

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

製造業台商企業在大陸之物流模式

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2415-H-009-011-

執行期間：93年08月01日至94年10月31日

執行單位：國立交通大學交通運輸研究所

計畫主持人：馮正民

共同主持人：賈凱傑

計畫參與人員：吳沛儒、曾怡婷、岑嘉宜、林子司

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 27 日

# 製造業台商企業在大陸之物流模式

## 中文摘要

面對經濟全球化的發展，過去十多年來，台灣企業紛紛重新調整其產銷供應鏈作業與流程以提昇競爭力。在此一趨勢下，許多台商企業陸續前往中國大陸投資設廠生產，以取得具有比較利益的生產要素資源。基此，台商如何在浩大的中國大陸選擇最適區位，為一重要且不可忽略之課題。然而在傳統之多屬性評估決策分析方法上，往往假設準則間需相互獨立，與現實環境相違背。果爾，本研究發展一套整合模糊積分之決策模式，其中包括因子分析(factor analysis)、解釋性結構模型(interpretive structural modeling)、馬可夫鏈(Markov chain)、模糊積分(fuzzy integral)以及簡單加權法(simple additive weighted method)，以解決上述問題。進而以前往大陸投資之高科技製造業台商為研究對象，探究其選擇投資設立製造中心之決策行為，結果顯示，本研究所提出之方法可有效地處理準則之間相互影響之情況。

**關鍵詞：**因子分析；解釋性結構模型；馬可夫鏈；模糊積分；製造中心

## Abstract

Over the past decade, many Taiwanese manufacturing corporations have rearranged the processes and activities of their supply chain to enhance competitiveness by the increasing globalization of economy. Global competition has imposed tremendous pressure on manufacturing firms to transform and adjust their supply chain operations. Based on this trend, many Taiwanese enterprises relocated their supply chain activities and advanced into the Mainland China to capture the comparative advantages of production cost. This paper develops an integrated fuzzy integral decision-making model which integrates factor analysis, interpretive structural modeling (ISM), Markov chain, fuzzy integral, and simple additive weighted method to cope with evaluation of fuzzy multiple attribute decision making problems particularly while there is dependence among criteria. To demonstrate the feasibility of the proposed model, the appropriate locations for the high-tech manufacturing centers in China is investigated. The empirical results indicate that the proposed model is an effective method for evaluation and appears to be more appropriate, especially when interdependencies exist among criteria.

*Keywords:* Factor analysis; ISM; Markov chain; Fuzzy integral; Manufacturing centers

## 一、動機與目的

面對經濟全球化的發展，過去十多年來，台灣企業紛紛重新調整其產銷供應鏈作業與流程以提昇競爭力。在此一趨勢下，許多台商企業陸續前往中國大陸投資設廠生產，以取得具有比較利益的生產要素資源。

一般而言，有很多主要之區位決策因素，包括人力資源、土地成本、公用事業（如水、電）、運輸之可支援性、接近顧客或市場之程度稅率、企業獎勵措施、群聚效應、生活品質等(Coyle et al., 2003)。然而，在大陸須特別注意物流活動常受到政府的管控(Luk, 1998)。許鉅秉(2003)進一步指出跨國企業在中國投資之重要議題，包括：不確定性之風險大，例如不同地區之政府管制程度不一；阻礙發展之外部因素，例如不同之外匯率、貿易障礙、文化差異等。

在過去十幾年，區位問題之模式構建以及求解演算法之發展地相當成熟。其中，很多學者綜合歸納過去的文獻，並整合更多實際議題於模式中(Hoffman and Schniederjans, 1994; Badri, 1996; Min et al., 1998; Kahraman et al., 2003; Sheu, 2003; Klose and Drexel, 2005)。

在實際上，決定製造中心之最適廠址屬於一種衝突問題(conflicting problems)，主要係決策者需要在物流支援系統、營運環境、人力資源、政府效能、產業群聚效應、生活環境等相互衝突之準則中進行區位決策。然而，很多準則因具有交互影響之關係，故無法用傳統之加權方法進行評估。此外，通常決策者常常將這些質化之準則評估值表達的不夠嚴密，造成評估最適區位之資料本質亦不夠精確、明確。

傳統上，許多研究者假設因子間相互獨立，進而透過簡單加權法進行綜合評估。Keeney and Raiffa (1976)建議使用多屬性多倍數效用函數（稱為非加法型多準則評估技術），去處理準則間會相互影響之情況。果爾，本研究目的在發展一套整合模糊積分之決策模式，其中包括因子分析(factor analysis)、解釋性結構模型(interpretive structural modeling, ISM)、馬可夫鏈(Markov chain)、模糊積分(fuzzy integral)以及簡單加權法(simple additive weighted method)，以決定台商投資大陸最適之製造中心區位。而本研究最後成功地示範所提出之模式係為一適用性高之評估方法，並可有效地處理上述問題。

本研究之章節分述如后：第二節為回顧模糊測度與模糊積分；第三節呈現整合型模糊積分決策模式之架構以及其處理程序；第四節以台商赴大陸投資之最適區位決策為例進行分析，並示範如何應用所提出之方法，進而進行討論；最後提出將結論歸納於第五節。

## 二、模糊測度與模糊積分之概念

由於模糊積分不需要假設準則屬性間須為交互獨立，且可被使用於非線性之情況，故模糊積分技術被廣大地使用於各領域。為了確實分析人們主觀判斷並獲得決策者之偏好，本研究將採用模糊測度以及模糊積分之技術。而模糊測度與模糊積分之基本概念將依序闡述如后(Sugeno, 1974; Sugeno, 1977; Kruse, 1983; Grabisch, 1995; Narukawa et al., 2000; Chen and Tzeng, 2001; Chen and Wang, 2001; Chen et al., 2002; Tzeng et al., 2005; Chiou et al., 2005)。

### 2.1. 模糊測度

模糊測度係一種不確定性的表示，其可用以指出某一元素屬於某一集合之肯定程度。其指派一個值到全域中的每個集合內，以表示元素之相信度(degree of belief)或證據度(degree of evidence) (Banan, 1981; Tseng and Yu, 2005)。假設  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  為準則集合， $P(X)$  代表  $X$  之強力集合或  $X$  之全域集合。

定義1. 在滿足式(1)之條件下，所有準則集合之模糊測度為集合函數  $g: p(x) \rightarrow [0,1]$ 。

$$\begin{aligned} g(\phi) &= 0, \quad g(X) = 1 \quad (\text{邊界條件}) \\ A \subset B \subset X \quad \text{implies} \quad g(A) &\leq g(B) \quad (\text{單調遞增}) \end{aligned} \quad (1)$$

$\lambda$  模糊測度 ( $g_\lambda$ ) 為強力集合  $P(X)$  中屬於有限集合  $X$ ，且滿足有限  $\lambda$  規則之一種特殊的模糊測度 (Sugeno, 1974)。而若全域集合為無限之情況，則需要加入額外連續型限制式 (Klir and Folger, 1988)。Sugeno (1977) 導入滿足式(2)之模糊測度，因此，當模糊測度被  $\sigma$ -代數定義且滿足邊界條件限制時， $\lambda$  模糊測度亦稱為 Sugeno 測度。

$$\begin{aligned} \forall A, B \in P(X), A \cap B &= \phi, \\ g_\lambda(A \cup B) &= g_\lambda(A) + g_\lambda(B) + \lambda g_\lambda(A)g_\lambda(B), \quad \text{where } \lambda \in (-1, \infty). \end{aligned} \quad (2)$$

