

## 第三章 都市永續運輸系統變數分析

根據第二章文獻之回顧與評析，本章第一部份針對都市永續運輸之多樣性問題進行界定與研究。後續並嘗試界定本研究進行之目標系統、評估準則、系統變數及系統變數間影響關聯程度，以利都市永續運輸評量方法之建立。

### 3.1 課題界定與研究

由「永續運輸」及「特定對象交通計畫研究」的研究與規劃方向，交通運輸事實上已納入多樣性的概念與精神。本研究歸納目前在交通運輸多樣性的研究與規劃中，所面臨的課題與研究。

#### 3.1.1 當前課題

##### 一、不同用路人族群之多樣性需求常遭忽略

在社會結構的變遷下，不同用路人族群所產生之多樣性需求，在傳統以小汽車為主要運具的社會中，仍常遭忽略。在有限的資源下，如何滿足不同用路人不同的需求，其涉及各種交通建設、各種運輸工具、及各種目標下之各種準則，目前缺乏有效之評準方式。且由於專業規劃人員之主觀，各不同用路人族群基本需求滿足程度的評估權重，可能無法達成社會共識福利最大化之目標。

##### 二、運輸系統無法以有限量化資料進行分析

交通運輸系統內牽涉範圍廣泛，除可以量化表示的系統變數外，另有具備質化特性的要素，如需求及感受之滿意程度等。而傳統數量方法僅能依據調查所得之有限量化資料進行分析，無法表達整個交通運輸系統的完整性，更難以解釋系統的整體行為與發展趨勢。

##### 三、權益關係人參與不足

傳統運輸規劃多以專業判斷進行課題探討與方案研擬，無法確切了解不同領域的意見，及當地權益關係人之需求。目前在重大建設開發程序中，現行法規雖已明定應舉辦公聽會讓地區民眾了解開發內容並表達其意見，但由於計畫在規劃階段並非以地區權益關係人之共識意見為基礎，使公聽會常成為聊備一格之形式，無法達成整合地區民眾意見並消弭衝突的功能目標。

#### 四、缺乏整體之永續運輸評量架構

交通運輸雖已納入永續發展及多樣性概念與精神，但始終處於未整合之零散狀態。尤其在研究領域中，為達成不同權益關係人的需求，整合不同計畫間的目標衝突，將使得評估指標更趨多元。在目標與評估指標的發散情形下，缺乏統整的多樣性架構，降低了原有之規劃效率。

#### 五、缺乏永續運輸評量方法

目前交通運輸規劃在多樣性方面，多以民眾參與規劃與協調方式取得妥協解，缺乏以學理的方法尋求最適之共識解。另外，在處理方案整合的評估方面，也面臨了下列挑戰：

##### （一）欠缺評估指標適當性的方法

由於考量需求及永續多樣性規劃的評估指標，影響變數及系統均過於龐雜，缺乏篩選及評估指標之適當性，除使規劃效率低落外，亦可能影響規劃目標及程序之妥適性。

##### （二）未落實多樣性評估之程序

目前尚無多樣性評估之標準程序，使得交通運輸規劃在評估時，仍以傳統評估方式進行，卻未落實納入多樣性評估的準則，將使規劃可能產生盲點，導致悖離永續發展的主要目標。

##### （三）學理上研究方法之不足

在缺乏適切多樣性評估研究方法的情形下，對於各衝突目標與指標，規劃者多採用多評準決策方式進行非劣解之求得，但系統之定義與需求之分析可能造成可行解範圍過於狹隘。

##### （四）資源與預算之限制

為滿足永續發展與多樣性的需求，計畫須執行許多傳統規劃方式中不需探討或忽略之工作。在有限的資源與預算限制下，勢難以完成所有非交通運輸計畫主體之工作，如此便無法達成規劃中永續與多樣性考量所設定之目標。

##### （五）計畫方案優先順序之評選

決策過程中最困難的部份，可能就是在多樣性需求與環境限制下，課題與方案評估的優先順序。在未討論外部環境的機會與威脅，及內部環境的優勢與劣勢的情形下，無法勾勒未來的情境與趨勢，亦即難以確認目前所採行策略將產生什麼樣的衝擊。

### 3.1.2 課題研究

本研究以克服運輸規劃在永續運輸評估時所面臨的課題為基礎，以建立都市永續運輸評量架構及建立都市永續運輸評量方法及程序為主要方向。

#### 一、建立都市永續運輸評量架構

基於交通運輸永續發展所面臨的挑戰與課題，建立系統化的都市永續運輸評量架構與方法乃當前迫切之工作。且由於國內永續發展與多樣性考量的起步較慢，在指標選擇方面多以歸納國外研究及實際案例而來。但由於國情、環境及社會的差異，各指標的重視程度與標準亦不盡相同，建立適當的指標評選方法與程序將比應用指標更為適切。

本研究為滿足永續發展的前提，建立評量系統之理念架構如圖 3.1 所示：

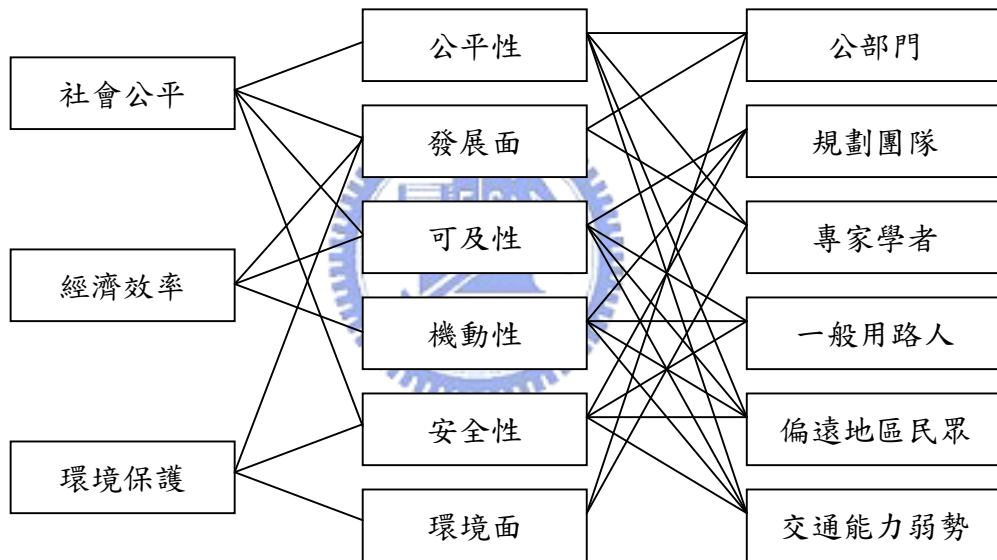


圖 3.1 都市永續運輸評量架構圖

為使都市永續運輸系統達到穩定且滿足多數需求的狀態，將考量公平性、發展面、可及性、機動性、安全性及環境面等六項準則構面。由參與交通運輸規劃的權益關係人進行多面向的探討：

#### (一) 公部門：

政府部門應考量運輸系統提供不同用路人族群滿足其需求之公平性、追求社會發展效益最大化及財政支出最小化的效率目標、維持永續發展之環境保育。

## （二）規劃團隊：

規劃團隊包括規劃師及工程師，考量重點在於提升交通之可及性、機動性及用路人在使用交通設施及運輸工具時之安全性。

## （三）專家學者：

專家學者主要包含都市計畫學門、經濟學門及環境學門，提供運輸規劃關於滿足用路人及其他使用者需求的公平程度、經濟發展效益評估及環境生態永續發展的指標與達成方法。

## （四）用路人：

所有用路人均要求在可及性、機動性及安全性的機能上有所提升，但由於所選擇的交通設施與運輸工具有所差異，因此在各機能的需求程度也不同。尤其是偏遠地區民眾及交通能力弱勢族群，對於設施及服務的公平性要求更為明顯。

## 二、建立都市永續運輸評量方法及程序

參考國外指標並補充我國特有之影響變數後，如何建立各影響變數間之交互影響關係。利用策略規劃的架構建立符合永續發展之系統化方法，使所建立之各種研究或評估方法，滿足理論並可實際操作。在求得共識解的程序上，得以整體考量並有可供依循之理論方法。

本研究將影響交通運輸系統的變數區分為設施變數與運具變數兩項變數構面，將分別考慮車道系統、人行系統、停車系統及大眾運輸系統、需求回應系統（DRT）、私人運具等向度。藉由權益關係人對感受力系統模型精神中所謂中介矩陣、目標達成矩陣及關聯性矩陣的操作，建立具系統化之評估指標及多樣性評估方法。並依權益關係人之共識，確立影響矩陣中具關鍵影響能力之關鍵變數，期以最小成本的改善方案，在不影響既存之旅行運輸效率情況下，達成需求多樣性的滿足程度最大化。

