

# 企業發展運輸加值型供應鏈模式之績效指標分析<sup>1</sup>

## The performance indices of supply chain model for corporation developing transportation type of logistics system

李國良 Kuo-liang Lee<sup>2</sup>  
林淑真 Shu-Chen Lin<sup>3</sup>  
蕭聖懷 Shen-Huai Hsiao<sup>4</sup>

### 摘要

今日台灣企業在面對國內外廠商的競爭壓力下，必須不斷的蛻變與調整供應鏈模式以便進行產業運籌佈局，才能在快速變動的市場中強化企業競爭優勢。而在朝向供應鏈整合之際，如何在運籌體系中，建立適當的績效評估系統，對管理者將形成嚴苛的考驗。運輸業者為供應鏈中重要的通路成員之一，掌握運輸業在供應鏈模式不同階段的關鍵績效條件及差異性，可協助供應鏈通路成員研擬策略及建立良好夥伴關係之重要參考。為有效建立適當的績效評估系統，本文首先建立運輸加值型供應鏈模式，並初步研擬績效指標，其次，運用灰統計分析(Grey Statistics Analysis)與灰關聯分析(Grey Relational Analysis)方法進行核心關鍵指標的篩選與偏好分析。最後本文依據評估結果，分析其活動流程與績效構面特性並提供管理隱含與未來研究建議。

**關鍵字：**運輸型供應鏈、績效指標、灰統計分析法、灰關聯分析法

### Abstract

Today, the corporations in Taiwan are facing various kinds of competition pressure. In order to strength the competitive advantage under changing fast market, constantly to change and adjust the supply chain model in order to arrange the industrial market is important. It is important to develop the performance measurement system of supply chain

---

<sup>1</sup> 本文係國科會研究計畫編號 NSC-95-2416-H-240-001 之部分內容，作者感謝國科會經費補助。

<sup>2</sup> 僑光技術學院行銷與流通管理系助理教授(地址：台中市西屯區僑光路 100 號；電話：(04)27016855 轉 2382；E-mail: [lee.kl@ocit.edu.tw](mailto:lee.kl@ocit.edu.tw))

<sup>3</sup> 僑光技術學院行銷與流通管理系助理教授(地址：台中市西屯區僑光路 100 號；電話：(04)27016855 轉 2371；E-mail: [shuchen@ocit.edu.tw](mailto:shuchen@ocit.edu.tw))

<sup>4</sup> 僑光技術學院管理研究所研究生(地址：台中市西屯區僑光路 100 號；電話：(04)27016855 轉 2382；E-mail: [lee.kl@ocit.edu.tw](mailto:lee.kl@ocit.edu.tw))

model when corporations move to the integration of supply chain. Transportation firms play one of the main roles in supply chain system, so to grasp the key indices and difference in various stages of supply chain model can support the strategies development and establish the good partnership. In order to construct the suitable measurement system, the initial performance indices were proposed depending on the transportation type of supply chain model. And, the Grey Statistics Analysis and Grey Relation Analysis were utilized to extract the key performance indices. Finally, the management implication and further research had been proposed depending on the research results.

**Keywords:** transportation type of supply chain, performance indices, grey statistics analysis method, grey relation analysis method

## 壹、前言

經濟環境隨著資訊數位時代的來臨，企業產銷及配送體制面臨顛覆性變革，致跨國企業於不同據點建構生產線及配銷體系、建立資訊情報系統、靈活運用當地資源並進行地區性整合與調度之經營方式已呈必然趨勢。基於此，廠商在面對各種競爭壓力及國內外廠商的競爭優勢下，必須不斷的蛻變與調整供應鏈模式以便進行產業運籌佈局，才能在快速變動的市場中強化企業競爭優勢，營造有利企業進行供應鏈產業分工之運籌管理體系環境。供應鏈管理除了可使物流順暢，適時適地、經濟有效達成供補目的外，更可徹底做到顧客導向，將顧客需求透過供應鏈每一個環節，迅速傳到上游供應商。一個有效的供應鏈管理及經營策略，可使供應鏈內每一個成員共蒙其利，因此供應鏈管理是 21 世紀企業合作的典範 (宋忠儒<sup>[3]</sup>)。

Lee and Billington<sup>[22]</sup> 認為供應鏈管理面臨的危機之一，是缺乏適當的績效評估系統，也是最難解決的問題之一，因此建立績效衡量依據及績效評估指標是發展供應鏈績效評估系統的關鍵。因此在企業朝向供應鏈整合之際，如何在企業運籌體系架構中，建立適當的績效評估系統，以整合供應鏈上下游成員的資源優勢並做最有效的利用，以謀取最大的利益，將對管理者將形成重大的考驗。

物流運籌體系活動包括有運輸、倉儲、存貨與配送等功能 (Lu<sup>[25]</sup>, Sheu<sup>[32]</sup>)，其主要目的在支援供應鏈中所需之採購、生產、分配等運籌活動，因此為確保供應鏈各活動之順暢運作，需要不同物流企業支援此一供應鏈不同階段的活動。由於不同物流企業在產業功能、經營型態、企業資源等運籌環境上具差異性，因此從

企業角度探討供應鏈活動之支援，應考量不同企業應有其適合的運籌功能類型及形成競爭優勢之條件(績效指標)( Andy, Mike and Ken<sup>[13]</sup>)。而從公部門角度，如何掌握與了解私部門發展運籌體系之不同供應鏈模式的關鍵條件，亦可作為公部門營造運籌體系環境、研擬區位策略，以營造物流運籌企業從事商品之運輸、配送、倉儲、組裝及流通加工等增值服務之優質環境，進而創造國家經濟繁榮。因此，了解供應鏈不同運籌產業的績效指標，將有助於供應鏈成員的成功整合。

為建立特定運籌產業的績效評估系統，本文擬依據三階段運籌體系架構 (黃文吉等<sup>[8]</sup>)中的運輸增值型運籌體系為例，建立運輸增值型產業供應鏈模式之績效評估系統，並運用灰統計分析(Grey Statistics Analysis)與灰關聯分析(Grey Relational Analysis)方法 (鄧聚龍<sup>[12]</sup>)，進行關鍵指標篩選與指標偏好分析，最後本文依據指標特性分析說明其管理之意涵，以提供供應鏈相關成員研擬策略及建立良好供應鏈夥伴關係之參考。

## 貳、文獻回顧

### 2.1 物流績效衡量構面

物流能力(競爭力)衡量可分為以「行為基準」(Behaviour Based)及「結果基準」(Outcome-Based)能力為考量層面(Shang<sup>[31]</sup>)。因此物流競爭力可分成下列兩種型態，其中以「行為基準」為競爭力構面，主要強調運籌(物流)行為(Bowersox and Closs<sup>[14]</sup>)，如定位(Position)、整合(Integration)、能立(Agility)及衡量(Measurement)；以「結果基準」為競爭力構面，主要強調運籌(物流)結果(如 Fawcett et al.<sup>[16][17]</sup>, Morash et al.<sup>[26][27]</sup>)，其主要應於指標分析，如製造業物流策略(如 Frohlich and Dixon et al<sup>[19]</sup>)及績效衡量之指標(如 Scannell et al.<sup>[29]</sup>)。本文主要從衡量運籌體系績效之角度探討，因此將以「結果基準」之物流能力衡量指標為主要回顧對象。

