

應用模糊多準則決策於 ERP 系統軟體供應商評選之研究

王天津 張宗翰 王詩華
義守大學資訊管理所

摘要

隨著全球化佈局策略與商業環境快速變遷之特性，為因應未來於 B2B 與 B2C 二方面有更多的無限商機，因此企業紛紛導入 ERP 以提昇競爭力；加上現階段已有許多的文獻與實際案例，可以清楚地得知，越來越多的企業捨棄自行開發軟體，而向外購買符合自己需要的 ERP 系統。由於 ERP 是一套昂貴且具高度複雜、高度風險之套裝軟體，故導入的成功與否，深深地影響著整個企業的存續，對企業而言是一大的挑戰。所以要如何評選 ERP，這個問題正困擾著高階管理決策者。然而，在進行企業資源規劃系統評估的過程中，除了要考量企業本身核心能力、企業流程改造與未來資訊科技的發展之外，亦須面臨到外在環境的快速變遷與不確定性。其次，傳統的評估數量方法，已經無法有效地解決企業 e 化的問題，再加上評選準則因素不易量化，常會導致決策者主觀的判斷而產生缺乏客觀的看法，更不易進行 ERP 系統準則評估，而造成企業在建置一套 ERP 系統的困難度增加。

本研究透過文獻探討整理出 ERP 評選準則，以模糊理論為基礎，對五位專家學者進行問卷調查，獲得評選準則之「權重」後，再透過這些專家學者以這些準則(四大構面：ERP 軟體供應商、ERP 系統功能、ERP 系統技術、其他評選準則；三十五個屬性)分別對五家 ERP 系統軟體供應商(SAP、Oracle、PeopleSoft、Baan、JD Edward)，以語意變數給予評比，藉由模糊數在解模糊化的過程化中獲得 ERP 系統軟體供應商之得分，並由高到低予以排序，進而評選出最佳系統供應商。本研究以模糊多準則決策(Fuzzy Multi-Criteria Decision Making, MCDM)方法為基礎，應用於群組決策模式之實證分析，建立一套系統化之評選模式，以作為企業在導入 ERP 系統時遴選軟體供應商之參考。

研究結果發現在進行多準則評估或群組決策時，模糊理論可提供一套客觀的系統化評選方法，當我們無法以傳統數學來解決模糊現象和模糊問題時，可藉由模糊數、模糊集合和解模糊化的過程求得最佳解，以減少傳統經驗法則中過度仰賴個人主觀認知的缺點，並達成群組決策共識的一致性。另外從實證案例得知，「完整性的服務」、「導入經驗」、「系統整合」、「系統執行效率」及「操作的簡易度」，這五項準則為企業評選 ERP 軟體供應商時最重要的考慮因素。

關鍵字：企業資源規劃系統、模糊理論、模糊多準則決策、ERP 系統評選模式

A Multi-Criteria Decision Making Method for Selecting an ERP System Provider

Tien-Chin Wang Tsung-Han Chang Shi-Hua Wang
Department of Information Management
I-Shou University

Abstract

With the characteristics of organizational global strategies and rapid business environment changes, many enterprises implement enterprise resource planning(ERP) to take advantage of the opportunities in B2B and B2C. As we know, there are more and more organizations outsource the ERP packages fit their needs instead of developing them. It's a hard challenge to implement an expensive, highly-complicated and risk ERP system without a beforehand planning. Meanwhile, during the process of evaluating a proper ERP system, the enterprise core capabilities, business process reengineering and information technology should be also considered. This study first concludes ERP evaluation criteria by literature review. Followed a questionnaire is conducted to collect the evaluators' opinion toward evaluation criteria and five ERP providers. In this paper, we proposed fuzzy multiple-criteria decision making(MCDM) methodology in data analysis for group decision making. The result shows that the MCDM can be an objective systematic selection in taking multiple criteria or multiple evaluators tasks. We also find five criteria(service, experience, integration, efficiency and simplicity) are the essential issues when enterprises evaluate ERP providers.

Keywords: Enterprise Resource Planning System、Fuzzy Theory、Fuzzy Multi-Criteria Decision Making、ERP System Selection Model

1. 前言

1.1. 研究動機

ERP 是由 MRP II 逐漸演變而來的，主要在於整合企業內外部資源，進行一連串的企業流程改造，以改善企業體質，提昇競爭力，其內容包含採購、財務管理、生產製造、配銷、研發、人力資源等功能模組，其功能進而向外延伸與供應鏈管理、顧客關係管理、商業智慧相結合，是一套功能完善且導入過程具高度複雜、高風險，以及導入價格昂貴之套裝軟體(Jones & Finan, 2000)。基於上述之特性，企業若要自行開發軟體系統，則須投入大量的人力、物力、時間與金錢等，完全不符合經濟利益，故基於經濟利益之考量下，採取具豐富導入經驗套裝軟體供應商，進而購買現成之客製化套裝軟體，以節省系統開發成本與縮短導入時間，快速上線運作，以利掌握商機。