綜上所述，本研究以達成社會公平、經濟效率及環境保護之永續發展為目標。由權益關係人參與感受性系統模型操作，利用共識探討方法建立系統內各種交通設施、運輸工具及多樣需求目標，以使運輸系統更臻完備。並藉由公部門、專家學者、規劃團隊及不同用路人之參與，整合質性與量化系統變數。以權益關係人之價值觀點，建立系統內變數關聯性認知，據以了解系統中各變數之定位，利用模糊認知圖方法進行永續運輸績效評量，建立評量都市永續運輸績效之架構與方法。

### 3.2 感受性系統模型運用於交通運輸規劃之架構

本研究冀透過感受性系統模型，執行滿足永續發展之運輸需求多樣性系統評估。藉由變數組合、中介指標及評估準則間之關係與相互影響，界定變數組合、中介指標及評估準則的意涵與限制，並由權益關係人參與操作，擬定具備實質關聯意義之運輸系統元素。感受性系統模型運用於交通運輸規劃之架構，以圖 3.2 表示。

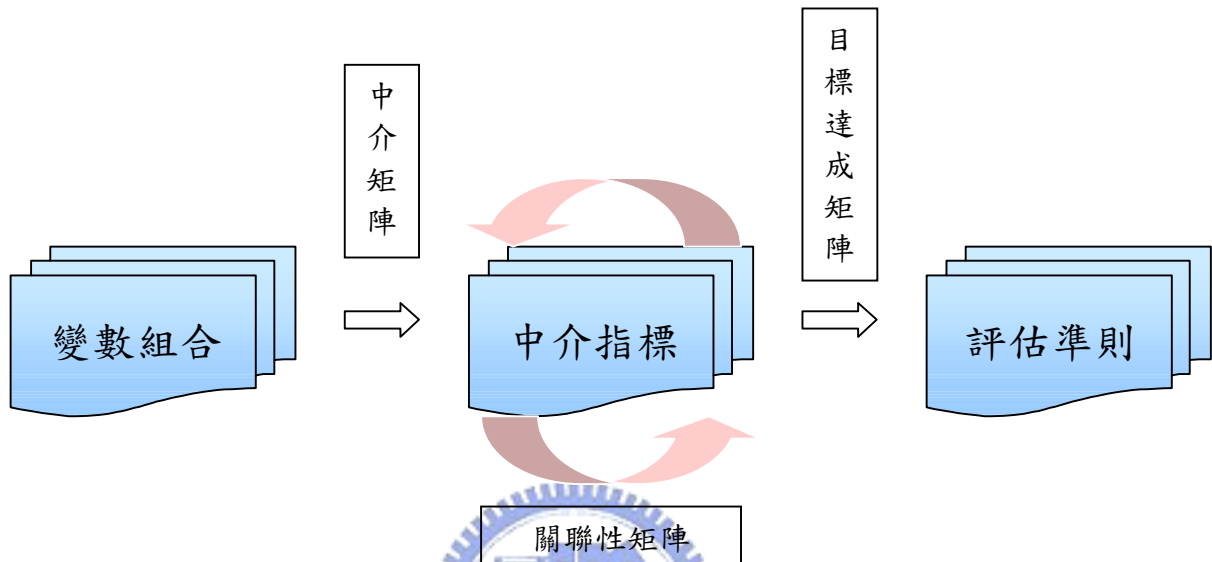


圖 3.2 感受性系統模型運用於交通運輸規劃之架構圖

感受性系統模型中，僅包含準則與變數兩類變數。但本研究於應用時發現，由於都市運輸系統變數組合之特性，交通設施與運輸工具間的影響關聯能力落差太大，將造成交通設施類變數在系統中扮演關鍵性及主動性之角色，無法確切表示都市運輸系統之行為，因此將變數區分為變數組合及中介指標兩類，區分方式及特性說明如後。

#### 一、系統變數

由圖 3.2 中可清楚地發現，構成本研究系統的主要角色包括有變數組合、中介指標及評估準則三個類項。為使參與規劃之權益關係人得以明確了解並設定各類項元素內容，本研究界定各類項角色意義如下：

##### (一) 變數組合

變數組合內各項構成元素，是屬於公權力或地方公益意識所能提供、控制並酌予變更，以利系統能更符合多樣性旅運需求目標的政策、策略、制度及軟硬體建設等。

因此，變數組合中各項組成元素須具備下列所有特性：

1. 屬政策可直接進行控制之變數組合。
2. 變數組合類別內各元素間需為彼此獨立，意即各變數間不得存在有任何關聯性或主、被動影響能力。
3. 變數組合類別內各元素產生質、量方面變化之唯一可能性，是由於政策之介入。意指變數組合僅受外在環境（外生變數）影響，不因系統中其他角色（中介指標與評估準則）變動而產生變化。

舉例來說，各不同功能等級道路所佔的面積、大眾運輸系統的班距等，為政策可直接進行控制，且彼此間獨立之變數組合元素。

構成交通運輸的基本條件為人、車、路三大組成，由於用路人具備其自主選擇能力，不屬本研究中政策可直接進行控制之變數組合範圍。因此，為利於權益關係人操作與識別，本研究將變數組合區分為設施變數（ $V_I$ ）與運具變數（ $V_M$ ）

兩向度。可以向量  $\begin{bmatrix} V_I \\ V_M \end{bmatrix}$  表示之。

## （二）中介指標

構成中介指標之各項元素均為不可直接控制的，但可經由控制變數組合而影響之，或是由評估準則解釋之。

因此，中介指標中各項組成元素須具備下列所有特性：

1. 屬政策、公權力或地方公益意識無法直接進行控制之元素組合。
2. 可經由控制變數組合影響之，即變數組合之產生；或由評估準則解釋之，即評估準則之次系統。

舉例而言，路網結構及平均旅行時間均為政策無法直接控制。而路網結構可經由改變各功能等級道路及專用道面積而進行影響；平均旅行時間則可為旅行成本之一環。因此路網結構及平均旅行時間皆符合中介指標之定義條件。

本研究根據中介指標特性條件，將中介指標歸納為變數指標（ $I_V$ ）及準則指標（ $I_C$ ）兩向度，以便於系統操作之進行。中介指標可以向量  $\begin{bmatrix} I_V \\ I_C \end{bmatrix}$  或向量  $[I_V | I_C]$  表示之。

### (三) 評估準則

評估準則之元素考量不可悖離多樣性系統架構，亦即是永續發展的目標。採用之評估準則數量不可過多，如此較有利於建立高獨立性的準則，評估影響程度時也比較不容易混淆。

因此，評估準則中各項組成元素須具備下列所有特性：

1. 為直接評估目標準則六項構面之元素組合。
2. 評估準則類別內各元素間需為彼此獨立，意即各準則間不存有任何關聯性或主、被動影響能力。
3. 評估準則僅受中介指標直接影響，與變數組合內各元素互為獨立。

舉例來說，平均旅行速率可解釋機動性構面、資(能)源損耗可為環境面構面之次系統等，彼此間獨立且不與變數組合內元素產生直接關聯，屬本研究定義之評估準則元素。

本研究依據永續發展之社會公平、經濟效率及環境保護三個原則，整理出公平性 ( $G_A$ )、發展面 ( $G_B$ )、可及性 ( $G_C$ )、機動性 ( $G_D$ )、安全性 ( $G_E$ ) 及環境面 ( $G_F$ ) 六項準則目標，以使參與規劃之權益關係人得據以進行準則分類及評估工作。評估準則可表達為  $[G_A | G_B | G_C | G_D | G_E | G_F]$  向量。

## 二、系統矩陣

由圖 3.2 中可得知，構成本研究系統的三大矩陣包含中介矩陣、關聯矩陣及目標達成矩陣三個類別。感受性系統模型中，僅有準則矩陣 (Criteria Matrix) 以表示變數對準則影響關聯程度、及由變數彼此間產生影響關聯之影響矩陣 (Impact Matrix) 兩項。本研究將變數區分為變數組合與中介指標後，依感受性系統模型中準則矩陣之理論，建立中介矩陣與目標達成矩陣；根據影響矩陣之操作精神，建立關聯性矩陣，並依關聯性矩陣確認各項指標在系統內的定位。

### (一) 中介矩陣

中介矩陣之定義，是由變數組合向量中元素對於中介指標向量內元素的影響關聯程度所組成。所有變數組合以可歸納為設施變數及運具變數  $\left[ \frac{V_I}{V_M} \right]$  之向量  $[V_1, V_2, V_3, \dots, V_m]$  顯示，表示本系統中共有  $m$  個變數組合元素。中介指標以變數指標及準則指標  $[I_V | I_C]$  為分類，表示為共有  $n$  個中介指標元素的  $[I_1, I_2, I_3, \dots, I_n]$  向量，其關係以圖 3.3 表示之。中介矩陣  $[A]$  中數值表示以變數組合為因、中介指標為果的影響程度或因果關聯性，其中， $a_{11}$  表示  $V_1$  對  $I_1$  的影響程度、 $a_{ij}$  表示  $V_i$  與

