷中心配送至轉運站之平均存貨成本(AIC_{1W_L})方面，本研究考慮之運銷時間包括商品在配銷中心之等待時間及商品被配送至轉運站之運輸時間，在配銷中心等待之存貨成本方面，假設商品為連續被生產，且在配銷中心之配送週期內各轉運站對商品之需求為均勻型態，則於配銷中心之等待時間可表為配銷中心派送週期之半，即 $\frac{1}{2}TL$ 。由配銷中心至轉運站之運輸時間，則由配銷中心至轉運站之單程距離($\frac{L_1}{2}$)除以配送車輛之平均行駛速率(v_1)而得。又單位商品單位時間之存貨成本可以平均生產成本(P)與存貨成本佔平均生產成本比例(R)來估算。綜合上述分析，在配送時點 W_L 時，商品由配銷中心配送至轉運站之平均存貨成本(AIC_{1W_L})可以下式表示：

$$AIC_{1W_L} = \frac{1}{2} PR(TL + \frac{L_1}{v_1}) \quad (5-10)$$

於時點 W_L 時，商品由配銷中心配送至轉運站之平均存貨成本(AIC_{2W_L})方面，本研究考慮之運銷時間包括商品在轉運站之等待運送時間與其運送至消費點途中所耗費之運輸及停站時間。在配送時點 W_L 時，商品在轉運站等待被運送之存貨成本方面，首先估算在配送時點 W_L 時轉運站對消費族群 s 所須配送之商品量於轉運站之等待存貨成本，再依各消費族群之配送量(或配送點數)予以加權平均，求取配送時點 W_L 之商品在轉運站等待存貨成本。假設轉運站之入向配

送週期(TL)與各消費族群 s 之出向配送週期(T_s)未經協調，故配送至消費族群 s 之單位商品在轉運站之平均等待時間為 $\frac{1}{2}(TL + T_s)$ 。因在配送時點 W_L 各類消費

族群 s 之配送點數為 $m_{W_L}^s = (\sum_{j=1}^K m_{W_L}^{js})$, $s \in R_{W_L}$, 其中 $m_{W_L}^{js} = \frac{D^{js} \cdot T_s}{x} = \frac{Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_s}{x}$,

故配送時點 W_L 之商品於轉運站等待的存貨成本為 $\sum_{s \in R_{W_L}} (TL + T_s) \cdot m_{W_L}^s / \sum_{s \in R_{W_L}} m_{W_L}^s$ 。

在時點 W_L 所須被配送商品之運輸過程中所產生的存貨成本方面，由於配送多點時消費者收到商品之時間並不一致，故以總運輸時間之二分之一估算平均運輸時間，而運輸時間可由轉運站配送繞行總距離(L'_{2W_L})除以轉運站配送車輛之平均行駛速率(v_2)而得。另外，於時點 W_L 所須被配送商品之運送過程中於各消費點卸貨之停等時間，由於配送車輛至各消費點之配送時間皆不相同，故以時點 W_L 時所須配送之停站數(m_{W_L})與每站平均停留時間(t_s)之乘積的二分之一估算平均總停留時間。綜合上述分析，在配送時點 W_L 時，轉運站至消費點之平均存貨成本(AIC_{2W_L})可以下列數學式表示：

$$AIC_{2W_L} = \frac{1}{2} PR \left[\frac{\sum_{s \in R_{W_L}} (TL + T_s) (m_{W_L}^s \cdot x)}{\sum_{s \in R_{W_L}} (m_{W_L}^s \cdot x)} + \frac{L'_{2W_L}}{v_2} + m_{W_L} \cdot t_s \right] \quad (5-11)$$

綜合式(5-10)及式(5-11)，故於配送時點 W_L ，配送商品之平均存貨成本(AIC_{W_L})如下式：

$$\begin{aligned} AIC_{W_L} &= AIC_{1W_L} + AIC_{2W_L} \\ &= \frac{1}{2} PR \left(TL + \frac{L_1}{v_1} \right) + \frac{1}{2} PR \left[\frac{\sum_{s \in R_{W_L}} (TL + T_s) (m_{W_L}^s \cdot x)}{\sum_{s \in R_{W_L}} (m_{W_L}^s \cdot x)} + \frac{L'_{2W_L}}{v_2} + m_{W_L} \cdot t_s \right] \\ &= \frac{1}{2} PR \left\{ \left(TL + \frac{L_1}{v_1} \right) + \left[\frac{\sum_{s \in R_{W_L}} (TL + T_s) (m_{W_L}^s \cdot x)}{\sum_{s \in R_{W_L}} (m_{W_L}^s \cdot x)} + \frac{L'_{2W_L}}{v_2} + m_{W_L} \cdot t_s \right] \right\} \end{aligned} \quad (5-12)$$

(3) 平均營運成本

於時點 W_L ，商品配送之平均營運成本(AOC_{W_L})可分為配銷中心之平均營運成本(AOC_{1W_L})及轉運站之平均營運成本(AOC_{2W_L})。其中配銷中心之平均營運成本(AOC_{1W_L})可分為平均固定營運成本(FOC_1/V_1)及平均變動營運成本(VOC_1)，配銷中心之固定營運成本除包括機具設備、廠房投資、運具購置及維修等成本外，亦包含電子行銷中心成本。因網路購物乃消費者藉由網際網路為購物媒介，因此須設立網站供消費者瀏覽購物、將消費者下訂之訂單匯總與分類、通知配銷

中心或轉運站出貨。架設購物網站之型態乃因廠商規模不同而不同，分為自行架設網站、承租店面與進駐商城三類，且各因其軟硬體及專業人員之需求程度不同而建置成本差異甚大，故應考慮實際情形將之設為固定成本，由每單位商品予以分攤。茲將配銷中心之平均營運成本(AOC_{1w_l})表示如下：

$$AOC_{1w_l} = \frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 \quad (5-13)$$

轉運站之平均營運成本(AOC_{2w_l})亦可分為平均固定營運成本(FOC_2/D_{w_l})及平均變動營運成本(VOC_2)。轉運站之固定營運成本包括購置各項機具設備、廠房投資、購置與維修保養各運具等成本，當網路購物商品配送量愈多時，每單位商品所分攤之固定成本則減少。變動成本則包括處理每單位商品所需之相關成本，茲將轉運站之平均營運成本(AOC_{2w_l})表如下式：

$$AOC_{2w_l} = \frac{FOC_2}{D_{w_l}} + VOC_2 \quad (5-14)$$

此式中 D_{w_l} 為於時點 w_l 時之單位時間網路購物需求量，由於在時點 w_l 時須配送數個不同之消費族群，故在 D_{w_l} 之估算方面，可將配送時點 w_l 所須配送之需求總量除以在該時點所須配送之消費族群($s \in R_{w_l}$)的商品配送週期總和，藉以估算配送時段 $[w_{l-1}, w_l]$ 間平均每天之商品需求量，如下式所示：

$$D_{w_l} = \frac{m_{w_l} x}{\sum_{s \in R_{w_l}} f_s T} \quad (5-15)$$

綜合式(5-13)與式(5-14)，配送時點 w_l 之平均營運成本如下式所示：

$$AOC_{w_l} = AOC_{1w_l} + AOC_{2w_l} = \frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 + \frac{FOC_2}{D_{w_l}} + VOC_2 \quad (5-16)$$

(4)平均退貨成本

當消費者透過網路購買商品時，無法於訂購時看到實際商品，故可能產生實際送達商品與預期不符而要求退貨；或於商品運送過程中商品遭毀損等原因而要求退貨。於配送時點 w_l 之平均退貨成本(ABC_{w_l})可以單位商品之退貨發生率(b)與單位商品之退貨處理成本(c_b)的乘積加以估算，如下式所示：

$$ABC_{w_l} = b \cdot c_b \quad (5-17)$$

本研究考慮之平均運銷成本包括平均運輸成本、平均存貨成本、平均營運成本及平均退貨處理成本，綜合式(5-9)、式(5-12)、式(5-16)及式(5-17)，轉運站於配送時點 w_l 時，每單位商品之平均運銷成本(ALC_{w_l})可以下式表示：

$$\begin{aligned}
ALC_{w_l} &= ATC_{w_l} + AIC_{w_l} + AOC_{w_l} + ABC_{w_l} \\
&= \frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_1}{V_1} + \frac{n_{w_l} r_2 + \sigma_2}{x} + \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_s}{m_{w_l} x} + \delta_2 (G'_{w_l} + \sum_{j=1}^K K_1 m_{w_l}^j / \sqrt{\lambda'_{w_l}}) \\
&\quad + \frac{1}{2} PR \{ (TL + \frac{L_1}{v_1}) + [\frac{\sum_{s \in R_{w_l}} (TL + T_s)(m_{w_l}^s \cdot x)}{\sum_{s \in R_{w_l}} (m_{w_l}^s \cdot x)} + \frac{L'_{2w_l}}{v_2} + m_{w_l} \cdot t_s] \} \\
&\quad + \frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 + \frac{FOC_2}{D_{w_l}} + VOC_2 + b_i \cdot c_b
\end{aligned} \tag{5-18}$$

於構建完各配送時點 w_l 之平均運銷成本後，若以各時點之配送量(或配送點數)為權重，求算研究時隔內各時點($w_l = 1, 2, \dots, F$)之平均運銷成本的加權平均，則可估算研究時隔內每單位商品之平均運銷成本，如下式所示：

$$ALC = \frac{\sum_{\ell=1}^F ALC_{w_\ell}(m_{w_\ell})}{\sum_{\ell=1}^F m_{w_\ell}} = \frac{\sum_{\ell=1}^F ALC_{w_\ell}(m_{w_\ell})}{\frac{1}{x} \sum_{\ell=1}^F \sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_\ell}} Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_s} \tag{5-19}$$

