

國立交通大學

工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

以實驗比較推式系統與拉式系統在供應鏈之績效

Comparison of Push System and Pull System in Supply Chain

Performance: An Experimental Study

研究生：江治緯

指導教授：李榮貴博士

中華民國九十八年五月

以實驗比較推式系統與拉式系統在供應鏈之績效

Comparison of Push System and Pull System in Supply Chain

Performance: An Experimental Study

研究生：江治緯

Student : Chih-Wei Chiang

指導教授：李榮貴

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Industrial Engineering

May 2009

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年五月

以實驗比較推式系統與拉式系統在供應鏈之績效

研究生：江治緯

指導教授：李榮貴 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

摘要

在供應鏈中對供應商、製造商、配銷商或零售商而言以低庫存滿足客戶需求是他們的主要營運目標，公司為了達成此目標，通常會採取兩種最常見的策略：(1).預測未來客戶需求並依其數量進行生產或補貨（推式系統）；(2).依照實際客戶需求量進行生產或補貨（拉式系統）。而大多數的公司都採用前者，雖然拉式系統的可行性在許多研究或企業都得到驗證，但管理者始終懷疑在需求變化大的環境下拉式系統是否能有效運作。本研究模擬一個符合實務環境的供應鏈系統，邀請 30 組（90 位實驗者）具有實務經驗的業界人士來進行實驗。實驗結果證實造成績效差的主因不是需求變化，而是管理方式（推式系統或拉式系統）。若採用拉式系統（設定適當的目標庫存水位並以實際需求做為下單數量）的管理方式，即使在需求變化大的供應鏈環境下，依然能達到以低庫存滿足客戶需求的目標。

關鍵詞：推式系統、拉式系統、長鞭效應、限制理論

Comparison of Push System and Pull System in Supply Chain Performance: An Experimental Study

Student : Chih-Wei Chiang

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

Department of Industrial Engineering and Management College of
Management National Chiao Tung University

Abstract

In the supply chain of suppliers, manufacturers, distributors or retailers having low inventory with higher availability is a primary objective. In order to achieve the primary objective, they usually choose two strategies: (1).In accordance with forecasting the future customer demand for production or replenishment (push system); (2).In accordance with the actual customer demand for production or replenishment (pull system). The majority of companies are using the former. Although the pull system's feasibility obtains the verified in many research or the enterprise, but the manager still suspected the high variability of demand can be handled with pull system. In this study, a simulation environment with the practice of supply chain systems, inviting thirty teams (90 participants) from local companies participated in the experiment. The experimental results verify that the principal factor for poor performance caused by method of managing supply chain (push system or pull system). Given a proper target inventory level and replenish the inventory based on actual demand can achieve the primary objective of lower inventory with higher availability.

Keywords: Push System, Pull System, Bullwhip Effect, Theory of Constraints

誌謝

終於邁向畢業，歷經兩年在交通大學的洗禮，收穫豐碩。首先要感謝李榮貴老師在這兩年對我的教導，李老師總是以簡單扼要的邏輯觀念抓住核心問題，指出研究的問題所在，也使本論文能走向對的方向。感謝中華高德拉特協會協助本論文實驗的進行，也感謝蔡志弘老師、吳鴻輝老師與張盛鴻老師對於論文的指導，使得論文的謬誤之處降低許多。

另外，感謝博士班崑慧學姐對我的照顧；同窗的豪君、法達、家威、思翰、春源與逸夫在課業上、論文上、生活上的互相扶持。在這兩年的研究所生活裡，除了對知識有更深的體悟之外，也學到許多意義非凡的事物，經過這兩年的洗禮，也讓我著實獨立和成長不少，在日後出社會，相信我在研究所所得到的東西，一定能夠帶給我實質的幫助。

最後，要感謝在我背後默默支持我的家人，沒有他們的付出與支持，不會有現在的我，我要將這份碩士學位的榮耀與你們一同分享。



江治緯 于交大 MB007

民國 98 年 05 月 06 日

目錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	v
圖目錄	vi
第一章 研究動機與目的	1
第二章 文獻探討	3
2.1 推式系統	3
2.2 拉式系統	5
2.3 推式系統與拉式系統相關研究	5
2.4 文獻探討總結	6
第三章 研究方法	7
3.1 實驗環境說明	7
3.1.1 實驗環境假設	7
3.1.2 實驗參數設定	8
3.2 實驗介面說明	12
3.3 實驗情境說明	16
3.3.1 情境一 (Scenario one)	16
3.3.2 情境二 (Scenario two)	16
3.3.3 情境三 (Scenario three)	16
3.4 實驗對象	17
3.5 實驗績效衡量指標	18
3.6 實驗流程與紀錄說明	18
3.6.1 實驗流程	18
3.6.2 實驗紀錄	18
第四章 實驗結果分析	20
4.1 情境一結果分析	22
4.2 情境二結果分析	24
4.3 情境三結果分析	31
第五章 結論與未來研究方向	33
參考文獻	34
附錄一、預測與實際需求表	36

表目錄

表 3.1：三回合需求參數表	8
表 3.2：Scenario 1 與 Scenario 2 需求常態適合性檢定	10
表 3.3：Scenario 3 需求常態適合性檢定	10
表 4.1：三情境實驗結果	21
表 4.2：30 組目標庫存分類	22
表 4.3：備高庫存且缺貨率低之組別	22
表 4.4：備高庫存但缺貨率高之組別	23
表 4.5：Group a 期初庫存大於 6993 組別	25
表 4.6：Group a Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定結果	26
表 4.7：Group a Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定結果	26
表 4.8：Group b 期初庫存小於 6993、平均目標庫存大於 7116 組別	27
表 4.9：Group b Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定結果	27
表 4.10：Group b Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定結果	27
表 4.11：Group c 期初庫存小於 6993、平均目標庫存小於 7116 組別	28
表 4.12：Group c Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定結果	29
表 4.13：Group c Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定結果	29
表 4.14：30 組 Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定結果	29
表 4.15：30 組 Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定結果	30
表 4.16：情境二缺貨率提高組別	30
表 4.17：30 組 Scenario 2 與 Scenario 3 缺貨率檢定結果	31
表 4.18：30 組 Scenario 2 與 Scenario 3 平均在庫庫存檢定結果	32

圖目錄

圖 1.1：Push System 與 Pull System 運作流程圖	1
圖 2.1：CPFR 架構	4
圖 3.1：實驗環境示意圖	7
圖 3.2：Scenario 1 與 Scenario 2 需求常態機率圖	9
圖 3.3：Scenario 3 需求常態機率圖	9
圖 3.4：Scenario 1 與 Scenario 2 預測與實際需求波動圖	11
圖 3.5：Scenario 3 預測與實際需求波動圖	12
圖 3.6：實驗介面圖	15
圖 3.7：實驗者基本資料	17
圖 3.8：實驗紀錄表範例	19
圖 4.1：實驗者認為績效不佳之原因	24
圖 4.2：情境一補貨時間內需求波動圖	25



第一章 研究動機與目的

在供應鏈中對供應商、製造商、配銷商與零售商而言以低庫存滿足客戶需求是他們的主要營運目標，公司為了達成此目標，通常會採取兩種最常見的策略；推式補貨系統（Push System）或拉式補貨系統（Pull System），且大多數的公司都採用前者。推式系統的基礎是建立在預測（forecast）上，如（s、S）和（s、Q）就是常見的推式補貨系統，當存貨水位低於s時就發出訂單補貨，而訂購的數量可能是訂購到最高庫存水位或是一個經濟批量。但上述補貨方式的參數設定都是依照所預測的需求決定，如果需求變化小，預測準確，則推式系統的確會有良好的管理績效，但大多數的預測都是不準確的，當預測不準時，若使用推式系統就必然會發生缺貨或存貨過剩的問題。

拉式系統則非架構在預測基礎上，是利用實際客戶需求來做為生產或補貨的依據。拉式系統的概念與操作方式十分簡單，以零售商的某一產品為例，首先須建立此產品的目標庫存，相當於此產品補貨時間內的平均需求再考量其產品的需求與供給變異加以調整，建立庫存水位後，再依每日或每週實際需求消耗量做為補貨數量。圖 1.1 為推式系統與拉式系統的運作流程圖，其兩者最大的在於推式系統是以預測來決定何時需要補貨，補多少數量，相反的拉式系統則是依據市場的實際需求來驅動這些行為。

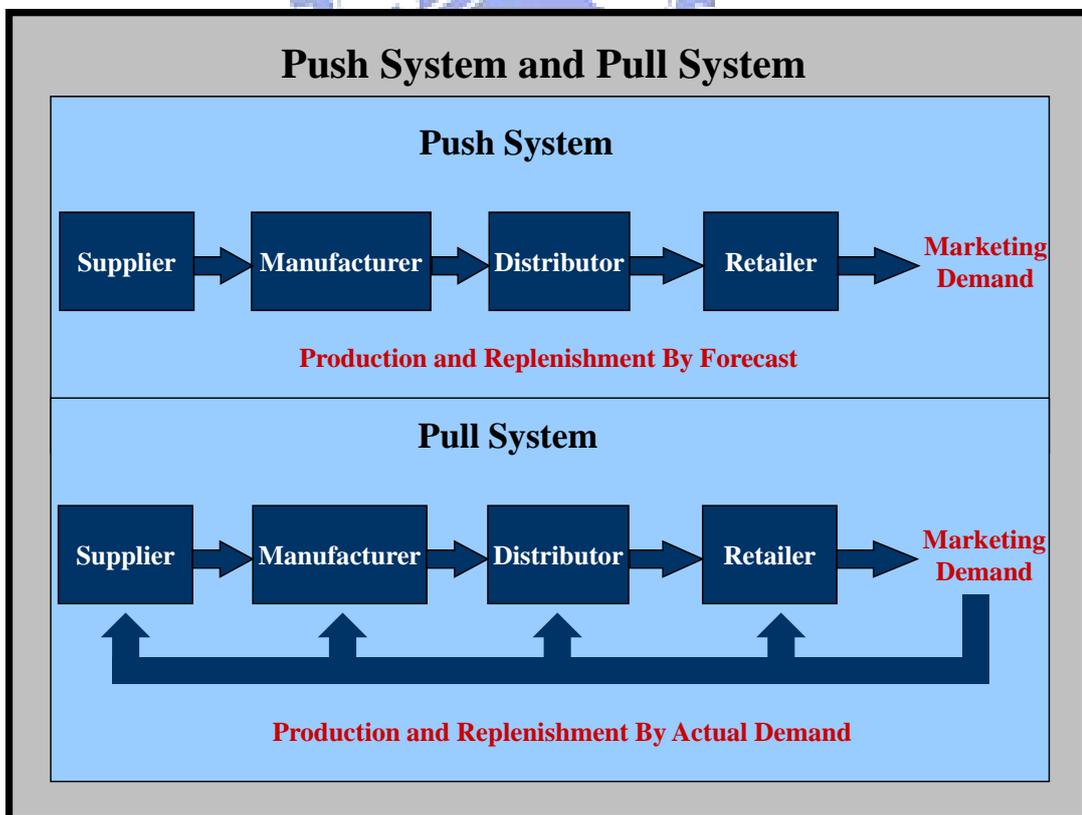


圖 1.1：Push System 與 Pull System 運作流程圖【15】

許多研究證實拉式系統能有效改善缺貨或存貨過多的問題【14】【19】，實務上也不乏許多使用拉式系統成功的企業，但為何推式系統還是企業最常用的方式？最大的原因是企業管理者懷疑拉式系統是否依然適用在需求變化大的環境下。企業面對推式系統所產生的問題，改善方式通常是尋求更準確的預測系統或希望上下游廠商能夠提供更透明的資訊，其中 CPFR（Collaborative Planning Forecasting and Replenishment）協同機制就是由此產生。雖然許多研究證實提高預測準確度，增加資訊的透明的確能有效改善此問題【5】【6】【11】【12】，但為何現今供應鏈依然存在缺貨或存貨過剩的問題？為了證實拉式系統的確能有效應用在需求變化大的環境下，本研究利用 Excel VBA 設計一個符合實務環境的庫存管理模擬實驗，邀請在庫存、採購、配銷管理…等相關領域具有實務經驗的業界人士來進行實驗，透過實驗驗證拉式系統的有效性並找出造成績效差的主因為何。

本論文分為五章，第一章敘述研究動機與目的；第二章為文獻探討，主要在蒐集與彙整與本研究相關的文獻；第三章為研究方法，將會介紹實驗的基本假設、流程、與各實驗情境；第四章為實驗結果分析；第五章為結論與未來研究方向。



第二章 文獻探討

2.1 推式系統

供應鏈中各成員最常見使用的策略就是推式系統，不論生產或配銷方面，推式系統是建立在預測上。供應鏈預測客戶可能的未來需求，並依照預測的數量進行生產與銷售【7】【9】【10】【15】，但實際會銷售多少數量難以掌握。圖 1.1 是推式系統的運作方式，最下游的零售商預測未來終端客戶需求，並將此數量提供給配銷商或製造商，而配銷商及製造商則依據此預測數量進行補貨與生產。若能準確的預測顧客需求，則整體供應鏈的成本與服務水準會有很好的表現。