$I_j$ 的關聯性。由於共有  $m$  個變數組合元素及  $n$  個中介指標元素，因此中介矩陣為一  $m \times n$  的矩陣，以  $[A]_{m \times n}$  表示。

$$\begin{bmatrix} I_1 & I_2 & I_3 & \cdots & \cdots & I_n \\ V_1 & a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & \cdots & a_{1n} \\ V_2 & a_{21} & \ddots & & & & \vdots \\ V_3 & a_{31} & & \ddots & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & a_{ij} & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & & \ddots & \vdots \\ V_m & a_{m1} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n}$$

圖 3.3 中介矩陣關係示意圖

## (二) 關聯性矩陣

關聯性矩陣  $[R]$  之定義，是由中介指標向量內元素與元素間的影響關聯程度所建構而成，其關係如圖 3.4 所示。

$$\begin{bmatrix} I_1 & I_2 & I_3 & \cdots & \cdots & I_n \\ I_1 & 0 & r_{12} & r_{13} & \cdots & \cdots & r_{1n} \\ I_2 & r_{21} & \ddots & & & & \vdots \\ I_3 & r_{31} & & \ddots & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & 0 & r_{ij} & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & & \ddots & \vdots \\ I_n & r_{n1} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & 0 \end{bmatrix}_{n \times n}$$

圖 3.4 關聯性矩陣關係示意圖

關聯性矩陣之主被動關聯性元素均為中介指標，其主要目的在於判定系統中元素的定位，如主動性、被動性、關鍵變數等。 $r_{ij}$  表示  $I_i$  對  $I_j$  的影響關聯程度。由於中介指標向量  $[I_1, I_2, I_3, \dots, I_n]$  共有  $n$  個元素，因此關聯性矩陣為一  $n \times n$  的矩陣。此外，圖 3.4 中可以清楚地發現，關聯性矩陣的對角線，亦即  $r_{11}, r_{22}, r_{33}, \dots, r_{nn}$  均等於 0，這是因為感受性系統設定中，元素對於其本身並不具有自體影響之信息。綜上所述，關聯性矩陣可表示為：

$$[R]_{n \times n} \quad \{r_{ij} = 0, \quad i = j\}$$



(三) 目標達成矩陣

目標達成矩陣之定義，是由中介指標向量中元素對於評估準則向量內元素的影響關聯程度所組成。其目的在於獲知權益關係人在系統操作中，對於評估準則構面之重視程度判斷。所有中介指標以變數指標及準則指標  $[I_V | I_C]$  為分類，表示為共有  $n$  個中介指標元素的  $[I_1, I_2, I_3, \dots, I_n]$  向量；評估準則則以公平性、發展面、可及性、機動性、安全性及環境面六構面，以  $[G_A | G_B | G_C | G_D | G_E | G_F]$  表示為具有  $k$  項評估準則元素之  $[C_1, C_2, C_3, \dots, C_k]$  向量。其關係以圖 3.5 表示之。

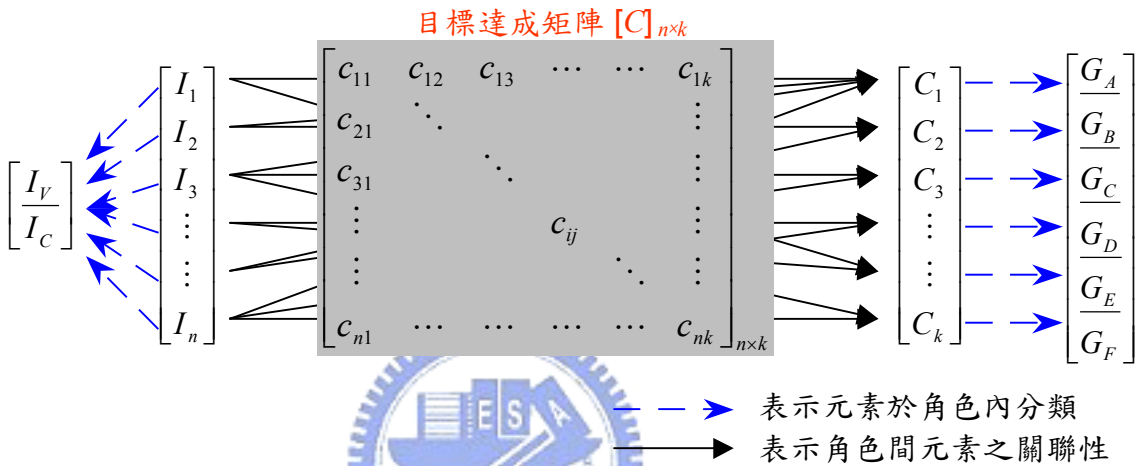


圖 3.5 目標達成矩陣關係示意圖

目標達成矩陣  $[C]$  中數值表示以中介指標為因、評估準則為果的影響程度或因果關聯性，其中， $c_{11}$  表示  $I_1$  對  $C_1$  的影響程度、 $c_{ij}$  表示  $I_i$  與  $C_j$  的關聯性。由於共有  $n$  個中介指標元素及  $k$  個評估準則元素，因此目標達成矩陣為一  $n \times k$  的矩陣，以  $[C]_{n \times k}$  表示。

### 3.3 感受性系統變數設定

由前節所提及之感受性系統架構得知，系統設定時，各項元素不得違反角色類組條件。且為建立高獨立性之評估準則，本研究建議六項評估準則構面之準則數量總和，以二十個左右為宜。

由於運輸系統之組成過於龐雜，本研究試擬各類組之構成元素（如表 3.1~表 3.3 所示）供使用者參考。

表 3.1 評估準則參考元素列表

分 類	內 容
公平性 ( $G_A$ )	一般用路人基本運輸需求滿足程度、高齡者基本運輸需求滿足程度、肢體障礙者基本運輸需求滿足程度、視聽覺障礙者基本運輸需求滿足程度、兒童基本運輸需求滿足程度、偏遠地區民眾基本運輸需求滿足程度
發展面 ( $G_B$ )	社會效益、公部門財政支出
可及性 ( $G_C$ )	旅行成本、到達目的地容易程度
機動性 ( $G_D$ )	平均旅行速率、移動能力
安全性 ( $G_E$ )	肇事危險、潛在危險、防救災機能
環境面 ( $G_F$ )	污染量、生活居住品質、資(能)源損耗

表 3.2 中介指標參考元素列表

分 類	內 容
變數指標 ( $I_V$ )	
設施類	路網結構、路網密度、道路服務水準、人行道舒適性、人行道連續性、設施使用能力、停車分配合理性、停車轉乘 (P&R) 便利性、違規停車數量
運具類	大眾運輸系統使用率、需求回應運輸系統 (DRT) 使用率、自用客車使用率、機車使用率、自行車旅次數、步行旅次數
準則指標 ( $I_C$ )	
交通效益	平均旅次距離、平均旅行時間、平均延滯時間、可達目的地數量、容量或承載率、與系統外交通連結程度、複合運輸整合程度
環境安全	空氣污染量、噪音污染量、振動影響程度、景觀破壞程度、肇事率、肇事嚴重程度、交通暴露量、交通衝突點、防災避難設施、救災機能

表 3.3 變數組合參考元素列表

分 類	內 容
設施變數 ( $V_I$ )	
車道系統	快速道路面積、主要道路面積、次要道路面積、集散道路面積、公車專用道面積、機車專用道面積、道路立體交叉面積
人行系統	人行道長度、人行道寬度、自行車專用道面積、人車立體分流設施
停車系統	汽車路外停車系統、汽車路邊停車系統、機車停車系統、自行車停車系統、停車導引資訊系統、停車費率
運具變數 ( $V_M$ )	
大眾運輸	班距、場站距離、路線數、票價、先進運輸資訊系統 (ATI)
DRT	撥召公車路線數、需求回應運輸系統費率
私有運具	管制措施、稅費、教育宣導

感受性系統模型之原始軟體，乃針對環境生態與都市發展而設計，在評估準則部分為給定參數，本系統無法直接應用之。為符合不同地區使用者對於運輸系統功能特質的需求歧異度，本研究以 Microsoft 公司出版 Office 套裝中之 Access 軟體撰寫感受性系統模型資料庫，由權益關係人參與系統規劃時所考量元素，皆可由操作者自行設定增減，並不限於系統給定之預設值。操作介面如圖 3.6 所示。

