

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

供應鏈供需協調機制與決策支援模式之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-002-112-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立臺灣大學工商管理學系

計畫主持人：郭瑞祥

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 92 年 8 月 13 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

供應鏈供需協調機制與決策支援模式之研究 Supply-Demand Coordination Mechanism and Model for Supply Chain Management

計畫編號：NSC91-2213-E-002-112

執行期限：91/08/01 ~ 92/07/31

主持人：郭瑞祥 台灣大學工商管理學系 rsguo@ccms.ntu.edu.tw

摘要

本研究針對兩供應鏈上下游之協調機制：持續補貨規劃系統 (CRP) 及供應商管理存貨系統 (VMI)，建構線性規劃模式，分析其與現今依一般經驗法則分配之差異，以驗證其績效，並找出影響差異之環境因子影響效果，作為管理者在營運上之參考。協調機制以線性規劃模型加以系統化的描述，在追求供應鏈單期平均總成本最小的目標下，同時考慮訂單（在 VMI 模式中沒有此限制）、供應商產能及彼此之存貨水準等限制，求出最適之分配量。配合實驗設計的手法，選定需求相關性、需求變異數、前置期間及零售商存貨系統之服務水準做為環境因子，設計不同的情境，並建立以經驗法則分配且資訊不足之參考模式作為比較基準。根據蒙特卡羅模擬及反應曲面法之結果分析，CRP 決策支援模式與 VMI 決策支援模式的表現都比參考模式為佳，不論在供應鏈總成本與訂單變異性等方面都有所改善，顯示資訊透明化與最佳化機制發揮其功效；本研究亦同時探討成本節省之效果與環境因子的關聯性，並闡述其管理上的意義。

關鍵詞：決策支援模式、持續補貨規劃系統、供應商管理存貨系統

Abstract

In a supply chain, demands very often don't match with supplies due to the insufficient information between the retailers and wholesalers. To overcome this inefficiency, coordination mechanisms such as Continuous Replenishment Planning (CRP) and Vendor Managed Inventory (VMI) are usually adopted. In this research, decision support models based on mathematical programming techniques and built on the coordination mechanisms of CRP and VMI are developed. With the developed models, the optimal values of decision factors can be decided with the objective of minimizing the total supply chain cost. To verify the models' performance under different scenarios, experimental design and Monte Carlo simulations are conducted, and results are quantified using Response Surface Methodology. The results of the study show that both models result in lower cost and lower order variability in all scenarios than a reference case of no coordination mechanism. In addition, the cost reductions are correlated with the scenario factors of demand correlation, demand variability, lead time and service level. The managerial implications are discussed.

Keywords: Decision Support Model, Continuous

壹、 緒論

1. 研究動機

由於科技的進步與國際化的腳步，使得供應鏈的議題逐漸被重視。在供應鏈的觀點下，所有廠商的努力最終就是要達到顧客滿意的目標，包括原料提供、加工、配送等，廠商應彼此合作，在最短的時間內將產品完成，交到消費者的手中，以提升整體的效率，並減少不必要的存貨堆積及成本浪費。

供應鏈的中各廠商要達到上述的目標，開放資訊分享是必要的手段。若是上下游廠商不將資訊公開透明化，其最後的結果就是長鞭效應的展現：下游廠商往往因需求預測、前置期間、價格波動等因素的影響，會將實際需求情形加以扭曲，以致上游供應商獲得錯誤的資訊，進而影響其生產與分配的規劃，零售商的表現不僅無法因誇大需求情形獲得改善，反而會有負面的影響。由此可知，上游廠商若對下游的需求、銷售資訊有所瞭解，將有助於其規劃，並對下游做出最有效的分配，以提升整體的服務水準。為求資訊的彼此分享，上下游廠商彼此制訂了許多協調機制，其中成效較佳的有持續補貨規劃系統（Continuous Replenishment Planning, CRP）及供應商管理存貨系統（Vendor Managed Inventory, VMI），本研究將對這兩種系統機制做進一步的探討與說明。

供應鏈中上下游廠商協調之重要性既已被重視，然而協調機制的細部內容，一般廠商並不加以深究；廠商欲經由彼此協調後得到更正確的需求資訊，但往往沒有建立系統化決策支援模式，清楚描述機制的運作，以提高資訊的可靠度。此外，協調機制的效能與環境的設定（例如：市場需求之波動性、廠商的前置期間與存貨服務水準）息息相關，因此關於機制的制訂與施行後的效果，需配合整體環境的考量，因果關係才能有明確的描述，真正釐清影響機制的因素及效果。

