

國立交通大學

工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

以實驗驗證管理之觀念與方法為庫存績  
效不佳之主要原因

An Empirical Study to verify management concept and method  
as the main cause of poor inventory management performance

研究生：黃彥叡

指導教授：李榮貴 博士

彭文理 博士

中華民國九十九年六月

以實驗驗證管理之觀念與方法為庫存績  
效不佳之主要原因

An Empirical Study to verify management concept and method  
as the main cause of poor inventory management performance

研究生：黃彥叡

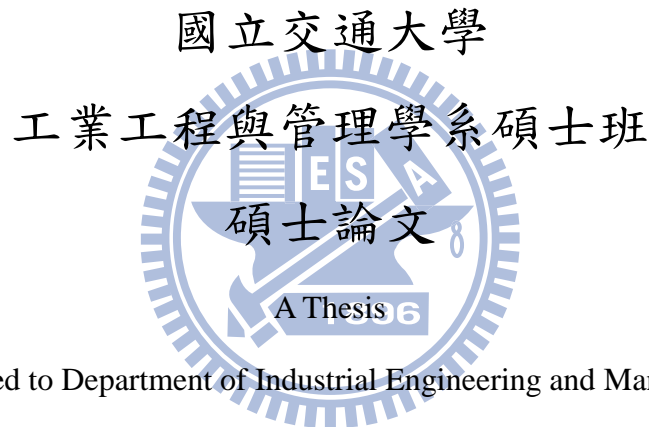
Student：Yen-Jui Huang

指導教授：李榮貴 博士

Advisor：Dr. Rong-Kwei Li

彭文理 博士

Dr. Wen-Lea Pearn



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

June 2010

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年六月

# 以實驗驗證管理之觀念與方法為庫存績效不佳 之主要原因

研究生：黃彥叡

指導教授：李榮貴 博士

彭文理 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

## 摘要

庫存管理之目標在於「以低庫存滿足需求」。然而實際上庫存管理運作常面臨高存貨卻仍然缺貨的問題。一般在業界認為使得庫存管理無法達成目標之主要原因來自於外在環境的變異，例如：預測不準確、供應商不可靠、供應前置時間過長、供應商之品質議題...等。本研究認為造成管理績效不佳的主要原因並非外在環境變異，而是在於「管理庫存的觀念與方法」。要做好庫存管理有四個重點，管理者必須同時在 a. 系統中該儲備多少庫存、b. 何時該訂購、c. 該訂購多少數量、d. 適時的調整庫存水位這四個方面有一個良好的遵行準則。本研究透過實驗驗證績效不佳主要在於管理者沒有做好上述四個重點，以及改變行為使用拉式補貨系統可帶來之績效改善，藉由不同週期與管理方式之交互作用驗證唯有良好的管理行為才能夠得到較佳的管理績效。

關鍵詞：拉式補貨系統、限制理論

# An Empirical Study to verify management concept and method as the main cause of poor inventory management performance

Student : Yen-Jui Huang

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

Dr.Wen-Lea Pearn

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

## Abstract

The goal of inventory management is “low inventory to meet demand.” However, in practice the operation of inventory management is still often faced with high inventory and shortage problems. Generally, the industry believes that the main reason of the goal of inventory management cannot be reached is the variation of the external environment, such as: inaccurate forecasts, unreliable supply of long lead time, suppliers of quality issues ... and so on. This study suggests that the main reason for poor performance is not the variation of the external environment, but rather the "inventory management concepts and methods". Managers must have a good compliance with guidelines in the following four focus to achieve the goal: a. how much inventory should the system keep, b. when to release the order, c. the number of the order quantity, d. timely adjustment of inventory level. In this study, experimental verification is that the manager does not do the focus well; alter the manage method to use the pull-based replenishment system can make better performance, and verify that only good management practices can be better management performance by different ordering cycles and management of interactive performance comparison.

Keywords : Demand Pull, Theory of Constraints

# 誌謝

兩年碩士班的生活一轉眼就過去了，謝謝李榮貴老師這兩年對我的細心指導。感謝老師教導了許多思考問題的邏輯與方式，在論文的寫作上也總是不厭其煩的修正謬誤與導正方向，對於學生總是能夠包容錯誤，給予成長的機會。另外也要感謝張盛鴻老師與蔡志弘老師對於論文上的指正與建議。

實驗室的各位同學，謝謝你們這兩年的共同打拼與陪伴。我們來自不同的學校、不同的成長背景。但因為你們，讓這短短兩年的研究所生活變得多彩多姿，留下了許多美好的回憶及成長的記號。28屆的家人們，也謝謝你們總是填補了我缺少的那一塊溫暖。

最後要感謝我的父母肯支持我在退伍後繼續深造。我一切的成就與榮耀歸於你們的用心栽培。

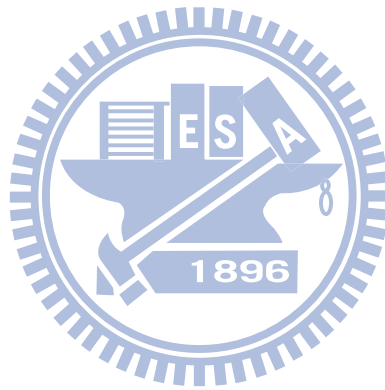


# 目錄

中文摘要.....	i
Abstract.....	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
第三章 研究方法.....	7
3.1 實驗環境說明.....	7
3.2 實驗情境說明.....	8
3.2.1 情境一( Scenario one ).....	8
3.2.2 情境二( Scenario two ).....	8
3.2.3 情境三( Scenario three ).....	9
第四章 數據分析.....	11
4.1 問卷資料統計.....	11
4.2 ANOVA 變異數分析.....	11
4.3 情境數據分析.....	16
情境一.....	16
情境二.....	20
情境三.....	21
第五章、結論.....	23
參考文獻：.....	24
附錄一.....	27
實驗參數設定.....	27
實驗介面說明.....	32
績效衡量指標.....	38
操作說明.....	39
附錄二、基本資料調查問卷.....	41
附錄三、需求一：預測與實際需求表.....	42
附錄四、需求二：預測與實際需求表.....	43
附錄五、目標庫存波動折線圖.....	44

# 表目錄

表 1：補貨前置時間定義 .....	4
表 2：ANOVA 檢定表-庫存量 .....	15
表 3：Fisher LSD 事後檢定表-庫存量 .....	15
表 4：ANOVA 分析表-缺貨數量 .....	15
表 5：Fisher LSD 事後檢定表-缺貨數量 .....	16
表 6：情境一之平均績效數據-以週期分類 .....	16
表 7：情境一未缺貨組數據 .....	17
表 8：情境一之平均績效數據-以週期與期初庫存分類 .....	18
表 9：高庫存卻缺貨組別 .....	19
表 10：情境一之平均績效數據-以週期與目標庫存分類 .....	21
表 11：情境二之平均績效數據-以週期與目標庫存分類 .....	21
表 12：情境三之平均績效數據-以週期與目標庫存分類 .....	22



# 圖目錄

圖 1：供應源頭預測變異較小.....	3
圖 2：拉式補貨模式示意圖.....	5
圖 3：各緩衝區示意圖.....	6
圖 4：實驗環境示意圖.....	7
圖 5：下單週期 1 週之三情境數據.....	12
圖 6：下單週期 2 週之三情境數據.....	13
圖 7：下單週期 3 週之三情境數據.....	14
圖 8：三回合需求參數表.....	27
圖 9：情境一與情境二需求常態機率圖.....	28
圖 10：情境三需求常態機率圖.....	29
圖 11：情境一與情境二需求常態適合性檢定.....	30
圖 12：情境二需求常態適合性檢定.....	30
圖 13：需求一預測與需求波動圖.....	31
圖 14：需求一預測與需求波動圖.....	32
圖 15：實驗介面圖(1 週).....	35
圖 16：實驗介面圖(2 週).....	36
圖 17：實驗介面圖(3 週).....	37
圖 18：各情境績效紀錄表.....	38
圖 19：三次情境之總績效紀錄表.....	39
圖 20：遊戲輸入說明圖.....	39
圖 21：目標水位調整範例圖-調整前.....	40
圖 22：目標水位調整範例圖-調整後.....	40
圖 23：下單週期 1 週之目標庫存波動折線圖.....	44
圖 24：下單週期 2 週之目標庫存波動折線圖.....	45
圖 25：下單週期 3 週之目標庫存波動折線圖.....	46



# 第一章 研究動機與目的

庫存管理之目標在於「以低庫存滿足需求」。然而實際上庫存管理運作常面臨兩個問題：低庫存導致缺貨；儲備高庫存應付需求卻又造成存貨過多。一般在業界認為使得庫存管理無法達成目標之主要原因來自於外在環境的變異，例如：預測不準確、供應商不可靠、供應前置時間過長、供應商之品質議題...等。

本研究認為造成管理績效不佳的主要原因並非外在環境變異，而是在於「管理庫存的觀念與方法」，要做好庫存管理有四個重點，管理者必須同時在 a.系統中該儲備多少庫存、b.何時該訂購、c.該訂購多少數量、d.適時的調整庫存水位這四個方面有一個良好的遵行準則。

企業普遍導入 MRP、ERP、E 化採購...等系統針對上述四點作為改善，但存貨過剩、缺貨過多的現象卻依舊存在 ( M. UMBLE 【14】 )。其原因在於以上系統之運作以預測為基礎而非實際需求，也就是所謂的推式系統。相較於推式系統，Goldratt 博士提出了以實際需求為基礎之 TOC 拉式補貨系統 ( Demand Pull )。以往的研究已經可以證明在庫存管理方面利用拉式補貨系統，即使面對需求變異大的環境也可以有效改善缺貨與存貨過多的問題 ( Lin, C. C【19】; Zhang, X. H【25】 )，以及拉式系統在供應鏈之績效優於推式系統。(江治緯【29】)

在江治緯之庫存管理介面中，實驗者之下單週期皆固定為 2 週，行為上受到較大的限制。本研究增加下單週期選擇上之彈性，實驗者可自行選擇 1、2 或 3 週。目的在於增加行為的多樣性、表現出不同管理行為對績效的差異，以及顯示出不同下單週期、不同下單週期與不同管理方式之間的交互作用所產生的影響。此外本研究亦利用問卷調查實驗者對庫存管理之認知是否正確，如本身企業所使用之管理方式、對補貨時間的了解等等，再以實際操作後之數據分析實驗者之認知與行為是否相符。

本研究主要目的是由實驗驗證出庫存管理績效不佳的原因在於管理者本身

缺乏良好的管理機制，而非外在的變異造成。利用問卷調查以及不同週期與管理方式之交互作用之數據分析，顯示出四個管理重點之間的影响，藉此驗證出管理者對於庫存管理缺乏正確的觀念如：對補貨時間的了解、庫存量與補貨時間的關係、擁有較短的補貨時間卻無法在顯現在績效上…等。並且透過利用拉式補貨系統的改善，可以證明拉式補貨系統為一穩健且能夠達成庫存管理目標的管理機制。



## 第二章 文獻探討

高德拉特博士在「絕不是靠運氣」一書中【8】，初次提出拉式補貨模式概念，將傳統依據預測進行補貨的推式 (Push) 作法改成依據實際消耗數量來決定生產及補貨數量的拉式 (Pull) 概念。

拉式補貨模式之所以能有效改善整體存貨及缺貨問題，原因在於背後有四個重要概念做為運作依據，分別為聚集、增加補貨頻率、拉式補貨機制以及緩衝管理，以下說明這四個概念：

### 1. 聚集：

傳統存補貨方法認為產品應放在離消費者最近的地方以利銷售，然而這種作法易使存貨分配不恰當，部份產品缺貨，而部份產品卻滯銷的情況產生，為了解決這個問題，拉式補貨模式提出聚集的概念，將大部分庫存留在供應鏈的源頭處，有利於分配滿足下游最為迫切需求點的需求，如圖 1 所示。另外，根據統計原理，個別計算變異一定遠高於整體計算的變異，因此若能把主要庫存放在供應源頭處，使整體變異較低，穩定供應鏈的存貨。

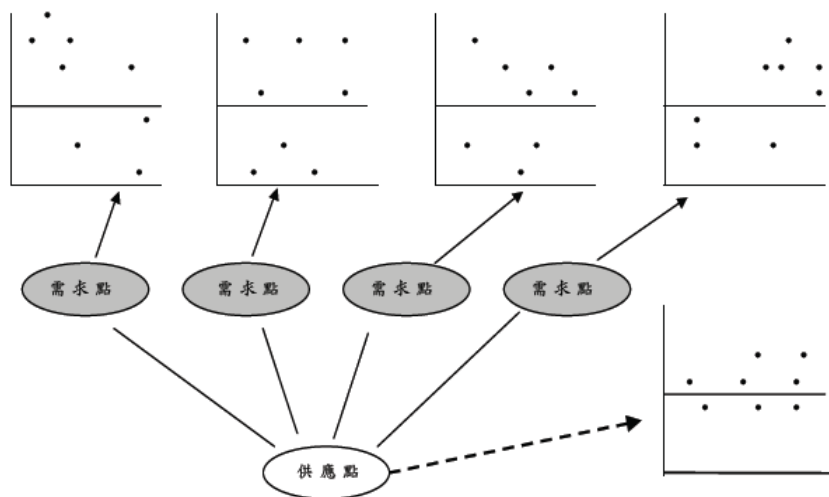


圖 1：供應源頭預測變異較小

## 2. 增加補貨頻率

執行拉式補貨模式時，必須先訂定目標庫存量的多寡，目標庫存量包含在庫庫存與在途庫存的總和，其中在庫庫存必須能夠滿足訂購前置時間的預期消耗量，在途庫存必須能夠滿足生產及運輸前置時間的預期消耗量。以安全存量為考量，兩者皆以最大消耗量為目標存量之估算，因此須先依據過去歷史資料與未來市場需求來推算最大消耗率，再將補貨前置時間（包含訂購、生產及運輸前置時間）列入考慮，可得目標庫存量之設定。