5.3 供需互動架構

廠商之差異化配送週期將決定企業之運銷成本及商品之送達時間；另一方面，廠商之配送策略與運費費率將決定廠商獲利及影響消費者網路購物意願，進而再度影響廠商差異化配送週期之決定，如此相互影響而存在緊密互動關係。以第三章所構建之供需互動架構為基礎，本研究將以最大企業利潤為目標式，供需互動之權衡取舍關係為限制式，構建數學規劃模式，以求解供需均衡下之各差異化配送服務之配送週期，茲將所構建之數學規劃模式表示如下：

$$\text{Max}_T \pi = \sum_{\ell=1}^F \sum_{s \in R_{w_\ell}} (p_T + tr_s - P - ALC) \cdot (m_{w_\ell}^s \cdot x) \tag{5-20a}$$

$$\begin{aligned}
ALC_{w_l} &= ATC_{w_l} + AIC_{w_l} + AOC_{w_l} + ABC_{w_l} \\
&= \frac{r_1 + \sigma_1 + \delta_1 L_1}{V_1} + \frac{n_{w_l} r_2 + \sigma_2}{x} + \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_s}{m_{w_l} x} + \delta_2 (G'_{w_l} + \sum_{j=1}^K K_1 m_{w_l}^j / \sqrt{\lambda'_{w_l}}) \\
&\quad + \frac{1}{2} PR \{ (TL + \frac{L_1}{v_1}) + [\frac{\sum_{s \in R_{w_l}} (TL + T_s)(m_{w_l}^s \cdot x)}{\sum_{s \in R_{w_l}} (m_{w_l}^s \cdot x)} + \frac{L'_{2w_l}}{v_2} + m_{w_l} \cdot t_s] \} \\
&\quad + \frac{FOC_1}{V_1} + VOC_1 + \frac{FOC_2}{D_{w_l}} + VOC_2 + b_i \cdot c_b
\end{aligned} \tag{5-20b}$$

$$\text{s.t. } n_{w_l} = \left\lceil \frac{V_{2w_l}}{C} \right\rceil = \left\lceil \frac{m_{w_l} \cdot x}{C} \right\rceil \quad (5-20c)$$

$$m_{w_l} = \sum_{j=1}^K m_{w_l}^j = \sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} m_{w_l}^{js} = \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} D^{js} \cdot T_s}{x} = \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{s \in R_{w_l}} Q_{js} L_j P_{js}^T \cdot T_s}{x} \quad (5-20d)$$

$$P_{js}^T = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_{1js} t_{ws} + a_{2js} (p_T + tr_s) / p_R - a_{3js} R_j / v_3}} \quad s \in SC \quad (5-20e)$$

$$t_{ws} = \frac{1}{2} T_s = \frac{1}{2} f_s \cdot T \quad s \in SC \quad (5-20f)$$

$$T > 0 \quad (5-20g)$$

其中式(5-20a)為本數學規劃式之目標式，即以利潤極大為企業決策目標；而企業利潤乃為研究時隔內各時點單位商品之淨利與商品銷售量乘積之總和，於各消費族群 s 之單位商品淨利為營收減去成本，即單位商品之原始售價加運費收入扣除生產成本及平均運銷成本，為 $(p_T + tr_s - P - ALC)$ ；並且於時點 w_l 時消費族群 s 之商品銷售量為 $m_{w_l}^s \cdot x$ 。故於研究時隔內之總利潤為

$$\pi = \sum_{w_l=1}^F \sum_{s \in R_{w_l}} (p_T + tr_s - P - ALC) \cdot (m_{w_l}^s \cdot x)。$$

式(5-20b)為於配送時點 w_l 時企業採差異化配送策略之平均運銷成本，即訂定各消費族群 s 之差異化配送週期 T_s 及運費費率 tr_s 時之平均運銷成本。式(5-20d)為於時點 w_l 所須之派車數，可由該時點之配送總量除以車輛容量而得。式(5-20d)為於時點 w_l 轉運站所須配送之消費點總數。式(5-20e)為分區 j 之消費族群 s 選擇網路購物機率。式(5-20f)即表示消費族群 s 之平均取貨等待時間以其配送週期之二分之一估算。式(5-20g)為決策變數(轉運站發車週期， T)之非負限制。

在此數學規劃模式中，各消費族群差異化配送週期 T_s 為反映供需互動之重要變數，在供給方面，各消費族群差異化配送週期 T_s 之長短將直接影響企業之運銷成本，如式(5-20b)所示。在需求方面，各消費族群之差異化配送週期 T_s 將直接影響各消費族群之取貨等待時間，即式(5-20f)，且影響各消費族群對網路購物之選擇機率，如式(5-20e)；進而影響各消費族群對網路購物之需求量，如式(5-20d)；而網路購物之需求量將影響企業每次派車配送之經濟規模程度，而決定企業之平均運銷成本，此關係反映式(5-20b)中。

本研究所提出之差異化配送策略，即對各消費族群 s 訂定差異化配送週期 T_s 及運費費率 tr_s ，藉由對不同消費族群特性提供不同等級配送服務及運費收取以增加企業獲利，在上述數學規劃式中，當消費族群 s 之運費 tr_s 愈高，透過式(5-20e)可看出消費族群 s 對網路購物商品之選擇機率將降低，唯此機率下降程度與該消費族群之價格彈性有關，即與 a_{2js} 參數值有關；另一方面，當消費族

群 s 之運費費率 tr_s 愈高時，透過式(5-20a)可看出廠商之利潤將愈大，因此，廠商對消費族群 s 之運費費率制定須在此權衡取捨中決定，本研究設定此變數(tr_s) 為外生，唯廠商制定此值時可以類似本研究模式構建平均運銷成本之方法，進行對各消費族群配送之平均運銷成本估算，以此成本為參考並考慮競爭對手反應、企業目標等其他相關因素，制定各消費族群之運費水準(tr_s , $s = 1, 2, 3, \dots, G$)。

本章探討特定轉運站在其服務範圍內對不同消費族群進行差異化配送策略之研擬；即不同消費族群之商品送達時間及運費費率有所差異，商品較快送達之消費族群收取較高之運費，商品較慢送達之消費族群則收取較低之運費。並藉需求函數中不同參數值反映不同消費族群具不同價格彈性及商品送達時間要求等特性，以解析性方法構建差異化配送策略之平均運銷成本函數，並以最大化企業利潤為目標式，供需互動之權衡取捨關係為限制式，構建數學規劃模式以決定各消費族群之差異化配送週期，本章主要重點在於模式構建，至於實例分析則將於下章繼續探討。

在本模式中各消費族群配送週期比例 f_s 之變動將影響企業獲利情形，最佳之 f_s 可透過比較可能之配送週期比例組合後，擇取最能滿足企業目標者，然求取最適化商品配送週期比例 f_s 則非本研究探討之重點。本研究假設各消費族群之配送週期比例 f_s 為外生，乃由廠商考慮差異化配送服務所欲提供之各等級服務水準、市場競爭情形、配送程序簡化等因素後決定，本研究之模式則可提供比較制定不同差異化配送策略時之獲利情形；此外，並可針對不同等級之送達服務及運費費率進行敏感度分析，以比較不同 f_s 與 tr_s 制定之效益評估，即可依本研究所建立之模式對不同差異化配送策略進行效益評估。

本研究中對於配送距離之估算乃以解析性模式為之，而非傳統之網路模式，故可透明化地藉由重要關鍵變數之間的關係來推估配送距離，本問題若以網路模式求解將會非常複雜且難以求解。本研究尚未深入分析配送車隊之調度、送達時間受時間窗限制等細節派車議題，此將可留待後續研究繼續深入探討。

第六章 差異化配送策略之實例分析

為驗證第五章所構建之模式於實際應用之可行性，本章將延續第四章之案例，選定台北林口轉運站為例，對其服務範圍台北、宜蘭、基隆、桃園、新竹等分區，研擬差異化配送策略。本實例分析將透過數值分析軟體 Matlab 對所構建之數學規劃式進行求解。本章中將於 6.1 節進行案例之基本說明；6.2 節說明本案例之初始分析結果，並分析其所反映之實質意義；6.3 節則進行敏感度分析；最後，6.4 節進行綜合討論並提出小結。

6.1 案例基本說明

本部份之實例分析乃延續第四章之案例，並選定台北林口轉運站為例，對其服務範圍台北、宜蘭、基隆、桃園、新竹等分區，如圖 6.1 所示，研擬差異化配送策略。本實例分析中將消費族群分為兩類，即 $SC = \{1,2\}$ 且 $G = 2$ ，其中消費族群 1 為願意支付較高運費但要求快速送達者，消費族群 2 則為僅願意支付較低運費但可接受較晚送達者。如第五章所述，不同參數值 a_{1js} 、 a_{2js} 之設定可分別反映分區 j 內消費族群 s 之商品送達時間要求程度及價格彈性，但在本實例中為簡化起見，乃假設相同消費族群不因分區不同而具不同參數值，故在此僅對 a_{1s} 、 a_{2s} 進行假設與推估。前一模式需求函數之參數值乃依據許巧鶯與江慧儀(民 87)所校估之需求模式，經簡化與修正後設定 $a_1 = 0.087$ 、 $a_2 = 1.34$ 。受限於過去未有文獻對網路購物之不同消費族群進行差異化需求參數值的實際校估，故本實例僅能依各分區消費者之所得水準、社經特性等，對此參數值進行合理之推估，本實例中分別將兩類消費族群之商品送達時間要求參數值(a_{1s})設為 0.78 與 0.057；並將反映價格彈性之參數值(a_{2s})設為 0.038 與 2.25，以此做為模式分析之起始值進行實例測試，並將於 6.3.1 節中對此參數值進行敏感度分析，以瞭解其變化對差異化配送策略制定之影響。