在充滿高度競爭且變化快速的商業環境中，產業為提昇競爭力，進而導入

企業資源規劃系統。然而，由許多文獻資料中，可以清楚地得知，導入系統失敗的案例卻是時有耳聞，例如：美國藥品配銷商 FoxMeyer Drug 即是最著名的例子 (Holland & Light, 1999)。主要是因導入前沒有做好慎重的選擇，且在導入後系統沒有達到預期的效果等因素；由於各產業的不同，所面臨到的問題也有所不同，並沒有一個固定的模式來做為成功的電子化企業之指標。

故在建構系統之前，便要格外小心慎重的選擇本身所需要的功能，如此才能將效益發揮的淋漓盡致，同時也不會產生預望與現實之間的落差。導入一套 ERP 系統須花費上千萬到上億元，若是成功導入上線，則可為企業帶來無限的效益，反之，一旦導入失敗，也會為企業帶來營運上的危機，甚至有破產之虞。故導入系統之成功與否，深深地影響著企業是否能夠永續經營。簡言之，要如何選擇適當的企業資源規劃系統，以避免失敗，即是在導入 ERP 之前首先要考慮的重點。

1.2 研究目的

面對全球化競爭激烈的環境，企業一旦決定要導入 ERP 系統，便開始著手規劃導入計劃，由眾多參考文獻中，大多數之成功導入且正式上線運作的公司，平均花費半年至一年的時間在於評估軟體供應商與輔導顧問公司，由此可見導入前的慎重評估，對企業而言，是有多麼地重要。企業在選擇購買 ERP 系統前，應考慮哪些因素是企業所需重視的，這樣才不會導致企業浪費一些時間做無謂的評估動作，縮短其系統導入時間，以達到企業在執行時能達到事半功倍的效果。為此，本研究之主要目的歸納如下：

1. 透過文獻蒐集整理，找出評估 ERP 軟體供應商所須考量的客觀因素，並制定一套完整的 ERP 評選準則。
2. 當企業在選擇 ERP 系統軟體供應商時，此決策問題具有多人與多準則之特性，故本研究主要以模糊多準則決策方式，應用於 ERP 系統軟體供應商評選之決策問題上，經由專家意見，評選出前五項企業最重視的首要考量因素，並提供一套客觀且可行性評估方法，協助企業在充滿不確定性與模糊環境下，正確地選擇合適的 ERP 系統，做出精確且有效的決策。

2. 文獻探討

2.1. ERP 系統評選考量因素

企業資源規劃系統之評選準則的選擇上，不僅要考慮軟體供應商之相關因

素之外，最主要的考量還包含了產品功能本身及技術性之系統因素，進而遴選出哪些是最重要與最值得考慮之準則因素。在準則的評選方面，許多學者專家提出了不同的評估項目，分別敘述如下：

Ellram(1990)提出除了考慮成本與品質之外，應再考慮如：管理相容性、目標一致性、供應商的策略性等準則。Symtka 與 Clemens(1993)提出三項評選準則：風險因素、企業需求因素以及可衡量的成本因素。Patton(1996)提出七項評選準則，分別為：價格、交期、品質、銷售支援、設備、技術、採購、財務狀況。Richardson(1996)提出七種選擇供應商的主要技巧，其中包含供應商的財務結構、供應商規模大小、系統支援能力、整體解決方案、提供多元化的服務。Keen(1998)針對系統產品與服務提出八項考量因素為：系統擴充性、專家系統、系統符合需求、技術風險、供應商支援、系統彈性、系統操作簡易度、合作夥伴。Glazer(1999)提出七項選擇軟體供應商之考量因素：標準化的架構、費用、可靠性、快速展開、升級相容性、ERP 的保證、完整性服務。Butler(1999)認為除了成本之考量外，須將系統長期維護費用、系統升級、軟體廠商的保證、保持合作夥伴關係納入考量。

Langenwalter(2000)指出選擇軟體供應商之考量因素主要有：價格、時間、供應商的支援程度(如教育訓練、技術支援)、符合企業的需求、系統是否具彈性容易修改、技術風險、成本、系統是否容易實施。Illa et al.(2000)認為選擇企業資源規劃系統的考量因素，包含了功能性準則與技術性準則二方面，其中包含了特殊支援能力、系統需求合適度、適應性、系統操作的容易度與修改程度、資料庫系統、使用者操作手冊說明與相關文件提供、共通的資訊平台、與外部連結的溝通能力、使用者管理工具、開發工具與程式語言、技術文件的提供、標準化系統支援、與其他系統相互整合能力。除此之外 Illa et al.(2000)認為除了簡單的 ERP 形式化準則，如產品規格、價格之外，應考量到其他功能，做為準則評估之項目，例如：系統複雜性、客製化的容易度、完善的系統功能、系統彈性與靈活性、軟體供應商豐富的導入經驗、輔導顧問的專業智能與協商能力、產品品質保證、專案管理、特殊支援能力、提供完整的系統技術架構、使用者文件說明、與其他系統整合之相容性。