因此目標庫存量的設定會受到補貨前置時間長短而影響，例如補貨前置時間為一個月，則目標庫存至少備有一個月內的消耗量，若補貨前置時間為一星期，則目標庫存僅需備有一星期內的消耗量。在限制理論中，補貨前置時間定義為三種時間的加總，分別為訂購前置時間、生產前置時間及運輸前置時間，這三種時間各自的定義說明可見表 1。因此若能降低補貨前置時間，目標庫存量就能減少。

限制理論認為有效降低補貨前置時間有一方法，即是增加補貨頻率，此做法能使訂購前置時間縮短，在庫庫存亦減少。舉例來說，若每月需求為 20 單位，每月補貨一次，則在庫庫存最多為 20 單位；若增加補貨頻率，為每週補貨一次，每次訂 5 單位，則庫存大部分會在運送的途中，因此在庫庫存會降低。

表 1：補貨前置時間定義

補貨前置時間	定義
訂購前置時間 (Order Lead Time)	從一件產品賣出到一張補貨訂單被發出的時間， 即發出補貨訂單的頻率。
生產前置時間 (Production Lead Time)	製造商/供應商從決定發出工單直到完成生產的 時間。
運輸前置時間 (Transportation Lead Time)	成品從供應商運送到訂購庫存地的時間。

## 3. 拉式補貨機制

拉式補貨模式是以下游消耗多少貨品就向上游訂購多少貨品的機制，此做

法能克服市場預測的不準確，同時避免預測誤差帶來的長鞭效應，達到整體存貨有效降低等表現，如圖 2。其運作步驟說明如下：

- (1) 零售商儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，零售商用掉多少數量就對上游(配銷商/批發商)訂購多少。
- (2) 配銷商/批發商儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，配銷商運送多少數量到下游商(零售商)，就對上游(製造商)訂購多少。
- (3) 製造商儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，製造商運送多少數量到下游商(配銷商/批發商)，就對上游(供應商)訂購多少。

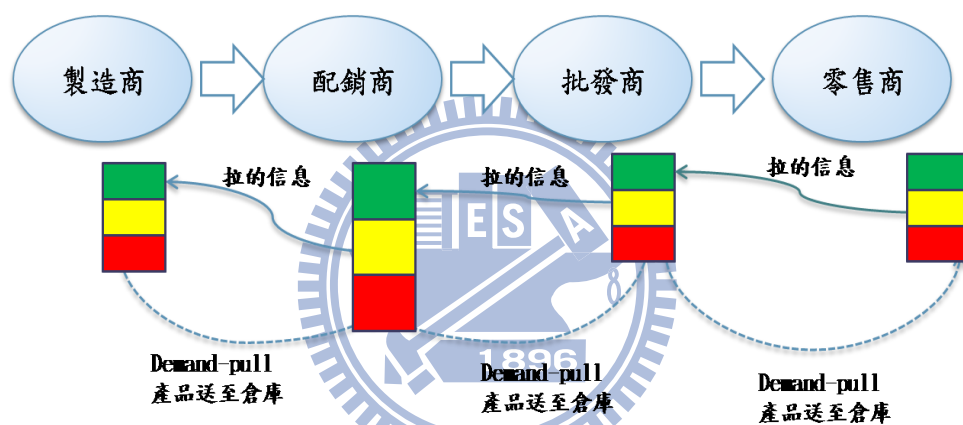


圖 2：拉式補貨模式示意圖

#### 4. 緩衝管理 (Buffer Management)

緩衝管理是限制理論中的一個監控庫存量的方法。將目標庫存量三等份為三個緩衝區，分別為紅色、黃色及綠色緩衝區，代表趕工、警告及忽略。當連續數個補貨週期的庫存狀態都處於紅色緩衝區，代表目標庫存水位設定可能過低，無法確保滿足需求的風險大增，便須考慮提高目標庫存；反之，當連續數個補貨週期的庫存狀態都處於綠色緩衝區，代表目標庫存水位設定可能過高，長期而言庫存成本過高，便須考慮降低目標庫存，如圖 3 所示。調整後之水位至少要等候一個補貨時間之後(調整後的訂購數量入庫)再判斷是否繼續調整。至於目標庫存之調整幅度，限制理論並未明確規範，一般而言以 1/3 的目標庫存量作為調高與調

降比率參考，因各種產業特性而有所不同。當需求型態產生變動時透過緩衝管理可簡易調整參數，依需求趨勢改變而做調整，避免存貨過高。

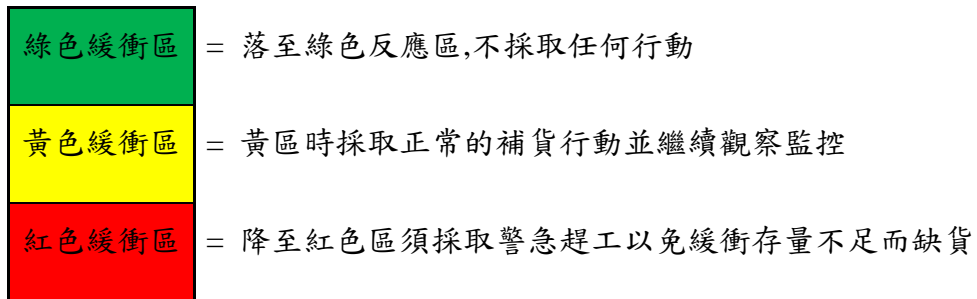
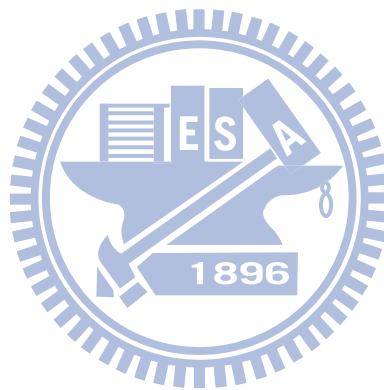


圖 3：各緩衝區示意圖



# 第三章 研究方法

## 3.1 實驗環境說明

本實驗利用 EXCEL VBA 模擬一個三階段供應鏈：包含製造商、配銷商及零售商如下圖 4 所示。參與者扮演配銷商角色。零售商要求配銷商將倉庫設立於靠近零售商的區域，當零售商產生需求時，可直接至倉庫取貨。倉庫庫存由配銷商管理，採用供應商管理存貨(Vender Managed Inventory；VMI)。配銷商可向上游製造商下單訂貨。實驗者可自由決定訂貨數量並管理庫存，目標是以相對低量的庫存滿足下游顧客需求。

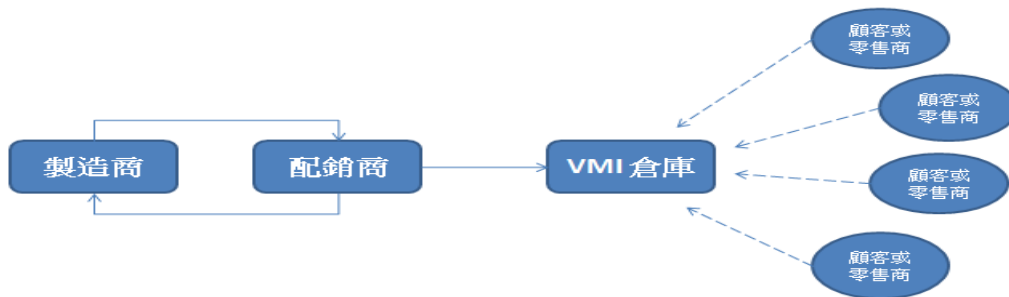


圖 4：實驗環境示意圖

實驗環境假設如下：

1. 實驗進行三回合，時間為連續，每一回合 52 週。
2. 配銷商只銷售一種產品。
3. 此產品處於產品生命週期成熟階段。
4. 零售商每週都可能產生需求，若配銷商當週無法供應則失去銷售機會，缺貨不候補。
5. 製造商接到配銷商之訂單後才開始生產。
6. 生產及運送至配銷商的時間為 4 週，第 1 週下單後第 6 週可用。(第 1 週末下單，第 5 週末進貨，第 6 週初可用。)

7. 製造商交期 100%可靠。

詳細實驗參數設定、實驗介面說明、績效記錄指標以及操作說明請參閱附錄一。

## 3.2 實驗情境說明

由於一般認為庫存管理績效不佳之最主要原因是預測不準、供應商不可靠、供應之前置時間過長、供應商之品質議題等變異因素所造成。因此為了驗證管理績效不佳之主要原因不在於變異因素，而是管理庫存的觀念及方法所造成，故模擬之條件將上述變異排除，由實驗者依照目前所使用之管理方法實際操作庫存管理。並且藉由不同下單週期以及不同情境間管理方式的改變，檢視管理行為對績效的影響。情境一為各實驗組自行操作輸入；情境二利用情境一之需求與預測數據進行自動模擬；情境三沿續情境一期末之數據，重新開始一年 52 週之運作。

### 3.2.1 情境一( Scenario one )

實驗開始前，將實驗者進行分組(2~3 人一組)。給予各實驗組基本資料調查問卷(問卷請參閱附錄二)，調查各組本身企業所使用之庫存管理方式、對補貨時間之了解以及所決定之下單週期與選擇此週期的原因。各實驗組決定下單週期後(1 週、2 週以及 3 週可自由選擇但必須固定)，討論管理策略(下單策略)並決定期初庫存數量。每次下單訂貨之數量由各組自行決定，以目前公司之實際管理庫存的方式進行實驗。

情境一目的在於蒐集各組的問卷資料、實驗績效以及觀察下單訂貨的方式。在沒有外在環境變異的環境下各實驗組之績效良劣取決於管理者的管理方式。除了利用所蒐集之問卷資料與績效數據分析實驗者行為之外，也將藉由情境一之績效數據透過情境二與情境三之操作驗證改變管理行為對績效之改善。

### 3.2.2 情境二( Scenario two )

在情境一中，本研究假設各組績效不佳的原因是由於實驗組在管理庫存的四個重點上並沒有一個有效的管理方法或準則所造成。實驗組可能會質疑預測需求



之準確度與需求變異為造成績效不佳之原因，然而實際需求原本就是一未知數，所以才需要利用預測去推估。若不針對預測準確度與需求變異做改善，而是在管理方式上做改變，是否能夠改善績效？本研究利用與情境一相同之需求與預測數據，透過情境二檢視改變行為所帶來的績效改善。

情境二中，本研究利用程式自動模擬，使用與情境一相同的需求數據與下單週期，將各組在情境一中的平均目標庫存做為情境二之期初庫存。使用期望目標庫存之原因在於本研究認為管理者在管理庫存時都會有一個系統中應該儲備多少存貨的水準以應付需求，然而此水準會隨著需求變動或是管理者本身主觀意識而改變，所以使用情境一之平均目標庫存做為情境二之期初庫存。下單訂購方式則是遵照拉式補貨系統之準則，根據實際出貨量來下單訂貨。期望透過行為之改變證明拉式補貨系統之運作方式能夠有效降低缺貨，再次驗證管理庫存的方法才是影響績效良劣的主要原因。

### 3.2.3 情境三(Scenario three)

在情境二改以實際出貨量做為下單訂貨數量的依據並且驗證是否有顯著改善，但實驗各組的目標庫存(情境一之平均目標庫存)若太低或太高仍然會造成缺貨或庫存過多的現象，因此目標庫存會直接影響到拉式補貨系統的服務水準。然而目標庫存並沒有一個絕對的公式可以計算，只能夠決定出一個適當的水位—足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求(包含此期間的需求變異)。情境三之目的就是重新調整目標庫存至適當水位，並且根據實際出貨數量下單訂貨。由附錄二可看到情境一補貨時間內下單週期為 1 週之最大需求 5947、2 週為 7116、3 週為 8088，也就是說只要目標庫存維持在 5947、7116 以及 8088 以上則不會有缺貨情況發生。因此將情境三之目標庫存量根據下單週期分別設定為 6000、7200 以及 8400。

情境三延續情境一之資料(永續經營)以與情境一相同之需求分配產生新的數據並使用拉式補貨的觀念重新進行 52 週之庫存管理操作，若情境三的結果相較於情境一獲得顯著改善，則可驗證做好四個管理重點可以使庫存管理的績效獲

得改善，即使在需求變異大的環境下，拉式補貨系統仍然可以以相對低的庫存滿足下游需求。此外藉由三個情境與不同下單週期間的比較，本研究亦預驗證越短之下單週期(越頻繁的下單訂貨次數)能夠以相對低的庫存量來滿足需求必須建立在行為正確的前提之下。

透過三個情境之操作後，為判斷出不同週期與不同情境對績效造成之影響與績效改善的顯著性。本研究將下單週期(1、2、3)與情境(一、二、三)作為影響績效之因子，以 ANOVA 檢定「週期」、「情境」以及「週期與情境之交互作用」對庫存量與缺貨數量是否有顯著影響。再利用 Fisher LSD test 做事後檢定，以檢視績效改善的顯著性。



# 第四章 數據分析

## 4.1 問卷資料統計

經過問卷基本資料調查統計後，可得以下結果：

1. 企業目前本身所使用之補貨方式：使用推式系統的有 30 組、使用拉式系統的有 28 組，其它(接單式) 1 組，共 59 組。
2. 對於補貨時間之了解：有 20 組清楚了解補貨時間之定義為「訂購週期、運輸時間及生產時間之加總」；不了解什麼是補貨時間之組別則有 39 組，其中有 12 組認為補貨時間只包含運輸與生產時間、10 組認為訂購週期即為補貨時間。
3. 下單週期的選擇：選擇 1 週(每週下單)之組別有 25 組、2 週之組別有 16 組，3 週之組別有 18 組。

