

供應商評估模式建構之新概念 - SEM與RST之結合

齊德彰

中國文化大學會計學系

洪敘峰

國立政治大學企業管理學系

摘要

本研究之目的為建立一個供應商評估模式，藉以提升組織之能力與競爭力，並應用此模式解決供應商評選實務問題。首先，在整理14篇重要的歷史文獻後，挑選出5項最重要的供應商評選準則。之後，共1245家供應商之評估資料回收並進行結構方程模式(structural equation modeling, SEM)分析驗證，再利用約略集合理論(rough set theory, RST)建構供應商評估模式。模式建立過程中，先進行變數縮減、規則類化與簡化的步驟，再藉由所產生之決策規則建構規則基礎的供應商評估模式。而所建立之評估模式與決策規則，未來即可作為協助採購人員或管理者執行相關的供應商選擇政策之基礎。

關鍵字： 供應商評估模式、SEM、RST

A New Concept of Supplier Evaluation Model Building – Combining SEM and RST

Der-Jang Chi

Department of Accounting, Chinese Culture University

Hsu-Feng Hung

Department of Business Administration, National ChengChi University

Abstract

The purpose of this study is to build a model for supplier selection to improve organizational capability and competitiveness, and apply the model to solve the practical problems of supplier selection. First, this paper reviewed fourteen important literatures and selected five important evaluation attributes. After 1,245 suppliers' evaluation data were collected, we use structural equation modeling (SEM) to verify the data and apply rough set theory (RST) to establish the supplier evaluation model. After the procedure of attributes reduction, rules generalization and shortening, the decision-making rules set are created by the rule-based supplier evaluation model. In the future, the model and rules may assist procurement personnel or manager who is responsible for supplier selection to execute relevant policies.

Key words: Supplier Evaluation Model, SEM, RST

壹、緒論

供應鏈管理(supply chain management, SCM)於近20年中，在學術界中所獲得的重視與日俱增，因此也發展出許多重要且不可或缺之知識與理論。而SCM於近幾年之普遍發展，可從不斷增加的參與學者、學術發表、研討會、專業發展計劃與學校課程中獲得驗證。參與研究者開始不斷地調整修正或創造出各式各樣的技術與科技，來協助供應鏈管理的執行，並提升其企業之執行績效。不論是私有或公開上市之企業皆逐漸認同優良的SCM能幫助他們的組織邁向成功之路(Cousins et al. 2006)。SCM中許多知識可被清楚地細分為各種企業功能領域，如採購、運籌管理、資訊科技與行銷，因此其範圍是非常廣泛的(Burgess et al. 2006)。

資訊科技技術之使用在SCM中扮演著不可或缺之角色。且其能應用之範圍非常廣泛，可應用於供應商知識系統之建立 (Choy et al. 2005; Humphreys et al. 2002)、供應鏈內外部整合(Tessarolo 2007)、供應商關係管理(Wu & Shen 2006)、供應商選擇(Choi & Chang 2006)等議題，甚至可將供應商管理、供應商選擇及採購策略利用資訊科技系統整合(Lee et al. 2001)，使企業之整體功能更為完整且得以整合。

其中，供應商知識系統之相關研究中指出，良好的顧客與供應商關係，在組織回應動態與不可預期的環境中扮演重要的角色，如果關係過於緊密限制，則會缺乏彈性，若關係過為疏遠，則風險將會提升(Choy et al. 2005)。因此，若供應鏈中之合作廠商，彼此間擁有適當且良好的互動，就愈能發揮整體供應鏈績效。傳統供應鏈由較少數，且較為固定的合作廠商所組成，且為增進上、下游廠商的作業彈性，使相關產業傾向聚集，形成產業聚落，而使候選供應商的範圍較小。同時，供應商的評選作業也比較容易進行實地訪查，評估結果之可靠度較高。然而在全球化電子商務環境下，一般企業進入國際市場的門檻降低，隨著全球化市場的擴大以及顧客偏好的差異，企業必須改變供應商評選的模式，以適應新的競爭環境。

供應商評選為建立供應鏈的關鍵問題之一，然影響供應商選擇之因素繁多，且供應商評選也是一個複雜且多面向的過程，企業人員通常無法直接作出決策，必須建立系統化的模式，以及採用有效之決策工具方能作出正確選擇。以往在供應商評選的研究中(Verma & Pullman 1998; Jayaraman et al. 1999; Handfield et al. 2002; Chan 2003; Moller & Torronen 2003; Kauffman & Popkowski Leszczyc 2005; Andrabi et al. 2006)，會使用許多數量方法以輔助評選流程公正客觀地進行，並使最後之判斷結果作為決策依據。而在洪敘峰(2008)的研究中提供完整的供應商評估模式建立流程，以系統性的觀點整合多種資料處理方法，使最後的供應商評估模式得以準確的被應用。

然而，在上述歷史文獻中，雖以各種方法建立供應商評估模式，並常與傳統多變量統計方法進行比較，卻缺乏資料驗證與指標適合性的檢定。使模式比較基礎建立在一筆未經檢驗的資料型態上，其比較結果就較不具說服力，亦難以應用於實務上。因此，本研究提出之立論基礎，是建立於利用結構方程模式(structural equation modeling, SEM)

對於衡量指標與潛伏因素的適合性檢定功能，即驗證性因素分析(confirmatory factor analysis, CFA)模式，檢驗所選擇之衡量指標是否皆屬於同一潛伏因素，使模式間的比較確立於適合的衡量指標與資料型態上。

據此，本研究之主要目的為，以多樣有效的分析工具及方法進行結合應用，發展出一套供應商選擇之新決策模式。讓企業在設計與組織供應鏈時，能快速、精確地尋找到最合適的供應商夥伴。藉由供應商評估模式之發展與建立，可使企業藉由評估模式之輸出結果進而輔助決策制定之執行，提升決策判斷之準確度與效能。而內文中之第二部分即針對SCM、供應商選擇與約略集合理論(rough set theory, RST)等研究相關內容進行文獻探討。第三部分為敘述研究方法、流程與資料來源。第四部分將詳細陳述分析內容與結果。第五部分針對分析結果進行實務、理論上之探討與提出建議。茲將研究流程圖表示如圖1。

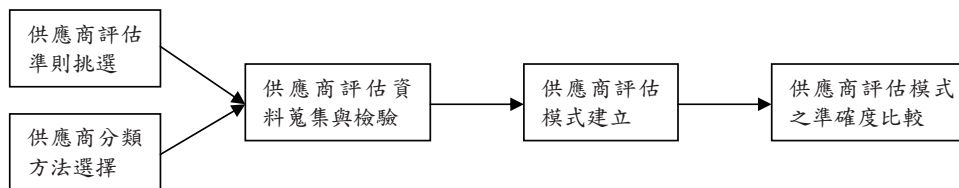


圖1：研究流程圖

貳、文獻回顧

一、供應鏈的意義及相關內容

研究SCM趨勢之相關文獻指出(Storey et al. 2006)，SCM已從過往的競爭型態轉變為協同合作之運作模式，而使得供應商評估選擇的應用工具亦如雨後春筍般蓬勃發展，意圖使合作供應商之管理能更有效率與效能。為達此目的，SCM之整合與供應商之夥伴關係培養，就顯得格外重要。而供應鏈之實際執行，若欲使其相關績效如成本、品質、彈性與交貨績效具有較優越的水準，則需要企業內部跨功能整合，與供應商、客戶之外部整合(Kim 2006)。

供應鏈之外部整合發展不但能大幅提升產品時程績效，且當內部整合能使企業內部功能團隊成員與外部顧客、供應商互相連結，對產品願景有共同認知時，其產品發展之時程績效會獲得更明顯之提升(Tessarolo 2007)。而Quayle (2003)在其探討英國中小企業之研究中證實，有效的供應鏈管理對於中小企業之經營績效會產生正面影響，並分析出其中之重要因素。Arend (2006)亦在其關於中小企業之研究結論指出，中小企業應該與供應商採取聯盟式的供應鏈管理策略，以提升營運績效及增加競爭力，並說明中小企業採取供應鏈聯盟策略會有許多正面效益。

企業經營管理技術的提昇，產生了許多新的管理概念及做法，其中以供應鏈管理對採購的影響最大；而供應商選擇又會直接影響供應鏈管理中的採購決策(Wu & Shen

2006)。因此，瞭解供應鏈管理的目的和做法之後企業才能設定採購管理之目標。另外，供應商選擇也會對供應鏈管理中的庫存或交貨績效控制造成影響(Basnet & Leung 2005; Kawtummachai & Hop 2005)，而在Basnet et al. (2003)的研究結果中也證實，不論是本地企業或國際企業皆普遍認為品質、交貨績效等是供應鏈管理中最重要部份之一。但Korneliussen & Grønhaug (2003)的研究亦指出，不同供應鏈階層的廠商，對於重視的交貨品質項目，會產生顯著差異。因此，若欲建構具通用性之評估模式，應廣泛調查各種不同類別或供應鏈階層之廠商，所得之結論方能較具一般性。