若  $X$  為一有限集合  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ，且  $P(X)$  為所有  $X$  子集合之一個類別，則對於具有元素  $x_i$  之子集合  $g_\lambda(\{x_i\})$  稱之為模糊密度 (fuzzy density)，亦可表示為  $g_i = g_\lambda(\{x_i\})$ 。而模糊測度  $g_\lambda(X) = g_\lambda(\{x_1, x_2, \dots, x_n\})$  可被模式化如式(3)所示 (Leszczynski et al., 1985)。

$$\begin{aligned} g_\lambda(\{x_1, x_2, \dots, x_n\}) &= \sum_{i=1}^n g_i + \lambda \sum_{i_1=1}^{n-1} \sum_{i_2=i_1+1}^n g_{i_1} \cdot g_{i_2} + \dots + \lambda^{n-1} g_1 \cdot g_2 \cdots g_n \\ &= \frac{1}{\lambda} \left| \prod_{i=1}^n (1 + \lambda \cdot g_i) - 1 \right|, \quad \text{for } -1 < \lambda < \infty \end{aligned} \quad (3)$$

根據式(3)，因為邊界限制，故參數  $\lambda$  可由式(4)決定之。

$$\lambda + 1 = \prod_{i=1}^n (1 + \lambda \cdot g_i) \quad (4)$$

此外，假若有兩個準則  $x_1$  與  $x_2$ ，根據上述概念，將滿足下述三種情況中其中一種。

- (1) 若  $\lambda > 0$ ，則準則  $x_1$  與準則  $x_2$  具有相乘效果，例如：  
 $g_\lambda(\{x_1, x_2\}) > g_\lambda(\{x_1\}) + g_\lambda(\{x_2\})$ 。
- (2) 若  $\lambda = 0$ ，則準則  $x_1$  與準則  $x_2$  具有相加效果，例如：  
 $g_\lambda(\{x_1, x_2\}) = g_\lambda(\{x_1\}) + g_\lambda(\{x_2\})$ 。
- (3) 若  $-1 < \lambda < 0$ ，則準則  $x_1$  與準則  $x_2$  具有替代效果，例如：  
 $g_\lambda(\{x_1, x_2\}) < g_\lambda(\{x_1\}) + g_\lambda(\{x_2\})$ 。

## 2.2. 模糊積分

本研究首先呈現兩個定義 (Sugeno, 1974; Sugeno, 1977; Ishii and Sugeno, 1985) 並指模糊積分在加總時之重要屬性 (Grabisch, 1996)，依序說明如后。

定義2：假設  $g$  為  $X$  之模糊測度，則函數  $h: X \rightarrow [0, 1]$  對於每個  $g$  之積分可定義如式(5)所示。

$$S_u(h(x_1), \dots, h(x_n)) := \bigvee_{i=1}^n (h(x_{(i)}) \wedge g(A_{(i)})) \quad (5)$$

其中，下標  $\cdot_{(i)}$  表示索引可互換，故可獲得  $0 \leq h(x_{(1)}) \leq \dots \leq h(x_{(n)}) \leq 1$  與  $A_{(i)} := \{x_{(i)}, \dots, x_{(n)}\}$ 。

定義3：若  $h$  為  $X$  在  $[0, 1]$  之測度函數，而  $g$  為在  $X$  之模糊測度。  $h(x_1) \geq h(x_2) \geq \dots \geq h(x_n)$ ，則模糊積分可定義如式(6)所示。

$$\begin{aligned} (c) \int h dg &= h(x_n)g(H_n) + [h(x_{n-1}) - h(x_n)]g(H_{n-1}) + \dots + [h(x_1) - h(x_2)]g(H_1) \\ &= h(x_n)[g(H_n) - g(H_{n-1})] + h(x_{n-1})[g(H_{n-1}) - g(H_{n-2})] \\ &\quad + \dots + h(x_1)g(H_1) \end{aligned} \quad (6)$$

其中  $H_1 = \{x_1\}, H_2 = \{x_1, x_2\}, \dots, H_n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} = X$ 。若以  $(c) \int hdg$  定義模糊積分，則稱之為Choquet積分。Choquet積分也可用來取代max-min積分(Wang, 1992; Ishii and Sugeno, 1985; Murofushi and Sugeno, 1989)。

屬性1：Sugeno與Choquet積分為等冪、連續、單調非遞減之運算子。

屬性2：對於每個模糊測度  $g$  之Choquet積分屬於一種加權之算數平均，其中量測  $x_i$  之權重為  $g(\{x_i\})$ 。

屬性3：Choquet積分在正線性轉換下係為穩定狀態。

屬性4：Sugeno與Choquet積分包含所有序列統計，因此有最小值、最大值以及中間值。

在實務上， $h$ 可被考慮成評估方案之準則， $g$ 代表每個準則之重要程度。在下之每個之模糊積分提供每個方案之綜合評估值。而應用模糊積分於多屬性決策分析(MADM)，已廣泛地應用於各個研究中，例如：Grabisch (1996), Chen and Chiou (1999), Wang and Keller (1999), Chen and Tzeng (2001), Chen et al. (2002), Tseng and Yu (2005), Tzeng et al. (2005), Chiou et al. (2005)。

### 三、方法論

在實際上，由於準則間存在交互作用，故無法以傳統之簡單加權法進行處理。準此，為了接近人們主觀評估程序，可透過模糊積分模型去免除準則間需獨立之假設。本研究遂構建一整合模糊積分之決策模式，以進行台商投資最適製造中心區位之決策分析。

本模式主要包括五大步驟，首先，由於因子間可能存在交互影響，故透過因子分析由準則中去擷取相互獨立之共同因子。第二使用ISM技術釐清在每個共同因子（構面）內準則之間的關係。第三，由於決定製造中心區位係屬於長期投資行為，故藉由馬可夫鏈方法尋求穩定狀態之收斂解。第四，透過非加法型之模糊積分，求解在每個構面下因子間交互影響之問題。最後，透過簡單加權法計算每個方案之最終綜合績效。因此，決策者可根據整合型模糊積分模式，求解各個候選地點之綜合得分，進而選擇最適之製造中心區位。此外，模糊集合理論將被導入求解各準則之模糊權重以及方案績效值。本研究研擬之方法架構如圖1所示，而主要步驟依序描述如后。

