

## 第四章 實證分析

為進行實證分析，必須取得我國桌上型電腦市場供需分佈矩陣。然而我國桌上型電腦製造商之大陸生產廠，其實際供需分佈礙於商業機密無法直接取得，而中國大陸也無此相關統計資料。因此，本研究根據全球顯示器供應分佈、桌上型電腦生產分佈及桌上型電腦需求分佈，配合轉換公式加以求得，以作為模糊空間互動模式校估之依據。

### 4.1 我國桌上型電腦供需分佈

#### 4.1.1 製造端到市場端供需分佈矩陣

透過資策會 MIC 與經濟部 ITIS 計畫的統計資訊，我國桌上型電腦產業位於海峽兩岸之組裝區位：台灣、華北、華東、華南，作為市場端需求分佈矩陣之起點，並選擇我國桌上型電腦六大銷售市場區位：美國、西歐、日本、亞太、台灣、拉丁美洲為市場端需求分佈矩陣之終點。

假設桌上型電腦組裝分區以其市場端需求量生產組裝電腦，因此各分區桌上型電腦生產量即為市場端需求量。此外，統計我國兩岸桌上型電腦產業在全球六大市場區位的銷售量(如表 4-1 所示)，並將各銷售量乘以各組裝分區對顯示器的生產規模比例(如表 4-2 所示)，可得我國桌上型電腦製造端到市場端之供需分佈矩陣與兩岸組裝分區生產量，如表 4-3 及表 4-4 所示。

表 4-1 我國兩岸桌上型電腦產業主要銷售市場區域

分區	美國	西歐	日本	亞太	台灣	拉丁美洲
銷售量(台)	5,911,000	3,515,000	1,757,000	2,716,000	639,000	1,438,000

資料來源：資策會 MIC、經濟部 ITIS 計畫，2001 年

表 4-2 我國桌上型電腦兩岸組裝分區生產規模比例

分區	台灣	華北地區	華東地區	華南地區
生產規模比例	10.4%	17.9%	26.9%	44.8%

資料來源：資策會 MIC、經濟部 ITIS 計畫，2001 年

表 4-3 我國桌上型電腦製造端到市場端供需分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} D \\ O \end{matrix}$	美國	歐洲	日本	亞太	台灣	拉丁美洲
台灣	614,744	365,560	182,728	282,464	66,456	149,552
華北	1,058,069	629,185	314,503	486,164	114,381	257,402
華東	1,590,059	945,535	472,633	730,604	171,891	386,822
華南	2,648,128	1,574,720	787,136	1,216,768	286,272	644,224

表 4-4 我國桌上型電腦兩岸組裝分區生產量

分區	台灣	華北地區	華東地區	華南地區
生產量(台)	1,661,504	2,859,704	4,297,544	7,157,248

#### 4.1.2 原料端到製造端供需分佈矩陣

選擇全球顯示器六大生產區位，分別是台灣、華東、華南、泰國、日本、韓國作為原料端供應分佈矩陣之起點。而原料端供應分佈矩陣之終點，則為我國桌上型電腦產業位於海峽兩岸之組裝區位，分別是台灣、華北、華東、華南。

假設桌上型電腦組裝分區以其電腦的生產組裝量購買顯示器，因此各分區桌上型電腦生產量即為顯示器購買量。此外，統計全球六大顯示器製造分區的生產比例(如表 4-5)，並將各生產比例乘以桌上型電腦組裝分區對顯示器的需求量(如表 4-6)，可得我國桌上型電腦原料端到製造端供需分佈矩陣，如表 4-7 所示。

表 4-5 全球顯示器主要生產分區之生產比例

分區	台灣	華東	華南	泰國	日本	韓國
全球產量(%)	12.4%	12.0%	15.7%	17.2%	10.6%	32.1%

資料來源：資策會 MIC、經濟部 ITIS 計畫，2001 年

表 4-6 我國桌上型電腦兩岸組裝分區顯示器需求量

分區	台灣	華北地區	華東地區	華南地區
需求量(台)	1,661,504	2,859,704	4,297,544	7,157,248

表 4-7 我國桌上型電腦原料端到製造端供需分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} O \\ D \end{matrix}$	台灣	華東	華南	泰國	日本	韓國
台灣	206,026	199,380	260,856	285,779	176,119	533,343
華北	354,603	343,164	448,974	491,869	303,129	917,965
華東	532,895	515,705	674,714	739,178	455,540	1,379,512
華南	887,499	858,870	1,123,688	1,231,047	758,668	2,297,477

## 4.2 阻力函數之影響變數

### 4.2.1 原料端到製造端空間阻力

探討原料端到製造端空間阻力之影響變數，必須先了解我國高科技廠商赴大陸投資之動機及區位考量因素，不同的區位因素將影響高科技廠商投資意願，進而造成原料端到製造端空間互動模式中的空間阻力。

本研究整理有關台灣高科技廠商赴大陸投資的相關研究調查報告如表 4-8，可歸納出台商赴大陸投資最主要的動機是基於大陸充沛的勞動力資源(工資低廉)以及原料取得容易。這些因素影響台商在全球運籌模式中生產組裝廠之區位選

擇，也成為原料端到製造端的主要空間阻力。當製造端的勞動工資越高時，或者原料取得成本越高時，其空間阻力越大，因此影響原料端到製造端的實體配送流。

表 4-8 台灣高科技產業赴大陸投資動機

學者或 研究機構	投資動機					
	工資 低廉	土地 租金 便宜	原料 取得 容易	開發 大陸 市場	文化 背景 相似	當地 投資 獎勵
何雍慶(1993)[5]	(#3)	(#4)	(#1)	(#5)	(#2)	
洪碧霞等(1994)[12]						
高希均等(1995)[15]						
賴銘洲(1995)[28]	(#1)		(#3)			(#2)
中經院(1999)[1]	(#1)	(#3)	(#2)	(#5)		(#4)
經濟部(2000)[23]	(#1)	(#4)	(#2)			(#2)
黃清雄(2001)[20]	(#1)	(#2)		(#3)		
蕭士堯(2001)[29]	(#1)	(#4)	(#3)	(#5)		(#2)

註：()表出版年，[]為文獻代號，# 為各因素之排序。

#### 4.2.2 製造端到市場端空間阻力

探討製造端到市場端的空間阻力，必須先了解全球桌上型電腦需求市場特性，不同的需求因素將影響高科技廠商出貨數量，進而造成製造端到市場端空間互動模式中的空間阻力。資策會 MIC[26]認為網際網路的熱度持續加溫、1998 年金融風暴陰影遠離，以及低價電腦甚至免費電腦的推波助瀾，是近幾年全球 PC 出貨量屢創新高的主要因素。呂頌義[11]利用系統動態模式分析台灣區個人電腦需求特性，認為個人購買力、網路使用人數以及教育水準，影響電腦需求成長最為明顯。楊嘉林[22]指出影響桌上型電腦未來需求之因素在於：民眾所得之成長、區域市場的消長、網際網路的發達程度以及資訊家電的替代效果。

由前文可歸納出，影響全球桌上型電腦需求在於市場端之網際網路普及率以及個人購買能力。各市場端分區的網際網路普及率(每千人上網數)或者人民的購買力越高，對於製造端的實體配送流的拉力則越明顯，因而影響分區間的實體配送流。

### 4.2.3 小結

對於本研究構建之模糊空間互動模式，其模糊邏輯推論之輸入變數如表 4-9 所示。其中，原料端到製造端空間阻力，包含原料端的各分區顯示器生產總量、製造區位的勞動工資，以及代表原料取得成本的進口關稅，同時也將傳統空間互動模式中的分區間距離納入空間阻力中。而製造端到市場端空間阻力，則考量各分區的桌上型電腦市場需求總量、市場區位的網路普及率、平均個人所得以及分區間距離。相關實際資料，礙於大陸的資訊處理速度較慢，一些產銷統計資料只有 2001 年，最近 2002 年的尚未公布，所以本研究所蒐集之資料以 2001 年為主，如表 4-10~15。

