

東 海 大 學

工業工程與經營資訊學系

碩士論文

跨階層與跨區域之調撥對供應鏈系統績效
之影響

研 究 生：吳興牧

指 導 教 授：蔡禎騰 博士

邱創鈞 博士

中 華 民 國 一〇一 年 六 月

**The effects of transshipment with cross-echelon and
cross-border on supply chain system**

By
Hsing-Mu Wu

Advisor: Prof. Jen-Teng Tsai
Prof. Chuang-Chun Chiou

A Thesis
Submitted to the Institute of Industrial Engineering and Enterprise
Information at Tunghai University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
in
Industrial Engineering and Enterprise Information

June 2012
Taichung , Taiwan , Republic of China

跨階層與跨區域之調撥對供應鏈系統績效之影響

學生：吳興牧

指導教授：蔡禎騰博士

邱創鈞博士

東海大學工業工程與經營資訊學系

摘 要

在市場需求變異的不確定下，庫存極易受到長鞭效應(Bullwhip effect)的影響，讓供應鏈中系統溝通失靈，各階層的訂購數量和安全庫存水準也都不同，所以當顧客需求變動愈劇烈，各階層的錯誤資訊就愈容易被放大，製造商容越容易生產出多餘的產品，間接造成零售商存放過多存貨。

零售商缺貨情形發生時，若零售商向上游緊急訂購商品，顧客等待時間會拉長，容易造成服務水準下降。應付顧客需求變異時，須透過庫存共享的概念，庫存共享的觀念應用到零售商間的調貨模式，稱為橫向調撥(Lateral transshipment)。總合各區域的零售商需求，透過總需求來做市場預測，當零售商遇到缺貨狀況時，只需對同階層的零售商調貨即可，以減少顧客需求不確定性。

透過橫向調撥的方式，可以明顯降低成本，但企業為了庫存的管理方便，並不會把不同區域的零售商視為同個體系，所以同區域的零售商間只需注意區域內的庫存水準變化，所以當零售商發生缺貨的狀況時，只會針對同區域的需求來做橫向調撥的動作，但此方法很明顯無法針對整個供應鏈系統。

本研究為了彌補上述之不足，將針對不同顧客需求、不同橫向調撥模式的績效做探討。本研究為二階供應鏈的系統，零售商服務水準維持在 95% 下，採連續型檢閱(Q,R)的存貨模式，探討三種橫向調撥對供應鏈系統造成的影響，以系統模擬的方式去做成本分析，最後觀察成本的變化探討其中的關聯性。

關鍵字詞：連續型檢閱、(Q,R)模式、橫向調撥、服務水準

The effects of transshipment with cross-echelon and cross-border on supply chain system

Student: Hsing-Mu Wu

Advisor: Prof. Jen-Teng Tsai

Prof. Chuang-Chun Chiou

Department of Industrial Engineering and Enterprise Information
Tunghai University

ABSTRACT

Under the uncertainty of customer needs, bullwhip effect has an influence on miscommunication in supply chains. Also, evaluation of ordering quantities in each echelon as well as safety stock have influenced inventory. The more dynamic customer needs are, the more exaggerative false information will come out. As a result, manufactures will produce unnecessary products, which may cause that retailers will place excess inventory.

When it comes to out of the stock, the waiting time would be longer because retailers spend more time to wait for goods, which result in a decrease of service level. The solution to the above-mentioned problem is to apply the concept of sharing inventory to modes of transshipments. That is similar to the concept of lateral transshipment. The lateral transshipment refers to summary needs from each regional retailer. The analysis of summary needs would help retailers transship order quantities from other retailers at the same echelon. Therefore, the application of lateral transshipment helps noticeably reduce costs.

In order to manage efficiently, an enterprise would not view all retailers at the same region as one unit. As a result, retailers only pay attention to inventory from other retailers at the same region. Once a retailer stock out, the retailer would satisfy customer needs by transshipping from other retailers at the same region. However, this cannot deal with all the echelons of a supply chain.

This study has attempted to examine performances of different customer needs and different lateral transshipment modes and has investigated the effects of various types of costs. This study employed a system of a two-echelon supply chain to conduct cost analysis. The system involves infinite capability in a distribution center, maintenance of service level of 95 %, and continuous review (Q,R) inventory model.

Keywords: Continuous review, (Q,R), Lateral transshipment, Service level

致謝

由於大學畢業後，我前往國軍服兵役，退伍後才考上研究所，那時再次進入學校顯得有些不適應，不過老師們和同學們的悉心關懷，很快的讓我融入了 ISALab 這個大家庭，後來我常常在想要是我沒有再回學校的話，我也不可能再一次充實自己，也不可能擁有這麼多采多姿的豐富生活，總共待在東海工工六年的時光裡，往事一幕幕從腦海中倏忽而過，太多美好和苦澀的回憶陪伴著我，因此我對東海懷抱著一股特殊的情感，她是我一輩子都不會忘記的心靈堡壘。

首先感謝指導教授蔡禎騰博士及邱創鈞博士兩位老師細心的教導，不時的討論並指點我論文方向和待人處事的道理，老師們的督促和砥礪，不時驅策我更努力，使我在學術上和人際關係上更趨成熟。另外感謝彭泉博士時常對我的教誨，讓我學習以不同角度來看待事情，讓我對於社會有更深一層的體認。

感謝研究室的所有外校指導老師，老師們時常不辭辛勞來學校指導同學，給予我們寶貴的建議，不管是讀書的態度或是做研究的方法，讓我們都收穫良多，大家對此都謹記於心。本論文的完成另外感謝口委莊淑惠博士和賴奕銓博士的協助，提供了很多寶貴的建議，補足我論文的不足之處，使我的論文更趨完整。

感謝柏雅、彬辰、雨馨、倩如、函倩、秋蓉、姿瑜、品方、世朋、勁甫、彥傑、士瑋、宇凡、子茵、永修陪伴我渡過研究室兩年的生活，讓我感覺不論是做研究或是聊天，都是美好而快樂的；還有研究所認識所有好朋友們，浩峻、依伶、舒涵、葉璐、中俊、卜元、立楷、映麟、俊志、宣佑、義琳、東軒、悅清、忠軒、俐菱、天威、士戎、政勳、毓慈、月香姐、雅慧姐、宏華姐...等，因為有你們的加入，讓我人生更添色彩，謝謝你們。

在我的求學生活中，當我遭遇困難或心情低落時，感謝父母的體諒及幫忙及哥哥的鼓勵和支持，讓我知道不論我走到哪，不管累了或倦了，最終都會有溫暖的避風港可讓我停靠。感謝家人無怨無悔的照顧和關懷，也讓我在研究所的道路上，有揮灑自己空間的舞台，我心中充滿無限感激，願這份榮耀與你們分享。

鳳凰花開又到別離的季節，感傷的時候還是到了，終究天下無不散的宴席，雖然世事不斷改變，但我們仍要以堅定的腳步，不停燃燒我們的青春，努力開展我們的翅膀--飛翔下去。

吳興牧 謹誌於

東海大學工業工程與經營資訊研究所

中華民國一百零一年六月夏

目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
致謝.....	III
目錄.....	V
圖目錄.....	VII
表目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究範圍和限制.....	4
1.4 研究方法.....	5
1.5 研究流程和步驟.....	7
第二章 文獻探討.....	9
2.1 供應鏈管理.....	9
2.1.1 配銷管理運籌.....	10
2.1.2 物流中心.....	10
2.1.3 零售商.....	12
2.1.4 小結.....	14
2.2 橫向調撥.....	15
2.2.1 橫向調撥研究議題.....	15
2.2.2 橫向調撥的種類.....	17
2.3 存貨策略.....	21
2.3.1 存貨政策的分類.....	21
2.3.2 小結.....	23
2.4 存貨管理衡量指標.....	24
2.5 本章小結.....	25
第三章 問題描述.....	27

3.1 問題定義.....	27
3.1.1 情境描述.....	27
3.1.2 調撥法則.....	28
3.2 符號說明.....	31
3.3 存貨相關成本.....	32
第四章 模擬與分析.....	35
4.1 建立 SIMUL8.....	35
4.2 模式建立.....	37
4.3 實驗模擬.....	40
4.4 實驗分析與驗證.....	42
4.5 本章小結.....	51
第五章 結論與建議.....	52
5.1 結論.....	52
5.2 未來方向與建議.....	53
參考文獻.....	54
附錄 A、實驗數據.....	57
附錄 B、(Q,R)補貨策略.....	60

圖目錄

圖 1.1 長鞭效應.....	1
圖 1.2 橫向調撥示意圖.....	3
圖 1.3 研究範圍.....	4
圖 1.4 研究流程.....	7
圖 2.1 供應鏈管理的範疇.....	9
圖 2.2 物流中心的優勢.....	11
圖 2.3 蘋果公司產品利潤比率.....	14
圖 2.4 橫向調撥示意圖.....	15
圖 2.5 配銷系統的五大成本.....	16
圖 2.6 橫向調撥的種類.....	18
圖 2.7 SLA 的補貨方式.....	20
圖 2.8 存貨政策的分類.....	21
圖 3.1 橫向調撥邏輯圖.....	28
圖 3.2 調撥策略的關係圖.....	30
圖 4.1 零售商需求設定.....	36
圖 4.2 零售商作業時間比率.....	36
圖 4.3 成本一覽表.....	37
圖 4.4 統計數值.....	37
圖 4.5 實驗設計.....	38
圖 4.6 不採取橫向調撥.....	40
圖 4.7 同區域橫向調撥.....	40
圖 4.8 跨區域橫向調撥.....	41
圖 4.9 成本分布圖.....	41
圖 4.10 不採取橫向調撥之成本分佈.....	42
圖 4.11 同區域橫向調撥之成本分佈.....	42
圖 4.12 跨區域橫向調撥之成本分佈.....	43
圖 4.13 零售商存貨成本.....	44
圖 4.14 缺貨成本.....	44
圖 4.15 供應鏈系統總成本.....	45
圖 5.1 成本效益的比較.....	52

表目錄

表 2.1 連續性檢閱的緊急性橫向調撥模式	19
表 2.2 週期性檢閱的緊急性橫向調撥模式	19
表 2.3 週期性檢閱的預防性橫向調撥模式	20
表 2.4 不同存貨模式的比較.....	23
表 2.5 定性績效衡量指標.....	24
表 2.6 定量績效衡量指標.....	25
表 3.1 符號說明.....	31
表 4.1 參數設定.....	39
表 4.2 不採取橫向調撥的數值.....	46
表 4.3 不採取橫向調撥的變異數分析	46
表 4.4 同區域橫向調撥的摘要數值	47
表 4.5 同區域橫向調撥的 T 分配.....	47
表 4.6 跨區域橫向調撥的摘要數值	48
表 4.7 跨區域橫向調撥的變異數分析	48
表 4.8 實驗數據彙整.....	49
表 4.9 二因子變異數分析.....	50
表 4.10 變異數分析結論.....	51
表 A.1 不採取橫向調撥.....	57
表 A.2 同區域橫向調撥.....	58
表 A.3 跨區域橫向調撥.....	59
表 B.1 服務水準的 Z 值	60

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

在企業的發展過程當中，顧客需求一直存在著不規律的動態變化，為減輕產品庫存的高度不確定性，供應鏈管理即為一門重要的課題。供應鏈管理當然不只侷限於單一企業，而是涵蓋整個產業上下游，包含供應商、製造商、物流中心和零售商，但在各組織間資訊不對稱的情況下，很容易讓庫存水準攀升，造成企業的持有成本也相對提高。其主要原因是企業為追求經濟規模或對市場過度樂觀，導致過度擴充以致使存貨太高。因此存貨管理的目標就是要盡可能的降低存貨，除了追求滿足顧客服務水準外，管理者還必須嘗試達到供給和需求的均衡。

Lee(1997)指出庫存極易受到長鞭效應(Bullwhip effect)的影響，因為在市場需求變異的不確定下，會讓供應鏈中的製造商-批發商-經銷商-零售商溝通失靈，加上各階層的訂購數量和安全庫存水準的評估方式也都不同，所以當顧客需求變動愈劇烈，各階層產生不對稱資訊就愈容易被放大，製造商容易生產出多餘的產品，間接造成零售商存放過多存貨。長鞭效應如圖 1.1 所示：

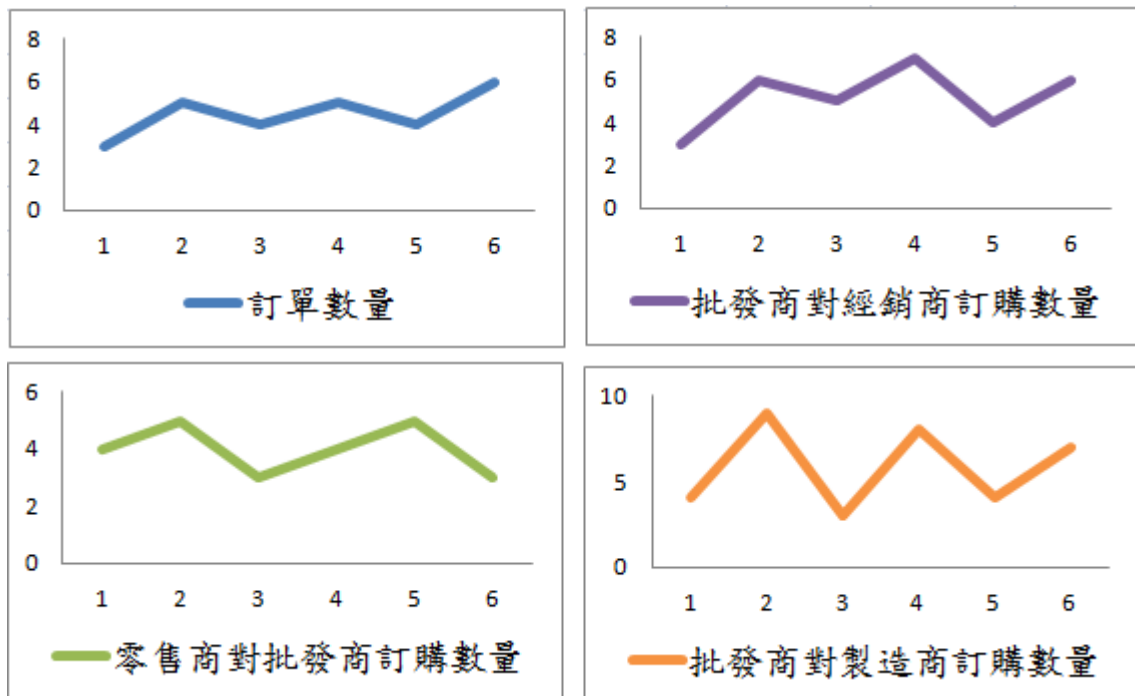


圖 1.1 長鞭效應

應付供應鏈系統長鞭效應的方法，就是要讓企業和上下游廠商緊密連結，達到及時同步、迅速反應的協同合作關係，讓銷售和生產同步化，進而減低庫存壓力(黎漢林，2000)。上游廠商若對下游的需求、銷售資訊有更及時的瞭解，將有助製造商規劃生產，並對下游做出最有效率的調度，以提升整體的服務水準。

由於資訊科技的發展下，採供應商存貨管理機制 (Vendor Managed Inventory) 的運作模式與管理策略，更能有效控管存貨。VMI 在供應鏈的運作方式，主要是利用 EDI(Electronic Data Interchange)提供供應鏈成員的資訊交換，由製造商可以監控原物料採買、製造以及零售商的存貨管理進行控管，減少各階層預期性的心理猜測行為。

供應商與零售商之間必須建立起了互信機制，對於訂購成本、持有成本、運輸成本與缺貨成本的分擔機制達成共識，也就是將供應商和零售商結合成為利益共同體，進而使雙方共同承擔風險，這樣更利於供應商和零售商達到風險與利益的平衡，進而有效地控制了長鞭效應的產生。

銷售資訊的傳遞對於供應鏈中的產銷扮演舉足輕重的角色，正確的資訊雖可降低缺貨的可能性，但是顧客需求不確定性仍舊存在，依舊足以造成零售商缺貨的風險，所以當零售商面對缺貨的狀況，企業應採用何種方式來處理？

應付供應鏈內顧客需求變異的工具，就是使用庫存共享的觀念，庫存共享是指將各區域的零售商需求加總，根據需求總和來做市場預測，則可降低需求的變異性。加總區域內的顧客需求，會面到有市場需求高於平均，也會有市場需求低於平均，在面對不同零售商的需求起伏，則可出現平衡的現象，使零售商不需存放太多庫存，直接降低零售商的存貨水準，也減少了零售商持有成本和空間浪費，相反更能提升顧客滿意度。

庫存共享的觀念應用到零售商的調貨模式也是所謂的橫向調撥(Lateral Transshipment)，Lee(1987)提出零售商間運用橫向調撥的方法，橫向調撥比從上游緊急訂購更節省時間和成本，因為通常同階的零售商們距離較近，從成本面上加以考量的話，不但可以減少運輸成本和前置時間，零售商對於顧客需求也能更即時反應。