但許多供應鏈前置時間長且顧客需求變化大，當預測不準時，由供應鏈下游至上游錯誤訊息的傳遞，形成所謂的長鞭效應【13】。過去許多研究證實改善預測系統、縮短前置時間、減少價格波動與供應鏈成員間的資訊分享能有效消除長鞭效應的影響【5】【6】【11】【12】，而許多組織與學者也朝此方向來改善，CPFR（Collaborative Planning Forecasting and Replenishment）就是整合上述改善重點的機制。CPFR 之起源是由 Wal-Mart 與它的合作夥伴開始於 1995 年實行，一年的期間便獲得相當的改善【17】。2003 年 VICS（Voluntary Interindustry Commerce Standards）正式成立 CPFR 協會並對致力於此機制的推廣。CPFR 是一個供應鏈整體協同規劃、預測與補貨機制，透過供應鏈上下游的協同合作，使製造商、通路商及零售商得以分享銷售預測、訂單預測、商品活動、促銷等行銷活動，達到提高客戶服務及降低庫存的目的【18】。CPFR 主要有四個主要架構：

1. 策略與規劃
 - (1). 協同之訂定
 - (2). 聯合規劃
2. 需求與供給管理
 - (1). 銷售預測
 - (2). 訂單計畫預測
3. 執行
 - (1). 產生訂單
 - (2). 訂單補貨執行

4. 分析
 - (1). 異常事件管理
 - (2). 協同效益評估

CPFR 的操作步驟為以下九點：

1. 擬定雙方的協議
2. 發展聯合事業計劃
3. 銷售預測
4. 銷售預測的異常辨識
5. 協同處理銷售預測異常項目
6. 訂單預測
7. 訂單預測的異常辨識
8. 協同處理訂單預測異常項目
9. 訂單產生

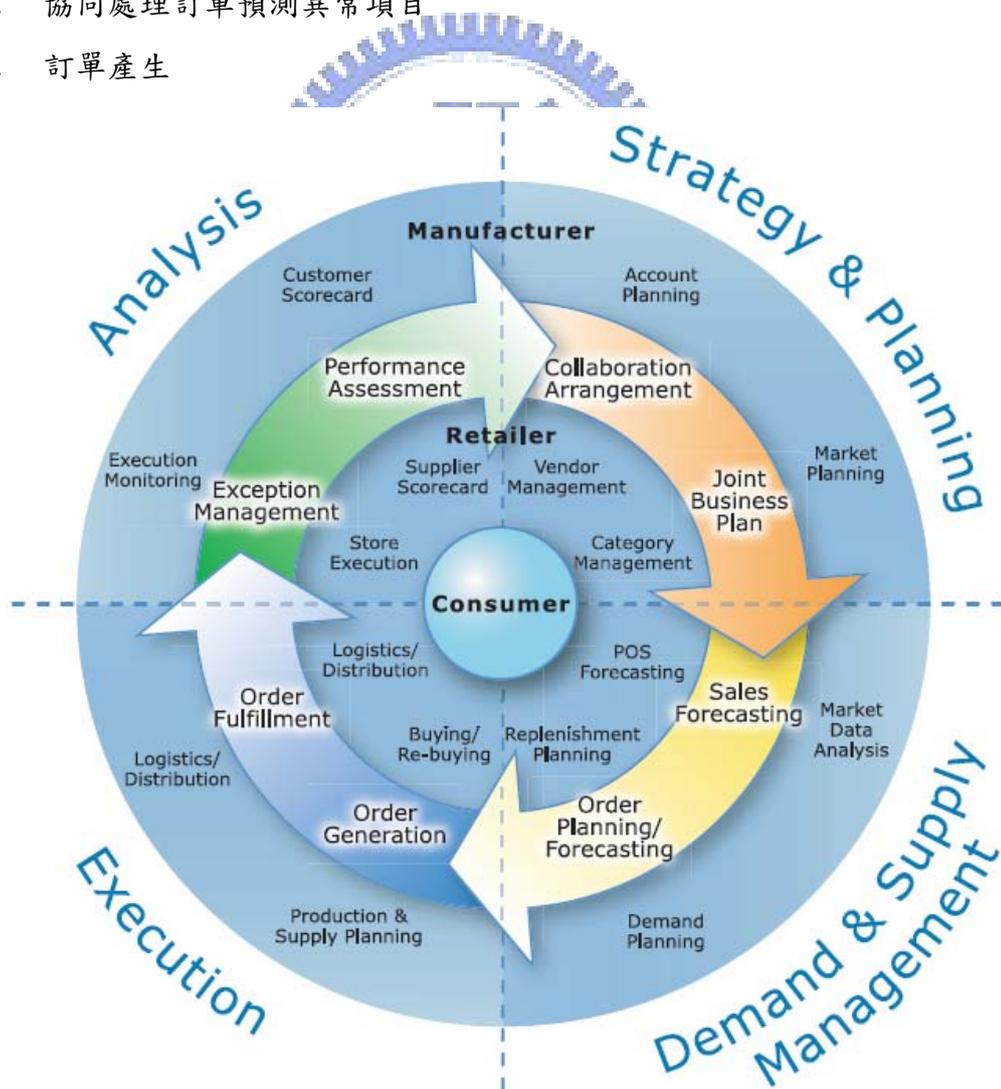


圖 2.1 : CPFR 架構【18】

從上述架構與流程可以看到 CPFR 依然是以預測為基礎的推式系統，許多研究或企業實行 CPFR 有獲得改善，但依然沒有徹底解決供應鏈的問題。雖然整體預測的準確度比個別預測高，但預測始終充滿不確定性，且 CPFR 的最大問題是各供應鏈成員需要非常透明的資訊平台進行溝通【4】，若供應鏈成員無法互相信任，捨棄局部最佳的觀念，則還是無法解決推式系統的問題。

2.2 拉式系統

拉式系統的基礎則是架構在實際客戶需求上如圖 1.1 所示，下游零售商依照實際的客戶需求量向上游配銷商或製造商發出訂單，而配銷商與製造商則依據實際需求訂單進行補貨與生產【7】【9】【10】【15】，供應鏈各成員則需準備補貨時間內的庫存來應付需求變化，限制理論(Theory of Constraints; TOC)將此庫存水位稱為目標庫存(Target Level of Inventory)。

目標庫存的決定則是依照補貨時間內的平均需求再加上需求與供給變異，若需求或供給變異大，則所需備的庫存也越高，而補貨時間則是由以下三個時間組成【8】：

1. 生產前置時間 (Production Lead Time)
2. 運輸前置時間 (Transportation Lead Time)
3. 訂單前置時間 (Order Lead Time)：此時間取決於下單頻率，每兩週下一次訂單，則訂單前置時間就為兩週，若每日下單，則訂單前置時間則為零。

由於拉式系統依賴預測的程度很小，所以當預測不準確時，拉式系統幾乎不受到影響【16】，也有諸多研究與實務案例證實拉式系統的確能有效減少缺貨情況並降低庫存【14】【19】，但拉式系統仍然不普及於企業，最大的原因是企業懷疑拉式系統是否依然能在需求變化大的環境下，依然有良好的績效。

2.3 推式系統與拉式系統相關研究

過去針對推式與拉式系統管理績效的研究，Lin et al. (2008)【14】利用模擬軟體比較零售商使用推式與拉式系統的績效；Zhang & Lv (2008)【19】利用數學模型進行推導比較何種系統對零售商有最大利潤；Masuchun et al. (2004)【16】利用模擬比較推式與拉式系統的供應鏈績效，而研究的結果指出拉式系統在缺貨率與存貨成本上確實優於推式系統。上述研究對於推式系統皆是以預測為基礎來執行，但值得討論的是對於拉式系統

的執行方式卻各不相同。推式與拉式系統最大的差異就是是否以預測為運作基礎，而上述研究使用的拉式系統依舊是建立在預測基礎上，因此失去兩者比較上的基準。

在研究方法上，皆以模擬與數學推導，此方法優點是資料的收集較為便利，但企業認為並沒有考量實務環境與模擬環境的差異。若要消除企業的疑慮就是以實際的公司歷史資料來比較，但受限於資料取得不易，因此本研究利用 Excel 建構符合實務的配銷環境，邀請企業人士來進行實驗，請實驗者在符合實務的模擬環境下進行管理，再用他們的管理方式與拉式系統相互比較。

2.4 文獻探討總結

對於供應鏈的管理，目的就是在一個令顧客滿意的服務水準下使得整體系統成本最小化，推式系統的運作時常發生預測不準確，使得缺貨嚴重或存貨過高，導致整體供應鏈績效明顯不好；而後導入了 CPFR 共享資訊後，明顯提升了服務水準，但是仍舊經常發生暢銷品缺貨，非暢銷品存貨過高的窘境。許多研究也證實拉式系統確實能有效改善，但企業管理者認為績效不佳的主因是需求變化太大使得預測不準確，就算使用拉式系統也不見得能在需求變化大的環境下得到良好的績效。而本研究主要的目的就是要證明拉式系統的可行性，並找出造成績效不佳的主因為何。



第三章 研究方法

3.1 實驗環境說明

本研究模擬一個三階供應鏈如圖 3.1 所示，其中包含製造商、配銷商及零售商，參與本實驗者則是扮演配銷商的角色。零售商要求配銷商把倉庫設立在靠近零售商的區域，當零售商產生需求時，可以直接到倉庫取貨，此倉庫的庫存是由配銷商所管理，採用供應商管理存貨 (Vendor Managed Inventory; VMI) 機制管理。而配銷商可以向上游製造商下單訂貨。實驗者可以自由決定訂貨數量並管理庫存，目標是以最低庫存來滿足下游顧客需求。

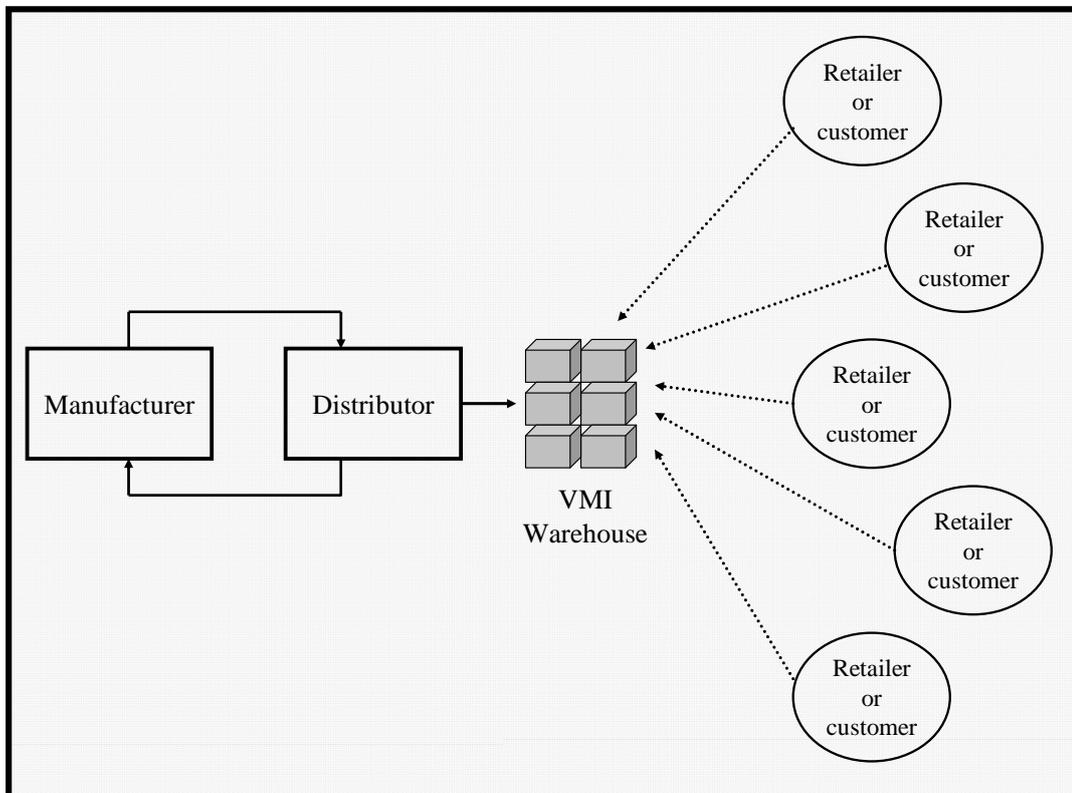


圖 3.1：實驗環境示意圖

3.1.1 實驗環境假設

1. 實驗將進行三回合，每一回合為 52 週。
2. 配銷商只銷售一種產品
3. 產品無生命週期的問題。
4. 零售商每週可能會產生需求，若配銷商無法當週供應，則失去銷售機會，缺貨不候補。

5. 配銷商每 2 週可以下一次訂單給製造商，製造商接到配銷商的訂單之後才開始生產，生產時間為 2 週，而將成品運送至配銷商的時間為 2 週，故補貨時間為 6 週。
6. 製造商交期 100% 可靠。

3.1.2 實驗參數設定

1. 需求：

本研究之需求假設是在一個市場需求變異很大的環境下，將以常態分配產生需求，參數值設定如下：(1).最小需求：0 (2).最大需求：1800 (3).平均數：800 (4).標準差：600 (5).每一回合總需求量：42000。