2. 文獻回顧與研究目的

上游廠商透過下游廠商取得間接之需求資訊—訂單，以此進行生產、配送的規劃，但由於訂單資訊中摻雜了下游廠商存貨政策等因素的影響，並不能完全反應真實的需求狀況，致使廠商所面對的需求資訊不確定性提高。Lee et al. (1997) 提出「長鞭效應」的概念：供應鏈中，需求資訊在向上傳遞時會因需求預測更新（demand forecasting update）、批量訂購（batch ordering）、價格波動（price fluctuation）及短缺賽局（rationing game）等因素扭曲，使得變異增加，愈往上游，變異放大的效果愈明顯。需求變異的提高造成供應鏈的無效率，使廠商承受極大的損失；而利用資訊分享（information sharing）、通路整合（channel alignment）等協調方式或營運效率的改善（operational efficiency），可以降低長鞭效應，將其影響控制在最低的程度。

協調機制的運作有賴廠商間的資訊分享，學者在一供應商與一零售商及一供應商對多個同質零售商的供應鏈設定下，比較在傳統資訊未開放的政策與資訊完全分享後之差異（Bourland et al. (1996)、Cachon & Fisher (2000)）。然而，一對一的供應鏈假設忽略同層級中廠商的互動；而多個同質零售商捨棄廠商異質性的考量，無法顯現上游廠商因下游差異做出的不同決策。此外，在需求的設定上，當供應鏈為一對多之狀況時，假設廠商之需求間彼此獨立似乎無法完全描繪出真實的狀況。

表 1 為 CRP 與 VMI 機制要素之簡要整理（Simchi-Levi et al., 2000）。關於機制模式建立的探討方面，CRP 方面的文獻較少；而在 VMI 部分，Banerjee & Banerjee (1994) 與 Cetinkaya & Lee (2000) 利用數值方法推導出 VMI 系統中最佳之配送週期、存貨服務水準與製造批量。

表 1 CRP 與 VMI 系統要素之簡要彙整

	CRP	VMI
決策者	依上下游廠商之協定訂定各自之決策範圍	由供應商主導規劃
訂單機制	有	無
應用的技術	資訊科技、需求預測、存貨控制	資訊科技、需求預測、配送規劃
零售商所需提供的資訊	補貨頻率、預期需求、前置期間、批量大小、安全存貨水準	實際銷售資料、預期需求、存貨水準、前置期間、運送模式
分配機制	供應商每期依據零售商所訂購的數量並參考零售商之需求、存貨狀況等資訊分配其手上現有之存貨。	零售商並不對供應商下訂單，而是由供應商參考零售商之需求、存貨狀況等資訊調節每期分配的數量。
達成效益	有效反映市場需求。 提昇存貨管理的成效：對於增進顧客服務水準、存貨周轉率提高有明顯的效果。 降低供應鏈總成本：尤以存貨管理相關成本為重。	

根據以上文獻探討可以發現，學者對於資訊分享的效果可說做了充分的討論，但在建立以協調機制為基礎之決策支援模式，及因不同環境設定導致需求波動，對於協調機制的影響等方面的討論並不多見，因此本研究提出以下三項議題，以作為研究之目的：

- 利用線性規劃建立 CRP 與 VMI 協調機制的數學決策支援模式，提供最佳化之決策方法，並進一步探討機制的運用對供應鏈的改善情形。
- 透過系統模擬、實驗設計與反應曲面法 (Response Surface Methodology)，探討環境因子對 CRP 與 VMI 協調機制模式的影響，並將比較兩種不同模式在各情境下的績效及其造成差異之原因。
- 提供管理上的建議，對於 CRP 與 VMI 協調機制應用時機與限制及其他可配合的管理控制做進一步的說明。

3. 研究方法

為避免分析架構過於複雜，本研究設定供應鏈的組成包含單一供應商與兩零售商，探討在兩不同條件之零售商的情形下，供應商運用協調機制分配存貨所帶來的效益。CRP 與 VMI 的機制將原本屬於零售商所有的資訊透明化，供應商將這些資訊整合，做出對彼此都有利的分配；利用線性規劃描述 CRP 與 VMI，即可在同時考量所有限制的情況下求出對於目標式最佳之決策變數組合。