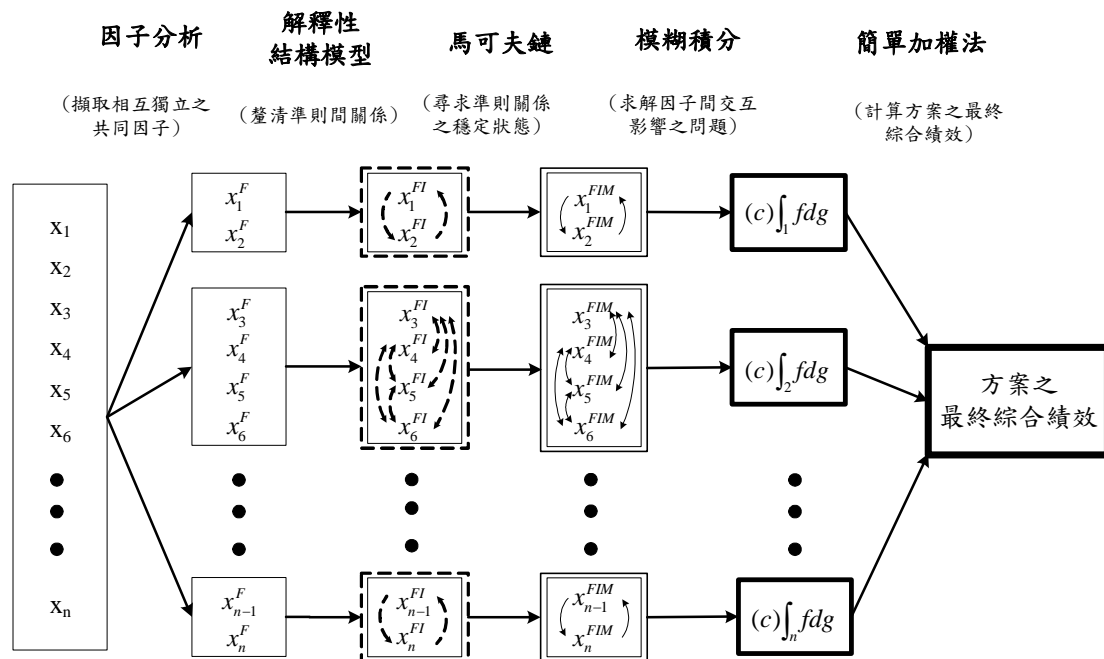


圖1 整合型模糊積分模式之架構圖

### 3.1 利用因子分析擷取共同因子

由於準則間並非完全地獨立，故因子分析將用來由求解擷取共同因子，其中共同因子係屬交互獨立之關係。因子分析常用以探究一群潛在變數之結構（維度），可由大量變數中萃取出少量相互獨立之重要因子，以減少屬性空間。Pett et al., (2003)提及個求解因子分析的主要步驟，包括：（1）分析問題；（2）產生項目；（3）評估適用之相關矩陣；（4）擷取初步因子；（5）進行因子旋轉；（6）精鍊結果；（7）解釋發現；（8）提出最終結果。例如，圖1之 $x_1^F$ 與 $x_2^F$ 即屬於同一個共同因子，而右上標 $F$ 代表準則經由因子分析處理。

### 3.2 透過ISM結構化準則間之關係

傳統上，成對比較矩陣假設準則 $x_j^F$ 影響準則 $x_i^F$ 等同於準則 $x_i^F$ 影響準則 $x_j^F$ 。然而 $x_i^F$ 與 $x_j^F$ 之關係並非純然相同。準此，本研究透過ISM技術解決上述問題。

ISM (Warfield, 1974a,b, 1976; Huang et al., 2004)係屬於電腦輔助方法，用以構建與瞭解在複雜系統內準則間之關係。ISM之理論主要係根據離散數學、群體決策方法、圖形理論、電腦輔助以及社會科學發展而成。ISM之程序開始係經由個人或團體意見，以二元矩陣(binary matrices)呈現準則間之關係，故也稱為關係矩陣(relation matrix)。關係矩陣之形成，主要係問「準則 $x_i^F$ 是否影響準則 $x_j^F$ ？」。若受訪者回答：「是」，則 $\pi_{ij}=1$ ；若回答：「否」，則 $\pi_{ij}=0$ ，經由圖1，第一個構面準則間之關係可呈現如后：

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} x_1^F & x_2^F \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1^F \\ x_2^F \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & \pi_{12} \\ \pi_{21} & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

其中， $x_1^F$ 代表在第一個構面下之第1個準則， $\pi_{12}$ 表示第1個準則與第2個準則之關係， $R$ 代表關係矩陣。

當關係矩陣構建完成後，藉由式(7)與(8)進而計算可達成矩陣(reachability matrix)

$$E = R + I \quad (7)$$

$$E^* = E^k = E^{k+1} \quad k > 1 \quad (8)$$

其中為 $I$ 單位矩陣， $k$ 表示次方， $E^*$ 則為可達成矩陣。因此，準則間之關係可藉由ISM釐清，而圖1中之 $x_1^{FI}$ ， $x_2^{FI}$ ，...， $x_n^{FI}$ ，即為經由ISM處理過後之準則。此外，可達成矩陣係為布林(Boolean)加法與乘法之運算方式，例如：

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad E^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}。$$

### 3.3 藉由馬可夫鏈計算準則之穩定狀態

在實務上，馬可夫鏈經常被用來找出可靠(reliability)的模式(Zhang and Yin, 1997; Prowell and Poore, 2004)。例如Saaty (1996)提出之ANP(analytic network process)，即為利用馬可夫鏈之概念找出穩定之權重。因此，本研究亦利用相同之概念尋求準則之穩定狀態。

馬可夫鏈方法(Lay, 2003)可以瞭解一個動態系統在穩定狀態下之行為或演進。一個向量內部的元素(entry)，若相加之和為1，則稱為機率向量(probability vector)。而所謂隨機矩陣(stochastic matrix)乃指方正之矩陣(square matrix)，其中每一欄之向量皆為機率向

量。

因此，穩定狀態下準則之關係，可藉由下述理論決定之：若  $P$  為  $n \times n$  規則隨機矩陣，則  $P$  具有唯一之穩定向量  $q$ 。而若  $P^0$  為最初之狀態，則當  $k \rightarrow \infty$  時，馬可夫鏈可使  $P^k$  收斂至  $q$ 。亦即藉由式(9)可獲得準則間之穩定關係，如圖1之  $x_1^{FIM}, x_2^{FIM}, \dots, x_n^{FIM}$ ，右上標  $M$  代表準則經由馬可夫鏈處理後之狀態。

$$\lim_{k \rightarrow \infty} P^k = q \quad (9)$$

### 3.4 透過模糊積分求解準則間之交互作用

由於每個構面下之準則可能存在交互影響之情況，故本研究透過模糊積分計算加總後之模糊綜合值。根據式(6)，本研究將模糊積分之基本概念呈現如圖2所示。其中  $g(\cdot)$  與  $h(\cdot)$  分別代表每個候選區位下，準則之模糊權重測度與模糊評估績效得分。而詳盡的模糊積分概念，可參考第二節。

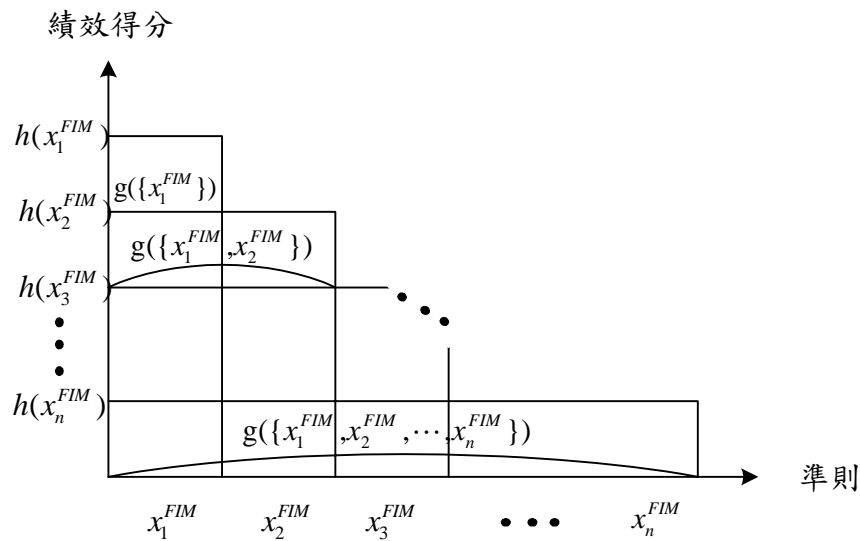


圖 2. 模糊積分概念示意圖

### 3.5 以簡單加權法建立方案之綜合得分

最後，透過簡單加權法加總出每個候選地點之最終綜合效用值。

另一方面，由於決策者往往在評估各準則之重要性時，很難以明確的方式表達。是故，模糊理論(Zadeh, 1965)則提供人類主觀判斷過程中，處理缺乏明確集合邊界之情況，亦即模糊集合係為一種模糊之範圍。