The screenshot shows the 'System Setup' interface. At the top, there are buttons for 'Back Mainpage' and 'Next Step'. The main title is 'System Setup'. Below this, there are tabs for 'Criteria', 'Intermedium', and 'Variable', with 'Criteria' being the active tab. A red warning message reads: '\* We DO NOT Suggest Changing the Categories of Criterion.' The interface is organized into sections for different categories, each with a 'Category' label and a 'Criterion' label, followed by a list of criteria with text input fields for adjustment:

- Category: Social Equity** (For The Demand Satisfying)
  - Criterion: 一般用路人需求, 高齡者需求, 視聽障礙者需求, 肢體障礙者需求, 兒童需求, 偏遠地區居民需求
- Category: Development**
  - Criterion: 地區發展效益, 公部門財政支出, 地方稅收, [empty], [empty], [empty]
- Category: Accessibility**
  - Criterion: 旅行成本, 到達目的地容易程度, [empty], [empty], [empty], [empty]
- Category: Mobility**
  - Criterion: 平均旅行速率, 移動能力, [empty], [empty], [empty], [empty]
- Category: Safety**
  - Criterion: 肇事危險, 潛在危險, 防救災機能, [empty], [empty], [empty]
- Category: Environment**
  - Criterion: 空氣污染量, 噪音污染量, 振動影響程度, 景觀破壞程度, 資能源損耗, [empty]

圖 3.6 Access 感受性系統模型操作介面

經由不同觀點之權益關係人參與系統設定之操作與商討後，本研究獲得評估準則、變數組合及中介指標的共識集合。

### 3.3.1 評估準則設定

為使運輸系統考量滿足社會公平、經濟效率及環境保護的永續發展方針，將感受性系統模型中的評估準則區分為公平性、發展面、可及性、機動性、安全性及環境面六項構面。

#### 一、公平性：

以不同群體的基本運輸需求滿足程度當作公平性的衡量對象，主要考量係交通能力弱勢族群之生、心理狀態，多不及於一般正常用路人，然而既有之交通運輸設施常忽略交通弱勢族群之需求（馮正民、林楨家，2002）。交通弱勢族群除了交通能力弱勢外，尚存在有交通空間弱勢，偏遠地區民眾所能使用的交通設施或運輸服務，更難望都會地區民眾之項背。因此，本研究設定不同群體之基本運輸需求滿足程度以評估運輸系統之公平與否。其中，所謂不同運輸群體類別，如圖 3.7 所表示。

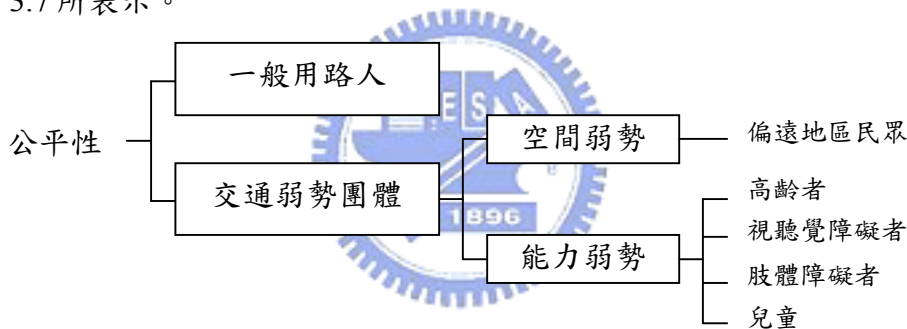


圖 3.7 運輸群體公平性分類

基於不同交通能力群體的公平衡量，本研究所考量之公平性準則，包括有一般用路人基本運輸需求滿足程度、高齡者基本運輸需求滿足程度、肢體障礙者基本運輸需求滿足程度、視聽覺障礙者基本運輸需求滿足程度、兒童基本運輸需求滿足程度及偏遠地區民眾基本運輸需求滿足程度等六項。

#### 二、發展面：

發展都市運輸的主要目標，在於提供都市居民日常生活社會經濟活動之最大移動性，進而促進都市經濟之機能活絡。交通運輸系統擔負著都市生活物資及能源傳送遞輸的功能，交通設施網絡的建立，除使地區間得以共享資源外，更增加都市活動之多樣性。因此，交通運輸系統應能促進都市及經濟之發展。

根據交通運輸系統對於都市及經濟發展之影響，本研究界定發展面評估準則為地區發展效益、公部門財政支出及地方稅收等三項。

### （一）地區發展效益

由於路網的建構及運輸服務提供的普及化，將可使地區間資源得以共享，並有效降低流通時間以提昇經濟活動能力，對地區發展效益屬正面影響。但相對的，道路功能的界定與運輸服務硬體建設，亦可能造成地區之阻隔，對地區發展產生負面衝擊。因此，本研究定義地區阻隔為本評估準則之中介指標，以探討交通運輸系統對於經濟及地區發展之動態變化。

### （二）公部門財政支出

交通設施的建造與運輸服務的多寡，將直接影響公部門財政支出的額度。如何評估所採用之政策，得以最小財政支出，獲得最大經濟及發展效益，即為本評估準則所著眼之處。

### （三）地方稅收

地方稅收能力將影響次一回合之政策考量，而地方稅收來自於地區產業的發展與產值。應用交通設施及運輸服務提昇本研究區對產業的吸引，並提升本研究區內產業競爭力，以增加地方稅收為評估準則目標。

## 三、可及性：

可及性在運輸規劃中的功能，被視為衡量路網的效率指標；而在都市計劃中，則用以衡量區域經濟發展之潛能（Hansen, 1959）。對任何運輸系統進行地理性分析時，交通網中各節點之可及性扮演十分重要角色；藉由某些特定運具進行空間上的互動時，因距離、方式等因素所產生之難易度可評估其可及性（Levine and Garb, 2002）；可及性同時也可反映出地區空間吸引力分佈之差異以及個體參與活動之自由度（Burns, 1979）。

基於上述可及性之定義，本研究以旅行成本及到達目的地的容易程度等二項準則，以評估系統內可及性構面之表現。

### （一）旅行成本

旅行成本可界定地區空間的吸引力及用路人參與社會活動的自由度，旅行成本越低，表示該地區的運輸效率越高，因此，旅行成本屬於負向的評估準則。旅行成本除直接以貨幣型態支出之旅行貨幣成本外，亦應考量用路人之時間價值，故本研究以旅行貨幣成本、平均旅行時間及平均延滯時間為本評估準則之中介指標。

## （二）到達目的地容易程度

空間上的互動將影響到達目的地之難易度，愈容易到達目的地，顯示該運輸效能愈大、可及性愈高。本研究將考量交通運輸系統可到達目的地的數量及平均旅次距離為中介指標。

## 四、機動性：

機動性運用於都會區時，係指一群特定的居民，在都市地區內由一地至另一地之移動能力（Kirby and McGillivray, 1979），其表示個人移動的容易程度或個人活動的總次數（Cameron 等，2003），並可依各種運具所產生的旅次數來檢視（Levinson, 2003）。在交通規劃方面，常用以評估運輸服務結果之有效指標，一般定義為有效的運輸服務所期望的結果。

為了評估機動性準則構面，本研究以平均旅行速率及移動能力等二項為評估準則。其中，平均旅行速率為最直接解釋交通運輸系統機動性之準則。另外在移動能力方面，本研究以交通設施容量或運輸服務承載率、與系統外交通連結能力及複合運輸整合程度為其中介指標。

## 五、安全性：

韋氏字典中安全性之定義為：「得以安全地經歷危害、傷痛及損失的狀況」；安全的定義則是：「得以免於風險或危險」。在交通運輸系統中，除工程師致力於提升系統之安全性外，用路人對於交通設施及運輸服務安全性的要求亦與日俱增。因此，本研究以肇事危險、潛在危險及防救災機能等三項為安全性之評估準則。

### （一）肇事危險

肇事危險考量目標為維護用路人身體安全，降低肇事危險可有效降低傷亡及社會外部成本。本研究界定可解釋肇事危險的中介指標包括肇事率及肇事嚴重程度。

### （二）潛在危險

潛在危險的存在，將影響用路人使用交通運輸設施時之心理安全。潛在危險的成因，源自於交通暴露量及交通衝突點兩項中介指標。本研究後續將探討如何改善交通設施與運輸服務的配置，以減少系統內之潛在危險，使用路人得免於恐懼。

### （三）防救災機能

除了用路人生、心理安全考量外，社會安全層面亦屬交通運輸系統日漸受到重視的一環。防災避難設施功能在於避免受到傷害，內容包含防災計畫中之避難場所與動線、避免災害蔓延之阻隔區塊規劃等；而救災系統功能則為使災害發生後之損失最小化，包括救災動線、物資輸配送等。