依據實驗設計的方式創造各種不同的情境，選擇造成供應鏈中需求變異增加的因素作為環境因子：零售商需求之相關性（正、負），零售商需求之變異數（大、小），零售商運送前置期間（長、短）以及零售商存貨系統之服務水準（高、低）。其中兩零售商之需求設定為二元變量之一階移動平均模型，VARIMA(0,0,1) (Box & Jenkins, 1976)。利用蒙地卡羅模擬法模擬供應商與零售商 100 期的表現，再經由變異數分析檢定，驗證不同的需求變異下 CRP 模式與 VMI 模式的績效，並探討環境因子的影響效果。綜合上述，研究方法如圖 1 所示。

上下游廠商對協調機制的採行，其模式不只侷限於一對二的關係，一對多的情形更是常見，本研究以線性規劃描述協調機制的運作，對於供應鏈設定的擴充並不會造成障礙，只需在目標式與限制式內增加相關廠商的條件，因此，本模式方法可應用於更繁複的結構上，做為決策者的參考依據。

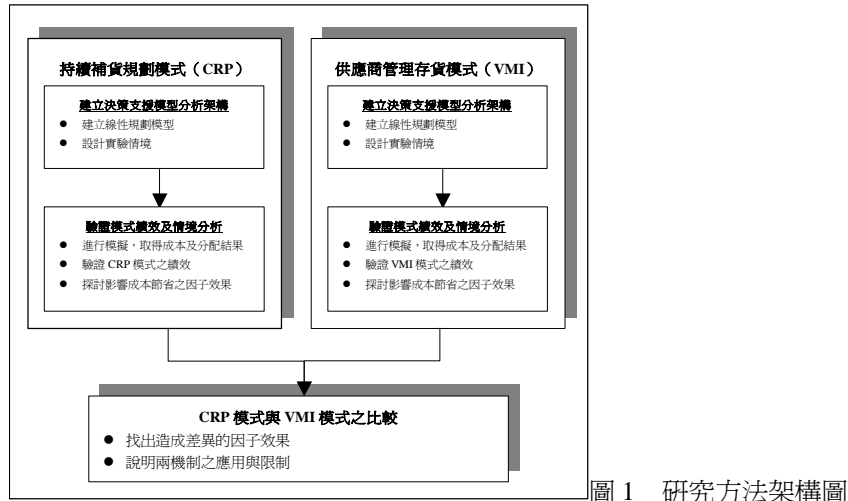


圖 1 研究方法架構圖

貳、持續補貨規劃系統之決策支援模式

一、模式建立

(一) 基本假設

1. 供應鏈僅有上下兩層，由一位供應商及兩位零售商組成。
2. 供應商僅生產單一產品。
3. 供應商每期之產能等於零售商之平均需求總和。
4. 模式中使用之需求資料為零售商對市場之預期需求。
5. 兩個零售商之存貨系統皆為 P 系統 (periodic review system)。
6. 供應商每期生產相同數量的產品。
7. 供應商對零售商的資訊有充分的瞭解，例如：訂購量、需求、各期存貨水準等。
8. 供應商每期依據零售商所訂購的數量來分配現有之存貨 (包含上期期末存貨及本期製造之數量)，並以達到供應鏈單期平均成本最小化為目標。
9. 供應商若本期無法滿足零售商之訂單，次期補貨是被允許的，若至次期訂單仍未被滿足，則永遠不會被滿足。

(二) 數學模式

目標式

供應鏈單期總成本之最小化，成本項包括：

- 供應商運輸成本
- 供應商存貨持有成本
- 供應商缺貨處罰成本
- 零售商存貨持有成本
- 零售商缺貨處罰成本

限制式：

- 零售商各期之訂購量
- 供應商分配時，對零售商分配數量之上限
- 未滿足需求於次期補貨數量之限制

供應商於各期最大供應量之限制

供應商各期期末存貨限制式

零售商各期期末存貨限制式

本研究另建立一以經驗法則分配之參考模式，做為 CRP 模式與 VMI 模式之比較基準。參考模式係依據目前實際上廠商應用的分配法則為基礎，供應商自零售商取得的資訊只有訂購量，對於其他需求、銷售的情形並不瞭解。在這樣的狀況下，供應商在接受零售商的訂單之後，依據訂購量及其制定的分配法則，將其現有的存貨（包含上期期末存貨及本期製造之數量）分配給零售商，其分配法則為：