然而模糊數並非一般明確值，無法直接進行比較。果爾，本研究藉由解模糊化之程序，求出BNP(best nonfuzzy performance)值。在眾多求解BNP值之方法中，中心法(COA, center of area)較為實際且不需要導入評估者之偏好(Yager and Filev, 1994; Tsaur et al., 1997; Tang et al., 1999)，故本研究採取中心法將各準則之重要程度進行排序，並處理各候選地點之評估值。茲將三角模糊數  $(LR_i, MR_i, UR_i)$  之BNP值求解法呈現如式(10)所示。

$$BNP_i = [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)]/3 + LR_i, \quad \forall i \quad (10)$$

## 四、實例分析

本節透過高科技製造業台商赴大陸區位選擇之實際調查，探究所提出方法之適用性，特別是在準則間並非完全獨立之模糊環境。茲將以重要因子評估區位之影響程度以及討論兩方面，依序說明如后。

### 4.1 以重要因子評估區位之影響程度

首先，藉由群體決策會議進行準則之篩選及分群，其中與會成員包括分析者與決策

管理者，而每次會議皆會探討重要準則與議題，進而決定那項準則應納入評估投資大陸製造中心之區位。在考量所有經驗、情況，並透過郵件、面對面會議等方式，終達到一致性之結果。而大約7至8次之反覆意見交流，重要的因素皆被確定納入考量。因此，包含五大步驟之整合型模糊積分決策模式將可被應用如后。

### 步驟1：因子分析

首先，由於評估準則並非完全地獨立，本研究藉由因子分析將25項準則分成六大相互獨立之構面，其中包括經營環境、物流支援系統、人力資源、政府效能、產業群聚效應以及生活環境。而根據經濟部投資審議委員會於民國94年對台商投資大陸之前五大投資地（江蘇、廣東、浙江、福建、湖北），本研究將該五地列為候選區位，而台商赴中國大陸區位選擇之層級結構如圖3所示。

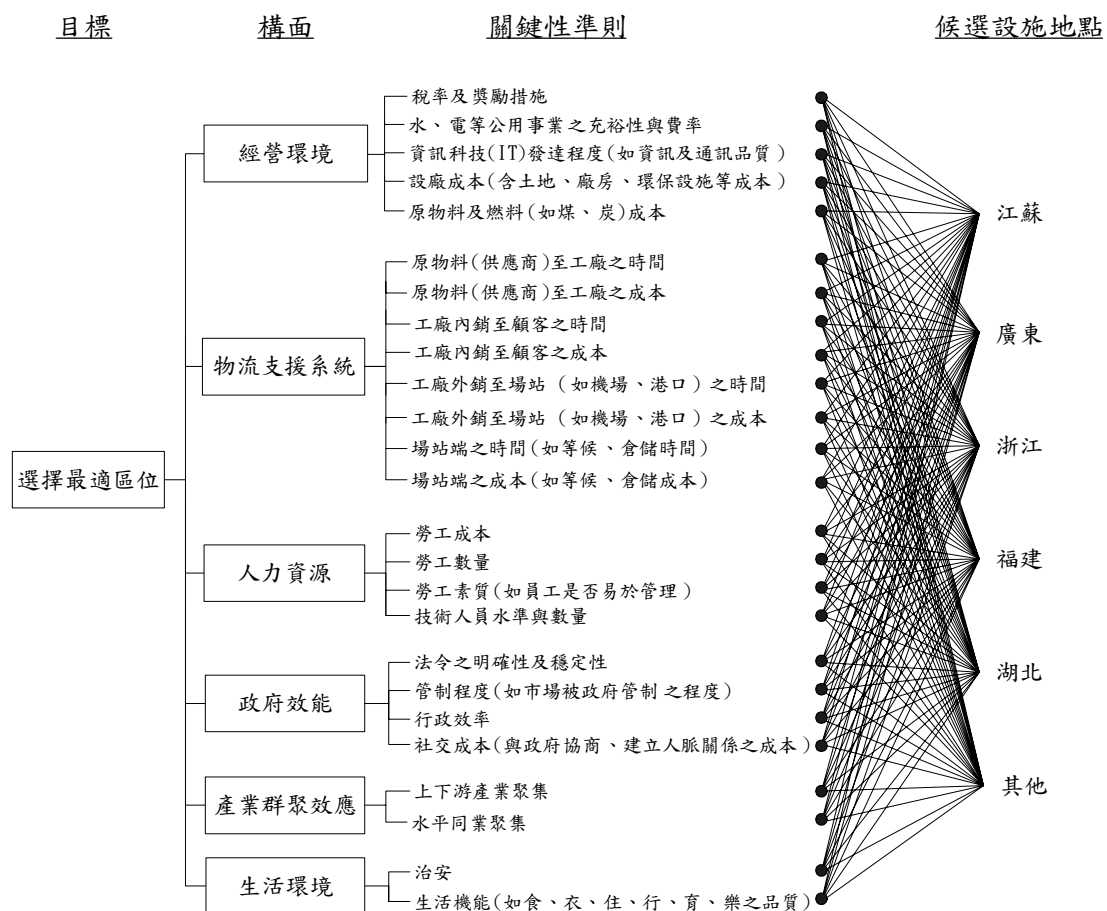


圖3 台商赴中國大陸區位選擇之層級結構示意圖

根據圖3之層級架構，1000份之問卷透過郵件、面對面之訪問調查，共有65份之有效問卷。回收率約為6.5%，但本研究認為該樣本足夠執行本方法。透過式(10)，可獲得評估最適製造中心之準則權重BNP值、候選區位之模糊績效值以及各準則下候選區位之BNP值，茲分別彙整如附錄A、B及C所示。

### 步驟2：ISM

本研究利用ISM深入地探究、釐清準則在每個構面下之關係。以經營環境為例，該構面包括稅率及獎勵措施( $A_1$ )、水電等公用事業之充裕性( $A_2$ )、資訊科技發達成度