以結果基準為考量之物流競爭力之相關績效衡量文獻，有成本(Cost)、時間(Time)、品質(Quality)、彈性(Flexibility)(Gerwin<sup>[20]</sup>, Schonberger<sup>[30]</sup>, Stalk<sup>[34]</sup>, Slack<sup>[33]</sup>)，品質、配送速度(Delivery Speed)，配送彈性(Delivery Reliability)，成本彈性(Leong et al<sup>[24]</sup>)，彈性(Fawcett et al.<sup>[16]</sup>)，配送、品質、彈性、成本、創新(Innovation)(Fawcett, Stanley, and Smith<sup>[17]</sup>)，成本、品質、服務、彈性(Dornier<sup>[22]</sup>, 1998)，成本、品質(Fawcett et al.<sup>[18]</sup>)。依據上述文獻可知，其重要競爭績效係以成本、時間、品質與彈性四個層面為主，在每一層面下則包含數項次層面之指標。有關績效衡量時需

考量分類問題，亦即不同情況有不同績效衡量之情境考量（Andy, Mike and Ken<sup>[13]</sup>）。由於不同區位有其適合發展之運籌體系類型，而上述文獻指標（包括國外與國內相關文獻）因缺乏依據類型進行分類，因此無法瞭解不同區位類型指標。依據上述文獻整理得知，以「結果基準」之物流競爭力衡量指標主要以成本、時間、品質與彈性為構面基準，每個層面下則包含數項次指標。

## 2.2. 物流績效指標

國內外有關探討物流績效指標的相關文獻有許多(賴宥辰<sup>[10]</sup>；蔣美鳳<sup>[11]</sup>；宋忠儒<sup>[3]</sup>；史雅芬<sup>[1]</sup>；張鐵君<sup>[7]</sup>；Read and Miller<sup>[28]</sup>；Bowman<sup>[15]</sup>；Bowersox<sup>[14]</sup>；Gooley<sup>[21]</sup>)，依據上述績效指標文獻(如表 1 所示)可知，績效指標依據不同構面有不同衡量標準。例如 Read and Miller，以物流品質構面建立 8 項指標來衡量物流績效，並以實

表 1 績效指標彙整表

作者	構面	指標
賴宥辰 <sup>[10]</sup>	成本	減少訂單處理成本、降低提供服務相關的設施/人力的成本、減少倉儲成本、減少運輸成本、減少物流營運成本
蔣美鳳 <sup>[11]</sup>	外部績效指標	準時交貨、訂貨處理週期短、訂單完成率高、訂單處理正確性高、缺貨率小、貨物在處理及運送時破損少、處理緊急訂單的能力強、處理緊急訂單的能力強、處理顧客抱怨的行動快而妥當、運送或帳單的錯誤少、配送頻率、配合顧客要求的程度高訂貨方便、配送延遲低、顧客整體滿意程度高
	內部績效指標	進貨出貨作業、儲存保管作業、盤點作業、訂單處理作業、揀貨作業、運輸配送作業、採購作業搬運作業、搬運作業、加工與包裝作業、條碼作業、分貨與合流作業、非作業面評量
宋忠儒 <sup>[3]</sup>	顧客滿意	準確預測市場需求、及時完成所有顧客訂單、準時交貨、交貨失誤率最小化、缺貨率最小化、迅速回應顧客訂單、製造產品前置時間最短、持續提供不良率低之產品、提供顧客滿意的售後服務
	成本與存貨	庫存成本最小化、廢棄(過期)存貨的庫存成本最小化、需求變動時存貨的再加工成本最小化、運送成本最小化、製造成本(員工、設備、原料、重做)最小化、以最低總成本在市場上獲利
	供應商績效	供應商能準時交貨、供應商缺貨率能最小化、供應商能持續提供不良率低之物料、與供應商資訊分享程度、與供應商能維持信賴、良好的關係、供應商的技術能力能繼續勝任。
	彈性	能迅速調整產量以應付需求改變、能應付計畫運送日期變動、能迅速供應多樣化產品、能迅速推出新產品
史雅芬 <sup>[1]</sup>	效率面	訂單完成率、訂單處理週期、訂貨流程簡易性、準時交貨、緊急出貨效率、完整資訊/表單、整體滿意。
	商品與顧客面	商品的清潔度、商品的品質、處理顧客抱怨行動、顧客詢問品應
	出/退/缺貨面	訂貨前置時間、出貨錯誤率、退貨率、缺貨率
	訂單處理面	訂單處理正確性

作者	準則	指標
張鐵君 <sup>[7]</sup>	原物料供應	訂單完成率、訂單處理回應時間、處理緊急訂單能力、生產前置期、缺貨機率
	製程	生產排程穩定性、容量彈性、運送彈性、混合彈性新產品彈性、即時鋪貨率
	交易滿意度	資訊取得程度、溝通管道、即時運送率、配送品質率、配送準確率
	售後滿意度	客戶抱怨、退貨率、訂單流失、市場佔有、技術及線修服務
	資訊科技	系統整合程度、資訊科技投入的成本效益、組織成員的接受能力
Read and Miller <sup>[28]</sup>	物流品質	準時配送、交易準確性、貨品可供應性、運送過程無損壞、訂單週期一致性、供應商可靠性、存貨資訊準確性、詳盡程序與工作規定。
Bowman <sup>[15]</sup>	行銷服務	訂單處理、資訊處理、電信與通訊基礎設施。
Bowersox <sup>[14]</sup>	成本	總成本分析、單位成本、銷售成本百分比、境內運費、境外運費、倉儲成本、管理成本、訂單處理、直接勞工實際及預算比較、成本趨勢分析、直接產品獲利。
	顧客服務	訂單完成率、缺貨率、出貨錯誤率、準時交貨、訂單退回、訂單處理週期、燴客滿意程度、物流服務人員滿意、整體滿意。
	品質	損壞頻率、損壞總額、信用索賠資數、顧客退回次數、退回商品成本。
Gooley <sup>[21]</sup>	誘因	稅捐減免、融資、補助金、資本匯出行銷、技術人力。

證方式進行跨國產業研究。Bowman<sup>[15]</sup>以行銷服務構面之訂單處理、資訊處理、電信與通訊基礎設施三項指標評估一家優良之國際物流中心企業之資訊服務績效。Bowersox<sup>[14]</sup>提出成本、顧客服務、生產力、資產管理及品質五個構面 36 項指標來評物流績效。Gooley<sup>[21]</sup>依據誘因構面建立稅捐減免、融資、補助金、資本匯出行銷與技術人力績效指標，作為評估廠商區位決策之部分指標。史雅芬<sup>[1]</sup>，在「物流中心外部績效評估之研究」研究中，將影響物流中心外部績效評估指標歸納出 20 項，並利用因素分析法將其歸類為六大項，其建立之層級架構圖供零售廠商參考。張鐵君<sup>[7]</sup>，在「全球運籌管理營運模式之績效評估指標設立」研究當中，將全球運籌之內涵加以彙整，分為 7 項構面 34 項指標，並以 AHP 衡量各評估指標之權重，建立一套評估全球運籌管理營運模式績效值。

