

## 第四章 城際複合物流運輸鐵路轉運中心

### 最適區位模式之應用

本章首先針對「台鐵與可能合作的物流業者數」以及「轉運成本分攤方式」等兩項情境進行情境分析，接續分別就有/無考量運輸外部成本進行實例分析與敏感度分析，以推求「城際複合物流運輸」之財務利潤、經濟效益、鐵路轉運中心區位、物品運送路徑，同時亦驗證模式之可信度與功能。

#### 4.1 情境分析

由於本研究主要研究成果之一，係在探討台鐵與物流業者共同參與「城際複合物流運輸」，所可能獲得之財務利潤，並期以該成果作為政府推動「永續運輸」政策之重要施政參考。因此，在後續進行實例分析或敏感度分析時，則訂定運送方式僅能採取「複合運輸」方式，俾便凸顯「複合運輸」之實際效益。至於合作雙方在「台鐵與可能合作的物流業者數」以及「轉運成本分攤方式」兩項情境下，則可針對「列車調度」、「列車車廂儲位配置與調度」、「資訊系統環境設定」、「鐵路轉運中心內部佈設與管理」、「鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃」、「集配車行車動線與停車位規劃」、「規模經濟」、「行政成本」、「公平性」、「財務收入」等方面探討其可能面臨之優缺點。茲分別詳細論述如后：

##### 一、「台鐵與可能合作的物流業者數」之情境

###### 1. 列車調度

###### ① 台鐵與一家物流業者合作

列車調度較單純，對於台鐵原來之客貨運列車調度計畫影響不大。

###### ② 台鐵與多家物流業者合作

列車調度較複雜，對於台鐵原來之客貨運列車調度計畫影響較大。

###### 2. 列車車廂儲位配置與調度

###### ① 台鐵與一家物流業者合作

列車車廂儲位配置與調度較單純，列車上理貨人員需求數較少。

###### ② 台鐵與多家物流業者合作

列車車廂儲位配置與調度較複雜，列車上理貨人員需求數較多。

###### 3. 資訊系統環境設定

###### ① 台鐵與一家物流業者合作

資訊系統環境設定較單純，對於台鐵與物流業者在資訊系統介面之整合處理上較容易。

- ②台鐵與多家物流業者合作  
資訊系統環境設定較複雜，由於不同的物流業者，其原有之資訊系統多不相同，因此當台鐵與多家物流業者面臨資訊系統介面整合處理時，將遭遇較多之問題，因此整合較為困難，且需花費較高之成本。
4. 鐵路轉運中心內部佈設與管理
- ①台鐵與一家物流業者合作  
由於僅與一家物流業者合作，因此鐵路轉運中心內部佈設較單純，而就台鐵而言，對於出租之鐵路轉運中心管理方面較容易掌握，不易額外衍生對台鐵自身客貨營運上之不必要困擾。
- ②台鐵與多家物流業者合作  
由於與多家物流業者合作，因此鐵路轉運中心內部佈設較複雜，而就台鐵而言，對於出租之鐵路轉運中心管理方面較不易掌握，較容易額外衍生對台鐵自身客貨營運上之不必要困擾。
5. 鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃
- ①台鐵與一家物流業者合作  
鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃較單純，且不容易因動線因素造成物品錯運或誤失列車班次之事件。
- ②台鐵與多家物流業者合作  
鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃較複雜，且較容易因動線因素造成物品錯運或誤失列車班次之事件。
6. 集配車行車動線與停車位規劃
- ①台鐵與一家物流業者合作  
集配車行車動線與停車位規劃較單純，因此較不容易造成集配車於鐵路場站內之行車安全事件。
- ②台鐵與多家物流業者合作  
集配車行車動線與停車位規劃較複雜，因此較可能造成集配車於鐵路場站內之行車安全事件。
7. 規模經濟 (Economies of scale)
- ①台鐵與一家物流業者合作  
台鐵之相關資源可全部提供該家物流業者運用，因此較容易達到規模經濟。
- ②台鐵與多家物流業者合作  
台鐵之相關資源有限，又必須公平地提供各家物流業者運用，因此各家物流業者較不容易達到規模經濟。
8. 行政作業與成本
- ①台鐵與一家物流業者合作  
由於僅與一家物流業者合作，因此在行政作業上極為單純，行政

成本因而較低，另由於各項協調、合作事項之推動執行，均可透過雙方指定之單一窗口進行作業，故不論在績效或時效上均有較大之優勢。

②台鐵與多家物流業者合作

由於與多家物流業者合作，因此在行政作業上較為複雜，也因此必須付出較高之行政成本，另由於各項協調、合作事項之推動執行，必須整合所有參加合作物流業者之意見，故不論在績效或時效上均較不利。

9. 公平性

①台鐵與一家物流業者合作

若僅與一家物流業者合作時，易遭各界質疑行政作業程序之公平性。

②台鐵與多家物流業者合作

由於與多家物流業者合作，因此在行政作業程序之公平性方面，較不容易引起各界質疑。

二、「轉運成本分攤方式」之情境

1. 轉運成本由台鐵單獨負擔

對於台鐵的財務收入狀況而言，較為不利，但可提升物流業者加入合作營運行列之意願。

2. 轉運成本由物流業者單獨負擔

對於台鐵的財務收入狀況而言，較為有利，但因此舉將加重業者營運成本負擔，因此對於物流業者加入合作營運行列之意願亦將有所影響。

3. 轉運成本由台鐵與物流業者平均分攤

較具公平性，對於物流業者加入合作營運行列之意願略有影響，惟相較轉運成本由物流業者單獨負擔之情境而言，對挹注台鐵欠佳之財務狀況稍有影響。

根據上述討論結果，彙整各項模式在不同情境下在行政實務方面之優缺點如表 4.1 所示。由表知，台鐵與一家物流業者合作時，不論就「列車調度」、「列車車廂儲位配置與調度」、「資訊系統環境設定」、「鐵路轉運中心內部佈設與管理」、「鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃」、「集配車行車動線與停車位規劃」方面均較台鐵與多家物流業者合作時單純，此外亦較容易達到規模經濟，且行政成本較低。唯一較不利的項目係「公平性」，然未來在正式推動「城際複合物流運輸」時，可透過行政作業的方式，讓所謂「一家」物流業者之定義，可為真正僅有一家物流業者，抑或由實質之多家物流業者結盟為「一家」物流業者，再者透過公開透明化的行政程序，讓所有有興趣的物流業者均得以按照規定的各項行政作業規範

表 4.1 情境分析彙整表

轉運成本分攤方式 台鐵與合作物流業者數	轉運成本 由台鐵單獨負擔	轉運成本 由物流業者單獨負擔	轉運成本由台鐵與 物流業者平均分攤
台鐵與一家物流業者合作	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 列車調度較單純</li> <li>2. 列車車廂儲位配置與調度較單純</li> <li>3. 資訊系統環境設定較單純</li> <li>4. 鐵路轉運中心內部佈設與管理較單純</li> <li>5. 鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃較單純</li> <li>6. 集配車行車動線與停車位規劃較單純</li> <li>7. 較容易達到規模經濟</li> <li>8. 行政成本較低</li> <li>9. 可提升物流業者加入合作營運行列之意願</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 易遭各界質疑行政作業程序之公平性</li> <li>2. 對於台鐵的財務收入狀況較為不利</li> </ol>	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 列車調度較單純</li> <li>2. 列車車廂儲位配置與調度較單純</li> <li>3. 資訊系統環境設定較單純</li> <li>4. 鐵路轉運中心內部佈設與管理較單純</li> <li>5. 鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃較單純</li> <li>6. 集配車行車動線與停車位規劃較單純</li> <li>7. 較容易達到規模經濟</li> <li>8. 行政成本較低</li> <li>9. 對於台鐵的財務收入狀況而言，較為有利</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 易遭各界質疑行政作業程序之公平性</li> <li>2. 影響物流業者加入合作營運行列之意願</li> </ol>	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 列車調度較單純</li> <li>2. 列車車廂儲位配置與調度較單純</li> <li>3. 資訊系統環境設定較單純</li> <li>4. 鐵路轉運中心內部佈設與管理較單純</li> <li>5. 鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃較單純</li> <li>6. 集配車行車動線與停車位規劃較單純</li> <li>7. 較容易達到規模經濟</li> <li>8. 行政成本較低</li> <li>9. 較具公平性</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 易遭各界質疑行政作業程序之公平性</li> <li>2. 對挹注台鐵欠佳之財務狀況稍有影響</li> </ol>
台鐵與多家物流業者合作	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不易遭各界質疑行政作業程序之公平性</li> <li>2. 可提升物流業者加入合作營運行列之意願</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 列車調度較複雜</li> <li>2. 列車車廂儲位配置與調度較複雜</li> <li>3. 資訊系統環境設定較複雜</li> <li>4. 鐵路轉運中心內部佈設與管理較複雜</li> <li>5. 鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃較複雜</li> <li>6. 集配車行車動線與停車位規劃較複雜</li> <li>7. 較不容易達到規模經濟</li> <li>8. 行政成本較高</li> <li>9. 對於台鐵的財務收入狀況較為不利</li> </ol>	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不易遭各界質疑行政作業程序之公平性</li> <li>2. 對於台鐵的財務收入狀況而言，較為有利</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 列車調度較複雜</li> <li>2. 列車車廂儲位配置與調度較複雜</li> <li>3. 資訊系統環境設定較複雜</li> <li>4. 鐵路轉運中心內部佈設與管理較複雜</li> <li>5. 鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃較複雜</li> <li>6. 集配車行車動線與停車位規劃較複雜</li> <li>7. 較不容易達到規模經濟</li> <li>8. 行政成本較高</li> <li>9. 影響物流業者加入合作營運行列之意願</li> </ol>	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不易遭各界質疑行政作業程序之公平性</li> <li>2. 較具公平性</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 列車調度較複雜</li> <li>2. 列車車廂儲位配置與調度較複雜</li> <li>3. 資訊系統環境設定較複雜</li> <li>4. 鐵路轉運中心內部佈設與管理較複雜</li> <li>5. 鐵路轉運中心與月台間物品運送動線規劃較複雜</li> <li>6. 集配車行車動線與停車位規劃較複雜</li> <li>7. 較不容易達到規模經濟</li> <li>8. 行政成本較高</li> <li>9. 對挹注台鐵欠佳之財務狀況稍有影響</li> </ol>