詳細需求資料如附錄一，表 3.1 可看到三回合的平均需求為 807，標準差各為 560 及 530，皆在初始設定範圍之內，接續將檢定是否符合常態分配。

表 3.1：三回合需求參數表

Variable	Descriptive Statistics (Demand)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.
Scenario1&Scenario2	52	807.6923	0.00	1789.000	314493.8	560.7975
Scenario3	52	807.6923	0.00	1778.000	281165.0	530.2499

圖 3.2 與 3.3 為需求之常態機率圖，若產生之需求符合常態分配，則需求值就會落在直線附近，但由圖中可看出需求值的左右兩端明顯偏離直線，此乃因為本實驗假設需求有 0~1800 的限制，故本研究再利用適合度檢定來判斷這兩組需求是否為常態分配。

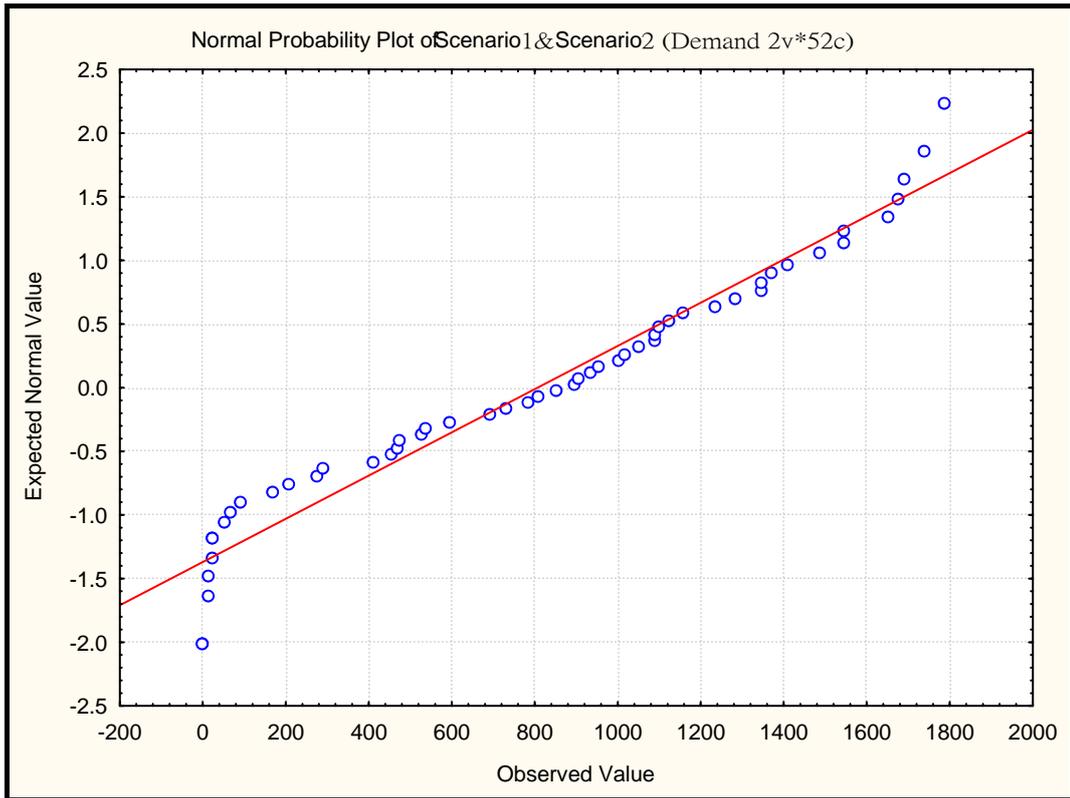


圖 3.2 : Scenario 1 與 Scenario 2 需求常態機率圖

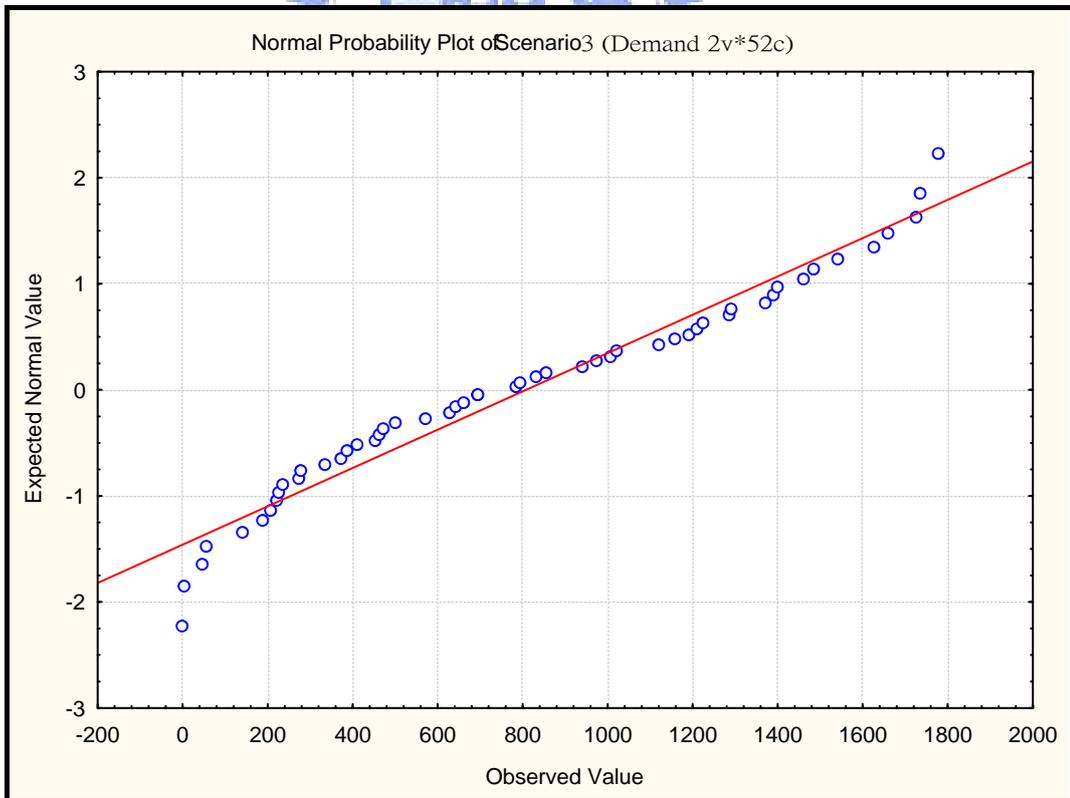


圖 3.3 : Scenario 3 需求常態機率圖

(1). Scenario 1 與 Scenario 2 需求常態適合性檢定

$$H_0 : \chi \sim N(800, 560^2)$$

$$H_1 : \chi \text{ 不為 } N(800, 560^2)$$

$$\alpha = 0.05$$

(2). Scenario 3 需求常態適合性檢定

$$H_0 : \chi \sim N(800, 530^2)$$

$$H_1 : \chi \text{ 不為 } N(800, 530^2)$$

$$\alpha = 0.05$$

表 3.2 與 3.3 為需求適合性檢定結果，其中 P-value 值皆大於 α ，代表此兩組需求符合常態分配假設。

表 3.2：Scenario 1 與 Scenario 2 需求常態適合性檢定

Variable: Scenario1&Scenario2, Distribution: Normal (Demand) Kolmogorov-Smirnov d = 0.07227, Chi-Square = 5.43397, df = 4 (adjusted) , p = 0.24559									
	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 0.00000	2	2	3.84615	3.8462	3.894664	3.89466	7.48974	7.4897	-1.89466
200.00000	9	11	17.30769	21.1538	3.347182	7.24185	6.43689	13.9266	5.65282
400.00000	3	14	5.76923	26.9231	4.906240	12.14809	9.43508	23.3617	-1.90624
600.00000	7	21	13.46154	40.3846	6.341045	18.48913	12.19432	35.5560	0.65895
800.00000	3	24	5.76923	46.1538	7.226324	25.71546	13.89678	49.4528	-4.22632
1000.00000	6	30	11.53846	57.6923	7.261386	32.97684	13.96420	63.4170	-1.26139
1200.00000	8	38	15.38462	73.0769	6.433794	39.41064	12.37268	75.7897	1.56621
1400.00000	5	43	9.61538	82.6923	5.026427	44.43706	9.66621	85.4559	-0.02643
1600.00000	4	47	7.69231	90.3846	3.462537	47.89960	6.65873	92.1146	0.53746
1800.00000	5	52	9.61538	100.0000	2.103147	50.00275	4.04451	96.1591	2.89685
< Infinity	0	52	0.00000	100.0000	1.997253	52.00000	3.84087	100.0000	-1.99725

表 3.3：Scenario 3 需求常態適合性檢定

Variable: Scenario3, Distribution: Normal (Demand) Kolmogorov-Smirnov d = 0.06748, Chi-Square = 4.23245, df = 4 (adjusted) , p = 0.37546									
	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 0.00000	1	1	1.92308	1.9231	3.320234	3.32023	6.38506	6.3851	-2.32023
200.00000	5	6	9.61538	11.5385	3.225915	6.54615	6.20368	12.5887	1.77409
400.00000	9	15	17.30769	28.8462	4.945112	11.49126	9.50983	22.0986	4.05489
600.00000	6	21	11.53846	40.3846	6.586256	18.07752	12.66588	34.7645	-0.58626
800.00000	7	28	13.46154	53.8462	7.621548	25.69906	14.65682	49.4213	-0.62155
1000.00000	4	32	7.69231	61.5385	7.662871	33.36194	14.73629	64.1576	-3.66287
1200.00000	5	37	9.61538	71.1538	6.693967	40.05590	12.87301	77.0306	-1.69397
1400.00000	7	44	13.46154	84.6154	5.080634	45.13654	9.77045	86.8010	1.91937
1600.00000	3	47	5.76923	90.3846	3.350363	48.48690	6.44300	93.2440	-0.35036
1800.00000	5	52	9.61538	100.0000	1.919556	50.40646	3.69145	96.9355	3.08044
< Infinity	0	52	0.00000	100.0000	1.593545	52.00000	3.06451	100.0000	-1.59354

2. 預測：

相關研究指出過去三年企業預測準確度約在 60%~70%【1】【2】【3】，針對本研究之需求假設，傳統預測方法的需求誤差過大。為了符合實務環境將預測準確度維持在 60%~70%之間，本研究提出一適合本實驗環境下之預測方式，並將

預測期間設定為 6 週，以下為預測計算公式：

Week1 預測：4800（平均需求 800 × 6 週）

Week2 預測：4800 +（800 - Week1 實際需求）

Week3 預測：4800 + [1600 -（Week1 實際需求 + Week2 實際需求）]

Week4 預測：4800 + [1600 -（Week2 實際需求 + Week3 實際需求）]

Week5 預測：4800 + [1600 -（Week3 實際需求 + Week4 實際需求）]

Week6 預測：4800 + [1600 -（Week4 實際需求 + Week5 實際需求）]

Week7 預測：4800 + [1600 -（Week5 實際需求 + Week6 實際需求）]

以此類推...

產生出的預測資料如附錄一所示，而圖 3.4 與 3.5 為預測與實際需求波動比較，情境一與情境二預測準確度為 76%、MAD = 1112，情境三預測準確度為 70%、MAD = 1388，準確度略比實務環境高。