在本實例中，假設廠商考慮差異化配送服務所欲提供之各等級服務水準、需求特性、配送程序簡化等諸多因素後決定，將此兩類消費族群之配送週期比例設為 $f_1 : f_2 = 1 : 2$ ；並於考慮對不同消費族群所提供之配送服務水準等條件後，設定兩類消費族群之運費費率分別為每單位商品 700 元與 400 元，以此不同之商品送達服務及運費費率提供不同消費族群差異化之配送服務，然此僅為初始值之設定，在後續 6.3.3 小節中將測試不同配送週期比例或運費費率之較佳解。至於各分區內各消費族群在單位時間內對個人電腦商品之需求率(Q_{js})推估，則根據資策會市場情報中心資料估計 1999 年底台灣地區之個人電腦市場銷售量為 130 萬台，且假設 S 公司之市場佔有率為 15%，則可估算全省每天對 S

公司該品牌電腦之需求量為 538 台，並按 S 公司於全省各分區之零售據點分佈情形，如表 4.2 所示，推測各分區單位時間內對個人電腦商品之需求率，此外，假設各分區內之消費族群 1 與消費族群 2 之分佈比例為 70%：30%，故各分區內各消費族群在單位時間內對個人電腦商品之需求率如表 6.1 所示。另假設轉運站之地區配送車輛採 3.49 噸之貨車，假設每台桌上型電腦約為 25 公斤，根據貨運業者提供之最大載重與容積，推估每部配送車輛之承載容量為 30 部電腦。

至於其他參變數值則延續 4.1 節之假設與推估，於此不再贅述，茲將本模式所使用之參變數值列示表 6.2，以下將透過數值分析軟體 Matlab 進行本研究所構建數學規劃式之求解，並分析闡述本案例之起始結果。透過本模式可求得廠商在設定此差異化配送策略下，若欲獲得最大利潤之兩類消費族群的差異化配送週期。



圖 6.1 台北轉運站配送範圍之各分區編號圖

表 6.1 各分區內各消費族群在單位時間對特定商品之需求率

分區 j		消費族群 1 之商品 需求率(部/天) Q_{j1}	消費族群 2 之商品 需求率(部/天) Q_{j2}	商品之需求率 (部/天) Q_j
1	台北市	56	24	80
2	台北縣及基隆市	55	23	78
3	宜蘭縣	7	3	10
4	桃園縣	23	10	33
5	新竹縣	8	3	11
6	新竹市	14	6	20

表 6.2 基本參變數設定值

參變數	意 義	單位	估計參數值
G	消費族群數目		2
f_1	消費族群 1(快速)之配送週期比例		1
f_2	消費族群 2(慢速)之配送週期比例		2
γ_2	台北轉運站每次發車派送之固定成本	元	1,000
σ_2	台北轉運站配送至消費點之每站停留成本	元	53.4
δ_2	台北轉運站派車配送之單位距離運輸費率	元/公里	2.26
x	每個消費點之平均需求量	台	1
K_1			0.57
P	商品生產成本	元	30,434
R	存貨佔生產成本之比例		0.2%
t_s	配送至各消費點之平均停留時間	分鐘	15
a_0	需求函數之常數項		-0.17
a_{11}	消費族群 1(快速)之取貨時間參數值		0.78
a_{12}	消費族群 2(慢速)之取貨時間參數值		0.057
a_{21}	消費族群 1 之網路購物及零售購物商品價格比例參數值		0.038
a_{22}	消費族群 2 之網路購物及零售購物商品價格比例參數值		2.25
a_3	消費者至零售商店之平均旅行時間參數值		0.005
p_T	網路購物之商品售價	元	33,500
p_R	傳統零售店購物之商品售價	元	35,000
tr_1	消費族群 1(快速)之運費費率	元	700
tr_2	消費族群 2(慢速)之運費費率	元	400
v_2	轉運站配送至消費點之之平均行駛速度	公里/小時	50
v_3	消費者至零售商店之旅行速度	公里/小時	40
FOC_2	轉運站之營運固定成本	元/天	400
VOC_2	轉運站之營運變動成本	元/商品	10
b	轉運站之退貨率		0.01
c_b	每筆訂單之退貨處理成本	元	500
C	每部車輛載運商品容量	部/車	30

6.2 案例初始分析結果

由表 6.1 及表 6.2 所設定之基本參變數值，並於廠商考慮不同消費族群之商品送達時間要求及價格彈性，訂定各消費族群之配送週期比例及差異運費後，根據第五章所構建之模式，將可求出在最大企業利潤之目標下的初始結果，將其整理如表 6.3 所示。此外，表中特定轉運站之均同配送策略係指以相同週期配送其所有消費族群，並未針對各消費族群需求特性之差異而有不同配送週期，在本實例基本分析中亦算出均同策略在最大企業利潤目標下之結果，以供比較兩策略對企業運銷決策之影響；其中均同配送策略即將其配送週期比例設為 $f_1:f_2=1:1$ ；並假設對不同消費族群皆收取 500 元之運費。

表 6.3 差異化配送策略案例初始分析結果

分析項目	差異化配送策略		均同配送策略
	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)	
發車週期(天)	3.5		3.7
差異化服務週期(天)	3.5	7	
研究時隔內最大利潤(元)	163,690		159,690
研究時隔內每日平均利潤(元)	23,384		21,580
配送時點	時點 T	時點 2T	各時點
研究時隔內平均運銷成本(元)	444.53	423.11	416.88
	432.15		
每次配送商品量(部/次)	21	29	25
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11		6.85

在表 6.3 中，除兩策略之最適商品配送週期外，亦列示其最大企業利潤。因本實例中在研究時隔內須對兩時點進行配送，故將此兩時點進行配送時之平均運銷成本、每次配送商品量分以兩欄表示，並列示研究時隔內之總體平均運銷成本及平均每日商品需求量。

由本研究模式所求得之差異化配送策略下之最適發車週期為 3.5 天，亦即消費族群 1 與消費族群 2 之差異化配送週期分別為 3.5 天與 7 天。在差異化策略配送方式下，配送時點 T 時共配送 21 單位商品，且平均運銷成本為 444.53 元，配送時點 2T 時共配送 29 單位的商品，且平均運銷成本為 423.11 元。透過以兩時點之配送商品量為權重，加權平均求算在差異化配送策略下之每天平均商品配送量為 7.11 部，且研究時隔內之商品平均運銷成本為 432.15 元。此外，均同配送策略下之最適商品配送週期為 3.7 天，即每 3.7 天將商品配送至所有消費族群，此策略下之平均每天商品配送量為 6.85 部，且商品之平均運銷成本為 416.88 元。

在此兩策略之平均運銷成本比較方面，差異化配送策略之平均運銷成本較高(432.15 > 416.88)，係因差異化配送策略之配送週期較均同配送策略為短，故所須投入之發車固定成本較大，雖在時點 2T 時累積較多配送量而攤銷較多成本致平均運銷成本較低，但由於時點 T 時之平均運銷成本較大，故加權平均後之總體平均運銷成本仍較均同配送策略為大。然而另一方面，由表 6.3 亦可得知差異化配送策略與均同配送策略之每日平均利潤分別為 23,384 元與 21,580 元，明顯地可看出，企業若能針對各消費族群之差異化需求特性進行差異化服務並收取不同運費，將能提高企業利潤。

兩策略提供不同之配送服務對消費者選擇網路購物意願將有所影響，由表 6.3 得知差異化配送策略在研究時隔內平均每日商品需求量為 7.11 單位，均同配送策略則為 6.85 單位，故可看出若廠商能針對不同消費族群提供差異化策略，以滿足其需求特性，將更可促使消費者選擇網路購物之機率。

另外，網路購物商品之配送乃直接針對消費者進行宅配，故對於商品送達家戶之時間可能有較多時間窗限制。在本實例中，差異化配送策略所決定發車週期為 3.5 天，且其每次配送所需之運輸繞行時間為 0.9 天，佔配送週期之比例偏小，故廠商可於週期時間範圍內調節發車時間以滿足消費者送達時間窗要求，然而，因網路購物未來預期將可增加，在週期亦趨短下送貨時間受限於時間窗之細節派車問題仍可為後續研究之重要課題。

目前國內網路購物尚處起步階段，網路通路之消費習慣尚未建立，而本基本分析之參變數值係依現況推估，故經由本研究模式計算求得之每日網路購物需求量仍甚小，消費者需求行為特性與企業運銷供給特性尚可能因總體環境及趨勢變化而改變，為瞭解未來相關特性變化對企業運銷決策之影響，下一節將以數值分析方式，針對重要參變數進行敏感度分析。

6.3 敏感度分析

因消費者需求行為與企業供給特性可能隨未來環境及趨勢變化而改變，故本節將針對重要參變數進行敏感度分析，以瞭解其變化對業者運銷決策及差異化配送策略之影響；此外，亦對制定不同送達服務及運費費率之差異化配送策略進行敏感度分析，以評估其效益供業者參考。

6.3.1 消費者需求特性之變動

本研究以單位時間內對特定商品需求量(Q_{js})、消費者上網比例(L_j)、消費者選擇網路購物之機率(P_{js}^T)三者乘積估算單位時間內消費者對網路購物商品之需求(D^T)。其中消費者選擇網路購物機率(P_{js}^T)之影響變數主要包括消費者之取貨時間、傳統購物與網路購物之相對價格、消費者居住區位至零售商店之平均旅行時間，且其對應之參數為 a_{1s} 、 a_{2s} 、 a_3 ，分別反映消費者對不同供給服務特性之重視程度。此些消費者需求特性與網路商品供給服務特性之改變皆可能對企業相關之運銷成本及配送策略產生影響，茲將詳細分析如后：

(1) 各分區單位時間內對特定商品需求率(Q_{js})

本實例中藉由國內個人電腦銷售之歷史資料及 S 公司之市場佔有率，推估消費者每日對 S 公司個人電腦之需求量为 538 台，並透過各分區零售點分佈型態而設定各分區單位時間內對 S 公司個人電腦之需求情形，所推估之需求量情形如表 6.2 所列。但著眼於資訊化社會之快速發展，消費者對電腦之需求正快速成長，因應此趨勢，茲將進一步探討消費者對電腦需求率總體提升 2~4 倍時之影響，結果整理如表 6.4 所示。