表 4-9 模糊空間互動模式實體配送流之影響因素

模糊邏輯推論 之輸入變數	原料端到製造端		製造端到市場端	
	$x_j$	各分區桌上型電腦組裝 生產總量	$y_j$	各分區桌上型電腦組裝 生產總量
	$C_{ij}$	製造區位之勞動工資、原 料進口關稅、分區間距離	$C_{jk}$	市場分區之網路普及 率、平均個人所得、分區 間距離

表 4-10 我國桌上型電腦兩岸組裝分區生產量

分區	台灣	華北地區	華東地區	華南地區
生產量(台)	1,661,504	2,859,704	4,297,544	7,157,248

表 4-11 製造區位之勞動工資(新台幣)

分區	台灣	華北地區 (北京)	華東地區 (上海、蘇州)	華南地區 (廣州、東莞)
平均工資	27,000	6,400	7,000	7,600

資料來源：中國統計局、中時人力萬象網，2001 年

表 4-12 製造區位之進口關稅

分區	台灣	大陸 (華北、華東、華南地區)
進口關稅(%)	2.1~3.5	13.3~24.6

資料來源：經濟部國貿局

表 4-13 市場端各分區網路普及率

區位	美國	歐洲 <sup>1</sup>	日本	亞太 <sup>2</sup>	台灣	拉丁美洲
網路普及率	49.6%	32.6%	45.5%	43.5%	35%	6.8%

註 1：德、英、義、法四國平均。

註 2：新加坡、大陸、澳洲三地平均。

資料來源：交通部電信總局、經濟部技術處 NII 科專計畫

表 4-14 市場端各分區平均個人所得

區位	美國	歐洲 <sup>1</sup>	日本	亞太 <sup>2</sup>	台灣	拉丁美洲 <sup>3</sup>
平均個人 所得(美元)	35,401	21,910	32,851	15,287	12,621	3,433

註 1：德、英、義、法四國平均。

註 2：新加坡、大陸廣東地區、澳洲三地平均。

註 3：智利、巴西、巴拉圭、阿根廷、秘魯等國平均。

資料來源：經濟部主計處

表 4-15 各分區間航空距離(km)

原料端到製造端						
原料端 製造端	台灣	華東	華南	泰國	日本	韓國
台灣	0	2,642	1,390	2,430	2,170	1,328
華北	3,898	1,066	1,946	1,890	2,128	914
華東	2,642	0	1,166	1,630	1,790	790
華南	1,390	1,166	0	945	2,625	1,766
製造端到市場端						
市場端 製造端	美國	歐洲	日本	亞太	台灣	拉丁美洲
台灣	10,620	15,629	2,170	2,060	0	12,364
華北	10,003	12,846	2,128	4,836	3,898	11,747
華東	10,378	12,412	1,790	4,082	2,642	12,142
華南	11,505	11,782	2,490	3,170	1,390	13,269

註：各分區代表機場如下，台灣(中正機場)、華北(北京機場)、華東(上海機場)、華南(廣州機場)、泰國(曼谷機場)、日本(東京機場)、韓國(漢城機場)、美國(洛杉磯機場)、歐洲(荷蘭阿姆斯特丹機場)、亞太(新加坡樟宜、大陸廣州、澳洲雪梨機場三者平均距離)、拉丁美洲(智利聖地牙哥機場)。

資料來源：[4]、<http://www.china-airlines.com/ch/index.htm>、<http://www.koya.com.cn/>

<http://www.nwa.com/tw/tc/talk/index.shtml>

## 4.3 類神經模糊網路訓練過程

實證模式構建與實證分析工作之進行，皆以類神經模糊網路為基礎，本節將針對類神經模糊網路各階段處理方式進行說明，包括模糊邏輯推論方法及各項類神經模糊網路參數起始值。

### 4.3.1 模糊邏輯推論

根據 3.4.2 節中類神經模糊網路各層之處理方法，本研究實證分析之模糊邏輯推論將分別針對輸入層、隱藏層及輸出層採特定方式進行。

輸入層處理語言變數的模糊化工作，考慮三角形歸屬函數屬於最簡單的函數、易於了解且計算上有效率，因此各變數構建以三角形歸屬函數為主，包含 3 種術語，例如分區間距離為「遠」、「中」及「近」。

隱藏層透過最小最大運算法(min-max)進行模糊規則之映射動作。首先以最小運算元推論計算前提部份真實程度，並指出各規則所定義的條件對目前發生狀況之適合程度；再依最大運算元，由所有規則對目前發生狀況之適合程度評估結論部份之有效程度。其中規則觸發程度的應用，主要在使推論規則更具模糊性，將介於[0,1]區間的權數乘以前提部份的聚集結果，便可得到模糊邏輯推論結果。

輸出層之非模糊化過程主要將口語化的結論計算出分區間流通情形，採最大中心法(Center of Maximum)取得最後推論結果。模糊化工作仍以三角形歸屬函數為主，包含 5 種術語，例如分區間流量為「很大」、「大」、「中」、「小」及「很小」。

### 4.3.2 類神經模糊網路參數起始值

根據 FuzzyTECH 軟體提供類神經模糊網路之學習，可指定學習方法及設定參數。在學習參數設定部份，進行個別規則庫訓練時，推論規則權重起始值皆設為 0；權重學習步幅設定為 0.1，待訓練次數遞增時，以每次 0.1 的幅度變動，以達到修正規則的目的。所採類神經模糊網路各參數之起始值如表 4-16 所示。



指定訓練自動終止的條件，可依三種狀況交互使用，包括最大學習次數、最大偏差量及平均偏差量。其中，最大學習次數表示類神經訓練的學習次數上限，最大偏差量表示在訓練過程中樣本產生的最大誤差，而平均偏差量表示訓練過程中所有樣本誤差之平均值。當設定最大學習次數為 100，最大偏差量由 50% 至 1%，平均偏差量設定為 0.1% 時，若最大誤差與平均誤差已達設定值則停止訓練；如果誤差一直無法達到設定值時，至第 100 次訓練結束即停止訓練程序。

表 4-16 類神經模糊網路參數起始值

類神經模糊網路參數	起始值
規則權重起始值	0
規則權重之收斂步幅	0.1
最大學習次數	100 次
最大偏差量範圍	50%~1%
平均偏差量	0.1%
資料讀取方式	隨機取樣法

### 4.3.3 原料端到製造端類神經模糊訓練

#### 1. 模式輸入

根據阻力因素之不同，分別構建下列三個原料端到製造端模糊空間互動模式：

模式1：組裝生產總量、分區間距離。

模式2：組裝生產總量、分區間距離、勞動工資。

模式3：組裝生產總量、分區間距離、原料進口關稅。

模式4：組裝生產總量、分區間距離、勞動工資、原料進口關稅。

以實際分區組裝生產總量、製造區位之勞動工資、分區間距離及原料進口關稅為最大最小範圍，分別構建模糊歸屬函數進行訓練。各輸入變數平均等分為三個等級，包括生產總量「大(large)、中(medium)、小(small)」，分區距離「遠(far)、中(medium)、近(close)」，勞動工資「高(high)、中(medium)、低(low)」，原料進口關稅「高(high)、中(medium)、低(low)」，圖 4-1 為分區組裝生產總量最小 1,661,504 台、最大 7,157,248 台之模糊歸屬函數。

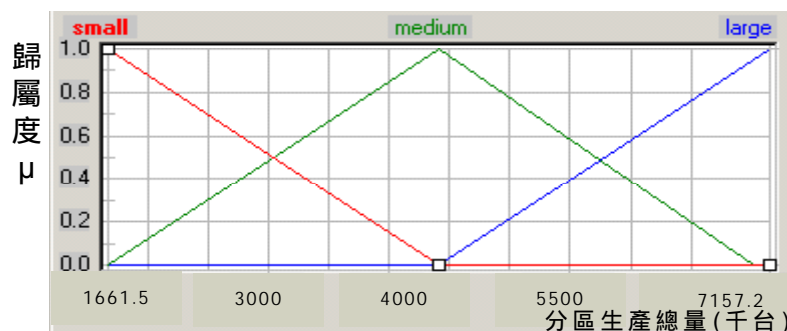


圖 4-1 分區組裝生產總量模糊歸屬函數

## 2. 模式輸出

模式輸出值以實際分區間流量為最大最小範圍，分別構建模糊歸屬函數進行訓練。輸出變數平均等分為五個等級，流量「非常大(very high)、大(high)、普通(medium)、小(low)、非常小(very low)」，圖 4-2 為分區間流量最小 176,119、最大 2,297,477 之模糊歸屬函數。