加入，則不但上述「公平性」之爭議可消弭於無形外，對於「城際複合物流運輸」之實際推動執行亦較為單純。

另當轉運成本由台鐵單獨負擔時，對於台鐵的財務收入狀況而言，較為不利，但可提升物流業者加入合作營運行列之意願；若轉運成本由物流業者單獨負擔時，對於台鐵的財務收入狀況而言，較為有利，但因此舉將加重業者營運成本負擔，因此對於物流業者加入合作營運行列之意願亦將有所影響；若由台鐵與物流業者平均分攤轉運成本時，較具公平性，對於物流業者加入合作營運行列之意願略有影響，惟相較轉運成本由物流業者單獨負擔之情境而言，對挹注台鐵欠佳之財務狀況稍有影響。綜上，關於「轉運成本分攤方式」部分，似以「轉運成本由台鐵與物流業者平均分攤」之情境較具公平性，惟就政府推動永續運輸政策與整體資源有效運用之前提考量下，如何提供多方誘因，藉以提升物流業者共同參與「城際複合物流運輸」之意願，使政府與台鐵及物流業者共創雙贏之局面，當為整體「永續運輸」推動方向之思維重點，因此，「轉運成本由台鐵單獨負擔」之情境，對於台鐵之財務收入雖較不利，然卻可提升物流業者加入合作營運行列之意願，以及有效達成政府施政目標。

基上，本研究後續即以「採取複合運輸」、「台鐵與一家物流業者合作」，以及「轉運成本由台鐵單獨負擔」之情境模式，進行實例分析與敏感度分析。



## 4.2 實例分析與敏感度分析

### 4.2.1 未考量運輸外部成本

#### 一、參數設定

為驗證 3.4 節所構建模式在實務上之可行性與功能，本研究以台灣地區台鐵實際營運路網及沿線縣市為實際驗證之範圍，進行鐵路轉運中心區位選擇及物品運送路徑指派之決策。經應用 3.3 節所訂定必要準則之篩選結果，本研究初步選定台鐵基隆、樹林、桃園、中壢、新竹、竹南、台中、員林、斗南、嘉義、台南、高雄、屏東、宜蘭、花蓮、台東等 16 個車站作為鐵路轉運中心之候選區位，並以行政區域為界，設定基隆-桃園地區、新竹-苗栗地區、台中-彰化-南投地區、雲林-嘉義-台南地區、高雄-屏東地區、宜蘭地區、花蓮地區以及台東地區等 8 個供給地/需求點，另分別以台北、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東等地做為前述各地區之分區中心，示意如圖 4-1 所示。貨種部分則以體積小、重量輕、價值高之快遞文件、包裹及其他具時效性的商品為研究對象。由於國內整體快遞業之相關市場規模資料無法取得，故本研究係以國內某大路線貨運業兼辦城



由供給地至起運鐵路轉運中心或由到達鐵路轉運中心至顧客需求點之公路集配單位成本，係根據汽車路線貨運業者提報監理單位之會計總成本除以總延噸公里所得之會計平均成本（王小娥、許凱翔，2001），再乘以由供給地至起運鐵路轉運中心或由到達鐵路轉運中心至顧客需求點之實際里程數而得，由供給地至起運鐵路轉運中心之單位集配成本詳如表 4.3 所示，至於由到達鐵路轉運中心至顧客需求點之單位集配成本則為表 4.3 所示矩陣之轉置矩陣。

表 4.2 主線鐵路運輸單位成本

單位：元/kg

	基隆站	樹林站	桃園站	中壢站	新竹站	竹南站	台中站	員林站	斗南站	嘉義站	台南站	高雄站	屏東站	宜蘭站	花蓮站	台東站
基隆站	0.000	0.154	0.216	0.254	0.380	0.473	0.743	0.864	1.024	1.114	1.345	1.521	1.600	0.259	0.630	1.216
樹林站	0.154	0.000	0.062	0.099	0.225	0.319	0.589	0.710	0.870	0.960	1.191	1.367	1.445	0.413	0.784	1.370
桃園站	0.216	0.062	0.000	0.037	0.163	0.257	0.526	0.648	0.808	0.898	1.129	1.305	1.383	0.475	0.846	1.432
中壢站	0.254	0.099	0.037	0.000	0.126	0.219	0.489	0.611	0.771	0.860	1.092	1.267	1.346	0.513	0.883	1.469
新竹站	0.380	0.225	0.163	0.126	0.000	0.093	0.363	0.485	0.645	0.734	0.966	1.141	1.220	0.639	1.009	1.595
竹南站	0.473	0.319	0.257	0.219	0.093	0.000	0.270	0.391	0.551	0.641	0.872	1.048	1.127	0.732	1.103	1.666
台中站	0.743	0.589	0.526	0.489	0.363	0.270	0.000	0.122	0.281	0.371	0.603	0.778	0.857	1.002	1.372	1.386
員林站	0.864	0.710	0.648	0.611	0.485	0.391	0.122	0.000	0.160	0.250	0.481	0.657	0.735	1.123	1.494	1.284
斗南站	1.024	0.870	0.808	0.771	0.645	0.551	0.281	0.160	0.000	0.090	0.321	0.497	0.575	1.283	1.654	1.105
嘉義站	1.114	0.960	0.898	0.860	0.734	0.641	0.371	0.250	0.090	0.000	0.231	0.407	0.486	1.373	1.601	1.015
台南站	1.345	1.191	1.129	1.092	0.966	0.872	0.603	0.481	0.321	0.231	0.000	0.176	0.254	1.604	1.369	0.784
高雄站	1.521	1.367	1.305	1.267	1.141	1.048	0.778	0.657	0.497	0.407	0.176	0.000	0.079	1.564	1.194	0.608
屏東站	1.600	1.445	1.383	1.346	1.220	1.127	0.857	0.735	0.575	0.486	0.254	0.079	0.000	1.466	1.115	0.529
宜蘭站	0.259	0.413	0.475	0.513	0.639	0.732	1.002	1.123	1.283	1.373	1.604	1.564	1.466	0.000	0.371	0.957
花蓮站	0.630	0.784	0.846	0.883	1.009	1.103	1.372	1.494	1.654	1.601	1.369	1.194	1.115	0.371	0.000	0.586
台東站	1.216	1.370	1.432	1.469	1.595	1.666	1.386	1.284	1.105	1.015	0.784	0.608	0.529	0.957	0.586	0.000

資料來源：本研究整理

表 4.3 集配單位成本

單位：元/kg

	基隆站	樹林站	桃園站	中壢站	新竹站	竹南站	台中站	員林站	斗南站	嘉義站	台南站	高雄站	屏東站	宜蘭站	花蓮站	台東站
台北	0.818	0.000	0.598	0.687	1.040	1.211	1.856	2.146	2.530	2.743	3.296	3.715	3.903	1.437	2.323	3.723
新竹	1.409	1.040	0.892	0.803	0.000	0.620	1.265	1.556	1.940	2.152	2.705	3.125	3.313	2.028	2.913	4.313
台中	2.225	1.856	1.708	1.619	1.265	1.094	0.000	0.740	1.124	1.336	1.889	2.309	2.497	2.843	3.729	3.743
台南	3.664	3.296	3.147	3.058	2.705	2.534	1.889	1.599	1.215	1.003	0.000	0.870	1.057	4.283	3.704	2.304
高雄	4.084	3.715	3.567	3.478	3.125	2.954	2.309	2.019	1.635	1.423	0.870	0.000	0.638	4.170	3.284	1.884
宜蘭	1.068	1.437	1.585	1.674	2.028	2.199	2.843	3.134	3.518	3.730	4.283	4.170	3.982	0.000	1.335	2.735
花蓮	1.954	2.323	2.471	2.560	2.913	3.084	3.729	4.019	4.403	4.257	3.704	3.284	3.096	1.335	0.000	1.850
台東	3.354	3.723	3.871	3.960	4.313	4.388	3.743	3.453	3.069	2.857	2.304	1.884	1.696	2.735	1.850	0.000

資料來源：本研究整理

### 3.轉運成本

包括起運鐵路轉運中心內之裝載成本以及到達鐵路轉運中心內之卸載成本在內之轉運成本，係依據台鐵所提供「PP 自強號幹線快遞業務」相關成本數據，作為本項參數之輸入資料。

### 4.鐵路轉運中心設置成本

起運/到達鐵路轉運中心之平均設置成本，係依據台鐵從事快遞物流所需之各項物流與資訊設備以及系統整合軟體各站所需平均費用（詹鴻漳，2001），並以平均使用年限 10 年作為各項設備攤提折舊之基準估算而得。由於「城際複合物流運輸」，係強調台鐵與物流業者之合作經營，本研究乃設定鐵路轉運中心設置所需成本，由台鐵與物流業者均攤，其個別之設置成本，詳如表 4.4 所示。

**表 4.4 鐵路轉運中心設置成本**

單位：元/日

基隆站	樹林站	桃園站	中壢站	新竹站	竹南站	台中站	員林站	斗南站	嘉義站	台南站	高雄站	屏東站	宜蘭站	花蓮站	台東站
126.4	1849.6	913.1	407.9	1225.5	473.5	3723.0	484.4	1013.4	1033.3	1059.5	2673.1	965.1	425.7	228.3	129.6

資料來源：本研究整理

### 5. 顧客需求量

由供給地至需求點之顧客需求量，係依據 A 物流公司所提供 40 個快遞站 92 年 12 個月份之起運與到達數據，進而計算其日平均值而得，顧客需求起迄資料詳如表 4.5 所示。

**表 4.5 顧客需求量**

單位：kg/日

	台北	新竹	台中	台南	高雄	宜蘭	花蓮	台東
台北	0	26652	50931	18359	31222	4419	3418	2486
新竹	19346	0	1959	1132	1210	149	118	63
台中	30527	3310	0	5289	6468	813	634	415
台南	15375	1780	4914	0	3161	432	317	190
高雄	18083	829	2354	1360	0	179	142	76
宜蘭	2110	36	103	60	64	0	6	3
花蓮	1516	17	49	28	30	4	0	2
台東	1687	28	80	46	49	6	5	0

資料來源：本研究整理

### 6. 鐵路轉運中心容量

鐵路轉運中心之面積，係依據「貨運服務總所營運改善策略」（中華民國運輸學會，2001）及台鐵網站（www.railway.gov.tw）「倉庫標租」資料相互檢核求算而得；至鐵路轉運中心之單位作業績效，則透過 A 物流公司所提供個別快遞站面積及實際每日作業量，進而計算其平均值而得；最後將各個鐵路轉運中心之面積乘以鐵路轉運中心之單位作業績效，即可求算個別鐵路轉運中心之容量限制，詳如表 4.6 所示。

### 7. 物品所佔鐵路轉運中心之空間

本研究依據 A 物流公司所提供 92 年 40 個快遞站之文件、樣品、包裹及其他具時效性商品之重量資料，求取其平均值，作為物品所佔鐵路轉運



表 4.6 鐵路轉運中心容量

單位：kg/日

基隆站	樹林站	桃園站	中壢站	新竹站	竹南站	台中站	員林站	斗南站	嘉義站	台南站	高雄站	屏東站	宜蘭站	花蓮站	台東站
47695	697748	344442	153890	462290	178639	1404438	182739	382295	389813	399682	1008381	364058	160589	86114	48891