由表 6.4 可知隨各分區於單位時間內對特定商品需求率增加時，單位時間內對網路購物商品之需求率亦增加、平均運銷成本降低、企業利潤增加，並且配送週期變化不大。亦即當各分區單位時間內對特定商品需求率愈高時，消費者對網路購物之需求量提升，故廠商可在較短時間內累積足夠之商品配送量，因規模經濟效果而使平均運銷成本下降並增加企業利潤。

(2) 各分區消費者上網比例(L_j)

近年來網際網路蓬勃發展，由於政府大力推動網際網路相關之建設與應用，一般民眾逐漸認知應用網際網路具提高工作效率、休閒娛樂、傳遞與搜尋資訊、降低成本等好處，根據經濟部技術處委託資策會推廣服務處執行之 NII 應用推動計畫所進行之調查，整合國內網際網路服務業者(ISP)所回報數據之統計結果，截至 88 年 1 月底止台灣地區網際網路使用人口已突破 300 萬人。本實例中各分區消費者之上網比例初設值如表 4.2 所示，茲將進一步探討當總體上網比例提升為 1.1 倍、1.2 倍、1.3 倍、1.4 倍、1.5 倍時對差異化配送策略之影響，將結果列示如表 6.5 所示。

由表 6.5 可知隨著上網人口比例增加時，平均運銷成本及配送週期皆遞減，而網路購物之商品需求量則遞增。亦即當消費者之上網比例愈高時，則選擇網路購物之需求量提升，故廠商可在較短時間內累積足夠之配送商品量，因而造成平均存貨成本降低，進一步使平均運銷成本下降。

(3) 消費者取貨時間參數值(a_{1s})

「消費者取貨時間參數值(a_{1s})」可反映消費者對商品送達時間之要求程度，當此參數值愈大則表示消費者對商品送達時間之重視程度愈高。在本實例中受限於過去未有文獻對網路購物需求之不同消費族群進行需求參數之實際校估，故僅能進行合理之推估，在起始分析中分別將兩類消費族群之商品送達時間要求參數值(a_{1s})設為 0.78 與 0.057，以下將對此值進行敏感度分析，以瞭解其變化對差異化配送策略制定之影響。茲將進一步探討將兩類消費族群之取貨時間參數值分別提升 2 至 5 倍時對企業運銷決策及差異化配送策略之影響，結果如表 6.6 所示。

由表 6.6 可知在本實例中隨取貨時間參數值增加，即消費者對商品送達時間之要求愈高時，將造成配送週期縮短、平均運銷成本增加、企業利潤下降、單位時間內消費者對網路購物商品之需求率略減；此乃因當消費者愈重視商品之送達時間時，則企業將採較短之配送週期以滿足消費者要求，因而造成平均運銷成本增加、企業利潤下降，且單位時間內消費者對網路購物商品之需求率略減。依本實例平均運銷成本之增加速度、企業利潤之下降趨勢或單位時間內消費者對網路購物商品之需求率略減情形，可發現因應消費者愈來愈快速送達商品之要求，S 公司之現有配送體系未能完全適合短時密集發車之派車作業，故未來可隨消費者之商品送達時間要求，擴充增購較小容量之車隊，以增加其營運配送彈性。

(4) 網路購物與傳統購物之相對價格比例參數值(a_{2s})

「網路購物與傳統購物之相對價格比例參數值(a_{2s})」可反映消費者對網路購物商品之價格彈性，當此參數值愈大時，反映消費者對商品所支付價格高低之感受程度愈強烈。影響此參數值變動之原因包括消費者之社經特性、所得水準等；在起始分析中，將兩類消費族群之網路購物與傳統購物相對價格比參數值(a_{2s})分別設為 0.038 與 2.25，茲將進一步探討其值增加 1.25 倍、1.5 倍、1.75 倍、2 倍時之影響，結果如表 6.7 所示。

由表 6.7 中可知當反映消費者價格彈性之網路購物與傳統購物相對價格比參數值(a_{2s})增加時，平均運銷成本遞增、企業利潤遞減、配送週期縮短、消費者之網路購物商品需求率亦下降。亦即當消費者對商品價格彈性愈高時，其選擇網路購物之意願降低，故廠商須縮短配送週期(或商品送達時間)以刺激需求，但在本實例中供需均衡後仍呈平均運銷成本增加、企業利潤減少、網路購物商品需求率減少之結果；反映當消費者之價格彈性愈高時，其對透過網路通路購得較低價商品之要求程度愈甚。

表 6.4 各分區單位時間內對特定商品需求率(Q_{js})變動之敏感度分析

Q_{js}	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.53	423.11
	每次配送商品量(部/次)	432.15	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	21	29
$Q_{js} * 2$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	334,210	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	367.88	369.63
	每次配送商品量(部/次)	368.90	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	42	58
$Q_{js} * 3$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	503,740	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	345.16	358.20
	每次配送商品量(部/次)	352.72	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	63	87
$Q_{js} * 4$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	673,370	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	327.12	356.41
	每次配送商品量(部/次)	344.11	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	84	116
Q_{js}	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	673,370	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	327.12	356.41
	每次配送商品量(部/次)	344.11	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	84	116

表 6.5 各分區消費者上網比例(L_j)變動之敏感度分析

L_j	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.53	423.11
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$L_j * 1.1$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	179,970	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	430.14	445.31
	每次配送商品量(部/次)	23	31
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.60	
$L_j * 1.2$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	197,260	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	413.75	430.65
	每次配送商品量(部/次)	25	35
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	8.30	
$L_j * 1.3$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	214,530	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	399.98	418.39
	每次配送商品量(部/次)	27	38
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	9.00	
$L_j * 1.4$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	231,800	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	388.27	408.03
	每次配送商品量(部/次)	29	40
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	9.70	

表 6.6 消費者取貨時間參數值(a_{1s})變動之敏感度分析

a_{1s}	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
$a_{1s}^* 2$	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690	
	研究時隔內平均每日利潤(元)	23,384	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.55	423.11
		432.15	
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$a_{1s}^* 3$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	1.8	
$a_{1s}^* 4$	差異化服務週期(天)	1.8	3.6
	研究時隔內最大利潤(元)	80,263	
	研究時隔內平均每日利潤(元)	22,295	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	547.33	467.06
		500.77	
	每次配送商品量(部/次)	10	14
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.93	
$a_{1s}^* 5$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	1.2	
$a_{1s}^* 6$	差異化服務週期(天)	1.2	2.4
	研究時隔內最大利潤(元)	51,722	
	研究時隔內平均每日利潤(元)	21,551	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	682.33	554.53
		608.20	
	每次配送商品量(部/次)	7	10
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.93	
$a_{1s}^* 7$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	0.9	
$a_{1s}^* 8$	差異化服務週期(天)	0.9	1.8
	研究時隔內最大利潤(元)	37,319	
	研究時隔內平均每日利潤(元)	20,732	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	826.29	653.86
		726.28	
	每次配送商品量(部/次)	5	7
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.93	
$a_{1s}^* 9$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	0.7	
$a_{1s}^* 10$	差異化服務週期(天)	0.7	1.4
	研究時隔內最大利潤(元)	28,604	
	研究時隔內平均每日利潤(元)	20,431	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	969.37	758.06
		847.16	
	每次配送商品量(部/次)	4	6
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.93	

表 6.7 網路購物與傳統購物之相對價格比例參數值(a_{2s})變動之敏感度分析

a_{2s}	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.55	423.11
		432.15	
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$a_{2s} * 1.25$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.4	
	差異化服務週期(天)	3.4	6.8
	研究時隔內最大利潤(元)	153,130	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	440.90	426.18
		432.81	
	每次配送商品量(部/次)	21	25
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.8	
$a_{2s} * 1.5$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.3	
	差異化服務週期(天)	3.3	6.6
	研究時隔內最大利潤(元)	146,290	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	437.47	427.84
		432.36	
	每次配送商品量(部/次)	21	23
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.7	
$a_{2s} * 1.75$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.3	
	差異化服務週期(天)	3.3	6.6
	研究時隔內最大利潤(元)	141,830	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	439.00	432.94
		435.86	
	每次配送商品量(部/次)	21	22
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.5	
$a_{2s} * 2$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.3	
	差異化服務週期(天)	3.3	6.6
	研究時隔內最大利潤(元)	138,760	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	440.54	436.81
		438.63	
	每次配送商品量(部/次)	20	21
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.3	

6.3.2 企業供給特性之變動

影響企業派車配送之運輸成本包括每部派車之固定成本(γ)、於配送點之停留成本(σ)及單位距離之運輸費率(δ)；影響存貨成本主要為存貨成本比例(R)與運銷過程所耗費時間，本章將根據第四章之敏感度分析結果，選定其中較敏感之供給變數，分析其變動對差異化配送策略可能造成之影響，以下將逐項詳細探討之。

(1) 每部派車之固定成本(γ_2)

每部發車之固定成本包括基本人力薪資成本與車輛購置成本之攤提，不同容量之配送車輛各具不同之車輛購置成本，造成每單位商品可能有不同之攤提成本，在 6.2 節之初始分析中，轉運站之每部派車固定成本(γ_2)設為 1,000 元，茲將進一步探討每部派車之固定成本為 1,000 元、1,500 元、2,000 元、2,500 元時，對差異化配送策略及平均運銷成本之影響，將此結果整理如表 6.8。

由表 6.8 可看出當轉運站之每部派車之固定成本增加時，配送週期與研究時隔內對網路購物商品之需求量之變動不大，且企業利潤減少、平均運銷成本增加；此乃因每部派車之固定成本增加時，每單位商品所分攤之運銷成本將增加，但其增量偏小，故對消費者選擇網路商品之需求與差異化配送週期之制定皆未造成顯著影響，亦因而使企業利潤下降。