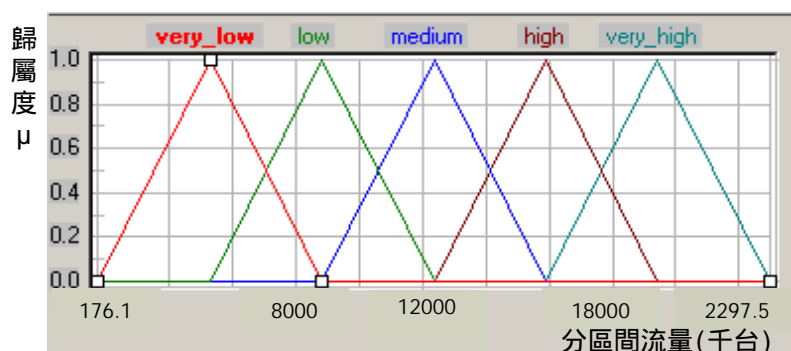


圖 4-2 分區間流量模糊歸屬函數

## 3. 推論規則

在原料端到製造端之模糊空間互動模式中，模式 1 為二輸入(各二個歸屬函數)、一輸出(五個歸屬函數)之類神經模糊系統，共構建 45(3×3×5)條推論規則進行訓練。模式 2 與模式 3 為三輸入、一輸出之類神經模糊系統，共構建 135 條推論規則進行訓練。類神經模糊訓練過程中，設定學習次數為 100，學習規則權重起始值為 0。當訓練完畢，若規則觸發程度仍為 0 者，表示此推論規則並未影響高科技產業之全球運籌模式行為，則刪除之。

#### 4.3.4 製造端到市場端類神經模糊訓練

##### 1. 模式輸入

根據阻力因素之不同，分別構建下列三個製造端到市場端模糊空間互動模式：

模式1：組裝生產總量、分區間距離。

模式2：組裝生產總量、分區間距離、平均個人所得。

模式3：組裝生產總量、分區間距離、網路普及率。

模式4：組裝生產總量、分區間距離、平均個人所得、網路普及率。

以實際分區組裝生產總量、分區間距離、平均個人所得及網路普及率為最大最小範圍，分別構建模糊歸屬函數進行訓練。各輸入變數平均等分為三個等級，包括生產總量「大(large)、中(medium)、小(small)」，分區距離「遠(far)、中(medium)、近(close)」，平均個人所得「高(high)、中(medium)、低(low)」，網路普及率「高(high)、中(medium)、低(low)」。

##### 2. 模式輸出

模式輸出值以實際分區間流量為最大最小範圍，分別構建模糊歸屬函數進行訓練。輸出變數平均等分為五個等級，流量「非常大(very high)、大(high)、普通(medium)、小(low)、非常小(very low)」。

##### 3. 推論規則

模式1為二輸入、一輸出之類神經模糊系統，共構建45條推論規則進行訓練。模式2與模式3為三輸入、一輸出之類神經模糊系統，各構建135條推論規則進行訓練。類神經模糊訓練過程中，設定學習次數為100，學習規則權重起始值為0。當訓練完畢，若規則觸發程度仍為0者，表示此推論規則並未影響高科技產業之全球運籌模式行為，則刪除之。

## 4.4 空間互動最適區位模式之建立

為了比較本研究建立之模糊空間互動模式與傳統空間互動模式對於我國桌上型電腦產業實際空間分佈之預測能力，以下將根據 A.G. Wilson 所提出之相對效用空間互動理論，建立空間互動最適區位模式，以作為模式輸出分析。

### 4.4.1 空間互動最適區位模式之形式

藉由 A.G. Wilson 之最大熵理論及相對效用空間互動理論，分別建構出原料端到製造端、製造端到市場端之空間互動最適區位模式。

#### (1) 原料端到製造端空間互動最適區位模式

在原料端原料供應量  $x_i$  已知情形下，此空間互動最適區位模式必須符合  $\sum_j f_{ij} = x_i$  的限制式，因此原料端受限之模式可如 [4-1]至[4-3]式所示：

$$f_{ij} = x_i^\alpha A_i f(c_{ij}) \quad [4-1]$$

$$A_i = \frac{1}{\sum_j x_j f(c_{ij})} \quad [4-2]$$

$$f(c_{ij}) = e^{-\beta_{ij} c_{ij}} \quad [4-3]$$

其中，

$f_{ij}$ ：第  $i$  個原料端分區至第  $j$  個製造端分區之實體配送流量；

$x_j$ ：第  $j$  個製造端分區之產品製造總量， $j=1,2,\dots,J$ ；

$\alpha$ ：規模參數；

$x_i$ ：第  $i$  個原料端分區之原料供應總量， $i=1,2,\dots,I$ ；

$A_i$ ：平衡係數；

$c_{ij}$ ：第  $i$  個原料端分區至第  $j$  個製造端分區之阻力因素，以兩地航空距離為代；

$f(c_{ij})$ ：原料端  $i$  到製造端  $j$  之空間互動模式阻力函數；

$\beta_{ij}$ ：阻力函數之參數。

## (2) 製造端到市場端空間互動最適區位模式

在市場端產品需求量  $y_k$  已知情形下，此空間互動最適區位模式必須符合  $\sum_j g_{jk} = y_k$  的限制式，因此市場端受限之模式可如[4-4]至[4-6]式所示：

$$g_{jk} = y_j^\gamma y_k B_k f(c_{jk}) \quad [4-4]$$

$$B_k = \frac{1}{\sum_j y_j f(c_{jk})} \quad [4-5]$$

$$f(c_{jk}) = e^{-\beta_{jk} c_{jk}} \quad [4-6]$$

其中，

$g_{jk}$ ：第  $j$  個製造端分區到第  $k$  個市場端分區之實體配送流量；

$y_j$ ：第  $j$  個製造端分區之產品製造總量， $j = 1, 2, \dots, J$ ；

$\gamma$ ：規模參數；

$y_k$ ：第  $k$  個市場端分區之市場需求總量， $k = 1, 2, \dots, K$ ；

$B_k$ ：平衡係數；

$c_{jk}$ ：第  $j$  個製造端分區至第  $k$  個市場端分區之阻力因素，以兩地航空距離為代表；

$f(c_{jk})$ ：製造端  $j$  到市場端  $k$  之空間互動模式阻力函數；

$\beta_{jk}$ ：阻力函數之參數。

#### 4.4.2 參數校估方法

本研究以規模參數  $\alpha$ 、 $\gamma$  及阻力函數之參數  $\beta_{ij}$ 、 $\beta_{jk}$  為校估之對象，並以最大概似估計法作為校估準則[34,40]，此準則以距離成本與實際值的差，規模利益與實際值的差，兩者之和最小為目標，可由[4-7]至[4-9]式表示：

$$\text{距離成本：} C(\alpha, \beta_{ij}) = \sum_i \sum_j f_{ij} c_{ij} \quad [4-7]$$

$$\text{規模利益：} X(\alpha, \beta_{ij}) = \sum_i \sum_j f_{ij} \ln(x_j) \quad [4-8]$$

$$\text{目標式：} \text{Min } Z = |C(\alpha, \beta_{ij}) - C^{obs}| + |X(\alpha, \beta_{ij}) - X^{obs}| \quad [4-9]$$