資料來源：本研究整理

中心空間之輸入資料。

### 8.總運送時間

由供給地至需求點之資料矩陣甚為龐大 (8\*16\*16\*8)，本研究係以「第三期台灣地區整體運輸系統規劃」(IOT, 1999) 之社經及路網資料為基礎，將基年 84 年包括人口、二級及業人口、三級及業人口、戶數、戶量、機車總數、汽車總數與個人平均年所得、新增之住宅區面積、新增之商業區面積等社經資料更新至 91 年。而在路網方面亦根據 91 年台灣地區路網現況同步進行更新。嗣後運用「第三期台灣地區整體運輸系統規劃」模式估算由供給地至需求點之總運送時間。

### 9.顧客要求送達時限

本研究係以台鐵莒光號列車實際運行於起運/到達鐵路轉運中心之時間作為鐵路主線運輸時間；由供給地至起運鐵路轉運中心之集散配送時間與理貨暫存時間設定為 1 小時，由到達鐵路轉運中心至需求點之集散配送時間與理貨暫存時間亦設定為 1 小時；最後以前述三段時間之總和作為顧客要求送達時限，詳如表 4.7 所示。

表 4.7 顧客要求送達時限

單位：分鐘

	台北	新竹	台中	台南	高雄	宜蘭	花蓮	台東
台北	0	192	276	424	467	210	301	445
新竹	192	0	204	352	395	282	373	517
台中	276	204	0	268	311	366	457	458
台南	424	352	268	0	163	514	454	310
高雄	467	395	311	163	0	502	411	267
宜蘭	210	282	366	514	502	0	211	355
花蓮	301	373	457	454	411	211	0	264
台東	445	517	458	310	267	355	264	0

資料來源：本研究整理

### 10.鐵路運輸費率

運用由 A 物流公司網站查詢記錄所得之實際起迄點全程運費，與主線鐵路運輸距離佔總旅次距離比例之乘積，作為鐵路運輸費率之輸入資料，詳如表 4.8 所示。

## 11.公路集配費率

運用由 A 物流公司網站查詢記錄所得之實際起迄點全程運費，與由供給地至起運鐵路轉運中心及由到達鐵路轉運中心至需求點二者配送距離總和佔總旅次距離比例之乘積，作為公路集配費率之輸入資料，詳如表 4.9 所示。

**表 4.8 鐵路運輸費率**

單位：元/km

	台北	新竹	台中	台南	高雄	宜蘭	花蓮	台東
台北	0	146.3	161.7	200.2	215.6	69.3	84.7	84.7
新竹	146.3	0	138.6	169.4	192.5	69.3	84.7	84.7
台中	161.7	138.6	0	169.4	177.1	69.3	84.7	84.7
台南	200.2	169.4	169.4	0	138.6	69.3	84.7	84.7
高雄	215.6	192.5	177.1	138.6	0	69.3	84.7	84.7
宜蘭	69.3	69.3	69.3	69.3	69.3	0	84.7	84.7
花蓮	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	0	84.7
台東	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	0

資料來源：本研究整理

**表 4.9 公路集配費率**

單位：元/km

	台北	新竹	台中	台南	高雄	宜蘭	花蓮	台東
台北	0	43.7	48.3	59.8	64.4	20.7	25.3	25.3
新竹	43.7	0	41.4	50.6	57.5	20.7	25.3	25.3
台中	48.3	41.4	0	50.6	52.9	20.7	25.3	25.3
台南	59.8	50.6	50.6	0	41.4	20.7	25.3	25.3
高雄	64.4	57.5	52.9	41.4	0	20.7	25.3	25.3
宜蘭	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	0	25.3	25.3
花蓮	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	0	25.3
台東	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	0

資料來源：本研究整理

## 12.土地與場站租金

各鐵路轉運中心之土地與場站租金，係依據「貨運服務總所營運改善策略」（中華民國運輸學會，2001）及台鐵網站（www.railway.gov.tw）「倉庫標租」資料相互檢核計算而得，詳如表 4.10 所示。

表 4.10 土地與場站租金

單位：元/日

基隆站	樹林站	桃園站	中壢站	新竹站	竹南站	台中站	員林站	斗南站	嘉義站	台南站	高雄站	屏東站	宜蘭站	花蓮站	台東站
2275	14794	46565	20804	23846	4851	298833	3900	15554	14355	16283	25948	21610	8759	2072	1176

資料來源：本研究整理

## 二、求解結果

本研究以無偏好多目標規劃法中之權重法(Weighting Method)，針對所構建之多目標數學規劃模式進行求解，在供給地 8 處、候選起運、到達鐵路轉運中心各 16 處、需求點 8 處，運送路徑 16384 條之情況下，運用 LINGO 7.0 版數學規劃軟體與 EXCEL 數值分析軟體在 ASUS-ASD360 機型，CPU 為 Intel Pentium 4 3.4GHz 之個人電腦執行求解運算，求解時間約為 1 分鐘。其中，藉由不同權數的變動，求解出近似非劣解(non-inferior solutions)集合如圖 4-2 所示。另不同權數下所相對應之總利潤值( $Z=Z_0+Z_1$ )詳如表 4.11 所示。由表 4.11 知，就政府的角度而言，台鐵與物流業者之合作方式，每日總利潤介於 2,288,493 元至 2,821,153 元間，若單就台鐵觀之，每日可獲得之總利潤( $Z_0$ )介於 1,201,060 元至 1,876,946 元間；而就物流業者方面，每日亦可獲得介於 411,547 元至 1,480,104 元間之總利潤( $Z_1$ )。顯示就財務面而言，「城際複合物流運輸」確實具財務效益。

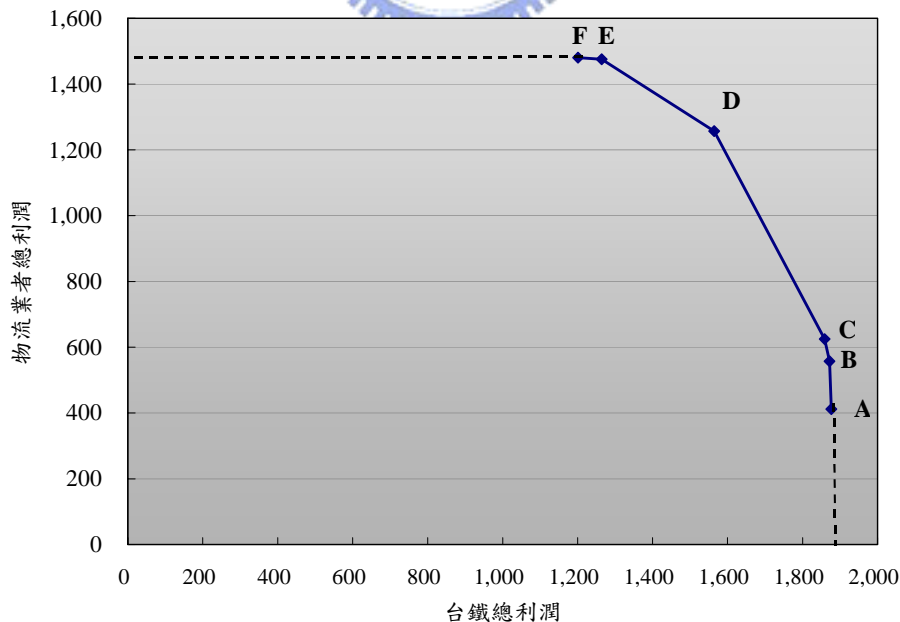


圖 4-2 近似非劣解集合

由於權重法中，不同的權重組合即代表決策者不同之偏好，因此，就

政策層面而言，決策者對於實際參與「城際複合物流運輸」之合作雙方，宜以公平原則處理，亦即給予台鐵及物流業者相同之權重，以提升「城際複合物流運輸」推動之可行性。至相同權重下之求解結果則如表 4.12 所示。由表知，在鐵路轉運中心區位選擇方面，由 16 個鐵路轉運中心候選區位中，共擇取包括：樹林、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東等 8 個車站，作為鐵路轉運中心之設置位址，其中，西部走廊有 5 個，東部走廊有 3 個。由於「城際複合物流運輸」，在追求台鐵與物流業者之總利潤最大，因此，在需求以及運送費率已知的情況下，如何兼顧各地區鐵路轉運中心候選區位所能容受的容量及滿足顧客於期限內送達之要求，進而減少運送成本，即成為影響「城際複合物流運輸」財務利潤之關鍵因素。透過物品運送路徑指派結果發現，因主線鐵路運輸快捷與準點之特性，公路物流集配送部分，以選擇供給地至起運鐵路轉運中心間，及到達鐵路轉運中心至顧客需求點間之最短路徑作為運送路徑，其運送成本較低，且可滿足顧客限時送達之要求；又各地區需求之集配送路徑僅限於分區中心至最近之起運/到達鐵路轉運中心，並未出現分散至鄰近鐵路轉運中心之現象，顯示所選定的 8 個鐵路轉運中心容量，足以容納在基年情境下的顧客需求。

表 4.11 不同權重下之非劣解與總利潤值

	權重		非劣解 (元/日)		總利潤值 (元/日)
	$W_1$	$W_2$	$Z_0$	$Z_1$	$Z=Z_0+Z_1$
A	1	0	1,876,946	411,547	2,288,493
B	0.9	0.1	1,871,944	557,114	2,429,058
C	0.8	0.2	1,858,679	624,672	2,483,351
D	0.5	0.5	1,564,099	1,257,054	2,821,153
E	0.2	0.8	1,264,041	1,475,416	2,739,457
F	0	1	1,201,060	1,480,104	2,681,164

### 三、敏感度分析

由於本研究所考量「城際複合物流運輸」營運作業規劃決策層次屬長

期策略規劃，因此實例分析係在假設未來年期之環境與各項條件均與現況相同之前提下進行，惟未來主客觀環境有可能受到現階段較難準確預測之各項因素影響而有所改變，故本節將以基年情境為基準，針對顧客需求量、土地與場站租金、由供給地至需求點之運送成本、鐵路轉運中心設置成本、需求移轉比例等可能影響「城際複合物流運輸」財務利潤之參數，就其對鐵路轉運中心區位選擇與物品運送路徑指派等決策變數之影響，進行敏感度分析。