- 供應商根據零售商所訂購數量之比例分配手中之存貨。
- 供應商在本期末滿足零售商之訂單，可於次期補貨，其比例為原先訂購數量比，每期最高補貨數量為 1000。

4. 情境設計與模擬方法

本研究選擇四個環境因子，藉由因子水準的不同設定交錯成不同的實驗情境。每個因子各有兩個水準，因此共有 $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ 情境，表 2 則說明了各因子水準之設定及情境之組成：

表 2 情境設計

情境	環境因子			
	需求 相關性	需求 變異數	前置 期間	存貨服 務水準
1	- (負相關)	- (變異數小)	- (0 期)	- (75%)
2	+ (正相關)	-	-	-
3	-	+ (變異數大)	-	-
4	+	+	-	-
5	-	-	+ (2 期)	-
6	+	-	+	-
7	-	+	+	-
8	+	+	+	-
9	-	-	-	+ (95%)
10	+	-	-	+
11	-	+	-	+
12	+	+	-	+
13	-	-	+	+
14	+	-	+	+
15	-	+	+	+
16	+	+	+	+

在兩零售商面對的需求分配設定上，本研究假設其服從二元變量之一階移動平均時間序列模型，VARIMA(0,0,1) (Box & Jenkins, 1976)。序列模型如下所示：

$$D_t = i + \hat{e} \cdot a_t$$

$$i = \begin{bmatrix} 5000 \\ 5000 \end{bmatrix}, \quad \hat{e} = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.5 \\ 0.5 & 0.8 \end{bmatrix}, \quad a_t \sim MM(0, \hat{y}), \quad \hat{y} \text{ 之設定依情境而變化}$$

$$\hat{y} = \begin{bmatrix} 250000 & -225000 \\ -225000 & 250000 \end{bmatrix} \text{ 負相關、變異數小}$$

$$\begin{bmatrix} 500000 & -450000 \\ -450000 & 500000 \end{bmatrix} \quad \text{負相關、變異數大}$$

$$\begin{bmatrix} 250000 & 225000 \\ 225000 & 250000 \end{bmatrix} \quad \text{正相關、變異數小}$$

$$\begin{bmatrix} 500000 & 450000 \\ 450000 & 500000 \end{bmatrix} \quad \text{正相關、變異數大}$$

由於各協調機制的效果必須經過長期的觀察，才能有較可靠的結論；因此本研究採蒙地卡羅模擬法，以需求為隨機輸入變數，觀察各模式對供應商與零售商在 100 期內的互動情形。

5. 結果分析

針對 CRP 決策支援模式與參考模式在這 16 個情境中所得之各期最適分配量及供應鏈總成本做比較。成本方面，將 CRP 模式之表現與參考模式相比，在各情境中成本皆有所節省。

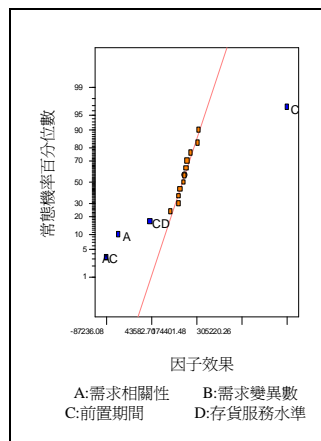


圖 2 常態機率圖

經由常態機率圖（見圖 2）（Montgomery, 2001）可以發現，在 95% 的顯著水準下，影響模式成本節省的顯著效果為需求相關性與前置期間的主效果，以及需求相關性與前置期間、前置期間與存貨服務水準之交互效果。由以上顯著因子建立迴歸模型，可得模型之 Adjusted R^2 為 0.9495，成本節省模式（CRP 模式相對於參考模式）如下：

$$\begin{aligned} \text{成本節省} = & 280118 \\ & - 91985 * \text{需求相關性} \\ & + 1152610 * \text{前置期間} \\ & - 109027 * \text{需求相關性} * \text{前置期間} \\ & - 45957 * \text{前置期間} * \text{存貨服務水準} \end{aligned} \quad (1)$$