(2) 配送點停留成本(σ_2)

配送車輛於各消費配送點之停留成本，乃與停留時間及配送人力成本有關，不同商品所需之卸貨停留服務時間可能不同，根據歷史資料顯示運輸倉儲及通信業受雇員之薪資與日俱增，在前述基本分析中，轉運站配送至各消費點之平均停留時間為 15 分鐘，停留配送所耗費之人力成本(σ_2)約為 53.4 元。茲將進一步探討當配送點停留成本減少 0.5 倍、0.25 倍及增加 0.25 倍、0.5 倍時，即分別為 26.70 元、40.05 元、53.40 元、66.75 元、80.1 元時，對差異化配送策略及運銷成本之影響，將此結果彙集成表 6.9。

由表 6.9 可看出當配送點停留成本增加時，配送週期與研究時隔內消費者對網路購物商品之需求量皆未見變化，但企業利潤減少、平均運銷成本增加；此乃因當於各消費點配送之停留成本增加時，雖使每單位商品之平均運銷成本增加、企業利潤減少，但因此項成本增量偏小，對消費者選擇網路商品之需求與差異化配送週期之制定皆未形成顯著影響。

(3) 單位距離之運輸費率(δ_2)

單位距離之運輸費率乃配送車輛每單位距離所耗費之運輸成本，主要可以單位距離之耗油程度予以推算，在前述起始分析中，假設轉運站配送至各消費點主要行經省道及市區道路，故將其起始值設為每公里每商品之運輸成本(δ_2)為 2.26 元。以下將進一步探討其增加 2 至 5 倍時，即分別為 2.26 元、4.52 元、6.78 元、9.04 元、11.30 元時，對差異化配送策略及運銷成本之影響，將此結果整理列示如表 6.10。

相同地由表 6.10 可看出當單位距離之運輸費率增加時，配送週期與網路購物商品之需求量皆未變化，但造成企業利潤減少、平均運銷成本增加；其主因係因當單位距離之運輸費率增加時，每單位商品之平均運銷成本將增加、企業利潤減少，但因其成本增量仍偏小，故對消費者選擇網路商品之需求與差異化配送週期之制定皆未有明顯影響，亦因而企業利潤下降。

(4) 存貨成本比例(R)

存貨成本比例主要與存貨儲置成本、商品貶值有關，當土地租金成本提高、科技進步使商品生命週期縮短而導致貶值時，商品之存貨成本比例將提升，本研究乃以個人電腦為分析產品，資訊產品推陳出新且日新月異，其存貨成本比例較一般產品為高，本研究對存貨成本比例之起始設定值為每天 0.2%，茲將進一步分析當存貨成本比例分別為 0.1%、0.15%、0.25%、0.30%時對差異化配送策略及運銷成本之影響，將此結果彙整如表 6.11。

在表 6.11 中，當存貨成本比例增加時，則配送週期縮短、企業利潤減少、平均運銷成本增加、網路購物商品之需求量略為增加；此乃因存貨成本比例增加時，平均存貨成本隨之增加，故廠商須縮短配送週期以降低存貨成本，以量少但密集之方式進行配送，因而造成平均運輸成本提高，由表 6.11 之結果亦觀知在此權衡後平均運銷成本呈增加情形，反映商品之存貨成本比例的確對企業運銷決策之影響甚大。另一方面，因消費者之商品取貨時間縮短而更刺激消費者對網路購物之需求，故網路購商品之需求量略為增加。

在表 6.11 中亦列示當存貨成本比例愈增加時，採行均同配送策略對運銷成本及企業利潤之影響，實例結果可發現雖存貨成本比例增加，但若能針對不同消費族群進行差異化配送服務及運費訂價，將可獲得較多利潤，而非對各消費族群在各發車週期皆進行商品配送。

表 6.8 轉運站每部派車固定成本(γ_2)變動之敏感度分析

$\gamma_2 = 1,000$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.53	423.11
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\gamma_2 = 1,500$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	162,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	468.34	440.47
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\gamma_2 = 2,000$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	161,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	492.15	457.84
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\gamma_2 = 2,500$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	160,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	515.96	475.20
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	

表 6.9 配送點停留成本(σ_2)變動之敏感度分析

$\sigma_2 = 26.70$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	165,020	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	417.83	396.41
		405.45	
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\sigma_2 = 40.05$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	164,350	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	431.18	409.76
		418.80	
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\sigma_2 = 53.40$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.53	423.11
		432.15	
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\sigma_2 = 66.75$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,020	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	457.88	436.01
		445.50	
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\sigma_2 = 80.10$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	162,360	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	471.23	449.81
		458.85	
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	

表 6.10 單位距離運輸費率(δ_2)變動之敏感度分析

$\delta_2 = 2.26$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.53	423.11
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\delta_2 = 4.52$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	158,570	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	564.85	513.25
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\delta_2 = 6.78$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	153,440	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	685.17	603.38
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\delta_2 = 9.04$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	149,190	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	805.48	663.32
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$\delta_2 = 11.30$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	144,250	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	875.64	783.65
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	

表 6.11 存貨成本比例(R)變動之敏感度分析

	配送策略	差異化配送策略		均同策略
		消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)	
R = 0.0010	分析項目			
	發車週期(天)	3.6		3.8
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2	
	研究時隔內最大利潤(元)	167,770		163,490
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T	各時點
	研究時隔內平均運銷成本(元)	377.66	339.47	345.09
		355.50		
	每次配送商品量(部/次)	21	29	25
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.93		6.68	
R = 0.0015	分析項目			
	發車週期(天)	3.6		3.7
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2	
	研究時隔內最大利潤(元)	165,730		161,590
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T	各時點
	研究時隔內平均運銷成本(元)	413.79	383.40	379.52
		396.51		
	每次配送商品量(部/次)	21	29	25
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.93		6.85	
R = 0.0020	分析項目			
	發車週期(天)	3.5		3.7
	差異化服務週期(天)	3.5	7	
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690		159,690
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T	各時點
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.55	423.11	416.88
		432.15		
	每次配送商品量(部/次)	21	29	25
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11		6.85	
R = 0.0025	分析項目			
	發車週期(天)	3.5		3.7
	差異化服務週期(天)	3.5	7	
	研究時隔內最大利潤(元)	161,700		157,800
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T	各時點
	研究時隔內平均運銷成本(元)	479.91	466.52	454.25
		472.17		
	每次配送商品量(部/次)	21	29	25
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11		6.85	
R = 0.0030	分析項目			
	發車週期(天)	3.5		3.7
	差異化服務週期(天)	3.5	7	
	研究時隔內最大利潤(元)	159,700		155,930
	配 送 時 點	時點 T	各時點	各時點
	研究時隔內平均運銷成本(元)	515.30	485.77	485.77
		512.20		
	每次配送商品量(部/次)	21	25	25
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11		6.85	

6.3.3 差異化配送策略之變動

本研究探討特定轉運站在其服務範圍內對不同消費族群進行差異化配送策略之研擬；即不同消費族群之商品送達時間及運費費率有所差異，以解析性方法構建差異化配送策略之平均運銷成本函數，並以最大化企業利潤為目標式，供需互動之權衡取舍關係為限制式，構建數學規劃模式決定差異化配送週期。本模式可提供業者因應不同消費族群之需求特性，決定差異化配送週期，並可評估不同送達服務及運費費率之差異化配送服務的效益。以下將進行差異化配送策略變動時之敏感度分析。

(1) 各消費族群之運費費率(tr_s)

在前述起始分析中，假設廠商考量對各消費族群所欲提供之配送服務水準及競爭對手反應等條件後，對兩類消費族群之運費分別收取每單位商品 700 元與 400 元，而本模式可提供廠商於考量各方因素後所制定之運費費率的效益評估，茲進一步分析當兩類消費族群之運費費率為 700 元與 400 元、800 元與 400 元、600 元與 400 元、700 元與 500 元、700 元與 300 元時對企業運銷決策之影響，並此結果整理如表 6.12。

由表 6.12 可看出在本實例中若提高某類消費族群之運費費率後(即兩類消費族群之運費分別為 800 元與 400 元、700 元與 500 元時)，對企業之配送週期、平均運銷成本、網路購物商品需求率之影響皆不甚明顯，但因運費收入之增加而使企業利潤增加，另一方面，若降低某類消費族群之運費費率後(即兩類消費族群之運費分別為 600 元與 400 元、700 元與 500 元時)，對配送週期、平均運銷成本、網路購物商品需求率之影響亦不明顯，但因運費收入減少而使企業利潤隨之降低。綜上，故可進行多組運費費率之比較，擇取使企業利潤最大者為最適運費費率，以為企業制定各消費族群運費費率之參考基礎。

值得特別說明的是此項分析結論乃與本實例需求函數中消費者對價格彈性或商品送達時間要求之參數值設定有關，而非適用所有情境；舉例而言，當消費者對商品價格彈性愈高，即本實例之需求函數中網路購物與傳統購物之相對價格比例參數值(a_{2s})愈高時，廠商提高某類消費族群之運費費率將使其選擇網路購物意願下降，供需互動後所決定之網路購物需求量將減少，此時企業利潤不見得會增加，故須視消費者之價格彈性及對商品送達時間之要求程度而定。

(2) 各消費族群之配送週期比例(f_s)

在本模式中各消費族群配送週期比例(f_s)之變動將影響企業獲利情形，最佳之 f_s 可透過比較可能之配送週期比例組合後，擇取最能滿足企業目標者。本研究假設各消費族群之配送週期比例 f_s 為外生，乃由廠商考慮差異化配送服務所欲提供之各等級服務水準、競爭程度、需求特性、配送程序簡化等諸多因素後決定，本研究模式則可提供比較制定不同差異化配送週期比例時之獲利情形；本實例在初始分析中乃假設 $f_1:f_2=1:2$ ，茲將進一步分析 $f_1:f_2=1:3$ 及 $f_1:f_2=1:4$ 時對企業運銷決策及運銷成本之顯響，將此結果彙整如表 6.13。