其中，

$C^{obs}$ ：距離成本之實際值；

$X^{obs}$ ：規模利益之實際值。

參數校估方法首先將[4-9]式分成兩方程式：

$$C(\alpha, \beta_{ij}) - C^{obs} = 0 \quad [4-10]$$

$$X(\alpha, \beta_{ij}) - X^{obs} = 0 \quad [4-11]$$

假設 [4-9] 式經過  $r$  次運算，所得到之近似參數值  $\alpha^r$ 、 $\beta_{ij}^r$  逼近所求的真正參數值  $\alpha$ 、 $\beta_{ij}$ ，則可得到下列關係式：

$$\alpha = \alpha^r + \varepsilon_1 \quad [4-12]$$

$$\beta_{ij} = \beta_{ij}^r + \varepsilon_2 \quad [4-13]$$

因此，為求出  $\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$ ，使用泰勒數列將[4-9]式展開，並略去高階導式，保留一階導式，如[4-14]及[4-15]式所示：

$$C(\alpha = \alpha^r + \varepsilon_1, \beta_{ij} = \beta_{ij}^r + \varepsilon_2) = C(\alpha^r, \beta_{ij}^r) + \varepsilon_1 \frac{\partial C(\alpha^r, \beta_{ij}^r)}{\partial \alpha^r} + \varepsilon_2 \frac{\partial C(\alpha^r, \beta_{ij}^r)}{\partial \beta_{ij}^r} \quad [4-14]$$

$$X(\alpha = \alpha^r + \varepsilon_1, \beta_{ij} = \beta_{ij}^r + \varepsilon_2) = X(\alpha^r, \beta_{ij}^r) + \varepsilon_1 \frac{\partial X(\alpha^r, \beta_{ij}^r)}{\partial \alpha^r} + \varepsilon_2 \frac{\partial X(\alpha^r, \beta_{ij}^r)}{\partial \beta_{ij}^r} \quad [4-15]$$

[4-14]及[4-15]兩式為線性方程式，可求解兩未知數，可以矩陣表示如下：

$$\begin{bmatrix} X^{obs} - X(\alpha^r, \beta_{ij}^r) \\ C^{obs} - C(\alpha^r, \beta_{ij}^r) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial X(\alpha^r, \beta_{ij}^r)}{\partial \alpha^r} & \frac{\partial X(\alpha^r, \beta_{ij}^r)}{\partial \beta_{ij}^r} \\ \frac{\partial C(\alpha^r, \beta_{ij}^r)}{\partial \alpha^r} & \frac{\partial C(\alpha^r, \beta_{ij}^r)}{\partial \beta_{ij}^r} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix} \quad [4-16]$$

使用牛頓法 (Newton-Raphson Method)[27]，反覆疊代(iteration)，直到[4-16]式收斂至可接受的極小值，則新的參數值如下所示：

$$\alpha^{r+1} = \alpha^r + \varepsilon_1 \quad [4-17]$$

$$\beta_{ij}^{r+1} = \beta_{ij}^r + \varepsilon_2 \quad [4-18]$$

#### 4.4.3 參數校估結果

本研究利用 Matlab[21]軟體，設計牛頓法校估程式以進行規模參數及阻力函數之參數的校估。其中，原料端到生產端空間互動最適區位模式經過 17 次反覆疊代，得到規模參數  $\alpha = -0.0523$ 、阻力函數之參數  $\beta_{ij} = -0.6748$ ；生產端到市場端空間互動最適區位模式經過 28 次反覆疊代，得到規模參數  $\gamma = 0.0627$ 、阻力函數之參數  $\beta_{jk} = -0.1347$ 。因此，原料端到製造端空間互動最適區位模式可表示為[4-19]式，製造端到市場端空間互動最適區位模式可表示為[4-20]式。

$$f_{ij} = \frac{x_j^{-0.0523} x_i e^{0.6748 c_{ij}}}{\sum_j x_j e^{0.6748 c_{ij}}} \quad [4-19]$$

$$g_{jk} = \frac{y_j^{0.0627} y_k e^{0.1347 c_{jk}}}{\sum_j y_j e^{0.1347 c_{jk}}} \quad [4-20]$$

其中，

$f_{ij}$ ：第  $i$  個原料端分區至第  $j$  個製造端分區之實體配送流量；

$x_j$ ：第  $j$  個製造端分區之產品製造總量， $j = 1, 2, \dots, J$ ；

$x_i$ ：第  $i$  個原料端分區之原料供應總量， $i = 1, 2, \dots, I$ ；

$c_{ij}$ ：第  $i$  個原料端分區至第  $j$  個製造端分區之阻力因素，以兩地航空距離為代表。

$g_{jk}$ ：第  $j$  個製造端分區到第  $k$  個市場端分區之實體配送流量；

$y_j$ ：第  $j$  個製造端分區之產品製造總量， $j = 1, 2, \dots, J$ ；

$y_k$ ：第  $k$  個市場端分區之市場需求總量， $k = 1, 2, \dots, K$ ；

$c_{jk}$ ：第  $j$  個製造端分區至第  $k$  個市場端分區之阻力因素，以兩地航空距離為代表。



## 4.5 模式輸出分析

本研究以平均誤差百分比(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)作為評估標準(如表 4-17)，MAPE 之定義如[4-21]式。本研究藉此對實際值與各模式輸出值進行比較分析，以評估模式之準確性。

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|\bar{\Omega} - \hat{\Omega}|}{\bar{\Omega}}}{Num} \times 100\% \quad [4-21]$$

其中，

$\bar{\Omega}$ ：實際值

$\hat{\Omega}$ ：模式輸出值

$Num$ ：樣本數

表 4-17 MAPE 評估標準

MAPE	<10%	10%~20%	20%~50%	>50%
定義	高精確預測	優良預測	合理預測	不精確預測

經由計算，可以求得各模式輸出值與實際值之 MAPE 如表 4-18 及 4-19。其中，原料端到製造端部分之 MAPE 值，模式 1 為 29.33%，模式 2 為 23.93%，兩者皆介於優良預測與合理預測之間；模式 3 為 14.36%，模式 4 為 18.94%，兩者皆屬於優良預測；模式 5 為 48.99%，屬於合理預測。製造端到市場端部分之 MAPE 值，模式 1 為 25.80%，屬於合理預測；模式 2 為 8.20%，屬於高精確預測；模式 3 為 15.59%，模式 4 為 10.85%，兩者皆屬於優良預測；模式 5 為 43.05%，屬於合理預測。

表 4-18 原料端到製造端模式輸出結果分析

模式	輸入變數	MAPE 值
模式 1：模糊空間互動模式	原料供應總量、組裝生產總量、分區間距離	29.33%
模式 2：模糊空間互動模式	原料供應總量、組裝生產總量、分區間距離、勞動工資	23.93%
模式 3：模糊空間互動模式	原料供應總量、組裝生產總量、分區間距離、原料進口關稅	14.36%
模式 4：模糊空間互動模式	原料供應總量、組裝生產總量、分區間距離、勞動工資、原料進口關稅	18.94%
模式 5：空間互動最適區位模式	原料供應總量、組裝生產總量、分區間距離	48.99%

表 4-19 製造端到市場端模式輸出結果分析

模式	輸入變數	MAPE 值
模式 1：模糊空間互動模式	組裝生產總量、市場需求總量、分區間距離	25.80%
模式 2：模糊空間互動模式	組裝生產總量、市場需求總量、分區間距離、平均個人所得	8.20%
模式 3：模糊空間互動模式	組裝生產總量、市場需求總量、分區間距離、網路普及率	15.59%
模式 4：模糊空間互動模式	組裝生產總量、市場需求總量、分區間距離、平均個人所得、網路普及率	10.85%
模式 5：空間互動最適區位模式	組裝生產總量、市場需求總量、分區間距離	43.05%

而各模式之輸出值如表 4-20 至 4-27 所示：

表 4-20 原料端到製造端之模式 1 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} O \\ D \end{matrix}$	台灣	華東	華南	泰國	日本	韓國
台灣	158,140	319,950	242,741	595,087	279,512	362,655
華北	491,972	395,812	451,201	392,371	331,075	1,173,522
華東	425,412	510,466	932,673	633,422	304,780	1,451,209
華南	905,500	690,891	881,617	1,126,992	778,089	2,140,910

表 4-21 製造端到市場端之模式 1 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} D \\ O \end{matrix}$	美國	歐洲	日本	亞太	台灣	拉丁美洲
台灣	574,884	304,465	196,713	359,323	79,117	164,477
華北	1,009,339	706,136	377,013	498,712	73,120	371,084
華東	1,641,002	975,187	354,801	477,009	245,178	383,090
華南	2,685,774	1,529,212	828,474	1,380,957	241,586	519,350