表 4.12 未考量運輸外部成本下鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果

總利潤值 ( $Z=Z_0+Z_1$ )	2,821,153 元/日	
鐵路轉運中心 位址 ( $y_i$ )	樹林、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東	
運送路徑 ( $X_{oid,p}^k$ )	(基-桃) → 樹林 → 新竹 → (竹-苗) (基-桃) → 樹林 → 台中 → (中彰投) (基-桃) → 樹林 → 台南 → (雲嘉南) (基-桃) → 樹林 → 高雄 → (高-屏) (基-桃) → 樹林 → 宜蘭 → (宜蘭) (基-桃) → 樹林 → 花蓮 → (花蓮) (基-桃) → 樹林 → 台東 → (台東)	(竹-苗) → 新竹 → 樹林 → (基-桃) (竹-苗) → 新竹 → 台中 → (中彰投) (竹-苗) → 新竹 → 台南 → (雲嘉南) (竹-苗) → 新竹 → 高雄 → (高-屏) (竹-苗) → 新竹 → 宜蘭 → (宜蘭) (竹-苗) → 新竹 → 花蓮 → (花蓮) (竹-苗) → 新竹 → 台東 → (台東)
	(中彰投) → 台中 → 樹林 → (基-桃) (中彰投) → 台中 → 新竹 → (竹-苗) (中彰投) → 台中 → 台南 → (雲嘉南) (中彰投) → 台中 → 高雄 → (高-屏) (中彰投) → 台中 → 宜蘭 → (宜蘭) (中彰投) → 台中 → 花蓮 → (花蓮) (中彰投) → 台中 → 台東 → (台東)	(雲嘉南) → 台南 → 樹林 → (基-桃) (雲嘉南) → 台南 → 新竹 → (竹-苗) (雲嘉南) → 台南 → 台中 → (中彰投) (雲嘉南) → 台南 → 高雄 → (高-屏) (雲嘉南) → 台南 → 宜蘭 → (宜蘭) (雲嘉南) → 台南 → 花蓮 → (花蓮) (雲嘉南) → 台南 → 台東 → (台東)
	(高-屏) → 高雄 → 樹林 → (基-桃) (高-屏) → 高雄 → 新竹 → (竹-苗) (高-屏) → 高雄 → 台中 → (中彰投) (高-屏) → 高雄 → 台南 → (雲嘉南) (高-屏) → 高雄 → 宜蘭 → (宜蘭) (高-屏) → 高雄 → 花蓮 → (花蓮) (高-屏) → 高雄 → 台東 → (台東)	(宜蘭) → 宜蘭 → 樹林 → (基-桃) (宜蘭) → 宜蘭 → 新竹 → (竹-苗) (宜蘭) → 宜蘭 → 台中 → (中彰投) (宜蘭) → 宜蘭 → 台南 → (雲嘉南) (宜蘭) → 宜蘭 → 高雄 → (高-屏) (宜蘭) → 宜蘭 → 花蓮 → (花蓮) (宜蘭) → 宜蘭 → 台東 → (台東)
	(花蓮) → 花蓮 → 樹林 → (基-桃) (花蓮) → 花蓮 → 新竹 → (竹-苗) (花蓮) → 花蓮 → 台中 → (中彰投) (花蓮) → 花蓮 → 台南 → (雲嘉南) (花蓮) → 花蓮 → 高雄 → (高-屏) (花蓮) → 花蓮 → 宜蘭 → (宜蘭) (花蓮) → 花蓮 → 台東 → (台東)	(台東) → 台東 → 樹林 → (基-桃) (台東) → 台東 → 新竹 → (竹-苗) (台東) → 台東 → 台中 → (中彰投) (台東) → 台東 → 台南 → (雲嘉南) (台東) → 台東 → 高雄 → (高-屏) (台東) → 台東 → 宜蘭 → (宜蘭) (台東) → 台東 → 花蓮 → (花蓮)

資料來源：本研究整理

在正式進行敏感度分析之前，有必要運用先驗知識先行探討主要參數之變化對總利潤值及決策變數所可能造成之影響與變動，俾便與後續敏感度分析結果進行檢核比對，藉以驗證模式之可行性與可信度。

當未來年顧客需求量增加時，台鐵與物流業者之收益亦當增加，因此，二者之總利潤值亦將增加。惟由於顧客需求起迄型態並未改變，故當鐵路轉運中心容量足以容納顧客需求量時，鐵路轉運中心區位與運送路徑應不致改變，惟當顧客需求量超過顧客需求量之容量時，則將視運送成本、轉運成本、設置成本、租金成本、鐵路轉運中心候選區位容量以及滿足顧客限時送達等因素之影響程度，再選取最適鐵路轉運中心區位與物品運送路徑；當未來年顧客需求量減少時，台鐵與物流業者之收益亦當減少，因此，總利潤值亦將減少。由於顧客需求起迄型態並未改變，鐵路轉運中心區位與物品運送路徑應不致改變。

當未來年土地與場站租金提高或降低時，由於本項對台鐵而言係屬收益，對物流業者而言，卻屬成本項，二者似會互相抵銷，因此其變化應不會影響總利潤值，然在鐵路轉運中心區位與物品運送路徑之變化趨勢上，則較難直接判斷。可預知者，物流業者當於運輸成本、轉運成本以及本項成本之間作一權衡(trade-off)，以獲取最大利潤。

當未來年運輸與集配成本增加/降低時，勢將造成台鐵與物流業者之總利潤值降低/增加；至於鐵路轉運中心區位與物品運送路徑之變動與否，則將視成本增加幅度對台鐵與物流業者之衝擊程度而定。

當未來年鐵路轉運中心設置成本增加/降低時，台鐵與物流業者之總利潤亦將隨之降低/增加，惟由於各鐵路轉運中心設置成本之增/減幅度相同，因此，鐵路轉運中心區位與物品運送路徑之變動與否，則將視成本增加幅度對台鐵與物流業者之衝擊程度而定。

當未來年需求移轉比例減少時，台鐵與物流業者之收益亦當減少，因此，總利潤值亦將減少。由於顧客需求起迄型態並未改變，鐵路轉運中心區位與物品運送路徑應不致改變。

以下即以基年情境為基準，針對顧客需求量、土地與場站租金、由供給地至需求點之運送成本、鐵路轉運中心設置成本等主要參數，對鐵路物流中心區位選擇與物品運送路徑指派等決策變數之影響，進行敏感度分析。分析結果說明如后，並彙整如表 4.13 所示。

### 1.顧客需求量

假設其他條件及參數不變，顧客需求量減少 15% 時，其總利潤為 2,394,586 元/日，相較基年情境目標值減少 426,527 元（15.12%）；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當顧客需求量增加 15% 時，其目標值為 3,247,719 元/日，相較基年情境目標值增加 426,566 元（15.12%）；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

### 2.土地與場站租金

假設其他條件及參數不變，土地與場站租金減少 15% 時，其總利潤為 2,821,153 元/日，與基年情境目標值相同；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當土地與場站租金增加 15% 時，其總利潤為 2,821,153 元/日，與基年情境目標值相同；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

### 3.運送成本

假設其他條件及參數不變，運送成本減少 15% 時，其目標值為 2,851,766 元/日，相較基年情境目標值增加 30,613 元（1.09%）；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當運送成本增加 15% 時，其目標值為 2,790,540 元/日，相較基年情境目標值減少 30,613 元（1.09%）；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

### 4.鐵路轉運中心設置成本

假設其他條件及參數不變，鐵路轉運中心設置成本減少 15% 時，其目標值為 2,824,547 元/日，相較基年情境目標值增加 3,394 元（0.12%）；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當鐵路轉運中心設置成本增加 15% 時，其目標值為 2,817,758 元/日，相較基年情境目標值減少 3,395 元（0.12%）；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

### 5.需求移轉比例

假設其他條件及參數不變，需求移轉比例減少 20% 時，其總利潤為 2,252,397 元/日，相較基年情境目標值減少 568,756 元 (20.16%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當需求移轉比例減少 40% 時，其總利潤為 1,683,640 元/日，相較基年情境目標值減少 1,137,513 元 (40.32%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

由「城際複合物流運輸」之總利潤觀之，以顧客需求量及需求移轉比例之變動對其影響較大，運送成本次之，再其次為鐵路轉運中心設置成本，惟後二者之影響均不大。又顧客需求量與需求移轉比例之意義不同，然其對「城際複合物流運輸」財務利潤之影響效果與需求移轉比例同。另土地與場站租金之變化則不會影響總利潤值之變動。基上，顯示顧客需求量/需求移轉比例為影響「城際複合物流運輸」總利潤之最主要關鍵參數。

表 4.13 敏感度分析結果

	總利潤值 (元/日)	變動比例 (%)
顧客需求量-15%	2,394,586	-15.12%
顧客需求量+15%	3,247,719	+15.12%
土地與場站租金-15%	2,821,153	+0%
土地與場站租金+15%	2,821,153	+0%
運送成本-15%	2,851,766	+1.09%
運送成本+15%	2,790,540	-1.09%
鐵路轉運中心設置成本-15%	2,824,547	+0.12%
鐵路轉運中心設置成本+15%	2,817,758	-0.12%
需求移轉比例-20 %	2,252,397	-20.16%
需求移轉比例-40 %	1,683,640	-40.32%

就鐵路轉運中心設置位址而言，不論是顧客需求量、土地與場站租金、運送成本、鐵路轉運中心設置成本，在增減 15% 的變動範圍內，抑或需求移轉比例減少 20%、40% 時，對於台鐵與物流業者在選擇鐵路轉運中心區位決策上之影響均不大，因此並未造成設置位址之變動；而在物品運送路徑指派方面，亦有等同之結果。

為進一步探討主要關鍵參數-顧客需求量有所成長時，對包括鐵路轉運中心區位與物品運送路徑等決策變數之影響，暨驗證模式之合理性，本研究針對未來市場顧客需求量成長 3、4、5 倍之情境假設進行敏感度分析，



結果發現當需求量成長3倍時，仍未造成鐵路轉運中心設置位址與物品運送路徑之改變；當需求量成長4倍時，增設桃園鐵路轉運中心一處，原本由基隆-桃園地區運送至雲林-嘉義-台南地區之物品，改以桃園作為起運鐵路轉運中心，以容納樹林鐵路轉運中心無法負荷之需求。原本由雲林-嘉義-台南、高雄-屏東地區運送至基隆-桃園地區之物品，改以桃園為到達鐵路轉運中心，以容納樹林鐵路轉運中心無法負荷之需求。至鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果詳如表4.14所示；當需求量成長5倍時，增設桃園、中壢等二處鐵路轉運中心，原本由基隆-桃園地區運送至雲林-嘉義-台南、高雄-屏東地區之物品，改以中壢、桃園作為起運鐵路轉運中心，以容納樹林鐵路轉運中心無法負荷之需求。原本由新竹-苗栗地區、高雄-屏東地區運送至基隆-桃園地區之物品，改以桃園為到達鐵路轉運中心，以容納樹林鐵路轉運中心無法負荷之需求。至鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果詳如表4.15所示。