Jones 與 Finan(2000)認為購買套裝軟體其客觀之決策準則在於現行系統與其他不同的平台互相整合，其過程太過於複雜，如何在最短的時間與利用最少的費用導入這套系統，而不超過其預定完成上線之時程表，則為實施 ERP 系統之主要挑戰，其次是專案管理與人員之教育訓練、如何讓員工快速的適應新的工作環境與使用操作的熟悉度，以及汰舊的遺產系統(Elimination of Legacy System)、

技術支援、系統整合能力。綜合上述各專家學者所提出選擇企業資源規劃系統所應考量之相關因素並略加修改，歸納重點並分為四大項評估構面，即軟體供應商、ERP 系統功能、ERP 系統技術、其他評選準則，其整理如表 1：

表 1 企業資源規劃系統套裝軟體供應商評選準則

評選準則四大構面及其屬性			
ERP 軟體供應商	ERP 系統功能	ERP 系統技術	其他評選準則
C ₁ .價格	C ₁₄ .特殊的支援	C ₂₃ .資料庫系統	C ₃₂ .軟體授權費用
C ₂ .知名度	C ₁₅ .系統的完整性、靈活性	C ₂₄ .開發工具與程式語言	C ₃₃ .長期系統維護費用
C ₃ .教育訓練	C ₁₆ .操作的簡易度	C ₂₅ .使用者管理工具	C ₃₄ .長期間的服務保證
C ₄ .導入系統所費的時間	C ₁₇ .客製化的容易度	C ₂₆ .使用者操作手冊說明	C ₃₅ .完整性的服務
C ₅ .導入經驗	C ₁₈ .系統擴充性	C ₂₇ .相關系統文件的提供	
C ₆ .輔導顧問的產業知識能力	C ₁₉ .內稽內控的能力	C ₂₈ .系統執行效率	
C ₇ .輔導顧問的專業智能	C ₂₀ .系統彈性	C ₂₉ .系統技術架構	
C ₈ .輔導顧問的技術能力	C ₂₁ .系統符合需求	C ₃₀ .系統整合	
C ₉ .輔導顧問的專案管理能力	C ₂₂ .與其他系統的相容度	C ₃₁ .與舊有系統間的整合能力	
C ₁₀ .後勤支援能力			
C ₁₁ .供應商規模大小			
C ₁₂ .供應商研發能力			
C ₁₃ .供應商的財務能力			

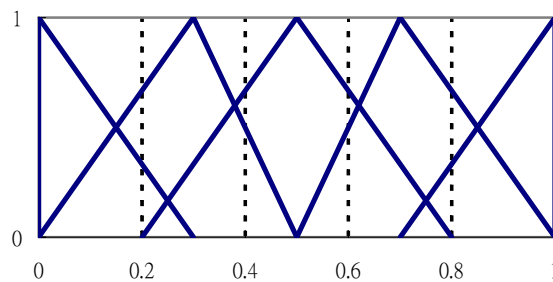
資料來源：本研究整理

2.2. 模糊多準則決策方法

由於外在環境的快速變遷與不確定性，加上評選準則不易量化，其目標決策環境評選分析過於複雜，傳統的評估數量方法，已經無法有效地解決企業 e 化的問題。自 Zadeh 教授於 1965 年提出模糊理論後，便被大量廣泛運用解決其不確定性與模糊替代方案、多決策者等複雜性問題。Zadeh 教授認為人類的主觀想法、推理與對周遭事物的感知，在本質上具有相當程度的模糊性，所以必須利用模糊的邏輯概念來描述事物的優劣等級，以彌補過去傳統集合論中，使用二值邏輯(Binary logic)來描述事物的缺點。而所謂模糊集合係指該集合元素屬於該集合的程度，用 0 與 1 之間的數值來表示其隸屬的程度。其模糊數(Fuzzy Numbers)為一正規化(Normality)且為凸集合(Convex Set)的模糊集合(1995)。本研究參考 Wang 與 Chang(1995)提出之多準則決策模式，提出 ERP 軟體供應商的評選法則，評選步驟如下：

