

冷鏈供應商評選模式之研究

A Study of Supplier Selection Model for Cold Chain

余銘忠

國立高雄應用科技大學企業管理系副教授

yminchun@cc.kuas.edu.tw

涂鏡騰

國立高雄應用科技大學企業管理系研究生

1101335103@cc.kuas.edu.tw

耿怡

崑山科技大學會計資訊系助理教授

keng@mail.ksu.edu.tw

摘要

國際化的改變，運送貨品的數量逐漸增多且運送時間減少的需求，使得運輸成本的增加，中小企業不得不將像冷鏈這樣高成本的物流外包，由於資料的模糊性造成決策者評選難度提升，加上過去的供應商評選中鮮少注意冷鏈供應商評選問題，因此本研究致力於建立一模糊多目標低溫供應商評選模式。

本研究應用多目標數學規劃建立一供應商評選模式，在低溫物流業者供應商的評估準則當中，採用能見度、冷鏈品質、成本、能見度預算來做為評選供應商的評估準則，並考量資源限制，針對低溫物流業者選擇問題建構出模糊多目標數學規劃模式，並以案例進行分析，加入決策者偏好權重，以找出最適合之低溫物流業者。

關鍵詞：能見度，模糊多目標規劃，冷鏈品質，供應商評選

Keywords: Visibility, Fuzzy Multi-objective Programming, Cold Chain Quality, Supplier Selection

1. 緒論

近年來物流業經營環境複雜多變，企業為了提高競爭力減少成本須考慮的因素越來越多，以往在評選供應商時，大都依賴決策者經驗判斷，或是單純考慮成本因素導致物流業者評選品質不佳，故若要提升物流業者評選的決策品質，應以較系統化、精確化的方式為之。

隨著物流生產自動化的水準提高，生產系統趨於複雜，而物流被視為企業的第三利潤來源，資源節省與減少成本問題成為企業注重的關鍵因素。企業為了提升競爭力，將非核心的物流事業外包。近年來在日本，大約有70%的公司將主要的物流活動外包給第三方物流公司，在美國大約有42%的企業將物流作業外包。許多企業認為將物流外包能將供應鏈更有效率的整合(Chao, 2009)。

根據國際冷藏協會(International Institute of Refrigeration, IIR)於2009年的統計資料，已開發國家食品損失率（包含作物收成之後的損失）為10%，開發中國家為28%。根據世界衛生組織(World Health Organization, WHO)指出不安全的食品會造成嚴重及終生的疾病，包括腹瀉以及各種形式的癌症，WHO估計，食物及水源所引起的腹瀉能造成每年220萬人的死亡，顯示出食品資源的浪費以及食品來源安全性的重要程度。

資源的耗竭加上食品藥物安全儼然成為現代重要趨勢，產品在整個運輸過程中所造成的損害不僅為資源的浪費，更攸關人體健康安全，冷鏈運輸的重要性不可否認。國際化的改變，運送貨品的數量日漸擴增且運送時間減少的需求，使得運輸成本的增加，中小企業不得不將像冷鏈這樣高成本的物流外包，因此低溫物流供應商的選擇勢在必行。

過去各企業進行供應商評選時，鮮少對低溫物流供應商評選議題有所關注，本研究運用模糊多目標方法，參考相關文獻與企業實務運作，找出影響低溫物流供應商評選因素，建構出「低溫物流供應商評選一般化模式」。

2. 文獻探討

在模糊的環境下選擇供應商的研究中，涉及供應商評估準則、供應商選擇模式、模糊多屬性決策以及模糊多目標決策。本章將針對冷鏈及上述主題之相關文獻進行回顧與探討。

2.1 冷鏈

隨著供應鏈理論發展Den Ouden et al. (1996)提出食品供應鏈(Food Supply Chain)概念，認為提高品質，降低物流成本、提高食品安全及服務水平，為食品供應鏈的運作模式；Hanjeet et al. (1996)認為在各個食品儲存過程中，保證冷藏及冷凍食品的品質安全則稱冷鏈；Jol et al. (2007)指出冷鏈在擁有政府背景組織加入時，才能保證以危害分析重要管制點(Hazard analysis critical control point, HACCP)為基礎才可使整個冷鏈一體化運行順暢。

Likar and Jevsnik (2006)認為不同產品都有相對應的儲存溫度和儲藏時間。造成品質下降的首要因素為溫度的變化，而此變化對冷藏產品的破壞是累積性的，當冷藏產品破壞程度累積到一定值時，產品價值將不復存在；Rafik H. Bishara(2006)監控溫度與濕度資料在製藥供應鏈上扮演著極重要的腳色，他能識別產品品質風險，在冷鏈上需要了解環境條件與產品冷熱的敏感特性以及維持產品品質。