綜上可知，不論就「城際複合物流運輸」之總利潤、鐵路轉運中心設置位址，抑或物品運送路徑指派方面，敏感度分析結果與前節先驗知識探討結果均相符，顯示本研究所建構之「城際複合物流運輸鐵路轉運中心最適區位」模式，確實可行，且具備可信度。另為有效推動「城際複合物流運輸」，除應重視運送成本與鐵路轉運中心設置成本的節省外，更重要的是必須擁有良好的相關配套措施與行銷策略，以充分滿足顧客的需求暨吸引更多的顧客，進而達成大幅提升「城際複合物流運輸」總利潤以及政府推動永續運輸之政策目標；另就整個台灣地區地理區位觀之，由於在基年情境下所選定的鐵路轉運中心設置位址，已依顧客需求起迄型態妥適分佈於北、中、南、東四大區域，因此各項參數的變動，對於其設置位址及數量並無影響；此外，在鐵路轉運中心容量足敷需求之情境下，當以選擇供給地至起運鐵路轉運中心間、起運鐵路轉運中心至到達起運鐵路轉運中心間，以及到達鐵路轉運中心至顧客需求點間之最短路徑作為物品運送路徑，其運送成本較低，且可滿足顧客限時送達之要求。至若因顧客需求量增加，導致原規劃起運或到達鐵路轉運中心容量不敷容納時，則物品將運送其周邊之鐵路轉運中心以為替代，並仍以最短路徑作為其運送路徑。

表 4.14 需求量成長 4 倍時鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果

總利潤值 ( $Z=Z_0+Z_1$ )	11,239,605 元/日	
鐵路轉運中心 位址 ( $y_i$ )	樹林、桃園、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東	
運送路徑 ( $X_{oid,p}^k$ )	(基-桃) → 樹林 → 新竹 → (竹-苗) (基-桃) → 樹林 → 台中 → (中彰投) (基-桃) → 桃園 → 台南 → (雲嘉南) (基-桃) → 樹林 → 高雄 → (高-屏) (基-桃) → 樹林 → 宜蘭 → (宜蘭) (基-桃) → 樹林 → 花蓮 → (花蓮) (基-桃) → 樹林 → 台東 → (台東)	(竹-苗) → 新竹 → 樹林 → (基-桃) (竹-苗) → 新竹 → 台中 → (中彰投) (竹-苗) → 新竹 → 台南 → (雲嘉南) (竹-苗) → 新竹 → 高雄 → (高-屏) (竹-苗) → 新竹 → 宜蘭 → (宜蘭) (竹-苗) → 新竹 → 花蓮 → (花蓮) (竹-苗) → 新竹 → 台東 → (台東)
	(中彰投) → 台中 → 樹林 → (基-桃) (中彰投) → 台中 → 新竹 → (竹-苗) (中彰投) → 台中 → 台南 → (雲嘉南) (中彰投) → 台中 → 高雄 → (高-屏) (中彰投) → 台中 → 宜蘭 → (宜蘭) (中彰投) → 台中 → 花蓮 → (花蓮) (中彰投) → 台中 → 台東 → (台東)	(雲嘉南) → 台南 → 桃園 → (基-桃) (雲嘉南) → 台南 → 新竹 → (竹-苗) (雲嘉南) → 台南 → 台中 → (中彰投) (雲嘉南) → 台南 → 高雄 → (高-屏) (雲嘉南) → 台南 → 宜蘭 → (宜蘭) (雲嘉南) → 台南 → 花蓮 → (花蓮) (雲嘉南) → 台南 → 台東 → (台東)
	(高-屏) → 高雄 → 桃園 → (基-桃) (高-屏) → 高雄 → 新竹 → (竹-苗) (高-屏) → 高雄 → 台中 → (中彰投) (高-屏) → 高雄 → 台南 → (雲嘉南) (高-屏) → 高雄 → 宜蘭 → (宜蘭) (高-屏) → 高雄 → 花蓮 → (花蓮) (高-屏) → 高雄 → 台東 → (台東)	(宜蘭) → 宜蘭 → 樹林 → (基-桃) (宜蘭) → 宜蘭 → 新竹 → (竹-苗) (宜蘭) → 宜蘭 → 台中 → (中彰投) (宜蘭) → 宜蘭 → 台南 → (雲嘉南) (宜蘭) → 宜蘭 → 高雄 → (高-屏) (宜蘭) → 宜蘭 → 花蓮 → (花蓮) (宜蘭) → 宜蘭 → 台東 → (台東)
	(花蓮) → 花蓮 → 樹林 → (基-桃) (花蓮) → 花蓮 → 新竹 → (竹-苗) (花蓮) → 花蓮 → 台中 → (中彰投) (花蓮) → 花蓮 → 台南 → (雲嘉南) (花蓮) → 花蓮 → 高雄 → (高-屏) (花蓮) → 花蓮 → 宜蘭 → (宜蘭) (花蓮) → 花蓮 → 台東 → (台東)	(台東) → 台東 → 樹林 → (基-桃) (台東) → 台東 → 新竹 → (竹-苗) (台東) → 台東 → 台中 → (中彰投) (台東) → 台東 → 台南 → (雲嘉南) (台東) → 台東 → 高雄 → (高-屏) (台東) → 台東 → 宜蘭 → (宜蘭) (台東) → 台東 → 花蓮 → (花蓮)

表 4.15 需求量成長 5 倍時鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果

總利潤值 ( $Z=Z_0+Z_1$ )	13,955,756 元/日	
鐵路轉運中心 位址 ( $y_i$ )	樹林、桃園、中壢、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東	
運送路徑 ( $X_{oid,p}^k$ )	(基-桃) → 樹林 → 新竹 → (竹-苗)	(竹-苗) → 新竹 → 桃園 → (基-桃)
	(基-桃) → 樹林 → 台中 → (中彰投)	(竹-苗) → 新竹 → 台中 → (中彰投)
	(基-桃) → 中壢 → 台南 → (雲嘉南)	(竹-苗) → 新竹 → 台南 → (雲嘉南)
	(基-桃) → 桃園 → 高雄 → (高-屏)	(竹-苗) → 新竹 → 高雄 → (高-屏)
(基-桃) → 樹林 → 宜蘭 → (宜蘭)	(竹-苗) → 新竹 → 宜蘭 → (宜蘭)	
(基-桃) → 樹林 → 花蓮 → (花蓮)	(竹-苗) → 新竹 → 花蓮 → (花蓮)	
(基-桃) → 樹林 → 台東 → (台東)	(竹-苗) → 新竹 → 台東 → (台東)	
(中彰投) → 台中 → 樹林 → (基-桃)	(雲嘉南) → 台南 → 桃園 → (基-桃)	
(中彰投) → 台中 → 新竹 → (竹-苗)	(雲嘉南) → 台南 → 新竹 → (竹-苗)	
(中彰投) → 台中 → 台南 → (雲嘉南)	(雲嘉南) → 台南 → 台中 → (中彰投)	
(中彰投) → 台中 → 高雄 → (高-屏)	(雲嘉南) → 台南 → 高雄 → (高-屏)	
(中彰投) → 台中 → 宜蘭 → (宜蘭)	(雲嘉南) → 台南 → 宜蘭 → (宜蘭)	
(中彰投) → 台中 → 花蓮 → (花蓮)	(雲嘉南) → 台南 → 花蓮 → (花蓮)	
(中彰投) → 台中 → 台東 → (台東)	(雲嘉南) → 台南 → 台東 → (台東)	
(高-屏) → 高雄 → 桃園 → (基-桃)	(宜蘭) → 宜蘭 → 樹林 → (基-桃)	
(高-屏) → 高雄 → 新竹 → (竹-苗)	(宜蘭) → 宜蘭 → 新竹 → (竹-苗)	
(高-屏) → 高雄 → 台中 → (中彰投)	(宜蘭) → 宜蘭 → 台中 → (中彰投)	
(高-屏) → 高雄 → 台南 → (雲嘉南)	(宜蘭) → 宜蘭 → 台南 → (雲嘉南)	
(高-屏) → 高雄 → 宜蘭 → (宜蘭)	(宜蘭) → 宜蘭 → 高雄 → (高-屏)	
(高-屏) → 高雄 → 花蓮 → (花蓮)	(宜蘭) → 宜蘭 → 花蓮 → (花蓮)	
(高-屏) → 高雄 → 台東 → (台東)	(宜蘭) → 宜蘭 → 台東 → (台東)	
(花蓮) → 花蓮 → 樹林 → (基-桃)	(台東) → 台東 → 樹林 → (基-桃)	
(花蓮) → 花蓮 → 新竹 → (竹-苗)	(台東) → 台東 → 新竹 → (竹-苗)	
(花蓮) → 花蓮 → 台中 → (中彰投)	(台東) → 台東 → 台中 → (中彰投)	
(花蓮) → 花蓮 → 台南 → (雲嘉南)	(台東) → 台東 → 台南 → (雲嘉南)	
(花蓮) → 花蓮 → 高雄 → (高-屏)	(台東) → 台東 → 高雄 → (高-屏)	
(花蓮) → 花蓮 → 宜蘭 → (宜蘭)	(台東) → 台東 → 宜蘭 → (宜蘭)	
(花蓮) → 花蓮 → 台東 → (台東)	(台東) → 台東 → 花蓮 → (花蓮)	

## 4.2.2 考量運輸外部成本

### 一、參數設定

本小節仍以台灣地區台鐵實際營運路網及沿線縣市為實際分析之範圍，進行鐵路轉運中心區位選擇及物品運送路徑指派之決策。鐵路轉運中心之候選區位為應用 3.3 節所訂定必要準則所篩選之台鐵基隆、樹林、桃園、中壢、新竹、竹南、台中、員林、斗南、嘉義、台南、高雄、屏東、

宜蘭、花蓮、台東等 16 個車站，並以行政區域為界，設定基隆-桃園地區、新竹-苗栗地區、台中-彰化-南投地區、雲林-嘉義-台南地區、高雄-屏東地區、宜蘭地區、花蓮地區以及台東地區等 8 個供給地/需求點，另分別以台北、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東等地做為前述各地區之分區中心。貨種部分亦以體積小、重量輕、價值高之快遞文件、包裹及其他具時效性的商品為研究對象，並以前述 A 物流公司 92 年實際之文件、樣品、包裹及其他具時效性商品營運數量作為需求資料，並於基年情境下，進行驗證。另有關主線鐵路運輸單位成本、集配單位成本、轉運成本、鐵路轉運中心設置成本、顧客需求量、鐵路轉運中心容量、物品所佔鐵路轉運中心之空間、總運送時間、顧客要求送達時限、鐵路運輸費率、公路集配費率、土地與場站租金等參數資料之設定方式與第三章同，至其他有關運輸外部成本所需輸入之各項參數資料設定方式說明如后：