由表 6.13 得知在本實例中當兩消費族群之配送週期比例為 $f_1:f_2=1:2$ 時，其研究時隔內平均每日利潤 23,384 元最大，故廠商可以此配送週期比例對兩消費族群進行配送服務，以提高企業利潤。

(3) 不同差異化配送策略(tr_s+f_s)

如前所述，本模式可針對不同等級之送達時間及運費費率策略進行敏感度分析，以進行比較制定不同送達服務(f_s)與運費費率(tr_s)之效益評估，以下將針對配送週期比例為 $f_1:f_2=1:2$ 且兩類消費族群之運費分別為 700 元與 400 元、配送週期比例為 $f_1:f_2=1:3$ 且兩類消費族群之運費分別為 800 元與 300 元、配送週期比例為 $f_1:f_2=1:3$ 且兩類消費族群之運費分別為 700 元與 300 元、配送週期比例為 $f_1:f_2=1:4$ 且兩類消費族群之運費分別為 800 元與 200 元、配送週期比例為 $f_1:f_2=1:4$ 且兩類消費族群之運費分別為 700 元與 200 元等差異化配送策略進行效益評估，將其結果整理如表 6.14。

由表 6.14 得知在本實例中當兩消費族群之配送週期比例為 $f_1:f_2=1:4$ 且兩類消費族群之運費費率分別為 800 元與 200 元時，其研究時隔內平均每日利潤 23,661 元為最大，故廠商可以此配送週期比例對兩消費族群進行配送服務並收取運費，以提高企業利潤；且透過本模式決定在此差異化配送策略下之發車週期為 3.4 天，即亦即消費族群 1 與消費族群 2 之差異化配送週期分別為 3.4 天與 13.6 天。在差異化策略配送方式下，配送時點 T、2T、3T 時各配送 21 單位商品，且平均運銷成本為 439.39 元，配送時點 4T 時共配送 34 單位的商品，且平均運銷成本 523.12 元。透過各時點之配送商品量為權重，加權平均求算在差異化配送策略下之每天平均商品配送量為 7.13 部，且商品之平均運銷成本為 468.695 元。

比較初始差異化配送策略 $f_1: f_2 = 1:2$ 且 $tr_1: tr_2 = 700:400$ 與上述可獲較大利潤之差異化配送策略 $f_1: f_2 = 1:4$ 且 $tr_1: tr_2 = 800:200$ ，從表 6.14 中可發現，當對要求快速送達商品且價格彈性較低之消費族群 1，進行更快速之商品送達服務並提高其運費費率，另一方面，對可接受較慢送達商品且價格彈性較高之消費族群 2，進行較慢之商品送達服務但降低其運費費率時；雖後述策略之研究時隔內平均運銷成本提高($432.15 < 468.69$)，但其每日平均利潤增加($23,384 < 23,661$)、單位時間內消費者對網路購物商品之需求率亦增加($7.02 < 7.13$)。因此，當企業愈能提供符合不同消費族群之配送服務，並按配送服務等級與價格彈性訂定運費費率，將更能提高企業獲利且吸引客源。

表 6.12 各消費族群之運費費率(tr_s)變動之敏感度分析

	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
$tr_1: tr_2 = 700 : 400$	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.55	423.11
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$tr_1: tr_2 = 800 : 400$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	167,880	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.55	423.13
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$tr_1: tr_2 = 600 : 400$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	159,500	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	445.55	423.11
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11	
$tr_1: tr_2 = 700 : 500$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.6	
	差異化服務週期(天)	3.6	7.2
	研究時隔內最大利潤(元)	164,330	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	449.93	428.62
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	6.9	
$tr_1: tr_2 = 700 : 300$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)	消費族群 2(慢速)
	發車週期(天)	3.5	
	差異化服務週期(天)	3.5	7
	研究時隔內最大利潤(元)	163,040	
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.53	423.02
	每次配送商品量(部/次)	21	29
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.12	

表 6.13 各消費族群之配送週期比例(f_1)變動之敏感度分析

$f_1: f_2 = 1:2$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)		消費族群 2(慢速)	
	發車週期(天)	3.5			
	差異化服務週期(天)	3.5		7	
	研究時隔內最大利潤(元)	163,690			
	研究時隔內平均每日利潤(元)	23,384			
	配 送 時 點	時點 T		時點 2T	
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.55		423.11	
		432.15			
每次配送商品量(部/次)	21		29		
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.11				
$f_1: f_2 = 1:3$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)		消費族群 2(慢速)	
	發車週期(天)	3.5			
	差異化服務週期(天)	3.5		10.5	
	研究時隔內最大利潤(元)	240,150			
	研究時隔內平均每日利潤(元)	22,871			
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T	時點 3T	
	研究時隔內平均運銷成本(元)	444.53	444.53	488.97	
		463.65			
每次配送商品量(部/次)	21	21	32		
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.02				
$f_1: f_2 = 1:4$	消 費 族 群	消費族群 1(快速)		消費族群 2(慢速)	
	發車週期(天)	3.4			
	差異化服務週期(天)	3.4		13.6	
	研究時隔內最大利潤(元)	315,560			
	研究時隔內平均每日利潤(元)	23,203			
	配 送 時 點	時點 T	時點 2T	時點 3T	時點 4T
	研究時隔內平均運銷成本(元)	439.37	439.37	439.37	522.85
		468.50			
每次配送商品量(部/次)	21	21	21	34	
研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)	7.12				

表 6.14 不同差異化配送策略($tr_s + f_s$)變動之敏感度分析

	消 費 族 群		消費族群 1(快速)		消費族群 2(慢速)	
$f_1: f_2 = 1:2$ 且 $tr_1: tr_2 = 700:400$	發車週期(天)		3.5			
	差異化服務週期(天)		3.5		7	
	研究時隔內最大利潤(元)		163,690			
	研究時隔內平均每日利潤(元)		23,384			
	配 送 時 點		時點 T		時點 2T	
	研究時隔內平均運銷成本(元)		444.55		423.11	
			432.15			
	每次配送商品量(部/次)		21		29	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)		7.11			
$f_1: f_2 = 1:3$ 且 $tr_1: tr_2 = 800:300$	消 費 族 群		消費族群 1(快速)		消費族群 2(慢速)	
	發車週期(天)		3.5			
	差異化服務週期(天)		3.5		10.5	
	研究時隔內最大利潤(元)		243,540			
			23,194			
	配 送 時 點		時點 T	時點 2T	時點 3T	
	研究時隔內平均運銷成本(元)		444.55	444.55	488.98	
			463.68			
	每次配送商品量(部/次)		21	21	32	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)		7.02			
$f_1: f_2 = 1:3$ 且 $tr_1: tr_2 = 700:300$	消 費 族 群		消費族群 1(快速)		消費族群 2(慢速)	
	發車週期(天)		3.5			
	差異化服務週期(天)		3.5		10.5	
	研究時隔內最大利潤(元)		239,260			
	研究時隔內平均每日利潤(元)		22,787			
	配 送 時 點		時點 T	時點 2T	時點 3T	
	研究時隔內平均運銷成本(元)		444.53	444.53	488.97	
			463.67			
	每次配送商品量(部/次)		21	21	32	
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)		7.02			
$f_1: f_2 = 1:4$ 且 $tr_1: tr_2 = 800:200$	消 費 族 群		消費族群 1(快速)		消費族群 2(慢速)	
	發車週期(天)		3.4			
	差異化服務週期(天)		3.4		13.6	
	研究時隔內最大利潤(元)		321,790			
	研究時隔內平均每日利潤(元)		23,661			
	配 送 時 點		時點 T	時點 2T	時點 3T	時點 4T
	研究時隔內平均運銷成本(元)		439.39	439.39	439.39	523.12
			468.69			
	每次配送商品量(部/次)		21	21	21	34
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)		7.13			
$f_1: f_2 = 1:4$ 且 $tr_1: tr_2 = 700:200$	消 費 族 群		消費族群 1(快速)		消費族群 2(慢速)	
	發車週期(天)		3.4			
	差異化服務週期(天)		3.4		13.6	
	研究時隔內最大利潤(元)		313,410			
	研究時隔內平均每日利潤(元)		23,045			
	配 送 時 點		時點 T	時點 2T	時點 3T	時點 4T
	研究時隔內平均運銷成本(元)		439.37	439.37	439.37	523.11
			468.68			
	每次配送商品量(部/次)		21	21	21	34
	研究時隔內平均每日商品需求量(部/天)		7.13			

6.4 小結

本章延續第四章之案例，並選定台北林口轉運站為例，對其服務範圍研擬差異化配送策略。在基本實例分析中，本研究比較差異化配送策略與均同配送策略發現，差異化配送策略之平均運銷成本較高，但差異化配送策略在研究時隔內之企業利潤及平均每日商品需求量大於均同配送策略。故明顯可看出若企業能針對各消費族群之差異化需求特性，進行不同配送服務以滿足消費者需求特性且收取不同運費，將更可促使消費者選擇網路購物之意願並提高企業利潤。

此外，網路購物商品之配送乃直接針對消費者進行宅配，故對於商品送達家戶之時間可能會有較多時間窗限制。在本實例中，差異化配送策略所決定發車週期為 3.5 天，且其每次配送所需之運輸繞行時間為 0.9 天，佔配送週期之比例偏小，故廠商可於週期時間範圍內調節發車時間以滿足消費者送達時間窗要求，然而，因網路購物未來預期將可增加，在週期亦趨短下送貨時間受限於時間窗之細節派車問題仍可為後續研究之重要課題。