### 2.3. 物流與運籌體系分類方式

過去有關物流活動之分類方式有不同型態，有依進出口貨物運送起訖之不同（呂錦山<sup>[4]</sup>）分為轉口型物流（貨物自國外進口，經物流中心加工後再配送至國外）、進口型物流（貨物自國外進口，經物流中心加工後再配送至國內）、出口型物流（貨物自國內供應，經物流中心加工後再配送至國外）。依功能屬性（吳偉銘<sup>[2]</sup>）分為運輸型物流（因應高效率運輸需求之貨種）、加值型物流（因應貨物在 DC 加值前後之產品價值所產生之時間成本差異之貨種）、倉儲型物流（因應貨

物在 DC 配送前後其進口與出口配送時間需求差異之貨種)。依國際物流系統之發展類型 (Bowersox<sup>[14]</sup>) 可分類為傳統型 (負責國內區域之倉儲與配送服務)、直接配送型 (直接配送至各國客戶, 不設國際物流中心)、轉運型 (負責國內區域之配送服務, 不保有庫存)、國際配送型 (在區域間設置一國際物流中心, 以統籌鄰近地區之訂貨、倉儲與配送)。上述分類方式基本上主要以物流之活動流程為分類基準, 且其分類方式屬概略性分類方式, 從競爭觀點, 無法有效表達物流活動加值程度高低。

有依全球運籌發展策略 (張卓寰<sup>[6]</sup>) 分類為供應運籌中心 (成立共同委外運籌活動之發貨中心)、產業加值中心 (從事特定產品簡單加工之活動)、營運總部運籌中心 (作為全球或區域營運總部, 規劃統籌運籌活動)。依據其定義營運總部運籌中心屬服務加值國際物流功能、供應運籌中心屬運輸加值的 (Multiple Country Distribution, MCD) 功能、產業加值運籌中心屬生產加值功能。黃文吉等<sup>[8]</sup> 將運籌體系依據附加價值及物流活動流程觀點分類為運輸加值型 (包括進出口型、轉口型)、生產加值型 (包括加工再進口型、初級加工再出口型、深層加工再出口型) 與服務加值型 (營運總部) 等三階段六類型運籌體系。

### 參、研擬運輸加值型運籌體系供應鏈模式之績效指標

#### 3.1. 研究流程

為探討企業發展運輸加值型供應鏈模式之績效指標, 本文依據下列研究流程 (圖 1 所示) 進行本研究之目的。首先依據三階段六類型運籌體系概念 (黃文吉等<sup>[8]</sup>) 中的運輸加值型運籌體系來建立本文之運輸加值型三階段活動流程 (包括供應端至營運端、營運端、營運端至消費端) 之供應鏈模式, 由於三階段供應鏈活動流程係由不同產業類別所支援完成, 因此透過三階段活動流程之分類, 可了解不同階段物流績效需求, 進而提供不同產業之參考。依據物流績效指標之相關文獻, 考量成本、時間、品質、彈性之績效構面, 本文首先將績效指標文獻歸類為四項構面, 並刪除重複及相似指標後, 再考量三階段中供應端至營運端、營運端、營運端至消費端之供應鏈活動流程, 初步研擬出運輸加值型供應鏈模式績效指標。依據本研究所研擬之績效指標, 透過第一階段專家問卷訪談, 運用灰統計分析法進行關鍵績效指標之篩選, 再依據所篩選之關鍵績效指標進行第二階段專家問卷, 並運用灰關聯分析方法進行指標偏好分析, 最後本文進行供應鏈活動流程差異與績效構面差異之分析。

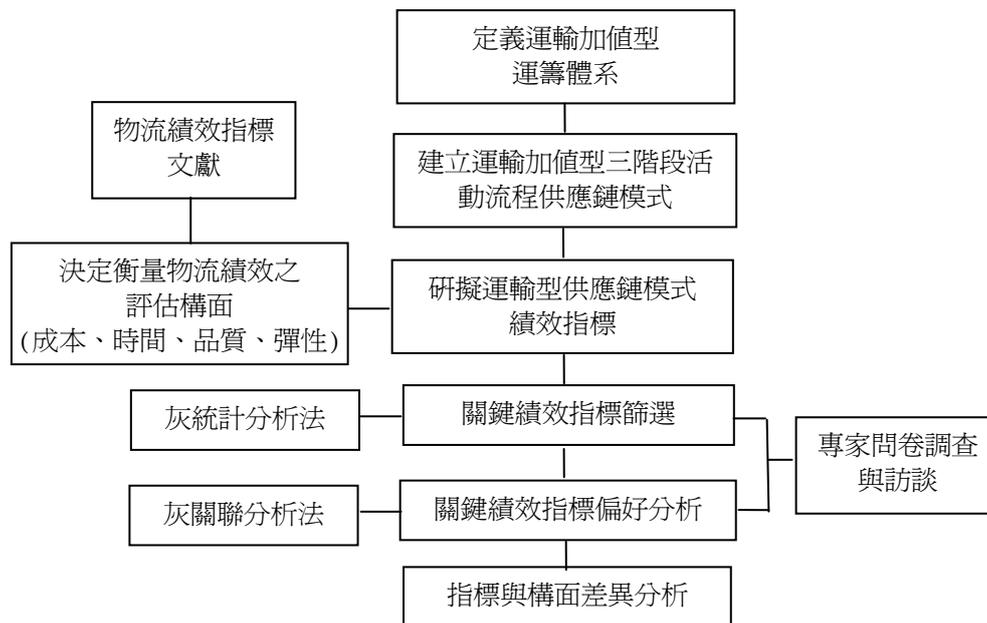


圖 1. 研究流程

### 3.2 績效指標之擬定

不同運籌體系分類方式有不同考量，本文引用三階段運籌體系中運輸加價值型運籌體系之概念，建立運輸加價值運籌體系之供應鏈模式(表 2)。依據黃文吉等<sup>[8]</sup>所提運輸加價值型階段主要以提供運輸(transportation)、倉儲(warehousing)及併拆櫃(consolidation)功能為主。而從功能及相關服務企業角度探討運輸加價值階段運籌體系，主要服務企業包括有運輸業(如航空公司、海運公司、貨運公司、快遞公司)、倉儲業(保稅公司、物流中心業者、貨櫃集散棧公司)。

本文依據物流績效指標之相關文獻，考量成本、時間、品質、彈性之績效構面，首先將績效指標文獻歸類為四項構面，並刪除重複及相似指標後，再考量三階段中供應端至營運端、營運端、營運端至消費端之供應鏈活動流程，初步研擬出運輸加價值型供應鏈模式績效指標如表 3 所示。