2.2 冷鏈品質指標

冷鏈協會(Cool Chain Association, CCA)為現今國際冷鏈產業的推動組織，CCA為了達供應整體的品質與水準制定了一套標準冷鏈品質指標(Cool Chain Quality Indicator, CCQI)。

CCQI標準建立於一個風險評估為基礎的品質管理系統，而此系統著重於使冷鏈中易腐食品(PTSPs)保持在適當特殊環境因素下的預警措施。要達到這些目標的基本原則即以適當的搬運、儲存與運輸工具來掌控供應鏈中溫度的專業方法。為了確保高品質冷鏈指標而發展出冷鏈認證，CCQI設立評分制度，評分分數由0至100分，越接近0分代表著冷鏈作業品質越低及高溫度變化風險，越接近100代表著冷鏈作業品質越高，溫度變化風險越小，並且提供了公司在冷鏈作業能力上的可靠度與品質的能見度，冷鏈每項作業中的所有CCQI得分必須等於或大於制定的水準，通過認證後將會由GL頒發證書（陳慧娟，2008），也因此CCQI將成為本研究判斷品質的一項指標。

上述這些低溫物流議題多半為溫度變化對品質所造成的影響，隨著全球化的因素，醫藥的發達與人們飲食文化的改變，由於顧客對品質的要求越來越高，對價格敏感程度提升，而企業為了減少物流成本及專注核心事業，不得不將低溫物流外包，冷鏈為供應鏈中重要的一環在過去文獻中低溫物流供應商評選議題鮮少被關注，因此本研究將溫度變化與CCQI衡量的品質納入低溫物流供應商評選主要衡量指標。

2.3 供應鏈能見度

過去因災害造成供應鏈斷鏈的例子不勝枚舉，舉凡日本329大地震，泰國大淹水...等等。Harland et al. (2003)認為在供應鏈的審核上，企業能注意到的風險不到一半。因此，我們必須解決：如何選擇風險最小的供應商以避免供應鏈的中斷，以及在預算的限制下如何提高能見度。

供應鏈能見度的研究已漸漸受到業界及學界的重視(Barlett et al., 2007)。根據Enslow (2006)研究，約78%的大型企業將供應鏈能見度(supply chain visibility, SCV)列為最關心的議題。另外Goh et al. (2009)解釋SCV為一個供應鏈角色，它能提供即時的訊息並能使決策做得更出色。Zhang et al. (2010)由於能見度的提升全球的物流業者，在中端對終端的供應鏈上明顯受益。因此，本研究必須加入能見度的觀點作為多目標的決策變數。

2.4 供應商評選

近年產學界的重視與供應鏈管理的崛起，同時投入產業的專業人士非常多，在供應商選擇上多屬性決策(Multiple attribute decision making, MADM)方法常被使用在選擇或評估方案之問題上，例如分析層級程序法(analytic hierarchy process, AHP)、分析網路程序法(analytic network process, ANP)、案例式推理(case-base reasoning, CBR)、資料包絡分析(data envelopment analysis, DEA)、模糊集合理論(fuzzy set theory)、基因演算法(genetic algorithm)、數學規劃(mathematical programming, MP)與簡易多屬評等技術(simple multi-attribute ranking technique, SMART)和方法間混合成的多種決策方法(Ho et al, 2010)。

Petroni and Braglia (2000)應用DEA衡量選擇供應商效率，為了避免選擇到次優或是錯的供應商，以交叉效率及Maverick 指數衡量供應商，並提出9個評估因素來衡量各供應商等級；數學規劃(mathematical programming, MP)亦

是供應商評選的工具之一，Talluri and Narasimhan (2003) 是第一組的研究人員在評估替代供應商時考慮性能變異性措施，同時測量最大和最小的供應商效率，對供應商績效實現一個全面的瞭解。

Choy and Lee (2002) 提出了一般化模型，採用案例式推理(case-based reasoning, CBR)選擇供應商，評估標準分為三類：技術能力，品質系統，組織形象，該模型將選擇一個以公司定義規範的供應商。Muralidharan et al. (2002) 以9個評估準則來選擇供應商提出五階AHP模式幫助決策者，其中在選擇過程中的參與者來自公司不同部門如採購、倉儲、品管等部門人員。

現實生活中企業決策領通常為多重評估準則，而這些準則往往互相衝突，如價格與品質。過去決策者多採用最小成本或最大獲利為單一衡量標準，但在複雜決策議題時，決策者應在相互衝突的目標上做取捨，例如在低溫物流供應商評選時，若以單一準則為評估依據，不但考慮有欠周詳且亦不符實際問題的需要，使用多目標進行決策時，決策者通常必須設定屬性權重，無法算出最佳解，因此使用模糊理論的隸屬函數(membership function)量化事件與模糊概念的關係，卻依然存在主觀偏好問題。