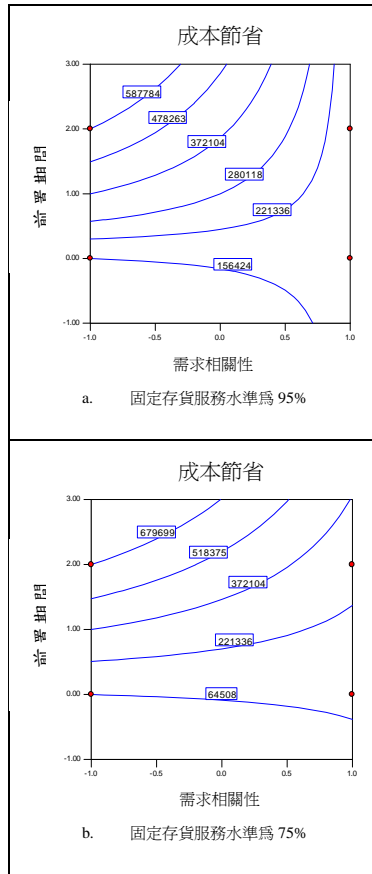


圖 3 需求相關性與前置期間對成本節省之影響

由於存貨服務水準的影響對成本節省的影響程度較低，若固定其設定，成本節省僅受兩因子影響，在分析上可以有較清楚的架構，圖 3 則為存貨服務水準固定下，需求相關性與前置期間對成本節省的影響。如圖所示，當需求趨於負相關而前置期間增長時，成本節省增加。

除了成本的比較，訂購數量的變異性亦提供了對兩模型的差異比較。零售商 1 與 2 在 CRP 決策支援模式中之變異係數 (coefficient of variation) 在大部分的情境中都比參考模式為低，顯示本決策支援模式在以 CRP 協調機制與最低成本化的考量下，有助於零售商採取較為穩定之訂單模式，減少了長鞭效應中的訂單變異情形。

6. 小結

在本節中，我們建立了 CRP 決策支援模式，並且運用系統化的實驗設計與模擬分析，探討了 CRP 決策模式之協調機制在不同環境因子下成本之節省效果。分析結果顯示，當環境因子設定在前置期間長、存貨服務水準高及負相關需求下，協調機制所產生的效益愈顯著。換言之，當上下游供需協調薄弱，導致前置期間增長時，CRP 決策模式效果增加。當存貨服務水準提高，協調機制可有效降低系統變異，CRP 決策模式效果增加。當零售商需求呈現負相關時，CRP 決策模式的協調機制產生 Risk Pooling (Simchi-Levi et al., 2000) 之效果，亦增加了成本節省的效果。

參、供應商管理存貨系統之決策支援模式

VMI 系統的運作模式是利用零售商線上及時資訊系統所提供的資料，由供應商管理零售商

之存貨數量。整個供應鏈存貨管理的權力由供應商主導，供應商可以進入零售商的存貨系統察看資訊，在得知零售商的存貨水準後，決定對個別零售商供貨的數量及時點。因此供應商對於自身產品的分配有絕對的自由，並不受下游訂單的限制，而零售商對於存貨的控制權降低，希望藉此達到零售商零存貨的目標。

二、 模式建立

(一) 基本假設

關於建立 VMI 決策支援模式之假設，有許多假設已於第貳節介紹 CRP 模式時說明，以下之僅列出關於 VMI 模式之個別假設：

(假設 1~6 請參閱第貳節 CRP 模式假設 1~6)

7. 零售商並不對供應商下訂單，而是由供應商調節每期分配的數量。
8. 供應商對零售商的資訊有充分的瞭解，例如：市場預期需求、各期存貨水準等。
9. 供應商每期依據零售商所提供之市場預期需求來分配現有之存貨（包含上期期末存貨及本期製造之數量），並以達到供應鏈單期平均成本最小化為目標。
10. 供應商若本期無法滿足零售商之需求，次期補貨是被允許的，若至次期該需求仍未被滿足，則永遠不會被滿足。

(二) 數學模式

目標式

供應鏈單期總成本之最小化，成本項包括：

- 供應商運輸成本
- 供應商存貨持有成本
- 供應商缺貨處罰成本
- 零售商存貨持有成本
- 零售商缺貨處罰成本

限制式：

- 未滿足需求於次期補貨數量之限制
- 供應商於各期最大供應量之限制
- 供應商各期期末存貨限制式
- 零售商各期期末存貨限制式

7. 結果分析

我們使用相同於第二節之情境設計與模擬分析。由供應鏈總成本來看，VMI 決策模式的成本都較參考模式為低。

經由常態機率圖（見圖 4）與變異數分析檢定可以發現，在 95% 的顯著水準下，影響 VMI 模式成本節省的顯著效果為需求變異數、前置期間與存貨服務水準的主效果以及需求相關性與前置期間、需求相關性與存貨服務水準的交互效果，其成本節省（VMI 模式相對於參考模式）模型如下所示（Adjusted R^2 為 0.9630）：

$$\begin{aligned} \text{成本節省} = & 608223 \\ & + 95650 * \text{需求變異數} \\ & + 283877 * \text{前置期間} \\ & + 143873 * \text{存貨服務水準} \end{aligned}$$