圖 1.2 為同階層零售商橫向調撥示意圖：

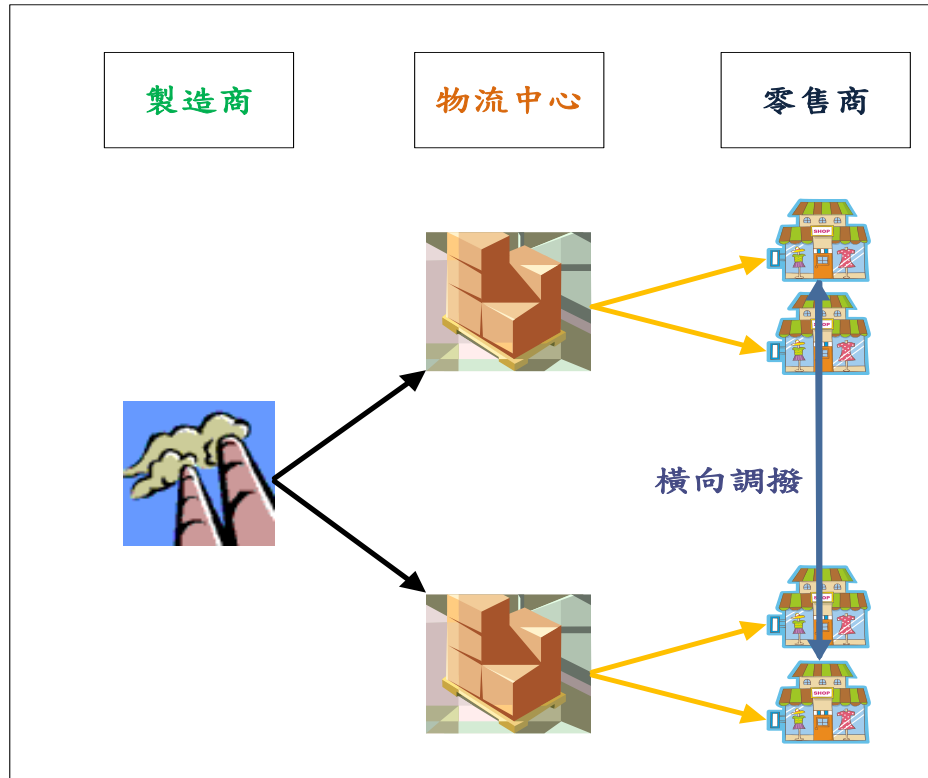


圖 1.2 橫向調撥示意圖

1.2 研究目的

面對零售商缺貨情形發生時，若零售商向上游緊急訂購商品，顧客等待時間會拉長，容易造成服務水準下降。但是透過橫向調撥的方式，可以明顯降低成本，但企業為了庫存的管理方便，並不會把不同區域的零售商視為同個體系，所以同區域的零售商間只需注意區域內的庫存水準變化，所以當零售商發生缺貨的狀況時，只需針對同區域的需求來做橫向調撥的動作，但此方法很明顯無法針對整個供應鏈系統。

本研究為了彌補上述之不足，加入跨區域橫向調撥之因素來做討論，探討在不同的顧客需求下，不同橫向調撥的方式對整體供應鏈造成之影響。本研究為二階供應鏈的系統，零售商服務水準設定為 95%，採連續型檢閱(Q,R)的存貨模式，探討三種橫向調撥措施造成的影響，以系統模擬的方式去做成本分析，希望能探討其中的關聯性。本研究將從下列的觀點去分析，其說明如下：

1. 兩種不同的顧客需求下，三種不同的橫向調撥產生的成本變化。
2. 透過觀察連續型檢閱(Q,R)，來觀察整體成本函數的變化。
3. 成本因素：包括缺貨成本、運輸成本、同區域調撥成本、跨區域調撥成本、緊急訂購成本、持有成本和訂購成本。

1.3 研究範圍和限制

下圖 1.3 為本研究的研究範圍，為避免零售商無法因應市場快速變化，零售商使用連續型檢閱(Q,R)的存貨政策來進行橫向調撥，當零售商低於庫存水準 R 時，即向製造商要求採購數量 Q，讓零售商存貨水準上升。零售商面對缺貨狀況產生時，在風險共擔的概念下，透過橫向調撥的方式來進行補貨，本研究將分別探討三種橫向調撥造成的影響，藉以評估其績效。

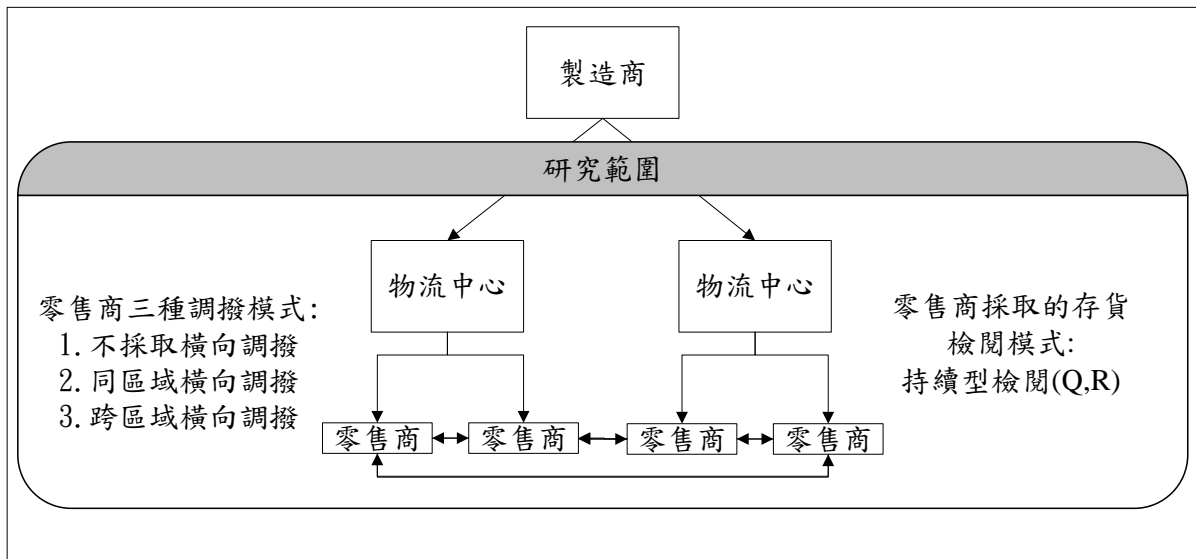


圖 1.3 研究範圍

本研究目的為探討零售商面對缺貨狀況時，補貨因應措施的相關議題，因此採用兩種不同顧客需求和三種橫向調撥來做比較。其他相關假設限制如下：

1. 零售商

- (1) 允許缺貨後補並可以互相橫向調撥存貨，所有零售商的存貨最小為 0，發生缺貨時以產生缺貨成本作為處罰。

- (2) 零售商會以 95% 顧客服務水準下保持安全庫存。
- (3) 緊急訂購成本比跨區域橫向調撥成本高。
- (4) 跨區域橫向調撥比同區域橫向調撥前置時間長。
- (5) 零售商的日需求量設為 Normal 分配，分別為 $N(30,5)$ 和 $N(30,10)$ 兩種市場需求，顧客需求量最小為零，不會出現負值的狀況。
- (6) 零售商需求皆為隨機，零售商具有相似性質之訂、存貨行為。
- (7) 當零售商缺貨時，優先考慮同區域的零售商，同區域的零售商庫存無法滿足其需求量時，開始考慮跨區域的零售商做橫向調撥的動作。跨區域橫向調撥也無法滿足時，則須向物流中心緊急調貨來滿足顧客需求。
- (8) 零售商採連續型檢閱(Q,R)當存貨政策。

2. 物流中心

- (1) 物流中心之具有整合上下游的功能，透過向供應鏈配貨系統給零售商。
- (2) 物流中心產能無限。
- (3) 假設前置時間為固定常數，物流中心至零售商之運輸時間為固定值。

1.4 研究方法

以數學模式來描述系統相當複雜，而且數學模式需要相當多假設，以便描繪整體系統，然而當簡化系統這種過程，卻會讓數學模式無法充分表現系統的特性，而模擬就是以相對比較少假設來描述複雜系統，以便了解整體系統的成效。

很多公司採用靜態分析的工具，較常用的方法是流程圖或蒙地卡羅模式等，但靜態模式是用來表現系統在某一特定時間內的行為，但遭遇到會因時間改變的動態系統時，系統就不能完全反映出時間與事件變化的關聯。靜態模式大多使用平均的觀念來進行運算，而不是利用現實生活的變異數；靜態模式通常沒有相互依存的關係，程序步驟是相互獨立，這使得這個模型受到限制。

透過模擬可以直接根據不同參數設定，找出最佳參數設定，能快速了解

真實系統之運作特性與執行績效。Khoshnevis(1994)提出建構系統模擬須經過以下流程:

1. 定義問題：確認問題後，確認實驗因子影響實驗的重要性。
2. 資料取得：收集系統相關資訊，把資料整理為資訊。
3. 模型建構：建構模型系統特性後，且模型必須要有高度符合現實的設定。
4. 驗證：證實模型與現實相符。
5. 確認：實驗數據和真實數據是否會出現落差。
6. 實驗：進行實驗。

系統模擬可以考慮到實際的變異性、不確定性，以動態的角度來假設現況，進而把複雜的現實關係帶入系統，透過不同模擬的方法，進而找出較理想的最佳解，這可以幫助企業改善他們的經營現況，使企業變得更具競爭力。現今競爭日益激烈，市場一直帶來新的挑戰，市場的狀況是很現實，客戶會偏好更新的技術、更低的成本，所以企業必需考量在有限的時間和預算下，快速決策經營方向，才能從競爭者中脫穎而出。

1.5 研究流程和步驟

本研究的流程與步驟如圖 1.4 所示，在確定研究主題後，透過文獻探討橫向調撥的運作模式後，設計實驗比較不採取橫向調撥、同區域橫向調撥和跨區域的橫向調撥三種模式，透過系統模擬的方式，以成本的方式做比較，最後將所有結果彙整，探討出不同種類橫向調撥模式和顧客間需求變異的關聯性。

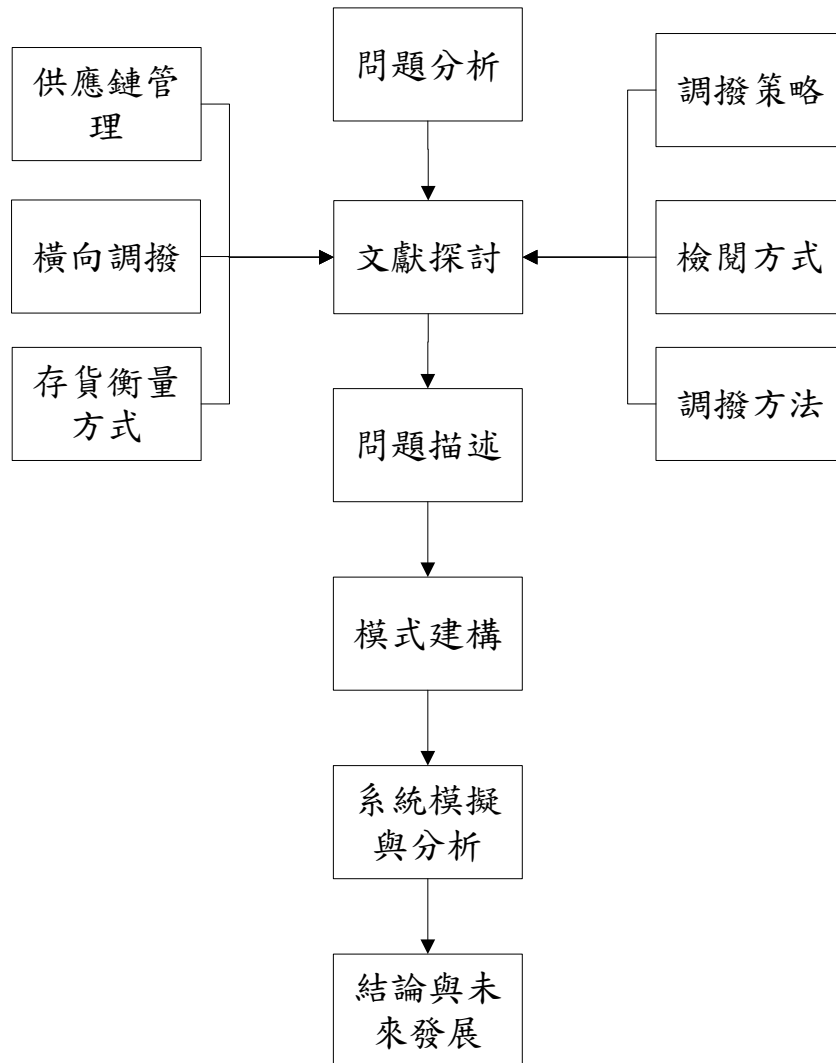


圖 1.4 研究流程

本論文共分為五個章節，其章節內容與順序說明如下：

1. 第一章說明研究動機和背景、研究目的、研究範圍和研究流程。
2. 第二章文獻探討，對供應鏈管理、橫向調撥、存貨策略和存貨管理衡量指

標做回顧。

3. 第三章會將橫向調撥問題進行定義，並對存貨相關成本做說明。
4. 第四章將延續上一章的模型，實驗各種調撥方式並對實驗結果做驗證。
5. 第五章為結論和建議，彙整第四章的結果，針對橫向調撥的方式和方法提出實質的建議。

第二章 文獻探討

2.1 供應鏈管理

供應商及其上下游組成的供應鏈體系中，供應鏈管理的原則都是透過供應鏈模組作縝密的內部規劃，而規劃必須考量供應鏈上的資源限制和配銷模式和通路銷售，透過產業間垂直和水平整合，來協同資訊流、商流、物流和金流的整合與促進資訊透明化的規劃，方可降低整體成本、提高顧客服務水準和提升供應鏈體系的整體競爭力（王立志,1999）。

供應鏈管理希望藉由市場的實際需求來驅動整體供應鏈上的各項增值生產與服務活動，透過即時化追蹤產品及訂單生產進度資訊，加速整個網絡的產品流動，以期能快速反應顧客需求。

供應鏈的定義是由供應商到顧客產生的相關所有活動流程，依圖 2.1 所示，供應鏈管理流程包含四大模組，分別為規劃模組、採購模組、生產模組及配銷模組（王立志,1999）。

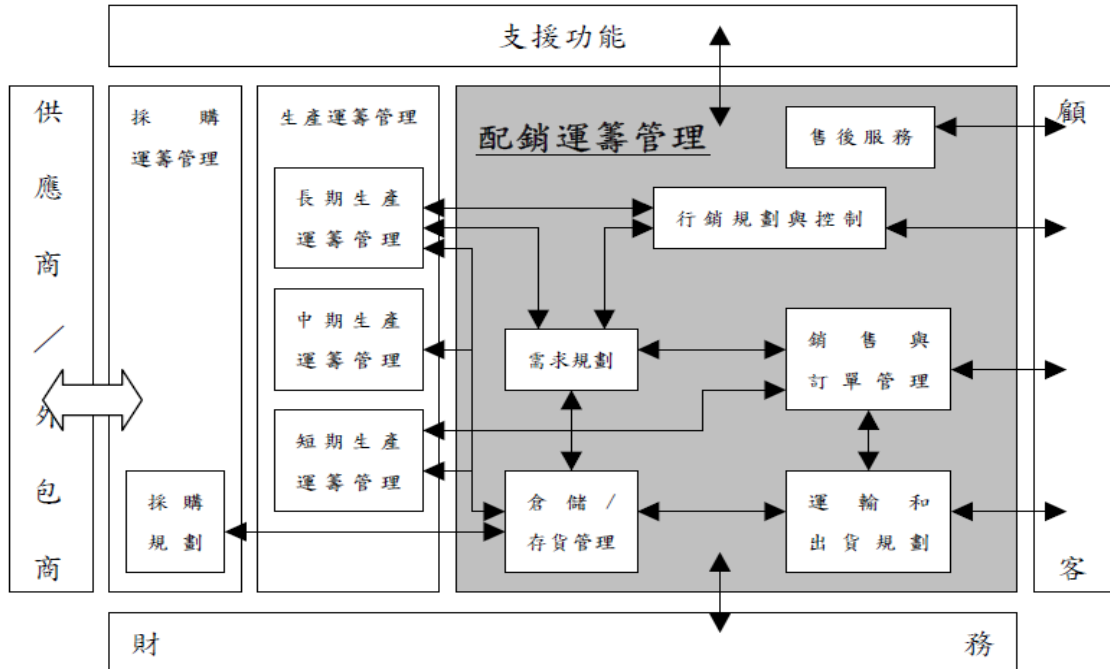


圖 2.1 供應鏈管理的範疇

【資料來源：王立志(1999)】

2.1.1 配銷管理運籌

根據世界各國的經驗，配銷運籌管理的營運成本約佔企業或產品總銷售額的一至兩成，亦佔企業中產品總銷售額相當大的比例。企業配銷方式分散於企業的各個部門，僅著重其個別功能之最佳化，容易發生忽略整體性的考量，導致低效率及部門間的衝突，造成顧客服務水準無法提升及營運成本無法降低的後果(Bregman,1990)。