## 4.2 ANOVA 變異數分析

由實驗所蒐集之 59 組實驗數據如圖 5、圖 6 及圖 7 所示。在進行情境分析前，為顯示不同週期與不同情境對績效造成之影響與績效改善的顯著性。本研究先利用 ANOVA 變異數分析對三個情境之數據進行檢定，再針對各情境做分析。本研究將下單週期(1、2、3)與情境(一、二、三)作為影響績效之因子，以 ANOVA 檢定因子對庫存量與缺貨數量這兩個庫存管理中的重要績效指標是否有顯著影響：1. 「週期」、「情境」以及「週期與情境之交互作用」對庫存量之 ANOVA 檢定；2. 「週期」、「情境」以及「週期與情境之交互作用」對缺貨數量之 ANOVA 檢定。再利用 Fisher LSD test 做事後檢定，以檢視績效改善的顯著性。檢定之數據請參閱表 2、表 3、表 4 及表 5。其中由於在途庫存來自於每次下單訂購的數量，本研究認為系統中之庫存量應包含在途庫存量與在庫庫存量。

組別	期初庫存			平均在庫+在途庫存			期望目標庫存			出貨量			平均在庫庫存			庫存週轉率			訂購次數			缺貨數量									
	S1	S2	S3	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	
1	6,000	7,747	4,308	7,590	7,747	6,019	7,747	7,747	6,019	41,047	42,040	40,548	3636	3823	2149	11	11	19	40	52	50	0	993	993	0	0	0	0	0	0	0
2	5,200	5,872	3,137	5,871	5,872	6,000	5,872	5,872	6,000	41344	41894	40548	1938	1962	2023	21	21	20	49	52	51	249	447	696	0	146	146	0	0	0	
3	8,000	6,552	3,835	6,359	6,552	6,000	6,552	6,552	6,000	41965	42040	40548	2570	2628	2087	16	16	19	38	52	51	0	75	75	0	0	0	0	0	0	
4	5,000	8,456	6,509	8,456	8,456	6,243	8,456	8,456	6,243	41591	42040	40548	4086	4532	2546	10	9	16	52	52	48	449	0	449	0	0	0	0	0	0	
5	6,000	6,595	4,036	6,590	6,595	6,022	6,595	6,595	6,022	41556	42040	40548	2609	2671	2136	16	16	19	47	52	50	0	484	484	0	0	0	0	0	0	
6	7,000	5,470	2,867	5,470	5,470	6,000	5,470	5,470	6,000	40933	40509	40548	1739	1694	2032	24	24	20	52	52	51	0	1107	1107	0	1531	1531	0	0	0	
7	6,000	4,711	2,835	4,381	4,711	6,000	4,711	4,711	6,000	34579	37473	40548	1215	1226	1983	28	31	20	39	52	51	0	7461	7461	738	3829	4567	0	0	0	
8	5,000	5,509	3,435	5,427	5,509	6,000	5,509	5,509	6,000	39515	40665	40548	1670	1718	2002	24	24	20	43	52	51	509	2076	2585	0	1435	1435	0	0	0	
9	6,000	7,028	5,083	7,004	7,028	6,076	7,028	7,028	6,076	41759	42046	40548	2911	3104	2246	14	14	18	48	52	49	0	287	287	0	0	0	0	0	0	
10	9,000	5,950	2,124	5,382	5,950	6,000	5,950	5,950	6,000	38376	42044	40548	2075	2026	2047	18	21	20	36	52	51	0	3668	3668	0	0	0	0	0	0	
11	6,400	7,031	5,647	7,013	7,031	6,249	7,031	7,031	6,249	41453	42040	40548	2834	3107	2510	15	14	16	51	52	48	0	587	587	0	0	0	0	0	0	
12	4,500	5,164	3,686	5,122	5,164	6,029	5,164	5,164	6,029	37314	39285	40553	1390	1505	2157	27	26	19	48	52	50	949	3777	4726	285	2470	2755	0	0	0	
13	6,000	7,197	4,059	7,192	7,197	6,182	7,197	7,197	6,182	41391	42040	40548	3104	3273	2319	13	13	17	51	52	48	0	649	649	0	0	0	0	0	0	
14	5,000	9,114	7,953	9,113	9,114	6,756	9,114	9,114	6,756	41447	42040	40048	4563	5190	3001	9	8	13	51	52	45	449	144	593	0	0	0	0	0	0	
15	7,000	7,000	4,137	7,000	7,000	6,019	7,000	7,000	6,019	42040	42040	40548	3076	3076	2125	14	14	19	52	52	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	5,000	7,259	3,809	7,259	7,259	6,085	7,259	7,259	6,085	42091	42540	40548	3065	3287	2228	14	13	18	52	52	49	449	0	449	0	0	0	0	0	0	
17	4,200	5,894	3,363	5,843	5,894	6,029	5,894	5,894	6,029	37624	41955	40412	2068	1979	2155	18	21	19	44	52	50	1249	2807	4056	0	85	85	0	136	136	
18	5,200	7,152	3,853	7,151	7,152	6,026	7,152	7,152	6,026	41547	42040	40548	3093	3228	2140	13	13	19	49	52	50	249	244	493	0	0	0	0	0	0	
19	5,700	13,958	11,003	13,958	13,958	8,327	13,958	13,958	8,327	41747	42040	40548	9107	10034	3948	5	4	10	52	52	40	0	293	293	0	0	0	0	0	0	
20	6,400	7,027	4,447	6,962	7,027	6,186	7,027	7,027	6,186	41653	42040	40488	2856	3103	2348	15	14	17	46	52	48	0	417	417	0	0	0	0	0	0	
21	7,000	5,932	3,186	5,885	5,932	6,000	5,932	5,932	6,000	40914	42025	40548	2151	2010	2038	19	21	20	49	52	51	0	1126	1126	0	15	15	0	0	0	
22	5,400	13,117	11,753	13,093	13,117	6,209	13,117	13,117	6,209	41847	42040	40548	8220	9193	3627	5	5	11	47	52	43	98	288	386	0	0	0	0	0	0	
23	5,000	6,307	3,886	6,282	6,307	6,000	6,307	6,307	6,000	40514	42040	40548	2357	2383	2075	17	18	20	48	52	51	449	1077	1526	0	0	0	0	0	0	
24	9,000	5,702	4,135	5,555	5,702	6,024	5,702	5,702	6,024	39253	41384	40548	2058	1841	2163	19	22	19	43	52	50	0	2787	2787	0	656	656	0	0	0	
25	4,800	5,743	3,836	5,712	5,743	6,001	5,743	5,743	6,001	39565	41507	40548	1854	1871	2082	21	22	19	50	52	51	649	1826	2475	0	533	533	0	0	0	
平均	5,992	7,099	4,677	7,027	7,099	6,179	7,099	7,099	6,179	40,523	41,594	40,520	3,050	3,219	2,327	16	17	18	47	52	49	230	1,305	1,535	41	428	469	0	5	5	

圖 5：下單週期 1 週之三情境數據

組別	期初庫存			平均在庫+在途庫存			期望目標庫存			出貨量			平均在庫庫存			庫存週轉率			訂購次數			缺貨數量										
	S1	S2	S3	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		
1	6,000	9,651	5,160	8,822	9,266	7,200	9,651	9,651	7,200	42,040	42,040	40,548	4706	5357	2926	9	8	14	22	26	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	7,200	9,415	8,640	8,969	9,030	7,362	9,415	9,415	7,362	41660	42040	40548	4748	5121	3252	9	8	12	24	26	25	0	380	380	0	0	0	0	0	0	0	0
3	8,000	10,645	7,982	9,930	10,260	7,899	10,645	10,645	7,899	42040	42040	40548	5584	6351	3670	8	7	11	19	26	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	6,600	8,345	5,744	7,959	7,960	7,240	8,345	8,345	7,240	42040	42040	40548	3875	4051	2956	11	10	14	26	26	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	6,000	6,221	3,367	5,832	5,836	7,066	6,221	6,221	7,066	40633	40642	40548	1971	2061	2779	21	20	15	25	26	25	0	1407	1407	0	1398	1398	0	0	0	0	
6	8,400	8,811	5,610	8,426	8,426	7,246	8,811	8,811	7,246	42090	42040	40548	4512	4517	2959	9	9	14	26	26	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	5,000	5,831	2,047	5,449	5,448	7,131	5,831	5,831	7,131	39453	39355	40059	1724	1798	2604	23	22	15	25	26	25	449	2138	2587	0	2685	2685	0	484	484	0	
8	6,000	7,862	8,508	7,477	7,477	7,560	7,862	7,862	7,560	41792	42040	40548	3045	3568	3454	14	12	12	25	26	24	0	248	248	0	0	0	0	0	0	0	
9	4,000	5,916	2,740	5,297	5,531	7,540	5,916	5,916	7,540	37260	39695	40181	1740	1847	2975	21	21	14	0	26	26	1449	3329	4778	0	2343	2343	0	367	367	0	
10	4,800	7,396	4,740	6,903	7,011	7,270	7,396	7,396	7,270	39260	42040	40548	2903	3102	2996	14	14	14	22	26	25	649	2131	2780	0	0	0	0	0	0	0	
11	6,800	8,371	4,960	7,680	7,986	7,332	8,371	8,371	7,332	42040	42040	40548	3491	4077	3172	12	10	13	23	26	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	4,800	15,210	6,409	14,825	14,825	7,200	15,210	15,210	7,200	41391	42040	40548	10621	10916	2919	4	4	14	26	26	25	649	0	649	0	0	0	0	0	0	0	
13	5,600	7,404	5,547	6,994	7,019	7,200	7,402	7,404	7,200	39553	42040	39976	3099	3110	2936	13	14	14	25	26	26	0	2487	2487	0	0	0	0	0	0	0	
14	6,400	5,317	1,527	4,928	4,953	7,200	5,317	5,317	7,200	38973	37299	39168	1526	1500	2678	26	25	15	26	26	26	0	3067	3067	132	4609	4741	0	1380	1380	0	
15	5,000	6,897	2,708	6,445	6,512	7,200	6,897	6,897	7,200	40792	41892	40149	2628	2617	2690	16	16	15	25	26	26	449	799	1248	0	148	148	0	399	399	0	
16	4,800	10,194	4,009	9,671	9,809	7,200	10,194	10,194	7,200	41391	42040	40548	5552	5900	2876	7	7	14	24	26	26	649	0	649	0	0	0	0	0	0	0	
平均	5,963	8,343	4,981	7,850	7,959	7,303	8,343	8,343	7,303	40,776	41,333	40,348	3,858	4,118	2,990	13	13	14	23	26	25	268	999	1,268	8	699	707	0	164	164	0	

圖 6：下單週期 2 週之三情境數據

組別	期初庫存			平均在庫+在途庫存			期望目標庫存			出貨量			平均在庫庫存			庫存週轉率			訂購次數			缺貨數量											
	S1	S2	S3	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			
1	6,400	8,615	5,624	7,820	7,854	8,404	8,615	8,615	8,404	42,040	42,040	40,548	3733	3969	3645	11	11	11	17	18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	8,000	9,861	8,740	8,798	9,100	9,452	9,861	9,861	9,452	40260	42040	40548	4529	5215	4661	9	8	9	14	18	15	0	1780	1780	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	7,000	11,767	5,720	9,467	11,006	7,515	11,767	11,767	7,515	40280	42040	40445	5486	7121	2890	7	6	14	13	18	17	1399	361	1760	0	0	0	0	93	93	0	0	
4	8,000	8,773	4,547	7,976	8,012	8,397	8,773	8,773	8,397	37953	42040	39728	4504	4127	3611	8	10	11	15	18	17	0	4087	4087	0	0	0	0	820	820	0	0	
5	5,600	6,533	1,720	5,708	5,855	9,098	6,533	6,533	9,098	40080	39341	34901	2227	2229	4005	18	18	9	16	18	15	0	1960	1960	0	2699	2699	0	5647	5647	0	0	
6	6,000	7,283	2,147	6,453	6,553	8,313	7,283	7,283	8,313	39853	41235	39328	2800	2745	3457	14	15	11	16	18	17	0	2187	2187	0	805	805	0	1220	1220	0	0	
7	7,000	5,586	3,137	4,829	4,948	8,381	5,586	5,586	8,381	35863	35553	39318	1521	1686	3592	24	21	11	16	18	17	0	6177	6177	0	6487	6487	0	1230	1230	0	0	
8	8,000	7,820	4,176	7,081	7,069	8,469	7,820	7,820	8,469	41324	41772	40548	3158	3210	3769	13	13	11	18	18	17	0	716	716	0	268	268	0	0	0	0	0	
9	8,600	8,723	5,760	7,962	7,962	8,518	8,723	8,723	8,518	42040	42040	40548	4014	4077	3831	10	10	11	18	18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	6,000	9,063	5,240	7,530	8,299	8,509	9,063	9,063	8,509	38760	42130	40458	3588	4405	3895	11	10	10	13	18	17	2459	911	3370	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	6,500	10,011	8,597	8,720	9,250	9,021	10,011	10,011	9,021	41665	42040	40548	4166	5365	4417	10	8	9	14	18	16	0	375	375	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	5,600	7,525	5,240	6,790	6,786	9,383	7,525	7,525	9,383	41360	41477	40548	2588	2955	4629	16	14	9	18	18	17	0	680	680	0	563	563	0	0	0	0	0	
13	6,400	9,449	4,760	8,380	8,688	8,405	9,449	9,449	8,405	42040	42040	39941	4341	4803	3611	10	9	11	14	18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	607	0	
14	6,000	7,809	4,697	6,961	7,059	8,488	7,809	7,809	8,488	41403	41761	40548	2817	3200	3810	15	13	11	17	18	17	0	637	637	0	279	279	0	0	0	0	0	
15	6,000	7,408	4,720	6,434	6,673	8,373	7,408	7,408	8,373	40280	41360	40178	2511	2853	3609	16	14	11	16	18	17	0	1760	1760	0	680	680	0	0	0	0	0	
16	10,000	7,057	6,720	6,380	6,336	8,863	7,057	7,057	8,863	39880	41001	40548	2505	2551	4258	16	16	10	18	18	16	0	2160	2160	0	1039	1039	0	0	0	0	0	
17	6,000	8,327	5,240	7,308	7,570	8,432	8,327	8,327	8,432	41360	42058	40548	3212	3683	3710	13	11	11	16	18	17	0	698	698	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	5,600	10,575	9,960	9,503	9,814	9,378	10,575	10,575	9,378	42040	42040	40548	4764	5929	4655	9	7	9	16	18	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
平均	6,817	8,455	5,375	7,450	7,713	8,633	8,455	8,455	8,633	40,471	41,334	39,988	3,470	3,896	3,892	13	12	10	16	18	17	214	1,361	1,575	0	712	712	0	501	534	0	0	