在選擇第三方物流服務供應商時涉及各種因素的組合，至今仍然沒有廣泛被接受的低溫物流選擇機制。此外，在物流業的外部環境能存在許多不確定因素，因此本研究採用可量化之數學規劃，以改善主觀決策所造成的偏誤，建立一套精確的低溫物流供應商評選模式。

3. 研究方法

本研究希望能在資源與環境均不確定的情況下，針對評選低溫物流之供應商進行有效率的選擇，並以冷鏈特有觀點，結合最小化成本、最大化冷鏈品質及最大化能見度作為目標函數，並考量現實環境中的限制，建構出一多目標數學規劃模式。接著採用線性隸屬函數的概念及Max-min演算法，來發展模糊多目標混合整數數學規劃模式，其模式之建構流程如圖1所示：

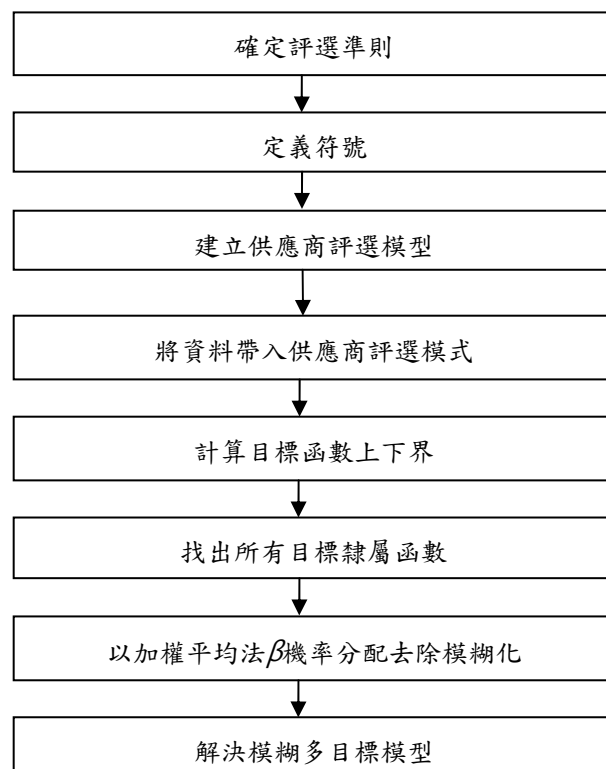


圖 1 供應商選擇模式建構流程圖

3.1 模型發展

根據文獻探討提出多目標模型，其模型包含三個目標，分別為：能見度極大化、冷鏈品質極大化與成本極小化，模型建構如下：

決策變數(decision variables)：

Q_{ij} ：低溫物流業者 j 所運輸的產品 i

Y_{ij} ：為二元變數，是否選擇低溫物流業者

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{如選擇低溫物流業者為 } 1, \text{ 其他為 } 0 \end{cases}$$

參數：

B_i ：運輸產品 i 所能使用的預算

D_i ：產品 i 的總需求量

P_{ij} ：低溫物流業者 j 對產品 i 的每單位運輸價格

p_{ij} ：低溫物流業者 j 對產品 i 的固定成本

V_{ij} ：低溫物流業者 j 對產品 i 的運輸能見度

V_i ：運輸產品 i 的最小能見度

CV_{ij} ：低溫物流業者 j 提供產品 i 能見度所需花費的成本

G_j ：低溫物流業者 j 在CCQI得到的總分

模型：

$$\text{Max Visibility } (Z_1) = \sum_i \sum_j V_{ij} Y_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Max Cold Chain Quality } (Z_2) = \sum_j \sum_i G_j Y_{ij} \quad (2)$$

$$\text{Min Cost } (Z_3) = \sum_i \sum_j V_{ij} CV_{ij} Y_{ij} + \sum_i \sum_j P_{ij} Q_{ij} + \sum_j \sum_i p_{ij} Y_{ij} \quad (3)$$