## 1. 空氣污染

CO、NO<sub>x</sub>及VOC之排放係數，主要係採用Mobile-Taiwan2.0 模式(修改自美國Mobile5a模式，EEA,1996) 代入本土相關基本數據推估而得；PM10 與SO<sub>x</sub>之排放係數，則係採用美國"AP-42, Volume II : Mobile Sources -Appendix L"之方法代入本土相關基本數據予以推估，如表 4.16、4.17 所示。CO<sub>2</sub>之排放係數則係依據Mayeres et al.(1996) 之研究成果。另由「行駛時間調查」(IOT, 2002)結果知，台灣地區都市內平均行駛速率為每小時 40 公里；城際間平均行駛速率為每小時 90 公里，故排放係數即採用該二項速率下之數值。至於都市內及城際間之污染物單位成本部分則分採 Mayeres et al. (1996)、Beuthe et al. (2002) 之研究成果，詳如表 4.18 所示。由供給地至需求點之車行公里部分，則係運用「第三期台灣地區整體運輸系統規劃」(IOT, 1999)模式估算而得。

## 2. 交通事故

基於國內公路交通事故資料之限制，小貨車事故風險值係利用：事故數 / (機動車輛數×行車公里/單位時間 每車) 求得，其中小貨車之 (事故數/機動車輛數) 資料，係依據 92 年交通統計要覽 (www.motc.gov.tw)「臺閩地區道路交通事故及違規概況」，暨「臺閩地區道路交通事故發生事故按車種別分」資料推估而得，(行車公里/單位時間 每車) 則透過 A 物流公司之實際營運資料推得；鐵路之事故風險值，則直接參據台鐵網站 (www.railway.gov.tw)「近三年台鐵行車事故分析」中之「台鐵近三年每百萬動力車公里行車事故件數及死傷人數」，暨「台鐵歷年行車事故件數類別統計」資料推估而得。事故成本利用陳高村、許志誠 (2003) 所推估之道路交通事故損害賠償成本模式推得。由供給地至需求點之車行公里部分，則係運用「第三期台灣地區整體運輸系統規劃」模式估算而得。有關

鐵公路之事故風險與成本，詳如表 4.19 所示。

**表 4.16 柴油小貨車排放係數**

單位：克/公里.車輛

速率(KPH)	PM10	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC
20	0.257	0.0927	1.18	1.59	0.32
30	0.257	0.0927	1.01	1.1	0.25
40	0.257	0.0927	0.91	0.81	0.2
50	0.257	0.0927	0.86	0.64	0.17
60	0.257	0.0927	0.86	0.55	0.14
70	0.257	0.0927	0.91	0.5	0.13
80	0.257	0.0927	1.02	0.49	0.12
90	0.257	0.0927	1.21	0.52	0.11
100	0.257	0.0927	1.51	0.58	0.11

資料來源：本研究整理

**表 4.17 柴油大貨車排放係數**

單位：克/公里.車輛

速率(KPH)	PM10	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC
20	1.554	0.1151	10.83	11.03	2.31
30	1.554	0.1151	9.22	7.61	1.79
40	1.554	0.1151	8.29	5.63	1.43
50	1.554	0.1151	7.87	4.47	1.18
60	1.554	0.1151	7.9	3.81	1.01
70	1.554	0.1151	8.37	3.48	0.9
80	1.554	0.1151	9.37	3.41	0.82
90	1.554	0.1151	11.08	3.59	0.78
100	1.554	0.1151	13.85	4.05	0.77

資料來源：本研究整理

**表 4.18 空氣污染單位成本**

單位：元/克

污染物	PM10	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC	CO <sub>2</sub>
都市	3.959515632	4.53162	0.656826	0.000476	0.140408	0.367442
城際	0.165721602	0.011048	0.008762	0.003429	0.016001	0.000381

資料來源：Mayeres et al. (1996)，Beuthe et al. (2002)

表 4.19 鐵公路事故風險與成本

	事故風險 (事故數/車公里)	事故成本 (元/每次事故)
小貨車	$2.8577 \times 10^{-8}$	25,478,380
鐵路	$1.3216 \times 10^{-6}$	1,368,050

資料來源：本研究整理

## 二、求解結果

經結合前述財務利潤與運輸外部成本參數輸入資料，本研究以無偏好多目標規劃法中之權重法(Weighting Method)，針對所構建之多目標數學規劃模式進行求解，在供給地 8 處、候選起運、到達鐵路轉運中心各 16 處、需求點 8 處，運送路徑 16384 條之情況下，運用LINGO 7.0 版數學規劃軟體與EXCEL數值分析軟體在ASUS-ASD360 機型，CPU為Intel Pentium 4 3.4GHz之個人電腦執行求解運算，求解時間約為 1 分鐘。其中，藉由不同權數的變動，求算出近似非劣解(non-inferior solutions)集合如圖 4-3 所示。另不同權數下所相對應之總經濟效益值( $Z=Z_0+Z_1$ )詳如表 4-20 所示。由表 4.20 知，就政府的角度而言，台鐵與物流業者之合作方式，每日經濟效益介於 1,667,576 元至 2,224,103 元間，若單就台鐵觀之，每日可獲得之經濟效益( $Z_0$ )介於 816,061 元至 1,485,557 元間；而就物流業者方面，每日亦可獲得介於 182,019 元至 1,359,964 元間之經濟效益( $Z_1$ )。顯示就經濟面而言，「城際複合物流運輸」亦具有其經濟效益。

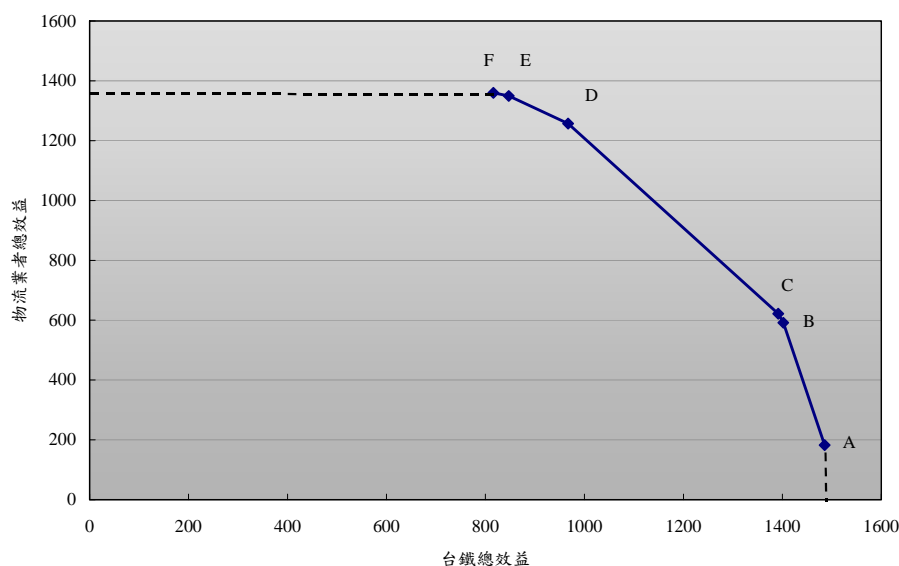


圖 4-3 近似非劣解集合 (考量外部成本)

由於權重法中，不同的權重組合即代表決策者不同之偏好，因此，就政策層面而言，決策者對於實際參與「城際複合物流運輸」之合作雙方，宜以公平原則處理，亦即給予台鐵及物流業者相同之權重，以提升推動之可行性。至相同權重下之求解結果則如表 4.21 所示。由表知，在鐵路轉運中心區位選擇方面，由 16 個鐵路轉運中心候選區位中，共擇取包括：樹林、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東等 8 個車站，作為鐵路轉運中心之設置位址，其中，西部走廊有 5 個，東部走廊有 3 個。由於「城際複合物流運輸」，亦在追求台鐵與物流業者之總經濟效益最大，因此，在需求以及運送費率已知的情況下，如何兼顧各地區鐵路轉運中心候選區位所能容受的容量及滿足顧客於期限內送達之要求，進而減少運送成本，已成為影響「城際複合物流運輸」總經濟效益之關鍵因素。透過物品運送路徑指派結果發現，將運輸外部成本納入考量時，由於主線鐵路運輸快捷與準點之特性，公路物流集配送部分，仍以選擇供給地至起運鐵路轉運中心間，及到達鐵路轉運中心至顧客需求點間之最短路徑作為運送路徑，其運送成本較低，且可滿足顧客限時送達之要求；又各地區需求之集配送路徑僅限於分區中心至最近之起運/到達鐵路轉運中心，並未出現分散至鄰近鐵路轉運中心之現象，顯示所選定的 8 個鐵路轉運中心容量，足以容納在基年情境下的顧客需求。

表 4.20 不同權重下之非劣解與經濟效益值

	權重		非劣解 (元/日)		經濟效益值 (元/日)
	$W_1$	$W_2$	$Z_0$	$Z_1$	$Z=Z_0+Z_1$
A	1	0	1,485,557	182,019	1,667,576
B	0.9	0.1	1,401,996	591,516	1,993,512
C	0.8	0.2	1,391,548	621,721	2,013,269
D	0.5	0.5	967,049	1,257,054	2,224,103
E	0.2	0.8	846,964	1,349,388	2,196,352
F	0	1	816,061	1,359,964	2,176,025