供應商之評選方式繁多，且所使用之資訊科技技術與數量方法之種類皆不同，但以傳統統計方法為多。其中，使用RST作為分類模型之研究則相當缺乏，而使用結構方程模式與之結合的文獻更為鳳毛麟角。但考量結構方程模式可將樣本資料與建構模式間之配適度作嚴格的檢測，使模式之結構更完整而可靠，且RST於許多領域皆有非常良好的表現。據此，本研究擬以SEM與RST作為建構供應商選擇模式的基本分析方法。

二、供應商評估準則

在供應商選擇的評估準則方面，通常需要考慮一些定量因素，和一些定性的因素。本研究參考不同時期學者所研究整理的供應商評選準則(Dickson 1966; Cusumano & Takeishi 1991; Weber et al. 1991; Weber & Current 1993; Chaudhry et al. 1993; Swift 1995; Choi & Hartley 1996; Jayaraman et al. 1999; Lee et al. 2001; Muralidharan et al. 2001、2002; Prahinski & Benton 2004; Kreng & Wang 2005; Pi & Low 2005; Chang et al. 2007)，比較各時期對供應商評選準則重要性之演變，以瞭解供應商評選準則選取的方式，及評選準則模式如何架構建立。

供應商選擇為採購人員的一項重要工作，因為適合的供應商，不但可以使企業獲得價格較低的產品，且交貨期及貨品數量準確、品質穩定。若供應商能密切配合，則對於企業的營運有絕對正向的幫助，而在14篇供應商評估之相關歷史文獻中，重要的供應商評估準則整理如表1。

由列表可知，14篇歷史文獻中採購人員或廠商在選擇供應商時，最常考量之前三名項目分別為品質(12/14)、價格(11/14)與交貨績效(10/14)。且由Weber et al. (1991)之研究整理可知，若以Dickson (1966)所發展之23項供應商評估指標作為基礎，則1991年以前之74篇相關文獻中，最多成為參考指標的前三名分別為價格、交貨與品質，其結果亦符合本研究之文獻統計結果。邱城英等人 (2007)利用層級分析法分析評選綠色供應商之重要因素中，亦採用成本、品質、交貨績效與服務績效為供應鏈相關之重要評估準則，分析結果亦支持此4項準則為權重相對重要的前4名重要考量因素。因此，考量現今競爭環境注重客戶回應與動態調整，故現今研究多加入客戶服務與(7/14)與彈性配合(4/14)等兩項評量指標，作為供應商評選之考量屬性(Choi & Hartley 1996; Lee et al. 2001; Muralidharan et al. 2002; Pi & Low 2005; Prahinski & Benton 2004; Chang et al. 2007)。據此，本研究將所挑選之各屬性定義整理如下：

(一)品質(quality)：係指供應商所提供之貨品品質。

(二)價格(price)：係指企業與供應商購買貨品所付出之成本。

(三)交貨績效(delivery performance)：係指供應商交貨期準確度。

(四)客戶服務(service)：係指供應商所提供之售後服務與支援。

(五)彈性配合(flexibility)：係指供應商能配合企業變更生產計劃之能力。

綜合上述文獻中學者之研究與論點，本研究將採用品質、成本、交貨、客戶服務及彈性配合等五項指標作為發展供應商選擇模式之準則變項。

表1：本研究彙整之14篇供應商評估準則文獻

作者名稱	年 代	評估項目
Dickson	1966	品質、成本、交貨、歷史績效、所有權政策、生產設備與產能、技術能力、財務定位、程序承諾、溝通系統、產業定位與名聲、渴望業務、管理與組織、作業控制、維修服務、態度、形象、包裝能力、勞工關係記錄、地理位置、過去業務數量、訓練支援、交互協調
Cusumano and Takeishi	1991	財務、價格、品質、交貨、技術能力、過去的業務關係
Weber and Current	1993	價格、交貨可靠度、產品品質
Chaudhry et al.	1993	品質、交貨能力限度、價格回饋
Swift	1995	產品、可用性、可信任程度、經驗、價格
Choi and Hartley	1996	財務、一貫性、關係、彈性、技術能力、服務、可靠性、價格
Jayaraman et al.	1999	品質、產品本質、前置時間、倉儲能力限制
Lee et al.	2001	成本、品質、交貨、服務
Muralidharan et al.	2001	品質、技術能力、交貨
Muralidharan et al.	2002	品質政策、交期、價格、專業技術能力、財務狀況、過去績效、設備、彈性、服務
Prahinski and Benton	2004	品質、交貨績效、價格、回應需求變更能力、支援服務
Kreng and Wang	2005	成本、品質、交貨可靠度、前置時間、準時交貨
Pi and Low	2005	品質、準時交貨、價格、服務
Chang et al.	2007	研發能力、成本、品質、服務、回應

三、供應商分類方法與評估模式

在Weber et al. (1991)之74篇歷史文獻探討中，有關於量化供應商選擇之評估方法共可統計為三大類，分別為線性權重模式、數量規劃模式與統計機率方法。其中，線性權重模式是最常使用之評估模式，而統計機率模式是較少被使用的。本研究所提出之決策規則基礎分類模式則是從未被討論過。

然而，隨著研究方法與工具之持續發展，許多相關之研究方法也開始在供應商評估模式裡應用，如Chan (2003)結合層級分析法(Analytic Hieraychy Process, AHP)、互動選擇模式(Interactive Selection Models, ISM)與互動鏈(Chain of Interaction, COI)建構供應商選擇模式。而Verma & Pullman (1998)則是運用離散選擇分析法(Discrete Choice Analysis, DCA)瞭解供應商選擇人員之行為。Moller & Torronen (2003)則是以資本基礎分析法來衡量供應

商之潛在價值，作為選擇結果之基準。顯見傳統的分析方法已無法滿足學術發展或實務上的應用，新分類模式之應用與建立逐漸的被重視與討論。

以統計機率理論作為選擇模式建構的文獻仍然為其中少數，早期只有Hinkle et al. (1969)使用集群分析法作為評估供應商類別之應用，或Soukup (1987)使用機率論修正線性權重方法，以改善準則權重之衡量。歷史文獻中極缺乏直接使用統計機率模式來進行供應商選擇模式之建構，實為值得研究者進行探索發展的一塊領域。

以統計機率模式作為供應商分類方法不只一種，本研究將採用複鑑別分析以代表之，與RST模式進行分類比較，藉以探討此兩種研究工具在分類議題上的準確程度。主要之理由為，複鑑別分析為傳統統計方法中邏輯斯迴歸模式之重要分類迴歸模型，而RST為藉由決策規則集合之建立以作為分類模式基礎，透過兩者之比較，可以獲知是否RST之應用與發展，可以擴及至供應商選擇與評估之議題，而較傳統統計機率模式更具效能。若決策規則分類模式能有效的處理供應商分類議題，則將對相關領域之應用都能產生重要的影響。以下將分別介紹複鑑別分析與RST之相關理論內容。

（一）複鑑別分析與正典鑑別函數

複鑑別分析(multiple discriminate analysis, MDA)係指探討分類性的反應變數對多個分析性解釋變數之統計分析模式；而其概念為在所有資料個體皆已知歸屬於特定群體下，求取最能將這些資料個體正確地鑑別歸類的函數。同時，藉由該鑑別函數(discriminant function)作為鑑別準則，亦可將新的資料個體進行歸類工作，而鑑別函數亦可稱為鑑別軸(discriminant axis)。

鑑別函數可在不同的樣本資料下進行分析測試，當各群資料服從於常態且共變異矩陣相等時，則可採用線性函數鑑別法(linear discriminant function rule)。當各群資料服從常態但共變異數矩陣不等時，則可採用事後機率鑑別法進行分析。而當各群資料不服從於常態時，則可採用Fisher線性鑑別函數分析或稱為正典鑑別分析(canonical discriminant analysis, CANDISC)，而需要取多少Fisher線性鑑別函數或正典鑑別函數作為模式建構之用，則可利用相關的檢定統計量來判斷。

所謂CANDISC，係指運用Fisher法及正典相關分析的原理，建構正典鑑別函數(canonical discriminant function)之統計方法。而個別解釋變數的顯著性可由鑑別力(Discriminant Power)檢定得知，至於解釋變數對預測歸類之影響，則須視正典鑑別係數(canonical discriminant coefficient)而定，正典鑑別係數又稱為聯合組內標準化正典係數(pooled within-class standardized canonical coefficient)。

而估計模式的預測歸類準確度之方法有許多，其中本研究將採用取出估計法(holdout method)。此法係將所有樣本的資料個體區分為兩部分，一部分稱為建立函數的資料(construction data)，另一部分則是用來評估所建立函數的驗證資料(validation data)。藉由模式函數之建立，來測試驗證資料之分類準確度，可得知該建立函數模式之運作效能能否達到預期要求，進而判別模式是否可用。此外，本研究將利用正典鑑別函數進行準則