圖 7：下單週期 3 週之三情境數

表 2：ANOVA 檢定表-庫存量

	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	P
Intercept	9386129245	1	9386129245	3236.393	0.000
週期	52282536	2	26141268	9.014	0.000
情境	1961431	2	980715	0.338	0.714
週期*情境	23671703	4	5917925	2.041	0.091
Error	478530033	165	2900182		

\*紅色字體代表該項檢定顯著

表 3：Fisher LSD 事後檢定表-庫存量

週期	情境	(11) 7026	(12) 7099	(13) 6179	(21) 7850	(22) 7959	(23) 7302	(31) 7552	(32) 7882	(33) 8605
1	1		0.880	0.080	0.133	0.089	0.613	0.328	0.139	0.004
1	2	0.880		0.058	0.170	0.117	0.710	0.399	0.179	0.005
1	3	0.080	0.058		0.003	0.001	0.041	0.011	0.003	0.000
2	1	0.133	0.170	0.003		0.857	0.364	0.616	0.962	0.205
2	2	0.089	0.117	0.001	0.857		0.277	0.494	0.818	0.277
2	3	0.613	0.710	0.041	0.364	0.277		0.674	0.382	0.029
3	1	0.328	0.399	0.011	0.616	0.494	0.674		0.645	0.073
3	2	0.139	0.179	0.003	0.962	0.818	0.382	0.645		0.182
3	3	0.004	0.005	0.000	0.205	0.277	0.029	0.073	0.182	

\*紅色字體代表該項檢定顯著

表 4：ANOVA 分析表-缺貨數量

	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	88084836	1	88084836	56.489	0.000
週期	468354	2	234177	0.150	0.861
情境	49908224	2	24954112	16.003	0.000
週期*情境	1551557	4	387889	0.249	0.910
Error	257288012	165	1559321		

\*紅色字體代表該項檢定顯著

表 5：Fisher LSD 事後檢定表-缺貨數量

週期	情境	(11) 1534	(12) 468	(13) 5	(21) 1267	(22) 707	(23) 164	(31) 1552	(32) 595	(33) 233
1	1		0.003	0.000	0.505	0.040	0.001	0.965	0.018	0.001
1	2	0.003		0.191	0.047	0.552	0.447	0.006	0.748	0.550
1	3	0.000	0.191		0.002	0.081	0.691	0.000	0.135	0.562
2	1	0.505	0.047	0.002		0.206	0.013	0.514	0.124	0.019
2	2	0.040	0.552	0.081	0.206		0.221	0.054	0.797	0.278
2	3	0.001	0.447	0.691	0.013	0.221		0.002	0.323	0.874
3	1	0.965	0.006	0.000	0.514	0.054	0.002		0.027	0.002
3	2	0.018	0.748	0.135	0.124	0.797	0.323	0.027		0.399
3	3	0.001	0.550	0.562	0.019	0.278	0.874	0.002	0.399	

\*紅色字體代表該項檢定顯著

經檢定後，「週期」、「週期與情境之交互作用」對庫存量有顯著影響；「情境」對缺貨量有顯著影響。

不同週期、情境之績效差異整理後如下：

1. 情境一以及情境二之庫存量並沒有因為不同的補貨時間而有顯著差異，但情境三之庫存量隨著補貨時間的降低而顯著減少。
2. 情境一與情境二之間庫存量雖無顯著差異，但情境二之缺貨數量顯著降低。
3. 情境三相較於情境一，績效皆顯著改善。

### 4.3 情境數據分析

經由 ANOVA 變異數分析後，除了分析不同情境間績效的改善以外，也將利用數據結果與問卷統計之資料驗證實驗者之認知與行為是否相符。

#### 情境一

經過情境一之操作後，初步分析有 50 組產生缺貨、9 組未缺貨。整體平均數據數如表 6 所示。

表 6：情境一之平均績效數據-以週期分類

平均 週期	期初 庫存	在庫 庫存	在途 量	在庫+ 在途 庫存	缺貨 量	期望 目標 庫存	組數	期初 需求 總和	累積 最大 需求
1	5992	3050	3977	7027	1535	7099	25	5449	5947
2	5963	3858	3992	7850	1268	8343	16	6993	7116
3	6817	3470	3980	7450	1575	8455	18	7925	8088



未缺貨組數 9 組 ( 1 週：1 組；2 週：4 組；3 週：4 組 )，由表 7 之「在庫+在途庫存」與各下單週期之平均在庫+在途庫存量比較，可知此 9 組相較於其他組別，是利用在系統中儲備較高的庫存量以應付需求。(其中雖然有 5 組期初庫存不足，但是在第 1 週時訂購的數量較大，恰好彌補了期初不足庫存會造成的缺貨。此結果為事後分析，實際上在決定第 1 週訂購數量時，無法得知未來之需求。最合理的做法應該是建立一足夠應付補貨時間需求的期初庫存。)

表 7：情境一未缺貨組數據

平均週期	期初庫存	在庫庫存	在途量	在庫+在途庫存	缺貨量	期望目標庫存
1	7000	3076	3924	7000	0	7000
2	6000	4706	4116	8822	0	9651
2	8000	5584	4346	9930	0	10645
2	8400	4512	3914	8426	0	8811
2	6800	3491	4189	7680	0	8371
3	6400	3733	4087	7820	0	8615
3	8600	4014	3948	7962	0	8723
3	6400	4341	4039	8380	0	9449
3	5600	4764	4739	9503	0	10575

在情境一中造成缺貨的原因：

#### 一、期初庫存量不足

造成原因：1.對於補貨時間與庫存之關係沒有清楚的認知。2.未考慮需求變異。3.追求低庫存但忽略準時達交之重要性。(以期初庫存分類之數據如表 8 所示)

#### 二、下單訂貨之方式

造成缺貨的行為主要可分為三類：

1. 在缺貨發生當週或是發現在庫庫存量偏低時，會下單訂購高於需求的數量來彌補。當所訂購之數量入庫後，又會因為庫存數量高而減少訂購或是不訂購。
2. 自行控制訂購間隔而導致補貨時間增加。(當週可訂購卻無訂購行為)
3. 訂購數量維持在平均數 800 或是低於當週的需求量。

以上三種行為皆會造成系統中之庫存量不足以應付補貨時間內的需求而產生缺貨。在 59 組實驗組中除了未缺貨之 9 組以外，有 36 組缺貨原因為期初

庫存不足與下單訂貨之方式所造成；有 14 組期初庫存量足夠卻因下單訂貨之方式而缺貨。

表 8：情境一之平均績效數據-以週期與期初庫存分類

週期	期初庫存量		在庫庫存	在途量	在庫+在途庫存	缺貨量	期望目標庫存	組數
1	不足	5000	3618	4156	7774	1561	7795	12
	足夠	6908	2526	3811	6337	1511	6457	13
2	不足	5417	3616	4398	7550	1658	8014	13
	足夠	7867	4948	4160	9108	127	9624	3
3	不足	6506	3496	3989	7485	1637	8525	16
	足夠	9300	3259	3912	7171	1080	7890	2

經初步分析後，自情境一可歸納出以下幾點：

1. 本實驗排除外在環境變異後，將庫存管理回歸至管理行為：系統中該儲備多少庫存、何時該訂購以及該訂購多少數量，實驗參與者普遍依靠預測或是個人主觀來決定，沒有一個良好的判定準則。經由實驗可以驗證行為的確會影響管理績效之良劣，且管理決策普遍不佳(59 組中只有 9 組無缺貨)。
2. 儲備較高的庫存未必能夠避免缺貨，雖然未缺貨之 9 組實驗組皆儲備較高的庫存。但仍有 13 組在系統中儲備高庫存(在庫+在途庫存大於該下單週期之平均在庫+在途庫存)卻依舊缺貨，其原因如同上述。數據請見表 9。

表 9：高庫存卻缺貨組別

週期	期初庫存	在庫+在途 庫存	缺貨量	期望目標庫 存	累積最大 需求
1	6,000	7,590	993	7,747	5947
1	5,000	8,456	449	8,456	5947
1	6,000	7,192	649	7,197	5947
1	5,000	9,113	593	9,114	5947
1	5,000	7,259	449	7,259	5947
1	5,200	7,151	493	7,152	5947
1	5,700	13,958	293	13,958	5947
1	5,400	13,093	386	13,117	5947
2	7,200	8,969	380	9,415	7116
2	4,800	14,825	649	15,210	7116
2	4,800	9,671	649	10,194	7116
3	8,000	8,798	1780	9,861	8088
3	7,000	9,467	1760	11,767	8088
3	8,000	7,976	4087	8,773	8088
3	6,000	7,530	3370	9,063	8088
3	6,500	8,720	375	10,011	8088

由於 59 組實驗組之庫存管理觀念及行為，均會在情境一的結果顯示出來，所以初步分析後再將問卷統計資料與情境一之數據以及 ANOVA 分析結果做比對，以驗證實驗組的認知與行為是否相符。

1. 企業目前本身所使用之補貨方式：若依照拉式補貨系統之模式，目標庫存水位的波動至少會維持一個補貨時間的穩定，但對照目標水位波動折線圖如附錄五圖 23、圖 24 及圖 25 所示。可發現除了 4 組有符合運作準則以外，其餘組別之目標庫存水位跟隨著每一次可訂購的時間呈現沒有規則的變化(訂購的數量並非用以維持庫存水位而且持續不斷的調整庫存水位)。由此數據可以歸納出：絕大部分的組別無法決定系統中該儲備多少庫存，對於如何調整庫存水位也缺乏一個良好的準則。而造成問卷回答(28 組)與實際操作(4 組)不一致之原因除了對拉式補貨系統沒有清楚的認知以外，也可能是對拉式補貨系統產生誤解，認為現行企業本身所使用的即為拉式系統。
2. 對於補貨時間之了解：經由情境一所蒐集之數據(表 8)，可以發現 59 組中有 36 組因期初庫存不足而產生缺貨。實際數據對照問卷之 39 組不了解補貨時間之定義，差異並不大，但也顯示出有三分之二的組別對於補貨時間認知不清，造成期初庫存不足而產生缺貨。

3. 下單週期的選擇：選擇短週期之原因 1.每週可下單，對市場反應速度較快，並且可以對訂購間隔控制度較大。2.越短的補貨時間可以相對的儲備較少之庫存；選擇長週期的原因則主要對於實驗組而言，企業採購數量品項眾多，通常利用固定時間區間的方式對固定品項進行採購，並未真正思考採購週期時間對於庫存管理之影響。由 ANOVA 分析(表 3)後可發現在情境一中，三個不同下單週期的庫存量並沒有顯著差異。雖然在數量上仍有差異，但其中下單週期 2 週之數量反而為三者中最高，也顯示出選擇短週期的組別並未將優勢反應在庫存績效上。

藉由數據分析對照問卷資料可歸納出管理者在管理庫存的認知上有待加強，對於系統中該儲備多少庫存、該訂購多少數量以及如何調整庫存缺乏一個良好的準則。造成此現象之原因在於不了解補貨時間與庫存量之間的關係，縱使擁有較短的下單週期也不懂得如何利用較短的補貨時間以減低庫存，導致產生庫存量與補貨時間無差異、缺貨(36 組)與庫存波動(55 組)的現象。

而由 ANOVA 變異數分析對情境三中不同週期庫存量的事後檢定(表 3)可看出，藉由改變管理行為後，庫存量隨著補貨時間的減少而顯著降低。越短的補貨時間，相對系統中需要儲備的庫存量就能夠越低。然而補貨時間中，運輸與生產之前置時間不易改變，甚至存在不穩定性，較好的改進方式是縮短企業本身之下單週期(訂購頻率)。但是即使縮短了補貨時間，也需要良好的管理方式、正確的管理行為才可獲得期望的改善，這也是交互因子對庫存量有顯著影響之原因。

## 情境二

由於情境二利用拉式補貨系統之觀念進行模擬，所以再將數據以目標庫存足夠與否區分如表所示。目標庫存足夠之組別，在情境一中仍然有缺貨之情形發生，但經過情境二之模擬則沒有缺貨產生；目標庫存不足之組別雖然產生缺貨但整體缺貨數量經由檢定後相較於情境一有顯著減少。數據請見表 10 及表 11。

表 10：情境一之平均績效數據-以週期與目標庫存分類

週期	目標庫存		在庫庫存	在途量	在庫+在途庫存	缺貨量	期望目標庫存	組數
1	不足	5856	3496	1978	5474	3002	5555	9
	足夠	6069	3760	4140	7900	709	7968	16
2	不足	5280	1917	3673	5590	2617	6036	5
	足夠	6273	4740	4138	8878	654	9391	11
3	不足	6775	2516	3814	6330	2035	7128	8
	足夠	6850	4234	4112	8346	1207	9516	10

表 11：情境二之平均績效數據-以週期與目標庫存分類

週期	目標庫存		在庫庫存	在途量	在庫+在途庫存	缺貨量	期望目標庫存	組數
1	不足	5555	1756	3799	5555	1303	5555	9
	足夠	7968	4041	3927	7968	0	7968	16
2	不足	6036	1965	3691	5656	2263	6036	5
	足夠	9391	5097	3909	9006	0	9391	11
3	不足	7128	2679	3731	6410	1603	7128	8
	足夠	9516	4869	3887	8756	0	9516	10