Step1：決定「評選準則」重要性之語意變數模糊數

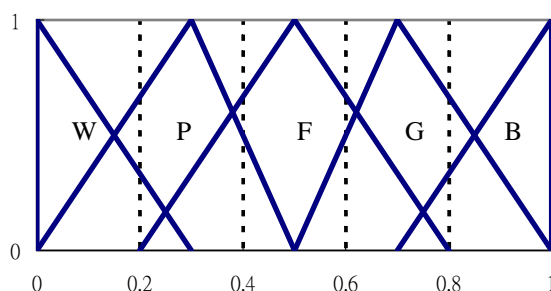
依據 Wang 與 Chang(1995)對「評選準則」重要性所提出之語意變數與模糊數間之關係，「非常不重要(VL)」對應之模糊數為(0,0,0,0.3)、「不重要(L)」對應之模糊數為(0,0.3,0.3,0.5)、「普通重要(M)」對應之模糊數為(0.2,0.5,0.5,0.8)、「重要(H)」對應之模糊數為(0.5,0.7, 0.7,1)、「非常重要(VH)」對應之模糊數為(0.7,1,1,1)。



圖一：「評選準則」重要性語意變數模糊數(Wang & Chang, 1995)

Step2：決定「評選供應商」之語意變數模糊數

參考 Wang 與 Chang(1995)所提出之語意變數模糊數，其中「很差(Worse)」對應之模糊數為(0,0,0,0.3)、「差(Poor)」對應之模糊數為(0,0.3,0.3,0.5)、「中等(Fair)」對應之模糊數為(0.2,0.5,0.5,0.8)、「好(Good)」對應之模糊數為(0.5,0.7,0.7,1)、「很好(Best)」對應之模糊數為(0.7,1,1,1)。



圖二：「評選準則」評比語意變數模糊數(Wang & Chang, 1995)

Step3：決定「評選準則」

針對文獻探討以及依據實務上之考量，決定所需之評選準則。

Step4：彙整全部 n 個決策者對權重之評比

$$\tilde{W}_t = \frac{1}{n} \sum_{e=1}^n \tilde{W}_t^e \tag{1}$$

W_t ：為全部 n 位決策者之準則權重平均值

$t = 1, 2, \dots, k$ k ：為全部評估準則數

Step 5：在準則 t 之下的第 i 個方案評比 R_{it}

$$\tilde{R}_{it} = \frac{1}{n} \sum_{e=1}^n \tilde{R}_{it}^e \tag{2}$$

\tilde{R}_{it} ：為全部 n 位決策者之評比

$i = 1, 2, \dots, m$ m ：廠商數

$t = 1, 2, \dots, k$ k ：準則數

Step 6：求出第 i 個候選廠商整體評比 F_i

$$\tilde{F}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k (\tilde{R}_{ij} \otimes \tilde{W}_j) \tag{3}$$

Step 7：解模糊化，即將模糊數轉換成一個明確值(crisp value)，排序後得到最後結果。

將求出之第 i 個方案整體評比值 F_i 解模糊化後排序得到評選最佳解。解模

糊化的方法甚多，較常被使用的有「重心法」、「最大隸屬度法」及「最大集合與最小集合法」等，其中以「最大集合與最小集合法」最被普遍採用。

本研究採用 Chen(1985)所提出之最大集合與最小集合法(Maximizing Set and Minimizing Set Method)來計算模糊數的總偏好值後，以此為解模糊化之方法。其作法如下：

定義最大化集合(Maximizing Set)：

$$M = \{(x, f_M(x)) \mid x \in R\} , \text{ 且}$$

$$f_M(x) = \begin{cases} (x - x_1)/(x_2 - x_1), & x_1 \leq x \leq x_2, \\ 0, & \end{cases} \quad (4)$$

定義最小化集合(Minimizing Set)：

$$G = \{(x, f_G(x)) \mid x \in R\} , \text{ 且}$$

$$f_G(x) = \begin{cases} (x - x_2)/(x_1 - x_2), & x_1 \leq x \leq x_2, \\ 0, & \end{cases} \quad (5)$$

再經由下列方式求得最樂觀與最悲觀效用。

右偏好值(最樂觀效用)(Right Utility)：

$$U_M(F_i) = \sup_x (f_{F_i}(x) \wedge f_M(x)) \quad (6)$$

左偏好值(最悲觀效用)(Left Utility)：

$$U_G(F_i) = \sup_x (f_{F_i}(x) \wedge f_G(x)) \quad (7)$$

最後經由下列方程式可計算出所有候選方案之總偏好值。

$$U_T(F_i) = [U_M(F_i) + 1 - U_G(F_i)] / 2 \quad (8)$$

再經排序後可得到各方案之模糊排序值 ranking order。

3. 實證分析

3.1. 研究對象

本研究首先將 ERP 系統評選之相關文獻加以整理，歸納出四大構面之評選

準則(35 個屬性)，製成問卷後，委由五位評估者(專家)進行填答後回收，其中包含了二位已使用 ERP 系統之公司的高階主管、二位 ERP 供應商之相關人員及一位 IT 資訊部門之高階主管。以模糊多準則決策理論之方法計算出各 ERP 評選準則的權重關係與候選廠商之評比，最後經由排序結果，找出最適的廠商。