變數之縮減，並觀察其是否能在分類模式中扮演縮減分析資訊及提升模式效能之角色。

(二) 約略集合論

決策分析是由一個具有許多觀察個體(objects)的資訊系統(information system)中產生，資訊系統是由個體與特徵變項(attributes)所組成的一組數值資料集。而個體在各個特徵變項中所具有的數值稱為觀察值或描述值(descriptor)，特徵變項亦可分為條件屬性(condition attributes)與決策屬性(decision attributes)，最後，具有以上條件之資訊系統可稱為決策表(decision table) (Pawlak & Slowinski 1994)。藉由決策表的產生，配合RST方法之運算，即可找出決策規則(decision rules)，並且將資料進行分類，以達到將不確定資料集分類之目的。

若定義資訊系統之集合為 $S = (U, A)$ ，當 $U = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 為一有限的觀察個體集合，且 A 為特徵變項之集合($a \in A$)， V_a 表示個體屬性之值域 (Walczak & Massart 1999)。任何一個在 A 內的子集 B ，若會使個體具有難以辨識關聯(indiscernibility relation)，則稱此 U 內的集合為 $I(B)$ ；此代表若有兩組集合元素 $(x, y) \in I(B)$ ，若且惟若 $a(x) = a(y)$ ，則可稱 x 和 y 兩集合元素在 B 屬性下是難以變識的(B -indiscernible) (Pawlak 2001)。

RST之運算建構在兩個基本集合上，將其命名為下界近似集合(lower approximation sets)與上界近似集合(upper approximation sets)。下界近似集合表示集合內各元素皆毫無疑問屬於該集合，而上界近似集合表示集合內之元素有可能屬於該集合 (Walczak & Massart 1999)。設有一資訊系統 $S = (U, A)$ ， $X \subseteq U$ 且 $B \subseteq A$ ，如此便可定義在難以分辨之屬性 B 中，下界近似集合為 $B_*(X)$ ，而上界近似集合則可表示為 $B^*(X)$ ，兩者之集合可分別表達如式(1)與式(2) (Pawlak 2001)。

$$B_*(X) = \bigcup \{X \in U \mid B(X) \subseteq X\} \quad (1)$$

$$B^*(X) = \bigcup \{X \in U \mid B(X) \cap X \neq \emptyset\} \quad (2)$$

而上界近似集合與下界近似集合之差為邊界集合(boundary sets)，此邊界區域即為約略集合(rough sets)，可表達如式(3)。

$$BN_B(X) = B^*(X) - B_*(X) \quad (3)$$

根據以上敘述，當集合 X 之屬性為 $B \subseteq A$ ，則可定義此集合之準確度 $\mu_B(X)$ 如式(4)。而 $\text{card}(B_*(X))$ 表 $B_*(X)$ 中含有之元素基數(cardinality)， $\text{card}(B^*(X))$ 表 $B^*(X)$ 中含有之元素基數。其中 $0 \leq \mu_B(X) \leq 1$ 。

$$\mu_B(X) = \text{card}(B_*(X)) / \text{card}(B^*(X)) \quad (4)$$

在RST中，另一個值得注意的運算技巧，則是找出多餘(superfluous)的屬性。若 $\text{IND}(A) = \text{IND}(A - a_i)$ ，則屬性 a_i 稱為多餘屬性；否則 a_i 為 A 中不可或缺的(indispensable)

屬性 (Walczak & Massart 1999)。因此，研究者可藉由找出多餘的屬性，使研究變數得以縮減，並使分析效能提升；在RST中，此步驟可分為兩基本部分，即找出縮減屬性(attributes reduction)與核心屬性(core attributes)。而此部分之運算可藉由辨識矩陣(discernibility matrix)來加以判別，以布林運算(Boolean algorithm)求取出縮減屬性與核心屬性。

決策規則(decision rules)是最終RST所欲求解出之結果，其可幫助RST在龐大的資料系統中，準確地將資料分類。因此，決策規則之求取即成為RST分類模型最重要的一部分。設有一方程式 F 或 (B) ，建立在特徵值 (a, v) 之基礎上，當 $a \in B$ 且 $v \in Va$ ，該方程式並以「且(and)、或(or)、非(not)」為標準之表示方法 (Pawlak 2001)。則資訊系統裡可建立一個決策表(decision table)，其屬性 $A = C \cup D$ 且 $C \cap D = \emptyset$ ， C 表示條件屬性， D 表示決策屬性。資訊系統此時可表示為 $S = (U, C \cup D, V, f_a)$ ， f_a 表示在方程式 F 中，屬性 a 之值 (Pawlak & Slowinski 1994)。

當屬性 a_i 屬於條件屬性 C 時，若加入此屬性並無法對 D 之下界近似集合產生影響，則 a_i 為決策多餘屬性(D-superfluous attributes)，表示如式(5)。否則， a_i 為不可獲缺決策屬性(D-indispensable attributes)。

$$POS_C(D) = POS_{(C - a_i)}(D) \quad (5)$$

在屬性集合 A 中，不可或缺決策屬性 $IND(D)$ 之集合，稱之為核心決策屬性(D-core attributes)。而 $IND(D)$ 於條件屬性中之最小子集合，則稱為縮減決策屬性(D-reductions attributes)。分析決策表之主要步驟可整理如下 (Walczak & Massart 1999)：

1. 於決策集合空間(D -space)中建構基礎集合(elementary sets)，
2. 於決策基礎集合中運算出上界與下界近似集合，
3. 於屬性 A 中找出核心決策屬性與縮減決策屬性，
4. 於屬性 A 之屬性值中，找出核心決策屬性與縮減決策屬性。

決策規則可從決策表之運算中求取出來，當 X_i ($i = 1, \dots, k$)為條件屬性之基礎集合(C -elementary sets)， Y_j ($j = 1, \dots, n$)為決策屬性之基礎集合(D -elementary sets)。則 $Desc(X_i) \Rightarrow Desc(Y_j)$ 可稱之為 (C, D) 之決策規則，此規則亦可以「如果(if)...則(then)...」來表達條件屬性分類與決策屬性分類之關係，而其決策規則可用式(6)來表示。

$$\{r_{ij}\} = \{ Desc(X_i) \Rightarrow Desc(Y_j) \mid X_i \cap Y_j \neq \emptyset, i = 1, \dots, k \} \quad (6)$$

規則 r_{ij} 定義在若且惟若 $X_i \subseteq Y_j$ 之條件下，但並非每筆資料皆可被決策規則所分類；且決策規則並非每一條皆符合研究者之需求，有時適當地選擇決策規則，可幫助分類準確性提升 (Pawlak & Slowinski 1994)。因此，若定義出之決策規則無法有良好的分類表現，適當地將決策規則縮減或使其更具一般性，可有助於使資料更準確地被分類或被含蓋之

範圍更廣泛。

最後之決策規則會表示如 $a_{ki} \Rightarrow d_j$ ，表示當屬性 a_k 之值為 i 時，則該觀察資料屬於分類決策 d 之第 j 類。如此，便可以很清楚的將每筆資料藉由決策規則之分類，把原本龐大且不精確之資訊系統，以有效的決策方法加以分類區別。

參、研究方法

研究之主要對象為各企業內之採購相關人員，其工作內容必須涉及供應商選擇決策或物料採購決策，並由採購相關人員自由選擇評估1至10家供應商。問卷中包含五項供應商評估準則，分別為品質、價格、交貨績效、客戶服務與彈性配合，並以Likert形式的五點尺度衡量為基礎，針對各供應商給予5分(非常滿意)、4分(滿意)、3分(普通)、2分(不滿意)與1分(非常不滿意)。

受訪者之公司及個人資料，則分為六項變數，分別為總公司所在地(包括(1)台灣(2)中國大陸(3)東南亞地區(4)日本(5)韓國(6)其他)、公司年齡(包含(1)5年以下(2)超過5年~10年以下(3)超過10年~25年以下(4)超過25年~50年以下(5)超過50年)、公司產業別(包括(1)食品製造業(2)飲料製造業(3)化學製品製造業(4)成衣及服飾品製造業(5)橡膠製品製造業(6)塑膠製品製造業(7)非金屬礦物製品製造業(8)金屬製品製造業(9)電子零組件製造業(10)電腦、電子產品及光學製品製造業(11)電力設備製造業(12)機械設備製造業(13)汽車及其零件製造業(14)其他運輸工具製造業(15)其他)、受訪者任職部門(包括(1)製造相關部門(2)採購相關部門(3)其他)、受訪者年資(包括(1)5年以下(2)超過5年~10年以下(3)超過10年~15年以下(4)超過15年~25年以下(5)超過25年)與受訪者職稱(包括(1)專員(2)課長(3)副理(4)經理(5)其他)。之後，再給予該供應商評等，評等等級共分為三個等級，分別為A級(表現優良廠商)、B級(表現普通廠商)與C級(表現較差廠商)。

所有問卷皆由研究者經由立意抽樣主動聯絡受訪者，進行問卷解說後填答，共回收1245家供應商評估資料，由140位供應商評估人員填答，作為模式建構與分析之用。而本研究刻意挑選電子相關產業類別之受訪者，原因在於電子相關產業之零組件高度複雜之特性，常使所需接觸的供應商數量龐大，且物料種類多達上千件，若缺乏良好的供應商評估方法以建立優良供應商候選名單，該企業會直接受到供應商拖累而喪失競爭力。因此，若所建立之分類模式能有效的解決電子相關產業之供應商評估問題，則亦較能應用在其他供應商複雜度較低之產業。