## 肆、研究方法

本研究主題涉及專家之專業性判斷，進行問卷調查時將面臨專家、學者稀少性及回收率低之實務問題，因此無法成為有規律之數據分布而採用傳統機率統計

表 2. 運輸增值運籌體系供應鏈模式分析

階段			
運輸增值			
代表性企業	海、空運輸業 貨運業	倉儲業 物流業	海空運輸業 貨運業、快遞業

表 3. 物流運輸業(運輸增值型)績效指標評選準則彙整表

構面	指標	說明
供應端至營運端	進貨運送效率	從供應商到營運據點的運送速度
	進貨運送時間準確性	從供應商到營運據點的運送時間的準確性
	進貨商品準確性	貨物能進貨正確的產品與條件
	運送頻率	週期時間內(每日或每週)運送貨物次數
	進貨運輸管理成本	組合各種供應鏈作業的成本
	緊急進貨運送能力	能提供緊急進貨需求的運輸能力
營運端	存貨週轉率	處理存貨週轉能力
	分貨與出貨作業效率	處理顧客貨物在分貨與出貨的能力
	加工與包裝作業效率	處理顧客貨物在加工或包裝的能力
	揀貨作業效率	處理顧客貨物在撿貨作業的能力
	訂單處理時間	對顧客訂單處理所需時間
	訂單處理準確率	完成顧客訂單需求的能力
	緊急出貨處理能力	對顧客緊急出貨的應變能力
	因應商品需求多變性能力	因應顧客多樣性商品需求的能力
營運端至消費點	緊急訂單處理能力	對處理顧客緊急訂單需求的能力
	平均到貨時間	指完成顧客訂的單週期時間
	逆物流效率	對處理顧客端貨物的退回、維修等的的能力
	配送時間準確性	配送貨物到顧客的平均運輸時間準確度
	配送商品準確性	正確配送顧客商品&數量的準確度
	緊急出貨配送能力	因應顧客緊急出貨配送的能力

方法加以分析。鑑此本文採取灰色系統理論(Grey system theory)方法於運輸增值型運籌體系之供應鏈績效指標之擷取。灰色系統理論主張充分利用灰色系統中的白色信息來解決問題，主要針對系統內部之系統模型不明確、資訊不完整的情況下，進行系統之關聯分析及模型構建，以了解系統特徵及系統行爲（鄧聚龍<sup>[12]</sup>），而灰

色系統至今發展已然形成灰生成、灰關聯分析、灰建模、灰預測、灰決策、灰統計、灰聚類等系統理論，並應用於各個領域中(如：預測相關領域、決策相關領域等等)。

#### 4.1. 指標篩選方法—灰統計分析法

灰色統計方法是以灰數的白化函數為生成之基礎，將一些具體數據按某種灰數所描述的類別進行歸納分析，且由於灰色統計模式中具備(1)計算方法簡便且易於操作(2)對樣本數量多寡沒有過份要求等特質，故灰色統計已然被各不同領域學者專家應用於指標擷取及評估上（鄧聚龍<sup>[12]</sup>）。

有關灰統計方法之處理程序說明如下。

##### (1)建立灰類白化函數

首先將所收集之專家評估值，依照（傅立<sup>[9]</sup>）的分類，將準則之重要性劃分為五個等級，分別為「非常不重要」、「不重要」、「普通」、「重要」、「非常重要」，其各等級(灰類)的白化函數如圖 2 所示。

##### (2)求決策係數

首先令  $\eta_{jk}$  為第  $j$  個決策方案屬於第  $k$  個灰類的係數，則

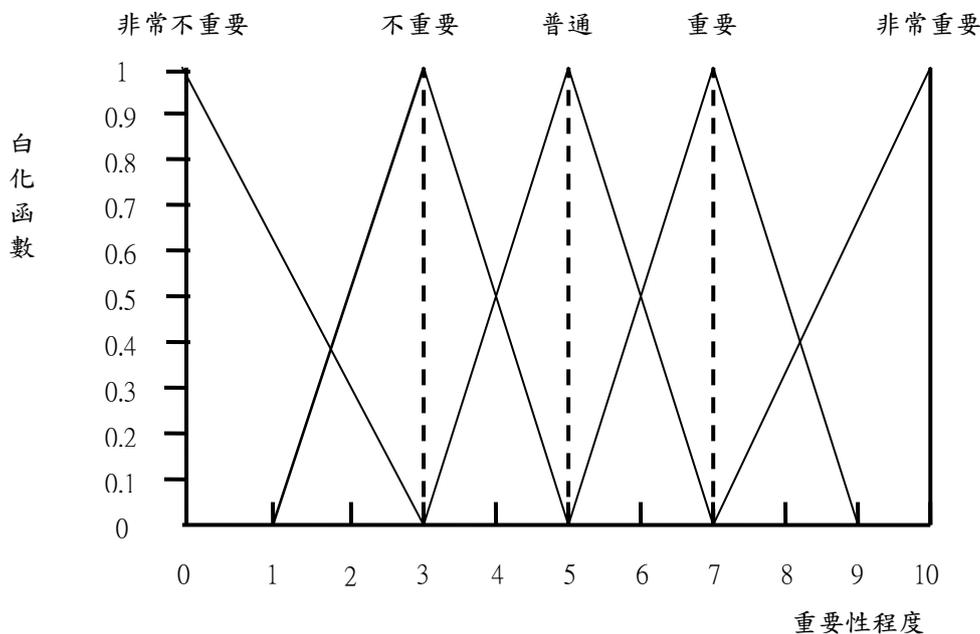


圖 2 五種重要性程度的白化函數

$$\eta_{jk} = \sum_{i=1}^m f_k(d_{ij})p_i \quad (1)$$

其中

$d_{ij}$ ：第  $i$  個決策群體給予第  $j$  個方案之評估值；

$p_i$ ：第  $i$  個決策群體中的決策人數；

$f_k$ ：第  $k$  個灰類的白化函數；

$f_k(d_{ij})$ ：為第  $k$  個灰類，第  $i$  個決策群體對第  $j$  個決策方案所提的決策量白化函數

其運算過程以採取業界專家在問卷設計階段「績效指標」為例進行運算說明，首先針對各專家學者或業者對該指標之評價分數彙整如表 4。

由上述資料利用公式(3)求取決策係數值，求取過程中需配合（傅立<sup>[9]</sup>）的分類計算之，其運算如表 5 所示。最後再計算「績效指標」之歸屬值後，利用歸類值大小及門檻值設定進行判斷，以「績效指標」為例其歸屬值為其「普通」（如表 6 所示）。然因本文採取以「重要」為其門檻值之界定，故該指標本文不採納。

表 4 績效指標專家學者或業者評估分數彙整表

重要性程度 (白化值)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
分數人數	0	2	0	3	0	5	0	3	0	3	0

表 5. 灰類係數轉換之計算

$\eta_{\text{非常重要}} = \sum_{i=1}^m f_k(d_{ij})p_i = 0.33 \times 0 + 0.67 \times 3 + 1 \times 0 = 2.01$
$\eta_{\text{重要}} = \sum_{i=1}^m f_k(d_{ij})p_i = 0.5 \times 0 + 1 \times 3 + 0.5 \times 0 = 3$
$\eta_{\text{普通}} = \sum_{i=1}^m f_k(d_{ij})p_i = 0.5 \times 0 + 1 \times 5 + 0.5 \times 0 = 5$
$\eta_{\text{不重要}} = \sum_{i=1}^m f_k(d_{ij})p_i = 0.5 \times 0 + 1 \times 3 + 0.5 \times 0 = 3$
$\eta_{\text{非常不重要}} = \sum_{i=1}^m f_k(d_{ij})p_i = 1 \times 0 + 0.67 \times 2 + 0.33 \times 0 = 1.34$