## 六、環境面：

過去進行交通運輸規劃時，常致力於追求運輸效益之提昇，卻往往忽略了環境生態的保護。為了解運輸系統對生態環境及資源的損耗情形，及交通運輸與環境保育間相互供需的關係，並符合追求提昇生活品質、降低建設開發對於環境生態的衝擊等世界潮流，本研究以空氣污染量、噪音污染量、振動影響程度及景觀破壞程度四項污染考量，配合資（能）源損耗之資源維護考量，由權益關係人建立系統與環境的影響關聯性，並據以探討如何在不加劇環境破壞及資能源損耗情形下，提昇其他五項構面水準的政策。

### 3.3.2 變數組合設定

為使運輸需求多樣性評估方法得以系統化地操作，本研究將感受性系統模型中的變數組合區分為設施變數及運具變數兩大向度。

#### 一、設施變數

設施變數向度內，尚可依功能區分為車道系統、人行系統及停車系統。

##### （一）車道系統

車道系統內包括了組成道路的各級功能道路及特殊運具專用道路等，以量化的面積來表示。經由權益關係人討論後，獲得具一致性的變數，包含有快速道路面積、主要道路面積、次要道路面積、集散道路面積、公車專用道面積、機車專用道面積及道路立體交叉面積共七項。主要受車道系統影響的中介指標則包括了路網結構、路網密度、道路服務水準及設施立體化。

##### （二）人行系統

人行系統內主要考量為步行及自行車所使用之設施，變數包括有人行道長度、人行道寬度、自行車專用道面積及人車立體分流（包含行人徒步區、天橋及地下道）共四項。直接影響之中介指標則有人行道舒適性、人行道連續性及設施使用能力。

### (三) 停車系統

停車系統內將所有具備車輛停放功能之設施及措施納入討論，最終決定變數為汽車路外停車系統、汽車路邊停車系統、機車停車系統、自行車停車系統、停車導引資訊系統及停車費率等六項。可能產出之中介變數包括有停車分配合理性、停車轉乘 (P&R) 便利性及違規停車數量。

## 二、運具變數

運具變數向度內，另可區分為大眾運輸系統、需求回應運輸系統 (DRT) 及私有運具。

### (一) 大眾運輸系統

大眾運輸系統內考量提供大眾運輸服務等變數，包含了班距、場站距離、路線數、票價及先進運輸資訊系統 (ATI) 共五項。

### (二) 需求回應運輸系統

需求回應運輸系統內考量需求回應運輸服務之提供，共識變數包括有撥召公車路線數、需求回應運輸系統費率及計程車服務範圍共三項。

### (三) 私有運具

私有運具運輸系統內考量與私有運具 (自用客車及機車) 相關之政策與措施，變數包含管制措施、稅費及教育宣導共三項。

運具變數向度內，共同產生之中介指標包含大眾運輸使用率、需求回應運輸 (DRT) 使用率、自用客車使用率、機車使用率、自行車旅次數及步行旅次數。



### 3.3.3 小結

經由權益關係人參與操作感受性系統模型資料庫並討論後，本研究得到具有權益關係人共識之系統變數。其中評估準則共識元素如表 3.4 所示。

表 3.4 評估準則共識元素清單

分類	內容
公平性 ( $G_A$ )	一般用路人基本運輸需求滿足程度、高齡者基本運輸需求滿足程度、肢體障礙者基本運輸需求滿足程度、視聽覺障礙者基本運輸需求滿足程度、兒童基本運輸需求滿足程度、偏遠地區民眾基本運輸需求滿足程度
發展面 ( $G_B$ )	社會效益、公部門財政支出、地區發展效益、地方稅收
可及性 ( $G_C$ )	旅行成本、到達目的地容易程度
機動性 ( $G_D$ )	平均旅行速率、移動能力
安全性 ( $G_E$ )	肇事危險、潛在危險、防救災機能
環境面 ( $G_F$ )	污染量、生活居住品質、資(能)源損耗、空氣污染量、噪音污染量、振動影響程度、景觀破壞程度

比較表 3.4 與表 3.1，權益關係人認為發展面內財政部分僅考量支出似乎有失公允，因此增加了地方稅收一項；並改社會效益為地區發展效益，原因在於社會效益牽涉範圍太廣且不易界定，將交通運輸系統所考量之效益限定於地區發展效益。

另外，在環境面部分，權益關係人認為生活居住品質可由污染量來表達，該項評估準則有重複之虞，故予以刪除；解釋污染量之空氣污染量、噪音污染量、振動影響程度及景觀破壞程度等四項原中介指標，因其不具備主動性，且與其他評估準則相互獨立，滿足評估準則之充要條件，故將該四項納入環境面評估準則。

因此，權益關係人建議本研究後續採用之評估準則共六構面，計 21 項。此外，經權益關係人共識決定之中介指標元素如表 3.5 所示。

表 3.5 中介指標共識元素清單

分 類	內 容
變數指標 ( $I_V$ )	
設施類	路網結構、路網密度、道路服務水準、人行道舒適性、人行道連續性、設施使用能力、停車分配合理性、停車轉乘 (P&R) 便利性、違規停車數量、設施立體化
運具類	大眾運輸系統使用率、需求回應運輸系統 (DRT) 使用率、自用客車使用率、機車使用率、自行車旅次數、步行旅次數
準則指標 ( $I_C$ )	
交通效益	平均旅次距離、平均旅行時間、平均延滯時間、可達目的地數量、容量或承載率、與系統外交通連結程度、複合運輸整合程度、地區阻隔、旅行貨幣成本
環境安全	空氣污染量、噪音污染量、振動影響程度、景觀破壞程度、肇事率、肇事嚴重程度、交通暴露量、交通衝突點、防災避難設施、救災機能

比較表 3.5 與表 3.2，權益關係人認為旅行貨幣成本為解釋旅行成本之一要素，且為變數組合裡票價、DRT 費率及稅費有重大影響關聯，故應納入考量。評估準則中，地區發展效益會受地區阻隔之影響。為使道路立體交叉面積及人車立體分流二變數不致與評估準則發生直接關聯，違反變數角色之條件，因此增列設施立體化為中介指標。空氣等四項污染影響變更原因，已於評估準則部分說明。

權益關係人建議本研究後續採用之中介指標，計 31 項。而經由權益關係人共識決定之變數組合元素如表 3.6 所示。

表 3.6 變數組合共識元素清單

分 類	內 容
設施變數 ( $V_I$ )	
車道系統	快速道路面積、主要道路面積、次要道路面積、集散道路面積、公車專用道面積、機車專用道面積、道路立體交叉面積
人行系統	人行道長度、人行道寬度、自行車專用道面積、人車立體分流設施
停車系統	汽車路外停車系統、汽車路邊停車系統、機車停車系統、自行車停車系統、停車導引資訊系統、停車費率
運具變數 ( $V_M$ )	
大眾運輸	班距、場站距離、路線數、票價、先進運輸資訊系統 (ATI)
DRT	撥召公車路線數、需求回應運輸系統費率、計程車服務範圍
私有運具	管制措施、稅費、教育宣導

比較表 3.6 與表 3.3，權益關係人認為在需求回應運輸系統裡，撥召公車目前僅有供交通能力障礙者使用之復康巴士，若僅以撥召公車進行分析可能會與現實產生落差。且計程車應是目前使用較頻繁之 DRT 運具，理應將其納入考量。

因此，權益關係人建議本研究後續採用之變數組合共兩大構面、六項次系統，共計 28 項。

### 3.4 感受性系統矩陣設定

根據前節所確定之系統變數，藉由權益關係人操作中介矩陣、目標達成矩陣及關聯性矩陣，得以確立系統內關鍵變數之定位。而後由權益關係人進行座談協商，探討出符合公益之共識關聯，以提供本研究進行模糊認知圖之應用。

#### 3.4.1 中介矩陣

權益關係人經由操作資料庫（如圖 3.8）中變數組合對中介指標的關聯程度判別，關聯程度則依感受性系統模型之觀念，區分為三個等級：「無關聯」、「部分相關」及「完全相關」，分別以得點 0、0.5、1 表示。整理後可得中介矩陣 $[A]_{m \times n}$ ，由權益關係人所確定之變數組合共 28 項， $m=28$ ；中介指標共 31 項， $n=31$ 。因此本研究操作之中介矩陣為一 28x31 之矩陣。