- 82294 * 需求相關性 * 前置期間
- + 51625 * 需求相關性 * 存貨服務水準 (2)

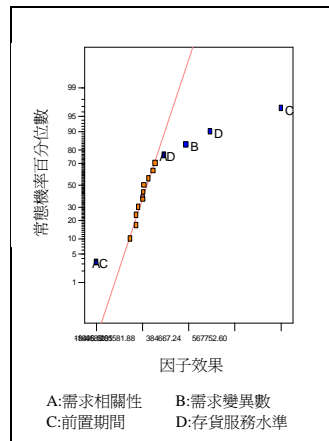
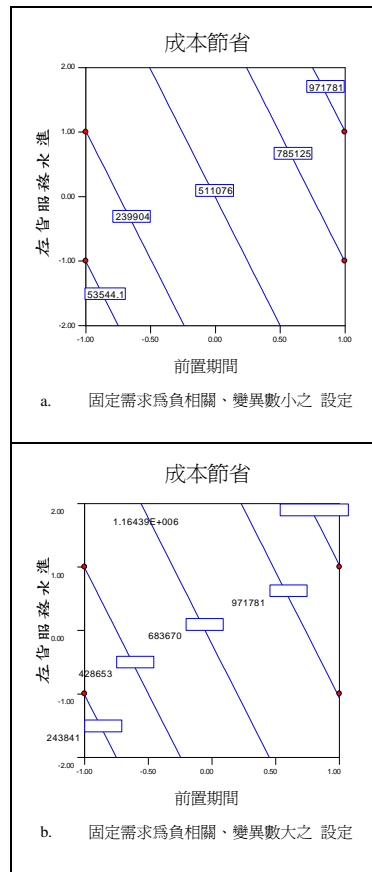


圖 4 常態機率圖

因為需求相關性與需求變異數對成本節省的影響程度較低，若固定其設定，我們可以得到前置期間與存貨服務水準對成本節省的影響（見圖 5）。由圖中發現，當前置期間愈長、存貨服務水準愈高時，應用 VMI 決策模式所得到的成本節省愈大；而平行的成本等高線顯示前置期間與存貨服務水準在各種需求相關性與變異數的組合下，兩者並無顯著的交互作用。因子對成本節省之影響原因與前節所述類似，顯示 VMI 決策模式亦能有效降低系統變異，節省成本。



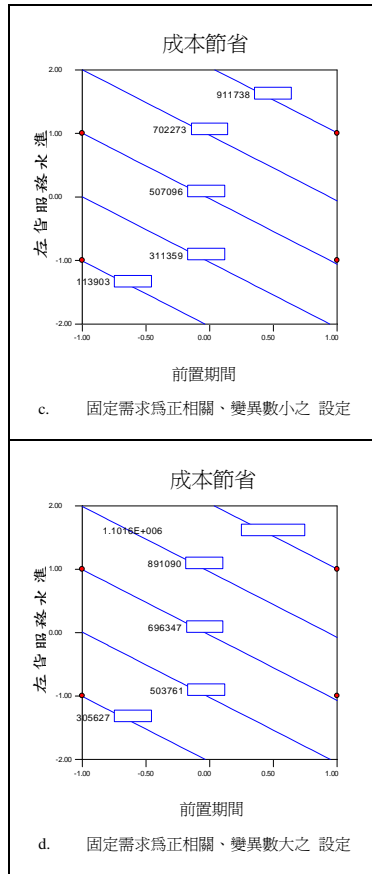


圖 5 前置期間與服務水準對成本節省之影響

肆、CRP 模式與 VMI 模式之比較

觀察 CRP 與 VMI 兩決策支援模式在各情境中的成本表現，可知 VMI 模式都較 CRP 模式成本要低。如果將供應鏈總成本細分，發現 VMI 模式成本的節省主要來自於供應商缺貨成本的降低（圖 6）。究其原因，在 CRP 模式中，零售商以 P 系統的方式管理存貨並決定訂購量，而系統中的安全存貨量與訂購量會因需求變異數增大、前置期間增長與存貨服務水準的增加而增加；因此訂購量增加會使得供應商對零售商缺貨的機會增加，造成成本的相對上升。