表 4-22 原料端到製造端之模式 2 原模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} O \\ D \end{matrix}$	台灣	華東	華南	泰國	日本	韓國
台灣	200,531	134,580	353,043	267,257	242,826	501,918
華北	267,113	399,211	442,118	446,489	317,177	1,017,865
華東	424,561	542,203	809,282	750,866	550,512	1,208,033
華南	1,088,819	841,126	903,789	1,283,259	582,941	2,400,479

表 4-23 製造端到市場端之模式 2 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} D \\ O \end{matrix}$	美國	歐洲	日本	亞太	台灣	拉丁美洲
台灣	594,704	396,084	193,297	189,294	29,990	151,000
華北	1,041,233	585,170	325,505	569,973	217,803	256,000
華東	1,601,897	951,399	434,007	764,496	130,682	387,000
華南	2,673,166	1,582,347	804,190	1,192,237	260,526	644,000

表 4-24 原料端到製造端之模式 3 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} O \\ D \end{matrix}$	台灣	華東	華南	泰國	日本	韓國
台灣	137,253	140,953	23,691	31,444	58,529	149,424
華北	297,932	120,691	539,106	130,548	151,959	554,413
華東	177,497	644,043	234,815	409,902	502,260	1,591,772
華南	1,368,342	1,011,432	1,710,620	2,175,978	980,708	2,832,686

表 4-25 製造端到市場端之模式 3 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} D \\ O \end{matrix}$	美國	歐洲	日本	亞太	台灣	拉丁美洲
台灣	271,374	155,256	80,578	127,412	30,195	66,030
華北	614,379	360,264	181,021	276,350	64,575	149,491
華東	1,267,723	748,118	376,209	575,649	135,189	308,396
華南	3,757,523	2,251,362	1,119,192	1,736,588	409,040	914,083

表 4-26 原料端到製造端之模式 4 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} O \\ D \end{matrix}$	台灣	華東	華南	泰國	日本	韓國
台灣	200,576	224,781	203,492	222,828	140,723	376,127
華北	428,125	464,782	632,112	693,475	396,041	1,170,562
華東	623,894	546,195	744,227	814,947	514,664	1,375,603
華南	728,429	681,362	928,401	1,016,622	642,028	2,206,005

表 4-27 製造端到市場端之模式 4 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} D \\ O \end{matrix}$	美國	歐洲	日本	亞太	台灣	拉丁美洲
台灣	434,935	445,687	148,390	261,560	57,080	190,809
華北	1,074,365	594,597	362,001	471,818	167,202	274,589
華東	1,655,937	863,171	447,515	787,151	167,202	358,369
華南	2,745,763	1,611,544	799,094	1,195,471	247,517	614,233

表 4-28 原料端到製造端之模式 5 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} O \\ D \end{matrix}$	台灣	華東	華南	泰國	日本	韓國
台灣	534,552	88,822	152,886	434,559	58,529	599,449
華北	108,469	76,054	361,716	180,900	151,959	430,585
華東	168,874	1,114,887	403,618	568,001	502,260	1,898,256
華南	1,169,129	637,357	1,590,012	1,564,413	980,708	2,200,006

表 4-29 製造端到市場端之模式 5 模糊推論分佈矩陣(台)

$\begin{matrix} D \\ O \end{matrix}$	美國	歐洲	日本	亞太	台灣	拉丁美洲
台灣	499,383	299,630	249,691	299,630	249,691	144,821
華北	799,012	499,383	499,383	699,136	199,753	239,704
華東	1,398,272	699,136	799,012	799,012	299,630	349,568
華南	2,397,037	1,298,395	998,765	1,498,148	699,136	499,383

由於原料端到製造端之模式中，以模式 3 之輸出較符合實際分佈情形；製造端到市場端中，以模式 2 之輸出較符合實際分佈情形。因此以下分別探討這兩個模式訓練後之輸入、輸出變數歸屬函數與模糊規則。