3.2. 資料分析

Step1：決定「評選準則」重要性之語意變數與對應之模糊數

語意變數	非常重要(VH)	重要(H)	普通重要(M)	不重要(L)	非常不重要(VL)
對應之模糊數	(0.7, 1, 1, 1)	(0.5, 0.7, 0.7, 1)	(0.2, 0.5, 0.5, 0.8)	(0, 0.3, 0.3, 0.5)	(0, 0, 0, 0.3)

Step2：評選「ERP 軟體系統供應商」之語意變數與對應之模糊數

語意變數	很好(B)	好(G)	中等(F)	差(P)	很差(W)
對應之模糊數	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7, 0.7,1)	(0.2,0.5,0.5,0.8)	(0,0.3,0.3,0.5)	(0,0,0,0.3)

Step3：決定「評選準則」

本研究經由文獻探討，整理出企業資源規劃系統套裝軟體供應商四大評選準則及其屬性如表 1。

Step4：彙整全部 5 個評估者對權重之評比

依據回收之問卷，5 位評估者對 35 個準則權重評估結果如表 2。

依據方程式(1)將權重結果轉換成模糊數並彙整，例如就第一個評選準則「C₁：價格」而言，其平均權重計算方式如下：

$$\begin{aligned}
 w_1 &= \frac{1}{5} \otimes [(0.7,1,1,1) \oplus (0.5,0.7,0.7,1) \oplus (0.5,0.7,0.7,1) \oplus (0.5,0.7,0.7,1) \oplus (0.5,0.7,0.7,1)] \\
 &= \frac{1}{5} \otimes (2.7,3.8,3.8,5) \\
 &= (0.54,0.76,0.76,1)
 \end{aligned}$$

表 2 五位評估者對準則權重評估結果

評估者 評選準則	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
C ₁	VH	H	H	H	H
C ₂	H	H	M	H	H
C ₃	VH	VH	M	VH	VH
C ₄	VH	H	H	H	VH
C ₅	VH	VH	VH	H	VH
C ₆	VH	H	H	H	VH
C ₇	H	H	H	VH	VH
C ₈	VH	H	H	H	H
C ₉	H	H	VH	H	VH
C ₁₀	H	M	M	H	H
C ₁₁	H	M	M	H	M
C ₁₂	H	M	H	H	M
C ₁₃	H	M	H	H	M
C ₁₄	VH	L	M	VH	M
C ₁₅	H	M	H	H	VH
C ₁₆	VH	H	H	VH	VH
C ₁₇	VH	M	VH	H	H
C ₁₈	VH	M	H	H	VH
C ₁₉	VH	M	VH	H	H
C ₂₀	H	M	H	H	H
C ₂₁	H	H	H	VH	VH
C ₂₂	H	H	M	VH	H
C ₂₃	VH	H	L	H	M
C ₂₄	H	M	L	H	M
C ₂₅	H	VH	H	VH	H
C ₂₆	H	VH	H	H	H
C ₂₇	H	H	H	H	VH
C ₂₈	VH	H	H	VH	VH

茲將 5 位評估者對 35 個準則的平均權重模糊數彙整如下表：

表 3 準則權重模糊數

ERP 軟體供應商	ERP 系統功能	ERP 系統技術	其他評選準則
C ₁ : (0.54,0.76,0.76,1)	C ₁₄ : (0.36,0.66,0.66,0.82)	C ₂₃ : (0.38,0.64,0.64,0.86)	C ₃₂ : (0.44,0.66,0.66,0.96)
C ₂ : (0.44,0.66,0.66,0.96)	C ₁₅ : (0.48,0.72,0.72,0.96)	C ₂₄ : (0.28,0.54,0.54,0.82)	C ₃₃ : (0.38,0.62,0.62,0.92)
C ₃ : (0.6,0.9,0.9,0.96)	C ₁₆ : (0.62,0.88,0.88,1)	C ₂₅ : (0.58,0.82,0.82,1)	C ₃₄ : (0.54,0.76,0.76,1)
C ₄ : (0.58,0.82,0.82,1)	C ₁₇ : (0.52,0.78,0.78,0.96)	C ₂₆ : (0.54,0.76,0.76,1)	C ₃₅ : (0.66,0.94,0.94,1)
C ₅ : (0.66,0.94,0.94,1)	C ₁₈ : (0.52,0.78,0.78,0.96)	C ₂₇ : (0.54,0.76,0.76,1)	
C ₆ : (0.58,0.82,0.82,1)	C ₁₉ : (0.52,0.78,0.78,0.96)	C ₂₈ : (0.62,0.88,0.88,1)	
C ₇ : (0.58,0.82,0.82,1)	C ₂₀ : (0.44,0.66,0.66,0.96)	C ₂₉ : (0.5,0.7,0.7,1)	
C ₈ : (0.54,0.76,0.76,1)	C ₂₁ : (0.58,0.82,0.82,1)	C ₃₀ : (0.62,0.88,0.88,1)	
C ₉ : (0.58,0.82,0.82,1)	C ₂₂ : (0.48,0.72,0.72,0.96)	C ₃₁ : (0.52,0.78,0.78,0.96)	
C ₁₀ : (0.38,0.62,0.62,0.92)			
C ₁₁ : (0.32,0.58,0.58,0.88)			
C ₁₂ : (0.38,0.62,0.62,0.92)			
C ₁₃ : (0.38,0.62,0.62,0.92)			