時間與地點對配銷存貨管理而言是極重要的決策準則，因此配銷存貨管理的目標即是希望以合理的成本、在正確的時間將最適量的存貨放置在適當的地點，以下六點為配銷管理運籌的六大重要準則(張智超,2001)：

1. 設施地點的選擇與佈置。
2. 運輸模式。
3. 存貨投資。
4. 缺貨頻率。
5. 製造程序。
6. 通訊與資料處理。

2.1.2 物流中心

在以往通路體系中，供應鏈系統是非常冗長且無效率，商品會經由製造商到大盤商、中盤商到零售商，最後產品才被消費者購買，其中經歷太多無附加價值的搬運和運輸，且在轉運時人員不斷地重複收貨、理貨到送貨等重複的動作，除了增加處理與倉儲的成本，並且在無形之中延遲了產品的時效性，讓物流成本居高不下。

舉例來說假設有 X 個製造商、 Y 個零售商，僅把產品運送到 Y 個零售點，就能產生了許多運輸模式，最多可能要使用 $X \times Y$ 種運送方式，售商商每天面對不同的製造商產品進行收貨的動作，對零售商是一種負擔，對製造商而言也不符合經濟效益。

圖 2.2 為物流中心所能發揮的功效圖：

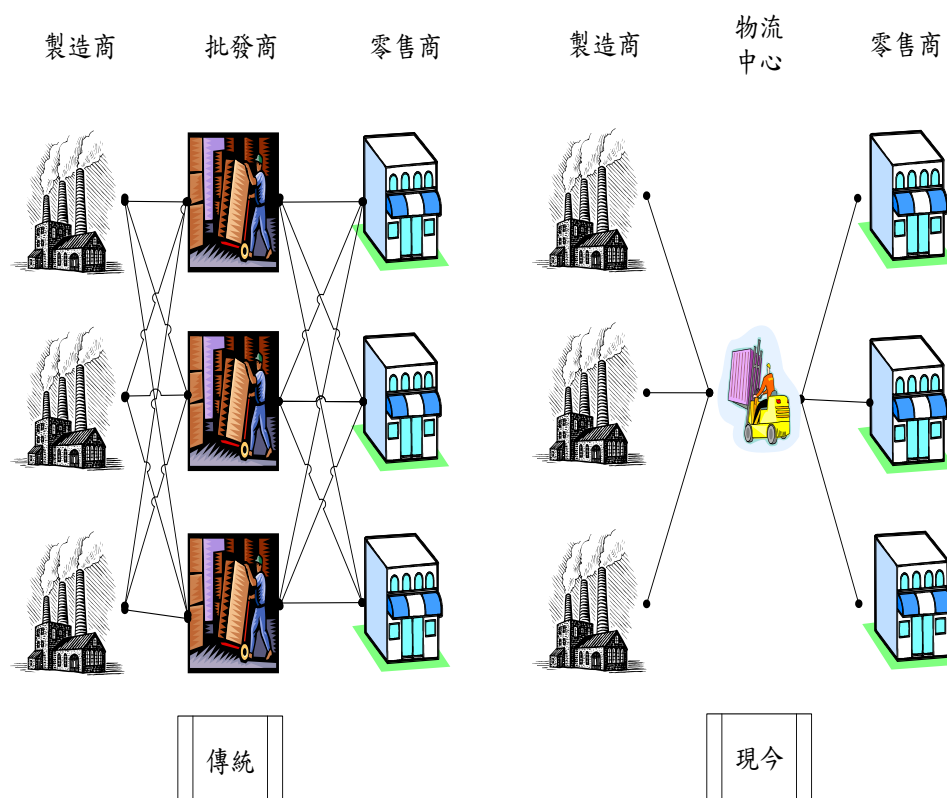


圖 2.2 物流中心的優勢

零售商的訂貨行為是相當複雜，零售商的銷售產品越多，須面對越多的供應商供貨的活動，因此物流中心應運而生，除了整合產品流通的流程，減少企業的運輸和倉儲成本，亦可進行跨產業的結合，透過水平或是垂直的分工，更能有效減低物流成本。

物流中心的興起，無非就是消除無附加價值的浪費，能夠讓顧客最快在市場消費到商品，越快讓現金回流到企業。隨著世代的變化和科技的發展，消費者選購的產品越趨多元，零售商為滿足消費者的需求，零售商勢必必須採購較多種類的產品，少量多樣作為其主要的策略，這樣才較容易滿足零售商與消費者的需求。

Lambert and Stock(1993)認為從通路的觀點上看，物流中心這類的仲介者至少可達成幾項重要的功能：

1. 減少貨物流動的次數：進而使尋找路徑(Search Process)更有效率。
2. 製造商與零售商間的橋樑，不僅能加快產品的流動，也能使顧客從獲得商

品中得到更多的滿足。

3. 交易程序成為一種慣例，標準化的程序能使廠商通路更有效率。

物流中心提供客戶供應鏈上實體運送和倉儲的服務管理，重點在於能快速服務客戶，客戶只需專心維持在核心競爭力上，供應鏈系統適度的分工，具有增加商品競爭力的優勢。物流中心下替企業帶來的四點好處：

1. 提高服務效率。
2. 減少運送成本。
3. 產品種類多。
4. 降低存貨持有成本。

企業為了要提升產品的競爭力，除了壓低產品售價外，對外亦要致力於提升顧客滿意度等附加價值，如縮短從出貨到交付給顧客的配送成本以及實體配送之效率，物流中心的建置，就扮演了非常重要的角色。鴻海出貨有所謂的 982（98% 訂單，2 天內出貨交至顧客），物流中心就起了莫大的功用。物流中心為縮短產品至客戶手上的時間，透過越庫作業降低自身運輸費用、庫存成本和持有成本，避免無附加價值的動作，也讓零售商更快獲得產品，替企業贏得更多的利潤。

Daganzo(1991)以 3 座零組件工廠、100 家經銷點為例估算，若由各工廠直接配送各經銷點再組裝銷售，運輸與存貨成本共需 4,700 萬美元。若是先集中某一物流中心再配送各經銷點，則僅需 1,090 萬美元，物流中心的運輸與倉儲效率皆較供應商自行配送為高，整體運銷成本自然就較低。

2.1.3 零售商

零售商是很重要的交易通路，隨著消費者生活型態的多元化，市場型態的改變和銷售模式的不斷突破，及市場競爭的愈趨激烈，市場也逐漸呈現完全不同的面貌。顧客需求越趨多元，零售商的配貨模式也做了很大的改變，而且隨著消費者對價格敏感度的增加，業者透過擴大採購規模降低進貨成本和市場區隔，讓消費者更容易享受到實惠和多元化的商品。

國內對於零售業態的分類方式，李孟熹（1985）認為零售業態可以依照：

1. 經營主題

2. 商品收集的幅度與內容
3. 店舖規模
4. 銷售方法
5. 附加服務
6. 價格策略
7. 店舖設施

無論是實體店面、網拍、購物頻道、直銷...等，與消費者直接進行商業行為都稱之為零售業。零售業的產業特性是規模小和種類多，分散在不同的地理區域、進入及退出市場容易、投資金額和經營風險小、商圈內競爭激烈及管理技術要求不高(經濟部商業司,2011)。

生活水準的提升和資訊的傳遞，導致購買需求日益個性化、多樣化，消費者的消費習慣不同且差異大，使得企業必須利用市場區隔，針對不同消費者喜好來生產差異化產品，以增加獲利空間。由於零售市場競爭激烈，大型業者已有向後整合物流作業和參與製造的趨勢，朝向垂直與水平整合的方向發展。

2.1.4 小結

供應鏈管理雖然研發或設計無關，但是不論在前端的製造、運送，到後端的產品配銷模式可說非常重要。蘋果公司進行了成功的供應鏈管理後，我們可拿圖 2.3 來檢視手機和平板電腦拆解後，蘋果公司平均從每樣產品中得到的利益。

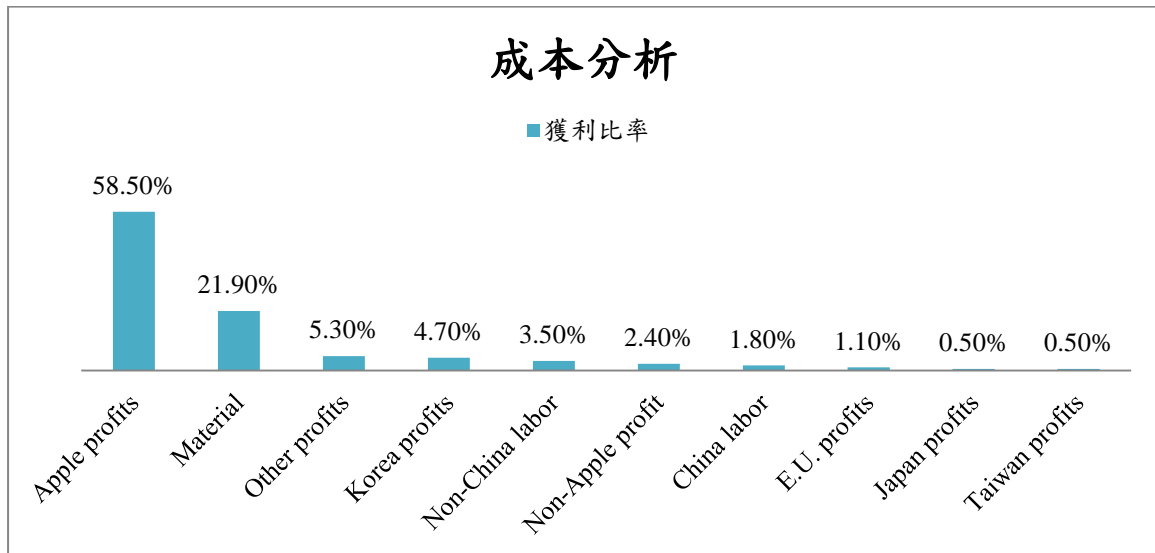


圖 2.3 蘋果公司產品利潤比率

【資料來源：Capturing Value in global Networks: Apple ipad and iphone (2010)】

蘋果的品牌魅力很早就以風靡全球，龐大的出貨量自然是不言而喻，如何把整體的供應鏈系統控制住，是非常困難的一個問題，若供應鏈的調度或配銷計畫不周全，很容易讓產品處於供不應求或供過於求的危險之中，容易造成財務上的重大虧損。

蘋果電腦剛開始對供應鏈管理極其失敗，因為蘋果無法對市場需求做即時的反應，且在需求預測上過於樂觀，導致存貨水準過高。當時蘋果電腦雖然只有五週的存貨，但是一年存貨週轉率才十次，而競爭對手戴爾電腦是四十次，這表示蘋果存貨營運效率太低，生產和銷售比率嚴重失調。

運籌長 Cook 的改革帶領下，每月存貨降低只剩兩千五百萬元，跟以前相比減少了 94%，而存貨週轉率提高到六十次以上。Cook 解決了蘋果公司長久以來供應鏈管理的問題，替蘋果賺取了可觀的利潤，受到 Jobs 的極高的評價，最後升到蘋果電腦執行長的職位。

供應鏈管理最終目的，就是透過整體的改善活動來提升效率，讓組織和組織間合作都能發揮到極佳的效果，以期能使用最少的資源來滿足客戶的需求，最終提高供應鏈的整體競爭力。

2.2 橫向調撥

由於產業環境的改變，讓供應鏈成員間的關係越趨複雜，由於前置時間和運輸成本的考量，零售商藉由橫向調撥共同分擔存貨的概念，缺貨的風險則可降低，且同時維持服務水準。近年來出現很多的探討橫向調撥的議題，研究中透過庫存控制機制的策略，藉由庫存共同分擔風險的準則，減少缺貨和運輸成本，來提升企業競爭力。如下圖 2.4 所示：

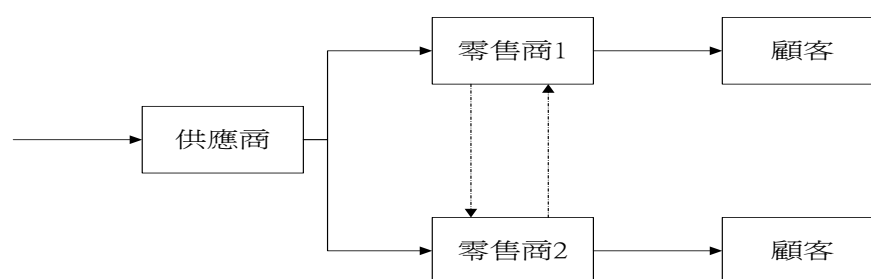


圖 2.4 橫向調撥示意圖

Burton and Banerjee(2005)提出各零售商的距離較物流中心近條件下，零售商內部階層採取橫向調撥是常見的。Banerjee et al.(2003)提出在二階供應鏈的模型中，發現任何類型的橫向調撥政策，存貨管理績效都有變好的傾向。橫向調撥比緊急訂購更具有優勢，調撥時間短、運輸距離短，若各零售商能夠相互協調合作，顧客等待缺貨後補的時間就能縮短。

2.2.1 橫向調撥研究議題

Ollson(2010)提出應將橫向調撥分為單向橫向調撥和雙向橫向調撥，他指出單向橫向調撥在零售商只對固定零售商做橫向調撥的進行，即使有多餘存貨也不做反向的橫向調撥動作，雙向橫向調撥則是無方向之限制，但雙向橫向調撥的彈性和複雜性會比單向橫向調撥更高。

雖然有不少研究橫向調撥的議題，但目前主要問題主要圍繞在六個議題

上面：

- (1) 可修復產品、不可修復產品或是易腐壞產品(時效性)等特殊產品的橫向調撥。
- (2) 高需求產品和低需求產品的配貨模式。
- (3) 連續型檢閱存貨政策和週期性檢閱存貨政策的比較。
- (4) 預防性橫向調撥和緊急性橫向調撥的比較。
- (5) 橫向調撥啟動時間、調撥決策法則、最適庫存水準、最適調撥數量。
- (6) 替代品來滿足缺貨需求(紀美瑜,2007)。

市場交易會依據經濟學的供給和需求來決定產品的銷售數量，但是面對企業的配銷成本，則根據配銷系統的五大成本，橫向調撥成本、運輸成本、訂購成本、持有成本和缺貨成本構成(如圖 2.5 所示)，企業會事先訂立的顧客滿足水準和配銷的相關成本，來衡量如何控制庫存水準。

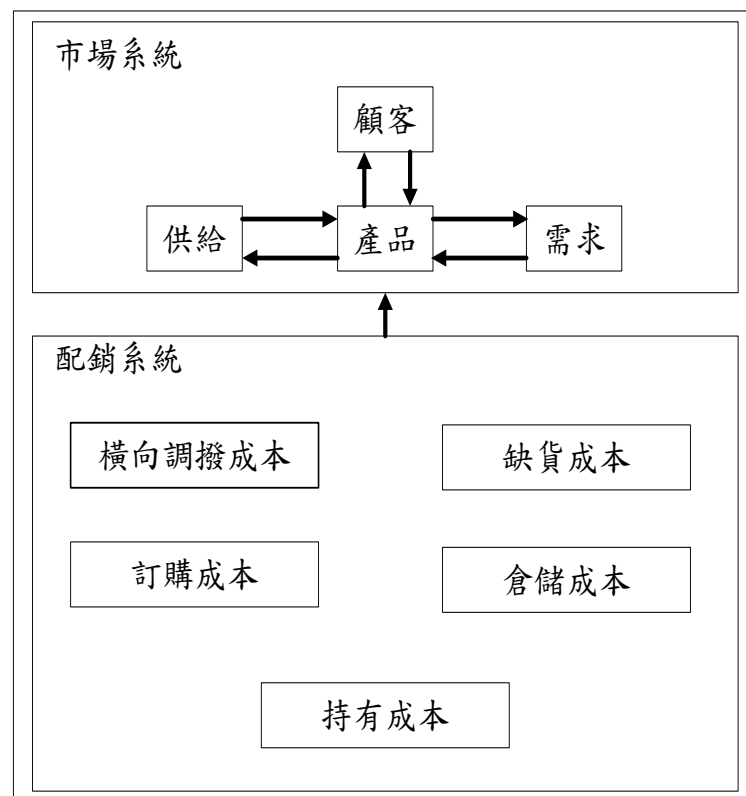


圖 2.5 配銷系統的五大成本

Kranenburg(2006)在 ASML 這間公司進行研究調查，指出使用橫向調撥可每年節省 50% 的成本。橫向調撥的好處是能快速地運送貨物到顧客原本預計購買的商店或是顧客的住處，但是須仰賴先進的資訊系統，因為資訊系統可以使零售商了解其他的零售商手中有哪些存貨，加快企業的決策速度，避免零售商缺貨的情形產生。

在多個零售商的狀況下，零售商都會面對到各自不同的需求，所以會對於臨時的顧客需求無法及時反應，早期的研究從 Lee(1987)；Axsater(2003)提出的概念都是在缺貨發生後，才進行橫向調撥的動作，雖然比從物流中心訂購貨物來的快，但是已經造成消費者在等待的情形，所以後來發展出預防性的橫向調撥模式，針對預防性的橫向調撥模式，又會分為 TBA 和 TIE 兩種模式，藉此把缺貨的可能性降到最低。