Subject to:

$$\sum_j V_{ij} CV_{ij} Y_{ij} \leq B_i \quad \text{for each } i \quad (4)$$

$$\sum_j V_{ij} Y_{ij} \geq V_i \quad \text{for each } i \quad (5)$$

$$\sum_j Q_{ij} Y_{ij} = D_i \quad \text{for each } i \quad (6)$$

$$Q_{ij} \leq N Y_{ij} \quad \text{for each } i, j \quad (7)$$

$$Q_{ij} \geq 0 \quad \text{for each } i, j \quad (8)$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \text{for each } j \quad (9)$$

$$Y_{ij} \in \{1, 0\} \quad \text{for each } i, j \quad (10)$$

其中限制式(4)在低溫物流業者中可視性與冷鏈品質必須在預算內達成 (5)低溫物流業者所提供的空間最小能見度必須達到最低需求，限制式 (6) 低溫物流業者運輸數量必須滿足需求，限制式(7)為避免決策變數衝突而設置，其中 N 為一個較大的數，限制式(8)為非負限制式，令低溫物流業者與提供的運輸數量非負，限制式(9)即同一種商品只能由同一家業者運輸，無法合併運輸，限制是(10)是為了讓決策變數能夠進行所設置。

由於一般供應鏈評選的資訊模糊性，原始模型轉化為模糊多目標規劃(Fuzzy Multi-object programming, FMOP)。Amid et al. (2006) FMOP模型改寫於明確的模型並從低溫物流業者評選模型修改如下列式子：

$$\text{Max Visibility } Z_1(x) \cong \sum_i \sum_j \tilde{V}_{ij} Y_{ij} \quad (11)$$

$$\text{Max Cold Chain Quality } Z_2(x) \cong \sum_i \sum_j G_{ij} Y_{ij} \quad (12)$$

$$\text{Min Cost } Z_3(x) \cong \sum_i \sum_j \tilde{V}_{ij} CV_{ij} Y_{ij} + \sum_i \sum_j P_{ij} Q_{ij} + \sum_i \sum_j Y_{ij} P_{ij} \quad (13)$$

Subject to:

$$\sum_j \tilde{V}_{ij} CV_{ij} Y_{ij} \leq B_i \quad \text{for each } i \quad (14)$$

$$\sum_j \tilde{V}_{ij} Y_{ij} \geq V_i \quad \text{for each } i \quad (15)$$

3.2 模糊多目標模型求解方法

為了解決修改後的 FMOP 模型，使用 Yu and Goh (2014)所提出的解決步驟，步驟如下：

步驟1：將模型建立在現有的SCV與CCQI上，並對運輸數量及低溫物流業者建立不同的需求及產能限制。

步驟2：以單目標問題解決所有目標函數，在各個目標函數上使用Zimmerman's(1978)所提出的Max-min approach解決問題，並組成三角模糊數(L, M, U)，方法如下（在此只列出需模糊的式子）。

Maximization objective functions:

$$U_1 = \text{Max} \sum_i \sum_j (V_{ij})^U Y_{ij} \quad (16)$$

$$U_2 = \text{Max} \sum_i \sum_j G_{ij} Y_{ij} \quad (17)$$

$$U_3 = \text{Max} \sum_i \sum_j (V_{ij})^U CV_{ij} Y_{ij} + \sum_i \sum_j P_{ij} Q_{ij} + \sum_i \sum_j Y_{ij} P_{ij} \quad (18)$$

Subject to:

$$\sum_j (V_{ij})^L CV_{ij} Y_{ij} \leq B_i \quad \text{for each } i \quad (19)$$

$$\sum_j (V_{ij})^U Y_{ij} \geq V_i \quad \text{for each } i \quad (20)$$

Minimization objective function:

$$L_1 = \text{Min} \sum_i \sum_j (V_{ij})^L Y_{ij} \quad (21)$$

$$L_2 = \text{Min} \sum_i \sum_j G_{ij} Y_{ij} \quad (22)$$

$$L_3 = \text{Min} \sum_i \sum_j (V_{ij})^L CV_{ij} Y_{ij} + \sum_i \sum_j P_{ij} Q_{ij} + \sum_i \sum_j Y_{ij} P_{ij} \quad (23)$$

Subject to:

$$\sum_j (V_{ij})^U CV_{ij} Y_{ij} \leq B_i \quad \text{for each } i \quad (24)$$

$$\sum_j (V_{ij})^L Y_{ij} \geq V_i \quad \text{for each } i \quad (25)$$

步驟3：找出所有目標函數的隸屬函數，其中(26)與(27)分別為模糊最大目標函數與模糊最小目標函數，而 U_1, U_2, U_3 與 L_1, L_2, L_3 分別表示三角模糊目標函數的上界與下界。

$$\mu_1(Z_1(x)) = \begin{cases} 1 & \text{if } Z_1(x) \geq U_1 \\ \frac{Z_1(x) - L_1}{U_1 - L_1} & \text{if } L_1 \leq Z_1(x) \leq U_1 \\ 0 & \text{if } Z_1(x) \leq L_1 \end{cases} \quad (26)$$

$$\mu_1(Z_1(x)) = \begin{cases} 1 & \text{if } Z_1(x) \leq L_1 \\ \frac{U_1 - Z_1(x)}{U_1 - L_1} & \text{if } L_1 \leq Z_1(x) \leq U_1 \\ 0 & \text{if } Z_1(x) \geq U_1 \end{cases} \quad (27)$$