表 6. 績效指標之歸屬值

歸類項目	非常重要	重要	普通	不重要	非常不重要
歸類值	2.01	3	5	3	1.34

#### 4. 2. 指標偏好分析—灰關聯分析法

依據灰統計方法篩選出關鍵指標後，本文運用灰關聯分析(Grey Relational Analysis)進行指標偏好分析。由於指標偏好分析係由受訪者依據其專業知識判斷，因此隱含不確定因素以及專家樣本較少之情況在內，而灰關聯分析主要用來處理資料樣本少、非常態分配時之評估，本研究即尋求以灰關聯分析，進行運輸型供應鏈績效指標之偏好分析。茲將灰關聯分析法相關定義及執行步驟說明如下：

##### 4. 2. 1 灰關聯分析之定義

定義 1.  $X$  為灰關聯因子空間

令  $X$  為灰關聯因子空間，

$$\begin{aligned}
 X &= \{x_i \mid i \in I = \{0, 1, 2, \dots, m\}, m \geq 2, \\
 x_i &= (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)), \\
 x_i(k) &\in x_i, k \in K = \{1, 2, \dots, n\}, n \geq 3\} \quad (2)
 \end{aligned}$$

令  $\gamma(x_0(k), x_i(k))$  與  $\gamma(x_0, x_i)$  為正實數，且  $\gamma(x_0, x_i)$  為  $\gamma(x_0(k), x_i(k))$  的平均值，若在灰關聯空間中可以找到一函數  $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ ，滿足規範性、偶對稱性、整體性及接近性四項公理(axiom)，則稱  $\gamma(x_0(k), x_i(k))$  為以  $x_0$  為參考數列， $x_i$  為比較數列， $x_i$  對於  $x_0$  在  $k$  點的灰關聯係數，稱  $\gamma(x_0, x_i)$  為  $x_i$  對於  $x_0$  的灰關聯度。

一個因子空間，尚具有下列特性，關鍵因子的存在性、內涵因子的可數性、因子的可擴充性、因子的獨立性。若一原始序列滿足無因次性(nondimension)、同等級性(scaling)、同極性(polarization)，則稱此序列具有可比性。所謂無因次性即將數列化為無測度單位型態，同等級性即數列  $x_i$  中之值  $x_i(k)$  均屬同等級(order)(表示十的次方)或等級相差不大於二，同極性表示數列中因子描述之狀態為同方向。

定義 2. 滿足由因子空間及可比性形成的空間稱為灰關聯空間(grey relational space)，以  $(X, \Gamma)$  表示。其中  $X$  為灰關聯因子空間， $\gamma$  為灰關聯映射(從  $x_0, x_i$  到  $\gamma(x_0, x_i)$ )， $\Gamma$  為  $\gamma$  的全體。

定義 3. 在灰關聯因子空間  $X$  及灰關聯空間  $(X, \Gamma)$  上，若有  $\gamma(x_0, x_j), \gamma(x_0, x_p), \dots, \gamma(x_0, x_q)$  滿足

$$\gamma(x_0, x_j) > \gamma(x_0, x_p) > \dots > \gamma(x_0, x_q)$$

$x_j$  錯誤! 尙未定義書籤。 >  $x_p$  錯誤! 尙未定義書籤。 > ... 錯誤! 尙未定義書籤。 >  $x_q$

則稱上述排列為灰關聯序(Grey Relational Order), 記為(j, p, ..., q: 錯誤! 尙未定義書籤。 > )

#### 4.2.2 灰關聯分析之執行步驟

(1) 指標界定。

$x_i(k)$ 代表第  $i$  個受訪者對第  $k$  項績效指標的評估值。

(2) 找出望大之目標值為參考數列  $x_0$ 。

(3) 將各指標評估值  $x_i(k)$ 列為比較數列。

(4) 如指標因統計資料之單位可能不同, 需進行無因次化處理, 求出  $x_i^*(k)$ 。

由於發展供應鏈績效評估值可能包括質化與量化的統計資料單位不一致問題, 因此首先需要考量進行無因次化處理。為避免評估指標不符可比性(comparison), 可採夏郭賢等<sup>[5]</sup>之修正方法, 例如指標存在有 1 與 1000 者, 等級差為 3, 即不符可比性之原則。無因次化變數  $x_i^*(k)$ 處理方式分為望大、望小及望目三種狀況:

(a) 望大之形式, 即變數數據越大越好。當所採用之質化與量化統計資料屬於正向效益(effective)資料, 則採用下列望大之形式進行處理

$$x_i^*(k) = (x_i(k) - \min_k x_i(k)) / (\max_k x_i(k) - \min_k x_i(k)) \quad (3)$$

(b) 望小之形式, 即變數越小越好。當所採用之質化與量化統計資料屬於負向成本(cost)資料, 則採用下列望小之形式進行處理

$$x_i^*(k) = (\max_k x_i(k) - x_i(k)) / (\max_k x_i(k) - \min_k x_i(k)) \quad (4)$$

(c) 望目之形式, 即變數越接近目標值越好。當所採用之質化與量化統計資料屬於越接近理想值資料愈好, 則採用下列望目之形式進行處理

$$x_i^*(k) = 1 - (|x_i(k) - x_{ob}(k)|) / \max_k \{ \max_k x_i(k) - x_{ob}(k), x_{ob}(k) - \min_k x_i(k) \} \quad (5)$$

(5) 計算差數列  $\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)| \quad (6)$

(6) 計算各比較數列之  $\Delta'(k)$

$$\Delta'(k) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{0i}^2(k)}{n}} \quad (7)$$

(7) 計算灰關聯度  $\Gamma_{0i}$

$$\Gamma_{0i} = (\Delta_{\min} + \Delta_{\max}) / (\Delta' + \Delta_{\max}) \quad (8)$$

其中， $\Delta_{\max} = \max_i \max_k \Delta_{0i}(k)$ ， $\Delta_{\min} = \min_i \min_k \Delta_{0i}(k)$ 。若考慮辨識係數  $\zeta$ ，則灰關聯度為

$$\Gamma_{0i} = (\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}) / (\Delta' + \zeta \Delta_{\max}) \quad (9)$$

其中  $\Gamma_{0i}$  辨識係數  $\zeta$  主要功能用來表現背景值與待測物間的對比，其值可以依需要調整，一般  $\zeta$  值取 0.5 附近。

(8) 依灰關聯度  $\Gamma_{0i}$  大小進行供應鏈績效指標之偏好排列。

## 伍、運輸加值型供應鏈模式績效指標之驗證

為進行運輸型供應鏈績效關鍵指標擷取與偏好分析，本節以上述第 4 節所建構之灰理論之處理模式，茲將其運算過程，分別描述如后。

### 5.1 問卷調查與分析

本文主要研究對象是運輸加值型運籌體系下之產業的績效指標與構面分析，依據蒐集的資料設計問卷，因此本研究的對象鎖定為資訊產業的企業主管階層以上之人士。本問卷內容可分二階段。第一階段針對研擬績效指標調查之篩選問卷；第二階段為績效指標調查之偏好問卷。