Active		道路結構	道路密度	道路服務水準	人行道寬度	人行道連續性	設施使用能力	停車分配合理性	停車服務水準	違規停車數量
快速道路面積		1	0.5	1	0	0	0	0	0	0
主要道路面積		1	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0
次要道路面積		1	1	0.5	0	0	0	0	0	0
集散道路面積		1	1	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0
Active		大眾運輸使用率	道路回應DRT率	自用客車使用率	機車使用率	自行車使用率	步行使用率	騎行駕駛比率	平均旅行時間	平均延遲時間
快速道路面積		0	0	1	0	0	0	0	1	1
主要道路面積		0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5
次要道路面積		0	0	0.5	1	0	0	0	0.5	0.5
集散道路面積		0	0	1	1	1	0	0	0	1
Active		可到達目的地數	平均班次密度	容量或承載力	與系統外交通聯繫	綜合運輸服務程度	準準率	準準服務程度	交通服務量	交通衝突點
快速道路面積		0.5	0	1	0.5	0	0	0	0	0
主要道路面積		0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	0
次要道路面積		0.5	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0
集散道路面積		1	0	1	0	0	0	0	1	1
Active		路邊轉機設備	供以系統	設施立體化	地籍阻隔					
快速道路面積		1	1	0	0.5	0	0	0	0	0
主要道路面積		0.5	1	0	1	0	0	0	0	0
次要道路面積		0.5	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0
集散道路面積		0.5	0.5	0	1	0	0	0	0	0

圖 3.8 中介矩陣設定操作介面

系統中，中介矩陣之主要功能在於判斷中介指標將受哪一些變數組合影響，僅探討影響程度，後續模糊認知圖才進行影響的正負判斷。以表 3.7 為例，路網結構不與運具變數產生關聯，主要影響來自於設施變數，尤其是車道系統。如欲改善路網結構，則應由各級功能道路面積及專用道面積進行政策介入，將可獲得較顯著之成效。

表 3.7 中介矩陣範例

		路網結構	路網密度	道路服務水準	人行道舒適性	設施使用能力	停車分配合理性	POV 便利性	違規停車數量	大眾運輸使用率	DRT 使用率	自用客車使用率	機車使用率	自行車旅次數	步行旅次數	旅行貨幣成本	平均旅行時間	平均延滯時間	可達目的地數量	平均旅次距離	容量或承載率	與系統外交通連結	複合運輸整合程度	肇事率	肇事嚴重程度	交通暴露量	交通衝突點	防災避難設施	救災系統	設施立體化	地區阻隔	
設施變數	車道系統	快速道路面積	1	1	1							1		1			1	1	1		1	0.5						1	1	0.5		
		主要道路面積	1	0.5	0.5							0.5	0.5	1				0.5	0.5	0.5		0.5						0.5	1	1		
		次要道路面積	0.5	0.5	0.5							0.5	1					0.5	0.5	0.5		0.5				0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
		集散道路面積	0.5	1	0.5			0.5				1	1						1	1		1				1	0.5	0.5	0.5	1		
		公車專用道面積	0.5					0.5	0.5			1						0.5				1										
		機車專用道	0.5									0.5	1									1										
		道路立體交叉面積																								0.5			1	1		
	人行系統	人行道長度				1									0.5	1																
		人行道寬度	0.5		0.5	0.5									0.5	1					0.5		0.5	0.5	0.5		1					
		自行車專用道面積		0.5											1	1					1		0.5									
		人車立體分流				0.5									0.5								0.5		0.5	1			0.5	1	0.5	
	停車系統	汽車路外停車系統				0.5	0.5	0.5	0.5		0.5								0.5									0.5				
		汽車路邊停車系統		1	0.5	1	0.5	1	1		0.5				1	1		0.5	0.5								0.5	1				
		機車停車系統			1		0.5							1	1	1						0.5					0.5	0.5				
		自行車停車系統				0.5									0.5	1																
		停車導引資訊系統		0.5			0.5	0.5	0.5			1							0.5		0.5											
	運具變數	大眾運輸	班距				0.5	1	1									0.5	0.5			0.5										
			場站距離				0.5	0.5	1			0.5	0.5	0.5					0.5	0.5		0.5										
路線數						0.5	0.5	0.5	0.5	0.5										1			1	0.5								
票價																	0.5															
先進運輸資訊系統							0.5	1	0.5		1							0.5	0.5					1								
DRT 私有運具		撥召公車路線數				0.5					1	0.5									0.5		0.5									
		費率															1							0.5								
		計程車服務範圍				0.5			0.5	0.5	0.5									0.5			0.5	0.5								
		管制措施		0.5			0.5	0.5			1	0.5		0.5																		
		稅費									1	0.5												0.5								
教育宣導							0.5	0.5	0.5		0.5	0.5																				

### 3.4.2 關聯性矩陣

權益關係人經由操作資料庫（如圖 3.9）中，中介指標內元素彼此的影響關聯程度識別，關聯程度區分為四個等級：「無關聯」、「稍有關聯」、「頗有關聯」及「完全相關」，分別以得點 0、1、2、3 表示。整理後可得關聯性矩陣 $[R]_{n \times n}$ ，由權益關係人所確定中介指標共 31 項， $n=31$ 。因此本研究所操作之關聯性矩陣為一  $31 \times 31$  之矩陣。

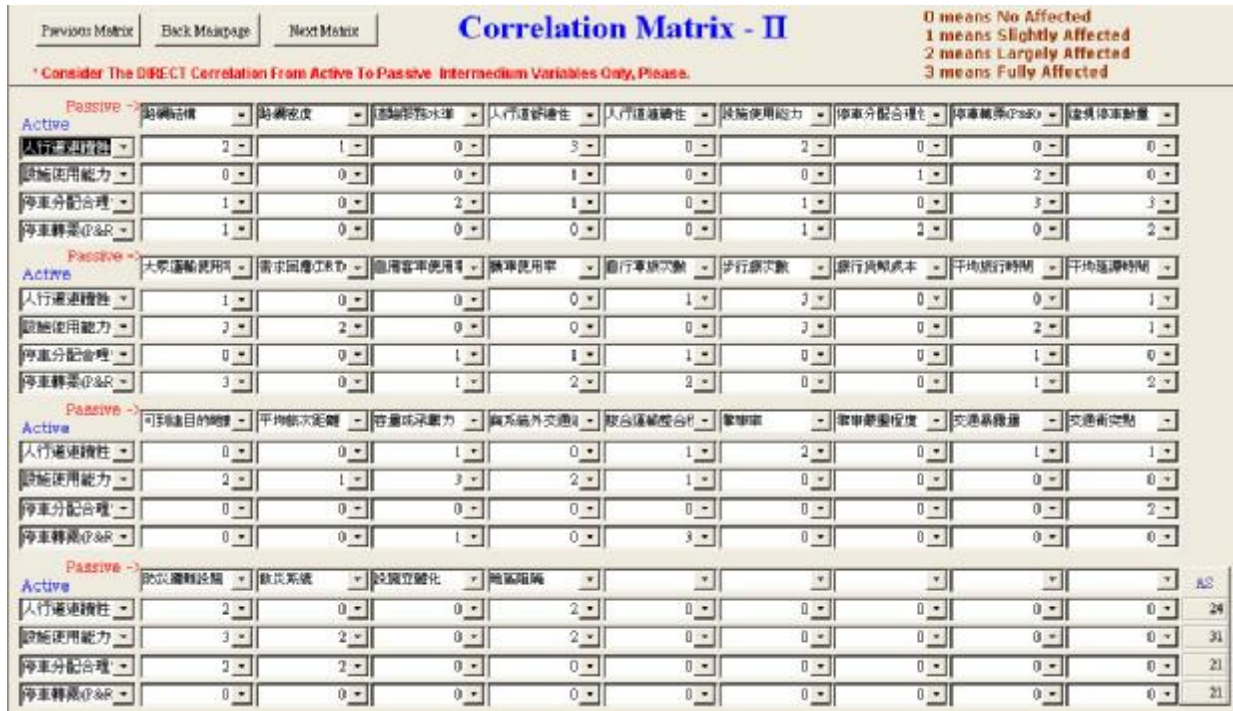


圖 3.9 關聯性矩陣設定操作介面

系統中，關聯性矩陣為了解中介指標間相互影響關聯程度之評量方式，並可藉之關聯性矩陣的運算操作，分析中介指標在系統中角色的定位（如表 3.8）。

$$[R]_{n \times n} = \begin{bmatrix} 0 & r_{12} & r_{13} & \cdots & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & 0 & & & & \vdots \\ r_{31} & & \ddots & & & \vdots \\ \vdots & & & 0 & & \vdots \\ \vdots & & & & r_{ij} & \ddots \\ r_{n1} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & 0 \end{bmatrix}, \quad n = 31$$