表 4.21 考量運輸外部成本下鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果

經濟效益值 ( $Z=Z_0+Z_1$ )	2,224,103 元/日	
鐵路轉運中心 位址 ( $y_i$ )	樹林、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東	
運送路徑 ( $X_{oid,p}^k$ )	(基-桃) → 樹林 → 新竹 → (竹-苗)	(竹-苗) → 新竹 → 樹林 → (基-桃)
	(基-桃) → 樹林 → 台中 → (中彰投)	(竹-苗) → 新竹 → 台中 → (中彰投)
	(基-桃) → 樹林 → 台南 → (雲嘉南)	(竹-苗) → 新竹 → 台南 → (雲嘉南)
	(基-桃) → 樹林 → 高雄 → (高-屏)	(竹-苗) → 新竹 → 高雄 → (高-屏)
(基-桃) → 樹林 → 宜蘭 → (宜蘭)	(竹-苗) → 新竹 → 宜蘭 → (宜蘭)	
(基-桃) → 樹林 → 花蓮 → (花蓮)	(竹-苗) → 新竹 → 花蓮 → (花蓮)	
(基-桃) → 樹林 → 台東 → (台東)	(竹-苗) → 新竹 → 台東 → (台東)	
(中彰投) → 台中 → 樹林 → (基-桃)	(雲嘉南) → 台南 → 樹林 → (基-桃)	
(中彰投) → 台中 → 新竹 → (竹-苗)	(雲嘉南) → 台南 → 新竹 → (竹-苗)	
(中彰投) → 台中 → 台南 → (雲嘉南)	(雲嘉南) → 台南 → 台中 → (中彰投)	
(中彰投) → 台中 → 高雄 → (高-屏)	(雲嘉南) → 台南 → 高雄 → (高-屏)	
(中彰投) → 台中 → 宜蘭 → (宜蘭)	(雲嘉南) → 台南 → 宜蘭 → (宜蘭)	
(中彰投) → 台中 → 花蓮 → (花蓮)	(雲嘉南) → 台南 → 花蓮 → (花蓮)	
(中彰投) → 台中 → 台東 → (台東)	(雲嘉南) → 台南 → 台東 → (台東)	
(高-屏) → 高雄 → 樹林 → (基-桃)	(宜蘭) → 宜蘭 → 樹林 → (基-桃)	
(高-屏) → 高雄 → 新竹 → (竹-苗)	(宜蘭) → 宜蘭 → 新竹 → (竹-苗)	
(高-屏) → 高雄 → 台中 → (中彰投)	(宜蘭) → 宜蘭 → 台中 → (中彰投)	
(高-屏) → 高雄 → 台南 → (雲嘉南)	(宜蘭) → 宜蘭 → 台南 → (雲嘉南)	
(高-屏) → 高雄 → 宜蘭 → (宜蘭)	(宜蘭) → 宜蘭 → 高雄 → (高-屏)	
(高-屏) → 高雄 → 花蓮 → (花蓮)	(宜蘭) → 宜蘭 → 花蓮 → (花蓮)	
(高-屏) → 高雄 → 台東 → (台東)	(宜蘭) → 宜蘭 → 台東 → (台東)	
(花蓮) → 花蓮 → 樹林 → (基-桃)	(台東) → 台東 → 樹林 → (基-桃)	
(花蓮) → 花蓮 → 新竹 → (竹-苗)	(台東) → 台東 → 新竹 → (竹-苗)	
(花蓮) → 花蓮 → 台中 → (中彰投)	(台東) → 台東 → 台中 → (中彰投)	
(花蓮) → 花蓮 → 台南 → (雲嘉南)	(台東) → 台東 → 台南 → (雲嘉南)	
(花蓮) → 花蓮 → 高雄 → (高-屏)	(台東) → 台東 → 高雄 → (高-屏)	
(花蓮) → 花蓮 → 宜蘭 → (宜蘭)	(台東) → 台東 → 宜蘭 → (宜蘭)	
(花蓮) → 花蓮 → 台東 → (台東)	(台東) → 台東 → 花蓮 → (花蓮)	

資料來源：本研究整理



### 三、敏感度分析

本節仍以基年情境為基準，在考量運輸外部成本之情況下，針對顧客需求量、土地與場站租金、由供給地至需求點之運送成本、鐵路轉運中心設置成本、空氣污染排放係數、交通事故風險等可能影響「城際複合物流運輸」經濟效益之參數，就其對鐵路轉運中心區位選擇與物品運送路徑指派等決策變數之影響，進行敏感度分析。

在正式進行敏感度分析之前，有必要運用先驗知識先行探討主要參數之變化對經濟效益及決策變數所可能造成之影響與變動，俾便與後續敏感度分析結果進行檢核比對，藉以再次驗證模式之可行性與可信度。

當未來年顧客需求量增加時，台鐵與物流業者之收益亦當增加，因此，二者之經濟效益值亦將增加。惟由於顧客需求起迄型態並未改變，故當鐵路轉運中心容量足以容納顧客需求量時，鐵路轉運中心區位與運送路徑應不致改變，惟當顧客需求量超過鐵路轉運中心之容量時，則將視運送成本、轉運成本、設置成本、租金成本、鐵路轉運中心候選區位容量以及滿足顧客限時送達等因素之影響程度，再選取最適鐵路轉運中心區位與物品運送路徑；當未來年顧客需求量減少時，台鐵與物流業者之收益亦當減少，因此，經濟效益值亦將減少。由於顧客需求起迄型態並未改變，鐵路轉運中心區位與物品運送路徑應不致改變。

當未來年土地與場站租金提高或降低時，由於本項對台鐵而言係屬收益，對物流業者而言，卻屬成本項，二者似會互相抵銷，因此其變化應不會影響經濟效益值，然在鐵路轉運中心區位與物品運送路徑之變化趨勢上，則較難直接判斷。可預知者，物流業者當於運輸成本、轉運成本以及本項成本之間作一權衡(trade-off)，以獲取最大利潤。

當未來年運輸與集配成本增加/降低時，勢將造成台鐵與物流業者之經濟效益值降低/增加，至於鐵路轉運中心區位與物品運送路徑之變動與否，則將視成本增加幅度對台鐵與物流業者之衝擊程度而定。

當未來年鐵路轉運中心設置成本增加/降低時，台鐵與物流業者之經濟效益亦將隨之降低/增加，惟由於各鐵路轉運中心設置成本之增/減幅度相同，因此，鐵路轉運中心區位與物品運送路徑之變動與否，則將視成本增減幅度對台鐵與物流業者之衝擊程度而定。

當未來年需求移轉比例減少時，台鐵與物流業者之收益亦當減少，因

此，經濟效益值亦將減少。由於顧客需求起迄型態並未改變，鐵路轉運中心區位與物品運送路徑應不致改變。

當未來年空氣污染排放係數增加/降低時，台鐵與物流業者之經濟效益亦將隨之降低/增加，惟由於空氣污染排放係數值與空氣污染相乘後之值甚低，因此對經濟效益之影響恐相當有限，同樣對於鐵路轉運中心區位與物品運送路徑之變動影響程度亦當有限。

當未來年事故風險增加/降低時，台鐵與物流業者之經濟效益亦將隨之降低/增加，至於鐵路轉運中心區位與物品運送路徑之變動與否，則將視成本增減幅度對台鐵與物流業者之衝擊程度而定。

以下即以基年情境為基準，針對顧客需求量、土地與場站租金、由供給地至需求點之運送成本、鐵路物流中心設置成本、空氣污染排放係數、交通事故風險等主要參數，對鐵路物流中心區位選擇與物品運送路徑指派等決策變數之影響，進行敏感度分析。分析結果說明如后，並彙整如表 4.22 所示。

### 1.顧客需求量

假設其他條件及參數不變，顧客需求量減少 15% 時，其經濟效益值為 1,797,536 元/日，相較基年情境目標值減少 426,567 元 (19.18%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當顧客需求量增加 15% 時，其目標值為 2,650,670 元/日，相較基年情境目標值增加 426,567 元 (19.18%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

### 2.土地與場站租金

假設其他條件及參數不變，土地與場站租金減少 15% 時，其經濟效益值為 2,224,103 元/日，與基年情境目標值相同；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當土地與場站租金增加 15% 時，其經濟效益值為 2,224,103 元/日，與基年情境目標值相同；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

### 3.運送成本

假設其他條件及參數不變，運送成本減少 15% 時，其經濟效益值為 2,254,716 元/日，相較基年情境目標值增加 30,613 元 (1.38%)；鐵路轉

運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當運送成本增加 15% 時，其目標值為 2,193,490 元/日，相較基年情境目標值減少 30,613 元 (1.38%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

#### 4. 鐵路轉運中心設置成本

假設其他條件及參數不變，鐵路轉運中心設置成本減少 15% 時，其經濟效益值為 2,227,497 元/日，相較基年情境目標值增加 3,394 元 (0.15%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處。

另當鐵路轉運中心設置成本增加 15% 時，其經濟效益值為 2,220,709 元/日，相較基年情境目標值減少 3,394 元 (0.15%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

#### 5. 需求移轉比例

假設其他條件及參數不變，需求移轉比例減少 20% 時，其經濟效益值為 1,655,347 元/日，相較基年情境目標值減少 568,756 元 (25.57%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

另當需求移轉比例減少 40% 時，其經濟效益值為 1,086,590 元/日，相較基年情境目標值減少 1,137,513 元 (51.14%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

#### 6. 空氣污染排放係數

假設其他條件及參數不變，空氣污染排放係數減少 15% 時，其經濟效益值為 2,229,121 元/日，相較基年情境目標值增加 5,018 元 (0.23%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處。

另當空氣污染排放係數增加 15% 時，其經濟效益值為 2,229,085 元/日，相較基年情境目標值減少 5,018 元 (0.23%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

#### 7. 交通事故風險

假設其他條件及參數不變，交通事故風險減少 15% 時，其經濟效益值為 2,317,070 元/日，相較基年情境目標值增加 92,874 元 (4.18%)；鐵路轉運中心設置位址及數量與基年情境相同，亦為 8 處。

另當交通事故風險增加 15% 時，其經濟效益值為 2,131,229 元/日，相較基年情境目標值減少 92,874 元 (4.18%)；鐵路轉運中心設置位址及數量

與基年情境相同，亦為 8 處；物品運送路徑部分，與基年情境相同。

由「城際複合物流運輸」之總經濟效益觀之，以顧客需求量及需求移轉比例之變動對其影響較大，交通事故風險、運送成本次之，再其次則為空氣污染排放係數、鐵路轉運中心設置成本，惟後二者之影響均不大。又顧客需求量與需求移轉比例之意義不同，然其對「城際複合物流運輸」經濟效益之影響效果與需求移轉比例同。另土地與場站租金之變化則不會影響總經濟效益之變動。基上，顯示顧客需求量/需求移轉比例為影響「城際複合物流運輸」總經濟效益之最主要關鍵參數。

就鐵路轉運中心設置位址而言，不論是顧客需求量、土地與場站租金、運送成本、鐵路轉運中心設置成本，在增減 15% 的變動範圍內，抑或需求移轉比例減少 20%、40% 時，對於台鐵與物流業者在選擇鐵路轉運中心區位決策上之影響均不大，因此並未造成設置位址之變動；而在物品運送路徑指派方面，亦有等同之結果。

為進一步探討主要關鍵參數-顧客需求量有所成長時，對包括鐵路轉運中心區位與物品運送路徑等決策變數之影響，暨驗證模式之合理性，本研究針對未來市場顧客需求量成長 3、4、5 倍之情境假設進行敏感度分析，結果發現當需求量成長 3 倍時，仍未造成鐵路轉運中心設置位址與物品運送路

表 4.22 敏感度分析結果

	總利潤值 (元/日)	變動比例 (%)
顧客需求量-15%	1,797,536	-19.18%
顧客需求量+15%	2,650,670	+19.18%
土地與場站租金-15%	2,224,103	+0%
土地與場站租金+15%	2,224,103	+0%
運送成本-15%	2,254,716	+1.38%
運送成本+15%	2,193,490	-1.38%
鐵路轉運中心設置成本-15%	2,227,497	+0.15%
鐵路轉運中心設置成本+15%	2,220,709	-0.15%
需求移轉比例-20%	1,655,347	-25.57%
需求移轉比例-40%	1,086,590	-51.14%
空氣污染排放係數-15%	2,229,121	+0.23%
空氣污染排放係數+15%	2,229,085	-0.23%
交通事故風險-15%	2,317,070	+4.18%
交通事故風險+15%	2,131,229	-4.18%