系統中所儲備之庫存若小於補貨時間之需求量，則必定會造成缺貨。即使整個系統所儲備之庫存大於補貨時間之需求量，但對於訂購多少數量若缺乏一個良好的判斷準則會導致整體庫存雖然足夠卻仍然缺貨之結果。情境二利用改變下單訂購的方式，檢視改變行為對績效的影響，由結果可以驗證使用拉式補貨系統改變訂購行為後所可為績效帶來改善，相較於各實驗組在決定訂購數量上擁有較佳之準則。

### 情境三

情境三中除了下單週期 3 週，庫存量與缺貨數量相較於情境一皆顯著降低，表 12。

表 12：情境三之平均績效數據-以週期與目標庫存分類

週期	目標庫存		在庫庫存	在途量	在庫+在途庫存	缺貨量	期望目標庫存	組數
1	不足	6009	2071	3938	6009	15	6009	9
	足夠	5403	2471	3805	6275	0	6275	16
2	不足	2478	2745	4482	7227	526	7227	5
	足夠	6119	3101	3805	7337	0	7337	11
3	不足	4070	3891	4780	8671	314	8671	8
	足夠	6419	3893	4710	8603	152	8603	10

缺貨發生的原因在於實驗組在情境一中之第 48 週到第 52 週沒有訂購或是訂購量較少(少於平均數 800)使得第 52 週在庫庫存量偏低以致於在第二年遊戲開始之期初庫存與入庫量不足以應付前置時間需求而造成缺貨。下單週期 3 週之缺貨數量相較於情境一減少。而庫存量增加之原因在於調整後之適當庫存水位高於情境一之平均庫存，情境一中整體偏低的庫存量也造成了下單週期 3 週之整體缺貨量為三個週期中最高的結果。藉由情境三可得知若能適時的將庫存調整至適當水位，並且配合拉式補貨系統之運作可以有效的改善績效。經由三個情境之比較，藉由逐步改變行為之績效改善可證明管理行為對庫存管理績效的影響也驗證本研究之假設—要得到良好的管理績效，庫存管理的四個重點缺一不可。

本研究中，情境間的不同在於期初庫存(目標庫存水位)的建立以及訂購方式(每次訂購的數量)；週期間的差異在於補貨時間的長短。經由三個情境之操作以及 ANOVA 分析，能夠看出庫存量的高低取決於補貨時間的長短，而訂購的方式又會關係到系統中庫存量的調整及缺貨數量。藉由實驗可驗證出庫存管理績效不佳的原因在於管理者並不了解庫存管理四個重點：a.系統中該儲備多少庫存、b.何時該訂購、c.該訂購多少數量、d.適時的調整庫存水位，彼此之相互關係。也可證明管理行為對管理績效的影響。要達成庫存管理的目標，除了必須要有清楚的認知以外，還需要有一套能夠同時做好此四個重點的管理方式。使用拉式補貨系統能夠獲得較佳績效之原因正是因為在庫存管理的四個重點上有一套良好的運作機制，即使需求變異大，也能夠達成以低庫存滿足需求的目標。

## 第五章 結論

本研究之目的在證明庫存管理的績效良劣主要來自於管理者的管理方式，為了證明此論點，本研究利用江治緯【29】在 2009 年所用之物實驗介面加以改進，建立一合乎實務環境的庫存管理操作實驗，邀請具有庫存管理相關經驗之業界人士進行實驗，透過 59 組實驗結果的分析，可以得到以下幾點結論：

1. 以低庫存滿足需求是庫存管理的目標，但由實驗結果，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. 藉由排除變異，改變管理方式所獲得的績效改善，可以證明行為會對績效造成影響，管理的方式才是影響管理績效良劣的主因。
3. 對於庫存管理的四個重點必須有清楚的認知並且同時做好，才能夠獲得良好的績效。拉式補貨系統能夠獲得較之績效就是在此四點上相較於各實驗組擁有較佳的準則。

此外，就實驗進行時所觀察之結果，大多數的管理者(實驗組)之管理方式通常複雜且無成效，在環境無變異且單一品項的決策上就花去很多時間。雖然少數組別能夠得到與使用拉式系統一樣的績效，但相較而言，拉式補貨系統仍較簡單且有效。

透過實驗可證明變異因素並非造成庫存管理績效不佳之主因，但不代表變異因素對績效絕對不會有影響，要改善庫存管理的績效不應將原因歸咎於外在之變異而急切的針對變異去改善，應該要改變思維，先檢視本身之管理方式是否在管理的四個重點上有一個良好的遵行準則。本研究提供一個不同於一般思維的驗證結果，也證明使用拉式補貨系統能夠獲得良好的績效，未來研究可針對不同的產品特性驗證拉式系統的適用性，或是利用導入拉式補貨系統對於供應鏈中長鞭效應之改善，以驗證拉式補貨系統之可行性。

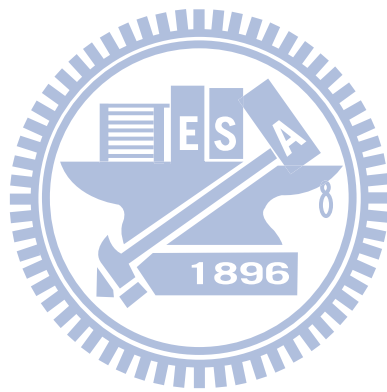
## 參考文獻：

1. Chaman, L. J., “Benchmarking Forecasting Errors”, The Journal of Business Forecasting, 24, 4, 13-15, 2006.
2. Chaman, L. J., “Benchmarking Forecasting Errors”. The Journal of Business Forecasting, 25, 4, 18-21, 2007.
3. Chaman, L. J., “Benchmarking Forecasting Errors”, The Journal of Business Forecasting, 26, 4, 19-23, 2008
4. Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J. K., Simchi-Levi, D., “Quantify the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain. The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information”, Management Science, 46, 3, 436-443, 2000.
5. Disney S.M., Towill D.R., “On the Bullwhip and Inventory Variance Produced by an Ordering Policy”, Omega, 31, 157-167, 2003.
6. Dowling, G.. R., The Art and Science of Marketing , pp.266, Oxford University Press, 2004.
7. Fisher, M.L., Hammond, J., Obermeyer W., and Raman, A., “Making Supply Meet Demand in an Uncertain World,” Harvard Business Review, 83-93, May-June, 1994.
8. Goldratt, E.M., , It’s Not Luck, North River Press, 1994
9. Goldratt, E.M. and Goldratt, A.R. (2003). TOC Insights.
10. Goldratt, E.M., “Standing on the Shoulders of Giants”, Retrieved Nov 11, 2008, from: <http://www.tocico.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3615>
11. Harrison, T.P., et al., The Practice of Supply Chain Management, Springer, 2003.
12. Hinkelman, E.G., Putzi, S., Dictionary of International Trade – Handbook of the Global Trade Community, World trade Press, 2005.
13. Huang, M.G., Chang, P.L., Chou, Y.C., “Demand forecasting and smoothing capacity planning for products with high random demand volatility”, International Journal of Production Research, 46, 12, 3223-3239, 2008.
14. M. Umble, E. Umble, S. Murakami, “Implementing theory of constraints in a traditional Japanese manufacturing environment: the case of Hitachi Tool Engineering”, International Journal of Production Research, 44, 10, 1863-1880, 2006.



15. Kumar, K., Schwarz, L.B., Ward, J.E., “Risking-pooling Along a Fixed Delivery Route Using a Dynamic Inventory-allocation Policy,” Management Science, 43, 4, 546-558, 1998.
16. Lee H. L., So, K.C., Tang, C.S., “The Value of Information Sharing in a Two-Level Supply Chain”, Management Science, 46, 5, 626-643, 2005.
17. Lee, H. L., Padmanabhan, V., Whang, S., “Information Distortion in a Supply Chain”, Management Science, 546-558, 1997
18. Lee, H. L., Padmanabhan, V., Whang, S., “The Bullwhip Effect in Supply Chains” Sloan Management Review, 38, 93-102, 1997.
19. Lin, C. C., Shieh, S. C., Kao, Y.H., Chang, Y. T., Chen, S. S., “The simulation analysis of push and pull shelf replenishment policies for retail supply chain “, Machine Learning and Cybernetics, 2008 International Conference, 7, 3964-3969, 2008.
20. Martin, Michael J.C. (1994). Managing Innovation and Entrepreneurship in Technology-based Firms, pp.44, Wiley-IEEE, 1994.
21. Masuchun, W., Davis, S., Patterson, J. W., “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, 2004.
22. Shang, G, “Simulation and optimization of stochastic inventory system based on uniform design”, Control and Decision Conference, 2185-2188, 2008.
23. Sugita, K., Fujimoto, Y. (2005). “An optimal inventory management for supply chain considering demand distortion”, 2005 3rd IEEE International Conference, on Industrial Informatics, 425-430, 2005.
24. Xiong, G..Yu., Petri, H., ”Supply chain inventory control in iron & steel industry: a case study”, 2005 IEEE International Conference, 1, 25-27,2005.
25. Zhang, X. H., Lv, L., “Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008.” WiCOM’08. 4th International Conference, 12-14, 1-4, 2008.
26. Zhu, Z. T., Peng, W. Y., “Simulation Research on the Stock Control Strategy of VMI Combined Revenue Sharing”. 2008 International Symposiums, 657-661, 2008.
27. 林則孟，生產計劃與管理，華泰文化，台北市，民國九十五年。
28. 袁國榮(2006)。「強化限制理論 Demand-pull補貨模式之研究」，國立交通大學，博士論文，民國95年。

29. 江治緯(2009)。「以實驗比較推式系統與拉式系統在供應鏈之績效」，國立交通大學，碩士論文，民國98年。



# 附錄一

## 實驗參數設定

### 1. 需求：

真實需求大致可分為五個型態（林則孟【27】）：

- (1). 平均需求：需求平穩且無大幅變化。
- (2). 趨勢性需求：需求緩慢的逐漸上升或下降。
- (3). 季節性需求：因氣候或人為因素，使需求在短期內(一年)有規則且定期的變化
- (4). 循環週期：超過一年以上的循環，如波浪般變化
- (5). 隨機變異：上述四種需求特性以外之需求

過去有關模擬存貨管理的研究(Sugita【23】；Shang【22】；Xiong【24】；Zhu【26】)，需求的產生大多是透過一個統計分配來產生，例如：常態分配與均勻分配，但真實需求並不適用於任何分配，只能找出一個近似的分配來模擬需求數據 (Sugita【23】)。在需求型態方面，大多為隨機變異的型態，因為隨機變異之需求型態在實務上最難以預測及掌握變化趨勢。本研究之假設是在一個市場需求變異大的環境下以常態分配產生需求，需求型態為隨機變異。

- (1). 最小需求：0
- (2). 最大需求：1800
- (3). 平均數：800
- (4). 標準差：600
- (5). 總需求量：42000

由圖 8 可看出兩組需求數據之平均需求為 807、805；標準差各為 529 及 512，數據皆在初始設定之範圍內。

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet1_(Recovered))				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
需求一	52	808.461	11.0000	1689.00	529.445
需求二	52	805.796	0.0000	1778.00	512.249

圖 8：三回合需求參數表

由圖 9 以及圖 10 分別為兩組需求數據之常態機率圖，若所產生之需求符合常態分配，則需求點會落在直線附近，但由於本實驗假設將需求範圍限制在 0~1800 之間，導致左右端之需求點偏離直線。所以本研究再利用適合度檢定來判別此兩組需求數據是否符合常態分配。