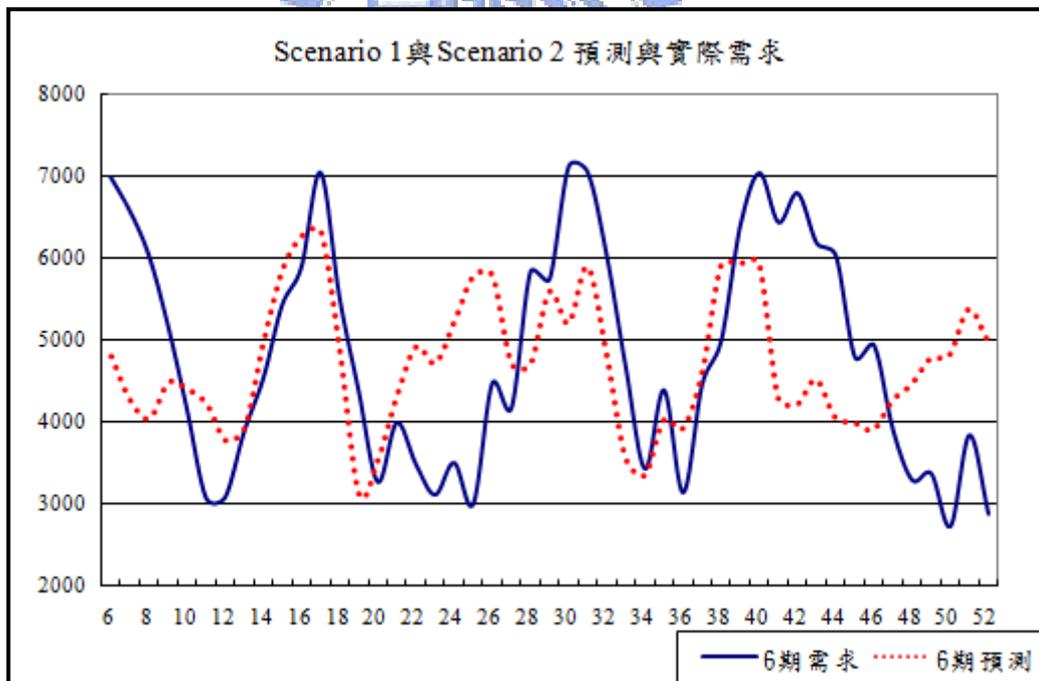


圖 3.4：Scenario 1 與 Scenario 2 預測與實際需求波動圖

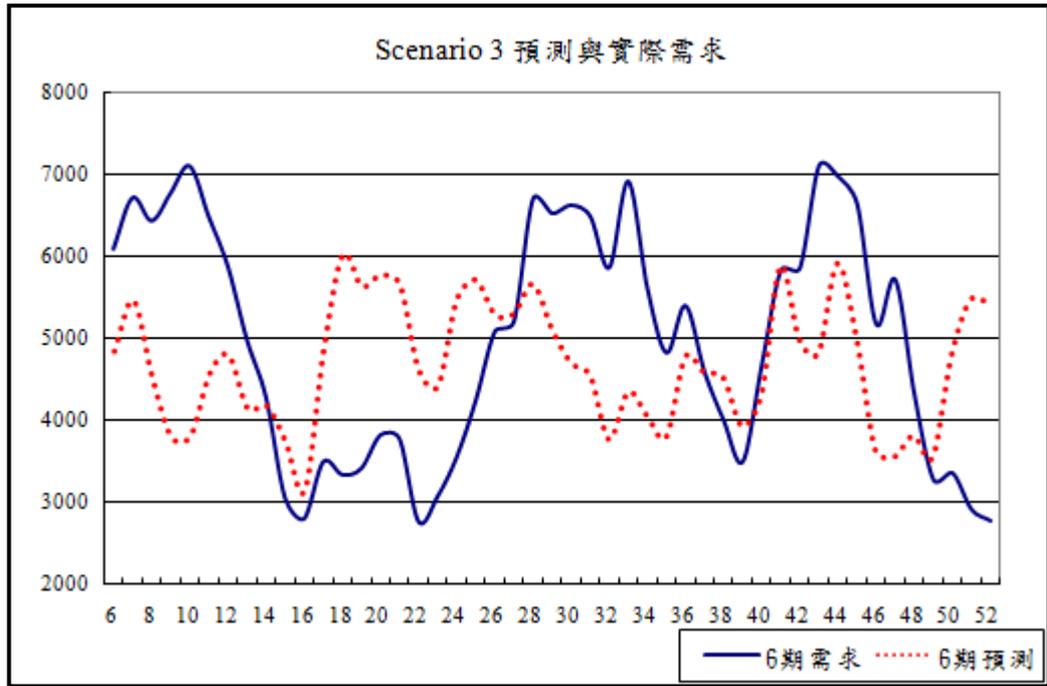


圖 3.5：Scenario 3 預測與實際需求波動圖

3. 供應商

實務上，配銷商向製造商下的訂單時常無法準時交貨，此種不確定因素會影響配銷商的存貨管理難度。但配銷商可能有多家製造商能選擇，若某家製造商的達交率不佳，改善方式就是更換達交率較佳的製造商。在本研究不考慮供應商選擇的問題，配銷商只有一家供應商，且交期 100% 可靠。

4. 補貨時間

補貨時間的長短直接影響到安全庫存的數量，實務上隨著產業的不同，各產業的補貨時間長短也不一樣，甚至有些產業的補貨時間是不固定的。本研究將補貨時間設為固定，不考量時間變動，補貨時間為 6 週。

3.2 實驗介面說明

圖 3.6 為實驗進行的介面，各欄位解釋如下：

- 欄位 A (期初庫存)：

第一週為實驗者所設定，第二週開始之期初庫存為上一週之期末庫存。

- 欄位 B (本期入庫)：

當週入庫量，第二週訂購之數量將於第七週入庫，第四週之訂購數量將於第九週入庫，以此類推。

- 欄位 C (本期需求):
當週客戶需求，進行實驗時由講師告知實驗者。
- 欄位 D (歷史需求):
上一年之實際需求。
- 欄位 E (實際 6 期需求):
累積 6 期實際需求加總，例如第六週之累積需求為第一週到第六週單期需求加總，以此類推。
- 欄位 F (實際 6 期需求與預測差距):
實際 6 期需求與預測需求之差距，如第一週之預測則對應到第六週的實際 6 期需求，以此類推。
- 欄位 G (未來 6 期預測):
未來 6 期預測需求量，第一週之預測量乃預測第一週到第六週的總需求量，進行實驗時由講師告知實驗者。
- 欄位 H (本期出貨):
當期實際出貨數量，若當週期初庫存 + 本期入庫量大於當期需求，則本期出貨量等於當週需求，若週期初庫存 + 本期入庫量小於當期需求，則本期出貨量等於期初庫存 + 本期入庫量。
- 欄位 I (本期訂購量):
雙數週實驗者可自行決定訂購數量，此欄位為實驗者自行填入。
- 欄位 J (在途庫存):
已訂購但尚未入庫之數量加總。
- 欄位 K (期末庫存):
若期初庫存 + 本期入庫量 - 當週需求大於 0，則此值為期末庫存，若若期初庫存 + 本期入庫量 - 當週需求小於 0，則期末庫存為 0。
- 欄位 L (缺貨量):
若期初庫存 + 本期入庫量 - 當週需求大於 0，則此值為 0，若若期初庫存 + 本期入庫量 - 當週需求小於 0，則此值為缺貨數量。
- 欄位 M (在途 + 在庫庫存):
當週累積已訂購但尚未入庫存 + 期末庫存
- 欄位 N (目標庫存):

在途庫存+在庫庫存+本期訂購量，若當週無法下單訂購，則目標庫存不變，仍為上一期之目標庫存。

實驗介面提供實驗者單期需求波動圖與實際 6 期需求與預測需求波動圖，如圖 3.6 所示。



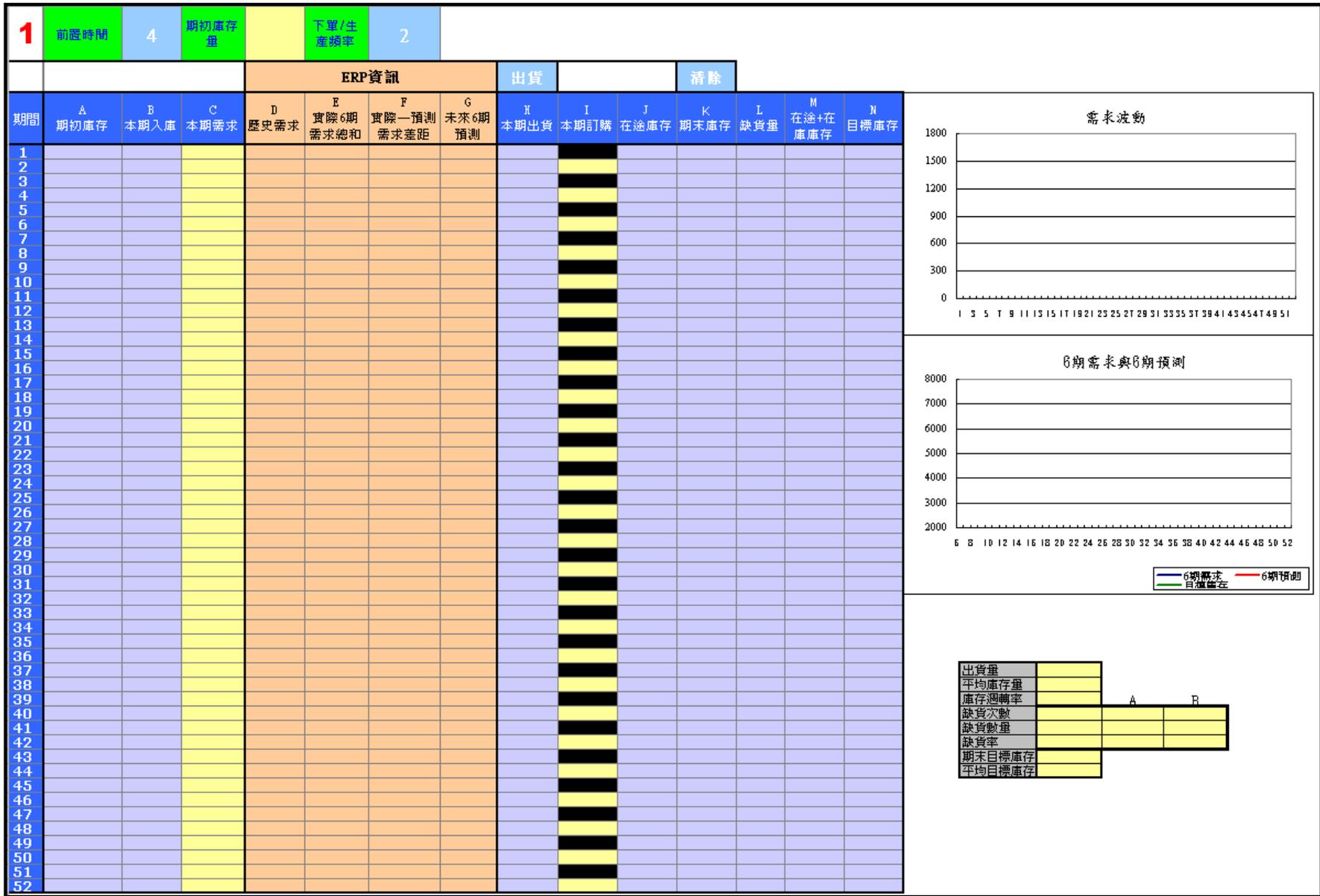


圖 3.6：實驗介面圖

3.3 實驗情境說明

影響實驗的績效原因可能為需求變化、預測準確度、目標庫存量與下單方式，本研究的目的是要證明即使在需求變化大的環境之下，使用拉式系統進行管理依然能有良好的績效，故在下列情境將逐步證明若以拉式系統為基礎來管理目標庫存與下單方式將比推式系統得到較佳的績效。

3.3.1 情境一 (Scenario one)

情境一的目的是要收集各組管理者在實驗中的績效，並用情境一的結果與拉式系統做比較，因此在情境一本研究假設大部分實驗者以推式系統為基礎來管理，下單數量將參考預測再加上各管理者經驗來做調整。實驗開始前，將請各組實驗者決定期初庫存量，由於第二週才可以下單，且生產+運輸時間為4週，故前6週的需求將由期初庫存量來供應。各組實驗者決定期初庫存後便開始進行實驗，講師將先告知未來6周之預測需求，請實驗者填入欄位 G，接續再告知當週實際需求量，請實驗者填入欄位 C，按「出貨」鍵 Excel 將自動計算相關欄位。當雙數週時，實驗者可自由決定當週是否要下單，要下多少數量，並填入欄位 I，若不下單則填入 0 即可，重複上述流程 52 週後計算其績效指標以做比較。

3.3.2 情境二 (Scenario two)

在情境一造成績效差的結果可能是庫存過多或缺貨過多，其原因本研究假設為實驗者以推式系統的基礎來管理目標庫存與下單方式所造成。而情境二的目的是要證明若以拉式系統的下單方式來管理會顯著優於推式系統，本研究將以情境一各組的平均目標庫存為基準，當作情境二各組的期初庫存，改變下單方式，以實際出貨量當作下單數量進行模擬，若實際兩週的需求量為 1800，在庫庫存量為 2000，則下單數量為 1800；若實際兩週的需求量為 1800，在庫庫存量為 1600，則下單數量為 1600，若下單 1800 則會改變目標庫存，將影響比較基準。情境二與情境一的需求、預測、下單頻率、生產時間與運輸時間皆相同，若模擬的結果平均庫存無顯著差異，但缺貨率卻顯著下降，即可證明拉式系統以實際出貨量的下單方式優於推式系統。

3.3.3 情境三 (Scenario three)

情境二改變成以實際出貨量下單進行驗證是否顯著改善，但若實驗者的目標庫存太低或太高，則依然會有缺貨過多或庫存過多的情況，因此目標庫存量將直接影響到服務水準。然而並沒有一個絕對的公式能計算出正確的目標庫存，只能決定出一個適當的庫

存水位，而情境三的目的是重新調整適當的目標庫存量作為改善，由附錄一可看到情境一補貨時間內的最大需求為 7116，也就是說若將目標庫存維持在 7116 以上則不會有缺貨情況發生，以此在情境三將設定 7200 為目標庫存量，若某組在情境二的期末目標庫存為 6200，前兩週實際需求為 1600 則在情境三此組第二週的下單數量為 1600+1000；若某組在情境二的期末目標庫存為 9000，則此組在第二週不下單，目標庫存變為 7400，而在第四週再少下 200 調整到 7200，各組調整目標庫存至 7200 之後便依照實際出貨量進行下單直到 52 週結束。如果情境三的結果相較於情境一有顯著改善，則可證明即使在需求變化大的環境之下，使用拉式系統進行管理依然能有良好的績效，且相對優於推式系統。