步驟4：以加權平均法的 β 機率函數去除模糊化。

步驟5：使用步驟2到步驟4取得結果，求解單目標數學規劃模型，得到最佳解。

Amid et al. (2006)為了求解 FMOP 模型提出了以一個有明確權重的單目標模型來作為 K 個目標函數去以解決

FMOP 模型，而 λ_k 表示對 k^{th} 目標函數的實現程度。

$$\text{Max} \sum_{k=1}^K w_k \lambda_k \quad (28)$$

Subject to:

$$\lambda_k \leq \mu(Z_k(x)) \quad k=1,2,\dots,K \quad (29)$$

$$\sum_j \left[\left(\frac{1}{6} \right) V_{ij}^p CV_{ij} Y_{ij} + \left(\frac{4}{6} \right) V_{ij}^m CV_{ij} Y_{ij} + \left(\frac{1}{6} \right) V_{ij}^o CV_{ij} Y_{ij} \right] \leq B_i \quad \text{for each } i \quad (30)$$

$$\sum_j \left[\left(\frac{1}{6} \right) V_{ij}^p Y_{ij} + \left(\frac{4}{6} \right) V_{ij}^m Y_{ij} + \left(\frac{1}{6} \right) V_{ij}^o Y_{ij} \right] \geq V_i \quad \text{for each } i \quad (31)$$

$$\lambda_k \in [0,1], \quad k=1,2,\dots,K \quad (32)$$

$$\sum_{k=1}^K w_k = 1, \quad w_k \geq 0 \quad (33)$$

$$Y_{ij} \in [0,1] \quad \text{for each } i, j \quad (34)$$

4. 案例應用與結果

本研究應用所發展之模糊多目標之模型，以國內某水果大盤商為測試對象，帶入本模式流程來說明其應用方法並選擇三家規模不同的國內外船公司為被評選之廠商進而假設其相近的數據案例，透過代入本模式流程來說明其應用方法。

4.1 個案公司簡介

針對本研究所發展出之模糊多目標低溫物流業者評選模式，本節將舉R公司為例進行模式測驗，R公司於1979年創立以進出口蔬果為主，主要進出口地區包括美國、加拿大、日本、歐洲、澳洲、韓國、香港及中國大陸，現已取得ISO22000及HACCP認證通過。

R公司積極的與國內有關單位共同研發水果保鮮技術，已成功開發芭樂、芒果、荔枝、鳳梨、香蕉、楊桃及龍眼特殊保鮮技術，本研究即以此個案公司為實證對象在成本、品質及能見度兼具的條件下運用模糊多目標數學規劃模式進行求解，此研究假設案例中，透過賣方向買低溫物流業者洽訂四十呎冷凍貨櫃並加以運送前往東京港，希望能選出高品質，低成本與高能見度之低溫物流業者，而不同低溫物流者其設備、人員、運輸流程，貨物裝載方式與對於其品質、成本以及能見度亦有不同之結果其相關資料如下所示：

本案例R公司長期以來與南部果農合作收購水果加以外銷，但由於過去合作的低溫物流業者的品質以及對貨品資訊掌握的透明度不甚理想，故R公司有意置換低溫物流業者以避免貨品損壞或品質不佳而流失訂單。R公司目前再洽國內三家船公司分別為A($j=1$)、B($j=2$)及C($j=3$)等三家信譽卓越的低溫物流業者，透過設相近之數據來驗證本研究假設所發展之低溫物流業者評選模式。