( $A_3$ )、設廠成本( $A_4$ )、原物料及燃料成本( $A_5$ )等五個準則，而彼此之關係圖以及關係矩陣可表現如圖4所示。

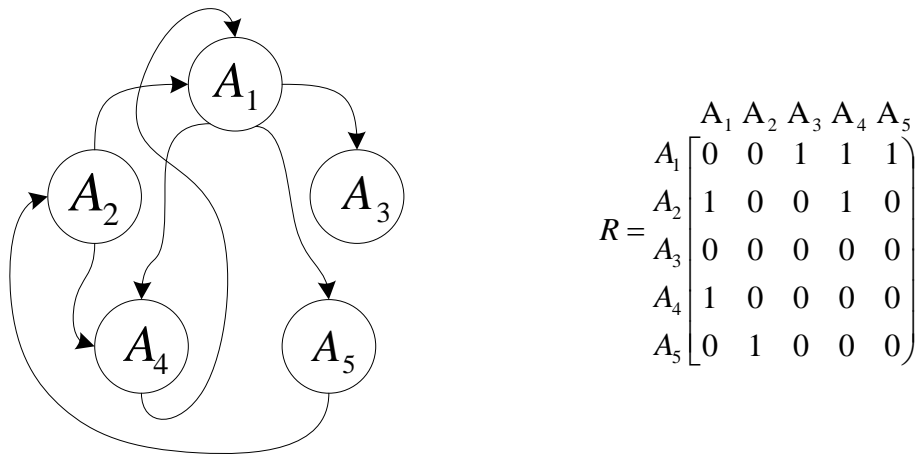


圖 4 經營環境下準則間之關係

$$E = R + I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

爾後，將矩陣  $E$  升幂滿足式(8)，遂可獲得可達成矩陣  $E^*$ 。

$$E^* = \begin{bmatrix} 1 & 1^* & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1^* & 1 & 1^* \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1^* & 1^* & 1 & 1^* \\ 1^* & 1 & 1^* & 1^* & 1 \end{bmatrix}$$

其中，矩陣內之星號(\*)表示在原矩陣潛在未被探究出之關係。

因此，經由ISM技術，原始以及ISM成對比較矩陣可分別表現如後所示。

$$\text{Original matrix: } \begin{matrix} & \begin{matrix} A_1 & A_2 & A_3 & A_4 & A_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1.05 & 1.54 & 1.31 & 1.38 \\ 0.96 & 1 & 1.48 & 1.25 & 1.32 \\ 0.65 & 0.68 & 1 & 0.85 & 0.90 \\ 0.76 & 0.80 & 1.18 & 1 & 1.06 \\ 0.72 & 0.76 & 1.12 & 0.95 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\text{ISM matrix: } \begin{matrix} & \begin{matrix} A_1 & A_2 & A_3 & A_4 & A_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1.05 & 1.54 & 1.31 & 1.38 \\ 0.96 & 1 & 1.48 & 1.25 & 1.32 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.76 & 0.80 & 1.18 & 1 & 1.06 \\ 0.72 & 0.76 & 1.12 & 0.95 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

步驟3：馬可夫鏈

本研究持續以經營環境構面為例，解釋如何使用馬可夫鏈。首先，確保每一欄加總等於一，故將ISM成對比較矩陣進行正規化：

$$\text{Normalization matrix: } \begin{matrix} & A_1 & A_2 & A_3 & A_4 & A_5 \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.29 & 0.29 & 0.24 & 0.29 & 0.29 \\ 0.28 & 0.28 & 0.23 & 0.28 & 0.28 \\ 0 & 0 & 0.16 & 0 & 0 \\ 0.22 & 0.22 & 0.19 & 0.22 & 0.22 \\ 0.21 & 0.21 & 0.18 & 0.21 & 0.21 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

進而透過式(9)獲得穩定狀態之矩陣：

$$\text{Steady - status matrix: } \begin{matrix} & A_1 & A_2 & A_3 & A_4 & A_5 \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.29 & 0.29 & 0.29 & 0.29 & 0.29 \\ 0.28 & 0.28 & 0.28 & 0.28 & 0.28 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.22 & 0.22 & 0.22 & 0.22 & 0.22 \\ 0.21 & 0.21 & 0.21 & 0.21 & 0.21 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

步驟4：模糊積分

此一步驟係為整合型模糊積分決策模式最重要之步驟，用以解決夠構面下因子間交互影響之問題。以經營環境之構面以及候選地點江蘇為例，藉由式(4)可以計算 $\lambda$ 模糊測度。並透過式(6)獲得模糊積分。因此，如圖5所示，各準則之模糊測度分別為 $g(\{A_3\})=0$ 、 $g(\{A_3, A_1\})=$ 、 $g(\{A_3, A_1, A_4\})=0.26$ 、 $g(\{A_3, A_1, A_4, A_5\})=4.13$ 以及 $g(\{A_3, A_1, A_4, A_5, A_2\})=1$ 。爾後，可計算出候選地點江蘇在經營環境構面下之模糊積分，茲彙整如表1所示。

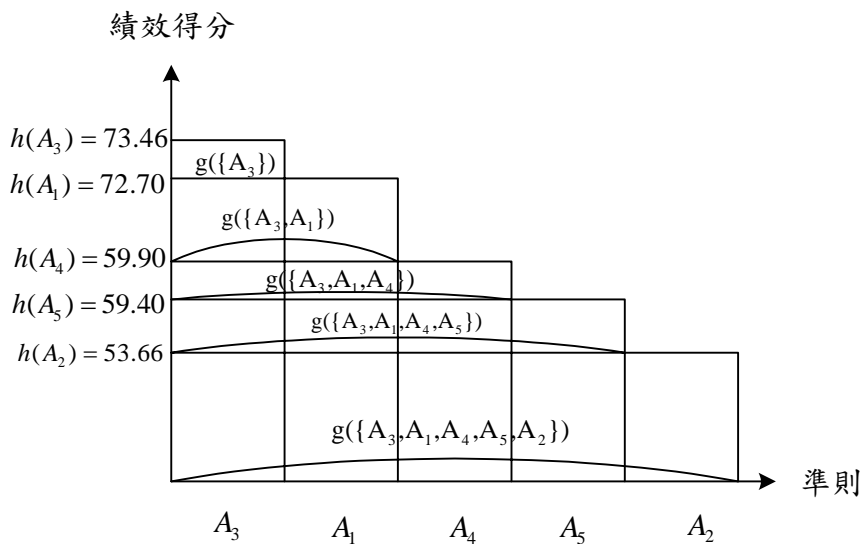


圖5 候選地點江蘇在經營環境構面下之模糊積分示意圖

表1 候選地點江蘇在經營環境構面下之模糊積分

準則	得分	模糊積分
A <sub>1</sub>	72.70	
A <sub>2</sub>	53.66	
A <sub>3</sub>	73.46	61.76*
A <sub>4</sub>	59.90	
A <sub>5</sub>	59.40	

註: \*模糊積分=(73.46-72.7)\*0+(72.7-59.9)\*3.71+(59.9-59.4)\*0.26+(59.4-53.66)\*4.13+(53.66-0)\*1=61.43

步驟5：簡單加權法

透過簡單加權法可獲得每個候選地點之最終綜合效用值，其中，江蘇之最終綜合效用值可彙整如表2所示。

表2 江蘇之綜合效用值

構面	模糊積分	最終綜合效用值
經營環境	61.76	
物流支援系統	63.24	
人力資源	62.3	63.74*
政府效能	60.31	
企業群聚效應	66.4	
生活環境	68.44	

註: \* 綜合效用值=61.76\*1/6+63.24\*1/6+62.3\*1/6+60.31\*1/6+66.4\*1/6+68.44\*1/6=63.74