本研究之研究程序為，首先，至實務界實地探訪供應商評估人員或採購人員，並請其配合填答問卷，給予各供應商準則分數與評估類別。其次，將回收資料進行SEM模式檢定，探討資料與模式之配適度與驗證性因素分析之結果，證明所收集之問卷資料具有良好的內部一致性與準則同質性。最後，分別使用MDA與RST進行供應商分類模式之建構，再針對結果比較分析。

本研究先以每筆供應商資料的五項連續型輸入變數(品質、價格、交貨績效、客戶服務與彈性配合)之評估分數，經由SEM模式分析其樣本基本配適度、整體配適度與內部結構配適度進行驗證性因素分析。後續，研究中將先以MDA模式進行測試分析，再進行RST模式之建構。MDA分析模式分為連續型資料類別(品質、價格、交貨績效、客戶服務與彈性配合)與類別型資料類別(總公司所在地、公司年齡、公司產業別、受訪者任職部門、受訪者年資與受訪者職稱)，分別代入MDA模式觀察其分類效能。之後，再加以CANDISC變數縮減函數，將11項輸入變項以數條CANDISC函數代替進行分析，觀察其是否能有效的提升分類準確度。最後，選出一組能使MDA模式分類效能達到最佳狀態之組合，為MDA模式之最終分類準確度。

承上所述，RST模式亦採用相同的步驟進行模式建構，以維持兩種模式在相同的資料基礎上進行比較。值得注意的是，RST模式中須先利用樣本資料進行參數調整後，再以交叉驗證求取最後之模式分類準確度。故建構RST模式時，最後之交叉驗證準確度才是研究中關心的準確度數值，參數測試準確度值是作為判斷模式穩定性之參考值，並非模式準確度之主要考量。而進行RST模式分析之前，本研究將先對所有變數進行切割，以使所有變數皆成為離散型變數，以配合布林函數運算之要求。在變數切割後，進行變數縮減之運算，確認是否有多餘的變數存在於模式中，並將其剔除在產生決策規則的運算過程外，藉以提升規則與分類之間的明確度與精準性。最後，將縮減後之核心變數代入產生決策規則之運算程序，建立決策規則集合，並逐步調整決策規則集合中之類化(generalize)與簡化(shorten)參數，使分類準確度達到最適的穩定狀態，再進行資料的交叉驗證並分析其準確度。

因此，本研究主要探討的為在供應商分類的議題中，RST模式配合社會科學常使用之問卷調查法，與傳統統計方法MDA比較是否在分類上更具效能，進而發展成為供應商評估決策模式之新典範。故接下來之分析步驟，皆必須在嚴謹的統計基礎上進行，務求將兩者分類模式之效能發揮至最大，以期結論能達客觀公正。

肆、實驗分析

一、結構方程模式

驗證性因素分析主要應用在下列兩種情況：第一，應用於測量工具發展時，用以評估測量工具的因素結構是否恰當。第二，探討潛在變項之間的關係，是否與特定的理論觀點相符，稱為理論概念的檢驗。茲將過去的文獻彙整後得知，品質、價格、交貨績效、客戶服務與彈性配合為供應商選擇的五大指標，故本研究以結構方程模式進行驗證性因素分析，確認各觀察變項與潛在變項間之關係。

一般而言，在結構方程模式中，多採用最大概似法(maximum likelihood, ML)估計

各參數值。然此種估計法須先假定觀察變數為多元常態分配，且在使用時以樣本大者較佳。經檢測品質、價格、交貨績效、客戶服務與彈性配合等5項連續型變數資料之峰度值分別為-0.482、-0.274、-0.187、0.034與0.424，符合常態分配之假定且樣本數達到1245筆。因此，研究中將採用最大概似估計法作為之後的參數運算方法。

在模式適配度評鑑標準方面，依據Bagozzi & Yi (1988)之建議，本研究將由基本適配標準(preliminary fit criteria)、整體模式適配度(overall model fit)及模式內在結構適配度(fit of internal structure of model)三方面進行評鑑。

(一) 模式之基本適配度測試

根據Bagozzi & Yi (1988)所提出之結構方程模式的基本配適度標準為：(1)不能有負的誤差變異；(2)誤差變異必須達顯著水準；(3)不能有很大的標準誤。若分析結果違反了上述指標，意即該模式可能有細微誤差、辨認問題或輸入有誤。

本研究依此三個標準進行模式基本配適度的檢測工作。根據表2觀察變項變異與參數之估計值與檢定可知，誤差變異大於零，符合模式基本配適度的第一個標準。其次，由檢定的t統計量值可知，誤差變異且皆達顯著水準，符合模式基本配適度的第二個標準。此外，各個參數的標準誤並無過大之情形發生，符合模式基本配適度的第三個標準。綜合上述評鑑標準，本研究透過Likert形式的量表進行量測所得之資料內容，透過驗證性因素分析模式，符合基本適配標準。茲將測量模式彙整表示如表3，並將測量模式之結果圖示如圖2。

(二) 模式之整體適配度測試

檢測整體模式配適度之目的，係評估整體模式與研究中所蒐集之觀察資料的配適程度。由表4整體模式之配適度的檢測結果可知，本研究所建構的模式之卡方值比率約為15.5，但由於卡方值之計算易受到樣本數大小影響，樣本越多則卡方值越容易膨脹。本研究之樣本數為1245筆，相對而言筆數較一般問卷調查法為多，因此並不適合直接以卡方值比率作為判斷模式配適度優劣之指標，應同時考量其他相關指標為佳。其次，模式中的其他相關配適度指標如NFI、TLI (NNFI)、CFI、GFI與AGFI等皆大於0.9，符合一般建議標準。SRMR為0.034低於0.05，亦符合一般優良配適之建議值。根據上述之參考指標，本研究之驗證性因素分析模式在整體模式適配度上，各項指標皆顯示驗證性因素分析模式與觀察資料之適配情形相當理想，亦即此理論模式可以用來解釋實際觀察資料。

(三) 模式之內在結構適配度測試

在評估模式與觀察資料的整體配適度後，將進一步檢測內在結構配適度。本研究將各變項之多元相關平方(squared multiple correlation, SMC)、平均變異量(average variance extracted, AVE)與組成信度(composite reliability, CR)編製成表5。由表5中數據可知，本研究之個別項目SMC介於0.35與0.58之間，AVE值接近0.5，且CR值達0.88，尚稱符合內在結構模式配適的標準，故可判斷本研究內在結構模式配適在可接受之範圍內。

整體而言，透過驗證性因素分析模式並經由基本適配標準、整體模式適配度及模式

內在結構適配度等三方面的評鑑後，所有評鑑指標皆在理想數值以上。顯示本研究所建構的供應商評選指標之分析模式，包括品質、價格、交貨績效、客戶服務與彈性配合等指標，與觀察資料具有良好之適配度，意即顯示此一測量模式為含有此五項衡量指標之評量構念。

表2：觀察變項變異之估計值與檢定

構面名稱	參數變數	參數估計	標準化解	標準誤	t值
品質	δ_1	0.54	0.54	0.02	20.16
價格	δ_2	0.65	0.65	0.02	21.97
交貨績效	δ_3	0.42	0.42	0.02	17.31
客戶服務	δ_4	0.36	0.47	0.02	18.68
彈性配合	δ_5	0.42	0.57	0.02	20.82

表3：測量模式之參數估計值與檢定

構面名稱	參數變數	參數估計	標準化解	標準誤	t值
品質	λ_{x1}	0.56	0.68	0.02	24.79
價格	λ_{x2}	0.45	0.59	0.02	20.90
交貨績效	λ_{x3}	0.68	0.76	0.02	28.55
客戶服務	λ_{x4}	0.63	0.73	0.02	26.97
彈性配合	λ_{x5}	0.56	0.65	0.02	23.56

表4：整體模式之配適度檢測

評鑑指標	χ^2	df	NFI	TLI	CFI	GFI	AGFI	SRMR
指標值	77.29	5	0.97	0.95	0.97	0.98	0.93	0.034

表5：模式內在配適度評量表

觀察變數	SMC	AVE	CR
品質	0.46	0.47	0.88
價格	0.35		
交貨績效	0.58		
客戶服務	0.53		
彈性配合	0.43		

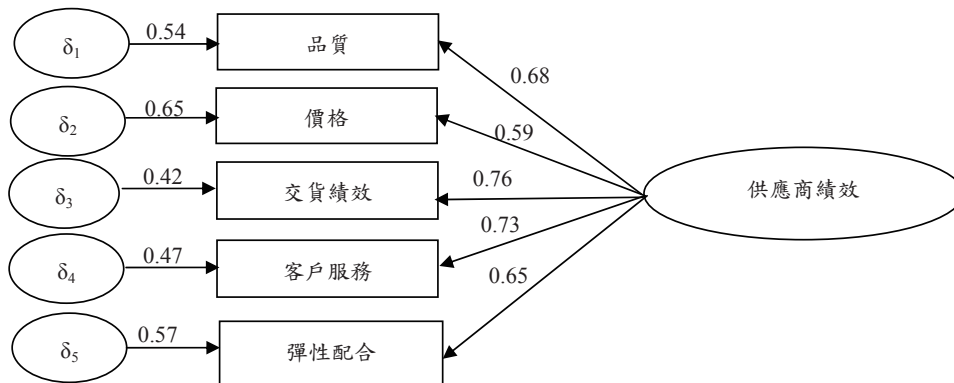


圖2：供應商績效之測量模式

二、複鑑別分析之模式建構

首先，研究中將樣本資料共1245筆，先進行訓練樣本與測試樣本之切割，利用隨機抽取的方式以4：1之比例原則分割成兩筆資料。其理由在於本研究共有11個變數，為了使模式建構過程中能有足夠的樣本資訊以提升分類準確度，故採用變數樣本比1：100的原則，希望能使建構模式用之訓練資料維持在1100筆左右之水準。然而，若測試樣本過少亦可能使最後之測試準確度波動過大，因此採用4：1之比例(996筆：249筆)作為模式建構與測試用。而訓練樣本與測試樣本之隨機分割後相關內容整理如表6。隨後，先將訓練樣本資料代入MDA模式進行模式建構，觀察其分類準確度的變化，茲將分析結果之相關檢定統計量整理如表7至表10。