Step5：在準則 t 之下的第 i 個方案評比

依據問卷之結果，5 位評估者在 35 個準則下，對 5 家 ERP 軟體供應商(SAP、Oracle、PeopleSoft、Baan、JD Edward，則以 A₁、A₂、A₃、A₄、A₅ 表示)進行評選之結果如下表：

表 4 候選廠商評選表

候選廠商	A ₁					A ₂					A ₃					A ₄					A ₅				
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
C ₁	B	B	G	B	B	G	B	G	W	P	F	G	B	F	G	G	G	B	G	G	B	F	G	F	G
C ₂	B	B	B	B	B	B	B	G	B	B	G	B	B	F	F	G	B	G	W	F	G	F	G	F	F
C ₃	B	B	B	G	B	B	B	B	B	G	B	G	B	G	F	G	B	G	F	F	G	G	B	G	F

C ₄	G	B	B	B	G	G	G	B	G	B	G	B	G	F	F	B	G	G	F	B	G	G	F	F	
C ₅	G	B	B	B	B	B	B	G	G	B	B	F	G	G	F	G	F	B	F	F	B	G	F	G	F
C ₆	G	B	B	G	G	B	B	B	F	G	B	B	F	F	F	G	B	G	B	F	G	B	G	F	F
C ₇	B	G	G	G	G	G	B	B	G	F	G	B	G	P	F	G	G	B	P	F	G	G	G	P	F
C ₈	B	B	B	G	B	B	G	B	F	B	B	B	G	F	G	G	B	G	F	G	B	G	G	F	G
C ₉	G	B	G	G	B	G	G	B	B	B	G	G	F	F	G	G	F	G	F	G	G	G	F	F	G
C ₁₀	B	G	G	B	B	B	B	G	B	B	G	B	G	P	P	B	G	F	P	P	G	G	B	P	P
C ₁₁	B	B	B	B	B	B	G	B	B	B	G	B	G	F	F	G	G	F	F	F	F	B	G	F	F
C ₁₂	G	B	B	B	G	B	B	G	B	B	G	B	G	G	F	G	B	G	G	F	G	G	G	G	F
C ₁₃	B	B	B	G	B	G	B	B	B	B	B	G	G	F	B	G	G	G	G	B	G	G	F	F	B
C ₁₄	B	B	G	F	B	G	B	G	F	G	G	G	B	F	W	F	B	G	F	W	G	G	F	F	W
C ₁₅	B	B	B	G	B	B	B	G	B	B	B	G	G	G	G	B	B	B	G	G	G	B	G	G	G
C ₁₆	B	G	G	G	G	G	B	B	B	G	G	G	B	G	G	G	B	G	G	F	B	G	G	G	G
C ₁₇	G	B	G	G	B	B	G	B	B	B	B	G	B	G	G	B	F	G	G	G	G	F	G	G	G
C ₁₈	B	B	G	G	B	G	B	G	B	B	B	G	G	F	F	F	G	G	F	F	F	G	G	F	F
C ₁₉	B	B	B	B	G	B	G	B	G	G	G	B	F	G	G	F	G	G	G	G	G	F	F	G	G
C ₂₀	G	G	B	G	B	G	B	B	B	B	G	B	G	G	B	B	F	G	G	B	F	G	G	G	B
C ₂₁	B	B	B	B	B	G	B	B	B	B	F	G	B	G	F	G	G	G	G	F	G	F	G	G	F
C ₂₂	B	G	G	B	B	B	B	B	F	G	G	G	B	F	F	F	G	B	F	F	G	G	F	F	F
C ₂₃	G	B	B	B	B	B	B	B	B	B	G	B	G	G	B	B	G	B	G	B	B	G	B	G	B
C ₂₄	G	B	G	G	B	B	B	G	G	G	G	F	G	F	G	G	G	F	F	G	B	G	G	F	G
C ₂₅	B	G	F	B	B	G	B	B	G	B	B	G	F	G	F	G	B	G	G	F	F	G	G	G	F
C ₂₆	G	B	B	B	B	G	F	G	B	B	F	G	G	F	F	B	G	G	F	F	G	F	G	F	F
C ₂₇	B	G	B	G	B	G	B	G	B	B	B	G	F	F	G	F	G	B	F	G	B	G	F	F	G
C ₂₈	B	G	B	B	B	G	B	B	B	B	F	G	G	G	G	G	F	G	G	G	G	F	G	G	G
C ₂₉	B	G	B	B	G	G	B	B	B	B	G	G	B	G	G	G	B	G	G	G	B	G	G	G	G
C ₃₀	B	B	B	G	B	B	B	G	B	B	G	B	F	F	B	G	F	G	F	B	B	G	B	F	B
C ₃₁	G	F	B	G	G	B	B	G	B	G	B	G	G	F	G	G	B	G	F	G	F	G	B	F	G
C ₃₂	G	B	B	P	B	G	B	G	W	P	G	B	F	F	G	B	G	F	F	G	G	F	G	F	G
C ₃₃	B	G	F	B	P	B	G	G	F	P	G	B	G	G	G	G	F	G	G	G	G	G	F	G	G
C ₃₄	B	B	B	B	B	G	B	B	B	B	B	G	B	G	G	G	B	G	F	G	G	G	B	G	G
C ₃₅	B	B	B	G	B	B	G	B	B	B	B	G	B	G	G	G	B	G	G	F	G	G	B	G	G