$$AS_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (3-1)$$

$$PS_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} \quad (3-2)$$

$AS_i$  表示  $i$  指標主動產生影響或關聯的能力，稱主動得點（Active Score）

$PS_j$  表示  $j$  指標被動受影響或關聯的能力，稱被動得點（Passive Score）

表 3.8 關聯性矩陣範例

	路網結構	路網密度	道路服務水準	人行道舒適性	人行道連續性	設施使用能力	停車分配合理性	P & R 便利性	違規停車數量	大眾運輸使用率	DRT 使用率	自用客車使用率	機車使用率	自行車旅次數	步行旅次數	旅行貨幣成本	平均旅行時間	平均延滯時間	可達目的地數量	平均旅次距離	容量或承載率	與系統外交通連結	複合運輸整合程度	肇事率	肇事嚴重程度	交通暴露量	交通衝突點	防災避難設施	救災系統	設施立體化	地區阻隔	AS	P
路網結構	0	3	0	0	1	1	0	0	1	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	2	1	2	0	0	21	294	
路網密度	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	2	21	84
道路服務水準	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	11	209	
人行道舒適性	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	12	96		
人行道連續性	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	1	2	0	0	19	133		
設施使用能力	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	2	0	3	2	1	0	0	0	0	3	2	0	2	21	462	
停車分配合理性	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	14	168	
P&R 便利性	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	156	
違規停車數量	0	0	3	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	21	168	
大眾運輸使用率	2	0	1	0	0	1	0	0	0	2	3	3	1	2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	21	315	
DRT 使用率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18		
自用客車使用率	2	1	1	0	0	2	1	2	1	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	22	572	
機車使用率	0	0	1	2	0	2	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	3	3	0	0	0	0	22	550	
自行車旅次數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	7	112		
步行旅次數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	5	125		
旅行貨幣成本	0	0	0	0	2	2	1	3	1	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	34	
平均旅行時間	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	136		
平均延滯時間	0	0	3	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	17	306		
可達目的地數量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	39		
平均旅次距離	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	2	3	1	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	21	105		
容量或承載率	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	154		
與系統外交通連結	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	70		
複合運輸整合程度	0	0	0	0	1	0	2	0	3	1	2	2	1	0	1	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	342		
肇事率	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	70		
肇事嚴重程度	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	10		
交通暴露量	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	75		
交通衝突點	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	2	0	14	224			
防災避難設施	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5	120		
救災系統	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	66		
設施立體化	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	2	0	22	528		
地區阻隔	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	3	0	2	0	0	0	0	0	2	1	1	20	440		

PS 14 4 19 8 7 22 12 12 8 15 6 26 25 16 25 2 17 18 13 5 22 7 19 7 1 15 16 24 22 2 14  
 Q\*100 150 525 58 150 271 95 117 108 263 140 50 85 88 44 20 850 47 94 23 420 32 143 95 143 1000 33 88 21 14 250 21

$$P = \begin{cases} AS_i \times PS_j & , i = j \\ 0 & , i \neq j \end{cases} \quad (3-3)$$

$$Q = \begin{cases} \frac{AS_i}{PS_j} & , i = j \\ 0 & , i \neq j \end{cases} \quad (3-4)$$

P 稱之為關鍵性指標

Q 稱之為主動性指標

主動得點 ( $AS$ ) 越高，表示該變數在系統內部所發揮的影響力越大，它的變動影響其他變數的能力也越強；被動得點 ( $PS$ ) 越大，表示該變數被其他變數影響或與外界關聯的程度較高。

由方程式(3-3)中可知，關鍵性指標 ( $P$ ) 為主動得點與被動得點之乘積。其值愈高，顯示該變數本身對系統的影響關聯能力與被其他變數的影響關聯程度皆高，亦隱含著這些變數在系統內，必定具有相當密切且複雜的迴路關係，使得對系統的表現越具有「關鍵性 (Critical)」。反之，若是其值偏低，表示該變數在系統中的表現趨於遲鈍，較難以對其他指標變數的運作產生影響關聯性。

由方程式(3-4)中可知，主動性指標 ( $Q$ ) 為主動得點與被動得點之比值。用以瞭解當系統中某一個變數變動時，在系統中是否具有「主動 (Active)」的特質。其值愈小表示，該指標變數在系統中受其他變數影響的可能性最大，最可能因為系統的改變而改變其狀態。

由方程式(3-3)及式(3-4)中亦可判斷，該變數歸類於中介指標是否恰當。根據本研究對於系統變數之定義，中介指標元素須具備「與中介指標內其他變數存有影響關聯性」的條件。因此，若  $AS = 0 \Rightarrow Q = 0$ ，表示該指標不具有主動性，如果滿足與其他評估準則不存有關聯性時，則該變數應歸類於評估準則。如前文所提及空氣污染量、噪音污染量、振動影響程度及景觀破壞程度等。相對地，如果  $PS = 0 \Rightarrow Q = \infty$ ，代表該指標僅具有主動性，若可滿足與其他變數組合沒有影響關聯，且屬於政策可直接控制者，則該變數應納入變數組合考量。

為使關聯性矩陣  $[R]_{n \times n}$  滿足模糊認知圖中關聯程度之定義，本研究將關聯性矩陣中四個等級之關聯程度 (0、1、2、3) 轉化為  $[0, 1]$  間的有理數 (0、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{2}{3}$ 、1)，並於模糊認知圖操作時，界定其影響的正負關係。

### 3.4.3 目標達成矩陣

權益關係人經由操作資料庫 (如圖 3.10) 中，中介指標對評估準則的影響關聯程度辨識，影響關聯程度與中介矩陣設定相同，分為三個等級：「無關聯」、「部分相關」及「完全相關」，以得點 0、0.5、1 表示。經本研究整理後可得目標達成矩陣  $[C]_{n \times k}$ ，由權益關係人所確定之中介指標共 31 項， $n=31$ ；評估準則共 21 項， $k=21$ 。因此本研究所操作之中介矩陣為一  $31 \times 21$  之矩陣 (如表 3.9)。

Back Mainpage		Next Matrix		Criteria Matrix - I							0 means No Affected 0.5 means Partially Affected 1 means Fully Affected	
* Consider The DIRECT Impact From Active Intermedium Variables To Passive Criterion Only, Please.												
Active		路網結構	路網密度	道路服務水準	人行道舒適性	人行道連續性	設施使用能力	停車分配合理性	停車轉乘(P&R)	違規停車數量		
Passive ↓	一般用路人需求	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0		
	高齡者需求	0.5	0.5	0	1	1	1	0	1	0		
	視聽障礙者需求	0.5	0.5	0	1	1	1	0	1	0		
	肢體障礙者需求	0.5	0.5	0	1	1	1	0.5	1	0		
Active		大眾運輸使用率	需求回應(RTD)	自用客車使用率	機車使用率	自行車族次數	步行族次數	旅行貨幣成本	平均旅行時間	平均延誤時間		
Passive ↓	一般用路人需求	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5		
	高齡者需求	1	0.5	0.5	1	0	0.5	0	1	1		
	視聽障礙者需求	0.5	1	0	0	0	0	0	1	1		
	肢體障礙者需求	0.5	1	0.5	0	0	0.5	0	1	1		
Active		可到達目的地點	平均班次距離	容量或承載力	與系統外交通	緊急運輸整合	肇事率	肇事嚴重程度	交通網路量	交通衝突點		
Passive ↓	一般用路人需求	0.5	0	0	1	0.5	0.5	0.5	0	0		
	高齡者需求	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1	1	0	0		
	視聽障礙者需求	0.5	1	0	1	1	1	1	0	0		
	肢體障礙者需求	0.5	1	0	1	1	1	1	0	0.5		
Active		防災避難設施	防災系統	設施立體化	地區阻隔						Total Score	
Passive ↓	一般用路人需求	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11.5	
	高齡者需求	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	16.5	
	視聽障礙者需求	0	0	1	1	0	0	0	0	0	17	
	肢體障礙者需求	0	0	1	1	0	0	0	0	0	18.5	

圖 3.10 目標達成矩陣設定操作介面

利用目標達成矩陣的過程，將權益關係人所建立的 31 個組成系統的中介指標與五類型 21 個準則，說明中介指標在系統中的功能表現，是否偏向某一部份。亦可得知權益關係人參與規劃工作時所關注的評估準則。以圖 3.10 為例，該權益關係人對於交通能力弱勢族群（高齡者、視聽覺障礙者、肢體障礙者）的基本運輸需求滿意程度的注重程度分別是 16.5、17、18.5，均較一般用路人的基本運輸需求滿足程度 11.5 略高，表示該權益關係人較關心交通運輸系統是否照顧、滿足交通能力弱勢族群的需求。

透過目標達成矩陣的計算，除了可以說明系統的特性之外，也可以檢視系統組成裡中介指標變數的完備性。用以檢視是否包括足以代表整個系統的指標變數，亦即同時涵蓋五類評估準則構面的中介指標組合。如果某一項評估準則之得點為 0，可能有兩類解釋。第一，該準則不具備評估永續發展之能力，系統操作時應予以刪除；第二，系統中所設定之中介指標有所遺漏，使得具有評估永續發展能力之準則不與系統產生關聯，應重新界定中介指標再行操作。