本文第一階段績效指標調查之篩選問卷，採李克特(Likert Scale)五點尺度評分方式，分別由填寫人針對問卷之重要性程度給予評分，本問卷填答評估尺度「非常重要」以編碼「9」表示，「重要」以編碼「7」表示，「普通」以編碼「5」表示，「不重要」以編碼「3」表示，「非常不重要」以編碼「1」表示。第二階段

進行關鍵績效指標偏好調查之問卷，共分四個關鍵指標，分別是供應點、製造端、DC、消費點，在衡量供應點有3題，衡量製造端有4題，衡量DC有4題，衡量消費點有1題，總共13題。採用李克特五點尺度予以測量，分數賦予1~9分，分數愈高代表程度愈高。

在問卷發放與回收方面，第一階段專家問卷共發出 150 份，問卷共回收 26 份，其中 20 份為有效問卷，6 份為無效問卷，有效回收率 13.3%。第二階段專家問卷共發出 150 份，問卷共回收 17 份，其中 15 份為有效問卷，2 份為無效問卷，有效回收率 10%。

## 5.2 運輸加值型供應鏈模式績效指標篩選分析

依據上述灰統計分析方法進行運輸加值型供應鏈模式績效指標的篩選分析，將各候選物流指標以(“非常不重要”、“不重要”、“普通”、“重要”、“非常重要”)五等級歸類值的判斷採取適當門檻值並以試誤法進行篩選較適當之指標。依據灰統計分析方法之指標篩選程序，先彙整各專家學者與業者對績效指標之評價分數，再計算運輸加值型廠商指標歸類之結果(如表 7 所示)，其中歸類值為”普通”之指標有 8 項；歸類值為”重要”之指標有 6 項；歸類值為”非常重要”之指標有 7 項。

本文取重要為門檻值，顯示影響物流運輸業類型的核心指標為進貨運送效率、進貨運送時間準確性、進貨商品準確性、緊急進貨運送能力、管理成本、訂單處理時間、訂單處理準確率、緊急出貨處理能力、因應商品需求多變性能力、緊急訂單處理能力、配送時間準確性、配送商品準確性、緊急出貨配送能力等 13 項。

依據灰統計分析法篩選之 13 項指標，本文透過第二次專家問卷進行下列灰關聯分析步驟，以求得指標偏好。

- (1) 本文依據 15 位專家問卷調查結果得到表 8 之物流運輸業績效指標評估值  $x_i(k)$  及參考數列  $x_0$  (取專家對於各項指標之最大評估值 9)。
- (2) 考量是否需進行無因次化處理，以求得績效指標評估值  $x_i^*(k)$ 。因本研究之 13 項績效指標評估值皆透過專家問卷取得，並無統計資料單位不同的問題，因此不需進行無因次化處理。
- (3) 計算差數列  $\Delta_{0i}(k)$  (如表 9 所示)。以  $x_2(1)=7$  為例，差數列  $\Delta_{0i}(k)=9-7=2$ ； $x_2(3)=9$  為例，差數列  $\Delta_{0i}(k)=9-9=0$ ； $x_2(7)=5$  為例，差數列  $\Delta_{0i}(k)=9-5=4$ 。

(4) 計算各比較數列之  $\Delta'(k)$  (如表 9 所示)。以  $\Delta'_{13}$  為例

表 7. 物流運輸業(運輸加值型)指標歸類值表

	非常不 重要	不重要	普通	重要	非常 重要	歸類值	門檻值 取重要
進貨運送效率	1.34	3	3	4	5.36	非常 重要	☆
進貨運送時間準確性	0.67	3	0	6	6.7	非常 重要	☆
進貨商品準確性	0	1	1	5	8.71	非常 重要	☆
運送頻率	1.34	5	7	6	0	普通	
緊急進貨運送能力	0	1	5	8	4.02	重要	☆
管理成本	0.67	0	1	9	6.03	重要	☆
存貨週轉率	0	4	10	6	0	普通	
分貨與出貨作業效率	0.67	2	6	5	3.35	普通	
加工與包裝作業效率	1.34	5	7	5	0.67	普通	
揀貨作業效率	0	3	9	6	1.34	普通	
訂單處理時間	0	3	4	5	5.36	非常 重要	☆
訂單處理準確率	0	0	0	7	8.71	非常 重要	☆
緊急出貨處理能力	0	1	5	5	6.03	非常 重要	☆
因應商品需求多變性能力	0.67	2	4	7	4.02	重要	☆
緊急訂單處理能力	0	1	3	8	5.36	重要	☆
平均到貨時間	1.34	2	7	5	2.68	普通	
逆物流效率	0.67	4	8	4	2.01	普通	
配送時間準確性	0	1	3	10	6.7	重要	☆
配送商品準確性	0	0	0	5	10.05	非常 重要	☆
緊急出貨配送能力	0	1	6	6	4.69	重要	☆

$$\Delta'(13) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{15} \Delta_{0i}^2(13)}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0^2 + 2^2 + 0^2 + 2^2 + 2^2 + 0^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 4^2 + 0^2 + 2^2 + 2^2 + 0^2 + 0^2)}{15}}$$

$$= 1.79$$

表 8 物流運輸業績效指標評估值

$x_i(k)$	$k$	$k1$	$k2$	$k3$	$k4$	$k5$	$k6$	$k7$	$k8$	$k9$	$k10$	$k11$	$k12$	$k13$	$x_0$
$x_1$		7	7	7	9	7	9	9	7	9	7	9	9	9	9
$x_2$		7	9	9	9	9	7	5	7	5	7	7	7	7	9
$x_3$		7	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9
$x_4$		7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	7	7	7	9
$x_5$		9	7	7	7	9	9	9	7	7	7	7	9	7	9
$x_6$		9	9	9	7	7	7	9	9	7	9	9	9	9	9
$x_7$		7	7	7	9	7	7	9	9	7	9	7	7	7	9
$x_8$		7	7	7	7	9	7	9	9	7	7	7	7	7	9
$x_9$		9	7	7	7	9	5	5	9	5	7	7	9	7	9
$x_{10}$		1	3	5	7	3	1	9	7	5	7	3	9	5	9
$x_{11}$		7	9	9	7	9	7	9	7	7	7	9	9	9	9
$x_{12}$		9	9	9	7	9	7	9	5	5	7	9	9	7	9
$x_{13}$		9	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9	9	7	9
$x_{14}$		9	7	9	9	5	5	5	9	9	7	5	9	9	9
$x_{15}$		9	9	9	9	5	7	9	9	5	9	9	9	9	9

註: 1.  $k1$ =進貨運送效率、 $k2$ =進貨運送時間準確性、 $k3$ =進貨商品準確性、 $k4$ =緊急進貨運送能力、 $k5$ =管理成本、 $k6$ =訂單處理時間、 $k7$ =訂單處理準確率、 $k8$ =緊急出貨處理能力、 $k9$ =因應商品需求多變性能力、 $k10$ =緊急訂單處理能力、 $k11$ =配送時間準確性、 $k12$ =配送商品準確性、 $k13$ =緊急出貨配送能力。