(1) 模糊歸屬函數

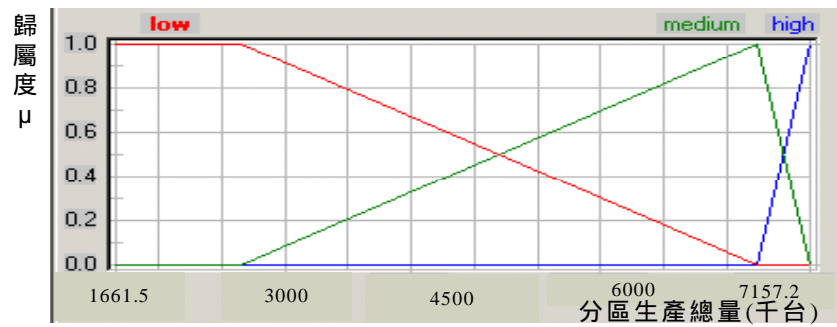


圖 4-3 原料端到製造端分區生產總量模糊歸屬函數

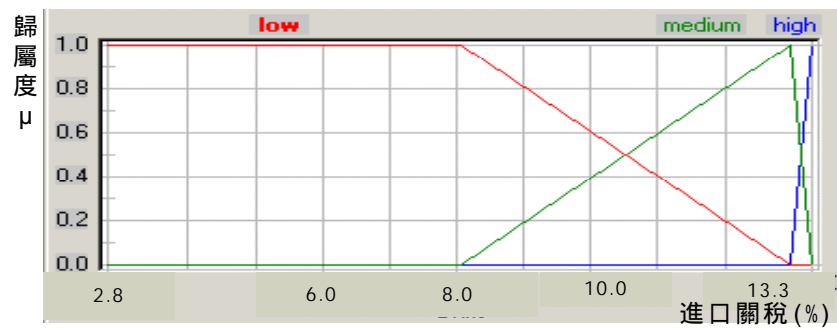


圖 4-4 原料端到製造端進口關稅模糊歸屬函數

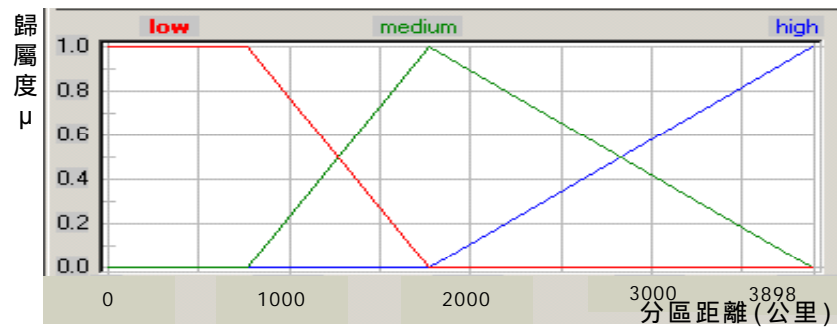


圖 4-5 原料端到製造端分區距離模糊歸屬函數

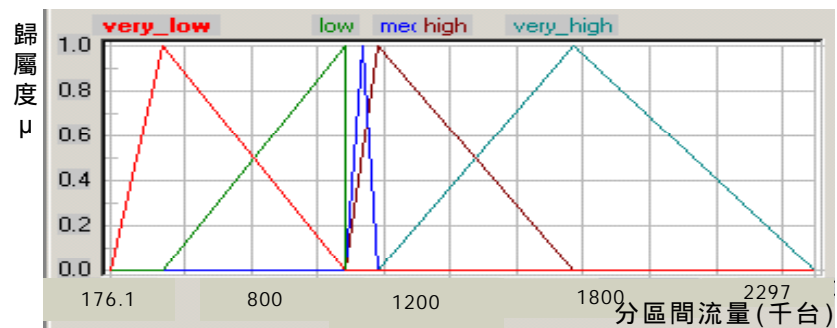


圖 4-6 原料端到製造端分區間流量模糊歸屬函數



圖 4-7 製造端到市場端分區生產總量模糊歸屬函數

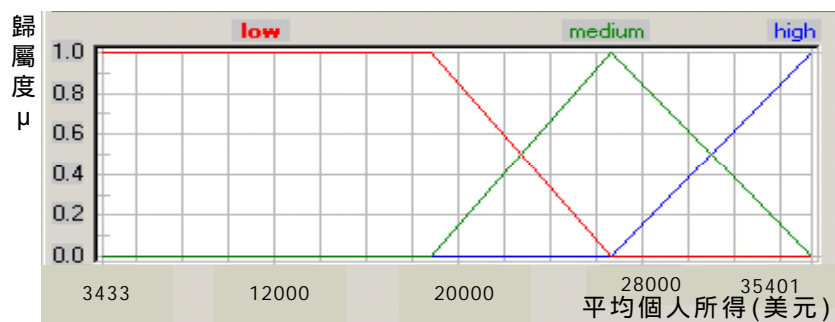


圖 4-8 製造端到市場端平均個人所得模糊歸屬函數

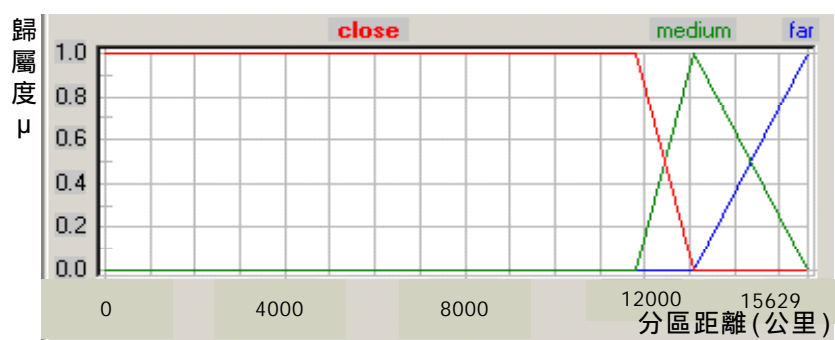


圖 4-9 製造端到市場端分區距離模糊歸屬函數

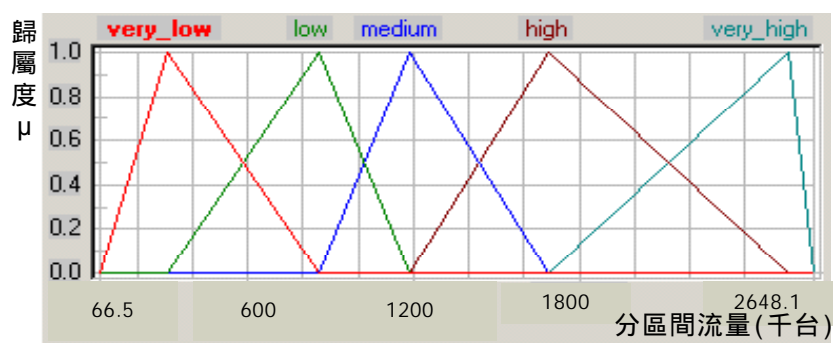


圖 4-10 製造端到市場端分區間流量模糊歸屬函數

由圖 4-3 至 4-10 可得知，經過類神經網路訓練後，各輸入及輸出變數之模糊歸屬函數皆已調整定義範圍，使其符合現實狀況中高科技產業之全球運籌行為。如比較圖 4-3 與圖 4-7 之分區生產總量模糊歸屬函數，可以發現原料端到製造端模式中，生產總量「低」(low)與生產總量「中等」(medium)所交會之面積大於製造端到市場端模式中的交會面積，所以相較於製造端到市場端模式，原料端到製造端模式對於生產總量「低」與「中等」的語意等級定義較為模糊；而生產總量「中等」與「高」的語意等級定義，以原料端到製造端模式較為嚴謹。此現象反映我國桌上型電腦產業之原料區位與市場區位分佈，我國桌上型電腦產業各原料區位之顯示器供應百分比大致在 10% 至 16%，僅韓國達 30%。而各市場區位之需求量，最高的美國佔 37%，次高的西歐佔 22%，其餘分區約在 4% 至 17%，由於分佈情形較原料供應區位供應量分散，並無明顯比重較高分區。在原料端到製造端較不平均的供應情況下，其生產總量「低」與「中等」的語意等級定義因此較為模糊；而生產總量「中等」與「高」的語意等級定義，則比製造端到市場端模式嚴謹。

上述現象也反映在分區間流量模糊歸屬函數及分區距離模糊歸屬函數，比較圖 4-5 與圖 4-9 之分區距離模糊歸屬函數，可以得知原料端到製造端模式之分區距離模糊歸屬函數較為平均分佈，而製造端到市場端模式中，距離「近」(close)的語意定義範圍明顯佔大部分。此現象代表我國桌上型電腦產業之原料區位主要在製造區位附近，而市場區位則遍及全球，因此可解釋為在製造端到市場端模式中，各分區間的距離不若原料端到製造端模式呈現平均分布，造成歸屬函數呈現較不平衡之偏移。另外，由圖 4-6 與圖 4-10 可得知，以各分區間流量作為比較，原料端到製造端的流量數據較為分布不均。

圖 4-4 為原料端到製造端進口關稅模糊歸屬函數，由於兩岸組裝區位之進口關稅假設只有 0(大陸原料端到大陸製造端或台灣原料端到台灣製造端)、2.8%(國外原料端到台灣製造端)及 13.3%(國外原料端到大陸製造端)三種數值，因此經過類神經網路訓練後，進口關稅「高」的範圍相對於其他語意較為嚴謹。



圖 4-8 為製造端到市場端平均個人所得模糊歸屬函數，其中所得「低」的歸屬函數面積較大，可推論為由於拉丁美洲之所得相較於其他市場端分區為低，因此所得「低」的語意定義範圍比其他語意變數大。

## (2) 模糊規則

原料端到製造端模糊空間互動模式經過 100 次起始權重為 0 之訓練後，可以得到 12 條原料端到製造端模糊規則與訓練後規則權重，如表 4-30 所示。

表 4-30 原料端到製造端模糊規則

規則	IF			THEN	
	生產總量	進口關稅	分區距離	規則權重	分區間流量
1	大	低	遠	1.00	非常高
2	小	高	中	0.95	非常低
3	小	高	遠	0.83	非常低
4	大	高	遠	0.80	高
5	中	高	近	0.71	非常高
6	大	高	近	0.68	中
7	大	高	中	0.63	非常高
8	小	高	遠	0.55	非常低
9	大	高	近	0.39	非常高
10	小	低	中	0.31	非常低
11	小	低	遠	0.23	非常低
12	中	低	近	0.12	高

將表 4-30 之模糊規則，分別依各輸入值與輸出值加以比較其相對關係，可整理如表 4-31~4-33。

表 4-31 生產總量與分區間流量之模糊規則

規則	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
生產總量	大	小	小	大	中	大	大	小	大	小	小	中
分區間 流量	非常高	非常低	非常低	高	非常高	中	非常高	非常低	非常高	非常低	非常低	高
相對關係	+	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	×

註：「+」、「-」、「×」符號分別代表「正向」、「反向」及「不明顯」。

表 4-32 進口關稅與分區間流量之模糊規則

規則	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
進口關稅	低	高	高	高	高	高	高	高	高	低	低	低
分區間 流量	非常高	非常低	非常低	高	非常高	中	非常高	非常低	非常高	非常低	非常低	高
相對關係	-	-	-	+	+	×	+	-	+	+	+	-

註：「+」、「-」、「×」符號分別代表「正向」、「反向」及「不明顯」。

表 4-33 分區距離與分區間流量之模糊規則

規則	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
分區距離	遠	中	遠	遠	遠	近	中	遠	近	中	遠	近
分區間 流量	非常高	非常低	非常低	高	非常高	中	非常高	非常低	非常高	非常低	非常低	高
相對關係	+	×	-	+	+	×	×	-	-	×	-	-

註：「+」、「-」、「×」符號分別代表「正向」、「反向」及「不明顯」。

表 4-34 原料端到製造端各輸入變數與分區間流量之相對關係

相對關係 輸入變數	正向	反向	不明顯
生產總量	75%	0%	25%
進口關稅	50%	42%	8%
分區距離	33%	42%	25%

由表 4-31~34 可看出，在原料端到製造端模糊空間互動模式中，生產總量與分區間流量之關係大致呈現正向，即製造分區的生產量越多，對於原料的吸引力越大；進口關稅與分區間流量之關係中，正向與反向規則數差異不大，因此兩者關係並不明確。而分區距離與分區間流量之關係，並無任何相對關係佔大多數規則，所以兩者關係亦不明確。