由表7可知，在0.05信心水準下總公司所在地、公司產業別、受訪者部門與受訪者職位等4項輸入變數未達顯著水準。但品質、價格、交貨績效、客戶服務與彈性配合等5項供應商評選人員主要考量之變數則皆達顯著水準，表示本研究經由SEM模式檢驗出之重要影響因素，皆能顯著地影響MDA模式之分類結果。下一步驟，本研究進行正典鑑別分析的流程，表8、表9及表10列出正典鑑別分析後之相關統計量，藉由統計量之篩選，挑出具顯著性之正典鑑別函數，並將該正典鑑別分數代入鑑別函數進行歸類分析。由於本研究之依變項共有三個類別（A級、B級與C級），故萃取出兩條正典鑑別函數代表所有自變數對於供應商績效之影響情況。

表6：樣本資料類別敘述統計表

樣本類別	A級供應商	B級供應商	C級供應商	總數
訓練樣本個數	296	335	365	996
測試樣本個數	82	86	81	249
各類別樣本總數	378	421	446	1245

表7：MDA之各變數檢定統計量

變數	名稱	Wilks' Lambda值	卡方值	顯著性
X ₁	品質	.452	601.135	.000
X ₂	價格	.630	291.087	.000
X ₃	交貨績效	.594	340.052	.000
X ₄	客戶服務	.696	217.020	.000
X ₅	彈性配合	.786	135.383	.000
X ₆	總公司所在地	.994	2.924	.054
X ₇	公司年齡	.990	5.222	.006
X ₈	公司產業別	.996	2.126	.120
X ₉	受訪者部門	.998	1.193	.304
X ₁₀	受訪者職位	.998	1.001	.368
X ₁₁	受訪者年資	.990	4.896	.008

表8：正典鑑別函數之係數值

正典鑑別函數	特徵值	典型相關係數	解釋變異%	累積解釋變異%
1	2.816	0.859	98.2%	98.2%
2	0.051	0.221	1.8%	100%

表9：正典鑑別函數之檢定統計量

正典鑑別函數	Wilks' Lambda值	卡方	自由度	顯著性
1	.249	1372.556	22	.000
2	.951	49.391	10	.000

表10：聯合組內標準化正典係數

變數	正典鑑別函數 1	正典鑑別函數2
X ₁	.660	-.412
X ₂	.450	.495
X ₃	.379	-.346
X ₄	.294	.298
X ₅	.097	.253
X ₆	.006	.217
X ₇	.053	-.239
X ₈	-.175	.258
X ₉	.276	.028
X ₁₀	.312	.096
X ₁₁	-.527	-.304

表11：所有變數強迫進入法與逐步刪除法之MDA分類結果比較

輸入變數值類型	訓練準確率(%)	交叉驗證準確率(%)	測試準確率(%)
所有變數	83.2%	82.0%	80.3%
所有變數 CAN1	82.9%	82.9%	80.3%
所有變數CAN1+CAN2	83.2%	83.0%	80.3%
逐步刪除	84.4%	84.1%	81.9%
逐步刪除CAN1	83.3%	83.3%	79.9%
*逐步刪除CAN1+CAN2	84.4%	84.3%	81.9%

註：*表分析模式中最佳者，若測試結果相同則參考訓練準確率與交叉驗證準確率

由表8可得知正典鑑別函數之特徵值、正典相關係數值與解釋變異量，藉以判斷其對於分類模式的影響力。表9顯示正典鑑別函數之Wilks' Lambda值、卡方值與統計顯著性。由表中可知，第一條正典鑑別函數在統計上具有良好之顯著性與解釋力，因此適合用於代入MDA分類模式，進行供應商類別分析之基礎，故將正典鑑別函數分數以前進選擇法逐一代入MDA模式進行分析。而表10則為各個自變數在正典函數中之影響係數，可藉由係數值判斷該變數在正典函數中對於分類結果之影響程度。

最後，研究中將嘗試進行逐步變數刪減之方法，將不具顯著性之變數刪除，以免影響模式之分類準確性，並突顯重要影響變數之分類能力。如同上述之分析步驟，在進行模式建構後，亦將正典函數所運算出之正典鑑別分數分別代入MDA模式進行分類，並將分類正確率統計如表11。由於本研究所調查之供應商類別共有三類(A級、B級與C級)，因此MDA模式共會產生2條(n類-1)正典函數，分別編號為CAN1與CAN2，在分別以此兩條正典函數計算出每筆資料的正典鑑別分數，取代原本的Likert分數，進行分類準確度統計分析。主要意義為藉由正典鑑別分數之轉換，期望能以分類函數與自變數資料間的關聯性作為分類主要依據，使資料在不服從常態的狀況下，亦能有效提高鑑別分析分類的準確度。

由表11之統計結果可知，逐步刪除法之分類準確度較所有變數強迫進入法略為優良，但整體而言並無太大差異。而若以正典鑑別函數作為縮減變數之工具，其分類效能並無法有效的提升。故若以逐步刪除法配合正典鑑別分數進行模式之建構，所得到之分類模式為最佳模式，不論在訓練樣本或測試樣本下，其分類準確率最高皆能達到80%以上。惟在逐步刪除法之情況下，代入正典鑑別分數之交叉驗證準確率比未代入正典鑑別分數略高，因此採用此數據為模式之最佳結果，而MDA之最佳分類結果為測試準確率81.9%。

三、約略集合論之模式建構

RST分類模型可獨自進行資料分類，亦可協助其他方法進行變數篩選之工作，然而本研究主要為探討RST之分類模式是否能有效地運用在供應商評估議題。因此，將獨立進行分類模式之建立，並不探討其變數縮減是否能協助其他分類模型提升分類準確度。以下將依序進行RST之分類模式建構，並採用RESE軟體協助資料運算。

首先，由於RST之分類運算值必須為離散型資料，因此，第一步即針對資料集離散化處理。本研究採用RESE軟體中離散化方法(global method)將連續型資料加以切割，並以1100筆訓練資料作為離散化標準，找出連續資料的切割點，再將訓練資料與測試資料進行離散化處理。在此步驟中，由於目標為搜尋最適的縮減變數集合與參數數值，而非進行分類準確度測試，因此以較多的訓練樣本進行模式建構(100：1之樣本變數比)，以期能找出較佳之決策規則集合。在進行交叉驗證模式之準確度測試時，即恢復4：1之比例(訓練樣本996：測試樣本249)以求與MDA模式有相同的比較基礎。

接著以經過離散化處理的訓練資料，以暴力演算法(exhaustive algorithm)進行變數縮減之演算，縮減後發現該筆資料潛在一個縮減屬性集合，共有10項核心變數被留下，未包含受訪者部門變數。意即受訪者部門變數，在RST分類模式中並無法提供額外的分類資訊可使模式分類準確度變高。進行連續數值離散化與屬性縮減之步驟後，本研究分別利用縮減屬性中整體性方法(global method)與全面局部性方法(all local method)找出所有的分類決策規則。整體性方法較能以精簡的決策規則將資料分類，而全面局部性方法則能找出較多的決策規則，而使測試資料容易被涵蓋在決策規則的判定範圍內。

整體性方法經運算後，共找出747條決策規則，經初步測試後發現其分類準確度(46.9%)並不佳。因此，將進行決策規則的簡化(shorten)與類化(generalize)調整。本研究將以0.1為基本測試單位，逐一測試各個類化值與簡化值配合之測試準確度，試圖找出分類模式之近似最佳解。試誤過程整理如表12，其中簡化值與類化值必須介於0~1，以作者之經驗，先進行類化調整再進行簡化調整之準確度會較高。由表12可知，當決策規則之類化值為0.8且簡化值為0.9時，RST分類模式之測試準確度可達80%，為所有數值中最佳者。但此數值並不能保證在全面局部性方法中所產生的決策規則亦是如此，因此利用相同的步驟找出共3891條全面局部性方法之決策規則，並進行類化與簡化參數值測試，測試結果如表13。