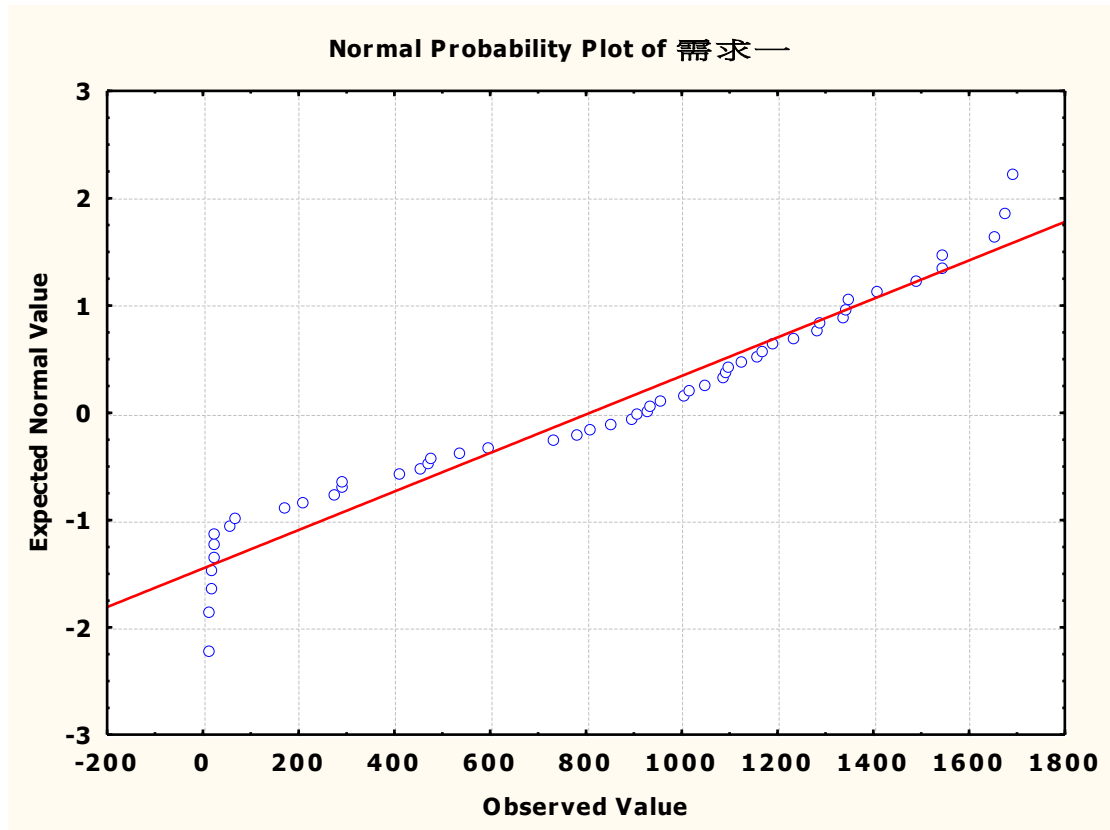


圖 9：情境一與情境二需求常態機率圖

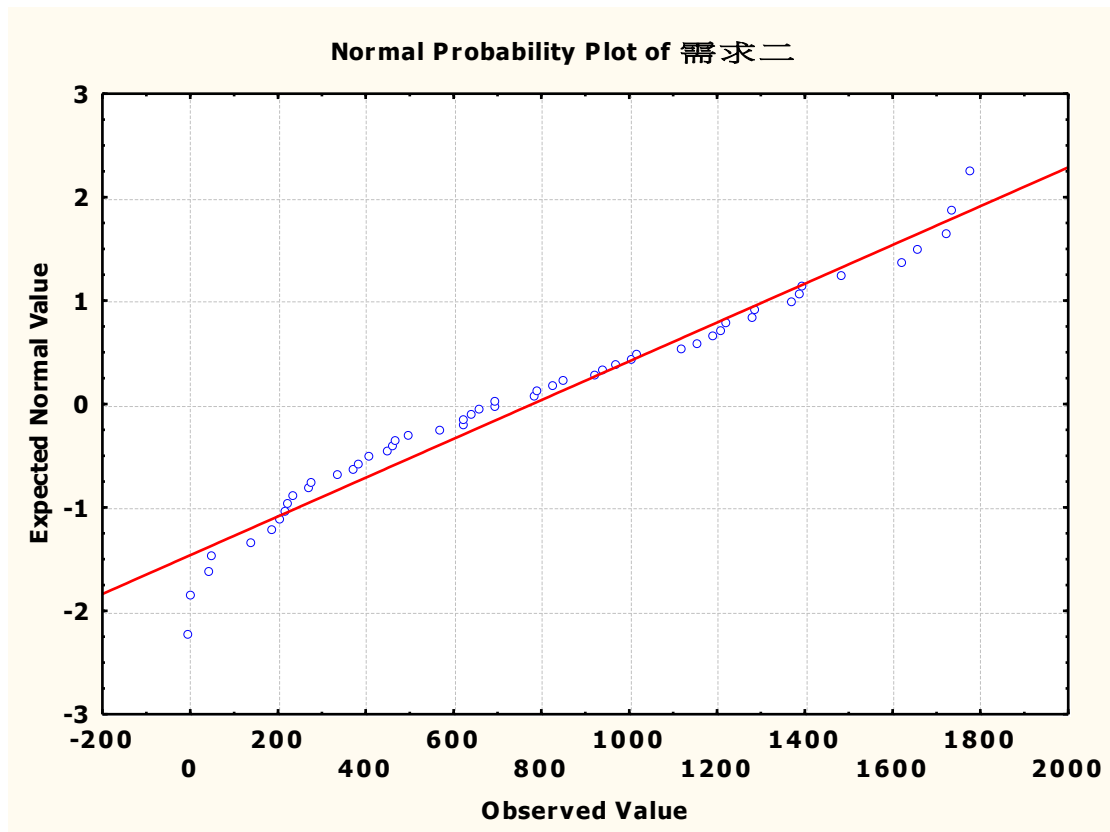


圖 10：情境三需求常態機率圖

(1). 需求一之常態適合度檢定

$$H_0 : \chi \sim N(800, 529^2)$$

$$H_1 : \chi \text{ 不為 } N(800, 529^2)$$

$$\alpha = 0.05$$

(2). 需求二之常態適合度檢定

$$H_0 : \chi \sim N(800, 512^2)$$

$$H_1 : \chi \text{ 不為 } N(800, 512^2)$$

$$\alpha = 0.05$$

圖 11 及圖 12 為兩組需求之適合度檢定結果，其中 P-value 值皆大於  $0.05$ ，代表此兩組需求符合常態分配之假設。

Variable: 需求一, Distribution: Normal (Spreadsheet1_(Recovered))									
Chi-Square = 8.06837, df = 4 (adjusted), p = 0.08911									
Upper Boundary	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 0.00000	0	0	0.00000	0.0000	3.295807	3.29581	6.33809	6.3381	-3.29581
200.00000	10	10	19.23077	19.2308	3.216043	6.51185	6.18470	12.5228	6.78396
400.00000	4	14	7.69231	26.9231	4.938990	11.45084	9.49806	22.0208	-0.93899
600.00000	6	20	11.53846	38.4615	6.587342	18.03818	12.66797	34.6888	-0.58734
800.00000	2	22	3.84615	42.3077	7.630288	25.66847	14.67363	49.3624	-5.63029
1000.00000	7	29	13.46154	55.7692	7.675944	33.34441	14.76143	64.1239	-0.67594
1200.00000	10	39	19.23077	75.0000	6.706300	40.05071	12.89673	77.0206	3.29370
1400.00000	6	45	11.53846	86.5385	5.088538	45.13925	9.78565	86.8063	0.91146
1600.00000	4	49	7.69231	94.2308	3.353197	48.49245	6.44845	93.2547	0.64680
1800.00000	3	52	5.76923	100.0000	1.919008	50.41146	3.69040	96.9451	1.08099
< Infinity	0	52	0.00000	100.0000	1.588544	52.00000	3.05489	100.0000	-1.58854

圖 11：情境一與情境二需求常態適合性檢定

Variable: 需求二, Distribution: Normal (Spreadsheet1_(Recovered))									
Chi-Square = 4.85693, df = 4 (adjusted), p = 0.30230									
Upper Boundary	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	3.326635	3.32664	6.39738	6.3974	-2.32664
200.00000	5	6	9.61538	11.5385	3.379928	6.70056	6.48832	12.8857	1.62607
400.00000	9	15	17.30769	28.8462	5.219541	11.92010	10.03758	22.9233	3.78046
600.00000	6	21	11.53846	40.3846	6.946344	18.86645	13.35835	36.2816	-0.94634
800.00000	8	29	15.38462	55.7692	7.952641	26.81909	15.29354	51.5752	0.04736
1000.00000	5	34	9.61538	65.3846	7.832479	34.65157	15.06246	66.6376	-2.83248
1200.00000	5	39	9.61538	75.0000	6.636204	41.28777	12.76193	79.3996	-1.63620
1400.00000	7	46	13.46154	88.4615	4.836941	46.12471	9.30181	88.7014	2.16306
1600.00000	1	47	1.92308	90.3846	3.032831	49.15755	5.83237	94.5337	-2.03283
1800.00000	5	52	9.61538	100.0000	1.635861	50.79341	3.14589	97.6796	3.36414
< Infinity	0	52	0.00000	100.0000	1.206593	52.00000	2.32037	100.0000	-1.20659

圖 12：情境二需求常態適合性檢定

## 2. 預測：

在推式補貨系統中往往依靠預測來決定未來的生產數量，但預測無法百分之百準確，一定會產生誤差。相關研究指出過去四年企業預測系統的準確度約在 60%~70%，而有 50% 以上的企業存貨週轉天數都在 30 天以上(Chaman【1】【2】【3】)，這也是企業管理者認為無法將庫存管理好的主要原因。

對於預測不準確，許多學者針對不同的需求型態提出不同的預測方法期望能加以改善。傳統的預測方法對於本研究之隨機變異型的需求會使誤差過大。利用蒙地卡羅法來預測隨機變異型之需求可使誤差較小(Huang【13】)，但蒙地卡羅法複雜的程序與步驟在實驗過程中無法讓參與者簡單的理解。此外，若預測的期間越短則所產生的誤差必然越大，若預測的期間太長，對於實驗者做短期下單的決策上幫助亦有限。考量上述因素後，本研究提出一個符合本研究實驗環境之預測方法，將預測期間設定為 6 週，並且將準確度維持在 70%。

預測數據產生方式如下：

第 1 週預測：4800(平均需求 800 × 6 週)

第 2 週預測：4800 + (800-第 1 週實際需求)

第 3 週預測：4800 + [1600- (第 1 週+第 2 週實際需求)]

第 4 週預測：4800 + [1600- (第 2 週+第 3 週實際需求)]

第 5 週預測：4800 + [1600- (第 3 週+第 4 週實際需求)]

第 6 週預測：4800 + [1600- (第 4 週+第 5 週實際需求)]

後續至 52 週皆以此方式產生預測數據。

圖 13 及圖 14 為實際 6 期需求與預測波動圖，需求一之預測準確度為 76%、MAD=1112，需求二之預測準確度為 70%、MAD=1388。預測結果符合實務環境。

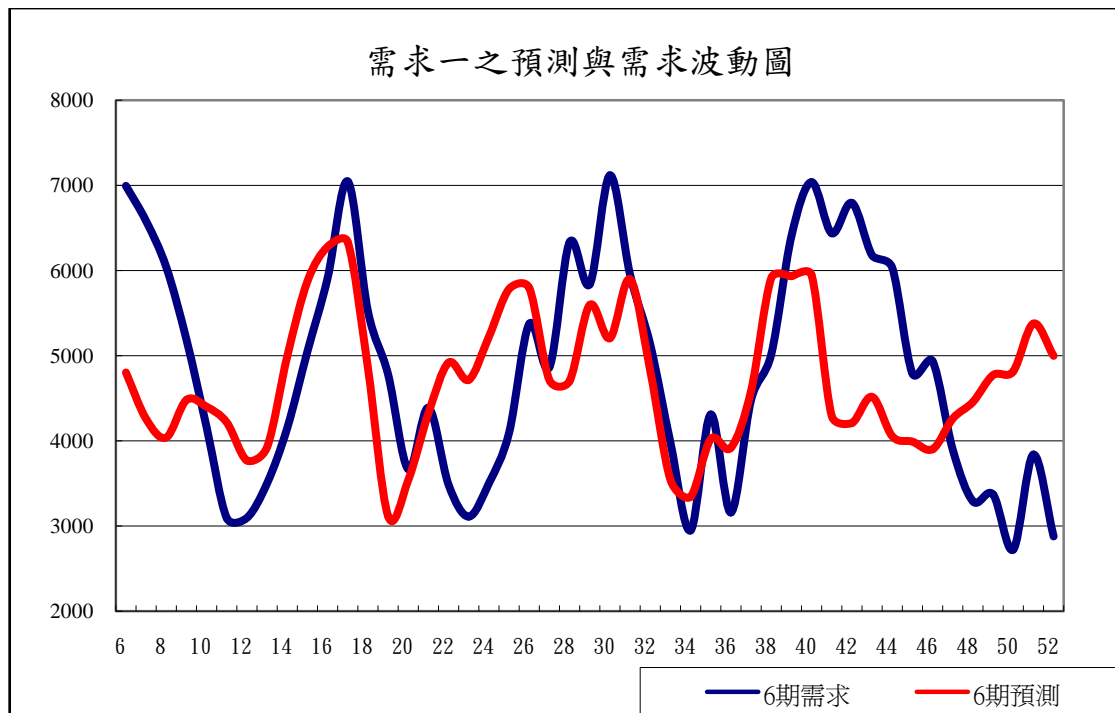


圖 13：需求一預測與需求波動圖

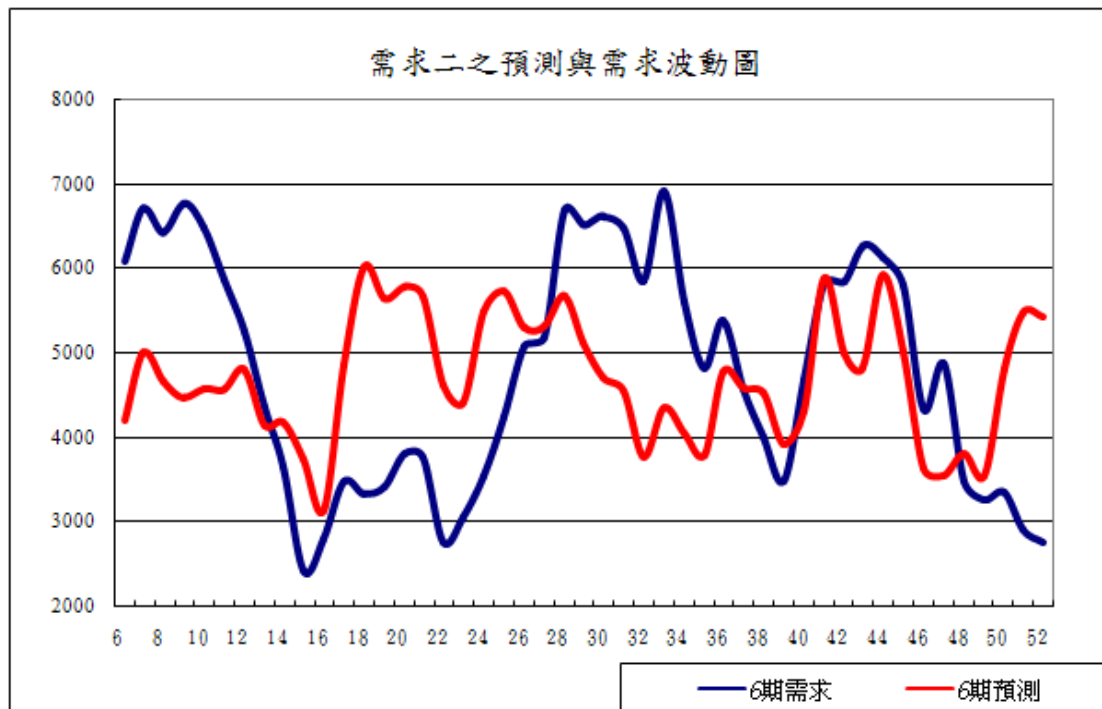


圖 14：需求二預測與需求波動圖

### 3. 供應商

實務上，若製造商無法準時達交配銷商之訂單會影響配銷商在庫存管理上的難度。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，最快的改善方式就是更換答交率較佳的製造商。本研究不考慮供應商選擇的問題，配銷商只有一家製造商，且交期 100%可靠。