根據方程式(2)，可以求出 $R_{11} = \frac{1}{5} \otimes (B \oplus B \oplus G \oplus B \oplus B)$ ，轉換成模糊數運算表示成 $R_{11} = \frac{1}{5} [(0.7,1,1,1) \oplus (0.7,1,1,1) \oplus (0.5,0.7,0.7,1) \oplus (0.7,1,1,1) \oplus (0.7,1,1,1)]$

$$= \frac{1}{5}[(0.7 + 0.7 + 0.5 + 0.7 + 0.7), (1 + 1 + 0.7 + 1 + 1), (1 + 1 + 0.7 + 1 + 1), (1 + 1 + 1 + 1 + 1)]$$

$$= (0.66, 0.94, 0.94, 1)$$

Step 6 : 求出第 i 個候選廠商整體評比 F_i

以 A_1 這家廠商為例，5 位評估者所評選之語意變數轉換成模糊數之值如下表：

表 5 五位評估者對 A_1 之評比整理

A_1						
評 選 者 準 則	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	R_{it}
C_1	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C_2	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)
C_3	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C_4	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.62,0.88,0.88,1)
C_5	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C_6	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.58,0.82,0.82,1)
C_7	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.54,0.76,0.76,1)
C_8	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C_9	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.58,0.82,0.82,1)
C_{10}	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.62,0.88,0.88,1)
C_{11}	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)
C_{12}	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.62,0.88,0.88,1)
C_{13}	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C_{14}	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.2,0.5,0.5,0.8)	(0.7,1,1,1)	(0.56,0.84,0.84,0.96)
C_{15}	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C_{16}	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.54,0.76,0.76,1)
C_{17}	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.58,0.82,0.82,1)
C_{18}	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.62,0.88,0.88,1)
C_{19}	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C_{20}	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.58,0.82,0.82,1)
C_{21}	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)
C_{22}	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.62,0.88,0.88,1)
C_{23}	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)

C ₂₄	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.58,0.82,0.82,1)
C ₂₅	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.2,0.5,0.5,0.8)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.56,0.84,0.84,0.96)
C ₂₆	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C ₂₇	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.62,0.88,0.88,1)
C ₂₈	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C ₂₉	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.62,0.88,0.88,1)
C ₃₀	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)
C ₃₁	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.2,0.5,0.5,0.8)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.48,0.72,0.72,0.96)
C ₃₂	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0,0.3,0.3,0.5)	(0.7,1,1,1)	(0.52,0.8,0.8,0.9)
C ₃₃	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.2,0.5,0.5,0.8)	(0.7,1,1,1)	(0,0.3,0.3,0.5)	(0.42,0.7,0.7,0.86)
C ₃₄	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)
C ₃₅	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.7,1,1,1)	(0.5,0.7,0.7,1)	(0.7,1,1,1)	(0.66,0.94,0.94,1)

依據方程式(3)，求取 A₁ 這家候選廠商的整體評比做法如下：

$$\tilde{F}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k (\tilde{R}_{ij} \otimes \tilde{W}_j)$$

$$F_{A_1} = \frac{1}{35} \left[(0.3564, 0.7144, 0.7144, 1) \oplus (0.3080, 0.6600, 0.6600, 0.9600) \oplus (0.3960, 0.8460, 0.8460, 0.9600) \right. \\ \left. \oplus (0.3596, 0.7216, 0.7216, 1) \oplus (0.4356, 0.8836, 0.8836, 1) \oplus \dots \oplus (0.4356, 0.8836, 0.8836, 1) \right]$$

$$= \frac{1}{35} \otimes (10.9324, 23.27, 23.27, 33.324) = (0.3124, 0.6649, 0.6649, 0.9521)$$