本案例將與果農採購三種交易所需的蔬果分別為芒果 ($i=1$)、鳳梨 ($i=2$)及芭樂 ($i=3$)其每一種水果的需求

量分別為 $(D_1)=800$ 箱， $(D_2)=600$ 箱， $(D_3)=1200$ 箱，其針對提高水果能見度的預算也有所不同，分別為 $(B_1)=2800$ 元， $(B_2)=2500$ 元， $(B_3)=2500$ 元為了增加產品能見度可向船公司購買記錄溫度之設備放置各個冷凍櫃內，在提升能見度上三家價格分別為 $(CV_{11}=CV_{21}=CV_{31})=300$ 元， $(CV_{12}=CV_{22}=CV_{32})=400$ 元與 $(CV_{13}=CV_{23}=CV_{33})=350$ 元。在實際案例中能見度為決策者無法擁有精確完整資訊，因此本研究將能見度分制定為1至9分，低溫物流業者能見度為 $A(j=1)=6$ 分、 $B(j=2)=7$ 分、 $C(j=3)=6$ 分，在CCQI上的得分分別為85分、90分與86分，而R公司對三種產品所能容忍最低能見度分別為芒果5分、鳳梨4分、芭樂4分，能見度相對重要表如表1所示；能見度三角模糊數如表2所示；由於冷凍櫃無法併櫃運輸，因此每個品項均需一個四十呎冷凍櫃來裝運，即R公司將出口三個冷凍櫃其成本及其他費用如表3所示。

表 1 能見度尺度相對重要表

能見度	低			中			高		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

表 2 能見度三角模糊數

低溫物流業者 j	能見度三角模糊數(悲觀值、最可能值、樂觀值)
1	(4.5,5.8,6.4)
2	(7.1,7.5,7.9)
3	(5.6,6.3,6.9)

註：(3.7,5.8,6.8) 為三角模糊數 (l,m,r)

表 3 成本與其他費用

低溫 物流 業者 j	海運費 (櫃/NTD)	吊櫃費 (櫃/NTD)	貨櫃封條費 (櫃/NTD)	提單製作費 (set/NTD)	電放費 (set/NTD)	板架費 (櫃/NTD)	提升能見 度 成本 (櫃/NTD)	總成本
1	33000	9100	170	1300	500	1000	1000	46070
2	42000	9100	170	1300	500	1000	1000	55070
3	36000	9100	170	1300	500	1000	1000	49070

4.2 實證個案模型之建立與求解

本研究將利用圖1所提之模型來建立個案公司之模糊多目標求解步驟。其步驟如下所示：

步驟 1：將個案原始資料帶入模糊多目標供應商評選數學模式

將原始資料帶入建構的能見度目標、冷鏈品質物標語城門目標以及限制式。

步驟 2：以單目標問題形式來求解並決定各目標函數與限制式可行解區域之上下界

以單目標問題解決所有目標函數，在各個目標函數上使用Zimmerman's(1978)所提出的Max-min approach解決問題，並決定每一個目標函數和需求限制的上下邊界，其中 $\{x, y\}$ 表示其上邊界與下界 $\{U_k, L_k\}$ ，而

$$(Z_1, Z_2, Z_3) = (\{20.7, 13.5\}, \{258, 258\}, \{154453, 145868\})$$

步驟 3：找出所有目標函數的隸屬函數

目標函數可行解區域如表4所示。

表 4 目標函數可行解區域

	$\mu = 0$	$\mu = 1$	$\mu = 0$
能見度目標函數 (Z_1)	13.5	20.7	
冷鏈品質目標函數 (Z_2)		258	258
成本目標函數 (Z_3)		145868	154453

步驟 4：以加權平均法的 β 機率函數去除模糊化

其中最有可能的權重為 $4/6$ ，樂觀與悲觀權重分別為 $1/4$ 。解模糊後三角模糊數的能見度如表 5。

表 5 解模糊化能見度表

低溫物流業者 j	能見度三角模糊數
1	5.68
2	7.5
3	6.28

步驟 5：使用步驟 2 到步驟 4 取得結果，求解單目標數學規劃模型，得到最佳解。

在模型上假設 R 公司對冷鏈品質目標函數的權重偏好較高，最大能見度 (Z_1)、最高冷鏈品質 (Z_2)、最低成本 (Z_3)

三個權重分別為 $\frac{1}{10}$ 、 $\frac{8}{10}$ 、 $\frac{1}{10}$ ，模糊多目標數學規劃輸出之結果如表 6。

表 6 模糊多目標數學規劃模式之輸出解

數量 Q_{ij} 水果 i	供應商 j			目標函數值	決策滿意度
	1	2	3		
1	800	0	0	$Z_1=17.04$	$\lambda_1=0.492$
2	600	0	0	$Z_2=255$	$\lambda_2=1.000$
3	1200	0	0	$Z_3=143320$	$\lambda_3=1.000$
					$L=0.949$

經計算後所求得低溫物流供應商之模糊多目標數學規劃輸出解分別為：能見度 (Z_1) 為 17.04、冷鏈品質目標 (Z_2) 為 255、總成本 (Z_3) 為 143,320 元。向低溫物流業者 j_1 訂購芒果 800 箱與芭樂 600 箱鳳梨 1200 箱，決策者對於該決策的總體滿意度及各目標滿意程度分別為 $L=0.7137$ ， $\mu_{Z_1}(x)=\lambda_1=0.492$ ， $\mu_{Z_2}(x)=\lambda_2=1.000$ ， $\mu_{Z_3}(x)=\lambda_3=1.000$ 。