表12：整體性方法之類化(G.)與簡化(S.)數值調整表

準確度	S. 0.1	S. 0.2	S. 0.3	S. 0.4	S. 0.5	S. 0.6	S. 0.7	S. 0.8	S. 0.9	S. 1.0
G. 0.1	75.2%	75.2%	77.9%	73.8%	69.7%	69.7%	71.7%	60.0%	37.9%	68.3%
G. 0.2	78.6%	78.6%	77.2%	78.6%	69.0%	68.3%	71.0%	60.7%	38.6%	79.3%
G. 0.3	77.2%	77.2%	76.6%	76.6%	76.6%	75.2%	73.1%	74.5%	38.6%	76.5%
G. 0.4	77.2%	77.2%	75.9%	76.6%	74.5%	71.0%	77.2%	75.9%	63.5%	77.9%
G. 0.5	77.2%	77.2%	75.9%	76.6%	73.1%	71.7%	73.1%	78.6%	76.5%	76.5%
G. 0.6	73.1%	73.1%	73.1%	74.5%	78.6%	70.3%	72.4%	79.3%	78.6%	77.9%
G. 0.7	71.7%	71.7%	71.7%	69.7%	74.5%	67.6%	72.4%	79.3%	79.3%	76.5%
G. 0.8	70.3%	70.3%	71.7%	69.0%	75.9%	69.0%	71.7%	78.6%	80.0%	73.8%
G. 0.9	70.3%	70.3%	69.0%	73.1%	78.6%	67.6%	72.4%	77.9%	79.3%	74.5%
G. 1.0	71.0%	71.0%	71.0%	68.3%	69.0%	68.3%	69.7%	71.7%	77.9%	46.9%

表13：全面局部性方法之類化(G.)與簡化(S.)數值調整表

準確度	S. 0.1	S. 0.2	S. 0.3	S. 0.4	S. 0.5	S. 0.6	S. 0.7	S. 0.8	S. 0.9	S 1.0
G. 0.1	76.6%	77.2%	77.2%	73.1%	62.8%	53.8%	34.5%	0.7%	0.7%	52.4%
G. 0.2	71.7%	73.8%	73.8%	73.1%	63.4%	55.9%	34.5%	32.4%	2.8%	62.8%
G. 0.3	72.4%	72.4%	73.8%	77.2%	77.9%	74.5%	70.3%	69.7%	17.9%	80.7%
G. 0.4	74.5%	74.5%	73.8%	77.2%	74.5%	71.7%	71.0%	70.3%	51.8%	78.6%
G. 0.5	74.5%	74.5%	71.0%	74.5%	75.9%	71.7%	74.5%	73.1%	75.9%	77.9%
G. 0.6	74.5%	75.2%	71.0%	73.1%	75.2%	72.4%	71.7%	73.8%	76.6%	77.2%
G. 0.7	75.2%	75.2%	73.8%	75.9%	73.8%	70.3%	72.4%	72.4%	77.9%	73.1%
G. 0.8	73.8%	73.8%	70.3%	71.7%	73.1%	68.3%	69.7%	71.7%	78.6%	76.6%
G. 0.9	75.2%	75.2%	73.1%	72.4%	75.2%	66.2%	67.6%	72.4%	76.6%	79.3%
G 1.0	72.4%	78.6%	73.8%	66.2%	64.1%	65.5%	69.7%	73.8%	80.0%	81.4%

所謂類化(*generalize*)，即指調整擴大決策規則之屬性值，使其更具一般性，涵蓋範圍更廣泛。在決策規則的運算上，將原本決策規則內的屬性值(屬性=值)，擴大為值集合(屬性=值集合)(Nguyen 1999)。如此，同一條決策規則在經由類化後，將能包含範圍更廣的決策屬性值，使更多資料能對應到決策規則，增加決策規則的涵蓋率，但對於分類準確的提升卻未必是正面的增加。

而簡化(*shorten*)，則是指將決策規則中之屬性進行縮減，使其規範條件減少，藉以涵蓋更多的決策資料。在決策規則的運算上，將原本決策規則內的屬性以決策樹的方式判斷該屬性對於分類的影響，進而找出較關鍵的屬性用以分類(Bazan 1998; Bazan et al. 2000)。如同類化運算的特性，簡化對於分類準確的提升並非必然。因此，必須以試誤法逐一檢視在各種不同的類化與簡化程度下，對於模式分類準確度的影響，以期求取出最適的參數值。為協助瞭解類化與簡化的運算，茲舉一例說明類化與簡化後對於決策規則之影響，舉例如下：

原始決策規則：

`(Quality="(3.5,4.5)")&(Delivery="(3.5,4.5)")&(Service="(-Inf,3.5)")&(Years="(3.5,Inf)")=>(class=2[16])`

此決策規則說明，當供應商的品質介於3.5~4.5分，交貨績效介於3.5~4.5分，服務小於3.5分(-Inf表示下限為無窮大)，供應商評估人員所屬公司的成立年資為3.5年以上(Inf表示上限為無窮大)，此供應商即會被分類至第2類(等級B)，在1100筆訓練資料中共有16筆資料符合。

類化後決策規則：

`(Quality="(3.5,4.5)")&(Delivery="(3.5,4.5)")&(Service="(-Inf,3.5)"|"(3.5,4.5)")&(Years="(3.5,Inf)"|"(-Inf,3.5)")=>(class=2[16])`

類化後決策規則說明，當供應商的品質介於3.5~4.5分，交貨績效介於3.5~4.5分，服務小於3.5分與介於3.5~4.5分(合併來看即為小於4.5分)，供應商評估人員所屬公司的成立年資為3.5年以上與3.5年以下(合併來看即為全部可能值)，則此供應商即會被分類至第2類(等級B)，在1100筆訓練資料中共有161筆資料符合。由類化後的結果可知，服務與公司年齡此二屬性在經由調整後，由單一屬性值擴大到包含數個屬性值，成為一值集合。此類化過程將使每一條類化後的決策規則有更高的可能性解釋更多筆資料(16筆增加至161筆)，但並不保證分類準確度亦會上升，因此需要研究者逐一試誤，方能找出相對合適的類化值。

簡化後決策規則：

$(Quality = (3.5, 4.5)) \Rightarrow (class = 2[234])$

簡化後決策規則說明，當供應商的品質介於3.5~4.5分，則此供應商即會被分類至第2類(等級B)，在1100筆訓練資料中共有234筆資料符合。由此簡化後的結果可知，在上述決策規則內品質為最主要的關鍵分類變數，共可提供234筆資料進行分類。簡化的過程將使決策規則內的屬性數目減少，放寬資料分類的條件，但對於分類準確度的提升卻未必是正面的。故如同類化運算，必須逐一試驗最適當的參數值。

值得注意的是，不同的決策規則可能對應到同一筆供應商評估資料，但彼此之間並不會產生分類衝突，因為這些對應規則都是屬於同一分類中，舉例如下：

決策規則1：

$(Quality = (3.5, 4.5)) \& (Delivery = (3.5, 4.5)) \& (Service = (-Inf, 3.5)) \& (Years = (3.5, Inf)) \Rightarrow (class = 2[16])$

決策規則2：

$(Quality = (3.5, 4.5)) \& (Price = (3.5, 4.5)) \& (Service = (-Inf, 3.5)) \& (Flexibility = (3.5, 4.5)) \& (Years = (3.5, Inf)) \Rightarrow (class = 2[11])$

由決策規則1可知，當供應商的品質介於3.5~4.5分，交貨績效介於3.5~4.5分，服務小於3.5分，供應商評估人員所屬公司的成立年資為3.5年以上，此供應商即會被分類至第2類(等級B)，在1100筆訓練資料中共有16筆資料符合。

而由決策規則2可知，當供應商的品質介於3.5~4.5分，價格介於3.5~4.5分，服務小於3.5分，彈性配合介於3.5~4.5分，供應商評估人員所屬公司的成立年資為3.5年以上，此供應商即會被分類至第2類(等級B)，在1100筆訓練資料中共有11筆資料符合。

若有一筆供應商評估原始資料為，品質為4分，價格為4分，交貨績效為4分，服務為3分，彈性配合為4分，供應商評估人員所屬公司的成立年資為4年，則此筆資料將同屬於此二條規則，但在分類上並無衝突，皆會被成功的判別在第2類供應商(等級B)。

由表13中之測試結果可知，全面局部性之決策規則本身已經擁有相當良好之分類能力，因此在類化與簡化數值皆不調整的情況下(預設1.0)，所得之分類準確度最高為81.4%，為所有可能參數調整中最佳者。後續分析即採用此結果作為RST分類模型之最終參數測試結果，並將最終參數測試結果代入RST交叉驗證分類模型進行準確度測試。

使用RST為供應商評估的最後分類模式，必要條件為分類準確度必須優於傳統統計分析模式(如：MDA)的表現，且在各個類別(A級、B級或C級)的供應商都要有可接受水準以上的分類準確度表現。若有任何一類的分類準確度過低，可能造成模式不穩定或結果來自於隨機發生的疑慮。因此，本研究採用交叉驗證以證明研究結果的穩定性，並除整體準確度之外，亦分類討論各類別供應商的分類準確度表現，使研究結果更加具有說服力。