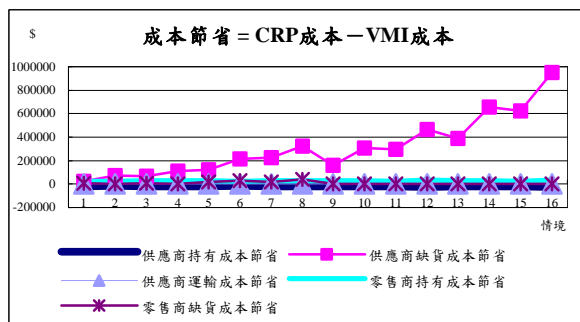


圖 6 VMI 模式對 CRP 模式之成本節省項目

分析

這樣的觀察亦由常態機率圖（見圖 7）可印證。如圖所示，前置期間與存貨服務水準之主效果對 VMI 模式之成本節省有最顯著的影響；經由迴歸模式之分析，可得成本節省（VMI 模式相對於 CRP 模式）模式如下（Adjusted R^2 為 0.9931）：

成本節省 =

$$\begin{aligned}
 & 328105 \\
 + & 77131 * \text{需求相關性} \\
 + & 70991 * \text{需求變異數} \\
 + & 131266 * \text{前置期間} \\
 + & 159958 * \text{存貨服務水準} \\
 + & 26733 * \text{需求相關性} * \text{前置期間} \\
 + & 38255 * \text{需求相關性} * \text{存貨服務水準} \\
 + & 22997 * \text{需求變異數} * \text{前置期間} \\
 + & 32070 * \text{需求變異數} * \text{存貨服務水準} \\
 + & 43148 * \text{前置期間} * \text{存貨服務水準} \quad (3)
 \end{aligned}$$

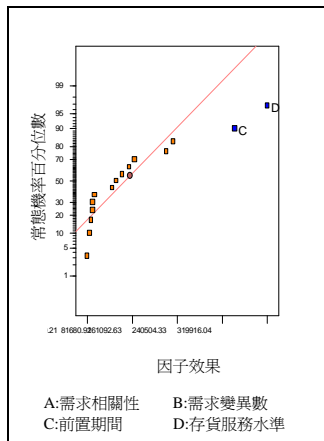
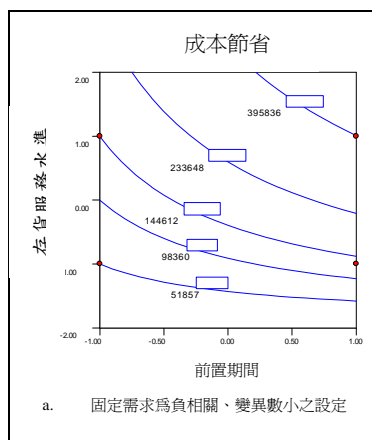


圖 7 常態機率圖

圖 8 則為在不同之需求相關性與需求變異數的情境組合下，前置期間與存貨服務水準對成本節省的影響。發現兩因子雖有交互作用但並不是非常明顯，而由其數值的方向性來看，當前置期間愈長、存貨服務水準愈高時，VMI 模式相對於 CRP 模式所得到的成本節省愈大。顯示當前置期間及存貨服務水準上升時，VMI 模式因訂單的去除，並不受此二因子的影響；但 CRP 模式中的安全存貨量提高造成零售商對供應商的訂購數量增加，使得供應商的缺貨成本上升幅度加大，零售商亦負擔更高的持有及缺貨成本。