4.2 結果與討論

由附錄A可知，前五個最主要決定高科技業投資中國製造中心之準則，分別為上下游產業群聚(E<sub>1</sub>)、行政效率(D<sub>3</sub>)、稅率與獎勵措施(A<sub>1</sub>)、政府管制程度(D<sub>2</sub>)以及水電等公用事業之充裕性(A<sub>2</sub>)，故決策者初步投資時可注意上述重要因素。

應用本研究提出之整合型模糊積分決策模式，各候選製造中心之最終綜合得分可彙整如表3所示。由表3可知，最適之候選區位排序為：江蘇>浙江>廣東>福建>湖北，其中江蘇>浙江意謂決策者偏好江蘇之程度大於浙江。另一方面，藉由與傳統模糊AHP進行比較，由於該方法須在準則間交互獨立狀態下進行，造成其排序為：浙江>江蘇>福建>湖北>廣東，與實際受訪者目前投資狀況（江蘇>浙江>廣東>福建>湖北）大相徑庭。果爾，本研究發展之方法可獲得較合理、準確之評估值。

表3 模糊積分、模糊AHP與實際調查值之比較彙整表

候選區位	模糊積分		模糊 AHP		實際調查值
	綜合得分	排序	綜合得分	排序	實際排序*
江蘇	63.69	1	0.27	2	1
浙江	61.68	2	0.12	1	2
廣東	59.71	3	0.14	5	3
福建	57.3	4	0.25	3	4
湖北	52.69	5	0.22	4	5

註: \* 實際排序係由本問卷樣本目前投資大陸情況

根據上述之驗證，本研究進一步利用本方法探究大企業、中小企業（資本額小於新台幣8千萬）內銷以及外銷對於製造中心區位排序之影響。由表4可知，大企業、內銷以及外銷之排序與未分類前之結果相同。然而，中小企業之排序與其他分類方式不同。為了探究其因，本研究至大陸進行深入訪談（包括大企業與中小企業）。彙整決策者們的意見與看法，得知由於中小企業之財力不足，故只好移至次佳之鄰近區位進行投資。例如江蘇與浙江為相鄰之候選區位，中小企業會選擇浙江取代江蘇，而同樣的概念可應用至廣東與福建。至於內銷與外銷，則未對區位選擇造成很大之影響。

表4 不同企業型態之候選區位排序比較表

候選區位	大企業	中小企業	內銷	外銷	整份樣本
江蘇	1	2	1	1	1
浙江	2	1	2	2	2
廣東	3	4	3	3	3
福建	4	3	4	4	4
湖北	5	5	5	5	5

## 五、結論

由於在實際上準則間常存在交互影響之關係，且資料之本質往往不夠精確。果爾，本研究發展整合型模糊積分決策模式，用以決定最適之製造中心區位。而該模式主要含括五大元素：因子分析、解釋性結構模型、馬可夫鏈、模糊積分、簡單加權法。

為了示範及驗證本模式之適用性與可操作性，本研究設計並構建一問卷調查計畫以及深入的訪談，探究台商投資大陸之區位問題。結果顯示大規模企業對於製造中心之偏好為：江蘇>浙江>廣東>福建>湖北；而中小企業之偏好則為浙江>江蘇>福建>廣東>湖北。本研究成果除獲得高科技企業決策階層之認可外，對於近年來全球企業接踵而至大陸投資之趨勢，具有正面助益。

本研究發展之整合型模糊積分模式相較於過去MADM之問題具有幾大特性：（1）因為準則並分完全獨立，故透過因子分析將分成幾個交互獨立之構面；（2）藉由ISM釐清準則在每一個構面下之關係；（3）使用馬可夫鏈尋找穩定狀態下之權重；（4）利用非加法型之模糊積分模式處理在每個構面下準則間交互影響之情況；（5）由於每個構面彼此係交互獨立，故透過簡單加權法求出各方案之最終綜合得分。本研究希冀整合型模糊積分模式後續可激起在決策問題上之相關研究，並可幫助處理準則間交互影響之問題。

## 參考文獻

- Badri, M.A., 1996. A multicriteria approach to global facility location-allocation problems. *International Journal of Information and Management Science* 7 (3), 1-20.
- Banon, G., 1981. Distinction between several subsets of fuzzy measures. *Fuzzy Sets and Systems* 5, 291-305.
- Chen, L.-H., Chiou, T.-W., 1999. A fuzzy credit-rating approach for commercial loans: a Taiwan case. *Omega* 27, 407-419.
- Chen, Y.-W., Tzeng, G.-H., 2001. Using fuzzy integral for evaluating subjectively perceived travel costs in a traffic assignment model. *European Journal of Operational research* 130,

- 653-664.
- Chen, T.-Y., Chang, H.-L., Tzeng, G.-H., 2002. Using fuzzy measures and habitual domains to analyze the public attitude and apply to the gas taxi policy. *European Journal of Operational research* 137, 145-161.
- Chen, T.-Y., Wang, J.-C., 2001. Identification of  $\lambda$ -fuzzy measures using sampling design and genetic algorithms. *Fuzzy Sets and Systems* 123, 321-341.
- Chiou, H.-K., Tzeng, G.-H., Cheng, D.-C., 2005. Evaluating sustainable fishing development strategies using fuzzy MCDM approach. *Omega* 33, 223-234.
- Coyle, J.J., Bardi, E.J., Langley, C.J., 2003. Network design and facility location. In: *Acuña, M. (Eds.), The Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective*, Thomson Learning, Canada, pp.502-539.
- Grabisch, M., 1995. Fuzzy integral in multicriteria decision making. *Fuzzy Sets and Systems* 69 (3), 279-298.
- Grabisch, M., 1996. The application of fuzzy integrals in multicriteria decision making. *European Journal of Operational research* 89, 653-664.
- Hoffman, J., Schniederjans, M., 1994. A two-stage model for structuring global facility site selection decision. *International Journal of Operations and Production Management* 14 (4), 79-96.
- Huang, J.-J., Tzeng, G.-H., Ong, C.-S., 2005. Multidimensional data in multidimensional scaling using the analytic network process. *Pattern Recognition Letters* 26, 755-767.
- Institute of Investment Commission, Ministry of Economic Affairs (MOEA), Taiwan, 2004. The statistics of the trans-border investment location of Taiwanese high-tech enterprises investing in China. *Statistics Report of Investing in China, Monthly Report, August 2004* (in Chinese).
- Ishii, K., Sugeno, M., 1985. A model of human evaluation process using fuzzy measure, *International Journal of Man-Machine Studies* 22 (1), 19-38.
- Kahraman, C., Ruan, D., *Doğan*, I., 2003. Fuzzy group decision-making for facility location selection. *Information Sciences* 157, 135-153.
- Keeney, R.L., Raiffa, H., 1976. *Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, John Wiley and Sons, New York.
- Klir, G.J., Folger, T.A., 1988. *Fuzzy sets, uncertainty, and information*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Klose, A., Drexl, A., 2005. Facility location models for distribution system design. *European Journal of Operational Research* 162, 4-29.
- Kruse, R., 1983. Fuzzy integrals and conditional fuzzy measures. *Fuzzy Sets and Systems* 10, 309-313.
- Lay, D.C., 2003. Applications to Markov chains. In: Hoffman, W. (Eds.), *Linear Algebra and Its Applications*, Addison-Wesley, America, pp. 288-296.
- Leszczyński, K., Penczek, P., Grochulski, W., 1985. Sugeno's fuzzy measure and fuzzy clustering. *Fuzzy Sets and System* 15, 147-158.
- Luk, S.T.K., 1998. Structural changes in China's distribution system. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 28 (1), 44-67.
- Min, H., Jayaraman, V., Srivastava, R., 1998. Combined location-routing problems: A synthesis and future research direction. *European Journal of Operational Research* 108, 1-15.
- Murofushi, T., Sugeno, M., 1989. An interpretation of fuzzy measure and the Choquet integral as an integral with respect to a fuzzy measure, *Fuzzy Sets and Systems* 29 (2), 201-227.
- Narukawa, Y., Murofushi, T., Sugeno, M., 2000. Regular fuzzy measure and representation of comonotonically additive functional. *Fuzzy Sets and Systems* 112, 177-186.