在RST模式之交叉驗證過程中，本研究進行5次交叉驗證之比較，並將5次測試結果進行平均，以求得最後的平均測試準確度。每一次之驗證測試皆以隨機抽取方法將訓練資料與測試資料切割為4：1之比例，即996筆訓練資料與246筆測試資料。每次分析亦會重複上述步驟，先進行離散化、產生決策規則、設定類化與簡化參數值為1.0並以決策規則進行分類產生分類預測矩陣。茲將5次交叉驗證之分結果表示如表14。

由表14之交叉驗證結果可知，整體而言RST分類模式之分類準確度平均可達85.1%，較MDA之81.9%為佳。而若以個別類別之分類準確度為單位，則實際上為A級供應商且被準確分類到該類別之平均準確度為87.6%，實際上為B級供應商且被準確分類到該類別之平均準確度為75.2%，而實際上為C級供應商且被準確分類到該類別之平均準確度為92.5%。另外，由表14中可知，各分類錯誤之情形大部分為一個等級之誤差，A級供應商被錯誤分類到C級或C級供應商被錯誤分類到A級之情況則極少發生。由此分析結果可知，RST分類模式之準確度不但在平均準確度上有可接受的水準，且在分類錯誤的情況下亦不會產生太大的誤差，符合一個穩定分類模式的條件與狀態。

伍、結論與建議

RST模式為一利用布林演算法求取出資料中明確規則之分類方法，有別於一般建立於統計線性預測方法或機率判別模式。然而，這種以決策規則為基礎的分類模型尚未在供應鏈領域中被應用，在決策科學領域中亦多使用於變數縮減而非分類應用的功能。本研究利用問卷調查法，試圖證明在企業實務上RST亦能有較傳統統計分析方法優良的預測分類準確度，且能提供明確的規則給予決策者參考亦是其無法被取代的優勢。

表14：RST分類模式之交叉驗證表

實際分類	預測分類					
		第一次交叉驗證(決策規則=3702條)				
		A級供應商	B級供應商	C級供應商	準確度	
		A級供應商	68	8	2	87.2%
		B級供應商	10	51	14	68.0%
		C級供應商	2	8	86	89.6%
		第二次交叉驗證(決策規則=4978條)				
		A級供應商	B級供應商	C級供應商	準確度	
		A級供應商	63	7	2	87.5%
		B級供應商	7	78	10	82.1%
		C級供應商	1	3	78	95.1%
		第三次交叉驗證(決策規則=5154條)				
		A級供應商	B級供應商	C級供應商	準確度	
		A級供應商	66	5	0	93.0%
		B級供應商	14	69	7	76.7%
		C級供應商	0	6	82	93.2%
		第四次交叉驗證(決策規則=3923條)				
		A級供應商	B級供應商	C級供應商	準確度	
		A級供應商	66	5	2	90.4%
		B級供應商	9	61	15	71.8%
		C級供應商	2	5	66	91.2%
		第五次交叉驗證(決策規則=4828條)				
		A級供應商	B級供應商	C級供應商	準確度	
		A級供應商	67	14	3	79.8%
		B級供應商	9	59	8	77.6%
		C級供應商	2	4	83	93.3%
		五次交叉驗證平均值				
		A級供應商	B級供應商	C級供應商	準確度	
		A級供應商	66	7.8	1.8	87.6%
		B級供應商	9.8	63.6	10.8	75.2%
		C級供應商	1.4	5.4	82.4	92.5%
	總平均分類準確度=85.1%					

在應用RST的產業適用性問題中，Chang & Hung (2010)在其研究中應用RST針對217筆供應商資料進行分類模式的建構與準確度測試。其調查產業包括食品業、製造業與電子業等廠商，研究結果發現RST模式的分類準確度可達75%。其中，對於優良供應商(A級或B級)的分類準確度可達85%以上。因此，可證明RST的應用除本研究所採用的電子相關產業外，應可適用於其他產業的供應商評選問題，RST分類模式在此議題中具有一定的外推性。

一、理論面之建議

SEM為統計上一種新興之資料檢定及驗證方法，近年來廣泛受到國內外研究者使用。但由於其提供之分析功能與數據非常完善，所以使用者較少將SEM運用在與其他研究工具結合，使SEM之運用淪於單調且制式化。本研究的主要貢獻之一，即證明藉由SEM進行資料前處理，驗證樣本資料與測量模式間的配適度之後，再將其與其他研究工具結合，如：RST，依然能得到非常好的結果。

但令人惋惜的是，使用非傳統統計方法的研究者，如SVM、類神經網路、多準則決策法、模糊運算等，在資料處理及檢驗方面著墨並不多，多以演算法內容展現其研究工具之效能與價值。然而，使用非傳統統計工具之研究，常為人詬病的地方就是其研究結果雖然漂亮，但研究過程、資料處理與各變數對模式之影響程度，常被視為黑箱作業，而使研究方法產生不夠嚴謹之疑慮。若能適當搭配統計方法加以驗證輔佐，則可消除部份疑慮，使研究內容與結果之價值更加提升，並且可增加學術暨實務界對其研究結果之認同感與接受度。因此，在往後的研究之中，研究者可考慮使用部份統計方法如SEM、MDA、逐步迴歸等方式，驗證其所蒐集之資料是否在統計上與所建立之模式達到良好配適，或其所選用之變數是否在分析模式中具有顯著影響。如此，不但可使研究結果獲得提升，研究內容也更具說服力。

本研究所分析之資料，係作為比較兩種分析模式之基礎，並非代表其分析結果是整個產業內的分類狀況。模式之分類效能將會隨著產業情況與供應商組成不同而有所差異，但本研究之抽樣目的即欲從此較多樣化的資料中證明，RST模式在一般情況下皆較MDA模式具有較好的分類效能。然而，研究結果並未說明在任何情況下，RST皆能較傳統統計模式具有更優越的表現，RST分類模式可能在部分狀況下會喪失其原本應具有的優勢，而此部分討論有待後續研究發現補充。

在未來研究建議方面，可做為供應商評估模式的分類方法眾多，如決策樹、支援向量機與類神經網路等，亦可能在分類效能上具有相當好的結果，研究者可持續嘗試與比較不同分類模式間之差異，並找出不同方法間存在的一般性優勢。如此，可更詳細的深入探討RST模式在何種資料型態或分類狀況下，相對於其他分類模式具有較優勢或劣勢的分類結果。持續的發現分類模式的優缺點，將有助於研究者在分類模式知識上的累積。此外，對於資料離散化的方式，亦有可能改變分類模式的效能，後續研究者可嘗試從理論基礎討論採用何種離散化方法，將有助於分類模式的精進，使後續研究能建立於更完善的基礎上。

二、實務面之建議

供應商選擇在SCM領域中為一非常重要之議題，但大部份之企業皆缺乏科學化之系統協助其進行供應商選擇。供應商評選人員或採購人員，多半依據其經驗或感覺來挑選供應商，其挑選結果難以客觀公正。因此，本研究提供一個可將IT技術運用在建構供應商評選模式之方法，使企業可實際運用在供應商選擇流程中，如此可使評選結果更為客觀公正，並可減少誤判之機率。

當供應商數目較少時，採購人員或可憑藉其印象感覺決定採購決策，但難免落於主觀且造成偏差。但若供應商之數目龐大，採購人員無法確實記憶每家供應商之過去績效或特徵，此時要選出最適當之供應商則會顯得困難重重。況且，大型企業內之採購人員與供應商評選人員通常分屬兩個不同單位，並非由同一單位執行，造成評選結果與採購決策會產生資訊聯結傳遞上之差距。若可藉由資訊系統之建立，以科學化方法建構供應商選擇系統，則可減少此部份疑慮。

因此，本研究建議企業應視其候選供應商規模大小，決定是否須要建構供應商評選之資訊系統。而系統之建立，須由相關部門主管與企業高階經理人共同討論其策略方向，決定所欲挑選合作之供應商特色，並制定評分標準與評分準則，再將評估結果輸入資訊系統用以建構供應商選擇模型。模型建構完成後，可用於評估新進供應商是否屬於企業要求之合適供應商，作為決策參考依據，亦可用於採購人員進行採購決策時之決策標準。如此，企業整體之供應商選擇策略方能由上至下貫通一致，使供應鏈管理績效能藉由採購績效改善而精進，達成企業獲利與競爭力提升之最終目標。

參考文獻

1. 邱城英、王博引、陳慧秋、葉春淵，2007，『用層級分析法評選綠色供應鏈管理之綠色供應商－以資訊電子產業為例』，電子商務學報，第九卷・第一期：147~176頁。
2. 洪敘峰，2008，『運用系統性觀點整合決策科學方法以建構供應商評選模式』，資訊管理展望，第十卷・第一期：1~22頁。
3. Andrabi, T., Ghatak, M., and Khwaja. I. "Subcontractors for Tractors: Theory and Evidence on Flexible Specialization, Supplier Selection, and Contracting," *Journal of Development Economics* (79), 2006, pp. 273-302.
4. Arend, R. J. "SME-Supplier Alliance Activity in Manufacturing: Contingent Benefits and Perceptions," *Strategic Management Journal* (27), 2006, pp. 741-763.
5. Bagozzi, R. T. and Yi, Y. "On the Evaluation of Structural Equation Models," *Academic of Marketing Science* (16), 1988, pp. 76-94.
6. Basnet, C. and Leung, M. Y. "Inventory Lot-Sizing with Supplier Selection," *Computers and Operations Research* (32), 2005, pp. 1-14.
7. Basnet, C., Corner, J., Wisner, J., and Tan, K.-C. "Benchmarking Supply Chain Management Practice in New Zealand," *Supply Chain Management* (8:1), 2003, pp. 57-64.
8. Bazan, J. "A Comparison of Dynamic and non-Dynamic Rough Set Methods for Extracting Laws from Decision Table," In L. Polkowski, A. Skowron (ed.), *Rough Sets in Knowledge Discovery*, Physica-Verlag, Heidelberg, 1998, pp. 321-365.