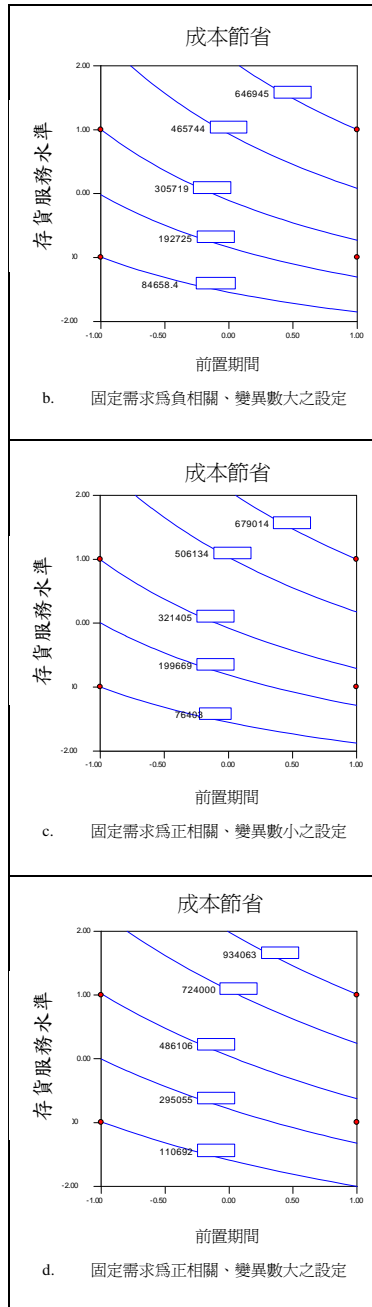


圖 8 前置期間與服務水準對成本節省之影響

綜合以上的分析，VMI 模式的最大效益在於供應商將上下游廠商的存貨管理機制整合後，可在需求變異大、前置期間長與較高服務水準下，仍保持較合理的穩定性及分配機制，達到供應鏈總成本最小化的要求。而在使用 CRP 決策模式時，雖較無協調機制時（參考模式）有較低的成本表現，仍應致力於上下游管理協調，改善環境因子，降低需求變異與前置期間，以更進一步降低供應鏈總成本。

伍、結論

在本研究中，透過了系統性的方法，我們提供了下列的研究貢獻：

1. 建立 CRP 與 VMI 的之決策支援模式，提供最佳化之決策方法

利用線性規劃模式將協調機制做系統化的描述，建立一個可供應用的決策支援模式，以達到供應鏈總成本最小之目標。

2. 運用系統化之分析方法探討環境因子對模式的影響

運用實驗設計、系統模擬與反應曲面法三種手法，探討供應鏈協調機制模式在不同環境因子下之效果。

3. 提出管理上的建議

針對上述系統化分析結果，探討各決策模式之優缺點，並提出管理上的涵意，以提升供應鏈協調機制的績效。

本研究針對供應鏈供需協調機制進行系統化的探討與分析，根據所得之分析結果，結論如下：

1. 上游廠商因市場需求波動及前置期間、存貨服務水準設定等環境因子的改變，所面對的需求亦隨之變化。CRP 與 VMI 協調機制與決策支援模式提供廠商在變動的環境下較一般經驗法則的分配有較好的表現，在供應鏈總成本及訂單變異性上都有所改進，降低長鞭效應發生的可能性。
2. VMI 決策模式係在資訊透明、供應商對存貨分配擁有自主權下之協調機制模式，當需求變異、前置期間與存貨服務水準等影響訂購量的因子水準提高時，相較於其他模式，VMI 決策模式的表現最為穩定，不因所面對需求狀況波動而有大幅的變化。
3. CRP 決策模式亦為一最佳化機制，在同時考慮所有限制的情況下求出最佳分配量，對於訂單變異性的改善有所幫助；但訂單的限制使廠商必須負擔較高的成本，同時降低供應鏈整體的效率。因此應用 CRP 機制時，需配合相關管理上的控制，改善影響訂購量的環境因子，例如降低前置期間與需求變異，以增進其績效。

參考文獻

- [1] Banerjee, A. and S. Banerjee (1994), "A Coordinated Order-up-to Inventory Control Policy for a Single Supplier and Multiple Buyers Using Electronic Data Interchange," International Journal of Production Economics, 35
- [2] Bourland, K. E., S. G. Powell, and D. F. Pyke (1996), "Exploiting Timely Demand Information to Reduce Inventories," European Journal of Operational Research, 92
- [3] Box G. and M. Jenkins (1976), Time Series Analysis – Forecasting and Control, Oakland, CA: Holden-Day
- [4] Cachon, G. P. and M. Fisher (2000), "Supply Chain Inventory Management and the Value of Shared Information," Management Science, 46(8), August
- [5] Cetinkaya, S. and C. Lee (2000), "Stock Replenishment and Shipment Scheduling for Vendor-Managed Inventory System," Management Science, 46(2), February
- [6] Lee, H. L., V. Padmanabhan, and S. Whang (1997), "The Bullwhip Effect in Supply Chains," Sloan Management Review, Spring
- [7] Montgomery, D. C. (2001), Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons Ltd.
- [8] Simchi-Levi, D., P. Kaminsky, and E. Simchi-Levi (2000), Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies, McGraw-Hill