徑之改變；當需求量成長 4 倍時，增設桃園鐵路轉運中心一處，原本由基隆-桃園地區運送至台中-彰化-南投地區之物品，改以桃園作為起運鐵路轉運中心，以容納樹林鐵路轉運中心無法負荷之需求。原本由花蓮地區運送

至基隆-桃園地區之物品，改以桃園為到達鐵路轉運中心，以容納樹林鐵路轉運中心無法負荷之需求。至鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果詳如表 4.23 所示；當需求量成長 5 倍時，增設桃園、中壢等二處鐵路轉運中心，原本由基隆-桃園地區運送至新竹-苗栗、高雄-屏東地區之物品，改以中壢、桃園作為起運鐵路轉運中心，以容納樹林鐵路轉運中心無法負荷之需求。原本由台中-彰化-南投地區運送至基隆-桃園地區之物品，改以桃園為到達鐵路轉運中心，以容納樹林鐵路轉運中心無法負荷之需求。至鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果詳如表 4.24 所示。

綜上可知，不論就「城際複合物流運輸」之經濟效益值、鐵路轉運中心設置位址，抑或物品運送路徑指派方面，敏感度分析結果與前節先驗知識探討結果均相符，再度驗證本研究所建構之「城際複合物流運輸鐵路轉運中心最適區位」模式，確實可行，且具備可信度。由於運輸外部成本之納入，使得「城際複合物流運輸」之經濟效益值確實低於未考量運輸外部成本之財務利潤值。然由於運輸外部成本僅與目標值之成本項目有關，再加上既有之限制條件並未改變，因此，鐵路轉運中心設置位址抑或運送路徑之選擇決策，並未有所變動。亦即在基年情境下所選定的鐵路轉運中心設置位址，已依顧客需求起迄型態妥適分佈於北、中、南、東四大區域，因此各項參數的變動，對於其設置位址及數量並無影響；而在鐵路轉運中心容量足敷需求之情境下，當以選擇供給地至起運鐵路轉運中心間、起運鐵路轉運中心至到達起運鐵路轉運中心間，以及到達鐵路轉運中心至顧客需求點間之最短路徑作為物品運送路徑，其運送成本較低，且可滿足顧客限時送達之要求。至若因顧客需求量增加，導致原規劃起運或到達鐵路轉運中心容量不敷容納時，則物品將運送其周邊之鐵路轉運中心以為替代，並仍以最短路徑作為其運送路徑。另由敏感度分析結果亦可知，不論有否考量運輸外部成本因素，如為擁有較佳之財務利潤或經濟效益，除應重視運送成本與鐵路轉運中心設置成本的節省外，更重要的是仍為必須擁有良好的相關配套措施與行銷策略，以充分滿足顧客的需求並吸引更多的顧客。

表 4.23 考量運輸外部成本下需求量成長 4 倍時  
鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果

經濟效益值 ( $Z=Z_0+Z_1$ )	9,356,667 元/日	
鐵路轉運中心 位址 ( $y_i$ )	樹林、桃園、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東	
運送路徑 ( $X_{oid,p}^k$ )	(基-桃) → 樹林 → 新竹 → (竹-苗) (基-桃) → 桃園 → 台中 → (中彰投) (基-桃) → 樹林 → 台南 → (雲嘉南) (基-桃) → 樹林 → 高雄 → (高-屏) (基-桃) → 樹林 → 宜蘭 → (宜蘭) (基-桃) → 樹林 → 花蓮 → (花蓮) (基-桃) → 樹林 → 台東 → (台東)	(竹-苗) → 新竹 → 樹林 → (基-桃) (竹-苗) → 新竹 → 台中 → (中彰投) (竹-苗) → 新竹 → 台南 → (雲嘉南) (竹-苗) → 新竹 → 高雄 → (高-屏) (竹-苗) → 新竹 → 宜蘭 → (宜蘭) (竹-苗) → 新竹 → 花蓮 → (花蓮) (竹-苗) → 新竹 → 台東 → (台東)
	(中彰投) → 台中 → 樹林 → (基-桃) (中彰投) → 台中 → 新竹 → (竹-苗) (中彰投) → 台中 → 台南 → (雲嘉南) (中彰投) → 台中 → 高雄 → (高-屏) (中彰投) → 台中 → 宜蘭 → (宜蘭) (中彰投) → 台中 → 花蓮 → (花蓮) (中彰投) → 台中 → 台東 → (台東)	(雲嘉南) → 台南 → 樹林 → (基-桃) (雲嘉南) → 台南 → 新竹 → (竹-苗) (雲嘉南) → 台南 → 台中 → (中彰投) (雲嘉南) → 台南 → 高雄 → (高-屏) (雲嘉南) → 台南 → 宜蘭 → (宜蘭) (雲嘉南) → 台南 → 花蓮 → (花蓮) (雲嘉南) → 台南 → 台東 → (台東)
	(高-屏) → 高雄 → 樹林 → (基-桃) (高-屏) → 高雄 → 新竹 → (竹-苗) (高-屏) → 高雄 → 台中 → (中彰投) (高-屏) → 高雄 → 台南 → (雲嘉南) (高-屏) → 高雄 → 宜蘭 → (宜蘭) (高-屏) → 高雄 → 花蓮 → (花蓮) (高-屏) → 高雄 → 台東 → (台東)	(宜蘭) → 宜蘭 → 樹林 → (基-桃) (宜蘭) → 宜蘭 → 新竹 → (竹-苗) (宜蘭) → 宜蘭 → 台中 → (中彰投) (宜蘭) → 宜蘭 → 台南 → (雲嘉南) (宜蘭) → 宜蘭 → 高雄 → (高-屏) (宜蘭) → 宜蘭 → 花蓮 → (花蓮) (宜蘭) → 宜蘭 → 台東 → (台東)
	(花蓮) → 花蓮 → 桃園 → (基-桃) (花蓮) → 花蓮 → 新竹 → (竹-苗) (花蓮) → 花蓮 → 台中 → (中彰投) (花蓮) → 花蓮 → 台南 → (雲嘉南) (花蓮) → 花蓮 → 高雄 → (高-屏) (花蓮) → 花蓮 → 宜蘭 → (宜蘭) (花蓮) → 花蓮 → 台東 → (台東)	(台東) → 台東 → 樹林 → (基-桃) (台東) → 台東 → 新竹 → (竹-苗) (台東) → 台東 → 台中 → (中彰投) (台東) → 台東 → 台南 → (雲嘉南) (台東) → 台東 → 高雄 → (高-屏) (台東) → 台東 → 宜蘭 → (宜蘭) (台東) → 台東 → 花蓮 → (花蓮)

表 4.24 考量運輸外部成本下需求量成長 5 倍時  
鐵路轉運中心設置位址與運送路徑指派結果

經濟效益值 ( $Z=Z_0+Z_1$ )	11,334,165 元/日	
鐵路轉運中心 位址 ( $y_i$ )	樹林、桃園、中壢、新竹、台中、台南、高雄、宜蘭、花蓮、台東	
運送路徑 ( $X_{oid,p}^k$ )	(基-桃) → 中壢 → 新竹 → (竹-苗) (基-桃) → 樹林 → 台中 → (中彰投) (基-桃) → 樹林 → 台南 → (雲嘉南) (基-桃) → 桃園 → 高雄 → (高-屏) (基-桃) → 樹林 → 宜蘭 → (宜蘭) (基-桃) → 樹林 → 花蓮 → (花蓮) (基-桃) → 樹林 → 台東 → (台東)	(竹-苗) → 新竹 → 樹林 → (基-桃) (竹-苗) → 新竹 → 台中 → (中彰投) (竹-苗) → 新竹 → 台南 → (雲嘉南) (竹-苗) → 新竹 → 高雄 → (高-屏) (竹-苗) → 新竹 → 宜蘭 → (宜蘭) (竹-苗) → 新竹 → 花蓮 → (花蓮) (竹-苗) → 新竹 → 台東 → (台東)
	(中彰投) → 台中 → 桃園 → (基-桃) (中彰投) → 台中 → 新竹 → (竹-苗) (中彰投) → 台中 → 台南 → (雲嘉南) (中彰投) → 台中 → 高雄 → (高-屏) (中彰投) → 台中 → 宜蘭 → (宜蘭) (中彰投) → 台中 → 花蓮 → (花蓮) (中彰投) → 台中 → 台東 → (台東)	(雲嘉南) → 台南 → 樹林 → (基-桃) (雲嘉南) → 台南 → 新竹 → (竹-苗) (雲嘉南) → 台南 → 台中 → (中彰投) (雲嘉南) → 台南 → 高雄 → (高-屏) (雲嘉南) → 台南 → 宜蘭 → (宜蘭) (雲嘉南) → 台南 → 花蓮 → (花蓮) (雲嘉南) → 台南 → 台東 → (台東)
	(高-屏) → 高雄 → 樹林 → (基-桃) (高-屏) → 高雄 → 新竹 → (竹-苗) (高-屏) → 高雄 → 台中 → (中彰投) (高-屏) → 高雄 → 台南 → (雲嘉南) (高-屏) → 高雄 → 宜蘭 → (宜蘭) (高-屏) → 高雄 → 花蓮 → (花蓮) (高-屏) → 高雄 → 台東 → (台東)	(宜蘭) → 宜蘭 → 樹林 → (基-桃) (宜蘭) → 宜蘭 → 新竹 → (竹-苗) (宜蘭) → 宜蘭 → 台中 → (中彰投) (宜蘭) → 宜蘭 → 台南 → (雲嘉南) (宜蘭) → 宜蘭 → 高雄 → (高-屏) (宜蘭) → 宜蘭 → 花蓮 → (花蓮) (宜蘭) → 宜蘭 → 台東 → (台東)
	(花蓮) → 花蓮 → 樹林 → (基-桃) (花蓮) → 花蓮 → 新竹 → (竹-苗) (花蓮) → 花蓮 → 台中 → (中彰投) (花蓮) → 花蓮 → 台南 → (雲嘉南) (花蓮) → 花蓮 → 高雄 → (高-屏) (花蓮) → 花蓮 → 宜蘭 → (宜蘭) (花蓮) → 花蓮 → 台東 → (台東)	(台東) → 台東 → 樹林 → (基-桃) (台東) → 台東 → 新竹 → (竹-苗) (台東) → 台東 → 台中 → (中彰投) (台東) → 台東 → 台南 → (雲嘉南) (台東) → 台東 → 高雄 → (高-屏) (台東) → 台東 → 宜蘭 → (宜蘭) (台東) → 台東 → 花蓮 → (花蓮)