因應消費者需求行為與企業供給特性隨未來環境及趨勢將有所改變，本研究針對重要供需參變數進行敏感度分析，以瞭解其變異對業者運銷決策及差異化配送策略之影響，結果發現較敏感之參變數包括：單位時間內對特定商品需求率(Q_{js})、使用者上網人口比例(L_j)、商品取貨時間參數值(a_{js})、網路購物與傳統購物相對價格比參數值(a_{2s})、存貨成本比例(R)等；其重要結論如下：當各分區單位時間內對商品需求率愈高或上網人口比例增加時，網路購物之需求量提升，故廠商可在短時累積足夠之商品配送量，因規模經濟效果而使平均運銷成本下降並增加利潤。當消費者愈重視商品送達時間時，則企業須縮短配送週期以滿足需求，導致平均運銷成本增加、利潤下降，且單位時間內網路商品需求率略減；且依本實例發現 S 公司現有配送體系未能完全適合短時密集之派車作業，故未來視消費者對商品送達時間要求程度，增購較小容量之車隊以增加配送彈性。當消費者之商品價格彈性愈高時，則選擇網路購物意願降低，故廠商須縮短配送週期以刺激需求，但在本實例中供需互動後仍呈平均運銷成本增加、利潤減少、網路商品需求率減少情形；反映當消費者之價格彈性愈高時，則經網路購得低價商品之要求愈甚。而當存貨成本比例增加時，廠商須縮短配送週期以降低存貨成本，但卻造成平均運輸成本提高，在此權衡後平均運銷成本呈增加情形，反映商品之存貨成本比例的確對企業運銷決策之影響甚大。

而運送之相關成本對差異化配送策略之影響則較不顯著，如：每部派車之固定成本(γ_2)、配送點停留成本(σ_2)、單位距離之運輸費率(δ_2)。此外，本章亦針對不同送達服務及運費費率之差異化配送策略進行敏感度分析，以評估其效益供業者參考。

第七章 結論與建議

本研究乃以網路購物商品之配送策略為主題，分別探討各轉運站配送範圍、規模與均同配送週期之界定，並針對特定轉運站之配送範圍研擬各消費族群之差異化配送服務及運費費率，綜合前面各章所述，本章將提出本研究之重要結論與未來研究方向之建議。

7.1 結論

網路購物商品之配送空間分佈型態更廣、變異更大，且供需雙方之互動關係緊密；此些需求特性之改變將為研擬網路購物商品配送策略時之重要考慮因素，但以往文獻對此新興課題之探討甚少。本研究以一次轉運配送架構解決網路購物之空間變異較大問題，先由配銷中心負責配送商品至各轉運站，再由各轉運站配送商品至各消費點；將研究範圍依消費者需求密度變化而劃分為不同分區，以反映網路購物需求在空間分佈上之非均勻特性。假設各轉運站區位已知下，以解析性方法構建各轉運站配送特定繞行路線之平均運銷成本，於考慮供需互動與系統總運銷成本最小之目標下，提出演算法則決定各轉運站之最佳配送範圍、規模與配送週期。最後，以國內地區 S 公司為實例對象闡述本模式之實證應用，研究結果顯示經由本模式所決定之各轉運站配送範圍大致符合預期且合理。同時，本研究亦因應未來可能變化之供需特性進行敏感度分析。

在決定各轉運站之配送範圍後，本研究繼續探討特定轉運站在其服務範圍內之差異化配送策略，即對服務範圍內各消費族群之配送週期有所差異，端視其價格彈性、對商品送達時間之要求而定。本研究藉需求函數中之不同參數值反映不同消費族群具不同商品送達時間要求及價格彈性等需求特性，以解析性方法構建差異化配送策略之平均運銷成本函數，假設轉運站於固定週期發車，採時間差異策略，各消費族群之配送週期為發車週期不同之整數倍數，此視其需求特性之不同而有不同之配送週期比例，並以所有消費族群配送週期比例之最小公倍數為研究時隔，建立此研究時隔內各發車時點之平均運銷成本函數，接著求算研究時隔內各時點平均運銷成本之加權平均，以為研究時隔內企業總體平均運銷成本函數。接著，以最大化企業利潤為目標式，供需互動之權衡取捨關係為限制式，構建數學規模式以決定差異化配送週期。最後，延續 S 公司之實例，以台北轉運站為例，進行實例分析與敏感度分析。

在學術貢獻上，本研究放鬆了傳統物流研究對需求空間均質分佈及消費需求為外生固定之假設，可反映網路購物商品之緊密供需互動特性與非均質需求空間分佈情形。另本研究對具不同需求特性之消費族群採差異化之送達服務與運費費率，放鬆過去文獻大部份假設研究範圍內為均一需求特性之假設。在實務應用方面，本研究提供網路購物業者作為決定各轉運站在供需互動均衡下之配送範圍、規模與週期等配送策略之規劃參考；並可進一步因應不同消費族群之需求特性界定差異化配送週期，以進行不同送達服務及運費費率之效益評估。

綜合上述分析結果，本研究所得之重要結論如下：

1. 經本研究模式所決定之轉運站配送範圍、規模及週期，係在非均質需求空間分佈下進行探討，延申過去研究之均勻需求密度之假設，故更能反映網路購物之需求空間分佈特性；另外，納入供需互動之考量，放鬆傳統文獻將需求視為外生固定之假設，將更能反映網路通路與消費者之即時互動特性；且此供需互動係為各轉運站服務範圍內之企業運銷供給與消費者需求之互動，並且以達成系統最佳為目標，即各轉運站運銷成本加總後之系統總運銷成本最小。
2. 在轉運站配送範圍、規模及週期研究之實例分析中，發現平均運輸成本與配送週期呈反比關係，因愈長週期可累積愈多商品而致每單位商品分攤之運輸成本降低。然平均存貨成本則與配送週期呈正比關係，因配送週期愈長則商品運銷時間愈長，故存貨成本增加。此外，隨配送週期增加，消費者取貨等待時間增加，進而使網路商品需求量減少，故平均營運成本增加。各成本項加總後之平均運銷成本乃隨配送週期呈先減後增關係，最低點則為最適配送週期。
3. 經本實例所決定各轉運站之運銷決策方面，台北轉運站配送週期最短且規模最大，乃因其配送範圍為高需求率、高所得、高人口密度地區，故可在較短週期內累積較大配送量，造成配送之規模經濟效果最大，故平均運銷成本亦最低。
4. 轉運站配送範圍、規模及週期研究之敏感度分析結果顯示，對企業平均運銷成本及配送週期較敏感之參變數包括每部派車之固定成本(γ)、轉運站於各配送點之停留成本(σ_2)、轉運站之區域車輛配送的單位距離運輸費率(δ_2)、存貨成本比例(R)、消費者至零售店之平均距離(R_j)、單位時間內對特定商品需求率(Q_j)、消費者上網比例(L_j)、消費者取貨時間之需求參數(a_1)、傳統購物與網路購物之相對價格參數(a_2)，此些參變數值之變化將影響企業相關之運銷成本及配送策略，但對決定轉運站配送範圍之影響則不甚明顯。

5. 研究中並以屏東分區為例說明轉運站配送某需求率甚低且偏遠之非都會分區時須支付較高成本，故特定轉運站若能依不同需求特性研擬差異化配送策略，將可提高企業獲利。
6. 差異化配送策略之實例分析中比較差異化配送策略與均同配送策略，差異化配送策略之平均運銷成本較高。但另一方面，差異化配送策略在研究時隔內之企業利潤大於均同配送策略之利潤，且差異化配送策略在研究時隔內平均每日商品需求量大於均同配送策略之需求量。故可看出若企業能對各消費族群之差異化需求特性進行不同配送服務並收取不同運費，雖導致商品配送之平均運銷成本增加，但卻更可刺激消費者網路購物商品之需求並提高企業利潤。
7. 差異化配送策略之敏感度分析結果發現較敏感之參變數包括：單位時間內消費者對特定商品需求率(Q_{js})、使用者上網比例(L_j)、商品取貨時間參數值(a_{js})、網路購物與傳統購物相對價格比參數值(a_{2s})、存貨成本比例(R)等。
8. 而運送之相關成本對差異化配送策略之影響則較不顯著，如：每部派車之固定成本(γ_2)、配送點停留成本(σ_2)、單位距離之運輸費率(δ_2)。此外，並對不同送達服務及運費費率之差異化配送策略進行敏感度分析，以評估其效益供業者參考。
9. 當各分區單位時間內對商品需求率愈高或上網人口比例增加時，網路購物之需求量提升，故廠商可在短時累積足夠之商品配送量，因規模經濟效果而使平均運銷成本下降並增加利潤。
10. 當消費者愈重視商品送達時間時，則企業須縮短配送週期以滿足需求，導致平均運銷成本增加、利潤下降、單位時間內網路商品需求率略減；且發現 S 公司現有配送體系未能完全適合短時密集之派車作業，故未來視消費者對商品送達時間要求程度，增購較小容量之車隊以增加配送彈性。
11. 當消費者之商品價格彈性愈高時，則選擇網路購物意願降低，故廠商須縮短配送週期以刺激需求，但在本實例中供需互動後仍呈平均運銷成本增加、利潤減少、網路商品需求率減少情形；反映當消費者之價格彈性愈高時，則經網路購得低價商品之要求愈甚。
12. 當存貨成本比例增加時，廠商須縮短配送週期以降低存貨成本，但卻造成平均運輸成本提高，在此權衡後平均運銷成本呈增加情形，反映商品之存貨成本比例的確對企業運銷決策之影響甚大。

13. 在實務應用方面，本研究可提供網路購物業者作為決定各轉運站在供需互動均衡下之配送範圍、規模與週期等配送策略之規劃參考；並可進一步因應不同消費族群之需求特性，界定差異化配送週期，以評估制定不同送達服務及運費費率之效益評估。
14. 本研究中對於配送距離之估算乃以解析性模式為之，而非傳統之網路模式，故可透明化地藉由重要關鍵變數之間的關係來推估配送距離，本問題若以網路模式求解將會非常複雜且難以求解。