3.4 實驗對象

本研究邀請 90 位業界人士並分成 30 組，各組皆扮演配銷商角色，實驗過程中 3 位成員可以相互討論決定管理方式，而實驗者的基本資料如圖 3.7 所示。

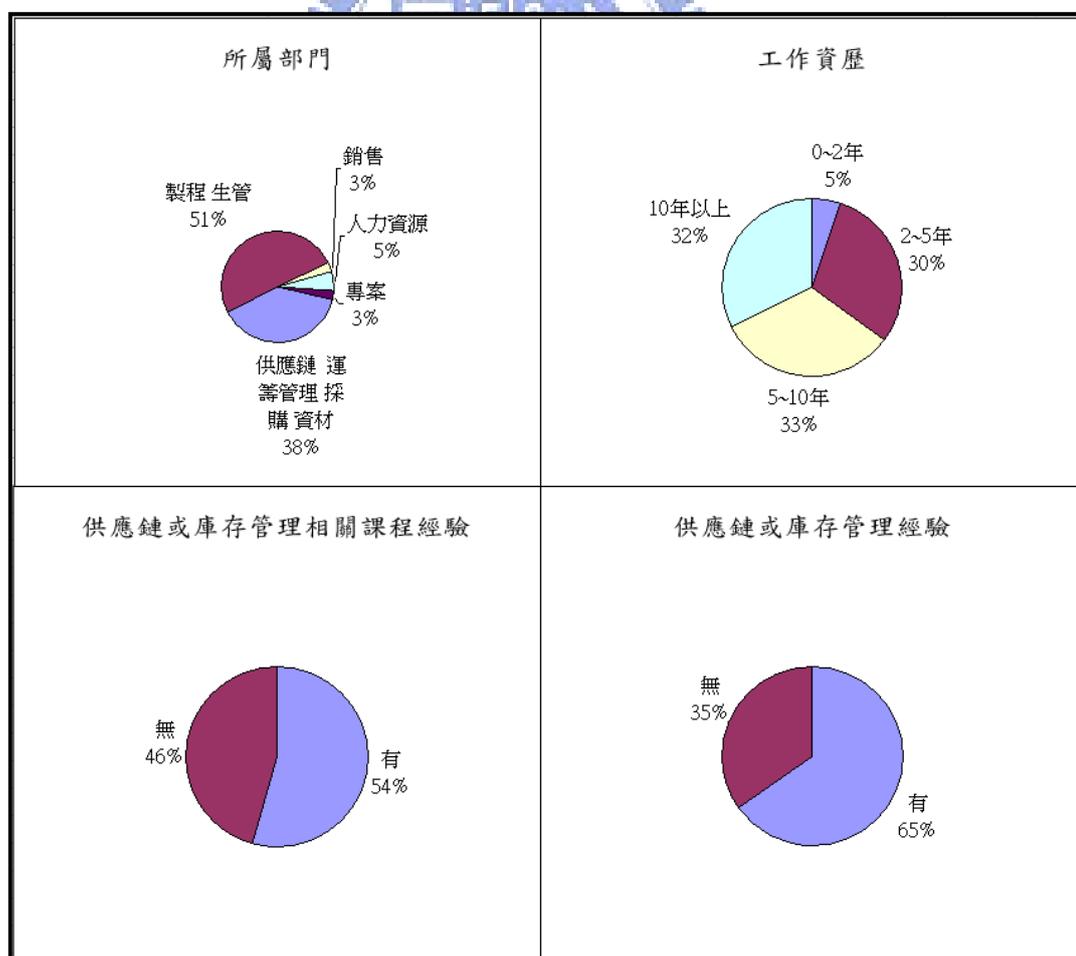


圖 3.7：實驗者基本資料

3.5 實驗績效衡量指標

每一情境結束後，將紀錄以下績效衡量指標：

1. 期初庫存
2. 平均目標庫存
3. 出貨量
4. 平均在庫庫存
5. 庫存週轉率
6. 缺貨數量
7. 缺貨率

3.6 實驗流程與紀錄說明

3.6.1 實驗流程

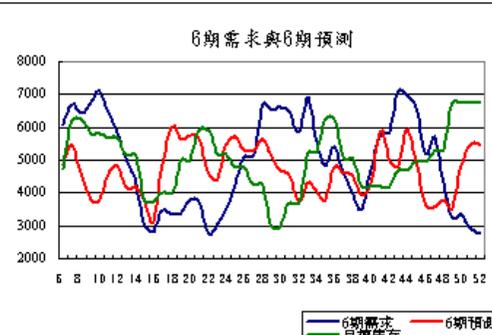
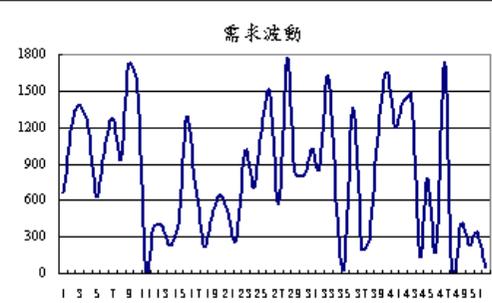
1. 說明實驗目的。
2. 解釋情境一之環境與假設，並示範如何進行實驗。
3. 給予 15 分鐘讓各組實驗者討論管理策略並決定期初庫存。
4. 進行情境一。
5. 分析並討論各組情境一之結果。
6. 解釋並進行情境二。
7. 分析並討論各組情境二之結果。
8. 解釋並進行情境三。
9. 分析並討論各組情境三之結果。



3.6.2 實驗紀錄

各情境結束後，Excel 將自動計算其績效指標如圖 3.8 所示，而到實驗完全結束後，將彙集 30 組實驗記錄表以供後續章節分析。

1	前置時間	4	期初庫存	5100	下單/生產頻率	2								
							ERP資訊				出貨		清除	
期間	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	期初庫存	本期入庫	本期需求	歷史需求	實際6期需求總和	實際一預測需求差距	未來6期預測	本期出貨	本期訂購	在途庫存	期末庫存	缺貨量	在途+在庫存	目標庫存
1	5100		660	1344	3523	-1629	4844	1344		0	3756	0	3756	5100
2	3756		1223	1016	4458	-1641	5467	1016	2500	0	2740	0	2740	5100
3	2740		1388	904	5036	-266	4517	904		2500	1836	0	4336	5240
4	1836		1210	1098	6037	656	3789	1098	1500	2500	738	0	3238	5240
5	738		626	1087	5841	933	3802	738		4000	0	349	4000	4738
6	0		975	1544	6082	1238	4564	0	2200	4000	0	1544	4000	4738
7	0	2500	1285	932	6707	1240	4799	932		3700	1568	0	5268	6200
8	1568		940	474	6424	1907	4140	474	1000	3700	1094	0	4794	6200
9	1094	1500	1726	54	6762	2973	4175	54		3200	2540	0	5740	5794
10	2540		1542	69	7094	3292	3734	69	0	3200	2471	0	5671	5794
11	2471	2200	3	0	6471	1907	3132	0		1000	4671	0	5671	5671
12	4671		374	1546	5870	1071	4855	1546	1000	1000	3125	0	4125	5671
13	3125	1000	385	1738	4970	890	6023	1738		1000	2387	0	3387	5125
14	2387		235	1123	4265	90	5641	1123	1500	1000	1264	0	2264	5125
15	1264		499	954	3038	-696	5780	954		2500	310	0	2810	3764
16	310		1291	528	2787	-345	5666	310	1500	2500	0	218	2500	3764
17	0	1000	696	1156	3480	-1375	4610	1000		3000	0	156	3000	4000
18	0		219	21	3325	-2698	4413	0	2000	3000	0	21	3000	4000
19	0	1500	461	597	3401	-2240	5485	597		3500	903	0	4403	5000
20	903		643	11	3809	-1971	5720	11	1500	3500	892	0	4392	5000
21	892	1500	453	1676	3763	-1903	5296	1676		3500	716	0	4216	5892
22	716		280	22	2752	-1858	5304	22	1000	3500	694	0	4194	5892
23	694	2000	1005	783	3061	-1352	5667	783		2500	1911	0	4411	5194
24	1911		696	413	3538	-1947	5115	413	800	2500	1498	0	3998	5194
25	1498	1500	1156	90	4233	-1487	4699	90		1800	2908	0	4708	4798
26	2908		1483	1488	5073	-223	4548	1488	1000	1800	1420	0	3220	4798
27	1420	1000	572	1369	5192	-112	3761	1369		1800	1051	0	2851	4220
28	1051		1778	1688	6690	1023	4345	1051	1200	1800	0	637	1800	4220
29	0	800	831	692	6516	1401	4050	692		2200	108	0	2308	3000
30	108		795	1789	6615	1916	3791	108	1500	2200	0	1681	2200	3000
31	0	1000	1022	22	6481	1933	4774	22		2700	978	0	3678	3700
32	978		855	468	5853	2092	4583	468	2000	2700	510	0	3210	3700
33	510	1200	1626	0	6907	2562	4523	0		3500	1710	0	5210	5210
34	1710		471	456	5600	1550	3919	456	1500	3500	1254	0	4754	5210
35	1254	1500	44	1653	4813	1022	4304	1653		3500	1101	0	4601	6254
36	1101		1370	538	5388	614	5885	538	1000	3500	563	0	4063	6254
37	563	2000	208	1346	4574	-9	4986	1346		2500	1217	0	3717	5063
38	1217		271	1002	3990	-533	4822	1002	1500	2500	215	0	2715	5063
39	215	1500	1120	1408	3484	-435	5921	1408		2500	307	0	2807	4215
40	307		1658	1091	4671	367	5009	307	1700	2500	0	784	2500	4215
41	0	1000	1192	1050	5819	-66	3622	1000		3200	0	50	3200	4200
42	0		1398	895	5847	861	3550	0	1500	3200	0	895	3200	4200
43	0	1500	1459	732	7098	2276	3810	732		3200	768	0	3968	4700
44	768		139	583	6966	1045	3543	768	1750	3200	0	85	3200	4700
45	0	1700	784	169	6630	1621	4802	169		3250	1531	0	4781	4950
46	1531		190	1235	5162	1540	5477	1235	1750	3250	296	0	3546	4950
47	296	1500	1736	13	5706	2156	5426	13		3500	1783	0	5283	5296
48	1783		0	288	4308	498	4474	288	1750	3500	1495	0	4995	5296
49	1495	1750	412	810	3261	-282	4664	810		3500	2435	0	5935	6745
50	2435		224	209	3346	-1456	5988	209	1000	3500	2226	0	5726	6745
51	2226	1750	337	1283	2899	-2578	5764	1283		2750	2693	0	5443	6726
52	2693		54	273	2763	-2663	5839	273	0	2750	2420	0	5170	6726



出貨量	35580		
平均庫存	1233		
庫存週轉率	29		
缺貨次數	11	A	B
缺貨數量	6420	4.627	1.893
缺貨率	15.29%	10.78%	4.51%
期末目標庫	5170		
平均目標庫	5031		

圖 3.8：實驗紀錄表範例

第四章 實驗結果分析

在此章節，本研究將分析三情境實驗所蒐集之 30 組結果，如表 4.1 所示。各欄位說明如下：

1. 期初庫存：情境一由實驗者自行決定，情境二則是情境一的平均目標庫存，情境三為情境二的期末庫存。
2. 平均目標庫存：52 週之平均目標庫存量
3. 出貨量：出貨總數量
4. 平均在庫庫存量：52 週之平均在庫庫存量
5. 庫存週轉率：出貨量/平均庫存量
6. 缺貨數量：
 - (1). A：前 6 週缺貨數量加總
 - (2). B：第 7 週到第 52 週缺貨數量加總
 - (3). A+B：52 週累積缺貨數量
7. 缺貨率：
 - (1). A：前 6 週缺貨數量/總需求量
 - (2). B：第 7 週到第 52 週缺貨數量/總需求量
 - (3). A+B：總缺貨數量/總需求量