此外，製造端到市場端模糊空間互動模式經過 100 次起始權重為 0 之訓練後，可以得到 13 條原料端到製造端模糊規則與訓練後規則權重，如表 4-35 所示。

表 4-35 製造端到市場端模糊規則

規則	IF			THEN	
	生產總量	個人所得	分區距離	規則權重	分區間流量
1	小	低	中	1.00	非常低
2	小	低	近	1.00	非常低
3	大	高	近	1.00	高
4	大	高	中	1.00	非常低
5	小	中	中	0.98	非常低
6	大	中	遠	0.97	非常高
7	小	低	近	0.93	低
8	小	高	遠	0.91	高
9	中	高	近	0.91	低
10	大	低	遠	0.48	低
11	大	高	遠	0.40	高
12	中	低	近	0.25	非常低
13	小	低	近	0.17	低

將表 4-35 之模糊規則，分別依各輸入值與輸出值加以比較其相對關係，可整理如表 4-36~4-39。

表 4-36 生產總量與分區間流量之模糊規則

規則	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
生產總量	小	小	大	大	小	大	小	小	中	大	大	中	小
分區間流量	非常低	非常低	高	非常低	非常低	非常高	低	高	低	低	高	非常低	低
相對關係	+	+	+	-	+	+	+	-	×	-	+	×	+

註：「+」、「-」、「×」符號分別代表「正向」、「反向」及「不明顯」。

表 4-37 個人所得與分區間流量之模糊規則

規則	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
個人所得	低	低	高	高	中	中	低	高	高	低	高	低	低
分區間流量	非常低	非常低	高	非常低	非常低	非常高	低	高	低	低	高	非常低	低
相對關係	+	+	+	-	×	×	+	+	-	+	+	+	+

註：「+」、「-」、「×」符號分別代表「正向」、「反向」及「不明顯」。

表 4-38 分區距離與分區間流量之模糊規則

規則	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
分區距離	中	近	近	中	中	遠	近	遠	近	遠	遠	近	近
分區間流量	非常低	非常低	高	非常低	非常低	非常高	低	高	低	低	高	非常低	低
相對關係	×	+	-	×	×	+	+	+	+	-	+	+	+

註：「+」、「-」、「×」符號分別代表「正向」、「反向」及「不明顯」。

表 4-39 製造端到市場端各輸入變數與分區間流量之相對關係

相對關係 輸入變數	正向	反向	不明顯
生產總量	62%	23%	15%
個人所得	70%	15%	15%
分區距離	62%	15%	23%

由表 4-36~39 可得知，在製造端到市場端模糊空間互動模式中，製造分區生產總量、市場分區個人所得、分區距離均與分區間流量呈現正向關係，也就是製造分區生產總量或市場分區的個人所得越高，對於流量的吸引力越大；而分區距離與分區間流量呈現正向關係，代表市場分區之距離越遠則物流量越大，此乃由於距製造端較遠的美國及歐洲，人民的購買力較強，此結果可解釋為高科技產業物流並不完全符合傳統空間互動模式之假設(分區間流量與兩地距離成反比)。