由表 6 分析資料發現 Z_2 (冷鏈品質) 的決策滿意水準 (1.000) 與 Z_3 (成本) 的決策滿意水準 (1.000)，優於 Z_1 (能見度) 的決策滿意水準 (0.492)；亦即 ($\lambda_2=\lambda_3>\lambda_1$)。這也意味著在決策者偏好冷鏈品質得情況下冷鏈品質目標與成本目標達成程度大於能見度，其三樣產品均選擇第一家供應商運輸可能原因為第一家業者雖在能見度與冷鏈品質上不如其他兩家低溫物流業者，但在成本上卻明顯勝過其他兩家低溫物流業者。

總結來說，經由本研究所建構之模糊多目標模型的目標滿意度 L 為 0.949。即表示在次模糊多目標模型下兼顧能見度最大、冷鏈品質最高與成本最小等三個不同目標，而且各個目標均能達到決策者偏好標準。

5. 結論

低溫物流業者評選上，本研究主要是以模糊多目標數學規劃法，建構一套兼顧能見度最大、冷鏈品質最高與成本最低等三個目標的低溫物流業者評選模式；並以模糊多目標數學規劃的特性來處理低溫物流業者評選時所遇到

的決策問題，綜合以上探討，本節將對本研究做一個總結說明研究成果。

5.1 結論

在供應鏈體系中企業將供應商評選視為成功的關鍵因素之一，由於全球資本結構的改變企業為了增加企業競爭優勢將運輸活動外包，在冷鏈這一塊企業面臨低溫物流業者選擇的決策問題，企業中有許多因素會影響低溫物流業者的決策策略，以單目標的方法並無法完全表達現實決策之所需，其中冷鏈運輸過程中需要注意溫度控制和快速的反應提高產品能見度，並在兼顧產品品質的情況下以較低的成本達到企業的最大利益，在多種因素的情況下，決策者必須權衡各個因素之間的問題，因此大部分供應商評選為多目標模式。

在低溫物業者的選擇問題中，本研究採用能見度、能見度預算、能見度成本以及總成本這四種準則來決定所欲選擇的低溫物流業者。以能見度、冷鏈品質、總成本做為目標函數並考量到資源可使用量之限制，運用模糊多目標方法，參考實務運作，找出影響低溫物流供應商評選因素，再針對供應商選擇問題建構出低溫物流供應商評選一般化模式。

再者，藉由本研究之多種不同權重模糊多目標規劃與等權重模糊多目標規劃法的分析比較，瞭解不同決策者偏好在決策行為之差異，以找出最適合決策者之低溫物流業者。

綜合以上所述，本論文可歸納出下列幾點結論：

- (1) 本文結合了模糊數及多目標概念建構出低溫物流業者評選模式，經實驗證實本模式能夠在資訊模糊的情況下，選擇出合適的低溫物流業者以及業者所運輸產品的數量，同時亦考量到能見度預算對目標值和滿意度之影響，使其能夠更符合實務上低溫物流供應商評選所追求之策略目標考量。
- (2) 相較於過去之研究，較少有針對冷鏈供應商評選並同時考慮能見度與其他評估準則之低溫物流業者評選標準，而以目前冷鏈愈趨於重視品質與食品藥物安全所帶來之影響，因此本研究認為應同時考慮冷鏈品質及其他重要的評估準則才能夠符合目前實務上冷鏈之執行。
- (3) 運用模糊多目標方法求解優於其他單目標求解模式，能使決策者決策時更符合實際情況，本文模式可同時追求最大能見度、最佳冷鏈品質和總成本最低等三個目標函數，並考慮多種不同偏好權重，使決策者可視實務情況來決定各模糊目標的相對重要性，以求得較高的滿意度及最佳解。
- (4) 衡量冷鏈品質中冷鏈協會(CCA)所提出的冷鏈品質指標(CCQI)在先前的研究並沒有用來當作判斷冷鏈品質的標準，可能因為冷鏈至今並未發展為一成熟之領域，但隨著消費者對低溫產品的需求大增，冷鏈將成為被受關注之焦點，因此本研究將冷鏈品質納為低溫物流業者評選之評估準則來評選供應商。
- (5) 經過實證測試結果顯示本研究結合模糊理論及Max-Min方法所建構之模糊多目標低溫物流業者評選模式，在能見度、冷鏈品質和成本等三個目標上均有不錯的滿意程度，此亦證明本研究所建構模式在現實上之可行性。