表 4.1：三情境實驗結果

實驗 回合	期初庫存			平均目標庫存			出貨量			平均在庫庫存			庫存週 轉率			缺貨數量									缺貨率(單位:%)					
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1			S2			S3	S1			S2			S3	
																A	B	A+B	A	B	A+B		A	B	A+B	A	B	A+B		
1	6,600	7,403	7,403	7,403	7,403	7,208	41,410	42,000	42,000	3,071	3,103	2,664	13	14	16	393	197	590	0	0	0	0	0.94	0.47	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	7,000	6,858	6,858	6,858	6,858	7,186	40,365	41,426	42,000	2,452	2,613	2,600	16	16	16	0	1,835	1,835	136	439	575	0	0.00	4.37	4.37	0.32	1.05	1.37	0.00	
3	6,600	6,316	6,316	6,316	6,316	7,166	37,565	39,802	42,000	2,186	2,228	2,539	17	18	17	393	4,042	4,435	677	1,521	2,198	0	0.94	9.62	10.56	1.61	3.62	5.23	0.00	
4	7,000	6,809	6,809	6,809	6,809	7,185	41,365	41,280	42,000	2,508	2,578	2,595	16	16	16	0	635	635	184	536	720	0	0.00	1.51	1.51	0.44	1.28	1.72	0.00	
5	6,000	6,669	6,669	6,669	6,669	7,180	37,994	41,814	42,000	2,568	2,387	2,579	15	18	16	993	7,280	8,273	324	4,129	4,453	0	2.36	17.33	19.69	0.77	9.83	10.60	0.00	
6	6,000	6,561	6,561	6,561	6,561	7,175	40,394	40,535	42,000	2,360	2,402	2,566	17	17	16	993	613	1,606	432	1,033	1,465	0	2.36	1.46	3.82	1.03	2.46	3.49	0.00	
7	5,000	8,479	8,479	8,479	8,479	7,249	39,894	42,000	42,000	4,023	4,179	2,788	10	10	15	1,993	113	2,106	0	0	0	0	4.75	0.27	5.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	6,600	6,676	6,676	6,676	6,676	7,180	40,670	40,882	42,000	2,504	2,484	2,580	16	16	16	393	919	1,312	317	801	1,118	0	0.94	2.19	3.13	0.75	1.91	2.66	0.00	
9	9,000	6,973	6,973	6,973	6,973	7,179	41,384	41,772	42,000	2,871	2,695	2,614	14	16	16	0	616	616	20	208	228	0	0.00	1.47	1.47	0.05	0.49	0.54	0.00	
10	5,100	5,031	5,031	5,031	5,031	7,116	35,580	35,086	40,949	1,233	1,427	2,491	29	25	16	1,893	4,527	6,420	1,962	4,951	6,913	1,051	4.51	10.78	15.29	4.67	11.79	16.46	2.50	
11	3,000	10,841	10,841	10,841	10,841	7,408	38,007	42,000	42,000	6,524	6,541	3,128	6	6	13	3,993	0	3,993	0	0	0	0	9.51	0.00	9.51	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	8,400	8,400	8,400	8,400	8,400	7,246	42,000	42,000	42,000	4,100	4,100	2,779	10	10	15	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13	7,200	7,756	7,756	7,756	7,756	7,221	40,424	41,730	42,000	3,349	3,481	2,704	12	12	16	0	1,306	1,306	0	0	0	0	0.00	3.11	3.11	0.00	0.00	0.00	0.00	
14	10,800	7,709	7,709	7,709	7,709	7,219	39,694	42,000	42,000	3,523	3,409	2,698	11	12	16	0	2,306	2,306	0	0	0	0	0.00	5.49	5.49	0.00	0.00	0.00	0.00	
15	6,000	8,160	8,160	8,160	8,160	7,237	40,894	42,000	42,000	3,699	3,860	2,751	11	11	15	993	113	1,106	0	0	0	0	2.36	0.27	2.63	0.00	0.00	0.00	0.00	
16	8,400	5,727	5,727	5,727	5,727	7,143	39,975	37,872	41,645	1,749	1,828	2,504	23	21	17	0	2,025	2,025	1,266	2,862	4,128	355	0.00	4.82	4.82	3.01	6.81	9.82	0.85	
17	8,400	6,106	6,106	6,106	6,106	7,158	40,623	39,156	42,000	2,242	2,075	2,514	18	19	17	0	1,377	1,377	830	1,829	2,659	0	0.00	3.28	3.28	1.98	4.35	6.33	0.00	
18	5,300	8,510	8,510	8,510	8,510	7,251	40,307	42,000	42,000	3,900	4,210	2,792	10	10	15	1,693	0	1,693	0	0	0	0	4.03	0.00	4.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
19	7,600	6,654	6,654	6,654	6,654	7,179	40,665	40,816	42,000	2,228	2,468	2,578	18	17	16	0	1,335	1,335	339	845	1,184	0	0.00	3.18	3.18	0.81	2.01	2.82	0.00	
20	6,600	8,339	8,339	8,339	8,339	7,244	41,607	42,000	42,000	3,903	4,039	2,771	11	10	15	393	0	393	0	0	0	0	0.94	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	
21	6,000	5,220	5,220	5,220	5,220	7,124	35,074	35,844	41,138	1,498	1,533	2,495	23	23	16	993	5,933	6,926	1,773	4,383	6,156	862	2.36	14.13	16.49	4.22	10.43	14.65	2.05	
22	6,000	6,012	6,012	6,012	6,012	7,154	37,481	38,889	41,930	2,161	2,011	2,509	17	19	17	993	3,526	4,519	981	2,131	3,112	70	2.36	8.40	10.76	2.34	5.07	7.41	0.17	
23	6,000	6,567	6,567	6,567	6,567	7,176	39,576	40,554	42,000	2,416	2,406	2,567	16	17	16	993	1,431	2,424	426	1,020	1,446	0	2.36	3.41	5.77	1.01	2.43	3.44	0.00	
24	7,200	6,143	6,143	6,143	6,143	7,160	39,420	39,282	42,000	2,195	2,104	2,519	18	19	17	0	2,580	2,580	850	1,867	2,717	0	0.00	6.14	6.14	2.02	4.45	6.47	0.00	
25	5,000	5,677	5,677	5,677	5,677	7,142	36,665	37,672	41,595	1,784	1,798	2,504	21	21	17	1,993	3,342	5,335	1,316	3,011	4,327	405	4.75	7.96	12.71	3.13	7.17	10.30	0.96	
26	7,800	7,800	7,800	7,800	7,800	7,223	42,000	42,000	42,000	3,500	3,500	2,709	12	12	16	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
27	5,400	5,220	5,220	5,220	5,220	7,124	36,965	35,844	41,138	1,363	1,533	2,495	27	23	16	1,593	3,437	5,030	1,773	4,378	6,151	862	3.79	8.18	11.97	4.22	10.42	14.64	2.05	
28	5,400	5,789	5,789	5,789	5,789	7,146	34,174	38,084	41,707	1,911	1,869	2,506	18	20	17	1,593	6,197	7,790	1,204	2,675	3,879	293	3.79	14.75	18.54	2.87	6.37	9.24	0.70	
29	4,800	6,153	6,153	6,153	6,153	7,160	35,976	39,312	42,000	2,170	2,111	2,519	17	19	17	2,193	3,831	6,024	840	1,848	2,688	0	5.22	9.12	14.34	2.00	4.40	6.40	0.00	
30	3,800	6,326	6,326	6,326	6,326	7,167	35,525	39,831	42,000	2,384	2,235	2,540	15	18	17	3,193	3,282	6,475	667	1,502	2,169	0	7.60	7.81	15.41	1.59	3.58	5.17	0.00	
平均	6,467	6,896	6,896	6,896	6,896	7,190	39,122	40,183	41,870	2,746	2,774	2,620	16	16	16	922	2093	3016	544	1399	1943	130	2.20	4.98	7.18	1.29	3.33	4.62	0.31	

4.1 情境一結果分析

統計情境一的結果，30 組平均目標庫存為 6896、平均在庫庫存為 2746、平均缺貨數量為 3015、平均缺貨率為 7.18%。若以平均目標庫存 6896 為基準可分為二類：

1. 低庫存：目標庫存在 6896 以下，平均缺貨率為 9.43%
2. 高庫存：目標庫存在 6896 以上，平均缺貨率為 3.05%

表 4.2：30 組目標庫存分類

	低庫存	高庫存
目標庫存	6896 以下	6896 以上
組數	19 組	11 組
平均缺貨率	9.43%	3.05%

從表 4.2 可看出 30 組實驗資料呈現二種策略，備高庫存或低庫存。這二種策略取決於實驗者對於缺貨成本與庫存成本之間的衡量，從結果來看，似乎可以得到一個結論；備高庫存的組別缺貨率較低，備低庫存的組別缺貨率較高，但是否只要備較多的庫存就能降低缺貨率呢？

下表為備高庫存且缺貨率低之組別的組別，共有 5 組。

表 4.3：備高庫存且缺貨率低之組別

	期初庫存	平均 目標庫存	出貨量	平均 在庫庫存	庫存週轉率	缺貨 數量	缺貨率
組別	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
1	6,600	7,403	41,410	3,071	13	590	1.40%
9	9,000	6,973	41,384	2,871	14	616	1.47%
12	8,400	8,400	42,000	4,100	10	0	0.00%
20	6,600	8,339	41,607	3,903	11	393	0.94%
26	7,800	7,800	42,000	3,500	12	0	0.00%
平均	7,680	7,783	41,680	3,489	12	320	0.76%

這 5 組的資料可以看出在平均目標庫存與平均在庫庫存皆高於 30 組的平均，顯然這 5 組的實驗者是屬備高庫存的策略，但除了這 5 組之外，另有 6 組也是備高庫存的組別缺貨率反而偏高如表 4.4。因此從表 4.3 與 4.4 之比較就推翻了備較高庫存就能降低缺貨率的論點，所以進一步分析這 5 組缺貨率較低的組別是用何種方式來管理。

表 4.4：備高庫存但缺貨率高之組別

	期初庫存	平均目標庫存	出貨量	平均 在庫庫存	庫存 週轉率	缺貨 數量	缺貨率
組別	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
7	5,000	8,479	39,894	4,023	10	2,106	5.01%
11	3,000	10,841	38,007	6,524	6	3,993	9.51%
13	7,200	7,756	40,424	3,349	12	1,306	3.11%
14	10,800	7,709	39,694	3,523	11	2,306	5.49%
15	6,000	8,160	40,894	3,699	11	1,106	2.63%
18	5,300	8,510	40,307	3,900	10	1,693	4.03%
平均	6,217	8,576	39,870	4,170	10	2085	4.96%

從這 5 組的實驗紀錄表中發現，第 12 與 26 組的下單方式是依據實際出貨量決定，且在實驗過程中皆維持固定的目標庫存量，缺貨率皆為 0%。第 9 與 20 組的下單方式也是依據實際出貨量決定，但在實驗過程中有調整目標庫存，因此有少許的缺貨發生。第 1 組的下單方式則是採用平準化方式，每次的下單數量約在 1600 左右，再依需求變化增加或減少下單數量，缺貨率約在 1.5% 左右。總結在情境一中，這 5 組缺貨率表現較佳的組別中，有 4 組的下單方式是以拉式系統為基礎依據實際出貨量決定，有 1 組則是使用平準化下單，雖然這 1 組不是依據實際出貨量下單，但從實驗紀錄表發現這 1 組並不是參考預測來決定下單數量，因此可得知上述缺貨率較低的 5 組皆不是以推式系統來做管理，而是趨近拉式系統的概念。

其他 25 組缺貨率較高的組別，下單方式大致可歸納為以下幾點：

1. 依照未來預測量來決定下單數量
2. 當缺貨時增加下單數量
3. 當近期需求量增加或在庫庫存降低時增加下單數量
4. 當近期需求量減少或在庫庫存過高時減少下單數量

綜合上述 4 點的下單方式是以推式系統的概念為基礎，參考預測量再加上實驗者本身判斷來決定下單數量，透過問卷發現超過一半以上的實驗者認為導致他們績效差的主因是需求變化太大與預測不準，如圖 4.1 所示。

從這 5 組績效佳與 25 組績效差的比較發現績效較佳的組別所採的下單方式是趨近

於拉式系統的概念，而績效差的組別所採的下單方式是趨近於推式系統的概念，也驗證本研究在情境一所做的假設；大多數的實驗者是使用推式系統來管理。因此本研究認為造成這 25 組缺貨率偏高的主因並不是需求變化太大與預測不準，而是下單方式。本實驗將以情境一各組之平均目標庫存當作情境二的期初庫存來進行實驗，下單方式依據實際出貨量決定，若只改變下單方式卻能使缺貨率顯著降低，那即可證明情境二之假設，造成缺貨率高的主因並不是需求變化太大與預測不準，而是實驗者採用推式系統來下單。

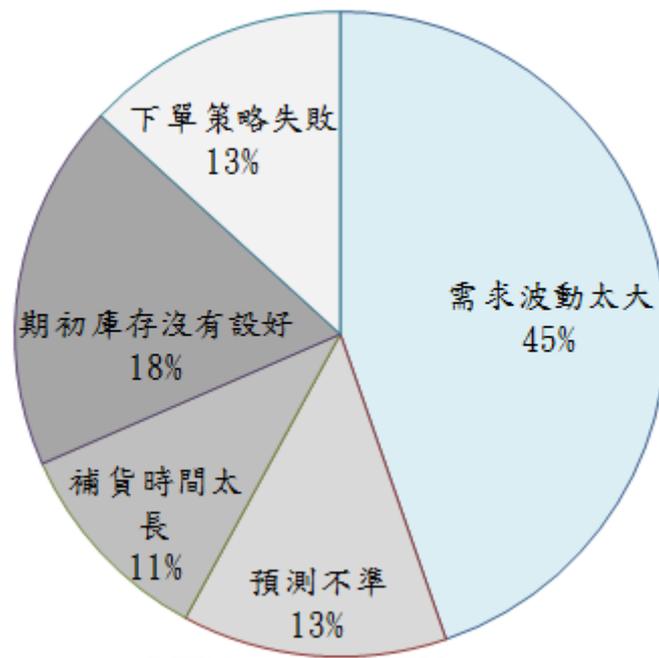


圖 4.1：實驗者認為績效不佳之原因

4.2 情境二結果分析

情境二的目的是要比較改變下單方式之後，是否有顯著改善，而各組發生缺貨的原因主要有兩個因素：(1).目標庫存設定 (2).下單方式

如果要比較改變下單方式是否對缺貨率有顯著改善則需把以上兩個因素分開作進一步分析，圖 4.2 為情境一的補貨時間內需求波動圖，可看出前 6 期的需求為 6993，也就是代表如果實驗者所設定的期初庫存大於 6993 則不會發生缺貨，而補貨時間內的最大需求為 7116，代表若實驗者從第一次到最後一次下單能將目標庫存維持在 7116 以上，則不會發生缺貨，為了比較因為下單方式所造成的缺貨數量，本研究將 30 組資料分為以下三個群組。