2.  $x_1$  至  $x_{15}$  代表共 15 位受訪專家。

3.  $x_0$ =參考數列

(5) 計算灰關聯度  $\Gamma_{0_i}(k)$  (如表 9 所示)。以  $\Gamma_{0_i}(13)$  為例

$$\Gamma_{0_i}(13) = (\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}) / (\Delta_i + \zeta \Delta_{\max}) = (0 + 0.5 * 8) / (1.79 + 0.5 * 8) = 0.69$$

(6) 依灰關聯度 $\Gamma_{0i}$ 大小進行供應鏈指標偏好排列。

由表 9 可知，運輸加值型績效指標之灰關聯度大小排序為： $K12 > K4 > (K3 = K8 = K10) > (K7 = K13) > K2 > K11 > (K1 = K5) > K9 > K6$ ，即表示

表 9. 物流運輸業(運輸加值型)灰關聯係數表

$\Delta_{0i}(k)$ $x_i$	$k1$	$k2$	$k3$	$k4$	$k5$	$k6$	$k7$	$k8$	$k9$	$k10$	$k11$	$k12$	$k13$
$x_1$	2	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0
$x_2$	2	0	0	0	0	2	4	2	4	2	2	2	2
$x_3$	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
$x_4$	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	2
$x_5$	0	2	2	2	0	0	0	2	2	2	2	0	2
$x_6$	0	0	0	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0
$x_7$	2	2	2	0	2	2	0	0	2	0	2	2	2
$x_8$	2	2	2	2	0	2	0	0	2	2	2	2	2
$x_9$	0	2	2	2	0	4	4	0	4	2	2	0	2
$x_{10}$	8	6	4	2	6	8	0	2	4	2	6	0	4
$x_{11}$	2	0	0	2	0	2	0	2	2	2	0	0	0
$x_{12}$	0	0	0	2	0	2	0	4	4	2	0	0	2
$x_{13}$	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	0	2
$x_{14}$	0	2	0	0	4	4	4	0	0	2	4	0	0
$x_{15}$	0	0	0	0	4	2	0	0	4	0	0	0	0
$\Delta'_k$	<b>2.48</b>	<b>2.13</b>	<b>1.63</b>	<b>1.55</b>	<b>2.42</b>	<b>2.92</b>	<b>1.79</b>	<b>1.63</b>	<b>2.58</b>	<b>1.63</b>	<b>2.25</b>	<b>1.03</b>	<b>1.79</b>
$\Gamma_{0i}$	<b>0.62</b>	<b>0.65</b>	<b>0.71</b>	<b>0.72</b>	<b>0.62</b>	<b>0.58</b>	<b>0.69</b>	<b>0.71</b>	<b>0.61</b>	<b>0.71</b>	<b>0.64</b>	<b>0.79</b>	<b>0.69</b>
排序	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

註: 1.  $k1$ =進貨運送效率、 $k2$ =進貨運送時間準確性、 $k3$ =進貨商品準確性、 $k4$ =緊急進貨運送能力、 $k5$ =管理成本、 $k6$ =訂單處理時間、 $k7$ =訂單處理準確率、 $k8$ =緊急出貨處理能力、 $k9$ =因應商品需求多變性能力、 $k10$ =緊急訂單處理能力、 $k11$ =配送時間準確性、 $k12$ =配送商品準確性、 $k13$ =緊急出貨配送能力。

2.  $x_1$  至  $x_{15}$  代表共 15 位受訪專家。

配送商品準確性 > 緊急進貨運送能力 > 進貨商品準確性 = 緊急出貨處理能

力=緊急訂單處理能力> 訂單處理準確率=緊急出貨配送能力> 進貨運送時間準確性> 配送時間準確性> 進貨運送效率=管理成本> 因應商品需求多變性能力> 訂單處理時間。

## 陸、結論與管理隱含

一個有效的供應鏈管理及經營策略，可使供應鏈內每一個成員共蒙其利，然企業在朝向供應鏈整合之際，如何在企業運籌體系架構中，建立適當的績效評估系統，以整合供應鏈上下游成員的資源優勢並做最有效的利用，對管理者是重要挑戰。物流運籌體系活動主要功能在支援供應鏈中所需之運籌活動，為確保供應鏈各活動之順暢運作，需要不同物流企業加以支援，了解供應鏈不同運籌產業的績效指標，將有助於供應鏈成員的成功整合。本文主要目的在探討三階段運籌體系架構中運輸加值型之概念，建立運輸型運籌體系之供應鏈績效指標。

本研究主題涉及專家之專業性判斷，因此問卷調查時將面臨專家、學者稀少性及回收率低之實務問題，因此無法成為有規律之數據分布而採用傳統機率統計方法加以分析。而灰色系統理論主要針對系統內部之系統模型不明確、資訊不完整的情況下，進行系統之關聯分析及模型構建，以了解系統特徵及系統行為。因此透過結合灰統計分析與灰關聯分析方法進行指標篩選與偏好分析，以達成建構運輸加值型運籌體系之供應鏈績效評估系統。

依據評估結果，本研究篩選出 13 項發展運輸加值型供應鏈模式關鍵績效指標及排序，依序為「配送商品準確性」、「緊急進貨運送能力」、「進貨商品準確性=緊急出貨處理能力=緊急訂單處理能力」、「訂單處理準確率=緊急出貨配送能力」、「進貨運送時間準確性」、「配送時間準確性」、「進貨運送效率=管理成本」、「因應商品需求多變性能力」、「訂單處理時間」。

從成本、時間、品質與彈性的績效構面分析供應鏈成員對運輸功能的績效需求，受訪者認為衡量運輸型運籌體系供應鏈績效能力的主要關鍵在於因應供應鏈需求的彈性能力(如緊急進貨運送、緊急出貨處理、緊急訂單處理、緊急出貨配送、因應商品需求多變性等能力)、品質能力(如配送商品準確性、進貨商品準確性、訂單處理準確率)與時間能力(進貨運送時間準確性、配送時間準確性、訂單處理時間)。顯示現在供應鏈主要成員對運輸功能的績效需求已從過去較重視成本的績效，轉變為重視運輸能否滿足供應鏈成員在因應顧客需求變化、正確率與時間效率的績效需求。因此對物流運輸產業而言，提供供應鏈成員在彈性、品質與時間的高績效服務，是運輸產業相關成員(海空運輸、貨運承攬、倉儲、物流、報關等