9. Bazan, J., Nguyen, H. S., Nguyen, S. H., Synak, P. and Wróblewski, J. "Rough Set Algorithms in Classification Problem," In L. Polkowski, S. Tsumoto, and T. Lin, (eds.), *Rough Set Methods and Applications*, Physica-Verlag, Heidelberg New York, 2000, pp. 49-88.
10. Burgess, K., Singh, P. J., and Koroglu, R. "Supply Chain Management: A Structured Literature Review and Implications for Future Research," *International Journal of Operations & Production Management* (26:7), 2006, pp. 703-729.
11. Chang, B., and Hung, H. F. "A Study of Using RST to Create the Supplier Selection Model and Decision-Making Rules," *Expert Systems With Applications* (37:12), 2010, pp. 8284-8295.
12. Chan, F. T. S. "Interactive Selection Model for Supplier Selection Process: An Analytical Hierarchy Process Approach," *International Journal of Production Research* (41:15), 2003, pp. 3549-3579.
13. Chang, S. L., Wang, R. C., and Wang, S. Y. "Applying a Direct Multi-Granularity Linguistic and Strategy-Oriented Aggregation Approach on the Assessment of Supply Performance," *European Journal of Operational Research* (177), 2007, pp. 1013-1025.
14. Chaudhry, S. S., Frost, F. G., and Zydiak, J. L. "Vendor Selection with Price Breaks," *European Journal of Operational Research* (70), 1993, pp. 52-66.
15. Choi, J. H. and Chang, Y. S. "A Two-phased Semantic Optimization Modeling Approach on Supplier Selection in eProcurement," *Expert Systems with Applications* (31), 2006, pp. 137-144.
16. Choi, T. Y. and Hartley, J. L. "An Exploration of Supplier Selection Practices Across the Supply Chain," *Journal of Operations Management* (14), 1996, pp. 333-343.
17. Choy, K. L., Lee, W. B., Lau, H. C. W., and Choy, L. C. "A Knowledge-Based Supplier Intelligence Retrieval System for Outsource Manufacturing," *Knowledge-Based Systems* (18), 2005, pp. 1-17.
18. Cousins, P. D., Lawson, B., and Squire, B. "Supply Chain Management: Theory and Practice – the Emergence of an Academic Discipline?" *International Journal of Operations & Production Management* (26:7), 2006, pp. 697-702.
19. Cusumano, M. A. and Takeishi, A. "Supplier Relations and Management: A Survey of Japanese-Transplant, and U.S. Auto Plants," *Strategic Management Journal* (12), 1991, pp. 563-588.
20. Dickson, G. W. "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decision," *Journal of Purchasing* (2), 1966, pp. 5-17.
21. Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., and Melnyk, S. A. "Applying Environmental Criteria to Supplier Assessment: A Study in the Application of the Analytical Hierarchy

- Process,” *European Journal of Operational Research* (141), 2002, pp. 70-87.
22. Hinkle, C. L., Robinson, P. J., and Green, P. E. “Vendor Evaluation Using Cluster Analysis,” *Journal of Purchasing* (5:3), 1969, pp. 49-58.
23. Humphreys, P., McIvor, R., and Huang, G. “An Expert System for Evaluating the Make or Buy Decision,” *Computers & Industrial Engineering* (42), 2002, pp. 567-585.
24. Jayaraman, V., Srivastava, R., and Benton, W. C. “Supplier Selection and Order Quantity Allocation: A Comprehensive Model,” *The Journal of Supply Chain Management* (35), 1999, pp. 50-58.
25. Kauffman, R. G. and Popkowski Leszczyc, P. T. L. “An Optimization Approach to Business Buyer Choice Sets: How Many Suppliers Should Be Included?” *Industrial Marketing Management* (34), 2005, pp. 3-12.
26. Kawtummachai, B. and Hop, N. V. “Order Allocation in a Multiple-Supplier Environment,” *International Journal of Production Economics* (93-94), 2005, pp. 231-238.
27. Kim, S. W. “The Effect of Supply Chain Integration on the Alignment Between Corporate Competitive Capability and Supply Chain Operational Capability,” *International Journal of Operations & Production Management* (26:10), 2006, pp. 1084-1107.
28. Korneliusson, T. and Grønhaug, K. “Quality Perceptions in International Distribution: An Empirical Investigation in a Complete Distribution Chain,” *Supply Chain Management* (8:5), 2003, pp. 467-475.
29. Kreng, V. B. and Wang, I. C. “Supplier Management for Manufacturer – a Case Study of Flexible PCB,” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (25), 2005, pp. 785-792.
30. Lee, E. K., Ha, S., and Kim, S. K. “Supplier Selection and Management System Considering Relationships in Supply Chain Management,” *IEEE Transactions on Engineering Management* (48:3), 2001, pp. 307-318.
31. Moller, K. E. K. and Torronen, P. “Business Suppliers’ Value Creation Potential A Capability-Based Analysis,” *Industrial Marketing Management* (32), 2003, pp. 109-118.
32. Muralidharan, C., Anantharaman, N., and Deshmukh, S. G. “A Multi-Criteria Group Decision-Making Model for Supplier Rating,” *The Journal of Supply Chain Management* (38:4), 2002, pp. 22-33.
33. Muralidharan, C., Anantharaman, N., and Deshmukh, S. G. “Vendor Rating in Purchasing Scenario: a Confidence Interval Approach,” *International Journal of Operations & Production Management* (21:10), 2001, pp. 1305-1325.
34. Nguyen, Hoa S. “Discovery of Generalized Patterns,” *Proceedings of the Eleventh International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems, Foundations of*

- Intelligent Systems (ISMIS'99)*, June 8-11, Warsaw, Lecture Notes in Artificial Intelligence 1609, Springer-Verlag, Berlin, 1999, pp. 574-582.
35. Pawlak, Z. "Combining Rough Sets and Bayes' Rule," *Computational Intelligence* (17:3), 2001, pp. 401-408.
 36. Pawlak, Z. and Slowinski, R. "Decision Analysis Using Rough Sets," *International Transactions in Operational Research* (1:1), 1994, pp. 107-114.
 37. Pi, W. N. and Low, C. "Supplier Evaluation and Selection Using Taguchi Loss Functions," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (26), 2005, pp. 155-160.
 38. Prahinski, C. and Benton, W. C. "Supplier Evaluations: Communication Strategies to Improve Supplier Performance," *Journal of Operations Management* (22), 2004, pp. 39-62.
 39. Quayle, M. "A Study of Supply Chain Management Practice in UK Industrial SMEs," *Supply Chain Management* (8:1), 2003, pp. 79-86.
 40. Soukup, W. R. "Supplier Selection Strategies," *Journal of Purchasing and Materials Management* (23:2), 1987, pp. 7-13.
 41. Storey, J., Emberson, C., Godsell, J., and Harrison, A. "Supply Chain Management: Theory, Practice and Future Challenges," *International Journal of Operations & Production Management* (26:7), 2006, pp. 754-774.
 42. Swift, C. O. "Preferences for Single Sourcing and Supplier Selection Criteria," *Journal of Business Research* (32), 1995, pp. 105-111.
 43. Tessarolo, P. "Is Integration Enough for Fast Product Development? An Empirical Investigation of the Contextual Effects of Product Vision," *The Journal of Product Innovation Management* (24), 2007, pp. 69-82.
 44. Verma, R. and Pullman, M. E. "An Analysis of the Supplier Selection Process," *Omega International Journal of Management Science* (26:6), 1998, pp. 739-750.
 45. Walczak, B. and Massart, D. L. "Tutorial Rough Sets Theory," *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* (47), 1999, pp. 1-16.
 46. Weber, C. A. and Current, J. R. "A Multi-Objective Approach to Vendor Selection," *European Journal of Operational Research* (68), 1993, pp. 173-184.
 47. Weber, C. A., Current, J. R., and Benton, W. C. "Vendor Selection Criteria and Methods," *European Journal of Operational Research* (50:1), 1991, pp. 2-18.
 48. Wu, I. L. and Shen, Y. C. "A Model for Exploring the Impact of Purchasing Strategies on User Requirements Determination of e-SRM," *Information & Management* (43), 2006, pp. 411-422.