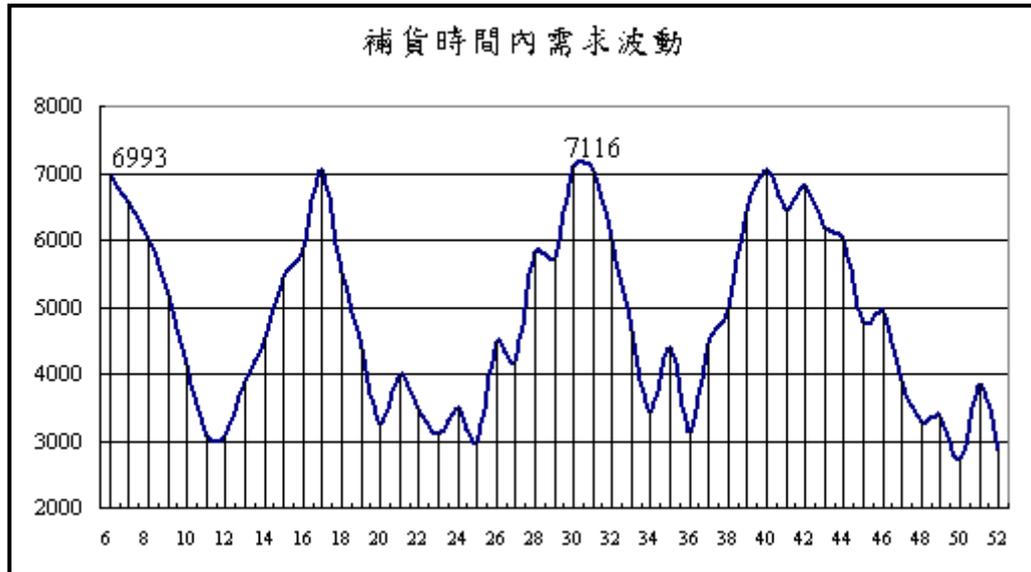


圖 4.2：情境一補貨時間內需求波動圖

1. Group a：期初庫存大於 6993

表 4.5：Group a 期初庫存大於 6993 組別

組別	期初庫存		目標庫存		在庫庫存		缺貨數量						缺貨率(單位:%)					
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1			S2			S1			S2		
							A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
2	7,000	6,858	6,858	6,858	2,452	2,613	0	1,835	1,835	136	439	575	0.00	4.37	4.37	0.32	1.05	1.37
4	7,000	6,809	6,809	6,809	2,508	2,578	0	635	635	184	536	720	0.00	1.51	1.51	0.44	1.28	1.72
9	9,000	6,973	6,973	6,973	2,871	2,695	0	616	616	20	208	228	0.00	1.47	1.47	0.05	0.49	0.54
12	8,400	8,400	8,400	8,400	4,100	4,100	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	7,200	7,756	7,756	7,756	3,349	3,481	0	1,306	1,306	0	0	0	0.00	3.11	3.11	0.00	0.00	0.00
14	10,800	7,709	7,709	7,709	3,523	3,409	0	2,306	2,306	0	0	0	0.00	5.49	5.49	0.00	0.00	0.00
16	8,400	5,727	5,727	5,727	1,749	1,828	0	2,025	2,025	1,266	2,862	4,128	0.00	4.82	4.82	3.01	6.81	9.82
17	8,400	6,106	6,106	6,106	2,242	2,075	0	1,377	1,377	830	1,829	2,659	0.00	3.28	3.28	1.98	4.35	6.33
19	7,600	6,654	6,654	6,654	2,228	2,468	0	1,335	1,335	339	845	1,184	0.00	3.18	3.18	0.81	2.01	2.82
24	7,200	6,143	6,143	6,143	2,195	2,104	0	2,580	2,580	850	1,867	2,717	0.00	6.14	6.14	2.02	4.45	6.47
26	7,800	7,800	7,800	7,800	3,500	3,500	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均	8,073	6,994	6,994	6,994	2,792	2,805	0	1274	1274	330	781	1110	0.00	3.03	3.03	0.78	1.86	2.64

■ Group a 假設檢定

(1). Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.6 : Group a Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定結果

T-test for Dependent Samples (Shortage Rate (Group a))								
Marked differences are significant at p < .10000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario1	3.033636	2.095721						
Scenario2	1.858182	2.326821	11	1.175455	2.144278	1.818114	10	0.099082

(2). Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.7 : Group a Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定結果

T-test for Dependent Samples (Average Inventory on site(Group a))								
Marked differences are significant at p < .10000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario1	2792.435	729.6807						
Scenario2	2804.636	719.3561	11	-12.2010	138.0406	-0.293148	10	0.775402

Group a 的期初庫存皆大於 6993，代表情境一所有的缺貨數量都是因為下單方式所造成，經過情境二的模擬之後，可以看到若目標庫存大於 7116 的組別變成依實際出貨量下單後，則缺貨率皆降為 0%，若目標庫存小於 7116 的組別依然會有缺貨的情況發生，但缺貨的數量比情境一減少，透過表 4.6 與 4.7 的檢定結果可以知道缺貨率顯著下降，但平均在庫庫存卻無顯著差異。

2. Group b：期初庫存小於 6993、平均目標庫存大於 7116

表 4.8：Group b 期初庫存小於 6993、平均目標庫存大於 7116 組別

組別	期初庫存		目標庫存		在庫庫存		缺貨數量						缺貨率(單位:%)					
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1			S2			S1			S2		
							A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
1	6,600	7,403	7,403	7,403	3,071	3,103	393	197	590	0	0	0	0.94	0.47	1.41	0.00	0.00	0.00
7	5,000	8,479	8,479	8,479	4,023	4,179	1,993	113	2,106	0	0	0	4.75	0.27	5.02	0.00	0.00	0.00
11	3,000	10,841	10,841	10,841	6,524	6,541	3,993	0	3,993	0	0	0	9.51	0.00	9.51	0.00	0.00	0.00
15	6,000	8,160	8,160	8,160	3,699	3,860	993	113	1,106	0	0	0	2.36	0.27	2.63	0.00	0.00	0.00
18	5,300	8,510	8,510	8,510	3,900	4,210	1,693	0	1,693	0	0	0	4.03	0.00	4.03	0.00	0.00	0.00
20	6,600	8,339	8,339	8,339	3,903	4,039	393	0	393	0	0	0	0.94	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00
平均	5,417	8,622	8,622	8,622	4,187	4,322	1576	71	1647	0	0	0	3.76	0.17	3.93	0.00	0.00	0.00

■ Group b 假設檢定

(1). Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.9：Group b Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定結果

Variable	T-test for Dependent Samples (Shortage Rate (Group b))							
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario1	0.168333	0.198335						
Scenario2	0.000000	0.000000	6	0.168333	0.198335	2.078964	5	0.092183

(2). Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.10：Group b Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定結果

Variable	T-test for Dependent Samples (Average Inventory on site(Group b)) Marked differences are significant at $p < .10000$							
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario1	4186.667	1194.579						
Scenario2	4322.000	1160.728	6	-135.333	106.0899	-3.12469	5	0.026114

Group b 的期初庫存皆小於 6993，但目標庫存皆大於 7116，代表大部分的缺貨數量是因為期初庫存設定過低所造成，在情境二改變成依實際出貨量下單後則完全沒有缺貨發生，透過統計檢定結果可看出缺貨率顯著下降，但在庫庫存卻顯著增加，這是因為 Group b 各組在情境一的期初庫存設定較低，之後下單才把目標庫存提高，但情境二則是以情境一的平均目標庫存當作期初庫存來模擬，所以情境二的期初庫存高出情境一許多，因此才使平均在庫庫存增加。

3. Group c：期初庫存小於 6993、平均目標庫存小於 7116

表 4.11：Group c 期初庫存小於 6993、平均目標庫存小於 7116 組別

組別	期初庫存		目標庫存		在庫庫存		缺貨數量						缺貨率(單位:%)					
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1			S2			S1			S2		
							A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
3	6,600	6,316	6,316	6,316	2,186	2,228	393	4,042	4,435	677	1,521	2,198	0.94	9.62	10.56	1.61	3.62	5.23
5	6,000	6,669	6,669	6,669	2,568	2,387	993	7,280	8,273	324	4,129	4,453	2.36	17.33	19.69	0.77	9.83	10.60
6	6,000	6,561	6,561	6,561	2,360	2,402	993	613	1,606	432	1,033	1,465	2.36	1.46	3.82	1.03	2.46	3.49
8	6,600	6,676	6,676	6,676	2,504	2,484	393	919	1,312	317	801	1,118	0.94	2.19	3.13	0.75	1.91	2.66
10	5,100	5,031	5,031	5,031	1,233	1,427	1,893	4,527	6,420	1,962	4,951	6,913	4.51	10.78	15.29	4.67	11.79	16.46
21	6,000	5,220	5,220	5,220	1,498	1,533	993	5,933	6,926	1,773	4,383	6,156	2.36	14.13	16.49	4.22	10.43	14.65
22	6,000	6,012	6,012	6,012	2,161	2,011	993	3,526	4,519	981	2,131	3,112	2.36	8.40	10.76	2.34	5.07	7.41
23	6,000	6,567	6,567	6,567	2,416	2,406	993	1,431	2,424	426	1,020	1,446	2.36	3.41	5.77	1.01	2.43	3.44
25	5,000	5,677	5,677	5,677	1,784	1,798	1,993	3,342	5,335	1,316	3,011	4,327	4.75	7.96	12.71	3.13	7.17	10.30
27	5,400	5,220	5,220	5,220	1,363	1,533	1,593	3,437	5,030	1,773	4,378	6,151	3.79	8.18	11.97	4.22	10.42	14.64
28	5,400	5,789	5,789	5,789	1,911	1,869	1,593	6,197	7,790	1,204	2,675	3,879	3.79	14.75	18.54	2.87	6.37	9.24
29	4,800	6,153	6,153	6,153	2,170	2,111	2,193	3,831	6,024	840	1,848	2,688	5.22	9.12	14.34	2.00	4.40	6.40
30	3,800	6,326	6,326	6,326	2,384	2,235	3,193	3,282	6,475	667	1,502	2,169	7.60	7.81	15.41	1.59	3.58	5.17
平均	5,592	6,017	6,017	6,017	2,041	2,033	1401	3720	5121	976	2568	3544	3.33	8.86	12.19	2.32	6.11	8.43

■ Group c 假設檢定

(1). Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.12：Group c Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定結果

T-test for Dependent Samples (Shortage Rate (Group c))								
Marked differences are significant at p < .10000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario1	8.856923	4.744078						
Scenario2	6.113846	3.483795	13	2.743077	3.394936	2.913252	12	0.013002

(2). Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.13：Group c Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定結果

T-test for Dependent Samples (Average Inventory on site(Group c))								
Marked differences are significant at p < .10000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario1	2041.386	446.8004						
Scenario2	2032.615	369.5447	13	8.770710	113.2716	0.279181	12	0.784859

Group c 的期初庫存小於 6993 且平均目標庫存小於 7116，代表缺貨的原因是因為期初庫存設定過低與下單方式所造成。與 Group a 和 Group b 比較發現 Group c 是三組中缺貨率最高的，經由情境二的改變後，缺貨率顯著下降，但平均在庫庫存無顯著差異。

■ 30 組情境二實驗結果假設檢定

(1). Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.14：30 組 Scenario 1 與 Scenario 2 缺貨率檢定結果

T-test for Dependent Samples (Shortage Rate)								
Marked differences are significant at p < .10000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario1	4.984000	4.878430						
Scenario2	3.330667	3.671382	30	1.653333	2.727032	3.320708	29	0.002433

(2). Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.15：30 組 Scenario 1 與 Scenario 2 平均在庫庫存檢定結果

Variable	T-test for Dependent Samples (Average Inventory on site) Marked differences are significant at p < .10000							
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario1	2745.827	1079.369						
Scenario2	2773.567	1099.899	30	-27.7397	130.0181	-1.16858	29	0.252089

由表 4.1 比較 30 組情境一與情境二的實驗結果，因下單方式所造成的缺貨數量由情境一的 2093 下降到 1399，缺貨率由 4.98% 下降至 3.33%，平均目標庫存皆為 6896，而 30 組檢定的結果如表 4.14 與表 4.15 所示，30 組整體的缺貨率顯著下降但平均在庫庫存無顯著差異。所以經由情境二的改變證明了先前的假設；拉式系統以實際出貨量的下單方式顯著優於推式系統。

在情境一缺貨率較低的有 5 組，屬於績效佳的，有 25 組缺貨率較高，屬於績效差的。經過情境二實驗後，這 25 組有 15 組缺貨率下降，5 組沒有差異，但有 5 組數據情境二缺貨率反而顯著比情境一高，如表 4.16 所示。