- Pett, M.A., Lackey, N.R., Sullivan, J.J., 2003. Making sense of factor analysis: the use of factor analysis for instrument development in health care research. C&M Digital (P) Ltd., London.
- Prowell, S.J., Poore, J.H. 2004. Computing system reliability using Markov chain usage models. *The Journal of Systems and Software* 73, 219-225.
- Saaty, T.L., 1996. Decision making with dependence and feedback: The Analytic Network Process. RWS Publications, Pittsburgh.
- Sheu, J.-B., 2003. Locating manufacturing and distribution centers: An integrated supply chain-based spatial interaction approach. *Transportation Research Part E* 39, 381-397.
- Sugeno, M., 1974. Theory of fuzzy integrals and its applications, PhD dissertation, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
- Sugeno, M., 1977. Fuzzy measures and fuzzy integrals: A survey, in: M.M. Gupta, G.N. Saridis, B.R. Gaines (Eds.), *Fuzzy Automata and Decision Processes*, North-Holland, Amsterdam and New York, pp. 89-102.
- Tang, M.-T., Tzeng, G.-H., Wang, S.-W., 1999. A hierarchy fuzzy MCDM method for studying electronic marketing strategies in the information service industry. *Journal of International Information Management* 8(1), 1-22.
- Tsaur, S.-H., Tzeng, G.-H., Wang, G.-C., 1997. Evaluating tourist risks from fuzzy perspectives. *Annals of Tourism Research* 24(4), 796-812.
- Tseng, F.-M., Yu, C.-Y., 2005. Partitioned fuzzy integral multinomial logit model for Taiwan's internet telephony market. *Omega* 33, 267-276.
- Tzeng, G.-H., Ou Yang, Y.-P., Lin, C.-T., Chen, C.-B., 2005. Hierarchical MADM with fuzzy integral for evaluating enterprise intranet web sites. *Information Sciences* 169, 409-426.
- Warfield, J.N., 1974a. Toward interpretation of complex structural modeling. *IEEE Trans. Systems Man Cybernet.* 4 (5), 405-417.
- Warfield, J.N., 1974b. Developing Interconnection Matrices in Structural Modeling. *IEEE Trans. Systems Man Cybernet.* 4 (1), 81-87.
- Warfield, J.N., 1976. *Societal Systems: Planning, Policy, and Complexity*. Wiley Interscience, New York.
- Wang, Z., Klir, G.J., 1992. *Fuzzy Measure Theory*, Plenum Press, New York.
- Wang, X., Keller, J.M., 1999. Human-based spatial relationship generalization through neural-fuzzy approaches. *Fuzzy Sets and Systems* 101, 5-20.
- Yager R.R., Filev, D.P., 1994. *Essentials of fuzzy modeling and control*. New York: Wiley.
- Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information and Control* 8, 338-356.
- Zhang, Q., Yin, G., 1997. Structural properties of Markov chains with weak and strong interactions. *Stochastic Processes and their Applications* 70, 181-197.

## 六、計畫成果自評（研究成果發表）

本研究係發展一套整合模糊積分之決策模式，並以前往大陸投資之高科技製造業台商為研究對象，探究其選擇投資設立製造中心之決策行為。研究成果可作為後續年度相關研究計畫之基礎，研究內容與原計畫相符，已達成預期之目標，研究成果部份將進一步整理投稿於國內外相關學術期刊及參與國內外相關研討會，現階段刻正整理投稿「Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review」。

附錄A 評估最適製造中心之準則權重

構面與準則	局部權重	總權重	BNP	排序
<b>經營環境</b>	<b>(0.183, 0.286, 0.892)</b>			
$A_1$	(0.206, 0.379, 0.829)	(0.038, 0.109, 0.740)	0.295	3
$A_2$	(0.210, 0.342, 0.796)	(0.039, 0.098, 0.710)	0.282	5
$A_3$	(0.187, 0.290, 0.511)	(0.034, 0.083, 0.456)	0.191	15
$A_4$	(0.212, 0.334, 0.608)	(0.039, 0.096, 0.543)	0.225	10
$A_5$	(0.170, 0.316, 0.580)	(0.031, 0.091, 0.518)	0.213	12
<b>物流支援系統</b>	<b>(0.169, 0.270, 0.781)</b>			
$B_1$	(0.129, 0.130, 0.632)	(0.022, 0.035, 0.493)	0.183	16
$B_2$	(0.128, 0.129, 0.630)	(0.022, 0.035, 0.491)	0.182	17
$B_3$	(0.124, 0.125, 0.525)	(0.021, 0.034, 0.410)	0.154	22
$B_4$	(0.128, 0.129, 0.530)	(0.022, 0.035, 0.413)	0.156	20
$B_5$	(0.129, 0.129, 0.530)	(0.022, 0.035, 0.414)	0.157	19
$B_6$	(0.126, 0.127, 0.527)	(0.021, 0.034, 0.411)	0.155	21
$B_7$	(0.114, 0.116, 0.518)	(0.019, 0.031, 0.405)	0.152	23
$B_8$	(0.113, 0.115, 0.517)	(0.019, 0.031, 0.403)	0.151	24
<b>人力資源</b>	<b>(0.171, 0.272, 0.872)</b>			
$C_1$	(0.258, 0.359, 0.761)	(0.044, 0.098, 0.664)	0.268	6
$C_2$	(0.231, 0.335, 0.737)	(0.040, 0.091, 0.643)	0.258	8
$C_3$	(0.155, 0.256, 0.557)	(0.027, 0.070, 0.486)	0.194	14
$C_4$	(0.250, 0.350, 0.750)	(0.043, 0.095, 0.654)	0.267	7
<b>政府效能</b>	<b>(0.173, 0.275, 0.876)</b>			
$D_1$	(0.276, 0.280, 0.589)	(0.048, 0.077, 0.516)	0.214	11
$D_2$	(0.251, 0.351, 0.851)	(0.043, 0.096, 0.746)	0.295	4
$D_3$	(0.251, 0.371, 0.851)	(0.043, 0.102, 0.746)	0.297	2
$D_4$	(0.209, 0.317, 0.722)	(0.036, 0.087, 0.633)	0.252	9
<b>企業群聚效應</b>	<b>(0.159, 0.297, 0.992)</b>			
$E_1$	(0.288, 0.564, 0.879)	(0.046, 0.168, 0.873)	0.362	1
$E_2$	(0.221, 0.436, 0.445)	(0.035, 0.130, 0.442)	0.202	13
<b>生活環境</b>	<b>(0.129, 0.136, 0.640)</b>			
$F_1$	(0.232, 0.437, 0.646)	(0.030, 0.059, 0.414)	0.167	18
$F_2$	(0.214, 0.363, 0.468)	(0.028, 0.049, 0.299)	0.125	25