Erhan(2008)提出以馬可夫鏈為基礎的橫向調撥模型，分析橫向調撥對整個庫存系統的服務水準和庫存成本的影響。供應鏈中的組織成員面對缺貨時，橫向調撥必須發生在同一階層的組織成員，使得缺貨需求被以最節省時間和成本的方式來滿足。在多階的配銷網絡中，包含從不同階緊急運送和同階的橫向調撥，我們會把兩種方法都視為兩種補貨的模式。

2.2.2 橫向調撥的種類

Lee et al.(2007)提出兩種橫向調撥的概念，緊急性橫向調撥和預防性橫向調撥。緊急性橫向調撥會直接反應缺貨的狀況，當顧客的需求大於零售商庫存時，零售商就會產生缺貨的情況，零售商間就會直接進行橫向調撥。預防性橫向調撥是為了降低未來缺貨的可能性，所以在尚未缺貨的時候，依據庫存的水平和顧客的需求量大小，在還沒發生缺貨的情況發生時，就會直接進行橫向調撥。

1. 緊急性橫向調撥(Reactive lateral transshipments)

庫存系統主要是為了有效率地提供產品和服務給顧客，特別是範圍較大的銷售地區，系統的特色就是零售商可以互相做橫向調撥的動作來直接滿足顧客的需求，當顧客需求無法滿足的情況發生，就會要求上游的物流中心提供產品運送的服務，快速反應顧客的需求。當零售商遇到缺貨時，緊急由其

他的零售商來滿足需求的手段，這就稱為緊急橫向調撥(ELT)。

2.預防性橫向調撥(Proactive lateral transshipments):

零售商會向物流中心定期的採取補貨策略，零售商會設置庫存水平，當零售商遭遇到有可能產生缺貨的風險時，零售商間就會互相採取橫向調撥，這就稱為預防性橫向調撥(PLT)。

橫向調撥的分類如圖 2.6 所示，分為預防性橫向調撥和緊急性橫向調撥，其中緊急性橫向調撥又分週期性檢閱和持續性檢閱，而預防性橫向調撥只分為週期性檢閱。

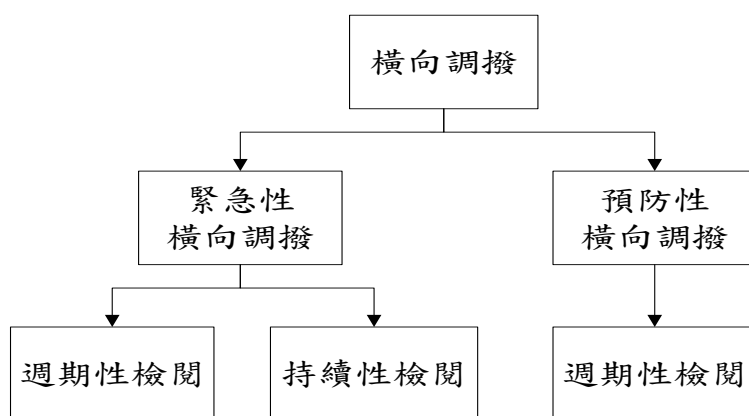


圖 2.6 橫向調撥的種類

表 2.1 為連續檢閱的緊急性橫向調撥模式的文獻探討，零售商的策略大多採用(S-1,S)，也就是說只要減少一個單位庫存，就立即會採調撥的模式進行。研究多圍繞在高價值、低需求的產品上，所以必須採用持續性檢閱的模式來滿足顧客需求。

表 2.1 連續性檢閱的緊急性橫向調撥模式

作者	階層	品項	摘要
Lee(1987)	1	2	當緊急橫向調撥被允許時，發展出連續補貨的機制。
Sherbrooke(1992)	1	2	比較缺貨候補和橫向調撥的情形。
Axsater(2003)	1	1	在單階庫存系統中，物流中心也可採取橫向調撥的模式補貨。
Zhao et al. (2006)	1	1	在不同的決策系統中，發展出一套最佳的庫存轉運策略。
Mahar et al. (2009)	1	2	持續監控動態需求，並提供企業線上銷售量和庫存水準。

表 2.2 為週期性檢閱的緊急橫向調撥模式的文獻探討，研究多為探討可修復的產品上，在持續性檢閱的方式成本較高情況下，企業在權衡利潤和成本下，使用週期性檢閱來降低補貨的頻率。

表 2.2 週期性檢閱的緊急橫向調撥模式

作者	階層	品項	摘要
Robinson(1990)	1	1	在允許的橫向調撥的模式下，檢驗不同的最佳訂購策略。
Chang and Lin(1991)	1	1	把庫存系統分為集中式系統和分散式系統，並利用新的庫存系統增加整體效率。
Zhao et al (2009)	1	1	轉運價格和競爭強度會對零售商和消費者造成的影響。
Tang and Yan(2010)	1	2	分析越庫作業在橫向調撥中的兩種模式，並進行比較分析。

表 2.3 為週期性檢閱的預防性橫向調撥模式，根據文獻探討，預防性橫向調撥會針對需求來對存貨水準做規劃調整，面對到零售商有缺貨的可能性時，就會在固定的時點進行橫向調撥的動作，所以較不容易出現缺貨的狀況，但是也會相對遇到風險，當市場需求變異程度高時，預防性橫向調撥模式就會容易無法滿足整體的零售商。

表 2.3 週期性檢閱的預防性橫向調撥模式

作者	階層	品項	摘要
Gross(1963)	1	1	單獨的系統和整合的系統地優劣比較，並發展出一套有效的 Model 來降地系統成本。
Lee and Whang (2002)	1	1	把產品分為兩個時期，製造商交貨期和零售商相互依存關係期，轉售者在第二市場造成的影響。
Tagaras and Vlachos(2002)	1	1	針對不同的市場需求調整，群集設計和橫向調撥的策略選擇。
Agrawal (2004)	1	1	使用演算法解決動態規劃的問題，來決定橫向調撥的數量。

TBA 和 TIE 的方法對缺貨的反應還是有缺點，就是不能明確知道庫存水準和補貨時間。Lee et al.(2007)提出一個新的全新的橫向調撥方法 SLA，這方法混合 TBA 和 TIE 的手法，降低了預測缺貨的風險。圖 2.7 為 SLA 的方法：

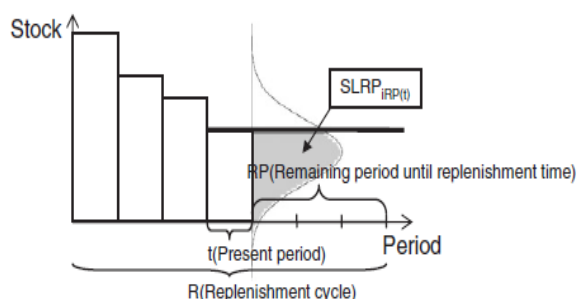


圖 2.7 SLA 的補貨方式

【資料來源：Lee et al.(2007)】

2.3 存貨策略

存貨檢閱策略種類繁多，各有其理論基礎根據與適用的範圍，主要目的均在於擬定出適當的再訂購點、訂購數量以及存貨水準，因此為了滿足企業之顧客需求，對企業而言選擇適當之存貨檢閱策略是一項重要的議題。

Simchi-Levi(2000)提出主要影響存貨檢閱策略主因有以下六點：

1. 訂購及存貨持有成本。
2. 不同產品儲存量。
3. 需求的不確定性(已知或具有隨機性)。
4. 策略執行的長度。
5. 訂購與補貨的前置時間。
6. 滿足不確定性的需求並訂定其服務水準。

2.3.1 存貨政策的分類

在存貨管理的議題中，存貨管理的整體目標首先考慮重點為顧客服務水準，希冀透過企業所定的服務水準下進行整體庫存規劃，並且把存貨成本控制在合理範圍之內，從圖 2.8 可知，貨政策可分為確定性需求和機率性需求，其目的是為了要達到滿足顧客服務水準之餘，決策者還必須嘗試著要達到存量的均衡。

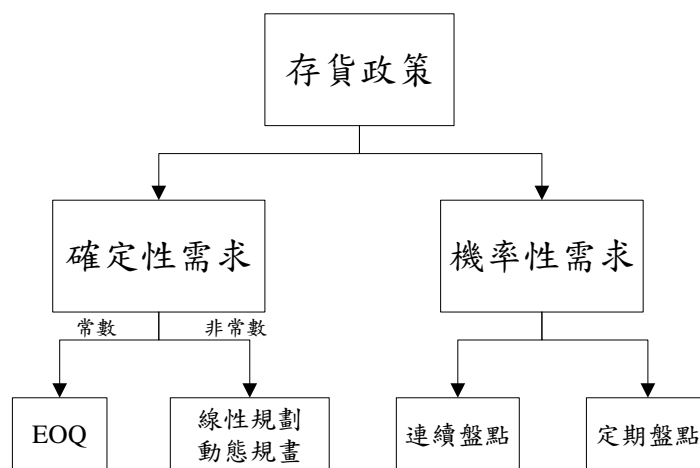


圖 2.8 存貨政策的分類

Silver(1998)提出存貨策略可分為連續盤點制(Continuous review)與定期

盤點制(Periodic review)其中 (R,Q) 、 (S,s) 屬於連續盤點制； (R,s,S) 、 (R,S) 屬於定期盤點制，而前者是持續性的監控存貨水準，後者則是在固定的週期下監控存貨水準。兩項因素的基本決策則與訂購時點(reorder point)及訂購量有相當程度上的關連。以下介紹兩種存貨政策：

1.連續型檢閱存貨模式：

(1) (Q,R) 存貨檢閱政策

(Q,R) 採購存貨政策為連續性檢閱系統的一種管理方式，主要控制原則是當庫存量降至再訂購點 R 時，訂購一固定的數量 Q 。 (Q,R) 採購存貨政策的主要優點是相當簡單且不易發生錯誤，供應商對於下游的需求是可預測的。缺點是由於該存貨政策的不可修正性，當需求量大於訂購量 Q 時，將無法有效率的處理。

(2) (S,s) 存貨檢閱政策

(S,s) 存貨檢閱政策為連續性檢閱系統的一種管理方式，主要控制原則是當庫存量降至再訂購點 s 時，將訂購數量 Q ，使庫存量增加至 S ，即 $S=s+Q$ 。

(S,s) 採購存貨政策計算總成本較為方便，但計算上較為複雜，且由於訂購量 Q 為變動的數值，導致系統較容易發生錯誤。

2.週期性檢閱存貨模式：

(1) (R,S) 存貨檢閱政策

(R,S) 存貨檢閱政策為週期性檢閱系統的一種管理方式，其主要控制原則是每隔 R 時間單位，訂購數量 Q ，使庫存量增至 S ，此系統通常在擁有固定供應商條件下使用。 (R,S) 採購存貨政策的主要優點是需求是隨著時間而改變。而缺點是 (R,S) 採購存貨政策的整體存貨成本較連續盤點制存貨政策為高。

(2) (R,s,S) 存貨檢閱政策

(R,s,S) 採購存貨政策為週期性檢閱系統的一種管理方式，其主要控制原則是每隔 R 時間單位，檢查庫存水準，只要當庫存水準低於 s 時，發出訂單訂購數量 Q ，使庫存量增至 S ，即 $S=s+Q$ 。

表 2.4 為各種存貨模式的比較表：

表 2.4 不同存貨模式的比較

檢閱模式	檢閱頻率	優勢	劣勢
(Q,R)	連續性檢閱	供應商對於下游的需求是可預測的。	需求量大於訂購量 Q 時，將面臨缺貨的危機。
(S,s)	連續性檢閱	計算總成本方便。	訂購量為變動的數值，導致系統較容易發生錯誤。
(R,S)	週期性檢閱	定期檢視市場需求，在相同時間採訂購手段，皆補充庫存至 S。	當市場需求變異大時，容易產生缺貨成本。
(R,s,S)	週期性檢閱	定期檢視市場需求，平，低於庫存 s 時，才補充庫存至 S。	補貨前置時間長短會影響採取適當的因應措施。

2.3.2 小結

綜合上述，存貨管理的重點在於顧客需求和服務水準，企業的因應策略則有所不同，透過選擇合適訂購數量和補貨方式，減少存貨的堆積，避免多餘的成本支出，讓企業能有效率的滿足顧客需求。

存貨政策的最終目的為提供低存貨水準、存貨周轉速率快、高頻率的調貨模式和較短的前置時間，因此企業在考量不同的存貨策略時，考量的面向需要多元化，透過整理性的評估，讓存貨成本降至最低，才有利於提升整體競爭力。

2.4 存貨管理衡量指標

Beamon(1998)將存貨的績效指標分成定性(qualitative)與定量(quantitative)兩類，有效的績效衡量系統應具備概括性(inclusiveness)、普遍性(universality)、可衡量性(measurability)和一致性(consistency)。

定性績效衡量指標是指沒有明確數字表示的衡量，優點在於注重事物性質方面的預測，具有較大的靈活性，易於充分發揮人的主觀效果，且簡單快速又省時省錢。

定性預測的缺點是易受主觀因素的影響，比較注重於人的經驗和判斷能力，尤其缺乏事物發展作數字上的比較。因此 Beamon(1998)也研究提供定量的方法，定量供應鏈績效衡量指標可分成兩類，分別是基於成本及利潤為考量目標及基於顧客回應時間為考量目標兩類。

表 2.5 為定性衡量指標：

表 2.5 定性績效衡量指標

績效性質	衡量分類	衡量指標-說明	文獻
定性 (qualitative)	顧客滿意度	顧客對產品或服務的滿意程度。	Beamon (1998)
	彈性	供應鏈上能回應隨機變動之需求的反應程度。	
	資訊與物流整合	供應鏈中能有效運輸貨物與資訊分享的程度。	
	供應商績效	供應商運送物料使生產能準時並保持順暢的程度。	

【資料來源：整理劉智明(2005)、陳杰弘(2008)】

表 2.6 定量績效衡量指標，定量績效指標具有量測性，必須考量到整個供應鏈內相關的環節，將所有因素量化，才能有一個比較的基準，但供應鏈內部流程極其複雜，使得選擇適用的衡量指標變的困難。

表 2.6 定量績效衡量指標

績效性質	衡量分類	衡量指標-說明	文獻
定量 (quantitative)	顧客回應時間	目標完成率之達成	Beamon (1998)
		即時完成顧客訂單佔全部 訂單之比例	
		訂單完成率極大化	
		承諾產品遞送日與實際產 品遞送日之時間差距最小 化	
	成本及利潤定量	成本最小化-最廣泛使用的 衡量指標，用於供應鏈或特 定的商業單位、階段。	Beamon (1996)
		利潤最大化	
	成本最小化		

【資料來源：整理劉智明(2005)、陳杰弘(2008)】

2.5 本章小結

從上述文獻的探討，尚未有研究將不採取橫向調撥、同區域橫向調撥和跨區域橫向調撥三種因應措施一起做比較。本研究將比較在兩種不同顧客需求下，利用成本來評估三種不同橫向調撥的模式，評估完三種因應措施後，觀察何種因應措施來滿足顧客需求是較佳的。

在存貨策略上，因為零售商無法隨時滿足顧客需求，當零售商下訂單後，產品從物流中心運至零售商須等待一段前置時間，為避免訂購後無法立即拿到產品，所以零售商需要隨時備有安全庫存，來滿足零售商訂購產品至收到

產品的這段期間缺貨的可能，因此本研究選定持續性檢閱(Q,R)的存貨策略，透過較高頻率的補貨，讓零售商有較低的存貨水準，藉以維持顧客的服務水準。而在存貨管理衡量指標中，因成本仍是企業最看重的因素之一，所以選定成本最小化當作本研究的衡量指標。

第三章 問題描述

3.1 問題定義

以二階供應鏈當作整體架構模型，供應鏈的組織成員分別是物流中心和零售商，假設物流中心為無限的產能，零售商則為因應市場的需求變動性，避免存貨持有成本太高，透過高頻率補貨維持低存貨水平，採持續性(Q,R)的檢閱策略，依 95% 服務水準設定存貨，所以當零售商庫存水準低於 R 時，零售商即會從物流中心訂購 Q。管理者將評估三種缺貨因應措施：不採取橫向調撥、同區域橫向調撥和跨區域橫向調撥，透過本實驗觀察零售商成本變化，進而選擇最適當的策略。

3.1.1 情境描述

本研究所提出之系統模型由兩個物流中心和四家零售商所構成，物流中心採集中式系統管理，因此可以得知所有零售商的相關庫存資訊，並負責零售商所有的補貨行為，而零售商採持續性(Q,R)檢視策略，面對到零售商庫存低於 R 時即發出補貨通知，進而維持零售商自身的存貨水準，假設所有零售商存貨政策和橫向調撥策略皆為相同，藉以比較其總成本變化，並假設每日需求為 Normal 分配，物流中心補貨前置時間則假設為固定值。

在系統中假設不論是在存貨或是在銷售上，零售商之間需求彼此都是獨立的。當零售點需求大於存貨時，首先由缺貨零售商藉由物流中心提供之存貨資訊進行各零售商之間橫向調貨，以解決整體供應鏈缺貨的問題。若進行橫向調撥依然無法滿足需求，即向物流中心採緊急訂貨的動作。