### 4. 補貨時間

補貨時間的長短會直接影響到安全庫存存量的多寡，隨著各產業結構的不同，各個產業之補貨時間長短也不一樣，有些產業的補貨時間甚至是不固定的。本研究將補貨時間中的生產前置時間與運輸前置時間固定為 4 週，並隨著各組所選擇之下單週期(1 週、2 週以及 3 週)不同，補貨時間也有 5 週、6 週以及 7 週的不同。

## 實驗介面說明

本實驗進行時之介面如圖 15 所示，欄位說明如下(圖 16、圖 17 分別為下單週期 2 週與 3 週之介面)



**欄位 A(期初庫存)：**

第 1 週為實驗者所定，第 2 週開始之期初庫存為上週之期末庫存。

**欄位 B(本期入庫)：**

當週入庫量，第 1 週訂購之數量於第 6 週入庫；第 2 週訂購之數量於第 7 週入庫，以此類推

**欄位 C(本期需求)：**

當週客戶需求，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 5 期需求)：**

累積 5 期實際需求加總，第 5 週之累積需求為第 1 週~第 5 週知單期需求加總，以此類推…

此欄位會因參與者所選擇之訂貨週期而改變。如選擇 1 週，則顯示實際 5 期需求；2 週則顯示實際 6 期需求…

**欄位 G(未來 6 期預測)：**

實驗時由講師告知實驗者

**欄位 H(本期出貨)：**當週實際出貨量

當週期初庫存+本期入庫量>當期需求，則本期出貨量=當週需求

當週期初庫存+本期入庫量<當期需求，本期出貨量=期初庫存+本期入庫量

**欄位 I(本期訂購量)：**

由使用者自行填入

**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>0，則此值為期末庫存。

若期初庫存+本期入庫量-當週需求<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>0，則缺貨量為 0。

若期初庫存+本期入庫量-當週需求<0，則此值為缺貨量。



欄位 M(在途+在庫庫存)：

當週累積已訂購但尚未入庫庫存+期末庫存

欄位 N(目標庫存)：

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



1	前置時間	4	期初庫存量		下單/生產週 率	1	持有成本	1							
2	ERP資訊							出貨	訂貨/計算目標庫存	清除					
3	期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期需求	D 去年歷史需求	E 實際5期需求	F 實際—預測需求 差距	G 未來6期預測	H 本期出貨量	I 本期訂購量	J 在途庫存	K 期末庫存	L 缺貨量	M 在途+在 庫庫存	N 目標庫存
4	1														
5	2														
6	3														
7	4														
8	5														
9	6														
10	7														
11	8														
12	9														
13	10														
14	11														
15	12														
16	13														
17	14														
18	15														
19	16														
20	17														
21	18														
22	19														
23	20														
24	21														
25	22														
26	23														
27	24														
28	25														
29	26														
30	27														
31	28														
32	29														
33	30														
34	31														
35	32														
36	33														
37	34														
38	35														
39	36														
40	37														
41	38														
42	39														
43	40														
44	41														
45	42														
46	43														
47	44														
48	45														
49	46														
50	47														
51	48														
52	49														
53	50														
54	51														
55	52														

圖 15：實驗介面圖(1週)

1	前置時間	4	期初庫存量		下單/生產轉率	2	持有成本	1							
2	ERP資訊							出貨	訂貨/計算目標庫存	清除					
3	期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期需求	D 去年歷史需求	E 實際6期需求	F 實際-預測需求 差距	G 未來6期預測	H 本期出貨量	I 本期訂購量	J 在途庫存	K 期末庫存	L 缺貨量	M 在途+在 庫庫存	N 目標庫存
4	1														
5	2														
6	3														
7	4														
8	5														
9	6														
10	7														
11	8														
12	9														
13	10														
14	11														
15	12														
16	13														
17	14														
18	15														
19	16														
20	17														
21	18														
22	19														
23	20														
24	21														
25	22														
26	23														
27	24														
28	25														
29	26														
30	27														
31	28														
32	29														
33	30														
34	31														
35	32														
36	33														
37	34														
38	35														
39	36														
40	37														
41	38														
42	39														
43	40														
44	41														
45	42														
46	43														
47	44														
48	45														
49	46														
50	47														
51	48														
52	49														
53	50														
54	51														
55	52														

圖 16：實驗介面圖(2週)

1	1	前置時間	4	期初庫存量		下單/生產週 數	3	持有成本	1										
2		ERP資訊							出貨	訂貨/計算目標庫存	清除								
3	期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期需求	D 去年歷史需求	E 實際7期需求	F 實際—預測需 求差距	G 未來6期預測	H 本期出貨量	I 本期訂購量	J 在途庫存	K 期末庫存	L 缺貨量	M 在途+在 庫庫存	N 目標庫存				
4	1																		
5	2																		
6	3																		
7	4																		
8	5																		
9	6																		
10	7																		
11	8																		
12	9																		
13	10																		
14	11																		
15	12																		
16	13																		
17	14																		
18	15																		
19	16																		
20	17																		
21	18																		
22	19																		
23	20																		
24	21																		
25	22																		
26	23																		
27	24																		
28	25																		
29	26																		
30	27																		
31	28																		
32	29																		
33	30																		
34	31																		
35	32																		
36	33																		
37	34																		
38	35																		
39	36																		
40	37																		
41	38																		
42	39																		
43	40																		
44	41																		
45	42																		
46	43																		
47	44																		
48	45																		
49	46																		
50	47																		
51	48																		
52	49																		
53	50																		
54	51																		
55	52																		

圖 17：實驗介面圖(3週)

## 績效衡量指標

每一情境進行完畢後，將記錄下列指標，如圖 18。

1. 出貨量：52 週的總出貨量
2. 平均在庫庫存量：52 週之在庫庫存量加總平均
3. 庫存週轉率：出貨量/平均在庫庫存量
4. 缺貨次數、缺貨數量：52 週之總缺貨次數、數量
  - (A)區：因期初庫存數量決定所造成的缺貨
  - (B)區：因下單方式所造成的缺貨
5. 平均在庫+在途：52 週之平均在庫+在途量的加總平均
6. 期望目標庫存：52 週之目標庫存的加總平均
7. 訂購次數：每次遊戲之總下單次數
8. 最大需求：依照下單週期(1、2 或 3 週)+前置時間的最大需求

出貨量	0				訂購次數	0
平均在庫庫存量	0				次數轉換	#DIV/0!
庫存週轉率	0	下單方式(B)	期初庫存(A)		最大需求	0
缺貨次數	0	0	0		IDD	0
缺貨數量	0	0	0			
缺貨率	0.00%	0.00%	0.00%			
平均在庫+在途	#DIV/0!					
期望目標庫存	#DIV/0!					

圖 18：各情境績效紀錄表

另外，三次情境之績效指標都會儲存在記錄表做為三次遊戲進行完畢後的整體比較，

期初庫存			平均在庫+在途庫存			期望目標庫存			庫存週轉率			訂購次數		
S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0

平均在庫庫存量			缺貨數量											
S1	S2	S3	S1			S2			S3					
			A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

圖 19。

期初庫存			平均在庫+在途庫存			期望目標庫存			庫存週轉率			訂購次數		
S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0

平均在庫庫存			缺貨數量											
S1	S2	S3	S1			S2			S3					
			A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

圖 19：三次情境之總績效紀錄表

## 操作說明

遊戲開始時：

1. 輸入各組所決定之期初庫存〈圖 20-A〉
2. 實驗者鍵入教師告知的當週預測及需求資料〈圖 20-B、C〉
3. 按出貨鍵〈圖 20-D〉
4. 決定訂購數量後按“訂貨/計算目標庫存”鍵〈圖 20-E〉

重複進行 52 週後結束情境一，程式會自動記錄績效以供後續比較。

1	1	前期時間	4	前期庫存	A	下單/生產週 率	1	持有成本	1							
2						ERP資訊				D	出貨	E	訂貨/計算目標庫存	請點		
3	期間	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
4	1	期初庫存	本期入庫量	本期需求	去年歷史需求	實際5期需求	實際-預測需求 差距	未來6期預測	本期出貨量	本期訂購量	在途庫存	期末庫存	缺貨量	在途+在 庫庫存	目標庫存	

圖 20：遊戲輸入說明圖

調整目標水位：

以圖 21 為例，在庫庫存加上在途庫存量為 5336，相較於所設定之目標庫存為低。而需求為 660，所以本期訂購量為  $6000 - 5336 + 660 = 664 + 660 = 1324$ 。輸入 1324 後目標庫存為 6000，符合所設定的目標如圖 22 所示。爾後之訂購準則就依據實際出貨量而下單訂貨；反之，若情境三第一週之在庫庫存量與在途庫存量的加總超過 6000，則待庫存消耗至 6000 時在開始下單訂貨，訂貨數量仍然以實際出貨量為依據。

1	4	前置時間	4	期初庫存量	2835	下單/生產週 期	1								
2		第一年庫存匯入			ERP資訊				出貨	訂貨/計算目標庫存	清除				
3	期間	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
4	1	期初庫存量	本期入庫量	本期需求	去年歷史需求	實際5期需求	實際-預測需 求差距	未來6期預測	本期出貨量	本期訂購量	在途庫存	期末庫存	缺貨量	在途+在 庫庫存	目標庫存
5	2	2835	190	660	1344				660		2311	2365	0		
6	3		1370		1016										
7	4		200		904										
8	5		741		1098										

圖 21：目標水位調整範例圖-調整前

1	4	前置時間	4	期初庫存量	2835	下單/生產週 期	1								
2		第一年庫存匯入			ERP資訊				出貨	訂貨/計算目標庫存	清除				
3	期間	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
4	1	期初庫存量	本期入庫量	本期需求	去年歷史需求	實際5期需求	實際-預測需 求差距	未來6期預測	本期出貨量	本期訂購量	在途庫存	期末庫存	缺貨量	在途+在 庫庫存	目標庫存
5	2	2835	190	660	1344	3235			660	1324	3635	2365	0	6000	6000
6	3		1370		1016	2425									
7	4		200		904	2216									
8	5		741		1098	933									

圖 22：目標水位調整範例圖-調整後





# 附錄二、基本資料調查問卷

## 庫存管理遊戲模擬實驗基本資料調查

組別：\_\_\_\_\_ 訂購頻率\_\_\_\_\_週

1. 請問 a. 您任職於何所公司以及在公司中所屬部門以及工作資歷為何?(EX:製程生管、供應鏈管理、銷售、人力資源、專案、採購…) 以及 b. 貴公司目前運作是哪種模式為基礎--推式系統(運作基於預測)或是拉式系統(運作基於實際需求)為基礎?

- 
2. 請問您了解什麼是 TOC 拉式補貨(Demand Pull)嗎?(若是，請簡述。)



- 
3. 請簡述何為您所了解的補貨時間

- 
4. 貴組如何決定期初庫存量、訂購週期以及下單方式(數量、週期)

### 附錄三、需求一：預測與實際需求表

	需求一										
	單期需求	5期需求	6期需求	7期需求	6期預測		單期需求	5期需求	6期需求	7期需求	6期預測
Week1	1344				4800	Week27	1169	4843	4865	6541	4822
Week2	1016				4256	Week28	1488	5548	6331	6353	3543
Week3	904				4040	Week29	292	5427	5840	6623	3343
Week4	1098				4480	Week30	1689	5926	7116	7529	4020
Week5	1087	5449			4398	Week31	22	4660	5948	7138	3919
Week6	1544	5649	6993		4215	Week32	468	3959	5128	6416	4589
Week7	932	5565	6581	7925	3769	Week33	20	2491	3979	5148	5910
Week8	474	5135	6039	7055	3924	Week34	456	2655	2947	4435	5932
Week9	54	4091	5189	6093	4994	Week35	1653	2619	4308	4600	5944
Week10	69	3073	4160	5258	5872	Week36	538	3135	3157	4846	4291
Week11	20	1549	3093	4180	6277	Week37	1346	4013	4481	4503	4209
Week12	1546	2163	3095	4639	6331	Week38	1002	4995	5015	5483	4516
Week13	1338	3027	3501	4433	4854	Week39	1408	5947	6403	6423	4052
Week14	1123	4096	4150	4624	3116	Week40	1091	5385	7038	7494	3990
Week15	954	4981	5050	5104	3539	Week41	1050	5897	6435	8088	3901
Week16	928	5889	5909	5978	4323	Week42	895	5446	6792	7330	4259
Week17	1156	5499	7045	7065	4918	Week43	732	5176	6178	7524	4455
Week18	21	4182	5520	7066	4716	Week44	853	4621	6029	7031	4773
Week19	597	3656	4779	6117	5223	Week45	169	3699	4790	6198	4815
Week20	11	2713	3667	4790	5782	Week46	1235	3884	4934	6025	5378
Week21	1676	3461	4389	5343	5792	Week47	13	3002	3897	4947	4996
Week22	22	2327	3483	4411	4713	Week48	288	2558	3290	4185	5152
Week23	783	3089	3110	4266	4702	Week49	810	2515	3368	4100	6099
Week24	413	2905	3502	3523	5595	Week50	209	2555	2724	3577	5302
Week25	1190	4084	4095	4692	5204	Week51	1283	2603	3838	4007	5381
Week26	1288	3696	5372	5383	5897	Week52	273	2863	2876	4111	4908