5.2 研究貢獻

供應商評選為冷鏈活動重要的一環，由於市場結構的改變使得企業不得不將冷鏈活動外包，藉由低溫物流業者降低企業成本提高企業營運績效及整體競爭力。利用本研究建構的模糊多目標線性數學規劃模式，以求取各項決策變數之合理解及多元目標值，有助於解決的上述課題。

本研究模型在管理及應用上有以下幾點主要的貢獻，分述如下：

- (1) 過去的供應商評選中鮮少注意冷鏈這環節，雖然國內供應商評選論文不在少數，但針對低溫物流的研究卻極少，多半為冷凍機械技術性的研究，本研究模型將能見度、冷鏈品質與成本三個目標作為本研究基礎，以建立一符合現實情況之低溫物流業者評選模式，期望日後能夠在實務面與學術上建立一個新的參考架構。
- (2) 模型中加入不同目標權重的概念使決策模型更加符合實務狀況，因此，即便對目標重視程度不同的決策者，本研究模型也能依照決策者偏好更改權重係數，進而精算能見度、冷鏈品質與成本等目標值，時決策者評選出最適低溫物流業者。
- (3) 本模式應用了能見度限制、能見度預算限制以及其他因素，來提高模式對實際情況的實用性。

參考文獻

中文部分

世界衛生組織(WHO)<http://www.who.int/foodsafety/en>

陳慧娟(2008)。台灣低溫產業的供應鏈整合。現代物流-物流技術與戰略，33，36-40。

英文部分

- Barlett, P.A., Julien, D. M., Baines, T. S. (2007). Improving supply chain performance through improved visibility. *International Journal of Logistics Management*, 18(2), 294-313.
- Chao Y. (2009). The comparison and analysis of the third party logistics and the fourth logistics. *China Circulation Economy*, 10, 24-6.
- Choy, K.L., Lee, W.B., (2002). A generic tool for the selection and management of supplier relationships in an outsourced manufacturing environment: The application of case based reasoning. *Logistics Information Management*, 15(4), 235-253.
- Den Ouden, M., Dijkhuizen, A.A., Huirne, R.B.M., Zuurbier, P.J.P. (1996). Vertical cooperation in agricultural production-marketing chains, with special reference to product differentiation in pork, *An International Journal*, 12(3), 277-290.
- Enslow, B. (2006). Global supply chain benchmark report: Industry priorities for visibility, B2B, collaboration, trade, compliance, and risk management, Aberdeen Group.
- Goh, M., De Souza, R., Zhang, A.N., Wei, H., Tan, P.S. (2009). Supply Chain visibility: a decision making perspective. *Proc. Of the 4th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications*, 2546-2511.
- Hanjeet, K., Lye, M. S., Sinniah, M., Schnur, A. (1996). Evaluation of cold chain monitoring in Kelantan, Malaysia. *Bull Word Health Organ*, 74, 391-397.
- Harland, C., Brenchley, R., Walker, H. (2003). Risk in supply networks. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(2), 51-62.
- Ho,W., Xu, X.,Dey, P. K.. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16-24.
- IIR (2009).The role of refrigeration in worldwide nutrition 5th Informatory note on refrigeration and food. International Institute of Refrigeration.
- Jol, S., Kassianenko, A., Wsaol, K., Oggel, J. (2007). The Cold Chain, one link in Canada's food safety initiatives, *Food Control*, 18(6), 713-715.
- Likar, K., Jevsnik, M. (2006). Cold chain maintaining in food trade. *Food Control*, 17, 108-113.
- Muralidharan, C., Anantharaman, N., & Deshmukh, S.G. (2002). A multi-criteria group decision-making model for supplier rating. *Journal of Supply Chain Management*, 38(4), 22-33.
- Petroni, A., Braglia, M.. (2000). A quality- assurance oriented methodology for handling trade- offs in supplier selection, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(2), 96-111.
- Rafik H. Bishara (2006). The Application of Electronic Records and Data Analysis for Good Cold Chain Management Practices. *The Journal of Pharmaceutical & Biopharmaceutical Contract Services*, 7(3).
- Talluri, S., Narasimhan, R. (2003). Vendor evaluation with performance variability: A max-min approach. *European Journal of Operational Research*, 146(3), 543-552.
- Yu, M.C., Goh, M., (2014). A multi-objective approach to supply chain visibility and risk, *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16-24.
- Zhang, A.N., Goh, M., Meng, F. (2010). A model for supply chain visibility assessment, *Proceedings. 15th International*

Symposium on Logistics, 200-207.

Zimmermann, H.J., (1993). Fuzzy Set Theory and its Applications, 4th ed. Kluwer Academic Publishers: Boston.