物流中心會根據先到先服務(First-Come,First-Served)準則對零售點所發出的需求進行滿足。本研究將研究焦點放在零售商無足夠的存貨滿足顧客需求時，不同類型橫向調撥對成本產生的影響，以期將整體供應鏈存貨做最大利用，並減少缺貨等問題。

下圖為 3.1 為橫向調撥邏輯圖：

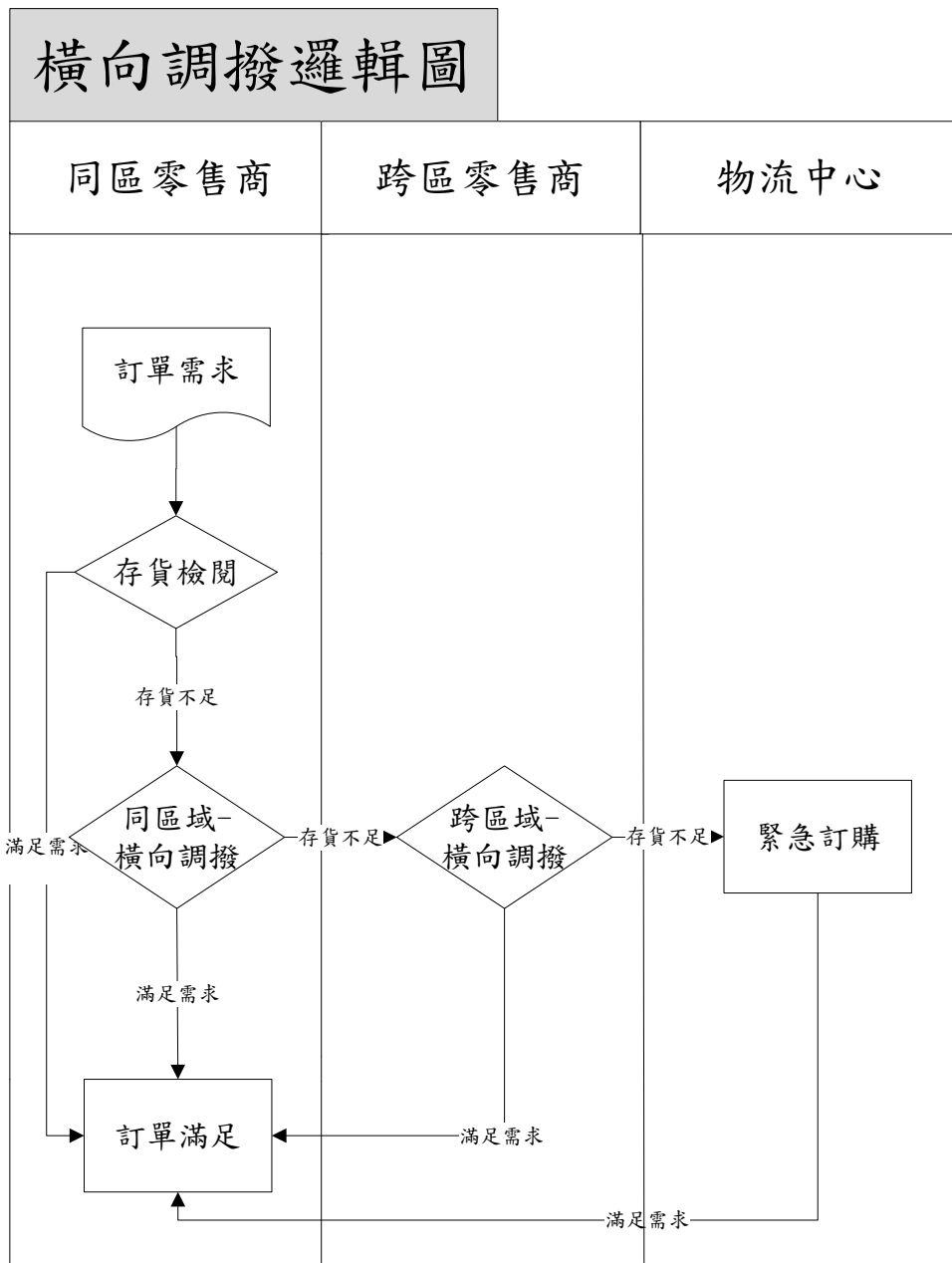


圖 3.1 橫向調撥邏輯圖

3.1.2 調撥法則

調撥法則(Transshipment policy)：假設物流中心為無限產能，當零售商發出緊急訂購通知，必須加上運送的前置時間，才能把生產的產品運至零售商，這段時間會計算零售商的缺貨成本，直到滿足顧客需求為止。

本研究將橫向調撥分為三種，下面將針對三種橫向調撥方式做說明：

1.不採取橫向調撥的調撥政策

當遇到缺貨的狀況產生時，不能採取任何橫向調撥之動作，只能向物流中心緊急訂購。零售商是持續性檢閱(Q,R)的存貨策略，遇到零售商只要發生存貨水準低於R時，就立即會補貨給零售商。而任何時間皆可向物流中心發出緊急訂購通知，藉此來滿足顧客需求，這種方式前置時間會較長，顧客等待時間太過冗長，容易導致處罰成本的提高。

2.同區域橫向調撥的調撥政策

供應鏈中物流中心擁有兩個物流中心分別為A和B，各自負責供應及配送該區品項至其下游零售商，物流中心A負責供貨配送零售商A1、A2；物流中心B負責供貨配送零售商B1、B2。各個零售商獨自面對顧客並進行獨立接單，在零售商庫存大於需求時，本身庫存即可消耗掉顧客需求。但在需求大於庫存時，會先傳送資訊到物流中心，物流中心會檢查另一間零售商是否有足夠的庫存，如果有足夠庫存時，即可作橫向調撥的動作。然而其他零售商庫存也不夠滿足顧客需求，這時產品則會從物流中心緊急運送，以滿足顧客的需求。

3.跨區域橫向調撥的調撥政策

當零售商A1發生缺貨時，優先考慮向同區域的零售商A2進行橫向調撥，若零售商A2擁有足夠存貨除了滿足自身需求外，尚能供應零售商A1之缺貨需求，零售商A1即向零售商A2發出橫向調撥的需求，從A2零售商處調撥所缺少的存貨數量，以滿足零售商A1之需求。若零售商A2無足夠存貨供應零售商A1橫向調撥需求，考慮向跨區域的零售商B1進行橫向調撥，若供應鏈中零售商B1除了滿足自身需求外尚擁有多餘存貨，能供應零售商A1之缺貨需求，零售商A1即向零售商B1發出橫向調撥的需求，從零售商B1處調撥所缺少的存貨數量，以滿足零售商A1之需求。同區域橫向調撥和跨區域橫向調撥皆無法滿足時，A1則向上游物流中心採取緊急訂購的手段。

下圖 3.2 本研究模型調撥策略關係圖：

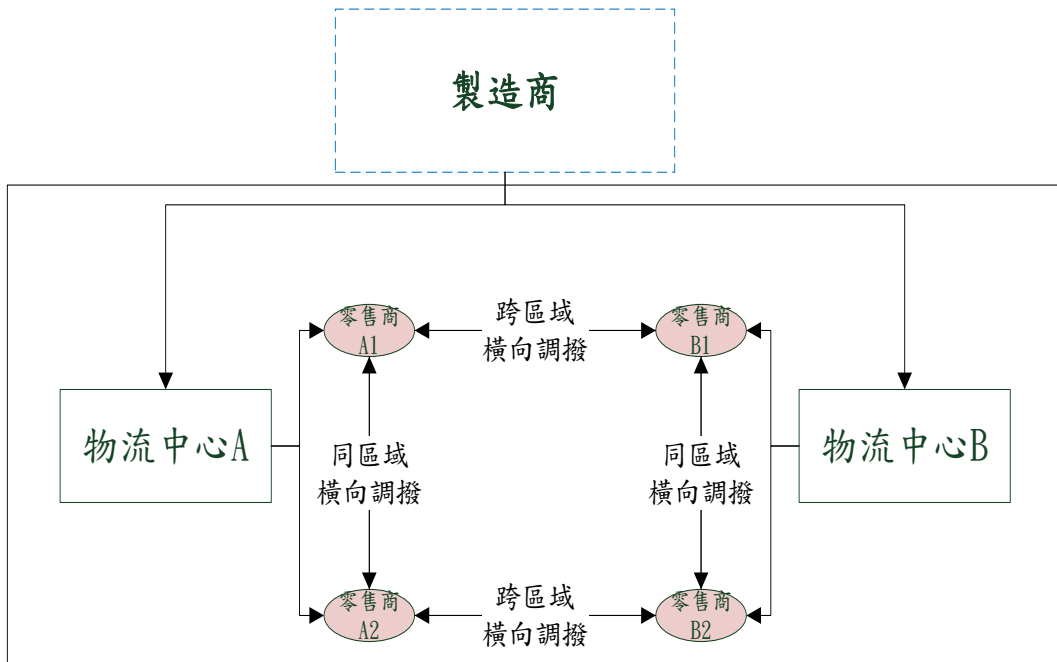


圖 3.2 調撥策略的關係圖

3.2 符號說明

表 3.1 為本研究的供應鏈系統的數學符號，下面將對符號做完整的說明：

表 3.1 符號說明

符號	定義	符號	定義
X_i	期間 <i>i</i> 之存貨水準	IL_t	同區域橫向調撥成本
D_i	期間 <i>i</i> 之顧客需求	CL_t	跨區域橫向調撥成本
X^-	$\max(0, -x)$ 。 x 為當時之顧客需求，庫存量最小值為 0。	E_m	每單位緊急補貨成本
X^+	$\max(0, x)$ 。 x 為當時之顧客需求，庫存量最大值為 X 。	T	固定運輸成本
C	產品單位成本	S	每單位訂購成本
S_h	缺貨成本	H	每單位持有成本
K	緊急補貨的單位成本	γ	同區域橫向調撥的單位成本
ρ	跨區域橫向調撥的單位成本	N	周期內訂購次數
P_i	每單位缺貨成本		

本研究提出三種橫向調撥因應措施，零售商面對缺貨時，假設只可採取一種因應措施，分別計算四種因應措施產生的成本，選取成本數值最小者。在一段時間 T 後，整個系統面對缺貨採取三種因橫向調撥之方程式如下：

$$\text{持有成本} = \sum_{i=1}^n H \times X_i$$

$$\text{缺貨成本} = \sum_{i=1}^n P \times X_i$$

$$\text{緊急補貨成本} = \sum_{i=1}^n E_m \times X_i$$

$$\text{同區域橫向調撥成本} = \sum_{i=1}^n IL_i \times X_i$$

$$\text{跨區域橫向調撥成本} = \sum_{i=1}^n CL_i \times X_i$$

$$\text{總成本} = N \times (T + S) \left(\sum_{i=1}^n HX_i + \sum_{i=1}^n P_i X_i + \sum_{i=1}^n E_m X_i + \sum_{i=1}^n IL_i X_i + \sum_{i=1}^n CL_i X_i \right)$$

3.3 存貨相關成本

1. 持有成本 (Carrying Cost)

存貨持有成本或稱存貨持有成本乃是因為儲存或持有貨物的期間而發生的成本，即係指在某一段時間內之存在所需的各項支出，主要包括用於儲存貨物之空間成本、資金成本、保險費與稅捐以及產品損壞成本。

當 $I(t) > 0$ ，零售商每持有品項一單位將會有持有成本 5 元的產生。

2. 訂購成本 (Purchasing cost)

訂購成本主要取決訂購的次數，當零售商有較佳的存貨策略，訂貨的頻率則會降低，使總訂購成本亦相對地降低。反之當零售商使用不合適的存貨策略時，訂購次數也會跟著增加，使得訂購成本相對地增加。

(1) 如果沒有在期間的一開始發出訂單，就沒有設置成本，同樣的也沒有固定成本。

(2) Set up Cost 以 S 表示。S=20

3. 缺貨成本(shortage cost)

零售商存貨不能滿足顧客需求，則會造成緊急補貨成本貨服務水準下降的成本。服務水準下降的成本都屬於無形，因此通常是採用估算之方式來作為缺貨成本的計算。

(1) $X_i < 0$ 發生缺貨，即為完全欠撥(Backlog)，將會產生每品項每一單 40 元的缺貨成本。

(2) 期間中當 $X_i = 0$ ，將產生不是橫向調撥成本就是缺貨成本的發生。

4. 緊急訂購成本(Emergency delivery Cost)

當顧客需求發生，零售商手中的持有存貨數無法滿足顧客需求，即發生缺貨。考慮缺貨成本以及當其他因應措施皆發生失敗的補救措施，即向物流中心發出緊急訂購通知。

本研究中假設進行緊急補貨需要三天時間存貨才能送達，因此每緊急補貨一次必須計算存貨延遲到達的短缺成本(與單位缺貨時間相關)，即增加緊急補貨一單位*存貨延遲到達時間。

緊急補貨成本參數為單位成本 κ ，緊急補貨成本=緊急補貨數量 $\times(C(1+\kappa))$
+緊急補貨數量 \times 存貨延遲到達時間 (1)

5. 同區域橫向調撥成本(Lateral transshipment cost)

當顧客需求發生，零售商手中的持有存貨數無法滿足顧客需求，即發生缺貨。考慮商譽、時間、地理區域等的因素以及避免其他緊急因應措施發生失敗，零售商 i 向同階層的零售商 j 調撥，同區域橫向調撥因為距離因素，能進行快速補貨之動作，所以不會有存貨延遲之時間產生。橫向調撥成本參數為單位成本 γ ，每橫向調撥一單位即增加 γ 元。

(1)Lateral transshipment cost 以 L_t 表示。

(2)橫向調撥成本(L_t)=橫向調撥數量 $\times(C\times(1+\gamma))$ (2)

6. 跨區橫向調撥成本(Cross border lateral transshipment cost)

當顧客需求發生，零售商手中的持有存貨數無法滿足顧客需求，即發生缺貨。考慮商譽、時間、地理區域等的因素以及避免其他緊急因應措施發生失敗，零售商*i*向不同區域的零售商*j*調撥。

本研究假設由於跨區橫向調撥需耗費 2 天才能將存貨送達，因此另外計算存貨延遲送達之缺貨成本(與單位缺貨時間相關)，即增加一跨區橫向調撥單位×存貨到達時間。

跨區域橫向調撥成本參數為單位成本 ρ ，跨區橫向調撥成本=調撥數量× $(C \times (1 + \rho))$ +跨區橫向調撥數量×存貨延遲到達時間 (3)

第四章 模擬與分析

4.1 建立 SIMUL8

在不知道結果的狀況下，直接對系統本身來做實驗本身是具有難度的，有太多解決問題的方法，但實驗者無法做完所有實驗後再進行評估，因為做全部的實驗都太耗時間和成本。所以只需建立一組適用的系統模型，來做為相關研究的代替方案最為快速。模擬的好處是可以任意改變模型參數，並直接針對不同的結果直接做有效的評估。

模擬系統的模型是利用模擬軟體去建置，其中軟體 SIMUL8、AutoMod、eMplant 等皆為相當實用的模擬軟體。SIMUL8 模擬工具的介面可讓使用者調整任何動態系統模擬，經由模擬讓管理者嘗試各種不同狀況、構想，以減少不必要的浪費，可驗證並提昇系統更佳的績效，達到最大效率並讓作業成本降至最低，進而產生企業持續的競爭力。所以本研究將利用模擬軟體 SIMUL8，探討零售商間的三種橫向調撥模式。

根據不同的橫向調撥措施總共分為三種模式，第一個為不採取橫向調撥，當零售商發生缺貨時，必須等到零售商向物流中心訂購的產品到達後，才能進入交易成功區，顧客要是不能在限制的時間內能拿到產品，就進入處罰成本區，接著離開系統。

第二種為同區域橫向調撥，當零售商發生缺貨時，零售商就會確認同區域的零售商是否有足夠的庫存，有足夠庫存時就能直接補貨；其他零售商無庫存，必須等到零售商向物流中心訂購的產品到達後，才能進入交易成功區，顧客要是不能在限制的時間內能拿到產品，就進入處罰成本區，接著離開系統。

第三種為跨區域橫向調撥，當零售商發生缺貨時，零售商會先觀察同區域的零售商，若無庫存才會再觀察跨區域的零售商，有足夠庫存就直接進行橫向調撥，滿足顧客需求後，才能進入交易成功區。其他零售商無庫存，必須等到零售商向物流中心訂購的產品到達後，才能進入交易成功區，顧客要是不能在限制的時間內能拿到產品，就進入處罰成本區，接著離開系統。

本研究為存貨政策為連續型檢閱(Q,R)存貨策略，顧客需求為標準常態分佈，以平均值(mean)為中心，標準差(standard deviation)為座標軸，以平均值