表 3.9 目標達成矩陣範例

	旅行成本	到達目的地容易程度	平均旅行速率	移動能力	地區發展效益	公部門財政支出	地方稅收	一般用路人基本運輸需求滿足程度	高齡者基本運輸需求滿足程度	視聽障礙者基本運輸需求滿足程度	肢體障礙者基本運輸需求滿足程度	兒童基本運輸需求滿足程度	偏遠地區民眾基本運輸需求滿足程度	空氣污染量	噪音污染量	振動影響程度	景觀破壞程度	資(能)源損耗	肇事危險	潛在危險	防救災機能
路網結構		1	1	1		1		1	0.5	0.5	0.5		0.5				0.5	1			1
路網密度		0.5	0.5	1		1		1	0.5	0.5	0.5				0.5	0.5	0.5	1			0.5
道路服務水準		0.5	1	1	1			1													
人行道舒適性				1		0.5		0.5	1	1	1	1				0.5	1				1
人行道連續性		0.5		1		1		0.5	1	1	1	1						0.5			0.5
設施使用能力		1		0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	1	1	1									1
停車分配合理性					0.5		0.5				0.5			0.5	0.5	0.5			0.5		
P&R 便利性		0.5		0.5		0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5							
違規停車數量			0.5	0.5										1	1	0.5	1		1	1	1
大眾運輸使用率				0.5		0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5		1		0.5	
DRT 使用率		0.5		0.5			0.5	0.5	1	1			0.5								
自用客車使用率	0.5	1		1			1	0.5	0.5		0.5		0.5	1	1	0.5	0.5	1			
機車使用率	0.5	1		1			1	0.5	1				0.5	1	1	1	1	1			
自行車旅次數				0.5								0.5		1	0.5			0.5			
步行旅次數				0.5					0.5	0.5	0.5	0.5		1	0.5			1			
旅行貨幣成本	1				1																
平均旅行時間	1				1			0.5	1	1	1		0.5								
平均延滯時間	1		1	0.5	1			0.5	1	1	1		0.5	1	1	0.5		0.5			0.5
可達目的地數量	0.5	1		0.5	1	1		0.5	0.5	0.5	0.5		1								0.5
平均旅次距離	1	0.5	1						0.5	1	1										
容量或承載率		0.5		1	1	1	1		0.5				0.5								0.5
與系統外交通連結	0.5	1		1	1	1	0.5	1	1	1	1	0.5	1								0.5
複合運輸整合程度	1	0.5		1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	1	1	1								
肇事率	1		0.5					0.5	1	1	1						0.5	0.5	1	0.5	
肇事嚴重程度	0.5		1					0.5	1	1	1						0.5	1	1	0.5	
交通暴露量																			0.5	1	
交通衝突點			0.5							0.5	1								0.5	1	
防災避難設施					1	1															1
救災系統					0.5	1															1
設施立體化			1	0.5		1		1	0.5	1	1	1					1	1			0.5
地區阻隔		0.5			1				0.5	1	1	0.5									0.5
Total	8.5	10.5	8	15	11.5	12	7	11.5	16.5	17	18.5	8	8	8	6.5	4.5	6.5	10	4.5	4.5	10

### 3.4.4 關鍵變數定位

經由關聯性矩陣操作所得結果，可以進一步大致地將所有的變數分佈在系統角色定位座標中（如圖 3.11 所示）。依據中介指標之主動得點（ $AS$ ）、被動得點（ $PS$ ）、關鍵性指標（ $P$ ）及主動性指標（ $Q$ ）予以判斷該變數於系統內之定位。

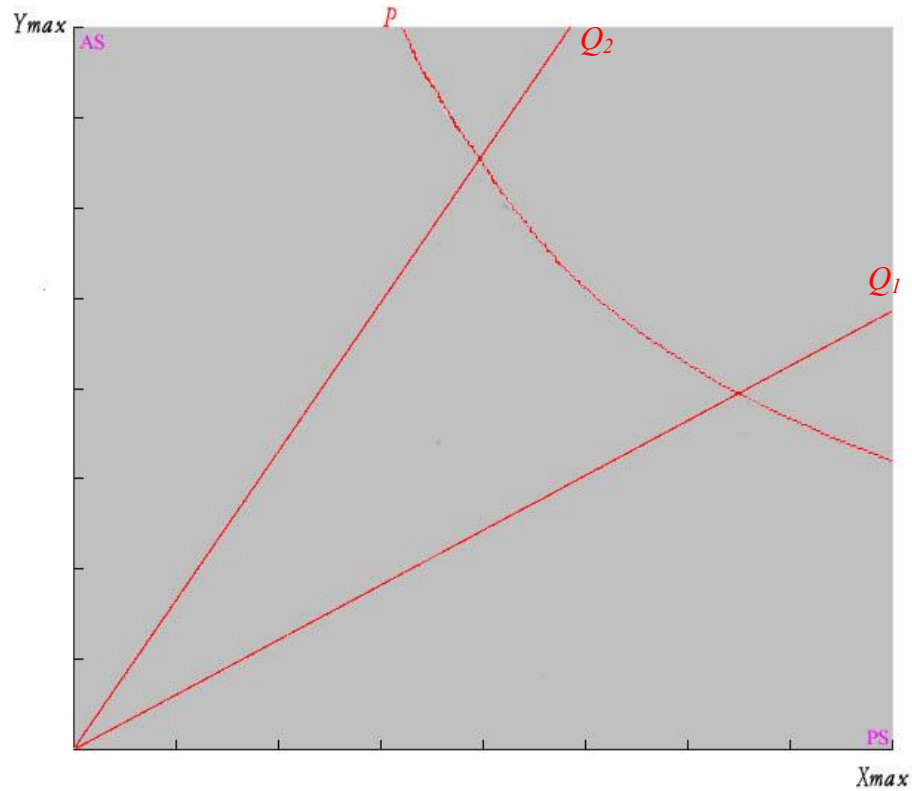


圖 3.11 系統角色定位座標圖

圖 3.11 中， $X$  軸表示被動得點（ $PS$ ）、 $Y$  軸表示主動得點（ $AS$ ），決定座標最大值的條件是：一、最大座標軸以五的倍數為原則，以式(3-5)表示；二、最大座標軸需能包含所有主被動得點值，以式(3-6)表示；三、最大座標軸需為滿足第二條件集合之最小值，以式(3-7)表示。

$$\begin{cases} X_{\max} = Y_{\max} = 5x, & x \in N \end{cases} \quad (3-5)$$

$$\begin{cases} 5x - \text{Max}(\text{Max}(AS_i), \text{Max}(PS_j)) \geq 0 \end{cases} \quad (3-6)$$

$$\begin{cases} 5(x-1) - \text{Max}(\text{Max}(AS_i), \text{Max}(PS_j)) < 0 \end{cases} \quad (3-7)$$

圖 3.11 中直線  $Q_1$ 、 $Q_2$  及曲線  $P$  之方程式為：

$$\text{直線 } Q_1: 5AS = 3PS \Rightarrow Q = \frac{3}{5} \quad (3-8)$$

$$\text{直線 } Q_2: 3AS = 5PS \Rightarrow Q = \frac{5}{3} \quad (3-9)$$

$$\text{曲線 } P: AS \times PS = 0.4 \times X_{\max} \times Y_{\max} = 0.4(X_{\max})^2 = P \quad (3-10)$$

本研究根據關聯性矩陣之定義及方程式(3-8)、式(3-9)、及式(3-10)，將中介指標區分為四類，：

一、關鍵變數：

當關聯性矩陣中該變數  $P \geq 0.4(X_{\max})^2$ ，本研究將之定位為關鍵變數，即該變數位在於圖 3.11 中曲線  $P$  之右上方位置，後續進行政策介入模擬時需加以考量。

二、被動性強之變數：

當關聯性矩陣中該變數  $Q \leq \frac{3}{5}$  且  $P \leq 0.4(X_{\max})^2$  時，本研究將之定位為被動性強之變數，即該變數位在於圖 3.11 中右下方位置。該類變數表示受系統變化之影響較鉅。

三、主動性強之變數：

當關聯性矩陣中該變數  $Q \geq \frac{5}{3}$  且  $P \leq 0.4(X_{\max})^2$  時，本研究將之定位為主動性強之變數，即該變數位在於圖 3.11 中左上方區位。該類變數表示影響系統之能力較強。

四、中性變數：

當關聯性矩陣中該變數  $\frac{5}{3} \geq Q \geq \frac{3}{5}$  且  $P \leq 0.4(X_{\max})^2$  時，本研究將之定位為中性變數，即該變數位在於圖 3.11 中間位置。該類變數表示主動性及關鍵性皆不顯著，在系統中屬於緩衝 (Buffer) 的角色。