## 附錄四、需求二：預測與實際需求表

	需求二										
	單期需求	5期需求	6期需求	7期需求	6期預測		單期需求	5期需求	6期需求	7期需求	6期預測
Week1	660				4200	Week27	572	4912	5192	5645	3761
Week2	1223				5000	Week28	1778	5685	6690	6970	4345
Week3	1388				4655	Week29	831	5820	6516	7521	4050
Week4	1210				4462	Week30	795	5459	6615	7311	3791
Week5	626	5107			4577	Week31	1022	4998	6481	7637	4774
Week6	975	5422	6082		4564	Week32	855	5281	5853	7336	4583
Week7	1285	5484	6707	7367	4799	Week33	1626	5129	6907	7479	4523
Week8	940	5036	6424	7647	4140	Week34	471	4769	5600	7378	3919
Week9	1726	5552	6762	8150	4175	Week35	44	4018	4813	5644	4303
Week10	924	5850	6476	7686	3734	Week36	1370	4366	5388	6183	5885
Week11	3	4878	5853	6479	3132	Week37	208	3719	4574	5596	4986
Week12	374	3967	5252	6227	4855	Week38	271	2364	3990	4845	4822
Week13	385	3412	4352	5637	6023	Week39	1120	3013	3484	5110	5921
Week14	235	1921	3647	4587	5641	Week40	1658	4627	4671	5142	5009
Week15	499	1496	2420	4146	5780	Week41	1192	4449	5819	5863	3622
Week16	1291	2784	2787	3711	5666	Week42	1398	5639	5847	7217	3550
Week17	696	3106	3480	3483	4610	Week43	625	5993	6264	6472	3810
Week18	219	2940	3325	3699	4413	Week44	139	5012	6132	6403	3543
Week19	461	3166	3401	3786	5485	Week45	784	4138	5796	6916	4802
Week20	643	3310	3809	4044	5720	Week46	190	3136	4328	5986	5477
Week21	453	2472	3763	4262	5296	Week47	1736	3474	4872	6064	5426
Week22	280	2056	2752	4043	5304	Week48	0	2849	3474	4872	4474
Week23	1005	2842	3061	3757	5667	Week49	412	3122	3261	3886	4664
Week24	696	3077	3538	3757	5115	Week50	224	2562	3346	3485	5988
Week25	1156	3590	4233	4694	4699	Week51	337	2709	2899	3683	5764
Week26	1483	4620	5073	5716	4548	Week52	54	1027	2763	2953	5839

## 附錄五、目標庫存波動折線圖

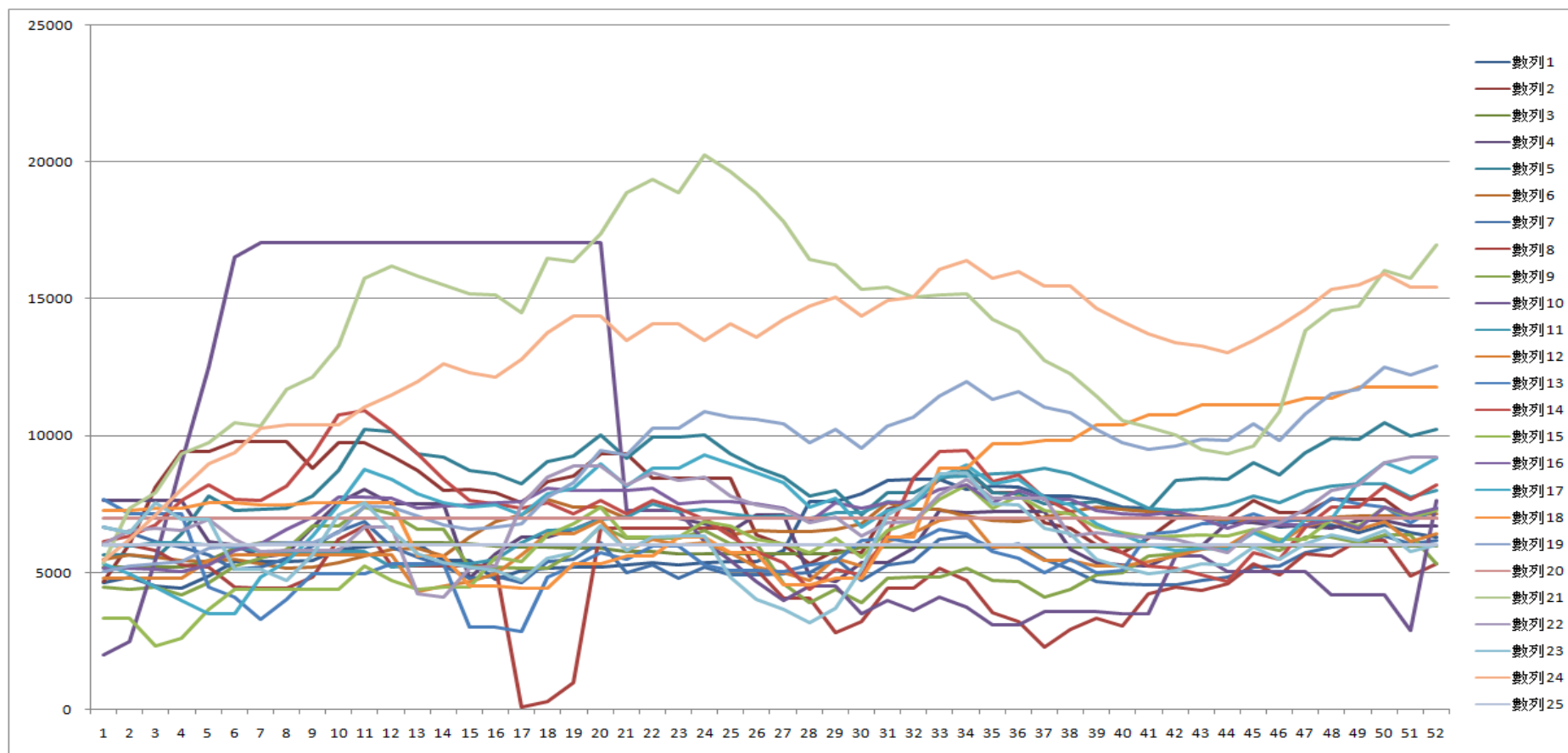


圖 23：下單週期 1 週之目標庫存波動折線圖

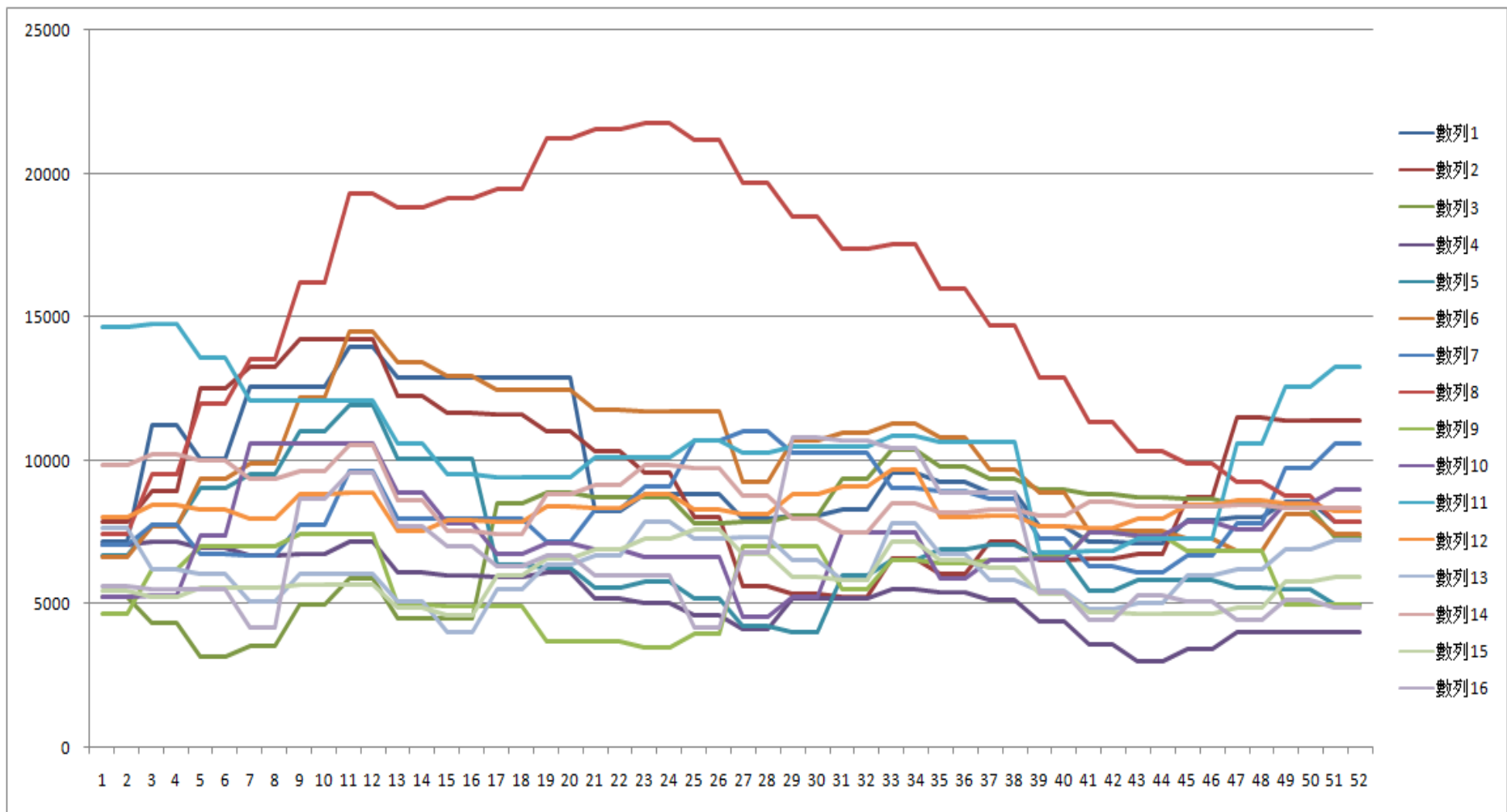


圖 24：下單週期 2 週之目標庫存波動折線圖

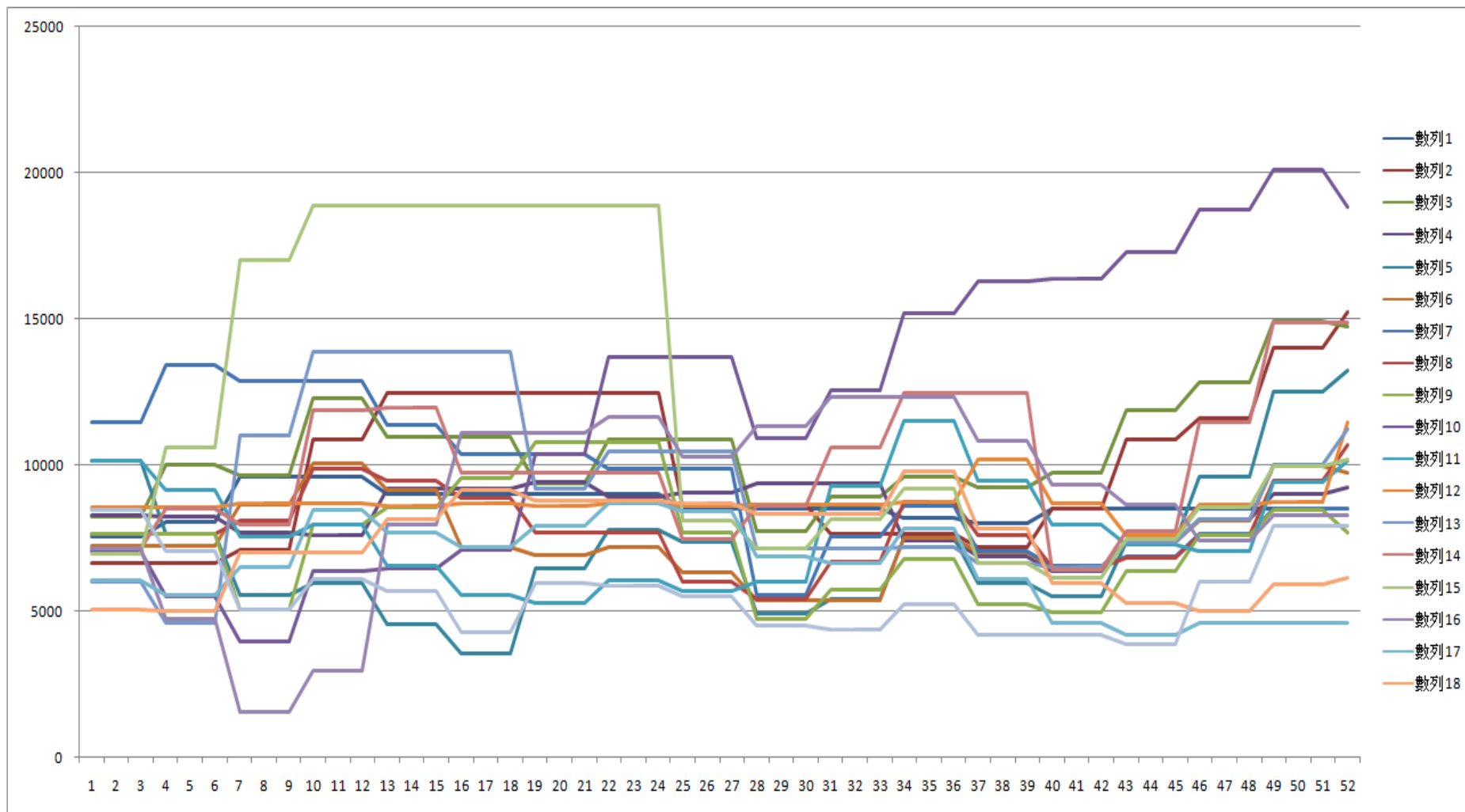


圖 25：下單週期 3 週之目標庫存波動折線圖