和標準差畫出來的常態分佈圖，形狀為鐘形的對稱圖形，分別為 $N(30,5)$ 和 $N(30,10)$ 。圖 4.1 為系統零售商的需求設定：

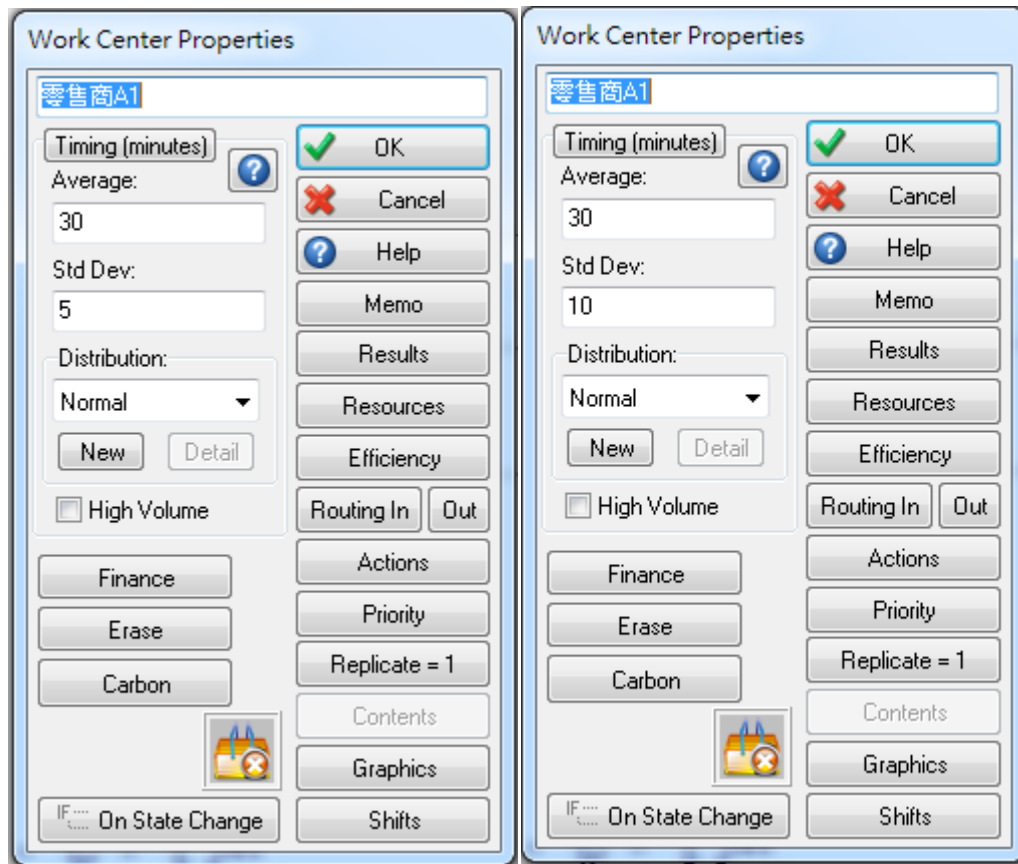


圖 4.1 零售商需求設定

圖 4.2 表零售商等待時間和工作時間，透過此圖可以觀察到 Working 和 Waiting 占整體工作量的比重，右圖可觀察系統中等待時間的分布情況。從提升銷售業績的觀點來看，如果要增加顧客滿意度，勢必要把平均等待時間縮短，才能提升顧客的回流率。

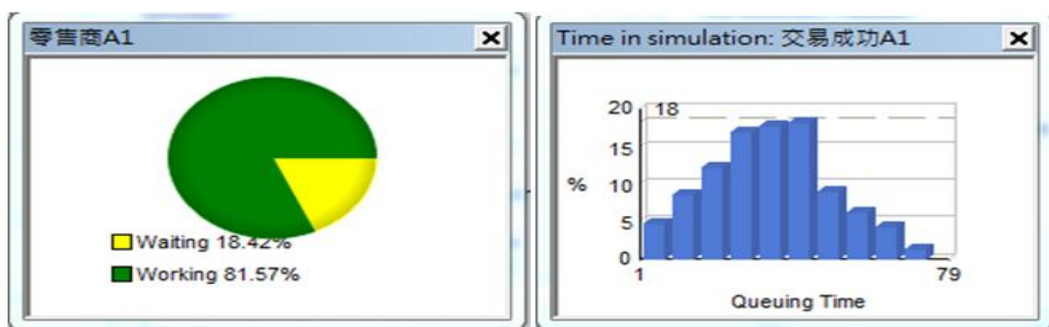


圖 4.2 零售商作業時間比率

根據本實驗銷售和補貨流程，本研究將以 SIMUL8 整理出全部實驗數據，圖 4.3 和圖 4.4 為 SIMUL8 數據紀錄。本研究會利用數據紀錄資料去計算總成本並進行研究分析。

Costs		85,230.00
零售商B1		16,371.00
處罰成本B區		6,920.00
零售商B2		18,411.00
零售商A1		17,545.00
處罰成本A區		6,280.00
零售商A2		19,703.00

圖 4.3 成本一覽表

Work Exit Points							
	Average Time in System	Number Completed	"In System less than" time	% In System less than time limit	St. Dev of	Maximum Time in System	Minimum Time in System
交易成功B1	1732.426	322	10	0	601.424	2749.358	602.71
交易失敗B區	1734.063	145	10	0	601.291	2787.638	582.849
交易成功B2	1720.174	320	10	0	603.327	2757.845	606.952
交易成功A1	1199.039	315	10	0	399.94	2013.622	639.181
交易失敗A區	1240.62	163	10	0	404.915	2021.567	689.672
交易成功A2	1197.664	320	10	0	401.87	2009.439	635.226

圖 4.4 統計數值

4.2 模式建立

不採取橫向調撥會分為兩組實驗，針對不同顧客需求 $N(30,5)$ 和 $N(30,10)$ 來計算成本，每組共做六次實驗。同區域橫向調撥也會分為兩組實驗，針對不同顧客需求 $N(30,5)$ 和 $N(30,10)$ 來計算成本，每組共做六次實驗。跨區域橫向調撥也會分為兩組實驗，針對不同顧客需求 $N(30,5)$ 和 $N(30,10)$ 來計算成本，每組共做六次實驗。本研究為增加實驗的準確性，把每個實驗的模擬時間設為二個月，重複六次，實驗結果就會有一年的樣本數據，共會出現三十六組數據。

本研究會探討零售商在持續性檢閱(Q,R)庫存政策下，在不同顧客需求下，分別對三種不同橫向調撥進行模擬，探討不同的橫向調撥策略是否對成本造成影響。實驗驗證的方式如圖 4.5 所示：

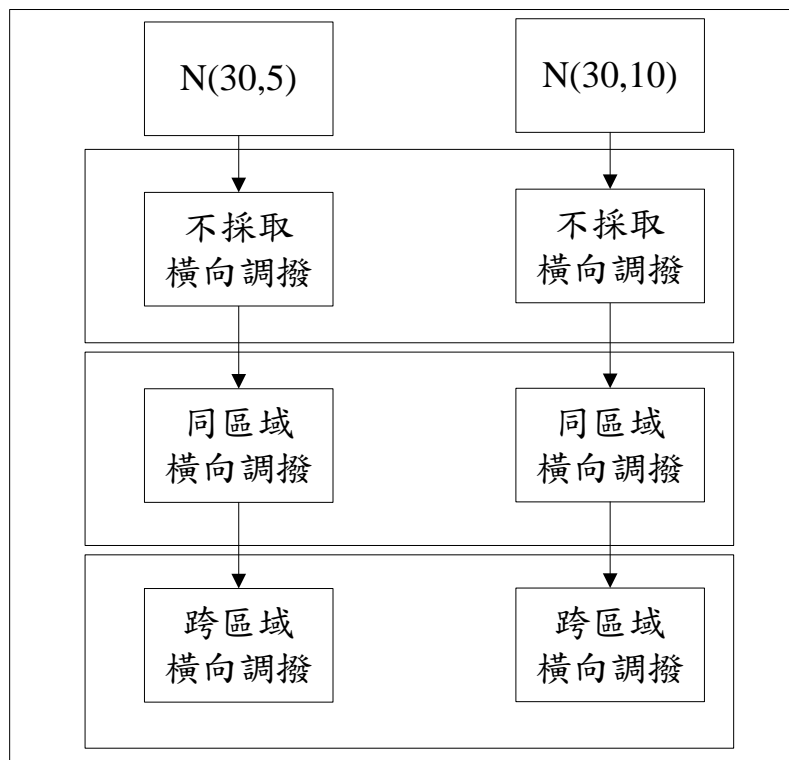


圖 4.5 實驗驗證的方式

本研究的流程會先分別探討三種不同橫向調撥，在不同的顧客需求下，對成本的影響是否顯著。接著對整體系統做變異數分析，探討顧客需求和橫向調撥的關聯性。

針對顧客需求變異程度去探討成本變化的高低，產生缺貨程度不同，是否會影響零售商選擇不同因應措施，零售商補貨前置時間長短，在補貨時造成顧客等待時間不同，是否會讓缺貨成本升高。

下表 4.1 為本研究之設定，分別在同區域橫向調撥、跨區域橫向調撥和顧客需求上做區別，藉以比較顧客需求對不同種類的橫向調撥是否有影響。

表 4.1 參數設定

參數	數值
每單位成本	50
訂購成本	20
缺貨成本	40
持有成本	5
緊急訂購成本	30
顧客需求	$N(30,5)$, $N(30,10)$
同區域橫向調撥成本	10
跨區域橫向調撥成本	20

4.3 實驗模擬

圖 4.6 模型為不採取橫向調撥的示意圖，本研究會規劃出兩個主要銷售區域，共兩個物流中心和四個零售商，每塊區域皆有畫出一個處罰成本區。供應鏈中有兩物流中心，物流中心則假設為產能無限，皆依照下游零售商需求進行配送，零售商皆採相同的(Q,R)補貨模式，如果有補貨情形發生時，會等到前置時間結束後，物流車才會進入零售商的存貨區。

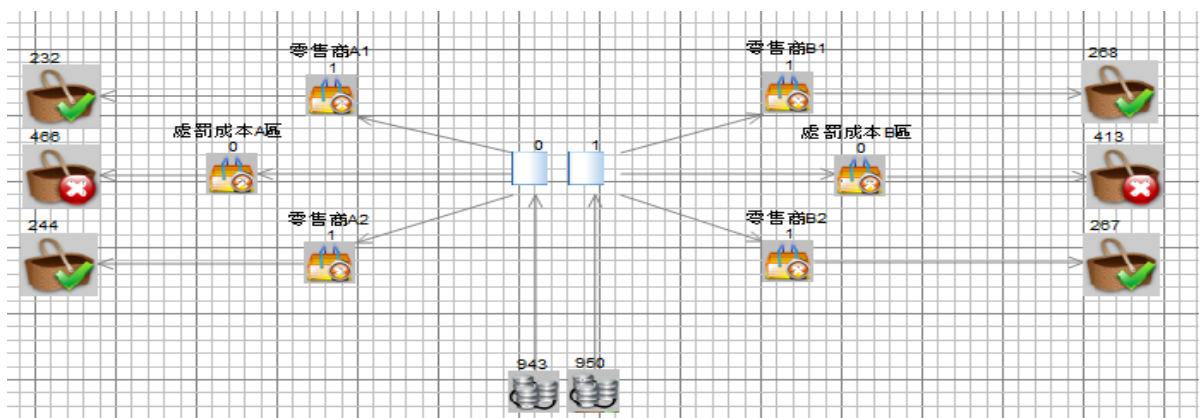


圖 4.6 不採取橫向調撥

圖 4.7 為同區域橫向調撥示意圖，當零售商面臨缺貨狀況時，只會優先考慮同區域的零售商，同區域零售商也無庫存時，則必須向物流中心緊急訂購。

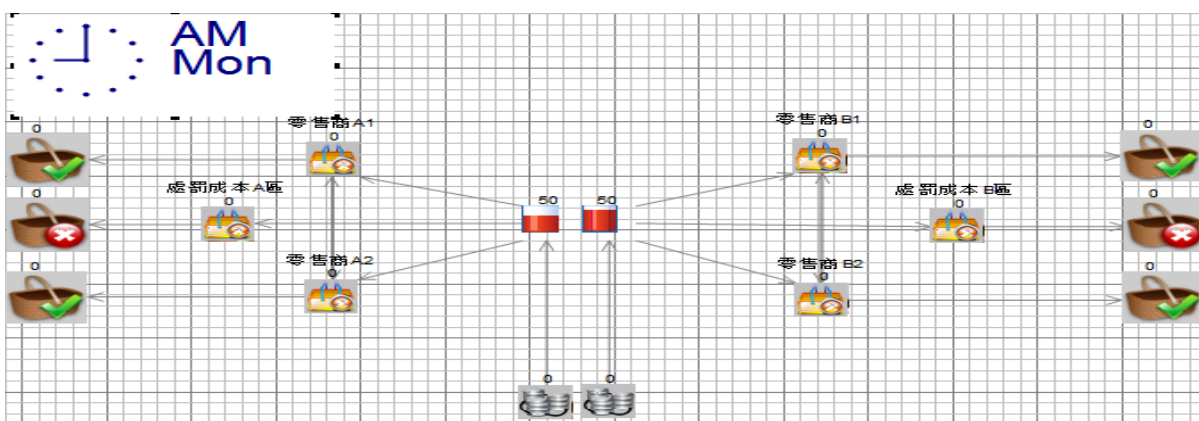


圖 4.7 同區域橫向調撥

圖 4.8 為跨區域橫向調撥示意圖，當零售商面臨缺貨狀況時，會優先考慮同區域的零售商，同區域零售商也無庫存時，則考慮跨區域的零售商庫存量，最後若還是無法採取橫向調撥的手段，就必須向物流中心緊急訂購

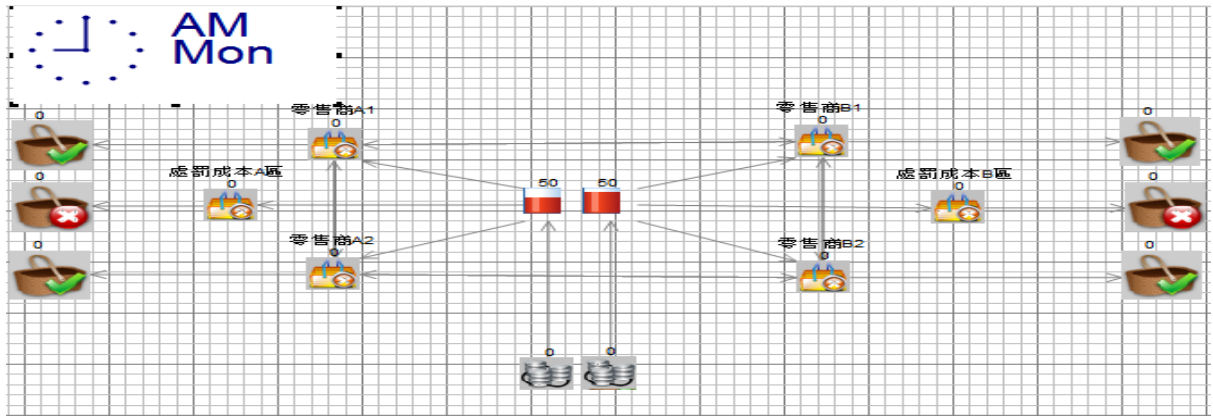


圖 4.8 跨區域橫向調撥

本研究將會別對三種橫向調撥的成本進行模擬，為求實驗的準確性，每次實驗的模擬情境為二個月，重複做六次，共有三十六組數據，圖 4.9 為 SIMUL8 模擬跑出的成本分布圖：

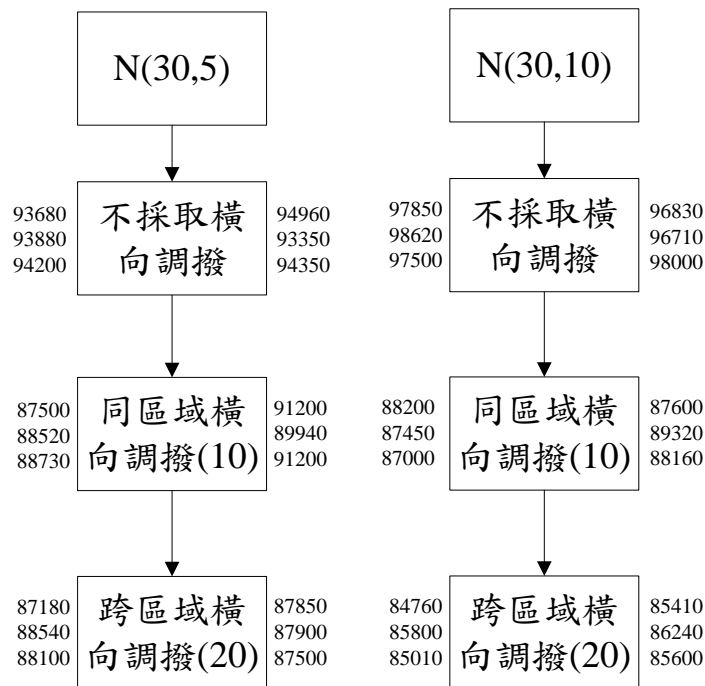


圖 4.9 成本分布圖

4.4 實驗分析與驗證

圖 4.10 為不採取橫向調撥的折線圖，面對缺貨零售商僅有緊急訂購的手段，在顧客需求為 $N(30,10)$ 下不採取橫向調撥，成本比顧客需求為 $N(30,5)$ 高。說明零售商面對顧客需求變異率高時，為滿足顧客需求的狀況下，零售商付出的相對成本是較高的。