7.2 建議

本研究旨在決定網路購物商品轉運站之配送範圍、規模及均同配送週期，並進一步探討特定轉運站在其配送範圍內之差異化配送週期。然其中仍有部份假設尚待進一步放鬆，以及存在諸多重要課題值得進一步探討，茲提出建議及後續研究可進行之方向，以供參考。

1. 本研究僅考慮網路購物商品於國內配送之情形，未考慮跨國市場之配送。因跨國配送涉及通關、航空貨運、海運等較複雜問題，與國內市場自有車隊自行配送之考慮不盡相同，故本研究乃以國內配送市場為研究範圍，至於跨國物流配送部份，可以本研究為基礎，考慮跨國配送之重要特性，留待後續研究之努力。
2. 在本研究中轉運站數目及區位假設為外生，未來若欲進行轉運站數目或區位之決定，廠商可因實際限制條件、地租價格等考量因素，選擇數個可行之轉運站候選區位，透過本研究之敏感度分析予以分析，探討其不同影響後予以決定。
3. 網路購物商品之配送乃直接針對消費者進行宅配，故對於商品送達家戶之時間可能會有較多時間窗限制之情況。本研究旨在決定各轉運站之配送範圍、規模及週期，屬於較上層之規劃決策，在本規劃階段界定各轉運站之配送範圍後，下一階段研究則可進一步研擬配送受時間窗限制等較細節之派車作業問題。
4. 本研究中對於配送距離之估算乃以解析性模式為之，而非傳統之網路模式，故可透明化地藉由重要關鍵變數之間的關係來推估配送距離，本問題若以網

路模式求解將會非常複雜且難以求解。在差異化配送策略研究中，本研究模式尚未深入分析配送車隊之調度、送達時間受時間窗限制等細節派車議題，此將可留待後續研究繼續深入探討。

5. 本研究中派車配送作業乃於廠商彙整訂單資料後指派規劃，即正常之派車作業；另對願支付高運費以求即時送達之顧客，如何指派正在配送途中且尚有容量之車輛對其進行配送，以增加獲利，此動態指派配送策略可留待後續研究繼續進行。
6. 本研究探討之物流體系主要為網路購物商品之專業物流配送，未考慮廠商同時經營傳統零售通路及網路購物通路，故未來研究可繼續深入分析網路購物與零售點購物之共同配送或分別配送的策略比較。
7. 本研究僅先針對單一商品之網路購物配送課題進行探討，至於混合商品或多物種之配送課題，將可以本研究為基礎，並考慮各物種混合配送之成本特性及需求型態，加以修正並構建模式探討之。
8. 本研究著眼於未來消費者網路購物需求量增加後，企業為增加營運彈性，將規劃車隊專責進行商品配送；故以自行配送為研究對象，而當企業委託專業物流公司進行配送時，對於託運量高者，物流公司會給予不同程度之折扣，此亦反映累積較多需求量後方進行配送的規模經濟現象。因此可知無論採用自行車隊配送或委託專業物流公司配送，皆須考量消費者需求型態與運銷成本，以決定最適配送策略，故若委託專業物流公司配送時，則可以本研究架構為基礎，考量該問題本質進行若干修正，亦可適用。

參考文獻

1. 許巧鶯、江慧儀、白仁德，「消費者電子購物與傳統購物選擇行為分析」，運輸計劃季刊，第二十七卷，第三期，435-464 頁，民國 87 年 9 月。
2. 許巧鶯、江慧儀，「考慮需求變動之網路購物商品配送策略」，中華民國運輸學會第十三屆論文研討會，民國 87 年 12 月
3. 許巧鶯、潘建民、白仁德，「企業採行電子購物之運銷通路及運銷成本」，中華民國運輸學會第十二屆論文研討會，民國 86 年 12 月
4. 江慧儀，「網路購物之消費者需求與廠商實體配送之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 87 年 6 月。
5. 潘建民，「電子購物與傳統購物運銷成本之研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 86 年 6 月。
6. 電子商業答客問(FAQ)，經濟部商業司，民國 86 年 6 月 30 日。
7. 電子商店經營管理指引，經濟部商業司，民國 86 年 6 月 30 日。
8. 王瑞之，「電子商務大未來」，資訊與電腦，第 194 期，1996 年 9 月，頁 66-72。
9. 官振華，「WWW 使用者運用電子購物意願之研究：以人格特質、購買涉入與網路使用行為探討」，國立中央大學資訊管理研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
10. 王廷一，「企業線上行銷通路策略發展之研究」，國立台灣大學商學研究所碩士論文，民國八十六年 6 月。
11. 余國維，「消費者特性與產品特性對網際網路購物意願之影響」，國立成功大學交通管理科學研究所，民國 86 年 6 月。
12. 黃光瑞，「網路購物與傳統購物之零售商店區位選擇研究」，國立成功大學交通管理科學研究所，民國 86 年 6 月。
13. Bacon, R. w. (1984), *Consumer Spatial Behaviour*, Clarendon Press. Oxford.
14. Blumenfeld, D. E., Burns, L. D., Diltz, J. D., and Daganzo, C. F. (1985), "Analyzing Trade-offs Between Transportation, Inventory and Production Costs on Freight Networks," *Transportation Research B*, Vol. 19, No. 5, pp. 361-380.
15. Burns, L. D., Hall, R. W., Blumenfeld, D. E., and Daganzo, C. F. (1985), "Distribution Strategies that Minimize Transportation and Inventory Costs," *Operation Research*, Vol. 33, No. 3, pp. 469-490.
16. Campbell, J. F. (1993), "One-to-Many Distribution with Transshipments: An Analytic Model," *Transportation Science*, Vol. 27, No. 4, pp. 330-340.
17. CommerceNet/Nielsen, (1995a), "The CommerceNet/Nielsen Internet Demographic Survey, Executive Summary," *CommerceNet Consortium/Nielsen Media Research*, October 30.

18. CommerceNet/Nielsen, (1995b), "CommerceNet/Nielsen Internet Demographic Survey," *CommerceNet Consortium/Nielsen Media Research*, Volumes I and II, November.
19. Daganzo, C. F. (1984), "The Distance Traveled to Visit N Points with a Maximum of C Stops per Vehicle: An Analytic Model and an Application," *Transportation Science*, 18, 331-350.
20. Daganzo, C. F., Newell, G. F. (1986), "Configuration of Physical Distribution Networks," *Networks*, Vol. 16, No. 2, pp. 113-132.
21. Daganzo, C. F. (1991), *Logistics System Analysis*, Springer-Verlag Press, Berlin, Heidelberg.
22. Eilon, S., Watson-Grandy, C. D. T., and Chrsitofides, N. (1971), "*Distribution Management: Mathematical Modeling and Practical Analysis*," Hafner, New York, N. Y.
23. FIND/SVP, (1996), "The American Internet Use Survey: New Survey Highlights".
24. Fotheringham, A. S. and Knudsen D. C. (1986), "Modeling Discontinuous Change in Retailing System: Extensions of the Harris-Wilson Framework with Results from a Simulated Urban Retailing System," *Geographical Analysis*, Vol. 18, pp. 295-312.
25. Hall, R. W. (1985), "Determining vehicle dispatch frequency when shipping frequency differs across suppliers," *Transportation Research B*, Vol.19B. No. 5, pp. 421-432.
26. Hall, R. W. (1987), "Direct versus Terminal Freight Routing on Network with Concave Cost," *Transportation Research B*, Vol. 23, No. 1, pp. 37-45.
27. Harris, B. and Wilson, A. G. (1978), "Equilibrium Values and Dynamics of Attractiveness Terms in Production-Constrained and Spatial-Interaction Model," *Environment and Planning A*, Vol. 10, pp. 371-388.
28. Hsu, C. I., and Chen, J. H. (1994), "Effects of Changes in Transportation and Production Technology and Customer Behavior on the Size and Market Area of Urban Establishment," *Papers in Regional Science: the Journal of the RSAI*, Vol. 73, No. 4, pp. 407-424.
29. Hsu, C. I. And Tasi, I. J.(1999) , "Logistics Cost, Consumer Demand, and Retail Establishment Density," *Papers in Regional Science : the Journal of the RSAI*, Vol. 78, No. 1 (Accepted for publication)
30. Koppelman, F., Salomon I. and Proussaloglou, K. (1991), "Teleshopping or Store Shopping ? A Choice Model for Forecasting the Use of New Telecommunications-based Services," *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 18, pp. 473-489.

31. Larson, R. C. and Odoni A. R. (1981), *Urban Operational Research*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., pp. 132-136.
32. Manski, C. and Salomon, I. (1987), "The Demand for Teleshopping: An application of Discrete Choice Models," *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 17, No.1, pp.109-121.
33. Oppenheim, N. (1989),"Equilibrium Commercial Activity and Travel Distributions: Incorporating Endogenous Prices and Travel Costs into the Harris-Wilson Framework, with some Numerical Experiments," *Transportation Research B*, Vol.23, pp.225-242.
34. Oppenheim, N. (1990), "Discontinuous Changes in Equilibrium Retail Activity and Travel Structures," *Papers of the Regional Science Association*, Vol. 68, pp. 43-56.
35. Pavitt, (1997), "Retail and the Super High Street:the Future of the Electronic Home Shopping Industry," *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 25, No.1, pp. 38-43.
36. Reynolds, (1997), "Retailing in Computer-mediated Environments: Electronic Commerce Across Europe," *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 25, No.1, pp. 29-37.
37. Rowley, Jennifer, (1996), "Retailing and Sopping on the Internet," *International Journal of Retail &Distribution Management*, Vol.24, No.3, pp.26-37.
38. Salomon, I. and Koppelman, F. (1988), "A Framework for Studying Teleshopping versus Store Shopping," *Transportation Research A*, Vol. 22A, No. 4, pp. 247-255.