此外，將原料端到製造端及製造端到市場端之各模式輸出值與實際值之絕對誤差百分比繪製成圖，如圖 4-11 至 4-18，以分析各模式在不同製造分區之流量預測誤差。

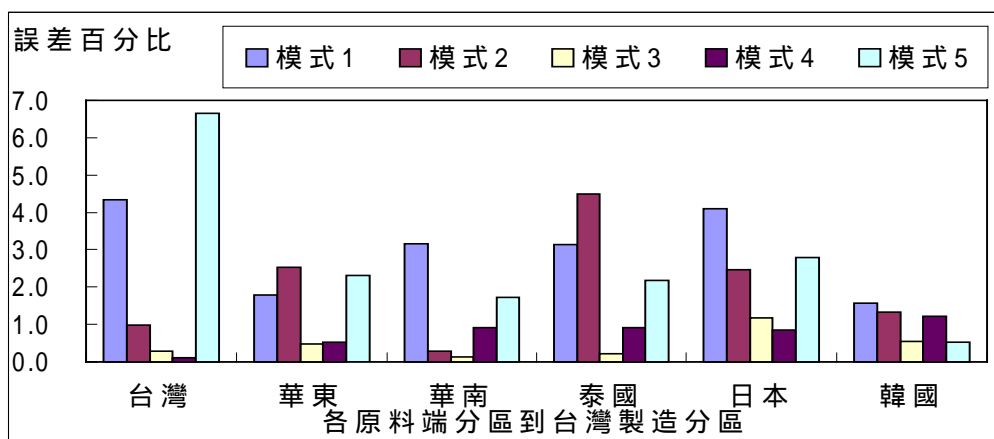


圖 4-11 各原料端到台灣製造端誤差比較圖

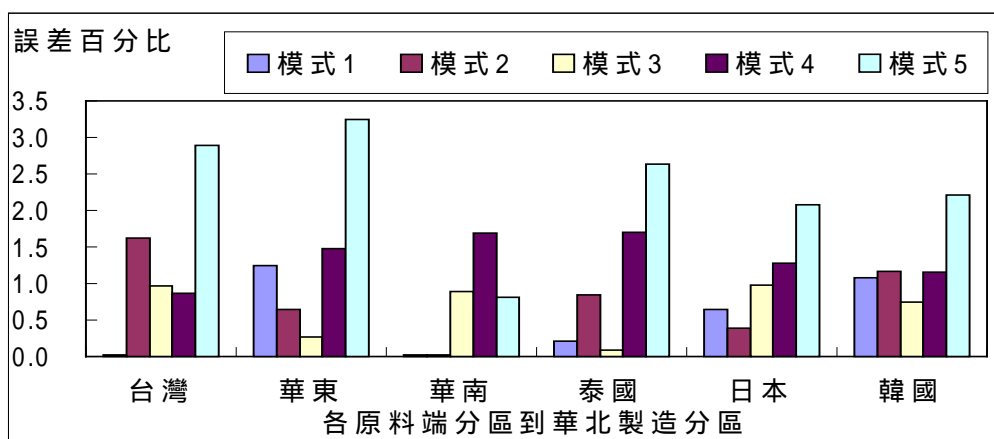


圖 4-12 各原料端到華北製造端誤差比較圖

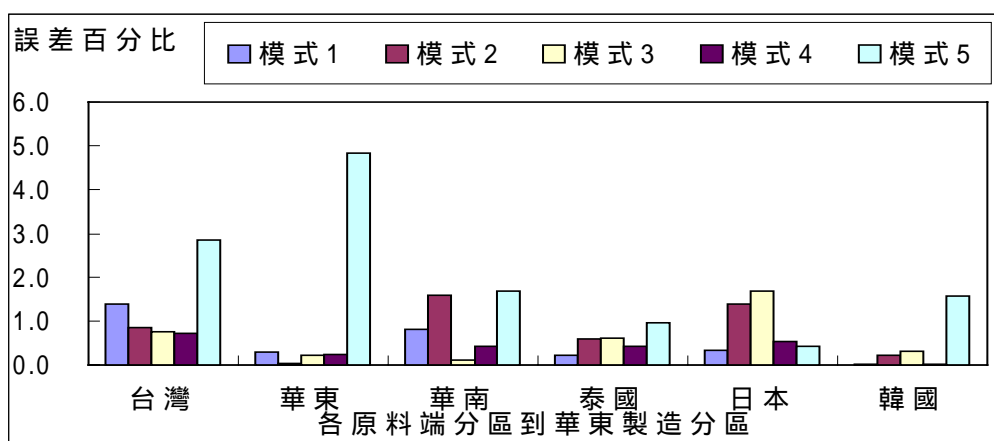


圖 4-13 各原料端到華東製造端誤差比較圖

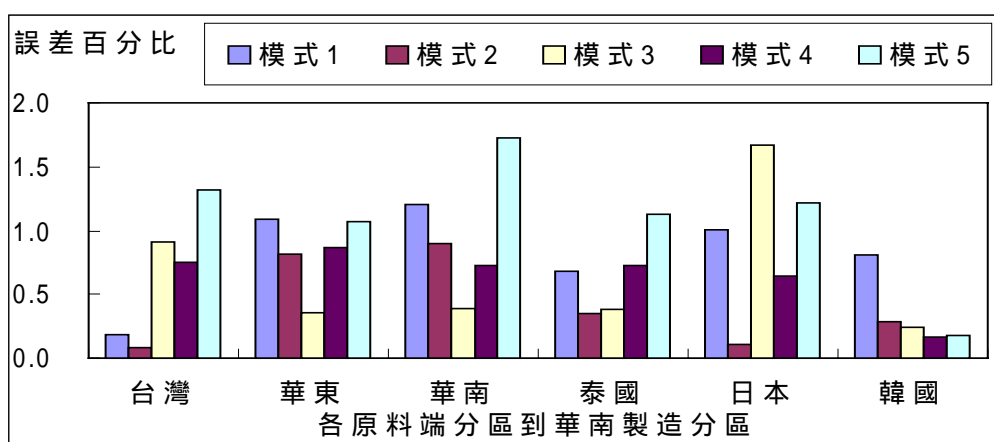


圖 4-14 各原料端到華南製造端誤差比較圖

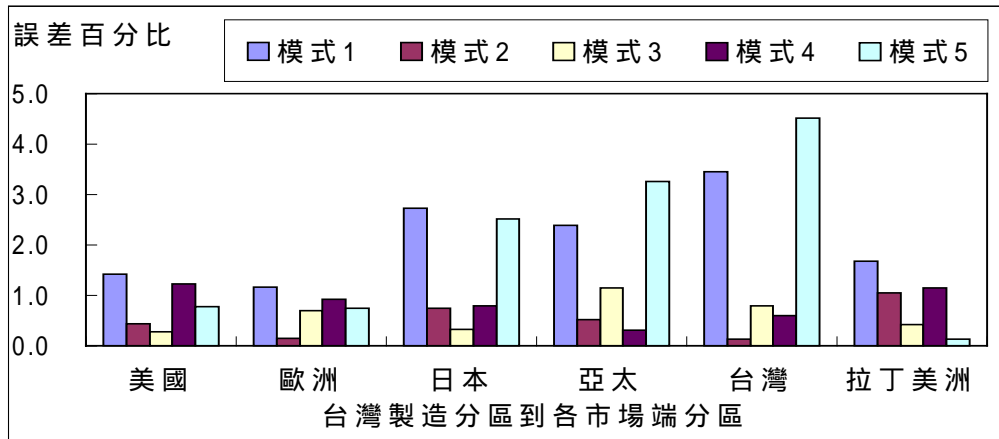


圖 4-15 台灣製造端到各市場端誤差比較圖

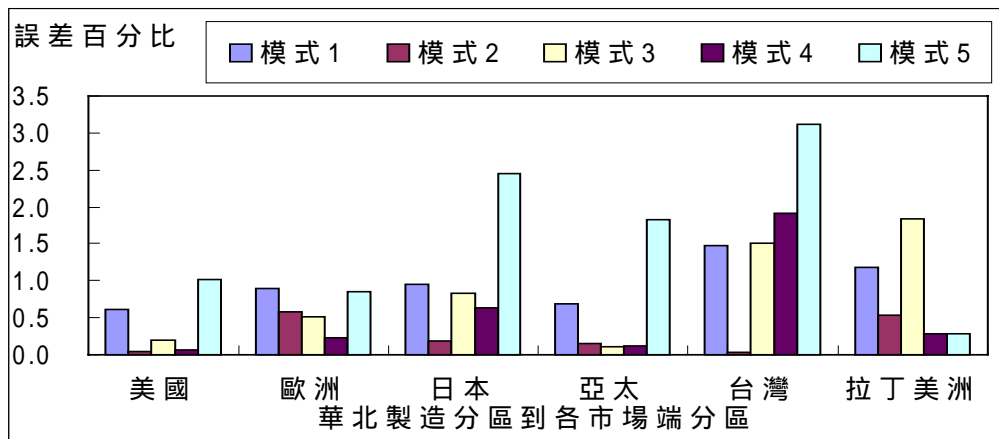


圖 4-16 華北製造端到各市場端誤差比較圖

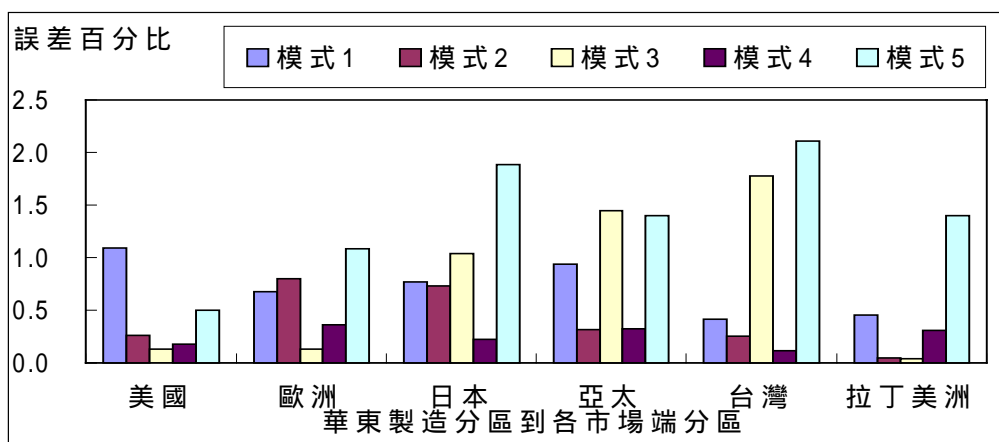


圖 4-17 華東製造端到各市場端誤差比較圖

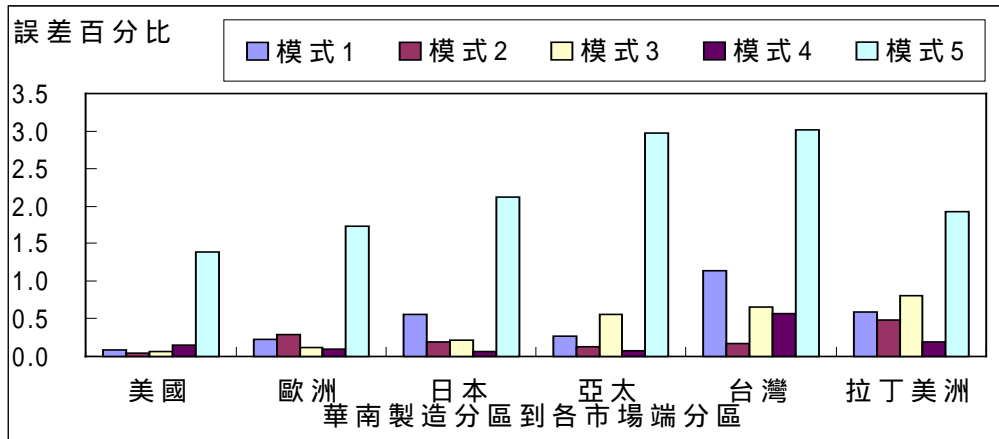


圖 4-18 華南製造端到各市場端誤差比較圖

由圖 4-11 至 4-18，我們可以發現，當分區間距離相對較小或為 0 時，空間互動最適區位模式的輸出值與實際值之間的誤差較大，如圖 4-11 之台灣原料端到台灣製造端，圖 4-13 之華東原料端到華東製造端，圖 4-14 之華南原料端到華南製造端，圖 4-15 之台灣製造端到台灣市場端。此現象為傳統空間互動模式之缺點[3]：當兩地之間距離為 0 時，估計的流通量會接近無限大，即對於很靠近的兩分區間流通量估計可能偏高，因而造成模式輸出的預測能力降低。本研究建立之模糊空間互動模式，嘗試利用模糊推論建立空間互動模式，對於分區間距離以歸屬函數計算其歸屬度，因此並無上述傳統空間互動模式之缺點；此外，傳統空間互動模式礙於模式限制，在空間阻力函數中僅能考量分區距離等單一因素，無法同時納入更多空間阻力因素，因此對於現實世界之分區間流通現象無法充分解釋，而本研究建立之模式，可由模式建構者利用模糊邏輯推論自行決定所需之空間阻力因素數目及種類，並無上述之限制。綜合上述分析，可解釋本研究所構建之模糊空間互動模式在模式輸出方面優於傳統模式的主要原因。