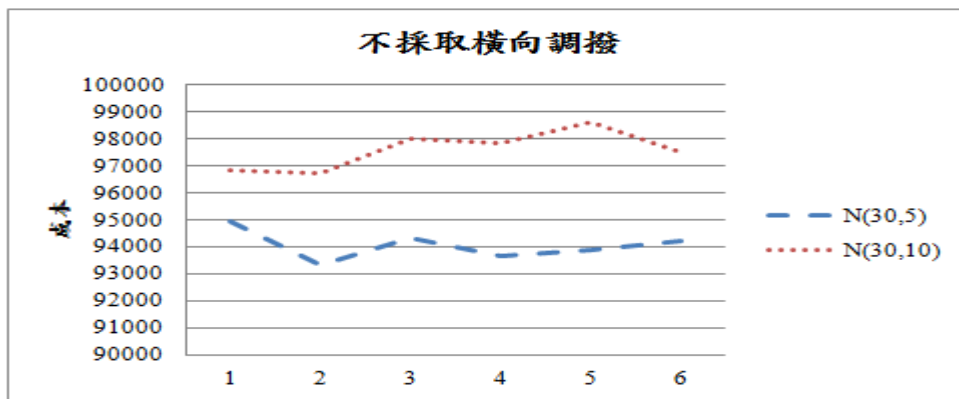


圖 4.10 不採取橫向調撥之成本分佈

圖 4.11 為同區域橫向調撥的折線圖，和圖 4.10 相比，同區域橫向調撥明顯讓成本下降許多，同區域橫向調撥會比不採取橫向調撥來的好。本研究發現在 $N(30,10)$ 需求變異較高的狀況下，採用同區域橫向調撥的方式，成本明顯的比 $N(30,5)$ 低，這代表需求變異高，也能讓成本有優越的表現。

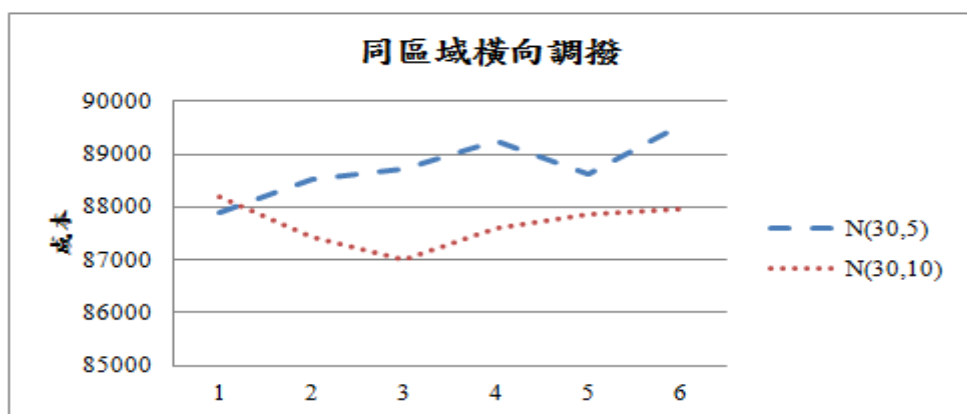


圖 4.11 同區域橫向調撥之成本分佈

圖 4.12 為所有狀況的成本數據圖呈現，成本變化首先會取決於同區域和跨區域的橫向調撥成本因素，當補貨模式多用到跨區域橫向調撥越高的話，

成本相對會比較吃重，所以在面對橫向調撥時，何種橫向調撥模式成為一個重要考量的因素。

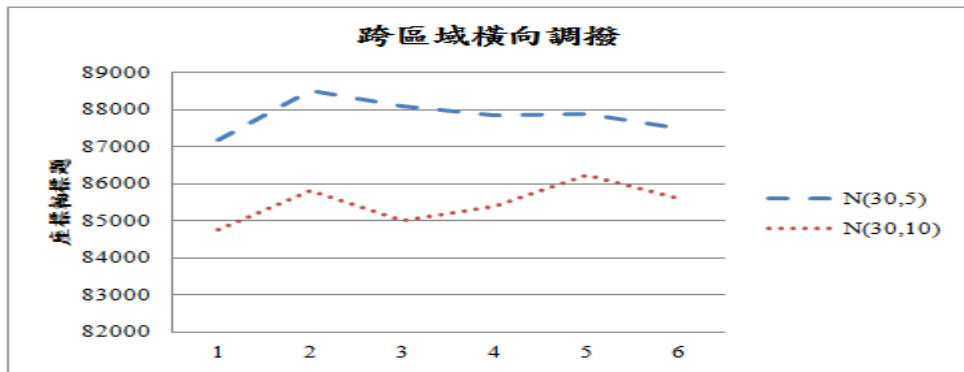


圖 4.12 跨區域橫向調撥之成本分佈

在 N(30,5)的需求中進行，同區域橫向調撥比不採取橫向調撥平均成本可下降 5.6%；而在 N(30,10)的需求中進行，同區域橫向調撥比不採取橫向調撥平均成本下降可以達到 10.2%的幅度，這代表在此跨區域橫向調撥的模型中，變異程度越高越能降低成本。

在 N(30,5)的需求中進行，跨區域橫向調撥比不採取橫向調撥平均成本可下降 6.6%。而在 N(30,10)的需求中進行，跨區域橫向調撥比不採取橫向調撥平均成本可下降 12.4 %。觀察跨區域橫向調撥的市場變化，發現橫向調撥明顯的在需求變化較大的市場中，能夠成功的降低成本。

在 N(30,5)的顧客需求下，跨區域橫向調撥比同區域橫向調撥平均成本可下降 1.9%。在 N(30,10)的需求中進行，跨區域橫向調撥比同區域橫向調撥平均成本只能下降 2.8%。同區域橫向調撥和跨區域橫向調撥在考量不同顧客需求下差異較不明顯，因跨區域橫向調撥雖然能降低缺貨的可能性，但是要付出的運輸成本和等待時間也相對較多，所以兩者在比較下，在績效呈現上就沒有太大的表現空間。

在比較整體成本變化中，同區域橫向調撥比不採取橫向調撥平均成本可下降 7.9%，跨區域橫向調撥比同區域橫向調撥平均成本可下降 1.7%，雖然跨區域橫向調撥成本約略下降，可是幅度相較起來較小，但是站在企業的角度，跨區域橫向調撥的確能替企業省下成本。在面對變異大的顧客需求下，同區域橫向調撥的成本來的較低，當需要到跨區域橫向調撥時，考量到前置時間

和運輸費用的狀況下，卻反而會希望需求變異小。

為更仔細探討成本數據的變化，本研究會將每組的六個數據平均，藉此可以更易判斷成本在各零售商和各物流中心的變化。下圖為不採取橫向調撥的交易變化。為探討實驗中實際影響成本的要素，並降低實驗的複雜性，零售商和處罰成本區的數據皆經過平均，這麼一來實驗數據的誤差也盡可能降低。

下圖 4.13 所示，可觀察出不採取橫向調撥時，零售商 A1 的成本很低，缺貨只需發出緊急訂購通知，雖然作業流程相對簡單，而且少掉相當多運輸成本、訂購成本，讓數據呈現不錯的績效。

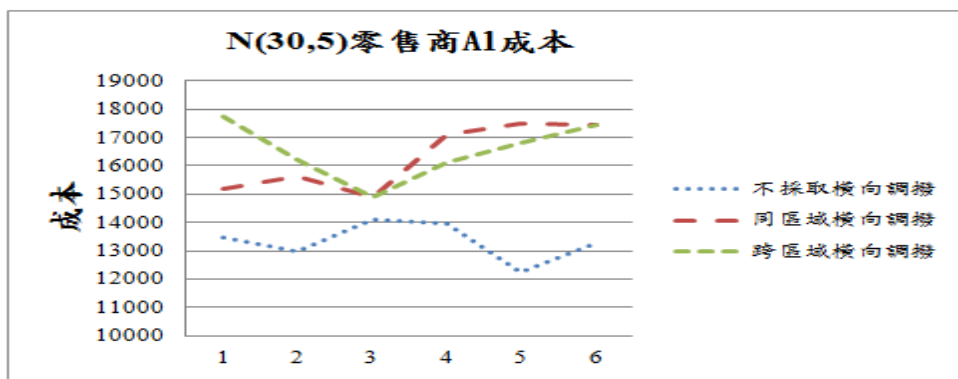


圖 4.13 零售商存貨成本

圖 4.14 表示 A 區的處罰成本，和上圖做比較，此時產生了互補的現象，發現不採取橫向調撥數據在缺貨成本要相對要高出許多，缺貨成本最低為跨區域橫向調撥。

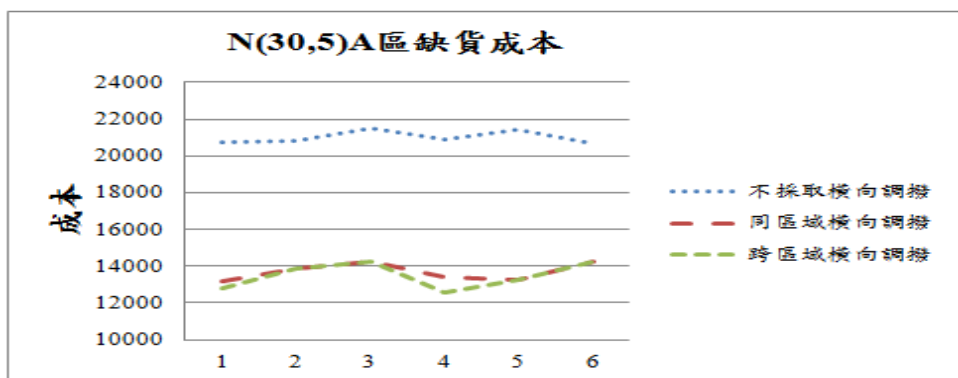


圖 4.14 缺貨成本

圖 4.15 將以總成本來做一個完整的比較，總成本包含持有成本、訂購成本、缺貨成本、緊急訂購成本、同區域橫向調撥成本和跨區域橫向調撥成本，在進行所有成本加總後，成本居然高出了其他另兩種調撥法一大截，所以橫向調撥雖然作業流程相形複雜，但是在提升經濟的效益上的確有幫助。

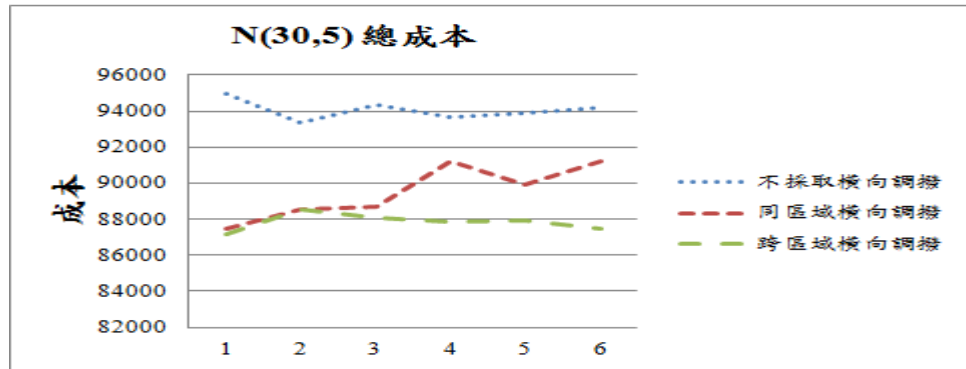


圖 4.15 供應鏈系統總成本

本研究發現採取同區域橫向調撥在需求變異程度較大時，的確能改善整體績效。跨區域橫向調撥卻須考量前置時間和運輸費用，跨區域橫向調撥雖然也能提升效益，卻比較適合變異程度較小的市場需求，不適合太頻繁的補貨。

接著利用統計中變異數分析的假設檢定，檢定需求變異程度不同和橫向調撥方式的不同對於總成本是否有影響，檢定是否有差異後，在使用最小顯著差假定，來檢定其中的差異性。

1. t 分配：

(1)為觀察在不同顧客需下，不採取橫向調撥是否對成本有顯著的影響，將會取 N(30,5)和 N(30,10)橫向調撥成本做比較。

建立假設

μ_1 =在 N(30,5)顧客需求下，不採取橫向調撥對成本造成的影響

μ_2 =在 N(30,10)顧客需求下，不採取橫向調撥對成本造成的影響

H_0 :母體所有的平均值都相同， H_1 :並非所有的母體平均值都相同

建立兩個假設 $\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$

下表 4.2 為不採取橫向調撥的摘要數值：

表 4.2 不採取橫向調撥的數值

組	個數	總和	平均	變異數
N(30,5)	6	564420	94070	318800
N(30,10)	6	585510	97585	531310

下表 4.3 為不採取橫向調撥的 t 分配：

表 4.3 不採取橫向調撥的變異數分析

t 分配	-9.3382
P(T<=t) 單尾	3.15E-06
臨界值：單尾	1.833113
P(T<=t) 雙尾	6.31E-06
臨界值：雙尾	2.262157

以 95% 水準的區間看 P 值 = 6.31E-06 < 0.05 拒絕 H_0 虛無假設，表兩個母體成本有顯著差異，所以不同需求變異下，不採取橫向調撥對成本具有顯著影響。

(2) 為觀察在不同顧客需求下，同區域橫向調撥是否對成本有顯著的影響，將會取 N(30,5) 和 N(30,10) 橫向調撥成本做比較。

建立假設

μ_1 = 在 N(30,5) 顧客需求下，同區域橫向調撥對成本造成的影響

μ_2 = 在 N(30,10) 顧客需求下，同區域橫向調撥對成本造成的影響

H_0 : 母體所有的平均值都相同， H_1 : 並非所有的母體平均值都相同

建立兩個假設 $\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$

表 4.4 為同區域橫向調撥的摘要數值：

表 4.4 同區域橫向調撥的摘要數值

組	個數	總和	平均	變異數
N(30,5)	6	532570	88761.67	330256.7
N(30,10)	6	526050	87675	178750

表 4.5 為同區域橫向調撥的變異分析：

表 4.5 同區域橫向調撥的 t 分配

t 統計	2.222239
P(T<=t) 單尾	0.028491
臨界值：單尾	1.859548
P(T<=t) 雙尾	0.056983
臨界值：雙尾	2.306004

以 95% 水準的區間看 P 值 $P = 0.056983 > 0.05$ 接受 H_0 虛無假設，表兩組數值變化不顯著，在不同顧客需求下，使用同區域橫向調撥對成本無顯著影響。

(3) 為觀察在不同顧客需求下，跨區域橫向調撥是否對成本有顯著的影響，將會取 N(30,5) 和 N(30,10) 橫向調撥成本做比較。

建立假設

μ_1 = 在 N(30,5) 顧客需求下，跨區域橫向調撥對成本造成的影響

μ_2 = 在 N(30,10) 顧客需求下，跨區域橫向調撥對成本造成的影響

H_0 : 母體所有的平均值都相同， H_1 : 並非所有的母體平均值都相同

建立兩個假設 $\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$

表 4.6 為跨區域橫向調撥的摘要數值：

表 4.6 跨區域橫向調撥的摘要數值

組	個數	總和	平均	變異數
N(30,5)	6	527070	87845	222470
N(30,10)	6	512820	85470	287600

表 4.7 為跨區域橫向調撥的變異分析：

表 4.7 跨區域橫向調撥的變異數分析

t 統計	8.145624
P(T<=t) 單尾	5.03E-06
臨界值：單尾	1.812461
P(T<=t) 雙尾	1.01E-05
臨界值：雙尾	2.228139

以 95% 水準的區間看 P 值 $P = 1.01E - 05 < 0.05$ 拒絕 H_0 虛無假設，表兩組數據的成本有顯著差異，在不同顧客需求下，使用跨區域橫向調撥對成本具有顯著影響。

(4) 第一個因子依橫向調撥的種類來作畫分，分別為三種橫向調撥方式：不採取橫向調撥、同區域橫向調撥、跨區域橫向調撥。第二個因子依兩種不同顧客需求來做畫分：N(30,5) 和 N(30,10)。測量的對象是成本變動的狀況，而處理的目的是為了觀察橫向調撥差異，才能藉由調整橫向調撥方式來降低成本。

建立假設

μ_a : N(30,5) 顧客需求、 μ_b : N(30,10) 顧客需求

建立兩個假設 $\begin{cases} H_0: \mu_a = \mu_b \\ H_1: \mu_a \neq \mu_b \end{cases}$

μ_1 : 不採取橫向調撥、 μ_2 : 同區域橫向調撥、 μ_3 : 跨區域橫向調撥

$$\text{建立兩個假設} \begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ H_1: \mu_i \text{ 不全相等} \end{cases}$$

兩者的交互作用:

$$\text{建立兩個假設} \begin{cases} H_0: \text{需求和橫向調撥方式無交互作用} \\ H_1: \text{需求和橫向調撥方式有交互作用} \end{cases}$$