**附錄B 候選區位之模糊績效值**

候選區位	準則				
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
江蘇	(61.35, 72.56, 84.18)	(38.86, 54.16, 67.97)	(62.19, 73.28, 84.91)	(46.77, 59.92, 73.00)	(46.39, 59.30, 72.51)
浙江	(56.98, 68.48, 80.62)	(39.05, 52.63, 66.27)	(55.20, 67.06, 79.48)	(47.79, 60.53, 73.62)	(49.39, 61.73, 74.79)
廣東	(52.14, 65.49, 78.39)	(42.76, 56.59, 70.13)	(57.23, 68.92, 81.10)	(40.41, 54.68, 68.35)	(47.22, 60.01, 73.28)
福建	(50.14, 62.19, 75.07)	(43.24, 56.40, 69.81)	(46.54, 59.12, 72.31)	(51.71, 64.31, 77.28)	(49.18, 61.66, 74.75)
湖北	(43.50, 56.41, 69.77)	(35.14, 49.46, 63.32)	(39.79, 53.77, 67.47)	(54.71, 67.10, 79.75)	(48.28, 61.01, 74.14)
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$
江蘇	(59.72, 71.29, 83.27)	(51.74, 64.14, 76.94)	(61.52, 73.03, 85.04)	(53.85, 66.11, 78.69)	(58.58, 70.41, 82.67)
浙江	(51.67, 63.93, 76.72)	(52.15, 64.15, 76.92)	(55.87, 67.47, 79.85)	(50.19, 62.70, 75.46)	(51.47, 63.73, 76.53)
廣東	(58.33, 69.86, 81.98)	(56.52, 68.44, 80.73)	(57.30, 70.26, 82.54)	(48.71, 62.66, 75.76)	(54.42, 69.08, 81.91)
福建	(43.82, 56.62, 69.95)	(47.02, 59.64, 72.75)	(40.22, 54.31, 68.02)	(44.07, 58.14, 71.59)	(43.07, 56.79, 70.30)
湖北	(36.81, 49.98, 63.57)	(41.40, 54.49, 67.95)	(35.47, 50.42, 64.48)	(40.56, 54.68, 68.38)	(35.48, 49.87, 63.78)
	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$C_1$	$C_2$
江蘇	(51.81, 64.15, 76.91)	(43.58, 57.04, 70.45)	(46.32, 59.19, 72.47)	(45.48, 58.79, 72.04)	(51.65, 64.56, 77.29)
浙江	(47.02, 59.80, 72.96)	(42.21, 55.21, 68.57)	(46.14, 58.61, 71.84)	(44.34, 57.62, 71.01)	(49.27, 62.92, 75.95)
廣東	(50.95, 64.60, 77.60)	(43.94, 58.04, 71.58)	(45.52, 58.39, 71.70)	(45.65, 58.79, 72.07)	(51.94, 64.56, 77.34)
福建	(41.68, 55.45, 69.03)	(36.64, 50.73, 64.60)	(42.94, 55.67, 69.10)	(53.92, 66.12, 78.77)	(55.88, 67.52, 79.94)
湖北	(40.09, 54.14, 67.81)	(33.47, 47.72, 61.64)	(42.74, 55.30, 68.67)	(59.52, 71.03, 83.11)	(50.26, 62.63, 75.58)
	$C_3$	$C_4$	$D_1$	$D_2$	$D_3$
江蘇	(49.68, 63.70, 76.94)	(53.36, 66.97, 79.94)	(50.32, 64.16, 77.20)	(43.78, 57.75, 71.23)	(44.07, 60.08, 73.84)
浙江	(48.08, 61.84, 75.16)	(50.42, 63.94, 77.10)	(45.94, 59.82, 73.20)	(43.55, 57.54, 71.08)	(40.84, 56.77, 70.74)
廣東	(40.32, 55.42, 69.30)	(48.93, 62.48, 75.66)	(40.63, 55.96, 69.84)	(42.64, 56.75, 70.38)	(35.80, 52.42, 66.78)
福建	(37.01, 52.72, 66.93)	(40.34, 55.09, 68.97)	(41.92, 55.99, 69.64)	(40.56, 54.51, 68.22)	(32.64, 48.41, 62.76)
湖北	(32.61, 47.72, 61.91)	(35.36, 49.71, 63.59)	(37.71, 51.96, 65.76)	(38.32, 52.46, 66.27)	(29.19, 44.90, 59.30)
	$D_4$	$E_1$	$E_2$	$F_1$	$F_2$
江蘇	(44.43, 58.26, 71.70)	(56.48, 68.35, 80.72)	(50.49, 63.75, 76.77)	(53.50, 67.02, 79.77)	(58.84, 70.45, 82.52)
浙江	(40.66, 54.66, 68.38)	(53.89, 65.90, 78.49)	(46.91, 60.19, 73.43)	(45.61, 59.62, 73.03)	(54.27, 66.12, 78.67)
廣東	(34.65, 49.25, 63.26)	(55.06, 68.36, 81.06)	(56.05, 67.73, 80.19)	(23.14, 39.45, 54.01)	(50.82, 64.20, 77.11)
福建	(35.30, 50.56, 64.69)	(43.48, 57.34, 70.96)	(44.26, 57.84, 71.31)	(36.83, 51.98, 65.98)	(50.74, 62.87, 75.69)
湖北	(37.32, 51.61, 65.40)	(35.80, 50.04, 63.95)	(38.35, 52.29, 66.09)	(29.64, 44.74, 58.87)	(38.27, 51.75, 65.37)



附錄 C 各準則下候選區位之 BNP 值

候選區位	準則之 BNP 值									
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	
江蘇	72.70	53.66	73.46	59.90	59.40	71.43	64.27	73.20	66.22	
浙江	68.69	52.65	67.25	60.65	61.97	64.11	64.41	67.73	62.78	
廣東	65.34	56.49	69.09	54.48	60.17	70.06	68.56	70.03	62.37	
福建	62.47	56.48	59.33	64.43	61.86	56.80	59.80	54.18	57.94	
湖北	56.56	49.31	53.68	67.19	61.14	50.12	54.61	50.12	54.54	
	$B_5$	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$D_1$	
江蘇	70.55	64.29	57.02	59.33	58.77	64.50	63.44	66.76	63.89	
浙江	63.91	59.93	55.33	58.86	57.65	62.71	61.69	63.82	59.66	
廣東	68.47	64.38	57.85	58.53	58.84	64.61	55.01	62.36	55.48	
福建	56.72	55.39	50.66	55.90	66.27	67.78	52.22	54.80	55.85	
湖北	49.71	54.01	47.61	55.57	71.22	62.82	47.41	49.55	51.81	
	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$E_1$	$E_2$	$F_1$	$F_2$			
江蘇	57.59	59.33	58.13	68.52	63.67	66.76	70.60			
浙江	57.39	56.11	54.57	66.09	60.18	59.42	66.36			
廣東	56.59	51.67	49.05	68.16	67.99	38.87	64.04			
福建	54.43	47.94	50.19	57.26	57.80	51.60	63.10			
湖北	52.35	44.46	51.44	49.93	52.24	44.42	51.80			