企業)應努力追求目標。

從供應鏈活動流程中供應端至營運端、營運端、營運端至消費端三階段分析運輸功能的績效需求，顯示受訪者在供應端至營運端(緊急進貨運送能力、進貨商品準確性、進貨運送時間準確性、進貨運送效率、進貨運輸管理成本)、營運端(緊急出貨處理能力、緊急訂單處理能力、訂單處理準確率、因應商品需求多變性能力、訂單處理時間)及營運端至消費端(配送商品準確性、緊急出貨配送能力、配送時間準確性)績效表現都有一定程度重視。對於供應端至營運端運輸功能提供的成員(如海空運輸業、貨運業)而言，提供供應鏈成員在彈性、品質與時間的高績效運輸服務；對於營運端運輸功能提供的成員(如倉儲業、物流業、貨櫃集散站業、報關業)而言，提供供應鏈成員在彈性、品質與時間的高績效倉儲服務；對於營運端至消費端運輸功能提供的成員(如貨運業、快遞業)而言，提供供應鏈成員在品質、彈性與時間的高績效運輸服務是相關運輸產業應努力追求目標。

依據本研究建構之績效衡量指標，後續研究者可據此指標進行特定產業供應鏈在運輸功能的績效評估，以了解現行此一供應鏈系統的運輸績效表現，進而可作為決策者改進之參考。依據黃文吉等所提三階段六類型運籌體系，運輸加值型運籌體系包括兩種類型。第一類型為進出型對於貨物而言加值服務僅止於運輸及裝卸作業，此一類型物流活動之發展型態為傳統運輸、倉儲及配送所提供之功能。第二類型為轉運型，提供之服務除基本之運輸及裝卸作業外，還包含拆/併貨服務，因此後續可針對不同類型所提供之不同功能，進一步詳細分析此兩種類型之績效指標。同時本文主要建構三階段運籌體系中有關運輸加值型供應鏈績效衡量指標，後續研究者可針對生產加值型與服務加值型之兩階段運籌體系，進行供應鏈績效衡量系統之建構，以了解供應鏈成員對提供其他兩階段供應鏈活動支援的相關產業在供應鏈績效需求的條件。

## 參考文獻

1. 史雅芬，”物流中心外部績效評估之研究:模糊理論之應用”，銘傳大學國際企業管理研究所碩士論文，民國八十九年。
2. 吳偉銘，”高雄港結合小港機場發展海空聯運之可行性分析”，**航運季刊**，第9卷第3期，頁1-13，民國八十九年。
3. 宋忠儒，”資訊業供應鏈績效評估系統之研究”，國立成功大學工業管理研究所碩士論文，民國九十年。

4. 呂錦山，”評估國內海運運送人與託運人夥伴關係之研究”，*運輸計劃季刊*，第三十卷第一期，頁 165-202，民國九十年。
5. 夏郭賢、吳漢雄，“灰關聯分析之線性數據前處理探討”，*灰色系統學刊*，第一卷第一期，頁 47-53，民國八十七年。
6. 張卓震，”加工出口區發展全球運籌之策略研究”，高雄第一科技大學運輸與倉儲營運系研究所碩士論文，民國九十一年。
7. 張鐵君，”全球運籌管理營運模式之績效評估指標設立”，*物流新世紀 2003 特輯*，頁 59-83，民國九十二年。
8. 黃文吉、李國良、郭旻鑫，”國際物流園區區位類型指標之研究”，*global logistics*, 1(1)，頁 23-39，民國九十二年。
9. 傅立，”**灰色系統理論及其應用**”，北京：科學技術文獻出版社，民國八十年。
10. 賴宥辰，”台灣物流運輸業的供應鏈績效評估之研究”，南台科技大學行銷與流通管理系研究所碩士論文，民國九十三年。
11. 蔣美鳳，”流通物流中心績效評估實證研究”，中山大學企業管理研究所碩士論文，民國八十五年。
12. 鄧聚龍，**灰色系統理論與應用**，高立出版，民國八十九年。
13. Andy, N., Mike, G. and Ken, P., “Performance measurement system design,” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.15, No.4, pp.80-116, 1995.
14. Bowersox, D. J. and Closs, D. J., *Logistical management: The Integrated Supply Chain Process*, Singapore: McGraw-Hill, 1996.
15. Bowman, R. J., “Moving the goods,” *World Trade*, Vol.6, No.5, pp.140-143, 1993.
16. Fawcett, S. E., Calantone, R., & Smith, S. R., “An investigation of the impact of flexibility on global reach and firm performance,” *Journal of Business Logistics*, Vol.17, No.2, pp.167-196, 1996.
17. Fawcett, S. E., Stanley, L. L., & Smith, S.R., “Developing a Logistics Capability to Improve the Performance of International Operations,” *Journal of Business Logistics*, Vol.18, No.2, pp.101-124, 1997.
18. Fawcett, S. E., Calantone, R. J. & Roath, A., “Meeting quality and cost imperatives in a global market,” *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. Vol.30, No.6, pp.472-499, 2000.
19. Frohlich, M. T. and Dixon, J. R., “A taxonomy of manufacturing strategies revisited”, *Journal of Operations Management*, Vol. 19, No. 5, pp. 541-558, 2001.
20. Gerwin, D. A., “An Agenda of Research on the Flexibility of Manufacturing Processes,” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.7, No.1, pp.45-52,

- 1987.
21. Gooley, T. B., "The geography of logistics," *Logistics Management and Distribution Report*, Vol.37, No.1, pp.63-65, 1998.
  22. Dornier, P.P., Ernst, R., Fender, M., Kouveilis, P., *Global Operation and Logistics*, New York: John Wiley & Sonic Inc (1998).
  23. Lee, H. L., & Billington, C., "The Evolution of Supply Chain Management Models & Practice at Hewlett-Packard," *Interfaces*, 25(5), pp.42-63, 1995.
  24. Leong, G. K., Snyder, D. L., & Ward, P. T., "Research in the process and content of manufacturing strategy," *OMEGA International journal of management science*, Vol.18, No.2, pp.109-122, 1990.
  25. Lu, C.S., "Market segment evaluation and international distribution centers," *Transportation Research Part E* 39, 49-60, 2003.
  26. Morash, E. A., Droge, C., & Vickery, S. K., "Boundary spanning interfaces between logistics, production, marketing and new product development," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol.26, No.8, pp.43-62, 1996a.
  27. Morash, E. A., Droge, C. L. M. & Vickery, S. K., "Strategic logistics capabilities for competitive advantage and firm success," *Journal of Business Logistics*, Vol.17, No.1, pp.1-22, 1996b.
  28. Read, W. F., & Miller, M. S., "The State of Quality in Logistics," *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, Vol.21, No.6, pp.32-47, 1991.
  29. Scannell, T., Vickery, S. K., & Dröge, "Upstream supply chain management and competitive performance in the automotive supply industry," *Journal of Business Logistics* 21(1), pp.23-4, 2000.
  30. Schonberger, R. J., "Creating a Chain of Customers," guild publishing, London, 1990.
  31. Shang, K.C., "Building sustained competitive advantage through logistics competency: an empirical study of the manufacturing industry in Taiwan," A Thesis for the Doctor Degree of Philosophy of Cardiff University, 2002.
  32. Sheu, J.B., "A hybrid fuzzy-based approach for identifying global logistics strategies," *Transportation Research Part E* 40, pp.39-61, 2004.
  33. Slack, N., "The Flexibility of Manufacturing Systems," *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.7, No.4, pp.35-45, 1987.
  34. Stalk, G., "Time: the next source of competitive advantage," *Harvard Business Review*, Vol.66, No.4, pp.41-51, 1988.