表 4.8 和 4.9 為二因子變異數分析，彙整所有數據，以便做以下之分析：

表 4.8 實驗數據彙整

不採取橫向調撥	N(30,5)	N(30,10)	總和
個數	6	6	12
總和	564420	585510	1149930
平均	94070	97585	95827.5
變異數	318800	531310	3756020
同區域橫向調撥	N(30,5)	N(30,10)	總和
個數	6	6	12
總和	532570	526050	1058620
平均	88761.67	87675	88218.33
變異數	330256.7	178750	553415.2
跨區域橫向調撥	N(30,5)	N(30,10)	總和
個數	6	6	12
總和	527070	512820	1039890
平均	87845	85470	86657.5
變異數	222470	287600	1770202
總和	N(30,5)	N(30,10)	
個數	18	18	
總和	1624060	1624380	
平均	90225.56	90243.33	
變異數	8229191	29686765	

表 4.9 二因子變異數分析

ANOVA						
變源	SS	自由度	MS	F	P 值	臨界值
橫向調撥種類	5.78E+08	2	2.89E+08	927.1916	1.07E-27	3.31583
兩種顧客需求	2844.444	1	2844.444	0.009131	0.92451	4.170877
交互作用	57527239	2	28763619	92.32985	1.52E-13	3.31583
組內	9345933	30	311531.1			
總和	6.45E+08	35				

檢定橫向調撥種類是否有影響： F 值=927.1916 > $F_{0.05,2,30} = 3.32$ ，表 A 因子對成本具有影響。

檢定兩種顧客需求是否有影響： F 值=0.009 < $F_{0.05,1,30} = 0.92$ ，表 B 因子對成本無顯著影響。

檢定兩者交互作用的影響： F 值=92.33 > $F_{0.05,1,30} = 3.32$ ，表兩者的交互作用具有顯著的效果。

把雙因子放進來討論時，ANOVA 分析將顧客需求無顯著的影響，但兩者之間的交互作用強烈，重點在於橫向調撥的方式，說明不同種類的橫向調撥方式，對整體成本的變化有顯著的影響。雖然說顧客需求在此實驗無顯著效果，但兩者的交互作用甚強，所以依然無法忽視顧客需求對實驗造成的影響。

4.5 本章小結

表 4.10 為分析結論，以 t 分配來觀察不同橫向調撥在不同顧客需求下，兩組的成本是否有顯著的影響。發現不同的顧客需求下，不採取橫向調撥和跨區域橫向調撥對成本是有顯著的影響，同區域橫向調撥則無顯著影響。在雙因子變異數分析中，把兩個因素皆納入考量方案，發現調撥種類原來才是影響本次實驗的主因子，而不同需求在本實驗較無顯著影響，但兩者的交互作用非常強烈，所以企業再面對不同橫向調撥的補貨模式時，市場需求變異也是需注意的因子。

表 4.10 變異數分析結論

t 分配	顯著影響
不採取橫向調撥	<input checked="" type="checkbox"/>
同區域橫向調撥	<input type="checkbox"/>
跨區域橫向調撥	<input checked="" type="checkbox"/>
雙因子變異數分析	顯著影響
調撥種類	<input checked="" type="checkbox"/>
不同需求	<input type="checkbox"/>
交互作用	<input checked="" type="checkbox"/>

第五章 結論與建議

5.1 結論

在現今全球白熱化競爭的環境中，顧客需求變異越來越高，企業為了提升顧客服務水準，又需要避免過多的存貨堆積，本來就很難做到兩全其美。因此選擇較好的補貨配套措施，就可以盡量降低缺貨成本，進而解決供應鏈中的存貨問題，藉以提升企業的競爭力。

本研究架構為一個二階供應鏈系統，以存貨管理、顧客需求和橫向調撥的議題為主軸，考量零售商的訂購成本、持有成本、缺貨成本、運輸成本、緊急訂購成本下，利用不同的橫向調撥方法，利用(Q,R)存貨政策進行分析研究，最後用系統模擬 SIMUL8 的方式進行驗證。

利用系統模擬的方式來建構情境，收集實驗結果來對成本與環境參數做分析，觀察隨著參數變動後會對總成本造成什麼樣的影響。下圖 5.1 為研究結果彙整比較發現，可以得到下列的結論：

圖 5.1 所示，當系統從同區域橫向調撥轉為跨區域橫向調撥時，成本效益逐漸趨緩，主因是跨區域橫向調撥的前置時間和運送成本較高，所以面對零售商缺貨時，相對付出的成本也比同區域橫向調撥來的高。所以只要當同區域零售據點增加時，供應鏈成本績效才會有更好的效果。跨區域橫向調撥雖本質是雖有不利的因素，但處罰成本會比同區域橫向調撥來的低，本研究的結論發現跨區域橫向調撥是對企業整體來說是有利的。

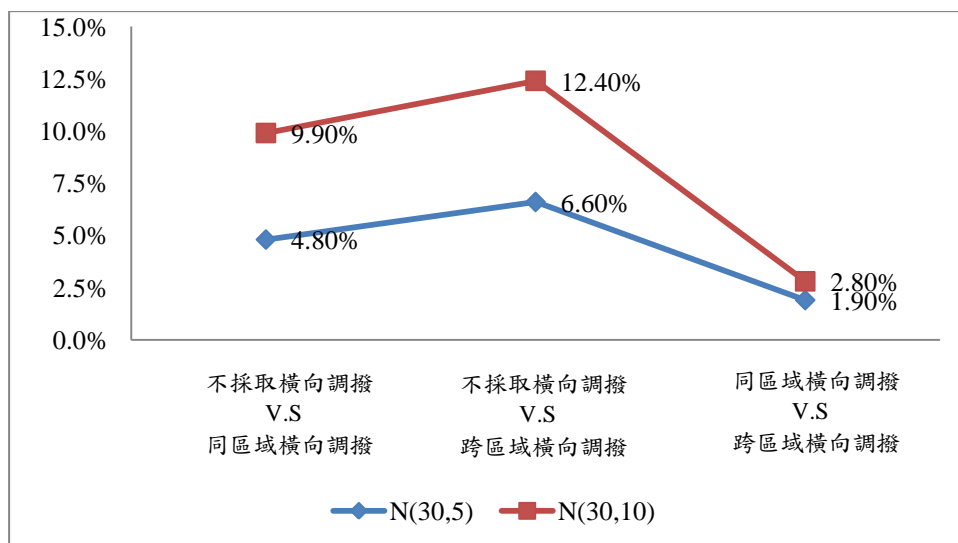


圖 5.1 成本效益的比較

需求變異係數越高，同區域橫向調撥系統發會的效益也就越大。也就是說其中一市場需求低於平均，而另一個市場的需求高於平均時，當兩個市場需求呈現負相關時，則可以出現平衡現象，讓同區域橫向調撥系統的效益愈高。不過同區域橫向調撥和跨區域橫向調撥相比，差距不是十分很明顯，兩者相差的幅度不到 1%，反而較難看出差異性。

5.2 未來方向與建議

本研究基於時間因素，仍有許多未盡完善之處，本研究相信還有相當廣泛的範圍值得再深入探討，茲提出以下幾點建議，以供後續研究者參考：

1. 本研究僅用(Q,R)存貨政策進行不同橫向調撥的比較，然而目前尚有許多不同的存貨政策可做不同搭配之研究，若能對其他的存貨政策進行後續的探討研究，則可找出在不同存貨政策的橫向調撥下，尋求其更佳的结果。
2. 在本研究的範疇集中在橫向調撥上，實驗細節的設計較無法顧全，所以實驗設計上前置時間皆設為相同，但是實際需求變動愈來愈劇烈下，把需求前置時間的變異考慮進去，應較符合實際情況。
3. 選擇合適供應鏈績效評估指標，本實驗是採成本做績效評量，但不同的評估指標也許較能代表顧客滿意程度，例如說即時完成顧客訂單佔全部訂單之比例、補貨速度、顧客等待時間...等，都不失為一個很好的衡量指標。當然不同績效指標，代表的涵意也不盡相同，必須要能在企業利益和滿足顧客需求中找到平衡，並尋求對現況最適合的方法來當作衡量指標，這麼一來實驗的結果才不會離現實太遠。
4. 本研究的橫向調撥一次僅限於一間零售商，但是也許能透過不同的零售商聯合起來做橫向調撥。決定採用橫向調撥時，若能有一套調撥和決策法則，將有助於實務上之應用。

參考文獻

中文部分

- 王立志(民 88)。系統化運籌與供應鏈管理。台中市：滄海書局。
- 李孟熹(民 74)。現代商業經營要訣。作者自行出版。
- 紀美瑜(民 98)。評估二階供應鏈緊急缺貨因應措施(碩士論文)。取自
<http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi?o=dnclcdr&s=id=%22097THU00030010%22.&searchmode=basic>。
- 張智超(民 90)。供應鏈存貨-配銷最佳化模式之研究(未出版之碩士論文)。國立台北科技大學。台北市。
- 經濟部商業司(民 100)。98-99 零售業經營活動報告。
- 黎漢林、許景華、李明純、張李志平(民 99)。供應鏈管理與決策—最佳化方法之應用。台北市：儒林圖書有限公司。

英文部分

- Agrawal, V., Chao, X., Seshadri, S. (2004). Dynamic balancing of inventory in supply chains. *European Journal of Operational Research*, 159, 296–317.
- Axsäter, S. (2003). A new decision rule for lateral transshipments in inventory systems. *Management Science*, 49 (9), 1168–1179.
- Banerjee, A., Burton, J., & Banerjee, S. (2003). A simulation study of lateral shipments in single supplier, multiple buyers supply chain networks. *International Journal of Production Economics*, 81-2, 103-114.
- Beamon, B.M.,(1998),Supply chain design analysis:Model and methods. *International Journal of Production Economics*, Vol.118, 281-294.
- Bregman, R. L. (1990). Enhance distribution requirements planning. *Journal of Business Logistics*(14), 49-68.
- Burton, J., & Banerjee, A. (2005). Cost-parametric analysis of lateral transshipment policies in two-echelon supply chains. *International Journal of Production Economics*,93-4, 169-178.
- Chang, P. L., Lin, C.T., (1991). On the effect of centralization on expected costs in a multi-location newsboy problem. *Journal of the Operational Research Society*, 49 (11), 1025–1030.
- Daganzo. (1991). Concise Encyclopedia of Traffic & Transportation Systems (pp. Pergamon Press).
- Dong, L., Rudi, N., (2004). Who benefits from transshipment? Exogenous vs. endogenous wholesale prices. *Management Science*, 50 (5), 645–657.
- Gross, D. (1963a). Centralized inventory control in multilocation supply systems. In: Scarf, H.E., Gilford, D.M., Shelly, M.W. (Eds.), *Multistage Inventory Models and Techniques*. Stanford University Press, Stanford, California,47–84.
- Gross, D. (1963b). In: Scarf, H.E., Gilford, D.M., Shelly, M.W. (Eds.), *Multistage Inventory Models and Techniques*. Stanford University Press, Stanford, California, 47–84.

- Herer, Y. T., Tzur, M., Yücesan, E. (2006). The Multi-Location Transshipment Problem. *IIE Transactions*, 38, 185–200.
- Khoshnevis, B. (1994). Discrete systems simulation. New York: McGraw-Hill.
- Kranenburg, A. A. (2006). Spare parts inventory control under system availability constraints. Ph.D. Dissertation: Eindhoven University of Technology.
- Kutanoglu, E. (2008). Insights into inventory sharing in service parts logistics systems with time-based service levels. *Computers and Industrial Engineering*, v.54 n.3 , 341-358.
- Kenneth L. Kraemer, G. L., and Jason Dedrick. (2011). Capturing Value in Global Networks: Apple's iPad and iPhone. University of California, Irvine, University of California, Berkeley and Syracuse University.
- Lambert, a. S. (1993). Strategic Logistics Management. Homewood, IL: Irwin.
- Lee, H. L. (1987). A multi-echelon inventory model for repairable items with emergency lateral transshipments (Vol. 33): *Management Science*.
- Lee, H. L., V Padmanabhan, and S. Whang. (1997). The Bullship Effect in Supply Chains. *Sloan Management Review*, 38(3), 93-102.
- Lee, H. L., Whang, S. (2002). The impact of the secondary market on the supply chain. *Management Science*, 48 (6), 719–731.
- Lee, Y. H., Jung, J.W., Jeon, Y.S.,. (2007). An effective lateral transshipment policy to improve service level in the supply chain. *International Journal of Production Economics*(106), 115–126.
- Mahar, S., Bretthauer, K.M., Venkataramanan, M.A., (2009). The value of virtual pooling in dual sales channel supply chains. *European Journal of Operational Research*, 192, 561–575.
- Olsson, F. (2010). An inventory model with unidirectional lateral transshipments. *European Journal of Operational Research*, 200(3), 725-732.
- Robinson, L. W. (1990). Optimal an approximate policies in multiperiod, multilocation inventory models with transshipments. *Operations Research*, 38(2), 278-295.
- Sherbrooke, C. C. (1992). Multi-echelon inventory systems with lateral supply. *Naval Research Logistics*, 39, 29-40.
- Silver, E. A. a. D. F. P., Rein Peterson. (1998). Inventory Management and Production Planning and Scheduling: Wiley.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., and Simchi-Levi, E. (2000). Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies: McGraw-Hill.
- Tagaras, G., Vlachos. (2002). Effectiveness of stock transshipment under various demand distributions and non negligible transshipment times. *Production and Operations Management*, 11 (2), 183–198.
- Tang, S., Yan, H. (2010). Pre-distribution vs. post-distribution for cross-docking with transshipments. *Omega* 38, 192–202.
- Zhao, H., Deshpande, V., Ryan, J.K. (2006). Emergency transshipment in decentralized

dealer networks: When to send and accept transshipment requests. *Naval Research Logistics*, 53, 547–567.

Zhao, X., Atkins, D. (2009). Transshipment between competing retailers. *IIE Transactions*, 41, 665–676.

附錄 A、實驗數據

表 A. 1 不採取橫向調撥

調撥 模式	零售商 A1	零售商 A2	處罰成本 A 區	零售商 B1	零售商 B2	處罰成本 B 區	總成本
N(30,5) 無調撥	13450	13350	20720	13650	13000	20790	94960
	13000	13850	20810	13150	12860	19680	93350
	14120	12960	21500	12810	12540	20420	94350
	13850	13280	20400	12540	12500	20180	92750
	14380	13260	21890	12540	12030	19540	93640
	13650	13850	20460	13430	12680	18640	92710
N(30,10) 無調撥	14250	13350	22650	12850	13000	20730	96830
	15210	13080	23120	12540	12590	20170	96710
	15340	14220	21520	13200	13200	20520	98000
	14680	13520	23520	12600	12580	19880	96780
	15210	14200	21200	13680	13510	19640	97440
	14300	13850	21660	13520	13690	19200	96220

表 A. 2 同區域橫向調撥

調撥 模式	零售商 A1	零售商 A2	處罰成本 A 區	零售商 B1	零售商 B2	處罰成本 B 區	總成本
N(30,5) 同區(10)	15210	15610	13210	14850	14820	13800	87500
	15640	16120	13830	15320	14620	12990	88520
	14880	16250	14220	15120	14110	14150	88730
	17100	16200	13400	14920	15240	14340	91200
	17520	16630	13220	14200	14520	13850	89940
	17450	15820	14250	14210	15420	14050	91200
N(30,10) 同區(10)	17720	15750	12830	14170	16280	11450	88200
	16200	16350	13830	13210	15200	12660	87450
	15490	16250	14220	13200	14850	12990	87000
	16100	16120	12550	16050	14900	11880	87600
	16800	16250	13220	15700	15460	11890	89320
	17450	12520	14250	16220	15420	12300	88160

表 A. 3 跨區域橫向調撥

調撥 模式	零售商 A1	零售商 A2	處罰成本 A 區	零售商 B1	零售商 B2	處罰成本 B 區	總成本
N(30,5) 同區(10) 跨區(20)	17720	15750	12830	12950	15440	12490	87180
	16200	16350	13830	13210	14620	14330	88540
	14880	16250	14220	13200	14850	14700	88100
	16100	16120	12550	16050	15000	12030	87850
	16800	14230	13220	15700	14300	13650	87900
	17450	12520	14250	16220	15420	11640	87500
N(30,10) 同區(10) 跨區(20)	15220	14550	12870	14830	14100	13190	84760
	15810	15720	13120	13210	14620	13320	85800
	16210	14320	14220	14220	13850	12190	85010
	14880	15420	13050	15210	15700	11150	85410
	15300	14870	13860	15700	14300	12210	86240
	15320	14720	12850	15840	15200	11670	85600

附錄 B、(Q,R)補貨策略

本研究參考(Q,R)供應鏈存貨管理模式，當存貨水準到達 R 時發出訂單數量為 Q。(Q,R)存貨模式 Q 為訂購數量，R 為再訂購水準的存貨。

AVG=零售商的每日平均需求

STD=零售商的每日需求標準差

L=補貨的前置時間

H=持有成本

α =服務水準

需求為常態分配= $N(AVG, STD)$

補貨時間的前置需求= $L \times AVG$

安全存貨水平= $Z \times STD \times \sqrt{L}$

訂購點= $L \times AVG + Z \times STD \times \sqrt{L}$

表 B.1 服務水準的 Z 值

服務水準	90%	91%	92%	93%	94%	95%
Z	1.29	1.34	1.41	1.48	1.56	1.65
服務水準	96%	97%	98%	99%	99.9%	
Z	1.75	1.88	2.05	2.33	3.08	