表 4.16：情境二缺貨率提高組別

組別	期初庫存		目標庫存		在庫庫存		缺貨數量						缺貨率(單位:%)					
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1			S2			S1			S2		
							A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
6	6,000	6,561	6,561	6,561	2,360	2,402	993	613	1,606	432	1,033	1,465	2.36	1.46	3.82	1.03	2.46	3.49
10	5,100	5,031	5,031	5,031	1,233	1,427	1,893	4,527	6,420	1,962	4,951	6,913	4.51	10.78	15.29	4.67	11.79	16.46
16	8,400	5,727	5,727	5,727	1,749	1,828	0	2,025	2,025	1,266	2,862	4,128	0.00	4.82	4.82	3.01	6.81	9.82
17	8,400	6,106	6,106	6,106	2,242	2,075	0	1,377	1,377	830	1,829	2,659	0.00	3.28	3.28	1.98	4.35	6.33
27	5,400	5,220	5,220	5,220	1,363	1,533	1,593	3,437	5,030	1,773	4,378	6,151	3.79	8.18	11.97	4.22	10.42	14.64
平均	6,660	5,729	5,729	5,729	1,789	1,853	896	2396	3292	1253	3011	4263	2.13	5.70	7.83	2.98	7.17	10.15

在 30 組數據中，若目標庫存足以應付需求變異，那麼改變以實際出貨量下單方式皆不會有缺貨情況。但若目標庫存不足以應付需求變異時，卻出現了 5 組資料缺貨率反而更高。是否這 5 組實驗者有特殊的下單方式反而比以實際出貨量下單還來的好呢？

進而檢視這 5 組的實驗紀錄表看出這 5 組實驗者幾乎都是依照預測量來決定目標庫

存水位，且預測相對其他組別來的準確，尤其在需求量變大時都能及時調高目標庫存水位，所以缺貨率比以實際出貨量下單低。但這 5 組並無一個具有邏輯的管理方式，缺貨率會比較低的原因是因為實驗者較準確地預測到未來需求變化，在 4.2 小節中本研究證明了以拉式系統的下單方式顯著優於推式系統，因為推式系統的基礎是建立在預測上，但預測不確定性高，所以才產生大多數組別績效不佳的結果。而這 5 組的下單方式依然是建立在預測上，只是這 5 組的預測較準確。如果重複 30 次以上實驗，實驗者能否每次皆預測正確呢？所以本研究推論這 5 組資料缺貨率較低，運氣成分占很大的因素。

4.3 情境三結果分析

在情境一目標庫存大於 7116 的組別經由情境二缺貨率皆降為 0%，這是因為這幾組的目標庫存水位足以應付需求變異，會造成在情境一缺貨的原因是下單方式，但需考慮其目標庫存水位是否過高，需要調低。而在情境一目標庫存小於 7116 的組別經由情境二依然還是會發生缺貨情況，這是因為這幾組的目標庫存水位不足以應付需求變異，若要降低缺貨情況則需調高目標庫存。所以情境三將以情境二的期末庫存開始進行，請實驗者調整至適當的目標庫存水位並以實際出貨量作為下單數量。

由表 4.1 看到情境三的實驗結果，平均缺貨數量降至 130，平均缺貨率降至 0.31%，平均在在庫存降至 2620，平均目標庫存為 7190。雖然還是有缺貨發生，但這些缺貨的數量都是因為在情境二過低的目標庫存所造成，並非下單方式。

■ 30 組情境三實驗結果假設檢定

(1). Scenario 2 與 Scenario 3 缺貨率檢定

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.17：30 組 Scenario 2 與 Scenario 3 缺貨率檢定結果

Variable	T-test for Dependent Samples (Shortage Rate)							
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario2	4.625333	5.032243						
Scenario3	0.309333	0.693502	30	4.316000	4.471596	5.286637	29	0.000011

(2). Scenario 2 與 Scenario 3 平均在庫庫存檢定

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = 0.1$$

表 4.18：30 組 Scenario 2 與 Scenario 3 平均在庫庫存檢定結果

Variable	T-test for Dependent Samples (Average Inventory on site) Marked differences are significant at $p < .10000$							
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Scenario2	2773.567	1099.899						
Scenario3	2619.933	139.044	30	153.6333	961.8197	0.874888	29	0.388823

由表 4.17 與 4.18 的檢定結果可看出情境三之缺貨率顯著低於情境二，但情境二與情境三之平均在庫庫存卻沒有顯著差異。本研究經由三情境的實驗逐步改變管理方式，以實際出貨量下單，調整至足以應付需求變異的目標庫存水位，維持固定的目標庫存，所得的結果完全不會缺貨，的確證明拉式系統依然能在需求變化大的環境下有保持良好績效。



第五章 結論與未來研究方向

本研究的目的是要驗證即使在一個需求變化大的供應鏈環境下，使用拉式系統的運作方式依然能有良好的管理績效且相對優於推式系統。為了證明此論點，本研究模擬一個符合實務環境的供應鏈系統，邀請在庫存、採購、配銷管理…等相關領域具有實務經驗的業界人士來進行實驗，透過 30 組（90 位實驗者）實驗結果的分析，可得以下幾點結論：

1. 以低庫存滿足客戶需求是供應鏈上各成員的營運目標，但由實驗結果，目前的管理者並沒有達成此目標，並且存在著備高低庫存的衝突。
2. 造成績效不佳的主因不是需求變化太大或預測不準，而是管理方式（推式系統或拉式系統），且大部分的管理者採用推式系統。
3. 推式系統的問題在於當預測不準確時，容易發生庫存過多或缺貨情況，並沒有一套機制來管控何時需要補貨，要補多少數量（防止過度補貨）。
4. 即使目標庫存水位設定不正確，但拉式系統的下單方式依然優於推式系統。
5. 拉式系統的管理方式（設定適當的目標庫存水位並以實際需求為下單數量）依然能在市場需求變化大環境下，以低庫存滿足客戶需求。
6. 若所設定目標庫存水位足以應付需求變化，在此期間任何的需求波動都可視為雜音（noise）。
7. 大多數的管理者的管理方式通常十分複雜卻沒有成效，雖然少數有經驗的管理者能得到與拉式系統一樣的績效，但相較而言，拉式系統是一套相當簡單且有效的管理機制。
8. 拉式系統的操作方式不需要對員工做長時間的教育訓練就能運作，尤其在產品種類多的環境下更能顯現其簡單與有效性。

本研究證實造成績效不佳的主因是因為管理者使用以預測為基礎的管理方式，但這並不代表預測不重要，而是要用在對的地方來預測（例如聚集點），若能妥善運用，預測資訊可以輔助管理者做調整目標庫存的決策。雖然本研究的實驗結果證實拉式系統的有效性，但不代表拉式系統能運用在任何環境下，一個有效的管理機制必須使用在符合此機制的假設條件下，本研究已證實需求變化並不是拉式系統的限制，但現今許多產品的生命週期都十分短暫，而拉式系統是否能有效運用在產品生命週期短的環境下是未來值得研究的方向。

參考文獻

1. Chaman, L. J. (2006). Benchmarking Forecasting Errors. *The Journal of Business Forecasting*, 24(4), 13-15.
2. Chaman, L. J. (2007). Benchmarking Forecasting Errors. *The Journal of Business Forecasting*, 25(4), 18-21.
3. Chaman, L. J. (2008). Benchmarking Forecasting Errors. *The Journal of Business Forecasting*, 26(4), 19-23.
4. Chen, B., Ip, W. H., and Li, Y. (2006). The Study and Application of CPFR Model and Its Analysis in China, *Service Systems and Service Management, 2006 International Conference on, 1*, 745-749.
5. Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J. K., and Simchi-Levi, D. (2000). Quantify the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain. *The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information, Management Science*, 46(3), 436-443.
6. Disney S.M., and Towill D.R. (2003). On the Bullwhip and Inventory Variance Produced by an Ordering Policy, *Omega*, 31(3), 157-167.
7. Dowling, G. R. (2004). *The art and science of marketing* (pp.266). UK: Oxford University Press.
8. Goldratt, E. M., and Goldratt, A. R. (2003). *TOC Insights into Distribution and Supply-Chain*.
9. Harrison, T. P., Lee, H. L., and Neale, J. J. (2003). *The Practice of Supply Chain Management*. Europe: Springer.
10. Hinkelman, E. G., and Putzi, S. (2005). *Dictionary of International Trade - Handbook of the Global Trade Community*. California USA: World Trade Press.
11. Lee H. L., So, K.C., and Tang, C.S. (2000). The Value of Information Sharing in a Two-Level Supply Chain, *Management Science*, 46(5), 626-643.
12. Lee H. L., Padmanabhan, V., and Whang, S. (1997a). Information Distortion in a Supply Chains, *Management Science*, 43(4), 546-558.
13. Lee, H. L., Padmanabhan, V., and Whang, S. (1997b). The Bullwhip Effect in Supply Chains, *Sloan Management Review*, 38(3), 93-102.
14. Lin, C. C., Shieh, S. C., Kao, Y. H., Chang, Y. T., and Chen, S. S. (2008). The simulation analysis of push and pull shelf replenishment policies for retail supply chain. *Machine Learning and Cybernetics, 2008 International Conference on, 7*, 3964 -3969.
15. Martin, Michael J.C. (1994). *Managing Innovation and Entrepreneurship in*

Technology-based Firms (pp.44). New York: Wiley-IEEE.

16. Masuchun, W., Davis, S., and Patterson, J. W. (2004). Comparison of push and pull control strategies for supply network management in a make-to-stock environment, *Journal of Production Research*, 42(20), 4401-4419.
17. Pfeifer, C., Hensolt, J., Wolfinger, K., Kornas, N., and Erath, S. (2008). Investigation of Opportunities that exist within the Automotive Supply Chain for Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (VICS CPFR®). Retrieved Mar 2, 2009 from VICS database on the World Wide Web: <http://www.vics.org>
18. Voluntary Interindustry Commerce Standards (VICS) (2004). CPFR Overview. Retrieved Mar 2, 2009 from VICS database on the World Wide Web: <http://www.vics.org>
19. Zhang, X. H., and Lv, L. (2008). Performance Comparisons of Supply Chain between Push and Pull Models with Competing Retailers. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM '08. 4th International Conference on, 12-14*, 1-4.



附錄一、預測與實際需求表

	Scenario 1 & Scenario 2			Scenario 3				Scenario 1 & Scenario 2			Scenario 3		
	單期需求	6 期需求	6 期預測	單期需求	6 期需求	6 期預測		單期需求	6 期需求	6 期預測	單期需求	6 期需求	6 期預測
Week1	1344		4800	660	3523	4844	Week27	1369	4165	4822	572	5192	3761
Week2	1016		4256	1223	4458	5467	Week28	1688	5831	3543	1778	6690	4345
Week3	904		4040	1388	5036	4517	Week29	692	5740	3343	831	6516	4050
Week4	1098		4480	1210	6037	3789	Week30	1789	7116	4020	795	6615	3791
Week5	1087		4398	626	5841	3802	Week31	22	7048	3919	1022	6481	4774
Week6	1544	6993	4215	975	6082	4564	Week32	468	6028	4589	855	5853	4583
Week7	932	6581	3769	1285	6707	4799	Week33	0	4659	5910	1626	6907	4523
Week8	474	6039	3924	940	6424	4140	Week34	456	3427	5932	471	5600	3919
Week9	54	5189	4994	1726	6762	4175	Week35	1653	4388	5944	44	4813	4303
Week10	69	4160	5872	1542	7094	3734	Week36	538	3137	4291	1370	5388	5885
Week11	0	3073	6277	3	6471	3132	Week37	1346	4461	4209	208	4574	4986
Week12	1546	3075	6331	374	5870	4855	Week38	1002	4995	4516	271	3990	4822
Week13	1738	3881	4854	385	4970	6023	Week39	1408	6403	4052	1120	3484	5921
Week14	1123	4530	3116	235	4265	5641	Week40	1091	7038	3990	1658	4671	5009
Week15	954	5430	3539	499	3038	5780	Week41	1050	6435	3901	1192	5819	3622
Week16	528	5889	4323	1291	2787	5666	Week42	895	6792	4259	1398	5847	3550
Week17	1156	7045	4918	696	3480	4610	Week43	732	6178	4455	1459	7098	3810
Week18	21	5520	4716	219	3325	4413	Week44	853	6029	4773	139	6966	3543
Week19	597	4379	5223	461	3401	5485	Week45	169	4790	4815	784	6630	4802
Week20	11	3267	5782	643	3809	5720	Week46	1235	4934	5378	190	5162	5477
Week21	1676	3989	5792	453	3763	5296	Week47	13	3897	4996	1736	5706	5426
Week22	22	3483	4713	280	2752	5304	Week48	288	3290	5152	0	4308	
Week23	783	3110	4702	1005	3061	5667	Week49	810	3368	6099	412	3261	
Week24	413	3502	5595	696	3538	5115	Week50	209	2724	5302	224	3346	
Week25	90	2995	5204	1156	4233	4699	Week51	1283	3838	5381	337	2899	
Week26	1488	4472	5897	1483	5073	4548	Week52	273	2876	4908	54	2763	