Step 7：解模糊化即將模糊數轉換成一個明確值(crisp value)，排序後得到最後結果

本研究採用最大集合與最小集合法來計算模糊數的總偏好值後，以此為解模糊化之方法，依據方程式(4)、(5)、(6)、(7)、(8)求得之右偏好值(U_m)、左偏好值(U_g)、各候選廠商之總偏好值(U_t)及排序結果如下表。因此可得知，候選廠商得分總偏好值依序為 A₁ > A₂ > A₃ > A₄ > A₅，以 A₁ 為 ERP 系統軟體供應商之最優先考量對象。

表 6 候選廠商總偏好值及評比排序

候選廠商					U _m	U _g	U _t	Rank
A ₁	0.3124	0.6649	0.6649	0.9521	0.7188	0.5886	0.5651	1
A ₂	0.3032	0.6502	0.6502	0.9380	0.7046	0.6001	0.5522	2
A ₃	0.2341	0.5352	0.5352	0.9028	0.6217	0.6934	0.4641	3
A ₄	0.2255	0.5180	0.5180	0.8961	0.6098	0.7076	0.4511	4
A ₅	0.2178	0.5058	0.5058	0.8943	0.6025	0.7183	0.4421	5

4. 結論與建議

由以上的實證資料分析，本研究獲得以下之結論：

- 一 進行多準則評估或群組決策時，模糊理論可提供一套客觀的系統化評選方法，當我們無法以傳統數學來解決模糊現象和模糊問題時，可藉由模糊數、模糊集合和解模糊化的過程求得最佳解，以減少傳統經驗法則中過度仰賴個人主觀認知的缺點，並達成群組決策一致性的共識。
- 二 由實證案例得知，「完整性的服務」、「導入經驗」、「系統整合」、「系統執行效率」及「操作的簡易度」，這五項準則為企業評選 ERP 供應商時最重要的考慮因素。過去企業在考量購買成本之下，往往將「價格」列為評選時之最重要因素，但由本研究得知，在 5 位評選者的評比之下，「價格」所佔的權重都不是最高，評選者所重視的是 ERP 軟體廠商在將系統導入企業時相關經驗是否足夠，有經驗的軟體廠商在導入的階段，能夠考量的較綿密與周詳。其次就是 ERP 系統的操作、執行效率及新舊系統之間的整合也是相當關鍵的因素，因為在瞬息萬變的商業環境中，走在同業的前面，就多一份商機。在消費者意識抬頭的今天，「完善的售後服務」對於購買 ERP 系統軟體的企業而言，是系統運作過程中強而有利的保證。
- 三 經由專家評選後，A₁、A₂、A₃、A₄ 及 A₅ 這五家 ERP 軟體供應商中，以 A₁ 為最優先考量之對象。

參考文獻

- [1] Butler, J. (1999), "Risk Management Skills Needed in a Packaged Software Environment", *Information System Management*, 16(3), 15-20.
- [2] Chen, S. H. (1985), "Ranking Fuzzy Numbers with Maximizing Set and Minimizing Set", *Fuzzy Sets and Systems*, 17, 113-130.
- [3] Ellram, L. M. (1990), "The Supplier Selection Decision in Strategic Partnership," *Journal of Purchasing and materials Management*, 26(4), 8-14.
- [4] Glazer, J. (1999), "A Focused Method for Vendor Selector", *Automatic I. D. News*. 15(2), 33-34.
- [5] Holland, C. P. and B. Light (1999), "A Critical Success Factors Model for ERP Implementation", *IEEE Software*, 16(3), 30-36.
- [6] Illa, X. B., X. Franch and J. A. Pastor (2000), "Formalising ERP Selection Criteria", *IEEE Computer Society*, 115-122.
- [7] Jones, L. J. and J. W. Finan (2000), "Decision Model : Selecting the Best Strategy for Implementing a Corporate Wide Enterprise Resource Planning System", *For Educational Purposes Only*, 1-23.
- [8] Keen, P. G. W. (1998), "Instead of the perfect product, How about the perfect supplier", *Computer world*, 32(37), 64.

- [9] Klir, G. J. and B. Yuan (1995), "Fuzzy Sets and Fuzzy Logic : Theory applications", *Pearson Education gion. POD*,.
- [10] Langenwalter, G. A. (2000), "Enterprise Resources Planning and Beyond Integrating Your Entire Organization", *CRC/APICS Press. New York*.
- [11] Patton, W. E. (1996), "Use of Human Judgment Models in Industrial Buyers' Vendor Selection Decisions", *Industrial Marketing Management*, 25, 135-149.
- [12] Richardson, B. (1996), "Five (not so) Easy Pieces", *Manufacturing System*, 14(1), 12.
- [13] Smytka, D. K. and M. W. Clemens (1993), "Total Cost Supplier Selection Model, A Case Study", *Informational Journal of Purchasing and Materials Management*, 29(1), 42-49.
- [14] Wang, M. J. J. and T. C. Chang (1995), "Tool Steel Materials Selection Under Fuzzy Environment", *Fuzzy Sets and Systems*, 72, 263-270.